

Miljøundersøkelser i Bergsfjorden, Senja 2018



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Tittel Miljøundersøkelser i Bergsfjorden, Senja 2018	Løpenummer 7292-2018	Dato 26.09.2018
Forfatter(e) Morten Schaanning, Bjørnar Beylich, Gunhild Borgersen, Janne Gitmark, Lars Golmen og Siri Moy.	Fagområde Forurensninger	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Troms	Sider 80

Oppdragsgiver(e) Skaland Graphite AS	Oppdragsreferanse Adm.dir. Trond Abelsen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180126

<p>Sammendrag</p> <p>For å vurdere miljøpåvirkning av avgang fra en grafittgruve ved Bergsfjorden på Senja, ble det gjennomført en undersøkelse av partikkelspredning i vannmassene ved utslippspunktet, metaller i sedimenter og blåskjell og biologisk kartlegging av bløtbnnsfauna og organismer på grunt vann. Utslipet kunne spores som forhøyet turbiditet i vannmassen i dyp mellom 10 og 30 m på stasjoner <1 km fra utslippspunktet. I sedimentene kunne utslippet spores som høye C:N-forhold og forhøyede konsentrasjoner av kobber (klasse V), nikkel (klasse III) og krom i sedimentene på stasjoner ut til det dypeste området midtfjords, ca 2 km fra utslippspunktet. Gradienter med avtagende konsentrasjoner av de samme metallene både innover og utover fjorden indikerte noe spredning av partikler fra avgangen 7 km eller lengre fra utslippspunktet. Naturlig anrikning av kadmium ble tilskrevet anoksiske forhold med spor etter H₂S i sedimentene på to av de dypeste stasjonene. Bløtbnnsfaunaen i området var relativt dårlig (klasse II-III), men bare effektene på stasjonen nærmest utslippspunktet kunne med sikkerhet knyttes til påvirkning fra utslippet. Resultatene fra undersøkelsen i 2018 var lite forskjellig fra resultatene funnet i en tilsvarende undersøkelse gjennomført i 1992-93. Grunnvannsundersøkelsene viste noe redusert artsmangfold og svakt forhøyede konsentrasjoner av nikkel og krom i blåskjell på stasjoner nærmest bedriftsområdet.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Gruveavgang Spormetaller Bløtbnnsfauna Turbiditet 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> Mine tailings Trace metals Benthic fauna Turbidity
--	--

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Prosjektleder

Morten Schaanning

ISBN 978-82-577-7027-3
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

Forskningsleder

Marianne Olsen

Miljøundersøkelser i Bergsfjorden, Senja 2018

Forord

Skaland Graphite AS mottok 17. oktober 2017 et varsel om pålegg fra Fylkesmannen i Troms. Varselet innebar at bedriften må gjennomføre miljøundersøkelser i Bergsfjorden knyttet opp mot utslippet av gruveavgang fra oppredningsverket til fjorden. På bakgrunn av undersøkelser utført i Bergsfjorden i 1992 (NIVA-rapport 3042) ble NIVA kontaktet av Skaland Graphite AS ved Trond Abelsen for utforming av et nytt undersøkelsesprogram og gjennomføring av dette etter godkjenning fra Fylkesmannen i Troms. Programmet utformet av John Arthur Berge i vårt tilbud datert 03.01.2018, ble godkjent av Fylkesmannen v/Lisa Helgason 13.03.2018 og bestilling av undersøkelser i henhold til beskrivelsen i tilbudet ble formidlet NIVA i brev datert 15.03.2018. Undertegnede overtok som prosjektleder etter at Berge gikk av med pensjon i mai 2018. Bjørnar Beylich var ansvarlig for feltarbeidet i Bergsfjorden 30.05.-01.06.2018. Prøvetaking ble utført med innleid fartøy «Kjell Tore» med båtfører Leif-Are Isaksen og sjarken «Gullet» med båtfører Trond Abelsen, stillet til rådighet av bedriften. Siri Moy gjorde all fotodokumentasjon i strandsonen og Ida Dahl-Hansen og David Hammenstig, Akvaplan-NIVA, bisto med diverse prøvetaking. Lars Golmen, Siri Moy, Janne Gitmark, Gunhild Borgersen og undertegnede har hatt ansvaret for databearbeiding og rapportering av delundersøkelser av henholdsvis turbiditet, strandsoner, bløtbunn og sediment-kjemi. Rapporten er skrevet dels på riksmål og dels på nynorsk avhengig av den fortrukne språkformen til de ansvarlige bidragsyterne.

Oslo, 30.09.2018

Morten Thorne Schaanning
prosjektled

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	10
1.1	Virksomheten.....	10
1.2	Utslippet.....	11
1.3	Bergsfjorden.....	12
1.3.1	Batymetri	12
1.3.2	Vannforekomster	12
1.3.1	Rashendelse i 1947	13
1.4	Forrige undersøkelse, 1992-93	13
1.4.1	Lystransmisjon	13
1.4.1	Sedimenter og bløtbunn	15
2	Materiale og metoder.....	16
2.1	Innsamling av prøver	16
2.2	Turbiditet	16
2.2.1	Måleprogram 2018	16
2.2.2	Vertilhøva.....	17
2.2.3	Hydrografiske tilhøve i fjorden	18
2.3	Gruntvannsundersøkelser.....	20
2.3.1	Fjæresonen	20
2.3.2	Sjøsonen.....	22
2.3.3	Blåskjell	22
2.4	Bløtbunn	22
2.4.1	Stasjonsvalg.....	22
2.4.1	Bløtbunnsfauna.....	23
2.4.1	Sedimentkjemi	27
3	Resultater og diskusjon.....	28
3.1	Turbiditet	28
3.1.1	Auka signal ved botnen	31
3.1.2	Tydeleg utslag nær overflata	31
3.1.3	Turbiditet versus partikkelkonsentrasjon	32
3.1.4	Oppsummering, turbiditet	33
3.2	Sedimenter.....	34
3.2.1	Organisk materiale og partikkelstørrelse	34
3.2.1	Metaller.....	37
3.3	Gruntvann	39
3.3.1	Fjæreundersøkelser	39
3.3.2	Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen	43
3.3.3	Metaller i blåskjell	45
3.4	Bløtbunnsfauna.....	46
3.4.1	Tilstandsklassifisering.....	46
3.4.2	Artssammensetning	50
3.4.3	Sedimentparametre	52
3.4.4	Sammenligning av resultatene fra 2018 med 1992-undersøkelsen	53
3.5	Sammenfattende vurderinger, konklusjoner og anbefalinger.....	55
4	Referanser	57

Sammendrag

For å vurdere eventuell påvirkning på miljøet i Bergsfjorden på Senja fra det regulære utslippet av avgangen fra Skaland Graphite AS, ble det gjennomført en undersøkelse av partikkelspredningen i vannmassen, og metaller og bløtbunnsfauna i sedimenter opp til 7 km fra utslippspunktet. For å undersøke omfang og eventuelle effekter av et uhellsutslipp i strandsonen i 2010, ble det i tillegg gjennomført en undersøkelse av organismesamfunn på grunt vann og metallinnhold i blåskjell innsamlet i nærheten av bedriften

Undersøkelsene med turbiditetssonde viste økte partikkelmengder i dybdeintervallet 10-30 m i nærheten av utslippet. Maksimum turbiditet på 6,33 FTU (*Formazin Turbidity Unit*) ble observert i 14 m dyp på en stasjon like ved utslippspunktet. Konsentrasjonene avtok med økende avstand og på stasjoner beliggende mer enn 400-500 m fra utslippspunktet var det vanskelig å skille utslagene på instrumentet fra bakgrunnsnivået $\leq 0,5$ FTU. Transmisjonsmålinger utført i 1992-93, viste også den gang forhøyede partikkelkonsentrasjoner i dyp under 10-12 m i nærheten av utslippspunktet.

På stasjonene nærmest utslippspunktet, ble det også observert forhøyet turbiditet nær sjøoverflaten. Dette er lite ønskelig og kan iflg. bedriften skyldes at et lodd på enden av utslippsledningen hadde løsnet slik at enden på ledningen lå bøyet oppover. Utbedrende tiltak er igangsatt.

Avgangen fra Skaland Graphite AS er karakterisert ved forhøyede konsentrasjoner av de tre metallene kopper (Cu), nikkel (Ni) og krom (Cr). Prøver av avgangen oppsluttet i hhv salpetersyre og flussyre har vist sammenlignbare resultater for Cu og Ni, men oppslutning i salpetersyre ga vesentlig lavere konsentrasjoner av Cr. Fordi vi i denne undersøkelsen oppsluttet prøvene i salpetersyre (av HMS-hensyn), vil konsentrasjonen av Cr være noe underestimert i denne rapporten. På den annen side vil denne forskjellen skyldes hardt bundete og lite biotilgjengelige fraksjoner med liten økologisk betydning.

Sedimentprøvene viste tydelig påvirkning av avgangen i området fra utslippspunktet og ut til dypbassenget mot sydøst i den innerste delen av fjorden. Sedimentene i dette området viste relativt grovkornede sedimenter med lavt innhold av organisk materiale, men forhøyet C:N forhold på grunn av grafittinnholdet i avgangen. Metallinnholdet var betydelig med 150-300 mg Cu kg⁻¹ 79-130 mg Ni kg⁻¹, tilsvarende klasse V «svært dårlig» for Cu og klasse III «moderat» for nikkel. De høyeste konsentrasjonene av Cr ble også observert på stasjoner i dette området, men nivået oversteg ikke øvre grense for klasse II «god». Konsentrasjonen av Cr i avgangsprøvene analysert med flussyre lå også godt innenfor denne grenseverdien så det er ikke grunn til å anta at sedimentene i området ville blitt klassifisert annerledes dersom oppslutningen var gjort i flussyre.

Fra det mest påvirkede området utenfor bedriften avtok konsentrasjonene av de tre metallene både innover fjorden mot øst og utover fjorden mot vest. Avtagende gradienter av Cu, Ni og Cr fra utslippet mot de mest perifere stasjonene og det faktum at konsentrasjonene oversteg grenseverdien for klasse I «Bakgrunn» for Ni på to av de tre ytterste stasjonene og for Cu på alle stasjonene, indikerte at hele undersøkelsesområdet inntil 7 km fra utslippspunktet er noe påvirket av avgangspartikler med lav synkehastighet.

Lukt og farge indikerte sulfidholdige sedimenter på de to nærmest stasjonene i det ytre bassenget både i 1992 og i 2018. Vanddypene er her 260-290 m og sulfidinnholdet indikerte at vannutskiftingen ikke var tilstrekkelig til å opprettholde gode oksygenforhold i disse sedimentene. Anrikning av Cd til konsentrasjoner tilsvarende klasse II på disse stasjonene ble tilskrevet naturlige prosesser med

utfelling av kadmiumsulfid som gjør at sedimentene her kan fungere som felle for kadmium. Fraværet av tilsvarende Cd-anrikning i dybdesjiktet 20-25 cm fra kjerneprøver innsamlet i dette området ble relatert til en mye omtalt rashendelse innerst i Bergsfjorden i 1947. Maksimumskonsentrasjoner av Zn, Cr, Cu og Ni i samme dybdesjikt indikerte at rashendelsen har tilført fjorden betydelige mengder av disse metallene. I så fall er Skaland Graphite, historisk sett ikke den eneste mulige kilden til forhøyede konsentrasjoner av Cr, Cu og Ni i det ytre fjordområdet.

Resultatene fra denne undersøkelsen var svært like resultatene fra undersøkelsen i 1992. Dette gjaldt både partikkelstørrelse, organisk innhold, C:N forholdet og konsentrasjonene av Cu og Ni, mens konsentrasjonen av Cr var tydelig lavere enn i 1992, mest sannsynlig som følge av forskjellig oppslutningsmetode. Likevel var de relative variasjonene for Cr tilsvarende de som ble observert i 1992.

Undersøkelsene på fjærestasjonene viste 14-22 algearter og 9-12 dyrearter på hver av de tre fjærestasjonene. Det var flest arter på den ytterste stasjonen (ca. 500 m vest for bedriften) og færrest arter på stasjonen nærmest bedriften. Undersøkelsen viste ikke synlig nedslamming på noen av fjærestasjonene og det var ikke grunnlag for å knytte variasjoner i gruntvannsamfunnene til påvirkning av avgang fra de regulære utslippene ca. 150 m fra land. Videotransektene fra 20 m dyp og inn mot hver av de tre fjærestasjonene viste dominans av fin sandbunn/bløtbunn opp til ca 5 m dyp hvoretter bunnen ble gradvis dominert av stein. Uhellsutslippet vinteren 2010 kan ha ført til at de øverste 5 m av sjøsonen på den nærmeste stasjonen var mer dominert av sandig sediment enn av stein. Flyfoto indikerte at området dekket av det sandige sedimentet var begrenset til et lite område på ca. 2 mål øst for bedriftsområdet.

Analysene av blåskjell viste generelt lave nivå av metaller. Ni og Cr hadde størst overskridelse med 1,6 - 1,7 x de såkalte PROREF-verdiene (*Provisional high reference concentration*) på de to stasjonene øst for bedriften. Blåskjell kan regulere opptak og utskillelse av metaller så selv om Cu ikke viste tilsvarende overkonsentrasjoner som Cr og Ni, kan det ikke utelukkes at blåskjellene på disse to stasjonene var påvirket av avgangen, muligens tilknyttet uhellsutslippet i 2010.

Generelt var bløtbunnsfaunaen på de undersøkte stasjonene i Bergsfjorden artsfattig, og dominert av flerbørstemark og muslinger. Det ble registrert lite krepsdyr, pigghuder og andre dyregrupper på mange av stasjonene, noe som tyder på et forstyrret miljø. Multivariate analyser viste at artssammensetningen på stasjonen like ved utslippspunktet skilte seg klart fra de øvrige fem stasjonene, som seg imellom viste stor grad av likhet. Dette resultatet var svært likt det som ble funnet i undersøkelsene i 1992.

Med unntak av stasjonen nærmest utslippspunktet ga diversitetsindeksene dårligere tilstand («moderat») enn sensitivitetsindeksene («god»). Den reduserte artsdiversiteten skyldtes i stor grad dominans av den rørbyggende flerbørstemarken *Galathowenia oculata*. Arten er ansett som tolerant og kan være vanlig på lokaliteter med høye sedimentasjonshastigheter, men den kan også ha høye tettheter uten at det er åpenbare forstyrrelsesfaktorer.

I hvilken grad partikkelpredning og de svakt forhøyede konsentrasjonene av metaller kan ha medvirket til den relativt fattige bunnfaunaen på stasjonene i dypbassenget ytterst i Bergsfjorden, eller om dette skyldes først og fremst stort vanddyb og begrenset utskifting av dypvannet er usikkert. I 1994 ble det konkludert med at tilsvarende observasjoner av en litt dårlig bunnfauna ikke med sikkerhet kunne relateres til utslippene fra Skaland Graphite AS og det synes ikke å være grunnlag for å konkludere annerledes i 2018.

Summary

Title: Environmental investigations in Bergsfjorden, Senja 2018

Year: 2018

Author(s): Morten Schaanning, Bjørnar Beylich, Gunhild Borgersen, Janne Gitmark, Lars Golmen and Siri Moy

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7027-3

The main objective of this investigation was to assess the impact from the tailings regularly discharged from Skaland Graphite AS. Turbidity was measured in the watercolumn, and metal concentration and macrofauna community structure was investigated at sediment stations located up to 7 km from the discharge point. In order to assess the extent and possible effects of an accidental spill of tailings near the shoreline in 2010, additional investigations were done on organism communities and metal concentration in mussels at three shallow water locations near the production facilities.

The turbidity probe showed increased particle quantities in the depth range 10-30 m near the discharge. Maximum turbidity of 6.33 FTU (Formazin Turbidity Unit) was observed at 14 m depth at a station near the discharge point. Concentrations decreased with increasing distance and at stations located more than 400-500 m from the discharge point, it was difficult to distinguish the instrument readings from the background level of ≤ 0.5 FTU. Transmission measurements carried out in 1992-93 also showed elevated particle concentrations at depths below 10-12 m near the discharge point.

At the discharge point, increased turbidity was also observed near the sea surface. According to the company, this may have been caused by loosening of the weight holding down the end of the pipe. Thus, the pipe may have been directed in an angle upwards jetting the plume towards the sea surface. Corrective repairs are currently carried out by the company.

The discharge from Skaland Graphite AS is characterized by elevated concentrations of the three metals copper (Cu), nickel (Ni) and chromium (Cr). Replicate samples of the tailings dissolved in respectively, nitric acid and hydrofluoric acid have shown that the choice of acid was not crucial with regard to analyses of Cu and Ni, but nitric acid addition gave significantly lower concentrations of Cr. In this investigation, the samples were digested in nitric acid (for HSE-reasons), and the concentration of Cr will be somewhat underestimated compared to the true "total" concentration. On the other hand, this difference is due to firmly bound fractions with low bioavailability and little ecological significance.

The sediment samples showed a clear impact of the tailings in the area between the discharge point and the deep basin towards southeast (inner part of Bergsfjorden). The sediments were here relatively coarse grained with low content of organic matter, but high C: N ratios due to the graphite content of the tailings. The metal concentrations were significant with 150-300 mg Cu kg⁻¹, 79-130 mg Ni kg⁻¹. Classified in accordance with Norwegian guidelines for environmental quality of coastal sediments, this corresponded to Class V "very bad" for Cu and Class III "moderate" for Ni. The highest concentrations of Cr were also observed at stations in this area, but the level did not exceed the upper limit for class II "good". The concentration of Cr in the test samples analyzed with hydrofluoric

acid was also well within this limit, so there is no reason to assume that the sediments in the area would have been classified differently if the digestion had been done in hydrofluoric acid.

From the most affected area in the middle of the fjord, the concentrations of all three metals declined both towards east (head of the fjord) and west (mouth). Both these declining metal gradients from the discharge to the most peripheral stations and the fact that the concentrations exceeded the limit for Class I «Background» for Ni at some stations and Cu at all stations indicated that the entire area of investigation up to 7 km from the discharge point is somewhat affected by sedimentation of tailings particles.

During the survey in 1992 as well as in 2018 the recorded odor and color indicated sulfidic sediments at two of the three stations located in the deep, outer basin of Bergsfjorden. The water depth in this area is 260-290 m and the sulfide content indicated that the water exchange was not sufficient to maintain good oxygen conditions in these sediments. Enrichment of Cd to concentrations corresponding to Class II throughout the outer basin was attributed to natural processes with precipitation of cadmium sulfide (CdS) which makes the sediments act as a sink for Cd. The absence of similar Cd enrichment in the 20-25 cm depth layer from a core sampled in this area was argued to result from a well-known landslide event at the head of Bergsfjorden in 1947. Maxima of Zn, Cu, Cr and Ni in the same depth interval indicated that the slide implied a significant input of these metals to the fjord sediments. If so, Skaland Graphite is, historically, may not be the only source contributing to elevated metal levels in the sediments of the outer Bergsfjorden basin.

The results of this survey were very similar to the results of the survey in 1992. This was true of both particle size, organic content, C: N ratio and concentrations of Cu and Ni whereas the concentration of Cr was clearly lower than in 1992, most likely due to different acid digestion. Nevertheless, the relative variations of Cr were similar to those observed in 1992.

The three shallow-water stations surveyed showed 14-22 algae species and 9-12 animal species at each station. The highest number of species were recorded at the outer station (about 500 m west of the process plant) and the fewest species at the station close to the plant. The survey did not reveal any smothering and no indications were found that shore-line organisms were affected by the regular discharge of tailings. Video transects from 20 m depth and towards each of the three shore-line stations showed dominance of fine sandy bottom up to about 5m deep, after which the bottom was gradually dominated by stone and boulders. The near-shore spill of tailings in 2010 may have caused the upper 5 m of the sea zone at the nearest station to be more dominated by sandy sediment than rock. Aerial photo indicated that the area covered by the sandy sediment was limited to a small area of approx. 2000 m² east of the plant.

The analyzes of mussels generally showed low levels of metals. Ni and Cr had the greatest overconcentration of 1.6x - 1.7x the so-called PROREF (*Provisional High Reference Concentration*) at the two stations east of the plant. Mussels can regulate the absorption and excretion of metals and it was not ruled out that the mussels at these two stations were affected by the tailings, possibly associated with the accidental spill in 2010.

In general, the soft-bottom fauna at the investigated stations in Bergsfjorden was low in species numbers and dominated by polychaetes and mussels. At many stations, low numbers were found of crustaceans, echinoderms and other animal groups. This indicated a disturbed environment. Multivariate analyzes showed that the species composition at the station near the discharge point was clearly different from the remaining five stations, which between them showed a high degree of similarity. This result was very similar to that found in 1992.

With the exception of the station closest to the discharge point, the diversity indices gave poorer condition ("moderate") than the sensitivity indices ("good"). The reduced diversity of species was largely due to the dominance of the *Galathowenia oculata* tube-building polychaete. This organism is considered tolerant and can be common in locations with high sedimentation rates, but it can also have high densities without obvious disturbance factors.

The extent to which particle dispersion and the slightly elevated concentrations of metals may have contributed to the relatively poor bottom fauna at the stations in the deep pool in Bergsfjorden, or if this is due primarily to the large water depth and potentially limited deep water renewal, is uncertain. In 1994, it was concluded that similar observations of a slightly poor bottom fauna could not be reliably related to the discharges from Skaland Graphite AS. The present investigation provided no basis for a different conclusion.

1 Innledning

1.1 Virksomheten

Skaland Graphite AS utviner grafitt fra en forekomst ved Bergsfjorden på Skaland på Senja (Figur 1). Bedriften startet opp i 1918, men stoppet etter få år pga. konkurs. Virksomheten startet opp på ny i 1932 og har siden den gang hatt tilnærmet sammenhengende produksjon. Unntakene har vært høsten/vinteren 1947/1948 etter raset i oktober 1947 (ref. kap. 1.3.1) som ødela kraftstasjonen, og en periode fra 1985 til 1989 i forbindelse med oppbygging av nytt oppredningsverk etter brann, og en kort periode i 2003 i forbindelse med eierskifte.

Grafitt er et industrimineral og består av karbon. Grafitten som utvinnes i gruvene på Skaland er krystallinsk og malmen inneholder ca 30% karbon. Bedriften produserer ulike fraksjoner grafittkonsentrat ved oppredningsverket på Skaland. En ny gruveforekomst (Trælen) ble tatt i bruk i 2007. Gruva har ressurser for minst 30 års produksjon.

Skaland Graphite AS har en tillatelse fra 1989 (endret i 2002) til å deponere inntil 40 000 tonn med avgang årlig i Bergsfjorden. Avgangen består av nedknuste steinmasser (sand), som utgjør ca. 70 % av påsatt råmalm. Den senere tid har det blitt deponert ca. 22 000 tonn pr år med avgang. Fylkesmannen har gjort et overslag som tilsier at det siden forrige miljøundersøkelse på begynnelsen av 90-tallet har blitt deponert ca. en halv mill. tonn med avgang i Bergsfjorden.

I produksjonen bruker bedriften metyl-isobutyl-carbinol (MIBC) (NB: i utslippstillatelsen står det metyl-isobutyl-eton) som flotasjonsreagens. I følge utslippstillatelsen (datert 24/2-2002) er



Figur 1. Bergsfjorden ligg på vestsida av Senja, eksponert mot vest. Skaland ligg på nordsida av fjorden, om lag midtvegs mellom munning og fjordenden.

forbruket anslått til 9 tonn/år. Det er anslått at 80-90 % av forbruket følger konsentratet og enten avbrennes i tørkeovn eller skilles ut i våtvasker. Bruken av MIBC er ikke regulert i utslippstillatelsen av 24/2-2002. I en tidligere undersøkelse (Berge m.fl., 1994) ble avgangen analysert for MIBC. Konsentrasjonen lå imidlertid under deteksjonsgrensen (1 µg/g t.v.). Det ble i rapporten fra 1994 konkludert med at MIBC ikke utgjør noe miljøproblem for sedimentlevende dyr eller fisk i Bergsfjorden.

1.2 Utslippet

Utslippspunktet skal i følge konsesjonen ligge på 30 m dyp, ca. 150 m fra landanlegget (**Figur 7**). Ifølge bedriften går avgangsledningen ut svært nær de to kablene som går ut rett øst for oppredningsverket (se **Figur 7**). Både utslippspunkt og dyp kan variere noe over tid og det planlegges p.t. å flytte utslippet 75 m lenger ut fra land (Abelsen, pers.med.). Det er i utslippstillatelsen krav om at avgangen skal inneholde mer enn 120 gTS/L. I 2017 var utslippet av partikler på 25 000 tonn tørrstoff (TS). Vannforbruket (ferskvann) var 180 000 m³/år, tilsvarende 33-35 m³/time eller omlag halvparten av utslippsgrensene i konsesjonen fra 2002.

Utslippet består av en blanding av ferskvann og partikler i suspensjon. Dette gir en blanding som har oppdrift og som i første fase vil stige oppover i sjøen. Partiklene vil følge med ferskvannet, og kun langsomt separere fra vannfasen og felle ut. Normalt bør det gi innlagring i god avstand fra overflaten, uten merkbar påvirkning av det økologisk sett aktive og viktige overflatelaget. Under NIVAs målinger 1. juni 2018 ble det observert en del partikler i/nær overflata. I følge bedriften har enden av ledningen på et ukjent tidspunkt flyttet seg grunnere enn opprinnelig, til ca. 21 m dyp, og ca. 15 m nærmere land. Dette innebærer at utslippet 1. juni 2018 ikke foregikk i henhold til utslippstillatelsen, og trolig også endret i forhold til situasjonen ved forrige undersøkelse i 1992-93.

Lekkasjer på utslippsledningen har forekommet episodevis som følge av brudd på ledningen. Et større uhellsutslipp vinteren 2010 som følge av brudd på avgangsledningen under en storm medførte at et felt på naboeiendommen fikk tilført et sandlag i fjæra. Bedriften tok i 2015 ut prøver av avgangen som ble undersøkt ved NTNU. Resultatene ble sendt til Fylkesmannen. Fjæreundersøkelser og analyser av metallinnholdet i blåskjell er etter bedriftens ønske inkludert i denne undersøkelsen for å få en bedre beskrivelse av påvirket område og eventuell biotilgjengelighet av metaller i utslippet.



Figur 2. Skaland grafittverk (1998). Frå Den Norsk Los, Bind 6. Utsleppsleidningen for avgang går ut frå austre (høgre) del av landanlegget.

1.3 Bergsfjorden

1.3.1 Batymetri

Bergsfjorden er en dyp fjord på nordvestsiden av Senja. Dypbassenget med vanddyb ned mot 300 m er typisk 1,5-2 km bredt og strekker seg fra innerst i Bergsbotn over 18 km utover forbi Matneset. Her ender strukturen i et platå med vanddyb på 40-50 m som vil begrense utskiftingen av dypvannet i fjorden. En rygg tvers over fjorden mellom Pilsteinen og Flatneset danner en sekundær terskel på litt over 100 m dyp som skiller mellom et ytre og et indre (Nordfjorden og Bergsbotn) basseng, begge med vanddyb over 200 m (**Figur 10**). SKA 2 er lokalisert i det dypeste området i Nordfjorden (230 m), mens SKA 4, 5 og 6 er lokalisert på 256-287 m dyp i det ytterste bassenget (**Figur 10, Tabell 6**).

