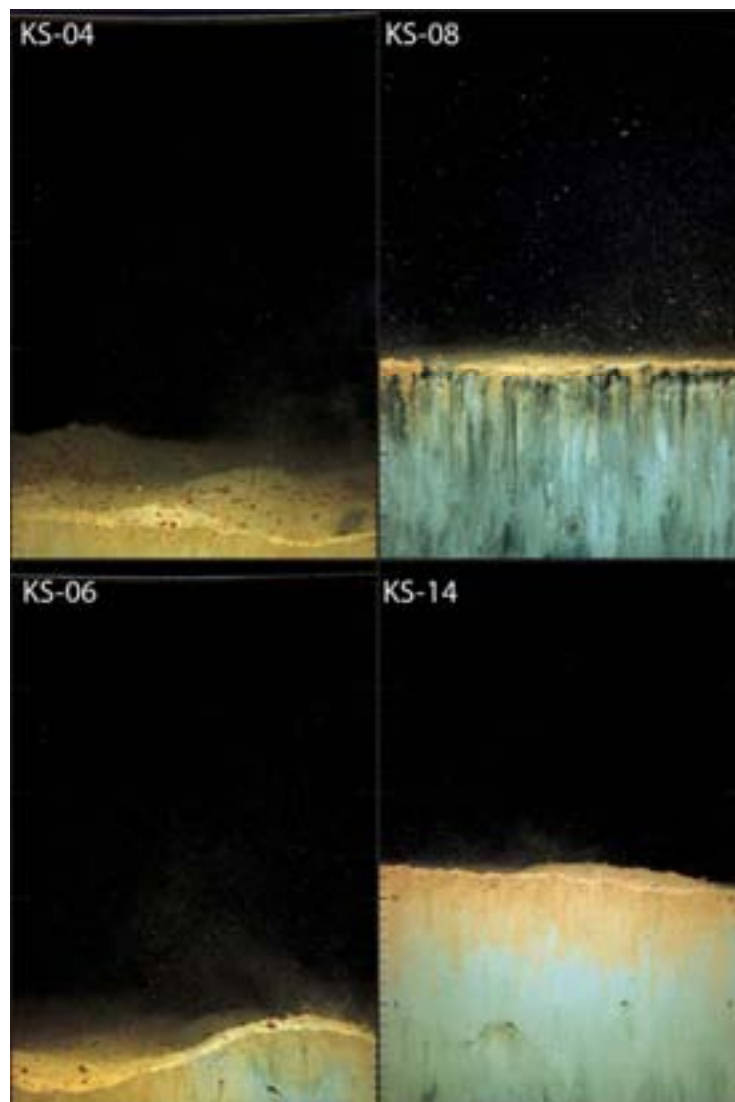


# Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark 2007

Sedimenter og bløtbunnsfauna



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 18 51 00  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark 2007. Sedimenter og bløtbunnsfauna.	Løpenr. (for bestilling) 5473-2007	Dato 20/8-2007
	Prosjektnr. Undernr. O-27269	Sider Pris 69
Forfatter(e) Bent Barman Skaare, Eivind Oug og Hans Christer Nilsson	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Finnmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Sydvaranger Gruve AS	Oppdragsreferanse Per Helge Høgaas
--	---------------------------------------

**Sammendrag**

Sydvaranger Gruve AS vil gjenoppta driften ved gruvene i Bjørnevatn i Sør-Varanger. I den forbindelse har de engasjert NIVA til å kartlegge dagens situasjon i Bøkfjorden nord for Kirkenes som er resipient for gruveavgangen. Sedimentene i fjordsystemet utenfor Kirkenes har endret karakter siden siste undersøkelse i 1994. Som følge av at de er mindre påvirket av gruveavgang var det blitt mer organisk karbon i sedimentene samtidig som kornfordelingen hadde endret seg i hele fjordsystemet. Den biologiske aktiviteten som ble undersøkt ved SPI-fotografering, viste bioturbasjon i hele fjordsystemet og hauger/groper som tolkes som gravespor av kongekrabben. Dette, sammen med mindre vertikalgradienter i jernkonsentrasjonen i sedimentene, kunne tyde på at kongekrabben bidrar til sedimentomrøring i fjorden. Dette hadde sannsynligvis hatt en positiv effekt på oksidasjonstilstanden i sedimentene. Generelt var det en noe artsfattig fauna i hele fjordsystemet, men artsrikhet og individtettheter økte utover i fjorden. I det avgangspåvirkede området utenfor Kirkenes var artssammensetningen i bunnfaunaen noe forskjellig fra fjordområdene lenger ut i Bøkfjorden. Dette kan ha sammenheng med bunnforholdene med svært fast sediment av avgangsmasse under et forholdsvis tynt løst topplag, men forskjellene var ikke større enn forventet for fjorder med tilførsler av ferskvann og gradienter i organisk innhold. Sannsynligvis var både børstemark i bunnsedimentet og epifauna redusert som en følge av beiting fra kongekrabben. Effekten av krabben synes derfor å være en redusert fauna med lavere artsmangfold i hele fjorden. Samlet sett synes kongekrabben å ha større innflytelse på bunnfaunaen i fjordsystemet enn hva gruveavgangen har lokalt for fjordområdet utenfor Kirkenes.

Nye utslipp av gruveavgang i Bøkfjorden vil forventes å påvirke de samme områdene som tidligere. Trolig vil tilstanden for sedimenter og fauna bli omtrent som på 90-tallet, forutsatt at nye utslipp blir av samme omfang. Kongekrabben utgjør dog et usikkerhetsmoment hvor effektene sammen med gruveavgangen er usikre. Basert på dagens kunnskap anbefales et overvåkingsprogram med prøvetaking i ytterkant av influensområdet omkring hvert femte år ved ny aktivitet i Sydvaranger gruver.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Gruveavgang	1. Mine tailings
2. Bløtbunnsfauna	2. Soft-bed fauna
3. Sedimenter	3. Sediments
4. Sydvaranger	4. Sydvaranger



Bent Barman Skaare  
Prosjektleder



Kristoffer Næs  
Forskningsleder



Jarle Nygard  
Fag- og markedsdirektør

O-27269

**Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes  
i Finnmark 2007**

Sedimenter og bløtbunnsfauna

## Forord

Foreliggende undersøkelser er gjennomført på oppdrag av Sydvaranger Gruve AS i forbindelse med søknad om konsesjon for å gjenåpne drift i gruvene ved Bjørnevattn. Ved produksjonen av malmkonsentrat i Kirkenes vil fjordsystemet være resipient for avgangsmasser fra produksjonen. I den forbindelse har Sydvaranger Gruve AS ønsket å gjennomføre en beskrivelse av tilstanden i fjordområdene som kan bli berørt av gruveavgangen. NIVA la fram et tilbud til undersøkelser 13. mai 2007, som etter nærmere diskusjon av gjennomføring og tidsplan ble akseptert av Sydvaranger Gruve AS 1. juni 2007.

Feltarbeidet ble gjennomført 5-6. juni 2007 (sedimentanalyser, kvantitativ bunnfauna) og 10-11. juli 2007 (SPI-foto, bunnslødeprøver). Ved feltarbeidet i juni deltok Sten-Richard Birkely (Akvaplan-niva) og Bent Barman Skaare. Arbeidet ble foretatt fra fiskefartøyet "Trifon" med båtfører Yngve Pedersen, Bugøynes. Ved feltarbeidet i juli deltok Eivind Oug og Hans Christer Nilsson. Arbeidet ble gjennomført fra oppdrettsbåten "Petter G" tilhørende Troika Seafarm, Gamvik, med båtmannskap Håkon Eriksen, Terje Larsen og Erling Ingilæ.

Kornfordelingsanalyser ble foretatt ved Acona i Tromsø. Bunnfauna prøvene ble sortert av Vera Remen (Akvaplan-niva, Tromsø) og identifisert av Brage Rygg og Eivind Oug ved NIVA. Alle øvrige analyser er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo.

Ved rapporteringen har Bent Barman Skaare vært ansvarlig for sedimentanalysene, Eivind Oug for bunnfauna og Hans Christer Nilsson for SPI-fotografering. NIVAs prosjektleder har vært Bent Barman Skaare.

Ved Sydvaranger Gruve AS har Per Helge Høgaas vært kontaktperson og har bistått med praktisk gjennomføring av prosjektarbeidet.

Oslo, 1/8-2007

*Bent Barman Skaare*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>2. Innledning</b>	<b>10</b>
2.1 Bakgrunn	10
2.2 Tidligere undersøkelser	10
2.3 Forutsetninger ved nye undersøkelser	10
2.4 Mål for undersøkelsen	11
2.5 Gjennomføring	11
<b>3. Feltarbeid og metoder</b>	<b>13</b>
3.1 Feltarbeid	13
3.2 Metoder	14
3.2.1 Sedimenter	14
3.2.2 Sedimentprofil-fotografering (SPI)	15
3.2.3 Bunnfauna	16
<b>4. Resultater</b>	<b>17</b>
4.1 Sedimenter	17
4.1.1 Kornfordeling	17
4.1.2 Organisk materiale	20
4.1.3 Nitrogen	22
4.1.4 Jern (Fe)	23
4.2 Sedimentprofilbilder (SPI)	25
4.3 Bløtbunnsfauna	28
4.3.1 Kvantitative bunnprøver (infauna)	28
4.3.2 Sledeprøver (epifauna)	34
<b>5. Diskusjon</b>	<b>36</b>
5.1 Sedimenter	36
5.2 Sedimentaktivitet	36
5.3 Bunnfauna	36
5.4 Konklusjoner og anbefalinger	37

---

<b>6. Referanser</b>	<b>38</b>
<b>Vedlegg A. Kornfordelingsanalyser</b>	<b>39</b>
<b>Vedlegg B. Resultater bunnsedimenter</b>	<b>57</b>
<b>Vedlegg C. SPI-bilder</b>	<b>58</b>
<b>Vedlegg D. Bløtbunnsfauna</b>	<b>62</b>

## Sammenheng

Gravedriften ved malmgruvene i Bjørnevatn i Sør-Varanger ble lagt ned i 1997, men etter endringer i markedet ønsker nå Sydvaranger Gruve AS å gjenoppta driften. Ved ny drift vil malmen bli fraktet til Kirkenes og bearbejdes der. Avgangsmassene vil som tidligere føres i en dykket avløpsledning ut i Bøkfjorden nord for Kirkenes. I forbindelse med søknad om ny konsesjon for utslipp har Sydvaranger Gruve AS engasjert NIVA for å beskrive dagens tilstand i fjordsystemet med vekt på bunnsedimenter og fauna samt avklare i hvilken grad bunnfauna har normalisert seg i områdene som tidligere har vært påvirket av gruveavgang.

Sedimentene i Bøkfjorden ble undersøkt på åtte stasjoner som alle har vært prøvetatt tidligere. Alle stasjonene innenfor Reinøy har fått høyere innhold av organisk karbon siden siste undersøkelse i 1994. Dette var forventet siden sedimentene nå er mindre preget av avgang. Kornfordelingen ved de aktuelle stasjonene i Bøkfjorden har også endret seg. De to stasjonene som ligger innerst i fjorden, nærmest Kirkenes, har fått en noe større andel grove korn, mens de øvrige stasjonene er mindre grove enn ved tidligere undersøkelser. Dette kan tyde på en transport av fint materiale, deriblant gruveavgang, fra de innerste stasjonene til de delene av fjordsystemet som ligger lenger fra Kirkenes. Resultatene fra analysene av jern tyder på mindre forskjeller i konsentrasjoner i de øvre sedimentsjiktene enn ved tidligere undersøkelser. Dette kan være en indikasjon på omrøring av sedimentene som følge av aktiviteten til kongekrabben.

Biologisk aktivitet i bunnsedimentene ble undersøkt med sedimentprofilkamera (SPI) som tar vertikale bilder i et snitt av de øverste bunnlagene. På alle stasjoner i undersøkelsen ble det observert bunnfauna og biologisk omrørt sediment (bioturbasjon). På flere av lokalitetene var bunnoverflaten ujevn med groper og hauger som tolkes som gravespor etter kongekrabben. Dette indikerer at kongekrabben bidrar til omlagring av bunnsedimentene, som kan synes å ha en positiv effekt på oksidasjonstilstanden i sedimentene. Ved Ropelv var det et forholdsvis tynt oksidert topplag og sverting nedover i sedimentet som indikerte dårlige oksygenforhold. I fjordområdene nærmest Kirkenes, hvor sedimentene var harde og preget av gruveavgang, var penetrasjonsdybden for kameraet liten. Vurdert ut fra et kriteriesystem for miljøtilstand ble tilstanden vurdert til "god" for de fleste områdene i fjordsystemet, men "dårlig" ved Ropelv. Den dårlige tilstanden ved denne stasjonen kan dog ikke tilskrives gruveaktiviteten ettersom dette området ikke er påvirket av avgang. I de avgangspåvirkede områdene var tilstanden "god" til "mindre god", men vurderingen var noe usikker på grunn av liten penetrasjonsdybde. Avgangspåvirkede faste sedimenter ble påvist opp til 40 m vanddybde utenfor Kirkenes.

Bunnfauna på bløtbunn ble undersøkt på seks lokaliteter. Prøvene ble innhentet med 0,1 m<sup>2</sup> van Veen bunngrabb (infauna) og analysert for artsmangfold og artssammensetning. På fire av lokalitetene ble det i tillegg tatt prøver med bunnslede for undersøkelse av organismer på bunnoverflaten (epifauna). Generelt var det en noe artsfattig fauna i hele fjordsystemet, men artsrikhet og individtettheter økte utover i fjorden. Artsmangfoldet var normalt til noe nedsatt på de fleste stasjonene og falt i klasse II "god tilstand" til klasse III "mindre god tilstand" etter SFTs miljøkvalitetskriterier. I området ved Ropelv ble det registrert svært få arter og dårlig tilstand (klasse IV). Det er uklart hva dette skyldes, men det kan ikke ha sammenheng med gruveavgangen i fjorden.

I det avgangspåvirkede området utenfor Kirkenes var artssammensetningen i bunnfaunaen noe forskjellig fra fjordområdene lenger ut i Bøkfjorden. Dette kan ha sammenheng med bunnforholdene med svært fast sediment av avgangsmasse under et forholdsvis tynt løst topplag, men forskjellene var ikke større enn forventet for fjorder med tilførsler av ferskvann og gradienter i organisk innhold.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser var andelen av rørbyggende og frittlevende børstemark i bunnfaunaen redusert i hele fjordsystemet. Samtidig var det svært lite epifauna på bunnoverflaten. Sannsynligvis var både børstemark i bunnsedimentet og epifauna redusert som en følge av beiting fra kongekrabben. Effekten av krabben synes derfor å være en redusert fauna med lavere artsmangfold i

---

hele fjorden. Samlet sett synes kongekrabben å ha større innflytelse på bunnfaunaen i fjordsystemet enn hva gruveavgangen har lokalt for fjordområdet utenfor Kirkenes.

Nye utslipp av gruveavgang i Bøkfjorden må forventes å påvirke bunnforholdene i de samme områdene som tidligere. Trolig vil tilstanden for sedimenter og fauna kunne bli omtrent som på 90-tallet, forutsatt at nye utslipp blir av samme omfang og arrangement som tidligere. Kongekrabben utgjør dog et usikkerhetsmoment, og det er uklart hvilke effekter denne kan ha sammen med gruveavgangen. Basert på dagens kunnskap om fjordsystemet vil vi anbefale et overvåkingsprogram med prøvetaking i ytterkant av influensområdet omkring hvert femte år ved ny aktivitet i Sydvaranger gruver.



## Summary

Title: Environmental monitoring in the fjord system at Kirkenes in Finnmark 2007.

Year: 2007

Authors: Bent Barman Skaare, Eivind Oug and Hans Christer Nilsson

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-xxxx-x

The mining activities at Bjørnevatn in Sør-Varanger was closed down in 1997, but after changes in the metal market Sydvaranger Gruve AS would like to re-open the mining. If the new activities are commenced the ore will be transported to Kirkenes and processed there. The mining waste will, as previously, be led into Bøkfjorden north of Kirkenes. Sydvaranger Gruve AS has engaged NIVA to monitor the current state of soft-bed fauna and sediments in the area in order to clarify the current state of the fjord and to which extent the soft-bed fauna has recovered from earlier mining activities.

The sediments in Bøkfjorden were examined at eight stations throughout the fjord. Sediments from all stations have previously been examined. All stations located inside the island of Reinøy have increased contents of organic carbon as compared to the study carried out in 1994. This was expected and it is a result of no new feed of mining waste. The grain size distribution at these stations has also changed in the same period. The two stations located closest to Kirkenes have coarser sediments as compared to analyses done in 1988. The other stations show a smaller share of coarse grains as compared to previous analyses. This may indicate that fine grains from the inner part of the fjord have been transported further out into the fjord system. The results of the iron analyses show less differences in the concentrations in the upper sediment layers as compared to previous studies. This might indicate bioturbation of the sediments as a result of the invasion of the king crab.

Biological activity in the sediments was examined from bottom photographs using the sediment profile imaging (SPI) technique. The camera takes vertical pictures of cross-section in the upper sediment layers. Soft-bed fauna and bioturbation of sediments were observed at all stations. At several locations mounds and depressions, which were interpreted to be traces of the king crab, were observed, indicating that the crab contributes to the mixing of the sediments. This might have a positive effect on the oxygen conditions in the sediments. A thin top-layer which was oxidized was observed at Ropelv. A darkening of the sediments deeper at the same location indicated poorer oxygen conditions. In the areas closest to Kirkenes the camera was not able to penetrate deep into the sediments as a result of hard sediments characterized by large contributions of mining waste. Based on a provisional SPI classification system the environmental conditions are considered "good" at most locations in the fjord system. However, the conditions at Ropelv are considered "poor". The poor conditions at Ropelv can, however, not be attributed to the mining activities because this area has not been influenced by mining waste. In the areas influenced by the mining activities the conditions are termed "good" or "moderate". However, these assessments are somewhat uncertain because of the hard sediments and low degree of penetration for the camera.

The soft-bed fauna was examined at six locations. The samples were collected using a 0.1 m<sup>2</sup> van Veen grab and they were analyzed focussing on the biodiversity and species composition. At four stations additional sampling of fauna living on the sediment surface was carried out using an Agassiz bottom sleigh. In general, the species numbers were somewhat reduced in the whole area. However, the diversity and number of individuals increased with increasing distance from Kirkenes. The biodiversity was normal to somewhat reduced at most of the stations and can be considered to be class II "good conditions" to class III "moderate conditions" according to environmental criteria operated by the Norwegian environmental authorities. In the area at Ropelv the biodiversity was extremely low and classified as "poor conditions". The reason for this is not clear, but it cannot be attributed to the mining activity.

---

In the area outside Kirkenes which is influenced by the mining, the species composition differed from the fauna towards the mouth of Bøkfjorden. This may be due to the bottom conditions, with hard sediments below a thin layer of soft surface sediments. However, the differences were not greater than what would be expected in fjords with continuous feeding of freshwater and natural gradients of organic matter.

Compared to earlier studies in the fjord system, there has been a reduction in the occurrence of tube-dwelling and free-living bristle worms (Polychaeta) at all locations. This coincides with little epifauna on the sea-bed. These are probably both effects of the feeding of the king crab, which has invaded the fjord during the last 10-year period. The reduced soft-bed fauna and low biodiversity may therefore to some extent be attributed to the activities of the king crab. It may seem that the king crab has a stronger influence on the soft-bed fauna in the fjord system than what the mining waste has for the fjord areas outside Kirkenes.

New discharges of mining waste into Bøkfjorden will be expected to affect the sea-bed in the same areas as previously. Probably the conditions with regard to sediments and fauna will be comparable to those shown in the study carried out in 1994, supposed that new discharges are resumed at the same level and under the same conditions as previous activity in the area. There is, however, some uncertainty as to the effects of the king crab in combination with mining waste. Based on the present knowledge of the fjord system, we recommend monitoring to be undertaken in the outskirts of the area of influence at about every five years if the mining activity is resumed.

---

## 2. Innledning

### 2.1 Bakgrunn

Etter at markedet for jernmalm har bedret seg, er det nå ønske om å gjenoppta drift i malmgruvene ved Bjørnevatn i Sør-Varanger. Gruvedriften ble lagt ned i 1997 på grunn av svakt marked og lav lønnsomhet i produksjonen. Ved ny drift vil malmen bli brakt til Kirkenes for videre bearbeiding til konsentrat etter tilsvarende produksjonslinje som tidligere. I forbindelse med søknad om konsesjon for å reetablere virksomheten, har Sydvaranger Gruve AS ønsket å foreta en miljøundersøkelse i fjordsystemet utenfor Kirkenes. Fjordsystemet ble brukt som resipient for avgangsmasser fra jernmalmproduksjonen fram til driften stanset i 1997.

Utslippene av avgangsmasser ble ført i en dykket avløpsledning ut i fjorden på omkring 20 m dyp nord for Kirkenes. Avgangen ble blandet med sjøvann som ble pumpet opp fra ca. 10 m dyp. Det meste av avgangen består av svært finpartikulært materiale som holdes svevende i vannet over tid og sprer seg utover i fjorden fra utslippsområdet.

### 2.2 Tidligere undersøkelser

Det er tidligere utført tre undersøkelser for å vurdere virkningene av gruveavgangen i fjordområdet ved Kirkenes. I 1988 ble bunnsedimenter og fauna på bløtbunn undersøkt i hele fjordsystemet (Bøkfjorden) fra Kirkenes og ut til Varangerfjorden (Skei og Rygg 1988). Undersøkelsen viste at sedimentene ut til Kjelmsøy, ca. 13 km fra Kirkenes, var påvirket av avgangen. De påvirkede områdene ble beregnet til å omfatte ca. 26 km<sup>2</sup>. Det ble registrert en viss reduksjon i artsmangfold hos bunnfauna ut til Reinøy ca. 7 km fra Kirkenes. På de mest avgangspregede områdene nær Kirkenes var artsmangfoldet lavere enn ellers i undersøkelsesområdet, mens det nord for Reinøy ikke kunne påvises effekter på bunnfaunaen. Rapporten konkluderte med at det var lite trolig at deponeringen i Bøkfjorden ville ha effekter av biologisk betydning videre ut i Varangerfjorden.

I 1989 ble det foretatt en undersøkelse av partikkelspredningen i vannmassene i fjorden (Skei 1989). Undersøkelsen konkluderte med at avgangen ganske raskt sedimenterte i området nær utslippet og at det var lite transport av gruveavgang ut i Varangerfjorden.

I 1994 ble det foretatt en oppfølgende undersøkelse av bunnsedimenter, bunnfauna på bløtbunn og partikler i vannmassene (Skei et al. 1995). Undersøkelsene viste at tilstanden i fjorden hadde endret seg lite siden undersøkelsene i 1988-89. Det ble funnet effekter av utslippene i hele Bøkfjorden, men negative virkninger på bunnfaunaen var begrenset til området innenfor Reinøy. Utenfor Bøkfjorden var det ikke påvirkning av gruveavgangen.

### 2.3 Forutsetninger ved nye undersøkelser

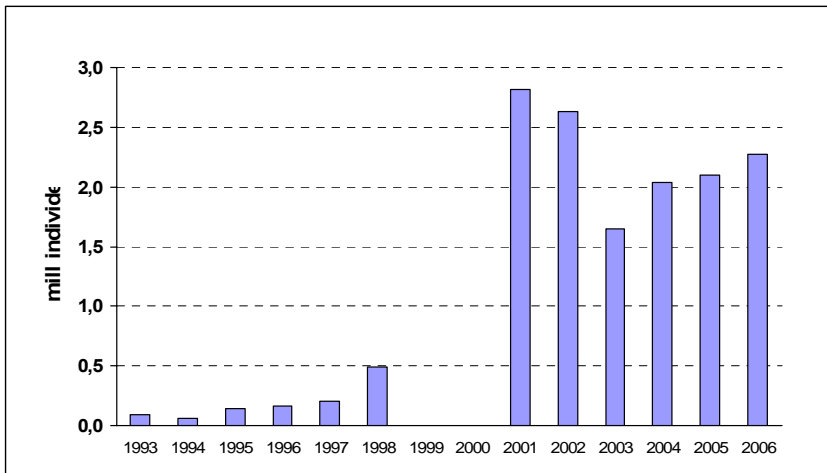
Skei et al. (1995) beregnet på bakgrunn av analyser av bly-210 den naturlige sedimenteringsraten i fjorden til ca. 2 mm/år. Dette skulle tilsi at det i dag, ca. 10 år etter opphør av gruedriften, skulle være et ca. 2 cm naturlig sedimentlag over bunnsedimentet som ble påvirket av gruveavgangen. Det vil derfor forventes at overflatesedimentene vil være mindre preget av gruveavgang enn i sedimentsjikt fra 2-3 cm og nedover. Det kan også forventes en økning i organisk karbon og en nedgang i jernkonsentrasjonen opp mot overflatesedimentene basert på avgangens kjemiske sammensetning.

Med sikte på restitusjon av bunnfaunaen i de mest avgangspåvirkede områdene er laget med nytt sediment ikke tilstrekkelig for utvikling av normal fauna. En rekke gravende arter har aktivitet ned til mer enn 10 cm under bunnoverflaten og vil derfor neppe finne tilstrekkelige gode livsbetingelser før

---

det er bygget opp et tykkere nytt sedimentlag. Det må derfor forventes at bunnfaunaen i indre fjordområder fortsatt er preget av avgangen fra tidligere drift.

Et annet viktig forhold for naturtilstanden i Bøkfjorden er at kongekrabben (russekrabben) har kommet inn i fjorden og har etablert større bestander. Dette er en storvokst art som spiser bunnfauna-arter og graver og omrører sedimentet. I løpet av siste tiårs-periode har bestanden av krabben økt sterkt i hele Varangerområdet (**Figur 1**). Undersøkelser foretatt av Universitetet i Tromsø og Havforskningsinstituttet i området ved Kjølmsøy og i Sølfarbukt vest for Bøkfjorden indikerer at krabben påvirker bestander av naturlig forekommende arter av bunnfauna sterkt (Einar Nilsen, Univ. i Tromsø; Jan Sundet, HI). Det må derfor forventes at krabben utgjør en faktor som både forstyrrer normal bunnfauna og som bidrar til omrøring av sedimentene i fjorden.



**Figur 1.** Beregnet totalbestand av kongekrabbe i Varangerområdet 1993-2006. Data fra Havforskningsinstituttet, Tromsø; Norsk-Russisk fiskerikommisjon.

## 2.4 Mål for undersøkelsen

Denne undersøkelsen har som hovedmål:

- Beskrive dagens tilstand i fjordsystemet med vekt på bunnsedimenter og fauna
- Avklare i hvilken grad bunnfauna har normalisert seg i områdene som var påvirket av gruveavgang fra tidligere drift

Undersøkelsen skal ha særlig fokus på fjordområdene innenfor Reinøy, men vil også beskrive tilstanden lenger ut i fjordsystemet mot Kjølmsøy.

## 2.5 Gjennomføring

Undersøkelsen har tre delementer:

- Undersøkelse av kornstørrelser og kjemiske komponenter i bunnsedimentene
- Karakterisering av sjiktning og biologisk aktivitet i bunnsedimentene ved SPI-fotografering
- Undersøkelse av bunnfauna

Undersøkelsene er lagt opp slik at de er sammenlignbare med de tidligere undersøkelsene i fjorden. All prøvetaking med unntak av SPI-fotografering er foretatt på tidligere benyttede prøvetakingsstasjoner. Så langt som mulig er det benyttet like metoder ved kjemiske og biologiske analyser.

Karakterisering av biologisk aktivitet i bunnsedimentene har ikke tidligere vært foretatt i fjorden. Dette utføres ved en forholdsvis nyutviklet fototeknikk ("sediment profile imaging" – SPI) hvor det blir tatt vertikale fotografier av de øverste bunnlagene. I denne sammenheng ble SPI benyttet for å støtte tolkingen av prøvene av bunnfauna, gi bedre arealdekkende informasjon om tilstanden på prøvetakingsstasjonene, og avklare i hvilken grad kongekrabben har en aktivitet som påvirker bunnlagene i fjorden.

Ved undersøkelsene av bunnfauna ble det tatt prøver med bunnslede (Agassiz-type) i tillegg til kvantitative prøver spesielt for å undersøke forekomst av større arter som finnes spredt på bunnoverflaten. Disse artene er særlig utsatt for beiting fra kongekrabben og vil vanskelig etablere seg i områder med mye krabbe. Prøvene vil indikere om krabben har en aktivitet som hindrer etablering av normal fauna og forårsaker faunaforstyrrelser som ikke er relatert til gruveavgangen.

