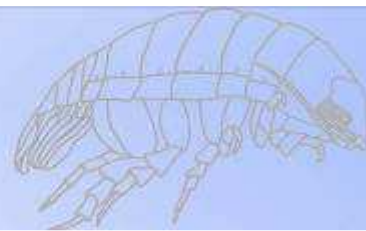


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 28– 2014

MOM C-undersøkelse fra lokalitet Langøyna Ø i Tysvær kommune, 2014



**Einar Bye-Ingebrigtsen
Per-Otto Johansen**



ID: 10723 Versjonsnr: 003

**SF506-Utforming av sammendrag
SAM e-rapport****Uni Miljø - Sam Marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 02.06.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 02.06.2014 (Øydis Alme)

	SAM-Marin	
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: MOM C-undersøkelse fra lokalitet Langøyna Ø i Tysvær kommune, 2014	Dato: 02.07.2014
	Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): Einar Bye-Ingebrigtsen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Trond Isaksen
	Prosjektnummer: 808387
Oppdragsgiver: Toføy Fjordbruk AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Langøyna Ø on its surrounding environment. Most of the parameters investigated indicate good conditions considering the parameters surveyed, except TOC, which showed elevated levels at the two stations nearest the facility. In addition, the species composition close up to the facility were close to moderate due to high dominance of one single species.

Keywords: Marine, environment, MOM C, survey, recipient	Emneord: Marin, miljø, MOM C, undersøkelse, resipient.	ISSN NR.: 1890-5153
		SAM e-Rapport nr. 28-2014

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	01.07.14	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	02.07.14	<i>Tom Rønning</i>

ID: 10723 Versjonsnr: 003

**SF506-Utforming av sammendrag
SAM e-rapport**

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 02.06.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 02.06.2014 (Øydis Alme)

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 Einar Bye-Ingebrigtsen
Litoralundersøkelse utført av: -
Sortering av sediment utført av: Ina Birkeland og Natalia Korableva
Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Per Johannessen og Lenka Nealova
Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Scallop fra Kvitsøy Sjøtjenester AS

Kjemiske analyser utført av: Eurofins AS **akkrediteringsnummer** TEST 003

Akkreditert: Sink, fosfor, kobber, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

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

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre: -

Uni Research AS, SAM-Marin
 Thormøhlensgate 55, N 5008 Bergen
Telefon: +47 55 58 43 41 **Web:** uni.no/miljo **E-post:** sam-marin@uni.no
 Organisasjonsnummer 985 827 117 mva

MOM C-undersøkelse fra lokalitet Langøyna Ø i Tysvær kommune, 2014

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOM C-undersøkelse fra lokalitet Langøyna Ø i Tysvær kommune, 2014		
Rapport-nummer:	28-2014	Lokalitetens navn:	Langøyna Ø
Lokalitetsnummer:	13055	GPS, senter i anlegg:	59° 17.898 N 5° 42.800 Ø
Fylke:	Rogaland	Kommune:	Tysvær
MTB-tillatelse:	3600	Driftsleder:	Øyvind Bokn
Dato undersøkelse:	19.03.2014	Dato rapport:	02.07.2014
Oppdragsgiver:	Toftøy Fjordbruk AS		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :					
		Stasjoner	La 1 (nærsone)	La 3 (overgangssone)	Langøy 4 (fjernsone)
GPS (prøvestasjoner):			59° 17.724 N 05° 42.684 Ø	59°17.473 N 05°43.122 Ø	59° 17.391 N 05° 44.318 Ø
Fauna (resultater + Direktorsgruppa- tilstandsklasse)	Antall arter:		35	48	45
	Antall individer:		2234	447	460
	Shann.Wien. (H') SW, tilst.klasse:			3,83	3,96
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:			26,56	23,81
	Miljøtilstand: MOM-tilstand:		IV - Dårlig 2 - God	II - God 1 - Meget god	II - God -
Normal. TOC	TOC (mg/g):		27,4	26,7	3,3
	TOC, tilst.klasse:		III - Moderat	II - God	I - Svært god
Elementer (resultater + Sft-tilstands- klasse)	Zn, (mg/kg):		64	<1	140
	Zn, tilst.klasse:		I - Bakgrunn	I - Bakgrunn	I - Bakgrunn
	P (g/kg):		1300	<10	1000
	P, kommentar:		Svakt forhøyet	Lavt, normal	Normal
	Cu (mg/kg)		21	<1	28
	Cu, tilst.klasse:		I - Bakgrunn	I - Bakgrunn	I - Bakgrunn
Oksygen	Målt verdi (%):				94,35
	O ₂ , tilst.klasse:				I - Svært god
Sedimentkarakteristikk: (% finfraksjon)			19,9	7,2	98,4
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:			Frøydis Lygre <i>Frøydis Lygre</i>		

INNHOOLD

1 INNLEDNING	6
2.1 Undersøkellesområdet	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment	16
3.3 Kjemi	17
3.4 Bunndyr	19
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	23
5 TAKK	25
6 LITTERATUR	26
7 Vedlegg	27

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Langøyna Ø (lokalitetsnr. 13055) i Nedstrandsjorden, Tysvær kommune. Innsamlingene ble gjennomført 19.03.2014.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Langøyna Ø. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Direktoratsgruppas og Miljødirektoratets (tidligere Klif) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Veileder 02:2013, SFT 97:03 og TA 2229/2007) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Uni Research Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra Toftøy Fjordbruk AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

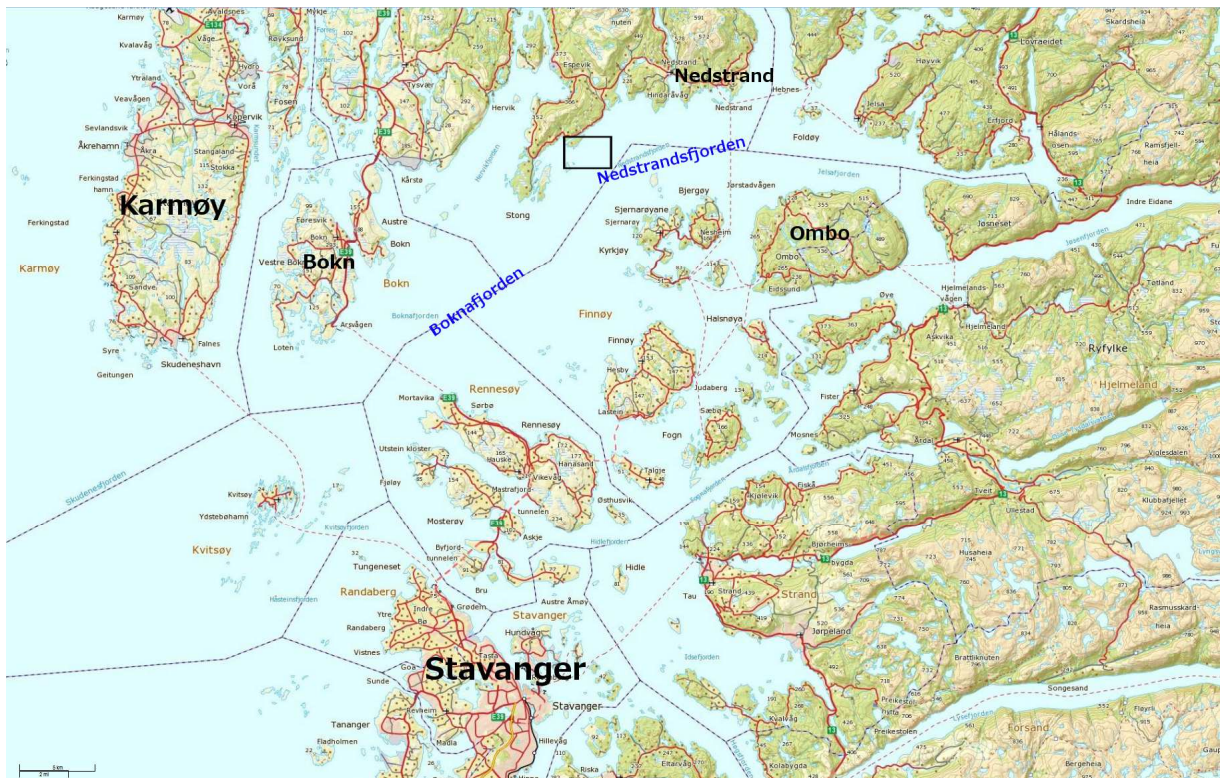
2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger sørøst for Langøya, vest i Nedstrandsfjorden, i Tysvær kommune, på ca. 120 meters dyp (Figur 2.1 og 2.2). Bunnen under anlegget skråner bratt vestover ned mot 650 meter dybde i bunnen av Nedstrandsfjorden (Figur 2.2 og 2.3).

