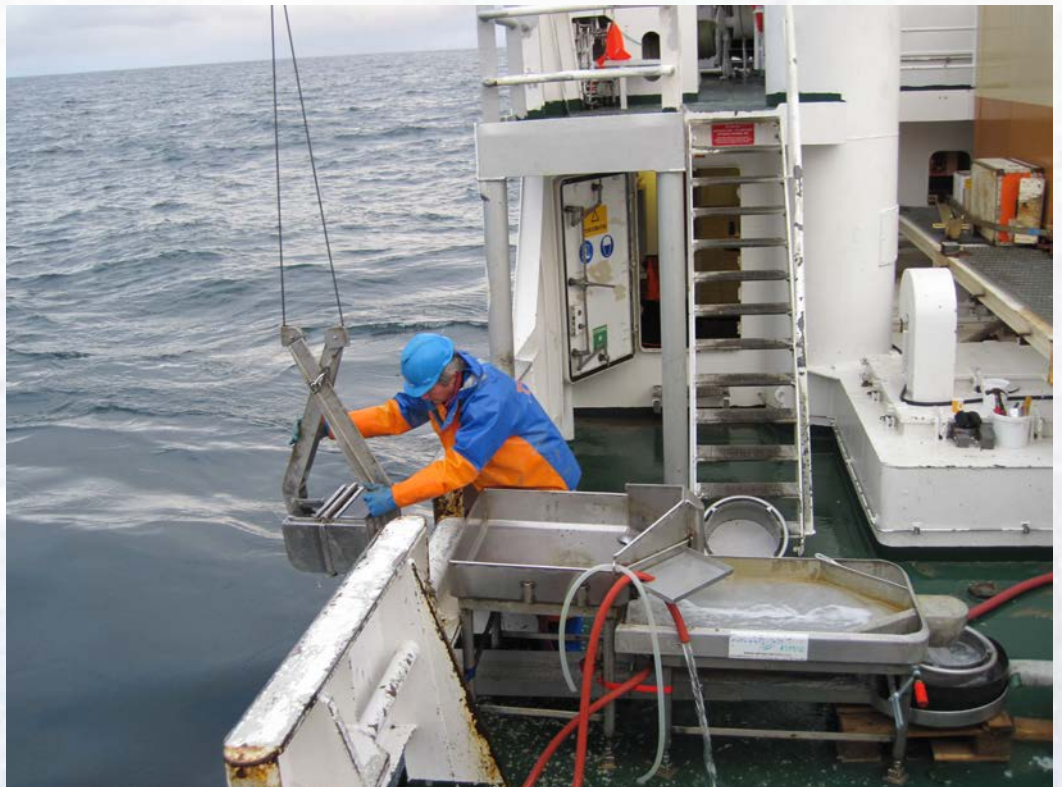


Miljøundersøkelse i Region IX og X, Barentshavet, 2010. Environmental Survey in Region IX and X, Barents Sea, 2010.

Sammendragsrapport
Summary report



Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Polarmiljøseenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no

**Rapport tittel/Report title**

Miljøundersøkelse i Region IX og X, Barentshavet, 2010. Sammendragsrapport.

Environmental Survey in Region IX and X, Barents Sea, 2010. Summary report.

Forfattere/Authors

Mannvik, Hans-Petter

Wasbotten, Ingrid H.

Cochrane, Sabine

Akvaplan-niva rapport nr./report no

5000 - 04

Dato/Date

30.03.2011

Ant. sider/No of pages

33

Distribusjon/Distribution

Gjennom oppdragsgiver

OppdragsgiverStatoil, Eni Norge, Total, GDF SUEZ og
OMV**Oppdragsgivers referanse/Client reference**

Kontrakt nr/Contract no 4501984434

Sammendrag

Det er utført en miljøundersøkelse i Region IX og X i Barentshavet. Denne rapporten presenterer resultatene fra analysene utført på prøver fra totalt 88 stasjoner på åtte felt og 10 regionale stasjoner.

An environmental survey of Region IX and X in the Barents Sea, has been carried out. This report present the results from the analyses carried out on samples from a total of 88 stations at eight fields and 10 regional stations.

Prosjektleder

Hans-Petter Mannvik

Kvalitetskontroll

Lars-Henrik Larsen (generelt og biologi) Kjersti Gabrielsen (kjemi) Hanne Foshaug (kjemi)

© 2011 Akvaplan-niva AS. This report may only be copied as a whole. Copying of part of this report (sections of text, illustrations, tables, conclusions, etc.) and/or reproduction in other ways, is only permitted with written consent from Akvaplan-niva AS.

Innholdsfortegnelse/Table of Contents

NORSK SAMMENDRAGSRAPPORT	3
FORORD	4
1 RESYMÉ	5
2 INNLEDNING	6
3 RESULTATER OG KONKLUSJON	10
3.1 Fysisk karakteristik	10
3.2 Kjemisk karakteristik	11
3.3 Biologisk karakteristik	14
3.4 Anbefalinger	16
ENGLISH SUMMARY REPORT	19
PREFACE	20
4 RESYMÉ	21
5 INTRODUCTION	22
6 RESULTS AND CONCLUSIONS	26
6.1 Physical characteristics	26
6.2 Chemical characteristics	27
6.3 Biological characteristics	30
6.4 Recommendations	32



Norsk sammendragsrapport

Forord

Denne rapporten presenterer resultatene fra den regionale miljøundersøkelsen i Region IX og X i Barentshavet. I tillegg til denne sammendragsrapporten på norsk og engelsk foreligger det en hovedrapport med appendiks (DVD). Alle rådata fra undersøkelsen er tilgjengelig i appendiks.

Undersøkelsen er utført av Akvaplan-niva AS i samarbeid med følgende konsulenter:

- Unilab Analyse AS, Tromsø
- ALS Laboratory, Oslo


	Akvaplan-niva AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking av marine sedimenter, analyser av makrofauna og faglig vurderinger og fortolkninger, akkrediteringsnr. TEST 079. Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.
	Unilab Analyse AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for analyser av THC, NPD, 16EPA-PAH, kornstørrelse og TOM, akkrediteringsnr. TEST 061. Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.
	ALS Laboratory Group er akkreditert av Swedac for analyser av tungmetaller, akkrediteringsnr. 1087. Akkrediteringen er i hht. EN ISO/IEC 17025.

Arbeidet ble tildelt av Statoil, Eni Norge, Total, GDF SUEZ og OMV (kontraksnummer 4501984434). Følgende felt inngår i denne regionale undersøkelsen:

Statoil Snøhvit, Ververis, Caurus
Eni Norge Salina, Bønna
Total Norvarg
GDF SUEZ Heilo
OMV Fish

Tromsø 30.03.2011

Akvaplan-niva AS



Hans-Petter Mannvik
Prosjektleder

1 Resymé

Statoil, Eni Norge, Total, GDF SUEZ og OMV ga Akvaplan-niva AS i oppdrag å utføre en regional miljøundersøkelse i Region IX og X i Barentshavet (kontraksnummer 4501984434). Feltene som er med i undersøkelsen er Snøhvit, Ververis, Caurus, Salina, Bønna, Norvarg, Heilo og Fish. I tillegg er det samlet inn prøver fra 10 regionale stasjoner.

Feltarbeidet ble utført i perioden 21.05 - 04.06 2010 da det ble samlet inn prøver fra totalt 88 stasjoner i regionene, der det på fire stasjoner på Snøhvit kun ble samlet inn prøver for kjemianalyser. På Bønna (ca 1400 m dyp) ble bokscorer brukt for innsamling av sedimentprøvene, mens grabb ble brukt på de andre feltene. Det ble på samme tokt også gjort visuelle undersøkelser med ROV på fem felt.

Stasjonsdybden i Region IX og X varierer fra ca. 190 meter i sør (Lunde-området) til 400 meter i nordøst (Norvarg-området). På Bønna varierte stasjonsdybden fra 1355 til 1445 m.

Sedimentsammensetningen og mengden av TOM i sedimentet varierer mye både mellom feltene og mellom stasjonene på flere av feltene. De forskjellene som er registrert er vurdert å være et resultat av naturlig variasjon over regionene.

For både Region IX og X, med unntak av Bønna, er regionene ikke inndelt i ulike underregioner. LSC-verdiene for de ulike parameterne benyttes på alle feltene med unntak av Bønna. Innholdet av hydrokarboner og metaller i sedimentene er i all hovedsak på nivå med bakgrunnsnivået i Region IX og X. Av de undersøkte feltene er det kun i sedimentene på Snøhvit at sedimentene er kontaminert med barium og minimumsarealet kontaminert med barium er ca. 1 km².

Totalt 57016 individ fordelt på 551 taxa ble registrert på de 84 stasjonene i regionene der det ble samlet inn biologiprøver. Børstemarkene dominerer faunaen i regionen.

Det er registrert store forskjeller i antall individ og taxa på feltene og de regionale stasjonene. Ingen av de undersøkte lokalitetene har påvirket fauna, heller ikke de felt der det har vært utført boring. De forskjellene som er registrert er vurdert å være et resultat av naturlig variasjon over regionene.

2 Innledning

Statoil, Eni Norge, Total, GDF SUEZ og OMV (kontraktsnummer 4501984434) ga Akvaplan-niva AS i oppdrag å utføre en regional miljøundersøkelse i Region IX og X i Barentshavet. Innsamlingsprogrammet for denne regionale miljøundersøkelsen var utarbeidet i hht. gjeldende retningslinjer. Prøver ble samlet inn fra totalt 88 stasjoner i regionene, der det på fire stasjoner på Snøhvit kun ble samlet inn prøver for kjemiske analyser.

Feltene som er med i undersøkelsen er:

Statoil	Snøhvit, Ververis, Caurus
Eni Norge	Salina, Bønna
Total	Norvarg
GDF SUEZ	Heilo
OMV	Fish

På de ni stasjonene på Bønna (omtrent 1400 m dyp) ble det samlet inn prøver med bokscorer, mens det på de andre feltene ble brukt grabb.

Undersøkelsen ble utført av Akvaplan-niva i samarbeid med følgende laboratorier:

- Unilab Analyse AS, Tromsø
- ALS Laboratory, Oslo

Region IX og X ligger i Barentshavet og dypet varierer fra ca. 190 meter i sør (Lunde-området) til 400 meter i nordøst (Norvarg-området), mens stasjonsdybden på Bønna i vest er 1355 til 1445 m. Hovedstrømretningen varierer i regionene. Et kart som viser lokaliseringen av Region IX og X og feltenes plassering er vist i Figur 1.

Petroleumsaktiviteten i regionen begynte i 2007 da produksjonen på Snøhvit startet. Opplysninger om bore- og utslippsaktiviteten er gitt i resultatkapitlene i hovedrapporten for hvert enkelt felt.

Det har vært utført flere regionale grunnlags- og overvåkningsundersøkelser og grunnlagsundersøkelser på enkeltfelt i Barentshavet siden 1998.

I tillegg til stasjonene på hvert felt er 10 regionale stasjoner inkludert i årets undersøkelse. På denne måten samles det inn data fra antatte upåvirkete lokaliteter som gir informasjon om den naturlige og geografiske variasjonen i regionen.

