



2019

Resipientundersøkelse ved Osavatnet i Nærøy kommune, April 2019

Midt Norsk Havbruk AS

Etter Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2013

AQUA KOMPETANSE AS



Rapportens tittel: Resipientundersøkelse ved Osavatnet i Nærøy kommune, April 2019 Forfattere: Jeanett Vigeland Johansen & Christine Klykken		
Feltdato: 30.04.2019 Toktleder: Kai Erling Staven	Rapportdato: 22.10.2019 Rapportnummer: 110-5-19C	Antall sider uten vedlegg: 20 Antall sider totalt: 49
Oppdragsgiver: Midt Norsk Havbruk AS		Kontaktperson: Anne Grete Nordalen
Lokalitet: Osavatnet	Lokalitetsnummer: 13181	Driftsleder: Ikke oppgitt
Koordinater: 64°57.298N 11°41.491Ø	Fylke: Nærøy Kommune: Trøndelag	Konsesjon: 6 500000 stk
Bakgrunn for undersøkelse: Resipientundersøkelse for nytt anlegg/utslipp.		
Oppsummering: Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert resipientundersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2013. STIM Miljø Bergen har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte og analyser av prøvematerialet. Eurofins Environment Testing Norway har utført akkrediterte kjemiske analyser av prøvematerialet. Ved alle tre stasjoner ble det målt viste pH og positive E _h -målinger. Alle hadde normal lukt og farge. De kjemiske analysene viste lave mengder organisk karbon (nTOC) ved alle stasjoner og gis tilstand I (meget god). Os1 og Osref hadde relativt høy pelittandel, mens Os2 i dypområdet hadde høy andel. Høy pelittandel kan indikere lite resuspensjon, og at dette kan være et sted materiale vil legge seg. Samtlige stasjoner viser en balansert artssammensetning hvor ingen av artene er spesielt dominerende. Alle stasjoner gis økologisk tilstand II (god). Oksygennivået var høyt i hele vannsøylen, og bunnvannet ble klassifisert til tilstand I – svært god med oksygenverdi på 6,3ml O ₂ /l ved 183 meters dyp. Siden denne undersøkelsen er en resipientundersøkelse utført i forbindelse med etablering av ny lokalitet, skal neste resipientundersøkelse tas ihht. til krav i utslippstillatelse.		
Emneord: Resipientundersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna		ID 514-18 Tilpasset Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel
Rapportansvarlig:  Christine Klykken		Kvalitetssikrer:  Vidar Strøm Kari-Elise Fredriksen

Forord

Aqua Kompetanse AS har gjennomført akkreditert prøvetaking for å innhente prøvemateriale for oppdragsgiver Midt Norsk Havbruk AS. 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 Environment Testing Norway for TOM, TOC, kobber, N-Kjeldahl, og kornstørrelse (**Vedlegg C**), mens akkrediterte opparbeiding og analyser av makrofauna er utført av STIM Miljø Bergen (**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	Prøvetakning, 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	Stasjonsplassering, 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

Denne undersøkelsen ble utført som en del av en forundersøkelse og vil si noe om miljøtilstanden i resipienten til settefiskanlegget. 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	3
1. Materiale og metode	6
1.1 Innsamlingsmetode	6
1.2 Geokjemiske analyser	6
1.2.1 Normalisert TOC	6
1.2.2 Kobber	6
1.2.3 Elektrokjemiske målinger	6
1.3 Kvantitative bunndyrsanalyser	7
1.3.1 Miljøtilstand i anleggssonen	7
1.3.2 Diversitetsindekser	7
1.3.3 Økologisk tilstandsklassifisering og nEQR	9
1.4 Hydrografi	10
1.5 Undersøkellesområde og stasjonsplassering	11
1.5.2 Vannstrøm	11
1.5.3 Stasjonsplassering	12
1.5.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering	12
2. Resultat	14
2.1 Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer	14
2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser	15
2.2.1 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens	15
2.3 Hydrografi	17
3. Oppsummering	19
4. Referanser	20
Vedlegg A – Bilder av sediment	21
Vedlegg B – STIM Miljø Bergen rapport	23
Vedlegg C – Eurofins Environment Testing Norway rapport	44



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 resipientundersøkelsen. 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. STIM Miljø Bergen 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		Nærstasjon	Dypområde	Referanse	Hydrografi
Parameter:	Stasjoner:	Os1	Os2	Cs3	CTD
Kjemi:	pH	7,92	7,97	7,96	
	E_h (mV)	151	318	121	
Oksygen:	Målt verdi (mL): O ₂ , tilstandsklasse:				62l
Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2018)	Antall arter (S):	49	67	40	
	Antall ind. (N):	308	1900	274	
	NQI1:	0,66	0,67	0,70	
	Shann.Wien. (H'):	3,79	4,08	3,73	
	Hurl.ind. ($ES_{n=100}$):	27	24	25	
	ISI:	9	9	8	
	NSI:	22	21	22	
	nEQR:	0,757	0,760	0,759	
	Økologisk tilstand:	II	II	II	
SFT 97:03	N-TOC (mg/g): N-TOC, tilstandsklasse:	13,9 I	15,6 I	17,5 I	
Tot. nitrogen	TN (g/kg):	0,7	1,8	0,5	
Tot. Org. materiale	TOM (%):	1,1	3,2	1,3	
Forhold	C/N:	4,1	5,9	7,6	
Pelitt	Pelittandel (%):	39,0	72,2	23,7	
Veileder M-608:2016	Cu (mg/kg): Cu, tilstandsklasse:	2,9 I		2,6 I	

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 30.04.2018 ved Kai-Erling Staven og Øyvind Horn. STIM Miljø Bergen har stått for akkreditert opparbeiding av innsamlet makrofaunamateriale. Eurofins Environment Testing Norway har stått for akkrediterte analyser av kobber, total organisk karbon (TOC) og total organisk materiale (TOM), nitrogen og kornstørrelse. 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 m² 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 4% formalin bufret med borax og iblandet bengalrose. 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 Fishguard 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 bunndyrssamfunnet per 0,2 m²:

- 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 STIM Miljø Bergen 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
H 1-3					
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 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
H 4-5					
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 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
G 1-3					
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
G 4-5					
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 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

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 gruppe¹ (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

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

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:

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

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

1.4 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 vannsøyla, 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 løslighet. 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 9: 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 ₂ /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/m³, eventuelt g/cm³), 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 (Stasjon; CTD opplodding, **Figur 2**) av Aqua Kompetanse AS. Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en Rinko III optisk oksygensensor. [Instrumentet målte annethvert sekund ned og opp igjennom vannsøylen. Registrerte data ble bearbeidet ved bruk av SAIV AS eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft SD200W. All rådata er lagret hos Aqua Kompetanse AS.

1.5 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering

Settefiskanlegget Osavatnet ligger i Nærøy kommune, sørøst i Eiterfjorden øst for Søreitervågen. Fra anleggets utslippspunkt skrår havbunnen nordover og ut i Eiterfjorden. Selve utslippspunktet ligger på 6 meters dyp i en skråning som skrår jevnt ned til om lag 250-300 meter. Sedimentet under anlegget består hovedsakelig av silt, sand og grus.

1.5.1 Vannstrøm

Vannstrømmen i alle undersøkte dyp viser god spredning i retningsparameteren, men er hyppigst rettet omkring vest og følgelig er størst vanntransport i spredningedypet ved 25 meter for denne måleperioden mot vest med hyppigst forekommende strømreringsgrupper 285-300, 255-270, 270-285 og 240-255. Topografien øst for målepunktet er trolig årsak til dette som fremtredende retningskomponent. Det kan antas at vanntransporten videre nedover mot bunnen følger samme tendens som resten av vannsøyla med størst vanntransport mot vest, med mulighet for en mindre sekundærkomponent i motsatt retning (omkring øst). (Sivertsen, 2018)

Tabell 10: Strømmålinger ved Osavatnet. Målingene fra 5,15 og 25 meter er utført med Nortek akustisk profilerende dopplermålere ved 64°57.392 N, 11°41.525 Ø i perioden 15.12 - 16.01.2019 (Sivertsen, 2019)

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimalhastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
5	4,7	22,1	7,9	4,5
15	3,8	19,8	6,5	7,1
25	3,7	20,7	6,3	6,0

1.5.2 Stasjonsplassering

Stasjonene ved denne undersøkelsen ble plassert i en transekt, med økende avstand fra utslippsområdet. Stasjon OS 1 er plassert i utslippspunkt, mens OS 2 er plassert 123 meter fra utslippspunktet i et forventet bløtbnnsområde. I tillegg har det blitt tatt en referansestasjon 903 meter nordvest fra anlegget. Stasjon for CTD er satt ved dypeste punkt i undersøkelsesområdet. Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**, og posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 15**.

