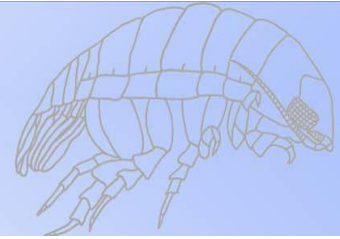


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin



e-Report nr.9-2015

Recipient survey in relation to exception from secondary treatment of sewage emissions in Lindås municipality, 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 : Sam-
marin**


Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 26.03.2015 (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: Recipient survey in relation to exception from secondary treatment of sewage emissions in Lindås municipality, 2013	Dato: 2015-06-23 Antall sider og bilag: 141
Forfatter(e): Stian E. Kvalø, Marte Haave, Ragni Torvanger, Trond Einar Isaksen, Tone Vassdal, Per Johannessen, Thomas Dahlgren	Prosjektleder: Stian E. Kvalø Prosjektnummer: 807367
Oppdragsgiver: Bergen Municipality (Lindås Municipality)	Tilgjengelighet: Open

Abstract: A recipient survey was conducted to ascertain wheater the recipient in Radfjorden is capable of recieving municipal waste effluent. Conditions were in general good for the recipient with regards to the parameteres surveyed. A negative trend was however evident with increased number of individuals of species indicating eutrophication of 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. 9-15
--	--	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	2015-06-23	
Prosjektet / undersøkelsen:	23/6-15	Stian E. Kvalø

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:** 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 26.03.2015 (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, bottom fauna analyser, samlet av: Stian Ervik Kvalø, Frøydis Lygre, Marte Haave, Henrik Rye Jakobsen, Per Johannessen, Tom Alvestad, Bjarte Espevik, Torben Lode, Einar Bye-Ingebrigtsen and Kristin Hatlen

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

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

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per Johannessen and Thomas Dahlgren

Ikke akkreditert:

Water sampling, kelp, Mytilus edulis, measurements of currents

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: Nutrients, bacteria, heavy metals, TBT, PCB, PAH, solids, Chlorophyll-a

Ikke akkreditert: Heavy metals in Mytilus edulis

Geologiske analyser utført av: Molab AS akkrediteringsnummer test 032

Akkreditert: yes

Ikke akkreditert:

Andre: -

Innhold

1. Introduction	5
2. Materials and methods	7
2.1 Survey area	7
2.2 Nutrients	13
2.3 Chlorophyll and secchi depth (transparency)	13
2.4 Bacteria	14
2.5 Oxygen	15
2.6 Sea Bed surveys	15
Sediment surveys	15
Soft bottom fauna survey	16
2.7 Littoral survey	17
Grid analysis	17
Semi quantitative littoral survey	18
Mathematic analysis for grid analysis	19
2.8 Environmental chemistry	19
2.9 Measurements of currents	23
2.10 Deviations and changes in relation to the survey program	23
3. Results	24
3.1 Nutrients	24
3.2 Chlorophyll-a and secchi depth (transparency)	28
3.3 Bacteria	28
3.4 Oxygen	30
3.5 Sea bed survey	31
Sediment examination	31
Bottom fauna analysis	32
3.6 Littoral survey	34
Grid analysis	34
Semi quantitative survey	35
3.7 Environmental chemistry	37
Sediment	37
Biological material	40
3.8 Measurements of currents	42
4. Summary	43
5. Thanks	51
6. Literature	52
7. Appendix	54
Appendix 1: Generell vedleggsdel	54
Appendix 2: Analysebevis miljøkjemi i sediment	64
Appendix 3: Analysebevis miljøkjemi <i>biota</i>	67
Appendix 4: Analysebevis geologiske analyser	70
Appendix 5: CTD-målinger	85
Appendix 6: Næringssalter	90
Appendix 7: Artsliste bunndyr	94
Appendix 8: Geometriske klasser	101
Appendix 9: Topp ti artsliste	102
Appendix 10: Cluster-analyse	104
Appendix 11: Artsliste semikvantitativ littoral	105
Appendix 12: Arter og utbredelse	107
Appendix 13: Stasjonsskisse	108
Appendix 14: Artsliste ruteanalyse	109
Appendix 15: Strømmålinger	111

1. INTRODUCTION

In 2013 to 2014 a recipient survey was conducted to be used for an application to not have to perform secondary treatment of sewage in relation to a potential new sewage treatment facility. The survey was conducted in areas 1 and 9 (Figure 1.1) as part of a larger survey «Resipientovervåkingen av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015» (Kvalø et al., 2014). The area between Knarvik east and Alvermarka in Lindås Municipality is defined as a densely populated area, with approximately 8 300 person equivalents (pe). It has been estimated that in 2020 this number will reach 15 000 pe. In the central Knarvik area there are now 8 waste effluents which go to Osterfjorden and Radfjorden. In 2020 there will only be two waste effluents, one at Kvassneset (Osterfjorden) and one in Radfjorden.

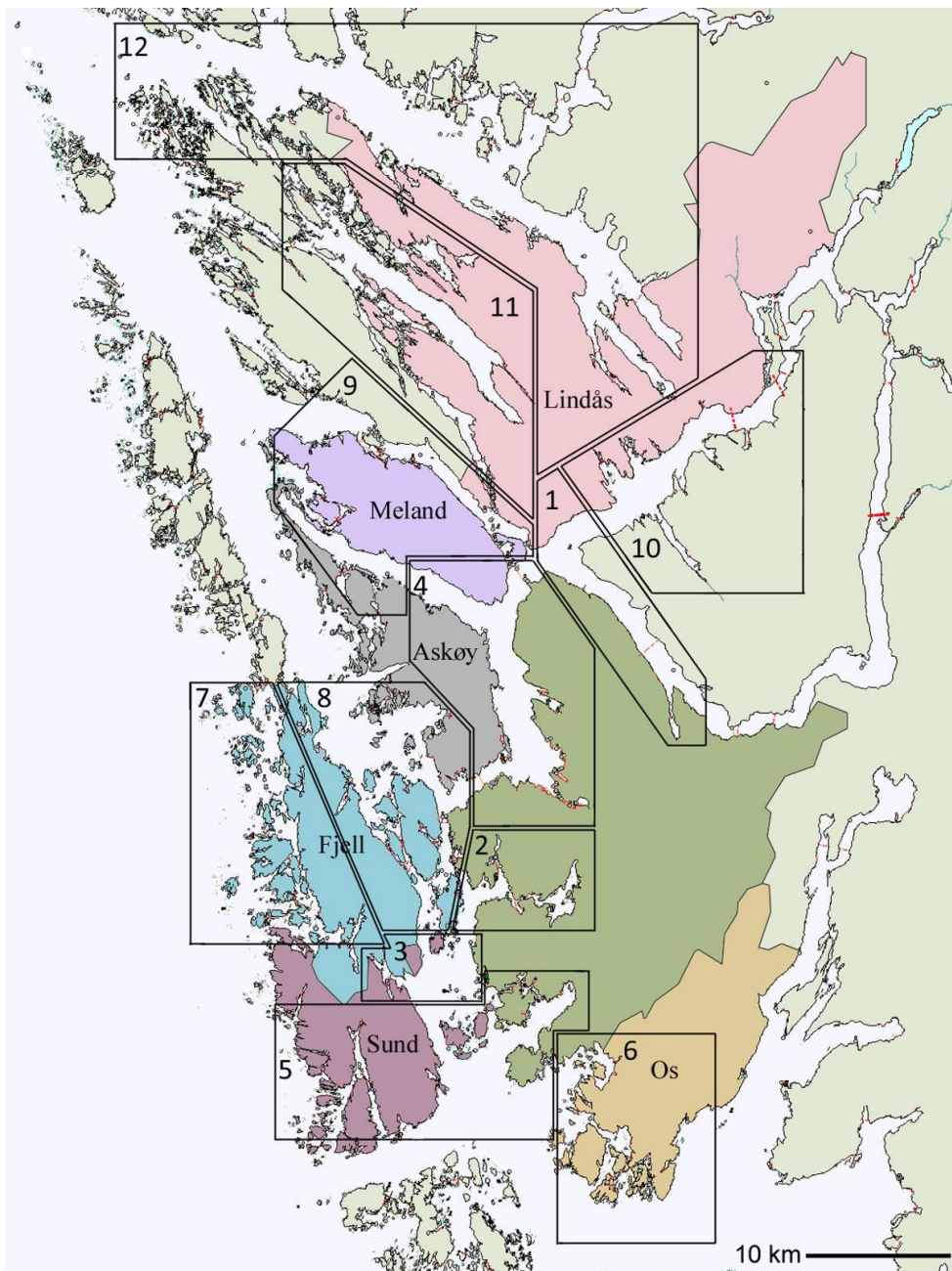


Figure 1.1 Map over municipalities and area designation in “Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen” for 2011-2015

From area 1 the survey comprises stations at Knarvik in Osterfjorden (Figure 2.1 and 2.2, Table 2.1 and 2.2). The municipality is planning to connect all the existing waste effluents in the Knarvik region to one joint sewage treatment facility with a waste effluent in Kvassneset, Osterfjorden. The existing waste sewage facility and main effluent at Isdalstø will be transferred to Kvassneset from 2017. From area 9 the survey comprises stations in Kvernafjorden and Radfjorden (Figure 2.1 and 2.3). These fjords are more closed off than the surrounding open fjords such as Mangersfjorden, Herdlefjorden and Osterfjorden. Two of the stations (L5a and L5b) are in close proximity to a fish farm at Ramsvik which has been in use since 2000. A new waste effluent is planned in Radfjorden close to station L5b. It will receive sewage from Alverstraumen, Alvermarka/Ikenberget with an estimated size of 5700 pe in 2020.

SAM-Marin, at the department Uni Environment in the research company Uni Research is accredited by Norsk Akkreditering for sampling, taxonomic analyses of soft bottom fauna, littoral surveys and professional advice and interpretations under accreditation number TEST 157 and follows standing Norwegian and international standards for fieldwork (NS 9420; 9422; 9423; 9424; 9425, 9429; 9435 and NS-EN ISO 5667; 16665; 17000; 17025; 19493).

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 SURVEY AREA

In 2013 in area 1 sediment samples for geological and biological analysis were taken at station Kna1a, while hydrography-, nutrients-, chlorophyll-a and bacteria were sampled at station Kna1. Littoral surveys were performed at Kvassneset, at stations Kna1L and Kna1LS (see appendix 13 for sketch of station). Samples of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) for analyses of environmental toxins were taken at station Kna1LS. In area 9 samples were taken for analyses of sediment-, hydrography-, nutrients-, chlorophyll a. In addition bacteria were taken from station L4 (previously Sal11) (Johannessen et al., 1990; Johannessen et al., 1991) in Kvernafjorden, and station L5a in Radfjorden. At station L5b (Radfjorden) samples were taken for sediment analysis. A littoral (semi quantitative) survey was conducted at station L5BLS, and blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled for analyses of environmental toxins at the station Gan. The currents were measured in two periods at both Kvass1 and Gan1. An overview over sampling area and stations is given in Figure 2.1 - 2.3 and in Table 2.1 - 2.3. The scope of the sampling is given in Table 2.4 - 2.7.



Figure 2.1. Sketch of the examined area for the extended survey in Lindås Municipality, 2013. Map source: Norgeskart

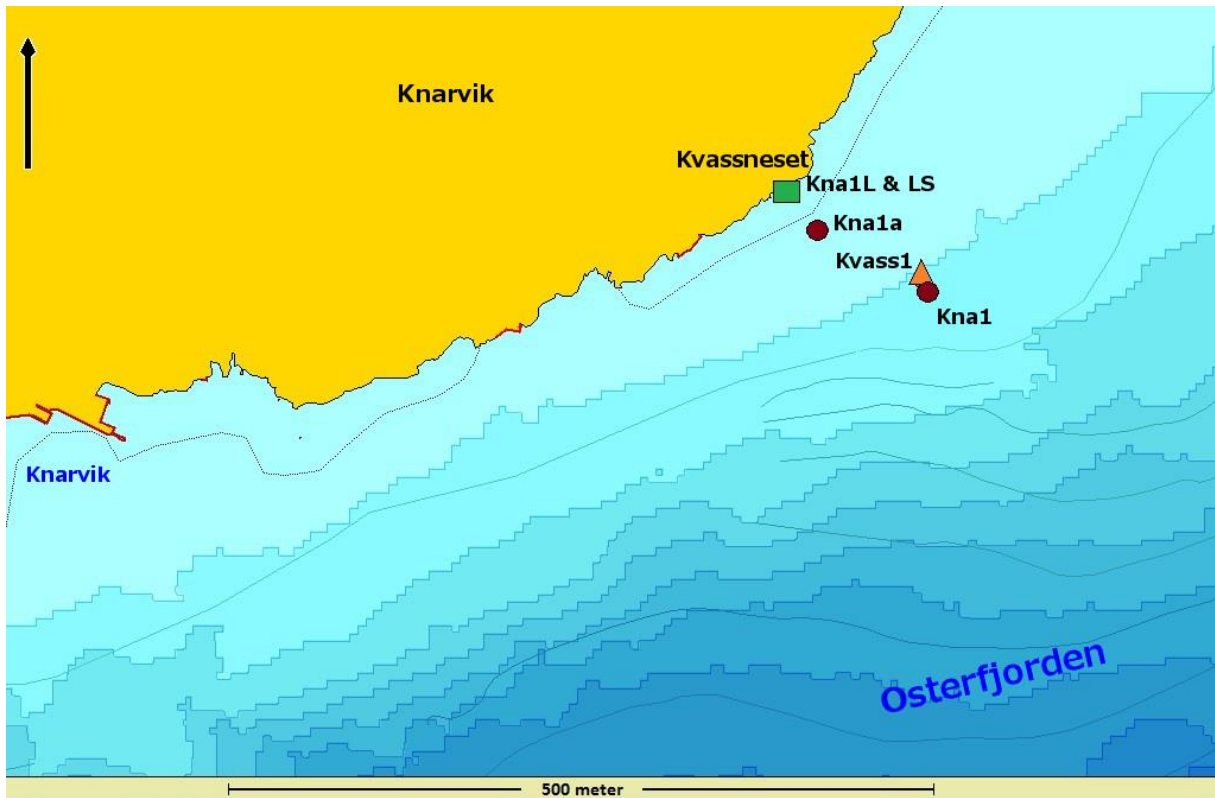


Figure 2.2 Sketch of the stations surveyed in area 1. Sediment sampling at station Kna1a and water sampling at Kna1. Littoral surveys marked by green square. Current measured at orange triangle. Map source: Olex.

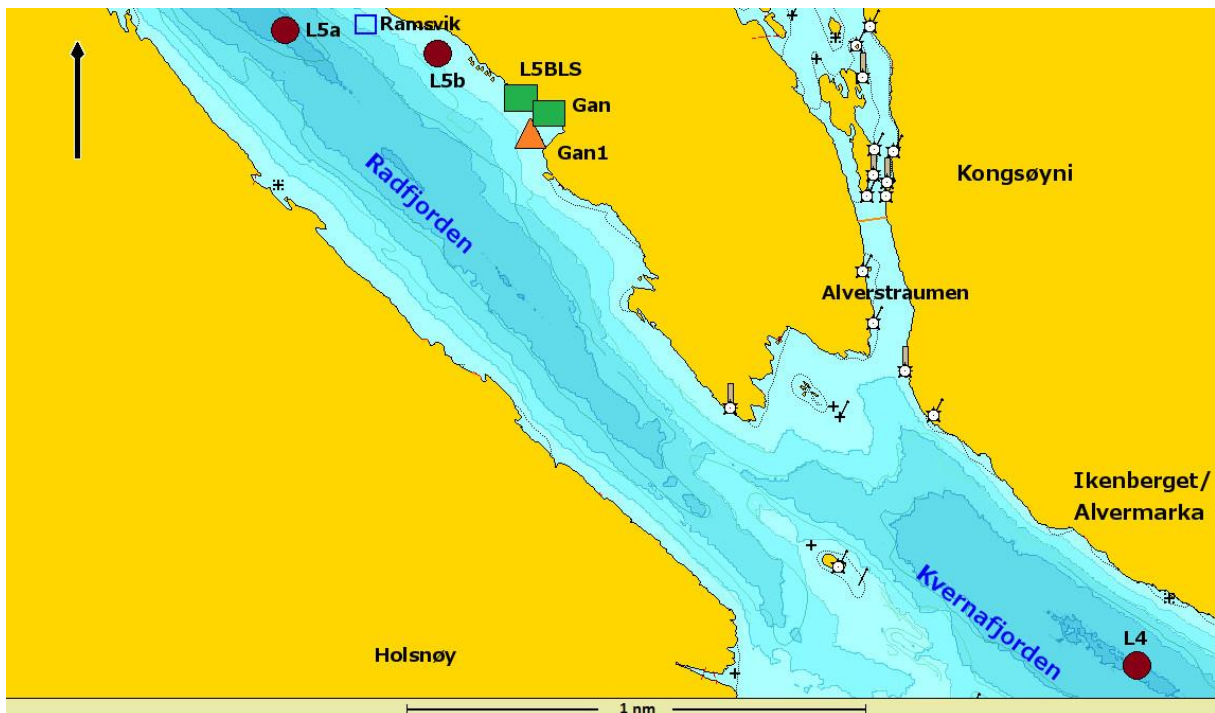


Figure 2.3 Sketch of the stations surveyed in area 9. Sediment sampling at station L5b and L4, and also water sampling at L5a and L4. Littoral surveys marked by green square. Current measured at orange triangle. Fish farm indicated by blue rectangle. Map source: Olex.

Sampling positions were registered by means of GPS on vessel or handheld GPS. The positions were originally registered in WGS84, longitude and latitude, and is presented both as WGS84 and EUREF89, UTM 32V. The difference between WGS84 and EUREF89 is approximately 30 cm (Strand and Øvstedal, 2003), which is deemed acceptable in relation to the necessary degree of accuracy with regards to sampling at sea. Table 2.2 contains information with regards to grab samples.

Table 2.1 Sampling stations at sea with coordinates.

Area	Station	Name	WGS84		UTM 32V		Depth (m)
			N	Ø	N	Ø	
Area 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
Area 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

*assumed point from map, and therefore only a rough estimate of the area of the sampling by grab (referring to part 2.10 for thorough explanation).

Table 2.2 Sampling stations for littoral surveys, Grid analysis (L), semi quantitative littoral survey (LS) and collection of biological material (stations Kna1LS and Gan) for 2014 with coordinates.

Area	Station	Name	WGS84		UTM 32V	
			N	Ø	N	Ø
Area 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
Area 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. Current measurement stations with coordinates.

Area	Station	Position (WGS84)		Gauge nr.	Depth (m)	Period	Nr of measurements	
		North	East					
Area 1	Kvassneset Kvass1	60°	005°	SAM-02	9	18.06-07.08.13	7182	
		32.565'N	17.963'Ø		30			7182
					51			7182
	Kvassneset Kvass1	60°	005°	SAM-02	11	10.12.13-14.01.14	5041	
		32.565'N	17.963'Ø		31			5041
					51			5041
Area 9	Gangstø Gan1	60°	005°	SAM-01	10	18.06-07.08.13	7188	
		34.444'N	12.225'Ø		31			7188
					52			7188
	Gangstø Gan1	60°	005°	SAM-01	9	10.12.13-14.01.14	5041	
		34.444'N	12.225'Ø		33			5041
					59			5041

Table 2.4 Sampling at Kvassneset during the period 22.04.2013 – 15.01.2014.

Station	Date	Hydr.	Secchi	Nutrients.	Chlo-a	Sed.	Bact.	Bio.	Chem
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	✓	✓	✓	✓		✓		

Table 2.5 Information with regards to grab stations. A 0,1 m² van Veen grab was used. Full grab contains 16,5 l.
* not authorized due to small amount of sample.

Station	Date	EUREF89 UTM 32V	Depth (m)	Grab nr	Sample volume (l)	Other
Kna1a**		Knarvik	16	1	2*	Grab 1 and 2 for biology. Grab 3 for geology and chemistry. Grab 4 for chemistry Sand and rocks.
	22.04.2013	EU-Ø 296979		2	4,5	
	24.04.2013	EU-N 6717607		3	2*	
				4	4,5	

Table 2.6. Sampling in Radfjorden and Kvernafjorden, during the period 22.04.2013 – 15.01.2014.

Station	Date	Hydr.	Secchi	Nutrients	Chlo-a	Sed.	Bact.	Bio.	Chem
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	✓	✓	✓	✓		✓		

Table 2.7 Information with regards to grab stations. A 0,1 m² van Veen grab was used. Full grab contains 16,5 l.
* not authorized due to small amount of sample.

Station Date	EUREF89 UTM 32V	Depth (m)	Grab nr	Sample volume (l)	Other
L5a 22.04.2013	Radfjorden EU-Ø 291045 EU-N 6721830	210	1	16,5	Grab 1 to chemical, biological and geological analyses. Grab2-3 to chemical and biological analyses. Grab 4-5 to biology. Black/brown mud with traces of clay.
			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	Grab 1 to chemical, biological and geological analyses. Grab2-3 to chemical and biological analyses. Grab 4-5 to biology. Grey fine 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*	Grab 1 to chemical and geological analysis; Grab 2-3 to chemical analyses. Grab 4-8 to biological analyses. Shell sand, lots of rocks.
			2	9,5	
			3	10,5	
			4	8,5	
			5	9,5	
			6	12	
			7	10,5	
			8	8,5	

2.2 NUTRIENTS

The salts nitrate (NO_3^-) and nitrite (NO_2^-), total concentration of nitrogen (Tot N), orthophosphate (often referred to as phosphate, PO_4^{3-}), total concentration of phosphorus (Tot P) and ammonia (NH_4^+) were analyzed at the stations in area 8 (Fjell/Lillesotra). Results are presented in $\mu\text{g/l}$.

Sampling was conducted at the surface and at 2, 5, 10, 20, 30, 50, 75 and 100 meters depth. Samples were taken with Niskin and Ruttner water samplers. The water was analyzed at Eurofins Environment Testing Norway AS (akkrediteringsnummer TEST 003), and done in accordance with NS EN ISO 13395 (total nitrogen, nitrogen bound in nitrate/nitrite), SFA (total phosphorus) and NS EN ISO 15681 2. ed/mod (phosphate).

The Norwegian Environment Agency has given a classification system in order to determine the condition of the water in relation to contents of the previous mentioned salts, based on surface water determined as the upper ten meters of the water column. This classification system is divided into summer (june-august) and winter (december-february) levels (Molvær *et al.*, 1997). Table 2.3 shows the classification limits of the various salts and their respective conditions.

Some of the dataset from 2012 lies outside of the summer- and winter levels and one should keep this in mind when evaluating the results in relation to conditions given by KLIF.

Table 2.8. The Norwegian Environment Agency's classifications of conditions for nutritional salts and secchi depth in the surface layer with a salinity above 20 ‰. I is very good, V is very poor. (Molvær *et al.*, 1997).

Parameters		Classes				
		I Very good	II Good	III Less good	IV Poor	V Very poor
Surface Summer (Jun.-Aug.)	Total phosphor ($\mu\text{g P/l}$)	<11,5	11,5-16	16-29	29-60	>60
	Fosfate-phosphor ($\mu\text{g P/l}$)	<4	4-7	7-16	16-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	<250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrate-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
	Secchi depth (m)	>7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5
Surface Winter (Des.-Feb.)	Total phosphor ($\mu\text{g P/l}$)	<20	20-25	25-42	42-60	>60
	Fosfate-phosphor ($\mu\text{g P/l}$)	<14,5	14,5-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	<291	295-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	<90	90-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium ($\mu\text{g N/l}$)	<33	33-75	75-155	155-325	>325

2.3 CHLOROPHYLL AND SECCHI DEPTH (TRANSPARENCY)

Chlorophyll a, was measured *in situ* with a fluorescence sensor on the CTD, data presented are the 90 percentile data from the sampling period. Classification of conditions with regards to chlorophyll a concentration is given in table 2.4.

Table 2.9. The Norwegian Environment Agency's classification of conditions for chlorophyll a in relation to the reference value given from Vanndirektivet. Classification is valid for the North Sea and the Norwegian (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2013). I - Very good, V - Poor.

Chlorophyll a (µg/l)	Classes				
	I	II	III	IV	V
North Sea/ Norwegian Sea	Very good	Good	Moderate	Poor	Very poor
Exposed	<3,0	3-6	6-8	8-14	>14
Moderately exposed	<2,5	2,5-5	5-8	8-16	>16
Secluded	<2,5	2,5-5	5-8	8-16	>16
Affected by fresh water	<2,6	2,6-4	4-6	6-12	>12

Secchi depth was measured, and is described as the depth from which one loses sight of the secchi disc, seen from the surface. The secchi disc is a white circular disc with a diameter of 25 cm.

2.4 BACTERIA

The presence of coliform bacteria and enterococcus in water reflects the content of fecal matter from warm-blooded animals and humans. These bacteria do not reproduce in seawater but will after emission stay present in the water for a short period of time. It has been standard to use one species of coliform bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*), as an indicator of fresh faeces. The method used in this study also shows the total amount of all coliform bacteria as well. The method for the detection of coliform bacteria is IDEXX-Colilert, and the results are presented in Most Probable Number (MPN) per 100 ml of water. As the method requires the dilution of saltwater with a factor of 10, the least measurable quantity will be 10 MPN. The most common form of enterococcus is *Enterococcus faecalis*. *Enterococcus* will survive for a longer period in water than the coliform bacteria and will thus be able to indicate a release further back in time and at a longer distance from the point of emission.

The Norwegian Environment Agency has given classifications for the presence of coliform bacteria and *Enterococcus*. These are presented in Table 2.10.

Table 2.10. Environmental classification and suitability for bathing/recreation for thermotolerant coliform bacteria (TKB) and *Enterococcus* in coastal waters (from Molvær et al., 1997).

Parameter	Classes				
	I	II	III	IV	V
	Very good	Good	Less good	Poor	Very poor
TKB (per 100 ml)	<10	10-100	100-300	300-1000	>1000
Parameter	Classes for suitability (bathing and recreation)				
	1	2	3	4	
	Suitable	Quite suitable	Less suitable	Not suitable	
TKB (per 100 ml)	<100	<100	100-1000	>1000	
Ent. (per 100 ml)	<30	<30	30-300	>300	

2.5 OXYGEN

The content of oxygen in water is essential for most forms of multi cellular life in the sea. The oxygen content is usually satisfying in open areas where both the exchange of water and circulation is good. However, if large amount of organic matter is supplied, the oxygen content may be low. Oxygen content may either be given as absolute concentration (ml/l) or as percentage saturation (%). If the water is saturated, the percentage saturation is 100 %. The amount of oxygen in oxygen saturated waters varies with temperature and salinity. The water can also be over saturated. The saturation is then above 100 %. The condition classes for oxygen are given by The Directorate of Environment (Table 2.8).

In more confined areas, like inside thresholds where circulation is poor, the water can be completely free of oxygen from the bottom and up. Conditions like these are termed anoxic conditions. Hydrogen sulfide (H₂S) will evolve, which has a characteristic odor (like rotten eggs), and very few organisms will be present either in the water column or in the sediment. Organic load from nutrients, referred to as eutrophication, will cause the oxygen in the water column to be consumed faster.

The concentration of oxygen in the water was measured both with an oxygen sensor attached to the CTD as well as with Winkler's method. The data from the sensor gives continuous data from all depths whereas the Winkler method provides data from water collected at specific depths. For the classification of the water at the seabed the Winkler method is used.

2.6 SEA BED SURVEYS

Sediment surveys

From each seabed station one sample was taken to decide the distribution of particles of different size and to assess the amount of organic matter in the sample at MOLAB AS (Accredited number TEST 032). The distribution of particles was determined according to Method NS.9423, and the content of organic matter, % loss on ignition (LOI), was determined according to Method NS-4764. Condition classes for TOC (organic carbon) are given in SFT Veileder 97:03 (Table 2.11). The organic content, loss on ignition, is determined after burning (550 °C for 2 hours).

Table 2.11. Condition for organic content in the sediment according to 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

The distribution of particles tells something about the current conditions. In an area with good current conditions, the fine particles will be carried away, and the coarser particles will be left behind. This will be reflected in the distribution of particles, which will show that most of the particles in the sediment is placed in the coarser part of the size spectrum. In areas with low amount of currents, the finer particles will sink to the bottom and settle in the sediment. The grain distribution curve will show that most of the particles are in the silt + clay fraction (< 0.063 mm).

Grain distribution is also used as a support parameter in the evaluation of pollutant content as pollutants such as heavy metals, PAHs and PCBs have a high affinity to particles. Fine sediment has larger surface area per unit volume and thus could bind more environmental toxins than coarser sediment. The following is described in TA-2229/2007 (Bakke et al., 2007) about particle distribution as support parameter for environmental toxins analyzes of sediment: "The classification system for

marine sediment is intended for fine-grained sediments (clay-silt). Sediments with elements of gravel and coarse sand will not be suitable. Environmental toxins are mainly related to small particles (silt-clay) and organic matter. "

Soft bottom fauna survey

Sampling was performed with a van Veen grab. The grab is a quantitative tool, taking samples of a fixed area of soft seabed; in this case the area is 0.1 m². This allows determination of the number of organisms per spatial or volume unit. To have a measurement as to how deep this penetration is, the volume of each sample is measured. According to ISO 16665:2014, the sample should be at least 5 L sand or 10 L clay or mud, so the grab should penetrate at least 5-7 cm into the sediment. Samples with less sediment may be sufficient to provide a good description of the environmental conditions at the station. The sediment is washed through two sieves, the first one has holes with a diameter of 5 mm whereas the other one has holes with a diameter of 1 mm (Hovgaard, 1973). The samples consisting of the material left in the 0.1 mm sieve is considered quantitative for animals larger than 1 mm. The samples are conserved in 4 % neutralized formalin. The animals are sorted from the rests of the sediment in the laboratory and conserved. Sampling is performed according to standard ISO 16665:2014 (Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft bottom fauna).

The complete list of species is given in appendix 7. The list comprises the sediment dwelling animals as well as any plankton which are caught by the grab on its way down. During the data processing this is adjusted for, so that the analyses only take into account species that live on top of or buried in the sediment. For example, crustaceans living freely on the bottom are not included. The species composition of the samples contains important information on how environmental conditions are and have been the last year. Appendix 1 provides a brief discussion of the methods that can be used for calculations and analysis of the collected benthic material. Sampling and species determination is performed in accordance with authorized methods (Authorization number Test 157).

The following groups are included in this analysis : Anthozoa , Polychaeta, Oligochaeta, Sipuncula, the crustaceans *Verruca stroemi*, *Balanus sp.*, *Eriopisa elongata*, *Calocaris macandreae* and *Calocarides coronatus*, Mollusca, the phoronida *Phoronis sp.*, Echinodermata, Enteropneusta, Brachiopoda and tunicates (Ascidiacea).

Direktotatsgruppa Vanndirektivet has given guidelines to assess the environmental quality of marine areas (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2013 Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann). These guidelines are given in table 2.7. The abbreviation «Vannforskriften» is used in the text. When benthic fauna is used in classification, the Shannon-Wiener diversity index (H') (based on sum) and the sensitivity index NQI1 (based on average) with emphasis on the latter (Table 2.12) is used. Unlike H', NQI1 takes into account what animals are present in the samples.

Both sum and average for each station are included in the tables for biological calculations. Average is here the average of species and specimens from all grab samples per station and sum is the total number of species and specimens in one station. The use of average is supposed to make up for any differences between grab samples regarding number of species and specimens. The use of average is a more mathematical approach to classify the station, while sum gives exact numbers of species and specimens. Example: If we have two grab samples at station X with 50 and 100 species respectively (assuming the second grab sample includes all of the species in the first grab sample), then average number of species for the two grab samples is 75, whereas for sum it will be 100. At station X there are 100 species present, but the calculations used for classification is based on 75 species.

