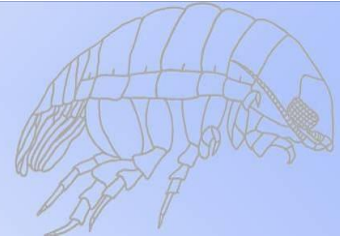


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin



e-Rapport nr.1-2015

Resipientundersøkelse i forbindelse med unntak om sekundærrensing for Lindås Kommune, 2013



Stian Ervik Kvalø
Ragni Torvanger
Marte Haave
Tone Vassdal
Trond Einar Isaksen
Per Johannessen



ID: 10723 Versjonsnr: 006

Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av sammendrag SAM e-rapport**Uni Research Miljø : Sammarin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)

	SAM-Marin	
Uni Research Miljø SAM-Marin Thormøhlensgt. 55 5008 Bergen, Norway		Tlf: 55 58 44 05 E-post: Sam-marin@uni.no Internet: www.uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: Resipientundersøkelse i forbindelse med unntak om sekundærrensing for Lindås kommune 2013	Dato: 14.01.15 Antall sider og bilag: 142
Forfatter(e): Stian Ervik Kvalø, Ragni Torvanger, Marte Haave, Trond Einar Isaksen, Tone Vassdal, Per J. Johannessen	Prosjektleder: Stian E. Kvalø Prosjektnummer: 807367
Oppdragsgiver: Bergen kommune(Lindås kommune)	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A recipient survey was conducted to ascertain whether the recipient in Radfjorden is capable of receiving municipal waste effluent. Conditions were in general good for the recipient with regards to the parameters surveyed. A negative trend could however be seen with increased number of individuals in the sediment and also an increase in loss on ignition at station L5a close to the proposed outlet. This negative trend is likely caused by a fish farm in close proximity. The fjord itself is a basin fjord with little to none current at seafloor level. With these conditions in mind it would not be advisable to add further pollution to the fjord.

Keywords: Marine, recipient, survey, benthos	Emneord: Marin, resipient, undersøkelse, bunndyr	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 1-2015
--	--	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	14.01.15	<i>Per Johannessen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	14.01.15	<i>Stian E. Kvalø</i>

ID: 10723 Versjonsnr: 006

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av
sammendrag SAM e-rapport**

**Uni Research Miljø : Sam-
marin**

Ansvarsområde:	Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori:	Vedlegg Sist endret: 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon:	Ikke satt Neste revisjon: Ikke satt
Godkjent:	GODKJENT 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)

SAM-marin er en del av Uni Research Miljø (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 ved SAM-marin:

Prøvetaking til sediment, bunnfauna analyser, samlet av: Stian Ervik Kvalø, Frøydis Lygre, Marte Haave, Henrik Rye Jakobsen, Per Johannessen, Tom Alvestad, Bjarte Espevik, Torben Lode, Einar Bye-Ingebrigtsen og Kristin Hatlen

Litoralundersøkelse utført av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Kristin Hatlen og Øydis Alme

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten, Nargis Islam, Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Ingrida Petruskaite, Natalia Korableva, Ina Birkeland, Linda Pedersen, Torben Lode, Einar Bye-Ingebrigtsen og Øydis Alme

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per-Otto Johansen

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per Johannessen

Ikke akkreditert:

Innsamling av vann, tang og blåskjell

LEVERANDØRER

Toktfartøy: M/S Solvik v/Leon Pedersen og Scallop v/Kvitsøy Sjøtjenester

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

Akkreditert: Næringsalter, bakterier, tungmetaller, TBT, PCB, PAH, tørrstoff, klorofyll-a
Ikke akkreditert: Tungmetaller i blåskjell

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

Akkreditert: Ja

Ikke akkreditert:

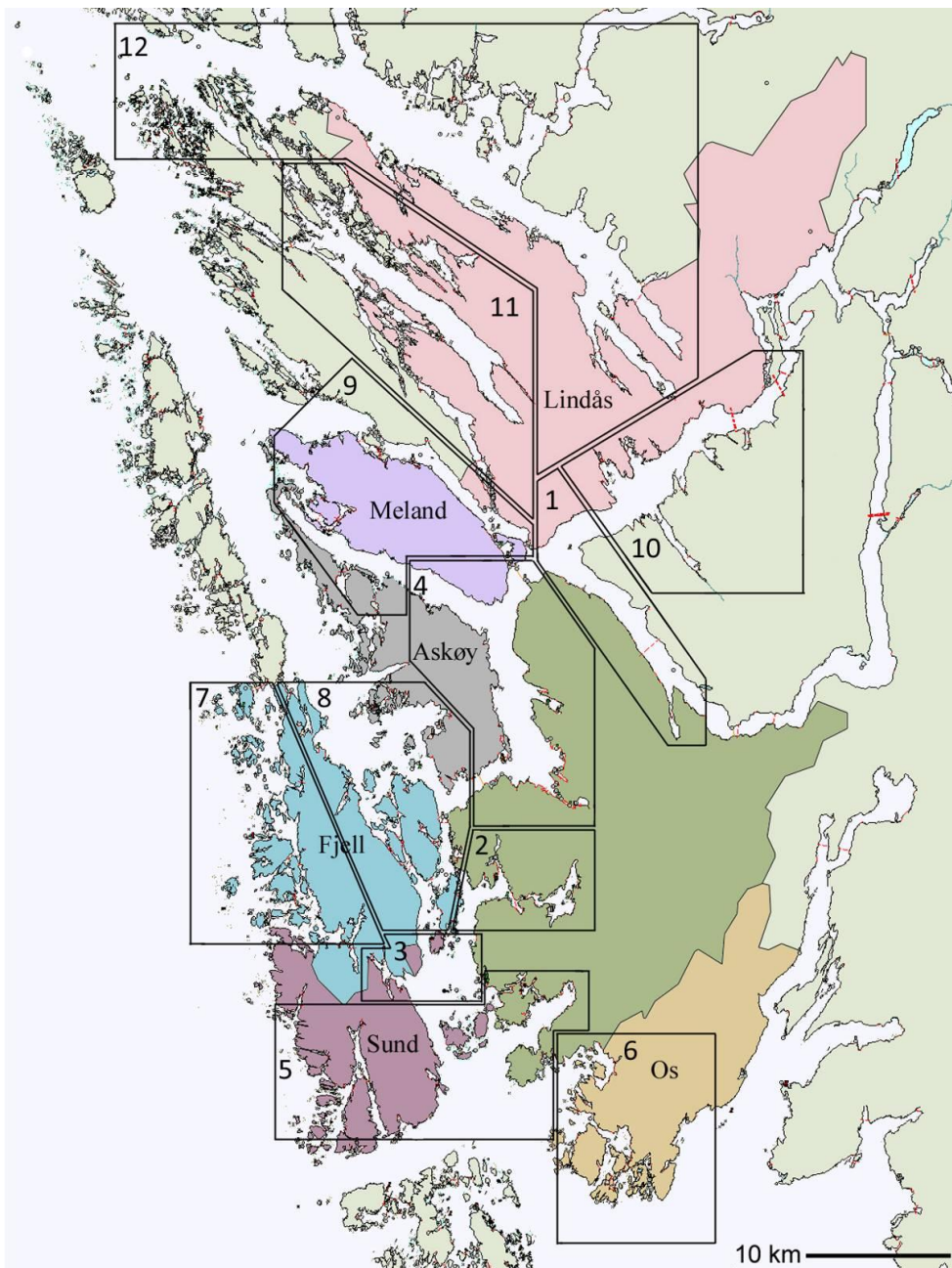
Andre: -

Innhold

1. Introduksjon	5
2. Materiale og metoder	7
2.1 Innsamlingsområde	7
2.2 Næringssalter	13
2.3 Klorofyll og siktedyp	14
2.4 Bakterier	15
2.5 Oksygenmålinger	16
2.6 Bunnundersøkelser	16
Sediment undersøkelser	16
Bunndyrsundersøkelser	17
2.7 Fjæreundersøkelser	18
Ruteanalyse	18
Semikvantitativ	19
Matematiske analyser for ruteanalyser	20
2.8 Miljøkjemi	20
2.9 Strømmåling	24
2.10 Avvik og endringer i forhold til programmet	24
3. Resultater	25
3.1 Næringssalter	25
3.2 Klorofyll-a og siktedyp	29
3.3 Bakterier	29
3.4 Oksygen	31
3.5 Bunnundersøkelser	32
Sediment undersøkelser	32
Bunndyrsanalyse	33
3.6 Fjæreundersøkelser	35
Ruteanalyser	35
Semikvantitativ undersøkelse	36
3.7 Miljøkjemi	37
Sediment	38
Biologisk materiale	41
3.8 Strømmålinger	43
4. Sammendrag	44
5. Takk	52
6. Litteratur	53
7. Vedlegg	55

1. INTRODUKSJON

Det ble i 2013 utført en resipientundersøkelse i forbindelse med unntak om sekundærrensing for Lindås kommune i deler av Område 1 og Område 9 (Figur 1.1) som en del av undersøkelsen «Resipientovervåkingen av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015» (Kvalø et al., 2014) på oppdrag fra Lindås kommune. Området mellom Knarvik øst og Alvermarka i Lindås Kommune er definert som et tettsted, med ca. 8 300 personekvivalenter (pe.). Det er beregnet at en i 2020 vil komme oppe i 15 000 pe. i dette området. I det sentrale Knarviksområdet er det i dag 8 utslipp. Utslippene går til Osterfjorden og Radfjorden. I 2020 vil det være to utslippspunkt, Kvassneset (Osterfjorden) og ett til Radfjorden. Bakgrunnen for de utvidede undersøkelsene er at de skal inngå i en søknad om unntak for sekundærrensing ved de nye anleggene som er planlagt i Lindås Kommune.



Figur 1.1. Kart over kommuner og områdeinndelingen i “Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen” for 2011-2015.

Fra Område 1 omfatter undersøkelsen stasjoner ved Knarvik i Osterfjorden (Figur 2.1 og 2.2, Tabell 2.1 og 2.2). Kommunen skal sannere utslippspunktene i Knarvikområdet til ett felles renseanlegg med utslepp ved Kvassneset, Osterfjorden. Eksisterende renseanlegg og hovedutslipp ved Isdalstø vil bli overført til Kvassneset fra 2017. Fra Område 9 omfatter undersøkelsen stasjoner i Kvernafjorden og i Radfjorden (Figur 2.1 og 2.3). Disse fjordene er mer innestengte enn de omkringliggende og mer åpne Mangersfjorden, Herdlefjorden og Osterfjorden. To av stasjonene (L5a og L5b) ligger i nærheten av oppdrettsanlegget ved Ramsvik som har vært i drift siden våren 2000. Det er planlagt et nytt utslippspunkt til Radfjorden i nærheten av L5b. Det skal rense avløpsvatnet fra Alverstraumen, Alvermarka/Ikenberget. Det er beregnet ett utslipp på 5700 pe i 2020.

SAM-Marin, ved avdeling Uni Miljø i forskningsselskapet Uni Research AS, er akkreditert av Norsk Akkreditering til prøvetaking, taksonomiske analyser av bløtbunnsfauna, geologiske undersøkelser av glødetap og kornfordeling, strandsonundersøkelser 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).

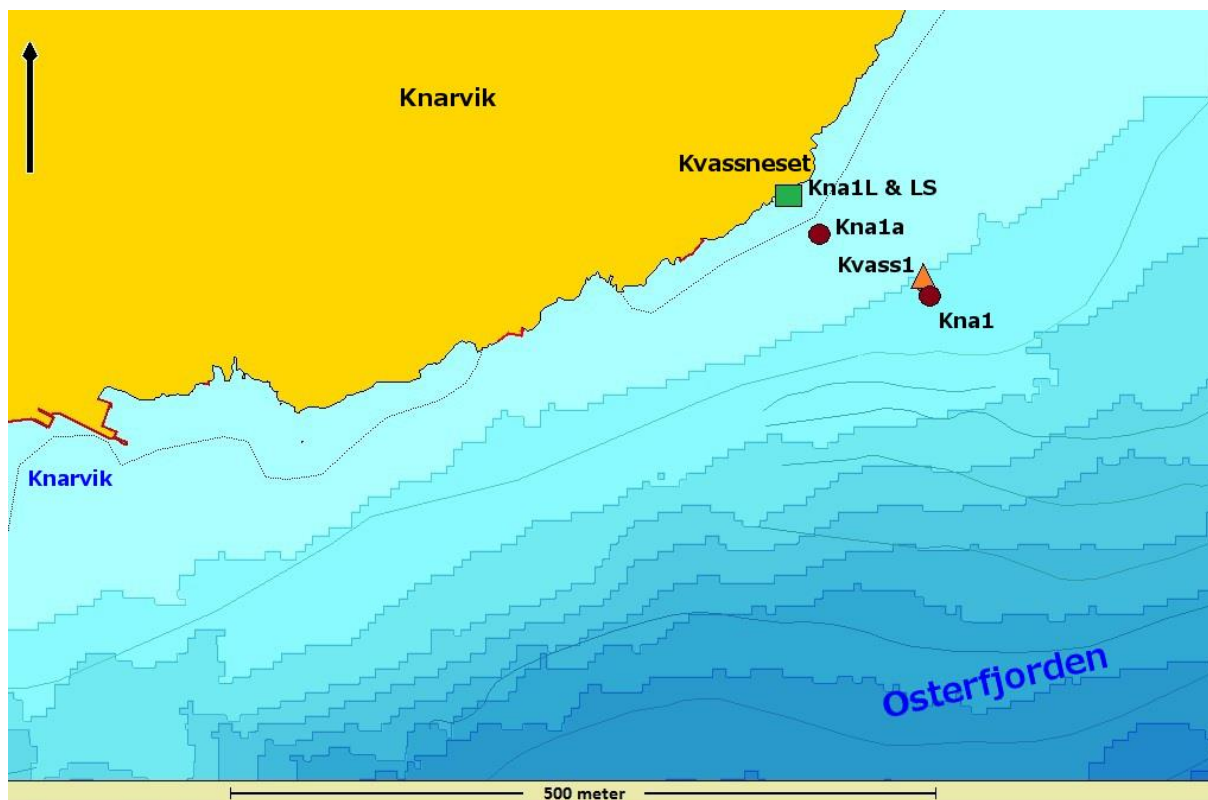
2. MATERIALE OG METODER

2.1 INNSAMLINGSOMRÅDE

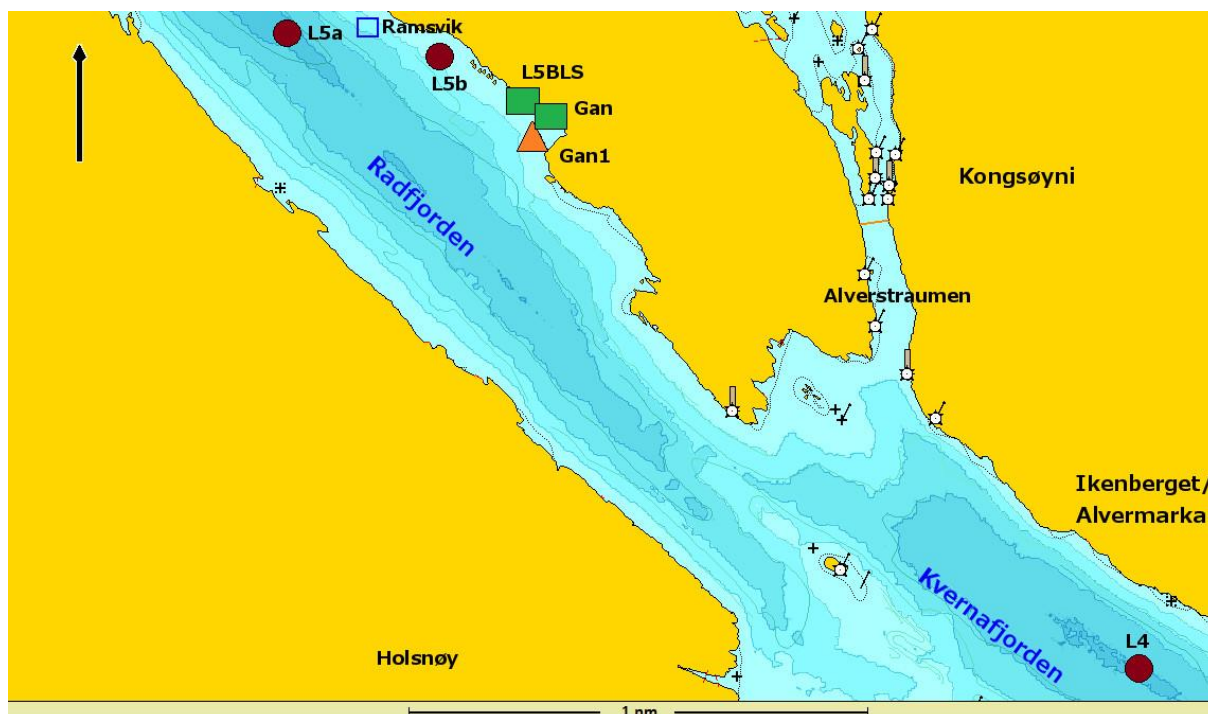
I Område 1 ble det i 2013 tatt bunnprøver fra stasjonen Kna1a, og hydrografi-, nærings salt- og klorofyll-a samt bakterieprøver på stasjonen Kna1. Fjæreundersøkelser med både ruteanalyser og semikvantitative undersøkelser ble utført på Kvassneset, henholdsvis på stasjonene Kna1L og Kna1LS (se vedlegg 13 for stasjonsskisse). Det ble også samlet inn grisetang (*Ascophyllum nodosum*) for miljøkjemianalyser på sistnevnte stasjon. I Område 9 ble det i 2013 tatt bunn-, hydrografi-, nærings salt-, klorofyll a- og bakteriologiske prøver fra stasjon L4 (tidligere Sal11) (Johannessen *et al.*, 1990; Johannessen *et al.*, 1991) i Kvernafjorden, og stasjon L5a i Radfjorden. På stasjon L5b (Radfjorden) ble det tatt bunnprøver. Det ble utført fjæresoneundersøkelser (semikvantitativ) ved stasjon L5BLS, og det ble samlet inn blåskjell (*Mytilus edulis*) for miljøkjemiske analyser ved stasjon Gan. Strømmålinger ble utført i to perioder ved både Kvass1 og Gan1. Oversikt over område for prøvetaking og stasjoner undersøkt er vist i Figur 2.1 - 2.3 og i Tabell 2.1 - 2.3. Omfang av prøvetaking er vist i Tabell 2.4 - 2.7.



Figur 2.1. Kartskisse med over innsamlingsområdet for den utvidete undersøkelsen i Lindås Kommune, 2013. Kartkilde: Norgeskart



Figur 2.2. Kartskisse over stasjonene undersøkt i Område 1. Det ble tatt bunnprøver fra stasjon Kna1a, og vannprøver fra stasjon Kna1. Stasjon for fjæresoneundersøkelser (ruteanalyse, semikvantitativ undersøkelse og innsamling av biologisk materiale) er markert med grønn firkant. Strømmåling merket med oransje trekant. Kartkilde: Olex.



Figur 2.3. Kartskisse over stasjonene undersøkt i Område 9. Det ble tatt bunnprøver fra stasjon L4 og L5b, og vannprøver fra stasjon L5a. Stasjon for fjæresoneundersøkelse (ruteanalyse og semikvantitativ undersøkelse) er markert med grønn firkant. Innsamling av biologisk materiale også fra stasjonen Kna1LS. Strømmåling merket med oransje trekant. Oppdrettsanlegget Ramsvik markert med blå firkant. Kartkilde: Olex.

Stasjonsposisjoner (Tabell 2.1). ble registrert ved hjelp av GPS på båt eller håndholdt GPS. Posisjoner ble opprinnelig registrert i WGS84, lengde- og breddegrad, men er presentert som EUREF89, UTM 32V samt WGS84 i rapporten. Forskjellen mellom WGS84 og EUREF89 er ca. 30 cm (Strand og Øvstedal, 2003), noe som regnes som akseptabelt i forhold til nødvendig nøyaktighetsgrad og andre posisjonerings-feilkilder ved prøvetaking på sjøen.

Tabell 2.1. Prøvetakingsstasjoner i sjø for 2013 med koordinater som WGS84 og UTM 32V (EUREF-89).

Område	Stasjon	Navn	WGS84		UTM 32V		Dybde (m)
			N	Ø	N	Ø	
Område 1	Kna1	Knarvik	60°32,560'N	05°17,968'Ø	6717559	297055	60
	Kna1a*	Knarvik	60° 32.584'N	05° 17.882'Ø	6717607	296979	16
Område 9	L4	Kvernafjorden	60°33,287'N	05°14,913'Ø	6719065	294342	198
	L5a	Radfjorden	60°34,671'N	05°11,138'Ø	6721830	291045	210
	L5b	Radfjorden	60°34,620'N	05°11,811'Ø	6721700	291653	54

*antatt punkt tatt ut fra kart, og er derfor bare et grovt anslag av området hvor grabbingen ble utført (henviser til delkap. 2.10 for forklaring).

Tabell 2.2. Prøvetakingsstasjoner for ruteanalyser (L), semikvantitativ litoralundersøkelse (LS) og innsamling av biologisk materiale (stasjonene Kna1LS og Gan) for 2013 med koordinater.

Område	Stasjon	Navn	WGS84		UTM 32V	
			N	Ø	N	Ø
Område 1	Kna1L	Kvassneset	60° 32.598'N	05° 17.858'Ø	6717559	297055
	Kna1LS	Kvassneset	60° 32.598'N	05° 17.858'Ø	6717559	297055
Område 9	L5BLS	Lindås	60° 34.525'N	05° 12.187'Ø	6721503	291985
	Gan	Gangstø	60° 34.490'N	05° 12.317'Ø	6721431	292100

Tabell 2.3. Strømmålingsstasjoner for 2013 med koordinater.

Område	Lokalitet	Posisjon (WGS84)		Måler nr.	Måledyp (m)	Måleperiode	Antall målinger
		Nord	Øst				
Område 1	Kvassneset Kvass1	60°	005°	SAM-02	9	18.06-07.08.13	7182
		32.565'N	17.963'Ø		30	18.06-07.08.13	7182
					51	18.06-07.08.13	7182
	Kvassneset Kvass1	60°	005°	SAM-02	11	10.12.13-14.01.14	5041
		32.565'N	17.963'Ø		31	10.12.13-14.01.14	5041
					51	10.12.13-14.01.14	5041
Område 9	Gangstø Gan1	60°	005°	SAM-01	10	18.06-07.08.13	7188
		34.444'N	12.225'Ø		31	18.06-07.08.13	7188
					52	18.06-07.08.13	7188
	Gangstø Gan1	60°	005°	SAM-01	9	10.12.13-14.01.14	5041
		34.444'N	12.225'Ø		33	10.12.13-14.01.14	5041
					59	10.12.13-14.01.14	5041

Tabell 2.4. Prøvetaking ved Kvassneset i perioden 22.04.2013 – 15.01.2014.

Stasjon	Dato	Hyd.	Sikt	Nær.	Klo-a	Sed.	Bakt.	Bio.	Kjemi
Kna1a	22.04.2013					✓		✓	✓
Kna1a	24.04.2013					✓		✓	
Kna1	22.04.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	04.06.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	11.06.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	19.06.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	02.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	10.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	16.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	31.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	05.08.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	14.08.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	20.08.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	01.10.2013	✓	✓		✓				
Kna1	29.11.2013	✓	✓		✓				
Kna1	10.12.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
Kna1	15.01.2014	✓	✓	✓	✓		✓		

Tabell 2.5. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Område 1, april 2013. Posisjonering ved hjelp av DGPS. Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb inneholder 16,5 liter. Ikke-akkrediterte hugg (sedimentvolum) er merket med *. Avvik knytt til stasjonskoordinater ved stasjon merket med**. Det henvises til delkap. 2.10 for forklaring.

Stasjon Dato	Sted og pos. (EUREF89 UTM 32V)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøvevolum (l)	Andre opplysninger
Kna1a**	Knarvik	16	1	2*	Hugg 1 og 2 til biologi. Hugg 3 til geologi og kjemi. Hugg 4 til kjemi Sandbunn og stein.
22.04.2013	EU-Ø 296979		2	4,5	
24.04.2013	EU-N 6717607		3	2*	
			4	4,5	

Tabell 2.6. Prøvetaking i Radfjorden og Kvernafjorden, perioden 22.04.2013 – 15.01.2014.

Stasjon	Dato	Hyd.	Sikt	Nær.	Klo-a	Sed.	Bakt.	Bio.	Kjemi
L5b	23.04.2013					✓		✓	✓
L5a	22.04.2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	04.06.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	11.06.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	19.06.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	02.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	10.07.2013	✓	✓	✓			✓		
	16.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	31.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	05.08.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	14.08.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	20.08.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	01.10.2013	✓	✓		✓				
	29.11.2013	✓	✓		✓				
	10.12.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	15.01.2014	✓	✓	✓	✓		✓		
L4	23.04.2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	04.06.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	11.06.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	19.06.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	02.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	10.07.2013	✓	✓	✓			✓		
	16.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	31.07.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	05.08.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	14.08.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	20.08.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	01.10.2013	✓	✓		✓				
	29.11.2013	✓	✓		✓				
	10.12.2013	✓	✓	✓	✓		✓		
	15.01.2014	✓	✓	✓	✓		✓		

Tabell 2.7. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Område 9, 2013. Posisjonering ved hjelp av DGPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb inneholder 16,5 liter. Ikke-akkrediterte hugg (sedimentvolum) er merket med *.

Stasjon Dato	Sted og pos. (EUREF89 UTM 32V)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøvevolum (l)	Andre opplysninger
L5a 22.04.2013	Radfjorden EU-Ø 291045 EU-N 6721830	210	1	16,5	Hugg 1 til kjemi og geologi og biologi, hugg 2-3 til kjemi og biologi. Hugg 4-5 til biologi. Svart/brun gjørme med litt leire.
			2	16,5	
			3	16,5	
			4	16,5	
			5	16,5	
L4 23.04.2013	Kvernafjorden EU-Ø 294342 EU-N 6719065	198	1	16,5	Hugg 1 til kjemi og geologi og biologi, hugg 2-3 til kjemi og biologi. Hugg 4-5 til biologi. Grått, fint sediment.
			2	16,5	
			3	16,5	
			4	16,5	
			5	16,5	
L5b 08.04.2013	Radfjorden EU-Ø 291653 EU-N 6721700	54	1	4,5*	Hugg 1 til kjemi og geologi, hugg 2-3 til kjemi. Hugg 4-8 til biologi. Skjellsand, mye stein.
			2	9,5	
			3	10,5	
			4	8,5	
			5	9,5	
			6	12	
			7	10,5	
			8	8,5	

2.2 NÆRINGSSALTER

Næringssalter er uorganiske forbindelser slik som nitrat (NO_3^-), nitritt (NO_2^-), (orto-) fosfat (PO_4^{3-}) og ammonium (NH_4^+). Alger benytter seg av bl.a. disse næringssaltene for å vokse. Den naturlige konsentrasjonen av disse stoffene i overflatelagene er derfor lavest i sommerhalvåret, under vekstperioden for alger, og stiger i vinterhalvåret, mens det ikke er algevekst. Mangel på næringssalter begrenser veksten av alger i vannmassene i sommerhalvåret, mens i vinterhalvåret er sollys og temperatur begrensende vekstfaktorer. Konsentrasjonen av næringssalter i vannmassene kan øke som følge av menneskelig aktivitet slik som kloakkutslipp, jordbruk og marin akvakultur, en prosess som kalles eutrofiering. Økt næringstilgang vil kunne føre til økt algevekst og økt nedbryting av sedimenterte algerester, noe som kan gi oksygenfattige forhold på sjøbunnen.

Næringssaltene nitrat/nitritt, fosfat, total konsentrasjon av nitrogen (Tot N), total konsentrasjon av fosfor (Tot P) og ammonium (NH_4^+) ble analysert. Resultatene er oppgitt i $\mu\text{g/l}$. Det er kun vekten av fosfor- og nitrogen som inngår i oppgitt konsentrasjon, bundet i f.eks. fosfat eller nitrat/nitritt eller ammonium. Prøvetaking ble tatt i overflaten, på 2, 5, 10, 20, 30, 50, 75 og 100 meters dyp, der det var mulig, mens på grunnere stasjoner ble prøver tatt ned til bunnen. Prøvene ble samlet inn fra april til oktober med Niskin og Ruttner vannhentere. Analyser av næringssalter i vann ble utført hos Eurofins Environment Testing Norway AS (akkrediteringsnummer TEST 003), og ble foretatt etter NS EN ISO 13395 (total nitrogen, nitrogen bundet i nitrat/nitritt), NS EN ISO 11732 (ammonium) og NS EN ISO 15681-2 (fosfat og total fosfor).

Miljødirektoratet har gitt tilstandsklasser for næringssalter som baserer seg på overflatevann i de øverste 10 meterne i vannsøylen. Det er utarbeidet ulike grenseverdier for sommerhalvåret (juni - august) og vinterhalvåret (desember-februar) (Veileder 02:2013). Tabell 2.8 viser grenseverdiene for næringssaltkonsentrasjoner.

Figurene viser et gjennomsnitt fra målepunktene i de ti øverste meterne av vannsøylen og er delt opp i vinterhalvår og sommerhalvår vha. forskjellige farger for lettere å kunne sammenlignes mot Miljødirektoratets tilstandsklasser. Noen av datapunktene fra 2013 ligger noe utenfor sommer- og vinterintervallene i Miljødirektoratets tilstandsklasser, noe man bør være oppmerksom på ved sammenligning av resultatene opp mot tilstandsklassene.

Tabell 2.8. Miljødirektoratets klassifisering av tilstand for næringsalter og siktedyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet, ved saltholdighet over 18 ‰ (Veileder 02:2013, modifisert fra SFT 97:03).

		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
Måleparameter		Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig
Overflatelag	Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)	<11,5	11,5-16	16-29	29-60	>60
Sommer	Fosfat-fosfor ($\mu\text{g P/l}$)	<4	4-7	7-16	16-50	>50
(jun.-aug.)	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	<250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	<12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium ($\mu\text{g N/l}$)	<19	19-50	50-200	200-325	>325
	Siktedyp (m)	>7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5
Overflatelag	Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)	<20	20-25	25-42	42-60	>60
Vinter	Fosfat-fosfor ($\mu\text{g P/l}$)	<14,5	14,5-21	21-34	34-50	>50
(des.-feb.)	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	<291	291-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	<97	97-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium ($\mu\text{g N/l}$)	<33	33-75	75-155	155-325	>325
Dypvann	Oksygen ml/O ₂ /l*	<4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygenmetning(%)**	>65	65-50	50-35	35-20	<20

*Omregningsfaktor til mgO₂/l er 1,42; ** Oksygenmetning er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6 °C.

2.3 KLOROFYLL OG SIKTEDYP

I områder med stor tilførsel av næringsalter kan disse gjødsle og i verste fall overgjødsle sjøen. En av effektene fra overgjødsling er høy algetetthet. Ved å måle klorofyll-a, en spesifikk form av klorofyll, er det mulig å få et mål på mengde mikroalger i en vannprøve. I Tabell 2.9 vises grenseverdiene Miljødirektoratet har satt mellom de ulike tilstandsklassene for klorofyll-a.

Det ble tatt prøver til analyse av klorofyll-a *in situ* ved hjelp av fluorescensmåler på CTD, data er presentert som 90 % percentil data fra innsamlingsperioden. Percentil(prosentil) et spredningsmål som egner seg når en har ikke-parametriske fordelinger. Percentilene deler materialet i hundre like store deler. De betegnes P01, P02,..., P99. n-prosentilen er den verdi der n % av observasjonene har lavere verdi enn denne. 90 % percentilen viser den verdien som 90 % av alle verdiene er mindre enn.

Tabell 2.9. Referanseverdier og klassegrenser for klorofyll-a ($\mu\text{g/L}$) i de ulike økoregioner og vann typer (Veileder 02:2013).

Region	Salinitet	Referanse	Tilstandsklasser				
			Tilstand	I	II	III	IV
Nordsjøen/Norskehavet							
Vann type			Svært god	God	Moderat	Dårlig	Meget dårlig
Eksponert	≥30	2,0	<3,0	3-<6	6-<8	8-<14	>14
Moderat eksponert	≥30	1,7	<2,5	2,5-<5	5-<8	8-<16	>16
Beskyttet	≥30	1,7	<2,5	2,5-<5	5-<8	8-<16	>16
Ferskvannspåvirket	18-<30	2,0	<2,6	2,6-<4	4-<6	6-<12	>12

Siktedyppet ble målt som det dyp hvor det fra overflaten kan skimtes en hvit skive med diameter på 25 cm (Secchi-skive). Siktedyppet gir et mål for gjennomskinnelighet i vann, og er blant annet avhengig av antall partikler i vannet. Særlig ved store mengder planktonalger i sommerhalvåret kan sikten være dårlig. I områder med stor organisk forurensning og store tilførsler av avrenning fra land kan sikten være dårlig hele året.

2.4 BAKTERIER

Forekomsten av koliforme bakterier og enterokokker i vannprøvene reflekterer innholdet av fekalierester fra varmblodige dyr og mennesker da disse bakteriene lever i tarmen til varmblodige dyr. Disse bakteriene formerer seg ikke i sjøvann, men vil etter utslipp være tilstede i vannet i en periode. Lavere temperatur vil forlenge levetiden til disse bakteriene, mens høyere saltkonsentrasjon vil forkorte levetiden. Koliforme bakterier er Gram-negative stavformede, ikke-sporedannende bakterier i stand til å fermentere. Det har vært standard å bruke én art i denne gruppen, *Escherichia coli* (*E. coli*), som indikator på innhold av fersk avføring. Med metoden som er brukt ved analysene i årets undersøkelse er også total mengde av alle koliforme bakterier oppgitt. Metoden for påvisning av koliforme bakterier er IDEXX-Colilert, og resultatene er oppgitt i MPN (most probable number) per 100 ml vann. Da metoden krever at saltvann fortynnes med en faktor på 10, vil minste målbare kvantitet være 10. Enterokokker (fekale streptokokker) er Gram-positive, ikke-sporedannende, fakultativt anaerobe kokker. De forekommer i lavere antall enn de koliforme bakteriene i tarmfloraen hos mennesker. Den vanligste arten i tarmen er *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*). Enterokokkene overlever lenger i vann enn de koliforme bakteriene, og vil derfor kunne vise utslipp lenger tilbake i tid, og lenger borte fra utslippspunkt. Antall enterokokker er oppgitt som cfu (colony forming units) per 100 ml vann etter dyrking i et selektivt medium.

I kystvann vil konsentrasjonen av tarmbakterier først og fremst ha innvirkning på egnethet for bading og rekreasjon. En fullstendig klassifisering av egnethet forutsetter et mer intensivt prøvetakingsprogram enn det som er en del av denne undersøkelsen (SFT 97:03-Molvær et al., 1997), men det er likevel mulig å få en indikasjon av omtrentlig tilstand basert på punktene i undersøkelsen. Miljødirektoratet har tidligere utarbeidet tilstandsklasser for forekomst av termotolerante koliforme bakterier samt klassifisering av egnethet for bading og rekreasjon for termotolerante koliforme bakterier og enterokokker. Disse er gjengitt i Tabell 2.10. Da tilstandsklassene forutsetter et større prøvetakingsprogram, og da parameteren termotolerante koliforme bakterier baserer seg på en annen metode enn det som er brukt i denne undersøkelsen, er tabellen kun veiledende.

Tabell 2.10. Tilstandsklassifisering og egnethetsklassifisering for bading og rekreasjon for konsentrasjon av termotolerante koliforme bakterier (TKB) og enterokokker i kystvann (SFT 97:03 - Molvær et al., 1997).

Parametere	Tilstandsklasser				
	I	II	III	IV	V
	Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig
TKB (per 100 ml)	<10	10-100	100-300	300-1000	>1000
parametere	Egnethetsklasser (bading og rekreasjon)				
	1	2	3	4	
	Godt egnet	Egnet	Mindre egnet	Ikke egnet	
TKB (per 100 ml)	<100	<100	100-1000	>1000	
Ent. (per 100 ml)	<30	<30	30-300	>300	

2.5 OKSYGENMÅLINGER

Oksygeninnholdet i vannet er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god utskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som oftest tilfredsstillende. Dersom det tilføres store mengder organisk materiale kan imidlertid oksygeninnholdet bli lavt. Oksygen kan enten oppgis i absolutt konsentrasjon (ml/l) eller som prosentvis metning. Er vannet mettet med oksygen er metningen 100 %. Oksygenmengden i et oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Noen ganger kan det være overmetning, det vil si over 100 % metning. Miljødirektoratets tilstandsklasser for oksygen er oppgitt i Tabell 2.8.

I mer innestengte områder, på innsiden av terskler der sirkulasjonen er dårlig, kan vannet fra bunnen og oppover bli helt fritt for oksygen, noe som betegnes som anoksiske forhold. Det vil da utvikles hydrogensulfid (H₂S) med karakteristisk lukt (som råtne egg), og svært få organismer vil være tilstede i slike vannmasser og i bunnsedimentene. Organisk belastning fra næringsalter, såkalt eutrofiering (overgjødning) vil føre til at oksygenet i vannsøylen fortere vil bli brukt opp.

Oksygeninnholdet i vannet ble målt både med oksygensensorer tilkoblet CTD-sonde, og fra vannprøver med Winklers metode. Oksygensensor gir en oksygenprofil i vannsøylen som gjør det mulig å se sjiktinger i vannsøylen med henhold på denne parameteren. Winklers metode gir nøyaktige punktavlesninger ved valgte dyp, og er spesielt benyttet i dypet av hovedfjordsystemet. Undersøkelsene med Winklers metode og CTD har også vært brukt for gjensidig kvalitetssikring. Klassifiseringen av bunnvann i rapporten er basert på Winkler analyser da det er denne metoden som er grunnlag for alt historisk materiale vedrørende oksygendata.

2.6 BUNNUNDERSØKELSER

Sediment undersøkelser

Fra hver bunnstasjon ble det tatt én prøve til bestemmelse av partikkelfordeling og organisk innhold i sedimentet ved MOLAB AS (akkrediteringsnummer TEST 032). Partikkelfordelingen ble bestemt i henhold til metode NS- 9423, og det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som i henhold til metode NS-4764. Tilstandsklasse for TOC (organisk karbon) gitt etter SFT Veileder 97:03 (Tabell 2.11). Glødetapet ble bestemt etter brenning ved 550 °C i 2 timer.

Tabell 2.11. Tilstand for organisk innhold i sediment i henhold til SFT Veileder 97:03.

	Parameter	Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
TOC	Organisk karbon (mg/g)	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med gode strømforhold vil finere partikler bli ført bort. De grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingen, som da vil vise at mesteparten av partiklene i sedimentet ligger i den grovere del av størrelsesspekteret. I et område med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avleires i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt fraksjonen dvs. mindre enn 0,063 mm. Kornfordelingen benyttes også som en støtteparameter i vurdering av miljøgiftinnhold, ettersom miljøgifter som tungmetaller, PAH og PCB har stor affinitet for partikler. Fint sediment har større overflate per volumenhet og vil dermed kunne binde mer miljøgifter enn grovere sediment. TA-2229/2007 (Bakke et al., 2007) sier følgende om partikkelfordeling som støtteparameter for miljøgiftanalyser i sediment: «Klassifiseringssystemet for marine sedimenter er beregnet for finkornet sedimenter (leire-silt). Sedimenter med innslag av grus og grov sand vil ikke være egnet. Miljøgifter er hovedsakelig knyttet til små partikler (silt-leire) og organisk materiale.»

Bunndyrsundersøkelser

Prøvene tas med van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Dette muliggjør fastsettelse av antall organismer per areal- eller volumenhet. Hvor dypt grabben graver ned i sedimentet avhenger av hardheten til sedimentet og av vekten til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sedimentvolumet av hver grabbprøve målt. I henhold til ISO 16665:2014 skal prøvevolumet være minst 5 L sand og 10 L leire eller mudder, dvs. at grabben minimum tar prøve av de øverste 5-7 cm. Prøver med mindre sediment med dette kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene på stasjonen. Sedimentet blir deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene, som består av materialet som ligger igjen i sikten, ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene blir deretter konservert i 4 % nøytralisert formalin. Dyrene sorteres ut fra sediment-restene under lupe i laboratoriet, og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Prøvetaking er utført akkreditert i henhold til standard ISO 16665:2014 (Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna).

Komplett artsliste er presentert i Vedlegg 7. Artslisten omfatter hele materialet, også plankton som er fanget av den åpne grabben på vei ned. Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, slik at analysene kun omfatter dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet. Eksempelvis er krepsdyr som lever fritt på bunnen ikke tatt med. Artssammensetningen i prøvene gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er og har vært det siste året. I Vedlegg 1 er det gitt en kort omtale av de metodene som kan anvendes til beregninger og analyser av det innsamlede bunndyrs materialet. Prøveinnsamling og artsbestemmelse ble utført akkreditert ved SAM-Marin (akkrediteringsnummer TEST 157).

Følgende grupper er tatt med i denne analysen: bløte koralldyr (Anthozoa), børstemark (Polychaeta og Oligochaeta), pølseormer (Sipuncula), krepsdyrene *Verruca stroemi*, *Balanus sp.*, *Eriopisa elongata*, *Calocaris macandreae* og *Calocarides coronatus*, bløtdyr (Mollusca), phoroniden *Phoronis sp.*, pigghuder (Echinodermata), krageormer (Enteropneusta), armføttinger (Brachiopoda) og sekkedyr (Asciacea).

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2013 Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann). I teksten benyttes forkortelsen «Vannforskriften». Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') (basert på sum) og ømfintlighetsindeksen NQ1 (basert på snitt) med hovedvekt på sistnevnte (Tabell 2.12). NQ1 tar i motsetning til H' , hensyn til hvilke dyr som er i prøvene.

I tabellene for biologiske beregninger er det tatt med resultater for både snitt og sum for hver stasjon. Med snitt menes gjennomsnittet av arter og individer fra samtlige hugg per stasjon og sum gir det totale antall arter og individer på en stasjon. Bruken av snitt skal veie opp for eventuelle ulikheter i grabbhuggene med hensyn til antall arter og individer. Å bruke snitt er en mer matematisk tilnærming til å klassifisere en stasjon mens sum gir eksakte tall på antall arter og individer. Et lite eksempel: Hvis vi har utført to grabbhugg på Stasjon X med henholdsvis 50 arter i det ene hugget og 100 arter i det andre og vi antar at det andre hugget inkluderer alle de samme artene som det første, da vil vi for snitt få $100+50/2=75$ arter på stasjon X, mens for sum vil vi få 100 arter. På stasjon X vil det da være 100 arter tilstede men beregningene som brukes i klassifiseringen baserer seg på 75 arter.

Veileder 01:2009 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009) innførte bruken av snitt i beregningen av biologiske indekser for klassifisering av bunndyrsfauna,

tidligere var det blitt brukt sum som grunnlag for klassifisering av bunnfauna. Siden mesteparten av de historiske dataene er beregnet for sum velger vi fremdeles å inkludere denne i tabeller i tillegg til snitt som definerer tilstandsklasser. Ved å gjøre dette blir det lettere å sammenligne nye data mot historiske for bedre å kunne se endringer over tid. Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Merk at grenseverdiene for tilstandsklassene «god» og «svært god» er endret i Veileder 02:2013, og det kreves nå høyere verdier av alle indeksene for å oppnå den beste tilstandsklassen for klassifisering av makrofauna. For en grundigere gjennomgang av de forskjellige indeksene, se Vedlegg 1. Videre er Geometriske klasser, ti på topp artslistene, og clusteranalyser for bunnfauna vist i henholdsvis Vedlegg 8, 9 og 10.

Tabell 2.12. Oversikt over ømfintlighets- og diversitetsindekser ved bruk av klassifisering av tilstand ved hjelp av Bunnnyrdata (Direktorats gruppen for Vanndirektivet, 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
ISl 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

2.7 FJÆREUNDERSØKELSER

Fjæren (litoralsonen) kan generelt defineres som strandsonen mellom høy- og lavvann. I områder med fjell eller større steiner er fjæren ofte dekket av makroalger eller dyr. Flere av artene lever i bestemte nivå i fjæren og danner karakteristiske soner. Sammensetningen av arter i fjæren blir bestemt ut fra ulike abiotiske forhold, som for eksempel eksponeringsgrad, salinitet og substrat. I beskyttede områder med fjell eller større steiner, finner en ofte en tett vegetasjon av tang. Innimellom tangen lever mange andre alger og dyr, f.eks. snegler, krepsdyr, mosdyr og hydroider. I områder som er mer eksponerte for bølger, er tangvegetasjonen mindre tett og består delvis av andre arter enn i beskyttet fjære. Store flater er ofte fri for tang og dekket av fjærerur (*Semibalanus balanoides*) og blåskjell (*Mytilus edulis*).

Mange litoralarter er sårbare, og vil ofte forsvinne i forurensede områder. Fjæresonen blir da etter en kort tid dominert av hurtigvoksende grønn- og brunalger (opportunist), som utnytter de bare partiene etter tangplantene og fastsittende dyr. Samtidig vil det være færre snegl som beiter på algene. Fjæresoneundersøkelser er dermed en naturlig komponent i å kartlegge miljøtilstanden rundt potensielle utslippkilder.

Ruteanalyse

Ruteanalyser innebærer at mengden av alle makroskopiske planter og dyr (>1mm) innenfor prøveruten blir registrert (NS-EN ISO 19493:2007). Undersøkelsen utføres ved spring lavvann mens rutene er tørrlagt. Hver rute blir delt inn i 25 delruter som blir undersøkt for antall bevegelige organismer eller dekningsgrad. Dersom en art ikke lar seg bestemme i felt, blir det tatt prøve for

senere identifisering i lupe eller mikroskop. Fastsittende planter og mindre fastsittende dyr angis i dekningsgrad (% av rutens overflate som er dekket av arten). Den totale dekningsgraden til en rute er summen av dekningsgraden for alle artene. Bevegelige dyr og større fastsittende dyr angis i antall individer per prøverute. Størrelsen på rutene er 0,5 x 0,5 m og plasseringen av dem er markert med faste bolter i fjellet. Alle prøverutene blir fotografert (Foto 1). Hvis store deler av underlaget er skjult under større tangplanter blir ruten fotografert på ny etter at plantene er brettet til side. Dette er en metode som fastsetter kvantitativt forekomsten av de artene som er i strandsonen. Metoden gir et omfattende datamateriale som muliggjør sammenlikning av utviklingen over tid, og viser forskjeller mellom stasjonene. Metoden krever minimum 0,5 m forskjell mellom flo og fjære.



Foto 1: Ruteanalyse på stasjon Kna1L, 2013

Semikvantitativ

Ved en semikvantitativ undersøkelse blir forekomsten av alle alger og dyr større enn 1 mm innenfor åtte meter strandlinje registrert (NS-EN ISO 19493:2007). I denne rapporten ble forekomsten gitt etter en seks-delt skala (Tabell 2.13). Stasjonene plasseres i områder med egnet strandsoner. Det vil si minst åtte meter strandsoner som er flat nok til at man kan gå på land og foreta registreringene (Foto 2). Arter som ikke lot seg bestemme i felt, ble tatt med til laboratoriet for sikker identifisering. Stasjonene og strandsonen rundt fotograferes. Fotodokumentasjonen oppbevares hos SAM-Marin. Metoden gir en oversikt over mengdeforholdet av organismene i strandsonen. Da dette ikke er en kvantitativ metode, er ikke denne like nøyaktig som en kvantitativ ruteanalyse, og gir ikke samme mulighet til å sammenlikne stasjoner eller utviklingen over tid. Denne metoden samsvarer med den multimetriske indeksen i Vannforskriften.

Tabell 2.13. Mengdeskala benyttet ved semikvantitativ undersøkelse

Kategori	Beskrivelse
0	Ingen
1	Tilstede
2	Spredt
3	Vanlig
4	Dominerende
5	Sterkt dominerende



Foto 2: Oppmåling for semikvantitativ analyse ved stasjonen L5BLS, 2013.

Matematiske analyser for ruteanalyser

Tallbehandlingen av mengdedata for planter og dyr utføres på gjennomsnittet for hvert nivå og hver stasjon. Multivariate metoder brukes for å gi et bilde av hvordan artssammensetningen fordeler seg mellom ulike stasjoner og/eller ulike tidspunkt. Metoden brukes til å tolke et ellers stort og uoversiktlig datamateriale. Vi har fulgt anbefalingene fra Field et al., (1982) ved å benytte Bray-Curtis indeks som similaritetsmål. Beregningene er foretatt på skalerte dekningsgrads- og individdata.

2.8 MILJØKJEMI

Det ble tatt prøver til kjemisk analyse av sediment ved stasjonene Kna1a, L4, L5a og L5b. Det ble også tatt prøver til kjemisk analyse av biologisk materiale fra stasjonen Kna1LS (grisetang) og Gan (blåskjell). Tre sediment prøver per stasjon ble samlet inn med van Veen grabb og tre paralleller av biologisk materiale pr stasjon ble analysert for tungmetaller (bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink), tributyltinn (TBT), samt syv polyklorerte bifenyl (PCB7), og seksten polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH16 - EPA). 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 parallellene, etter TA-2229/2007 (Tabell 2.14), og tilstandsklasser for biologisk materiale er tildelt på bakgrunn av snittverdi av de tre parallellene etter SFT 97:03 (Molvær et al., 2003, Tabell 2.15-16). I mange tilfeller er analyseusikkerheten betydelig (>20 %). For tributyltinn (TBT) er den forvaltningsmessige grenseverdien benyttet for tildeling av tilstandsklasse (Tabell 2.14), da dette er et studie gjort i forvaltningsøyemed. For tributyltinn (TBT) kan det være store forskjeller mellom huggene som er analysert, som kan i noen tilfeller gi store standardavvik. Dette forklares av flekkvis distribusjon av metaller/miljøgifter.

