

Miljøundersøkelser i Tysfjorden for The Quartz Corp, Drag



CORRIGENDUM

Endringer i elektronisk rapport 7751-2022 Miljøundersøkelser i Tysfjorden for The Quartz Corp, Drag, utgitt 31.05.2022.

Når vi refererte til giftighetsverdiene gitt av ECHA, brukte vi ved en feil verdiene for "Amines, N-coco alkyltrimethylenedi-, acetates" (CAS number: 61791-64-8), mens vi skulle ha brukt "Amines, N-C12-18-alkyltrimethylenedi-" (CAS number 68155-37-3). Dette gjelder spesielt for PNEC-verdiene i sediment (PNEC = Predicted No-Effect Concentration). Disse har følgende verdier:

	CAS	PNEC i sediment
Amines, N-coco alkyltrimethylenedi-, acetates (CAS 61791-64-8)	61791-64-8	0.000535 mg/kg tørrvekt (= 0.535 µg/kg)
Amines, N-C12-18-alkyltrimethylenedi-	68155-37-3	0.172 mg/kg tørrvekt

Følgende endringer er gjort:

Side 5 (norsk sammendrag):

"Disse konsentrasjonene er høye i forhold til PNEC-verdien på 0.535 µg/kg tørrvekt beregnet av ECHA (PNEC = Predicted No-Effect Concentration)."

er endret til

"Disse konsentrasjonene er over PNEC-verdien på 0.172 mg/kg tørrvekt beregnet av ECHA (PNEC = Predicted No-Effect Concentration)."

Side 6 (summary):

"These concentrations are high relative to the PNEC value of 0.535 µg/kg dry weight given by ECHA (PNEC = Predicted No-Effect Concentration)."

er endret til

"These concentrations are above the PNEC value of 0.172 mg/kg dry weight given by ECHA (PNEC = Predicted No-Effect Concentration)."

Side 11, avsnittet om Diamin:

"Dette er langt under LC50 for sebrafisk, men over verdier som gir redusert algevekst og kroniske effekter på arter. Disse verdiene er langt over PNEC-verdien på 0.002 µg/L, som er svært lav fordi det er svært lite giftighetsdata tilgjengelig, og en må anta at mange arter er mer følsomme enn de få artene som er testet (PNEC er her bestemt av EC50 for grønnalgen dividert på en "assessment factor" på 10000). Fettløseligheten er noe høy, log Pow = 4.2, som er ganske nær, men under grenseverdien i REACH (log Pow = 4.5)."

er endret til

"Dette er langt under NOEC (laveste konsentrasjon uten skadelige effekter) for vannloppen *Daphnia magna*, 32 µg/L. Disse verdiene er langt over PNEC-verdien på 0.32 µg/L, som er svært lav fordi det er svært lite giftighetsdata tilgjengelig, og en må anta at mange arter er mer følsomme enn de få artene som er testet (PNEC er her bestemt av NOEC for *Daphnia magna* dividert på en "assessment factor" på 100). Fettløseligheten er svært lav, log Pow = 0.03, som er svært langt under grenseverdien i REACH (log Pow = 4.5).»

Side 12, tabell 2:
Opprinnelig tabell

Akutt giftighet			Kilde
LC50 ¹⁾	Sebrafisk, 96 t eksponeringstid	100 - 1000 µg/l	EO
LC50	Yngel av piggvar, 96 t eksponering	840 µg/l	ECHA
NOEC ²⁾	Yngel av piggvar, 96 t eksponering	562 µg/l	ECHA
LC50	<i>Daphnia magna</i> , 48 t eksponering	32 µg/l	ECHA
EC50 ³⁾	Grønnalgen <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> , 72 t eksponeringstid	23 µg/l	ECHA
Kronisk giftighet			
NOEC	<i>Daphnia magna</i> , 21 dager	1 - 10 µg/l	EO
Grenseverdier for effekter på økosystemnivå			
PNEC ⁴⁾	Marint vann (assessment factor: 10000)	0.002 µg/L	ECHA
PNEC, kortvarige utslipp	Marint vann	0.023 µg/L	ECHA
PNEC	Marint sediment (ekstrapolert med equilibrium partitioning)	0.535 µg/kg tørrvekt	ECHA
Løselighet i fett (potensiale for bioakkumulering)			
log Pow	Beregnet med EpiSuite (KOWWIN v1.68)	4.2	ECHA

er endret til:

Akutt giftighet			Kilde
LC50 ¹⁾	Sebrafisk, 96 t eksponering	148 µg/l (80 – 350 µg/l)	ECHA
EC50 ²⁾	Grønnalgen <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> , 72 t eksponeringstid	65.2 µg/l	ECHA
NOEC ³⁾	Grønnalgen <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> , 72 t eksponeringstid	40.6 µg/l	ECHA
Kronisk giftighet			
EC50	<i>Daphnia magna</i> , voksen mortalitet, 21 dager	179 µg/l	ECHA
NOEC	<i>Daphnia magna</i> , reproduksjon, 21 dager	32 µg/l	ECHA
Grenseverdier for effekter på økosystemnivå			
PNEC ⁴⁾	Marint vann (assessment factor: 100)	0.32 µg/L	ECHA
PNEC	Marint sediment (assessment factor: 500)	0.172 mg/kg tørrvekt	ECHA

- 1) Konsentrasjon som gir 50% dødelighet
- 2) Høyeste konsentrasjon som ikke gir noen statistisk signifikant effekt
- 3) Konsentrasjon som gir 50% redusert vekst / vekstrate hos alger
- 4) Høyeste konsentrasjon som ikke forventes å gi noen negative effekter på økosystemet

Side 35, avsnitt 1:

«Disse verdiene (330 µg/kg tørrvekt) er høye i forhold til PNEC-verdien på 0.535 µg/kg tørrvekt.»
er endret til

«Disse verdiene (330 µg/kg tørrvekt) er over PNEC-verdien på 172 µg/kg tørrvekt.»

Side 44, avsnitt 2:

«De målte verdiene (330 µg/kg tørrvekt) er ca. 600 ganger høyere enn PNEC-verdien på 0.535 µg/kg tørrvekt»

er endret til

«De målte verdiene (330 µg/kg tørrvekt) er omtrent det dobbelte av PNEC-verdien på 172 µg/kg tørrvekt»

Side 44, avsnitt 2:

«ECHAs verdier har en assessment-faktor på 10000 fordi det finnes så lite data på toksisitet på stoffet (dvs. at verdiene ganges med 10000 for å ta høyde for at det kan finnes andre organismer som er mye mer sensitive for stoffet enn de organismene som er testet). Denne høye assessment-faktoren gjenspeiler mangelen på tilgjengelig kunnskap om stoffet.»

er endret til

«ECHAs verdier har en assessment-faktor på 100 fordi det finnes relativt lite data på toksisitet på stoffet (dvs. at verdiene ganges med 100 for å ta høyde for at det kan finnes andre organismer som er mye mer sensitive for stoffet enn de organismene som er testet). Assessment-faktoren gjenspeiler mangelen på tilgjengelig kunnskap om stoffet»

Side 44, avsnitt 2:

«De oppnådde toksisitetsdataene, sammen med den tidligere beregnede PNEC for marint sediment på 0.535 µg/kg tørrvekt, ...»

er endret til

«De oppnådde toksisitetsdataene, sammen med den tidligere beregnede PNEC for marint sediment på 172 µg/kg tørrvekt, ...»

Side 44, avsnitt 2:

«Vi har ikke målinger av stoffet i vann i Tysfjord, men ut fra at partisjonskoeffesienten $k_d = 267$ kg/L for N-Kokos-1,3-diaminpropan (verdien som er brukt for å beregne PNEC-verdien for sediment i **Tabell 2**), så er likevektskonsentrasjonen i vann forventet å være $0.330 / 267 = 0.0012$ mg/L i vann, altså noe under den laveste testkonsentrasjonen (0.0032 mg/L) brukt i de økotoksikologiske eksperimentene. Det må tas i betraktning er en meget grov beregning som antar kjemisk likevekt mellom sediment og vann, og kommer også an på sedimentets egenskaper (f.eks. innhold av organisk karbon).»

Dette er slettet (fant ikke tilsvarende verdier å bruke for det korrekte stoffet.)

Oslo. 14.5.2024

Dag Ø. Hjermand, prosjektleder

Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

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

Internett: www.niva.no

Tittel <i>Miljøundersøkelser i Tysfjorden for The Quartz Corp, Drag</i>	Løpenummer 7933-2024, revisjon av 7751-2022	Dato 07.05.2024, orig. rapport 31.05.2022
Forfatter(e) Hjermann, Dag Øystein Borgersen, Gunhild Georgantzopoulou, Anastasia Gitmark, Janne Kim Brkljacic, Marijana Stenrud	Fagområde Miljøgifter - marin	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hamarøy, Tysfjord, Nordland	Sider 47 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) The Quartz Corporation, Drag, Tysfjord	Kontaktperson hos oppdragsgiver Rithushan Sivathas
Oppdragsgivers utgivelse:	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 200078

Sammendrag

NIVA har undersøkt biologiske og kjemiske kvalitetselementer i Tysfjord ved The Quartz Corp sitt anlegg i Drag (Hamarøy/Håbmera kommune, Nordland fylke), samt undersøkt giftigheten av produktet Duomeen CD (bestående av 90-100% N-Kokos-1,3-diaminpropan). Hardbunnsstasjonen som ligger nærmest bedriften (Tysfjorden 1) hadde «svært god» tilstand i 2018 og «god» tilstand de tidligere undersøkelsesårene. Bløtbunnsfauna ble klassifisert til «svært god» økologisk tilstand, og de tre stasjonene nærmest utslippet var artsrike med omkring 60 arter i gjennomsnitt per grabbprøve. pH ble klart påvirket av bedriftens virksomhet, men bare for 1.5% av målingene var pH-avviket på 0.75 enheter eller mer, eller pH lavere enn pH var under 7.5. Duomeen CD ble påvist på de tre stasjonene nærmest utslippet (inntil 320 m fra utslippet) med konsentrasjoner på opptil 0.33 mg/kg tørrvekt. I lab-forsøk med fjæremark (*Arenicola sp.*) viste det seg at både de observerte konsentrasjonene av Duomeen CD, samt konsentrasjoner ned til 1/10 av dette, førte til meget høy dødelighet (93% etter 10 dager). Stoffet viste også toksiske effekter på en marin planktonalge (*Skeletonema pseudocostatum*) ved konsentrasjoner over 0.0125 mg/L, men hadde ingen toksiske effekter på den marine hoppekrepsen *Tisbe battagliai*.

Fire emneord	Four keywords
1. Miljøgifter	1. Hazardous substances
2. Bløtbunnsfauna	2. Soft-bottom fauna
3. Industriutslipp	3. Industrial discharge
4. Økotoksikologi	4. Ecotoxicology

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

Prosjektleder/Hovedforfatter
Dag Ø. Hjermann

Kvalitetssikrer
Sigurd Øxnevad

Forskningsleder
Mehdi Khakpour

ISBN 978-82-577-7669-5

NIVA-rapport ISSN 1894-7948

Miljøundersøkelser i Tysfjorden for The Quartz Corporation, Drag

Undersøkelser av bunnflora og -fauna, konsentrasjoner og økotoksikologiske effekter av N-Kokos-1,3-diaminpropan, og vannkvalitet ved utslippet

Forord

NIVA har på oppdrag fra The Quartz Corp undersøkt miljøtilstanden i Tysfjord ved Drag, samt konsentrasjoner og giftighet av kjemikalet Duomeen CD.

Feltarbeidet for innsamling av bløtbunnsfauna og sedimentprøver til kjemisk analyse ble gjennomført av Gunhild Borgersen og Marijana S. Brkljacic. Gunhild Borgersen analyserte bløtbunnsfaunaen og har skrevet de delene av rapporten som omhandler dette. Janne Gitmark har oppsummert resultater fra undersøkelser av makroalger på hardbunn. Anastasia Georgantzopoulou utførte de økotoksikologiske eksperimentene på Duomeen CD og skrev disse delene av rapporten. Sakis Tsetsilas ved Nouryon AB sto for analysene av Duomeen CD i sediment. Roar Brænden og Jan Karud har bidratt til å gjøre data fra målebøya tilgjengelige. Videre vil jeg takke Sigurd Øxnevad, Odd-Arne Segtnan Skogan og Adam Lilicrap for å ha bidratt til planleggingen og med gode råd. Sigurd har også kvalitetssikret rapporten. Prosjektleder var Dag Ø. Hjermann, som også sto for de statistiske analysene av vannkvalitet ved hjelp av bøyedata.

Takk til alle ved The Quartz Corp som har bidratt til samarbeidet, spesielt Ilias Oikonomis som var vår kontaktperson i starten av oppdraget, og Rithushan Sivathas som har vært vår kontaktperson i den siste delen av prosjektet. Vi takker for å ha fått tilliten til å gjøre dette oppdraget.

Oslo, 31.05.2022

Dag Ø. Hjermann

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	7
1.1	Tiltaksorientert overvåking	7
1.2	Bakgrunnsinformasjon om virksomheten	9
1.3	Utslippskomponenter til vann og utslippshistorikk	10
1.4	Vurdering av utslippskomponentenes effekter på kvalitetselementer i vannforekomsten	10
1.5	Områdebeskrivelse	12
1.6	Resultater fra tidligere overvåking	15
2	Materialer og metode	16
2.1	Overvåkingsprogrammet	16
2.2	Prøvetakingsmetodikk	18
2.2.1	Makroalger	18
2.2.2	Bløtbunnsfauna og sediment	20
2.3	Analysemetoder	23
2.3.1	Makroalger	23
2.3.2	Bløtbunnsfauna	24
2.3.3	Analyser av konsentrasjoner av N-Kokos-1,3-diaminpropan i sediment	25
2.3.4	Statistiske analyser av vannkvalitet	25
2.3.5	Økotoksikologiske undersøkelser av effekter av N-Kokos-1,3-diaminpropan på organismer	26
3	Resultater	29
3.1	Makroalger	29
3.2	Bløtbunnsfauna	30
3.3	Profiler av vannsøylen	34
3.4	Konsentrasjoner av N-Kokos-1,3-diaminpropan i sediment	35
3.5	Vannkvalitet ved utslippet	35
3.6	Assessment of ecotoxicological effects of Duomeen CD on marine organisms	40
4	Sammenfattende vurderinger	43
5	Konklusjon	45
6	Referanser	46

Sammendrag

På oppdrag fra The Quartz Corp har NIVA undersøkt biologiske og kjemiske kvalitetselementer i Tysfjord ved The Quartz Corp sitt anlegg i Drag (Hamarøy/Hábmera kommune, Nordland fylke), samt undersøkt giftigheten av produktet Duomeen CD (bestående av 90-100% N-Kokos-1,3-diaminpropan). Prosessverket produserer ren kvarts av høy renhet. Produksjonsprosessen medfører utslipp av mineralpartikler, syrer og flotasjonskjemikalier til sjø ved 30 meters dyp. Undersøkelsen omfatter økologisk tilstand på hardbunn og bløtbunn, målinger av pH og turbiditet over lengre tid fra en bøye ved utslippspunktet, konsentrasjoner av Duomeen CD i sediment, og økotoksikologiske undersøkelser av Duomeen CD. Alle de undersøkte hardbunnsstasjonene i Tysfjorden er blitt klassifisert til «svært god» eller «god» økologisk tilstand for makroalger. Stasjon Tysfjorden 1 (MON10), som ligger nærmest bedriften, hadde «svært god» tilstand i 2018 og «god» tilstand de tidligere undersøkelsesårene. Bløtbunnsfauna ble undersøkt på fire stasjoner fra utslippspunktet til ca. 3,4 km unna. Alle de fire undersøkte stasjonene ble klassifisert til «svært god» økologisk tilstand for bløtbunnsfauna, og de tre stasjonene nærmest utslippet var artsrike med omkring 60 arter i gjennomsnitt per grabbprøve og over 100 arter totalt på stasjonen. pH og turbiditet ble målt hver 1 t 45 minutter av sensorer på 20 m dybde, 180 m fra utslippspunktet. pH ble klart påvirket av bedriftens virksomhet, men bare for 1.5% av målingene var pH-avviket på 0.75 enheter eller mer, eller pH lavere enn pH var under 7.5. Konsentrasjoner av Duomeen CD i de øverste 2 cm av bunnsedimentet ble undersøkt på sju stasjoner fra utslippspunktet til ca. 3,4 km unna, og påvist på de tre stasjonene nærmest utslippet (inntil 320 m fra utslippet). Konsentrasjonene var høyest, 0.33 mg/kg tørrvekt, på to nærmeste stasjonene. Disse konsentrasjonene er over PNEC-verdien på 0.172 mg/kg tørrvekt beregnet av ECHA (PNEC = Predicted No-Effect Concentration).. I lab-forsøk med fjæremark (*Arenicola* sp.) viste det seg at både de observerte konsentrasjonene av Duomeen CD, samt konsentrasjoner ned til 1/10 av dette, førte til meget høy dødelighet (93% etter 10 dager). Stoffet viste også toksiske effekter på en marin planktonalge (*Skeletonema pseudocostatum*) ved konsentrasjoner over 0.0125 mg/L, men hadde ingen toksiske effekter på den marine hoppekrepsen *Tisbe battagliai*.

Summary

Title: Miljøundersøkelser i Tysfjorden for The Quartz Corp, Drag

Year: 2024

Author(s): Hjermmann, Dag Øystein; Borgersen, Gunhild; Georgantzopoulou, Anastasia; Gitmark, Janne Kim; Brkljacic, Marijana Stenrud

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7669-5

On behalf of The Quartz Corp, NIVA has investigated environmental conditions in Tysfjord, close to the production plant of The Quartz Corp in Drag (Hamarøy/Hábmera municipality, Nordland county), as well as investigated the toxicity of the product Duomeen CD (consisting of 90-100% N-Coco-1,3-diaminopropane). The plant produces high-quality quartz, and during the process discharges mineral particles, acids and flotation chemicals to the sea at 30 m depth. The investigation includes ecological status on hard-bottom and soft-bottom habitats, semi-continuous measurements of pH and turbidity from a buoy close to the discharge point, measurements of Duomeen CD concentrations in the fjord sediment, and ecotoxicological experiments with Duomeen CD. All hard-bottom stations in the fjord have "good" or "very good" ecological status. The station closest to the plant ad "very good" status in the last year of investigation (2018), and "good" status in previous years. Soft-bottom fauna was investigated in four stations from the release point to 3.4 km away. All the four stations had "very good" ecological status of the soft-bottom fauna. The three stations closest to the release were all characterised by high species richness and diversity, with ca. 60 species per grab and over 100 species for each station. pH and turbidity were measured every 1 hour 45 minutes by sensors at 20 m depth, ca. 180 m from the release point. The pH was clearly affected by production at the plant, but only 1.5% of the measurements had pH that was >0.75 lower than normal. Concentrations of Duomeen CD in the upper 2 cm of the sediment was investigated at seven stations from the release point to 1.5 km away and was detected in the three stations closest to the release point. The concentrations were highest, 0.33 mg/kg dry weight, on the two closest stations (up to 320 m from the release). These concentrations are above the PNEC value of 0.172 mg/kg dry weight given by ECHA (PNEC = Predicted No-Effect Concentration). In our lab experiments with *Arenicola* sp. (lugworms), we found that both the observed concentrations of Duomeen CD, as well as concentrations down to 1/10 of this, lead to very high mortality (93% after 10 days). The substance also showed toxic effects on the marine diatom algae *Skeletonema pseudocostatum* at concentrations over 0.0125 mg/L, but had no toxic effects on the marine copepod *Tisbe battagliai*.

1 Innledning

Miljødirektoratet har pålagt Quartz Corp å undersøke kvalitetselementer i vannforekomsten som kan være direkte eller indirekte påvirket av bedriftens utslipp, og tillegg se spesielt på sitt utslipp av diamin (N-Kokos-1,3-diaminpropan). Undersøkelsen skal omfatte bedriftens eget utslipp, samt samlet tilstand og påvirkning i vannforekomsten.

Undersøkelsene som skal utføres kan oppsummeres som følger:

1. Undersøke kvalitetselementer i vannforekomsten som kan være direkte eller indirekte påvirket av bedriftens utslipp
2. Undersøke om utslippene har gitt en oppkonsentrering av N-Kokos-1,3-diaminpropan i sedimentene i området
3. Undersøke om N-Kokos-1,3-diaminpropan kan ha skadelig effekt på sedimentlevende organismer og vannmiljøet i området

1.1 Tiltaksorientert overvåking

Ved implementeringen av vannforskriften i Norge har alle vannforekomster fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god» tilstand skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås. Fundamentalt i vannforskriften er karakteriseringen og klassifiseringen av vannforekomster. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst ved hjelp av systematisk overvåking.

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåkingen, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Overvåkingen som utføres for Quartz Corp er i kategorien tiltaksorientert overvåking. Tiltaksorientert overvåking skal utføres med sikte på å:

- fastslå tilstand til vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, og
- vurdere eventuelle endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak.

Konkrete krav til hvilke kvalitetselementer som skal undersøkes ved ulike påvirkninger, prøvetakingsfrekvens og grenseverdier for tilstandsklassifisering er angitt i detalj i en egen «Klassifiseringsveileder for klassifisering av miljøtilstand i vann» (Veileder 02:2018) og i «Eksempelsamling for tiltaksorientert overvåking» (Rannekleiv m.fl. 2018). For fastsetting av økologisk tilstand benyttes biologiske kvalitetselementer (i kystvann omfatter det bløtbunnsfauna, makroalger og planteplankton), fysisk-kjemiske kvalitetselementer og vannregionspesifikke stoffer (hovedsakelig miljøgifter bestemt av Miljødirektoratet). For fastsetting av kjemisk tilstand vurderes konsentrasjoner av prioriterte stoffer (hovedsakelig miljøgifter bestemt av EU).

