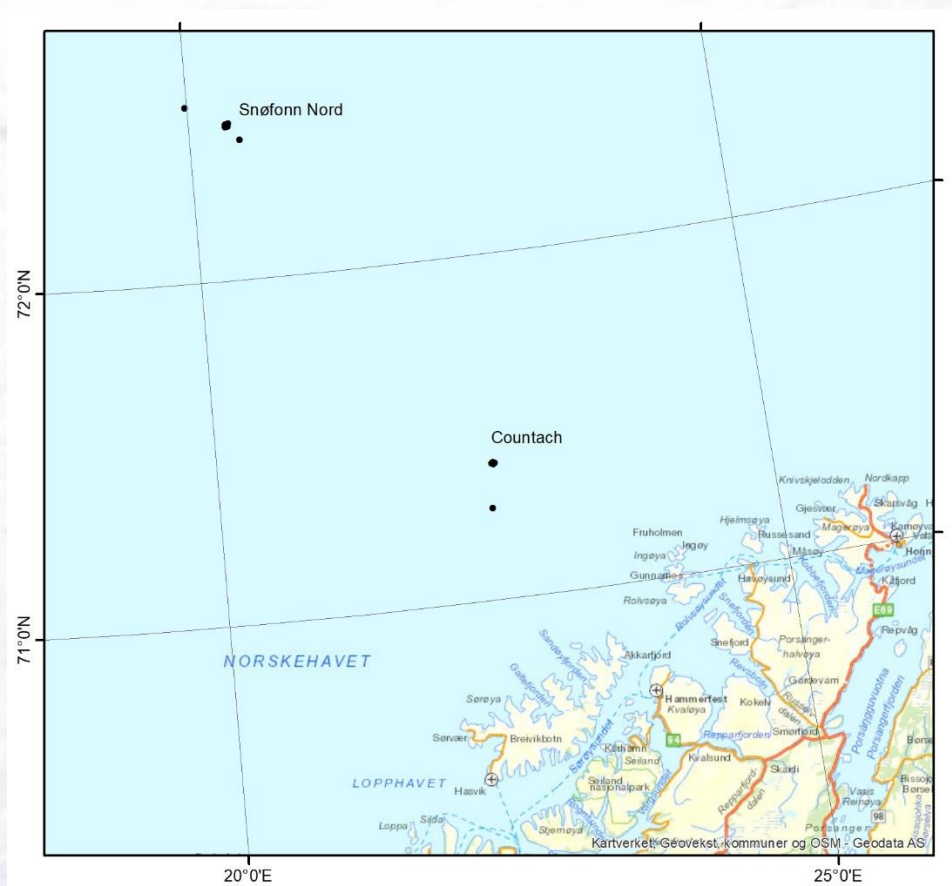


## Grunnlagsundersøkelser i Region IX og X, 2021.



**This page is intentionally left blank**

**Akvaplan-niva AS**

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

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

www.akvaplan.niva.no

**Rapporttittel / Report title**

Grunnlagsundersøkelser, Region IX og X, 2021.

**Forfatter(e) / Author(s)**

Hans-Petter Mannvik

Ingar H. Wasbotten

Magnus Aune

**Akvaplan-niva rapport nr / report no**

62535.07

**Dato / Date**

23.11.2022

**Antall sider / No. of pages**

37 + vedlegg

**Distribusjon / Distribution**

Gjennom oppdragsgiver

**Oppdragsgiver / Client**

Equinor, Vår Energi

**Oppdragsg. referanse / Client's reference**

PO 4503969273

**Sammendrag / Summary**

Det er utført grunnlagsundersøkelser på Countach i Region IX og Snøfonn Nord i Region X i 2021. Denne rapporten presenterer resultatene fra analysene av sediment- og faunaprøver som er utført for feltene og de regionale stasjonene som ble inkludert.

**Prosjektleder / Project manager**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Hans-Petter Mannvik".

Hans-Petter Mannvik

**Kvalitetskontroll / Quality control**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Roger Velvin".

Roger Velvin



# INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD .....	2
OPPSUMMERING .....	4
SUMMARY .....	5
1 INNLEDNING .....	6
2 METODER .....	7
2.1 Stasjonsutvalget .....	7
2.2 Feltarbeid .....	7
2.3 Innsamling og prøvebehandling .....	7
2.4 Analyser .....	8
2.4.1 Fysiske analyser .....	8
2.4.2 Kjemiske analyser .....	8
2.4.3 Biologiske analyser .....	9
2.4.4 Beregning av påvirket areal .....	10
2.4.5 Kvalitetskontroll .....	11
2.4.6 Lagring av prøvemateriale .....	13
2.4.7 Registrerte avvik .....	13
3 COUNTACH .....	14
3.1 Innledning .....	14
3.2 Resultater og diskusjon .....	15
3.2.1 Fysisk karakteristikk .....	15
3.2.2 Kjemisk karakteristikk .....	15
3.2.3 Biologi karakteristikk .....	20
3.3 Sammendrag og konklusjon .....	23
3.4 Anbefalinger Countach .....	24
4 SNØFONN NORD .....	25
4.1 Innledning .....	25
4.2 Resultater og diskusjon .....	26
4.2.1 Fysisk karakteristikk .....	26
4.2.2 Kjemisk karakteristikk .....	27
4.2.3 Biologi karakteristikk .....	32
4.3 Sammendrag og konklusjon .....	35
5 REFERANSER .....	37
FORKORTELSER .....	38
VEDLEGG - KVALITETSSIKRING SEDIMENTANALYSER .....	39


# Forord

---

Denne rapporten presenterer resultatene fra grunnlagsundersøkelsene på Countach og Snøfonn Nord i Region IX og X, april - mai 2021. Etter innledningen og kapitlene som beskriver feltarbeidet og metodene som er brukt, er resultatene for feltene presentert og diskutert. Resultater fra de regionale stasjonene er gitt sammen med de respektive felt.

Alle rådata fra undersøkelsen vil bli lagt inn i MOD.

Undersøkelsen er utført av Akvaplan-niva AS med ALS Laboratory Group Norway som underleverandør. Laboratoriene er akkreditert.

 <p>NORSK AKKREDITERING TEST-079</p>	<p>Akvaplan-niva AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking av marine sedimenter, analyser av THC, NPD, 16EPA-PAH, TOC, kornstørrelse og makrofauna og faglig vurderinger og fortolkninger, akkrediteringsnr. TEST-079.</p> <p>Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025 (<a href="http://www.akkreditering.no">www.akkreditering.no</a>).</p>
	<p>ALS Laboratory Group Norway / ALS Scandinavia AB er akkreditert av Swedac for analyser av tungmetaller, akkrediteringsnr. 2030. Akkrediteringen er i hht. EN ISO/IEC 17025 (<a href="http://www.alsglobal.no">www.alsglobal.no</a>).</p>

Arbeidet ble tildelt av Equinor (PO 4503969273).

Tromsø 23.11. 2022  
Akvaplan-niva AS



Hans-Petter Mannvik  
Prosjektleder

## Prosjektmedarbeidere

Følgende personer deltok i feltarbeid, laboratorieanalyser og rapportering:

### *Feltarbeid*

H. Andrade, G. Bahr, R. Fredriksen, R. Palerud, Y. Svensby (til 26.04.21), O.S. Bye Wilhelmsen, Akvaplan-niva.  
V. Dahle, S. Sættran (fra 26.04.21), AQS (ROV-pilot/tekniker, feltarbeid).

### *Sortering biologisk materiale*

M.V. Alonso, A. Arriola, I. Bottolfsen, O. Christensen, K.E. Evenset, J. Fieler, J. Fredriksen, D. Hammenstig, I. D. Hansen, J. H-Palerud, L. Laporte-Devlyder, K. H. Sperre, K. Sztybor, C.P. Ugelstad, T. Vollstad-Giæver, Akvaplan-niva.

### *Identifikasjon biologisk materiale*

M.V. Alonso, J. Hansen, T. Hansen, H-P. Mannvik, R. Palerud, A. Sikorski, K. Sztybor, R. Velvin, C.P. Ugelstad, Akvaplan-niva.

### *Organiske analyser*

O.S.B Wilhelmsen, K. Bluhm, L. Torske, I. H. Wasbotten, Akvaplan-niva.

### *Metallanalyser*

Torgeir Rødsand, ALS Laboratory Group Norway AS.

### *Fysiske analyser*

E. Lorentzen, O.S.B Wilhelmsen, K. Bluhm, L. Torske, I. H. Wasbotten, Akvaplan-niva.

### *Statistiske analyser (biologi)*

M. Aune, R. Palerud, Akvaplan-niva

### *Statistiske analyser (kjemi)*

Ingar H. Wasbotten, Akvaplan-niva.

### *Rapportering sediment og biologi*

M. Aune, H.-P. Mannvik, Akvaplan-niva AS.

### *Rapportering kjemi*

I. H. Wasbotten, Akvaplan-niva.

### *MOD*

R. Palerud, I. H. Wasbotten, Akvaplan-niva AS.

Vi vil også takke skipper og mannskap på “Olympic Taurus”.

# Oppsummering

---

Equinor og Vår Energi ga Akvaplan-niva AS i oppdrag å utføre grunnlagsundersøkelser i Region IX og X (PO 4503969273).

Feltarbeidet ble utført ombord på "Olympic Taurus" i tidsrommet 06.04. – 04.05. 2021 i forbindelse med grunnlag- og overvåkingsundersøkelser i Region V, VI, VII, IX og X. Det ble samlet inn prøver fra totalt 17 stasjoner på Countach, Snøfonn Nord og regionale stasjoner ved bruk av 0,15 m<sup>2</sup> kombigrabb.

Stasjonsdybden på Countach varierte fra 404 til 411 m og på den regionale stasjonen var den 396 m. Sedimentsammensetningen på feltet ble karakterisert som pelitt og det på den regionale stasjonen fin sand. Mengden av pelitt på feltstasjonene varierte fra 82,1 til 89,6 % og på den regionale stasjonen ved Countach var den 43,4 %.

På Snøfonn Nord varierte stasjonsdybden fra 356 til 360 m og på de to regionale stasjonene var den 346 og 360 m. Sedimentsammensetningen på feltet og de regionale stasjonene ble karakterisert som pelitt. Mengden av pelitt feltstasjonene varierte fra 53,0 til 70,9 % og på de to regionale stasjonene ved Snøfonn Nord var den 87,7 og 81,5 %.

Konsentrasjonen av THC i sedimentene på Countach varierte fra 8,6 mg/kg (COU-06) til 14,7 mg/kg (COU-04). Det var små variasjoner av bariuminnholdet i sedimentene på feltet, og konsentrasjonen varierte fra 83 mg/kg (COU-01) til 92 mg/kg (COU-03).

I sedimentene på Snøfonn Nord varierte innholdet av THC fra 10,5 mg/kg (SJC-04) til 15,6 mg/kg (SJC-09), og sedimentene var dermed ikke kontaminert med hensyn på THC. I sedimentene på SJC-02 og SJC-01 var det forhøyet innhold av NPD hvor konsentrasjonen var henholdsvis 0,715 mg/kg og 0,628 mg/kg.

Bariumkonsentrasjonen i sedimentene på Snøfonn Nord varierte fra 110 mg/kg (SJC-03) til 185 mg/kg (SJC-08), hvilket var under 2xLSC-verdien for barium på samtlige stasjoner.

I sedimentene på stasjonen som hadde det høyeste innholdet av pelitt og TOC (SJC-01) var det forhøyet innhold av NPD, arsen og kadmium.

Børstemarkene dominerte faunaen på Countach med 63 % av antall individ og 44 % av antall taxa som ble registrert på feltet. Det var en stor variasjon i antall individ (491 - 903) og antall taxa (69 - 93) mellom stasjonene og diversiteten H' var forholdsvis høy (4,7 – 5,3). På den regionale stasjonen var det 434 individ og 89 taxa og diversiteten H' var 5,7.

Børstemarkene dominerte faunaen på Snøfonn Nord med 54 % av antall individ og 44 % av antall taxa som ble registrert på feltet. Det var en del variasjon i antall individ (342 - 521) og antall taxa (82 - 107) mellom stasjonene og diversiteten H' var høy (5,3 – 5,7). På de regionale stasjonene var det 452 og 500 individ og 74 og 98 taxa og diversiteten H' var 5,3 og 5,6.

På bakgrunn av resultatene fra de uni- og multivariate analysene og korrespondanseanalysen som ble utført på data fra stasjonene på begge feltene, ble alle stasjonene vurdert å ha uforstyrret fauna.

For Countach var det store forskjeller i faunasammensetning, sedimentsammensetning og nivåer av de enkelte miljøparameterne sammenlignet med den regionale stasjonen som ble brukt og det anbefales å finne en mer egnet regional stasjon ved neste undersøkelse.

# Summary

---

Environmental baseline surveys were carried out in Region IX and X on behalf of Equinor and Vår Energi (Equinor PO 4503969273).

Fieldwork was carried out on board "Olympic Taurus" from April 06<sup>th</sup> to May 04<sup>th</sup> 2021 in connection with baseline and monitoring surveys in Region V, VI, VII, IX and X. Samples were collected from a total of 17 stations at Countach, Snøfonn Nord and regional stations using 0.15 m<sup>2</sup> combi grabs.

Station depths at Countach varied between 404 and 411 m and the depth at the regional station it was 396 m. The sediments at the field were characterized as pelite and at the regional station as fine sand. The amount of pelite at the field stations varied between 82.1 and 89.6 % and at the regional station near Countach it was 43.4 %.

Station depths at Snøfonn Nord varied between 356 and 460 m and the depth at the two regional stations it was 346 and 360 m. The sediments at the field and the two regional stations were characterized as pelite. The amount of pelite at the field stations varied between 53.0 and 70.9 % and at the two regional stations near Snøfonn Nord 87.7 and 81.5 %.

The concentration of THC in the sediments at Countach ranged from 8.6 mg/kg (COU-06) to 14.7 mg/kg (COU-04). There were small variations in the barium content of the sediments in the field, and the concentration ranged from 83 mg/kg (COU-01) to 92 mg/kg (COU-03).

In the sediments at Snøfonn Nord, the content of THC varied from 10.5 mg/kg (SJC-04) to 15.6 mg/kg (SJC-09), and the sediments were thus not contaminated with respect to THC. In the sediments on SJC-02 and SJC-01 there was an elevated content of NPD where the concentration was 0.715 mg/kg and 0.628 mg/kg, respectively.

The barium concentration in the sediments at Snøfonn Nord ranged from 110 mg/kg (SJC-03) to 185 mg/kg (SJC-08), which was below the 2xLSC value for barium at all stations.

The sediments at the station that had the highest content of pelite, and TOC (SJC-01) had an elevated content of NPD, arsenic and cadmium.

Polychaetes dominated the fauna at Countach, with 63 and 44 % of the total number of individuals and taxa, respectively. There was great variation in the number of individuals (491 - 903) and number of taxa (69 - 93) between the stations and the diversity was relatively high ( $H'$  4.7 – 5.3). At the regional station 434 individuals and 89 taxa were registered and the diversity  $H'$  was 5.7.

Polychaetes dominated the fauna at Snøfonn Nord, with 54 and 44 % of the total number of individuals and taxa, respectively. There was some variation in the number of individuals (342 - 521) and number of taxa (82 - 107) between the stations and the diversity was high ( $H'$  5.3 – 5.7). At the regional stations 452 and 500 individuals and 74 and 98 taxa were registered and the diversity  $H'$  was 5.3 and 5.6.

Based on the statistical analyses carried out on data from both fields, the fauna at the stations was considered as undisturbed.

The field stations at Countach and the regional station used in this survey, showed great differences in the sediment characteristics, faunal compositions and in the levels of the environmental parameters in the sediments, used. It is therefore suggested to find a more suitable regional station for this field in the next survey.

# 1 Innledning

Equinor og Vår Energi ga Akvaplan-niva AS i oppdrag å utføre grunnlagsundersøkelser i Barentshavet (PO 4503969273).

Feltarbeidet ble utført ombord på “Olympic Taurus” i tidsrommet 06.04. – 04.05. 2021 i forbindelse med grunnlag- og overvåkingsundersøkelser i Region V, VI, VII, IX og X. Det ble samlet inn prøver fra totalt 17 stasjoner på feltene og de regionale stasjonene ved bruk av 0,15 m<sup>2</sup> kombigrabb.

Innsamlingen ble utført i hht. programmet. Prosedyrer i forbindelse med feltarbeidet, laboratorieanalyser og rapporteringen er utført i hht. gjeldende standarder og retningslinjer (Miljødirektoratet, 2015 rev 2021).

Undersøkelsen ble utført av Akvaplan-niva med ALS Laboratory Group Norway, Oslo, som underleverandør. Personell og ROV fra AQS var også med

Hovedstrømsretningen varierer i regionene. Et kart som viser lokaliseringen av feltene i Region IX og X, er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1: Lokalisering av felt med grunnlagsundersøkelser i Region IX og X, 2021.

## 2 Metoder

---

Feltarbeidet ble utført i hht. Innsamlingsprogrammet (Mannvik, 2021). Prosedyrer i forbindelse med feltarbeidet, laboratorieanalyser og rapporteringen er utført i hht. gjeldende standarder og retningslinjer (Miljødirektoratet, 2015 rev. 2021).

### 2.1 Stasjonsutvalget

Det er brukt tre regionale stasjoner i tillegg til stasjonene på feltene i undersøkelsen og stasjonskart er vist i de respektive resultatkapitlene.

### 2.2 Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført ombord på “Olympic Taurus” i tidsrommet 06.04. – 04.05. 2021 i forbindelse med grunnlag- og overvåkingsundersøkelser i Region V, VI, VII, IX og X. 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.

Posisjoneringen av båten ble utført av posisjoneringspersonell og offiserer 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). kombigrabb ble satt ned når båten lå i oppgitt posisjon.

### 2.3 Innsamling og prøvebehandling

Innsamlingen ble gjort med hjelp av kombigrabb (Figur 2-1). Fem biologiske og tre kjemiske prøver ble samlet inn på stasjonene.

Grabbene har hengslete inspeksjonsluker med silplater med 1,0 mm runde hull. Oversiden av lukene er dekket med gummilapper som lar vannet passere gjennom grabben under nedsenkning og som tetter lukene under oppheisingen slik at sedimentet ikke forstyrres av vannstrømmer.

Hver grabbprøve ble kontrollert for å se etter forstyrrelse av sedimentet. Prøver for analyser av hydrokarboner, metaller, kornstørrelse og TOC ble tatt fra de kjemiske grabbprøvene. Hydrokarbon- og metallprøvene ble tatt fra det øverste laget av sedimentet (0 - 1 cm), mens kornstørrelse- og TOC-prøvene ble tatt ned til 5 cm dyp i sedimentet ved hjelp av en plastsylinder (blandprøve fra tre separate grabbprøver). Prøvene ble umiddelbart frosset ned til -20 C.

