SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning - marin

SAM e-Rapport nr. 43-2014

Marinbiologisk undersøkelse i Nesaosen og Innværfjorden i Bømlo kommune

Stian Ervik Kvalø

Thomas Dahlgren

uni Research

uniResearch

SAM-Marin

TEST 1ST

SAM-Marin
Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway
Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25

Internet: www.uni.no
E-post: Sam-marin@uni.no
Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: Marinbiologisk undersøkelse i Nesaosen og Innværfjorden i Bømlo kommune	Dato: 19.09.14
	Antall sider og bilag: 64
Forfatter(e): Stian Ervik Kvalø, Thomas Dahlgren	Prosjektleder: Stian Ervik Kvalø
	Prosjektnummer: 808367
Oppdragsgiver: Bømlo vatn og avløpsselskap AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: An environmental survey was conducted in Nesaosen and Innværfjorden in order to detect possible influences waste effluents has on their respective recipients.

In Nesaosen conditions were generally good close to the outlet. In the deepest part of the basin, however, conditions were poor with regards to copper levels and benthos fauna, these poor conditions are probably related to the close proximity to an aquaculture facility.

In Innværfjorden at station B 1, oxygen depletion were seen between 30-40 meters depth while there were no oxygen from 40 meters down to the seabed. These results correlates with previous surveys. At station B 2 conditions were in general good as previous studies has shown. There is however a concern regarding the station. Even though the conditions are generally good, the station has changed completely since it was first surveyed in 1983. The sediment character has gone from being dominated by sand and gravel to being dominated by silt and clay. The loss on ignition has increased significantly. The benthos fauna has also been influenced as the number of individuals has increased greatly. These findings indicate an inflow and sedimentation of organic matter at the station. The litoral survey classified the intertidal sone as Moderate as expected for such an area. No toxins were found in blue mussels in Innværfjorden.

Keywords: Environment, survey, toxins, benthos, recipient	Emneord: Miljøundersøkelse, resipient, miljøgifter, bunnfauna

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 43-2014

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	19.09.14	TL DL
Prosjektet / undersøkelsen:	19.09.14	Stian E. Kvalø

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment **analyser, samlet av:** Frøydis Lygre og Øydis Alme
Litoralundersøkelse utført av: Frøydis Lygre
Sortering av sediment utført av: Linda Pedersen, Maria Knopp, Hanna Molden, Linda Jensen, Tone Marie Solvik, Ingrida Petruskaite, Lise Rikstad og Ina Birkeland
Identifikasjon av marin fauna utført av: Per Johannessen, Øydis Alme (under opplæring)
Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Thomas Dahlgren

Ikke akkreditert:
Hydrografi, innsamlig av blåskjell

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Scallop fra Kvitsøy sjøtjenester

Kjemiske analyser utført av: Eurofins norsk miljøanalyse AS
akkrediteringsnummer test 003

Akkreditert: Metaller, PCB, PAH

Ikke akkreditert: Tørrstoff

Geologiske analyser utført av: Molab AS **akkrediteringsnummer** test 032

Akkreditert: TOM og Kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre:

INNHOLD

1 INNLEDNING *5*

2 MATERIALE OG METODER *6*

2.1 Undersøkelsesområdet **6**

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder **6**
2.2.1 Hydrografi 9
2.2.2 Strandundersøkelser 9
2.2.3 Sedimentundersøkelser 9
2.2.4 Kjemiske analyser 10
2.2.5 Bunndyrsundersøkelser 14

3 RESULTATER OG DISKUSJON *16*

3.1 Hydrografi **16**

3.2 Strandundersøkelser **18**

3.3 Sedimentundersøkelser **20**

3.4 Kjemiske analyser **21**

3.5 Bunndyrsundersøkelser **25**

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON *31*

5 TAKK *33*

6 LITTERATUR *33*

7 VEDLEGG *35*
Vedlegg 1: Generell vedleggsdel 35
Vedlegg 2: Analysebevis miljøgifter i sediment 44
Vedlegg 3: Analysebevis miljøgifter i blåskjell 49
Vedlegg 4: Analysebevis geologiske analyser 52
Vedlegg 5: CTD rådata 54
Vedlegg 6: Artsliste Bunndyr 56
Vedlegg 7: Semikvantitativ artsliste 62
Vedlegg 8: Semikvantitativ mengdeskala 64

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse foretatt i Innværfjorden og i Nesaosen i Bømlo kommune.

Grunnlaget for undersøkelsen i Nesaosen er å følge opp utslippet av kommunalt avløpsvann fra Nesaosen renseanlegg som er det største utslippet fra Bømlo Vatn og avløpsselskap AS. I Innværfjorden ble undersøkelsen utført for å følge opp kommunale utslipp. Her har det tidligere vært utført resipientundersøkelser i 2000 (Johansen et. al 2000) og resultatene fra årets undersøkelse vil sammenlignes med disse. Det ble også utført en strandundersøkelse og blåskjell ble analysert for miljøgifter for å kunne avdekke mulige kilder til forurensing, da det har blitt observert et «fettlignende» stoff på overflaten ved tidligere anledninger.

SAM-Marin, ved Uni Research Miljø, er akkreditert av Norsk Akkreditering til prøvetaking, taksonomiske analyser av bløtbunnsfauna, geologiske undersøkelser av glødetap og kornfordeling, strandsoneundersøkelser og faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer TEST 157, og følger gjeldende norske og internasjonale standarder for feltarbeid (NS 9420; 9422; 9423; 9424; 9425, 9429; 9435 og NS-EN ISO 5667; 16665; 17000; 17025; 19493). Undersøkelsen er utført i henhold til TA-1890/2005 (Molvær et al., 2005).

2 MATERIALE OG METODER

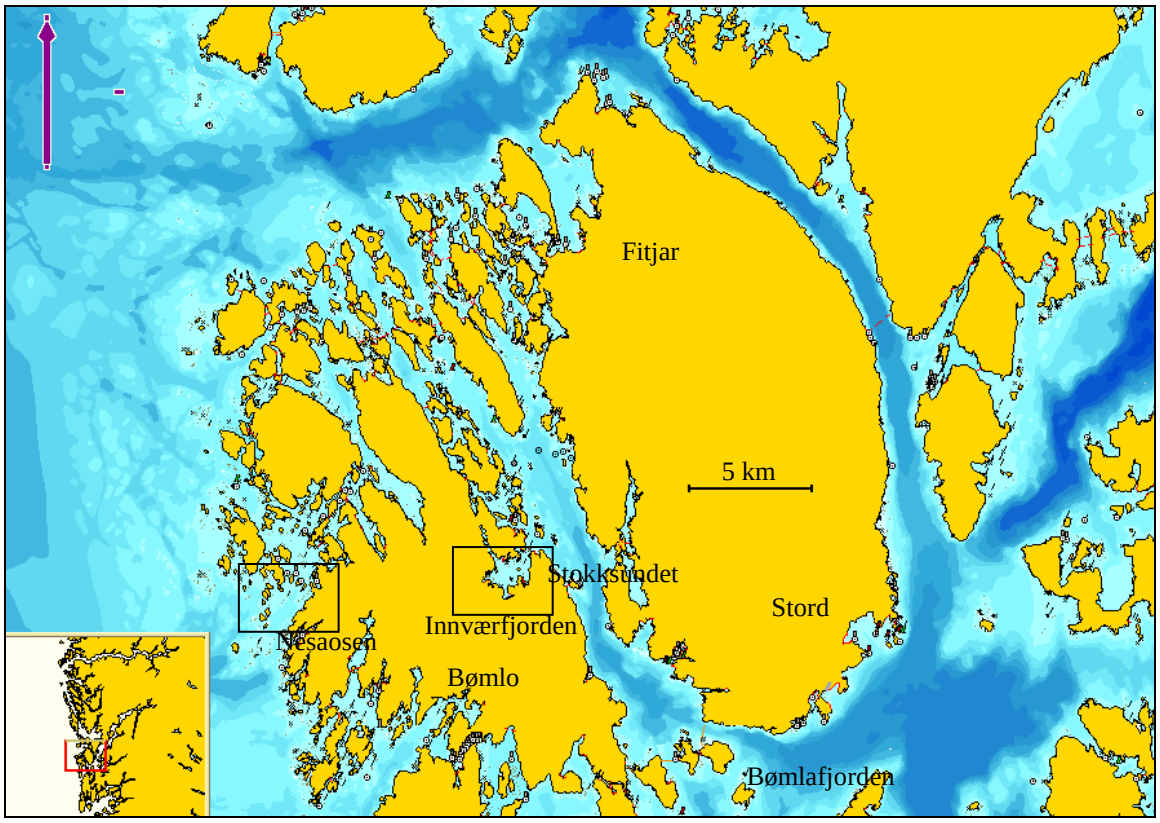
2.1 Undersøkelsesområdet

Sjøområdet i Nesaosen er et eksponert område som i stor grad påvirkes av bølger og vind. Resipienten mottar kommunalt avløpsvann fra Nesaosen renseanlegg. Utslippspunktet ligger utenfor Skipavik på 30 meters dyp og er på 2700 personekvivalenter (pe). Over det dypeste punktet i resipienten til det kommunale utslippet ligger det også et oppdrettsanlegg. Dette er tett ved stasjon Nes 3 (Figur 2.2).

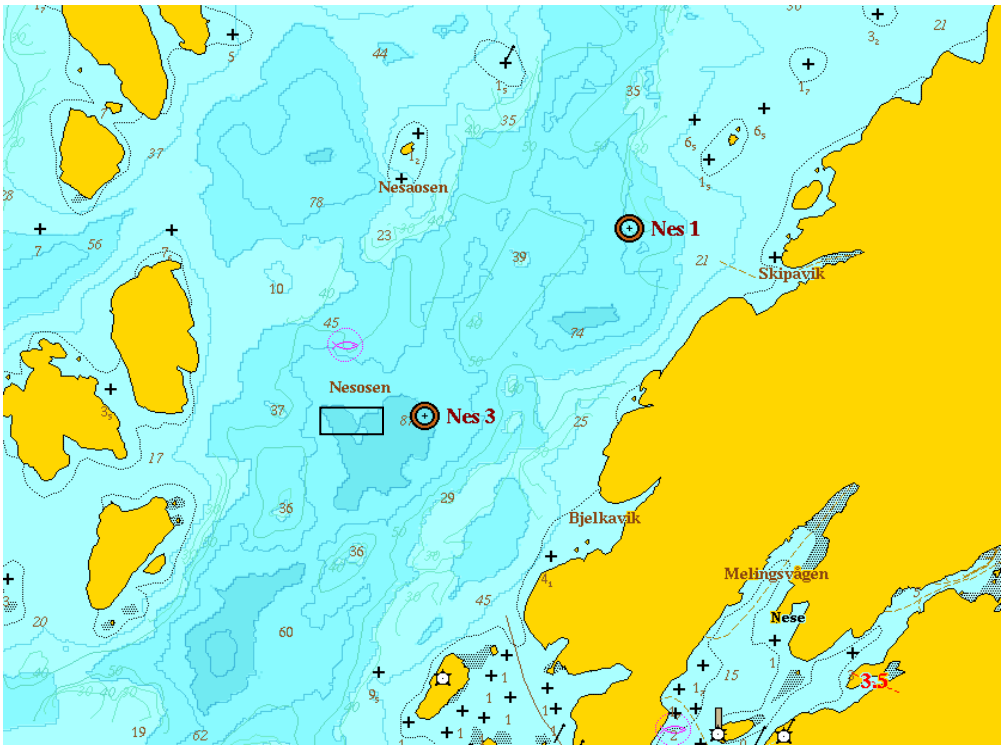
Innværfjorden er et relativt lukket system og har maksimaldyp på omlag 78 m og terskel på omlag 20 m.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

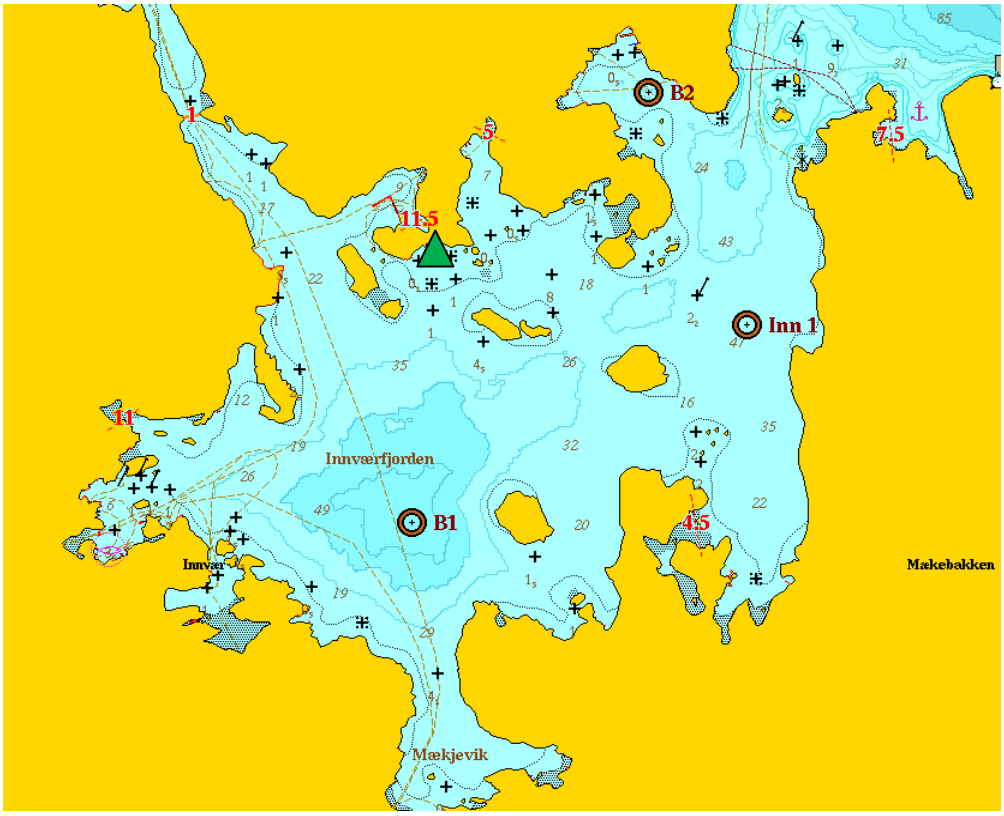
Innsamling av bunnprøver og vannprøver ble foretatt 11.-13. februar og 5. – 6. mars 2014 fra båten *Scallop* (Kvitsøy Sjøtjenester). Strandsoneundersøkelsen ble utført 14. juni 2014. Stasjonsopplysninger er gitt i Tabell 2.1. Posisjonene er tatt fra differensiert GPS (satellitt-navigator) med gradnett WGS-84. Dypet på stasjonene ble målt med fartøyets ekkolodd.



Figur 2.1. Oversiktskart over innsamlingsområdet. Rektangel viser plasseringen av kartutsnittet.



Figur 2.2. Kartutsnitt fra området i Nesaosenmed innsamlingsstasjonene markert. Oppdrettanleggets plassering er markert med rektangel.



Figur 2.3. Kartutsnitt fra området i Innværfjorden med innsamlingsstasjonene markert. Merk at stasjon B1 og Inn 1 er hydrografistasjoner. Fjærestasjon Innblå er markert med grønn trekant.

Tabell 2.1 Stasjonsopplysninger for grabbprøver, hydrografiprøver, strandundersøkelser og blåskjellinnsamling innsamlet i februar og mars 2014. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb inneholder 16,5 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
B2 5.3.14	Rubbestadneset 59° 48,713'N 05° 16,325'Ø	22	1 2 3 4 5 6 7 8	13 8,5 12 11 5,5 - - -	Grågrønn silt/leire med et tynt brunt lag på toppen, en del skjellsand og stein. Fra 1-5. hugg ble det tatt prøver til biologi. Fra hugg 6-8 ble det tatt prøver for analyse av tungmetall, PAH, PCB. Det ble tatt prøver til geologiske analyser fra hugg 6.
B1 12.2.14	Innværfjorden 59° 48,093'N 05° 15,672'Ø	78			Hydrografistasjon
Inn 1 12.2.14	Innværfjorden 59° 48,713'N 05° 16,325'Ø				Hydrografistasjon
Innblå 14.6.14	59° 48,482'N 05° 15,679'Ø				Strandsoneundersøkelse og blåskjellinnsamling.
Nes 1 11/12.2.14	Nesaosen 59° 47,511'N 05° 06,701'Ø	45	1 2 3 4 5 6 7 8	16,5 16,5 16,5 16,5 16,5 - - -	Grågrønn myk leire med silt og litt skjellsand. Noe H2S lukt. Fra 1-5. hugg ble det tatt prøver til biologi. Fra hugg 6-8 ble det tatt prøver for analyse av tungmetall, PAH, PCB. Det ble tatt prøver til geologiske analyser fra hugg 6.
Nes 3 11.2.14	Nesaosen 59° 47,277'N 05° 06,217'Ø	85	1 2 3 4 5 6 7 8	16,5 16,5 16,5 16,5 16,5 - - -	Grågrønn myk leire med silt. Noe H2S lukt. Fra 1-5. hugg ble det tatt prøver til biologi. Fra hugg 6-8 ble det tatt prøver for analyse av tungmetall, PAH, PCB. Det ble tatt prøver til geologiske analyser fra hugg 6.

2.2.1 Hydrografi

Hydrografiprøver ble tatt på stasjonene Nes 3, B1, B2 og Inn 1. Måling av temperatur, oksygeninnhold, tetthet og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en STD/CTD-sonde SD204. For å hente ut og analysere dataene ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.

