



2019

## C-undersøkelse ved Klubben i Sømna kommune, april/mai 2019

MOWI Norway AS – Region Nord

**Etter Norsk Standard NS 9410: 2016**



AQUA KOMPETANSE AS



Aqua Kompetanse AS  
Storlavika 7  
7770 Flatanger



Mobil: 905 16 947  
E-post: post@aqua-kompetanse.no  
Internett: www.aqua-kompetanse.no  
Bankgiro: 4400.07.25541  
Org. Nr.: 982 226 163

Rapportens tittel: <b>C-undersøkelse ved Klubben i Sømna kommune, april/mai 2019</b>		
Forfattere: Morten M. Bitnes og Vidar Strøm		
Feltdato: 30.04 – 01.05.2019	Rapportdato: 05.12.2019	Antall sider uten vedlegg: 21
Toktleder: Maria C. Sandberg	Rapportnummer: 91-4-19C	Antall sider totalt: 46
Oppdragsgiver: Mowi Norway AS – Region Nord		Kontaktperson: Einar Brattland
Lokalitet: Klubben	Lokalitetsnummer: 19755	Driftsleder: Einar Brattland
Koordinater: 65°21.1380 N 12°26.2770 Ø	Fylke: Nordland Kommune: Sømna	MTB: 2340 tonn Antall merder: <i>Ikke opplyst</i> Merdomkrets: 120 meter
Bakgrunn for undersøkelse: maks belastning		
<b>Oppsummering:</b> Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert C-undersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016. Pelagia Nature & Environment AB har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte analyser av prøvematerialet. Eurofins Environment Testing Norway AS har utført akkrediterte kjemiske og kobber analyser av prøvematerialet.  Anleggssonen var tydelig påvirket og fikk miljøtilstand 3 ut fra fauna. Nivåene av nTOC var lave i overgangssonen og i ytre sone, klassifisert til TK II (god), mens nivået var høyt i anleggssonen (TK V – meget dårlig). Kobbermengden i anleggssonen var høy, klassifisert til tilstandsklasse V. Oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet ble klassifisert til tilstand II – god. Ytterkant av overgangssonen ble klassifisert til økologisk tilstand II – god. Stasjonene i overgangssonen fikk samlet økologisk tilstandsklasse II – god. Undersøkelsesfrekvensen videre skal derfor være hver tredje produksjonssyklus.		
Emneord: C-undersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna		ID 514-18 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel
<b>Rapportansvarlig:</b>  Vidar Strøm	<b>Kvalitetssikrer:</b>  Jeanett Vigeland Johansen	

© 2019 Aqua Kompetanse AS. Kopiering av rapporten kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

## Forord

Aqua Kompetanse AS har gjennomført akkreditert prøvetaking for å innhente prøvemateriale for oppdragsgiver Klubben. I tillegg har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten, og uakkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann. Akkrediterte analyser av dette prøvematerialet er utført av Eurofins AS for TOM, TOC, kobber, N-Kjeldahl, og kornstørrelse (**Vedlegg C**), mens akkrediterte opparbeiding og analyser av makrofauna er utført av Pelagia Nature & Environment AB (**Vedlegg B**). Det er Aqua Kompetanse AS som står for faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene. Denne rapporten sammenfatter analyserapportene fra underleverandør sammen med hydrografiske, elektrokjemiske og sensoriske vurderinger gjort av Aqua Kompetanse AS. Innhenting av prøvemateriale er gjort i henhold til NS 9410:2016, og standarder og veiledere som er benyttet i denne undersøkelsen er listet i **Tabell 1**.

**Tabell 1:** Standarder og veiledere benyttet for denne undersøkelsen.

Standard/Veileder	Tittel	Bruksområde
NS 9410: 2016	Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg	Stasjonsplassering, prøvetaking, rapport
Veileder 02:2018	Klassifisering av miljøtilstand i vann	Klassifiseringstabeller til analyser
NS-EN ISO 16665: 2013	Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna	Prøvetaking
NS-EN ISO 5667:2004	Vannundersøkelse – Prøvetaking- Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder	Prøvetaking
Veileder 97:03	Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.	Klassifisering av N-TOC
Veileder M-608:2016	Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota	Klassifisering av kobber

Formålet med denne undersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i nærområdet til oppdrettslokaliteten. Undersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vise trender i utviklingen av miljøforholdene ved at det opprettes faste prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra undersøkelsen vil være med på å vise påvirkningstrenden ved lokaliteten over tid.

## Innholdsfortegnelse

Forord .....	2
1. Materiale og metode .....	5
1.1 Innsamlingsmetode .....	5
1.2 Geokjemiske analyser .....	5
1.2.1 Normalisert TOC .....	5
1.2.2 Kobber .....	5
1.2.3 Elektrokjemiske målinger .....	6
1.3 Kvantitative bunndyrsanalyser .....	6
1.3.1 Miljøtilstand i anleggssonen .....	6
1.3.2 Diversitetsindekser .....	6
1.3.3 Økologisk tilstandsklassifisering og nEQR .....	8
1.4 Hydrografi .....	9
1.5 Undersøkellesområde og stasjonsplassering .....	10
1.5.1 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser .....	11
1.5.2 Vannstrøm .....	12
1.5.3 Stasjonsplassering .....	12
1.5.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering .....	13
2. Resultat .....	14
2.1 Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer .....	14
2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser .....	15
2.2.1 Miljøtilstand i anleggssonen .....	17
2.2.2 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens .....	17
2.3 Hydrografi .....	18
3. Oppsummering .....	20
4. Referanser .....	21
Vedlegg A – Bilder av sediment .....	22
Vedlegg B – Pelagia rapport .....	24
Vedlegg C – Eurofins rapport .....	37



Aqua Kompetanse AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking bunnsediment, akkrediteringsnummer TEST 303, og tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

**Tabell 2:** Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS har stått for akkreditert prøvetaking og uakkrediterte pH/Eh-målinger. Videre har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten, og uakkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann. Akkreditert faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene er også utført av Aqua Kompetanse AS. Pelagia har utført akkreditert analyse av makrofauna, Eurofins har utført akkrediterte analyser av TOC, TOM og kobber, N-Kjeldahl og kornstørrelse. Redokspotensial ( $E_h$ ) bestemmes ut fra observert hvilepotensial i prøven (målt verdi;  $E_{obs}$ ) og referansepotensial ( $E_{ref}$ ):  $E_h = E_{obs} + E_{ref}$ . Aqua Kompetanse AS har utført tilstandsklassifisering av oksygentilstand etter Veileder 02:2018, klassifisering av organisk innhold etter SFT 97:03 og klassifisering av kobber etter Veileder M-608:2016.

Stasjonsplassering etter NS 9410:2016		Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone	
Parameter:	Stasjoner:	C1	C2	C3	C4
Kjemi:	pH	6,38	7,54	7,51	7,62
	$E_h$ (mV)	-74	311	266,7	343,9
Oksygen:	Målt verdi (mL):				4,05
	O <sub>2</sub> , tilstandsklasse:				I
Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2018)	Antall arter (S):	2	48	44	36
	Antall ind. (N):	51	357	979	612
	NQ1:	-	0,66	0,54	0,61
	Shann.Wien. (H')	-	3,34	2,77	3,27
	Hurl.ind. (ES <sub>n=100</sub> ):	-	-	14,85	18,06
	ISI:	-	10,21	8,38	10,13
	NSI:	-	23,65	19,62	22,06
	nEQR:	-	0,75	0,59	0,70
	Økologisk tilstand:		II	III	II
	Samlet økologisk tilstand:			II	
NS 9410:2016	Miljøtilstand:	3			
	Undersøkelsesfrekvens:		Hver tredje produksjonssyklus		
SFT 97:03	N-TOC (mg/g):	49,3	26,4	26,7	25,1
	N-TOC, tilstandsklasse:	V	II	II	II
Tot. nitrogen	TN (g/kg):	6,3	3,6	1,9	2,8
Tot. Org. materiale	TOM (%):	12,0	43,4	8,0	7,9
Forhold	C/N:	6,5	6,9	12,9	8,5
Pelitt	Pelittandel (%)	54,8	92,3	88,3	92,3
Veileder M-608:2016	Cu (mg/kg):	220			
	Cu, tilstandsklasse:	V			

**Tabell 3:** Tabell som viser fargekoder for de ulike tilstandsklassifiseringene vist i **Tabell 2**, hvor tilstand I er best. Etter Veileder 02:2018.

I	II	III	IV	V
---	----	-----	----	---

## 1. Materiale og metode

Akkreditert bunnprøvetaking og uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ble utført i henhold til metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016 av vannsøylen av Aqua Kompetanse den 30.04.19 ved Klubben. Pelagia har stått for akkreditert opparbeiding av innsamlet makrofaunamateriale. Eurofins har stått for akkrediterte analyser av kobber, total organisk karbon (TOC) og total organisk materiale (TOM), nitrogen og kornstørrelse. Ved C1 ble det kun tatt en replikat til biologisk analyse, dette grunnet for lite sediment i grabb. Pelagia har vurdert det slikt at om nEQR beregnes i C1, med antagelsen om at hugg 1 og hugg 2 har samme indeksverdi for NQ1, H', ES100, ISI2012 samt NSI får nEQR tilstand IV (dårlig). Aqua Kompetanse AS ved rapportansvarlig har utført akkreditert tolkning av analyseresultatene.

### 1.1 Innsamlingsmetode

Makrofauna (bunndyr) og sedimentprøver ble samlet inn ved hjelp av en 0.1 m<sup>2</sup> Van Veen-grabb, og på hver prøvestasjon ble det foretatt tre grabbhugg. Makrofaunaprøver ble tatt ut av to av huggene, og 100-300 ml geologi- og kjemiprøver ble tatt ut av ett. For makrofauna ble sedimentet skylt over en 1 mm sikt, gjenværende innhold i sikt lagt på glass og tilsatt 96% etanol. Geologi- og kjemiprøvene ble fryst ned frem til analyse.

### 1.2 Geokjemiske analyser

Det er utført geokjemiske analyser av totalt organisk materiale (TOM), totalt organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N) og kornfordeling (pelittandel, kornstørrelse <0,063 mm) av Eurofins, se **Vedlegg C**.

#### 1.2.1 Normalisert TOC

Miljøtilstanden i sedimentet klassifiseres basert på normalisert TOC (nTOC; **Tabell 4**) i henhold til SFT (nå Miljødirektoratet) veileder 97:03 (Molvær et. al. 1997), og forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelittandel % <0,063 mm) i henhold til formelen

$$nTOC = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

hvor F er andel av finstoff (Aure et. al., 1993).

**Tabell 4:** Tilstandsklassifisering for organisk innhold (nTOC) i marine sedimenter. Gjengitt etter SFT 97:03.

Tilstandsklasse	I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
nTOC mg/g	< 20	20 - 27	27 - 34	34 - 41	> 41

#### 1.2.2 Kobber

Klassifisering av miljøtilstanden med hensyn til kobber (Cu) ble gjennomført i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608:2016 (**Tabell 5**).

