

# Bunndyrsundersøkelse

NS-EN ISO 16665:2013

for

## Hommelvika



**Feltarbeid**

**11.11.2016**

**Oppdragsgiver**

**COWI**



**ÅKERBLÅ**





Bunndyrsundersøkelse for Hommelvika		
Rapportnummer	MCR-M-04617-Hommelvika	
Rapportdato / Feltdato	09.03.2017 / 11.11.2016	
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>	<i>Signatur</i>
-	-	-
<b>Lokalitet</b>		
Lokalitet	Hommelvika	
	Malvik, Sør-Trøndelag	
Lokalitetsnummer	-	
<b>Oppdragsgiver</b>		
Selskap	COWI	
Kontaktperson	Halvor Saunes	
<b>Oppdragsansvarlig</b>		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda Organisasjonsnummer 916 763 816	
Ansvarlig prøvetaking	Halvor Saunes	
Rapportansvarlig	Dagfinn B. Skomsø	
Forfattere	Ranga Jayawickrama, Martin Hektoen	
Godkjent av	Embla O. Østebrot <i>embla o. østebrot</i>	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab Prebio AS, Nummer 361 (DS/EN ISO/IEC 17025:2005)	
Distribusjon	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.</i>	

**Tabell 1.** Hovedresultat fra undersøkelsen. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H'), økologisk kvalitetsratio (nEQR), klassifisering av kobber (Cu) er oppgitt etter Veileder 02:2013 (2015)).

Stasjon	Hvik-50	Hvik-150	Hvik-EKS	Hvik-NY	Hvik-REF
<b>Parameter</b>					
Antall arter	13	17	14	9	18
Antall individ	290	3268	161	170	286
H'	1,900 (Moderat)	0,265 (Svært dårlig)	0,900 (Dårlig)	1,818 (Dårlig)	2,331 (Moderat)
nEQR	0,526 (Moderat)	0,383 (Dårlig)	0,434 (Moderat)	0,525 (Moderat)	0,548 (Moderat)
Cu	-	-	-	-	-

Forsidefoto: Charlotte Hallerud

## Forord

Denne rapporten omhandler bunndyrsanalyser fra lokalitet Hommelvika i henhold til NS-EN ISO 16665 (2013). Rapporten omfatter artsantall, individantall og indekser for hver prøve som resulterer i gjennomsnitt- og stasjonsverdier per prøvestasjon.

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter ISO 16665 (2013), SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (2015). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstillter kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Trondheim, Avdeling Marine Bunndyr, 09.03.2017

## Sammendrag

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av bunndyrsforekomstene ved lokaliteten Hommelvika i Malvik kommune, Sør-Trøndelag.

Totalt sett viser denne bunndyrundersøkelsen at området undersøkt bærer preg av noe organisk belastning. Den forurensingstolerante flerbørstemarken *Galathowenia oculata* dominerte ved samtlige prøvestasjoner, og antall registrerte arter var lavere enn det som normalt forbindes med uberørte forhold. Hvik-150 virket å være mer påvirket enn de andre prøvestasjonene, og ble også klassifisert med en tilstandsklasse dårligere enn resten. Det ble registrert biter av organisk materiale, som frø og trebiter, og også biter av plast og annet søppel i mange av grabbene. Denne tilførselen av organisk materiale fra land kan i stor grad forklare den noe belastede bunnfaunaen i området.

## Innhold

<b>INNHold</b> .....	<b>6</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>7</b>
<b>2 MATERIALE OG METODE</b> .....	<b>8</b>
<b>3 RESULTATER</b> .....	<b>9</b>
3.1 Hvik-50.....	9
3.2 Hvik-150.....	11
3.3 Hvik-EKS.....	13
3.4 Hvik-NY.....	15
3.5 Hvik-REF.....	17
<b>4 DISKUSJON</b> .....	<b>19</b>
<b>5 LITTERATURLISTE</b> .....	<b>20</b>
<b>6 VEDLEGG</b> .....	<b>21</b>
VEDLEGG 1 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD .....	21
VEDLEGG 2 - INDEKSBEKRIVELSER .....	23
VEDLEGG 3 - REFERANSETILSTANDER .....	26
VEDLEGG 4 - ARTSLISTE .....	27

## 1 Innledning

Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2013).

