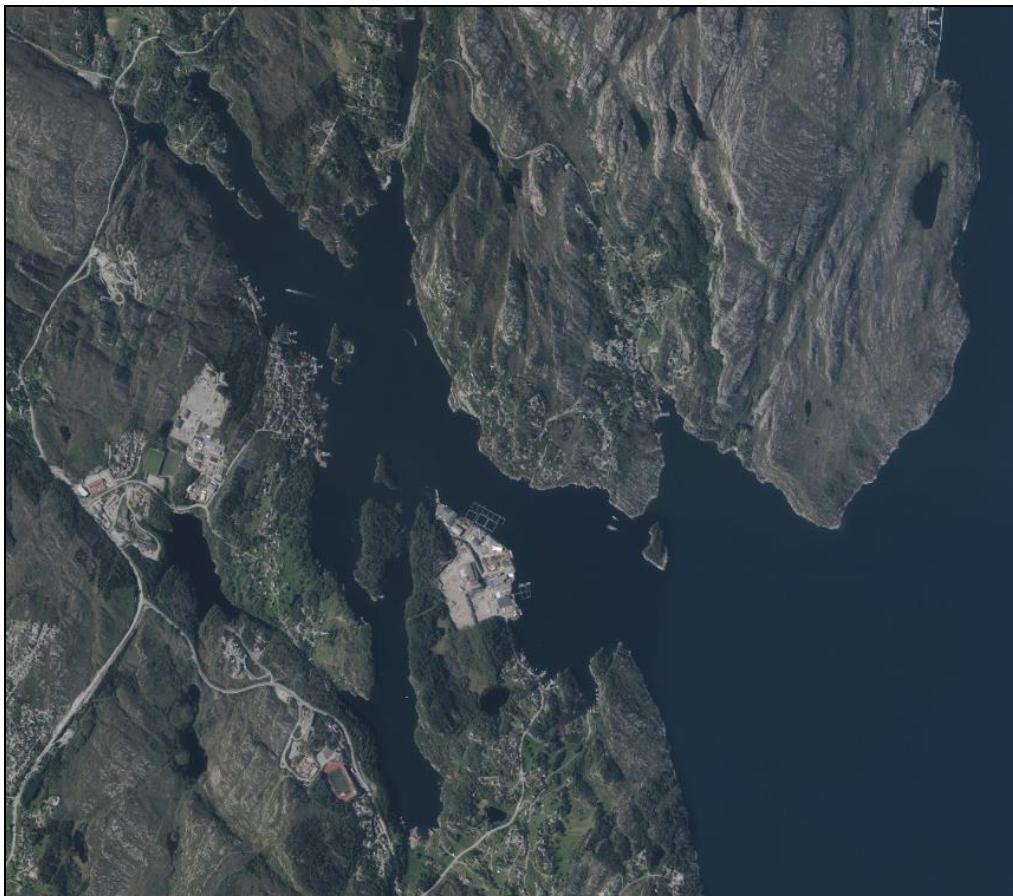


# R A P P O R T

## Resipientgransking i Skogsvågen 2014, Fjell kommune



Rådgivende Biologer AS 2060





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Resipientgransking i Skogsvågen 2014, Fjell kommune

**FORFATTARAR:**

Joar Tverberg og Mette Eilertsen

**OPPDRAAGSGJEVAR:**

Fjellvar AS

**OPPDRAAGET GITT:**

Juli 2014	August 2014	3. mars 2015
-----------	-------------	--------------

**ARBEIDET UTFØRT:****RAPPORT DATO:****RAPPORT NR:**

2060	23	978-82-8308-166-4
------	----	-------------------

**ANTAL SIDER:****ISBN NR:****EMNEORD:**

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| - Marin blautbotnfauna | - Hydrografi         |
| - Sedimentkvalitet     | - Organisk belasting |
| - Kommunalt avløp      |                      |

**KVALITETSOVERSIKT:**

Element	Akkreditering
Prøvetaking	Søkt etter NS-EN ISO/IEC 17025 (2005)
Kjemiske analyser	Akkreditert underleverandør Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
Sortering bløtbunnsfauna	Akkreditert underleverandør Havbruksstjenesten AS
Artsbestemmelse bløtbunnsfauna	Akkreditert underleverandør Havbruksstjenesten 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 843667082-mva

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

*Framside: Skogsvågen i Fjell kommune, fra <http://norgebilder.no>.*

## FØREORD

Rådgivende Biologer har på oppdrag frå Fjellvar AS utført ei resipientgransking i Skogsvågen i Fjell kommune, i samband med eit nytt byggefelt på Trengereid. Det er planlagd ei utsleppsleidning med slamavskiljar og kapasitet på 300 pe som skal munne ut i Skogsvågen, sør aust for Dalaholmen.

Denne rapporten inneheld resultat frå prøvetaking og kartlegging av hydrografi, sedimentkvalitet og botndyr i Skogsvågen, samt vurdering av totalbelasting på systemet og samanlikning med tidlegare granskingar i området.

Rådgivende Biologer AS takkar Fjellvar AS ved Bjarne Ulvestad for oppdraget, samt Arne Bjørøy for god assistanse og leie av båt i samband med feltarbeidet. Feltarbeidet vart utført av Thomas Tveit Furset, Rådgivende Biologer AS, 22. august 2014.

Bergen, 3. mars 2015.

## INNHALDSLISTERE

Føreord.....	2
Innhaldsliste .....	2
Samandrag.....	3
Innleiing .....	4
Områdeskildring.....	5
Metode og datagrunnlag .....	6
Resultat .....	9
Diskusjon .....	15
Referanseliste .....	18
Om kommunalt avløpsvatn .....	20
Vedlegg .....	21

# SAMANDRAG

**Tverberg, J. & M. Eilertsen 2015.**

*Resipientgransking i Skogsvågen 2014, Fjell kommune.*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 2060, 23 sider, ISBN 978-82-8308-166-4.*

Rådgivende Biologer har på oppdrag frå Fjellvar AS utført ei recipientgransking i Skogsvågen i Fjell kommune. Det er planlagt eit nytt byggefelt ved Trengereid, med ein utsleppsleidning med slamavskiljar og kapasitet på 300 pe. Utleppsleidningen er planlagd å munne ut i Skogsvågen, sør aust for Dalaholmen. Det finnast i dag to andre utsleppsleidningar i Skogsvågen der reinseanlegget på Tellnes i dag utgjer ca 50 pe og Skogestranda reinseanlegg ca 260 pe. Det er tidlegare utført granskingar i delar av Skogsvågen, i 2007 og 2012. Resultata frå tidlegare granskingar er vurdert opp mot resultata frå prøvetaking av hydrografi, sedimentkvalitet og botndyr ved to stasjonar, Sko3 inst i vågen og C1 nær utløpet til Skogestranda RA, utført 22. august 2014. Vurderingar av resultat er gjort i høve til Miljødirektoratets rettleiar 02:2013.

Granskinga i 2014 syner gode oksygentilhøve i heile vassøyla, høg verdi for glødetap (organisk materiale) på stasjon Sko3 og glødetap som indikerer normal nedbryting på stasjon C1. Med omsyn på blautbotnfauna fekk Sko3 ein samla stasjonsindeks i tilstandsklasse II = "god", men nær klasse III = "moderat", medan C1 hamna i tilstandsklasse III = "moderat".

Sondeprofilar tatt i Skogsvågen i 2007, 2012 og 2014 viser alle jamt gode oksygentilhøve i heile vassøyla.

I samanlikning med tidlegare granskingar viste stasjon Sko3 inst i Skogsvågen like tilhøve med omsyn på sedimentsamansetting og organisk innhald i 2012 og 2014. Dei høge glødetapsverdiane for stasjonen skuldast dårlegare straumtilhøve og utskifting då det indre bassenget er terskla, samt avrenning frå omkringliggjande landmassar. Stasjon C1 hadde glødetap innanfor verdiar for normal nedbryting, men viste ei auke frå 2007 til 2014 til tross for tilsynelatande redusert utslepp frå Skogestranda RA. Kornfordelinga kan tyde på noko varierande botntilhøve og at ein har treft eit litt anna punkt med grabben i 2014 i høve til i 2007.

Botndyra registrert i 2014 indikerer at botn på stasjon Sko3 totalt sett er relativt lite påverka av organisk tilførsle, medan botndyra på stasjon C1 indikerer ein botn med moderat påverknad. Tilstanden på stasjon Sko3 har endra seg lite sidan 2012. Stasjon C1 viser teikn på auka organisk belasting, med ei firedobling i tal på individ og lågare H'-indeks i høve til 2007.

**Tabell 1.** Samanlikning av oksygennivå ved botn, glødetap og nitrogen i sediment, Shannon-Wienerindeksen ( $H'$ ) og samla nEQR-verdi for noverande og tidlegare granskingar av stasjon Sko3 og C1. nEQR er berre tilgjengeleg for noverande gransking. Tilstandsklasse for oksygen, for  $H'$  og nEQR etter rettleiar 02:2013.

Stasjon	År	Oksygen	Glødetap	Nitrogen	$H'$	nEQR
Sko3	2012	7,1 mg O/l (I)	19,98 %	Ikkje kjent	3,02 (II)	
	2014	7,1 mg O/l (I)	19,59 %	0,89 %	3,417 (II)	<b>0,608 (II)</b>
C1	2007	7,6 mg O/l (I)	3,81 %	0,14 %	3,64 (II)	
	2014	7,3 mg O/l (I)	4,76 %	0,15 %	3,023 (II)	<b>0,548 (III)</b>

Eit utslepp på opptil 300 pe i indre delar av Skogsvågen vil truleg kunne ha ein liten negativ verknad på botntilhøva i Skogsvågen då dette er eit terskla basseng med svake straumtilhøve, samt mottakar av tilførslar frå land. Det er tilrådeleg å gjennomføre ei ny recipientgransking etter nokre år for å stadfeste eventuelle påverknader frå utsleppet og for vurdering av kapasiteten til indre del av Skogsvågen.

## INNLEIING

I samband med eit nytt byggefelt på Trengereid i Fjell kommune søker Fjellvar AS (vatn, avløp og renovasjon) eit nytt utsleppsløyve for om lag 70 husstandar. Det er skissert eit alternativ kor det skal førast ein utsleppsleidning frå det nye byggefeltet og nordover i Trengereidpollen og vidare over land mot søraust til ein slamavskiljar på Dale. Deretter skal det reinsa avløpsvatnet førast ut i leidning i sjø til søraust av Dalaholmen i Skogsvågen (**figur 2**). Planlagt kapasitet på dette reinseanlegget er 300 pe.

Det finnast i dag to andre utsleppsleidningar innafor terskelen i Skogsvågen. Reinseanlegget på Tellnes kai har utsleppsløyve på 200 pe og utgjer per i dag ca 50 pe, og har ein utsleppsleidning på ca 30 m djup. Skogestranda er i dag godkjent for 260 pe, og har eit utslepp på ca 22 m djup. Ein maksimal utnytting av det nye reinseanleggets kapasitet vil føre til ei auke av total pe for resipienten på 65 %, med føresetnad om maksimal utnytting av dei to andre reinseanlegga med utløp i Skogsvågen. Det finnast eit reinseanlegg utanfor terskel til Skogsvågen, ved Haganes og har utsleppsløyve på 200 pe og utgjer per i dag omtrent 117 pe. Utsleppsleidningen munnar ut på 20 m djup i Haganesvika.

Rådgivende Biologer AS har tidlegare, i 2007, granska Skogsvågen med omsyn til sediment, botnfauna og vasskvalitet i samband med vurdering av resipientar og avløpsdisponering i Sund kommune (Tveranger mfl. 2007). Granskinga i 2007 synte gode tilhøve ved utsleppet til Skogestranda RA. Uni-miljø har gjort tilsvarande granskingar i Skogsvågen og Raunefjorden i samband med Byfjordgranskinga i 2012 (Kvalø mfl. 2013). Granskinga syntet svært god til moderat tilstand for botnfauna, svært god tilstand for næringsstoff i vatn og moderat tilstand for innhald av oksygen ved botn. Sund kommune analyserte vassprøver frå Dalavågen for næringsinnhald i juli 2013 (Ødven 2013). Analysane syntet sterkt forhøgde konsentrasjonar av næringsstoff i overflatevatn.

## OMRÅDESKILDRING

Skogsvågen ligg på austsida av Sotra, med ein terskel på om lag 50 m djupne ut mot Raunefjorden (**figur 1 & figur 2**). Kommunegrensa mellom Fjell og Sund går om lag midt i Skogsvågen frå sørvest til nordvest. I Skogsvågen er det djupner ned mot 60 m, men generelt grunnare botntilhøve. Det er ein grunn terskel ved Barholmen og Irsneset (Tellnes), som lagar eit lite terskla basseng inn mot Dalaholmen. Her er største djupne 44 m. Om lag ved Kyrkjeholmen er det også eit grunnare parti, med ein terskel med maksimal djupne på 49,6 m djup. Bassenget innanfor denne terskelen er 60 meter djup og er hovudbassenget for Skogsvågen. Frå terskelområdet og ut i Raunefjorden djupner det gradvis til vel 200 m djup midt i Raunefjorden. Skogsvågen har ferskvassstiflørslar frå Langavatnet, Hesttjørna og Skogsvatnet i sør inn i Kvalvågen, og Kvernavatnet og Haganesvatnet i nord inn i Tellnespollen.