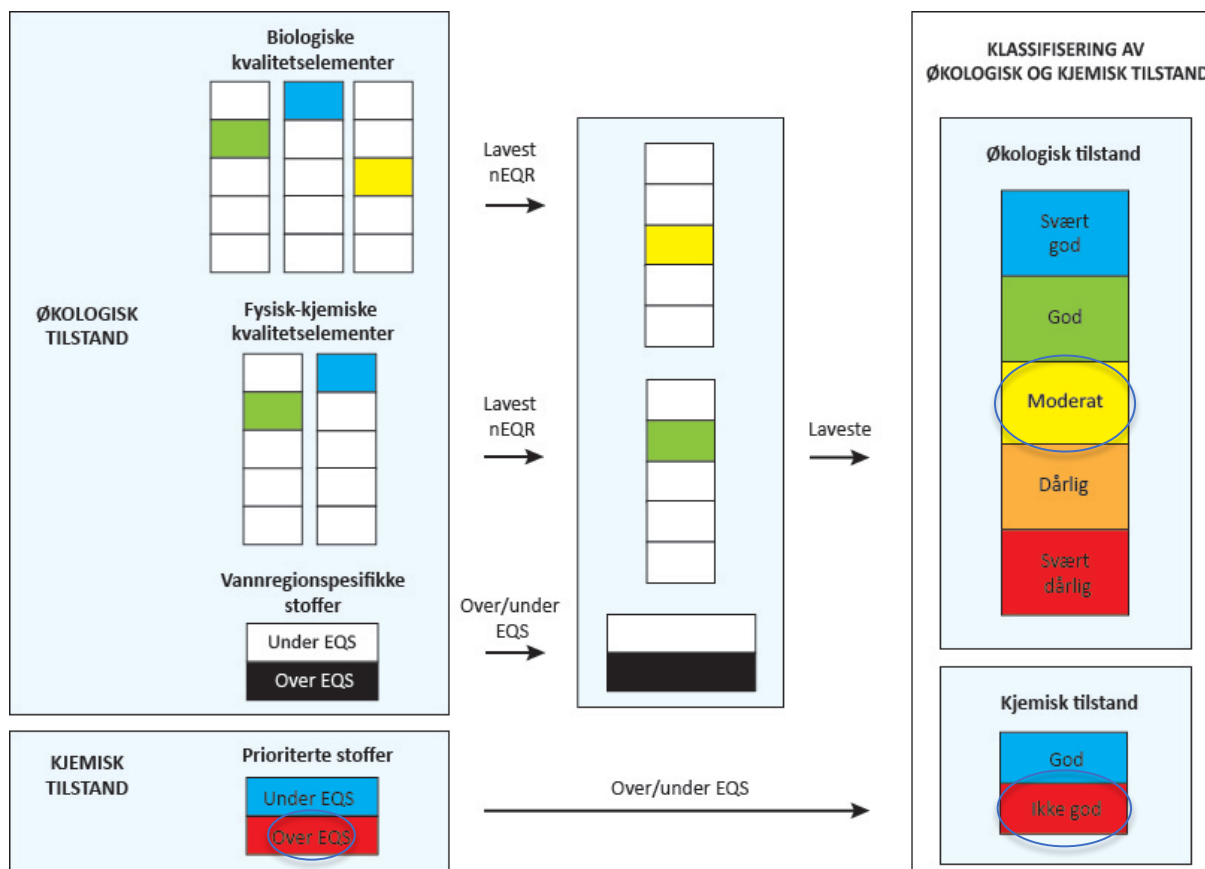
Prinsippene for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst er vist i **Figur 1**. Klassifisering av økologisk tilstand begynner med å kartlegge tilstanden til de biologiske kvalitetselementene, der blant annet sammensetningen av arter sammenlignes med hva man ville forventet dersom vannforekomsten var upåvirket av menneskelige aktiviteter (også kalt "naturtilstand" eller "referansetilstand"). Artssammensetningen kan uttrykkes i form av indekser som angir andel arter som er følsomme og andel arter som er tolerante for en bestemt påvirkning.

De biologiske kvalitetselementene klassifiseres i en av fem tilstandsklasser: «svært god», «god», «moderat», «dårlig» og «svært dårlig» tilstand. Dersom man har flere parametere eller indekser innen ett kvalitetselement, beregnes som regel en middelvei for hver parameter eller indeks til et endelig resultat for det aktuelle kvalitetselementet. Deretter gjøres tilsvarende beregninger for hver parameter for de generelle fysisk-kjemiske kvalitetselementene, der verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning.

Det biologiske kvalitetselementet som har dårligst tilstand styrer utfallet av den økologiske tilstandsklassifiseringen. Dersom flere biologiske kvalitetselementer overvåkes og det verste av disse gir «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil ikke de fysisk-kjemiske kvalitetselementene (støtteparametere) påvirke klassifiseringen i negativ retning. Ved «svært god» eller «god» tilstand for de biologiske kvalitetselementene, må også de fysisk-kjemiske kvalitetselementene vurderes og disse vil da kunne trekke ned tilstanden til «moderat».

Tiltaksorientert overvåking er fleksibel med hensyn til antall stasjoner, valg av kvalitetselementer og prøvetakingsfrekvens. Valg av nettverk for målestasjoner skal gjøres hensiktsmessig for den aktuelle vannforekomst, og erfaringer fra tidligere undersøkelser vektlegges. Biologiske eller fysisk-kjemiske kvalitetselementer som er relevante for utslipp og belastning skal overvåkes. Som et minimum skal det biologiske kvalitetselementet som er mest følsomt for belastningen overvåkes.

Prøvetakingsfrekvensen skal være så hyppig at man pålitelig kan fastsette miljøtilstanden. For bløtbunnsfauna og makroalger er det ved tiltaksorientert overvåking angitt at prøvetaking skal gjennomføres hvert tredje år. For planteplankton og fysisk-kjemiske kvalitetselementer som oksygen og næringssalter bør tre års sammenhengende prøvetaking ligge til grunn for klassifisering av tilstand. Prøvetaking over en tre-års periode er nødvendig for å jevne ut eventuelle forskjeller som skyldes naturlig variasjon fra år til år og fra en dag til en annen. For utforming av overvåkingsprogrammet er det lagt vekt på å benytte kvalitetselementer hvor det er utarbeidet klassegrenser i henhold til vannforskriften (Veileder 02:2018) eller hvor andre nasjonale klassegrenser kan benyttes.



Figur 1. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst. Biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer samt vannregionspesifikke stoffer inngår i vurdering av økologisk tilstand. Den normaliserte kvalitetskvotienten (nEQR) gir tilstanden til de biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene. Det biologiske kvalitetselementet som har dårligst tilstand styrer utfallet av den økologiske tilstandsklassifiseringen. Dersom biologiske kvalitetselementer er bestemt til «god» eller «svært god» kan den økologiske tilstanden nedgraderes til «moderat» dersom de fysisk-kjemiske kvalitetselementene får «moderat» eller dårligere tilstand. Kjemisk tilstand (ved prioriterte stoffer) inngår ikke i overvåkingen i Tysfjord for The Quartz Corp. Figur laget av NIVA.

1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten

Prosessverket til The Quartz Corp på Drag ved Tysfjorden (Hamarøy kommune, Nordland fylke) produserer ren kvarts av høy renhet. Fabrikken har drevet siden 1987 (med ulikt eierskap) og var opprinnelig basert på lokale kvartsforkomster, men nå blir det meste av kvartsen importert fra North Carolina, USA. Produksjonsprosessen medfører utslipp av mineralpartikler, syrer og flotasjonskjemikalier til sjø ved 30 meters dyp. Utslippen av syre føres via doseringstank til sjøvannstank slik at all flussyre og fluorid skal reagere til fluorkiselsyre før utslipp til resipienten.

1.3 Utslippskomponenter til vann og utslippshistorikk

Bedriftens utslippstillatelse (tabell 1) er basert på en årlig produksjon av inntil 30 000 tonn ferdig produkt pr. år hvorav alt kan være syrevasket og inntil 3000 tonn kan være klorinert.

Utslippstillatelsen er gitt i tabell 1. Videre er det bestemt at pH-verdi målt inntil 30 meter horisontalt fra utslippspunktet skal ikke være lavere enn 6.

Tabell 1. Tillatt utslipp til vann fra Quartz Corp, Drag.

Kilde	Komponent	Utslippsgrenser		Gjelder fra
		Korttids-grense kg/døgn (8 t - middel)	Langtidsgrense Tonn/år (årsmiddel)	
Oppredning og syrevask	Avgangsmasse, suspendert stoff (SS)	78 000	37 000	d.d.
	Fluorkiselsyre (100%)	23 175	8500	d.d.
	Petroleumsulfonat	160	25	d.d.
	Diamin	13	6	d.d.
Klorineringsprosess	Natriumklorid NaCl	800*	230	d.d.

*døgnmiddel

1.4 Vurdering av utslippskomponentenes effekter på kvalitetselementer i vannforekomsten

Avgangsmasse

NIVA-rapporten fra 2011 (Ledang et al. 2011) beregnet ved modellering at det meste av avgangen sedimenterer innenfor en radius på ca. 1000 m. Basert på en avgang på 11.000 tonn pr. år ble det i samme rapport beregnet at den gjennomsnittlige sedimentasjonsrate innenfor dette området er på ca. 4 mm/år. Dette er lavere enn grenseverdien på 6.5 mm. Utslippsgrensen for avgangsmasse (37000 tonn/år) er satt til å være over 3 ganger høyere enn denne beregningen tok utgangspunkt i. Det faktiske utslippet fra bedriften i årene 2014-2019 har imidlertid ikke vært mer enn ca. 4000 tonn/år i gjennomsnitt. Partikkelstørrelser for dagens utslipp er målt for to prøver fra produksjon av hovedproduktet, og er på 95-377 µm og 68-211 µm (oppgitt som 10- og 90-persentil). NIVAs rapport fra 2011 tok utgangspunkt i de betydelig finere partikkelstørrelser som ble produsert den gangen, 5.6-61.6 µm (10- og 90-persentil). Dagens utslipp spres derfor over et mindre område enn det som 2011-rapporten kom fram til.

Fluorkiselsyre

Dette påvirker økosystemet ved å senke pH i relativt korte tidsperioder. Sjøvann er en god buffer for syre og når fortyningen er god og saltholdigheten høy vil en eventuell pH-reduksjon begrense seg til nærsone til utslippet. Data fra overvåkningsbøyen (10 m dyp, 70 m fra bøyen) viste pH-senking på mer enn 0.5 enheter kun i 1.5% av tiden når det var sterk strøm fra avløpsrøret mot bøyen (Hjermann 2015). Dette kan påvirke plankton som ikke har sterk evne til egenbevegelse, mens fisk generelt synes å være i stand til å detektere og unngå vanmasser med lav pH (f.eks. Davies 1991, Åtland 1998, Kroon 2005). I perioder med manglende sjiktning i vannmassen kan avløpsvannet stige

helt til overflaten og gi en kortvarig redusert pH over et større område (Ledang et al. 2011). Det kan da tenkes å nå land og påvirke bunnlevende planter og dyr på grunt vann.

Petroleumssulfonat

Dette er en gruppe stoffer som regnes som skadelig for vannmiljøet. Det er imidlertid godt dokumentert at sulfonater generelt nedbrytes ganske raskt (ECHA 2020) og stoffet har lav giftighet (LC50 >10000 mg/L for marin fisk). I Ledang m. fl. (2011) ble det beregnet at konsentrasjonen ville være <0.5 mg/L bare 3 m fra avløpsrøret. Stoffet antas derfor å ikke ha noen effekt på miljøet pga toksiske effekter. Imidlertid kan biologisk nedbrytning av organiske substanser føre til oksygenmangel i dypvannet. Dette har vist seg å være tilfelle for andre lokaliteter med utslipp av flotasjonskemikalier.

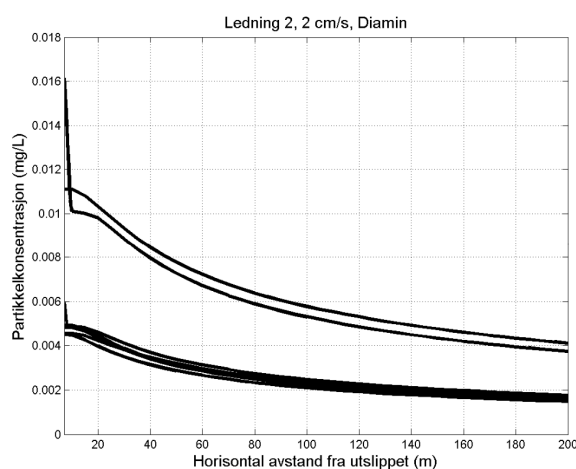
Diamin

Utslipet er av N-Coco-1,3-diaminopropan (som er en samling lignende stoffer). Ledang m. fl. (2011) beregnet konsentrasjonen til å være opptil 6 µg/L i en avstand på 100 m fra utslippsrøret (Fig. 3). Dagens utslippstillatelse er omtrent 6 ganger så høy som utslippet den gang rapporten ble skrevet; det må imidlertid legges til at bruk av såpass store mengder diamin er urealistisk i nåværende situasjon pga. begrensinger i tilgangen av kjemikalier. Dette er langt under NOEC (laveste konsentrasjon uten skadelige effekter) for vannloppen *Daphnia magna*, 32 µg/L. Disse verdiene er langt over PNEC-verdien på 0.32 µg/L, som er svært lav fordi det er svært lite giftighetsdata tilgjengelig, og en må anta at mange arter er mer følsomme enn de få artene som er testet (PNEC er her bestemt av NOEC for *Daphnia magna* dividert på en "assessment factor" på 100). Fettløseligheten er svært lav, log Pow = 0.03, som er svært langt under grenseverdien i REACH (log Pow = 4.5). N-Coco-1,3-diaminopropan regnes ikke blant stoffer som er persistente, bioakkumulative og toksiske (PBT), eller meget persistente og meget bioakkumulative (vPvB).

Tabell 2. Giftighet- og terskelverdier for N-Coco-1,3-diaminopropan. Opplysningene er hentet fra ECHAs dossierer (ECHA), se Referanser.

Akutt giftighet			Kilde
LC50 ¹⁾	Sebrafisk, 96 t eksponering	148 µg/l (80 – 350 µg/l)	ECHA
EC50 ²⁾	Grønnalgen <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> , 72 t eksponeringstid	65.2 µg/l	ECHA
NOEC ³⁾	Grønnalgen <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> , 72 t eksponeringstid	40.6 µg/l	ECHA
Kronisk giftighet			
EC50	<i>Daphnia magna</i> , voksen mortalitet, 21 dager	179 µg/l	ECHA
NOEC	<i>Daphnia magna</i> , reproduksjon, 21 dager	32 µg/l	ECHA
Grenseverdier for effekter på økosystemnivå			
PNEC ⁴⁾	Marint vann (assessment factor: 100)	0.32 µg/L	ECHA
PNEC	Marint sediment (assessment factor: 500)	0.172 mg/kg tørrvekt	ECHA

- 5) Konsentrasjon som gir 50% dødelighet
- 6) Høyeste konsentrasjon som ikke gir noen statistisk signifikant effekt
- 7) Konsentrasjon som gir 50% redusert vekst / vekstrate hos alger
- 8) Høyeste konsentrasjon som ikke forventes å gi noen negative effekter på økosystemet



Figur 2. Modellert konsentrasjon av diamin for avstand 0-200 m fra utslippspunktet i Tysfjorden, fra Ledang 2011. Beregningene tar utgangspunkt i et årlig utslipp i underkant av 1 tonn per år, mens nåværende utslippstillatelse er på 6 tonn / år. Fra Ledang et al. 2011.

1.5 Områdebeskrivelse

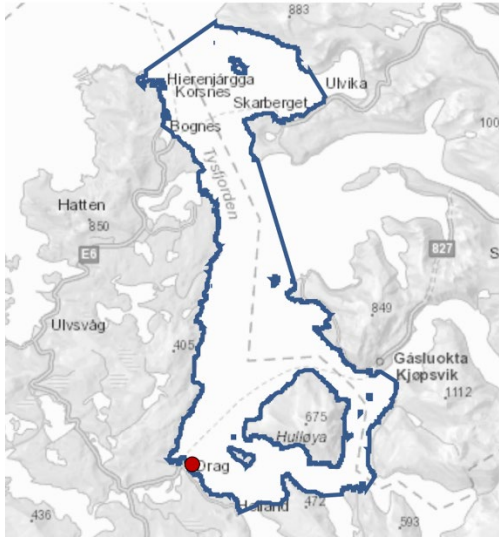
Tysfjord er en dyp fjord nord for Bodø og øst for Vestfjorden (Figur 1). Fjordmunningen har en terskel på 284 m mellom Bremneset og Korsnes. Det største dypet er på 725 m omtrent 8 km innenfor

terskelen. Videre innover fjorden går det en renne fra dette dypeste punktet som ender på omkring 200-300 m innerst i fjorden, og er grunnere i de forskjellige fjordarmene i indre del av fjorden. Drag, lokaliteten for bedriften ligger omtrent 27 km fra fjordmunningen. Utenfor Drag, hvor utslippspunktene for ledning 2 og ledning 3 finnes, og hvor måleriggen ble plassert (**Figur 3**, nederst), er det en bratt skråning som ender i et bunndyp på omkring 329 m. Det er få elveutløp i denne fjorden, og lite ferskvannsbidrag. Hydrografimålinger fra Ledang m. fl. (2011) viste også dette, med en svak sjiktning gjennom store deler av året. Målinger fra målebøya i 2014 tyder på at mye sørøstlig vind om vinteren fører til et strømningsmønster med strøm innover sør/vest-siden og utover fjorden på nord/øst-siden (Hjermann et al. 2015). Sommerstid, da det var mindre vind og oftest på tvers av fjorden, gikk strømmen begge veier like ofte, og fulgte den vanlige tidevannssyklusen.

Bedriften ligger i vannforekomst Tysfjorden (VannforekomstID: 0364020100-6-C; **Figur 4**). Økologisk og kjemisk tilstand er karakterisert som "god" etter vannforskriften, mens økologisk tilstand er karakterisert som "moderat" pga. noe høye verdier av nitritt og nitrat. Noe usikkerhet er knyttet til kjemisk tilstand ved Nordcem Kjøpsvik etter tidligere utlipp (Vann-nett 2020).



Figur 3. Tysfjordens bunntopografi og bedriftens plassering. Også noen stasjoner undersøkt flere ganger siden 2013 på oppdrag for havbruksnæringen er tatt med. Grunnlagskartet er fra mareano.no.



Figur 4. Avgrensing av vannforekomst Tysfjorden; bedriften er markert med en rød prikk. Grunnlagskartet er fra vann-nett.no.

1.6 Resultater fra tidligere overvåking

Eksisterende rapporter for bedriften

I 2010 gjennomførte NIVA en undersøkelse av sjøresipienten utenfor prosessverket, som den gang het Norwegian Crystallites A/S (Ledang m. fl., 2011) med bakgrunn i utslipp fra bedriften. Denne undersøkelsen omfattet repeterte enkeltmålinger av salt, temperatur, turbiditet og pH i sjøresipienten ved flere stasjoner rundt utslippspunktet, beregning av pH ut i fra mengden svovelsyre og fluorkiselsyre samt modellering av fortynning og innlagringsdyp for utslippet i sjøresipienten. Det ble også beregnet konsentrasjoner av flotasjonskjemikalier i ulike horisontal avstand fra utslippspunktet. I tillegg ble det gjort undersøkelser av sjøbunnen, samt modellering av vertikal stigning og fortynning av utslippet for å beregne partikkelkonsentrasjoner, pH og kjemikaliekonsentrasjoner i ulike dyp og avstander fra utslippet (Ledang m. fl., 2011, Ledang og Schaanning 2011).

På bakgrunn av resultatene fra denne undersøkelsen ble det utplassert en målerigg nord for utslippsledningene og omkring 70 m i avstand fra utslippsrørene i slutten av mars 2012, med målesensorer på 20 m dyp for måling av temperatur, salinitet, turbiditet, pH og strøm. Sensorer på 10 m dyp ble lagt til i mai 2013. Bøya er senere flyttet til sørsiden av utslippsledningene, basert på data fra bøya som viser at strømmen oftere går innover fjorden enn utover. Dataene fra 2012 til 2014 er blitt analysert og rapportert i tre NIVA-rapporter (Ledang og Beylich 2013, Ledang og Berge 2014, Hjermann 2015). Alle rapportene påviser en klar sammenheng mellom perioder med syrevask i bedriften og redusert pH ved måleriggen. Bøyen viser også perioder med økt turbiditet, i noen tilfeller som følge av virksomhet ved bedriften, i andre tilfeller av naturlige årsaker (høy nedbør).

Andre relevante rapporter

På oppdrag for havbruksnæringen (NCE-Aquaculture) har NIVA i perioden 2013-2019 utført årlige undersøkelser av hydrografi, bløtbunnsfauna og hardbunnsorganismer i 6 fjorder i Nordland i forbindelse med overvåkingen programmet Marin Overvåking Nordland, deriblant Tysfjorden og nabofjordene Sagfjorden i sør og Ofotfjorden i nord (Brkljacic m. fl. 2016, Brkljacic m. fl. 2022). De mest relevante stasjonene er markert i Fig. 1. Siste undersøkelse (hittil) var i 2019. Én av lokalitetene (Tysfjorden 1) er en hardbunnslokalitet bare 300 meter fra Quartz Corp.

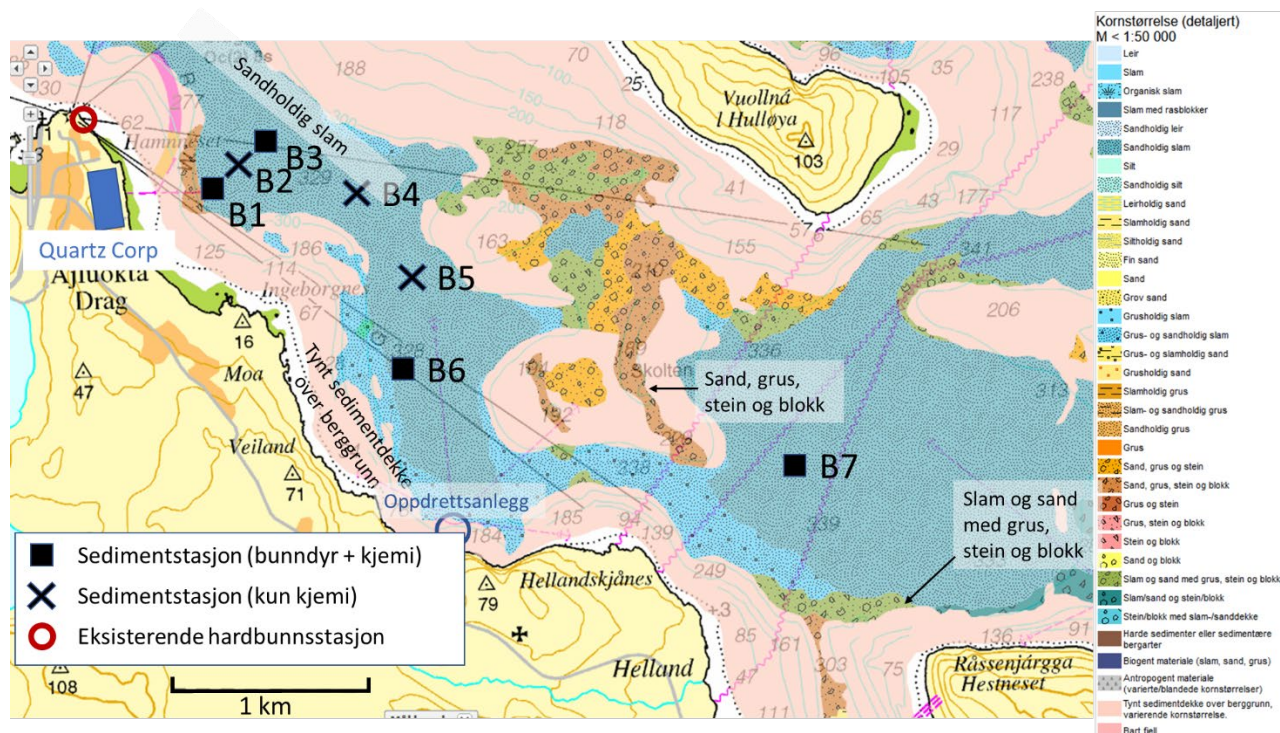
2 Materialer og metode

2.1 Overvåkingsprogrammet

Overvåkingsprogrammet baserer seg på rapporterte utslipp fra bedriften, krav til overvåking fra Miljødirektoratet, krav til prøvetaking og frekvens som angitt i vannforskriften og nasjonale veiledere for overvåking (hovedsakelig Veileder 02:2018), samt resultatene fra tidligere overvåking.