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 (ISO 16665 2013; Veileder 02:2013 2015). Normalt antall defineres som 25-75 arter per grabb og 50-300 individer per grabb i henhold til Veileder 02:2013 (2015). Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2013 2015).

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Density Index (DI) er oppgitt for hver stasjon, men er ikke med i samlet vurdering. Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Miljøkvaliteten i et område vil dermed kunne vurderes med utgangspunkt i disse tilstandsklassene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene, for at konklusjonene skal bli korrekte. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna (Veileder 02:2013 2015).

## 2 Materiale og metode

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunndyr i Åkerblå AS (tabell 2.1).

**Tabell 2.1** Utført arbeid og akkreditering

Leverandør	Arbeid	Personell	Akkreditert arbeid
COWI AS	Feltarbeid	Halvor Saunes	Ikke oppgitt
Åkerblå AS	Grovsortering	Jolanta Jagminiene	Ja, (Test 252: P21)
Åkerblå AS	Artsidentifisering	Ranga Jayawickrama Øystein Stokland	Ja, (Test 252: P21)
Åkerblå AS	Vurdering og tolkning	Martin Hektoen	Ja, (Test 252: P32)

Utrekningen av artsmangfold ( $ES_{100}$ ) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:13 (2015). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (2015). DI-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (2015), men denne inngår ikke i normalisert samlet verdi (nEQR; tabell 2.2; vedlegg 1-4).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 1 og 3). Klassifisering av tilstand for stasjonene gjøres etter beskrivelse i NS 9410 (2016) og Veileder 02:13 (2015).

**Tabell 2.2** Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
H' <sub>max</sub>	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter (= $\log_2 S$ )
ES <sub>100</sub>	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$ )
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks basert inkludert med individantall
DI	Individtetthetsindeks («Density Index»)
$\bar{G}$	Grabbverdi: Gjennomsnittlig verdi for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normaliserte verdier ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstandsverdi	Gjennomsnittet av alle indeksenes nEQR-verdi



## 3 Resultater

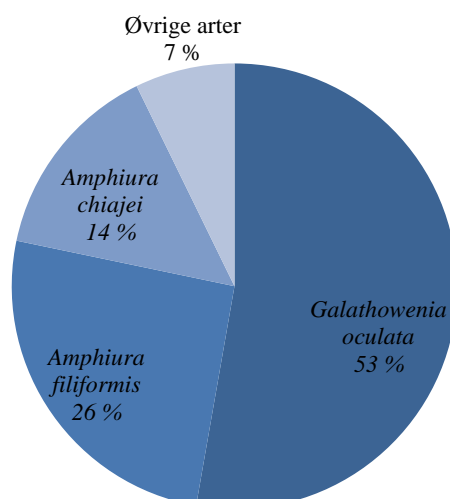
### 3.1 Hvik-50

Ved Hvik-50 ble det funnet 290 individer fordelt på 13 arter. Stasjonen var noe dominert av den forurensingstolerante flerbørstemarken *Galathowenia oculata* (NSI-gruppe 3) som stod for omtrent 53 % av det totale individantallet (tabell 3.1.1; figur 3.1.1).

Stasjonen var dominert av forurensings-tolerante og -nøytrale arter, og ble etter Veileder 02:2013 (2015) klassifisert midt på skalaen i tilstandsklasse III: «Moderat» (tabell 3.1.2).