**Tabell 5:** Tilstandsklassifisering og grenseverdier for kobber i sediment. Gjengitt etter M-608/2016.

Tilstandsklasse	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Cu mg/kg	< 20	20 - 84	20 - 84	84 - 147	> 147

### 1.2.3 Elektrokjemiske målinger

pH (syre-baselikevekter) og  $E_h$  (redokspotensial; reduksjons-oksidasjonslikevekter) ble målt i overflatesedimentet (ca. 1 cm ned) ved bruk av HQ40d multimeter og tilhørende pH- og redokselektroder (hhv. PHC201 og MTC101). Det ble også målt pH og  $E_{obs}$  i overflatevannet ved lokaliteten.

pH varierer vanligvis mellom 8,0 og 8,1 i atmosfærisk ekvibrert overflatevann, noe lavere i dypvann, og i anoksiske vannmasser og sedimenter kan pH være ned mot 7 (NS9410:2016). I atmosfærisk ekvibrert overflatevann ligger  $E_h$  på rundt 400 mV, mens anoksiske vannmasser og sedimenter vil ha  $E_h$  ned mot -200 mV.  $E_h$  (redokspotensial) bestemmes ut fra det observerte hvilepotensialet i prøven (målt verdi;  $E_{obs}$ ) og standardpotensialet til referanseelektroden ( $E_{ref}$ ; **Tabell 6**):

$$E_h = E_{obs} + E_{ref}$$

**Tabell 6:** Standardpotensiale til referanseelektrode. Tilpasset fra MTC101 brukermanual (Hach Company, 2014).

Temperatur (°C)	Standardpotensiale i mV ( $E_{ref}$ )
0,0 – 4,9	224
5,0 – 9,9	221
10,0 – 14,9	217
15,0 – 19,9	214

### 1.3 Kvantitative bunndyrsanalyser

For beskrivelse av det faglige programmet for bløtbunn-undersøkelsen (bunndyr) utført av Pelagia Nature & Environment AB se **Vedlegg B**.

#### 1.3.1 Miljøtilstand i anleggssonen

NS 9410:2016 gir følgende vurderingsgrunnlag for stasjoner i anleggssonen ut fra antall taksa og dominans i bunndyrsamfunnet per 0,2 m<sup>2</sup>:

- For Miljøtilstand 1 – Meget god kreves det minst 20 taksa, hvor ingen taksa skal utgjøre mer enn 65% av det totale individtallet;
- For Miljøtilstand 2 – God kreves det 5 – 19 taksa, og mer enn 20 individer hvor ingen taksa skal utgjøre mer enn 90% av det totale individtallet;
- 1 til 4 taksa gir Miljøtilstand 3 – Dårlig;
- Makrofauna ikke registrert gir Miljøtilstand 4 – Meget dårlig.

#### 1.3.2 Diversitetsindekser

Diversitet er et begrep som uttrykker mangfoldet i dyre- og plantesamfunnet på en lokalitet. Det finnes en rekke ulike mål for diversitet. Noen tar mest hensyn til artsrikheten (mål for artsrikheten), andre legger mer vekt på individfordelingen mellom artene (mål for jevnhet og dominans). Ulike mål uttrykker derved forskjellige sider ved dyresamfunnet. Diversitetsmål er «klassiske» i forurensningsundersøkelser fordi miljøforstyrrelser typisk påvirker samfunnets sammensetning. Svakheten ved diversitetsmålene er at de ikke alltid fanger opp endringer i samfunnsstrukturen. Dersom en art blir erstattet med like mange individer av en ny art, vil ikke det gjøre noe utslag på diversitetsindeksene.

Ved hver stasjon ble det samlet inn to replikater til kvantitative bunndyrsanalyser, og bunndyrene ble kvantifisert og identifisert til artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå av taksonomer ved Pelagia og samme firma har utført statistiske analyser og utregning av diversitetsindekser beregnet som snitt av to replikater fra de kvantitative artslistene (se **Vedlegg B**). Økologisk tilstandsklassifisering av

diversitetsindekser (**Tabell 7**) baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2018 (Direktoratgruppen, 2018). Det er utarbeidet differensierte grenseverdier for ulike regiongrupper – ulike kombinasjoner av økoregioner og vanntyper – i Veileder 02:2018:

- Regioner:
  - B – Barentshavet
  - G – Norskehavet Nord
  - H – Norskehavet Sør
  - M – Nordsjøen Nord
  - S – Skagerrak
- Vanntyper:
  - 1 – Åpen eksponert kyst
  - 2 – Moderat eksponert kyst
  - 3 – Beskyttet kyst/fjord
  - 4 – Ferskvannspåvirket fjord
  - 5 – Sterkt ferskvannspåvirket fjord

Hver lokalitet blir gitt en regiongruppe som den vurderes ut fra i henhold til de differensierte grenseverdiene gitt i Veileder 02:2018. Aqua Kompetanse AS opererer hovedsakelig i region G og H (**Tabell 7**).

**Tabell 7:** Økologisk tilstandsklassifisering for gjennomsnitt av grabb-indeksverdier. Gjengitt etter Veileder 02:2018 for økoregion G (Norskehavet Nord) og H (Norskehavet Sør), og vanntype 1-5.

Indeks	Tilstandsklasse				
	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
	<b>H 1-3</b>				
NQI1	0,90 - 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 <sub>100</sub>	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
ISl <sub>2012</sub>	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
	<b>H 4-5</b>				
NQI1	0,91 - 0,73	0,73 - 0,64	0,64 - 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 <sub>100</sub>	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
ISl <sub>2012</sub>	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
	<b>G 1-3</b>				
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 <sub>100</sub>	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
ISl <sub>2012</sub>	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
	<b>G 4-5</b>				
NQI1	0,91 - 0,73	0,73 - 0,64	0,64 - 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 <sub>100</sub>	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
ISl <sub>2012</sub>	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



Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ; Shannon & Weaver, 1949) tar hensyn til antall arter og mengdefordeling mellom artene, og en lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn. Etter Veileder 02:2018 går  $H'$  fra 0 (svært artsfattig samfunn) til 5,7 (svært artsrikt samfunn).

Bunndyrssamfunnets ømfintlighet beregnes ved hjelp av indeksene ISI (beskrevet i Rygg, 2002) og AMBI (AZTIs Marine Biotic Index; sensitivitetsindeks). AMBI tilordner en art til en økologisk gruppe<sup>1</sup> (ømfintlighetsklasse), og sammensetningen av bunndyrssamfunnet i form av andelen økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning. NSI (Norwegian Sensitivity Index) er en sensitivitetsindeks som ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata og ved bruk av en objektiv statistisk metode. En prøves NSI beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven.

Hurlberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ), eller Hurlberts diversitetskurver, beregner hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer med utgangspunkt i totalt antall arter og individer i en prøve, og uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. På denne måten blir diversitetsmålet uavhengig av prøvestørrelsen, og man kan dermed sammenligne lokaliteter med ulik individtetthet direkte. Hurlbert (1971) ga en metode for å beregne slike diversitetskurver basert på sannsynlighetsberegning.  $ES_n$  er forventet antall arter i en delprøve på  $n$  tilfeldig valgte individer fra en prøve som inneholder totalt  $N$  individer og  $S$  arter, og har følgende formel:

$$ES_n = \sum_{i=1}^s \left[ 1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

der  $N$  = totalt antall individ i prøven,  $N_i$  = antall individ av art  $i$ ,  $n$  = antall individ i en gitt delprøve (av de  $N$ ) og  $s$  = totalt antall arter i prøven.

NQI1 (Norwegian quality status, version 1) er en sammensatt indeks, som bestemmes både ut fra artsmangfold og ømfintlighet, og er beskrevet ved hjelp av følgende formel:

$$NQI1 = \left[ 0,5 \times \frac{1 - AMBI}{7} + \frac{SN}{2,7} \times \frac{N}{N + 5} \right]$$

SN er en diversitetsindeks:  $SN = \frac{\ln S}{\ln N} \times \ln N$  hvor  $S$  er antall arter og  $N$  er antall individer i prøven.

### 1.3.3 Økologisk tilstandsklassifisering og nEQR

Hver stasjon gis en endelig økologisk tilstandsklasse på grunnlag av dens gjennomsnittlige normaliserte EQR-verdi (nEQR; normalised ecological quality ratio). nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1, og muliggjør en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser, både innenfor samme og forskjellige kvalitetselement. Observert indeksverdi regnes om til nEQR ved

$$nEQR = \frac{\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}}{\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}} \times 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

<sup>1</sup> Økologiske grupper: EG I = sensitive arter; EG II = nøytrale arter; EG III = tolerante arter; EG IV = opportunistiske arter; EG V = opportunistiske arter; EG V = forurensningsindikatorer.

hvor «klassens nedre indeksverdi» og «klassens øvre indeksverdi» er nedre og øvre grenseverdi for den tilstandsklassen indeksverdien for en stasjon ligger i. Klassens nEQR basisverdi er den samme for alle indekser, og er satt til:

Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (I)	= 0,8
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (II)	= 0,6
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (III)	= 0,4
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (IV)	= 0,2
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (V)	= 0,0

**Tabell 8:** Tilstandsklassifisering av nEQR. Gjengitt etter Vedlegg til Veileder 02:2018.

	Tilstandsklasse				
	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
nEQR	1 – 0,8	0,8 – 0,6	0,6 – 0,4	0,4 – 0,2	0,2 - 0

### 1.3.3.1 Økologisk tilstand i overgangssonen og undersøkelsesfrekvens

For å kunne bestemme undersøkelsesfrekvensen for C-undersøkelse ved lokaliteten utføres det en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen i henhold til kapittel 8.6.3 i NS 9410:2016, og «Presisering av standard NS9410:2016» utgitt av Miljødirektoratet. Gjennomsnittet av nEQR-verdien for hver av stasjonene i overgangssonen beregnes og tilstandsklassifiseres iht. Veileder 02:2018 (**Tabell 8**).

Det er satt forskjellige frekvenser for ytre sone (prøvestasjon C2) og overgangssone (**Tabell 9**). Hvis frekvensen på C2 og overgangssone ikke er like skal lokaliteten bli undersøkt etter den tilstandsklassen som gir hyppigst undersøkelsesfrekvens. Miljøtilstanden til anleggssonestasjon C1 inngår ikke i fastsettingen av undersøkelsesfrekvens (kap. 1.3.1).

nEQR for en samlet overgangssone skal minst ha tilstandsklasse moderat, og dersom tilstanden er dårligere skal det ved neste undersøkelse utføres en tilleggsundersøkelse for å avdekke utbredelsen av den reduserte tilstanden og om det skyldes naturtilstand eller påvirkning fra anlegget. Tilleggsundersøkelsen skal avklares med myndighetene.

**Tabell 9:** Undersøkelsesfrekvens ved ulike tilstandsklasser for ytre sone (stasjon C2) og overgangssone (stasjon C3, C4 osv.). Gjengitt etter NS 9410:2016.

Stasjon	Tilstandsklasse	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Svært god eller god		X
Samlet for C3, C4, osv.	Moderat	X	
	Svært god eller god		X

## 1.4 Hydrografi

Hydrografi angår de kjemiske og fysiske havforholdene, slik som salinitet (saltinnhold), temperatur, sirkulasjon og løste gasser. Ekvilibrering med atmosfæren sørger for at overflatevannet i sjø holder en oksygenmetning på nært 100%, og gjerne overmettet (> 100%) på grunn av bølgebrytning, luftbobler og produksjon av oksygen gjennom fotosyntese. Under overflatevannet faller oksygeninnholdet som en følge

av biologisk aktivitet, i hovedsak respirasjon fra bakterier som spiser organisk materiale som synker ned igjennom vannsøylen, så mengden løst gass varierer i tid og rom avhengig av biologisk aktivitet.

Mengden oppløst oksygen i vann blir formidlet på to hovedmåter – konsentrasjon i enten milligram eller milliliter, og metningsgrad i %. Oksygenkonsentrasjonen gir hvor mange mg/ml/mikromol oksygen som er løst i en liter av den aktuelle vannmassen. Metningsgraden gir forholdet mellom den aktuelle konsentrasjonen og den konsentrasjonen som ville blitt målt ved 100% metning, det vil si når konsentrasjonen oppløst oksygen er lik oksygenets løselighet. Videre er oksygenets løselighet avhengig av vannmassenes temperatur, salinitet og trykk. Med økende trykk øker løseligheten, og med økende temperatur og salinitet synker løseligheten. En vannmasse med høyere temperatur og salinitet vil derfor nå 100% metning ved lavere oksygenkonsentrasjon enn en vannmasse på samme dyp med lavere temperatur og salinitet. Oksygenkonsentrasjonen i dypvann er viktig for den helhetlige tilstanden i et område, og klassifiseringen av oksygenet i slike vannmasser er gitt i **Tabell 10**.