Veileder 01:2009 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2013) introduced the use of average in calculation of biological indexes to classify benthic fauna in addition to sum. Since most of the calculation of historical data is based on sum, we still include sum in the calculation. This makes it easier to compare new and historical data to be able to see changes over time. The condition classes can give a good indication of the real environmental conditions, especially when used together with species composition of the samples. Note that limits for condition class “Good” and “Very good” has been changed in Veileder 02:2013. Higher values of all indexes are now required to achieve the best condition class for benthic fauna. For more info regarding the indexes, see Appendix 1. Geometric classes, top ten species list, and cluster analysis for benthic fauna is given in Appendix 8-10.

Table 2.12. Classification of condition of benthic fauna by the sensitivity- and diversity indexes (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 LITTORAL SURVEY

The littoral zone can be defined as the area between high and low tide. In areas with bedrock or larger rocks, the littoral zone is often covered by macro algae or animals. Several species lives in the specific level of the littoral zone and forms characteristic subzones. The species composition in the littoral zone is determined by various abiotic conditions, such as level of wave-exposure, salinity and substrate. Dense vegetation of seaweed is often found in protected areas with bedrock or larger rocks. In between the kelp you can find many other animals and algae; for example snails, crustaceans, bryozoans and hydroids. In areas that are more exposed to waves, the seaweed vegetation is less dense and consists partly of other species than in more protected littoral zones. Large areas are often free of seaweed and covered in *Semibalanus balanoides* and mussels (*Mytilus edulis*).

Many littoral species are vulnerable and would often disappear in polluted areas. After a short time, the littoral zone is then dominated by fast-growing green and brown algae (opportunists), which use the bare areas after plants and animals to grow. Meanwhile, there will be fewer snails that feed on the algae. Littoral investigations are thus a natural component of mapping the state of the environment surrounding potential areas of emission.

Grid analysis

This method implies that the amount of all macroscopic plants and animals (>1mm) within the grid is registered (NS-EN ISO 19493:2007). The survey is conducted at low tide while the grids are out of the water. Every grid is sectioned into 25 smaller squares which are examined for amount of moveable

organism or degree of coverage. If it is not possible to determine a species in situ, the species is sampled to be determined by microscope in the laboratory. Plants and animals that are directly attached to the substrate are measured as a degree of coverage (% of the grid's surface covered by that species). The total degree of cover for the grid is the sum of degree of cover for all species in the grid. Mobile animals and larger animals attached to the substrate are measured as amount of individuals per grid. The size of each grid is 0.5 x 0.5 m and the placements of these are marked with bolts attached to the substrate. Photographs are taken of all grids. This is a method which is quantitative and gives an exact number of the species present. The method gives an extensive data material that allows the comparison of trends over time, and shows the differences between the stations. The method requires minimum 0.5 m difference between high and low tide.



Photo 1: Grid analysis at station Kna1L, 2013

Semi quantitative littoral survey

A semi quantitative littoral survey registers the presence of all algae and animals larger than 1 mm within 8 meters of shoreline. (NS-EN ISO 19493:2007). In this report the presence of algae and animals is divided into six point scale (Table 2.13). The stations were placed where suitable; meaning that one is able to have at least 8 meters of shoreline and that it is not too steep to perform registration of species (photo 2). Photos were taken of the station and surrounding area, photo documentation is kept at SAM-Marin. The method corresponds to the multimetric index in Vannforskriften.

Table 2.13. Scale used in semi quantitative surveys

Category	Description
0	None
1	Present
2	Spread
3	Common
4	Dominating
5	Very dominating



Photo 2: Semi quantitative analysis at station L5BLS, 2013.

Mathematic analysis for grid analysis

Computation of data for plants and animals was calculated as an average of each level and station. Multivariate methods were used to give an indication of how the species composition is distributed in-between levels and stations. The method is used to interpret an otherwise large and complex set of data. We have used the recommendations of Field et al. (1982) by using the Bray-Curtis index as a measurement of similarity. Calculations are made on scaled degree of coverage- and individual data.

2.8 ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

Sediment samples were taken for chemical analysis at the stations Kna1a, L4, L5a and L5b. Samples of biota were also analyzed from stations Kna 1LS (*Ascophyllum nodosum*) and Gan (*Mytilus edulis*). Three samples per station were collected, and three parallels of biota per station were analyzed for heavy metals (lead, cadmium, copper, chromium, mercury, nickel and zinc), TBT, PCB7 and PAH16. The analyses were performed at Eurofins Environment testing Norway AS (Test 003). The analysis of cadmium (Cd) was performed according to EN ISO 17294-2; Lead (Pb), chromium (Cr), copper (Cu), nickel (Ni), zinc (Zn) were analyzed according to EN ISO 11885, and mercury (Hg) were analyzed according to EN ISO 12846. The solids were analyzed using NS 4764. The analysis of PCB7 was performed according to EN 12766-2. PAH16 was performed by NS 9815. Condition classes for sediment are given considering the average value of the three parallels, after TA-2229/2007 (Table

2.14) and condition classes of biological materials are given considering the average value of the three parallels by SFT 97: 03 (Molvær et al., 2003; Table 2.15 to 16). In many cases, the uncertainty of the analysis is significant (> 20%). The limit value for management purposes has been used to set the class for TBT levels, since this is a study done for management purposes. In some cases there can be a big difference between grabs analyzed for TBT, which may in some cases provide large standard deviation. This is explained by patchy distribution of metals / environmental toxins.

Table 2.14. Condition classes for environmental toxins in the sediment (TA 2229/2007, Bakke et al., 2007).

	I	II	III	IV	V
	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Metaller					
Arsen (mg As/kg)	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
Kadmium (mg Cd/kg)	<0.25	0.25 - 2.6	2.6 - 15	15 - 140	>140
Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0.15	0.15 - 0.63	0.63 - 0.86	0.86 - 1.6	>1.6
Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>4500
PAH					
Naftalen (µg/kg)	<2	2- 290	290 - 1000	1000 - 2000	>2000
Acenaftylen (µg/kg)	<1.6	1.6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
Acenaften (µg/kg)	<4.8	2.4 - 160	160 - 360	360 - 3600	>3600
Fluoren (µg/kg)	<6.8	6.8 - 260	260 - 510	510 - 5100	>5100
Fenantren (µg/kg)	<6.8	6.8 - 500	500 - 1200	1200 - 2300	>2300
Antracen (µg/kg)	<1.2	1.2 - 31	31 - 100	100 - 1000	>1000
Fluoranthen (µg/kg)	<8	8 - 170	170 - 1300	1300 - 2600	>2600
Pyren (µg/kg)	<5.2	5.2 - 280	280 - 2800	2800 - 5600	>5600
Benzo[a]antracen (µg/kg)	<3.6	3.6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
Chrysen (µg/kg)	<4.4	4.4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
Benzo[b]fluoranten (µg/kg)	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4900	>4900
Benzo[k]fluoranten (µg/kg)		<210	210 - 480	480 - 4800	>4800
Benzo(a)pyren (µg/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200
Indeno[123cd]pyren (µg/kg)	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
Dibenzo[ah]antracen (µg/kg)	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
Benzo[ghi]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
EDDT 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

The following codes of color are used in the text. Based on TA-2229/2007 (Bakke et al., 2007).

I – Background level	II - Good	III – Moderat e	IV – Poor	V – Very poor
----------------------	-----------	-----------------	-----------	---------------

Table 2.15. Condition classes for content of metals, arsenic and fluoride in organisms (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 (tørrvektbasis)	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 (tørrvektbasis)	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 (tørrvektbasis)	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 (friskvektbasis)	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 (våtvektbasis) 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).

Table 2.16. Condition classes for organic environmental toxins in organisms (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 MEASUREMENTS OF CURRENTS

Measurements of currents were done in the two areas during the two periods: 18th. June 2013 – 7th. August 2013 and 10th. December 2013 – 14th. January 2014. The placement of the stations and the scope is given in Table 2.3. Measurements were done with Nortek Acoustic Doppler (400 kHz), measuring every 10 min throughout the period, and lasted for 1 min each time. Currents analyzed are the surface currents, the scatter current in the middle of the water column, and the currents near the bottom. Current data are quality assured using software Surge (version 1.14.01, Nortek AS) and analyzed with the software SD6000 (version 4.6.3.49, Morten Hammersland Software). Current data from Kvassneset in the period 12.oktober 2013 to 14. januar 2014 shows a lot of tilt of the instrument. This has resulted in slightly reduced quality of surface measurements at Kvassneset during this period. Raw data for all measurements are stored at Uni Research AS, SAM -Marin.

The speed of the currents is given as mean (with standard deviation) and maximum recorded speed. Significant speed is the mean of up to 1/3 of the measurements that show the highest / lowest speed. Periods with no currents are given in percent (%). Transport of water is the movement of water masses calculated from current speed and direction. Frequencies of registered significant direction are ranked from 1 (highest) to 3 (lowest). Figures showing current speeds, directions and water transport are presented in the appendix section.

2.10 DEVIATIONS AND CHANGES IN RELATION TO THE SURVEY PROGRAM

- Sampling at the station L5 was not possible as the coordinates did not match the location of the station on the map. The coordinates have obviously been written incorrectly when the station was created in the 80s. A new station (L5B) was created closer to land than what is believed to be L5s location.
- A new station was created outside Knarvik: Kna1a with the temporary coordinates 060°32.584'N; 005°17.882'E, at 16 m depth. Steep and extremely difficult conditions gave many grabs with stones in the opening that prevented the grab from being closed. Sampling at the station was stopped when the grab got stuck on the slope. We received a total of 2 grabs for biological analysis and 2 grabs for chemical analysis, as well as material for geological analysis. Coordinates for the station were not noted in the cruise journal, but estimated and plotted on the map.
- No grid analysis was done at L5BLS, as the site was not suitable for this.

3. RESULTS

3.1 NUTRIENTS

Samples of water for analyzing nutrient content were collected from the stations Kna1, L4 and L5a. Results are shown for both summer and winter in Figures 3.1 - 3.3, and in appendix 6. See Section 2.2 for the classification used.

Values of the different nutrients during summer surveys are in general low and are given condition class I – Very good, except some single values in condition II (Good) and III (Less good) for all stations surveyed. The levels of phosphate at Kna1 were in condition III (Less good) in July, while total phosphorus were in condition class II or III during the survey in July and August. The values for both L4 and L5a of total phosphorus were close to condition class II (Good) in both July and August, but with some single values in condition II (Good) and III (Less good). Unlike the usual trend, with highest values of nutrients in April before the spring bloom, Radfjorden experienced the highest concentrations of nutrients during July and August. This can be related to the increased precipitation during the days before the survey. The precipitation in the area at the time of sampling was doubled compared to what is common at this time of the year. The proximity to fish farms is also likely to contribute, as the feeding of the livestock increases during spring/summer, and will also increase the amount of nutrients in the fjord.

Values of the different nutrients during winter in 2013 and 2014 were in general low (condition class I – Very good), except for values of nitrate that were within condition class II (Good). The concentration of nutrients were also low during the survey conducted in October 2004 (Heggøy et al., 2005), at station L4 and L5a, and within condition class I (Very good). The concentrations of nutrients are known to increase during winter.

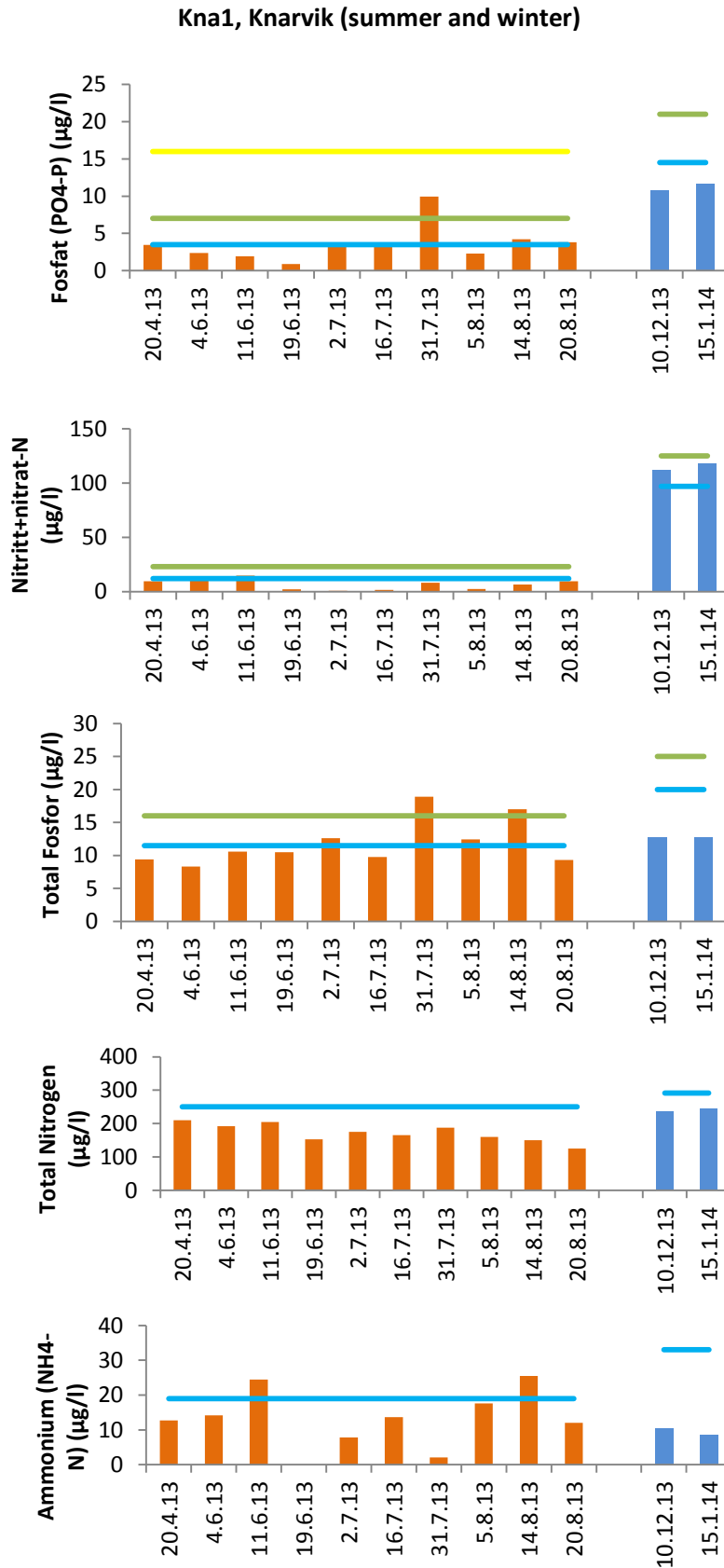


Figure 3.1. Average concentration of Phosphate, total Phosphorus, average concentration of Nitrate, total amount of Nitrogen, and average concentration of Ammonium (NH₄) in samples collected from the surface layer (0-10 m) at station Kna1 during summer (orange columns) and winter (blue columns) in 2013 and January 2014. Condition classes I-III marked with colored lines.

L4, Kvernafjorden (summer and winter)

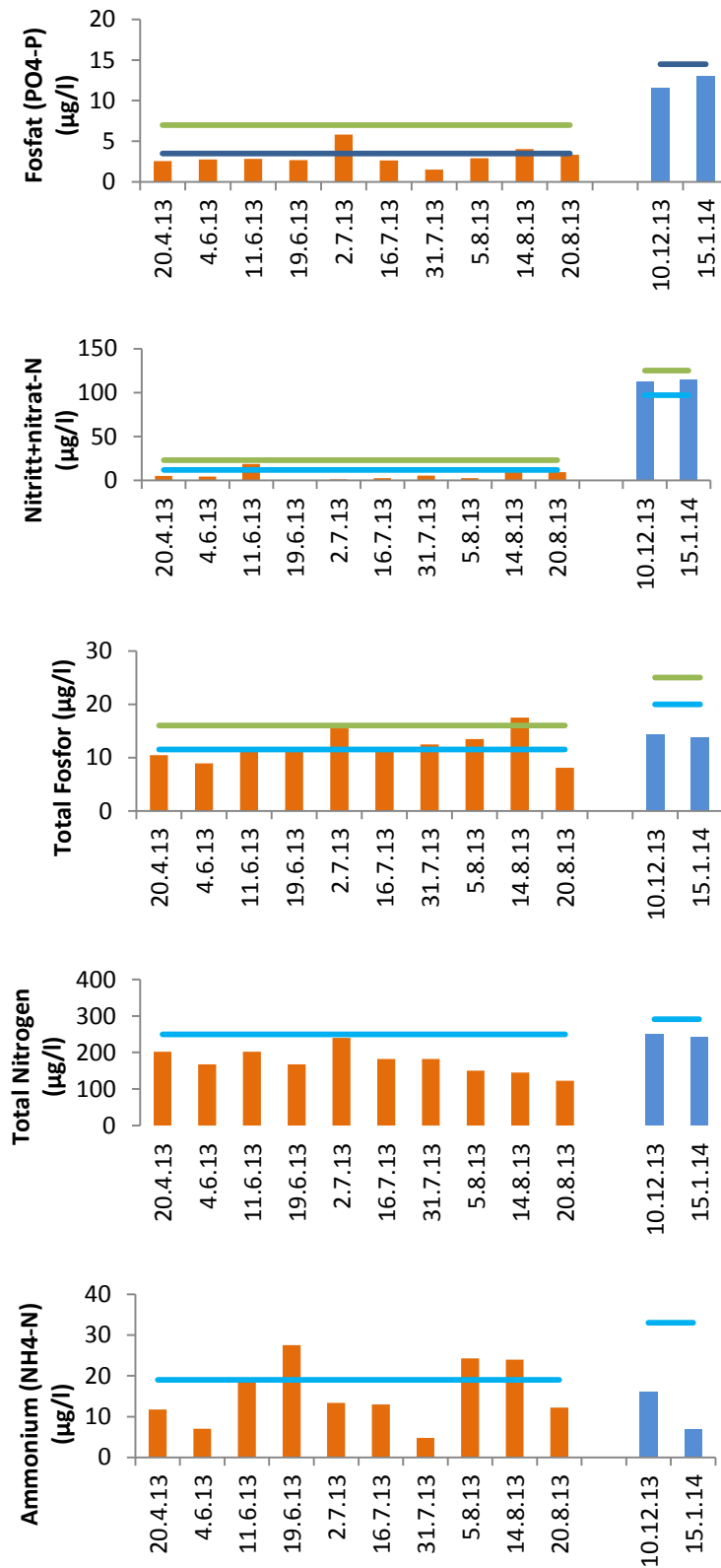


Figure 3.2. Average concentration of Phosphate, total Phosphorus, average concentration of Nitrate, total amount of Nitrogen, and average concentration of Ammonium (NH₄) in samples collected from the surface layer (0-10 m) at station L4 (Kvernafjorden) during summer (orange columns) and winter (blue columns) in 2013 and January 2014. Condition class I-II marked with colored lines.

L5a, Radfjorden (summer and winter)

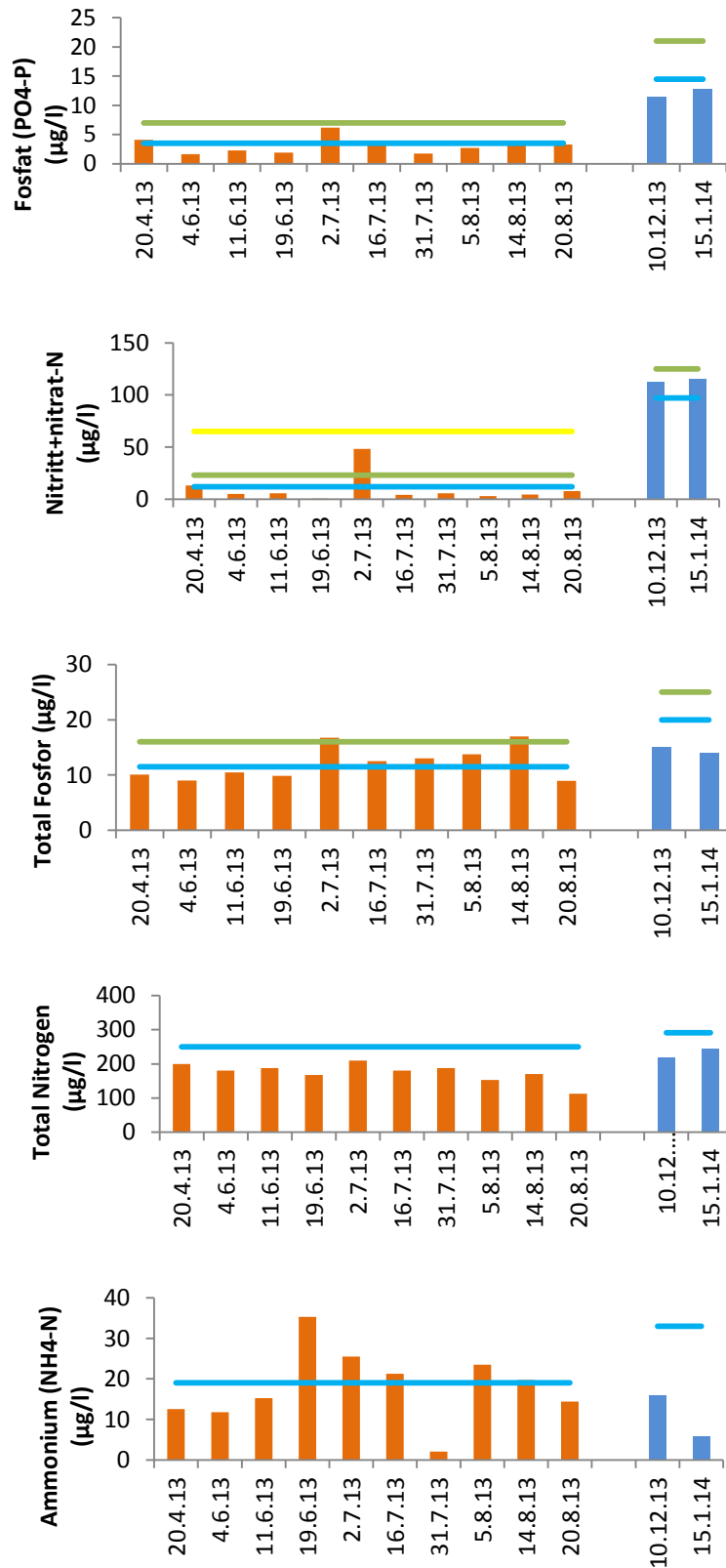


Figure 3.3. Average concentration of Phosphate, total Phosphorus, average concentration of Nitrate, total amount of Nitrogen, and average concentration of Ammonium (NH₄) in samples collected from the surface layer (0-10 m) at station L5a (Radfjorden) during summer (orange columns) and winter (blue columns) in 2013 and January 2014. Condition classes I-III marked with colored lines.

3.2 CHLOROPHYLL-A AND SECCHI DEPTH (TRANSPARANCY)

Concentrations of microalgae in the water column are measured through chlorophyll-a measurements in April, June, August and October and presented in Table 3.1. A fluorescence meter connected to the CTD gave an indication of the concentration of chlorophyll through the water column. These data are presented in Appendix 4 together with secchi depth, and other CTD data where they are compared to chlorophyll-a measurements conducted in the laboratory.

The chlorophyll measures were in condition II – Good for stations Kna1 and L5a, and condition III – Moderate for station L4.

Table 3.1. Concentrations of chlorophyll-a in the upper 10m layer of the water column, represented as 90 % percentile.

Year	Depth (m)	Chlorophyll-a (F µg/l)		
		Kna1	L5a	L4
2013	0-10	3,1	2,7	4,4

I – Very good	II - Good	III – Moderate	IV – Poor	V – Very poor
---------------	-----------	----------------	-----------	---------------

3.3 BACTERIA

The occurrence of thermo tolerant coliform bacteria in the water samples reflects the content of feces from humans and other warm blooded animals. In area 8, bacteria samples were obtained from stations Kna1 (Knarvik), L4 (Kvernafjorden) and L5a (Radfjorden) in 2013 (Table 3.2 - 3.3).

The concentrations of *E. coli* were low and within condition I and II during the period of sampling for the stations Kna1, L4 and L5a. The numbers of bacteria are highest during August and December at Kna1, and during June and August for the stations L4 and L5a.

Table 3.2. The content of bacteria in the surface layer at the station Kna1 (Knarvik) (two parallels A/B) sampled from February 2013 until January 2014. The colors represent condition I and II for *E. coli* (SFT 97:03). Blue: Condition class I – Very good; green: Condition class II – Good.

	Station	Februar	April/ May	4. June	11. June	2. July	16. July	31. July	5. Aug	14. Aug	21. Aug	02. Oct	10. Dec	Jan. 2014
<i>E. coli</i> (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
<i>Enterococcei</i> (cfu/100 ml)	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

Table 3.3. The content of bacteria in Area 9 in during 2013 and January 2014 (two parallels A/B). The colors represent condition I and II for *E. coli* (SFT 97:03). Blue: Condition class I – Very good; green: Condition class II – Good.

	Station	Feb	April	4. June	11. June	2. July	16. July	31. July	5. Aug	14. Aug	21. Aug	10. Dec	Jan. 2014
<i>E. coli</i> (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
<i>Enterococcei</i> (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

I – Very good	II - Good	III – Moderate	IV – Poor	V – Very poor
---------------	-----------	----------------	-----------	---------------

3.4 OXYGEN

The content of oxygen at the bottom were measured during 2013 to January 2014 at the stations Kna1 (Knarvik), L4 (named Sal11 1989-1990) and L5a. Measurements were conducted with Winkler’s method and CTD in April, June, September and October. Figure 3.4 shows the content of oxygen in the water near the bottom by Winkler’s method in October 2013, including data from previous measurements. Profiles of oxygen content for the water column are given in Appendix 5.

Oxygen concentration measurements near the bottom at the new station Kna1 shows very good conditions equivalent to condition class I (Very good). The station Kna1 is at 50 m, while the fjord is approximately 500 m deep. Kna1 does therefor not qualify as a deep water station.

The oxygen condition at the stations in Kvernafjorden (L4) and Radfjorden (L5a) was also very good (condition class I – Very good) in 2013, and there are few changes from previous surveys here (Johannessen, 1980; Johannessen et al., 1991; Heggøy et al., 2005).

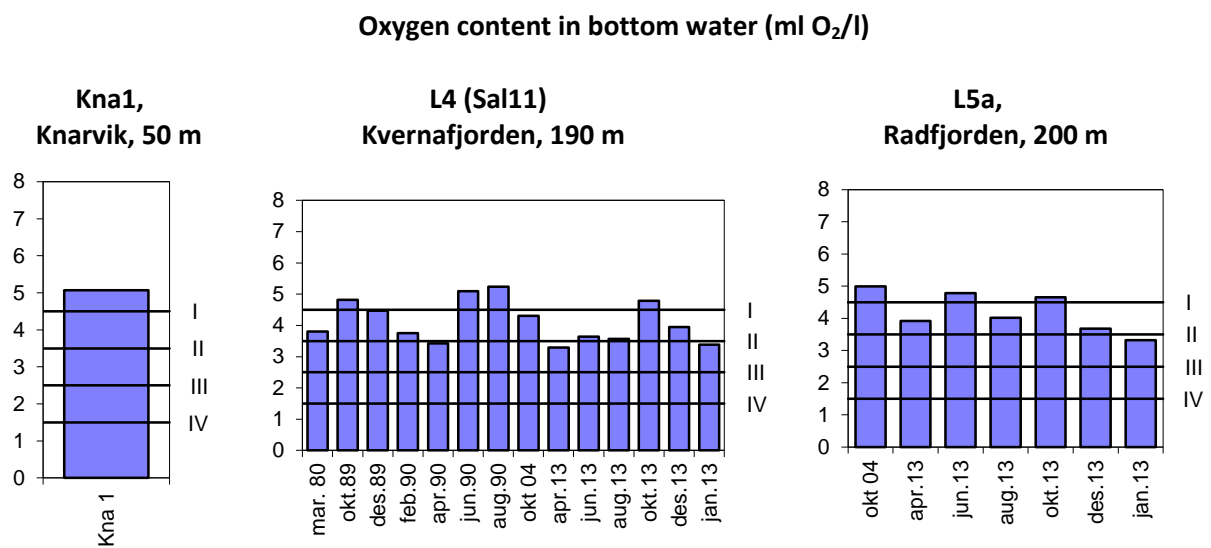


Figure 3.4. Oxygen concentration in bottom water (ml O₂/l) at the stations Kna1, L4 (Sal11) and L5a in Lindås. The Norwegian Environment Agency’s condition classes are marked (Veileder 02:2013).

3.5 SEA BED SURVEY

Sediment examination

The organic content (measured as loss on ignition, or LOI), distribution of particles and content of organic carbon at stations Kna1, L4, L5a and L5b is given in Table 3.4-3.5, and the organic content is compared with historical data in Figure 3.5.

Normalized total organic carbon (TOC) is included in the system for classifying the condition, but the formula for it is not customized for the conditions in the fjords of western Norway, and in addition it generally does not match well with the other parameters as organic content, phosphorus and diversity of the bottom fauna (Johansen and Isaksen, 2014).

Table 3.4. Depth, organic content (% LOI) and particle distribution of the sediment at the stations in Area 1 and 9, 2013.

Station	Depth (m)	Organic content (% LOI)	Clay + Silt (%)	Sand (%)	Gravel (%)
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

Table 3.5. Content of total organic carbon and normalized TOC for the stations Kna1, L4, L5a and L5b, 2013.

Station	Total organic carbon g/kg	Normalized TOC mg/g	CC
Kna1	6	23,4	II
L4	86	86,1	V
L5a	86	86,1	V
L5b	21	33,5	III

The sediment at station Kna1a had a coarse composition (86 % sand and 11 % gravel), with low fine fraction contents (silt + clay) (3 %). The LOI was low (2.2 %) and within what is normal for Norwegian fjords. The content of TOC was equivalent to condition class II – Good.

The sediment at L4 in Kvernafjorden had, as in 2004, a high amount of fine fraction material (99 %), and also a high amount of LOI (22.7 %). The content of organic carbon was high and equivalent to condition class V – Very bad.

The sediment at L5a also had a high amount of fine fraction (100 %), and also a high amount of LOI (24.9 %). This indicates high sedimentation of organic matters and low amount of bottom currents. The LOI was somewhat higher in 2013 than in 2004 (Figure 3.9.6). The content of organic carbon in the sediment was high and equivalent to condition class V – Very bad.

The sediment at L5b in Radfjorden was coarser containing 63 % sand and 30 % fine fraction. LOI was middle low (7.6 %). The content of organic carbon in the sediment was equivalent to condition class III – Moderate.

The high LOI and the high content of organic carbon at two of the stations can be explained by the stations positions in the deepest part in each survey area in addition to having very fine fractioned sediment. Organic matter naturally gathers in these conditions.

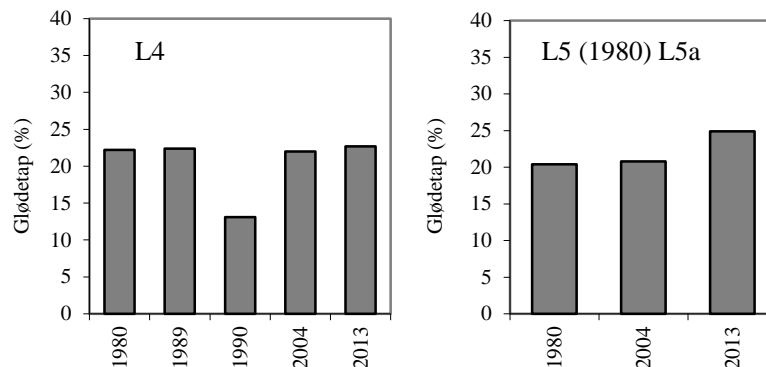


Figure 3.5. Historical data of organic content in the sediment (% LOI) at the stations L4 and L5/L5a, 1980-2013 (Johannessen, 1980; Johannessen et al., 1991; Heggøy et al., 2005).

Bottom fauna analysis

The results from the bottom fauna examination in Radfjorden, Kvernafjorden and Knarvik are given in Table 3.6, Figure 3.6 and in Appendix 7-10. The results of the analysis give a picture of the environmental conditions at the stations at the time of the sampling. Most soft bottom species are low and relatively stationary, and can therefore reflect the effects of environmental impact integrated over time. Condition classes are given according to Veileder 02:2013 - *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2013).