2.2.2 Strandundersøkelser

Strandsonen er leveområde for en rekke alger og dyr med ulik toleranse for de varierende fysiske forholdene i fjæra, som tørrlegging, temperatur og saltholdighet. Mange av algene og dyrene finnes derfor i bestemte soner i strandsonen. I tillegg er bølgepåvirkning, bunnsubstrat og tilgangen på næringssalter avgjørende faktorer for mengdefordelingen mellom de ulike dyre- og algegruppene. Økt tilførsel av næringssalter fører bl.a. til mer grønnalger i fjæra. Høye forekomster av grønnalger kan imidlertid også komme av ferskvannspåvirkning.
Det ble foretatt en semikvantitativ undersøkelse ved stasjonen i Innværsfjorden ved lavvann 14. juni 2014. Åtte meter av strandlinjen ble undersøkt med hensyn på makroskopiske alger og dyr større enn 1 mm, fra de øverste blågrønnalgene og ned til de nederste tangplantene i fjæresonen. Mengden av hver art ble angitt etter en femdelt skala (Vedleggstabell 8), ut fra det nivå i fjæresonen hvor den har størst utbredelse. Arter som ikke lot seg bestemme i felt, ble tatt med til laboratoriet for sikker identifisering. Det ble tatt fotografier av stasjonen og strandsonen rundt.

2.2.3 Sedimentundersøkelser

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% TOM) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser. Analysene ble gjennomført av MoLab AS.

Analysene av kornfordelingen i sedimentet ble utført etter NS-9423. Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap (totalt organisk innhold, TOM), og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med NS 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent

(H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres som relativ fordeling av de ulike kornstørrelsene i et stablet søylediagram (totalt 100%).

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

2.2.4 Kjemiske analyser

Analysene ble utført ved Eurofins Environment testing Norway AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av kadmium (Cd) ble utført etter NS-EN ISO 17294-2; bly (Pb), krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni) og sink (Zn) ble analysert etter NS-EN ISO 11885, og kvikksølv (Hg) ble analysert etter NS-EN ISO 12846. Tørrstoff ble analysert etter NS 4764. Analysene av PCB7 ble utført etter NS-EN 12766-2. PAH16 ble utført etter NS 9815. Tilstandsklasser for sedimentet er tildelt på bakgrunn av snittverdi av de tre paralleller, etter TA-2229/2007 (Tabell 2.14), og tilstandsklasser for biologisk materiale er tildelt på bakgrunn av måleverdi etter SFT 97:03 (Molvær et al., 2003, Tabell 2.15-16). Dersom analyseresultatet viste konsentrasjoner like ved en øvre grenseverdi ble den øvre tilstandsklassen benyttet. Analyseusikkerheten er i mange tilfeller betydelig (20 %), og ved å angi den høyeste tilstandsklassen vil man ta høyde for dette, slik at miljøbelastningen ikke blir undervurdert. I miljøspørsmål er det vanlig prosedyre å benytte en verste-fall tilnærming, og å tildele en høyere tilstandsklasse følger dermed en slik konservativ tilnærming. Ved overvåkning over tid vil man likevel avdekke reelle trender i konsentrasjoner, og redusere betydningen av enkeltmålinger og ekstremverdier. Det er av vår oppfatning at å tildele for dårlige tilstandsklasser ikke medfører risiko, mens å tildele for gode tilstandsklasser kan forårsake større skade.

Tabell 2.2 Tilstandsklasser relatert til miljøgifter i sediment målt i denne undersøkelsen (fra revidert veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment: TA 2229/2007, Bakke et al., 2007).

	I	II	III	IV	V
	Bakgrunn	**God**	**Moderat**	**Dårlig**	**Svært dårlig**
Metaller					
Arsen (mg As/kg)	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
Kadmium (mg Cd/kg)	<0.25	0.25 - 2.6	2.6 - 15	15 - 140	>140
Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0.15	0.15 - 0.63	0.63 - 0.86	0.86 - 1.6	>1.6
Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>4500
PAH					
Naftalen (µg/kg)	<2	2- 290	290 - 1000	1000 - 2000	>2000
Acenaftylen (µg/kg)	<1.6	1.6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
Acenaften (µg/kg)	<4.8	2.4 - 160	160 - 360	360 - 3600	>3600
Fluoren (µg/kg)	<6.8	6.8 - 260	260 - 510	510 - 5100	>5100
Fenantren (µg/kg)	<6.8	6.8 - 500	500 - 1200	1200 - 2300	>2300
Antracen (µg/kg)	<1.2	1.2 - 31	31 - 100	100 - 1000	>1000
Fluoranthen (µg/kg)	<8	8 - 170	170 - 1300	1300 - 2600	>2600
Pyren (µg/kg)	<5.2	5.2 - 280	280 - 2800	2800 - 5600	>5600
Benzo[a]antracen (µg/kg)	<3.6	3.6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
Chrysen (µg/kg)	<4.4	4.4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
Benzo[b]fluoranten (µg/kg)	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4900	>4900
Benzo[k]fluoranten (µg/kg)		<210	210 - 480	480 - 4800	>4800
Benzo(a)pyren (µg/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200
Indeno[123cd]pyren (µg/kg)	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
Dibenzo[ah]antracen (µg/kg)	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
Benzo[ghi]perylen (µg/kg)	<18	18 - 21	21 - 31	31 - 310	>310
PAH16 [1)] (µg/kg)	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000
Andre organiske					
PCB7 [2)] (µg/kg)	<5	5 - 17	17 - 190	190 - 1900	>1900
PCDD/F [3)] (TEQ) (µg/kg)	<0.01	0.01 - 0.03	0.03 - 0.10	0.10 -0.50	>0.50
ΣDDT [4)] (µg/kg)	<0.5	0.5 - 20	20 - 490	490 - 4900	>4900
Grenseverdier for TBT					
TBT [12)] (µg/kg) - effektbasert	<1	<0.002	0.002-0.016	0.016-0.032	>0.032
TBT [12)] (µg/kg) - forvaltningsmessig	<1	1-5	5 - 20	20 - 100	>100

I teksten brukes følgende fargekoder, basert på TA-2229/2007 (Bakke et al., 2007).

I – Bakgrunn	II - God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig

Tabell 2.3 Klassifisering av tilstand ut fra organismers innhold av metaller, arsen og fluorid (SFT 97:03 TA-1467/2007)

Arter/vev:	Parametre:	Tilstandsklasser:				
		I Ubetydelig-Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Blæretang og grisetang øvre 10 cm (tørrvektsbasis)	Arsen (mg/kg)	< 50	50 - 150	150 - 350	350 - 700	> 700
	Bly (mg/kg)	< 1*	1-3	3-10	10 - 30	> 30
	Fluorid (mg/kg)	< 15	15 - 50	50 - 100	100 - 300	> 300
	Kadmium (mg/kg)	< 1.5	1.5 - 5	5 - 20	20 - 40	> 40
	Kobber (mg/kg)	< 5*	5 - 15	15 - 50	50 - 150	> 150
	Krom (mg/kg)	< 1	1 - 5	5 - 15	15 - 50	> 50
	Kvikksølv (mg/kg)	< 0.05	0.05 - 0.15	0.15 - 0.5	0.5 - 1	> 1
	Nikkel (mg/kg)	< 5	5 - 25	25 - 50	50 - 100	> 100
	Sink (mg/kg)	< 150 *	150 - 400	400 - 1000	1000 - 2500	> 2500
	Sølv (mg/kg)	< 0.5	0.5 - 1.5	1.5 - 5	5 - 10	> 10
Blåskjell bløtdeler minus lukkemuskler (tørrvektsbasis)	Arsen (mg/kg)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 200	> 200
	Bly (mg/kg)	< 3*	3 - 15	15 - 40	40 - 100	> 100
	Fluorid (mg/kg)	< 15	15 - 50	50 - 150	150 - 300	> 300
	Kadmium (mg/kg)	< 2	2 - 5	5 - 20	20 - 40	> 40
	Kobber[1)] (mg/kg)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 200	> 200
	Krom (mg/kg)	< 3	3 - 10	10 - 30	30 - 60	> 60
	Kvikksølv (mg/kg)	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.5	1.5 - 4	> 4
	Nikkel (mg/kg)	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	> 100
	Sink[1)] (mg/kg)	< 200	200 - 400	400 - 1000	1000 - 2500	> 2500
	Sølv (mg/kg)	< 0.3	0.3 - 1	1 - 2	2 - 5	> 5
	TBT [2)] ** (mg/kg)	< 0.1	0.1 - 0.5	0.5 - 2	2 - 5	> 5
Vanlig strandsnegl bløtdeler (tørrvektsbasis)	Arsen (mg/kg)	< 30	30 - 75	75 - 300	300 - 600	> 600
	Bly (mg/kg)	< 10	10- 25	25 - 75	75 - 150	> 150
	Kadmium (mg/kg)	< 2	2 - 8	8 - 25	25 - 50	> 50
	Kobber (mg/kg)	< 150	150 - 300	300 - 750	750 - 1500	> 1500
	Krom (mg/kg)	< 3	3 - 10	10 - 30	30 - 60	> 60
	Kvikksølv (mg/kg)	< 0.5	0.5 - 2	2 - 5	5 - 10	> 10
	Nikkel (mg/kg)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 200	> 200
	Sink (mg/kg)	< 100	100 - 300	300 - 1000	1000 - 2000	> 2000
	Sølv (mg/kg)	< 3	3 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
Torsk filét (friskvektsbasis)	Kvikksølv (mg/kg)	< 0.1	0.1 - 0.3	0.3 - 0.5	0.5 - 1	> 1

1) Blåskjell har evne til å regulere opptak , særlig ved moderate konsentrasjoner. Tang er bedre som indikator.

2) Tributyltinn. Grensen for kl. I er beregnet ut fra vannkvalitetskriterium på 1 ng/l (kfr. Zabel et al. 1988, Moore et al. 1992) og et forhold mellom konsentrasjonene i blåskjell (våtvektsbasis) og vann på ca. 10000. Forholdet skjell : vann varierer fra ca. 5000 til over 50000, og øker med avtagende TBT-innhold i vannet (Knutzen et al.1995 m.ref.). Ved svak belastning (1 ng/l og mindre) kan det derfor antas at bruk av et forholdstall på 10000:1 gir en sikkerhetsmargin (0,1 mg/kg tørrvekt i blåskjell tilsvarer < 1 ng/l i vann).

Tabell 2.4. Klassifisering av tilstand ut fra organismers innhold av miljøgifter (SFT 97:03 (TA-1467/2007).

Arter/vev:	Parametre:	Tilstandsklasser:				
		I Ubetydelig-Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Blåskjell bløtdeler minus lukkemuskler (friskvektsbasis)	Σ PAH (µg/kg)	< 50 *	50 - 200	200 - 2000	2000 - 5000	> 5000
	Σ KPAH ** (µg/kg)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 300	> 300
	B(a)P (µg/kg)	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
	Σ DDT (µg/kg)	< 2	2 - 5	5 - 10	10 - 30	> 30
	HCB (µg/kg)	< 0.1 *	0.1 - 0.3	0.3 - 1	1 - 5	> 5
	Σ HCH[1] (µg/kg)	< 1 *	1 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
	Σ PCB_7 (µg/kg)	< 4	4 - 15	15 - 40	40 - 100	> 100
	$TE_{PCDF/D}$ [2] (ng/kg)	< 0.2 *	0.2 - 0.5	0.5 - 1.5	1.5 - 3	> 3
Torsk lever (friskvekts-basis)	Σ DDT (µg/kg)	<200	200 - 500	500 - 1500	1500 - 3000	> 3000
	HCB (µg/kg)	<20	20 - 50	50 - 200	200 - 400	> 400
	Σ HCH (µg/kg)	<50	50 - 200	200 - 500	500 - 1000	> 1000
	Σ PCB_7 ** (µg/kg)	<500	500 - 1500	1500 - 4000	4000 - 10000	> 10000
	$TE_{PCDF/D}$ (ng/kg)	<15 *	15 - 40	40 - 100	100 - 300	> 300
Torsk filét (friskvekts-basis)	Σ DDT (µg/kg)	<1 *	1 - 3	3 - 10	10 - 25	> 25
	HCB (µg/kg)	<0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 2	2 - 5	> 5
	Σ HCH (µg/kg)	<0.5 *	0.5 - 2	2 - 5	5 - 15	> 15
	Σ PCB_7 ** (µg/kg)	<5	5 - 20	20 - 50	50 - 150	> 150
	$TE_{PCDF/D}$ (ng/kg)	<0.1 *	0.1 - 0.3	0.3 - 1	1 - 2	> 2
Skrubbe filét (friskvekts-basis)	Σ DDT (µg/kg)	<2 *	2 - 4	4 - 15	15 - 40	> 40
	HCB (µg/kg)	<0.2 *	0.2 - 0.5	0.5 - 2	2 - 5	> 5
	Σ HCH (µg/kg)	<1 *	1 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
	Σ PCB_7 ** (µg/kg)	<5	5 - 20	20 - 50	50 - 150	> 150
	$TE_{PCDF/D}$ (ng/kg)	<0.1 *	0.1 - 0.3	0.3 - 1	1 - 3	> 3
Sild filét (friskvekts-basis)	Σ DDT (µg/kg)	< 20	20 - 50	50 - 150	150 - 300	> 300
	HCB (µg/kg)	< 2	2 - 5	5 - 20	20 - 50	> 50
	Σ HCH (µg/kg)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 250	> 250
	Σ PCB_7 ** (µg/kg)	< 50	50 - 150	150 - 500	500 - 1000	> 1000
	$TE_{PCDF/D}$ (ng/kg)	< 1.5 *	1.5 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
Taskekrabbe hepatopancreas (friskvektsbasis)	$TE_{PCDF/D}$ (ng/kg)	<10 *	10 -30	30 - 100	100 - 250	> 250

[1] HCH: Heksaklorsykloheksaner, bl. a. lindan. Med ΣHCH forstås minimum sum av alfa-, beta- og gammaisomerene.
[2] PCDF/PCDD: Polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner ("dioksiner"). Innen PCDF/PCDD er det en mindre gruppe forbindelser som er sterkt til ekstremt giftige. Konsentrasjonen av disse stoffene angis her som sum toksisitetsekvivalenter (TE), dvs. ekvivalenter av den giftigste dioksinforbindelsen (2,3,7,8-TCDD). TE er innført istedenfor TCDD-ekvivalenter (som ble brukt i I. utgave av klassifiserings-systemet) fordi også en del andre stoffer (særlig non- og mono-orto PCB) har samme virkningsmekanisme som dioksinene og har fått beregnet toksisitetsekvivalentfaktorer. I klassifiseringstabellene er det imidlertid bare angitt TE-bidraget fra PCDF/PCDD, dvs. at verdiene er sammenlignbare med tidligere angivelser for TCDD-ekv. (Foreløpig er det ikke data nok til å anslå "bakgrunns"bidraget fra andre stoffer til TE).

2.2.5 Bunndyrsundersøkelser

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensede områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m^2. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m^2 grabb har et volum på 16,3 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si at grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinnholdet ble vasket gjennom en sikt med hulldiameter 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetting av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet preserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet blir oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder i Veileder 02:2013 – «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver». Denne veilederen skal på sikt erstatte Miljødirektoratets veiledere 01:2009 og 97:03 (TA 1467/1997). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (Es_{100}), NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI og AMBI, samt indeks for individtetthet DI. Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er til stede i prøvene. For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser brukt gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Klassifisering er i denne rapporten gitt for både sum av grabbhugg og for gjennomsnittet som beskrevet i Veileder 02:2013. Indeksverdiene normaliseres til en 0-1 skala (nEQR) for enklere sammenlikning, og tilstandsklassen bestemmes av gjennomsnittet av de normaliserte indeksverdiene. For en grundigere gjennomgang av indeksene og beregning av tilstandsklasse, se Generell vedleggsdel vedlegg 1.