Tabell 11: Oversikt over stasjoner, plassering med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Osavatnet. Bio = kvantitativ opparbeiding av makrofaunaprøver; Geo = geologiske analyser av kornfordeling (pelitt); Kjemi = kjemiske analyser av TOC, TOM og TN; EK = elektrokjemiske målinger av pH og E_h ; Cu = kobberanalyse; CTD = hydrografisk måling av salinitet, temperatur og oksygen.

Stasjoner	Os1	Os2	Os Ref.	CTD
Plassering etter NS9410	Nærsone	Dypområde	Referanse	Dypområde
Parametere	Bio – Geo – Kjemi - Cu	Bio – Geo – Kjemi	Bio – Geo – Kjemi – Cu	CTD
Koordinater	64°57.404N 11°41.605Ø	64°57.478N 11°41.711Ø	64°57.748N 11°40.834Ø	64°57.514N 11°41.702Ø
Dybde (m)	64	123	65	166
Avstand til anlegg (m)	153	313	903	364

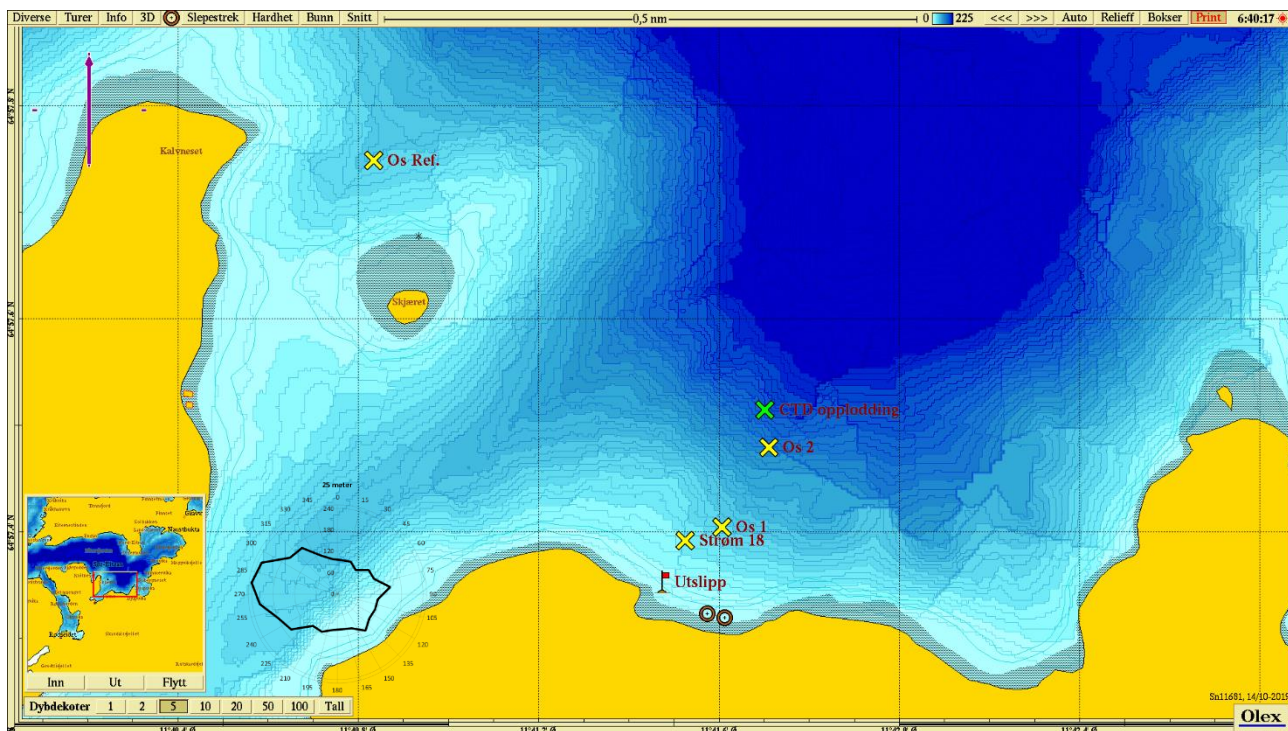
*Avstand fra prøvestasjon til nærmeste merd iht. NS 9410:2016: «Prøvestasjon C1: Stasjonen skal ligge fra 25 til 30 meter fra merdkant. Den skal legges mot den delen av anlegget der B-undersøkelsen viser at påvirkningen er størst

1.5.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering

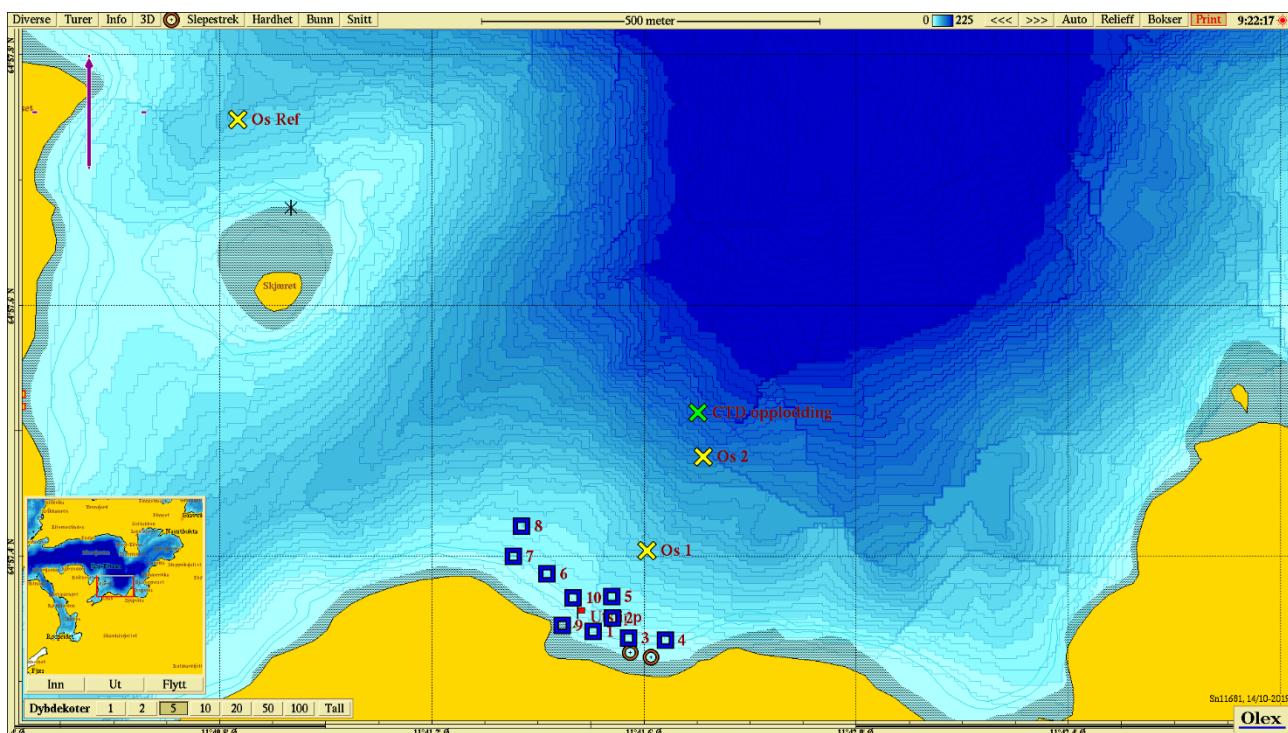
Samtlige kart er med kartdatum WGS84.



Figur 1: Oversiktskart med plasseringen av anlegget (rød markering) i forhold til andre anlegg. Målestokk vises i venstre hjørne, kartkilde i 1:80 000. Kilde: Fiskeridirektoratets kartløsning.



Figur 2: Kartet viser utslippspunkt sammen med C og CTD- stasjoner. Strømrose viser vanntransport ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$) for hver 15° sektor på 25 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene på [ca. 44 m] ved $64^\circ 57.392\text{N}$, $11^\circ 41.525\text{Ø}$ (Sivertsen, 2018). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.