At station Kna1a (60 m) close to Knarvik, 557 specimens from 58 species were found. The most numerous species was the polychaete *Prionospio cirrifera* (196 pcs, 35 %), followed by the crustacean *Verruca stroemi* (40 pcs, 7 %), and the mollusc *Leptochiton asellus* (37 pcs, 7 %). The index NQI1, describing the species diversity and sensitivity, is equivalent to condition II – Good (Veileder 02:2013). The ecological conditions at station Kna1a are good.

At station L4 (198 m), 767 specimens from 56 species were found. The most numerous species was polychaetes of the genus *Polydora* (253 pcs, 33 %), followed by the polychaete *Paramphinome jeffreysii* (191 pcs, 25 %), and the mollusc *Thyasira equalis* (42 pcs, 5 %). The index NQI1, describing the species diversity and sensitivity, is equivalent to condition II – Good (Veileder 02:2013). There has been an improvement in diversity and evenness since the survey in 2004, and the condition class has been changed from V – Bad to II – Good. This is the same level as it was at in the late 80's and early 90's. The number of specimens from the genus *Polydora* was very high during the years 2003-2004 in several stations all over the Byfjord-area, but it was not known to be related to any specific source of pollution. The number of *Polydora* has been reduced at the station since 2004, but still account for a significant portion of the specimens and hence, reduce the diversity indexes. Species richness and species composition at the station indicates good ecological condition at the time of survey.

At station L5a (210 m), 1728 specimens from 76 species were found. The most numerous species was the polychaete *Paramphinome jeffreysii* (542 pcs, 31 %), followed by the polychaete *Spiophanes kroyeri* (148 pcs, 9 %), and the mollusc *Thyasira equalis* (114 pcs, 7 %). The index NQI1, describing the species diversity and sensitivity, is equivalent to condition class II – Good (Veileder 02:2013). The results are not fully comparable to the former L5, as it is placed 1,5 km south of L5a (from 2004). There has been a reduction in number polychaetes of the genus *Polydora* at the station since 2004. At the same time there has also been an increase in the number of species and specimens in total at

the station, which gives an improvement of the Hulbert's diversity index (H'). The condition class is equal to previous surveys. The indexes in total shows that the ecological condition is good at station L5a.

At station L5b, (54 m), 4008 specimen from 86 species were found. The most numerous species was the polychaete *Capitella capitata* (530 pcs, 13 %), followed by polychaetes of the genus *Chaetozone* (493 pcs, 12 %), and the polychaete *Mediomastus fragilis* (402 pcs, 10 %). The index NQ1, describing the species diversity and sensitivity, is equivalent to condition class III – Moderate (Veileder 02:2013). Species richness at L5b is high, but the high number of the polychaete *Capitella capitata* and individuals from the genus *Chaetozone* pulls down the index. These are species known to thrive in areas with an excess of organic matters, especially *Capitella capitata*. The nutrient load at L5b may also be dependent on the nearby fish farm. The ecological condition is moderate at station L5b. More examinations over time will create a basis for comparison and the opportunity to comment on any findings further.

Table 3.6. Overview over number of species, specimens, evenness, sensitivity- and diversity indexes for the examined stations Kna1a, L4, L5a and L5b compared with historical data from where available. The condition class limits for «Good» and «Very good» are changed in Veileder 02:13. Samples marked with * are not accredited regarding the amount of sediment in the samples.

Area	Station	Year	Level	Number of species	Number of specimens	Diversity (H')	NQ1	Es100	AMBI	Evenness (J)	H'-max			
1	Kna1a	2013*	Sum	58	557	4,16		30,13		0,71	5,86			
			Average	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			
			Average	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			
			Average	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			
			Average	52	802	4,23	0,61	24,48	3,85	0,74	5,69			
I – Very good			II - Good			III – Moderate			IV – Bad			V – Very bad		

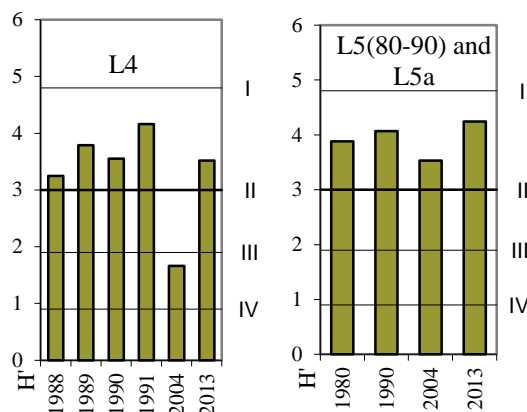


Figure 3.6. The development of species diversity (H') in the sediment (based on sum) in samples examined in 2013 compared with historical data for the stations L4 and L5a (L5) (Johannessen, 1980; Johannessen et al., 1990, 1991; Tvedten et al., 1994; Heggøy et al., 2005).

The cluster analysis (Appendix 10) shows a 60 % similarity between L4 and L5a, while there is only 25 % similarity between L5b and the other two stations combined. This can be explained by the depth of stations L4 and L5a, (much deeper than L5b), and also the nutrients supply at L5b from the fish farm nearby, which will give a different species composition.

3.6 LITTORAL SURVEY

Grid analysis

Grid analysis was conducted at the new station Kna1L by Kvassneset (Photo 3). Positions are given in Figure 2.2 and Table 2.2. There are three other grid analysis stations in Area 1. These are located at Garnes (By8), Arnavågen (By9) and Hordvikneset (By15) (Kvalø et al., 2014). An overview of the number of species at station Kna1L and an overview of the total degree of coverage of green algae, red algae and brown algae is given in Appendix 12. The accompanying list of species is given in Appendix 14.

The station Kna1L at Kvassneset was mainly dominated by the brown algae *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus*, the red algae *Hildenbrandia sp.*, the mussel *Mytilus edulis* and the fungi *Verrucaria mucosa*. All types of algae were well represented at the station. The dense vegetation of kelp provides substrate and protection for both small, mobile animals and small seaweed species. The ecological conditions at the station were good at the time of the survey.

Compared with historical data from other grid analysis stations in Area 1, the number of species and the total degree of coverage at the same levels as what has been found at By 15 (the station closest to the newly created station Kna1L). The station follows the same pattern as other stations in the area, with lower species richness at stations furthest into the fjords than out in the more open area of the fjords, while the degree of coverage is higher out in the more open area of the fjords (Appendix 12). More examinations over time will create a basis for comparison and the opportunity to comment on any findings further.



Photo 3: Overview over the newly created station Kna1L, 2013.

Semi quantitative survey

Semi quantitative surveys were conducted by the newly created stations Kna1LS and L5BLS (Figure 2.2 and Table 2.2) at Kvassneset (Photo 4) and Gangstø (Photo 5) respectively. Eight meters of shoreline were examined with regards the macroscopic algae and animals larger than 1 mm, from the upper blue-green algae and down to the lowest growing kelp in the littoral zone. The amount of each species is given by a five-point scale (Table 2.13). Species that could not be determined in the field were brought to the laboratory for identification. Both the station and the surrounding area were photographed. An overview of the species found is given in Appendix 11.

The littoral station Kna1LS has an inclination angle of 0-5° and consists mainly of bedrock as substrate. A total of 14 species were found at the station in 2013. The examined area was dominated by *F. serratus*, *A. nodosum*, *F. vesiculosus* and *Hildenbrandia* sp. There were also a lot of blue mussels (*Mytilus edulis*), blue-green algae *Calotrix* sp. and the fungi *Verrucaria* sp. in the examined area. The multi metric littoral indexes were calculated based on the occurrence of macro algae (Veileder 02:2013) (Table 3.7). The index for percentage red algae and the "ESG1/ESG2" were omitted because of the low number of species found. The remaining indexes had values equivalent to condition class II (Good), near class III (Moderate). The occurrence of green algae is somewhat elevated, and might indicate organic load. Species richness is also somewhat low, which most likely comes from low salinity of the surface waters in the area (Appendix 5).

The littoral station L5BLS has an inclination angle of 0-5° with exception of an area with an inclination angle above 60°. A total of 26 species were found at the station in 2013. The station is exposed to moderate wave exposure and consists mainly of bedrock and gravel as substrate for animals and plants. The examined area was dominated by the brown algae *A. nodosum* and *F. vesiculosus*, the green algae *Cladophora rupestris*, the crustacean *Semibalanus balanoides*, and *Verrucaria* sp. The multi metric littoral indexes were calculated based on the occurrence of macro algae (Veileder

02:2013) (Table 3.7). The indexes had values equivalent to condition class II (Good). Species richness is good, and the station had a good coverage of animals and plants. The ecological conditions at the station were good at the time of the survey.



Photo 4: Semi quantitative analysis measurements at station Kna1LS, 2013.



Photo 5: Semi quantitative analysis measurements at the newly created station L5BLS, 2013.

Table 3.7: Multi metric littoral indexes from the examined stations Kna1LS and L5BLS. Calculations are based on reduced species list for water type «protected coast/fjord» (RSLA 3) (Veileder 02:2013). Condition classes are based on the average of the normalized index values (nEQR).

Index/parameter	Station	Kna1LS		L5BLS	
		Index value	nEQR value	Index value	nEQR value
Percent green algae		37,5	0,20	21,43	0,74
Percent red algae		-	-	42,86	0,86
Percent brown algae		37,5	0,75	35,71	0,71
Normalized species richness		9,12	0,33	14	0,45
ESG1/ESG2		-	-	1	0,8
Percent opportunists		25	0,80	21,43	0,83
Sum occurrence brown algae		129,3	0,82	96,85	0,72
Sum occurrence green algae		22,2	0,68	34,86	0,52
Average nEQR			0,60		0,70
Condition class			II		II

3.7 ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

Sediment

Chemical analysis of the sediment were conducted on samples collected from the stations Kna1a (Knarvik), L4 (Kvernafjorden), L5a (Radfjorden) and L5b (Radfjorden) in April. Results are given in Table 3.7-3.9. Three parallel samples were analyzed from each station. Condition classes are signed by the average of the parallels (Veileder TA2229/2007). Occasionally, there is great uncertainty in measurement (>20 %) associated to the results of the analysis.

There are at times large differences between the parallels analyzed, which in some cases gives large standard deviations. This suggests patchy distribution of the metals/contaminants in the sediment. The content of heavy metals was low at Kna1a equivalent to Class I and II (Background level and Good) for all metals, with exception of TBT in class IV (Poor). The results from the analysis for sum PAH16 at Kna1a shows in general good conditions with a few compounds in class IV (Poor) and V (Very poor). Sum PCB7 was given class I (Background level).

The content of heavy metals varied between the stations in Kvernafjorden and Radfjorden. The highest levels for single metals were found at L4 and L5a, while the levels at L5b in general were low (Class I-II). L4 had the highest levels of TBT, where some parallels were in class V (Very poor). L5a had levels of TBT in class IV (Poor). The levels of copper and lead were also elevated at these stations (Class III-IV). The concentrations of some PAH compounds were high (Table 3.8), but the levels of sum PA16 at L5a and L5b were in class II (Good). The levels for sum PAH16 at L4 were in class III (Moderate). The levels of PCB-compounds were low, and sum PCB7 were in class I-II (Background level- Good).

Table 3.7. Average and Standard deviation (n=3) for concentrations of heavy metals (mg/kg TS) and Tributyltin (TBT: µg/kg TS) at the stations Kna1a, L4 L5a and L5b, 2013. Condition classes assigned by Veileder TA2229/2007. TS= Tørrstoff.

(mg/kg TS)	Depth (m)	TS (%)		Lead		Cadmium		Copper		Chrome		Mercury		Nickel		Zink		TBT	
		Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	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

*At the limit to Class II

Table 3.8. Average and Standard deviation (n=3) for concentrations of PAH (µg/kg TS) in Area 1 and 9, 2013. Condition classes assigned by Veileder TA2229/2007.

Depth (m)	TS (%)		Acenaphthen		Acenaphthylen		Anthracen		Benzo[a]anthracen		Benzo[a]pyrene		Benzo[b]fluoranthene		Benzo[ghi]perylene		Benzo[k]fluoranthene		
	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	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

*close to class III

Table 3.8 (continued).

	Dibenzo[a,h]anthracene		Phenanthrene		Fluoranthene		Fluorene		Indeno [1,2,3-cd]pyrene		Chrysen		Naphtalene		Pyrene		Sum PAH(16) EPA	
	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	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

Table 3.9. Average and Standard deviation (n=3) for concentrations of PCB7 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS) in Area 1 and 9, 2013. Condition classes assigned by Veileder TA2229/2007.

Depth (m)	TS (%)		PCB 28		PCB 52		PCB 101		PCB 118		PCB 138		PCB 153		PCB 180		Sum PCB(7)		
	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	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

Biological material

No blue mussels (*M. edulis*) were found at Kna1LS, therefore the chemical analyses of biological material were conducted from samples (three parallels) of *A. nodosum* at Kna1LS (Kvassneset) sampled in February 2014 (Table 3.10). Chemical analysis of three parallel samples of *M. edulis* were conducted from samples collected in February at Gan (Gangstø) 2014 (Table 3.11 – 3.13). Occasionally, there is great uncertainty in measurement (>20 %) associated to the results of the analysis.

No contamination was detected in the analyzed samples of *A. nodosum*. All metal values were in class I (Insignificant/low contamination) on a dry weight basis. There are no specific condition classes for the environmental toxins PCB, PAH and TBT in kelp.

Table 3.10. The table shows content of metals in *A. nodosum* at station Kna1LS, February 2014. Classes given by TA-1467/1997 (Table 2.15). Values under the limit of detection is given ½ the value of the limit value in the calculations from wet to dry weight for the different parallels. Marked with *.

	Kna1LS (A)	Kna1LS (B)	Kna1LS (C)	Average	SD
Arsenic (As) (mg/kg)	26.89	28.35	30.86	28.70	2.01
Copper (Cu) (mg/kg)	4.55	3.94	4.94	4.47	0.50
Nickel (Ni) (mg/kg)	1.14	1.18	0.82	1.05	0.20
Zink (Zn) (mg/kg)	71.97	62.99	90.53	75.17	14.05
Lead (Pb) (mg/kg)	<1*	<1*	0.21	0.13	0.06
Cadmium (Cd) (mg/kg)	0.27	0.28	0.25	0.26	0.01
Mercury (Hg) (mg/kg)	0.03	<0.05*	0.02	0.02	0.01
Chrome (Cr) (mg/kg)	0.38	0.39	0.82	0.53	0.25

The content of metals in *M. edulis* was in class I-II (Insignificant/low contamination-Moderate contaminated) on a dry weight basis. Values in class II are close to limit values of class I (Table 3.11). The station is in class II (Moderate contaminated) with regards to Sum PCB7. The values are low and relatively close to condition class I (Insignificant/low contamination)(Table 3.12). The station is in class I (Insignificant/low contamination) with regards to sum PAH16 (Table 3.13).

Table 3.11. The table shows content of metals in *M. edulis* at station Gan, February 2014. Classes given by TA-1467/1997 (Table 2.15). There is great uncertainty in measurement (40-60 %) associated to the results of the analysis of environmental toxins in *M. edulis* (Appendix 3).

	Gan (A)	Gan (B)	Gan (C)	Average	SD
Arsenic (As) (mg/kg TS)	12	11	12	11.67	0.58
Lead (Pb) (mg/kg TS)	3.80	3.20	2.90	3.30	0.46
Nickel (Ni) (mg/kg TS)	0.76	0.63	0.67	0.69	0.07
Zink (Zn) (mg/kg TS)	210	190	180	193.33	15.28
Cadmium (Cd) (mg/kg TS)	0.58	0.51	0.45	0.51	0.07
Copper (Cu) (mg/kg TS)	11.0	10	9.10	10.03	0.95
Chrome (Cr) (mg/kg TS)	0.84	0.74	0.75	0.78	0.06
Mercury (Hg) (mg/kg TS)	<0.36	<0.36	<0.33	0.35	0.01

Table 3.12. The table shows the content of PCB in *M. edulis* at station Gan, February, 2014. Classes given by TA-1467/1997 (Table 2.16).

	Gan (A)	Gan (B)	Gan (C)	Average	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

Table 3.13. The table shows the content of PAH in *M. edulis* at station Gan, February, 2014. Classes given by TA-1467/1997 (Table 2.16).

	Gan (A)	Gan (B)	Gan (C)	Average	SD
Acenaphthene (µg/kg)	0.67	0.58	0.66	0.64	0.05
Acenaphthylene (µg/kg)	0.55	0.53	<0.5	0.44	0.17
Anthracene (µg/kg)	0.83	0.78	<0.5	0.62	0.32
Benzo[a]anthracene (µg/kg)	1.20	1.40	1.50	1.37	0.15
Benzo[a]pyrene (µg/kg)	0.55	0.75	0.81	0.70	0.14
Benzo[b/j]fluoranthene (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]fluoranthene (µg/kg)	1.70	2.10	2.60	2.13	0.45
Dibenzo[a,h]anthracene (µg/kg)	<0.5	<0.5	<0.5	0.25	0.00
Phenanthrene (µg/kg)	0.96	1.60	1.20	1.25	0.32
Fluoranthene (µg/kg)	2.00	3.40	3.10	2.83	0.74
Fluorene (µg/kg)	0.82	<0.5	<0.5	0.44	0.33
Indeno[1,2,3-cd]pyrene (µg/kg)	0.62	0.76	0.76	0.71	0.08
Chrysen/Thriphenylene (µg/kg)	3.00	3.40	3.70	3.37	0.35
Naphthalene (µg/kg)	<0.5	<0.5	<0.5	0.25	0.00
Pyrene (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 MEASUREMENTS OF CURRENTS

Measurements of currents were done in the two areas during the two periods: 18th. June 2013 – 7th. August 2013 and 10th. December 2013 – 14th. January 2014. The placement of the stations and the scope is given in Table 2.3. The measurements of the currents at Kvassneset shows somewhat stronger currents and less registrations of periods with no currents compared with the measurements at the station Gangstø.

The measurements conducted during the summer of 2013 at Kvassneset shows a main current direction towards southwest in both surface and in the scatter depth. Some return flow was registered with the direction northeast in the surface. Bottom currents showed less of main stream directions of the currents, but trends indicate water transport has a western and northern direction at this depth. Strongest currents were measured at Kvassneset (Appendix 15) at the surface during winter measurements with an average speed 8,7 cm/s (significant max speed at 15,1 cm/s). The surface water had mostly a northerly to easterly direction. Compared with summer measurements, the currents in the scatter depth and near the bottom were somewhat stronger during winter measurements. Data of the current measurements at Kvassneset during the period 10. December 2013 – 14. January 2014 shows a lot of instrument tilt. The quality of the surface currents measurements at Kvassneset during this period is somewhat reduced because of this.

Current measurements at Gangstø (Appendix 15) show relatively calm current conditions at all depths during both summer and winter period. Relatively many of the measurements registered were measurements with low current flow (less than 1 cm/s) in all depths during both summer and winter. The measurements show tendencies that the water masses generally moves back and forth at the station. No clear main stream directions were measured at the different depths. Summer measurements show that the water in the entire water column slowly moves in an easterly and southeasterly direction. Winter measurements show water transport in a northern direction in the upper layers. The strongest current measured at Gangstø was in the scatter depth during winter measurements with an average speed of 7 cm/s (significant max speed at 12,6 cm/s).

The direction of the scatter current at Gangstø during winter was mainly southwestern, but in periods with northern direction with a southern return flow. The water masses near the bottom had a more eastern and southeastern direction. This pattern of currents may indicate that the station is located in a backwater.

4. SUMMARY

A recipient survey were conducted during 2013 in relation to the exception of secondary treatment of sewage for Lindås Municipality in parts of Area 1 and Area 9 from the "Resipientovervåkingen av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015" (Kvalø et al., 2014) for Lindås Municipality. During 2013, bottom samples were collected from station Kna1a, while hydrography, nutrients, chlorophyll a and bacteria were examined from station Kna1 in Area 1. Littoral surveys, including both grid analysis and semi quantitative surveys, were conducted at Kvassneset (Kna1L and Kna1LS respectively). Samples of the kelp *Ascophyllum nodosum* were collected for analysis of environmental toxins content at Kna1LS. During 2013, bottom samples were collected from station L5b (Radfjorden), and bottom samples, hydrography, nutrients, chlorophyll-a and bacteria from the stations L4 (former Sal11) in Kvernafjorden, and L5a in Radfjorden were examined in Area 9. A semi quantitative littoral survey was conducted at L5BLS, and samples of the blue mussel *Mytilus edulis* were collected for analysis of environmental toxins content at the same station. Current measurements were conducted during both summer and winter at the stations Kvass1 and Gan1.

Nutrients samples from the winter surveys showed very good condition (Class I – Very good), with exception of the nitrate/nitrite with values in class II (Good) at all stations. Concentrations of nutrients are known to be elevated during winter. The nutrients content at L4 and L5a were also low and within class I (Very good) during the survey in October 2004 (Heggøy et al., 2005). Values of the different nutrients during summer surveys are in general low and are given condition class I – Very good, except some single values in condition II (Good) and III (Less good) for all stations surveyed. Unlike the usual trend, with highest values of nutrients in April before the spring bloom, Radfjorden experienced the highest concentrations of nutrients during July and August. This can be related to the increased precipitation during the days before the survey. The precipitation in the area was doubled compared to what is common at this time of the year. The proximity to fish farms is also likely to contribute, as the feeding of the livestock increases during spring/summer, and will also increase the amount of nutrients in the fjord.

The chlorophyll measures were in condition III – Moderate for station L4, while there were no sign of increased growth of algae (as a result of organic load from nutrients) at stations Kna1 and L5a – both with condition II – Good.

The concentrations of *E. coli* were low and within condition I and II during the period of sampling for the stations Kna1, L4 and L5a. This indicates good condition for recreational swimming.

Oxygen concentration measurements near the bottom at the new station Kna1 shows very good conditions equivalent to condition class I (Very good). The sampling at station Kna1 is at 50 m, while the fjord is approximately 500 m deep (with good oxygen conditions – St. 2). Kna1 does therefor not qualify as a deep water station. The oxygen condition at the stations in Kvernafjorden (L4) and Radfjorden (L5a) was also very good (condition class I – Very good) in 2013, and there are few changes from previous surveys here (Johannessen, 1980; Johannessen et al., 1991; Heggøy et al., 2005).

Using data from this survey and historical data, one can see that the bottom water replacement usually occurs two times a year in Radfjorden and Kvernafjorden; one during April-June, and one during August-October. Even if there are stagnant conditions in the bottom water, the oxygen usage is not big enough to cause anoxic condition here. The lowest measured content of oxygen at L4 (3, 5 ml/l) was measured in February 1989 and given class III (Moderate).

The geological analysis of sediment from station Kna1a (60 m) shows coarse sediment composition with low fine fraction and low LOI. The content of normalized TOC was also low, and within class II (Good). The sediment at L4 (198 m) in Kvernafjorden had, as in 2004, a high content of fine fraction material and also a high amount of LOI. The content of organic carbon was high and equivalent to condition class V – Very bad. The sediment at L5a (210 m) in Radfjorden also had a fine fraction of 100 %, and also a high amount of LOI. This indicates high sedimentation of organic matters and low amount of bottom currents. The LOI is somewhat higher in 2013 than in 2004. The content of organic carbon in the sediment was high and equivalent to condition class V – Very bad. The sediment at L5b in Radfjorden was coarser containing 63 % sand and 30 % fine fraction. LOI was middle low (7,6 %). The content of organic carbon in the sediment was equivalent to condition class III – Moderate. The high LOI and the high content of organic carbon at two of the stations can be explained by the stations positions in the deepest part in each survey area in addition to having very fine fractioned sediment. Organic matter naturally gathers under these conditions.

The ecological conditions at station Kna1a (60 m) were good at the time of the survey. More examinations over time will create a basis for comparison and the opportunity to comment on any findings further at the station. There has been an improvement in diversity and evenness at station L4 (198 m), since the survey in 2004, and the condition class has been changed from V – Bad to II – Good. This is the same level as it was at in the late 80's and early 90's. The amount of specimens from the genus *Polydora* was very high during the years 2003-2004 in a number of stations all over the Byfjord-area, but it was not known to be related to any specific source of pollution. The number of *Polydora* worms has been reduced at the station since 2004, but still account for a significant portion of the specimens at the station and pull down the diversity indexes. Species richness and species composition at the station indicates good ecological condition at the time of survey. There has been a reduction in number of specimens of the polychaetes from the genus *Polydora* at the station L5a since 2004. At the same time there has also been an increase in the number of species and specimens in total at the station, which gives an improvement of the Hulbert's diversity index (H'). The condition class is equal to previous surveys. The great increase in number of specimens can be related to the increase in LOI which indicates an increase in organic load. The indexes in total shows that the ecological condition are good at station L5a. Species richness at L5b is high, but the high number of the polychaete *Capitella capitata* and individuals from the genus *Chaetozone* pulls down the index some at station L5b. These are species known to thrive in areas with organic load. The animals at L5b also might be enjoying the nutrients supply coming from the nearby fish farm. The ecological condition is moderate at station L5b. The bottom fauna analysis shows moderate conditions at L5b, and good conditions at Kna1a, L4 and L5a.

Littoral surveys were conducted at the newly created stations Kna1L (grid analysis) and Kna1LS (semi quantitative survey) close to Knarvik. All types of algae was well represented in both stations, and compared with historical data from grid analysis in nearby areas, the number of species and the total degree of coverage at the same levels as what has been found at By 15 (placed close to Steinstø, Bergen. Figure 2.1), the station closest to the newly created station Kna1L. The ecological conditions were good at the time of the survey, with no sign of organic load from nutrients (eutrophication) at the station. A semi quantitative survey was also conducted at the newly created station L5BLS (Gangstø). Species richness is good, and the station had a good coverage of animals and plants. The ecological conditions at the station were good at the time of the survey. The dense vegetation of kelp provides substrate and protection for other plants and animals. More examinations over time will create a basis for comparison and the opportunity to comment on any findings further at the station.

The content of heavy metals was low at Kna1a equivalent to Class I and II (Background level and Good) for all metals, with exception of TBT in class IV (Poor). The results from the analysis for sum PAH16 at Kna1a shows in general good conditions with a few compounds in class IV (Poor) and V (Very poor). Sum PCB7 was given class I (Background level). The content of heavy metals varied between the stations in Kvernafjorden and Radfjorden. The highest levels for single metals were found at L4 and L5a, while the levels at L5b in general were low (Class I-II). L4 and L5b had high levels of TBT and were given class IV (Poor). The ferry port and other boat related activity including a marina nearby L4 is a possible cause of the elevated values of TBT in the sediment. The levels of sum PAH16 at L4 were in class III (Moderate), while the levels of sum PCB7 were low at all stations (class I - Background level and class II - Good).

No contamination was detected in the analyzed samples of *A. nodosum*. All metal values were in class I - Insignificant/low contamination. There are no specific condition classes for the environmental toxins PCB, PAH and TBT in kelp, and have therefore not been analyzed in the kelp.

The content of metals in *M. edulis* was in class I-II (Insignificant/low contamination-Moderate contaminated) on a dry weight basis. Values in class II are close to limit values of class I. The station is in class II (Moderate contaminated) with regards to Sum PCB7. The values are low and relatively close to condition class I (Insignificant/low contamination). The station is in class I (Insignificant/low contamination) with regards to sum PAH16.

Measurements of currents at Kvassneset show somewhat stronger currents and fewer registrations of periods with no currents compared to the measurements at Gangstø. The measurements conducted during the summer of 2013 at Kvassneset shows a main current direction towards southwest in both surface and in the scatter depth. Some return flow was registered with the direction northeast in the surface. Bottom currents showed less of main stream directions of the currents, but trends indicate water transport has a western and northern direction at this depth. Strongest currents were measured at Kvassneset (Appendix 15) at the surface during winter measurements with an average speed 8,7 cm/s (significant max speed at 15,1 cm/s). The surface water had mostly a northerly to easterly direction. Compared with summer measurements, the currents in the scatter depth and near the bottom were somewhat stronger during winter measurements. Current measurements at Gangstø show relatively calm current conditions at all depths during both summer and winter period. Relatively many of the measurements registered were measurements with low current flow (less than 1 cm/s) in all depths during both summer and winter. The measurements show tendencies that the water masses generally moves back and forth at the station. No clear main stream directions were measured at the different depths. Summer measurements show that the water in the entire water column slowly moves in an easterly and southeasterly direction. Winter measurements show water transport in a northern direction in the upper layers. The strongest current measured at Gangstø was in the scatter depth during winter measurements with an average speed of 7 cm/s (significant max speed at 12, 6 cm/s). The direction of the scatter currents at Gangstø during winter was mainly southwestern, but in periods with northern direction with a southern return flow. The water masses near the bottom had a more eastern and southeastern direction. This pattern of currents may indicate that the station is located in a backwater.

To better elucidate the condition of the recipient and the effect of any planned releases into Radfjorden, the following were considered in addition to the results in the report:

- Quantify the increase of nutrients and oxygen consumption at 6000 pe emissions and 10000 pe emissions
- Quantify the supply of nutrients and organic matter from existing fish farms in the fjord
- How much nutrients are supplied the fjord from the coastal currents/the surrounding fjords
- Consider other contributions of nutrients and organic matter to the recipient
- Consider the water exchange in Radfjorden, based on existing measurements of currents from the fish farms
- Examine historical hydrography data to consider the regularity of bottom water replacement in the fjord system (referring to section 3.4 - Oxygen)

The following prerequisite was assumed to calculate the increase of nutrients and oxygen consumption at a 6000 pe emission and a 10 000 pe emission in relation to the current situation:

One person equivalent (pe) is calculated to correspond to an organic emission from one person and is used in drainage technique to calculate loads from eg. hospitals, restaurants and industry in an equivalent quantity of the population. The specific load or consumption per person with regards to the water volume and/or amount of pollution per day, measured as BOD, phosphorus or nitrogen. In calculations, the purification effect is assumed to be 15 % for phosphorus and nitrogen which is equivalent to the purification effect at mechanical sewerage. BOD5 has been calculated to be 19,37 kg at purification degree 1 (mechanical sewerage) (SSB 2012). See Table 4.1 for background data and calculations.

The following formulas and factors are considered in the calculations of the nutrient supply (SSB 2012):

Formula used in the calculation of phosphorus:
$$((\text{persons associated} * 1,6 * 365) / 1000) * ((100 - \text{degree of purification}) / 100)$$

Formula used in the calculation of nitrogen:
$$((\text{persons associated} * 12 * 365) / 1000) * ((100 - \text{degree of purification}) / 100)$$

Where factors for normal emission per associated person per day used in calculations are 1,6 gram phosphorus and 12 gram nitrogen.

According to Forurensingsforskriften § 11-3, d: *"Person equivalent, pe: The amount of organic substance that can biodegrade with a biochemical oxygen consumption measured over 5 days, BOD5, at 60 g of oxygen per day."*

According to the current situation, emissions from 6000 pe will entail an increase of 8,1 kg phosphorus (P) per day. Emissions from 10 000 pe leads to a further increase, from 8,1 kg (6000 pe) to 13,6 kg (10 000) P per day. In relation to the current situation, this will represent an increase of 2,97 tons (6000 pe) and 4,96 tons (10 000 pe) of P per year. The difference between 6000 pe and 10 000 pe is an increase of 5,54 kg P per day and 1,99 tons P per year.

According to the current situation, emissions from 6000 pe will entail an increase of 61 kg nitrogen (N) per day. Emissions from 10 000 pe leads to a further increase from 61 kg (6000 pe) to 102 kg

(10 000 pe) nitrogen per day. In relation to the current situation, this will represent an increase of 22,3 tons (6000 pe) and 37.2 tons (10 000 pe) of nitrogen per year. The difference between 6000 pe and 10 000 pe is an increase of 41 kg N per day and 14,9 tons N per year.

According to the current situation, emissions from 6000 pe will entail an increase of 317 kg biochemical oxygen consumption ('biokjemisk oksygenforbruk' or BOF). Emissions from 10 000 pe leads to a further increase from 317 kg BOF (6000 pe) to 528 kg BOF (10 000 pe). This will represent an increase of 116 tons BOF (6000 pe) and 193 tons BOF (10 000 pe). The difference between emissions from 6000 pe and 10 000 pe is an increase of 22 kg BOF per day and 77 tons BOF per year.