**Tabell 3.1.1** De ti hyppigst forekommende artene ved Hvik-50 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	153	53
<i>Amphiura filiformis</i>	3	74	26
<i>Amphiura chiajei</i>	2	42	14
<i>Owenia borealis</i>	2	4	1,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	3	1,0
<i>Glycera alba</i>	2	2	0,69
<i>Goniada maculata</i>	2	2	0,69
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	2	0,69
<i>Scalibregma inflatum</i>	3	2	0,69
<i>Turritella communis</i>	2	2	0,69
Øvrige arter	-	4	1,4



**Figur 3.1.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved Hvik-50. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.1.2** Resultater for Hvik-50 fra grabb 1; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «tilstandsverdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	13	13,0	
N	290	290,0	
NQI1	0,601	0,601	0,558
H'	1,900	1,900	0,400
J	0,514	0,514	
H'max	3,700	3,700	
ES100	8,657	8,657	0,346
ISI	7,809	7,809	0,629
NSI	22,391	22,391	0,696
DI	0,412	0,412	
	<b>Tilstandsverdi:</b>	0,526	0,526

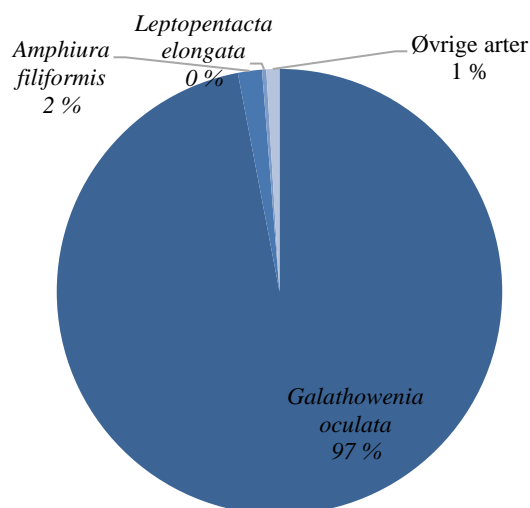
### 3.2 Hvik-150

Ved Hvik-150 ble det registrert 3268 individer fordelt på 17 arter. Stasjonen var svært dominert av den forurensingstolerante flerbørstemarken *G. oculata* (NSI-gruppe 3) som stod for omtrent 97 % av det totale individantallet (tabell 3.2.1; figur 3.2.1).

Stasjonen ble klassifisert til øvre del av tilstandsklasse IV: «Dårlig», forholdsvis nær grensen til tilstandsklasse III (tabell 3.2.2).

**Tabell 3.2.1** De ti hyppigst forekommende artene ved Hvik-150 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	3170	97
<i>Amphiura filiformis</i>	3	57	1,7
<i>Leptopentacta elongata</i>	2	10	0,31
<i>Amphiura chiajei</i>	2	8	0,24
<i>Owenia borealis</i>	2	5	0,15
<i>Pseudothyone raphanus</i>	i.a.	4	0,12
<i>Nemertea</i>	3	3	0,09
<i>Goniada maculata</i>	2	2	0,06
<i>Aphelochaeta sp.</i>	2	1	0,03
<i>Glycinde nordmanni</i>	1	1	0,03
Øvrige arter	-	7	0,21



**Figur 3.2.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved Hvik-150. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.2.2** Resultater for Hvik-150 fra grabb 1; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «tilstandsverdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	17	17,0	
N	3268	3268,0	
NQI1	0,540	0,540	0,471
H'	0,265	0,265	0,059
J	0,065	0,065	
H'max	4,087	4,087	
ES100	3,006	3,006	0,120
ISI	7,849	7,849	0,633
NSI	20,785	20,785	0,631
DI	1,464	1,464	
	<b>Tilstandsverdi</b>	0,383	0,383