Figur 3: Sjøkart som viser bunndata fra Osavatnet med prøvestasjoner og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Strøm, 2016) Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.

2. Resultat

2.1 Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer

Ved alle tre stasjonene ble det målt gode pH-verdier. Det ble målt negativ E_{obs} ved stasjon Os1 og Os Ref, og positiv E_{obs} ved Os 2. E_h ved alle stasjonene viste positive målinger. TOM nivåene var lave, og varierte mellom 1,1% (C2) og 3,2% (C4). TN-nivåene varierte fra 0,5-1,8 g/kg. C/N-forholdet varierte mellom 4,1-7,6. Kornstørrelsen på hver av stasjonene lå mellom 23,7-72,2. Begge stasjonene som det var målt kobber på hadde kobbernivåer som er å betegnes som «bakgrunnsnivå» (tilstandsklasse I). nTOC nivåene viste meget gode resultater på alle stasjoner. Det ble registrert normal lukt og farge i alle undersøkte sediment. Sedimentet i Os1 og Os2 bestod i hovedsak av silt, sand og grus. Os ref besto av silt. Fyllingsgraden var full på ett av huggene ved stasjon Os2 og 13cm ved de øvrige hugg på samme stasjon. Ved Os1 inneholdt et av huggene 5cm, mens ved stasjon OSref inneholdt alle hugg 6 cm som er under volumkrav i forhold til sediment-type, men viser allikevel representative resultater. Øvrige hugg ved Os1 hadde tilfredsstillende volum ihht. standard.

Tabell 12: 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.

Buffertemperatur:	9,3°C	pH sjø:	8,24
Sjøtemperatur:	8,9°C	E_{obs} sjø:	236
Sedimenttemperatur:	7,2°C	E_{ref} sediment:	221

Tabell 13: Resultater fra elektrokjemiske og geokjemiske analyser av pH, E_h (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).

	Nærsone	Dypvannsområde	Referanse
	Os1	Os2	Os ref
pH	7,92	7,97	7,96
E_{obs} (mV)	-70	97	-100
E_h ($E_{obs} + E_{ref}$) (mV)	151	318	121
TN (g/kg)	0,7	1,8	0,5
TOM (%)	1,1	3,2	1,3
C/N	4,1	5,9	7,6
Pelitt	39,0	72,2	23,7
TOC (mg/g)	2890	10600	3810
nTOC	13,9	15,6	17,5
Tilstandsklasse	I	I	I
Cu (mg/kg)	2,9		2,6
Tilstandsklasse	I		I

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 per stasjon. Artene inndeles i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) etter Rygg og Norling (2013), som går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensningsindikatorer (gruppe V).

Tabell 14: De ti mest dominerende artene på hver stasjon med antall individer (#), kumulativ prosent (%) og økologisk gruppe² (EG). Arter med ukjent gruppe (EG) er markert med i.k.

Os 1	#	%	EG	Os 2	#	%	EG
<i>Heteromasus filiformis</i>	97	31,5	IV	<i>Pseudioikydora cf. Paucibranchiata</i>	457	24,1	IV
<i>Levinsenia gracilis</i>	38	43,8	II	<i>Heteromasus filiformis</i>	213	35,3	IV
<i>Pseudioikydora cf. Paucibranchiata</i>	36	55,5	IV	<i>Owenia borealis</i>	158	43,6	i.k.
<i>Chaetozone sp.</i>	12	59,4	II	<i>Spiophanes kroyeri</i>	156	51,8	III
<i>Thyasira flexuosa</i>	11	63,0	II	<i>Myriochele heeri</i>	153	59,8	III
<i>Diplocirrus glaucus</i>	10	66,2	II	<i>Galathowenia oculata</i>	140	67,2	III
<i>Galathowenia oculata</i>	10	69,5	III	<i>Galathowenia fragilis</i>	67	70,7	I
<i>Goniado maculata</i>	10	72,7	II	<i>Parathyasira equalis</i>	56	73,7	III
<i>Arcidea (Acмира) catherinae</i>	9	75,6	I	Maldanidae	46	76,1	II
<i>Amphiura filiformis</i>	5	77,3	III	<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	43	78,4	III
Os ref	#	%	EG				
<i>Thyasira flexuosa</i>	80	29,2	III				
<i>Heteromastus filiformis</i>	48	46,7	IV				
<i>Levinsenia gracilis</i>	29	57,3	II				
<i>Thyasira sarsii</i>	12	61,7	IV				
<i>Amphiura filiformis</i>	10	65,3	III				
<i>Abra nitida</i>	8	68,2	i.k.				
<i>Edwardsiidae</i>	8	71,2	II				
<i>Chaetozone sp.</i>	7	73,7	III				
<i>Spiophanes kroyeri</i>	7	76,3	III				
<i>Pholoe baltica</i>	6	78,5	III				

For fullstendig oversikt over faunaindeks og artslist, se rapport fra STIM Miljø Bergen i **Vedlegg B**.

2.2.1 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens.

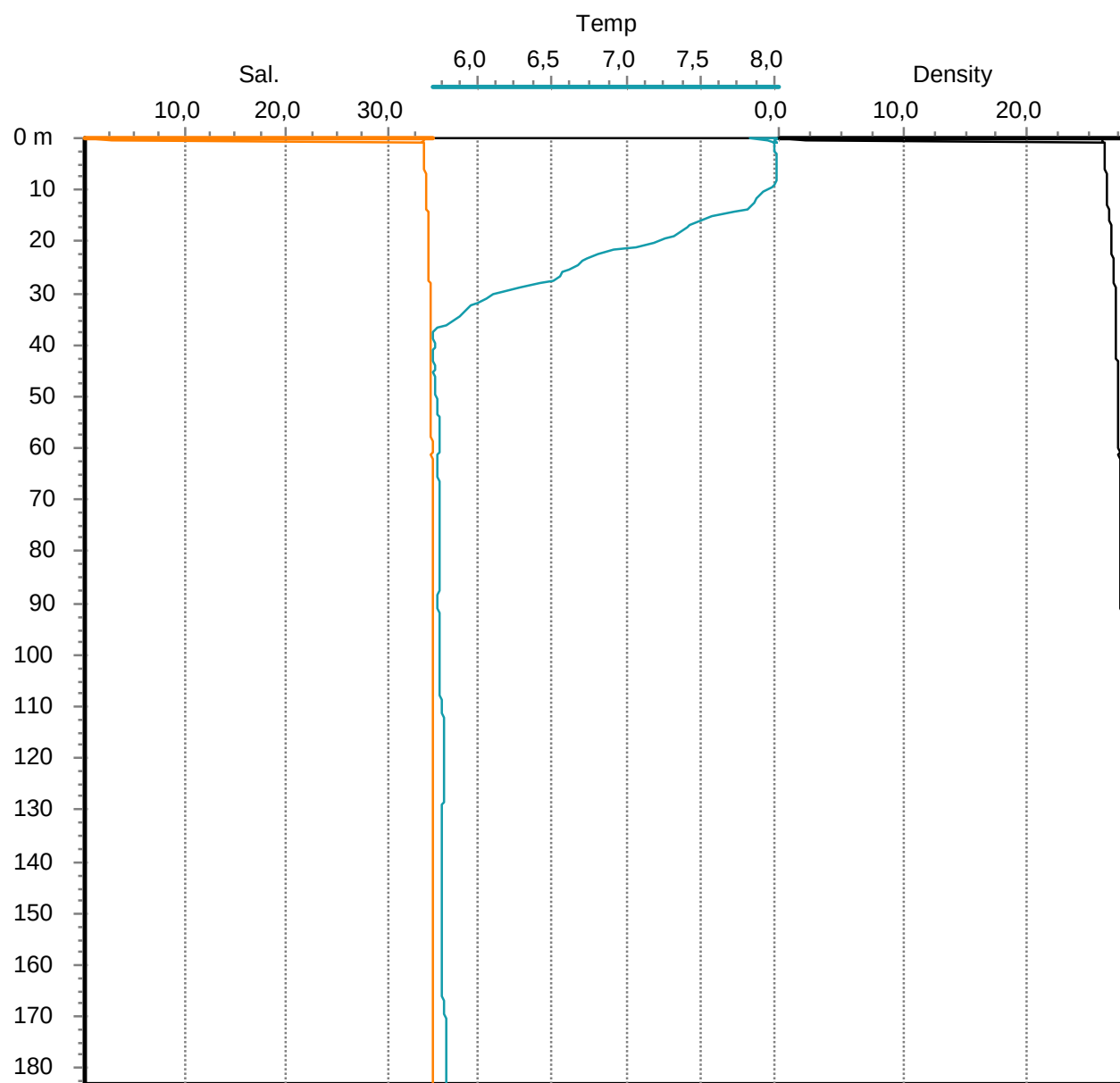
Ved stasjons Os1 lå de indeksene for NQI1, ISI2012 og NSI i tilstandsklasse II (god) mens H' og ES100 lå i tilstandsklasse I (svært god). Stasjonen ble totalt klassifisert til tilstandsklasse II, med en nEQR på 0,75. Stasjonen viste en balansert artssammensetning hvor den opportunistiske børstemarken «*H. filiformis*» utgjorde 31,5% av artene. For stasjon Os2 lå alle indeksene utenom NSI i tilstandsklasse I (svært godt) mens NSI fikk tilstand II (god) og ble totalt klassifisert til tilstandsklasse II (god). Os2 har flere arter og individer enn Os1 og Osref, med 1900 individer fordelt på 67 arter, hvor ingen var spesielt dominerende og artssammensetningen er også her balansert. Den opportunistiske børstemarken «*P. cf. Paucibranchiata*» var den mest tallrike med 24,1% av individene. Ved stasjon Osref lå NQI1, H' og NSI i tilstandsklasse III (moderat), mens ES100 gikk tilstand II (god) og ISI2012 I (svært godt). Totalt sett gis også denne stasjonen tilstandsklasse II (god) med en balansert artssammensetning. Osref har 274 individer fordelt på 40arter, hvor det tolerante bløtdyret «*T. flexuosa*» er den mest tallrike arten med 28,2%.