Sedimentthøyden i de biologiske grabbprøvene ble målt før de ble 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 konserveret i en 4 % formalinløsning tilsatt fargestoffet bengalrosa og nøytralisert med boraks.

Det vises også til toktrapporten (Palerud, 2021).



Figur 2-1: Kombigrabb og vanlig grabb (foto Akvaplan-niva).

## 2.4 Analyser

Akvaplan-niva er akkreditert av Norsk Akkreditering med TEST 079. ALS Laboratory Group Norway AS/ALS Scandinavia AB, med registreringsnummer 2030, er et prøvingslaboratorium akkreditert av Swedac.

### 2.4.1 Fysiske analyser

#### Sedimentkarakter

Hver prøve ble beskrevet med hensyn til sedimenttype, farge, lukt, forekomst av store dyr og andre karakterer (f.eks. forekomst av olje, borekaks osv.).

#### Totalt organisk karbon (TOC)

På hver stasjon ble sediment fra tre forskjellige grabbprøver samlet inn, blandet og homogenisert. En delprøve av denne blandprøven ble analysert pr. stasjon.

Etter tørking ved 40 °C ble innhold av totalt organisk karbon (TOC) bestemt ved IR deteksjon (Elementar Analysensysteme GmbH, SoliTOC Cube), ved en metode basert på DIN 19539:2016/Anneks B.

#### Kornstørrelsesfordeling

Analysene av kornstørrelsesfordelingen ble utført i hht. metoden beskrevet av (Bale & Kenny, 2005). På hver stasjon ble sediment fra tre forskjellige grabbprøver samlet inn, blandet og homogenisert. En delprøve av denne blandprøven ble analysert pr. stasjon.

En tørket prøve ble tilsatt dispergeringsmiddel og våtsiktet slik at silt og leire (partikler < 0,063 mm) ble vasket ut. Den gjenværende prøven (partikler > 0,063 mm) ble tørket, og kornstørrelsesfordelingen bestemt ved sikting gjennom en oppsats av seks sikter med maskevidde 0,063 – 2,0 mm. Statistiske parametere ble beregnet ved hjelp av programmet Gradistat ©Simon Blott, basert på vekten av de ulike siktefraksjonene. Nøyaktigheten på analysen er bestemt ved analyse av husstandarder med ulike nivåer av kornstørrelsesfordeling, samt deltakelse i SLP (Sammenlignende Laboratorieprøving) og kontroll mot Sertifisert referansemateriale (levert av BCR - Community Bureau of Reference).

### 2.4.2 Kjemiske analyser

En kort beskrivelse av analysemetodene er presentert nedenfor.

#### Hydrokarboner (THC, NPD og 16 EPA-PAH)

Hydrokarbonene ble ekstrahert fra sedimentet ved ekstrahering med heksan (1100 psi, 150 °C) i en Dionex ASE-350 (Accelerated Solvent Extractor) fra Thermo Fischer, med aktivert silika for opprensing

av ekstraktet inkludert i ekstraksjonscellen. Hydrokarbonfraksjonen ble så oppkonsentrert i en Rocket™ Synergy Evaporator (SP Scientific) og overført til GC vial.

#### *Kvantifisering THC*

Totalt hydrokarbon innhold (THC) ble analysert ved gasskromatografi, GC/FID, og kvantifisert mot en ekstern standard. Baseoljen EDC 95 ble brukt som referanseolje. THC ble bestemt i sedimentprøver fra alle stasjonene.

#### *Kvantifisering NPD og 16 EPA-PAH*

Innholdet av NPD og 16 EPA-PAH ble bestemt ved GC/MSD (gasskromatografi/ massespektrometri), og kvantifisert ved hjelp av deutererte interne standarder.

#### Metaller

Sedimentet ble tørket ved 50 °C, homogenisert og grovkornede sedimenter siktet på 2 mm før opplutning med salpetersyre. Følgende metaller ble analysert ved hjelp av ICP-SFMS (i henhold til metodene ISO 17294-1,2 og EPA 200.8: Arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), sink (Zn), bly (Pb) og kvikksølv (Hg).

#### Beregning av grense for signifikant kontaminering (LSC)

Bakgrunnsverdiene basert på de ulike beregningsmetodene sammenlignes, og ut ifra et skjønnsmessig valg velges den verdien som skal legges til grunn for beregning av statistisk grenseverdi for signifikant kontaminering (LSC = Limit of Significant Contamination).

Det endelige valg av bakgrunnsverdier for beregning av LSC er beskrevet i kapittel 3.2. LSC verdiene er beregnet ut fra de valgte bakgrunnsverdiene ved å benytte en én-sidet student t-test med 95 % signifikansnivå etter formelen gitt i NIVA-notat O-99218. Bakgrunnsverdiene for beregning av LSC er hentet fra MOD.

### **2.4.3 Biologiske analyser**

I laboratoriet ble hver prøve vasket på sifter i ferskvannbad. Etter vaskingen ble alle dyr sortert ut og lagt på glass med 80 % etanol for hver taksonomiske hovedgruppe. Identifikasjonen av faunaen ble utført i hht. gjeldende retningslinjer.

De statistiske analysene ble utført på hele settet med faunadata. Det ble utført analyser med og uten registreringer av juvenile grupper. Med unntak av topp-10 listene, er resultater uten juvenile registreringer brukt i rapporten.

Basert på de statistiske analysene ble følgende informasjon gitt:

- Antall taxa og antall individ/taxa for hver replikat og stasjon
- Diversitetsindeks H' på  $\log_2$  basis (McArthur & McArthur, 1961)
- Forventet antall arter/100 individ ( $ES_{100}$ ) basert på Hurlbert's diversitetskurve
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- S sammensatt indeks for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1)
- Ømfintlighetsindeks ( $ISI_{2012}$ ), uegnet ved lavt individantall
- De ti mest dominante taxa på hver stasjon
- Clusteranalyser basert på Bray-Curtis ulikhetsindeks (Bray & Curtis, 1957)
- Ordinasjon av stasjoner ved bruk av MDS (Multidimensional scaling)
- Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA)

Formlene som ble brukt for indeksene er i hht. Veileder 02:2018 (Direktoratgruppen, 2018).

De multivariate analysene (Cluster og MDS) ble utført både på replikat- og stasjonsnivå.

Artssammensetningen i et bunndyrsmiljø er avhengig av en lang rekke faktorer, deriblant sedimentets beskaffenhet og eventuell påvirkning av kontaminering. Ved upåvirkede forhold er arts mangfoldet

(diversiteten) ofte forholdsvis høyt med mange arter og forholdsvis jevn fordeling av antall individer mellom artene. Organisk belastning eller andre fysiske/kjemiske stressfaktorer fører over tid til redusert arts mangfold ved at noen arter minker i individantall, mens andre arter øker. Alle dyr sorteres ut av hver prøve og identifiseres og individantallet for hver art registreres.

Resultatene fra de statistiske analysene skal kunne gi svar på om miljøet rundt installasjonene er påvirket av petroleumsaktivitetene. Dette gjøres ved å sammenligne resultatene på de enkelte feltstasjonene mot hverandre og mot referansestasjonen ved hvert felt. Ved overvåkningsundersøkelser sammenlignes resultatene mot tidligere undersøkelser. Eventuelle sammenhenger mellom de målte miljøvariablene og faunasammensetningen blir analysert ved hjelp av kanonisk korrespondanseanalyse (CCA).

I hht. kravene i retningslinjene (Miljødirektoratet, 2015) er det gjort en vurdering av faunatilstanden på de enkelte stasjonene. Kriterier for vurdering av faunatilstanden er basert på en kombinasjon av univariate analyser (antall taxa og individ, faunaindekser, dominante arter osv. på hver stasjon), multivariate analyser (cluster og MDS) og korrespondanseanalyse (kanonisk korrespondanseanalyse (CCA)).

En generell beskrivelse av utvikling av faunatilstand ved økende forurensning/organisk anrikning av sedimentene kan være:

Uforstyrret fauna, faunasamfunn vanligvis med lav dominans og en bred sammensetning av taxa fra forskjellige taksonomiske grupper, inklusiv børstemark, bløtdyr, pigghuder og krepsdyr. Taxa som erfaringsmessig opptrer i forstyrret sediment er fraværende eller forekommer i lavt individantall.

Lett forstyrret fauna (overgangsfase/stimuleringsfase), faunasamfunn vanligvis med noe høyere arts- og/eller individantall og bred sammensetning av taxa fra forskjellige grupper. Dette kan resultere i økt diversitet. Faunasammensetningen er svakt, men påvisbart, endret i forhold til nærliggende og/eller sammenlignbare stasjoner med tilsvarende naturforhold. Taxa som erfaringsmessig opptrer i forstyrret sediment, inklusiv børstemark og bløtdyr, øker i individantall, men er vanligvis ikke dominerende.

Tydelig forstyrret fauna, faunasamfunn generelt med høyere dominans og lavere antall taxa. Faunasammensetningen er tydelig endret. Taxa som indikerer forstyrret sediment, inklusiv børstemark og bløtdyr, er vanligvis blant de dominerende, pigghuder sjeldne.

Sterkt forstyrret fauna, faunasamfunn totalt dominert av små detritusspisende børstemark og spesielt tolerante muslinger med symbiotiske bakterier. Pigghuder og krepsdyr er fåtallig eller mangler helt. Lavt antall taxa.

Ved en ytterligere forverring av forholdene kan makrofaunaen forsvinne helt.

Naturlig variasjon kan forekomme for flere faunaparametere innen hver tilstand. Evalueringen bygger derfor på en totalvurdering av faunaen. Som eksempel kan enkelte arter på stasjoner med uforstyrret fauna opptre i høye individtall og dermed resultere i nedsatt diversitet. Dette gjelder bl.a. børstemarkene *Euchone* sp., *Galathowenia oculata* og *Owenia fusiformis*. Disse har vist seg å variere mye både i tid og rom uavhengig av nivåer av organisk anrikning/forurensning i sedimentet eller nærhet til petroleumsaktivitet i det aktuelle området.

De mest vanlige taxa som opptrer i økt individantall i forurenset/organisk anriket sediment, er børstemarkene *Capitella capitata*, *Chaetozone* sp., *Cirratulus* sp. og *Ophryotrocha* sp. og muslingene *Thyasira sarsi*, *T. flexuosa*, *T. equalis* og *Lucinoma borealis*. Pigghuder, som f.eks. slangestjernen *Amphiura filiformis*, reduseres i individantall eller blir borte under slike forhold.

CCA kombinerer miljøparameterne med biologidataene og søker spesielt etter mønstre i faunasammensetningen som kan relateres til gradienter i de målte miljøvariabler. Analysen beregner også hvor mye av variansen i biologidataene som kan beskrives ved parameterne enkeltvis eller samlet. Dette vil være mål på i hvilken grad miljøparameterne representerer faktorer som har betydning for faunaen.

#### 2.4.4 Beregning av påvirket areal

Beregnet areal for kontaminert sediment og forstyrret fauna er basert på areal av en asymmetrisk elipse. Radius varierer fra felt til felt og mellom transektene innen hvert felt. Ved beregningene er avstand til

innerste stasjon med ikke-kontaminert sediment og/eller uforstyrret fauna brukt. Der det ble påvist stasjoner med kontaminert sediment og/eller forstyrret fauna på ett til tre transekt, ble avstand til innerste stasjon på transekt med ikke-kontaminert sediment og/eller uforstyrret fauna brukt som radius. På denne måten vil maksimumsareal for kontaminering og forstyrret fauna bli beregnet. For THC beregnes arealet både av sedimenter med et innhold over beregnet LSC og innhold over 50 mg/kg tørt sediment.

For felt der det er utført grunnlagsundersøkelser beregnes ikke kontaminert eller påvirket areal når THC-verdiene er under LSC på de innerste stasjonene.

#### **2.4.5 Kvalitetskontroll**

Innsamlingen og analysene av prøvene er utført av personell og laboratorier som er akkreditert for disse aktivitetene i hht. NS-EN ISO/IEC 17025. Under feltarbeidet og prøveopparbeidingen i laboratoriet ble detaljerte sjekklister og loggbøker ført for å se at alle prosedyrene ble fulgt og for å spore og dokumentere prøvenes nøyaktighet.

Under feltarbeidet ble alle forstyrrede prøver forkastet. Prøvene ble også forkastet dersom hastigheten på grabben var mer enn 0,2 m/sekund når den traff bunnen.

Deteksjonsgrense (LOD) og kvantifiseringsgrense (LOQ) for PAH-NPD er bestemt ved måling av støy/signal-nivå i GCMS-kromatogrammet, relatert til konsentrasjon i mg/kg, der LOD er beregnet som 3 ganger støyverdi og LOQ er beregnet som 10 ganger støyverdi. For THC ble LOD og LOQ fastsatt på bakgrunn av analyse av en serie ikke-kontaminert sediment tilsatt kjent mengde THC.

Beregnet LOD/LOQ for THC, NPD og 3-6 rings PAH, samt LOD for metaller er vist i Tabell 2-1.

Gjenvinningen på ekstraksjon av hydrokarboner fra sediment ble undersøkt ved å tilsette en kjent mengde THC fra en sertifisert standardløsning til et ikke-kontaminert Nordsjøsediment. Gjenvinningen av THC var 109 % ved en konsentrasjon på rundt 1 mg/kg TS. Reproduserbarheten på hydrokarbonanalysene er sjekket jevnlig under hele opparbeidingsperioden ved å ekstrahere og analysere hydrokarboner i en uniform sedimentprøve (husstandard) med regulære intervaller. Reproduserbarheten på THC analysene over det siste året er  $70 \pm 8$  mg/kg (22 % RSD). Nøyaktigheten på analysene av polysykliske aromatiske forbindelser er bestemt ved å analysere en sertifisert standard referanse sediment Setoc 766 og en husstandard.

Mer informasjon er gitt i Vedlegg.

For å kontrollere nøyaktigheten i sorteringen ble minst 10 % av prøvene kontrollsortert. Dersom det ble funnet mer enn 15 dyr i prøvene ble alle prøvene sortert av samme person sortert på nytt.

Også overføringen av data fra artslistene til databasen ble kontrollert. 10 % av artene ble kontrollert og dersom feilen var over 1 % for en eller flere identifiserere, ble alle listene for disse kontrollert og korrigert. Disse ble rettet opp i databasen.

Resultatene fra disse kontrollene er vist i Tabell 2-2 og Tabell 2-3.

Tabell 2-1: Deteksjonsgrensen (LOD) og kvantifiseringsgrensen (LOQ) er beregnet fra støy/signal-nivå for NPD og PAH, for THC ved analyse av en serie ikke-kontaminert sediment tilsatt kjent mengde THC.

	LOD	LOQ
<b>THC (mg/kg TS)</b>	1	3
<b>NPD (mg/kg TS)</b>		
Naphthalene	0.00023	0.00076
C1-Naphthalene <sup>1</sup>	0.00094	0.00315
C2- Naphthalene <sup>1</sup>	0.00313	0.01044
C3- Naphthalene <sup>1</sup>	0.00377	0.01258
Phenantrene	0.00026	0.00088
Anthracene	0.00006	0.00021
C1-Phenantrene/Anthracene <sup>1</sup>	0.00052	0.00172
C2- Phenantrene/Anthracene <sup>1</sup>	0.00075	0.00249
C3- Phenantrene/Anthracene <sup>1</sup>	0.00074	0.00245
Dibenzothiophene	0.00004	0.00014
C1- Dibenzothiophene <sup>1</sup>	0.00021	0.00068
C2- Dibenzothiophene <sup>1</sup>	0.00041	0.00136
C3- Dibenzothiophene <sup>1</sup>	0.00056	0.00188
<b>PAH 3-6 ring (mg/kg TS)</b>		
Acenaphthylene	0.00023	0.00076
Acenaphthene	0.00119	0.00397
Fluorene	0.00063	0.00210
FLuoranthene	0.00013	0.00044
Pyrene	0.00009	0.00031
Benzo(a)anthracene	0.00005	0.00015
Chrysene	0.00005	0.00018
Benzo(b)fluoranthene	0.00006	0.00021
Benzo(k)fluoranthene	0.00003	0.00009
Benzo(a)pyrene	0.00005	0.00016
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.00002	0.00007
Benzo(ghi)perylene	0.00003	0.00011
Dibenzo(a,h)anthracene	0.00005	0.00016
<b>Metaller (mg/kg TS)</b>		
As	0,5	
Ba	1,0	
Cd	0,03	
Cr	0,5	
Cu	0,6	
Hg	0,01	
Pb	0,5	
Zn	2,0	

<sup>1)</sup> For metylerte NPD er LOD/LOQ beregnet for en gruppe av flere forbindelser som rapporteres som en sum

LOD = 3 x støynivå

LOQ = 10 x støynivå

Tabell 2-2: Oppsummering av kontrollsortering av faunaprøver fra grunnlagsundersøkelser i Region IX og X, 2021.

Felt	Antall prøver	Ant. kontrollert	Ant. underkjent	Avvik
Countach	30	3	0	-
Snøfonn Nord	40	6	0	-

*Tabell 2-3: Oppsummering av punchekontroll utført på biologisk data fra grunnlagsundersøkelser i Region IX og X, 2021.*

Felt	Antall prøver	Punchefeil	Feilprosent
Regionale stasjoner	15	1	0,49
Countach	30	0	0
Snøfonn Nord	40	4	0,58

#### **2.4.6 Lagring av prøvemateriale**

Analyserte prøver og referansemateriale lagres hos de utførende laboratoriene i minst seks måneder etter at rapportene er godtatt av oppdragsgiver. En referansesamling bestående av arter identifisert av de enkelte spesialistene involvert i prosjektene oppbevares på laboratoriet. Analyseresultatene på replikatnivå oppbevares i minst ti år i en database hos Akvaplan-niva. I denne perioden kan material og resultater gjøres tilgjengelig for oppdragsgivere. Data blir også lagret i MOD database.

#### **2.4.7 Registrerte avvik**

Pga mannskapsbytte på båten, ble det ikke samlet inn prøver fra SJC-05.

I faunaprøvene på stasjon SJC-01 ble det ikke tilsatt borax under feltarbeidet og deler av faunaen var derfor vanskelig å identifisere.