1.3.2 Vannforekomster

Bergsfjorden er delt i to vannforekomster (**Figur 3**). Den innerste er i Vann-Nett omtalt som Bergsbotn i Bergsfjorden og den ytterste Bergsfjorden. Skaland Graphite AS sitt oppredningsverk og avgangsutslippet ligger i vannforekomsten Bergsbotn i Bergsfjorden, men bare ca. 500 m øst for grensen til vannforekomsten Bergsfjorden.

Tabell 1. Informasjon hentet fra Vann-Nett om de to vannforekomstene Bergsbotn og Bergsfjorden.

	Bergsbotn i Bergsfjorden	Bergsfjorden
Vanntype	Beskyttet kyst/fjord	Moderat eksponert kyst
Økologisk tilstand	God	God
Kjemisk tilstand	Udefinert	Udefinert
Miljømål	Ni og Cu: oppnår ikke god tilstand	Ikke omtalt



Figur 3. Vannforekomstene 0401011400-C Bergsfjorden (grønn) og 0401011300-C Bergsbotn i Bergsfjorden (rød). Utslippet fra oppredningsverket til Skaland Graphite AS ligger i vannforekomsten markert med rødt (Bergsbotn), ca. 500 m fra grensen mot vannforekomst Bergsfjorden.

Bergsbotn er i Vann-Nett betegnet som vanntypen *Beskyttet kyst/fjord*, og Bergsfjorden som *Moderat eksponert kyst* (Tabell 1). Begge vannforekomstene er i Vann-Nett klassifisert til å ha *god* økologisk tilstand. Den innerste delen (Bergsbotn) oppnår imidlertid ikke miljømålet om god tilstand for nikkel og kobber.

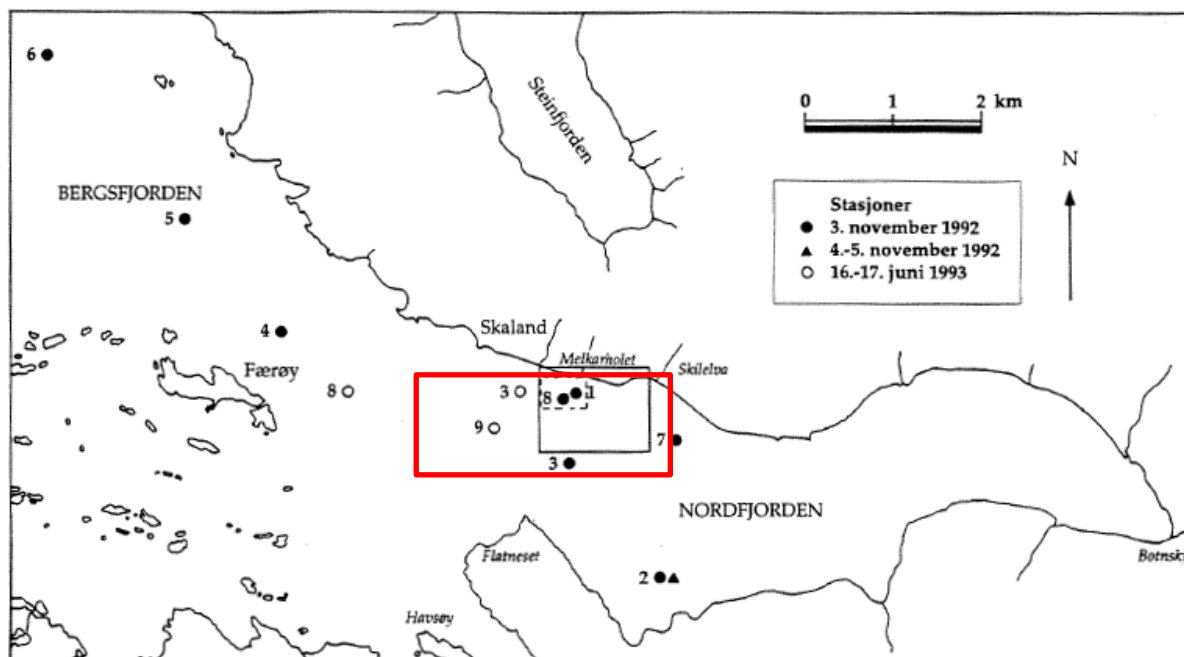
1.3.1 Rashendelse i 1947

I følge informasjon tilsendt fra bedriften kan den innerste delen av Bergsfjorden være påvirket av et stort jordras 13. oktober 1947. Skaland grafittverk hadde anlagt en kraftstasjon ved Fosselva i 1919/21, og Store Hestevann var demmet opp med en jorddemning. Etter et kraftig regnvær om høsten 1947, brast demningen og 40 millioner m³ vann fosset ned fjellsiden og forårsaket et gedigent jordras ut i fjorden. I denne forbindelse kan det ha blitt tilført mineraler og metaller som ellers ikke ville ha blitt tilført fjorden på samme måte. Bedriften kjenner blant annet til at det er observert kobberforekomst i fjellgrunnen på land. En må imidlertid anta at massene som ble tilført i 1947 nå er overdekket ved naturlig sedimentasjon og sedimentasjon av partikler fra Skaland Graphite AS. Vi antar at et slikt lag vil være minst 10 cm tykt (tilsvarer en sedimentasjonsrate på minst 1,4 mm/år).

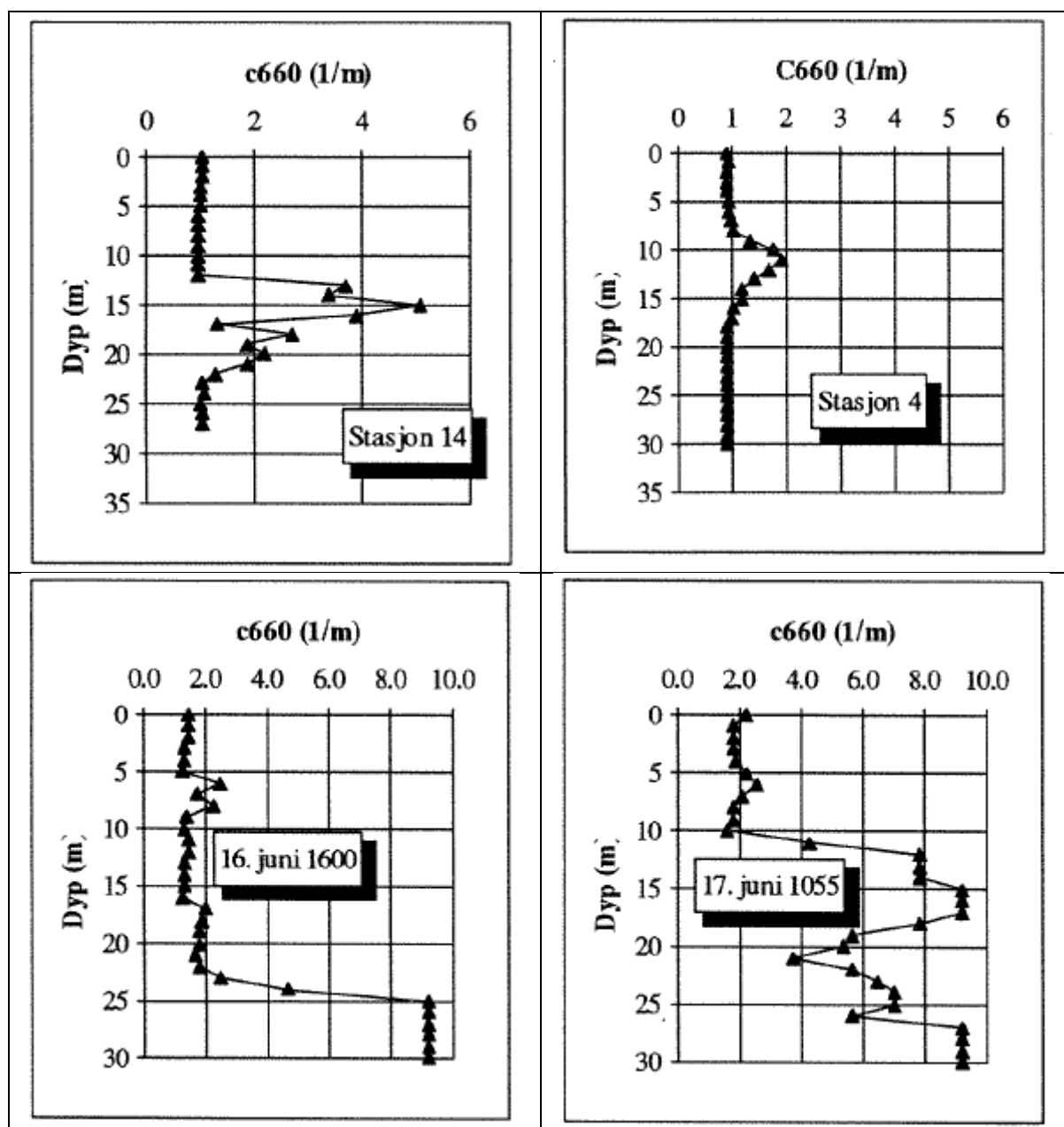
1.4 Forrige undersøkelse, 1992-93

1.4.1 Lystransmisjon

Forrige gransking (Berge m.fl., 1994) innbefatta måling av lyssvekking (transmisjon) nedover i sjøen i mange punkt (Figur 4), og over flere tidsrom. Måleutstyret var annleis enn det som vart nytta i 2018, men begge instrumenta/metodane detekterer partiklar i sjøen, med eit signal som står i relasjon til konsentrasjonen. Målingane inkluderte også hydrografi, dvs. måling av salinitet og temperatur nedover i sjøen.



Figur 4. Transmisjonsmålingane i 1992-1993 låg innfor dei to innerste firkantane (NIVA 1994). Den raude firkanten viser utstrekninga for vårt stasjonskart for 2018 (Figur 7).



Figur 5. Resultat for målt lyssvekking i 1992-1993. Øverste to kurver er frå 4.november 1994; stasjon 14 ved utsløppspunktet, og stasjon 4, 300 m østafør. Nederste kurver er frå 16. og 17.juni 1993, ved utsløppspunktet (NIVA 1994).

I alt blei det tatt over hundre profiler/målingar den gongen, enten som vertikalprofilar eller i form av overflatemålingar langs transekt. Det blei også målt siktdjup, og tatt vassprøver for å bestemme partikkelkonsentrasjon.

Figur 5 viser utdrag av målingane frå 1992-93. Hovudtrekket er at partikkelfordelinga var størst nær utsløppspunktet, og at den var avgrensa til sjikt djupare enn 6-7 m, med hovudtyngde djupare enn 12-15 m djup. Det er indikert at partiklane fordelte seg noko grunnare i avstand frå utsløppspunktet,

relativt til nær ved. Dette verka rimeleg, dvs. at utsléppskya framleis har noko oppdrift ettersom den blir spreidd horisontalt.

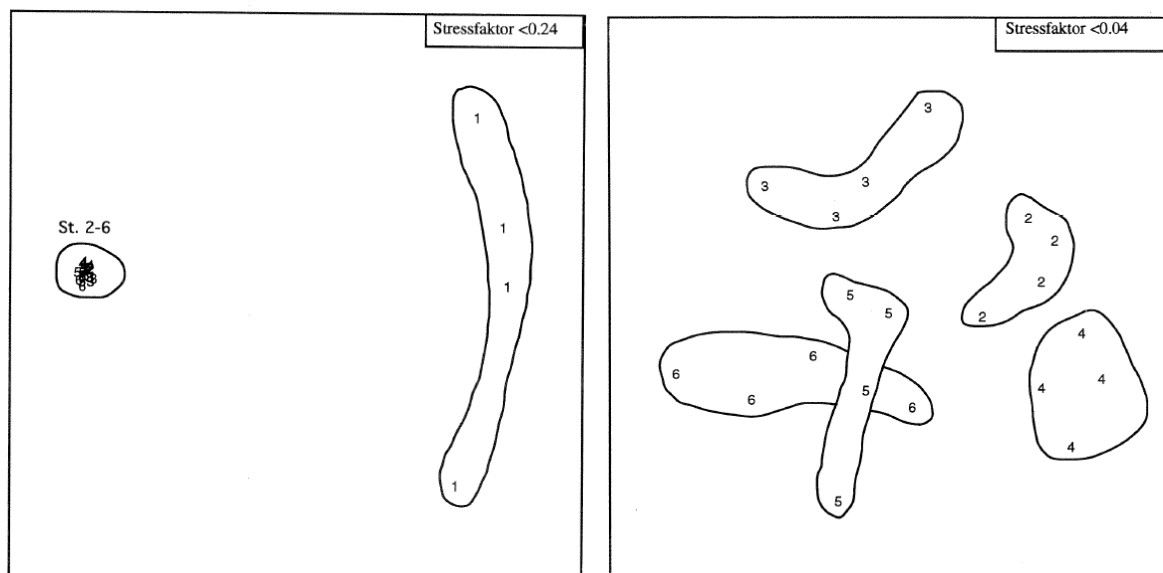
Hydrografimålingane synte at sprangsjiktet i november 1992 låg rundt 12-13 m djup. Dette bidro til å begrense oppstiginga på det tidspunktet.

1.4.1 Sedimenter og bløtbunn

Prøver av avgangen analysert i 1992 (Berge m.fl., 1994) viste at innholdet av kobber (364 mg kg^{-1}), nikkel (205 mg kg^{-1}) og krom (220 mg kg^{-1}) overskred flere av nåværende grenseverdier for kystsediment (**Tabell 10**). Kobber var over 2x grenseverdien for klasse V «svært dårlig», nikkel tilsvarte klasse III («moderat») og krom tilsvarte klasse II «god». Kvikksølv, bly og kadmium var alle innenfor klasse 1 «bakgrunnsnivå». Avgangsprøvene ble den gang analysert ved oppslutning både i salpetersyre og flussyre. Oppslutningsmetoden ga ulike resultater, spesielt for krom, men begge metodene ga samme klassifisering for alle elementene.

Bløtbunnstasjonene undersøkt i 1992 hadde tilnærmet samme lokalisering som stasjonene undersøkt i dette arbeidet. Analyser av sedimentene viste at de tre metallene med karakteristisk høye nivå i avgangen, var tilstede i sedimentene i høyest konsentrasjon på stasjon 1 nærmest utslippspunktet og gradvis avtagende utover fjorden til stasjon 6. Konsentrasjoner opptil 400 mg kg^{-1} kobber, 290 mg kg^{-1} Ni og 237 mg kg^{-1} Cr viste at sedimentene på stasjon 1 var tilnærmet ufortynnet avgang fra bedriften. En mer detaljert sammenligning av resultater fra 1992 og 2018 er inkludert i kap. 3.2

Effekter av utslippet på bløtbunnsfauna kunne i 1992 spores på stasjon 1, men ikke med sikkerhet på de øvrige stasjoner. Både individ- og arts-antall var klart redusert på denne stasjonen og multivariat analyse viste at stasjon 1 skilte seg meget sterkt fra de 5 andre stasjonene (**Figur 6**).



Figur 6. MDS-plot basert på bløtbunnsfaunaen på stasjoner i Bergsfjorden undersøkt i 1992. Venstre diagram er basert på alle stasjonene (SKA 1-6) og viser at de fire grabbskuddene fra stasjon skiller seg sterkt fra alle de andre grabbskuddene tatt i 1992. Høyre plot viser resultatet av samme analyse basert på alle grabbskuddene unntatt de fra stasjon 1. (Etter Berge m.fl. 1994.)

2 Materiale og metoder

2.1 Innsamling av prøver

Feltarbeidet ble innledet med oppstartsmøte på Skaland onsdag 30.05.2018 ble avsluttet fredag 01.06. På grunn av mye vind de forutgående dagene var prøvetakingen utsatt noe i forhold til opprinnelig plan. Det var gode værforhold under prøvetakingen, men en del sjø første dag, spesielt på SKA5 og SKA6. Værforholdene er nærmere beskrevet i kap. 2.2.2.

Etter oppstartsmøtet, ble det samlet inn grabbprøver til bløtbunnsfauna og kjerneprøver til kjemiske analyser på 4 stasjoner; SKA3, SKA4, SKA5 og SKA6. De tre resterende stasjoner; SKA1, SKA2 og SKA7 ble prøvetatt torsdag formiddag. Oversikt over prøvetaking og visuell beskrivelse av sedimentene er gitt i **Tabell 6**.

Torsdag formiddag ble tre fjærestasjoner undersøkt. Dropp-kameraundersøkelser ble utført torsdag ettermiddag med sjarken «Gullet». Det ble kjørt to dybdetranssekter på hver av de tre fjærestasjonene, og to transekter langs land; i hver sin retning fra utslippsledningen og utover mot referansestasjonene på hver side. Det ble også samlet inn blåskjell på tre stasjoner i nærheten av fjærestasjonene.

Fredag ble det gjort hydrografiske målinger vha en sonde (SAIV) med turbiditetsensor. Koordinatene for disse profilene er gitt i **Tabell 2**. Feltarbeidet ble avsluttet fredag 01.06. kl 12:00.

2.2 Turbiditet

2.2.1 Måleprogram 2018

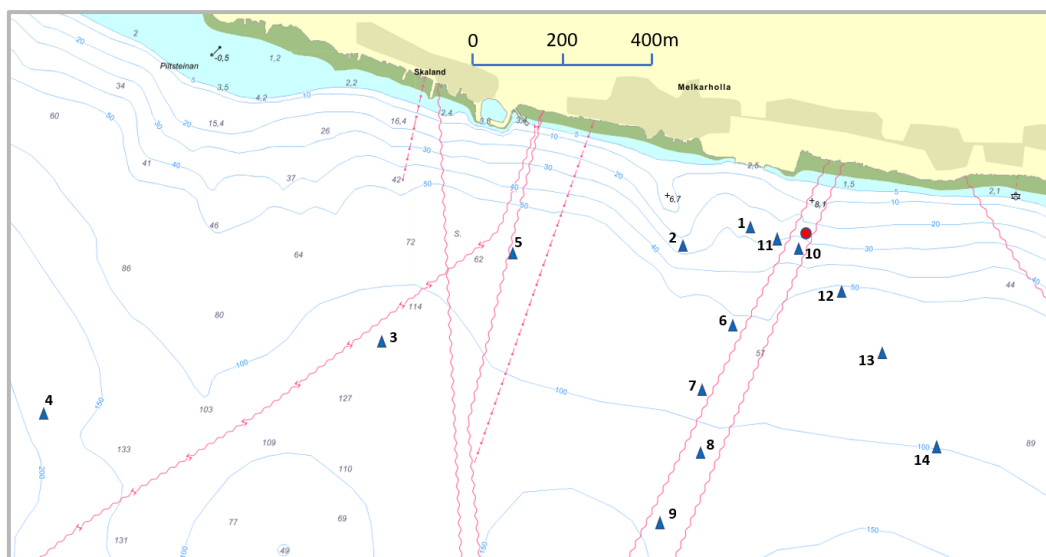
Målingane av hydrografi og turbiditet blei utført frå båt på formiddagen 1. juni 2018. **Tabell 2** gjev opplysningar om dei 14 målepunkta (stasjonane). Det vart målt frå overflata og ned til nær botnen på dei fleste stasjonane. Måleintervallet var satt til 1 sekund. Med normal fart på nedsenkinga av sonden ga det måledata med ein meter eller mindre vertikal avstand.

Figur 7 syner plassering av målepunkta i fjorden ved Skaland, samt omtrentlig plassering av utsleppspunktet for avgangen. Det vart lagt opp til å ta stasjonar ved utsleppspunktet og i transekt i vestleg, sydlig og austleg retning ut frå dette. Stasjon 4 i vest ca 2 km frå utsleppspunktet og stasjon 14 lengst aust i ca 700 m avstand definerer utstrekninga området langs hovedaksen i fjorden (firkanten i **Figur 4**).

Målingane av turbiditet vart handsama i det tilhøyrande programmet for aktuell sonde (SAIV). Data finst i form av eksporterte excel-filer.

Tabell 2. Oversyn over målestasjonane for hydrografi 1. juni 2018.

Stasjon #	Tid, 1. juni	Max målt djup (dBar)	Posisjon		Kommentar
			N, lat	E, long	
1	08:39	26	69,43974	17,32834	
2	08:48	25	69,43961	17,32382	
3	08:56	-	69,43717	17,30559	Ingen data
4	09:11	191	69,43609	17,28633	
5	09:49	67	69,43921	17,31413	
6	10:00	43	69,43883	17,32873	
7	10:06	72	69,43736	17,32654	
8	10:13	122	69,43525	17,32526	
9	10:23	147	69,43395	17,32237	
10	10:38	40	69,43935	17,3305	
11	10:42	33	69,43949	17,32987	
12	10:47	54	69,43854	17,33267	
13	10:53	77	69,43731	17,3364	
14	11:00	107	69,43507	17,34061	



Figur 7. Kart med plassering av dei 14 målestasjonane for hydrografi (trekant) 1. juni 2018, samt omtrentlig plassering av utleppspunktet (sirkel).

2.2.2 Vertilhøva

Vind og ver, samt tidevatnet er medbestemmande og styrande faktorar for spreinga av partiklar. For den aktuelle dato, 1. juni 2018, var det astronomisk lågvatn kl. 10:02 i Tromsø, og flo kl. 16:10. Det vil sei at det meste av målingane blei gjort rundt fjøre sjø, og under antakelig slakk strøm, muligens utstrømning på starten av dagen. (Vi er ikkje kjent med om det tidligare er gjort strømmåling i fjorden/ved utleppsstaden.)

For vind og temperatur har vi sett på målingar frå Hekkingen fyr på nordspissen av Senja. For nedbør har vi supplert med målingar frå Tromsø flyplass, og oppsummert i **Tabell 3**. Nedbør i mai 2018 var 58,7 mm, mot normalt 46,0 mm. Mest nedbør, 15,0 mm, den 26. mai. Ingen nedbør 1. juni og dagen før. Lufttemperaturen låg ca. 1 grad over normalen på dagen og dagane før. Vestlig vind, dvs. vind inn fjorden dominerte på måledagen og på dei fleste dagane før.

Det var med andre ord ikkje ekstraordinære tilhøve på/like før målingane blei utført men tidligare same veke blåste det relativt mykje, og feltarbeidet var ver hindra.

Tabell 3. Meteorologiske data frå Hekkingen fyr og Tromsø flyplass (nedbør), for perioden 27. mai – 2. juni 2018. Kjelde: Yr.no.

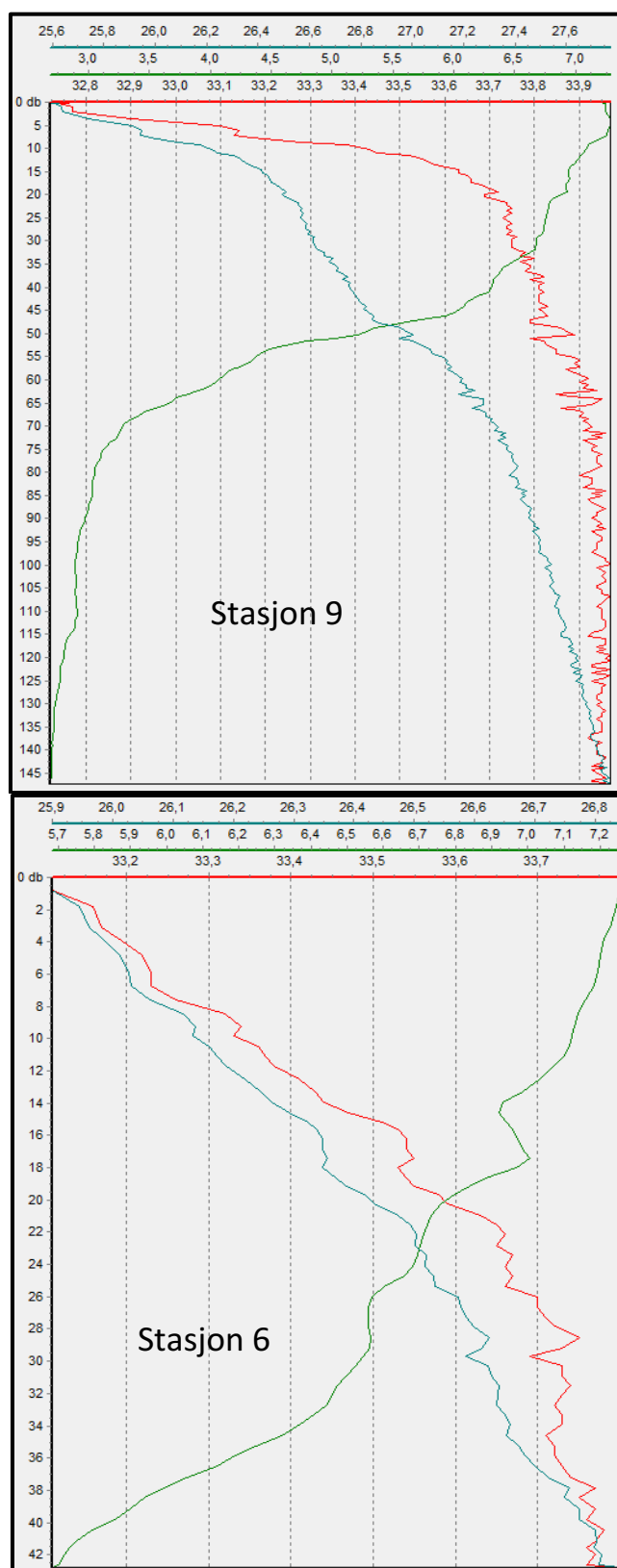
Dato 2018	Lufttemperatur				Nedbør	Vind	
	Temp	Min	Mid	Norm	Nedbør, mm	m/s	Retn
2. juni	9.5°	5.8°	6.9°	7.3°	0	13.8	W
1. juni	12.3°	5.7°	8.3°	7.2°	0	10.9	W/NW
31. mai	14.8°	3.9°	8.1°	7.1°	0	11.5	SE
30. mai	10.8°	4.3°	5.9°	7.0°	6.4	12.4	NW
29. mai	19.5°	6.0°	7.4°	6.8°	0	18.2	W
28. mai	14.7°	7.3°	11.4°	6.7°	0	7.5	W/E
27. mai	10.3°	3.5°	8.1°	6.6°	3.8	13.8	SW

2.2.3 Hydrografiske tilhøve i fjorden

Som illustrasjon på dei hydrografiske tilhøva har vi valt ut stasjon 9 ute ved ca. 150 m djup, og stasjon 6 nærare utsleppspunktet. (Stasjonar inne ved utsleppspunktet kan vere påverka av ferskvatnet som kjem ut med avgangen, og såleis ikkje vere heilt representative for generelle trekk.) Profilane av målt temperatur og salinitet samt berekna densitet, er synt i **Figur 8**.