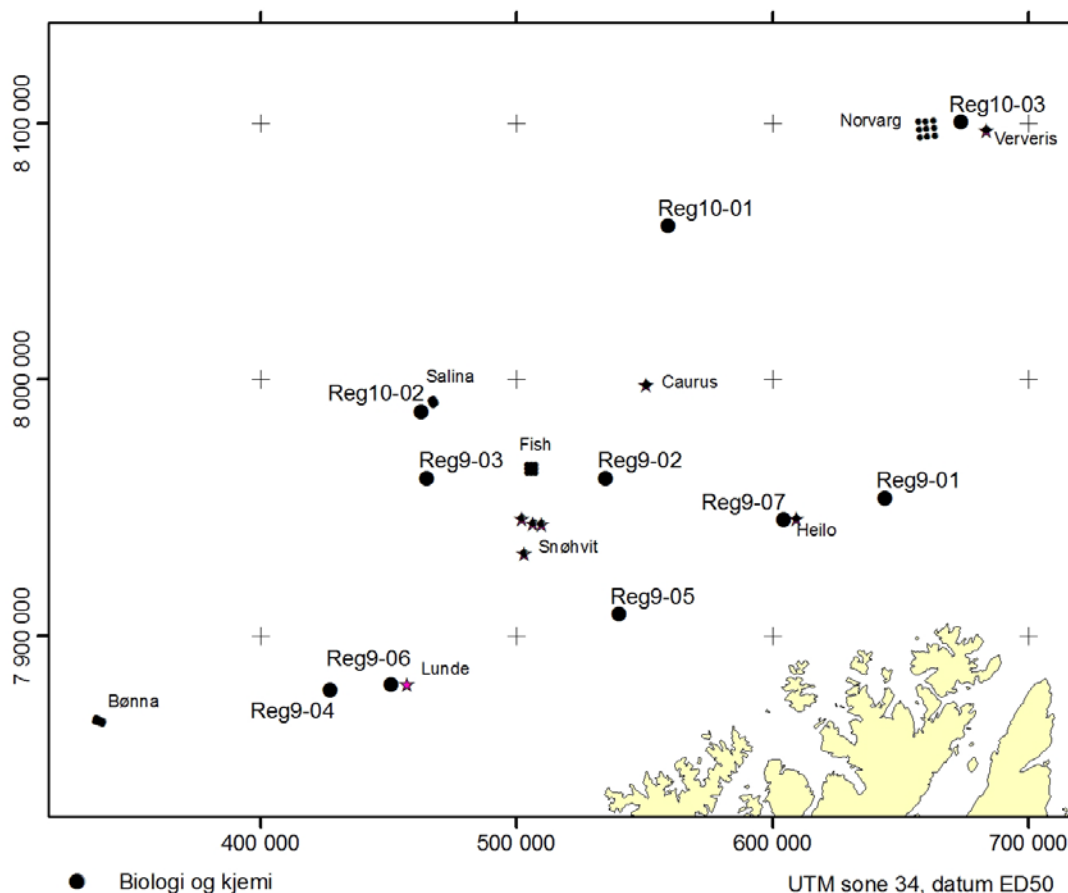
Det ble også utført visuell ROV-undersøkelse på fem felt under toktet og resultatene fra disse er gitt i en egen rapport.

Innsamlingen ble, med enkelte avvik (se nedenfor), utført i hht. innsamlingsprogrammet. Prosedyrer i forbindelse med feltarbeidet, laboratorieanalyser og rapporteringen er utført i hht. gjeldende standarder og retningslinjer.

Feltarbeidet ble utført ombord på "Birkeland" i tidsrommet 21.05 – 04.06 2010. Stasjonsposisjoner (grader og avstand fra sentrum og UTM koordinater) sammen med dyp for hver stasjon på hvert felt er presentert i tabeller i de respektive resultatkapitler i hovedrapporten.

Posisjoneringen av båten ble utført av posisjoneringspersonell og kaptein og styrmann ombord på fartøyet ut fra de gitte stasjonsplasseringene. Stasjonenes posisjoner ble lokalisert ved hjelp av GPS (Global Positioning System) og båten ble holdt i denne posisjonen ved hjelp av DP (dynamisk

posisjonering). I enkelte tilfeller ble båten forflyttet litt på stasjoner for å unngå steinet bunn eller at grabben traff samme plass på bunnen flere ganger.



Figur 1: Lokalisering av feltene og stasjonene i Region IX og X, Barentshavet 2010.

Med noen unntak ble feltarbeidet gjennomført i hht. innsamlingsprogrammet. En planlagt grunnlagsundersøkelse på Maud High (se innsamlingsprogram i Appendiks) ble utelatt fra denne regionale undersøkelsen.

På Bønna (omtrent 1400 m dyp i skråningen til Norskehavet) ble det brukt bokscorer med 0,25 m² areal til innsamling av prøvene (Figur 2). Prøvene ble delt inn i 2 x 0,1 m² delprøver til biologianalyser og 1 x 0,05 m² for kjemianalyser. For lokalisering av bokscoreren i forhold til stasjonsposisjon og dyp ble transponder montert på coreren. På hver stasjon ble det samlet inn fire biologi- og to kjemiprøver fra to corere.

På de andre feltene ble innsamlingen gjort med en 0,1 m² van Veen grabb og 0,15 m² kombigrabb (Figur 3). I sistnevnte grabbtype ble det samlet inn prøver for både biologiske- og kjemiske analyser. Grabbprøven ble delt inn i et areal på 0,1 m² (til biologiprøve) og 0,05 m² (til kjemiprøve) ved hjelp av skillevegg som ble satt ned i grabben etter mottak på dekk.

Vekten på grabben kan reguleres ved hjelp av blylodd. Grabbene har hengslete inspeksjonsluker med silplater med 1,0 mm runde hull. Oversiden av lukene er dekket med gummilapper som lar vannet passere fritt gjennom grabben under nedsenkning og som tetter lukene under oppheisingen slik at sedimentet ikke forstyrres av vannstrømmer. En medbrakt vinsj med 6 mm wire og trinnløs hastighetsregulering ble brukt. Wiren ble merket på de aktuelle stasjonsdyp. 5 til 10 m over bunnen ble hastigheten på vinsjen satt ned til maksimum 0,2 m/sek. og ved å kjenne på wiren kunne det merkes når grabben ble satt på bunnen.



Figur 2: Bokscorer 0,25 m².



Figur 3: Kombigrabb på 0,15 m² (øverst til venstre) og tradisjonell grabb på 0,1 m² (nederst til høyre).

Innsamlingsprosedyrene var i hht. gjeldende standarder og retningslinjer. På Bønna (1400 m dyp) ble det samlet inn to prøver med bokscorer på hver av de ni stasjonene. På 75 stasjoner ble fem biologiske og tre kjemiske grabbprøver samlet inn, mens det på fire stasjoner på Snøhvit ble samlet inn prøver kun for kjemiske analyser.

Hver grabbprøve ble kontrollert for å se etter forstyrrelse av sedimentet. Hydrokarbon-, borevæske- og metall-prøvene ble tatt fra det øverste laget av sedimentet (0 - 1 cm), mens TOM og kornstørrelses-

prøvene ble tatt ned til 5 cm dyp i sedimentet ved hjelp av en plasticsylinder (blandprøve fra tre separate grabbprøver). Prøvene ble umiddelbart frosset ned til -20 °C.

På utvalgte stasjoner på de enkelte felt ble det samlet inn seksjonerte prøver for analyse av fordelingen av hydrokarboner, syntetiske borevæsker og tungmetaller ned i sedimentet. Dette ble gjort ved hjelp av en sylinder som ble presset ned i sedimentet gjennom toppåpningen i grabben. Prøven ble delt i 0-1, 1-3 og 3-6 cm fraksjoner, merket og frosset ned umiddelbart til -20 °C.

De biologiske prøvene ble målt til nærmeste hele liter og vasket forsiktig gjennom en sikt med 1 mm runde hull nedsunket i sjøvann (ved grovt sediment eller leire ble det i tillegg brukt 5 mm sikt). Faunaen ble så konservert i en 4 - 10 % formalinløsning tilsatt fargestoffet bengalrosa og nøytralisert med boraks.

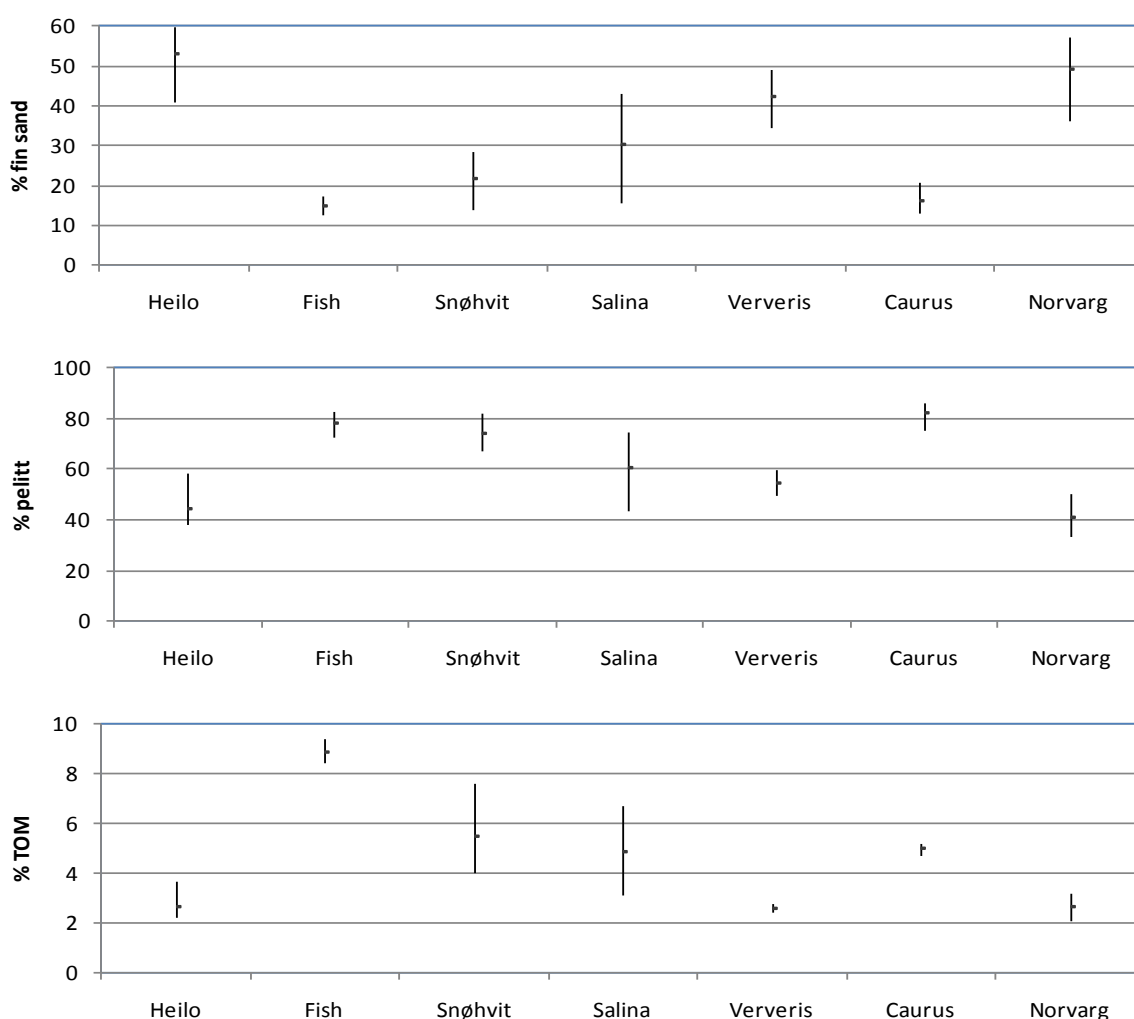
På laboratoriet ble alle prøver opparbeidet etter gjeldende retningslinjer og standarder.