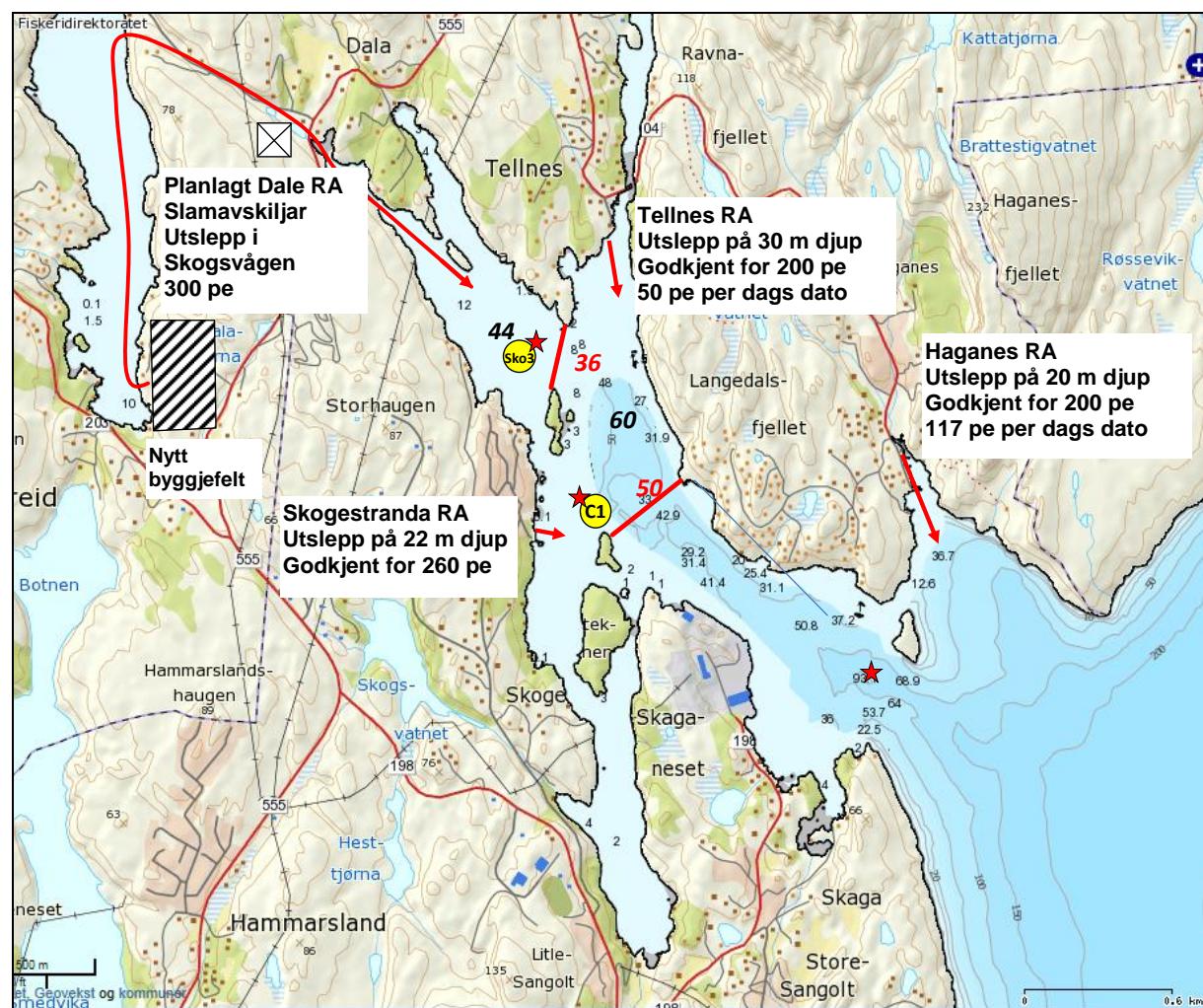
**Figur 1.** Oversikt over sjøområdet rundt Skogsvågen med djupnekoter. Kartgrunnlaget er henta frå [www.fiskeridir.no](http://www.fiskeridir.no).

## METODE OG DATAGRUNNLAG

Prøvetaking utført i samband med denne resipientgranskninga består av hydrografiprofiler, prøvetaking av sediment og kartlegging av marint biologisk mangfold i blautbotn. Vurdering av resultat er gjort i høve til NS 9410:2007 og Vassforskrifta sin rettleiar 02:2013 (Direktoratsgruppa for vanndirektivet). Det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen har analysert sediment og kornfordeling. Botnfauna er sortert og artsbestemt av det akkrediterte laboratoriet Havbruksstjenesten AS ved Cand. scient. Øystein Stokland.

## HYDROGRAFI

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vassøyla vart målt den 22. august 2014 ved hjelp av ein SAIV CTD nedsøkkbar sonde, modell SD 204, som logga kvart andre sekund. Målingane vart utført på stasjon Sko3 og C1, samt på ein stasjon utanfor terskelen i Skogsvågen (**figur 2, tabell 2**).



**Figur 2.** Oversikt over stasjon Sko3 og C1 (gule sirklar) for sedimentprøvetaking, samt stasjonar for hydrografi (raude stjerner) og utsleppskjelder i og utanfor Skogsvågen. Kartgrunnlaget er henta fra [www.kystverket.no](http://www.kystverket.no).

## SEDIMENTKVALITET

Det vart tatt prøvar av sediment og botndyr på stasjon Sko3 og C1 i Skogsvågen den 22. august 2014, jf. **tabell 2** og **figur 2**. Sko3 vart tatt på ca 44 m djup, om lag 500 m vest for utsleppet til Tellnes RA og 200 m søraust for det planlagde utsleppet frå Trengereid. C1 vart tatt på ca 50 m djup, om lag 150 m nordaust for utsleppet til Skogestranda RA. Prøvene vart tatt i høve til Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS-EN ISO 16665:2005.

**Tabell 2.** Posisjonar for prøvetaking av sediment og hydrografiske profilar i Skogsvågen.

Stasjon	Sko3	C1	Utanfor terskel
Posisjon nord	60° 16,800'	60° 16,426'	60° 16,172'
Posisjon aust	5° 05,079'	5° 05,634'	5° 06,805'
Djupne (m)	44	50	112

Til gransking av blautbotnfauna vart to parallelle sedimentprøver tatt med ei  $0,1 \text{ m}^2$  stor van Veen-grabb på kvar av stasjonane. Sedimentet vart vaska skånsamt gjennom ein rist med holdiameter på 1 mm, og attverande materiale vart fiksert med formalin tilsett bengalrosa og borax.

I tillegg vart det tatt eit grabbhogg på kvar stasjon for uttak av sedimentprøve av dei 2-3 øvste cm for analysar og vurdering av sedimentkvalitet, dvs. kornfordeling, kjemiske parametrar (tørrstoff, glødetap, fosfor, nitrogen) og innhald av tungmetalla kopar (Cu) og sink (Zn), etter NS-EN ISO 1666.

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

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

Det vart også gjort sensoriske vurderingar av prøvematerialet og målt surleik (pH) og redokspotensiale (Eh) i felt. Til kjemiske analyser i felt vart det nytta 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-elektronen 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. Presisjonsnivået for denne type granskinger ligg i høve til NS 9410:2007 på  $\pm 25 \text{ mV}$ .

## MARIN BLAUTBOTNFAUNA

Det utførast ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for kvar enkelt parallel, for gjennomsnittet av parallellane og for kvar stasjon samla. Dette for å kunne stadfeste ein heilskapleg miljøtilstand. Vurderinga av tilstand gjerast ut frå eit nytt klassifiseringssystem (Direktoratgruppa vanndirektivet 2013) basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer gransking av diversitet og tettleik (tal på artar og individ) samt førekomst av sensitive og forureiningstolerante artar (**tabell 3**). Det blir brukt seks ulike indeksar for å sikre best mogleg vurdering av tilstanden på botndyr. Indeksverdien for kvar indeks blir vidare rekna om til nEQR (normalised ecological quality ratio), og gis ein talverdi frå 0 til 1. Gjennomsnittet av nEQR-verdien for alle indeksar brukast til å fastsette den økologiske tilstanden på stasjonen. Sjå **vedlegg 1** for detaljer om dei ulike indeksane.

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

Indeks	type	Økologiske tilstandsklassar basert på observert verdi av indeks				
		Kvalitetsklassar →	svært god	god	moderat	dårlig
<b>NQI1</b>	samansett	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>	ømfintlegheit	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
<b>NSI</b>	ømfintlegheit	31-25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
<b>DI</b>	individtettleik	0 - 0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05
<b>nEQR tilstandsklasse</b>		<b>1-0,8</b>	<b>0,8-0,6</b>	<b>0,6-0,4</b>	<b>0,4-0,2</b>	<b>0,2-0,0</b>

### 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 4**). For ytterlegare informasjon kan ein vise til Gray og Mirza (1979), Pearson (1980) og Pearson et. al. (1983). Denne informasjonen kan setjast opp i ei kurve kor geometriske klassar er presentert i x- aksen og 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 dominante artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil bli utvida med fleire geometriske klassar.

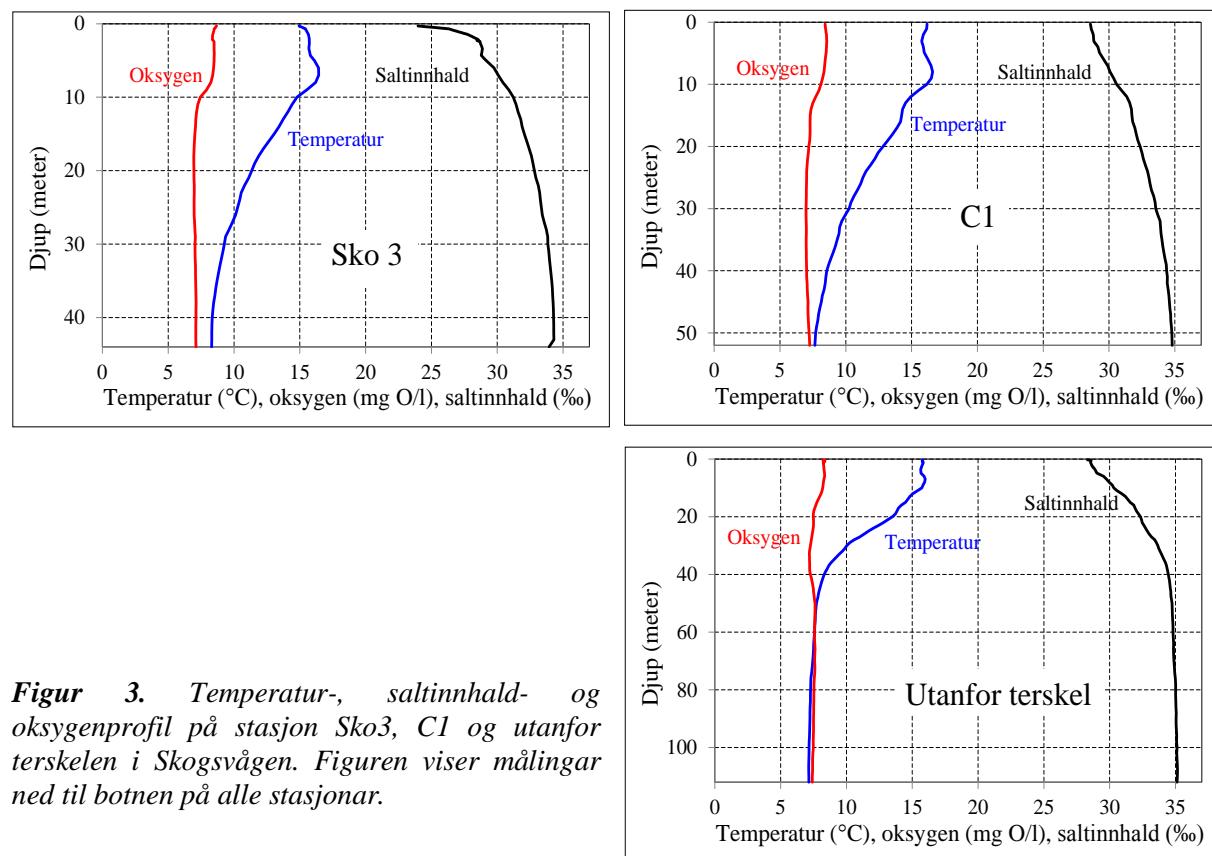
**Tabell 4.** Døme på inndeling i geometriske klassar.