Det framgår frå stasjon 9 at det var godt sjikta vassøyle, med eit mindre markert sprangsjikt mellom 50 og 75 m djup. Under dette var saliniteten like under 34, og temperaturen rundt 3° C. Saliniteten indikerer at dette er vatn som kan ha opphav i Kyststrømmen, sidan det er for lite salt (og for kaldt) til å vere atlantisk vatn. I øverste sjikt var saliniteten rundt 33, og temperaturen rundt 7 grader på dette tidspunktet.

Stasjon 6, 0-43 m djup, viser samme trekk som stasjon 9 for tilsvarande djupner. Det var tilnærma lineær sjikting, med avtakande temperatur og aukande salinitet frå overflata og nedover.



Figur 8. Målte vertikallprofiler av temperatur (grøn kurve/akse) og salinitet (raud kurve/akse), samt berekna densitet (sigma-t), for stasjon 9 (øverst) og stasjon 6. Y-aksen er angitt i desibar, som er tilnærma likt meterskalaen (1 desibar \approx 1 meter).

2.3 Gruntvannsundersøkelser

Gruntvannsundersøkelser var ikke inkludert i undersøkelsene i 1992-93. Et av målene med å inkludere slike undersøkelser her var å fremskaffe nærmere dokumentasjon om eventuelle spor etter uhellsutslippet i 2010 (ref. kap. 1.2).

2.3.1 Fjæresonen

Det ble gjennomført fjæreundersøkelser på tre stasjoner (**Figur 9, Tabell 4**). Stasjon Sk1 ble lagt til fjæresonen hvor uhellsutslippet skjedde vinteren 2010 som følge av brudd på avgangsledningen i fjæra i en storm. Stasjon Sk2 ligger ca. 500 m utover i fjorden fra stasjon Sk1. Stasjon Sk3 ligger ca. 500 m innover i fjorden for stasjon Sk1. Undersøkelsen av fjæresonen ble gjennomført ved å gå i fjæra ved lavvann og snorkling ved mid-tidevann og høyvann. På hver stasjon ble ca. 10 m av strandlinjen undersøkt fra sjøsprutsonen og ned til sjøsonen. Alle fastsittende makroalger og fastsittende/langsamt bevegelige dyr ble registrert. Mengden av de registrerte organismene ble bestemt etter en semi-kvantitativ skala (%dekningsgrad):

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst (0 - 10 %)
- 3 = frekvent forekomst (10 - 25 %)
- 4 = vanlig forekomst (25 – 50 %)
- 5 = betydelig forekomst (50 – 75 %)
- 6 = dominerende forekomst (75 – 100 %)

Dyr og alger som ikke kunne identifiseres i felt ble tatt med tilbake til laboratoriet for å undersøkes under mikroskop/lupe. Karakteristiske trekk ved fjæresonen ble dokumentert med fotografering av fjæresonen.

Tabell 4. Koordinater og prøvetakingsdato for fjæreundersøkelser

Stasjon	dato	Breddegrad	Lengdegrad
Sk1 (utslipp)	31.05.18	69,44111	17,33166
Sk2 (500m utover)	31.05.18	69,44194	17,31639
Sk3 (500m innover)	31.05.18	69,44056	17,345



Figur 9. Fjærestasjoner (øverst) ved Skaland Graphite AS undersøkt 31.05.2018. Videotransekter inn mot fjærestasjonene er vist på bildet i midten. Blåskjell ble samlet inn på stasjonene vist i kartet nederst. Merk spesielt at blåskjellene på SKA F1 ble samlet fra et voksested på utsiden av fabrikkanlegget slik at posisjonen for SKA_F1 ikke samsvarer helt med posisjonen for Sk1.

2.3.2 Sjøsonen

1. juni 2018 ble det gjennomført en inspeksjon utenfor fjæra på de tre stasjonene vist i **Figur 9**. Dette ble gjort ved hjelp av et nedsenkbart slepekamera (droppkamera) tauet etter sjarken «Gullet». To videotransekter per stasjon ble tatt fra rundt 20 m dyp langs bunnen inn mot fjærestasjonene. Det ble også foretatt videotransekter parallelt med land fra stasjon Sk1 mot Sk2 og fra Sk1 mot Sk3. Videoene ble i ettertid gjennomgått og observasjoner fra hvert enkelt transekt ble notert. Oversikt over posisjoner, dyp og observasjoner er gitt i Vedlegg C.

2.3.3 Blåskjell

Blåskjell ble innsamlet 31.05.2018 på tre stasjoner (SKA F1, SKA F2 og SKA F3) så tett opptil fjærestasjonene (Sk1, Sk2 og Sk3) som det var mulig å finne voksesteder med tilstrekkelig store populasjoner (**Figur 9**). Uheldigvis var det ikke blåskjell i området påvirket av uhellsutslippet. Prøvene ble oppbevart ved -20°C frem til opparbeiding 06.07.2018 ved NIVAs laboratorium i Oslo. Gjennomsnittlig skall-lengde og variasjon gitt ved et standard avvik er vist i **Tabell 5**. Blandprøver av 25 skjell fra hver stasjon ble analysert for metallene bly, kadmium, kopper, nikkel, sink, arsen og krom. I tillegg ble det analysert for kvikksølv på stasjon SKA F1.

Tabell 5. Opparbeiding av blåskjellprøver for analyser av metaller.

	SKA F1	SKA F2	SKA F3
Antall skjell	25	25	25
Gjennomsnittlig lengde (mm)	41,7	37,5	33,8
Std.avvik (mm)	4,0	2,6	1,9

2.4 Bløtbunn

2.4.1 Stasjonsvalg

Stasjonene som ble prøvetatt for bløtbunnsfauna og sediment er vist i **Figur 10**. Prøvetakingen ble i hovedsak utført på de samme stasjonene som i 1992. Det ble inkludert en ny stasjon (SKA7) som ikke var med i 1992, og videre ble SKA6 kun prøvetatt for sediment og ikke bløtbunnsfauna. Grunnlaget for denne beslutningen var konklusjonen fra 1994-rapporten om at faunaen på SKA2-6 ikke var påvirket av utslippet, og at artssammensetningen og artsmangfoldet var relativt lik (Berge m.fl., 1994). SKA6 ligger i tillegg langt utenfor det antatte influensområdet og mer mot åpen sjø enn de øvrige stasjonene.



Figur 10. Stasjonskart for undersøkelser av metaller i sediment (SKA 1-7) og bløtbunnsfauna (SKA 1-5 og SKA7) i Bergsfjorden, Senja, 2018.

2.4.1 Bløtbunnsfauna

Prøvetaking av bløtbunnsfauna og sediment (**Tabell 6**) ble foretatt i perioden 29.mai-1.juni 2018 av personell fra NIVA og Akvaplan-niva AS. Faunaprøvene ble tatt med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m² (**Figur 11**). Det ble tatt tre parallelle prøver på hver av de seks stasjonene. Hver prøve ble inspisert gjennom grabbens toppluke, prøvedybde ble målt med en målepinne og hver prøve ble beskrevet visuelt mht. sedimentets karakter (for eksempel konsistens, lukt, tilstedeværelse av synlige dyr). Prøvene ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sifter, og sifterestene ble konservert i en 10-20 % formalin-sjøvanns-løsning, nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa. Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling og innhold av total organisk karbon (TOC) og total nitrogen (TN) ble tatt fra sjiktet 0-1 cm, mens prøver til kornfordelingsanalyser ble tatt fra sjiktet 0-5 cm. I tillegg ble alle prøvene tatt fra kjernene analysert for TOC, TN og kornfordeling (ref. kap. 2.4.1).

Prøvetaking av bunnfauna og sediment ble foretatt iht. NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19.

Tabell 6. Oversikt over stasjonene fra prøvetakingen av bløtbunnsfauna og sediment i Bergsfjorden, Senja, 2018. Stasjonenes posisjon angitt i WGS84. Kolonnen for «Kjerneprøver» viser antall kjerner som inngikk i blandprøve fra gitte dybdesnitt av sedimentet.

Stasjon	LAT	LONG	Vanndyp	Grabbprøver	Kjerneprøver	Visuell beskrivelse
SKA1	69,43932	17,33793	37 m	3	0 *	Lysebrunt topplag, gråere nedover. Flak ca 4-10 mm ² av materiale som glimret. Kun synlig i sedimentoverflaten.
SKA2	69,42627	17,34158	230 m	3	3 x 0-5 cm	Kjerner ca 15 cm. Brunt topplag med børstemarkrør, ca 2 cm tykt, deretter grått sediment som går over i gråsvart fra ca 5 cm. Tydelig "glimmerpartikler" av samme type som på SKA1.
SKA3	69,43417	17,31917	Ca. 150 m	3	3 x 0-5 cm	ca 10 cm lange kjerneprøver, ingen lukt, olivenbrunt topplag, børstemarkrør
SKA4	69,44309	17,25369	287 m (1992)	3	3 x 0-5 cm 3 x 5-10 cm 3 x 10-15 cm 3 x 15-20 cm 3 x 20-25 cm	Brunt topplag 2-3 cm, nesten flytende, mørkegrått/svart fra 3 til 10 cm. Fast sediment/leire fra 10-15cm. Mye svarte fibre på 5-10 cm, tilsynelatende hule, og med diameter ca 0,5 mm.
SKA5	69,45876	17,21832	264 m	3	3 x 0-5 cm	20-25cm kjerner, lukt av H ₂ S, brunt topplag, mykt 2-3 cm, deretter gråaktig og svart sediment nedover. Børstemarkrør.
SKA6	69,4764	17,16734	256 m (1992)	-	4 x 0-5 cm	
SKA7	69,47363	17,38753	134 m	3	4 x 0-5 cm 4 x 5-10 cm 4 x 10-15 cm 2 x 15-20 cm 1 x 20-25 cm	Brunt topplag, deretter grålig med en del skjellsand fra ca 3 til 8-10cm. Deretter gradvis hardere leire. Veldig fast fra ca 15cm. Stasjonen ble flyttet pga hard sediment/stein/skjellsand som hindret dyp nok penetrasjon.

* Kjerneprøvetageren ga ikke tilstrekkelig mengde prøve. Sedimentprøven ble derfor laget som en blandprøve av 0-5 cm laget i grabbskuddene.



Figur 11. Van Veen-grabb (venstre) og Gemini-corer (høyre) som ble benyttet for prøvetaking av bløtbunnsfauna og sediment i Bergsfjorden, Senja, 2018.

Sikteresten fra grabbprøvene ble grovsortert i hovedgrupper og overført til 80 % etanol. All sortert fauna ble artsbestemt til lavest mulig taksonomiske nivå, og alle individer av hver art talt.

Sortering og artsidentifisering ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013.

På grunnlag av artslister og individtall ble følgende indekser for bunnfauna beregnet:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES_{100} (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene ISI_{2012} (Indicator Species Index, versjon 2012) og NSI (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen NQ1 (Norwegian Quality Index, versjon 1), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Indeksene ble beregnet for hver grabbprøve, og ut fra dette er det beregnet gjennomsnittsverdier for hver stasjon. Indeksene ble også beregnet ut fra kumulerte data (sum) fra alle grabbene fra hver stasjon (stasjonsverdien). Tilstandsklassen ble bestemt etter vannforskriftens system og klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013), se Tabell 7. De absolutte indeksverdiene (både grabbgjennomsnitt og stasjonsverdier) ble regnet om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) etter formelen:

$$\text{Normalisert EQR} = \left[\frac{(\text{Indeksverdi} - \text{nedre klassegrense for indeksverdi})}{(\text{øvre klassegrense for indeksverdi} - \text{nedre klassegrense for indeksverdi})} * 0,2 \right] + \text{nedre klassegrense for normalisert EQR verdi}$$

Det ble så beregnet gjennomsnitt av indeksenenes nEQR-verdier for hver stasjon. I henhold til veilederen må skjønn brukes for å av å gjøre endelig tilstand dersom gjennomsnittsverdien og stasjonsverdien gir ulik tilstandsklasse. I slike tilfeller vektlegges også selve artssammensetningen når resultatene tolkes. Dette er spesielt viktig i Bergsfjorden hvor sedimentasjon er en forstyrrelsesfaktor. Selv om klassifiseringsystemet også skal dekke tilfeller med høy sedimentasjon, er det først og fremst effekter av organisk belastning det er basert på, slik at faglig skjønn bør benyttes i tilfeller med øvrige påvirkningsfaktorer.

Tabell 7. Klassegrenser for bunnfaunaindeks, inkl. normalisert EQR (nEQR), fra Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013).

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISl ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
nEQR		0,8-1	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	0-0,2

Totalt organisk karbon (TOC) er en støtteparameter som normalt gir informasjon om graden av organisk belastning på stasjonen, men inngår ikke i den endelige tilstandsklassifiseringen. TOC og TN ble analysert med en elementanalysator etter at uorganiske karbonater er fjernet i syredamp. Analysen vil midlertid også fange opp karbon (grafitt) fra avgangsmassene, som ikke er tilgjengelig som næring for bunndyr. Innhold av TOC i sedimentet vil derfor ikke nødvendigvis gi et korrekt bilde av tilstanden for organisk belastning i Bergsfjorden. Innholdet av nitrogen (TN), samt mengdeforholdet mellom karbon og nitrogen (C:N-forholdet) vil derimot gi en pekepinn på mengde avgangsmasse i sedimentet, siden avgangen inneholder lite nitrogen.

Analyse av kornfordelingen gir informasjon om hvor grov- eller finkornet sedimentet er, noe som har betydning for faunaens sammensetning og kan brukes ved tolkning av resultatene. Sedimentfraksjonen < 63 µm betegnes som finstoff eller finfraksjon og brukes ved beregning av normalisert TOC. Finfraksjonene ble bestemt ved våtsikting.

Klassifiseringen av TOC er basert på finkornet sediment, og prøven standardiseres derfor for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18(1-F),$$

hvor F er andelen finstoff (finfraksjon, andel av sedimentet med partikkelstørrelse < 63 µm).

Klassegrensene for normalisert TOC er gitt i Tabell 8.

Tabell 8. Klassegrenser for normalisert organisk karbon (nTOC) fra veileder SFT97:03 (Molvær m.fl., 2007). Resultatene inngår ikke i klassifiseringen av økologisk tilstand.

Parameter		Tilstandsklasser				
		Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
TOC	Organisk karbon (mg/g)	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

2.4.1 Sedimentkjemi

Prøver til analyse av metaller ble tatt med Gemini-corer (**Figur 11**). På fem av stasjonene (SKA 1, 2, 3, 5 og 6) ble topplaget 0-5 cm tatt av til analyser. På de to siste stasjonene (SKA 4 og 7) ble kjernene snittet i fem sjikt med 5 cm tykkelse ned til 25 cm for analyser av vertikalprofiler.

Sedimentprøvene ble oppbevart ved -20 °C frem til analyse. Analysene ble utført ved Eurofins. Metaller ble analysert på ICP-MS etter oppslutning i varm salpeter-syre. Salpetersyre foretrekkes av laboratoriet pga HMS-hensyn. Sedimentprøver innsamlet på de samme stasjonene i Bergsfjorden i 1992 ble analysert etter oppslutning i fluss-syre. Som vist i **Tabell 9** vil bruken av salpetersyre ha liten betydning for konsentrasjonene av Cu og Ni, men vil underestimere konsentrasjonen av Cr. På den annen side vil den fraksjonen som ikke løses ut av flussyre sannsynligvis være lite tilgjengelig for opptak i organismer og således ha liten økologisk betydning.

Delprøver av de samme prøvene som ble analysert for metaller ble også analysert for støtteparameterne kornfordeling, TOC og TN. Konsentrasjoner av metaller ble vurdert etter Miljødirektoratets veileder M608 som opererer med fem klasser som vist i **Tabell 10**.

Tabell 9. Analyser av avgang fra Skaland Graphite AS analysert etter oppslutning i henholdsvis flussyre og salpetersyre. (Etter Berge m.fl. 1994).

Element	Flussyre (mg kg ⁻¹ TS)	Salpetersyre (mg kg ⁻¹ TS)	Faktor
Cr	220	95,7	2,30
Cu	364	336	1,08
Ni	205	210	0,98

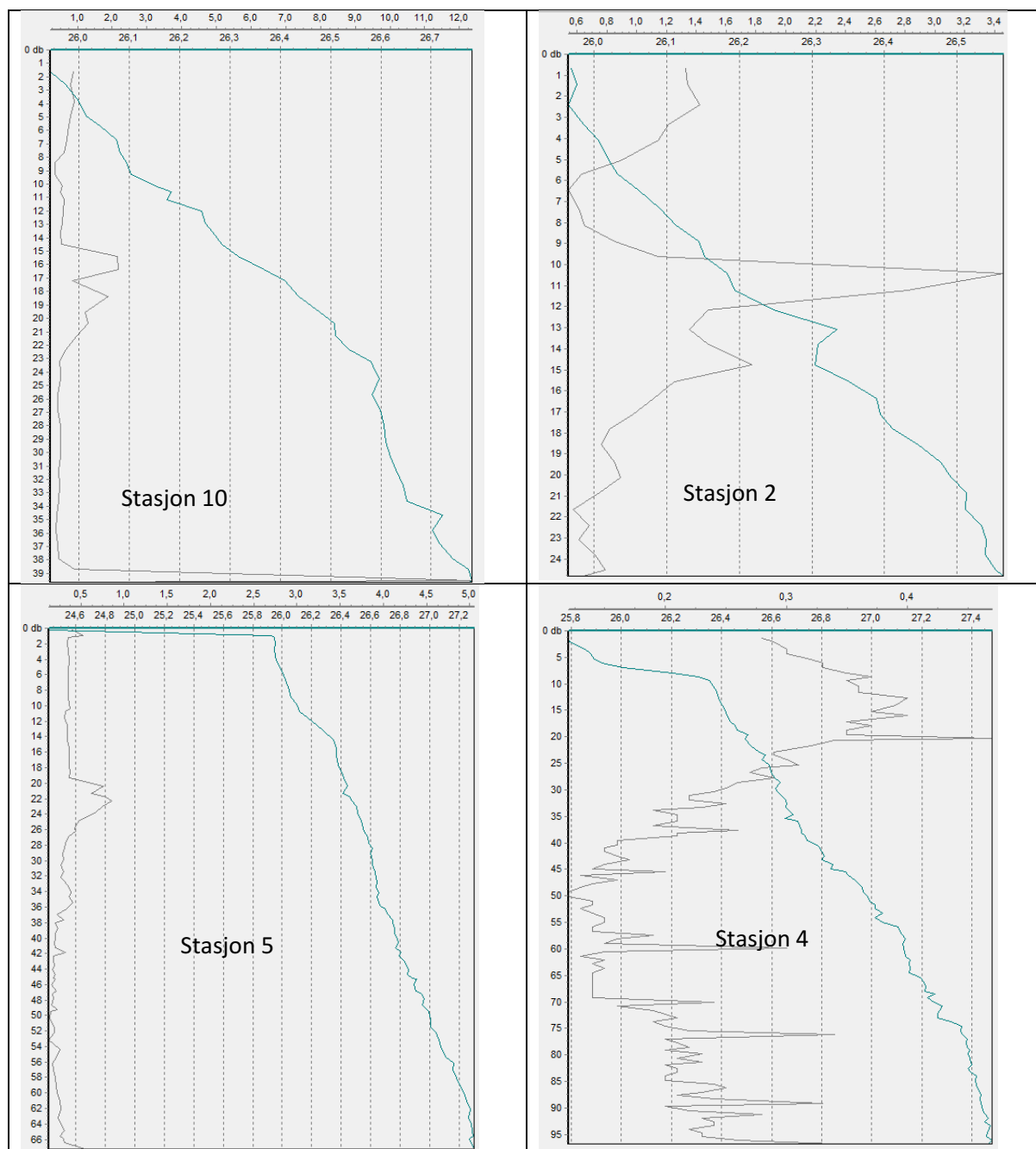
Tabell 10. Klassegrenser for metaller i sediment etter Miljødirektoratets veileder M608. (Enhet = mg kg⁻¹ TS.)

Stoff	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Kadmium	0,2	2,5	16	157	>157
Bly	25	150	1480	2000	2000-2500
Nikkel	30	42	271	533	>533
Kvikksølv	0,05	0,52	0,75	1,45	>1,45
Kobber	20	84	84	147	>147
Sink	90	139	750	6690	>6690
Arsen	15	18	71	580	>580
Krom	60	660	6000	15000	15000-25000

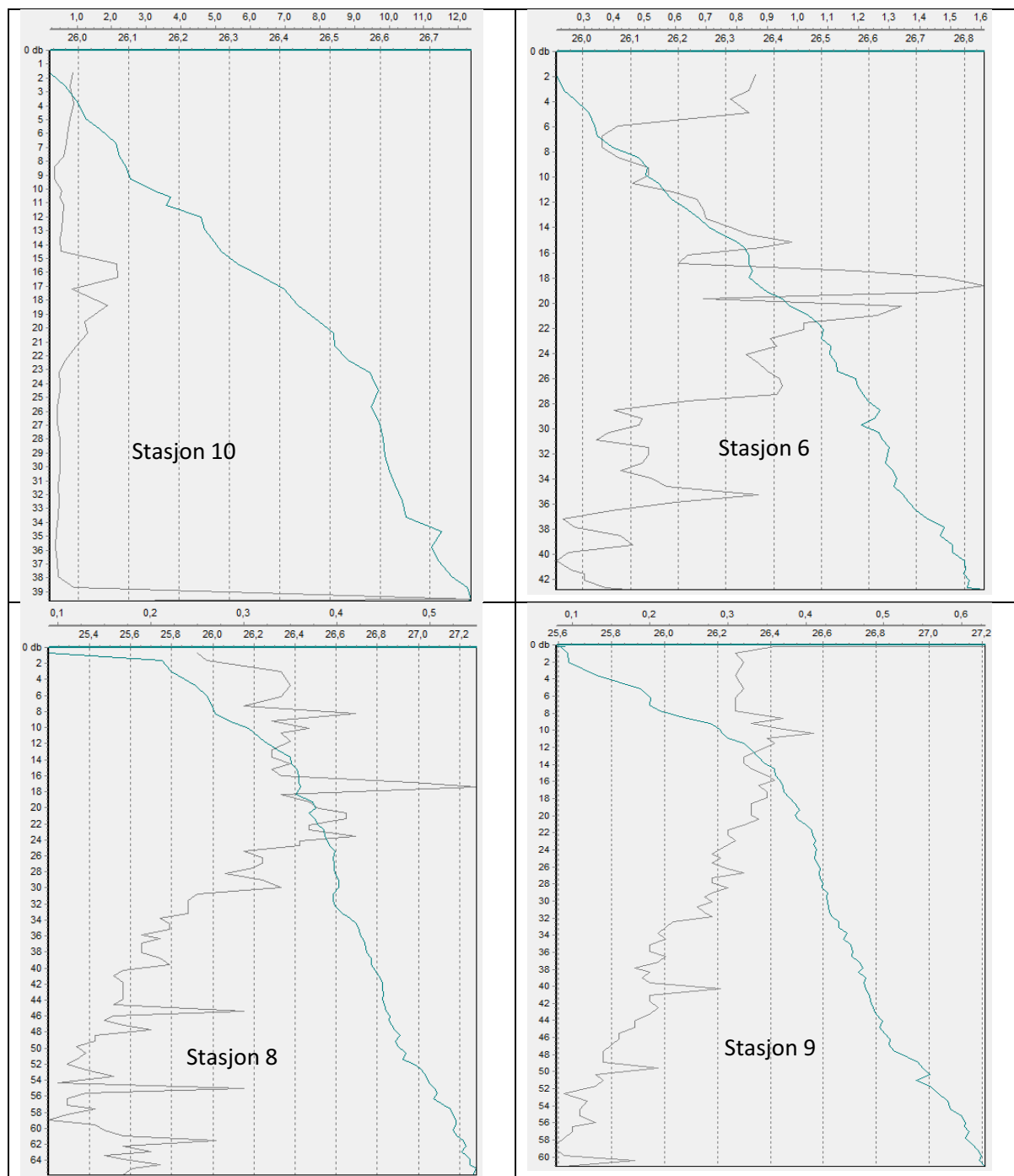
3 Resultater og diskusjon

3.1 Turbiditet

Resultat for turbiditet er presentert som vertikalprofilar i **Figur 12-Figur 14**, eit transekt pr figur.



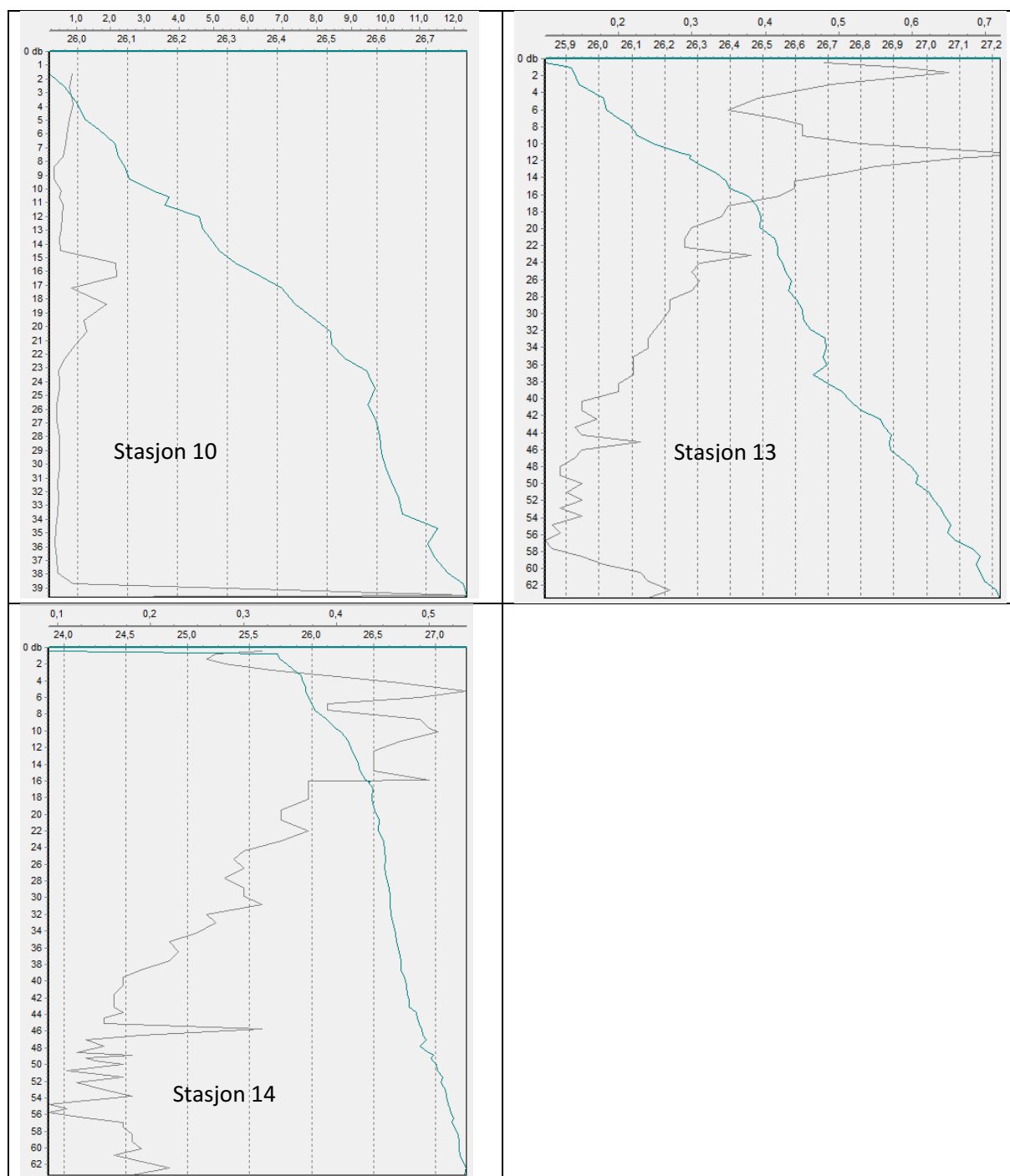
Figur 12. Turbiditet (FTU, svart kurve), for stasjonane 10, 2, 5 og 4 som representerer transektet mot vest. Blågrøn kurve markerer densitet for sjøvatnet. Merk varierende skala på aksene. (FTU = Formazin Turbidity Unit).



