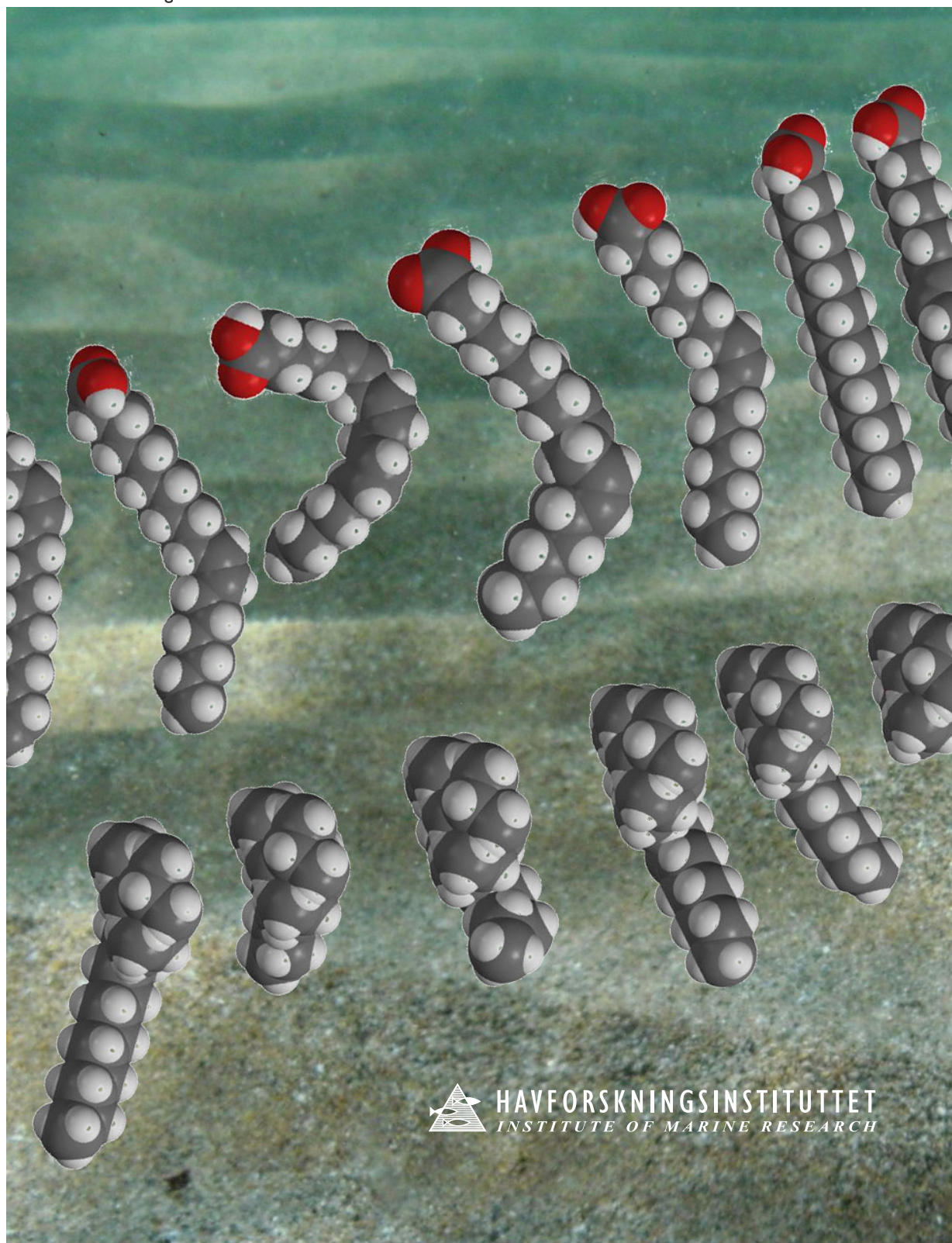


SPORING AV UTSLIPP FRA MATFISKANLEGG VED HJELP AV FETTSYRER

EN UNDERSØKELSE VED MATFISKANLEGG I JØSENFJORDEN
(ROGALAND) OG VIKNA (NORD-TRØNDELAG)

