

# R A P P O R T

Nautnesvågen, Øygarden  
kommune, februar 2018



Førehandsgransking

Rådgivende Biologer AS 2687





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Nautnesvågen, Øygarden kommune, februar 2018. Førehandsgransking.

**FORFATTARAR:**

Ingeborg E. Økland, Christiane Todt, Lena Ohnheiser & Thomas T. Furset

**OPPDRAKGIVAR:**

Averøy Seafood AS

**OPPDRAGET GITT:**

9. desember 2018

**RAPPORT DATO:**

25. juni 2018

**RAPPORT NR:**

2687

**ANTAL SIDER:**

24

**ISBN NR:**

978-82-8308-512-9

**EMNEORD:**

- Oppdrett i sjø
- Botnfauna
- Hydrografi

- Organisk belasting
- Sedimentkvalitet

**KVALITETSOVERSIKT:**

Element	Utført av	Akkreditering/Test nr
Prøvetaking	Rådgivende Biologer AS T. T. Furset	Test 288
Kjemiske analysar	Eurofins Norsk Miljøanalyse AS*	Test 003**
Sortering, artsbestemming og indeksbereking botnfauna	Rådgivende Biologer AS K. Stiller, H. Bergum, U. Fetzer, E. Gerasimova, L. Ohnheiser, C. Todt	Test 288
Diskusjon med vurdering og fortolking av resultat	Rådgivende Biologer AS I.E. Økland, C. Todt, Lena Ohnheiser	Test 288

\*Kontakt Rådgivende Biologer AS for adresse/kontaktinformasjon

\*\*Kornfordelingsanalyse ikkje utført akkreditert

**KONTROLL:**

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Joar Tverberg	16. april 2018	Forskar	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no)      E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)  
Telefon: 55 31 02 78      Telefax: 55 31 62 75

**Rapporten må ikkje kopierast ufullstendig utan godkjenning frå Rådgivende Biologer AS.**

**Framsidebilete:** Lokaliteten på prøvetakingsdagen.

## FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Averøy Seafood AS utført ei førehandsgransking i samband med eit planlagd landbasert anlegg i Parisvatnet med utslepp i Nautnesvågen.

Prøvetaking av sediment og hydrografiprofil er utført av Thomas Tveit Furset, Rådgivende Biologer AS, den 7. februar 2018. Kjemiske analysar av sediment er utført av Eurofins Miljøanalyse AS avd. Bergen. Sortering, artsbestemming og indeksbereking av botnfauna er utført av Rådgivende Biologer AS.

Rådgivende Biologer AS takkar Averøy Seafood AS ved Trond Haugland for oppdraget, samt tilsette ved Kvitsøy Sjøtjenester AS for assistanse i samband med prøvetaking.

Bergen, 25. juni 2018

## INNHOLD

Føreord .....	2
Samandrag.....	3
Områdeskildring .....	4
Metode og datagrunnlag .....	6
Resultat.....	9
Diskusjon.....	18
Referansar.....	19
Vedlegg .....	20

## SAMANDRAG

**Økland, I. E., C. Todt, L. Ohnheiser & T. T. Furset. 2018.**

Nautnesvågen, Øygarden kommune, februar 2018. Førehandsgransking. Rådgivende Biologer AS, rapport 2687, 24 sider. ISBN 978-82-8308-512-9

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Averøy Seafood AS utført ei førehandsgransking i samband med eit planlagd landbasert anlegg i Parisvatnet i Øygarden kommune med utslepp i Nautnesvågen. Den 7. februar 2018 vart det samla inn prøvar av sediment og botnfauna på stasjonane C1-C3 frå nær det planlagde utsleppspunktet og i bassenget utanfor. Det vart også tatt hydrografiprofil ved stasjon C3.

Parisvatnet og Nautnesvågen ligg på sørssida av Seløyna i Øygarden kommune. Nautnesvågen går ut i eit basseng som er delvis avgrensa av holmar og skjær ut mot Nordsjøen i vest. Bassenget er 63 m djup på det djupaste og er avgrensa av fleire terskla sund ut mot Nordsjøen.

Hydrografiprofilen syner gode oksygentilhøve i heile vassøyla, og med omsyn på oksygeninnhald var botnen på 43 m djup ved stasjon C3 innanfor tilstand I = "svært god".

Sedimentet i området var dominert av skjelsand med sand som den dominante kornstorleiken. Sedimentet på stasjon C1 hadde det høgaste innhald av organisk materiale, og basert på normalisert TOC hamna stasjonen i tilstand V = "svært dårlig" etter rettleiar 02:2013. Stasjon C2 og C3 hamna i tilstandsklasse II = "god". Normalisert TOC er ein støtteparameter som ikkje skal leggjast stor vekt på i vurderinga. Innhaldet av kopar og sink var lågt på alle stasjonar, tilsvarande tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller II = "god" etter rettleiar M608:2016.

Botnfauna frå alle stasjonar vart vurdert etter rettleiar 02:2013. Stasjon C1 hamna i tilstand III = "moderat" og stasjon C2 i tilstand II = "god", medan stasjon C3, som ligg noko djupare, hamna i tilstandsklasse IV = "dårlig". Det var ein del artar i prøvane som er karakteristiske for makroalgesamfunn i fjærresona og øvre sublitoral og som truleg vart transportert med algebitar til stasjonane, som ikkje et tatt med i utrekning av botnfaunaindeksar. Artsmangfaldet på stasjon var normalt på stasjon C1 og C2, medan det var noko lågt på C3. På C1 og C3 dominerte ein forureiningstolerant fåbørstemakk art som trivst med høgt organisk innhald i sedimentet og som ofte finst der organisk materiale vert akkumulert på relativt grunn sjøbotn. Det er sannsynleg at det er organisk materiale frå makroalgesamfunn i nærliken som bidrar mest til den økologiske tilstanden i sedimentet. Stasjon C2 framstod som relativt artsrik og upåverka av organisk forureining.

**Tabell 1.** Oppsummering av miljøtilstand for ulike målte parametrar på stasjonane C1-C3, ved Nautnesvågen 7. februar 2018. Tilstand for botndyr og oksygen vurdert etter rettleiar 02:2013, medan kopar og sink er vurdert etter M-608:2016. Fargekodar på tilstandsklassar: blå: I = "svært god"/"bakgrunn", grøn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og raud: V = "dårlig".

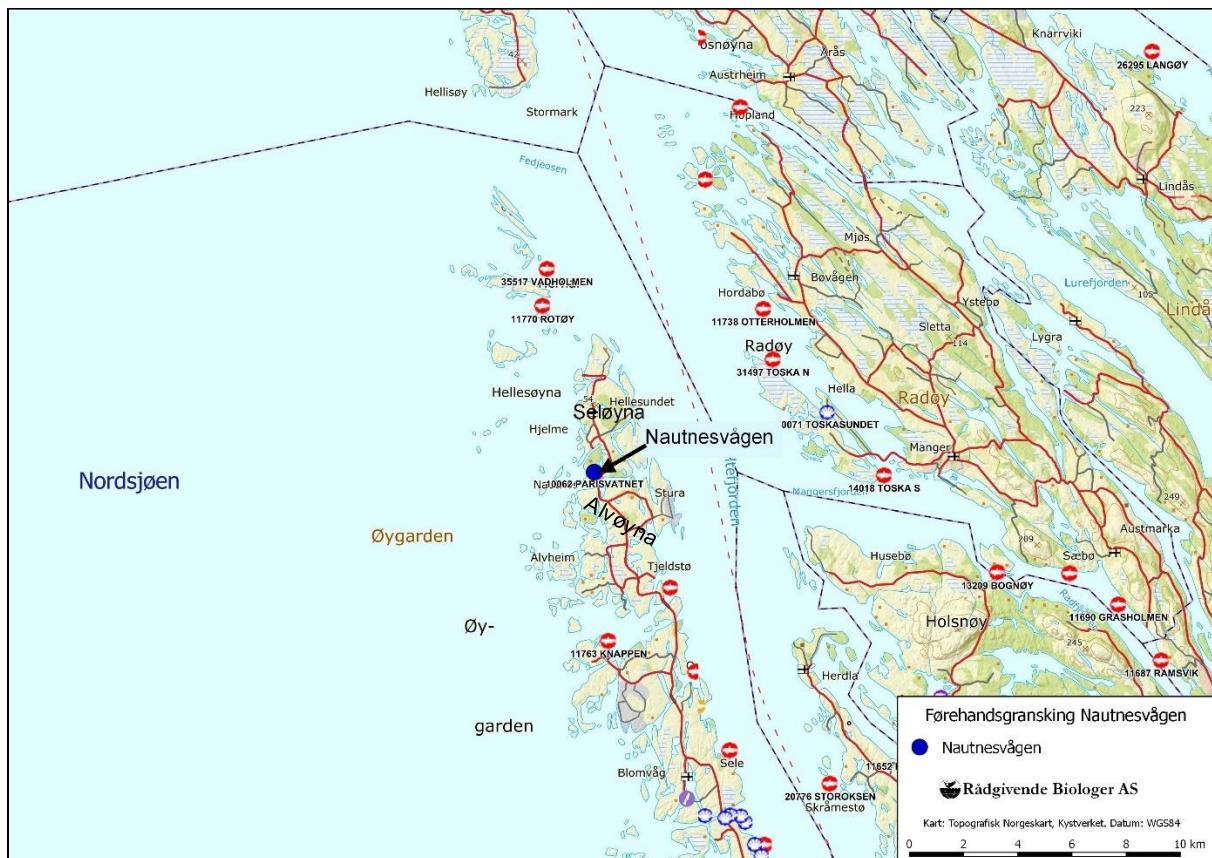
Stasjon	Botndyr	Kopar	Sink	O <sub>2</sub> botn
C1	III = "moderat"	II	I	I
C2	II = "god"	I	I	I
C3	IV = "dårlig"	I	I	I