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

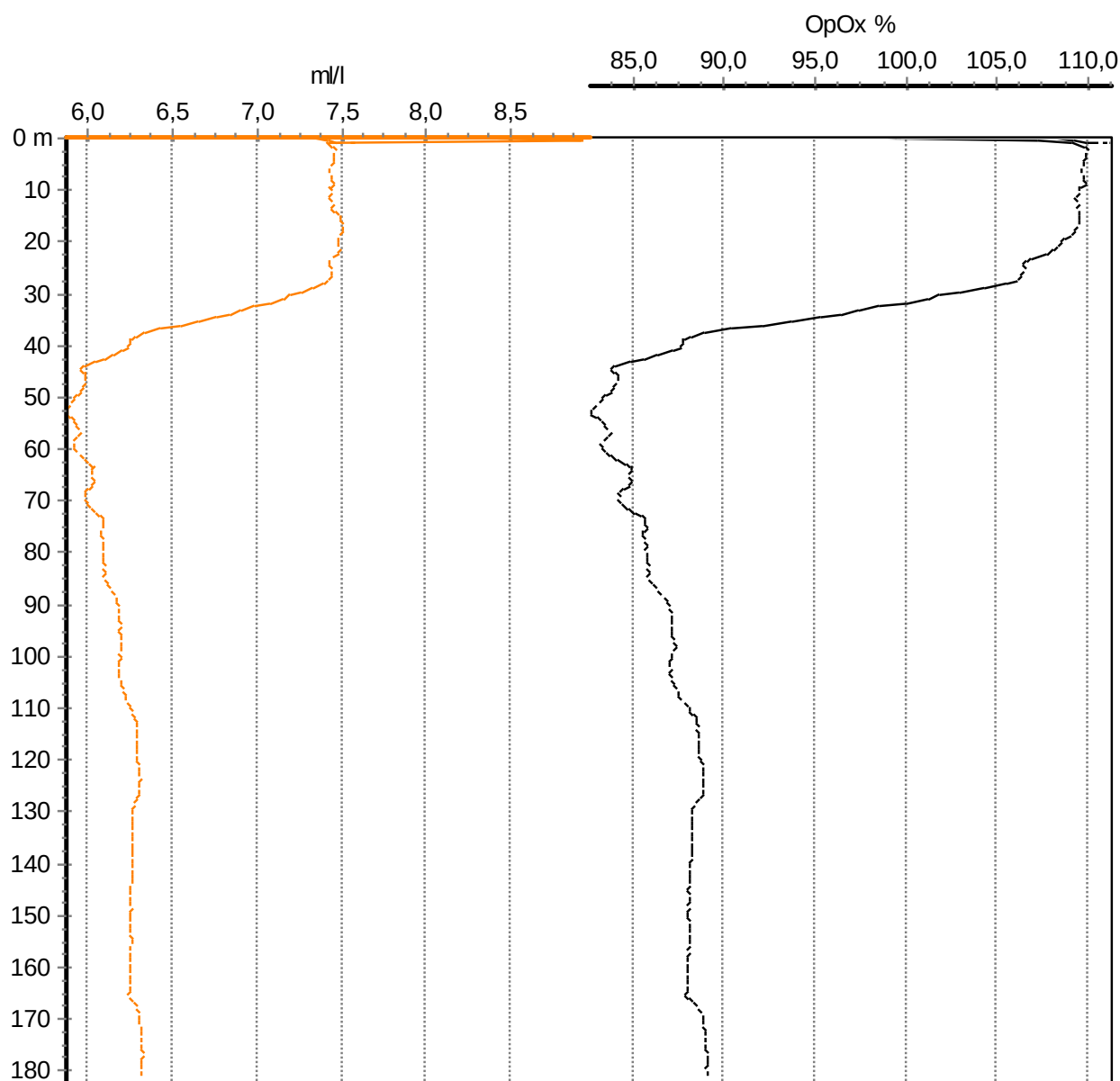
² Økologiske grupper: EG I: sensitive arter; EG II = nøytrale arter; EG III = tolerante arter; EG IV = opportunistiske arter; EG V = forurensningsindikatorer. Rygg & Norling, 2013

Tabell 15: Resultater fra kvantitative bunndyrsanalyser 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 m², Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Norwegian Sensitivity Index (NSI, sensitivitetsindeks), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), ISI_{2012} 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. Nederst i tabellen er gjennomsnittlig nEQR og samlet økologisk tilstand for overgangssonen, samt undersøkelsesfrekvens jamfør **Tabell 9**.

	Nærsone	Dypområde	Referanse
	Os1	Os2	Osref
Antall arter	49	67	40
Antall individer	308	1900	274
NQI1	0,66	0,67	0,70
H'	3,79	4,08	3,73
ES_{100}	27	24	25
ISI_{2012}	9	9	8
NSI	22	21	22
nEQR	0,757	0,760	0,759
Økologisk tilstand	II	II	II



Down-cast selected



Down-cast selected

Figur 5: Oksygenmetning (%) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; oransje) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 183 meters dyp ved stasjon CTD den 30.04.2019.

Profilen for oksygenmetning viser overmetning ned til ca. 40 meters dyp med verdier opp mot 110 % (**Figur 5**). Oksygeninnholdet synker ned til ca. 45-55 meters dyp på omtrent 5,9 ml O₂/l og 84%. Videre nedover vannsøylen øker oksygeninnholdet noe jevnt ned mot 183 meters dyp. Bunnvannet holder en oksygenkonsentrasjon på 6,2 ml O₂/l. og en metning på 89%. Oksygenverdiene er høye i hele vannsøylen og tilsvarer tilstandsklasse I - svært god iht. Veileder 02:2018 (**Tabell 10**).

3. Oppsummering

Alle stasjonene viste gode pH og E_h -målinger, og alle hadde normalt lukt og farge. Mengden nTOC er lav ved alle stasjoner og gis tilstand I (meget god). Kobbermålingene ved O1 og Oref viste lave forekomster og gis tilstand I (bakgrunnsnivå). Os1 og Osref hadde relativt høy pelittandel på 39,0 og 23,7%, mens Os2 i dypområdet hadde høy andel med 72,2%. Høy pelittandel kan indikere lite resuspensjon, og at dette kan være et sted materiale vil legge seg.

Samtlige stasjoner viser en balansert artssammensetning hvor ingen av artene er spesielt dominerende. Stasjon Os1 har en moderat mengde individer og arter hvor den opportunistiske børstemarken «*H. filiformis*» utgjorde 31,5% av artene. Ved stasjon Os2 var den opportunistiske børstemarken «*P. cf. Paucibranchiata*» den mest tallrike med 24,1% av artene. Ved Osref var det tolerante bløtdyret «*T. flexuosa*» den mest tallrike arten med 28,2%. Alle stasjonene gis økologisk tilstand II (god).