Tabell 2.5: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i SFT 97:03 (TA-1467/1997) TA-2229/2007 og Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

				Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
	Parameter	Veileder	Måleenhet	Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O2/ l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H')	02:2013		5,7-4,8	3,0-4,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,63-0,82	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	ES100	02:2013		50-34	17-34	10-17	5-10	<5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
	ISI2012	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,2-4,5	4,5-0
	DI	02:2013		0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41

*Omregningsfaktoren til mgO2 /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6^{0}C

3 RESULTATER OG DISKUSJON

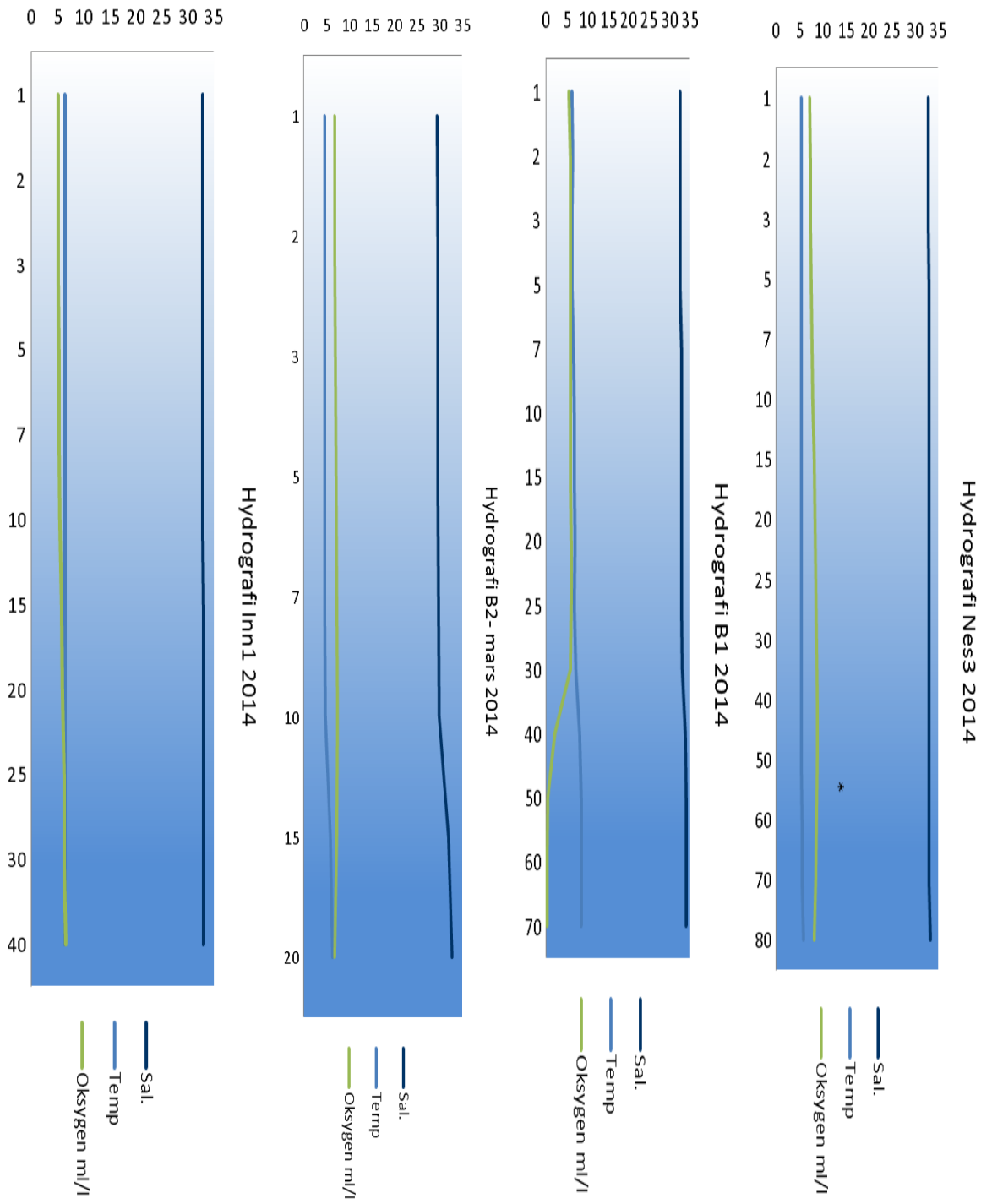
3.1 Hydrografi

Resultatene fra målingene er vist i Figur 3.1. Målingene ble foretatt fra overflaten til like over bunnen, og gir et øyeblikksbilde av forholdene i vannsøylen på de aktuelle stasjonene. Rådata finnes i vedlegg 5.

Stasjon Nes 3 hadde økende temperatur og saltholdighet med økende dybde. Oksygenforholdene var gode gjennom hele vannsøylen. I dypvannet var oksygeninnholdet 8,3 ml/l som plasserer det i tilstandsklasse I- Svært god.

Stasjon Inn 1 i dypet av det ytterste bassenget i Innværfjorden, hadde stabile verdier for temperatur, saltholdighet oksygen med økende dybde. Oksygeninnholdet i bunnvannet var på

6,6 ml/l som plasserer det i tilstandsklasse I- Svært god. På stasjon B2 kunne man se en liten økning i saltholdighet og temperatur fra 10 meters dyp. Oksygeninnholdet i bunnvannet va på 6,8 ml/l som plasserer det i tilstandsklasse I- Svært god. På stasjon B1 kunne man observere gode og stabile forhold for okygen ned til 30 meter hvor man får en sjiktning i vannsøylen. Fra 30 meters dyp stiger saltholdigheten og temperaturen noe mens oksygeninnholdet går krafig ned til 50 meters dyp hvor det er anoksikse forhold til bunnen. Bunnvannet havner dermed i tilstandsklasse V- Svært dårlig. Undersøkelsen i 2000 viste at sjiktningen med tanke på oksygeninnhold ved stasjon B1startet mellom 10 og 20 meter. Dette indikerer at det har vært en omrøring i vannet som medfører bedre oksygenforhold i de øverste 30 metrene av vannsøylen.



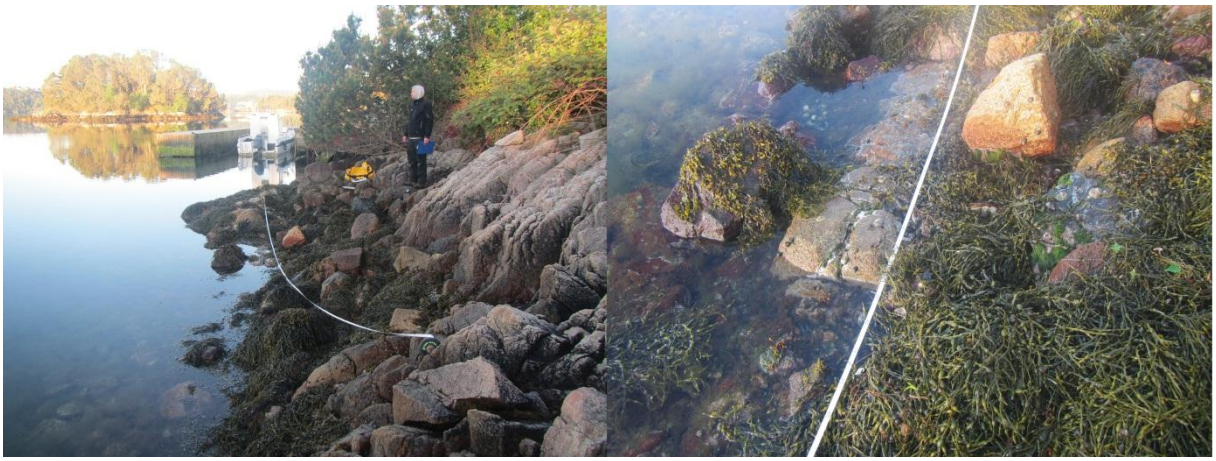
Figur 3.1. Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold plottet mot dypet (Y- aksen) på stasjonene i Innværfjorden og Nesaosen (Nes 3).

3.2 Strandundersøkelser

Resultatene fra strandundersøkelsen er vist i Tabell 3.1, Figur 3.2 og Vedleggstabell 7.

Plasseringen av strandsonelokaliteten er vist i Figur 2.3.

Strandsonen på stasjonen i Innværsfjorden består av oppsprukket fjell og mindre steinblokker og ligger relativt beskyttet, med moderat bølgeeksponering. På fjærestasjonen i Innværsfjorden ble det i 2014 registrert totalt 31 arter. De mest dominerende artene i fjæresonen var grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*). Det ble også registrert mye grønnalger, særlig i form av trådformede alger av typen *Ulothrix*. I sublittoralen ble det observert mye opportunistiske alger og lite tang. Basert på forekomsten av makroalger ble det regnet ut multimetriske fjæreindekser etter Veileder 02:2013. Grunnet lavt antall arter ble indeksene «Prosentandel rødalger» og «ESG1/ESG2» utelatt. Indeksene gir en samlet tilstandsklasse III (Moderat), nær grensen til tilstandsklasse II (God). Forekomsten av grønnalger er noe forhøyet, og kan indikere organisk belastning. Artsrikheten er som forventet i et relativt lukket system med god næringstilgang. At fjæresonen havner i tilstandsklasse III stemmer godt med det generelle inntrykket som ble preget av stor tilstedeværelse av trådformete grønnalger.



Figur 3.2. Oversiktsbilde og detaljbilde fra stasjonen for den semikvantitative strandsoneundersøkelsen ved stasjon Innblå den 14. juni 2014.

Tabell 3.1. Multimetriske fjæreindekser fra den undersøkte stasjonen ved Innværsfjorden. Utregningene er basert på redusert artsliste for vanntype «beskyttet kyst/fjord» (RSLA 3) iht. Veileder 02:2013. Tilstandsklasse er basert på snittet av de normaliserte indeksverdiene (nEQR).

Indeks/parameter	Indeksverdi	nEQR-verdi
Prosentandel grønnalger	30,8	0,37
Prosentandel brunalger	38,5	0,77
Normalisert artsrikhet	13	0,43
Prosentandel opportunister	23,1	0,82
Sum forekomst brunalger	62,3	0,61
Sum forekomst grønnalger	42,3	0,43
Snitt nEQR		0,57
Tilstandsklasse		III

3.3 Sedimentundersøkelser

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er vist i Figur 3.3 og Tabell 3.2. Rådata for geologiske analyser er gitt i vedlegg 4.

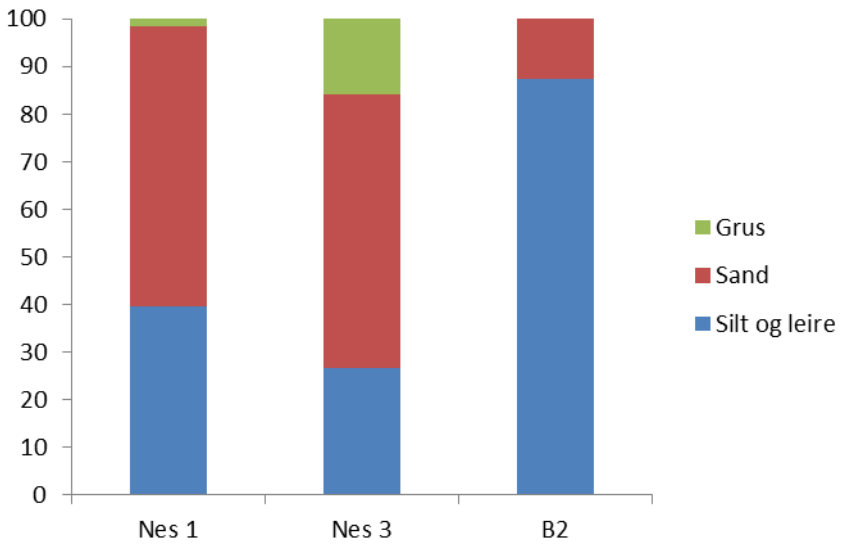
Sedimentet ved stasjon Nes 1 i Nesaosen bestod av 40 % silt og leire, 57 % sand og 1,6 % grus. Glødetapet var moderat til lavt med en verdi på 8,2 % totalt organisk materiale.

Sedimentet ved stasjon Nes 3 i Nesaosen, hadde tilsvarende innhold av sand som stasjon Nes 1 med 57 %, for øvrig var silt/leire fraksjonen litt lavere med 27 % og grusinnholdet var høyere med 16 %. Glødetapet var tilsvarende det på stasjon Nes 1 med moderate til lave nivåer av totalt organisk materiale med en verdi på 8,3 %.

På stasjon B2 i Innværfjorden dominerte silt/leire fraksjonen med 87 %. Sandfraksjonen var på 13 %. Glødetapet var høyt med 19,7 % totalt organisk materiale. Siden undersøkelsen i 2000 har finfraksjonen på stasjonen økt med ca. 10 % og glødetapet med 8 % som indikerer økt tilførsel av organisk materiale.

Tabell 3.2. Prosentvis innhold av organisk materiale (% glødetap), leir, silt, leire+silt (finfraksjon), sand og grus i sedimentet fra de undersøkte stasjonene i 2014.

2014	Dyp	Glødetap	Kornstørrelsesfordeling (%)		
Stasjon	(m)	TOM (%)	Silt og leire	Sand	Grus
Nes 3	85	8,3	26,6	57,4	15,9
Nes 1	45	8,2	39,7	58,8	1,6
B2	22	19,7	87,3	12,7	0,0



Figur 3.3. Kornfordeling fra sedimentet på de undersøkte stasjonene i 2014. Y aksen viser prosentvis fordeling av de forskjellige kornstørrelsene.

3.4 Kjemiske analyser

Miljøgifter i sediment

Resultatene fra kjemianalysene av sedimentet er vist i Tabell 3.4 – Tabell 3.6, Figur 3.3, og Vedleggstabell 2.

Tabell 3.4. Gjennomsnittskonsentrasjon (mg/kg TS) av tungmetaller i sediment fra bunnstasjoner ved BVA i 2014. Tilstandsklasser er vist som fargekoder, etter veileder TA-2229/2007.

Stasjon 2014 (mg/kg TS)		Tørrstoff %	TOM (%)	Kobber Cu	Krom Cr	Nikkel Ni	Sink Zn	Kvikksølv Hg	Kadmium Cd	Bly Pb	Arsen As
B 2	Snitt	50,93	19,7	27,33	16,33	8,87	72,0	0,110	0,35	39,67	8,07
	SD	5,18		2,89	1,15	0,51	10,0	0,010	0,07	3,21	1,36
Nes 1	Snitt	53,50	8,2	18,00	13,10	10,57	48,0	0,040	0,24	32,33	5,60
	SD	5,13		6,00	4,42	3,67	15,7	0,010	0,03	7,51	1,01
Nes 3	Snitt	34,93	8,3	131,33	33,00	25,67	270,0	0,067	1,37	51,33	16,67
	SD	2,68		43,65	0,00	0,58	10,0	0,006	0,06	2,52	0,58

Metaller

På stasjon B2 i Innværfjorden havnet alle metaller i tilstandsklasse I- Svært god med unntak av kadmium og bly som havnet i tilstandsklasse II- God.

På stasjon Nes 1 i Nessaosen havnet alle metaller analysert i tilstandsklasse I- Svært god med unntak av bly som havnet i tilstandsklasse II- God.

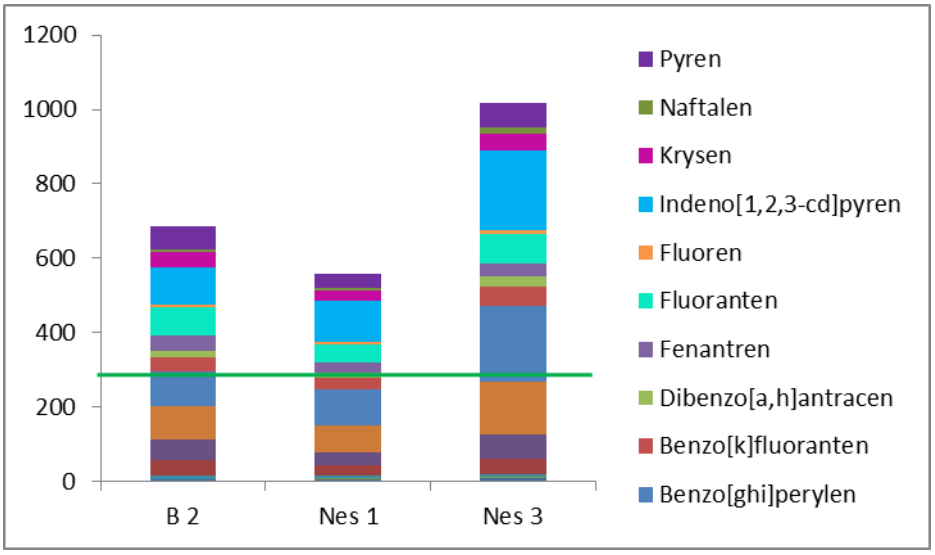
På stasjon Nes 3 i Nesaosen havnet metallene krom, nikkel, kvikksølv og arsen i tilstandsklasse I- Svært god. Sink, kadmium og bly havnet i tilstandsklasse II- God mens kobberinnholdet havnet i tilstandsklasse IV- Dårlig. De høye kobberverdiene er sannsynligvis knyttet til det nærliggende oppdrettsanlegget.

Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner (PAH)

Innholdet av PAH i sedimentet lå i tilstandsklasse II (God) på samtlige stasjoner i undersøkelsen. Samtlige enkeltforbindelser av PAH havnet i tilstandsklasse II- God, med unntak av Benzo[ghi]perylen og Indeno[1,2,3-cd]pyren som begge havnet i tilstandsklasse IV- Dårlig. Forhøyede verdier av de to overnevnte PAH forbindelsene har blitt funnet i flere tilsvarende miljøundersøkelser uten å være koblet opp mot neon konkrete utslipp.

Tabell 3.5. Gjennomsnittskonsentrasjon og standadavvik (µg/kg TS) for PAH forbindelser i sediment ved bunnstasjoner i 2014. Tilstandsklasser er vist som fargekoder, etter veileder TA-2229/2007

	B 2		Nes 1		Nes 3	
Stasjon 2014 (µg/kg TS)	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Tørrstoff %	50,9	5,2	53,5	5,1	34,9	2,7
TOM (%)	19,7	-	8,2	-	8,3	-
Acenaften	4,8	0,5	4,8	0,9	7,0	1,9
Acenaftylen	1,7	1,7	3,0	0,7	3,6	2,7
Antracen	8,0	1,0	8,2	3,7	7,3	0,9
Benzo[a]antracen	41,0	1,6	25,8	4,9	44,1	13,4
Benzo[a]pyren	57,4	5,1	34,7	9,5	64,6	8,3
Benzo[b]fluoranten	87,7	9,2	73,8	18,6	141,7	11,0
Benzo[ghi]perylen	95,0	9,8	97,4	23,8	203,3	3,5
Benzo[k]fluoranten	38,0	1,4	29,8	8,9	52,7	4,6
Dibenzo[a,h] antracen	15,8	4,1	13,7	3,4	26,5	1,1
Fenantren	41,6	9,5	28,8	5,4	35,3	3,0
Fluoranten	78,1	7,4	46,2	3,2	77,3	13,0
Fluoren	7,1	1,0	7,7	2,0	11,0	2,6
Indeno[1,2,3-cd]pyren	99,4	2,2	112,0	32,5	217,0	8,9
Krysen	40,5	2,3	25,5	4,9	43,7	8,7
Naftalen	5,9	1,2	8,0	1,9	16,5	4,9
Pyren	63,5	3,5	37,6	2,3	66,3	13,9
Sum PAH16 EPA	685,7	20,5	556,7	121,1	1016,0	81,2



Figur 3.3.Samlet konsentrasjon PAH (µg/kg TS) og relative bidrag fra enkeltforbindelser av PAH i sediment ved bunnstasjoner i Innværfjorden ved BVA i 2014. Grønn linje markerer overgang fra tilstandsklasse I- Bakgrunn, til tilstandsklasse II- God for sum PAH.