3 Resultater og konklusjon

3.1 Fysisk karakteristikk

Spennvidden og gjennomsnittlige verdier for innhold av pelitt, fin sand og TOM i sedimentet på feltene i Region IX og X i 2010 er vist i Figur 4. Feltene er rangert fra venstre mot høyre etter økende gjennomsnittlig stasjonsdyp.

Pga den store forskjellen i stasjonsdyp for Bønna (1356 – 1444 m) sammenlignet med de andre feltene, er Bønna ikke inkludert i diagrammene. Feltet skiller seg fra de andre med å ha de høyeste verdiene for innhold av grov sand og grus (snittverdier på hhv 5,7 og 6,9 %), mens mengden av pelitt og TOM er sammenlignbar med andre felt inkludert i undersøkelsen.



Figur 4: Spennvidde og gjennomsnittlig innhold av fin sand, pelitt og TOM i sedimentet på feltene i Region IX og X, 2010. Feltene er rangert fra venstre mot høyre etter økende gjennomsnittlig stasjonsdyp.

Figurene viser den store variasjonen i sedimentsammensetningen mellom feltene og stasjonene som er registrert i regionene. Størst variasjon i sedimentsammensetning og mengden av TOM i sedimentet er registrert på Salina. Dette feltet, sammen med Norvarg, hadde også stasjoner med mer enn 5 % grus i sedimentet. Dette viser at det ikke bare er over regionene som helhet, men også lokalt innen enkeltfeltene, at sedimentsammensetningen varierer mye.

Heilo og Norvarg, som har lavest og høyest gjennomsnittlig stasjonsdyp (hhv 304 og 378 m), har begge laveste verdier av pelitt og TOM og høyest av fin sand.

3.2 Kjemisk karakteristikk

Spennvidden og gjennomsnittlige verdier for innhold av THC, barium og de andre tungmetallene på feltene (eksklusiv referansestasjonene) i Region IX og X i 2011 er vist i Figur 6 og Figur 7. Hver søyle strekker seg mellom den laveste og den høyeste konsentrasjonen i sedimentene på feltstasjonene. Gjennomsnittskonsentrasjonen av de kjemiske forbindelsene over alle feltstasjonene er også avmerket som et punkt i figurene. Den store spennvidden og skjevt plasserte snittverdien som ses for enkelte felt, skyldes at sedimentinnholdet på en eller få stasjoner avviker fra de andre. Spennvidden og gjennomsnittskonsentrasjonene av de ulike parameterne over enkeltfeltene kan for øvrig ikke alltid sammenlignes direkte med hverandre for å si noe om status for feltet ettersom stasjonsutvalget (antall feltsentra, antall stasjoner og stasjonenes avstand fra feltsentra) kan variere fra felt til felt.

Forskjeller i sedimentenes fysiske karakter gjenspeiler seg i at de naturlige bakgrunnsverdier av kjemiske substanser varierer over Region IX og X. På generelt grunnlag er det slik at den største konsentrasjonen av THC og metaller i sedimentene på Regionale stasjoner finnes i sedimenter med høyt innhold av pelitt og TOM. Multivariat analyse av bakgrunnsdataene avklarte at det ikke er behov for å dele Region IX og X inn i underregioner med hensyn på de naturlige variasjonene i sedimentenes nivåer av THC og metaller. Det bør likevel nevnes at Bønna ikke behandles som de øvrige feltene da stasjonsdybden er ca. 1400 m på feltet, noe som er omtrent 1000 m dypere enn noen av de øvrige feltene.

Årets minimums- og maksimumsverdier for de kjemiske parameterne på feltene i Region X og IX er presentert i Tabell 2.

Snøhvit er et gassfelt med kondensat der produksjonen startet i 2007. Snøhvit er det eneste feltet med produksjon. Det har ikke vært boret brønner på feltet de siste tre årene og heller ikke utslipp av betydning.

Miljøundersøkelsen på både Ververis og Caurus er en oppfølgingsundersøkelse etter prøveboring i 2008. Det har vært sluppet ut små mengder med kjemikalier på feltene. De øvrige feltene i Region IX og X er alle grunnlagsundersøkelser før planlagt prøveboring. For grunnlagsundersøkelsene er stasjonene plassert i et aksekors rundt den planlagte boreposisjonen for Heilo, mens for de øvrige feltene er boreposisjonen ikke nøyaktig bestemt og stasjonene er derfor plassert i et rutenett innenfor området hvor boring planlegges.

I en grunnlagsundersøkelse skal sedimentene normalt ikke være kontaminert med hydrokarboner eller metaller. De regionale stasjonene skal representere det som er antatt å være naturlige bakgrunnsnivåer for regionene. På enkelte felt kan likevel verdiene være over LSC-verdien for enkelte parametere, og dette kan skyldes at feltet har et naturlig høyere nivå av hydrokarboner og/eller metaller enn det som er bakgrunnsnivået for de regionale stasjonene.

Konsentrasjonen av THC i sedimentene på Fish, Salina, Ververis og Caurus varierer i hovedsak mellom 4 - 10 mg/kg. På Norvarg er det et generelt høyere nivå av THC i sedimentene enn for de øvrige feltene, mens på Heilo er det generelt et lavere nivå av THC i sedimentene. De høyeste konsentrasjonene av THC er i sedimentene på Snøhvit og Norvarg med maksimumskonsentrasjoner på henholdsvis 13,4 mg/kg og 13,9 mg/kg.

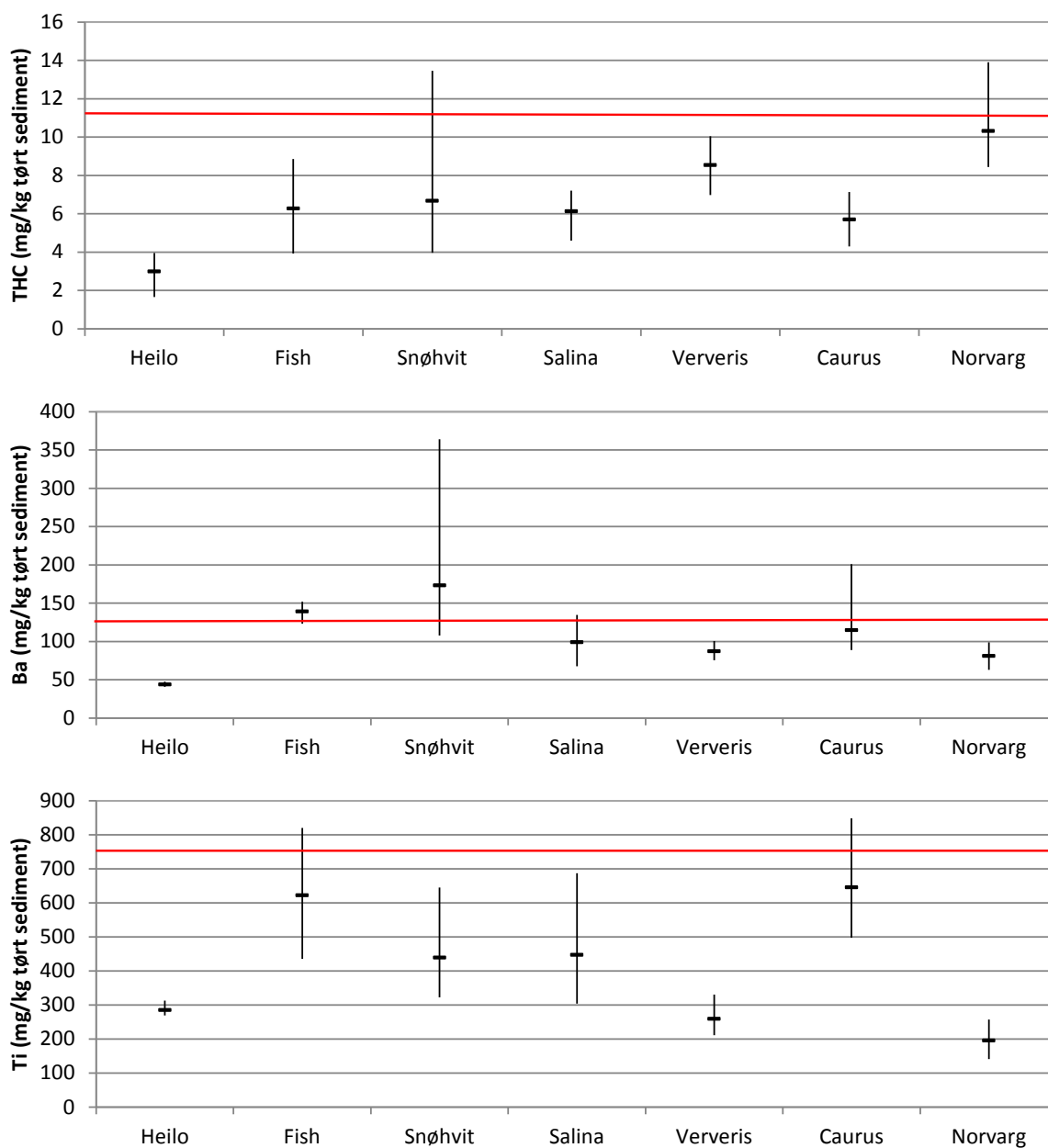
Bariuminnholdet i sedimentene i Region IX og X varierer i hovedsak mellom 60 – 200 mg/kg. På Snøhvit finnes de største konsentrasjonene av barium og fire stasjoner har et innhold over 200 mg/kg, og maksimumskonsentrasjonen av barium i sedimentene er 364 mg/kg. De laveste verdiene av barium er å finne i sedimentene på Heilo som alle er under 48 mg/kg tørt sediment.

Innholdet av titan i sedimentene varierer fra 141 mg/kg til 848 mg/kg. Det er kun i sedimentene på Fish og Norvarg det finnes maksimumskonsentrasjoner av titan over 800 mg/kg.

