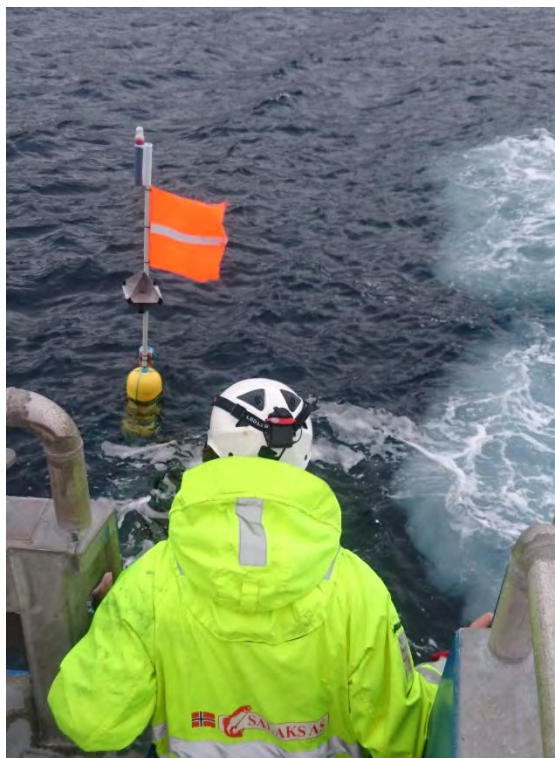


Rapport strømmåling

Lokalitet Bjørnga – Salaks AS

Periode: 05.02.2016 – 06.03.2016

Målinger på 5 m, 15 m, 80 m og 130 m dyp



<u>Oppdrags giver:</u> Salaks AS	<u>Kontaktperson hos oppdrags giver:</u> Odd Bekkeli Kent Inge Bekkeli
<u>Oppdraget er utført av:</u> MarinHelse AS www.marinhelse.no	<u>Ansvarlig for gjennomføring av oppdraget:</u> Silje-Kristin Jensen
<u>Rapport:</u> Forfatter: Silje-Kristin Jensen Ferdigstilt: 21.03.2016	

Innhold

1	Innledning.....	3
2	Metode og instrument	3
2.1	Instrument.....	3
2.2	Gjennomførelse.....	3
2.3	Databehandling	5
2.3.1	Kvalitetssikring.....	5
3	Resultater	6
3.1	Generell vurdering av datasettene.....	6
3.1.1	Målinger 5 m	6
3.1.2	Målinger 15 m	7
3.1.3	Målinger 80 m	7
3.1.4	Målinger 130 m	8
	Vedlegg 1: Grafisk framstilling av resultatet av strømmålingene	9
	Vedlegg 2: Strømmålerskjema	29
	Vedlegg 3: Olex-kart	30
	Vedlegg 4: Aktuelle interne prosedyrer	31

1 Innledning

MarinHelse AS fikk i oppdrag av Salaks AS å måle strøm øst for den nåværende lokaliteten Bjørga da lokaliteten skal flyttes.

2 Metode og instrument

Strømmålingene som er presentert i denne rapporten er gjennomført i henhold MarinHelse AS sin interne prosedyre for gjennomføring av strømmålinger (prosedyre nr. 4.1.1). Denne prosedyren er laget for å sikre at strømmålinger gjennomført av MarinHelse AS tilfredsstiller krav til strømmålinger som skal brukes i lokalitetsundersøkelser i henhold til NS 9415:2009. Det er i NS 9415:2009 henvist til «NS 9425-1:1999 Oseanografi Del 1: Strømmålinger i faste punkter», og prosedyren er basert på denne.

Aktuelle interne prosedyrer er opplistet i vedlegg 4.

Klassifisering av strømmålingene er basert på klassifiseringssystemet utarbeidet av Rådgivende Biologer AS (tabell 1), disse målingene er tatt med SD 6000 (rotormålere) som må ha en viss strømfart for å få rotoren til å gå rundt. Det er kjent at rotormålerne måler generelt mindre strøm enn doppler målere, men per dags dato eksisterer det ingen klassifiseringssystem for dopplermålere.

2.1 Instrument

Til måling av strøm på den aktuelle lokaliteten er det brukt dopplermålere fra Aanderaa Data Instruments AS. Dette er punktmålere av typen RCM Blue som måler hastighet, retning og temperatur.

2.2 Gjennomførelse

Strømmålingen er gjennomført i henhold til intern prosedyre. Planlegging, plassering og endelig utforming av strømmålerriggen er dokumentert i vedlegg 2: Strømmålerskjema, og i vedlegg 3: Olex-kart. Den viktigste informasjonen er oppsummert i tabell 2 nedenfor.

Tabell 1: Oversikt over klassifiseringssystemet Rådgivende Biologer AS har satt sammen der Strømstille perioder er definert som strøm svakere enn 2 cm/s i perioder på 2,5 timer eller mer.

Tilstandsklasse gjennomsnittlig strømhastighet	I svært sterk	II sterk	III middels sterk	IV svak	V svært svak
Overflatestrøm (cm/s)	> 10	6,6 - 10	4,1 - 6,5	2,0 - 4,0	< 2,0
Vannutskiftingsstrøm (cm/s)	> 7	4,6 - 7	2,6 - 4,5	1,8 - 2,5	< 1,8
Spredningsstrøm (cm/s)	> 4	2,8 - 4	2,1 - 2,7	1,4 - 2,0	< 1,4
Bunnstrøm (cm/s)	> 3	2,6 - 3	1,9 - 2,5	1,3 - 1,8	< 1,3
Tilstandsklasse andel strømstille	I svært lite	II lite	III middels	IV høy	V svært høy
Overflatestrøm (%)	< 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40	> 40
Vannutskiftingsstrøm (%)	< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 50	> 50
Spredningsstrøm (%)	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Bunnstrøm (%)	< 25	25 - 50	50 - 75	75 - 90	> 90
Tilstandsklasse retningsstabilitet	I svært stabil	II stabil	III middels stabil	IV lite stabil	V svært lite stabil
Alle dyp (Neumann parameter)	> 0,7	0,4 - 0,7	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	<0,1

Tabell 2: Oversikt over posisjon, tidspunkt, dyp, ID, målinger og intervall for strømmålingene

Posisjon	N 69° 09,024 Ø 17° 56,938			
Tidspunkt utsett	05.02.2016 kl. 11:00			
Tidspunkt opptak	06.03.2016 ca. kl. 12			
Ekkodyp	146 m			
Instrument ID	RCM 5076	RCM 5077	RCM 5078	RCM 5079
Instrumentdyp	5 m	15 m	80 m	130 m
Antall målinger benyttet	4320	4320	4320	4320
Intervall	10 min	10 min	10 min	10 min

2.3 Databehandling

Målingene, heretter kalt datasettene, er lest av ved hjelp av dataprogrammet «AADI Real-Time Collector», levert av Aanderaa Data Instruments AS. Dataprogrammet «Aanderaa Data Studio» er brukt til å kontrollere datasettene. Det meste av statistikk og grafer er fremskaffet ved hjelp av MS Excel og programmeringsspråket python.

2.3.1 Kvalitetssikring

De kvalitetssikringsfunksjonene som ligger i programvaren er benyttet. I tillegg er hvert datasett er kontrollert manuelt. Registreringer fra før og etter at måleren var i posisjon er fjernet. Typisk fjernes noen av de første registreringene, og de neste 4320 registreringene benyttes (tilsvarer målinger i 30 døgn). I tilfellet det er avdekket tvilsomme data er det gjort en vurdering om disse skal fjernes. Behandlingen av denne type data er eventuelt kommentert i resultatkapittelet.

3 Resultater

3.1 Generell vurdering av datasettene

Resultatet av strømmålingene er presentert i figurer og tabeller i vedlegg 1. Tabell 3 gir en statistisk oppsummering av resultatene.