The following assumptions are the basis for calculating the supply of nutrients from existing fishfarms in the fjord: 10,3 kg nitrogen and 1,7 kg phosphorus per ton fish produced (Havforskningsrapporten 2010).

Localities allowed for production of salmon and trout with the maximum allowed biomass (MAB) at any time in Radfjorden are marked in Figure 4.1.



Figure 4.1 Fish farms localities (red circles) and the predominant direction of flow (blue arrows) in the surface (5-10 m). Map source: Directorate of Fisheries (www.fiskeridir.no)

Data from Directorate of Fisheries regarding max allowed biomass (MTB):

Locality nr 11687 Ramsvik: 2500 tons (MTB)

Locality nr 11690 Grasholmen: 3120 tons (MTB)

Locality nr 11649 Stolane : 3120 tons (MTB)

In addition, the fish farm Bognøy lies in the northwestern inlet/outlet of Radfjorden:

Locality 13209 Bognøy: 1560 tons (MTB)

The total emission in Radfjorden from aquaculture is based on a yearly average from real numbers of production in 2012 and 2013. Calculations are given in Table 4.1

Table 4.1: Nutrients supplied from planned municipal discharges, 6 000 pe and 10 000 pe respectively, and the oxygen consumption. Nutrients supplied from existing aquaculture farms.

Source	Nitrogen per year in tons	Phosphorus per year in tons	BOF per year in tons
Municipal emission, 6000 pe	22.33	2.97	116
Municipal emission, 10000 pe	37.23	4.96	194
Increase in emission equivalent to	11.9	1.99	78
Aquaculture, 3 fishfarms in Radfjorden	47.3	7.8	
Aquaculture, 1 fishfarm outside Radfjorden	7.4	1.2	

Organic particulate emissions from aquaculture in Radfjorden are mainly from excrement and spilled feed. If organic residue sediments in the deepest areas of the fjord, the oxygen consumption from degrading the organic matter will increase. This can lead to lower oxygen levels at the bottom. No calculations of biochemical oxygen consumption for aquaculture are included because of missing data. This is particularly relevant when the water exchange and flow of water is low at the bottom, in addition to the thresholds in the fjord basin. There is a sill at 28 m depth in the narrow chute southeast in Radfjorden. This area is only 230 m wide at its narrowest. There is also a sill at 24 m depth in the northwestern part of Radfjorden. This strait is only 160 m wide. This means that both inlet and outlet of Radfjorden has limited water exchange in and out of the bay. The deepest area in Radfjorden is at 209 m and the fjord is almost 1 km wide in this area. The waters in the deeper areas are susceptible to an overload of emissions and organic buildup. The area in the northwestern part of Radfjorden is registered as spawning grounds for cod.

The area does not receive much runoff from land to the fjord, and the natural supply of nutrients and organic matter will come mainly from the coastal currents and the surrounding fjords. There is a northwestern main direction of flow in the surface layers (see Figure 4.1) and this flow is influenced by tide (Tveranger et al., 2001, Haveland et al., 2012, Kvalø et al., 2014). A surface layer with somewhat less saline water enters the fjord from Osterfjorden through Hagelsundet and passes through the fjord (DN utredning 1:2013). There are relatively calm conditions in the deepest area which also is indicated by the large amount of fine fraction material (silt + clay) and high content of organic material found. Different stations in Osterfjorden (L2a), Sørfjorden (St. 2) and near Knarvik (Kna 1 and L301), see Figure 4.2, have been included to assess the supply of nutrients to Kvernafjorden and Radfjorden (Kvalø et al., 2013; 2014). More data are given in Appendix 6. The nutrient content of the surface layer (0-10 m) was low at all stations investigated, and within class I – Very good and class II – Good. The nutrient content of the surface layer in Kvernafjorden and Radfjorden were generally low in 2014 and corresponding to the levels in Osterfjorden and

Sørfjorden (Figure 3.1-3.3). There are indication of nutrients buildup in the depths of Radfjorden/Kvernafjorden compared to Osterfjorden and Sørfjorden (Appendix 6).

An increase in emission from 6 000 pe to 10 000 pe will not lead to a significantly increase of nutrients in Radfjorden/Kvernafjorden as an entirety (10,5 km²) in relation to the present situation. The increase is calculated to be approximately a 0,24 to 0,39 % increase in phosphorus and 0,11 to 0,18 % nitrogen at 6 000 and 10 000 pe respectively. If the emission is limited to a more local area in Radfjorden (4 km²), the estimated increase in nutrients in relation to the present situation will be 0,6 % phosphorus and 0,28 % nitrogen with an emission from 6 000 pe. An increase from 6 000 to 10 000 pe is calculated to give an additional increase of 0,4 % phosphorus and 1,19 % nitrogen. Any effects of added nutrients will mainly be situated around the discharge point, where the local plankton production could be stimulated. The Institute of Marine Research (IMR) have previously calculated the emission of nutrients from fish farms in Hardangerfjorden and considered the increase in phytoplankton production in open water to be small (Havforskningsrapporten 2010). The results from the measurements in Hardangerfjorden showed the same level of nutrients as in the surrounding seas and no sign of over-fertilization was evident. The reason why the emission has such a small effect was the supply of large amounts of nutrients from the coast and the surrounding seas (Havforskningsrapporten 2010). The situation in Radfjorden is similar to Hardangerfjorden, were the supply of nutrients from surrounding seas (in this case Osterfjorden) will define the amount of nutrients in Radfjorden/Kvernafjorden.

The area used for the calculation of nutrients in Radfjorden/Kvernafjorden is the upper 10 m of the water column of 10,5 km² and 4 km² respectively. The current concentration of nutrients in the fjord is based on the average of the upper 10 m of the water column from measurements done in 2013.



Figure 4.2 Stations included to assess the supply of nutrients from Osterfjorden. Map source: Department of Fisheries (www.fiskeridir.no).

Radfjorden is a relatively confined fjord with a limited resilience to eutrophication, and any additional nutrients should be very restricted. In addition, the conditions in terms of currents and flow are unfavorable in the deep part of the fjord. Data from the survey in 2013 shows an increase in both LOI (Figure 3.5) and the number of species/specimen at station L5a in the deep part of Radfjorden since 2004. This may be related to the supply of organic matter from the nearby fish farm. It will be appropriate to follow this negative trend over time. Increased supply of organic matter from municipal discharges in the same area could affect this trend additionally. An increase in nutrients from a municipal discharge is not considered to give increased eutrophication in the fjord. Osterfjorden and Kvassneset are considered to be significantly more suitable as recipients. Osterfjorden is a larger and more open fjord with stronger currents that are likely to contribute to dilute the sewage emissions.

5. THANKS

Thanks to the skipper Leon Pedersen on M/S *Solvik* and Bjarte Espevik on *Scallop* – Kvitsøy Sjøtjenester for all their help and enjoyable cruises during sampling. We also thank Lindås and Meland Fire Department for borrowing the boat «Melibra» and also assistance during sampling in the area around Knarvik. Samples were sorted by Ragna Tveiten, Nargis Islam, Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Ingrida Petrauskaitė, Natalia Korableva, Ina Birkeland, Linda Pedersen, Torben Lode, and Øydis Alme. Animals were identified by Tom Alvestad, Frøydis Lygre and Per-Otto Johansen. Torben Lode, Gidske L. Andersen and Godtfred Anker-Hansen also contributed in writing the report. We would also like to thank Anne Cornell from the Vann- og Avløpsetaten, Bergen Municipality, and Erling Heggøy from Driftsassistansen i Hordaland - Vann og Avløp IKS (DIHVA) for good cooperation with finalizing of the report.

6. LITERATURE

- 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. APPENDIX

7. Appendix	54
Appendix 1: Generell vedleggsdel	54
Appendix 2: Analysebevis miljøkjemi i sediment	64
Appendix 3: Analysebevis miljøkjemi <i>biota</i>	67
Appendix 4: Analysebevis geologiske analyser	70
Appendix 5: CTD-målinger	85
Appendix 6: Næringssalter	90
Appendix 7: Artsliste bunndyr	94
Appendix 8: Geometriske klasser	101
Appendix 9: Topp ti artsliste	102
Appendix 10: Cluster-analyse	104
Appendix 11: Artsliste semikvantitativ littoral	105
Appendix 12: Arter og utbredelse	107
Appendix 13: Stasjonsskisse	108
Appendix 14: Artsliste ruteanalyse	109
Appendix 15: Strømmålinger	111

APPENDIX 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.

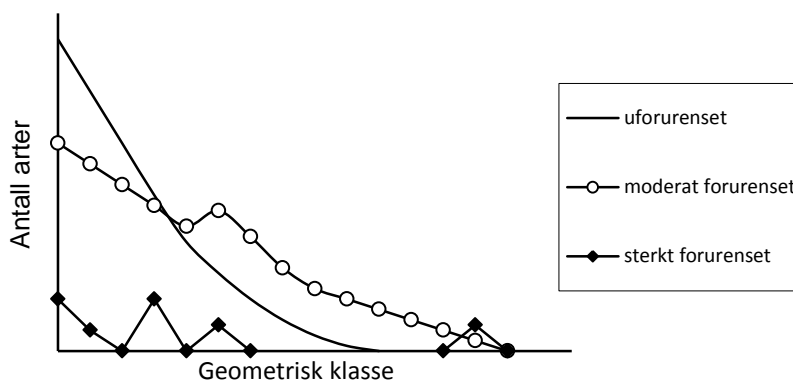
Geometriske klasser

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 topper og nullverdier (Figur v1)

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

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



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

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (SFT97:03 - Molvær et al. 1997 og Direktoratetsgruppe 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 Σ = 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, $H'_{\max} (= \log_2 \Sigma)$, 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 NQI1 (Norwegian Quality status, Indeks version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold (med bruk av diversitetsindeks SN) og ømfintlighet (med bruk av sensitivitetsindeks AMBI).

NQI1

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

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

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

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 prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata fjerderotstransformert før de multivariate beregningene blir utført. Data kan også standardiseres for å redusere effekten av ulik prøveareal dersom det er benyttet ulik størrelse på grabbene. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

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

Hvor: 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,

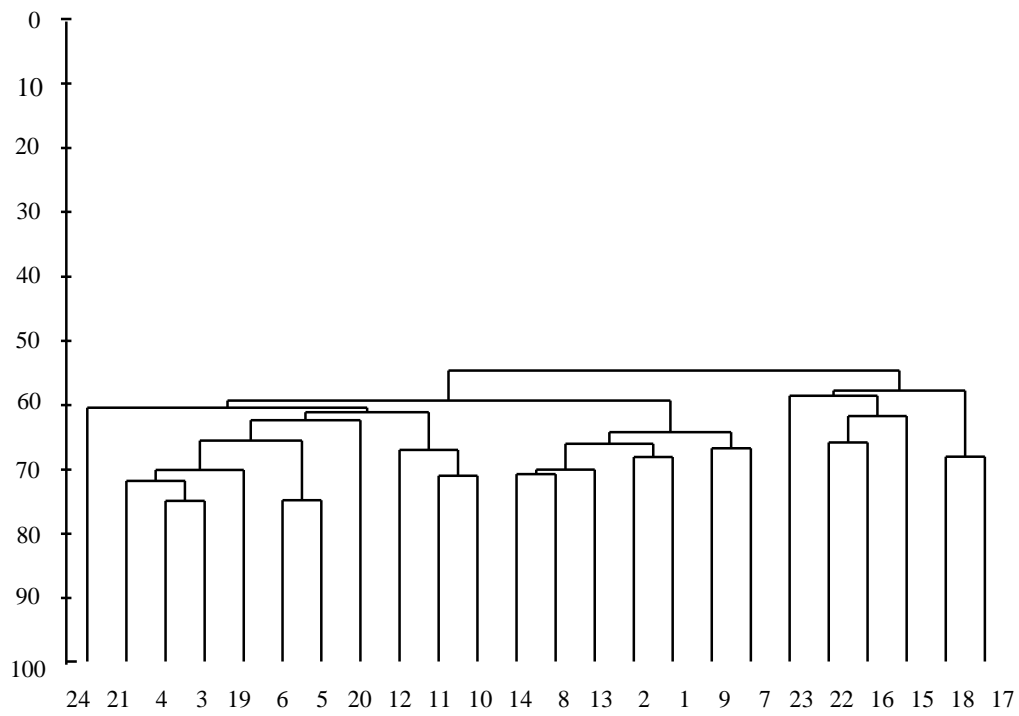
> 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

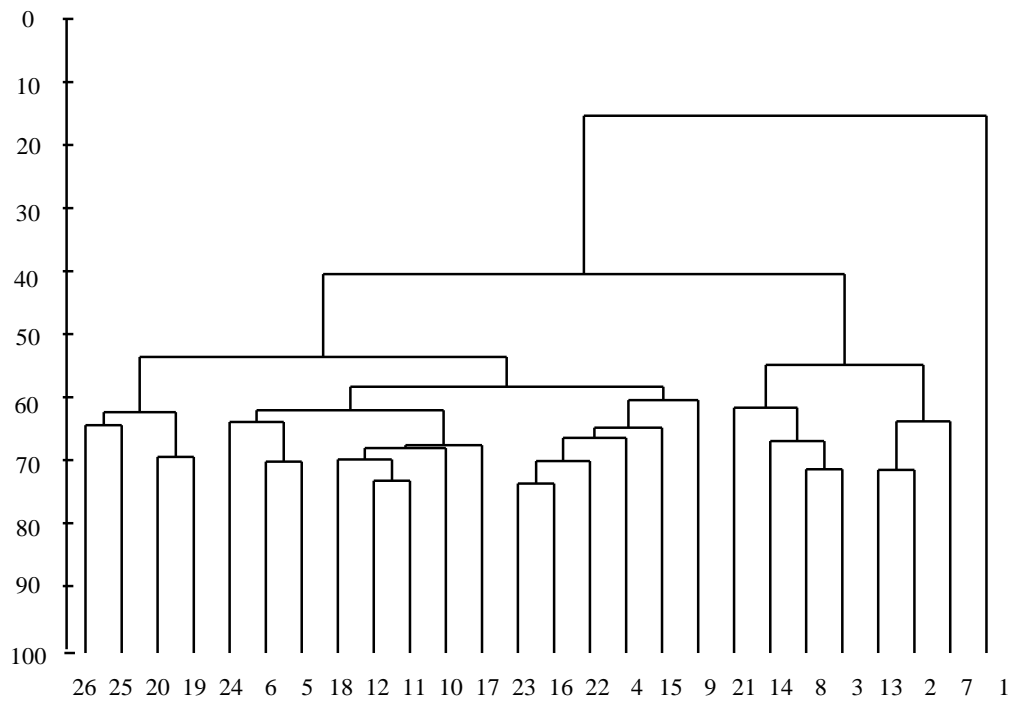
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

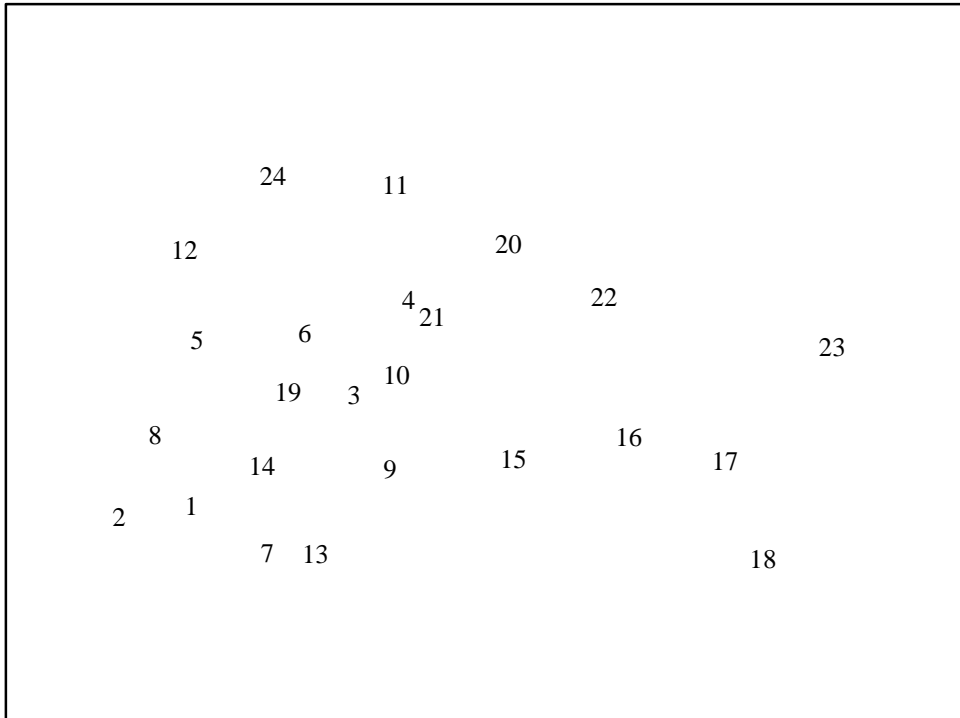


FAUNAFORSKJELL

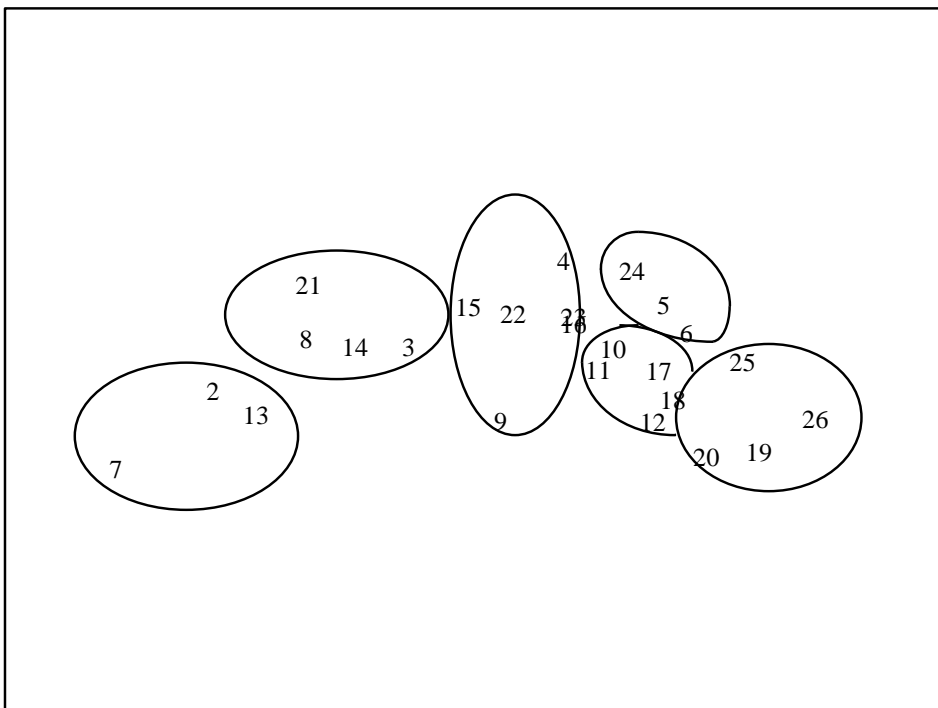


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

APPENDIX 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

APPENDIX 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

APPENDIX 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 produktgodkjennelse. 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 produktgodkjenning. 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		Sand	5,04		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		Sand	0,48		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		Sand	2,57		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 produktgodkjennelse. 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		Sand	5,13	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		Sand	5,87	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		Sand	5,93	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

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.

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.

APPENDIX 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)													
	<u>22-23</u>	<u>4</u>	<u>11</u>	<u>19</u>	<u>2</u>	<u>16</u>	<u>31</u>	<u>5</u>	<u>14</u>	<u>20</u>	<u>1</u>	<u>29</u>	<u>10</u>	<u>15</u>	<u>22-23</u>	<u>4</u>	<u>11</u>	<u>19</u>	<u>2</u>	<u>16</u>	<u>31</u>	<u>5</u>	<u>14</u>	<u>20</u>	<u>1</u>	<u>29</u>	<u>10</u>	<u>15</u>
	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 (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	22,2	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	

APPENDIX 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		

APPENDIX 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	
		23.04.2013	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>Scolecopsis 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>Aphelochaeta 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				+	+

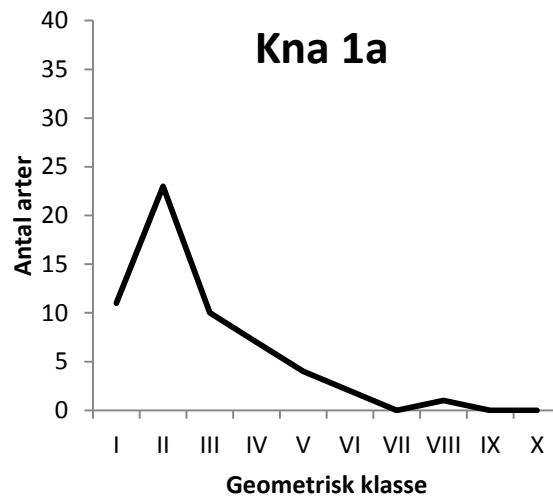
Uni Research SAM-Marin

s 5/6	Stasjon Dato Hugg Arter	L5a	L5a	L5a	L5a	L5a	L5b	L5b	L5b	L5b	L5b
		23.04.2013 1	23.04.2013 2	23.04.2013 3	23.04.2013 4	23.04.2013 5	23/24.04.2013 1	23/24.04.2013 2	23/24.04.2013 3	23/24.04.2013 4	23/24.04.2013 5
*	HYDROZOA										
*	Hydrozoa indet.	+		+	+	+					
*	ANTHOZOA										
	<i>Stylatula elegans</i>	1					1				
	<i>Cerianthus lloydii</i>				0/1						
	<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>Scolecopsis 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>Cirriformia 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		

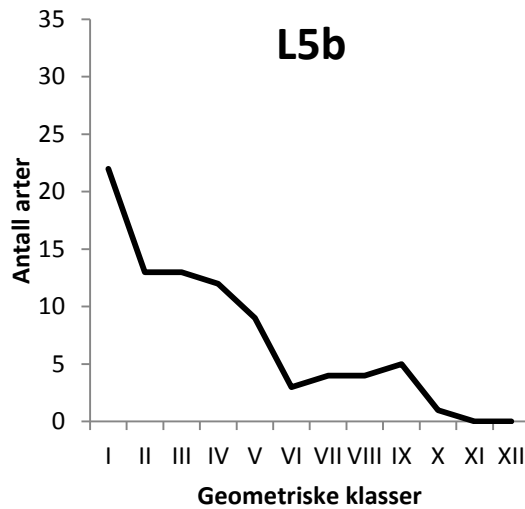
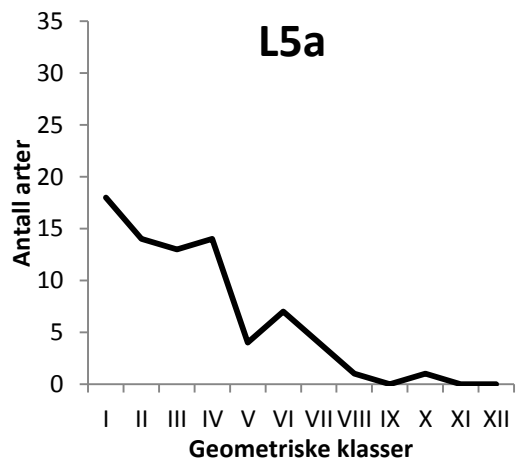
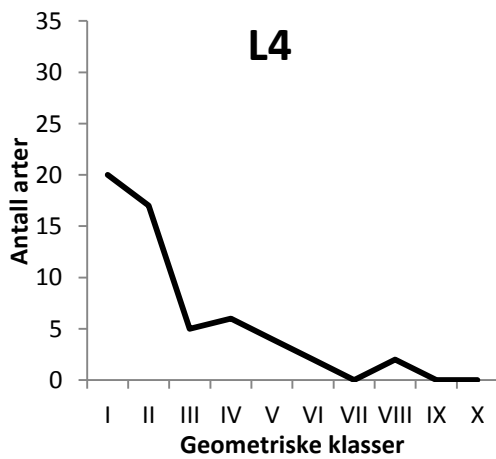
Uni Research SAM-Marin

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>Onchnesoma 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>	+				+					

APPENDIX 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.

APPENDIX 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

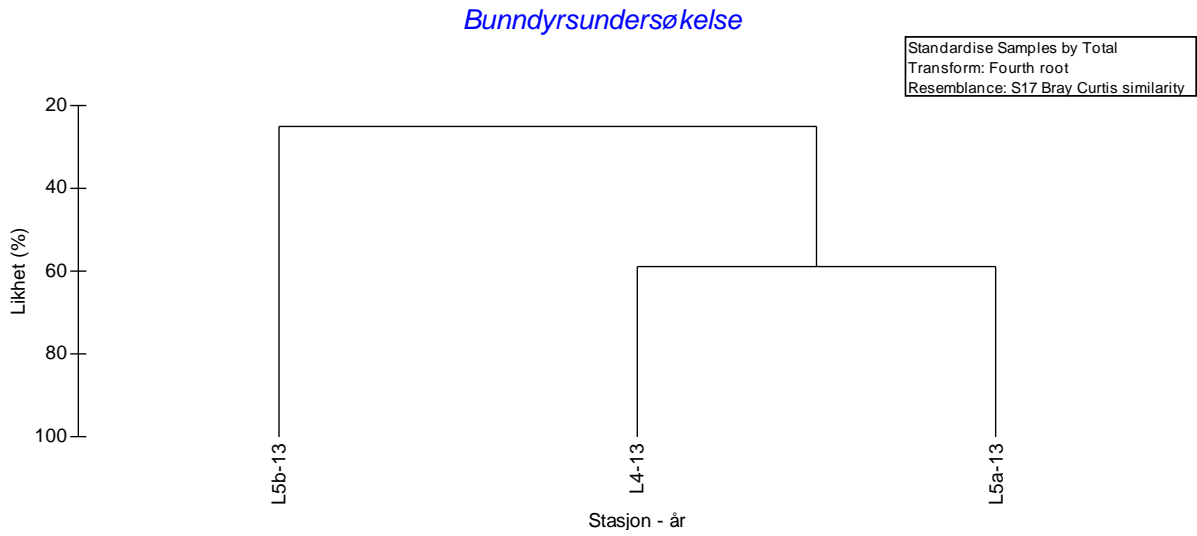
Område 9

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

APPENDIX 10: CLUSTER-ANALYSE



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

APPENDIX 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.

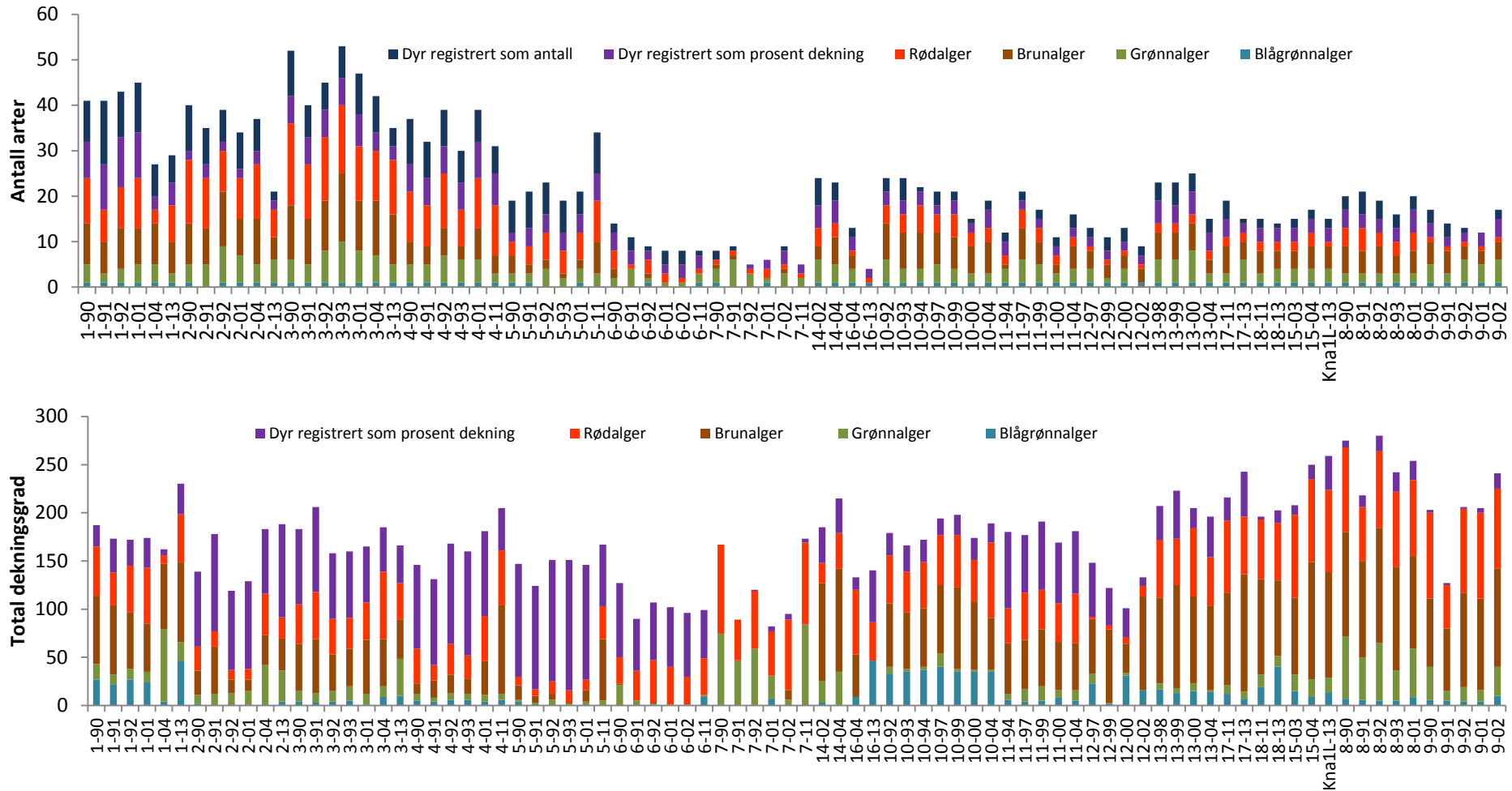
Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

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

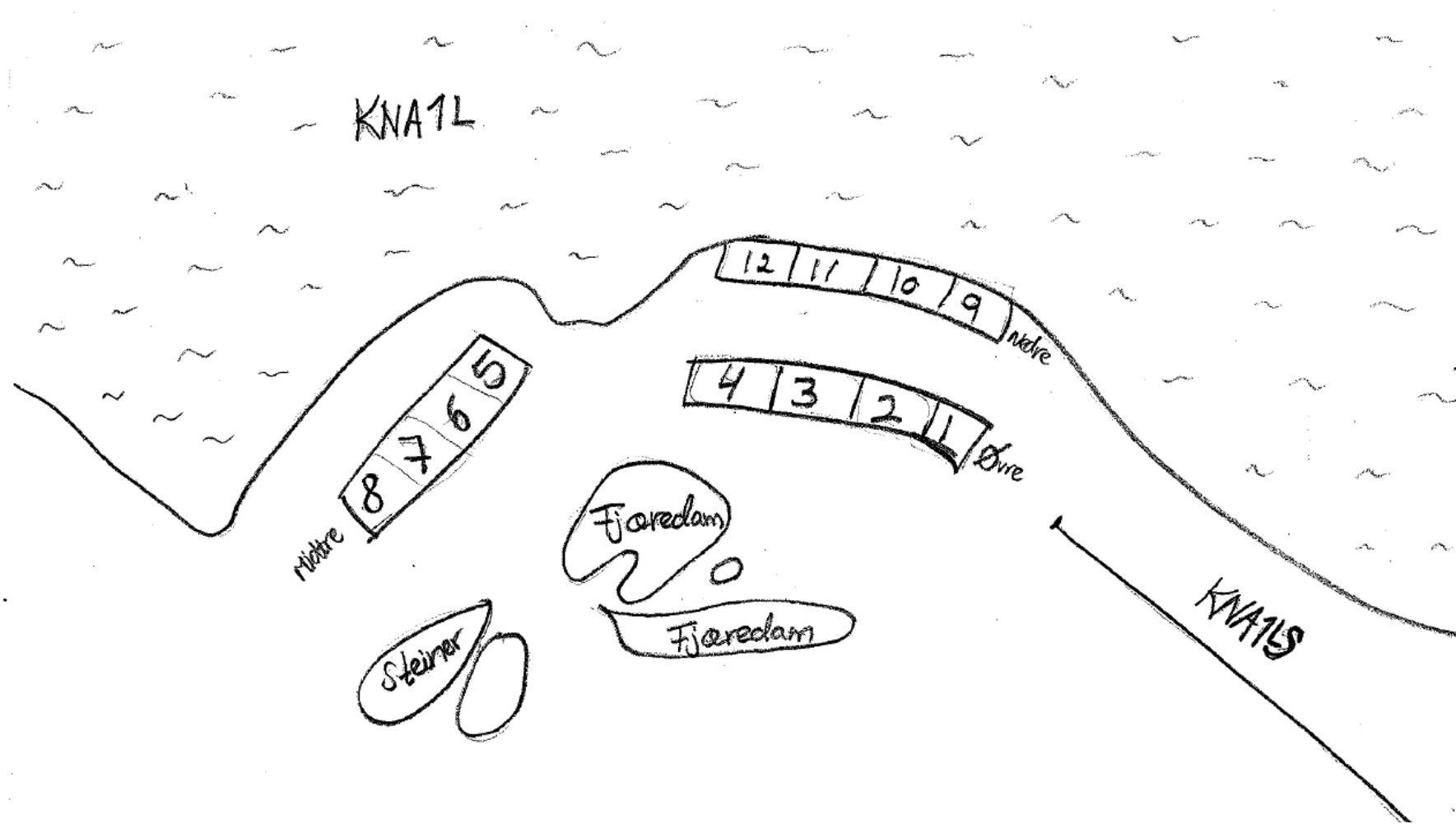
S. 1/1 Arter	Stasjon Dato	KNA1LS 24.06.2013	LSBLS 25.05.2013
<i>Calothrix sp.</i>		3	2
<i>Verrucaria sp.</i>		3	3
<i>Fucus vesiculosus</i>		4	3
<i>Ascophyllum nodosum</i>		5	5
<i>Ceramium sp.</i>			1
<i>Cladophora rupestris</i>		2	4
<i>Cladophora sp.</i>		1	1
<i>Hildenbrandia sp.</i>		4	3
<i>Fucus serratus</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

APPENDIX 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.