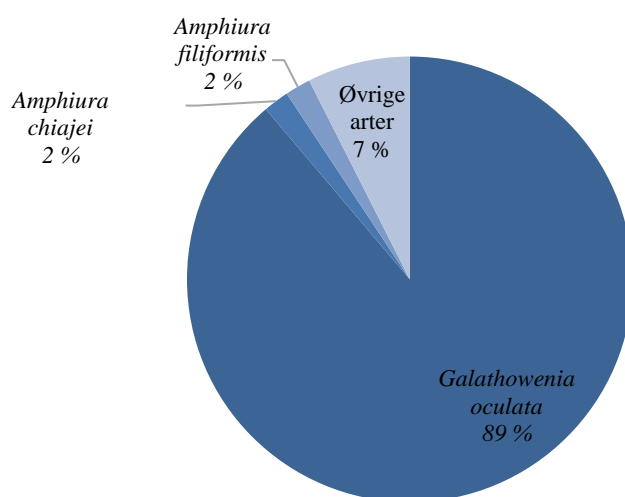
### 3.3 Hvik-EKS

Ved Hvik-EKS ble det registrert 161 individer fordelt på 14 arter. Stasjonen var svært dominert av den forurensingstolerante flerbørstemarken *G. oculata* (NSI-gruppe 3) som stod for omtrent 89 % av det totale individantallet (tabell 3.3.1; figur 3.3.1).

Stasjonen ble klassifisert til nedre del av tilstandsklasse III: «Moderat», forholdsvis nær grensen til tilstandsklasse IV (tabell 3.3.2).

**Tabell 3.3.1** De ti hyppigst forekommende artene ved Hvik-EKS oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	143	89
<i>Amphiura chiajei</i>	2	3	1,9
<i>Amphiura filiformis</i>	3	3	1,9
<i>Capitella capitata</i>	5	2	1,2
<i>Amphictene auricoma</i>	2	1	0,62
<i>Chaetozone setosa</i>	4	1	0,62
<i>Goniada maculata</i>	2	1	0,62
<i>Notomastus latericeus</i>	1	1	0,62
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	1	0,62
<i>Scoloplos armiger</i>	3	1	0,62
Øvrige arter	-	4	2,5



**Figur 3.3.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved Hvik-EKS. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.3.2** Resultater for Hvik-EKS fra grabb 1; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «tilstandsverdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	14	14,0	
N	161	161,0	
NQI1	0,583	0,583	0,533
H'	0,900	0,900	0,200
J	0,236	0,236	
H'max	3,807	3,807	
ES100	9,964	9,964	0,399
ISI	6,271	6,271	0,411
NSI	20,731	20,731	0,629
DI	0,157	0,157	
	<b>Tilstandsverdi</b>	0,434	0,434

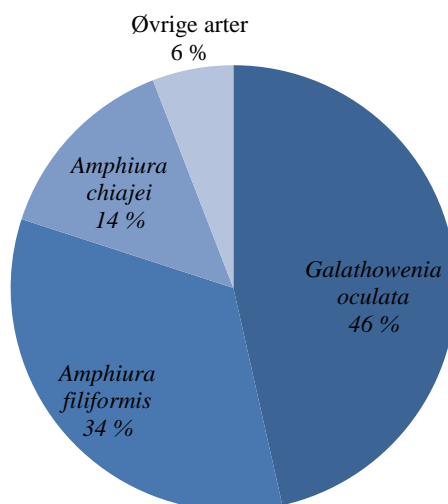
### 3.4 Hvik-NY

Ved Hvik-NY ble det registrert 170 individer fordelt på 9 arter. Stasjonen var dominert av to forurensingstolerante arter: Flerbørstemarken *G. oculata* og slangestjernen *Amphiura filiformis* som stod for henholdsvis omtrent 46 % og 34 % av det totale individantallet (tabell 3.4.1; figur 3.4.1).

Stasjonen ble klassifisert til øvre del av tilstandsklasse III: «Moderat» (tabell 3.4.2).

**Tabell 3.4.1** De ni hyppigst forekommende artene ved Hvik-NY oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	79	46
<i>Amphiura filiformis</i>	3	57	34
<i>Amphiura chiajei</i>	2	24	14
<i>Scalibregma inflatum</i>	3	4	2,4
<i>Goniada maculata</i>	2	2	1,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	1	0,59
<i>Lumbrineridae</i>	2	1	0,59
<i>Labidoplax buskii</i>	2	1	0,59
<i>Pennatula phosphorea</i>	1	1	0,59



