

MOM C-gransking ved lokaliteten  
Ospeneset  
i Lindås kommune



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS 1999**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

MOM C - gransking ved lokaliteten Ospeneset i Lindås kommune.

**FORFATTARAR:**

Bjarte Tveranger, Mette Eilertsen og Thomas Tveit Furset.

**OPPDRAKSGJEVAR:**

Eide Fjordbruk AS

**OPPDRAGET GITT:**

mai 2014

**ARBEIDET UTFØRT:**

juli 2014

**RAPPORT DATO:**

13. januar 2015

**RAPPORT NR:**

1999

**ANTAL SIDER:**

28

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-8308-130-5

**EMNEORD:**

- Resipientgransking	- Oksygenmetting
- Lindås kommune	- Sedimentkvalitet
- Hordaland Fylke	- Blautbotnfauna

**KVALITETSOVERSIKT:**

Element	Akkreditering
Prøvetaking	Søkt etter NS-EN ISO / IEC 17025 (2005)
Kjemiske analyser	Akkreditert underleverandør Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
Sortering blautbotnfauna	Akkreditert underleverandør Havbrukstjenesten AS
Artsbestemming blautbotnfauna	Akkreditert underleverandør Havbrukstjenesten AS
Vurdering av resultat	Søkt etter NS-EN ISO / IEC 17025 (2005)
Rapportering	Søkt etter NS-EN ISO / IEC 17025 (2005)

**RÅDGIVENDE BIOLOGER AS**

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843 667 082-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    Telefaks: 55 31 62 75

*Framsidedeilete: Frå anlegget ved Ospeneset 24. juni 2011.*

## FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Eide Fjordbruk AS utført ei MOM C-gransking på oppdrettslokalitet nr 19655 Ospeneset i Lindås kommune. Lokaliteten er godkjent for ein maksimalt tillaten biomasse (MTB) på 3120 tonn.

Eide fjordbruk AS og Fyllingsnes Fisk AS søkte i august 2012 om løyve til utviding av MTB frå 1560 tonn til 3120 tonn og justering av anlegget ved Ospeneset. Fylkesmannen i Hordaland i løyve dagsett 12. desember 2013 har stilt krav om å gjennomføre ei resipientundersøking med MOM C etter to år i drift med ny MTB for å kartleggje forureiningseffekten anlegget har på resipienten. Denne rapporten presenterer resultat og vurdering av tilstand i resipienten frå ei MOM C-gransking med innsamling av sediment og botndyr samt hydrografiske profilar den 2. juli 2014.

Rådgivende Biologer AS takkar alle som har bidrege til denne rapporten. Analysar av sediment er gjort av det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen. Sortering og artsbestemming av botnfauna er utført av akkreditert laboratorium Havbrukstjenesten AS.

Rådgivende Biologer AS takkar Eide Fjordbruk AS ved Arne Staveland for oppdraget, og lån av båt og assistanse ved feltarbeidet.

Bergen, 13. januar 2015

## INNHALD

Føreord.....	2
Innhald .....	2
Samandrag.....	3
Områdeskildring.....	4
Oppdrettslokalitet Ospeneset .....	6
Metode og datagrunnlag .....	7
Resultat .....	11
Sjiktning og hydrografi .....	11
Sedimentkvalitet .....	12
Blautbotnfauna.....	16
Tilhøvet til naturmangfaldlova.....	21
Vurdering av tilstand .....	21
Referansar .....	23
Om marin blautbotnfauna .....	25
Vedlegg.....	26

# SAMANDRAG

**Tveranger, B., M. Eilertsen & T.T. Furset 2015**

*MOM C – gransking ved lokaliteten Ospeneset i Lindås kommune*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 1999, 28 sider. ISBN 978-82-8308-xxx-x.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Eide Fjordbruk AS utført ei MOM C-gransking på oppdrettslokalitet nr 19655 Ospeneset i Lindås. Den 2. juli 2014 vart det samla inn prøvar av sediment og botnfauna på tre stasjonar frå nær lokaliteten og eit stykke ut i resipienten i Austfjorden, samt hydrografiprofil på den djupaste stasjonen i fjordbassenget.

Lokaliteten Ospeneset ligg i ytre del av Austfjorden litt nord for Sævråsvåg i Lindås kommune i Hordaland. Anlegget ligg om lag 80 m frå land i lengderetning nordaust – sørvest, og ligg eksponert til med vindretningar frå nordvest og søraust. Under anlegget er det 120–350 m djupt, og botn i området skrånar bratt nedover frå land i lokalitetsområdet til over 650 m djup ca 400 m frå land. Det er over 600 m djupt 5-6 km både innover og utover i Fensfjorden/Austfjorden frå lokaliteten.

Granskinga den 2. juli 2014 synte god oksygenmetting tilsvarande tilstandsklasse I= ”svært god” ved det djupaste punktet i resipienten til anlegget. Det er sedimenterende tilhøve ved dei tre stasjonane, og glødetapet i sedimentet er noko forhøgja, men nedbrytingstilhøva i sedimentet og sedimentkvaliteten forøvrig tyder på normale nedbrytingstilhøve i resipienten til anlegget. Nivået av kopar var høgt på stasjonen nærast anlegget (tilstand IV = ”dårlig”) og lågt på dei øvrige stasjonane (tilstand II = ”god”). Nivået av sink var lågt på samtlege stasjonar tilsvarande tilstandsklasse I = ”bakgrunn”.

I høve til MOM C-indeksen for botndyr hamna stasjon C1 og C2, i nær- og overgangssona i beste klasse (miljøtilstand 1). Blautbotnfaunaen i høve til rettleiar 02:2013 viste til god økologisk tilstand (tilstandsklasse "god") på samtlige lokalitetar og framstod som upåverka av organiske tilførselar.

Resultat frå resipientgranskinga syner at anlegget ved Ospeneset i liten grad påverkar resipienten negativt og syner at Austfjorden har god kapasitet til omsetting av organiske tilførselar.

**Tabell 1.** Oppsummering av miljøtilstand for ulike målte parametrar på stasjon C1-C3 i resipienten til Ospeneset 2. juli 2014. Gjeldande parametrar for miljøtilstand ved lokaliteten har fargekodar. Vurdering av botnfauna i nær- og overgangssona er i høve til NS 9410:2007, medan rettleiar 02:2013 er gjeldande for fjernstasjonen. Fargekodar tilsvarar tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:2013, tilstand I (blå), II (grøn), III (gul), IV (oransje) til V (raud). Soneinndeling for kvar stasjon er markert som n= nærsone, o = overgangssone, f = fjernstasjon.

Stasjon	NS 9410:2007			Rettleiar 02:2013				
	pH/Eh	Fauna	Miljøtilstand	TOC	O <sub>2</sub> botn	nEQR grabb	nEQR stasjon	Økologisk tilstand
C1 (n)	I	I	Meget god	V	-	0,653	0,654	God
C2 (o)	I	I	Meget god	V	-	0,775	0,799	God
C3 (f)	I	I	Meget god	V	1	0,703	0,711	God

## OMRÅDESKILDRING

Lokalitet Ospeneset ligg i ytre del av Austfjorden i Lindås kommune i Hordaland. Lokaliteten ligg litt nord for Sævråsvåg, ope og nordaustvendt ut mot Austfjorden (**figur 1**), og den ligg eksponert til med vindretningar frå nordvest og søraust. Botn i området skrånar bratt nedover frå land i lokalitetsområdet til over 650 m djup berre ca 400 m frå land. Det er over 600 m djupt 5-6 km både innover og utover i Fensfjorden/Austfjorden frå lokaliteten. Fjorden er djup heilt ut mot havet, med grunnaste parti mellom Mongstad og Sandøy på ca 370 meter.



**Figur 1.** Utsnitt av Fensfjorden/Austfjorden med avmerking av lokaliteten Ospeneset (raud firkant). Kartet er henta frå <http://kart.fiskeridir.no/adaptive>.

Anlegget er plassert om lag vinkelrett ut frå land litt søraust for Ospeneset omlag i retning nordaust-sørvest, ca. 80 m frå land (**figur 1** og **2**). Anlegget ligg over ein ujamnt skrånande bakke med ei djupne på ca. 120–350 m under anlegget (**figur 4**). Det skrånar svært bratt frå land ned til ca 100 meters djup, der det går noko slakare ned til ca 150 meters djup, før det går bratt ned vidare til over 350 meters djup. Eit anlegg plassert i dette området ser med omsyn til belastning og resipientkapasitet ut til å ha ei svært gunstig plassering. Ut frå kartet verkar det ikkje å vere nokon tersklar i området eller vidare utover i fjorden, og botn synest for det meste å vere bratt skrånande nedover. Det er svært god djupne i det aktuelle området kor anlegget er plassert, og området omkring bør ha tilnærma uavgrensa resipientkapasitet og vere svært godt eigna til fiskeoppdrett.

Det undersøkte sjøområdet utanfor **Ospeneset** ligg i vassførekosten Austfjorden (fjordkatalog nr 02.61.04.03.00-2-C), og resipienten kan klassifiserast som mindre følsam iht. EUs avløpsdirektiv (Molvær m. fl. 2005). Austfjorden er oppført med ”**god**” økologisk tilstand (låg pålitelegheitsgrad) i Vanndirektiv databasen Vann-Nett.

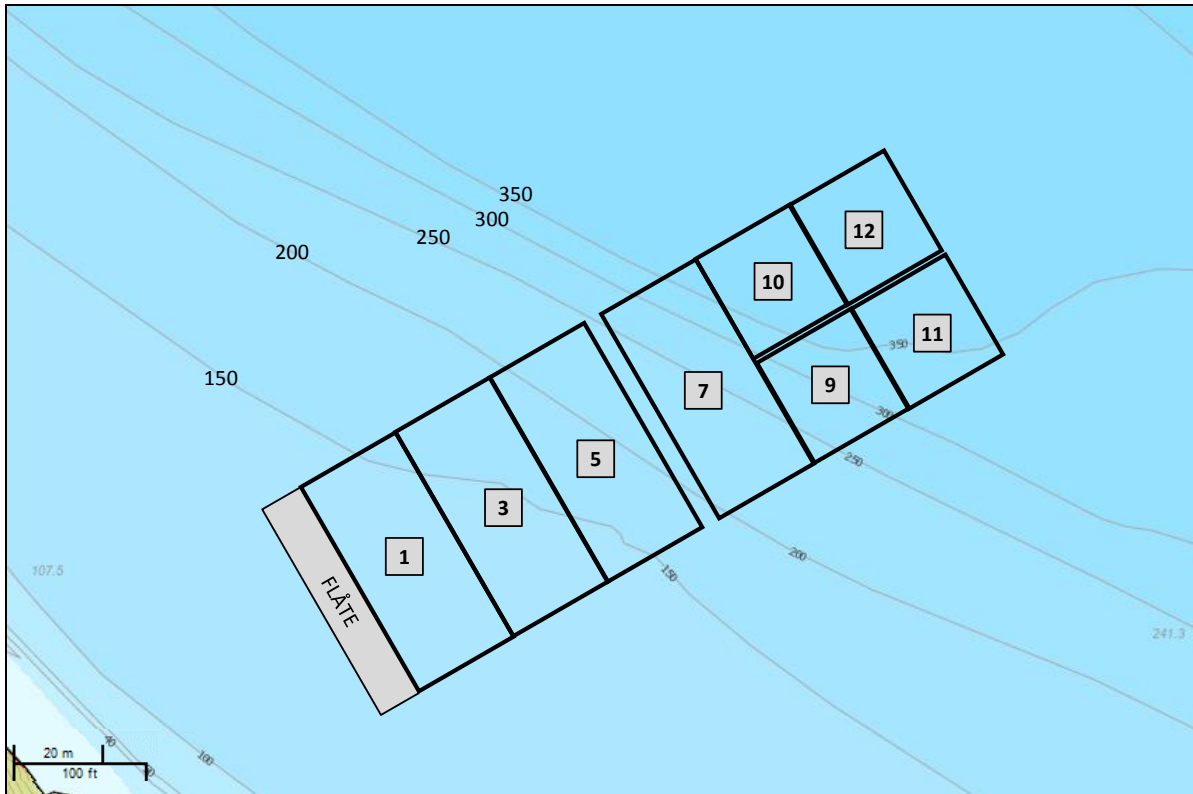
Austfjorden er av typen *M3* = “**Beskyttet kyst/fjord**” basert på følgjande forhold:

- økoregion Nordsjøen nord
- Polyhalin 18 – 30 ‰
- Beskytta
- Delvis lagdelt med moderat opphaldstid for botnvatn
- Tidevatn <1meter

## OPPDRETTSLOKALITET OSPENESET

Lokaliteten Ospeneset har vore i drift sidan i slutten av april 2010, og er godkjent for ein MTB på 3120 tonn.

Anlegget består av to seksjonar, den indre seksjonen er eit kompakt Procean-anlegg med 6 stk 25x25 m bur. To og to bur er slått saman til tre stykk bur à 25x54 m. Den ytre seksjonen er eit Feeding-anlegg med 6 stk 25x25 m bur. Dei to inste bura er slått saman til eitt bur à 25x54 m, og dei fire yttarste bura er enkeltståande (**figur 2**). På anlegget sin kortende mot sørvest ligg det ein fôrflåte på rundt 5x25 m.



**Figur 2.** Oversyn over anlegget ved lokaliteten Ospeneset i Lindås kommune, med merdnummer (firkantar) Kartgrunlaget er henta frå <http://kart.fiskeridir.no/>.

Fôrforbruk og produsert mengde fisk i 2010 til 2014 har vore som følgjer (**tabell 2**):

**Tabell 2.** Anlegget sin driftshistorikk sidan oppstart.

	2010	2011	2012	2013	2014
Fôrmengde (tonn)	800	1286	1537	165	1919
Produksjon (tonn)	750	1119	1337	143	1670



## METODE OG DATAGRUNNLAG

MOM C-granskinga er gjennomført i høve til Norsk Standard NS 9410:2007 og består av ei skildring av botntilhøva i området rundt oppdrettslokaliteten Ospeneset i Lindås kommune. Granskinga skal avdekke miljøtilstanden i nærsona og overgangssona rundt anlegget, samt på ein fjernstasjon (**tabell 3**). Det er utført analyser av **sedimentkvalitet** og **blautbotnfauna**, i tillegg til **hydrografisk profil**. Vurdering av resultat er gjort i høve til NS 9410:2007 og Vassforskrifta sin rettleiar 02:2013 (Direktoratsgruppa for vanddirektivet).

**Tabell 3.** Oversyn over soneinndelinga i MOM-systemet. Tabellen skildrar påverknadskjelde og potensiell påverknad, samt kva type granskingar som inngår i overvakinga og kva slags miljøstandardtypar som vert brukt (frå NS 9410:2007).

	Nærsona	Overgangssone	Fjernstasjon
Definisjon	Område under og i umiddelbar nærleik til eit anlegg der det meste av større partiklar vanlegvis sedimenterer.	Område mellom nærsona og fjernsona der mindre partiklar sedimenterer. På djupe, strømssterke lokalitetar kan også større partiklar sedimentere her.	Område utanfor overgangssona.
Påverknads-kjelde	Akvakulturanlegget.	Akvakulturanlegget er hovudpåverkar, men andre kjelder kan ha betydning.	Akvakulturanlegget er ei av fleire kjelder.
Potensiell påverknad	Endringar i fysiske, kjemiske og biologiske forhold i botnen.	Vanlegvis mindre påverknad enn i nærsona.	Auka primærproduksjon og oksygenforbruk i djupvatnet. Oksygenmangel i resipientar med dårlig vassutskifting.
Gransking	Primært B	Primært C	C
Miljøstandard	Eigne grenseverdier gitt i NS 9410:2007, og Rettleiar vassdirektivet 02:2013	Eigne grenseverdier gitt i NS 9410:2007, og Rettleiar vassdirektivet 02:2013	Rettleiar vassdirektivet 02:2013

## SJIKTNING OG HYDROGRAFI

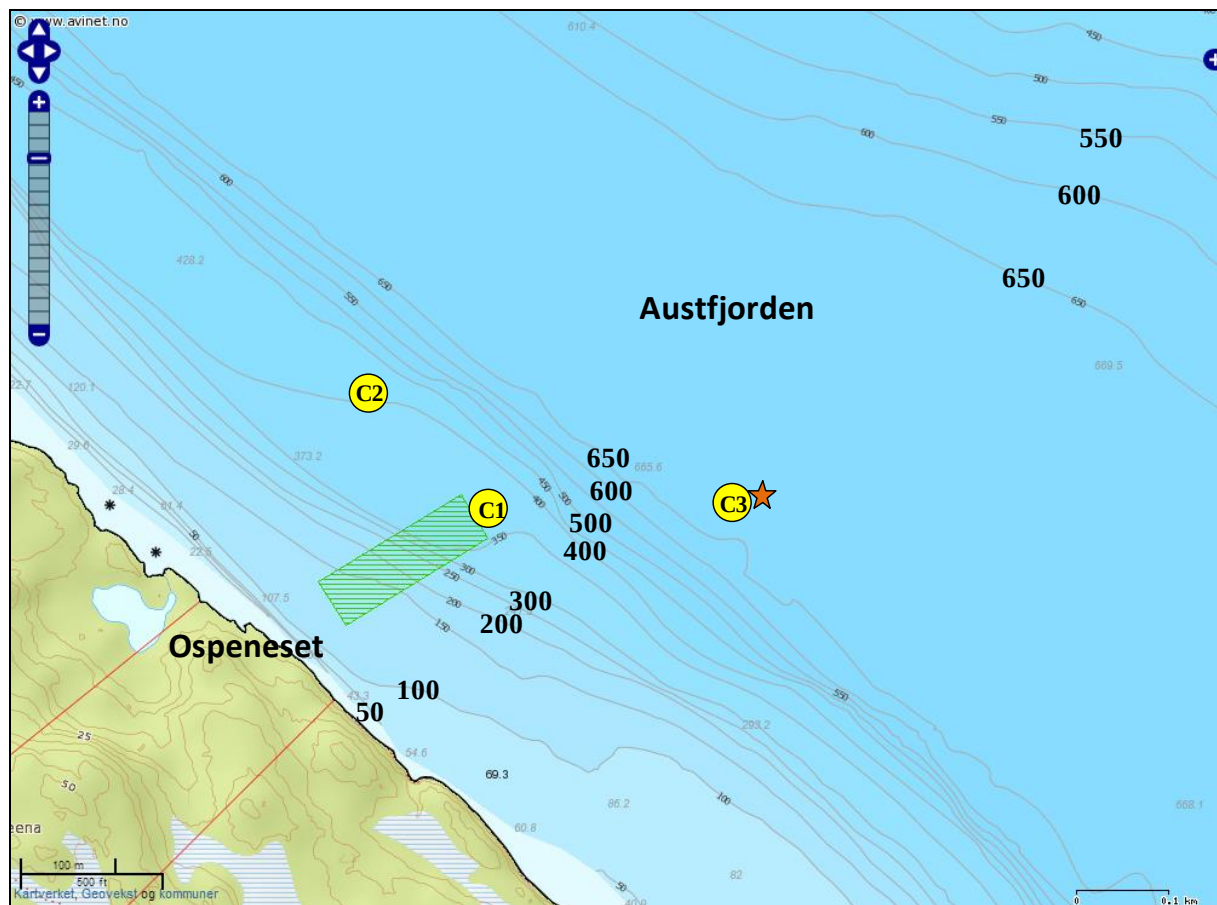
Hydrografiske tilhøve vart målt ned mot det djupaste i Austfjorden med ein SAIV CTD/STD sonde modell SD204 i posisjon N 60° 44,817', Ø 5° 16,462' (WGS 84) (**figur 3**). Det vart målt temperatur, saltinnhald og oksygen i vassøyla ned til botn på 670 meters djup på stasjon C3. Målingane vart utført den 2. juli 2014.