## 3 Countach

### 3.1 Innledning

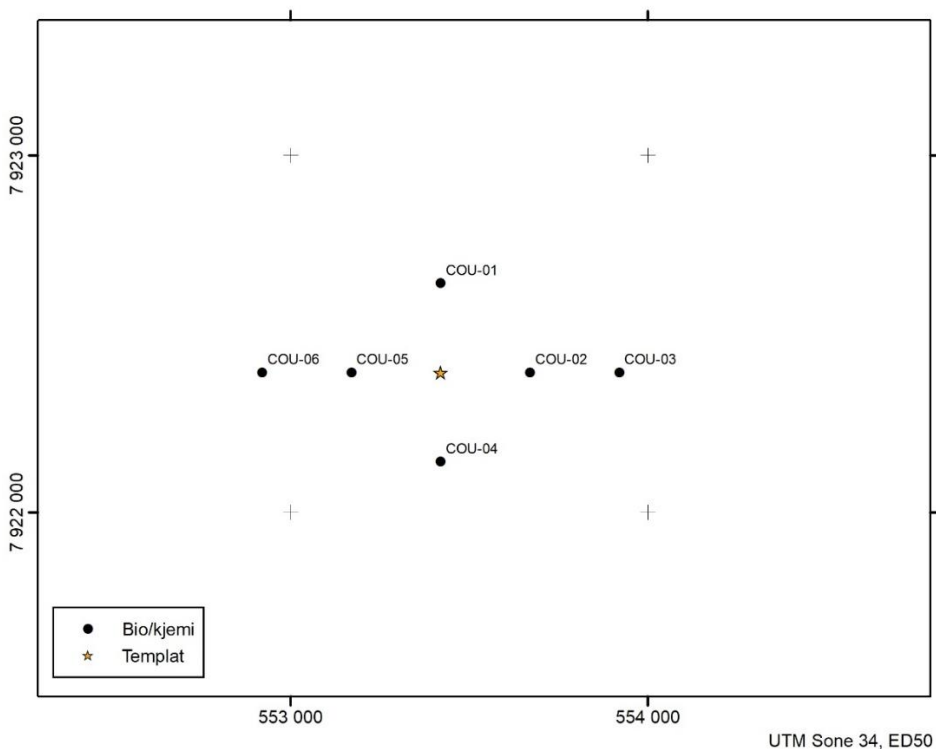
Vår Energi er operatør på Countach der det er utført en grunnlagsundersøkelse i 2021. Countach (PL 229) ligger i blokk 7122/8 omtrent 18 km fra Goliat. Det er planlagt en leteboring vinteren 2022. En regional stasjon, som tidligere er etablert ved Countach, er brukt i denne undersøkelsen.

Stasjonsopplysninger for årets undersøkelse er gitt i Tabell 3-1 og stasjonskart er vist i Figur 3-1. Dybden på stasjonene varierte fra 404 til 411 m, mens den var 396 m på den regionale stasjonen.

Etter at feltarbeidet var utført, ble det bestemt en ny posisjon for borelokasjonen og denne ligger omtrent 650 m nordøst for den planlagte posisjonen som ble brukt i undersøkelsen i 2021. Ved en eventuell oppfølgende undersøkelse, vil den nye posisjonen brukes som midtpunkt for stasjonene.

Tabell 3-1: Stasjonsopplysninger for Countach, 2021 (ED50, UTM sone 34).

St. nr.	Dyp	Grader	Avstand (m)	UTM Øst	UTM Nord	Merknad
<b>Planlagt</b>				<b>553420</b>	<b>7922392</b>	-
COU-01	404	0	250	553420	7922642	Bio/kjemi
COU-02	409	90	250	553670	7922392	Bio/kjemi
COU-03	411	90	500	553920	7922392	Bio/kjemi
COU-04	409	180	250	553420	7922142	Bio/kjemi
COU-05	407	270	250	553170	7922392	Bio/kjemi
COU-06	404	270	500	552920	7922392	Bio/kjemi
REG9-08	396	-	-	551847	7907937	Bio/kjemi



Figur 3-1: Stasjonskart for Countach, 2021, men tidligere planlagt borelokasjon.

## 3.2 Resultater og diskusjon

### 3.2.1 Fysisk karakteristikk

Median kornstørrelse ( $\phi$ ) og mengden av pelitt, fin, medium og grov sand, grus og TOC i sedimentet på hver stasjon er vist i Tabell 3-2 og sedimentsammensetningen på stasjonene er vist i Figur 3-2.

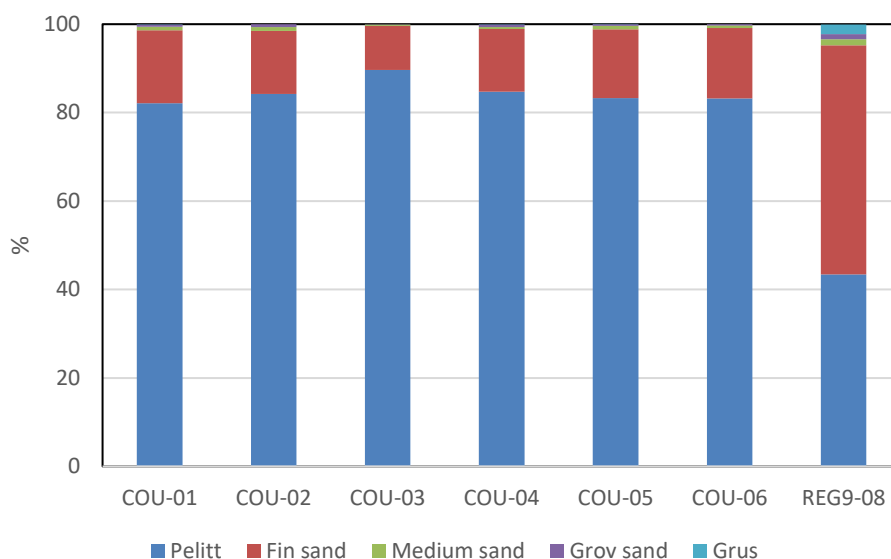
Sedimentet på feltstasjonene ble klassifisert som pelitt. Mengden av pelitt i sedimentet varierte fra 81,1 til 89,6 %, fin sand fra 10,0 til 16,5 % og TOC fra 6,1 til 7,4 mg/g.

På den regionale stasjonen var mengden av pelitt 43,4 %, fin sand 51,8 % og TOC 2,7 mg/g. Her var sedimentet en god del grovere (klassifisert som fin sand) enn på feltstasjonene og innholdet av organisk karbon betraktelig lavere.

Tabell 3-2: Median kornstørrelse ( $\phi$ ) og mengde (%) av pelitt, fin, medium og grov sand, grus (alle i %) og TOC (mg/g TS) i sedimentet på Countach, 2021.

Stasjon	Retning (grader)	Avstand (m)	Median	Klassifisering	Pelitt	Fin sand	Medium sand	Grov sand	Grus	TOC
COU-01	0	250	5,544	Pelitt	82,1	16,5	0,8	0,5	0,1	6,1
COU-02	90	250	5,605	Pelitt	84,2	14,2	0,9	0,7	0,0	7,4
COU-03	90	500	5,747	Pelitt	89,6	10,0	0,3	0,1	0,0	6,2
COU-04	180	250	5,618	Pelitt	84,7	14,2	0,5	0,6	0,1	7,0
COU-05	270	250	5,577	Pelitt	83,3	15,5	0,8	0,4	0,0	6,6
COU-06	270	500	5,575	Pelitt	83,2	15,9	0,6	0,3	0,0	6,1
REG9-08	-	-	3,832	Fin sand	43,4	51,8	1,4	1,1	2,2	2,7
Gj. snitt *	-	-	5,611	-	84,5	14,4	0,6	0,4	0,0	6,6
St. avvik *	-	-	0,071	-	2,7	2,4	0,2	0,2	0,0	0,5

\*Eksklusiv regional stasjon.



Figur 3-2: Sedimentsammensetning på stasjonene på Countach og den regionale stasjonen i Region IX, 2021.

### 3.2.2 Kjemisk karakteristikk

Resultatene av analysene av totalt hydrokarboninnhold (THC) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (NPD og 16 EPA-PAH) er oppsummert i Tabell 3-3. Konsentrasjonene er gitt som

gjennomsnittsverdier med tilhørende standard avvik basert på tre replikate målinger på hver stasjon. Årets THC verdier er presentert som histogram i Figur 3-3.

Som vist til i Kap. 3 er sedimentsammensetningen på Countach svært forskjellig fra sedimentene på REG9-08 og regionens LSC-verdier er derfor ikke egnet for å avgjøre om sedimentene er kontaminert eller ikke. Derfor er LSC-verdiene beregnet ut i fra årets innhold av kjemiske parametere på Countach, og bakgrunnsverdiene (Gj.snitt ± sd.), samt LSC-verdi er vist i Tabell 3-3 og Tabell 3-4.

*Tabell 3-3: Gjennomsnittlige konsentrasjoner av hydrokarboner i sedimenter fra Countach, 2021. Alle konsentrasjoner er gitt i mg/kg tørt sediment.*

Stasjon	Retning (grader)	Avstand (m)	THC		NPD		16 EPA-PAH	
			snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.
COU-01	0	250	13,9	2,7	0,052	0,005	0,031	0,003
COU-02	90	250	13,8	0,5	0,056	0,014	0,035	0,003
COU-03	90	500	9,0	3,4	0,082	0,005	0,040	0,009
COU-04	180	250	14,7	0,5	0,067	0,008	0,045	0,002
COU-05	270	250	10,4	5,6	0,096	0,018	0,035	0,005
COU-06	270	500	8,6	2,2	0,109	0,033	0,041	0,011
Bakgrunnsverdier - Gj.snitt ± sd.			11,7	2,7	0,077	0,023	0,038	0,005
<b>LSC</b>			<b>17,7</b>		<b>0,127</b>		<b>0,049</b>	

I sedimentene på Countach varierte innholdet av THC fra 8,6 mg/kg (COU-06) til 14,7 mg/kg (COU-04), hvilket er lavere enn LSC-verdien. Det var heller ikke noe i gasskromatogrammene av sedimentekstrakt fra stasjonene som viste noe annet enn det som er vanlig for uforstyrret sediment.

Innholdet av polysykliske aromatiske hydrokarboner ble bestemt i sedimentene på samtlige stasjoner. Konsentrasjonen av 16 EPA-PAH varierte fra 0,031 mg/kg (COU-01) til 0,045 mg/kg (COU-04), mens innholdet av NPD varierte fra 0,052 mg/kg (COU-01) til 0,109 mg/kg (COU-06).

Innholdet av både THC og 16 EPA-PAH var klart høyere i sedimentene på Countach enn i sedimentene på REG9-08.

Resultatene fra analyse av utvalgte metaller i sedimenter fra Countach er oppsummert i Tabell 3-4. Konsentrasjonene er gitt som gjennomsnittsverdier med tilhørende standard avvik basert på tre replikate målinger på hver stasjon. Årets metallkonsentrasjoner er presentert som histogram i Figur 3-4 og Figur 3-5.

*Tabell 3-4: Gjennomsnittlige konsentrasjoner av utvalgte metaller i sedimenter fra Countach, 2021. Alle konsentrasjoner er gitt i mg/kg tørt sediment.*

Stasjon	As		Ba		Cd		Cr	
	snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.
COU-01	4,84	0,34	82,7	10,1	0,075	0,008	31,2	3,1
COU-02	5,67	1,57	91,2	4,8	0,075	0,003	36,7	3,5
COU-03	4,59	0,70	91,7	3,5	0,078	0,011	36,7	4,9
COU-04	5,20	0,05	87,5	2,9	0,080	0,002	31,6	0,4
COU-05	5,20	0,66	88,9	5,7	0,064	0,009	32,9	1,9
COU-06	4,68	0,15	85,5	6,1	0,065	0,004	31,8	1,7
Gj.snitt ± sd.	5,03	0,40	87,9	3,4	0,073	0,007	33,5	2,6
<b>LSC</b>	<b>5,9</b>		<b>95,5</b>		<b>0,088</b>		<b>39,2</b>	

Tabell 3-4 *forts.*

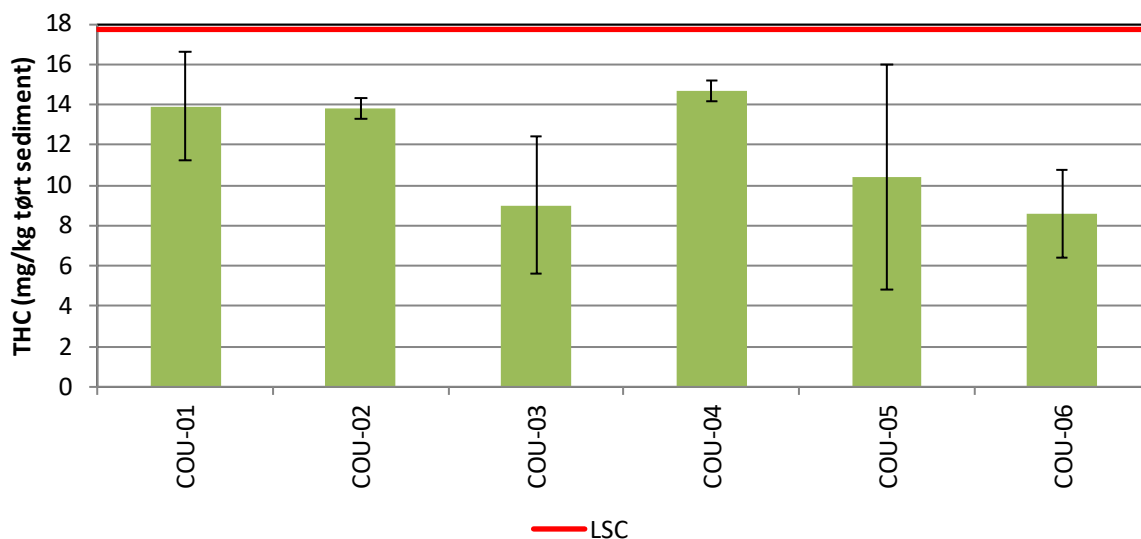
Stasjon	Cu		Hg		Pb		Zn	
	snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.
COU-01	10,2	0,7	0,017	0,003	12,1	1,3	43,7	1,8
COU-02	12,7	1,4	0,022	0,006	12,6	1,7	55,9	3,4
COU-03	12,8	1,8	0,022	0,006	11,9	1,2	54,7	6,0
COU-04	11,6	0,3	0,025	0,005	13,1	0,2	49,6	0,5
COU-05	11,2	0,8	0,027	0,009	13,1	0,9	50,8	3,5
COU-06	11,2	0,8	0,021	0,003	13,0	0,6	48,2	3,6
Gj.snitt ± sd.	11,6	1,0	0,022	0,003	12,6	0,5	50,5	4,4
<b>LSC</b>	<b>13,8</b>		<b>0,030</b>		<b>13,8</b>		<b>60,3</b>	

Arsenkonsentrasjonen i sedimentene på Countach varierte fra 4,6 mg/kg (COU-03) til 5,7 mg/kg (COU-02), kadmium fra 0,064 mg/kg (COU-05) til 0,080 mg/kg (COU-04), krom fra 31,2 mg/kg (COU-01) til 36,7 mg/kg (COU-02 og COU-03), kobber fra 10,2 mg/kg (COU-01) til 12,8 mg/kg (COU-03), bly fra 11,9 mg/kg (COU-03) til 13,1 mg/kg (COU-04 og COU-05), sink fra 43,7 mg/kg (COU-01) til 55,9 mg/kg (COU-02).

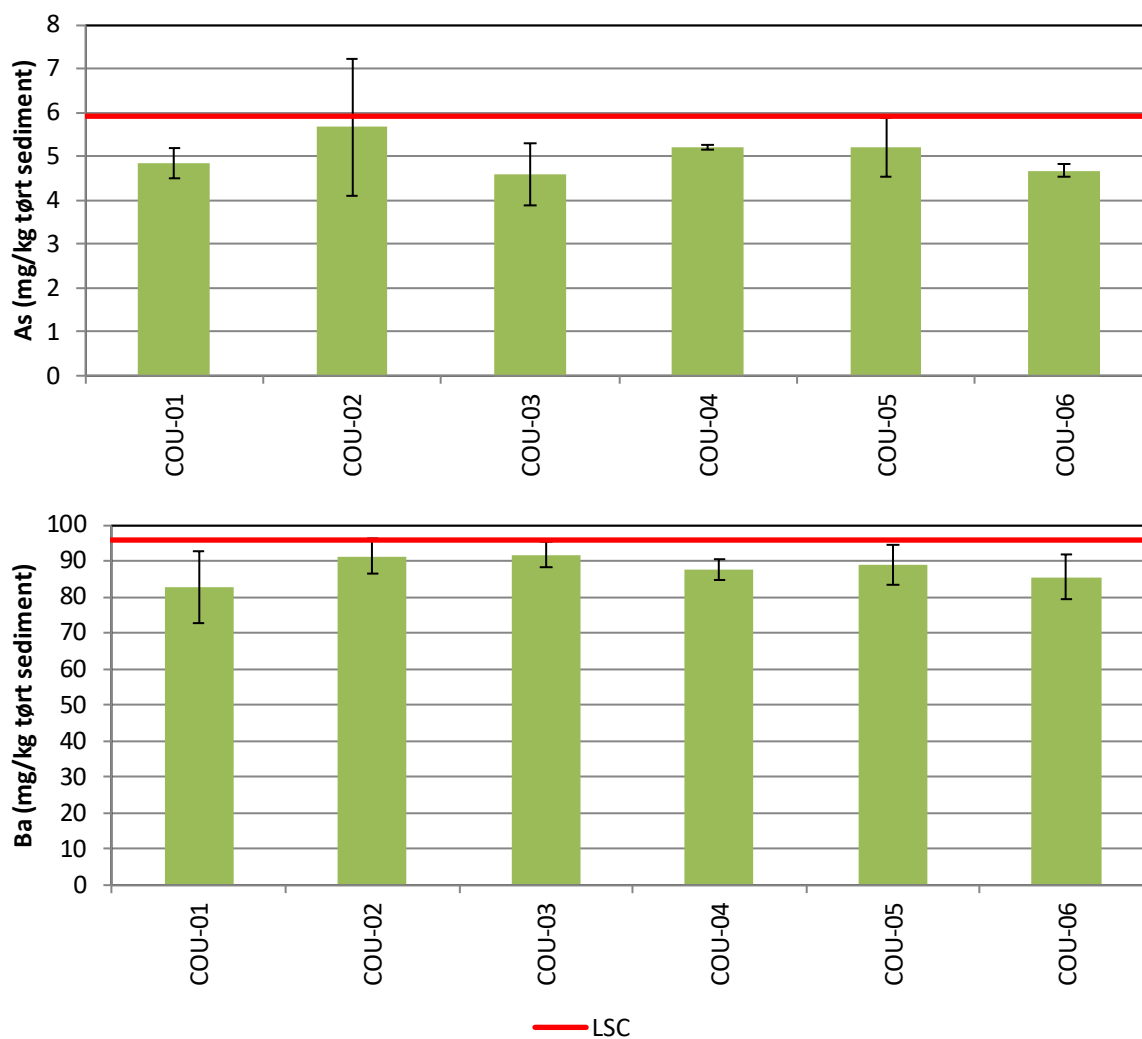
Det var små variasjoner av bariuminnholdet i sedimentene på feltet, og den laveste konsentrasjonen var å finne på COU-01 (83 mg/kg), mens den høyeste konsentrasjonen var å finne på COU-03 (92 mg/kg).