Under følger en kort oversikt over overvåkningsprogrammet (som er beskrevet i større detalj lenger ned). Stasjonene i programmet er vist i **Figur 5**.

1. Undersøkelser av kvalitetselementer i vannforekomsten som kan være direkte eller indirekte påvirket av bedriftens utslipp
 - a. Undersøkelser på hardbunn (kap. 3.1)
Fastsittende makroalger omfatter store, synlige alger som vokser på hardt underlag langs kysten. Algene har ikke mulighet til å forflytte seg dersom miljøforholdene blir dårlige, og algesamfunnet vil dermed være sammensatt av de artene som til enhver tid er best tilpasset miljøforholdene i konkurranse med andre arter.
 - b. Undersøkelser på bløtbunn (kap. 3.2)
Undersøkelser av bløtbunnssamfunn benyttes rutinemessig i overvåking av miljøtilstand i marine miljøer. Bløtbunnsartene er relativt stasjonære slik at artssammensetningen i stor grad representerer miljøforholdene på en lokalitet. Organisk anrikning, annen forurensning og høy grad av sedimentering kan medføre dominans av forurensningstolerante arter og redusert biodiversitet.
 - c. Undersøkelser av konsentrasjonene av N-Kokos-1,3-diaminpropan i sediment (kap. 3.3)
For å undersøke den faktiske spredningen og eventuelt akkumuleringen av N-Kokos-1,3-diaminpropan, ble sedimentprøver analysert for konsentrasjon av dette stoffet.
 - d. Undersøkelser av tilstanden i vannsøylen (kap. 3.4)
Data for pH og turbiditet (mengde suspenderte partikler i vann) fra bedriftens bøye nær utslippspunktet ble analysert.
2. Økotoksikologiske undersøkelser av effekter av N-Kokos-1,3-diaminpropan på organismer
 - a. Effekter på vann- og sedimentlevende marine organismer (kap. 3.5)
N-Kokos-1,3-diaminpropan er hovedbestanddelen (90-100%) av Duomeen CD, som er det kommersielle navnet på stoffet bedriften bruker i prosessene. Det er gjort relativt lite toksisitetsundersøkelser av dette stoffet. Det ble derfor utført toksisitetstester på tre ulike marine organismer: én art planteplankton, én art av hoppekrepser (Copepoda) og én sedimentlevende flerbørstemark (Polychaeta).



Figur 5. Sedimentstasjoner for bunndyr og kjemi, samt hydrologi. Den nærmeste hardbunnsstasjonen (MON10 Tysfjorden 1; se **Tabell 3**) er også vist. Produksjonsanlegget til The Quartz Corp er vist som et blått rektangel, og den stiplede rosa linjen fra anlegget viser utslippsledningen, som slutter rett ved stasjon B1. Én stasjon (kalt B8) som var plassert ca. 0.5 km øst for B7 var planlagt, men utgikk da det ikke lyktes å hente bunnprøve fra den (muligens pga. mangel på bløtbunn i området). Koordinater for stasjonene er gitt i **Tabell 3** og **Tabell 4**.

2.2 Prøvetakingsmetodikk

2.2.1 Makroalger

Det har blitt utført fjæresoneundersøkelser på til sammen 4 stasjoner i Tysfjorden i 2013-15 og i 2017-18, på oppdrag for havbruksnæringen (NCE-Aquaculture) (Brkljacic m. fl. 2016, Brkljacic m. fl. 2022). Undersøkelsene ble utført i juli måned alle undersøkelsesårene. Stasjonenes plassering er gitt i **Figur 6**, og posisjoner er gitt i **Tabell 3**.



Figur 6. Stasjonsplassering til fjærestasjonene undersøkt i Tysfjorden i 2013-15, 2017-18. MON12 ble kun undersøkt i 2013, og ble i 2014 erstattet med MON20.

Tabell 3. Posisjoner (wgs84) til fjæresonestasjonene undersøkt i Tysfjorden i 2013-2015 og 2017-2018 (Brkljacic m. fl. 2022).

Stasjonsnr	Stasjonsnavn	Posisjon (wgs84)		Vannforekomst	Vanntype
MON10	Tysfjorden 1	68,04833	16,08503	Tysfjorden	3
MON11	Tysfjorden 2	68,01339	16,17186	Hellmofjorden-ytre	4
MON12*	Tysfjorden 3	67,97108	16,22104	Hellmofjorden-ytre	4
MON20	Tysfjorden 3_ny	68,15122	16,27663	Haukøyfjorden	3

*MON12 ble kun undersøkt i 2013, og ble i 2014 erstattet med MON20.

På samtlige stasjoner ble det foretatt en registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i fjæresonen i en ca. 10 m horisontal strekning av fjæra. Den vertikale utstrekningen går fra supralittoralen (sprutsonen) til øvre del av sublittoralen (sjøsonen) iht. de retningslinjer som er gitt i standarden for veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn (NS-EN ISO 19493:2007).

Undersøkelsen ble utført ved snorkling og/eller vandring i fjæra (avhengig av vannstand) (**Figur 7**). 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 – 5 % dekningsgrad
- 3 - Frekvent forekomst: >5 – 25 % dekningsgrad
- 4 - Vanlig forekomst: >25 – 50 % dekningsgrad
- 5 - Betydelig forekomst: >50 – 75 % dekningsgrad
- 6 - Dominerende forekomst: >75 – 100 % dekningsgrad

De organismene som ikke kunne identifiseres i felt, ble samlet inn og senere bestemt under mikroskop. I tillegg til registrering av organismer i fjæra ble også stasjonens fysiske karakteristika registrert på et skjema iht. Veileder 02:2018. Det ble tatt bilder av samtlige stasjoner, og karakteristiske trekk ved alle stasjoner ble dokumentert med fotografering av fjæresonen.



Figur 7. Fjæresoneundersøkelser på stasjon Tysfjorden 2 (MON11) i 2015. Foto: Janne Gitmark/NIVA.

2.2.2 Bløtbunnsfauna og sediment

Prøvetaking for bløtbunnsfauna og sediment på til sammen 8 stasjoner i Tysfjorden ble gjennomført 28.-29.april 2021 med fartøyet Ingrid tilhørende Nordlaks, med mannskap fra Nordlaks. Stasjonenes plassering er vist i **Figur 8**, og dyp og posisjon er gitt i **Tabell 4**.

Faunaprøver ble tatt på fire stasjoner (B1, B3, B6 og B7) med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m² (**Figur 9**). Det ble tatt fire parallelle prøver på hver av stasjonene med unntak av stasjon B7, hvor det bare ble tatt én grabbprøve grunnet vansker med prøvetakingen på lokaliteten. Hver grabbprøve ble inspisert gjennom grabbens toppluke, sedimentvolum i grabben ble målt med en målepinne og fargen på sedimentet ble klassifisert iht. Munsells fargekart for jord og sedimenter. Hver prøve ble beskrevet visuelt mht. sedimentets karakter, for eksempel konsistens, lukt og tilstedeværelse av synlige dyr (Error! Reference source not found. - tokrapport). Prøvene ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sikter plassert i vannbad. Sikteresten (**Figur 9**) ble så konservert i en 10-20 % formalin-sjøvanns-løsning, nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa. Sedimentprøver for organisk innhold (nitrogen (TN) og total organisk karbon (TOC)) ble tatt fra separate grabbprøver på de samme stasjonene som fauna, bortsett fra stasjon B7). Sedimentprøvene ble tatt som delprøver fra 0-1 cm øvre sjikt fra en van Veen grabb med uforstyrret sedimentoverflate.

Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling og miljøgifter ble tatt på syv stasjoner (B1-B7, **Tabell 4**). Sedimentprøvene ble tatt som delprøver fra en van Veen grabb med uforstyrret sedimentoverflate. Prøver for kornfordeling ble tatt fra sjiktet 0-2 og 3-5 cm, og for analyse av miljøgifter fra 0-2 cm. Temperatur, salinitet, oksygenkonsentrasjon og pH i vannmassene ble målt fra overflaten og ned til bunnen med en CTD-sonde (SAIV) på stasjon B3 og B7.

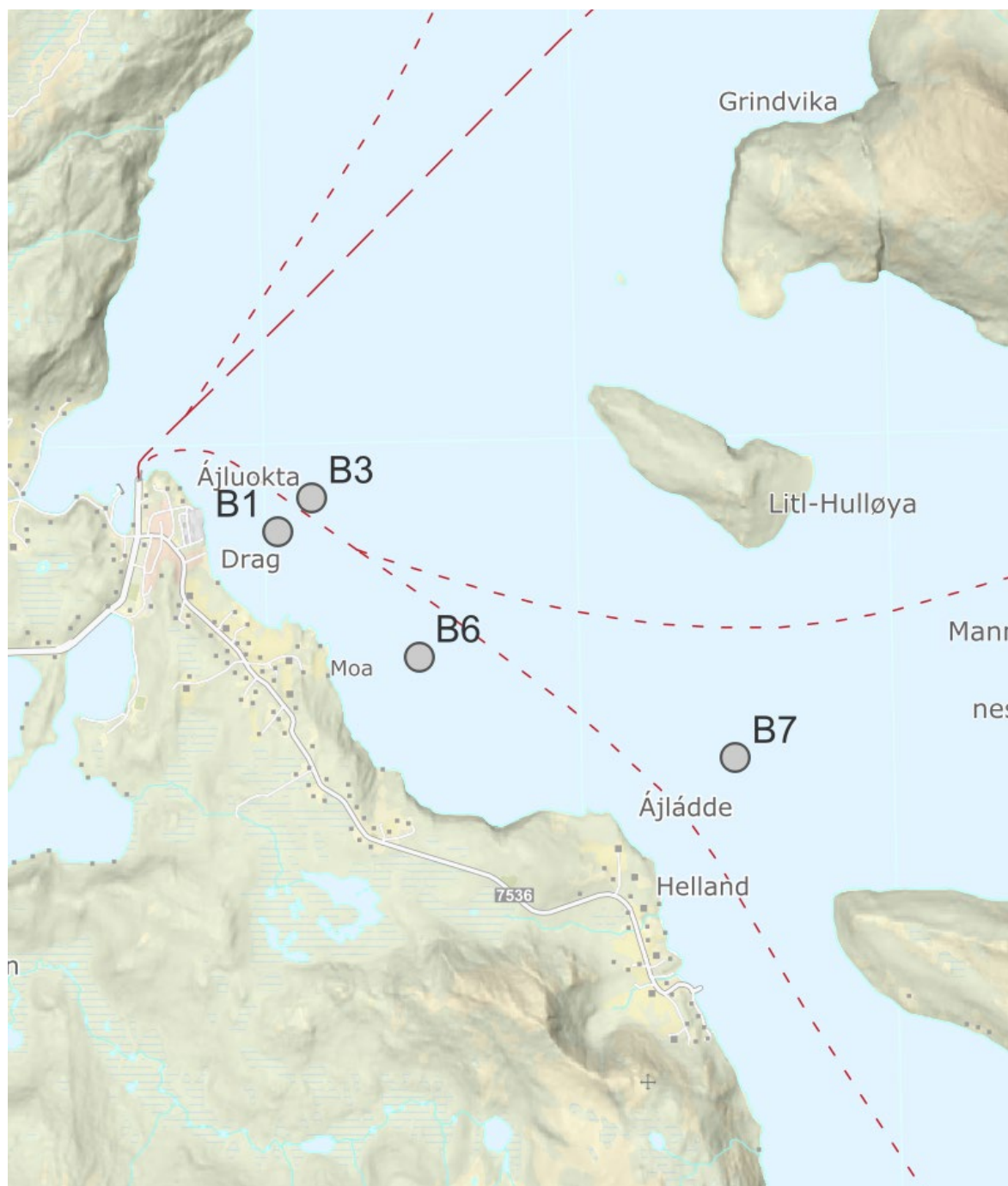
Stasjon B8 ble droppet da det ikke var mulig å ta prøver. Grabben lukket seg, men kom opp tom. Dette kan skyldes at det var hardbunn og ikke bløtbunn på lokaliteten.

Prøvetaking og behandling ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19:2004.

Tabell 4. Posisjoner (WGS84) til stasjonene for undersøkelse av bløtbunnsfauna og sediment i Tysfjorden i 2021.

Stasjons-id	Prøvetakings-dato	Posisjon nord	Posisjon øst	Dyp (m)	Fauna-prøver	TOC/TN 0-1 cm	Korn-størrelse 0-2+3-5 cm	Miljø-gifter
B1	28.4.2021	68,04477	16,10183	325	4	x	x	x
B2	28.4.2021	68,04572	16,10436	330			x	x
B3*	28.4.2021	68,04676	16,10747	329	4	x	x	x
B4	28.4.2021	68,04453	16,11996	330			x	x
B5	28.4.2021	68,04099	16,12564	320			x	x
B6	28.4.2021	68,03715	16,12416	330	4	x	x	x
B7*	29.4.2021	68,03073	16,17454	331	1		x	x
B8	29.4.2021	68,03079	16,1738					

* målte profil med CTD med påmontert oksygen- og pH-sensor



Figur 8. Kart som viser posisjonene til stasjonene i Tysfjorden som ble prøvetatt for bløtbunnsfauna i 2021.



Figur 9. Van Veen-grabb (venstre) som benyttes til prøvetaking av bløtbunnsfauna, og sikterest (høyre) fra stasjon B3 med bunnfauna (bl.a. rør tilhørende børstemark) og leirerester. Foto: NIVA

2.3 Analysemetoder

2.3.1 Makroalger

For makroalger har vi per i dag (april 2022) to indekser (Fjæreindeksen – RSLA/RSL og Nedre voksegrenseindeksen – MSMDI) for å beregne økologisk tilstand (Veileder 02:2018). I Tysfjorden ble det benyttet fjæreindeksen for å beregne økologisk tilstand.

Fjæreindeksen, RSLA/RSL (Reduced Species List with Abundance/Reduced Species List), baseres på en multimetrisk indeks som inneholder informasjon om antall arter som forekommer i fjæra, forhold mellom grupper og typer av arter, samt justering for en verdisetting av fysiske forhold i fjæra (Veileder 02:2018). Prosedyren for å beregne tilstand på en stasjon går ut på å beregne EQR (Ecological Quality Ratio) for flere parametere, som til slutt går inn i en samlet nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) for stasjonen. EQR og nEQR-verdier varierer fra 0 («svært dårlig») til 1 («svært god»). For å tilfredsstille kravene i vannforskriften må det oppnås en nEQR over 0,6 (grenseverdien mellom «moderat» og «god» tilstand). Metodikken benyttet for å beregne økologisk tilstand er beskrevet i Veileder 02:2018.

Det er utviklet forskjellige klassegrenser for indeksene alt etter hvilken region og vanntype man undersøker. For RSLA er det utarbeidet klassegrenser og artslister for bruk i vanntypene 1 (Åpen eksponert kyst), 2 (Moderat eksponert kyst/fjord) og 3 (Beskyttet kyst/fjord). Her inngår også abundans, som defineres som prosent dekningsgrad eller forekomst etter en semi-kvantitativ skala. I ferskvannspåvirkete fjorder gjelder foreløpig en eldre indeks, RSL, med noen andre klassegrenser og artslister i vanntypene 4 (Ferskvannspåvirket beskyttet fjord) og 5 (Sterkt ferskvannspåvirket fjord).

Abundans inngår ikke i RSL indeksen (jfr. Veileder 02:2018). Det er foreløpig kun utviklet klassegrenser for fjæreindeksen i regionene Nordsjøen Sør, Nordsjøen Nord og Norskehavet Sør; fra Lindesnes til Polarsirkelen i Nordland (Veileder 02:2018).

Tysfjorden ligger i region Norskehavet Nord. I Veileder 02:2018 er det gitt forslag til artslister for region Norskehavet Nord, men det er foreløpig ikke utviklet klassegrenser for fjæreindeksen. I fjæreundersøkelsene utført i Tysfjorden er fjæreindeksen allikevel benyttet for å beregne den økologiske tilstanden ved alle de undersøkte stasjonene, og det er benyttet klassegrenser og artslister for Norskehavet Sør (Brkljacic m. fl. 2022).

2.3.2 Bløtbunnsfauna

Sikteresten fra grabbprøvene ble grovsortert i hovedgrupper ved NIVAs biologilaboratorium, og overført til 80 % sprit. 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 og NS-EN ISO/IEC 17025.

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 $NQI1$ (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. De absolutte indeksverdiene ble regnet om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) etter formelen:

$$\text{Normalisert EQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0.2 + \text{nedre klassegrense for normEQR}$$

I Veileder 02:2018 er det differensierte grenseverdier for flere ulike «regiongrupper» (ulike kombinasjoner av økoregioner og vanntyper). I dette tilfellet er stasjonene plassert i vanntypene G3 (beskyttet kyst/fjord), og grenseverdier for denne vanntypen er gitt i **Tabell 5**. Faunatilstanden klassifiseres ut fra indeksene etter vannforskriftens system med fem tilstandsklasser fra «svært god» (klasse I) til «svært dårlig» tilstand (klasse V), basert på Veileder 02:2018. Samlet tilstand for en stasjon bestemmes på grunnlag av gjennomsnittet av alle indeksenenes nEQR-verdi.

Tabell 5. Klassegrenser for bløtbunnsindekser for vanntypen G3 (beskyttet kyst/fjord).

$NQI1$ =Norwegian Quality Index; H' =Shannons diversitetsindeks; ES_{100} =Hurlberts diversitetsindeks; ISI_{2012} =Indicator Species Index; NSI =Norwegian Sensitivity Index, nEQR=normalized Ecological Quality Ratio. Tabell fra Veileder 02:2018.

Indeks	Vanntype G 1-3				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,9-0,72	0,72-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0

H'	5,5 - 3,7	3,7 - 2,9	2,9 - 1,8	1,8 - 0,9	0,9 - 0
ES ₁₀₀	46 - 23	23 - 16	16-9	9-5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	13,4 - 8,7	8,7 - 7,8	7,8 - 6,4	6,4 - 4,7	4,7 - 0
NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15-10	10 - 0
nEQR	1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0

2.3.3 Analyser av konsentrasjoner av N-Kokos-1,3-diaminpropan i sediment

Syv prøver, hentet fra samme lokaliteter som for bløtbunnsfauna, ble analysert ved Nouryons R&D Surface Chemistry EMEA i Stenungsund, Sverige. De ble transportert kaldt, og man lot de nå romtemperatur før de ble preparert 16. juni 2021. Prøvene ble preparert og analysert etter metode ANL210131 (Tsetsilas, S). Etter preparering kan ikke ytterligere degradering av stoffet skje da disse stoffene er løst opp i et løsningsmiddel med konserverende egenskaper. Analyse ble foretatt 31. juni 2021 med LCMS i MRM mode, med fokus på interessante m/z: s. Legg merke til at analysen gir mengde av blandingsstoffet Duomeen CD, ikke av N-Kokos-1,3-diaminpropan (som ifølge produsenten utgjør 90-100% av Duomeen CD).

2.3.4 Statistiske analyser av vannkvalitet

Vannkvaliteten overvåkes av sensorer på en målerigg sør for utslippsledningene og omkring 180 m sør for utslippspunktet. Riggeren har målesensorer på både 10 m og 20 m dyp for måling av temperatur, salinitet, turbiditet, pH og strøm. Dataene fra 2012 til 2014 er blitt analysert og rapportert i tre NIVA-rapporter (Ledang og Beylich 2013, Ledang og Berge 2014, Hjermann 2015). I denne rapporten analyserer vi data for 2020-2021, nærmere bestemt fra mai 2020 (da overvåkingen igjen ble operativ etter et lengre avbrudd pga. service) til september 2021 (resten av året var bøya ikke operativ). På grunn av tekniske problemer var bare sensorene på 20 m dyp operative i denne perioden, og strømmåleren var heller ikke operativ. Målingene gjøres automatisk med et intervall på 1 time og 45 minutter, og sendes automatisk til NIVAs server for relativt kontinuerlig overvåking.

I analysene av vannkvalitet (data fra målerigg) la vi spesielt vekt på målingene av pH og turbiditet (vannets uklarhet). Vi har brukt vanlige metoder for visualisering og standard statistisk analyse ved bruk av programmet R (R Core Team 2021). Som støttedata for å skille effekter av naturlig variasjon har vi brukt målinger av vannføring fra Ravggajokka (Draugelva), den eneste en av elvene som renner ut i Tysfjord der vannføring blir kontinuerlig overvåket av NVE. Denne elva renner ut i Hellefjorden innerst i Tysfjord, men vi antar at vannføringen her er representativ for vannføring i elver og bekker som renner ut i Tysfjord. Vi brukte også målinger fra utløpet av Kaldvågvatn, som er nær Drag, selv om vannet har utløp i en annen fjord (Kaldvågfjord).

Både for pH og turbiditet brukte vi ikke bare rådata, men også beregninger av avvik fra en maksimalverdi. Grunnen til det er både at det er naturlig variasjon i pH og turbiditet gjennom året, og også at sensorene (spesielt for turbiditet) på en bøye er utsatt for begroing og dermed forskyvninger i målingene. Siden strømmen varierer i området både i forhold til tidevann og vind, er det høyst sannsynlig at bøya ikke befinner seg i plumen (strømmen) fra utslippspunktet over lengre tid, og dermed er omgitt av rent vann (upåvirket av bedriften) av og til. For pH brukte vi maksimal pH over en fem-dagers periode (fra to dager før til to dager etter den enkelte måling) som referanseverdi for den enkelte måling, og definerte pH-avvik som målt pH minus referanseverdien. For turbiditet (som

har mer og raskere naturlig variasjon) brukte vi minimumsverdien over tre dager som referanseverdi (fra dagen før til dagen etter den enkelte måling).

Strømdata ville selvsagt være nyttige for å kunne si når strømmen går fra utslippet mot målebøya. Siden strømmåleren ikke virket, ble det forsøkt å lage en algoritme ved hjelp av Random Forest for å predikere strømretning og -hastighet basert på målt tidevann i Narvik samt vinddata. Dette ga ikke tilfredsstillende resultater og dette er derfor ikke brukt videre inn i analysen.

2.3.5 Økotoksikologiske undersøkelser av effekter av N-Kokos-1,3-diaminopropan på organismer

The toxicity of Duomeen CD, provided by The Quartz Corp, was tested for effects on marine organisms according to the guidelines of ISO and OSPAR. Duomeen CD consists of 90-100% N-Coco-1,3-diaminopropan according to the data sheet of the producer (Nouryon AB).