Tabell 2.14. 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
Acenaftalen (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
Fluoranthren (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
Dibenzof[ah]antracen (µg/kg)	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
Benzo[ghi]perylene (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 2.15. Klassifisering av tilstand ut fra organismers innhold av metaller, arsen og fluorid (SFT 97:03, Molvær et al., 2003).

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 (kr. 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 avlagende 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 2.16. Klassifisering av tilstand ut fra organiske miljøgifter i organismer (SFT 97:03, Molvær et al., 2003).

Arter/vev:	Parametre:	Tilstandsklasser:				
		I Ubetydelig- Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Blåskjell bløtdeler minus lukkemusklør (friskvektsbasis)	Σ PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 50 *	50 - 200	200 - 2000	2000 - 5000	> 5000
	Σ KPAH ** ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 300	> 300
	B(a)P ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
	Σ DDT ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 2	2 - 5	5 - 10	10 - 30	> 30
	HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 0.1 *	0.1 - 0.3	0.3 - 1	1 - 5	> 5
	Σ HCH ¹⁾ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 1 *	1 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
	Σ PCB ₇ ** ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 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 levør (friskvektsbasis)	Σ DDT ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 200	200 - 500	500 - 1500	1500 - 3000	> 3000
	HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 20	20 - 50	50 - 200	200 - 400	> 400
	Σ HCH ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 50	50 - 200	200 - 500	500 - 1000	> 1000
	Σ PCB ₇ ** ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 500	500 - 1500	1500 - 4000	4000 - 10000	> 10000
	TE _{PCDF/D} (ng/kg)	< 15 *	15 - 40	40 - 100	100 - 300	> 300
Torsk filét (friskvektsbasis)	Σ DDT ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 1 *	1 - 3	3 - 10	10 - 25	> 25
	HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 2	2 - 5	> 5
	Σ HCH ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 0.5 *	0.5 - 2	2 - 5	5 - 15	> 15
	Σ PCB ₇ ** ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 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 (friskvektsbasis)	Σ DDT ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 2 *	2 - 4	4 - 15	15 - 40	> 40
	HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 0.2 *	0.2 - 0.5	0.5 - 2	2 - 5	> 5
	Σ HCH ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 1 *	1 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
	Σ PCB ₇ ** ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 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 (friskvektsbasis)	Σ DDT ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 20	20 - 50	50 - 150	150 - 300	> 300
	HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 2	2 - 5	5 - 20	20 - 50	> 50
	Σ HCH ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 10	10 - 30	30 - 100	100 - 250	> 250
	Σ PCB ₇ ** ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 50	50 - 150	150 - 500	500 - 1000	> 1000
	TE _{PCDF/D} (ng/kg)	< 1.5 *	1.5 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
Taskekrabbe hepatopankreas (friskvektsbasis)	TE _{PCDF/D} (ng/kg)	< 10 *	10 - 30	30 - 100	100 - 250	> 250

¹⁾ HCH: Hekseklorokloheksener, bl. a. lindan. Med Σ HCH 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 l. 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).

2.9 STRØMMÅLING

Det ble gjennomført strømmålinger på to stasjoner i Lindås kommune, Gangstø og Kvassneset. Strømmålingene ble foretatt første gang om sommeren (juni - august 2013) og en gjentatt måling om vinteren (desember 2013 – januar 2014). Målingene ble utført med Nortek Acoustic Doppler (400kHz) som var innstilt til å måle hvert 10. minutt gjennom hele måleperioden (1 minutt med registrering av data og 9 minutter hvile). Strømforhold som er vurdert gjelder strømforhold nær overflaten (overflatestrøm), midt i vannsøylen (spredningsstrøm) og nær bunn (bunnstrøm). Strømdata er kvalitetssikret med bruk av programvaren Surge (versjon 1.14.01, Nortek AS) og analysert med bruk av programvaren SD6000 (versjon 4.6.3.49, Morten Hammersland Programvare). Strømdata fra Kvassneset i perioden 10.12.13 – 14.01.14 viser mye tilt av instrumentet i måleperioden. Dette har gitt noe redusert kvalitet på overflatemålingene ved Kvassneset i denne perioden. Rådata til alle målingene finnes oppbevart hos Uni Research AS, SAM-Marin.

Strømhastighet er gitt som gjennomsnitt (standardavvik) og høyeste registrert hastighet. Signifikante hastigheter er gjennomsnittet av inntil 1/3 av målingene som viser høyest / lavest hastighet. Strømstille forhold i måleperioden er gitt i prosent (%). Vanntransport er bevegelse av vannmasser beregnet utfra strømhastighet og retning. Vanntransportretninger inntil 1/3 av de høyeste registrerte verdiene er vurdert som mest signifikant. Frekvens til registrerte signifikante retninger er rangert fra 1 (høyest) til 3 (lavest). Figurer som viser strømhastigheter, retninger og vanntransport er presentert i vedleggsdelen.

2.10 AVVIK OG ENDRINGER I FORHOLD TIL PROGRAMMET

- Prøvetaking på stasjonen L5 var ikke mulig da koordinatene ikke stemte overens med stasjonens plassering i kartet. Koordinatene har tydeligvis blitt skrevet feil da stasjonen ble opprettet på 80-tallet. Det er opprettet en ny stasjon (L5b) nærmere land enn det som antas å være L5s plassering.
- Ny stasjon utenfor Knarvik: Kna1a, med midlertidige koordinater 60° 32.584' N, 005° 17.882' Ø, 16 m dyp. Bratt og svært vanskelige forhold, mange bomhugg med stein i åpningen på grabben. Prøvetaking på stasjonen ble avsluttet da grabben hengte seg fast i skrånningen. Vi fikk totalt 2 hugg til biologiske analyser og 2 hugg til kjemiske analyser, samt materiale til geologiske analyser. Grunnet manglende føring av stasjonskoordinat i toktjournal er dette punktet i ettertid tatt ut fra kart, og er derfor bare et grovt anslag av området hvor grabbingen ble utført. Korrekt stadfesting av grabb-punktet vil muliggjøres om data fra fartøyets kartmaskin blir tilgjengelig. Denne har imidlertid hatt en systemkrasj, og det er usikkert hvorvidt dette kan/vil bli gjenopprettet.
- Ruteanalyser ved L5 BLS utgikk da forholdene/området ikke var egnet for dette. Det ble utført semikvantitativ undersøkelse.

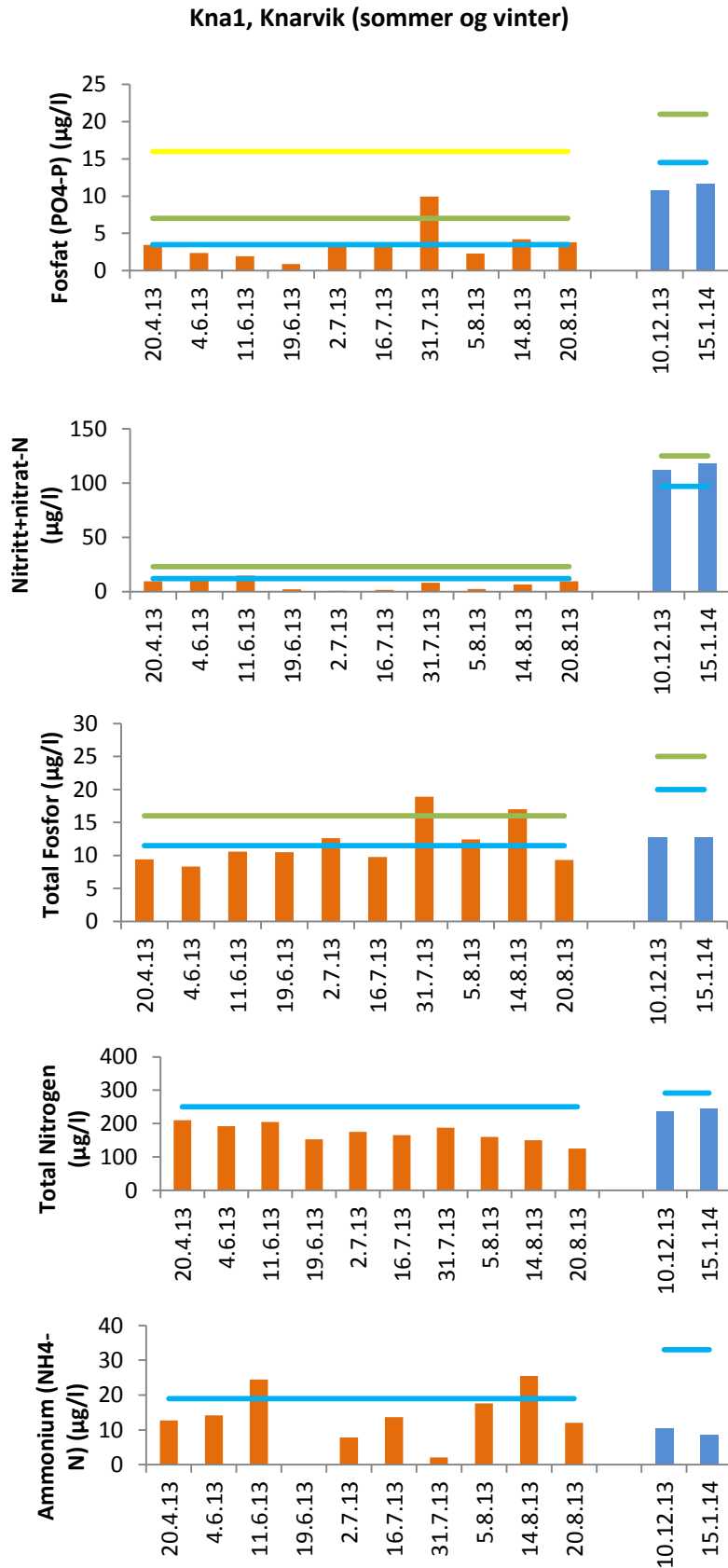
3. RESULTATER

3.1 NÆRINGSSALTER

Næringssaltprøver ble tatt fra stasjonene Kna1, L4 og L5a. Resultatet fra stasjonene vises i sin helhet med sommerverdier og vinterverdier i de samme figurene (Figurene 3.1 - 3.3). Resultatene for næringssalter i hele vannsøylen er gitt i tabellform i Vedlegg 6. Se Seksjon 2.2 for en gjennomgang av Miljødirektoratets tilstandsklassifisering og grenseverdier.

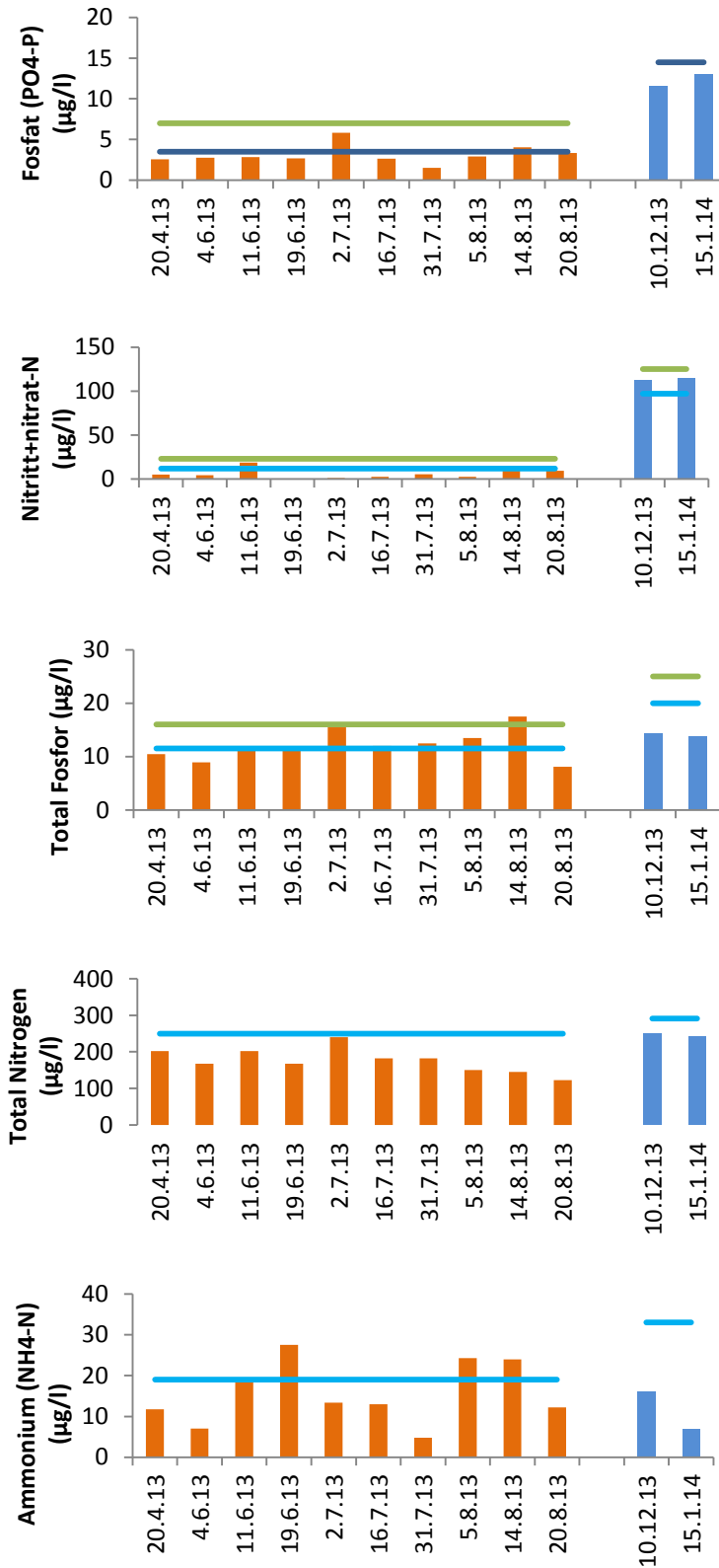
Sommerverdiene av de ulike næringssaltene er generelt lave og i tilstandsklasse I, men enkeltverdier kom innenfor tilstandsklasse II og III ved alle stasjoner undersøkt. Ved Kna1 var fosfat målt til tilstandsklasse III i juli, mens total fosfor var i tilstandsklasse II eller III ved fire målinger i juli og august. Ved både L4 og L5a lå verdiene av total fosfor like ved grensen til tilstandsklasse II i juli og august, med noe høyere enkeltverdier for næringssalter i tilstandsklasse II – God og tilstandsklasse III – Moderat. I motsetning til vanlig utvikling, hvor næringssaltkonsentrasjonen er høyest i april før våroppblomstringen var de høyeste konsentrasjonene av næringssalter i Radfjorden i juli og august. Dette kan komme av økt avrenning før undersøkelsestidspunktet, da området opplevde en dobling av nedbørmengden i forhold til normalen på denne tiden. Nærhet til oppdrettsanlegg kan også være en forklaring, da en har økt fôring i anleggene tilknyttet vår/sommer, som bidrar til økt næringstilførsel til fjorden.

For vintermålingene 2013-2014 var innholdet av næringssalter ved de undersøkte stasjonene jevnt over lavt (tilstandsklasse I - Meget god), unntatt for nitrat/nitritt som hadde tilstandsklasse II – God. Sammenlignet med undersøkelsen i oktober 2004 (Heggøy et al., 2005), var innholdet av næringssalter på stasjonene L4 og L5a også da lave, og alle var innenfor tilstandsklasse I – Meget god. Det er kjent at næringssaltkonsentrasjonene stiger i løpet av vinteren.



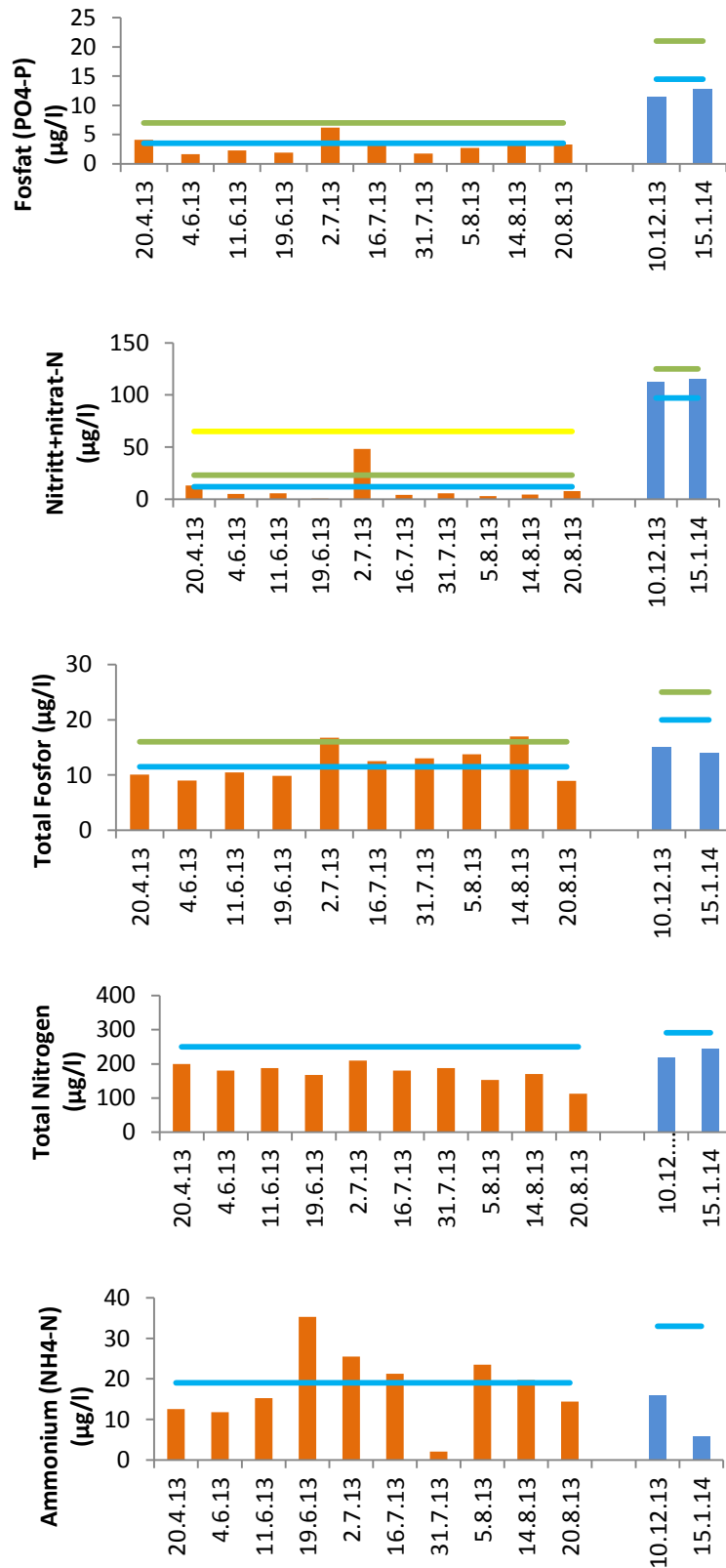
Figur 3.1. Gjennomsnittlig konsentrasjon av Fosfat, total Fosfor, gjennomsnittlig konsentrasjon av Nitritt/Nitrat, total mengde Nitrogen og gjennomsnittlig konsentrasjon av Ammonium (NH₄) i prøver fra overflatelaget (0-10 m dyp) ved stasjonen Kna1 i sommerhalvåret (orange søyler) og vinterhalvåret (blå søyler) i 2013 og januar 2014. Miljødirektoratets grenser for tilstandsklasse I- III for sommer- og vinterhalvåret er markert.

L4, Kvernafjorden (sommer og vinter)



Figur 3.2. Gjennomsnittlig konsentrasjon av Fosfat, total Fosfor, Nitrat/Nitritt, total mengde Nitrogen og gjennomsnittlig konsentrasjon av Ammonium (NH₄) i prøver fra overflatelaget (0-10 m dyp) ved stasjonen L4 (Kvernafjorden) i sommerhalvåret (orange søyler) og vinterhalvåret (blå søyler) i 2013 og januar 2014. Miljødirektoratets grenser for tilstandsklasse I- II for sommer- og vinterhalvåret er markert.

L5a, Radfjorden (sommer og vinter)



Figur 3.3. Gjennomsnittlig konsentrasjon av fosfat, total fosfor, nitrat/nitritt, total mengde nitrogen og gjennomsnittlig konsentrasjon av Ammonium (NH₄) i prøver fra overflatelaget (0-10 m dyp) ved stasjonen L5a (Radfjorden) i sommerhalvåret (orange søyler) og vinterhalvåret (blå søyler) i 2013 og januar 2014. Miljødirektoratets grenser for tilstandsklasse I-III for sommer- og vinterhalvåret er markert.

3.2 KLOROFYLL-A OG SIKTEDYP

Klorofyll-a-målingene representeres her av fluorescens (F), målt *in situ* ved fluorometer på CTD sonden ved stasjonene i april, juni, august og oktober. Fluorescens ved CTD målinger er vist i Vedlegg 5, sammen med data for siktedyp.

Stasjonene Kna1 og L5a hadde verdier i tilstandsklasse II – God, mens stasjonen L4 hadde verdier i tilstandsklasse III – Moderat.

Tabell 3.1. Konsentrasjoner av Klorofyll-a i de øverste ti meterne av vannsøylen, presentert som 90 percentil av fluorescens (F) målinger *in situ* fra april, juni, august og oktober 2013. Tilstandsklasser er tildelt etter Veileder 02:2013 for klorofyll-a i ferskvannspåvirkede vannforekomster i Nordsjøen og Norskehavet. Klassifiseringen som er satt i denne rapporten for klorofyll-a må sees på som veiledende og ikke absolutt, se avsnitt om klorofyll-a i materiale og metoder.

År	Dyp (m)	Klorofyll-a (F µg/l)		
		Kna1	L5a	L4
2013	0-10	3,1	2,7	4,4

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

3.3 BAKTERIER

Forekomsten av termotolerante koliforme bakterier i vannprøvene reflekterer innholdet av fekalierester fra varmblodige dyr og mennesker. Det ble det tatt bakteriologiske prøver ved stasjonene Kna1 (Knarvik), L4 (Kvernafjorden) og L5a (Radfjorden) i 2013 (Tabell 3.2 - 3.3). Det foreligger ikke historiske data for stasjonene.

Konsentrasjonene av E.coli ligger innenfor tilstandsklasse I og II i hele perioden for stasjonene Kna1, L4 og L5a. Tilstandsklasse I og II ved Kna1 tilsvarer godt egnet badevann. For grenseverdier, se Tabell 2.10, seksjon 2.4). Bakterietallene er høyest i august og desember på Kna1, og i juni og august for L4 og L5a.

Tabell 3.2. Forekomst av koliforme bakterier og enterokokker fra stasjonene Kna1 (Knarvik) (to paralleller A/B) i fra feb. 2013 til jan. 2014. Fargekodene gjengir tilstandsklasser for E. coli i henhold til SFT 97:03. Blå: tilstandsklasse I – Meget god; grønn: tilstandsklasse II – God.

Stasjon		februar	april/ mai	4. juni	11.juni	2.juli	16. juli	31. juli	5.aug	14.aug	21.aug	02.okt	10.des	jan.2014
E. coli (MPN/100 ml)	Kna1 (A/B)	<10/<10	<10/ <10	<10/<10	<10/<10	<10/10	<10/<10	<10/<10	20/30	10/30	10/20	-	10/30	20/20
	Kna1 (A/B)	<1/<1	<1/<1	1/<1	<1/<1	<1/<1	0/1	3/1	1/<1	<1/<1	1/2	-	17/22	2/4

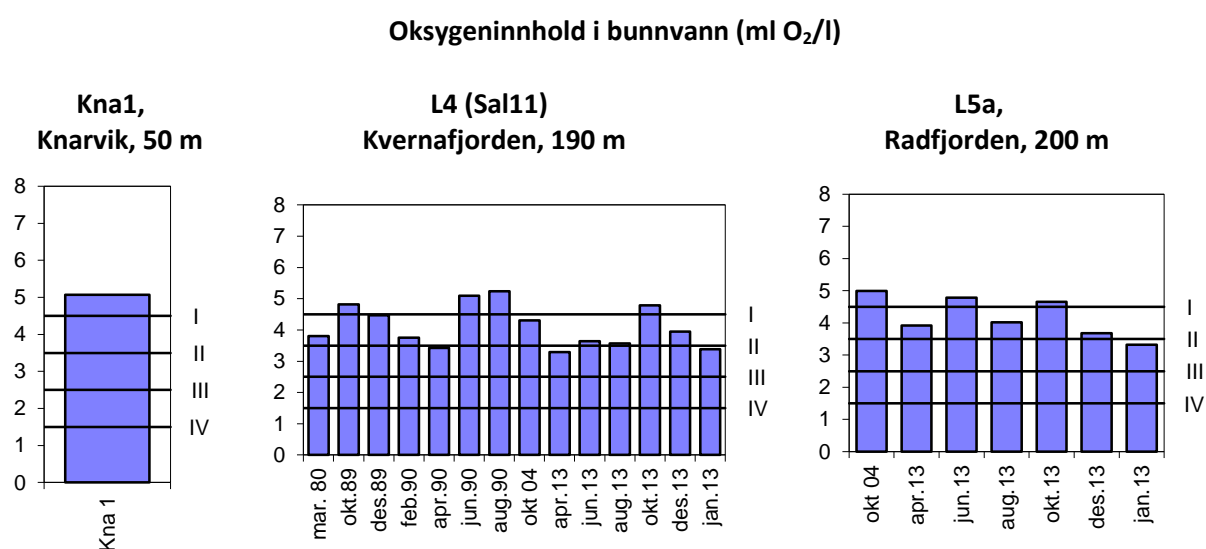
Tabell 3.3. Forekomst av koliforme bakterier og enterokokker fra stasjoner i Område 9 i 2013 og jan. 2014 (to paralleller A/B). Fargekodene gjengir tilstandsklasser for E. coli i henhold til SFT 97:03. Blå: tilstandsklasse I – Meget god; grønn: tilstandsklasse II – God.

Stasjon		feb	april	4. juni	11. juni	2.juli	16. juli	31. juli	5.aug	14.aug	21.aug	10.des	jan.2014
E. coli (MPN/100 ml)	L4 (A/B)	<10/<10	<10/<10	20	<10/<10	<10/<10	10/10	10/<10	<10/20	<10/30	20	30/<10	20/20
	L5a (A/B)	<10/<10	10/<10	80/50	<10/<10	<10/<10	10/<10	20/<10	<10/<10	10/<10	80/50	10/<10	10/20
Enterokokker (cfu/100 ml)	L4 (A/B)	<1/<1	<1/<1	<1/<1	<1/<1	<1/1	1/1	6/2	1/4	<1/1	3	13/8	5/5
	L5a (A/B)	<1/<1	<1/<1	<1/<1	<1/<1	<1/<1	<1/4	5/8	2/<1	<1/<1	2/<1	8/17	7/7

3.4 OKSYGEN

I 2013 og jan. 2014 ble det foretatt målinger av oksygenkonsentrasjon ved stasjonene Kna1 (Knarvik), L4 (Sal11 i tidsrommet 1989-1990) og L5a. Målinger ble utført ved prøvetakingene i april, juni, september og oktober etter Winklers metode og med CTD. Figur 3.4 viser oksygeninnholdet i bunnvannet basert på Winklers metode fra oktober 2013, inkludert oksygenverdier målt ved stasjonen tidligere der dette er tilgjengelig. Oksygenprofilene for vannsøylen er gjengitt i Vedlegg 5.

Målinger av oksygenkonsentrasjonen i vannet nær bunnen på den nye stasjonen Kna1 viser meget gode oksygenforhold tilsvarende tilstandsklasse I (meget god) for dypvann. Men Kna1 ligger på kun 50 meters dyp, mens fjorden er over 500 meter dyp, og kan således ikke defineres som dypvann. Ved stasjonene i Kvernafjorden (L4) og Radfjorden (L5a) var det i 2013 også svært gode oksygenforhold (tilstandsklasse I) i oktober, og lite endringer fra tidligere undersøkelser (Johannessen, 1980; Johannessen et al., 1991; Heggøy et al., 2005).



Figur 3.4. Oksygenkonsentrasjon i bunnvann (ml/l O₂) ved stasjonene Kna1, L4 (Sal11) og L5a i Lindås. Miljødirektoratets tilstandsklasser for oksygenkonsentrasjon i bunnvann er indikert (Veileder 02:2013).

3.5 BUNNUNDERSØKELSER

Sediment undersøkelser

Organisk innhold (glødetap), kornfordeling og innhold av organisk karbon (totalt organisk karbon, TOC) for stasjonene Kna1, L4, L5a og L5b er gjengitt i Tabell 3.4 og 3.5 og en sammenligning av historiske data av organisk innhold er vist i Figur 3.5.

Normalisert TOC inngår i klassifiseringssystemet (SFT 97:03), men formelen som benyttes er ikke tilpasset forhold i vestlandske fjorder, i tillegg samsvarer normalisert TOC generelt dårlig med andre parametere som glødetap, fosfor og bunndyrsdiversitet (Johansen og Isaksen, 2014).

Tabell 3.4. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sediment prøver fra stasjonene i Område 1 og 9 ved prøvetakingen i 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Kna1a	60	2,2	3	86	11
L4	198	22,7	99	1	0
L5a	210	24,9	100	0	0
L5b	54	7,6	30	63	7

Tabell 3.5. Innhold av totalt organisk karbon og normalisert TOC for stasjonene Kna1, L4, L5a og L5b, 2013.

Stasjon	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK
Kna1	6	23,4	II
L4	86	86,1	V
L5a	86	86,1	V
L5b	21	33,5	III

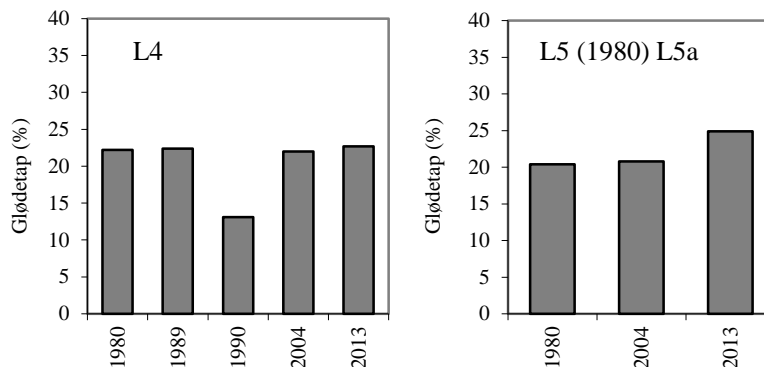
Stasjonen Kna1a på 60 m dyp har en grov sediment sammensetning (86 % sand og 11 % grus), der finfraksjonen er lav (3 %). Glødetapet er lavt (2,2 %) og godt innenfor det normale for norske fjorder. Innhold av organisk karbon (TOC) lå i tilstandsklasse II – God.

L4 er plassert på 198 m i Kvernafjorden. Sedimentet her hadde også en høy andel finfraksjon (99 %) med et høyt organisk innhold (22,7 %), og er uforandret siden undersøkelsen i 2004. Innhold av organisk karbon lå i tilstandsklasse V – Meget dårlig.

L5a er plassert på 210 m dyp i Radfjorden. Sedimentet besto 100 % av finfraksjon og hadde høyt glødetap (24,9) som indikerer høy sedimentering av organisk materiale og lite strøm. Glødetapet her er noe høyere enn ved undersøkelsen i 2004 (Figur 3.9.6). Innhold av organisk karbon lå i tilstandsklasse V – Meget dårlig.

L5b på 54 m dyp i Radfjorden hadde et noe grovere sediment med 63 % sand og en finfraksjon på 30 %. Glødetapet var middels lavt (7,6 %). Innhold av organisk karbon lå i tilstandsklasse III – Mindre god.

Det høye glødetapet og det høye innholdet av organisk karbon på to av stasjonene kan forklares ved at stasjonene ligger i de dypeste partiene i hvert undersøkelsesområde og har et svært finkornet sediment. Organisk materiale samles naturlig under slike betingelser.



Figur 3.5. Historisk organisk innhold i sedimentet (% glødetap) ved stasjonene L4 og L5/L5a fra 1980 til 2013 (Johannessen, 1980; Johannessen et al., 1991; Heggøy et al., 2005).

Bunndyrsanalyse

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen i Radfjorden, Kvernafjorden og ved Knarvik er gitt i Tabell 3.6, Figur 3.6 og i Vedleggene 7-10. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved stasjonene ved prøvetakingen i 2013. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2013 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2013).

Ved Kna1a, på 60 m dyp ved Knarvik, ble det funnet 557 individer fordelt på 58 arter. Det var flest individer av børstemarken *Prionospio cirrifera* (196 stk, 35 %), på andre plass krepsdyret *Verruca stroemi* (40 stk, 7 %) og på tredje plass bløtdyret *Leptochiton asellus* (37 stk, 7 %). Indeksen NQ1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet, plasserer stasjonen i tilstandsklasse II – God etter veileder 02:2013. De økologiske forholdene ved stasjonen er gode.

Ved stasjonen L4, på 198 m dyp, ble det funnet 767 individer fordelt på 56 arter. Det var flest individer børstemark av slekten *Polydora* (253 stk, 33 %), på andre plass børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (191 stk, 25 %), og på tredje plass skjellet *Thyasira equalis* (42 stk, 5 %). Indeksen NQ1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet, plasserer stasjonen i tilstandsklasse II – God etter Veileder 02:2013. Stasjonen har opplevd en bedring i diversitet og jevnhet siden undersøkelsen i 2004, og tilstandsklassen er endret fra IV (Dårlig) til II (God) og var på undersøkelsestidspunktet på samme nivå som den var ved undersøkelsene på slutten av 80- og tidlig 90-tallet. Den dårlige tilstandsklassen på stasjonen i 2004 kom mest sannsynlig av at det ble funnet mange individ av slekten *Polydora sp.* (ca. 80 %). Økt forekomst av *Polydora sp.* ble i en periode (spesielt i årene 2003-2004) registrert på en rekke stasjoner i hele Byfjord-området, uten at det ble knytt til spesielle forurensningskilder. Andel individ av slekten *Polydora sp.* er kraftig redusert på stasjonen siden 2004, men står fortsatt for en betydelig del av individene og trekker diversitetsindeksen ned. Artsrikdom og artssammensetningen på stasjonen tilsier gode økologiske forhold på stasjonen ved undersøkelsestidspunktet.

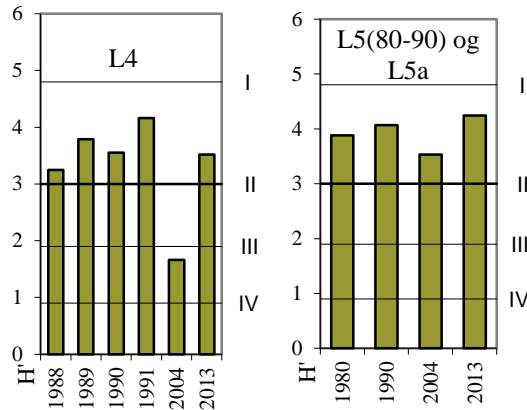
Ved stasjonen L5a, på 210 m dyp, ble det funnet 1728 individer fordelt på 76 arter. Det var flest individer av børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (542 stk, 31 %), på andre plass børstemarken *Spiophanes kroyeri* (148 stk, 9 %), og på tredje plass skjellet *Thyasira equalis* (114 stk, 7 %). Indeksen NQ1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet, plasserer stasjonen i tilstandsklasse II – God etter

Veileder 02:2013. Resultatene er ikke direkte sammenlignbar med tidligere L5, da denne ligger 1,5km sør for L5a (flyttet i 2004). Siden 2004 har stasjonen opplevd en reduksjon i antall individer av børstemarklekten *Polydora*, og det har samtidig vært en kraftig økning i antall arter og individer som gir en forbedring i diversitetsindeksene på stasjonen (tilstandsklasse uendret). Alt i alt tilsier indeksene at der er et rikt dyreliv og gode økologiske forhold på stasjonen.

Ved L5b, på 54 m dyp, ble det funnet 4008 individer fordelt på 86 arter. Det var flest individer av børstemarken *Capitella capitata* (530 stk, 13 %), på andreplass en art børstemark av slekten *Chaetozone* (493 stk, 12 %), og på tredje plass børstemarken *Mediomastus fragilis* (402 stk, 10 %). Indeksen NQ11, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet, plasserer stasjonen i tilstandsklasse III – Moderat etter Veileder 02:2013. Det er høyt artsmangfold på stasjonen, men det høye antallet *Capitella capitata* og individer fra slekten *Chaetozone* trekker noe ned på stasjonen. Dette er arter som trives i områder med mye tilført organisk materiale, spesielt *Capitella capitata*. Dyrene på stasjonen nyter gjerne godt av bl.a. god næringstilførsel fra oppdrettsanlegget som ligger i nærheten. Det er generelt sett moderate økologiske forhold på stasjonen. Videre undersøkelser over tid vil gi sammenligningsgrunnlag og mulighet for å kommentere eventuelle funn ytterligere.

Tabell 3.6. Oversikt over antall arter, individer, jevnhet, ømfintlighets- og diversitetsindekser for de undersøkte stasjonene Kna1a, L4, L5a og L5b sammenlignet med historiske data fra stasjonene der dette foreligger. Merk at grensene for tilstandsklassene «God» og «Svært god» er endret i Veileder 02:13. Prøver merket med * er ikke akkreditert med tanke på mengde sediment.

Område	Stasjon	År	Nivå	Antall	Antall	Diversitet	NQ11	Es100	AMBI	Jevnhet	H'-max	
				Arter	Individer	(H')				(J)		
1	Kna 1a	2013*	Sum	58	557	4,16		30,13		0,71	5,86	
			Snitt	42	279	3,78	0,7	27,57	2,72	0,71	5,34	
9	L4	1988	Sum	38	557	3,25				0,62	5,25	
		1989	Sum	44	621	3,79				0,69	5,46	
		1990	Sum	32	381	3,55				0,71	5	
		1991	Sum	48	681	4,16				0,74	5,59	
		2004	Sum	37	626	1,66				0,32	5,21	
		2013	Sum	56	767	3,52		22,35		0,61	5,81	
		Snitt	27	153	3,26	0,64	21,08	3,15	0,7	4,71		
		L5	1980	Sum	66	1078	3,88				0,64	6,04
	1990		Sum	47	504	4,07				0,73	5,55	
		L5a	2004	Sum	39	489	3,53				0,67	5,29
	2013		Sum	76	1728	4,24		28,22		0,68	6,25	
			Snitt	45	346	4,06	0,71	27,58	2,51	0,74	5,47	
	L5b	2013	Sum	86	4008	4,38		25,14		0,68	6,43	
			Snitt	52	802	4,23	0,61	24,48	3,85	0,74	5,69	
I – Svært god		II – God		III – Moderat		IV – Dårlig		V – Svært dårlig				



Figur 3.6. Utviklingen av artsdiversiteten (H') i sedimentet (basert på sum) fra bunnstasjonene undersøkt i 2013 (Johannessen, 1980; Johannessen et al., 1990; 1991; Tvedten et al., 1994; Heggøy et al., 2005).

Clusteranalysene (Vedlegg 10) viser at likheten mellom stasjon L4 og L5a ligger på 60 %, mens L5b kun er 25 % lik med de to øvrige kombinert. Dette kan forklares av at stasjonene L4 og L5a begge er plassert mye dypere enn L5b, og at L5b trolig nyter godt av den gode næringstilførselen fra oppdrettsanlegg og derfor har en annen artssammensetning enn de øvrige stasjonene.

3.6 FJÆREUNDERSØKELSER

Ruteanalyser

I Område 1 ble det gjennomført ruteanalyser på den nye stasjonen Kna1L ved Kvassneset (Foto 3). Posisjoner vist i Figur 2.2 og Tabell 2.2. Fra før er det tre rutestasjoner i dette området. De er lokalisert ved Garnes (By8), Arnavågen (By9) og ved Hordvikneset (By15) (Kvalø et al., 2014). En oversikt over antall arter på stasjonen Kna1L og oversikt av total dekningsgrad av grønnalger, brunalger, rødalger og dyr registrert som prosentvis dekning av prøverutene er gitt i Vedlegg 12, og tilhørende artsliste er gitt i Vedlegg 14.

Stasjonen Kna1L ved Kvassneset var i hovedsak dominert av brunalgene blæretang (*Fucus vesiculosus*), grisetang (*Ascophyllum nodosum*), sagtang (*Fucus serratus*), rødalgen fjæreblood (*Hildenbrandia sp.*) samt blåskjell (*Mytilus edulis*) og beklav (*Verrucaria mucosa*). Alle algetyper er godt representert på stasjonen. Den tette vegetasjonen av tang gir substrat og beskyttelse for både små mobile dyr og mindre tangarter. Det var gode forhold på stasjonen ved undersøkelsestidspunktet. Sammenlignet med historiske data fra Område 1, er antall arter og den totale dekningsgraden på nivå med det som er funnet på By15 som er den stasjonen som ligger nærmest den nyopprettede stasjonen. Stasjonen følger det samme mønsteret som andre stasjoner i området, med færre arter på stasjoner inne i fjordsystemet enn lenger ute, samtidig som at der er høyere total dekningsgrad (Vedlegg 12). Videre undersøkelser over tid vil gi sammenligningsgrunnlag og mulighet for å kommentere forholdene ytterligere.



Foto 3: Oversiktsbilde over den nyopprettede stasjonen Kna1L, 2013.

Semikvantitativ undersøkelse

Det ble foretatt semikvantitativ undersøkelse ved de nyopprettede stasjonene Kna1LS og L5BLS ved henholdsvis Kvassneset (Foto 4) og Gangstø (Foto 5) (Figur 2.2 og Tabell 2.2). 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 fem-delt skala (Tabell 2.13), 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. En oversikt over artene funnet, presentert med mengdeforhold, finnes i Vedleggstabell 11.

Fjærestasjonen Kna1LS har en helningsvinkel på 0-5° og består i hovedsak av fjell som substrat. Det ble i 2013 registrert totalt 14 arter på stasjonen. Det undersøkte området var dominert av sagtang, grisatang, blæretang og fjæreblood. Det fantes også mye blåskjell, blågrønnalger (*Calotrix sp.*) og beklav på stasjonen. Basert på forekomsten av makroalger ble det regnet ut multimetriske fjæreindekser etter Veileder 02:2013 (Tabell 3.7). Grunnet lavt antall arter ble indeksene «Prosentandel rødalger» og «ESG1/ESG2» utelatt. Indeksene gir en samlet tilstandsklasse II (God), nær grensen til tilstandsklasse III (Moderat). Forekomsten av grønnalger er noe forhøyet, og kan indikere organisk belastning. Artsrikheten er også noe lav, noe som mest sannsynlig kommer av den lave saliniteten i overflatevannet i området (Vedlegg 5).

Fjærestasjonen L5BLS har en helningsvinkel på 0-5° med unntak av et område som har en helning på over 60°. Det ble i 2013 registrert totalt 26 arter på stasjonen. Stasjonen er utsatt for moderat bølgeeksponering og består i hovedsak av fjell og grus som substrat for dyr og planter. Det undersøkte området var dominert av grisatang og vanlig grønndusk (*Cladophora rupestris*), i tillegg til mye blæretang, fjæreblood, rur (*Semibalanus balanoides*) og beklav. Basert på forekomsten av makroalger ble det regnet ut multimetriske fjæreindekser etter Veileder 02:2013 (Tabell 3.7).

Indeksene gir en samlet tilstandsklasse II (God). Stasjonen var artsrik og med godt dekke av dyr og planter og det var gode forhold på stasjonen ved undersøkelsestidspunktet.



Foto 4: Oppmåling for semikvantitativ analyse ved stasjonen Kna1LS, 2013.



Foto 5: Oppmåling for semikvantitativ analyse på den nyopprettede stasjonen L5BLS, 2013.

Tabell 3.7: Multimetriske fjæreindekser fra de undersøkte stasjonene Kna1LS og L5BLS. Utrekningene 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	Stasjon	Kna1LS		L5BLS	
		Indeksverdi	nEQR-verdi	Indeksverdi	nEQR-verdi
Prosent andel grønналger		37,5	0,20	21,43	0,74
Prosent andel rødalger		-	-	42,86	0,86
Prosent andel brunalger		37,5	0,75	35,71	0,71
Normalisert artsrikhet		9,12	0,33	14	0,45
ESG1/ESG2		-	-	1	0,8
Prosent andel opportunist		25	0,80	21,43	0,83
Sum forekomst brunalger		129,3	0,82	96,85	0,72
Sum forekomst grønналger		22,2	0,68	34,86	0,52
Snitt nEQR			0,60		0,70
Tilstandsklasse			II		II

3.7 MILJØKJEMI

Sediment

Kjemiske analyser av sedimentet ble utført på prøver tatt fra stasjonene Kna1a (Knarvik), L4 (Kvernafjorden), L5a (Radfjorden) og L5b (Radfjorden) i april. Resultatene er vist i Tabell 3.7 til 3.9. Det ble analysert tre parallelle prøver. Tilstandsklasser tildeles etter snitt etter veileder TA2229/2007. Det bør bemerkes at det tidvis er stor måleusikkerhet (>20 %) knyttet til resultatene.

Det er til tider store forskjeller mellom huggene som er analysert og dette gir ved noen tilfeller store standardavvik, noe som tyder på flekkvis distribusjon av metaller/miljøgifter i sediment. Innholdet av tungmetaller var generelt lavt ved Kna1a, med tilstandsklasse I og tilstandsklasse II for alle metaller, med unntak av TBT, som fikk tilstandsklasse IV – Dårlig. Sum PAH16 hadde god tilstand ved Kna1a, men med enkeltforbindelser i tilstandsklasse IV og tilstandsklasse V. Sum PCB7 fikk tilstandsklasse I – Bakgrunn.

Innholdet av tungmetaller varierte mellom stasjonene i Kvernafjorden og Radfjorden. De høyeste verdiene for enkelte metaller ble funnet ved stasjon L4 og L5a, mens L5b hadde generelt lave verdier i tilstandsklasse I og II. Høyest verdier av TBT ble funnet ved L4, der enkelte parallelle fikk tilstandsklasse V. Ved L5a var TBT innholdet i tilstandsklasse IV. Også kobber og bly var forhøyet ved disse stasjonene (tilstandsklasse III og IV). Enkelte PAH forbindelser hadde høye konsentrasjoner (Tabell 3.8), men sum PAH16 for L5a og L5b fikk tilstandsklasse II – God. For L4 fikk sum PAH16 tilstandsklasse III – Moderat. Det ble også funnet lave verdier av PCB-forbindelser (Tabell 3.9). Sum PCB7 fikk tilstandsklasse I-II (Bakgrunn til God tilstand).

Tabell 3.7. Snitt og Standardavvik (n=3) for konsentrasjoner av tungmetaller (mg/kg TS) og Tributyltinn (TBT:µg/kg TS) på stasjonene Kna1a, L4 L5a og L5b, 2013. Tilstandsklasser tildelt etter veileder TA2229/2007. TS= Tørrstoff. Tilstandsklasser tildelt etter veileder TA2229/2007.

(mg/kg TS)	Dyp (m)	TS (%)		Bly		Kadmium		Kobber		Krom		Kvikksølv		Nikkel		Sink		TBT	
		Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Kna1a	60	68	4	4,6	0,5	0	0	4	0,8	3,6	0,3	0,03	0,01	3,1	1,2	<150	0	70	99
L4	198	27	1	89,3	0,6	0,1	0	49,7	4,5	65,3	4,2	0,38	0,09	27,7	2,1	160	17	70	61
L5a	210	25,3	2,1	78,3	7,5	0,1	0	98	2	52,7	5,5	0,39	0,13	24,3	2,9	150	10	21	17
L5b	54	55,7	3,2	17	3,5	0,1	0	34,7*	14,6	10	1,7	0,03	0,01	3,2	0,7	47	9	1	1

*På grensen til tilstandsklasse II

Tabell 3.8. Snitt og Standardavvik (n=3) for konsentrasjoner av PAH (µg/kg TS) i Område 1 og 9, 2013. TS= Tørrstoff. Tilstandsklasser tildelt etter veileder TA2229/2007.

	Dyp (m)	TS (%)		Acenaften		Acenaftylen		Antracen		Benzo[a]antracen		Benzo[a]pyren		Benzo[b]fluoranten		Benzo[ghi]perylene		Benzo[k]fluoranten	
		Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Kna1a	60	68	4	2	3	1	0	10	9	20	12	13	4	19	9	46	24	3	4
L4	198	27	1	8	3	10	7	31*	18	136	54	203	54	247	56	448	76	111	16
L5a	210	25	2	5	1	6	1	17	3	74	10	113	17	181	27	338	35	79	8
L5b	54	56	3	2	1	2	2	7	4	20	15	20	19	28	17	90	36	13	10

*på grensen til tilstandsklasse III

Tabell 3.8 (forts.).

	Dibenzo[a,h]antracen		Fenantren		Fluoranten		Fluoren		Indeno [1,2,3-cd]pyren		Krysen		Naftalen		Pyren		Sum PAH(16) EPA	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Kna1a	6	2	44	49	83	42	2	0	8	2	21	16	4	1	77	36	361	200
L4	50	8	95	50	234	124	11	4	438	55	96	37	14	3	206	95	2337	603
L5a	41	4	58	9	115	9	8	1	356	55	59	6	12	1	103	7	1563	160
L5b	9	4	17	12	38	32	3	1	29	18	19	13	4	1	39	31	338	212

Tabell 3.9. Snitt og Standardavvik (n=3) for konsentrasjoner av PCB7 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS) i Område 1 og 9 i 2013. Tilstandsklasser tildelt etter veileder TA2229/2007. TS= Tørrstoff.