APPENDIX 13: STASJONSSKISSE



APPENDIX 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 godkjenning fra SAM.

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

Uni Research SAM-Marin

s. 1/1	Stasjon / dato:	Kna1L 24.06.2013											
	Nivå:	Øvre				Midtre				Nedre			
	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

APPENDIX 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.

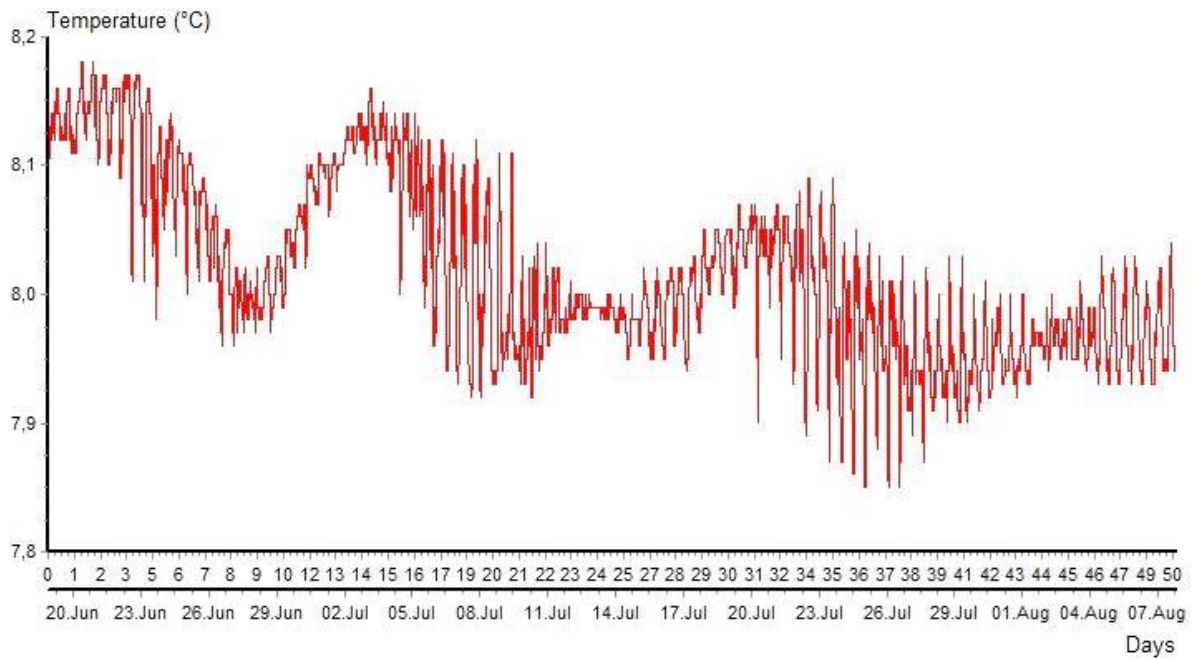
Figurer som viser strømhastigheter, retninger og vanntransport er presentert i resultatdelen.

Stasjonsopplysninger

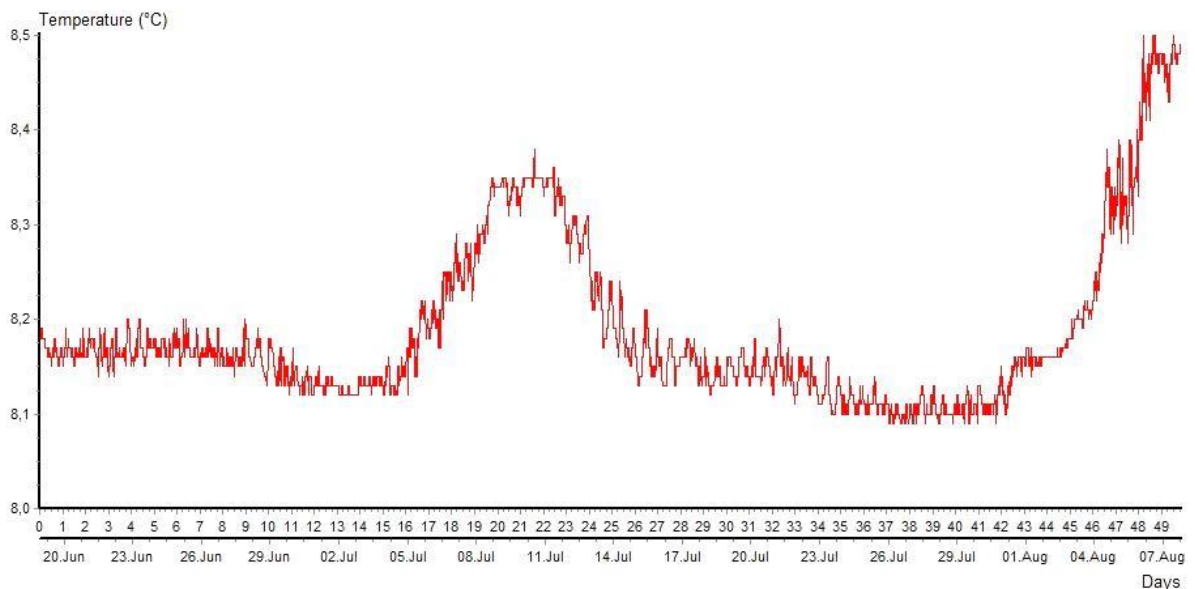
Strømmålinger på stasjonene Gangstø og Kvassneset. Målingene ble utført sommer 2013 og vinter 2013/2014.

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

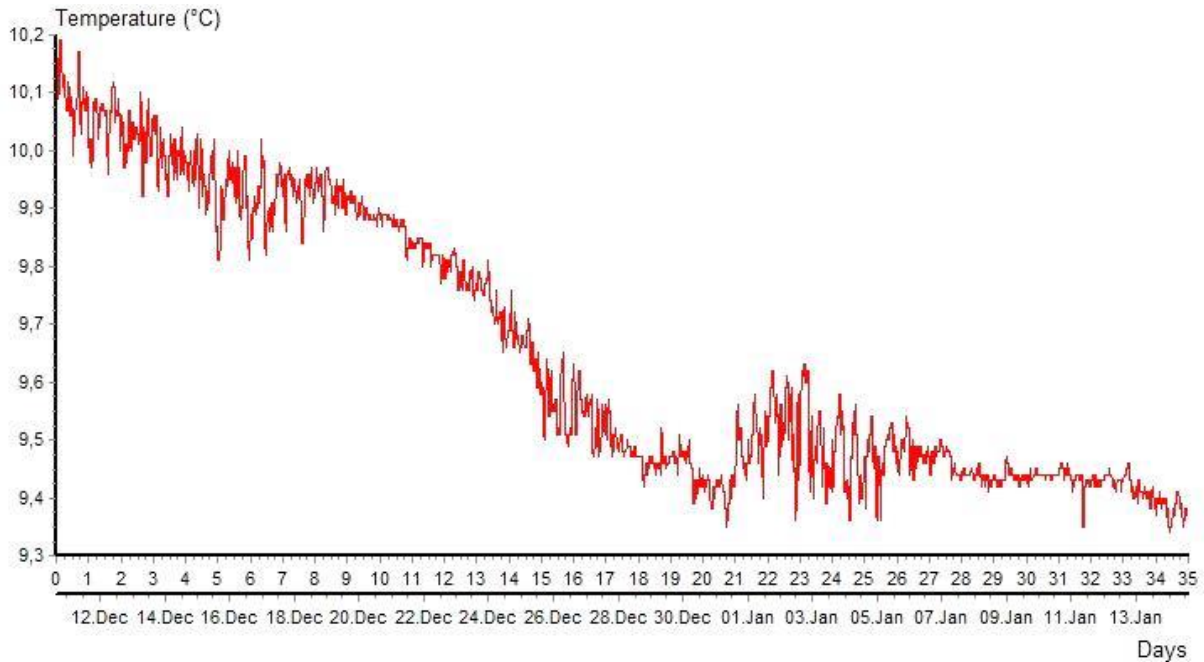
Temperaturer og vannstand



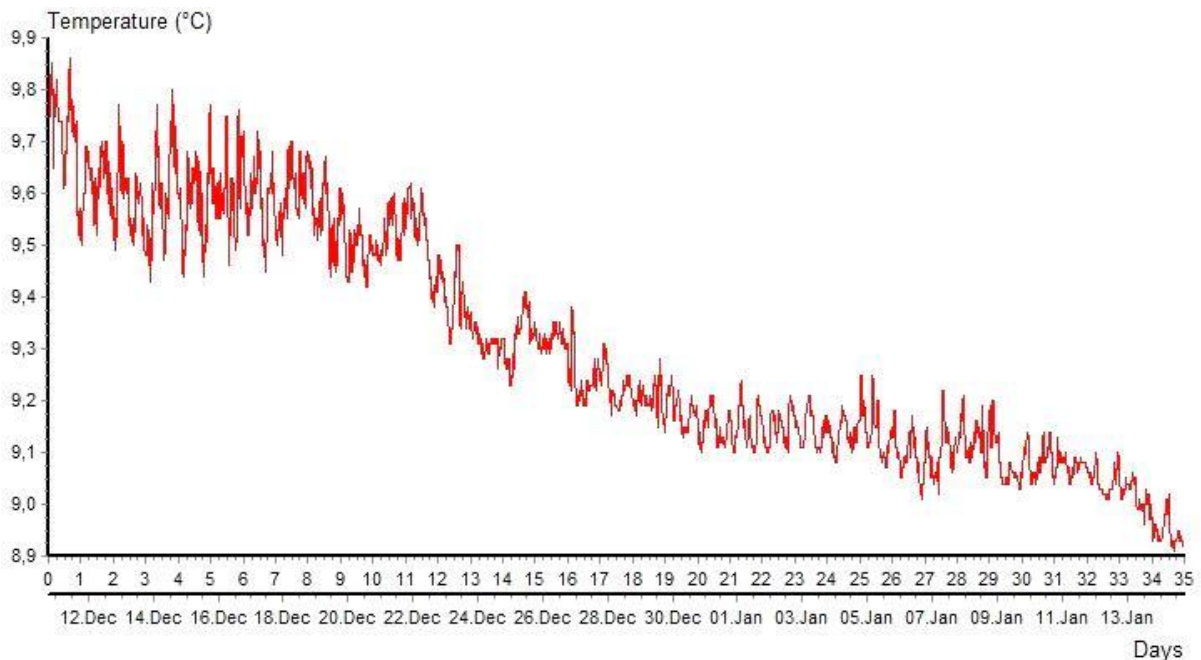
Gangstø – Sommer. Temperatur i bunnvann (ca. 57 meters dyp) på stasjon Gangstø i Lindås. Målinger utført i sommerperioden 18.juni - 7.august 2013.



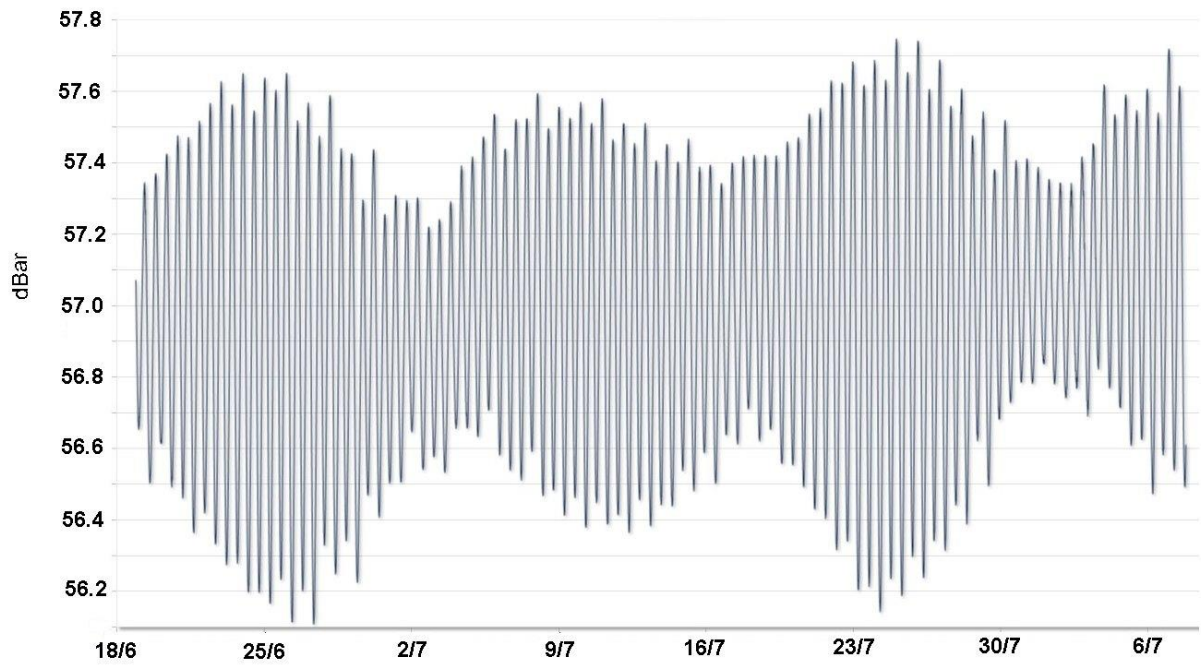
Kvassneset – Sommer. Temperatur i bunnvann (ca. 55 meters dyp) på stasjon Kvassneset i Lindås. Målinger utført i sommerperioden 18.juni - 7.august 2013.



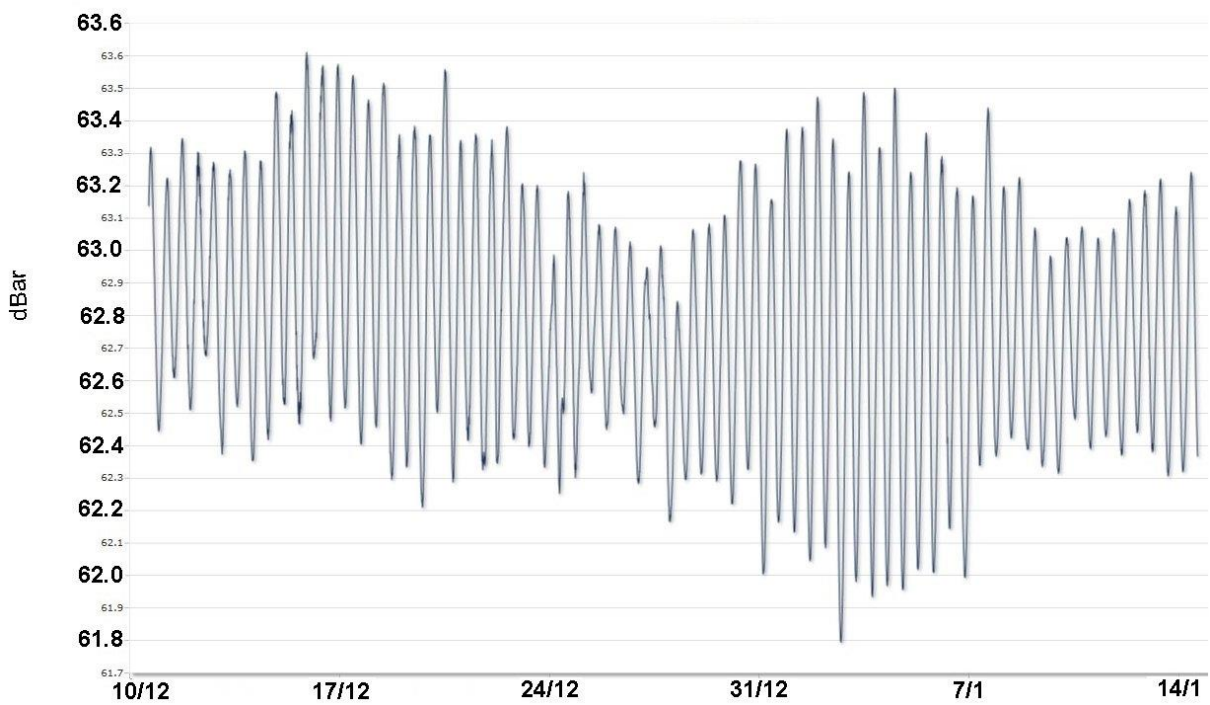
Gangstø – Vinter. Temperatur i bunnvann (ca. 62 meters dyp) på stasjon Gangstø i Lindås. Målinger utført i vinterperioden 10.desember 2013 – 14.januar 2014.



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 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).

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

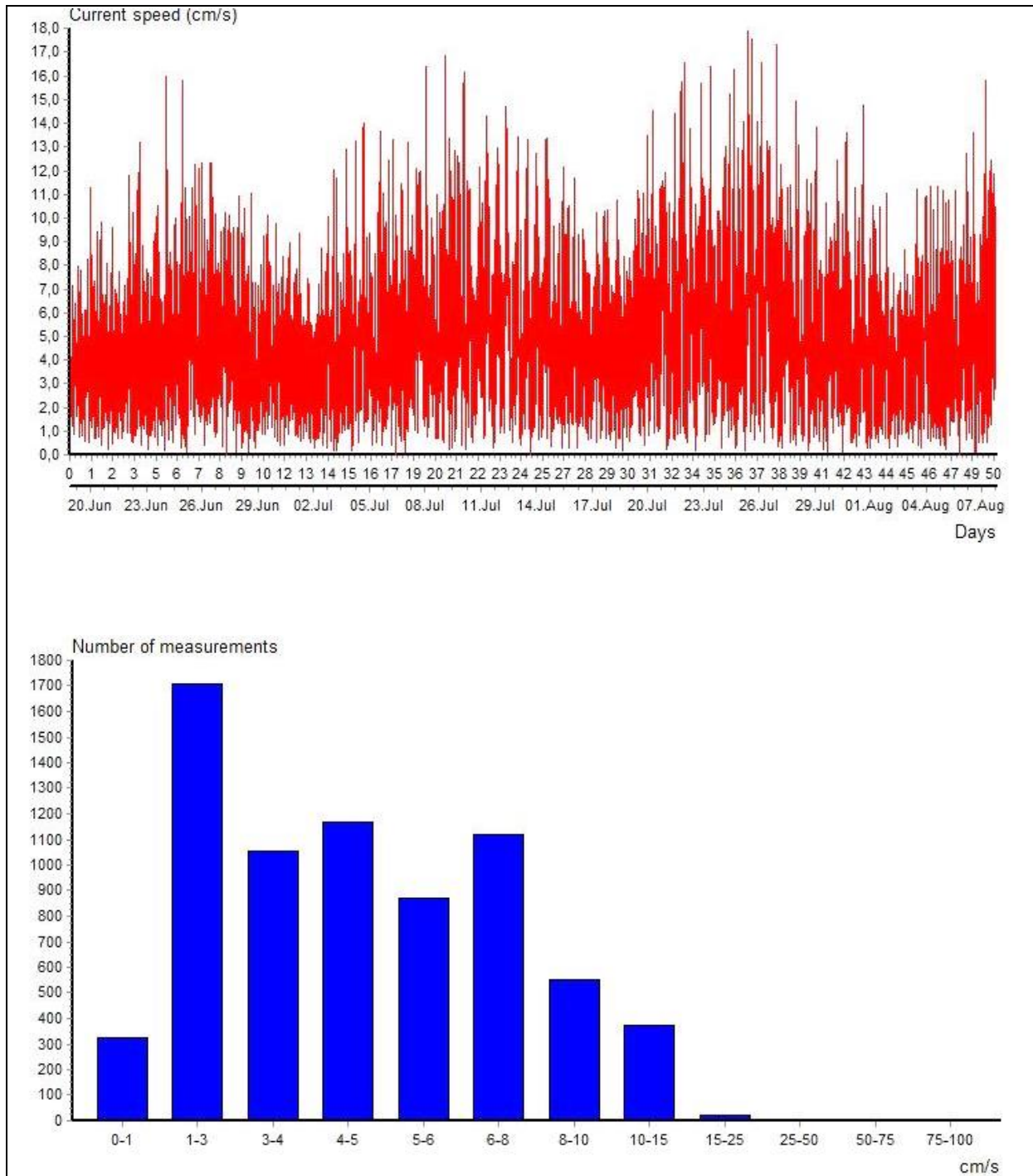
Strømmålingene ved stasjon Kvassneset viser noe sterkere strøm og færre registreringer med strømstille perioder sammenlignet med stasjon Gangstø.

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.

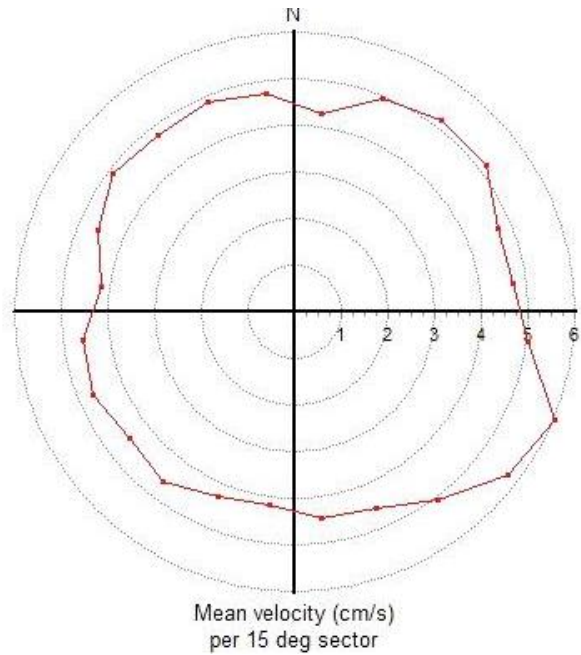
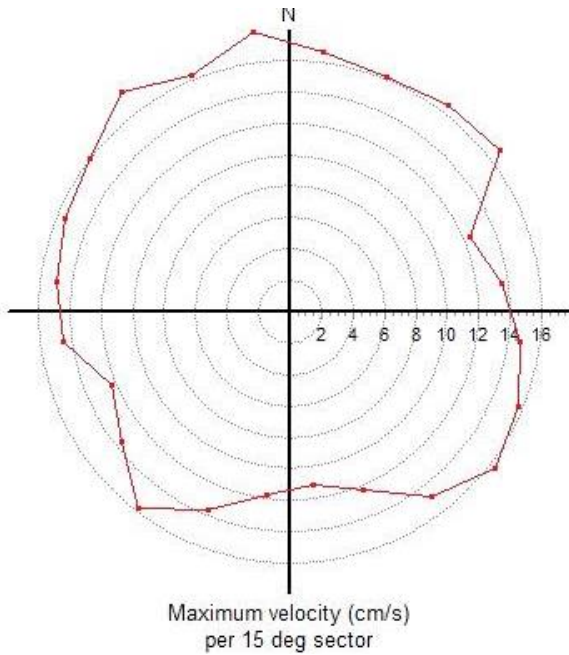
Sterkest strøm ved Kvassneset ble registrert i overflaten i vintermålingene med gjennomsnittlig hastighet på 8,7 cm/s (signifikant maks hastighet på 15,1 cm/s). Strømretningen til overflatevannet hadde for det meste en nordlig retning. Det ble også registrert noe sterkere strøm i spredningsdyp og nær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

Resultater

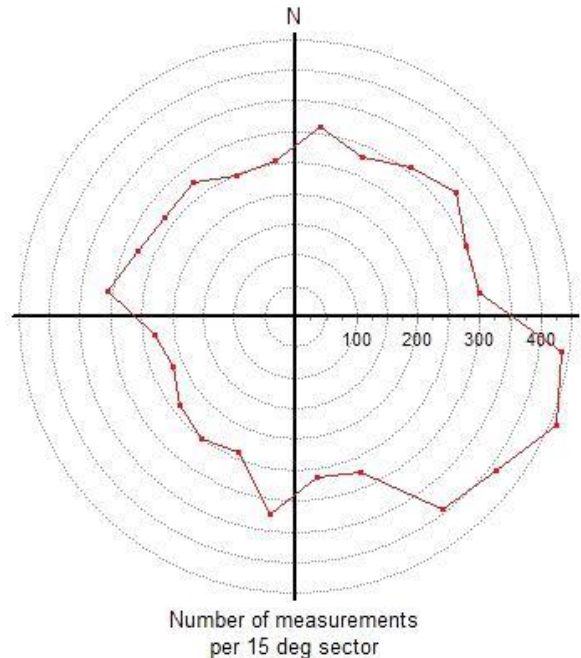
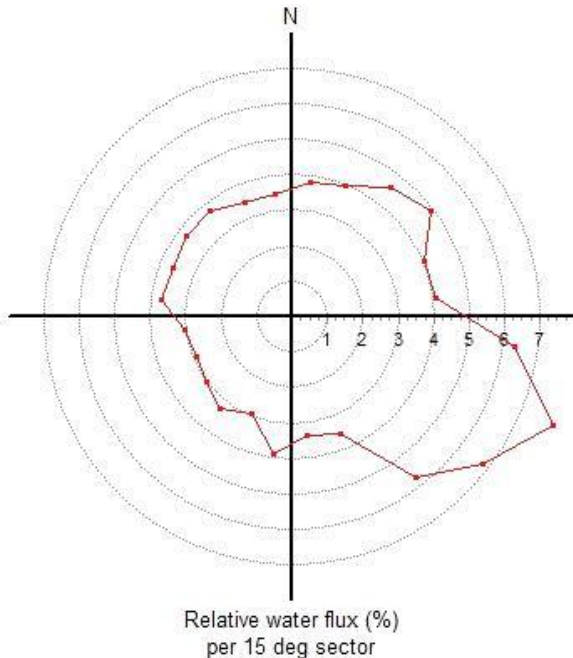
STASJON GANGSTØ - SOMMER. Overflatestrøm målt på 10 meters dyp.