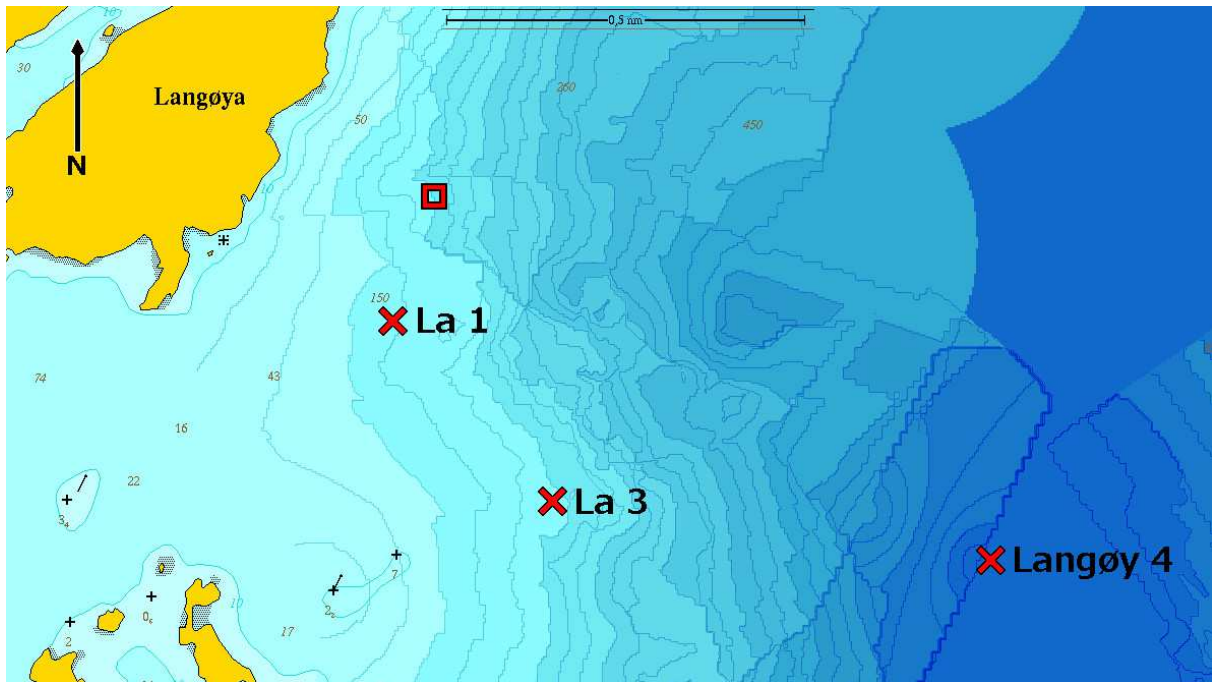
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 19. mars, 2014. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Frøydis Lygre og Einar Bye-Ingebrigtsen fra SAM-Marin. Fjernsonestasjonen (Langøy 4) er historisk og rådataene fra forrige undersøkelse i november, 2007 (Heggøy og Johansen, 2007) vil bli brukt for å kunne sammenligne resultatene.

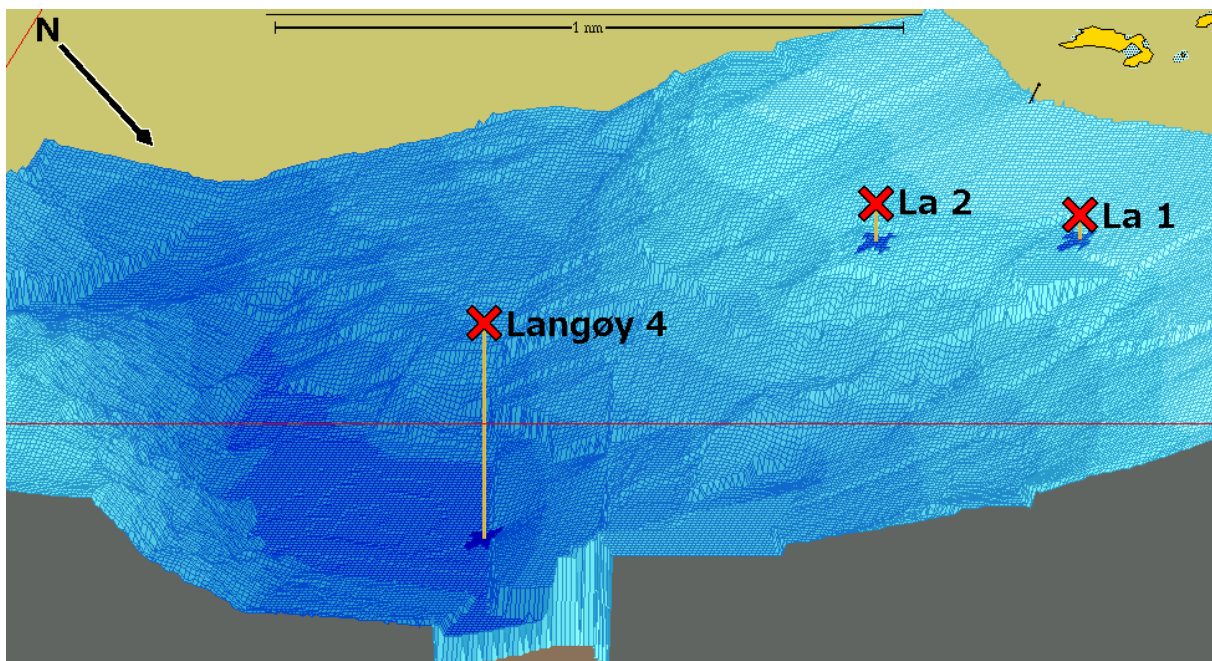
Det ble tatt vannprøver for hydrografi ved stasjonen i fjernsonen (Langøy 4). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over områdene rundt Boknafjorden og Nedstrandsfjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Langøyna Ø. Kart kilde: Fiskeridirektoratet.



Figur 2.2: Utsnitt av Langøyna Ø med referansestasjon i dypet og stasjoner ved anlegget. Anleggets midtpunkt er markert med en rød boks. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



Figur 2.3: Skisse av bunntopografien i området rundt Langøyna Ø. Prøvestasjonerstasjoner er markert med røde kryss. Eksakt plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Nedstrandsfjorden, Langøyna Ø. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder innhentet vha. fartøyets ekkolodd. Det ble benyttet en stor Van Veen grabb med grabbåpning på 0,1 m² til biologiprøver, og en to-delt Van Veen grabb med en grabbåpning på 0,1 m² til biologiprøver (hovedkammer) og et mindre kammer til kjemi- og geologiprøver (0,05 m²).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone La 1 19.03.2014	59° 17.724 N 05° 42.684 Ø	120	1	4,6*	Biologi
			2	2,1*	Biologi
			3		Geologi, kjemi, MOM B-parametere
Overgangs- sone La 3 19.03.2014	59° 17.473 N 05° 43.122 Ø	116	1	3,7*	Biologi
			2	3,7*	Biologi
			3		Geologi, kjemi, MOM B-parametere
Fjernsone Langøy 4 19.03.2014	59° 17.391 N 05° 44.318 Ø	650	1	21**	Biologi, geologi, kjemi
			2	21	Biologi
					MOM B-parametere CTD m/oksygenmåler

* avvik fra NS-EN ISO 16665:2014 grunnet lite sedimentvolum (under 5 liter).

** avvik fra NS-EN ISO 5667-19 grunnet forstyrret overflate (full grabb).

I henhold til ISO 16665:2014 må en grabbprøve ha minimum 5 liter med sediment for å oppfylle krav for prøvetaking av bunndyrprøver. Prøver/hugg markert med stjerne (*) i Tabell 2.1 har for lite volum i henhold til standarden. Dette er et resultat av vanskelige grabbforhold og at standardens krav ikke var mulig å imøtekomme.

I henhold til NS-EN ISO 5667-19 må øvre sedimentlag i grabbprøve være uforstyrret for å oppfylle krav for prøvetaking av kjemi- og geologiprøver. Prøver/hugg markert med to stjerner (**) i Tabell 2.1 er tatt fra full grabb og ikke i henhold til standarden. Dette er et resultat av vanskelige grabbforhold og at standardens krav ikke var mulig å imøtekomme.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet.

Måling av temperatur, saltholdighet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen ble utført med en STD/CTD-sonde av typen SD204 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og

analysere data ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

2.2.2 Sediment

Ved hver av de tre stasjonene ble det ble tatt ut en prøve til analyse av totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og analyse av kornfordeling. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-19.

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.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen i vekt mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764:1980. 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 sedimentoverflaten, og avgi rått lukt (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

Prøvetaking og analyse er utført etter gjeldende Norsk Standard NS 4764. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstiller NS-EN ISO-17025 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale (TOM) og kornfordeling med akkrediterings nr. Test 032.

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-19.

Analysene er utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) er utført etter NS-EN-ISO 17294-2.

Analysene av totalt organisk karbon (TOC) er utført etter NS-EN 13137 og beregning av normalisert TOC i henhold til SFT 97:03. For klassifisering av totalt organisk karbon i sedimentprøver, må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F) med bruk av formelen:

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

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt i Tabell 2.3. Innholdet av tørrstoff er analysert etter NS-EN 14346. Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets veiledere (SFT 97:03 og TA 2229/2007) (Tabell 2.3).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/Eh metere (Mettler Toledo). Redokspotensialet ble målt med Ag/AgCl-redokselektrode (InLab Redox) fylt med 3M KCl løsning.

2.2.4 Bunndyr

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 uforurensete 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. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

For innsamling av bunnprøver er det brukt en stor Van Veen grabb og en to-delt 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 m². 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 m² stor Van Veen grabb har et volum på 16,5 liter, mens den to-delte Van Veen grabben har et volum på 21 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 må inneholde minst 5 liter sediment for at prøven kan godkjennes for biologiske analyser (ISO 16665:2014). Prøver med mindre sedimentvolum kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene er fiksert ved tilsetning av 20 % formalin tilsatt bengalrosa og nøytralisert med boraks. I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i SAM-Marins lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene.

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 benyttet for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunndyrfaunaen 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 har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt SFT 97:03 og TA 2229/2007. Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hulberts diversitetsindeks (Es_{100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI₂₀₁₂ og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. Inndeling i tilstandsklasser for indeksene er gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.3). Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr).

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller evt. lavt stasjonen er plassert i denne klassen (Tabell 2.2). Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.4).

Tabell 2.2: Klassegrenser for nEQR i henhold Veileder 02:2013.

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse 1 (Svært god)	0,8
Klasse 2 (God)	0,6
Klasse 3 (Moderat)	0,4
Klasse 4 (Dårlig)	0,2
Klasse 5 (Svært dårlig)	0,0

Tabell 2.3: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i SFT 97:03, TA 2229/2007 og Veileder 02:2013. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
				Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O ₂ / 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	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	<0,31
	Shannon-Wiener (H')	02:2013		5,7-4,8	4,8-3,0	3,0-1,9	1,9-0,9	<0,9
	ES ₁₀₀	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	<5
	ISI ₂₀₁₂	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	<4,5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	<10
	DI	02:2013		<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
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220	

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

Tabell 2.4: Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410:2007 (MOM).