**Tabell 10:** Klassifisering av tilstand for oksygen i dypvannet ved salinitet over 20 (gjengitt etter Veileder 02:2018).

			Tilstandsklasser				
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
	Parameter	Måleenhet					
Dypvann	Oksygenkonsentrasjon	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygenmetning*	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20

\*Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C.

Vannets tetthet, masse per volumdel (kg/m<sup>3</sup>, eventuelt g/cm<sup>3</sup>), er i hovedsak avhengig av temperatur og salinitet. Tettheten kontrollerer vannkolonnens vertikale struktur, med tettere vannmasser dypere i vannkolonnen. Ved å øke saliniteten og senke temperaturen øker tettheten, og ved å senke saliniteten og øke temperaturen minsker tettheten. Hvis en vannprofil viser at tettheten endres raskt med økende dybde har man en pyknoklin – et delingslag mellom to vannlag som har ulik tetthet, enten på grunn av forskjell i temperatur eller salinitet (hhv. termoklin og haloklin), eller en kombinasjon av de to.

Det ble utført målinger av salinitet, temperatur og oksygen ved dypeste prøvestasjon (C4, **Figur 2**) av Aqua Kompetanse AS. Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en SAIV205 oksygensensor. Instrumentet målte annethvert sekund ned og opp igjennom vannsøylen. Registrerte data ble bearbejdet ved bruk av SAIV AS eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft SD200W. All rådata er lagret hos Aqua Kompetanse AS.

### 1.5 Undersøkellesområde og stasjonsplassering

Lokaliteten Klubben ligger innerst i Ursfjorden i Sømna kommune, Nordland fylke. Lokaliteten ligger helt nordøst i fjorden, rett ved munningen av de små buktene Storremman og Lessremman. Anlegget ligger over en bunn som skråner fra nordøst til sørvest mot de dypere punktene i resipienten. Dybden varierer mellom 100 og 290 meter og bunnen skrår svært bratt ut mot fjordens såle. Rett utenfor anlegget er det ca. 340 meter på det dypeste, og sedimentet under anlegget består hovedsakelig av skjellsand på fjellbunn.

Klubben er vurdert etter en C-undersøkelse i henhold til NS 9410:2016. Økende maksimal tillatt biomasse (MTB) gir økende antall prøvestasjoner, og med en MTB på 2340 tonn ved Klubben er veiledende antall prøvestasjoner 4, jmfør **Tabell 11**.

**Tabell 11:** Veiledende antall prøvestasjoner som skal tas per anlegg ut fra MTB og veiledende avstand fra anlegg til ytre sone, stasjon C2. Gjengitt etter NS 9410:2016.

MTB på lokaliteten (tonn)	Veiledende avstand fra anlegg til C2	Veiledende antall prøvestasjoner
≤ 1999	300	3
2000 til 3599	400	4
3600 til 5999	500	5
≥ 6000	500	6

### 1.5.1 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser

Klubben har ligget i nåværende posisjon siden 2004, og **Tabell 12** viser produksjon og fôrforbruk ved anlegget for inneværende generasjon og de tre foregående generasjonene. Tidligere C-undersøkelser og deres resultat er presentert i **Tabell 11**.

**Tabell 12:** Produksjonsdata og fôrforbruk for den første inneværende generasjonen ved lokalitet Klubben.

Utsett	Generasjon:	Produsert mengde (tonn)	Utfôret mengde (tonn)	Utslakt
August	1203 G	1205	1075	Mai 2013*
August	1603 G	1498	1523	Mai 2017*
September	1803 G	1791	1634	-

\*Utsplitting (tømming av lokaliteten).

**Tabell 13:** Tidligere C-undersøkelser ved Klubben (Aqua Kompetanse AS). Nederste rad viser resultatene fra denne undersøkelsen.

Dato feltarbeid	Generasjon	Biomasse ved undersøkelse (t)	Utfôret mengde (t)	Produsert mengde (t)	Økologisk tilstand:	Miljøtilstand for stasjon C1
11.04.2014	Høst 12	0	0	0	C2: I C3: I	2
30.04.2019	Høst 18	1791	1634	1791	C2: II C3 & C4: II	3

### 1.5.2 Vannstrøm

I overflaten (5 meters dyp) går vannstrømmen hovedsakelig mot sørvest, og dimensjoneringsstrømmen går også mot sørvestlig retning (Moe, 2013). Spredningsstrømmen (65 meter) og bunnstrømmen (116 meter) er det registrert relativt lave strømhastigheter, men på 65 meters dyp er det hyppige strømstøt over 10 cm/s. Strømmen følger stort sett Ursfjordens orientering ved målepunktet. Størst vanntransport er rettet mot øst-nordøst, og en sekundærkomponent er rettet mot vest-sørvest. På 116 meters dyp er vanntransporten rettet mot vest med sekundærkomponent mot øst (Sivertsen, 2019)

**Tabell 14:** Strømmålinger ved Klubben. Målingene fra 5 og 15 meter er utført med Sensordata SD6000 rotormålere ved 65°21.226 N, 12°26.402 Ø i perioden 21.11.12 - 02.01.2013 (Moe, 2013) og målingene fra 65 og 116 meter er utført med Nortek akustisk profilerende dopplermålere ved 64°21.062 N, 12°26.038 Ø i perioden 14.06 - 17.07.2019 (Sivertsen, 2019).

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimalhastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
5	1,5	11,0	2,6	2,7
15	1,1	6,8	1,3	4,6
65	3,4	21,5	5,7	8,5
116	2,2	7,0	3,4	14,2

### 1.5.3 Stasjonsplassering

Fremherskende strømmetning, bunntype, batymetri, og veiledende avstander gitt i NS 9410:2016 ligger til grunn for plassering av prøvetakingsstasjonene (**Figur 2**). Anleggssonestasjon C1 ligger i overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen på nordsiden av anlegget. I ytterkant av overgangssonen ligger stasjon C2, ca. 422 meter fra anleggsrammen, og C3 og C4 er lagt hhv. 126 og 351 meter nordvest og vest for anlegget i et bløtbunnsområde.

Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**, og posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 15**.

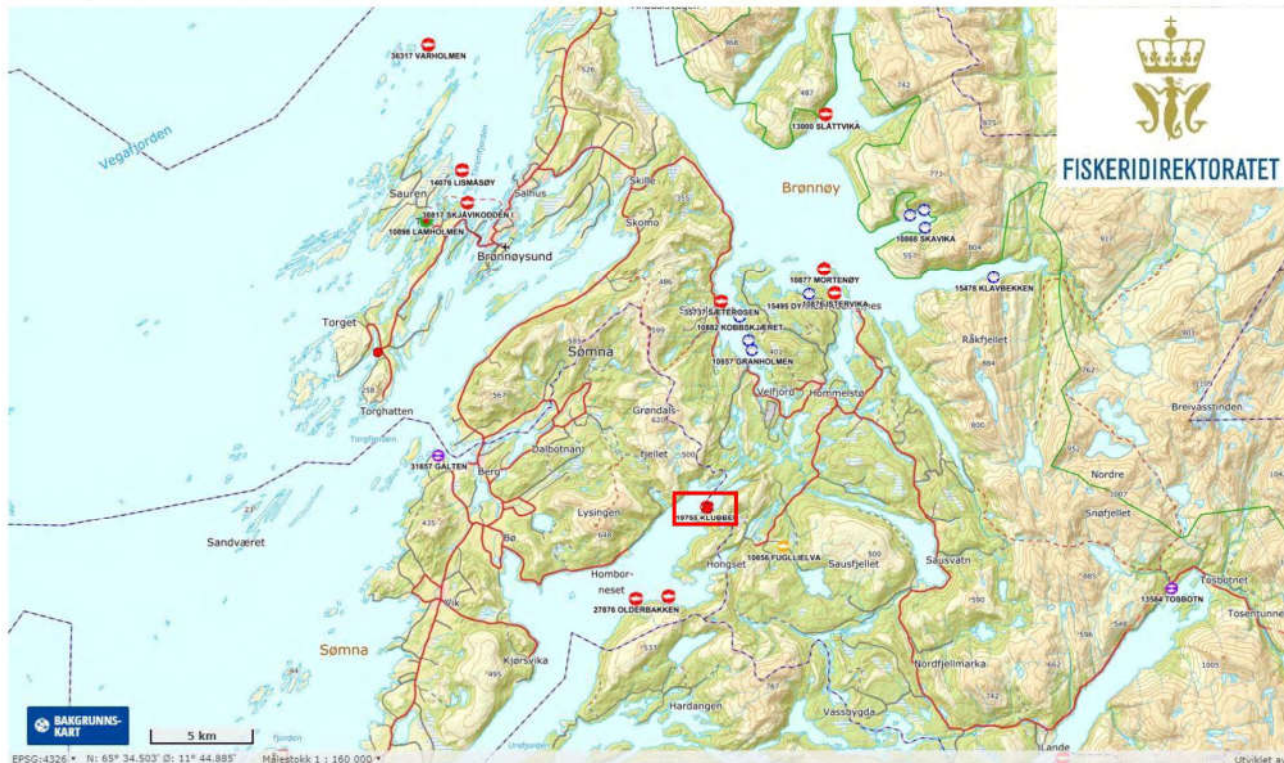
**Tabell 15:** Oversikt over stasjoner, plassering av stasjoner etter NS9410:2016 med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Drevflesa. Bio = kvantitativ opparbeiding av makrofauna-prøver; Geo = geologiske analyser av kornfordeling (pelitt); Kjemi = kjemiske analyser av TOC, TOM og TN; EK = elektrokjemiske målinger av pH og E<sub>n</sub>; Cu = kobberanalyse; CTD = hydrografisk måling av salinitet, temperatur og oksygen.