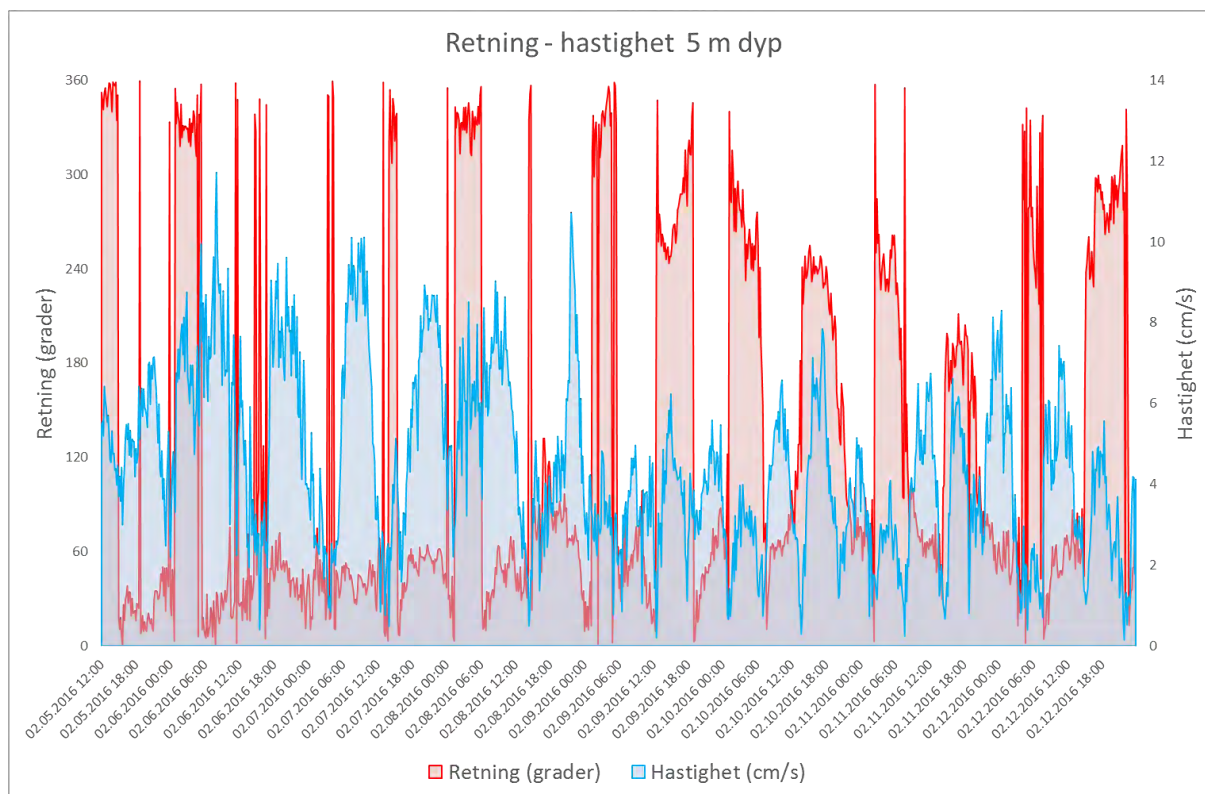
Tabell 3: Statistisk oppsummering av målingene.

Måledybde	5 m	15 m	80 m	130 m
Tidsrom	05.03.2016 12:00	05.03.2016 12:00	05.03.2016 12:00	05.03.2016 12:00
	- 06.03.2016 11:50	- 06.03.2016 11:50	- 06.03.2016 11:50	- 06.03.2016 11:50
Antall gyldige målinger	4320	4320	4320	4320
Gjennomsnittlig strømhastighet i perioden (cm/s)	5,4	4,8	3,1	3,6
Maksimal strømhastighet (cm/s)	19,8	18,7	11,9	13,8
Minimal strømhastighet (cm/s)	0,1	0,1	0,04	0,04
Andel nullstrøm (% < 1 cm/s)	2	4	9	9
Stabilitet (Neumanns parameter)	0,83	0,67	0,28	0,46

3.1.1 Målinger 5 m

På 5 m dyp er det nordøst rundt 30-45 grader som skiller seg ut sammen med 45-60 grader, det er en mindre dominerende strømretning mot nord-nordvest (rundt 345-360 grader). Hastighet har sykliske variasjoner og ser ut til å være delvis tidevannspåvirket. Strømhastigheten er som regel størst i den delen av syklusen hvor retningen sammenfaller med den dominerende strømretningen, og vanntransporten er størst mot nordøst.

Den maksimale strømhastigheten ble målt til 19,8 cm/s og gjennomsnittshastigheten på 5,4 cm/s, vurderes som en middels sterk (tabell 1) gjennomsnittlig overflatestrøm. Neumanns parameter på 0,83 antyder svært stabil retning på strømmen. Kun i 2 % av målingene er strømhastigheten mindre enn 1 cm/s hvilket antyder lite nullstrøm (tabell 1).



Figur 1: Figuren viser retning (rød) og hastighet (blå) på strømmen på som er målt i perioden fra 05.02.16 til 12.02.16. Perioden tilsvarer 1080 målinger som er én fjerdedel av måleperioden.

3.1.2 Målinger 15 m

Den dominerende strømrretningen på 15 m dyp er den samme som på 5 m som er mot nordøst mellom 45-60 grader. Det er en mindre dominerende retning mot nord nordøst rundt 30-45 grader. Siden strømmen oftest går mot nordøst resulterer dette i mer vanntransport i den retningen.

Den maksimale strømhastigheten ble målt til 18,7 cm/s og gjennomsnittshastigheten på 4,8 cm/s vurderes som middels sterk (tabell 1). Neumanns parameter på 0,67 antyder stabil retning (tabell 1) på strømmen. På dette dypet viser 4 % av målingene at strømhastigheten er mindre enn 1 cm/s hvilket antyder lite nullstrøm (tabell 1).

3.1.3 Målinger 80 m

Strømmen på 80 meter vender mot øst og dominerer rundt 75-90 grader i tillegg til 60-75 grader. Det er en mindre dominerende retning mot sørvest 240-255 grader.

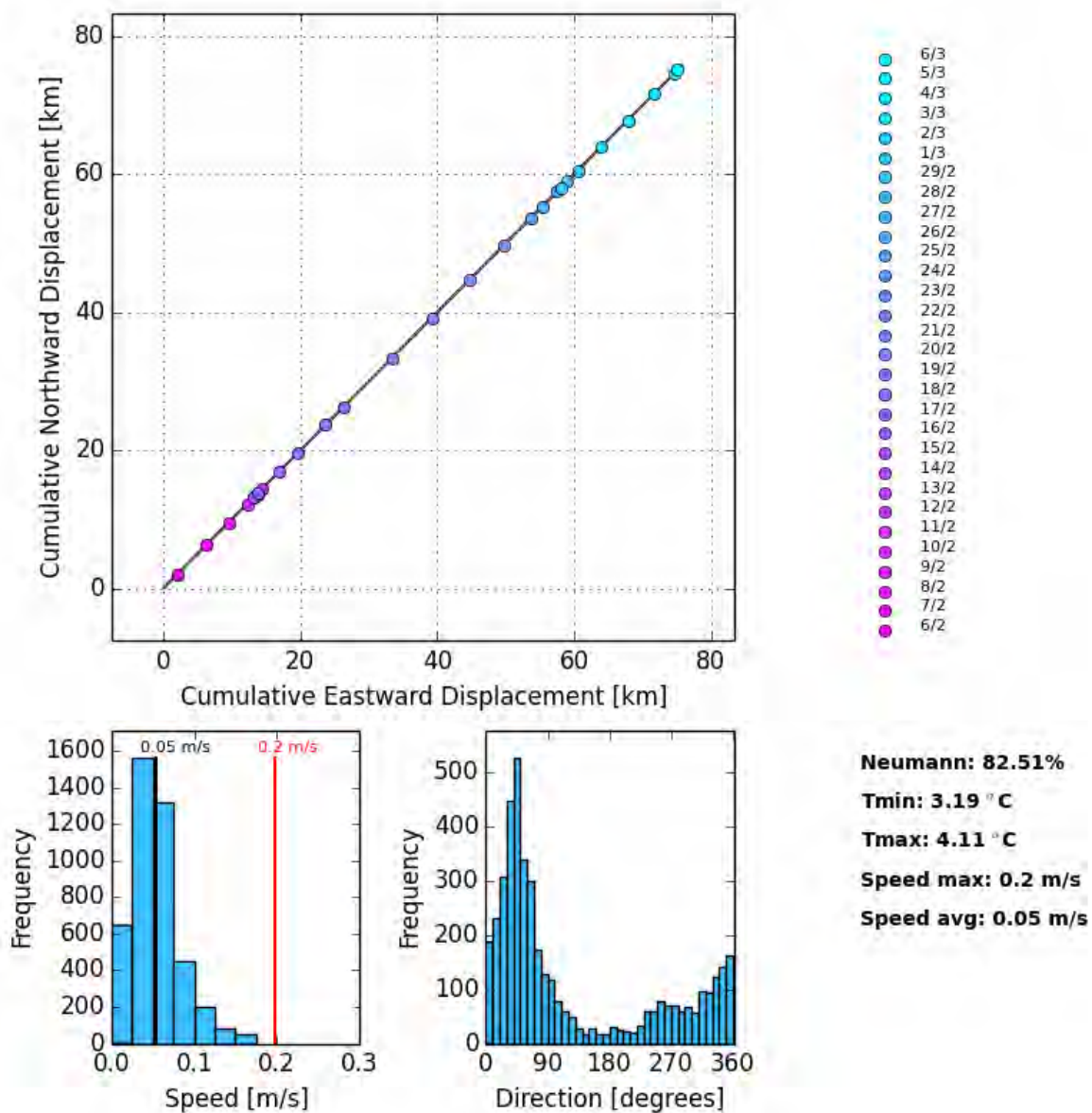
Den maksimale strømhastigheten ble målt til 11,9 cm/s og den gjennomsnittlige hastigheten på dette dypet ble målt til 3,1 cm/s vurderes som en svak (tabell 1) spredningsstrøm. Rundt 9 % av målingene er strømhastigheten mindre enn 1 cm/s hvilket antyder svært lite (tabell 1) andel nullstrøm. Neumanns parameter på 0,28 antyder middel stabil retning (tabell 1) på strømmen.