Polyklorerte bifenyler (PCB)

PCB_7-verdiene fra stasjon B2 og Nes 1 havnet begge i tilstandsklasse II- God mens stasjon Nes 1 havnet i tilstandsklasse I- Bakgrunn.

Tabell 3.6. Gjennomsnittskonsentrasjon og standadavvik (µg/kg TS) for PCB i sediment ved bunnstasjoner ved BVA i 2014. Tilstandsklasse for SumPCB7 er vist med fargkode, etter veileder TA-2229/2007

Stasjon 2014 (µg/kg TS)		PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCB 28	PCB 52	Sum 7 PCB	Tørrstoff %	TOM (%)
B 2	Snitt	1,78	1,65	2,49	2,31	1,08	0,37	0,70	10,36	50,93	19,7
	SD	0,35	0,23	0,84	0,69	0,59	0,11	0,06	2,80	5,18	
Nes 1	Snitt	0,55	0,48	0,65	0,41	0,25	0,29	0,43	3,06	53,50	8,2
	SD	0,18	0,23	0,24	0,11	0,08	0,07	0,14	0,99	5,13	
Nes 3	Snitt	0,67	0,69	1,11	1,02	0,59	0,28	0,45	4,81	34,93	8,3
	SD	0,12	0,06	0,25	0,30	0,32	0,10	0,06	1,05	2,68	

Miljøgifter i blåskjell

Det ble undersøkt nivåer av miljøgifter i blåskjell i Innværfjorden for å kunne avdekke eventuelle forurensingskilder i forbindelse med tidligere observasjoner av fettlignende lag på overflaten. Resultatene fra miljøgiftanalysene fra blåskjell er vist i Tabell 3.7 – Tabell 3.9, og Vedleggstabell 3.

Tungmetaller

Innholdet av arsen og bly havnet i tilstandsklasse II- god mens samtlige andre metaller havnet i tilstandsklasse I- Bakgrunn. Det er ikke angitt tilstandsklasse for kvikksølv da deteksjonsgrensen til laboratoriet er for høy i forhold til grensen mellom tilstandsklasse I og II. Verdiene som ble funnet var under deteksjonsgrensen for laboratoriet og kan da havne i enten tilstandsklasse I eller II.

Tabell 3.7. Tungmetaller (mg/kg TS) i blåskjell ved St. Innblå i Innværfjorden i 2014. Tilstandsklasser er vist med fargekoder, etter veileder SFT97:03 (TA 1467/1997)

Tungmetaller	mg/kg TS
Arsen (As)	29
Bly (Pb)	3,30
Nikkel (Ni)	<0.04
Sink (Zn)	190
Kadmium (Cd)	1,70
Kobber (Cu)	9,20
Krom (Cr)	1,70
Kvikksølv (Hg)	<0.42

Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner (PAH)

Nivåene av PAH var lave i blåskjell innsamlet i Innværfjorden og befant seg i tilstandsklasse I- Bakgrunn.

Tabell 3.8. Polyaromatiske hydrokarboner (PAH, µg/kg vv) i blåskjell ved St. Innblå i Innværfjorden i 2014. Tilstandsklasser er vist med fargekoder, etter veileder SFT97:03 (TA 1467/1997)

PAH	(µg/kg vv)
Acenaften	0,59
Acenaftylen	<0.5
Antracen	0,57
Benzo[a]antracen *	1,40
Benzo[a]pyren *	<0.5
Benzo[b/j]fluoranten *	2,80
Benzo[ghi]perylen	1,00
Benzo[k]fluoranten *	1,70
Dibenzo[a,h]antracen *	<0.5
Fenantren	3,90
Fluoranten	8,60
Fluoren	1,10
Indeno[1,2,3-cd]pyren*	0,64
Krysen/Trifenylen	4,60
Naftalen	<0.5
Pyren	4,70
Sum PAH(16) EPA	32,00
kPAH	7,04
Fettinnhold (%)	1,00
Total tørrstoff (%)	12,00

Polyklorerte bifenyler (PCB)

Det ble påvist lite forurensing i form av PCB i blåskjell i Innværfjorden, og nivåene havnet i tilstandsklasse I- Bakgrunn.

Tabell 3.9. Polyklorerte bifenyler (µg/kg vv) fettinnhold (%) og tørrstoff (%) i blåskjell ved St. Innblå i Innværfjorden i 2014. Tilstandsklasser er vist med fargekoder, etter veileder SFT97:03 (TA 1467/1997)

PCB	(µg/kg vv)
PCB 101	0,16
PCB 118	0,76
PCB 138	0,51
PCB 153	0,57
PCB 180	<0.05
PCB 28	0,16
PCB 52	0,29
Sum 7 PCB	2,40
Fettinnhold (%)	1,00
Total tørrstoff (%)	12,00

3.5 Bunndyrsundersøkelser

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.10-3.11, Figur 3.4-3.6, og i Vedleggstabellene 6. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i februar 2014. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Stasjon B2 ligger på 22 meters dyp utenfor Rubbestadneset i Innværfjorden. Her ble det funnet totalt 76 arter med til sammen 1316 individer som tilsvarer en liten økning i arter og en dobling i antall individer siden undersøkelsene i 2000. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggsnivå (snitt) beregnet til 3,92 og ømfintlighetsindeksen NSI ble beregnet til 22,4. NQI1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet ble beregnet til 0,64. Samtlige plasserer stasjonen i tilstandsklasse II (God). Tetthetsindeksen DI, som er utarbeidet med tanke på svært høye eller lave individantall, havner i tilstandsklasse II (God). Det var flest individer børstemark av slekten *Prionospio fallax* (383 stk, 29 %), på andreplass pigghuden *Synaptidae* sp. (165 stk, 13 %), og på tredjeplass pigghuden *Amphiura filiformis* (142 stk, 11 %). Ved sammenligning med historiske data ser man likheter i hvilke arter som er funnet ved stasjonen. Doblingen i antall individer kan skyldes økt tilførsel av organisk materiale. Tilstandsklassen er også uendret siden undersøkelsen i 2000. Dette indikerer stabile forhold ved stasjonen. Samlet sett fikk stasjonen tilstandsklasse II-God.

Stasjon Nes 1 ligger på 45 meters dyp utenfor det kommunale utslippspunktet ved Skipavik i Nesaosen. Her ble det funnet totalt 93 arter med til sammen 1919 individer. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggsnivå (snitt) beregnet til 4,77 og ømfintlighetsindeksen NSI ble beregnet til 22,2. NQI1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet ble beregnet til 0,73. Samtlige plasserer stasjonen i tilstandsklasse II (God). Tetthetsindeksen DI, som er utarbeidet med tanke på svært høye eller lave individantall, havner i tilstandsklasse III (Moderat). Det var flest individer børstemark av slekten *Prionospio cirrifera* (204 stk, 11 %), på andreplass pigghuden *Amphiura filiformis* (141 stk, 7 %), og på tredjeplass børstemarken *Galathowenia oculata* (133 stk, 7 %). Undersøkelsen indikerer gode forhold på stasjonen som samlet sett hvner i tilstandsklasse II-God.

Stasjon Nes 3 ligger på 85 meters dyp i Nesaosen nært opptil et oppdretsanlegg. Her ble det funnet totalt 8 arter med til sammen 253 individer. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggsnivå (snitt) beregnet til 0,46 og ømfintlighetsindeksen NSI ble beregnet til 5,4. NQI1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet ble beregnet til 0,22. Samtlige plasserer stasjonen i tilstandsklasse V (Svært dårlig). Tetthetsindeksen DI, som er utarbeidet med tanke på svært høye eller lave individantall, havner i tilstandsklasse II (God). Det var flest børstemark av slekten *Malecoceros fuliginosus* som dominerte stasjonen (231 stk, 93 %), på andreplass skjellet *Thyasira sarsii* (16 stk, 6,3 %), de øvrige 6 artene ble det bare funnet ett individ av hver. Samlet sett havner stasjonen i tilstandsklasse V (Svært dårlig).

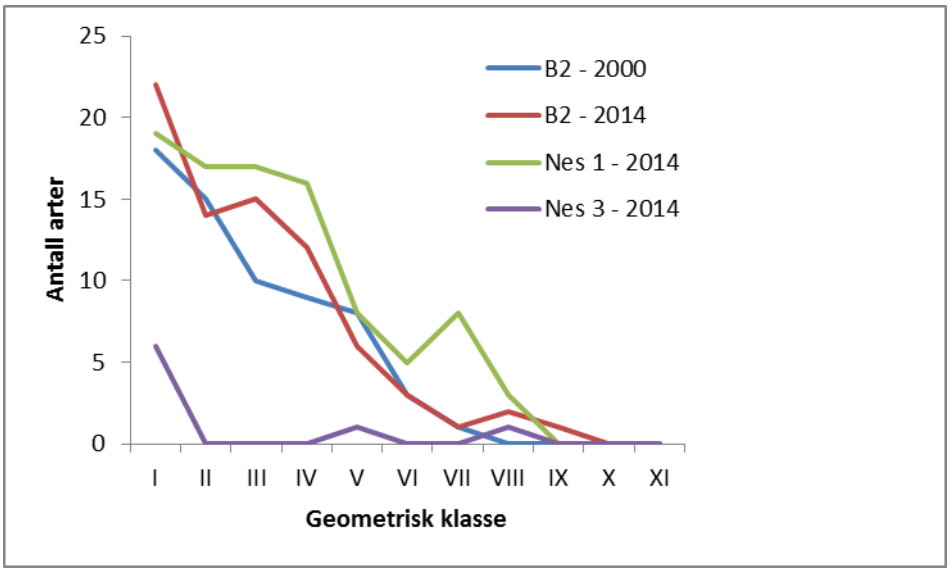
De multivariate analysene for stasjon B2 i Innværfjorden viser at huggene frå henholdsvis 2000 og 2014 grupperer seg frå hverandre men at huggene frå same år grupperes sammen. De viser også en god likehet mellom huggene.

De multivariate analysene frå Nesaosen viser at de to stasjonene grupperer seg klart frå hverandre men at innad på same stasjon grupperer huggene seg sammen. Det er relativt stor likhet mellom huggene.

Tabell 3.10. Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), ømfintlighet (AMBI, NSI, ISI_{2012}), den sammensatte indeksen for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) og tetthetsindeksen DI for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 02:2013, (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007. Tilstandsklasse baseres på snitt av normaliserte indeksverdier (nEQR).

Stasjon	År	Hugg	Antall arter	Antall individer	Diversitet (H')	ES100	NQI1	NSI	ISI2012	DI	AMBI	TK
B2	2000	1	46	159	5,00	38,6	0,74	21,9	8,09	0,15	2,50	
		2	34	131	4,29	30,1	0,76	23,8	6,74	0,07	1,91	
		3	28	124	4,14	25,9	0,75	23,1	8,35	0,04	1,81	
		4	20	70	4,00	20,0	0,72	23,5	7,36	0,20	1,97	
		5	25	108	4,12	24,5	0,76	23,8	7,40	0,02	1,47	
		sum	64	592	4,92	33,5	0,77	23,1	8,46	0,02	1,99	
		snitt	31	118	4,31	27,8	0,75	23,2	7,59	0,02	1,93	
		nEQR										0,79
		sum			0,83	0,79	0,75	0,73	0,69	0,98		(II)
		nEQR										**0,75**
		snitt			**0,75**	**0,73**	**0,72**	**0,73**	**0,61**	**0,98**		**(II)**
	2014	1	43	281	3,80	24,8	0,67	22,0	7,70	0,40	3,20	
		2	39	218	3,83	26,4	0,65	22,4	8,63	0,29	3,37	
		3	39	337	3,95	24,9	0,66	21,2	8,42	0,48	3,11	
		4	48	250	3,92	28,5	0,69	23,1	8,91	0,35	3,05	
		5	39	230	4,07	27,7	0,69	23,6	8,57	0,31	2,89	
		sum	76	1316	4,17	27,8	0,68	22,3	8,96	0,37	3,13	
		snitt	42	263	3,92	26,5	0,67	22,4	8,45	0,37	3,12	
		nEQR										0,67
		sum			0,73	0,73	0,65	0,69	0,74	0,50		(II)
		nEQR										**0,66**
		snitt			**0,70**	**0,71**	**0,64**	**0,70**	**0,69**	**0,50**		**(II)**
Nes 1	2014	1	61	431	4,64	31,6	0,72	22,4	8,63	0,58	2,72	
		2	51	297	4,79	33,2	0,77	22,8	8,65	0,42	2,03	
		3	52	390	4,71	30,9	0,72	22,1	8,42	0,54	2,58	
		4	56	411	4,82	33,0	0,74	22,4	8,33	0,56	2,42	
		5	55	390	4,89	33,2	0,72	21,5	8,61	0,54	2,68	
		sum	93	1919	5,12	34,9	0,73	22,2	8,92	0,53	2,51	
		snitt	55	384	4,77	32,4	0,73	22,2	8,53	0,53	2,49	
		nEQR										
		sum			0,87	0,81	0,71	0,69	0,74	0,48		0,72(II)
		nEQR										**0,69**
		snitt			**0,80**	**0,78**	**0,71**	**0,69**	**0,70**	**0,48**		**(II)**
Nes3	2014	1	2	30	0,47	2,0	0,18	5,6	3,24	0,57	5,70	
		2	3	34	0,38	3,0	0,22	5,0	2,69	0,52	5,91	
		3	2	18	0,31	2,0	0,18	5,2	3,24	0,79	5,83	
		4	2	8	0,54	2,0	0,21	5,9	3,24	1,15	5,63	
		5	7	163	0,60	5,1	0,31	5,5	3,38	0,16	5,72	
		sum	8	253	0,56	4,4	0,31	5,4	3,02	0,35	5,75	
		snitt	3	51	0,46	2,8	0,22	5,4	3,16	0,35	5,76	
		nEQR										0,21
		sum			0,12	0,17	0,20	0,11	0,13	0,53		(IV)
		nEQR										**0,19**
		snitt			**0,10**	**0,11**	**0,14**	**0,11**	**0,14**	**0,53**		**(V)**

I – Svært god	II - God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig



Figur 3.4: Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra 2014 og fra tidligere undersøkelser.

Tabell 3.11: De ti mest tallrike artene/gruppene funnet i 2014.

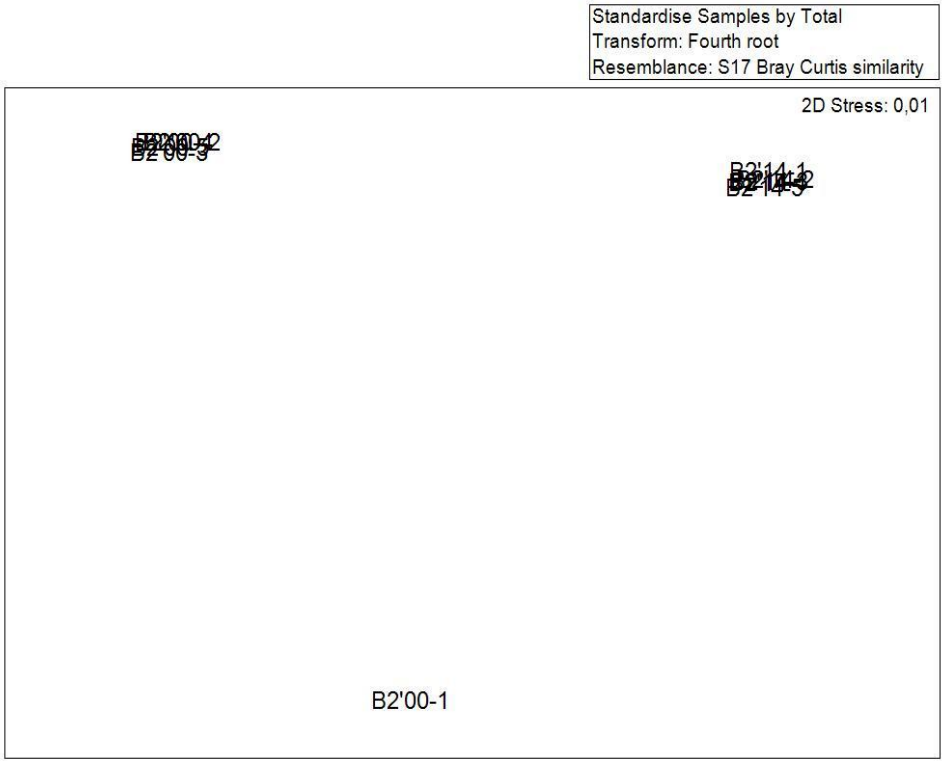
B2 - 2000	Antall individer	%	Kum. %
Diplocirrus glaucus	80	13,5	13,5
Prionospio cirrifera	43	7,3	20,8
Amphiura filiformis	43	7,3	28,0
Synaptidae	33	5,6	33,6
Pholoe baltica	31	5,2	38,9
Chaetozone setosa	31	5,2	44,1
Prionospio fallax	29	4,9	49,0
Echinocardium flavescens	29	4,9	53,9
Typosyllis sp.	24	4,1	57,9
Echinocardium cordatum	21	3,5	61,5