Stasjoner	C1	C2	C3	C4
Plassering etter NS9410	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone	
Parametere	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK – CTD
Koordinater	65°21.169N 12°26.323Ø	65°21.109N 12°25.380Ø	65°21.167N 12°26.050Ø	65°21.128N 12°25.500Ø
Dybde (m)	287	371	358	371
Avstand til anlegg (m)	28*	422	126	351

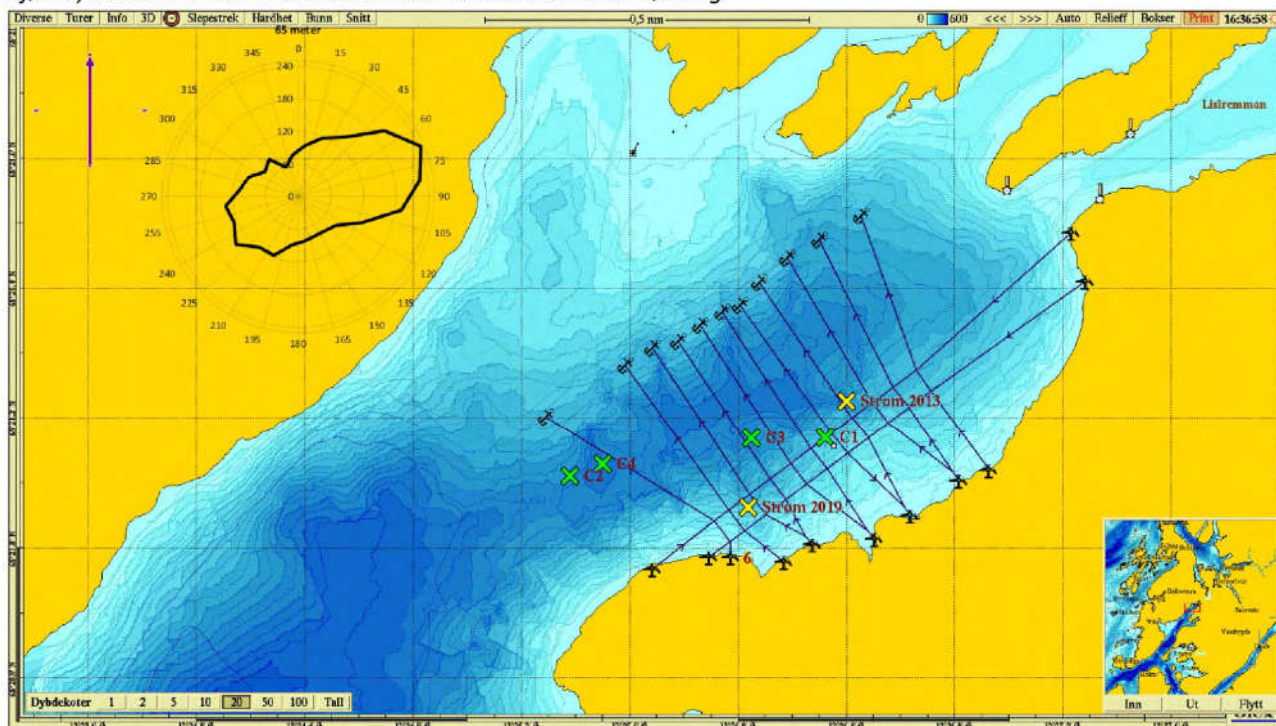
\*Avstand fra prøvestasjon til nærmeste merd iht. NS 9410:2016: «Prøvestasjon C1: Stasjonen skal ligge fra 25 til 30 meter fra merdkant. Den skal legges mot den delen av anlegget der B-undersøkelsen viser at påvirkningen er størst.»

### 1.5.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering

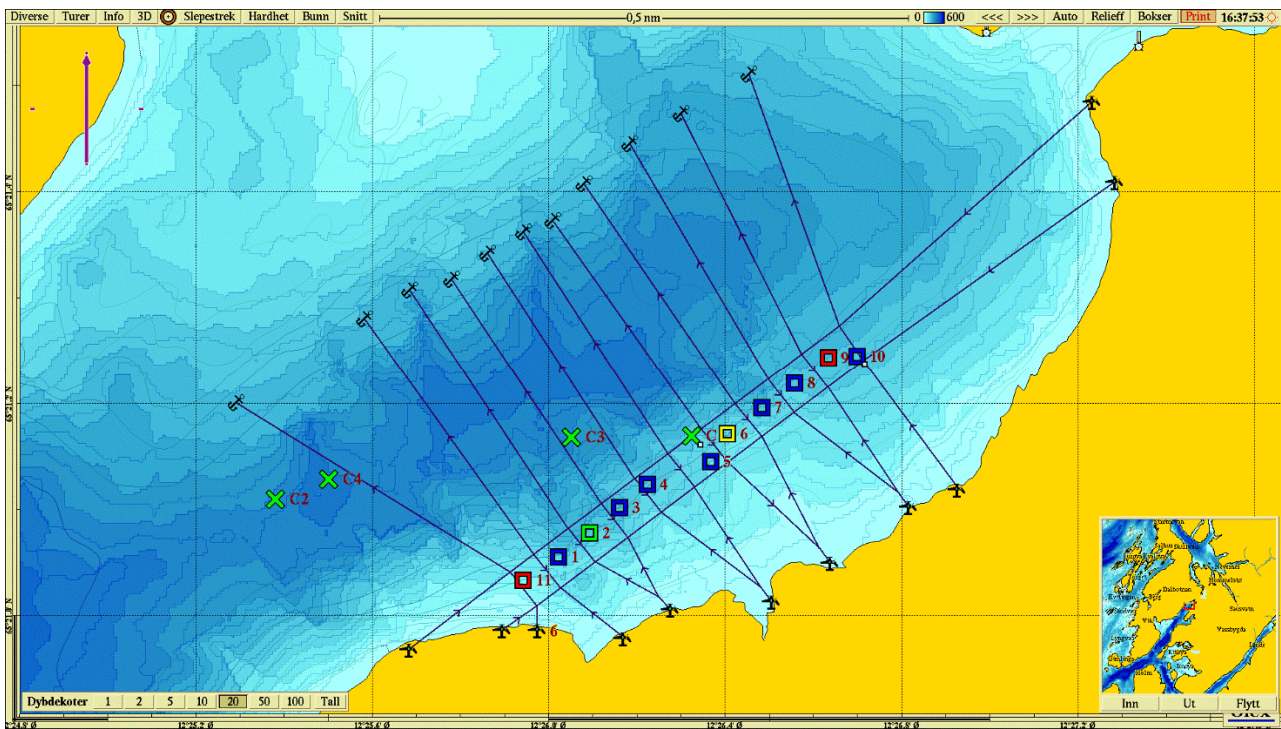
Samtlige kart er med kartdatum WGS84.



**Figur 1:** Oversiktskart med plasseringen av anlegget (rød markering) i forhold til andre anlegg. Målestokk vises i venstre hjørne, kartkilde i 1:160 000. Kilde: Fiskeridirektoratets kartløsning.



**Figur 2:** Kartet viser anleggsplacering sammen med C-stasjoner og fortøyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, strømrose viser vanntransport ( $m^3/m^2/døgn$ ) for hver 15° sektor på 65 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene på 5m og 15m ved 65°21.226N, 12°26.402Ø (Moe, 2013), og 65m og 116m ved 64°21.062N, 12°26.038Ø (Sivertsen, 2019). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.



**Figur 3:** Sjøkart som viser bunndata fra Klubben med anleggsplassing og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Sandberg, 2019) og C-undersøkelsens stasjoner (grønne kryss). Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.

## 2. Resultat

### 2.1 Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer

Det ble det målt gode pH-verdier, positiv  $E_{obs}$ , og positiv  $E_h$  ved nesten alle stasjonene. TOM nivåene var relativt lave ved alle stasjonene, og varierte mellom 7,9% (C4) og 12% (C1). TN-nivåene varierte fra 1,9-6,3 g/kg. C/N-forholdet varierte mellom 6,5-12,9. Pelittandelen på hver av stasjonene lå mellom 54,8% - 92,3%. Stasjonen som det var målt kobber på hadde kobbernivå som er å betegnes som «forhøyet» (tilstandsklasse V). TOC nivåene viste gode verdier (tilstandsklasse II) på 3 av 4 stasjoner, men et forhøyet nivå ved C1 (tilstandsklasse V). Det ble registrert normal lukt og farge i yttersonen og overgangssonen mens i anleggssonen (C1) ble det registrert sterk lukt og brun/sort farge i undersøkte sediment. Ved C1 bestod sedimentet i hovedsak av silt med noe leire og grus. C2 besto av leire og silt. C3 bestod av leire og noe sand og leire. C4 besto av silt, grus og stein og noe leire. Det var lite grabbvolum på C1 og hadde 3-5 cm innhold, mens grabbvolumet i C2, C3 og C4 var fyllingsgraden omtrent full ved alle huggene.

**Tabell 16:** Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og  $E_{obs}$  i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale ( $E_{ref}$ ) basert på sedimenttemperatur.  $E_h$  i sjø er ikke kalkulert.

<b>Buffertemperatur:</b>	9°C	<b>pH sjø:</b>	8,14
<b>Sjøtemperatur:</b>	9,6°C	<b><math>E_{obs}</math> sjø:</b>	100,6
<b>Sedimenttemperatur:</b>	7,1°C	<b><math>E_{ref}</math> sediment:</b>	221

**Tabell 17:** Resultater fra elektrokjemiske og geokjemiske analyser av pH, Eh (redoks), TOC, TOM, TN, C/N, pelitt, TOC, normalisert TOC (nTOC) og kobber. Tilstandsklassifisering for nTOC (organisk innhold) basert på SFT 97:03 (Tabell 4) og tilstandsklassifisering for Cu (kobber) basert på M-608/2016 (Tabell 5).

	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone	
	C1	C2	C3	C4
pH	6,38	7,54	7,51	7,62
E <sub>obs</sub> (mV)	-295	90	45,7	122,9
E <sub>h</sub> (E <sub>obs</sub> + E <sub>ref</sub> ) (mV)	-74	311	266,7	343,9
TN (g/kg)	6,3	3,6	1,9	2,8
TOM (%)	12,0	8,1	8,0	7,9
C/N	6,5	6,9	12,9	8,5
Pelitt (%)	54,8	92,3	88,3	92,3
TOC (mg/g)	41,2	25	24,6	23,7
nTOC	49,3	26,4	26,7	25,1
Tilstandsklasse	V	II	II	II
Cu (mg/kg)	220			
Tilstandsklasse	V			

## 2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser

Hovedtrekkene i artssammensetningen blir vist i form av en topp-ti artsliste fra hver stasjon, basert på snitt av to replikater. Artene inndeles i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) etter Rygg og Norling (2013), som går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensingsindikatorer (gruppe V).

**Tabell 18:** De ti mest dominerende artene på hver stasjon med antall individer (#), kumulativ prosent (%) og økologisk gruppe<sup>2</sup> (EG). Arter med ukjent gruppe (EG) er markert med i.k.

C1	#	%	EG	C2	#	%	EG
<i>Ophryotrocha sp.</i>	51	100	IV	<i>Heteromastus filiformis</i>	77	22	IV
	-	-	-	<i>Thyasiridae</i>	55	37	I
	-	-	-	<i>Thyasira equalis</i>	39	48	III
	-	-	-	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	25	55	III
	-	-	-	<i>Galathowenia fragilis</i>	16	59	I
	-	-	-	<i>Phascolion strombus</i>	16	64	II
	-	-	-	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	14	68	IV
	-	-	-	<i>Abra nitida</i>	10	71	III
	-	-	-	<i>Thyasira obsoleta</i>	7	73	I
				<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	7	75	I

<sup>2</sup> Økologiske grupper: EG I: sensitive arter; EG II = nøytrale arter; EG III = tolerante arter; EG IV = opportunistiske arter; EG V = opportunistiske arter; EG V = forurensingsindikatorer. Rygg & Norling, 2013



<b>C3</b>	<b>#</b>	<b>%</b>	<b>EG</b>	<b>C4</b>	<b>#</b>	<b>%</b>	<b>EG</b>
<i>Chaetozone setosa</i>	350	36	IV	<i>Heteromastus filiformis</i>	221	36	IV
<i>Heteromastus filiformis</i>	326	69	IV	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	117	55	III
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	62	75	III	<i>Abra nitida</i>	41	62	III
<i>Chaetopteridae</i>	33	79	I	<i>Mendicula pygmaea</i>	22	66	II
<i>Nemertea</i>	28	82	III	<i>Thyasira equalis</i>	21	69	III
<i>Thyasira equalis</i>	17	83	III	<i>Capitellidae</i>	17	72	III
<i>Cirratulidae</i>	16	85	IV	<i>Chaetoderma nitidulum</i>	17	75	II
<i>Abra nitida</i>	12	86	III	<i>Drilonereis filum</i>	13	77	II
<i>Anomia ephippium</i>	9	87	I	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	13	79	IV
<i>Prionospio cirrifera</i>	8	88	III	<i>Galathowenia fragilis</i>	12	81	I

For fullstendig oversikt over faunaindeksar og artslistar, se rapport fra Pelagia i **Vedlegg B**.