Figur 13. Turbiditet (FTU, svart kurve), for stasjonane 10, 6, 8 og 9 som representerer transektet mot sør. Blågrøn kurve markerer densitet for sjøvatnet. Merk ulik skala på aksene.

Hovedtrekket er at det, som forventa, var sterkast signal nær ved utsléppspunktet, gradvis avtakande med aukande avstand. Stasjon 4 i vest, 9 i sør og 14 i aust markerer stasjonane med lågast signal, og som sannsynlegvis representerer bakgrunnsnivå.

Det blei ikkje tatt måling på forventa påverka stasjon («referansestasjon») langt borte frå utsléppspunktet; stasjon 4 er den i lengst avstand og kan fungere som vår referanse. Den hadde svakt



Figur 14. Turbiditet (FTU, svart kurve), for stasjonane 10, 13 og 14 som representerer transektet mot aust. Blågrøn kurve markerer densitet for sjøvatnet. Merk ulik skala på aksene.

utslag, under 0.5 FTU. Fellestrekk for stasjonane med svakt signal var maksimum utslag i dypneintervallet 5-20 meter.

Tabell 11 oppsummerer viktige funn frå målingane, med målt maksimumsverdi og dypneintervallet med tydeleg utslag, og som høgst sannsynleg skuldast partiklane i avgangen. Her markerer

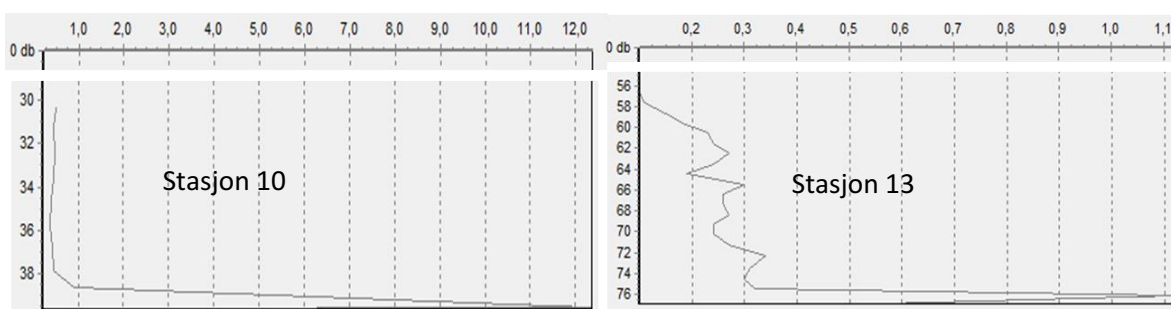
stasjonane 1, 2, 10 og 11 seg ut, med maksimalverdi over 2 FTU. Stasjonane 6-7 markerer neste styrkeintervall, mellom 1-2 FTU. Resten hadde utslag svakare enn 1 FTU.

Som nemnt innleiingsvis, var det avtakande signal med aukande avstand frå utsleppspunktet. Dette er illustrert i **Figur 16**, som viser gradert maksimal målt partikkelkonsentrasjon for dei ulike stasjonane. Ei indikert blandzone (nærsone) kan ha utstrekning på 0.5- 1 km frå utsleppspunktet. Influensområdet vil ha større utstrekning enn dette.

Nokre stasjonar ga utslag nær botnen. Vi har ikke studert desse målingane nærmare, dei kan delvis skuldast at sonden hadde botnkontakt og såleis fekk forstyrre signal. Men det kan også skuldast avgang som har presipitert og lagt seg som eit tynt lag ved botnen, langs renner og i groper.

3.1.1 Auka signal ved botnen

På nokre stasjonar var det auka utslag for turbiditet like ved botnen. Dette gjalt stasjonar sør-og aust for utsleppspunktet (sta 7, 9, 10, 13 og 14). Dette var nok signifikante utslag, i og med at saliniteten var normal (viss sonden har botnkontakt så vil gjerne saliniteten bli feilmålt). **Figur 15** viser døme på desse utslaga, for stasjon 10 og 13.



Figur 15. Målt aukande turbiditet ved botnen på stasjon 10 og 13.

3.1.2 Tydeleg utslag nær overflata

Stasjonane med tydelegast signal hadde også tendens til høge utslag nær overflata. Dette kan reflektere at utsleppsleidningen var ute av posisjon, og faktumet at det blei observert luftbobler i overflata nær utsleppspunktet. Dette er ein ugunstig situasjon.

Ved etablering av neddykka utslepp er det eit styrande krav om at overflatelaget skal sparast for påverknad. I situasjonar med svak sjikting i fjorden (typisk vinter/vår) vil utsleppsskya kunne nå høgare opp i sjøen enn normalt. Ved målingane 1. juni 2018 var det tydeleg sjikting i fjorden, slik at den faktoren ikkje kan trekkast inn som forklaring her. Enden på utsleppsleidningen bør bringast djupare ned så snart som råd.

Iflg. bedriften er det sannsynlig at et lodd på enden av utslippsledningen er løst slik at enden av ledningen bøyer oppover. For å justere dybden på utslippet vil det bli gjennomført en forlengelse av

ledningen med opp mot 50 m og slik at enden forankres på ca. 30 meters dybde, og justeres med utslippet på ca. 27-28 m.

3.1.3 Turbiditet versus partikkelkonsentrasjon

Erfaringsmessig er det ein rimeleg god lineær relasjon mellom målt turbiditet og faktisk partikkelkonsentrasjon, uttrykt som TSM. NIVA (2006) fann følgjande empiriske relasjon, i sbm målingar ved fylling i sjø, og tilhørande vassprøver:

$$\text{TSM (mg/l)} = -0,745 + 3,62 * \text{Målt turbiditet}$$

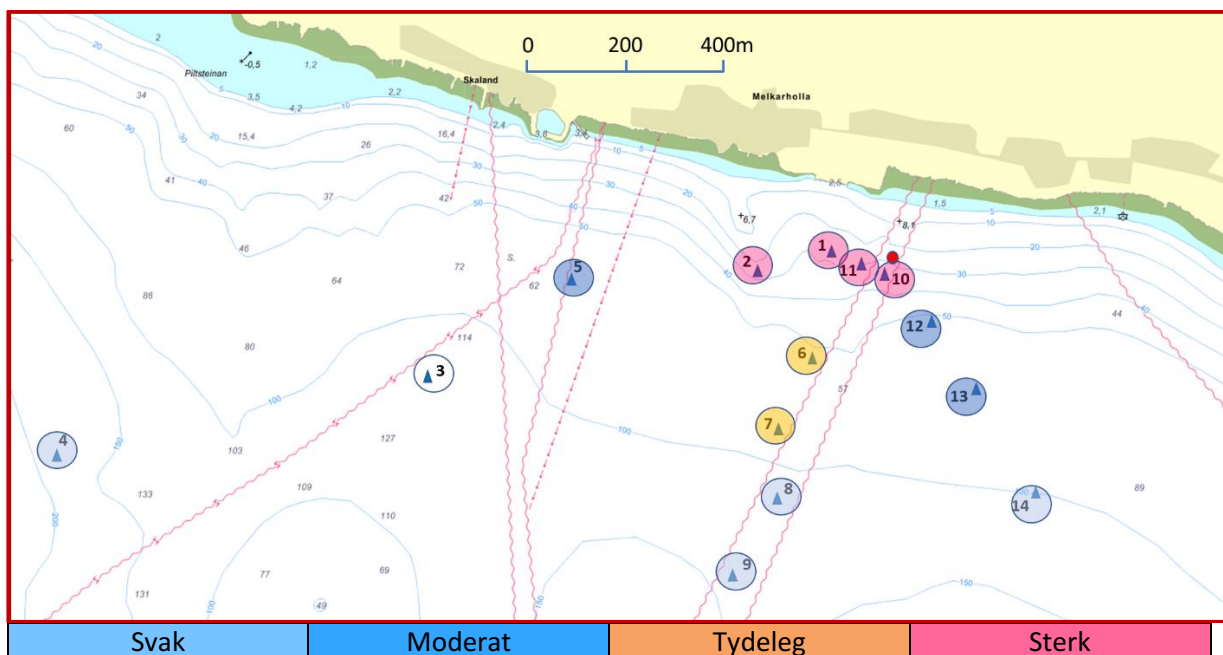
Om vi ser på målte maksimumsverdiar (**Tabell 11**) gir dette for stasjon 1 (FTU=6.33) TSM lik 22.2 mg/l.

Vi kjenner ikkje utgangskonsentrasjonen i utsleppet 1. juni 2018, men viss vi antar at den låg på konsesjonskravet 120 g/l, så er det alt ved stasjon 1 ei fortytning større enn 5 000x.

Turbiditetsverdiar på rundt 0,5 som representerte stasjonane i lengst avstand frå utsleppet, vil motsvare TSM-verdiar rundt 1 mg/l (10^5 x fortytning).

Tabell 11. Oversikt over målt max-verdi for turbiditet på alle stasjonane. Raud skravur viser til sterkt signal, gult til tydeleg og mørk/lys blått til moderat/svakt signal.

Stasjon #	Tid, 1. juni	Max verdi, turb (FTU)	Djup, m max verdi	Intervall, m	Merknad
1	08:39	6.33	14	10 - 30 (+ overfl)	
2	08:48	3.46	10	9 - 20 (+ 0-5)	
3	08:56	-	-	-	
4	09:11	0.47	20	()	Svakt signal
5	09:49	0.86	22	19 - 27	
6	10:00	1.61	19	15-28 (+ 1-6)	
7	10:06	1.18	17	16 - 30	
8	10:13	0.55	17	()	Svakt signal
9	10:23	0.41	10	()	Svakt signal
10	10:38	2.17	16	14 – 22 (+ 1 - 6)	
11	10:42	2.89	16	15 – 21 (+ 1 – 7)	
12	10:47	0.86	16	1 – 18	
13	10:53	0.72	11	3 – 15	
14	11:00	0.54	5	2 – 16	Svakt signal



Figur 16. Indikasjon på signalstyrke for målt turbiditet på stasjonane. Ingen data på stasjon 3.

3.1.4 Oppsummering, turbiditet

- Måling av turbiditet ga tydelig utslag på dei fleste stasjonane (målepunkta i fjorden).
- Utslaga skuldast etter all sannsynlegheit partiklar frå avgangen.
- Tydelegast utslag var det i djupneintervallet 10 – 25 (30) meter.
- Utslaga (konsentrasjonen) avtok med aukande avstand frå utsleppspunktet.
- På stasjonane lengst vekk frå utsleppspunktet var det kun svake utslag på turbiditet, og vanskeleg å skilje frå bakgrunnsnivået.
- På stasjonane som låg nærast utsleppspunktet var det utslag også nær sjøoverflata. Dette kan vere på grunn av at enden av utsleppsleidningen i følgje bedrifta har flytta seg nærare overflata. Vi er ikkje kjent med når dette evt kan ha skjedd.
- Nokre stasjonar (sør- og aust for utsleppspunktet) synte auka signal nær botnen. Dette kan representere eit tynt botnsjikt med avgang som har presipitert tidligare og lagt seg i renner og groper på botnen.

Strømforholda er viktig faktor for spreinga av avgangen i fjorden. Målingane 1. juni 2018 blei gjort rundt tidspunkt for fjøre sjø, med forventa slakk strøm. Vi vil ikkje spekulere meir rundt strømforholda, i og med at desse kan ha lokal variasjon og vere påverka av andre enn astronomiske faktorar.

Strømmåling før og under måling av turbiditet, supplert med dosering av sporstoff i avgangen og påfølgande måling, vil gje betre grunnlag for å bedømme influensområdet, og evt asymmetri av dette. Dette etter at enden av utsleppsleidningen er brakt tilbake til opprinneleg posisjon/djup. Numerisk simulering av fortynningsbanen til utsleppet er også nyttig og vanlig å få gjort, for å bedømme spreinga av avgangen under ulike sjiktingsforhold og varierende avgangsfluks.

3.2 Sedimenter

Alle analyseresultater er vist i **Tabell 12**. Utvalgte resultater er vist i **Figur 17**, **Figur 18** og **Figur 19**.

3.2.1 Organisk materiale og partikkelstørrelse

Topplaget; 0-5 cm. Innholdet av organisk karbon var lavt (13,3-20,3 mg kg⁻¹) nær utslippet SKA1-3 og på den innerste stasjon SKA7, men svært høyt (42,9-47 mg kg⁻¹) på de ytterste stasjonene SKA 4,5 og 6 (**Tabell 12**, **Figur 17**). Klassifisert i henhold til Molvær et al., 1997 ga dette klasse V «Meget dårlig» for de tre ytterste stasjonene og klasse II «God» for de fire innerste.

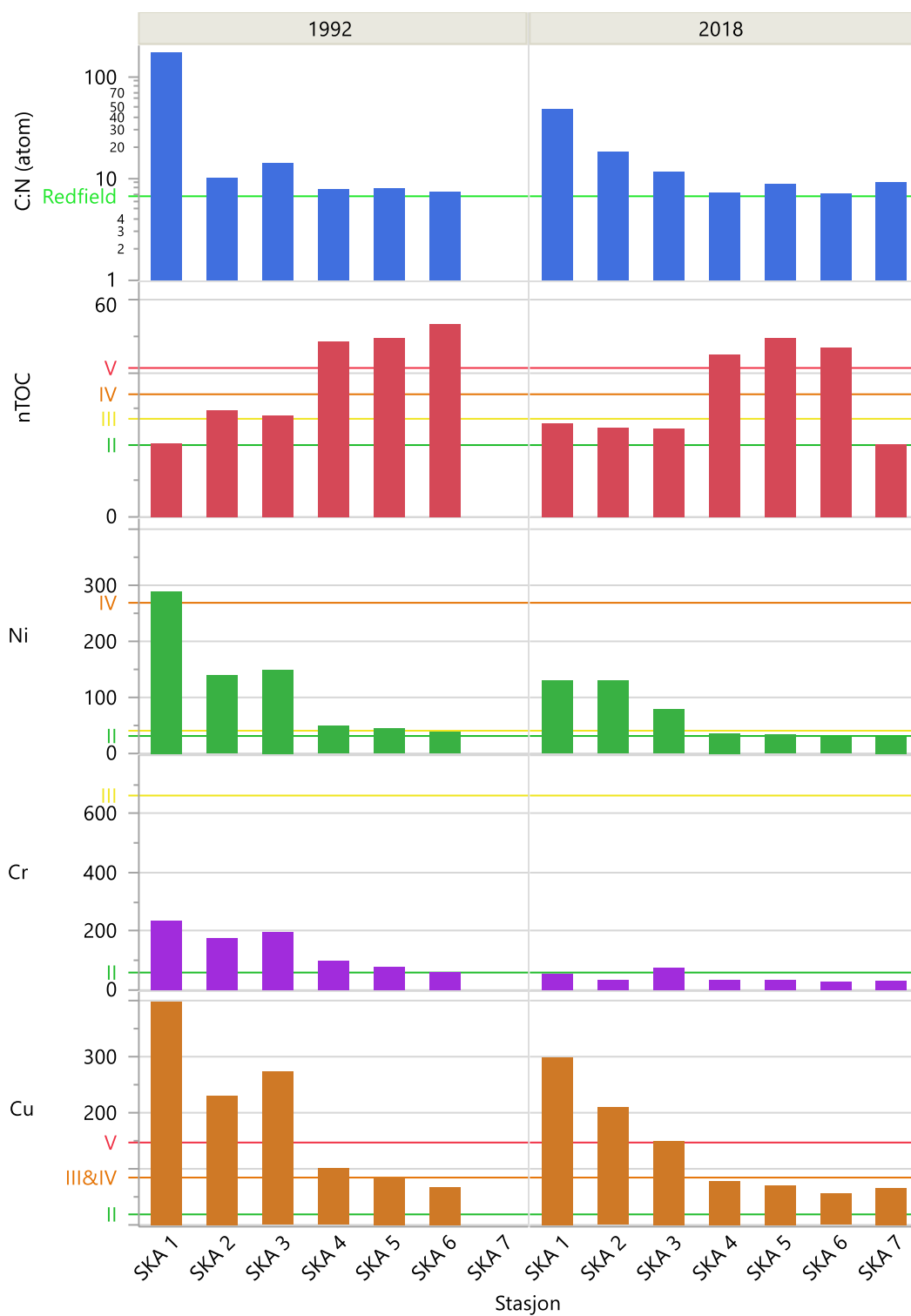
C:N forholdet korrigert for atomvekt (TOC/12:TN/14) sier noe om kvaliteten på det organiske materialet. Det såkalte Redfield-forholdet på 6,6 er regnet som et globalt gjennomsnittstall for C:N innholdet i marine organismer. Som vist i **Figur 17** var C:N forholdet svært høyt (47,4) på SKA 1 nærmest utslippet og avtok til 11,6-18,2 på SKA 2-3, og videre til 9,1 innerst i fjorden (SKA 7) og 7,0-8,7 ytterst i fjorden (SKA 4-6). C:N forholdet var dermed nokså likt det naturlige Redfield-forholdet på stasjonene lengst unna utslippet. Avvikene inn mot utslippet fra bedriften antas å komme fra grafittinnholdet som gir avgangen høyt innhold av karbon uten et tilsvarende innhold av nitrogen.

Innholdet av finfraksjoner < 63 µm var markert lavere (61,8-68,7 %) på SKA 1-3 og SKA7 innerst i fjorden enn på de ytterste stasjonene SKA 4-6 (77,3-88,8 %). Innholdet av den minste fraksjonen < 2 µm utgjorde bare 2,6 - 4,5 % av partikkelmengden på alle stasjonene.

Forskjellene i kornstørrelse og organisk materiale mellom de tre stasjonene SKA 1-3 nærmest utslippspunktet og de ytterste stasjonene SKA 4-6 i 2018 var svært lik situasjonen beskrevet i 1992 (**Figur 17**).

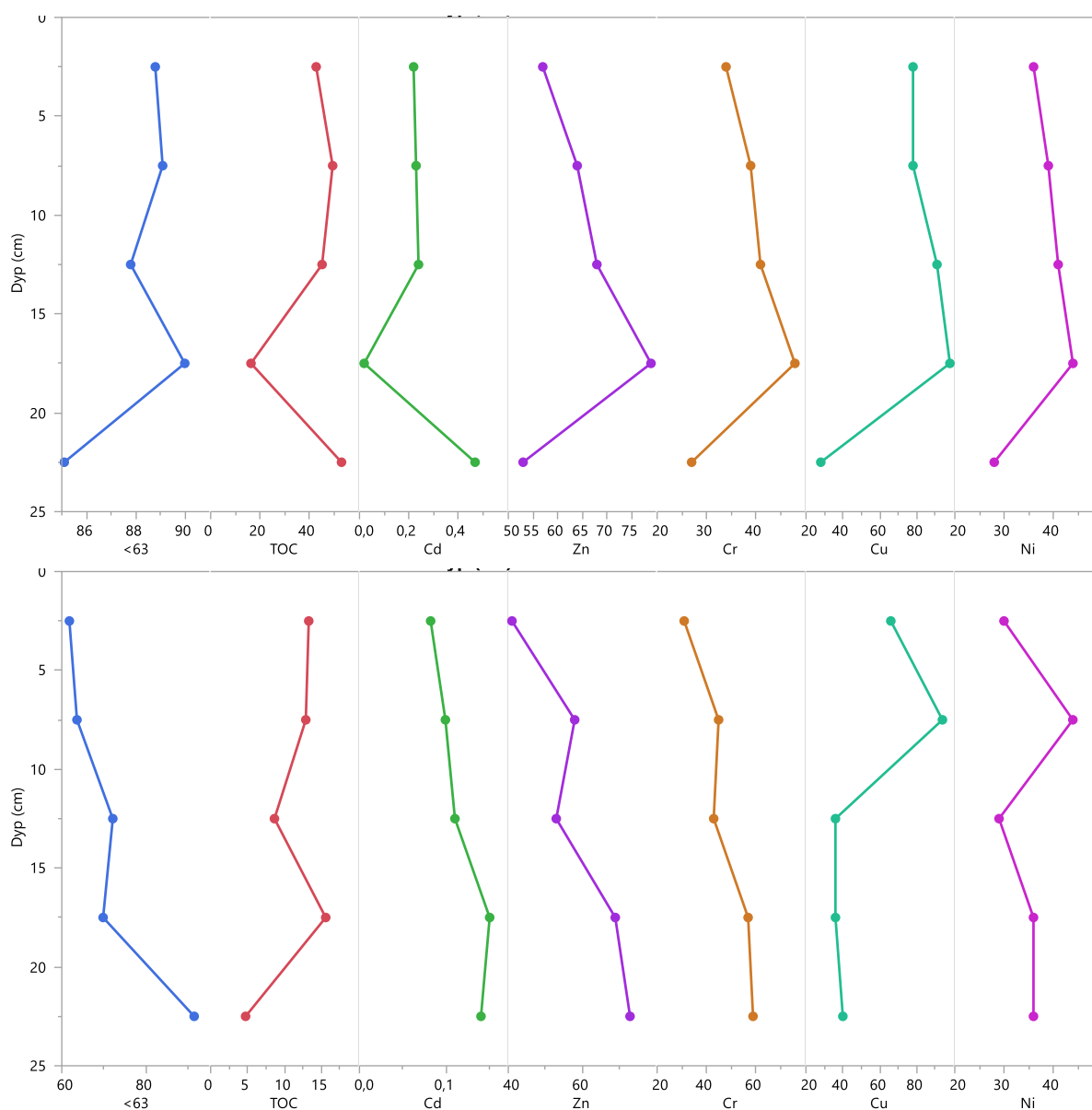
Tabell 12. Analyser av metaller, organisk materiale og partikkelstørrelse i kjerneprøver fra Bergsfjorden, 2018. Fargene markerer tilstandsklasser definert i veileder M608 for metaller og Molvær m.fl. (1997) for organisk karbon (Jfr. Tabell 8 og Tabell 10).

	Stasjon:	SKA 6	SKA 5	SKA 4	SKA 4	SKA 4	SKA 4	SKA 4	SKA 1	SKA 3	SKA 2	SKA 7	SKA 7	SKA 7	SKA 7	SKA 7
Dybdesnitt (cm):		0-5	0-5	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	0-5	0-5	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25
Cu	mg/kg	56	71	78	78	91	98	28	300	150	210	66	94	36	36	40
Cr	mg/kg	29	34	34	39	41	48	27	55	76	35	31	45	43	57	59
Ni	mg/kg	29	34	36	39	41	44	28	130	79	130	30	44	29	36	36
Zn	mg/kg	53	54	57	64	68	79	53	48	57	36	41	58	53	69	73
As	mg/kg	12	18	14	12	12	12	10	8,8	14	12	8,7	6	6,5	7,1	5,8
Pb	mg/kg	18	17	18	21	23	14	23	3,5	6,9	4,7	6,9	11	5,4	6,7	5,8
Cd	mg/kg	0,3	0,22	0,22	0,23	0,24	0,019	0,47	0,076	0,09	0,1	0,082	0,099	0,11	0,15	0,14
Hg	mg/kg	0,004	0,003	0,003	0,004	0,007	0,004	0,004	0,002	0,003	0,002	0,003	0,007	0,004	0,003	0,004
<2 µm	%TS	3,5	4,4	4,5	4,3	3,9	4,1	4,1	3,3	2,7	2,9	2,6	3,3	3,9	3,8	9,4
<63 µm	%TS	77,3	85,9	88,8	89,1	87,8	90	85,1	68,7	63,8	65,6	61,8	63,6	72,1	69,8	91,4
TN	g/kg	7,1	6,3	7	6,2	6,6	3,6	11	0,5	1,8	1,2	1,7	2,4	1,9	2,7	<0,5
TOC	g/kg	42,9	47	42,9	49,6	45,3	16,4	53,2	20,3	17,9	18,6	13,3	12,9	8,65	15,6	4,74
nTOC	g/kg	47,0	49,5	44,9	51,6	47,5	18,2	55,9	25,9	24,4	24,8	20,2	19,5	13,7	21,0	6,3
C:N	at.ratio	7,0	8,7	7,2	9,3	8,0	5,3	5,6	47,4	11,6	18,1	9,1	6,3	5,3	6,7	>11



Figur 17. Kopper, krom, nikkel, organisk karbon (normalisert) og C:N forholdet i 0-5 cm topplaget av sedimenter fra Bergsfjorden, 2018 sammenlignet med 0-1 cm sjiktet på de samme stasjonene i 1992.

Under topplaget; 5-25 cm. Dybdefordelingen av organisk materiale og kornstørrelse nedover i kjernprøvene fra SKA4 og SKA7 viste relativt små avvik fra de respektive nivåene i topplaget. Det kan være verdt å merke seg at sjiktene 15-20 cm på SKA 4 og 20-25 cm på SKA 7 inneholdt mye finstoff og vesentlig mindre organisk materiale sammenlignet med de øvrige sjiktene på samme stasjon (**Figur 18**). 20-25 cm sjiktet fra SKA 7 representerte bare den ene av de tre kjernene som var tilstrekkelig lang for den dypeste prøven (**Tabell 6**), og resultatene kan være påvirket av dette. Slike relativt brå avvik i vertikalprofiler har vanligvis oppstått som følge av uvanlige hendelser i fjordens historie. En større ras-hendelse i 1947 er nærmere beskrevet i kap. 1.3. Dersom denne hendelsen er årsakene til de observerte avvikene gir det en sediment-tilvekst på ca. 2 mm år⁻¹ ved SKA 4 og 3 mm år⁻¹ ved SKA 7. Høyere sedimentasjonsrate ved SKA 7 kan skyldes såkalt «fokusering» som gjør at en



Figur 18. Vertikalprofiler for finfraksjon (%<63 μm), organisk karbon (mg TOC kg^{-1}) og fem metaller (mg kg^{-1}) målt på stasjon SKA 4 (øverst) og SKA 7 (nederst) i Bergsfjorden, 2018.

relativt større andel av partiklene som tilføres et fjordområde vil sedimentere i fjordens dypeste parti. Det er interessant å merke seg at avviket, spesielt i 15-20 cm sjiktet på SKA 4, er sammenfallende med avvik for flere av metallene med maksimum konsentrasjon av Cu, Ni, Cr, Zn og minimum konsentrasjon av Cd (**Figur 18**). Dette er nærmere omtalt under.