Algal growth inhibition assay. The marine planktonic diatom algae *Skeletonema pseudocostatum* ($5 \cdot 10^5$ cells/L cell concentration) were exposed to increasing concentrations of Duomeen CD (0.0031, 0.0063, 0.0125, 0.0250 and 0.05 mg/L, plus control) for 72 hours. Three replicates per treatment were included. Cell counts were performed every 24 hours (Coulter Multisizer) and the growth rate and growth inhibition were calculated according to the ISO 10253 guideline. The test was conducted at $20 \pm 2^\circ\text{C}$. The pH and salinity in the test solutions were measured at the start and end of the test. EC50, NOEC and LOEC values were calculated using ToxRat Professional 3.3.0 (Toxrat Solutions GmbH). The choice of the concentration range was based on the EC50 values previously reported for algae for N-Coco-1,3-diaminopropan (**Tabell 2**). A Williams Multiple Sequential t-test Procedure (significance level 0.05) was applied for comparison of the treatments with the control and at 72h (which is the time point normally reported).

Determination of acute toxicity to marine copepods. The marine copepod *Tisbe battagliai* at the copepodid stage 6 ± 2 days was exposed to increasing concentrations of Duomeen CD (0.06, 0.0125, 0.025, 0.05, 1 mg/L, plus control) for 48 hours. Four replicates per treatment containing 5 animals each were included. The treatments were prepared in filtered natural seawater (35 ± 2 ‰ salinity) collected from the Solbergstrand research station. The test was conducted in a climate-controlled room set at $20 \pm 2^\circ\text{C}$ and a photoperiod of 16 hours light:8 hour dark. The organisms were visually inspected under a microscope after 24 and 48 hours of exposure and mortality and absence of movement was recorded. The pH and the dissolved oxygen concentration of the control, lowest and highest test concentration were measured at the start and end of the test. The test was conducted according to the ISO 14669 guideline. The number of mortalities in the control(s) and each concentration were tabulated. EC50, NOEC and LOEC were calculated using ToxRat Professional 3.3.0 (Toxrat Solutions GmbH) when possible. The choice of the concentration range was based on the EC50 values previously reported for the crustacean *Daphnia magna* for N-Coco-1,3-diaminopropan (**Tabell 2**).

Determination of developmental effects to marine copepods. The marine copepod *Tisbe battagliai* at the naupliar stage (<18h old) was exposed to increasing concentrations of Duomeen CD (0.06, 0.0125, 0.025, 0.05, 1 mg/L, plus control) for 6 days. Ten replicates per treatment containing 1 animal each were included. The treatments were prepared in filtered natural seawater (35 ± 2 ‰ salinity) collected from the Solbergstrand research station. The test was conducted in a climate-controlled room set at $20 \pm 2^\circ\text{C}$ and a photoperiod of 16 hours light:8 hour dark. The animals were fed with the algae *Rhodomonas sp.* ($2 \cdot 10^5$ cells/ml) and the exposure solutions were renewed after 3 days of

exposure. The organisms were visually inspected under a microscope every 24 hours over 6 days of exposure and the development from naupliar to copepodid stage, developmental rate, mortality, absence of movement was recorded. The pH and the dissolved oxygen concentration of the control, lowest and highest test concentration were measured at the start and end of the test and each renewal. The test was conducted according to in house protocols and Georgantzopoulou et al. 2018. The number of mortalities and developmental rate in the control(s) and each concentration were tabulated. EC50, NOEC and LOEC were calculated using ToxRat Professional 3.3.0 (Toxrat Solutions GmbH) and GraphPad Prism 6 (GraphPad Software, San Diego, California USA) when possible. The choice of concentration range was based on the EC50 values previously reported for the crustacean *Daphnia magna* for N-Coco-1,3-diaminopropan (**Tabell 2**).

Determination of the 10 day acute sediment toxicity via spiked sediment. The marine polychaete worms *Arenicola sp.* were exposed increasing concentrations of Duomeen CD (0.032, 0.1, 0.32, 1, 3.2 mg/kg, plus control) for 10 days. Three replicates per treatment containing 5 animals each were included. Test replicates were prepared by direct addition of appropriate amounts of Duomeen CD to control sediment (approx. 1000 g in 2.7 L plastic containers) and the spiked sediment was mixed thoroughly. One litre of overlying seawater was then added (collected from the Solbergstrand research station, salinity $35 \pm 2\text{‰}$) minimizing disturbance of the sediment and allowed to settle at $14 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for two hours. After the sediment has settled, aeration was applied. The test was conducted in a climate-controlled room set at $14 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and a photoperiod of 16 hours light:8 hour dark. At 24-hour intervals, observations were made for mortality/survival. The pH and the dissolved oxygen concentration of the control and test concentrations were measured at the start and end of the test. The test was conducted according to the OSPAR Commission Protocol (2006) and ICES TIMES No. 29 J. Thain and S. Bifield (2001). The number of mortalities in each test concentration at the end of the test (10 day), were analyzed using ToxRat Profesional 3.2.1 (Toxrat Solutions GmbH) and GraphPad Prism 6 (GraphPad Software, San Diego, California USA) and EC50, and NOEC/LOEC were calculated when possible. The choice of the concentration range was based on the measured concentrations in the sediment (**Tabell 11**).

Støtteparametere til det biologiske kvalitetselementet bunnfauna

Totalt organisk karbon (TOC) er en støtteparameter som gir informasjon om graden av organisk belastning på stasjonen. Sedimentfraksjonen gir informasjon om hvor grov- eller finkornet sedimentet er, noe som har betydning for faunaens sammensetning og som kan brukes ved tolkning av resultatene.

TOC og totalt nitrogen (TN) ble analysert ved fullstendig forbrenning av tørrprøve (etter frysetørring) ved hjelp av en elementanalysator etter at uorganiske karbonater hadde blitt fjernet i syredamp. Metoden ble utført av NIVA.

Sedimentets kornfordeling ble bestemt ved våtsikting av følgende fraksjoner (% tørrvekt), i mm: < 0,063 mm; 0,063-0,125 mm; 0,125-0,25 mm; 0,25-0,5 mm; 0,5-1 mm; 1-2 mm; > 2 mm. Analysen av kornfordeling ble utført akkreditert av Akvaplan-niva. Sedimentfraksjonen < 63 µm brukes ved beregning av normalisert TOC.

Innhold av TOC i sedimentet kan gis en tilstandsklasse etter SFT-veileder 97:03 (Molvær m.fl. (1997), men inngår ikke i den endelige tilstandsklassifiseringen av kvalitetselementet bløtbunnsfauna. 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 (partikkelstørrelse < 63 µm).

Klassegrensene for normalisert TOC er gitt i **Tabell 6**.

Tabell 6. Klassegrenser for normalisert totalt organisk karbon (TOC) fra veileder SFT97:03 (Molvær et al 1997). TOC er en støtteparameter og inngår ikke i endelig klassifisering 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

3 Resultater

3.1 Makroalger

Økologisk tilstand for makroalger på de fire undersøkte stasjonene i Tysfjorden i 2013-15 og 2017-18 er vist i **Tabell 7**. Resultatene er hentet fra Brkljacic m. fl. 2022.

Alle de undersøkte hardbunnsstasjonene i Tysfjorden er blitt klassifisert til «svært god» eller «god» økologisk tilstand for makroalger (**Tabell 7**). Det er relativt lite variasjon i nEQR-verdiene mellom undersøkelsesårene. Verdiene ligger hovedsakelig i øvre sjikt av tilstandsklasse «god» eller i nedre sjikt av tilstandsklasse «svært god». Grenseverdien mellom «svært god» og «god» tilstand er 0,8. Stasjon Tysfjorden 1 (MON10), som ligger nærmest bedriften, hadde «svært god» tilstand i 2018 og «god» tilstand de tidligere undersøkelsesårene.

Tabell 7. Økologisk tilstand beregnet med Fjæreindeksen (RSLA/RSL) i Tysfjorden i 2013-15 og 2017-18 (Brkljacic m. fl. 2022). Tysfjorden ligger i region Norskehavet Nord. Da det ikke foreligger klassegrenser for fjæreindeksen i regionen, er det benyttet artslister og klassegrenser for region Norskehavet Sør for å beregne indeksen. MON12 ble kun undersøkt i 2013, og ble i 2014 erstattet med MON20. Fargene indikerer økologisk tilstand (blå = «svært god», grønn = «god»). Der hvor nEQR-verdien på en stasjon ligger på grensen mellom to tilstandsklasser, er det lagt til en tredje desimal for å bestemme hvilken økologisk tilstand stasjonen skal ha

Stasjonsnr	Stasjonsnavn	nEQR				
		2013	2014	2015	2017	2018
MON10	Tysfjorden 1	0,795	0,78	0,70	0,796	0,804
MON11	Tysfjorden 2	0,76	0,70	0,81	0,81	0,85
MON12*	Tysfjorden 3	0,79	-	-	-	-
MON20	Tysfjorden 3_ny	-	0,78	0,84	0,801	0,81

Det ble registrert at vegetasjonen i sjøsonen (under fjæresonen) var nedbeitet av kråkeboller på alle stasjonene i Tysfjorden, alle undersøkelsesår (**Figur 10**).



Figur 10. Tett tangvegetasjon i fjæresonen (venstre). Sand- og steinbunn hvor vegetasjonen er nedbeitet av kråkeboller (høyre). Bilde fra stasjon Tysfjorden 1 (MON10) juli 2015. Foto: Janne Gitmark/NIVA.

3.2 Bløtbunnsfauna

Økologisk tilstand for bløtbunnsfauna på de fire undersøkte stasjonene i Tysfjorden i 2021 er vist i **Tabell 8**. Gjennomsnittlige grabbverdier og normaliserte EQR-verdier (nEQR) er gitt i **Tabell 8**, mens indeksverdier for hver grabbprøve og fullstendige artslistene fra stasjonene er vist i **Vedlegg B - Analyserapport**.

Alle de fire undersøkte stasjonene ble klassifisert til «svært god» økologisk tilstand for bløtbunnsfauna (**Tabell 8**). Stasjon B1, B3 og B6 var artsrike med omkring 60 arter i gjennomsnitt per grabbprøve og over 100 arter totalt på stasjonen. På stasjon B7 var artsantallet noe lavere, med 47 arter i den ene grabben som ble tatt på denne stasjonen. Også individtallet var lavere på B7 enn på de øvrige stasjonene med 253 individer.

Artssammensetningen var ganske lik på alle stasjonene. Fauna var dominert av børstemark og små muslinger (**Tabell 9**), og det var i hovedsak de samme artene som dominerte på alle stasjonene, blant annet den lille rørbyggende børstemarken *Amythasides macroglossus*, og muslingene *Thyasira obsoleta*, *Mendicula ferruginosa*, *Genaxinus eumyarius* og *Nucula tumidula*. Alle disse artene er ansett som sensitive arter. Også snabelormen *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii* og sjøtannen *Entalina tetragona* ble registrert på de fleste stasjonene, og er ansett som sensitive. Selv om det var innslag av mer tolerante arter, som børstemarkene *Prionospio cirrifera* og *Aphelochaeta* sp., og muslingen *Parathysira equalis*, var det likevel en relativt høy andel sensitive arter på stasjonene. Dette i kombinasjon med høy artsdiversitet fører til høye indeksverdier og nEQR-verdier, som dermed klassifiserer bløtbunnsfauna til «svært god» tilstand.

Bambuskorallen *Isidella lofotensis* (**Figur 11**) ble registrert på stasjon B3, B6 og B7.



Figur 11. Bambuskorallen *Isidella lofotensis* fra stasjon B3.

Tabell 8. Bløtbunnsindekser for stasjonene i Tysfjorden i 2021, både gjennomsnitt av grabbenes indeksverdier og normalisert EQR (nEQR). S =gjennomsnittlig antall arter per grabbprøve, S_{tot} =totalt antall arter på stasjonen, N =gjennomsnittlig antall individer per grabbprøve, N_{tot} =totalt antall individer på stasjonen, $NQI1$ =Norwegian Quality Index, H' =Shannons diversitetsindeks, ES_{100} =Hurlberts diversitetsindeks, ISI_{2012} =Indicator Species Index versjon 2012 og NSI =Norwegian Sensitivity Index versjon 2012. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 5**.

Tysfjorden 2021	S/S_{tot}	N/N_{tot}	$NQI1$	H'	ES_{100}	ISI_{2012}	NSI	Gj.snitt. nEQR
Stasjon: B1								
Gjennomsnittlig grabbverdi	61/106	370/1479	0,85	4,69	34,6	10,2	27,5	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,95	0,91	0,9	0,86	0,9	0,90
Stasjon: B3								
Gjennomsnittlig grabbverdi	59/104	317/1266	0,84	4,81	36,4	10,37	27,3	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,93	0,92	0,92	0,87	0,89	0,91
Stasjon: B6								
Gjennomsnittlig grabbverdi	63/108	307/1227	0,83	5,09	39,1	10,87	26	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,92	0,95	0,94	0,89	0,84	0,91
Stasjon: B7*								
Gjennomsnittlig grabbverdi	47/ -	253/ -	0,85	4,39	31,8	10,06	24,7	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,94	0,88	0,88	0,86	0,79	0,87

* det ble kun tatt én grabbprøve på denne stasjonen

Tabell 9. Antall individ (N) per 0,1m² av de ti mest dominerende artene pr. stasjon i Tysfjorden 2021. I parentes er artens økologiske gruppe (EG) for indeksene NSI/AMBI, hvor I=sensitiv, II=nøytral («indifferent»), III=tolerant, IV=opportunistisk, V=forurensningsindikerende.

Stasjon B1			Stasjon B3		
GRUPPENAVN	ARTSNAVN	N	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	N
Musling	<i>Thyasira obsoleta</i> (I/I)	68	Flerbørstemark	<i>Amythasides macroglossus</i> (I/I)	48
Flerbørstemark	<i>Amythasides macroglossus</i> (I/I)	49	Musling	<i>Mendicula ferruginosa</i> (I/II)	39
Musling	<i>Mendicula ferruginosa</i> (I/II)	35	Musling	<i>Thyasira obsoleta</i> (I)	34
Flerbørstemark	<i>Amphictene auricoma</i> (II/I)	19	Musling	<i>Genaxinus eumyarius</i> (I/II)	13
Flerbørstemark	<i>Prionospio cirrifera</i> (III/IV)	12	Flerbørstemark	<i>Aphelochaeta</i> sp.(II/IV)	12
Ormebløtdyr	<i>Caudofoveata</i> indet (-)	12	Flerbørstemark	<i>Euclymeninae</i> indet (I/III)	9
Musling	<i>Kelliella miliaris</i> (III/I)	11	Flerbørstemark	<i>Levinsenia gracilis</i> (II/III)	8
Flerbørstemark	<i>Notomastus latericeus</i> (I/III)	11	Snabelorm	<i>Onchnesoma steenstrupii</i> (I/I)	8
Slangestjerne	<i>Ophiuroidea</i> juvenil (II/II)	10	Flerbørstemark	<i>Paradiopatra fiordica</i> (III/I)	7
Snabelorm	<i>Onchnesoma steenstrupii</i> (I/I)	10	Flerbørstemark	<i>Terebellides stroemii</i> (II/II)	7
Stasjon B6			Stasjon B7		
GRUPPENAVN	ARTSNAVN	N	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	N
Musling	<i>Mendicula ferruginosa</i> (I/II)	38	Musling	<i>Kelliella miliaris</i> (III/I)	61
Musling	<i>Parathyasira equalis</i> (III/III)	23	Musling	<i>Nucula tumidula</i> (II/I)	28
Musling	<i>Genaxinus eumyarius</i> (I/II)	18	Musling	<i>Mendicula ferruginosa</i> (I/II)	21
Flerbørstemark	<i>Amythasides macroglossus</i> (I/I)	17	Musling	<i>Parathyasira equalis</i> (III/III)	15
Musling	<i>Kelliella miliaris</i> (III/I)	17	Musling	<i>Genaxinus eumyarius</i> (I/II)	15
Flerbørstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	11	Sjøtann	<i>Entalina tetragona</i> (I/I)	10
Musling	<i>Nucula tumidula</i> (II/I)	11	Snabelorm	<i>Onchnesoma steenstrupii</i> (I/I)	9
Flerbørstemark	<i>Euclymeninae</i> indet (I/III)	11	Flerbørstemark	<i>Paradiopatra fiordica</i> (III/I)	7
Ormebløtdyr	<i>Caudofoveata</i> indet (-)	10	Musling	<i>Thyasira obsoleta</i> (I/I)	5
Snabelorm	<i>Onchnesoma steenstrupii</i> (I/I)	8	Flerbørstemark	<i>Nephtys hystricis</i> (II/II)	5

TOC og kornfordeling i sediment

Alle analyseresultater for totalt organisk karbon og totalt nitrogen i sedimentet er gitt i **Vedlegg C** og kornfordeling er gitt i **Vedlegg D**. En oversikt over alle sedimentparameterne er gitt i **Tabell 10**. Alle stasjonene hadde grovkornet sediment, spesielt B1 med en finfraksjon på bare 11%. Stasjon B3 og B6 hadde finfraksjon på henholdsvis 33 og 41 %. Sedimentet på alle tre stasjonene ble klassifisert til fin sand. Stasjon B7 hadde mer finkornet sediment og ble klassifisert til pelitt. Innholdet av total organisk karbon i sedimentet var lavt på alle stasjonene, og tilsvarte «svært god» tilstand (**Tabell 10**). Også innholdet av totalt nitrogen i sedimentet var lavt, fra 0,053 mg/g på B1, til 0,42 mg/g på B3 og 0,92 mg/g på B6.

Tilstandsklassifiseringen av organisk innhold i sedimentet inngår ikke i den økologiske tilstandsklassifiseringen av bløtbunnsfauna, men kan benyttes for å tolke resultatene for bløtbunnsfauna.

C/N-forholdet (forholdstallet mellom karbon og nitrogen) kan gi indikasjon på opprinnelsen til det organiske materialet i sedimentet ettersom ulike typer materiale har ulikt innhold av nitrogen. Generelt vil sedimenter hvor detritusmaterialet hovedsakelig har sin opprinnelse i planteplankton, gi et C/N-forhold på 6-8 fordi planteplankton er relativt rikt på nitrogen. Derimot har bentiske makroalger (tang og tare) et C/N-forhold på 10-60 og terrestrisk plantemateriale >100. Sedimenter med stor tilførsel av terrestrisk plantemateriale har derfor gjerne et C/N-forhold >10-12.

Tabell 10. Andel finstoff (% <63 µm), innhold av totalt organisk karbon (TOC) og normalisert TOC (TOC63), totalt nitrogen (TN) og C/N-forholdet i sedimentet på bløtbunn-stasjonene i Tysfjorden i 2021. Fargen gir en indikasjon på tilstanden for organisk innhold i sedimentet og er satt på grunnlag av klassegrensene i **Tabell 6**. Klassifiseringen av TOC i sedimentet inngår ikke i den endelige tilstandsklassifiseringen av bløtbunnsfauna.

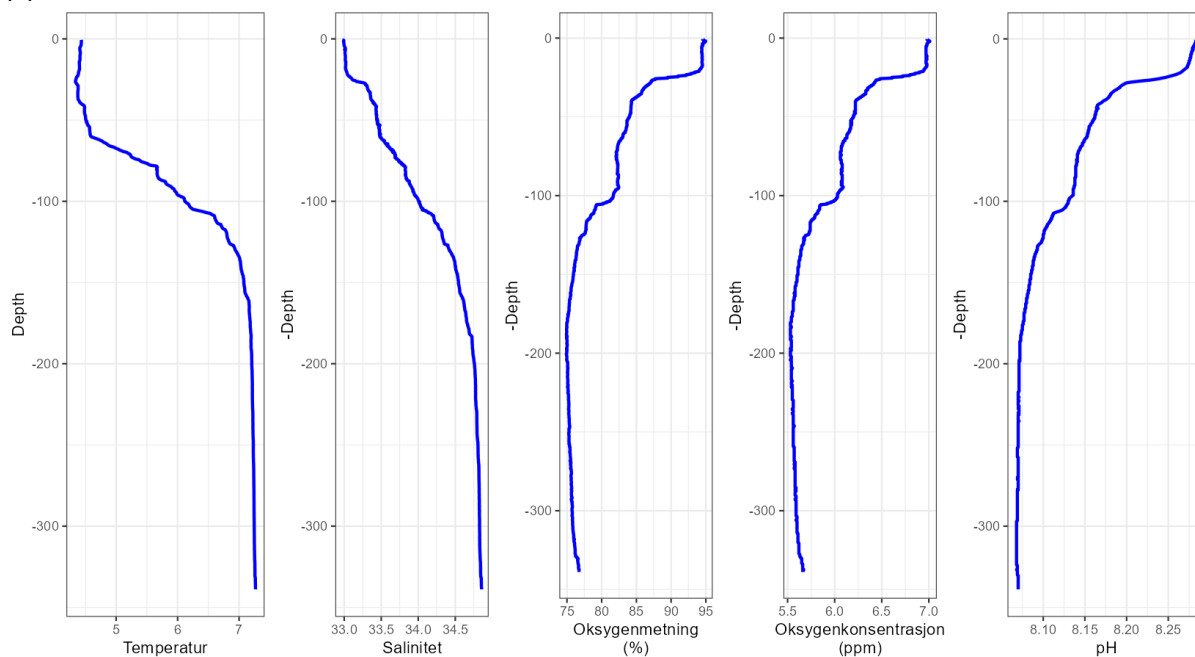
Stasjons-kode	Korn-fordeling (%<63 µm)	TOC mg/g	TOC63 normalisert	Totalt nitrogen mg/g	C/N forholdstall
B1	11	2,8	18,9	0,053	52,8
B3	32,9	4,6	16,7	0,42	11
B6	45,1	7	16,8	0,92	7,6
B7	66*	-	-	-	-

* analysert på øvre 0-2 cm sjikt

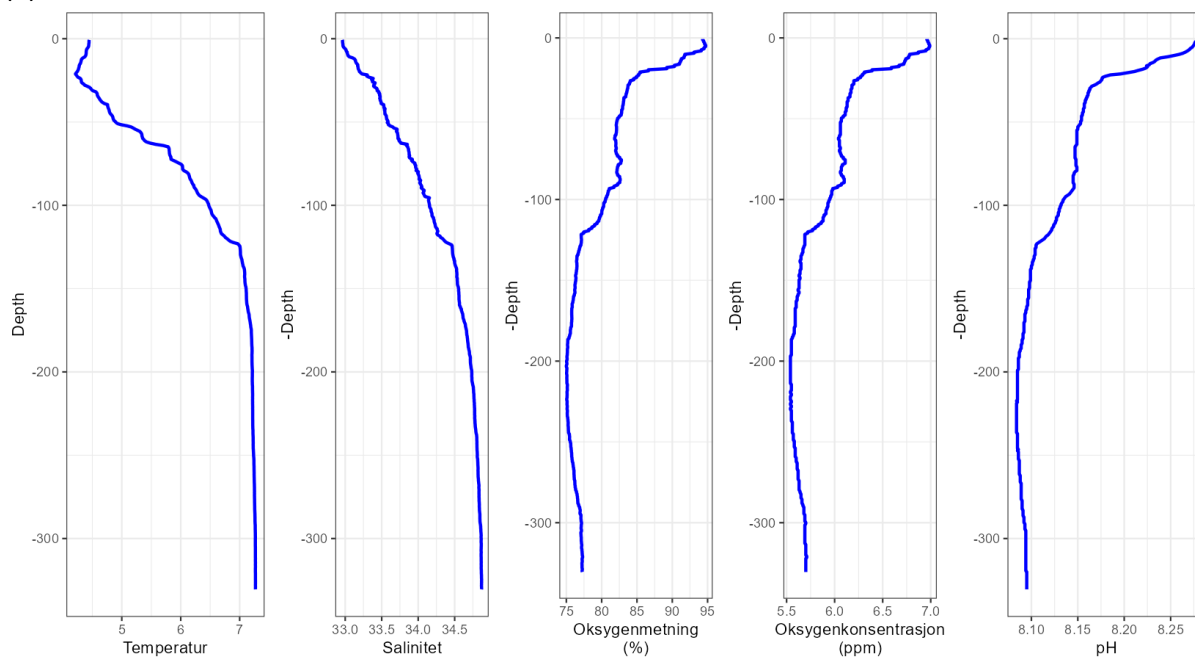
3.3 Profiler av vannsøylen

Resultatet av CTD-profiler av vannsøylen ved to av stasjonene er vist i **Figur 12**. Profilene viser normale og gode forhold både med hensyn til oksygenmengde og pH.