	Dyp (m)	TS (%)		PCB 28		PCB 52		PCB 101		PCB 118		PCB 138		PCB 153		PCB 180		Sum PCB(7)	
		Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Kna1a	60	68	4	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0	0,1	0	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	0,1	1,7	0,7
L4	198	27	1	0,2	0,1	0,6	0,1	0,8	0,1	0,7	0,2	2,6	0,5	2,3	0,6	1	0,2	8,2	1,2
L5a	210	25,3	2,1	0,5	0,2	0,7	0,1	0,8	0,1	0,5	0,1	2	0,2	2,2	0,1	0,9	0,1	7,4	0,5
L5b	54	55,7	3,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,5	0,3	0,2	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,1	0	2,3	0,7

Biologisk materiale

I 2013 ble det utført analyser av kjemi i tre paralleller av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) da det ikke ble funnet blåskjell på stasjonen Kna1LS, Kvassneset (Tabell 3.10). Ved stasjonen Gan, ved Gangstø, ble det utført analyser av kjemi i tre paralleller av blåskjell (*Mytilus edulis*) (Tabell 3.11 – 3.13). Det bør bemerkes at det tidvis er stor måleusikkerhet (>20 %) knyttet til resultatene.

Det ble ikke påvist forurensing av metaller i grisetangen analysert. Samtlige verdier av metaller ligger i tilstandsklasse I - Ubetydelig/lite forurenset på tørrvekts basis. Det er ikke spesifikke tilstandsklasser for miljøgiftene PCB, PAH, TBT i tang.

Tabell 3.10. Tabellen viser innhold av metaller i grisetang på stasjon Kna1LS, februar, 2014. Klassifisering etter TA-1467/1997 (Tabell 2.15). Verdier under deteksjonsgrense gis 1/2 verdi av klassegrenseverdi ved beregning fra våtvekt til tørrvekt for parallellene. Merket med *.

	Kna1LS (A)	Kna1LS (B)	Kna1LS (C)	Snitt	SD
Arsen (As) (mg/kg)	26,89	28,35	30,86	28,70	2,01
Kobber (Cu) (mg/kg)	4,55	3,94	4,94	4,47	0,50
Nikkel (Ni) (mg/kg)	1,14	1,18	0,82	1,05	0,20
Sink (Zn) (mg/kg)	71,97	62,99	90,53	75,17	14,05
Bly (Pb) (mg/kg)	<1*	<1*	0,21	0,13	0,06
Kadmium (Cd) (mg/kg)	0,27	0,28	0,25	0,26	0,01
Kvikksølv (Hg) (mg/kg)	0,03	<0,05*	0,02	0,02	0,01
Krom (Cr) (mg/kg)	0,38	0,39	0,82	0,53	0,25

Verdiene for metaller i blåskjell ligger mellom tilstandsklasse I - Ubetydelig/lite forurenset og tilstandsklasse II - Moderat forurenset på tørrvekts basis. Verdiene som havner i tilstandsklasse II ligger nært opptil grenseverdien mellom tilstandsklasse I og II (Tabell 3.11). Stasjonen havner i tilstandsklasse II - Moderat forurenset med tanke på Sum PCB7. Verdiene er lave og relativt nært tilstandsklasse I – Ubetydelig/lite forurenset (Tabell 3.12). Stasjonen havner i tilstandsklasse I – Ubetydelig/lite forurenset med tanke på Sum PAH16 (Tabell 3.13).

Tabell 3.11. Tabellen viser innhold av metaller i blåskjell på stasjon Gan, februar 2014. Klassifisering etter TA-1467/1997 (Tabell 2.15). Merk at måleusikkerheten (MU) for analyser av miljøkjemi i blåskjell er relativt høy (40-60 %) (Vedlegg 3).

	Gan (A)	Gan (B)	Gan (C)	Snitt	SD
Arsen (As) (mg/kg TS)	12	11	12	11,67	0,58
Bly (Pb) (mg/kg TS)	3,80	3,20	2,90	3,30	0,46
Nikkel (Ni) (mg/kg TS)	0,76	0,63	0,67	0,69	0,07
Sink (Zn) (mg/kg TS)	210	190	180	193,33	15,28
Kadmium (Cd) (mg/kg TS)	0,58	0,51	0,45	0,51	0,07
Kobber (Cu) (mg/kg TS)	11,0	10	9,10	10,03	0,95
Krom (Cr) (mg/kg TS)	0,84	0,74	0,75	0,78	0,06
Kvikksølv (Hg) (mg/kg TS)	<0,36	<0,36	<0,33	0,35	0,01

Tabell 3.12. Tabellen viser innholdet av PCB i blåskjell på stasjon Gan, februar, 2014. Klassifisering etter TA-1467/1997 (Tabell 2.16).

	Gan (A)	Gan (B)	Gan (C)	Snitt	SD
PCB 101 (µg/kg)	0,80	0,75	0,86	0,80	0,06
PCB 118 (µg/kg)	0,51	0,50	0,55	0,52	0,03
PCB 138 (µg/kg)	1,80	1,70	1,90	1,80	0,10
PCB 153 (µg/kg)	2,00	1,90	2,00	1,97	0,06
PCB 180 (µg/kg)	0,40	0,34	0,37	0,37	0,03
PCB 28 (µg/kg)	0,16	0,11	0,14	0,14	0,03
PCB 52 (µg/kg)	0,44	0,44	0,47	0,45	0,02
Sum PCB(7) (µg/kg)	6,10	5,70	6,30	6,03	0,31

Tabell 3.13. Tabellen viser innholdet av PAH i blåskjell på stasjon Gan, februar, 2014. Klassifisering etter TA-1467/1997 (Tabell 2.16).

	Gan (A)	Gan (B)	Gan (C)	Snitt	SD
Acenaften (µg/kg)	0,67	0,58	0,66	0,64	0,05
Acenaftylen (µg/kg)	0,55	0,53	<0,5	0,44	0,17
Antracen (µg/kg)	0,83	0,78	<0,5	0,62	0,32
Benzo[a]antracen (µg/kg)	1,20	1,40	1,50	1,37	0,15
Benzo[a]pyren (µg/kg)	0,55	0,75	0,81	0,70	0,14
Benzo[b/j]fluoranten (µg/kg)	3,10	3,20	3,20	3,17	0,06
Benzo[ghi]perylene (µg/kg)	0,83	1,10	1,00	0,98	0,14
Benzo[k]fluoranten (µg/kg)	1,70	2,10	2,60	2,13	0,45
Dibenzo[a,h]antracen (µg/kg)	<0,5	<0,5	<0,5	0,25	0,00
Fenantren (µg/kg)	0,96	1,60	1,20	1,25	0,32
Fluoranten (µg/kg)	2,00	3,40	3,10	2,83	0,74
Fluoren (µg/kg)	0,82	<0,5	<0,5	0,44	0,33
Indeno[1,2,3-cd]pyren (µg/kg)	0,62	0,76	0,76	0,71	0,08
Krysen/Trifenylene (µg/kg)	3,00	3,40	3,70	3,37	0,35
Naftalen (µg/kg)	<0,5	<0,5	<0,5	0,25	0,00
Pyren (µg/kg)	1,10	2,00	1,90	1,67	0,49
Sum PAH(16) EPA (µg/kg)	18,00	22,00	20,00	20,00	2,00

3.8 STRØMMÅLINGER

Det ble også utført strømmålinger i områdene i to perioder: 18. juni 2013 - 7. august 2013 og 10. desember 2013 - 14. januar 2014. Stasjonsplassering og omfang er vist i Tabell 2.3. Strømmålingene ved Kvassneset, viser noe sterkere strøm og færre registreringer med strømstille perioder sammenlignet med stasjon Gangstø.

Målingene utført i sommerperioden på Kvassneset viser at hovedstrømretningen er mot sørvest i overflaten og i spredningsdypet. Det ble registrert noe returstrøm i nordøstlig retning i overflaten. Bunnstrømmen viste mindre klare hovedstrømretninger, men tendenser viser at vanntransporten har en vestlig og nordlig retning på dette dypet. Sterkest strøm ved Kvassneset (Vedlegg 15) ble registrert i overflaten i vintermålingene med gjennomsnittlig hastighet på 8,7 cm/s (signifikant maks hastighet på 15,1 cm/s). Strømretningen til overflatevannet hadde for det meste en nordlig til østlig retning. Det ble også registrert noe sterkere strøm i spredningsdyp og nær bunn i vinterperioden sammenlignet med sommerperioden. Strømdata fra Kvassneset i perioden 10.12.13 – 14.01.14 viser mye tilt av instrumentet i måleperioden. Dette har gitt noe redusert kvalitet på overflatemålingene ved Kvassneset i denne perioden

Strømmålingene ved stasjonen Gangstø (Vedlegg 15) viser relativt rolige strømforhold på alle dyp både om sommeren og vinteren. Det ble registrert relativt mange målinger med lave strømhastigheter (under 1 cm/sekund) i alle dyp både sommer og vinter. Målingene viser tendenser på at vannmassene i stor grad beveger seg frem og tilbake omkring målepunktet. Det ble ikke registrert noen klare hovedstrømretninger på de målte dypene. Målinger utført i sommerperioden viser at vannmassene i hele vannsøylen beveger seg med lav hastighet i østlig og sørøstlig retning. Vintermålingene viser vanntransport i nordlig retning med returstrøm i sørvestlig retning i de øverste vannlagene. Sterkest strøm ved Gangstø ble registrert i spredningsdyp i vintermålingene med gjennomsnittlig hastighet på 7 cm/s (signifikant maks hastighet på 12,6 cm/s). Strømretningen til spredningsstrømmen ved Gangstø om vinteren hadde for det meste en sørvestligretning, men også perioder med retninger mot nord med sørlig returstrøm. Vannmassene nær bunn hadde en mer østlig og sørøstlig retning. Dette strømmønsteret kan tyde på at stasjonen ligger i en bakevje.

4. SAMMENDRAG

Det ble i 2013 utført en resipientundersøkelse i forbindelse med unntak om sekundær-rensing for Lindås kommune i deler av Område 1 og Område 9 av «Resipientovervåkingen av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015» (Kvalø et al., 2014) for Lindås Kommune. I Område 1 ble det i 2013 tatt bunnprøver fra stasjonen Kna1a, og hydrografi-, næringssalt- og klorofyll-a samt bakterieprøver på stasjonen Kna1. Fjæreundersøkelser med både ruteanalyser og semikvantitative undersøkelser ble utført på Kvassneset, henholdsvis stasjonene Kna1L og Kna1LS. Det ble også samlet inn grisatang (*Ascophyllum nodosum*) for miljøkjemianalyser på sistnevnte stasjon. I Område 9 ble det i 2013 tatt bunn-, hydrografi-, næringssalt-, klorofyll a- og bakteriologiske prøver fra stasjon L4 (tidligere Sal11) i Kvernafjorden, og stasjon L5a i Radfjorden. Ved stasjon L5b (Radfjorden) ble det tatt bunnprøver. Det ble utført fjæresoneundersøkelser (semikvantitativ) ved stasjon L5BLS, og det ble samlet inn blåskjell (*Mytilus edulis*) for miljøkjemiske analyser ved stasjon Gan. Strømmålinger ble utført i to perioder ved både Kvass1 og Gan1.

Næringssaltverdiene for vinterhalvåret er meget gode (tilstandsklasse I) med unntak av verdiene for nitrat/nitritt som lå i tilstandsklasse II – God på samtlige stasjoner. Det er kjent at næringssaltkonsentrasjonene stiger i løpet av vinteren. Sammenlignet med undersøkelsen i oktober 2004 (Heggøy et al., 2005), var innholdet av næringssalter på stasjonene L4 og L5a også da lave, og alle var innenfor tilstandsklasse I – Meget god.

Sommerverdiene av de ulike næringssaltene er generelt lave og i tilstandsklasse I, med enkeltverdier i tilstandsklasse II og III ved alle undersøkte stasjoner. I motsetning til vanlig utvikling, hvor næringssaltkonsentrasjonen er høyest før april, var de høyeste konsentrasjonene av næringssalter i Radfjorden i juli og august. Dette kan komme av økt avrenning før undersøkelsestidspunktet, da området opplevde en dobling av nedbørmengden i forhold til normalen på denne tiden. Nærhet til oppdrettsanlegg kan også være en forklaring, da en har økt føring i anleggene tilknyttet vår/sommer, som bidrar til økt næringstilførsel til fjorden.

Klorofyllmålingene ved stasjon L4 havnet i tilstandsklasse III – Moderat, mens de viste ingen tegn til økt algevekst (som følge av organisk belastning fra næringssalter) på stasjonene Kna1 og L5a som begge havnet i tilstandsklasse II – God.

Konsentrasjonene av E.coli ligger innenfor tilstandsklasse I og II i hele perioden for stasjonene Kna1, L4 og L5a, og indikerer gode forhold for bading.

Målinger av oksygenkonsentrasjonen i vannet nær bunnen ved den nye stasjonen Kna1 viser meget gode oksygenforhold (tilsvarer tilstandsklasse I for bunnvann) på undersøkelsestidspunktet. Målinger fra Kna1 kan imidlertid ikke defineres som bunnvann ettersom det er kun 50 meter dypt på stasjonen, mens fjorden er over 500 meter dyp hvor det er gode oksygenforhold (St. 2). Ved stasjonene i Kvernafjorden (L4) og Radfjorden (L5a) var det i 2013 også svært gode oksygenforhold (tilstandsklasse I) i oktober, men med enkelte verdier i tilstandsklasse II og III og lite endringer fra tidligere undersøkelser. Ut fra data fra årets undersøkelse og historiske data ser man at det vanligvis forekommer to utskiftninger av bunnvann i Kvernafjorden og Radfjorden i året. En i perioden april-juni og en i perioden august-oktober. Selv om det er stagnerende forhold i bunnvannet er ikke oksygenforbruket stort nok til å få anoksiske forhold. Laveste målte oksygeninnhold i bunnvannet ved stasjon L 4 i Kvernafjorden ble målt i februar 1989 og havnet i tilstandsklasse III- Moderat med et oksygeninnhold på 3,5 ml/l.

De geologiske analysene av sedimentet på stasjon Kna1a på 60 m dyp viser en grov sediment sammensetning med en lav finfraksjon og også et lavt glødetap som er godt innenfor det normale for

norske fjorder. Innhold av normalisert TOC var lavt, og lå i tilstandsklasse II – God. Sedimentet ved L4 på 198 m dyp i Kvernafjorden hadde en svært høy andel finfraksjon med et høyt glødetap, og er uforandret siden undersøkelsen i 2004. Innhold av normalisert TOC var høyt og lå i tilstandsklasse V – Meget dårlig. Sedimentet ved L5a på 210 m dyp i Radfjorden besto 100 % av finfraksjon og hadde høyt glødetap, noe som indikerer høy sedimentering av organisk materiale og lite strøm. Glødetapet her ligger litt høyere enn ved tidligere år (Heggøy et al., 2005). Innhold av TOC var høyt og de normaliserte TOC-verdiene gir tilstandsklasse V – Meget dårlig. L5b på 54 m dyp i Radfjorden hadde et noe grovere sediment og glødetapet var middels lavt og innen for det normale for norske fjorder. Nivået av normalisert TOC var moderat forhøyet og lå i tilstandsklasse III – Mindre god. Det høye glødetapet på 2 av stasjonene kan forklares ved at stasjonene ligger i de dypeste partiene i hvert undersøkelsesområde og har et svært finkornet sediment. Organisk materiale samles naturlig under slike betingelser.

Stasjonen L4 i Kvernafjorden har opplevd en bedring i diversitet og jevnhet siden undersøkelsen i 2004, og tilstandsklassen er endret fra IV (Dårlig) til II (God) og var på undersøkelsestidspunktet på samme nivå som den var ved undersøkelsene på slutten av 80- og tidlig 90-tallet. Den dårlige tilstandsklassen på stasjonen i 2004 kom av at det ble funnet mange individ av slekten *Polydora sp.* (ca. 80 %). Økt forekomst av *Polydora sp.* ble i en periode (spesielt i årene 2003-2004) registrert på en rekke stasjoner i hele Byfjord-området, uten at det ble knytt til spesielle forurensningskilder. Andel individ av slekten *Polydora sp.* er kraftig redusert på stasjonen siden 2004, men står fortsatt for en betydelig andel av individene og trekker diversitetsindeksen ned. Artsrikdom og artssammensettingen på stasjonen tilsier gode forhold ved undersøkelsestidspunktet. Det er høyt artsmangfold på stasjon L5b i Radfjorden, men det høye antallet *Capitella capitata* og individer fra slekten *Chaetozone* trekker tilstanden på stasjonen noe ned. Dette er arter som trives i områder med mye tilført organisk materiale. Dyrene på stasjonen nyter gjerne godt av bl.a. god næringstilførsel fra oppdrettsanlegget som ligger i nærheten. Det er generelt sett moderat dårlige forhold på stasjonen. Stasjon L5a har også opplevd en reduksjon i antall individer av børstemarkslekten *Polydora* siden undersøkelsen i 2004. Det har samtidig vært en kraftig økning i antall arter og individer som gir en forbedring i diversitetsindeksene på stasjonen (tilstandsklasse uendret). Den kraftige økningen i individantall kan sees i sammenheng med økt glødetap på stasjonen noe som indikerer økt tilførsel av organisk materiale. Bunndyrsundersøkelsene viste moderat dårlige forhold ved stasjon L5b, mens det var gode forhold ved Kna1a, L4 og L5a.

Fjæreundersøkelsene ble i 2013 lagt til de nyopprettede stasjonene Kna1L (ruteanalyser) og Kna1LS (semikvantitativ undersøkelse) ved Knarvik. Alle algetyper er godt representert på begge stasjonene, og sammenlignet med historiske data for ruteanalyser i nærliggende områder er antall arter og den totale dekningsgraden på stasjon Kna1L på nivå med det som er funnet på stasjonen By15, som ligger ved Steinstø i Bergen se kart i figur 2.1, som er den stasjonen som ligger nærmest den nyopprettede ruteanalysestasjonen. Det var ikke noe som indikerte at stasjonen var påvirket av organisk belastning fra næringssalter (eutrofiering), og forholdene var gode ved undersøkelsestidspunktet. Det ble også gjennomført en semikvantitativ fjæresoneundersøkelse på den nyopprettede stasjonen L5BLS i Radfjorden. Stasjonen var artsrik og med godt dekke av dyr og planter. Det var mye tang på stasjonen, som gir god beskyttelse for andre arter av planter og dyr. Det var gode forhold på stasjonen ved undersøkelsestidspunktet. Videre undersøkelser over tid vil gi sammenligningsgrunnlag og mulighet for å kommentere eventuelle funn ytterligere.

Innholdet av tungmetaller var generelt lavt ved Kna1a, med tilstandsklasse I og tilstandsklasse II for alle metaller, med unntak av TBT, som fikk tilstandsklasse IV – Dårlig. Sum PAH16 hadde god tilstand ved Kna1a, men med enkeltforbindelser i tilstandsklasse IV og tilstandsklasse V. Sum PCB7 fikk tilstandsklasse I – Bakgrunn. Innholdet av tungmetaller varierte mellom stasjonene i Kvernafjorden og Radfjorden. De høyeste verdiene for enkelte metaller ble funnet ved stasjon L4 og L5a, mens L5b hadde generelt lave verdier i tilstandsklasse I og II. Innholdet av TBT var høyt (tilstandsklasse IV) ved

stasjon L4 og L5a. Fergeleiet og annen båtaktivitet inkludert en marina i nærheten av L4 er en mulig årsak til forhøyet TBT i sedimentene. Sum PAH16 var også høyest ved L4 (tilstandsklasse III – Moderat), mens sum 7PCB var lav på alle stasjoner (tilstandsklasse I – Bakgrunn og tilstandsklasse II - God).

Det ble ikke påvist forurensing av metaller i den analyserte grisetangen. Samtlige verdier av metaller ligger i tilstandsklasse I - Ubetydelig/lite forurenset. Det er ikke spesifikke tilstandsklasser for miljøgiftene PCB, PAH, TBT i tang, og er derfor ikke analysert i grisetangen.

Verdiene for metaller i blåskjell ligger mellom tilstandsklasse I - Ubetydelig/lite forurenset og tilstandsklasse II - Moderat forurenset på tørrvekts basis. Verdiene som havner i tilstandsklasse II ligger nært opptil grenseverdien til tilstandsklasse I. Stasjonen havner i tilstandsklasse II - Moderat forurenset med tanke på Sum PCB7. Verdiene er lave og relativt nært tilstandsklasse I – Ubetydelig/lite forurenset. Stasjonen havner i tilstandsklasse I – Ubetydelig/lite forurenset med tanke på Sum PAH16.

Strømmålingene ved Kvassneset, viser noe sterkere strøm og færre registreringer med strømstille perioder sammenlignet med stasjon Gangstø. Målingene utført i sommerperioden viser at hovedstrømretninger er mot sørvest i overflaten og i spredningsdypet. Det ble registrert noe returstrøm i nordøstlig retning i overflaten. Bunnstrømmen viste mindre klare hovedstrømretninger, men tendenser viser at vanntransporten har en vestlig og nordlig retning på dette dypet. Sterkest strøm ved Kvassneset ble registrert i overflaten i vintermålingene med gjennomsnittlig hastighet på 8,7 cm/s (signifikant maks hastighet på 15,1 cm/s). Strømretningen til overflatevannet hadde for det meste en nordlig retning. Det ble også registrert noe sterkere strøm i spredningsdyp og nær bunn i vinterperioden sammenlignet med sommerperioden.

Strømmålingene ved stasjonen Gangstø viser relativt rolige strømforhold på alle dyp både om sommeren og vinteren. Det ble registrert relativt mange målinger med lave strømhastigheter (under 1 cm/sekund) i alle dyp både sommer og vinter. Målingene viser tendenser på at vannmassene i stor grad beveger seg frem og tilbake omkring målepunktet. Det ble ikke registrert noen klare hovedstrømretninger på de målte dypene. Målinger utført i sommer perioden viser at vannmassene i hele vannsøylen beveger seg med lav hastighet i østlig og sørøstlig retning. Vintermålingene viser vanntransport i nordlig retning med returstrøm i sørvestlig retning i de øverste vannlagene. Sterkest strøm ved Gangstø ble registrert i spredningsdyp i vintermålingene med gjennomsnittlig hastighet på 7 cm/s (signifikant maks hastighet på 12,6 cm/s). Strømretningen til spredningsstrømmen ved Gangstø om vinteren hadde for det meste en sørvestligretning, men også perioder med retninger mot nord med sørlig returstrøm. Vannmassene nær bunn hadde en mer østlig og sørøstlig retning.

For å bedre kunne belyse forholdene i resipienten og vurdere effekt av planlagt utslipp til Radfjorden ble følgende vurdert i tillegg til de øvrige resultatene i rapporten:

- Tallfeste økning av næringssalter og oksygenforbruk, ved utslipp fra 6 000 pe og 10 000 pe.
- Tallfeste tilførselen av næringssalter og organisk materiale fra eksisterende oppdrettsanlegg i fjorden.
- Hva tilføres av næringssalter til fjorden fra kyststrømmen / fjordene rundt?
- Vurdere andre bidrag av næringssalter og organisk materiale til resipienten.
- Vurdere vannutskiftningen i Radfjorden, med bakgrunn i eksisterende strømmålinger fra oppdrettslokalitetene.
- Se på historiske hydrografidata og vurdere hvor ofte/regelmessig utskiftningen av bunnvannet er i fjordsystemet. (se avsnitt i sammendrag vedrørende oksygen)

Følgende forutsetning er lagt til grunn for å kunne beregne økning av næringssalter og oksygenforbruk, ved utslipp fra 6 000 pe og 10 000 pe sett i forhold til dagens situasjon:

1 personenheter (pe) er beregnet til å tilsvare et organisk utslipp fra 1 person og benyttes i vannavløpteknikken for omregning av belastninger fra f.eks. sykehus, restauranter og industri til ekvivalent befolkningsmengde. Spesifikk belastning eller forbruk per person med hensyn til vannvolum og/eller forurensningsmengde per døgn, målt som BOF, fosfor eller nitrogen. Ved beregninger er det lagt til grunn en renseseffekt på 15 % for fosfor og nitrogen som tilsvarer renseseffekt ved et mekanisk avløpsanlegg, det er også beregnet BOF5 på 19,37 kg ved rensesgrad 1 (mekanisk anlegg) (SSB 2012). Se tabell 4.1 for bakgrunnsdata og utregninger.

Følgende formler og faktorer tatt med i beregninger av næringssalttilførsel (SSB 2012):

Faktorene for normalutslipp per person tilknyttet per døgn som benyttes i beregningene er på 1,6 gram fosfor og 12 g nitrogen.

*Formel benyttet ved utregning av fosfor: $((\text{personer tilknyttet} * 1,6 * 365) / 1000) * ((100 - \text{rensegrad}) / 100)$*

*Formel benyttet ved utregning av nitrogen: $((\text{personer tilknyttet} * 12 * 365) / 1000) * ((100 - \text{rensegrad}) / 100)$*

I henhold til forurensingsforskriften § 11-3, d: "Personekvivalent, pe: Den mengde organisk stoff som brytes ned biologisk med et biokjemisk oksygenforbruk målt over fem døgn, BOF5, på 60 g oksygen per døgn."

I henhold til dagens situasjon vil utslipp fra 6 000 pe medføre en økning på 8,1 kg fosfat (P) pr dag. Utslipp fra 10 000 pe fører til en ytterligere økning fra 8,1 kg fosfat (6 000 pe) til 13,6 kg fosfat (10 000 pe) pr dag. Sett i forhold til dagens situasjon vil dette utgjøre en økning på 2,97 tonn fosfor (6 000 pe) og 4,96 tonn fosfor (10 000 pe) pr. år. Differansen mellom 6000 pe og 10 000 pe tilsvarer en økning på 5,45 kg P per dag og 1,99 tonn P pr. år.

I henhold til dagens situasjon vil utslipp fra 6 000 pe medføre en økning på 61 kg nitrogen (N) pr dag. Utslipp fra 10 000 pe fører til en ytterligere økning fra 61 kg nitrogen (6 000 pe) til 102 kg nitrogen (10 000 pe) pr dag. Sett i forhold til dagens situasjon vil dette utgjøre en økning på 22,3 tonn nitrogen (6 000 pe) og 37,2 tonn nitrogen (10 000 pe) pr. år. Differansen mellom 6000 pe og 10 000 pe tilsvarer en økning på 41 kg N per dag og 14,9 tonn N pr. år.

Sett i forhold til dagens situasjon vil utslipp fra 6 000 pe føre til en økning på 317 kg BOF. Utslipp på 10 000 pe vil føre til en ytterligere økning fra 317 kg BOF ved 6 000 pe til 528 kg BOF. Pr år vil et utslipp på 6 000 pe føre til en økning på 116 tonn BOF, og et utslipp på 10 000 pe vil føre til en ytterligere økning til 193 tonn BOF. Differansen mellom et utslipp på 6 000 pe og 10 000 pe tilsvarer en økning på 22 kg BOF pr dag og 77 tonn BOF pr år.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for beregning av tilførsel av næringssalter og fra eksisterende oppdrettsanlegg i fjorden: 10,3 kg nitrogen og 1,7 kg fosfor per tonn produsert laksefisk (Havforskningsrapporten 2010).

Følgende lokaliteter med tillatt produksjon av matfisk av laks og ørret med Maksimal Tillatt Biomasse i tonn (MTB) til enhver tid som er registrert i Radfjorden. Samtlige lokaliteter er markert i figur 4.1



Figur 4.1 Lokaliteter for matfisk, samt dominerende strømmretning i overflaten (5-10 meter) vist med blå piler. Kartkilde fiskeridirektoratet: *fiskeridir.no*

Data fra Fiskeridirektoratet vedrørende maks tillatt biomasse (MTB):

Lokalitet 11687 Ramsvik: 2500 tonn (MTB)

Lokalitet 11690 Grasholmen: 3120 tonn (MTB)

Lokalitet 11649 Stolane : 3120 tonn (MTB)

I tillegg ligger lokalitet Bognøy i nordvestlige innløp/ utløp til Radfjorden.

Lokalitet 13209 Bognøy: 1560 tonn (MTB)

Totale utslipp i Radfjorden fra oppdrett er basert årssnitt fra reelle produksjonstall for 2012 og 2013. Beregninger er vist i tabell 4.1.

Tabell 4.1: Næringsalter tilført fra planlagt kommunalt utslipp på henholdsvis 6 000 pe og 10 000 pe samt oksygenforbruk. Næringsalter tilført fra eksisterende oppdrettsanlegg.

Kilde	Nitrogen pr. år tonn	Fosfor pr. år tonn	BOF pr. år tonn
Kommunale utslipp, 6000 pe	22,33	2,97	116
Kommunale utslipp, 10000 pe	37,23	4,96	194
Økning i utslipp tilsvarer	11,9	1,99	78
Fiskeoppdrett, 3 anlegg i Radfjorden	47,3	7,8	
Fiskeoppdrett, 1 anlegg utenfor Radfjorden	7,4	1,2	

Organisk partikulære utslipp fra fiskeoppdrett i Radfjorden vil i hovedsak kunne skrive seg fra ekskrementer og forspill. Dersom organiske rester sedimenteres i de dypeste områdene i fjorden vil dette medføre økt oksygenforbruk ved nedbrytning av det organiske materialet. Dette kan igjen føre til lavere oksygenverdier ved bunnen. Det er ikke tatt med beregninger av biokjemisk oksygenforbruk for oppdrett grunnet manglende data. Særlig er dette aktuelt når det er liten vannutskiftning og vannstrøm ved bunnen, og når det er terskler i fjordbassenget. I Radfjorden finner vi en terskel på kun 28 meter i den smale renna i sørøst. I dette området er sundet kun rundt 230 meter bredt på det smaleste. I nordvest er det også en terskel på 24 meter og sundet i dette området er kun ca. 160 meter bredt. Dette betyr at både innløp og utløp til Radfjorden har store naturlige begrensninger for en vannutskiftning ut og inn av fjorden. De dypeste områdene i Radfjorden er på rundt 209 meter og bredden på fjorden i dette området er nesten 1 km. Vannmassene i de dypere områdene er ømfintlige for en overbelastning av utslipp og organisk opphoping. Området i nordvestlige del av Radfjorden er registret som gytefelt for torsk.

Det er ikke mye avrenning fra land til fjordområdet og tilførsel av næringsalter og organisk materiale vil i hovedsak komme fra kyststrømmen og fjordområdene rundt. Hovedstrømretningen i overflaten i fjordsystemet går hovedsakelig i nordvestlig retning og er også påvirket av tidevann se figur 4.1. (Tveranger et.al 2001, Haveland ete.al 2012, Kvalø et. al 2014). Ett noe ferskere overflatelag kommer inn i fjordsystemet fra Osterfjorden gjennom Hagelsundet og passerer gjennom fjorden (DN utredning 1:2013) I dypvannet er det relativt strømsstille, noe som også indikeres av en stor mengde finpartikulert materiale (silt og leire) samt høyt innhold av organisk materiale. Stasjoner i Osterfjorden (L2a), Sørfjorden (St. 2) og utenfor Knarvik (Kna 1 og L 301), se Figur 4.2, er tatt med for å vurdere tilførsel av næringsalter til Kvernafjorden og Radfjorden (Kvalø et. al 2013, 2014). Datasett for stasjonene er tatt med i vedlegg 6. Innholdet av næringsalter i overflatevannet (0-10m) er lavt på samtlige stasjoner som er undersøkt og havner i hovedsak i tilstandsklasse I-Meget god til II-God. I 2014 ble det generelt sett funnet lave næringsalterverdier i overflatevannet i Kvernafjorden og Radfjorden som tilsvarer verdiene fra Osterfjorden og Sørfjorden (figur 3.1-3.3). Det sees heller ingen indikasjon på oppkonsentrering av næringsalter i dypet i Radfjorden/Kvernafjorden i forhold til Osterfjorden og Sørfjorden (vedlegg 6).

Et utslipp fra 6000 pe til 10 000 pe vil ikke føre til en betydelig økning av næringsalter i Radfjorden/Kvernafjorden som en helhet (10,5km²) sett i forhold til i dag. Beregnet til ca. 0,24 til 0,39 % økning av fosfor og ca. 0,11 til 0,18 % nitrogen ved henholdsvis 6 000 og 10 000 pe. Hvis utslippet begrenser seg til ett mer lokalt område i Radfjorden (4 km²) blir estimert økning i næringsalter, sett i forhold til dagens situasjon, på henholdsvis på 0,6 % fosfor og 0,28 % nitrogen ved utslipp fra 6000 pe. En videre økning fra 6 000 til 10 000 pe er beregnet til en ytterligere økning på henholdsvis 0,4 % fosfor og 0,19 % nitrogen. Eventuelle effekter av tilførte næringsalter vil i større grad gjøre seg gjeldende rundt utslippspunktet, grunnet dårlige strømforhold, hvor lokal planktonproduksjon vil kunne bli stimulert. Havforskningsinstituttet har tidligere beregnet utslipp av næringsalter fra fiskeoppdrett i Hardangerfjorden og vurderte da at fiskeoppdrett gir liten økning av planteplanktonproduksjon i de frie vannmasser. Resultatene fra målingene i Hardangerfjorden lå på samme nivå som kystvannet utenfor og viste ingen tegn til at Hardangerfjorden var overgjødset. Årsaken til at utslippene hadde så liten effekt var grunnet tilførsel av store mengder næringsalter fra kysten og havområdene utenfor (Havforskningsrapporten 2010). Situasjonen for Radfjorden vil være nok så lik den i Hardangerfjorden ved at det er tilførselen av næringsalter utenfra, i dette tilfellet Osterfjorden, som definerer mengden næringsalter i Radfjorden/Kvernafjorden.

Ved beregning av næringsalter i Radfjorden/Kvernafjorden er det lagt til grunn ett areal av fjorden på henholdsvis 10,5 km² og 4 km² og de øverste 10 meterne av vannsøylen. Den nåværende næringsalkonsentrasjonen samlet i fjorden er basert på snittet av de øvre ti meterne av vannsøylen fra målinger tatt i 2013.



Figur 4.2 Stasjoner som er tatt med i vurdering av tilførsel av næringsalter fra Osterfjorden. Kartkilde fiskeridir.no

Radfjorden er en relativt innestengt fjord hvor man bør være svært restriktiv med mengden utslipp. Det er i tillegg svært ugunstige strømforhold i dypet av fjorden. Data fra undersøkelsen i 2013 viste en økning i glødetap (Figur 3.5) og i arts/individtall ved stasjon L5a i dypet av Radfjorden siden 2004. Dette kan ha tilknytning til tilført organisk materiale fra det nærliggende oppdrettsanlegget, og viser en negativ trend det vil være hensiktsmessig å følge med over tid. Økt tilførsel av organisk materiale i form av et kommunalt utslipp i samme område vil kunne påvirke denne trenden ytterligere. Det ansees ikke at en økning i nærings盐konsentrasjon som følge av et kommunalt utslipp vil kunne ha betydning i form av økt eutrofiering i fjorden. Vi anser Osterfjorden og Kvassneset som betydelig mer egnet som resipient. Osterfjorden er en større og mer åpen fjord med bedre strømforhold som sannsynligvis vil bidra til å fortynne utslipp.

5. TAKK

Vi takker skipperne Leon Pedersen på *M/S Solvik* og Bjarte Espevik på *Scallop* – Kvitsøy Sjøtjenester for god hjelp og hyggelige tokt under prøveinnsamlingen. Takker også Lindås og Meland brannvesen for lån av båten «Melibra» og assistanse ved prøvetaking i området rundt Knarvik. Prøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Nargis Islam, Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Ingrida Petrauskaite, Natalia Korableva, Ina Birkeland, Linda Pedersen, Torben Lode, og Øydis Alme. Dyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per-Otto Johansen. Torben Lode, Gidske L. Andersen og Godtfred Anker-Hansen bidro på rapporten. Vi vil også takke Anne Cornell fra Vann- og Avløpsetaten, Bergen kommune, og Erling Heggøy fra Driftsassistansen i Hordaland - Vann og Avløp IKS (DIHVA) for et godt samarbeid under skrivingen av rapporten.

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. Direktoratets gruppa 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. Direktoratets gruppa 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. Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanndirektivet. www.vannportalen.no. 263 s.
- DN Utredning 1-2013; *Redningsaksjonen for Vossolaksen*.
- Field, J.G., K. R. Clarke, R. M. Warwick. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine ecology progress series 8.1*.
- Havforskningsrapporten 2010; Oppdrett og utslipp av næringsalter s. 79-81.
- Heggøy, E., P-O. Johansen, G.A. Halvorsen, G. Vassenden, H. Botnen, P. Johannessen. 2005. Miljøundersøking i Lindås Kommune 2004. *VestBio Rapport Nr. 3, 2005*. 105 s.
- Haveland F. Strømmåling lokalitet Bogno. Rapport nr 399-2010
- Haveland F. Strømmåling lokalitet Grasholmen. Rapport nr 400-2010
- Hovgaard, P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. - *Sarsia* 53:15-18.
- Johannessen, P.J. 1980. Resipientundersøkelser av enkelte fjordavsnitt i Lindås kommune med hovedvekten lagt på bunnforhold og bunndyr. - Institutt for Marinbiologi, Universitetet i Bergen. 39 pp.
- Johannessen, P.J., I. Risheim, & Ø. Tvedten, 1991. Marinbiologiske undersøkelser av fjordsystemet innenfor Salhus. Datarapport nr. 2. IFM Rapport nr. 13, 1991. 58 s.
- Johannessen, P.J., K. Sjøtun & Ø. Tvedten, 1990. Marinbiologiske undersøkelser av fjordsystemet innenfor Salhus. Datarapport nr. 1. IMB Rapport nr. 3, 1990. 89 s.
- Johansen, P.O., T.E. Isaksen. 2014. Vurdering av totalt organisk karbon (TOC) og totalt organisk materiale (TOM) som støtteparameter ved miljøgranskinger etter MOM-C metodikk. *SAM Notat* nr. 11-2014. 24 s.
- Kvalø, S. E., M. Haave, R. Torvanger, Ø. Alme, P. Johannessen. 2014. Resipientovervåking av fjordsystemene rund Bergen 2011-2015. *SAM e-Rapport* nr. 27-2014.
- Kvalø, S. E., R. Torvanger, K. Hatlen, P. Johannessen. 2013. Resipientovervåking av fjordsystemene rund Bergen 2011-2015. *SAM e-Rapport* nr. 7-2013.
- 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 9425-1. 1999. Oseanografi Del 1: Strømmålinger i faste punkter. *Standard Norge*.
- Norsk Standard NS 9425-3. 2003. Oseanografi Del 3: Måling av sjøtemperatur og saltholdighet. *Standard Norge*.

- Norsk Standard NS 9429. 2007. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative og kvalitative undersøkelser av marine planktonlager. *Standard Norge*.
- Norsk Standard NS 9435. 2009. Vannundersøkelse. Visuelle bunnundersøkelser med fjernstyrte og tauede observasjonsfarkoster for innsamling av miljødata. *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 11885. 2009. Vannundersøkelse. Bestemmelse av utvalgte elementer ved induktivt koblet plasma-optisk emisjonsspektrometrisk analyse (ISO 11885:1996). *Standard Norge*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 12846. 2012. Vannundersøkelse. Bestemmelse av kvikksølv. Atomabsorpsjonsspektrometrisk metode med og utan anriking (ISO 12846:2012). *Standard Norge*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665. 2005. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling 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. Veiledning 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.
- Tvedten, Ø.F., P.J. Johannessen, I. Risheim, S. Hjøllman & H.B. Botnen 1994. Marinbiologiske undersøkelser av fjordsystemet innenfor Salhus. Datarapport nr. 3. - Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB. Rapport nr. 10, 1994. 94 s.
- Tveranger, B. & G.H. Johnsen 2001. Miljøvurderingar av Bognøy Fiskeoppdrett AS H/R 06+09 sin oppdrettslokalitet ved Ramsvik i Radøy kommune hausten 2000. Sunnhordland Havbruksring A/L. Rapport nr 1/2001, 33 sider
- Vannundersøkelse - Bestemmelse av nitritt-nitrogen og nitrat-nitrogen og summen av begge ved automatisert analyse (CFA og FIA) og spektrometrisk deteksjon (ISO 13395:1996).
- Vannundersøkelse - Bestemmelse av ammoniumnitrogen - Metoder med automatisert flyt (CFA og FIA) og spektrometrisk bestemmelse (ISO 11732:2005)
- Vannundersøkelse - Bestemmelse av ortofosfat og totalt fosforinnhold ved automatisert analyse (FIA og CFA) - Del 2: Kontinuerlig gjennomstrømning (CFA) (ISO 15681:2003)

7. VEDLEGG

7. Vedlegg.....	55
Vedlegg 1: Generell vedleggsdel	56
Vedlegg 2: Analysebevis miljøkjemi i sediment	65
Vedlegg 3: Analysebevis miljøkjemi <i>biota</i>	68
Vedlegg 4: Analysebevis geologiske analyser	71
Vedlegg 5: CTD-målinger	86
Vedlegg 6: Næringssalter	91
Vedlegg 7: Artsliste bunndyr	95
Vedlegg 8: Geometriske klasser	102
Vedlegg 9: Topp ti artsliste.....	103
Vedlegg 10: Cluster-analyse	105
Vedlegg 11: Artsliste semikvantitativ littoral	106
Vedlegg 12: Arter og utbredelse	108
Vedlegg 13: Stasjonsskisse	109
Vedlegg 14: Artsliste ruteanalyse.....	110
Vedlegg 15: Strømmålinger.....	112

VEDLEGG 1: GENERELL VEDLEGGSEDEL**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 relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I 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.

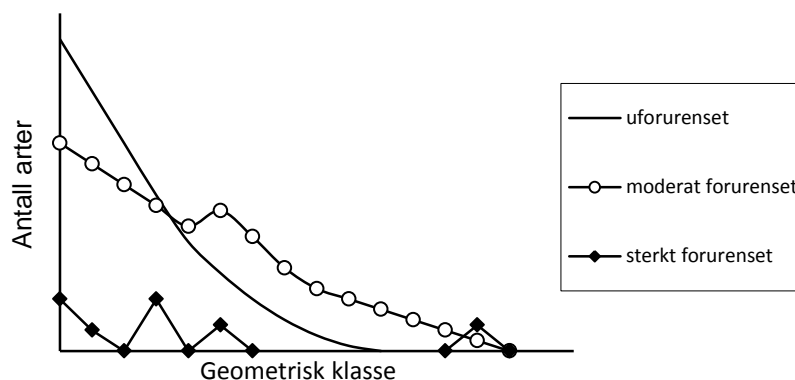
Geometriske klasser

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 toppler 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 Direktoratets gruppa 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:

$$H' = -\sum(P_i) * (\log_2 P_i)$$

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

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

Jevnhet

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

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:

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

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

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 faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatte indeks NQ11 (Norwegian Quality status, Indeks version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold (med bruk av diversitetsindeks SN) og ømfintlighet (med bruk av sensitivitetsindeks AMBI).

NQ11

NQ11 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 NQ11. NQ11 har vært referanse ved kalibreringen av klassegrenser for de andre indeksene (beskrevet i Miljødirektoratet sin revidert klassifiseringsveileder 02:2013).

NQ11-indeksen er beskrevet ved hjelp av formel, hvor S er antallet arter og N er antallet individer i prøven:

$$NQ11 = \left[0,5 * \left(1 - \frac{AMBI}{7} \right) + 0,5 * \left(\frac{SN}{2,7} \right) * \left(\frac{N}{N+5} \right) \right]$$

der

$$SN = \frac{\ln S}{\ln(\ln N)}$$

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.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser (absolutt-verdier)				
			I Svært god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V 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

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 prøvelighet 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 brakkevann 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: 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

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 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. Følgende skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:

< 0,05 = svært god presentasjon,

< 0,1 = god presentasjon,

< 0,2 = brukbar presentasjon,

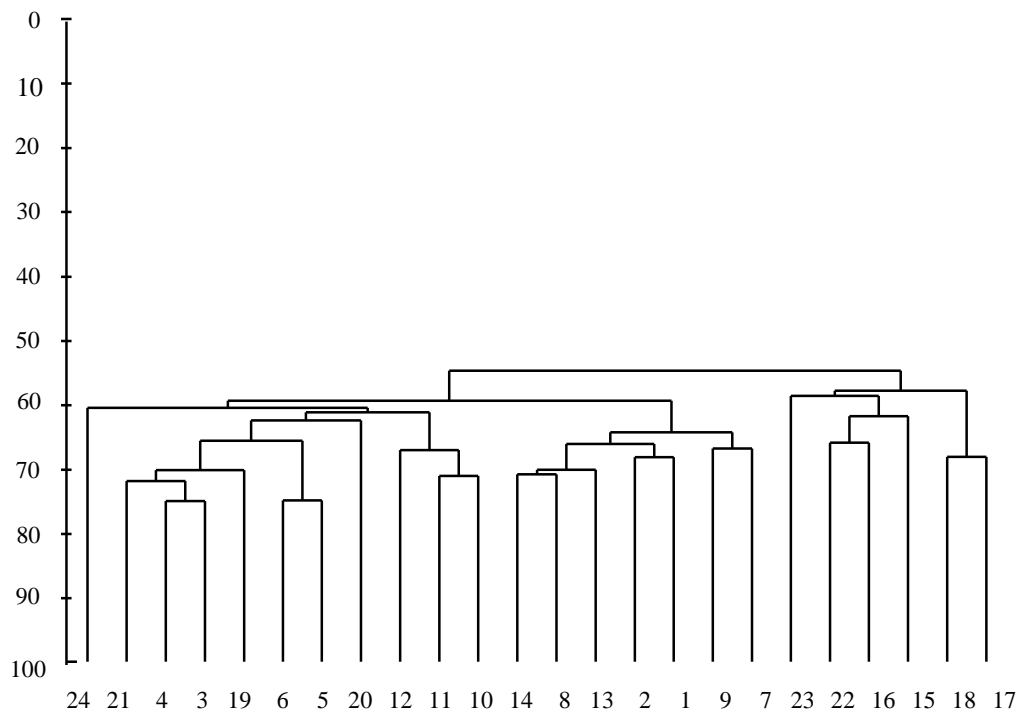
> 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

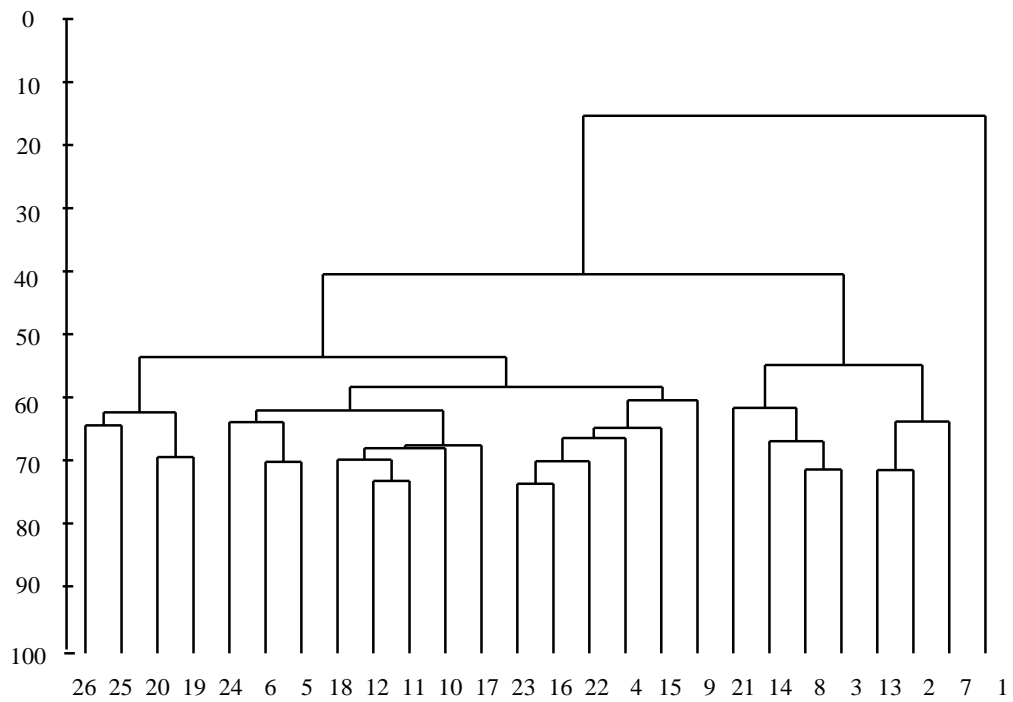
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget 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.