3.2.1 Metaller

Avgangen fra Skaland Graphite AS er karakterisert av relativt høye konsentrasjoner av Cu, Ni og Cr sammenlignet med bakgrunnsverdier for kystnære sedimenter (**Tabell 10**). Plottet av Cu mot Ni (**Figur 19**) viser at konsentrasjonene i avgangen ligger tett på regresjonslinjen for sedimentene fra Bergsfjorden målt i 1992 og 2018. Dette er som forventet dersom avgangen var en viktig kilde til forhøyede konsentrasjoner i sedimentene. Konsentrasjonene på de tre stasjonene nærmest utslippspunktet tilsvarte klasse V «Svært dårlig» for Cu og klasse III «Moderat» for N. Figuren viser at en prøve (SKA1 i 1992) inneholdt Ni tilsvarende klasse IV. Alle prøvene fra 0-5 cm laget ligger tett på regresjonslinjen som representerer ulike blandinger av avgang og bakgrunns materialet som sedimenterer i området.

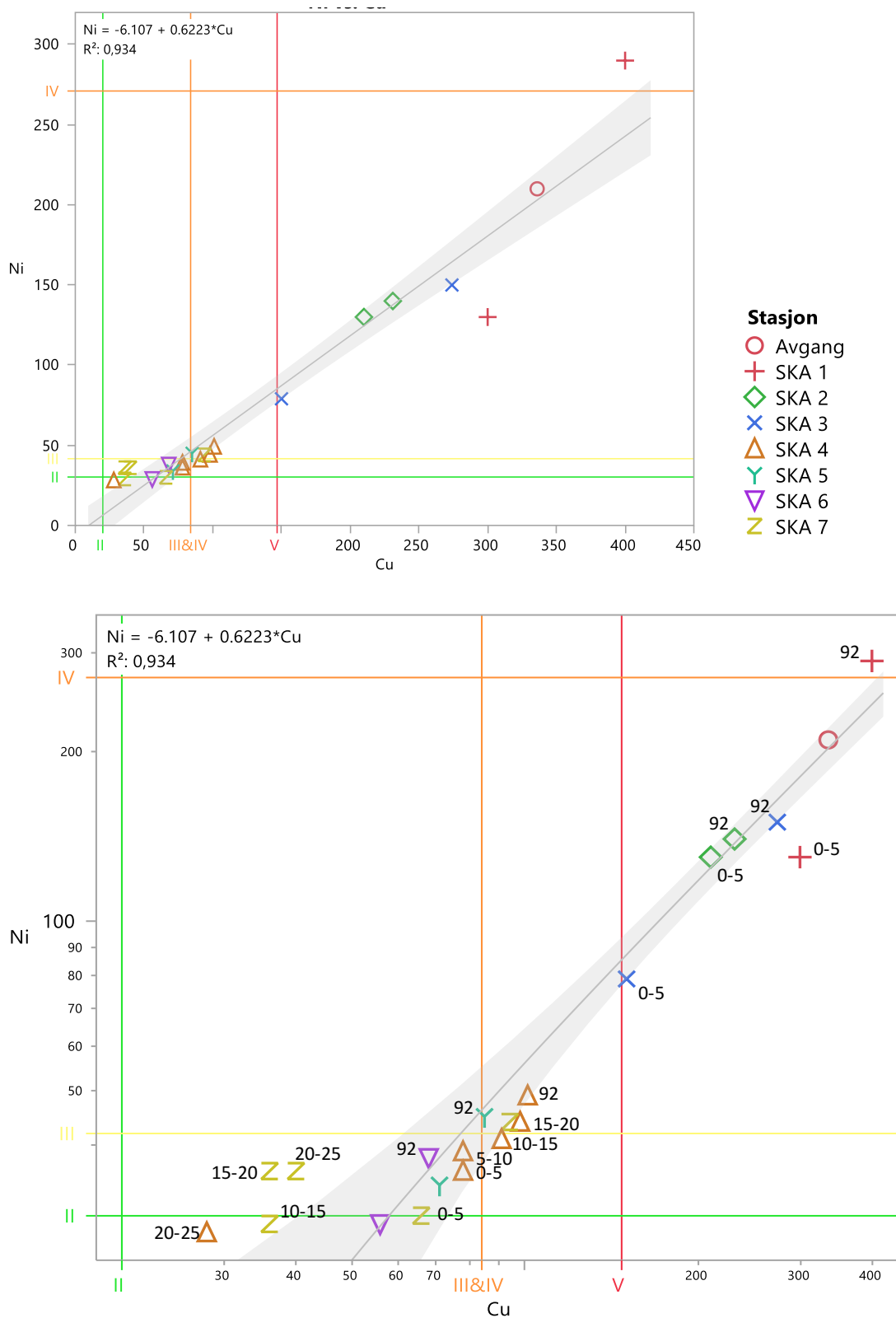
Prøvene fra stasjon SKA 7 innerst i fjorden og SKA 6 ytterst i fjorden var minst påvirket av avgangen. Sammenlignet med øvre grense for bakgrunnsnivået angitt i veileder M608, var konsentrasjonen av Ni svært nær grenseverdien mens Cu var klart over. Det finnes ingen grenseverdi som skiller mellom klasse II og III for Cu i kyst-sedimenter så korrekt klassifisering vil her være klasse II-III.

Prøvene fra SKA 4 og SKA 5 inneholdt noe mer Cu og Ni enn de mest perifere stasjonene, men mindre enn prøvene fra de tre stasjonene nærmest utslippet. Begge prøvene var klart innenfor klasse II «God» for Ni, og på samme måte som de ytre stasjonene, klasse II-III for Cu.

Fire prøver fra de nederste sjiktene (10-25 cm på SKA7 og 20-25 cm på SKA 4) faller til venstre for konfidensintervallet, noe som kan indikere innblanding av en sediment-type med lavt innhold av Cu og det kan spekuleres om dette kan være sedimenter som ikke er påvirket av avgangen fra Skaland Graphite.

Figur 19 viser også at prøvene fra 2018 konsekvent inneholder noe mindre Cu og Ni enn tilsvarende prøver målt i 1992. Det er imidlertid vanskelig å konkludere at dette skyldes en reell forbedring i forhold til forrige undersøkelse. Dette skyldes at prøvene i 1992 var tatt fra det øverste topplaget (0-1 cm) sammenlignet med 0-5 cm i denne undersøkelsen, og ikke minst at prøvene i 1992 var oppsluttet i flussyre som normalt vil gi noe høyere konsentrasjoner enn prøvene fra 2018 som ble oppsluttet i salpetersyre. For krom (se **Figur 17**) er det sannsynlig at oppslutningsmetoden har resultert i betydelig større forskjeller og feilaktig lave verdier i 2018 (jfr kap. 2.4.1 og **Tabell 9**).

Samtlige prøver fra Bergsfjorden viste altså en overskridelse i forhold til bakgrunnsnivå (klasse I) av Cu. Det kan også sees en svak men konsistent gradient med avtagende konsentrasjoner av både Cu, Ni og Cr fra utslippspunktet og utover mot den ytterste stasjonen SKA 6 og innover mot den innerste stasjon SKA7 (**Tabell 12**, **Figur 17**.) Verken kornfordelingsanalysene eller C:N forholdet viste tydelige spor etter avgangen utover stasjonene SKA 1-3. Det er derfor ikke noe klart grunnlag for å knytte forhøyede nivå av kopper på stasjon SKA 4-6 og SKA 7 til sedimentasjon av avgangen fra Skaland, men gradientene i begge retninger av de tre metallene som det er karakteristisk mye av i avgangen gjør at det mest sannsynlig er spredning av finfraksjoner i avgangen som er årsak til svakt forhøyede konsentrasjoner av Cu og Ni over hele undersøkelsesområdet.



For øvrige metaller ble det registrert overskridelse for Cr i en prøve (SKA 3, 0-5cm) og As i en prøve (SKA 5, 0-5 cm). Cd derimot, viste hyppige overskridelser av bakgrunnsnivå med konsentrasjoner på 0,2-0,3 mg kg⁻¹ på stasjonene SKA 4, SKA 5 og SKA 6. På SKA 4 var det overskridelse av bakgrunnsnivå i alle dybdesnittene unntatt 15-20 cm, der det ble observert markerte avvik i vertikalprofilene for en rekke parametere (**Figur 18**).

Det er ikke grunnlag for å relatere overskridelsene av det definerte bakgrunnsnivå for Cd (**Tabell 10**) til sedimentasjon av avgangsmateriale fra Skaland fordi avgangen inneholder <0,07 mg Cd kg⁻¹ og dataene viser ingen gradienter i fjorden som kan knytte de høye nivåene opp mot utslippspunktet for avgangen. Imidlertid ble det i feltjournalen notert lukt av hydrogensulfid på SKA 5 og svarte sedimenter fra 3 til 10 cm i kjernen fra SKA 4 (**Tabell 6**). Lukt av H₂S ble også rapportert fra undersøkelsene av sedimentkjernene i 1992, både på SKA 4 og SKA 5 (Berge m.fl., 1994). Kadmiumsulfid (CdS) er tungt løselig og porevannet i anoksiske, sulfidholdige sedimenter vil derfor kunne inneholde mindre oppløst Cd enn det oksygenholdige sjøvannet over. Dette vil kunne resultere i diffusjon av Cd fra vannmassen og ned i sedimentene der det tungt løselige sulfidet felles ut. Sedimentene vil i så fall fungere som en felle der Cd vil anrikes over tid som følge av naturlige prosesser. Anrikningen med Cd er tydelig avbrutt i sjiktet 15-20 cm. Dette kan rimelig forklares med at disse sedimentene ble avsatt i løpet av et kort tidsrom etter rashendelsen i 1947. Det er også interessant å merke seg at sedimentene avsatt i denne perioden inneholder mer av metallene Zn, Cr, Cu og Ni enn sedimentene avsatt i tiden både før og etter denne hendelsen. Dette indikerer at rashendelsen kan ha tilført fjorden betydelige mengder av disse metallene og at Skaland Graphite, historisk sett ikke er den eneste kilden til forhøyede konsentrasjoner av Cr, Cu og Ni i det ytre fjordområdet.

3.3 Gruntvann

3.3.1 Fjæreundersøkelser

Alle registrerte arter/taxa (heretter kalt taxa) av makroalger og dyr er gitt i **Tabell 13**. Det ble registrert flest taxa (21) av makroalger på stasjon Sk2, som ligger lengst ut i fjorden (**Figur 9**). Færrest taxa (13) ble registrert ved stasjon Sk1, nærmest utslippet. På stasjon Sk3 ble det registrert 17 taxa (**Figur 21**). Det er liten forskjell i antall registrerte dyr på stasjonene, men flest taxa ble registrert på stasjon Sk2 og Sk3 (**Tabell 13**).

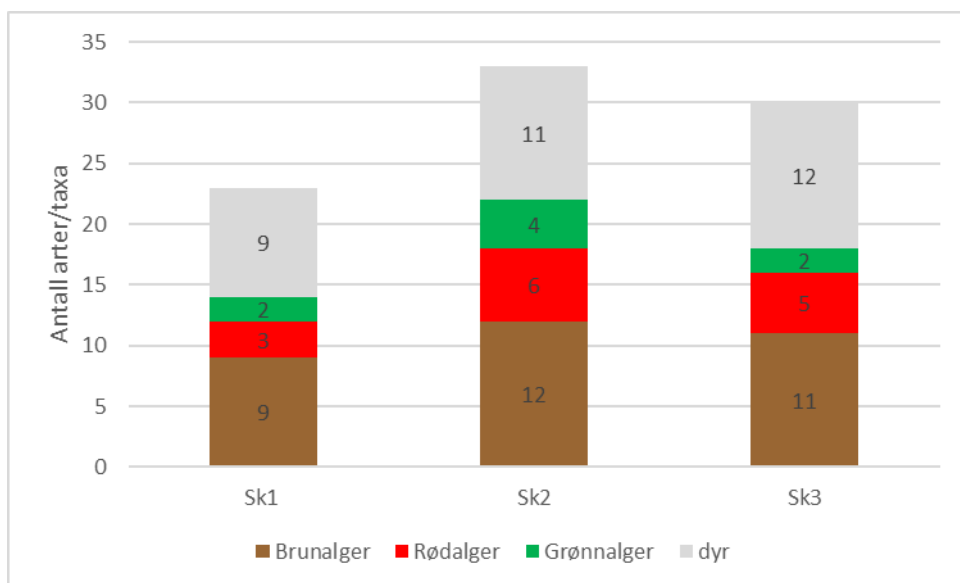
Figur 20 viser bilder fra de tre undersøkte stasjonene.



Figur 20. Stasjonsbilder. **a.** Stasjon Sk1 (utslipp) oversiktsbilde **b.** Stasjon Sk1. Krusflik (1), vanlig grøndusk (2), grisetang (3) **c.** Stasjon Sk2 oversiktsbilde **d.** Stasjon Sk2. Perlesli på grisetang (1), grisetangdokke (2), sagtang (3) **e.** Stasjon Sk3 oversiktsbilde **f.** Sk3. Bendelsleipe (1), posthornmark på sagtang (2).

Tabell 13. Registrerte taxa av makroalger og dyr i fjæresonen på stasjon Sk1, Sk2 og Sk3. Forekomsten av taxa er angitt etter en 6-delt subjektiv skala: 1=enkeltfunn, 2=spredt, 3=frekvent, 4=vanlig, 5=betydelig og 6=dominerende. X indikerer funn hvor forekomst ikke er registrert. Ved summering av totalt antall taxa er juvenile arter utelatt hvis voksne individ av arten også er registrert.

ARTER	NORSKE NAVN	STASJON		
		Sk1 (utslipp)	Sk2	Sk3
BRUNALGER				
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Grisetang	6	6	6
<i>cf. Chordaria flagelliformis</i>	Strandtagl		3	3
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	Finsveig		3	4
<i>Elachista fucicola</i>	Tanglo	2	2	2
<i>Fucus serratus</i>	Sagtang	4	4	5
<i>Fucus spiralis</i>	Spiraltang	5	5	4
<i>Fucus vesiculosus</i>	Blæretang	4	4	4
<i>Halosiphon tomentosus</i>	Lodnetaum		3	4
<i>Pelvetia canaliculata</i>	Sauetang	5	5	5
<i>Petalonia fascia</i>	Vanlig brunbånd	2	2	
<i>Pylaiella littoralis</i>	Perlesli	4	4	4
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	Fjæreslo	3	2	2
RØDALGER				
<i>Chondrus crispus</i>	Krusflik	2	3	3
<i>Coralliniacea indet</i>	Skorpeformet kalkalge	2	4	4
<i>Corallina officinalis</i>	Krasing		2	3
<i>Dumontia contorta</i>	Bendelsleipe		3	3
<i>Hildenbrandia rubra</i>	Fjæreblood	4	4	5
<i>Polysiphonia lanosa</i>	Grisetangdokke		4	
GRØNNALGER				
Mørkt grønt belegg på stein		2	2	2
<i>Acrosiphonia arcta</i>	Stor grønndott		2	
<i>Cladophora rupestris</i>	Vanlig grønndusk	3	4	4
<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	Liten grønndott		1	
Totalt antall taxa		13	21	17
ARTER	NORSKE NAVN	STASJON		
		Sk1 (utslipp)	Sk2	Sk3
DYR				
<i>Balanus balanoides</i>	Fjærerur	2	3	3
<i>Balanus sp. juv</i>		x	x	
<i>Bryozoa indet. encrusting</i>			1	
<i>Buccinum undatum</i>	Kongesnegl	1		
<i>Clava multicornis</i>				1
<i>Dynamena pumila</i>			2	2
<i>Electra pilosa</i>	Membranmosdyr		2	3
<i>Littorina littorea</i>	Vanlig strandsnegl	4	3	5
<i>Littorina obtusata</i>	Butt strandsnegl	2	3	2
<i>Littorina saxatilis</i>	Liten strandsnegl	3	3	4
<i>Mytilus edulis</i>	Båskjell	2	1	1
<i>Nucella lapillus</i>	Purpurneggl	2	3	3
<i>Patella sp.</i>	Skilpaddesnegl	2	3	3
<i>Pomatoceros triqueter</i>	Trekantmark	2		
<i>Spirorbis spirorbis</i>	Posthornmark		3	2
<i>Urticina sp.</i>	Fjæresjørose			1
Totalt antall taxa		9	11	12
ARTER	NORSKE NAVN	STASJON		
		Sk1 (utslipp)	Sk2	Sk3
ANNET				
<i>Verrucaria maura</i>	Marebek	3	3	3
Totalt antall taxa		1	1	1



Figur 21. Antall arter brunalger (brun kolonne), rødalger (rødkolonne), grønnalger (grønnkolonne) og dyr (grå kolonne) registrert ved fjæresoneundersøkelse på de tre stasjonene Sk1, Sk2 og Sk3.

De ulike fjæresonene var dominert av de samme artene på de tre stasjonene. I sjøsprutsone ble sauetang (*Pelvetia canaliculata*) registrert med betydelig forekomst og spiraltang (*Fucus spiralis*) med vanlig og betydelig forekomst. I fjæresonen ble grisetang (*Ascophyllum nodosum*) registrert som dominerende, og blæretang (*Fucus vesiculosus*) med vanlig forekomst. Ned mot sjøsonen var det vanlig og betydelig forekomst av sagtang (*Fucus serratus*). Det ble registrert relativ lik mengde av de dominerende tangartene (suaetang, spiraltang, blæretang, grisetang og sagtang) på de tre undersøkte stasjonene. På stasjon Sk2 og Sk3 var det en større forekomst av undervegetasjon og epifyttiske alger (påvekstalger), sammenliknet med stasjon Sk1, som utgjør forskjellen i antall registrerte arter.

De regulære utslippene til fjorden ca. 150 m ut fra land i dette området kan påvirke tilstanden i fjæresonen ved at de transporteres inn i fjæra, hvor de sedimenterer og fører til vanskeligere vekstforhold og rekrutering for makroalger og fastsittende dyr. Dersom dette er tilfellet her ville vi forvente å observere sedimentering på makroalger og på substratet i fjæresonen. Det var ingen/liten indikasjon på sedimentering i fjæresonen på noen av stasjonene. Færrest arter ble registrert på stasjon Sk1 nærmest utslippet, men årsaken til dette er vanskelig å knytte til én påvirkningsfaktor da det kan være flere faktorer som sammen påvirker forekomst og diversitet. Dette kan for eksempel være menneskelig aktivitet tilknyttet kaianlegg, bedriftsområdet etc., og/eller naturlige faktorer som bølge- og strøm-forhold, substrat og ferskvannspåvirkning. Fjæresonen var imidlertid dominert av store steiner på alle de tre stasjonene og både artssammensetning og antall makroalger var svært likt på Sk3 som er nærmest utløpet av Skjellelva og Sk2 som var lengst unna. Endret morfologi knyttet til utfyllingen av bedriftsområdet kan gi andre bølge- og strøm-forhold på Sk1 enn på de to andre stasjonene og sammen med andre antropogene faktorer er dette den mest sannsynlige årsaken til de litt avvikende resultatene på Sk1.

3.3.2 Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen

Substratet ved alle de tre undersøkte stasjonene er dominert av fin sandbunn/bløtbunn opp til ca. 5 m dyp. På stasjon Sk1 gikk bunnen over i litt grovere sandbunn med enkelte småstein fra ca. 5 m dyp. På stasjon Sk2 gikk substratet over i steinbunn med en del sand fra ca. 5 m dyp, og store stein fra ca. 1 m dyp. På stasjon Sk3 gikk substratet over i småstein og sand fra ca. 3 m dyp og store stein fra ca. 2 m dyp. Substratet i fjæresonen var likt (steinbunn) på alle stasjonene. Registreringsdypene er ikke tidevannsjustert, men undersøkelsene ble utført mellom ca. kl. 17:00 – 19:30. Beregnet tidevann kl. 17 og 19:30, fredag 1. juni var hhv. 169 cm og 86 cm over sjøkartnull.

Det ble registrert relativt få organismer i transektene. Det ble observert sjøanemoner og børstemark i sedimentet, kråkeboller og brunalgen *Chorda filum* på alle stasjonene.

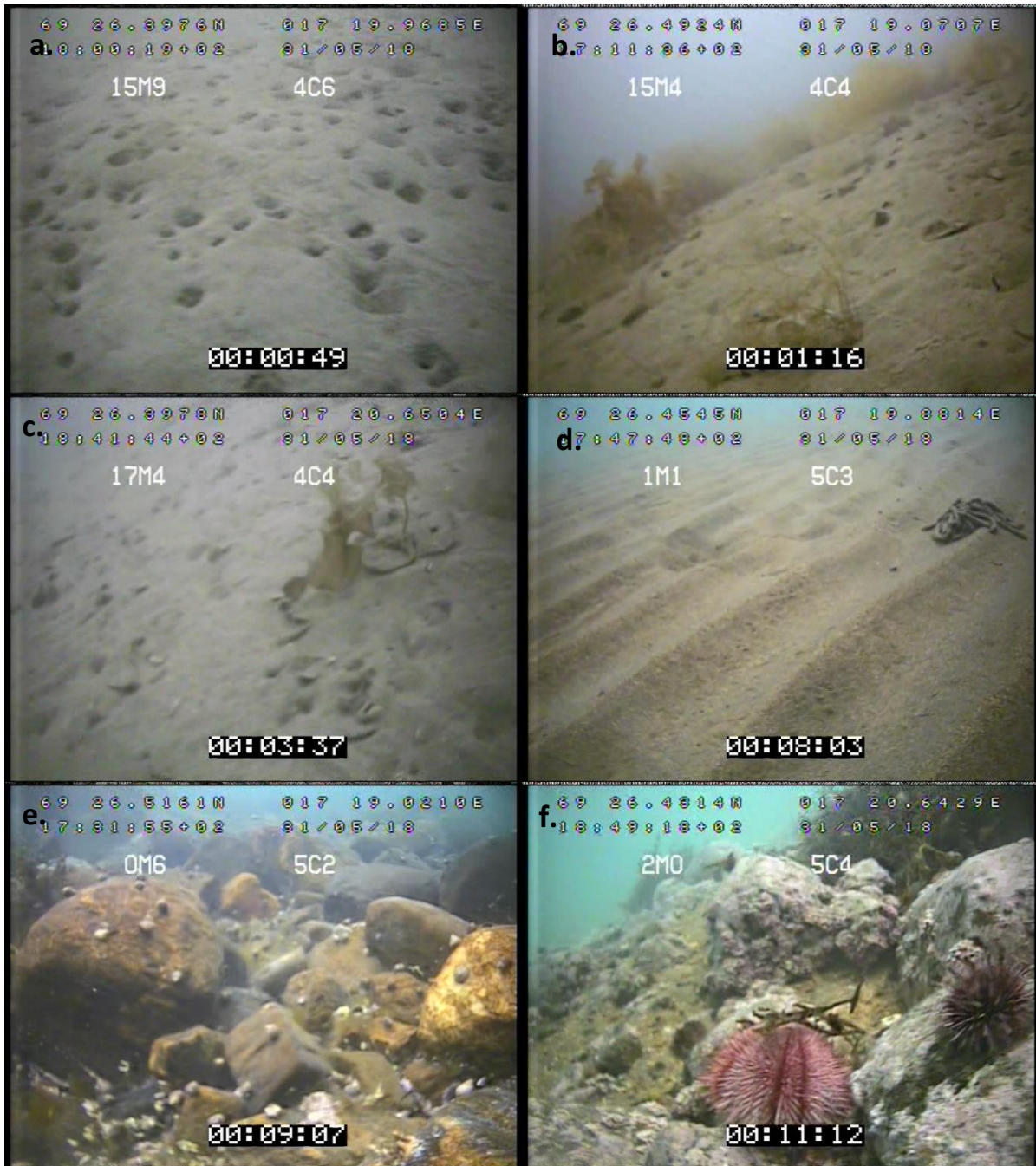
På stasjon Sk2 og Sk3 ble det på enkelte dyp registrert høye forekomster av brunalgen vanlig kjerringhår (*Desmarestia aculeata*) og det ble gjort enkelte observasjoner av sukkertare (*Saccharina latissima*). På stasjon Sk1 ble det kun registrert et enkeltfunn vanlig kjerringhår, og det ble ikke observert sukkertare.

På stasjon Sk2 og Sk3 ble det registrert få organismer på steinbunnen, grunnere enn ca. 5 m. Det ble observert spredte forekomster av grisetang og enkelte trådformelte alger og snegl. Det ble også registrert spredte forekomster av kråkeboller, og det er trolig at disse har beitet ned mye av vegetasjonen på steinbunnen.

På stasjon Sk1 var det sandbunn i hele transektet, og det ble observert få organismer på sandbunnen. Det ble observert enkelte avfallshauger fra børstemark, enkelte kråkeboller og noe trådformete brunalger.

Figur 22 viser bilder fra de tre undersøkte stasjonene.

Observasjonene gjort med droppkamera kan tyde på at uhellsutslippet med avgang vinteren 2010, kan ha dekket de øverste 5 m av sjøsonen utenfor stasjon Sk1 med sand. I det horisontale transektet mellom stasjon Sk1 og Sk3 ble det observert stein- og sandbunn på 1,5 m dyp (**Figur 23a**). I det horisontale transektet mellom stasjon Sk1 og Sk2 ble det ikke gjort registreringer grunnere enn ca. 9 m dyp i området nærmest stasjon Sk1. Observasjonene, og flyfoto hentet fra www.gulesider.no, kan tyde på at området ved Sk1 (mellom ca. 5 m dyp og fjæresonen) som er dekket av sand er relativt begrenset (**Figur 23b**).



Figur 22. Bilder fra droppkameraundersøkelsene ved stasjon Sk1, Sk2 og Sk3. a. Stasjon Sk1, 15,9m dyp. Fin sandbunn/bløtbunn med pustehull fra organismer. b. Stasjon Sk2, 15,4m. Fin sandbunn/bløtbunn med en sukkertare og vanlig kjerringhår. c. Stasjon Sk3, 17,4m. Fin sandbunn/bløtbunn med en sukkertare. d. Stasjon Sk1, 1,1 m. Sandbunn med en avfallshaug fra børstemark. e. Stasjon Sk2, 0,6 m. Steinbunn med snegl. f. Stasjon Sk3, 2 m. Steinbunn med kråkeballer



Figur 23. a. Bilde fra droppkameraundersøkelsen, like vest for stasjon Sk1, 1,3 m dyp. Stein- og sandbunn med enkelte kråkeboller. b. Flyfoto hentet fra <https://kart.gulesider.no/kart.gulesider.no> sept. 2018. Rødt omriss viser området som antageligvis er dekket av sand. Rødt x viser punktet bildet til venstre er tatt på.

3.3.3 Metaller i blåskjell

Innholdet av metaller i blåskjell er vist i **Tabell 14**. Konsentrasjonene er sammenlignet med empirisk nivå for blåskjell fra hele norske-kysten gitt ved de såkalte PROREF-verdiene (*Provisional high reference concentration*) utarbeidet ved NIVA på grunnlag av overvåkingsdata fra 1980-tallet og frem til og med 2016 (Green m.fl., 2016).