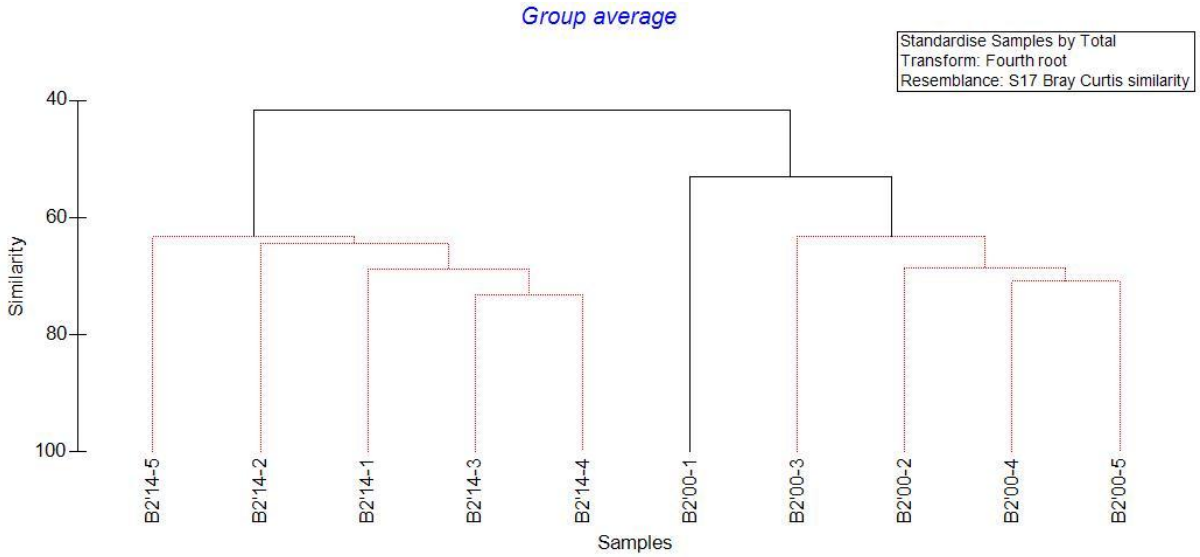
B2 - 2014	Antall individer	%	Kum. %
Prionospio fallax	383	29,1	29,1
Synaptidae	165	12,5	41,6
Amphiura filiformis	142	10,8	52,4
Kurtiella bidentata	68	5,2	57,6
Prionospio cirrifera	62	4,7	62,3
Mediomastus fragilis	55	4,2	66,5
Syllidae	46	3,5	70,0
Echinocardium flavescens	27	2,1	72,0
Scolelepis korsuni	21	1,6	73,6
Corbula gibba	21	1,6	75,2

Nes 1 - 2014	Antall individer	%	Kum. %
Prionospio cirrifera	204	10,6	10,6
Amphiura filiformis	141	7,3	18,0
Galathowenia oculata	133	6,9	24,9
Prionospio fallax	118	6,1	31,1
Thyasira sarsii	112	5,8	36,9
Myrtea spinifera	102	5,3	42,2
Pholoe baltica	92	4,8	47,0
Thyasira flexuosa	82	4,3	51,3
Diplocirrus glaucus	81	4,2	55,5
Ennucula tenuis	76	4,0	59,5

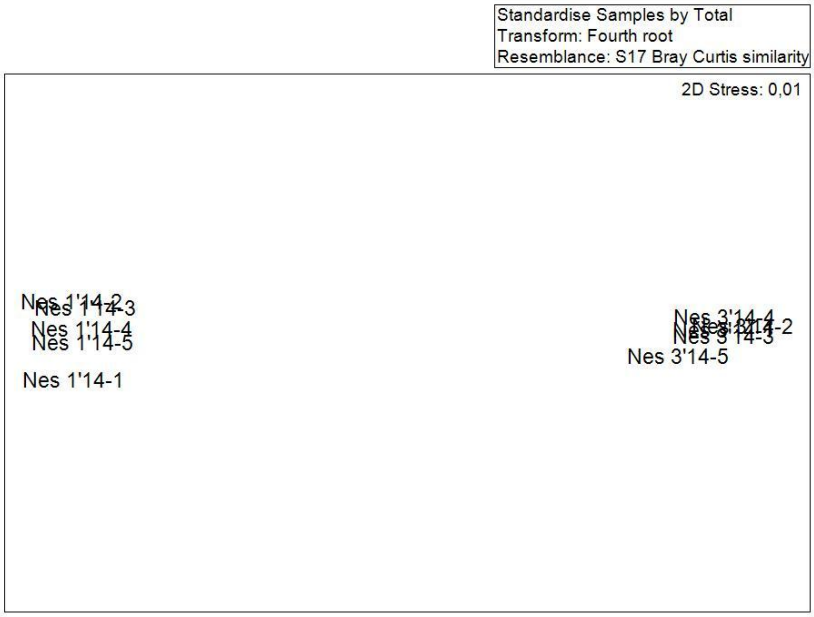
Nes 3 - 2014	Antall individer	%	Kum. %
Malacoceros fuliginosus	231	91,3	91,3
Thyasira sarsii	16	6,3	97,6
Glycera alba	1	0,4	98,0
Lagis koreni	1	0,4	98,4
Tellina fabula	1	0,4	98,8
Capitella capitata	1	0,4	99,2
Microphthalmus sp.	1	0,4	99,6
Ophryotrocha lobifera	1	0,4	100

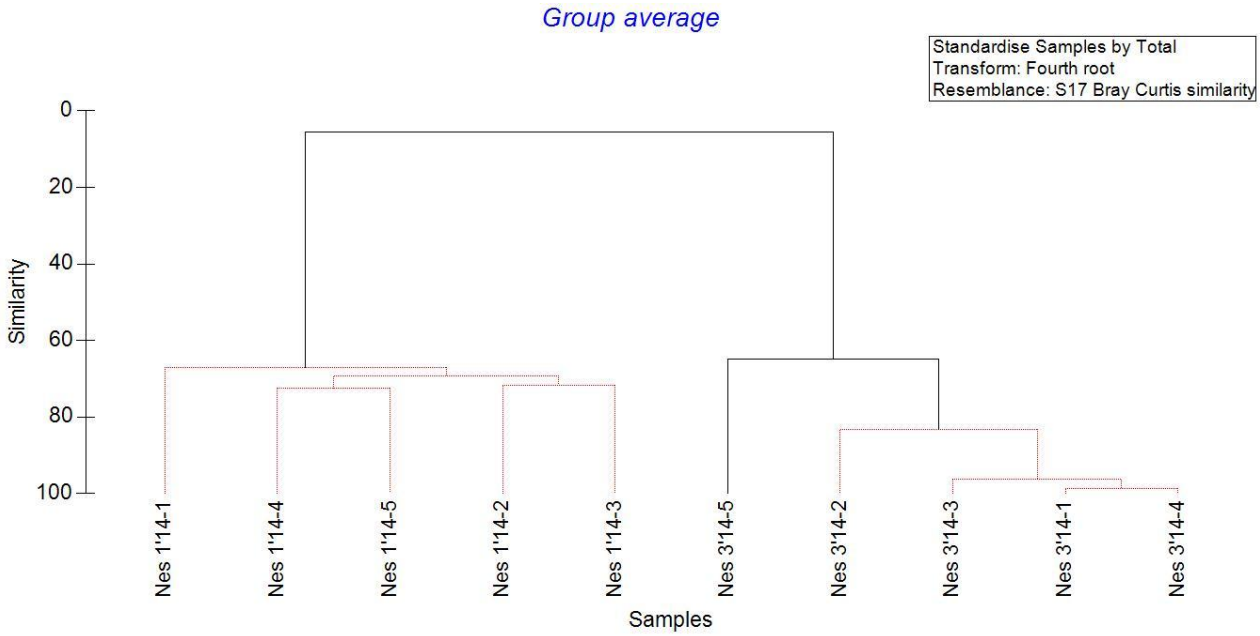
Annelida/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre





Figur 3.5: MDS og Cluster plot på hugg-nivå fra stasjon B2 i Innværfjorden. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de undersøkte stasjonene.





Figur 3.6: MDS og Cluster plot på hugg-nivå fra stasjonene Nes 1 og Nes 3 i Nesaosen. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de undersøkte stasjonene.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten presenterer resultatene fra miljøundersøkelser i henholdsvis Innværfjorden og Nesasosen.

Nesaosen

I Nesaosen ble stasjon Nes 1 undersøkt for bunnfauna, sedimentkarakteristikker og miljøgifter. Sedimentet hadde en relativ lik fordeling av finfraksjon (silt og leire) og sand/grus. Glødetapet var moderat/lavt. Nivåene av tungmetall var alle i bakgrunnsnivåer med unntak av bly som havnet i tilstandsklasse II- God. Bunnfaunaen havnet i tilstandssse II- God. Det var generelt sett gode forhold på stasjon Nes 1 og lite som indikerer påvirkning fra det nærliggende utslippet

Stasjon Nes 3 i Nesaosen ble undersøkt med tanke på hydrografi, bunnfauna, sedimentkarakteristikker og miljøgifter. Hydrografidata viser gode oksygenforhold i hele vannsøylen og oksygeninnholdet i bunnvannet havnet i beste tilstandsklasse. Sedimentet bestod for det meste av sand med innslag av grus med en andel på tilsammen 75 %. Glødetapet var moderat/lavt. Miljøgiftnivåene befant seg i tilstandsklasse I- bakgrunn til tilstandsklasse II- God med unntak av kobbernivået som befant seg i tilstandsklasse IV- Dårlig. De høye kobbernivåene kan sannsynligvis kobles til det nærliggende oppdrettsanlegget. Bunnfaunaen havnet i tilstandsklasse V- Svært dårlig, grunnet lav artsrikdom som indikerer en forstyrret bunnfauna. Dette har sannsynligvis sammenheng med det nærliggende oppdrettsanlegget og de forhøyede kobberverdiene i sedimentet.

Innværfjorden

I Innværfjorden ble stasjon B2 undersøkt med tanke på hydrografi, bunnfauna, sedimentkarakteristikker og miljøgifter. Det ble foretatt hydrografiske målinger på stasjon B1 og Inn 1 i henholdsvis indre og ytre basseng i Innværfjorden. Det ble også foretatt en fjæreundersøkelse samt innsamling av blåskjell til analyser for miljøgifter.

Oksygeninnholdet i bunnvannet ved stasjon B1 havner i tilstandsklasse V- Svært dårlig som er det samme som i 2000, 1990 og 1983. I juli 2000 startet sjiktningen med tanke på oksygeninnhold mellom 10 og 20 meter. I oktober 1983 lå denne sjiktningen mellom 20 og 30

meter. I februar 1990 lå sjiktningen på 30-40 meter som er det samme som i februar 2014. Utskifting av bunnvannet forekommer ofte i perioden rundt februar i poller og innestengte områder, og en får da det høyeste oksygeninnholdet i løpet av året.
Oksygeninnholdet i bunnvannet ved stasjon Inn 1 i det ytre bassenget i Innværfjorden havner i tilstandsklasse I- Svært God.
Undersøkelsen ved stasjon B2 viser at sedimentet domineres av silt/leire og at glødetapet er høyt. Oksygenforholdene var gode, tilstandsklasse I-Svært god i bunnvannet. Bunnfaunaen fikk tilstandsklasse II- God som er det samme resultatet som i 2000. For øvrig har det vært en økning på ca 10 % finfraksjon og 8 % økning i glødetap ved stasjonen siden undersøkelsen i 2000. Individantallet har også doblet seg i denne perioden. Dette indikerer økt tilførsel av organisk materiale til stasjonen siden undersøkelsen i 2000.

Data vedrørende bunnfauna fra 1990 og 1983 er mer lik verdiene fra 2000, det må poengteres at ved disse undersøkelsene er det forskjell i utstyr (0,2 m^2 grabb) og mengde hugg (1-2) i forhold til undersøkelsene i 2000 og 2014. Undersøkelser fra 1983 og 199 viser lave glødetapsverdier (4,89-5,94 %) og en silt/leire fraksjon mellom henholdsvis 40 og 24 %. Sett i sammenheng med undersøkelsene i 2000 og 2014 ser man en tydelig endring av stasjonen over tid med tanke på silt/leire fraksjonen, glødetapet og bunnfaunaen. Dette tyder på at stasjonen tilføres organisk materiale som sedimenterer der.

Strandsoneundersøkelsen viste relativ høye mengder av opportunister og trådformete grønnalger som gjør at stasjon Innblå havner i tilstandsklasse III- Moderat, noe som er som forventet for et slikt relativt lukket område. De kjemiske analysene av blåskjell innsamlet ved samme stasjon kunne ikke påvise noen spesifikke forurensingskilder i området tilknyttet observasjoner av fettlignende lag i overflaten.

5 TAKK

Vi vil takke Tom Roger Børvik og Bjarte Espevik ombord på *Scallop* fra Kvitsøy sjøtjenester for et hyggelig tokt. Vi vil også takke Vegard Lygre for lån av båt og assistanse ved fjæreundersøkelsen. Sorteringen av bunnprøvene er utført av Linda Pedersen, Maria Knopp, Hanna Molden, Linda Jensen, Tone Marie Solvik, Ingrida Petruskaite, Lise Rikstad og Ina Birkeland. Per Johannessen og Øydis Alme har artsbestemt bunnfaunaen. Frøydis Lygre og Øydis Alme fra SAM-Marin utførte feltarbeidet.

6 LITTERATUR

Bakke, T., G. Breedsveld, T. Källqvist, A. Oen, E. Eek, A. Ruus, A. Kibsgaard, A. Helland & H. Solberg, 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.*

Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet. www.vannportalen.no. 179 s.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2010. Overvåking av miljøtilstand i vann – Veileder for vannovervåking iht. kravene i Vannforskriften. Versjon 1.5. Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet. www.vannportalen.no. 122 s.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet. www.vannportalen.no. 263 s.

Hovgaard, P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. - *Sarsia* 53:15-18.

Johansen, P-O. 2000. Undersøkelse av miljøforholdene i Innværfjorden, ved Rubbestadneset, i Bømlo kommune og i Stokksundet i år 2000.

Johannessen, P.J. 1991. Resipientundersøkelse i Bømlo kommune. IFM rapport nr. 4. 1991.

Johannessen, P.J. og Aabel J.P. 1983. Resipientundersøkelse i Bømlo kommune. IFM rapport nr. 4. 1984.

Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. *SFT-Veiledning* nr. 97:03 (TA-1467), 34 s.

Molvær, J., R. Velkin, I. Berg, T. Finnesand & J.L. Bratli. 2002/2005 (v.3). Resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann – EUs avløpsdirektiv. SFT Veileder TA-1890/2005. 54 s.

Norsk Standard NS 9420. 1998. Retningslinjer for feltarbeid i forbindelse med miljøovervåking og – kartlegging. *Norges Standardiseringsforbund*.

Norsk Standard NS 9422. 1998. Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder. *Norges Standardiseringsforbund*.

Norsk Standard NS 9423. 1998. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublittoral bløtbunnsfauna i marint miljø. *Norges Standardiseringsforbund*.

Norsk Standard NS 9424. 1998. Vannundersøkelse. Retningslinjer for marinbiologiske undersøkelser på littoral og sublittoral hardbunn. *Norges Standardiseringsforbund*.

Norsk Standard NS 9425-3. 2003. Oseanografi Del 3: Måling av sjøtemperatur og saltholdighet. *Standard Norge.*

Norsk Standard NS 9815. 1995. Vann- og luftundersøkelse. Gasskromatografisk analyse for bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). *Standard Norge.*

Norsk Standard NS-EN 12766-2. 2001. Petroleumsprodukter og brukt olje. Bestemmelse av PCB og relaterte produkter - Del 2: Beregning av PCB-innhald. *Standard Norge.*

Norsk Standard NS-EN ISO 5667. 2001. Vannundersøkelse. Prøvetaking (ISO 5667) *Standard Norge.*

Norsk Standard NS-EN ISO 12846. 2012. Vannundersøkelse. Bestemmelse av kvikksølv. Atomabsorbsjonsspektrometrisk metode med og utan anriking (ISO 12846:2012). *Standard Norge.*

Norsk Standard NS-EN ISO 16665. 2005. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehndling av marin bløtbunnsfauna (ISO/IEC 16665:2005) *Standard Norge.*

Norsk Standard NS-EN ISO 17000. 2004. Samsvarsvurdering. Terminologi og generelle prinsipper (ISO/IEC 17000:2004) *Standard Norge.*

Norsk Standard NS-EN ISO 17025. 2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse (ISO/IEC 17025:2005) *Standard Norge.*

Norsk Standard NS-EN ISO 17294-2. 2004. Vannundersøkelse. Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstofer (ISO 17294-2:2003). *Standard Norge.*

Norsk Standard NS-EN ISO 19493:2007. Vannundersøkelse. Veiledining for marinbiologisk undersøkelse av littoral og sublittoral hard bunn. (ISO 19493:2007). *Standard Norge.*

Strand, G. H., O. Øvstedal. 2003. Bruk av NGO koordinater på håndholdte GPS mottakere. Kart og Plan, Vol 66. 63 s.

7 VEDLEGG

Vedlegg 1: Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårige og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativ jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensede områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m2), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

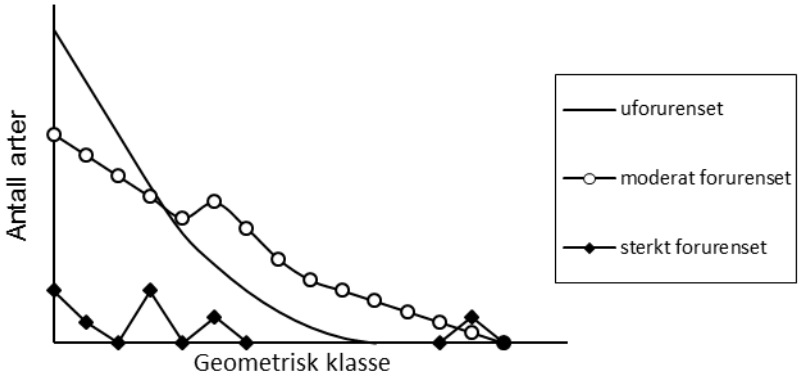
Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1)

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser. Høy geometrisk klasse betyr at en art dominerer i prøven.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (SFT97:03 - Molvær et al. 1997 og Direktoratsgruppa Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet

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

$H' = -\Sigma(P_i)*(\log 2 P_i)$

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

Diversiteten har vanligvis verdier >3 i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{max} (= $\log_2 \Sigma$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

Jevnhet

$$J = \frac{H}{H'_{max}}$$ (Pielou 1966)

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom $H' = H'_{max}$ er J maksimal og får verdien 1.
Dersom de fleste individene tilhører én eller få arter, får J en verdi nær null.