## OMRÅDESKILDRING

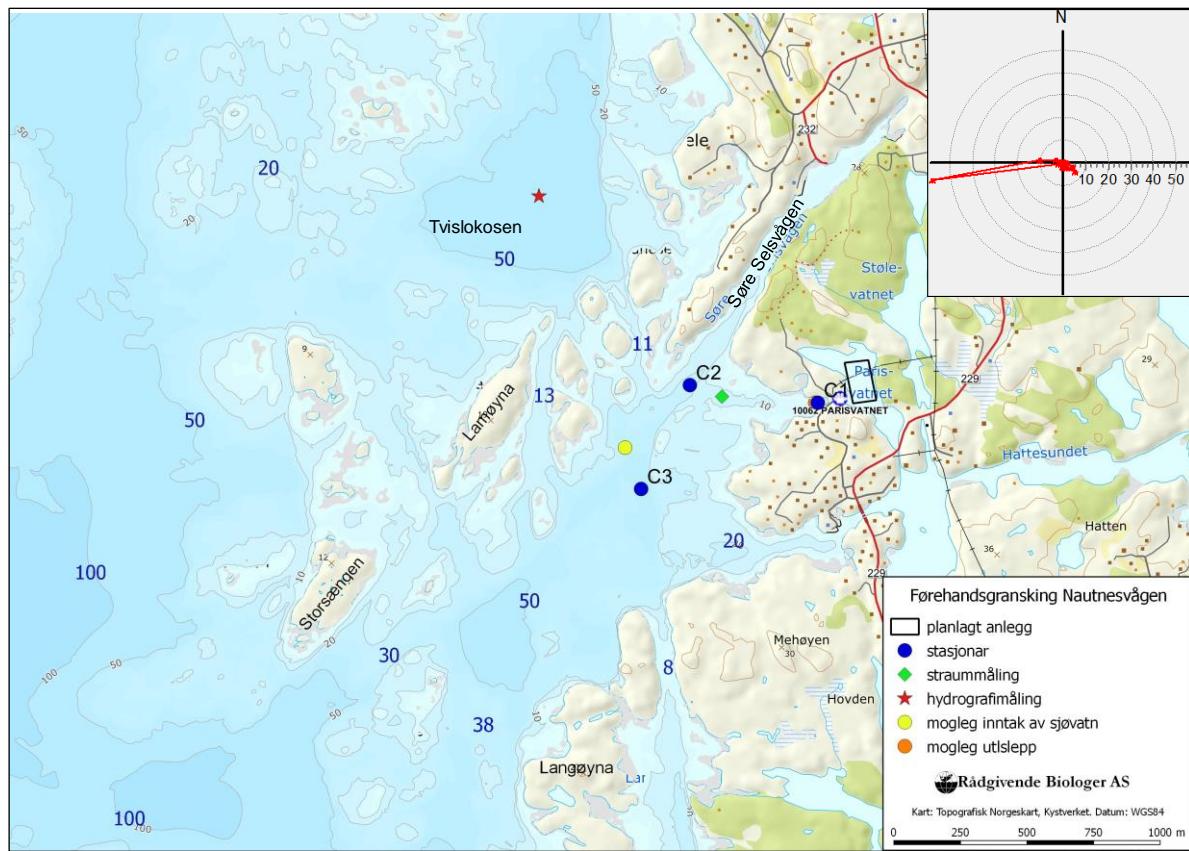
Førehandsgranskinga er utført ved Nautnesvågen på sørvestsida av Seløyna i Øygarden kommune (**figur 1**). Det planlagde anlegget vil ligge i Parisvatnet, med planlagt utslepp i Nautnesvågen (**figur 2**).

Nautnesvågen går ut eit basseng som er delvis avgrensa av holmar og skjær ut mot Nordsjøen. Den djupaste delen av bassenget ligg om lag 1,3 km sørvest for Nautnesvågen og har eit maksimal djup på om lag 65 m. Dei djupaste utløpa ut i Nordsjøen frå pollen er mot sørvest mellom Storsængen og Langøyna, der det er to utløp på over 30 m djup, med nokre holmar og skjær mellom. Mot vest og nordvest er det grunnare mellom holmane, med eit maks djup på 10-15 m, og mot sørsørvest er det eit sund mellom Langøyna og Alvøyna med ein terskel på 8 m.

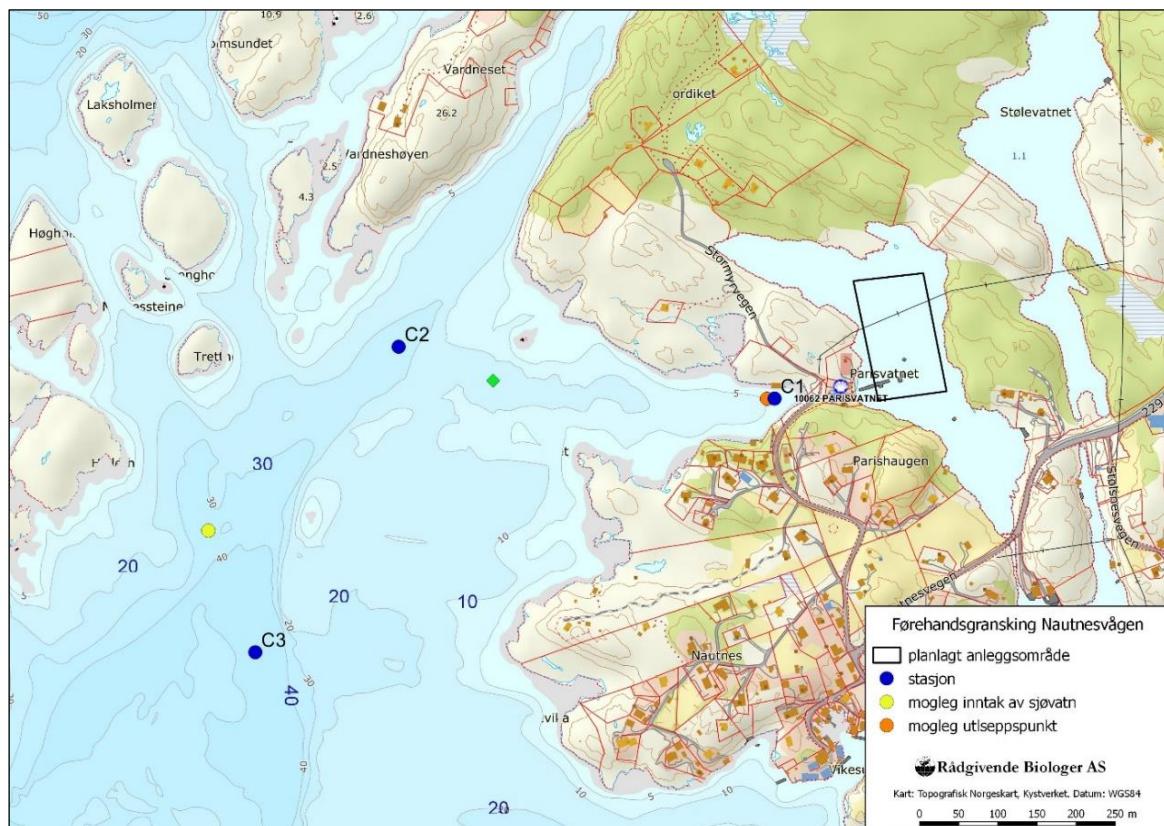
Det planlagde utsleppspunktet ligg om lag 50 m frå land inne i Nautnesvågen, på eit punkt der det er om lag 5 m djupt (**figur 3**). Vågen er om lag 280 m lang og djupnar mot vest, til 10 m djup omlag ca. 150 m frå det planlagde utsleppspunktet. Den dominerande straumretninga rett utanfor vågen var mot vest (Furset 2018)



**Figur 1.** Oversynskart over fjordsystemet rundt lokaliteten Nautnesvågen. Omkringliggjande oppdrettslokaltetar er markert med raud sirkel.



**Figur 2.** Djupnetilhøve i området den planlagde lokaliteten Nautnesvågen. Straumrose av relativ vassfluks er vist øvst til høgre (Furset 2018). Anleggsområde, mogleg punkt for utslepp og inntak kan være noko unøyaktig.