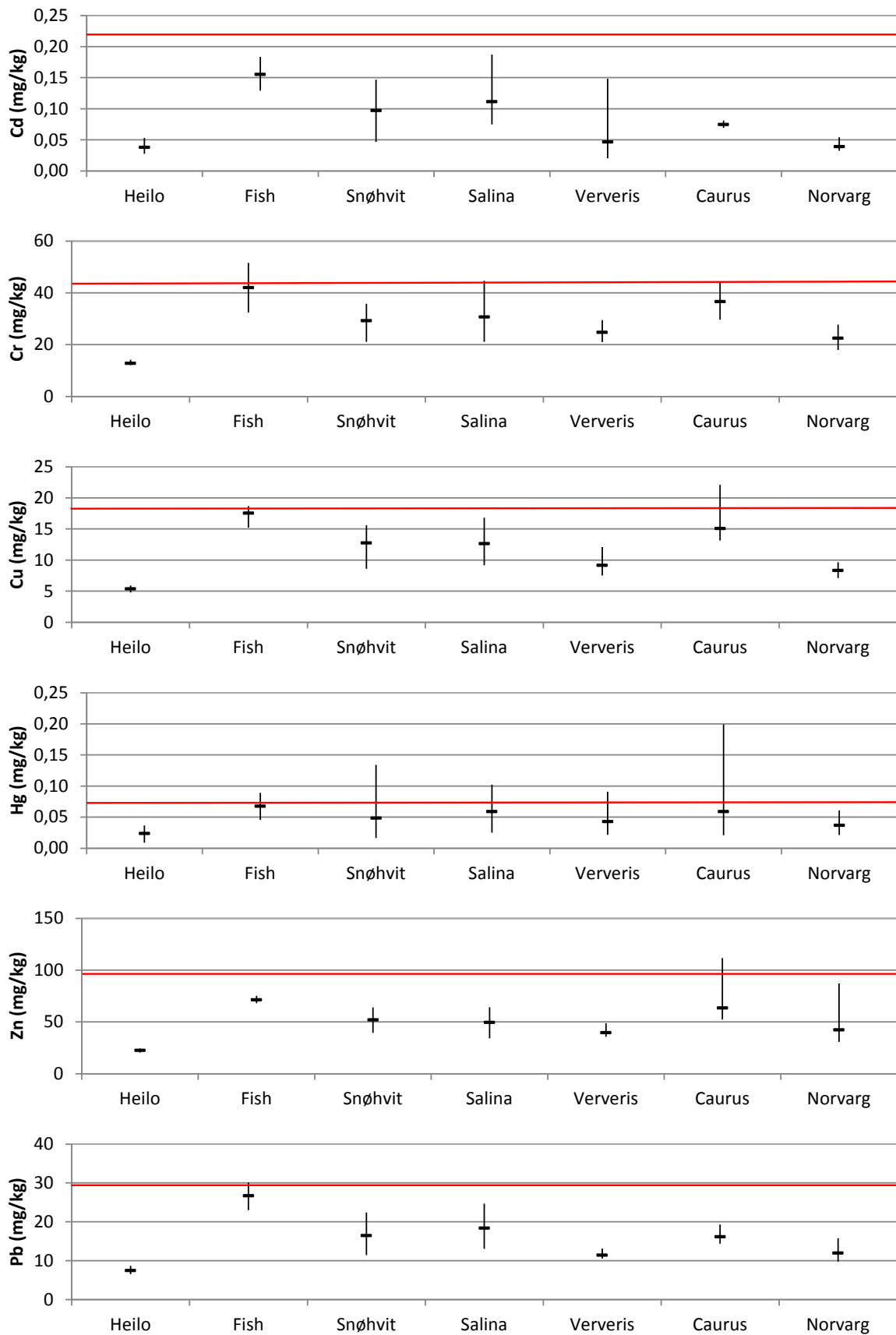
Av de øvrige metallene i sedimentene er maksimumskonsentrasjonene generelt på nivå med bakgrunnskonsentrasjonene i Region IX og X. På de tre feltene hvor det har vært aktivitet: Snøhvit,

Ververis og Caurus er det forhøyede nivå av THC kun i sedimentene på Snøhvit. I sedimentene på Snøhvit har kun to av tjue stasjoner et bariuminnhold under LSC-verdien og derfor er minimumsarealet kontaminert med barium på Snøhvit $\sim 0,98 \text{ km}^2$. Caurus har forhøyede nivå av barium, titan, kobber og sink i sedimentene.

I sedimentene på Fish, Snøhvit, Salina, Ververis og Caurus er maksimumskonsentrasjonen av kvikksølv over LSC-verdien. Det er kun i sedimentene på Heilo og Norvarg at samtlige stasjoner ikke har verdier over LSC-verdien. Som nevnt tidligere kan forhøyede nivå av metaller skyldes naturlige variasjoner av metallet i sedimentene på enkelte felt i Region IX og X. Det feltet med den gjennomsnittlig høyeste konsentrasjonen av de øvrige metallene er i sedimentene på Fish hvor den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kvikksølv er $0,068 \text{ mg/kg}$. Maksimumskonsentrasjonen av kvikksølv er høyest i sedimentene på Snøhvit og Caurus med henholdsvis $0,134 \text{ mg/kg}$ og $0,199 \text{ mg/kg}$.



Figur 5: Spennvidde og gjennomsnittlig innhold av THC, barium og titan i sedimenter på feltene i Region IX og X, 2010. LSC er vist som en rød strek (—).



Figur 6: Spennvidde og gjennomsnittlig innhold av kadmium, kopper, kvikksølv, sink, krom og bly i sedimenter på feltene i Region IX og X, 2010. LSC er vist som en rød strek (—).

Årets undersøkelse på Bønna er en grunnlagsundersøkelse, og stasjonene ligger ca. 1000 m dypere enn noen av de øvrige undersøkte stasjonene (både regionale- og feltstasjoner). Det er derfor beregnet en egen LSC-verdi for feltet. Generelt er maksimumskonsentrasjonene av THC, barium og titan høyere i sedimentene på Bønna enn i de øvrige feltene. For de resterende parameterne er nivåene i sedimentene på Bønna på nivå med de andre undersøkte feltene i Region IX og X.

3.3 Biologisk karakteristikk

Fordelingen av individ og taxa innen de forskjellige taksonomiske hovedgrupper er vist i Tabell 1. Totalt ble 57016 individ fordelt på 551 taxa registrert på 84 stasjoner i Region IX og X i 2010 (juvenile grupper er ikke med). Børstemarkene dominerer faunaen med hhv. 60 % og 47 % av det totale antall individ og taxa registrert.

Tabell 1: Fordelingen av individ og taxa innen de taksonomiske hovedgruppene i Region IX og X, 2010 (juvenile grupper ikke inkludert).

Taksonomiske hovedgrupper	Individ		Taxa	
	Antall	%	Antall	%
Børstemark	34014	59,7	260	47,2
Bløtdyr	11960	21,0	121	22,0
Krepsdyr	5920	10,4	121	22,0
Pigghuder	1738	3,1	26	4,7
Diverse	3384	5,9	23	4,2
Totalt	57016	100	551	100

Spennvidden og gjennomsnittlige verdier for antall individer og taxa og diversitetsindeksen H' på feltene i Region IX og X i 2010 er vist i Figur 8. Den store spennvidden og skjevt plasserte snittverdien som ses for enkelte felt, skyldes at en eller noen få stasjoner avviker fra de andre.

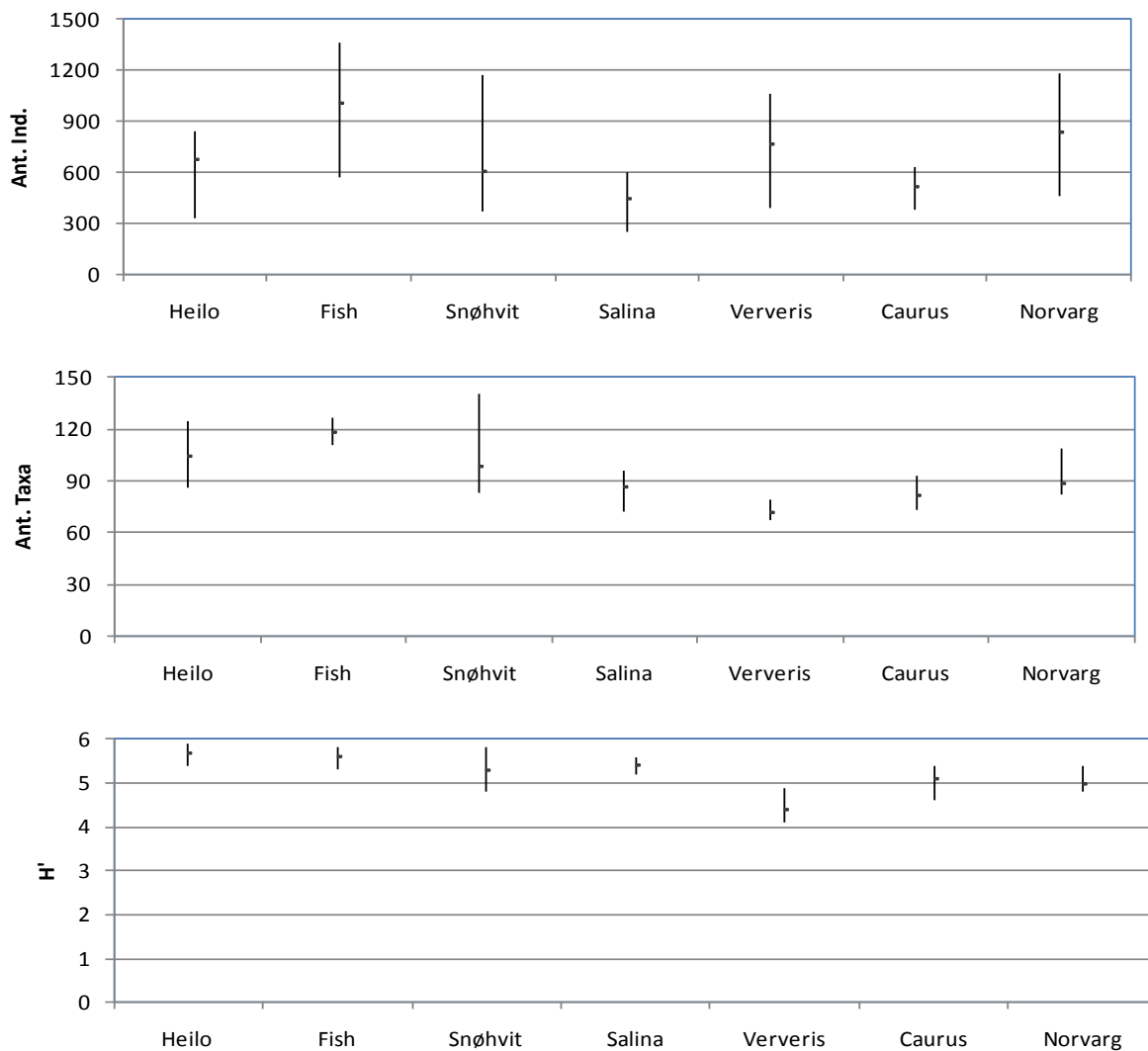
Dette vises for eksempel for Snøhvit der noen få stasjoner har høyt antall individ (variasjon 374 – 1146; snitt 613) og taxa (variasjon 83 – 140; snitt 99).

De fleste felt har stasjoner med diversitet $H' > 5$. For Ververis er imidlertid diversiteten $H' < 5$ på alle stasjoner, noe som skyldes overdominans av en art (børstemarken *Maldane sarsi*).