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

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Det har vært drift ved lokaliteten Langøyna Ø siden produksjonen først startet i 2004. Ved undersøkelsestidspunktet bestod anlegget av 8 merder hver på 160 meter. Anlegget har vært brakklagt i litt over 5 måneder når undersøkelsen ble utført. Brakkeleggingsperioden startet 4.okt 2013 og avsluttes Undersøkelsen er utført i brakkeleggingsperioden (04.10.2013 – 08.04.2014), og

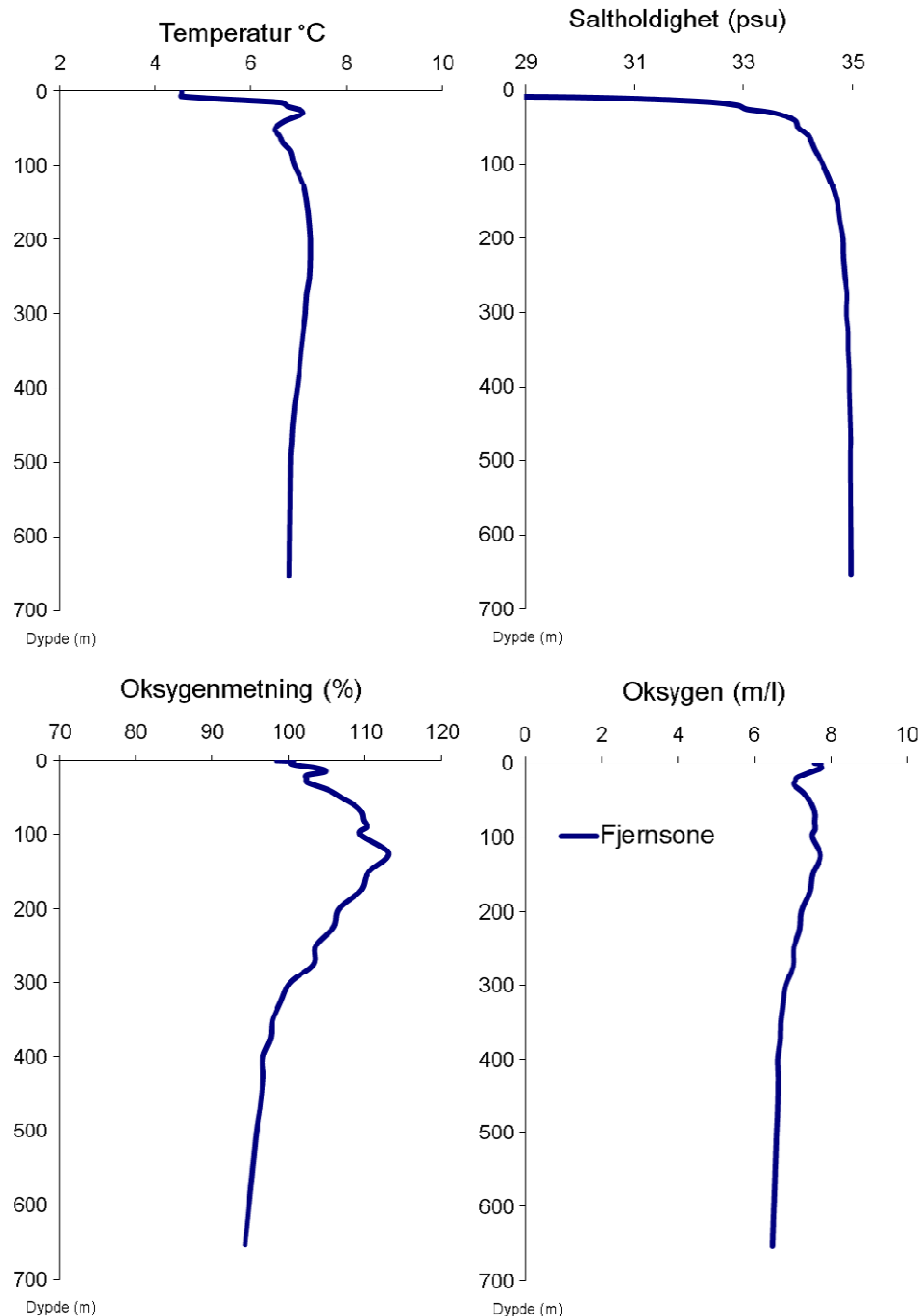
Tabell 2.5. Fôrforbruk og produsert mengde i tonn på lokaliteten de siste 3 år:

År	Utfôret mengde (tonn)	Produsert mengde (tonn)
2013	3 150	2 534
2012	2 367	1 935
2011	3 949	3 167

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjonen Langøy 4 (fjernsone), 19. mars, 2014. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



Figur 3.1: Lokalitet Langøyna Ø. Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og ml/l på fjernsonestasjonen Langøy 4, målt med STD/CTD-sonde med påmontert oksygensensor fra overflaten og ned mot bunn den 19. mars 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO_2/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Det er et tydelig sprangsjikt (pyknoklin) på 10-50 meters dyp som skiller overflatevannet fra de underliggende vannmassene på undersøkelsestidspunktet. Et sprangsjikt antyder en vertikal inndeling av vannmassene ved at både temperatur og saltholdighet direkte påvirker vannets tetthet og dermed blanding av vannmassene. Sprangsjiktet hindrer effektivt vannmassene i de øvre vannlag fra å blandes med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet vil variere med dybdefordelingen av temperatur og saltholdighet som følge av årstider og værforhold.

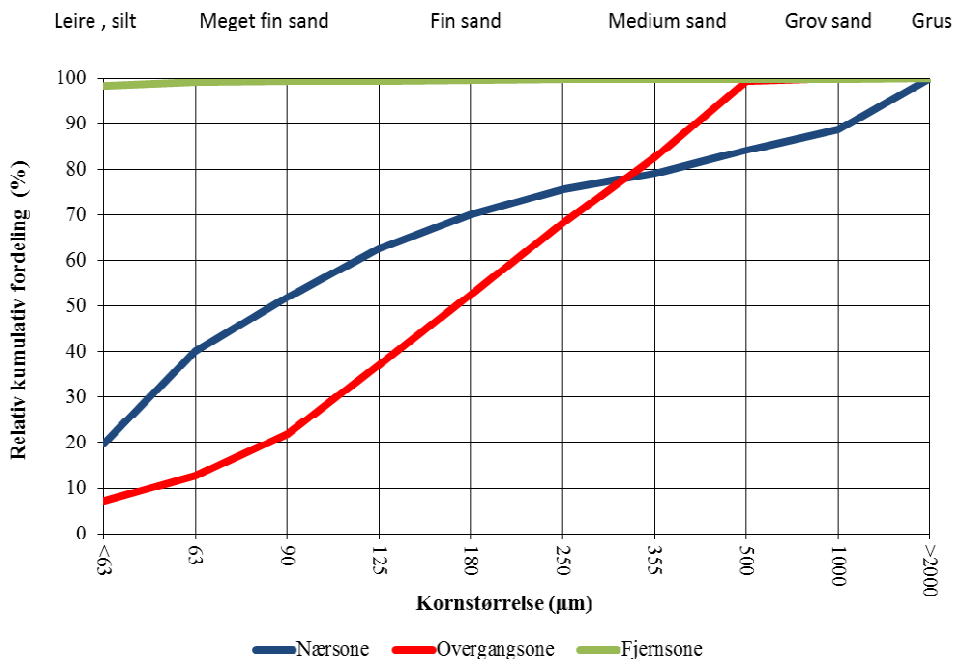
Oksygeninnholdet er generelt høyt og med relativt små variasjoner (6,5 - 7,7 ml/l) i vannsøylen ved undersøkelsestidspunktet. Oksygeninnhold i bunnvann ble målt til 6,46 ml O₂/liter (metning 94,35 %), det tilsvarer Miljødirektoratets (SFT 97:03) tilstandsklasse I (Svært god).

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Langøyna Ø, mars, 2014.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
La 1, Nærsonne	120	2,93	19,9	68,9	11,2
La 3, Overgangssone	116	1,99	7,2	92,7	0,1
Langøy 4, Fjernsone	650	11,80	98,4	1,4	0,2
Langøy 4 (2007)	645	12,15	99	1	0



Figur 3.2: Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Langøyna Ø: Nærsonne, La 1; Overgangssone, La 3; Fjernsone, Langøy 4. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (ISO 16665:2014): leire / silt (< 63 µm), meget fin sand (63 – 124 µm), fin sand (125 – 249 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500 – 2000 µm), grus (> 2000 µm).

Tabell 3.1 viser prosentvis fordeling av sedimentfraksjoner for de 3 undersøkte stasjonene.

Nærsjonen (La 1) domineres av middels grove til grove partikler i form av sand (68,9 % av alt sediment) og grus (11,2 %). Den resterende andelen består av finere partikler som silt og leire. I overgangssjonen (La 3) er sedimentet dominert av middels grove partikler i form av sand (92,7 %). Den resterende andelen består av silt og leire og litt grus. I fjernsjonen (Langøy 4) derimot er sammensetningen en helt annen, med hovedsakelig finpartikulært sediment i form av leire og silt (98,4 %). Den resterende andelen av sediment i fjernsjonen er bestående av sand og litt grus. Dette er svært likt med resultatene fra Langøy 4 i 2007.

Ut fra kornstørrelsesfordelingen ved undersøkelsestidspunktet ved de 3 stasjonene kan det virke som om det er bedre bunnstrømforhold i nærsjonen (La 1) og i overgangssjonen (La 3) sammenlignet med fjernsjonen (Langøy 4). Bunnstrømforhold påvirker sedimenteringsrater av ulike partikkelstørrelser ved at svake bunnstrømmer tillater finere partikler å sedimentere. Slike lavstrømsområder kan påvirke områders miljøkvalitet ved at finpartikulært sediment enklere binder opp organiske og kjemiske avfallsstoffer, samtidig som disse avfallsstoffene har lettere for å sedimentere grunnet den lave strømhastigheten.