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

## RESULTAT

### HYDROGRAFI

Målingar av temperatur i vassøyla var relativt samanfallande for samtlige stasjonar (**figur 3**). Temperaturen i overflata varierte frå 14,9 °C på stasjon Sko3 til 15,8 °C og 16,2 °C på høvesvis stasjon C1 og utanfor terskelen. Temperaturen var jamn, eller sokk noko dei øvste 5 metrane, før han auka til eit maksimum på 16,0 °C til 16,6 °C på rundt 7-8 meters djup. Vidare nedover i vassøyla sokk temperaturen jamt, til han stabiliserte seg på 40-50 meters djup. Ved botn på 44 m djup på stasjon Sko3 var temperaturen 8,3 °C, ved botn på 52 m djup på stasjon C1 var han 7,6 °C, og ved botn på 112 m djup utanfor terskelen i Skogsvågen var temperaturen 7,1 °C.



**Figur 3.** Temperatur-, saltinnhald- og oksygenprofil på stasjon Sko3, C1 og utanfor terskelen i Skogsvågen. Figuren viser målingar ned til botnen på alle stasjonar.

Målingar av saltinnhaldet i overflata viste at stasjon Sko3 var meir ferskvasspåverka enn dei to andre stasjonane (**figur 3**). Saltinnhaldet i overflata for stasjon Sko3, C1 og utanfor terskelen var høvesvis 24,0, 28,6 og 28,3 %. På Sko3 auka saltinnhaldet raskt til 28,7 % på 3 m djup, før det var stabilt ned til 5 m djup. Herifrå auka det jamt ned til botn på 40 m djup, kor innhaldet var 34,3 %. På dei to andre stasjonane auka saltinnhaldet jamt ned til ca 50 m djup, før det var relativt stabilt ned mot botn. Ved botn på 52 m djup på stasjon C1 var innhaldet 34,8 %, medan saltinnhaldet var 35,1 % ved botn på 112 m djup utanfor terskelen.

Målingar av oksygen i vassøyla viste eit høgt oksygeninnhald i overflata på samtlige stasjonar på mellom 8,2 – 8,7 mg O/l, tilsvarande ei oksygenmetting på 101 – 104 % (**figur 3**). Oksygeninnhaldet sokk ned til 10-16 m djup, før det var stabilt ned til ca 40 m djup. Oksygeninnhaldet auka litt til ca 50 m djup og var stabilt vidare nedover i vassøyla. Oksygeninnhaldet var 7,1 mg O/l (77 %) ved botn på 44 m djup på stasjon Sko3, 7,3 mg O/l (78 %) på 52 m djup på stasjon C1 og 7,4 mg O/l (78 %) på 112 m djup utanfor terskelen. Dette tilsvarar tilstandsklasse I = "svært god" for alle stasjonar i høve til rettleiar 02:2013.

## SEDIMENTKVALITET

### SEDIMENTKVALITET OG KORNFORDELING

På stasjon **Sko3** var dei tre parallelle grabbhoggene homogene og inneholdt 10–12 liter med brunt, mjukt og luktfritt sediment, beståande av om lag 25 % sand, 50 % silt, 20 % mudder, 5 % skjelsand og spor av grus (**figur 4**, **tabell 5**).

På stasjon **C1** var dei tre parallelle grabbhoggene relativt homogene og inneholdt 10-12 liter med gråbrunt, mjukt til fast og luktfritt sediment. Sedimentet bestod av om lag 55-60 % sand, 30-40 % silt og 5-10 % skjelsand (**figur 5**, **tabell 5**).

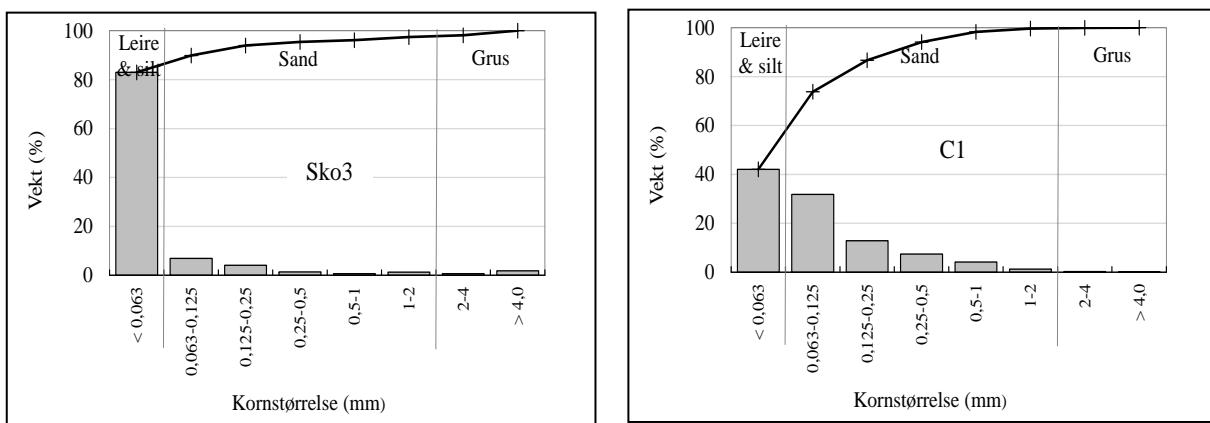
Kornfordelingsanalyser viser at det er noko variasjon i sedimentterende tilhøve på stasjonane i resipienten Skogsvågen (**figur 6**). Stasjon Sko3 hadde høg andel finsediment med 83 %. Sedimentet på stasjon C1 var generelt meir grovkorna med 57,5 % sand ( **tabell 5**).



**Figur 4.** Venstre: Sediment fra stasjon Sko3 A. Høgre: Prøve fra Sko3 A etter siling.



**Figur 5.** Venstre: Sediment fra stasjon C1 A. Høgre: Prøve fra C1 A etter siling.



**Figur 6.** Venstre: Kornsfordeling for stasjon Sko3. Høgre: Kornsfordeling for stasjon C1.

Nedbrytingstilhøva i sedimentet kan skildrast 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 samtlige stasjonar hadde pH og Eh-verdiar som indikerer gode nedbrytingstilhøve, og hamna innanfor tilstand 1 = "meget god" eller 2 = "god" (**tabell 5**).

**Tabell 5.** Sensorisk og kjemisk skildring av sedimentprøver tatt i Skogsvågen. Andel av dei ulike sedimentfraksjonane er anslått i felt. pH/Eh poeng og tilstand henta frå figur i NS 9410:2007.

Stasjon	Sko3 A-C	C1 A-C	
Antal replikat	3	3	
Antal forsøk	3	7	
Grabbvolum (liter)	10–12	9-12	
Bobling i prøve	Nei	Nei	
H <sub>2</sub> S lukt	Nei	Nei	
Primær sediment	Skjelsand Grus Sand Silt Leire Mudder Stein	5 % spor 25 % 50 % 20 %	5-10 % 55-60 % 30-40 %
Surleik (pH)	7,40 – 7,66	7,53 – 7,55	
Elektrodepotensial (mV)	-81 til 83	102 til 179	
pH/Eh poeng	2	0	
pH/Eh-tilstand	2	1	

## TØRRSTOFF OG ORGANISK INNHOLD

Tørrstoffinnhaldet i sedimentprøver vil kunne variere, med lågt innhold i prøver med mykje organisk materiale, og høgt innhold i prøver som inneholder mykje mineralsk materiale i form av primærsediment. Tørrstoffinnhaldet var moderat høgt for stasjon C1 med eit tørrstoffinnhald på 54,8 %, medan det var lågare på stasjon C1 med 25,5 % (**tabell 6**).

Glødetapet var moderat høgt på stasjon Sko3 med ein verdi på 19,59 %, medan stasjon C1 hadde låg verdi med 4,76 % (**tabell 6**). Glødetapet er mengda organisk stoff som forsvinn ut som CO<sub>2</sub> når sedimentprøven blir gløda, og er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet. Ein reknar med at det

vanlegvis er 10 % eller mindre i sediment der det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdiar førekjem i sediment der det anten er så store tilførslar av organisk stoff at nedbrytinga ikkje klarar og halde følgje med tilførslene, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av til dømes oksygenfattige tilhøve.

Innhaldet av normalisert TOC var høgt på begge stasjonar (**tabell 6**). Det var eit tilsynelatande svært høgt innhald av normalisert TOC i sedimentet på stasjon Sko3 med 103,06 mg/g, tilsvarande tilstandsklasse V = "svært dårlig". Innhaldet av normalisert TOC var betydeleg lågare på stasjon C1 med 29,42 mg/g, tilsvarande tilstand III = "moderat". Normalisert TOC vert berre nytta som eit supplement til vurdering av blautbotnfauna for å få informasjon om organisk belasting (02:2013).

**Tabell 6.** Kornfordeling, tørrstoff, organisk innhald, TOC (Totalt organisk karbon), totalt fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå Skogsvågen. Tilstand er markert med tal og farge, som tilsvarar tilstandsklassifiseringa etter rettleiar 02:13.

Stasjon	Enhet	Sko3	C1
Leire & silt	%	83	42,1
Sand	%	14,4	57,5
Grus	%	2,6	0,4
Tørrstoff	%	25,5	54,8
Glødetap	%	19,59	4,76
TOC	mg/g	100	19
<b>Normalisert TOC</b>	<b>mg/g</b>	<b>103,1 (V)</b>	<b>29,4 (III)</b>
Fosfor (P)	%	0,22	0,083
Nitrogen (N)	%	0,89	0,15
Kopar (Cu)	mg/kg	62 (IV)	12 (I)
Sink (Zn)	mg/kg	170 (II)	55 (I)

Innhaldet av organisk nitrogen var svært høgt på stasjon Sko3 med 8,9 mg N/g tilsvarande tilstandsklasse V = "meget dårlig" (Rygg og Thelín 1993), og lågt på stasjon C1 med 1,5 mg N/g tilsvarande klasse I = "god" (**tabell 6**). Innhaldet av organisk nitrogen og fosfor i sedimentet fortel noko om nedbrytingstilhøva og omfanget av tilførsler til sedimentet. Ved gode nedbrytingstilhøve er innhaldet av fosfor omtrent det same eller ein del lågare enn innhaldet av nitrogen, medan stort overskot av nitrogen i høve til fosfor kan føre til auka risiko for eutrofiering.

Innhaldet av kopar (Cu) var 62 mg/kg på stasjon Sko3, tilsvarande tilstandsklasse IV = "dårlig" (Bakke mfl. 2007). På stasjon C1 var innhaldet innan klasse I = "bakgrunn" med 12 mg/kg (**tabell 6**). Innhaldet av sink (Zn) var innan tilstandsklasse II = "god" for stasjon Sko3 og klasse I = "bakgrunn" for C1, med eit innhald på høvesvis 170 og 55 mg/kg.

## MARIN BLAUTBOTNFAUNA

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

### Sko3

Som grunnlag for faunagranskning fekk ein opp ca 10 og 121 prøve i dei to parallelle lane.

Tal på artar i dei to grabbane var lågare enn normalen (normalt 25-75 pr. grabb, ref: rettleiar 02:2013), med 23 artar i grabb A og 15 artar i grabb B. Samla tal på artar for stasjonen var 24, medan

middelverdien var 19 artar (**tabell 7**). Tal på individ i dei to grabbane var innafor normalen (normalt 50 – 300 pr. grabb) med 170 individ i grabb A og 108 individ i grabb B. Samla tal på individ for stasjonen var 278, medan middelverdien var 139 individ.

Stasjon Sko3 framstod på granskingspunktet som ein lokalitet med lågt tal på artar, normalt tal på individ, verdiar for nEQR-indeks i tilstandsklasse «moderat», artsmangfaldindeksar i klasse «god» til «moderat», ISI- og NSI-indeksverdiar i klasse «moderat», DI-indeksverdiar i klasse «svært god», gjennomsnittlege nEQR-verdiar og deira middelverdiar i tilstandsklasse «god» og fleire forureinings-tolerante og opportunistiske artar som hyppigast førekomande.

**Tabell 7.** Tal på artar (S), tal på individ (N), NQI1-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wieners (H') og Hurlberts indeks (ES<sub>100</sub>), jamleksindeks (J), H'<sub>max</sub>, ISI-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb A og B på stasjon Sko3 i Skogsvågen. Middelverdi for grabb A og B er angitt som  $\bar{G}$ , medan stasjonsverdien er angitt som  $\dot{S}$ . Til høgre for sistnemnde kolonner står nEQR-verdiane for  $\bar{G}$  og  $\dot{S}$ . Nedst i nEQR-kolonnene står middelverdien for nEQR-verdiane for samtlige indeksar. I ruta nedst til høgre i tabellen står middelverdien av dei to berekningane av indeksane sin middel nEQR som angjev samla basis for stasjonen sin tilstandsklasse. Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**. Fargekodar tilsvavar tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:2013 "Klassifisering av miljøtilstand i vann".