Gjennom vurderingen av resultatene fra de forskjellige analysene som ble utført på data fra hvert felt, ble faunaen på hver stasjon vurdert i forhold til eventuell faunapåvirkning. Resultatene viser at ingen av de undersøkte lokalitetene har fauna som er forstyrret i de to regionene, heller ikke på de felt der det har vært utført boring.

Minimums- og maksimumsverdier for de fysiske, kjemiske og biologiske parameterne i denne undersøkelse på de regionale stasjonene og på feltstasjonene i Region IX og X er vist i Tabell 2. Bønna, som ligger på mye større dyp enn de andre stasjonene, er presentert for seg.

Det er store variasjoner i verdiene for alle de målte parameterne i undersøkelsen, både på de regionale stasjonene og feltstasjonene. Ettersom det ikke er registrert kontaminert sediment eller faunapåvirkning på noen stasjoner i denne undersøkelsen, tilskrives forskjellene de naturlige, lokale variasjonene som finnes i området.



Figur 7: Spennvidde og gjennomsnittsverdi for antall individ og taxa og diversitetsindeksen H' på feltene i Region IX og X, 2010.

Tabell 2: Minimums- og maksimumsverdier for de fysiske, kjemiske og biologiske parameterne i Region IX og XI, 2010.

Parameter	Regionale stasjoner	Feltstasjoner (ekskl. Bønna)	Bønna
Totalt antall stasjoner	10	69	9
Dyp	187 - 382	302 - 401	1356 - 1444
% pelitt	24,5 - 89,8	33,2 - 85,7	44,5 - 75,9
% fin sand	9,6 - 62,4	12,6 - 59,5	12,8 - 30,8
% medium sand	0,4 - 9,6	0,4 - 10,5	3,6 - 8,5
% grov sand	0,2 - 9,0	0,3 - 6,7	3,9 - 9,3
% grus	0,0 - 17,9	0,0 - 7,6	1,5 - 16,6
% TOM	1,9 - 7,7	2,1 - 9,4	2,5 - 4,4
Bly (mg/kg)	5,2 - 26,3	6,5 - 30,1	14,6 - 19,4
Kopper (mg/kg)	3,5 - 16,6	4,8 - 22,1	11,3 - 17,1
Sink (mg/kg)	14,0 - 64,8	20,4 - 112	32,6 - 60,7
Krom (mg/kg)	11,6 - 44,2	12,1 - 51,6	19,6 - 38,6
Kvikksølv (mg/kg)	<0,01 - 0,092	0,009 - 0,199	0,021 - 0,070
Kadmium (mg/kg)	0,014 - 0,210	0,020 - 0,187	0,073 - 0,111
Barium (mg/kg)	30 - 114	41 - 364	127 - 186
Titan (mg/kg)	306 - 879	141 - 1092	568 - 1092
THC (mg/kg)	1,8 - 12,6	1,7 - 13,9	3,6 - 15,6
Antall individ pr. stasjon	244 - 2014	256 - 1363	155 - 277
Antall taxa pr. stasjon	63 - 189	67 - 140	34 - 53
Diversitet H'	4,9 - 6,2	4,1 - 5,9	4,1 - 4,8

3.4 Anbefalinger

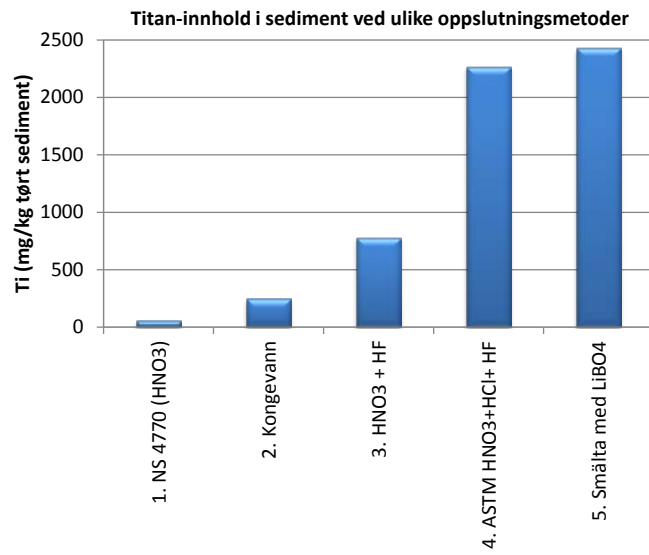
Bestemmelse av titan:

Klif ved ekspertgruppen bør vurdere hvor godt egnet NS-4770 er for bestemmelse av titan. ALS Laboratory Group har testet ulike opplutningsmetoder for titan i sedimenter. Det er utført seks paralleller i hvert forsøk. Fem ulike opplutningsmetoder er benyttet og NS-4770 opplutter kun ~2 % av titan sammenlignet med de to metodene som opplutter mest. Dersom kun 2 % av titaninnholdet blir oppluttet med NS-4770 vil det bety at det vil være vanskelig å se store endringer i titaninnholdet i sedimentene fra en undersøkelse til neste.

Gjennvinningsprosenten for de ulike opplutningsmetodene som ALS Laboratory Group har testet ut er vist i Tabell 3 og Figur 9.

Tabell 3: Gjennvinningsprosent av titan i sedimenter ved ulike opplutningsmetoder.

Metode	Opparbeiding	mg/kg tørt sediment	Gjennvinningsprosent i forhold til metode 4 og 5
1	NS 4770 (HNO ₃)	55,3	2,35 %
2	Kongevann	244	10,4 %
3	HNO ₃ + HF	781	33,2 %
4	ASTM HNO ₃ + HCl + HF	2268	96,5 %
5	Smelte med LiBO ₄	2433	103,5
Gjennomsnitt av metode 4 og 5		2351	100 %



Figur 8: Titaninnhold i sedimenter ved ulike opplutningsmetoder.



English summary report

Preface

This report presents the results from the regional environmental survey in Region IX and X in the Barents Sea. In addition to this summary report in english and norwegian, a main report including the appendices (DVD) has been made. All raw data from the survey can be found in the appendices.

The survey was carried out by Akvaplan-niva AS in cooperation with the following institutions:

- Unilab Analyse AS, Tromsø
- ALS Laboratory, Oslo

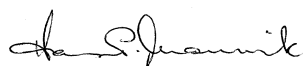
	Akvaplan-niva AS is accredited by Norsk Akkreditering for sampling of marine sediments, analyses of macro fauna and judgement and evaluations of results, accreditation no. TEST 079. The accreditation is according to NS-EN ISO/IEC 17025.
	Unilab Analyse AS is accredited by Norsk Akkreditering for analyses of THC, NPD, 16EPA-PAH, grain size and TOM, accreditation no. TEST 061. The accreditation is according to NS-EN ISO/IEC 17025.
	ALS Laboratory Group is accredited by Swedac for analyses of heavy metals, accreditation no. 1087. Akkrediteringen is according to EN ISO/IEC 17025.

The work is carried out on behalf of Statoil, Eni Norge, Total, GDF SUEZ and OMV (contract no 4501984434). The following fields are included in the regional survey:

Statoil	Snøhvit, Ververis, Caurus
Eni Norge	Salina, Bønna
Total	Norvarg
GDF SUEZ	Heilo
OMV	Fish

Tromsø 30.03.2010.

Akvaplan-niva AS



Hans-Petter Mannvik

Project coordinator

4 Resymé

Statoil, Eni Norge, Total, GDF SUEZ and OMV (contract no 4501984434) commissioned Akvaplan-niva AS to carry out a regional environmental survey in Region IX and X, Barents Sea. The fields included in the survey are Snøhvit, Ververis, Caurus, Salina, Bønna, Norvarg, Heilo and Fish. In addition, samples from 10 regional stations have been collected.

The field work was carried out between 21.05 and 04.06. 2010. Samples from a total of 88 stations in the region were collected, of which only chemical samples were collected at four stations at Snøhvit. At Bønna (1400 m depth) a box corer was used to collect sediment samples, while a grab was used at the other fields. At the same survey, visual mapping of the sea floor was carried out at five fields.

The station depths in Region IX and X vary from approximately 190 meters in south (the Lunde area) to 400 meters in north east (the Norvarg area). At Bønna the station depths vary from 1355 to 1445 m.

The sediment composition and the amount of TOM in the region vary much both between the fields and between the stations within many of the fields. The differences seen are believed to be a result of natural variation in the regions.

Region IX and X are not divided into sub-regions; the only exception is Bønna. The LSC-values for the different parameters are used at all fields with the exception of Bønna. The concentration of hydrocarbons and metals in sediments are in general at the same level as the back ground level in Region IX and X. Of all the investigated fields, only the sediments at Snøhvit have sediments contaminated with barium and the minimum area contaminated with barium is approximately 1 km².

A total of 57016 individuals within 551 taxa was registered at the 84 stations in the region where biological samples were collected. The polychaetes dominate the fauna.

Big differences in the number of individuals and taxa are registered at the fields and the regional stations. None of the surveyed localities have disturbed fauna, neither those fields where drilling operations have been carried out. The differences seen are believed to be a result of natural variation in the regions.

5 Introduction

Statoil, Eni Norge, Total, GDF SUEZ and OMV (contract no 4501984434) commissioned Akvaplan-niva AS to carry out a regional environmental survey in Region IX and X in the Barents Sea. The sampling program for the survey was made in accordance with the prevailing guidelines. The samples were collected from a total of 88 stations in the region, of which samples only for chemical analyses were collected at four stations at Snøhvit.

The fields included in the survey are:

Statoil	Snøhvit, Ververis, Caurus
Eni Norge	Salina, Bønna
Total	Norvarg
GDF SUEZ	Heilo
OMV	Fish

The survey was carried out by Akvaplan-niva in co-operation with the following institutes:

- Unilab Analyse AS, Tromsø
- ALS Laboratory, Oslo

The regions IX and X are situated at Barents Sea and the depth varies from approximately 190 meters in south (Lunde area) to 400 meters in north east (Norvarg area), while the station depths at Bønna in the west is 1355 to 1445 m. A map illustrating the location of the fields in Region IX and X is shown in Figure 1.

The petroleum activity in the region started in 2007 when production at the Snøhvit field started. Information about the drilling and discharge activities at each field is given in the result chapters in the main report.

There have been carried out regional baseline and monitoring surveys and baseline surveys at single fields in Region IX and X since 1998.

In addition to the stations at each field, 10 regional stations are also included in the present survey. In this way data from localities considered as unaffected are collected to get information about the natural and geographical variation in the region.

The survey was, with a few exceptions (see below), carried out in accordance with the sampling program. The procedures followed during the field work, laboratory analyses and reporting are in accordance with the prevailing standards and guidelines.

The field work was carried out on board the vessel “Birkeland” in the period May 21 to June 04 2010. Station positions (degrees and distance from the centre and UTM co-ordinates) together with depth at each station are presented in tables in the respective result chapters in the main report.

Positioning of the vessel was carried out by positioning personnel and the officers on board the vessel at given stations co-ordinates. The station positions were localised by use of GPS (Global Positioning System) and the vessel was held in position by use of DP (Dynamic Positioning). In some cases the vessel was moved somewhat at the station to avoid stony bottom or that the grab hit the same spot at the bottom.