## 3. Feltarbeid og metoder

### 3.1 Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført i to etapper. Prøver av sedimenter og kvantitativ bunnfauna (infauna) ble innsamlet 5. og 6. juni 2007. Bunnfotografering med SPI og prøver med bunnslede (epifauna) ble innhentet 10. og 11. juli 2007. Alle prøvetakingsstasjonene ble valgt blant stasjoner som ble benyttet ved de foregående undersøkelsene (Skei and Rygg 1989; Skei 1990; Skei et al. 1995). Stasjonsnumre fra tidligere undersøkelser er beholdt (**Figur 2**).

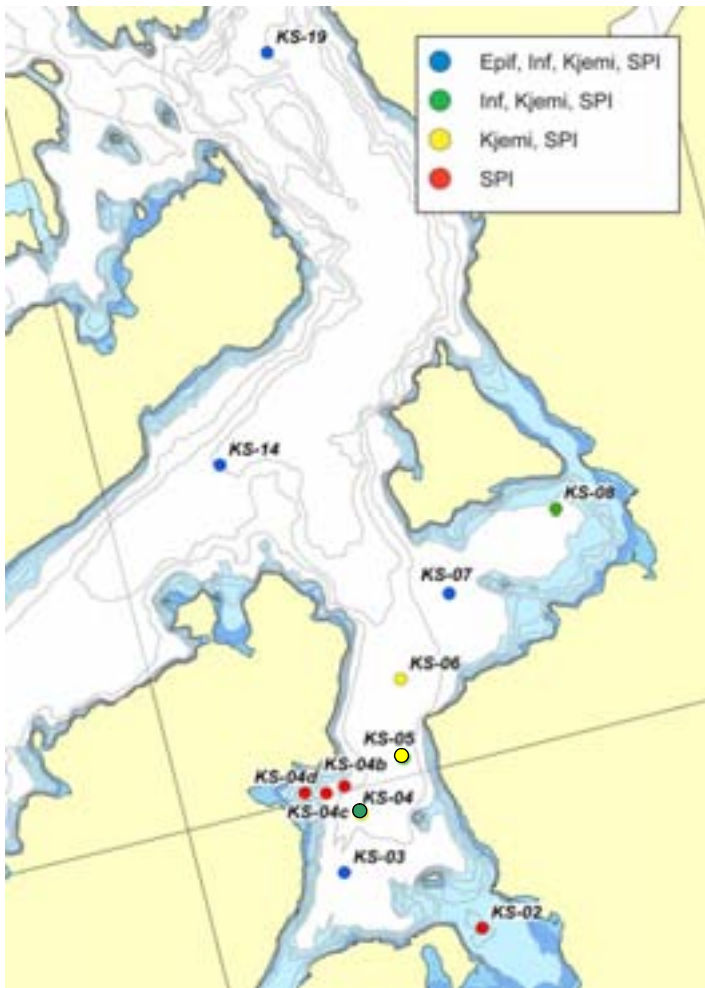
Sedimentprøver ble innsamlet på i alt åtte stasjoner. Prøvene ble tatt med Niemistö kjerneprøvetaker og snittet i sjikt for 0-1, 1-2 og 2-3 cm sedimentdybde. Ved stasjonene KS03, KS04 og KS05 var det ikke mulig å ta kjerneprøver på grunn av hardt sediment. På disse stasjonene ble en prøve av overflatesediment (0-1 cm) tatt med grabb.

Bunnfotografier (SPI) ble tatt med en spesiell fotorigg (se nedenfor). I tillegg til det ordinære programmet ble det tatt bilder på fire ekstra stasjoner (KS02, KS04b, c, d) for nærmere kartlegging av avgangsmasse fra tidligere deponering. På hver stasjon ble det tatt fire bilder med litt avstand for å få inntrykk av eventuell arealmessig variasjon.

Prøvene av kvantitativ bunnfauna (infauna) ble innsamlet med 0,1 m<sup>2</sup> van Veen bunngrabb. Alle stasjoner med unntak for KS-05 og KS-06 ble innsamlet. På hver stasjon ble det tatt fire parallelle prøver. Prøvene ble vasket på 5 mm og 1 mm sikter for fjerning av finmateriale og fiksert i 4-6 % nøytralisert formaldehydløsning

Prøvene av organismer på bunnoverflaten (epifauna) ble innsamlet med en Agassiz-slede på fire stasjoner (slede er ikke brukt ved tidligere undersøkelser i fjorden). På hver stasjon ble det tatt ett sledetrek, med unntak for stasjon KS03 hvor det ble tatt to trekk. Sleden ble trukket med en hastighet på ca. 1 knop med bunn tid på 10 minutter, som tilsvarer en strekning på omkring 300 m. Materialet ble delvis opparbeidet i felt og delvis fiksert i formaldehydløsning for identifisering. Bilde av sleden er vist i Vedlegg D.

---



**Figur 2.** Stasjonsplassering. Epif=sledetrek etter epifauna, Inf=VanVen grab 0,1 m<sup>2</sup> for analyse av infauna, Kjem=kjerneprøver for sedimentkjem og kornfordelingsanalyser, SPI=Sediment profil fotografering. Dybdekoter i kartet viser hver 10-m ned til 50 m (blåfarget) og deretter hver 50-m på større dyp.

## 3.2 Metoder

### 3.2.1 Sedimenter

Prøvene av bunnsedimenter ble tatt til analyse for kornfordeling, organisk innhold som glødetap, totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN) og jern (Fe). Det ble ikke analysert for andre metaller siden tidligere undersøkelser har vist liten forekomst av andre metaller enn jern i avgangen.

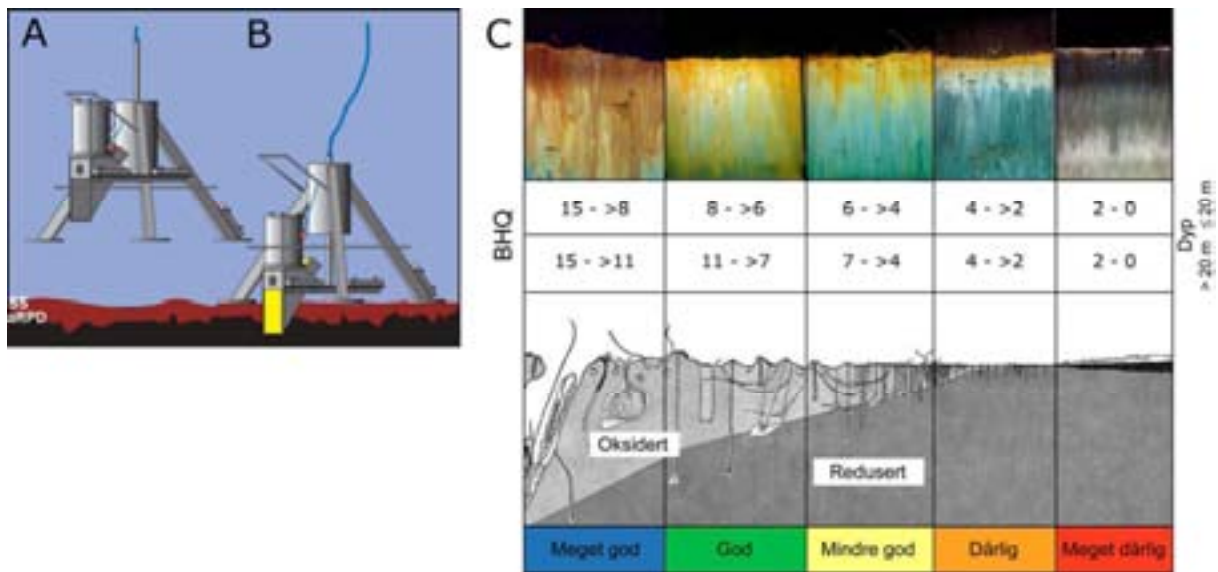
Prøvene til kornfordeling ble først våtsiktet gjennom 1 mm og 0,063 mm. Fraksjonene ble deretter tørket ved 60 °C inntil de var tørre. Den tørkede prøven ble deretter veid før den ble siktet i 10 minutter vha ristmaskin, og fraksjonene 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,250 mm, 0,125 mm, 0,063 mm samt en bunnskål ble samlet opp og veid med en usikkerhet på 0,01 g. 2,2 g av materialet mindre enn 0,063 mm ble tilsatt 50 ml destillert vann og 1 dråpe dispergeringsmiddel og deretter behandlet på ultralydbad i 10 minutter. Løsningen ble så analysert på Sedigraf5000 ved 33,3 °C.

Organisk karbon er målt på to måter. Glødetapet er vektreduksjonen i tørrstoffet fra sedimentene etter gløding ved 550 °C. Totalt nitrogen (TN) og totalt organisk karbon (TOC) analyseres på varmetrådsdetektor etter opparbeiding av prøvene. Opparbeiding begynner med at tørr prøve forbrennes i oksygenmettet heliumgass i en tinnkapsel. Overskudd av oksygen fjernes og nitrogenoksyder reduseres til N<sub>2</sub>-gass vha kobber ved 650 °C. Jern (Fe) ble analysert på ICP-MS etter

salpetersyreoppslutning. Det gjøres oppmerksom på at sedimentprøver tatt i 1988 ble oppsluttet på samme måte, mens prøver tatt i 1994 ble totaloppsluttet. Det ble imidlertid brukt salpetersyreoppslutning på noen prøver i 1994 også for sammenligningens skyld.

### 3.2.2 Sedimentprofil-fotografering (SPI)

Sedimentprofilfotografering (SPI) er en metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Bildet, som har fast format (17,3 cm bredt, 26 cm høyt), tas nede i sedimentet uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Et digitalt kamera med blits er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben, **Figur 3**. Denne senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ned i sedimentet, inntil 20 cm avhengig av sedimentets fasthet. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil som til sammen utgjør prismet. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av de øverste sedimentlagene.



**Figur 3.** Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Kamera og rigg over bunnen (SS = sediment overflate og aRPD = grense mellom bioturbert oksidert sedimentlag og redusere sediment [apparent redox potential discontinuity]). (B) Kamera med prismet som har trengt ned i sedimentet og bildet eksponeres. (C) Figur som viser en modell av endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dyptgravende fauna (Meget god) til en grunnlevende, fattig fauna i påvirkede områder (Meget dårlig). Typiske sedimentprofilbilder for hver klasse er vist øverst på figuren, der brunt farget sediment indikerer oksidert bioturbert sediment og sort sediment indikerer reduserte forhold. BHQ-miljøkvalitets indeks for vanddyb  $\leq 20$  meter og  $> 20$  m er i henhold til forslag til klassifikasjon under EUs vanndirektiv for marine sedimenter (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006).

Fra bildene kan en beregne en miljøindeks (Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks) ut fra strukturer i sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegrop og ekskrementhaug) og strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte tomrom i sedimentet) samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen varierer på en skala mellom 0 og 15. Denne indeksen kan siden sammenlignes med Pearson og Rosenbergs klassiske modell for faunaens suksesjon. Fra denne modellen kan bunnmiljøet klassifiseres i henhold til forslag til retningslinjer under EUs vannrammedirektiv (Rosenberg m. fl. 2004).



### 3.2.3 Bunnfauna

Prøvene for bunnfauna ble håndsortert under 4-6 x forstørrelse og alle dyr plukket ut. Alle dyr ble identifisert og telt, og materialet ble overført til 70 % etanol for oppbevaring. Identifiseringen er i hovedsak utført til artsnivå.

Bunnfaunaen i de kvantitative prøvene (grabb-prøvene) karakteriseres ved totalt antall arter, totalt antall individer for artene, artsmangfold (=diversitet) og artssammensetning. Artsmangfoldet er gitt ved Shannon-Wieners indeks ( $H'$ ) og Hurlberts indeks  $E(S_{100})$  som beregnes på grunnlag av antall arter og de enkelte artenes individtall i prøvene. Indeksverdiene gir grunnlag for å klassifisere miljøtilstanden i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier for fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). Det ble også beregnet en indeks (ISI) som uttrykker innslaget av forurensningsømfintlige arter i bunnfaunaen (Rygg 2002).

I prøvene med bunnslede ble alle større individer identifisert til artsnivå såfremt mulig. Prøvene er kvalitative og gir derved relative mål for hvilke arter som er vanlig forekommende på stasjonene. Resultatene kan sammenlignes med hva som vil være forventet fauna i fjorden på basis av sammenlignbare prøver.

---

## 4. Resultater

### 4.1 Sedimenter

I feltjournalen som ble skrevet under feltarbeidet ble sedimentprøvene kontinuerlig beskrevet med hensyn på utseende og konsistens. Beskrivelsene er gjengitt i **Tabell 1**. De fire indre stasjonene KS-03, KS-04, KS-05 og KS-06 er alle preget av noen centimeter fint materiale på toppen. Under dette laget er sedimentene harde. Ved de andre stasjonene var det bløtere, og det var lettere å ta kjerneprøver. Det ble generelt bløtere jo lenger ut i fjorden man kom.

**Tabell 1.** Visuell beskrivelse av sedimentprøver fra kjerne og grabb.

<b>Stasjon</b>	<b>Posisjon</b>	<b>Vanndyp (m)</b>	<b>Kjernelengde (cm)</b>	<b>Beskrivelse</b>
KS-03	69.44.371N 30.03.228Ø	87-91	Grabb	Fint lysgrått materiale. Preget av gruveavgang.
KS-04	69.44.798N 30.03.939Ø	110-111	Grabb	Fint lysgrått materiale. Preget av gruveavgang.
KS-05	69.45.149N 30.05.189Ø	120	Grabb	Fint lysgrått materiale. Preget av gruveavgang.
KS-06	69.45.766N 30.05.584Ø	143	10	Fint lysgrått materiale. Preget av gruveavgang.
KS-07	69.46.307N 30.07.172Ø	73	20	Olivengrønn leire, noe stein (Ø 2-3 cm)
KS-08	69.46.763N 30.09.924Ø	54-55	60-70	Løs leire, mørk nesten sort på toppen. Kornete på toppen. Noe større stein (Ø 2-3 cm) 0,5 - 1 cm ned i sediment.
KS-14	69.47.561N 30.02.738Ø	203-208	50	Olivengrønn. Kompakt leire uten lukt.
KS-19	69.50.868N 30.06.235Ø	255-263	25	Olivengrønn topp, mørkere under 1 cm. Enda mer kompakt leire enn KS-14. Ingen lukt.

#### 4.1.1 Kornfordeling

Resultatene fra analyser av kornfordelingen i fjordsystemet er oppsummert i **Tabell 2** og **Tabell 3**. De fire stasjonene innenfor Reinøy som har blitt undersøkt liknet hverandre visuelt sett. Kornfordelingen viser allikevel forskjeller mellom disse stasjonene. KS-03 skiller seg fra de tre andre ved at den har mye høyere andel sand. KS-04 og KS-05 har mindre sand og mer siltig materiale. Dette passer godt med resultatene fra de tidligere undersøkelsene som konkluderer med at den grove delen av gruveavgangen sedimenterer nær utslippspunktet, mens den fine delen av avgangen transporteres lengre ut i fjordsystemet.

Det er liten forskjell i medianstørrelsen i de sedimentprøvene som er tatt, men medianverdiene er mye lavere enn det som tidligere er observert i fjordsystemet. De laveste verdiene som ble funnet ved forrige undersøkelse var 10,9 µm og 12,0 µm (Skei et al. 1995).

Tabell 2. Fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver tatt i Bøkfjorden i 2007.

Grain size composition (% dry weight)													acona GEO SERVICES	
SAMPLE	size (phi values)			very fine sand	fine sand	medium sand	coarse sand	very coarse sand	total sand	pebbles	cobbles	gravel		
	clay	silt	pelite											
KS-03, 0-1 cm	23,97 %	52,37 %	76,34 %	9,35 %	6,61 %	1,90 %	1,12 %	4,68 %	23,66 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %		
KS-04, 0-1 cm	29,74 %	61,48 %	91,22 %	6,04 %	0,67 %	0,37 %	0,42 %	1,27 %	8,78 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %		
KS-05, 0-1 cm	27,28 %	66,47 %	93,75 %	3,78 %	0,88 %	0,46 %	0,44 %	0,56 %	6,12 %	0,13 %	0,00 %	0,13 %		
KS-06, 0-1 cm	27,58 %	61,67 %	89,25 %	6,93 %	1,27 %	1,07 %	0,87 %	0,61 %	10,75 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %		
KS-06, 1-2 cm	26,22 %	62,96 %	89,18 %	8,13 %	1,18 %	0,99 %	0,35 %	0,16 %	10,82 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %		
KS-06, 2-3 cm	21,53 %	68,16 %	89,69 %	8,49 %	0,83 %	0,57 %	0,26 %	0,16 %	10,31 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %		
KS-07, 0-1 cm	24,48 %	39,94 %	64,41 %	16,17 %	6,83 %	3,38 %	2,29 %	1,26 %	29,92 %	5,67 %	0,00 %	5,67 %		
KS-07, 1-2 cm	19,23 %	45,96 %	65,19 %	18,14 %	6,84 %	3,36 %	2,04 %	1,13 %	31,51 %	3,30 %	0,00 %	3,30 %		
KS-07, 2-3 cm	22,64 %	41,31 %	63,95 %	17,16 %	6,26 %	3,67 %	2,82 %	2,49 %	32,40 %	3,65 %	0,00 %	3,65 %		
KS-08, 0-1 cm	24,14 %	69,06 %	93,20 %	2,57 %	1,22 %	0,96 %	0,96 %	0,74 %	6,45 %	0,35 %	0,00 %	0,35 %		
KS-08, 1-2 cm	23,28 %	67,66 %	90,94 %	2,87 %	1,57 %	1,09 %	0,85 %	0,68 %	7,07 %	1,98 %	0,00 %	1,98 %		
KS-08, 2-3 cm	24,94 %	65,10 %	90,04 %	2,83 %	1,71 %	1,41 %	1,05 %	0,56 %	7,56 %	2,40 %	0,00 %	2,40 %		
KS-14, 0-1 cm	36,07 %	57,86 %	93,92 %	2,41 %	0,62 %	0,62 %	1,00 %	0,92 %	5,58 %	0,50 %	0,00 %	0,50 %		
KS-14, 1-2 cm	24,71 %	66,47 %	91,18 %	3,14 %	1,10 %	1,10 %	1,17 %	0,38 %	6,89 %	1,93 %	0,00 %	1,93 %		
KS-14, 2-3 cm	29,43 %	56,63 %	86,06 %	3,11 %	1,73 %	2,03 %	2,75 %	1,18 %	10,80 %	3,14 %	0,00 %	3,14 %		
KS-19, 0-1 cm	33,71 %	51,85 %	85,57 %	8,95 %	1,57 %	1,19 %	1,30 %	1,09 %	14,11 %	0,33 %	0,00 %	0,33 %		
KS-19, 1-2 cm	28,56 %	56,18 %	84,74 %	9,69 %	1,99 %	1,29 %	1,08 %	0,84 %	14,90 %	0,36 %	0,00 %	0,36 %		
KS-19, 2-3 cm	27,73 %	57,08 %	84,82 %	9,25 %	1,91 %	1,40 %	1,40 %	0,94 %	14,89 %	0,29 %	0,00 %	0,29 %		
average value	26,40 %	58,23 %	84,64 %	7,72 %	2,49 %	1,49 %	1,23 %	1,09 %	14,03 %	1,33 %	0,00 %	1,33 %		
minimum value	19,23 %	39,94 %	63,95 %	2,41 %	0,62 %	0,37 %	0,26 %	0,16 %	5,58 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %		
maximum value	36,07 %	69,06 %	93,92 %	18,14 %	6,84 %	3,67 %	2,82 %	4,68 %	32,40 %	5,67 %	0,00 %	5,67 %		
st. dev	4,16 %	9,03 %	10,15 %	5,11 %	2,32 %	1,01 %	0,77 %	1,04 %	9,06 %	1,68 %	0,00 %	1,68 %		

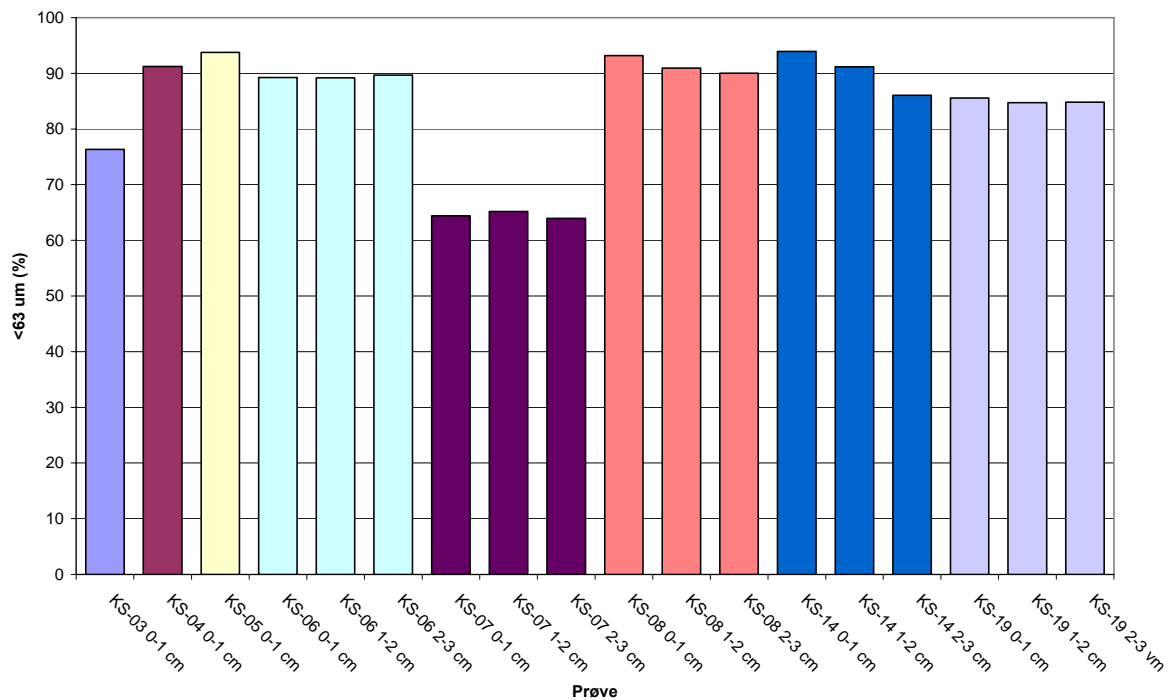
Tabell 3. Beskrivelse av kornfordelingen i sedimentprøver tatt i Bøkfjorden i 2007.

Grain size distribution parameters and characteristics								acona GEO SERVICES	
SAMPLE	size (phi values)			classification	sorting	skewness		kurtosis	
	mean	median							
KS-03, 0-1 cm	7,24	6,95		Silt	3,18 Extremely poorly sorted	0,02	Nearly symmetrical	1,13 Leptokurtic	
KS-04, 0-1 cm	8,10	7,56		Silt	2,47 Poorly sorted	0,21	Positively skewed	0,90 Mesokurtic	
KS-05, 0-1 cm	8,03	7,48		Silt	2,29 Poorly sorted	0,27	Positively skewed	0,97 Mesokurtic	
KS-06, 0-1 cm	7,85	7,32		Silt	2,52 Very poorly sorted	0,22	Positively skewed	0,92 Mesokurtic	
KS-06, 1-2 cm	7,73	7,33		Silt	2,39 Poorly sorted	0,20	Positively skewed	0,95 Mesokurtic	
KS-06, 2-3 cm	7,35	6,97		Silt	2,18 Poorly sorted	0,26	Positively skewed	1,01 Mesokurtic	
KS-07, 0-1 cm	6,88	6,68		Silt	3,55 Extremely poorly sorted	-0,04	Nearly symmetrical	1,06 Mesokurtic	
KS-07, 1-2 cm	6,56	6,24		Silt	2,95 Very poorly sorted	0,10	Nearly symmetrical	1,04 Mesokurtic	
KS-07, 2-3 cm	6,66	6,41		Silt	3,29 Extremely poorly sorted	0,03	Nearly symmetrical	1,02 Mesokurtic	
KS-08, 0-1 cm	8,06	7,61		Silt	2,19 Poorly sorted	0,20	Positively skewed	1,25 Leptokurtic	
KS-08, 1-2 cm	7,99	7,59		Silt	2,31 Poorly sorted	0,13	Positively skewed	1,46 Leptokurtic	
KS-08, 2-3 cm	8,04	7,65		Silt	2,44 Poorly sorted	0,08	Nearly symmetrical	1,48 Leptokurtic	
KS-14, 0-1 cm	8,53	8,11		Silt	2,30 Poorly sorted	0,14	Positively skewed	0,87 Platykurtic	
KS-14, 1-2 cm	7,73	7,56		Silt	2,32 Poorly sorted	0,05	Nearly symmetrical	1,23 Leptokurtic	
KS-14, 2-3 cm	7,95	7,76		Silt	2,90 Very poorly sorted	-0,07	Nearly symmetrical	1,37 Leptokurtic	
KS-19, 0-1 cm	8,09	7,95		Silt	2,66 Very poorly sorted	0,00	Nearly symmetrical	0,94 Mesokurtic	
KS-19, 1-2 cm	7,82	7,71		Silt	2,58 Very poorly sorted	0,02	Nearly symmetrical	1,03 Mesokurtic	
KS-19, 2-3 cm	7,74	7,68		Silt	2,56 Very poorly sorted	0,00	Nearly symmetrical	1,06 Mesokurtic	
average value	7,69	7,37			2,62	0,10		1,10	
minimum value	6,56	6,24			2,18	-0,07		0,87	
maximum value	8,53	8,11			3,55	0,27		1,48	
st. dev	0,54	0,52			0,40	0,11		0,19	

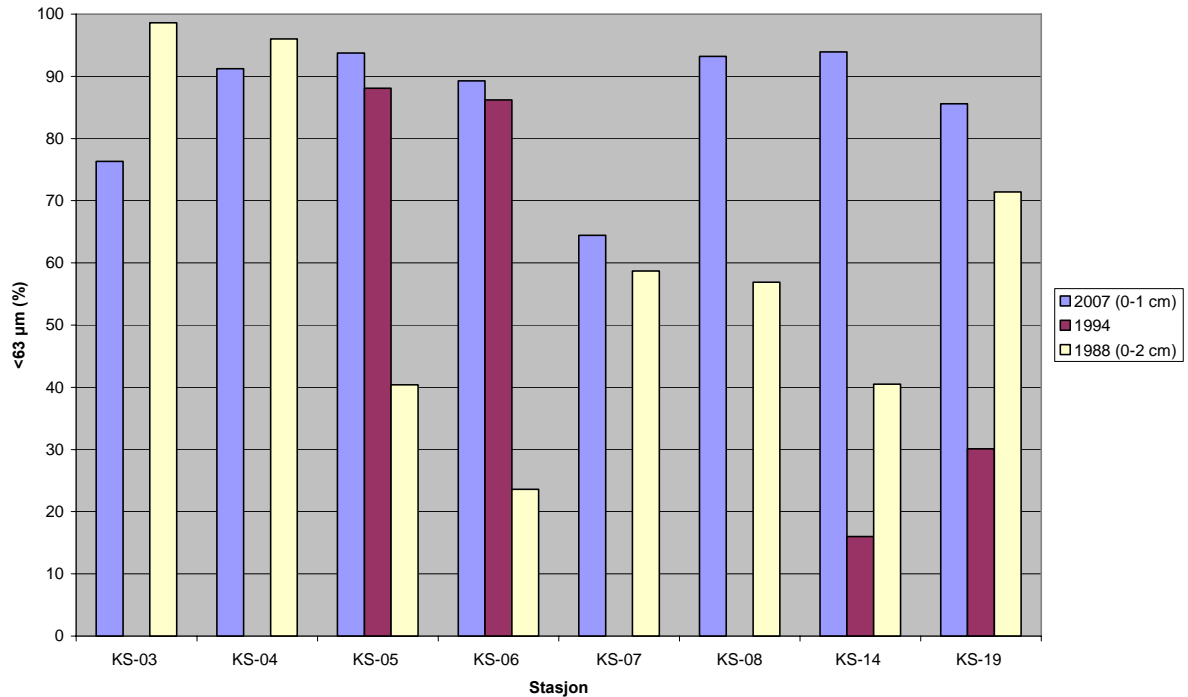
Andelen av korn med diameter mindre enn 63  $\mu\text{m}$  (finere enn sand) er også lik i store deler av det undersøkte området. KS-07 skiller seg ut ved at alle de tre sjiktene av kjerneprøven har 80 % korn mindre enn 63  $\mu\text{m}$  (Figur 4). Generelt sett er andelen grove korn mindre i 2007 sammenliknet med tidligere undersøkelser (Figur 5). De to indre stasjonene hadde større andel av korn mindre enn 63  $\mu\text{m}$  i 1988 sammenliknet med i dag. KS-07 skiller seg ut med hensyn på hvilken fraksjon kornstørrelse som er hyppigst forekommende i de ulike prøvene (se vedlegg). På de indre stasjonene (KS-03, KS-04, KS-05 og KS-06) er det fraksjonen på 16  $\mu\text{m}$  som er den dominerende, og på de ytre stasjonene (KS-08, KS-14 og KS-19) er fraksjonen på 8  $\mu\text{m}$  dominerende. Den dominerende fraksjonen ved KS-

07 er derimot grovere ( $63 \mu\text{m}$ ) i alle tre sjiktene av kjernen. Denne stasjonen er lokalisert såpass langt ifra utslippsområdet at man skulle forvente finpartikulært materiale dersom sedimentene var påvirket av avgang. Den grovere delen av avgangen vil sannsynligvis sedimentere lenger inne i Bøkfjorden (Skei and Rygg 1989; Skei et al. 1995). Undersøkelsene i 1988 konkluderte også med at denne stasjonen (KS-07) ikke var influert av avgang fra Sydvaranger, mens det ikke var noe tilsvarende stasjon i undersøkelsen i 1994.