Siri Aaserud Olsen og Vivian Husa



BAKGRUNN

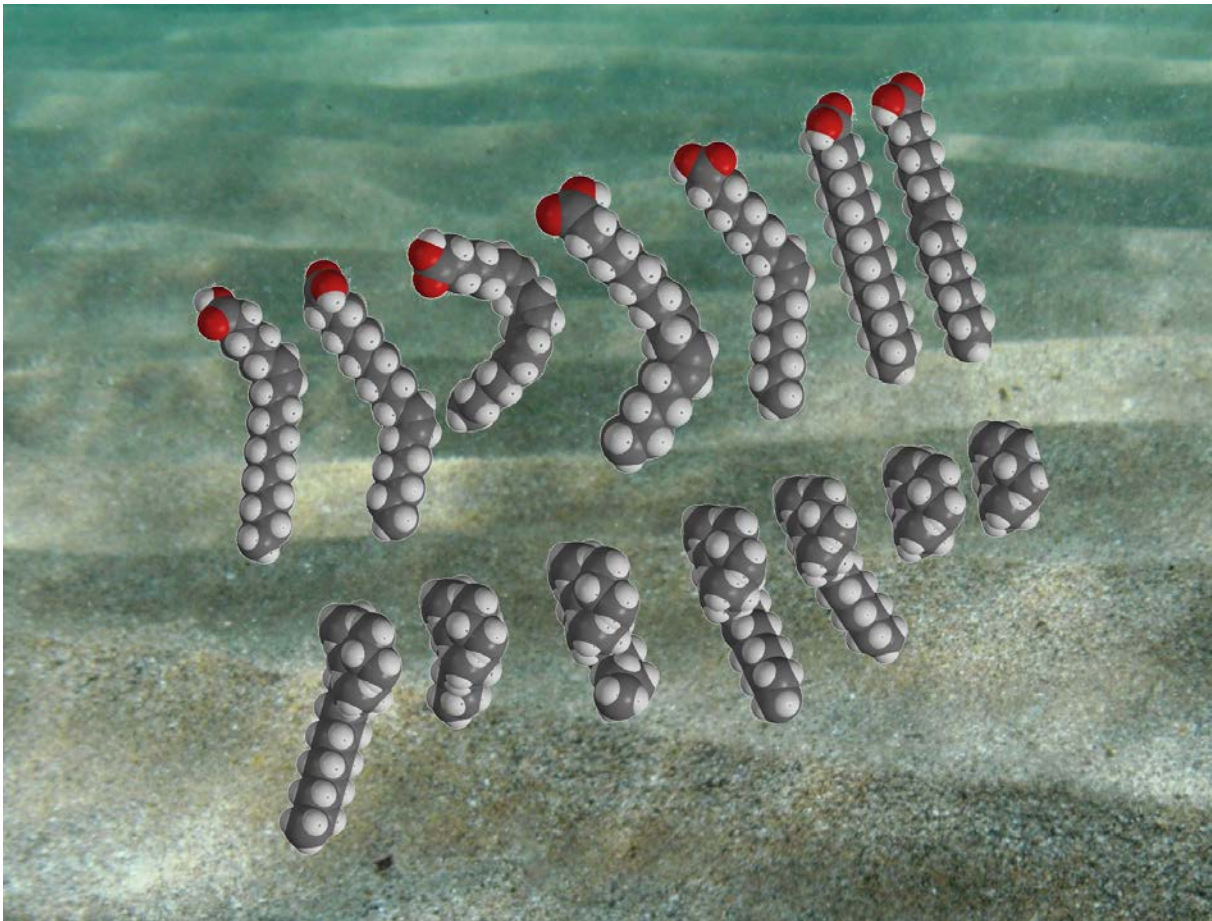


Etter forespørsel fra Fiskeridirektoratet har Havforskningsinstituttet gjennomført innsamling og fetttsyreanalyser av sediment fra stasjoner i Jøsenfjorden (Hjelmeland kommune, Rogaland), Arnøfjorden (Nærøy kommune, Nord-Trøndelag) og Nærøysundet (Vikna kommune, Nord-Trøndelag) (Figur 1, Tabell 1). Det ble også tatt prøver fra fire referansestasjoner i Sognefjorden (Sogn og Fjordane) som er forventet upåvirket av akvakultur men samtidig potensielt påvirket av organisk belastning i form av avrenning fra land. I tillegg ble det tatt prøver fra tre referansestasjoner på kontinentalsokkelen der vi forventet å finne ubetydelig organisk belastning. For sammenligning av fetttsyrenivåer har vi inkludert resultater fra tidligere undersøkelser innsamlet tett ved to ulike matfiskanlegg og på en kystreferansestasjon (Olsen m.fl. in prep).

Fra bestillingen

”Gjennomføring av analyse av påvirkning fra akvakultur i resipienter med naturlig høy akkumulering av organisk materiale. I resipienter med naturlig høy akkumulering av organisk materiale er det vanskelig å vurdere tilførselen av organisk materiale fra akvakulturanlegg på bakgrunn av dagens MOM-C metodikk. Ønsker særlig kunnskap om påvirkning fra lokaliteter med beliggenhet i de følgende to resipienter (1) Lokaliteter i terskelfjorder med naturlig høy akkumulering av organisk materiale i dypområdet og varierende utskifting av dypvann og (2) grunne, eksponerte kystlokaliteter med resipienter der bunntopografien skaper naturlig akkumulering av blant annet tang og tare i de lokale dypområdene”