3.1.4 Målinger 130 m

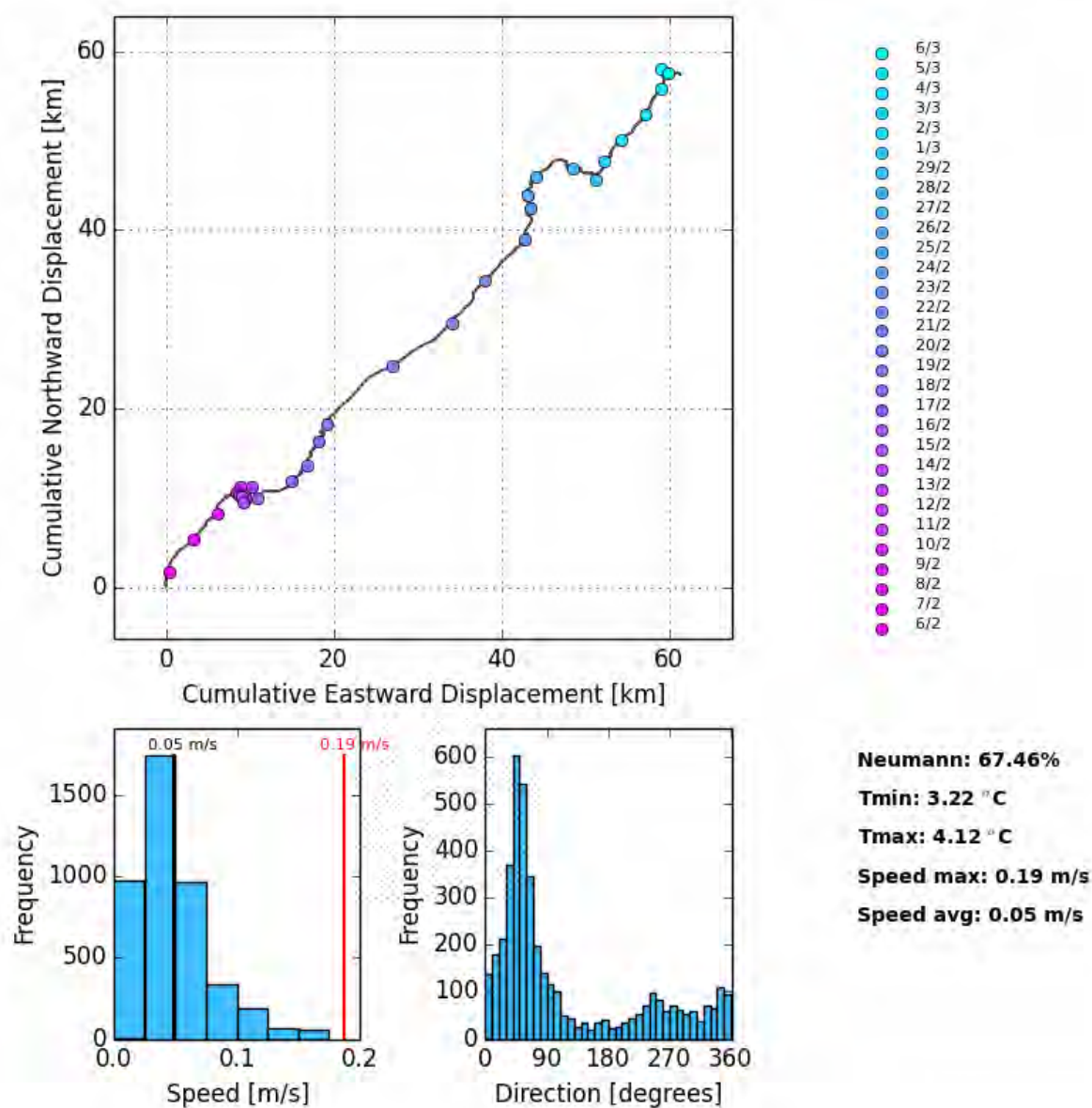
På 130 m dyp er det fremdeles retningen nord-øst som dominerer rundt 45-60 grader, mens en mindre dominerende retning sørvest på ca. 210-225 grader. Siden hastigheten også er størst i østlig retning medfører det at vanntransporten i stor grad går mot øst.

Den maksimale hastigheten på bunnen måles til 13,8 cm/s. Gjennomsnittshastigheten på 3,6 cm/s vurderes som en svært sterk (tabell 1) gjennomsnittlig strømhastighet og ca. 9 % av målingene er strømhastigheten mindre enn 1 cm/s hvilket antyder lite nullstrøm (tabell 1). Neumanns parameter er på 0,46 som antyder stabil retning (tabell 1) på strømmen.