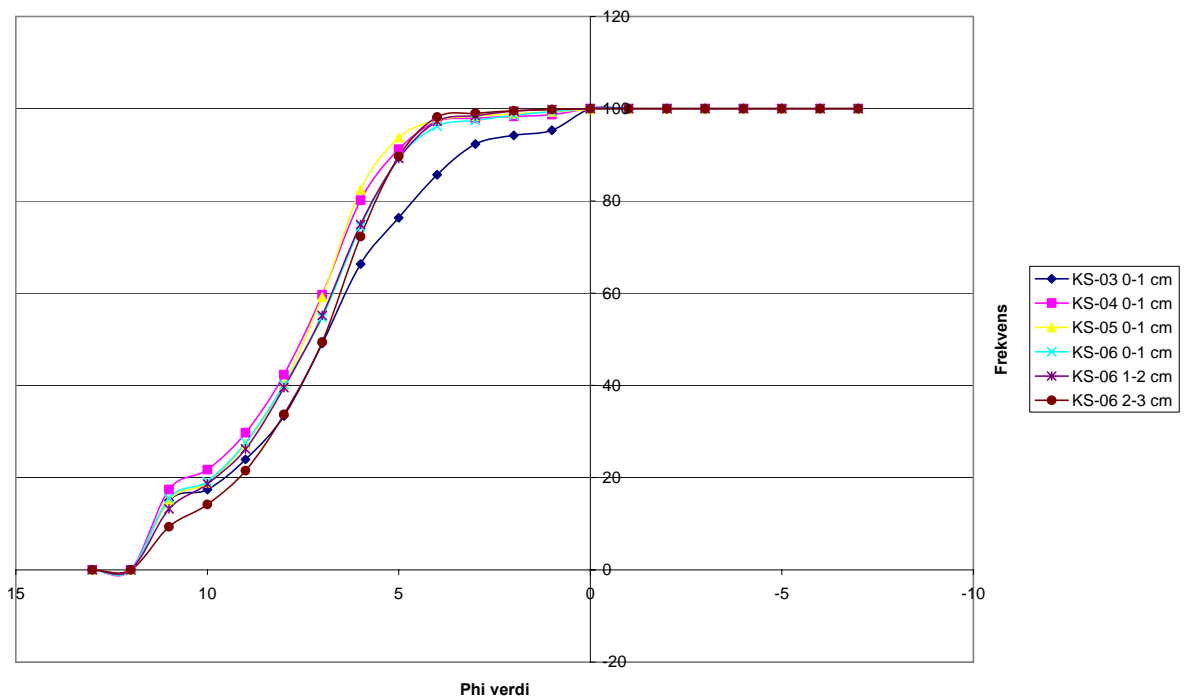
**Figur 6** viser forskjellen i kornfordeling ved de indre stasjonene. Resultatene viser at KS-03 skiller seg ut fra KS-04, KS-05 og KS-06 ved å inneholde større andel av grovere korn. Dette er sannsynligvis på grunn av at den groveste delen av avgangen vil sedimentere nær utslippspunktet for avgangen.



**Figur 4.** Andelen korn mindre enn  $63 \mu\text{m}$  (sand) i sedimentprøver fra Bøkfjorden.



**Figur 5.** Historisk utvikling av kornfordelingen i overflatesedimentene i Bøkfjorden. I 1988 var overflatesjiktet fra 0 – 2 cm. I 1994 var overflatesjiktet på alle stasjoner utenom KS-05 fra 0 til 1 cm. På KS-05 var det 0 – 2 cm. Ved prøvetakingen i 2007 ble overflatesedimentene med i sjiktet 0 – 1 cm.



**Figur 6.** Fordelingskurver for kornstørrelser for de fire indre stasjonene i Bøkfjorden.

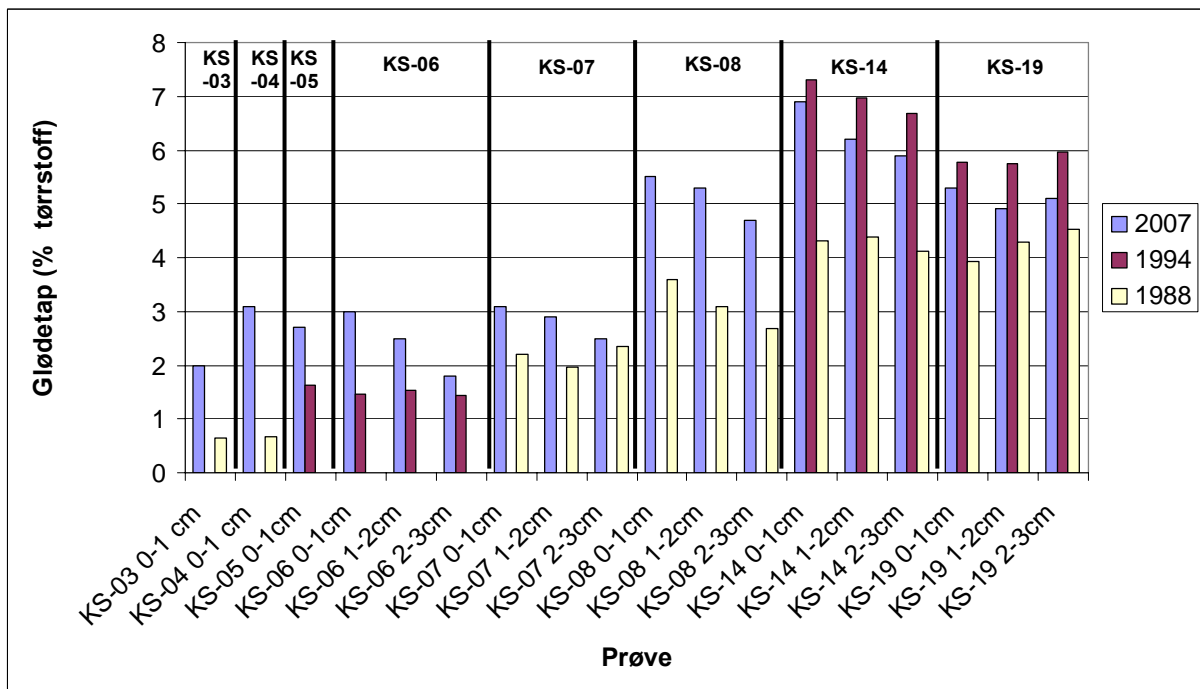
#### 4.1.2 Organisk materiale

Innholdet av organisk materialet i sedimenter er et uttrykk for utbredelsen av avgangspåvirket sediment. Normale fjordsedimenter inneholder ofte 3 – 5 % organisk materiale (uttrykt som glødetap) eller 1 – 3 % organisk karbon (Skei et al. 1995). Alle sedimentprøvene som ble tatt i juni 2007 er

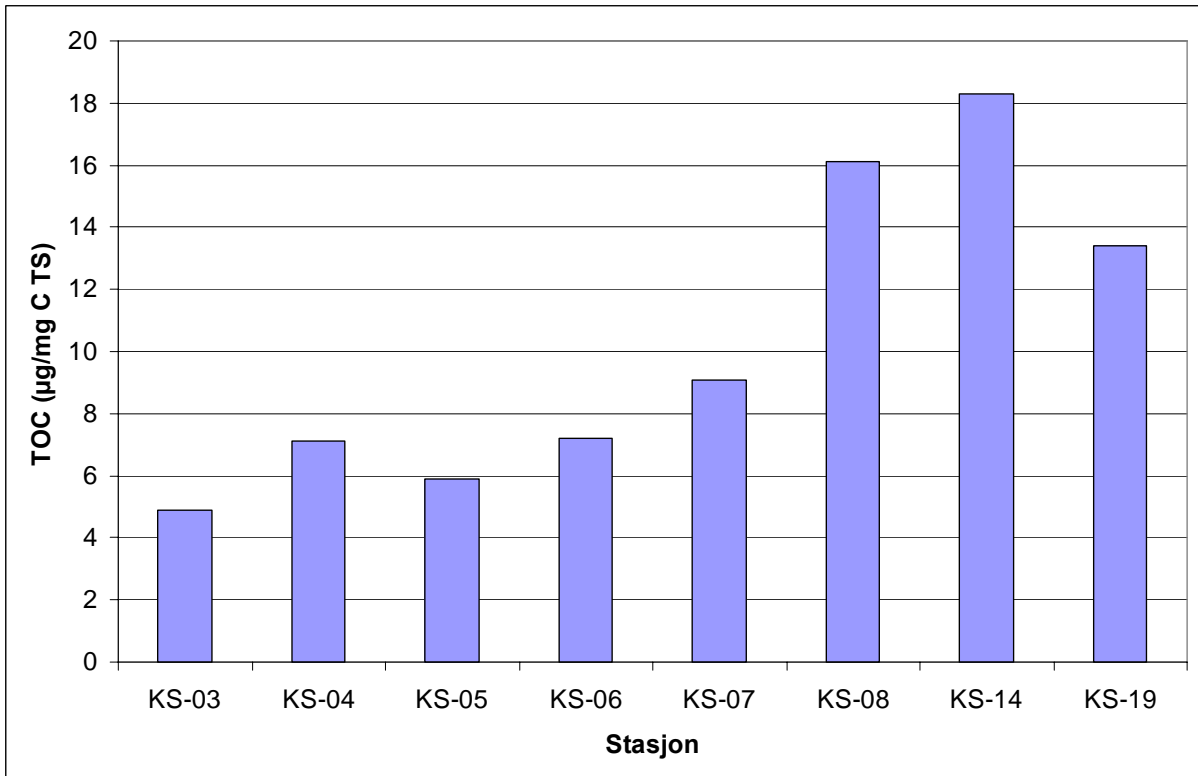
analysert med hensyn på glødetap. Dette for at resultatene skal være mest mulig sammenliknbare med de tidligere undersøkelsene i samme fjordsystem. Vi har i tillegg analysert overflatesedimentene med hensyn på total organisk karbon (TOC) for at det skal være lettere å sammenlikne disse med nyere data fra andre fjordsystemer.

Glødetapet for sedimentprøvene er vist i **Figur 7** og de er samtidig sammenliknet med tidligere resultater. I alle posisjoner hvor det finnes data fra 1988, har det vært en økning i organisk materiale uttrykt ved glødetap fram til i dag. Sammenliknet med nivået i 1994, har det også skjedd en økning i den samme verdien ved posisjonene KS-05 og KS-06 som begge tidligere var påvirket av avgang. For de ytre posisjonene, KS-14 i Korsfjorden og KS-19 ved Kjelmsøy, har det vært en reduksjon i organisk materiale uttrykt ved glødetap i den tilsvarende perioden. For KS-19 er det verdt å merke seg at trenden i dataene nedover i kjernen har snudd seg i forhold til 1988. Nå er det mest organisk materiale i den øverste centimeteren av sedimentet sammenliknet med den andre og den tredje centimeteren. Dette passer bedre med den trenden av organisk materiale som normalt ses i sedimenter som følge av nedbryting av organisk materiale over tid (Skei et al. 1995).

Totalt organisk karbon (TOC) i overflatesedimentene øker utover i fjorden (**Figur 8**). De fem indre stasjonene (KS-03 – KS-07) har alle meget lave konsentrasjoner av organisk karbon i overflatesedimentene. Dette er i tråd med at det er disse områdene som er mest påvirket av gruveavgang.

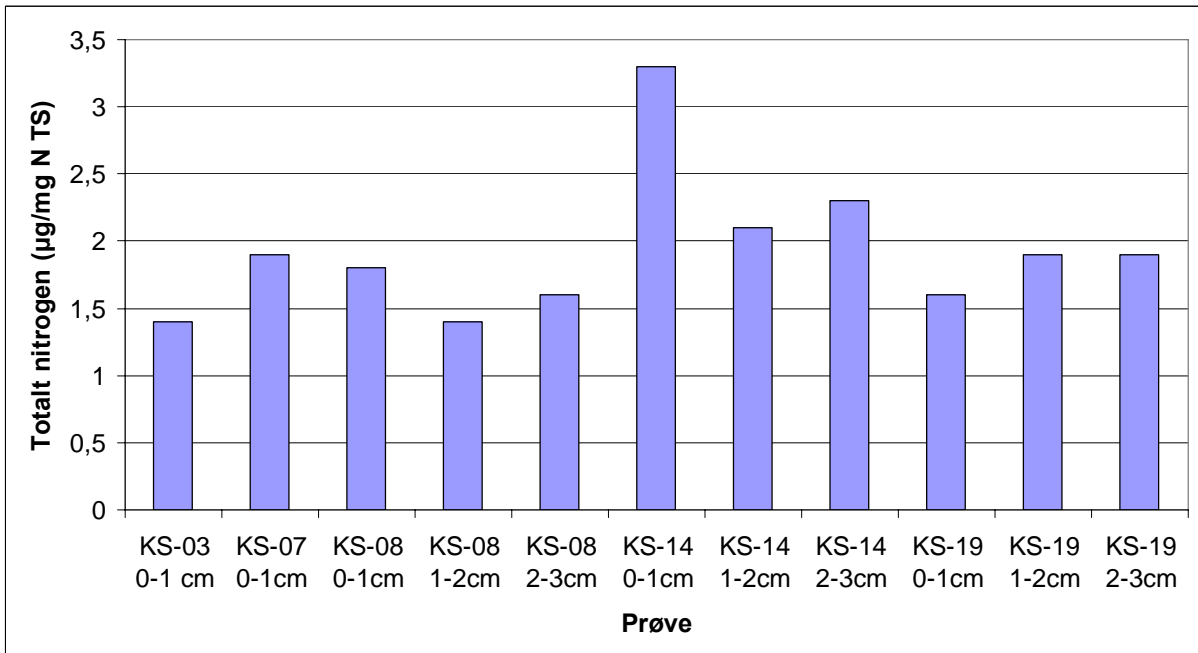


**Figur 7.** Resultater fra glødetapsanalyser av sedimentprøver sammenliknet med resultater fra samme stasjon i Bøkfjorden fra ulike år. Merk at det ikke finnes GPS data for prøvene tatt i 1988.

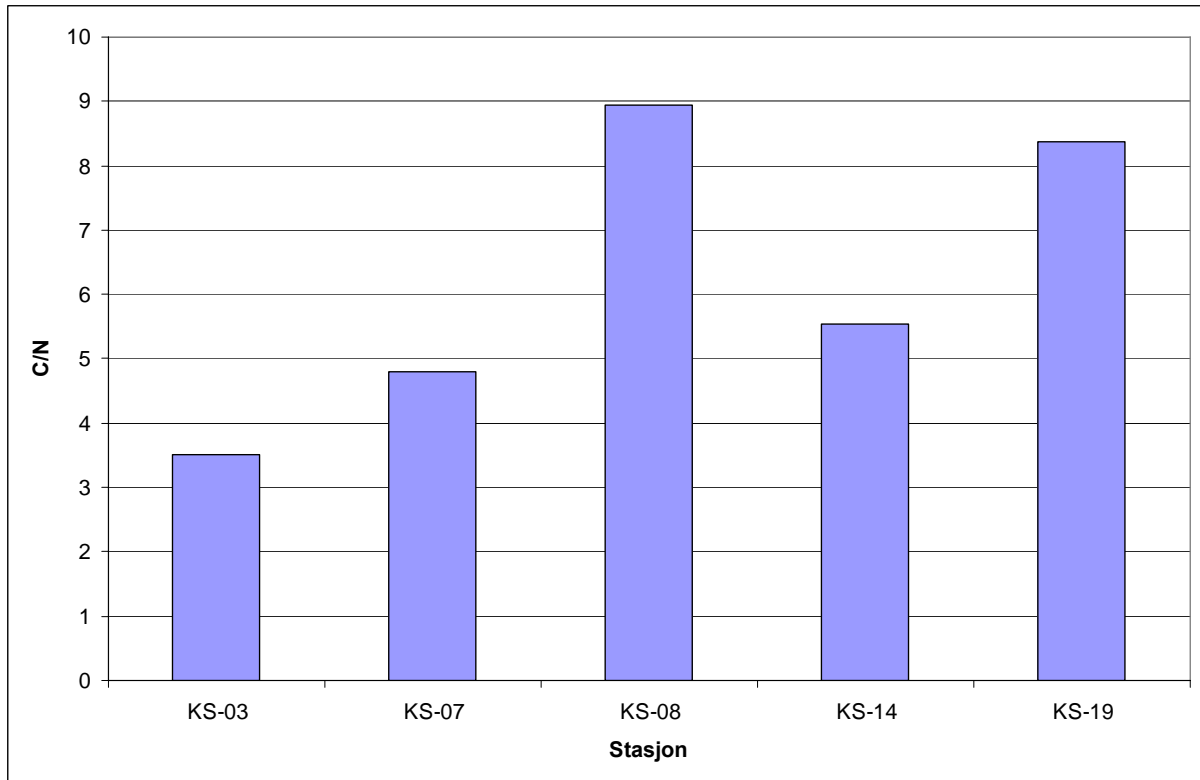


**Figur 8.** Totalt organisk karbon (TOC) i overflatesedimentene i fjordsystemet utenfor Kirkenes i 2007.

#### 4.1.3 Nitrogen



**Figur 9.** Totalt nitrogen i sedimentprøvene tatt i Bøkfjorden og Korsfjorden. I de prøvene som ikke er vist i figuren er det mindre enn 1 µg/mg nitrogen i prøven.



**Figur 10.** C/N forhold i overflatesedimenter. Ved stasjonene KS-04, KS-05 og KS-06 er innholdet av nitrogen under deteksjonsgrensen.

**Figur 9** viser totalt nitrogen i sedimentprøvene tatt i Bøkfjorden og Korsfjorden.

Overflatesedimentene ved KS-14 i Korsfjorden viser klart høyest konsentrasjon av nitrogen, mens det er minst nitrogen innenfor Reinøy. Ved KS-04, KS-05 og KS-06 var konsentrasjonene under deteksjonsgrensen for metoden. Dette betyr også at vi ikke har noen C/N forhold ved disse stasjonene (**Figur 10**). C/N forholdet kan brukes til å si noe om opprinnelsen til sedimentene. Forholdstallene som ble funnet i overflatesedimentene ved KS-08 og KS-19 er typisk for marine sedimenter, mens forholdstallene ved KS-03, KS-07 og KS-14 er lavere enn forventet. Dette kan komme av lave konsentrasjoner organisk karbon eller høye konsentrasjoner av totalt nitrogen. Det må også nevnes at usikkerheten i slike forholdstall kan bli stor når man nærmer seg deteksjonsgrensen for stoffene.

#### 4.1.4 Jern (Fe)

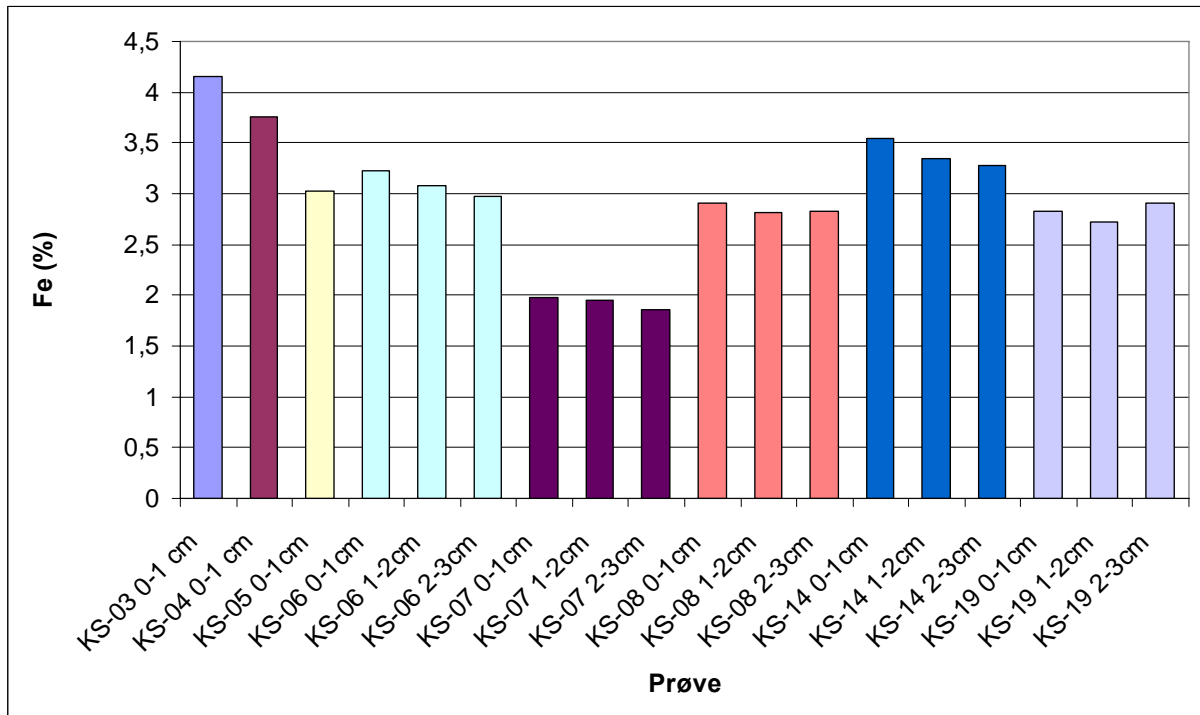
Både i 1988 og i 2007 ble sedimentene i Bøkfjorden analysert med hensyn på syreløselig jern. I 1994 ble sedimentene totaloppløst, men 8 prøver ble oppløst i tillegg med salpetersyre for å kunne sammenligne med resultatene fra 1988. I prøver tatt fra områder påvirket av avgang viste totaloppløsning en faktor på 2.5-2.9 ganger høyere jern-verdier enn ved oppløsning med salpetersyre. I områder upåvirket av avgang var tilsvarende forskjell en faktor på 1.9-2.0. Dette betyr at avgangen som inneholder mineralene hematitt og magnetitt løser seg som forventet dårlig i en oksiderende syre. Gruveavgangen fra Sydvaranger som ble sluppet ut i Bøkfjorden inneholdt tidligere ca. 6.9 % jern (totaloppløsning), hvorav ca. 0.3% var magnetisk (magnetitt) (Skei og Rygg 1989).

Konsentrasjonene av jern i sedimentene i 2007 er på nivå med konsentrasjoner målt 1988 (Skei and Rygg 1989), mens det er vanskelig å sammenlikne med resultatene fra 1994 siden disse er for totaloppløsning av jern. De høyeste nivåene av jern finnes i 2007 innerst i fjorden (**Figur 10**).

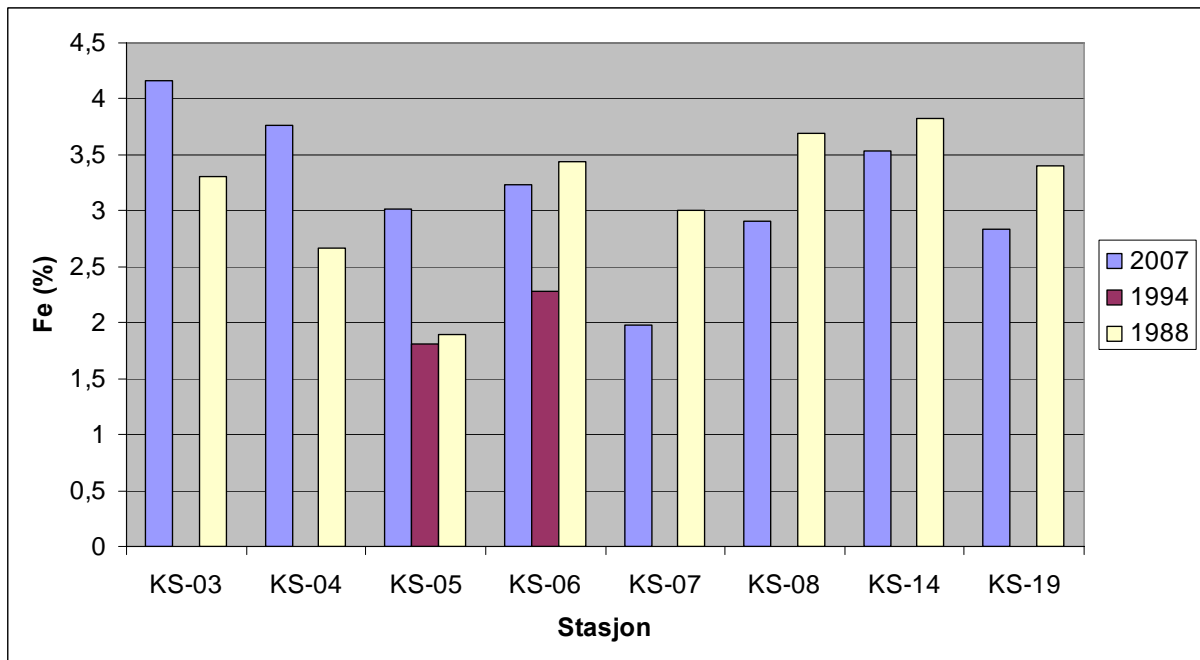
**Figur 12** viser at konsentrasjonen av syreløselig jern i overflatesedimentene faktisk har økt på stasjonene KS-03, KS-04 og KS-05 sammenliknet med tidligere målinger. Også i KS-06 har konsentrasjonen av syreløselig jern økt sammenliknet med 1994. Forklaringen på dette kan være at avgangen inneholder lite syreløslig jern og at overflatesedimentene påvirket av utslippet inneholder



andre jernforbindelser som er mer lettøslig. Det faktum at prøven tatt i Korsfjorden (KS-14) har høyest jern innhold (med unntak av de to indre stasjonene) tyder også på at overflatesedimentene i nærområdet til utslippet i dag ikke er preget av avgang.