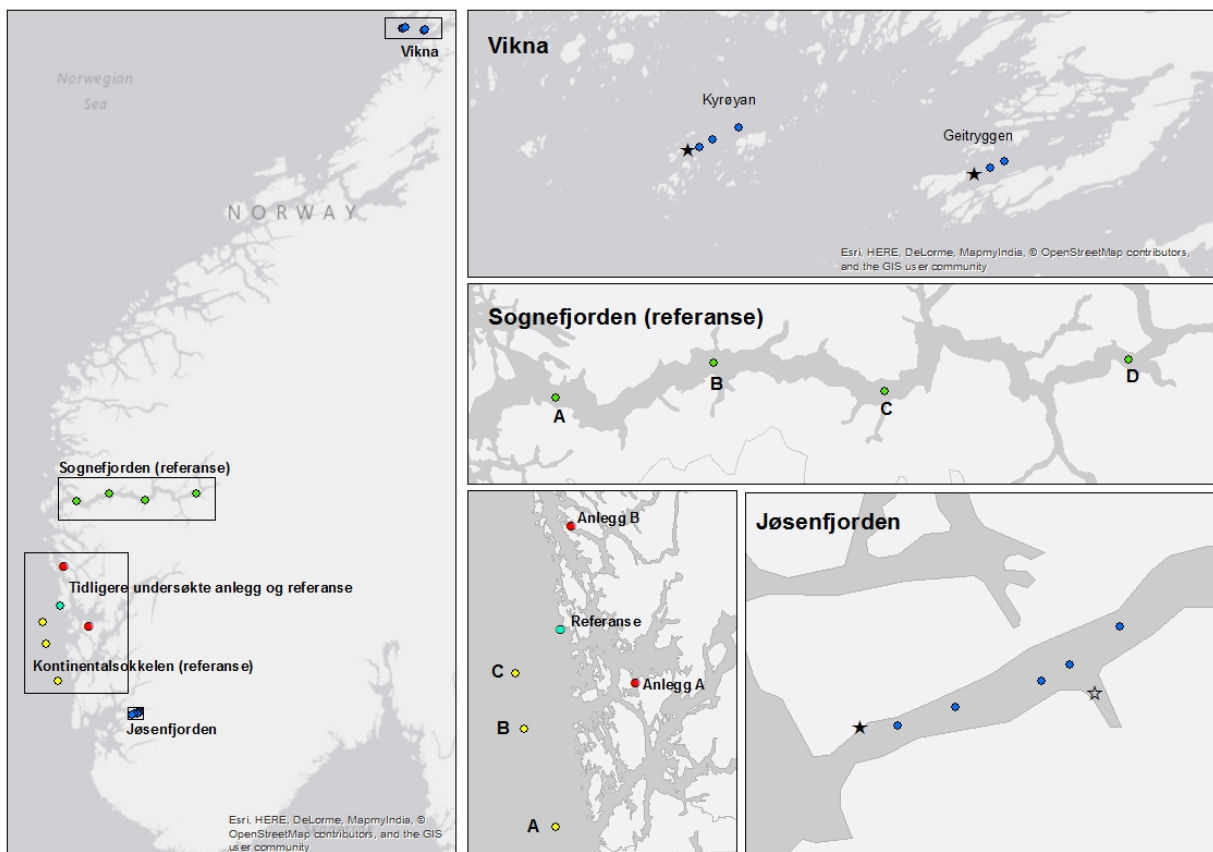
OPPSUMMERING



Dypbassenget midt i Jøsenfjorden har blitt undersøkt flere ganger de siste årene og viser en noe forbedret O_2 -verdi tilstand fra 'meget dårlig' (SAM 2008) til 'mindre god' i de seneste undersøkelsene (SAM 2012;2014, NIVA 2012). Samtidig viser undersøkelsene en forhøyning av totalt organisk karbon (TOC) og dårligere miljøkvalitet basert på bløtbunnsfaunaindeks (SAM 2008;2014, NIVA 2012). I 2013 var miljøtilstanden basert på O_2 -verdier, bløtbunnsfauna og TOC dårligere i dyprenna midt i fjorden enn i nær- og overgangssonen til anlegget på Brattli (SAM 2014). Basert på de lave verdiene av markørfettsyrer i sedimentet i fjorden regner vi det som lite sannsynlig at organisk materiale fra oppdrettsanlegget på Brattli er årsaken til den dårlige miljøtilstanden i dypbassenget. Dette skyldes trolig at fjorden mottar store mengder organisk materiale fra land og tidvis kan ha naturlig lave oksygenverdier på grunn av sjelden utskifting av bunnvann. De to anleggene som ble undersøkt på trøndelagskysten fikk 'Meget dårlig' på TOC og 'God/Mindre god' på både O_2 og fauna i miljøundersøkelser utført i 2013. Våre analyser viser naturlige verdier av både terrestre og marine markørfettsyrer i sedimentet, noe som tyder på liten påvirkning fra oppdrettsanlegget på de undersøkte stasjonene.

GENERELT OM FETTSYRESAMMENSETNING SOM SPORSTOFFER

I produksjon av laksefôr benyttes både marine og terrestre/vegetabiliske råstoff. Opptil 70 % av fett i laksefôr har i dag en vegetabilisk opprinnelse, i all hovedsak fra rapsolje. Fôret har dermed et høyt innhold av fettsyrer som er typisk i disse vegetabiliske oljene, slik som 18:2n6, 18:3n3 og 18:1n9. Disse er benyttet som "oppdrettsmarkør" i en rekke studier på fisk og krepsdyr, sammen med langkjedede marine fettsyrer som 20:1n9 og 22:1n11 som finnes i høye konsentrasjoner i marine fiskeoljer. Undersøkelser ved to matfiskanlegg i Hordaland viser en fettsyresammensetning i sedimentet med forhøyet konsentrasjon av de vegetabiliske fettsyrene 18:2n6 og 18:3n3, og de marine 20:1n9 og 22:1n11 sammenlignet med konsentrasjonen i sedimentet under brakklegging og i referansesediment (Olsen m.fl. in prep). I dybbasseng i fjorder med bratte fjellsider og ved store elveutløp vil det på grunn av avrenning fra land med høyt innhold av organisk materiale, kunne være forhøye konsentrasjoner av fettsyrene 18:2n6 og 18:3n3. Det samme kan være tilfellet i nærheten av kloakkutslipp og ved deponeringsområder med råtnende tare. Dersom man finner både forhøyete verdier av de vegetabiliske og de marine markørfettsyrene, er det mer sannsynlig at det skyldes en akkumulering av avfall fra oppdrettsanlegg i sedimentet.



Figur 1: Oversiktskart over stasjoner for innsamling av sediment i 2013 og 2014 samt tidligere undersøkte stasjoner (Olsen m.fl. in prep.).

METODE

Stasjoner for prøvetaking av sediment er angitt i Figur 1. Utfyllende informasjon om stasjonsnavn, posisjon, dyp og avstand fra matfiskanlegg er gitt i Tabell 1. Stasjoner i Jøsenfjorden og Vikna ble undersøkt i november 2013, mens innsamling på referansestasjonene i Sognefjorden og på kontinentalsokkelen ble utført i juni 2014. Stasjoner som ble undersøkt ved matfiskanlegg under produksjon og brakklegging, samt en referansestasjon er inkludert for sammenligning av resultater.

Tabell 1: Stasjoner for prøvetaking av sediment i 2013 og 2014.

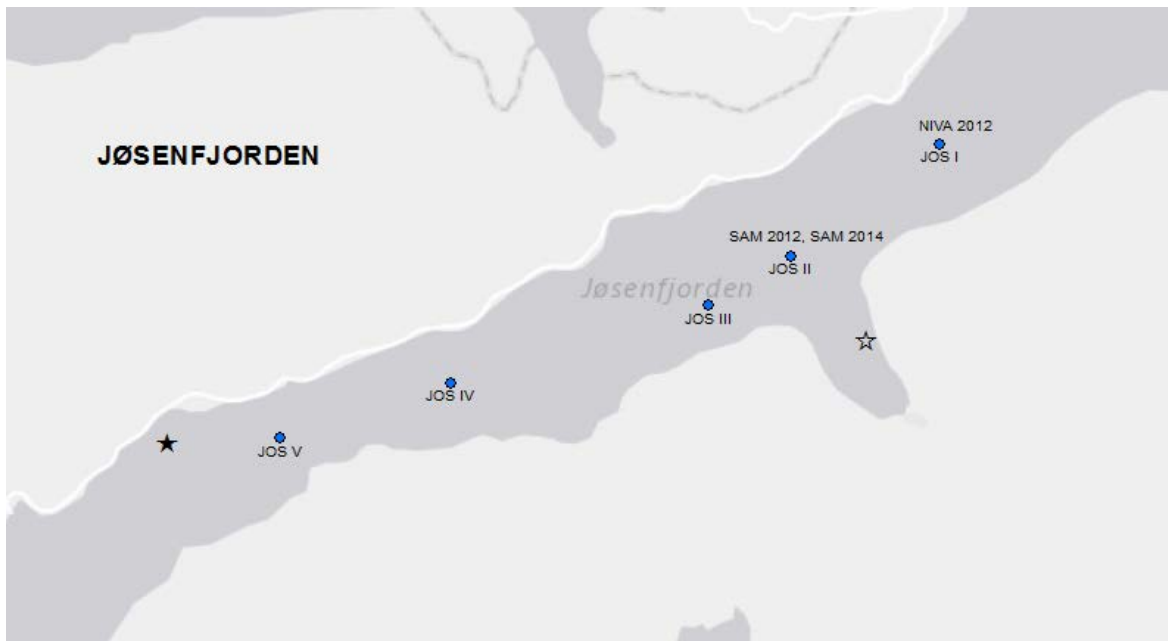
Kode	Lokalitet	År	Koordinat		Avstand fra anlegg	Dyp (m)	Referanse, tidligere undersøkelser
			Nord	Øst			
JOS I	Jøsenfjorden	2013	59°17.886	6°20.308	8 800	620	NIVA 2012 (Marin overvåking Ryfylke - Jøs1=JOS I)
JOS II	Jøsenfjorden	2013	59°17.225	6°18.581	7 000	620	SAM 2008 (MOM C, Jøs2), SAM 2014 (MOM C ,BA-3), SAM 2012 (Marin overvåking Rogaland, E-Jøs) = JOS II
JOS III	Jøsenfjorden	2013	59°16.932	6°17.615	5 800	620	
JOS IV	Jøsenfjorden	2013	59°16.476	6°14.626	2 800	510	
JOS V	Jøsenfjorden	2013	59°16.146	6°12.648	1 200	400	
GEIT I	Geitryggen	2013	64°45.210	11°12.080	700	220	SAM 2013 (MOM C - Geit 2)
GEIT II	Geitryggen	2013	64°45.440	11°13.180	1 600	210	SAM 2013 (MOM C - Geit 3)
KYR I	Kyrøyen	2013	64°45.905	10°49.200	700	110	SAM 2013 (MOM C - Kyr 2)
KYR II	Kyrøyen	2013	64°46.165	10°50.200	1 600	210	SAM 2013 (MOM C- Kyr 3)
KYR III	Kyrøyen	2013	64°46.570	10°52.278	3 300	210	
SOGN A	Sognefjorden	2014	61°05.091	05°14.747	5 780	1 100	5 780 m fra Tveit (5 460 MTB), 7 580 m fra Bekksneset (5 460 MTB)
SOGN B	Sognefjorden	2014	61°08.716	05°48.802	> 6 000	1 290	
SOGN C	Sognefjorden	2014	61°05.696	06°25.694	> 6 000	1 200	
SOGN D	Sognefjorden	2014	61°08.994	07°18.014	> 6 000	860	
Sokkel A	Kontinental-sokkel	2014	59°33.713	04°56.167	> 6 000	194	11 km fra land
Sokkel B	Kontinental-sokkel	2014	59°53.111	04°44.113	> 6 000	323	17 km fra land
Sokkel C	Kontinental-sokkel	2014	60°03.965	04°40.544	> 6 000	321	19 km fra land