## SEDIMENTPRØVAR

Den 2. juli 2014 vart det tatt prøvar av sediment og botndyr på tre stasjonar ved og omkring lokaliteten Ospeneset, jf. **tabell 4**, **figur 3**. Prøvetaking er utført i høve til Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS-EN ISO 16665:2013. Det vart tatt prøvar av sediment på tre stasjonar. Stasjon C1 vart tatt i nærsona til lokaliteten, dvs inntil anlegget sin kortende mot nordaust kor det låg to tomme bur, og ca 30 meter frå merder med fisk i. (**figur 3**, **tabell 4**). Stasjon C2 vart tatt i overgangssona ca 170 m nordvest for anlegget sin kortende mot nordaust. Stasjon C3 (fjernstasjonen) vart tatt ned mot det djupaste i resipienten, ca 270 meter aust for anlegget sin kortende mot nordaust.

**Tabell 4.** Posisjonar (WGS 84) for stasjonane i samband med MOM C-granskinga ved og rundt lokaliteten Ospeneset i Lindås kommune den 2. juli 2014.

Stasjon:	C1	C2	C3
Posisjon nord	60° 44,787'	60° 44,848'	60° 44,821'
Posisjon aust	5° 16,152'	5° 16,000'	5° 16,462'
Djupne (m)	358	402	671



**Figur 3.** Stasjonane C1, C2 og C3 (gule sirkelar) og posisjon for sondeprofil (stjerne) i sjøområdet rundt lokaliteten Ospeneset 2. juli 2014. Kartgrunnlaget er henta frå: <http://kart.kystverket.no/>.

For gransking av blautbotnfauna vart det tatt to parallelle sedimentprøvar med ein 0,1 m<sup>2</sup> stor vanVeen-grabb på kvar av dei tre stasjonane (**figur 4**). Sedimentet i prøvane frå kvar av parallellane vart vaska gjennom ei rist med holdiameter på 1 mm, og attverande materiale vart fiksert med formalin tilsett bengalrosa og borax. Boksar med silt og fiksert materiale vart merka med stasjonsnamn, dato, prøvestad og prøve id, og sendt til Havbrukstjenesten AS for sortering og artsbestemming av botnfauna.

### KORNFORDELING OG KJEMI

Det vart tatt eit grabbhogg på kvar av dei tre stasjonane med ein 0,1 m<sup>2</sup> stor vanVeen-grabb for uttak av sedimentprøve for vurdering av sedimentkvalitet, dvs kornfordelingsanalyse og kjemiske analyser (tørstoff, glødetap, TOC, kopar og sink). Prøve for kjemiske analyse vart tatt frå den øvste centimeteren av grabbprøva, medan prøve for kornfordelingsanalyse vart tatt frå dei øvste 5 centimetrane. Analysar er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse Norge AS avd. Bergen.

Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og vert utført gravimetrisk. Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert etter EN 13137, men for å kunne nytte klassifiseringa i frå SFT rettleiar (Molvær m. fl. 1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter følgjande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøva:

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

Det vart og gjort sensoriske vurderingar av prøvematerialet og målt surleik (pH) og redokspotensial (Eh) i felt. Måling av pH i sedimentprøvane vart utført med ein WTW Multi 3420 med ein SenTix 980 pH-elektrode til måling av pH og ein SenTix ORP 900 platinaelektrode med intern referanseelektrode til måling av redokspotensial (Eh). pH-elektroden blir kalibrert med buffer pH 4 og 7 før kvar feltøkt. Eh-referanseelektroden gjev eit halvcellepotensial på +207 mV ved 25 °C, +217 mV ved 10 °C og +224 mV ved 0 °C. Halvcellepotensial tilsvarande sedimenttemperaturen på feltdagen vart lagt til avlest verdi før innføring i "prøveskjema" (**tabell 9**). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskingar på ± 25 mV, som oppgitt i NS 9410:2007.

## BLAUTBOTNFAUNA

Det vert utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for kvar enkelt parallell og for middelverdien av dei to parallellane og for kvar stasjon samla. Dette for å kunne stadfeste ein fullstendig miljøtilstand. I nær- og overgangssona skal botnfauna klassifiserast etter grenseverdiar i NS 9410:2007, medan fjernstasjonen skal klassifiserast etter rettleiar 02:2013 (**tabell 5 og 6**). Vurderinga av tilstand vert gjort ut frå klassifiseringssystem basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer diversitet og tettleik (antal artar og individ) samt førekomst av sensitive og forureiningstolerante artar (sjå **tabell 5**). 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. Middelverdien av nEQR verdien for samtlege indeksar vert brukt til å fastsetje den økologiske tilstanden på stasjonen. Sjå rettleiar 02:2013 for detaljar om dei ulike indeksane.

**Tabell 5.** Klassifiseringssystem for blautbotnfauna basert på ein kombinasjon av indeksar (Klassifisering av miljøtilstand i vann, vegleiar 02:2013).

Indeks	type	Økologiske tilstandsklassar basert på observert verdi av indeks				
		svært god	god	moderat	dårlig	svært dårlig
Kvalitetsklassar →						
<b>NQI1</b>	samansatt	0,9 - 0,82	0,82 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
<b>H'</b>	artsmangfald	5,7 - 4,8	4,8 - 3	3 - 1,9	1,9 - 0,9	0,9 - 0
<b>ES<sub>100</sub></b>	artsmangfald	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
<b>ISI<sub>2012</sub></b>	ømfintligheit	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
<b>NSI</b>	ømfintligheit	31-25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
<b>DI</b>	individtettheit	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>

### MOM C-indeks for botndyr

Frå heilt opp til eit utslepp og eit stykke utover i resipienten vil ein på grunn av den store lokale påverknaden ofte kunne finne få artar med ujamn individfordeling i prøvane. Følsame diversitetsindeksar blir då lite eigna til å angje miljøtilstand. I nærsona og overgangssona til lokaliteten (stasjonane C1 og C2) vert det difor i tillegg gjort ei vurdering på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar etter nærare skildring i NS 9410:2007 (**tabell 6**).

**Tabell 6.** Grenseverdier nytta i nærsona til eit utslepp for vurdering av prøvestasjonen sin miljøtilstand (frå NS 9410:2007).

Miljøtilstand 1	-Minst 20 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; -Ingen av artane må utgjera meir enn 65 % av det totale individantalet.
Miljøtilstand 2	-5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; -Meir enn 20 individ utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; -Ingen av artane må utgjera meir enn 90 % av det totale individantalet.
Miljøtilstand 3	-1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .
Miljøtilstand 4 (uakseptabel)	-Ingen makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>

### 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, osv (**tabell 7**). 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 antal 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 dominerande artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil bli utvida med fleire geometriske klassar.

**Tabell 7.** 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

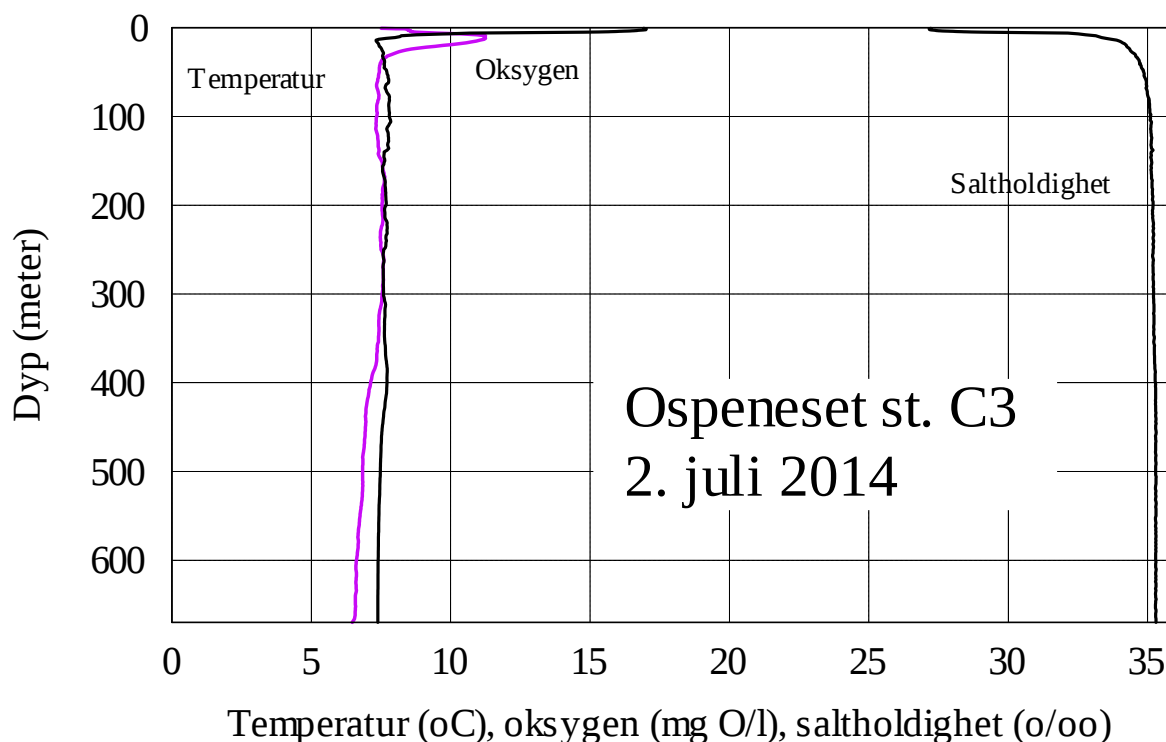
## RESULTAT

### SJIKTNING OG HYDROGRAFI

Profilen viser at vassøyla var moderat ferskvasspåverka i overflatelaget der ein hadde eit rundt 10 m djupt lag som var noko varmare og mindre salt enn vassøyla forøvrig. Saltinnhaldet vart målt til 27,2 ‰ i overflata og steig relativt raskt til til 33,2 ‰ på 10 m djup. Herifrå steig saltinnhaldet gradvis til 34,9 ‰ på 50 m djup, og herifrå og nedover i vassøyla trefte ein på det stabile havvatnet kor saltinnhaldet låg på 35 ‰ og høgare frå 70 m djup og nedover til botnen på 670 m djup der saltinnhaldet vart målt til 35,3 ‰ (figur 4).

Temperaturen låg rundt 17 °C dei øvste 2,5 meterane i overflata, men frå 2,5 m djup fall temperaturen nokså bratt nedover til 8,1 °C på 10 m djup. Vidare nedover i vassøyla fall temperaturen til eit minimum på 7,3 °C på 14 m djup før temperaturen steig sakte opp mot eit nytt maksimum på 7,8 °C på 82 meters djup. Herifrå og nedover i vassøyla var temperaturen stabil og låg rundt 7,4 – 7,6 °C, og ved botnen på 670 m djup vart temperaturen målt til 7,4 °C.

I overflata var oksygeninnhaldet normalt høgt i høve til temperaturen og vart målt til 7,51 mg/l, noko som tilsvarar ei metting på 92 %. Oksygeninnhaldet steig til eit maksimum på 11,3 mg/l mellom 9 og 12 meters djup, og vidare nedover i vassøyla fall oksygeninnhaldet gradvis til 7,5 mg/l på 40 meters djup (79 % metting). Herifrå og nedover i vassøyla avtok oksygeninnhaldet svakt nedover til botn på 670 m djup der det vart målt 6,47 mg O/l (4,56 ml O/l og 68 % metting). For djupvatn tilsvarer dette tilstand I = "Svært god" (veglear 02:13).



**Figur 4.** Temperatur-, saltinnhald- og oksygenprofilar ved det djupaste i Austfjorden på stasjon C3 målt den 2. juli 2014.

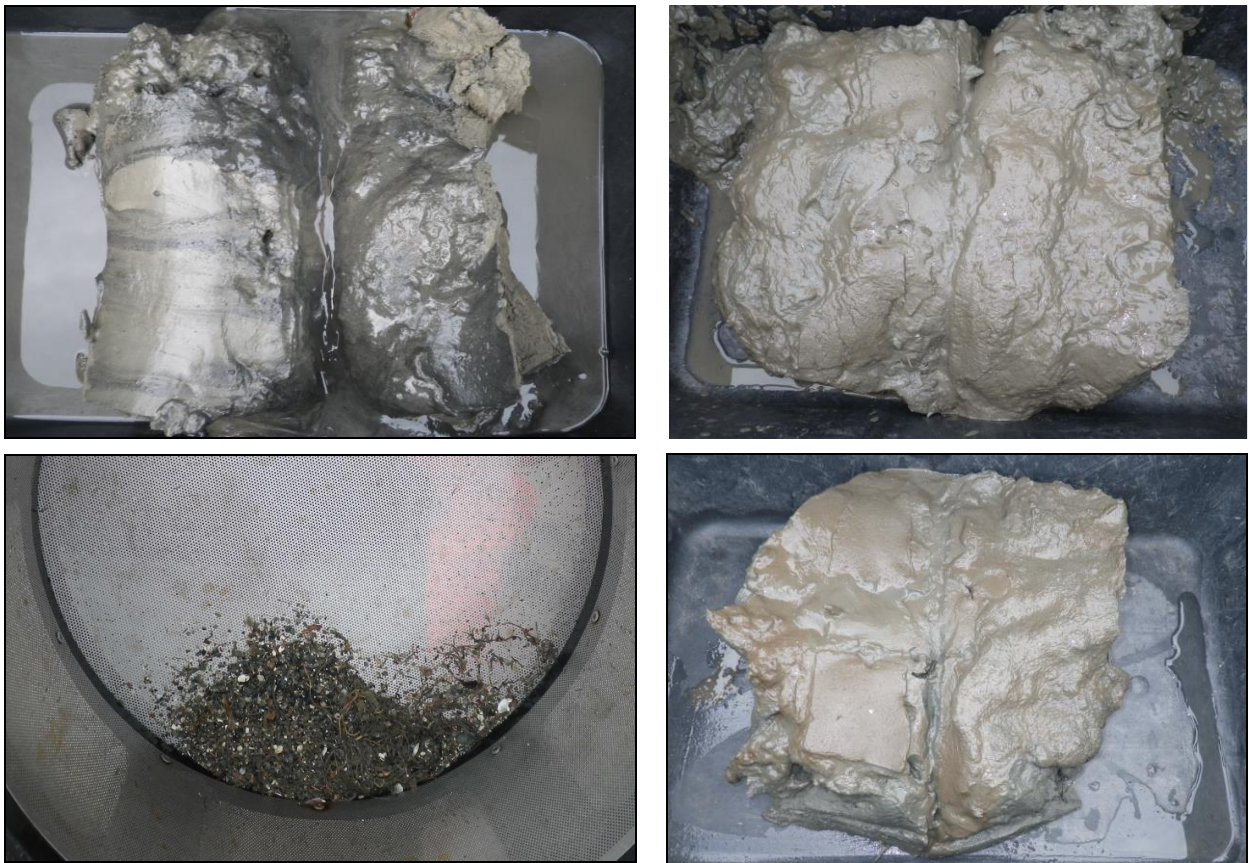
## SEDIMENTKVALITET

### SKILDRING AV PRØVANE

**Stasjon C1** vart teken på om lag 358 m djup. Dei to parallellane var nokså like i struktur og samansetjing. Grabbane var nesten fulle av grått sediment med eit 0,5 cm gråsvart lag på toppen. Sedimentet var luktfritt og hadde mjuk konsistens (**figur 5, tabell 8**). Prøvane bestod i hovudsak av leire, silt, sand og litt grus. Sedimentkarakteristikk (NS 9410:2007) for dei to parallellane gav tilstand 2 = "god" (**tabell 9**).