St. Sko3	grabb A	grabb B	$\bar{G}$	$\dot{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\dot{S}$
S	23	15	19	24		
N	170	108	139	278		
NQI1	0,613	0,571	0,592	0,600	0,546	0,557
H'	3,684	3,15	3,417	3,572	0,646	0,664
J	0,814	0,806	0,81	0,779		
H' <sub>max</sub>	4,524	3,907	4,215	4,585		
ES <sub>100</sub>	19,13	14,62	16,875	17,64	0,596	0,608
ISI <sub>2012</sub>	6,587	6,138	6,363	6,667	0,425	0,472
NSI	16,464	16,313	16,389	16,405	0,456	0,456
DI	0,180	0,017	0,099	0,099	0,934	0,934
<b>Samlet</b>					<b>0,601</b>	<b>0,615</b>
						<b>0,608 (II)</b>

Stasjon Sko3 synest best karakterisert ved tilstandsklasse «god», men nær grensa til «moderat», og framstår dermed som relativt upåverka.

## C1

Som grunnlag for faunagranskning fekk ein opp ca 10 og 121 prøve i dei to parallellane.

Tal på artar i dei to grabbane var innafor normalen, med 44 artar i grabb A og 36 artar i grabb B. Samla tal på artar for stasjonen var 55, medan middelverdien var 40 artar (**tabell 8**). Tal på individ i dei to grabbane var høgare enn normalen med 958 individ i grabb A og 1021 individ i grabb B. Samla tal på individ for stasjonen var 1979, medan middelverdien var 989,5 individ.

Stasjon C1 framstod på granskingspunktet som ein lokalitet med normalt tal på artar, høgare enn normalt tal på individ, verdiar for nEQR-indeks i tilstandsklasse «god», artsmangfaldindeksar i klasse «god» til «moderat», ISI- og NSI-indeksverdiar i klasse «god», DI-indeksverdiar i klasse «svært dårlig», gjennomsnittlege nEQR-verdiar og deira middelverdiar i tilstandsklasse «moderat» og ein forureiningsnøytral art som hyppigast førekomande. Stasjon C1 synest best karakterisert ved tilstandsklasse «moderat», og framstår dermed som påverka.

**Tabell 8.** Tal på artar (S), tal på individ (N), NQII-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wieners (H') og Hurlberts indeks (ES100), jamleiksindeks (J), H'max, ISI-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb A og B på stasjon C1 i Skogsvågen. Enkeltresultat er presentert i vedlegg 2. Fargekodar tilsvavarar tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:2013 "Klassifisering av miljøtilstand i vann". Ein syner til **tabell 7** for detaljar. Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**.

St. C1	grabb A	grabb B	Ā	Ś	nEQR Ā	nEQR Ś
S	44	36	40	55		
N	958	1021	989,5	1979		
<b>NQI1</b>	0,678	0,674	0,676	0,690	0,649	0,663
<b>H'</b>	3,105	2,942	3,023	3,067	0,603	0,607
J	0,569	0,569	0,569	0,53		
<b>H'max</b>	5,459	5,17	5,315	5,781		
<b>ES100</b>	15,74	14,35	15,045	15,18	0,544	0,548
<b>ISI2012</b>	8,277	7,009	7,643	8,143	0,614	0,661
<b>NSI</b>	21,177	21,900	21,539	21,551	0,662	0,553
<b>DI</b>	0,931	0,959	0,945	0,945	0,184	0,184
<b>Samlet</b>				<b>0,542</b>	<b>0,554</b>	<b>0,548 (III)</b>

På stasjon Sko3 fann ein 24 artar, og tre muslingartar utgjorde til saman 53 % av tal på individ i prøva, der den mest dominante av desse utgjorde 21 % av totalt tal på individ (**tabell 9**). På stasjon C1 fann ein 55 artar, og den mest dominante arten var fleirbørstemakken *Owenia fusiformis* som utgjorde 31 % av totalt tal på individ.

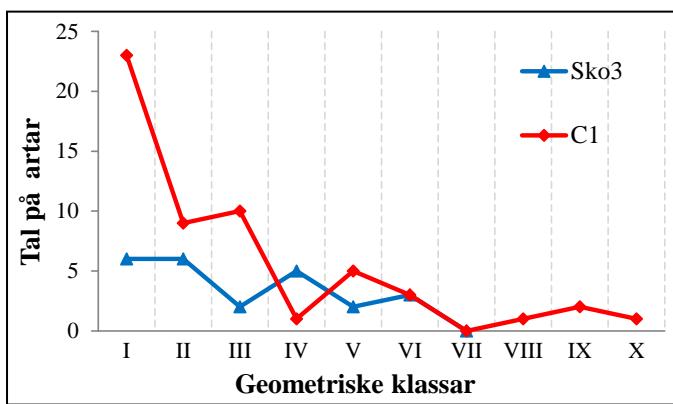
**Tabell 9.** Dei ti mest dominante artane av botndyr tatt på stasjon Sko3 og C1 i Skogsvågen.

Sko3			C1		
Taxa	%	Kum %	Taxa	%	Kum %
<i>Thyasira sarsi</i>	21,22	21,2	<i>Owenia fusiformis</i>	30,82	30,8
<i>Kurtiella bidentata</i>	17,99	39,2	<i>Kurtiella bidentata</i>	20,26	51,1
<i>Corbula gibba</i>	13,31	52,5	<i>Prionospio cirrifera</i>	19,15	70,2
<i>Lagis koreni</i>	8,27	60,8	<i>Amphiura filiformis</i>	10,86	81,1
<i>Capitella capitata</i>	5,76	66,5	<i>Pholoe baltica</i>	3,03	84,1
<i>Prionospio cirrifera</i>	5,40	71,9	<i>Edwardsiidae indet</i>	2,32	86,5
<i>Tellina fabula</i>	5,04	77,0	<i>Cylichna cylindracea</i>	2,27	88,7
<i>Caprella sp.</i>	5,04	82,0	<i>Ophiuroidea indet</i>	1,57	90,3
<i>Glycera alba</i>	4,32	86,3	<i>Corbula gibba</i>	1,57	91,9
<i>Thyasira flexuosa</i>	2,88	89,2	<i>Praxillella praetermissa</i>	1,01	92,9

Kurva for geometriske klassar på stasjon Sko3 syner til eit ujamt kurveforløp med få artar og enkelte artar representert med mange individ.

Kurveforløpet på stasjon C1 er jamt fallande og viser til eit betydeleg høgare artsmangfald med artar som har få individ, samt enkelte artar representert med mange individ. Kurveforløpet tyder på eit moderat påverka samfunn for stasjon Sko3 og C1, men med noko meir påverknad på stasjon C1 enn Sko3 (**figur 7**) på grunn av høgare tal på individrike artar.

**Figur 7.** Geometriske klassar for stasjon Sko3 og C1 i Skogsvågen.



## DISKUSJON

Prøvetakinga i Skogsvågen 22. august 2014 synte gode oksygentilhøve i heile vassøyla. Sedimentet frå stasjon Sko3 syntet relativt høg andel finsediment og høgt innhold av organisk materiale. Stasjon C1, tatt relativt nær utløpet til Skogestranda RA, syntet grovere sediment og verdi for glødetap som indikerer normal nedbryting. Samansettinga av botndyrsamfunnet ved Sko3 syntet litt påverknad av organisk tilførsler med gjennomsnitts- og stasjonsindeks i tilstandsklasse II = "god", men svært nær klasse III = "moderat", medan C1 fekk gjennomsnitts- og stasjonsindeks i tilstandsklasse III = "moderat". Kurva for geometriske klassar for dei to stasjonane syntet noko høgare belasting for stasjon C1 enn for Sko3.

## HYDROGRAFI

Samanlikning av tidlegare og noverande oksygenmålingar syner jamt gode oksygentilhøve i Skogsvågen (**tabell 10**). Det vart tatt sondeprofiler ved stasjon Sko3 og utanfor terskelen i april, juni, september og oktober 2012. Gjennomsnittet av oksygennivå nær botn i desse sondemålingane syner beste tilstandsklasse, men basert på vassprøver på eitt prøvetidspunkt vart stasjon Sko3 klassifisert som tilstand IV = "dårlig" med omsyn på oksygennivå på botn (Kvalø mfl. 2013). Vassmålinga frå 2012 kan indikere periodevis dårlig utskifting av botnvatn innafor terskelen i Skogsvågen, men terskelen i Skogsvågen er lite definert, og ingen av sondeprofilane viser ein slik effekt. Ved stasjon C1 vart det tatt sondeprofil i april 2007, denne syner tilsvarende oksygennivå som denne granskingsa (Tveranger mfl. 2007).

**Tabell 10.** Oversikt over oksygentilhøva ved botnen på stasjon Sko3, C1 og utanfor terskelen i Skogsvågen i 2007, 2012 og 2014. Verdiane for målingane i 2012 er gjennomsnittet av målingar utført i april, juni, september og oktober 2012. Fargekodar tilsvavar tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:2013. Oksygeninnhald frå vassprøve (Kvalø mfl 2013) er ikkje inkludert i tabellen.

	Sko3		C1		Utanfor terskel	
	2012	2014	2007	2014	2012	2014
Oksygen (mg O/l)	7,1	7,1	7,6	7,3	7,8	7,4

## SEDIMENTKVALITET

Med omsyn på sedimentsamansetting og organisk innhold syntet stasjon Sko3 høge verdiar for glødetap i 2012 og 2014, normalisert totalt organisk karbon (TOC) innan tilstandsklasse V = "svært dårlig" og høgt innhold av nitrogen i 2014. For stasjon C1 var verdien for glødetap låg, men viste ei auke på om lag 25 % frå 2007 til 2014, og normalisert TOC i tilstandsklasse III = "dårlig" for både 2007 og 2014 (**tabell 11**). Det var ingen endring i innhold av fosfor og nitrogen mellom desse granskingsane. Ein vil for denne granskingsa legge større vekt på glødetap, i høve til normalisert TOC for samanlikning mellom dei ulike granskingsane. Ein finn at normalisert TOC ofte er høg, sjølv om andre parametrar er gode. Ein er ikkje kjent med at det er avløp nær stasjon Sko3, så dei høge glødetapsverdiane på stasjonen tyder på tilførsle frå andre kjelder, til dømes avrenning frå omkringliggjande landmassar, og at det er dårligare straumtilhøve og utskifting lenger inne i vågen då det er eit terskla basseng. Rådgivende Biologer AS utførte straummålingar ved utløpet til Skogestranda RA i 2007. Målingane syntet at straumen i Skogsvågen er svak og tidevassdriven (Tveranger mfl. 2007). Stasjon C1 er plassert relativt nær utløpet til Skogestranda reinseanlegg. Då granskingsa vart utført i 2007 tok Skogestranda RA imot 400 pe, medan det i dag er opptil 260 pe (pers. med. Knut Rune Torsvik, Sund kommune). Verdiane for 2014 syner generelt lite auke i belasting på botn, og auken i glødetap kan skuldast at ein har treft eit litt anna punkt med grabben, noko som kornfordelinga kan tyde på. Det høge innhaldet av kopar i sedimentet ved stasjon Sko3 kan moglegvis knytast opp mot småbåthamna litt sør for stasjonen. Det er truleg ikkje høge konsentrasjonar av kopar

i heile Skogsvågen, noko koparinhaldet på stasjon C1 viser, med verdiar tilsvarende bakgrunnsnivå.

**Tabell 11.** Samanlikning av sedimentkvalitet på stasjon Sko3 og C1 i Skogsvågen i 2007, 2012 og 2014. Fargekodar tilsvavar tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:2013. Normalisert TOC er berekna for granskinga i 2007 og 2014 (sjå metodekapittel).

	Sko3		C1	
	2012	2014	2007	2014
Leire og silt (%)	82	83	28,1	42,1
Glødetap (%)	19,98	19,59	3,81	4,76
TOC (mg/g)	Ikkje kjent	100	15,3	19
Norm. TOC (mg/g)	Ikkje kjent	103,1 (V)	28,2 (III)	29,4 (III)
Fosfor (%)	Ikkje kjent	0,22	0,089	0,083
Nitrogen (%)	Ikkje kjent	0,89	0,14	0,15

## MARIN BLAUTBOTNFAUNA

Botndyra registrert i 2014 på stasjon Sko3 inst i Skogsvågen indikerer at botn totalt sett er relativt lite påverka, men ein del indeksar gjev indikasjonar på moderat påverknad. Grunna overgang til ny rettleiar i 2013, har ein begrensa antal diversitetsindeksar å samanlikne. H' kan samanliknast for alle botngranskingane. For granskinga i 2012 har ein gjennomsnittleg NQI1 for stasjonen, tilsvarande verdi er oppgitt for dei to stasjonane tatt i 2014. Samanlikna med granskinga utført i 2012 har tilstanden på stasjonen endra seg lite (**tabell 12**), og dei små indeksendringane skuldast truleg normale variasjonar i botnfauna over tid. Botndyra på stasjon C1 indikerer ein botn med moderat påverknad av organiske tilførsler. Granskinga i 2014 synte ein firedobling i tal på individ i høve til 2007, noko som indikerer auka organisk belasting. Denne utviklinga er noko uventa då ein ved ein tilsynelatande reduksjon i organisk belasting sidan 2007 normalt vil forvente reduksjon i tal på individ. Granskinga synte også ein noko lågare verdi for diversitetsindeksen H' til ein verdi nær grensa til tilstand III = "moderat".