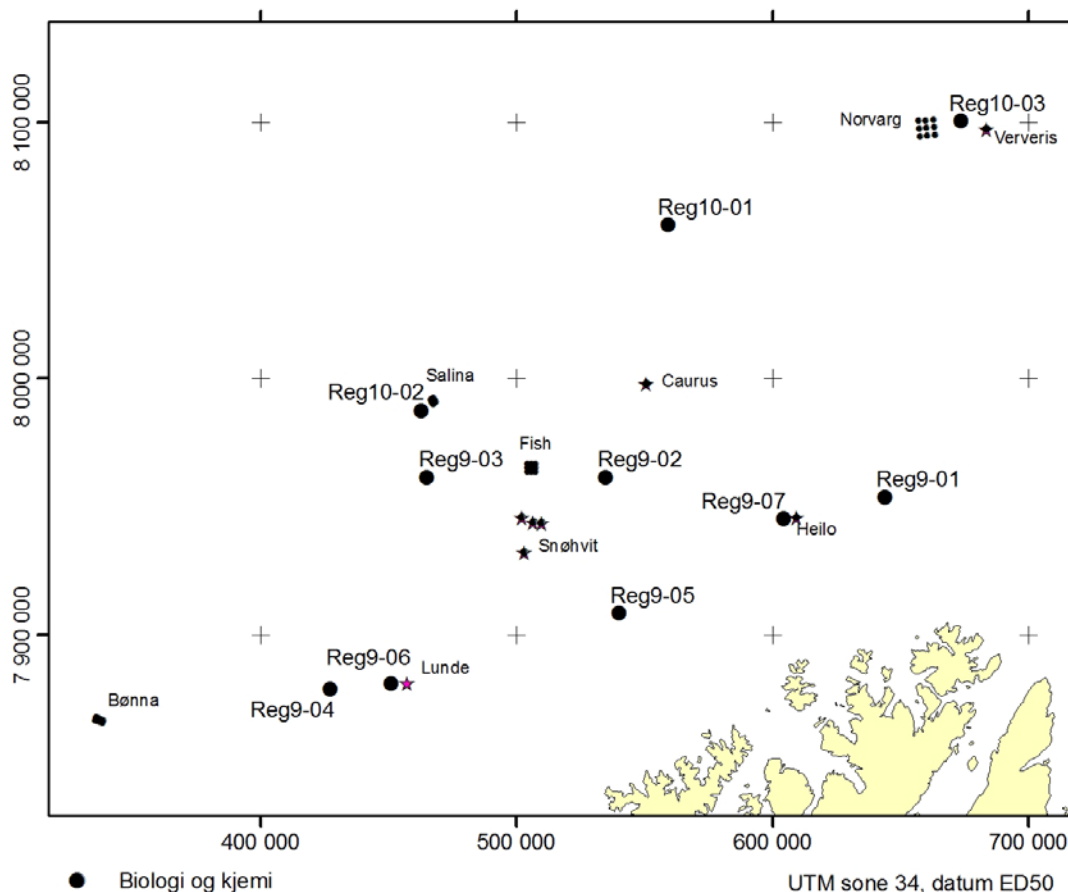


Figure 1: Location of the fields and stations in Region IX and X, Barents Sea 2010.

With a few exceptions the field work was carried out in accordance with the sampling program. A planned baseline survey at Maud High (see sampling program in the Appendix) was excluded from the present survey.

At Bønna (at approximately 1400 m depth at the slope to the Norwegian Sea) a 0.25 m² box corer was used to collect samples (Figure 2). The sample were split into 2 x 0.1 m² sub sample for biological analyses and 1 x 0.05 m² sub sample for chemical analyses. To localise the box corer in respect of the station position and the sea floor, a transponder, attached to the corer, was used. At each station, four biological and two chemical samples from two core samples were collected.

At the other fields, sampling was carried out by use of a 0.1 m² van Veen grab and a 0.15 m² combi grab (see Figure 3). In the latter type of grab, samples for both biological and chemical analyses were collected. The grab sample was divided into area of 0.1 m² (for biological sample) and 0.05 m² (for chemical sample) by use of a metal plate inserted to the grab after receiving on deck.

The weight of the grab can be adjusted by use of lead weights. The grab has hinged inspections flaps covered with sieve plates with 0.1 mm round holes. The upper side of each flap is protected by an additional rubber flap which allowing a flow of water through the grab during descent and close during retrieval, thus preventing disturbance of the enclosed sample due to winnowing as the grab is hauled up through the water column. A winch with 6 mm wire was used. The wire was marked at the actual station depths. 5 to 10 m above the sea floor, the speed of the winch was reduced to a maximum of 0.2 m/sec.

The sampling procedures were in accordance with the prevailing standards and guidelines. At Bønna (1400 m depth), two core samples were collected at each of the nine stations. At 75 stations, five biological and three chemical samples were collected, while only chemical samples were collected at four stations at Snøhvit.



Figure 2: Box corer 0.25 m².



Figure 3: Combi grab of 0.15 m² (above) and traditional grab of 0.1 m² (below).

Each sample was checked for disturbance of the sediment. Samples for hydrocarbon, drilling fluid and metal analyses were taken from the upper 0 – 1 cm sediment layer, while samples for analyses of TOM and grain size were collected down to 5 cm sediment depth by use of a cylinder (mixed sample from three separate grab samples). The samples were immediately frozen to – 20 °C.

At selected stations, sectioned samples were collected to look at the distribution of hydrocarbons, synthetic drilling fluids and metals down in the sediment. This was done by use of a cylinder that was

pressed down into the sediment through the top opening of the grab. The sample was split into 0 – 1, 1 – 3 and 3 – 6 cm fractions, marked and immediately frozen to – 20 °C.

The biological samples were measured to the nearest litre and washed gently through sieve with 1 mm round holes immersed in sea water (if coarse sediment or clay occurs a 5 mm sieve was also used). The fauna was conserved in 4 – 10 % formaldehyde stained with Bengal rose and neutralised with borax.

In the laboratory all samples were analysed in accordance with the prevailing guidelines and standards.

6 Results and conclusions

6.1 Physical characteristics

The range and mean values of the amount of fine sand, pelite and TOM in the sediments at the fields in Region IX and X in 2010 is shown in Figure 4. The fields are arranged from left to right in order of increasing station depth.

Due to the great difference in station depths at Bønna (1356 – 1444 m) compared to the other fields, Bønna is not included in the diagrams. The field differs from the other fields in having the highest amount of coarse sand and gravel (mean values of 5.7 and 6.9, respectively), while the amount of pelite and TOM is comparable to the other fields included in the survey.

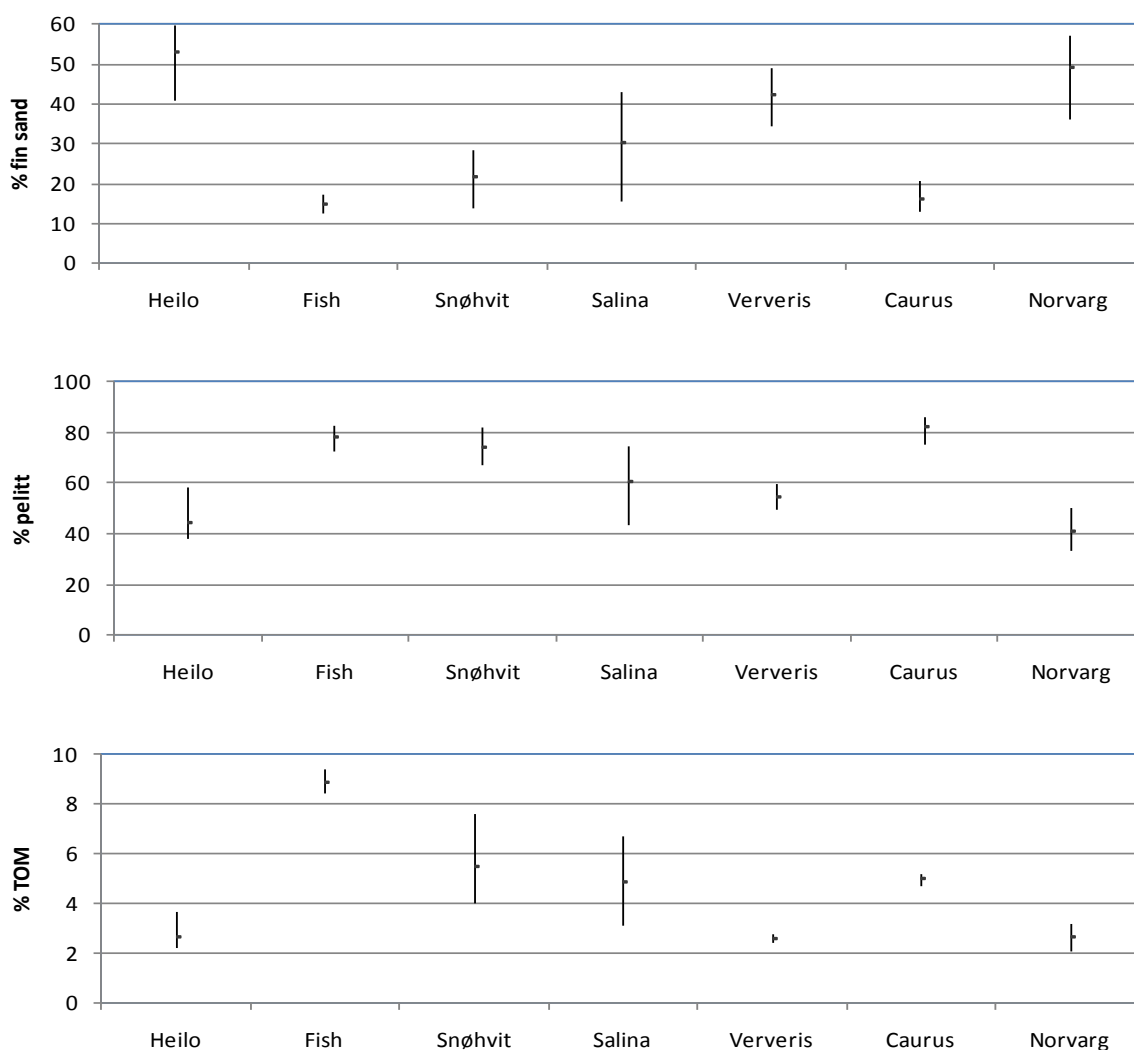


Figure 4: The range and mean values of fine sand, pelite and TOM in the sediments at the fields i Region IX and X, 2010. The fields are arranged from left to right in order of increasing mean station depth.

The figure shows the great variation in the sediment composition between the fields and the stations that is registered in the region. Greatest variation in the sediment composition and the amount of TOM is registered at Salina. This field, together with Norvarg, also had stations with more than 5 % gravel

in the sediment. This shows that it is not only over the region as a whole, but also locally within the fields, that the sediment composition varies much.

Heilo and Norvarg, which have lowest and highest mean station depth (304 and 378 m) also have the lowest amount of pelite and TOM and highest of fine sand.