**Stasjon C2** vart teken på om lag 402 m djup. Dei to parallellane var nokså like i struktur og samansetjing. Grabbane var høvesvis fulle og ca 1/3 full av grått sediment med eit brunlig slør på toppen. Sedimentet var luktfritt og hadde mjuk konsistens. Prøvane bestod i hovudsak av silt og sand, og leire. Sedimentkarakteristikk for dei to parallellane gav tilstand 1 = "meget god".

**Stasjon C3** vart teken på om lag 671 m djup. Dei to parallellane var nokså like i struktur og samansetjing. Grabbane var fulle av grått sediment med eit brunlig slør på toppen. Sedimentet var luktfritt og hadde mjuk konsistens. Prøvane bestod i hovudsak av silt og leire. Sedimentkarakteristikk for dei to parallellane gav tilstand 1 = "meget god".



**Figur 5.** Bilete av sediment frå stasjon C1 (oppe t.v.), C2 (oppe t.h.) og C3 (nede t.h.). Biletet nede til venstre syner prøve på stasjon C2 etter siling, og mengda materiale etter siling her er omtrent representativ for alle stasjonane.

**Tabell 8.** Feltskildring av sedimentprøvene som vart samla inn ved granskinga rundt lokaliteten Ospeneset 2. juli 2014.

Stasjon	C1 a-b	C2 a-b	C3 a-b
Grabbvolum (liter)	Nesten full	Full og 1/3 full	Full
Gassbobling i prøve	Nei	Nei	Nei
H <sub>2</sub> S lukt	Nei	Nei	Nei
Primær-sediment:			
Skjelsand	–	–	–
Grus	1 – 2 %	–	–
Sand	5 – 10 %	10 – 15 %	–
Silt	50 – 55 %	40 – 45 %	40 %
Leire	40 %	40 – 50 %	60 %
Mudder	–	–	–
Feltskildring av prøvane	Nesten fulle grabbar med grått og luktfritt materiale med eit ca 0,5 cm gråsvart lag på toppen og mjuk konsistens, beståande av sand, silt og leire ispedd litt grus. Begge parallellar var av same type.	Full og 1/3 full grabb med grått og luktritt materiale med eit brunlig slør på toppen, beståande av sand, silt og leire. Begge parallellar var av same type.	Full grabb med gråbrun og luktfritt materiale med eit brunlig slør på toppen, beståande av silt og leire. Begge parallellar var av same type. Det var påslag av Periphylla på tau frå rundt 400 meter og nedover

Opgjeven prosentdel av dei ulike fraksjonane i prøvane i **tabell 8** er basert på rein visuell observasjon og ikkje absolutte, målte verdiar. Dei prosentvise anslaga er meir ein indikasjon på kva for type sediment ein fann i prøvane. Resultat frå kornfordelingsanalyse er presentert nedanfor.

Nedbrytingstilhøva i sedimentet kan beskrivast ved hjelp av både surleik (pH) og elektrodepotensial (Eh). Ved høg grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet verte surt og ha eit negativt elektrodepotensial. Sedimentet på stasjonen C1 nærast anlegget var moderat belasta med middels høge pH-verdiar og låge Eh-verdiar (negativt elektrodepotensial), medan sedimentet på stasjonane C2 og C3 var lite belasta, med middels høge og høge pH-verdiar og middels høge til høge Eh-verdiar. Begge parallellar og stasjon C1 samla hamna i tilstand 2, medan alle parallellar og stasjonane C2 og C3 samla hamna i tilstand 1 (**tabell 9**). Meir detaljert var det høgast Eh-verdiar i sedimentet på fjernstasjonen C3, medan stasjonane C2 låg midt i mellom og stasjon C1 nærast anlegget hadde lågaste Eh-verdiar.

Samla vurdering av sedimentkvalitet (middelverdi av gruppe II+III) gav tilstand 1 ("meget god") på stasjonane C2 og C3 og tilstand 2 ("god") på stasjon C1 (**tabell 9**).

**Tabell 9. PRØVESKJEMA for granskingane i dei ulike parallellane frå dei tre stasjonane rundt Ospeneset 2. juli 2014.**

Gr	Parameter	Poeng	Prøve nr								Indeks																							
			C 1a	C 1b	C 2a	C 2b	C 3a	C 3v																										
	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0	0	0			<b>0,00</b>																						
I	Tilstand gruppe I		<b>A</b>																															
II	pH	verdi	7,19	7,32	7,28	7,36	7,61	7,45				<b>1,00</b>																						
	Eh	verdi	-79	-71	56	223	72	187																										
	pH/Eh	frå figur	2	2	1	0	1	0																										
	Tilstand prøve		2	2	1	1	1	1																										
Tilstand gruppe II		<b>1</b>		Buffertemp: 14,4 °C Sjøvasstemp: 14,7 °C Sedimenttemp: 8,8 °C pH sjø: 7,84 Eh sjø: 323 mV Referanseelektrode: 217 mV																														
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0				<b>0,92</b>																						
	Farge	Lys/grå=0	1	1	0	0	0	0																										
		Brun/sv=2																																
	Lukt	Ingen=0	0	0	0	0	0	0																										
		Noko=2																																
		Sterk=4																																
	Konsistens	Fast=0																																
		Mjuk=2	2	2	2	2	2	2																										
		Laus=4																																
	Grabb- volum	<1/4 =0																																
		1/4 - 3/4 = 1				1																												
		> 3/4 = 2	2	2	2		2	2																										
	Tjukkelse på slamlag	0 - 2 cm =0	0	0	0	0	0	0																										
2 - 8 cm = 1																																		
> 8 cm = 2																																		
SUM:		5	5	4	3	4	4																											
Korrigert sum (*0,22)		1,1	1,1	0,88	0,66	0,88	0,88																											
Tilstand prøve		2	2	1	1	1	1																											
Tilstand gruppe III		<b>1</b>																																
II +	Middelverdi gruppe II+III		1,55	1,55	0,94	0,33	0,94	0,44				<b>0,96</b>																						
	Tilstand prøve		2	2	1	1	1	1																										
III	Tilstand gruppe II+III		<b>1</b>																															
<table border="1"> <tr> <td>“pH/Eh”</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“Korr.sum”</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“Indeks”</td> <td>Tilstand</td> </tr> <tr> <td>&lt; 1,1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1,1 - 2,1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2,1 - 3,1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>&gt; 3,1</td> <td>4</td> </tr> </table>			“pH/Eh”		“Korr.sum”		“Indeks”	Tilstand	< 1,1	1	1,1 - 2,1	2	2,1 - 3,1	3	> 3,1	4	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">“Tilstand”</td> <td>Lokalitetens tilstand</td> </tr> <tr> <td>Gruppe I</td> <td>Gruppe II &amp; III</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1, 2, 3, 4</td> <td>1, 2, 3, 4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1, 2, 3</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </table>			“Tilstand”		Lokalitetens tilstand	Gruppe I	Gruppe II & III		A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	4	1, 2, 3	1, 2, 3	4	4	4
“pH/Eh”																																		
“Korr.sum”																																		
“Indeks”	Tilstand																																	
< 1,1	1																																	
1,1 - 2,1	2																																	
2,1 - 3,1	3																																	
> 3,1	4																																	
“Tilstand”		Lokalitetens tilstand																																
Gruppe I	Gruppe II & III																																	
A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4																																
4	1, 2, 3	1, 2, 3																																
4	4	4																																
LOKALITETENS TILSTAND :										<b>1</b>																								

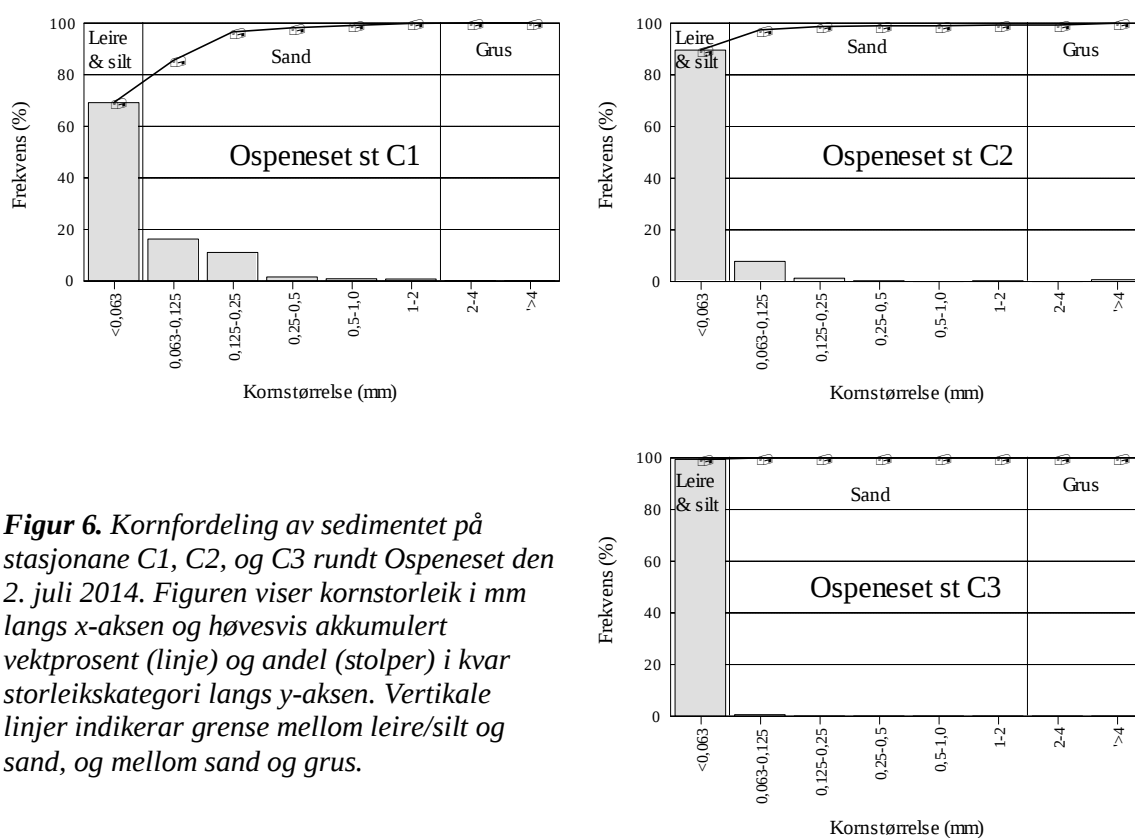


## KORNFORDELING OG KJEMI

Resultatet frå kornfordelingsanalysen syner at det var noko variable sedimenterende tilhøve på stasjonane ved lokaliteten Ospeneset. På den grunnaste stasjonen C1 var innhaldet av finsediment (silt og leire) 69,2 %, medan det var meir sedimenterende tilhøve på stasjonen C2 (89,6 %). På den djupaste stasjonen C3 på 671 meters djup var andelen finsediment på heile 99,6 % (**tabell 10, figur 6**).

**Tabell 10.** Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå tre stasjonar rundt Ospeneset 2. juli 2014. Tilstand er markert med tal og farge, som tilsvarar tilstandsklassifiseringa etter rettleiar 02:13 og TA 2229:2007.

Stasjon	Eining	C1	C2	C3
Leire & silt	%	69,2	89,6	99,4
Sand	%	30,6	9,7	0,6
Grus	%	0,2	0,7	0
Tørrstoff	%	40,6	35,3	30,6
Glødetap	%	9,76	13,8	15,1
TOC	mg/g	36,0	49,0	56,0
<b>Normalisert TOC</b>	mg/g	<b>41,5 (V)</b>	<b>50,9 (V)</b>	<b>56,1 (V)</b>
Total Fosfor	mg/g	1,0	0,81	0,84
Total Nitrogen (N)	mg/g	2,2	2,6	2,5
Kopar (Cu)	mg/kg	<b>62 (IV)</b>	<b>34 (II)</b>	<b>33 (II)</b>
Sink (Zn)	mg/kg	<b>110 (I)</b>	<b>96 (I)</b>	<b>110 (I)</b>



**Figur 6.** Kornfordeling av sedimentet på stasjonane C1, C2, og C3 rundt Ospeneset den 2. juli 2014. Figuren viser kornstorleik i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent (linje) og andel (stolper) i kvar storleikskategori langs y-aksen. Vertikale linjer indikerar grense mellom leire/silt og sand, og mellom sand og grus.

Tørrstoffinnhaldet i sedimentprøvar vil kunne variere, med lågt innhald i prøvar med mykje organisk materiale, og høgare innhald i prøvar som inneheld mykje mineralsk materiale i form av primærsediment. Tørrstoffinnhaldet var lågt på fjernstasjonen C3 og middels høgt på stasjonane C1 og C2 (**tabell 10**).

Glødetapet var moderat høgt på stasjonen C1 og vart målt til 9,8 %. Glødetapet var noko forhøgja på stasjonane C2 og C3 med verdiar på høvesvis 13,8 og 15,1 %. Glødetapet angir mengda organisk stoff i sedimentet, der ein reknar med at det vanlegvis er 10 % eller mindre i sedimentar der det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdiar førekjem i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytinga ikkje greier å halde følge med tilførslene, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av til dømes oksygenfattige forhold. I Fensfjorden er det gode oksygentilhøve i bassengvatnet året rundt og normale nedbrytingstilhøve for tilført organisk materiale, slik at dei noko høge glødetapsverdiane på dei djupaste stasjonane må tilskrивast andre tilhøve.

Innhaldet av normalisert TOC var høgt på samtlege stasjonar med verdiar mellom 41,5 og 56,1 mg C/g, noko som tilsvarar tilstandsklasse V= ”svært dårlig” (**tabell 10**). Normalisert TOC vert berre nytta som eit supplement til vurdering av blautbotnfauna for å få informasjon om organisk belastning (02:2013).

Innhaldet av organisk nitrogen og fosfor i sedimentet fortel og noko om nedbrytingstilhøva og omfanget av tilførsler til sedimentet. Det vart målt eit relativt lågt innhald av nitrogen med verdiar som låg mellom 2,2 og 2,6 mg N/g på stasjonane C1 – C3, noko som tilsvarer tilstandsklasse II = ”mindre god”. (Rygg og Thelín 1993). Ved gode nedbrytingsforhold er innhaldet av fosfor vanlegvis ein del lågare enn innhaldet av nitrogen, og resultatata samsvarer godt med dette på samtlege stasjonar og indikerer relativt gode nedbrytingsforhold i resipienten til anlegget.

Nivået av kopar var høgast på stasjon C1 nærast anlegget, med eit innhald på 62 mg/kg, og i høve til klassegrensene i rettleiar TA 2229:2007 tilsvarar dette tilstandsklasse IV= ”dårlig” (**tabell 9**). Nivået av kopar var lågare på stasjonane C2 og C3, med verdiar på høvesvis 34 og 33 mg/kg, og dette tilsvarar tilstandsklasse II= ”god”. Nivået av sink var jamt lågt på samtlege stasjonar og tilsvarte tilstand I = ”bakgrunn” (**tabell 10**).

## BLAUTBOTNFAUNA

Sortering og artsbestemming, utrekning av indeksar, samt vurdering og fortolking av resultat frå faunaprøvar er utført av Havbrukstjenesten AS (**vedlegg 2**).

### St C1

Vurdering av botnfauna i høve til grenseverdiane frå NS 9410:2007 viser at stasjon C1 hamna i beste tilstandsklasse (Miljøtilstand 1) på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar.

Som grunnlag for faunagransking fekk ein opp høvesvis nesten fulle grabbar i begge parallellane. Gjennomsnittleg antal artar i dei to grabbane var innafor normalen i høve til vegleiar 02:2013, medan antal individ var høgare enn normalen (**tabell 11**). Normalt gjennomsnittleg artsantal er 25-75 artar per grabb, medan for individ er det 50-300 per grabb. Oftast førekommande art var den forureiningstolerante fleirbørstemakken *Paramphinoe jeffreysii* som utgjorde 49 % av det samla individantalet (**tabell 14**). Nest hyppigaste art var den forureiningstolerante pølseormen *Ochneosoma steentrupii* som utgjorde 8 % av det totale individtalet. Faunastrukturen uttrykt i geometriske klassar syner ei relativt jamn synkende kurve, men med eit par artar med høge individtal og dermed høge geometrisk klassar (**figur 7**).

NQI1-verdien,  $H'$ - verdien,  $ES_{100}$ , NSI - og ISI-indeksen for begge grabbane, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) låg innanfor tilstandsklassen «god». DI-verdien for grabb A låg innanfor tilstandsklassen «god», grabb B innanfor «moderat» og  $\bar{G}$  og  $\bar{S}$  innanfor tilstandsklassen «moderat».