Det var relativt små variasjoner i innholdet av de ulike utvalgte metallene på feltet. Innholdet av arsen, kadmium, krom, kobber, bly og sink i sedimentene på Countach var klart høyere enn i sedimentene på REG9-08.

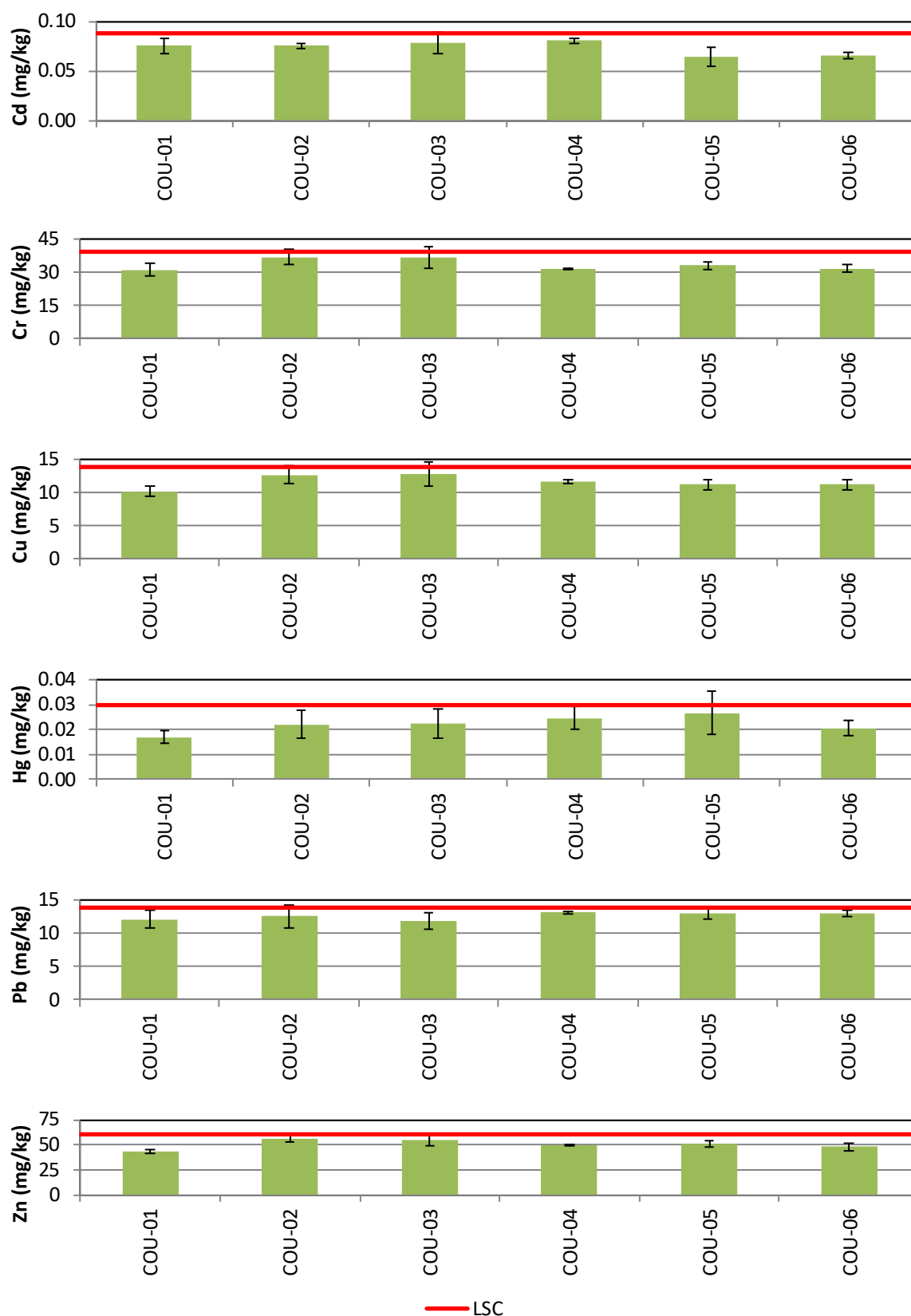
Konsentrasjonen av kvikksølv i sedimentene varierte fra 0,017 mg/kg (COU-01) til 0,027 mg/kg (COU-05).



Figur 3-3: Gjennomsnittlig THC innhold i sedimenter fra Countach, 2021.



Figur 3-4: Gjennomsnittlig innhold av arsen (øverst) og barium (nederst) i sedimenter fra Countach, 2021.



Figur 3-5: Gjennomsnittlig innhold av utvalgte metaller i sedimenter fra Countach, 2021.

### 3.2.3 Biologi karakteristikk

Fordelingen av antall individ og taxa innen de taksonomiske hovedgruppene på feltstasjonene er vist i Tabell 3-5. I årets undersøkelse ble det registrert totalt 3829 individ fordelt på 164 taxa på de seks stasjonene som er med i undersøkelsen (eksklusiv juvenile taxa). Børstemarkene dominerte faunaen med 63 % av antall individ og 44 % av antall taxa som ble registrert på feltet.

Tabell 3-5: Fordelingen av antall individ og antall taxa innen hovedgruppene av fauna på Countach, 2021.

Hovedgrupper av fauna	Individ		Taxa	
	Antall	%	Antall	%
Polychaeta	2413	63,0	72	43,9
Mollusca	878	22,9	42	25,6
Crustacea	246	6,4	36	22,0
Echinodermata	119	3,1	6	3,7
Varia	173	4,5	8	4,9
Total	3829	100	164	100

Antall individ og taxa sammen med utvalgte faunaindekser er vist i Tabell 3-6. Antall individ pr. stasjon varierte fra 491 til 903, antall taxa fra 69 til 93, diversitetsindeksen H' fra 4,7 til 5,3 mens ES<sub>100</sub> varierte fra 33 til 42.

På den regionale stasjonene var antall individ 434, antall taxa 89 og diversiteten 5,7.

Tabell 3-6: Antall individ og taxa og utvalgte faunaindekser for stasjonene på Countach, 2021.

Stasjon	Retning (grader)	Avstand (m)	Ant. individ	Ant. taxa	H'	ES <sub>100</sub>	NSI	ISI <sub>2012</sub>	NQI1
COU-01	0	250	502	92	5,3	42	28,2	12,2	0,84
COU-02	90	250	903	93	4,7	33	27,1	11,6	0,81
COU-03	90	500	491	69	4,9	34	26,0	11,1	0,79
COU-04	180	250	620	82	4,7	35	29,4	11,1	0,79
COU-05	270	250	798	77	4,8	34	27,9	12,7	0,80
COU-06	270	500	515	70	4,9	35	27,7	11,8	0,81
REG9-08	-	-	434	89	5,7	48	26,9	12,1	0,85
Sum *			3829	-	-	-	-	-	-
Gj. snitt *			638	81	4,9	35,5	27,7	11,8	0,81
St. avvik *			174	10	0,2	3,1	1,1	0,6	0,02

\*Eksklusiv regional stasjon.

De ti mest dominante taxa på hver stasjon er vist i Tabell 3-7. Totalt 18 taxa, inklusiv en juvenil gruppe, var blant de mest dominerende taxa på en eller flere feltstasjoner. Disse 18 taxa utgjorde 74 % av det totale antall individ og 11 % av det totale antall taxa som ble registrert på Countach i denne undersøkelsen.

De mest dominerende taxa, eksklusiv juvenile grupper, var børstemarkene *Galathowenia fragilis*, *Clymenura borealis*, *Maldane arctica*, *Myriochele malmgreni/olgae*, *Heteromastus filiformis* og *Paramphionome jeffreysii*. Førstnevnte art var den mest dominante på fem av de seks stasjonene. Unntaket var stasjon COU-02 der *M. arctica* var den mest dominante og *G. fragilis* den nest mest dominante arten.

De ti mest dominerende taxa på hver stasjon utgjorde mellom 56 % (stasjon COU-01) og 69 % (stasjon COU-02) av det totale antall individ registrert på de respektive stasjonene. På den regionale stasjonen var tilsvarende andel 42 %. Her var børstemarken *Spiophanes kroyeri* den mest dominante arten.

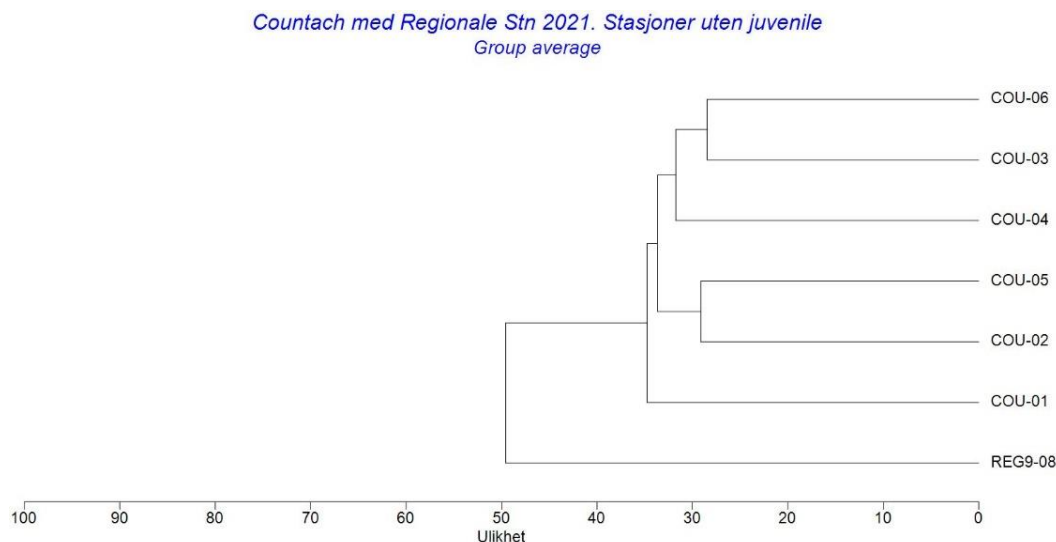
Tabell 3-7: De ti mest dominerende taxa på hver stasjon på Countach, 2021.

COU-01 (0°/250 m) Antall arter på stasjon: 94	Ant. ind.	Kum.	COU-02 (90°/250 m) Antall arter på stasjon: 96	Ant. ind.	Kum.	COU-03 (90°/500 m) Antall arter på stasjon: 72	Ant. ind.	Kum.
Galathowenia fragilis	77	15 %	Maldane arctica	152	17 %	Galathowenia fragilis	64	13 %
Clymenura borealis	37	22 %	Galathowenia fragilis	150	33 %	Spiophanes kroyeri	50	23 %
Myriochele malmgreni/olgae	36	29 %	Heteromastus filiformis	59	39 %	Heteromastus filiformis	39	30 %
Paramphionome jeffreysii	22	33 %	Paramphionome jeffreysii	58	46 %	Paramphionome jeffreysii	38	38 %
Spiophanes kroyeri	22	37 %	Clymenura borealis	50	51 %	Clymenura borealis	31	44 %
Yoldiella lucida	20	41 %	Mendicula pygmaea	38	55 %	Maldane arctica	26	49 %
Dacrydium vitreum	18	44 %	Myriochele malmgreni/olgae	37	59 %	Dacrydium vitreum	22	53 %
Ophiuroidea indet. juv.	18	48 %	Spiophanes kroyeri	35	63 %	Nemertea indet.	18	57 %
Ostracoda indet.	15	51 %	Dacrydium vitreum	19	65 %	Labidoplax buskii	17	60 %
Anobothrus laubieri	13	53 %	Labidoplax buskii	17	67 %	Similipecten greenlandicus	15	63 %
Siphonodentalium lobatum	13	56 %	Yoldiella lucida	17	69 %	Yoldiella lucida	15	66 %
COU-04 (180°/250 m) Antall arter på stasjon: 85	Ant. ind.	Kum.	COU-05 (270°/250 m) Antall arter på stasjon: 80	Ant. ind.	Kum.	COU-06 (270°/500 m) Antall arter på stasjon: 72	Ant. ind.	Kum.
Galathowenia fragilis	175	27 %	Galathowenia fragilis	150	18 %	Galathowenia fragilis	94	18 %
Clymenura borealis	59	36 %	Myriochele malmgreni/olgae	73	27 %	Myriochele malmgreni/olgae	42	26 %
Myriochele malmgreni/olgae	33	41 %	Heteromastus filiformis	63	35 %	Clymenura borealis	29	31 %
Ophiuroidea indet. juv.	32	45 %	Maldane arctica	41	40 %	Dacrydium vitreum	27	36 %
Heteromastus filiformis	28	50 %	Mendicula pygmaea	41	44 %	Paramphionome jeffreysii	25	41 %
Paramphionome jeffreysii	24	53 %	Clymenura borealis	40	49 %	Yoldiella lucida	25	46 %
Dacrydium vitreum	20	56 %	Dacrydium vitreum	28	53 %	Maldane arctica	21	50 %
Abyssoninoe scopa	17	59 %	Labidoplax buskii	26	56 %	Heteromastus filiformis	18	53 %
Labidoplax buskii	16	61 %	Paramphionome jeffreysii	25	59 %	Abyssoninoe scopa	16	56 %
Spiophanes kroyeri	14	63 %	Yoldiella lucida	22	62 %	Labidoplax buskii	15	59 %
REG9-08 Antall arter på stasjon: 90	Ant. ind.	Kum.						
Spiophanes kroyeri	48	11 %						
Galathowenia fragilis	33	18 %						
Amythasides macroglossus	16	22 %						
Labidoplax buskii	16	26 %						
Abyssoninoe scopa	14	29 %						
Notomastus latericeus	14	32 %						
Paramphionome jeffreysii	11	35 %						
Parvicardium minimum	11	37 %						
Thyasira obsoleta	10	39 %						
Urothoe elegans	10	42 %						

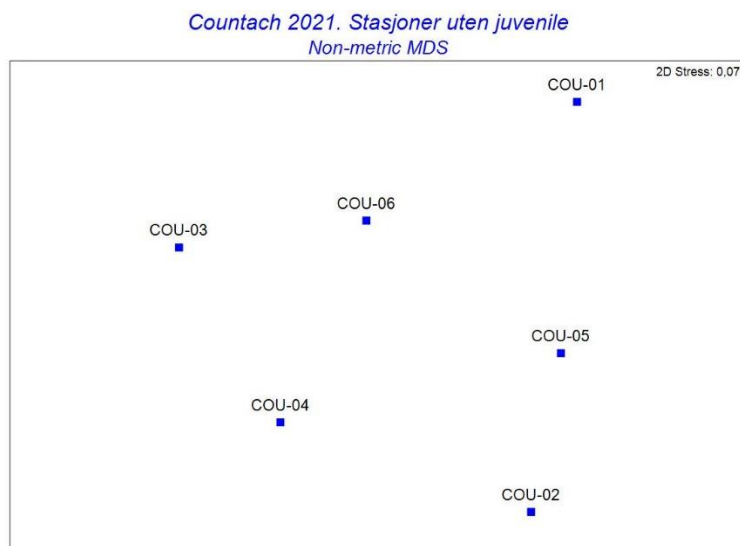
Figur 3-6 viser dendrogrammet fra clusteranalysen som ble utført på stasjonsdata fra Countach og regionale stasjoner, mens 2-D plottet fra MDS-analysen er vist i Figur 3-7.

I clusteranalysen var faunasamfunnene på feltstasjonene mindre enn 36 % ulik og den regionale stasjonen var 50 % feltstasjonene.

På grunn av den store ulikheten mellom den regionale stasjonen og feltstasjonene er MDS-plott vist med bare feltstasjoner. Disse er jevnt fordelt i plottet noe som bekrefter den forholdsvis store likheten mellom stasjonene.



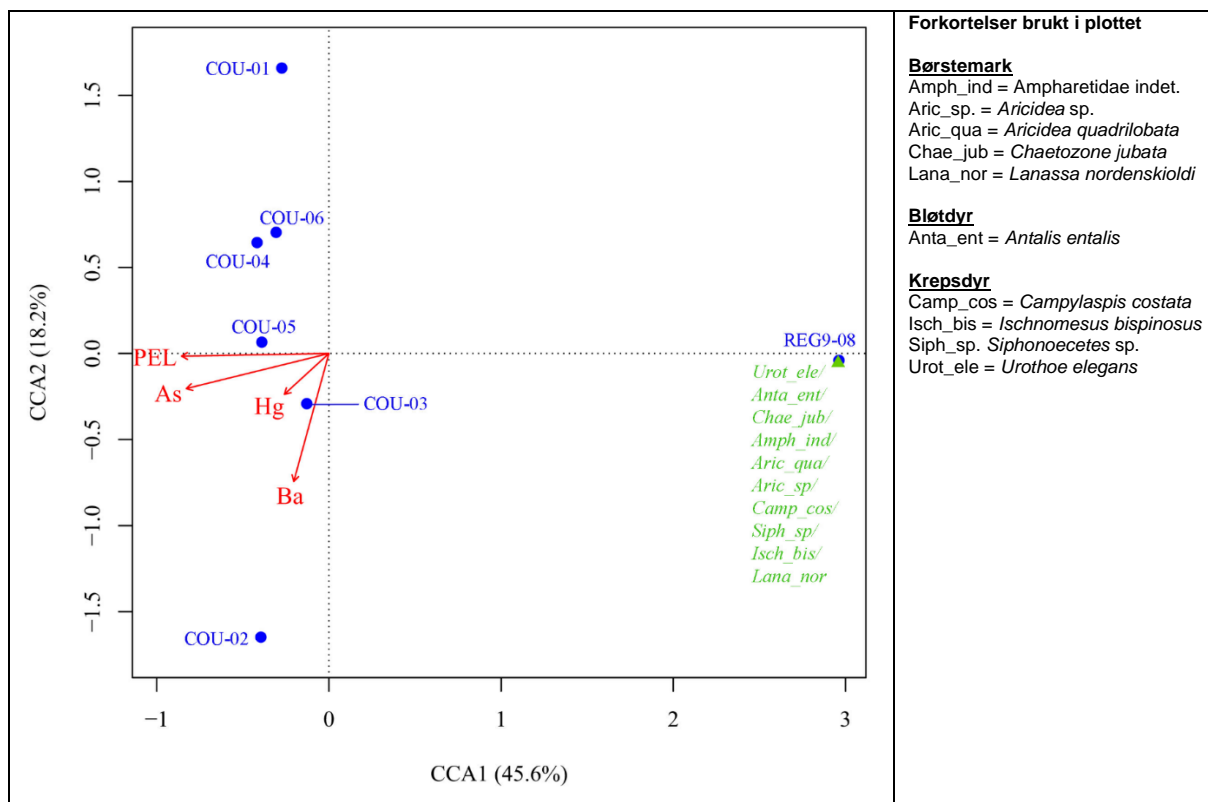
Figur 3-6: Dendrogram (% ulikhet) fra Clusteranalysen basert på stasjonsdata fra Countach og den regionale stasjonen i Region IX, 2021.