**Tabell 12.** Samanlikning av botndyrgranskingane på stasjon Sko3 og C1 i Skogsvågen i 2007, 2012 og 2014. Det er tatt to parallelle grabb og nytta ein 0,1 m<sup>2</sup> grabb ved samtlige granskingar. Det vil seie at det er tatt prøvar på eit areal på 0,2 m<sup>2</sup>. Oppgitt NQI1 er gjennomsnittleg NQI1-verdi for dei to grabbhogga på stasjonen. Fargekodar tilsvavar tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:13.

	Sko3		C1	
	2012	2014	2007	2014
N	257	278	500	1979
S	27	24	46	55
J	0,81	0,81	0,66	0,569
H'	3,02	3,417	3,64	3,023
H' <sub>max</sub>	3,72	4,215	5,52	5,315
NQI1	0,58	0,592	Ikkje kjent	0,676

Samanlikning av førekommstar av dei ti mest dominante artane syner at det varierer kva artar som er mest talrike frå dei ulike granskingane. På stasjon Sko3 var det relativt stor endring i kva for artar som dominerte i 2012 og 2014 (**tabell 13**). Ved begge granskingar dominerte forureiningstolerante og opportunistiske artar, og berre fire av dei ti mest dominante artane samanfall. Prøvetakinga av botndyr for 2012 og 2014 vart utført høvesvis i august og oktober. Forskjellane mellom dei to åra skuldast truleg naturleg variasjon i dominans av artar over tid. Ut frå sedimentkvalitet har ein ikkje indikasjonar på endringar i organisk tilførsle inst i Skogsvågen.

**Tabell 13.** Dei ti mest dominerande artane på stasjon Sko3 i Skogsvågen ved granskingane i 2012 og 2014.

		Sko3			
2012	N	%	2014	N	%
<i>Abra alba</i>	94	37	<i>Thyasira sarsi</i>	59	21
<i>Glycera alba</i>	28	11	<i>Kurtiella bidentata</i>	50	18
<i>Prionospio fallax</i>	22	9	<i>Corbula gibba</i>	37	13
<i>Galathowenia oculata</i>	22	9	<i>Lagis koreni</i>	23	8
<i>Chaetozone sp.</i>	19	7	<i>Capitella capitata</i>	16	6
<i>Prionospio cirrifera</i>	12	5	<i>Prionospio cirrifera</i>	15	5
<i>Mediomastus fragilis</i>	10	4	<i>Tellina fabula</i>	14	5
<i>Corbula gibba</i>	10	4	<i>Caprella sp.</i>	14	5
<i>Tellina fabula</i>	5	2	<i>Glycera alba</i>	12	4
<i>Scalibregna inflatum</i>	4	2	<i>Thyasira flexuosa</i>	8	3

På stasjon C1 ser ein også ein markant endring i kva for artar som dominerer frå granskinga i 2007 og noverande gransking (tabell 14). Her var det berre tre samanfallande artar. Prøva tatt i 2014 synte 50 % høgare andel av finsediment (leire og silt) og 25 % høgare verdi for glødetap enn i 2007. Ein får andre tilhøve med finare sediment og meir organisk stoff og vil forvente endringar i artssamansetting. Ved begge granskingane var det både forureiningsnøytrale, -tolerante og opportunistiske artar blant dei mest dominerande, og ein såg soleis ikkje ei utvikling mot større dominans av opportunistiske eller forureiningstolerante artar frå 2007 til 2014.

**Tabell 14.** Dei ti mest dominerande artane på stasjon C1 i Skogsvågen ved granskingane i 2007 og 2014.

		C1			
2007	N	%	2014	N	%
<i>Myriochele oculata</i>	145	29	<i>Owenia fusiformis</i>	610	31
<i>Prionospio malmgreni</i>	91	18	<i>Kurtiella bidentata</i>	401	20
<i>Amphiura filiformis</i>	62	12	<i>Prionospio cirrifera</i>	379	19
<i>Pectinaria auricoma</i>	27	5	<i>Amphiura filiformis</i>	215	11
<i>Prionospio cirrifera</i>	27	5	<i>Pholoe baltica</i>	60	3
<i>Praxillella affinis</i>	23	5	<i>Edwardsiidae indet</i>	46	2
<i>Owenia fusiformis</i>	21	4	<i>Cylichna cylindracea</i>	45	2
<i>Lapidoplax buski</i>	15	3	<i>Ophiuroidae indet</i>	31	2
<i>Chaetozone setosa</i>	10	2	<i>Corbula gibba</i>	31	2
<i>Thyasira spp.</i>	9	2	<i>Praxillella praetermissa</i>	20	1

## OPPSUMMERING

Noverande gransking og samanlikna med tidlegare granskingar syner tilhøva i Skogsvågen å vere relativt uendra med omsyn på oksygenforhold, tilstand på botnfauna og organisk belasting på stasjon Sko3, men med ei noko auke i belastning på stasjon C1 ved Skogestranda RA. Eit utslepp på opptil 300 pe i indre delar av Skogsvågen vil truleg kunne ha ein liten negativ verknad på botntilhøva i Skogsvågen då dette er eit terskla basseng med svake straumtilhøve, samt mottakar av tilførslar frå land. Det er tilrådeleg å gjennomføre ei ny resipientgransking etter nokre år for å stadfeste eventuelle påverknader frå utsleppet.

## REFERANSELISTE

- BAKKE, T., G. BREEDVELD, T. KÄLLQUIST, 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.*
- BORJA, A., FRANCO, J., PÉREZ, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar. Poll. Bull. 40, 1100-1114.*
- DIREKTORATSGRUPPA VANNDIREKTIVET, 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- 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.*
- JOHNSEN, G.H. 2007. Nytt Tellnes Renseanlegg, Fjell kommune. Enkel konsekvensutredning for slaktemerdene til Sekkingstad AS og gyeområder for torsk. *Rådgivende Biologer AS, rapport 1031, 12 sider.*
- KVALØ, S. E., R. TORVANGER, K. HATLEN, P. JOHANNESSEN 2013. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015. *Uni Research AS seksjon SAM-Marin, SAM rapport nr. 7-2013, ISSN 1890-5153, 372 sider.*
- 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.*
- 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 9410:2007. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. *Standard Norge, 28 sider.*
- NORSK STANDARD NS-EN ISO 16665:2005. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. *Standard Norge, 21 sider.*
- NORSK STANDARD NS-EN ISO 19493:2007. Vannundersøkelse - Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard botn. *Standard Norge, 21 sider.*
- PEARSON, T.H. 1980. Macrofauna 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. JOHANNESEN 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. Kortversjon. *SFT Veiledning 93:02, 21 sider.*
- RYGG, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA rapport 4548-2002, 32 s.*
- RYGG, B. & NORLING, K. 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). *NIVA rapport 6475-2013. 46 s.*

SHANNON, C.E. & W. WEAVER 1949. The mathematical theory of communication. *University of Illinois Press, Urbana, 117 s.*

TVERANGER, B., G.H. JOHNSEN & E. BREKKE 2007. Beskrivelse av sjøresipientene og miljøtilstand 2007, med vurdering av planlagt avløpsdisponering i Sund kommune. *Rådgivende Biologer AS, rapport 1032, ISBN 978-82-7658-650-5, 97 sider.*

ØDVEN, B. 2013. Rapport etter analyseprøver i sjø, Dalavågen, Fjell kommune, august 2013. *Sund kommune, Eining Areal Drift Service, 2 sider.*

## DATABASAR OG NETTBASERTE KARTTENESTER

Fiskeridirektoratet: [www.kart.fiskeridir.no](http://www.kart.fiskeridir.no)

Vann-nett: [www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)

Kystverket: [www.kart.kystverket.no](http://www.kart.kystverket.no)

Norge i bilder: [www.norgeibilder.no](http://www.norgeibilder.no)

## OM KOMMUNALT AVLØPSVATN

Kommunalt avløpsvatn inneheld ein rekke stoff som medfører moglegheit for forureining og dermed mogleg skadeverknad på økosystemet. Tilførsler av gjødselstoffa nitrogen og fosfor kan gje auka vekst av plantep plankton og algar. Tilførsler av organisk materiale kan gje auka begroing, auka oksygenforbruk i stagnerande vassmasser og også endra samansetting av blautbotnfauna. Tilførsler av miljøgifter kan gje kroniske eller akutte giftverknader på økosistema, og også kosthaldsråd og omsettingsforbod for marine organismar nyttar som føde for folk og dyr. Tilførsler av tarmbakteriar og andre smittestoffer kan medføre brukarkonflikta ved mellom anna badeplassar. Tilførsler av partikulært materiale kan medføre nedslamming av botn og strender, noko som kan vere både estetisk skjemmande, men også medføre skadar på flora og fauna i området. Alle desse effektane vil vere avhengig av utsleppets storlek, dets plassering i resipienten og ikkje minst resipientens stand/tolegrense.

Eit kloakkutslepp til ein sjøresipient vil vanlegvis bli spreidd særskilt effektivt avhengig av staumtilhøva ved utslipspunktet. Berre dei største partiklene vil sedimentere lokalt ved sjølve utsleppet, medan dei mindre partiklene vil sedimentere ut etterkvart der det er meir "sedimenterande tilhøve" ettersom straumhastigheita avtek. Det er difor ein vanlegvis tek prøver av sedimentet ved det djupaste i ein resipient, fordi det her vil vere sedimentert meir stoff også over lengre tid.

Organisk materiale som blir tilført eit sjøområde akkumulerer soleis på botnen ved det djupaste i resipienten. Dette er ein naturleg prosess, som kan auke i omfang dersom store mengder organisk materiale tilførast. Store eksterne tilførsler av organisk nedbrytbart materiale til djupvatnet i sjøområdene vil kunne auke oksygenforbruket i djupvatnet. Dersom oksygenet i djupet er brukt opp, vil sulfatreduserande bakteriar fortsette nedbrytinga, og den giftige gassen hydrogensulfid ( $H_2S$ ) dannast. Dyreliv vil ikkje førekomme under slike føresetnader. Mange sjøbasseng vil også frå naturens side ha ei balanse som gjør at slike situasjonar vil opptre utan ekstra ytre påverknad. Det behøver difor ikkje vere eit teikn på "overbelasting" at det førekjem hydrogensulfid i djupvatnet og i sedimenta.

Glødetap er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og ein reknar med at det vanlegvis er 10 % eller mindre i sedimenter der det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdiar førekjem i sediment der det anten er så store tilførsler av organisk stoff at den biologiske nedbrytinga ikkje greier å halde følgje med tilførslene, eller i områder der nedbrytinga er naturleg avgrensa av til eksempel oksygenfattige tilhøve. Innhold av organisk karbon (TOC) i sedimentet er eit anna mål på mengde organisk stoff, og dette er vanlegvis omtrent  $0,4 \times$  glødetapet. Den forventa naturtilstanden for sedimenter i sjøbasseng der det er gode nedbrytingstilhøve ligg på rundt 30 mg C/g eller under.

Sedimentprøvene og botndyrprøvene frå de djupaste områda i dei granska sjøbassenga speglar desse tilhøva på ein utfyllande måte. Basseng som har periodevis og langvarige oksygenfrie tilhøve, vil ikkje ha noko dyreliv av betydning i dei djupaste områda, og vil dermed ha sterkt redusert nedbryting av organisk materiale på botnen. Då vil innhaldet av ikkje-nedbrote organisk materiale vere høgt i sedimentprøver. Miljødirektoratet har utarbeida oversiktlege klassifikasjons-system for vurdering av desse tilhøva.

# VEDLEGG

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

## Indekser for blautbotsfauna

### 1. NQI1 = Norwegian quality index

Den samansette indeksen NQI1 kombinerer granskning av ømfintlegheit (basert på AMBI = Azti Marine Biotic Index, Borja et al., 2000) direkte med artstal og individtal.

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

kor N er tal på individ og S tal på artar.

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

kor EGI er andel av individ som tilhører toleransegruppe I etc. Tala angir toleranseverdiane. AMBI blir berekna ved bruk av dataprogrammet ambi\_v5 (2012). Det er 6500 marine botndyrartar med toleranseverdi i dette systemet. Høg AMBI-verdi betyr at det finnast mange artar med høg sensitivitet (lav toleranse mot påverknad og/eller organisk belasting) i prøva.

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

Komponentane artsrikheit og jamleik (fordeling av tal på individ per 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  $n_i$  = tal på individ av arten  $i$ ,  $N$  = totalt tal på individ og  $S$  = totalt tal på artar.

Dersom artstalet er høgt, og fordelinga mellom artane er jamn, blir verdien på denne indeksen ( $H'$ ) høg. Dersom ein art dominerer og/eller prøva inneholder få artar blir verdien låg. Prøver med jamn fordeling av individane blant artane gir høg diversitet, også ved eit lågt artstal. Ei 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 beskriver forventa tal på artar blant 100 vilkårleg valde individ i ei prøve.

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

kor N er totalt tal på individ i prøva, S er tal på artar og  $N_i$  er tal på individ av arten i.