Hurlbert diversitetsindeks ES(100)

er beskrevet som:

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

hvor ES100 = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, S arter, og Ni individer av i-ende art.

Ømfintlighet, sensitivitet

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

Sammensatte indekser

Sammensatte indeks NQI1 (Norwegian Quality status, Indeks version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold (med bruk av diversitetsindeks SN) og ømfintlighet (med bruk av sensitivitetsindeks AMBI).

NQI1

NQI1 er brukt i NEAGIG (North-East Atlantic Geographical Intercalibration Group) og inngår i Norges rapportering til EU. De fleste landene bruker sammensatte indekser av samme type som NQI1. NQI1 har vært referanse ved kalibreringen av klassegrenser for de andre indeksene (beskrevet i Miljødirektoratet sin revidert klassifiseringsveileder 02:2013).

NQI1-indeksen er beskrevet ved hjelp av formel, hvor S er antallet arter og N er antallet individer i prøven:

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

der

$$SN = \frac{lnS}{ln(lnN)}$$

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg; 0,1 m2) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009 og revidert veileder 02:2013 (Tabell 2). Diversiteten (artsmangfold) og fordelingen av sårbare vs. robuste (ømfintlige) arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (svært god) til V (svært dårlig)

Tabell v2 : Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til tidligere veileder 01:2009 og den gjeldende, reviderte veileder 02:2013.

				Tilstandsklasser (absolutt-verdier)				
				I	II	III	IV	V
	Parameter	**Veileder**	**Måleenhet**	**Svært god**	**God**	**Mindre god**	**Dårlig**	**Svært dårlig**
Sediment (fauna)	H'	SFT 97:03						
	H'	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	H'	02:2013		5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
	ES_{100}	SFT 97:03						
	ES_{100}	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	ES_{100}	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
	ISI	01:2009		>8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2
	ISI_{2012}	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
	DI	02:2013		0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	10-0

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

$$S_{jk} = 100\left\{1 - \frac{\sum_{i=1}^{p} |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^{p} (y_{ij} + y_{ik})}\right\}$$

Hvor: Sjk = likheten mellom to prøver, j og k
yij = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatrisen
yik = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatrisen per totalt antall arter
p = totalt antall arter

Clusteranalyse

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.
I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

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

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

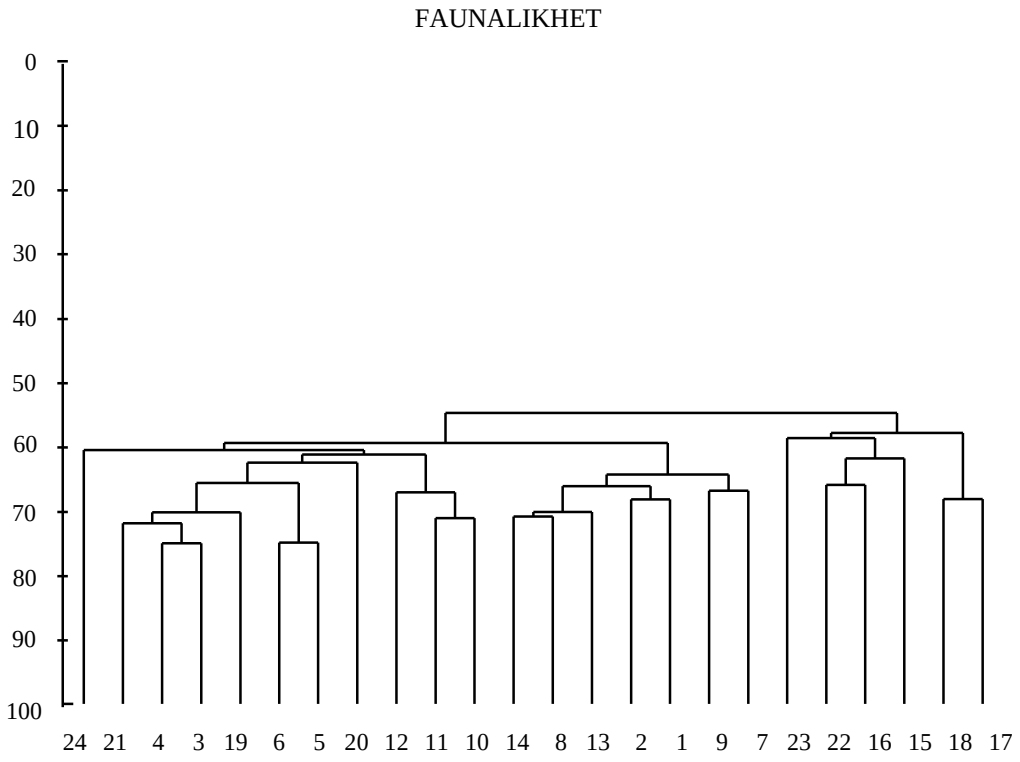
$$d_{jk} = 100\left\{\frac{\sum_{i=1}^{p} |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^{p} (y_{ij} + y_{ik})}\right\}$$ og avstand (d).

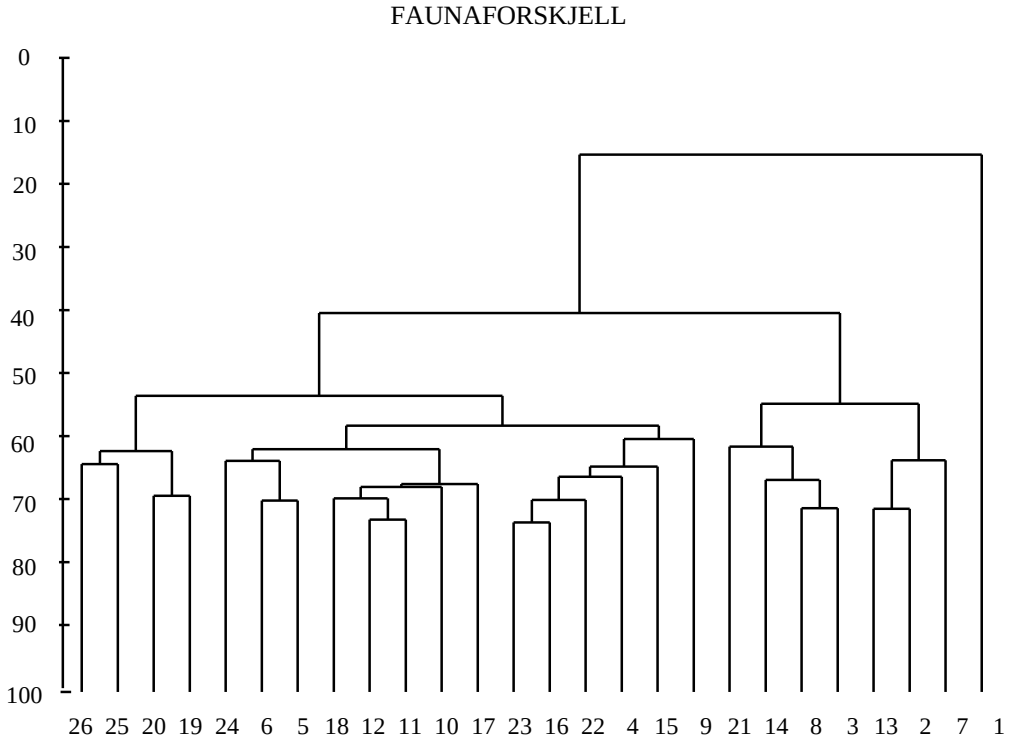
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgende skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:
< 0,05 = svært god presentasjon,

< 0,1 = god presentasjon,
< 0,2 = brukbar presentasjon,
> 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

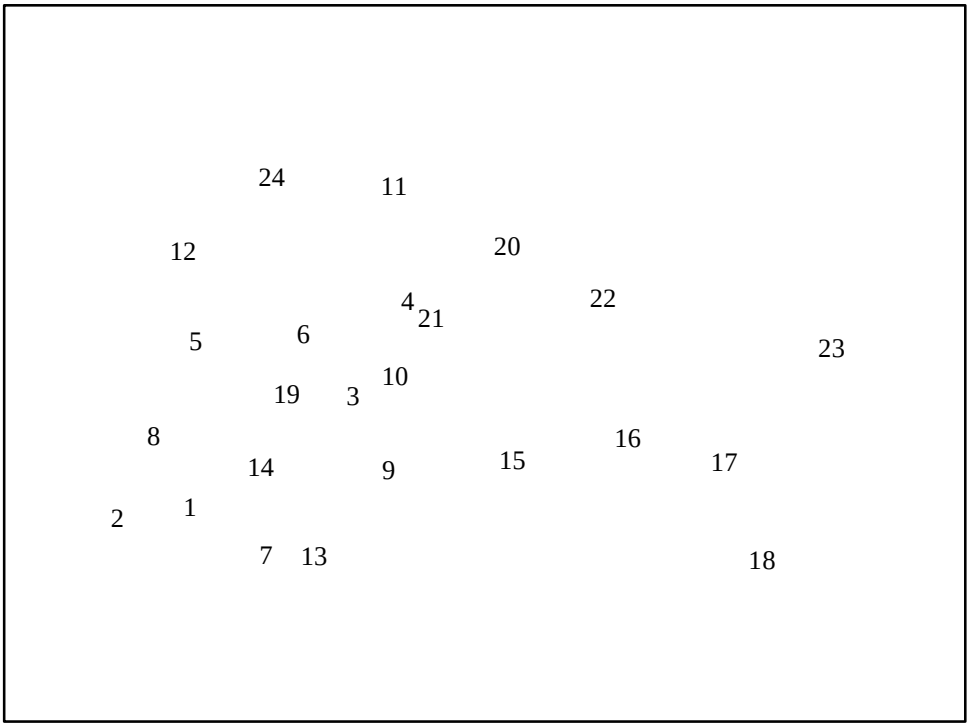
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.
De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.



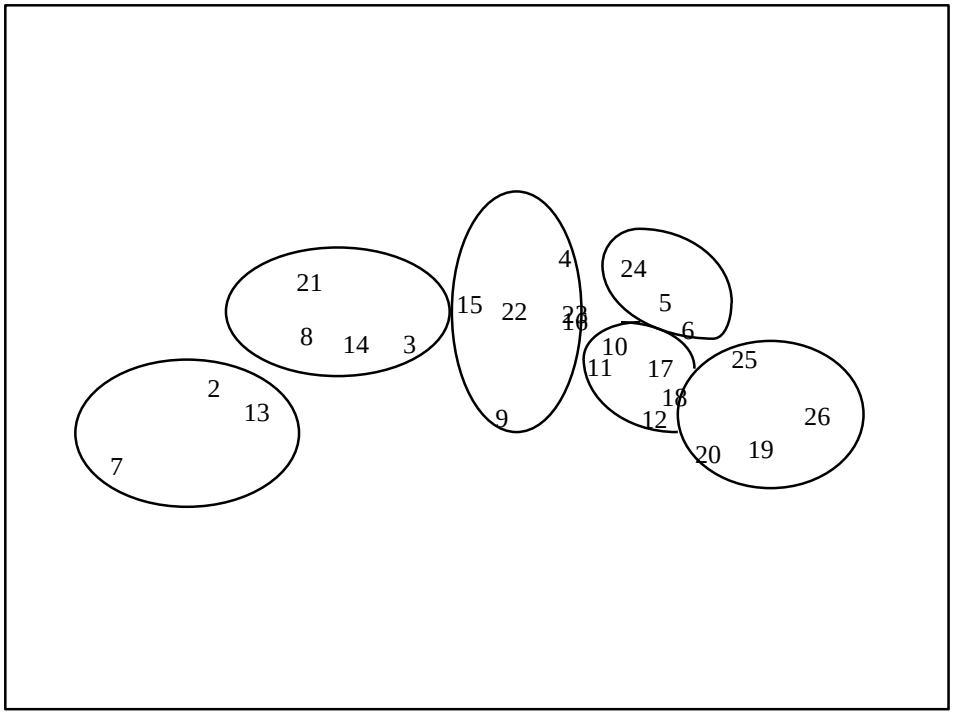


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. KLIF publikasjon TA/2229:2007.

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

Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - Ecological Monographs 27:325-349.

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.

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veileder nr. 97:03. 36 s.

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 bentic 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, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.

Shannon CE, Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vannportalen.no. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. Klassifiseringsveileder 01:2009

Vannportalen.no. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013

Vedlegg 2: Analysebevis miljøgifter i sediment

eurofins

Eurofins Environment Testing Norway AS (Bergen)
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

Uni Research AS
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø

AR-14-MX-001144-01
EUNOBE-00009729

Prøvemottak: 14.03.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 14.03.2014-14.04.2014
Referanse: 808367/19/14

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:		441-2014-0314-014			441-2014-0314-015			441-2014-0314-016				
Prøvetakingsdato:		11.02.2014			11.02.2014			11.02.2014				
Prøvetaker:		FL			FL			FL				
Analysestartdato:		14.03.2014			14.03.2014			14.03.2014				
Prøvetype:		Sedimenter			Sedimenter			Sedimenter				
Prøvemerking:		Nes 3, Hugg 6 Dyp 85 m			Nes 3, Hugg 7 Dyp 85 m			Nes 3, Hugg 8 Dyp 85 m				
Test	**Parameter**	**Resultat:**		**MU**	**Resultat**		**MU**	**Resultat**		**MU**	**Metode**	**LOQ**
Arsen (As)		a) 16	mg/kg TS	30%	a) 17	mg/kg TS	30%	a) 17	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		a) 54	mg/kg TS	40%	a) 51	mg/kg TS	40%	a) 49	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		a) 1.3	mg/kg TS	25%	a) 1.4	mg/kg TS	25%	a) 1.4	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		a) 140	mg/kg TS	30%	a) 84	mg/kg TS	30%	a) 170	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.5
Krom (Cr)		a) 33	mg/kg TS	30%	a) 33	mg/kg TS	30%	a) 33	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.3
Kvikksølv (Hg)		a) 0.070	mg/kg TS	20%	a) 0.064	mg/kg TS	20%	a) 0.070	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001
Nikkel (Ni)		a) 25	mg/kg TS	30%	a) 26	mg/kg TS	30%	a) 26	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.5
Sink (Zn)		a) 260	mg/kg TS	25%	a) 270	mg/kg TS	25%	a) 280	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 11885	2
Tørrstoff		a)* 34.2	%	5%	a)* 37.9	%	5%	a)* 32.7	%	5%	EN 12880	0.2
PAH 16	Naftalen	13.0	µg/kg TS		22.1	µg/kg TS		14.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaftylen	1.89	µg/kg TS		6.74	µg/kg TS		2.16	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaften	5.93	µg/kg TS		9.16	µg/kg TS		5.84	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoren	9.24	µg/kg TS		13.9	µg/kg TS		9.71	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Fenantren	32.2	µg/kg TS		38.1	µg/kg TS		35.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Antracen	6.59	µg/kg TS		8.26	µg/kg TS		6.99	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoranten	70.9	µg/kg TS		92.3	µg/kg TS		68.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Pyren	61.6	µg/kg TS		82.0	µg/kg TS		55.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]antracen	34.1	µg/kg TS		59.3	µg/kg TS		39.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Krysen	36.0	µg/kg TS		53.2	µg/kg TS		41.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1

Tegnforklaring:
* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 5

AR-14-MX-001144-01
EUNOBE-00009729

eurofins

		441-2014-0314-014 11.02.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter Nes 3, Hugg 6 Dyp 85 m		441-2014-0314-015 11.02.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter Nes 3, Hugg 7 Dyp 85 m		441-2014-0314-016 11.02.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter Nes 3, Hugg 8 Dyp 85 m			
PAH 16	Benzo[b]fluoranten	131	µg/kg TS	141	µg/kg TS	153	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[k]fluoranten	47.4	µg/kg TS	55.5	µg/kg TS	55.3	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]pyren	55.1	µg/kg TS	68.3	µg/kg TS	70.3	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Indeno[1,2,3-cd]pyren	207	µg/kg TS	220	µg/kg TS	224	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Dibenzo[a,h]antracen	25.4	µg/kg TS	26.5	µg/kg TS	27.5	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[ghi]perylen	200	µg/kg TS	207	µg/kg TS	203	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Sum PAH(16) EPA	938	µg/kg TS	1100	µg/kg TS	1010	µg/kg TS	NS 9815	0.2
PCB 7	PCB 101	0.54	µg/kg TS	0.72	µg/kg TS	0.76	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 118	0.63	µg/kg TS	0.75	µg/kg TS	0.68	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 138	0.86	µg/kg TS	1.11	µg/kg TS	1.35	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 153	0.77	µg/kg TS	0.94	µg/kg TS	1.36	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 180	0.39	µg/kg TS	0.42	µg/kg TS	0.95	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 28	0.31	µg/kg TS	0.17	µg/kg TS	0.36	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 52	0.38	µg/kg TS	0.47	µg/kg TS	0.49	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	Sum 7 PCB	3.89	µg/kg TS	4.59	µg/kg TS	5.96	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	1