OMRÅDEBESKRIVELSE

Jøsenfjorden

Jøsenfjorden har et maksimaldyp på 648 m innenfor en terskel på 136 m ut mot Hjelmelandsfjorden. Den dypeste forbindelsen videre utover går via Gardssundfjorden til Boknafjorden nord for Finnøy, med terskeldyp som ifølge sjøkart er litt mindre enn 100 m. Hjelmelandsvågen har også forbindelse til Boknafjorden nordover via Jelsafjorden over en terskel på 93 m og sørvestover mot Fisterfjorden via en smal åpning med terskeldyp på 54 meter.

Lokaliteten Bastli (nr. 18235, MTB 3 600 TN) er det eneste lakseanlegget i drift i fjorden. Anlegget består av åtte ringer. Ved innsamling i november 2013 var biomassen i anlegget 2 600 tonn med et fôrforbruk på ca. 33 tonn/dag, og fisken ble slaktet i februar 2014. Det ligger et kveiteanlegg like innenfor dyprenna (Figur 2).



Figur 2: Stasjoner for prøvetaking av sediment i 2013 (JØS I–V) og tidligere stasjoner (SAM 2012; 2014 og NIVA 2012) i Jøsenfjorden. Stjernene markerer oppdrettslokalitetene i fjorden (★ Bastli, ☆ kveiteanlegg).

SAM-Marin har gjennomført flere undersøkelser i dypbassenget i Jøsenfjorden, både MOM-C ved Bastli (SAM 2008, SAM 2014) og i forbindelse med 'Marin overvåking Rogaland' (SAM 2012). NIVA gjennomførte en undersøkelse lengre inn i fjorden i forbindelse med 'Marin overvåking Ryfylke' (NIVA 2012). I de tidligere undersøkelsene i dypbassenget beskrives sedimentet som grått og svært finkornet, dominert av silt og leire, med mye organisk materiale, planterester og sagflis. Det er registrert varierende, men gjennomgående lave oksygenverdier, samt enkelte hugg med H₂S-lukt. Også TOC-verdiene varierer, og i og med at det er gjennomgående høyere verdier i dypbassenget enn i sedimentet i nær- og/eller overgangsstasjoner, antydes det at dette kan skyldes andre tilførsler/kilder enn oppdrettsvirksomhet. Glødetapet varierer også, men ligger innenfor verdier typisk for norske kyst- og fjordsystemer (Buhl-Mortensen & Høisæter 1993, Buhl-Mortensen m.fl. 2006). Både antall individer og arter var lavt i tidligere undersøkelser i Jøsenfjorden, og individtettheten i dypbassenget er trolig påvirket av lave O₂-verdier.

Finpartikulært sediment har ofte høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten og lukte råttent (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite O₂ og/eller i områder med stor organisk tilførsel. Lavt O₂-innhold påvirker trolig faunasammensetningen, men faunaen gir ingen tegn til organisk belastning i dypet. Jøsenfjorden har i enkelte perioder hatt lavt oksygeninnhold pga manglende bunnvannsfornyning. Det er tidligere antydnet at O₂-variasjonene er sesongavhengige (SAM 2008; 2012; 2014).

Vikna: Kyrøyen og Geitryggen (Nord-Trøndelag)

Anlegget ved Kyrøyen (nr. 30076, MTB 7 020 TN) består av tolv ringer. Forrige produksjonssyklus (vår 2011) ble slaktet i november 2012 og lå brakk til april 2013. Ved innsamling i november 2013 var produksjonen ca. seks måneder inn i ny syklus, og anlegget hadde en biomasse på 3 211 tonn med et fôrforbruk på 32 tonn/dag. Kyrøyen ligger vest for Nærøysundet mot åpent hav i nordøst, ellers er det øyområder samt et trangt sund i sørvest (Figur 3). Havbunnen under anlegget består av fjell og noe skjellsand. I nordøstlig retning er bunnen relativt flat, og undersøkelser viser at hovedretningen på