FAUNALIKHET

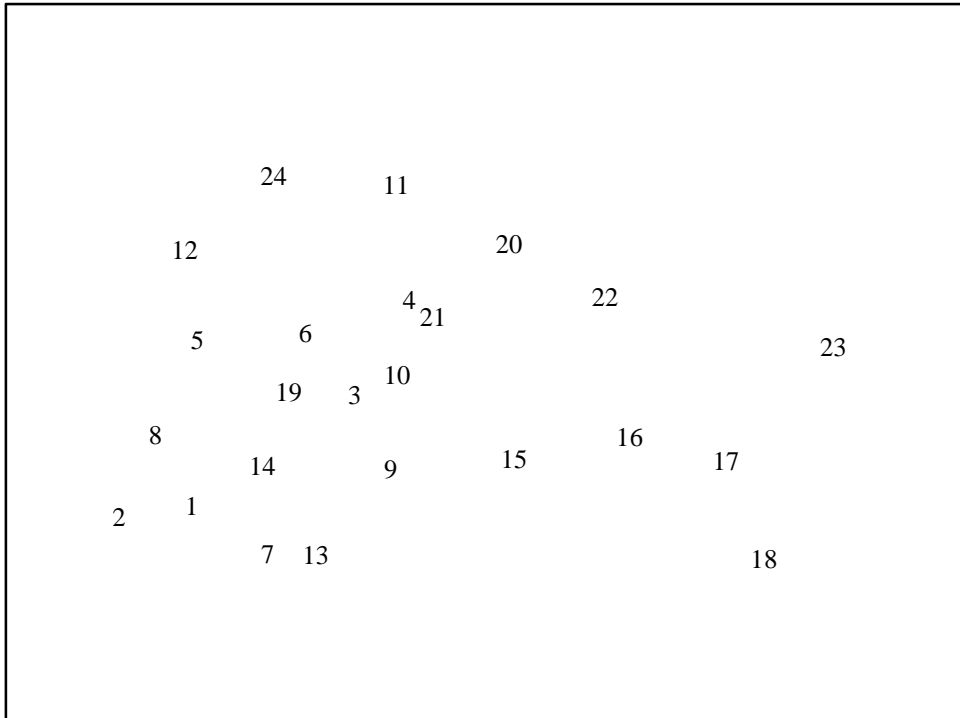


FAUNAFORSKJELL

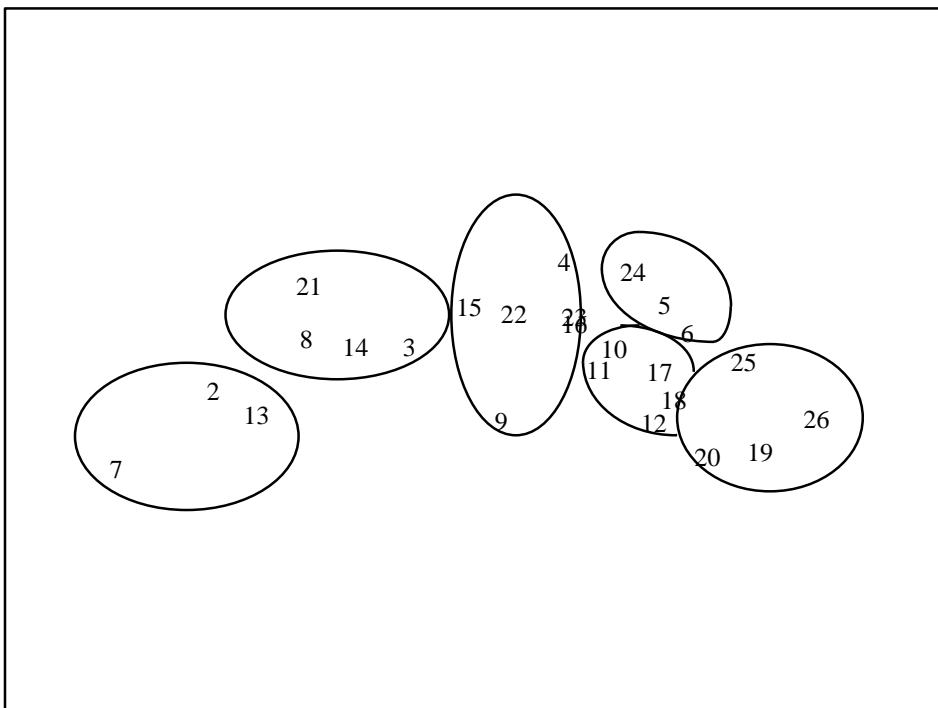


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

- 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 benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, 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 MILJØKJEMI I SEDIMENT



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-000642-01



EUNOBE-00009492

Prøvemottak: 22.02.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 22.02.2014-07.03.2014
Referanse: 807367 / 13/14

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Arsen (As)		b)* 7.1	mg/kg	b)* 7.2	mg/kg	b)* 7.5	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.5
Bly (Pb)		b)* <0.05 *	mg/kg	b)* <0.05 *	mg/kg	b)* 0.05	mg/kg	EN 15763:2009	0.05
Chromium (ICP-MS, food)	Krom (Cr)	b)* 0.1	mg/kg	b)* 0.1	mg/kg	b)* 0.2	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	0.05
Kadmium (Cd)		b)* 0.07	mg/kg	b)* 0.07	mg/kg	b)* 0.06	mg/kg	EN 15763:2009	0.01
Kobber (Cu)		b)* 1.2	mg/kg	b)* 1	mg/kg	b)* 1.2	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.1
Kvikksølv, Hg (ICP-MS)	Kvikksølv (Hg)	b)* 0.007	mg/kg	b)* <0.005 *	mg/kg	b)* 0.006	mg/kg	EN 15763:2009	0.005
Nikkel (Ni)		b)* 0.3	mg/kg	b)* 0.3	mg/kg	b)* 0.2	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.1
Sink (Zn)		b)* 19	mg/kg	b)* 16	mg/kg	b)* 22	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.5
Tørstoff		a) 26.4	%	a) 26.4	%	a) 24.3	%	§64 LFGB L 06.00-3, mg/16	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14251-01-00, Eurofins Analytik GmbH, Wiertz-Eggert-Jörissen, Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

b)* Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

Bergen 07.03.2014

Helene L. Botnevik

Helene Lillethun Botnevik

ASM Kundesupport Bergen

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 målesikkerhet 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



**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-000681-01



EUNOBE-00009491

Prøvemottak: 22.02.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 22.02.2014-11.03.2014
Referanse: 807367 /12/14

ANALYSERAPPORT

Prevenr.:		441-2014-0222-005		441-2014-0222-006		441-2014-0222-007			
Prøvetakingsdato:		16.02.2014		16.02.2014		16.02.2014			
Prøvetaker:		Oppdragsgiver		Oppdragsgiver		Oppdragsgiver			
Analysestartdato:		22.02.2014		22.02.2014		22.02.2014			
Prøvetype:		Annet biologisk mate		Annet biologisk mate		Annet biologisk mate			
Prøvemerkning:		Gan (A)		Gan (B)		Gan (C)			
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Arsen (As)		a) 12 mg/kg TS	25%	a) 11 mg/kg TS	25%	a) 12 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.05
Bly (Pb)		a) 3.8 mg/kg TS	25%	a) 3.2 mg/kg TS	25%	a) 2.9 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.03
Fettinnhold		a) 1.8 %	20%	a) 1.7 %	20%	a) 2.0 %	20%	AM374.20	0.1
Kadmium (Cd)		a) 0.58 mg/kg TS	25%	a) 0.51 mg/kg TS	25%	a) 0.45 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.001
Kobber (Cu)		a) 11 mg/kg TS	25%	a) 10 mg/kg TS	25%	a) 9.1 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.03
Krom (Cr)		a) 0.84 mg/kg TS	25%	a) 0.74 mg/kg TS	25%	a) 0.75 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.03
Kvikksølv (Hg)		a) <0.36 mg/kg TS		a) <0.36 mg/kg TS		a) <0.33 mg/kg TS		NS-EN ISO 12846	0.05
Nikkel (Ni)		a) 0.76 mg/kg TS	25%	a) 0.63 mg/kg TS	25%	a) 0.67 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.04
PAH 16 EPA	Naftalen	a) <0.5 µg/kg		a) <0.5 µg/kg		a) <0.5 µg/kg			0.5
PAH 16 EPA	Acenaftilen	a) 0.55 µg/kg	50%	a) 0.53 µg/kg	50%	a) <0.5 µg/kg			0.5
PAH 16 EPA	Acenaften	a) 0.67 µg/kg	50%	a) 0.58 µg/kg	50%	a) 0.66 µg/kg	50%		0.5
PAH 16 EPA	Fluoren	a) 0.82 µg/kg	50%	a) <0.5 µg/kg		a) <0.5 µg/kg			0.5
PAH 16 EPA	Fenantren	a) 0.96 µg/kg	40%	a) 1.6 µg/kg	40%	a) 1.2 µg/kg	40%		0.5
PAH 16 EPA	Antracen	a) 0.83 µg/kg	50%	a) 0.78 µg/kg	50%	a) <0.5 µg/kg			0.5
PAH 16 EPA	Fluoranten	a) 2.0 µg/kg	50%	a) 3.4 µg/kg	50%	a) 3.1 µg/kg	50%		0.5
PAH 16 EPA	Pyren	a) 1.1 µg/kg	50%	a) 2.0 µg/kg	50%	a) 1.9 µg/kg	50%		0.5
PAH 16 EPA	Benzo[a]antracen	a) 1.2 µg/kg	50%	a) 1.4 µg/kg	50%	a) 1.5 µg/kg	50%		0.5
PAH 16 EPA	Krysen/Trifenylen	a) 3.0 µg/kg	40%	a) 3.4 µg/kg	40%	a) 3.7 µg/kg	40%		0.5
PAH 16 EPA	Benzo[b]jfluoranten	a) 3.1 µg/kg	50%	a) 3.2 µg/kg	50%	a) 3.2 µg/kg	50%		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 godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 2



		441-2014-0222-005 16.02.2014 Oppdragsgiver 22.02.2014 Annet biologisk mate Gan (A)			441-2014-0222-006 16.02.2014 Oppdragsgiver 22.02.2014 Annet biologisk mate Gan (B)			441-2014-0222-007 16.02.2014 Oppdragsgiver 22.02.2014 Annet biologisk mate Gan (C)				
PAH 16 EPA	Benzo[k]fluoranten	a) 1.7	µg/kg	50%	a) 2.1	µg/kg	50%	a) 2.6	µg/kg	50%	0.5	
PAH 16 EPA	Benzo[a]pyren	a) 0.55	µg/kg	50%	a) 0.75	µg/kg	50%	a) 0.81	µg/kg	50%	0.5	
PAH 16 EPA	Indeno[1,2,3-cd]pyren	a) 0.62	µg/kg	50%	a) 0.76	µg/kg	50%	a) 0.76	µg/kg	50%	0.5	
PAH 16 EPA	Dibenzo[a,h]antracen	a) <0.5	µg/kg		a) <0.5	µg/kg		a) <0.5	µg/kg		0.5	
PAH 16 EPA	Benzo[ghi]perylene	a) 0.83	µg/kg	50%	a) 1.1	µg/kg	50%	a) 1.0	µg/kg	50%	0.5	
PAH 16 EPA	Sum PAH(16) EPA	a) 18	µg/kg	60%	a) 22	µg/kg	60%	a) 20	µg/kg	60%		
PCB 7	PCB 28	a) 0.16	µg/kg	50%	a) 0.11	µg/kg	50%	a) 0.14	µg/kg	50%	AM374.23 0.05	
PCB 7	PCB 52	a) 0.44	µg/kg	50%	a) 0.44	µg/kg	50%	a) 0.47	µg/kg	50%	AM374.23 0.05	
PCB 7	PCB 101	a) 0.80	µg/kg	40%	a) 0.75	µg/kg	40%	a) 0.86	µg/kg	40%	AM374.23 0.05	
PCB 7	PCB 118	a) 0.51	µg/kg	40%	a) 0.50	µg/kg	40%	a) 0.55	µg/kg	40%	AM374.23 0.05	
PCB 7	PCB 153	a) 2.0	µg/kg	40%	a) 1.9	µg/kg	40%	a) 2.0	µg/kg	40%	AM374.23 0.05	
PCB 7	PCB 138	a) 1.8	µg/kg	40%	a) 1.7	µg/kg	40%	a) 1.9	µg/kg	40%	AM374.23 0.05	
PCB 7	PCB 180	a) 0.40	µg/kg	50%	a) 0.34	µg/kg	50%	a) 0.37	µg/kg	50%	AM374.23 0.05	
PCB 7	Sum 7 PCB	a) 6.1	µg/kg	40%	a) 5.7	µg/kg	40%	a) 6.3	µg/kg	40%	AM374.23	
Sink (Zn)		a) 210	mg/kg TS	25%	a) 190	mg/kg TS	25%	a) 180	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2 0.5	
Total tørrstoff		a) 14	%	12%	a) 14	%	12%	a) 15	%	12%	NS 4764 0.02	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 11.03.2014

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 2 av 2

VEDLEGG 3: ANALYSEBEVIS MILJØKJEMI BIOTA

Ascophyllum nodosum

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-000642-01



EUNOBE-00009492

Prøvemottak: 22.02.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 22.02.2014-07.03.2014
Referanse: 807367 / 13/14

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Arsen (As)		b)* 7.1	mg/kg	b)* 7.2	mg/kg	b)* 7.5	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.5
Bly (Pb)		b)* <0.05 *	mg/kg	b)* <0.05 *	mg/kg	b)* 0.05	mg/kg	EN 15763:2009	0.05
Chromium (ICP-MS, food)	Krom (Cr)	b)* 0.1	mg/kg	b)* 0.1	mg/kg	b)* 0.2	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	0.05
Kadmium (Cd)		b)* 0.07	mg/kg	b)* 0.07	mg/kg	b)* 0.06	mg/kg	EN 15763:2009	0.01
Kobber (Cu)		b)* 1.2	mg/kg	b)* 1	mg/kg	b)* 1.2	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.1
Kvikksølv, Hg (ICP-MS)	Kvikksølv (Hg)	b)* 0.007	mg/kg	b)* <0.005 *	mg/kg	b)* 0.006	mg/kg	EN 15763:2009	0.005
Nikkel (Ni)		b)* 0.3	mg/kg	b)* 0.3	mg/kg	b)* 0.2	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.1
Sink (Zn)		b)* 19	mg/kg	b)* 16	mg/kg	b)* 22	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.5
Tørrestoff		a) 26.4	%	a) 25.4	%	a) 24.3	%	§64 LFGB L 06.00-3, m	0.5

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14251-01-00, Eurofins Analytik GmbH, Wiertz-Eggert-Jörissen, Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg
b)* Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

Bergen 07.03.2014

Helene L. Botnevik

Helene Lillethun Botnevik

ASM Kundesupport Bergen

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 målesikkerhet 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

Mytilus edulis

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-000681-01



EUNOBE-00009491

Prøvemottak: 22.02.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 22.02.2014-11.03.2014
Referanse: 807367 /12/14

ANALYSERAPPORT

Prevenr.: Prøvetaksdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerking:		441-2014-0222-005 16.02.2014 Oppdragsgiver 22.02.2014 Annet biologisk mate Gan (A)			441-2014-0222-006 16.02.2014 Oppdragsgiver 22.02.2014 Annet biologisk mate Gan (B)			441-2014-0222-007 16.02.2014 Oppdragsgiver 22.02.2014 Annet biologisk mate Gan (C)		
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ	
Arsen (As)		a) 12	mg/kg TS 25%	a) 11	mg/kg TS 25%	a) 12	mg/kg TS 25%	NS EN ISO 17294-2	0.05	
Bly (Pb)		a) 3.8	mg/kg TS 25%	a) 3.2	mg/kg TS 25%	a) 2.9	mg/kg TS 25%	NS EN ISO 17294-2	0.03	
Fettinnhold		a) 1.8	% 20%	a) 1.7	% 20%	a) 2.0	% 20%	AM374.20	0.1	
Kadmium (Cd)		a) 0.58	mg/kg TS 25%	a) 0.51	mg/kg TS 25%	a) 0.45	mg/kg TS 25%	NS EN ISO 17294-2	0.001	
Kobber (Cu)		a) 11	mg/kg TS 25%	a) 10	mg/kg TS 25%	a) 9.1	mg/kg TS 25%	NS EN ISO 17294-2	0.03	
Krom (Cr)		a) 0.84	mg/kg TS 25%	a) 0.74	mg/kg TS 25%	a) 0.75	mg/kg TS 25%	NS EN ISO 17294-2	0.03	
Kvikksølv (Hg)		a) <0.36	mg/kg TS	a) <0.36	mg/kg TS	a) <0.33	mg/kg TS	NS-EN ISO 12846	0.05	
Nikkel (Ni)		a) 0.76	mg/kg TS 25%	a) 0.63	mg/kg TS 25%	a) 0.67	mg/kg TS 25%	NS EN ISO 17294-2	0.04	
PAH 16 EPA	Naftalen	a) <0.5	µg/kg	a) <0.5	µg/kg	a) <0.5	µg/kg		0.5	
PAH 16 EPA	Acenaflylen	a) 0.55	µg/kg 50%	a) 0.53	µg/kg 50%	a) <0.5	µg/kg		0.5	
PAH 16 EPA	Acenaften	a) 0.67	µg/kg 50%	a) 0.58	µg/kg 50%	a) 0.66	µg/kg 50%		0.5	
PAH 16 EPA	Fluoren	a) 0.82	µg/kg 50%	a) <0.5	µg/kg	a) <0.5	µg/kg		0.5	
PAH 16 EPA	Fenantren	a) 0.96	µg/kg 40%	a) 1.6	µg/kg 40%	a) 1.2	µg/kg 40%		0.5	
PAH 16 EPA	Antracen	a) 0.83	µg/kg 50%	a) 0.78	µg/kg 50%	a) <0.5	µg/kg		0.5	
PAH 16 EPA	Fluoranten	a) 2.0	µg/kg 50%	a) 3.4	µg/kg 50%	a) 3.1	µg/kg 50%		0.5	
PAH 16 EPA	Pyren	a) 1.1	µg/kg 50%	a) 2.0	µg/kg 50%	a) 1.9	µg/kg 50%		0.5	
PAH 16 EPA	Benzo[a]antracen	a) 1.2	µg/kg 50%	a) 1.4	µg/kg 50%	a) 1.5	µg/kg 50%		0.5	
PAH 16 EPA	Krysen/Trifenylen	a) 3.0	µg/kg 40%	a) 3.4	µg/kg 40%	a) 3.7	µg/kg 40%		0.5	
PAH 16 EPA	Benzo[b]fluoranten	a) 3.1	µg/kg 50%	a) 3.2	µg/kg 50%	a) 3.2	µg/kg 50%		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 målesikkerhet 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 2

AR-14-MX-000681-01



EUNOBE-00009491



		441-2014-0222-005 16.02.2014 Oppdragsgiver 22.02.2014 Annet biologisk mate Gan (A)			441-2014-0222-006 16.02.2014 Oppdragsgiver 22.02.2014 Annet biologisk mate Gan (B)			441-2014-0222-007 16.02.2014 Oppdragsgiver 22.02.2014 Annet biologisk mate Gan (C)			
PAH 16 EPA	Benzo[k]fluoranten	a) 1.7	µg/kg	50%	a) 2.1	µg/kg	50%	a) 2.6	µg/kg	50%	0.5
PAH 16 EPA	Benzo[a]pyren	a) 0.55	µg/kg	50%	a) 0.75	µg/kg	50%	a) 0.81	µg/kg	50%	0.5
PAH 16 EPA	Indeno[1,2,3-cd]pyren	a) 0.62	µg/kg	50%	a) 0.76	µg/kg	50%	a) 0.76	µg/kg	50%	0.5
PAH 16 EPA	Dibenzo[a,h]antracen	a) <0.5	µg/kg		a) <0.5	µg/kg		a) <0.5	µg/kg		0.5
PAH 16 EPA	Benzo[ghi]perylen	a) 0.83	µg/kg	50%	a) 1.1	µg/kg	50%	a) 1.0	µg/kg	50%	0.5
PAH 16 EPA	Sum PAH(16) EPA	a) 18	µg/kg	60%	a) 22	µg/kg	60%	a) 20	µg/kg	60%	
PCB 7	PCB 28	a) 0.16	µg/kg	50%	a) 0.11	µg/kg	50%	a) 0.14	µg/kg	50%	AM374.23 0.05
PCB 7	PCB 52	a) 0.44	µg/kg	50%	a) 0.44	µg/kg	50%	a) 0.47	µg/kg	50%	AM374.23 0.05
PCB 7	PCB 101	a) 0.80	µg/kg	40%	a) 0.75	µg/kg	40%	a) 0.86	µg/kg	40%	AM374.23 0.05
PCB 7	PCB 118	a) 0.51	µg/kg	40%	a) 0.50	µg/kg	40%	a) 0.55	µg/kg	40%	AM374.23 0.05
PCB 7	PCB 153	a) 2.0	µg/kg	40%	a) 1.9	µg/kg	40%	a) 2.0	µg/kg	40%	AM374.23 0.05
PCB 7	PCB 138	a) 1.8	µg/kg	40%	a) 1.7	µg/kg	40%	a) 1.9	µg/kg	40%	AM374.23 0.05
PCB 7	PCB 180	a) 0.40	µg/kg	50%	a) 0.34	µg/kg	50%	a) 0.37	µg/kg	50%	AM374.23 0.05
PCB 7	Sum 7 PCB	a) 6.1	µg/kg	40%	a) 5.7	µg/kg	40%	a) 6.3	µg/kg	40%	AM374.23
Sink (Zn)		a) 210	mg/kg TS	25%	a) 190	mg/kg TS	25%	a) 180	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2 0.5
Total tørrstoff		a) 14	%	12%	a) 14	%	12%	a) 15	%	12%	NS 4764 0.02

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 11.03.2014

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 2 av 2

VEDLEGG 4: ANALYSEBEVIS GEOLOGISKE ANALYSER

		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 Sedimentprøver SAM-Marin		
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Sentralt fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.:	Antall sider + bilag:	
		51311	15	
		Rapport referanse:	Dato:	
		KR-17492	02.09.2013	
Rev. nr.	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:	Ansvarlig signatur:	
0	611101	Terje Kolberg / Eli Ellingsen	Terje Kolberg 	

Prøver mottatt dato: 28.06.2013

RESULTATER

Prøve merket:			807367/ 68/13 pr F7	807367/ 68/13 pr F50	807367/ 68/13 pr KV 5	807367/ 68/13 pr KV 1	807367/ 68/13 pr KV 4
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081277	KA- 081278	KA- 081279	KA- 081280	KA- 081281
TOM (550 oC)	%	01.08.13	8,29	13,5	12,7	*	19,9

Prøve merket:			807367/ 68/13 pr St. 7	807367/ 68/13 pr St. 18	807367/ 68/13 pr St. 23	807367/ 68/13 pr St. 8	807367/ 68/13 pr St. 4
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081282	KA- 081283	KA- 081284	KA- 081285	KA- 081286
TOM (550 oC)	%	01.08.13	10,1	24,3	18,3	13,9	15,0

Prøve merket:			807367/ 68/13 pr St. Ås 1	807367/ 68/13 pr St. 121	807367/ 68/13 pr St. 2	807367/ 68/13 pr SO 2	807367/ 68/13 pr St. 5
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081287	KA- 081288	KA- 081289	KA- 081290	KA- 081291
TOM (550 oC)	%	02.08.13	4,88	6,55	14,0	11,2	5,81

Prøve merket:			807367/ 68/13 pr A 20	807367/ 68/13 pr A 24	807367/ 68/13 pr Ju 2	807367/ 68/13 pr Ha 10	807367/ 68/13 pr Flat 1
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081292	KA- 081293	KA- 081294	KA- 081295	KA- 081296
TOM (550 oC)	%	02.08.13	5,22	3,23	12,6	13,2	29,3

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.



Prøve merket:			807367/ 68/13 pr L 6	807367/ 68/13 pr L 7	807367/ 68/13 pr L 2	807367/ 68/13 pr Kna 1	807367/ 68/13 pr L 5a
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081297	KA- 081298	KA- 081299	KA- 081300	KA- 081301
TOM (550 oC)	%	02.08.13	9,07	20,0	13,1	2,22	24,9

Prøve merket:			807367/ 68/13 pr L 4	807367/ 68/13 pr L 5b	807367/ 68/13 pr St. 3	807367/ 68/13 pr St. 11	807367/ 68/13 pr Kvr 1
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081302	KA- 081303	KA- 081304	KA- 081305	KA- 081306
TOM (550 oC)	%	09.08.13	22,7	7,61	16,6	10,8	13,7

Prøve merket:			807367/ 68/13 pr SO 1	807367/ 68/13 pr Lung 2	807367/ 68/13 pr St. MO 71	807367/ 68/13 pr L 14	807367/ 68/13 pr L 12
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081307	KA- 081308	KA- 081309	KA- 081310	KA- 081311
TOM (550 oC)	%	09.08.13	5,64	6,55	8,26	41,6	26,7

Prøve merket:			807367/ 68/13 pr L 41	807367/ 68/13 pr L 11	807367/ 68/13 pr L 9	807367/ 68/13 pr St. Vågen	807367/ 68/13 pr St. Fag 3
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081312	KA- 081313	KA- 081314	KA- 081315	KA- 081316
TOM (550 oC)	%	09.08.13	50,2	26,7	33,1	*	*

Kornfordeling

Analysedato: 30.07.13-09.08.13

Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	85,0
1000	0	0,02	0,2	0,2	5,65	Sand	15,0
500	1	0,04	0,5	0,7		Grus	0,0
355	1,5	0,02	0,2	1,0	Sd Φ		
250	2	0,07	0,9	1,9	1,54		
180	2,5	0,12	1,5	3,4			
125	3	0,17	2,1	5,5	Sk Φ		
90	3,5	0,17	2,1	7,6	-0,07		
63	4	0,59	7,4	15,0			
<63	8	6,82	85,0	100,0	K Φ		
		8,02	100,0		0,85		

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.

F 50		KA-081278								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,05	0,7	0,7	Md Φ	Silt og leire			70,8	
1000	0	0,15	2,1	2,8	5,17	Sand			28,5	
500	1	0,25	3,5	6,4		Grus			0,7	
355	1,5	0,13	1,8	8,2	Sd Φ					
250	2	0,20	2,8	11,1	2,19					
180	2,5	0,25	3,5	14,6						
125	3	0,30	4,3	18,9	Sk Φ					
90	3,5	0,25	3,5	22,4	-0,21					
63	4	0,48	6,8	29,2						
<63	8	4,99	70,8	100,0	K Φ					
		7,05	100,0		1,01					

KV 5		KA-081279								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,04	0,6	0,6	Md Φ	Silt og leire			28,1	
1000	0	0,26	4,0	4,7	2,78	Sand			71,2	
500	1	0,62	9,6	14,3		Grus			0,6	
355	1,5	0,40	6,2	20,5	Sd Φ					
250	2	0,70	10,9	31,4	2,25					
180	2,5	0,74	11,5	42,8						
125	3	0,81	12,6	55,4	Sk Φ					
90	3,5	0,52	8,1	63,5	0,26					
63	4	0,54	8,4	71,9						
<63	8	1,81	28,1	100,0	K Φ					
		6,44	100,0		1,09					

KV 1* KA-081280

KV 4		KA-081281								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,03	0,6	0,6	Md Φ	Silt og leire			88,4	
1000	0	0,03	0,6	1,1	5,74	Sand			11,0	
500	1	0,09	1,7	2,8		Grus			0,6	
355	1,5	0,04	0,7	3,6	Sd Φ					
250	2	0,09	1,7	5,2	1,65					
180	2,5	0,09	1,7	6,9						
125	3	0,09	1,7	8,6	Sk Φ					
90	3,5	0,04	0,7	9,3	-0,15					
63	4	0,12	2,2	11,6						
<63	8	4,73	88,4	100,0	K Φ					
		5,35	100,0		1,06					

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.

St. 7		KA-081282							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,06	0,8	0,8	Md Φ	Silt og leire		52,0	
1000	0	0,12	1,6	2,3	4,15	Sand		47,2	
500	1	0,16	2,1	4,4		Grus		0,8	
355	1,5	0,14	1,8	6,2	Sd Φ				
250	2	0,25	3,2	9,5	2,03				
180	2,5	0,41	5,3	14,8					
125	3	0,71	9,2	24,0	Sk Φ				
90	3,5	0,68	8,8	32,8	0,16				
63	4	1,17	15,2	48,0					
<63	8	4,01	52,0	100,0	K Φ				
		7,71	100,0		0,88				

St. 18		KA-081283							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,03	0,6	0,6	Md Φ	Silt og leire		74,6	
1000	0	0,30	5,9	6,5	5,32	Sand		24,8	
500	1	0,21	4,2	10,7		Grus		0,6	
355	1,5	0,09	1,8	12,5	Sd Φ				
250	2	0,10	2,0	14,5	2,41				
180	2,5	0,11	2,2	16,6					
125	3	0,14	2,8	19,4	Sk Φ				
90	3,5	0,10	2,0	21,4	-0,32				
63	4	0,20	4,0	25,4					
<63	8	3,77	74,6	100,0	K Φ				
		5,05	100,0		1,21				

St. 23		KA-081284							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire		72,3	
1000	0	0,10	1,8	1,8	5,24	Sand		27,7	
500	1	0,15	2,7	4,5		Grus		0,0	
355	1,5	0,09	1,6	6,2	Sd Φ				
250	2	0,13	2,4	8,6	2,07				
180	2,5	0,21	3,8	12,4					
125	3	0,31	5,6	18,0	Sk Φ				
90	3,5	0,24	4,4	22,4	-0,18				
63	4	0,29	5,3	27,7					
<63	8	3,98	72,3	100,0	K Φ				
		5,50	100,0		0,94				

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.

St. 8		KA-081285						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,01	0,2	0,2	Md Φ	Silt og leire	94,5	
1000	0	0,01	0,2	0,4	5,88	Sand	5,3	
500	1	0,02	0,4	0,8		Grus	0,2	
355	1,5	0,01	0,2	0,9	Sd Φ			
250	2	0,04	0,8	1,7	1,32			
180	2,5	0,05	0,9	2,6				
125	3	0,05	0,9	3,6	Sk Φ			
90	3,5	0,02	0,4	3,9	-0,02			
63	4	0,08	1,5	5,5				
<63	8	5,03	94,5	100,0	K Φ			
		5,32	100,0		0,76			

St.4		KA-081286						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	92,9	
1000	0	0,02	0,3	0,3	5,85	Sand	7,1	
500	1	0,05	0,8	1,1		Grus	0,0	
355	1,5	0,04	0,6	1,7	Sd Φ			
250	2	0,06	0,9	2,6	1,46			
180	2,5	0,08	1,2	3,8				
125	3	0,09	1,4	5,1	Sk Φ			
90	3,5	0,03	0,5	5,6	-0,10			
63	4	0,10	1,5	7,1				
<63	8	6,17	92,9	100,0	K Φ			
		6,64	100,0		0,92			

Ås 1		KA-081287						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,18	1,4	1,4	Md Φ	Silt og leire	30,5	
1000	0	0,35	2,7	4,1	3,64	Sand	68,1	
500	1	0,44	3,4	7,5		Grus	1,4	
355	1,5	0,26	2,0	9,5	Sd Φ			
250	2	0,46	3,6	13,1	1,98			
180	2,5	0,73	5,6	18,7				
125	3	1,27	9,8	28,5	Sk Φ			
90	3,5	1,79	13,8	42,4	0,14			
63	4	3,50	27,1	69,5				
<63	8	3,95	30,5	100,0	K Φ			
		12,93	100,0		1,52			

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.

St. 121		KA-081288								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,01	0,1	0,1	Md Φ	Silt og leire		72,1		
1000	0	0,01	0,1	0,2		Sand	5,22	27,8		
500	1	0,06	0,6	0,8		Grus		0,1		
355	1,5	0,03	0,3	1,2	Sd Φ					
250	2	0,08	0,8	2,0			1,64			
180	2,5	0,17	1,8	3,8						
125	3	0,34	3,6	7,4	Sk Φ					
90	3,5	0,46	4,9	12,3			0,03			
63	4	1,48	15,7	27,9						
<63	8	6,81	72,1	100,0	K Φ					
		9,45	100,0				0,77			

St. 2		KA-081289								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire		94,4		
1000	0	0,02	0,3	0,3		Sand	5,88	5,6		
500	1	0,04	0,7	1,0		Grus		0,0		
355	1,5	0,03	0,5	1,5	Sd Φ					
250	2	0,02	0,3	1,9			1,33			
180	2,5	0,04	0,7	2,6						
125	3	0,06	1,0	3,6	Sk Φ					
90	3,5	0,03	0,5	4,1			-0,02			
63	4	0,09	1,5	5,6						
<63	8	5,52	94,4	100,0	K Φ					
		5,85	100,0				0,77			

SO 2		KA-081290								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire		60,0		
1000	0	0,04	0,8	0,8		Sand	4,67	40,0		
500	1	0,13	2,6	3,5		Grus		0,0		
355	1,5	0,10	2,0	5,5	Sd Φ					
250	2	0,16	3,3	8,7			2,00			
180	2,5	0,21	4,3	13,0						
125	3	0,29	5,9	18,9	Sk Φ					
90	3,5	0,37	7,5	26,4			0,02			
63	4	0,67	13,6	40,0						
<63	8	2,95	60,0	100,0	K Φ					
		4,92	100,0				0,88			

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.

St. 5		KA-081291								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire			67,6	
1000	0	0,03	0,3	0,3	5,04	Sand			32,4	
500	1	0,12	1,1	1,4		Grus			0,0	
355	1,5	0,10	0,9	2,3	Sd Φ					
250	2	0,20	1,9	4,2	1,80					
180	2,5	0,31	2,9	7,1						
125	3	0,60	5,6	12,7	Sk Φ					
90	3,5	0,83	7,7	20,4	0,00					
63	4	1,28	11,9	32,4						
<63	8	7,26	67,6	100,0	K Φ					
		10,73	100,0		0,81					

A 20		KA-081292								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,59	6,4	6,4	Md Φ	Silt og leire			1,1	
1000	0	2,77	30,1	36,6	0,48	Sand			92,5	
500	1	2,55	27,7	64,3		Grus			6,4	
355	1,5	0,86	9,4	73,7	Sd Φ					
250	2	0,66	7,2	80,8	1,43					
180	2,5	0,53	5,8	86,6						
125	3	0,46	5,0	91,6	Sk Φ					
90	3,5	0,31	3,4	95,0	0,27					
63	4	0,36	3,9	98,9						
<63	8	0,10	1,1	100,0	K Φ					
		9,19	100,0		0,94					

A 24		KA-081293								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,57	4,8	4,8	Md Φ	Silt og leire			13,8	
1000	0	0,74	6,3	11,1	2,57	Sand			81,3	
500	1	1,28	10,8	21,9		Grus			4,8	
355	1,5	0,80	6,8	28,7	Sd Φ					
250	2	0,98	8,3	36,9	2,01					
180	2,5	1,32	11,2	48,1						
125	3	1,60	13,5	61,6	Sk Φ					
90	3,5	1,39	11,8	73,4	-0,08					
63	4	1,51	12,8	86,2						
<63	8	1,64	13,8	100,0	K Φ					
		11,83	100,0		1,32					

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.

Ju 2		KA-081294								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,11	1,4	1,4	Md Φ	Silt og leire			36,9	
1000	0	0,73	9,1	10,5		Sand	3,49		61,7	
500	1	1,00	12,5	23,0		Grus			1,4	
355	1,5	0,37	4,6	27,6	Sd Φ					
250	2	0,39	4,9	32,5			2,68			
180	2,5	0,41	5,1	37,7						
125	3	0,49	6,1	43,8	Sk Φ					
90	3,5	0,51	6,4	50,2			-0,03			
63	4	1,03	12,9	63,1						
<63	8	2,95	36,9	100,0	K Φ					
		7,99	100,0				0,81			

Ha 10		KA-081295								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire			93,2	
1000	0	0,00	0,0	0,0		Sand	5,85		6,8	
500	1	0,00	0,0	0,0		Grus			0,0	
355	1,5	0,00	0,0	0,0	Sd Φ					
250	2	0,03	0,6	0,6			1,36			
180	2,5	0,07	1,3	1,9						
125	3	0,08	1,5	3,4	Sk Φ					
90	3,5	0,05	0,9	4,3			-0,03			
63	4	0,13	2,4	6,8						
<63	8	4,95	93,2	100,0	K Φ					
		5,31	100,0				0,79			

Flat 1		KA-081296								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire			96,5	
1000	0	0,00	0,0	0,0		Sand	5,93		3,5	
500	1	0,00	0,0	0,0		Grus			0,0	
355	1,5	0,00	0,0	0,0	Sd Φ					
250	2	0,01	0,5	0,5			1,27			
180	2,5	0,01	0,5	1,0						
125	3	0,01	0,5	1,5	Sk Φ					
90	3,5	0,01	0,5	2,0			0,00			
63	4	0,03	1,5	3,5						
<63	8	1,96	96,5	100,0	K Φ					
		2,03	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.

L 6		KA-081297						
Diameter(μm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	69,6	
1000	0	0,07	0,7	0,7	5,13	Sand	30,4	
500	1	0,12	1,2	1,8		Grus	0,0	
355	1,5	0,08	0,8	2,6	Sd Φ			
250	2	0,21	2,0	4,7	1,78			
180	2,5	0,33	3,2	7,9				
125	3	0,47	4,6	12,4	Sk Φ			
90	3,5	0,49	4,8	17,2	-0,02			
63	4	1,36	13,2	30,4				
<63	8	7,18	69,6	100,0	K Φ			
		10,31	100,0		0,84			

L 7		KA-081298						
Diameter(μm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	93,9	
1000	0	0,01	0,2	0,2	5,87	Sand	6,1	
500	1	0,02	0,4	0,7		Grus	0,0	
355	1,5	0,00	0,0	0,7	Sd Φ			
250	2	0,03	0,7	1,3	1,33			
180	2,5	0,03	0,7	2,0				
125	3	0,04	0,9	2,8	Sk Φ			
90	3,5	0,03	0,7	3,5	-0,02			
63	4	0,12	2,6	6,1				
<63	8	4,30	93,9	100,0	K Φ			
		4,58	100,0		0,77			

L 2		KA-081299						
Diameter(μm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	96,7	
1000	0	0,02	0,4	0,4	5,93	Sand	3,3	
500	1	0,03	0,6	1,0		Grus	0,0	
355	1,5	0,02	0,4	1,4	Sd Φ			
250	2	0,00	0,0	1,4	1,27			
180	2,5	0,01	0,2	1,6				
125	3	0,01	0,2	1,8	Sk Φ			
90	3,5	0,01	0,2	2,0	0,00			
63	4	0,07	1,4	3,3				
<63	8	4,95	96,7	100,0	K Φ			
		5,12	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.

Kna 1		KA-081300							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	1,17	10,6	10,6	Md Φ	Silt og leire			3,1
1000	0	2,38	21,7	32,3	0,72	Sand			86,3
500	1	2,70	24,6	56,9		Grus			10,6
355	1,5	1,20	10,9	67,8	Sd Φ				
250	2	1,07	9,7	77,5	1,52				
180	2,5	0,83	7,6	85,1					
125	3	0,70	6,4	91,5	Sk Φ				
90	3,5	0,38	3,5	94,9	0,12				
63	4	0,22	2,0	96,9					
<63	8	0,34	3,1	100,0	K Φ				
		10,99	100,0		0,89				

L 5a		KA-081301							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire			99,7
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,99	Sand			0,3
500	1	0,01	0,3	0,3		Grus			0,0
355	1,5	0,00	0,0	0,3	Sd Φ				
250	2	0,00	0,0	0,3	1,23				
180	2,5	0,00	0,0	0,3					
125	3	0,00	0,0	0,3	Sk Φ				
90	3,5	0,00	0,0	0,3	0,00				
63	4	0,00	0,0	0,3					
<63	8	3,69	99,7	100,0	K Φ				
		3,70	100,0		0,74				

L 4		KA-081302							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire			99,4
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,99	Sand			0,6
500	1	0,00	0,0	0,0		Grus			0,0
355	1,5	0,01	0,3	0,3	Sd Φ				
250	2	0,00	0,0	0,3	1,23				
180	2,5	0,00	0,0	0,3					
125	3	0,00	0,0	0,3	Sk Φ				
90	3,5	0,00	0,0	0,3	0,00				
63	4	0,01	0,3	0,6					
<63	8	3,25	99,4	100,0	K Φ				
		3,27	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.

L 5b		KA-081303								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,49	6,9	6,9	Md Φ	Silt og leire			30,3	
1000	0	1,82	25,7	32,6	1,25	Sand			62,8	
500	1	1,08	15,2	47,8		Grus			6,9	
355	1,5	0,30	4,2	52,1	Sd Φ					
250	2	0,26	3,7	55,7	2,91					
180	2,5	0,21	3,0	58,7						
125	3	0,23	3,2	62,0	Sk Φ					
90	3,5	0,19	2,7	64,6	0,43					
63	4	0,36	5,1	69,7						
<63	8	2,15	30,3	100,0	K Φ					
		7,09	100,0		0,69					

St. 3		KA-081304								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,08	1,7	1,7	Md Φ	Silt og leire			89,0	
1000	0	0,11	2,4	4,1	5,75	Sand			9,3	
500	1	0,06	1,3	5,4		Grus			1,7	
355	1,5	0,04	0,9	6,2	Sd Φ					
250	2	0,02	0,4	6,7	1,84					
180	2,5	0,03	0,6	7,3						
125	3	0,04	0,9	8,2	Sk Φ					
90	3,5	0,03	0,6	8,8	-0,21					
63	4	0,10	2,2	11,0						
<63	8	4,14	89,0	100,0	K Φ					
		4,65	100,0		1,29					

St. 11		KA-081305								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,02	0,3	0,3	Md Φ	Silt og leire			87,6	
1000	0	0,04	0,6	0,9	5,72	Sand			12,1	
500	1	0,05	0,8	1,7		Grus			0,3	
355	1,5	0,03	0,5	2,2	Sd Φ					
250	2	0,02	0,3	2,5	1,47					
180	2,5	0,04	0,6	3,1						
125	3	0,07	1,1	4,2	Sk Φ					
90	3,5	0,13	2,0	6,2	-0,05					
63	4	0,40	6,2	12,4						
<63	8	5,67	87,6	100,0	K Φ					
		6,47	100,0		0,82					

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.

Kvr 1		KA-081306							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,02	0,3	0,3	Md Φ	Silt og leire		49,8	
1000	0	0,02	0,3	0,6		Sand	3,99	49,9	
500	1	0,06	0,8	1,4		Grus		0,3	
355	1,5	0,05	0,7	2,1	Sd Φ				
250	2	0,20	2,8	4,9			1,84		
180	2,5	0,42	5,9	10,7					
125	3	0,76	10,6	21,3	Sk Φ				
90	3,5	0,94	13,1	34,4			0,33		
63	4	1,13	15,7	50,2					
<63	8	3,58	49,8	100,0	K Φ				
		7,18	100,0				0,80		

SO 1		KA-081307							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,51	4,8	4,8	Md Φ	Silt og leire		65,0	
1000	0	0,30	2,8	7,6		Sand	4,92	30,2	
500	1	0,32	3,0	10,7		Grus		4,8	
355	1,5	0,21	2,0	12,6	Sd Φ				
250	2	0,32	3,0	15,7			2,55		
180	2,5	0,41	3,9	19,5					
125	3	0,50	4,7	24,2	Sk Φ				
90	3,5	0,45	4,2	28,5			-0,26		
63	4	0,69	6,5	35,0					
<63	8	6,89	65,0	100,0	K Φ				
		10,60	100,0				1,05		

Lung 2		KA-081308							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	1,55	23,8	23,8	Md Φ	Silt og leire		40,0	
1000	0	1,06	16,3	40,0		Sand	1,27	36,2	
500	1	0,56	8,6	48,6		Grus		23,8	
355	1,5	0,17	2,6	51,2	Sd Φ				
250	2	0,17	2,6	53,8			3,43		
180	2,5	0,11	1,7	55,5					
125	3	0,11	1,7	57,2	Sk Φ				
90	3,5	0,07	1,1	58,3			0,30		
63	4	0,11	1,7	60,0					
<63	8	2,61	40,0	100,0	K Φ				
		6,52	100,0				0,62		

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.

St. MO 71	KA-081309							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,06	1,4	1,4	Md Φ	Silt og leire	52,3	
1000	0	0,03	0,7	2,2	4,18	Sand	46,2	
500	1	0,07	1,7	3,8		Grus	1,4	
355	1,5	0,04	1,0	4,8	Sd Φ			
250	2	0,18	4,3	9,1	2,03			
180	2,5	0,39	9,3	18,4				
125	3	0,58	13,9	32,3	Sk Φ			
90	3,5	0,38	9,1	41,5	0,15			
63	4	0,26	6,2	47,7				
<63	8	2,18	52,3	100,0	K Φ			
		4,17	100,0		0,74			

L 14	KA-081310							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	92,1	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,83	Sand	7,9	
500	1	0,01	0,7	0,7		Grus	0,0	
355	1,5	0,01	0,7	1,4	Sd Φ			
250	2	0,01	0,7	2,1	1,37			
180	2,5	0,01	0,7	2,9				
125	3	0,01	0,7	3,6	Sk Φ			
90	3,5	0,01	0,7	4,3	-0,03			
63	4	0,05	3,6	7,9				
<63	8	1,29	92,1	100,0	K Φ			
		1,40	100,0		0,79			

L 12	KA-081311							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	97,2	
1000	0	0,01	0,3	0,3	5,94	Sand	2,8	
500	1	0,01	0,3	0,6		Grus	0,0	
355	1,5	0,01	0,3	0,8	Sd Φ			
250	2	0,01	0,3	1,1	1,26			
180	2,5	0,01	0,3	1,4				
125	3	0,01	0,3	1,7	Sk Φ			
90	3,5	0,00	0,0	1,7	0,00			
63	4	0,04	1,1	2,8				
<63	8	3,44	97,2	100,0	K Φ			
		3,54	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.

L 41		KA-081312						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	98,9	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,98	Sand	1,1	
500	1	0,00	0,0	0,0		Grus	0,0	
355	1,5	0,00	0,0	0,0	Sd Φ			
250	2	0,00	0,0	0,0	1,24			
180	2,5	0,00	0,0	0,0				
125	3	0,00	0,0	0,0	Sk Φ			
90	3,5	0,00	0,0	0,0	0,00			
63	4	0,01	1,1	1,1				
<63	8	0,87	98,9	100,0	K Φ			
		0,88	100,0				0,74	

L 11		KA-081313						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	98,0	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,96	Sand	2,0	
500	1	0,00	0,0	0,0		Grus	0,0	
355	1,5	0,00	0,0	0,0	Sd Φ			
250	2	0,01	0,5	0,5	1,25			
180	2,5	0,00	0,0	0,5				
125	3	0,01	0,5	1,0	Sk Φ			
90	3,5	0,01	0,5	1,5	0,00			
63	4	0,01	0,5	2,0				
<63	8	1,94	98,0	100,0	K Φ			
		1,98	100,0				0,74	

L 9		KA-081314						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	99,5	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,99	Sand	0,5	
500	1	0,00	0,0	0,0		Grus	0,0	
355	1,5	0,00	0,0	0,0	Sd Φ			
250	2	0,00	0,0	0,0	1,23			
180	2,5	0,00	0,0	0,0				
125	3	0,00	0,0	0,0	Sk Φ			
90	3,5	0,00	0,0	0,0	0,00			
63	4	0,01	0,5	0,5				
<63	8	2,05	99,5	100,0	K Φ			
		2,06	100,0				0,74	

St. Vågen* KA-081315

St. Fag 3* KA-081316

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	NS-9423	A	10	-	%

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

ANMERKNINGER

*Prøvene er ikke mottatt.