### 2.2.1 Miljøtilstand i anleggssonen

Ved C1 var det lavt antall arter i forhold til de andre stasjonene. Den opportunistiske arten *Ophryotrocha* var den mest dominante med 100% av individantallet. Stasjonen klassifiseres til miljøtilstand 3 ut fra NS9410:2016, basert på tilstedeværelse av kun én art i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.

**Tabell 19:** NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen C1 ved Klubben.

Stasjon	Antall arter	Dominerende taksa (%)	Miljøtilstand (NS 9410:2016)
C1	1	<i>Ophryotrocha</i> sp. (100%)	3

### 2.2.2 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens

Ved C2, i ytterkanten av overgangssonen, lå de fleste indeksene i tilstandsklasse II (god), med unntak av ISI som lå i tilstandsklasse I (Svært god). Stasjonen ble totalt klassifisert til tilstandsklasse II, med en nEQR på 0,75.

Faunaindeksene ved C3 og C4 lå i flere tilstandsklasser (I - III), og samlet lå begge stasjonene i økologisk tilstand II med en nEQR på 0,64 (**Tabell 20**). Det var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter ved begge stasjonene, og det var de opportunistiske børstemarkenene *Chaetozone* og *Heteromastus filiformis* som dominerte ved henholdsvis C3 og C4 (36 % av individmengden).

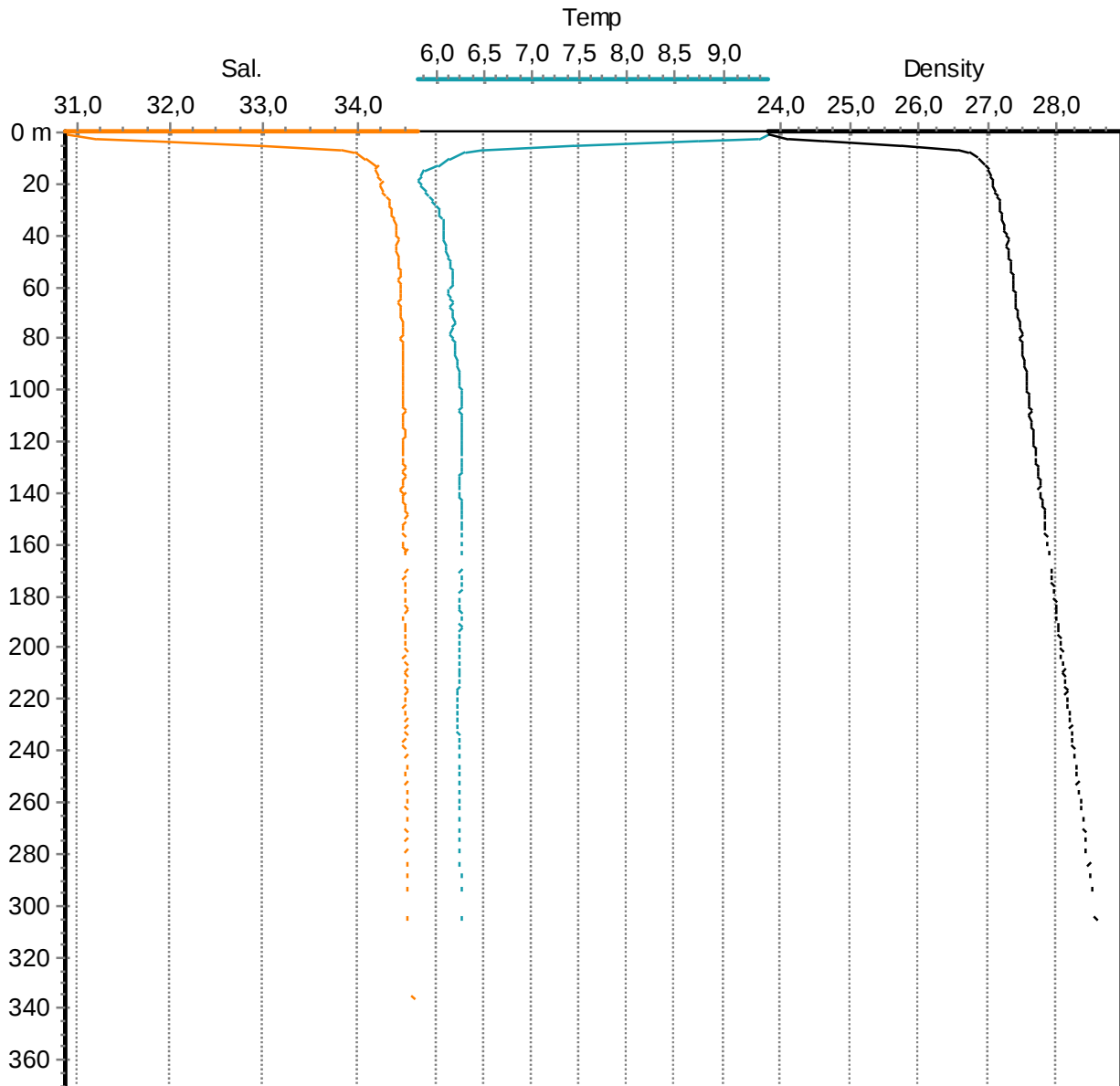
Klubben ligger i økoregion H – Norskehavet Sør og vanntype 1-3 (**Tabell 7**)

**Tabell 20:** Resultater fra kvantitative bunndyranalyser basert på sum av to replikater for antall arter og individer, og snitt av to replikater per stasjon for indeksberegninger. Antall arter og individer per 0,2 m<sup>2</sup>, Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Norwegian Sensitivity Index (NSI, sensitivitetsindeks), Hurlberts diversitetsindeks (ES<sub>100</sub>), ISI<sub>2012</sub> ømfintlighetsindeks, NQI1 (sammensatt indeks, diversitet og ømfintlighet) og normalisert EQR. Økologisk tilstandsklassifisering basert på diversitetsindekser baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2018 (**Tabell 7 og 8**). Blå = I Svært god; Grønn = II God; Gul = III Moderat; Oransje = IV Dårlig; Rød = V Svært dårlig. + = nEQR regnes uten ES<sub>100</sub>, ettersom den bare regnes i hugg 1 (se artsliste C2). Nederst i tabellen er gjennomsnittlig nEQR og samlet økologisk tilstand for overgangssonen, samt undersøkelsesfrekvens jamfør **Tabell 9**.

	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone	
	C1	C2	C3	C4
Antall arter	2	48	44	36
Antall individer	51	357	979	612
NQI1	-	0,66	0,54	0,61
H'	-	3,34	2,77	3,27
ES <sub>100</sub>	-	-	14,85	18,06
ISI <sub>2012</sub>	-	10,21	8,83	10,13
NSI	-	23,65	19,62	22,06
nEQR		0,75+	0,59	0,70
Økologisk tilstand		II	III	II
Samlet nEQR			0,64	
Samlet økologisk tilstand			II	
Undersøkelsesfrekvens		Hver tredje produksjonssyklus		

## 2.3 Hydrografi

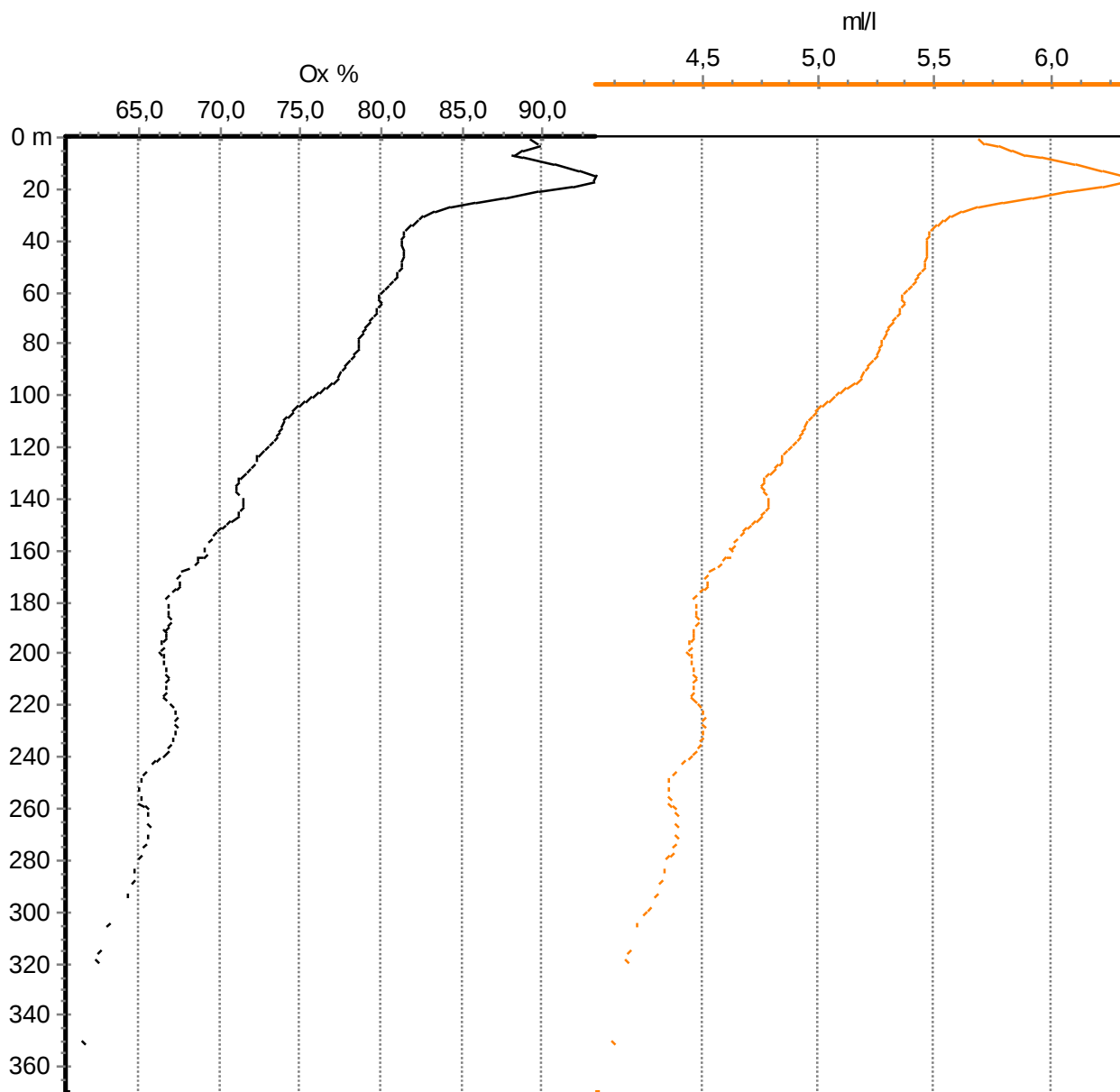
Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved lokaliteten (C4; **Figur 2**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 4** og **5**.



Down-cast selected

**Figur 4:** Sjøtemperatur (°C; blå), salinitet (oransje) og tetthet ( $-1000 \text{ kg/m}^3$ ; sort) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast på 371 meters dyp ved stasjon C4 den 30.04.2019).

Man ser en lagdeling (pyknoklin) i vannet mellom øverste 5 meterne og dypere vann, med noe varmere og mindre salint overflatevann. Fra 5 meter og ned til bunnen er vannsøyla nokså homogen med en temperatur på rundt 6°C og salinitet på 34,5‰.



#### Down-cast selected

**Figur 5:** Oksygenmetning (%; svart) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; oransje) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 371 meters dyp ved stasjon C4 den 30.04.2019.