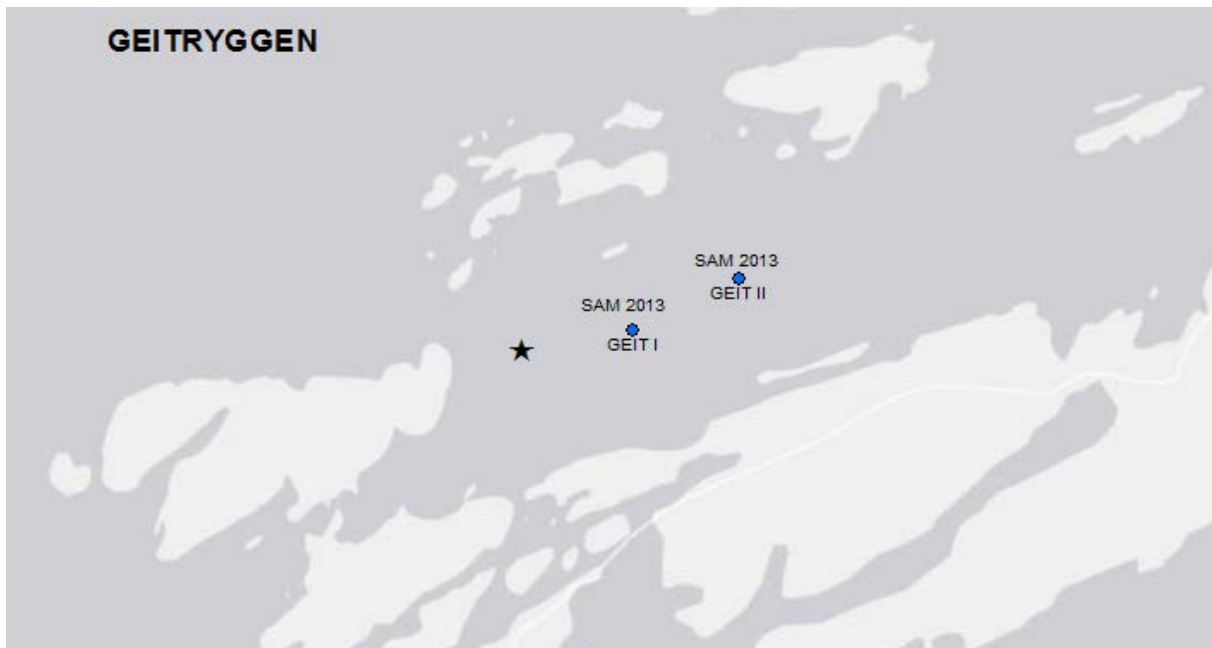
vannstrømmen er nordøstlig (SAM 2013). MOM C-undersøkelser ved anlegget viser: Ved fjernsonen bestod sedimentet av silt og leire (97,8 %), glødetap henholdsvis nær/overgang/fjern var henholdsvis 8, 15 og 17 %. Det foreligger ikke O₂-måling ved fjernstasjonen, men nær-/overgangstasjoner hadde oksygenverdier i tilstand ”Meget god” og ”God”.



Figur 3: Stasjoner for prøvetaking av sediment i 2013 (KYR I-III) og tidligere stasjoner (SAM 2013) ved Kyrøyan. Stjerne (★) markerer plasseringen av oppdrettsanlegget.

Lokaliteten Geitryggen (nr. 26335, MTB 3 120 TN) startet opp i 2011 og er et stålanlegg. Ved innsamling i november 2013 var produksjonen nylig startet. Anlegget hadde da en biomasse på 393 tonn og hadde føret ut til sammen 127 tonn i løpet av oppstarten. Geitryggen (Figur 4) ligger i Arnøyfjorden som er avgrenset av terskler i både sørvestlig, nordlig og østlig retning (SAM 2013). MOM C-undersøkelsene ved anlegget viser: Ved fjernsonen bestod sedimentet av silt og leire (99 %). Glødetap nær/overgang/fjern var henholdsvis 7, 10 og 13 %. O₂-verdier på nær-/overgang-/fjernstasjoner var henholdsvis ”God”, ”God” og ’Mindre god til god’.

Resultater fra overvåking- og miljøundersøkelser gjennomført av SAM Marin og NIVA i Jøsenfjorden og Vikna er gjengitt i Vedlegg 1. Resultatene viser de ti vanligste artene ved lokalitetene, samt miljøtilstand for TOC, fauna og O₂.



Figur 4: Stasjoner for prøvetaking av sediment i 2013 (GEIT I og II) og tidligere stasjoner (SAM 2013) ved Geitryggen. Stjerne (★) markerer plasseringen av oppdrettsanlegget.

PRØVETAKING AV SEDIMENT

Det ble utført tre parallelle hugg på hver stasjon, med unntak av noen av stasjonene på Vikna, der utfordringer med kraftblokk (nokke) og dårlig vær gjorde at det bare var mulig å få til ett eller to hugg. Sediment ble forsiktig skrapet av de øverste 0,5 cm av overflaten på en uberørt grabb, sedimentet ble homogenisert og umiddelbart frosset. Innhold av organisk materiale ble beregnet ved glødetap (loss of ignition). Prøver av sediment ble tørket ved 60 °C i 24 timer og veid (DW_{60}). Deretter brent ved 450 °C i 7 timer og veid (DW_{450}). Glødetap beregnes ved $((DW_{60} - DW_{450}) / DW_{60}) * 100$. Fettsyreanalyser ble utført på frysetørket sediment ved Havforskningsinstituttets kjemilaboratorium.

Jøsefjorden: Innsamling 11. november 2013 med båt og mannskap fra Kvitsøy Sjøtjenester. Benyttet Van Veen 0,1 m² grabb, vinsj og vaier. Innsamling ble gjort langs dybbassenget, fra 1 200 til 8 800 m fra anlegget (JØS I–V). Jøs I og II er samme stasjoner som tidligere undersøkelser, mens JOS II, IV og V er nye.

Kyrøyan: Innsamling 21. november 2013 med båt og mannskap fra anlegget. Van Veen 0,1 m² grabb, tau og nokke. Innsamling ble gjort 700, 1 600 og 3 300 m fra anlegget (KYR I–III). KYR I og II tilsvarer henholdsvis stasjoner for overgangssone og fjernsone fra SAM 2013.

Geitryggen: Innsamling 20. november 2013 med båt og mannskap fra anlegget. Van Veen 0,1 m² grabb, tau og nokke. Stasjonene ligger 700 og 1 600 m fra anlegget. Problemer med grabb og nokke, kombinert med mye vind gjorde at det kun ble tatt prøver fra Geit I (nær) og Geit II (overgang). GEIT I og II tilsvarer henholdsvis stasjoner for overgangssone og fjernsone fra SAM 2013.

Sognefjorden og kontinentalsokkelen: Innsamling mai og juni 2014 med båt og mannskap fra Universitetet i Bergen og Havforskningsinstituttet. Benyttet Van Veen 0,1 m² grabb, vinsj og vaier.

RESULTAT OG DISKUSJON

Generell observasjon av sedimentet

I Jøsenfjorden var det fulle grabber med til dels mye organisk materiale i form av blader og kvist, stedvis løsere sediment, men ingen typisk oppdrettslukt i noen av grabbhuggene (Tabell 2). I Vikna var det fulle grabber med mykt sediment, ingen typisk oppdrettslukt.