Alle metallene unntatt Pb og Hg overskred PROREF på stasjon SKA_F1 med faktorer fra 1,06x til 1,69x. Dette er ikke urimelig sett i lys av voksestedet rett utenfor bedriften, der mulighetene er mange for utlekking av metaller (f.eks. skipstrafikk, betongkonstruksjoner).

Både Ni og Cr, som er karakteristiske elementer i avgangen, viste størst overskridelse med 1,6-1,7x PROREF-verdiene på SKA_F1 og SKA_F3 øst for bedriften, men ikke på SKA_F3 lengst mot vest. Det kan ikke utelukkes at disse overskridelsene er en følge av uhellsutslippet i 2010. Cu, som også er et

Tabell 14. Metaller i blåskjell og beregnede overkonsentrasjoner i forhold til PROREF (se tekst.) Overskridelser av PROREF-konsentrasjonene er markert med skygge.

	SKA_F1	SKA_F2 (vest)	SKA_F3 (øst)	PROREF	SKA_F1	SKA_F2 (vest)	SKA_F3 (øst)
	mg/kg V.V.				Overkonsentrasjon (=C/PROREF)		
Hg	0,009	-	-	0,01	0,90	-	-
Pb	0,066	0,15	0,059	0,2	0,33	0,75	0,30
Cd	0,25	0,2	0,21	0,18	1,39	1,11	1,17
Cu	1,5	1,2	0,92	1,42	1,06	0,85	0,65
Cr	0,59	0,31	0,61	0,36	1,64	0,86	1,69
Ni	0,49	0,3	0,48	0,29	1,69	1,03	1,66
Zn	20	18	12	17,7	1,13	1,02	0,68

karakteristisk element i avgangen, ga ikke noe signal tilsvarende Ni og Cr i blåskjellene. Denne organismen har imidlertid evne til å regulere opptak og utskillelse av metaller og er derfor ikke en spesielt god indikator for konsentrasjonsnivåene i vannet på voksestedet. Dette kan være forklaringen på hvorfor konsentrasjonene av Cu ikke viste samme mønster som konsentrasjonene av Cr og Ni.

3.4 Bløtbunnsfauna

3.4.1 Tilstandsklassifisering

Den økologiske tilstandsklassifiseringen for hver stasjon basert på kvalitetselementet bløtbunnsfauna er presentert i **Tabell 15** og Vedlegg A. De ti mest individrike artene på hver stasjon er presentert i **Tabell 16**. Fullstendige artslistene og indeksverdier for hver grabbprøve er gitt i Vedlegg A og Vedlegg B

Alle stasjonene har samlet tilstand (normaliserte EQR-verdier (nEQR)) som ligger nær grensen mellom «moderat» og «god» tilstand (**Tabell 15**). To av stasjonene får «moderat» tilstand for gjennomsnittsverdiene og «god» tilstand for stasjonsverdien. I begge tilfellene er det benyttet faglig skjønn basert på artssammensetningen for å avgjøre stasjonens endelige tilstand.

SKA1 er den av stasjonene som ligger nærmest utslippet, på ca. 37 m dyp. Stasjonen har nEQR-verdi svært nær grensen mellom «moderat» og «god» tilstand. Stasjonen får «moderat» tilstand for gjennomsnittsverdien og «god» tilstand for stasjonsverdien (summen av de tre grabbene). Fauna var noe artsfattig: det ble registrert gjennomsnittlig 26 arter per grabbprøve og total 42 arter på stasjonen. Flerbørstemark og muslinger dominerte, og det ble ikke registrert noen krepsdyr. Andre dyregrupper som sjøanemoner og pigghuder var også representert, og særlig sandsjømus (*Echinocardium cordatum*) var relativt individrik (**Tabell 16**). Alle indeksene gir «god» tilstand, bortsett fra ISI_{2012} som gir «moderat». ISI_{2012} er en kvalitativ sensitivitetsindeks, noe som betyr at den kun tar hensyn til hvilke arter som er tilstede og ikke til hvor individrike de ulike artene er. Når ISI_{2012} gir «moderat» tilstand tyder det på at en høy andel av artene er noe tolerante, og/eller en lav andel av artene er sensitive. Fordi ISI_{2012} er kvalitativ skal den være i stand til å fange opp fravær av de mer sjeldne og sensitive artene i større grad enn de øvrige indeksene. Flere av de mest tallrike artene er ansett som opportunistiske (økologisk gruppe IV), som muslingen *Thyasira sarsii* og flerbørstemarkene *Chaetozone setosa* og *Heteromastus filiformis*. Den nest mest dominerende arten var flerbørstemarken *Scoloplos armiger*, som er en art som kan være spesielt typisk for fysisk forstyrrelse (Holte & Gulliksen, 1998). Basert på artssammensetningen i kombinasjon med det lave artstallet vurderes samlet tilstand for stasjonen til «moderat».

SKA2 ligger i det dypeste punkt (230 m dyp) i Nordfjorden, ca. 1,3 km fra utslippet. Stasjonen blir klassifisert til «moderat» tilstand (**Tabell 15**). Også denne stasjonen er noe artsfattig, med omtrent samme antall registrerte arter som SKA1, men atskillig mer individrik. Den høye individtettheten skyldes i hovedsak høye tettheter av flerbørstemarken *Galathowenia oculata*, som det ble funnet mellom 400 og 500 individer av i hver grabbprøve (**Tabell 16**, Vedlegg A). Denne arten er ofte vanlig på lokaliteter med høye sedimentasjonshastigheter, men den kan også ha høye tettheter uten at det er åpenbare forstyrrelsesfaktorer. Når én art blir såpass dominerende resulterer

det i lave verdier for diversitetsindeksene H' og ES₁₀₀, som begge gir «moderat» tilstand» (**Tabell 15**). For øvrig var fauna

Tabell 15. Bunnfaunaindeks for Bergsfjorden, Senja, 2018: gjennomsnitt av grabbene og sum av grabbene (stasjonsverdien) for alle indekser, og normalisert EQR (nEQR). nEQR-verdien med uthevet skrift er benyttet ved endelig tilstandsklassifisering. S=antall arter, N=antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks, ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. grenseverdiene angitt i **Tabell 7**.

Bergsfjorden, Senja, 2018								
Stasjon: SKA1	S	N	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI ₂₀₁₂	NSI	Gj.snitt nEQR
Gjennomsnittlig grabbverdi	26	202	0,657	3,32	19,5	6,64	20,1	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,629	0,635	0,629	0,477	0,603	0,595
Stasjonsverdi (sum)	42	605	0,674	3,47	20,0	7,03	20,2	
nEQR for stasjonsverdi			0,646	0,652	0,635	0,532	0,607	0,615
Stasjon: SKA2								
Gjennomsnittlig grabbverdi	26	738	0,608	2,15	11,9	8,21	20,3	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,569	0,446	0,455	0,667	0,613	0,550
Stasjonsverdi (sum)	40	2215	0,626	2,20	12,1	8,73	20,3	
nEQR for stasjonsverdi			0,595	0,455	0,460	0,717	0,613	0,568
Stasjon: SKA3								
Gjennomsnittlig grabbverdi	39	807	0,656	2,55	15,2	9,05	20,5	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,627	0,518	0,549	0,748	0,621	0,613
Stasjonsverdi (sum)	64	2420	0,676	2,64	15,7	9,60	20,5	
nEQR for stasjonsverdi			0,649	0,535	0,562	0,800	0,622	0,633
Stasjon: SKA4								
Gjennomsnittlig grabbverdi	26	832	0,610	1,57	10,6	8,99	20,4	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,572	0,335	0,418	0,742	0,616	0,536
Stasjonsverdi (sum)	33	2497	0,609	1,62	11,0	9,23	20,4	
nEQR for stasjonsverdi			0,569	0,344	0,427	0,765	0,616	0,544
Stasjon: SKA5								
Gjennomsnittlig grabbverdi	36	693	0,662	2,75	16,5	8,65	20,2	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,634	0,554	0,585	0,710	0,607	0,618
Stasjonsverdi (sum)	52	2080	0,670	2,81	17,0	9,06	20,2	
nEQR for stasjonsverdi			0,642	0,566	0,600	0,749	0,608	0,633
Stasjon: SKA7								
Gjennomsnittlig grabbverdi	32	662	0,662	2,28	13,8	9,03	20,3	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,634	0,469	0,509	0,745	0,614	0,594
Stasjonsverdi (sum)	49	1987	0,679	2,46	14,2	9,40	20,3	
nEQR for stasjonsverdi			0,651	0,501	0,521	0,781	0,613	0,613

Tabell 16. De ti mest individrike artene/taxa på hver stasjon i Bergsfjorden, Senja, 2018.

Individtallene er angitt for tre grabbprøver, altså et totalt prøvetakingsareal på 0,3 m². EG=økologisk gruppe som arten er tilordnet iht. NSI/AMBI: I=Sensitiv, II=«indifferent», III=tolerant, IV=opportunistisk, V=forurensningsindikator.

GRUPPENAVN	ARTSNAVN	SKA1	EG	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	SKA2	EG
Flerbørstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	179	III	Flerbørstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	1360	III
Flerbørstemark	<i>Scoloplos armiger</i>	133	III	Muslinger	<i>Parathyasira equalis</i>	304	III
Muslinger	<i>Thyasira sarsii</i>	66	IV/III	Flerbørstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	155	III
Muslinger	<i>Parathyasira equalis</i>	43	III	Muslinger	<i>Thyasira sarsii</i>	92	IV/III
Muslinger	<i>Thyasira flexuosa</i>	30	III	Flerbørstemark	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	83	IV/II
Flerbørstemark	<i>Heteromastus filiformis</i>	27	IV	Flerbørstemark	<i>Spiophanes kroyeri</i>	44	III
Sjømus	<i>Echinocardium cordatum</i>	22	II/I	Flerbørstemark	<i>Chaetozone setosa</i>	20	IV
Muslinger	<i>Astarte montagui</i>	9	I	Flerbørstemark	<i>Euclymeninae</i> indet	20	I/III
Sjøanemone	<i>Edwardsia</i> sp.	9	II	Muslinger	<i>Thyasira dunbari</i>	19	-
Flerbørstemark	<i>Chaetozone setosa</i>	8	IV	Flerbørstemark	<i>Terebellides stroemii</i>	19	II
GRUPPENAVN	ARTSNAVN	SKA3	EG	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	SKA4	EG
Flerbørstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	1390	III	Flerbørstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	1920	III
Flerbørstemark	<i>Spiophanes kroyeri</i>	245	III	Flerbørstemark	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	121	IV/II
Muslinger	<i>Parathyasira equalis</i>	186	III	Muslinger	<i>Parathyasira equalis</i>	101	III
Flerbørstemark	<i>Maldane sarsi</i>	87	IV/I	Flerbørstemark	<i>Maldane sarsi</i>	86	IV/I
Flerbørstemark	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	84	IV/II	Flerbørstemark	<i>Chaetozone setosa</i>	67	IV
Flerbørstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	74	III	Flerbørstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	54	III
Muslinger	<i>Thyasira dunbari</i>	67	-	Muslinger	<i>Thyasira dunbari</i>	14	-
Flerbørstemark	<i>Owenia</i> sp.	45	II	Flerbørstemark	<i>Aglaophamus malmgreni</i>	13	II
Flerbørstemark	<i>Chaetozone setosa</i>	43	IV	Flerbørstemark	<i>Euclymeninae</i> indet	12	I/III
Flerbørstemark	<i>Euclymeninae</i> indet	21	I/III	Flerbørstemark	<i>Terebellides stroemii</i>	11	II
GRUPPENAVN	ARTSNAVN	SKA5	EG	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	SKA7	EG
Flerbørstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	1120	III	Flerbørstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	1160	III
Flerbørstemark	<i>Maldane sarsi</i>	245	IV/I	Flerbørstemark	<i>Maldane sarsi</i>	238	IV/I
Flerbørstemark	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	109	IV/II	Flerbørstemark	<i>Myriochele olgae</i>	185	-/II
Flerbørstemark	<i>Chaetozone setosa</i>	97	IV	Flerbørstemark	<i>Spiophanes kroyeri</i>	75	III
Flerbørstemark	<i>Spiophanes kroyeri</i>	92	III	Flerbørstemark	<i>Owenia</i> sp.	67	II
Muslinger	<i>Parathyasira equalis</i>	84	III	Flerbørstemark	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	44	IV/II
Flerbørstemark	<i>Owenia</i> sp.	53	II	Flerbørstemark	<i>Chaetozone setosa</i>	27	IV
Flerbørstemark	<i>Euclymeninae</i> indet	30	I/III	Flerbørstemark	<i>Euchone papillosa</i>	26	III/II
Flerbørstemark	<i>Aglaophamus malmgreni</i>	20	II	Muslinger	<i>Thyasira dunbari</i>	24	-
Flerbørstemark	<i>Heteromastus filiformis</i>	20	IV	Muslinger	<i>Parathyasira equalis</i>	12	III

dominert av muslinger og flerbørstemark, og det ble registrert kun få individer av krepsdyr, pigghuder og andre dyregrupper (**Tabell 16**, Vedlegg A).

SKA3 er plassert omtrent midt på tverrsnittet av fjorden utenfor oppredningsverket, på 150 m dyp og ca. 780 m fra utslippet. Stasjonen blir klassifisert til «god» tilstand (**Tabell 15**), og har det høyeste antall registrerte arter i undersøkelsen: i gjennomsnitt 39 arter per grabbprøve og totalt 64 arter på stasjonen. Individtettheten er høy og skyldes også på denne stasjonen i hovedsak flerbørstemarken *Galathowenia oculata*. Dette resulterer i at de to diversitetsindeksene gir «moderat» tilstand, mens de øvrige indeksene gir «god» tilstand. Fauna var dominert av muslinger og flerbørstemark, men det ble også registrert noe snegler og krepsdyr, men lite pigghuder (**Tabell 16**, Vedlegg A).

SKA4 ligger ca. 3,1 km vest for utslippet i den dypeste delen av Bergsfjorden, og er den dypeste av stasjonene på 280 m dyp. SKA4 blir klassifisert til «moderat» tilstand», og har en noe artsfattig fauna: det ble registrert i gjennomsnitt 26 arter per grabbprøve og total 33 arter på stasjonen. Også på denne stasjonen var det høy individtetthet som skyldes flerbørstemarken *Galathowenia oculata*, som det ble funnet mellom 560 og 720 individer av i hver grabbprøve. I kombinasjon med lave artstall gir dette lave diversitetsverdier, og SKA4 får «dårlig» tilstand for diversitetsindeksen H'. Fauna var dominert av flerbørstemark. Det ble registrert noe muslinger, hovedsakelig av slekten *Thyasira/Parathyasira*, men svært lite pigghuder, krepsdyr og andre dyregrupper (**Tabell 16**, Vedlegg A).

SKA5 ligger i Bergsfjorden mellom Bøvær og Færøy, på 264 m dyp og ca. 5,2 km fra utslippet. Stasjonen blir klassifisert til «god» tilstand (**Tabell 16**), og det ble registrert i gjennomsnitt 36 arter per grabbprøve og totalt 52 arter på stasjonen. Høy tetthet av flerbørstemarken *Galathowenia oculata* (mellom 320 og 450 per grabbprøve) fører til redusert artsdiversitet, og de to diversitetsindeksene H' og ES₁₀₀ gir «moderat» tilstand. Fauna var dominert av flerbørstemark og muslinger, og det ble registrert få individer av krepsdyr, pigghuder og andre dyregrupper (**Tabell 16**, Vedlegg A).

SKA7 ligger i dypområde (134 m dyp) lenger inn i Nordfjorden, ca. 3,1 km fra utslippet. Stasjonen har nEQR-verdi svært nær grensen mellom «moderat» og «god» tilstand (**Tabell 15**). Stasjonen får «moderat» tilstand for gjennomsnittsverdien og «god» tilstand for stasjonsverdien (summen av de tre grabbene). Fauna var noe artsfattig, det ble registrert gjennomsnittlig 32 arter per grabbprøve og total 49 arter på stasjonen. Høy tetthet av flerbørstemarken *Galathowenia oculata* (mellom 320 og 440 per grabbprøve) fører til redusert artsdiversitet, og de to diversitetsindeksene H' og ES₁₀₀ gir «moderat» tilstand. Fauna var dominert av flerbørstemark og muslinger, men det var også innslag av krepsdyr og snegl. Det ble ikke registrert noen pigghuder på stasjonen (**Tabell 16**, Vedlegg A). Med unntak av *Chaetozone setosa* er det ingen opportunistiske arter blant de ti mest tallrike artene, og flerbørstemarken *Maldane sarsi* som er den nest mest dominerende arten er klassifisert som sensitiv iht. AMBI (Vedlegg B). Da det kun er de to diversitetsindeksene som gir «moderat» tilstand, og dette i hovedsak skyldes høy tetthet av *Galathowenia oculata*, vurderes samlet tilstand for denne stasjonen til «god», basert på en faglig vurdering av artssammensetningen i kombinasjon med indeksverdiene.

3.4.2 Artssammensetning

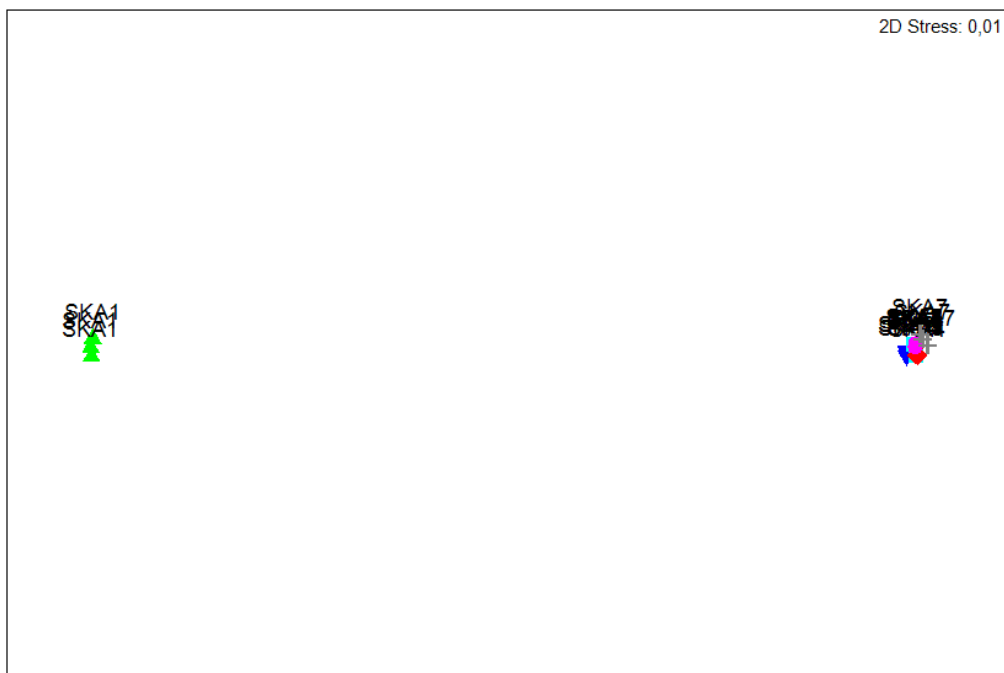
MDS-plottet (**Figur 24** og **Figur 25**) og cluster-diagrammet (**Figur 26**) viser hvilke stasjoner som ligner hverandre mht. artssammensetningen. Stasjoner som ligger nærme hverandre i MDS-plottet har likere artssammensetning enn stasjoner som ligger lenger fra hverandre. I cluster-diagrammet er det også en skala som angir hvor like eller ulike stasjonene er i artssammensetning (i prosent). SIMPER-analysen (**Tabell 17**) viser hvilke arter som bidrar mest til ulikhet i artssammensetning mellom stasjonene.

MDS-plottet i **Figur 24** viser at SKA1 har en svært forskjellig artssammensetning sammenlignet med de øvrige stasjonene. Cluster-diagrammet i **Figur 26** viser det samme og forteller også at SKA1 har omtrent 25 % likhet i artssammensetning med de øvrige stasjonene. SKA2-5 og SKA7 er seg imellom relativt like (60-80 % likhet i artssammensetning) (**Figur 25** og **Figur 26**).

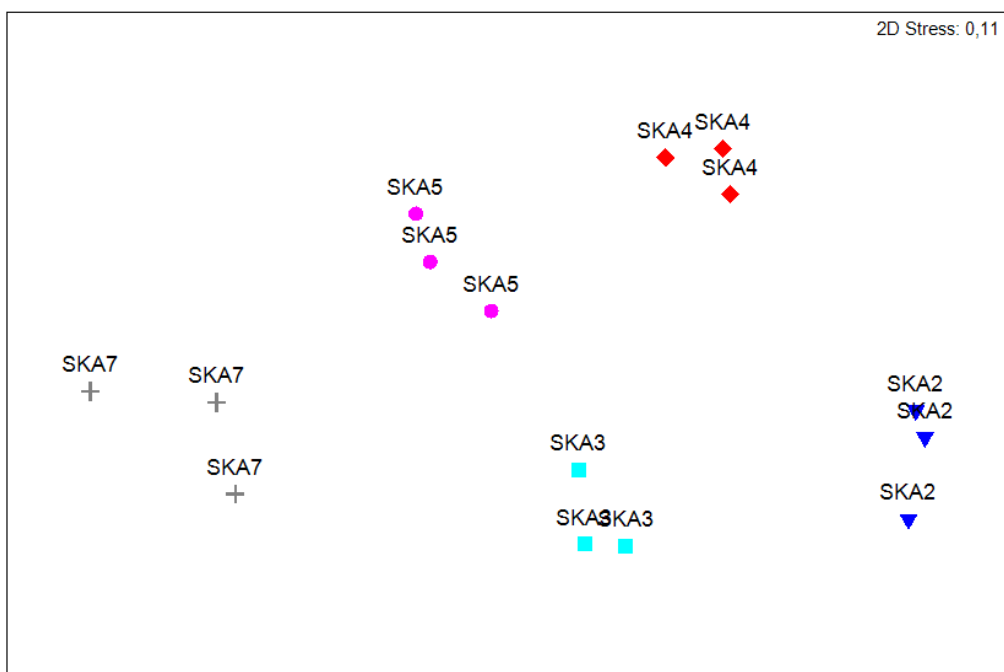
Ulikhetene mellom SKA1 og de øvrige stasjonene skyldes at flere av de mest individrike artene på SKA2-7 ble det funnet svært få av på SKA1. Dette gjelder bl.a. flerbørstemarkene *Galathowenia oculata*, *Maldane sarsi*, *Lumbrineris mixochaeta*, *Spiophanes kroyeri*, og *Owenia* sp., og muslingen *Thyasira dunbari*, og til en viss grad muslingen *Parathyasira equalis*. Flerbørstemarkene *Scoloplos armiger*, *Paramphinome jeffreysii* og *Heteromastus filiformis*, samt muslingen *Thyasira flexuosa* og sjømusen *Echinocardium cordatum* var derimot mer individrike på SKA1 enn på de øvrige stasjonene (**Tabell 17**).

Tabell 17. SIMPER-analyse som viser hvilke arter som bidrar mest til forskjellene i artssammensetning mellom SKA1 og de øvrige stasjonene. Analysen er gjort med programmet PRIMER 6 (PRIMER-E, Plymouth).

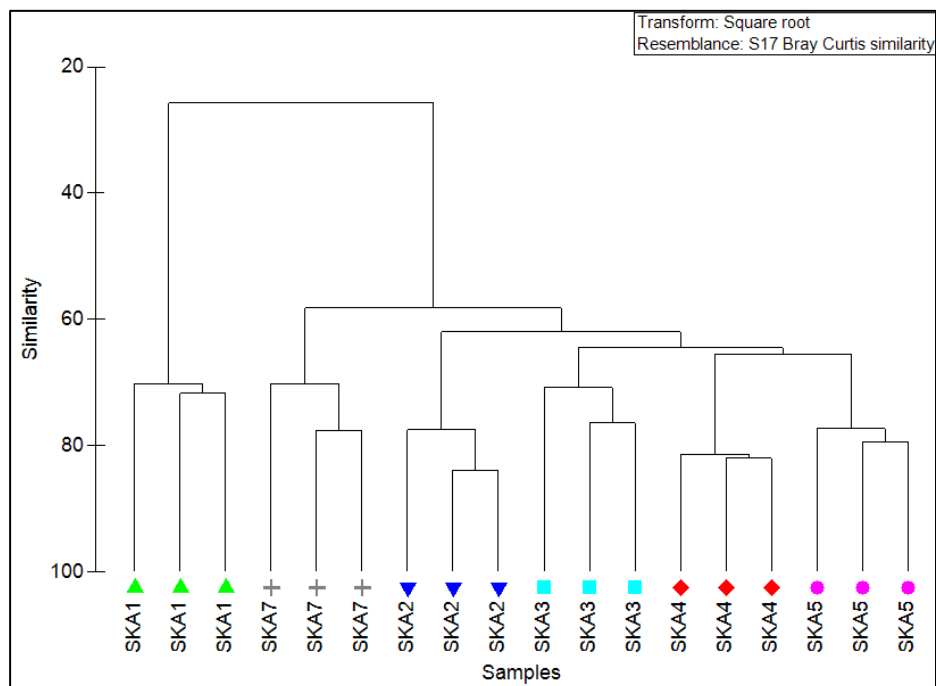
Average dissimilarity = 74,26	Group SKA1	Group SKA2-3-3-5-7				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Galathowenia oculata</i>	0,47	21,39	14,24	5,65	19,18	19,18
<i>Scoloplos armiger</i>	6,65	1,38	3,59	4,53	4,84	24,01
<i>Maldane sarsi</i>	0,47	5,63	3,55	1,68	4,78	28,79
<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	0,8	5,33	3,07	3,41	4,14	32,93
<i>Spiophanes kroyeri</i>	0,33	4,92	3,01	1,91	4,05	36,98
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	7,61	3,81	2,74	1,67	3,68	40,66
<i>Thyasira sarsii</i>	4,66	1,81	2,19	2,12	2,95	43,61
<i>Parathyasira equalis</i>	3,77	6,13	2,14	1,48	2,88	46,49
<i>Thyasira flexuosa</i>	3,14	0,09	2,07	4,96	2,79	49,28
<i>Echinocardium cordatum</i>	2,69	0	1,82	6,63	2,45	51,73
<i>Thyasira dunbari</i>	0,47	2,81	1,56	2,05	2,1	53,83
<i>Owenia</i> sp.	0,67	2,45	1,51	1,33	2,04	55,87
<i>Heteromastus filiformis</i>	2,92	0,96	1,46	2	1,97	57,84



Figur 24. MDS (non-metric multi-dimensional scaling) hvor samtlige grabbprøver fra de seks stasjonene fra undersøkelsen i Bergsfjorden ved Senja (2018) er inkludert. Plottet er basert på rot-transformerte data og Bray-Curtis likhetsmatrise, og laget med programmet PRIMER 6 (PRIMER-E, Plymouth). Plottet viser hvilke stasjoner som ligner hverandre mht. artssammensetningen. Stasjoner som ligger nærme hverandre i MDS-plottet har likere artssammensetning enn stasjoner som ligger lenger fra hverandre. SKA1 ligger til venstre og de øvrige stasjonene ligger til høyre.