**Figur 3.4.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved Hvik-NY. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ( $\bar{S}$ ) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.4.2** Resultater for Hvik-NY fra grabb 1; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «tilstandsverdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	9	9,0	
N	170	170,0	
NQI1	0,582	0,582	0,531
H'	1,818	1,818	0,384
J	0,574	0,574	
H'max	3,170	3,170	
ES100	7,158	7,158	0,286
ISI	8,793	8,793	0,723
NSI	22,537	22,537	0,701
DI	0,180	0,180	
	<b>Tilstandsverdi</b>	0,525	0,525



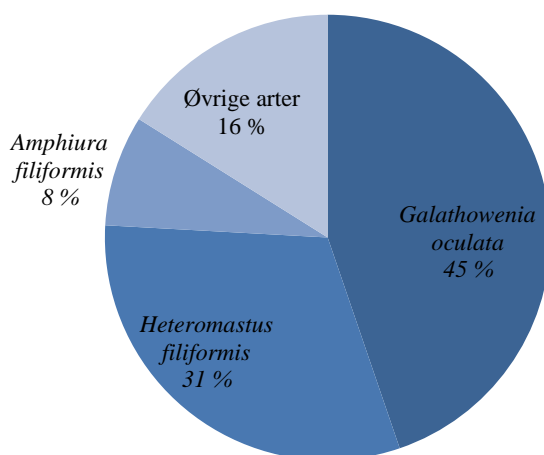
### 3.5 Hvik-REF

Ved Hvik-REF ble det registrert 286 individer fordelt på 18 arter. Stasjonen var dominert av to forurensingstolerante arter: Flerbørstemarkene *G. oculata* og *Heteromastus filiformis* som stod for henholdsvis omtrent 45 % og 31 % av det totale individantallet (tabell 3.5.1; figur 3.5.1).

Stasjonen ble klassifisert til øvre del av tilstandsklasse III: «Moderat» (tabell 3.5.2).

**Tabell 3.5.1** De ti hyppigst forekommende artene ved Hvik-REF oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	128	45
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	89	31
<i>Amphiura filiformis</i>	3	23	8,0
<i>Amphiura chiajei</i>	2	9	3,1
<i>Chaetozone setosa</i>	4	6	2,1
<i>Scalibregma inflatum</i>	3	5	1,7
<i>Thyasira equalis</i>	3	5	1,7
<i>Pherusa falcata</i>	i.a.	4	1,4
Lumbrineridae	2	3	1,0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	3	1,0
Øvrige arter	-	11	3,8



**Figur 3.5.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved Hvik-REF. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.5.2** Resultater for Hvik-REF fra grabb 1; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\bar{S}$ ), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «tilstandsverdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	18	18,0	
N	286	286,0	
NQI1	0,573	0,573	0,519
H'	2,331	2,331	0,478
J	0,559	0,559	
H'max	4,170	4,170	
ES100	12,440	12,440	0,470
ISI	8,113	8,113	0,658
NSI	20,418	20,418	0,617
DI	0,406	0,406	
	<b>Tilstandsverdi</b>	0,548	0,548

## 4 Diskusjon

Totalt sett viser denne bunndyrundersøkelsen at området undersøkt bærer preg av noe organisk belastning. Den forurensingstolerante flerbørstemarken *G. oculata* dominerte ved samtlige prøvestasjoner, og antall registrerte arter var lavere enn det som normalt forbindes med uberørte forhold. Hvik-150 virket å være mer påvirket enn de andre prøvestasjonene, og ble også klassifisert med en tilstandsklasse dårligere enn resten. Det ble registrert biter av organisk materiale, som frø og trebiter, og også biter av plast og annet søppel i mange av grabbene. Denne tilførselen av organisk materiale fra land kan i stor grad forklare den noe belastede bunnfaunaen i området.

## 5 Litteraturliste

- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- 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*
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170
- 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.
- Norsk Standard NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665 (2013). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Veileder 02:2013 (2015) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk Klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Revidert 2015. Direktoratgruppa for gjennomføring av vandirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Veileder M-608 (2016). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*. Miljødirektoratet.

## 6 Vedlegg

### Vedlegg 1 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V1.1) og språkbruk (V1.2).

#### *V1.1 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 Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi istedet 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 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 1** – Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensete forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingssensitive).