Figur 3-7: 2-D plott fra MDS analysen basert på stasjonsdata fra Countach, 2021.

En kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) ble utført med data fra Countach og den regionale stasjonen for å se på sammenhengen mellom de biologiske data og et utvalg av de målte miljøparameterne. Parameterne inkluderte pelitt, As, Hg og Ba. Andre miljøparameter ble ikke tatt inn i CCA-analysene på grunn av for få feltstasjoner for å kjøre en full analyse, og fordi flere av parameterne var korrelerte. Analysen ble gjennomført med log-transformerte miljødata og statistisk signifikans av miljøparameterne ble testet ( $\alpha = 0.05$ ). Figur 3-8 viser plott for stasjoner og arter fra analysen.

81,9% av variasjonen i faunafordelingen ble forklart av de utvalgte miljøparameterne, men ingen av disse var statistisk signifikant. CCA-plottet preges av at den regionale stasjonen REG9-08 hadde avvikende miljøparametere sammenliknet med øvrige stasjoner. Sammenliknet med de ordinære stasjonene hadde denne stasjonen lavere verdier av Md, pelitt, TOC, THC, As, Cd, Cr, Cu, Pb og Zn. Blant feltstasjonene hadde COU-01 de laveste verdiene av TOC (sammen med COU-06), Md, pelitt, Ba, Cr, Cu, Hg og Zn. 63,8 % av variasjonen i dataene ble forklart av akse 1 og 2. Alle de ti artene som var best forklart av modellen forekom kun på stasjon REG9-08.



Figur 3-8: Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) av faunafordelingen på Countach, 2021. Denne 2D-ordinasjonen viser de 10 artene som har variasjonen best forklart av modellen. Røde piler viser miljøparameterne. 63,8 % av variasjonen i dataene ble forklart av akse 1 og 2.

### 3.3 Sammendrag og konklusjon

Stasjonsdybden på Countach varierte fra 404 til 411 m. Sedimentet i området ble karakterisert som pelitt (mengde fin sand var 10,0 – 16,5 %) med liten variasjon i innholdet av pelitt (81,1 – 89,6 %) og TOC (6,1 – 7,4 mg/g).

På den regionale stasjonen karakterisert som fin sand og mengden av pelitt var 43,4 %, fin sand 51,8 % og TOC 2,7 mg/g. Her var sedimentet en god del grovere enn på feltstasjonene og innholdet av organisk karbon lavere.

Sedimentsammensetningen på Countach er svært forskjellig fra den regionale stasjonen. Innholdet av THC, 16 EPA-PAH, arsen, barium, kadmium, krom, kobber, bly og sink er betydelig høyere i sedimentene på Countach enn i sedimentene på REG9-08. LSC-verdien er derfor beregnet ut ifra data fra feltstasjonene på Countach siden dette er en grunnlagsundersøkelse.

Konsentrasjonen av THC varierte fra 8,6 mg/kg (COU-06) til 14,7 mg/kg (COU-04).

Det var små variasjoner av bariuminnholdet i sedimentene på feltet, og konsentrasjonen varierte fra 83 mg/kg (COU-01) til 92 mg/kg (COU-03).

Børstemarkene dominerte faunaen på Countach med 63 % av det totale antall individ og 44 % av det totale antall taxa registrert. Det var stor variasjon i antall individ (491 - 903) og antall taxa (69 - 93) mellom stasjonene mens diversiteten var forholdsvis høy ( $H'$  4,7 – 5,3). På den regionale stasjonen var antall individ 434, antall taxa 89 og diversiteten 5,7.

De multivariate analysene viste store likheter i faunasammensetningen mellom feltstasjonene, mens den var en del forskjellig mellom feltstasjonene og den regionale stasjonen.

I korrespondanseanalysen (CCA) var faunasammensetningen på stasjonene korrelert med mengden av pelitt og enkelte av metallene, men ingen av disse var statistisk signifikant. Nivåene av de aktuelle

metallene i sedimentet på feltstasjonene var lave, men noe høyere enn det som ble registrert på den regionale stasjonen. Det skyldes at sedimentet på sistnevnte stasjon var mye grovere. Variasjonen i faunasammensetningen over regionen ble derfor vurdert å være styrt av naturlige variasjoner.

På bakgrunn av resultatene fra de statistiske analysene som ble utført på data fra Countach, ble stasjonene vurdert å ha uforstyrret fauna. En oppsummering av faunadata er vist i Tabell 3-8.

Tabell 3-8: Avstand til sentrum og faunadata for de undersøkte stasjonene på Countach og regionale stasjoner i Region IX, 2021.

St. nr	Avst. (m)	Statistikk			Ant. individ								
		Ant. ind.	Ant. taxa	H'	Gfr	Cbo	Mar	Mma	Hfi	Pje	Skr	Dvi	Ylu
COU-01	250	502	92	5,3	77	37	2	36	12	22	22	18	20
COU-02	250	903	93	4,7	150	50	152	37	59	58	35	19	17
COU-03	500	491	69	4,9	64	31	26	10	39	38	50	22	15
COU-04	250	620	82	4,7	175	59	3	33	28	24	14	20	13
COU-05	250	798	77	4,8	150	40	41	73	63	25	14	28	22
COU-06	500	515	70	4,9	94	29	21	42	18	25	11	27	25
REG9-08	-	434	89	5,7	33	1	0	4	6	11	48	8	9

Gfr = *Galathowenia fragilis*, Cbo = *Clymenura borealis*, Mar = *Maldane arctica*, Mma = *Myriochele malmgreni/olgae*, Hfi = *Heteromastus filiformis*, Pje = *Paramphionome jeffreysii*, Skr = *Spiophanes kroyeri*, Dvi = *Dacrydium vitreum*, Ylu = *Yoldiella lucida*.

### 3.4 Anbefalinger Countach

Pga de store forskjellene i sedimentsammensetning, faunasammensetning og nivåer av de enkelte miljøparameterne mellom feltstasjonene og den regionale stasjonen som er brukt, anbefales det å finne en mer egnet regional stasjon i neste undersøkelse.

## 4 Snøfonn Nord

### 4.1 Innledning

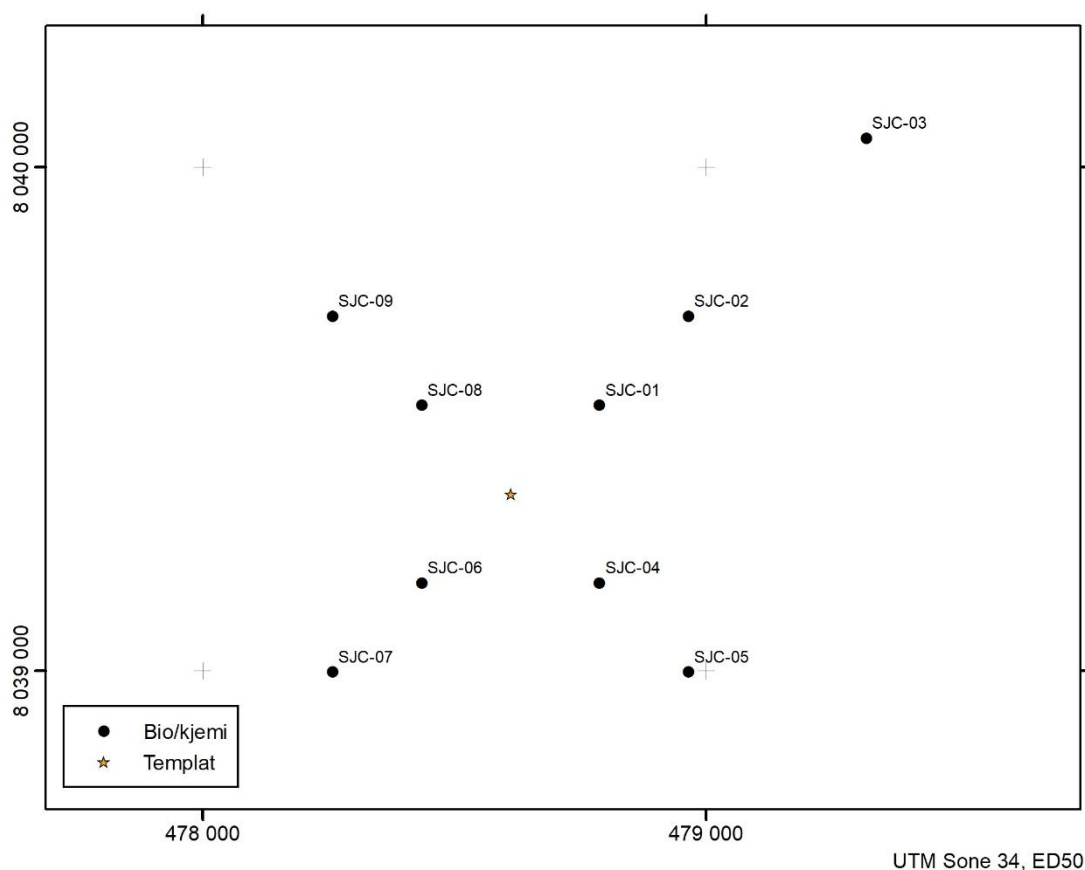
Equinor er operatør på Snøfonn Nord der det ble utført en grunnlagsundersøkelse i 2021. Snøfonn Nord ligger i blokk 7220/8-1 ved Johan Castberg. To regionale stasjoner etablert ved Johan Castberg er også brukt i denne undersøkelsen.

Pga mannskapsskifte på båten, ble det ikke samlet inn prøver fra stasjon SJC-05.

Stasjonsopplysninger for årets undersøkelse er gitt i Tabell 4-1 og stasjonskart for Snøfonn Nord og de regionale stasjonene i Region X er vist i Figur 4-1. Dybden på stasjonene varierte fra 347 til 360 m. På de to regionale stasjonene var dypet 392 og 346 m.

*Tabell 4-1: Stasjonsopplysninger for Snøfonn Nord og regionale stasjoner i Region X, 2021 (ED50, UTM sone 34).*

St. nr.	Dyp	Grader	Avstand (m)	UTM Øst	UTM Nord	Merknad
<b>Sentrum</b>				<b>478612</b>	<b>8039351</b>	-
SJC-01	356	45	250	478789	8039528	Bio/kjemi
SJC-02	360	45	500	478966	8039705	Bio/kjemi
SJC-03	356	45	1000	479319	8040058	Bio/kjemi
SJC-04	359	135	250	478789	8039174	Bio/kjemi
SJC-05	-	135	500	478966	8038997	Utgår
SJC-06	356	225	250	478435	8039174	Bio/kjemi
SJC-07	356	225	500	478258	8038997	Bio/kjemi
SJC-08	357	315	250	478435	8039528	Bio/kjemi
SJC-09	356	315	500	478258	8039705	Bio/kjemi
REG10-05	392	-	-	465833	8046376	Bio/kjemi
REG10-11	346	-	-	482357	8034428	Bio/kjemi



Figur 4-1: Stasjonskart for Snøfonn Nord i Region X, 2021.

## 4.2 Resultater og diskusjon

### 4.2.1 Fysisk karakteristikk

Median kornstørrelse ( $\phi$ ) og mengden av pelitt, fin, medium og grov sand, grus og TOC i sedimentet på hver stasjon er vist i Tabell 4-2 og sedimentsammensetningen på stasjonene er vist i Figur 4-2.

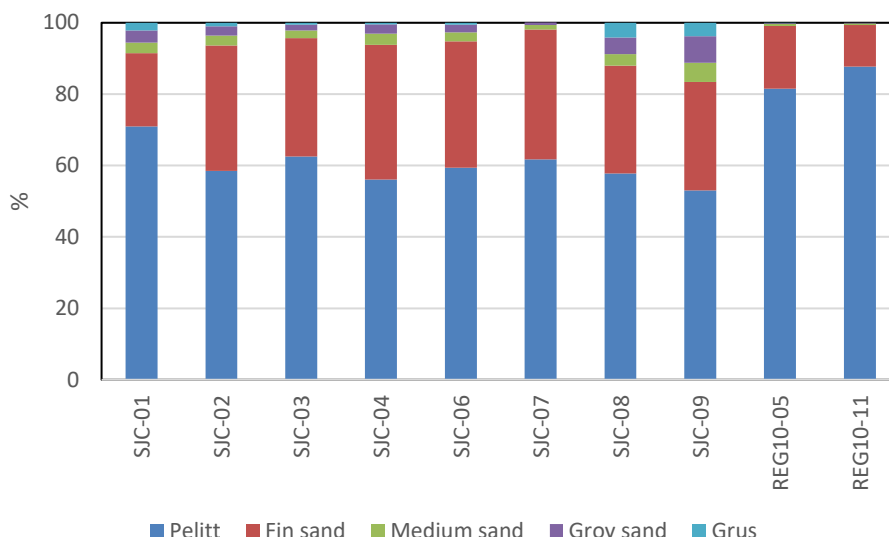
Sedimentet i området ble klassifisert som silt. Mengden av pelitt i sedimentet varierte fra 53,0 (SJC-09) til 70,9 % (SJC-01), fin sand fra 20,5 (SJC-01) til 37,7 % (SJC-04) og TOC fra 5,0 (SJC-03 og -04) til 7,3 mg/g (SJC-01).

På de regionale stasjonene var mengden av pelitt 81,5 og 87,7 %, fin sand 17,6 og 11,7 % og TOC 8,1 og 8,2 mg/g. Mengden av pelitt og TOC var noe høyere på de regionale stasjonene enn på feltstasjonene.

Tabell 4-2: Median kornstørrelse ( $\phi$ ) og mengde (%) av pelitt, fin, medium og grov sand, grus (alle i %) og TOC (mg/g TS) i sedimentet på Snøfonn Nord og regionale stasjoner i Region X, 2021.

Stasjon	Retning (grader)	Avstand (m)	Median	Klassifisering	Pelitt	Fin sand	Medium sand	Grov sand	Grus	TOC
SJC-01	45	250	5,162	Pelitt	70,9	20,5	3,0	3,4	2,2	7,3
SJC-02	45	500	4,564	Pelitt	58,5	35,2	2,8	2,6	1,0	5,9
SJC-03	45	1000	4,785	Pelitt	62,5	33,1	2,2	1,6	0,5	5,0
SJC-04	135	250	4,421	Pelitt	56,1	37,7	3,2	2,6	0,5	5,0
SJC-06	225	250	4,619	Pelitt	59,4	35,3	2,5	2,1	0,6	5,2
SJC-07	225	500	4,743	Pelitt	61,7	36,4	1,3	0,7	0,0	5,2
SJC-08	315	250	4,523	Pelitt	57,8	30,2	3,2	4,7	4,1	6,3
SJC-09	315	500	4,213	Pelitt	53,0	30,4	5,4	7,5	3,8	5,7
REG10-05			5,526	Pelitt	81,5	17,6	0,6	0,2	0,1	8,1
REG10-11			5,698	Pelitt	87,7	11,7	0,4	0,2	0,0	8,2
Gj. snitt *	-	-	4,629	-	60,0	32,3	2,9	3,1	1,6	5,7
St. avvik*	-	-	0,281	-	5,4	5,5	1,2	2,1	1,6	0,8

\*Eksklusiv regionale stasjoner.



Figur 4-2: Sedimentsammensetning på stasjonene på Snøfonn Nord og regionale stasjoner i Region X, 2021.

#### 4.2.2 Kjemisk karakteristikk

Resultatene av analysene av totalt hydrokarboninnhold (THC) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (NPD og 16 EPA-PAH) er oppsummert i Tabell 4-3. Konsentrasjonene er gitt som gjennomsnittsverdier med tilhørende standard avvik basert på tre replikate målinger på hver stasjon, med unntak av SJC-01 hvor det kun ble samlet inn en replikat for analyse av hydrokarboner. Årets THC verdier er presentert som histogram i Figur 4-3.

I sedimentene på Snøfonn Nord varierte innholdet av THC fra 10,5 mg/kg (SJC-04) til 15,6 mg/kg (SJC-09). Maksimumskonsentrasjonen av THC i sedimentene på feltet var like under LSC-verdien (15,7 mg/kg).

Innholdet av 16 EPA-PAH og NPD ble bestemt i sedimentene på samtlige stasjoner. Konsentrasjonen av NPD i sedimentene varierte fra 0,351 mg/kg (SJC-07) til 0,715 mg/kg (SJC-02), mens konsentrasjonen av 16 EPA-PAH varierte fra 0,096 mg/kg (SJC-07) til 0,169 mg/kg (SJC-01). I tillegg

til sedimentene på SJC-02 som hadde et innhold av NPD over LSC-verdien, var dette også tilfelle i sedimentene på SJC-01 (0,628 mg/kg).

*Tabell 4-3: Gjennomsnittlige konsentrasjoner av hydrokarboner i sedimenter fra Snøfonn Nord, 2021. Alle konsentrasjoner er gitt i mg/kg tørt sediment.*

Stasjon	Retning (grader)	Avstand (m)	THC		NPD		16 EPA-PAH	
			snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.
SJC-01	45	250	13,4	-	0,628	-	0,169	-
SJC-02	45	500	15,0	4,6	0,715	0,402	0,118	0,021
SJC-03	45	1000	11,4	0,2	0,402	0,071	0,106	0,014
SJC-04	135	250	10,5	0,2	0,437	0,071	0,115	0,026
SJC-06	225	250	11,1	0,7	0,438	0,034	0,107	0,006
SJC-07	225	500	13,3	3,6	0,351	0,043	0,096	0,011
SJC-08	315	250	15,3	0,3	0,447	0,136	0,127	0,019
SJC-09	315	500	15,6	3,9	0,418	0,072	0,117	0,009
LSC <sub>06-21</sub> RegX			15,7		0,528		0,316	

Resultatene fra analyse av utvalgte metaller i sedimenter fra Snøfonn Nord er oppsummert i Tabell 4-4. Konsentrasjonene er gitt som gjennomsnittsverdier med tilhørende standard avvik basert på tre replikate målinger på hver stasjon. Årets metallkonsentrasjoner er presentert som histogram i Figur 4-4 og Figur 4-5.