**Figur 3.** Oversyn av djupnetilhøva i nærområdet rundt Nautnesvågen

## METODE OG DATAGRUNNLAG

Granskinga er gjennomført i høve til Norsk Standard NS 9410:2016 og består av ei skildring av botntilhøva i området rundt oppdretts lokaliteten. Granskinga skal avdekke miljøtilstanden i sedimentet nær anlegget og utover i resipienten i høve til hovedstraumretninga og botntopografi. Det er utført analyser av **sedimentkvalitet** og **blautbotnfauna**, i tillegg til **hydrografisk profil**. Prøvetaking av hydrografi og sediment vart utført 7. februar 2018 av Thomas Tveit Furset. Vurdering av resultat er gjort i høve til NS 9410:2016 og Vassforskrifta sin rettleiar 02:2013 (Direktoratsgruppa for vanndirektivet).

### HYDROGRAFI

Hydrografiske tilhøve vart målt med ein SAIV CTD/STD sonde modell SD204 ved alle stasjonar C1-C3 (**tabell 2, figur 2**). I tillegg vart det målt hydrografi i Tvisklokosen nord for Lamøyna (N 60.38.110/Ø 04.46.816). Det vart målt temperatur, saltinnhald og oksygen i vassøyla ned til botn.

### SEDIMENT

Det vart tatt sedimentprøvar på tre stasjonar (C1-C3) for analyse av botnfauna og kjemiske tilhøve i høve til NS-EN ISO 5667-19:2004, NS-EN ISO 16665 og NS 9410:2016 (**tabell 2, figur 2**). Det vart nyttet ein 0,1 m<sup>2</sup> stor van Veen-grabb for henting av prøvemateriale frå blautbotn. For prøvetaking av kjemi og kornfordeling vart det nyttet ein modifisert grabb som hindrar grabben å bli overfylt. Grabben har maksimalt volum 15 l (=18 cm sedimentdjupne i midten av grabben). På kvar stasjon vart det tatt ei prøve for analyse av kornfordeling og kjemiske parametrar, og to parallelle prøvar for analyse og fauna.

### PRØVESTASJONAR

Plassering av stasjonar for sedimentprøvetaking vart bestemt utifra lokalitetens straumtilhøve og botntopografi (**figur 3**). Det føreligg ikkje god botnopplodding på lokaliteten, og OLEX-data er mangelfulle for området. Ein vurderer difor at eit 3D-kart over stasjonane vil gje feilaktig informasjon, og at 2D-karta med djupnekoter i **figur 2** og **3** er meir korrekt i dette tilfellet. Kart i 3D er difor ikkje inkludert i denne rapporten.

**Tabell 2.** Posisjonar (WGS 84) og djup for stasjonane ved granskinga.

Stasjon	Posisjon nord	Posisjon aust	Djupne (m)	Avstand til utsleppspunkt (m)
C1	60°37,729'	004°48,016	6	10
C2	60°37,748'	004°47,486	23	470
C3	60°37,532'	004°47,313	46	746

Stasjon C1 vart lagt nær det planlagde utsleppspunktet for anlegget (**figur 3**). Stasjon C2 vart plassert sørvest for Søre Selsvågen ca. 230 vestnordvest frå det planlagde anlegget. Stasjon C3 vart lagt i ein djupare del av bassenget sørvest for det planlagde utsleppspunktet.

### KORNFORDELING OG KJEMI

Sedimentprøvar for kjemiske analyse vart tatt frå den øvste centimeteren av grabbprøven, medan prøvar for kornfordelingsanalyse vart tatt frå dei øvste 5 centimetrene. Analysar er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse Norge AS avd. Bergen.

Kornfordelingsanalysen måler den relative delen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet. Dei kjemiske analysane omfattar måling av tørrstoff, total organisk karbon (TOC), total nitrogen (totN), total fosfor (totP), kopar (Cu) og sink (Zn). Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert direkte,

og standardisert for teoretisk 100 % finstoff etter følgande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven:

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

I høve til vassdirektivets rettleiar 02:2013 skal TOC berre nyttast som ein støtteparameter til vurdering av blautbotnfauna for å få informasjon om grad av organisk belasting. Klassifisering av TOC ut frå gjeldande klassegrenser kan gje eit uriktig bilet av miljøbelastinga, men inntil betre metodikk er utarbeida skal klassifiseringa etter rettleiar 02:13 inkluderast, men ikkje vektleggjast.

Det vart og gjort sensoriske vurderingar av prøvematerialet og målt surleik (pH) og redokspotensial ( $E_h$ ) i felt. Måling av pH i sedimentprøvane vart utført med ein WTW Multi 3420/3620 med ein SenTix 980 pH-elektrode til måling av pH og ein SenTix ORP 900(-T) platinaelektrode med intern referanseelektrode til måling av redokspotensial ( $E_h$ ). pH-elektroden blir kalibrert med buffer pH 4 og 7 før kvar feltøkt.  $E_h$ -referanseelektroden gjev eit halvcellepotensial på +207 mV ved 25 °C, +217 mV ved 10 °C og +224 mV ved 0 °C. Halvcellepotensial tilsvarende sedimenttemperaturen på feltdagen vart lagt til avlest verdi før innføring i "prøveskjema" (tabell 6). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskingsverdi på ± 25 mV, som oppgitt i NS 9410:2016.

## BLAUTBOTNFAUNA

Sedimentet i prøvane frå kvar av parallellane vart vaska gjennom ei rist med holdiameter på 1 mm, og attverande materiale vart tilsett 96 % etanol for fiksering av fauna. Boksar med silt og fiksert materiale vart merka med prøvestad, stasjonsnamn, dato og prøve-id.

Det vert utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for kvar enkelt parallel, for middelverdien av dei to parallelane og for kvar stasjon samla. Dette for å kunne stadfeste ein fullstendig miljøtilstand.

## Vurdering i høve til rettleiar 02:2013

Ved førehandsgranskingsverdiene skal stasjonane klassifiserast etter rettleiar 02:2013 (tabell 3). Vurderinga består av eit klassifiseringssystem basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer mangfald og tettleik (tal på artar og individ) samt førekommst av sensitive og forureiningstolerante artar. Det vert brukt seks ulike indeksar for å sikre best mogeleg vurdering av tilstanden på botndyr. Indeksverdien for kvar indeks vert vidare omrekna til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og vert gjeve ein talverdi frå 0-1. Middelverdiane av nEQR verdien for dei fem første indeksane vert brukt til å fastsetje den økologiske tilstanden på stasjonen. DI-indeksen er ikkje med i berekning av samla økologisk tilstand (nEQR for grabbgjennomsnitt og stasjon), etter at dette vart anbefalt av Miljødirektoratet i mars 2016. Sjå rettleiar 02:2013 for detaljar om dei ulike indeksane.

**Tabell 3.** Klassifiseringssystem for blautbotnfauna basert på ein kombinasjon av indeksar (Klassifisering av miljøtilstand i vann, rettleiar 02:2013).

Indeks	type	Økologiske tilstandsklassar basert på observert verdi av indeks				
		Kvalitetsklassar →	svært god	god	moderat	dårlig
NQI1	samansett	0,9 - 0,82	0,82 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	artsmangfold	5,7 - 4,8	4,8 - 3	3 - 1,9	1,9 - 0,9	0,9 - 0
ES <sub>100</sub>	artsmangfold	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI <sub>2012</sub>	ømfintlegheit	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
NSI	ømfintlegheit	31-25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
DI	individtettleik	0 - 0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05
<b>nEQR tilstandsklasse</b>		<b>1-0,8</b>	<b>0,8-0,6</b>	<b>0,6-0,4</b>	<b>0,4-0,2</b>	<b>0,2-0,0</b>

Maksimalverdien for Shannon indeks  $H_{max} = \log_2(artstal)$ , jamleksindeks etter Pielou ( $J' = H'/H'_{max}$ ) og AMBI-verdi er også ført i resultattabellane. For utrekning av indeksar er det brukt føljande statistikkprogram: Primer E 6.1.16 for berekning av Shannon indeks og Hurlberts indeks; AMBI vers. 5.0 (2012 beta) for AMBI indeksen som også inngår NQI1. Microsoft Excel 2016 er nytta for å lage tabellar og for berekning av alle andre indeksar.

### Geometriske klassar

Då botnfaunaen blir identifisert og kvantifisert, kan artane inndelast i geometriske klassar. Det vil seie at alle artane frå ein stasjon blir gruppert etter kor mange individ kvar art er representert med. Skalaen for dei geometriske klassane er I = 1 individ, II = 2-3 individ, III = 4-7 individ, IV = 8-15 individ per art, o.s.v. (**tabell 4**). For ytterlegare informasjon kan ein vise til Gray og Mirza (1979), Pearson (1980) og Pearson et. al. (1983). Denne informasjonen kan setjast opp i ei kurve kor geometriske klassar er presentert i x- aksen og tal på artar er presentert i y-aksen. Forma på kurva er eit mål på sunnheitsgraden til botndyrsamfunnet og kan dermed brukast til å vurdere miljøtilstanden i området. Ei krapp, jamt fallande kurve indikerer eit upåverka miljø, og forma på kurva kjem av at det er mange artar, med heller få individ. Eit moderat påverka samfunn vil ha ei kurve som er meir avflata enn i eit upåverka miljø. I eit sterkt påverka miljø vil forma på kurva variere på grunn av dominante artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil bli utvida med fleire geometriske klassar.