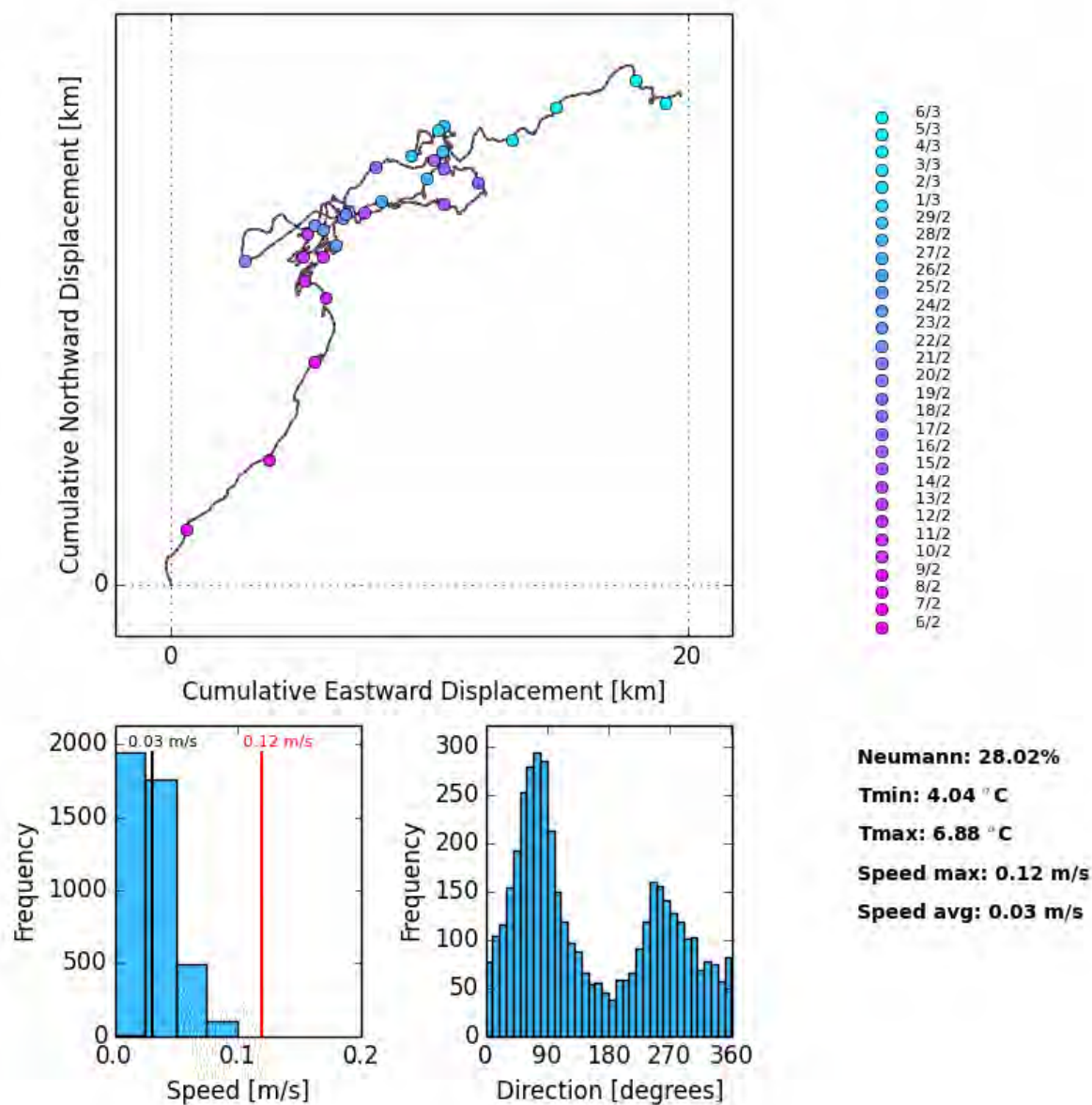
Vedlegg 1: Grafisk framstilling av resultatet av strømmålingene



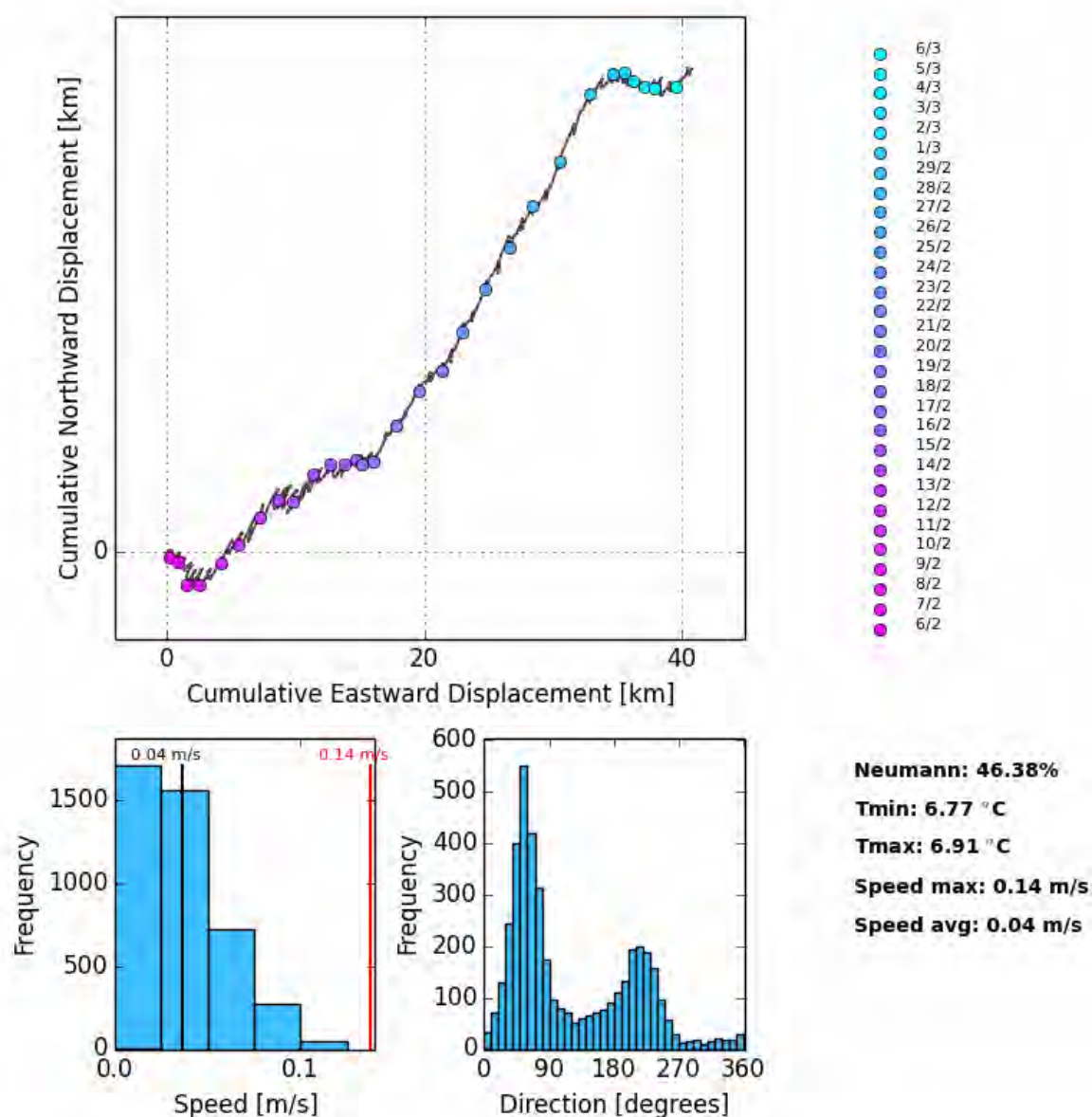
a)



b)