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerking:		441-2014-0314-017 11.02.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter Nes 1, Hugg 6 Dyp 45 m			441-2014-0314-018 11.02.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter Nes 1, Hugg 7 Dyp 45 m			441-2014-0314-019 11.02.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter Nes 1, Hugg 8 Dyp 45 m				
Test	**Parameter**	**Resultat:**		**MU**	**Resultat**		**MU**	**Resultat**		**MU**	**Metode**	**LOQ**
Arsen (As)		a) 5.4	mg/kg TS	30%	a) 4.7	mg/kg TS	30%	a) 6.7	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		a) 28	mg/kg TS	40%	a) 28	mg/kg TS	40%	a) 41	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		a) 0.22	mg/kg TS	25%	a) 0.22	mg/kg TS	25%	a) 0.28	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		a) 12	mg/kg TS	30%	a) 18	mg/kg TS	30%	a) 24	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.5
Krom (Cr)		a) 8.3	mg/kg TS	30%	a) 14	mg/kg TS	30%	a) 17	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.3
Kvikksølv (Hg)		a) 0.030	mg/kg TS	20%	a) 0.038	mg/kg TS	20%	a) 0.048	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001
Nikkel (Ni)		a) 6.7	mg/kg TS	30%	a) 11	mg/kg TS	30%	a) 14	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.5
Sink (Zn)		a) 34	mg/kg TS	25%	a) 45	mg/kg TS	25%	a) 65	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 11885	2
Tørrstoff		a)* 58.9	%	5%	a)* 52.9	%	5%	a)* 48.7	%	5%	EN 12880	0.2
PAH 16	Naftalen	5.84	µg/kg TS		9.47	µg/kg TS		8.66	µg/kg TS		NS 9815	0.1

Tegnforklaring:
* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 5

AR-14-MX-001144-01
EUNOBE-00009729

		441-2014-0314-017 11.02.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter Nes 1, Hugg 6 Dyp 45 m		441-2014-0314-018 11.02.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter Nes 1, Hugg 7 Dyp 45 m		441-2014-0314-019 11.02.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter Nes 1, Hugg 8 Dyp 45 m			
PAH 16	Acenaftylen	2.20	µg/kg TS	3.13	µg/kg TS	3.68	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaften	3.84	µg/kg TS	5.09	µg/kg TS	5.58	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoren	5.41	µg/kg TS	9.19	µg/kg TS	8.51	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fenantren	22.7	µg/kg TS	30.6	µg/kg TS	33.1	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Antracen	5.35	µg/kg TS	12.4	µg/kg TS	6.87	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoranten	45.1	µg/kg TS	43.6	µg/kg TS	49.8	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Pyren	36.4	µg/kg TS	36.2	µg/kg TS	40.3	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]antracen	20.5	µg/kg TS	26.6	µg/kg TS	30.2	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Krysen	20.2	µg/kg TS	26.3	µg/kg TS	30.0	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[b]fluoranten	53.4	µg/kg TS	78.4	µg/kg TS	89.7	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[k]fluoranten	21.3	µg/kg TS	29.0	µg/kg TS	39.1	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]pyren	24.9	µg/kg TS	35.3	µg/kg TS	43.8	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Indeno[1,2,3-cd]pyren	76.9	µg/kg TS	118	µg/kg TS	141	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Dibenzo[a,h]antracen	10.5	µg/kg TS	13.4	µg/kg TS	17.3	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[ghi]perylen	71.3	µg/kg TS	103	µg/kg TS	118	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Sum PAH(16) EPA	426	µg/kg TS	579	µg/kg TS	665	µg/kg TS	NS 9815	0.2
PCB 7	PCB 101	0.49	µg/kg TS	0.41	µg/kg TS	0.75	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 118	0.31	µg/kg TS	0.39	µg/kg TS	0.74	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 138	0.42	µg/kg TS	0.63	µg/kg TS	0.89	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 153	0.33	µg/kg TS	0.36	µg/kg TS	0.54	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 180	0.16	µg/kg TS	0.30	µg/kg TS	0.30	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 28	0.24	µg/kg TS	0.26	µg/kg TS	0.37	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 52	0.30	µg/kg TS	0.40	µg/kg TS	0.58	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	Sum 7 PCB	2.25	µg/kg TS	2.76	µg/kg TS	4.16	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	1

Tegnforklaring:
* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 3 av 5

AR-14-MX-001144-01
EUNOBE-00009729

eurofins

Prøvenr.:	441-2014-0314-020	441-2014-0314-021	441-2014-0314-022
Prøvetakingsdato:	05.03.2014	05.03.2014	05.03.2014
Prøvetaker:	FL	FL	FL
Analysestartdato:	14.03.2014	14.03.2014	14.03.2014
Prøvetype:	Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter
Prøvemerking:	B 2, Hugg 6 Dyp 22 m	B 2, Hugg 7 Dyp 22 m	B 2, Hugg 8 Dyp 22 m

Test	Parameter	Resultat:		MU	Resultat		MU	Resultat		MU	Metode	LOQ
Arsen (As)		a) 6.5	mg/kg TS	30%	a) 8.8	mg/kg TS	30%	a) 8.9	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		a) 36	mg/kg TS	40%	a) 42	mg/kg TS	40%	a) 41	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		a) 0.28	mg/kg TS	25%	a) 0.41	mg/kg TS	25%	a) 0.36	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		a) 24	mg/kg TS	30%	a) 29	mg/kg TS	30%	a) 29	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.5
Krom (Cr)		a) 15	mg/kg TS	30%	a) 17	mg/kg TS	30%	a) 17	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.3
Kvikksølv (Hg)		a) 0.096	mg/kg TS	20%	a) 0.119	mg/kg TS	20%	a) 0.111	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001
Nikkel (Ni)		a) 8.3	mg/kg TS	30%	a) 9.3	mg/kg TS	30%	a) 9.0	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.5
Sink (Zn)		a) 62	mg/kg TS	25%	a) 82	mg/kg TS	25%	a) 72	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 11885	2
Tørrstoff		a)* 56.9	%	5%	a)* 48.3	%	5%	a)* 47.6	%	5%	EN 12880	0.2
PAH 16	Naftalen	5.32	µg/kg TS		5.13	µg/kg TS		7.25	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaftylen	1.70	µg/kg TS		<0.1	µg/kg TS		3.38	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaften	5.15	µg/kg TS		4.95	µg/kg TS		4.29	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoren	8.21	µg/kg TS		6.30	µg/kg TS		6.72	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Fenantren	52.5	µg/kg TS		35.2	µg/kg TS		37.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Antracen	9.09	µg/kg TS		7.04	µg/kg TS		7.73	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoranten	83.6	µg/kg TS		69.7	µg/kg TS		81.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Pyren	63.4	µg/kg TS		60.1	µg/kg TS		67.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]antracen	42.8	µg/kg TS		40.3	µg/kg TS		39.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Krysen	41.7	µg/kg TS		42.0	µg/kg TS		37.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[b]fluoranten	93.0	µg/kg TS		93.0	µg/kg TS		77.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[k]fluoranten	36.9	µg/kg TS		39.6	µg/kg TS		37.6	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]pyren	61.4	µg/kg TS		59.0	µg/kg TS		51.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Indeno[1,2,3-cd]pyren	98.0	µg/kg TS		102	µg/kg TS		98.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Dibenzo[a,h]antracen	12.9	µg/kg TS		20.5	µg/kg TS		13.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[ghi]perylen	87.0	µg/kg TS		106	µg/kg TS		92.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1
PAH 16	Sum PAH(16) EPA	703	µg/kg TS		691	µg/kg TS		663	µg/kg TS		NS 9815	0.2
PCB 7	PCB 101	1.55	µg/kg TS		2.18	µg/kg TS		1.62	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 118	1.56	µg/kg TS		1.91	µg/kg TS		1.48	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 138	2.03	µg/kg TS		3.46	µg/kg TS		1.99	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 153	1.98	µg/kg TS		3.10	µg/kg TS		1.84	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1

Tegnforklaring:
* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 4 av 5

AR-14-MX-001144-01
EUNOBE-00009729

		441-2014-0314-020 05.03.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter B 2, Hugg 6 Dyp 22 m		441-2014-0314-021 05.03.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter B 2, Hugg 7 Dyp 22 m		441-2014-0314-022 05.03.2014 FL 14.03.2014 Sedimenter B 2, Hugg 8 Dyp 22 m			
PCB 7	PCB 180	0.79	µg/kg TS	1.76	µg/kg TS	0.69	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 28	0.25	µg/kg TS	0.46	µg/kg TS	0.41	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	PCB 52	0.67	µg/kg TS	0.77	µg/kg TS	0.65	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 7	Sum 7 PCB	8.82	µg/kg TS	13.6	µg/kg TS	8.67	µg/kg TS	NS-EN 12766-2	1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping
a)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping

Bergen 14.04.2014

Kristine Fiane Johnsson

Kristine Fiane Johnssoh

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:
* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 5 av 5

Vedlegg 3: Analysebevis miljøgifter i blåskjell

eurofins

Eurofins Environment Testing Norway AS (Bergen)
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

Uni Research AS
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø

AR-14-MX-001514-01
EUNOBE-00010235

Prøvemottak: 28.04.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 28.04.2014-20.05.2014
Referanse: 808367 / ref: 36/14

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 441-2014-0428-073
Prøvetakingsdato: 05.04.2014
Prøvetaker: Sam-Marin
Analysestartdato: 28.04.2014
Prøvetype: Annet biologisk mate
Prøvemerking: St. Innblå Blåskjell

Test	Parameter	Resultat:		MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Tinnorganiske	Monobutyltinn (MBT)	a) 7.87	µg/kg						Internal method	1
Tinnorganiske	Monobutyltinn (MBT) - S	a) 5.31	µg/kg						Internal method	
Tinnorganiske	Dibutyltinn (DBT)	a) 5.34	µg/kg						Internal method	1
Tinnorganiske	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	a) 2.72	µg/kg						Internal method	
Tinnorganiske	Tributyltinn (TBT)	a) 16.0	µg/kg						Internal method	1
Tinnorganiske	Tributyltinn (TBT) - Sn	a) 6.55	µg/kg						Internal method	
Tinnorganiske	Tetrabutyltinn (TetraBT)	a) < 0.516	µg/kg						Internal method	1
Tinnorganiske	Tetrabutyltinn (TTBT) - S	a) < 0.176	µg/kg						Internal method	
Tinnorganiske	Monooktyltinn (MOT)	a) < 0.516	µg/kg						Internal method	1
Tinnorganiske	Monooktyltinn (MOT) - S	a) < 0.264	µg/kg						Internal method	
Tinnorganiske	Dioktyltinn (DOT)	a) < 0.516	µg/kg						Internal method	1
Tinnorganiske	Dioktyltinn-Sn (DOT-Sn	a) < 0.177	µg/kg						Internal method	
Tinnorganiske	Trifenyltinn (TPhT)	a) 15.2	µg/kg						Internal method	1
Tinnorganiske	Trifenyltinn (TPhT) - Sn	a) 5.14	µg/kg						Internal method	
Tinnorganiske	Trisykloheksyltinn (TCH	a) < 1.03	µg/kg						Internal method	2
Tinnorganiske	Trisykloheksyltinn (TCH	a) < 0.333	µg/kg						Internal method	
Arsen (As)		b) 29	mg/kg TS	25%					NS EN ISO 17294-2	0.05
Bly (Pb)		b) 3.3	mg/kg TS	25%					NS EN ISO 17294-2	0.03
Fettinnhold		b) 1.0	%	20%					AM374.20	0.1

Tegnforklaring:
* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 3

AR-14-MX-001514-01
EUNOBE-00010235

eurofins

		441-2014-0428-073 05.04.2014 Sam-Marin 28.04.2014 Annet biologisk mate St. Innblå Blåskjell					
Kadmium (Cd)		b) 1.7	mg/kg TS	25%		NS EN ISO 17294-2	0.001
Kobber (Cu)		b) 9.2	mg/kg TS	25%		NS EN ISO 17294-2	0.03
Krom (Cr)		b) 1.7	mg/kg TS	25%		NS EN ISO 17294-2	0.03
Kvikksølv (Hg)		b) <0.42	mg/kg TS			NS-EN ISO 12846	0.05
Nikkel (Ni)		b) <0.04	mg/kg TS			NS EN ISO 17294-2	0.04
PAH 16 EPA	Naftalen	b) <0.5	µg/kg				0.5
PAH 16 EPA	Acenaftylen	b) <0.5	µg/kg				0.5
PAH 16 EPA	Acenaften	b) 0.59	µg/kg	50%			0.5
PAH 16 EPA	Fluoren	b) 1.1	µg/kg	50%			0.5
PAH 16 EPA	Fenantren	b) 3.9	µg/kg	40%			0.5
PAH 16 EPA	Antracen	b) 0.57	µg/kg	50%			0.5
PAH 16 EPA	Fluoranten	b) 8.6	µg/kg	40%			0.5
PAH 16 EPA	Pyren	b) 4.7	µg/kg	50%			0.5
PAH 16 EPA	Benzo[a]antracen	b) 1.4	µg/kg	50%			0.5
PAH 16 EPA	Krysen/Trifenylen	b) 4.6	µg/kg	40%			0.5
PAH 16 EPA	Benzo[b/j]fluoranten	b) 2.8	µg/kg	50%			0.5
PAH 16 EPA	Benzo[k]fluoranten	b) 1.7	µg/kg	50%			0.5
PAH 16 EPA	Benzo[a]pyren	b) <0.5	µg/kg				0.5
PAH 16 EPA	Indeno[1,2,3-cd]pyren	b) 0.64	µg/kg	50%			0.5
PAH 16 EPA	Dibenzo[a,h]antracen	b) <0.5	µg/kg				0.5
PAH 16 EPA	Benzo[ghi]perylen	b) 1.0	µg/kg	50%			0.5
PAH 16 EPA	Sum PAH(16) EPA	b) 32	µg/kg	60%			
PCB 7	PCB 28	b) 0.16	µg/kg	50%		AM374.23	0.05
PCB 7	PCB 52	b) 0.29	µg/kg	50%		AM374.23	0.05
PCB 7	PCB 101	b) 0.16	µg/kg	50%		AM374.23	0.05
PCB 7	PCB 118	b) 0.76	µg/kg	40%		AM374.23	0.05
PCB 7	PCB 153	b) 0.57	µg/kg	40%		AM374.23	0.05
PCB 7	PCB 138	b) 0.51	µg/kg	40%		AM374.23	0.05
PCB 7	PCB 180	b) <0.05	µg/kg			AM374.23	0.05
PCB 7	Sum 7 PCB	b) 2.4	µg/kg	50%		AM374.23	
Sink (Zn)		b) 190		25%		NS EN ISO 17294-2	0.5

Tegnforklaring:
* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 3

AR-14-MX-001514-01
EUNOBE-00010235

eurofins

		441-2014-0428-073 05.04.2014 Sam-Marin 28.04.2014 Annet biologisk mate St. Innblå Blåskjell				
Total tørrstoff		b) 12	mg/kg TS %	12%	NS 4764	0.02

441-2014-0428-073 Kvikksølv (Hg): LOQ endret i henholdt til TS.

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service Gmbh (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

b) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

Bergen 20.05.2014

Kristine Fiane Johnsson

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 3 av 3

Vedlegg 4: Analysebevis geologiske analyser

Molab	Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		NORSK AKKREDITERING TEST 032
Kunde: Uni Research AS Att: Frøydis Lygre Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN	**RAPPORT** **Sedimentanalyser**		
	Ordre nr.: 54077	Antall sider + bilag: 2	
	Rapport referanse: KR-18712	Dato: 29.04.2014	
Rev. nr. 0 / Kundens bestillingsnr./ ref.: 808367 / 10/14	Utført: Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 01.04.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Nes 3	Nes 1	B2		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000453	KG-000454	KG-000455		
TOM (550 °C)	%	15.04.14	8,29	8,23	19,70		

Kornfordeling
Analysedato: 11.04.2014

Nes 3	KG-000453						
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	1,37	15,9	15,9	MdΦ	Silt og leire	26,6
1000	0	0,84	9,8	25,7	2,50	Sand	57,4
500	1	0,70	8,2	33,9		Grus	15,9
355	1,5	0,35	4,1	37,9	SdΦ		
250	2	0,44	5,1	43,0	3,07		
180	2,5	0,60	7,0	50,0			
125	3	0,83	9,6	59,7	SkΦ		
90	3,5	0,54	6,3	65,9	-0,02		
63	4	0,64	7,4	73,4			
<63	8	2,29	26,6	100,0	KΦ		
		8,61	100,0		0,89		

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Molab

Ordrenummer:54077

Side 2 av 2

Nes 1	KG-000454							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,11	1,6	1,6	MdΦ		Silt og leire	39,7
1000	0	0,34	4,8	6,4		3,58	Sand	58,8
500	1	0,49	7,0	13,3			Grus	1,6
355	1,5	0,34	4,8	18,1	SdΦ			
250	2	0,41	5,8	23,9		2,46		
180	2,5	0,51	7,2	31,1				
125	3	0,69	9,7	40,9	SkΦ			
90	3,5	0,51	7,2	48,1		0,05		
63	4	0,87	12,3	60,3				
<63	8	2,81	39,7	100,0	KΦ			
		7,08	100,0			0,94		

B2	KG-000455							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ		Silt og leire	87,3
1000	0	0,02	0,4	0,4		5,71	Sand	12,7
500	1	0,02	0,5	0,9			Grus	0,0
355	1,5	0,04	0,8	1,7	SdΦ			
250	2	0,04	0,8	2,6		1,54		
180	2,5	0,06	1,2	3,8				
125	3	0,12	2,5	6,3	SkΦ			
90	3,5	0,09	1,9	8,1		-0,09		
63	4	0,22	4,5	12,7				
<63	8	4,23	87,3	100,0	KΦ			
		4,84	100,0			0,90		

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	Intern metode	A	20	-	%

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

ANMERKNINGER

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedlegg 5: CTD rådata

Inn 1

Dyp	Saltholdighet (psu)	Temp	Ox %	mg/l	Oksygen ml/l	F (µg/l)	Density
1	32,82	6,485	77,46	7,47	5,2	0,23	25,776
2	32,82	6,487	77,52	7,47	5,2	0,2	25,778
3	32,82	6,492	77,57	7,48	5,2	0,21	25,782
5	32,86	6,503	78,2	7,54	5,3	0,26	25,82
7	32,89	6,508	79,41	7,65	5,4	0,18	25,854
10	32,93	6,53	81,53	7,85	5,5	0,17	25,898
15	32,99	6,509	86,4	8,32	5,8	0,15	25,966
20	32,99	6,495	89,94	8,66	6,1	0,16	25,996
25	33	6,481	92,68	8,93	6,3	0,16	26,027
30	33	6,468	94,79	9,13	6,4	0,16	26,051
40	33,02	6,482	97,54	9,39	6,6	0,15	26,109