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

Indikatorartsindekser som ISI<sub>2012</sub> (og NSI) kan vurdere økologisk kvalitet på botnfauna på grunnlag av ulike artars reaksjon på ugunstige miljøtilhøve. Artar som er sensitive for miljøpåverknader har høge sensitivitetsverdier, medan artar med høg toleranse har låge verdier.

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

kor ISI<sub>i</sub> er verdi for arten i, og S<sub>ISI</sub> er tal på artar tildelt sensitivitetsverdier.

Lista med ISI-verdier omfattar 591 arter (taksa). Indeksen tar bare omsyn til kva slags artar som er i ei prøve og ikkje kor mange individ av arten som finnast.

#### 5. NSI = Norsk sensitivitetsindeks

NSI liknar på AMBI, men er utvikla for norske tilhøve (norske artar) og indeksen tar omsyn til kor mange individ av kvar art som finnast i ei prøve. Her er det - i samsvar med ISI<sub>2012</sub> - 591 artar som har tilordna sensitivitetsverdi.

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

kor N<sub>i</sub> er tal på individ og NSI<sub>i</sub> verdi for arten i, og N<sub>NSI</sub> er tal på individ med sensitivitetsverdi.

#### 6. DI = Density index

DI er ein ny indeks for individtettheit (tal på dyr per 0,1 m<sup>2</sup>) som tar omsyn til at særslig høge og særslig låge individtall kan indikere dårlig miljøtilstand.

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

DI er spesielt eigna for å klassifisere individfattige botndyrsamfunn. Lågt individtal kan finnast på botn med stabilt dårlige oksygentilhøve (t.d. oksygenfattige fjordar) medan ekstremt høgt individtal av tolerante artar oftast peiker på organisk belasting.

**Vedlegg 2.** Havbruksjenesten AS sin rapport for blautbotnfaunagranskning for Skogsvågen følgjer på neste side.

# Bløtbunnsfaunaundersøkelse

## NS-EN ISO 16665:2013



Foto: *Phyllodoce groenlandica* (Martin Skarsvåg)

**Lokalitet:** Skogsvågen

**Felt dato:** 22.08.2014

**Rapport dato:** 15.01.2015

**Oppdragsgiver:** Rådgivende Biologer AS  
Bredsgården  
5003 Bergen



<b>Rapport</b>	
Tittel	Bløtbunnsfaunaundersøkelse for Skogsvågen
Rapportnr.	BBU – M – 0215 – Skogsvågen – 0115
Rapportdato	15.01.2015
Dato feltarbeid	22.08.2014
Revisjonsnr.	-
Revisjonsbeskrivelse:	-
<b>Lokalitet</b>	
Lokalitet	Skogsvågen, Sund kommune, Hordaland
Lokalitetsnummer	Ikke oppgitt
<b>Oppdragsgiver</b>	
Selskap	Rådgivende Biologer AS Bredsgården 5003 Bergen
Kontakt person	Mette Eilertsen <a href="mailto:Mette.eilertsen@radgivende-biologer.no">Mette.eilertsen@radgivende-biologer.no</a> Tlf: 47396376
<b>Oppdragsansvarlig</b>	
Selskap	Havbruksjenesten AS Siholmen, 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052
Rapportansvarlig	Ingrid Kjerstad <a href="mailto:ingrid@havbruksjenesten.no">ingrid@havbruksjenesten.no</a> Telefonnr: 92232863
Forfatter (e)	Øystein Stokland Therese S. Løkken Ingrid Kjerstad
Godkjent av	Arild Kjerstad <a href="mailto:arild@havbruksjenesten.no">arild@havbruksjenesten.no</a> 90 94 20 55

## Innholdsfortegnelse

<b>Forord .....</b>	<b>4</b>
<b>Sammendrag .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Metode og datagrunnlag .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Resultater og vurdering .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Arts- og individfordeling; SKO3 .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Arts- og individfordeling; C1 .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 NQI1-indeks .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Shannon-Wieners indeks (<math>H'</math>).....</b>	<b>12</b>
<b>3.5. ES<sub>100</sub>-indeks .....</b>	<b>13</b>
<b>3.6. ISI-indeks.....</b>	<b>14</b>
<b>3.7. NSI-indeks .....</b>	<b>15</b>
<b>3.8. DI-indeks .....</b>	<b>16</b>
<b>3.9 AMBI .....</b>	<b>17</b>
<b>3.10 Endelig klassifisering av stasjonene (nEQR) – konklusjon av miljøtilstand .....</b>	<b>18</b>
<b>4 Referanser .....</b>	<b>19</b>
<b>V. Vedlegg .....</b>	<b>20</b>
<b>V.1 Beregning av indekser .....</b>	<b>20</b>
V.1.1. Diversitet og jevnhet .....	20
V.1.2. Sensitivitet og tetthet.....	21
V.1.3. Sammensatt indeks (NQI1).....	22
V.1.4. Normalisering .....	22
<b>V.2 Klassifisering av forurensningsgrad (NSI) .....</b>	<b>23</b>
<b>V.3 Artsliste .....</b>	<b>25</b>
<b>V.4 Referansetilstand og klassegrenser (Klassifisering ut i fra veileder 02:2013) .....</b>	<b>28</b>
<b>V.5 Klassifisering av miljøtilstand ut i fra NS 9410:2007 .....</b>	Feil! Bokmerke er ikke definert.

## **Forord**

Havbrukstjenesten AS har på oppdrag fra Rådgivende Biologer AS utført artsidentifisering i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 fra prøver tatt ved lokalitet Skogsvågen i Sund kommune. 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 15.01.2015

## **Sammendrag**

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene ved Skogsvågen i Sund kommune, Hordaland. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på bunndyrsundersøkelser. Materialet ble grovsortert og arts-identifisert 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 SKO3 ut i fra Veileder 02:2013 best karakterisert ved tilstandsklassene «god» og fremstår dermed som upåvirket. Stasjon C1 synes best karakterisert ved tilstandsklassen «moderat» og fremstår da som påvirket av organisk materiale.

## 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 *Malacoboceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet 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.3). Tilstandsklassene (vedlegg V.3.4) 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.3) 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. Ut fra 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 indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnfauna (Molvær et al. 1997 og Veileder 02:2013).

Ved å normalisere alle indeksene gjennom indeksen normalised Ecological Quality Ratio (nEQR) (se Vedlegg 3.4) får man verdier som gjør det mulig å sammenligne de ulike indeksene på bakgrunn av tallverdi. Tilstandsklassene nEQR er delt opp i spenner over en skala fra 0-1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstansklassen «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 Skogsvågen er presentert i avsnitt 2.- 3.

## 2. Metode og datagrunnlag

Havbruksstjenesten AS mottok sediment fra tre stasjoner (2 grabber per stasjon) 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	-
Havbruksstjenesten AS	Grovsortering	Jolita Kazuleniene/ Jovita Prakapaviciute	Ja, (Test 252: P21)
Havbruksstjenesten AS	Artsidentifisering	Charlotte Hallerud	Ja, (Test 252: P21)
Havbruksstjenesten 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.3. 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.

Forkortning/Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	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 individtall også inngår
DI	Indeks for individtetthet (Density Index)
Ĝ	Gjennomsnittlig verdi for grabb A og 2
Ś	Stasjonsverdi (kombinert verdi for grabb A og 2)
nEQR	Normaliserte verdier (Normalised Ecological Quality Ratio)
Samlet verdi	Gjennomsnittet av alle indeksernes nEQR-verdi

### 3. Resultater og vurdering

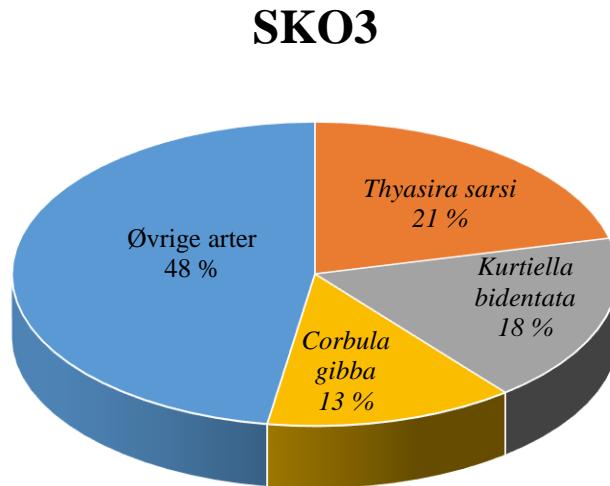
Arts- og individtall (statistisk relevante) registrert ved stasjonene SKO 3 og C1 samt en vurdering av disse er presentert i Tabell 3.1 – 3.2. Figurene 3.1 - 3.2 viser fordeling av de hyppigste forekommende artene funnet ved de tre stasjonene. Komplett artsliste for alle prøver er oppgitt i vedlegg V.3. Miljøkvaliteten for de to stasjonene er beskrevet av indeksene; NQI<sub>1</sub>, H<sup>c</sup>, 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 3.3-3.10 og gjengitt i tabellform i vedlegg V.4 (beskrivelse av utregning av indeksene 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; SKO3

Hyppigst forekommende art ved SKO3 (Figur 3.1) var den forurensingstolerante og opportunistiske muslingen *Thyasira sarsi* (NSI-gruppe IV) som utgjorde 21 % av det totale individantallet. Den nest hyppigst forekommende arten var den forurensingstolerante og opportunistiske muslingen *Kurtiella bidentata* (NSI-gruppe IV) som utgjorde 18 % av det totale individantallet. Tredje hyppigst forekommende art var den forurensingstolerante og opportunistiske muslingen *Corbula gibba* (NSI-gruppe IV) som utgjorde 13 % av det totale individtallet. Øvrige arter utgjorde 48 % av det totale individantallet fra prøvene og var en samling av de resterende 21 artene som forekom med lavere og varierende individtall.

**Tabell 3.1:** Antall arter (s), antall individer (N), gjennomsnitt (Ḡ), stasjonsverdi (S̄) samt vurdering og tolkning for SKO3.

SKO3	Gr. A	Gr. B	Ḡ	S̄	Vurdering og tolkning
S	23	15	19	24	Gjennomsnittlig artsantall (Ḡ) i de to grabbene var lavere enn normalen (norm. 25-75 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).
N	170	108	139	278	Gjennomsnittlig individantall (Ḡ) i de to grabbene var innenfor normalen (norm. 50 – 300 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).



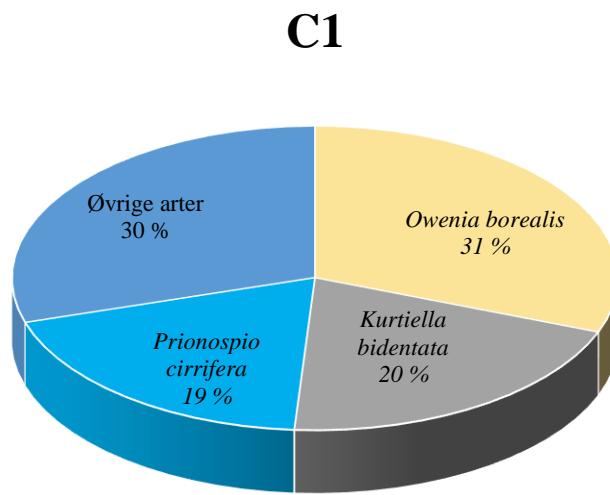
**Figur 3.1:** Prosentvis fordeling av de tre hyppigste artene ved SKO3. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (฿) for antall individer funnet ved stasjonen.

### 3.2 Arts- og individfordeling; C1

Hyppigst forekommende art ved C1 (Figur 3.2) var den forurensingsnøytrale flerbørstemarken *Owenia borealis* (NSI-gruppe II) som utgjorde 31 % av det totale individantallet. Den nest hyppigst forekommende arten var den forurensingstolerante og opportunistiske muslingen *Kurtiella bidentata* (NSI-gruppe IV) som utgjorde 20 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende arten var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Prionospio cirrifera* (NSI-gruppe III) som utgjorde 19 % av det totale individtallet. Øvrige arter utgjorde 30 % av det totale individantallet fra prøvene og var en samling av de resterende 52 artene som forekom med lavere og varierende individtall.

**Tabell 3.2:** Antall arter (s), antall individer (N), gjennomsnitt (Ḡ), stasjonsverdi (S̄) samt vurdering og tolkning for C1.