I overflaten er det målt en oksygenmetning på rundt 90% ned til rundt 20 meter, hvor den deretter synker gradvis nedover vannsøyla. Den målte oksygenkonsentrasjonen er svært god ned til omtrent 240 meters dyp (>4,5 ml O<sub>2</sub>/l). Fra 240 meter og ned til bunnen på 371 meter ligger oksygenkonsentrasjon på <4,5, som svarer til tilstand II «god» (Tabell 10). Ved bunnen er oksygenmetningen på 60,5% med en oksygenkonsentrasjon på 4,05 ml O<sub>2</sub>/l, som svarer til tilstand II «god» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i Tabell 10.

### 3. Oppsummering

Nesten alle stasjonene viste gode pH og Eh-målinger, og alle stasjoner i overgangssone og ytre sone hadde normal lukt og farge. Anleggssonestasjon C1 viste derimot lav pH og Eh-verdi, samt sterk lukt og misfarging i sedimentet. Mengde nTOC i anleggssonen gis tilstand V (meget dårlig). Overgangssonen og ytre sone gis tilstand II (god) for denne parameteren. Kobbermålingene på stasjon C1 viste høye forekomster og gis tilstand V. C/N nivået var høyest på C3. I overgangssonen ble C3 og C4 plassert i et bløtbunnsområde, med pelittandeler på hhv. 88,3 og 92,3 %. Høy pelittandel kan indikere lite resuspensjon, og at dette kan være et sted materialet vil legge seg. C2 hadde også høy pelittandel (92,3%).

Ved C1 ble det tatt kun ett hugg på grunn av mye hardbunn i området. Stasjonen viste lavt antall arter i forhold til de andre stasjonene. Den opportunistiske slekten *Ophryotrocha sp.* dominerte individantallet med 100 %. Om nEQR beregnes i C1, med antagelsen om at hugg 1 og hugg 2 har samme indeksverdi for NQ11, H', ES100, ISI2012 samt NSI, skulle nEQR få statusen dårlig. Stasjonen klassifiseres til miljøtilstand 3 iht. NS9410:2016 (klassifisering av miljøtilstand i anleggssonen). Det var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter ved C2 og C4, unntatt C3 der nøytrale arter ikke forekom. nEQR for stasjonene i overgangssonen (C3 og C4), lå samlet sett i økologisk tilstandsklasse II (god).

Det ble startet drift på Klubben i 2004, og foreliggende undersøkelse er den andre etter at det ble startet produksjon. Før produksjonsstart ble det utført en C-undersøkelse i 2014 ved lokaliteten, og stasjonsplasseringen for C1 er lik nå som i 2014, og er direkte sammenlignbar.

Resultatene fra undersøkelsen i 2014 viser at nTOC nivået på stasjon C1 inneholdt lave verdier av organisk karbon, og fikk tilstand II –god.

Hydrografiprofilen viste bunnvannet hadde en oksygenkonsentrasjon på 4,05 ml O<sub>2</sub>/l, som tilsvarer til tilstand II «God» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann.

Basert på resultatene som fremkommer i rapporten, har miljøet vist en liten forverring i anleggssonen siden 2014 og gått ned fra miljøtilstand 2 til miljøtilstand 3 for C1.

Denne undersøkelsen viser helhetlig sett at påvirkningen er betydelig innen anleggssonen (C1), og at det også er en godt synlig påvirkning på bunnmiljøet ved skråningsfoten like vest for anlegget (C3). Lenger ut i overgangssonen, og i ytre grense for overgangssonen er forholdene i bunnmiljøet gode (C4 og C2). Den ytre sonen og overgangssonen ved Klubben er klassifisert til å være god. Undersøkelsesfrekvensen videre skal derfor være mellom hver tredje produksjonssyklus (jamfør **Tabell 9**).

#### 4. Referanser

- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. & Walday, M. (1993) Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 510/93.
- Bray, R. T. & Curtis, J. T. (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, **27**:325-349.
- Hach Company (2014) User Manual gel filled ORP/Redox Probe: Model MTC10101, MTC10103, MTC10105, MTC10110, MTC10115 or MTC10130. doc022.53.80033. Edition 4.
- Hurlbert, S. N. (1971) The non-concept of the species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* **52**:577-586.
- Sandberg, M (2019) B-undersøkelse ved Klubben, Sømna kommune, april 2019. Rapportnummer 90-4-19B, levert av Aqua Kompetanse AS
- Miljødirektoratet (2019) Presisering av standard NS9410:2016. Utgitt 24.04.2019.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. (1997) Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veileder 97:03.
- Norsk Standard 5667-19 (2004). Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667:2004). Standard Norge. NS-EN ISO 5667-19: 2004.
- Norsk Standard 16665 (2013) Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665: 2014). Standard Norge. NS-EN ISO 16665:2013.
- Norsk standard 9410 (2016) Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. NS 9410:2016.
- Ness, J. P. (2014) C-undersøkelse ved Klubben i Sømna kommune, april 2014. Levert av Helgeland Havbruksstasjon AS.
- Moe, A. A. (2013) Strømundersøkelse på lokalitet Klubben, Januar 2013. Levert av Helgeland Havbruksstasjon AS.
- Sivertsen, K. F. (2019) Strømundersøkelse på lokaliteten Klubben, August 2019. Rapportnummer 195-7-19C, levert av Aqua Kompetanse AS.
- Rygg, B. (2002) Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine water of Norway. NIVA report SNO 4548-2002.
- Rygg, B. & Norling, K. (2013) Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 64-75-2013.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949) The Mathematical Theory of Communication. *Univ. Illinois Press, Urbana*. Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen vanddirektivet 2018.
- Veileder M-608 (2016) Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet.

## Vedlegg A – Bilder av sediment



**Figur A-1:** Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av silt og noe leire og grus. Prøven hadde en pelittandel på 54,8% (se Eurofins rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



**Figur A-2:** Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av silt og leire. Prøven hadde en pelittandel på 92,3% (se Eurofins rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



**Figur A-3:** Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av silt og noe leire og sand. Prøven hadde en pelittandel på 88,3% (se Eurofins rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



**Figur A-4:** *Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av silt og noe leire, grus og stein. Prøven hadde en pelittandel på 92,3% (se Eurofins rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.*



## Vedlegg B – Pelagia rapport



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Analysrapport 2019-10-08

### C-undersökning, bottenfauna: Klubben 2019

På uppdrag av Aqua Kompetanse AS



## PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Adress:  
Industrivägen 14, 2 tr  
901 30 Umeå  
Sweden.

Telefon:  
090-702170  
(+46 90 702170)

E-post:  
[info@pelagia.se](mailto:info@pelagia.se)

Hemsida:  
[www.pelagia.se](http://www.pelagia.se)

Författare:  
Ed Westwood

Direkt: :  
090-702170  
[ed.westwood@pelagia.se](mailto:ed.westwood@pelagia.se)

Kvalitetsgranskat av:  
Martin Johansson



Akkrediterade metoder i denna rapport avser:  
Analys av bottenfauna

Laboratorier akkrediteras av Styrelsen för akkreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Den akkrediterade verksamheten vid laboratorierna uppfyller kraven i SS-EN ISO/IEC 17 025 (2005).

Denna rapport får endast åtagas i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

## 1 Inledning

Pelagia Nature & Environment AB har på uppdrag av Aqua Kompetanse AS utfört analys av sju bottenfaunaprover från fyra lokaler i Klubben.

## 2 Material och metod

Plockning av bottenfauna utfördes av Helena Lorentzdotter, analys utfördes av Ed Westwood och Mats Uppman, indexberäkning utfördes av Ed Westwood, samtliga inom Pelagia Nature & Environment AB.

Pelagia Nature & Environment AB är ett av SWEDAC ackrediterat organ för analys av bottenfaunaprover (SS-EN ISO 16665:2013).

Bottenfaunans sammansättning användes för att beräkna olika index enligt "Klassifisering av miljötilstånd i vatten" (Veileder 02:2018) samt "Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg" (NS 9410:2016). Vattentyp H 1-3 har använts för alla uträkningar i enlighet med Veileder 02:2018. Förutom dessa har även Bray-Curtis olikhetsindex samt Pielous (J) jämnhetsindex beräknats för varje station.

För indexberäkningar som tar hänsyn till antal taxa (E5100, NQI1, H', och J) kombinerades varje taxon med det specifika taxonets högsta identifierade rang. Till exempel, om *Thyasira sarsi*, *T. equalis* och *Thyasira sp.* har identifierats, klassas detta endast som två taxa, eftersom det inte går att utsluta att *Thyasira sp.* inte är antingen *T. sarsi* eller *T. equalis*. Detta för att inte få ett falskt förhöjt taxa-antal.

Taxa markerat med ett kryss (x) i artlistorna indikerar att taxonet har identifierats i provet, men taxonet har ej använts i indexberäkningar (Veileder 02:2018), antal-summeringar (Tabell 1), eller Topp-10 listor.

Eftersom station C1 endast bestod av ett hugg kunde varken medelvärde, status eller nEQR beräknas. På grund av lågt individantal kunde inte E5100 beräknas vid station C2, hugg 1. Därför redovisas nEQR både med och utan E5100.

## 3 Resultat

Om nEQR beräknas i C1, med antagandet att C1 och C2 erhöll samma indexvärden för NQI1, H', E5100, ISI2012 samt NSI, skulle nEQR få statusen Dårlig.

Resultaten presenteras i nedanstående tabeller och figurer.

Tabell 1. Sammanfattning av alla stationers antal individer, antal arter samt index. Statusen indikeras med följande färger: Blå = Svårt god, Grön = God, Gul = Moderat, Orange = Dårlig, Röd = Svårt dålig.

\* Medelvärde baserat på C3 samt C4.

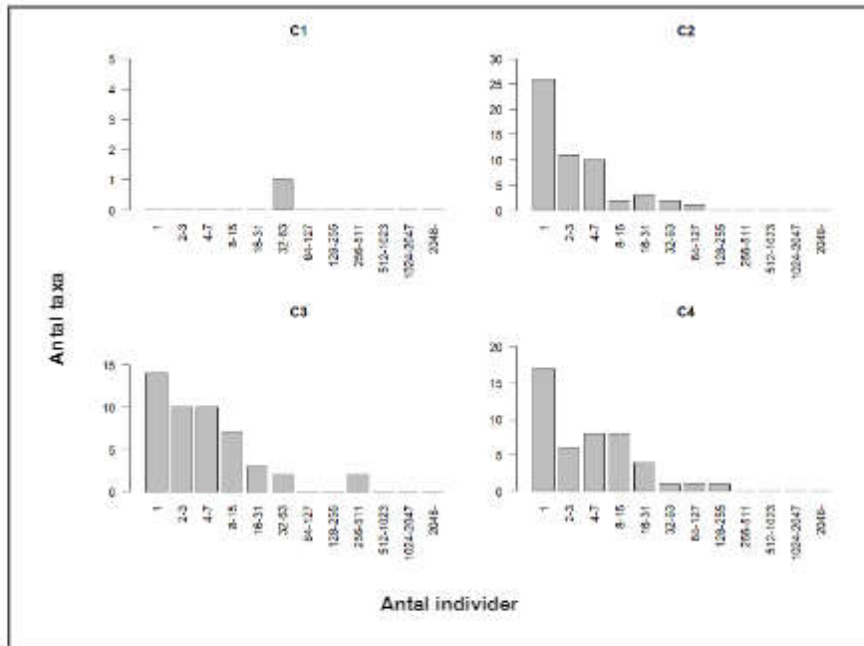
\*\* Miljötillstånd för station C1 enligt NS 9410:2016.

† nEQR är beräknat utan ES100, eftersom ES100 ej kunde beräknas i hugg 1 (se artlista C2).