Tabell 2: Visuell vurdering av sediment.

JOS I	Ligger i nærheten av et tidligere anlegg. Mye organisk materiale i form av bjørkeblader/blader og kvist. Tynt brunt lag av organisk materiale, ingen lukt.
JOS II	Stasjonen ligger rett utenfor bukten der det ligger et kveiteanlegg. Tynt, lyst brunt organisk material. Blader og litt kvist, noe lukt.
JOS III	Fint, brunt lag. Litt løsere sediment, lite blader.
JOS IV:	Mindre organisk materiale, litt blader.
JOS V	Litt løsere sediment, bare litt organisk materiale.
KYR I	Full grabb, ingen lukt.
KYR II	Full grabb, ingen lukt.
KYR III	Full grabb, ingen lukt.
GEIT I	Full til halvfull grabb, mykt sediment.
GEIT II	Full grabb, mykt sedimentet. Svarte striper av organisk materiale. Lukter organisk, men ikke karakteristisk oppdrettslukt.

Glødetap

I Jøsenfjorden lå glødetapet mellom 6 og 8 %, mens det ved Geitholmen og Kyrøyen lå på 8–10 % (Tabell 3). På tidligere referansestasjoner var glødetapet ca. 6 % mens det ved to ulike anlegg på mellom 5–11 % ved produksjon og 3–11 % ved brakklegging. Samtlige stasjoner ligger innenfor det som regnes som normalt for norske fjorder (Buhl-Mortensen & Høisæter 1993, Buhl-Mortensen mfl. 2006).

Tabell 3: Glødetap i sediment samlet inn i Jøsenfjorden, og i Vikna i 2013, tidligere verdier samlet inn ved anlegg (Anlegg A) og på referansestasjon (Olsen et al., in prep) er inkludert for sammenligning.

Stasjon	Avstand fra anlegg	%
JOS I	8 800	6,6
JOS II	7 000	6,4
JOS III	5 800	6,3
JOS IV	2 800	7,7
JOS V	1 200	7,4
GEIT I	700	8,4
GEIT II	1 600	8,3
KYR I	700	9,7
KYR II	1 600	9,3
KYR III	3 300	9,4
Anlegg A		5,2
Referanse A		5,5

Fettsyreanalyser av sedimentprøver

Alle fettsyresresultater er oppgitt i % konsentrasjon av total mengde fettsyrer, og er listet i vedlegg 2.

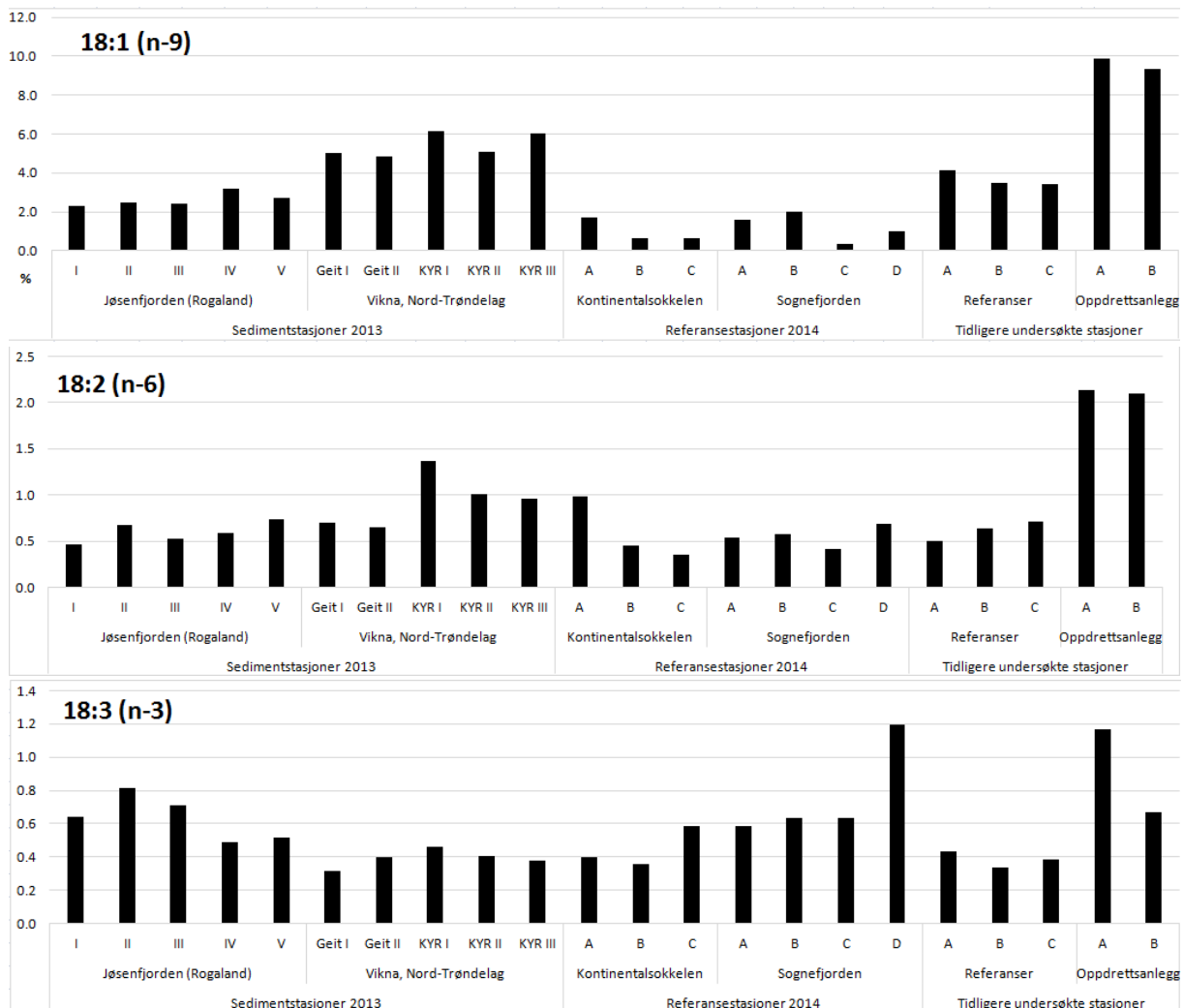
I Jøsenfjorden lå konsentrasjonene av markørfettsyrene 18:2n6, 18:1n9, 20:1n9 og 22:1n11 omtrent på samme nivå som på referansestasjonene og var betydelig lavere enn konsentrasjoner som tidligere har blitt funnet ved oppdrettsanlegg (Figur 5, vedlegg 2). Det ble ikke funnet noen tydelig gradient langs fjordbassenget ut mot anlegget, og lave verdier av markørfettsyrene tyder samlet sett på en lav organisk påvirkning fra oppdrettsanlegget ved denne lokaliteten. Konsentrasjonen av 18:3n3 var noe høyere ved de innerste stasjonene i Jøsenfjorden og stasjonene i Sognefjorden enn på referansestasjonene. Den var særlig forhøyet ved den innerste stasjonen i Sognefjorden (D). Tydelige spor av planterester i sedimentet på enkelte av stasjonene i Jøsenfjorden tyder på at denne noe høyere konsentrasjonen skyldes organisk belastning fra land, som er typisk for fjorder med mye avrenning.