**Figur 11.** Jern (Fe) analysert etter salpetersyreoppslutning av sedimentprøver fra Bøkfjorden i 2007.



**Figur 12.** Jern analysert etter salpetersyreoppslutning av overflatesedimenter prøvetatt ulike år i Bøkfjorden.

## 4.2 Sedimentprofilbilder (SPI)

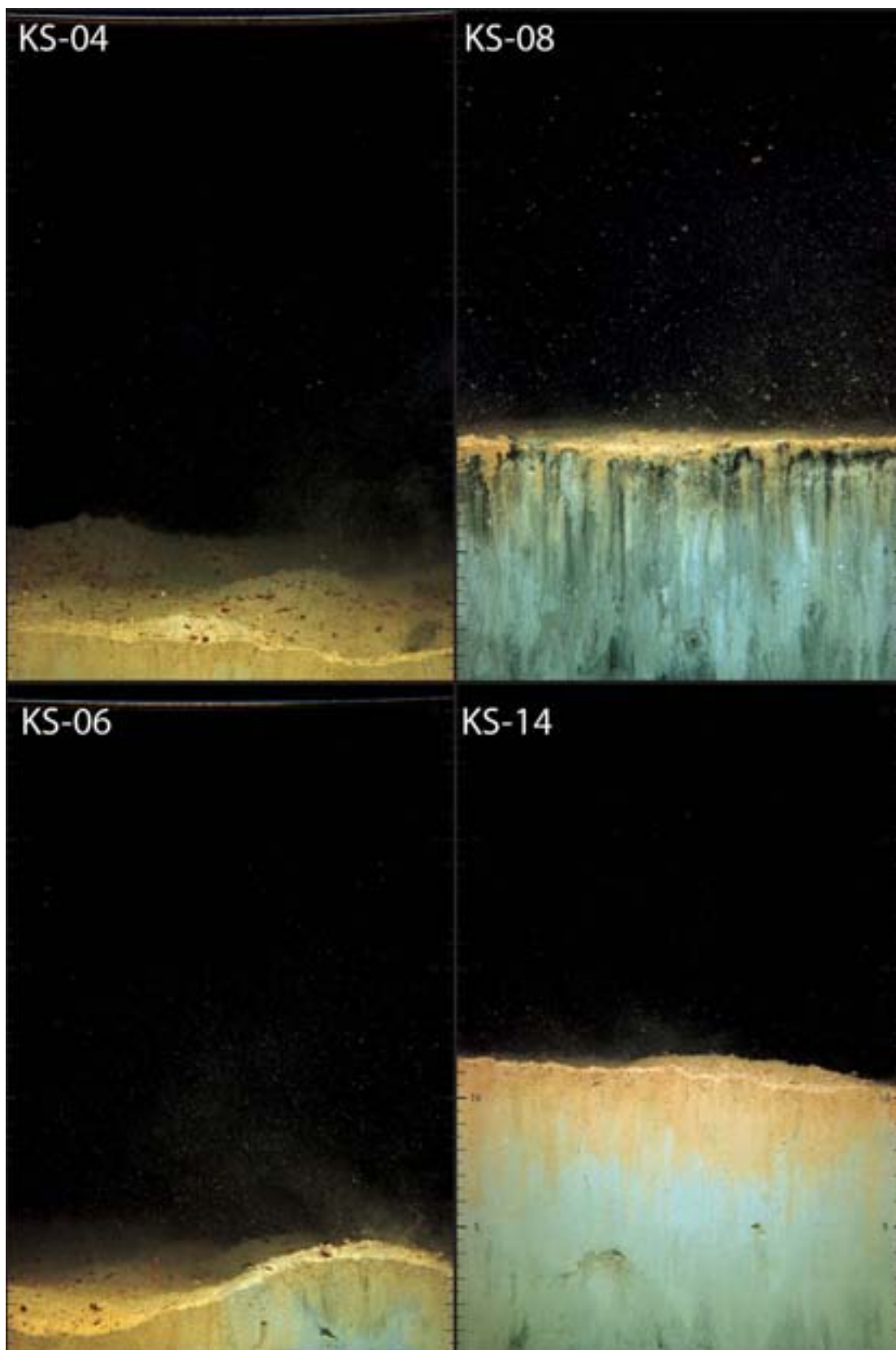
Det ble tatt bilder av sedimentprofiler på alle stasjoner, men på de indre stasjonene hvor sedimentene var harde og preget av gruveavgang, var penetrasjonsdybden liten. På stasjonene KS-03, KS-04, KS-05 og KS-06 var penetrasjonsdybden ikke mer enn 1-3 cm. Lenger ut i fjorden, for eksempel ved Ropelv (KS-08) og i Bøkfjorden utenfor Reinøy, var sedimentene betydelig bløtere med penetrasjonsdybde på 6-10 cm. Dette er vanlig penetrasjonsdybde i finkornede fjordsedimenter. En samlet oversikt over fotograferingen er gitt i **Tabell 4** mens et utvalg av SPI-bilder er vist i **Figur 13**. Bilder fra alle stasjoner er gitt i Vedlegg C.

På alle stasjonene ble det observert bunnfauna og spor av bioturbasjon (sediment som er blitt omlagret ved bunndyrs aktivitet). På flere av stasjonene viser bildene også en svært ujevn overflate med groper og hauger, for eksempel KS-04 og KS-06. Dette er mest sannsynlig gravespor etter kongekrabben. Krabbens graveaktivitet bidrar til omrøring av overflatesedimentet, men det var visuelt vurdert allikevel normal sjiktning i sedimentene, vist ved tydelige fargeforandringer fra sedimentoverflaten og nedover (**Figur 13**). På stasjon KS-08 var bunnsedimentet svertet under overflaten. Dette tyder på at det ansamles organisk materiale og at dette området kan ha svakere vannutskiftning enn andre deler av fjordsystemet.

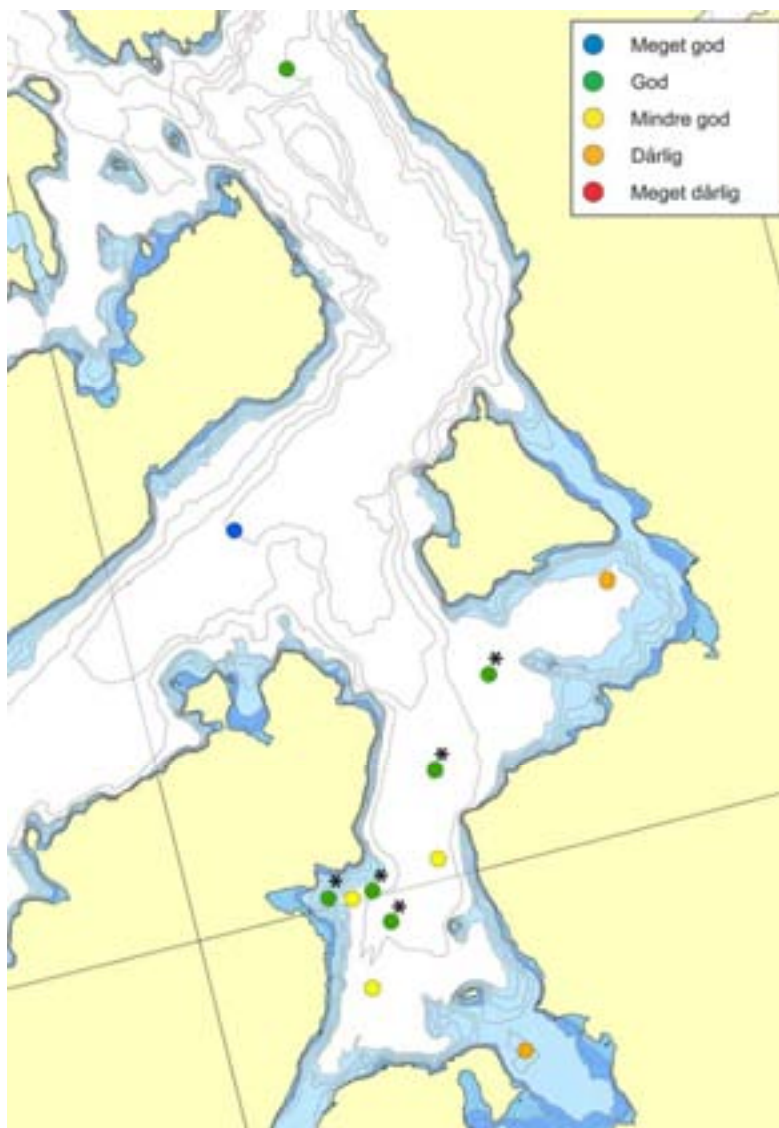
Stasjonene KS-04b, KS-04c og KS-04d ble plassert langs et dybde-transekt for å spore dybdenivået for gruveavgangen. Resultatene med hensyn på penetrasjonsdybde viser at fast gruveavgang strekker seg opp til minst 40 m vanndybde.

Beregnete verdier for BHQ-indeksen for alle stasjoner er gitt i Tabell 4, mens tilstandsklassifiseringen i henhold til indeksverdiene er vist i **Figur 14**. Tilstanden varierte fra ”meget god” til ”dårlig”. De dårligste forholdene ble registrert ved Ropelv (KS-08) og ved Prestøya (KS-02), mens det var bedre tilstand i områdene som var preget av gruveavgang (KS-03 – KS-06). På stasjonene med liten penetrasjonen av kameraet er indeksverdiene dog noe usikre. Det er også trolig at graveaktiviteten til kongekrabben bidrar til å bedre indeksverdiene, ved at sedimentene blir mer omrørt enn hva tilfellet ellers ville blitt. Det kan noteres at alle stasjoner hvor det ble observert groper og hauger fikk karakteristikken ”god tilstand” etter BHQ-indeksen (**Figur 14**).

---



**Figur 13.** Sedimentprofilbilder fra utvalgte stasjoner. I indre fjord var penetrasjonsdybden liten (KS-04, KS-06). Kupert sedimentoverflate med hauger og groper tolkes som gravespor etter kongekrabben. Betydelig bløtere sedimenter ble observert ved Ropelv (KS-08) og i utløpet av Korsfjorden (KS-14). KS-08 vurderes til tilstandsklasse 'dårlig', mens KS-14 vurderes til tilstandsklasse 'meget god'.



**Figur 14.** Tilstandsklasser for bunnmiljø i henhold til BHQ-indeksen. \* markerer observasjoner av groper og hauger som tolkes som spor etter graveaktivitet fra kongekrabben.

**Tabell 4.** Sediment profil bilde (SPI) stasjoner, Posisjon, dypde, Redoklin dypde, Penetrasjons dypde antal bilder analysert, middels BHQ-indeks, Tilstandsklass SPI

Stasjon	Latitud	Longitud	Dyp (m)	RPD (cm)	Penet. Dyp (cm)	n	BHQ indeks	TK SPI
KS-02	69,72780	30,09970	21,0	1,1	3,5	2	4,0	4
KS-03	69,73950	30,05390	80,0	1,2	1,0	1	6,0	3
KS-04	69,74660	30,06570	108,0	1,4	1,8	4	8,8	2
KS-04b	69,75070	30,06200	80,0	1,2	1,5	2	9,0	2
KS-04c	69,75040	30,05460	65,0	1,3	1,6	4	7,0	3
KS-04d	69,75110	30,04670	42,0	1,0	1,5	2	7,5	2
KS-05	69,75250	30,08660	120,0	1,2	1,5	1	7,0	3
KS-06	69,76280	30,09310	137,0	1,2	2,5	2	9,5	2
KS-07	69,77230	30,11920	70,0	1,7	4,1	5	9,2	2
KS-08	69,77970	30,16670	52,0	0,5	9,8	4	4,0	4
KS-14	69,79630	30,04610	200,0	2,2	10,2	3	11,3	1
KS-19	69,84830	30,10290	254,0	2,5	6,1	4	8,5	2

## 4.3 Bløtbunnsfauna

### 4.3.1 Kvantitative bunnprøver (infauna)

I **Tabell 5** er det gitt en oversikt over antall arter, individtettheter og beregnede verdier for artsmangfold i de kvantitative bunnprøvene. I **Figur 15** og **Figur 16** er hovedresultatene for hver stasjon sammenlignet med resultater fra de tidligere undersøkelsene. I **Tabell 6** er de ti artene med høyest individtetthet på hver stasjon vist. Det er også angitt hvilke organismegrupper disse artene tilhører. Fullstendige resultater fra prøvetakingen i 2007 er gitt i Vedlegg D.

Normalt kan en forvente å finne 40-80 arter og 1000 til 3000 individer av bunnfauna per m<sup>2</sup> i bløte fjordsedimenter, men tallene kan variere meget. Ved denne undersøkelsen ble det funnet normale til litt lave artstall på alle stasjonene med unntak Ropelv (KS-08), hvor det ble registrert svært få arter (**Tabell 5**). Individtetthetene var litt lave i indre del av fjordsystemet og økte utover til høye verdier ved Kjelmsøy (KS-19). Artsmangfoldet var normalt til noe nedsatt på alle stasjonene med unntak for Ropelv og faller i klasse II 'god tilstand' til klasse III 'mindre god tilstand' etter SFTs miljøkvalitetskriterier. Ved Ropelv var artsmangfoldet lavt og tilsvarer klasse IV 'dårlig tilstand'. Artsindeksen (ISI) fikk generelt høye verdier som indikerer at det var mange forurensningsømfintlige arter i prøvene.

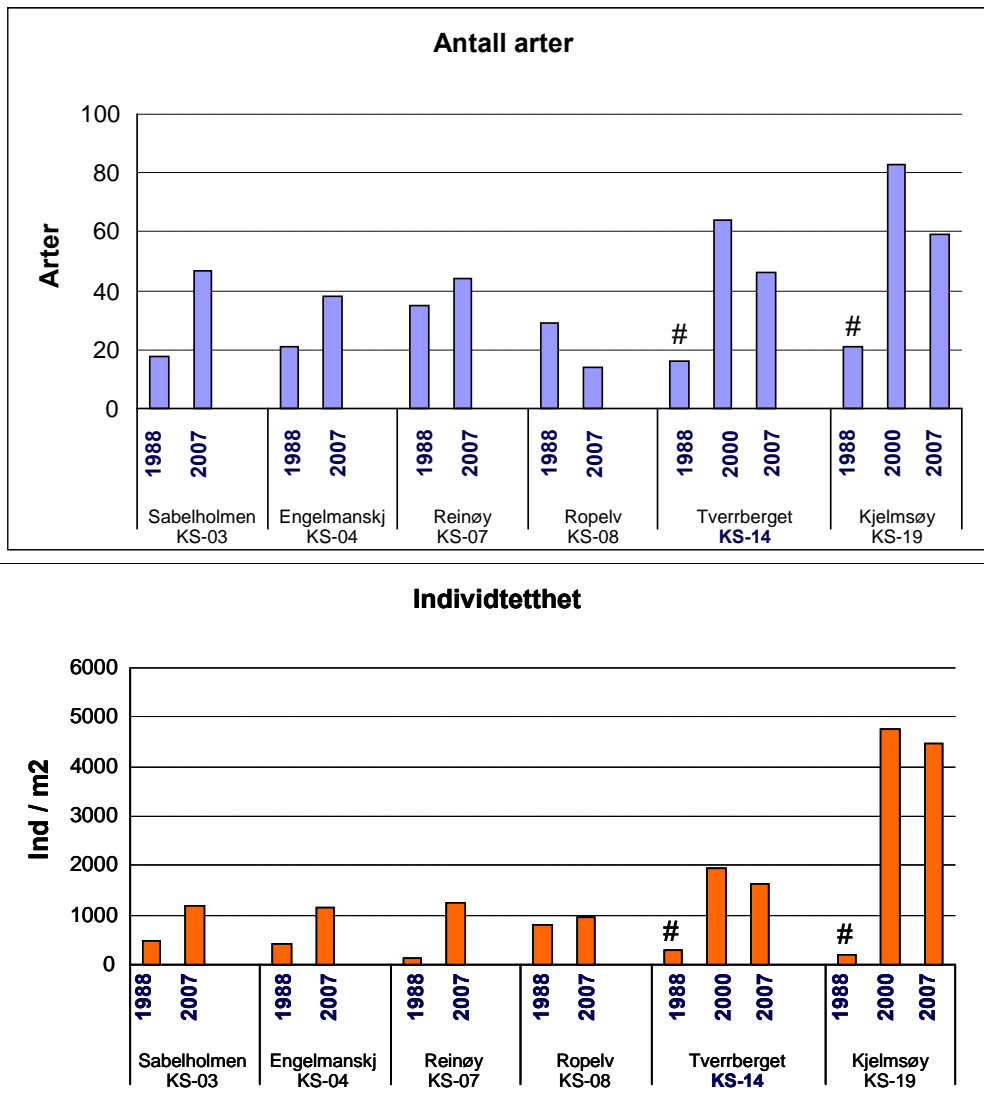
Generelt viser resultatene at det var en noe artsfattig fauna i hele fjordsystemet, men artsrikhet og individtettheter økte utover i fjorden. Økningen utover i fjordsystemet kan være en naturlig fjordgradient, tatt i betraktning at fjorden er påvirket av ferskvannstilførsler fra Pasvikelva som munner ut ved Kirkenes, men det er også sannsynlig at de indre områdene fortsatt er påvirket av gruveavgang i bunnsedimentet. Den svært fattige faunaen ved Ropelv kan ikke knyttes til noen av disse forholdene. Antallet arter, og særlig artsmangfoldet som gjenspeiler individfordelingen mellom artene, indikerer at hele fjordsystemet var utsatt for et visst stress. Dette kan være effekten av kongekrabben som ved sin aktivitet både kan redusere antallet arter av bunnfauna og individmengdene for de artene som er mest influert.

Sammenlignet med undersøkelsene i 1988 var antall arter og individtettheter økt på så godt som alle stasjonene (**Figur 15**). I indre fjord er det naturlig å se dette som en følge av bedring i tilstanden etter at utslippene av gruveavgang opphørte. Forandringene i ytre fjord (KS-14, KS-19) var imidlertid så betydelige at det er vanskelig å finne noen naturlig forklaring til dette. Det er uklart hva dette kan skyldes, men mulighetene for feil ved prøvetaking eller analyse må aksepteres. De gamle dataene fra ytre fjord må derfor betraktes som usikre. I 1994 ble det funnet høyere artstall og individmengder enn ved denne undersøkelsen. Disse forandringene er innenfor normale variasjoner og understreker usikkerheten ved 1988-dataene. Nedgangen fra 1994 til 2007 kan tolkes som en følge av effekten av kongekrabben som etablerte seg for fullt i fjorden helt på slutten av 90-tallet (se **Figur 1**).

Endringene i artsmangfold er mindre betydelige (**Figur 16**). Dette har sammenheng med at både artstallene og individtetthetene var lave i 1988, noe som gir lite utslag for artsmangfoldet.

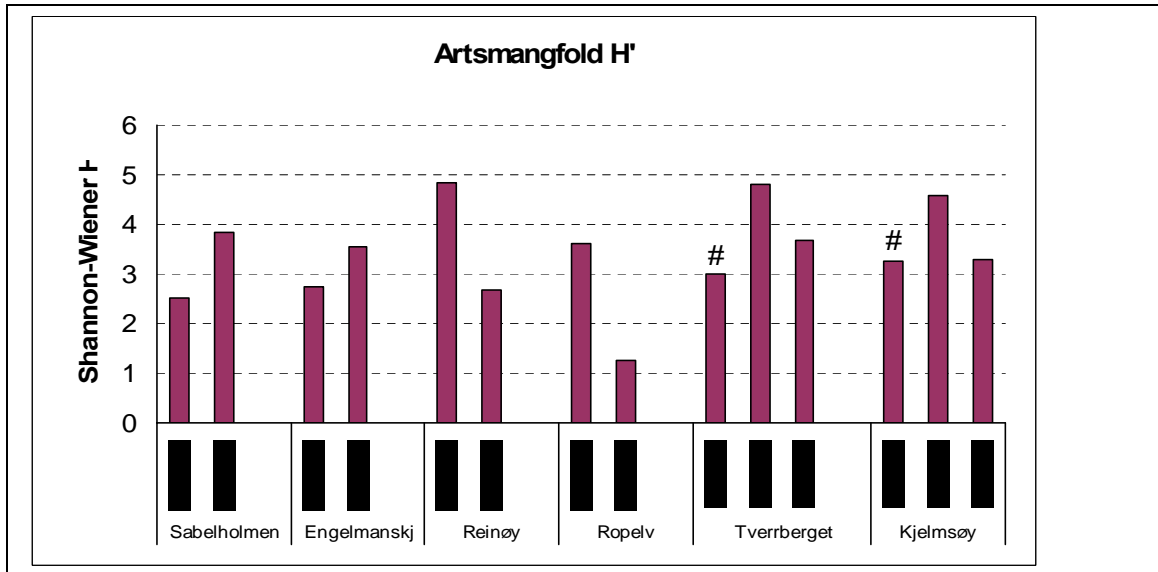
Børstemark og små muslinger dominerte på alle stasjonene (**Tabell 6**). Flere av de vanligste artene, som børstemarkene *Myriochele oculata* og *Maldane sarsi* og muslingen *Thyasira equalis* var blant de fem mest individrike artene på de fleste stasjonene. Dette indikerer at det ikke var noen større endringer i faunaen fra innerst til ytterst i fjorden. Andre viktige hovedgrupper som krepsdyr og pigghuder var imidlertid dårlig representert. Av pigghuder var det bare små individer av slangestjerner (slekten *Ophiura*) som forekom i noe antall.

---

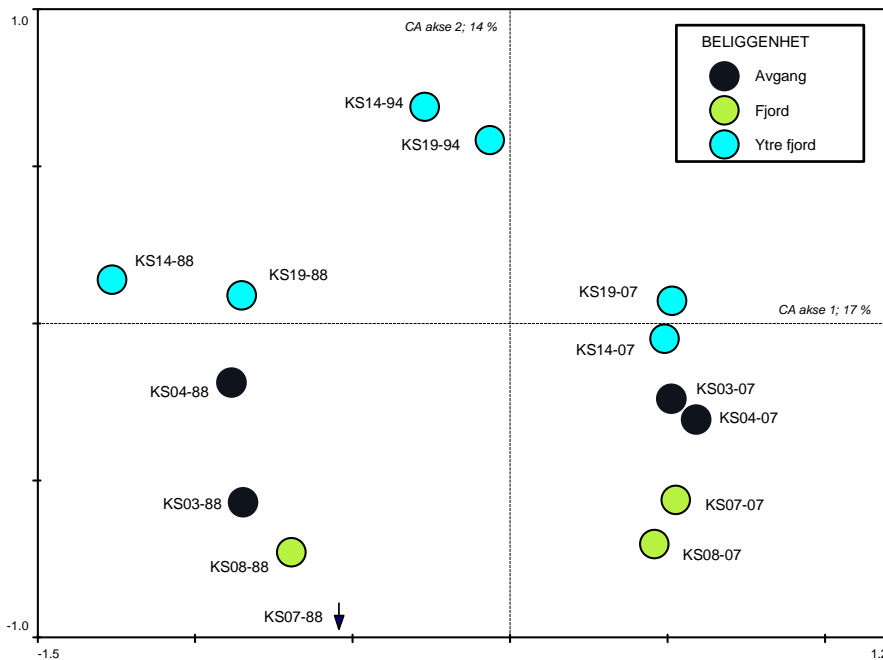


**Figur 15.** Antall arter og individtettheter på stasjonene ved Kirkenes og i Bøkfjorden i 2007 og ved tidligere undersøkelser. # markerer usikre data.

I **Figur 17** er det vist en samlet analyse av artssammensetningen på stasjonene, utført ved korrespondanseanalyse (CA), for å illustrere grad av likhet og forandringer over tid. Analysen viser at prøvene (stasjonene) i hovedsak grupperer seg etter tidspunkt for prøvetakingen og beliggenhet i fjordsystemet. Alle stasjonene fra 1988 ligger til venstre i plottet, mens alle stasjonene fra 2007 ligger til høyre. Prøvene fra 1994 ligger mellom disse og oppover i plottet. Generelt indikerer dette at det var forholdsvis stor likhet mellom stasjonene innenfor hver undersøkelse og at de største forandringene var mellom undersøkelsene. Den horisontale akse (akse 1) kan tolkes som en tidsgradient som viser forandringer fra 1988 til 1994 og videre til 2007. Vertikalt i plottet (akse 2) er stasjonene fordelt med de ytterste stasjonene i fjordsystemet øverst, til stasjonene innenfor Reinøy nederst. Både undersøkelsen i 1988 og denne undersøkelsen antyder at det ikke var betydelige forskjeller mellom de avgangspåvirkede stasjonene og stasjonene utover i Bøkfjorden og at forskjellene var størst til stasjonene ved Reinøy (men resultatene fra KS14 og KS19 i 1988 må som nevnt ovenfor betraktes som usikre).



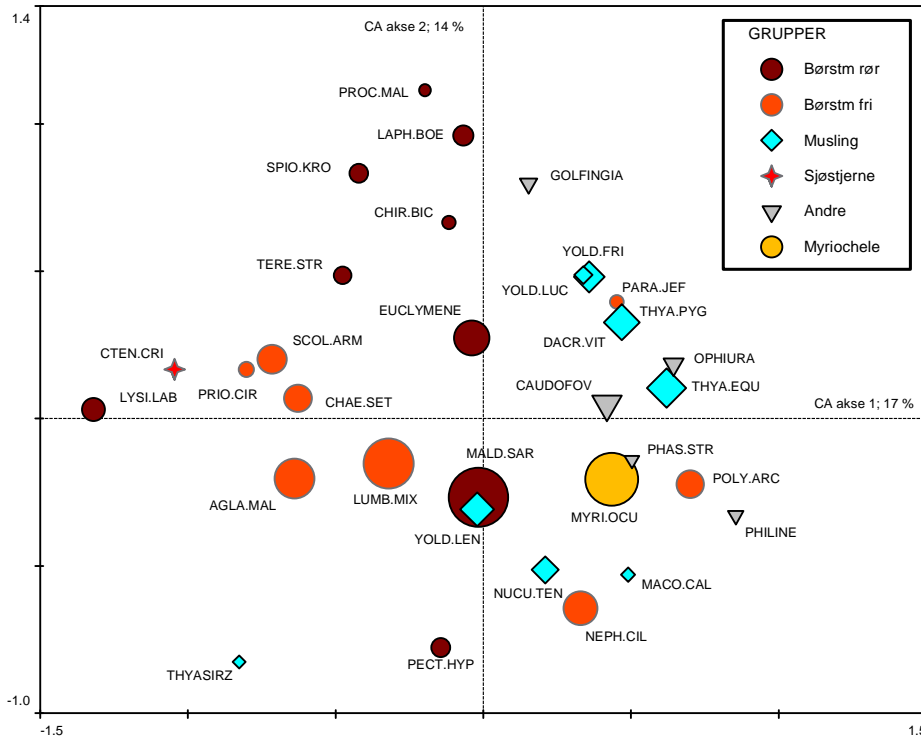
**Figur 16.** Artsmangfold på stasjonene ved Kirkenes og i Bøkfjorden i 2007 og ved tidligere undersøkelser. # markerer usikre data.



**Figur 17.** Korrespondanseanalyse for likhet i faunasammensetning på stasjonene i denne og tidligere undersøkelser. To siste sifre i stasjonskoden markerer år for innsamling. Stasjonene er klassifisert etter beliggenhet: stasjoner i område med tidligere gruveavgang (Avgang), stasjoner innenfor Reinøy uten påvirkning av gruveavgang (Fjord) og stasjoner i Bøkfjorden utenfor Reinøy (Ytre fjord). Stasjon KS07-88 faller utenfor diagrammet. Plottet illustrerer 31 % av variansen i artsdata.

I **Figur 18** er forekomsten av de viktigste artene illustrert ved plott av arter fra korrespondanseanalysen. I dette plottet vil arter som var mest vanlige i 1988 og 1994, og som altså har avtatt ved denne undersøkelsen, bli plassert til venstre, mens arter som har tiltatt i 2007 vil bli plassert til høyre. Tilsvarende vil arter fra ytre fjord bli plassert oppover i plottet. Analysen indikerer at særlig børstemark, både arter som bygger faste mudder-rør og frittlevende former, har avtatt fra 1988 og 1994 til 2007. Et par arter frittlevende børstemark har økt, for eksempel *Polycirrus arcticus* og den dominerende arten *Myriochele oculata* som lager sytrådtynne rør. Ingen børstemark i mudder-rør har

økt. Omvendt har mange muslinger, som alle er små arter, tiltatt i forekomst, for eksempel *Thyasira equalis*. Sjøstjernen *Ctenodiscus crispatus* (mudderstjerne) som er en karakteristisk art i nordnorske fjorder, var tilstede både i 1988 og 1994, men ble ikke funnet i 2007. Analysen gir inntrykk av et skifte i organismesamfunn med lavere artsrikhet for børstemark og mer preg av små muslinger i 2007 enn tidligere. Dette er trolig en effekt av kongekrabben, illustrert ved at det særlig er arter som må forventes å være attraktive byttedyr som viser nedgang ved denne undersøkelsen.



**Figur 18.** Plott av dominerende arter fra korrespondanseanalysen. Artenes plassering i plottet viser forekomstene relatert til stasjonene, symbolets størrelse er proporsjonalt med individmengdene. Artene er gruppert i rørbyggende børstemark (børstemark rør), frittlevende børstemark (børstemark fri), muslinger, sjøstjerner og andre grupper. Den dominerende børstemarken *Myriochele*, som lager et særpreget trådtynn rør, er vist separat.



**Tabell 5.** Sammenfattende data for faunaen på stasjonene i Bøkfjorden 5-6. juni 2007. Indekser for artsmangfold:  $H'$  = Shannon-Wiener indeks ( $\log_2$ ),  $E(S_{100})$  = Hurlberts indeks (artstall pr. 100 individer). ISI = artsindeks for følsomhet for forurensning. Tilstandsklasser i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er vist: I 'meget god', II 'god', III 'mindre god', IV 'dårlig', V 'meget dårlig' (Molvær et al. 1997). For ISI foreligger et forslag til klassifisering med ISI > 7,5 'god økologisk status' og ISI > 8,75 'meget god økologisk status' (Rygg 2002).