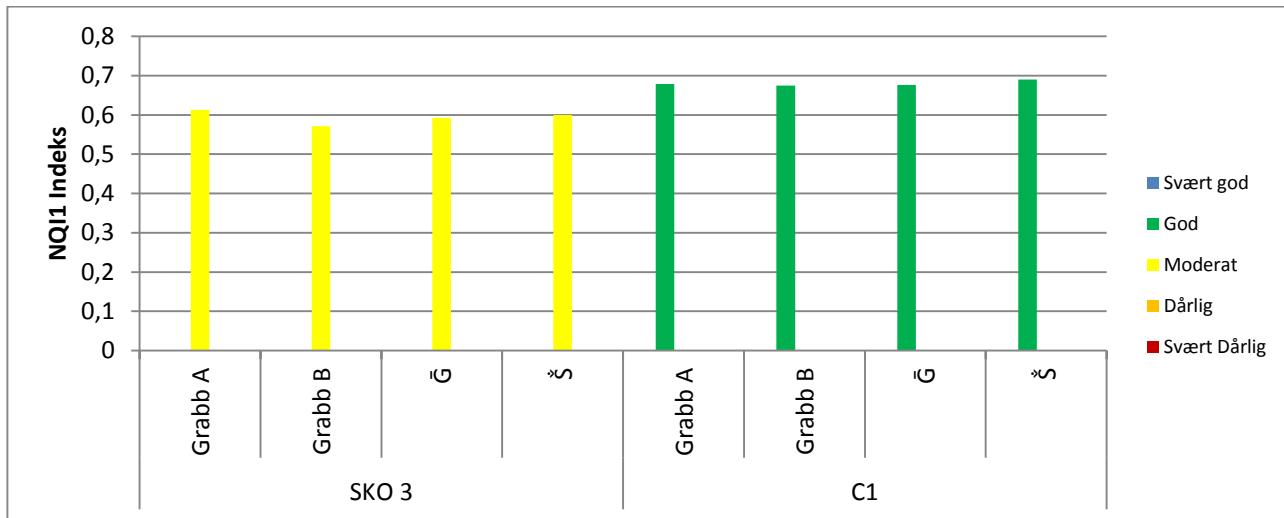
C1	Gr. A	Gr. B	Ḡ	S̄	Vurdering og tolkning
S	44	36	40	55	Gjennomsnittlig artsantall (Ḡ) i de to grabbene var innenfor normalen (norm. 25-75 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).
N	958	1021	989,5	1979	Gjennomsnittlig individantall (Ḡ) i de to grabbene var høyere enn normalen (norm. 50 – 300 pr. grabb, ref: veileder 02:2013).



**Figur 3.2:** Prosentvis fordeling av de hyppigste artene ved C1. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (S̄) for antall individer funnet ved stasjonen.

### 3.3 NQI1-indeks

NQI1-indeksten for SKO3 og C1 er presentert i Figur 3.3 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



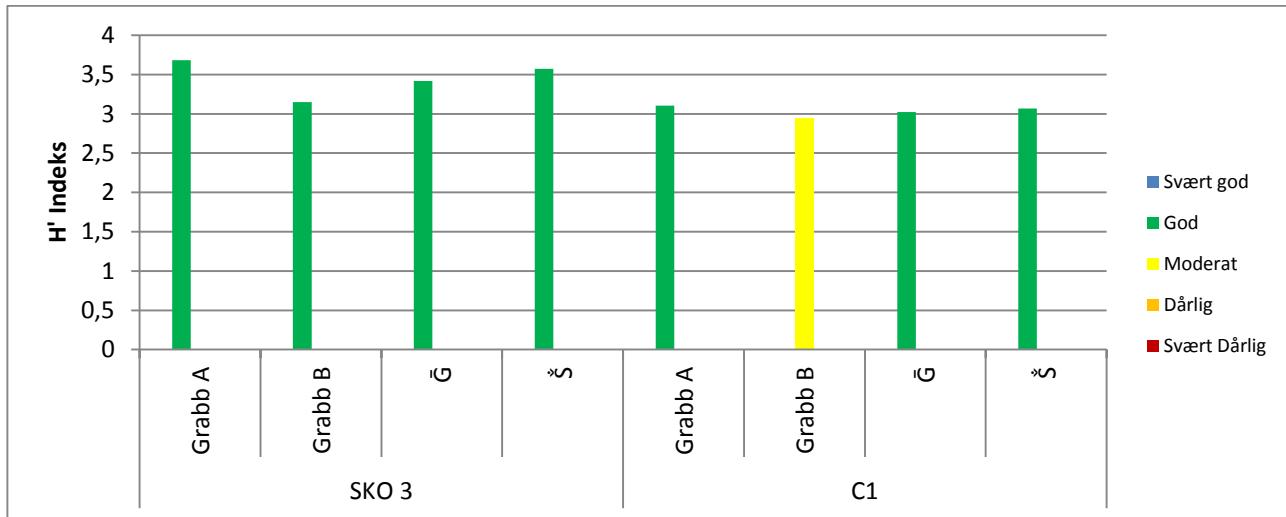
**Figur 3.3:** NQI1-indeksten for alle stasjonene, samt gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\dot{S}$ ), beregnet på grunnlag av arts- og individtall fra de ulike stasjonene.

For SKO3 lå NQI1-verdien for grabb A, grabb B, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «moderat».

For C1 lå NQI1-verdien for grabb A, grabb B, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «god».

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

Shannon-Wieners indeks for SKO3 og C1 er presentert i Figur 3.4 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



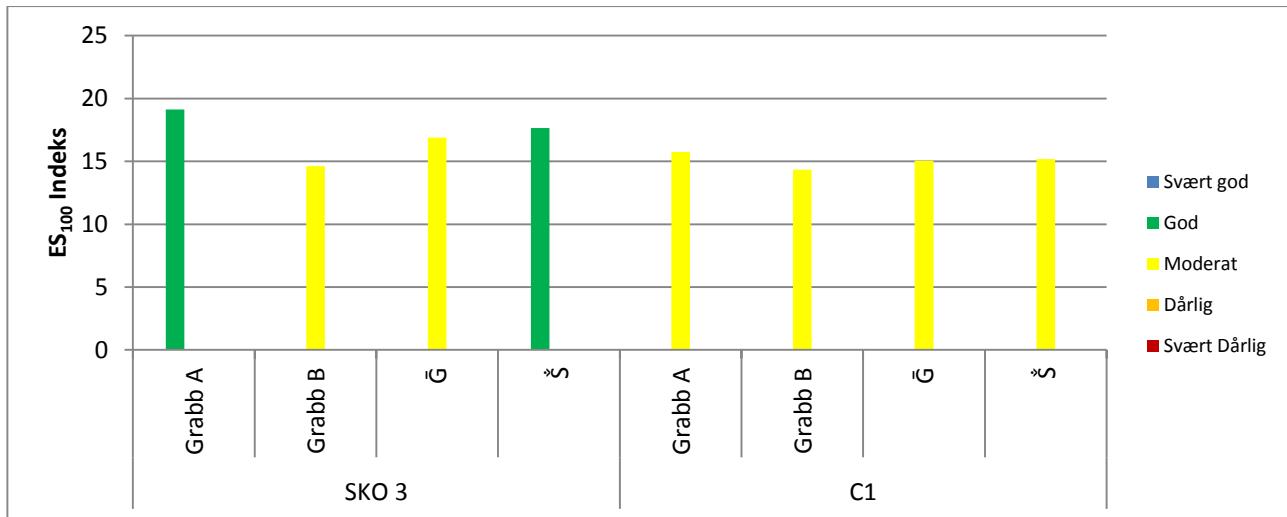
Figur 3.4: Shannon-Wieners indeks ( $H'$ ) for alle stasjoner, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\dot{S}$ ), beregnet på grunnlag av arts- og individantall for de ulike stasjonene.

For SKO3 lå  $H'$ -verdien for grabb A, grabb B, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «god»

For C1 lå  $H'$ -verdien for grabb A, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «god», mens verdien for grabb B lå i tilstandsklassen under; «moderat».

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

Artsmangfoldet som er representert ved ES<sub>100</sub> - indeksen for SKO3 og C1 er presentert i Figur 3.5 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



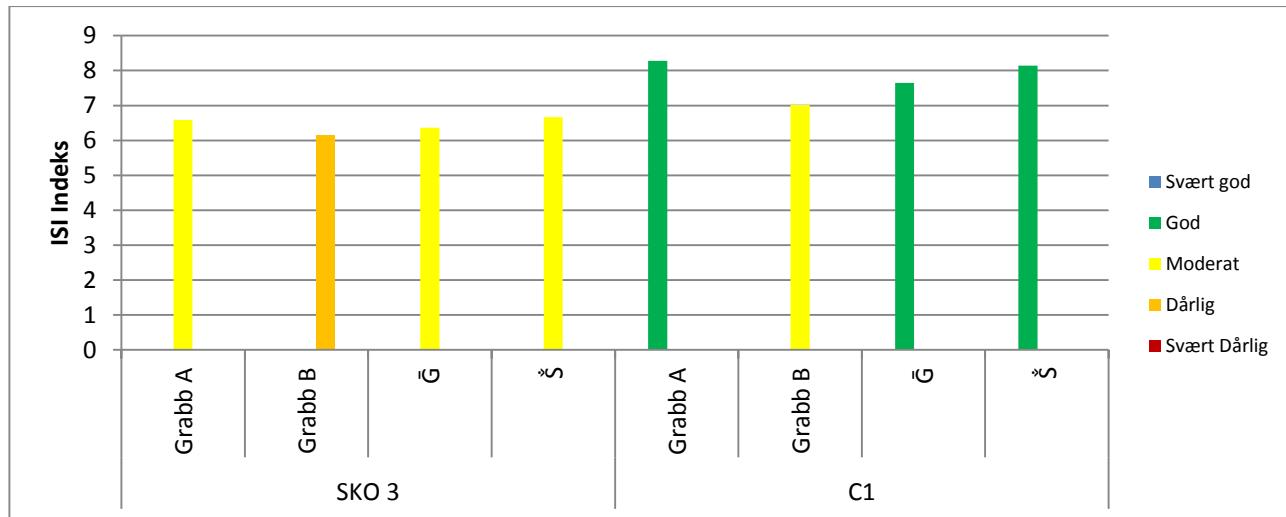
**Figur 3.5:** ES<sub>100</sub>-indeksen for alle stasjoner, samt gjennomsnitt (G) og stasjonsverdi (S), beregnet på grunnlag av arts- og individantall for de ulike stasjonene.

For SKO3 lå ES<sub>100</sub>-verdien for grabb A og stasjonsverdien (S) innenfor tilstandsklassen «god», mens verdien for grabb B og gjennomsnittet (G) lå i tilstandsklassen under; «moderat».

For C1 lå ES<sub>100</sub>- verdien for grabb A, grabb B, gjennomsnittet (G) og stasjonsverdien (S) innenfor tilstandsklassen «moderat»

### 3.6. ISI-indeks

ISI – indeksen for SKO3 og C1 er presentert i Figur 3.6 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



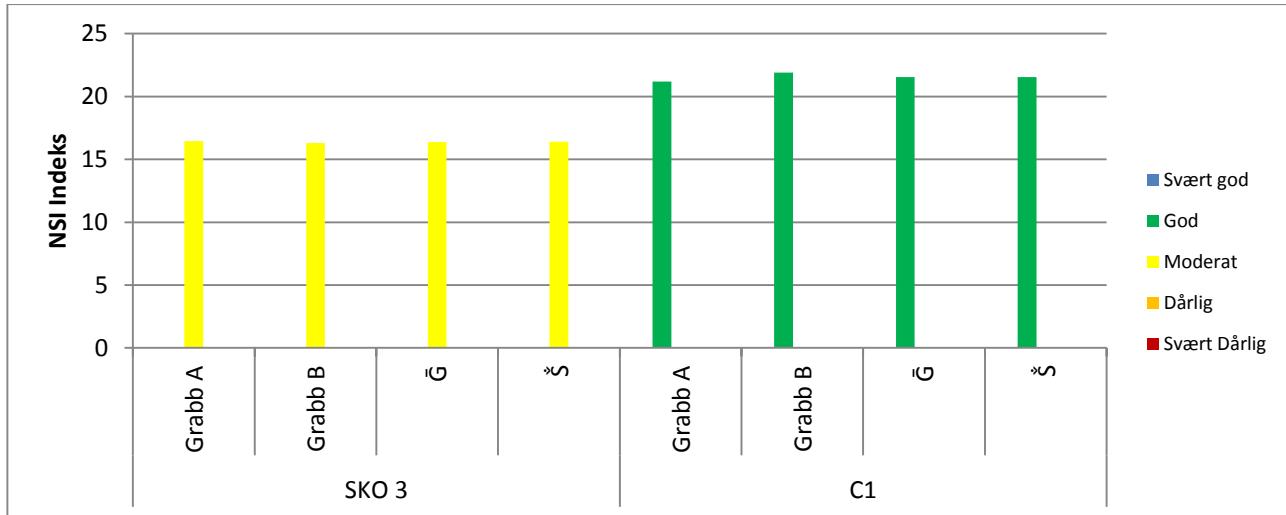
**Figur 3.6:** ISI-indeks for alle stasjoner, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\dot{S}$ ), beregnet på grunnlag av artsantallet for de ulike stasjonene.

For SKO3 lå ISI-verdien for grabb A, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «moderat», men verdien for grabb B lå i tilstandsklassen under; «dårlig».

For C1 lå ISI-verdien for grabb A, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «god», mens grabb B lå innenfor tilstandsklassen under; «moderat».