B1

Dyp	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	Oksygen ml/l	F (µg/l)	Density
1	32,56	6,358	80,05	7,87	5,5	0,17	25,587
2	32,63	6,395	85,25	8,37	5,9	0,16	25,644
3	32,61	6,378	85,25	8,38	5,9	0,16	25,631
5	32,64	6,342	85,59	8,42	5,9	0,15	25,667
7	32,91	6,65	86,41	8,42	5,9	0,15	25,849
10	32,96	6,839	87,44	8,48	5,9	0,14	25,88
15	32,98	6,903	88,33	8,55	6,0	0,12	25,91
20	33,02	7,017	89,09	8,6	6,0	0,11	25,946
25	32,99	6,83	89,54	8,68	6,1	0,14	25,973
30	33,07	7,174	88,34	8,49	5,9	0,14	26,016
40	33,87	8,275	33,48	3,12	2,2	0,12	26,53
50	34,12	8,554	5,52	0,51	0,4	0,14	26,727
60	34,15	8,601	3,28	0,3	0,2	0,13	26,787
70	34,16	8,608	2,61	0,24	0,2	0,13	26,839

B2

Dyp	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	Oksygen ml/l	F (µg/l)	Density
1	29,55	4,633	91,69	9,73	6,8	0,42	23,4
2	29,61	4,618	92,76	9,84	6,9	0,36	23,45
3	29,62	4,616	93,65	9,94	7,0	0,43	23,462
5	29,67	4,601	96,13	10,2	7,1	0,46	23,513
7	29,78	4,623	97,8	10,36	7,3	0,33	23,614
10	29,94	4,7	99,97	10,56	7,4	0,61	23,742
15	31,95	5,817	103,38	10,49	7,3	0,36	25,237
20	32,88	6,28	97,32	9,71	6,8	0,27	25,934

Nes 3

Dyp	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	Oksygen ml/l	F (µg/l)	Density
1	32,97	5,59	104,31	10,54	7,4	1,66	26,002
2	32,96	5,589	105,02	10,61	7,4	0,11	26,002
3	32,97	5,591	105,33	10,64	7,5	0,1	26,011
5	32,99	5,589	107,23	10,84	7,6	0,11	26,039
7	33	5,582	109,43	11,06	7,7	0,12	26,052
10	33	5,573	112,26	11,35	7,9	0,14	26,069
15	33,01	5,562	116,25	11,75	8,2	0,11	26,1
20	33,01	5,559	119,76	12,11	8,5	0,13	26,124
25	33,02	5,557	122,34	12,37	8,7	0,12	26,155
30	33,02	5,557	123,9	12,53	8,8	0,13	26,181
40	33,02	5,556	125,96	12,74	8,9	0,13	26,227
50	33,02	5,575	125,82	12,71	8,9	0,13	26,274
60	33,06	5,629	124,41	12,55	8,8	0,14	26,342
70	33,13	5,737	122,88	12,36	8,7	0,1	26,43
80	33,31	5,943	119,15	11,91	8,3	0,07	26,595

Vedlegg 6: Artsliste Bunndyr

ID: 10728 Versjonsnr: 003
Vedlegg SF-SAM-505 Benthos Artsliste

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 27.06.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 27.06.2014 (Øydis Alme)

uni Research

SAM-Marin
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25

NORSK AKKREDITERING
TEST 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Bømlo vatn og avløpsselskap AS
Prosjekt nr.: 808367
Prøvetakingssted (område): Nessosen og Innværfjorden i Bømlo kommune
Dato for prøvetaking: 11-12.2.14 og 5.3.14
Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen
Artene er identifisert av: Per Johannessen, Øydis Alme(under opplæring)

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer.	Ikke akkreditert
Prøvetaking	☒	ISO-16665	Test 157	☐
Sortering	☒	ISO-16665	Test 157	☐
Identifisering	☒	ISO-16665	Test 157	☐

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

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

Andre opplysninger:
Tabellen starter på neste side og består av: 5 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjennelse fra SAM.

Signatur: Per Johannessen
Godkjent taksonom

s. 1/ 5 Stasjon	Nes 1	Nes 1	Nes 1	Nes 1	Nes 1	Nes3	Nes3	Nes3	Nes3	Nes3
Dyp	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	85 m	85 m	85 m	85 m	85 m
Dato	12.2.14	12.2.14	12.2.14	12.2.14	12.2.14	11.2.14	11.2.14	11.2.14	11.2.14	11.2.14
Hugg	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
* PORIFERA						+			+	
* HYDROZOA		+	+	+		+	+	+	+	+
* NEMERTEA	11	15	14	8	36					
POLYCHAETA										
Paramphinome jeffreysii					1					
Pholoe baltica	17	16	21	19	19					
Pholoe pallida	1	3		3						
Sige fusigera				1						
Paranaitis wahlbergi					2					
Phyllodoce groenlandica				1						
Eumida bahusiensis		1/1	1/2		1/2					
Eteone sp.	2	1	0/1		0/2					
Ophiodromus flexuosus		2	1/2							
Microphthalmus sp.										1
Syllidae	3	1								
Exogone sp.	5		1							
Nephtys hombergii			1							
Glycera alba	3/1	0/2	0/1	0/4	1/1					0/1
Glycera unicornis		1								
Goniada maculata	1	2	1/3	1/1	6					
Lumbrineridae	3	13	9	8	6					
Ophryotrocha lobifera										1
Parougia eliasoni	1				0/1					
Scoloplos armiger		0/1								
Malacoceros fuliginosus						24/3	20/12	13/4	5/2	75/73
Polydora sp.	1	1		3	4					
Prionospio cirrifera	52	15	46	44	47					
Prionospio fallax	25	10	42	20	21					
Scolelepis korsuni	2	6	3/1	3/1	1					
Spio sp.	1			1	0/2					
Spiophanes kroeyeri	1	4/2	2	0/4	2/4					
Levinsenia gracilis	10	2	3	1	2					
Paradoneis sp.		4	1	5	7					
Aphelochaeta sp.	1		2	1	6					
Chaetozone zetlandica			1							
Chaetozone sp.	14	3	5	4	7					
Caulleriella killariensis					1					
Diplocirrus glaucus	1	8/17	10/15	11/6	13					
Ophelina acuminata				1	0/1					
Scalibregma inflatum	4		1							
Capitella capitata							1			
Heteromastus filiformis	19			16	15					
Mediomastus fragilis	3	11	21	1	20					
Notomastus latericeus	1		2	1	2					
Praxillella affinis	5/1	4/2	6/1	3/4	4					
Praxillella praetermissa		2	1	5	2					
Rhodine gracilior	1	1			2					
Galathowenia oculata	76	2	15	15	25					

s. 2/5 Stasjon	Nes 1	Nes 1	Nes 1	Nes 1	Nes 1	Nes3	Nes3	Nes3	Nes3	Nes3
Dyp	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	85 m	85 m	85 m	85 m	85 m
Dato	12.2.14	12.2.14	12.2.14	12.2.14	12.2.14	11.2.14	11.2.14	11.2.14	11.2.14	11.2.14
Hugg	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Owenia borealis	4/1		2	0/1	3/2					
Pectinaria auricoma	1									
Lagis koreni	1			1	2					1
Ampharete lindstroemi	2/1	2/2	2	3						
Ampharete octocirrata	3	3	1/2	4/1	2					
Mugga wahrbergi			5	3						
Eclysippe vanelli				2						
Amphitrite cirrata	1									
Paramphitrite birulai	1	5	1	6	1					
Pista cristata	1	1			1					
Pista lornensis	1	1	1	5/1	3/1					
Polycirrus norvegicus	1/1									
Polycirrus plumosus	6/5	4	2							
Amaeana trilobata	1	1	2/1	2/2	1/1					
Trichobranchus roseus	1	1		1	3					
Terebellides stroemi	1			6						
Sabellidae	3			1	1					
* *Siboglinum fiordicum*		1			1					
OLIGOCHAETA	1			1						
SIPUNCULA										
Phascolion strombus				1	2					
CRUSTACEA										
* *Calanus finmarchicus*					1					
* *Metridia lucens*	1									
Eriopisa elongata	22	1	2		1					
MOLLUSCA										
Caudofoveata	1									
Euspira pulchella					0/1					
Acteon tornatilis					0/1					
Retusa umbilicata					1					
Philine scabra	1	4	2	5						
Cylichna cylindracea			0/1							
Nucula nucleus	0/1		3/2		1					
Nucula sulcata		1	1	2						
Ennucula tenuis	22	10	6/6	14/2	12/4					
Yoldiella philippiana					2					
Mytilidae		0/1								
Limatula subauriculata					0/1					
Myrtea spinifera	20/8	8/8	7/9	9/13	10/10					
Thyasira flexuosa	6/3	4/6	13/10	6/11	13/10					
Thyasira sarsii	8/16	4/8	9/18	4/23	7/15	3	0/1	1	1	10
Thyasira equalis			2	0/1						
Mendicula ferruginosa			0/1							
Tellimya tenella	2/4	2/1								
Kurtiella bidentata	1/1	9/5	8/9	11/6	8/12					
Parvicardium minimum		0/2								
Tellina fabula										0/1
Abra nitida	0/3	9/5	6/6	8	5/2					

s. 3/ 5 Stasjon	Nes 1	Nes 1	Nes 1	Nes 1	Nes 1	Nes3	Nes3	Nes3	Nes3	Nes3
Dyp	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	85 m	85 m	85 m	85 m	85 m
Dato	12.2.14	12.2.14	12.2.14	12.2.14	12.2.14	11.2.14	11.2.14	11.2.14	11.2.14	11.2.14
Hugg	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Chamelea striatula				0/1						
Timoclea ovata	1/1		1							
Corbula gibba		1	1	3						
Thracia convexa		0/1		0/1						
Antalis entalis	2	0/1								
ECHINODERMATA										
* Ophiuroidea	1/2	0/2	0/1		0/1					
Ophiopholis aculeata	0/1			0/1						
Amphiura chiajei	1/3		3/2	2	1					
Amphiura filiformis	5	36/10	17	45/11	12/5					
Ophiocten affinis	2	1	1	2	3					
Brissopsis lyrifera	1	1								
Echinocardium flavescens			3	1						
Synaptidae	3									
* VARIA						+			+	

Stasjon	B2	B2	B2	B2	B2
Dyp	22 m	22 m	22 m	22 m	22 m
Dato	5.3.14	5.3.14	5.3.14	5.3.14	5.3.14
Hugg	1	2	3	4	5
* HYDROZOA	+		+	+	+
* ANTHOZOA					
Virgularia mirabilis		0/1			
Cerianthus lloydii	1	2	0/2	3/2	5
Edwardsia sp.	1		2	1	6
* PLATYHELMINTHES	1				1
* NEMERTEA	4	1	1	1	6
* NEMATODA	1	4			
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii	2				
Harmothoe fragilis		0/1			0/1
Pholoe assimilis				0/1	
Pholoe baltica		3			3
Sige fusigera	1	1	1	1	
Pseudomystides limbata	1				
Syllidae	6	9	8	10	13
Glycera alba	1	1/1		3	0/1
Glycinde nordmanni	1				
Goniada maculata	1/1	2/2	2/1	1/2	4/3
Lumbrineridae		1		1	
Parougia eliasoni	1				
Scoloplos armiger	4	3	2/2	1/1	
Polydora sp.		1	11	1	
Prionospio cirrifera	14	9	15	7	17
Prionospio fallax	81	77	86	77	62
Scolelepis korsuni	6	3/4	2	6	
Spio sp.				0/1	
Spiophanes bombyx	4				1
Caulleriella killariensis	3	2	2	1	3

s. 4/5	Stasjon	B2	B2	B2	B2	B2
	Dyp	22 m	22 m	22 m	22 m	22 m
	Dato	5.3.14	5.3.14	5.3.14	5.3.14	5.3.14
	Hugg	1	2	3	4	5
*	HYDROZOA	+		+	+	+
	Brada villosa	1		1		
	Diplocirrus glaucus	1			1	2
	Mediomastus fragilis	14	11	22	6	2
	Notomastus latericeus	2	1	1		1
	Praxillella praetermissa			1	0/1	
	Rhodine gracilior		1	1	0/1	0/1
	Galathowenia oculata	5		3	2	3
	Owenia borealis	0/2		0/2		
	Pectinaria auricoma	6		4	1	1
	Ampharete lindstroemi			2/2	0/1	5
	Ampharete octocirrata	1	2			
	Melinna cristata					1
	Amphitrite cirrata				0/1	
	Eupolymnia nesidensis					1
	Thelepus cincinnatus		1		1	1
	Polycirrus plumosus	1				
	Trichobranchus roseus	1	2/1	6/1	4	4/1
	Sabellidae	2			1	
	SIPUNCULA					
	Phascolion strombus			1		
	CRUSTACEA					
*	*Calanus finmarchicus*	6	2	3		2
*	*Eudorella truncatula*			1		
*	Amphipoda	2	2	7	3	2
*	*Macropipus* sp.					1
*	PYCNOGONIDA			1		
	MOLLUSCA					
	Euspira montagui	1				
	Retusa umbilicata			1		
	Philine scabra	4	1		3	3
	Cylichna cylindracea			3	1	3
	Ennucula tenuis	0/1				
	Lucinoma borealis				1	
	Thyasira flexuosa		0/1			0/2
	Thyasira sarsii	0/1		0/3		
	Tellimya ferruginosa	1	0/1	0/1	0/1	
	Kurtiella bidentata	18/5	2/2	19/10	4/2	5/1
	Phaxas pellucidus		1			
	Tellina fabula		0/1			0/1
	Arctica islandica	0/1		0/1	0/1	0/1
	Mya truncata			0/2	0/1	0/1
	Corbula gibba	0/1	0/3	6/3	1/2	4/1
	Hiatella sp.		1			
	Xylophaga dorsalis		1			
	Thracia convexa					0/2
	BRYOZOA					
*	Bryozoa skorpeformet		+		+	

s. 5/5	Stasjon	B2	B2	B2	B2	B2
	Dyp	22 m	22 m	22 m	22 m	22 m
	Dato	5.3.14	5.3.14	5.3.14	5.3.14	5.3.14
	Hugg	1	2	3	4	5
*	HYDROZOA	+		+	+	+
	ECHINODERMATA					
*	Ophiuroidea				0/1	
	Ophiopholis aculeata		0/1		0/1	
	Amphiura chiajei				1	4/1
	Amphiura filiformis	25/7	10/7	32/12	17/13	12/7
	Acrocnida brachiata				1	
	Spatangoidea	0/1			0/1	
	Echinocyamus pusillus					0/1
	Echinocardium cordatum			1		
	Echinocardium flavescens	2	6/3	1/4	4/3	1/3
	Leptopentacta elongata			2/1	2	2/1
	Ocnus lacteus		1		1	
	Synaptidae	43	16	38	38	30
	ASCIDIACEA				1	
*	PISCES egg.	1			1	
*	VARIA			+		

Vedlegg 7: Semikvantitativ artsliste

ID: 10727 Versjonsnr: 002

Vedlegg SF-SAM-505 Artsliste semikvantitativ litoralundersøkelse

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde:	Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori:	Vedlegg **Sist endret:** 04.07.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon:	Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent:	GODKJENT 04.07.2014 (Øydis Alme)

uni Research

SAM-Marin
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25

NORSK AKKREDITERING
TEST 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): **Bømlo Vatn og Avløpsselsap AS**
Prosjekt nr.: **808367**
Prøvetakingssted (område): **Nesaosen og Innværfjorden**
Dato for prøvetaking: **14.6.14**
Ansvarlig for prøvetaking (firma): **SAM Marin**
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: **Ingen**
Artene identifisert av: **Frøydis Lygre**

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger NS-EN ISO 19493:2007 og interne standard forskrifter.

Opplysninger om merker i artslisten:
På hver stasjon er 8 meter strandlinje målt opp. Mengden av hver art blir gitt ut fra det nivå i fjæresonen hvor den har størst utbredelse.

cf foran et artsnavn betyr at artsbestemmelsen er usikker.

* ved art angir at det er knyttet avvik til prøven.

Andre opplysninger:
Tabellen starter på neste side og består av 1 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjennelse fra SAM.

Signatur:.....Frøydis Lygre.....
Godkjent taksonom

Art/Gruppe	Mengde
Blågrønnalger/lav	
Verrucaria	3
Brunalger	
Ascophyllum nodosum	4
Mesoglia vermicula	2
Fucus spiralis	2
Fucus vesiculosus	4
Pelvetia canaliculata	2
Grønnalger	
Cladophora rupestris	2
Cladophora sp.	2
Chaetomorpha/Rhizoclonium	1
Ulothrix sp.	3
Rødalger	
Hildenbrandia rubra	3
Lithothamnion glaciale	1
Mastocarpus stellatus	1
Polysiphonia lanosa	2
Polysiphonia sp.	1
Gelidium spinosum	2
Dyr	
Semibalanus balanoides	2
Littorina littorea	3
Mytilus edulis	2
Patella vulgata	2
Spirorbis spp.	2
Asterias rubens	1
Bryozoa	1
Littorina obtusata	1
Carcinus maenas	1
Dynamena sp.	2
Polychaeta	1
Eremittkreps	1
Anemone	1
Porifera	1
Nematoda	1

Vedlegg 8: Semikvantitativ mengdeskala

Skala for mengdeangivelse av organismer ved semikvantitativ strandsoneundersøkelse

Mengde	Dekning %
5	75 – 100
4	50 – 75
3	25 – 50
2	5 - 25
1	<5