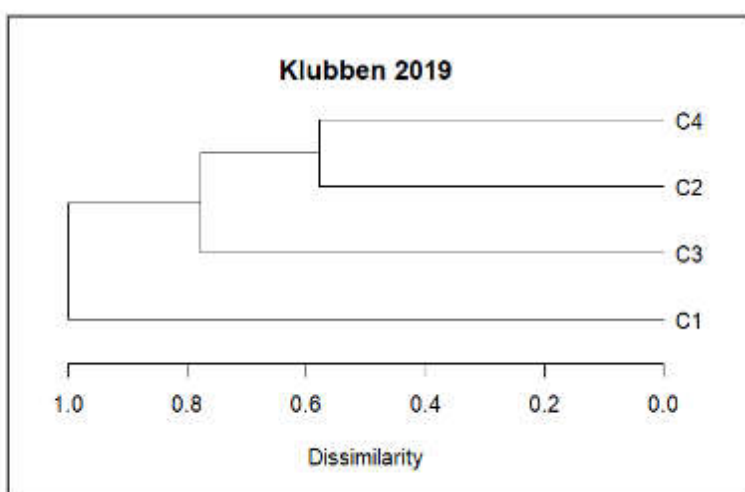
	Ind. Antal	Ant. Taxa	H'	ES100	NQ11	ISI2012	NSI	nEQR	AMBI	J	NS 9410**
C1	51	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3
C2	357	48	3,34	-	0,66	10,21	23,65	0,75†	2,67	0,70	-
C3	979	44	2,77	14,85	0,54	8,38	19,62	0,59	3,86	0,61	-
C4	612	36	3,27	18,06	0,61	10,13	22,06	0,70	3,01	0,72	-
Övergångszon*	-	-	-	-	-	-	-	0,64	-	-	-

Tabell 2. Antal individer, procent, kumulativ procent, samt ekologisk grupp (NSI) för de tio mest abundanta taxa för varje station, per 0,2 m<sup>2</sup>.

C1	Ant.	%	Kum.	EG	C2	Ant.	%	Kum.	EG
Ophryotrocha sp.	51	100%	100%	IV	Heteromastus filiformis	77	22%	22%	IV
-	-	-	-	-	Thyasiridae	55	15%	37%	I
-	-	-	-	-	Thyasira equalis	39	11%	48%	III
-	-	-	-	-	Paramphinome jeffreysii	25	7%	55%	III
-	-	-	-	-	Galathea fragilis	16	4%	59%	I
-	-	-	-	-	Phascolion strombus	16	4%	64%	II
-	-	-	-	-	Spiochaetopterus typicus	14	4%	68%	IV
-	-	-	-	-	Abra nitida	10	3%	71%	III
-	-	-	-	-	Thyasira obsoleta	7	2%	73%	I
-	-	-	-	-	Onchnesoma steenstrupii	7	2%	75%	I
C3	Ant.	%	Kum.	EG	C4	Ant.	%	Kum.	EG
Chaetozone setosa	350	36%	36%	IV	Heteromastus filiformis	221	36%	36%	IV
Heteromastus filiformis	326	33%	69%	IV	Paramphinome jeffreysii	117	19%	55%	III
Paramphinome jeffreysii	62	6%	75%	III	Abra nitida	41	7%	62%	III
Chaetopteridae	33	3%	79%	I	Mendicula pygmaea	22	4%	66%	II
Nemertea	28	3%	82%	III	Thyasira equalis	21	3%	69%	III
Thyasira equalis	17	2%	83%	III	Capitellidae	17	3%	72%	III
Cirratulidae	16	2%	85%	IV	Chaetoderma nitidulum	17	3%	75%	II
Abra nitida	12	1%	86%	III	Drilonereis filum	13	2%	77%	II
Anomia ehippium	9	1%	87%	I	Spiochaetopterus typicus	13	2%	79%	IV
Prionospio cirrifera	8	1%	88%	III	Galathea fragilis	12	2%	81%	I



Figur 1. Antal taxa (y-axel) mot antal individer(x-axel) presenterat i geometriska klasser för varje station.



Figur 2. Dendrogram över stationernas olikhet baserat på Bray-Curtis olikhetsindex.

Tabell 3. Exakt olikhet mellan alla stationer baserat på Bray-Curtis olikhetsindex.

	C1	C2	C3	C4
C1	-	100%	100%	100%
C2	100%	-	78%	58%
C3	100%	78%	-	58%
C4	100%	58%	58%	-

Artlistor med stations- och huggindex presenteras på följande sidor.

## C1

Det.: Mats Uppman, Pelagia Nature & Environment AB

Provtagningsdatum: 01-09-2019

Analysdatum: 30-09-2019

Taxa	Hugg 1	-		
Ophryotrocha sp.	51	-		
Celerozoa	x	-		
Antal individer	51	-		
Antal taxa	2	-		
Totalt antal taxa	2	-		
			Medel	Status
NQI1	0,16	-	-	-
H'	0,00	-	-	-
ES100	-	-	-	-
ISI2012	7,50	-	-	-
NSI	14,11	-	-	-
Sammanvägd status (nEQR)			-	-

## C2

Det.: Ed Westwood, Pelegis Nature & Environment AB

Provtagningsdatum: 30-04-2019

Analysdatum: 30-09-2019

Taxa	Hugg 1	Hugg 3
Paramphinoe jeffreysii	11	14
Paralopetra quadricuspis		1
Drilonereis flum.	2	
Abyssoninae sp.	1	
Augeneria sp.	1	4
Lumbrineris sp.		2
Syllidae	1	
Polynoidae	2	
Ceratocephale loveni	1	
Goniada maculata		1
Glycera sp.	1	
Galathowenia fragilis		18
Galathowenia sp.	2	
Prionospio cirrifera	1	
Spolochaeetopus typicus	2	12
Terebellides stroemii		1
Terebellidae		1
Rhabdigeridae	1	
Chaetocone setosa		1
Ophelia norvegica	1	1
Clymenura borealis	3	
Heteroclymene robusta		1
Eudymeninae		2
Chirimia biceps		5
Heteromastus filiformis	23	54
Eriopisa elongata		1
Ampelisca		5
Amphipoda	2	
Eudorella emarginata		2
Eudorella truncatula	1	
Diastyllis cornuta		1
Dumacea		4
Philomedes (philomedes) liljeborgi	1	
Chaetognatha	1	
Echinoidea	1	
Pseudothyone raphanus	1	
Ophiuroidea	1	
Chaetoderma nitidulum	1	
Mendicula ferruginosa	2	4
Mendicula pygmaea	5	1
Thyasira equalis	10	29
Thyasira obsoleta	3	4
Thyasira sp.		4
Thyasiridae	23	32
Yoldiella lucida	1	
Ennucula tenuis	1	1
Nucula sp.	1	4
Abra nitida	5	5
Buccinidae	1	
Diaphana minuta		1
Entalina tetragona		1
Nemertea	2	1
Onchnesoma steenstrupii	2	5

Artlistorna fortsätter på nästa sida.



C-undersökning, bottenfauna: Klubben 2019

Phascolion strombus		16		
Sipuncula		1		
Celerozoa	X			
Nematoda			X	
Antal individer	118	239		
Antal taxa	33	31		
Totalt antal taxa	48			
	Index	Index	Medel	Status
NQ1	0,69	0,64	0,66	God
H'	3,44	3,24	3,34	God
ES100	-	17,36	17,36	God
ISI012	10,24	10,19	10,21	Svårt god
NSI	23,94	23,76	23,65	God
Sammanvägd status (nEQR)			0,66	God
Sammanvägd status (nEQR) utan ES100			0,75	God

### C3

Det.: Mats Uppman, Flegla Nature & Environment AB  
 Provtagningsdatum: 30-04-2019 (Hugg 1) och 01-05-2019 (Hugg 3)  
 Analysdatum: 08-10-2019

Taxa	Hugg 2	Hugg 3
Paramphinoe jeffreysii	38	24
Lumbrinella aniana	7	
Necleanira tetragona	1	1
Ceratocephale loveni		2
Goniada maculata	1	
Serpulidae		5
Sabellidae		4
Prionospio cirrifera		8
Prionospio sp.	8	
Spiophanes kroyeri	4	
Chaetopteridae	33	
Terebellidae sp.	2	
Trichobranchius roseus		1
Pectinaria belgica		1
Pectinariidae		2
Aphelochaeta sp.	2	
Chaetozone setosa	2	148
Cirratulidae	16	
Eclipse vanellii	2	
Melinna cristata	2	
Paraonis fulgens		8
Paraonidae	4	
Eudymene cerstedii	4	
Maldenidae	1	
Capitella capitata	1	
Capitella minima	1	
Heteromastus filiformis	68	258
Eudorella emarginata	1	
Macandrevia cranium		2
Bryozoa		0
Edwardsiidae	3	
Brisaster fragilis		2
Amphilepis norvegica		8
Opniuridae		1
Cuspidaria obesa	1	
Aceste eicayeta		1
Thyasira equalis	14	3
Thyasira sarsi	4	2
Thyasiridae	8	
Modiolus modiolus		1
Yoldiella lucida	6	
Ennucula tenuis	1	
Simulipecten similis		8
Karnelempis sulcata		5
Anomis eppippium		9
Abra nitida	9	3
Hiatella sp.		1

Artlistorna fortsätter på nästa sida.

C-undersökning, bottenfauna: Klubben 2019

Nemertes	4	24		
Phascolion strombus		1		
Nematoda		x		
Bryozoa		x		
Antal individer	248	731		
Antal taxa	26	28		
Totalt antal taxa	44			
	Index	Index	Medel	Status
NQI1	0,68	0,51	0,54	Moderat
H'	3,48	2,12	2,77	Moderat
ES100	18,01	11,70	14,88	Moderat
ISIQ12	8,20	8,57	8,38	God
NSI	21,70	17,88	19,62	Moderat
Sammanvägd status (nEQR)			0,68	Moderat

## C4

Det.: Ed Westwood, Pelegis Nature & Environment AB  
 Provtagningsdatum: 30-04-2019  
 Analysdatum: 29-09-2019

Taxa	Hugg 1	Hugg 3
Paramphinoe jeffreysii	23	94
Driconeis filum	5	8
Augeneria sp.	3	4
Lumbrineris sp.	2	6
Lumbrineridae		4
Polynoidae	1	
Ceratocephale loveni		1
Nephtyidae	3	
Galathowenia fragilis	8	4
Oweniidae	1	
Prionospio cirrifera	3	5
Spiochaetopterus typicus		13
Terebellidae stroemii		1
Polycirrinae		1
Pectinaria (Amphictene) auricoma		1
Brada sp.		4
Melinna cristata	2	
Melinna sp.	2	
Ampharetidae	1	
Paraonidae		4
Ophelina sp.	1	
Clymenura borealis		2
Maldanidae	1	
Heteromastus filiformis	16	205
Cepitellidae	5	12
Diastyllis rathkei	1	
Philomedes (philomedes) liljeborgi	3	
Edwardsiidae	1	
Psilaster andromeda		1
Echinocyamus pusillus	1	1
Brisaster fragilis		1
Echinoidea	1	
Amphipsira filiformis		1
Amphilepis norvegica	1	4
Ophiuroidea	1	
Chaetoderma nitidulum	1	16
Mendicula ferruginosa		1
Mendicula pygmaea	6	16
Thyasira equalis	6	16
Thyasira obsoleta		12
Thyasira sp.	2	4
Nucula sp.	7	4
Abra nitida	20	21
Abra sp.	8	

Artlistorna fortsätter på nästa sida.