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

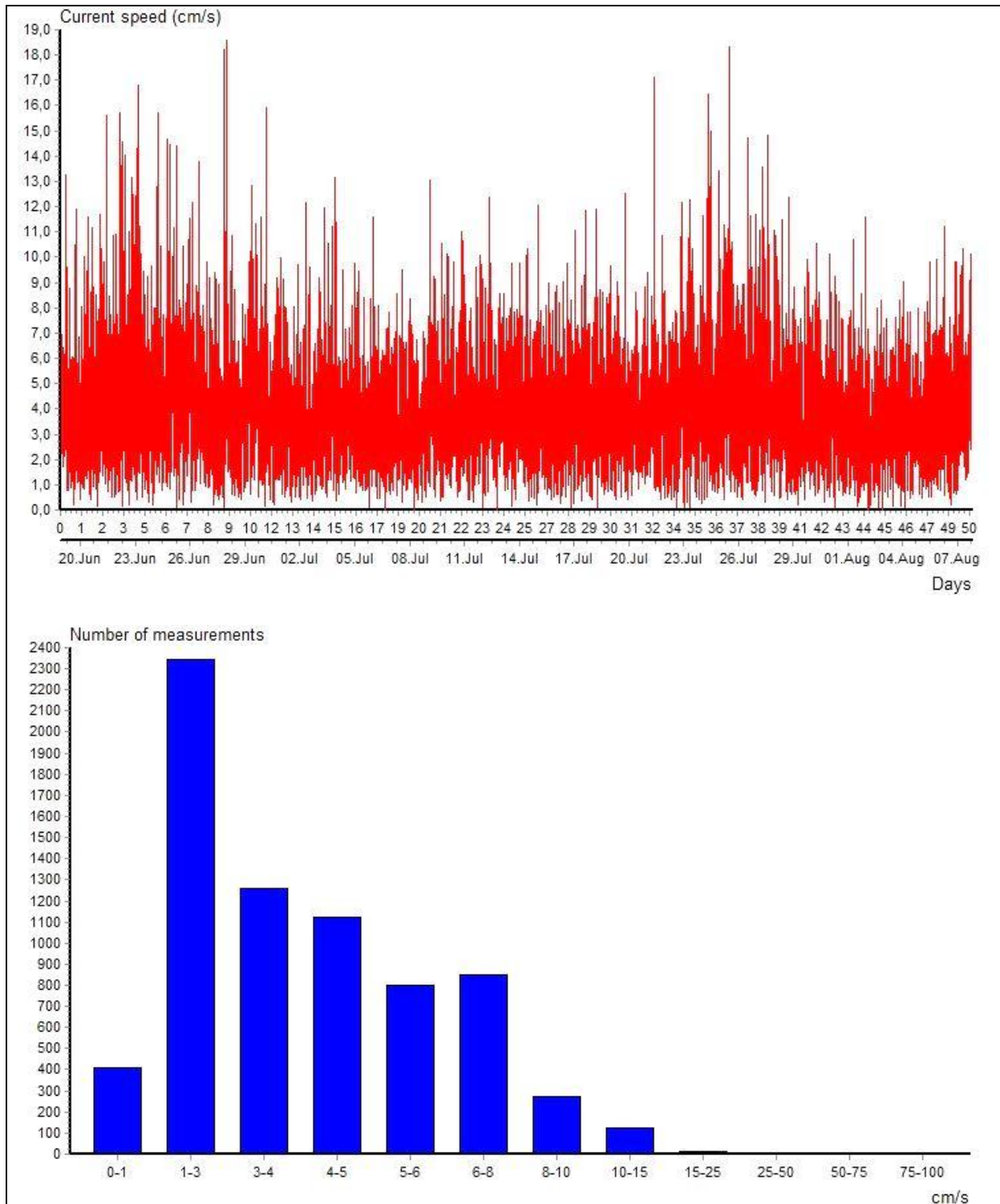


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i overflaten (10 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

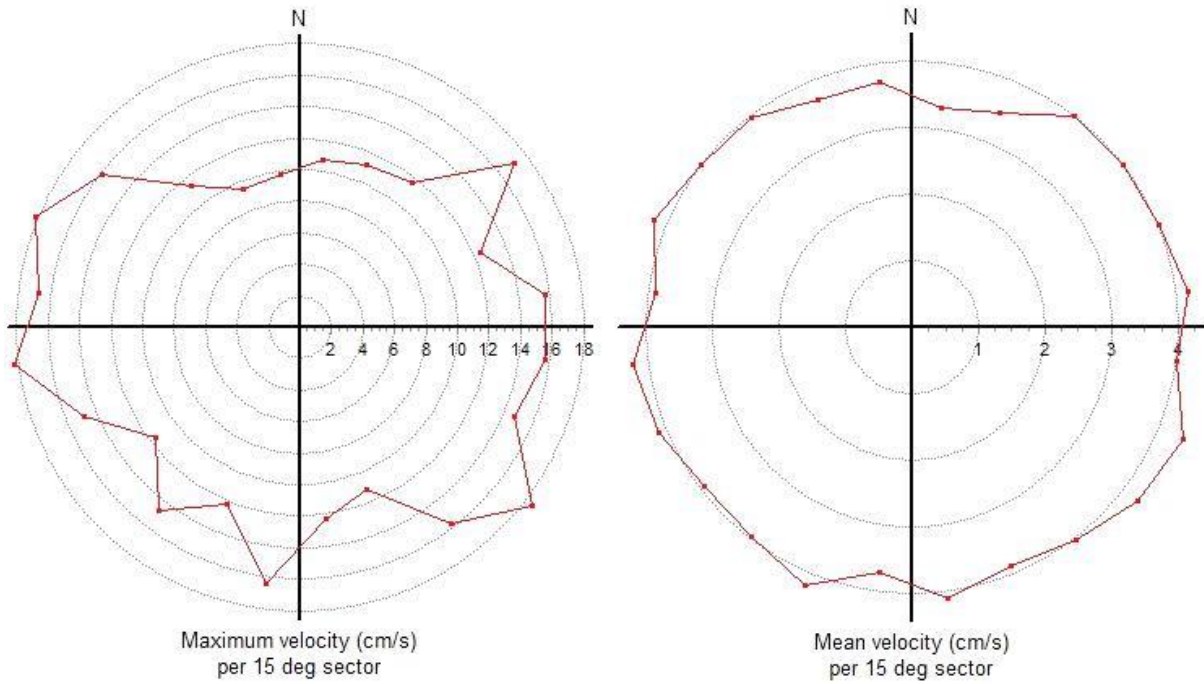


Vantransport i overflaten (10 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

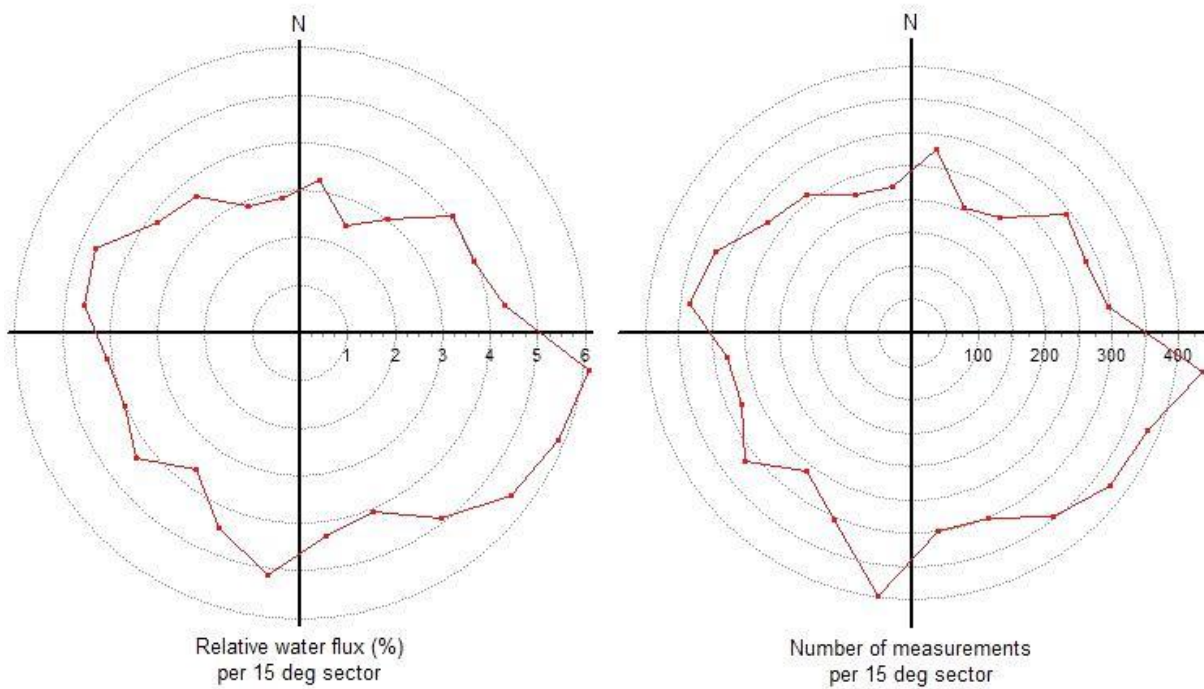
STASJON GANGSTØ - SOMMER. Spredningsstrøm målt på 31 meters dyp.



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

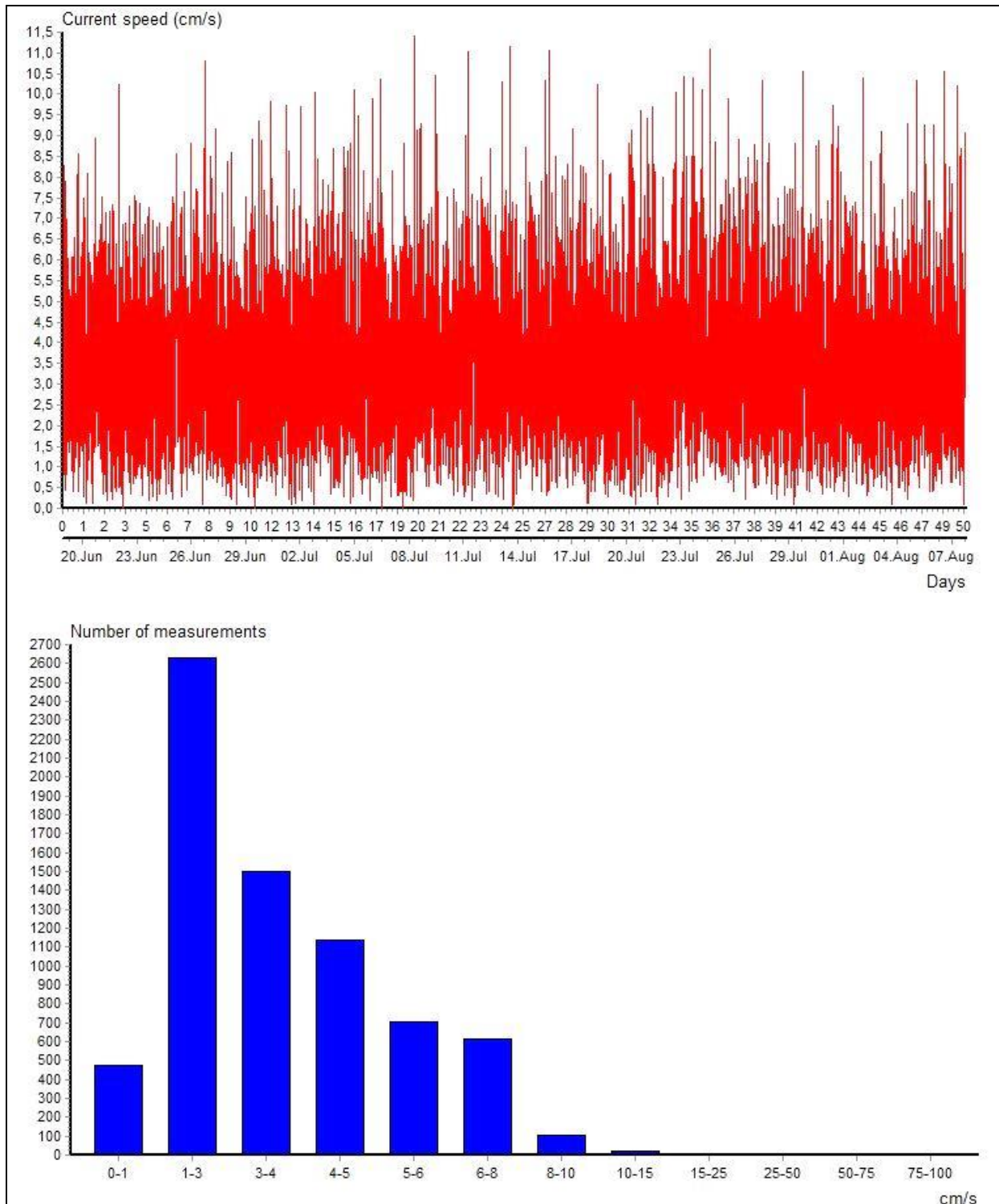


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

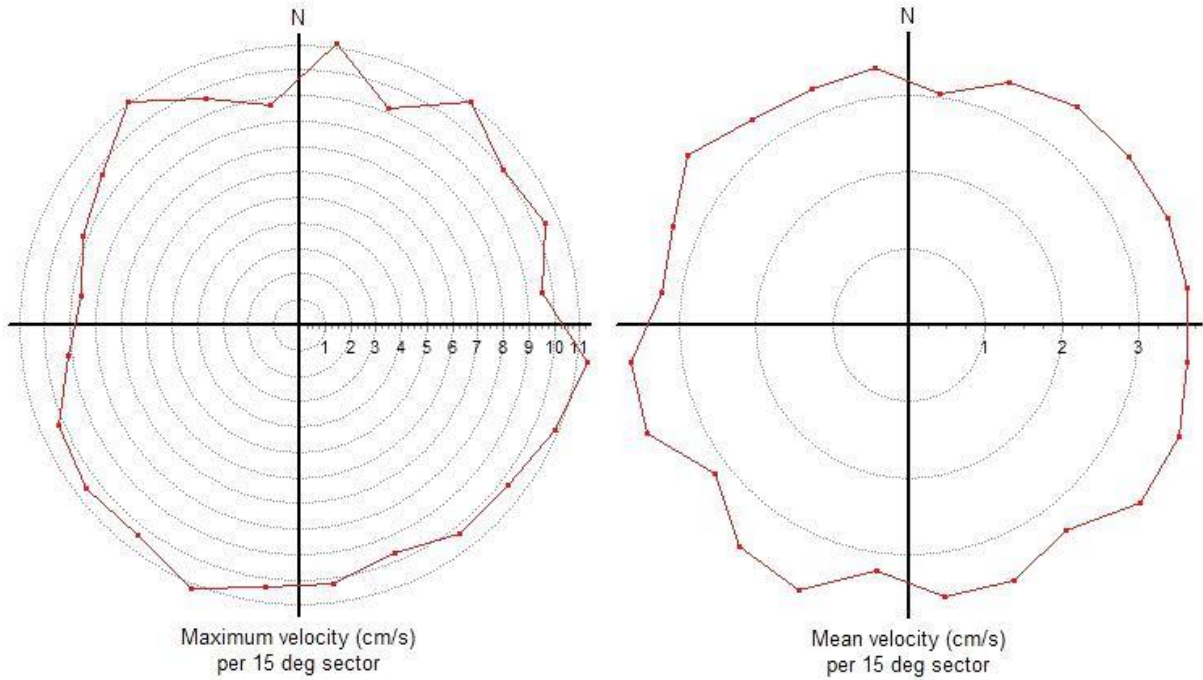


Vantransport i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

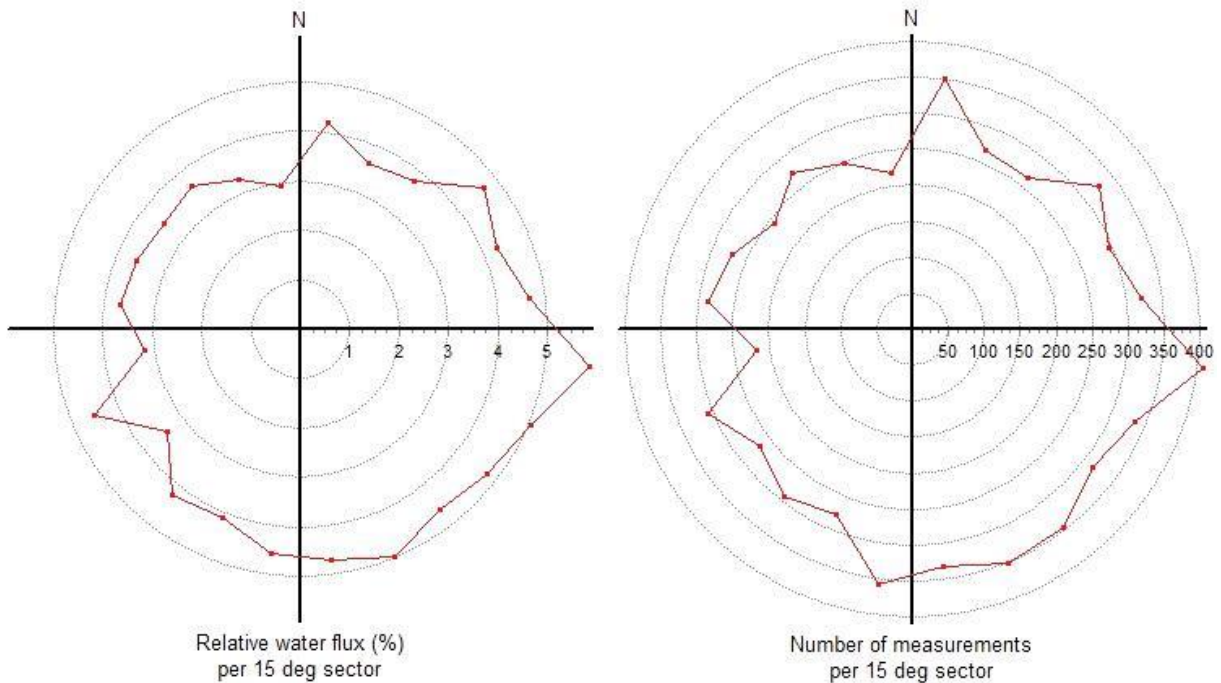
STASJON GANGSTØ - SOMMER. Bunnstrøm målt på 52 meters dyp (ca. 10 meter over bunn).



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

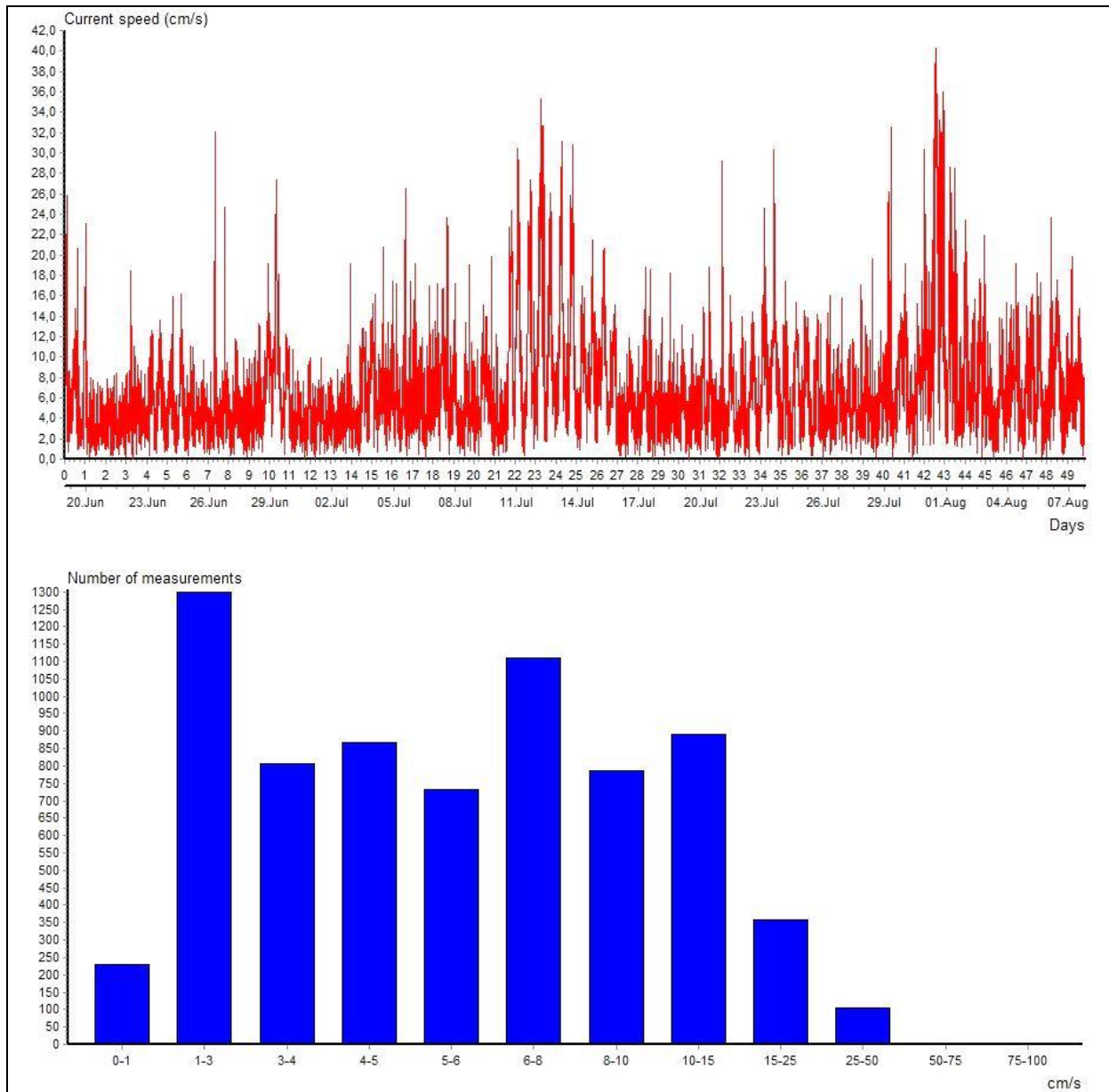


Maksimal- og gjennomsnittstrøm nær bunn (52 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

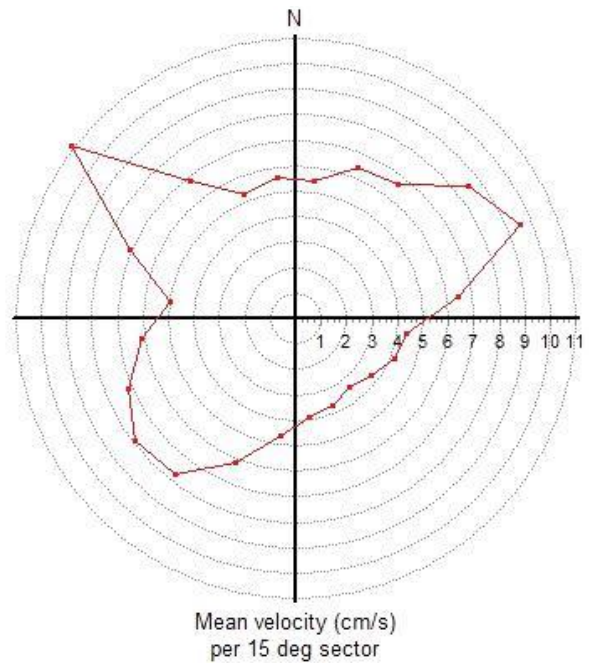
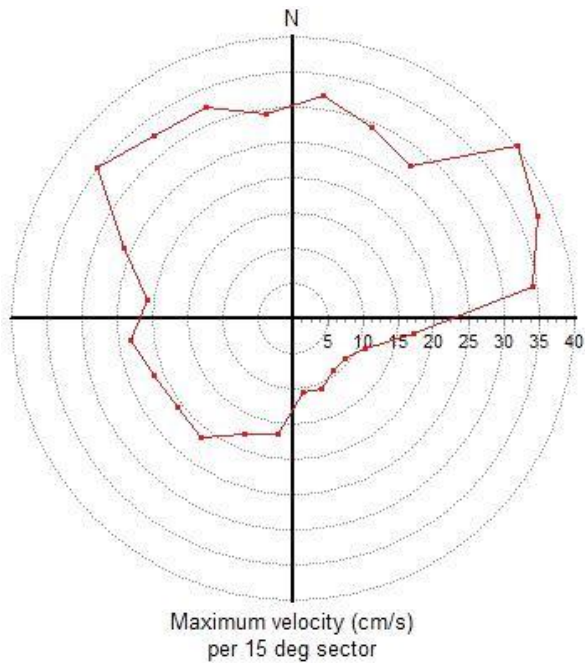


Vantransport nær bunn (52 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

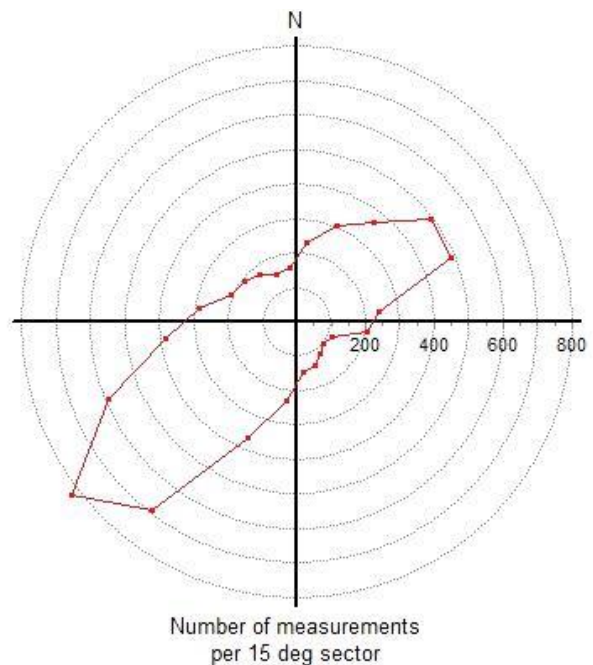
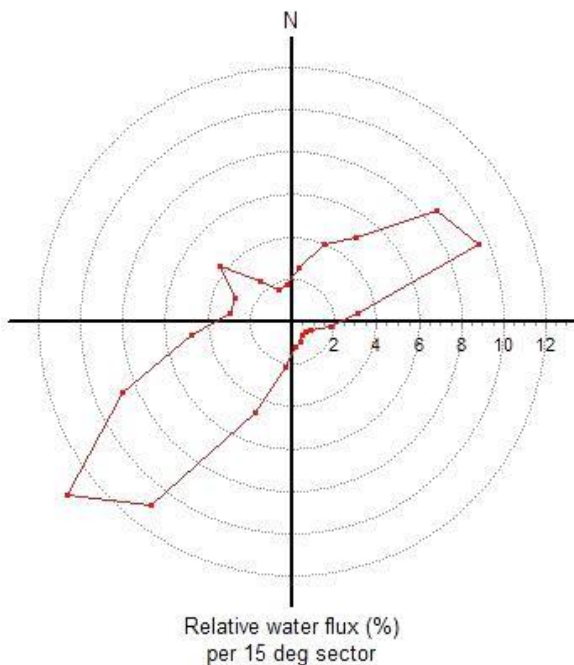
STASJON KVASSNESET - SOMMER. Overflatestrøm målt på 9 meters dyp.



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

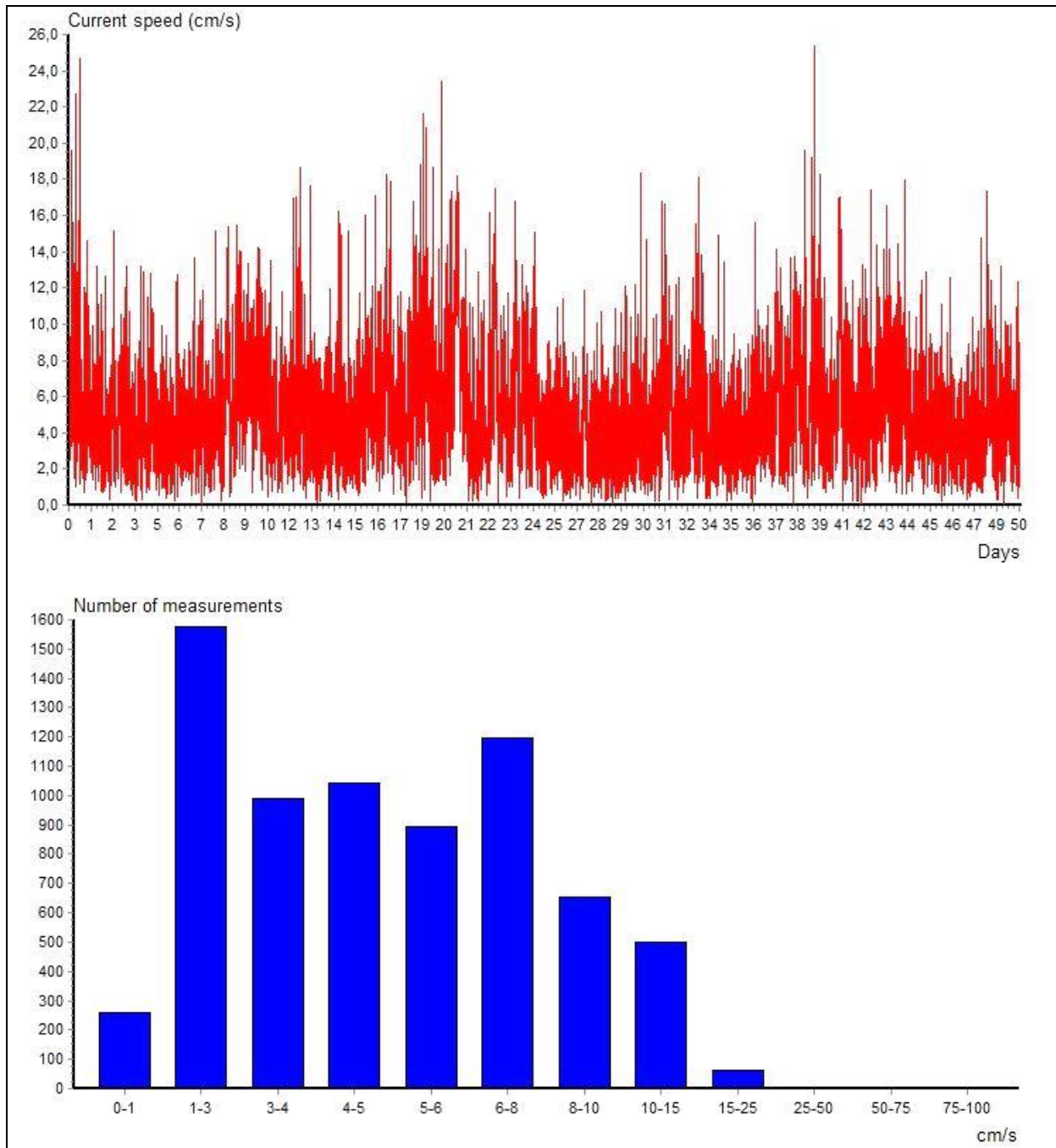


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i overflaten (9 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

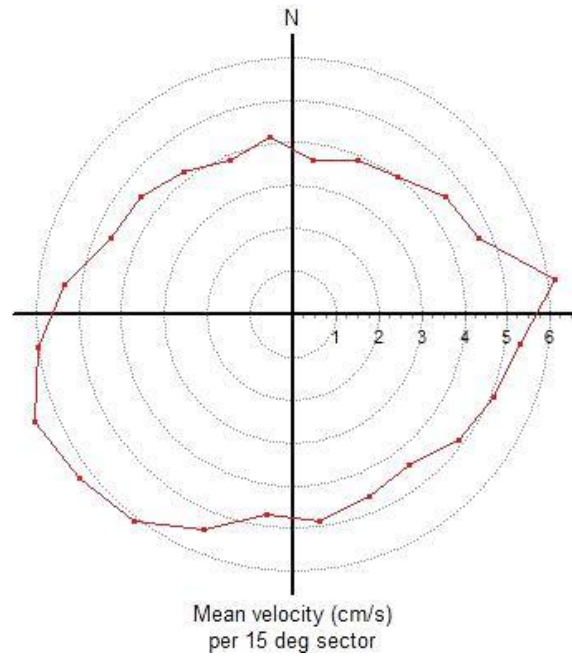
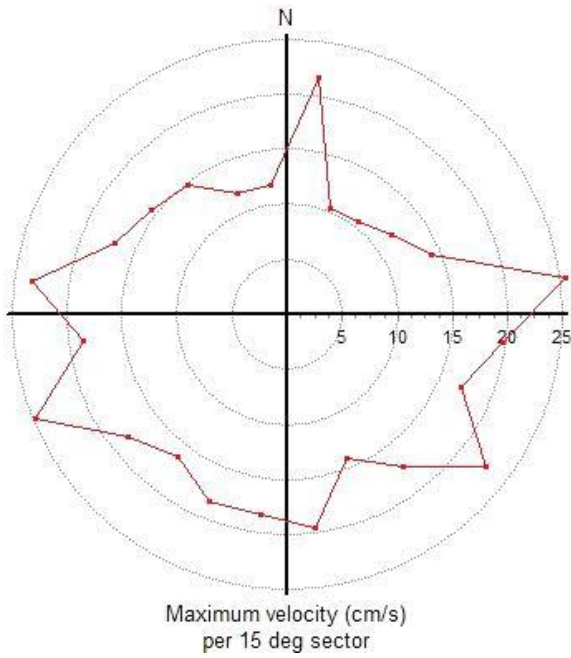


Vantransport i overflaten (9 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

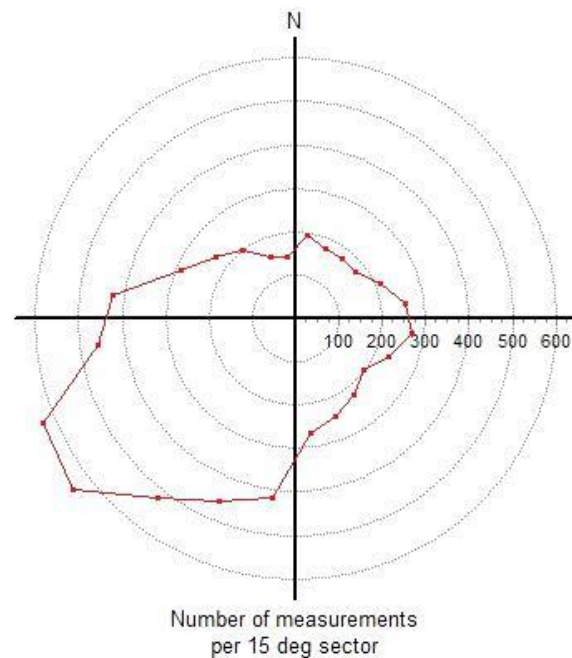
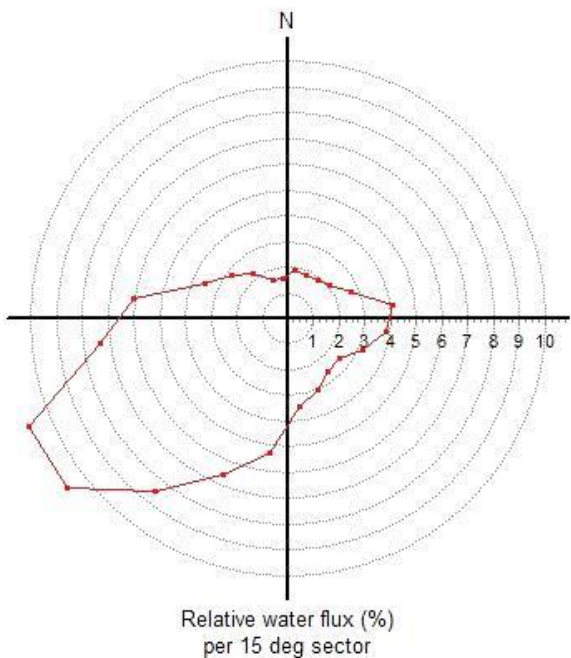
STASJON KVASSNESET - SOMMER. Spredningsstrøm målt på 30 meters dyp.