Oksygennivået var høyt i hele vannsøylen, og bunnvannet ble klassifisert til tilstand I – svært god med oksygenverdi på 6,2 ml O_2 /l ved 183 meters dyp.

Siden denne undersøkelsen er en resipientundersøkelse utført i forbindelse med etablering av ny lokalitet, skal ny undersøkelse tas ihht til krav i utslippstillatelse.

4. Referanser

- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. & Walday, M. (1993) Langtidsovervåkning 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.
- Fylkeskommunene i Nordland, Troms og Finnmark & Fiskeridirektoratet region Nord og Region Nordland (2018) Veiledning til krav om forundersøkelser i henhold til NS9410:2016 i forbindelse med søknad om akvakulturlokaliteter i Nordland, Troms og Finnmark fylker. Versjon 1, 04.04.2018.
- 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.
- 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) Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. NS 9410:2016.
- 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.
- Sivertsen, K-E (2019) Vannstrømmåling ved Osan, Nærsøy, desember 2018 – januar 2019. Rapportnummer 18-1-19S levert av Aqua Kompetanse.
- Strøm, V (2016) MOM B ved Osavatnet, Eierfjorden i Nærøy kommune, februar 2016. Rapportnummer 30-3-16B levert av Aqua Kompetanse.
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktorsgruppen vanndirektivet 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, sand og grus. Prøven hadde en pelittandel på 39% (se Eurofins AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-2: Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av silt, sand og grus. Prøven hadde en pelittandel på 72,1% (se Eurofins AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-3: Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av silt og skjellsand. Prøven hadde en pelittandel på 49,5% (se Eurofins AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Bunndyrsanalyser i forbindelse med en resipientundersøkelse ved Osan

Nærøy kommune, april 2019



STIM Miljø Rapport 7-2019



STIM Miljø Bergen



Tittel: Bunndyrsanalyser i forbindelse med en resipientundersøkelse ved Osan, Nærøy kommune 2019	
Forfatter: Ragni Torvanger	STIM Rapport nr.: 7-2019
Prosjektleder: Ragni Torvanger	Dato rapport: 24.09.2019
Oppdragsgiver: Aqua Kompetanse AS	Antall sider inkl. vedlegg: 19
Konfidensiell: Nei	Prosjektnummer: 1454

Aktiviteter utført av STIM Miljø Bergen

Aktivitet	Akkrediterings-nummer	Personell
Sortering bløtbunnsfauna	Test 157	Ragna Tveiten, Morten Stokkan og Øydis Alme
Artsbestemming bløtbunnsfauna	Test 157	Morten Stokkan, Øydis Alme og Frøydis Lygre
Faglige vurderinger og fortolkninger	Test 157	Ragni Torvanger og Silje Hadler-Jacobsen

Kontroll faglige vurderinger og fortolkninger	Dato 24.09.2019	Signatur <i>Silje Hadler-Jacobsen</i>
Prosjektansvarlig	Dato 24.09.2019	Signatur <i>Ragni Torvanger</i>

STIM Miljø Bergen Thormøhlens gt. 55 5006 Bergen, Norway	E-post: miljo.bergen@stim.no Internett: www.stim.no/tjenester/miljotjenester Organisasjonsnr. NO 964 873 755 MVA
--	--

Rapporten kan kun gjengis i sin helhet.
Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra STIM AS



Innhold

1. FORORD.....	3
2. MATERIALE OG METODE.....	3
2.1 Stasjonsplassering	3
2.2 Avvik	3
3. RESULTAT OG DISKUSJON	4
3.1. Bunndyr.....	4
4. SAMMENDRAG	7
5. LITTERATUR	8
6. VEDLEGG.....	9
Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser	9
Vedlegg 2 - Dataanalyse	11
Vedlegg 3 – Prøverapport bunnfauna	15
Vedlegg 4 - Geometriske klasser	19



1. FORORD

STIM Miljø Bergen er akkreditert av Norsk Akkreditering for blant annet prøvetaking, taksonomisk analyse, samt faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157. STIM Miljø Bergen har på oppdrag fra Aqua Kompetanse AS utført bunndyrssortering, indentifisering av bunndyr, samt utført dataanalyser på prøver i forbindelse med en resipientundersøkelse ved Osan i Nærøy kommune. Aqua Kompetanse AS har gjennomført prøveinnsamlingen i felt. Resultatene inngår i Aqua Kompetanse AS sin rapportering fra resipientundersøkelsen.

Resultatene gjelder prøvene slik de ble mottatt.

2. MATERIALE OG METODE

Det er innsamlet to prøver (replikaer) på hver stasjon av personell fra Aqua Kompetanse AS. Prøvene ble så sendt STIM Miljø Bergen. For opparbeiding og analyser er de til enhver tid gjeldende standarder benyttet. Metodikk, analyser og klassifiseringssystemer er beskrevet i Vedlegg 1 og 2. Plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1.

2.1 Stasjonsplassering

Tabell 2.1 Posisjoner og dyp for stasjoner ved Osan. Tabell tilsendt STIM Miljø Bergen av oppdragsgiver.

Stasjon	Posisjon (WGS84)	Dato	Dyp (m)
Os1	64°57.404 N 11°41.605 Ø	30.04.2019	64
Os2	64°57.478 N 11°41.711 Ø	30.04.2019	165
Os3	64°57.748 N 11°40.834 Ø	30.04.2019	65

2.2 Avvik

- Ingen kjente avvik.



3. RESULTAT OG DISKUSJON

3.1. Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er presentert i Tabell 3-1 og Tabell 3-2, Figur 3-1 og Figur 3-2, samt i Vedlegg 3 og 4. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene på undersøkelsestidspunktet. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid. Beregninger er utført på bakgrunn av stasjonenes beliggenhet i økoregion Norskehavet sør, vanntype beskyttet kyst/fjord. Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til grenseverdier basert på beregnede indekser iht. Veileder 02:2018.

Ved stasjon Os 1 ble det funnet en moderat mengde individer/arter med 308 individer fordelt på 49 arter. Det var flest individer av børstemarkene *Heteromastus filiformis* (31,5 %), *Levinsenia gracilis* (12,3 %) og *Pseudopolydora cf. pauchibranchiata* (11,7 %). Artssammensetningen er balansert og stasjonene har en nEQR-verdi på 0,757 som er godt innenfor tilstandsklasse II – God (Veileder 02:2018).

Stasjon Os 2 har flere arter og individer enn Os 1 (og Os 3), med 1900 individer fordelt på 67 arter. Det var flest individer av børstemarken *Pseudopolydora cf. pauchibranchiata* (24,1%), deretter *Heteromastus filiformis* (11,2%) og *Owenia borealis* (8,3 %). Ingen av artene var spesielt dominerende, og stasjonen har en balansert artssammensetning, og stasjonen tilstandsklassifiseres til II – God med en nEQR-verdi på 0,760.

Stasjon Os 3 har 274 individer fordelt på 40 arter. Det var flest individer av bløtdyret *Thyasira flexuosa* (29,2 %), deretter børstemarkene *Heteromastus filiformis* (17,5 %) og *Levinsenia gracilis* (10,6%). Ingen av artene var spesielt dominerende, og stasjonen har en balansert artssammensetning, og stasjonen tilstandsklassifiseres til II – God med en nEQR-verdi på 0,760.

Tabell 3-1 Undersøkelse av bunndyr ved samtlige stasjoner ved Osan, April 2019. Hvert grabb-hugg har et prøveareal på 0,1 m². Totalt prøveareal i pr stasjon er 0,2m². Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet(NQI1) er beregnet for hver enkelt grabbhugg og totalt for stasjonen. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 ved bruk av snitt av nEQR-verdier på huggnivå, og er markert med fargekoder.