Basert på den samla verdien (gjennomsnittet av nEQR) for stasjon C1 ut i frå *veileder 02:2013 - Klassifisering av miljøtilstand i vann* totalt sett klassifisert i tilstandsklasse «god». Stasjonen står då fram som ikkje påverka av organiske materiale

**Tabell 11.** Artsantal ( $S$ ), individantal ( $N$ ), NQI1-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wieners ( $H'$ ) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ ), jamnsleiksindeks ( $J$ ),  $H'_{max}$ , ISI-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb A og B på stasjon C1 ved Ospeneset i Stolsfjorden 9. og 10. april 2014. Hurlberts indeks er ikkje oppgitt i situasjonar med under 100 individ. Middelerverdi for grabb A og B angitt som  $\bar{G}$ , medan stasjonsverdien er angitt som  $\bar{S}$ . Til høgre for begge sistnemnte kolonner står nEQR-verdiane for desse størrelsane. Nedst i nEQR-kolonnene står middelerverdien for nEQR-verdiane for samtlege indeksar. I ruta nedst i tabellen sitt høgre hjørne står middelerverdien av de to berekningane av indeksane sin middel nEQR som angjev samla basis for stasjonen sin tilstandsklasse. Tilstandsklassar er angitt med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. **tabell 4**). Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**.

St. C1	grabb A	grabb B	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	35	39	37,0	47		
N	271	363	317,0	634		
NQI1	0,703	0,688	0,695	0,697	0,669	0,671
$H'$	3,427	3,085	3,256	3,318	0,628	0,635
J	0,668	0,584	0,626	0,597		
$H'_{max}$	5,129	5,285	5,207	5,555		
$ES_{100}$	22,63	22,09	22,36	22,68	0,663	0,667
ISI <sub>2012</sub>	8,870	8,469	8,670	8,611	0,711	0,706
NSI	21,290	21,381	21,336	21,342	0,653	0,654
DI	0,383	0,510	0,446	0,446	0,592	0,592
Samla					0,653	0,654

## St C2

Vurdering av botnfauna i høve til grenseverdier frå NS 9410:2007 viser at stasjon C2 hamna i beste tilstandsklasse (Miljøtilstand 1) på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar.

Som grunnlag for faunagransking fekk ein opp nesten full grabb i begge parallellar. Gjennomsnittleg tal artar i dei to grabbane var innafor normalen i høve til vegleiar 02:2013, medan tal individ var høgare enn normalen (**tabell 12**). Oftast førekommande art var den forureiningsømfintlege pølseormen *Ochneosoma steentrupii* med 15 % av individalet, etterfølgt av den forureiningstolerante fleirbørstemakken *Pseudopolydora paucibranchiata* som utgjorde 10 % av det samla individantalet. Faunastrukturen uttrykt i geometriske klassar syner ei relativt jamn synkende kurve med mange artar representert med få individ.

NQI1-verdien for grabb A låg innafor tilstandsklassen «svært god» og grabb b innafor tilstandsklassen «god».  $\bar{G}$  og  $\bar{S}$  låg innanfor tilstandsklassen «god».  $H'$ - verdien for begge grabbane og gjennomsnittet  $\bar{G}$  låg innanfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien  $\bar{S}$  låg innafor tilstandsklassen «svært god».  $ES_{100}$ -indeksen for grabbA låg innanfor tilstandsklassen «svært god», grabb B innanfor tilstandsklassen «god». Gjennomsnitt  $\bar{G}$  og stasjonsverdi  $\bar{S}$  låg høvesvis innanfor tilstandsklassen «god» og «svært god».

ISI indeksen for begge grabbane,  $\bar{G}$  og  $\dot{S}$  låg innanfor tilstandsklassen «svært god». NSI-verdien for grabb A låg innafor tilstandsklassen «svært god» grabb B,  $\bar{G}$  og  $\dot{S}$  låg innanfor tilstandsklassen «god». DI-verdien for begge grabbane,  $\bar{G}$  og  $\dot{S}$  låg innanfor tilstandsklassen «god».

Basert på den samla verdien (gjennomsnittet av nEQR) for stasjon C2 ut i frå *veileder 02:2013 - Klassifisering av miljøtilstand i vann* totalt sett klassifisert i tilstandsklasse «god». Stasjonen står då fram som ikkje påverka av organiske materiale

**Tabell 12.** Artsantal (S), individantal (N), NQI1-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wieners ( $H'$ ) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ ), jamnsleiksindeks (J),  $H'_{max}$ , ISI-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb A og B på stasjon C2 ved Ospeneset i Austfjorden 2. juli april 2014. Enkeltresultat er presentert i vedlegg 2.

St. C2	grabb A	grabb B	$\bar{G}$	$\dot{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\dot{S}$
S	53	47	50,0	68		
N	233	261	247,0	494		
NQI1	0,823	0,776	0,799	0,806	0,778	0,785
$H'$	4,797	4,497	4,647	4,917	0,783	0,826
J	0,838	0,810	0,824	0,808		
$H'_{max}$	5,728	5,555	5,641	6,087		
$ES_{100}$	35,64	30,86	30,86	34,96	0,763	0,812
ISI <sub>2012</sub>	10,070	9,625	9,848	10,651	0,815	0,862
NSI	25,536	23,147	24,341	24,280	0,774	0,771
DI	0,317	0,367	0,342	0,342	0,740	0,740
<b>Samla</b>				0,787	0,775	0,799

### St C3

Som grunnlag for faunagransking fekk ein opp full grabb i begge parallellar. Gjennomsnittleg tal artar og individ i dei to grabbane var innafor normalen i høve til vegleiar 02:2013 (**tabell 13**). Oftast førekommande art var den forureiningstolerante muslingen *Abra nitida* som utgjorde 31 % av individtalet, etterfølgd av den forureiningstolerante muslingen *Thyasira equalis* med 11 % av individtalet. Faunastrukturen uttrykt i geometriske klassar syner ei relativt jamn synkende kurve, men med færre artar enn dei to føregåande stasjonane. Dei fleste artane er representert med få individ, men med eit par artar med noko høgare individtal.

NQI1-verdien, ISI-indeksen, NSI-verdien og DI for begge grabbane,  $\bar{G}$  og  $\dot{S}$  låg innanfor tilstandsklassen «god».  $H'$ - verdien for grabb A låg innanfor tilstandsklassen «moderat», grabb B og  $\bar{G}$  og  $\dot{S}$  låg innanfor tilstandsklassen «god».  $ES_{100}$ - verdien for grabb A låg innanfor tilstandsklassen «moderat», grabb B og  $\bar{G}$  og  $\dot{S}$  låg innanfor tilstandsklassen «god».

Basert på den samla verdien (gjennomsnittet av nEQR) for stasjon C3 ut i frå *veileder 02:2013 - Klassifisering av miljøtilstand i vann* totalt sett klassifisert i tilstandsklasse «god». Stasjonen står då fram som ikkje påverka av organiske materiale.

Vurdering av botnfauna i høve til grenseverdier frå NS 9410:2007 viser at stasjon C3 hamna i beste tilstandsklasse (Miljøtilstand 1) på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar.

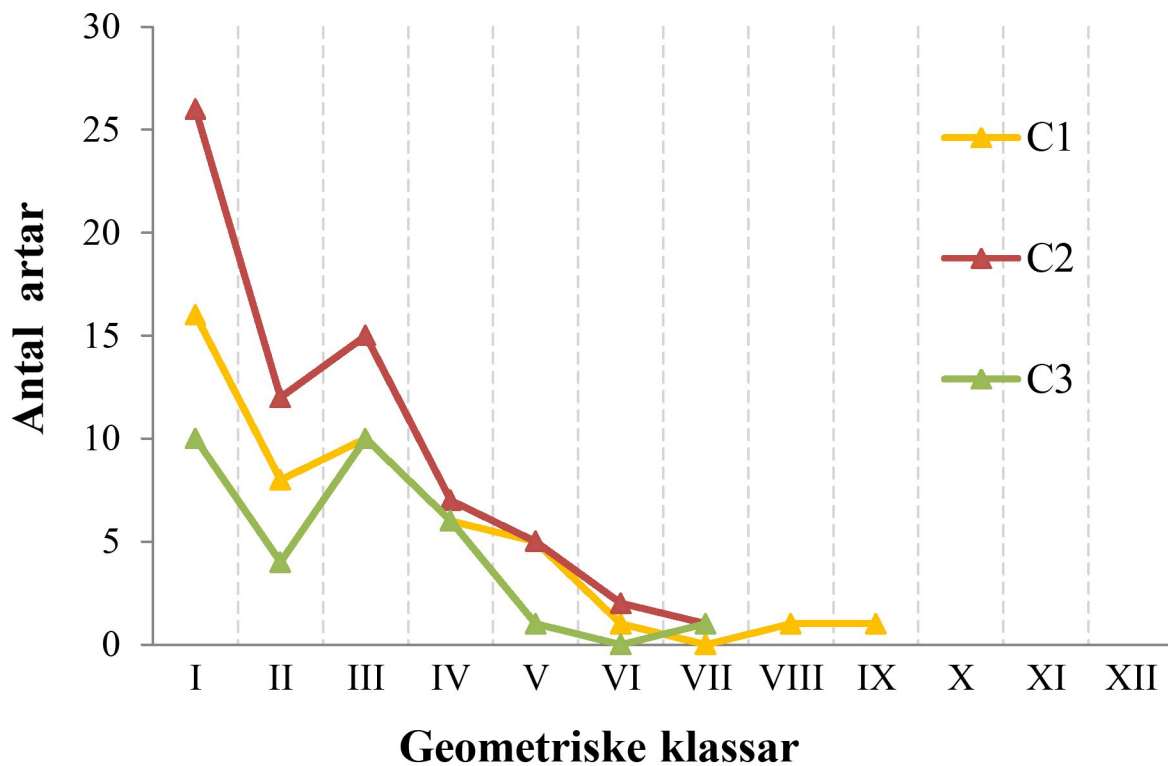
**Tabell 13.** Artsantal (*S*), individantal (*N*), *NQI1*-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wieners (*H'*) og Hurlberts indeks (*ES100*), jamnsleiksindeks (*J*), *H'*<sub>max</sub>, *ISI*-indeks, *NSI*-indeks og *DI*-indeks i grabb A og B på stasjon C ved Ospeneset i Austfjorden 2. juli 2014.

St. C3	grabb A	grabb B	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	13	27	20,0	32		
N	44	204	124,0	248		
<b>NQI1</b>	0,721	0,683	0,702	0,708	0,676	0,682
<b>H'</b>	2,875	3,620	3,247	3,858	0,627	0,695
J	0,777	0,761	0,769	0,772	0,777	0,761
<b>H'</b> <sub>max</sub>	3,700	4,755	4,228	5,000	3,700	4,755
<b>ES<sub>100</sub></b>	13,00	21,98	17,49	23,84	0,606	0,680
<b>ISI<sub>2012</sub></b>	9,422	8,863	9,142	8,981	0,756	0,741
<b>NSI</b>	22,190	22,995	22,593	22,860	0,704	0,714
<b>DI</b>	0,407	0,260	0,333	0,333	0,753	0,753
<b>Samla</b>				0,707	0,703	0,711

Av dei 10 artane med høgast individtal var det sju samanfallande artar på stasjon C1 og C2, med noko ulik fordeling i mengde (**tabell 14**). Fleirbørstemakken *Paramphinome jeffreysii* utgjorde omtrent halvparten av individtalet på stasjon C1. Tilhøvet mellom muslingar og fleirbørstemakk var omtrent jamt fordelt blant dei ti mest førekommande artane på samtlige stasjonar.

**Tabell 14.** Dei ti mest dominerande artane av botndyr tekne på stasjon C1-C3 ved Ospeneset i Austfjorden 2. juli 2014.

St C1				St C2			
Taxa	%	Kum %		Taxa	%	Kum %	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	49,05	82,65		<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	14,57	62,15	
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	7,73	33,60		<i>Paramphinome jeffreysii</i>	10,12	47,57	
<i>Thyasira equalis</i>	4,57	25,87		<i>Kelliella miliaris</i>	6,88	37,45	
<i>Thyasira sarsi</i>	4,42	21,29		<i>Thyasira equalis</i>	6,28	30,57	
<i>Mytilus edulis</i>	4,26	16,88		<i>Notomastus latericeus</i>	5,87	24,29	
<i>Capitella capitata</i>	3,31	12,62		<i>Thyasira sarsi</i>	5,47	18,42	
<i>Notomastus latericeus</i>	2,84	9,31		<i>Aphelochaeta sp.</i>	3,85	12,96	
<i>Abra nitida</i>	2,37	6,47		<i>Irregularia indet.</i>	3,64	9,11	
<i>Pectinaria belgica</i>	2,05	4,10		<i>Abra nitida</i>	2,83	5,47	
<i>Nucula tumidula</i>	2,05	2,05		<i>Nucula tumidula</i>	2,63	2,63	
St C3							
Taxa	%	Kum %		Taxa	%	Kum %	
<i>Abra nitida</i>	31,45	77,42					
<i>Thyasira equalis</i>	10,89	45,97					
<i>Kelliella miliaris</i>	5,65	35,08					
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	5,65	29,44					
<i>Notomastus latericeus</i>	4,84	23,79					
<i>Nucula tumidula</i>	4,84	18,95					
<i>Abra longicallus</i>	4,44	14,11					
<i>Galathowenia oculata</i>	4,03	9,68					
<i>Neoleanira tetragona</i>	2,82	5,65					
<i>Terebellides stroemii</i>	2,82	2,82					



**Figur 7.** Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonane C1-C3 tekne 2. juli 2014 ved oppdrettslokaliteten Ospeneset. Antal artar langs y – aksen og geometriske klassar langs x- aksen.

## TILHØVET TIL NATURMANGFALDLOVA

Denne resipientgranskinga tek utgangspunkt i forvaltningsmålet nedfesta i naturmangfaldlova (§§ 4-5), og kunnskapsgrunnlaget er vurdert som ”godt” (§ 8) slik at føre var prinsippet ikkje er naudsynt i denne samanhengen (§ 9). Resipientgranskinga vurderer verknader av oppdrettsverksemda, samt om resipienten har kapasitet til auka belastningar på økosystemet og det registrerte naturmiljøet i resipienten (§ 10). Oppdrettar legg vinn på å drive anlegget slik at skadar på naturmangfaldet så langt mogleg vert avgrensa, og ein søkjer å oppnå det beste samfunnsmessige resultat ut frå ei samla vurdering av både naturmiljø og økonomiske tilhøve (§ 12).

## VURDERING AV TILSTAND

### HYDROGRAFI

Profilen frå det djupaste i Austfjorden synar god oksygenmetting i heile vassøyla frå overflata og til botn i Austfjorden, noko som heng saman med at fjorden er djup heilt ut mot havet, med grunnaste parti mellom Mongstad og Sandøy på ca 370 meter. Dette sikrar kontinuerleg gode utskiftings- og oksygentilhøve året rundt i Austfjorden.

Tidlegare oksygenmålingar viser omtrent identiske tilhøve i djupvatnet i Fensfjorden. I januar 2010 vart det utanfor Ådnøy om lag 3 km lenger ut i fjordbassenget målt eit oksygeninnhald ved botn på 670 m djup på 6,86 mg O/l (4,83 ml O/l og 72 % metting) (Staveland og Eilertsen 2010). Tilsvarende vart det i august 2010 utanfor Langøy om lag 7 km lenger ut i fjordbassenget målt eit oksygeninnhald ved botn på 574 m djup på 7,2 mg O/l (5,07 ml O/l og 74 % metting) (Staveland og Brekke 2010). Dette stadfestar at anlegget ved Ospeneset ligg i tilknytning til ein resipient som er lite sårbar og påverkbær for organiske tilførselar og som har tilnærma uavgrensa resipientkapasitet.

### SEDIMENTKVALITET

Resultatet frå kornfordelingsanalysen syner at det var noko variable sedimenterande tilhøve på stasjonane i resipienten til anlegget ved Ospeneset der andelen finstoff (leire og silt) var middels høgt på stasjon C1 og høgt på stasjonane C2, og C3 ved det djupaste punktet i resipienten. Dette avspeglar også glødetapsmålingane som viste at innhaldet av organisk stoff i sedimentet var lågast på stasjon C1 og høgast på stasjonane C2 og C3, men nivået var ikkje høgare enn at det på alle tre stasjonane truleg føregår normal nedbryting av organisk materiale. Innhaldet av normalisert TOC var høgt på samtlege stasjonar, men det vil ikkje bli lagt stor vekt på tilstandsklassene til normalisert TOC då det ikkje lenger skal nyttast som eit eige kvalitetselement i stadfesting av den økologiske tilstanden, men hovudsakelig som støtteparameter til blautbotnfauna granskingar (veglear 02:13).

Det er heilt vanleg å finne eit forhøgja glødetapsnivå på djupvasstasjonar i fjordar kor det likevel er gode oksygentilhøve elles føregår normal nedbryting av organisk materiale og er gode tilhøve for blautbotnfauna. Unfob (Sam marin) fant i 2009 eit glødetapsnivå på høvesvis 10 og 12,9 % på stasjonane Mo 53 og 61 utanfor Mongstad på høvesvis 330 og 470 meters djup i Fensfjorden. Det var samstundes god oksygenmetting til botnen, og kvaliteten på blautbotnfaunaen (Shannon Wiener) tilsvarte høvesvis tilstand I= ”meget god” og tilstand II= ”god” på stasjonane Mo 53 og 61 (Johansen og Heggøy 2009). Tilhøva på desse to djupstasjonane var omlag som ved dei førre granskingane utanfor Mongstad sidan 90 talet.