Normale verdier for glødetap i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdiene for nærsjonen (La 1) og overgangssjonen (La 3) er lave, mens glødetapsverdien ved fjernsjonen (Langøy 4) er svakt forhøyet, for øvrig noe lavere enn i november 2007.

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Verdiene for fosfor ved nærsjonen (La 1) er svakt forhøyet (1300 mg/kg TS), mens overgangssjonen (La 3) har lave fosforverdier (<10 mg/kg TS). Ved fjernsjonen (Langøy 4) ligger konsentrasjonen av fosfor akkurat innenfor normalen med 1000 mg/kg TS. I november 2007 var fosforverdiene ved Langøy 4 betydelig lavere.

Nærsjonen (La 1) og overgangssjonen (La 3) har forhøyede verdier for normalisert TOC som tilsvarer henholdsvis tilstandsklasse III (Moderat) og II (God). Fjernsjonen (Langøy 4) viser langt bedre verdier for normalisert TOC og får Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god), en forbedring fra 2007. TOC-verdiene for nærsjonen og overgangssjonen kan tyde på organisk belastning ved undersøkelsestidspunktet (Tabell 3.2).

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. I følge SFT 97:03 har dette medført at grenseverdiene mellom tilstandsklassene har blitt strengere. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten. Slike kystnære områder kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (TA-1883/2002). Det påpekes også i veileder 02:2013 at forholdet mellom normalisert TOC og glødetap er vist å variere og at de ikke er direkte sammenlignbare.

Verdiene av metallene kobber og sink er målt for samtlige undersøkte stasjoner. Samtlige stasjoner viser svært gode verdier (tilstandsklasse I - Bakgrunnsnivå) for begge måleparameterne.

Tabell 3.2: Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved Langøyna Ø, mars 2014. Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering (TA 2229/2007) for sink, kobber og etter SFT 97:03 for normalisert TOC; for TK grenseverdier, se Tabell 2.3.

Stasjon	Totalt organisk karbon	Normalisert	Fosfor	Sink	Kobber	Tørrstoff			
	mg/g	TOC mg/g	TK TS	mg/kg TS	mg/kg TS	TK	TS	(TS) %	
La 1, Nærsone	13	27,4	III	1300	64	I	21	I	66,9
La 3, Overgangssone	10	26,7	II	<10	<1	I	<1	I	78,6
Langøy 4, Fjernsone	3	3,3	I	1000	140	I	28	I	34,8
Langøy 4 (2007)	23	23	II	560	84	I	13	I	33,7

3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Ved de 3 målte stasjonene er pH verdiene gode. Kombinert med positive E_h målinger gir dette tilstand 1 for samtlige stasjoner (Tabell 3.3).

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved Langøyna Ø, mars 2014. Den beregnede pH/E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
La 1, Nærsone	7,63	61	1	1
La 3, Overgangssone	7,90	82	1	1
Langøy 4, Fjernsone	7,68	138	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mars 2014. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra nærsonen (La 1) like ved anlegget, ble det funnet totalt 35 arter bestående av til sammen 2234 individer. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte-indekser gir en nEQR-verdi på 0,33 og plasserer La 1 i Direktoratgruppens tilstandsklasse IV (Dårlig) (Se Tabell 2.2 og 2.3 for oversikt over grenseverdier og tilstandsklasser). I følge MOM-standarden er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen like ved anlegg (Tabell 2.4). Etter dette klassifiseringssystemet får nærstasjonen La 1 miljøtilstand 2 (God). Blant de ti mest tallrike artene i nærsonen ved undersøkelsestidspunktet finner man børstemarkene *Capitella capitata*, *Chaetozone* sp. og *Prionospio plumosa*, hvor førstnevnte er den klart mest dominerende arten og utgjør hele 85,7 % av det totale antall individer på stasjonen, akkurat innenfor grensen på 90 % for miljøtilstand 2 (se Tabell 2.4). Både *Capitella capitata* og *Prionospio plumosa* er opportunistiske arter og typiske for områder med høy grad av organisk belastning. Det høye individtallet av *Capitella capitata* vitner om belastede forhold ved stasjonen La 1 i nærsonen, og er godt illustrert av fordelingen av de geometriske klassene (Figur 3.3).

I prøvene fra overgangssonen (La 3) ble det funnet 48 arter med til sammen 447 individer. Blant de 10 mest tallrike artene finner man to bløtdyr, ett koralldyr, en pigghud og seks børstemarkarter. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte-indekser gir en nEQR-verdi på 0,73 og plasserer La 3 i Direktoratgruppens tilstandsklasse II (God). I henhold til MOM-standarden (NS 9410:2007) får overgangssonen miljøtilstand 1 (Meget god).

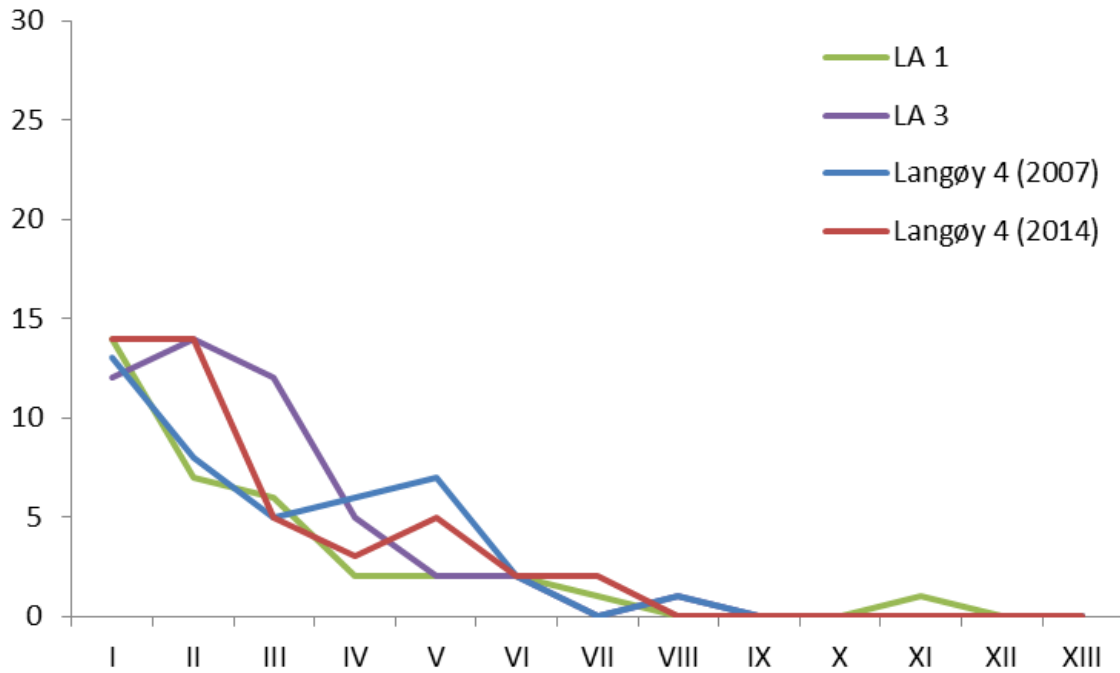
Ute i dypet på Langøy 4, i fjernsonen ble det funnet 45 arter med tilsammen 460 individer. Blant de mest tallrike artene finner man tre bløtdyr, en pigghud, tre pølseormer og seks børstemarkarter. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte-indekser gir en nEQR-verdi på 0,74 og plasserer Langøy 4 i Direktoratgruppens tilstandsklasse II (God), i likhet med de historiske dataene fra undersøkelsen i 2007.

De multivariate analysene viser først og fremst stor likhet mellom hugg innad på stasjonene (Figur 3.4 og 3.5). Det er videre en svært tydelig forskjell mellom alle de tre stasjonene som ble undersøkt ved Langøyna Ø i mars 2014. I tillegg viser de multivariate analysene at det er stor likhet mellom fjernsonestasjonen Langøy 4 i 2014 og forrige undersøkelse i 2007.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon ved Langøyna Ø, mars 2014, samt historisk fjernsonestasjon fra 2007. nEQR-verdier for kumulert grabbdata (sum) og gjennomsnitt av hugg (snitt) for hver enkelt indeks. Tilstandsverdier (nEQR TK og MOM TK) for stasjonen totalt. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter Veileder 02:2013, samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007. Blå: svært god, Grønn: god, Gul: moderat, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se Generell vedleggsdel). For TK grenseverdier, se Tabell 2.2, 2.3 og 2.4.