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	TK
Os 1 (2019)	1	40	165	0,69	4,07	30	8	22	
	2	28	143	0,64	3,50	24	9	22	
	Sum	49	308	0,68	3,97	28	9	22	
	Snitt	34	154	0,66	3,79	27	9	22	
	nEQRsnitt			0,67	0,81	0,84	0,795	0,67	0,757
Os 2 (2019)	1	56	869	0,68	4,09	25	9	21	
	2	50	1031	0,66	4,07	24	9	21	
	Sum	67	1900	0,67	4,15	25	9	21	
	Snitt	53	950	0,67	4,08	24	9	21	
	nEQRsnitt			0,69	0,84	0,81	0,82	0,64	0,760
Os 3 (2019)	1	30	177	0,67	3,50	23	8	22	
	2	28	97	0,72	3,95	28	8	23	
	Sum	40	274	0,70	3,82	25	9	22	
	Snitt	29	137	0,70	3,73	25	8	22	
	nEQRsnitt			0,75	0,803	0,82	0,73	0,70	0,759
I - Svært god II - God III - Moderat IV - Dårlig V - Svært dårlig									



Tabell 3-2 De ti mest tallrike artene fra prøvene ved stasjonene ved Osan, APRIL 2019. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen. Prøveareal pr stasjon er 0,2 m². NSI Ecological group er vist til høyre i tabellen. I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensningsindikatorart. N.a.= ikke tildelt NSI EG verdi.

Os 1	Antall individer	%	Kum %	NSI EG
<i>Heteromastus filiformis</i>	97	31,5	31,5	IV
<i>Levinsenia gracilis</i>	38	12,3	43,8	II
<i>Pseudopolydora cf. paucibranchiata</i>	36	11,7	55,5	IV
<i>Chaetozone sp.</i>	12	3,9	59,4	III
<i>Thyasira flexuosa</i>	11	3,6	63,0	III
<i>Diplocirrus glaucus</i>	10	3,2	66,2	II
<i>Galathowenia oculata</i>	10	3,2	69,5	III
<i>Goniada maculata</i>	10	3,2	72,7	II
<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	9	2,9	75,6	I
<i>Amphiura filiformis</i>	5	1,6	77,3	III
<i>Tharyx killariensis</i>	5	1,6	78,9	II

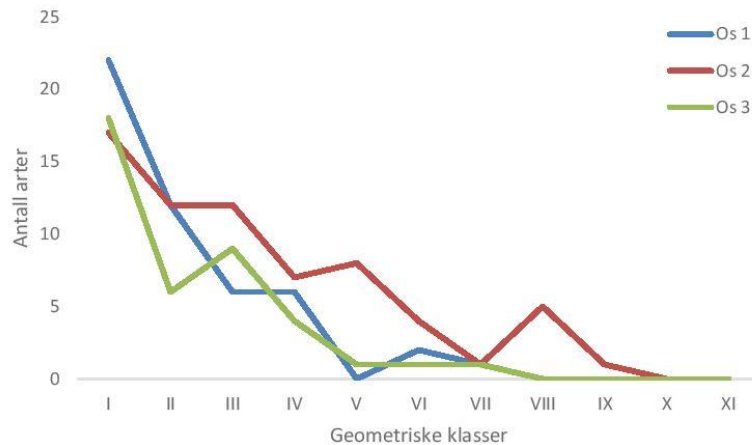
Os 2	Antall individer	%	Kum %	NSI EG
<i>Pseudopolydora cf. paucibranchiata</i>	457	24,1	24,1	IV
<i>Heteromastus filiformis</i>	213	11,2	35,3	IV
<i>Owenia borealis</i>	158	8,3	43,6	n.a.
<i>Spiophanes kroyeri</i>	156	8,2	51,8	III
<i>Myriochele heeri</i>	153	8,1	59,8	III
<i>Galathowenia oculata</i>	140	7,4	67,2	III
<i>Galathowenia fragilis</i>	67	3,5	70,7	I
<i>Parathyasira equalis</i>	56	2,9	73,7	III
Maldanidae	46	2,4	76,1	II
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	43	2,3	78,4	III

Os 3	Antall individer	%	Kum %	NSI EG
<i>Thyasira flexuosa</i>	80	29,2	29,2	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	48	17,5	46,7	IV
<i>Levinsenia gracilis</i>	29	10,6	57,3	II
<i>Thyasira sarsii</i>	12	4,4	61,7	IV
<i>Amphiura filiformis</i>	10	3,6	65,3	III
<i>Abra nitida</i>	8	2,9	68,2	n.a.
<i>Edwardsiidae</i>	8	2,9	71,2	II
<i>Chaetozone sp.</i>	7	2,6	73,7	III
<i>Spiophanes kroyeri</i>	7	2,6	76,3	III
<i>Pholoe baltica</i>	6	2,2	78,5	III



Geometriske klasser

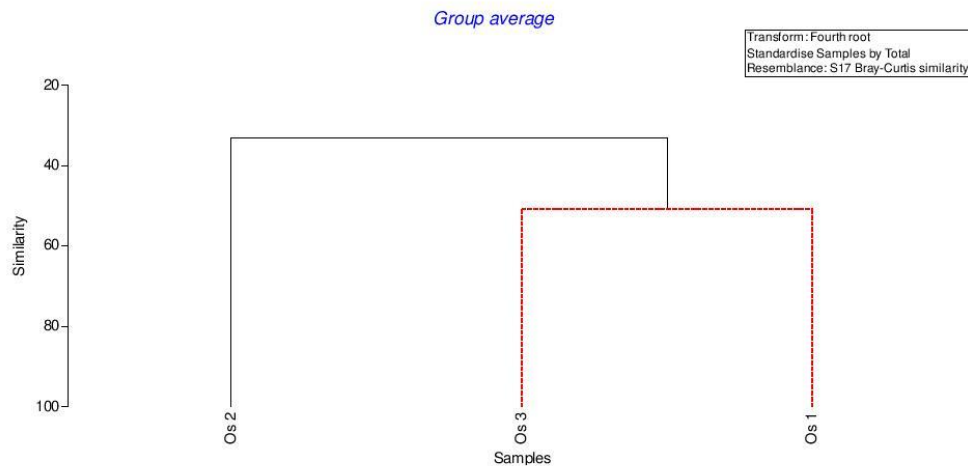
Figur 3-1 viser grafisk en oversikt over fordelingen av arter på geometriske klasser. Høyt krysningspunkt på Y-aksen og fravær av knekker og sene toppler på x-aksen i figuren indikerer at bunnfaunaen ved stasjonene undersøkt er uforstyrret.



Figur 3-1 Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Osan, APRIL 2019.

Cluster

De multivariate analysene (Figur 3-2) viser at Os 1 og Os 3 har høyest faunalikhet (>50%), mens Os 2 har lav faunalikhet med de to øvrige stasjonene (ca. 33%).



Figur 3-2 Cluster plot av stasjonene undersøkt ved OSAN, APRIL 2019. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plotet viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.



4. SAMMENDRAG

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen ved Osan, APRIL 2019 kan sammenfattes slik:

- Tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2018 gir tilstand II – God ved samtlige stasjoner ved Osan.



5. LITTERATUR

Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet. 360 s.

Hovgaard, P. (1973). "A new system of sieves for benthic samples." *Sarsia* **53**. 15-18 s.

NS-EN-ISO 5667-19:2004. *Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*. Standard Norge. 23 s.

NS-EN-ISO 16665:2013 (2.utg 15/1-2015). *Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)* Standard Norge. 40 s.

Rygg, Brage, 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Organisk materiale i bunnsediment og oksygen i dypvann. Grunlagsrapport. Niva rapport 2959. 27 s.

Standardforskrifter, Kvalitetshåndbok for STIM Miljø Bergen



6. VEDLEGG

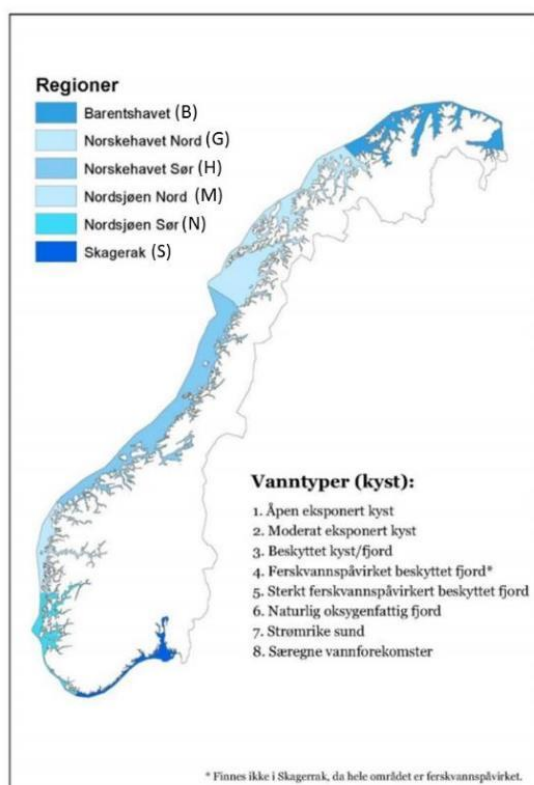
3.1 Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser

Bunndyr (bløtbunnsfauna) i denne undersøkelsen skal forstås som virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på- eller i overflatesediment (gravende dyr). Vanlige dyregrupper i denne sammenheng er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder. Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det normalt være ca. 25-75 arter i en grabbprøve. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i STIM Miljø sine lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 år. Opparbeiding av det biologiske materialet utføres i samsvar med STIM Miljø avd. Bergen sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (**Vedlegg 3**). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen inkluderes i artslisten, utelates fra analysene. I **Vedlegg 2** presenteres en kort omtale av metodene som benyttes for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder, 02:2018). Denne veilederen erstatter Veileder 2:2013 (revidert 2015) og på sitt de gjeldende SFT veilederne (TA 1467/1997 og TA 2229/2007). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2018 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks $NQI1$, ømfintlighets-indeksene NSI , ISL_{2012} samt $AMBI$ (komponent i $NQI1$). Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Vedleggstabell 1. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Vedlegg 2: Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr). Tilstandsklassen til stasjonen bestemmes av snittet av de enkelte indeksen nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Vedleggstabell 2.





Vedleggsfigur 1 Områdeinndeling av økoregioner og vanntyper for kystvann. Kart fra Veileder 02:2018.

Vedleggstabell 1 Klassegrenser for bløtbunnsfauna i Økoregion Norskehavet Sør (H) og Vanntype Beskyttet kyst/fjord (1-3). Grenseverdiene gjelder for gjennomsnitt av grabbverdier. Økoregion og vanntyper viser til Vedleggsfigur 1. Tabell hentet fra Veileder 02:2018.

Indeks	Vanntype H1-3				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
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 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

Vedleggstabell 2 Klassegrenser for nEQR (Veileder 02:2018).

Tilstandsklasse	Basisverdi
	(nedre grenseverdi)
Klasse I (Svært god)	0,8
Klasse II (God)	0,6
Klasse III (Moderat)	0,4
Klasse IV (Dårlig)	0,2
Klasse V (Svært dårlig)	0,0



Vedlegg 2 - Dataanalyse

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være mellom 25-75 arter.

Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983). Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små toppler og nullverdier.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA-1467/1997 og Veileder 02:2018).

Diversitet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver, 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der: $p_i = n_i / N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Hurlbert diversitetsindeks ES₁₀₀ viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel: hvor ES₁₀₀ = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)] / [N! / ((N - 100)! 100!)]$$

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI2012 (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

hvor ISI_i er verdi for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivitetsverdier

$$ISI = \sum_{i=1}^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivitetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivitetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivitetsverdier

$$NSI = \sum_{i=1}^S \left[\frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$



Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som **NQI1 (Norwegian quality Index)** bestemmes ut fra både arts mangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[0,5 * \left(\frac{(1 - AMBI)}{7} \right) + 0,5 * \left(\frac{\left(\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right)}{2,7} \right) * \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2018 (Vedleggstabell 1). Grenseverdiene brukes for gjennomsnitt av grabbverdier.

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes som grabbgjennomsnittsverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

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

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er vist i Vedleggstabell 2, der nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

3.1.1.1 Multivariate analyser

For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individtallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

3.1.1.2 Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS)) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagradienter en respons på ulike typer av miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkevann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment. For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulike prøvearealer. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis, 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right] \quad \text{Hvor:} \quad \begin{aligned} S_{jk} &= \text{likheten mellom to prøver, } j \text{ og } k \\ y_{ij} &= \text{antallet i } i\text{'te rekke og } j\text{'te kolonne i datamatriksen} \\ y_{ik} &= \text{antallet i } i\text{'te rekke og } k\text{'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter} \\ p &= \text{totalt antall arter} \end{aligned}$$

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: $\hat{d}_{jk}$ = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:



$$d_{ijk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.



Litteratur

- Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet. 360 s.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments*. Marine Pollution Bulletin **40** (12). 1100–1114 s.
- Bray, J.R. og Curtis, J.T. 1957. *An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin*. Ecological Monographs **27**. 325-349 s.
- Gray, J.S. og Mirza, F.B. 1979. *A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities*. Marine Pollution Bulletin **10**. 142-146 s.
- Pearson, T.H. og Rosenberg, R. 1978. *Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment*. Oceanography and Marine Biology an Annual Review **16**. 229-311 s.
- Pearson, T.H., Gray, J.S. og Johannessen, P.J. 1983. *Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses*. Marine Ecology Progress Series **12**. 237-255 s.
- Rygg, B. 2002. *Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway*. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.
- Rygg, B. og Norling, K. 2013. *Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*. NIVA-rapport 6475-2013. 46 s.
- Shannon, C.E. og Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- TA 1467/1997. *Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. Statens forurensningstilsyn, SFT 1997. 36 s.



Vedlegg 3 – Prøverapport bunnfauna

ID: 10728. Versjon: 16

Vedlegg SF-505 Prøverapport taksonomisk analyse bløtbunnsfauna

STIM Miljø

Prosess Test 157 / Rapportering / Rapportering
Godkjent dato 23.09.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)
Endret dato 23.09.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)

Dokumentkategori Vedlegg



STIM Miljø Bergen
Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen
miljo.bergen@stim.no



Prøverapport Taksonomisk analyse – Bløtbunnsfauna

Prosjekt nr.:	1454	Dato for prøvetaking:	30.04.2019
Oppdragsgiver (navn/adresse):	Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger	Avvik/forhold med mullig	nei
Prøvetakssteds (område):	Osan, Nærøy kommune	påvirkning på resultatet:	
Ansvarlig for prøvetaking (firma):	Aqua Kompetanse AS		

Sortering	Akkreditert	Akkrediteringsnummer	I henhold til standard	Ikke akkreditert
Artsidentifisering	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐
	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐

Artene er identifisert av:	Øydis Alme	Morten Stokkan	Frøydis Lygre
-----------------------------------	------------	----------------	---------------

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Prøverapporten skal ikke reproduseres annet enn i sin helhet, uten godkjenning fra STIM Miljø Bergen.

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 3 sider.

Prøverapport godkjent av: Øydis Alme Dato: 23.09.2019

1/1



Side 15 av 19

Prøverapport p.nr.1454 s. 1/3

Station	Os 3	Os 3	Os 1	Os 1	Os 2	Os 2
Date	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019
Depth (m)	65	65	64	64	165	165
Sample	1	2	1	2	1	2
AMPHIPODA						
* Amphipoda					1	
Harpinia sp.		1				2
Harpinia antennaria	1					
Liljeborgia pallida						1
ANTHOZOA						
* Anthozoa	+					
Edwardsiidae	3	5				
* Virgularia tuberculata	12	11	1	1		
ASCDIACEA						
Ascidacea	2					
Cnemidocarpa				1		
BIVALVIA						
Abra nitida	6	2	2		6	17
Adontorhina similis					3	4
Astarte sulcata			1	1		
Corbula gibba			1/1			
Ennucula tenuis					1/3	1/1
Hiatella sp.			1			
Mendicula ferruginosa					2/1	
Parathyasira equalis					25	27/4
Tellimya ferruginosa	1					
Thyasira flexuosa	52/2	24/2	2/7	0/2	8	
Thyasira obsoleta						1
Thyasira sarsii	8/2	1/1		0/1	7/6	17/2
Yoldiella lucida					4/11	
CAUDOFOVEATA						
Caudofoveata					16	7
COPEPODA						
* Calanus finmarchicus	13	17	4	6	18	9
CUMACEA						
Diastylis scorpioides					1	
Leucon (Leucon) acutirostris					1	1
ECHINOIDEA						
Brisaster fragilis					1/1	
Echinocardium flavescens		1	1			
GASTROPODA						
Odosstomia sp.					2	1
Pyrgiscus crenatus	1					
HEMICHORDATA						
Enteropneusta					1	
HOLOTHUROIDEA						
Labidoplax buskii		1				
Synaptiridae						1
ISOPOD						
* Asellota sp.					1	4
ISOPODA						
* Gnathia dentata					1	
NEMATODA						
* Nematoda	2			2	8	6
NEMERTEA						
* Nemertea	3	2	14	3	28	27
OPHIUROIDEA						
Amphilepis norvegica					0/1	1/3
Amphipholis squamata					3	
Amphiura filiformis	5	5	3	2		
Ophiura (Dictenophiura) carnea					1	
Ophiura sarsii						1
OSTRACODA						
Cypridina sp.					1	
Philomedes (Philomedes) liljeborgi						1
PHORONIDAE						
Phoronis sp.	3	1		1		