**Tabell 4.** Døme på inndeling i geometriske klassar.

Geometrisk klasse	Tal individ/art	Tal artar
I	1	15
II	2-3	8
III	4-7	14
IV	8-15	8
V	16-31	3
VI	32-63	4
VII	64-127	0
VIII	128-255	1
IX	256-511	0

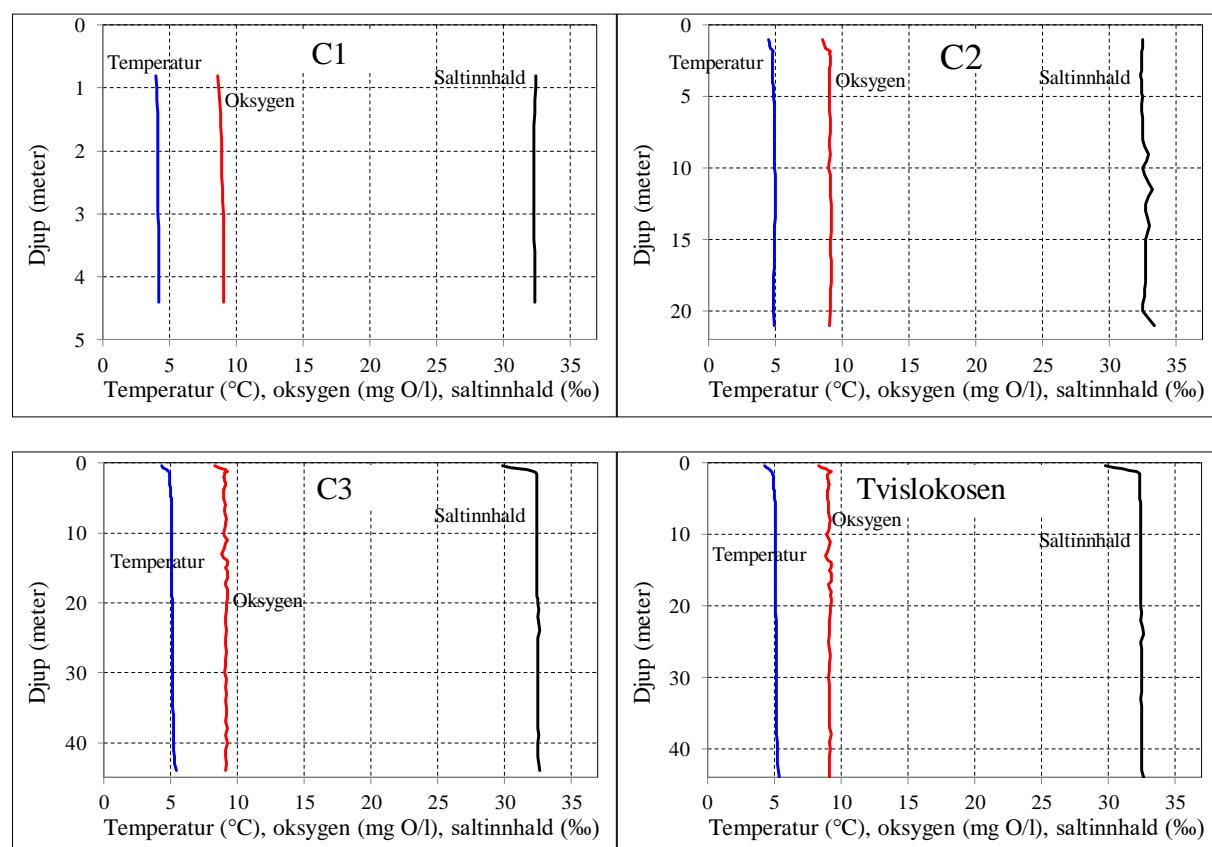
## RESULTAT

### HYDROGRAFI

Hydrografimålingane tatt ved stasjon C1- C3, samt ved Tvislokosen viste homogene tilhøve gjennom heile vassøyla (**figur 4**). Saltinnhaldet auka litt frå ca 30 % ved overflata til vel 32 % etter 1 m djup på C3 og ved Tvislokosen, deretter låg saliniteten mellom 32,5 og 33 % ned til botnen. På dei to andre stasjonane var saltinnhaldet stabilt mellom 32,5 og 33 % gjennom heile vassøyla.

Temperaturen auka svakt med djup på alle stasjonane frå ca 4 °C ved overflata til ca 5 °C ved 10 m djup. Frå 10 m til botnen låg temperaturen rundt 5 °C.

Oksygeninnhaldet varierer mellom 8,0 og 9,3 mg/l (75-93 % metting) gjennom vassøyla. Botnvatnet ved dei ulike stasjonane låg alle i tilstandsklasse I = "svært god" i høve til rettleiar 02:2013.



**Figur 4.** Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved stasjon C1- C3, samt Tvislokosen nord for Lamøyra den 7. februar 2018.

## SEDIMENT

### SKILDRING AV PRØVANE

Skildring av prøvane inkluderer vurdering av kvar av parallellane etter B-parameter i NS 9410:2016. Bilete til venstre viser prøven før siling, prøven til høgre prøven etter siling.

På stasjon **C1** fekk ein frå ca. 6 m djup opp ca.  $\frac{1}{2}$  grabb (8 og 9 cm) gråbrune, faste og luktfrige prøver som hovudsakeleg bestod av skjelsand, som var svært grovkorna i den eine prøven, litt sand og mindre grus og silt (**tabell 5**). Dei to parallele prøvane hadde B-parameterar innan tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016 (**tabell 6**).



På stasjon **C2** fekk ein frå ca. 23 m opp ca.  $\frac{1}{3}$  grabb (6 og 7 cm) gråe faste og luktfrige prøvar som hovudsakeleg bestod av skjelsand, med noko sand og silt og spor av grus. Skjelsanden var noko grovare i den eine prøven. Dei to parallele prøvane hamna i tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016



På stasjon **C3** fekk ein frå ca. 46 m djup opp ca.  $\frac{1}{2}$  grabb (9 cm). Den eine prøven var gråbrun og hadde noko lukt av H<sub>2</sub>S, medan den andre var grå og hadde antyding til lukt. Begge prøvane hadde fast konsistens og bestod hovudsakeleg av skjelsand med noko silt og sand. Dei to parallele prøvane hamna i tilstand 2 = "god" i høve til NS 9410:2016



**Tabell 5.** Feltskildring av sedimentprøvane som vart samla inn ved granskinga 7.februar 2018. Analyse av fauna vart gjort på parallelle A og B, medan parallelle C gjekk til analyse av kjemi og kornfordeling. Sedimentsamsetnad vert ikkje vurdert i parallelle C. Godkjenning inneberer om prøven er innanfor standardkrav i høve til representativitet.

Stasjon	Parallel	Godkjenning	Tjukkleik (cm)	Prøvemateriale:						Organisk
				Skjelsand	Grus	Sand	Silt	Leire		
<b>C1</b>	A	ja	8	60	10	20	10	-	-	-
	B	ja	9	60	litt	20	20	-	-	-
	C	ja	7	-	-	-	-	-	-	-
<b>C2</b>	A	ja	7	70	spor	20	10	-	-	-
	B	ja	6	70	spor	20	10	-	-	-
	C	ja	5	-	-	-	-	-	-	-
<b>C3</b>	A	ja	9	50	-	20	30	-	-	-
	B	ja	9	50	-	20	30	-	-	-
	C	ja	8	-	-	-	-	-	-	-

**Tabell 6.** PRØVESKJEMA for dei ulike parallelleane frå Nautnesvågen 7. februar 2018.

Gr	Parameter	Poeng	Prøvenummer					
			C1		C2		C3	
		A	B	A	B	A	B	
II	pH	verdi	7,64	7,89	7,65	7,69	6,91	6,97
	E <sub>h</sub>	verdi	174	306	366	320	79	109
	pH/E <sub>h</sub>	frå figur	0	0	0	0	3	3
	Tilstand prøve		1	1	1	1	3	3
Buffertemp: 9,2 °C Sjøvasstemp: 3,9 °C Sedimenttemp: 7,1 °C pH sjø: 8,1 Eh sjø: 413 mV Referanseelektrode: +221 mV								
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0
	Farge	Lys/grå = 0		0	0			0
		Brun/sv = 2	1					
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0		
		Noko = 2					2	1
		Sterk = 4						
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0	0	0	0
		Mjuk = 2						
		Laus = 4						
	Grabb-volum	<1/4 = 0						
		1/4 - 3/4 = 1	1	1	1	1	1	1
		> 3/4 = 2						
	Tjukkleik på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0
		2 - 8 cm = 1						
		> 8 cm = 2						
	SUM:		2	1	1	2	4	2
	Korrigert sum (*0,22)		0,44	0,22	0,22	0,44	0,88	0,44
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1
II +	Middelverdi gruppe II+III		0,22	0,11	0,11	0,22	1,94	1,72
III	Tilstand prøve		1	1	1	1	2	2

## KORNFORDELING OG KJEMI

Resultatet av kornfordelingsanalysen viste at sedimentet på alle tre stasjonane var nokså grovkorna, med sand som den dominerande kornstorleiken (**tabell 7, figur 5**). Sedimentet på stasjon C3 var generelt noko meir finkorna enn dei andre to stasjonane.