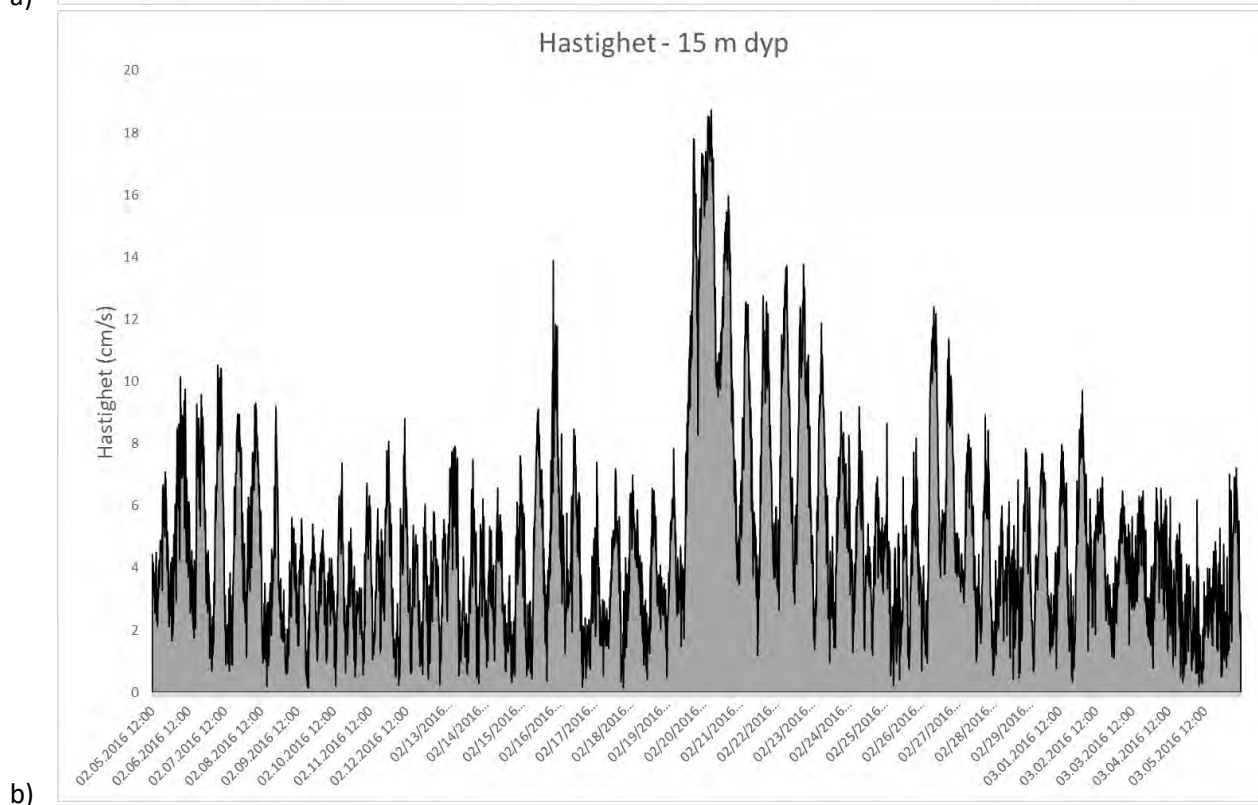
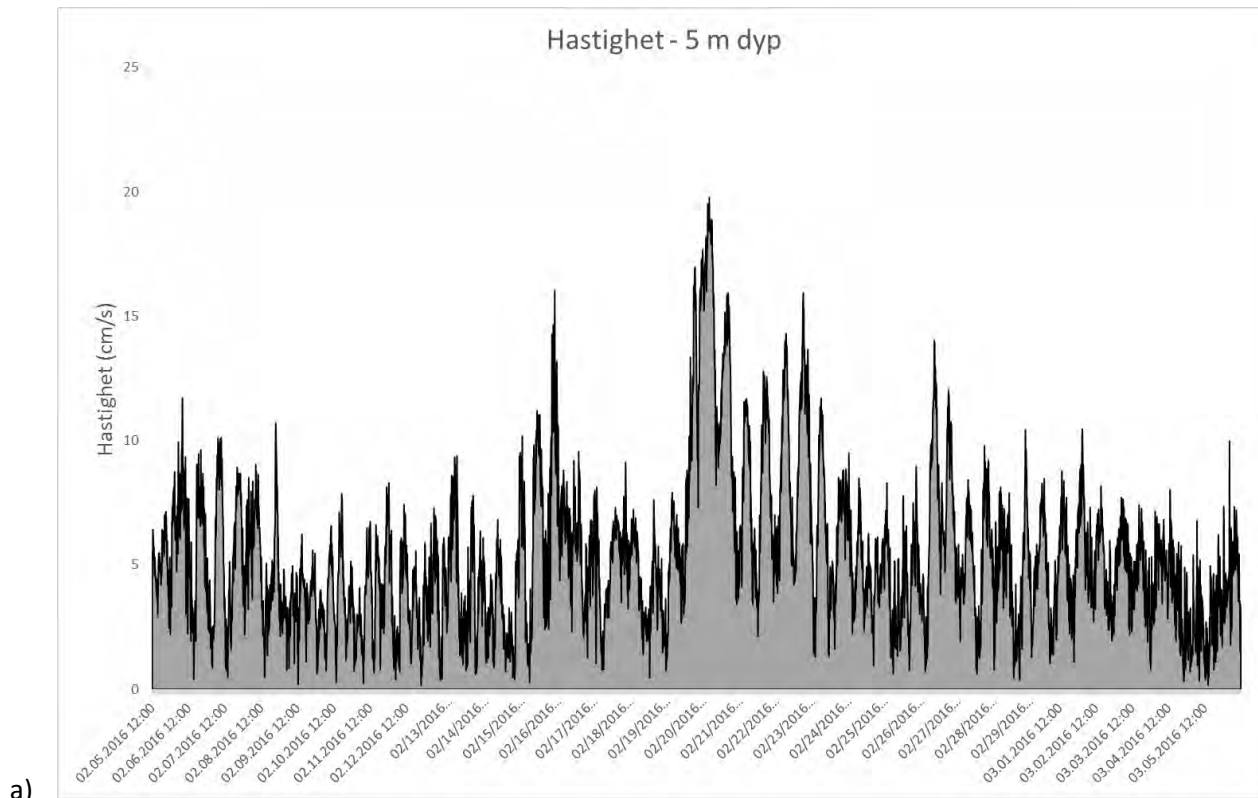


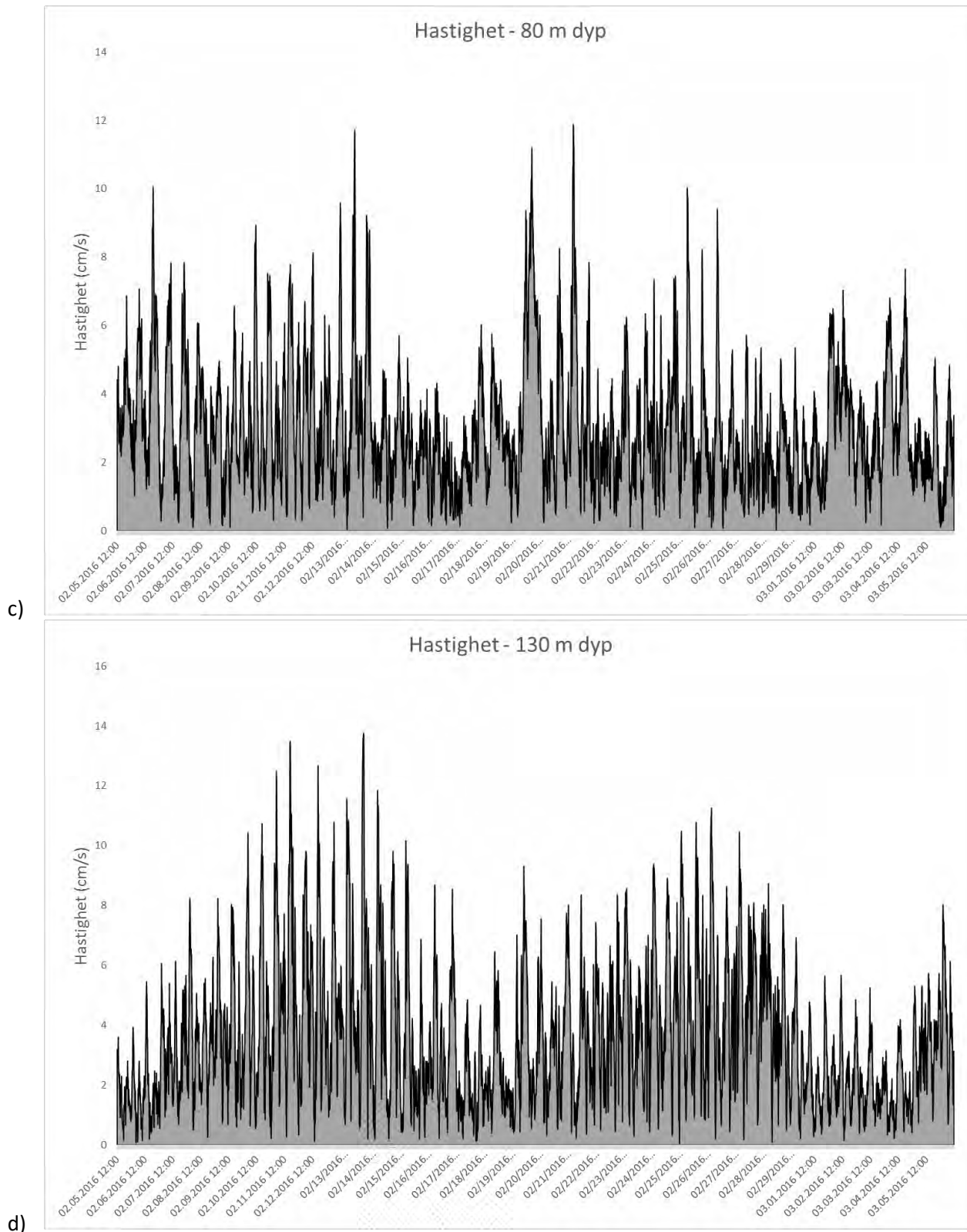
c)