Ved anlegget Geitryggen ble prøvene tatt 700 og 1 200 meter unna anlegget og analysene viser lave konsentrasjoner av de mest typiske markørfettsyrene (Figur 5). Fettsyren 18:1n9 var forhøyet sammenlignet med verdiene på referansestasjonene, men innenfor det som betegnes som naturlig i sediment (10–15 %), og betydelig lavere enn de verdiene som tidligere er funnet i nærheten av oppdrettsanlegg. Lave verdier av de terrestre markørfettsyrene tyder på en lav organisk påvirkning fra anlegget på de undersøkte stasjonene.

Ved anlegget Kyrøyan var konsentrasjonen av den terrestre 18:2n6 noe forhøyet sammenlignet med verdiene på referansestasjonene, men innenfor det som betegnes som naturlig i sediment (< 2 %). Lave verdier av de terrestre markørfettsyrene tyder på en lav organisk påvirkning fra oppdrettsanlegget ved denne lokaliteten.

Det var gjennomgående lave og naturlige verdier av de marine fettsyrene 20:1 (n-9) og 22:1 (n-11) (Figur 6). Kombinert med funn av lave terrestre fettsyreverdier i sedimentet (Figur 5) både i

Jøsenfjorden og på Vikna, indikerer dette at avfall fra oppdrettsanleggene ikke er årsak til den lave miljøtilstanden som er registrert på en del av disse lokalitetene.



Figur 5: Diagram over konsentrasjonen (%) av terrestre oppdrettsmarkører i sediment fra Jøsenfjorden, Vikna og referansestasjoner i 2013 og 2014, samt tidligere undersøkte stasjoner fra Olsen m.fl. in prep.

Vedlegg 1: Resultater fra overvåking- og miljøundersøkelser gjennomført av SAM Marin og NIVA i Jøsenfjorden og Vikna.

Stasjon	Jøs 2 (SAM 2008)			E-Jøs (SAM 2012)			BA-3 (SAM 2014)			Jøs 1 (NIVA 2012)		
	%	K %		%	K %	%	K %	%	K %	%	K %	
	Ophiodromus flexuosus	22,5	22,5	Nereimyra cf. woodsholea	22,5	22,5	Paramphinome jeffreysii	31,3	31,3	Pterolysippe vanelli	25,2	25,2
	Paramphinome jeffreysii	18,3	40,8	Aricidea catherinae	14,1	36,6	Thyasira equalis	21,7	53,0	Paramphinome jeffreysii	22,7	47,9
	Thyasira equalis	8,7	49,5	Paramphinome jeffreysii	12,7	49,3	Aricidea sp.	8,4	61,4	Nereimyra punctata	7,6	55,5
	Aricidea suecia	8,3	57,8	Cerianthus lloydii	11,3	60,6	Nereimyra cf. woodsholea	7,2	68,7	Paradoneis lyra	7,6	63,0
	Eriopisa elongata	8,3	66,1	Paraonis sp.	7,0	67,6	Anobothrus sp.	7,2	75,9	Tellimya tenella	6,7	69,7
	Ceratocephale loveni	7,8	73,9	Delectopecten vitreus	7,0	74,7	Botrucnidifer norvegicus	6,0	81,9	Aricidea sp.	5,9	75,6
	Prionospio cirrifera	6,9	80,7	Gyptis rosea	5,6	80,3	Bylgides sp.	6,0	88,0	Cerianthus lloydii	4,2	79,8
	Ceranthus lloydii	6,0	86,7	Brissopsis lyrifera	4,2	84,5	Ceratocephale loveni	3,6	91,6	Nemertea	3,4	83,2
	Caudofaudata indet.	6,0	92,7	Lipobranchus jeffreysii	4,2	88,8	Brissopsis lyrifera	2,4	94,0	Thyasira sp.	4,2	87,4
	Levinsenia gracilis	1,8	94,5	Terrellides stroemi	2,8	91,6	Prionospio cirrifera	1,2	95,2	Brissopsis lyrifera	2,5	89,9
Tilstand TOC	I - Meget god			III - Mindre god			V - Meget dårlig			II - God		
Tilstand fauna	II - God			II/III - God/Mindre god			III - Mindre god			II/III - God/Mindre god		
Tilstand O ₂	V - Meget dårlig			III - Mindre god			III - Mindre god			III - Mindre god		
Stasjon	KYR 2 (SAM 2013)			KYR 3 SAM (SAM 2013)			Geit 2 (SAM 2013)			Geit 3 (SAM 2013)		
	%	K %		%	K %	%	K %	%	K %	%	K %	
	Polydora sp.	36,0	36,0	Heteromastus filiformis	40,0	40,0	Polydora sp.	67,8	67,8	Heteromastus filiformis	22,8	22,8
	Heteromastus filiformis	13,0	48,0	Polydora sp.	22,0	62,0	Spiophanes kroyeri	9,4	77,2	Spiophanes kroyeri	20,6	43,4
	Paramphinome jeffreysii	9,0	57,0	Spiophanes kroyeri	8,0	71,0	Galathowenia oculata	6,4	83,6	Praxillella gracilis	16,1	59,5
	Aphelochaeta sp.	5,0	62,0	Thyasira equalis	6,0	77,0	Nephasoma cf. Minutum	2,6	86,2	Thyasira equalis	10,8	70,3
	Thyasira equalis	5,0	67,0	Paramphinome jeffreysii	6,0	83,0	Paramphinome jeffreysii	1,6	87,8	Polydora sp.	7,5	77,8
	Thyasira sarsii	3,0	70,0	Thyasira sarsii	2,0	84,0	Aphelochaeta sp.	1,5	89,3	Terrellides stroemi	7,5	85,3
	Spiophanes kroyeri	3,0	74,0	Ceratocephale loveni	1,0	86,0	Thyasira equalis	1,0	90,3	Melinna cristata	4,8	90,1
	Pista cristata	3,0	77,0	Prionospio cirrifera	1,0	87,0	Exogone sp.	0,9	91,2	Chaetozone sp.	2,7	92,8
	Praxillella gracilis	2,0	78,0	Praxillella gracilis	1,0	89,0	Terrellides stroemi	0,8	91,9	Thyasira sarsi	1,5	94,3
	Sabellidae indet	1,0	80,0	Terrellides stroemi	1,0	90,0	Melinna cristata	0,7	92,6	Ceratocephale loveni	1,1	95,5
Tilstand TOC	V - Meget dårlig			V - Meget dårlig			V - Meget dårlig			V - Meget dårlig		
Tilstand fauna	II - God			III - Mindre god			III - Mindre god			II/III - God/Mindre god		
Tilstand O ₂	II - God			Ikke målt			II - God			II/III - God/Mindre god		