### 3.7. NSI-indeks

NSI - indeksen for SKO3 og C1 er presentert i Figur 3.7 som viser hvilke tilstandsklasser indeksen faller inn under for de ulike stasjonene og grabbene.



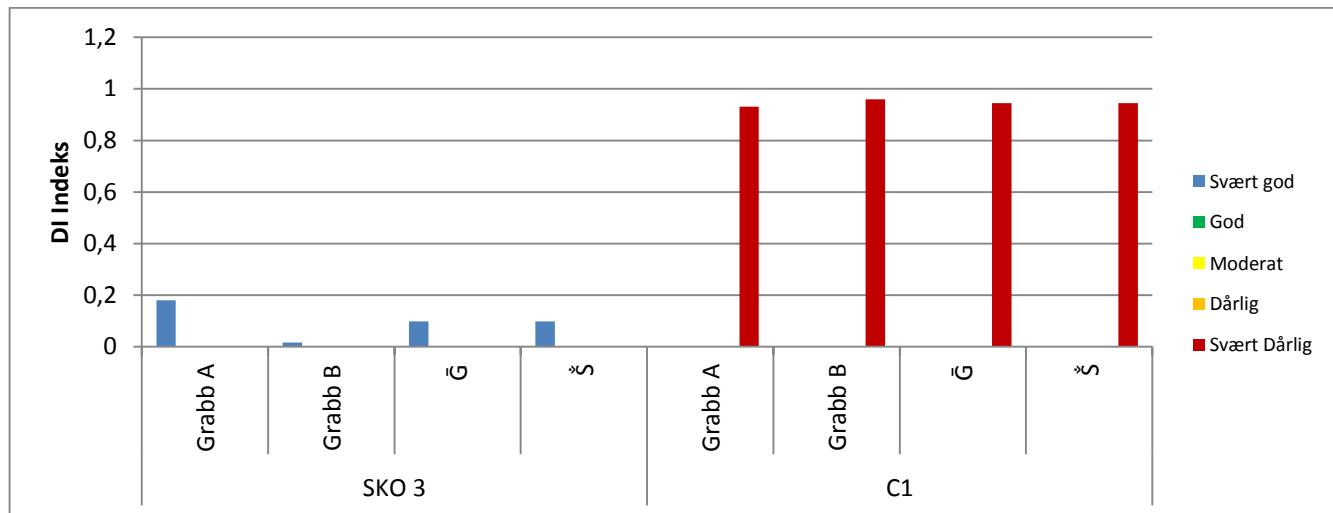
**Figur 3.7:** NSI-indeks for alle stasjoner, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\dot{S}$ ), beregnet på grunnlag av arts- og individantall for de ulike stasjonene.

For SKO3 lå NSI-verdien for grabb A, grabb B, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «moderat».

For C1 lå NSI-verdien for grabb A, grabb B, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «god».

### 3.8. DI-indeks

DI – indeksen for SKO3 OG C1 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 ( $\dot{S}$ ), beregnet på grunnlag av individantall for de ulike stasjonene.

For SKO3 lå DI-verdien for grabb A, grabb B, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «svært god». Det kommer noe dårlig fram i figuren at tilstandsklassen faktisk er «svært god».

For C1 lå DI-verdien for grabb A, grabb B gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) innenfor tilstandsklassen «svært dårlig».

### 3.9 AMBI

AMBI – indeksen for SKO3 og C1 er presentert i Tabell 3.3.

Tabell 3.3: Oversikt over de beregnede AMBI-verdiene for grabb A og grabb B tatt ved SKO3 og C1 samt stasjonsverdien (Ś) for hver stasjon

Stasjon	SKO3 A	SKO3 B	SKO3 Ś	C1 A	C1 B	C1 Ś
<b>AMBI</b>	3,25	3,35	3,29	2,57	2,34	2,45

### 3.10 Endelig klassifisering av stasjonene (nEQR) – konklusjon av miljøtilstand

Basert på den samlede verdien (se Tabell V.2.2 i Vedlegg 3) (gjennomsnittet av nEQR) ble stasjonen SKO3 ut i fra *veileder 02:2013 - Klassifisering av miljøtilstand i vann* totalt sett klassifisert i tilstandsklassen «god», men ligger på grensen i tilstandsklassen under «moderat». Denne stasjonen synes derfor best representert ved denne tilstandsklassen og fremstår da som relativt upåvirket av organisk materiale. Stasjon C1 ble totalt sett (samlet verdi for nEQR, se Tabell V.2.3 i Vedlegg 3) klassifisert i tilstandsklassen «moderat» fremstår da som påvirket av organisk materiale.

## 4 Referanser

1. Anon, 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjører og elver. Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet/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 indeks

#### 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 uforenede 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<sub>100</sub> 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 individtethet og er gitt ved (Veileder 02:2013):

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

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

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. Sammensatt indeks (NQI1)

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

NQI-indeksten er gitt ved formelen:

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

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 indeksert til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettare 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, tilstansklasse «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

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

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

	<b>nEQR basisverdi</b>	<b>Tilstandsklasse</b>
<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 Havbruksstjenesten 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-indeksem (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 flerbørstemarkar (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 gruppen 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 flerbørstemarkar (Benevnelse - forurensingstolerante).

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

**Gruppe V** – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikatorende 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	Forurensingsnøytral
III	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
IV	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
V	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikering art

### V.3 Artliste

Tabell V.3. viser komplett artliste 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:** Komplett artliste for alle grabber ved alle stasjoner ved Skogsvågen der arter merket med rødt er ikke statistisk gjeldene.

TAXA	Art	SKO3-A	SKO3-B	C1-A	C1-B
Subclass HEXACORALLIA (phylum Cnidaria)	Edwardsiidae indet	1	1	24	22
<b>Phylum NEMATODA</b>	<b>Nematoda indet.</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>81</b>	<b>64</b>
Phylum NEMERTEA	Nemertea indet			4	13
Class POLYCHAETA (phylum Annelida)	Amphictene auricoma	2			
	Capitella capitata	11	5		
	Chaetozone setosa			4	2
	Eteone longa				1
	Glycera alba	8	4	1	
	Glycera sp.	4	1	1	1
	Goniada maculata			4	4
	Lagis koreni	15	8	11	7
	Lipobranchius jeffreysii			1	
	Lumbrineris sp.			1	
	Nephtys paradoxa			1	
	Owenia fusiformis		1	239	371
	Paramphinome jeffreysii				1
	Pholoe baltica			25	35
	Phyllodoce groenlandica	1		2	5
	Phyllodoce mucosa	5	1		
	Praxillella praetermissa			15	5
	Prionospio cirrifera	6	9	207	172
	Prionospio fallax				1
	Rhodine loveni			2	
	Rhodine sp.				1

TAXA	Art	SKO3-A	SKO3-B	C1-A	C1-B
	<i>Sabellides octocirrata</i>			3	1
	<i>Scalibregma inflatum</i>	1		3	1
	<i>Scolelepis</i> sp.			1	5
	<i>Sige fusigera</i>			1	
	<i>Sphaerodorum gracilis</i>				1
	<i>Syllis cornuta</i>				1
Phylum SIPUNCULA	<i>Golfingia</i> sp.			1	1
	<i>Phascolion</i> ( <i>Phascolion</i> ) <i>strombus strombus</i>			1	
Subclass COPEPODA (subphylum Crustacea)	<i>Calanoida</i> indet	1			1
Order CUMACEA (subphylum Crustacea)	<i>Diastylis laevis</i>			2	
	<i>Diastylis lucifera</i>	1			1
	<i>Diastylis</i> sp.	1	2		
Order AMPHIPODA, suborder GAMMARIDEA (subphylum Crustacea)	<i>Amphipoda</i> indet	2			
	<i>Protomediea fasciata</i>	1			
	<i>Stenochoide</i> indet	2			
	<i>Westwoodilla caecula</i>			1	
Order AMPHIPODA, suborder CAPRELLIDEA (subphylum Crustacea)	<i>Caprella</i> sp.	14			
Subclass PROSOBRANCIA (phylum Mollusca)	<i>Lunatia montagui</i>				1
Subclass HETEROBANCHIA (includes infraclass HETEROSTROPHIA and suborder OPISTHOBRANCHIA) (phylum Mollusca)	<i>Acteon tornatilis</i>			1	
	<i>Cyllichna cylindracea</i>			15	30
	<i>Philine scabra</i>			2	1
Class BIVALVIA (phylum Mollusca)	<i>Acanthocardia echinata</i>			1	

TAXA	Art	SKO3-A	SKO3-B	C1-A	C1-B
	<i>Arctica islandica</i>				2
	<i>Astarte montagui</i>				1
	<i>Chamelea striatula</i>	1	1		
	<i>Corbula gibba</i>	22	15	17	14
	<i>Dosinia exoleta</i>			3	
	<i>Dosinia lupinus</i>			1	
	<i>Ennucula tenuis</i>				6
	<i>Kurtiella bidentata</i>	29	21	219	182
	<i>Lucinoma borealis</i>			3	1
	<i>Macoma calcarea</i>			1	
	<i>Mya</i> sp.			1	
	<i>Myrtea spinifera</i>			2	
	<i>Mytilus edulis</i>	1			
	<i>Parvicardium minimum</i>			1	
	<i>Tellina fabula</i>	8	6		
	<i>Thracia convexa</i>			1	
	<i>Thyasira flexuosa</i>	4	4		
	<i>Thyasira sarsi</i>	30	29		
Class OPHIUROIDEA (phylum Echinodermata)	<i>Amphiura chiajei</i>			4	3
	<i>Amphiura filiformis</i>			113	102
	Ophiuroidea indet			11	20
Class ECHINOIDEA (phylum Echinodermata)	<i>Echinocardium cordatum</i>			1	5
Class HOLOTHUROIDEA (phylum Echinodermata)	<i>Labidoplax buskii</i>			3	1
	<i>Tracythyone elongata</i>			3	

#### 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 → «svært 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
<b>NQI1</b>	0.82- 0.90	0.63 - 0.82	0.49 - 0.63	0.31 - 0.49	0 - 0.31
<b>H'</b>	4.8 - 5.7	3.0 - 4.8	1.9 - 3.0	0.9 - 1.9	0 - 0.9
<b>ES100</b>	34 - 50	17 - 34	10 - 17	5 - 10	0 - 5
<b>ISI</b>	9.6 - 13	7.5 - 9.6	6.2 - 7.5	4.5- 6.1	0 - 4.5
<b>NSI</b>	25 - 31	20 - 25	15 - 20	10 - 15	0 - 10
<b>DI</b>	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 Stasjon SKO3 fra grabb A, grabb B gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) for grabbene og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) fra lokalitet Skogsvågen. Fargene i tabellene angir hvilken tilstandsklasse de ulike indeksene faller inn under. Samlet verdi er gjennomsnittet fra den normaliserte nEQR som samler aller indeksene til en felles representativ verdi for stasjonen. Fargekoder: blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

SKO 3	Grabb A	Grabb B	$\bar{G}$	$\dot{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\dot{S}$
S	23	15	19,0	24		
N	170	108	139,0	278		
<b>NQI1</b>	0,613	0,571	0,592	0,600	0,546	0,557
<b>H'</b>	3,684	3,150	3,417	3,572	0,646	0,664
<b>J</b>	0,814	0,806	0,810	0,779		
<b>H'max</b>	4,524	3,907	4,215	4,585		
<b>ES100</b>	19,130	14,620	16,875	17,640	0,596	0,608
<b>ISI</b>	6,587	6,138	6,363	6,667	0,425	0,472
<b>NSI</b>	16,464	16,313	16,389	16,405	0,456	0,456
<b>DI</b>	0,180	0,017	0,099	0,099	0,934	0,934
		<b>Samlet verdi:</b>	0,608		0,601	0,615

**Tabell V.4.4:** Oversikt over alle indeksverdiene beregnet ut ifra resultatene fra Stasjon C1 fra grabb A og grabb B, gjennomsnittet ( $\bar{G}$ ) for grabbenes og stasjonsverdien ( $\dot{S}$ ) fra lokalitet Skogsvågen. Fargene i tabellene angir hvilken tilstandsklasse de ulike indeksene faller inn under. Samlet verdi er gjennomsnittet fra den normaliserte nEQR som samler aller indeksene til en felles representativ verdi for stasjonen. Fargekoder: blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

C1	Grabb A	Grabb B	$\bar{G}$	$\dot{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\dot{S}$
S	44	36	40,0	55		
N	958	1021	989,5	1979		
<b>NQI1</b>	0,678	0,674	0,676	0,690	0,649	0,663
<b>H'</b>	3,105	2,942	3,023	3,067	0,603	0,607
<b>J</b>	0,569	0,569	0,569	0,530		
<b>H'max</b>	5,459	5,170	5,315	5,781		
<b>ES100</b>	15,740	14,350	15,045	15,180	0,544	0,548
<b>ISI</b>	8,277	7,009	7,643	8,143	0,614	0,661
<b>NSI</b>	21,177	21,900	21,539	21,551	0,662	0,662
<b>DI</b>	0,931	0,959	0,945	0,945	0,184	0,184
		samlet verdi:	0,548		0,542	0,554