Nivået av kopar var høgast på stasjon C1 nærast anlegget, men allereie høvesvis 170 og 270 meter frå anlegget på stasjonane C2 og C3 var nivået av kopar relativt lågt. Kopar er vanleg brukt til notimpregnering, slik at dette nok kan forklare det noko forhøgja nivået i sedimentet nær anlegget. Nivået av sink var lågt på samtlege stasjonar tilsvarande beste tilstandsklasse. Andre målte parametrar viste òg at i ein avstand på 30 m frå anlegget og til det djupaste i resipienten, er det eit naturleg friskt og lite påverka sediment.

Det er gjort ei MOM B gransking på lokaliteten i 2014 (Tverberg 2014) som viste til beste tilstandsklasse (tilstand 1) på prøvetakingstidspunktet. MOM B granskinga vart utført under utslakting.

## BLAUTBOTNFAUNA

Blautbotnfaunaen framstår som upåverka på samtlege stasjonar. Blautbotnfaunaen viser til svært gode tilhøve på stasjonane i nær- og overgangssona i høve til NS 9410:2007 og gode tilhøve på samtlege stasjonar i høve til vegleiar 02:2013.

## KONKLUSJON

Oppdrettslokaliteten Ospeneset ligg i ytre del av Austfjorden litt nord for Sævråsvåg om lag 80 m frå land i lengderetning nordaust – sørvest. Under anlegget er det om lag 120 – 350 m djupt, og botn skrår bratt nedover i anlegget si lengderetning mot nordaust. MOM C granskinga syner at det er gode tilhøve med omsyn på oksygen i botnvatn, sedimentkvalitet og for blautbotnfauna ved og i området rundt lokaliteten Ospeneset. Oppdresttverksemda har liten negativ påverknad på resipienten og syner at Austfjorden har god kapasitet til omsetting av organiske tilførselar.

**Tabell 15.** Oppsummering av miljøtilstand for ulike målte parametrar på stasjon C1-C3 i resipienten til Ospeneset 2. juli 2014. Gjeldande parametrar for miljøtilstand ved lokaliteten har fargekodar. Vurdering av botnfauna i nær- og overgangssona er i høve til NS 9410:2007, medan rettleiar 02:2013 er gjeldande for fjernstasjonen. Fargekodar tilsvarar tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:2013, tilstand I (blå), II (grøn), III (gul), IV (oransje) til V (raud). Soneinndeling for kvar stasjon er markert som n= nærsone, o = overgangssone, f = fjernstasjon.

Stasjon	NS 9410:2007			Rettleiar 02:2013				
	pH/Eh	Fauna	Miljø-tilstand	TOC	O <sub>2</sub> botn	nEQR grabb	nEQR stasjon	Økologisk tilstand
C1 (n)	I	I	Meget god	V	-	0,653	0,654	God
C2 (o)	I	I	Meget god	V	-	0,775	0,799	God
C3 (f)	I	I	Meget god	V	1	0,703	0,711	God



## REFERANSAR

**BAKKE, T., G. BREEDVELD, T. KÄLLQVIST, A. OEN, E. EEK, A. RUUS, A. KIBSGAARD, A. HELLAND & K. HYLLAND 2007.**

Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter.

*SFT Veileder. TA-2229/2007. 12 sider.*

**BOTNEN, H., E. HEGGØY, P.J. JOHANNESSEN, P-O. JOHANSEN, G. VASSENDEN 2007.**

Miljøovervåking av olje og gassfelt i Region II i 2006.

*UNIFOB- Seksjon for anvendt miljøforskning. Bergen, mars 2007. 72s.*

**DIREKTORATSGRUPPA VANNDIREKTIVET 2013.**

*Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann.*

**GRAY, J.S., F.B MIRZA 1979.**

A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin 10: 142-146.*

**JOHANSEN, P.O & E. HEGGØY 2009.**

Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoils produksjonsanlegg på Mongstad i 2009. SAM e-rapport nr 12 – 2009.

**KUTTI, T., P.K. HANSEN, A. ERVIK, T. HØISÆTER & P. JOHANNESSEN 2007.**

Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporal and spatial patterns in infauna community composition. *Aquaculture 262, 355-366.*

**MOLVÆR, J., J. KNUTZEN, J. MAGNUSSON, B. RYGG, J. SKEI & J. SØRENSEN 1997.**

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

*SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997.*

**MOLVÆR, J., R. VELVIN, I. BERG, T. FINNELAND & J.L. BRATLI 2005.**

Resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann. EUs avløpsdirektiv Versjon 3 - oppdatert i 2005

*SFT rapport TA-1890/2005, ISBN 82-7655-459-8, 54 sider*

**NORSK STANDARD NS 9410:2007**

Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.

*Standard Norge, 23 sider.*

**NORSK STANDARD NS-EN ISO 5667-19:2004**

Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder

*Standard Norge, 14 sider*

**NORSK STANDARD NS-EN ISO 16665:2013**

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna

*Standard Norge, 21 sider*

**PEARSON, T.H., R. ROSENBERG 1978.**

Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment.

*Oceanography and Marine Biology Annual Review 16: 229-311*

**PEARSON, T.H. 1980.**

Macrobenthos of fjords. In: Freeland, H.J., Farmer, D.M., Levings, C.D. (Eds.), NATO Conf. Ser., 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*

**RYGG, B. & I. THÉLIN 1993.**

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer.  
*SFT Veiledning 93:05. TA-925/1993.*

**SHANNON, C.E. & W. WEAVER 1949.**

The mathematical theory of communication.  
*University of Illinois Press, Urbana, 117 s.*

**STAVELAND, A. H. & M. EILERTSEN 2010.**

Straummålingar, botngransking og lokalitetsklassifisering av ny oppdrettslokalitet ved Ådnøy i Lindås kommune.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 1286, 41 sider.*

**STAVELAND A. H. & E. BREKKE 2010.**

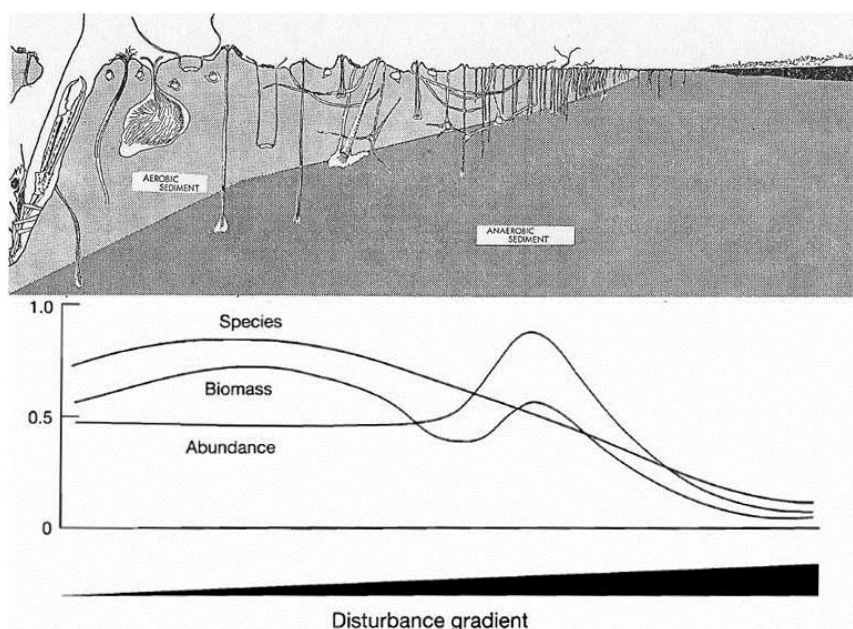
Straummålingar, botngransking og lokalitetsvurdering av oppdrettslokalitet Langøy i Lindås kommune.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 1389, 49 sider.*

**TVERBERG, J. 2014.**

MOM B-gransking av oppdrettslokalitet Ospeneset i Lindås, desember 2014.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 1997, 23 sider.*

## OM MARIN BLAUTBOTNFAUNA

Blautbotnsfauna er dominert av fleirbørstemakkar, krepsdyr, muslingar og pigghudingar, men det er mange ulike organismegrupper som kan vere representert. Det er vanleg å nytte blautbotnsfauna som indikator på miljøtilhøva, og for å karakterisere verknadane av ei eventuell forureining. Mange dyr som har sedimentet som habitat er relativt lite mobile og fleirårige, og ut frå dette kan ein difor registrere unaturleg forstyrring på miljøet. Samfunnet kan beskrivast og talfestast. Ved hjelp av slik informasjon kan ein sjå om negative påverknadar har ført til ein dominans av forureiningstolerante artar, reduksjon i talet på artar og reduksjon i diversitet. Er det gode og upåverka botntilhøve med oksygenrikt sediment blir dette vist av større, djuptgravande individ (**figur 9**). Her vil det vere mange artar som førekjem i få eksemplar kvar, og fordelinga mellom individa vil vera nokolunde jamn. I område med moderate tilførselar vil botnen få ein ”gjødslingseffekt”, som fører til at ein då vil sjå dyr av mindre storleik, samt ein auke av tolerante artar som førekjem i høge individantal (Kutti m.fl. 2007). I svært påverka område eller under tilnærma oksygenfrie tilhøve vil ein berre finne forureiningstolerante artar, som til dømes *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, ofte med svært høge individantal. Ei ”overgjødsling” vil føre til at dyresamfunnet vert kvelt.



**Figur 9.** Biletet (**over**) og modell (**under**) illustrerer endringar i botndyrsamfunnet som ein respons på organiske tilførselar, oksygenmangel og fysiske forstyrningar (frå Pearson & Rosenberg, 1978).

Granskingar av blautbotnsfauna er svært vanleg i miljøgranskingar. Eit døme på overvaking av blautbotnsamfunnet over tid i ein større skala, er frå olje- og gassverksemdene i Nordsjøen. Med utbygging og etablering av oljeverksemd har det vore eit krav om både biologiske, fysiske og kjemiske granskingar. Over tid har det vist seg at oljeindustrien har tilført miljøgifter i sedimenta med merkable påverknadar på dyresamfunnet i blautbotnen. Miljøgranskingar vart starta i 1997 og har sidan vorte utført tre gonger. I løpet av desse granskingane har ein registrert store mengder av blant anna oljehydrokarboner, barium, kopar og bly i sedimenta som skaper store forstyringar i botndyrfaunaen. Ved hjelp av færre og mindre utslepp, og strengare reinse-/utsleppskrav, har ein sett ei merkbar endring i tilstanden hos blautbotnfaunaen (Botnen m.fl. 2007).

## VEDLEGG

**Vedlegg 1.** Detaljar om ulike indeksar for klassifisering av tilstand til blautbotnfauna. Henta frå rettleiar 02:2013, *Klassifisering av miljøtilstand i vann*.

### 1. NQI1 = Norwegian quality index

Den samansatte indeksen NQI1 kombinerer gransking av ømfintligheit (basert på AMBI = Azti Marine Biotic Index, Borja et al., 2000) direkte med artsantal og individantal.

$$NQI1 = 0,5*((1-AMBI)/7) + 0,5*((\ln(S)/(\ln(\ln N)))/2,7)*(N/(N+5))$$

der N er antal individ og S antal artar.

$$AMBI = 0*EGI + 1,5*EGII + 3*EGIII + 4,5*EGIV + 6*EGV$$

kor EGI er andelen av individ som tilhøyrrer toleransegruppe I etc. Tala angir toleranseverdiane. AMBI vert rekna ved bruk av dataprogrammet ambi\_v5 (2012). Det er 6500 marine botndyrartar med toleranseverdi i dette systemet. Høg AMBI-verdi betyr at det er mange artar med høg sensitivitet (lav toleranse mot påvirknad og/eller organisk belastning) i prøva.

### 2. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949)

Komponentane artsrikdom og jamnleik (fordeling av antall individer pr art) er samanfatta i Shannon-Wieners diversitetsindeks:

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

der  $p_i = n_i/N$ , og  $n_i$  = antal individ av arten  $i$ ,  $N$  = totalt antal individ og  $S$  = totalt antal artar.

Dersom artsantalet er høgt, og fordelinga mellom artane er jamn, vert verdien på denne indeksen ( $H'$ ) høg. Dersom ein art dominerer og/eller prøva inneheld få artar vert verdien låg. Prøvar med jamn fordeling av individa blant artane gjer høg diversitet, også ved eit lågt artsantal. Ein slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse sjølv om det er få artar (Molvær m. fl. 1997).

### 3. ES<sub>100</sub> = Hurlberts indeks

Denne indeksen skildrar forventta antal artar blant 100 vilkårlig valde individ i ei prøve.

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

der N er totalt antall individ i prøve, S er antal artar og  $N_i$  er antal individ av arten  $i$ .

### 4. ISI<sub>2012</sub> = Indicator species index (se NIVA-rapport 4548-2002 og oppdatering 2012 med revidert og utvida artsliste).

Indikatorartsindeksar som ISI<sub>2012</sub> (og NSI) kan vurdere økologisk kvalitet på botnfauna på grunnlag av ulike artar sin reaksjon på ugunstige miljøtilhøve. Artar som er sensitive for miljøpåverknad har høge sensitivitetsverdiar, medan artar med høg toleranse har låge verdiar.

$$ISI_{2012} = \sum_i^s (ISI_i/S_{ISI})$$

der  $ISI_i$  er verdi for arten  $i$ , og  $S_{ISI}$  er antal arter tildelt sensitivetsverdiar.

Lista med ISI-verdiar omfattar 591 artar (taksa). Indeksen tek berre omsyn til kva slags artar som er i ei prøve og ikkje kor mange individ av arten der er.

#### 5. NSI = Norsk sensitivetsindeks

NSI liknar på AMBI men er utvikla for norske tilhøve (norske artar) og indeksten tek omsyn til kor mange individ av kvar art som er i ei prøve. Her er det – i samsvar med  $ISI_{2012}$  - 591 artar som har tilordna sensitivetsverdi.

$$NSI = \sum_i^s [(N_i * NSI_i) / N_{NSI}]$$

der  $N_i$  er antal individ og  $NSI_i$  verdi for arten  $i$ , og  $N_{NSI}$  er antal individ med sensitivetsverdi.

#### 6. DI = Density index

DI er ein ny indeks for individtettleik (antal dyr per  $0,1 \text{ m}^2$ ) som tek omsyn til at særst høge og særst låge individtall kan indikere dårlig miljøtilstand.

$$DI = \text{abs} [\log_{10}(N_{0,1\text{m}^2})]$$

DI er spesielt egna for å klassifisere individfattige botndyrsfunn. Lågt individtall kan finnast på botn med stabilt dårlege oksygentilhøve (t.d. oksygenfattige fjordar) medan ekstremt høgt individtall av tolerante artar oftast peikar på organisk belastning.

**Vedlegg 2.** Blautbotnfaunarapport utarbeida av Havbrukstjenesten AS er lagt ved på neste side.

# Bløtbunnsfaunaundersøkelse



NS-EN ISO 16665:2013



Foto: *Phyllodoce groenlandica* (Martin Skarsvåg)

<b>Lokalitet:</b>	Ospeneset
<b>Rapport dato:</b>	18.12.2014
<b>Oppdragsgiver:</b>	Rådgivende Biologer AS Bredsgården, 5003 Bergen



Tittel	Bløtbunnsfaunaundersøkelse for Ospeneset	
Rapportnr.	BBU-M-4814-Ospeneset-1214	
Rapportdato	18.12.2014	
Dato feltarbeid	28.08.2013	
Revisjonsnr.	-	
Revisjonsbeskrivelse:	-	
<b>Lokalitet</b>		
Lokalitet	Ospeneset, Lindås kommune, Hordaland	
Lokalitetsnummer	Ikke oppgitt	
<b>Oppragsgiver</b>		
Selskap	Rådgivende Biologer AS Bredsgården, 5003 Bergen	
Kontakt person	Thomas Tveit Furset thomas.tveit.furset@radgivende-biologer.no Tlf.: 41 16 38 83	
<b>Oppdragsansvarlig</b>		
Selskap	Havbrukstjenesten AS Siholmen, 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052	
Rapportansvarlig	Ingrid Kjerstad <a href="mailto:ingrid@havbrukstjenesten.no">ingrid@havbrukstjenesten.no</a> Telefonnr: 92232863	
Forfatter (e)	Øystein Stokland Therese S. Løkken Ingrid Kjerstad	
Godkjent av	Arild Kjerstad arild@havbrukstjenesten.no 90 94 20 55	



# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	4
<b>Sammendrag</b> .....	5
<b>1. Innledning</b> .....	6
<b>2. Metode og datagrunnlag</b> .....	7
<b>3. Resultater og vurdering</b> .....	9
<b>3.1 Arts- og individfordeling; C1</b> .....	9
<b>3.2 Arts- og individfordeling; C2</b> .....	11
<b>3.3 Arts- og individfordeling; C3</b> .....	12
<b>3.4 NQI1-indeks</b> .....	13
<b>3.6. ES<sub>100</sub>-indeks</b> .....	15
<b>3.7. ISI-indeks</b> .....	16
<b>3.8. NSI-indeks</b> .....	17
<b>3.9. DI-indeks</b> .....	18
<b>3.11 Normaliseringsverdi (nEQR)</b> .....	20
<b>4 Referanser</b> .....	21
<b>V. Vedlegg</b> .....	22
<b>V.1 Beregning av indekser</b> .....	22
V.1.1. Diversitet og jevnhet .....	22
V.1.2. Sensitivitet og tetthet .....	23
V.1.3. Sammensatt indeks (NQI1) .....	24
V.1.4. Normalisering .....	24
<b>V.2 Klassifisering av forurensningsgrad (NSI)</b> .....	25
<b>V.3 Artsliste</b> .....	27
<b>V.4 Referansetilstander og klassegrenser (Klassifisering ut i fra veileder 02:2013)</b> .....	30
<b>V.5 Klassifisering av miljøtilstand ut i fra NS 9410:2007</b> .....	32

## **Førord**

Havbrukstjenesten AS har på oppdrag fra Rådgivende Biologer AS utført artsidentifisering i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 fra prøver tatt ved lokalitet Ospeneset i Lindås kommune. Denne rapporten tar for seg alle funn; artsantall, individantall og kalkulerte indekser for hver prøve, samt gjennomsnitt og stasjonsverdi for hver stasjon.