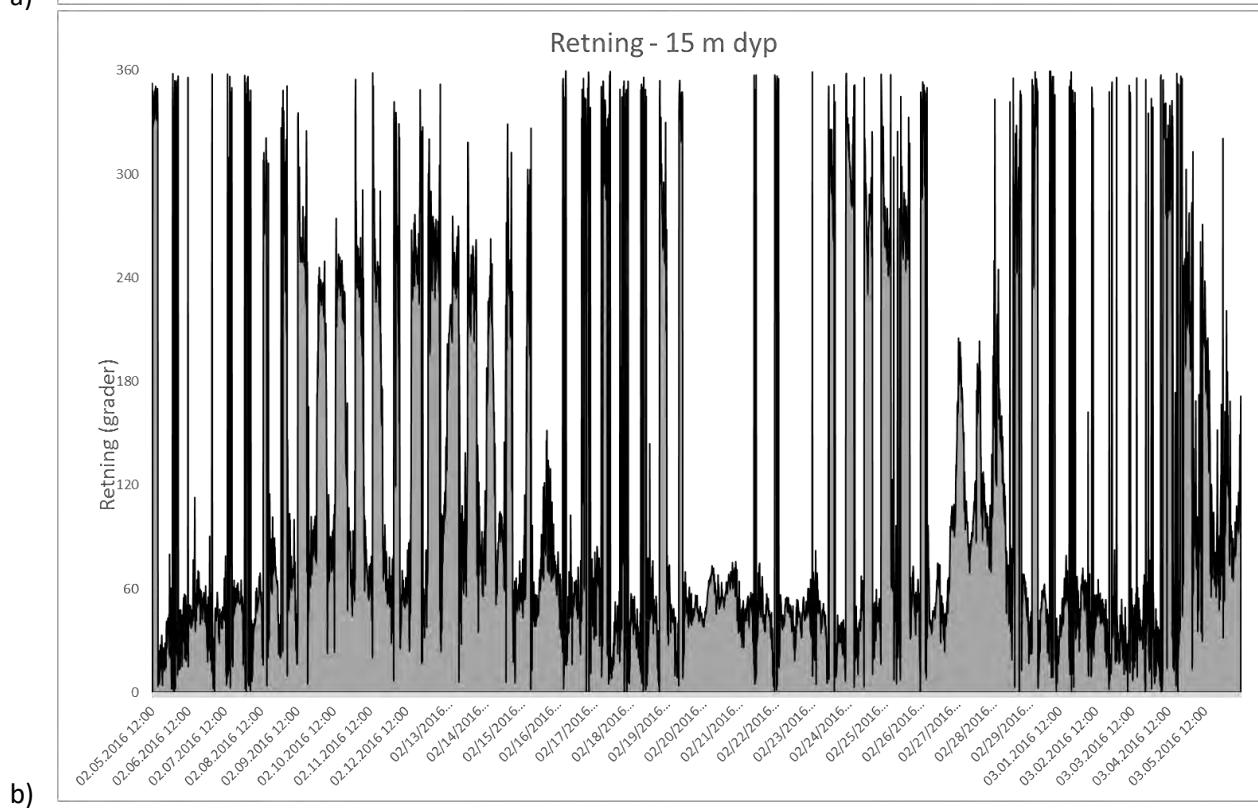
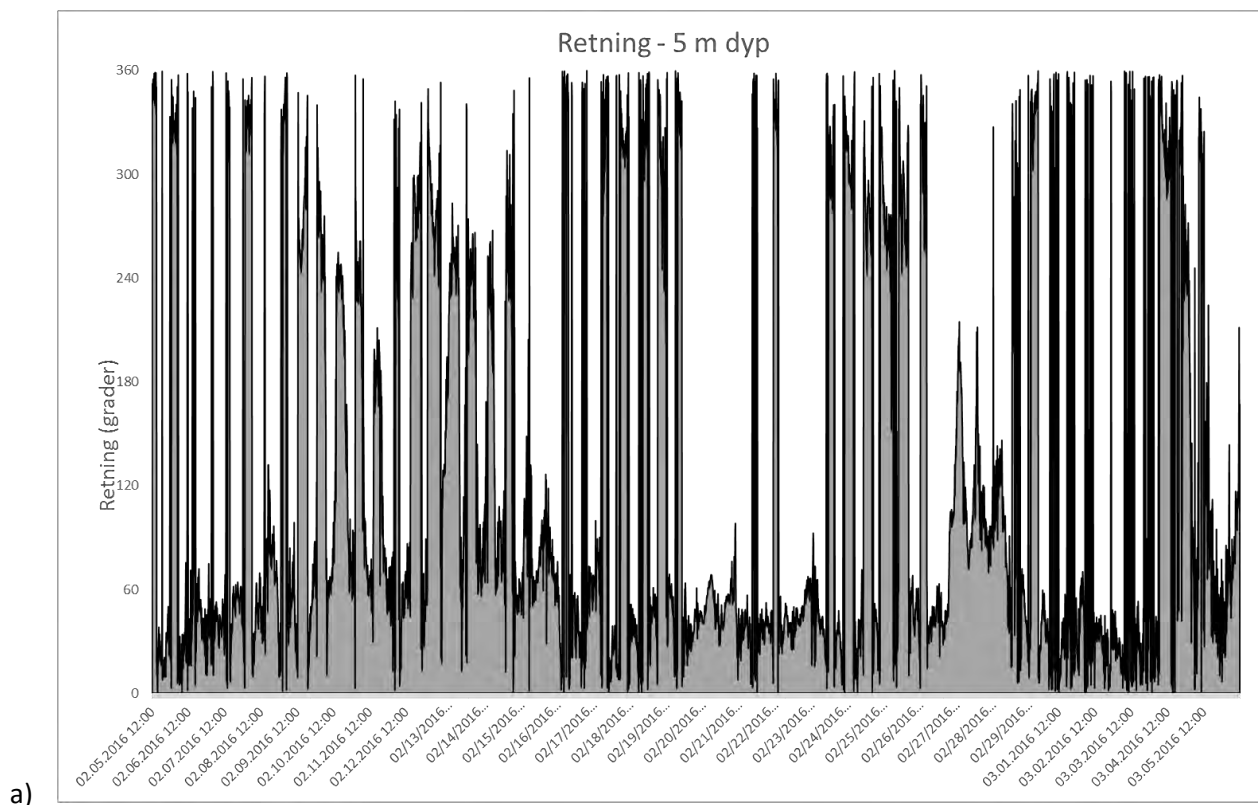
d)