(a)



(b)



Figur 12. CTD-profiler av vannsøylen ved stasjon B3 (a) og B7 (b).

3.4 Konsentrasjoner av N-Kokos-1,3-diaminpropan i sediment

Duomeen CD ble påvist på de tre stasjonene (B1, B2, B3) som ligger nærmest utslippet (inntil 320 m fra utslippet). Utslipet var høyest på de to nærmeste stasjonene (B1 og B2). Disse verdiene (330 µg/kg tørrvekt) er over PNEC-verdien på 172 µg/kg tørrvekt beregnet av ECHA (PNEC = Predicted No-Effect Concentration). Avvikene mellom replikatene er liten og tyder på liten måleusikkerhet. Analyseresultatene er lagd ved som Vedlegg E.

Tabell 11. Konsentrasjoner av Duomeen CD i sediment. Duomeen CD består av 90-100% N-Kokos-1,3-diaminopropan. Posisjonene til stasjonene B1-B7 er vist i **Figur 5** og **Tabell 4**.

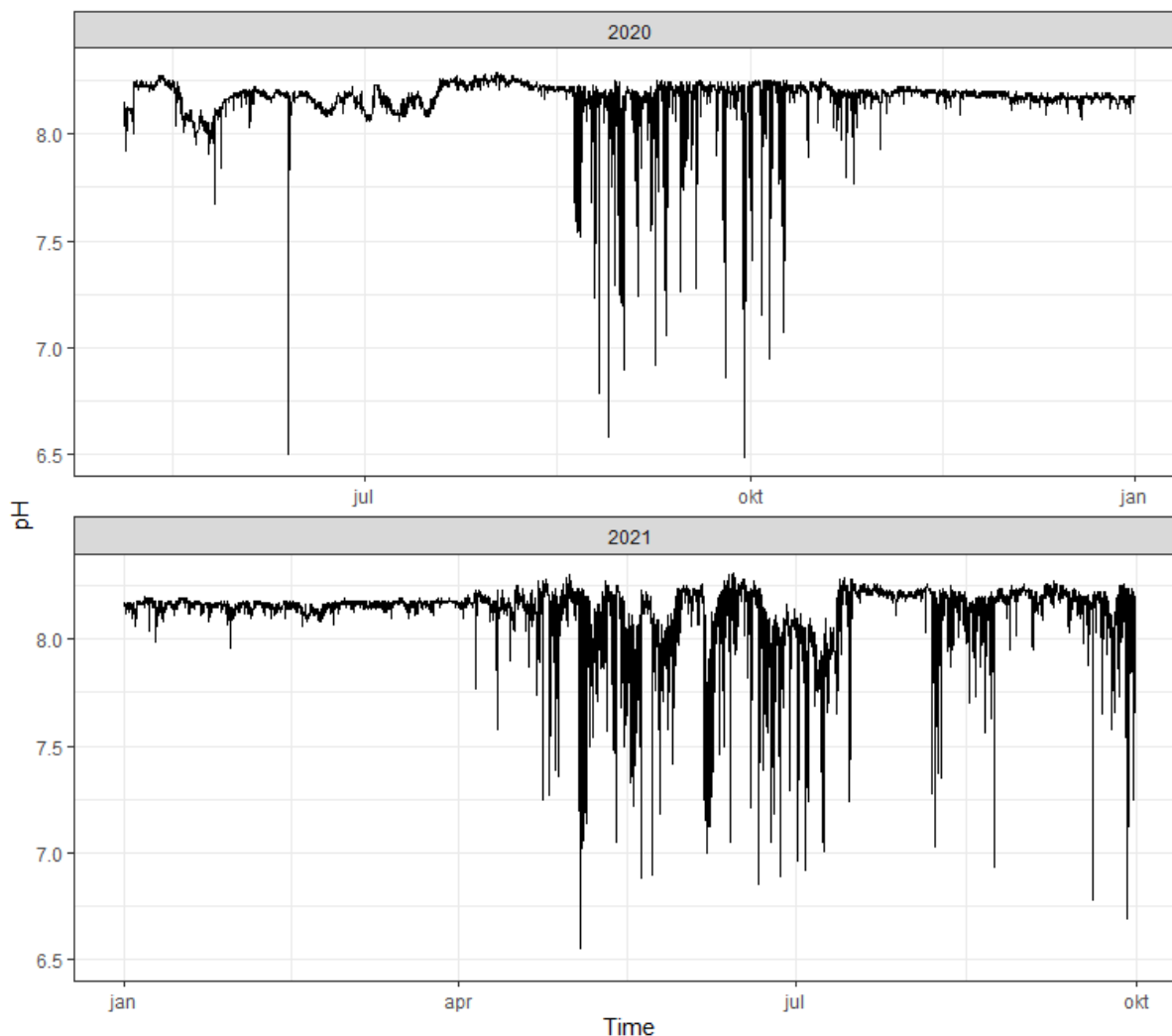
Sample	Replicate 1 Duomeen CD mg/kg dry solid	Replicate 2 Duomeen CD mg/kg dry solid	Average Duomeen CD mg/kg dry solid
1. 200078 28/4 0-2 cm B1	0.32	0.34	0.33
2. 200078 28/4 0-2 cm B2	0.32	0.33	0.33
3. 200078 28/4 0-2 cm B3	0.21	0.23	0.22
4. 200078 28/4 0-2 cm B4	<0.10	<0.10	<0.10
5. 200078 28/4 0-2 cm B5	<0.10	<0.10	<0.10
6. 200078 28/4 0-2 cm B6	<0.10	<0.10	<0.10
7. 200078 28/4 0-2 cm B7	<0.10	<0.10	<0.10

3.5 Vannkvalitet ved utslippet

Rådata for målinger av pH er vist i **Figur 13**. Målt pH varierte fra 6.49 til 8.31, med ca. 90% av målingene mellom 8 og 8.25 (**Tabell 12**). pH varierer noe gjennom året, bl.a. i forbindelse med biologiske prosesser som planktonoppblomstringer, så vi beregnet også avvik fra en daglig referanseverdi (se metodebeskrivelsen). I meget sjeldne tilfeller (1.5% av målingene) var pH lavere enn pH = 7.5, eller pH-avviket på 0.75 enheter eller mer.

Når vi ser på pH i forhold til produksjonsintensitet ved bedriften (der produksjonsintensitet er målt som antall produksjonsbatcher som avsluttes i 6-timers-intervaller), så synes det å være en effekt av årstid. I sommerhalvåret (månedene april-oktober) er pH oftere under normalen (og har større avvik) desto høyere produksjonsintensiteten er. De to vanligste prosessene/produktene (A og B) synes å ha omtrent samme effekt. I vintermånedene november-mars er det ikke registrert noen særlige pH-avvik i det hele tatt. Dette er trolig et resultat av at vannmassene oftere er sjiktet i sommerhalvåret (med et sjikt av varmere og ferskere vann over kaldere saltere vann lenger ned). Når vannsøylen ikke er sjiktet, ser det ut til at utslippsvannet sjelden treffer pH-sensoren, som er på 20 m dyp.

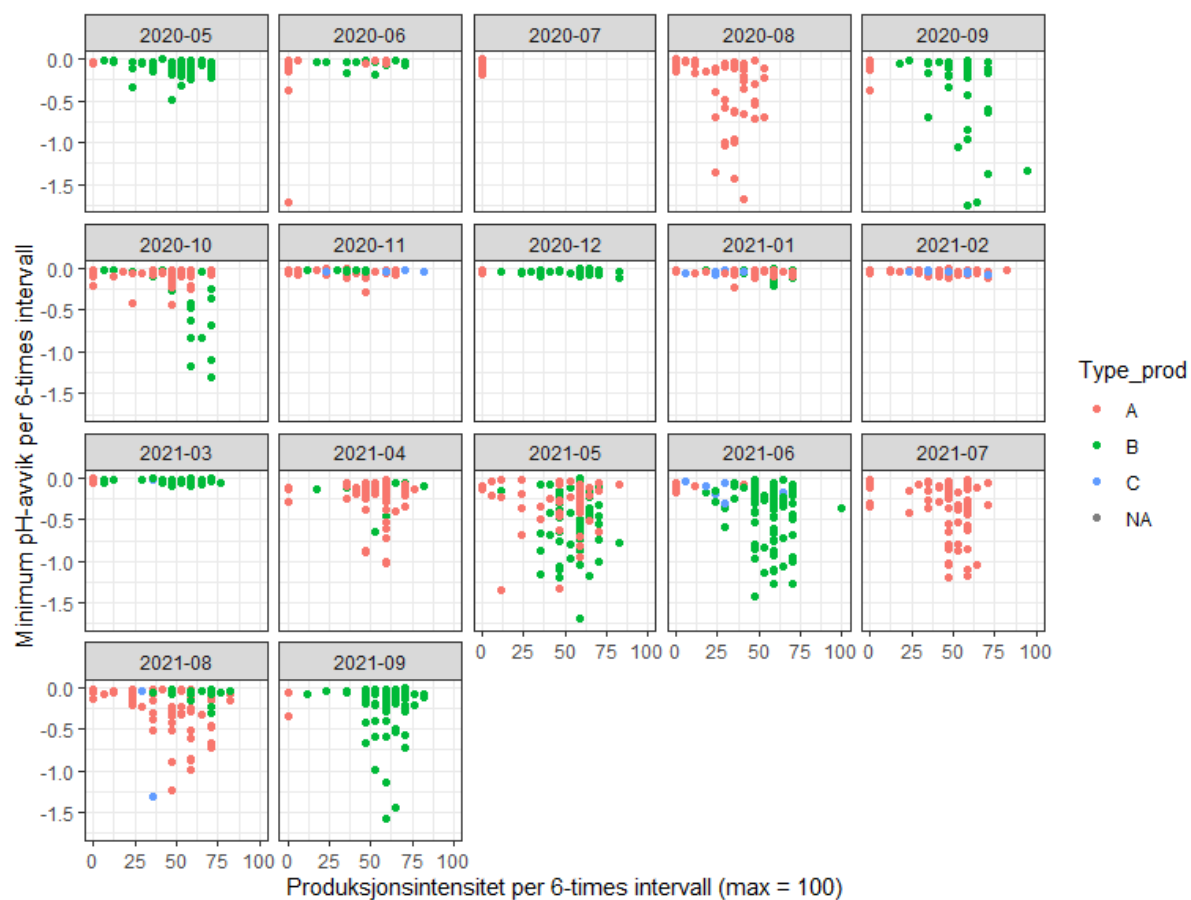
Rådata for målinger av turbiditet (mengde suspenderte partikler) er vist i **Figur 15**. Måling av turbiditet er assosiert med mer usikkerhet, særlig når sensoren er plassert på en bøye slik at renhold av sensoren er tungvint. Her har derfor rådata begrenset verdi og vi bruker i stedet turbiditetsavvik. **Figur 16** viser en sammenheng mellom produksjonsintensiteten og turbiditet. I dette tilfelle synes sammenhengen ikke å bli borte i vinterhalvåret. Sammenligning med vannføring i lokale elver (**Figur 17**) viser ikke noen sterk sammenheng mellom elvevannføring og turbiditet. Økt turbiditet kan imidlertid også skyldes både planktonoppblomstringer og sterk vind.



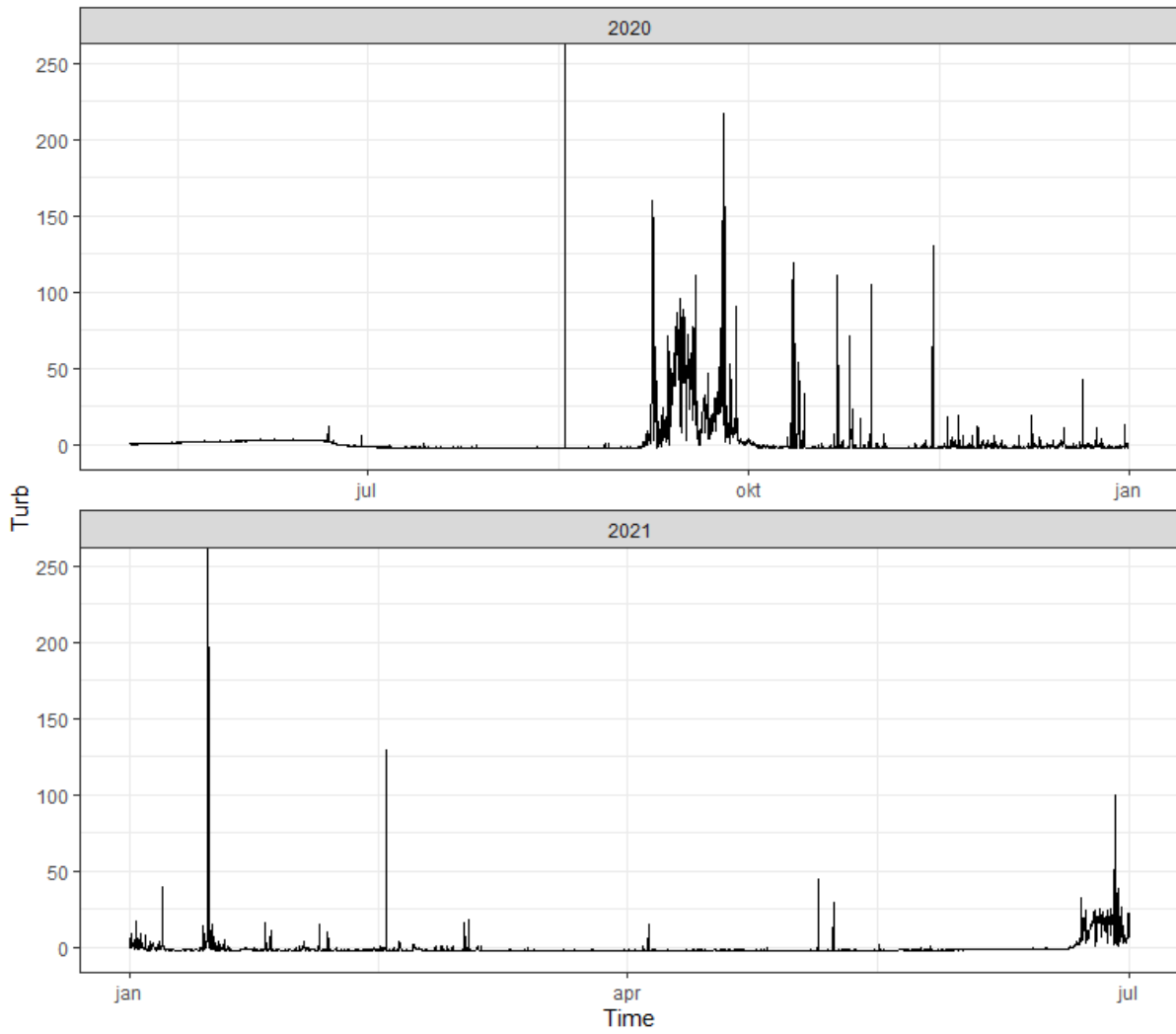
Figur 13. Rådata for pH-målinger fra overvåkningsbøya.

Tabell 12. Fordeling av målt pH og pH-avvik fra maksimal pH over 5 dager.

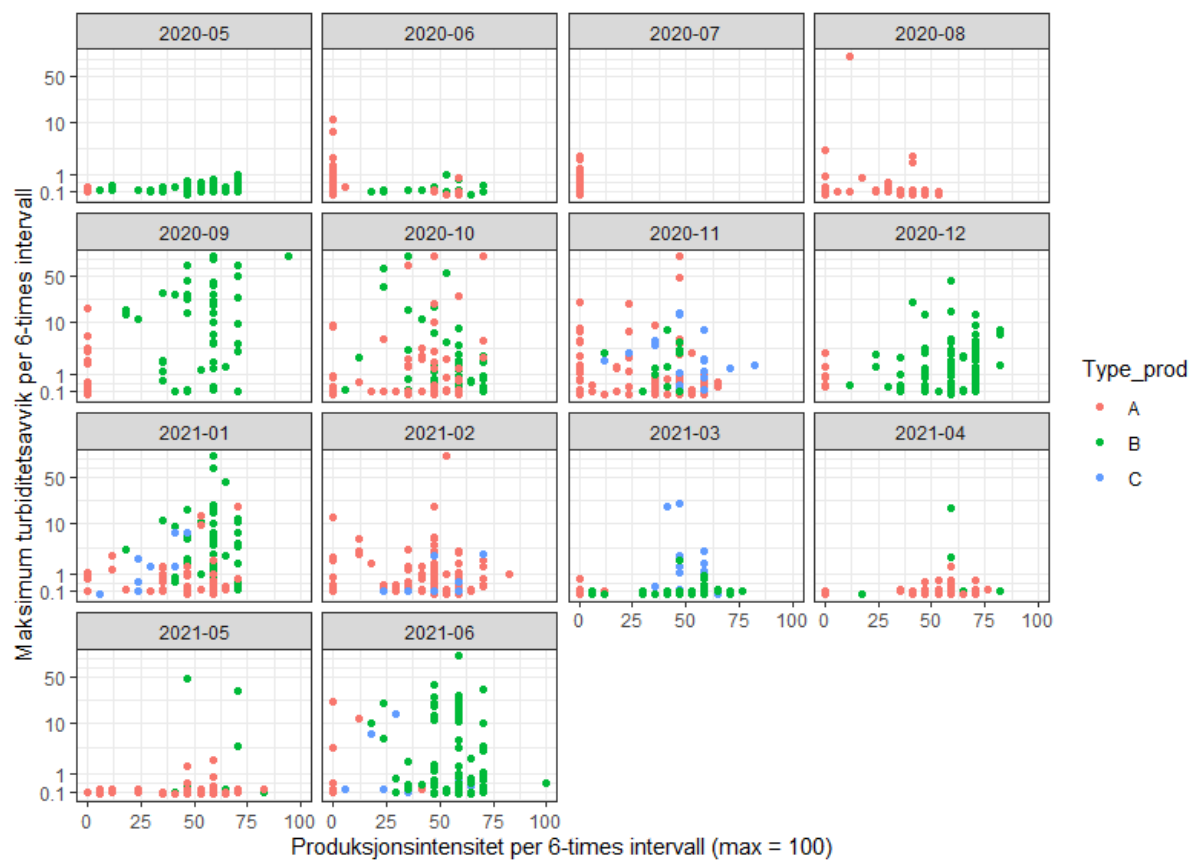
Målt pH			
	pH	n	percent
	(8.25,8.35]	149	2.1
	(8.15,8.25]	4531	64.3
	(8,8.15]	1793	25.4
	(7.75,8]	359	5.1
	(7.5,7.75]	108	1.5
	(6.25,7.5]	109	1.5
pH-avvik fra maksimalverdi over 5 dager			
	pH_deviance	n	percent
	(-0.1,0]	5759	81.7
	(-0.25,-0.1]	801	11.4
	(-0.5,-0.25]	292	4.1
	(-0.75,-0.5]	93	1.3
	(-2,-0.75]	104	1.5



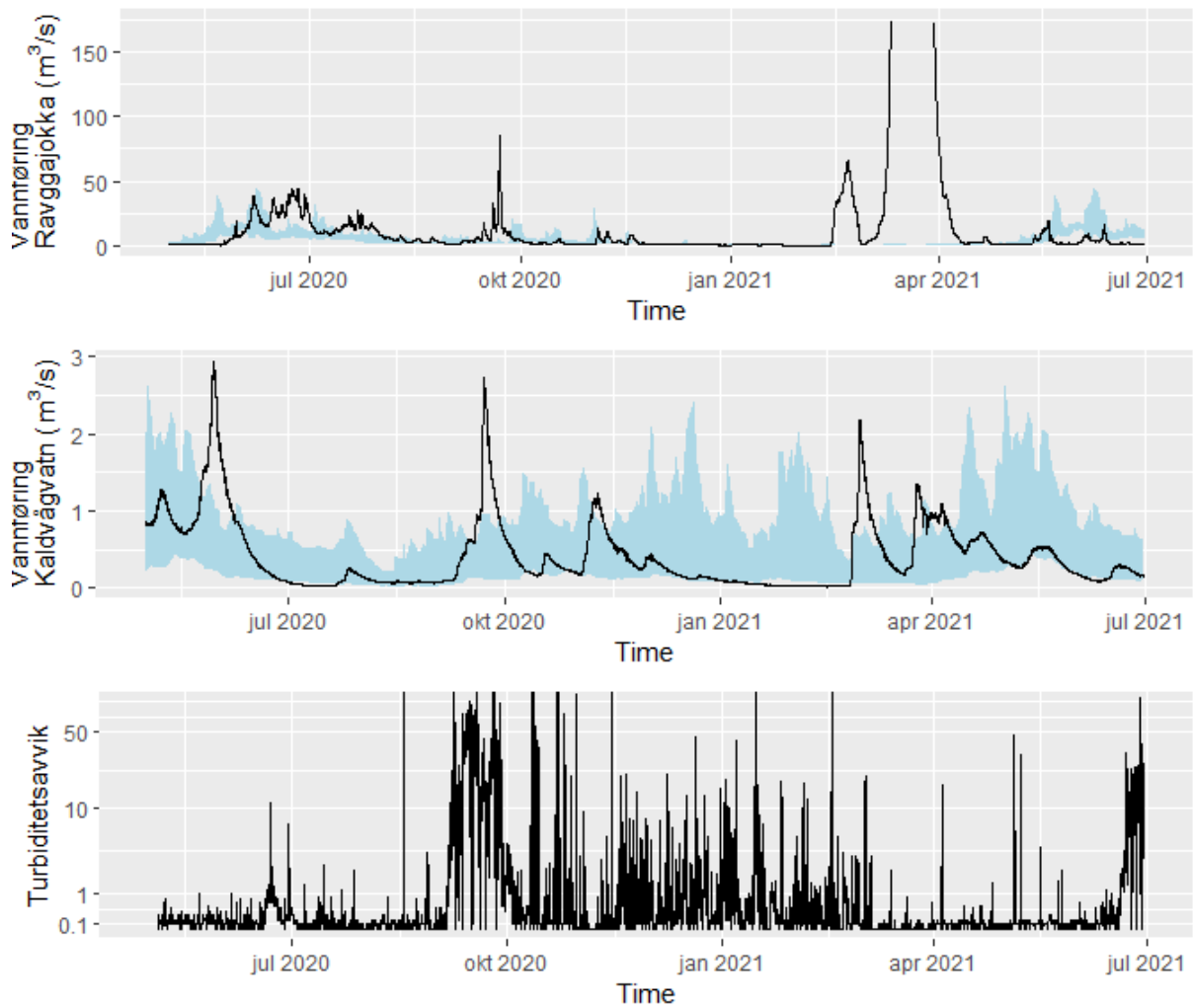
Figur 14. pH-avvik (minimumsverdi per 6-timers intervall) vist i forhold til antall prosessbatcher i bedriften per 6-timers intervall (hver prikk viser en 6-timers-intervall). Fargene viser ulike typer prosesser/produkter



Figur 15. Rådata for turbiditetsmålinger fra overvåkningsbøya.