Stasjon	Hugg nr	Antall arter	Antall individer	NQI1 verdi	H' verdi	ES ₁₀₀ verdi	ISI ₂₀₁₂ verdi	NSI verdi	DI verdi	nEQR TK	MOM TK
La 1 (2014)	1	27	1631	0,39	0,83	6,79	8,02	8,32	1,16		
	2	22	603	0,42	1,48	9,02	8,74	9,65	0,73		
	Sum	35	2234	0,42	1,06	7,84	8,42	8,67	1,30		2
	Snitt	24,5	1117	0,41	1,16	7,91	8,38	8,99	0,95		
	nEQR (sum)			0,32	0,23	0,31	0,69	0,17	0,13	0,31	
	nEQR (snitt)			0,31	0,25	0,32	0,68	0,18	0,22	0,33	
La 3 (2014)	1	37	214	0,71	3,82	26,37	9,88	23,83	0,28		
	2	36	233	0,71	3,83	26,81	8,43	23,77	0,32		
	Sum	48	447	0,72	3,97	27,46	9,20	23,80	0,60		1
	Snitt	36,5	224	0,71	3,83	26,59	9,16	23,80	0,30		
	nEQR (sum)			0,69	0,71	0,72	0,76	0,75	0,40	0,67	
	nEQR (snitt)			0,69	0,69	0,71	0,75	0,75	0,79	0,73	
Langøy 4 (2014)	1	38	299	0,72	4,04	25,04	9,91	24,50	0,43		
	2	26	161	0,70	3,89	22,57	9,63	24,26	0,16		
	Sum	45	460	0,72	4,09	24,78	10,00	24,42	0,61		
	Snitt	32	230	0,71	3,96	23,81	9,77	24,38	0,29		
	nEQR (sum)			0,70	0,72	0,69	0,82	0,78	0,39	0,68	
	nEQR (snitt)			0,69	0,71	0,68	0,81	0,78	0,76	0,74	
Langøy 4 (2007)	1	32	243	0,70	3,92	24,20	11,18	22,79	0,34		
	2	33	300	0,69	3,68	22,15	10,45	23,00	0,43		
	Sum	42	543	0,70	3,89	23,64	11,12	22,90	0,69		
	Snitt	32,5	272	0,70	3,80	23,18	10,82	22,90	0,38		
	nEQR (sum)			0,68	0,70	0,68	0,89	0,72	0,33	0,67	
	nEQR (snitt)			0,67	0,69	0,67	0,87	0,72	0,68	0,72	

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

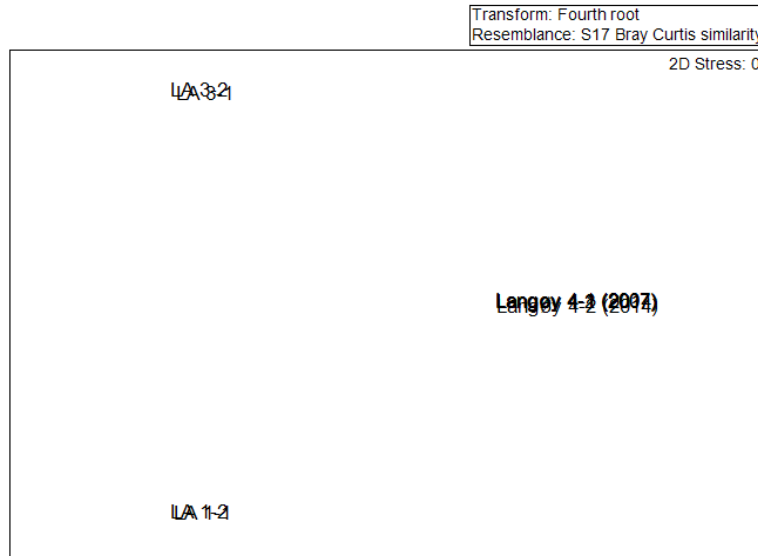


Figur 3.3: Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Langøyna Ø, mars 2014.

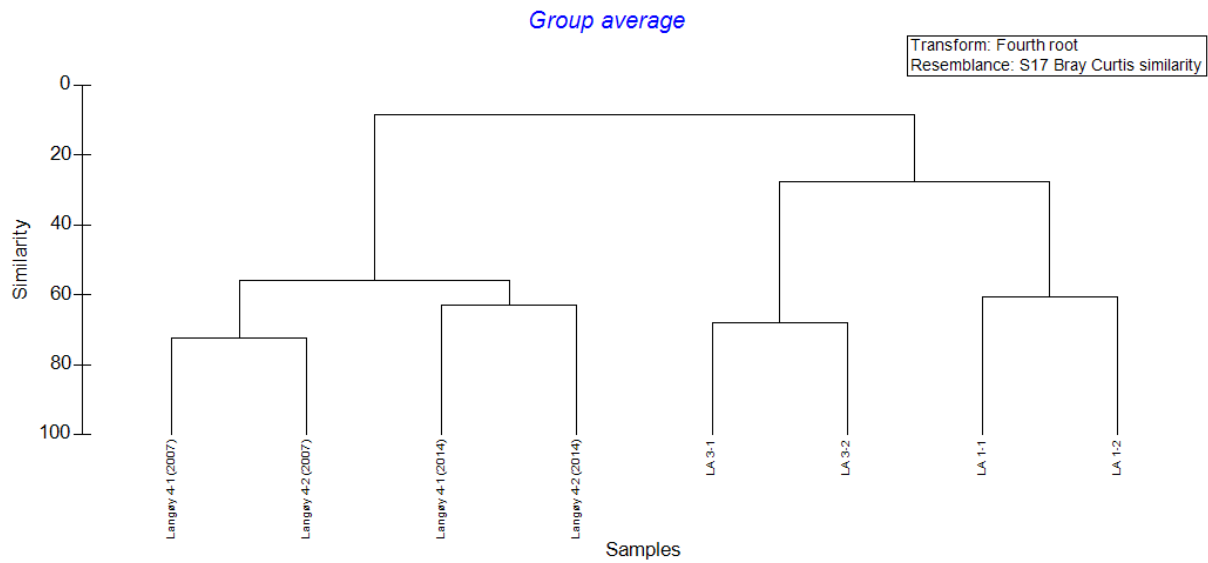
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Langøyna Ø, mars 2014. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m².

LA 1	Antall individer	%	Kum %	LA 3	Antall individer	%	Kum %
Arter				Arter			
Capitella capitata	1915	85,7	85,7	Galatowenia oculata	146	32,7	32,7
Chaetozone sp.	116	5,2	90,9	Tellinmya tenella	62	13,9	46,5
Prionospio plumosa	63	2,8	93,7	Echinocardium flavescens	34	7,6	54,1
Tellina fabula	33	1,5	95,2	Chaetozone sp.	21	4,7	58,8
Paramphinome jeffreysii	19	0,9	96,1	Pectinaria auricoma	21	4,7	63,5
Mediomastus fragilis	16	0,7	96,8	Pectinaria koreni	12	2,7	66,2
Pholoe baltica	8	0,4	97,1	Edwardsia sp.	12	2,7	68,9
Thyasira sarsii	8	0,4	97,5	Ennucula tenuis	11	2,5	71,4
Syllidae indet.	5	0,2	97,7	Paradoneis sp.	10	2,2	73,6
Kurtiella bidentata	5	0,2	97,9	Paramphinome jeffreysii	8	1,8	75,4

Langøy 4 (2007)	Antall individer	%	Kum %	Langøy 4 (2014)	Antall individer	%	Kum %
Arter				Arter			
Heteromastus filiformis	175	32,2	32,2	Terebellides stroemi	102	22,2	22,2
Amphilepis norvegica	55	10,1	42,4	Monticellina sp.	77	16,7	38,9
Aphelochaeta sp.	37	6,8	49,2	Heteromastus filiformis	33	7,2	46,1
Lumbrineridae indet.	28	5,2	54,3	Onchnesoma steenstrupi	32	7,0	53,0
Terebellides stroemi	28	5,2	59,5	Thyasira equalis	24	5,2	58,3
Thyasira equalis	25	4,6	64,1	Myriochele heeri	20	4,3	62,6
Onchnesoma steenstrupi	23	4,2	68,3	Caudofoveata indet.	19	4,1	66,7
Myriochele heeri	21	3,9	72,2	Aphelochaeta sp.	18	3,9	70,7
Nephasoma cf. minutum	19	3,5	75,7	Lumbrineridae indet.	18	3,9	74,6
Nucula tumidula	18	3,3	79,0	Amphilepis norvegica	15	3,3	77,8
				Nucula tumidula	15	3,3	81,1



Figur 3.4: MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved Langøyyna Ø, mars 2014. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.4: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt ved Langøyyna Ø, mars 2014. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Langøyna Ø i Nedstrandsfjorden, Tysvær kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 19. mars 2014. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner: en ved anlegget (nærsonen), en i overgangssonen og i dypet av fjorden (fjernsonen).

Sedimentet i den undersøkte stasjonen ved nærsonen består ved undersøkelsestidspunktet av middels grove til grove partikler dominert av sand og grus. Den resterende andelen består av silt og leire. Overgangssonen består av et middels grovt sediment, dominert av sand. Den resterende andelen består av silt og leire, og litt grus. I fjernsonen er sammensetningen svært annerledes. Her domineres bunnen av finpartikulært sediment med svært lite innslag av sand og grus. Sediment-forholdene tyder på bedre og kraftigere bunnstrømforhold ved nærsonen og overgangssonen enn ved fjernsonen.

Nærsonen (La 1) domineres av middels grove til grove partikler i form av sand (68,9 % av alt sediment) og grus (11,2 %). Den resterende andelen består av finere partikler som silt og leire. I overgangssonen (La 3) er sedimentet dominert av middels grove partikler i form av sand (92,7 %). Den resterende andelen består av silt og leire og litt grus. I fjernsonen (Langøy 4) derimot er sammensetningen en helt annen, med en dominans av finpartikulært sediment i form av leire og silt (98,4 %). Den resterende andelen av sediment i fjernsonen er bestående av sand og litt grus.

Oksygeninnhold i bunnvannet ved fjernsonen ble målt til 6,46 ml O₂/liter (metning 94,35 %), og gir Miljødirektoratets (SFT 97:03) tilstandsklasse I (Svært god).

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Nærsonen og overgangssonen har ved undersøkelsestidspunktet lave verdier for glødetap, godt innenfor normale verdier for norske fjorder som typisk er på under 10 %. Sedimentet ved fjernsonen har et svakt forhøyet glødetap i forhold til hva som antas normalt.

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler sedimentets totale innhold av karbon. Nærsonen og overgangssonen har ved undersøkelsestidspunktet forhøyede TOC-verdier og får henholdsvis Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat) og II (God). Prøver fra fjernsonen viser lave verdier av TOC og får Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god). Det må understrekes at verdier og forhold angitt av glødetap og TOC ikke nødvendigvis er sammenlignbare og TOC er ikke tilpasset forholdene i kystnære områder.

Verdier for fosfor er svakt forhøyet i sedimentet ved nærsonen ved undersøkelsestidspunktet. Målinger fra overgangssonen og fjernsonen viser derimot normale fosforverdier for marine sedimenter, med spesielt lave verdier i overgangssonen.