6.2 Chemical characteristics

The range and mean values of content of THC, barium and the other heavy metals in the sediments at the fields (excluding the regional stations) in Region IX and X in 2010 are shown in Figure 6 and Figure 7. Each column extends from the lowest and highest measured value over the field-specific stations. The mean content of a parameter across the field is also marked. The large variation and unevenly placed mean content at some fields is related to the amount at one or a few stations are different, compared to the other. Because of the variation in the sediment structure, the number of stations and the station distance from the field center, the average contents of the different parameters across fields cannot be directly compared.

Different natural background levels of chemical parameters in different areas reflect variations in sediment characteristics across Region IX and X. In general, the highest amounts of THC and metals are found at the Regional stations with high contents of pelite and TOM. Multivariate analyses of the background material clarified that there is no need for a sub-division into sub-regions to take into account naturally differences in THC levels and metals in this area. It should be mentioned that Bønna is not treated together with the other fields since the depth at the field is about 1400 m, which is about 1000 m deeper than any of the other fields.

The present surveys minimums and maximums values for the chemical parameters at the different fields in Region IX and X is shown in Table 2.

The production of the gas condensate field Snøhvit started in 2007. Snøhvit is the only field in production. In the last three years there has not been any drilling operations at the field, neither any discharges.

The environmental survey at Ververis and Caurus is a monitoring survey after exploratory drilling in 2008. There have been small amount of discharges of chemicals at the fields. All the other fields in Region IX and X are base line surveys before any planned exploratory drilling. For the base line surveys the stations are placed in an axis cross around the planned drilling position at Heilo, while for the other fields the precise drilling position is not known and the stations are therefore placed in a grid system within the area where drilling is planned.

In a base line survey the sediments are normally not contaminated with either hydrocarbons or metals. The Regional stations represent what is considered as natural back ground levels of the region. At some fields the level can be above the LSC-value for some of the parameters, and this might be related to naturally higher levels of hydrocarbons and/or metals at the field than what is the back ground level for the Regional stations.

The level of THC in the sediments at Fish, Salina, Ververis and Caurus varies in general from 4 – 10 mg/kg. At Norvarg the level of THC in the sediments is in general higher than the other fields, while in the sediments at Heilo the level is in general lower compared to the other fields. The highest amount of THC is found in the sediments at Snøhvit and Norvarg with maximum concentrations of 13.4 mg/kg and 13.9 mg/kg, respectively.

In general, the level of barium in the sediments in Region IX and X varies between 60 – 200 mg/kg. The highest level of barium is found at Snøhvit, were four stations have barium content above 200 mg/kg, and the maximum barium concentration in the sediments is 364 mg/kg. The lowest level of barium is in the sediments at Heilo were the barium concentration is below 48 mg/kg dry sediment at all stations.

The level of titan in the sediments varies from 141 mg/kg to 848 mg/kg. Only in the sediments at Fish and Norvarg the maximum level of titan is above 800 mg/kg.

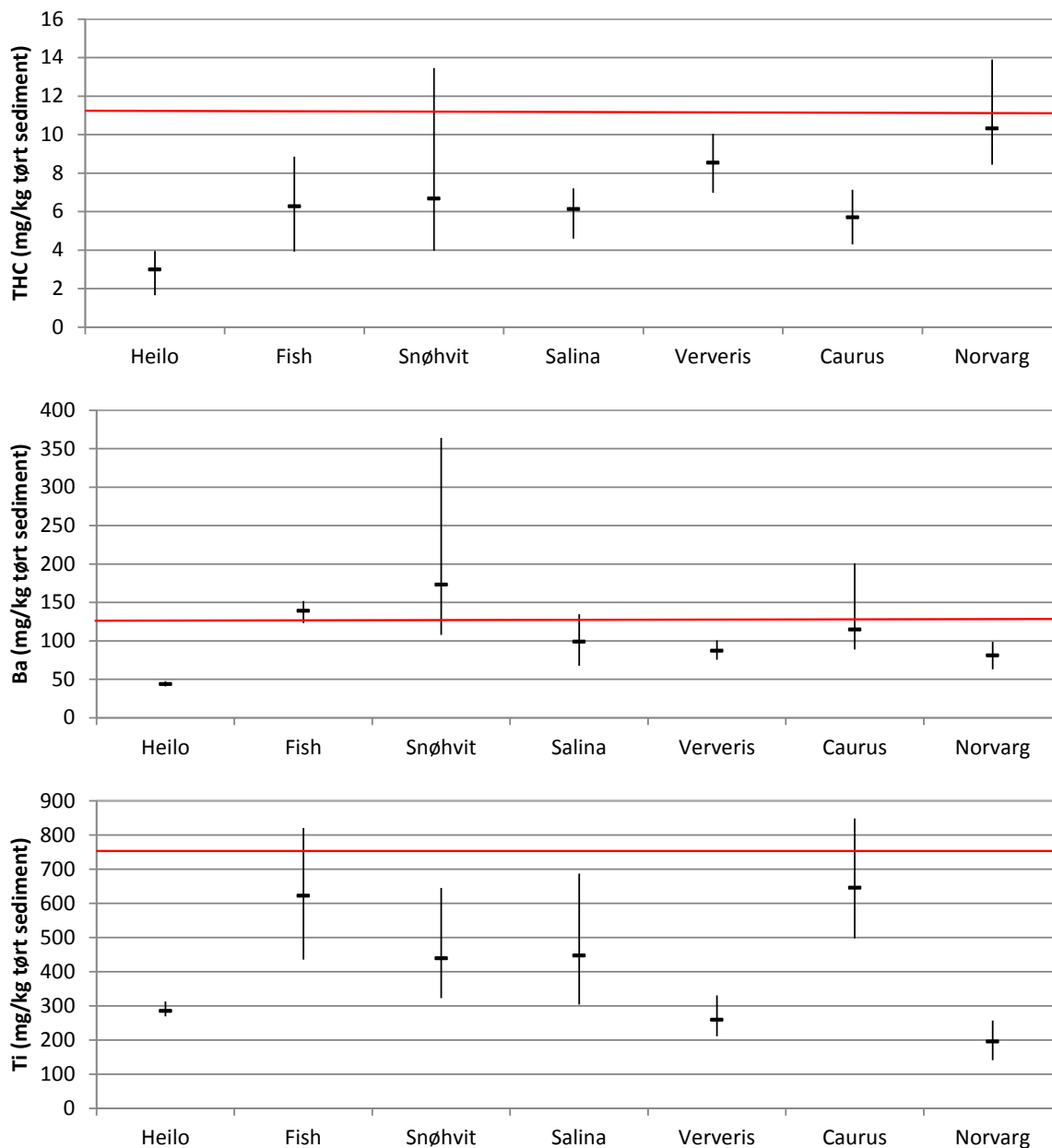


Figure 5: Range and average content of THC, barium and titan in the sediments at the fields in Region IX and X, 2010. LSC is shown as a red line (—).

The levels of all the other metals in the sediments have maximum concentrations in general at the same level as the background levels in Region IX and X. At the three fields where it has been active: Snøhvit, Ververis and Caurus elevated levels of THC is only found in the sediments at Snøhvit. In the sediments at Snøhvit only two of twenty stations have barium content below the LSC-value and hence the minimum area contaminated with barium at Snøhvit is ~0.98 km². Caurus has elevated levels of barium, titan, copper and zinc in the sediments.

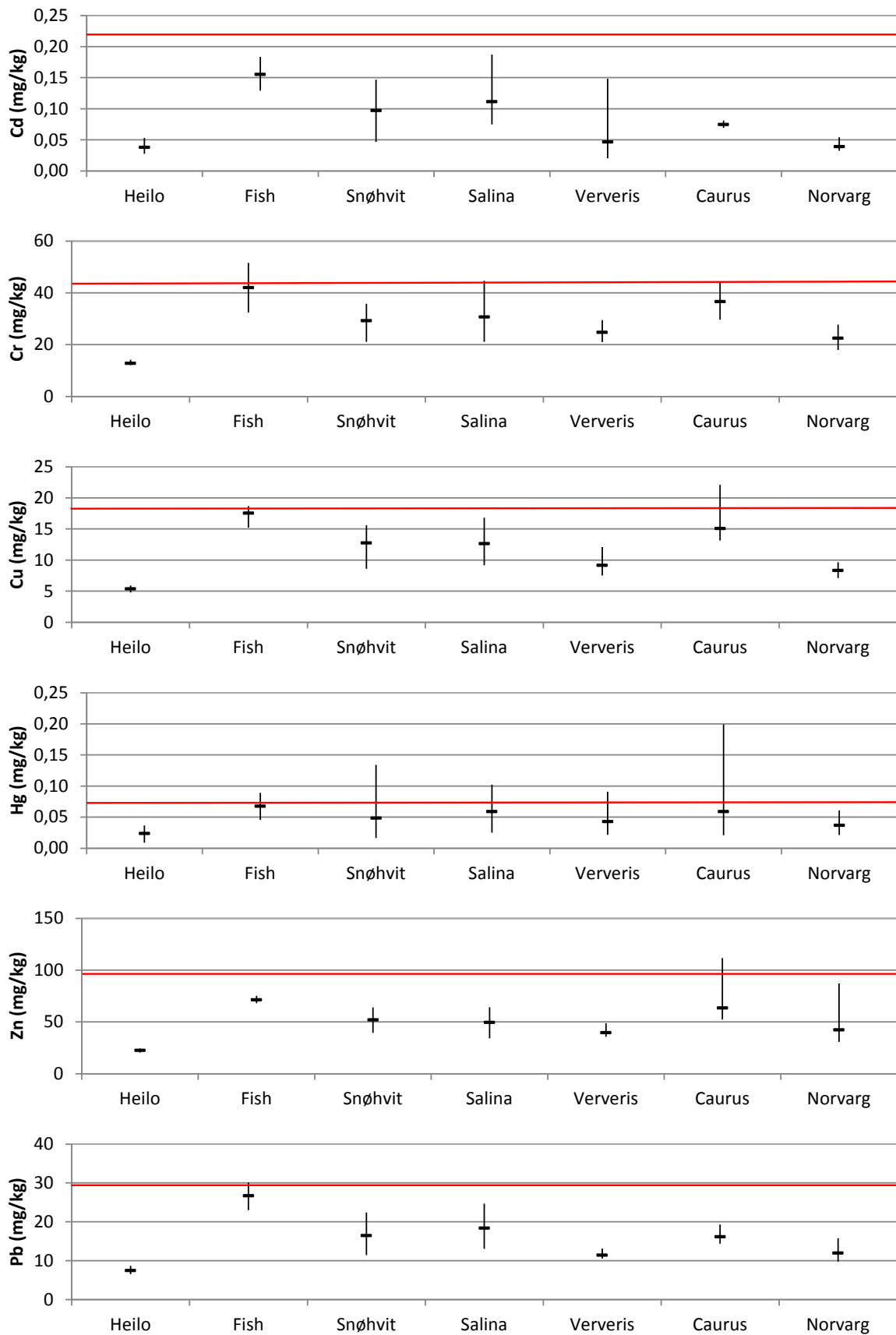


Figure 6: Range and average content of cadmium, copper, mercury, zinc, chromium and lead in the sediments at the fields in Region IX and X, 2010. LSC is shown as a red line (—).