Havbrukstjenesten AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS 9410, samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (Anon 2013) ved Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet. Havbrukstjenesten AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Trondheim 18.12.2014

## Sammendrag

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene ved Ospeneset, Lindås kommune, Hordaland. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på bunndyrsundersøkelser. Materialet ble grovsortert og artsidentifisert ut i fra NS EN ISO 16665:2013, samt klassifisert ut ifra veileder 02:2013 (Anon 2013) og NS 9410:2007. Ut ifra den normaliserte samlede verdien (gjennomsnittlig nEQR) til indeksene synes alle de tre stasjonene C1-C3 ut i fra Veileder 02:2013 best karakterisert ved tilstandsklassen god og fremstår dermed som upåvirket av organisk materiale.

På grunn av stor lokal påvirkning nært til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser til å angi miljøtilstand. I denne rapporten fra Ospeneset er vurdering av C1 og C2 også gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning ut fra beskrivelse i *NS 9410:2007 – Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg*. Både Stasjon C1 og Stasjon C2 falt da under miljøtilstand 1; «meget god».

## 1. Innledning

Bløtbunnsfauna domineres av flerbørstemark, krepsdyr, muslinger og pigghuder, men også flere andre dyregrupper forekommer. Sammensetningen av dyrearter i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet. De fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og vil dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning.

Miljøforholdene er avgjørende for antall arter og antall individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av individer blant disse artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningstolerante flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder (Veileder 02:2013) Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) og den sammensatte indeksen NQI1 (beskrevet i vedlegg V.1). Tilstandsklassene (vedlegg V.1.4) kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wieners diversitet er beregnet ut fra individfordelingen mellom artene. NQI1 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensningstolerante arter som er tilstede i prøvene (sensitivitet).

De univariate metodene (Shannon-Wieners indeks ( $H'$ ), Jevnhetsindeksen (J), ISI, NSI, AMBI og NQI1, forklart i vedlegg V.1) reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom og påvirkningsgrad i bløtbunnsfaunasamfunnet. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli korrekt. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna (Molvær et al. 1997 og Veileder 02:2013).

Ved å normalisere alle indekser gjennom indeksen normalised Ecological Quality Ratio (nEQR) (se vedlegg V.1.4) får man verdier som gjør det mulig å sammenligne de ulike indeksene på bakgrunn av tallverdi. Tilstandsklassene nEQR er delt opp i spanner over en skala fra 0-1, og hver tilstandsklasse spanner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). En samlet verdi av nEQR for alle indeksene vil da også indikere hvilken tilstandsklasse som synes best å karakterisere stasjonen.

Metode, resultat og konklusjon for prøvene tatt ved Ospeneset er presentert i avsnitt 2.- 3.

## 2. Metode og datagrunnlag

Havbrukstjenesten AS mottok sediment fra tre stasjoner (2 prøver per stasjon); C1, C2 og C3 fra Rådgivende Biologer AS. Alle prøver ble grovsortert, identifisert og kvantifisert i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS 9410:2007 (Tabell 2.1).

**Tabell 2.1:** Oversikt over utført arbeid.

Leverandør	Arbeid	Personell	Akkreditert arbeid
Rådgivende Biologer AS	Feltarbeid	Rådgivende Biologer AS	-
Havbrukstjenesten AS	Grovsortering		Ja, (Test 252: P21)
Havbrukstjenesten AS	Artsidentifisering	Therese S. Løkken Øystein Stokland	Ja, (Test 252: P21)
Havbrukstjenesten AS	Vurdering og tolkning	Øystein Stokland	Ja, (Test 252: P32)

Artsmangfold ( $ES_{100}$ ) og jevnhet (J) og ble utført med programpakken PRIMER, versjon 6.1.6 fra Plymouth Laboratories, England. Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI, versjon 5.0 fra AZTI-Tecnalia. Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel 2013.

Shannon-Wieners indeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver, 1949 og Veileder 02:2013 (Anon 2013). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling, 2013. AMBI-indeks, NQI1-indeks, DI-indeks samt vurdering og fortolkning ble beregnet og foretatt etter Veileder 02:2013. Alle utregninger er beskrevet med formler i vedlegg V.1. Forklaringer til ulike forkortelser og indekser som er benyttet i denne rapporten er beskrevet i Tabell 2.2.

**Tabell 2.2:** Forklaringer på forkortelser og indekser benyttet i rapporten.

<b>Forkortning/Indeks</b>	<b>Beskrivelse</b>
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQII	Artsmangfold og ømfintlighet (sammensatt indeks)
H'	Artsmangfold (Shannon-Wiener diversitets indeks)
ES <sub>100</sub>	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$ )
J	Jevnhetsindeks
H' <sub>max</sub>	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ( $= \log_2 S$ )
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index), tar ikke hensyn til individtall
NSI	Sensitivitetsindeks (Norwegian Sensitivity Index) basert på norske forhold, hvor individantall også inngår
DI	Indeks for individtetthet (Density Index)
$\bar{G}$	Gjennomsnittlig verdi for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi (kombinert verdi for grabb 1 og 2)
nEQR	Normaliserte verdier (Normalised Ecological Quality Ratio)
Samlet verdi	Gjennomsnittet av alle indeksenes nEQR-verdi

### 3. Resultater og vurdering

Arts- og individtall (statistisk relevante) registrert ved stasjonene C1-C3 samt en vurdering av disse er presentert i Tabell 3.1 – 3.3. Figurene 3.1 - 3.3 viser fordeling av de hyppigste forekommende artene funnet ved de tre stasjonene. De hyppigste artene er også beskrevet med grad av forurensingstoleranse/sensitivitet angitt av AMBI-indeksen (se vedlegg V.2). Komplette artsliste for alle prøver er oppgitt i vedlegg V.3. Miljøkvaliteten for de tre stasjonene er beskrevet av indeksene; NQI1, H', ES<sub>100</sub>, ISI, NSI, DI, AMBI og nEQR som er regnet ut på bakgrunn av arts og individtall fra resultatene. Indeksene er presentert og vurdert i avsnitt 3.4-3.11 og gjengitt i tabellform i vedlegg V.4 (beskrivelse av utregning av indekser finnes i vedlegg V.1). I denne rapporten er grad av forurensingssensitivitet/toleranse angitt av de økologiske gruppene som NSI-indeksen for de ulike artene faller under. NSI-indeksen blir brukt fremfor AMBI i denne klassifiseringen da det har vist seg at NSI passer noe bedre i norske resipienter enn det AMBI gjør (Rygg & Norling 2013) (se vedlegg V.2).

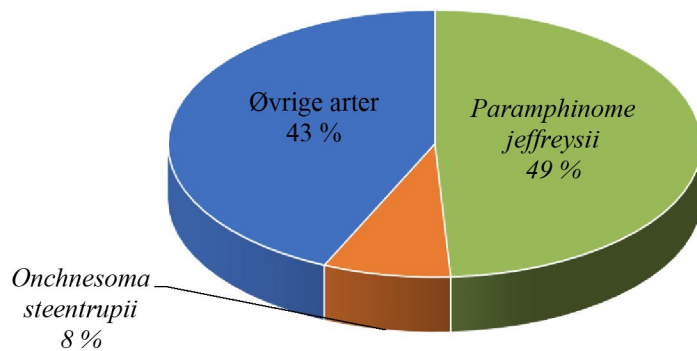
#### 3.1 Arts- og individfordeling; C1

Hyppigst forekommende art var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe III) som utgjorde 49 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art var den forurensingssensitive pølseormen *Onchnesoma steentrsupii* (NSI-gruppe I) som utgjorde 8 % av det totale individtallet. De resterende 45 artene (øvrige arter) utgjorde 43 % av prøvene; der ingen enkeltarter forekom med over 5 % av det totale individtallet

**Tabell 3.1:** Antall arter (s), antall individer (N), gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ), stasjonsverdi ( $\hat{S}$ ) samt vurdering og tolkning for C1.

C1	Gr. a	Gr. b	$\bar{G}$	$\hat{S}$	Vurdering og tolkning
S	35	39	37	47	Gjennomsnittlig artsantall ( $\bar{G}$ ) i de to grabbene var innenfor normalen (norm. 25-75 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).
N	271	363	317	634	Gjennomsnittlig individantall ( $\bar{G}$ ) i de to grabbene var høyere enn normalen (norm. 50 – 300 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).

## C1



**Figur 3.1:** Prosentvis fordeling av de tre hyppigste artene ved C1. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer funnet ved stasjonen.

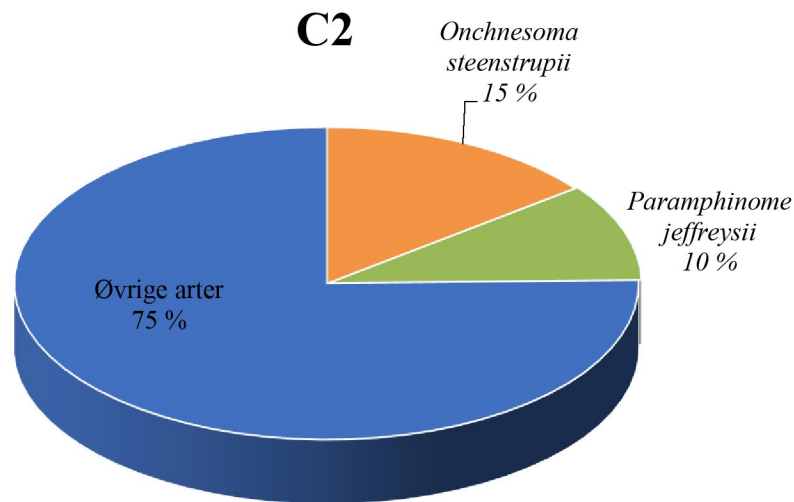


### 3.2 Arts- og individfordeling; C2

Hyppigst forekommende art ved C2 (Figur 3.2) var den forurensingssensitive pølseormen *Onchnesoma steentrupii* (NSI-gruppe I) som utgjorde 15 % av det totale individantallet. Den nest hyppigst forekommende arten var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe III) som utgjorde 10 % av det totale individantallet. De resterende 66 artene (øvrige arter) utgjorde 75 % av prøvene; der ingen enkeltarter forekom med over 10 % av det totale individtallet.

**Tabell 3.2:** Antall arter (s), antall individer (N), gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ), stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ) samt vurdering og tolkning for C2.

C2	Gr. a	Gr.b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	Vurdering og tolkning
S	53	47	50,0	68	Gjennomsnittlig artsantall ( $\bar{G}$ ) i de to grabbene var innenfor normalen (norm. 25-75 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).
N	233	261	247,0	494	Gjennomsnittlig individantall ( $\bar{G}$ ) i de to grabbene var høyere enn normalen (norm. 50 – 300 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).



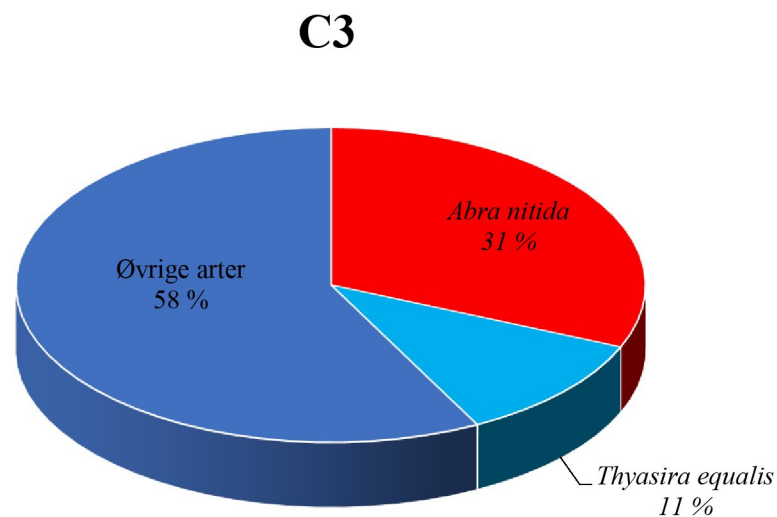
**Figur 3.2:** Prosentvis fordeling av de hyppigste artene ved C2. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) for antall individer funnet ved stasjonen.

### 3.3 Arts- og individfordeling; C3

Hyppigst forekommende art ved C3 (Figur 3.3) var den forurensingstolerante muslingen *Abra nitida* (NSI-gruppe III) som utgjorde 31 % av det totale individantallet. Den nest hyppigst forekommende arten var den forurensingstolerante muslingen *Thyasira equalis* (NSI-gruppe III) som utgjorde 11 % av det totale individantallet. De resterende 30 artene (øvrige arter) utgjorde 58 % av prøvene; der ingen enkeltarter forekom med over 10 % av det totale individtallet.

**Tabell 3.3:** Antall arter (s), antall individer (N), gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ), stasjonsverdi ( $\dot{S}$ ) samt vurdering og tolkning for C3.

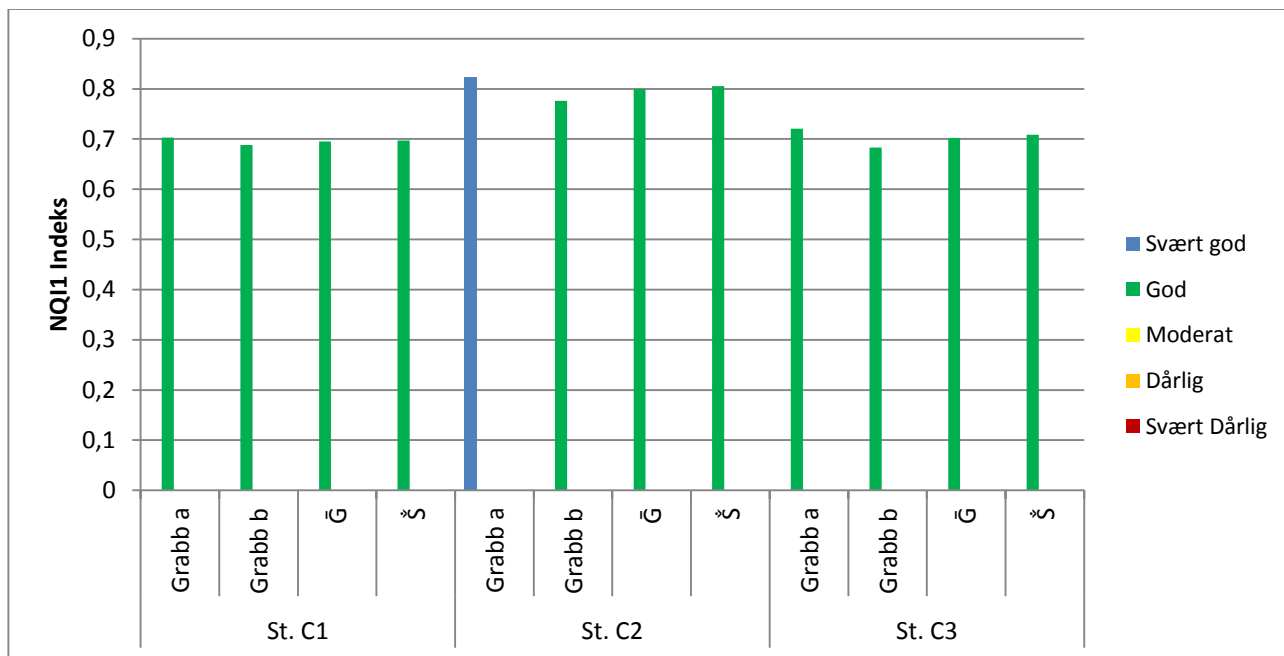
C3	Gr. a	Gr. b	$\bar{G}$	$\dot{S}$	Vurdering og tolkning
S	13	27	20,0	32	Gjennomsnittlig artsantall ( $\bar{G}$ ) i de to grabbene var innenfor normalen (norm. 25-75 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).
N	44	204	124,0	248	Gjennomsnittlig individantall ( $\bar{G}$ ) i de to grabbene var innenfor normalen (norm. 50 – 300 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).



**Figur 3.3:** Prosentvis fordeling av de hyppigste artene ved C3. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) for antall individer funnet ved stasjonen.

### 3.4 NQI1-indeks

NQI1-indeksen for stasjonene C1-C3 er presentert i Figur 3.4 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



**Figur 3.4:** NQI1-indeksen for alle stasjoner, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\hat{S}$ ), beregnet på grunnlag av gjennomsnittlig AMBI-verdi for de ulike stasjonene.