Kobber og sink viser svært gode verdier for samtlige undersøkte stasjoner, og gir Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Bakgrunn) for begge parameterne.

Målingene av pH og Eh viser svært gode forhold både i nærsone, overgangssone og fjernsone.

Bunnfaunaen i nærsone vitner om belastede miljøforhold ved undersøkelsestidspunktet. I prøvene herfra ble det funnet totalt 35 ulike arter hvorav den mest dominerende arten utgjør hele 85,7 % av det totale antall individer. Den dominerende arten som ble funnet i prøvene fra nærsone er en typisk opportunist og kjennetegner områder med høy organisk belastning. I henhold til MOM-standarden som er gjeldende for områder nærliggende anlegg får imidlertid nærsone tilstand 2 (God). Både i overgangssone og fjernsone viste undersøkelsen av bunnfaunaen gode forhold. I henhold til MOM-standarden får overgangssone miljøtilstand 1 (Meget god). Og både overgangssone og fjernsone får Direktorsgruppas tilstandsklasse II (God). De multivariate analysene viste at det var stor likhet i forholdene på den historiske fjernstasjonen Langøy 4 ved denne og forrige undersøkelse i november 2007.

Resultatene fra MOM C-undersøkelsen ved Langøyna Ø, mars 2014, viser gode forhold for lokaliteten ved undersøkelsestidspunktet. Nærsone er noe belastet, med forhøyede nivå av TOC og fosfor, og en bunnfauna som er dominert av den opportunistiske børstemarken *Capitella capitata* som trives i områder med høy organisk belastning. Overgangssone og fjernsone virker å være tilnærmet upåvirket, med god eller bedre tilstand i alle de målte parameterne, med unntak av et forhøyet TOC-nivå i overgangssone.

Det rådes alltid å følge bunnforholdene under anlegg nøye for å unngå negativ innvirkning både på driften og miljøet. Spesielt kan det være nyttig å få til bunnundersøkelser både i forbindelse med maks produksjon og fullført brakkeleggingsfase, da dette gir utfyllende informasjon på driftens belastende effekt og områdets evne til innhenting. Resipientens evne til å ta seg inn igjen til sin naturlige tilstand i løpet av brakkeleggingsperiodene er avgjørende for hvorvidt pågående drift er forsvarlig med tanke på områdets fremtidige miljøkvalitet.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Frøydis Lygre og Einar Bye-Ingebrigtsen fra SAM-Marin, samt Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester AS. Bunnprøvene ble sortert av Ina Birkeland og Natalia Korableva. Bunndyrene ble identifisert av Lenka Nealova, Per Johannessen og Tom Alvestad.

6 LITTERATUR

- Anon. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktorsgruppa, 263 s.
- Moy, F., Aure, J., Dahl, E., Green, N., Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Omli, L., Oug, E., Pedersen, A., Rygg, B og Walday, M. 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Kystovervåkingsprogrammet. TA-1883/2002.
- Bakke T., Breedveld G., Källqvist T., Oen A., Eek E., Ruus A., Kibsgaard A., Helland A., Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Heggøy E., Johansen P-O. 2007. MOM-C undersøkelse fra Langøy i Nedstrandfjorden Tysvær kommune i 2007. SAM-Unifob Rapport nr. 10-2007.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- ISO 16665. 2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- Molvær J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B., Skei J., Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s. TA 1467/1997.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2007. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN 13137. 2001. Karakterisering av avfall – Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 17294-2. 2004. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 5667-19. 2005. Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.
- NS-EN ISO/IEC 17025. 2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN 14346. 2006. Karakterisering av avfall – Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 Vedlegg

<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata.....</i>	28
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre.....</i>	37
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste.....</i>	38
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	42
<i>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis</i>	43
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data.....</i>	46

Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig 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 relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete 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.

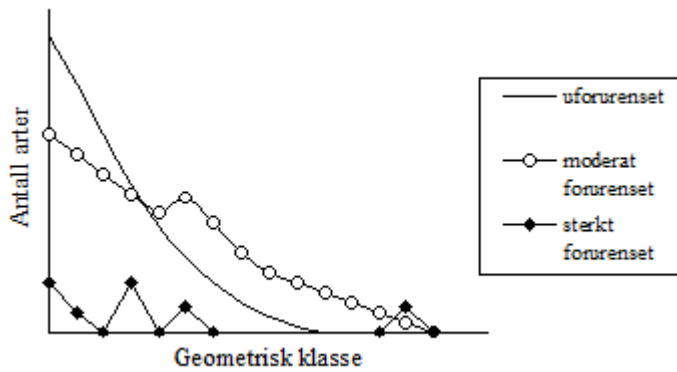
Geometriske klasser

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 område 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 antydnet 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.

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 indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al., 1997 og Veileder 02:2013).

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:

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel:

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

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

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI₂₀₁₂ (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI er beskrevet med utføres med følgende formel:

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

hvor ISI_i er verdi for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier

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

NSI er en ny sensitivetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

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

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i, N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivetsverdier

Individtetthet

DI (density index) er en ny indeks for individtetthet (Rygg og Norling, 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. DI er beskrevet av formelen:

$$DI = abs [\log_{10}(N_{0,1m^2}) - 2.05]$$

hvor abs står for absoluttverdi og N_{0,1m²} antall individer pr. 0,1 m²

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som NQI1 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[0,5 * \left(\frac{(1 - AMBI)}{7} \right) + 0,5 * \left(\frac{\left(\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right)}{2.7} \right) * \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2013 (Tabell v2). Samme grenseverdier brukes for grabbklassifisering (gjennomsnitt av grabbverdier) og stasjonsklassifisering (kumulerte grabbdata).

Tabell v2: Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013*:

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

* Klassegrensene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi klasse I	=	0,8
Basisverdi klasse II	=	0,6
Basisverdi klasse III	=	0,4
Basisverdi klasse IV	=	0,2
Basisverdi klasse V	=	0,0

nEQR gir et tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

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 faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. 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 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. 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: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

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

prosentvis 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 d_{jk} gitt som:

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

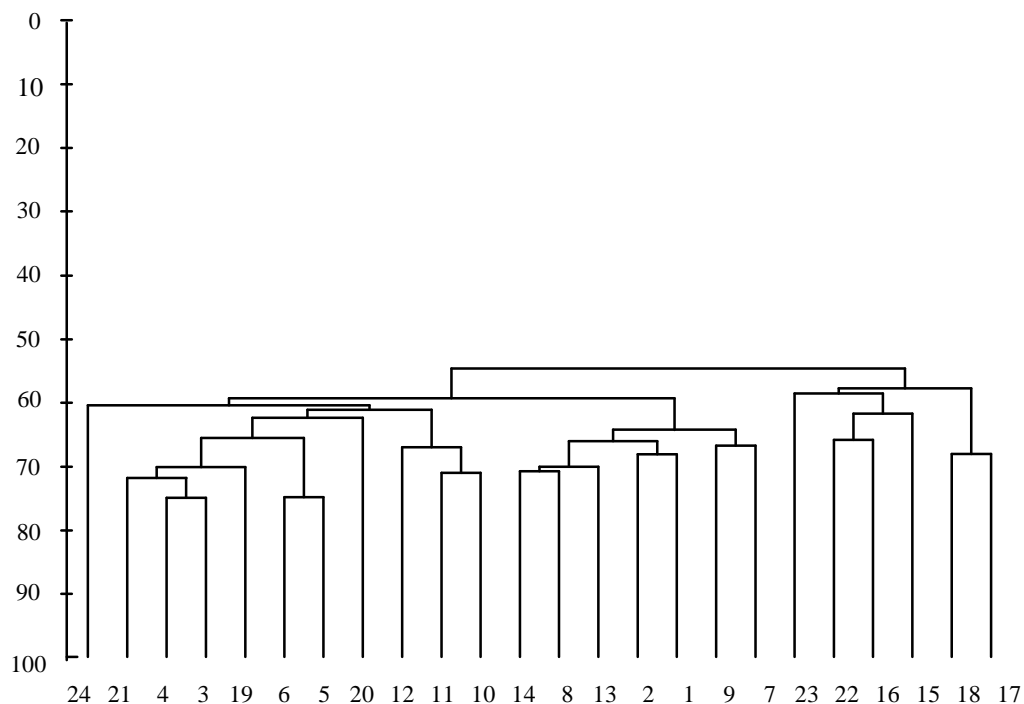
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

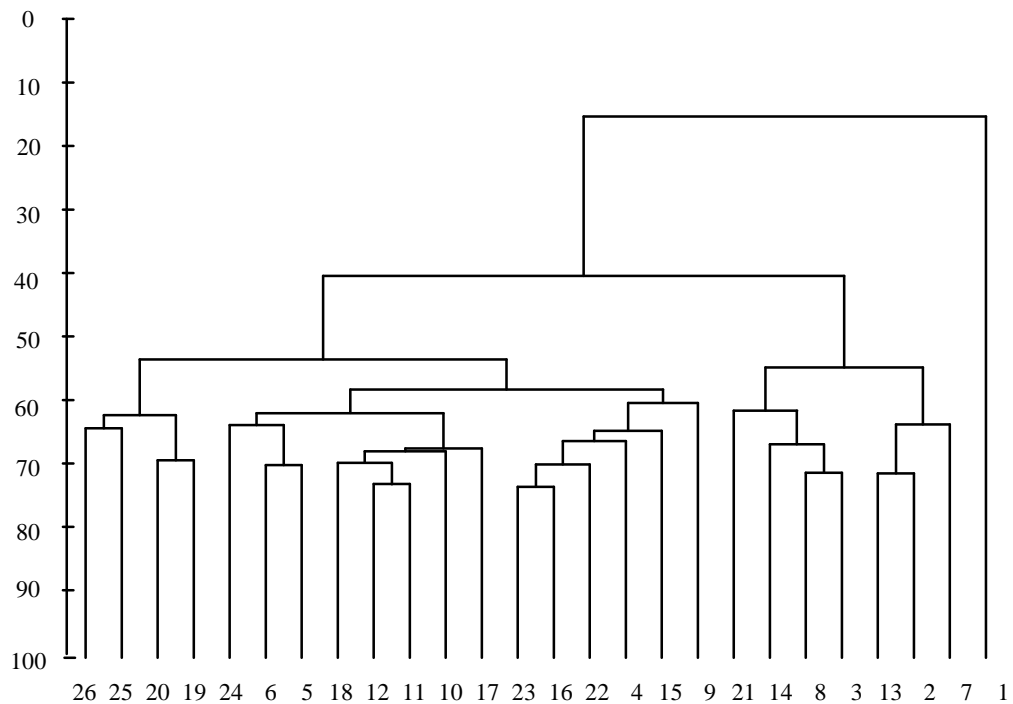
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi» er laget av Knut Årestad ved Insitutt 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.