Stasjon	Artstall	Ind.	Ind/m <sup>2</sup>	H'	E(S <sub>100</sub> )	ISI	Klasse
KS-03	47	467	1168	3,8	23,8	8,6	II
repl I	29	84					
repl II	23	125					
repl III	22	141					
repl IV	24	117					
KS-04	38	457	1143	3,5	19,9	9,0	II
repl I	19	86					
repl II	20	100					
repl III	17	104					
repl IV	22	167					
KS-07	44	495	1238	2,7	19,7	8,9	III/II
repl I	14	63					
repl II	22	171					
repl III	21	119					
repl IV	20	142					
KS-08	14	386	965	1,3	7,0	7,9	IV
repl I	6	57					
repl II	7	35					
repl III	8	123					
repl IV	7	171					
KS-14	46	647	1618	3,7	21,9	8,2	II
repl I	24	184					
repl II	22	90					
repl III	29	186					
repl IV	26	187					
KS-19	59	1781	4453	3,3	16,4	8,4	II/III
repl I	37	527					
repl II	27	239					
repl III	35	393					
repl IV	38	622					

**Tabell 6.** De 10 viktigste artene med individtetthet (ind/m<sup>2</sup>) på stasjonene i Bøkfjorden 5-6. juni 2007. b = børstemark, m = musling, mm = markmollusk, p = pølseorm, sl = slangestjerne, sn = snegl.

Sabelholmen, KS-03			Engelmanskjær, KS-04		
	Gruppe	Ind/m2		Gruppe	Ind/m2
Myriochele oculata	b	378	Thyasira equalis	m	283
Polycirrus arcticus	b	123	Maldane sarsi	b	260
Thyasira equalis	m	123	Myriochele oculata	b	133
Nephtys ciliata	b	80	Thyasira pygmaea	m	85
Maldane sarsi	b	60	Lumbrineris mixochaeta	b	83
Nuculoma tenuis	m	48	Polycirrus arcticus	b	58
Dacrydium vitreum	m	45	Nephtys ciliata	b	43
Caudofoveata indet	mm	43	Caudofoveata indet	mm	23
Thyasira cf. equalis	m	38	Yoldiella sp.	m	18
Philine sp.	sn	23	Cuspidaria glacialis	m	15

Reinøy, KS-07			Ropelv, KS-08		
	Gruppe	Ind/m2		Gruppe	Ind/m2
Maldane sarsi	b	750	Myriochele oculata	b	718
Myriochele oculata	b	118	Maldane sarsi	b	180
Polycirrus arcticus	b	58	Nephtys ciliata	b	23
Yoldiella lenticula	m	35	Caudofoveata indet	mm	10
Nephtys ciliata	b	30	Nuculoma tenuis	m	5
Lumbrineris mixochaeta	b	25	Owenia sp.	b	5
Heteromastus filiformis	b	23	Paradoneis eliasoni	b	5
Caudofoveata indet	mm	28	Mya arenaria	m	5
Aglaophamus malmgreni	b	20	Yoldia hyperborea	m	3
Nuculoma tenuis	m	10	Philine sp.	sn	3

Tverrberget, KS-14			Kjelmsøy, KS-19		
	Gruppe	Ind/m2		Gruppe	Ind/m2
Myriochele oculata	b	518	Myriochele oculata	b	1353
Thyasira cf. equalis	m	240	Myriochele olgae	b	835
Maldane sarsi	b	180	Maldane sarsi	b	653
Thyasira pygmaea	m	93	Thyasira cf. equalis	m	410
Yoldiella frigida	m	83	Thyasira pygmaea	m	355
Lumbrineris mixochaeta	b	68	Yoldiella frigida	m	253
Polycirrus arcticus	b	60	Lumbrineris mixochaeta	b	78
Dacrydium vitreum	m	55	Ophiura sp.	sl	65
Ophiura sp.	sl	33	Golfingia cf. minuta	p	38
Caudofoveata indet	mm	28	Caudofoveata indet	mm	33

### 4.3.2 Sledeprøver (epifauna)

I **Tabell 7** er de viktigste resultatene fra sledeprøvene gitt. På stasjonene KS-03, KS-14 og KS-19 var hovedmaterialet i sleden bløtt mudder. På stasjon KS-07 var det en god del stein i prøven og lite mudder. Fullstendige resultater er gitt i Vedlegg D.

Det ble funnet flest arter på stasjon KS-07. Ganske mange av disse artene er knyttet til stein og fast underlag, for eksempel sjøroser, børstemarken *Apomatus similis* (kalkrørsmark) og slangestjernen *Ophiopholis aculeata*. Artsrikheten har derfor sammenheng med varierende bunnforhold på denne lokaliteten. I prøvene med bløtt mudder ble det funnet færre arter, men artsrikheten var størst ytterst i Bøkfjorden (KS-19), tilsvarende som i de kvantitative prøvene. De eneste individene av noe størrelse var sjøstjernen *Hippasteria* på KS07 (radius skivesentrum-armspiss 9 cm) og svamp på KS-14 og KS-19.

De fleste artene i prøvene med bløtt mudder ble også funnet i de kvantitative bunnprøvene. Dette indikerer at det var lite epifauna på disse stasjonene. Det er særlig bemerkelsesverdig at det ikke ble fanget noen individer av grupper som normalt er vanlige, for eksempel sjøstjerner, større rovsnegl og frittbevegelige børstemark. Av slangestjerner ble det bare funnet små unge individer av slekten *Ophiura*. Det er nærliggende å knytte dette til kongekrabben og anta at disse artene blir spist opp. På stasjon KS-07 kan flere arter finne skjul under og mellom steiner. Resultatene er i samsvar med slede- og trålprøver som Universitetet i Tromsø og Havforskningsinstituttet har foretatt i nærliggende områder ved Kjelmsøy og Sølfarbuk (Einar Nilsen, Jan Sundet; pers med).

---

**Tabell 7.** De viktigste artene i prøvene med Agassiz-slede.

	KS 03	KS 07	KS 14	KS 19
Sledemateriale	Bløt mudder, litt tangrester, skall av kongekrabbe, mye foraminiferer	En del stein, trestykke, litt slagg	Bløt mudder, litt småstein, litt tang, rester av Spirochatopterus-rør	Bløt mudder, litt småstein, litt tang, en del foraminiferer
<b>Porifera – Svamp</b>		++	++	++
Geodia barretti				1
<b>Anthozoa – Sjøroser</b>		6		
<b>Nemertinea – båndmark</b>	2	1	1	2
<b>Sipunculida – pølsemark</b>				
Phascolion strombi	1	3		1
<b>Polychaeta – flerbørstemark</b>				
Nephtys ciliata	1	2	8	4
Aglaophamus malmgreni			4	6
Lumbrineris mixochaeta			6	
Maldane sarsi		1	4	3
Myriochele oculata			3	3
Polycirrus arcticus	36		13	
Apomatus silimis		5		
<b>Mollusca – bløtdyr</b>				
Scaphander punctostriatus	7	2		
Philine sp	6			
Astarte crenata		4		1
Clinocardium ciliatum		1		
Hiatella arctica		1		1
<b>Crustacea – krepsdyr</b>				
Pandalus montagui	1	1		
Sabinea septemcarinatus		2		
<b>Bryozoa – mosdyr</b>		+		
<b>Brachiopoda – armfotinger</b>				
Terebratulina septentrionalis		3		
<b>Echinodermata – pigghuder</b>				
Hippasteria phrygiana		1		
Ophiopholis aculeata		6		2
Ophiura affinis				4
Ophiura cf sarsi (små)	3	3	2	14
Echinocucumis hispida			1	
Psolus squamatus		1		
Myriotrochus rinkii				1
<b>Total antall arter</b>	<b>13</b>	<b>29</b>	<b>16</b>	<b>24</b>

## 5. Diskusjon

### 5.1 Sedimenter

Sedimentene i fjordsystemet utenfor Kirkenes har utvilsomt endret karakter i årene etter at produksjonen ved Sydvaranger AS opphørte.

- Det er en økning i organisk karbon på alle stasjonene innenfor Reinøy fordi overflatesedimentene er mindre avgangspåvirket.
- Sedimentenes kornstørrelse har endret karakter. Sedimentene har blitt grovere innerst i fjorden, mens kornfordelingen fra KS-05 og utover er preget av finere materiale enn ved tidligere undersøkelser. Dette kan tyde på at finere materiale fra de indre delene av fjordsystemet kan ha blitt transportert til deler som ligger lenger vekk fra Kirkenes. Stasjon KS-07 som ligger lenger ute i Bøkfjorden, og tidligere ikke har blitt regnet som påvirket av avgang, har også grovere sedimenter enn ved de andre stasjonene. Dette er allikevel en av de stasjonene med minst endring i kornfordeling fra tidligere undersøkelser. Dette bekrefter tidligere antagelser om at stasjonen i liten grad har vært påvirket av gruveavgang.
- Ved undersøkelsene i 1988 (Skei and Rygg 1989) ble det konkludert med at gruveavgangen fra Sydvaranger inneholdt lite syreløslig jern ettersom de indre stasjonene hadde lavere konsentrasjoner av jern enn de ytre stasjonene. Det samme ble funnet i 1994 (Skei et al. 1995). De forhøyede jernverdiene som ble funnet lenger ute i fjordsystemet skyldes trolig større innslag av andre jernforbindelser som er syreløslig, mens nærmere utslippet forekommer jern i hematitt og magnetitt som kun løses ved totaloppløsning. Med den naturlige sedimenteringsraten som ble funnet ved undersøkelsene i 1994 (Skei et al. 1995) skulle man i dag forvente en endring i jernmengden i de øverste to – tre centimeterne av sedimentene. At dette ikke observeres kan skyldes en omrøring som følge av dyrs gravende virksomhet (spesielt effekter av kongekrabben), men også mindre urasninger på sjøbunnen i de områdene hvor de største mengdene med avgang er blitt akkumulert. Dette er også påpekt tidligere (Skei og Rygg 1989). En annen forklaring på de små variasjonene i sedimentenes jern-innhold målt i 1988 og 2007 kan skyldes små endringer i nivået av syreløslig jern.

### 5.2 Sedimentaktivitet

Bunnfotografiene med SPI viste at det var biologisk aktivitet på alle stasjonene i undersøkelsen, men aktiviteten var lavest og tilstanden dårligst ved Ropelv (KS-08) og i utløpsområdet for Pasvikelva (KS-02). Ved Ropelv var det et forholdsvis tynt oksidert topplag og sverting nedover i bunnsedimentet som indikerte dårlige oksygenforhold. Det oksiderte topplaget var dypest (2-3 cm) i de ytre fjordområdene. På flere av lokalitetene var bunnoverflaten ujevn med groper og hauger som tolkes som gravespor etter kongekrabben. Dette indikerer at kongekrabben bidrar til omlagring av bunnsedimentene, som kan synes å ha en positiv effekt på oksidasjonstilstanden i sedimentene. Trolig var krabben aktiv i hele fjordsystemet.

### 5.3 Bunnfauna

Undersøkelsene viste at hele fjorden hadde en forholdsvis artsfattig fauna. Det var også lavere individtettheter enn hva som ville være forventet, med unntak for området ved Kjelmsøy ytterst i Bøkfjorden. Her var det imidlertid børstemark av slekten *Myriochele*, som er små og trådformede, som utgjorde hovedmengden av individene. Sammenlignet med tidligere undersøkelser var andelen av rørbyggende og frittlevende børstemark redusert. Prøvene med bunnslede viste at det var svært få større dyr som lever på bunnoverflaten (epifauna) i fjorden. Sannsynligvis er både epifauna og børstemark i bunnsedimentet redusert som en følge av beiting fra kongekrabben. Effekten av krabben synes derfor å være at det blir en redusert fauna med lavere artsmangfold i hele fjorden.

Bunnfaunaen i det avgangspåvirkede området utenfor Kirkenes var i hovedtrekkene lik med fjordområdene lenger ut i Bøkfjorden, men skilte seg ut i noen grad. Det er naturlig å se disse

---

forskjellene i sammenheng med de spesielle bunnforholdene, med et svært fast sediment av avgangsmasse under et forholdsvis tynt løst topplag. Påvirkningen på bunnfaunaen var imidlertid ikke større enn det som normalt kan forventes i en fjord med påvirkning av ferskvann og gradienter i organisk innhold i bunnsedimentene. Det kan derfor også være naturlige forhold som medvirker til forskjellene mellom ulike områder i fjorden. Og sett i en større sammenheng kan det se ut til at kongekrabben har større innflytelse på bunnfaunaen i hele fjordsystemet enn hva gruveavgangen har lokalt for fjordområdet utenfor Kirkenes.

På stasjon KS-08 ved Ropelv var bunnfaunaen svært artsfattig og artsmangfoldet lavt. Denne stasjonen ble også vurdert til dårlig tilstand fra bunnfotografiene med tynt oksidert overflatelag og redusert miljø nedover i sedimentet. Disse forholdene henger naturlig sammen, i og med at det ved artsfattig bunnfauna også blir lav sedimentaktivitet. Det er uklart hva dette skyldes. Sedimentforholdene har karakter av dårlig oksygentilførsel eller høy organisk belastning, men det var verken høyt organisk innhold i sedimentet (glødetap, TOC) eller typiske arter for organisk belastning tilstede på stasjonen. Muligens er vannutskiftningen og oksygentilførselen dårlig. Noen sammenheng med gruveavgangen kan det ikke ha.

## **5.4 Konklusjoner og anbefalinger**

I perioden som er gått siden gruvedriften opphørte har bunnsedimentene i de delene av Bøkfjorden som har vært påvirket av gruveavgang fått høyere organisk innhold, rimeligvis som en følge av sedimentering av naturlig materiale. Overflatesedimentene bærer som forventet mindre preg av gruvedrift enn hva tilfellet var i 1988 og 1994.

De tidligere undersøkelsene har vist at bunnfaunaen var moderat påvirket av gruveavgangen innenfor Reinøy. I Bøkfjorden nord for Reinøy ble det ikke påvist noen effekter selv om gruveavgangen kunne spores ut til Kjelmøy ytterst i Bøkfjorden (Skei og Rygg 1989, Skei et al. 1995). Denne undersøkelsen har vist at bunnfaunaen i det avgangspåvirkede området fortsatt skiller seg fra ytre fjordområder. Dette er et forventet resultat ut fra at det vil ta lang tid etter opphør av utslipp, anslagsvis minst 50 år (Skei et al. 1995), før naturlig bunnsediment overlagrer gruveavgangen.

Ved ny drift må det forventes at utslipp av gruveavgang vil påvirke sedimentene og faunaen i de samme områdene som tidligere. Det må forventes en reduksjon i artsmangfold og individtettheter i forhold til dagens tilstand, men trolig vil tilstanden kunne bli omtrent som den var på 90-tallet. Dette er forutsatt at nye utslipp er i samme størrelsesorden som tidligere og at avgangen blandes med sjøvann som ved tidligere drift. Det er imidlertid et usikkerhetsmoment hvilken betydning kongekrabben kan spille sammen med gruveavgangen. Undersøkelser fra Beringhavet indikerer at krabben påvirkes lite av undersjøisk sandekstraksjon og bearbeiding (Jewett 1998, 1999). Trolig vil beitettrykket fra kongekrabben ikke endres, med mindre bestanden reduseres av andre årsaker. Beiting fra kongekrabben vil derfor innebære et ekstra stress på bunnfaunaen. Det er uklart om effektene på bunnfaunaen til sammen kan bli større enn hva som vil være tilfelle med hensyn til kongekrabben og gruveavgangen hver for seg.

Basert på disse forventningene vil vi anbefale at miljøet i ytterkant av resipientområdet blir underlagt et overvåkingsprogram ved videre drift. Med den kunnskapen som nå finnes om tilstanden til Bøkfjorden vil overvåking av tilstanden i fjorden med prøvetaking omkring hvert femte år gi gode holdepunkter for å vurdere effekten av pågående gruvedrift.

---

## 6. Referanser

- Jewett, SC. 1998. Assessment of the benthic environment following offshore placer gold mining in Norton Sound, northeastern Bering Sea. Dissertation Abstracts International, Part B 58(11): 6153.
- Jewett, SC. 1999. Assessment of red king crabs following offshore placer gold mining in Norton Sound. Alaska Fishery Research Bulletin 6: 1-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT 97:03, TA-1467/1997.
- Nilsson HC, Rosenberg R (1997) Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. Journal of Marine Systems 11:249-264
- Nilsson HC, Rosenberg R (2006) Collection and interpretation of Sediment Profile Images (SPI) using the Benthic Habitat Quality (BHQ) index and successional models. NIVA Report No. 5200-2006, Sidor 26
- Pearson TH, Rosenberg R (1978) Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr Mar Biol Ann Rev 16:229-311
- Rosenberg R, Blomqvist M, Nilsson HC, Cederwall H, Dimming A (2004) Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin 49:728-739
- Rygg, B. (2002). Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA rapport 4548-2002. 32 s.
- Skei, J. (1990). Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark. 2. Partikler i vannmassen sommeren 1989. NIVA rapport 2343. Oslo. 53 s.
- Skei, J. and B. Rygg (1989). Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark. 1. Bløtbunnsfauna og sedimenter. NIVA rapport 2213. Oslo. 80 s.
- Skei, J., B. Rygg, et al. (1995). Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark. Bløtbunnsfauna, sedimenter og partikler i vann, juni 1994. NIVA rapport 3281. Oslo. 66 s.
-

# Vedlegg A. Kornfordelingsanalyser

## Resultatene av kornfordelingsanalysene på alle stasjoner

Kirkenes 2007, sample no St 3, 0-1 cm

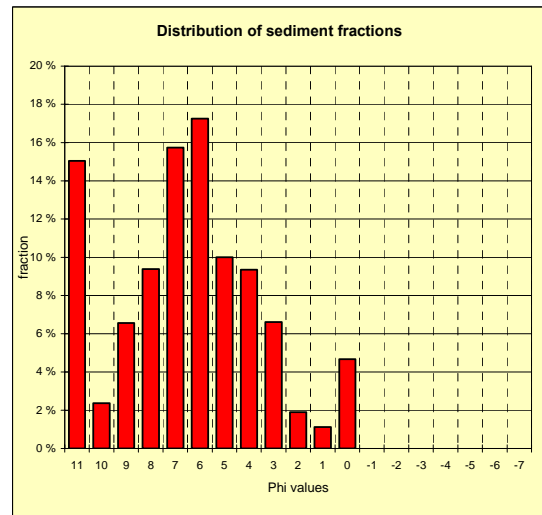
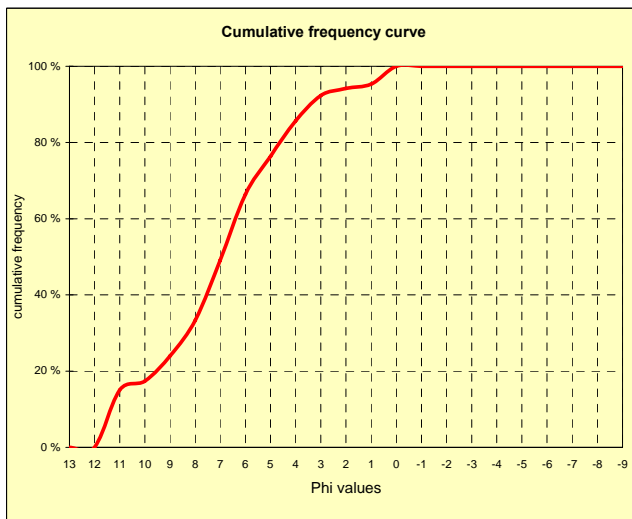
### Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)					
Size grade	Particle size	Phi ( $\emptyset$ )	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	2,17 g	4,68 %	100,00 %
Coarse sand	500 $\mu$ m	1	0,52 g	1,12 %	95,32 %
Medium sand	250 $\mu$ m	2	0,88 g	1,90 %	94,20 %
Fine sand	125 $\mu$ m	3	3,07 g	6,61 %	92,31 %
Very fine sand	63,0 $\mu$ m	4	4,34 g	9,35 %	85,69 %
Silt	32,0 $\mu$ m	5	13,10 %	10,00 %	76,34 %
	16,0 $\mu$ m	6	22,60 %	17,25 %	66,34 %
	8,0 $\mu$ m	7	20,60 %	15,73 %	49,09 %
	4,0 $\mu$ m	8	12,30 %	9,39 %	33,36 %
Clay	2,0 $\mu$ m	9	8,60 %	6,57 %	23,97 %
	1,0 $\mu$ m	10	3,10 %	2,37 %	17,41 %
	0,5 $\mu$ m	11	19,70 %	15,04 %	15,04 %
	0,2 $\mu$ m	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 $\mu$ m	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 $\mu$ m:			35,43 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)		
Percentiles	Size (mm)	Phi ( $\emptyset$ )
95	0,4091	1,29
90	0,0982	3,35
84	0,0551	4,18
75	0,0285	5,13
50 (MD)	0,0081	6,95
25	0,0021	8,89
16	0,0006	10,59
10	0,0004	11,34
5	0,0003	11,67

Sediment grain size composition (% Dry weight)	
Clay	23,97 %
Silt	52,37 %
<b>Pelite</b>	<b>76,34 %</b>
Very fine sand	9,35 %
Fine sand	6,61 %
Medium sand	1,90 %
Coarse sand	1,12 %
Very coarse sand	4,68 %
<b>Total sand</b>	<b>23,66 %</b>
Pebbles	0,00 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>0,00 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)		
Statistical parameter	phi ( $\emptyset$ )	Sediment characteristics
Mean size (M <sub>2</sub> )	7,24	
Median size (Md $\emptyset$ )	6,95	Silt
Sorting (St $\emptyset$ )	3,18	Extremely poorly sorted
Skewness (Sk $\emptyset$ )	0,02	Nearly symmetrical
Kurtosis (K $\emptyset$ )	1,13	Leptokurtic



End point data are cumulative fractions.



Kirkenes 2007, sample no St 4, 0-1 cm

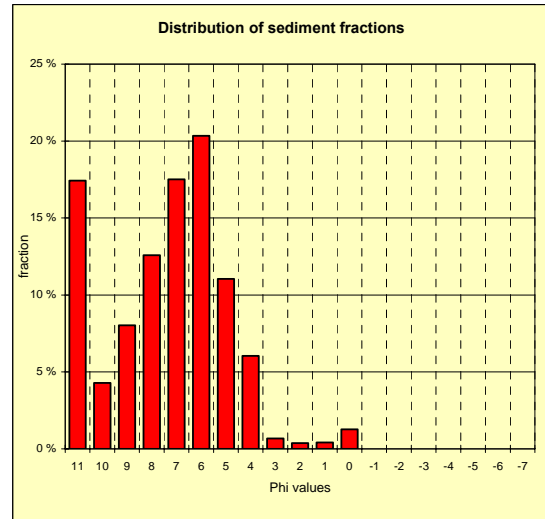
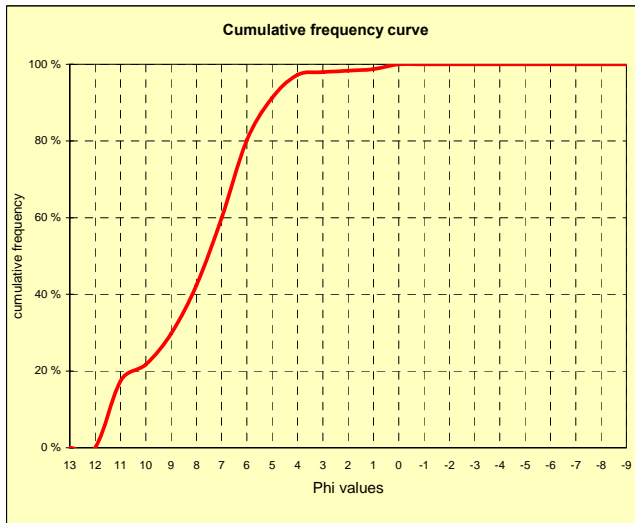
Grain size distribution

<i>(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)</i>					
Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,51 g	1,27 %	100,00 %
Coarse sand	500 µm	1	0,17 g	0,42 %	98,73 %
Medium sand	250 µm	2	0,15 g	0,37 %	98,31 %
Fine sand	125 µm	3	0,27 g	0,67 %	97,94 %
Very fine sand	63,0 µm	4	2,43 g	6,04 %	92,33 %
Silt	32,0 µm	5	12,10 %	11,04 %	91,22 %
	16,0 µm	6	22,30 %	20,34 %	80,18 %
	8,0 µm	7	19,20 %	17,51 %	59,84 %
	4,0 µm	8	13,80 %	12,59 %	42,33 %
Clay	2,0 µm	9	8,80 %	8,03 %	29,74 %
	1,0 µm	10	4,70 %	4,29 %	21,71 %
	0,5 µm	11	19,10 %	17,42 %	17,42 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
	Total weight of fraction <63 µm:			36,68 g	

Values from cumulative curve (Interpolated)		
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0482	4,37
90	0,0289	5,11
84	0,0199	5,65
75	0,0131	6,25
50 (MD)	0,0053	7,56
25	0,0013	9,59
16	0,0005	11,08
10	0,0004	11,43
5	0,0003	11,71

Sediment grain size composition (% Dry weight)		
Clay	29,74 %	
Silt	61,48 %	
<b>Pelite</b>	<b>91,22 %</b>	
Very fine sand	6,04 %	
Fine sand	0,67 %	
Medium sand	0,37 %	
Coarse sand	0,42 %	
Very coarse sand	1,27 %	
<b>Total sand</b>	<b>8,78 %</b>	
Pebbles	0,00 %	
Cobbles	0,00 %	
<b>Gravel</b>	<b>0,00 %</b>	

Classification (Udden & Wentworth, modified)		
Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	8,10	
Median size (MdØ)	7,56	Silt
Sorting (StØ)	2,47	Poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,21	Positively skewed
Kurtosis (KØ)	0,90	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no KS 5, 0-1 cm

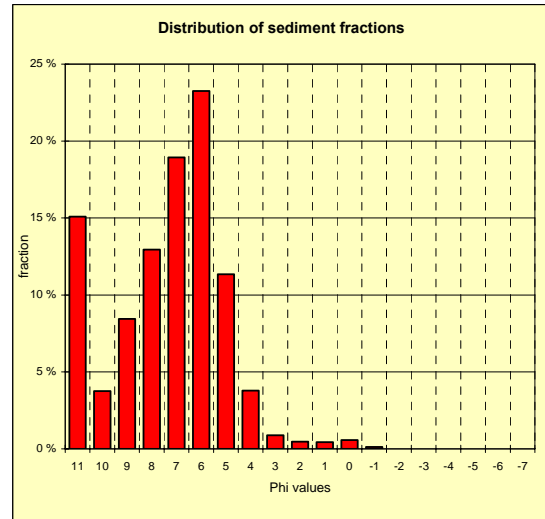
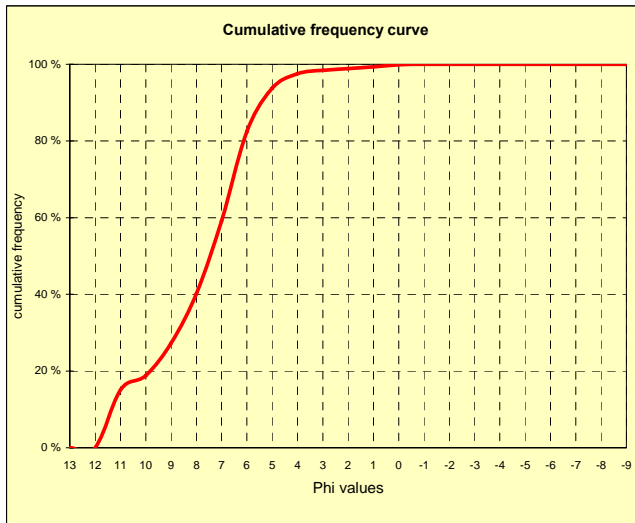
Grain size distribution

<i>(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)</i>					
Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,06 g	0,13 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,27 g	0,56 %	99,87 %
Coarse sand	500 µm	1	0,21 g	0,44 %	99,31 %
Medium sand	250 µm	2	0,22 g	0,46 %	98,87 %
Fine sand	125 µm	3	0,42 g	0,88 %	98,41 %
Very fine sand	63,0 µm	4	1,81 g	3,78 %	97,53 %
Silt	32,0 µm	5	12,10 %	11,34 %	93,75 %
	16,0 µm	6	24,80 %	23,25 %	82,41 %
	8,0 µm	7	20,20 %	18,94 %	59,16 %
	4,0 µm	8	13,80 %	12,94 %	40,22 %
Clay	2,0 µm	9	9,00 %	8,44 %	27,28 %
	1,0 µm	10	4,00 %	3,75 %	18,84 %
	0,5 µm	11	16,10 %	15,09 %	15,09 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
	Total weight of fraction <63 µm:			44,85 g	