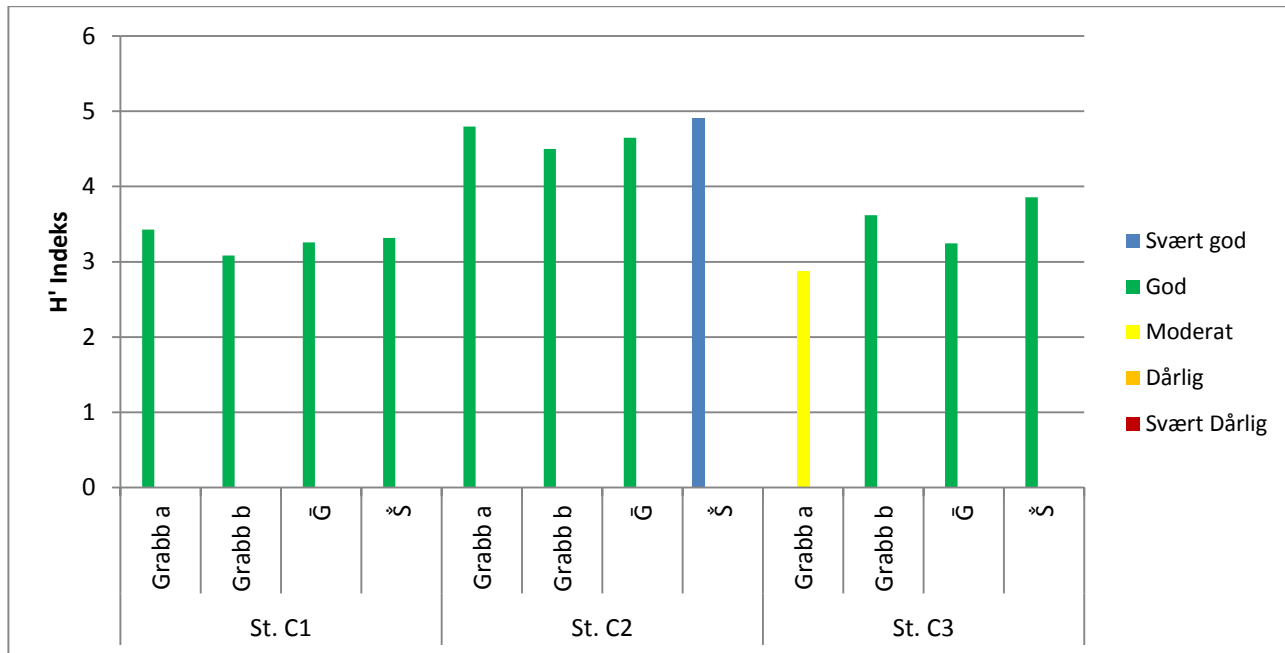
For C1 lå NQI1-verdien for både grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\hat{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) for indeksen lå innenfor samme tilstandsklassen.

For C2 lå NQI1-verdien for grabb a innenfor tilstandsklassen «svært god» og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\hat{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå begge innenfor tilstandsklassen «god».

For C3 lå NQI1-verdien for både grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\hat{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor samme tilstandsklasse.

### 3.5 Shannon-Wieners indeks ( $H'$ )

Shannon-Wieners indeksen for stasjonene C1-C3 er presentert i Figur 3.5 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



Figur 3.5: Shannon-Wieners indeks ( $H'$ ) for alle stasjoner, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), beregnet på grunnlag av gjennomsnittlig arts- og individantall for de ulike stasjonene.

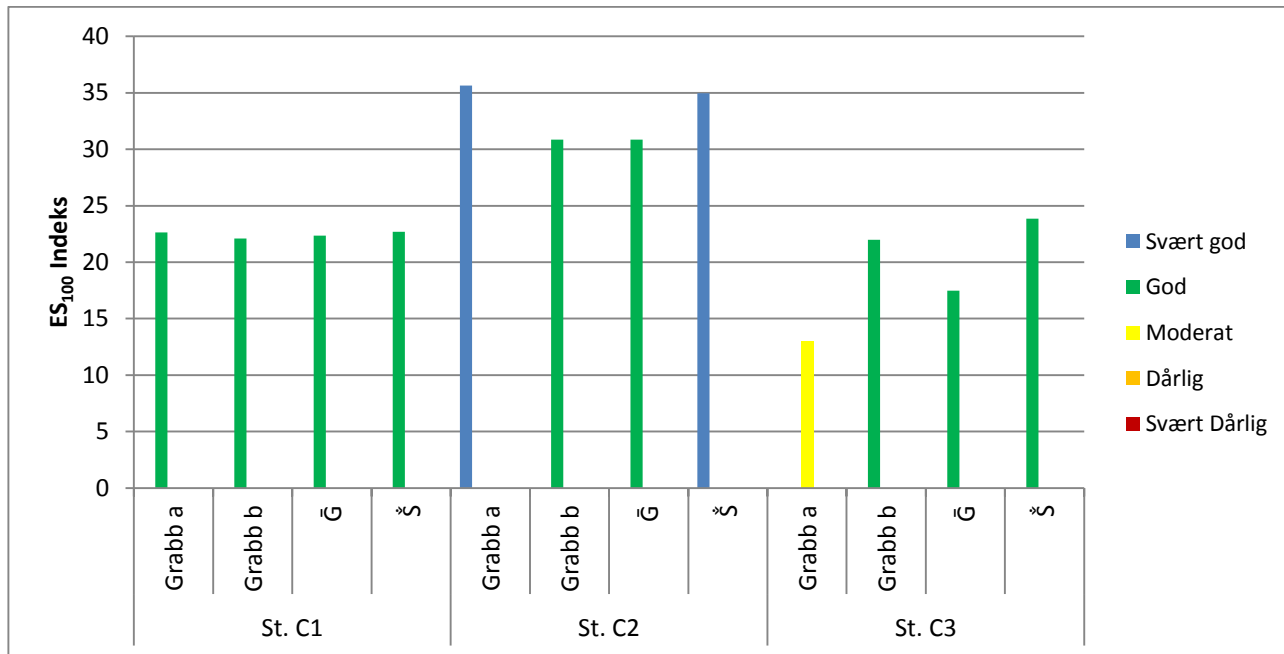
For C1 lå  $H'$ - verdien for både grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor samme tilstandsklasse (Fig. 3.5).

For C2 lå  $H'$ -verdien for grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) lå innenfor tilstandsklassen «svært god» og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor tilstandsklassen «god».

For C3 lå  $H'$ -verdien for grabb a innenfor tilstandsklassen «moderat» og verdien for grabb b lå innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå begge innenfor tilstandsklassen «god».

### 3.6. ES<sub>100</sub>-indeks

Artsmangfoldet som er representert ved ES<sub>100</sub> - indeksen stasjonene C1-C3 er presentert i Figur 3.6 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



**Figur 3.6:** ES<sub>100</sub>-indeksen for alle stasjoner, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ), beregnet på grunnlag av gjennomsnittlig arts- og individantall for de ulike stasjonene.

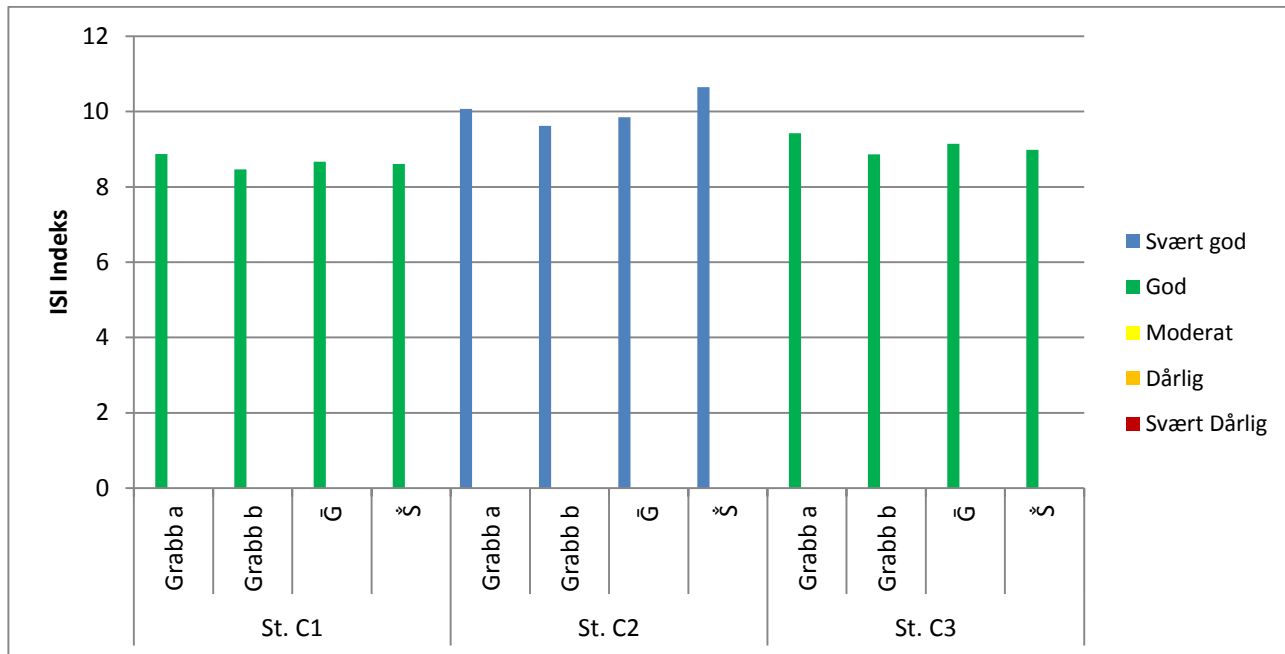
For C1 lå ES<sub>100</sub>-verdien for både grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\check{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor samme tilstandsklasse (Fig. 3.6).

For C2 lå ES<sub>100</sub>-verdien for grabb a lå innenfor tilstandsklassen «svært god» og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\check{S}$ ) lå innenfor tilstandsklassen «svært god» mens gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor tilstandsklassen «god».

For C3 lå ES<sub>100</sub>-verdien for grabb a innenfor tilstandsklassen «moderat» og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\check{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor tilstandsklassen «god».

### 3.7. ISI-indeks

ISI – indeksen for stasjonene C1-C3 er presentert i Figur 3.7 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



**Figur 3.7:** ISI-indeks for alle stasjoner, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\$$ ), beregnet på grunnlag av gjennomsnittlig arts- og individantall for de ulike stasjonene.

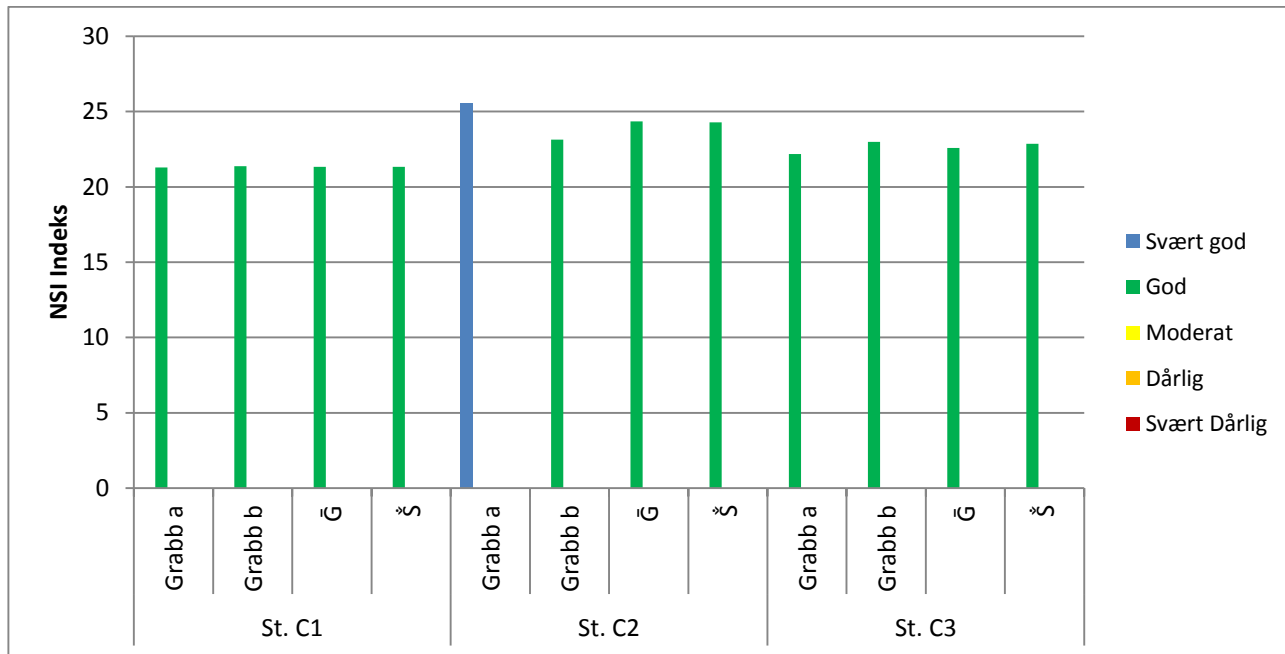
For C1 lå ISI-verdien for både grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\$$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor samme tilstandsklasse.

For C2 lå ISI-verdien for både grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «svært god». Stasjonsverdien ( $\$$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor samme tilstandsklasse.

For C3 lå ISI-verdien for både grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\$$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor samme tilstandsklasse.

### 3.8. NSI-indeks

NSI - indeksen for stasjonene C1-C3 er presentert i Figur 3.8 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



**Figur 3.8:** NSI-indeks for alle stasjoner, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\ddagger$ ), beregnet på grunnlag av gjennomsnittlig arts- og individantall for de ulike stasjonene.

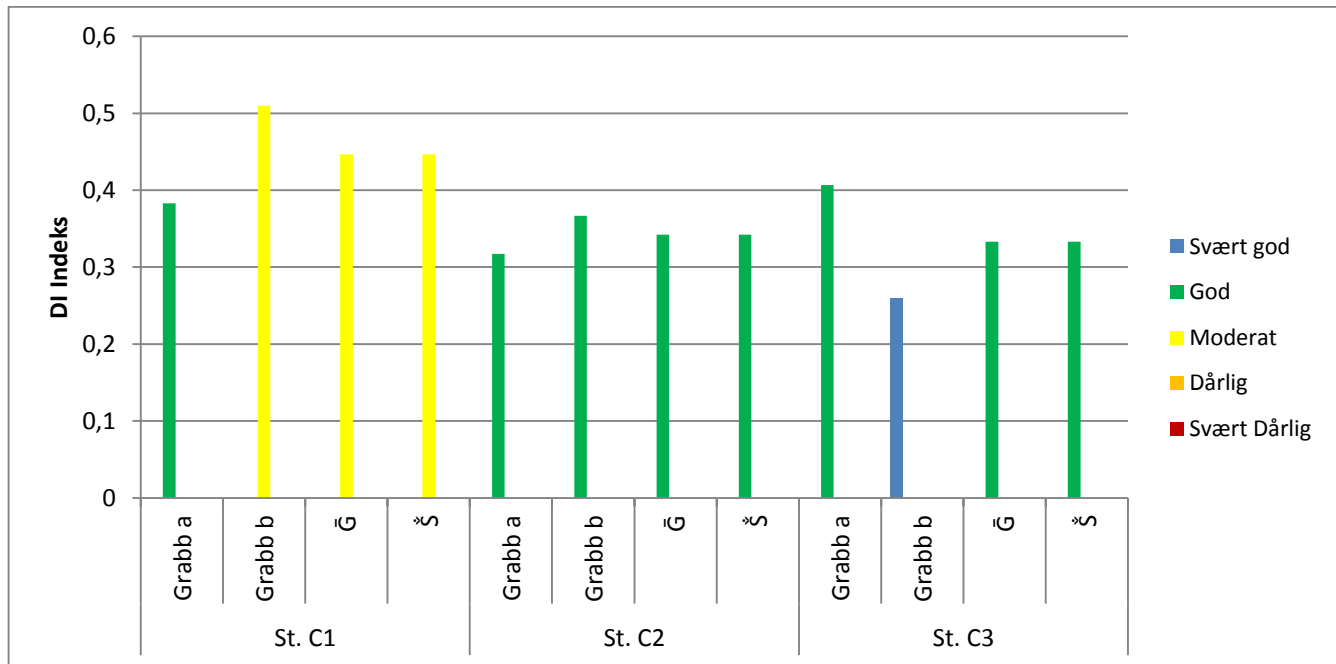
For C1 lå NSI-verdien for både grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\ddagger$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor samme tilstandsklasse.

For C2 lå NSI-verdien for grabb a innenfor tilstandsklassen «svært god» og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\ddagger$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå begge innenfor tilstandsklassen «god».

For C3 lå NSI-verdien for grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\ddagger$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå innenfor samme tilstandsklasse.

### 3.9. DI-indeks

DI - indeksen for stasjonene C1-C3 er presentert i Figur 3.9 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



**Figur 3.9:** DI-indeks for alle stasjoner, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\hat{S}$ ), beregnet på grunnlag av gjennomsnittlig individantall for de ulike stasjonene.

For C1 lå DI-verdien for grabb a innenfor tilstandsklassen «god» og grabb b innenfor tilstandsklassen «moderat». Stasjonsverdien ( $\hat{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå begge innenfor tilstandsklassen «moderat».

For C2 lå DI-verdien for både grabb a og grabb b innenfor tilstandsklassen «god». Stasjonsverdien ( $\hat{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå begge innenfor samme tilstandsklasse.