In the sediments at Fish, Snøhvit, Salina, Ververis and Caurus the maximum level of mercury is above the LSC-value. It is only in the sediments at Heilo and Norvarg the level of mercury is below the LSC-value at all stations. As mentioned earlier increased levels of metals might be due to natural variations of the metal in sediments at individual fields in Region IX and X. The field with the highest average concentration of the other metals in the sediments are at Fish were the average concentration of mercury is 0,068 mg/kg. The maximum level of mercury is found in the sediments at Snøhvit and Caurus with 0,134 mg/kg and 0,199 mg/kg, respectively.

The present survey at Bønna is a base line survey, and the stations are approximately 1000 m deeper than any of the other sampled stations (both regional and field stations). Hence, there is calculated distinct LSC-values for this field. In general, the maximum concentrations of THC, barium and titan at Bønna are above the level at the other fields. For the rest of the chemical parameters the levels are more or less equal to the other fields in Region IX and X.

6.3 Biological characteristics

The distribution of individuals and taxa within the main taxonomic groups is shown in Table 1. A total of 57016 individuals within 551 taxa were registered at 84 stations in Region IX and X in 2010 (juveniles not included). The polychaetes dominate the fauna with 60 and 47 % of the number of individuals and taxa, respectively.

Table 1: The distribution of individuals and taxa within the main taxonomic groups in Region IX and X, 2010 (juveniles not included).

Taxonomic groups	Individuals		Taxa	
	No	%	No	%
Polychaetes	34014	59.7	260	47.2
Molluscs	11960	21.0	121	22.0
Crustaceans	5920	10.4	121	22.0
Echinoderms	1738	3.1	26	4.7
Diverse	3384	5.9	23	4.2
Total	57016	100	551	100

The range and mean values of the number of individuals and taxa and the diversity indices H' at the fields in Region IX and X in 2010 is shown in Figure 8. The great range and distorted placed mean value seen for some of the fields, is due to the deviation of one or a few stations.

This is shown for Snøhvit where a few stations have high numbers of individuals (variation 374 – 1146; mean 613) and taxa (variation 83 – 140; mean 99).

Most of the fields have stations with diversity H' higher than 5. At Ververis, however, the diversity H' is less than 5 at all stations, which are due to over dominance by one species (the polychaete *Maldane sarsi*).

Through the evaluation of the results from the different analyses carried out on data from each field, the fauna was evaluated to check for eventual faunal disturbance. The results show that none of the surveyed localities have fauna that are disturbed, neither at the fields were drilling have been carried out.

Minimum and maximum values for the physical, chemical and biological parameters in the present and previous surveys at the regional stations and at the field stations in Region IX and X are shown in Table 2. Bønna, which is situated at greater depths, is shown separately.

There is great variation in the values for all parameters, both at the regional and field stations. As contamination and faunal disturbance is not registered at any of the stations in the present survey, it is believed that the differences are due to natural variation found in the area.

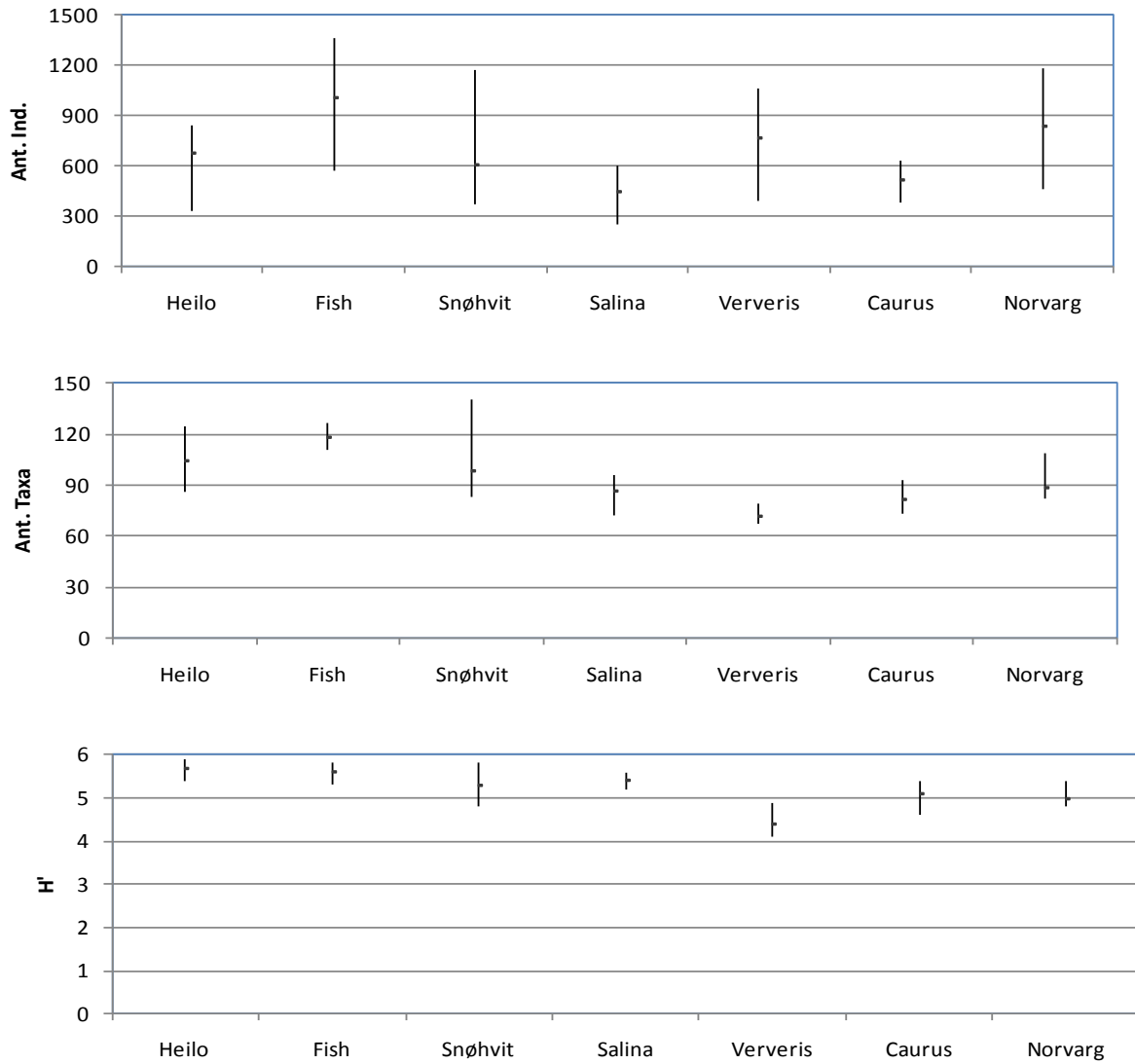


Figure 7: The range and average values of the number of individuals and taxa and the diversity indices H' at the fields in Region IX and X, 2010.

Table 2: Minimum and maximum values for the physical, chemical and biological parameters analysed at Region IX and X, 2010.

Parameter	Regional stations	Field stations (excl. Bønna)	Bønna
Total no of stations	10	69	9
Depths	187 - 382	302 - 401	1356 - 1444
% pelite	24.5 - 89.8	33.2 - 85.7	44.5 - 75.9
% fine sand	9.6 - 62.4	12.6 - 59.5	12.8 - 30.8
% medium sand	0.4 - 9.6	0.4 - 10.5	3.6 - 8.5
% coarse sand	0.2 - 9.0	0.3 - 6.7	3.9 - 9.3
% gravel	0.0 - 17.9	0.0 - 7.6	1.5 - 16.6
% TOM	1.9 - 7.7	2.1 - 9.4	2.5 - 4.4
Lead (mg/kg)	5.2 - 26.3	6.5 - 30.1	14.6 - 19.4
Copper (mg/kg)	3.5 - 16.6	4.8 - 22.1	11.3 - 17.1
Zinc (mg/kg)	14.0 - 64.8	20.4 - 112	32.6 - 60.7
Chromium (mg/kg)	11.6 - 44.2	12.1 - 51.6	19.6 - 38.6
Mercury (mg/kg)	<0.01 - 0.092	0.009 - 0.199	0.021 - 0.070
Cadmium (mg/kg)	0.014 - 0.210	0.020 - 0.187	0.073 - 0.111
Barium (mg/kg)	30 - 114	41 - 364	127 - 186
Titan	306 - 879	141 - 1092	568 - 1092
THC (mg/kg)	1.8 - 12.6	1.7 - 13.9	3.6 - 15.6
No of ind. per station	244 - 2014	256 - 1363	155 - 277
No of taxa per station	63 - 189	67 - 140	34 - 53
Diversity H'	4.9 - 6.2	4.1 - 5.9	4.1 - 4.8

6.4 Recommendations

Quantification of titan

The expert group at Klif should evaluate the effectiveness of digestion of titan according to NS-4770. ALS Laboratory Group has tested different digestion procedures for titan in sediments. They have done six parallel experiments for each digestion procedure. Five different methods are investigated and NS-4770 digests only ~2 % of titan compared to the methods that are most efficient. If only 2 % of the titan content is digested with NS-4770 it means it would be difficult to measure large changes in the titan concentration in the sediments from one survey to another.

The recovery percentage for the different digestions that ALS Laboratory Group has tested is shown in Table 3 and Figure 9.

Table 3: Recovery percentage of titan in sediments for different digestion methods.

Method	Digestion with	mg/kg dry sediment	Recovery percentage compared to method 4 and 5
1	NS-4770 (HNO ₃)	55,3	2,35 %
2	Aqua regia	244	10,4 %
3	HNO ₃ + HF	781	33,2 %
4	ASTM HNO ₃ + HCl + HF	2268	96,5 %
5	Melt with LiBO ₄	2433	103,5 %
Average recovery of method 4 and 5		2351	100 %

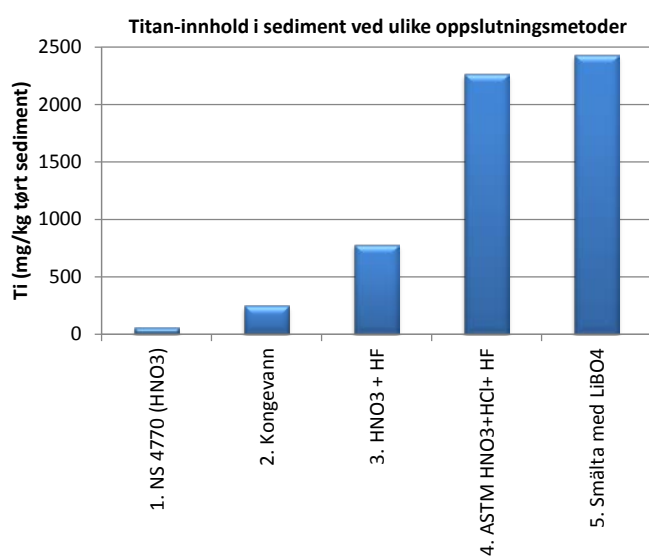


Figure 8: Concentration of titan with different digestion methods.