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

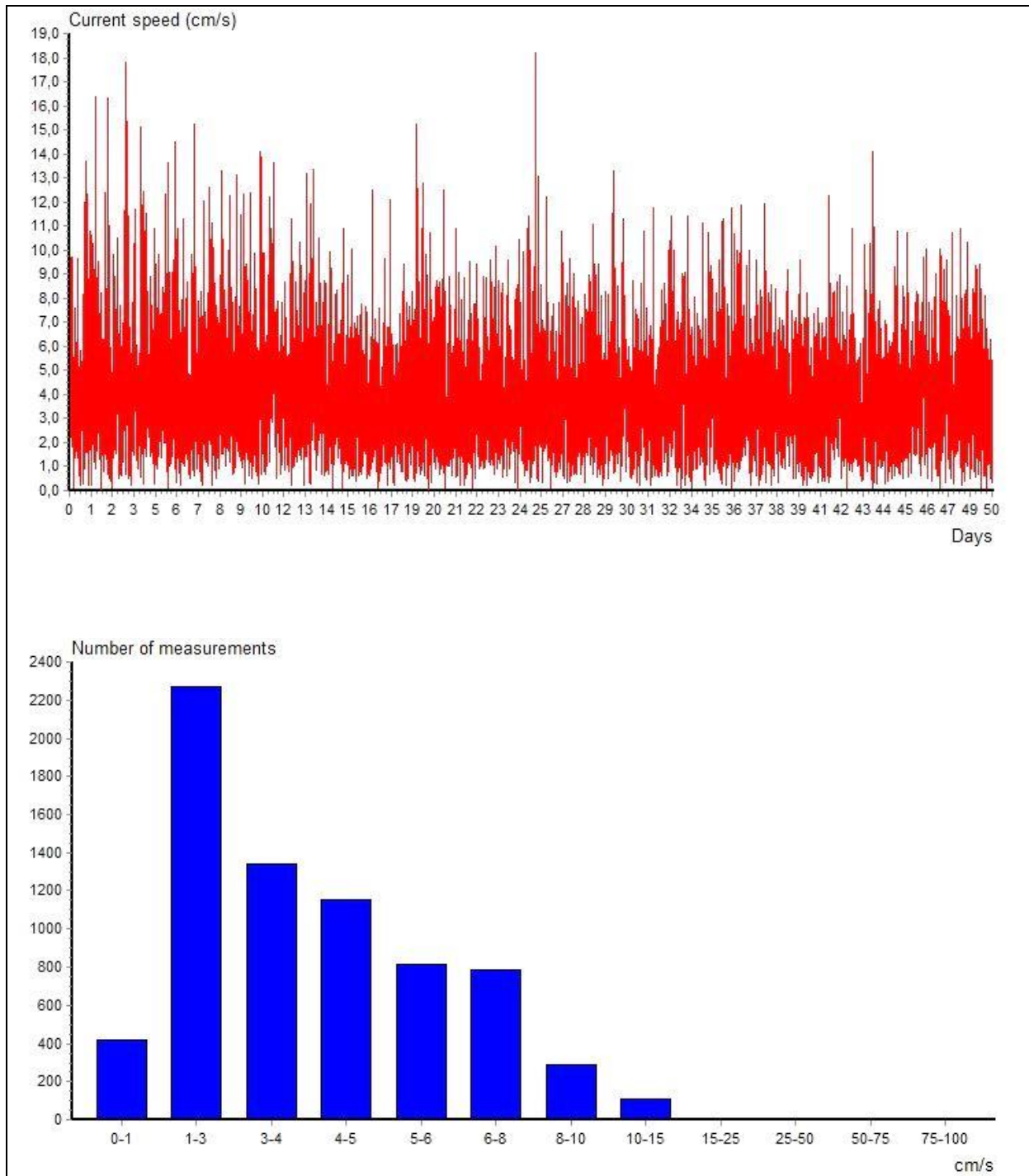


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i spredningsdyp (30 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

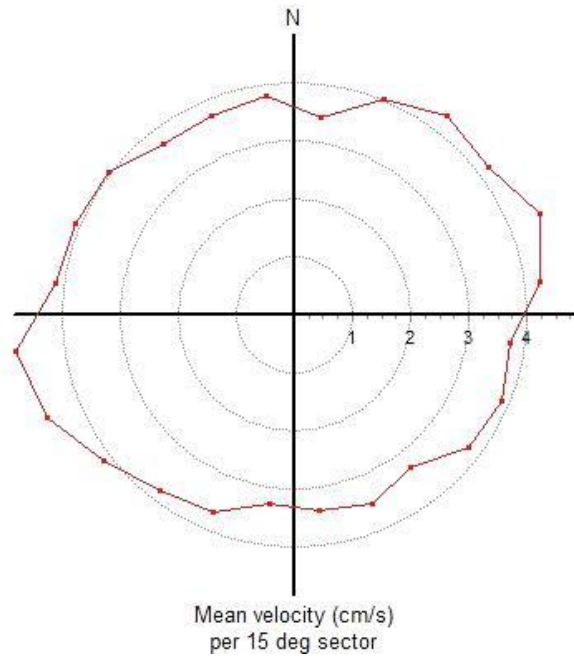
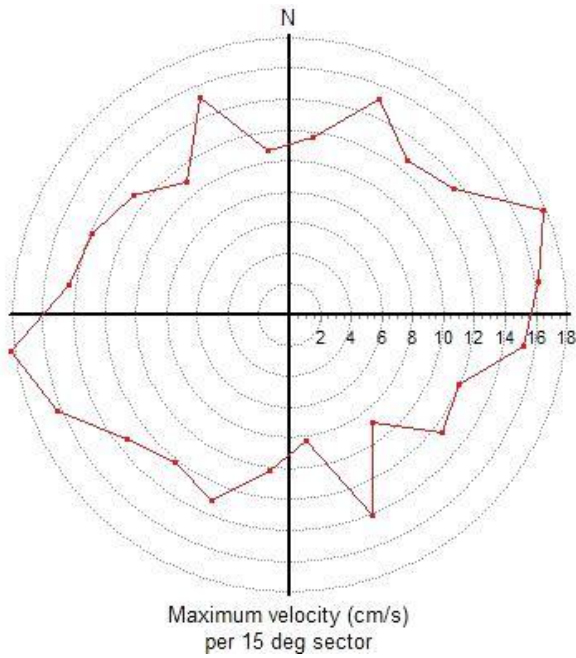


Vantransport i spredningsdyp (30 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

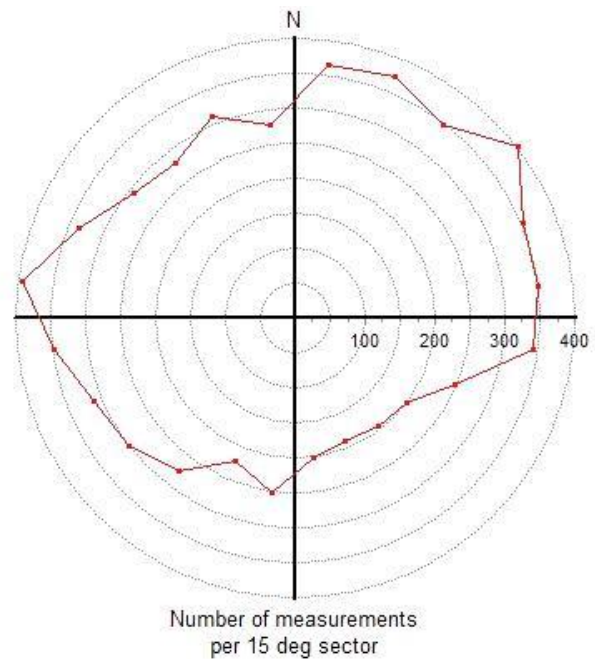
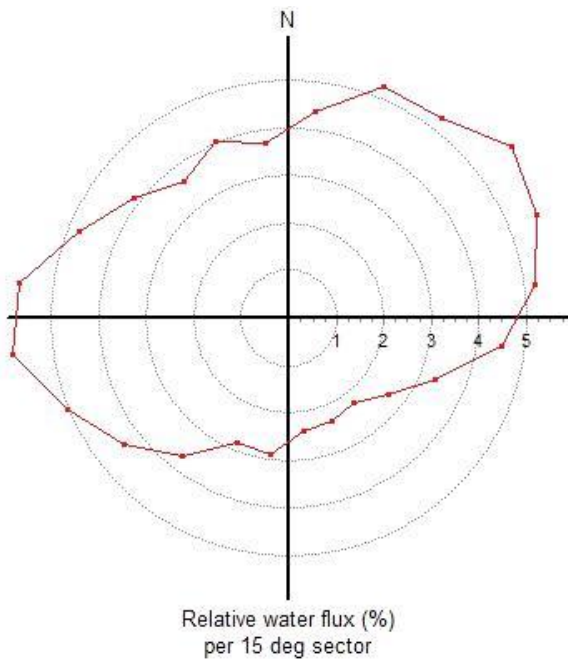
STASJON KVASSNESET - SOMMER. Bunnstrøm målt på 51 meters dyp (ca. 10 meter over bunn)



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

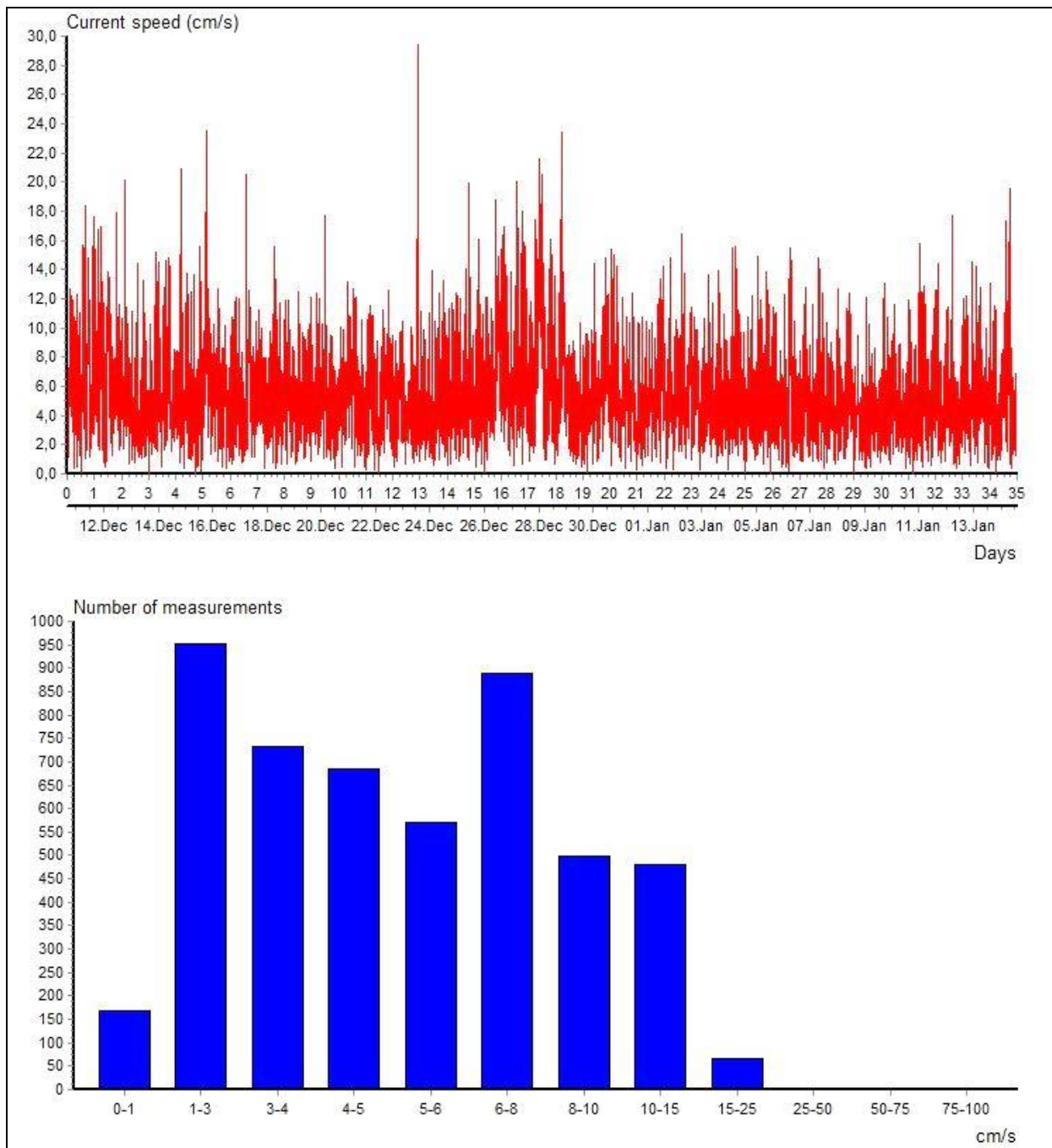


Maksimal- og gjennomsnittstrøm nær bunn (51 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

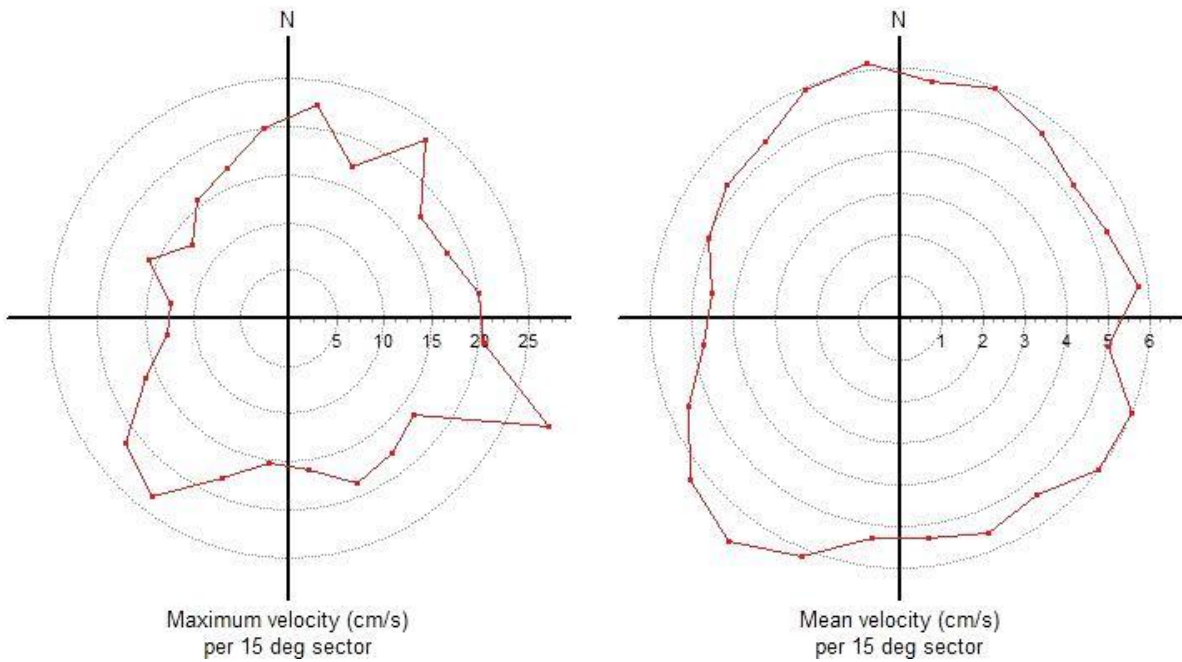


Vanstransport nær bunn (51 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 18.juni 2013 til 7. august 2013.

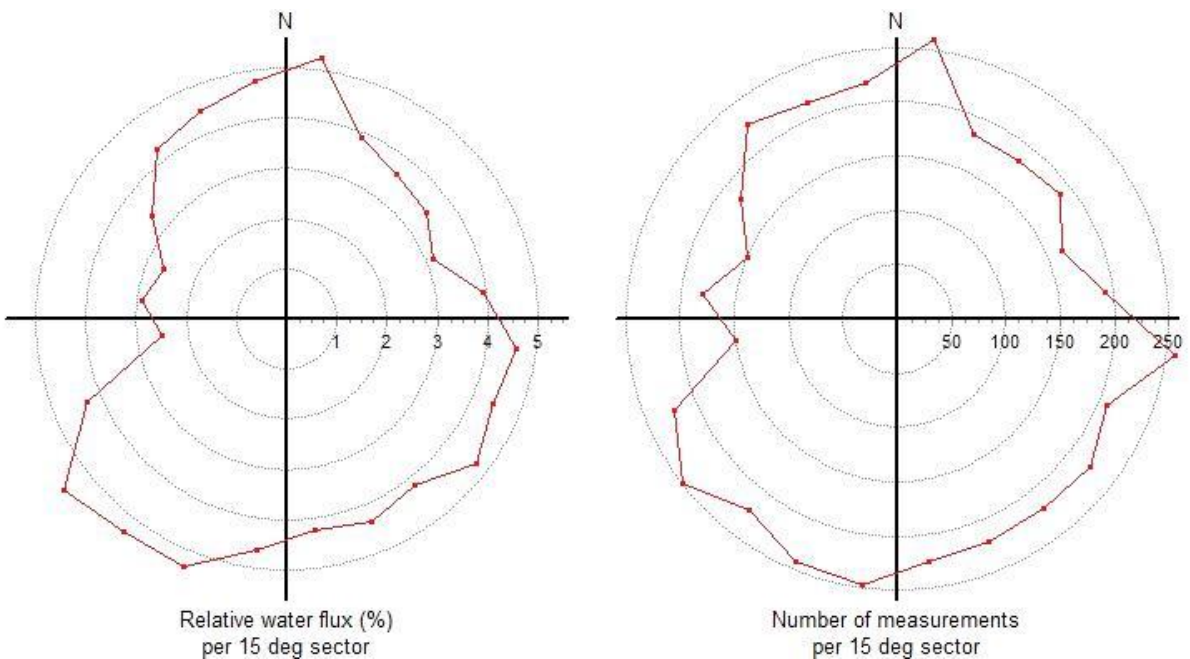
STASJON GANGSTØ - VINTER. Overflatestrøm målt på 9 meters dyp.



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

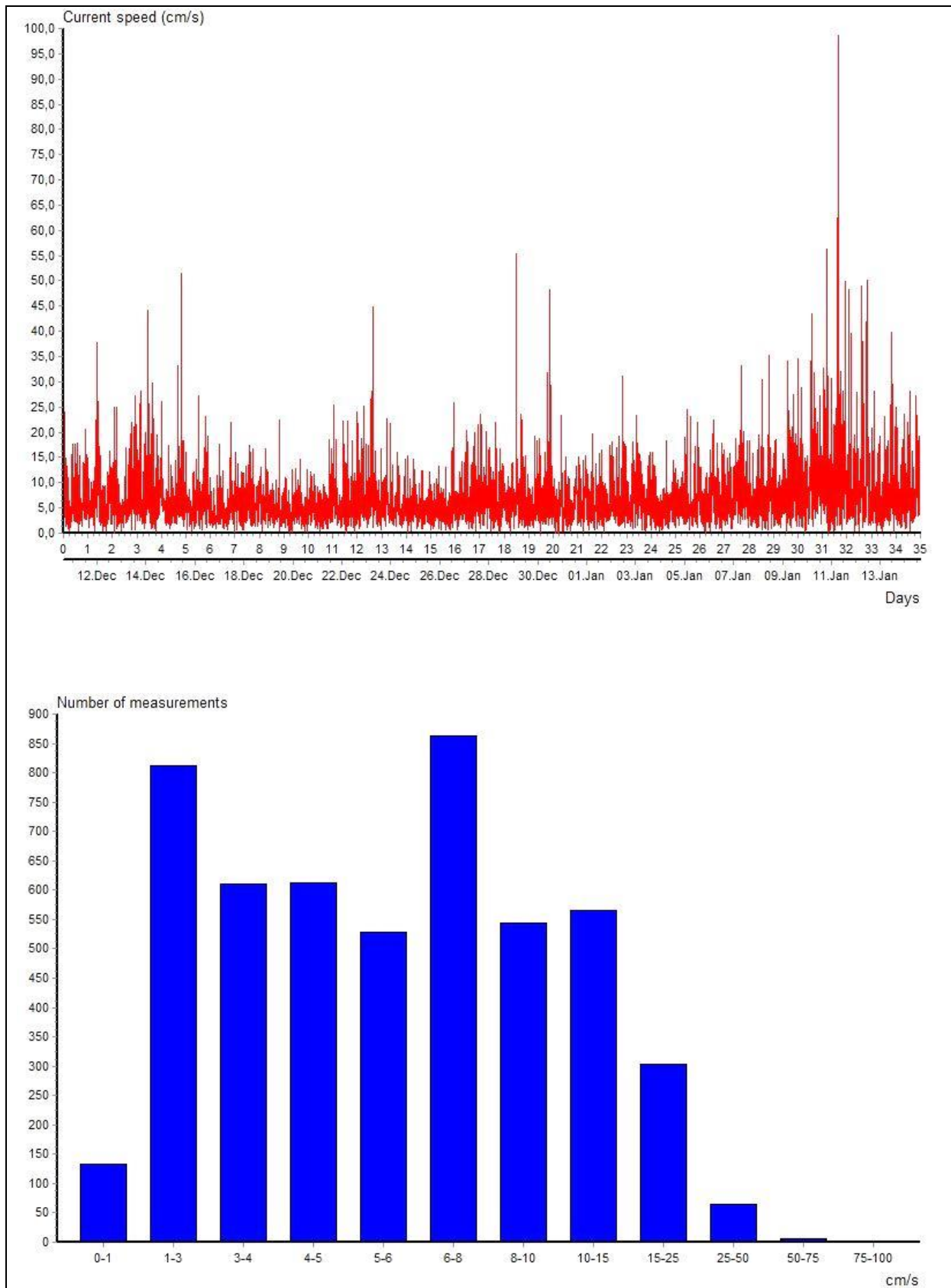


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i overflaten (9 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

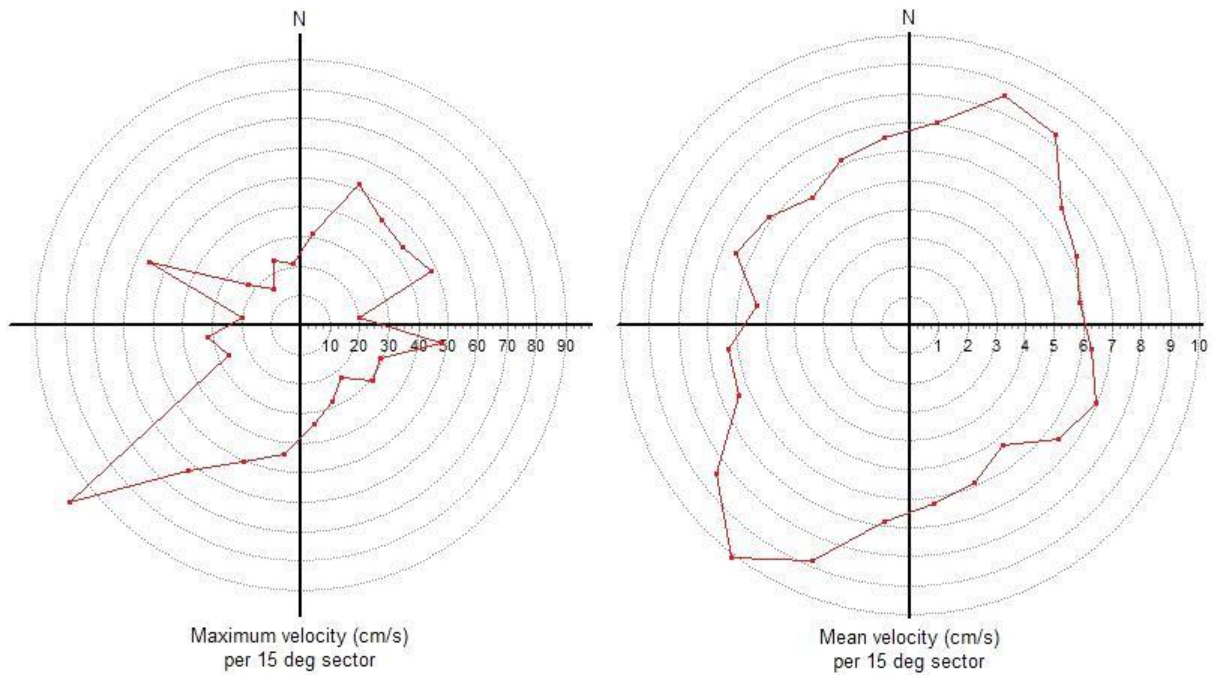


Vantransport i overflaten (9 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

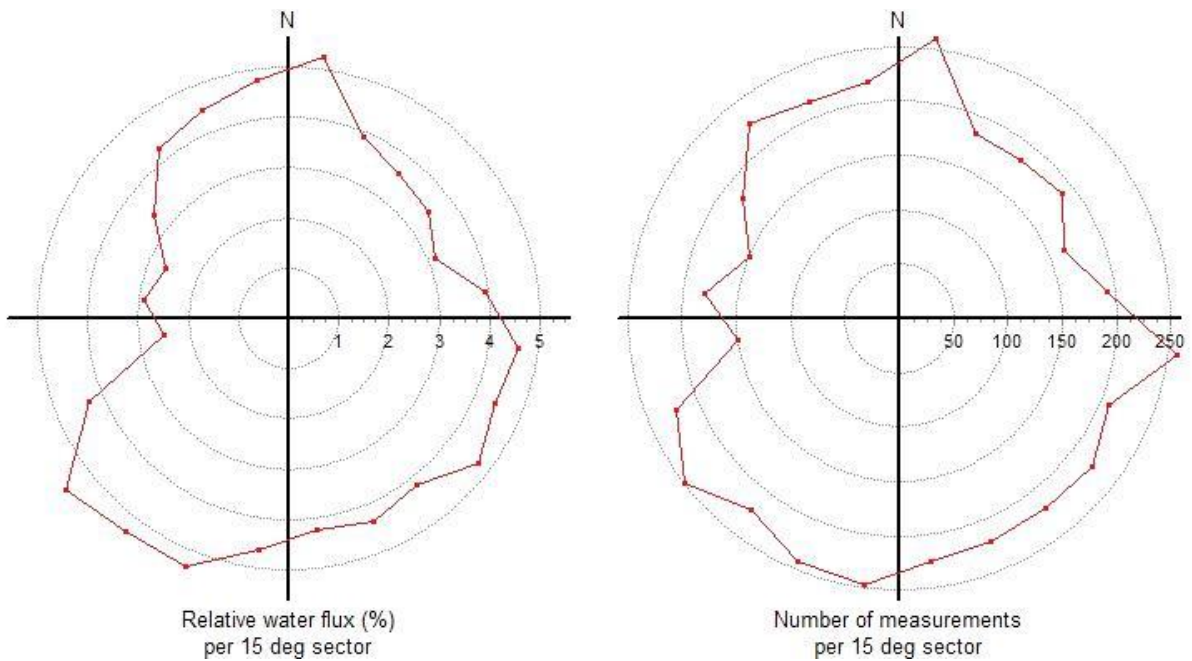
STASJON GANGSTØ - VINTER. Spredningsstrøm målt på 33 meters dyp.



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

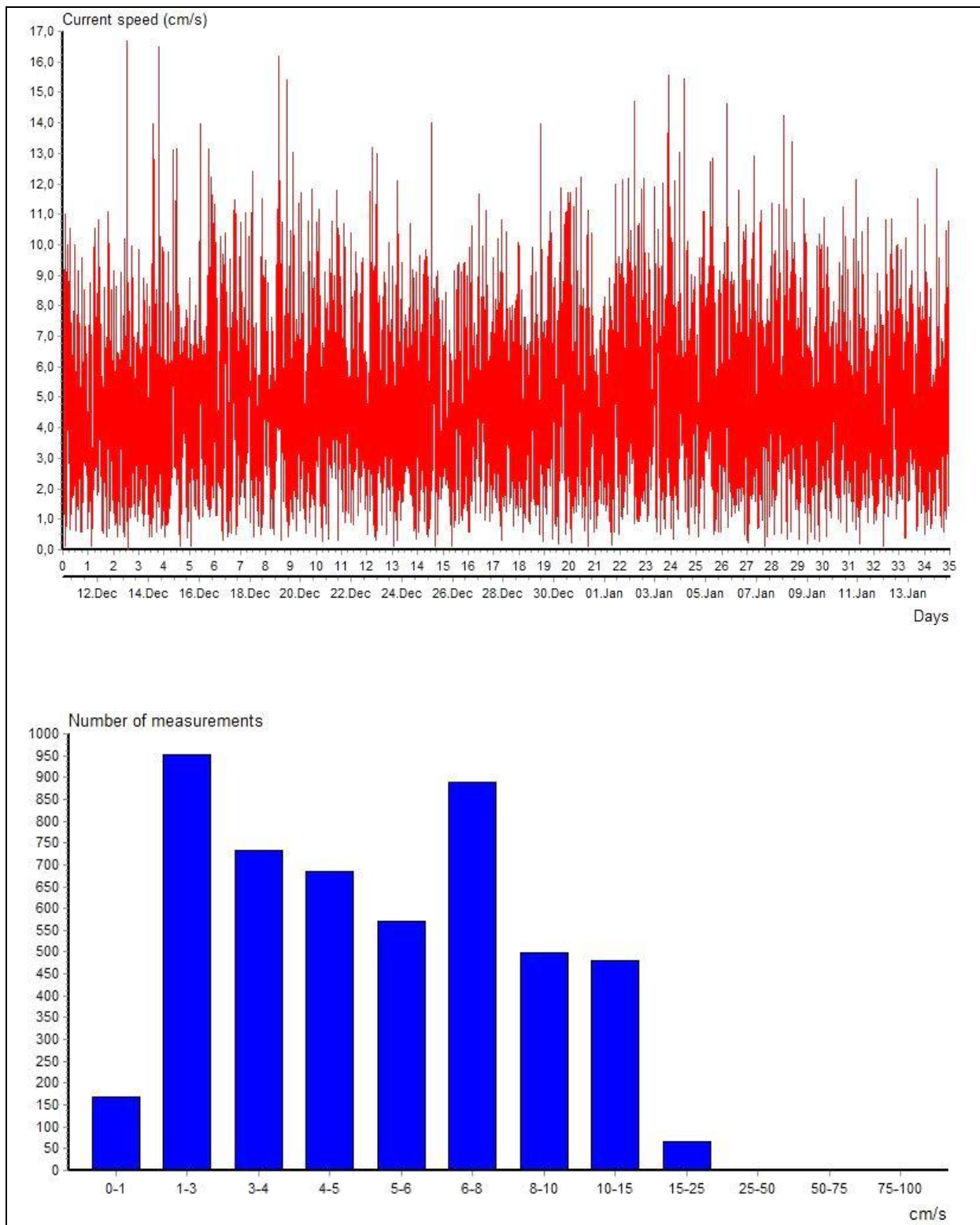


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i spredningsdyp (33 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

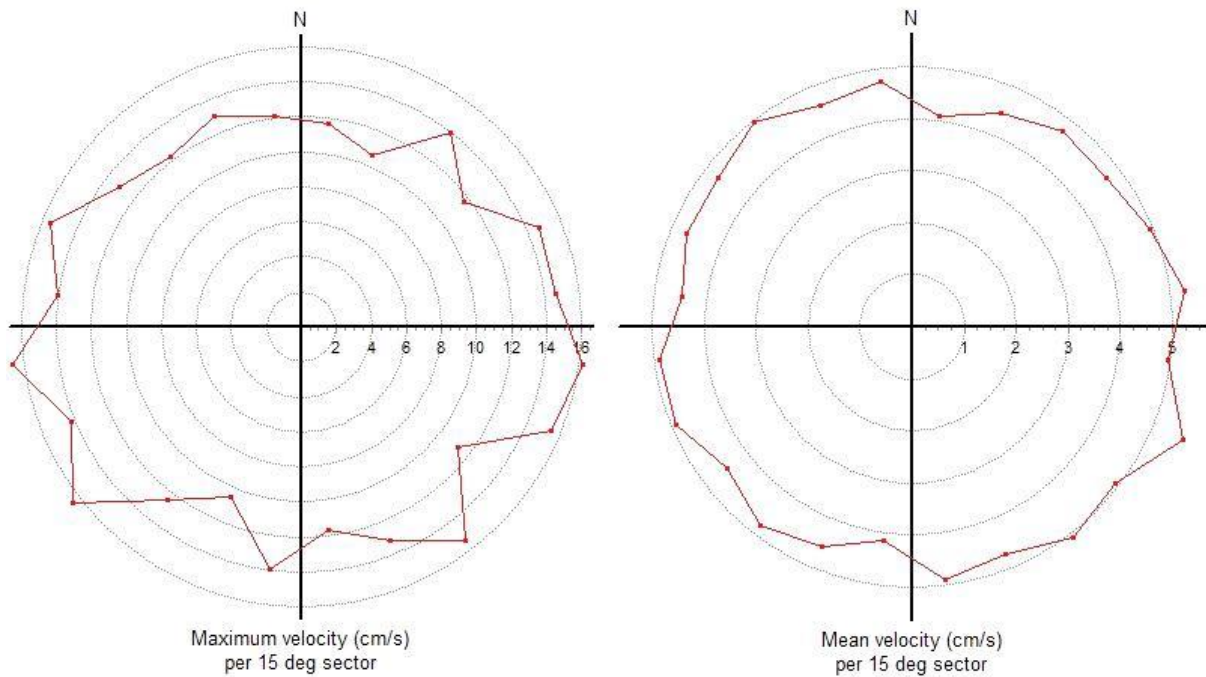


Vantransport i spredningsdyp (33 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

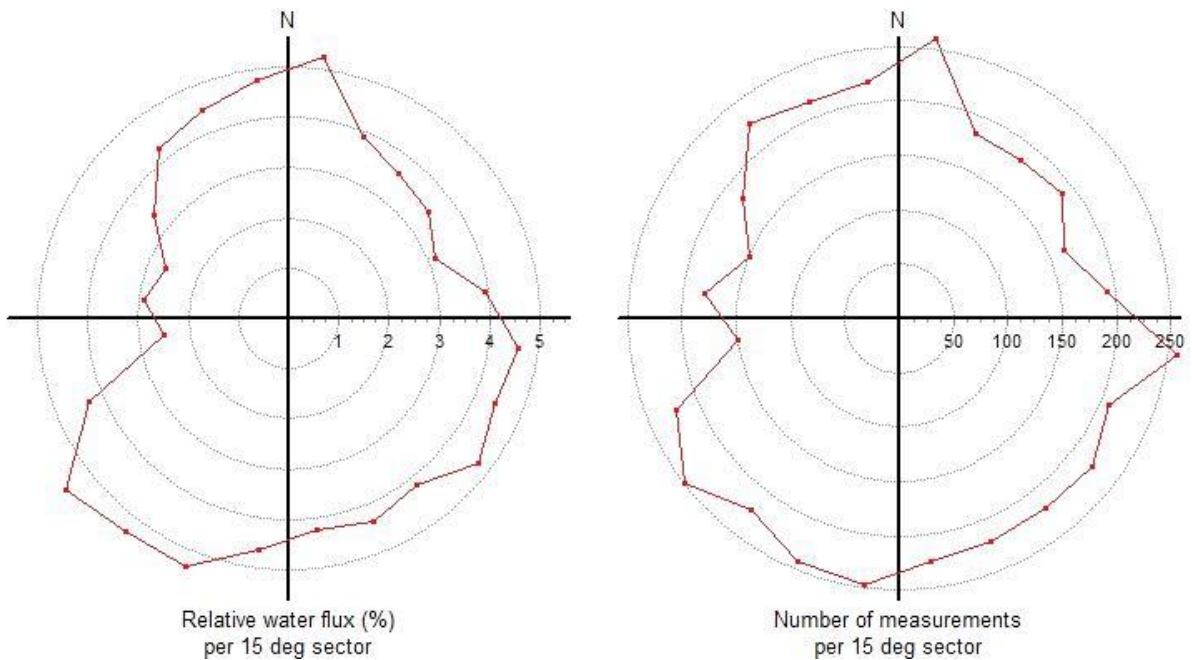
STASJON GANGSTØ - VINTER. Bunnstrøm målt på 59 meters dyp (ca. 8 meter over bunn).