VEDLEGG 5. CTD-MÅLINGER

Område 1

St. Kna1

Dyp (m)	Sal. ‰														Temp (° C)													
	22- 23 apr	4 jun	11 jun	19 jun	2 jul	16 jul	31 jul	5 aug	14 aug	20 aug	1 okt	29 nov	10 des	15 jan (2014)	22- 23 apr	4 jun	11 jun	19 jun	2 jul	16 jul	31 jul	5 aug	14 aug	20 aug	1 okt	29 nov	10 des	15 jan (2014)
1	27,5	9,0	8,0	9,4	8,8	10,1	16,9	15,3	16,0	12,8	17,0	16,4	17,6	14,0	6,5	12,7	14,2	14,4	14,2	14,7	16,4	16,7	14,7	15,0	10,6	6,3	5,7	3,3
2	27,5	9,7	11,1	11,9	9,3	12,4	18,0	15,3	16,9	13,1	17,0	16,7	17,7	18,8	6,5	12,1	13,7	14,8	14,4	14,5	16,0	16,7	14,8	14,9	10,7	6,7	5,7	4,0
5	27,5	29,1	30,1	29,5	29,5	30,1	26,0	24,4	28,5	21,2	27,7	22,6	21,7	27,2	6,5	9,2	9,0	9,8	11,0	12,2	13,5	15,3	14,3	14,6	14,0	8,9	6,9	7,5
10	30,3	32,4	32,6	32,6	32,3	31,5	31,6	31,0	31,2	31,4	30,4	30,5	31,6	31,9	6,4	7,1	7,3	7,6	8,2	11,5	11,1	13,1	13,7	13,2	14,1	11,7	11,7	9,6
20	32,5	33,1	33,3	33,9	33,9	33,2	33,5	32,3	32,0	32,2	31,0	32,1	32,7	32,7	6,5	6,9	7,4	8,4	8,5	8,2	8,7	11,8	12,7	12,2	13,8	11,8	11,4	8,8
30	33,2	33,9	34,2	34,5	34,6					32,5	31,4	32,6	33,6	33,5	6,9	8,2	8,5	8,5	8,3					10,9	13,2	11,4	10,3	9,6
40	33,8	34,5	34,6	34,8						33,9	31,9	32,8	33,9	33,6	7,9	8,5	8,5	8,3						8,7	12,1	10,9	10,0	9,2
50		34,7	34,7	34,9						34,5	32,6	33,2	34,1	33,7		8,4	8,4	8,2						8,5	10,7	10,7	9,6	8,9
54			34,8														8,3											
59													33,9															8,9

Dyp (m)	O ₂ ‰														O ₂ mg/l													
	22- 23 apr	4 jun	11 jun	19 jun	2 jul	16 jul	31 jul	5 aug	14 aug	20 aug	1 okt	29 nov	10 des	15 jan (2014)	22- 23 apr	4 jun	11 jun	19 jun	2 jul	16 jul	31 jul	5 aug	14 aug	20 aug	1 okt	29 nov	10 des	15 jan (2014)
1	101,7	120,9	119,4	117,9	107,8	100,1	127,2	103,7	107,8	99,9	94,2	89,1	135,0	75,2	9,5	11,4	10,8	10,5	9,7	8,9	10,3	8,6	9,2	8,8	9,5	9,7	15,2	9,1
2	102,2	119,5	118,2	118,1	106,0	100,1	127,0	103,8	107,5	99,7	91,6	88,3	140,1	76,9	9,5	11,4	10,6	10,3	9,4	8,8	10,3	8,6	9,2	8,7	9,2	9,4	15,7	8,9
5	102,0	120,5	116,6	116,5	119,1	111,1	126,1	101,1	107,1	98,7	100,1	90,0	138,3	81,7	9,5	10,9	10,3	10,2	10,1	9,2	10,3	8,2	8,6	8,3	8,8	8,8	14,7	8,2
10	101,1	105,1	92,9	100,8	103,6	97,4	117,6	97,8	100,8	89,1	86,8	92,0	127,1	80,8	9,3	9,8	8,4	9,1	9,2	8,1	9,8	8,0	8,0	7,3	7,5	8,0	11,3	7,5
20	89,4	84,5	75,4	68,1	55,5	79,4	102,0	91,7	98,0	86,7	94,4	92,2	120,8	92,7	8,1	7,9	6,8	6,0	4,8	7,1	8,8	7,6	7,9	7,2	8,1	7,9	10,8	8,7
30	84,3	65,8	59,5	57,2	57,4					82,9	92,1	92,3	119,2	90,8	7,5	5,9	5,2	5,0	5,0					7,0	8,0	8,0	10,8	8,3
40	71,0	65,3	60,8	62,1						59,9	90,4	93,2	120,6	88,3	6,1	5,8	5,3	5,4						5,3	8,0	8,1	11,0	8,2
50		65,5	60,3	65,9						49,4	87,3	94,3	122,3	91,4		5,8	5,3	5,8						4,4	8,0	8,3	11,3	8,5
54			60,4														5,3											
59													91,4															8,5

Uni Research SAM-Marin

Dyp (m)	F (µg/l)														Tetthet (σt)													
	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15
	apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des	jan (2014)	apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des	jan (2014)
1	3,2	0,9	1,1	1,0	2,2	1,5	1,1	2,4	1,3	2,0	1,1	0,2	0,1	0,1	21,5	6,4	5,3	6,4	6,0	6,9	11,8	10,5	11,4	9,0	12,8	12,8	13,9	11,2
2	4,6	1,5	1,6	0,9	1,8	2,5	1,4	2,5	2,2	2,3	1,2	0,2	0,1	0,1	21,6	7,0	7,8	8,2	6,4	8,7	12,7	10,5	12,2	9,1	12,8	13,1	13,9	14,9
5	5,5	1,2	2,1	1,1	1,1	0,5	1,6	1,5	0,9	2,3	0,9	0,1	0,1	0,1	21,6	22,5	23,3	22,7	22,5	22,8	19,3	17,8	21,2	15,5	20,6	17,5	17,0	21,3
10	3,1	1,5	1,8	3,1	1,0	0,5	1,2	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1	0,0	23,9	25,4	25,5	25,5	25,2	24,0	24,1	23,3	23,3	23,6	22,7	23,2	24,0	24,6
20	0,8	0,2	0,8	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	25,6	26,1	26,1	26,5	26,4	25,9	26,1	24,6	24,2	24,5	23,2	24,5	25,0	25,4
30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2					0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	26,1	26,5	26,7	27,0	27,0					25,0	23,7	25,0	26,0	25,9
40	0,1	0,1	0,1	0,1						0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	26,6	27,0	27,1	27,3						26,5	24,4	25,3	26,3	26,2
50		0,1	0,1	0,1						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		27,2	27,2	27,4						27,0	25,2	25,6	26,5	26,4
54			0,1															27,3										
59													0,0															26,6

Område 9

St. L5a

Dyp (m)	Sal. ‰														Temp (° C)														
	22-23 apr	4 jun	11 jun	19 jun	2 jul	16 jul	31 jul	5 aug	14 aug	20 aug	1 okt	29 nov	10 des	15 jan (2014)	22-23 apr	4 jun	11 jun	19 jun	2 jul	16 jul	31 jul	5 aug	14 aug	20 aug	1 okt	29 nov	10 des	15 jan (2014)	
1	28,3	16,0	13,1	15,0	13,4	14,3	20,9	21,1	20,1	20,2	22,4	23,8	19,4	17,1	6,4	12,2	13,7	14,8	14,1	14,3	15,3	15,7	14,1	14,9	12,4	8,6	6,4	3,5	
2	28,3	18,3	20,4	16,1	21,4	18,3	22,2	21,3	23,0	21,7	22,6	23,8	19,6	21,8	6,4	11,7	11,8	13,9	12,5	13,9	15,1	15,7	14,3	14,8	12,6	8,6	6,4	4,6	
5	28,5	30,3	30,5	28,7	30,2	28,8	29,0	30,0	28,6	27,7	28,7	25,8	26,4	25,2	6,4	8,2	8,3	9,9	10,4	12,3	13,0	14,5	14,1	14,2	13,6	10,3	8,6	6,7	
10	31,8	32,4	32,6	32,4	32,6	31,5	31,7	31,5	30,7	30,2	31,6	31,4	31,8	6,3	7,3	7,6	8,6	9,7	11,7	11,5	13,9	13,6	13,6	13,9	12,0	11,1	8,7		
20	32,7	33,0	33,4	33,6	33,8	33,0	32,9	32,1	32,2	31,8	31,0	32,3	32,7	32,9	6,2	7,0	7,2	7,5	8,0	8,8	10,3	13,3	13,0	13,1	14,1	11,5	11,2	8,7	
50	33,5	33,8	34,1	34,3						34,4	32,9	33,1	33,3	33,5	7,1	7,6	7,9	8,0							8,3	11,4	11,0	10,5	9,1
100	34,1			34,3						34,7	34,3	34,3	34,3	34,1	8,1			7,7						7,9	7,9	8,1	8,2	8,7	
150	34,1			34,3						34,7	34,4	34,4	34,4	34,3	8,1			7,5						7,7	7,8	7,9	7,9	8,1	
175	34,1			34,4						34,7	34,4		34,4	34,3	8,1			7,5						7,7	7,8		7,9	8,0	
200	34,1			34,4							34,4		34,4	34,3	8,1			7,5							7,7		7,9	8,0	

Dyp (m)	O ₂ mg/l														O ₂ %													
	22-23 apr	4 jun	11 jun	19 jun	2 jul	16 jul	31 jul	5 aug	14 aug	20 aug	1 okt	29 nov	10 des	15 jan (2014)	22-23 apr	4 jun	11 jun	19 jun	2 jul	16 jul	31 jul	5 aug	14 aug	20 aug	1 okt	29 nov	10 des	15 jan (2014)
1	10,0	11,2	10,6	10,1	9,5	8,8	9,7	8,2	9,0	8,5	8,3	8,5	17,5	10,2	98,0	120,3	119,6	115,6	107,5	100,8	119,6	99,4	105,4	100,8	90,1	85,4	159,1	90,0
2	10,2	10,2	9,4	10,0	9,1	8,6	9,7	8,2	8,7	8,4	8,3	8,6	17,7	9,7	99,3	109,3	106,3	113,6	105,1	100,1	118,9	99,6	104,2	100,4	90,5	86,4	161,0	90,8
5	10,1	10,5	9,2	9,6	9,4	8,2	9,6	7,8	8,4	8,0	7,6	8,3	15,9	9,5	98,8	112,7	102,2	108,1	109,1	99,4	117,8	97,3	102,9	97,8	87,8	87,3	159,6	95,7
10	9,9	9,7	9,4	10,0	9,0	7,9	10,0	7,9	8,0	7,3	7,2	7,8	14,1	8,7	98,5	102,8	104,8	112,2	104,3	95,5	120,9	97,9	99,0	90,9	83,8	88,7	154,0	96,4
20	9,3	8,4	7,2	7,6	6,1	7,2	9,6	7,9	8,0	7,2	6,0	7,7	13,7	9,1	93,0	88,5	79,2	83,3	68,6	82,0	113,3	97,1	98,1	88,6	71,0	87,7	151,3	101,4
50	8,3	6,9	6,0	6,0						5,8	7,7	7,9	13,8	9,6	84,8	74,7	67,3	67,4						65,0	86,6	89,4	151,2	108,3
100	6,0			6,4						5,7	6,8	8,4	16,1	7,1	63,6			70,9						63,2	72,0	89,6	168,7	79,7
150	5,8			6,9						5,8	6,9	8,9	20,5	5,4	61,4			75,6						63,9	72,6	94,2	213,0	60,1
175	5,7			6,8						5,7	7,1		22,5	5,2	59,9			75,3						63,6	73,9		233,6	57,2
200	5,6			6,8							6,6		23,1	4,7	58,7			75,1							69,3		239,6	52,1

Uni Research SAM-Marin

Dyp (m)	Tetthet (σt)														F (µg/l)													
	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15 jan (2014)	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15 jan (2014)
	apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des		apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des	
1	22,2	11,8	9,4	10,7	9,6	10,2	15,1	15,2	14,7	14,6	16,7	18,4	15,2	13,6	4,6	0,9	2,6	0,6	1,0	1,3	2,1	1,3	0,9	2,1	1,8	0,1	0,1	0,6
2	22,2	13,7	15,3	11,6	16,0	13,3	16,1	15,3	16,9	15,8	16,9	18,4	15,4	17,3	5,3	1,2	1,2	0,6	1,6	1,9	2,3	2,1	1,3	2,4	2,4	0,1	0,1	0,1
5	22,4	23,6	23,7	22,1	23,1	21,8	21,8	22,2	21,3	20,5	21,4	19,7	20,5	19,7	4,0	1,5	2,5	1,6	1,7	0,8	1,6	0,6	0,6	1,2	3,0	0,1	0,1	0,1
10	25,1	25,4	25,5	25,2	25,2	24,0	24,2	23,5	23,6	23,0	22,5	24,0	24,0	24,7	1,6	2,0	4,9	2,2	2,7	0,3	1,1	0,4	0,4	0,5	1,0	0,1	0,1	0,1
20	25,8	25,9	26,2	26,3	26,4	25,6	25,3	24,2	24,3	24,0	23,2	24,7	25,0	25,6	0,4	0,5	0,3	0,7	0,9	0,3	0,7	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1
50	26,4	26,6	26,8	26,9						27,0	25,3	25,5	25,8	26,2	0,1	0,1	0,1	0,1						0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
100	27,0			27,2						27,5	27,2	27,2	27,1	26,9	0,1			0,1						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
150	27,3			27,5						27,7	27,5	27,5	27,5	27,4	0,1			0,1						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
175	27,4			27,6						27,9	27,6		27,6	27,5	0,1			0,1						0,0	0,0		0,0	0,0
200	27,5			27,8							27,7		27,7	27,6	0,1			0,2							0,0		0,0	0,0

St. L4

Dyp (m)	Sal. ‰														Temp (° C)													
	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15 jan (2014)	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15 jan (2014)
	apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des		apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des	
1	28,6	15,0	14,4	8,7	11,4	15,3	18,8	18,4	18,9	16,5	19,8	23,8	20,3	19,4	6,5	12,2	12,9	13,7	14,3	14,3	15,6	16,2	14,3	14,9	11,9	8,6	6,6	5,5
2	28,8	19,0	20,3	18,9	18,6	22,7	22,5	20,2	21,1	19,5	20,9	23,8	21,2	24,3	6,5	11,6	12,2	12,8	13,4	13,5	14,7	15,9	14,5	14,8	12,3	8,6	7,2	6,6
5	29,2	29,7	30,2	30,3	29,3	29,9	28,4	28,0	28,4	27,2	28,9	25,8	30,1	29,6	6,4	8,9	8,4	9,0	10,3	12,3	12,8	13,7	14,4	13,9	13,7	10,3	10,6	8,6
10	30,6	32,3	32,6	32,6	32,3	31,6	31,4	31,3	31,7	30,5	30,0	31,6	31,9	32,4	6,5	7,2	7,4	8,0	9,5	11,5	11,5	13,2	13,3	13,4	13,9	12,0	11,6	8,9
20	32,7	33,0	33,6	33,6	33,7	33,0	32,8	32,1	32,1	31,8	31,0	32,3	32,7	33,0	6,2	6,9	7,8	7,6	8,2	8,6	10,1	13,1	12,4	13,0	14,1	11,5	11,2	8,9
50	33,6	33,9	34,1	34,3						34,4	33,0	33,1	33,4	33,6	7,1	7,9	8,0	8,2						8,4	10,9	11,0	10,5	9,4
100	34,1			34,5						34,7	34,3	34,3	34,3	34,1	8,1			8,3						8,0	7,9	8,1	8,2	8,6
150	34,3			34,5						34,7	34,4	34,4	34,4	34,4	8,3			8,3						8,1	8,0	7,9	8,0	8,0
175	34,4			34,5						34,7	34,4		34,4	34,4	8,3			8,3						8,1	8,0		8,0	8,0
199											34,4		34,4	34,4											8,0		8,0	8,0

Uni Research SAM-Marin

Dyp (m)	O ₂ mg/l														O ₂ %													
	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15 jan (2014)	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15 jan (2014)
	apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des		apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des	
1	10,8	11,1	10,4	7,1	9,4	9,0	10,0	8,4	9,1	8,5	8,8	8,5	15,4	8,7	105,6	120,9	116,4	77,5	106,5	103,6	122,6	102,2	106,4	99,0	92,2	85,4	142,3	78,7
2	10,9	11,1	10,2	10,1	9,2	8,9	10,1	8,4	8,9	8,4	8,8	8,6	15,2	8,4	107,4	121,8	116,9	114,8	106,6	105,1	123,9	102,1	105,9	99,1	94,0	86,4	142,4	80,4
5	10,9	10,6	10,0	10,0	9,1	9,1	9,9	8,1	8,5	8,0	8,7	8,3	12,7	7,6	106,9	117,7	111,0	112,9	105,0	109,0	120,7	98,7	105,4	97,6	100,2	87,3	136,6	78,5
10	10,6	9,7	8,2	9,8	8,7	8,2	9,9	7,7	8,0	7,4	8,4	7,8	11,7	7,5	105,3	105,1	90,7	109,0	101,0	97,8	119,4	95,4	99,3	91,5	97,9	88,7	130,1	79,5
20	9,7	7,8	6,0	6,7	5,9	7,4	9,4	7,7	8,0	7,3	7,3	7,7	11,4	8,2	97,2	84,4	67,9	74,3	66,5	83,5	111,9	94,8	97,2	89,2	85,6	87,7	126,4	87,1
50	8,3	6,3	5,7	5,6						5,2	7,7	7,9	11,7	8,2	85,7	70,0	64,5	63,2					59,2	86,4	89,4	128,4	88,3	
100	6,6			5,3						5,4	6,9	8,4	13,6	6,3	69,9			60,2					60,9	72,1	89,6	142,2	67,0	
150	5,8			5,2						5,2	7,0	8,9	16,7	5,7	61,5			59,3					57,9	74,1	94,2	173,5	60,3	
175	4,7			5,2						5,1	6,9		16,3	5,4	49,7			58,9					56,9	73,0		169,8	56,9	
199											6,8		11,1	4,8										71,8		115,6	50,7	

Dyp (m)	Tetthet (σ _t)														F (µg/l)													
	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15 jan (2014)	22-23	4	11	19	2	16	31	5	14	20	1	29	10	15 jan (2014)
	apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des		apr	jun	jun	jun	jul	jul	jul	aug	aug	aug	okt	nov	des	
1	22,5	11,1	10,5	6,0	7,9	11,0	13,4	13,0	13,8	11,8	14,9	18,4	15,9	22,9	1,9	1,0	5,3	0,7	0,9	1,6	1,5	1,3	0,9	2,2	1,2	0,1	0,1	0,1
2	22,6	14,3	15,2	14,0	13,7	16,8	16,4	14,4	15,4	14,1	15,6	18,4	16,6	24,1	2,6	1,2	0,9	1,1	2,4	1,8	2,1	2,3	1,5	2,4	2,0	0,1	0,1	0,1
5	22,9	23,0	23,5	23,4	22,5	22,6	21,4	20,9	21,0	20,2	21,6	19,7	23,1	25,4	6,0	0,7	3,2	2,2	2,5	0,7	2,0	0,6	1,2	1,2	2,2	0,1	0,1	0,1
10	24,0	25,3	25,5	25,4	25,0	24,1	24,0	23,5	23,8	22,9	22,4	24,0	24,3	25,8	4,4	1,1	3,0	5,2	2,1	0,3	1,3	0,3	0,1	0,5	0,9	0,1	0,1	0,0
20	25,8	25,9	26,3	26,3	26,3	25,7	25,3	24,3	24,3	24,0	23,2	24,7	25,1	26,1	0,2	0,5	0,5	0,6	0,9	0,3	0,6	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0
50	26,5	26,7	26,8	27,0						26,9	25,5	25,5	25,8	26,5	0,1	0,1	0,1	0,1					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100	27,0			27,3						27,5	27,2	27,2	27,1	27,6	0,1			0,1					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
150	27,3			27,5						27,7	27,5	27,5	27,5	27,4	0,1			0,1					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
175	27,6			27,7						27,8	27,6		27,6	27,5	0,1			0,1					0,0	0,0		0,0	0,0	
199											27,7		27,7	27,6										0,0		0,0	0,0	

VEDLEGG 6: NÆRINGSSALTER

Område 1

Kna1

Dyp (m)	NO3 (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	8,4	24	19	0,5	0,5	1,8	0,5	0,5	0,5	18	120	120
2	8,5	9,3	5,6	0,5	0,5	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	120	120
5	12	2	2,3	0,5	1	0,5	6,2	2	12	1	110	120
10	9,5	6	33	6,9	1,2	2,8	26	7,2	14	19	99	110
20	50	79	120	190	1,6	78	180	28	22	200	89	96
30	84			210						210		
50	170			190						44		
Dyp (m)	PO43- (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	2,8	2,1	2,6	0,5	2,4	2,1	32	0,5	2,9	1,7	8	9,8
2	2,8	1,7	1,2	1,1	6,3	2,3	0,5	0,5	1,9	3,1	9	11
5	3,8	2,6	2,1	0,5	2,3	4,5	1,4	1,9	5,3	2,5	12	11
10	4,4	3,1	1,8	1,4	2,3	6	5,9	6,2	6,7	8	14	15
20	11	17	18	26	25	14	29	7,2	8,5	38	15	13
30	17			34						36		
50	28			36						12		
Dyp (m)	TOT-P (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	9,1	7,3	8,5	9,9	10	11	42	9,8	18	8,7	9,4	11
2	8,7	6,6	13	10	19	10	8,7	9,9	16	11	11	12
5	9,8	11	11	11	12	9,6	10	15	17	7,7	14	13
10	10	8,4	9,8	11	9,5	8,4	15	15	17	9,9	17	15
20	17	20	22	31	27	18	33	13	20	40	18	15
30	19			37						39		
50	31			39						13		
Dyp (m)	TOT-N (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	240	200	180	150	160	200	220	160	170	160	250	260
2	200	160	260	140	200	150	190	170	170	130	270	250
5	220	230	180	180	180	170	160	180	140	110	220	250
10	180	180	200	140	160	140	180	130	120	100	200	220
20	230	240	210	300	350	200	300	140	110	260	240	240
30	240			320						270		
50	320			320						130		
Dyp (m)	Ammonium (NH4-N) (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	12	9,2	16		3,2	19	1,5	14	20	3,5	13	14
2	13	9,5	34		10	1,5	1,5	9,5	16	4	12	9,6
5	15	22	20		7,1	18	1,5	25	27	7,7	9,4	7,2
10	11	16	28		11	16	3,7	22	39	33	7,2	3,7
20	24	39	35		15	28	5,4	27	38	<3	9,8	4,3
30	26									<3		
50	16									33		

St. 2

Dyp (m)	NO3 (µg/l)				PO43- (µg/l)				TOT-P (µg/l)				TOT-N (µg/l)			
	apr.13	jun. 13	aug.13	okt. 13	apr.13	jun. 13	aug.13	okt. 13	apr.13	jun. 13	aug.13	okt. 13	apr.13	jun. 13	aug.13	okt. 13
0	66	1	2,8	12	2,1	2,2	1,6	<1	7,3	9,2	9,4	4,6	220	120	150	130
2	48	<1	3,4	15	2,9	3,1	1,1	<1	12	19	6,5	28	240	190	120	160
5	29	<1	4	26	4,4	2,9	<1	4	14	15	6,1	9,9	200	180	110	150
10	36	3	21	26	7	2,3	6,8	7,2	13	10	8,6	12	190	140	96	120
20	80	190	30	32	16	28	5	8,7	21	31	7,1	13	230	320	120	170
30	110	230	35	54	19	39	11	12	25	42	14	16	270	330	120	140
50	170	190	240	120	27	39	37	21	31	40	40	25	310	290	280	220
75	200	170	190	150	33	35	37	31	37	35	40	35	340	270	230	220
100	190	170	190	160	30	33	38	33	34	35	41	38	310	260	230	220

St. L30, Data fra 2012

Dyp (m)	NO3 (µg/l)				PO43- (µg/l)				TOT-P (µg/l)				TOT-N (µg/l)			
	apr. 12	jun. 12	sep. 12	okt. 12	apr. 12	jun. 12	sep. 12	okt. 12	apr. 12	jun. 12	sep. 12	okt. 12	apr. 12	jun. 12	sep. 12	okt. 12
0	2,5	5,6	26	36	1,1	<1	1,5	<1	6,4	3,3	5,9	3,5	180	130	210	180
2	<1	<1	15	33	1	1,2	2	<1	7,2	5,7	5,6	3,1	120	140	200	140
5	62	3,8	11	65	3,9	1,9	2,1	5,4	9,9	5,7	5,6	7,7	240	190	200	190
10	200	17	6	75	17	3,9	1,7	8,5	21	7,6	6,4	9,9	310	140	170	170
20	240	120	36	72	25	16	7,4	9,7	29	20	10	12	350	270	190	210
30	260	200	53	74	29	29	9,6	10	32	32	12	12	370	330	260	200
50	230	210	150	99	27	33	19	14	29	36	20	15	280	320	290	200

Område

9

L4

Dyp (m)	NO3 (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	2,5	12	19	0,5	1,3	2	1,9	0,5	0,5	5,4	120	120
2	2,8	1,1	1,8	0,5	1,4	0,5 <1		1	5,5	1,5	120	120
5	3,9	0,5	0,5	0,5	1,6	2,8	1,4	4,4	9,9	12	110	110
10	11	3,1	53	0,5	0,5	4,2	13	4,9	21	19	100	110
20	51	78	150	150 <1		57	37	8,6	26	26	90	95
30	70					180				17		
50	110					190				120		
75	160					200				180		
100	170					200				180		

Dyp (m)	PO43- (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	2,8	1,1	0,5	2,7	3,9	1,5	0,5	1	1,3	1,6	10	11
2	2,1	8	2,9	3,4	4,3	3,3	1	2,5	2,6	1,7	9,5	12
5	2,7	1,5	2,8	2,4	11	2,5	0,5	4,4	4,5	3,3	13	14
10	2,7	0,5	5,2	2,3	4,1	3,3	4	3,7	7,8	6,7	14	15
20	13	15	23	26	17	8,8	8,4	4,2	8,9	8,4	14	16
30	17					33				5,4		
50	22					34				20		
75	28					36				31		
100	33					36				32		

Dyp (m)	TOT-P (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	9,9	6,9	7,7	11	14	9,1	8,8	12	15	8	14	11
2	9,9	10	14	13	15	20	14	16	17	8,3	11	13
5	11	8,7	11	11	21	11	13	15	19	7,3	16	15
10	11	10	13	9,4	12	7,9	14	11	19	8,8	16	16
20	17	19	27	28	22	9,4	16	10	21	10	15	18
30	22					33				9,1		
50	26					35				23		
75	32					37				34		
100	35					36				35		

Dyp (m)	TOT-N (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	220	180	210	160	230	150	200	190	140	140	260	240
2	190	170	240	180	170	230	190	160	130	130	260	240
5	210	160	150	180	370	180	190	130	170	110	240	240
10	190	160	210	150	190	170	150	120	140	110	240	250
20	250	240	290	270	250	180	170	140	150	110	220	280
30	240					300				120		
50	290					290				180		
75	310					290				220		
100	290					290				220		

Dyp (m)	Ammonium (NH4-N) (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	12	7,7	22	26	13	12	1,5	15	13	4,5	17	9,2
2	11	7,5	15	25	5,4	14	9,2	15	20	5,5	18	8,4
5	12	6,7	16	32	21	14	3,5	30	24	17	17	5,4
10	12	6,1	22	27	14	12	5	37	39	22	12	4,3
20	26	37	23	26	12	15	6,4	29	33	22	7,6	29
30	24					14				12		
50	21					24				19		
75	18					22				6		
100	12					24				7,4		

Uni Research SAM-Marin

LSa

Dyp (m)	NO3 (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	8,6	1,6	4,4	1,1	10	3,6	2,8	2,2	0,5	4,6	120	120
2	7,3	0,5	1,6	0,5	140	2	0,5	1,8	2,8	1,6	120	120
5	8,1	0,5	15	0,5	42	4,7	1,2	1,9	0,5	6,3	110	110
10	29	18	2	0,5	0,5	6,1	18	5,5	14	18	100	110
20	52	67	110	140	<1	60	43	8,9	19	25	90	96
30	57			170						56		
50	85			180						160		
75	160			180						120		
100	170			160						170		

Dyp (m)	PO43- (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	3,5	1,1	1	1,8	2,8	1,4	1	1,7	1,6	1,3	9	9,9
2	3,6	1,8	1,2	1,9	5,6	3,6	0,5	1,6	2,7	1,5	10	13
5	2,7	0,5	3,2	2,1	13	3,3	0,5	3,5	1,1	3,7	13	14
10	6,5	3,2	3,7	1,9	3,4	4,2	4,9	4,1	7,8	6,6	14	14
20	14	14	19	24	24	10	10	3,7	8,7	8,9	14	15
30	13			34						13		
50	19			35						30		
75	30			34						24		
100	35			31						35		

Dyp (m)	TOT-P (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	9,8	10	7,5	8,9	11	12	10	16	16	6,4	12	12
2	9,2	8,4	8,3	10	19	16	13	13	17	8,3	17	13
5	9,2	8,4	11	12	28	12	13	11	16	11	15	15
10	12	9,1	15	8,6	9	10	16	15	19	10	16	16
20	18	18	23	28	26	14	20	10	19	11	23	16
30	17			36						14		
50	21			36						33		
75	31			36						26		
100	36			33						39		

Dyp (m)	TOT-N (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	200	200	170	160	230	170	200	180	190	110	210	240
2	210	150	190	210	240	200	210	150	180	110	230	240
5	190	170	170	180	220	180	180	120	150	120	210	270
10	200	200	220	120	150	170	160	160	160	110	230	230
20	230	250	210	240	300	210	210	97	140	120	190	240
30	250			280						130		
50	230			280						210		
75	290			260						180		
100	290			270						210		

Dyp (m)	Ammonium (NH4-N) (µg/l)											
	20.4.13	4.6.13	11.6.13	19.6.13	2.7.13	16.7.13	31.7.13	5.8.13	14.8.13	20.8.13	10.12.13	15.1.14
0	11	7,2	12	28	13	12	1,5	19	11	5,8	16	9,3
2	11	17	15	46	61	41	1,5	21	20	5,6	17	4,5
5	11	8,8	20	42	17	13	1,5	24	4,7	23	18	4,3
10	17	14	14	25	11	19	3,8	30	43	23	13	5,5
20	23	35	30	25	16	26	3,9	28	36	29	13	4,6
30	21			25						20		
50	18			21						7,8		
75	15			23						9,7		
100	7,7			23						7		

VEDLEGG 7: ARTSLISTE BUNNDYR

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): Bergen Kommune, Vann- og avløpsetaten,
 Fjøsangerveien 68, 5008 Bergen

Prosjekt nr.: 807367

Prøvetakingssted (område): Byfjord

Dato for prøvetaking: 22-24. april 2013

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

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:

Hugg 1 på stasjonen Kna1a avviker fra standarden pga. problem med å få opp nok sediment.

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per-Otto Johansen

	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: 6 sider.

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

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

Område 1

s 1/6	Stasjon Dato Hugg	Kna1a	Kna1a
		22.04.2013 1*	22.04.2013 2
*	HYDROZOA		
*	<i>Hydrozoa indet.</i>		+
*	ANTHOZOA		
	<i>Cerianthus lloydii</i>	0/1	0/2
	<i>Gonactinia prolifera</i>		4
	<i>Edwardsia sp.</i>	4	13
*	NEMERTINI indet.	9	7
	POLYCHAETA		
	<i>Harmathoe fragilis</i>		1/1
	<i>Pholoe baltica</i>	1	2
	<i>Phyllodoce sp.</i>		0/2
	<i>Eumida ockelmanni</i>	2	1
	<i>Gyptis rosea</i>	1	
	<i>Kefersteinia cirrata</i>	2	5
	<i>Nereimyra punctata</i>		2
	<i>Syllidae indet.</i>	2	2
	<i>Nereis pelagica</i>	1/1	1/8
	<i>Sphaerodorum flavum</i>		0/5
	<i>Glycera lapidum</i>	2/18	2/6
	<i>Goniada maculata</i>		3
	<i>Lumbrineridae indet.</i>	4	23
	<i>Scoloplos armiger</i>	0/3	1/3
	<i>Aonides paucibranchiata</i>	9	2
	<i>Malacoceros sp.</i>		1
	<i>Polydora spp.</i>	5	12
	<i>Prionospio cirrifera</i>	90	106
	<i>Paraonis sp.</i>		2
	<i>Aphelochaeta sp.</i>		3
	<i>Chaetozone sp.</i>	1	1
	<i>Macrochaeta clavicornis</i>	4	2
	<i>Mediomastus fragilis</i>	4	4
	<i>Notomastus latericeus</i>		2
	<i>Owenia borealis</i>		7/3
	<i>Sabellides octocirrata</i>		1
	<i>Sosane sulcata</i>	0/1	1
	<i>Amphitrite cirrata</i>	1	0/1
	<i>Polycirrus norvegicus</i>		1
	<i>Trichobranchus roseus</i>		2
	<i>Terebellides stroemi</i>		1
	<i>Sabellidae indet.</i>	2	1
	<i>Euchone sp.</i>	2	
	<i>Hydroides norvegica</i>	4	7
	<i>Pomatoceros triqueter</i>		2
	ECHIURA		
	SIPUNCULA		
	<i>Phascolion strombus</i>	2/1	

s 2/6	Stasjon Dato Hugg	Kna1a	Kna 1a
		22.04.2013 1*	22.04.2013 2
Arter			
	CRUSTACEA		
*	<i>Calanus finmarchicus</i>		3
	<i>Verruca stroemi</i>		0/40
*	<i>Eudorella truncatula</i>	1	
*	<i>Cheirocratus sp.</i>	1	2
*	<i>Harpinia sp.</i>	4	
	MOLLUSCA		
	<i>Leptochiton asellus</i>	7	24/6
	<i>Tectura virginea</i>		3/1
	<i>Euspira pulchella</i>	1	1
	<i>Limaria loscombi</i>	1	
	<i>Thyasira flexuosa</i>		1
	<i>Thyasira sarsi</i>	1	
	<i>Astarte montagui</i>		1
	<i>Cochlodesma praetenu</i>		0/1
*	<i>PHORONIDA indet.</i>		2
	ECHINODERMATA		
	<i>Ophiopholis aculeata</i>		2/2
	<i>Amphipholis squamata</i>		1/6
	<i>Ophiocten affinis</i>	3/2	6/2
	<i>Ophiura sp.</i>		0/1
	<i>Echinoidea indet.</i>	0/2	0/4
	<i>Psammechinus miliaris</i>		2
	HOLOTUROIDEA		
	<i>Thyone fusus</i>	1	1
	<i>Synaptidae indet.</i>	3	8
	<i>ENTEROPNEUSTA indet.</i>		3
*	<i>CHAETOGNATHA indet.</i>	3	2
	ASCIDIACEA		
	<i>Ascidiacea indet.</i>		3
	CHORDATA		

Område 9

s 3/6	Stasjon Dato Hugg	L4	L4	L4	L4	L4
		23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013
Arter		1	2	3	4	5
*	<i>Foraminifera indet</i>					
*	ANTHOZOA					
	<i>Stylatula elegans</i>		1			1
*	<i>NEMERTINI indet.</i>	4	1	8	2	2
*	<i>NEMATODA indet.</i>					
	POLYCHAETA					
	<i>Polychaeta indet.</i>					
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	25	23	94	34	15
	<i>Neoleanira tetragona</i>		0/1	1		
	<i>Phyllodoce rosea</i>		1			
	<i>Gyptis rosea</i>			2		1
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1/1		1	1	
	<i>Ceratocephale loveni</i>	3		2	2	4
	<i>Eunereis elitoral</i>	0/1	1	0/2	0/1	0/1
	<i>Nephtys hystericis</i>	0/1			0/1	
	<i>Lumbrineridae indet.</i>	13	4	11	9	4
	<i>Phylo norvegica</i>	0/1			0/2	
	<i>Laonice sp.</i>		0/1			
	<i>Polydora sp.</i>	15	81	31	122	4
	<i>Prionospio cirrifera</i>			1		
	<i>Prionospio fallax</i>			1		
	<i>Prionospio dubia</i>	2/1	1/1	0/1		7
	<i>Scolelepis korsuni</i>	1				
	<i>Spiophanes wigleyi</i>					0/1
	<i>Spiophanes kroyeri</i>	0/1		0/1		
	<i>Spiochaetopterus typicus</i>		+			
	<i>Aricidea sp.</i>				1	
	<i>Levinsenia gracilis</i>		2	1	3	
	<i>Aphelocheata sp.</i>	8	5	2	4	4
	<i>Chaetozone sp.</i>	4	1	2		
	<i>Brada villosa</i>	1	1			
	<i>Diplocirrus glaucus</i>	7		1	1	
	<i>Dasybranchus caducus</i>					1
	<i>Heteromastus filiformis</i>	6	2	7	7	3
	<i>Notomastus latericeus</i>	1				
	<i>Rhodine loveni</i>	4	2	1	3	
	<i>Galathowenia oculata</i>	4	1	1	4	2
	<i>Sabellides octocirrata</i>	1			1	
	<i>Streblosoma bairdi</i>			1		
	<i>Polycirrus plumosus</i>		1		1	
	<i>Euchone sp.</i>				1	
	ECHIURA					
	SIPUNCULA					
	<i>Sipuncula indet.</i>				1	

s 4/6	Stasjon Dato Hugg	L4	L4	L4	L4	L4
		23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013
Arter		1	2	3	4	5
	CRUSTACEA					
*	<i>Calanus finmarchicus</i>	5	5	8	7	2
*	<i>Euchaeta norvegica</i>		1			
*	<i>Metridia sp</i>					
*	<i>Eudorella emarginata</i>				1	
*	<i>Epimeria parasitica</i>	1				
	<i>Eriopisa elongata</i>				1	
*	<i>Oedicerotidae indet.</i>	1				
*	<i>Bathymedon longimanus</i>					1
*	<i>Nicippe tumida</i>				1	
*	<i>Harpinia antennaria</i>		1			
*	<i>Decapoda indet.</i>		0/1	0/1	0/2	
*	<i>PYCNOGONIDA indet.</i>			1		
	MOLLUSCA					
	<i>Euspira montagui</i>		0/1			
	<i>Haliella stenostoma</i>	1				
	<i>Cylichnina umbilicata</i>		1		1	
	<i>Philine scabra</i>		0/1			
	<i>Roxania utriculus</i>	1				
	<i>Scaphander lignarius</i>	0/1	0/1			
	<i>Nucula tumidula</i>	0/2	0/1			
	<i>Yoldiella lucida</i>	1	1	1		
	<i>Thyasira sarsi</i>	7	7	1/2	3	0/2
	<i>Thyasira equalis</i>	10/1	8/1	7/1	11	1/2
	<i>Mendicula ferruginosa</i>		1			
	<i>Adontorhina similis</i>	3	1	3	3	
	<i>Abra nitida</i>			1		
	<i>Kelliella abyssicola</i>					2
	<i>Tropidomya abbreviata</i>		2	1		
	<i>Entalina tetragona</i>			1		
	ECHINODERMATA					
	<i>Amphipholis squamata</i>		1/1			
	<i>Amphiura chiajei</i>	2		1	0/1	
	<i>Amphilepis norvegica</i>	3/1	2/1	3/2	3/2	2
	<i>Brissopsis lyrifera</i>	1		1		
*	<i>CHAETOGNATHA indet.</i>				1	
	CHORDATA					
*	<i>PISCES egg.</i>		1		1	
*	VARIA				+	+

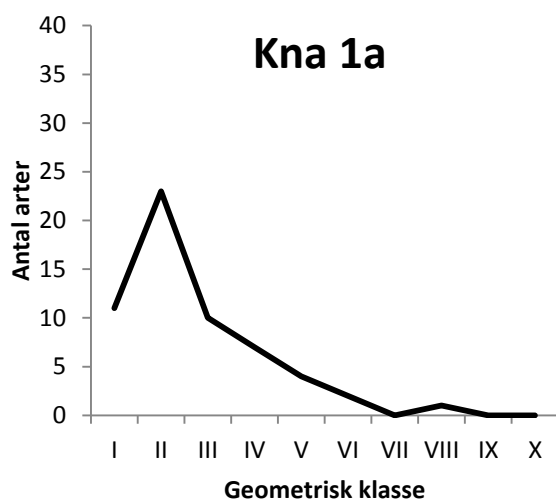
Uni Research SAM-Marin

s 5/6	Stasjon Dato Hugg	L5a	L5a	L5a	L5a	L5a	L5b	L5b	L5b	L5b	L5b
		23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23/24.04.2013	23/24.04.2013	23/24.04.2013	23/24.04.2013	23/24.04.2013
Arter		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
* HYDROZOA											
* Hydrozoa indet.		+		+	+	+					
* ANTHOZOA											
<i>Stylatula elegans</i>		1									
<i>Cerianthus lloydii</i>					0/1		1				
<i>Actinaria indet.</i>							1		1		
<i>Gonactinia prolifera</i>								1			
<i>Edwardsia sp.</i>									1	1	
* NEMERTINI indet.		16	8	10	19	4	7	17	4	8	20
* NEMATODA indet.						1	ca.100	ca.50	ca.50	ca.50	ca.100
POLYCHAETA											
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		151	47	93	136	115	5	8	6	2	11
<i>Pholoe baltica</i>				1		1	4	2	4	2	3
<i>Pholoe pallida</i>		2	1	2							
<i>Neoleanira tetragona</i>			0/1		0/2	0/1					
<i>Sige fusigera</i>				1	1	0/1	2		1		
<i>Notophyllum foliosum</i>							1				
<i>Nereiphylla lutea</i>								1			
<i>Phyllodoce groenlandica</i>							1				
<i>Eumida sanguinea</i>							1/1	0/2	0/1	1	1/4
<i>Eulalia sp.</i>										1	1
<i>Eteone sp.</i>							1		1		2
<i>Gyptis rosea</i>		2			3	4					
<i>Kefersteinia cirrata</i>							3	5	2		5
<i>Nereimyra cf. woodsholea</i>		4	1	5	1	3					
<i>Syllidae indet.</i>		1	1		1		27	26	18	31	39
<i>Exogone sp.</i>		1		2	6	1	1	9	13	41	25
<i>Ceratocephale loveni</i>		15	11	17	13	16					
<i>Eunereis elitoralis</i>			1	0/1		1/1					
<i>Eunereis longissima</i>										1	
<i>Sphaerodorum flavum</i>							5	1	2		2
<i>Glycera alba</i>									1	2/1	0/1
<i>Glycera lapidum</i>					0/2		3/5	2/1	2	1/3	1/1
<i>Lumbrineridae indet.</i>		17	13	14	24	20	4	7	7	2	10
<i>Protodorvillea kefersteini</i>									3	3	2
<i>Ophryotrocha sp.</i>							2				
<i>Schistomeringos sp.</i>					1						
<i>Orbinia sp.</i>										1	
<i>Scoloplos armiger</i>							19	31	12	25	29
<i>Laonice bahusiensis</i>									1	0/1	
<i>Laonice sarsii</i>		0/1	0/1	1/1	0/3	1/1					
<i>Polydora sp.</i>				3	18	6					
<i>Polydora spp.</i>							63	28	1	66	17
<i>Prionospio plumosa</i>								1	1		
<i>Prionospio cirrifera</i>		1		1	2/1	2	17	12	17	14	15
<i>Prionospio fallax</i>							3	5		3	1
<i>Prionospio dubia</i>		4	8	4/2	12/5	4/3					
<i>Scolecipis korsuni</i>						1					
<i>Apistobranchus tullbergi</i>			1	5	1	2					
<i>Spiophanes kroyeri</i>		7/27	1/25	6/31	8/28	3/12	1/4	1/5	1	3	1/5
<i>Chaetopterus variopedatus</i>											1
<i>Spiochaetopterus typicus</i>			1								
<i>Aricidea suecica</i>											1
<i>Levinsenia gracilis</i>				5	7						
<i>Paraonis sp.</i>						1	2	2		2	1
<i>Aphelochaeta sp.</i>		27	11	29	23	21	77	79	55	52	61
<i>Chaetozone sp.</i>		14	1	11	15	9					
<i>Chaetozone spp.</i>							88	116	66	123	100
<i>Cirratulus cirratus</i>							71	73	53	63	84
<i>Cirriiformia tentaculata</i>							0/1	1	1		
<i>Raricirrus beryli</i>										5	1
<i>Macrochaeta clavicornis</i>							8	1		2	2
<i>Brada villosa</i>			1								
<i>Diplocirrus glaucus</i>		8	7	5/1	7/2	10/1					
<i>Pherusa plumosa</i>							2		1	1	
<i>Pherusa falcata</i>					2						
<i>Lipobranchus jeffreysii</i>		1					2	6		2	7
<i>Scalibregma inflatum</i>		3			4	3		4/2	2	3	3
<i>Capitella capitata</i>							0/112	0/187	0/22	0/178	0/31
<i>Heteromastus filiformis</i>				1							
<i>Mediomastus fragilis</i>							97	94	76	66	69
<i>Notomastus latericeus</i>		1			3	2	40	31	21	21	43
<i>Rhadine loveni</i>		9	4	11	17	5					
<i>Maldanidae indet.</i>							20	13	1	2	5
<i>Galathowenia oculata</i>		2	1	5	7	6	5	3	2	7	5
<i>Owenia borealis</i>							2	4			1
<i>Ampharete falcata</i>						2					
<i>Ampharete lindstroemi</i>							1/2		0/1		

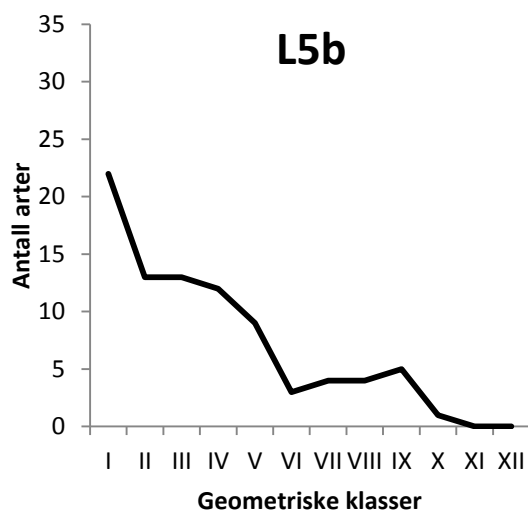
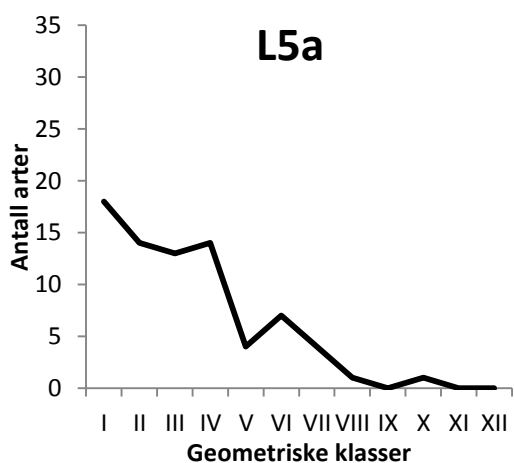
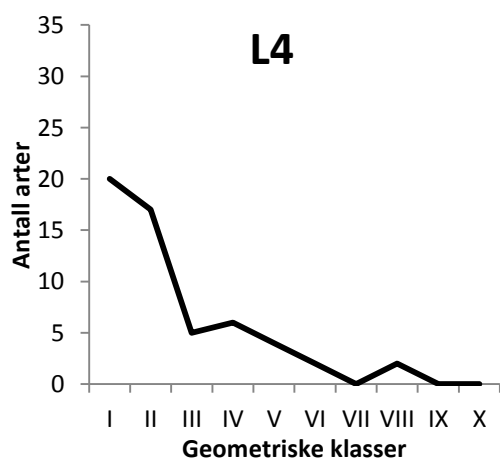
Uni Research SAM-Marin

s 6/6	Stasjon Dato Hugg	L5a	L5a	L5a	L5a	L5a	L5b	L5b	L5b	L5b	L5b
		23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23.04.2013	23/24.04.2013	23/24.04.2013	23/24.04.2013	23/24.04.2013	23/24.04.2013
	Arter	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	<i>Sabellides octocirrata</i>	0/1	0/2	2		2/1	6/2	10	5	4	1
	<i>Sosane sulcata</i>								1		1
	<i>Amphicteis gunneri</i>			1	10	1	1				
	<i>Mugga wahrbergi</i>			4	5	6					
	<i>Amythasides macroglossus</i>	1	1	4	5	6					
	<i>Eclysippe vanelli</i>			2	5	5					
	<i>Amphitrite cirrata</i>						11	3/1	0/1	3/1	4
	<i>Pista cristata</i>	1	2	1/1		0/1	1				
	<i>Polycirrus norvegicus</i>		1		1		14/5	33/9	20/6	23/6	26/5
	<i>Polycirrus plumosus</i>	0/1	1/1	1	5	4					
	<i>Trichobranchus roseus</i>	3	4	2	3						
	<i>Terebellides stroemi</i>	1			0/1	0/2					1
	<i>Sabellidae indet.</i>					1	3	3	8	5	4
	<i>Euchone sp.</i>			1							
	<i>OLIGOCHAETA indet.</i>								1	3	10
	<i>ECHIURA</i>										
	<i>SIPUNCULA</i>										
	<i>Golfingia sp.</i>						1	1			2
	<i>Phascolion strombus</i>			0/1			1		2	1	4
	<i>Onchesoma steenstrupi</i>	1	1								
	CRUSTACEA										
*	<i>Calanus finmarchicus</i>	3		6	4	6	3	5	14	6	10
*	<i>Metridia sp</i>				1	2					1
*	<i>Cypridina norvegica</i>	1		1							
*	<i>Mysidacea indet.</i>					1					
*	<i>Diastylodes biplicata</i>				1						
*	<i>Diastylodes serrata</i>	1									
*	<i>Ampelisca spinipes</i>				1						
*	<i>Gammaropsis sp.</i>							1			
*	<i>Eriopisa elongata</i>		1		2	1					
*	<i>Monoculodes sp.</i>				1						
*	<i>Euphausiacea indet.</i>	1									
*	<i>Decapoda indet.</i>				0/1						
*	<i>Pontophilus norvegicus</i>		1	1	1	1					
*	<i>Paguridae indet.</i>						3			1	
	MOLLUSCA										
	<i>Caudofoveata indet.</i>					1					
	<i>Leptochiton alveolus</i>							1			
	<i>Leptochiton asellus</i>						9	7	2	3	4
	<i>Ischnochiton albus</i>						1				
	<i>Euspira pulchella</i>							1		1	3
	<i>Euspira montagui</i>		1			1	2				
	<i>Ondina divisa</i>								1		
	<i>Cyllichnina umbilicata</i>	2			2						
	<i>Philine scabra</i>	1			0/1				1	2	
	<i>Nudibranchia indet.</i>						2			1	1
	<i>Nucula nucleus</i>						2	1/1			
	<i>Nucula tumidula</i>	0/4		0/1		0/1					
	<i>Yoldiella lucida</i>		0/1	0/3	0/1	0/1					
	<i>Yoldiella philippiana</i>	6/1	0/3	7/6	5/1	3					
	<i>Delectopecten vitreus</i>	2									
	<i>Pseudamussium peslutrae</i>						1				
	<i>Lucinoma borealis</i>								1	2	
	<i>Myrtea spinifera</i>						1				
	<i>Thyasira flexuosa</i>						21/4	16/1	5/2	6/4	11/1
	<i>Thyasira obsoleta</i>		1		1/1						
	<i>Thyasira sarsi</i>	3/1	4/1	5/3	8/3	5	64/15	54/14	35/9	69/12	74/23
	<i>Thyasira equalis</i>	27/5	15	12	20/3	29/3					
	<i>Mendicula ferruginosa</i>		1								
	<i>Adontorhina similis</i>	8	3	5	9	4					
	<i>Kurtiella bidentata</i>									1	
	<i>Astarte montagui</i>						1		1		
	<i>Parvicardium minimum</i>			0/2	0/1	0/2					
	<i>Kelliella abyssicola</i>	11	4	10	13	8					
	<i>Corbula gibba</i>						1/1		3		2
	<i>Cuspidaria obesa</i>		2	0/1		0/2					
	<i>Tropidomya abbreviata</i>	0/1	2	2/1	3/2	0/2					
	ECHINODERMATA										
	<i>Ophiopholis aculeata</i>						0/1				
	<i>Amphipholis squamata</i>						3	3	0/1		
	<i>Amphiura chiajei</i>	2/1	1/1	1/1	0/3		0/2				1/5
	<i>Amphilepis norvegica</i>			0/1		0/1					
	<i>Ophiacten affinis</i>		0/1		0/1	0/1	6/7	3/1	4/1	6/4	1/3
	<i>Ophiura carnea</i>		1								
	<i>Ophiura sp.</i>				0/1						
	<i>Echinocyamus pusillus</i>							0/1			
	<i>Spatangoida indet.</i>					0/1					
	HOLOTUROIDEA										
	<i>Thyone fusus</i>										0/1
	<i>Synaptidae indet.</i>						3		3	1	2
	<i>ENTEROPNEUSTA indet.</i>				1					1	
*	<i>CHAETOGNATHA indet.</i>				1						
	CHORDATA										
*	<i>PISCES egg.</i>	2			1	7					
*	<i>VARIA</i>	+				+					

VEDLEGG 8: GEOMETRISKE KLASSER



Geometrisk fordeling. Fordeling av arter i geometriske klasser for bunnstasjonene i **Område 1** for 2013



Geometrisk fordeling. Fordeling av arter i geometriske klasser for bunnstasjonene i **Område 9** for 2013.