Figur 25. MDS (non-metric multi-dimensional scaling) hvor stasjon SKA1 er ekskludert. Se figurtekst til Figur 24 for detaljer.



Figur 26. Cluster-analyse hvor samtlige grabbprøver fra de seks stasjonene fra undersøkelsen i Bergsfjorden ved Senja (2018) er inkludert. Analysen er basert på rot-transformerte data og Bray-Curtis likhetsmatrise, og laget med programmet PRIMER 6 (PRIMER-E, Plymouth). Skala på y-aksen er i prosent og angir hvor like stasjonene er i artssammensetning.

3.4.3 Sedimentparametre

Støtteparametrene for bløtbunnsfauna (total organisk karbon, total nitrogen og andel finfraksjon) er gitt i **Tabell 18**. SKA7 hadde det groveste sedimentet med en finfraksjon på 40 %, og SKA4 det mest finkornede med 90 % finfraksjon (**Tabell 18**). De øvrige stasjonene hadde en finfraksjon på mellom 58 og 78 % og består altså av relativt finkornet sediment.

Alle stasjonene hadde normalt til høyt innhold av TOC i sedimentet. Når TOC normaliseres etter sedimentets finfraksjon kan det gis til en tilstandsklasse for organisk innhold etter grenseverdiene gitt i **Tabell 8**. SKA1 og 2 får «god» tilstand, SKA3 og 4 får «moderat» tilstand og SKA4, 5 og 6 får «svært dårlig» tilstand (**Tabell 18**).

Innholdet av nitrogen i sedimentet kan gi en pekepinn på mengde avgang siden avgangen inneholder lite nitrogenforbindelser. Innholdet av nitrogen er lavest på SKA1 som ligger nærmest utslippet, øker med avstand fra utslippet og er høyest på SKA4, 5 og 6. C:N forholdet på 17,1 på SKA 4 kan være et resultat av sedimentasjon av grafittholdige partikler fra Skaland, men dette ble ikke bekreftet av analysene i kjerneprøvene fra stasjonen (**Tabell 12**).

Tabell 18. Innhold av total organisk karbon (TOC) og finfraksjon (% > 63 µm). TOCnorm er innhold av TOC korrigert for sedimentets finfraksjon, og er klassifisert iht. veileder SFT97:03 (Molvær m.fl., 2007) (**Tabell 8**). På SKA6 ble det ikke tatt prøver for bløtbunnsfauna.

Stasjon	TOC mg/g TS	TOCnorm mg/g TS	Finfraksjon vekt% > 63 µm	TN mg/g TS	C:N atom-ratio
SKA 1	16,1	20,6	75,1	0,42	44,7
SKA 2	18,7	26,3	58	1,79	12,1
SKA 3	22,4	29,9	58,4	2,22	11,8
SKA 4	62,6	64,3	90,4	4,25	17,1
SKA 5	48,6	52,5	78,7	5,45	10,4
SKA 6	45	51,4	64,5	5,8	9,1
SKA 7	19,2	29,9	40,3	2,62	8,5

3.4.4 Sammenligning av resultatene fra 2018 med 1992-undersøkelsen

Forrige undersøkelse i Bergsfjorden ble foretatt i 1992 av NIVA og Akvaplan-niva AS (NIVA 1994). Det inngikk den gang seks stasjoner: SKA1-6. I 2018 ble SKA6 som ligger lengst fra utslippet i vestlig retning tatt ut av programmet siden faunaen i 1992 ble antatt å være upåvirket av utslippet. I stedet ble SKA7 inkludert som en ny stasjon for å se på tilstanden øst for utslippet. Alle indeksene som benyttes til tilstandsklassifisering i 2018 er også blitt beregnet for 1992-dataene, og resultatene er vist i **Figur 27** og **Tabell 19**.

Resultatene viser at antall arter og særlig antall individer har økt på alle stasjoner fra 1992 til 2018. På SKA1 er gjennomsnittlig antall arter per grabbprøve mer enn doblet fra 11 til 26, og økt fra totalt 26 arter for hele stasjonen i 1992 (fire grabber) til 42 i 2018 (tre grabber). Den sammensatte indeksen NQ11 har blitt noe lavere på SKA1-3, og uforandret SKA4-5. Begge diversitetsindeksene H' og ES₁₀₀ har blitt lavere på alle stasjoner bortsett fra SKA1 (ES₁₀₀ kunne ikke beregnes for SKA1 i 1992 fordi antallet individer var for lavt). Reduksjonen i artsdiversitet kan i stor grad forklares med at flerbørstemarken *Galathowenia oculata* har økt veldig i forekomst, fra et gjennomsnitt på 67 individer per grabb i 1992 til 482 individer i 2018. Når en art blir såpass dominerende fører det til redusert artsdiversitet. Sensitivitetsindeksen ISI₂₀₁₂ er relativt uforandret, mens sensitivitetsindeksen NSI har gått ned på SKA3 og SKA 5, og opp på SKA2. Gjennomsnittet av alle indeksene (nEQR) har gått litt ned på alle stasjoner bortsett fra SKA1, hvor den har økt noe. Tilstandsklassen er midlertid den samme for alle stasjoner med unntak av SKA2 som fikk «god» tilstand i 1992 og «moderat» tilstand i 2018 (**Tabell 19**).



Figur 27. Sammenligning av resultater fra 1992 og 2018. Indeksene er gjennomsnittet av grabbverdiene, og er beregnet på samme måte for 1992 og 2018. SKA6 og SKA7 er ikke prøvetatt begge årene og er ikke med i sammenligningen.

Tabell 19. Sammenligning av resultater fra 1992 og 2018. Antall arter og individ er gjennomsnittet av grabbverdiene, og er beregnet på samme måte for 1992 og 2018. SKA6 og SKA7 er ikke prøvetatt begge årene og er ikke med i sammenligningen.

STAS	Antall arter		Antall individer		nEQR gjennomsnitt	
	1992	2018	1992	2018	1992	2018
SKA1	11	26	42	202	0,549	0,595
SKA2	21	26	163	738	0,605	0,550
SKA3	31	39	230	807	0,671	0,613
SKA4	18	26	253	832	0,582	0,536
SKA5	23	36	192	693	0,662	0,618

3.5 Sammenfattende vurderinger, konklusjoner og anbefalinger

Økt partikkelmengde var sporbart som forhøyet turbiditet i dybdeintervallet 10-30 m på de fleste stasjonene undersøkt i området rundt utslippet fra Skaland Graphite AS. Maksimum turbiditet på 6.33 FTU ble observert i 14 m dyp på stasjon 1 like ved utslippspunktet. Konsentrasjonene avtok med økende avstand fra utslippet og på stasjoner beliggende mer enn 400-500 m fra utslippspunktet var det vanskelig å skille utslagene på instrumentet fra bakgrunnsnivået ($\leq 0,5$ FTU).

Transmisjonsmålinger utført i 1992-93 er ikke direkte sammenlignbare med turbiditeten målt i 2018, men målingene viste også den gang forhøyede partikkelkonsentrasjoner i dyp under 10-12 m i nærheten av utslippspunktet.

På stasjonene nærmest utslippet ble det også observert forhøyet turbiditet nær sjøoverflaten. Dette kan iflg. bedriften skyldes at utslippsledningen hadde løsnet og lå vinklet oppover mot overflaten. Luft i ledningen og partikkeltransport på oppstigende luftbobler kan ha vært en medvirkende årsak. Bedriften opplyser at arbeid er igangsatt med å forlenge ledningen med opp mot 50 m og slik at enden forankres på ca. 30 meters dybde, og justeres med utslippet på ca. 27-28 m.

Avgangen fra Skaland Graphite AS er karakterisert ved forhøyede konsentrasjoner av de tre metallene Cu, Ni og Cr. Sammenlignende analyser utført i 1992 viste at prøver av avgangen oppsluttet i hhv salpetersyre og flussyre ga sammenlignbare resultater for Cu og Ni, men oppslutning i salpetersyre ga vesentlig lavere konsentrasjoner av Cr. Fordi vi i denne undersøkelsen oppsluttet prøvene i salpetersyre (av HMS-hensyn), vil konsentrasjonen av Cr sannsynligvis være underestimert i forhold til sann «total» konsentrasjon og målingene gjort i 1992.

Sediment-analysene viste betydelig forurensing av kobber (klasse V) og nikkell (klasse III) på stasjonene SKA1, 2 og 3 som lå nærmest utslippspunktet. Sammenlignet med stasjoner lenger unna utslippet var sedimentene på disse stasjonene typisk mer grovkornet med lavere innhold av organisk materiale og høyt C:N forhold. Spesielt på SKA 1 var C:N-forholdet svært høyt (47 i kjerneprøvene, 66 i grabbprøvene) og det antas at dette skyldes innholdet av grafitt i avgangen. Dette støttes av at det under feltarbeidet ble notert «flak av materiale som glimret» på stasjonene SKA 1 og SKA 2. SKA 2 lå lenger unna utslippspunktet enn SKA 3, men var noe mer påvirket av utslippet. Dette skyldes trolig at SKA 2 lå i det dypeste området av fjorden (stasjonsdyp 230 m) der partiklene vil ha en tendens til å akkumulere. SKA 4 lå i et enda dypere område lenger vest (stasjonsdyp 287 m), men verken organisk innhold, C:N-forholdet eller partikkelstørrelsen ga indikasjoner på tilstedeværelse av partikler fra

utslippet i disse sedimentene. Imidlertid var det svake men konsistente gradienter med avtagende konsentrasjoner av både Cu, Ni og Cr fra utslippsområdet både innover fjorden til SKA 7 og utover mot den ytterste stasjonen SKA 6. Kombinert med at konsentrasjonene av både Cu og Ni var noe forhøyet sammenlignet med naturlig bakgrunnsnivå, er det sannsynlig at hele undersøkelsesområdet mellom SKA 7 og SKA 6 er påvirket av spredning av finfraksjoner fra avgangen som slippes ut ved SKA 1.

Lukt og farge indikerte sulfidholdige sedimenter på stasjon SKA 4 og SKA5 både i 1992 og i 2018. Anrikning av Cd på stasjonene SKA 4, 5 og 6 skyldes derfor mest sannsynlig felling av kadmiumsulfid som er svært tungt løselig slik at sulfidholdige sedimenter kan fungere som felle for dette metallet. Dette er naturlige prosesser som ikke kan relateres til virksomheten ved Skaland Graphite AS. Anrikningen av Cd ble ikke observert i dybdesjikt med avvikende kornstørrelse og innhold av organisk materiale (15-20 cm på SKA4, 20-25 cm på SKA 7). Både avvikende sedimentkvalitet og fraværet av Cd-anrikning i disse sjiktene ble relatert til rashendelsen i 1947.

Avvik i vertikalprofilene for flere sedimentparametere ble tolket som avsetninger etter rashendelsen i 1947. Avsetningene antydte en årlig sedimenttilvekst på 2-3 mm og sammenfall med maksimumskonsentrasjoner av Zn, Cr, Cu og Ni kan tyde på at rashendelsen har tilført fjorden betydelige mengder av disse metallene. I så fall er Skaland Graphite, historisk sett ikke den eneste kilden til forhøyede konsentrasjoner av Cr, Cu og Ni i det ytre fjordområdet.

Resultatene fra denne undersøkelsen var svært like resultatene fra undersøkelsen i 1992. Dette gjaldt både partikkelstørrelse, organisk innhold, C:N forholdet og konsentrasjonene av Cu og Ni, mens konsentrasjonen av Cr var tydelig lavere enn i 1992, ganske sikkert som følge av forskjellig oppslutningsmetode. Likevel var de relative variasjonene for Cr tilsvarende de som ble observert i 1992.

Blåskjellene var generelt lite forurenset med konsentrasjoner i området 0,3-1,7x PROREF (*Provisional high reference concentration*) verdiene. PROREF kan ansees å representere bakgrunnsnivå og er beregnet på grunnlag av overvåkingsdata fra norskekysten fra 1980-tallet og frem til i dag (Green m.fl., 2016). Overskridelsene var høyest for Cr og Ni, men det ble også funnet små overskridelser for Zn og Cd på stasjonen nærmest kaianlegget og utslippsledningen (SKA F1). Mest sannsynlig kan dette tilskrives påvirkning fra nærliggende installasjoner og den generelle virksomheten i området.

Undersøkelsene på fjærestasjonene viste 14-22 algearter og 9-12 dyrearter på hver av de tre fjærestasjonene. Det var flest arter på den ytterste stasjonen (Sk 3) og færrest arter på stasjon Sk 1 nærmest utslippsledningen, men det var ikke grunnlag for å knytte dette til påvirkning av partikler fra utslippet. Undersøkelsen viste ikke synlig nedslamming på noen av fjærestasjonene. Videotransektene fra 20 m dyp og inn mot hver av de tre fjærestasjonene viste dominans av fin sandbunn/bløtbunn opp til ca. 5 m dyp hvoretter bunnen ble gradvis dominert av stein. Et uhellsutslipp med avgang vinteren 2010 kan ha ført til at de øverste 5 m av sjøsonen utenfor Sk 1 var mer dominert av sandig sediment enn av stein. Flyfoto indikerte at området dekket av sand var begrenset til et lite område østover fra Sk1.

Generelt var bløtbnunnsfaunaen på de undersøkte stasjonene i Bergsfjorden noe artsfattig, og dominert av flerbørstemark og muslinger. SKA1, 2 og 4 hadde de laveste artstallene, men også de andre stasjonene var noe artsfattige. Det ble registrert lite krepsdyr, pigghuder og andre dyregrupper på mange av stasjonene, noe som tyder på et forstyrret miljø. Artssammensetningen på SKA1 skilte seg fra de øvrige fem stasjonene, som seg imellom hadde ganske lik artssammensetning.

Med unntak av SKA1 gir sensitivitetsindeksene bedre tilstand («god») enn diversitetsindeksene («moderat»). Den reduserte artsdiversiteten skyldes i stor grad dominans av den rørbyggende flerbørstemarken *Galathowenia oculata*. Arten er ansett som tolerant (har økologisk gruppe III iht. AMBI og NSI) og kan være vanlig på lokaliteter med mye sedimentering, men den kan også ha høye tettheter uten at det er åpenbare forstyrrelsesfaktorer. Arten er vanlig i sublittorale bløtbunnsområder, og det er også svært vanlig å registrere høye forekomster av den i undersøkelser knyttet til petroleumsovervåking offshore, også i antatt upåvirkede områder. Tettheten kan variere betydelig mellom år, også i tilfeller uten noen åpenbar endring i påvirkning (Cochrane m. fl., 2009). Slike endringer kan skyldes endring i øvrige miljøfaktorer, biologiske interaksjoner og rekrutteringssuksess. De høye forekomstene bidrar til lav artsdiversitet, uten at dette nødvendigvis tyder på en forstyrrelse. I slike tilfeller kan det derfor være mer hensiktsmessig å se på de faktiske artstallene, som er lave i Bergsfjorden sammenlignet med regionen for øvrig.

Utslipet fra Skaland kunne klart spores på stasjonene SKA1-3 som viste lavt innhold av finfraksjoner, høyt C:N-forhold og høye konsentrasjoner av Cu (klasse V) og Ni (klasse III). På stasjonene SKA 4 og SKA 5 indikerte forhøyede konsentrasjoner (klasse II) av Cu og Ni og gradienter med avtagende konsentrasjoner av Cu, Ni og Cr fra SKA 1 via SKA 3, SKA 4 og SKA 5 til SKA 6 noe transport av finfraksjoner fra utslippet til disse stasjonene. I hvilken grad denne påvirkningen kan ha medvirket til en relativt fattig bunnfauna eller om dette skyldes først og fremst stort vanddyp, begrenset vannutskifting og sub-optimale O₂-forhold i dypvannet er usikkert. I 1992 ble det konkludert med at tilsvarende observasjoner av en litt dårlig bunnfauna ikke med sikkerhet kunne relateres til utslippene fra Skaland Graphite AS og denne undersøkelsen har ikke gitt grunnlag for å konkludere annerledes i 2018.

4 Referanser

- Berge, J.A., Helland, A. og Sørensen, K. 1994. Miljøundersøkelser i Bergsfjorden, Senja - effekter av avgang fra en grafittgruve. NIVA-rapport nr. 3042, 58s.
- Cochrane, S., Wasbotten, I.H., Larsen, L.-H., 2009. Offshore sedimentovervåking i Region I, 2008, Norsk sammendragsrapport. Akvaplan-niva rapport 4315.05, 53 s.
- Holte, B., Gulliksen, B., 1998. Common macrofaunal dominant species in the sediments of some north Norwegian and Svalbard fjords. *Polar Biology* 19: 375-382.
- Miljødirektoratet 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - Quality standards for water, sediment and biota. M-608, 24 s
- Miljødirektoratet 2015. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment Guidelines for risk assessment of contaminated sediments, M-409, 106s
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT Veiledning: TA-1467/1997. ISBN 82-7655-367-2.
- NIVA 2006 (J. Molvær, J. A. Berge og K. Sørensen): Havneutbygging på Værøy. Førundersøkelsen i april-juni 2006. NIVA-rapport Nr 5269, 18s.
- NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).
- NS-EN ISO 5667-19. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).
- Veileder 02:2013 - rev 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Vedlegg A. Artslister

Fullstendige artslister for bunnfauna i Bergsfjorden, Senja, 2018. Antall individer av hver art for hver grabbprøve (G1, G2, G3).

STA	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3
SKA1	ANTHOZOA	Edwardsia sp.	2	2	5
SKA1	ANTHOZOA	Edwardsiidae indet	1		
SKA1	NEMERTEA	Nemertea indet	1		3
SKA1	POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	50	40	89
SKA1	POLYCHAETA	Gattyana amondseni	1		
SKA1	POLYCHAETA	Phyllodoce groenlandica		1	2
SKA1	POLYCHAETA	Pholoe assimilis	4	1	
SKA1	POLYCHAETA	Pholoe baltica		2	2
SKA1	POLYCHAETA	Oxydromus flexuosus		1	
SKA1	POLYCHAETA	Nephtys ciliata	3		2
SKA1	POLYCHAETA	Goniada maculata	2	1	1
SKA1	POLYCHAETA	Lumbrineris mixochaeta	1		2
SKA1	POLYCHAETA	Scoloplos armiger	47	39	47
SKA1	POLYCHAETA	Prionospio cirrifera		1	
SKA1	POLYCHAETA	Spio sp.			1
SKA1	POLYCHAETA	Spiophanes kroyeri			1
SKA1	POLYCHAETA	Chaetozone setosa	2	4	2
SKA1	POLYCHAETA	Heteromastus filiformis	4	10	13
SKA1	POLYCHAETA	Euclymeninae indet	1	1	
SKA1	POLYCHAETA	Maldane sarsi	2		
SKA1	POLYCHAETA	Rhodine gracilior			3
SKA1	POLYCHAETA	Galathowenia oculata	2		
SKA1	POLYCHAETA	Owenia sp.	1		1
SKA1	POLYCHAETA	Cistenides hyperborea			1
SKA1	POLYCHAETA	Lanassa venusta	1		
SKA1	OPISTHOBANCHIA	Philine sp.			2
SKA1	BIVALVIA	Ennucula tenuis	1	1	1
SKA1	BIVALVIA	Lucinoma borealis			1
SKA1	BIVALVIA	Parathyasira equalis	11	16	16
SKA1	BIVALVIA	Thyasira dunbari		2	
SKA1	BIVALVIA	Thyasira flexuosa	7	12	11
SKA1	BIVALVIA	Thyasira sarsii	25	26	15

SKA1	BIVALVIA	Thyasiridae indet	1	2	1
SKA1	BIVALVIA	Tellimya ferruginosa		1	
SKA1	BIVALVIA	Astarte montagui	1		8
SKA1	BIVALVIA	Macoma calcarea	2		4
SKA1	BIVALVIA	Arctica islandica	1		
SKA1	BIVALVIA	Corbula gibba	1		
SKA1	OPHIUROIDEA	Ophiuroidea juvenil	1	1	
SKA1	OPHIUROIDEA	Amphiura filiformis	2	2	4
SKA1	OPHIUROIDEA	Amphiura sp.	1		
SKA1	ECHINOIDEA	Echinocardium cordatum	9	6	6
SKA1	ECHINOIDEA	Echinocardium cf. cordatum	1		
SKA2	NEMERTEA	Nemertea indet		1	1
SKA2	POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	74	56	25
SKA2	POLYCHAETA	Phyllodoce groenlandica			1
SKA2	POLYCHAETA	Pholoe assimilis			1
SKA2	POLYCHAETA	Nephtys ciliata	6	10	
SKA2	POLYCHAETA	Lumbrineris mixochaeta	37	19	27
SKA2	POLYCHAETA	Scoloplos armiger	8	4	1
SKA2	POLYCHAETA	Apistobranchus tullbergi	4	3	
SKA2	POLYCHAETA	Aricidea (Strelzovia) quadrilobata	1		
SKA2	POLYCHAETA	Aricidea (Strelzovia) suecica	2		1
SKA2	POLYCHAETA	Dipolydora sp.		1	1
SKA2	POLYCHAETA	Laonice sarsi	1	1	
SKA2	POLYCHAETA	Prionospio cirrifera	2	2	2
SKA2	POLYCHAETA	Scolecopsis korsuni			1
SKA2	POLYCHAETA	Spio sp.	1		
SKA2	POLYCHAETA	Spiophanes kroyeri	15	17	12
SKA2	POLYCHAETA	Chaetozone setosa	7	5	8
SKA2	POLYCHAETA	Heteromastus filiformis	4		1
SKA2	POLYCHAETA	Euclymeninae indet	10	5	5
SKA2	POLYCHAETA	Praxillella gracilis	2		
SKA2	POLYCHAETA	Galathowenia oculata	410	490	460
SKA2	POLYCHAETA	Cistenides hyperborea	2	2	2
SKA2	POLYCHAETA	Lanassa venusta	1	1	
SKA2	POLYCHAETA	Terebellides stroemii	4	4	11
SKA2	POLYCHAETA	Sabellidae indet	1		
SKA2	CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet	1		
SKA2	BIVALVIA	Ennucula tenuis			2
SKA2	BIVALVIA	Yoldiella lenticula			1
SKA2	BIVALVIA	Yoldiella solidula			1
SKA2	BIVALVIA	Parathyasira equalis	80	99	125
SKA2	BIVALVIA	Thyasira dunbari	7	4	8
SKA2	BIVALVIA	Thyasira flexuosa	2		

SKA2	BIVALVIA	<i>Thyasira sarsii</i>	33	20	39
SKA2	BIVALVIA	Thyasiridae indet	3	1	9
SKA2	CUMACEA	<i>Eudorella emarginata</i>			1
SKA2	AMPHIPODA	Hyperiididae indet	1		
SKA2	AMPHIPODA	<i>Monoculodes packardi</i>		1	
SKA2	AMPHIPODA	<i>Apherusa bispinosa</i>			1
SKA2	EUPHAUSIACEA	Euphausiacea indet	1	1	
SKA2	ASTEROIDEA	<i>Ctenodiscus crispatus</i>		1	
SKA3	NEMERTEA	Nemertea indet	1	1	2
SKA3	POLYCHAETA	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	14	23	37
SKA3	POLYCHAETA	<i>Eteone</i> sp.			1
SKA3	POLYCHAETA	<i>Phyllodoce groenlandica</i>			1
SKA3	POLYCHAETA	<i>Aglaophamus malmgreni</i>	2	3	2
SKA3	POLYCHAETA	Nephtyidae indet	1	4	2
SKA3	POLYCHAETA	<i>Nephtys ciliata</i>	3		1
SKA3	POLYCHAETA	<i>Nothria conchylega</i>	1		
SKA3	POLYCHAETA	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	23	26	35
SKA3	POLYCHAETA	<i>Scoloplos armiger</i>	2	5	6
SKA3	POLYCHAETA	<i>Apistobranchus tullbergi</i>			1
SKA3	POLYCHAETA	Aricidea (<i>Strelzovia</i>) <i>quadrilobata</i>	2		4
SKA3	POLYCHAETA	<i>Levinsenia gracilis</i>	1		
SKA3	POLYCHAETA	<i>Dipolydora</i> sp.	2	1	3
SKA3	POLYCHAETA	<i>Laonice cirrata</i>	1		
SKA3	POLYCHAETA	<i>Laonice sarsi</i>	1		
SKA3	POLYCHAETA	<i>Prionospio cirrifera</i>		1	1
SKA3	POLYCHAETA	<i>Spio</i> sp.	2		
SKA3	POLYCHAETA	<i>Spiophanes kroyeri</i>	118	40	87
SKA3	POLYCHAETA	<i>Chaetozone setosa</i>	26	6	11
SKA3	POLYCHAETA	<i>Diplocirrus longisetosus</i>	2		2
SKA3	POLYCHAETA	<i>Capitella</i> sp.			2
SKA3	POLYCHAETA	<i>Heteromastus filiformis</i>	1		2
SKA3	POLYCHAETA	Euclymeninae indet	14	4	3
SKA3	POLYCHAETA	<i>Maldane sarsi</i>	22	18	47
SKA3	POLYCHAETA	<i>Nicomache lumbricalis</i>	2		1
SKA3	POLYCHAETA	<i>Praxillella gracilis</i>	3		1
SKA3	POLYCHAETA	<i>Rhodine gracilior</i>	1	1	1
SKA3	POLYCHAETA	<i>Galathowenia oculata</i>	480	400	510
SKA3	POLYCHAETA	<i>Myriochele olgae</i>		7	
SKA3	POLYCHAETA	<i>Owenia</i> sp.	32	7	6
SKA3	POLYCHAETA	<i>Cistenides hyperborea</i>	1		1
SKA3	POLYCHAETA	<i>Sosane wireni</i>	3	1	
SKA3	POLYCHAETA	<i>Neoamphitrite grayi</i>			1
SKA3	POLYCHAETA	<i>Neoamphitrite groenlandica</i>			1