Values from cumulative curve (Interpolated)		
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0393	4,67
90	0,0249	5,33
84	0,0172	5,86
75	0,0125	6,32
50 (MD)	0,0056	7,48
25	0,0016	9,27
16	0,0006	10,76
10	0,0004	11,34
5	0,0003	11,67

Sediment grain size composition (% Dry weight)		
Clay	27,28 %	
Silt	66,47 %	
<b>Pelite</b>	<b>93,75 %</b>	
Very fine sand	3,78 %	
Fine sand	0,88 %	
Medium sand	0,46 %	
Coarse sand	0,44 %	
Very coarse sand	0,56 %	
<b>Total sand</b>	<b>6,12 %</b>	
Pebbles	0,13 %	
Cobbles	0,00 %	
<b>Gravel</b>	<b>0,13 %</b>	

Classification (Udden & Wentworth, modified)		
Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	8,03	
Median size (MdØ)	7,48	Silt
Sorting (StØ)	2,29	Poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,27	Positively skewed
Kurtosis (KØ)	0,97	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no KS 6, 0-1 cm

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,21 g	0,61 %	100,00 %
Coarse sand	500 µm	1	0,30 g	0,87 %	99,39 %
Medium sand	250 µm	2	0,37 g	1,07 %	98,53 %
Fine sand	125 µm	3	0,44 g	1,27 %	97,46 %
Very fine sand	63,0 µm	4	2,40 g	6,93 %	96,19 %
	32,0 µm	5	16,60 %	14,82 %	89,25 %
	16,0 µm	6	22,10 %	19,72 %	74,44 %
	8,0 µm	7	16,30 %	14,55 %	54,71 %
Silt	4,0 µm	8	14,10 %	12,58 %	40,16 %
	2,0 µm	9	9,40 %	8,39 %	27,58 %
	1,0 µm	10	4,10 %	3,66 %	19,19 %
	0,5 µm	11	17,40 %	15,53 %	15,53 %
Clay	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
	Total weight of fraction <63 µm:			30,89 g	

Values from cumulative curve (Interpolated)

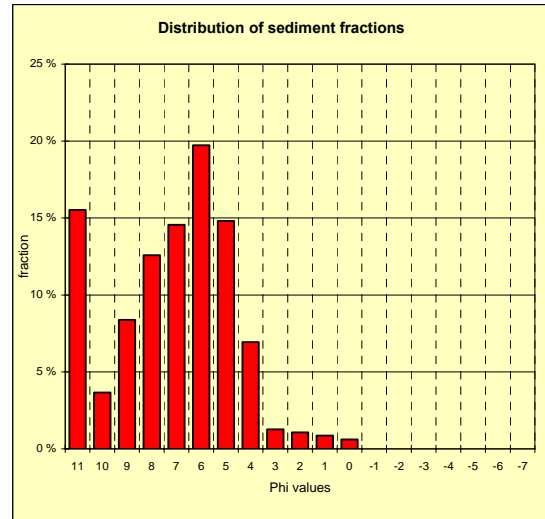
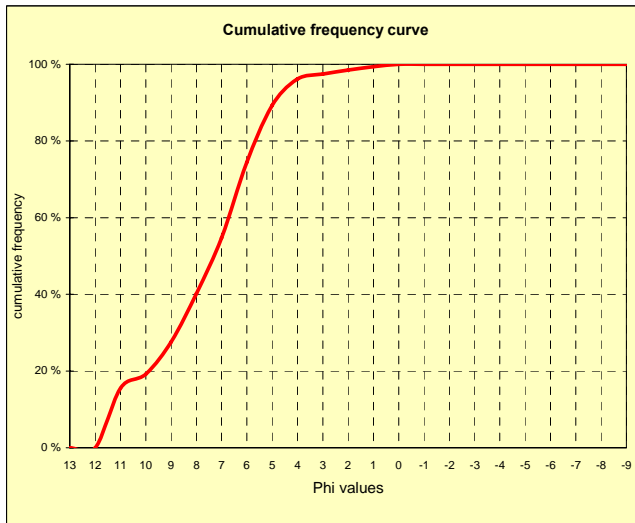
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0555	4,17
90	0,0337	4,89
84	0,0244	5,35
75	0,0160	5,96
50 (MD)	0,0062	7,32
25	0,0016	9,31
16	0,0005	10,87
10	0,0004	11,36
5	0,0003	11,68

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	27,58 %
Silt	61,67 %
<b>Pelite</b>	<b>89,25 %</b>
Very fine sand	6,93 %
Fine sand	1,27 %
Medium sand	1,07 %
Coarse sand	0,87 %
Very coarse sand	0,61 %
<b>Total sand</b>	<b>10,75 %</b>
Pebbles	0,00 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>0,00 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	7,85	
Median size (MdØ)	7,32	Silt
Sorting (StØ)	2,52	Very poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,22	Positively skewed
Kurtosis (KØ)	0,92	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no KS 6, 1-2 cm

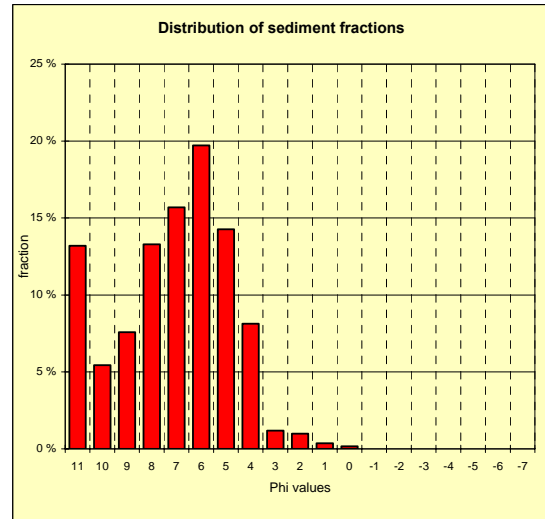
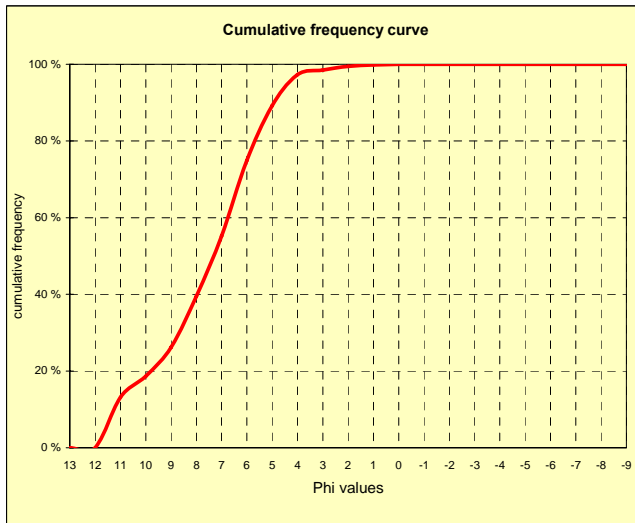
Grain size distribution

<i>(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)</i>						
Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.	
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %	
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %	
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %	
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %	
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %	
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %	
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %	
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %	
	2 mm	-1	0,00 g	0,00 %	100,00 %	
Very coarse sand	1 mm	0	0,05 g	0,16 %	100,00 %	
Coarse sand	500 µm	1	0,11 g	0,35 %	99,84 %	
Medium sand	250 µm	2	0,31 g	0,99 %	99,49 %	
Fine sand	125 µm	3	0,37 g	1,18 %	98,50 %	
Very fine sand	63,0 µm	4	2,54 g	8,13 %	39,51 %	
	32,0 µm	5	16,00 %	14,27 %	89,18 %	
	16,0 µm	6	22,10 %	19,71 %	74,91 %	
	8,0 µm	7	17,60 %	15,70 %	55,20 %	
Silt	4,0 µm	8	14,90 %	13,29 %	39,51 %	
	2,0 µm	9	8,50 %	7,58 %	26,22 %	
	1,0 µm	10	6,10 %	5,44 %	18,64 %	
	0,5 µm	11	14,80 %	13,20 %	13,20 %	
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %	
Clay	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %	
	Total weight of fraction <63 µm:			27,87 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)		
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0513	4,28
90	0,0335	4,90
84	0,0243	5,36
75	0,0157	5,99
50 (MD)	0,0062	7,33
25	0,0017	9,16
16	0,0007	10,49
10	0,0004	11,24
5	0,0003	11,62

Sediment grain size composition (% Dry weight)		
Clay	26,22 %	
Silt	62,96 %	
<b>Pelite</b>	<b>89,18 %</b>	
Very fine sand	8,13 %	
Fine sand	1,18 %	
Medium sand	0,99 %	
Coarse sand	0,35 %	
Very coarse sand	0,16 %	
<b>Total sand</b>	<b>10,82 %</b>	
Pebbles	0,00 %	
Cobbles	0,00 %	
<b>Gravel</b>	<b>0,00 %</b>	

Classification (Udden & Wentworth, modified)		
Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	7,73	
Median size (MdØ)	7,33	Silt
Sorting (StØ)	2,39	Poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,20	Positively skewed
Kurtosis (KØ)	0,95	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no KS 6, 2-3 cm

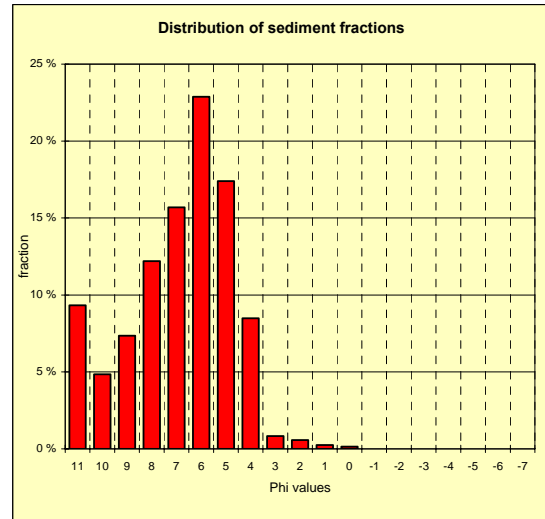
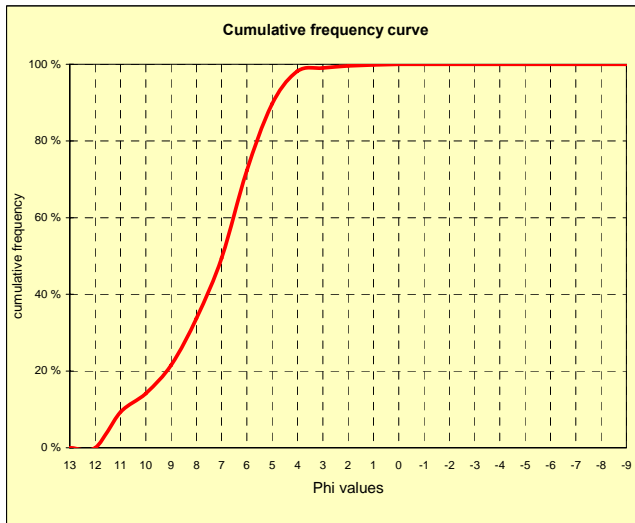
Grain size distribution

<i>(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)</i>					
Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,06 g	0,16 %	100,00 %
Coarse sand	500 µm	1	0,10 g	0,26 %	99,84 %
Medium sand	250 µm	2	0,22 g	0,57 %	99,58 %
Fine sand	125 µm	3	0,32 g	0,83 %	99,01 %
Very fine sand	63,0 µm	4	3,26 g	8,49 %	98,18 %
Silt	32,0 µm	5	19,40 %	17,40 %	89,69 %
	16,0 µm	6	25,50 %	22,87 %	72,29 %
	8,0 µm	7	17,50 %	15,70 %	49,42 %
	4,0 µm	8	13,60 %	12,20 %	33,72 %
Clay	2,0 µm	9	8,20 %	7,35 %	21,53 %
	1,0 µm	10	5,40 %	4,84 %	14,17 %
	0,5 µm	11	10,40 %	9,33 %	9,33 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
	Total weight of fraction <63 µm:			34,45 g	

Values from cumulative curve (Interpolated)		
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0482	4,37
90	0,0321	4,96
84	0,0249	5,33
75	0,0174	5,84
50 (MD)	0,0080	6,97
25	0,0024	8,72
16	0,0012	9,75
10	0,0005	10,86
5	0,0004	11,46

Sediment grain size composition (% Dry weight)		
Clay	21,53 %	
Silt	68,16 %	
<b>Pelite</b>	<b>89,69 %</b>	
Very fine sand	8,49 %	
Fine sand	0,83 %	
Medium sand	0,57 %	
Coarse sand	0,26 %	
Very coarse sand	0,16 %	
<b>Total sand</b>	<b>10,31 %</b>	
Pebbles	0,00 %	
Cobbles	0,00 %	
<b>Gravel</b>	<b>0,00 %</b>	

Classification (Udden & Wentworth, modified)		
Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M <sub>2</sub> )	7,35	
Median size (MdØ)	6,97	Silt
Sorting (StØ)	2,18	Poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,26	Positively skewed
Kurtosis (KØ)	1,01	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no St 7, 0-1 cm

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	1,08 g	3,48 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,68 g	2,19 %	96,52 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,39 g	1,26 %	94,33 %
Coarse sand	500 µm	1	0,71 g	2,29 %	93,08 %
Medium sand	250 µm	2	1,05 g	3,38 %	90,79 %
Fine sand	125 µm	3	2,12 g	6,83 %	87,41 %
Very fine sand	63,0 µm	4	5,02 g	16,17 %	80,58 %
Silt	32,0 µm	5	12,10 %	7,79 %	64,41 %
	16,0 µm	6	15,10 %	9,73 %	56,62 %
	8,0 µm	7	17,90 %	11,53 %	46,89 %
	4,0 µm	8	16,90 %	10,89 %	35,36 %
Clay	2,0 µm	9	10,30 %	6,63 %	24,48 %
	1,0 µm	10	6,10 %	3,93 %	17,84 %
	0,5 µm	11	21,60 %	13,91 %	13,91 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 µm:			20,00 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)

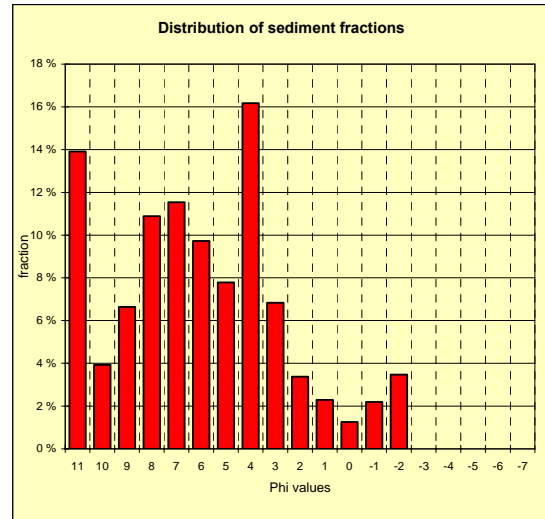
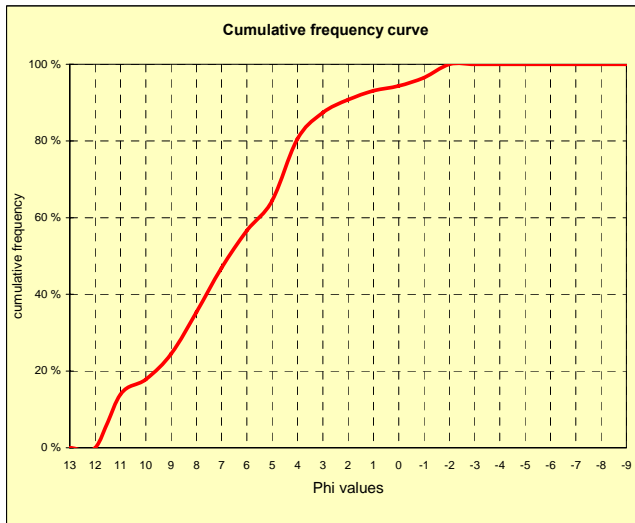
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	1,2355	-0,31
90	0,2127	2,23
84	0,0884	3,50
75	0,0492	4,35
50 (MD)	0,0097	6,68
25	0,0020	8,95
16	0,0007	10,47
10	0,0004	11,28
5	0,0003	11,64

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	24,48 %
Silt	39,94 %
<b>Pelite</b>	<b>64,41 %</b>
Very fine sand	16,17 %
Fine sand	6,83 %
Medium sand	3,38 %
Coarse sand	2,29 %
Very coarse sand	1,26 %
<b>Total sand</b>	<b>29,92 %</b>
Pebbles	5,67 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>5,67 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	6,88	
Median size (MdØ)	6,68	Silt
Sorting (StØ)	3,55	Extremely poorly sorted
Skewness (SkØ)	-0,04	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	1,06	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no St 7, 1-2 cm

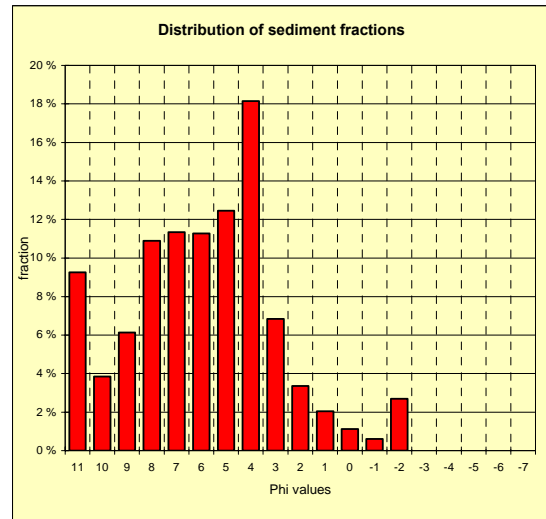
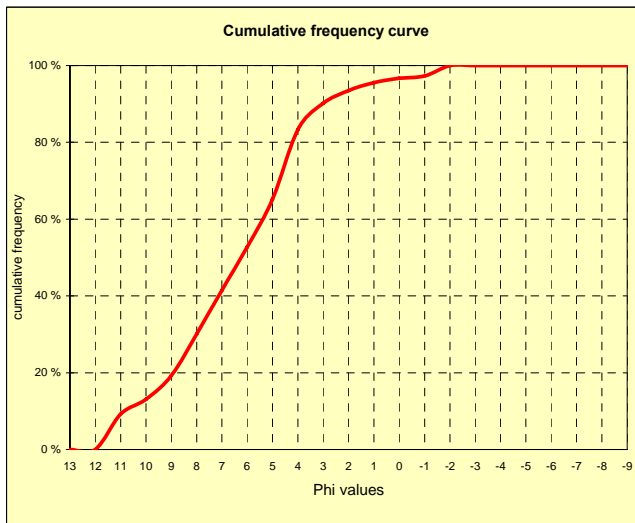
Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)					
Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	1,29 g	2,69 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,29 g	0,60 %	97,31 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,54 g	1,13 %	96,70 %
Coarse sand	500 um	1	0,98 g	2,04 %	95,58 %
Medium sand	250 um	2	1,61 g	3,36 %	93,53 %
Fine sand	125 um	3	3,28 g	6,84 %	90,18 %
Very fine sand	63,0 um	4	8,70 g	18,14 %	83,34 %
Silt	32,0 um	5	19,10 %	12,45 %	65,19 %
	16,0 um	6	17,30 %	11,28 %	52,74 %
	8,0 um	7	17,40 %	11,34 %	41,46 %
	4,0 um	8	16,70 %	10,89 %	30,12 %
Clay	2,0 um	9	9,40 %	6,13 %	19,23 %
	1,0 um	10	5,90 %	3,85 %	13,10 %
	0,5 um	11	14,20 %	9,26 %	9,26 %
	0,2 um	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 um	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 um:			31,26 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)		
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,4109	1,28
90	0,1228	3,03
84	0,0668	3,90
75	0,0455	4,46
50 (MD)	0,0132	6,24
25	0,0028	8,47
16	0,0014	9,53
10	0,0006	10,81
5	0,0004	11,46

Sediment grain size composition (% Dry weight)		
Clay	19,23 %	
Silt	45,96 %	
<b>Pelite</b>	<b>65,19 %</b>	
Very fine sand	18,14 %	
Fine sand	6,84 %	
Medium sand	3,36 %	
Coarse sand	2,04 %	
Very coarse sand	1,13 %	
<b>Total sand</b>	<b>31,51 %</b>	
Pebbles	3,30 %	
Cobbles	0,00 %	
<b>Gravel</b>	<b>3,30 %</b>	

Classification (Udden & Wentworth, modified)		
Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	6,56	
Median size (MdØ)	6,24	Silt
Sorting (StØ)	2,95	Very poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,10	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	1,04	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no St 7, 2-3 cm

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	1,06 g	2,20 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,70 g	1,45 %	97,80 %
Very coarse sand	1 mm	0	1,20 g	2,49 %	96,35 %
Coarse sand	500 um	1	1,36 g	2,82 %	93,86 %
Medium sand	250 um	2	1,77 g	3,67 %	91,04 %
Fine sand	125 um	3	3,02 g	6,26 %	87,38 %
Very fine sand	63,0 um	4	8,28 g	17,16 %	81,12 %
Silt	32,0 um	5	15,00 %	9,59 %	63,95 %
	16,0 um	6	16,60 %	10,62 %	54,36 %
	8,0 um	7	16,80 %	10,74 %	43,74 %
	4,0 um	8	16,20 %	10,36 %	33,00 %
Clay	2,0 um	9	10,20 %	6,52 %	22,64 %
	1,0 um	10	6,50 %	4,16 %	16,12 %
	0,5 um	11	18,70 %	11,96 %	11,96 %
	0,2 um	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 um	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 um:			30,85 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)

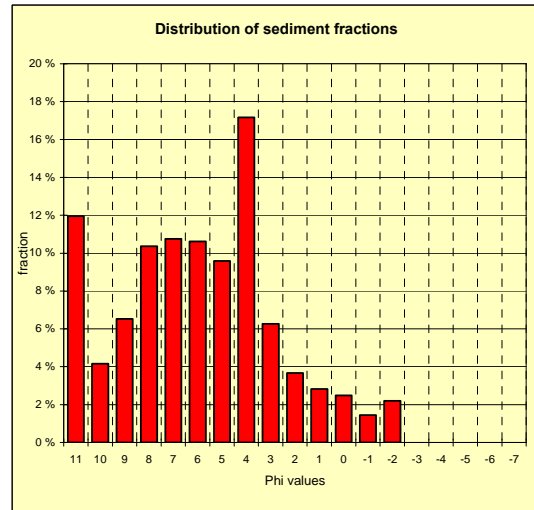
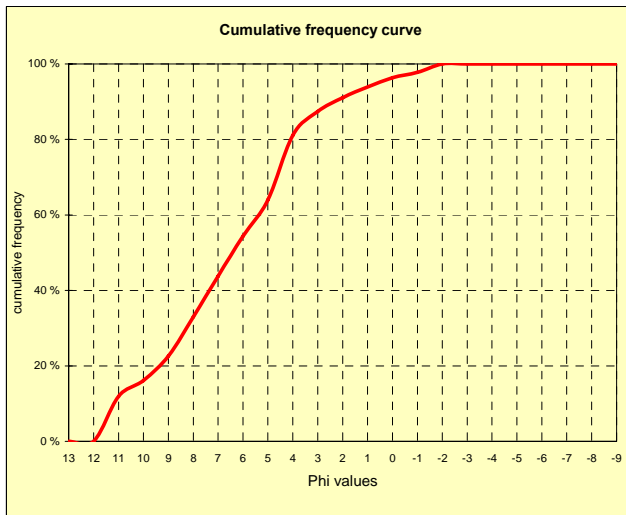
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,6862	0,54
90	0,2052	2,28
84	0,0860	3,54
75	0,0488	4,36
50 (MD)	0,0118	6,41
25	0,0023	8,77
16	0,0010	10,03
10	0,0004	11,16
5	0,0003	11,58

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	22,64 %
Silt	41,31 %
<b>Pelite</b>	<b>63,95 %</b>
Very fine sand	17,16 %
Fine sand	6,26 %
Medium sand	3,67 %
Coarse sand	2,82 %
Very coarse sand	2,49 %
<b>Total sand</b>	<b>32,40 %</b>
Pebbles	3,65 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>3,65 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	6,66	
Median size (MdØ)	6,41	Silt
Sorting (StØ)	3,29	Extremely poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,03	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	1,02	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.



Kirkenes 2007, sample no St 8, 0-1 cm

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,08 g	0,35 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,17 g	0,74 %	99,65 %
Coarse sand	500 µm	1	0,22 g	0,96 %	98,91 %
Medium sand	250 µm	2	0,22 g	0,96 %	97,95 %
Fine sand	125 µm	3	0,28 g	1,22 %	96,99 %
Very fine sand	63,0 µm	4	0,59 g	2,57 %	95,77 %
Silt	32,0 µm	5	6,90 %	6,43 %	93,20 %
	16,0 µm	6	23,20 %	21,62 %	86,77 %
	8,0 µm	7	26,70 %	24,89 %	65,15 %
	4,0 µm	8	17,30 %	16,12 %	40,26 %
Clay	2,0 µm	9	6,60 %	6,15 %	24,14 %
	1,0 µm	10	4,90 %	4,57 %	17,99 %
	0,5 µm	11	14,40 %	13,42 %	13,42 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 µm:			21,39 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)

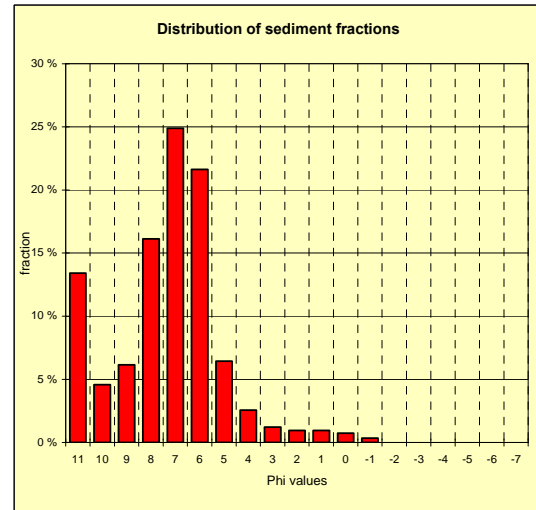
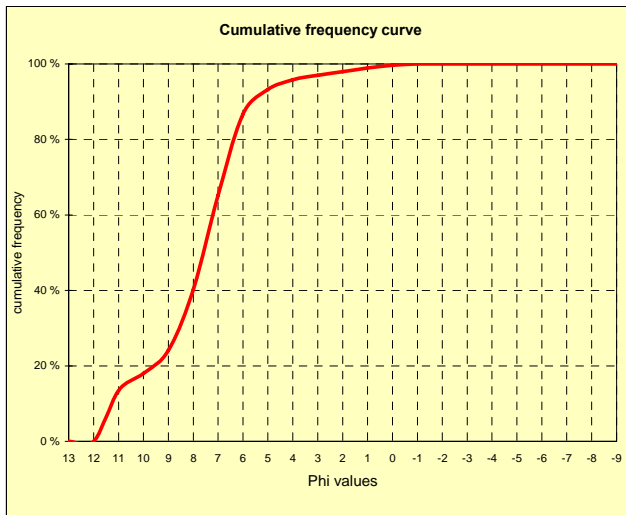
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0507	4,30
90	0,0221	5,50
84	0,0143	6,13
75	0,0107	6,54
50 (MD)	0,0051	7,61
25	0,0020	8,95
16	0,0007	10,44
10	0,0004	11,25
5	0,0003	11,63

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	24,14 %
Silt	69,06 %
<b>Pelite</b>	<b>93,20 %</b>
Very fine sand	2,57 %
Fine sand	1,22 %
Medium sand	0,96 %
Coarse sand	0,96 %
Very coarse sand	0,74 %
<b>Total sand</b>	<b>6,45 %</b>
Pebbles	0,35 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>0,35 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	8,06	
Median size (MdØ)	7,61	Silt
Sorting (StØ)	2,19	Poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,20	Positively skewed
Kurtosis (KØ)	1,25	Leptokurtic



End point data are cumulative fractions.