Figur 16. Turbiditetsavvik (maksimumsverdi per 6-timers intervall) vist i forhold til antall prosessbatcher i bedriften per 6-timers intervall (hver prikk viser en 6-timers- intervall). Fargene viser ulike typer prosesser/produkter. Merk logaritmisk skala på y-aksen.

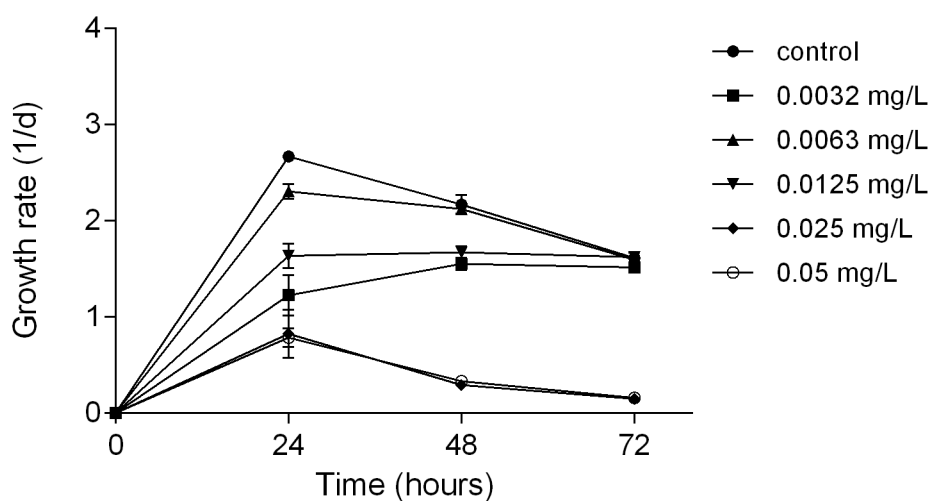


Figur 17. Vannførign i lokale elver (Ravggajokka innerst i Tysfjord, og Kaldvågvatn som renner ut i Kaldvåg fjorden), samt turbiditetsavvik (med logaritmisk skala på y-aksen).

3.6 Assessment of ecotoxicological effects of Duomeen CD on marine organisms

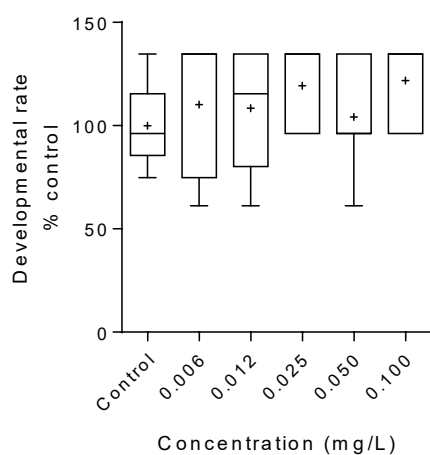
The effects of increasing concentrations of Duomeen CD were assessed using organisms representative of different trophic levels; the marine algae *Skeletonema pseudocostatum*, the marine copepod *Tisbe battagliai* and the marine polychaete *Arenicola marina*.

A concentration dependent decrease in *S. pseudocostatum* algal growth rate was observed over time (**Figur 18**). The compound was toxic to *S. pseudocostatum* at concentrations above 0.0125 mg/L, with an EC₅₀ of 0.0247 mg/L and LOEC of 0.0250 mg/L after 72h exposure (**Tabell 13**). The treatments 0.0032, 0.0063 and 0.0125 had did not differ statistically (using significance level = 0.05) compared to the control.



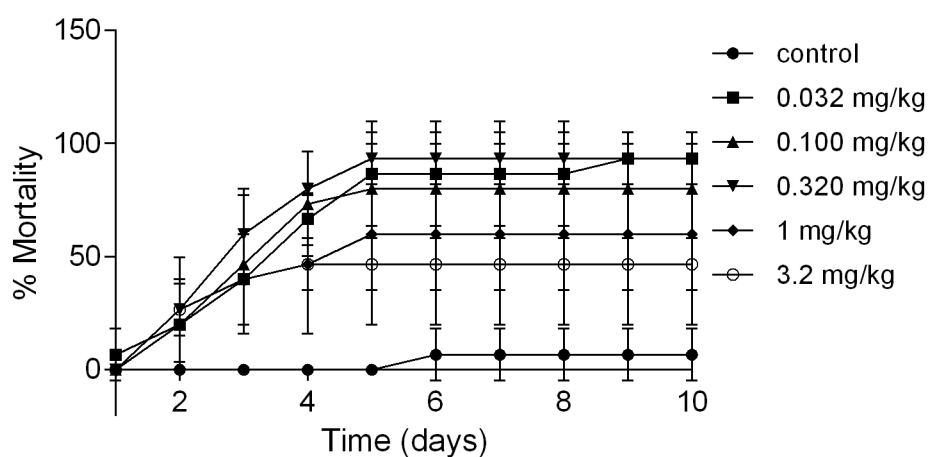
Figur 18. Effect of increasing concentrations of Duomeen CD on the growth rate of *Skeletonema pseudocostatum* as dependent on test concentration (0-0.05 mg/L) and time (24-72 hrs).

No mortality was observed on the marine copepod *T. battagliai* after 48 hours of exposure at the tested concentrations (0.06-0.1 mg/L) of Duomeen CD (figure not shown). Similarly, no effects on the developmental rate of *T. battagliai* at the sensitive early life stage after 6 days of exposure at the tested concentrations (0.06-0.1 mg/L) (**Figur 19**).



Figur 19. Effect of increasing concentrations of Duomeen CD (0.006-0.1 mg/L) on the developmental rate of the marine copepod *T. battagliai* after 6 days of exposure.

An increased mortality over time was observed for the sediment-dwelling polychaete *Arenicola sp.* upon exposure to Duomeen CD (0.032-3.2 mg/kg) over a period of 10 days (**Figur 20**). A 87% mortality was observed even at the lowest tested concentration of 0.032 mg/kg. The mortality ranged between 47 and 93% across the tested concentrations however the response was not concentration-dependent, therefore an EC50 could not be calculated. The compound was toxic to *Arenicola sp.* resulting in a LOEC \leq 0.032 mg/kg (**Tabell 13**).



Figur 20. Effect of increasing concentrations of Duomeen CD (0.032-3.2 mg/kg) on the survival of the sediment-dwelling worm *Arenicola sp.* over 10 days of exposure.

The overview of the obtained results (NOEC, LOEC and EC50) for the different ecotoxicological tests performed are presented in **Tabell 13**.

Tabell 13. Summary of results obtained for the different ecotoxicological tests for EC50 – concentration where 50% effect is observed, LOEC – the lowest tested concentration where a significant effect is observed, and NOEC – the highest tested concentration where no significant effect is observed.

	<i>Skeletonema pseudocostatum</i> growth inhibition	<i>Tisbe battagliai</i> acute toxicity	<i>Tisbe battagliai</i> developmental test	<i>Arenicola sp.</i> sediment toxicity test
NOEC	0.0125 mg/L	≥0.1 mg/L	≥0.1 mg/L	<0.032 mg/kg
LOEC	0.025 mg/L	>0.1 mg/L	>0.1 mg/L	≤0.032 mg/kg
EC50	0.0247 mg/L	>0.1 mg/L	>0.1 mg/L	ND

ND: could not be determined due to lack of fit of data.

4 Sammenfattende vurderinger

Bløtbunnsfauna

Alle de fire undersøkte stasjonene i Tysfjorden ble klassifisert til «svært god» økologisk tilstand for bløtbunnsfauna, og særlig stasjon B1, B3 og B6 (de tre stasjonene nærmest bedriften) var artsrike. Tysfjorden ligger i Norskehavet som er den mest artsrike av økoregionene i Norge, og gjennomsnittlige artsantall i upåvirkede referanseområder i Norskehavet ligger normalt på rett under 60 (Borgersen m.fl. 2019), altså tilsvarende antall som ble registrert på stasjon B1, B3 og B6. Også individtallene på stasjon B1, B3 og B6 var sammenlignbare med upåvirkede referanseområder i Norskehavet. På stasjon B7 var derimot både arts- og individtall lavere enn de modellerte referanseverdiene for Norskehavet.

Det svært lave innholdet av organisk karbon og nitrogen i sedimentet tyder at sjøbunnen i undersøkelsesområdet er nedslammet av mineralske partikler. Det organiske innholdet var spesielt lavt på stasjon B1 (nærmest utslippet) og økte med avstand fra utslippet. Også sedimentet var spesielt grovt på stasjon B1 og ble mer finkornet på stasjon B3 og B6 lenger fra utslippet. På stasjon B7 lengst unna utslippet var sedimentet finkornet og med en andel finfraksjon som er mer som forventet i norske fjorder.

Ledang m.fl (2011) beregnet ved modellering at det meste av avgangen fra bedriften sedimenterer innenfor en radius på ca. 1000 m. Dagens utslipp har imidlertid partikkelstørrelser som er betydelig grovere enn det beregningene fra 2011 tok utgangspunkt i, og er oppgitt til 95-377 µm og 68-211 µm for to prøver fra produksjon av hovedproduktet NC4 (10- og 90-persentil). Dagens utslipp spres derfor over et mindre område. Resultatene for både organisk innhold og kornfordeling tyder på at stasjon B1, B3 og B6 alle påvirkes av avgangsmasse og at det forekommer en viss nedslamming av relativt grove mineralske partikler. Imidlertid ser det ikke ut til at dette har hatt noen negativ effekt på bunndyrssamfunnet, så dette tyder på at sedimentasjonsraten ikke er høyere enn at bunndyrene klarer å tilpasse seg.

Klassifiseringssystemet for det organiske innholdet i sediment er utviklet med hensyn på å avdekke om et område er organisk belastet eller ikke. Jo lavere innhold av organisk karbon, desto bedre tilstand. Dersom det ikke måles noe organisk karbon i sedimentet, vil dette altså klassifiseres til «svært god» tilstand. Veldig lavt organisk innhold kan imidlertid være negativt for bunndyrene, siden de da har lite å spise. Høye tilførsler av mineralske partikler uten noe organisk innhold til et område kan derfor føre til næringsbegrensning. Undersøkelsen av bløtbunnsfauna tyder imidlertid ikke på næringsbegrensning, siden både artsantall og individtall var innenfor normalområdet for Norskehavet.

Bambuskorallen *Isidella lofotensis* ble registrert på stasjon B3, B6 og B7. *Isidella lofotensis* er vurdert til *nær truet* for Norsk rødliste for arter 2021, og kan danne naturtypen "bambuskorallskogbunn" som er *sterkt truet*. Bambuskorallen kan bli 30 cm høy og ser nesten ut som en liten busk. Arten er kun funnet i Norge og på noen få lokaliteter. I Andfjorden er det et større område med bambuskorall i den vestlige delen av fjorden, og Artskart viser funn gjort av Åkerblå i Tysfjord i mars 2021. Det er imidlertid uvisst om det kun er spredte forekomster av arten i Tysfjord, eller om den har høy nok tetthet til å danne naturtypen "bambuskorallskogbunn".

Det er ukjent hvilken effekt sedimentering av mineralske partikler har på bambuskorall. Laboratorieforsøk har vist at øyekorall *Lophelia pertusa* tåler sedimentering av uorganiske partikler

relativt bra (Brooke m. fl. 2009, Larsson m. fl. 2013, Aller m. fl. 2013), og kan produsere et slimlag som den feller av sammen med sedimentet. Det er mulig at dette også vil gjelde for bambuskorall, men det er uvisst.

Det ble påvist Duomeen CD (90-100% N-Kokos-1,3-diaminpropan) i de øverste 2 cm av bunnsedimentet på de tre stasjonene nærmest utslippet, dvs. inntil ca. 500 meter fra utslippet. De målte verdiene (330 µg/kg tørrvekt) er omtrent det dobbelte av PNEC-verdien på 172 µg/kg tørrvekt beregnet av ECHA (PNEC = Predicted No-Effect Concentration). ECHAs verdier har en assessment-faktor på 100 fordi det finnes relativt lite data på toksisitet på stoffet (dvs. at verdiene ganges med 100 for å ta høyde for at det kan finnes andre organismer som er mye mer sensitive for stoffet enn de organismene som er testet). Assessment-faktoren gjenspeiler mangelen på tilgjengelig kunnskap om stoffet, og at man ut fra den tilgjengelige kunnskapen ikke kan se bort fra at man må ha så lave verdier for å unngå negative effekter på økosystemet. Våre egne økotoksikologiske undersøkelser viste at Duomeen CD (produktet som faktisk brukes i produksjonen, og som i hovedsak består av N-Kokos-1,3-diaminpropan) var akutt toksisk for den sedimentlevende fjæremarken *Arenicola* sp.: Etter 10 dager ved en konsentrasjon 0.32 mg/kg tørrvekt (konsentrasjonen målt i felt) var dødeligheten på 93%. Videre var dødeligheten like høy selv for den laveste testkonsentrasjonen på 0.032 mg/kg tørrvekt. De oppnådde toksisitetsdataene, sammen med den tidligere beregnede PNEC for marint sediment på 172 µg/kg tørrvekt (**Tabell 2**) tyder på at Duomeen CD kan ha en negativ effekt på sedimentlevende organismer ved relevante konsentrasjoner. I den forvaltingsmessige vurderingen bør man også ta med i betraktningen at feltundersøkelsene av sedimentlevende organismer på bløtbunn viste svært god tilstand med høy artsdiversitet også nærmest utslippet, og at artssammensetningen var ganske lik på alle stasjonene.

De økotoksikologiske undersøkelsene viser at dette stoffet har toksisk innvirkning på planteplankton ved at det hemmer veksten av plankton. For de laveste konsentrasjonene som ble testet var virkningen forbigående og det var ingen effekter etter 72 timer; for de høyere konsentrasjonene var det en betydelig effekt (mer enn 80% vekstreduksjon) også etter 72 timer. For hoppekreps var det imidlertid ingen effekt av stoffet ved noen av testkonsentrasjonene, verken på dødelighet eller på utvikling av tidlige livsstadier.

Analyser av pH og turbiditet målt fra målebøya ved utslippene viser en markert nedgang i pH under produksjon. I enkelte måneder er pH redusert mer enn 0.5 pH-enheter under bakgrunnsnivået i 10% av tiden. En pH-reduksjon på 0.5 tilsvarer ca. en tredobling av vannets CO₂-konsentrasjon. Organismer er avhengige av at intracellulær pH holdes konstant og vil endre biokjemiske prosessene i kroppen for å regulere denne, noe som har en metabolsk kostnad (Heuer og Grosell 2014). Fisk har normalt en extracellulær pH på 7.7-7.8 (Esbaugh 2017), dvs. ca. 0.4 under normal oseanisk pH, så en pH-endring av denne størrelsesorden medfører en betydelig miljøendring for fisken. Det har imidlertid vist seg at fisk og andre arter som kan bevege seg aktivt kan unngå vann med lavere pH (Kroon 2005). Organismer som driver mer passivt med strømmen (dvs. dyre- og planteplankton) vil ikke ha mindre muligheter til å unngå de påvirkede vannmassene, men kan være tolerante for pH-endringer i størrelsesorden 0.5 (Berge et al. 2010, Aberle et al. 2013). Det synes også som om én av prosessene forårsaker en mindre økning i turbiditet, men denne er i samme størrelsesorden som naturlige svingninger i turbiditet (se Hjermann et al. 2015) og har neppe betydelige økologiske konsekvenser.

Utslippstillatelsen krever at "*pH-verdi målt inntil 30 meter horisontal fra utslippspunktet skal ikke være lavere enn 6*". Det er praktisk vanskelig å overvåke pH så nær utslippspunktet. Da vi gjorde våre målinger, var bøya plassert 180 m fra utslippspunktet. Beregninger vist i Ledang (2011) tyder på at en har en fortykning på 2x til 5x fra 30 til 180 m avstand (avhengig av strømhastighet), noe som tilsvarer

en forskjell i pH på 0.3-0.7 (siden pH følger en log₁₀-skala). Den laveste pH vi målte var 6.49, og siden man kan anta at pH 30 m fra utslippspunktet er 0.3-0.7 lavere, tilsvarer dette en minimumsverdi i området 5.79-6.19, altså i området rundt den satte grenseverdien. Kun 1.5% av målingene hadde pH under 7.5 (tilsvarende 6.8-7.2 ved 30 m), noe som tyder på at det er svært sjelden at pH er i nærheten av den satte grenseverdien.

5 Konklusjon

Resultatene fra undersøkelsen viser at de økologiske forholdene på både hardbunn og bløtbunn er i tilstand "meget bra" og synes derfor å ikke være negativt påvirket av virksomheten til The Quartz Corp, selv ikke helt i nærheten av utslippet. Når det gjelder de kjemiske forholdene, ble det funnet at konsentrasjonene av Duomeen CD (som har N-Kokos-1,3-diaminpropan som hovedbestanddel) i sediment er høye nok til å gi høy akutt dødelighet hos den brukte testorganismen (fjæremark). Målingene av pH tyder på en vesentlig senkning av pH nedstrøms for utslippspunktet, men at det trolig er sjeldent at kriteriet om pH > 6 i en avstand av 30 m fra utslippspunktet ikke overholdes.

Overvåking av pH fra målebøye bør fortsette. I lys av at det er konstatert et potensiale for skadevirkninger av Duomeen CD, bør det regelmessig overvåking av bløtbunnsfauna og konsentrasjoner av Duomeen vurderes. Vanlig overvåkningsfrekvens for bløtbunnsfauna er hvert 3. år. Videre bør det vurderes om det trengs mer kunnskap om nedbrytningshastigheten til Duomeen CD under naturlige forhold, og om opptak av Duomeen CD i bløtbunnsorganismer.

6 Referanser

Aberle, N., Schulz, K. G., Stuhr, A., Malzahn, A. M., Ludwig, A., & Riebesell, U. 2013. High tolerance of microzooplankton to ocean acidification in an Arctic coastal plankton community. *Biogeosciences*, 10(3), 1471-1481.

Allers, E., Abed, R.M., Wehrmann, L.M., Wang, T., Larsson, A.I., Purser, A. & de Beer, D., 2013. Resistance of *Lophelia pertusa* to coverage by sediment and petroleum drill cuttings. *Marine Pollution Bulletin*, 74 (1), 132-140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.016>

Berge, T., Daugbjerg, N., Andersen, B. B., & Hansen, P. J. (2010). Effect of lowered pH on marine phytoplankton growth rates. *Marine Ecology Progress Series*, 416, 79-91.

Borgersen, G., Ledang, A.B., Norli, M., Hangstad, T.A. og Walday, M.G. 2017. Marin overvåking Nordland 2016-2017. Undersøkelser av hydrografi, planteplankton og bløtbunnsfauna i 6 fjorder i Nordland. NIVA-rapport 7211-2017.

Brkljacic, M.S, Gitmark, J., Johnsen, T.M., Norli, M. og Dahl-Hansen, G.A. 2016. Marin overvåking Nordland 2013-2015. Undersøkelser av hydrografi, planteplankton, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna i 6 fjorder i Nordland. NIVA-rapport 6993-2016.

Brkljacic, M.S, Ledang, A.B., Borgersen, G., Gitmark, Kristiansen, T. 2022. Marin overvåking Nordland 2016-2019. Marin overvåking Nordland 2016-2019. Undersøkelser av hydrografi, planteplankton (klorofyll a), hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna i seks fjorder i Nordland. NIVA-rapport 7739-2022.

Brkljacic, M.S, Gitmark, J., Ledang, A.B. og Norli, M. 2019. Marin overvåking Nordland 2017-2018. Undersøkelser av hydrografi, planteplankton (klorofyll a) og hardbunnsorganismer i 6 fjorder i Nordland. NIVA-rapport 7350-2019.

Brooke, S., Holmes, M. & Young, C., 2009. Sediment tolerance of two different morphotypes of the deep-sea coral *Lophelia pertusa* from the Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 390, 137-144.

Davies, J.K. 1991. Reactions of sand smelt to low pH sea-water. *Marine pollution bulletin* 22: 74-77.

ECHA 2020a. Sulfonic acids, petroleum, sodium salts. On-line dossier, accessed 10.12.2020. <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14396/6/1>

ECHA 2020b. Amines, N-C12-18-alkyltrimethylenedi-. EC number 268-957-9; CAS number 68155-37-3. On-line dossier, accessed 07.05.2024. <https://chem.echa.europa.eu/100.062.670/dossier-list/reach/dossiers/active?searchText=68155-37-3>

Eco-online 2020a. Sikkerhetsdatablad CustoFloat® 5281. Accessed 2020.

Eco-online 2020b. Sikkerhetsdatablad DUOMEEN CD. Accessed 2020.