SKA3	POLYCHAETA	Terebellides stroemii	9	2	10
SKA3	POLYCHAETA	Euchone papillosa		1	1
SKA3	POLYCHAETA	Sabellidae indet		1	
SKA3	PROSOBRANCHIA	Cryptonatica affinis			1
SKA3	PROSOBRANCHIA	Euspira montagui			1
SKA3	PROSOBRANCHIA	Euspira pallida	1		
SKA3	CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet	2	4	3
SKA3	BIVALVIA	Yoldiella lenticula		2	3
SKA3	BIVALVIA	Yoldiella solidula			6
SKA3	BIVALVIA	Crenella decussata			1
SKA3	BIVALVIA	Bathyarca pectunculoides	1		2
SKA3	BIVALVIA	Delectopecten vitreus		1	
SKA3	BIVALVIA	Mendicula sp.		2	4
SKA3	BIVALVIA	Parathyasira equalis	52	72	62
SKA3	BIVALVIA	Thyasira dunbari	17	20	30
SKA3	BIVALVIA	Thyasira sarsii		4	
SKA3	BIVALVIA	Thyasiridae indet	2	3	4
SKA3	BIVALVIA	Astarte montagui			1
SKA3	BIVALVIA	Abra nitida		1	
SKA3	PYCNOGONIDA	Nymphon sp.		1	
SKA3	CUMACEA	Leucon (Leucon) cf. Nasica			2
SKA3	CUMACEA	Diastylis goodsiri	1		
SKA3	CUMACEA	Diastylis rathkei	1		
SKA3	AMPHIPODA	Amphipoda indet		1	
SKA3	AMPHIPODA	Monoculodes packardi		1	
SKA3	AMPHIPODA	Idunella aequicornis	1		1
SKA3	SIPUNCULIDA	Phascolion (Phascolion) strombus strombus	1		1
SKA3	ASTEROIDEA	Ctenodiscus crispatus		1	
SKA3	ECHINOIDEA	Camarodonta juvenil		1	
SKA4	POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	4	43	7
SKA4	POLYCHAETA	Aglaophamus malmgreni	5	4	4
SKA4	POLYCHAETA	Nephtys ciliata	1	2	2
SKA4	POLYCHAETA	Lumbrineris mixochaeta	36	45	40
SKA4	POLYCHAETA	Apistobranchus tullbergi	1	1	
SKA4	POLYCHAETA	Aricidea (Strelzovia) quadrilobata	1		1
SKA4	POLYCHAETA	Levinsenia gracilis	3	5	1
SKA4	POLYCHAETA	Laonice sarsi		2	2
SKA4	POLYCHAETA	Prionospio cirrifera	3	2	1
SKA4	POLYCHAETA	Spiophanes kroyeri	3	3	2
SKA4	POLYCHAETA	Aphelochaeta sp.	5	1	2
SKA4	POLYCHAETA	Chaetozone setosa	6	15	46
SKA4	POLYCHAETA	Heteromastus filiformis	1		
SKA4	POLYCHAETA	Euclymeninae indet	7	2	3

SKA4	POLYCHAETA	Maldane sarsi	19	40	27
SKA4	POLYCHAETA	Praxillella gracilis	1	3	2
SKA4	POLYCHAETA	Praxillella praetermissa	3	3	3
SKA4	POLYCHAETA	Galathowenia oculata	640	720	560
SKA4	POLYCHAETA	Sosane wireni			2
SKA4	POLYCHAETA	Lanassa venusta	2	1	1
SKA4	POLYCHAETA	Terebellides stroemii	7	1	3
SKA4	POLYCHAETA	Euchone papillosa	1		1
SKA4	POLYCHAETA	Sabellidae indet	1	4	
SKA4	CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet	2	3	1
SKA4	BIVALVIA	Yoldiella lenticula	3		
SKA4	BIVALVIA	Parathyasira equalis	45	35	21
SKA4	BIVALVIA	Thyasira dunbari	5	5	4
SKA4	BIVALVIA	Thyasiridae indet	1		5
SKA4	CUMACEA	Eudorella emarginata	2		3
SKA4	AMPHIPODA	Monoculodes sp.	1		
SKA4	AMPHIPODA	Idunella aequicornis		1	1
SKA4	MYSIDA	Mysida indet		1	
SKA4	OPHIUROIDEA	Ophiura sp.			1
SKA5	NEMERTEA	Nemertea indet	1	2	1
SKA5	POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	4	3	5
SKA5	POLYCHAETA	Phyllodoce groenlandica			1
SKA5	POLYCHAETA	Aglaophamus malmgreni	9	5	6
SKA5	POLYCHAETA	Nephtys ciliata		1	2
SKA5	POLYCHAETA	Lumbrineris mixochaeta	35	37	37
SKA5	POLYCHAETA	Ophryotrocha sp.		1	
SKA5	POLYCHAETA	Scoloplos armiger	1	4	1
SKA5	POLYCHAETA	Aricidea (Strelzovia) quadrilobata		1	
SKA5	POLYCHAETA	Aricidea (Strelzovia) suecica	1	15	4
SKA5	POLYCHAETA	Cirrophorus brevicirratus	1		
SKA5	POLYCHAETA	Levinsenia gracilis	3	4	4
SKA5	POLYCHAETA	Dipolydora sp.		1	1
SKA5	POLYCHAETA	Laonice sarsi	4	2	4
SKA5	POLYCHAETA	Prionospio cirrifera	2	6	4
SKA5	POLYCHAETA	Spiophanes kroyeri	25	45	22
SKA5	POLYCHAETA	Chaetozone setosa	46	11	40
SKA5	POLYCHAETA	Capitella sp.			2
SKA5	POLYCHAETA	Heteromastus filiformis	17	2	1
SKA5	POLYCHAETA	Euclymeninae indet	5	17	8
SKA5	POLYCHAETA	Maldane sarsi	93	93	59
SKA5	POLYCHAETA	Nicomache lumbricalis			1
SKA5	POLYCHAETA	Praxillella praetermissa		1	
SKA5	POLYCHAETA	Galathowenia oculata	350	450	320

SKA5	POLYCHAETA	Myriochele olgae	7	6	1
SKA5	POLYCHAETA	Owenia sp.	19	25	9
SKA5	POLYCHAETA	Cistenides hyperborea	1		
SKA5	POLYCHAETA	Sosane wireni			1
SKA5	POLYCHAETA	Amaeana trilobata			1
SKA5	POLYCHAETA	Lanassa venusta	1		2
SKA5	POLYCHAETA	Terebellides stroemii	1	1	5
SKA5	POLYCHAETA	Euchone papillosa		1	
SKA5	POLYCHAETA	Sabellidae indet	1		1
SKA5	POLYCHAETA	Siboglinum sp.	8	4	2
SKA5	PROSOBRANCHIA	Cryptonatica affinis	1	1	
SKA5	PROSOBRANCHIA	Oenopota sp.		1	
SKA5	CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet	7	6	4
SKA5	BIVALVIA	Yoldiella lenticula	1	3	9
SKA5	BIVALVIA	Yoldiella lucida		1	
SKA5	BIVALVIA	Modiolula phaseolina		1	
SKA5	BIVALVIA	Parathyasira equalis	20	24	40
SKA5	BIVALVIA	Thyasira dunbari	2	1	11
SKA5	BIVALVIA	Thyasira gouldi			1
SKA5	BIVALVIA	Thyasira sarsii	2	5	4
SKA5	BIVALVIA	Thyasiridae indet	2	4	
SKA5	BIVALVIA	Abra nitida			1
SKA5	CUMACEA	Eudorella emarginata	1	1	1
SKA5	ISOPODA	Munnopsis typica	1		
SKA5	AMPHIPODA	Arrhis phyllonyx		1	
SKA5	AMPHIPODA	Harpinia sp.	1		
SKA5	AMPHIPODA	Apherusa bispinosa		2	1
SKA5	OPHIUROIDEA	Ophiura sarsii		1	
SKA7	NEMERTEA	Nemertea indet	1		1
SKA7	POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	5		4
SKA7	POLYCHAETA	Bylgides groenlandicus		1	
SKA7	POLYCHAETA	Aglaophamus malmgreni	3	4	3
SKA7	POLYCHAETA	Nephtys ciliata	1	2	2
SKA7	POLYCHAETA	Nothria conchylega			1
SKA7	POLYCHAETA	Lumbrineris mixochaeta	12	10	22
SKA7	POLYCHAETA	Scoloplos armiger	2	2	4
SKA7	POLYCHAETA	Laonice sarsi			1
SKA7	POLYCHAETA	Prionospio cirrifera	1		
SKA7	POLYCHAETA	Spio limicola			2
SKA7	POLYCHAETA	Spiophanes kroyeri	14	17	44
SKA7	POLYCHAETA	Aphelochaeta sp.	2	1	
SKA7	POLYCHAETA	Chaetozone setosa	16	2	9
SKA7	POLYCHAETA	Heteromastus filiformis	2		

SKA7	POLYCHAETA	Euclymeninae indet	6	4	2
SKA7	POLYCHAETA	Maldane sarsi	136	39	63
SKA7	POLYCHAETA	Nicomache lumbricalis	1		1
SKA7	POLYCHAETA	Rhodine gracilior	1		
SKA7	POLYCHAETA	Galathowenia oculata	320	400	440
SKA7	POLYCHAETA	Myriochele olgae	142	19	24
SKA7	POLYCHAETA	Owenia sp.	30	7	30
SKA7	POLYCHAETA	Ampharete octocirrata	1	2	1
SKA7	POLYCHAETA	Glyphanostomum pallescens		6	6
SKA7	POLYCHAETA	Sosane wireni		1	1
SKA7	POLYCHAETA	Lanassa venusta	4		
SKA7	POLYCHAETA	Terebellides stroemii	1	3	3
SKA7	POLYCHAETA	Euchone papillosa	17	4	5
SKA7	PROSOBRANCHIA	Euspira pallida			1
SKA7	OPISTOBRANCHIA	Odostomia unidentata	2		
SKA7	CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet	3	1	1
SKA7	BIVALVIA	Ennucula tenuis	1		
SKA7	BIVALVIA	Bathyarca pectunculoides	1	4	4
SKA7	BIVALVIA	Palliolium tigerinum			1
SKA7	BIVALVIA	Mendicula sp.			1
SKA7	BIVALVIA	Parathyasira equalis	1	9	2
SKA7	BIVALVIA	Thyasira dunbari	7	7	10
SKA7	BIVALVIA	Thyasira sarsii	1	1	1
SKA7	CUMACEA	Leucon (Leucon) cf. Nasica	1		
SKA7	CUMACEA	Diastylis goodsiri			1
SKA7	CUMACEA	Diastylis rathkei			3
SKA7	AMPHIPODA	Anonyx lilljeborgi	2		
SKA7	AMPHIPODA	Arrhis phyllonyx	1		1
SKA7	AMPHIPODA	Monoculodes packardi	1		
SKA7	AMPHIPODA	Monoculodes cf. packardi		1	
SKA7	AMPHIPODA	Paroediceros cf. propinquus			1
SKA7	AMPHIPODA	Harpinia sp.		1	
SKA7	AMPHIPODA	Paraphoxus oculatus	1		
SKA7	AMPHIPODA	Syrrhoe crenulata			1
SKA7	SIPUNCULIDA	Phascolion (Phascolion) strombus strombus	1	1	

Vedlegg B. Bunnfaunaindekser

Bunnfaunaindekser per grabbprøve for Bergsfjorden, Senja, 2018. S=antall arter, N=antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks, ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012, DI=Density Index.

Stasjon	Grabb	S	N	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	DI
SKA1	G1	30	189	0,682	3,41	21,7	6,95	20,0	0,226
SKA1	G2	22	172	0,632	3,27	17,3	6,11	19,5	0,186
SKA1	G3	27	244	0,658	3,28	19,4	6,86	20,7	0,337
SKA2	G1	28	720	0,620	2,42	13,4	8,48	20,3	0,807
SKA2	G2	23	748	0,597	1,94	10,8	8,54	20,5	0,824
SKA2	G3	26	747	0,609	2,09	11,5	7,60	20,2	0,823
SKA3	G1	38	849	0,653	2,54	14,8	9,68	20,6	0,879
SKA3	G2	34	666	0,646	2,45	15,0	8,04	20,5	0,773
SKA3	G3	45	905	0,669	2,67	15,8	9,43	20,5	0,907
SKA4	G1	28	809	0,618	1,49	11,0	8,78	20,6	0,858
SKA4	G2	24	942	0,600	1,57	9,9	9,11	20,4	0,924
SKA4	G3	27	746	0,613	1,66	10,9	9,08	20,1	0,823
SKA5	G1	33	673	0,650	2,73	15,6	8,47	19,8	0,778
SKA5	G2	39	790	0,672	2,63	16,3	8,91	20,6	0,848
SKA5	G3	37	617	0,664	2,88	17,5	8,58	20,1	0,740
SKA7	G1	35	741	0,687	2,66	13,8	8,82	20,0	0,820
SKA7	G2	26	549	0,635	1,86	13,3	8,93	20,7	0,690
SKA7	G3	35	697	0,665	2,31	14,3	9,33	20,4	0,793

Vedlegg C. Droppkamera-notater

Observasjoner gjort fra droppkamera-transektene ved stasjon Sk1, Sk2 og Sk3.

Stasjon	Dyp	Posisjon	Substrat	Arter	
Sk2	19	69,44129	17,31803	Fin sandbunn/bløtbunn med enkelte småstein	Sukkertare, vanlig kjerringhår, martaum og trådformete alger. Litt, men ikke mye, sediment på algene.
	8,5	69,44171	17,31756	Fin sandbunn/bløtbunn med småstein	Vanlig kjerringhår, martaum, kråkeboller, sjøanemoner i sediment.
	5	69,44180	17,31736	Steinbunn med sand innimellom	Kråkeboller og grisetang.
	0,5	69,44189	17,31724	Steinbunn	
	19	69,44144	17,31612	Fin sandbunn/bløtbunn med enkelte småstein	Sukkertare (slutt på 16 m), vanlig kjerringhår.
	10	69,44172	17,31662	Fin sandbunn/bløtbunn med enkelte småstein	Sjøanemoner i sediment, kråkeboller, vanlig kjerringhår, martaum, ett kamskjell
	4,5	69,44184	17,31687	Steinbunn med sand innimellom	Kråkeboller, grisetang, en krabbe på 4m.
	1,1	69,44190	17,31690	Steinbunn	Kråkeboller og grisetang.
0,6	69,44194	17,31702	Steinbunn	Strandsnegl, kråkeboller, grisetang, martaum, sagtang.	
Sk1	11	69,44060	17,33124	Fin sandbunn/bløtbunn	Sjøanemoner og børstemark i sediment, en krabbe på 5m.
	4,5	69,44082	17,33133	Litt grovere sand	Kråkeboller, martaum, avfallshauger fra børstemark, trådformete brunalger.
	1	69,44092	17,33137	Sand og enkelte småstein	Lite synlig liv
	0,5	69,44093	17,33136	Sand og enkelte småstein	Lite synlig liv
	17	69,43994	17,33279	Fin sandbunn/bløtbunn	Enkeltfunn av vanlig kjerringhår
	12	69,44037	17,33225	Fin sandbunn/bløtbunn	Kråkeboller, snegl, børstemark og sjøanemoner i sediment, en sjøstjerne på 7m, trådformete alger, avfallshauger fra børstemark fra 2m.
	1	69,44091	17,33171	Sand	Trådformete brunalger og avfallshauger fra børstemark
Sk1 til Sk3	1,5	69,44088	17,33248	Sand og småstein	Kråkeboller
	1,5	69,44086	17,33259	Sand og stein	Kråkeboller
	2,3	69,44077	17,33280	Sand og småstein	Kråkeboller, sjøanemoner i sediment, martaum, trådformete brunalger
	2,4	69,44074	17,33286	Sand og småstein	Snegl, skjell, kråkeboller, børstemark og sjøanemoner i sediment, krabber, avfallshauger fra børstemark, martaum, trådformete brunalger.
	2,7	69,44066	17,33387	Fin sand og enkelte småstein	Sjøanemoner og børstemark i sediment, kråkeboller, skjell, eremittkreps, trådformete brunalger.
	4,3	69,44059	17,33466	Fin sand og enkelte småstein	Børstemark i sediment, kråkeboller, sjøstjerner, martaum og trådformete brunalger.
	4,5	69,44053	17,33701	Fin sand/bløtbunn	Børstemark i sediment, kråkeboller, sjøstjerner, martaum og trådformete brunalger.
5	69,44051	17,33784	Fin sand/bløtbunn		
Sk3	27	69,43958	17,34413	Bløtbunn/fin sand	Sukkertare (løsrevet?), enkelte sukkertare fra ca. 24,5 m og grunnere, vanlig kjerringhår
	19	69,43960	17,34420	Fin sand/bløtbunn	Vanlig kjerringhår og sukkertare
	15	69,44006	17,34407	Fin sand/bløtbunn	Vanlig kjerringhår, sukkertare, martaum, ett kamskjell.
	5	69,44042	17,34393	Fin sand/bløtbunn	Vanlig kjerringhår, martaum, kråkeboller, børstemark i sediment.
	3	69,44050	17,34399	Småstein og sand/bløtbunn	Kråkeboller og grisetang.
	1,5	69,44050	17,34419	Store stein	Kråkeboller og grisetang.
	27	69,43952	17,34447	Bløtbunn/fin sand	Sukkertare (fra 17,6m), vanlig kjerringhår.
	11	69,44014	17,34475	Bløtbunn/fin sand	Vanlig kjerringhår, martaum.
	5	69,44033	17,34484	Fin sand/bløtbunn	Vanlig kjerringhår, martaum, kråkeboller, børstemark i sediment.
	3,7	69,44040	17,34474	Stein og sand/bløtbunn	Kråkeboller og børstemark i sediment.
	2,5	69,44040	17,34467	Store stein	Kråkeboller
1	69,44044	17,34468	Store og små stein	Kråkeboller	
Sk1 til Sk2	9,5	69,44065	17,33016	Fin, fast sand/bløtbunn	Vanlig kjerringhår, snegl, børstemark, skjell og sjøanemoner i sediment
	10	69,44084	17,32941	Fin sandbunn/bløtbunn	Vanlig kjerringhår, sukkertare, snegl, børstemark, skjell og sjøanemoner i sediment
	8	69,44090	17,32895	Fin sandbunn/bløtbunn	Trådformete brunalger
	8,5	69,44095	17,32844	Fin sandbunn/bløtbunn	Vanlig kjerringhår
	6,3	69,44106	17,32585	Fin sand/bløtbunn	Sjøanemoner i sediment, kråkeboller, skjell og snegl
	6,7	69,44110	17,32331	Fin sand/bløtbunn	Vanlig kjerringhår, martaum, sukkertare, trådformete brunalger
	6	69,44130	17,32154	Fin sand/bløtbunn	Vanlig kjerringhår, kråkeboller
	8,1	69,44161	17,31803	Fin sand/bløtbunn og noe småstein	Vanlig kjerringhår, kråkeboller
	8,5	69,44168	17,31710	Fin sand/bløtbunn og noe småstein	Vanlig kjerringhår, kråkeboller

Vedlegg D. Laboratorierapport sedimenter og blåskjell

ANALYSERAPPORT

RapportID: 10063

Kunde: Morten Thorne Schaanning
Prosjektnummer: O 180126 Miljøundersøkelser i Bergsfjorden 2018

Analyseoppdrag:	791-6215
Versjon:	1
Dato:	13.09.2018

Prøvenr.:	NR-2018-08887	Prøvemerkning:	SKA4 Bergsfjorden
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: SKA4 Bergsfjorden
Prøvetakningsdato:	31.05.2018 00.00.00	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	28.06.2018	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Analyseperiode:	06.08.2018 - 22.08.2018	Prøvetakingsmetode:	Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	88,8	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,003	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	18	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,22	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	78	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	34	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	36	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	57	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	7,0	g/kg TS TS	18%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	42900	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.:	NR-2018-08888	Prøvemerkning:	SKA4 Bergsfjorden
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: SKA4 Bergsfjorden
Prøvetakningsdato:	30.05.2018 00.00.00	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	28.06.2018	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 5,00-10,00 cm
Analyseperiode:	06.08.2018 - 22.08.2018	Prøvetakingsmetode:	Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	89,1	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,004	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	21	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,23	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2018-08888
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA4 Bergsfjorden
Stasjon : SKA4 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 5,00-10,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	78	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	39	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	39	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	64	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	6,2	g/kg TS TS	18%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	49600	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.: NR-2018-08889
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA4 Bergsfjorden
Stasjon : SKA4 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 10,00 m Snitt: 10,00-15,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	87,8	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,007	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	23	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,24	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	81	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	41	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	41	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	68	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	6,6	g/kg TS TS	18%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	45300	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.: NR-2018-08890
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA4 Bergsfjorden
Stasjon : SKA4 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 15,00 m Snitt: 15,00-20,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2018-08890
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA4 Bergsfjorden
Stasjon : SKA4 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 15,00 m Snitt: 15,00-20,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	90,0	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,004	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	14	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,19	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	98	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	48	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	44	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	79	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	3,6	g/kg TS TS	18%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	16400	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.: NR-2018-08891
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 31.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA4 Bergsfjorden
Stasjon : SKA4 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 20,00 m Snitt: 20,00-25,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	85,1	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,004	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	23	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,47	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	28	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	27	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	28	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	53	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	11,0	g/kg TS TS	18%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	53200	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2018-08892
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 31.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerking: SKA7 Bergsfjorden
Stasjon : SKA7 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	61,8	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,003	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	6,9	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,082	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	66	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	31	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	30	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	41	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	1,7	g/kg TS TS	20%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	13300	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.: NR-2018-08893
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 31.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerking: SKA7 Bergsfjorden
Stasjon : SKA7 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 5,00 m Snitt: 5,00-10,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	63,6	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,007	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	11	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,099	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	94	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	45	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	44	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	58	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	2,4	g/kg TS TS	19%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	12900	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2018-08894
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 31.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA7 Bergsfjorden
Stasjon : SKA7 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 10,00 m Snitt: 10,00-15,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	72,1	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,004	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	5,4	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,11	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	36	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	43	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	29	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	53	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	1,9	g/kg TS TS	20%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	8650	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.: NR-2018-08895
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 31.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA7 Bergsfjorden
Stasjon : SKA7 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 15,00 m Snitt: 15,00-20,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	69,8	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,003	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	6,7	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,15	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	36	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	57	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	36	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	69	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	2,7	g/kg TS TS	19%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	15600	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2018-08896
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 31.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA7 Bergsfjorden
Stasjon : SKA7 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 20,00 m Snitt: 20,00-25,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	91,4	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,004	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	5,8	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,14	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	40	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	59	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	36	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	73	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	EN 13342	<0,5	g/kg TS TS		0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	4740	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins



Norsk institutt for vannforskning

Veronica Eftevåg

Overingeniør

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

ANALYSERAPPORT

RapportID: 10064

Kunde: Morten Thorne Schaanning
Prosjektnummer: O 180126 Miljøundersøkelser i Bergsfjorden 2018

Analyseoppdrag:	791-6214
Versjon:	1
Dato:	13.09.2018

Prøvenr.:	NR-2018-08882	Prøvemerkning:	SKA 1/Bergsfjorden
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: SKA1 Bergsfjorden
Prøvetakningsdato:	31.05.2018 00.00.00	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	28.06.2018	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Analyseperiode:	06.08.2018 - 22.08.2018	Prøvetakingsmetode:	Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	68,7	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,002	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	3,5	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,076	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	300	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	55	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	130	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	48	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	0,5	g/kg TS TS	35%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	20300	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.:	NR-2018-08883	Prøvemerkning:	SKA 2/Bergsfjorden
Prøvetype:	SEDIMENT	Stasjon	: SKA2 Bergsfjorden
Prøvetakningsdato:	31.05.2018 00.00.00	KjerneID/Replikant	: A
Prøve mottatt dato:	28.06.2018	Prøvetakingsdyp	: 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Analyseperiode:	06.08.2018 - 22.08.2018	Prøvetakingsmetode:	Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	65,6	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,002	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	4,7	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,10	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2018-08883
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 31.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA 2/Bergsfjorden
Stasjon : SKA2 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	210	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	35	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	130	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	36	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	1,2	g/kg TS TS	22%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	18600	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.: NR-2018-08884
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA 3/Bergsfjorden
Stasjon : SKA3 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	63,8	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,003	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	6,9	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,090	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	150	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	76	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	79	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	57	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	1,8	g/kg TS TS	20%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	17900	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.: NR-2018-08885
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerkning: SKA 5/Bergsfjorden
Stasjon : SKA5 Bergsfjorden
KjerneID/Replikant : A
Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2018-08885
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerking: SKA 5/Bergsfjorden
 Stasjon : SKA5 Bergsfjorden
 KjerneID/Replikant : A
 Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	85,9	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,003	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	17	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,22	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	71	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	34	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	34	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	54	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	6,3	g/kg TS TS	18%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	47000	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Prøvenr.: NR-2018-08886
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 28.06.2018
Analyseperiode: 06.08.2018 - 22.08.2018

Prøvemerking: SKA 6/Bergsfjorden
 Stasjon : SKA6 Bergsfjorden
 KjerneID/Replikant : A
 Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm	Internal Method 6	77,3	% TS TS		0,1	Eurofins
Kvikksølv	028311mod/EN ISO17852mod	0,004	mg/kg TS TS	20%	0,001	Eurofins
Bly	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	18	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Kadmium	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	0,30	mg/kg TS TS	25%	0,01	Eurofins
Kobber	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	56	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Krom	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	29	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Nikkel	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	29	mg/kg TS TS	25%	0,5	Eurofins
Sink	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	53	mg/kg TS TS	25%	2	Eurofins
Total nitrogen	Internal Method (Soil)	7,1	g/kg TS TS	18%	0,5	Eurofins
Totalt organisk karbon	EN 13137	42900	mg/kg TS TS	15%	1000	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

ANALYSERAPPORT

RapportID: 10009

Kunde: Morten Thorne Schaanning
Prosjektnummer: O 180126 Miljøundersøkelser i Bergsfjorden 2018

Analyseoppdrag:	791-6212
Versjon:	1
Dato:	28.08.2018

Prøvenr.:	NR-2018-08879	Prøvemerkning:	SKA_F 1 Bergsfjorden
Prøvetype:	BIOTA	Stasjon :	SKA_F 1 Bergsfjorden
Prøvetakningsdato:	31.05.2018 00.00.00	Art :	MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Prøve mottatt dato:	06.07.2018	Vev :	SB/Whole soft body
Analyseperiode:	27.08.2018 - 27.08.2018	Individnr:	1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,009	mg/kg V.V.	30%	0,005	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	0,066	mg/kg V.V.	40%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,25	mg/kg V.V.	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,5	mg/kg V.V.	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,59	mg/kg V.V.	30%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,49	mg/kg V.V.	25%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	20	mg/kg V.V.	25%	0,5	Eurofins

Prøvenr.:	NR-2018-08880	Prøvemerkning:	SKA_F 2 vest Bergsfjorden
Prøvetype:	BIOTA	Stasjon :	SKA_F 2 vest Bergsfjorden
Prøvetakningsdato:	31.05.2018 00.00.00	Art :	MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Prøve mottatt dato:	06.07.2018	Vev :	SB/Whole soft body
Analyseperiode:	27.08.2018 - 27.08.2018	Individnr:	1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Bly	NS EN ISO 17294-2	0,15	mg/kg V.V.	40%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,20	mg/kg V.V.	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	1,2	mg/kg V.V.	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,31	mg/kg V.V.	30%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,30	mg/kg V.V.	40%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	18	mg/kg V.V.	25%	0,5	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

Prøvenr.: NR-2018-08881
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 31.05.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 06.07.2018
Analyseperiode: 27.08.2018 - 27.08.2018

Prøvemerkning: SKA_F 3 øst Bergsfjorden
Stasjon : SKA_F 3 øst Bergsfjorden
Art : MYTI EDU/Mytilus edulis/Blåskjell
Vev : SB/Whole soft body
Individnr: 1

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Bly	NS EN ISO 17294-2	0,059	mg/kg V.V.	40%	0,03	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,21	mg/kg V.V.	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,92	mg/kg V.V.	25%	0,02	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,61	mg/kg V.V.	30%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,48	mg/kg V.V.	25%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	12	mg/kg V.V.	25%	0,5	Eurofins



Norsk institutt for vannforskning

Trine Olsen

Kvalitetsleder

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vøtvekt.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no