**Kirkenes 2007, sample no St 8, 1-2 cm**

**Grain size distribution**

*(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)*

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,21 g	0,72 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,37 g	1,26 %	99,28 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,20 g	0,68 %	98,02 %
Coarse sand	500 µm	1	0,25 g	0,85 %	97,33 %
Medium sand	250 µm	2	0,32 g	1,09 %	96,48 %
Fine sand	125 µm	3	0,46 g	1,57 %	95,39 %
Very fine sand	63,0 µm	4	0,84 g	2,87 %	93,81 %
Silt	32,0 µm	5	5,40 %	4,91 %	90,94 %
	16,0 µm	6	22,50 %	20,46 %	86,03 %
	8,0 µm	7	29,20 %	26,56 %	65,57 %
	4,0 µm	8	17,30 %	15,73 %	39,01 %
Clay	2,0 µm	9	6,60 %	6,00 %	23,28 %
	1,0 µm	10	4,90 %	4,46 %	17,28 %
	0,5 µm	11	14,10 %	12,82 %	12,82 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 µm:			26,61 g		

**Values from cumulative curve (Interpolated)**

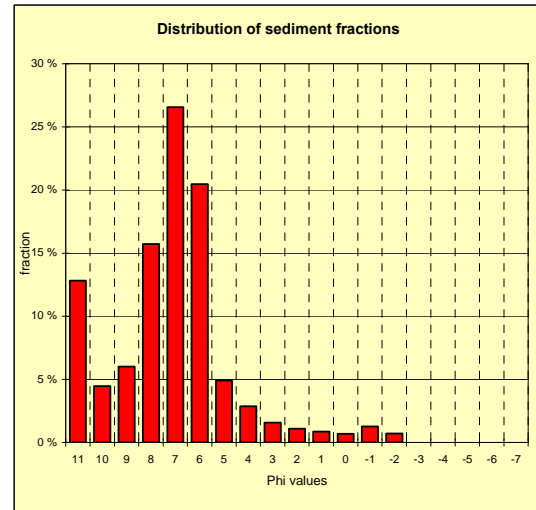
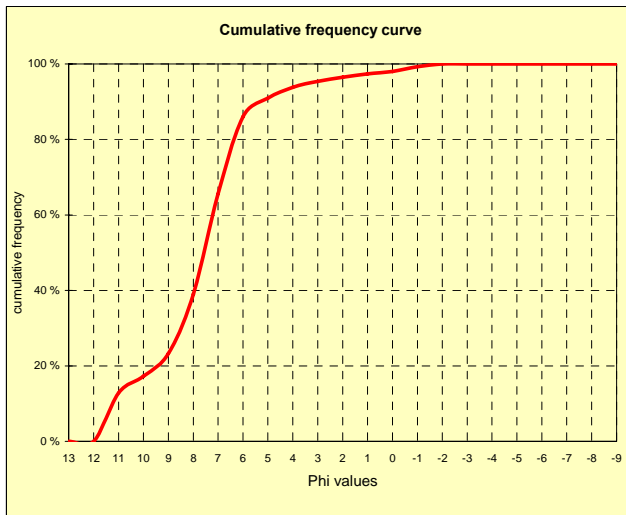
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,1054	3,25
90	0,0274	5,19
84	0,0146	6,10
75	0,0108	6,54
50 (MD)	0,0052	7,59
25	0,0021	8,89
16	0,0008	10,29
10	0,0004	11,22
5	0,0003	11,61

**Sediment grain size composition (% Dry weight)**

Clay	23,28 %
Silt	67,66 %
<b>Pelite</b>	<b>90,94 %</b>
Very fine sand	2,87 %
Fine sand	1,57 %
Medium sand	1,09 %
Coarse sand	0,85 %
Very coarse sand	0,68 %
<b>Total sand</b>	<b>7,07 %</b>
Pebbles	1,98 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>1,98 %</b>

**Classification (Udden & Wentworth, modified)**

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	7,99	
Median size (MdØ)	7,59	Silt
Sorting (StØ)	2,31	Poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,13	Positively skewed
Kurtosis (KØ)	1,46	Leptokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no St 8, 2-3 cm

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,55 g	1,81 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,18 g	0,59 %	98,19 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,17 g	0,56 %	97,60 %
Coarse sand	500 um	1	0,32 g	1,05 %	97,04 %
Medium sand	250 um	2	0,43 g	1,41 %	95,99 %
Fine sand	125 um	3	0,52 g	1,71 %	94,57 %
Very fine sand	63,0 um	4	0,86 g	2,83 %	92,86 %
Silt	32,0 um	5	5,70 %	5,13 %	90,04 %
	16,0 um	6	20,60 %	18,55 %	84,90 %
	8,0 um	7	27,80 %	25,03 %	66,36 %
	4,0 um	8	18,20 %	16,39 %	41,33 %
Clay	2,0 um	9	7,50 %	6,75 %	24,94 %
	1,0 um	10	5,80 %	5,22 %	18,19 %
	0,5 um	11	14,40 %	12,97 %	12,97 %
	0,2 um	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 um	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 um:			27,38 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)

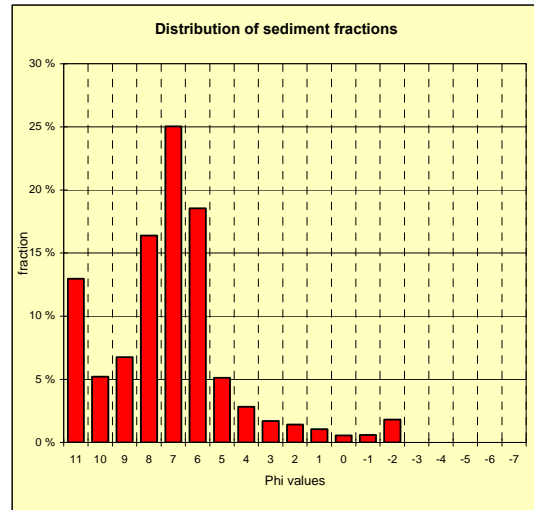
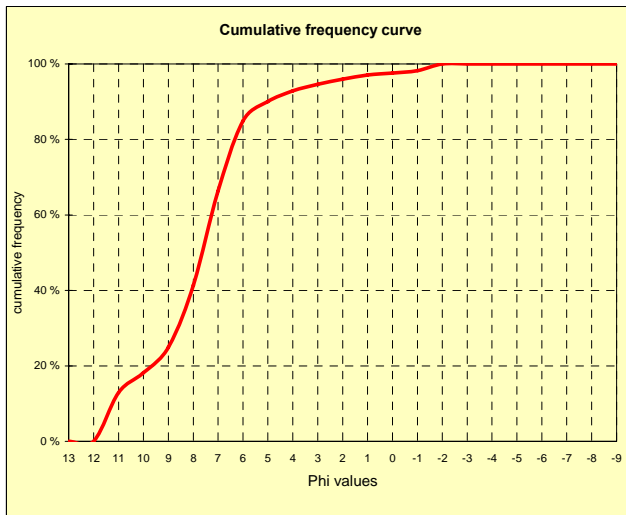
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,1540	2,70
90	0,0311	5,01
84	0,0151	6,05
75	0,0108	6,53
50 (MD)	0,0050	7,65
25	0,0020	9,00
16	0,0007	10,42
10	0,0004	11,23
5	0,0003	11,61

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	24,94 %
Silt	65,10 %
<b>Pelite</b>	<b>90,04 %</b>
Very fine sand	2,83 %
Fine sand	1,71 %
Medium sand	1,41 %
Coarse sand	1,05 %
Very coarse sand	0,56 %
<b>Total sand</b>	<b>7,56 %</b>
Pebbles	2,40 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>2,40 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	8,04	
Median size (MdØ)	7,65	Silt
Sorting (StØ)	2,44	Poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,08	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	1,48	Leptokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no KS 14, 0-1 cm

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,12 g	0,50 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,22 g	0,92 %	99,50 %
Coarse sand	500 µm	1	0,24 g	1,00 %	98,59 %
Medium sand	250 µm	2	0,15 g	0,62 %	97,59 %
Fine sand	125 µm	3	0,15 g	0,62 %	96,96 %
Very fine sand	63,0 µm	4	0,58 g	2,41 %	96,34 %
Silt	32,0 µm	5	4,80 %	4,51 %	93,92 %
	16,0 µm	6	17,90 %	16,81 %	89,42 %
	8,0 µm	7	22,20 %	20,85 %	72,60 %
	4,0 µm	8	16,70 %	15,69 %	51,75 %
Clay	2,0 µm	9	9,90 %	9,30 %	36,07 %
	1,0 µm	10	8,10 %	7,61 %	26,77 %
	0,5 µm	11	20,40 %	19,16 %	19,16 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 µm:			22,57 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)

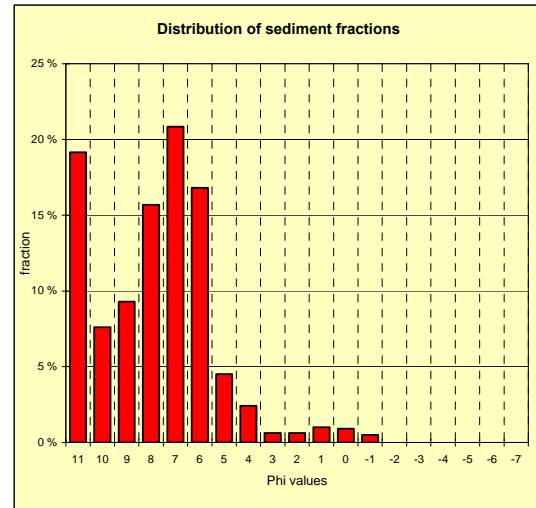
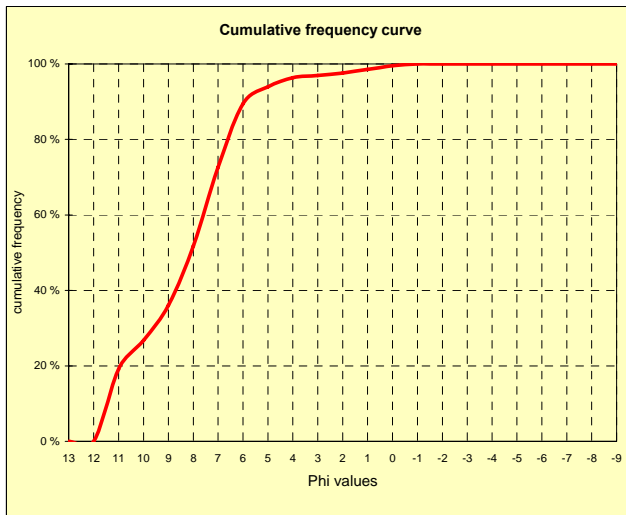
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0426	4,55
90	0,0171	5,87
84	0,0125	6,32
75	0,0086	6,86
50 (MD)	0,0036	8,11
25	0,0008	10,23
16	0,0004	11,16
10	0,0004	11,48
5	0,0003	11,74

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	36,07 %
Silt	57,86 %
<b>Pelite</b>	<b>93,92 %</b>
Very fine sand	2,41 %
Fine sand	0,62 %
Medium sand	0,62 %
Coarse sand	1,00 %
Very coarse sand	0,92 %
<b>Total sand</b>	<b>5,58 %</b>
Pebbles	0,50 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>0,50 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	8,53	
Median size (MdØ)	8,11	Silt
Sorting (StØ)	2,30	Poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,14	Positively skewed
Kurtosis (KØ)	0,87	Platykurtic



End point data are cumulative fractions.

**Kikrnes 2007, sample no KS 14, 1-2 cm**

**Grain size distribution**

*(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)*

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,20 g	0,76 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,23 g	0,87 %	99,24 %
	2 mm	-1	0,08 g	0,30 %	98,37 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,10 g	0,38 %	98,07 %
Coarse sand	500 µm	1	0,31 g	1,17 %	97,69 %
Medium sand	250 µm	2	0,29 g	1,10 %	96,52 %
Fine sand	125 µm	3	0,29 g	1,10 %	95,42 %
Very fine sand	63,0 µm	4	0,83 g	3,14 %	94,32 %
Silt	32,0 µm	5	12,30 %	11,22 %	91,18 %
	16,0 µm	6	20,30 %	18,51 %	79,97 %
	8,0 µm	7	22,60 %	20,61 %	61,46 %
	4,0 µm	8	17,70 %	16,14 %	40,85 %
Clay	2,0 µm	9	9,50 %	8,66 %	24,71 %
	1,0 µm	10	6,50 %	5,93 %	16,05 %
	0,5 µm	11	11,10 %	10,12 %	10,12 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 µm:			24,10 g		

**Values from cumulative curve (Interpolated)**

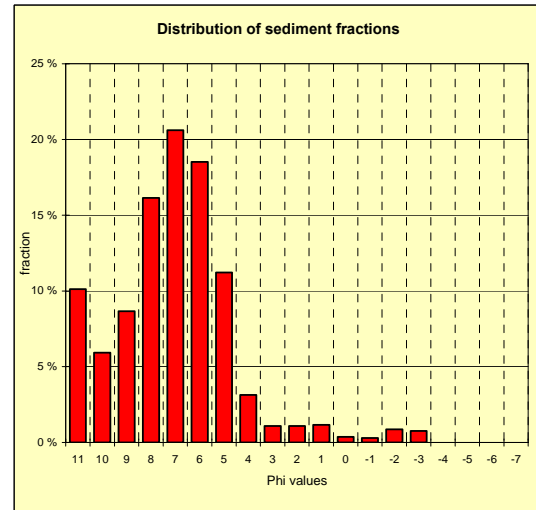
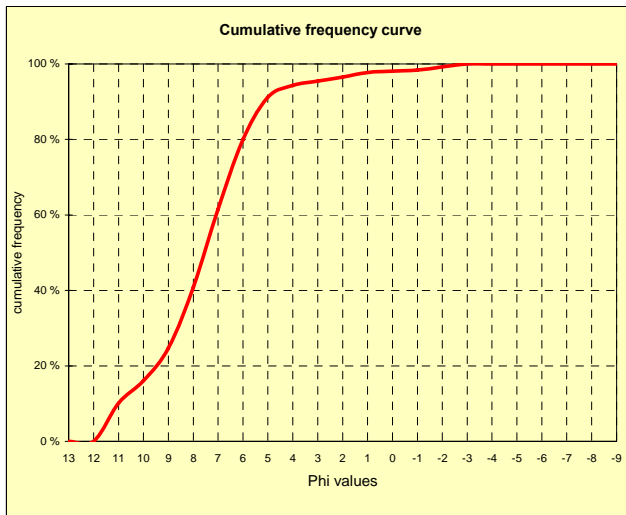
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0958	3,38
90	0,0290	5,11
84	0,0200	5,64
75	0,0130	6,27
50 (MD)	0,0053	7,56
25	0,0020	8,98
16	0,0010	10,01
10	0,0005	11,01
5	0,0003	11,51

**Sediment grain size composition (% Dry weight)**

Clay	24,71 %
Silt	66,47 %
<b>Pelite</b>	<b>91,18 %</b>
Very fine sand	3,14 %
Fine sand	1,10 %
Medium sand	1,10 %
Coarse sand	1,17 %
Very coarse sand	0,38 %
<b>Total sand</b>	<b>6,89 %</b>
Pebbles	1,93 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>1,93 %</b>

**Classification (Udden & Wentworth, modified)**

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	7,73	
Median size (MdØ)	7,56	Silt
Sorting (StØ)	2,32	Poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,05	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	1,23	Leptokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no KS 14, 2-3 cm

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,84 g	2,75 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,12 g	0,39 %	97,25 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,36 g	1,18 %	96,86 %
Coarse sand	500 µm	1	0,84 g	2,75 %	95,68 %
Medium sand	250 µm	2	0,62 g	2,03 %	92,93 %
Fine sand	125 µm	3	0,53 g	1,73 %	90,90 %
Very fine sand	63,0 µm	4	0,95 g	3,11 %	89,17 %
Silt	32,0 µm	5	6,10 %	5,25 %	86,06 %
	16,0 µm	6	17,70 %	15,23 %	80,81 %
	8,0 µm	7	23,90 %	20,57 %	65,58 %
	4,0 µm	8	18,10 %	15,58 %	45,01 %
Clay	2,0 µm	9	10,60 %	9,12 %	29,43 %
	1,0 µm	10	7,20 %	6,20 %	20,31 %
	0,5 µm	11	16,40 %	14,11 %	14,11 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 µm:			26,30 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)

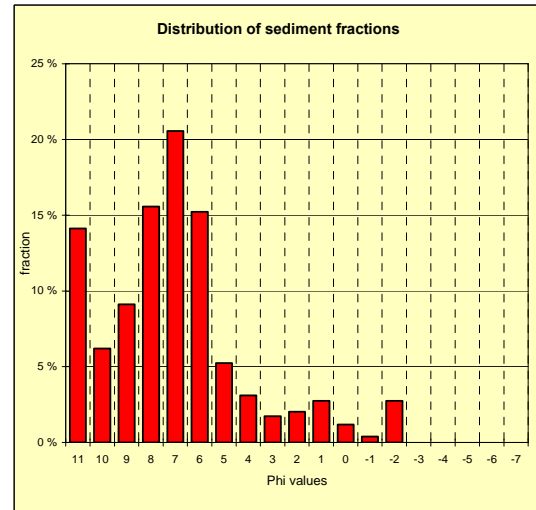
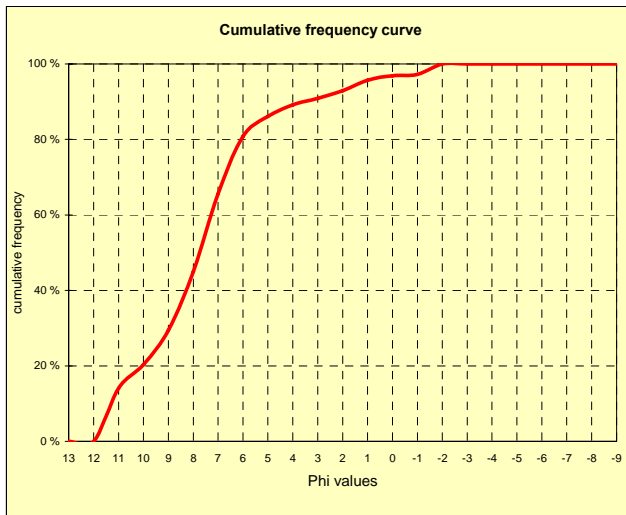
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,4211	1,25
90	0,0871	3,52
84	0,0238	5,39
75	0,0120	6,38
50 (MD)	0,0046	7,76
25	0,0014	9,49
16	0,0006	10,70
10	0,0004	11,29
5	0,0003	11,65

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	29,43 %
Silt	56,63 %
<b>Pelite</b>	<b>86,06 %</b>
Very fine sand	3,11 %
Fine sand	1,73 %
Medium sand	2,03 %
Coarse sand	2,75 %
Very coarse sand	1,18 %
<b>Total sand</b>	<b>10,80 %</b>
Pebbles	3,14 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>3,14 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	7,95	
Median size (MdØ)	7,76	Silt
Sorting (StØ)	2,90	Very poorly sorted
Skewness (SkØ)	-0,07	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	1,37	Leptokurtic



End point data are cumulative fractions.

**Kikenes 2007, sample no KS 19, 0-1 cm**

**Grain size distribution**

*(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)*

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,06 g	0,33 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,20 g	1,09 %	99,67 %
Coarse sand	500 um	1	0,24 g	1,30 %	98,59 %
Medium sand	250 um	2	0,22 g	1,19 %	97,29 %
Fine sand	125 um	3	0,29 g	1,57 %	96,09 %
Very fine sand	63,0 um	4	1,65 g	8,95 %	94,52 %
Silt	32,0 um	5	6,90 %	5,90 %	85,57 %
	16,0 um	6	15,30 %	13,09 %	79,66 %
	8,0 um	7	20,30 %	17,37 %	66,57 %
	4,0 um	8	18,10 %	15,49 %	49,20 %
Clay	2,0 um	9	11,90 %	10,18 %	33,71 %
	1,0 um	10	7,70 %	6,59 %	23,53 %
	0,5 um	11	19,80 %	16,94 %	16,94 %
	0,2 um	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 um	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 um:			15,77 g		

**Values from cumulative curve (Interpolated)**

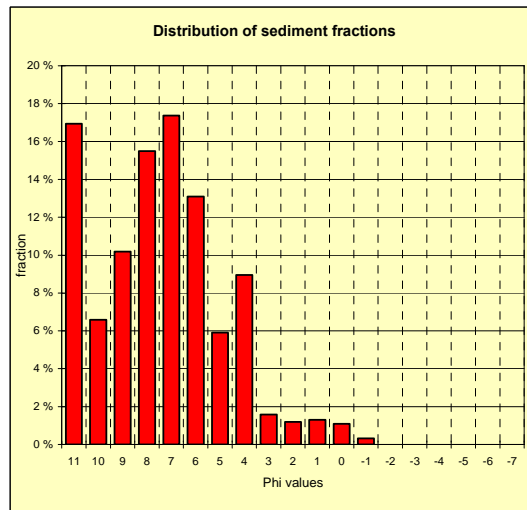
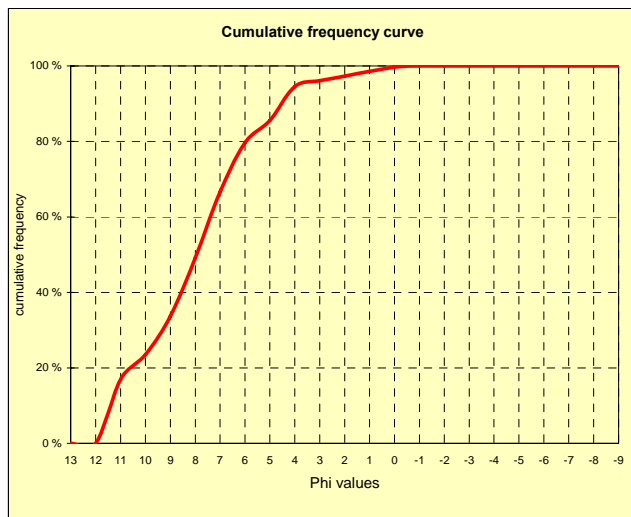
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0772	3,69
90	0,0440	4,50
84	0,0260	5,27
75	0,0122	6,36
50 (MD)	0,0040	7,95
25	0,0011	9,86
16	0,0005	11,06
10	0,0004	11,41
5	0,0003	11,70

**Sediment grain size composition (% Dry weight)**

Clay	33,71 %
Silt	51,85 %
<b>Pelite</b>	<b>85,57 %</b>
Very fine sand	8,95 %
Fine sand	1,57 %
Medium sand	1,19 %
Coarse sand	1,30 %
Very coarse sand	1,09 %
<b>Total sand</b>	<b>14,11 %</b>
Pebbles	0,33 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>0,33 %</b>

**Classification (Udden & Wentworth, modified)**

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	8,09	
Median size (MdØ)	7,95	Silt
Sorting (StØ)	2,66	Very poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,00	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	0,94	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.

Kirkenes 2007, sample no KS 19, 1-2 cm

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,12 g	0,36 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,28 g	0,84 %	99,64 %
Coarse sand	500 um	1	0,36 g	1,08 %	98,80 %
Medium sand	250 um	2	0,43 g	1,29 %	97,71 %
Fine sand	125 um	3	0,66 g	1,99 %	96,42 %
Very fine sand	63,0 um	4	3,22 g	9,69 %	94,43 %
Silt	32,0 um	5	7,20 %	6,10 %	84,74 %
	16,0 um	6	16,90 %	14,32 %	78,64 %
	8,0 um	7	23,70 %	20,08 %	64,32 %
	4,0 um	8	18,50 %	15,68 %	44,23 %
Clay	2,0 um	9	10,60 %	8,98 %	28,56 %
	1,0 um	10	6,80 %	5,76 %	19,57 %
	0,5 um	11	16,30 %	13,81 %	13,81 %
	0,2 um	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 um	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 um:			28,15 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)

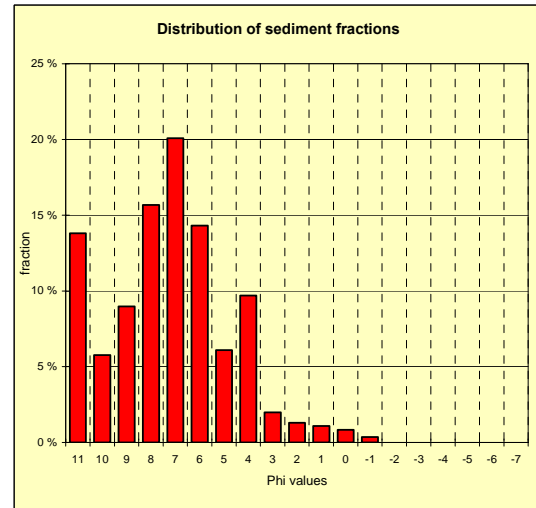
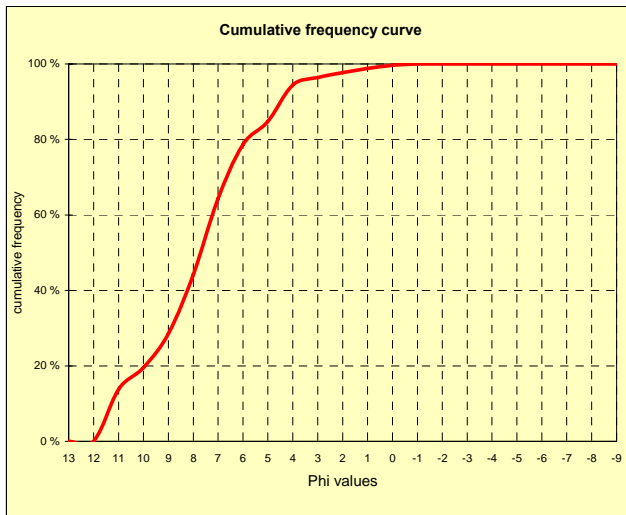
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0762	3,71
90	0,0455	4,46
84	0,0287	5,12
75	0,0131	6,25
50 (MD)	0,0048	7,71
25	0,0015	9,40
16	0,0006	10,62
10	0,0004	11,28
5	0,0003	11,64

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	28,56 %
Silt	56,18 %
<b>Pelite</b>	<b>84,74 %</b>
Very fine sand	9,69 %
Fine sand	1,99 %
Medium sand	1,29 %
Coarse sand	1,08 %
Very coarse sand	0,84 %
<b>Total sand</b>	<b>14,90 %</b>
Pebbles	0,36 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>0,36 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	7,82	
Median size (MdØ)	7,71	Silt
Sorting (StØ)	2,58	Very poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,02	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	1,03	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.



Kirkenes 2007, sample no KS 19, 2-3 cm

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	256 mm	-8	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	128 mm	-7	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	64 mm	-6	0,00 g	0,00 %	100,00 %
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	16 mm	-4	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	8 mm	-3	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	4 mm	-2	0,00 g	0,00 %	100,00 %
	2 mm	-1	0,09 g	0,29 %	100,00 %
Very coarse sand	1 mm	0	0,29 g	0,94 %	99,71 %
Coarse sand	500 µm	1	0,43 g	1,40 %	98,77 %
Medium sand	250 µm	2	0,43 g	1,40 %	97,37 %
Fine sand	125 µm	3	0,59 g	1,91 %	95,98 %
Very fine sand	63,0 µm	4	2,85 g	9,25 %	94,06 %
Silt	32,0 µm	5	8,60 %	7,29 %	84,82 %
	16,0 µm	6	16,60 %	14,08 %	77,52 %
	8,0 µm	7	23,30 %	19,76 %	63,44 %
	4,0 µm	8	18,80 %	15,95 %	43,68 %
Clay	2,0 µm	9	10,90 %	9,24 %	27,73 %
	1,0 µm	10	6,80 %	5,77 %	18,49 %
	0,5 µm	11	15,00 %	12,72 %	12,72 %
	0,2 µm	12	N/A	0,00 %	0,00 %
	0,1 µm	13	N/A	0,00 %	0,00 %
Total weight of fraction <63 µm:			26,14 g		

Values from cumulative curve (Interpolated)

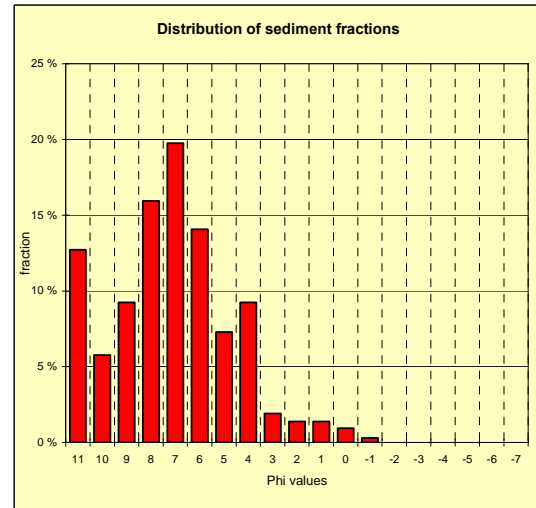
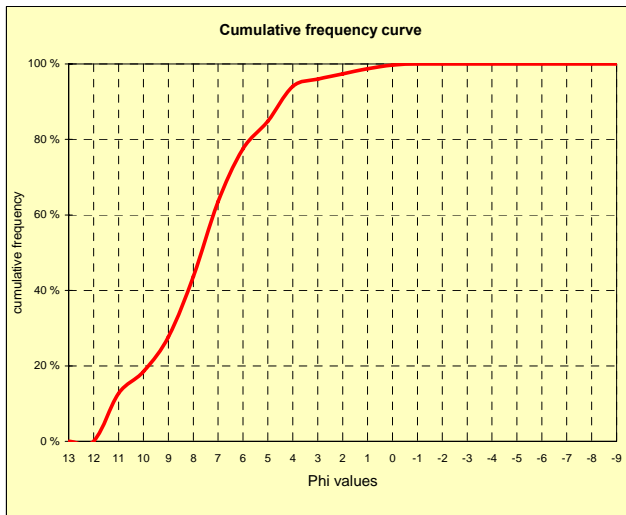
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,0878	3,51
90	0,0461	4,44
84	0,0289	5,11
75	0,0138	6,18
50 (MD)	0,0049	7,68
25	0,0016	9,30
16	0,0007	10,43
10	0,0004	11,21
5	0,0003	11,61

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	27,73 %
Silt	57,08 %
<b>Pelite</b>	<b>84,82 %</b>
Very fine sand	9,25 %
Fine sand	63,44 %
Medium sand	1,40 %
Coarse sand	1,40 %
Very coarse sand	0,94 %
<b>Total sand</b>	<b>14,89 %</b>
Pebbles	0,29 %
Cobbles	0,00 %
<b>Gravel</b>	<b>0,29 %</b>

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	7,74	
Median size (MdØ)	7,68	Silt
Sorting (StØ)	2,56	Very poorly sorted
Skewness (SkØ)	0,00	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	1,06	Mesokurtic



End point data are cumulative fractions.