Prøverapport p.nr.1454 s. 2/3

Station	Os 3	Os 3	Os 1	Os 1	Os 2	Os 2
Date	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019
Depth (m)	65	65	64	64	165	165
Sample	1	2	1	2	1	2
POLYCHAETA						
Ampharete lindstroemi			2			
Ampharete octocirrata						2
Amythasides macroglossus	1					
Aphrodita aculeata					1	
Apistobrachius tullbergi			1			1
Aricidea sp.	3	1				
Aricidea (Acmira) catherinae		5	3	6		
Aricidea (Aricidea) wassi		1				
Ceratocephale loveni						1
Chaetozone sp.	4	3	5	7	1	
Chirimia biceps biceps					1	5
Cirratulus cirratus	1			1		
Cossura longocirrata			1			
Diplocirrus glaucus	4	1	9	1	9	9
Eteone sp.	1		2			
Euchone papillosa					11	19
Exogone cf. verugera		2	1		6	21
Galathowenia fragilis					31	36
Galathowenia oculata			6	4	ca. 80	ca. 60
Glyphanostomum pallidum					2	2
Goniada maculata	2	3	4	6		
Heteromastus filiformis	37	11	44	53	90	123
Hydroides norvegica	1					
Levinsemia gracilis	20	9	21	17	4	
Lumbrineris sp.			2	2		
Lysilla loveni		3		1		
Maldanidae					15	31
Melinna sp.					0/2	
Myriochele heeri					48	105
Neoleanira tetragona					1	1
Nephtys caeca	1					
Nephtys hombergii		1				
Nephtys incisa			1	1	1	
Nereimyra woodsholea			1			
Notomastus latericeus				2	2	2
Ophelia sp.					1	2
Ophelia acuminata				1		
Ophelia cylindrica			3			
Ophryotrocha sp.		1				
Owenia borealis			1		81	77
Paradoneis lyra		1	2	2	3	2
Paramphionome jeffreysii	1			3	20	23
Paranaitis wahlbergi			1			
Petaloproctus tenuis						3
Pholoe baltica	2	4		2	2	2
Polynoidae	1					
Prionospio cirrifera			1		1	12
Prionospio fallax	1	1	1			
Proclia graffii					9	3
Pseudopolydora cf. paucibranchiata			20	16	216	241
Rhodine sp.			2	2		
Sabella pavonina					3	1
Sabellidae	4	1			12	13
Scalibregma inflatum			1		1	3
Scoloplos armiger	1	1	1			
* Siboglinum sp.	+	+	+			
Sosane wahlbergi					2	3
Sosane wireni					1	
Spio filicornis	1					
Spiophanes kroyeri	4	3	1	1	73	83
Terebellidae					4	11
Terebellides gracilis					1	2



Prøverapport p.nr.1454 s. 3/3

Station	Os 3	Os 3	Os 1	Os 1	Os 2	Os 2
Date	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019	30.04.2019
Depth (m)	65	65	64	64	165	165
Sample	1	2	1	2	1	2
Terebellides shetlandica			1		7	6
Tharyx killariensis	1	1	3	2	2	14
Trichobranchius roseus			1			
POLYPLACOPHORA						
Leptochiton asellus			1			
PORIFERA						
* Porifera					+	
SCAPHOPODA						
Antalis entalis			1	2		
Pulsellum lofotense					1	
SIPUNCULIDEA						
Phascolion (Phascolion) strombus strombus			1	1/2	1	
Sipuncula			1			13
TANAIDACEA						
Tanaidacea					6/11	6
VARIA						
* Varia	+	+		+	+	
VERTEBRATA						
* Fiskeegg				1		



Vedlegg 4 - Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved stasjonene ved OSAN, APRIL 2019.

Geometriske klasser	Os 1	Os 2	Os 3
I	22	17	18
II	12	12	6
III	6	12	9
IV	6	7	4
V	0	8	1
VI	2	4	1
VII	1	1	1
VIII	0	5	0
IX	0	1	0
X	0	0	0
XI	0	0	0





STIM Miljø Bergen utfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra fylker, kommuner, oljeselskap, industri og havbruksnæring. STIM Miljø Bergen er akkreditert for prøvetaking av sediment til analyse av biologi, kjemi og sedimentkarakteristikk, fjæreundersøkelser, taksonomisk analyse og faglig vurdering og fortolkning under akkrediteringsnummer Test 157.

Vi utfører også naturtypekartlegging, vannsøyleundersøkelser, risikovurdering av forurenset sediment, strømmålinger og modellering av strømforhold, samt andre miljøundersøkelser.

www.STIM.no

Vedlegg C – Eurofins Environment Testing Norway rapport



Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

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

AR-19-MM-049563-01

EUNOMO-00229487

Prøvemottak: 18.06.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 18.06.2019-12.07.2019
Referanse: Prosjektnr 110-5-19C
Osan, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-06180358	Prøvetakingsdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Vidar Strøm		
Prøvemerkning:	1	Analysestart dato:	18.06.2019		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kobber (Cu)	2.9	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff glødetap	1.1	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	80.6	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.7	g/kg TS	0.5	28%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	2890	mg/kg TS	1000	23%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Oterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 12.07.2019

Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.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 konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AR-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

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

AR-19-MM-049564-01

EUNOMO-00229487

Prøvemottak: 18.06.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 18.06.2019-12.07.2019
Referanse: Prosjektnr 110-5-19C
Osan, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-06180359	Prøvetakingsdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Vidar Strøm		
Prøvemerkning:	1	Analysestartdato:	18.06.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	39.0	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	1.9	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Moss 12.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.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 konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AR-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

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

AR-19-MM-049565-01

EUNOMO-00229487

Prøvemottak: 18.06.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 18.06.2019-12.07.2019
Referanse: Prosjektnr 110-5-19C
Osan, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-06180360	Prøvetakingsdato:	30.04.2019			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Vidar Strøm			
Prøvemerkning:	2	Analysestartdato:	18.06.2019			
	Kjemi					
Analyse		Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)	Total tørrstoff glødetap	3.2	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b)	Tørrstoff					
b)	Total tørrstoff	65.9	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a)	Total nitrogen - Kjeldahl					
a)	Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.8	g/kg TS	0.5	20%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	10600	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- 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 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 12.07.2019

Stig Tjomsland

Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Målesikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Målesikkerhet 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 konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

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

AR-19-MM-049566-01

EUNOMO-00229487

Prøvemottak: 18.06.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 18.06.2019-12.07.2019
Referanse: Prosjektnr 110-5-19C
Osan, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-06180361	Prøvetakingsdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Vidar Strøm		
Prøvemerkning:	2	Analysestartdato:	18.06.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	72.1	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	3.6	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Moss 12.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.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 konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AR-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

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

AR-19-MM-049567-01

EUNOMO-00229487

Prøvemottak: 18.06.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 18.06.2019-12.07.2019
Referanse: Prosjektnr 110-5-19C
Osan, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-06180362	Prøvetakingsdato:	30.04.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Vidar Strøm		
Prøvemerkning:	3	Analysestartdato:	18.06.2019		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kobber (Cu)	2.6	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff glødetap	1.3	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	74.3	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.5	g/kg TS	0.5	35%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	3810	mg/kg TS	1000	22%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- 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 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 12.07.2019



Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.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 konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
 Storlavika 7
 7770 Flatanger
 Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
 F. reg. 965 141 618 MVA
 Møllebakken 50
 NO-1538 Moss

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

AR-19-MM-049568-01

EUNOMO-00229487

Prøvemottak: 18.06.2019
 Temperatur:
 Analyseperiode: 18.06.2019-12.07.2019
 Referanse: Prosjektnr 110-5-19C
 Osan, Aqua
 Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2019-06180363	Prøvetakingsdato: 30.04.2019
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Vidar Strøm
Prøvemerkning: 3	Analysestartdato: 18.06.2019
Geologi	

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	23.7	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse < 2 µm	1.3	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Moss 12.07.2019

Stig Tjomsland

Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.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 konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159