- Esbaugh, A. J. (2018). Physiological implications of ocean acidification for marine fish: emerging patterns and new insights. *Journal of Comparative Physiology B*, 188(1), 1-13.
- Georgantzopoulou, A., Carvalho, P.A., Vogelsang, C., Tilahun, M., Ndungu, K., Booth, A.M., Thomas, K.V., Macken, A. 2018. Ecotoxicological effects of transformed silver and titanium dioxide nanoparticles in the effluent from a lab-scale wastewater treatment system. *Environ. Sci. Technol.* 52, 16, 9431-9441
- Gitmark, J., Ledang, A.B., Trannum, H. T. og Johnsen, T.M. 2014. Marin overvåking Nordland 2013. Undersøkelser av hydrografi, bløtbnunnsfauna og hardbnunnsorganismer i 6 fjorder i Nordland. NIVA-rapport 6638-2014, 66 s.
- Gitmark, J., Johnsen, T.M. og Lømsland, E. 2015. Marin overvåking Nordland 2014. Undersøkelser av hydrografi og hardbnunnsorganismer i 6 fjorder i Nordland. NIVA-rapport 6813-2015, 42 s.
- Heuer, R.M og Grosell, M. 2014. Physiological impacts of elevated carbon dioxide and ocean acidification on fish. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 307.9 (2014): R1061-R1084.
- Hjermann, D.Ø., Staalstrøm, A. Hagen, A.G og Skogan, O.A.S. 2015. Dataanalyse av kontinuerlige målinger utenfor The Quartz Corp på Drag i Tysfjord – rapport av målinger gjort i 2014. NIVA-rapport 6878-2015, 54 s.
- Kroon, F.J. 2005. Behavioural avoidance of acidified water by juveniles of four commercial fish and prawn species with migratory life stages. *Marine Ecology Progress Series* 285: 193–204.
- Larsson, A.I., van Oevelen, D., Purser, A. & Thomsen, L., 2013a. Tolerance to long-term exposure of suspended benthic sediments and drill cuttings in the cold-water coral *Lophelia pertusa*. *Marine Pollution Bulletin*, 70 (1), 176-188. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.02.033>
- Ledang, A. B., Skei, J., Eikrem, W. Schaanning, M. og Norling, P., 2011. Undersøkelse av sjøresipienten utenfor Norwegian Crystallites AS på Drag i Tysfjord. NIVA-rapport 6129-2011, 46 s.
- Ledang, A. B. og Beylich, B. 2013. Dataanalyse av kontinuerlige målinger utenfor Norwegian Crystallites A/S på Drag i Tysfjord. NIVA-rapport 6436-2012, 29 s.
- Ledang, A. B. og Berge, J. A. 2014. Dataanalyse av kontinuerlige målinger utenfor Quartz Corp AS på Drag i Tysfjord. NIVA-rapport 6710-2014, 27 s.
- Lilicrap, A.D, Kvassnes, A.S., Macrae, K. og Haiaas, H. 2011. Determination of the acute toxicity of mine tailings from Nussir ASA to the marine alga *Skeletonema costatum*, the marine copepod *Tisbe battagliai* and the polychaete *Arenicola marina*. NIVA-rapport 6163-2011.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Vann-nett 2020. Tysfjorden. On-line assessment.
<https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0364020100-6-C>

Åtland, Å. 1998. Behavioural responses of brown trout, *Salmo trutta*, juveniles on concentration gradients of pH and Al – a laboratory study. *Environmental Biology of Fishes* 53: 331-345.

Vedlegg A.

Tokrapport opphenting av faunaprøver og sedimentprøver fra bløtbunn.



Norsk institutt
for vannforskning

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

TOKT- RAPPORT

Toktrapport marin bløtbunnsfauna

Oppdragsgiver: QuartsCorp

Kontaktperson NIVA: Dag Hjermer (prosjektleder)

Prosjektnummer/navn: 200078

Rapport ID: 002-2021

Versjon: 1

Prøvetakingsperiode: 28.-29.april 2021

Rapporteringsdato: 19.mai 2021

Informasjon om prøvetaking:

En kombinasjon av sterk strøm og et flytetau som skapte oppdrift medførte at grabben ofte ikke løste seg ut. Det ble derfor en del bomskudd. Den grabben som fungerte best (grabb id nr. 9) gikk tapt fordi en spleis på fartøyets tau røyk. Etter dette ble reservegrabben benyttet. Alle prøver ble tatt etter planen på stasjon 1-6. På stasjon 7 fikk ble det tatt prøver for miljøgifter og kornfordeling, og 1 prøve for bunnfauna (skulle vært 4). Stasjon 8 ble droppet da det ikke var mulig å ta prøver – grabben lukket seg, men kom opp tom. Dette kan skyldes at det var hardbunn og ikke bløtbunn på lokaliteten. Måling med CTD med påmontert oksygensensor ble utført på stasjon 7 og 3.

Stasjonenes posisjoner og dyp er vist i Tabell 1, samt en oversikt over hvilken prøver som ble tatt på de ulike stasjonene. Beskrivelser av grabbprøvene er gitt i Vedlegg A.

Tabell 1. Stasjons-id, posisjoner og dyp for prøvetakingen. Oppgitt posisjon er gjennomsnittet av posisjonene for stasjonen (det ble tatt waypoint for hvert grabbskudd).

Stasjons-id	Prøvetakings-dato	Posisjon nord	Posisjon øst	Dyp (m)	Fauna-prøver	TOC/TN 0-1 cm	Korn-størrelse 0-2+3-5 cm	Miljø-gifter
B1	28.4.2021	68,04477	16,10183	325	4	x	x	x
B2	28.4.2021	68,04572	16,10436	330			x	x
B3*	28.4.2021	68,04676	16,10747	329	4	x	x	x
B4	28.4.2021	68,04453	16,11996	330			x	x
B5	28.4.2021	68,04099	16,12564	320			x	x
B6	28.4.2021	68,03715	16,12416	330	4	x	x	x
B7*	29.4.2021	68,03073	16,17454		1		x	x
B8	29.4.2021	68,03079	16,1738					

* målte profil med CTD med påmontert oksygensensor

Metode: Prøvetaking ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19:2004. Munsells fargekart for jord og sedimenter ble brukt for å bestemme fargen på sedimentets overflatelag. Volum ble bestemt vha. målepinne tilhørende grabben.

Toktleder: Gunhild Borgersen (NIVA)

Annet personell: Marijana Brkljacic (NIVA)

Id-nr grabb: 9, 38

Id-nr sikter: 20, 18

Avvik/fravik: Avvik med id-nr. 16551 (tap av grabben)

Kommentarer: Prøvetaking er gjennomført iht. prøvetakingsplan datert 23.4.2021. Avvik fra prøvetakingsplanen er beskrevet i «Informasjon om prøvetakingen».

Underleverandører: Nordlaks

Navn på fartøy: Ingrid

Navn på båtfører/mannskap: Personell fra Nordlaks

Vedlegg:

A Sedimentbeskrivelse

Referanser:

NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).

NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder

Godkjenning: Oslo, 19.5.2021



Rapport utarbeidet av: Gunhild Borgersen



 Kvalitetsleder: Marijana Brkljacic

Denne toktrapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Resultatene gjelder kun for de prøvene som er prøvetatt.

Toktrapport bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato Nei

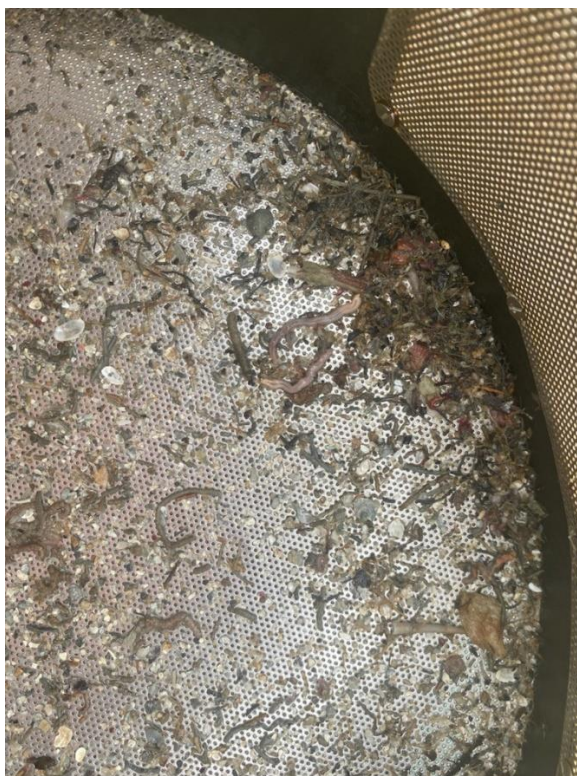
Dokumentansvarlig Paul Ragnar Berg

VEDLEGG A: BESKRIVELSE AV GRABBPRØVER (FAUNA)

Stasjon B1	
Grabbvolum (L)	4-6
Munsells fargekode	5Y 7/2
Sedimentkjemi fra separat	grabbprøve <input checked="" type="checkbox"/> kjerne-/corerprøve <input type="checkbox"/>
Sedimenteskrielse	Sandig sediment (fin sand), noe skjellrester. Brun overflate, grått under. Ingen lukt. Liten sikterest
Synlig fauna	Slimål (ble kastet), muslinger (<i>Thyasira</i>), sjømus, amfipoder og flerbørstemark (<i>Pectinaria</i> , <i>Nephtys</i>)



Sediment fra stasjon B1





Sikterest fra stasjon B1

Toktrappport bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato Nei

Dokumentansvarlig Paul Ragnar Berg

Stasjon B3	
Grabbvolum (L)	8-10
Munsells fargekode	2,5Y 4/3
Sedimentkjemi fra separat	grabbprøve <input checked="" type="checkbox"/> kjerne-/coreprøve <input type="checkbox"/>
Sedimenteskrielse	Siltig leire, klebrig. Brun overflate, grått under. Ingen lukt. Liten sikterest.
Synlig fauna	Stor bambuskorall (ble kastet), muslinger (<i>Thyasira</i>), amfipoder, brachiopoda, frittlevende og rørbyggende flerbørstemark, slangestjerner

	
Sediment og bambuskorall fra stasjon B3	Sikterest fra stasjon B3

Toktrappert bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato Nei

Dokumentansvarlig Paul Ragnar Berg

Stasjon B6

Grabbvolum (L)	9-14
Munsells fargekode	2,5Y 4/2
Sedimentkjemi fra separat	grabbprøve <input checked="" type="checkbox"/> kjerne-/corerprøve <input type="checkbox"/>
Sedimenteskrielse	Siltig leire, innslag av fin sand. Brun overflate, grått under. Litt kompakt, ikke så lettspylt som de andre. Ingen lukt. Skjellsand i sikteresten.
Synlig fauna	Pølseorm (<i>Priapulus</i>), korall, muslinger (<i>Thyasira</i>), frittlevende- og rørbyggende flerbørstemark (<i>Pectinaria</i> , <i>Nephtys</i>), liten sjømus, slangestjerner



Sediment og korall fra stasjon B6



Sikkerest fra stasjon B6

Stasjon B7

Beskrivelse mangler. Det ble kun tatt 1 prøve for fauna.

Vedlegg B.

Analyserapport fra opparbeiding og artsidentifisering av bunnfauna.



ANALYSE- RAPPORT

**Norsk institutt
for vannforskning**

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Oppdragsgiver: NIVA

Kontaktperson oppdragsgiver: DHJ

Prosjektnummer: 200078

Rapport ID: 009-2022

Versjon: 1

Analyseperiode: 21.6.2021 – 27.12.21

Rapporteringsdato: 8.3.2022

Prøvemerkning (stasjons-id og grabbnummer)	Prøvens løpenummer (fra NIVAs database)	Prøvetakingsdato
B1_G1	5638	20210428
B1_G2	5639	20210428
B1_G3	5640	20210428
B1_G4	5641	20210428
B3_G1	5642	20210428
B3_G2	5643	20210428
B3_G3	5644	20210428
B3_G4	5645	20210428
B6_G1	5646	20210428
B6_G2	5647	20210428
B6_G3	5648	20210428
B6_G4	5649	20210428
B7_G1	5650	20210429

Informasjon om prøven fra oppdragsgiver/prøvetaker: Fire stasjoner i tysfjord, Nordland. Fire grabbprøver fra hver stasjon, bortsett fra B7 hvor det kun ble tatt én grabbprøve.

Analysemetode: Identifisering er i henhold til gjeldende versjon av ISO 16665 (Water quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna), NIVAs interne prosedyrer 16294 (Prosedyre M3 Bearbeidelse av bløtbunnsprøver), 16613 (Prosedyre M4 Artsidentifisering av bløtbunnsfauna) og 16620 (Prosedyre M10 Faglige vurderinger og fortolkninger).

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Taksonomisk personell:

Grovsortering: Eli Johansen

Kontrollsortering: Siri Moy

Polychaeta: Gunhild Borgersen

Crustacea: Marijana Brkljacic

Echinodermata: Marijana Brkljacic

Mollusca: Rita Næss

Varia: Marijana Brkljacic

Databehandling:

Punchekontroll: Nei

Indeksberegning og beregning av nEQR: Gunhild Borgersen

Indekser og nEQR er beregnet etter: Klassifiseringsveileder 02:2018

Kommentarer: Ingen kommentarer

Underleverandører: Inger underleverandører

Vedlegg:

A Artslister

B Indekser og nEQR (normalized Ecological Quality Ratio)

Artsregistreringer og indekser er lagt inn i NIVAs bløtbunnsdatabase.

Artslisten og indekser leveres også til oppdragsgiver som excel-fil.

Referanser:

NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).

Veileder 02:2018: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften 2018.

Godkjenning: Oslo 10.3.2022



Rapport utarbeidet av: Gunhild Borgersen

Kvalitetsansvarlig: Marijana Brkljacic

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Vedlegg A Artslister

Fullstendige artslister for bløtbunnsfauna.

G1=grabbprøve 1, G2=grabbprøve 2, G3=grabbprøve 3, G4=grabbprøve 4. Det ble kun tatt én grabbprøve på stasjon B7.

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
B1	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet				1
B1	NEMERTEA		Nemertea indet	1			1
B1	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	4	5	2	7
B1	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1			
B1	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe cf. fernandi	1	1		1
B1	POLYCHAETA	Sigalionidae	Neoleanira tetragona		1		
B1	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodocidae indet		2	1	
B1	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Protomystides exigua				1
B1	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica			1	
B1	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone verugera		1	3	2
B1	POLYCHAETA	Syllidae	Parexogone hebes	1			
B1	POLYCHAETA	Syllidae	Syllidae indet				1
B1	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hystricis	2	4	2	4
B1	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera lapidum	3	1	2	4
B1	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata				1
B1	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra fiordica	3	3	3	3
B1	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra quadricuspis		1		3
B1	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Augeneria sp.	3	2	2	
B1	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris mixochaeta	1	2		
B1	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp.				1
B1	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea kefersteini	3			1
B1	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo grubei		3		1
B1	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	12	3	2	8
B1	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice sarsi	1			2
B1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	26	6	7	7
B1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia		1		
B1	POLYCHAETA	Spionidae	Scoelepis korsuni	1	2	1	
B1	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri		5	5	5
B1	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus	3	1	1	
B1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	6	4		4
B1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Cauleriella sp.	1			
B1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	5	2	3	1
B1	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma hanseni	3	4		4
B1	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	13	9	1	6
B1	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus	6	12	9	15
B1	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps			1	
B1	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	5	5	5	4
B1	POLYCHAETA	Maldanidae	Notoproctus sp.			2	

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
B1	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata			1	
B1	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	32	12	24	7
B1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete lindstroemi	1			
B1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus	60	40	37	60
B1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus laubieri				3
B1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysippe vanelli	3		2	
B1	POLYCHAETA	Terebellidae	Paramphitrite birulai				1
B1	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista lornensis				1
B1	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus latidens		2		
B1	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Octobranchus sikorskii	5	2		3
B1	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii		1	2	3
B1	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus		2		1
B1	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.	3	4		
B1	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone southerni			1	1
B1	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.	1	2	4	4
B1	POLYCHAETA	Siboglinidae	Siboglinidae indet	2			
B1	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Euspira montagui	2	2	1	1
B1	PROSOBRANCHIA	Eulimidae	Eulima bilineata	1			
B1	PROSOBRANCHIA	Eulimidae	Melanella sp.		2	2	2
B1	PROSOBRANCHIA	Turridae	Taranis moerchii				1
B1	OPISTOBRANCHIA	Retusidae	Retusa umbilicata			1	1
B1	OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Philinidae indet		1	1	1
B1	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	12	12	13	9
B1	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula tumidula	5	5	6	4
B1	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella lucida	8	2	2	1
B1	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella nana			4	1
B1	BIVALVIA	Arcidae	Bathyarca pectunculoides			1	
B1	BIVALVIA	Pectinidae	Delectopecten vitreus			1	
B1	BIVALVIA	Thyasiridae	Adontorhina similis	8			2
B1	BIVALVIA	Thyasiridae	Axinulus croulinensis	9	7	4	9
B1	BIVALVIA	Thyasiridae	Genaxinus eumyrius	1	7	4	4
B1	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	34	28	40	37
B1	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira equalis	3	10	7	6
B1	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira granulosa		1		
B1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira obsoleta	84	59	63	65
B1	BIVALVIA	Astartidae	Astarte sulcata		5	1	1
B1	BIVALVIA	Cardiidae	Papillicardium minimum				1
B1	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida		1	1	1
B1	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	3	12	21	8
B1	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria lamellosa	3		2	1
B1	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata			1	2
B1	SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis entalis	1	2	2	1
B1	SCAPHOPODA	Entalinidae	Entalina tetragona		1	1	
B1	OSTRACODA	Cypridinidae	Vargula norvegica		1	1	1

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
B1	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet	4	2	5	6
B1	AMPHIPODA	Lysianassidae	Tmetonyx sp.			1	
B1	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca gibba	1			
B1	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata		1		
B1	AMPHIPODA	Haustoriidae	Urothoe elegans				1
B1	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Oediceropsis brevicornis			2	
B1	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Pacifocolodes cf. pallidus			2	
B1	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Synchelidium sp.		1		
B1	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula			2	
B1	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia pectinata	5	4	1	1
B1	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia sp.	1			
B1	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Leptophoxus falcatus		1		
B1	AMPHIPODA	Melphidippidae	Melphidippa sp.		2		
B1	AMPHIPODA	Liljeborgiidae	Liljeborgia ossiani				1
B1	AMPHIPODA	Eusiridae	Eusirus minutus		1		
B1	SIPUNCULIDA		Onchnesoma squamatum	2			
B1	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	11	15	6	7
B1	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus strombus	1			
B1	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	13	8	11	8
B1	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura sp.				1
B1	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp.			1	
B1	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiuridae indet	1			3
B1	ECHINOIDEA		Spatangoida juvenil	2	4	6	5
B1	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	3		1	
B3	ANTHOZOA		Isidella lofotensis	1			
B3	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Paraedwardsia sp.	1			
B3	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet			1	
B3	NEMERTEA		Nemertea indet		3	4	4
B3	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	2	1	3	5
B3	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata		1		
B3	POLYCHAETA	Sigalionidae	Neoleanira tetragona			1	
B3	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone longa/flava		1		
B3	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Protomystides exigua			3	
B3	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hystericis	5	5	8	5
B3	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera lapidum				7
B3	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra fiordica	5	13	7	4
B3	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra quadricuspis	3	4	2	1
B3	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica		1		
B3	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Augeneria sp.	1		5	3
B3	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris mixochaeta	2		2	2
B3	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Scoletoma magnidentata			1	
B3	POLYCHAETA	Arabellidae	Drilonereis sp.	1			
B3	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea kefersteini			1	1
B3	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo grubei			1	

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
B3	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo norvegica			1	
B3	POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea (Strelzovia) quadrilobata				1
B3	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	4	5	5	19
B3	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra			1	
B3	POLYCHAETA	Spionidae	Malacoceros jirkovi		1		
B3	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera			1	2
B3	POLYCHAETA	Spionidae	Scolecopsis korsuni		3		
B3	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	4	1	8	9
B3	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes wigleyi		1		
B3	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus	2	2	3	1
B3	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochoeta sp.	5	14	16	11
B3	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	3		2	3
B3	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Therochaeta flabellata	1	1		
B3	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma hansenii	2		3	
B3	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelia cylindricaudata		1		1
B3	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	4	5	6	5
B3	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus sp.	2	2	8	6
B3	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus	3	2	1	2
B3	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps		1		
B3	POLYCHAETA	Maldanidae	Clymenura borealis	3	2	3	3
B3	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene droebachiensis				1
B3	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	5	10	13	8
B3	POLYCHAETA	Maldanidae	Lumbriclymene cylindricauda	1	1	4	1
B3	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet			3	2
B3	POLYCHAETA	Maldanidae	Notoproctus sp.		2	4	5
B3	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata			17	
B3	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	2	2	4	4
B3	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus	41	58	51	41
B3	POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysippe vanelli			5	1
B3	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp.				1
B3	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae indet		1		
B3	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Octobranchus sikorskii	4	1	5	8
B3	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	12	4	4	8
B3	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.			2	
B3	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone southerni	1	1	2	
B3	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.	2	1	7	1
B3	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Euspira montagui				1
B3	PROSOBRANCHIA	Eulimidae	Melanella sp.	1			1
B3	OPISTHOBANCHIA	Diaphanidae	Diaphana minuta		1		1
B3	OPISTHOBANCHIA	Retusidae	Retusa umbilicata			2	
B3	OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Hermania sp.				1
B3	OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philinidae indet		1		
B3	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	2	4	10	4
B3	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula tumidula	4	6	5	9

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
B3	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella lucida	1			
B3	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella nana		1	3	
B3	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella sp.				1
B3	BIVALVIA	Arcidae	Bathyarca pectunculoides		1		1
B3	BIVALVIA	Thyasiridae	Axinulus croulinensis	4	5	6	8
B3	BIVALVIA	Thyasiridae	Genaxinus eumyrius	11	10	19	12
B3	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	38	43	29	46
B3	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira equalis	4	6	8	5
B3	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira granulosa	2	3	2	2
B3	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira obsoleta	29	34	37	36
B3	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella bidentata			1	
B3	BIVALVIA	Astartidae	Astarte sulcata				1
B3	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	1	1		
B3	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	5	5	4	2
B3	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria lamellosa	1	3	1	2
B3	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa	2	2	1	
B3	SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis entalis		1		
B3	SCAPHOPODA	Entalinidae	Entalina tetragona	5	2	6	1
B3	OSTRACODA	Cypridinidae	Philomedes (Philomedes) lilljeborgi	1		1	
B3	OSTRACODA	Cypridinidae	Vargula norvegica	2	5	3	2
B3	OSTRACODA	Conchoeciidae	Boroecia cf. borealis			3	
B3	OSTRACODA	Cypridae	Macrocypis minna			2	
B3	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella cf. truncatula	1			
B3	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet			1	
B3	ISOPODA	Parasellidae	Ischnomesus bispinosus			1	
B3	AMPHIPODA	Lysianassidae	Caeconyx cf. caeculus				1
B3	AMPHIPODA	Lysianassidae	Tmetonyx sp.		1		
B3	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca odontoplax	1			
B3	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	3	2	1	2
B3	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Oediceropsis brevicornis		1		
B3	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia pectinata				2
B3	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia sp.		1	1	
B3	AMPHIPODA	Eusiridae	Eusirus minutus			1	
B3	DECAPODA	Galatheidae	Munida tenuimana				1
B3	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	3	10	6	12
B3	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica		2		1
B3	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiuridae indet		4		
B3	ECHINOIDEA		Spatangoida juvenil	1	1	3	5
B3	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	2			
B3	HOLOTHUROIDEA	Myriotrochidae	Myriotrochus sp.	1		1	
B6	ANTHOZOA		Isidella lofotensis	1			
B6	ANTHOZOA		Pennatulacea indet	1			
B6	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet			1	1
B6	NEMERTEA		Nemertea indet	5	2	4	1