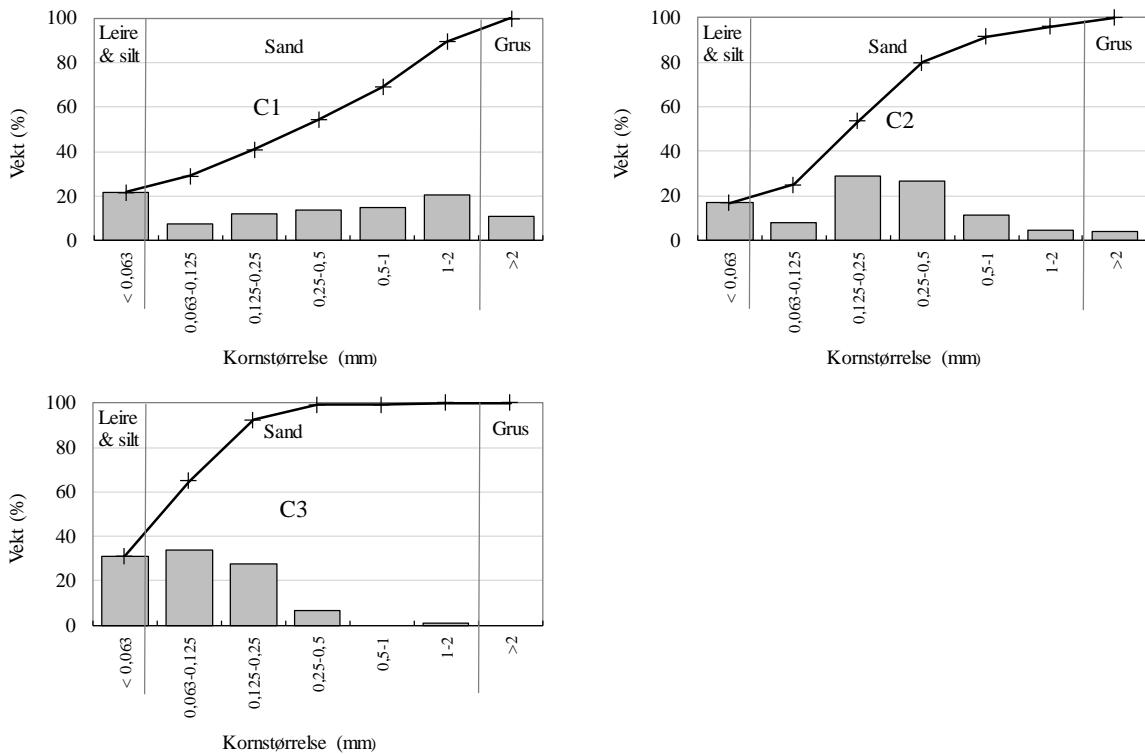
Innhaldet av tørrstoff var moderat til høgt med verdiar mellom 52 og 59 % (**tabell 7**). Glødetapet var lågt til moderat med verdiar mellom 3,4 og 5,75 %. Innhaldet av total organisk karbon var høgast på stasjon C1, med ein konsentrasjon på 79,9 mg/g, mens det var noko lågare på C2 og C3 med høvesvis 8,03 og 12,6 mg/g. Basert på normalisert TOC, der innhaldet av organisk materiale er standardisert i forhold til innhald av finstoff, hamna C1 i tilstandsklasse V = "svært dårlig", medan C2 og C3 hamna i tilstandsklasse II = "god" i høve til rettleiar 02:2013.

Innhaldet av næringssaltet fosfor var høgast på C1 med 1,6 mg/g, medan det var høvesvis 0,4 og 1,1 mg/g på stasjon C2 og C3. Nitrogen var høgast på stasjon C3, med 2,9 mg/g medan konsentrasjonen på C1 og C2 var høvesvis 2,1 og 1,7 mg/g. C/N forholdet (mol forholdet) var høgt på stasjon C1 med ein verdi på 21, medan det på C2 og C3 var høvesvis 6 og 5.

Innhaldet av tungmetalla mellom kopar og sink var lågt, tilsvarende tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller II = "god" i høve til rettleiar M-608/2016.

**Tabell 7.** Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå tre stasjonar ved Nautnesvågen 7. februar 2018. Tilstand er markert med tal, som tilsvrar tilstandsklassifiseringa etter rettleiar 02:13, og M-608/2016. Alle resultat for kjemi er presentert i **vedlegg 1**.

Stasjon	Eining	C1	C2	C3
Leire & silt	%	21,6	17,0	31,0
Sand	%	67,7	79,2	69,0
Grus	%	10,7	3,9	0,0
Tørrstoff	%	57,8	58,6	52,3
Glødetap	%	5,6	3,43	5,75
TOC	mg/g	37,9	8,03	12,6
<b>Normalisert TOC</b>	mg/g	<b>52,0</b>	<b>23,0</b>	<b>25,0</b>
Tot. Fosfor (P)	mg/g	1,57	0,37	1,07
Tot. Nitrogen (N)	mg/g	2,1	1,7	2,9
Kopar (Cu)	mg/kg	24,1 (II)	< 5,00 (I)	7,16 (I)
Sink (Zn)	mg/kg	62,6 (I)	7,12 (I)	34,6 (I)



**Figur 5.** Kornfordeling i sedimentet på stasjonane C1–C3 fra granskninga ved Nautnesvågen 7. februar 2018. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent (linje) og andel (stolper) i kvar storleikskategori langs y-aksen. Vertikale linjer indikerer grense mellom leire/silt og sand, og mellom sand og grus.

## BLAUTBOTNFAUNA

Detaljar omkring artar og individ for dei ulike stasjonane finn ein i **vedlegg 2**

### Stasjon C1

Botnfauna på stasjon C1 vart klassifisert med tilstandsklasse "moderat" etter rettleiar 02:2013 basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt (**tabell 8**). Stasjonen framstår som påverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1 låg innanfor "moderat" tilstand for grabb a, grabbgjennomsnitt, og dei tilhøyrande nEQR-verdiane, og innanfor tilstandsklasse "dårlig" for grabb b. Mangfaldsindeksane etter Shannon ( $H'$ ) og Hurlbert ( $ES_{100}$ ) låg innanfor "moderat" tilstand for alle verdiar. Indeksverdiane for  $ISI_{2012}$  var innanfor "god" tilstand, medan NSI viste "dårlig" tilstand for alle verdiar. Tettleiksindeksen DI låg innanfor "svært dårlig" tilstand. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "moderat".

**Tabell 8.** Artstal (S), individtal (N), jamleiksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi ( $H'_{max}$ ), NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener ( $H'$ ) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ ),  $ISI_{2012}$ -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C1 ved Nautnesvågen, 7. februar 2018. Middelverdi for grabb a og b er angitt som  $\bar{G}$ , medan stasjonsverdien er angitt som  $\bar{S}$ . Til høgre for begge sistnemnde kolonner står nEQR-verdiane for desse størrelsane. Nedst i nEQR-kolonnane står middelverdien for nEQR-verdiane for alle indeksar, med unntak av DI-indeksen. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. **tabell 3**).