*Tabell 4-4: Gjennomsnittlige konsentrasjoner av utvalgte metaller i sedimenter fra Snøfonn Nord, 2021. Alle konsentrasjoner er gitt i mg/kg tørt sediment.*

Stasjon	As		Ba		Cd		Cr	
	snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.
SJC-01	13,7	1,0	139	12	0,099	0,053	24,5	2,3
SJC-02	10,2	1,4	132	13	0,053	0,007	22,6	0,7
SJC-03	9,36	0,92	110	6	0,046	0,008	21,4	0,9
SJC-04	10,7	3,3	137	16	0,068	0,004	22,4	4,3
SJC-06	8,31	0,39	160	19	0,065	0,009	19,5	0,5
SJC-07	7,06	0,69	127	26	0,063	0,016	20,0	1,2
SJC-08	11,3	2,9	185	63	0,064	0,012	22,5	3,0
SJC-09	15,7	2,8	172	8	0,073	0,010	23,0	0,8
LSC <sub>06-21</sub> RegX	11,0		143		0,096		37,1	

Tabell 4-4 *forts.*

Stasjon	Cu		Hg		Pb		Zn	
	snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.	snitt	sd.
SJC-01	12,4	1,5	0,031	0,005	13,5	1,0	44,5	4,7
SJC-02	9,83	0,73	0,031	0,003	12,4	0,2	39,5	2,2
SJC-03	9,40	0,88	0,032	0,002	12,1	1,0	36,7	3,7
SJC-04	10,8	2,2	0,035	0,004	12,9	1,5	40,8	5,4
SJC-06	9,18	0,62	0,027	0,000	12,3	0,4	36,5	1,6
SJC-07	9,12	0,73	0,031	0,001	11,4	1,1	36,9	2,1
SJC-08	11,1	0,8	0,031	0,001	13,9	0,9	44,3	1,9
SJC-09	10,6	0,5	0,035	0,001	17,6	2,0	44,4	2,2
LSC <sub>06-21</sub> RegX	14,4		0,047		18,3		66,1	

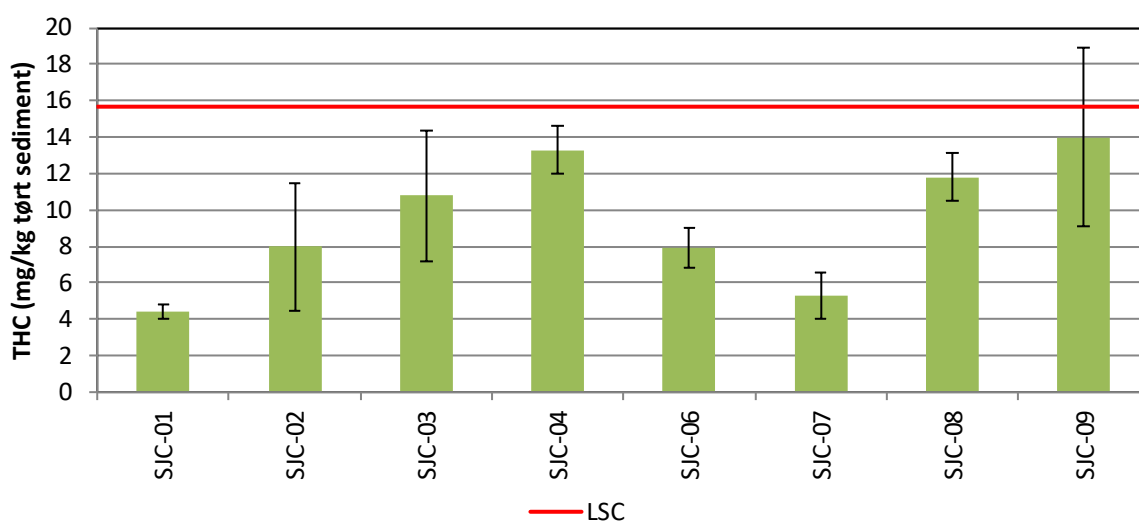
I sedimentene på Snøfonn Nord varierte innholdet av arsen fra 7,1 mg/kg (SJC-07) til 15,7 mg/kg (SJC-09), kadmium fra 0,046 mg/kg (SJC-03) til 0,099 mg/kg (SJC-01), krom fra 19,5 mg/kg (SJC-06)

til 24,5 mg/kg (SJC-01), kobber fra 9,1 mg/kg (SJC-07) til 12,4 mg/kg (SJC-01), bly fra 11,4 mg/kg (SJC-07) til 17,6 mg/kg (SJC-09) og sink fra 36,5 mg/kg (SJC-06) til 44,5 mg/kg (SJC-01).

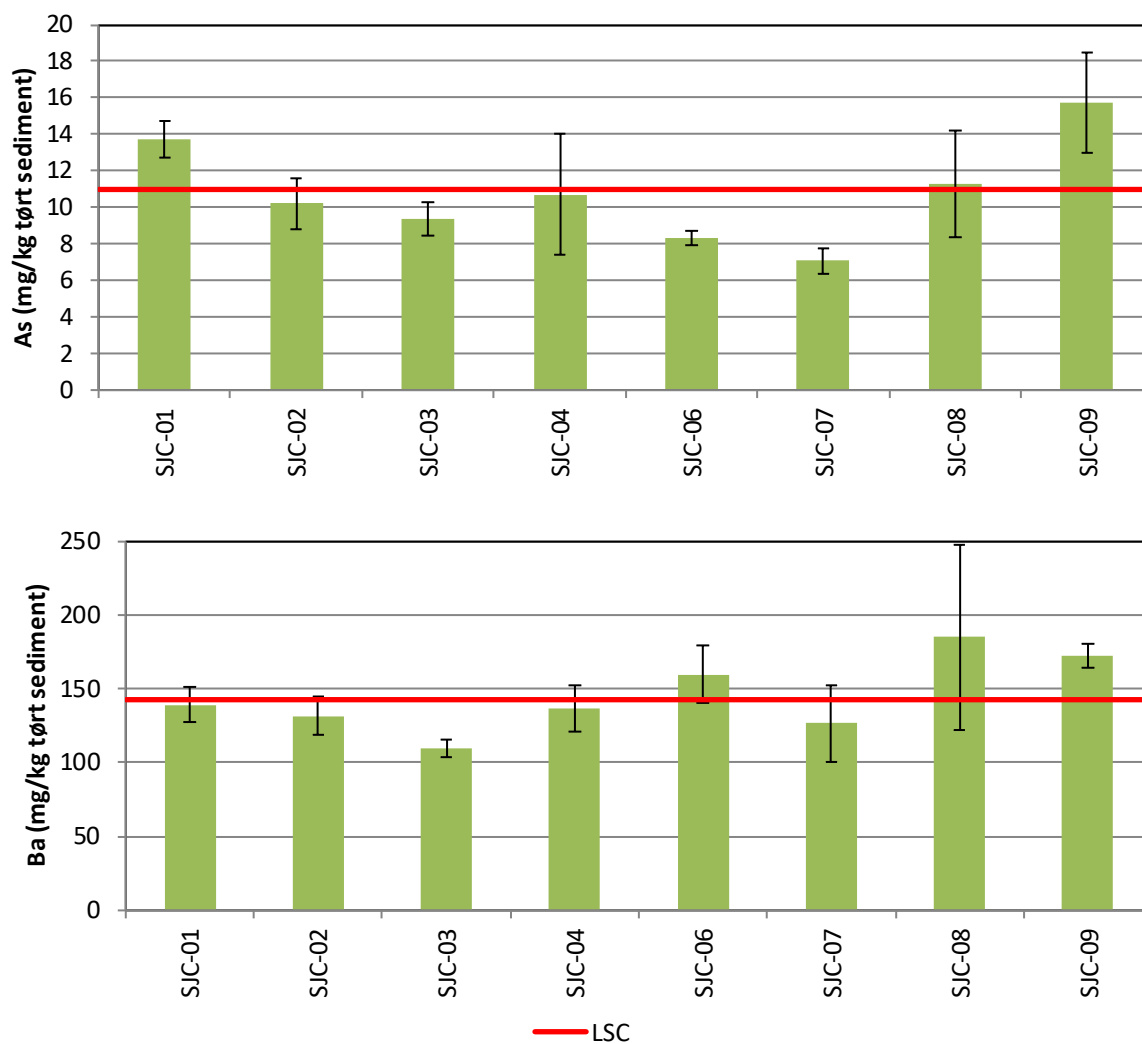
Bariumkonsentrasjonen i sedimentene varierte fra 110 mg/kg (SJC-03) til 185 mg/kg (SJC-08). I sedimentene på tre stasjoner (SJC-03, SJC-09 og SJC-06) var bariuminnholdet over 1xLSC, men ikke over 2xLSC.

For de øvrige metallene var konsentrasjonen i sedimentene generelt under de respektive LSC-verdiene. For arsen var innholdet i sedimentene over LSC-verdien (11,0 mg/kg) på tre stasjoner; SJC-09 (15,7 mg/kg), SJC-01 (13,7 mg/kg) og SJC-08 (11,3 mg/kg). I tillegg til forhøyet verdi av arsen på SJC-01 hadde disse sedimentene også forhøyet innhold av kadmium, da kadmiuminnholdet var like over LSC-verdien.

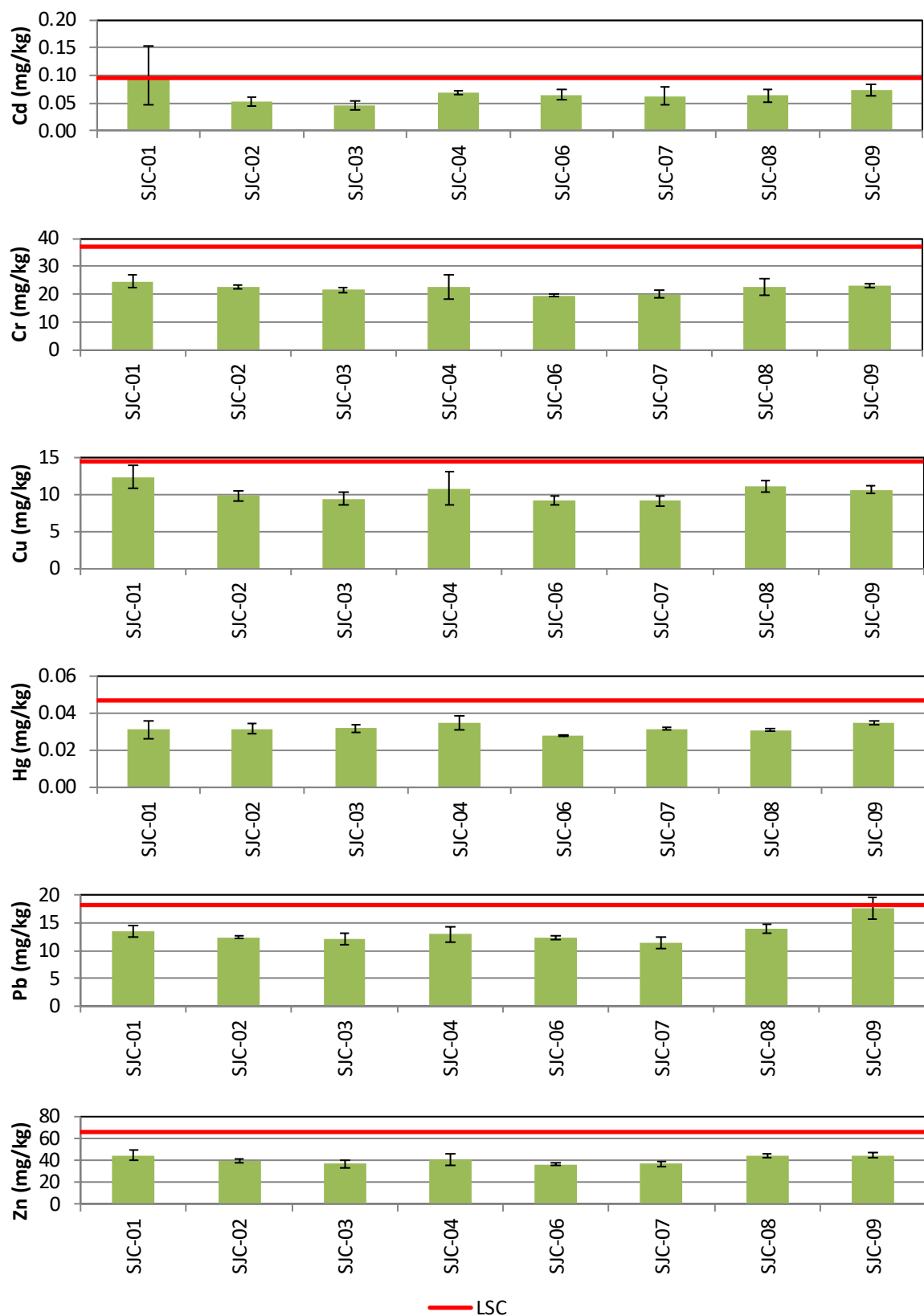
Konsentrasjonen av kvikksølv i sedimentene varierte fra 0,027 mg/kg (SJC-06) til 0,035 mg/kg (SJC-04 og SJC-09).



Figur 4-3: Gjennomsnittlig THC innhold i sedimenter fra Snøfonna Nord, 2021.



Figur 4-4: Gjennomsnittlig innhold av arsen (øverst) og barium (nederst) i sedimenter fra Snøfonn Nord, 2021.



Figur 4-5: Gjennomsnittlig innhold av utvalgte metaller i sedimenter fra Snøfonn Nord, 2021.

### 4.2.3 Biologi karakteristikk

Fordelingen av antall individ og taxa innen de taksonomiske hovedgruppene for feltstasjonene er vist i Tabell 4-5. I årets undersøkelse ble det registrert totalt 3552 individ fordelt på 224 taxa på de åtte stasjonene som er med i undersøkelsen (eksklusiv juvenile taxa). Børstemarkene dominerte faunaen med 54 % av antall individ og 44 % av antall taxa som ble registrert på feltet.

Tabell 4-5: Fordelingen av antall individ og antall taxa innen hovedgruppene av fauna på Snøfonn Nord og regionale stasjoner i Region X, 2021.

Hovedgrupper av fauna	Individ		Taxa	
	Antall	%	Antall	%
Polychaeta	1923	54,1	99	44,2
Mollusca	1092	30,7	53	23,7
Crustacea	289	8,1	54	24,1
Echinodermata	59	1,7	8	3,6
Varia	189	5,3	10	4,5
Total	3552	100	224	100

Antall individ og taxa sammen med utvalgte faunaindekser er vist i Tabell 4-6. Antall individ pr. stasjon varierte fra 342 (SJC-04) til 521 (SJC-09), antall taxa fra 82 (SJC-03) til 107 (SJC-09), diversitetsindeksen H' fra 5,3 til 5,7, mens ES<sub>100</sub> varierte fra 39 til 49.

På de regionale stasjonene var antall individ 452 og 500, antall taxa 74 og 98 og diversiteten 5,3 og 5,6.

Tabell 4-6: Antall individ og taxa og utvalgte faunaindekser for stasjonene på Snøfonn Nord og regionale stasjoner i Region X, 2021.

Stasjon	Retning (grader)	Avstand (m)	Ant. individ	Ant. taxa	H'	ES <sub>100</sub>	NSI	ISI <sub>2012</sub>	NQI1
SJC-01	45	250	376	90	5,6	46	30,5	13,4	0,88
SJC-02	45	500	463	97	5,4	43	28,2	12,2	0,87
SJC-03	45	1000	438	82	5,3	42	27,9	11,3	0,84
SJC-04	135	250	342	91	5,7	49	28,3	12,8	0,88
SJC-06	225	250	486	86	5,4	42	28,2	12,1	0,85
SJC-07	225	500	443	96	5,6	45	27,5	12,8	0,87
SJC-08	315	250	483	91	5,3	39	28,4	12,9	0,87
SJC-09	315	500	521	107	5,3	42	28,5	11,4	0,87
REG10-05	-	-	452	74	5,3	38	27,1	11,8	0,84
REG10-11	-	-	500	98	5,6	44	26,4	11,8	0,84
Sum *			3552	-	-	-	-	-	-
Gj. snitt *			444	92,5	5,5	43,5	28,4	12,4	0,87
St. avvik *			59	7,6	0,2	3,0	0,9	0,8	0,01

\*Eksklusiv regionale stasjoner.

De ti mest dominante taxa på hver stasjon er vist i Tabell 4-7. Totalt 24 taxa, inklusiv to juvenile grupper, var blant de mest dominerende taxa på en eller flere stasjoner. Disse 24 taxa utgjorde 67 % av det totale antall individ og 10 % av det totale antall taxa som ble registrert på Snøfonn Nord i denne undersøkelsen.

De mest dominerende taxa, eksklusiv juvenile grupper, var børstemarkene *Galathowenia fragilis*, *Abyssoninoe scopa* og *Maldane arctica* og muslingene *Bathyporeia pectunculoides* og *Parathyasira dunbari*. Børstemarken *G. fragilis* var blant de tre mest dominante på alle stasjonene, muslingen

*B. pectunculoides*, også blant de mest dominante på alle stasjonene, var den mest dominante arten på fire av stasjonene.

Tabell 4-7: De ti mest dominerende taxa på hver stasjon på Snøfonn Nord og regionale stasjoner i Region X, 2021.