C-undersökning, bottenfauna: Klubben 2019

Niemertes	3	2		
Sipuncula	4			
Celerozoa	X	X		
Nematoda	X	X		
Antal individer	143	468		
Antal taxa	24	29		
Totalt antal taxa	36			
	Index	Index	Medel	Status
NQI1	0,65	0,58	0,61	Moderat
H'	3,79	2,76	3,27	God
ES100	21,07	18,04	19,06	God
ISI012	9,65	10,62	10,13	Svårt god
NSI	23,37	20,75	22,06	God
Sammanvägd status (nEQR)			0,70	God

# Vedlegg C – Eurofins rapport



Aqua Kompetanse AS  
Storlavika 7  
7770 Flatanger  
Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Moss)  
F. reg. 968 141 618 MVA  
Molleoskjen 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-047462-01

EUNOMO-00229413

Prøvemottak: 18.06.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 18.06.2019-08.07.2019  
Referanse: Prosjekt nr.  
51-4-19C/ASO Klubbene

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2019-06180088	Prøvetaksdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgirer		
Prøvemerkning:	C1	Analysedato:	18.06.2019		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	54.8	%	0.1		Internal Method E
a) Kornstørrelse < 2 µm	3.0	% TS	1		Internal Method E
b) Kobber (Cu)	220	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2015 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff gjeldetap	12.0	% TS	0.1	10%	EN 12875 (S3a); 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	39.3	%	0.1	10%	EN 12880; 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	6.3	g/kg TS	0.5	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	41200	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repeated)

### Utførende laboratorium/Underleverandør:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
- b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhusg. 3, SE-53115, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 08.07.2019

*Stig Tjomsland*

Stig Tjomsland

ABM/Bachelor Kjemi

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

κ: Mindre enn κ, Storetall: nd, Ikke påvist. Mikrobiologiske resultater angitt som  $\times 10^3$  a.l., betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, umiddelbart i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n)e.

Side 1 av 1

AR-001 v.109

Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
 AS (Moss)  
 F. reg. 968 141 618 MVA  
 Møllebakken 50  
 NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
 mlj@eurofins.no

**AR-19-MM-047464-01**

**EUNOMO-00229413**

Prøvemottak: 18.06.2019  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 18.06.2019-08.07.2019  
 Referanse: Prosjektnr.  
 51-4-19C/ASO Klubben.

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	408-2019-0610088	Prøvetakingsdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgirer		
Prøvemerkning:	O2 Kjemi	Analysestartdato:	18.06.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Total tærstoff gjedetap	8.1	% TB	0.1	10%	EN 12879 (834): 2001-02
b) Tærstoff	43.4	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl	3.6	g/kg TB	0.6	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	25000	mg/kg TB	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repeated)

**Uttørende laboratorium/Underleverandør:**

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
- b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 687, Sjöhusg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 08.07.2019



Stig Tjomsland  
 ABM/Bachelor Kjemi

**Teglforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOD: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 +, Minus, ann., Store, ann.      nd: Ikke påvist.      Mikrobiologiske resultater angitt som  $\times 10^3$  a.l., betyr ikke påvist.  
 Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor  $k=2$ .  
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitetsnivået. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.  
 Rapporten må ikke gjengis, uttatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n)e.

Side 1 av 1

AR-001-19C

Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
 AS (Moss)  
 F. reg. 968 141 618 MVA  
 Mølleosken 50  
 NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
 mlj@eurofins.no

**AR-19-MM-047458-01**

**EUNOMO-00229413**

Prøvemottak: 18.06.2019  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 18.06.2019-08.07.2019  
 Referanse: Prosjekt nr.  
 51-4-19C/ASO Klubben.

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 438-2019-06180088	Prøvetaksdato: 30.04.2019				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: C2 Geologi	Analysestartdato: 18.06.2019				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	52.5	%	0.1		Internal Method E
a) Kornstørrelse < 2 µm	5.1	% TS	1		Internal Method E

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Boverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COPRAC 1-1488,

Moss 08.07.2019



Stig Tjomsland

ABM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

◀: Mindre enn =, ⚡: Store enn =, nd: Ikke påvist. Mikrobiologiske resultater angitt som  $\pm 1 \cdot 10^3$  a.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitetsnivået. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, uttatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).

Side 1 av 1

AR-001 v.109



Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
 AS (Moss)  
 F. reg. 968 141 618 MVA  
 Møllebakken 50  
 NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
 milj@eurofins.no

**AR-19-MM-047465-01**

**EUNOMO-00229413**

Prøvemottak: 18.06.2019  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 18.06.2019-08.07.2019  
 Referanse: Prosjektnr.  
 51-4-19C/ASO Klubben.

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	408-2019-06100070	Prøvetakingsdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgirer		
Prøvemerkning:	CS Kjemi	Analysestartdato:	18.06.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Total tørrstoff gjedetap	8.0	% TB	0.1	10%	EN 12879 (834): 2001-02
b) Tørrstoff	45.5	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl	1.9	g/kg TB	0.5	20%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	24600	mg/kg TB	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repeated)

**Uttørende laboratorium/Underleverandør:**

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
- b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 687, Sjöhusg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 08.07.2019



Stig Tjomsland  
 ABM/Bachelor Kjemi

**Teglforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOD: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 +, Minus, ann., Store, ann.    nd: Ikke påvist.    Mikrobiologiske resultater angitt som  $\times 10^3$  a.l., betyr ikke påvist.  
 Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.  
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitetsnivået. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.  
 Rapporten må ikke gjengis, uttalt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n)e.

Side 1 av 1

AR-001 v.109

Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
 AS (Moss)  
 F. reg. 968 141 618 MVA  
 Mollebakken 50  
 NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
 milj@eurofins.no

**AR-19-MM-047466-01**

**EUNOMO-00229413**

Prøvemottak: 18.06.2019  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 18.06.2019-08.07.2019  
 Referanse: Prosjektnr.  
 51-4-19C/ASO Klubbem.

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	408-2019-06180071	Prøvetaksdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgirer		
Prøvemerkning:	CS Geologi	Analysestartdato:	18.06.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	88.9	%	0.1		Internal Method E
a) Kornstørrelse < 2 µm	4.7	% TS	1		Internal Method E

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Séverac NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 08.07.2019



Stig Tjomsland

ABM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

«. Minne enn +. Store enn nd. Ikke påvist. Mikrobiologiske resultater angitt som «1.»30 a.), betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitetsnivået. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, umiddelbart i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n)e(s).

Side 1 av 1

AR-001 v.109

Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
 AS (Moss)  
 F. reg. 968 141 618 MVA  
 Møllebakken 50  
 NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
 mlj@eurofins.no

**AR-19-MM-047467-01**

**EUNOMO-00229413**

Prøvemottak: 18.06.2019  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 18.06.2019-08.07.2019  
 Referanse: Prosjektnr.  
 51-4-19C/ASO Klubbene

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	408-2019-06180072	Prøvetakingsdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgirer		
Prøvemerkning:	C4 Kjemi	Analysestartdato:	18.06.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Total tørrstoff gjedetap	7.9	% TS	0.1	10%	EN 12879 (83a): 2001-02
b) Tørrstoff	41.6	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl	2.8	g/kg TS	0.6	19%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	23700	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repeated)

**Uttørende laboratorium/Underleverandør:**

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Seveime NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
- b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 687, Sjöhusg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 08.07.2019



Stig Tjomsland  
 ABM/Bachelor Kjemi

**Teglforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOD: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 +, Minus, ann., Store, ann.      nd: Ikke påvist.      Mikrobiologiske resultater angitt som  $\times 10^3$  a.l., betyr ikke påvist.  
 Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.  
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitetsnivået. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.  
 Rapporten må ikke gjengis, uttalt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).

Side 1 av 1

AR-0011109

Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
 AS (Moss)  
 F. reg. 968 141 618 MVA  
 Mølleosken 50  
 NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
 milj@eurofins.no

**AR-19-MM-047460-01**

**EUNOMO-00229413**

Prøvemottak: 18.06.2019  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 18.06.2019-08.07.2019  
 Referanse: Prosjekt nr.  
 S1-4-19C/ASO Klubben.

## ANALYSERAPPORT

Provenr.:	438-2019-06180073	Prøvetaksdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgirer		
Prøvemerkning:	C4 Geologi	Analysestartdato:	18.06.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	52.5	%	0.1		Internal Method E
a) Kornstørrelse < 2 µm	5.1	% TS	1		Internal Method E

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Séverin NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 08.07.2019



Stig Tjomsland

ABM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOD: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

< Minne enn +, Store enn =, Ikke påvist. Mikrobiologiske resultater angitt som  $\pm 1 \cdot 10^3$  a.l., betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitetsnivået. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, umiddelbart i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n)e.

Side 1 av 1

AR-001 v.109

Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
 AS (Moss)  
 F. reg. 968 141 618 MVA  
 Mollebakken 50  
 NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
 milj@eurofins.no

**AR-19-MM-045442-01**

**EUNOMO-00229413**

Prøvemottak: 18.06.2019  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 18.06.2019-03.07.2019  
 Referanse: Prosjektnr.  
 91-4-19C/ASO Klubbem.

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 438-2019-06180074	Prøvetakingsdato: 30.04.2019				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgirer				
Prøvemerkning: ABC2	Analysestartdato: 18.06.2019				
Kjemi					
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tinnstoff	40.4	%	0.1	5%	EN 12880:2001-02
a) Kobber (Cu)	45	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / 88 028311, ed. 1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 387, Sjövegsg. 3, SE-53115, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125.

Moss 03.07.2019



Stig Tjomsland  
 ASM/Bachelor Kjemi

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

n: Mindre enn n, Storetall: nd, Ikke påvist, Mikrobiologiske resultater angitt som  $\times 10^3$  a.l., betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitetsnivået. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, umiddelbart i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).

Side 1 av 1

AR-001 v.109

Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
 AS (Moss)  
 F. reg. 968 141 618 MVA  
 Mollebakken 50  
 NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
 mlj@eurofins.no

**AR-19-MM-045443-01**

**EUNOMO-00229413**

Prøvemottak: 18.06.2019  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 18.06.2019-03.07.2019  
 Referanse: Prosjektnr.  
 91-4-19C/ASO Klubbene

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 438-2019-06180078	Prøvetaksdato: 30.04.2019				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgirer				
Prøvemerkning: ABC4	Analysestartdato: 18.06.2019				
Kjemi					
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tinnstoff	43.3	%	0.1	5%	EN 12880:2001-02
a) Kobber (Cu)	26	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / 88 028311, ed. 1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 387, Sjövegsg. 3, SE-53115, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125.

Moss 03.07.2019



Stig Tjomsland  
 ASM/Bachelor Kjemi

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

n: Mindre enn n, Storetall: nd: Ikke påvist. Mikrobiologiske resultater angitt som  $\times 10^3$  a.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitetsnivå. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, umiddelbart i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).

Side 1 av 1

AR-001 v.109

Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Attn: Nasir

Eurofins Environment Testing Norway  
 AS (Moss)  
 F. reg. 968 141 618 MVA  
 Mollebakken 50  
 NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
 mlj@eurofins.no

**AR-19-MM-045444-01**

**EUNOMO-00229413**

Prøvemottak: 18.06.2019  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 18.06.2019-03.07.2019  
 Referanse: Prosjektnr.  
 91-4-19C/ASO Klubbem.

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 438-2019-06180080	Prøvetaksdato: 30.04.2019
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgirer
Prøvemerkning: Ref	Analysestartdato: 18.06.2019
Kjemi	

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tinnstoff	45,0	%	0,1	5%	EN 12880:2001-02
a) Kobber (Cu)	16	mg/kg TS	0,5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / 88 028311, ed. 1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 387, Sjövegsg. 3, SE-53115, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125.

Moss 03.07.2019



Stig Tjomsland  
 ASM/Bachelor Kjemi

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

n: Mindre enn n, Storetall: nd: Ikke påvist. Mikrobiologiske resultater angitt som  $\times 10^3$  a.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensialitetsnivået. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, uttatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).

Side 1 av 1

AR-001 v.109