C1	a	b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	47	31	39	56		
N	2089	2384	2236,5	4473		
J'	0,45	0,46	0,45	0,43		
$H'_{max}$	5,55	4,95	5,25	5,81		
NQI1	0,546 (III)	0,469 (IV)	0,508 (III)	0,525 (III)	0,425 (III)	0,449 (III)
$H'$	2,473 (III)	2,298 (III)	2,386 (III)	2,524 (III)	0,488 (III)	0,514 (III)
$ES_{100}$	14,137 (III)	14,864 (III)	14,501 (III)	16,455 (III)	0,529 (III)	0,584 (III)
$ISI_{2012}$	9,113 (II)	9,002 (II)	9,058 (II)	9,179 (II)	0,748 (II)	0,760 (II)
NSI	14,839 (IV)	13,746 (IV)	14,293 (IV)	14,257 (IV)	0,372 (IV)	0,370 (IV)
DI	1,270 (V)	1,327 (V)	1,299 (V)	1,299 (V)	0,125 (V)	0,125 (V)
Samla					0,512 (III)	0,536 (III)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C1 var normalt med 47 artar i grabb a og 31 artar i grabb b (**tabell 8**). Samla verdi for artstal låg på 56, medan middelverdien var 39. Normalt gjennomsnittleg artstal i høve til rettleiar 02:2013 er 25-75 artar per grabb. Individtalet var svært høgt med 2089 i grabb a og 2384 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 4473, medan middelverdien var 2236,5. Normalt gjennomsnittleg individtal i høve til rettleiar 02:2013 er 50-300 per grabb. Jamleiksindeksen (J') har låge verdiar, noko som viser utprega dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den svært forureiningstolerante fåbørstemakken *Tubificoides benedii*, som trivst med mykje organisk materiale i sedimentet (NSI-klasse V; som Oligochaeta) og som utgjorde rundt 62 % av det totale individtalet (**tabell 11**). Nest hyppigast førekommende art var den moderat tolerante fleirbørstemakken *Scoloplos armiger* (NSI-klasse III) med rundt 6 % av det totale individtalet. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var den sensitive fleirbørstemakken *Macrochaeta clavicornis* (NSI-klasse I) og den tolerante fleirbørstemakken *Protodorvillea kefersteini* (NSI-klasse IV), som kvar utgjorde ca. 5 % av det totale individtalet. Det var også mange individ av slangestjerna *Amphipholis squamata* (NSI-klasse I) på stasjonen, spesielt i grabb a. Elles var det ei blanding av artar (flest fleirbørstemakk, nokre muslingar og krepsdyr) som er noko tolerante mot organisk forureining. I tillegg var det fleire artar tanglopper og tanglus som vanlegvis vert

funne på algar i fjærsona og i tareskog, samt ein del svært mobile krepsdyr, som reker og krabber. Slike dyr inngår ikkje indeksutrekninga.

## Stasjon C2

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 9**). Stasjonen framstår som upåverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1 og H' låg innanfor "god" tilstand for parallel a, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR-verdiane, medan parallel b hamna innanfor "moderat" tilstand. Mangfold ved ES<sub>100</sub> viste "god" tilstand for alle verdiar. ISI<sub>2012</sub> og DI låg innanfor "god" tilstand for alle verdiar, med unntak av grabb a, som låg innanfor tilstandsklasse "svært god". Indeksverdiane for NSI låg innanfor tilstandsklasse "god". Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god".

**Tabell 9.** Artstal (S), individtal (N), jamleiksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'<sub>max</sub>), NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES<sub>100</sub>), ISI<sub>2012</sub>-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C2 ved Nautnesvågen, 7. februar 2018. Sjå også tabelltekst i **tabell 8**.

C2	a	b	Ā	Ś	nEQR Ā	nEQR Ś
S	41	32	36,5	51		
N	203	273	238	476		
J'	0,76	0,58	0,67	0,64		
H' <sub>max</sub>	5,36	5,00	5,18	5,67		
NQI1	0,695 (II)	0,597 (III)	0,646 (II)	0,652 (II)	0,617 (II)	0,623 (II)
H'	4,069 (II)	2,885 (III)	3,477 (II)	3,609 (II)	0,653 (II)	0,668 (II)
ES <sub>100</sub>	28,393 (II)	20,181 (II)	24,287 (II)	24,372 (II)	0,686 (II)	0,687 (II)
ISI <sub>2012</sub>	9,678 (I)	8,586 (II)	9,132 (II)	9,453 (II)	0,755 (II)	0,786 (II)
NSI	20,153 (II)	20,027 (II)	20,090 (II)	20,081 (II)	0,604 (II)	0,603 (II)
DI	0,257 (I)	0,386 (II)	0,322 (II)	0,322 (II)	0,769 (II)	0,769 (II)
Samla					0,663 (II)	0,673 (II)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C2 var normalt med 41 i grabb a og 32 i grabb b (**tabell 9**). Samla verdi for artstal låg på 51, medan middelverdien var 36,5. Individtalet var normalt med 203 i grabb a og 273 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 476, medan middelverdien var 238. Jamleiksindeksen (J') har moderate til låge verdiar, noko som viser dominans av enkelte arter.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den moderat tolerante fleirbørstemakken *Chaetozone zetlandica* (NSI-klasse III) som utgjorde rundt 42 % av det totale individtalet (**tabell 11**). Nest hyppigast førekommende art var den tolerante fleirbørstemakken *Protodorvillea kefersteini* (NSI-klasse IV) med rundt 8 % av det totale individtalet. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var den noko sensitive fleirbørstemakken *Paradoneis lyra* (NSI-klasse II) og den tolerante fleirbørstemakken *Mediomastus fragilis* (NSI-klasse IV) som utgjorde høvesvis ca. 7 og 6 % av det totale individtalet. Elles var det mest fleirbørstemakkar og muslingar som er noko tolerante mot organisk forureining, men også fleire meir sensitive artar.

## Stasjon C3

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "dårlig" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 10**). Stasjonen framstår påverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1, ES<sub>100</sub> og DI låg innanfor "dårlig" tilstand for begge parallellane,

grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR-verdiane. Mangfald ved H' viste på grunn av høg dominans av ein art "svært dårlig" tilstand for alle verdiar. Indeksverdiane for ISI<sub>2012</sub> låg innanfor tilstandsklasse "moderat" for grabb a, medan grabb b, grabbgjennomsnittet og stasjonen viste "god" tilstand. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "dårlig".

**Tabell 10.** Artstal (S), individtal (N), jamleiksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi ( $H'_{max}$ ), NQII-indeks, arts mangfald uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES<sub>100</sub>), ISI<sub>2012</sub>-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C3 ved Nautnesvågen, 7. februar 2018. Sjå også tabelltekst i tabell 8.

C3	a	b	Ĝ	Ś	nEQR Ĝ	nEQR Ś
S	17	32	24,5	39		
N	628	732	680	1360		
J'	0,13	0,15	0,14	0,13		
$H'_{max}$	4,09	5,00	4,54	5,29		
NQI1	0,355 (IV)	0,420 (IV)	0,355 (IV)	0,419 (IV)	0,286 (IV)	0,321 (IV)
H'	0,534 (V)	0,767 (V)	0,651 (V)	0,698 (V)	0,145 (V)	0,155 (V)
ES <sub>100</sub>	5,755 (IV)	8,028 (IV)	6,892 (IV)	7,156 (IV)	0,276 (IV)	0,286 (IV)
ISI <sub>2012</sub>	7,482 (III)	8,179 (II)	7,831 (II)	8,239 (II)	0,631 (II)	0,670 (II)
NSI	9,209 (V)	9,680 (V)	9,445 (V)	9,463 (V)	0,189 (V)	0,189 (V)
DI	0,748 (IV)	0,815 (IV)	0,781 (IV)	0,781 (IV)	0,255 (IV)	0,255 (IV)
Samla					0,305 (IV)	0,324 (IV)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C3 varierte og var lågt i grabb a med 17 artar og normalt i grabb b med 32 artar. Samla verdi for artstal låg på 39, medan middelverdien var 24,5. Individtalet var høgt med 628 i grabb a og 732 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 1360, medan middelverdien var 680. Jamleiksindeksen (J') har svært låge verdiar, noko som viser utprega dominans av ein art.

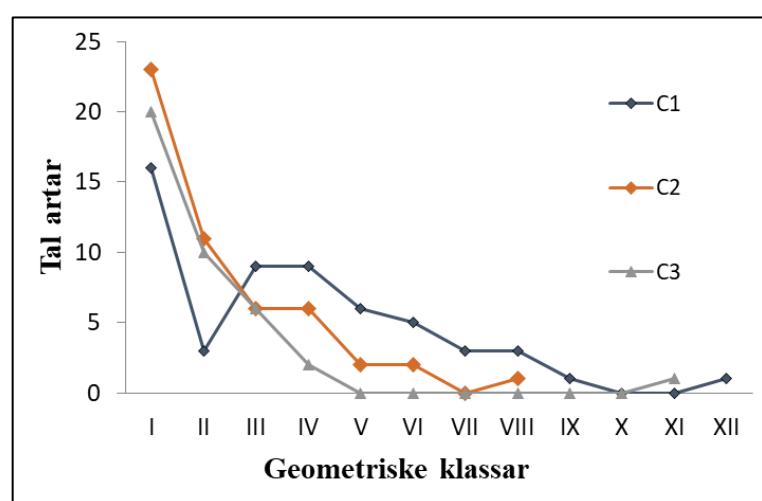
Hyppigast førekommende art på stasjonen var den forureiningstolerante fåbørstemakken *Tubificoides benedii* (NSI-klasse V; som Oligochaeta), som utgjorde rundt 93 % av det totale individtalet (tabell 11). Fleirbørstemakkar i slekta *Capitella* (NSI-klasse III) var nest hyppigast førekommende på stasjonen, men utgjorde under 1 % av den totale faunaen. Elles var det nokre få eller enkelte individ av artar som er litt tolerante mot forureining, men også meir sensitive artar. Også på stasjon C3 var det fleire artar som er karakteristiske for algesamfunn, som tangloppa *Gammarus locusta*, og som ikkje er tatt med i indeksutrekninga, fordi dyra truleg har vorte transportert til stasjonen saman med algar som vart funne i prøvane.