Vedlegg 2: Fettsyresammensetning (konsentrasjon i %) i sediment fra de ulike stasjonene fra 2013 og 2014, samt tidligere analyserte stasjoner (Olsen mfl. in prep).

	Jøsenfjorden (Rogaland)					Vikna, Nord-Trøndelag				
	I	II	III	IV	V	Geit I	Geit II	KYR I	KYR II	KYR III
14:0	15	15	15	16	16	10	12	7	9	9
Iso 15:0	3	2	3	2	3	2	3	1	2	2
Ant 15:0	3	3	4	4	3	3	4	2	3	4
15:0	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2
Iso 16:0	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2
16:0	23	21	22	18	21	19	21	23	20	21
Iso 17:0	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2
Ant 17:0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18:0	13	7	8	7	11	13	9	17	6	6
20:0	6	5	5	4	4	4	4	3	2	2
22:0	12	11	8	7	10	11	7	10	3	3
24:0	0	9	8	6	5	3	4	2	3	3
SATURATED	83	82	81	70	81	71	70	69	56	58
16:1 (n-9)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16:1 (n-7)	1	1	1	4	2	5	5	5	10	8
16:1 (n-5)	0,3	0,3	0,2	1	0,3	1	1	1	1	1
Σ17:1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1
18:1 (n-9)	2,3	2,5	2,4	3,2	2,7	5,0	4,9	6,2	5,1	6,0
18:1 (n-7)	1	1	1	3	1	3	3	3	5	5
18:1 (n-5)	0,2	0,1	0,3	0,6	0,5	0,4	1	0,3	1	1
20:1 (n-11)	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	1	1	1	1	2
20:1 (n-9)	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,8	0,8	0,9
20:1 (n-7)		0,3	0,4	0,4	0,2	0,3	0,5	0,3	1	1
22:1 (n-11)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,6	0,4	0,4
22:1 (n-9)	0,1	0,2	0,1	2	0,2	1	1	0,5	1	1
24:1 (n-9)	0,3	0,1	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	1	0,1	0,5
MONO	8	8	9	18	9	19	20	21	27	28
18:2 (n-6)	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	1,4	1,0	1,0
18:3 (n-6)			0,2				0,0	0,1	0,1	
20:2 (n-6)	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3
20:3 (n-6)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
20:4 (n-6)	0,1	0,2	0,1	1	1	1	1	1	1	1
22:5 (n-6)	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1
18:3 (n-3)	0,6	0,8	0,7	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4
18:4 (n-3)	0,4	0,4	0,4	1	0,4	0,4	0,3	0,3	1	0,4
20:5 (n-3)	1	1	0,4	2	1	2	1	2	4	2
22:6 (n-3)	1	1	1	1	1	1	0,5	1	2	1
POLY	4	5	5	7	6	5	4	6	10	7

	Referansestasjoner									Tidligere undersøkte anlegg		
	Sokkelen			Sognefjorden				Tidligere Referanse				
	A	B	C	A	B	C	D	A	B	C	A	B
14:0	15	14	15	13	12	10	8	4	6	7	5	7
Iso 15:0	3	5	5	4	4	5	5	2	3	3	1	1
Ant 15:0	2	4	4	4	5	5	5	3	4	4	1	1
15:0	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	1	1
Iso 16:0	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	0,3	0,3
16:0	26	30	30	31	25	23	20	19	18	19	21	31
Iso 17:0	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	1
Ant 17:0	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	0,5	0,4
18:0	3	4	5	7	7	7	5	6	6	6	11	13
20:0	1	2	2	3	4	4	4	3	3	3	2	1
22:0	2	2	3	5	5	4	5	4	4	4	0,1	2
24:0	2	4	4	6	6	6	5				0,1	0,5
SATURATED	61	75	76	80	76	72	66	50	53	54	43	58
16:1 (n-9)	1	1	1	0,2	0,4	0,2	1	1	1	1	0,3	0,3
16:1 (n-7)	9	3	3	1	2	1	2	7	4	6	5	5
16:1 (n-5)												
Σ17:1	1	1	2	1	1	2	2	0,0	0,0	1	0,0	0,0
18:1 (n-9)	1,7	0,7	0,6	1,6	2,0	0,3	1,0	4,1	3,5	3,4	9,9	9,4
18:1 (n-7)	3	1	1	1	1	1	1	7	6	5	4	3
18:1 (n-5)												
20:1 (n-11)	1	0,3	0,3		0,4		0,2	1	1	0,2	2	1
20:1 (n-9)	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,6	0,9	0,4	5,7	3,3
20:1 (n-7)	1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,2	1	1
22:1 (n-11)	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	9,2	2,6
22:1 (n-9)	1	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	3	1
24:1 (n-9)	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	1	1	3	1	2
MONO	18	8	8	6	8	5	8	21	19	20	41	27
18:2 (n-6)	1,0	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4	0,7	0,5	0,6	0,7	2,1	2,1
18:3 (n-6)	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,4	1	1	1	1	0,1	0,0
20:2 (n-6)	1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	1	0,2	1	0,1
20:3 (n-6)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1	2	2	0,2	0,2
20:4 (n-6)	3	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	3	2	1	0,4	1
22:5 (n-6)	1	1	1	1	0,5	5	1	0,3	0,3	1		
18:3 (n-3)	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	1,2	0,4	0,3	0,4	1,2	0,7
18:4 (n-3)	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
20:5 (n-3)	2	1	0,4	0,5	1	0,0	1	4	3	2	4	3
22:6 (n-3)	1	0,4	0,2	1	1	0,2	0,3	8	7	8	2	2
POLY	11	5	5	5	5	9	7	19	18	17	12	12