SJC-01 (45°/250 m) Antall arter på stasjon: 93	Ant. ind.	Kum.	SJC-02 (45°/500 m) Antall arter på stasjon: 100	Ant. ind.	Kum.	SJC-03 (45°/1000 m) Antall arter på stasjon: 86	Ant. ind.	Kum.
Galathowenia fragilis	46	11 %	Batharca pectunculoides	39	8 %	Galathowenia fragilis	49	11 %
Ophiuroidea indet. juv.	24	17 %	Galathowenia fragilis	36	15 %	Abyssoninoe scopa	33	18 %
Gnathia sp.	23	23 %	Parathyasira dunbari	33	22 %	Myriochele malmgreni/olgae	26	23 %
Notoproctus sp.	21	28 %	Abyssoninoe scopa	32	28 %	Parathyasira sp.	26	29 %
Dacrydium ockelmanni	19	33 %	Maldane arctica	29	34 %	Heteromastus sp.	21	34 %
Batharca pectunculoides	15	37 %	Dacrydium ockelmanni	19	38 %	Maldane arctica	21	38 %
Bivalvia indet.	14	40 %	Parathyasira sp.	19	42 %	Batharca pectunculoides	19	42 %
Astarte sp.	13	43 %	Clymenura borealis	18	46 %	Paramphinoe jeffreysii	18	46 %
Eucranta villosa	13	47 %	Heteromastus sp.	18	49 %	Clymenura borealis	17	50 %
Clymenura borealis	11	49 %	Ophiuroidea indet. juv.	14	52 %	Astarte sp. juv.	14	53 %
Ophiuroidea indet. ad.	11	52 %				Spiophanes kroyeri	14	56 %
SJC-04 (135°/250 m) Antall arter på stasjon: 95	Ant. ind.	Kum.	SJC-06 (225°/250 m) Antall arter på stasjon: 90	Ant. ind.	Kum.	SJC-07 (225°/500 m) Antall arter på stasjon: 100	Ant. ind.	Kum.
Batharca pectunculoides	25	7 %	Batharca pectunculoides	51	10 %	Abyssoninoe scopa	37	8 %
Abyssoninoe scopa	21	12 %	Galathowenia fragilis	45	19 %	Galathowenia fragilis	36	15 %
Galathowenia fragilis	18	17 %	Abyssoninoe scopa	27	25 %	Maldane arctica	26	21 %
Maldane arctica	16	21 %	Heteromastus sp.	26	30 %	Parathyasira dunbari	26	27 %
Parathyasira dunbari	16	26 %	Maldane arctica	19	34 %	Batharca pectunculoides	21	31 %
Myriochele malmgreni/olgae	15	30 %	Parathyasira dunbari	18	37 %	Heteromastus sp.	18	35 %
Ophiuroidea indet. juv.	14	34 %	Cuspidaria lamellosa	17	41 %	Clymenura borealis	16	38 %
Clymenura borealis	12	37 %	Paramphinoe jeffreysii	15	44 %	Ophiuroidea indet. juv.	14	41 %
Spiophanes kroyeri	12	40 %	Clymenura borealis	14	47 %	Pseudoscalibregma parvum	14	44 %
Astarte sp. juv.	11	43 %	Myriochele malmgreni/olgae	14	49 %	Dacrydium ockelmanni	13	47 %
Dacrydium ockelmanni	11	46 %	Parathyasira sp.	14	52 %	Paramphinoe jeffreysii	13	50 %
			Thyasira obsoleta	14	55 %	Parathyasira sp.	13	52 %
SJC-08 (315°/250 m) Antall arter på stasjon: 95	Ant. ind.	Kum.	SJC-09 (315°/500 m) Antall arter på stasjon: 110	Ant. ind.	Kum.	REG10-05 Antall arter på stasjon: 76	Ant. ind.	Kum.
Batharca pectunculoides	52	10 %	Maldane arctica	75	14 %	Parathyasira dunbari	40	9 %
Dacrydium ockelmanni	35	17 %	Galathowenia fragilis	61	25 %	Abyssoninoe scopa	33	16 %
Galathowenia fragilis	32	23 %	Parathyasira dunbari	39	32 %	Batharca pectunculoides	26	21 %
Abyssoninoe scopa	30	29 %	Batharca pectunculoides	30	37 %	Maldane arctica	25	27 %
Heteromastus sp.	29	35 %	Abyssoninoe scopa	26	42 %	Mendicula pygmaea	23	32 %
Parathyasira dunbari	29	41 %	Heteromastus sp.	25	46 %	Thyasira obsoleta	22	37 %
Maldane arctica	27	46 %	Ophiuroidea indet. juv.	23	51 %	Clymenura borealis	20	41 %
Thyasira obsoleta	26	51 %	Clymenura borealis	17	54 %	Paramphinoe jeffreysii	20	45 %
Mendicula pygmaea	15	54 %	Paramphinoe jeffreysii	15	56 %	Galathowenia fragilis	17	49 %
Parathyasira sp.	14	57 %	Golfingiidae indet.	12	59 %	Heteromastus sp.	15	52 %
						Pseudoscalibregma parvum	15	55 %
REG10-11 Antall arter på stasjon: 101	Ant. ind.	Kum.						
Abyssoninoe scopa	41	8 %						
Notomastus latericeus	36	15 %						
Maldane arctica	33	21 %						
Heteromastus sp.	31	27 %						
Galathowenia fragilis	28	32 %						
Ophiuroidea indet. juv.	27	37 %						
Parathyasira dunbari	23	41 %						
Thyasira obsoleta	19	45 %						
Golfingiidae indet.	18	48 %						
Spiophanes kroyeri	16	51 %						

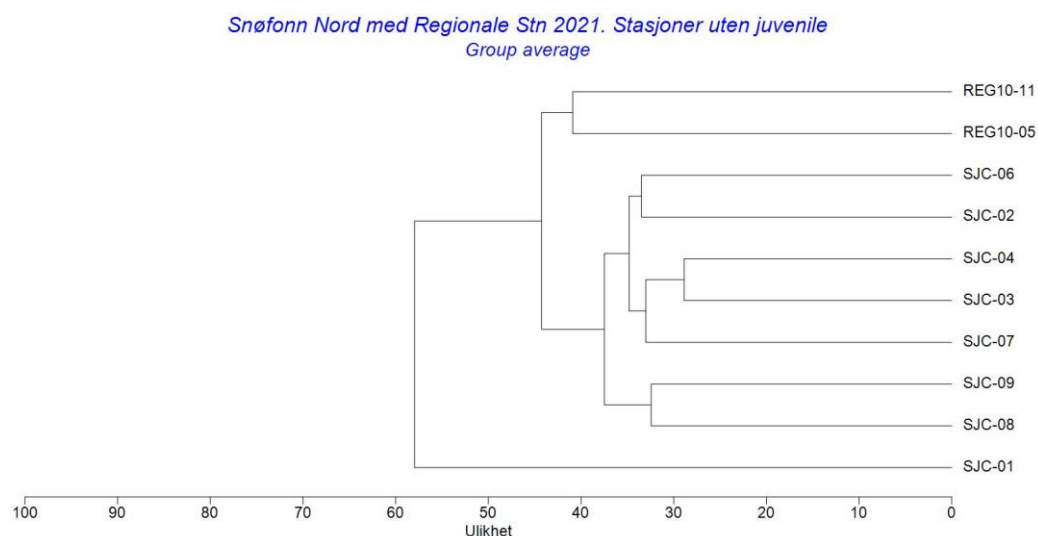
De ti mest dominerende taxa på hver stasjon utgjorde mellom 46 % (stasjon SJC-04) og 59 % (stasjon SJC-09) av det totale antall individ registrert på de respektive stasjonene. På de regionale stasjonene var

den tilsvarende andelen mellom 51 og 55 %. På disse to stasjonene dominerte hhv. muslingen *Parathyasira dunbari* og børstemarken *Abyssoninoe scopa*.

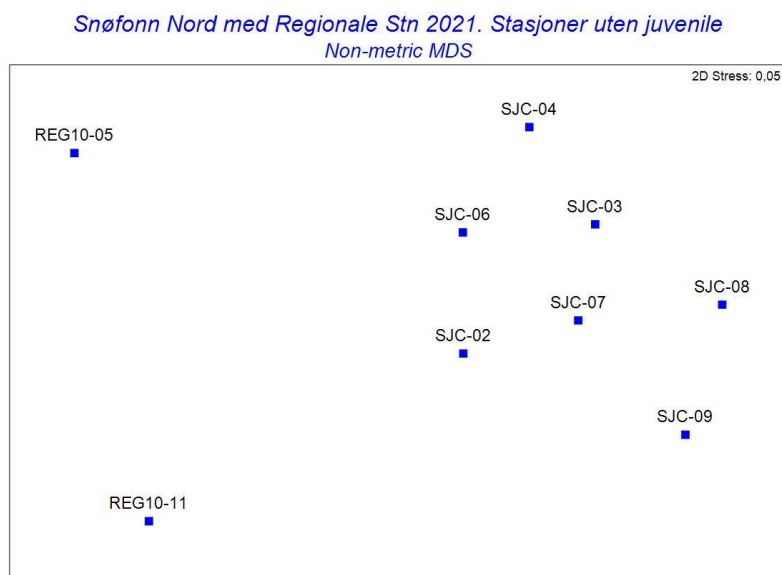
Figur 4-6 viser dendrogrammet fra clusteranalysen som ble utført på stasjonsdata fra Snøfonn Nord og regionale stasjoner, mens 2-D plottet fra MDS analysen med de samme stasjonene unntatt SJC-01 er vist i Figur 4-7.

I clusteranalysen ble stasjon SJC-01 skilt fra de andre stasjonene på 58 % ulikhetsnivå og de regionale stasjonene og resten av feltstasjonene på 45 %. De resterende feltstasjonene ble skilt fra hverandre fra 38 % og lavere.

MDS-plottet, uten SJC-01, støtter opp om resultatet fra clusteranalysen ved at de regionale stasjonene var adskilt fra feltstasjonene. De sistnevnte var jevnt fordelt i høyre del av plottet.



Figur 4-6: Dendrogram (% ulikhet) fra Clusteranalysen basert på stasjonsdata fra Snøfonn Nord og regionale stasjoner i Region X, 2021.

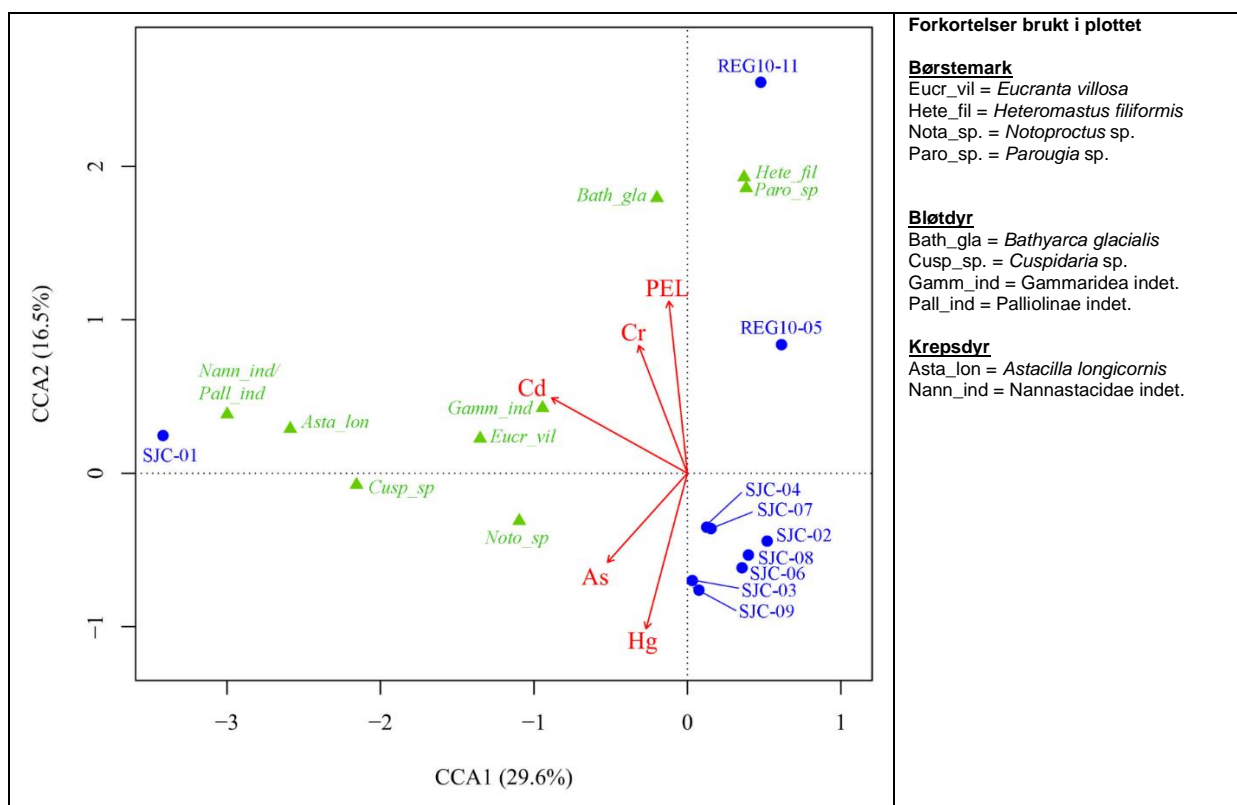


Figur 4-7: 2-D plott fra MDS analysen basert på stasjonsdata fra Snøfonn Nord og regionale stasjoner i Region X, 2021. SJC-01 er ikke med i dette plottet.

En kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) ble utført med data fra Snøfonn Nord og regionale stasjoner for å se på sammenhengen mellom de biologiske data og et utvalg av de målte miljøparametrene. Parameterne inkluderte pelitt, Cr, Cd, As og Hg. Andre miljøparameter ble ikke tatt inn i CCA-analysene

på grunn av for få feltstasjoner for å kjøre en full analyse, og fordi flere miljøparametere var sterkt korrelert. Analysen ble gjennomført med log-transformerte miljødata og statistisk signifikans av miljøparameterne ble testet ( $\alpha = 0.05$ ). Figur 4-8 viser plott for stasjoner og arter fra analysen.

66,3% av variasjonen i faunafordelingen ble forklart av de utvalgte miljøparameterne, men ingen av disse var statistisk signifikante. CCA-plottet preges av at stasjon SJC-01 hadde sterkt avvikende miljøparametere sammenliknet med øvrige stasjoner. Sammenliknet med de andre feltstasjonene hadde denne stasjonen høyere verdier av Md, pelitt, TOC, Cd, Cr, Cu og Zn. De andre feltstasjonene hadde lavere verdier av pelitt, Md og TOC, sammenliknet med de regionale stasjonene. Når man ser bort fra stasjon SJC-01, var det relativt lite variasjon i verdiene av miljøparametere mellom stasjonene. 46,1% av variasjonen i dataene ble forklart av akse 1 og 2. To av de ti artene som var best forklart av modellen forekom kun på stasjon SJC-01.



Figur 4-8: Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) av faunafordelingen på Snøfonn Nord, 2021. Denne 2D-ordinasjonen viser de 10 artene som har variasjonen best forklart av modellen. Røde piler viser miljøparameterne. 46,1% av variasjonen i dataene ble forklart av akse 1 og 2.

### 4.3 Sammendrag og konklusjon

Stasjonsdybden på Snøfonn Nord varierte fra 356 til 360 m. Sedimentet i området ble karakterisert som pelitt (mengde fin sand var 20,5 – 37,7 %) med stor variasjon i innholdet av pelitt (53,0 – 70,9 %) og TOC (5,0 – 7,3 mg/g).

I sedimentene på Snøfonn Nord varierte innholdet av THC fra 10,5 mg/kg (SJC-04) til 15,6 mg/kg (SJC-09), og sedimentene var dermed ikke kontaminert med hensyn på THC. I sedimentene på SJC-02 og SJC-01 var det forhøyet innhold av NPD hvor konsentrasjonen var henholdsvis 0,715 mg/kg og 0,628 mg/kg.

Bariumkonsentrasjonen i sedimentene varierte fra 110 mg/kg (SJC-03) til 185 mg/kg (SJC-08), hvilket var under 2xLSC-verdien for samtlige stasjoner.

For de øvrige metallene var innholdet generelt under de respektive LSC-verdiene, men i sedimentene på tre stasjoner var innholdet av arsen over LSC-verdien. I sedimentene på SJC-01 som hadde det høyeste innholdet av pelitt og TOC var det forhøyet innhold av NPD, arsen og kadmium.

Børstemarkene dominerte faunaen med 54 % av antall individ og 44 % av antall taxa som ble registrert på feltet. Det var en del variasjon i antall individ (342 - 521) og antall taxa (82 - 107) mellom stasjonene, men diversiteten var høy ( $H' 5,3 - 5,7$ ).

De multivariate analysene viste store forskjeller i faunasammensetningen mellom stasjon SJC-01 og de andre stasjonene. I korrespondanseanalysen (CCA) var faunasammensetningen på stasjonene korrelert med mengden av de brukte miljøparametrene i sedimentet, men ingen av disse var statistisk signifikant.

På bakgrunn av resultatene fra de statistiske analysene som ble utført på data fra Snøfonn Nord, ble stasjonene vurdert å ha uforstyrret fauna. En oppsummering av faunadata er vist i Tabell 4-8.

Tre av de mest dominante taxa på feltstasjonene manglet helt på SJC-01. Dette antas å være et resultat av det ikke ble tilsatt borax i prøvene under feltarbeidet.

Tabell 4-8: Avstand til sentrum og faunadata for de undersøkte stasjonene på Snøfonn Nord og regionale stasjoner i Region X, 2021.

St. nr	Avst. (m)	Statistikk			Ant. individ								
		Ant. ind.	Ant. taxa	H'	Gfr	Bpe	Asc	Mar	Pdu	Hsp	Doc	Cbo	Mma
SJC-01	250	376	90	5,6	46	15	10	0	0	0	19	11	5
SJC-02	500	463	97	5,4	36	39	32	29	33	18	19	18	7
SJC-03	1000	438	82	5,3	49	19	33	21	4	21	4	17	26
SJC-04	250	342	91	5,7	18	25	21	16	16	7	11	12	15
SJC-06	250	486	86	5,4	45	51	27	19	18	26	11	14	14
SJC-07	500	443	96	5,6	36	21	37	26	26	18	13	16	9
SJC-08	250	483	91	5,3	32	52	30	27	29	29	35	4	12
SJC-09	500	521	107	5,3	61	30	26	75	39	25	3	17	10
REG10-05	-	452	74	5,3	17	26	33	25	40	15	1	20	8
REG10-10	-	500	98	5,6	28	4	41	33	23	31	2	2	6

Gfr = *Galathowenia fragilis*, Bpe = *Bathyarca pectunculoides*, Asc = *Abyssoninoe scopia*, Mar = *Maldane arctica*, Pdu = *Parathysira dunbari*, Hsp = *Heteromastus* sp., Doc = *Dacrydium ockelmanni*, Cbo = *Clymenura borealis*, Mma = *Myriochele malmgreni/olgae*.