VEDLEGG 9: TOPP TI ARTSLISTE

Område 1

Stasjon Kna 1a - 2013	Antall individer	%	Kum %
<i>Prionospio cirrifera</i>	196	35	35
<i>Verruca stroemi</i>	40	7	42
<i>Leptochiton asellus</i>	37	7	49
<i>Glycera lapidum</i>	28	5	54
<i>Lumbrineridae indet.</i>	27	5	59
<i>Edwardsia sp.</i>	17	3	62
<i>Polydora spp.</i>	17	3	65
<i>Ophiocten affinis</i>	13	2	67
<i>Nereis pelagica</i>	11	2	69
<i>Aonides paucibranchiata</i>	11	2	71
<i>Hydroides norvegica</i>	11	2	73
<i>Synaptidae indet.</i>	11	2	75

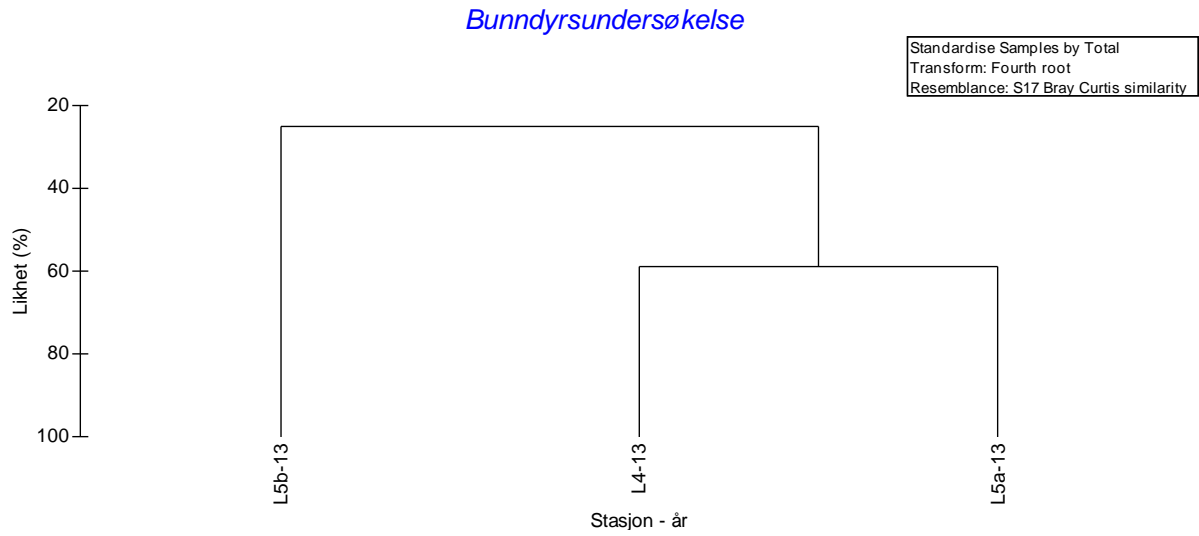
Område 9

Stasjon L4, 2013	Antall individer	%	Kum %
<i>Polydora sp.</i>	253	33	33
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	191	25	58
<i>Thyasira equalis</i>	42	5	63
<i>Lumbrineridae indet.</i>	41	5	69
<i>Heteromastus filiformis</i>	25	3	72
<i>Aphelochaeta sp.</i>	23	3	75
<i>Thyasira sarsi</i>	22	3	78
<i>Amphilepis norvegica</i>	19	2	80
<i>Prionospio dubia</i>	13	2	82
<i>Galathowenia oculata</i>	12	2	84

Stasjon L5a, 2013	Antall individer	%	Kum %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	542	31	31
<i>Spiophanes kroyeri</i>	148	9	40
<i>Thyasira equalis</i>	114	7	47
<i>Aphelochaeta sp.</i>	111	6	53
<i>Lumbrineridae indet.</i>	88	5	58
<i>Ceratocephale loveni</i>	72	4	62
<i>Chaetozone sp.</i>	50	3	65
<i>Rhodine loveni</i>	46	3	68
<i>Kelliella abyssicola</i>	46	3	70
<i>Prionospio dubia</i>	42	2	73

Stasjon L5b, 2013	Antall individer	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	530	13	13
<i>Chaetozone spp.</i>	493	12	26
<i>Mediomastus fragilis</i>	402	10	36
<i>Thyasira sarsi</i>	369	9	45
<i>Cirratulus cirratus</i>	344	9	53
<i>Aphelochaeta sp.</i>	324	8	61
<i>Polydora spp.</i>	175	4	66
<i>Notomastus latericeus</i>	156	4	70
<i>Polycirrus norvegicus</i>	147	4	73
<i>Syllidae indet.</i>	141	4	77

VEDLEGG 10: CLUSTER-ANALYSE



Likhet mellom stasjoner uttrykt gjennom en clusteranalyse av artslistene fra stasjonene i **Område 9**, 2013.

VEDLEGG 11: ARTSLISTE SEMIKVANTITATIV LITTORAL

ID: 10727 Versjonsnr: 001

Uni Miljø - Sam Marin

SF505-Artsliste semikvantitativ litoralundersøkelse

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 22.01.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 27.01.2014 (Kristin Hatlen)



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Bergen Kommune, Vann- og avløpsetaten,
Fjøsangerveien 68, 5080 Bergen
Prosjekt nr.: 807367
Prøvetakingssted (område): Byfjord
Dato for prøvetaking: 25.05.13 og 24.06.13
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research - SAM Marin
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene identifisert av: Tom Alvestad

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.

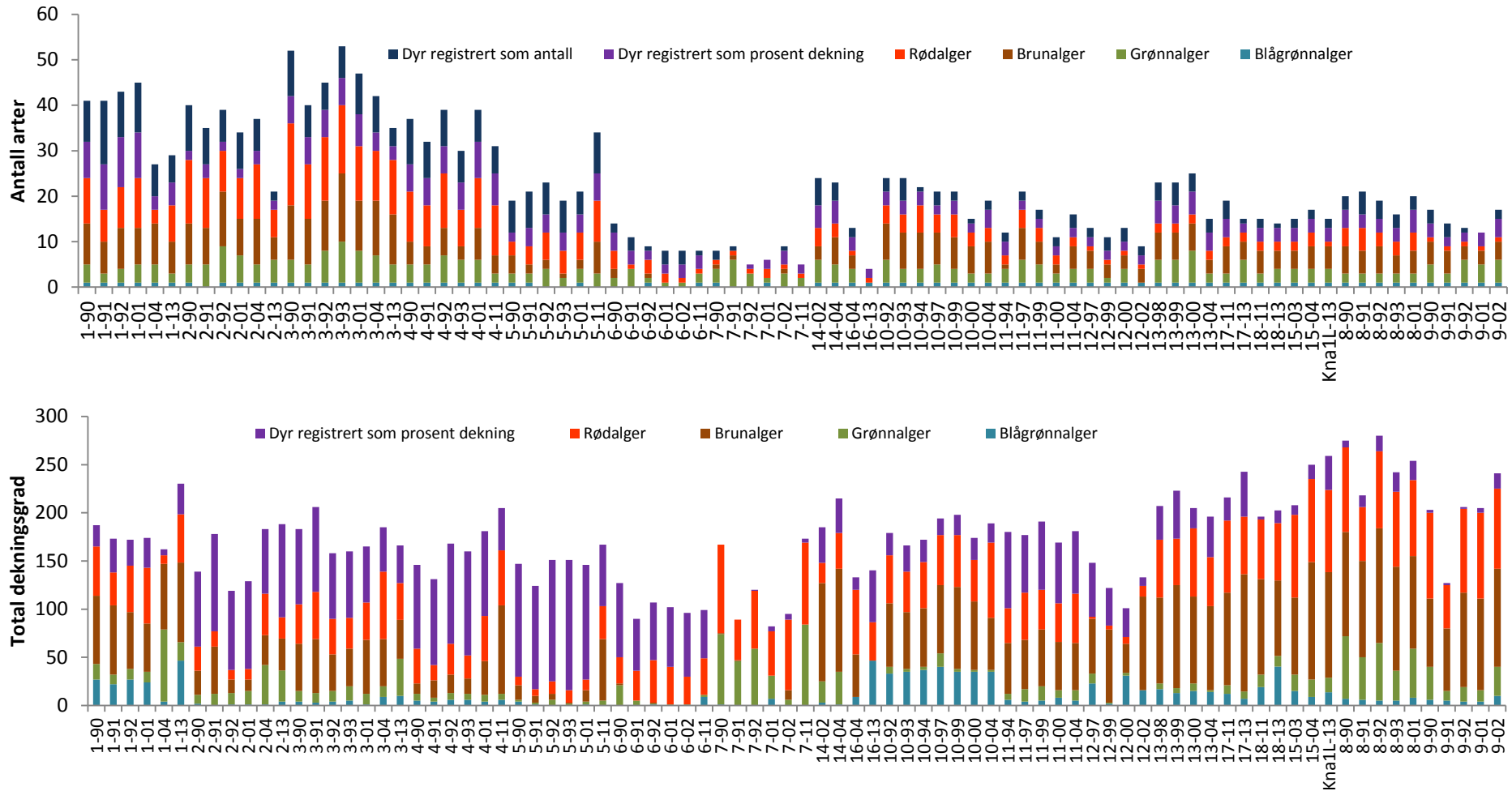
Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur: *Tom Alvestad*
Godkjent taksonom

Arter funnet ved semikvantitativ litoralundersøkelse. Forklaring til tabell: 0=ingen, 1= tilstede, 2= spredt, 3=vanlig, 4=dominerende, 5=sterkt dominerende

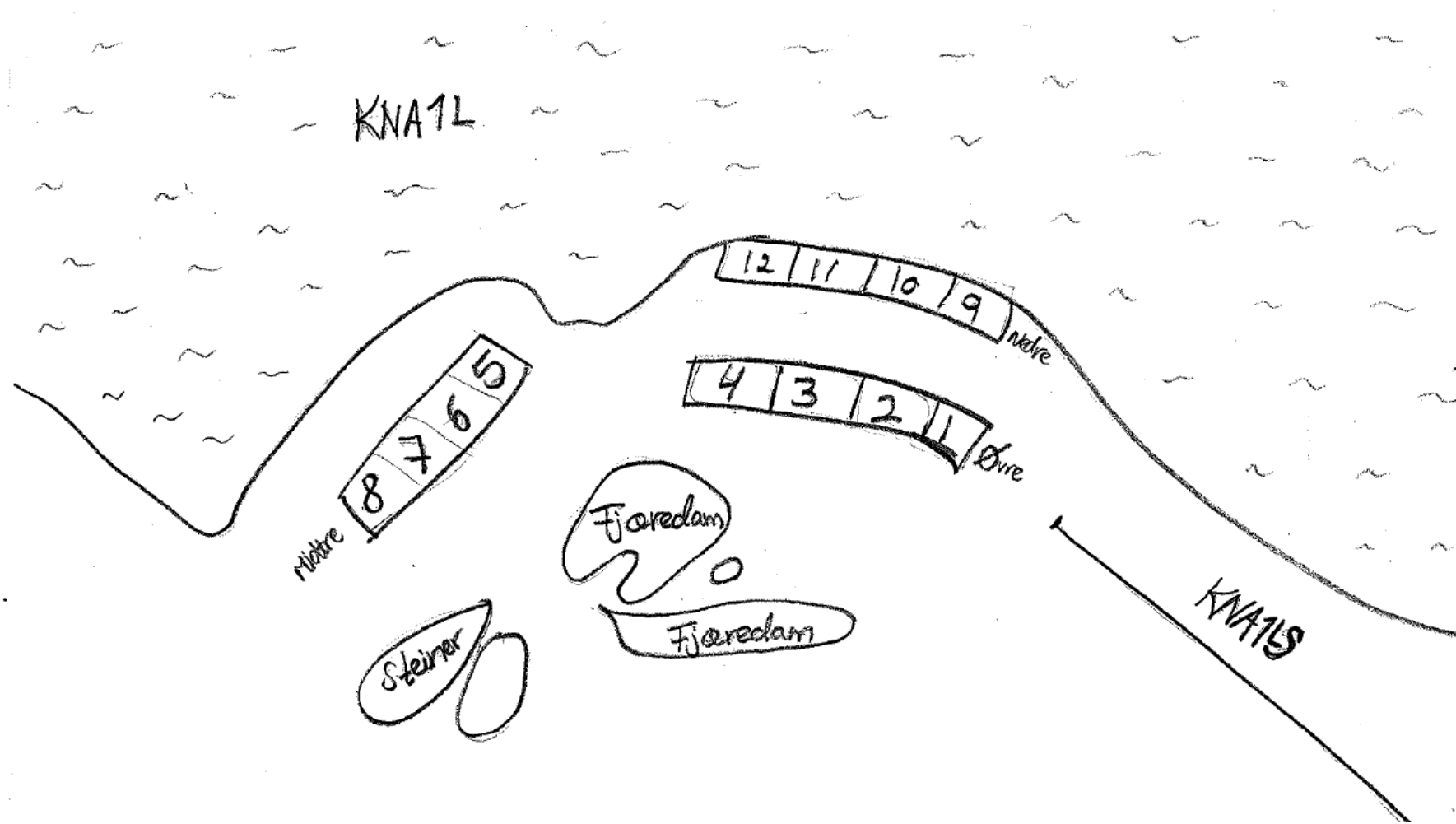
S. 1/1 Arter	Stasjon Dato	KNA1LS 24.06.2013	LSBLS 25.05.2013
<i>Calothrix sp.</i>		3	2
<i>Verrucaria sp.</i>		3	3
<i>Fucus vesiculosus</i>		4	3
<i>Ascophyllum nodosum</i>		5	5
<i>Ceramium sp.</i>			1
<i>Cladophora rupestris</i>		2	4
<i>Cladophora sp.</i>		1	1
<i>Hildenbrandia sp.</i>		4	3
<i>Fucus serratus</i>		5	2
<i>Laminaria digitalis</i>			1
<i>Phymatolithon lenormandii</i>			1
<i>Dynamena</i>		1	2
<i>Amphipoda indet.</i>			1
<i>Pelvetia canaliculata</i>			1
<i>Littorina obtusata</i>			1
<i>Littorina sp.</i>			2
<i>Cystoclonium purpureum</i>			1
<i>Polysiphonia lanosa</i>		1	
<i>Polysiphonia elongata</i>			2
<i>Porifera indet</i>			2
<i>Carcinus maenas</i>			1
<i>Chondrus crispus</i>			2
<i>Ulva sp.</i>		2	1
<i>Bryozoa</i>			1
<i>Semibalanus balanoides</i>		2	3
<i>Balanus balanus</i>		1	2
<i>Mytilus edulis</i>		3	1

VEDLEGG 12: ARTER OG UTBREDELSE



Oversikt over antall arter og total dekningsgrad av alger og dyr registrert i prosentvis dekning av rutene på stasjoner i Område 3 (By1, 2 og 3), Område 2 (By4, 5, 6, 7 og 14), Område 5 (By16), Område 4 (By10, 11, 12, 13, 17 og 18) og Område 1 (By8, 19, 15 og Kna1L). Figurene viser en reduksjon i antall arter innover i fjordsystemet samtidig som det er en økning i den totale dekningsgraden.

VEDLEGG 13: STASJONSSKISSE



VEDLEGG 14: ARTSLISTE RUTEANALYSE

ID: 10730 Versjonsnr: 001

SF505-Litoralartsliste

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: **Sist endret:** 22.01.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 27.01.2014 (Kristin Hatlen)



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Bergen Kommune, Vann- og avløpsetaten,
Fjøsangerveien 68, 5080 Bergen
Prosjekt nr.: 807367
Prøvetakingssted (område): Lindås
Dato for prøvetaking: 24.06.2013
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research - SAM Marin
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre (opplæring) og Kristin Hatlen (opplæring)

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:

For hver stasjon er rutenes nivå og nummer oppgitt. Under hvert rutenummer er alger og fastsittende dyr med høyt individantall angitt i % dekningsgrad. Fritt bevegelige dyr og fastsittende dyr med lavt individantall er registrert i antall individer pr. prøverute.

cf. foran et artsnavn betyr at artsbestemmelsen er usikker.

* ved art angir arten ikke er med i eventuelle analyser.

* ved rutenummer 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: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

Uni Research SAM-Marin

s. 1/1	Stasjon / dato:	Kna1L 24.06.2013				Midtre				Nedre			
	Nivå:	Øvre											
	Rute:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Kl.:	21:45			21:58	20:56	22:49			19:24			19:45
utv	Observatør:	TA/FL	TA/FL	TA/FL	TA/FL	TA/FL	TA/FL	TA/FL	TA/FL	TA/FL/KH	TA/FL/KH	TA/FL/KH	TA/FL/KH
	Rødalger												
	<i>Hildenbrandia rubra</i>	80	60	56	40	100	100	100	100	100	100	100	88
	Brunalger												
	<i>Ascophyllum nodosum</i>					44	80	100	100				
18	<i>Elachista fucicola</i>									24	12	12	12
	<i>Fucus serratus</i>									68	84	80	68
	<i>Fucus vesiculosus</i>	72	72	56	60	68	16		8				
2	<i>Pilayella littoralis</i>									84	68	48	80
18	<i>Elachista sp.</i>					+			+				
	Grønnalger												
	<i>Cladophora rupestris</i>	12	40	20	8	4	8	16	40	4	+	4	+
1	<i>Cladophora sp.</i>											+	
	<i>Ulva sp.</i>	4	4	4	8							+	
	Dyr registrert som % dekke av ruten												
	<i>Mytilus edulis</i>					52	80	80	24	8	16	8	40
	<i>Semibalanus balanoides</i>	+	+	+		+	+	4	16	4	4	8	16
*	<i>Porifera indet.</i>											+	
21	<i>Dynamena sp.</i>							4	52				
	Dyr registrert i antall												
	<i>Balanus balanus</i>					1	1	+	1				
	<i>Carcinus maenas</i>						1						
	Blågrønnalger												
15	<i>Verrucaria mucosa</i>	20	40	44	60								
	Annet												
*	Bart fjell	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*	Fjærepytt							4	16				20
*	Uten tangdekke	28	28	44	40	0	4	0	0	32	16	20	32

VEDLEGG 15: STRØMMÅLINGER

Det ble gjennomført strømmålinger på to stasjoner i Lindås kommune, Gangstø og Kvassneset. Strømmålingene ble foretatt første gang om sommeren (juni-august 2013) og en gjentatt måling om vinteren (desember 2013 – januar 2014). Målingene ble utført med Nortek Aquatic Doppler (400kHz) som var innstilt til å måle hvert 10. minutt gjennom hele måleperioden (1 minutt med registrering av data og 9 minutter hvile). Strømforhold som er vurdert gjelder strømforhold nær overflaten (overflatestrøm), midt i vannsøylen (spredningsstrøm) og nær bunn (bunnstrøm). Strømdata er kvalitetssikret med bruk av programvaren Surge (versjon 1.14.01, Nortek AS) og analysert med bruk av programvaren SD6000 (versjon 4.6.3.49, Morten Hammersland Programvare). Strømdata fra Kvassneset i perioden 10.12.13 – 14.01.14 viser mye tilt av instrumentet i måleperioden. Dette har gitt noe redusert kvalitet på overflatemålingene ved Kvassneset i denne perioden. Rådata til alle målingene finnes oppbevart hos Uni Research AS, SAM-Marin.

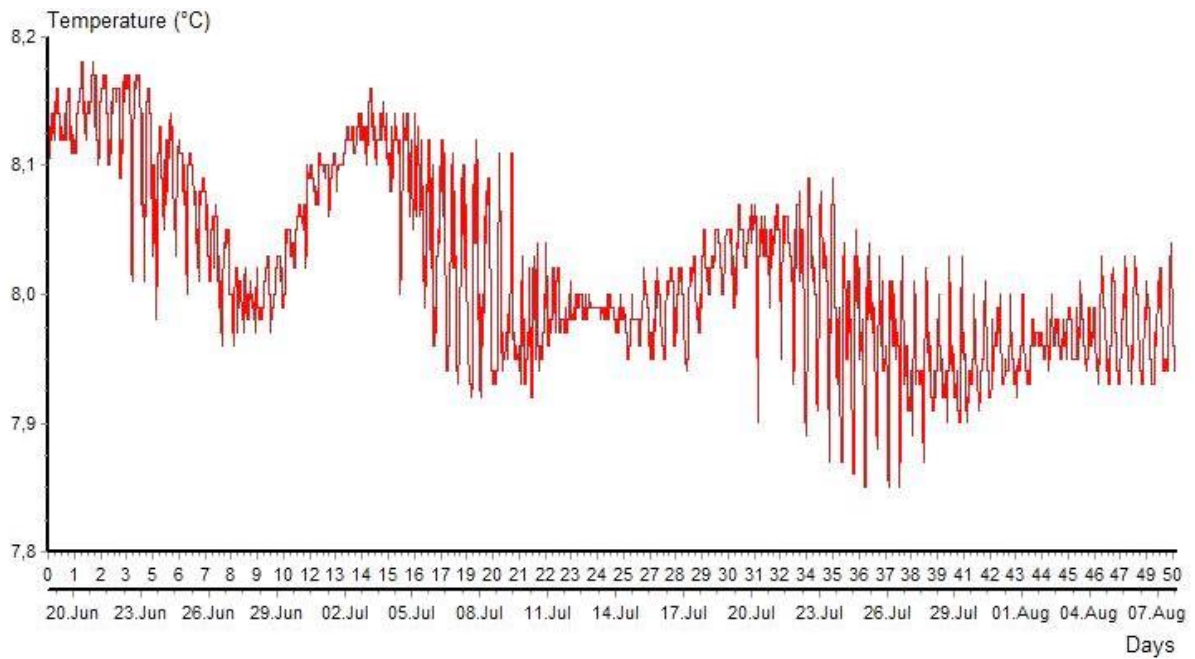
Figurer som viser strømhastigheter, retninger og vanntransport er presentert i resultatdelen.

Stasjonsopplysninger

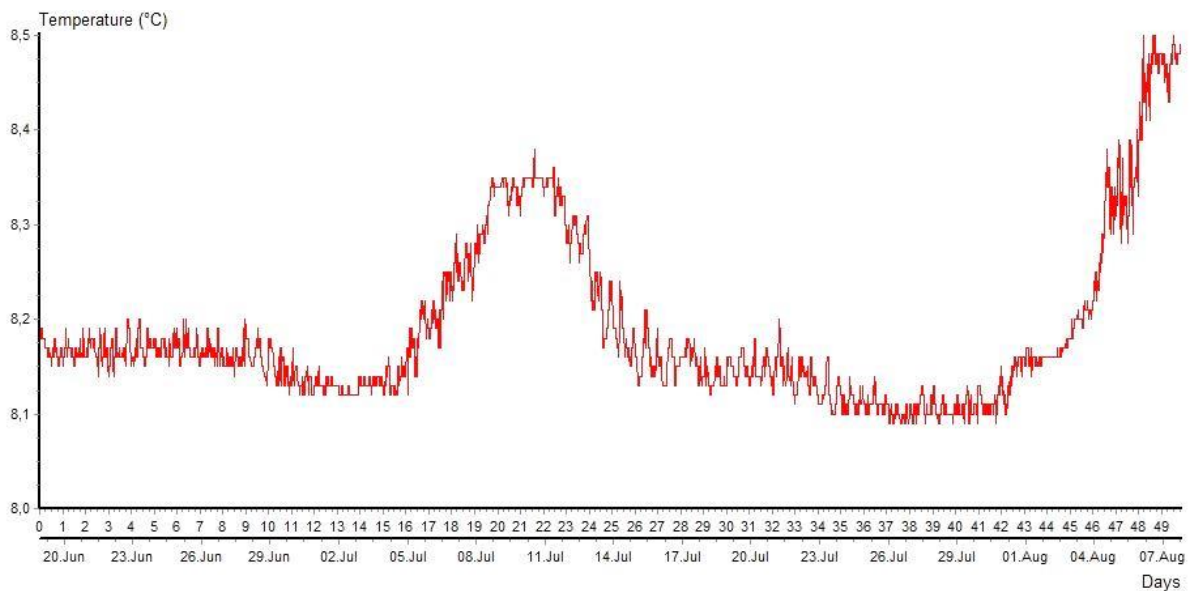
Strømmålinger på stasjonene Gangstø og Kvassneset. Målingene ble utført sommer 2013 og vinter 2013/2014.

Lokalitet	Posisjon (WGS84)		Måler nr.	Måledyp (m)	Måleperiode	Antall målinger
	Nord	Øst				
Gangstø	60° 34.444'N	005° 12.225'Ø	SAM-01	10	18.06-07.08.13	7188
				31	18.06-07.08.13	7188
				52	18.06-07.08.13	7188
Gangstø	60° 34.444'N	005° 12.225'Ø	SAM-01	9	10.12.13-14.01.14	5041
				33	10.12.13-14.01.14	5041
				59	10.12.13-14.01.14	5041
Kvassneset	60° 32.565'N	005° 17.963'Ø	SAM-02	9	18.06-07.08.13	7182
				30	18.06-07.08.13	7182
				51	18.06-07.08.13	7182
Kvassneset	60° 32.565'N	005° 17.963'Ø	SAM-02	11	10.12.13-14.01.14	5041
				31	10.12.13-14.01.14	5041
				51	10.12.13-14.01.14	5041

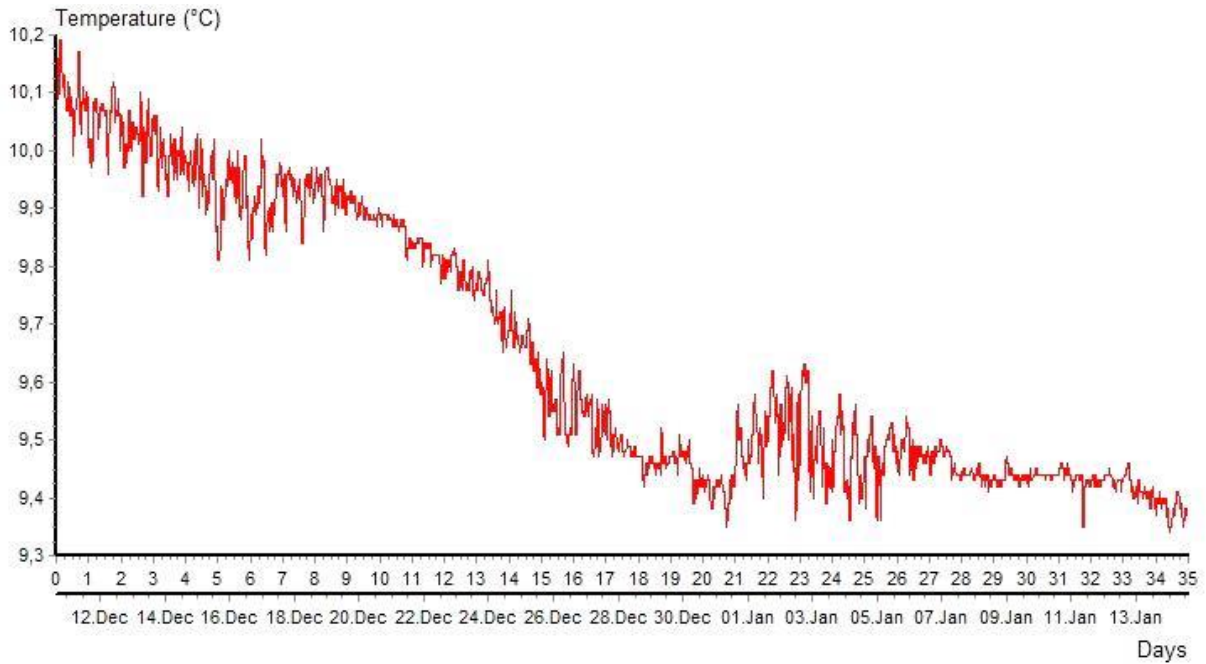
Temperaturer og vannstand



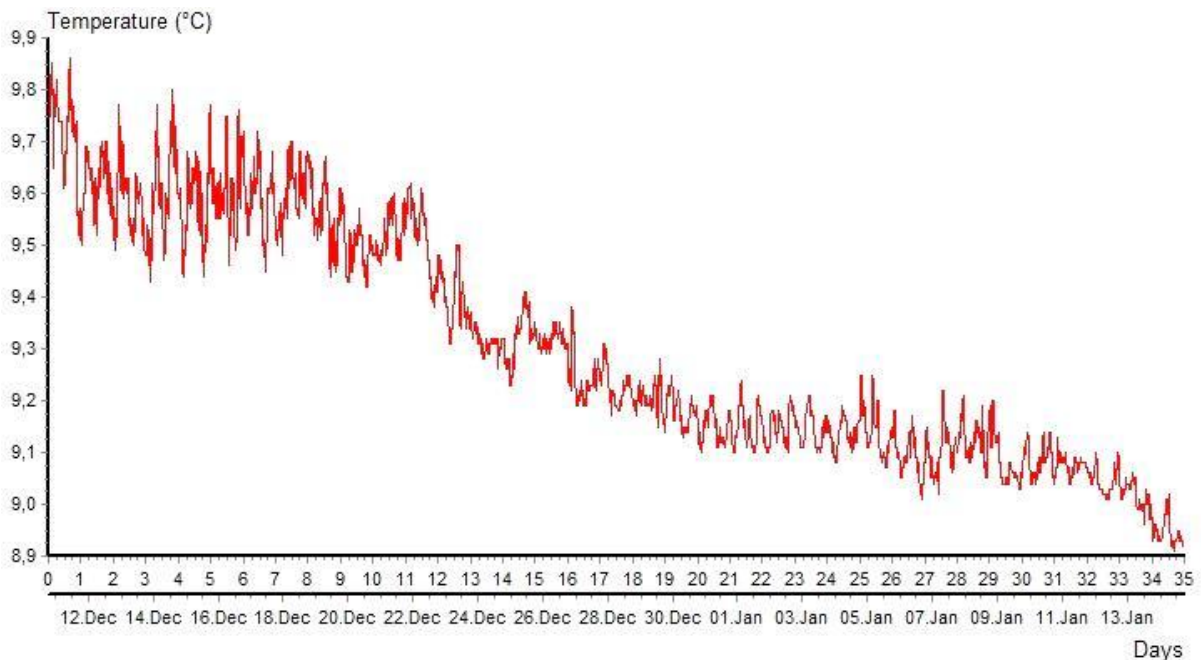
Gangstø – Sommer. Temperatur i bunnvann (ca. 57 meters dyp) på stasjon Gangstø i Lindås. Målinger utført i sommerperioden 18.juni - 7.august 2013.



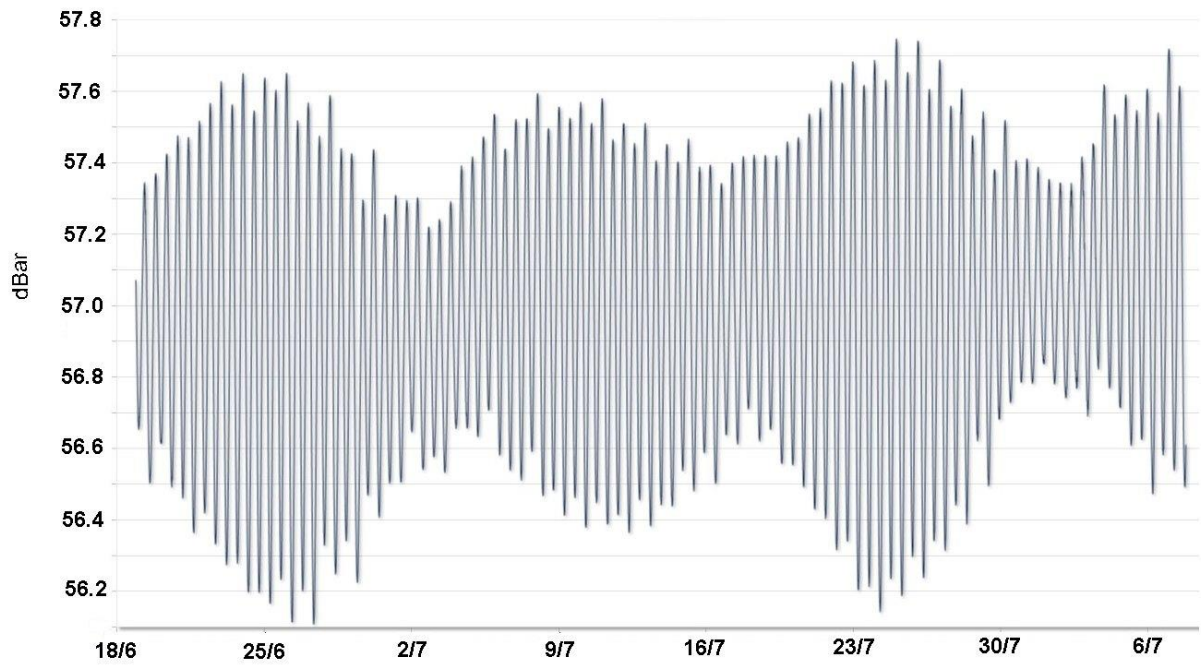
Kvassneset – Sommer. Temperatur i bunnvann (ca. 55 meters dyp) på stasjon Kvassneset i Lindås. Målinger utført i sommerperioden 18.juni - 7.august 2013.



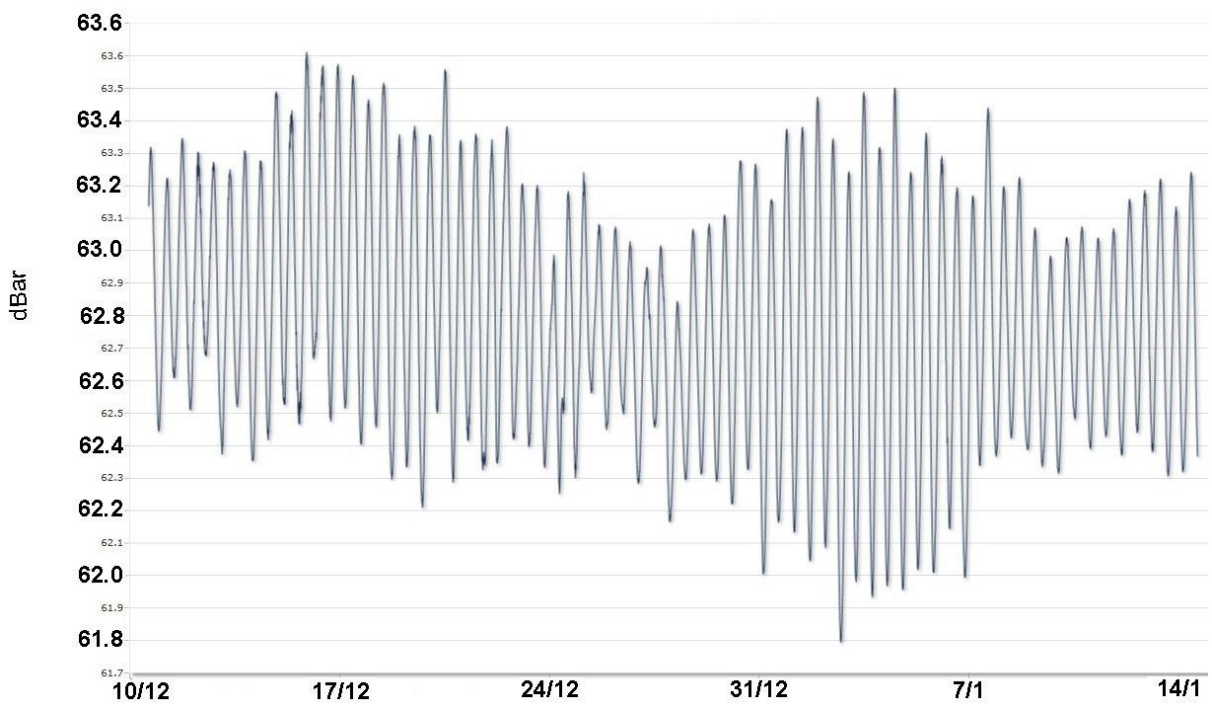
Gangstø – Vinter. Temperatur i bunnvann (ca. 62 meters dyp) på stasjon Gangstø i Lindås. Målinger utført i vinterperioden 10.desember 2013 – 14.januar 2014.



Kvasneset – Vinter. Temperatur i bunnvann (ca. 54 meters dyp) på stasjon Kvasneset i Lindås. Målinger utført i vinterperioden 10.desember 2013 – 14.januar 2014.



Vannstand. Stasjon Gangstø og Kvassneset i perioden 18. juni til 7. august 2013.



Vannstand. Stasjon Gangstø og Kvassneset i perioden 10. desember 2013 til 14. januar 2014.

Vurdering av strømforholdene

Oppsummering av strømforhold ved Gangstø og Kvassneset. Strømmålingene er gjennomført i to perioder; sommer (juni-august 2013) og vinter (desember 2013 – januar 2014). Strømhastighet er gitt som gjennomsnitt (standardavvik) og høyeste registrert hastighet. Signifikante hastigheter er gjennomsnittet av inntil 1/3 av målingene som viser høyest / lavest hastighet. Strømstille forhold i måleperioden er gitt i prosent (%). Vanntransport er bevegelse av vannmasser beregnet ut fra strømhastighet og retning. Vanntransportretninger inntil 1/3 av de høyeste registrerte verdiene er vurdert som mest signifikant. Frekvens til registrerte signifikante retninger er rangert fra 1 (høyest) til 3 (lavest).

Stasjon	Periode	Måledyp (m)	Hastighet (cm/s)		Signifikant hastighet (cm/s)		Strømstille (< 1 cm/s)	Vanntransport		
			Snitt	maks	maks	min		1.	2.	3.
Gangstø	sommer	10	4,8 (2,8)	17,9	8	2,1	4,50 %	Ø	SØ	NØ
		31	4,0 (2,3)	18,6	6,6	1,7	5,70 %	Ø	SØ	S
		52	3,5 (1,9)	11,4	5,6	1,6	6,60 %	Ø	SØ	NØ
Gangstø	vinter	9	5,6 (3,3)	29,4	9,4	2,4	3,30 %	SV	N	S
		33	7,0 (5,7)	98,7	12,6	2,6	2,60 %	SV	N	S
		59	4,8 (2,6)	16,7	7,7	2,2	4,40 %	Ø	SØ	NØ
Kvassneset	sommer	10	6,8 (5,2)	40,3	12,3	2,5	3,20 %	SV	NØ	-
		30	5,2 (3,1)	25,4	8,7	2,2	3,60 %	SV	V	-
		51	4,0 (2,3)	18,2	6,5	1,7	5,80 %	NØ	V	N
Kvassneset	vinter	11	8,7 (5,6)	38,9	15,1	3,4	1,80 %	N	NV	NØ
		31	7,7 (4,7)	51,4	12,9	3,2	2,10 %	SV	V	-
		51	5,2 (3,4)	37,5	8,7	2,2	3,80 %	Ø	NØ	-

Stasjon Gangstø

Strømmålingene ved stasjon Gangstø viser relativt rolige strømforhold på alle dyp både om sommeren og vinteren. Det ble registrert relativt mange målinger med lave strømhastigheter (under 1 cm/sekund) i alle dyp både sommer og vinter. Målingene viser tendenser på at vannmassene i stor grad beveger seg i frem og tilbake omkring målepunktet.

Det ble ikke registrert noen klare hovedstrømretninger på de målte dypene. Målinger utført i sommerperioden viser at vannmassene i hele vannsøylen beveger seg med lav hastighet i østlig og sørøstlig retning. Vintermålingene viser vanntransport i nordlig retning med returstrøm i sørvestlig retning i de øverste vannlagene. Sterkest strøm ved Gangstø ble registrert i spredningsdyp i vintermålingene med gjennomsnittlig hastighet på 7 cm/s (signifikant maks hastighet på 12,6 cm/s). Strømretningen til spredningsstrømmen ved Gangstø om vinteren hadde for det meste en sørvestligretning, men også perioder med retninger mot nord med sørlig returstrøm. Vannmassene nær bunn hadde en mer østlig og sørøstlig retning.

Stasjon Kvassneset

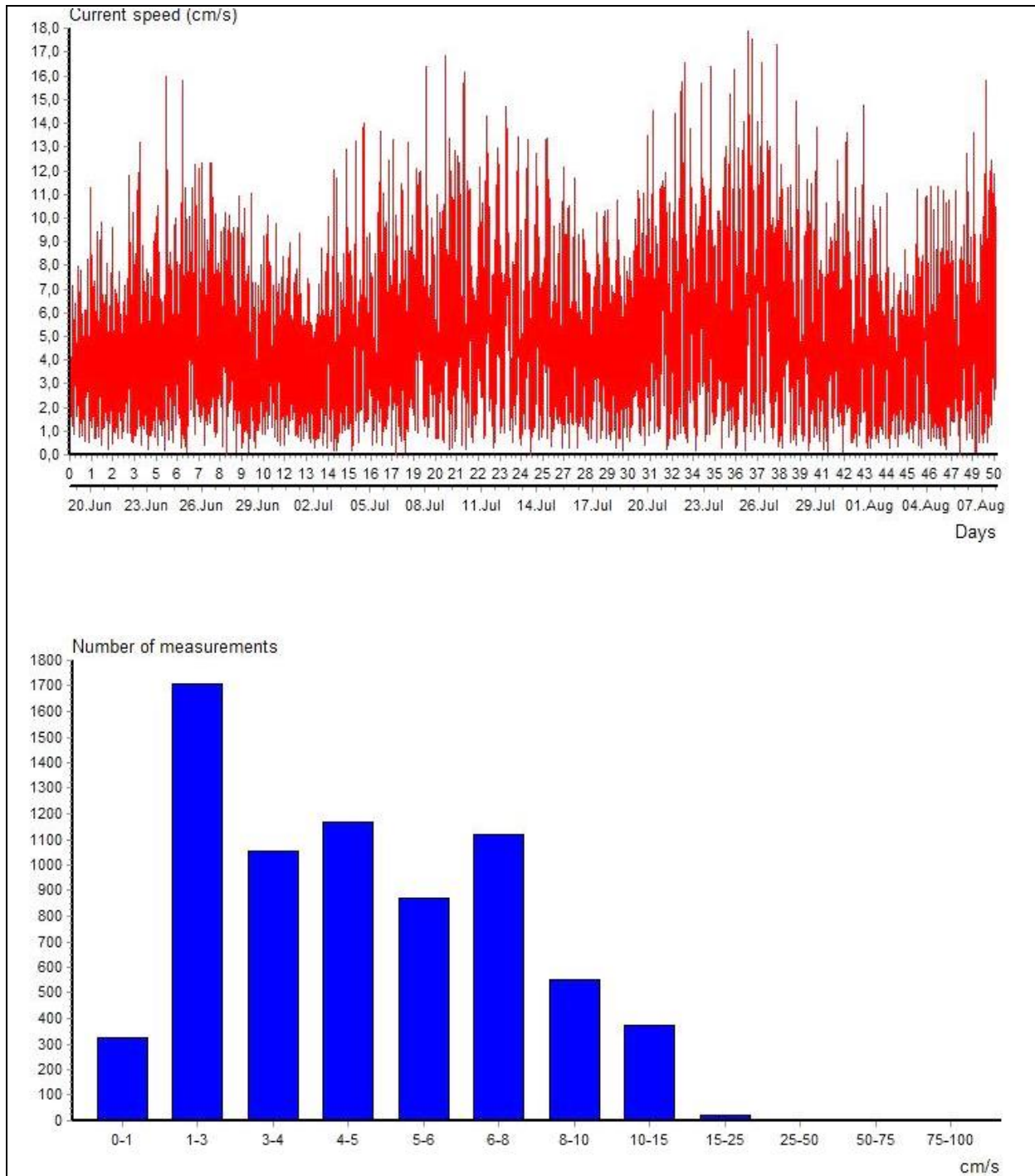
Strømmålingene ved stasjon Kvassneset viser noe sterkere strøm og færre registreringer med strømstille perioder sammenlignet med stasjon Gangstø.

Målingene utført i sommerperioden viser at hovedstrømretninger er mot sørvest i overflaten og i spredningsdypet. Det ble registrert noe returstrøm i nordøstlig retning i overflaten. Bunnstrømmen viste mindre klare hovedstrømretninger, men tendenser viser at vanntransporten har en vestlig og nordlig retning på dette dypet.

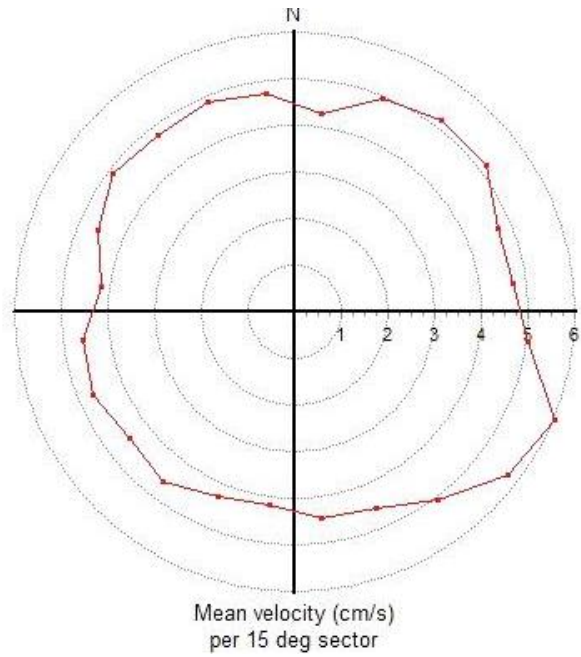
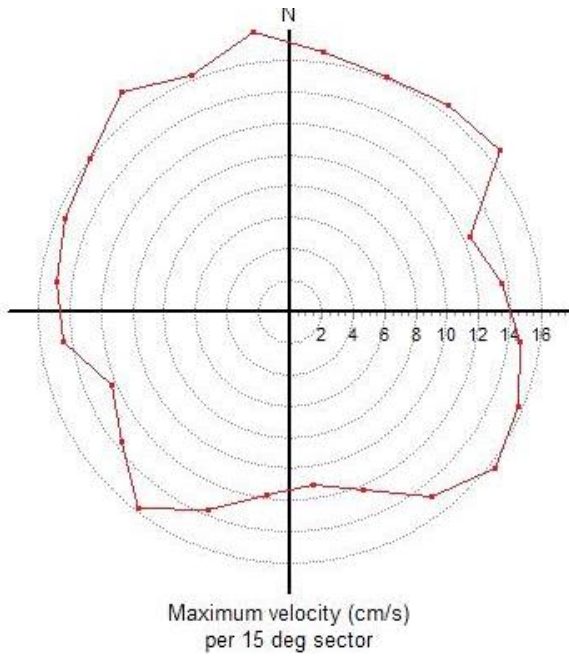
Sterkest strøm ved Kvassneset ble registrert i overflaten i vintermålingene med gjennomsnittlig hastighet på 8,7 cm/s (signifikant maks hastighet på 15,1 cm/s). Strømretningen til overflatevannet hadde for det meste en nordlig retning. Det ble også registrert noe sterkere strøm i spredningsdyp og nær bunn i vinterperioden sammenlignet med sommerperioden.

Resultater

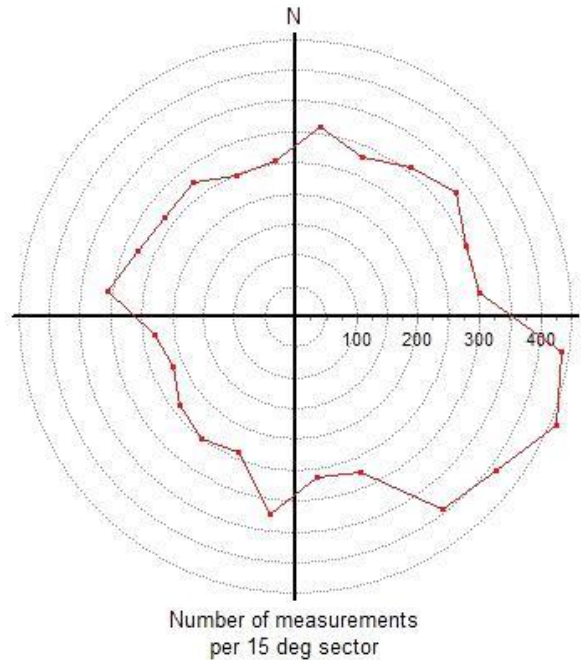
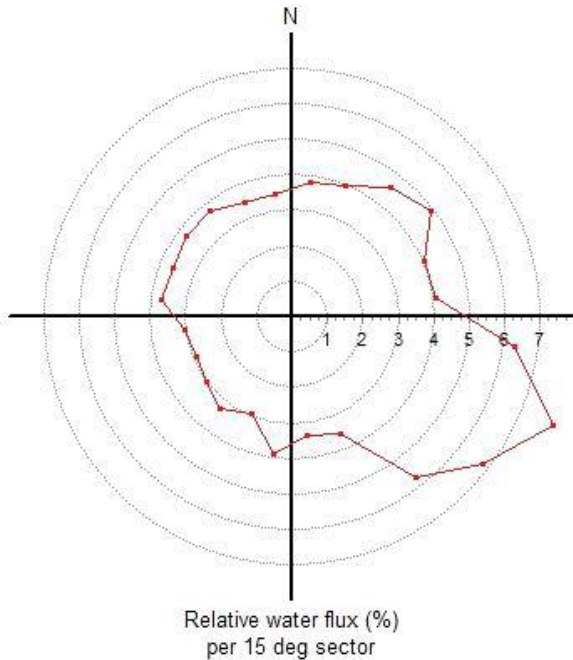
STASJON GANGSTØ - SOMMER. Overflatestrøm målt på 10 meters dyp.