**Tabell 11.** Dei ti mest dominerande artane av botndyr tekne på stasjon C1 – C3 ved Nautnesvågen, 7. februar 2018.

Artar st. C1	%	kum %	Artar st. C2	%	kum %
<i>Tubificoides benedii</i>	62,33	62,33	<i>Chaetozone zetlandica</i>	42,44	42,44
<i>Scoloplos armiger</i>	6,39	68,72	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	7,56	50,00
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	5,19	73,91	<i>Paradoneis lyra</i>	6,93	56,93
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4,54	78,45	<i>Mediomastus fragilis</i>	6,09	63,03
<i>Amphipholis squamata</i>	3,89	82,34	<i>Scoloplos armiger</i>	4,83	67,86
<i>Cheirotocratus sundevallii</i>	2,48	84,82	<i>Nemertea</i>	3,15	71,01
<i>Tharyx</i> sp.	1,72	86,54	<i>Tubificoides benedii</i>	3,15	74,16
<i>Exogone naidina</i>	1,45	87,99	<i>Paraonidae</i>	2,94	77,10
<i>Nemertea</i>	1,36	89,36	<i>Jasmineira caudata</i>	2,73	79,83
<i>Mediomastus fragilis</i>	1,34	90,70	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	1,68	81,51

Artar st. C3	%	kum %
<i>Tubificoides benedii</i>	93,01	93,01
<i>Capitella</i> sp.	0,88	93,90
<i>Kurtiella bidentata</i>	0,66	94,56
<i>Glycera alba</i>	0,37	94,93
<i>Mediomastus fragilis</i>	0,37	95,29
<i>Nemertea</i>	0,37	95,66
<i>Nototropis swammerdamei</i>	0,37	96,03
<i>Pectinaria koreni</i>	0,37	96,40
<i>Asteroidea</i> juv.	0,29	96,69
<i>Autonoe cf. longipes</i>	0,22	96,91



**Figur 6.** Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonane C1 – C3 tekne ved Nautnesvågen, 7. februar 2018. Tal på artar langs y – aksen og geometriske klassar langs x- aksen.

### Geometriske klassar

Kurva til dei geometriske klassane har eit noko varierande forlaup på stasjon C1-C3 (figur 6). På stasjon C2 fell kurva relativt jamt frå mange artar i klasse I (eit individ per 0,2 m<sup>2</sup>) gjennom dei første klassane til klasse V (16-31 individ), og utover flatar kurva ut. Kurva er moderat lang, til klasse VIII (128-255 individ per 0,2 m<sup>2</sup>), og indikerer ein tilnærma upåverka tilstand. På stasjon C1 var det få artar i klasse II (2-3 individ per 0,2 m<sup>2</sup>) og kurva hadde eit noko ujamt forlaup fram til klasse XII (meir enn 2100 individ per 0,2 m<sup>2</sup>). Forlaupet indikerer påverknad av organisk materiale. Også kurva frå stasjon C3 er lang, og viser organisk belasting på stasjonen.

## DISKUSJON

### HYDROGRAFI

Hydrografimålingane ved stasjon C1-C3, og ved Tvislokosen viste homogene tilhøve gjennom vassøyla, med lite til ingen sjiktning. Oksygeninnhaldet ved botnen på alle stasjonane var høgt og svara til tilstandsklasse I = "svært god" i høve til rettleiar 02:2013.

### SEDIMENT

### KORNFORDELING OG KJEMI

Sedimentet på alle stasjonar var relativt grovt, med sand som den dominerande kornstorleiken. Sedimentet bestod hovudsakeleg av skjelsand.

Glødetap og tørrstoff gir ein indikasjon på innhald av organisk materiale, der høgt tørrstoff indikerer lågt innhald av organisk materiale og høgt glødetap indikerer høgt innhald av organisk materiale. Tørrstoffetinnhaldet og glødetapet indikerte at innhaldet av organisk materiale var lågast på stasjon C2, dette vart bekrefta av måling av TOC. C1 hadde det klart høgaste innhaldet av organisk materiale og basert på normalisert TOC hamna i C1 i tilstandsklasse V = "svært dårlig" i høve til rettleiar 02:2013. C2 og C3 hamna i tilstandsklasse II = "god". Ein grunn til høg normalisert TOC i dette området er at sedimentet var relativt grovkorna, og sidan normalisert TOC er standardisert i forhold til finstoff vil dette dra verdien opp. Normalisert TOC er eit støtteparameter og skal ikkje leggast mykje vekt på ved vurderinga. C/N forholdet (basert på mol) i sedimentet var høgt på C1, noko som kan tyde på at sedimentet inneholdt noko landbasert organisk materiale. Dette er forventa, sidan stasjon C1 ligg nære land. C/N forholdet i sedimentet på stasjon C2 og C3 ligg innanfor det som er normalt for organisk materiale med marint opphav (Schulz & Zaber 2005).

Innhaldet av tungmetalla kopar og sink var lågt, tilsvarande tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller II = "god" i høve til rettleiar M-608:2016.

### BLAUTBOTNFAUNA

Vurdering av blautbotnfauna etter rettleiar 02:2013 synte at stasjon C1 ved Nautnesvågen låg innanfor tilstandsklasse "moderat", stasjon C2 låg innanfor tilstandsklasse "god" og stasjon C3 låg innanfor tilstandsklasse "dårlig". Stasjon C1 og C3 framstod som påverka av akkumulering av organisk materiale, medan stasjon C2 framstod som upåverka av organisk forureining.

Artstalet (artsmangfaldet) var normalt på stasjon C1 og C2, men noko lågt på stasjon C3. Det var ein del artar i prøvane som er karakteristiske for makroalgesamfunn i fjærsona og øvre sublitoral og som truleg vart transportert med algebitar til stasjonane, samt fleire artar av svært mobile krepsdyr (reker, krabbar). Slike artar er ikkje er tatt med i utrekninga av blautbotnfauna-indeksar. Individtalet var svært høgt på stasjon C1 og høgt på stasjon C3. På begge to stasjonane var det fåbørstemakken *Tubificoides benedii* som var den dominante arten og utgjorde høvesvis litt under 50 % og over 90 % av den totale faunaen på stasjonane. Arten er svært tolerant for organisk forureining og finnast ofte kor organisk materiale akkumulerast på relativt grunn sjøbotn. Det er svært sannsynleg at nedfall frå makroalgar, som voks i fjærsona og øvre sjøsona (sublitoral) rundt lokaliteten, utgjer mykje av biomassen som akkumulerast på sjøbotn, både på den grunne stasjon C1 og på den djupare liggande stasjon C3.

Høgare verdiar av ISI<sub>2012</sub> enn av NSI kan forklarast ved at det var enkelte individ av meir sensitive artar i prøvane, og ISI-indeksen tek ikkje høgde for individtal, berre for sensitivitetsverdien av kvar art.

## REFERANSAR

- Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013. Veileder 02:2013 – Revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 229 sider.
- Furset, T.T. 2018. Nautnesvågen i Øygarden. Straummåling, februar-mars 2018. Rådgivende Biologer AS. Rapport . sider
- Gray, J.S. & F.B. Mirza 1979. A possible method for the detection og pollution-induced disturbance in marine benthic communities. Marine Pollution Bulletin 10: 142-146.
- Miljødirektoratet M-608:2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 24 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. Standard Norge, 24 sider.
- Norsk Standard NS 9410:2016. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge, 29 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2014. Vannundersøkelser – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. Standard Norge, 44 sider.
- Pearson, T.H. 1980. Macrobenthos of fjords. In: Freeland, H.J. Farmer, D.M. Levings, C.D. (Eds), NATO Conf. Ser. 4. Mar. Sci. Nato. Conference on fjord Oceanography, New York, pp. 569-602.
- Pearson, T. H., J. S. Gray & P. J. Johannessen 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution – induced change in benthic communities. 2. Data analyses. Marine Ecology Progress Series 12: 237-255.
- Schulz, H.D & Zabel, M. 2005. Marine geochemistry 2<sup>nd</sup> revised, updated and extended edition. Kap 4, Organic matter. The driving force of early diagenesis, Springer 125-164.

# VEDLEGG

Vedlegg 1. Analyserapport Eurofins Miljøanalyse AS.