For C3 lå DI-verdien for grabb a innenfor tilstandsklassen «god» og grabb b innenfor tilstandsklassen «svært god». Stasjonsverdien ( $\hat{S}$ ) og gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) lå begge innenfor tilstandsklassen «god».



### 3.10 AMBI

AMBI – indeksen for stasjonene C1-C3 er presentert i Tabell 3.4.

Tabell 3.4: Oversikt over de beregnede AMBI-verdiene for grabb a og grabb b tatt ved stasjonene C1-C3 samt stasjonsverdien (Š) for hver stasjon

<b>Stasjon</b>	<b>St. C1 Grabb a</b>	<b>St. C1 Grabb b</b>	<b>St.C1 Š</b>	<b>St. C2 Grabb a</b>	<b>St. C2 Grabb b</b>	<b>St.C2 Š</b>	<b>St. C3 Grabb a</b>	<b>St. C3 Grabb b</b>	<b>St. C3 Š</b>
<b>AMBI- Verdi</b>	2,417	2,651	2,551	1,422	1,844	1,654	1,398	2,426	2,244

### 3.11 Normaliseringsverdi (nEQR)

Basert på den samlede verdien (gjennomsnittet av nEQR, se Tabell V.4.2-V.4.4 i vedlegg V.4) ble de tre stasjonene C1, C2 og C3 ut i fra *veileder 02:2013 - Klassifisering av miljøtilstand i vann* totalt sett klassifisert i tilstandsklassen «god». De tre stasjonen synes derfor best representert ved denne tilstandsklassen og fremstår da som ikke påvirket av organisk materiale.

På grunn av stor lokal påvirkning helt opp til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser til å angi miljøtilstand. I denne rapporten fra Ospeneset er vurdering av Stasjon C1 og C2 også gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning ut ifra beskrivelse fra *NS 9410:2007 – Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg*. Både Stasjon C1 og Stasjon C2 falt da under miljøtilstand 1; «meget god», da artsantallet var over 20 arter fra et grabb areal på 0,2 m<sup>2</sup> der ingen enkeltarter utgjorde over 65% av individantallet.

Oversikt over klassifiseringssystemet til NS 9410:2007 se tabell V.5.1 i Vedlegg V.5.

## 4 Referanser

1. Anon, 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet/Miljøtilstandsprosjektet. 263s.
2. Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA-rapport 4548-2002.
3. 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.
4. Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
5. Norsk Standard NS 9410:2007. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund.
6. Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
7. Rygg, B., & K. Norling, 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVAS-rapport 6475-2013. 46 pp.
8. Shannon CE, Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

## V. Vedlegg

### V.1 Beregning av indekser

#### V.1.1. Diversitet og jevnhet

Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) beskrives ved artsmangfoldet ( $S$ , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet ( $J$ , fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene) (Shannon og Wiever 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

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

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

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max}$  ( $= \log_2 S$ ), er det mulig å uttrykke jevnheten ( $J$ ) i prøven på følgende måte (Pielou 1966):

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

hvor  $H'$  = Shannon Wiener indeks og  $H'_{\max}$  = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom  $H' = H'_{\max}$  er  $J$  maksimal og får verdien 1.  $J$  har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$  er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[ 1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

hvor  $ES_{100}$  = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med  $N$  individer,  $S$  arter, og  $N_i$  individer av  $i$ -ende art.

### V.1.2. Sensitivitet og tetthet

Sesitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg, 2002 og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved:

$$ISI = \sum_i^S \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor  $ISI_i$  er verdien for arten  $i$  og  $S_{ISI}$  er antall arter tilordnet sensitivitetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivitetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivitetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved:

$$NSI = \sum_i^S \left[ \frac{N_i \cdot NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

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

Sensitivitetsindeksen AMBI 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, og hver økologisk gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi) (Borja et al., 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved:

$$AMBI = \sum_i^S \left[ \frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor  $N_i$  er antall individer med innenfor økologisk gruppe  $i$ ,  $AMBI_i$  er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe I- V, respektivt) og  $N_{AMBI}$  er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

DI (diversity index) er en indeks for individtetthet og er gitt ved (Veileder 02:2013):

$$DI = abs[\log_{10}(N_{0,1 m^2}) - 2,05]$$

hvor *abs* står for absoluttverdi,  $N_{0,1 m^2}$  står for antall individer pr.  $0,1 m^2$ .

AMBI og DI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

### V.1.3. S sammensatt indeks (NQI1)

Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksen er gitt ved formelen:

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

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks,  $S$  er antall arter og  $N$  er antall individer i prøven.

### V.1.4. Normalisering

Ved å regne om alle indekstert til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «god» (Tabell V.3.1). Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre verdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre grenseverdi} \cdot 0,2 + \text{Klassens nEQR Basisverdi}$$

**Tabell V.3.1:** Hver tilstandsklasse nEQR-basisverdi.

	nEQR basisverdi	Tilstandsklasse
<b>Klasse I</b>	0,8	Svært god
<b>Klasse II</b>	0,6	God
<b>Klasse II</b>	0,4	Moderat
<b>Klasse IV</b>	0,2	Dårlig
<b>Klasse V</b>	0	Svært dårlig

## V.2 Klassifisering av forurensningsgrad (NSI)

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V.2.1) og språkbruk (V.2.2).

### V.2.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling, 2013) har Havbrukstjenesten AS avd.

Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi stedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi nå å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al., 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

**Gruppe I** – Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og er tilstede ved ikke forurensede forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingssensitive).

**Gruppe II** – Arter som er helt eller til en viss grad likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tettheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive karnivorer og åtseletere (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

**Gruppe III** – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingstolerante).

**Gruppe IV** – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «subsurface deposit-feeders» som f.eks cirratulider (Benevnelse - Opportunistisk, forurensingstolerant)

**Gruppe V** – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).

## V.2.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. 2000 velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:

Tabell V.5.1 – Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
I	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
II	Forurensingssensitiv	Forureningsnøytral
III	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
IV	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
V	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forureningsindikerende art



### V.3 Artsliste

Tabell V.3. viser komplett artsliste for alle grabber ved alle stasjoner. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013).

**Tabell V.3:** Kompletts artsliste for alle grabber ved alle stasjoner ved Ospeneset der arter merket med rødt er ikke statistisk gjeldene. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

	Art/taxa	C1a	C1b	C2a	C2b	C3a	C3b
<b>FORAMINIFERA</b>	Foraminifera indet.	X	X	X	X	X	X
<b>PORIFERA</b>	Porifera indet.			1			
<b>HEXACORALLIA</b>	<i>Cerianthus lloydii</i>		1				
	<i>Paraedwardsia arenaria</i>	1					
<b>NEMATODA</b>	Nematoda indet.		7	3	3		
<b>NEMERTEA</b>	Nemertea indet		2	2	1		2
<b>POLYCHAETA</b>	<i>Amphictene auricoma</i>	1	3		2		
	<i>Aphelochaeta sp.</i>	1	12	6	13		4
	<i>Aphrodita aculeata</i>			1			
	<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	1	1		2		
	<i>Augeneria tentaculata</i>			1			
	<i>Brada villosa</i>						1
	<i>Capitella capitata</i>	8	13				
	<i>Ceratocephale loveni</i>		1	1			
	<i>Chaetozone setosa</i>	1	3	1	3		
	<i>Cirratulus caudatus</i>					1	
	<i>Diplocirrus glaucus</i>	3	2	1	5		
	<i>Exogone (Parexogone) hebes</i>				1		1
	<i>Galathowenia oculata</i>	3	3	3	1		10
	<i>Heteromastus filiformis</i>						1
	<i>Laonice sp.</i>			1			
	<i>Levinsenia gracilis</i>	1	1	4			2
	<i>Lumbrineris sp.</i>			4	2		5
	<i>Neoleanira tetragona</i>	6	2	2	4	1	6
	<i>Notomastus latericeus</i>	7	11	16	13		12
	<i>Owenia fusiformis</i>		4	2	1		
	<i>Oxydromus flexuosus</i>	2		1	1		
	<i>Paradiopatra fiordica</i>	1		1	1		
	<i>Paradiopatra quadricuspis</i>	3	1	4			
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	117	194	10	40		

	Art/taxa	C1a	C1b	C2a	C2b	C3a	C3b
<b>POLYCHAETA</b>	<i>Pectinaria (Pectinaria) belgica</i>	6	7	2	4		
	<i>Pholoe baltica</i>		3	4	2		
	<i>Pholoe pallida</i>						1
	<i>Phylo norvegicus</i>			1		1	
	<i>Pista cristata</i>	1					
	<i>Polycirrus norvegicus</i>	1		1			
	<i>Praxillella praetermissa</i>	2	1		1		
	<i>Prionospio dubia</i>			1			
	<i>Prionospio streenstrupi</i>		1				
	<i>Pterolysippe vanelli</i>			1			
	<i>Rhodine loveni</i>	1		1			
	<i>Scolelepis</i> sp.			1			
	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	2	1	7	3		14
	<i>Spiophanes kroyeri</i>		1	2	1		6
	<i>Spiophanes wigleyi</i>			1			
	<i>Terebellides stroemii</i>		1	4	6	1	6
	<i>Timarete tentaculata</i>				1		
	<i>Trichobranchus roseus</i>			1			
<b>SIPUNCULA</b>	<i>Golfingia</i> sp.						1
	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	25	24	39	33	1	3
<b>COPEPODA</b>	<b>Calanoida indet</b>	<b>4</b>	<b>7</b>		<b>1</b>		<b>6</b>
<b>LEPTOSTRACA</b>	<i>Nebalia bipes</i>	1	2				
<b>CUMACEA</b>	<i>Diastylis cornuta</i>				1		
	<i>Diastylis lucifera</i>				1		
<b>AMPHIPODA</b>	<i>Eriopisa elongata</i>				4		
	<i>Synchelidium intermedium</i>				1		
<b>CAPRELLIDEA</b>	<i>Caprellidae</i> indet.	3	2				
<b>DECAPODA</b>	<i>Crangon allmanni</i>				1		
	<b>Zoelarvae</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>4</b>
<b>CAUDOFOVEATA</b>	Caudofoveata indet	1					
	<i>Chaetoderma nitidulum</i>	1		2	5		1
	<i>Scutopus ventrolineatus</i>	1	3				
<b>PROSOBRANCIA</b>	<i>Eulimidae</i> indet.		1				
	Prosobranchia indet.			1			
<b>HETEROBRANCHIA</b>	<i>Philine scabra</i>		1				
	<i>Philine</i> sp.			1			
<b>SCAPHOPODA</b>	<i>Antalis agilis</i>					1	
	<i>Entalina tetragona</i>				3		
	Scaphopoda indet		1				

	<b>Art/taxa</b>	<b>C1a</b>	<b>C1b</b>	<b>C2a</b>	<b>C2b</b>	<b>C3a</b>	<b>C3b</b>
<b>BIVALVIA</b>	<i>Abra longicallus</i>				7		11
	<i>Abra nitida</i>	12	3	13	1	3	75
	<i>Acesta excavata</i>		1				
	<i>Axinulus croulinensis</i>			1			2
	<i>Cuspidaria obesa</i>			1			
	<i>Kelliella miliaris</i>	6	2	18	16	13	1
	<i>Malletia obtusa</i>					1	
	<i>Mendicula ferruginosa</i>	2	3	11	1	4	
	<i>Mendicula pygmaea</i>			3	7	1	4
	<i>Mytilus edulis</i>	17	10	2	4		
	<i>Nucula tumidula</i>	6	7	9	4	3	9
	<i>Thyasira equalis</i>	12	17	6	25	13	14
	<i>Thyasira obsoleta</i>	1	3	3	1		5
	<i>Thyasira sarsi</i>	14	14	4	23		2
	<i>Yoldiella lucida</i>			6	6		
	<i>Yoldiella nana</i>			1	1		
<b>OPHIUROIDEA</b>	<i>Amphilepis norvegica</i>			2	2		5
	<i>Amphiura chiajei</i>			2			
	Ophiuroidea indet.				1		
<b>ECHINOIDEA</b>	<i>Echinocardium</i> sp.			1	2		
	Irregularia indet.			18			
	Regularia indet.				2		
<b>HOLOTHUROIDEA</b>	<i>Echinocucumis hispida</i>				1		
<b>Varia</b>	Fiskeegg	2	1	2			
	Egg fra evertebrat						1

#### V.4 Referansetilstander og klassegrenser (Klassifisering ut i fra veileder 02:2013)

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V.2.1-V.2.4) angir hvilke tilstandsklasse de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svær dårlig».

**Tabell V.4.1:** Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 02:2013.

Indeks	Økologisk tilstandsklasse				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.82- 0.90	0.63 - 0.82	0.49 - 0.63	0.31 - 0.49	0 - 0.31
H'	4.8 - 5.7	3.0 - 4.8	1.9 - 3.0	0.9 - 1.9	0 - 0.9
ES <sub>100</sub>	34 - 50	17 - 34	10 - 17	5 - 10	0 - 5
ISI	9.6 - 13	7.5 - 9.6	6.2 - 7.5	4.5- 6.1	0 - 4.5
NSI	25 - 31	20 - 25	15 - 20	10 - 15	0 - 10
DI	0-0,30	0,30 – 0,44	0,44 – 0,60	0,60 - 0,85	0,85 – 2,05

Indeksverdiene fra Byttingsneset er presentert (Tabell V.2.2-V2.4) nedenfor.

**Tabell V.4.2:** Oversikt over alle indeksverdiene beregnet ut ifra resultatene fra C1 fra grabb a og grabb b, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) for grabbene og stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ). Fargene i tabellene angir hvilken tilstandsklasse de ulike indeksene faller inn under. Samlet verdi er gjennomsnittet fra den normaliserte nEQR som samler alle indeksene til en felles representativ verdi for stasjonen. Fargekoder: blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

St. C1	Grabb a	Grabb b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	35	39	37,0	47		
N	271	363	317,0	634		
NQI1	0,703	0,688	0,695	0,697	0,669	0,671
H'	3,427	3,085	3,256	3,318	0,628	0,635
J	0,668	0,584	0,626	0,597		
H'max	5,129	5,285	5,207	5,555		
ES <sub>100</sub>	22,63	22,09	22,36	22,68	0,663	0,667
ISI	8,870	8,469	8,670	8,611	0,711	0,706
NSI	21,290	21,381	21,336	21,342	0,653	0,654
DI	0,383	0,510	0,446	0,446	0,592	0,592
		<b>Samlet verdi:</b>	0,653		0,653	0,654

**Tabell V.4.3:** Oversikt over alle indeksverdiene beregnet ut ifra resultatene fra C2 fra grabb a, grabb b, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) for grabbene og stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ). Fargene i tabellene angir hvilken tilstandsklasse de ulike indeksene faller inn under. Samlet verdi er gjennomsnittet fra den normaliserte nEQR som samler alle indeksene til en felles representativ verdi for stasjonen. Fargekoder: blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

St. C2	Grabb a	Grabb b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	53	47	50,0	68		
N	233	261	247,0	494		
NQI1	0,823	0,776	0,799	0,806	0,778	0,785
H'	4,797	4,497	4,647	4,917	0,783	0,826
J	0,838	0,810	0,824	0,808		
H'max	5,728	5,555	5,641	6,087		
ES100	35,64	30,86	30,86	34,96	0,763	0,812
ISI	10,070	9,625	9,848	10,651	0,815	0,862
NSI	25,536	23,147	24,341	24,280	0,774	0,771
DI	0,317	0,367	0,342	0,342	0,740	0,740
		<b>Samlet verdi:</b>	0,787		0,775	0,799

**Tabell V.4.4:** Oversikt over alle indeksverdiene beregnet ut ifra resultatene fra C3 fra grabb a og grabb b, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) for grabbene og stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ). Fargene i tabellene angir hvilken tilstandsklasse de ulike indeksene faller inn under. Samlet verdi er gjennomsnittet fra den normaliserte nEQR som samler alle indeksene til en felles representativ verdi for stasjonen. Fargekoder: blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

St. C3	Grabb a	Grabb b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	13	27	20,0	32		
N	44	204	124,0	248		
NQI1	0,721	0,683	0,702	0,708	0,676	0,682
H'	2,875	3,620	3,247	3,858	0,627	0,695
J	0,777	0,761	0,769	0,772		
H'max	3,700	4,755	4,228	5,000		
ES100	13,00	21,98	17,49	23,84	0,606	0,680
ISI	9,422	8,863	9,142	8,981	0,756	0,741
NSI	22,190	22,995	22,593	22,860	0,704	0,714
DI	0,407	0,260	0,333	0,333	0,753	0,753
		<b>Samlet verdi:</b>	0,707		0,703	0,711

## V.5 Klassifisering av miljøtilstand ut i fra NS 9410:2007

Tabell V. 5.1: Miljøtilstanden (tilstandsklasse) deles inn i fire tilstandsklasser for resultatene fra Prøve 1 - Nærsonen fra en C-undersøkelse; «meget god», «god», «dårlig», «meget dårlig»

Miljøtilstand	Kriterier
1 – meget god	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minst 20 arter av makrofauna (&gt; 1mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene må utgjøre mer enn 65% av det totale individtallet.</li> </ul>
2 – god	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 til 19 arter av makrofauna (&gt; 1mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene må utgjøre mer enn 90% av det totale individtallet.</li> </ul>
3 – dårlig	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 til 4 arter av makrofauna (&gt; 1mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> </ul>
4 – meget dårlig	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingen arter av makrofauna (&gt; 1mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup></li> </ul>