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
B6	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	17	7	9	11
B6	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1			
B6	POLYCHAETA	Polynoidae	Bylgides groenlandicus				1
B6	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eumida bahusiensis			1	
B6	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Protomystides exigua			1	
B6	POLYCHAETA	Nereididae	Ceratocephale loveni				1
B6	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hystericis	4	8	5	4
B6	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra fiordica	9	1	3	1
B6	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra quadricuspis	2	2	3	4
B6	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica				2
B6	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Augeneria sp.			2	1
B6	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris mixochaeta	2	2		
B6	POLYCHAETA	Arabellidae	Drilonereis filum	1			1
B6	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo grubei		1		
B6	POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea (Acmira) catherinae	1			
B6	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis			10	2
B6	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra	1			
B6	POLYCHAETA	Spionidae	Dipolydora coeca			1	
B6	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice sarsi	1	1	1	
B6	POLYCHAETA	Spionidae	Scolelepis korsuni	1	2	1	2
B6	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	9	3	4	3
B6	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus	9	4	8	2
B6	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	12	2	8	3
B6	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	2		2	1
B6	POLYCHAETA	Cirratulidae	Kirkegaardia serrata	2		3	
B6	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Lamispina falcata	1			
B6	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Therochaeta flabellata	2			
B6	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	8	2	3	5
B6	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus sp.	1		1	
B6	POLYCHAETA	Capitellidae	Leiochrides sp.		1		
B6	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus	1		2	
B6	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps	2		2	
B6	POLYCHAETA	Maldanidae	Clymenura borealis	7	1	4	
B6	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene lindrothi	2	1		2
B6	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	13	1	19	9
B6	POLYCHAETA	Maldanidae	Lumbriclymene cylindrica	1		1	2
B6	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet	1		2	1
B6	POLYCHAETA	Maldanidae	Notoproctus sp.	1		5	
B6	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni			1	
B6	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	1			
B6	POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele olgae	1			
B6	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	4	2	1	1
B6	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria belgica		1		1
B6	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amphicteis gunneri			1	

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
B6	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus	13	5	36	14
B6	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus laubieri	8	3	9	4
B6	POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysispe vanelli			2	
B6	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna elisabethae			3	3
B6	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista lornensis				1
B6	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp.	1		1	
B6	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Octobranchus sikorskii			2	1
B6	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	9	1	9	1
B6	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus			1	
B6	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone duneri			1	
B6	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.		2		4
B6	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone southerni	3		3	
B6	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.	7	1	9	3
B6	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyla vitrea		2	1	1
B6	PROSOBRANCHIA	Eulimidae	Melanella sp.	2	1		1
B6	OPISTOBRANCHIA	Diaphanidae	Diaphana minuta	1			
B6	OPISTOBRANCHIA	Retusidae	Retusa umbilicata			1	
B6	OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Philinidae indet		1		
B6	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	10	10	12	6
B6	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula tumidula	11	12	8	12
B6	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella lucida			2	
B6	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella nana	1	1		
B6	BIVALVIA	Arcidae	Batharca pectunculoides			1	
B6	BIVALVIA	Pectinidae	Delectopecten vitreus	2		1	1
B6	BIVALVIA	Thyasiridae	Adontorhina similis			1	
B6	BIVALVIA	Thyasiridae	Axinulus croulinensis		3	4	1
B6	BIVALVIA	Thyasiridae	Genaxinus eumyrius	16	14	19	23
B6	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	35	36	44	36
B6	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira equalis	28	7	33	24
B6	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira granulosa	4	1	1	3
B6	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira obsoleta	15	2	6	6
B6	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	4	2	4	5
B6	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	24	12	28	4
B6	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria lamellosa	1	3	1	1
B6	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa	3	2		2
B6	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	1		1	2
B6	SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis entalis		1		1
B6	SCAPHOPODA	Entalinidae	Entalina tetragona	4	6	7	5
B6	OSTRACODA	Cypridinidae	Philomedes (Philomedes) lilljeborgi				2
B6	OSTRACODA	Cypridinidae	Vargula norvegica	6	2	7	7
B6	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella hirsuta			1	
B6	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cf. tumida	1			
B6	TANAIDACEA	Apseudidae	Apseudes spinosus	2		1	
B6	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet	6		2	4

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
B6	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata			1	1
B6	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus			1	1
B6	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia crenulata	1			
B6	AMPHIPODA	Liljeborgiidae	Cletodes sp.		1		1
B6	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	9	6	10	8
B6	SIPUNCULIDA		Phascolosoma sp.	1			2
B6	SIPUNCULIDA		Sipunculus (Sipunculus) norvegicus	1			
B6	OPHIUROIDEA		Amphilepidida indet	1			
B6	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	8	5	5	8
B6	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica	2		2	2
B6	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura (Dictenophiura) carnea			1	
B6	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp.	1			
B6	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiuridae indet	3			
B6	ECHINOIDEA		Spatangoida juvenil		1	1	2
B6	HOLOTHUROIDEA	Stichopodidae	Parastichopus tremulus		1		
B6	HOLOTHUROIDEA	Myriotrochidae	Myriotrochus sp.		2	4	4
B7	ANTHOZOA		Isidella lofotensis	1			
B7	NEMERTEA		Nemertea indet	1			
B7	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hystricis	5			
B7	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1			
B7	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra fiordica	7			
B7	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra quadricuspis	5			
B7	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris mixochaeta	2			
B7	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo norvegica	1			
B7	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	1			
B7	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus	1			
B7	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	2			
B7	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Bradabyssa villosa	2			
B7	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	3			
B7	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	1			
B7	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet	1			
B7	POLYCHAETA	Maldanidae	Notoproctus sp.	2			
B7	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	3			
B7	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus	3			
B7	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna elisabethae	1			
B7	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	1			
B7	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.	1			
B7	OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet	1			
B7	PROSOBRANCHIA	Eulimidae	Eulima bilineata	2			
B7	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	1			
B7	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula tumidula	28			
B7	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella nana	1			
B7	BIVALVIA	Pectinidae	Delectopecten vitreus	4			
B7	BIVALVIA	Thyasiridae	Genaxinus eumyarius	15			

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
B7	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	21			
B7	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira equalis	15			
B7	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira granulosa	3			
B7	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira obsoleta	5			
B7	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	2			
B7	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	61			
B7	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa	3			
B7	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	2			
B7	SCAPHOPODA	Entalinidae	Entalina tetragona	10			
B7	OSTRACODA	Cypridinidae	Vargula norvegica	3			
B7	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	2			
B7	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	9			
B7	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	4			
B7	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica	5			
B7	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura (Dictenophiura) carnea	3			
B7	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp.	1			
B7	HOLOTHUROIDEA	Ypsilothuriidae	Echinocucumis hispida	2			
B7	HOLOTHUROIDEA	Stichopodidae	Parastichopus tremulus	1			
B7	HOLOTHUROIDEA	Myriotrochidae	Myriotrochus sp.	4			

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Vedlegg B Indekser og nEQR (normalized Ecological Quality Ratio)

Bløtbunnsindekser per grabbprøve: 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.

Dato	NR	Stasjon	Grabb	Prøvens areal (m ²)	S	N	NQI1*	H'	ES100	ISI2012	NSI2012
20210428	5638	B1	G1	0,1	56	430	0,83	4,53	31,7	10,57	27,5
20210428	5639	B1	G2	0,1	60	342	0,85	4,86	36,5	10,32	27,4
20210428	5640	B1	G3	0,1	60	342	0,87	4,63	33,7	9,94	27,3
20210428	5641	B1	G4	0,1	67	365	0,86	4,74	36,5	9,95	28
20210428	5642	B3	G1	0,1	52	247	0,84	4,63	35,7	10,22	27,5
20210428	5643	B3	G2	0,1	59	307	0,85	4,62	34,5	10,75	27,9
20210428	5644	B3	G3	0,1	66	376	0,83	5,14	39,8	10,17	26,7
20210428	5645	B3	G4	0,1	59	336	0,83	4,85	35,8	10,36	27,3
20210428	5646	B6	G1	0,1	70	372	0,82	5,31	40,4	10,9	25,3
20210428	5647	B6	G2	0,1	49	190	0,83	4,77	36,8	11,06	26,2
20210428	5648	B6	G3	0,1	72	396	0,83	5,17	39,3	11,27	26,2
20210428	5649	B6	G4	0,1	62	269	0,83	5,1	40	10,25	26,3
20210429	5650	B7	G1	0,1	47	253	0,85	4,39	31,8	10,06	24,7

* AMBI er beregnet på grunnlag av AMBI versjon Desember 2020

Gjennomsnittsverdier av de ulike indeksene for hver stasjon:

Stasjon	Dato	S	N	NQI1*	H'	ES100	ISI2012	NSI2012
B1	20210428	61	370	0,85	4,69	34,6	10,2	27,5
B3	20210428	59	317	0,84	4,81	36,4	10,37	27,3
B6	20210428	63	307	0,83	5,09	39,1	10,87	26
B7**	20210429	47	253	0,85	4,39	31,8	10,06	24,7

* AMBI er beregnet på grunnlag av AMBI versjon Desember 2020

** Det ble kun tatt én grabbprøve på denne stasjonen

nEQR (normalized Ecological Quality Ratio) for gjennomsnittsverdier av de ulike indeksene:

Vanntype	Stasjon	Dato	NQI1_nEQR	H_nEQR	ES100_nEQR	ISI2012_nEQR	NSI2012_nEQR
G3	B1	20210428	0,95	0,91	0,9	0,86	0,9
G3	B3	20210428	0,93	0,92	0,92	0,87	0,89
G3	B6	20210428	0,92	0,95	0,94	0,89	0,84
G3	B7**	20210429	0,94	0,88	0,88	0,86	0,79

** Det ble kun tatt én grabbprøve på denne stasjonen

Vedlegg C.

Analyseresultater for totalt organisk karbon og totalt nitrogen i sediment.

ANALYSERAPPORT

RapportID: 16342

Kunde: Dag Øystein Hjermmann
Prosjektnummer: O 200078;KJEMI - QuartzCorp Overvåkning

ISD 10.11.2021: Bestilling levert til NIVALabmail 09.11.21, prøver tatt 28.04.21 og har vært lagret fryst.	Analyseoppdrag:	1181-10865
	Versjon:	1
	Dato:	29.03.2022

Prøvenr.: NR-2021-11306
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 28.04.2021
Prøve mottatt dato: 01.12.2021
Analyseperiode: 29.03.2022 - 29.03.2022

Prøvemerking: B1 Drag 1 ved utslipp
Stasjon : B1 Drag 1 ved utslipp
KjerneID/Replikat : A
Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm
Prøvetakingsmetode: Van Veen grab

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
* Frysetøking	Intern metode (FRYSETØRKING)	Utført	-		
Akv) Total nitrogen	Intern metode (EKSTERN_AKVAPLAN_NIVA)	0,053	mg/g t.v.		Akvaplan_Niva
Akv) Totalt organisk karbon	Intern metode (EKSTERN_AKVAPLAN_NIVA)	2,8	mg/g t.v.		Akvaplan_Niva

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akv) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079

Prøvenr.: NR-2021-11307
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 28.04.2021
Prøve mottatt dato: 01.12.2021
Analyseperiode: 29.03.2022 - 29.03.2022

Prøvemerking: B3 Drag 3 midtfjords
Stasjon : B3 Drag 3 midtfjords
KjerneID/Replikat : A
Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm
Prøvetakingsmetode: Van Veen grab

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
* Frysetøking	Intern metode (FRYSETØRKING)	Utført	-		
Akv) Total nitrogen	Intern metode (EKSTERN_AKVAPLAN_NIVA)	0,42	mg/g t.v.		Akvaplan_Niva

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v.: tørrvekt, v.v.: våtvekt

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerking, er oppgitt av oppdragsgiver.

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Akv) Totalt organisk karbon Intern metode (4,6 mg/g t.v. Akvaplan_Niva
EKSTERN_AKVAPLAN_NIVA)

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akv) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079

Prøvenr.: NR-2021-11308 **Prøvemerkning:** B6 Veiland
Prøvetype: SEDIMENT Stasjon : B6 Veiland
Prøvetakningsdato: 28.04.2021 KjerneID/Replikant : A
Prøve mottatt dato: 01.12.2021 Prøvetakningsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm
Analyseperiode: 29.03.2022 - 29.03.2022 Prøvetakningsmetode: Van Veen grab

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
* Frysetøking	Intern metode (FRYSETØRKING)	Utført	-		
Akv) Total nitrogen	Intern metode (EKSTERN_AKVAPLAN_NIVA)	0,92	mg/g t.v.		Akvaplan_Niva
Akv) Totalt organisk karbon	Intern metode (EKSTERN_AKVAPLAN_NIVA)	7,0	mg/g t.v.		Akvaplan_Niva

Utførende laboratorium / Underleverandør:

Akv) Akvaplan-niva, Framsenteret, 9296 Tromsø, NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 079



Norsk institutt for vannforskning

Veronica Eftevåg

Overingeniør

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v.: tørrvekt, v.v.: våtvekt

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver.

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 2 av 2

Vedlegg D.

Analyseresultater for kornfordeling i sediment.



Framsenteret, Postboks 6606 Stakkevollan, 9296 TROMSØ
Foretaksnr.: NO 937 375 158 MVA
Tel: 77 75 03 50 e-post: kjemi@akvaplan.niva.no



ANALYSERAPPORT

Kornfordelingsanalyse

Kunde: NIVA
Kunde referanse: 200078 - Tysfjorden
Kontaktperson: Gunnhild Borgersen / Marijana Stenrud Brkljadic
Adresse: Økernveien 94
Postnr./sted: 0579 Oslo
Tlf.: **Dato:** 26.10.2021
e-post: Rita.Naess@niva.no

Rapport nr.: 62737_NIVA
Analyseparameter(e): Full kornfordeling med statistiske parametere
Kontaktperson: Lisa Torske

Analyseansvarlig: *Oda Sofie Bye Wilhelmsen* (sign.)

Underskriftsberettiget: *Jørgen H. Wasbotten* (sign.)

Lab id.	Kundens id.	Matrix	Prøvens beskaffenhet ved mottak	Mottatt Lab	Analyseperiode
P2100145-15	B1 0-2 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21
P2100145-16	B1 3-5 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21
P2100145-17	B2 0-2 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21
P2100145-18	B3 0-2 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21
P2100145-19	B3 3-5 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21
P2100145-20	B4 0-2 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21
P2100145-21	B5 0-2 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21
P2100145-22	B6 0-2 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21
P2100145-23	B6 3-5 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21
P2100145-24	B7 0-2 cm	Sediment	Frossen	01.09.2021	14.09.21 - 23.09.21

MERKNADER:

Ved våtsikting ble eventuelle agglomerater av sediment forsiktig gnidd ut.

Analysene gjelder bare for de prøver som er testet. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den ble mottatt av laboratoriet. Rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. En eventuell klage skal leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat. Nærmere informasjon om metodeprinsipp, måleusikkerhet etc fås ved henvendelse til laboratoriet.

Resultater

Kundens id.:		B1 0-2 cm	B1 3-5 cm	B2 0-2 cm	B3 0-2 cm	B3 3-5 cm	B4 0-2 cm
Parameter	Enhet	P2100145-15	P2100145-16	P2100145-17	P2100145-18	P2100145-19	P2100145-20
< 0,063	vekt%	9.8	12.2	20.0	31.6	34.2	30.4
0.063	vekt%	46.2	47.3	38.1	36.0	36.0	28.9
0.125	vekt%	41.8	37.9	38.6	26.5	23.2	25.1
0.25	vekt%	2.1	2.3	3.1	4.7	5.3	9.8
0.5	vekt%	0.1	0.3	0.1	1.0	1.1	2.5
1	vekt%	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	1.3
2	vekt%	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	2.0

Kumulativ vekt% (vekt % av total masse som er finere enn angitt diameter =siktgjennomgang)

Kundens id.:		B1 0-2 cm	B1 3-5 cm	B2 0-2 cm	B3 0-2 cm	B3 3-5 cm	B4 0-2 cm
Partikkeldiam., mm	Enhet	P2100145-15	P2100145-16	P2100145-17	P2100145-18	P2100145-19	P2100145-20
0.063	kum. vekt%	9.8	12.2	20.0	31.6	34.2	30.4
0.125	kum. vekt%	55.9	59.5	58.1	67.6	70.2	59.3
0.25	kum. vekt%	97.8	97.4	96.7	94.1	93.4	84.4
0.5	kum. vekt%	99.9	99.6	99.8	98.8	98.7	94.2
1	kum. vekt%	100	99.9	99.9	99.8	99.7	96.7
2	kum. vekt%	100	100	100	99.9	100	98.1
> 2	kum. vekt%	100	100	100	100	100	100

Statistiske parametere*:

		P2100145-15	P2100145-16	P2100145-17	P2100145-18	P2100145-19	P2100145-20
Median, D50	ϕ	3.127	3.199	3.210	3.484	3.555	3.318
MEAN	ϕ	3.104	3.154	3.441	3.939	4.021	3.736
SORTING	ϕ	0.967	1.036	1.362	1.730	1.788	1.968
SKEWNESS	ϕ	0.202	0.191	0.405	0.388	0.362	0.265
KURTOSIS	ϕ	1.416	1.550	1.557	1.080	1.029	1.171
Klassifisering**		Fin sand	Fin sand	Fin sand	Fin sand	Fin sand	Fin sand

Resultater

Kundens id.:		B5 0-2 cm	B6 0-2 cm	B6 3-5 cm	B7 0-2 cm
Parameter	Enhet	P2100145-21	P2100145-22	P2100145-23	P2100145-24
< 0,063	vekt%	32.6	48.8	41.4	66.0
0.063	vekt%	28.2	28.4	31.9	24.8
0.125	vekt%	26.9	15.6	18.6	8.2
0.25	vekt%	9.8	4.5	5.6	0.9
0.5	vekt%	1.8	1.3	1.6	0.2
1	vekt%	0.3	0.6	0.8	0.0
2	vekt%	0.4	0.8	0.1	0.0

Kumulativ vekt% (vekt % av total masse som er finere enn angitt diameter =siktgjennomgang)

Kundens id.:		B5 0-2 cm	B6 0-2 cm	B6 3-5 cm	B7 0-2 cm
Partikkeldiam., mm	Enhet	P2100145-21	P2100145-22	P2100145-23	P2100145-24
0.063	kum. vekt%	32.6	48.8	41.4	66.0
0.125	kum. vekt%	60.8	77.2	73.3	90.8
0.25	kum. vekt%	87.7	92.9	91.9	98.9
0.5	kum. vekt%	97.5	97.3	97.5	99.8
1	kum. vekt%	99.3	98.6	99.1	100
2	kum. vekt%	99.6	99.2	99.9	100
> 2	kum. vekt%	100	100	100	100

Statistiske parametere*:

		P2100145-21	P2100145-22	P2100145-23	P2100145-24
Median, D50	ϕ	3.380	3.946	3.722	4.951
MEAN	ϕ	3.844	4.391	4.192	5.074
SORTING	ϕ	1.893	1.938	1.916	1.718
SKEWNESS	ϕ	0.332	0.262	0.299	0.073
KURTOSIS	ϕ	1.023	0.868	0.933	0.751
Klassifisering**		Fin sand	Fin sand	Fin sand	Pelitt

*) Beregning av statistiske verdier er utført ved bruk av programmet "Gradistat v 9.1"
© Copyright Simon Blott (2020). Programmet er Excel-basert og kan lastes ned fra Internett på <http://www.kpal.co.uk/index.html>. Programmet gir en detaljert beskrivelse av beregningene som utføres.

Input-data er vekt% av hver siktefraksjon og gjeldende siktestørrelse (i millimeter).

**) Klassifiseringen er basert på Median D50 (ϕ). For verdier mellom +4 og +8 klassifiseres sedimentet som pelitt (evt silt).

Vedlegg E.

Analyseresultater for innhold av Duomeen CD i sedimentprøver.

Laboratory Report

Department: Analysis EMEA
Date: 2021-07-01
Reg No ID: EU210617001
ANL No AN: ANL21012
Project/Tasks No PR: PFRD.06.60.310.16
Department of Request DR: Mining
Purpose/Title TI: Determination of Duomeen CD in seven sediment samples with LC-MS
Summary/Abstract AB: Determination of Duomeen CD in seven sediment samples with LC-MS
Key Words KW: Duomeen CD, sediment samples, LC-MS
Author AU: Tssetsilas Sakis
Application Area AA: Mining
Product Name PN: Duomeen CD
Functional Properties FP:
Customer/Person CU: Dag Øystein Hjermann, NIVA
Country CC: Sweden
Trade Name TN:
Raw Materials RM:
Patent PA:
Safety Data SA:
Distribution

Author Signature / Date

Sakis Tssetsilas 2021-07-01

(Sakis Tssetsilas, Senior Researcher Analysis)

Report Approved By / Date

Ina Ehlers 2021-07-05

(Ina Ehlers, Section Manager Analysis)

1. Sample information and method

Seven sediment samples were submitted to Nouryon, Surface Chemistry EMEA in Stenungsund Sweden, at 15th of June 2021. The sediment samples were transported at cool temperature.

Table 1. Sample information.

Sample label
1. 200078 28/4 0-2 cm B1
2. 200078 28/4 0-2 cm B2
3. 200078 28/4 0-2 cm B3
4. 200078 28/4 0-2 cm B4
5. 200078 28/4 0-2 cm B5
6. 200078 28/4 0-2 cm B6
7. 200078 28/4 0-2 cm B7

The samples have been analyzed according to method ANL21013¹.

Samples were allowed to reach ambient temperature before any sample preparation was performed. Two sample preparations for LCMS analysis were prepared. The samples were analyzed with the LCMS operated in MRM mode focusing on m/z: s of interest. The sample work up was initiated at 16th of June 2021. As soon the samples had been worked up, no sample degradation could take place as the Duomeen CD compounds were then dissolved in a solvent which has preservation properties. Analysis was performed at 31st of June 2021.

2. Results

Table 2. Results from the analysis of Duomeen CD in sediment samples

Sample	Replicate 1 Duomeen CD mg/kg dry solid	Replicate 2 Duomeen CD mg/kg dry solid	Average Duomeen CD mg/kg dry solid
1. 200078 28/4 0-2 cm B1	0.32	0.34	0.33
2. 200078 28/4 0-2 cm B2	0.32	0.33	0.33
3. 200078 28/4 0-2 cm B3	0.21	0.23	0.22
4. 200078 28/4 0-2 cm B4	<0.10	<0.10	<0.10
5. 200078 28/4 0-2 cm B5	<0.10	<0.10	<0.10
6. 200078 28/4 0-2 cm B6	<0.10	<0.10	<0.10
7. 200078 28/4 0-2 cm B7	<0.10	<0.10	<0.10

3. References

1. ANL21013: LC-MS methods for the determination of Duomeen CD compounds in sediment samples, Sakis Tsetsilas, Analysis EMEA; Nouryon, Stenungsund

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no