Rådgivende Biologer AS  
Bredgården Bryggen  
5003 BERGEN  
Attn: Geir Helge Johnsen

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Bergen)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Sandviksveien 110  
5035 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42  
Fax:

AR-18-MX-001007-01



EUNOBE-00027132

Prøvemottak: 08.02.2018  
Temperatur:  
Analyseperiode: 08.02.2018-12.03.2018  
Referanse: Nautnesvågen,  
2017-2344

## ANALYSERAPPORT

Prøvnr.:	441-2018-0225-013	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	C1 Kjemi	Analysestartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	24.1	mg/kg TS	5	18%	EN ISO 11885, EN 13346
a) Sink (Zn)	62.6	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, EN 13346
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1570	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, EN 13346
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.1	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342 mod., EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)					
a) Totalt organisk karbon	37900	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)* Tørstoff					
a)* Tørvekt slag 1	57.8	% rv	0.1	5%	EN 12880

Prøvnr.:	441-2018-0225-014	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	C1 Geologi	Analysestartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørstoff glødetap	5.60	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørstoff	52.0	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner					
Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg			Gravimetri	

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-015</b>	Prøvetakningsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	C2 Kjemi	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	<5.00	mg/kg TS	5		EN ISO 11885, EN 13346
a) Sink (Zn)	7.12	mg/kg TS	5	23%	EN ISO 11885, EN 13346
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	367	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, EN 13346
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.7	g/kg TS	0.5	20%	EN 13342 mod., EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)					
a) Totalt organisk karbon	8030	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)* Tørstoff					
a)* Tørvekt slag 1	57.8	% rv	0.1	5%	EN 12880

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-016</b>	Prøvetakningsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	C2 Geologi	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørstoff gjedelap	3.43	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørstoff	58.6	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner					
Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg			Gravimetri	

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-017</b>	Prøvetakningsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	C3 Kjemi	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	7.16	mg/kg TS	5	37%	EN ISO 11885, EN 13346
a) Sink (Zn)	34.6	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, EN 13346
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1070	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, EN 13346
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.9	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342 mod., EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)					
a) Totalt organisk karbon	12600	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)* Tørstoff					
a)* Tørvekt slag 1	52.3	% rv	0.1	5%	EN 12880

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-018</b>	Prøvetakningsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	C3 Geologi	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørstoff gjedelap	5.75	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørstoff	49.7	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner					
Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg			Gravimetri	

Uttrengende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 12.03.2018

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingenør

**Vedlegg 2. Oversikt over botndyr funne i sedimentet på stasjonane C1-C3 ved lokaliteten Nautnesvågen, 7. februar 2018. Markering med x viser at taksa var i prøvene, men tal er ikke gitt.**

Nautnesvågen / 2018 Taksa merket med X inngår ikke i statistikk	C1		C2		C3	
	a	b*	a	b	a	b
<b>CNIDARIA</b>						
<i>Edwardsia</i> sp.	X			1		
Hydroidolina	X				x	x
Actiniaria (på grus)	X	1				
<i>Cerianthus lloydii</i>		1				
<b>NEMATODA</b>						
Nematoda	X	x	x	x	x	x
<b>NEMERTEA</b>						
Nemertea		33	28	9	6	5
<b>SIPUNCULA</b>					1	
Sipuncula					1	
<b>POLYCHAETA</b>						
<i>Aonides oxycephala</i>		22	4			
<i>Arenicolides</i> sp. juv.						1
<i>Aricidea</i> sp.				1		
<i>Capitella</i> sp.		2	12			
<i>Chaetozone</i> sp.			4	1		
<i>Chaetozone zetlandica</i>			8	53	149	
Cirratulidae				2		
<i>Dipolydora quadrilobata</i>		13				
Dorvilleidae		1				
<i>Eteone flava</i>		2	4			
<i>Eupolymnia nesidensis</i>					1	
<i>Exogone naidina</i>		1	64			
Fabriciidae		1				
<i>Flabelligera affinis</i>						1
<i>Glycera alba</i>			4	2		
<i>Glycera lapidum</i>				1		
<i>Gyptis propinqua</i>		1				
<i>Harmothoe</i> sp.						1
<i>Jasmineira caudata</i>				3	10	
<i>Lumbrineris</i> sp.				1		
<i>Macrochaeta clavicornis</i>		164	68	6		
<i>Malacoceros</i> sp.					1	
Maldanidae juv.					1	
<i>Mediomastus fragilis</i>		32	28	15	14	
<i>Microspio mecznikowianus</i>		6	4			
<i>Nephtys pente</i>		1	4			
<i>Notomastus latericeus</i>			8			
Oligochaeta					3	
<i>Ophryotrocha</i> cf. <i>eutrophila</i>		2				
<i>Ougia subaequalis</i>				1		
Oweniidae						1
<i>Oxydromus agilis</i>				1		
<i>Paradoneis lyra</i>				7	26	
Paraonidae				5	9	
<i>Parexogone hebes</i>		1	40	1	5	
<i>Pectinaria auricoma</i>				1	1	
<i>Pectinaria koreni</i>						2
<i>Pherusa plumosa</i>		1				3
<i>Pholoe assimilis</i>						1
<i>Pholoe baltica</i>		4	8	1	1	
<i>Phyllodoce mucosa</i>		8				
Phyllodocidae					1	
<i>Pista</i> sp.					1	
<i>Platynereis dumerili</i>		24	4			
<i>Polycirrus norvegicus</i>		1				1
<i>Prionospio cirrifera</i>				3	1	
<i>Prionospio fallax</i>					1	
<i>Protodoryvillea kefersteini</i>		103	100	28	8	
<i>Psamathes fusca</i>		1				1

<i>Pseudopolydora</i> c.f. <i>paucibranchiata</i>			1		1
<i>Scoloplos armiger</i>	78	208	19	4	1
<i>Sphaerosyllis hystrix</i>	1	40	2	1	
<i>Spio decorata</i>			1	2	1
<i>Spio malmgreni</i>		4			
<i>Spirorbidae</i>	10				
<i>Syllidae</i>				1	
<i>Syllides benedicti</i>	3	20	2	1	
<i>Syllis cornuta</i>	3				
<i>Tharyx</i> sp.	1	76			
<i>Tubificoides benedii</i>	1244	1544	9	6	591 674
<b>MOLLUSCA</b>					
<i>Asbjornsenia pygmaea</i>					1
<i>Bivalvia</i> sp. juv.		4			1
<i>Corbula gibba</i>			1	1	1
<i>Corbula gibba</i> juv.	X		1		
<i>Curveulima devians</i>		1			
<i>Diaphana minuta</i>		1			1
<i>Dosinia exoleta</i>			1		
<i>Euspira nitida</i>		1	1		
<i>Hiatella</i> sp.	X				
<i>Kurtiella bidentata</i>		16			8 1
<i>Lacuna vincta</i>	X				1
<i>Leptochiton asellus</i>	X		4		
<i>Lucinoma borealis</i>		6	16	1	
<i>Mya arenaria</i> juv.		1			
<i>Mytilus edulis</i> juv.	X	1			
<i>Onoba aculeus</i>	X	10			
<i>Parvicardium</i> cf. <i>exiguum</i> juv.		1			
<i>Polycera quadrilineata</i>	X				1
<i>Raphitoma linearis</i>			1		
<i>Thyasira flexuosa</i>			4	1	
<i>Thyasira sarsi</i>					2
<i>Tonicella marmorea</i>	X	12			
<i>Tritia reticulata</i>		1			
<b>CRUSTACEA</b>					
<i>Ampelisca tenuicornis</i>			4	4	
<i>Ampelisca typica</i>			3		
<i>Ampithoe rubicata</i>	X	1			
<i>Apherusa bispinosa</i>	X	1		1	
<i>Athanas nitescens</i>	X	6			
<i>Autone</i> cf. <i>longipes</i>					3
<i>Bodotria scorpoides</i>		3	8		
<i>Calanoida</i>	X				1
<i>Caprella acanthifera</i>	X	2			1
<i>Cheiocratus</i> indet.	X	39			
<i>Cheiocratus</i> sp.			4	5	3
<i>Cheiocratus sundevallii</i>		111			
<i>Copepoda</i>	X				18
<i>Crassicornium crassicorne</i>		8	32		1
<i>Dexamine spinosa</i>	X	10		2	
<i>Diastylis rugosa</i>			1		
<i>Galathea intermedia</i>		23		2	
<i>Gammarus locusta</i>	X				42
<i>Hippolyte</i> sp.	X				1
<i>Hippolytidae</i>	X	1		2	
<i>Idotea neglecta</i>	X				1 3
<i>Liocarcinus depurator</i>	X				1
<i>Liocarcinus navigator</i>	X	9			
<i>Liocarcinus pusillus</i>	X		4	1	
<i>Lysianassidae</i>			1		2 1
<i>Nebalia borealis</i>				4	
<i>Nototropis</i> indet.	X				1
<i>Nototropis swammerdamei</i>					5
<i>Nototropis vedlomensis</i>			1		
<i>Pagurus cuanensis</i>			4		
<i>Pandalina brevirostris</i>	X				1

<i>Perioculodes longimanus</i>		1		1	
Podoceridae					
<b>ECHINODERMATA</b>					
<i>Amphipholis squamata</i>	146	28	3	2	2
<i>Amphiura cf. chiajei</i>	2				
Asteroidea juv.	1		1		1
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	1				
<i>Ophiocomina nigra</i>			1		
<b>PORIFERA</b>					
<i>Sycon quadrangulatum</i> cf.	X				3
<b>BRYOZOA</b>					
Bryozoa	X				x
<b>INSECTA</b>					
Chironomidae larvae	X				1
<b>CHELICERATA</b>					
Acari	X	1			
<i>Achelia echinata</i>					1
<b>PISCES</b>					
Anguilliformes	X		4		
Syngnathiformes	X	1			

\* Kun 1/4 av prøven ble sortert.