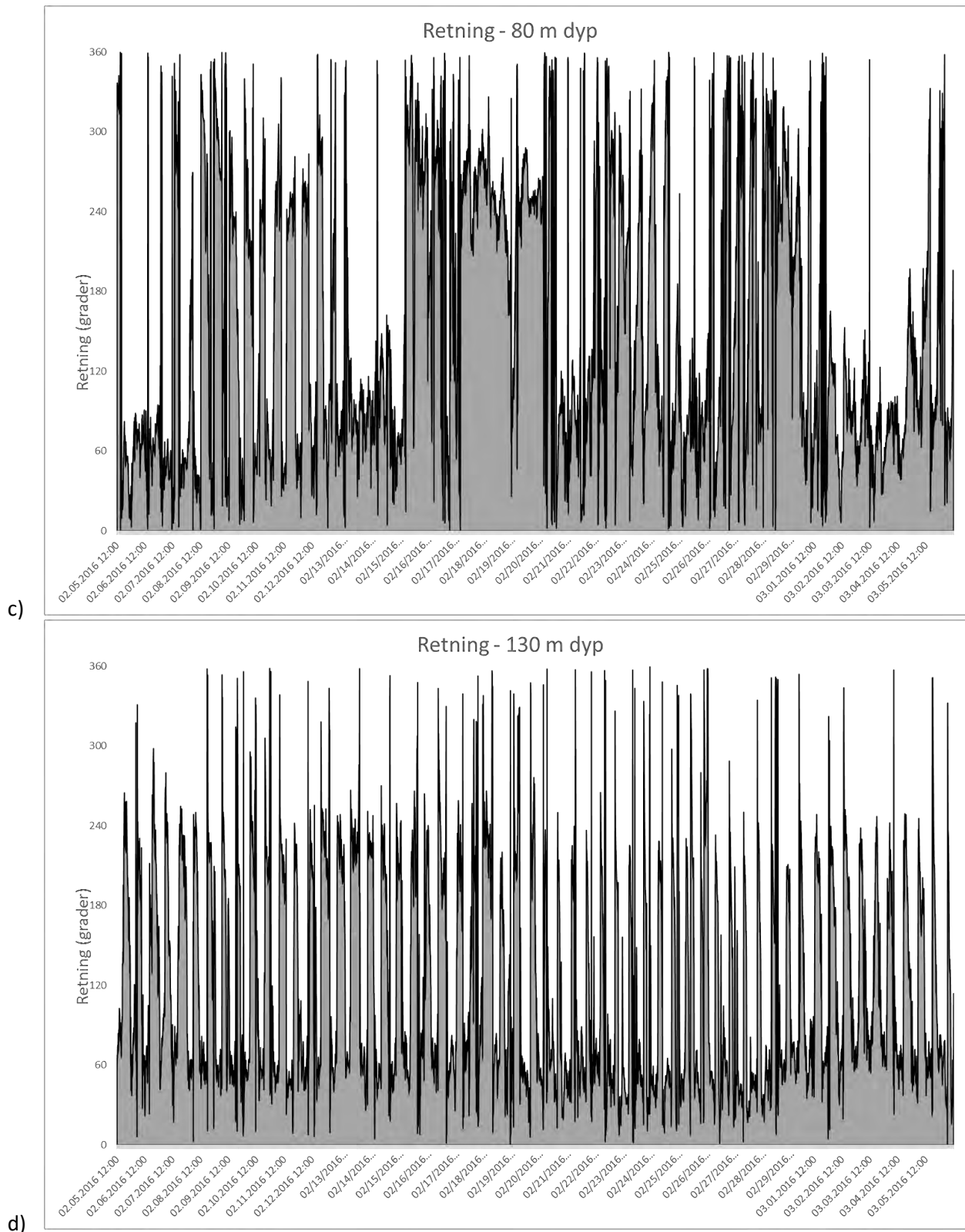
Figur 2: Progressivt vektor plott for målingene på Bjørnga; a) 5 m; b) 15 m; c) 80 m; d) 130 m dyp.



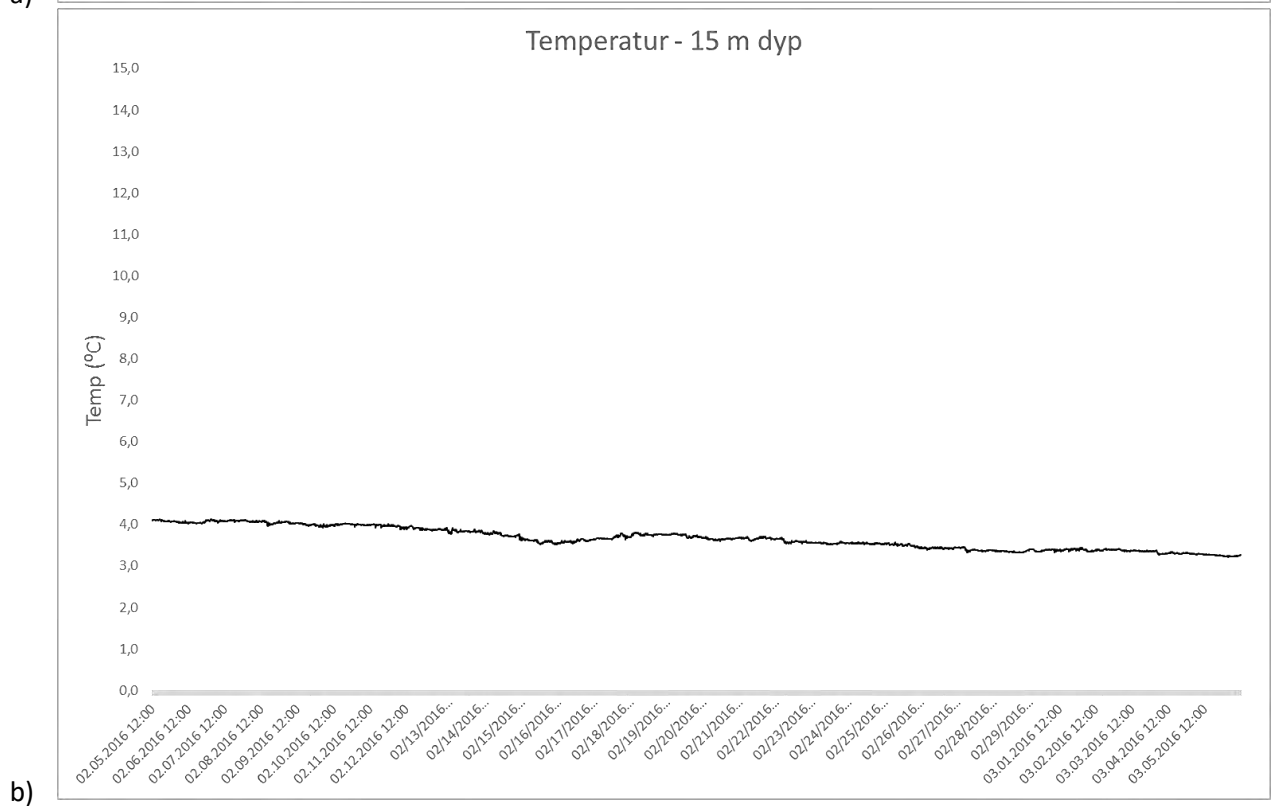
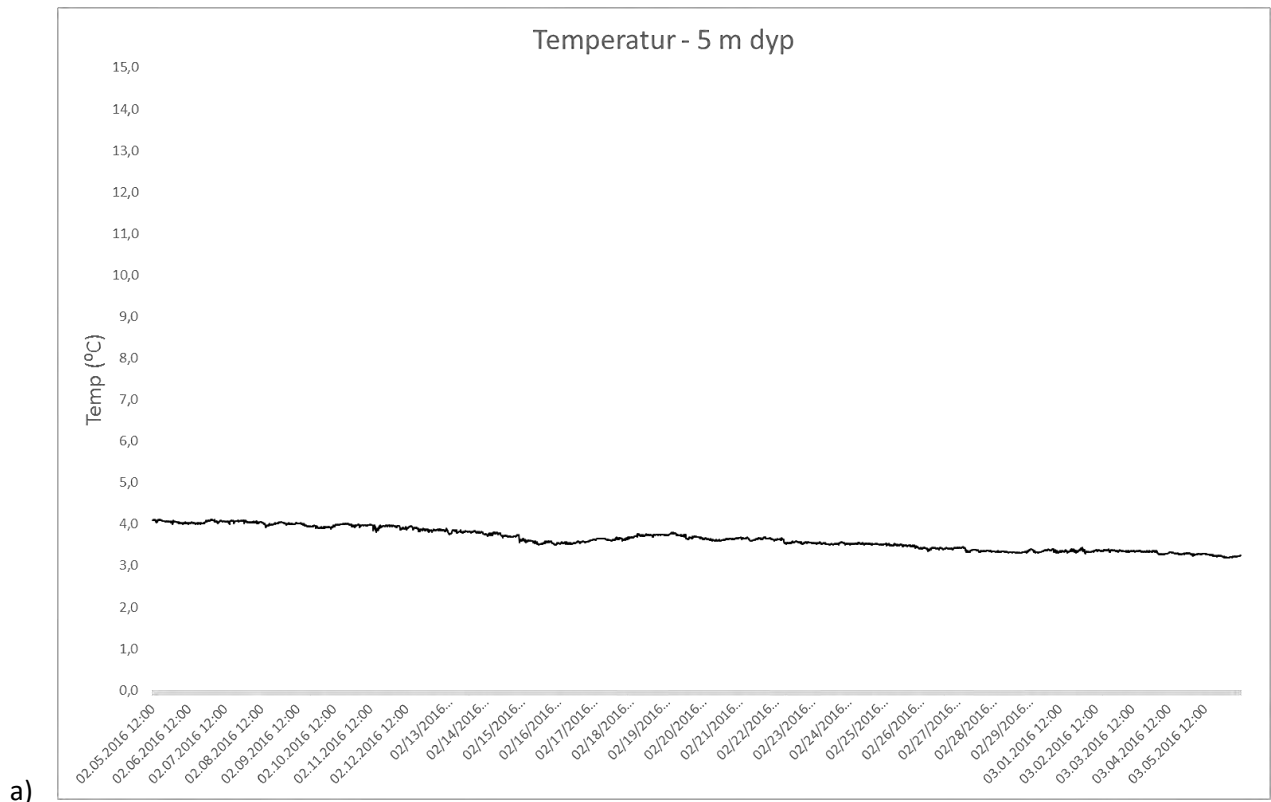