## Vedlegg B. Resultater bunnsedimenter

### Kjemiske analyser av bunnsedimenter fra Bøkfjorden, juni 2007

	<b>Totalt nitrogen</b> (µg/mg N TS)	<b>Total organisk karbon</b> (µg/mg C TS)	<b>Fe</b> (µg/g)	<b>Glødetap</b> (g/kg TS)
KS-03 0-1 cm	1,4	4,9	41600	20
KS-04 0-1 cm	<1,0	7,1	37600	31
KS-05 0-1cm	<1,0	5,9	30200	27
KS-06 0-1cm	<1,0	7,2	32300	30
KS-06 1-2cm	<1,0		30800	25
KS-06 2-3cm	<1,0		29800	18
KS-07 0-1cm	1,9	9,1	19800	31
KS-07 1-2cm	<1,0		19500	29
KS-07 2-3cm	<1,0		18600	25
KS-08 0-1cm	1,8	16,1	29100	55
KS-08 1-2cm	1,4		28100	53
KS-08 2-3cm	1,6		28300	47
KS-14 0-1cm	3,3	18,3	35400	69
KS-14 1-2cm	2,1		33500	62
KS-14 2-3cm	2,3		32800	59
KS-19 0-1cm	1,6	13,4	28300	53
KS-19 1-2cm	1,9		27200	49
KS-19 2-3cm	1,9		29100	51

## Vedlegg C. SPI-bilder

### Sedimentprofil-bilder fra alle stasjoner

Det er vist ett bilde fra hver stasjon. Alle bildene er i skala 1:2 (halv naturlig størrelse).

Kommentarer til bildene:

Penetrasjonsdybden var liten på alle stasjonene KS03 til KS06 på grunn av fast sediment i området med tidligere gruveavgang. Det var bløtt sediment med god penetrasjonsdybde på stasjonene KS-08 og KS-14.

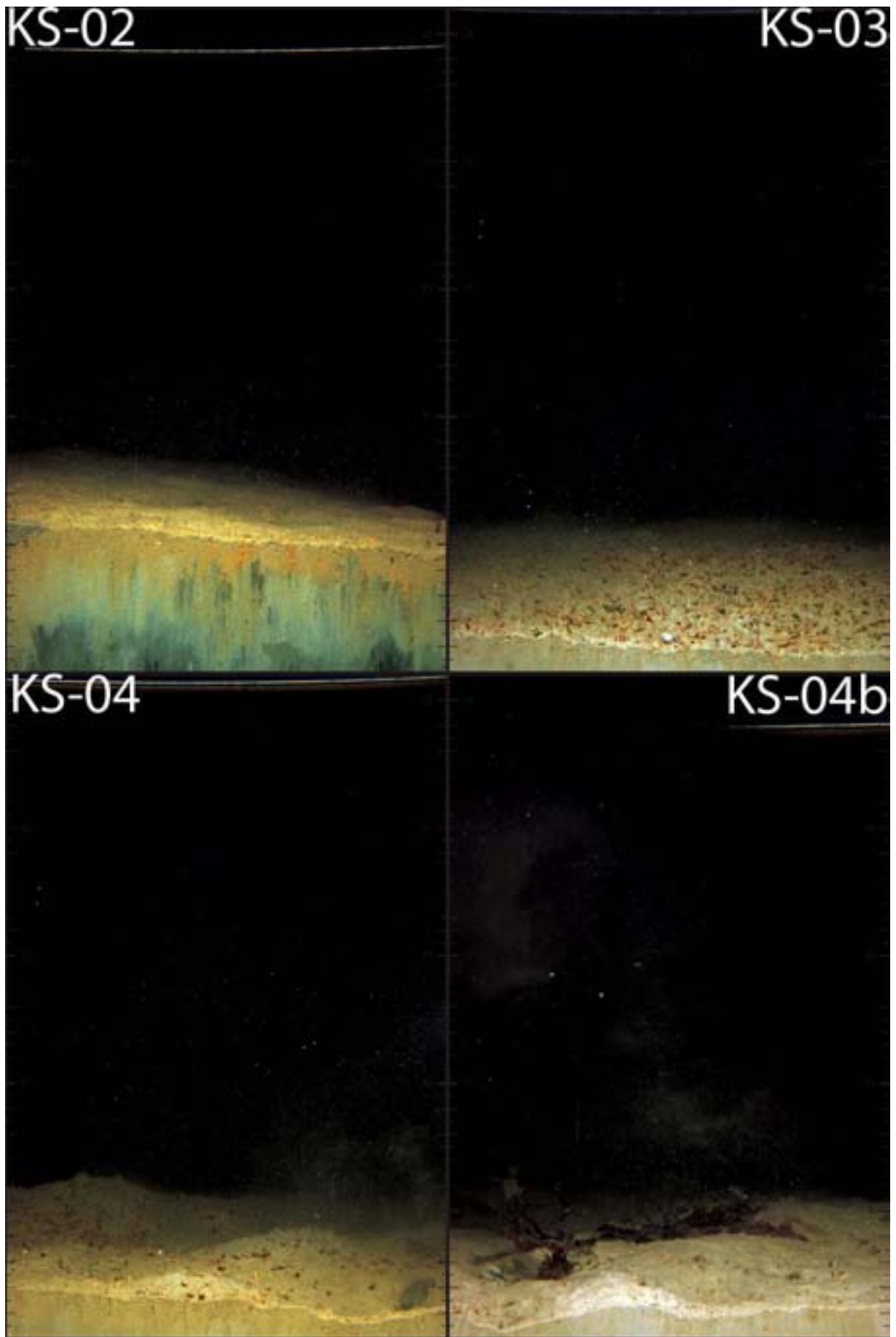
Det er tydelige hauger og groper som tolkes som gravespor etter kongekrabben på bildene fra KS-04, KS04b, KS04d, KS06 og KS07.

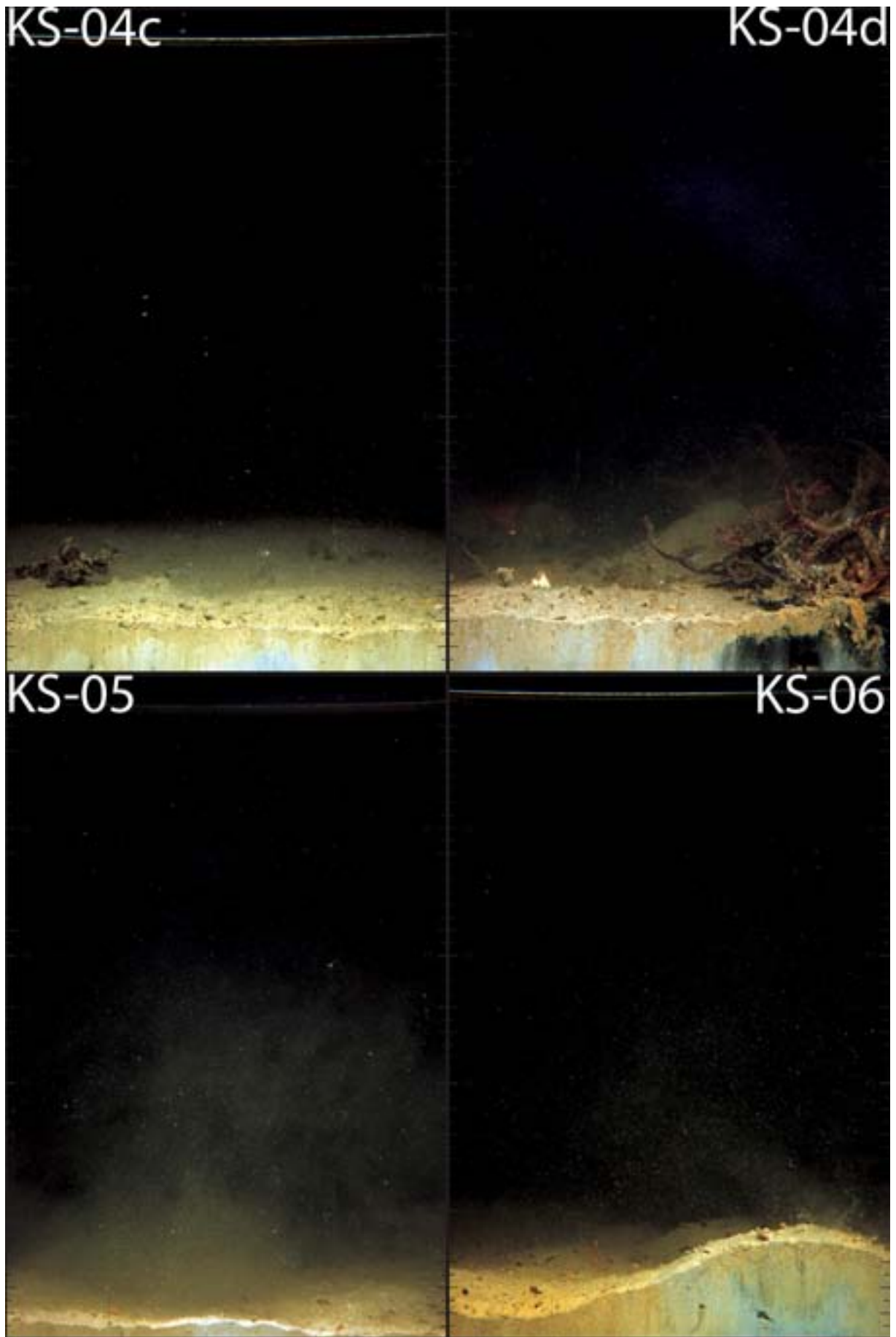
Rødbrune objekter på sedimentoverflaten på KS03 er sandinkrusterte foraminiferer (encellede organismer).

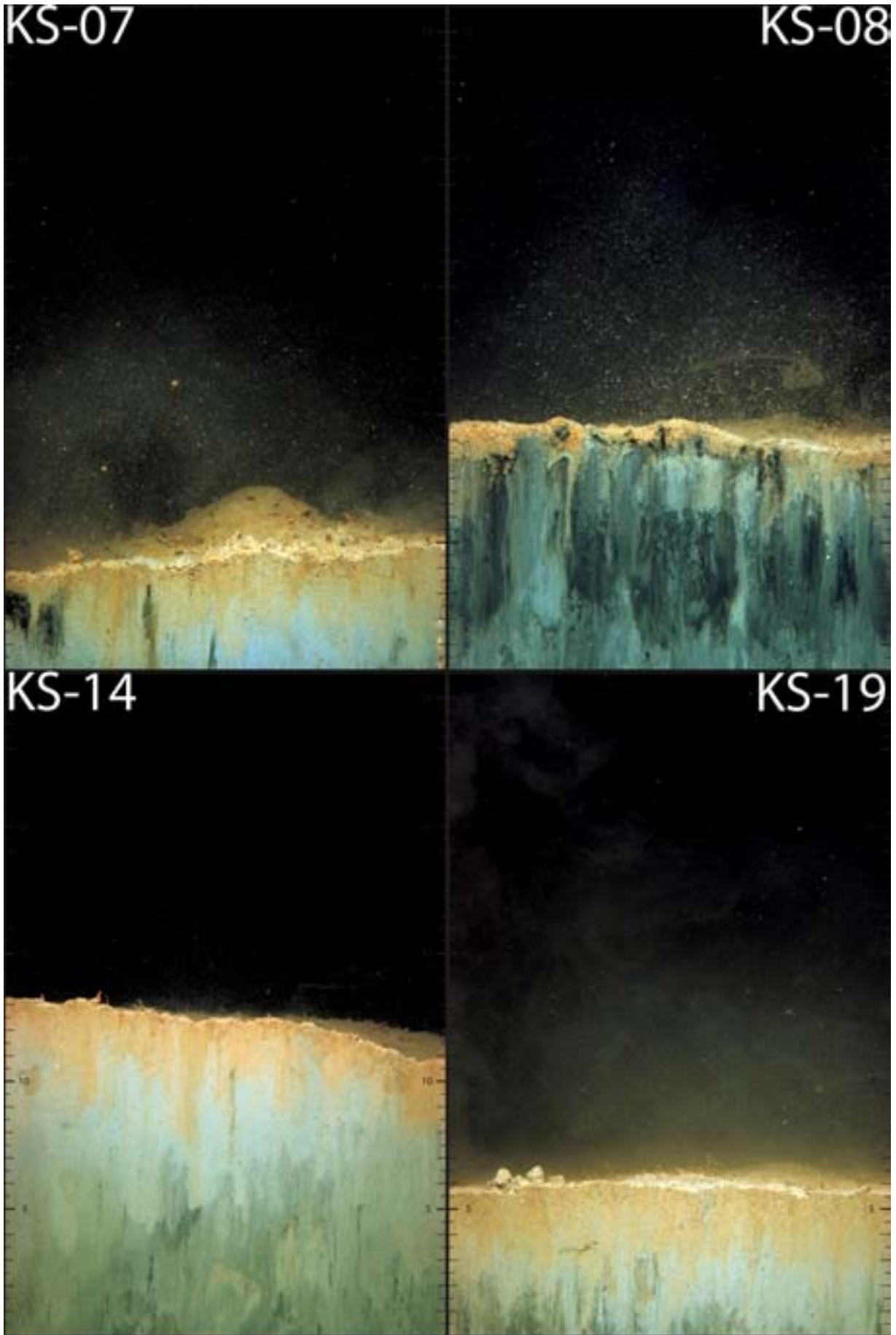
Det ligger rester av død tang under forråtnelse på sedimentoverflaten på KS04c og KS04d

I snittflaten på KS14 og KS19 er det synlige oppstikkende objekter som mest sannsynlig er rør av børstemarken *Maldane sarsi*.

---







## Vedlegg D. Bløtbunnsfauna

**Vedleggstabell D1.** Utfyllende informasjon for prøvetaking av bunnfauna ved Kirkenes og i Bøkfjorden 5-6. juni 2007. Lokalteter, dyp, visuelle observasjoner av bunnforhold og identifisert materiale i sikterest. Alle prøver ble tatt med 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb, fire parallelle prøver på hver stasjon.

Stasj.	Dyp (m)	Observasjoner	Sikterest (materiale > 1 mm)
KS03	Sabelholmen 87-91	Grå til mørk grå, til dels sort fast sediment. Gruveavgang. Fylningsgrad 1/4 i alle prøver.	Leire og fin sand, noe grov sand og grus. Mye foraminiferer.
KS04	Engelsmannskjær 110-111	Overflaten med olivengrønt lag. Under overflaten fast sediment. Fylningsgrad 1/4 i alle prøver.	Leire og fin sand, noe grov sand, grus og stein. Mye foraminiferer.
KS07	Reinøy 73	Olivengrønt topplag, under leire med noe stein (diam 2-3 cm). Mørkere felter nedover. Fylningsgrad 2/3 i alle prøver.	Leire med grus og større stein. Litt foraminiferer, tomme pergamentaktige rør av børstemarken <i>Spiochaetopterus</i> . Noe planterester og organisk materiale. Oljeaktig lukt i noen prøver.
KS08	Ropelv 54-55	Olivengrønt løst topplag av leire. Mørkere, nesten sort under topplaget. En del større stein (diam 2-3 cm). Fylningsgrad 1/1 i alle prøver.	Leire med grov sand og stein. Oljeaktig lukt i noen prøver.
KS 14	Tverrberget 205-208	Olivengrønn forholdsvis løs leire. Fylningsgrad 1/1 i alle prøver.	Leire med grov sand, grus og stein. Noe foraminiferer, mye tomme pergamentaktige rør av børstemarken <i>Spiochaetopterus</i> . En del planterester og organisk materiale. Oljeaktig lukt.
KS 19	Kjelmsøy 255-260	Olivengrønn leire. Fylningsgrad 1/1 i alle prøver.	Leire med grov sand og stein. Litt foraminiferer, tomme pergamentaktige rør av børstemarken <i>Spiochaetopterus</i> . En del planterester og organisk materiale i noen prøver. Oljeaktig lukt.

**Vedleggstabell D2. Fullstendig resultater for prøvene av bunnfauna i fjordområdet ved Kirkenes 5-6. juni 2007.**

	KS-03				KS-04				KS-07				KS-08				KS-14				KS-19	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
ANTHOZOA																						
NEMERTINEA																						
POLYCHAETA																						
<i>Edwardia cf. danica</i>																						1
<i>Nemeritea indet</i>																						1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	1		2	1				1														1
<i>Byligides cf. elegans</i>																						1
<i>Gattyana cirrosa</i>																						1
<i>Phloe assimilis</i>	1																					1
<i>Eteone cf. longa</i>	2	1																				1
<i>Eulalia</i> sp																						1
<i>Phyllodoce groenlandica</i>																						1
<i>Syllis</i> sp																						1
<i>Aglaophamus malmgreni</i>																						1
<i>Nephtys ciliata</i>	13	8	7	4	5	4	4	4	4	5	1	1	5	1	2	4	2	3	2	3	1	3
<i>Nephtys paradoxa</i>																						1
<i>Abyssoninoe cf. scopa</i>																						1
<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	1		4	2	10	13	8	2	2	6		3	1								7	3
<i>Scoletoma fragilis</i>																						1
<i>Parougia nigridentata</i>																						1
<i>Leitoscoloplos mammosus</i>																						1
<i>Scoloplos armiger</i>	1																					1
<i>Levinsenia gracilis</i>																						1
<i>Paradoneis eliasoni</i>																						1
<i>Trochochaeta multisetosa</i>																						1
<i>Laonice cirrata</i>																						1
<i>Polydora</i> sp																						1
<i>Prionospio cirrifera</i>																						1
<i>Spiophanes kroeyeri</i>																						1
<i>Spiochaetopterus typicus</i>																						1
<i>Aphelocheata</i> sp																						1
<i>Chaetozone setosa</i>	1																					1
<i>Cirratulidae</i> indet																						1
<i>Brada</i> sp																						1
<i>Diplocirrus hirsutus</i>																						2
<i>Polyphysia crassa</i>																						1
<i>Scalibregma inflatum</i>																						1
<i>Ophelina acuminata</i>	1																					1
<i>Capitella capitata</i>																						1
<i>Heteromastus filiformis</i>																						3
<i>Notomastus latericeus</i>																						1



Vedleggstabell D2 forts.

	KS-03				KS-04				KS-07				KS-08				KS-14				KS-19	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
<i>Chirimia biceps</i>	1	1	1	3		2	1	1		2											1	
<i>Euclymeninae</i> indet																	1	1	1	4	3	1
<i>Lumbiclymene minor</i>								1														
<i>Maldane sarsi</i>	5	13	6	6	5	6	11	82	8	116	81	95	18	12	29	13	11	12	13	36	65	41
<i>Nicomache lumbricalis</i>								1		1									3		2	
<i>Praxillella gracilis</i>																						
<i>Rhodine gracilior</i>								1		1		1								1	2	
<i>Myriochele oculata</i>	13	44	54	40	9	13	23	8	12	16	5	14	35	17	83	152	66	30	50	61	138	78
<i>Myriochele olgae</i>								1		1		2				2					104	21
<i>Owenia</i> sp										2											7	
<i>Pectinaria hyperborea</i>	1	1			1	1		1	1	1	1	2										1
<i>Ampharete lindstroemi</i>																		1		1		1
<i>Lysippe labiata</i>																						
<i>Melinna cristata</i>																						
<i>Lanassa venusta</i>				1																		
<i>Laphania boeckii</i>			1	1																		
<i>Leaena ebranchiata</i>											1											
<i>Polycirrus arcticus</i>	10	3	18	18	9	13	1		20		3						4	1	13	6		1
<i>Prodea malmgreni</i>	1		1																			
<i>Terebellides stroemi</i>	1								1		1											
<i>Tectibranchia</i> indet	1																					
<i>Diaphana minuta</i>	2	2		5	1	1	1	1			2	2			1		1		4			2
<i>Philine</i> sp											1											
<i>Cylichna alba</i>												1										
<i>Scaphander lignarius</i>	1	1	2	1																		
<i>Akera bullata</i>	1	4	5	7	4			5	2	2	6	1	1	2	1	1	1	7	3			1
<i>Caudofoveata</i> indet																						
<i>Bivalvia</i> indet	5	9	3	2	3	1		1			2	2			1		1		2	1		
<i>Nuculoma tenuis</i>									1													
<i>Nuculana minuta</i>				1					2	1					1							
<i>Yoldia hyperborea</i>	1																					
<i>Yoldiella frigida</i>	1										2	1					12	5	11	5	31	33
<i>Yoldiella lenticula</i>	1						3		2	9	3						3	1	5	1		3
<i>Yoldiella lucida</i>	1	1			2	1																
<i>Yoldiella</i> sp					6			1									1					
<i>Crenella decussata</i>												1										
<i>Dacrydium vitreum</i>	9	7	1	1	1												5	3	7	7		
<i>Mytilus edulis</i>																						
<i>Arctinula greelandica</i>																				1		

Vedleggstabell D2 forts.

	KS-03				KS-04				KS-07				KS-08				KS-14				KS-19	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
Thyasira cf. croulinensis					1																	
Thyasira cf. equalis				15	17	21	35	40														
Thyasira equalis	6	25	18						1	2												
Thyasira pygmaea		1		1	2	12	10	10	1	1												
Thyasira sarsi				1																		
Thyasira sp																						
Ciliatocardium ciliatum							1	1														
Macoma calcaria	1		1		1	1	1	1	1	1												2
Mya arenaria																						
Hiatella arctica	1																					
Cuspidaria glacialis					4			2														
Siphonodontalium sp																						
Eudorella emarginata	1	1	2	1	1	1	2	2														
Leucon nasica																						
Diastylis scorpioides								1														
Gnathia sp																						
Hippomedon propinquus	1								1	1												
Hoplonyx similis																						
Arrhis phyllonyx									1	1												
Monoculodes sp																						
Golfingia cf. margaritacea																						
Golfingia cf. minuta																						
Phascollion strombi	1		1																			
Ophiuroidea indet																						
Ophiura cf. sarsi																						
Ophiura sp	2	2	1		4			1														
Ekmania barthii																						
Labidoplax buski																						
Myriotrochus rinkii	1			1			1	2														
Nereilinum murmanicum																						
Molgulidae indet	3		3	1																		

**Vedleggstabell D3.** Posisjoner og observasjoner for prøvene med Agassiz bunnslede.

<i>Stasjon</i>	<i>Dato</i>	<i>Posisjon (utsett)</i>	<i>Dyp (m)</i>	<i>Trekk retning</i>	<i>Vind (m/s)</i>	<i>Kommentar</i>
KS 03	10.7	69.44.398 N 30.03.218 Ø	90	NØ	Øst 7	Bløt mudder med mye stavformede foraminiferer, litt grus. Lite epifauna.
KS 03	10.7	69.44.493 N 30.03.400 Ø	91	NØ	Øst 3	Som første sledetrekk.
KS 07	10.7	69.46.343 N 30.07.278 Ø	73	NØ	Øst 7	Stein og grus, litt mudder. En stor sjøstjerne ( <i>Hippasteria</i> ), noen skjell og små slangestjerner.
KS 14	11.7	69.47.918 N 30.03.765 Ø	210	SV	Sør 3	Bløt olivengrønn mudder. Lite epifauna.
KS 19	11.7	69.49.980 N 30.05.910 Ø	212	S	Sør 3	Bløt olivengrønn mudder. Lite epifauna.



Bilde av Agassiz bunnslede og innhold i prøven fra stasjon KS-07.

**Vedleggstabell D4.** Fullstendige resultater for prøvene med Agassiz bunnslede i fjordområdet ved Kirkenes 10-11. juli 2007.

Stasjon	KS 03	KS 07	KS 14	KS 19
Sledemateriale	Bløt mudder, litt tangrester, skall av kongekrabbe, mye foraminiferer	En del stein, trestykke, tareblad, litt slagg	Bløt mudder, litt småstein, litt tang, rester av <i>Spiochatopterus</i> -rør	Bløt mudder, litt småstein, litt tang, en del foraminiferer
Porifera – svamp		++	++	++
<i>Geodia barretti</i>				1
Anthozoa – sjøroser		6		
Nemertinea – båndmark	2	1	1	2
Sipunculida – pølsemark				
<i>Phascolion strombi</i>	1	3		1
Polychaeta – flerbørstemark				
<i>Eteone cf longa</i>				1
<i>Syllis armillaris</i>		1		
<i>Nephtys ciliata</i>	1	2	8	4
<i>Aglaophamus malmgreni</i>			4	6
<i>Nereis zonata</i>		1		
<i>Lumbrineris mixochaeta</i>			6	
<i>Nothria conchylega</i>		1		
<i>Eunice pennata</i>				1
<i>Leitoscoloplos</i> sp			1	
<i>Heteromastus filiformis</i>			1	
<i>Cirratulus</i> sp		1		
<i>Diplocirrus hirsutus</i>			1	
<i>Nicomache lumbricalis</i>		2		
<i>Maldane sarsi</i>		1	4	3
<i>Chirimia biceps</i>				1
<i>Myriochele oculata</i>			3	3
<i>Myriochele olgae</i>				1
<i>Owenia</i> sp		2		
<i>Pectinaria hyperborea</i>	1	1		
<i>Neoamphitrite affinis</i>		1		
<i>Polycirrus arcticus</i>	36		13	
<i>Chone</i> sp				1
<i>Apomatus silimis</i>		5		
Mollusca – bløtdyr				
<i>Polyplacophora</i> ind		1		
<i>Lunatia pallida</i>		1		
<i>Scaphander punctostriatus</i>	7	2		
<i>Philine</i> sp	6			
<i>Cylichna alba</i>	1			1
<i>Nuculoma tenuis</i>				1
<i>Yoldiella lenticula</i>				2

Vedleggstabell D4 forts.

Stasjon	KS 03	KS 07	KS 14	KS 19
<i>Chlamys vitrea</i>			1	1
<i>Anomiidae</i> ind				2
<i>Dacrydium vitreum</i>	2		1	
<i>Astarte crenata</i>		4		1
<i>Clinocardium ciliatum</i>		1		
<i>Hiatella arctica</i>		1		1
Crustacea – krepsdyr				
Amphipoda ind	1			
<i>Pandalus montagui</i>	1	1		
<i>Sabinea septemcarinatus</i>		2		
Bryozoa – mosdyr		+		
Brachiopoda – armfotinger				
<i>Terebratulina septentrionalis</i>		3		
Echinodermata – pigghuder				
<i>Hippasteria phrygiana</i>		1		
<i>Ophiopholis aculeata</i>		6		2
<i>Ophiura affinis</i>				4
<i>Ophiura cf sarsi</i> (små)	3	3	2	14
<i>Ophiura</i> sp (små)	3			
Ophiuroidea ind			1	
<i>Echinocucumis hispida</i>			1	
<i>Psolus squamatus</i>		1		
<i>Myriotrochus rinkii</i>				1