**Gruppe 2** – 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 3** – 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 4** – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «subsurface deposit-feeders» som f.eks cirratulider (Benevnelse - Opportunistisk, forurensingstolerant)

**Gruppe 5** – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).

### V1.2 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 V3.1** Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
1	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
2	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
3	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
4	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
5	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

## Vedlegg 2 - Indeksbeskrivelser

### V.2.1 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 Weaver 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.2.2 Sensitivitet og tetthet

Sensitivitet 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 sensitivetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivetsverdi (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 sensitivetsverdi (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 sensitivetsverdier.

Sensitivetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-1: sensitive arter, EG-2: indifferente arter, EG-3: tolerante, EG-4: opportunistiske, EG-5: forurensingsindikerende arter, og hvor hver enkelt økologiske 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 1- 5, 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)

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



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

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

### V.2.3 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

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

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

### V.2.4 Normalisering

Ved å regne om alle indekser 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.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

### Vedlegg 3 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V6.1-V6.3) angir hvilke tilstandsklasser de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut i fra NS 9410 (2016) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2013 (2015) ved stasjoner utenfor anleggssonen. Referanseverdier fra NS9410 (2016) er oppgitt i Tabell V6.4.

**Tabell V6.1** Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013 (2015).

Indeks	Økologiske tilstandsklasser				
	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

**Tabell V3.2** nEQR-basisverdi for hver tilstandsklasse.

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

**Tabell V3.3** Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS 9410:2016).

Miljøtilstand	Krav
1 - Meget god	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
2 - God	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
3 - Dårlig	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

## Vedlegg 4 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier all fauna funnet ved lokalitet Hommelvika er organisert taksonomisk (Tabell V4.1).

**Tabell V7.1** Artsliste for bunnfauna. 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. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NSI	Hvik-50	Hvik-150	Hvik-EKS	Hvik-NY	Hvik-REF
<i>Amphictene auricoma</i>	2			1		
<i>Aphelochaeta sp.</i>	2		1			
<i>Capitella capitata</i>	5	1		2		
<i>Chaetozone setosa</i>	4			1		6
<i>Galathowenia oculata</i>	3	153	3170	143	79	128
<i>Glycera alba</i>	2	2				
<i>Glycinde nordmanni</i>	1		1			
<i>Goniada maculata</i>	2	2	2	1	2	2
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	2			1	89
<i>Laonice sarsi</i>	1					1
<i>Lumbrineridae</i>	2		1		1	3
<i>Maldanidae</i>	2	1				
<i>Notomastus latericeus</i>	1			1		
<i>Owenia borealis</i>	2	4	5			
<i>Oxydromus flexuosus</i>	3					2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	3				3
<i>Pherusa falcata</i>						4
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5			1		
<i>Pista mediterranea</i>			1			
<i>Scalibregma inflatum</i>	3	2	1		4	5
<i>Scoloplos armiger</i>	3			1		
<i>Terebellides cf. stroemii</i>	2					1
<i>Corbula gibba</i>	4		1			
<i>Lucinoma borealis</i>	1		1			
<i>Parvicardium pinnulatum</i>	3					1
<i>Thyasira equalis</i>	3					5
<i>Aporrhais pespelecani</i>				1		
<i>Philine sp.</i>	2		1	1		
<i>Turritella communis</i>	2	2				
<i>Caudofoveata</i>	2		1			
<i>Eriopisa elongata</i>	2					2
<i>Amphiura chiajei</i>	2	42	8	3	24	9
<i>Amphiura filiformis</i>	3	74	57	3	57	23
<i>Ophiura sarsii</i>	2					1
<i>Labidoplax buskii</i>	2				1	

<i>Leptopentacta elongata</i>	2		10			
<i>Pseudothyone raphanus</i>			4			
<i>Pennatula phosphorea</i>	1	2			1	
<i>Nemertea</i>	3		3	1		1
<i>Naineris quadricuspida</i>				1		
<b>Nematoda</b>			<b>8</b>			