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

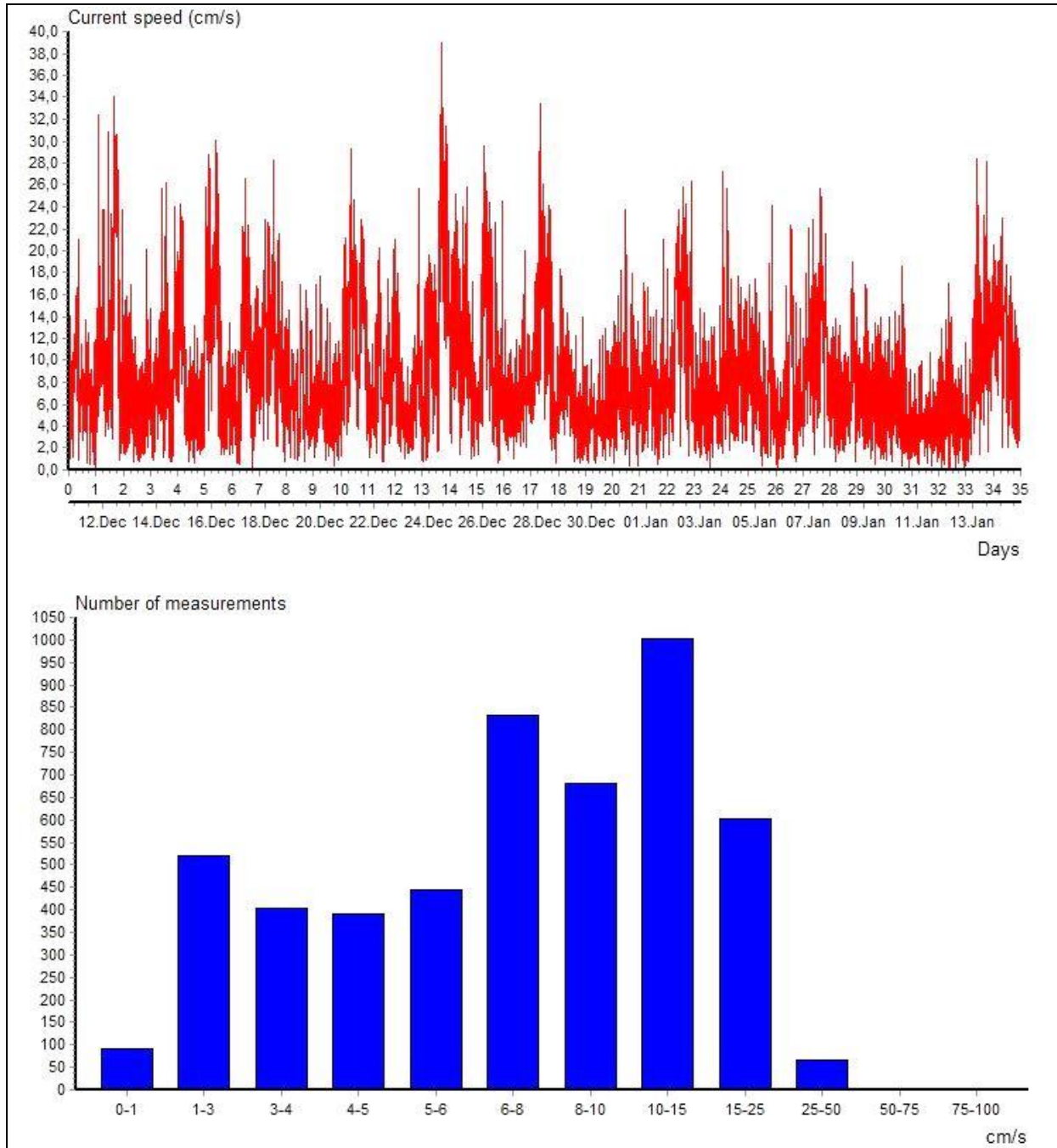


Maksimal- og gjennomsnittstrøm nær bunn (59 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

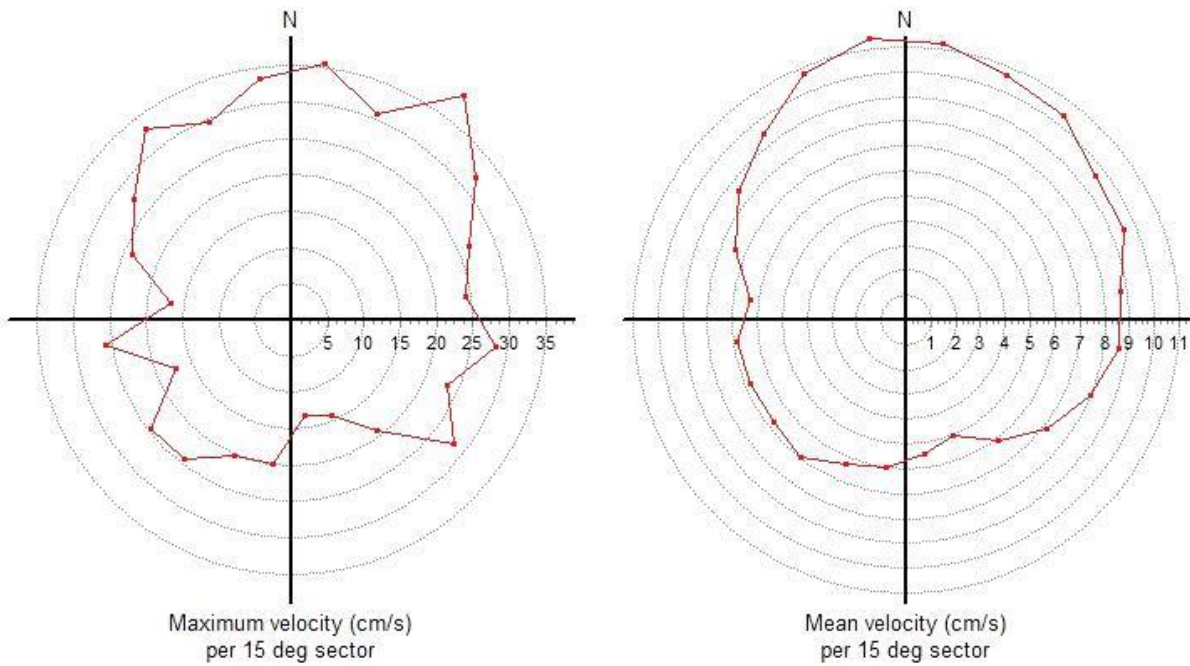


Vanstransport nær bunn (59 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Gangstø i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

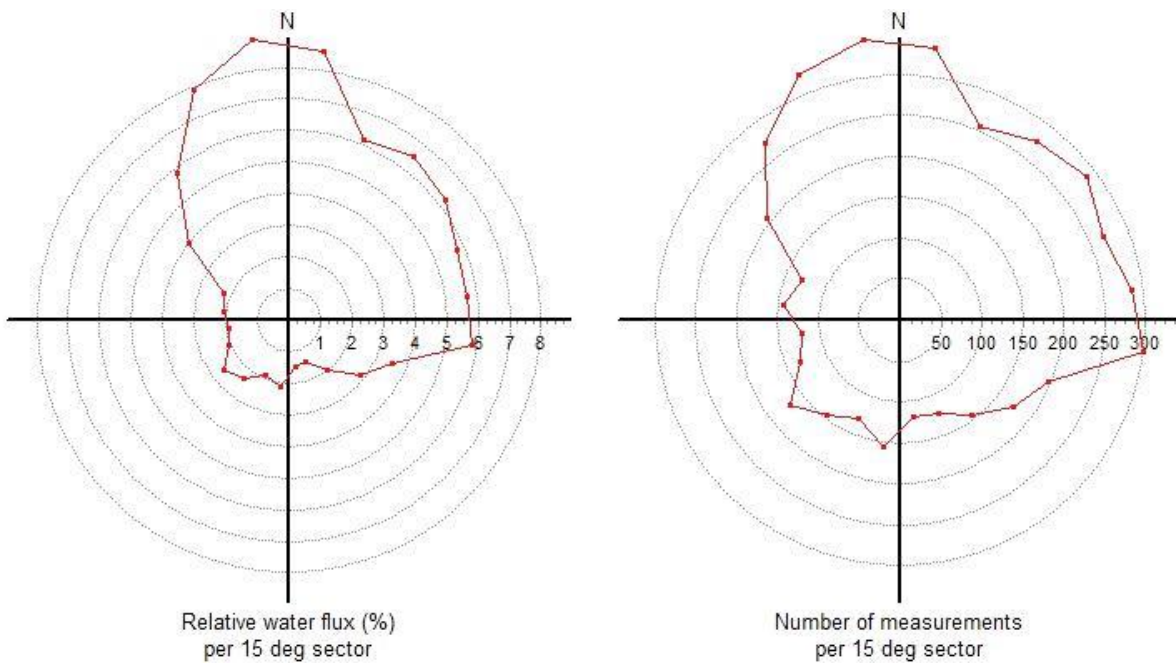
STASJON KVASSNESET - VINTER. Overflatestrøm målt på 11 meters dyp.



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

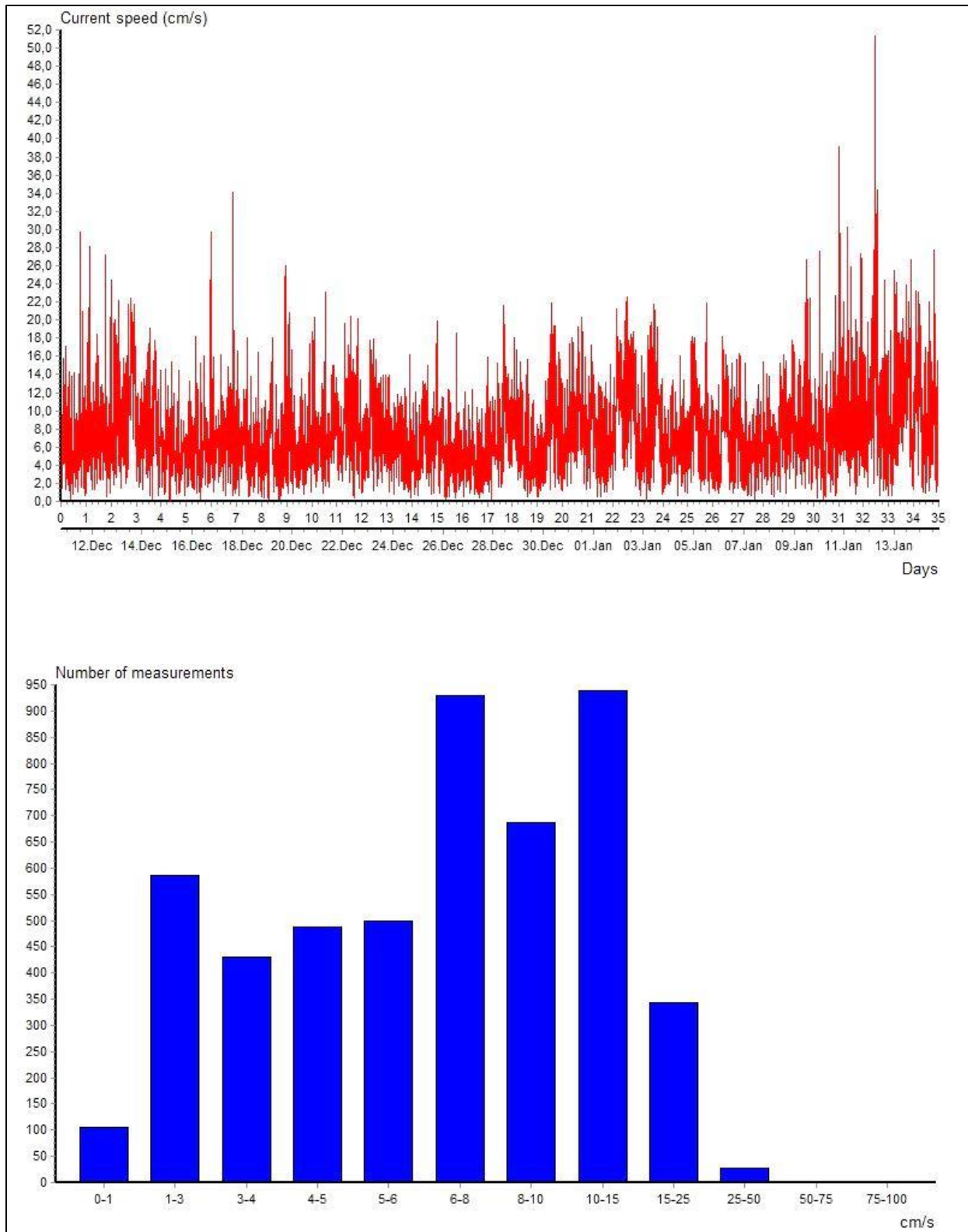


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i overflaten (11 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

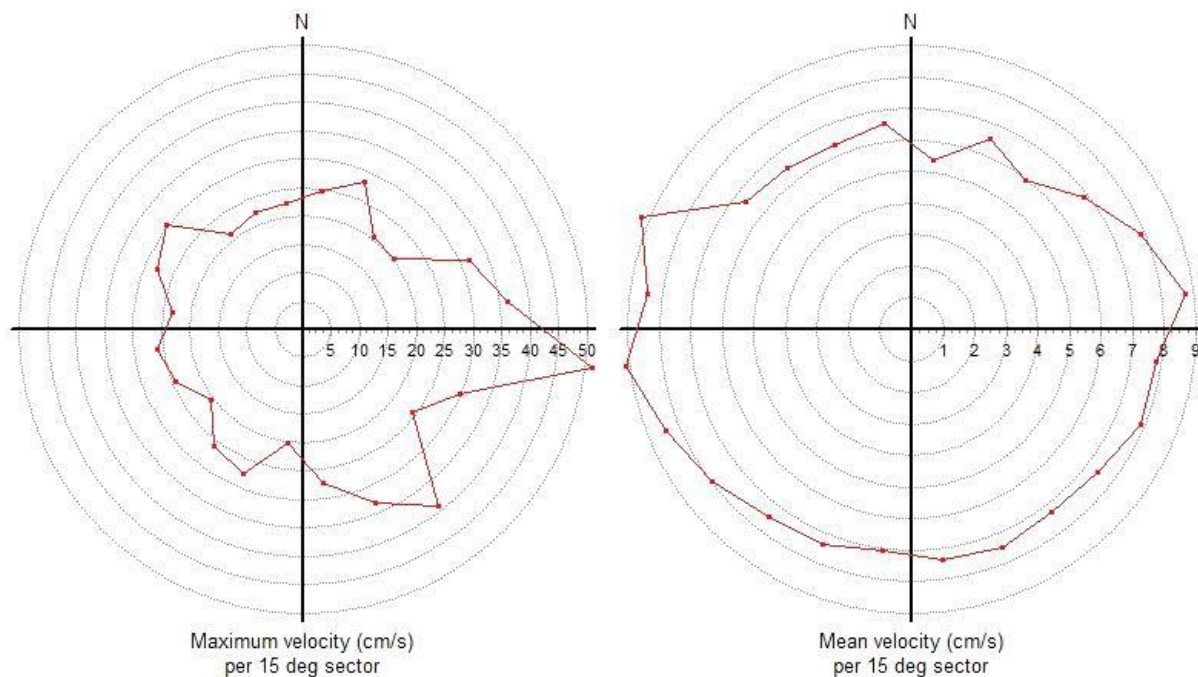


Vantransport i overflaten (11 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

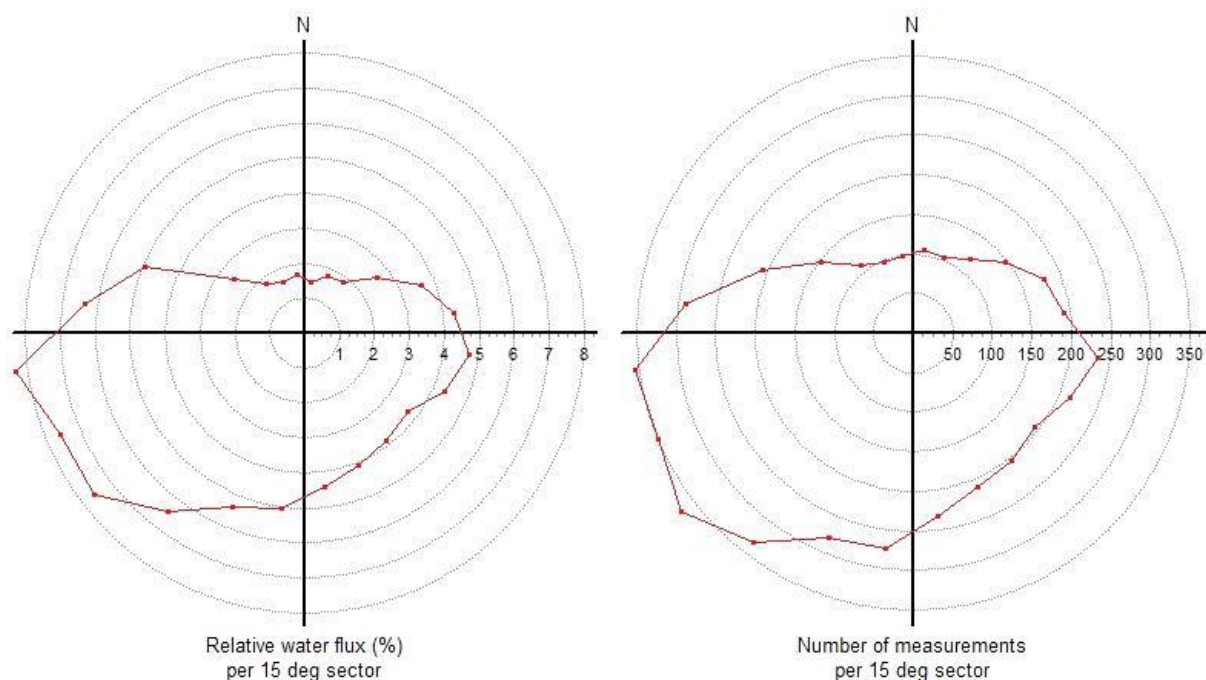
STASJON KVASSNESET - VINTER. Spredningsstrøm målt på 31 meters dyp.



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

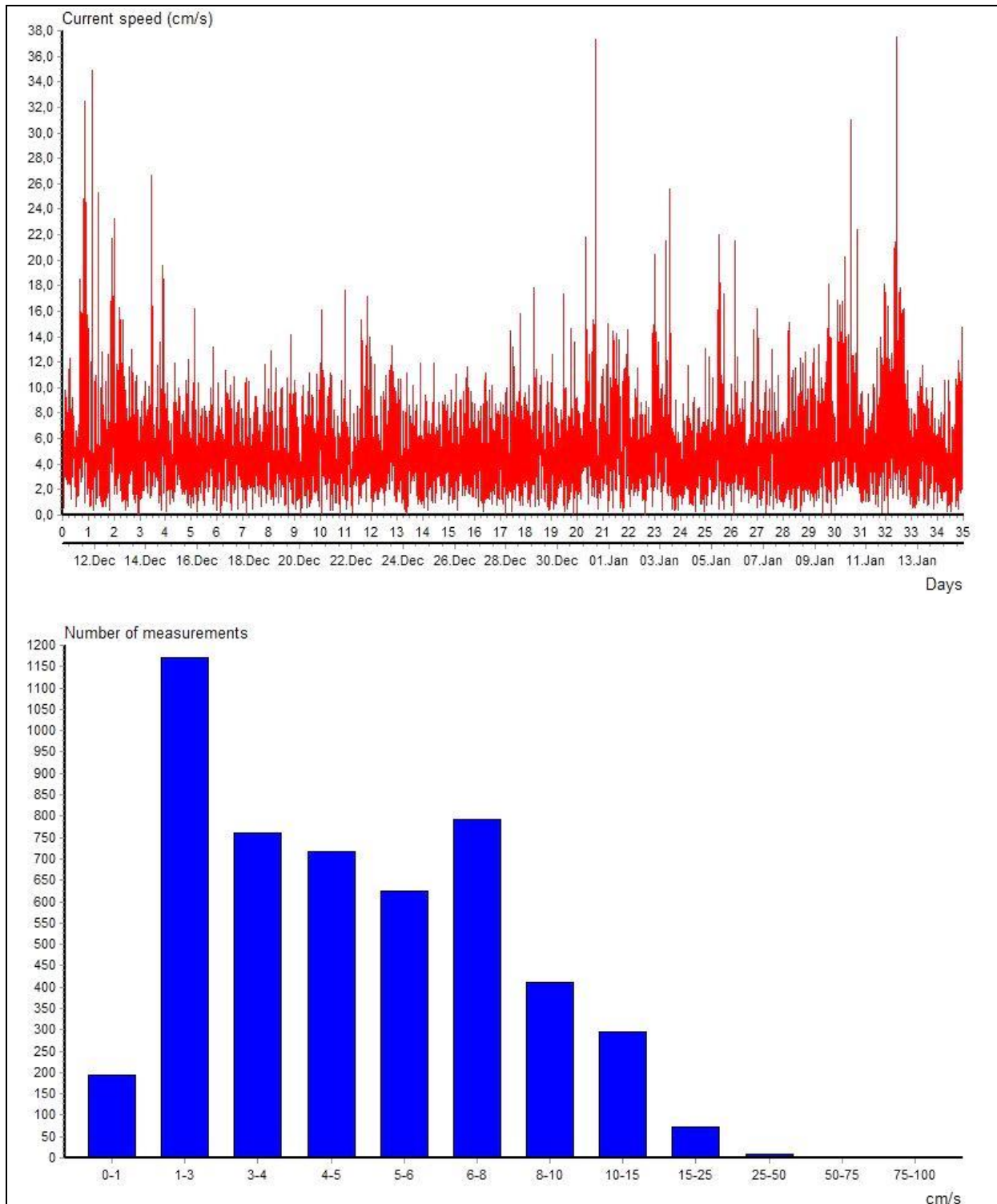


Maksimal- og gjennomsnittstrøm i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømhastigheter i forhold til strømretninger. Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

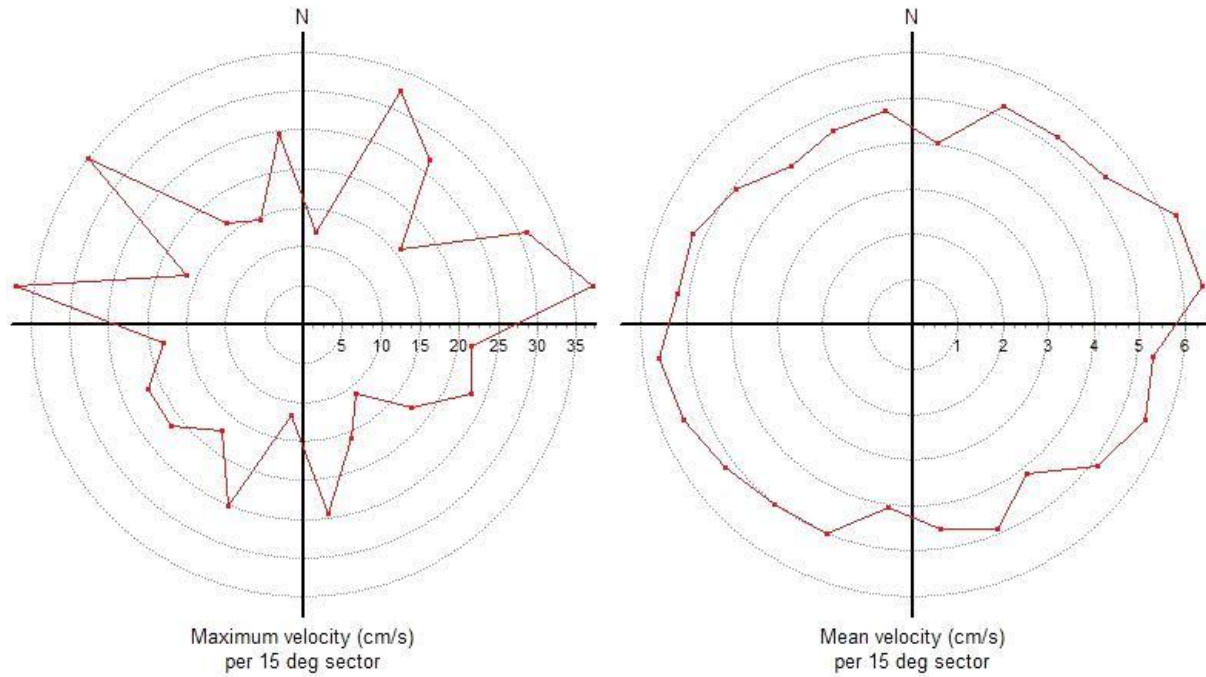


Vanstransport i spredningsdyp (31 meters dyp). Strømmålinger på stasjon Kvassneset i perioden 10.desember 2013 til 14.januar 2014.

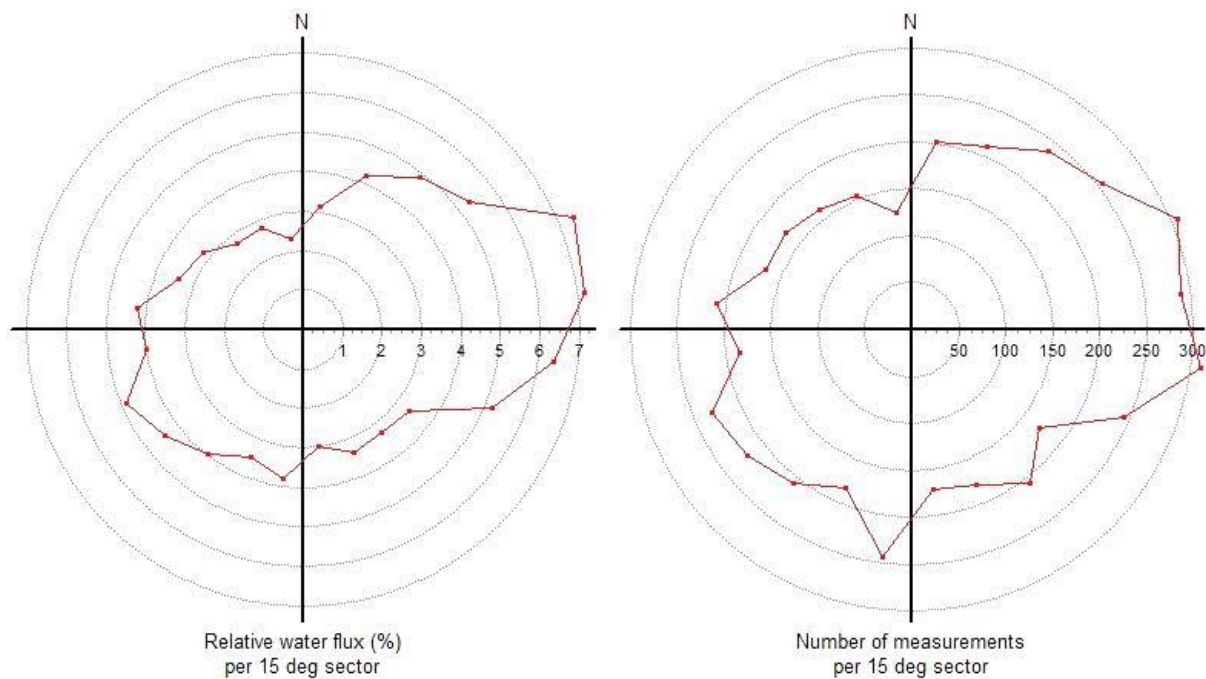
STASJON KVASSNESET - VINTER. Bunnstrøm målt på 51 meters dyp (ca. 8 meter over bunn).



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.