## 5 Referanser

---

- BALE, A.J. & A.J. KENNY**, 2005. Sediment analysis and seabed characterisation. In: Eleftheriou, A.; McIntyre, A.D. *“Methods for the study of marine benthos”*. 3rd edition. Blackwell Science. Oxford, UK. ISBN 0-632-05488-3. pp. 43-86.
- BRAY, J.R. & J.T. CURTIS**, 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol. Monogr., 27:325-349.
- DIN 19539:2016**: Investigation of solids – Temperature-dependent differentiation of total carbon (TOC<sub>400</sub>, ROC, TIC<sub>900</sub>).
- DIREKTORATGRUPPEN**, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018 – rev 2020.
- EPA Method 200.8**: Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by ICP-MS.
- ISO 17294-1**: Water quality – Application of inductively coupled mass spectrometry (ICP-MS). Part 1: General guidelines.
- ISO 17294-1**: Water quality – Application of inductively coupled mass spectrometry (ICP-MS). Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes.
- MANNVIK, H.-P.**, 2021. Overvåknings- og grunnlagsundersøkelser Dypt vann, 2021. Sediment- og visuelle undersøkelser. Innsamlingsprogram. APn-rapport 62535.01. 37 s.
- MCARTHUR, R.H. & J.W. MCARTHUR**, 1961. On bird species diversity. Ecology, 42:594-598.
- MILJØDIREKTORATET, 2015** (revidert 2021). Miljøovervåking av petroleumsvirksomheten til havs. M-300.
- PALERUD, R.**, 2021. Grunnlagsundersøkelser, sedimentovervåking dypt vann og visuell undersøkelser i Region V, VI, VII, IX og X, 2021. 06 april – 04. mai 2021. Akvaplan-niva-rapport 62535.02. 42 s.
- SRM1941b**; Standard Reference Material 1941b, Organics in Marine Sediment, Certificate of Analysis, National Institute of Standards & Technology (2016), Carlos A. Gonzales, Chief Chemical Sciences Division, Gaithersburg, MD 20899.

## Forkortelser

---

As	Arsen
Ba	Barium
CA	Korrespondanseanalyse
CCA	Kanonisk korrespondanse analyser
Cd	Kadmium
Cr	Krom
Cu	Kopper
EPA	Environmental Protection Agency (United States)
16 EPA	Sum av utvalgte polysykliske aromatiske hydrokarboner som spesifisert av EPA SW-86 Metode 8310 (1986)
ES <sub>100</sub>	Forventet antall taxa pr. 100 individ
GC/FID	Gasskromatografi med flammeionisasjonsdetektor
GC/MSD	Gasskromatografi med masseselektiv detektor
H'	Shannon-Wiener diversitet
He	Helium
Hg	Kvikksølv
ICP-SFMS	Induktiv koplet plasma sektorfelt massespektrometri
LOD	Deteksjonsgrense
LOQ	Kvantifiseringsgrense
LSC	Grense for signifikant kontaminering (Limit of Significant Contamination)
MDS	Multidimensional skalering
MOD	Miljøovervåkingdatabase
na	Ikke analysert
NPD	Nafthalen, Fenathren/Antracen, Dibenzotiofen and deres C <sub>1</sub> -C <sub>3</sub> alkylhomologer
PAH	Polysykliske aromatiske hydrokarboner, inkluderer NPD's and 16 EPA-PAH
PCA	Principal Componente Analysis
Pb	Bly
sd.	Standardavvik
THC	Total hydrokarboninnhold
TOC	Total organisk karbon
UCM	Unresolved Complex Mixture
Zn	Sink

# Vedlegg - Kvalitetssikring sedimentanalyser

---

## Kvalitetssikring

### *Generelt*

Akvaplan-niva er akkreditert av Norsk Akkreditering med TEST 079 i hht. NS-EN ISO/IEC 17025 (2017). ALS Laboratory Group Norway AS/ALS Scandinavia AB, med registreringsnummer 2030, er et prøvingslaboratorium akkreditert av Swedac.

Akvaplan-niva AS, med TEST 079, er et prøvingslaboratorium akkreditert av Norsk Akkreditering. ALS Laboratory Group Norway, med TEST 125, er et prøvingslaboratorium akkreditert av Norsk, mens ALS Scandinavia AB er et prøvingslaboratorium akkreditert av Swedac med akkrediteringsnummer 2030.

Prosedyrene for feltarbeid, analyser av alle prøver, statistiske analyser og vurdering og fortolkning av resultatene er akkreditert.

Akvaplan-niva utførte de biologiske analysene, hydrokarbonanalysene og analysene av totalt organisk karbon (TOC) og kornstørrelse. ALS Scandinavia utførte metallanalysene.

Under utførelsen av prosjektet hadde Akvaplan-niva fullt ansvar for:

- koordinering og gjennomføring av feltarbeidet
- behandling og analyser av alle biologiske og kjemiske prøver
- databearbeiding og analyser
- rapportering

## Kvalitetssikringsprosedyrer og kontroller

### Kornfordeling

#### *Vaskeprosedyrer*

Alt glassutstyr benyttet til kornfordelingsanalyser var rengjort i henhold til laboratoriets rutiner før bruk. Sikter benyttet til våtsikting (maskevidde 0.063 mm) ble grundig rengjort i ultralydbad mellom hver prøve. Sikter benyttet til tørrsikting ble blåst rene mellom hver prøve. Alle sikter med maskevidde finere enn 0.5 mm ble daglig rengjort i ultralydbad.

#### *Kvalitetssikringsprøver*

En støpesand med kornstørrelse 0-4 mm ble splittet ned til enheter på 90 gram, som benyttes som kontrollprøve ("Husstandard") ved kornfordelingsanalyser. Kontrollprøven ble analysert med jevne intervaller i analyseprogrammet.

Sporbarheten for sikter som benyttes ved kornfordelingsanalyse av reelle prøver – arbeidssikter – verifiseres ved å utføre analyser av kontrollprøver samtidig både med arbeidssiktene og et sett av sertifiserte kontrollsikter. Kontrollsiktene er på forhånd kontrollert ved analyse av fire ulike sertifiserte referansematerialer, levert av Community Bureau of Reference (BCR):

- BCR 132 (1,4 mm – 5,3 mm)
- BCR 131 (500 µm – 2000 µm)
- BCR 68 (160 µm – 650 µm)
- BCR 130 (40 µm – 250 µm)

#### *Nøyaktighet og reproduserbarhet*

Nøyaktigheten av kornfordelingsanalysen er bestemt ved å sammenligne egne resultater med resultater fra fire eksterne laboratorier. Resultatene er gitt i Tabell 1.

Tabell 1: Resultater fra kornfordelingsanalyse av kontrollsand

	Akvaplan-niva-resultat		Eksterne laboratorier (gjennomsnitt fra fem laboratorier)
Partikkelstørrelse, mm	Fraksjoner vekt%	Usikkerhet $\pm 2 \times \text{stdev}$ (vekt%)	Fraksjoner vekt%
< 0,063	4,9	1,1	$4,6 \pm 0,6$
0,063 – 0,125	4,8	0,42	$4,8 \pm 0,27$
0,125 – 0,25	11,1	0,68	$10,9 \pm 0,84$
0,25 – 0,5	20,9	0,88	$20,6 \pm 0,67$
0,5 – 1	23,7	0,68	$24,6 \pm 1,1$
1 – 2	20,6	1,1	$21,4 \pm 1,8$
>2	14,1	1,7	$13,0 \pm 2,2$

Laboratoriet deltar jevnlig i internasjonale sammenlignende laboratorieprøvinger (SLP) for våtsikting av sedimenter (fraksjon vekt% større enn 0,063 mm og mindre enn 0,063 mm). Kommersielt tilgjengelige SLP har for full kornfordelingsanalyse er ikke funnet.

## TOC-analyse

### Kvalitetssikringsprøver

Kvalitetssikringsprøver er innarbeidet med jevne intervaller i analyseprogrammet. Flere standard referansesedimenter med referanseinnhold av organisk karbon, er opparbeidet og analysert ved samme prosedyre som sedimentene i det undersøkte området.

### Nøyaktighet og reproduserbarhet

Nøyaktigheten for analyse av TOC i sediment er funnet ved måling av en serie prøver av referanse-sedimenter og kontrollsedimenter fra SLP-arrangører, med ulike nivå av TOC-innhold. Nøyaktigheten er gitt ved grad av overensstemmelse mellom analyseresultat og sann verdi. Referanseverdien for TOC i SL-prøven ISE 860 er innenfor laboratoriets egen måleusikkerhet, vist i Tabell 2.

Tabell 2: Bestemmelse av TOC i ISE 860 og analyseresultat fra andre Wepal ISE og Quasimeme ringtester.

Referanse-/kontroll-sediment	Referanse-verdi	Måle-usikkerhet	Snitt TOC, egne analyser	St.dev egne analyser	Antall målinger utført	Relativ måle-usikkerhet*
Enhet	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	n	%
ISE 860	31,3	4,5	31	2,5	25	10
2021-3 ISE 849	18	2,8	18	1,8		
2021-3 ISE 854	53	6,6	49	4,9		
2021-2 Quasimeme - 111MS	19	0,26	18	0,4		
2021-2 Quasimeme - 112MS	38	0,5	38	0,8		

\* Relativ måleusikkerhet for TOC; 10 %RSD for måleområdet 0,32 – 100 g/kg TS

Laboratoriet deltar jevnlig i internasjonale sammenlignende laboratorieprøvinger med hensyn på analyse av TOC i sedimenter.

## Hydrokarbonanalyser

### *Kjemikalier*

Følgende kjemikalier fra Merck ble rutinemessig benyttet i opparbeidingsprosedyren: *n*-Pentan Uvasol, Isooktan Uvasol, Aceton Emsure og Diklormetan Emsure. Til ekstraksjon på ASE350 ble Heksan Supratrace og Diklormetan fra VWR benyttet.

Ved ekstrahering i ASE-350 ble Nitrogen 5.0 benyttet som trykkmedium. For analyser i GC-FID ble gasser fra PEAK gassdetektorer benyttet (Hydrogen og Nitrogen), mens GCMS-analysen ble utført med Helium 5.0 som bæregass.

Deutererte polyaromatiske hydrokarboner er en ferdig blanding i løsning (200 µg/ml i sykloheksan), fra Chiron, Trondheim: Naftalen-d8, Acenaftylene-d8, Fenantren-d10, Pyren-d10, Krysen-d12, Benzo(a)pyren-d12, Dibenz(a,h)antracen-d14.

I tillegg til at det kun ble benyttet høyrensede kjemikalier, ble blindprøver opparbeidet med regelmessige intervaller som en kontroll av at det ikke er interferenser i den totale analytiske prosedyren.

### *Vaskeprosedyrer*

Stålsylindere til ekstraksjonsceller ble vasket med såpe og vann, deretter skylt i Diklormetan Emsure og lufttørket. Løkk til topp og bunn ble først børstet rene for partikler, og deretter lagt i Aceton p.a. før lufttørking.

Prøveglass for ekstrakter ble maskinvasket med såpe og vann, deretter skylt og brent ved 450 °C i minimum 4 timer.

### *Kvalitetssikringsprøver*

Kvalitetssikringsprøver er innarbeidet med jevne intervaller i analyseprogrammet. Dette inkluderer blindprøver og egne standardsediment for både 16 EPA-PAH og for NPD, som er opparbeidet og analysert ved samme prosedyre som sedimentene i det undersøkte området.

### *Nøyaktighet og reproduserbarhet*

Gjenvinningen på ekstraksjon av hydrokarboner fra sediment ble undersøkt ved å tilsette en sertifisert THC-løsning til et ikke-kontaminert sandholdig Nordsjøsediment, til en konsentrasjon på 1 mg THC per kg tørt sediment. Gjenvinningen av THC var 109 %. Reproduserbarheten på THC analysene er sjekket jevnlig under hele opparbeidingsperioden ved å ekstrahere og analysere THC i en uniform sedimentprøve (kontrollprøve) med regulære intervaller. Reproduserbarheten på THC analysene over det siste året er  $70 \pm 7,8$  mg/kg (22,3 % RSD). Detektorresponsen på GC/FID ble sjekket jevnlig ved hjelp av løsninger med kjente konsentrasjoner av den eksterne standardoljen.

Nøyaktigheten på analysene av polysykliske aromatiske forbindelser (PAH) er bestemt ved å analysere et kontrollsediment (fra SLP-leverandør Wepal/Quasimeme) med referansemengder av de fleste 2-6-ringforbindelsene som inngår i analysene. Nøyaktigheten er gitt i Tabell 3. Reproduserbarheten på PAH analysene er sjekket jevnlig under hele opparbeidingsperioden ved å ekstrahere og analysere PAH i et referansesediment fra Wepal/Setoc med regulære intervaller. For alkylerte PAH-forbindelser ble reproduserbarheten bestemt ved analyse av et eget referansesediment fra SLP.

Laboratoriet deltar jevnlig i internasjonale sammenlignende laboratorieprøvinger med hensyn på analyse av THC og PAH i marine sedimenter.

Tabell 3: Resultater fra GC/MSD analyse av SLP-sediment

PAH- forbindelse	Referanseverdi Quasimeme QPH111MS		Akvaplan-niva-resultat QPH111MS	
	µg/kg	± st.dev (µg/kg)	µg/kg	Måleusikkerhet ±2 x st.dev**(µg/kg)
Acenaphthene	1,80	0,32	1,68	1,0
Acenaphthylene	1,69	0,42	1,64	0,9
Antracene	3,89	0,69	3,87	2,2
Benzo(a)anthracene	19,3	2,80	20,3	5,6
Benzo(a)pyrene	24,7	3,60	21,5	4,6
Benzo(b)fluoranthene	84,6	14,0	46,1	25,4
Benzo(ghi)perylene	85,3	12,5	69,3	27,5
Benzo(k)fluoranthene	34,1	5,10	18,2	9,8
Chrysene	21,8	3,00	24,6	11,3
Dibenzo(a,h)anthracene	17,1	2,50	14,5	2,1
FLuoranthene	39	5,30	36,8	17,4
Dibenzothiophene	3,75	0,71	3,52	1,1
Fluorene	5,44	0,90	3,85	1,8
Indeno(1,2,3-cd) pyrene	107	15,0	80,9	10,7
Naphthalene	18,6	3,50	18,3	8,2
Phenanthrene	34,9	5,40	31,7	8,6
Pyrene	29,5	4,00	27,7	10,3

\*\*) Usikkerhet tilknyttet konsentrasjonene er uttrykt som 95 % konfidensintervall (2 standard avvik).

#### Måleusikkerhet

Analysekvaliteten ble ytterligere undersøkt ved bestemmelse av deteksjonsgrensen (LOD) og kvantifiseringsgrensen (LOQ). LOD og LOQ for THC, PAH-NPD og metaller er gitt i hovedrapport. Ved statistikk blir verdier under LOQ satt til halvparten av LOQ.

Måleusikkerhet, beregnet som 2 standardavvik for en serie av kontrollanalyser, for THC, PAH-NPD og metaller er gitt i Tabell 4. Måleusikkerhet for THC er basert på analyse av kontrollsediment 766 fra SLP-leverandøren Wepal/Setoc i Nederland. I sammenlignende laboratorie-prøvinger (SLP) fra denne leverandøren har resultater for THC-analyse (Mineral Oil, GC) oftest et standardavvik på 15 – 40 % av måleresultatet. Dette vil tilsvare en måleusikkerhet på 30 -80 % RSD.

Tabell 4: Måleusikkerhet bestemt ved analyse av referanse- eller kontrollsediment K766 (Wepal/Setoc). Måleusikkerheten er gitt som %RSD, uttrykt som  $\pm 2 \times$  standardavviket.

	<b>Måleusikkerhet</b>
	%RSD
<b>THC</b>	22
<b>PAH-NPD</b>	
Naphtalene	45
C1-Naphtalene	21
C2- Naphtalene	32
C3- Naphtalene	10
Phenantrene	10
Anthracene	20
C1-Phenantrene/Anthracene	44
C2- Phenantrene/Anthracene	14
C3- Phenantrene/Anthracene	28
Dibenzothiophene	47
C1- Dibenzothiophene	88
C2- Dibenzothiophene	37
C3- Dibenzothiophene	20
Acenaphthylene	56
Acenaphthene	57
Fluorene	48
Fluoranthene	27
Pyrene	57
Benzo(a)anthracene	32
Chrysene	37
Benzo(b)fluoranthene	28
Benzo(k)fluoranthene	46
Benzo(a)pyrene	55
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	54
Benzo(ghi)perylene	22
Dibenzo(a,h)anthracene	13
<b>Metaller</b>	
As	10
Ba	10
Cd	10
Cr	10
Cu	10
Hg	ca 26
Pb	10
Zn	10

## Analyser av utvalgte metaller

Alle reagenser var av p.a. kvalitet. Ultra Scientific/Spectrascan standardløsninger (1000 eller 10 000 mg/l) ble brukt som stamløsninger for framstilling av standardløsninger for de individuelle metallene (kalibrering).

Nøyaktigheten av analysene ble undersøkt ved analyser av to referanseprøver (NCSDC 73308 og BCR146R) med bruk av samme metode som for prøvene (salpetersyreoppslutning). Resultatene er presentert i Tabell 5.

Tabell 5: Analyser av utvalgte metaller i referansesediment NCS DC73308 og i slam BCR146R

Slam/sed		(7M HNO <sub>3</sub> )	Cert.halt
ELEMENT	Enhet	ICP-SFMS	NCS DC73308
As	mg/kg	20.3	25 ± 3
Ba	mg/kg	24.2	42 ± 7
Cd		1.07	1.12 ± 0.08
Cr	mg/kg	113	136 ± 10
Cu	mg/kg	19.1	22.6 ± 1.3
Hg	mg/kg	0.175	0.28 ± 0.03
Pb	mg/kg	23.5	27 ± 2
Zn	mg/kg	37.7	46 ± 4

Slam		(7M HNO <sub>3</sub> )	Cert.halt
ELEMENT	Enhet	ICP-SFMS	BCR146R
Cd	mg/kg	15.6	18.8 ± 0.5
Co	mg/kg	5.2	7.39 ± 0.27
Cr	mg/kg	144.0	196 ± 7
Cu	mg/kg	694.5	838 ± 16
Hg	mg/kg	6.5	8.6 ± 0.4
Mn	mg/kg	263.0	323 ± 7
Ni	mg/kg	53.5	70 ± 5
Pb	mg/kg	497.0	609 ± 14
Zn	mg/kg	2475.0	3060 ± 60

## Datalagring

Kromatogrammene og integrasjonsrapportene arkiveres elektronisk i henhold til krav for akkreditering. Alle prøver er registrert i et Laboratory Information Management System (LIMS), og alle registreringer er gjort i dette systemet, med unntak av analysedata og resultater fra PAH-NPD-bestemmelsene. Registreringer verifiseres og låses av operatøren umiddelbart. Sluttresultater verifiseres før rapport blir generert. Laboratoriets operatører har skrive-tilgang til begrensede områder i LIMS. Godkjenning og utskrivning av sluttrapporter utføres av bare av autorisert personell, og bare "superbrukere" har adgang til å gjøre endringer i systemets beregningsformler etc.