FAUNALIKHET

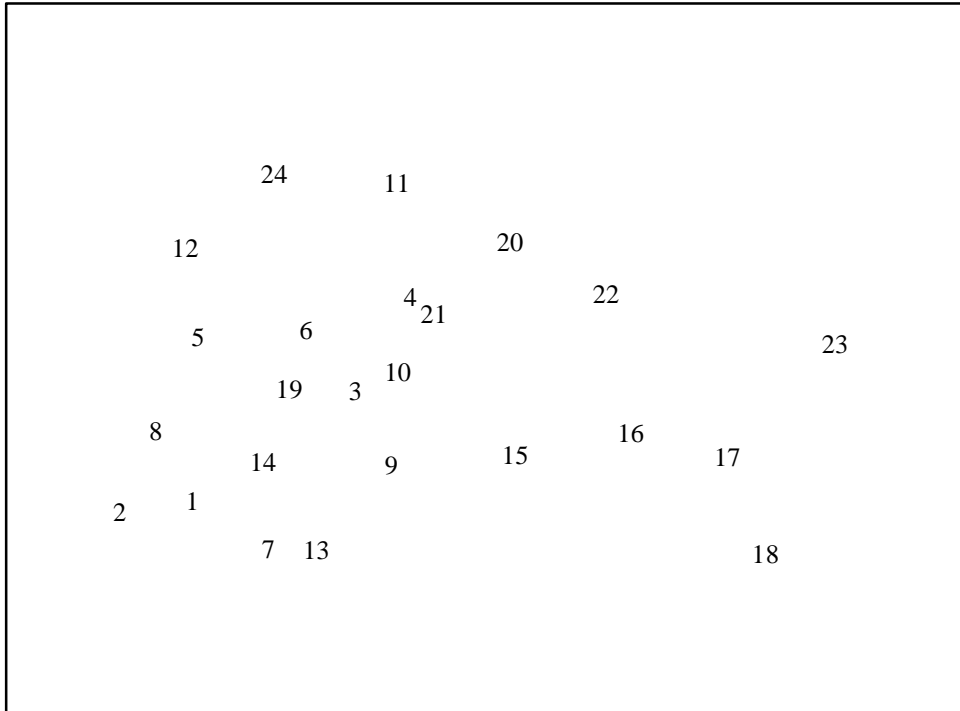


FAUNAFORSKJELL

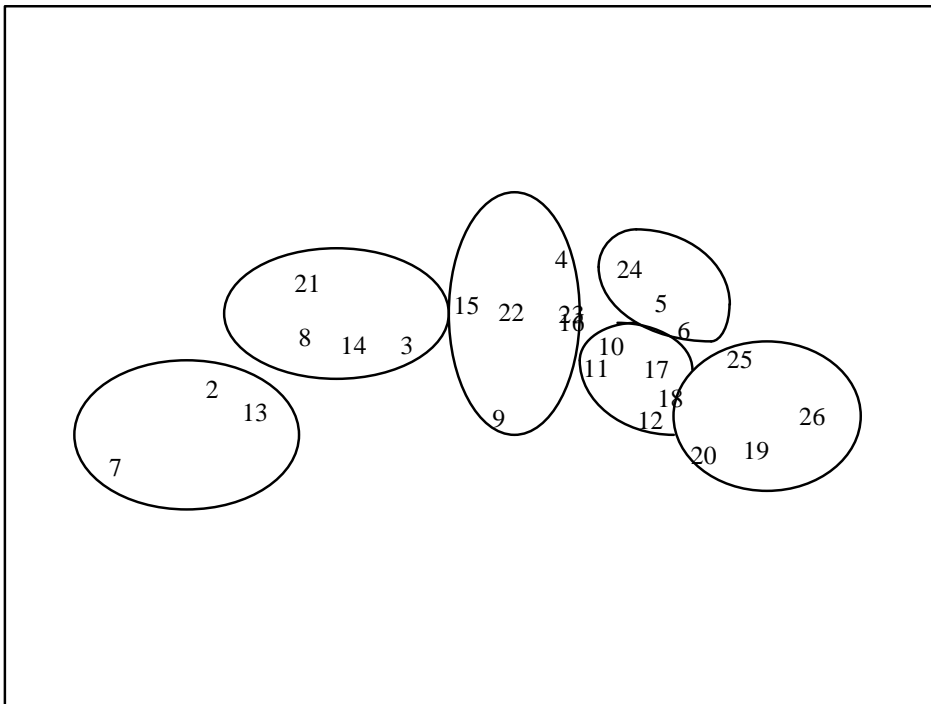


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

- Anon. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktorsgruppa, 263 s.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007
- 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-veiledning 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 benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Rygg B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.
- Rygg B., Norling K., 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI) NIVA-rapport 6475-2013, 46s
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. MOM B-parametere

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Toftøy Fjordbruk AS

Dato: 19.03.2014

Lokalitet: Langøyna Ø

Lokalitetsnr: 13055

Lokalitetstype: Matfisk

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks	
			1	2	3						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	La 1	La 3	Langøy 4						
I	Tilstand (Gruppe I)										
II	pH	verdi	7,63	7,9	7,68						
	E _h (mv)	verdi	-160	-139	-83						
		+ ref. verdi	61	82	138						
	pH/E _h	fra figur	1	1	0						0,7
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
	Buffer temp:		8,00		Temp sjø: 5 °C	Temp sediment: 6,5 °C					
	pH sjø:		8,00		Eh sjø: 411	Ref. elektrode: 221					
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		18.03.2014		EBI						
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0						
		Brun/Sort = 2									
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0						
		Noe = 2									
		Sterk = 4									
	Konsistens	Fast = 0	0	0							
		Myk = 2			2						
		Løs = 4									
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0									
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1	1	1							
		v ≥ 3/4 = 2			2						
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0						
2 - 8 cm = 1											
t ≥ 8 cm = 2											
	SUM		1	1	4						
	Korrigert sum (*0,22)		0,22	0,22	0,88					0,4	
	Tilstand prøve		1	1	1						
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelverdi gruppe II og III		0,61	0,61	0,44					0,6	
	Tilstand gruppe II og III		1								
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand		Lokalitetstilstand						
	< 1,1	1	Gruppe I		Gruppe II og III						
	1,1 - < 2,1	2	A		1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4				
	2,1 - < 3,1	3	4		1, 2, 3		1, 2, 3				
	≥ 3,1	4	4		4		4				
			LOKALITETSTILSTAND							1	

Korrekturlest: 28.05.2014
datoTL
Sian.EBI
Sian.

Vedleggstabell 2. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 003

SF505-Benthos Artsliste

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 03.06.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 03.06.2014 (Øydis Alme)



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Toftøy Fjordbruk AS,
Prosjekt nr.: 808387

Prøvetakingssted (område): Langøyna Ø

Dato for prøvetaking: 19.03.2014

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research, SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:

- Huggene fra La 1 og La 3 avviker fra standardens (ISO-16665) krav til sedimentvolum.

Artene er identifisert av: Lenka Nealova, Per Johannessen og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>

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:3 sider.

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

Signatur: 
 Godkjent taksonom

Stasjonsnavn	La 1	La 1	La 3	La 3	Langøy 4	Langøy 4
Dyp	120 m	120 m	116 m	116 m	650 m	650 m
Dato	19.03.2014	19.03.2014	19.03.2014	19.03.2014	19.03.2014	19.03.2014
Hugg	1	2	1	2	1	2
* HYDROZOA						
* Hydrozoa indet.	+	+	+	+		+
* ANTHOZOA						
Cerianthidae indet.					2	3
Edwardsia sp.			10	2		
* NEMERTINI indet.						
* Nemertini indet.	2	1	7	4	1	2
* NEMATODA indet.						
* Nematoda indet.	59	33			12	4
ANNELIDA						
POLYCHAETA						
Paramphinome						
jeffreysii	7/7	5	2/1	5	2	
Aphrodita aculeata					0/1	
Polynoidae indet.					0/1	
Bylgides groenlandica						1
Pholoe baltica	4	4		3		
Pholoe pallida					2	2
Neoleanira tetragona					1	
Sthenelais limicola			1	3		
Phyllodoce						
groenlandica	1			2		
Syllidae indet.	2	3				
Exogone sp.	3	1	1			1
Ceratocephale loveni					4	2
Nephtys hystericis					1	
Glycera alba	2					
Glycera lapidum	1/1		2	2		
Goniada maculata				0/1		
Paradiopatra						
quadricuspis					1	
Lumbrineridae indet.		1	1		9	9
Orbinia sp.					1	
Scoloplos armiger		1				
Aonides						
paucibranchiata			3			
Polydora sp.			1			
Prionospio plumosa	40/2	18/3				
Prionospio cirrifera	3		3	1		
Prionospio fallax		2	2	4		
Spio sp.	1					
Spiophanes wigleyi			3	4		
Spiophanes kroeyeri			1	2		
Spiochaetopterus						
typicus					1	
Aricidea catherinae						3
Levinsenia gracilis					1	
Paradoneis sp.			4	6		
Monticellina sp.					54	23
Aphelochaeta sp.	2		3		13	5
Chaetozone sp.	48/7	29/32	15	6		
Cirratulus cirratus				1		
Caulleriella						
killariensis				6		
Brada villosa					2	