Strømhastigheter i overflaten (10 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

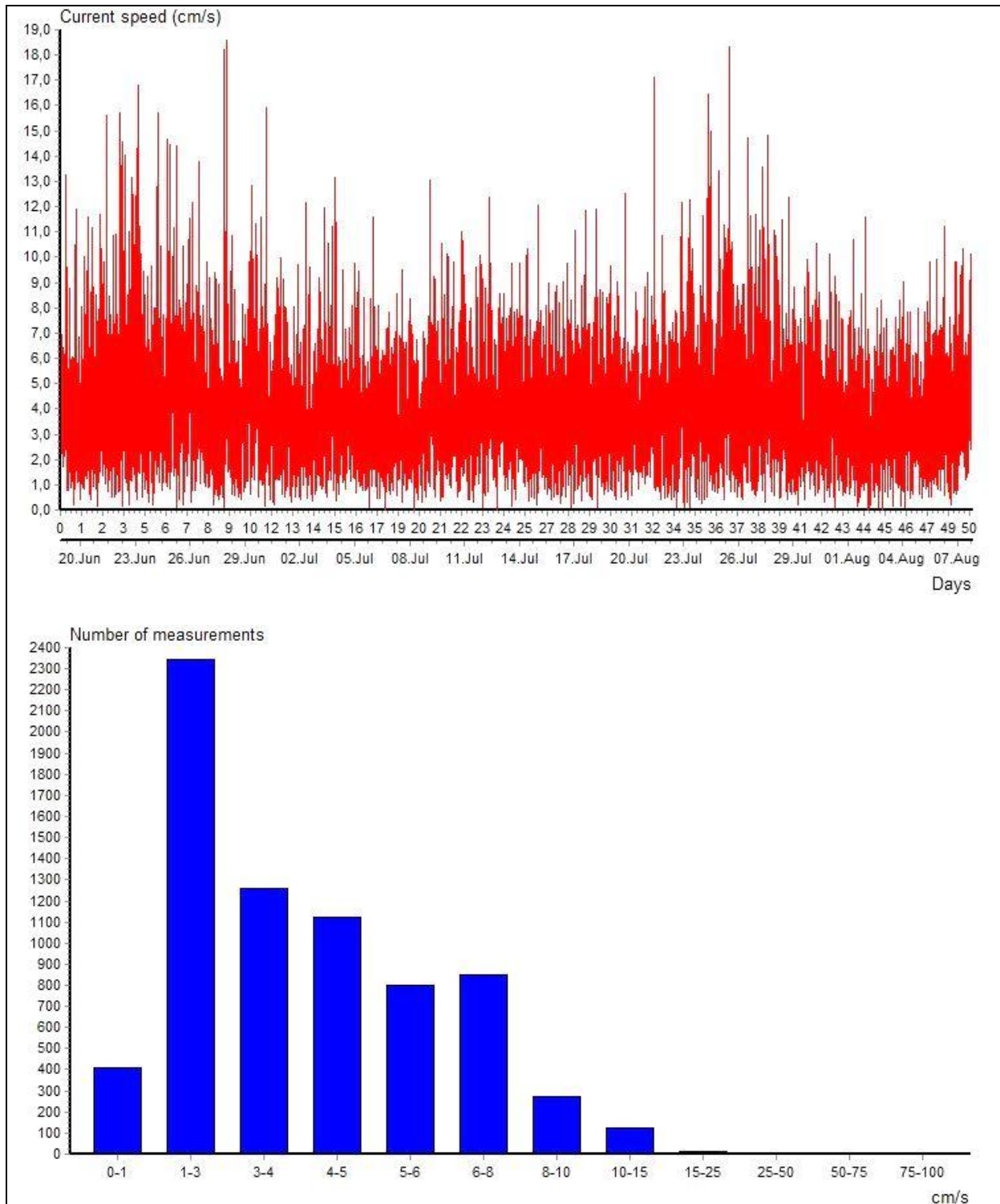


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i overflaten (10 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

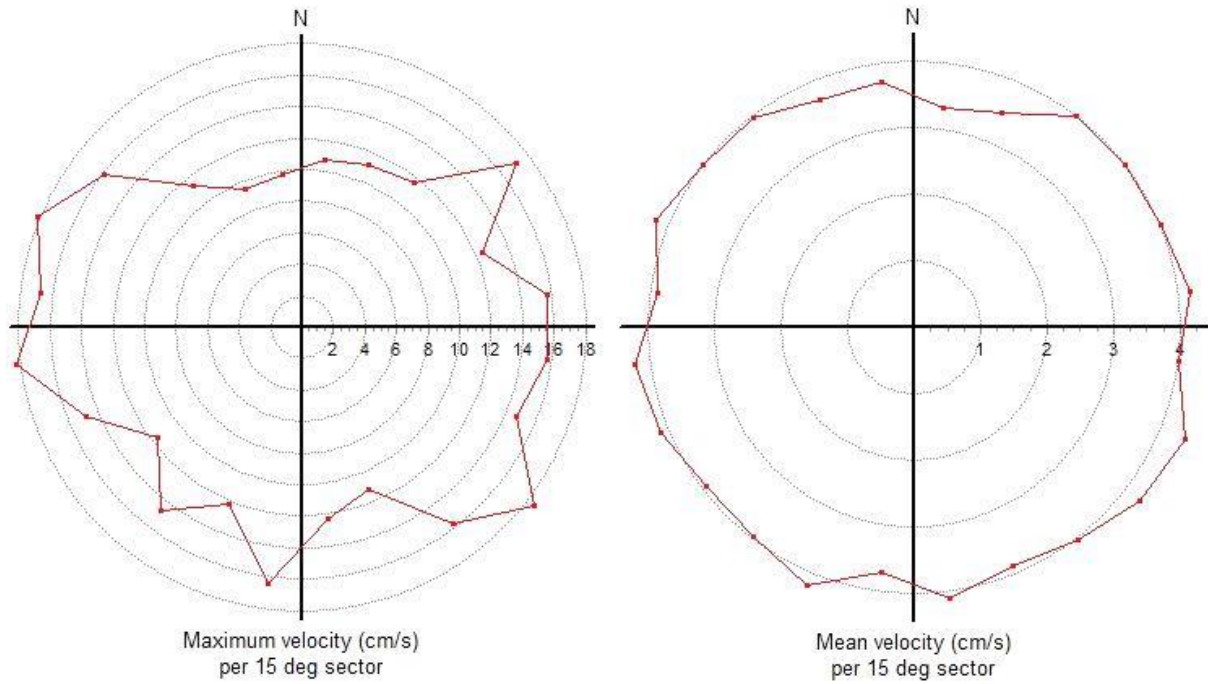


Vantransport i overflaten (10 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

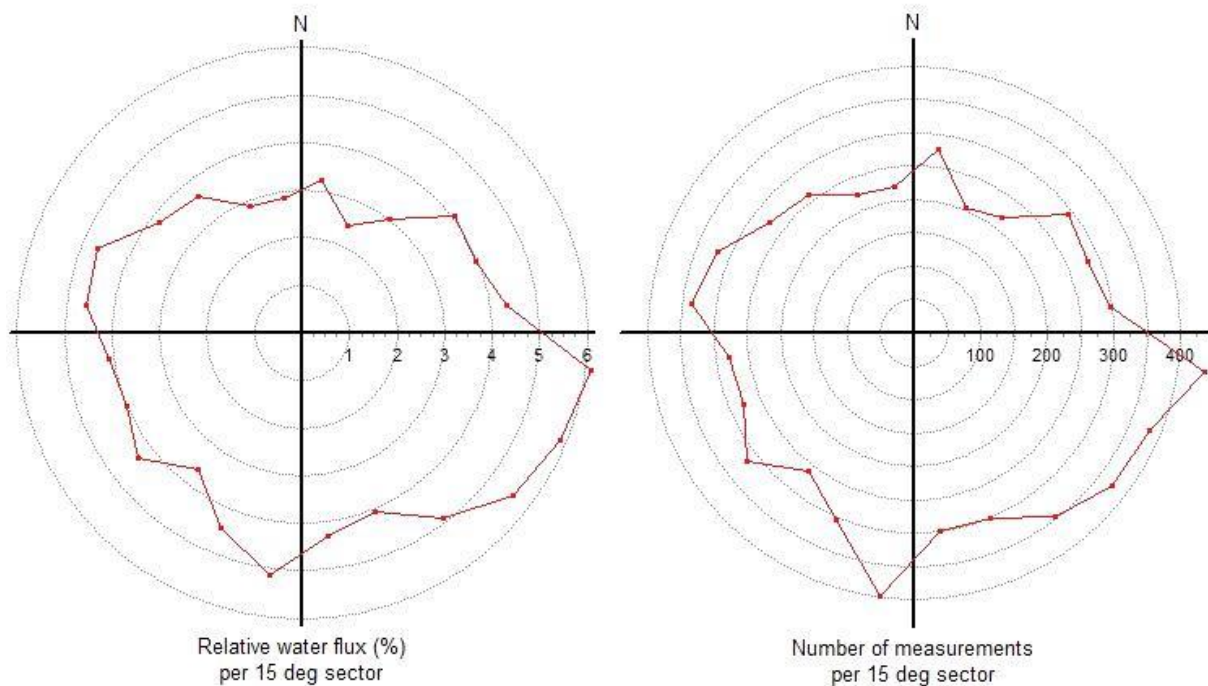
STASJON GANGSTØ - SOMMER. Spredningsstrøm målt på 31 meters dyp.



Strømhastigheter i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

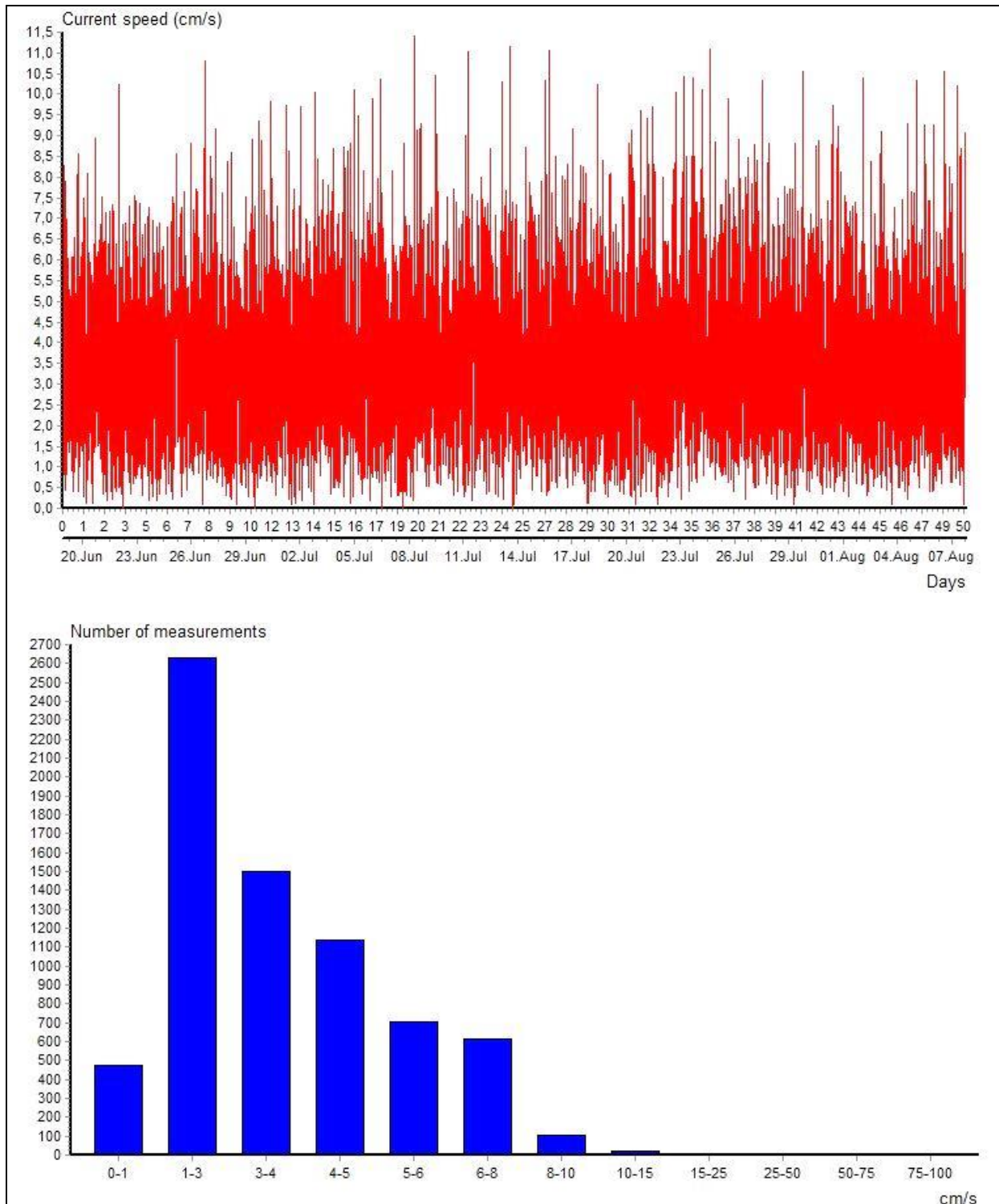


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

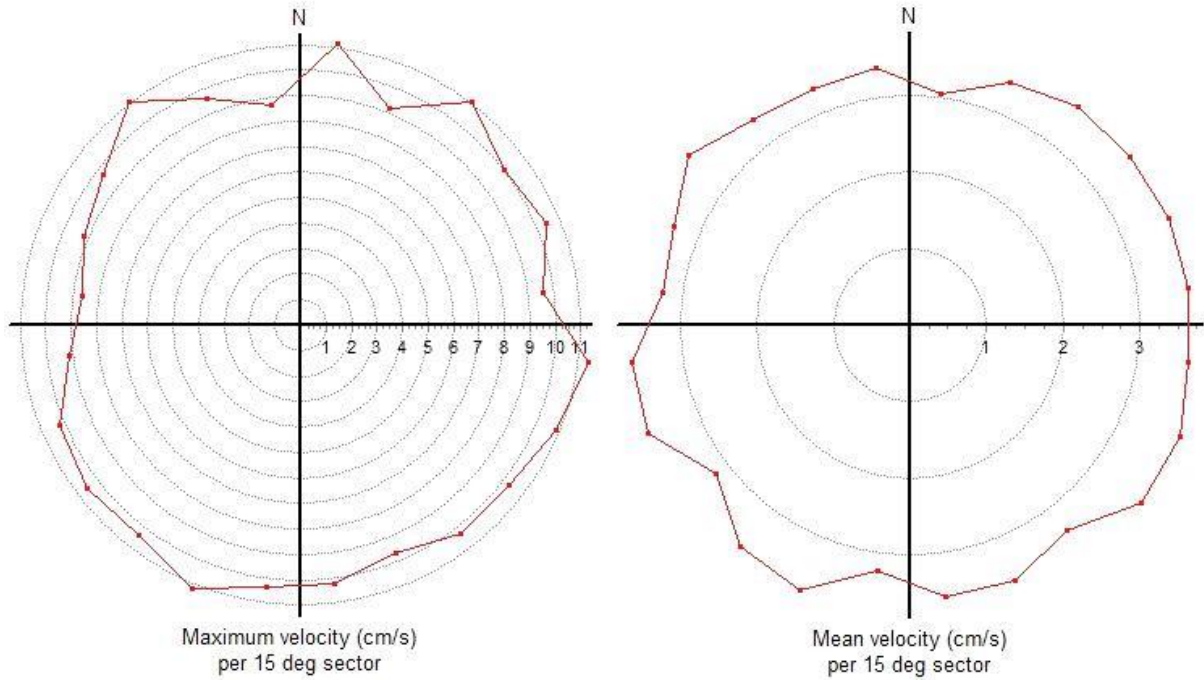


Vantransport i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

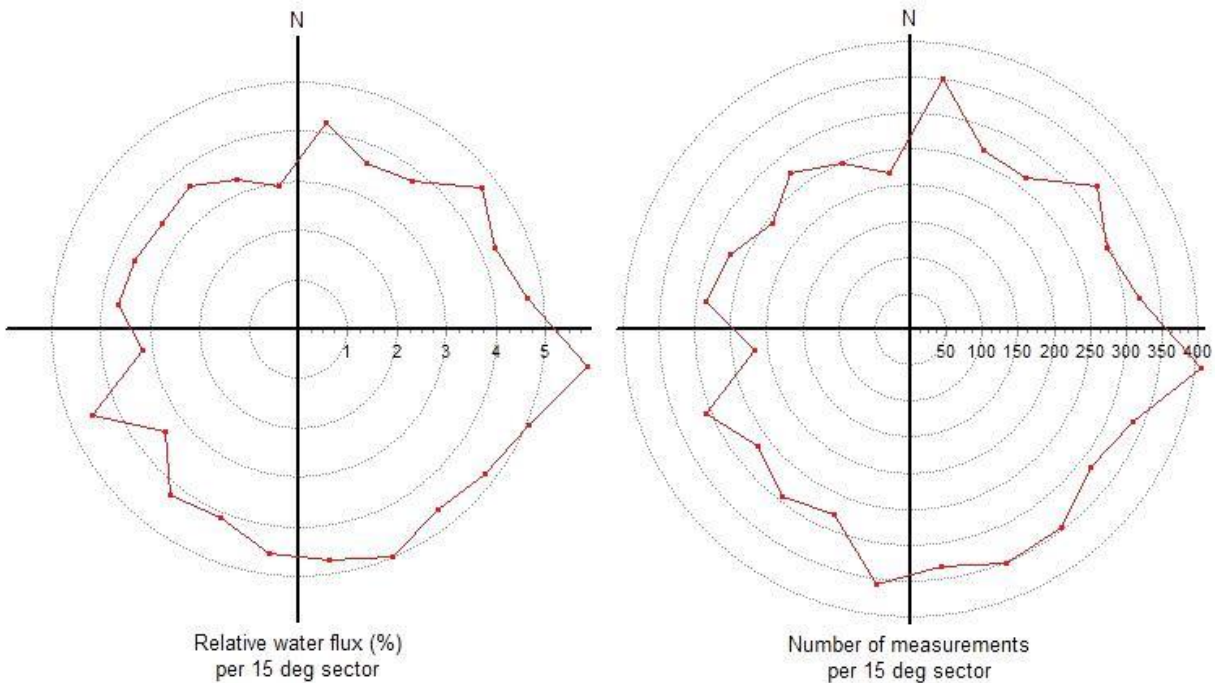
STASJON GANGSTØ - SOMMER. Bunnstrøm målt på 52 meters dyp (ca. 10 meter over bunn).



Strømhastigheter nær bunn (52 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

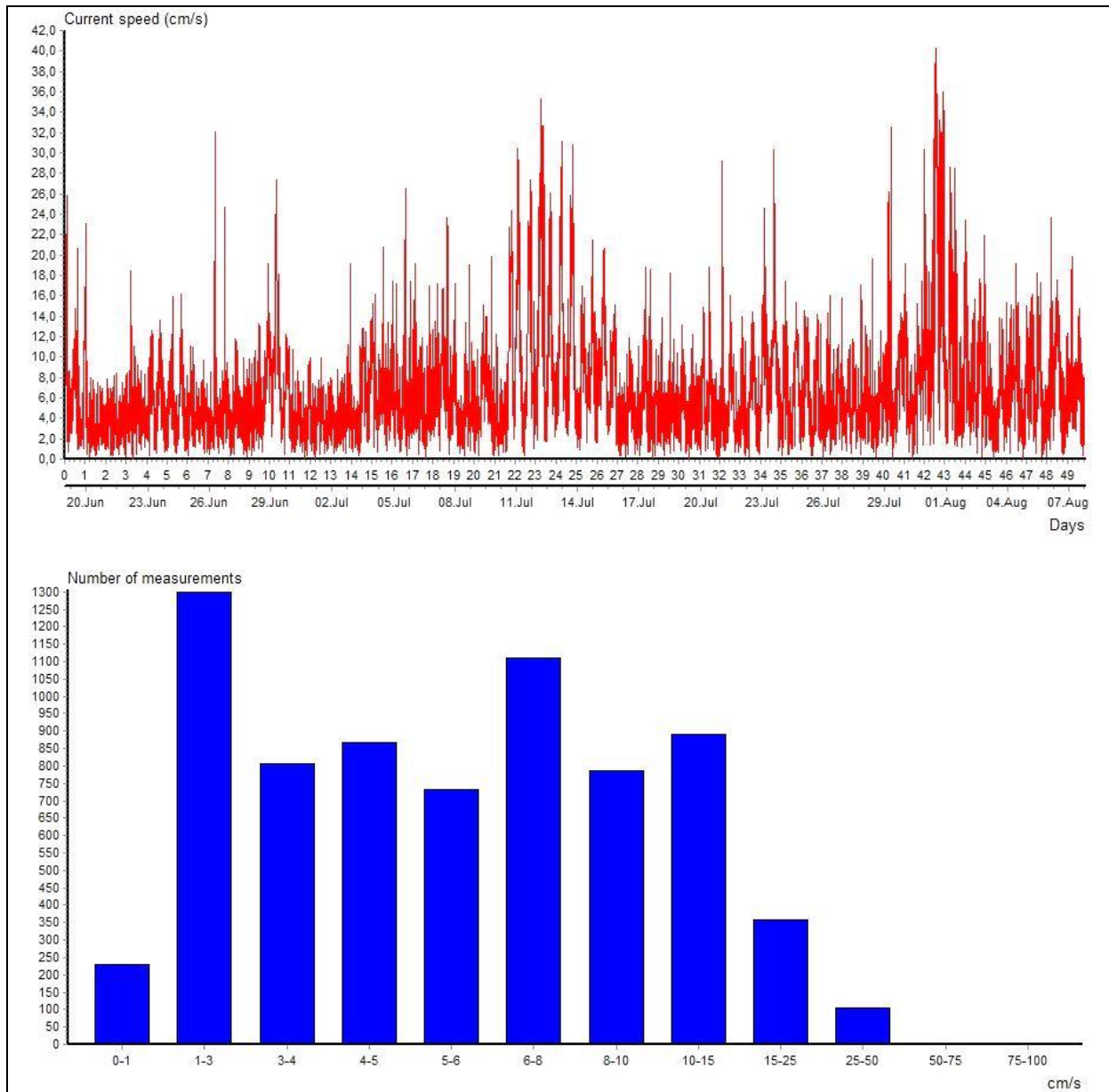


Maksimal- og gjennomsnittstrøm nær bunn (52 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

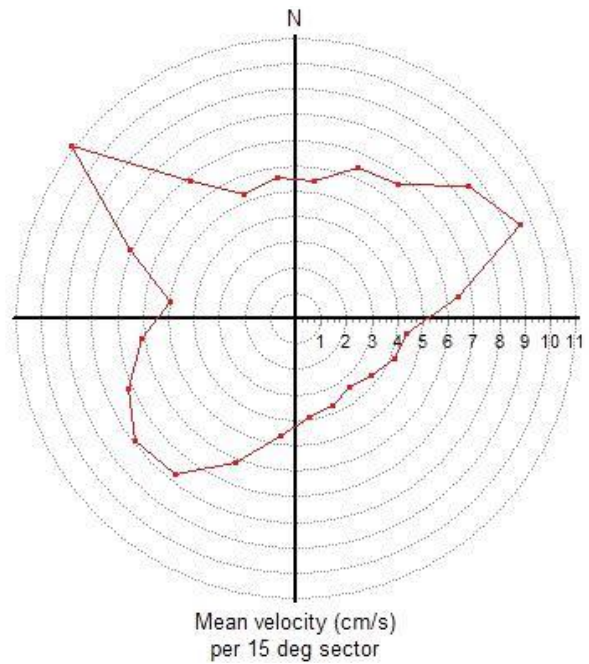
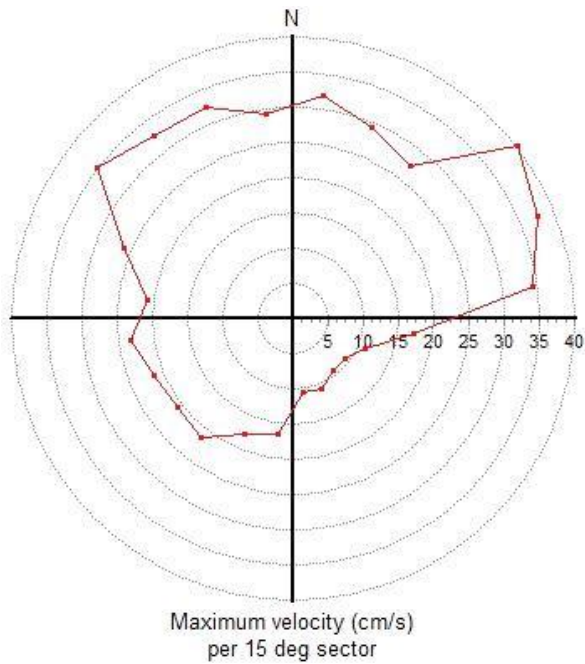


Vantransport nær bunn (52 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

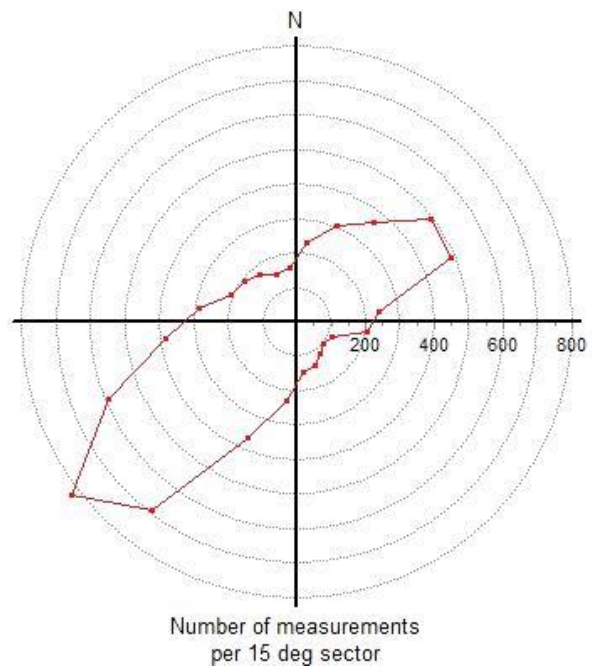
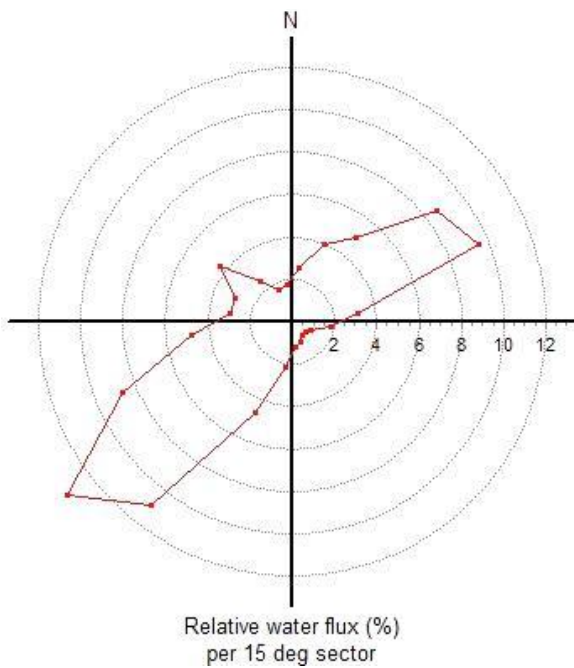
STASJON KVASSNESET - SOMMER. Overflatestrøm målt på 9 meters dyp.



Strømhastigheter i overflaten (9 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

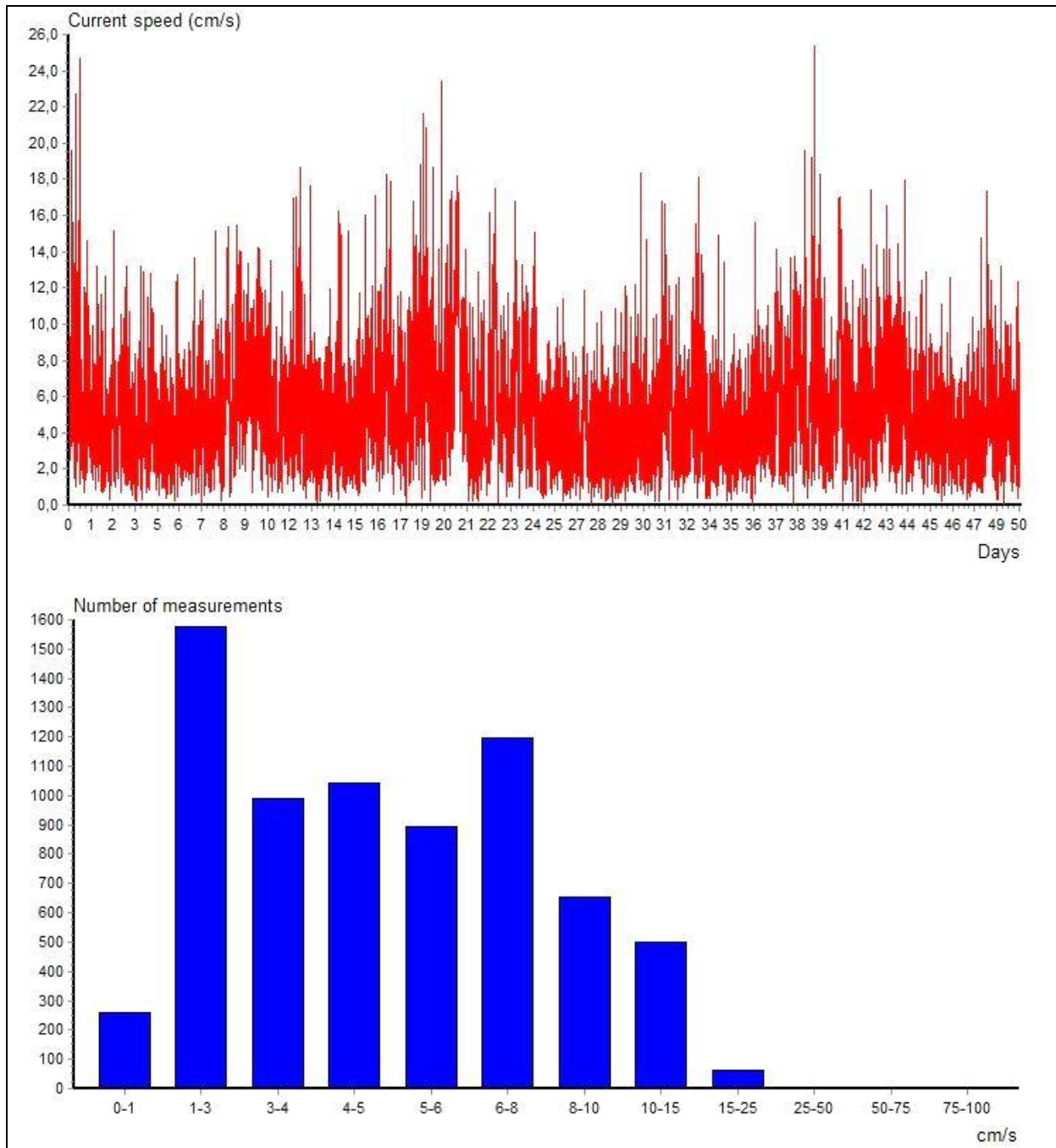


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i overflaten (9 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

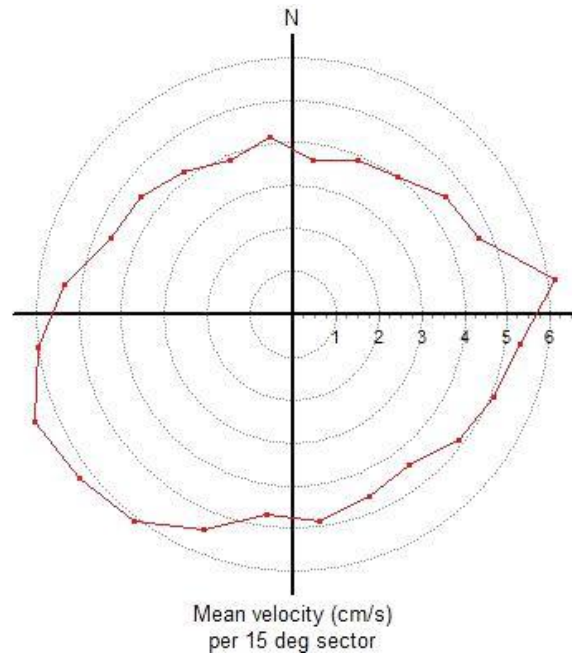
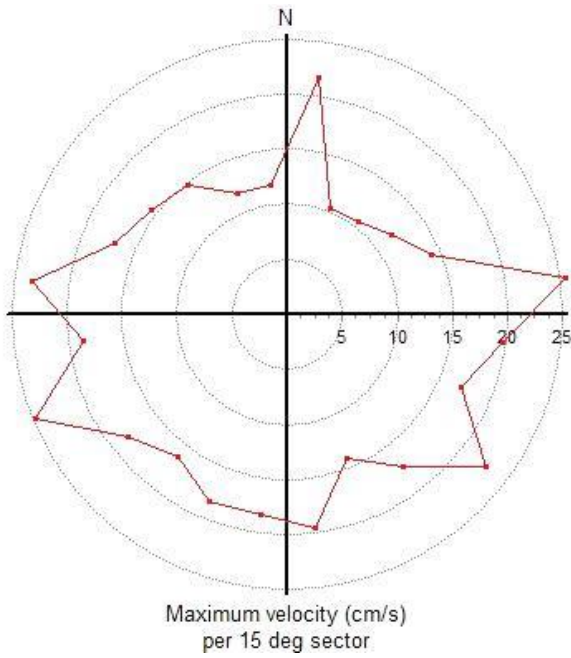


Vantransport i overflaten (9 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

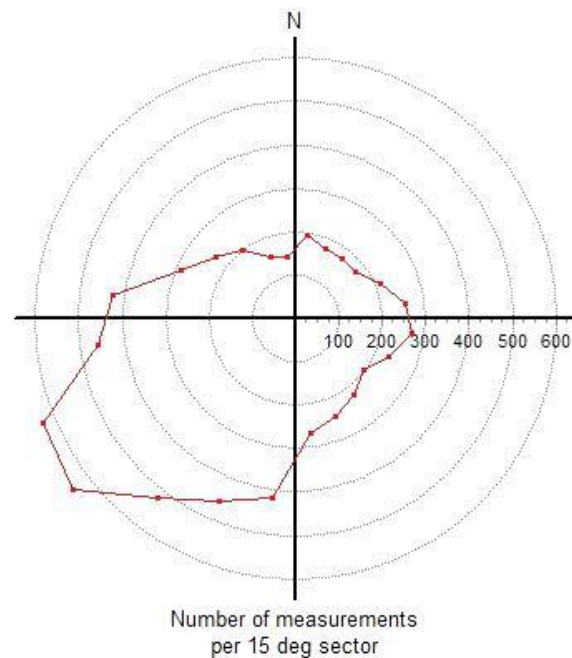
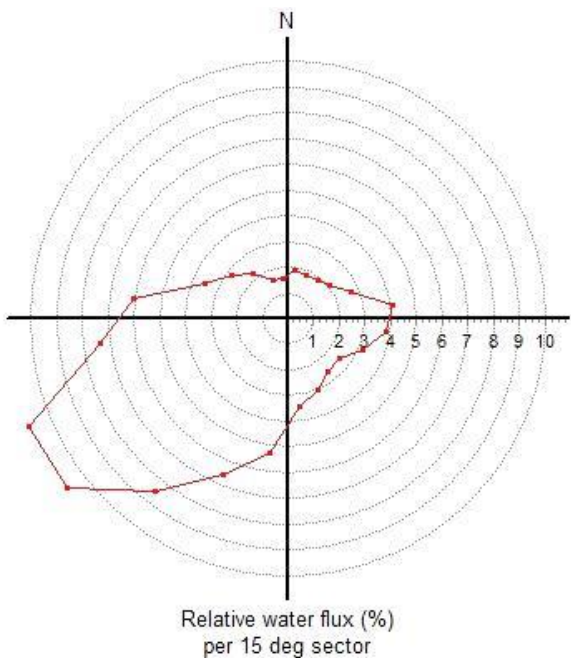
STASJON KVASSNESET - SOMMER. Spredningsstrøm målt på 30 meters dyp.



Strømhastigheter i spredningsdyp (30 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

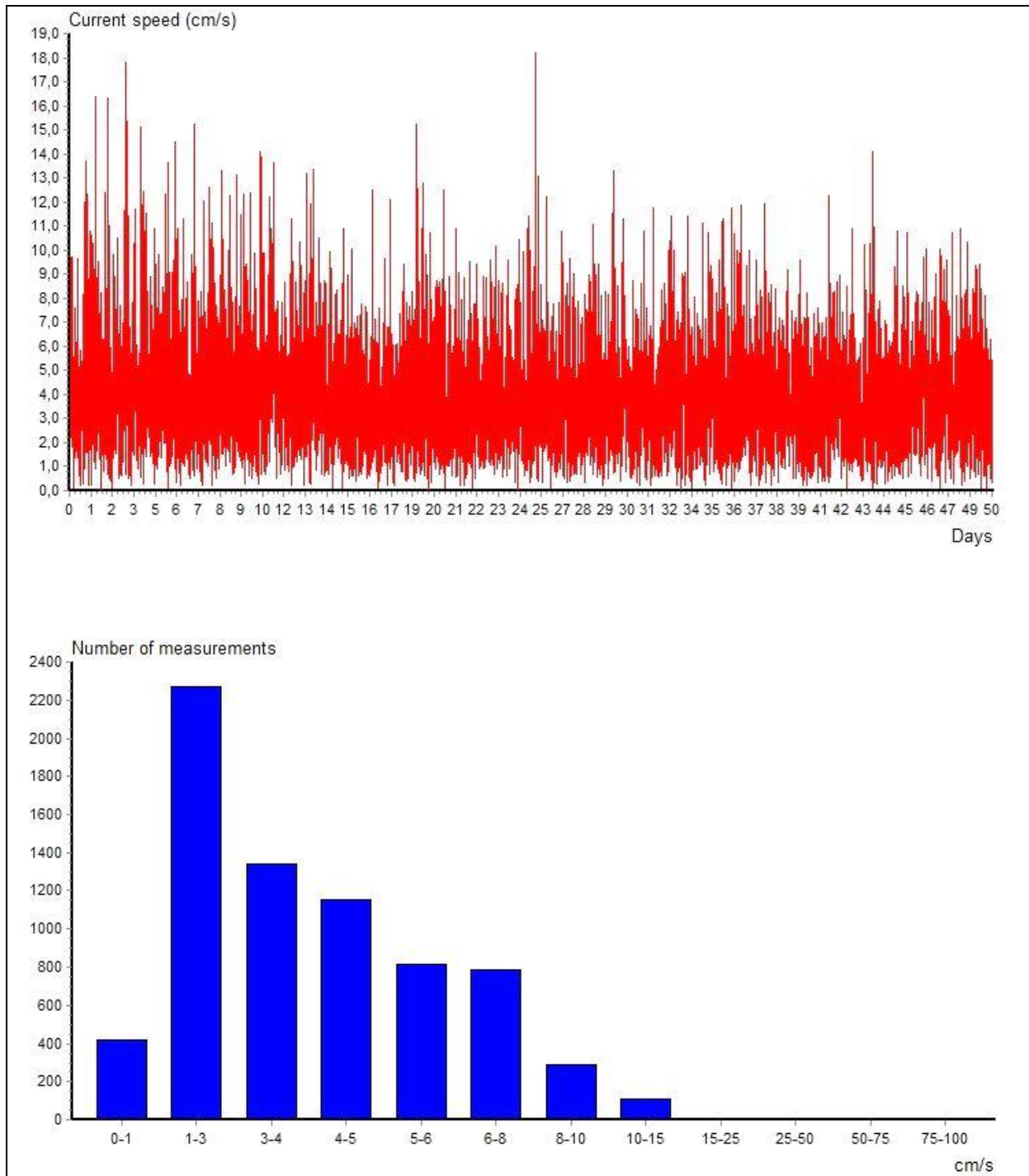


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i spredningsdyp (30 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

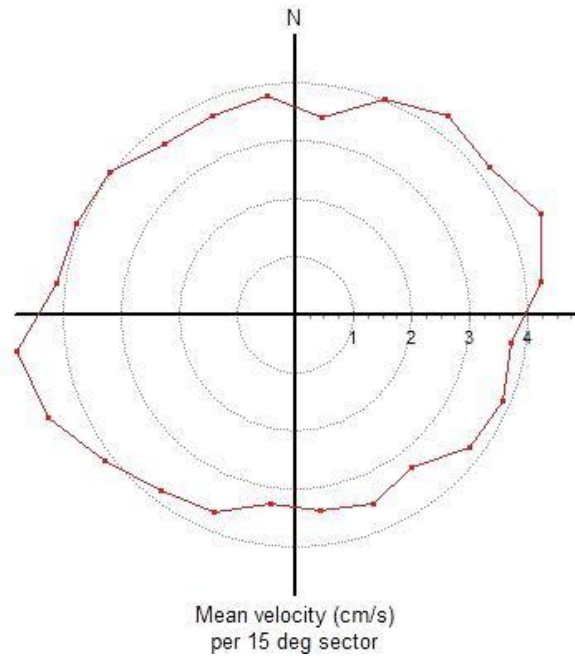
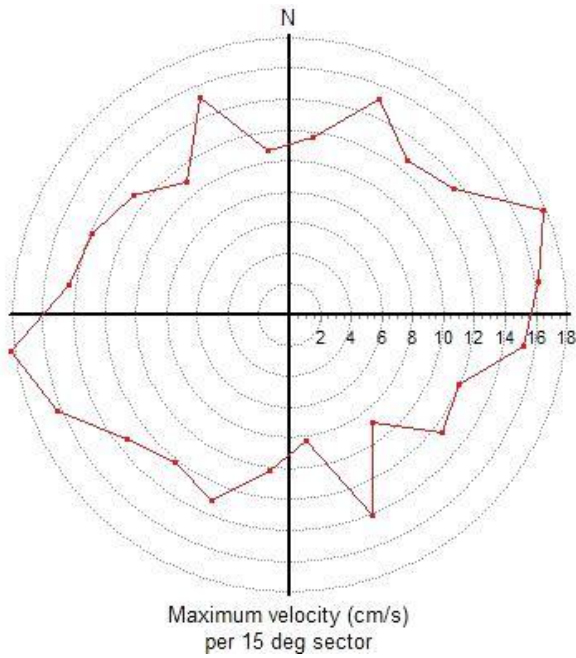


Vantransport i spredningsdyp (30 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

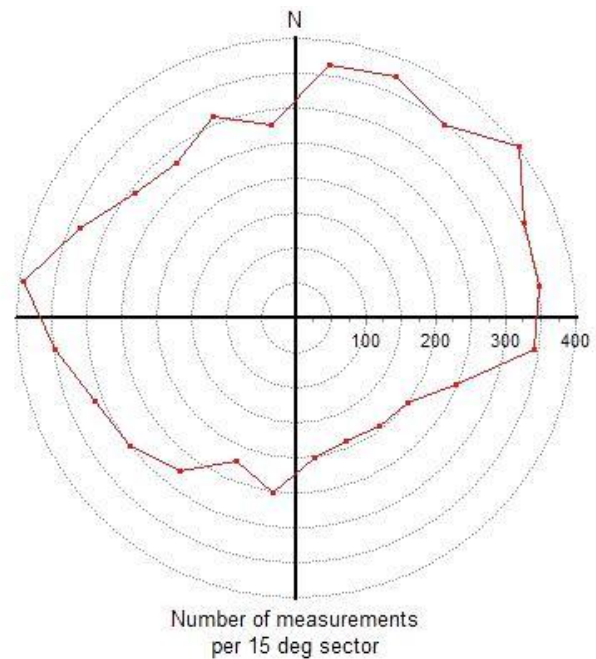
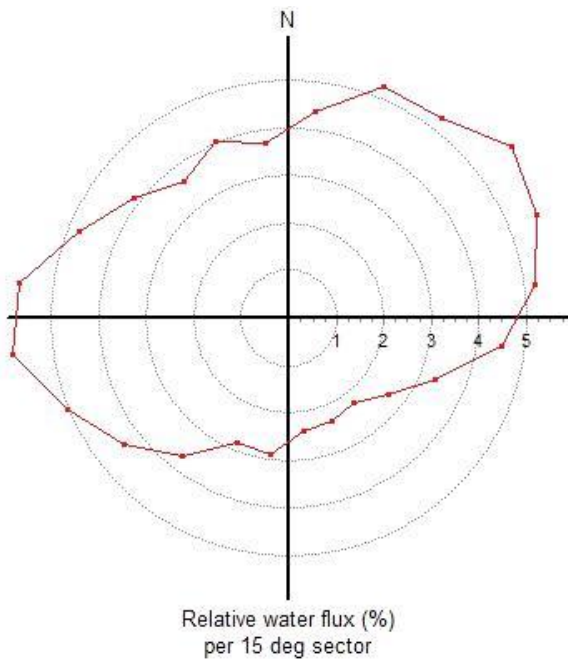
STASJON KVASSNESET - SOMMER. Bunnstrøm målt på 51 meters dyp (ca. 10 meter over bunn)



Strømhastigheter nær bunn (51 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

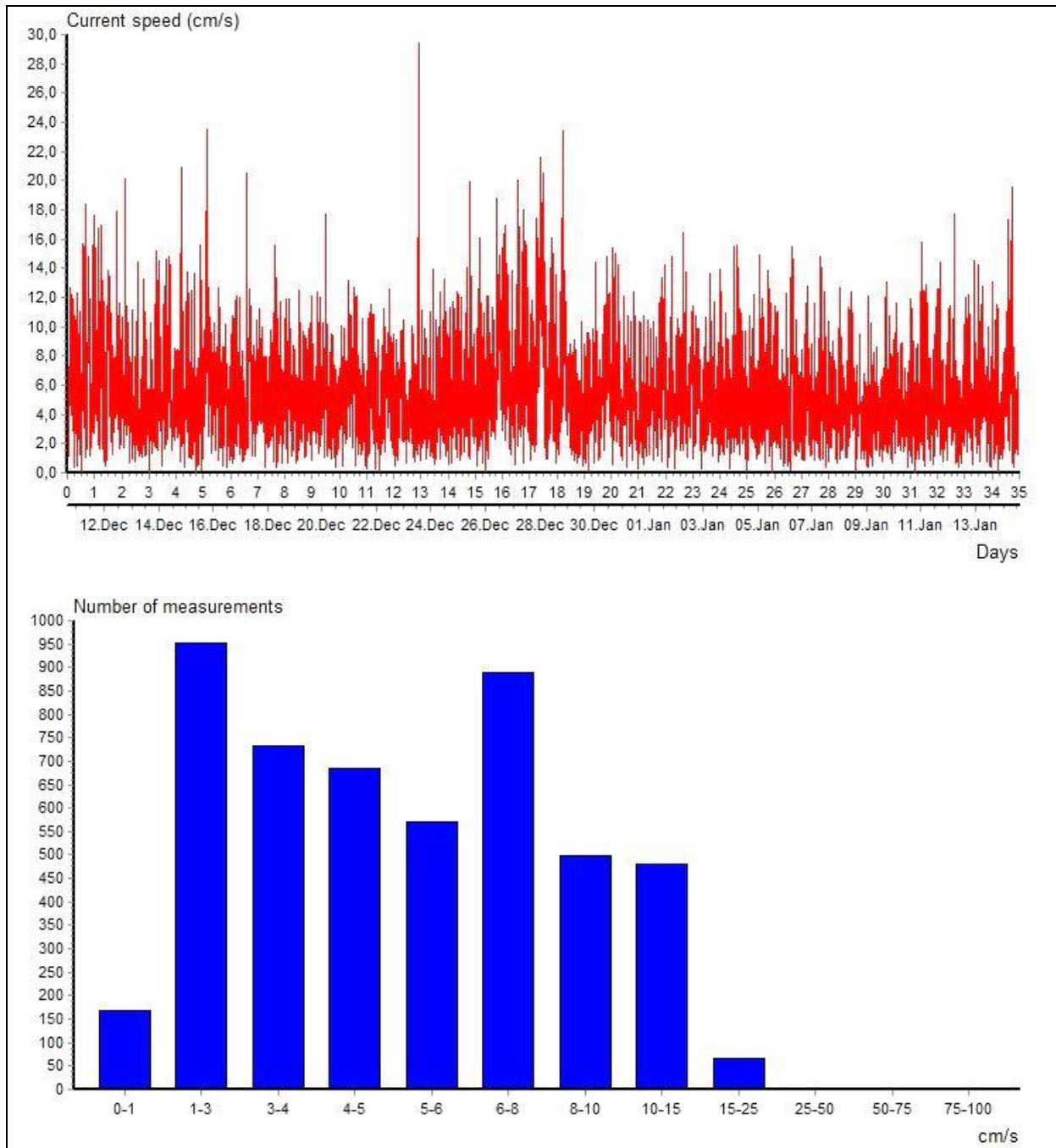


Maksimal- og gjennomsnittstrøm nær bunn (51 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

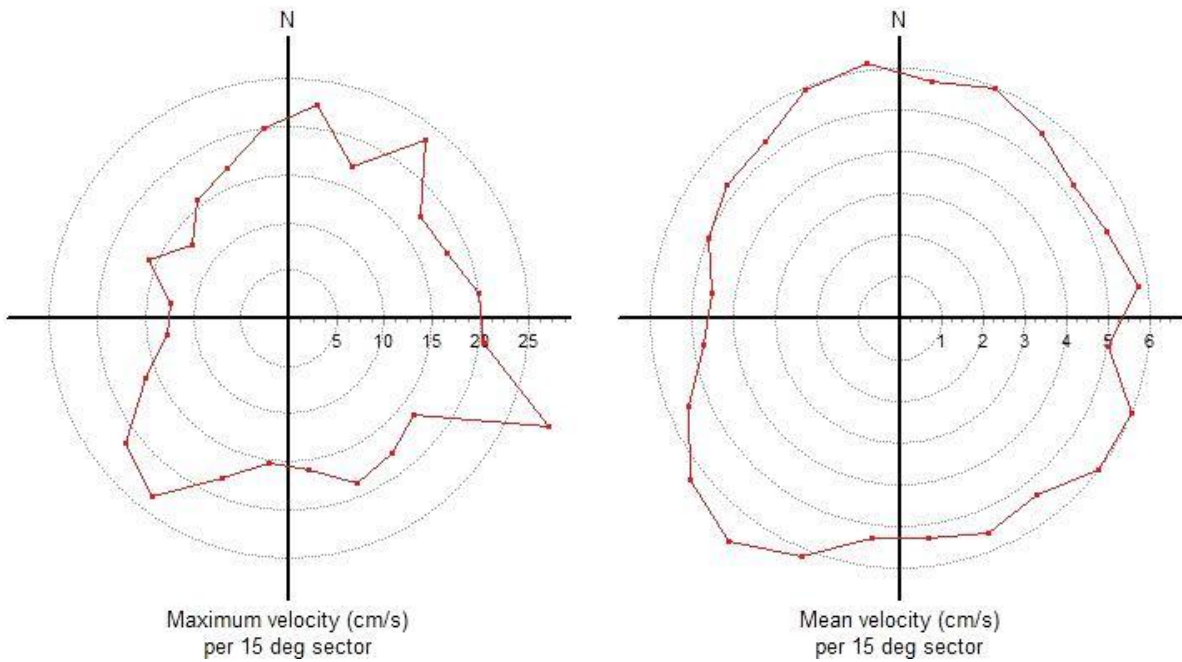


Vanstransport nær bunn (51 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

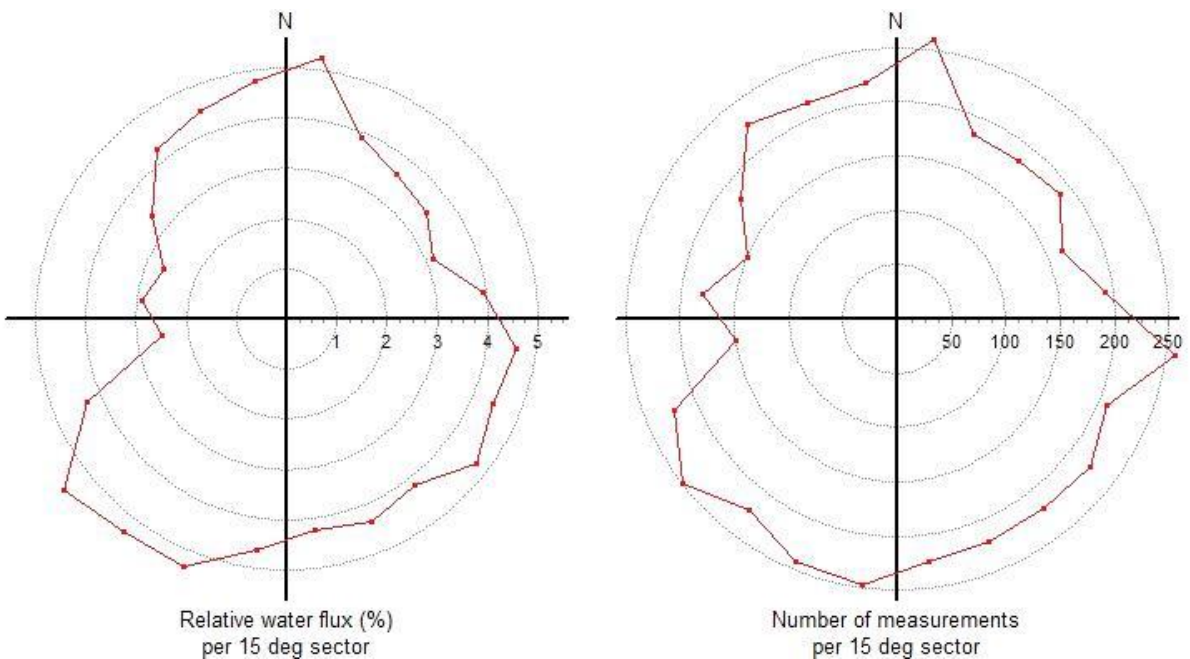
STASJON GANGSTØ - VINTER. Overflatestrøm målt på 9 meters dyp.



Strømhastigheter i overflaten (9 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10. desember 2013 til 14. januar 2014.

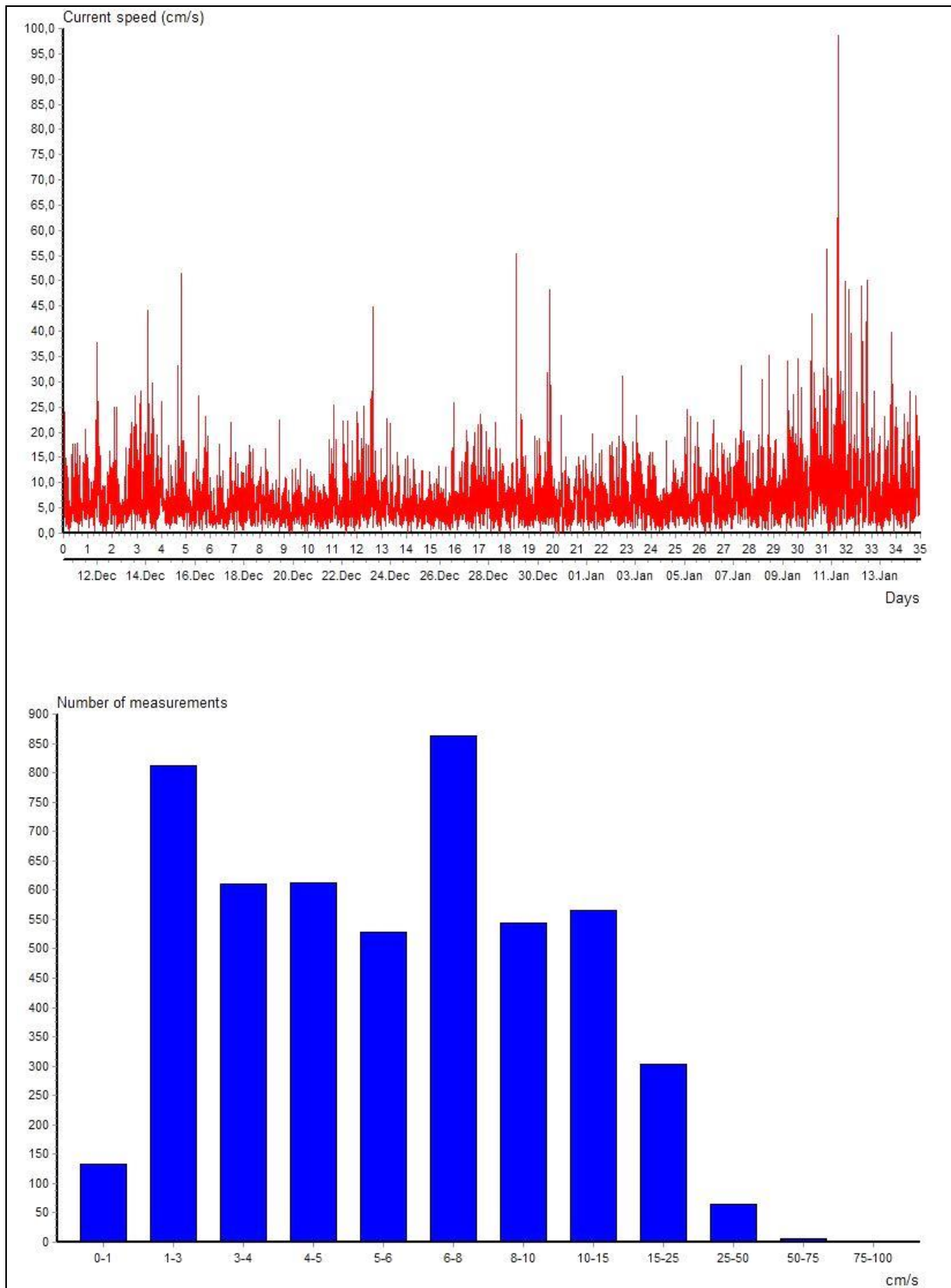


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i overflaten (9 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

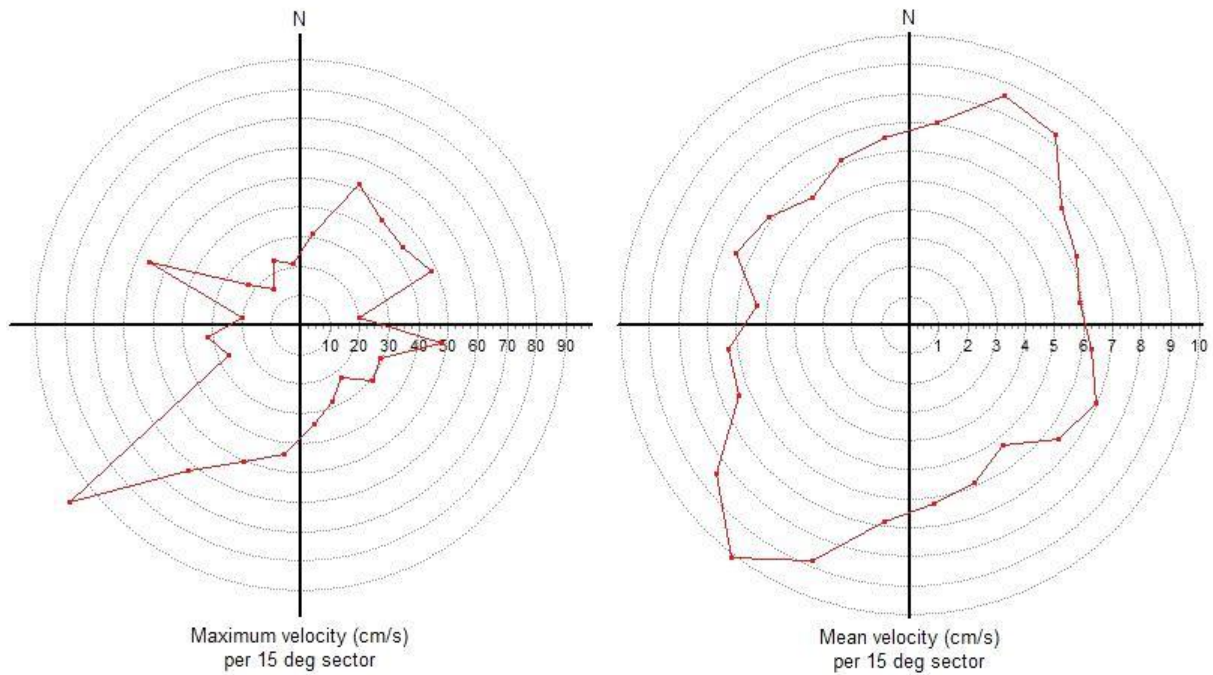


Vantransport i overflaten (9 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

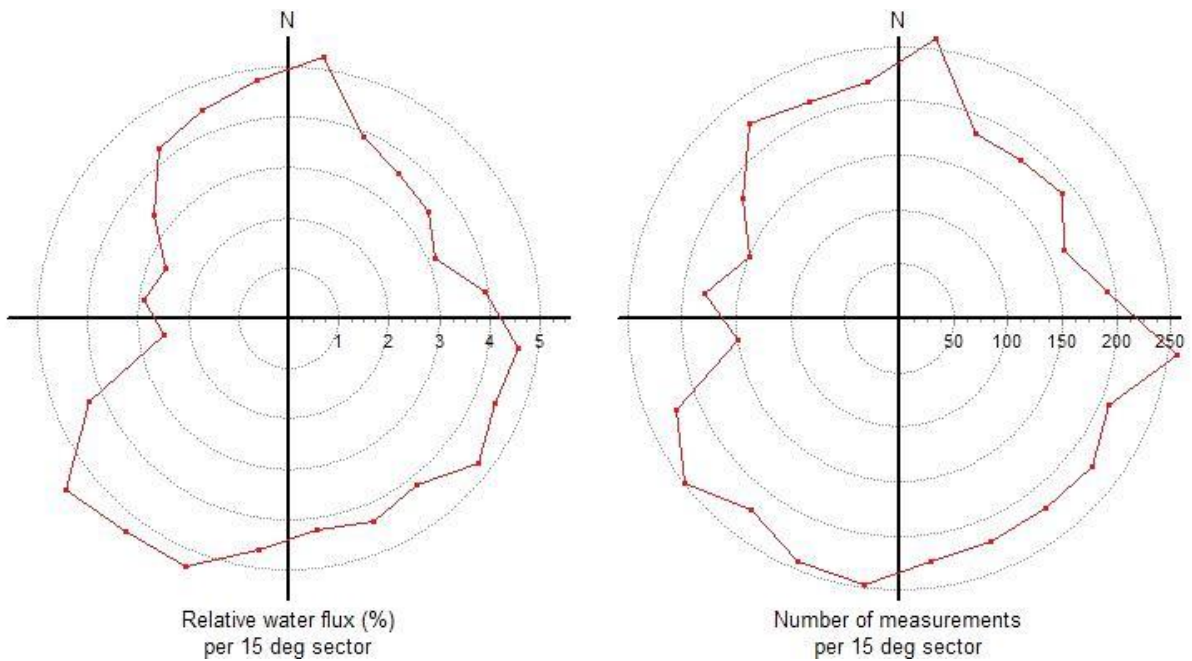
STASJON GANGSTØ - VINTER. Spredningsstrøm målt på 33 meters dyp.



Strømhastigheter i spredningsdyp (33 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

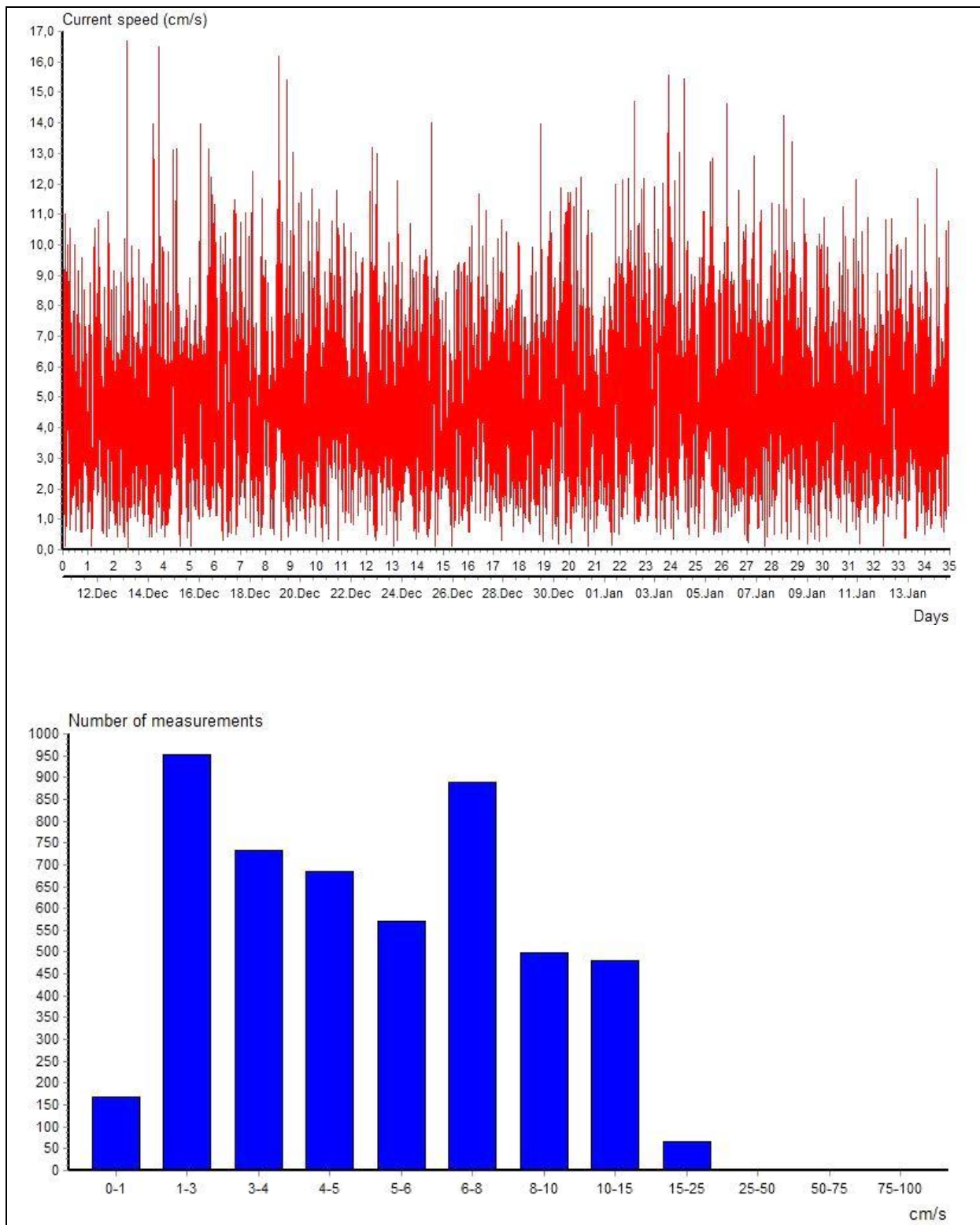


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i spredningsdyp (33 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

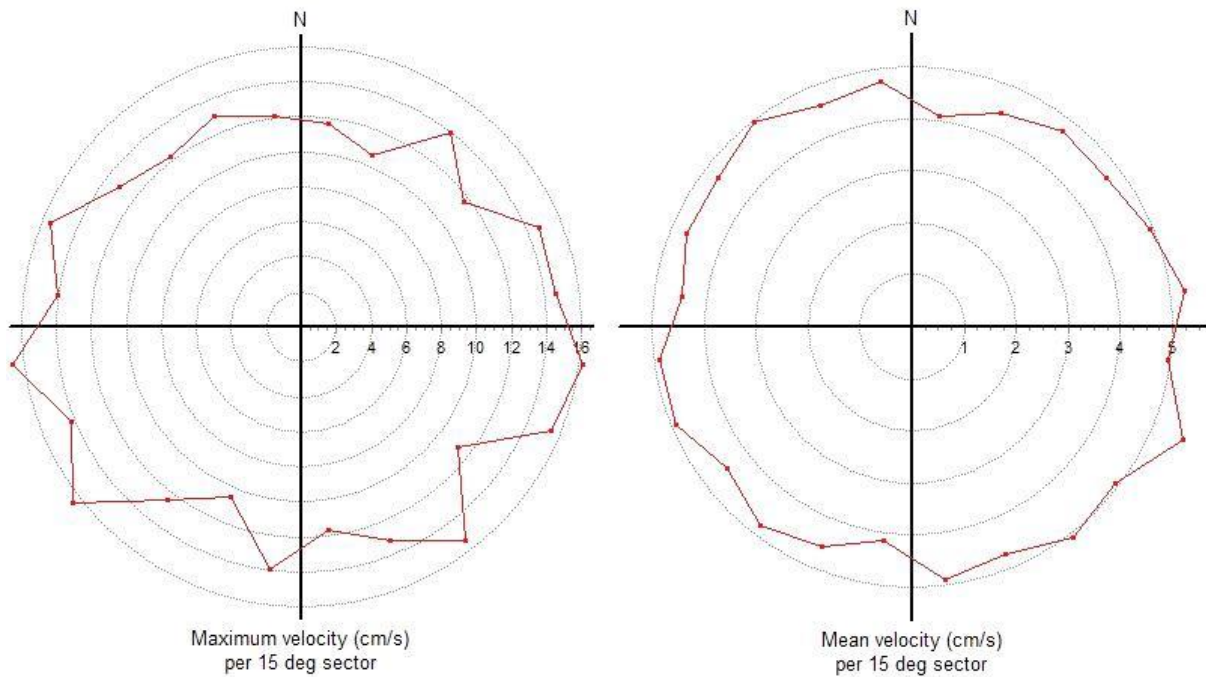


Vantransport i spredningsdyp (33 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

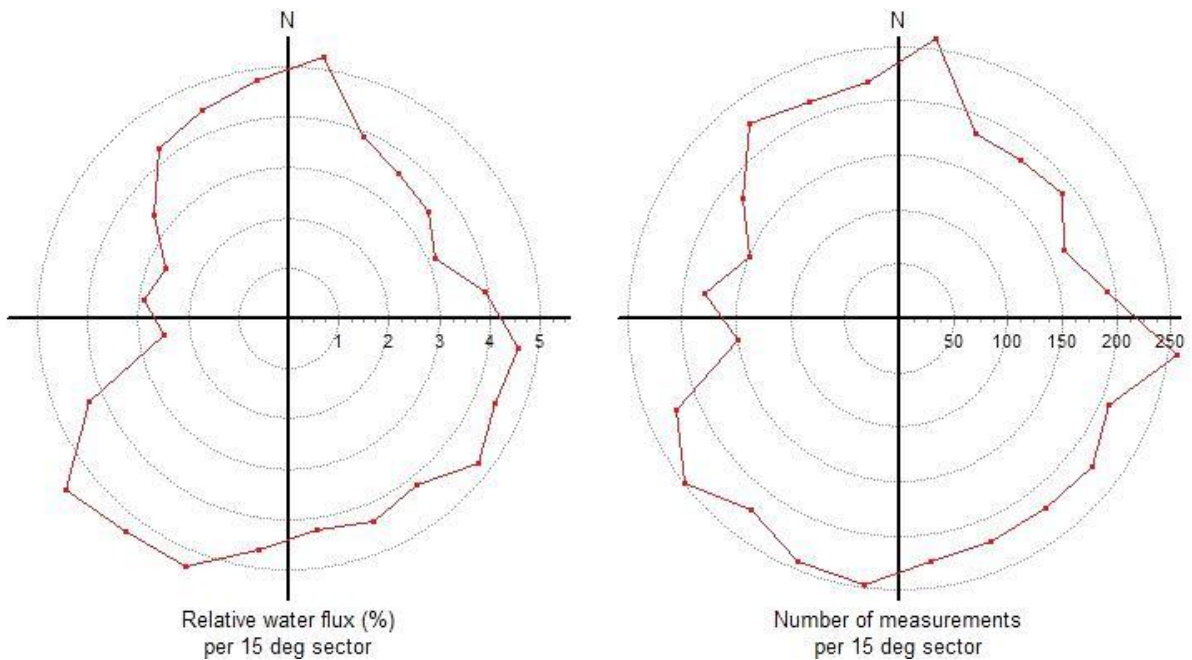
STASJON GANGSTØ - VINTER. Bunnstrøm målt på 59 meters dyp (ca. 8 meter over bunn).



Strømhastigheter nær bunn (59 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

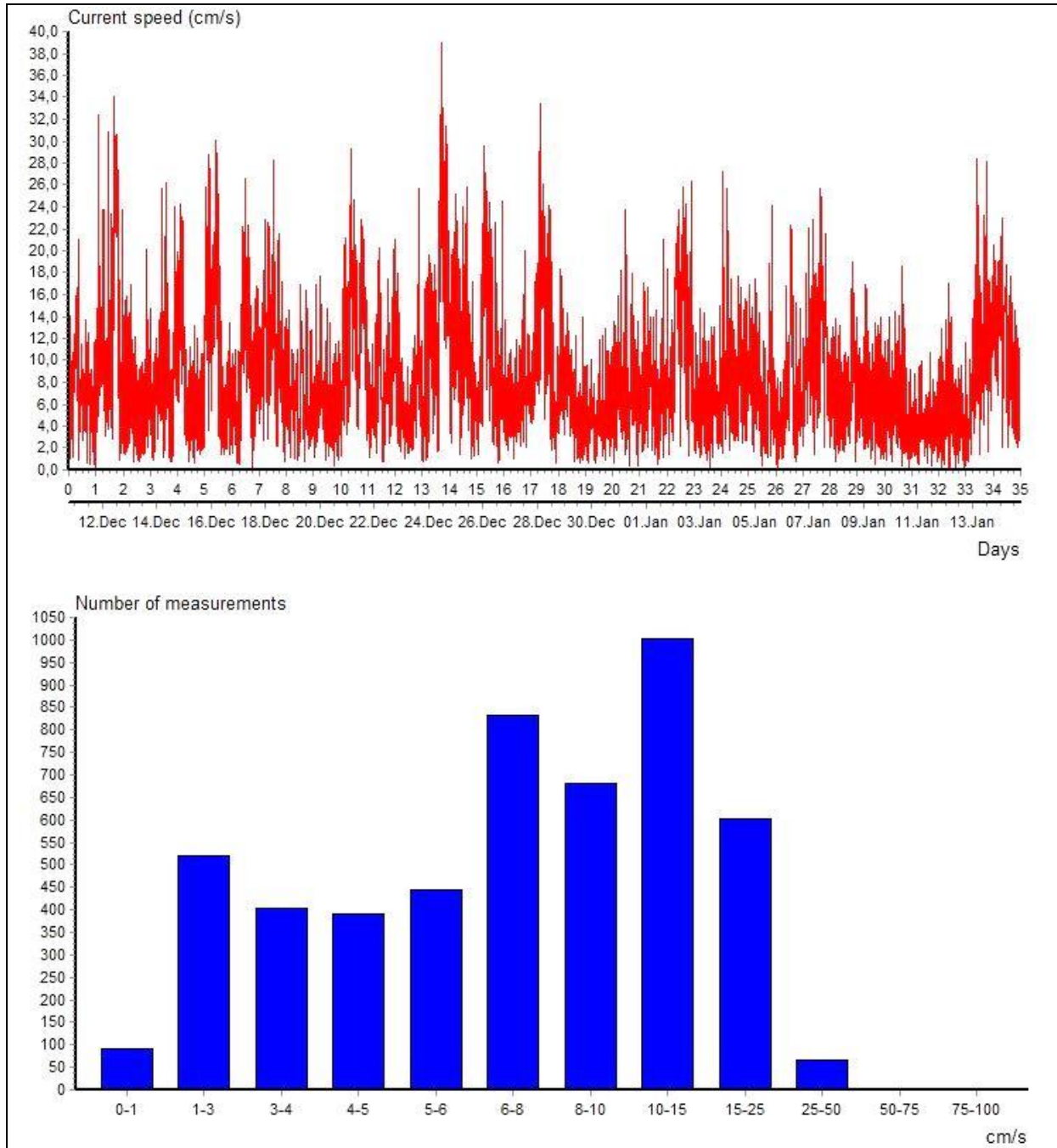


Maksimal- og gjennomsnittstrøm nær bunn (59 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

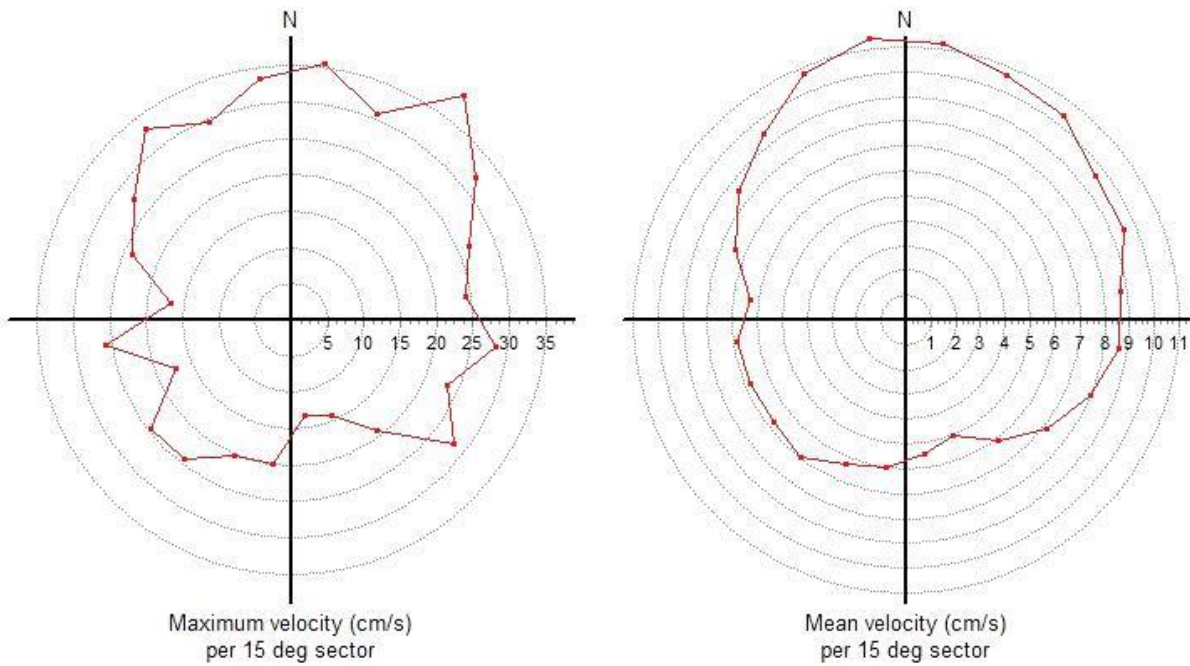


Vanstransport nær bunn (59 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

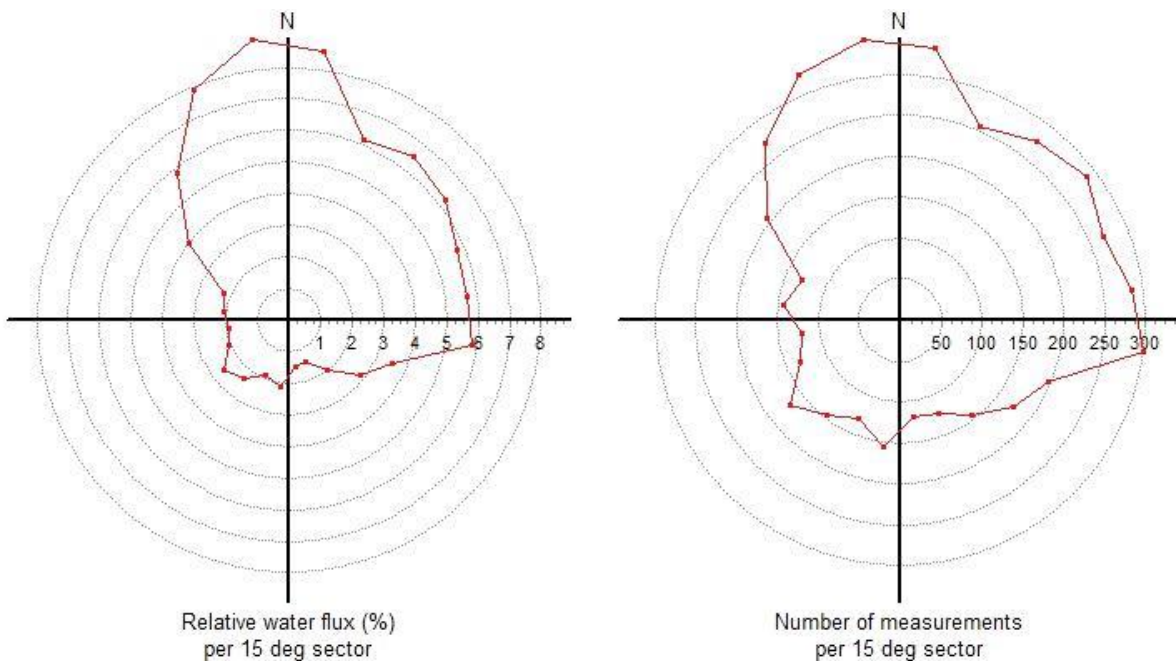
STASJON KVASSNESET - VINTER. Overflatestrøm målt på 11 meters dyp.



Strømhastigheter i overflaten (11 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10. desember 2013 til 14. januar 2014.

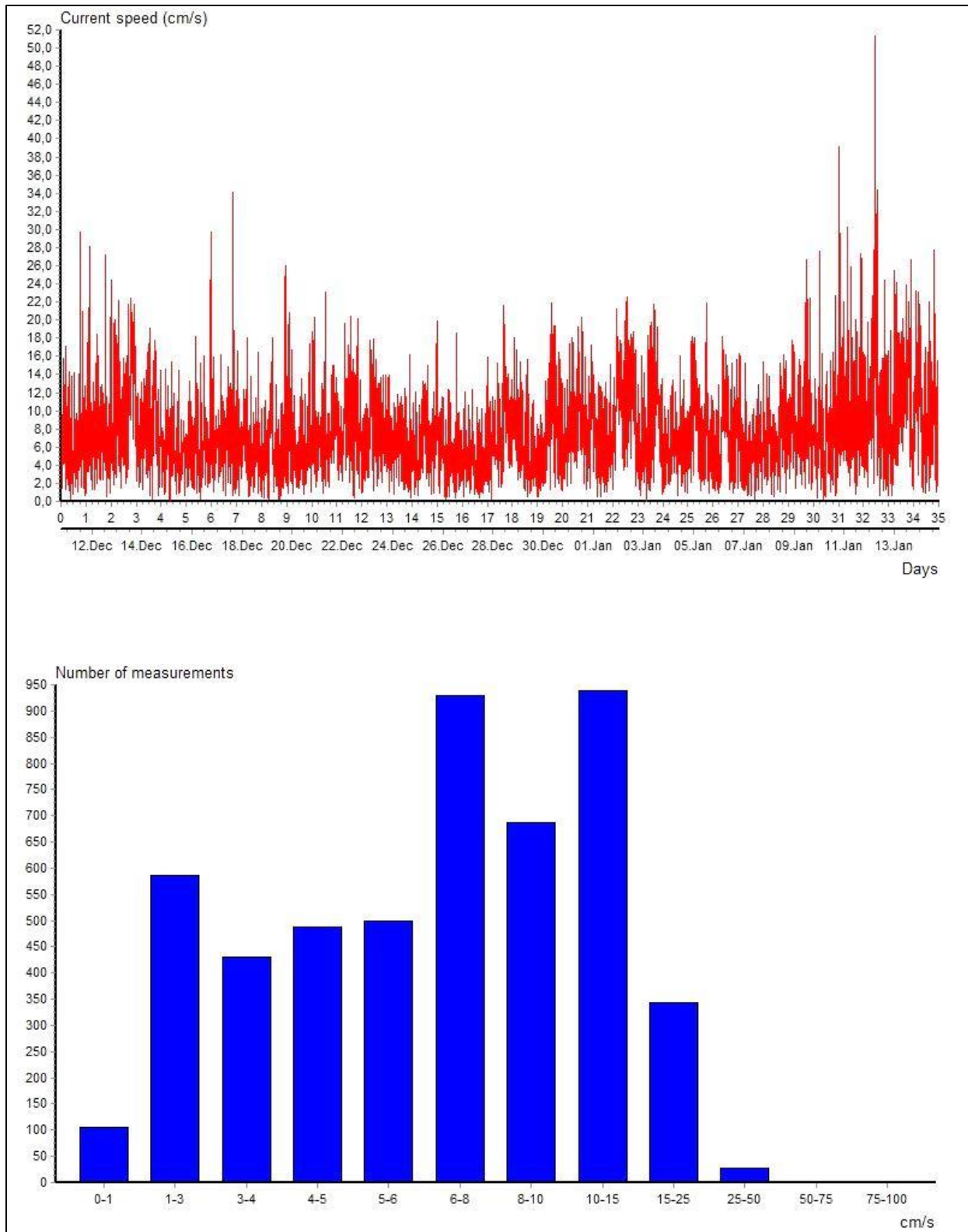


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i overflaten (11 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

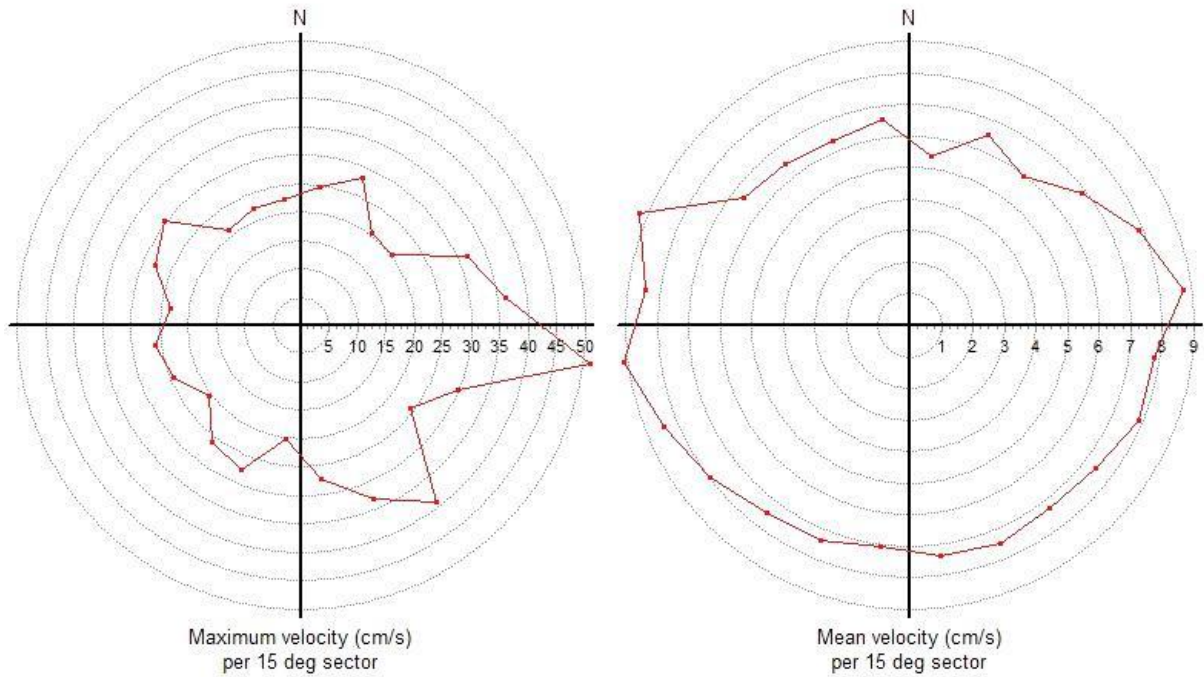


Vantransport i overflaten (11 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

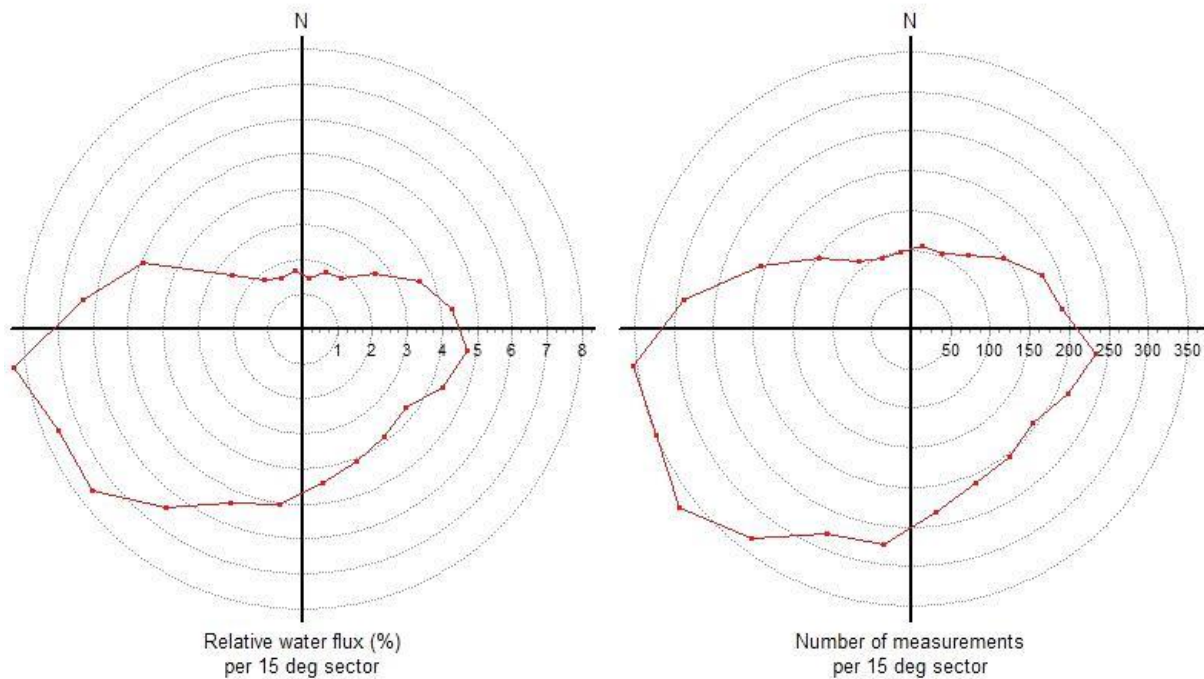
STASJON KVASSNESET - VINTER. Spredningsstrøm målt på 31 meters dyp.



Strømhastigheter i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

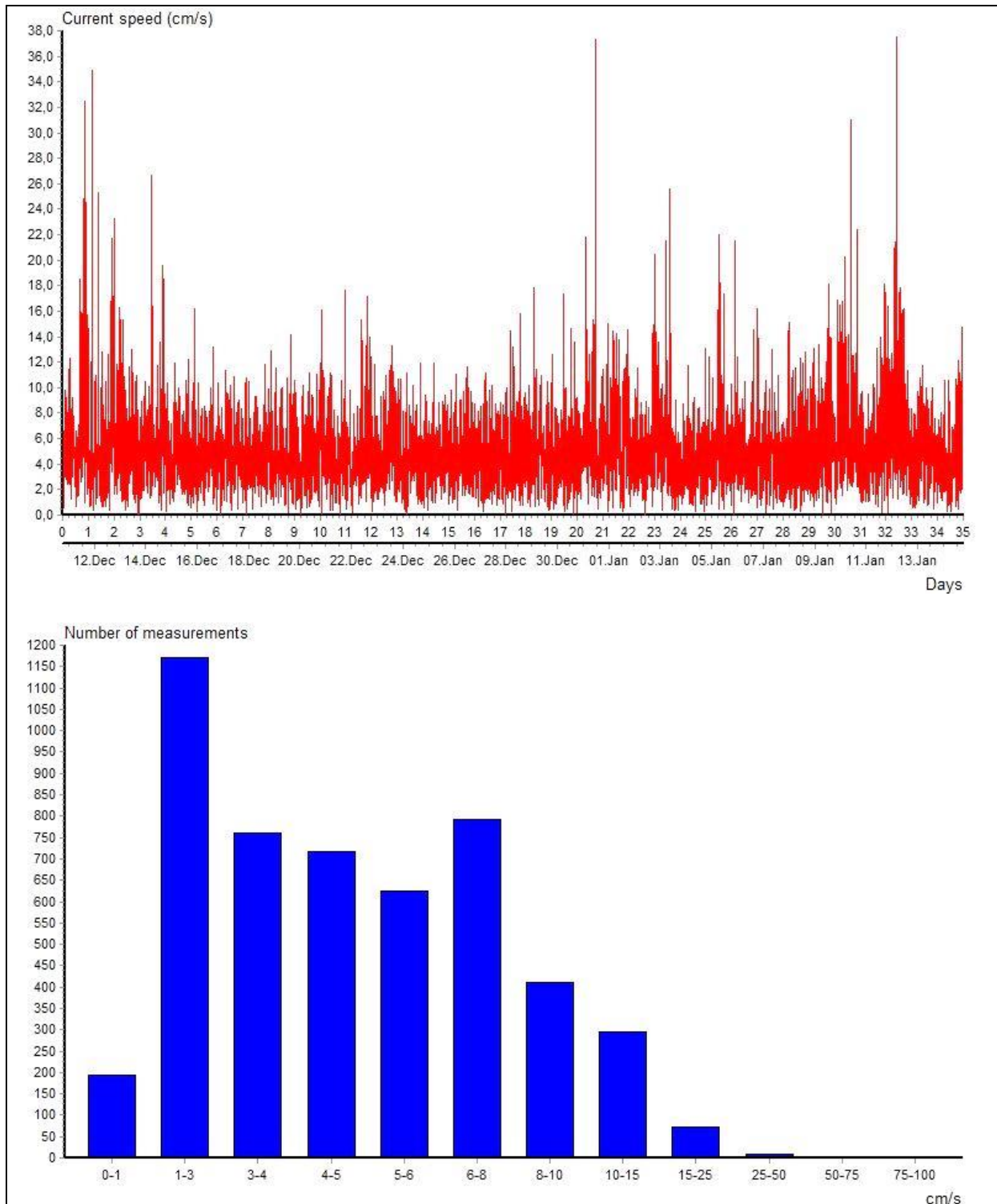


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

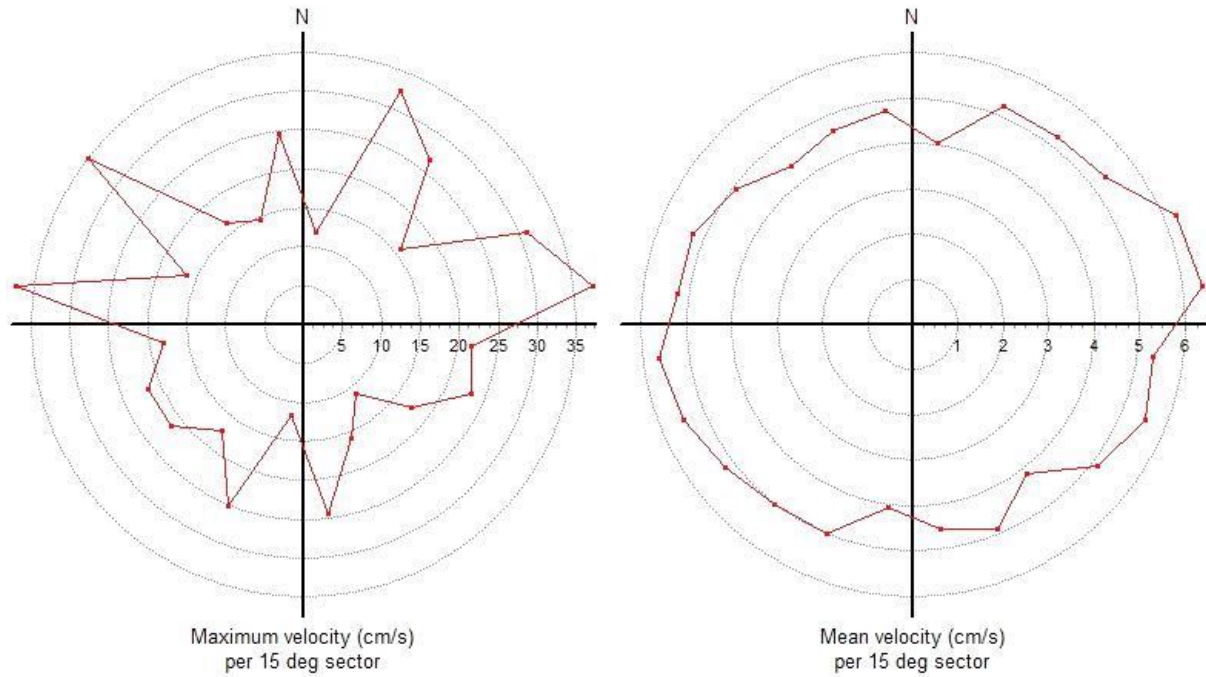


Vanstransport i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

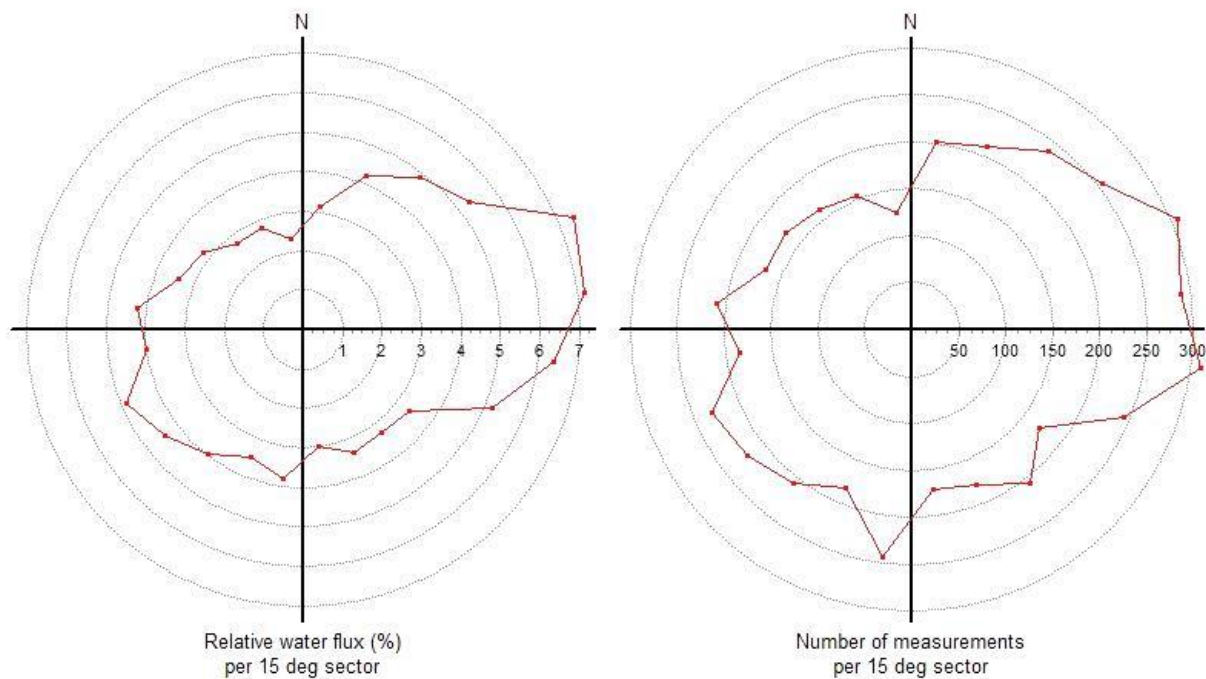
STASJON KVASSNESET - VINTER. Bunnstrøm målt på 51 meters dyp (ca. 8 meter over bunn).



Strømhastigheter nær bunn (51 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.



Maksimal- og gjennomsnittstrøm nær bunn (51 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.



Vantransport nær bunn (51 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.