Ophelina acuminata			2			
Ophelina norvegica					1	
Capitella capitata	1458	457	1	3		
Heteromastus filiformis			1		19	14
Mediomastus fragilis	15	1				
Notomastus latericeus	1		2			
Rhodine gracilor					3	
Maldanidae indet					2	1
Myriochele heeri					12/3	2/3
Galathowenia oculata			72	74		
Owenia borealis			1/3	3		
Pectinaria auricoma	1		0/14	0/7		
Pectinaria koreni	1		0/8	0/4		
Ampharete sp.				0/1		
Anobothrus sp.	1				2	
Thelepus cincinnatus			1			
Polycirrus plumosus				2		
Terebellides stroemi					35/31	27/9
Sabellidae indet.			1	1		
OLIGOCHAETA						
Oligochaeta indet.					1	2
SIPUNCULA						
Onchnesoma steenstrupi					20	12
ARTHROPODA						
CRUSTACEA						
* Copepoda indet.						
* Calanus finmarchicus	2	5	3	6	2	4
* Calanus hyperboreus	4	5	7	7		11
* Ostracoda indet.						
* Philomedes lilljeborgi					1	1
* Cumacea indet.						
* Diastylodes biplicata	1					
* Tanaidacea indet.						
* Amphipoda indet.	2	2	1	5	2	
Eriopisa elongata						3
* Decapoda indet.						
Calocarides coronatus					0/1	
* Anapagurus laevis			1			
MOLLUSCA						
Aplacophora indet.						
Caudofoveata indet.				+	12	7
Gastropoda indet						
Diaphana globosa					3	
Retusa truncatula		1				
Philine quadrata						0/1
Philine scabra	0/1		0/1	0/2		1
Cylichna cylindracea			3	1		
Scaphander lignarius					0/2	
Nudibranchia indet.		1				
Bivalvia indet.						
Nucula nucleus			1			
Nucula tumidula					6/3	3/3
Ennucula tenuis			1	4/6		
Yoldiella lucida					1/2	
Yoldiella philippiana		0/1				
Lucinoma borealis				0/1		
Thyasira flexuosa			2/1	1/3		
Thyasira obsleta					1/2	0/1

Uni Research Miljø, SAM-Marin

Thyasira sarsii	8			2		
Thyasira equalis					8/4	7/5
Mendicula ferruginosa					2	
Adontorhina similis		1				2
Tellimya tenella			9/15	10/28		
Kurtiella bidentata	1	3/1				
Astarte sulcata				0/2		
Parvicardium minimum		1/1				
Macoma calcarea	0/1	1/2				
Tellina fabula	0/4	6/23	0/3	0/3		
Abra longicallus					4	
Abra nitida	0/2	0/1			1/1	0/1
Abra prismatica	0/2	1/1	1			
Kelliella abyssicola					6/4	4
Cochlodesma praetenue	0/1					
* Cephalopoda indet.						
PHORONIDA						
Phoronida indet.				3		
ECHINODERMATA						
* Ophiuroidea indet.						
Amphilepis norvegica					7/4	4
Ophiocten affinis	0/3	1				
Echinoidea indet.						
Echinocyamus pusillus			3	2		
Brissopsis lyrifera			1			
Echinocardium flavescens			11/2	12/9		
Holoturoidea indet.						
Synaptidae indet.			1	1		
* CHAETOGNATHA						
* Chaetognatha indet.			1			
* VARIA			+			

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	LA 01	LA 02	LA 03
I	4	11	11
II	1	4	10
III	0	9	9
IV	0	8	4
V	1	0	3
VI	0	3	2
VII	0	1	1
VIII	1	0	0
IX	0	0	0
X	0	0	0

Geometriske klasser	Langøy 4 (2007)	Langøy 4 (2014)	La 1	La 3
I	13	14	14	12
II	8	14	7	14
III	5	5	6	12
IV	6	3	2	5
V	7	5	2	2
VI	2	2	2	2
VII	0	2	1	0
VIII	1	0	0	1
IX	0	0	0	0
X	0	0	0	0
XI	0	0	1	0
XII	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0

Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis



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

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-14-MX-000991-01



EUNOBE-00009855

Prøvemottak: 24.03.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 24.03.2014-03.04.2014
Referanse: 808387 / 25/14

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1000	mg/kg tv	a) <10	mg/kg tv	a) 1300	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 28	mg/kg tv	a) <1	mg/kg tv	a) 21	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 140	mg/kg tv	a) <1	mg/kg tv	a) 64	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 3	mg/g tv	a) 10	mg/g tv	a) 13	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 34.8	% (w/w)	a) 78.6	% (w/w)	a) 66.9	% (w/w)	EN 14346	0.1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 03.04.2014

Kristine Fiane Johnson

Kristine Fiane Johnson

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 godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 1

		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		
		RAPPORT Sedimentanalyser		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond E. Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 54080	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-18715	Dato: 29.04.2014	
Rev. nr.: 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 808387 / 13/14	Utført: Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 01.04.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Langøy 4	La 3	La 1		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000462	KG-000463	KG-000464		
TOM (550 °C)	%	16.04.14	11,80	1,99	2,93		

Kornfordeling

Analysedato: 14.04.2014

Langøy 4		KG-000462							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,01	0,2	0,2	MdΦ	Silt og leire	98,4		
1000	0	0,00	0,0	0,2	5,97	Sand	1,4		
500	1	0,00	0,0	0,2		Grus	0,2		
355	1,5	0,00	0,0	0,2	SdΦ				
250	2	0,02	0,3	0,5	1,24				
180	2,5	0,01	0,2	0,6					
125	3	0,00	0,0	0,6	SkΦ				
90	3,5	0,01	0,2	0,8	0,00				
63	4	0,05	0,8	1,6					
<63	8	6,30	98,4	100,0	KΦ				
		6,40	100,0		0,74				

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



La 3	KG-000463	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
Diameter(µm)								
2000		-1	0,01	0,1	0,1	MdΦ	Silt og leire	7,2
1000		0	0,06	0,4	0,5	2,08	Sand	92,7
500		1	2,26	16,9	17,5		Grus	0,1
355		1,5	1,90	14,2	31,7	SdΦ		
250		2	2,09	15,7	47,4	1,35		
180		2,5	2,08	15,6	63,0			
125		3	2,02	15,1	78,1	SkΦ		
90		3,5	1,23	9,2	87,3	0,15		
63		4	0,73	5,5	92,8			
<63		8	0,96	7,2	100,0	KΦ		
			13,34	100,0		1,24		

La 1	KG-000464	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
Diameter(µm)								
2000		-1	1,32	11,2	11,2	MdΦ	Silt og leire	19,9
1000		0	0,54	4,6	15,8	3,08	Sand	68,9
500		1	0,60	5,1	20,8		Grus	11,2
355		1,5	0,41	3,5	24,3	SdΦ		
250		2	0,64	5,4	29,7	2,60		
180		2,5	0,91	7,7	37,4			
125		3	1,25	10,6	48,0	SkΦ		
90		3,5	1,41	11,9	60,0	-0,22		
63		4	2,37	20,1	80,1			
<63		8	2,35	19,9	100,0	KΦ		
			11,80	100,0		1,66		

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

Proveresultatene 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.

Vedleggstabell 5. CTD Data

Resultater fra hydrografimålingene på Langøy 4:

Depth(u)	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	ml/l	F (µg/l)	Density
1	25,82	4,556	98,43	10,74	7,56	0,97	20,451
2	25,8	4,556	100,64	10,99	7,74	0,95	20,441
3	25,82	4,556	100,38	10,96	7,72	0,89	20,459
5	25,96	4,552	100,33	10,94	7,70	0,81	20,58
7	26,06	4,535	101,09	11,02	7,76	0,58	20,675
10	30,12	5,24	103,51	10,8	7,61	0,21	23,83
15	32,2	6,643	104,87	10,43	7,35	0,09	25,329
20	32,89	6,769	102,44	10,11	7,12	0,21	25,88
25	33,06	7,057	102,46	10,04	7,07	0,26	26,001
30	33,54	7,09	102,54	10	7,04	0,09	26,398
40	33,94	6,703	105,29	10,34	7,28	0,08	26,808
50	34,01	6,507	106,99	10,55	7,43	0,04	26,934
60	34,18	6,605	108,71	10,69	7,53	0,04	27,102
70	34,24	6,675	109,68	10,76	7,58	0,03	27,186
80	34,3	6,828	109,89	10,74	7,56	0,03	27,261
90	34,38	6,873	110,34	10,76	7,58	0,03	27,359
100	34,45	6,921	109,45	10,66	7,51	0,03	27,459
125	34,6	7,106	113,11	10,96	7,72	0,03	27,659
150	34,71	7,186	110,54	10,68	7,52	0,03	27,852
175	34,76	7,231	109,56	10,57	7,44	0,03	27,995
200	34,82	7,258	106,59	10,27	7,23	0,03	28,159
225	34,83	7,257	105,95	10,21	7,19	0,03	28,281
250	34,86	7,241	103,64	9,99	7,04	0,03	28,417
275	34,9	7,18	103,33	9,97	7,02	0,02	28,57
300	34,89	7,154	100,21	9,68	6,82	0,03	28,683
325	34,92	7,107	98,99	9,57	6,74	0,03	28,829
350	34,92	7,064	97,94	9,48	6,68	0,02	28,948
375	34,94	7,026	97,68	9,46	6,66	0,03	29,08
400	34,94	6,976	96,69	9,37	6,60	0,02	29,202
425	34,95	6,92	96,75	9,39	6,61	0,03	29,331
450	34,96	6,88	96,57	9,38	6,61	0,02	29,463
475	34,97	6,857	96,27	9,36	6,59	0,03	29,586
500	34,96	6,832	95,9	9,33	6,57	0,03	29,691
653	34,98	6,799	94,35	9,18	6,46	0,03	30,436