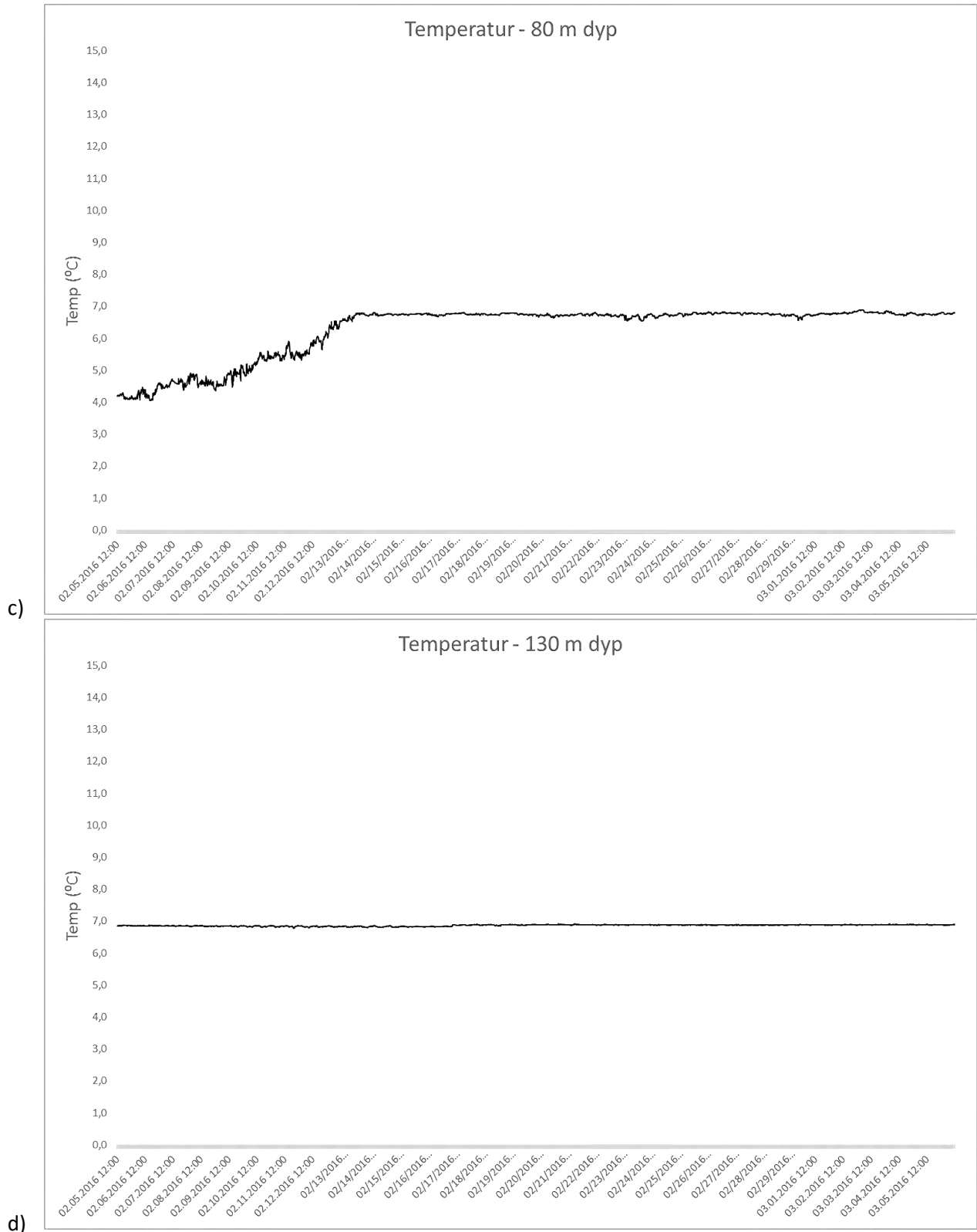
Figur 3: Strømhastighet. Figurene over viser registrert strømhastighet (cm/s) i en måleperiode på 30 dager; a) 5 m; b) 15 m; c) 80 m; d) 130 m dyp.



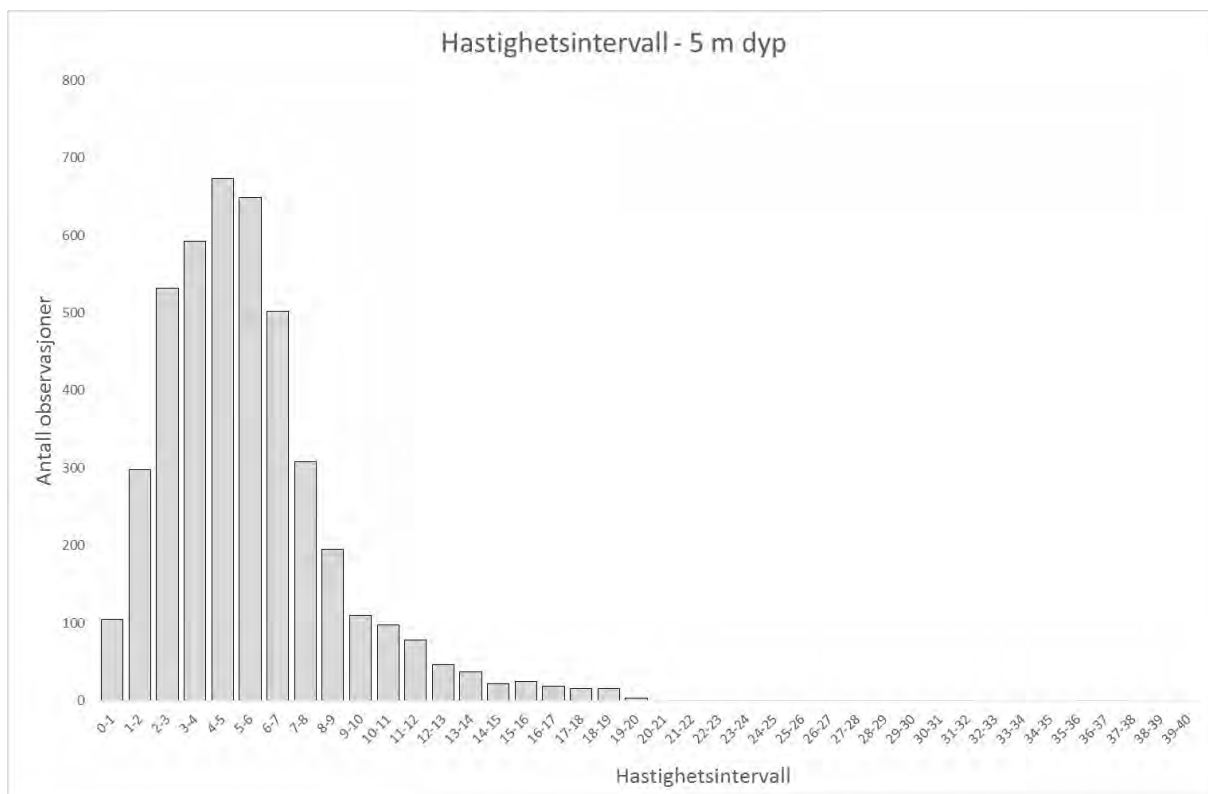


Figur 4: Strømretning. Figurene over viser registrert strømretning i den aktuelle perioden på 30 dager; a) 5 m; b) 15 m; c) 80 m; d) 130 m dyp.

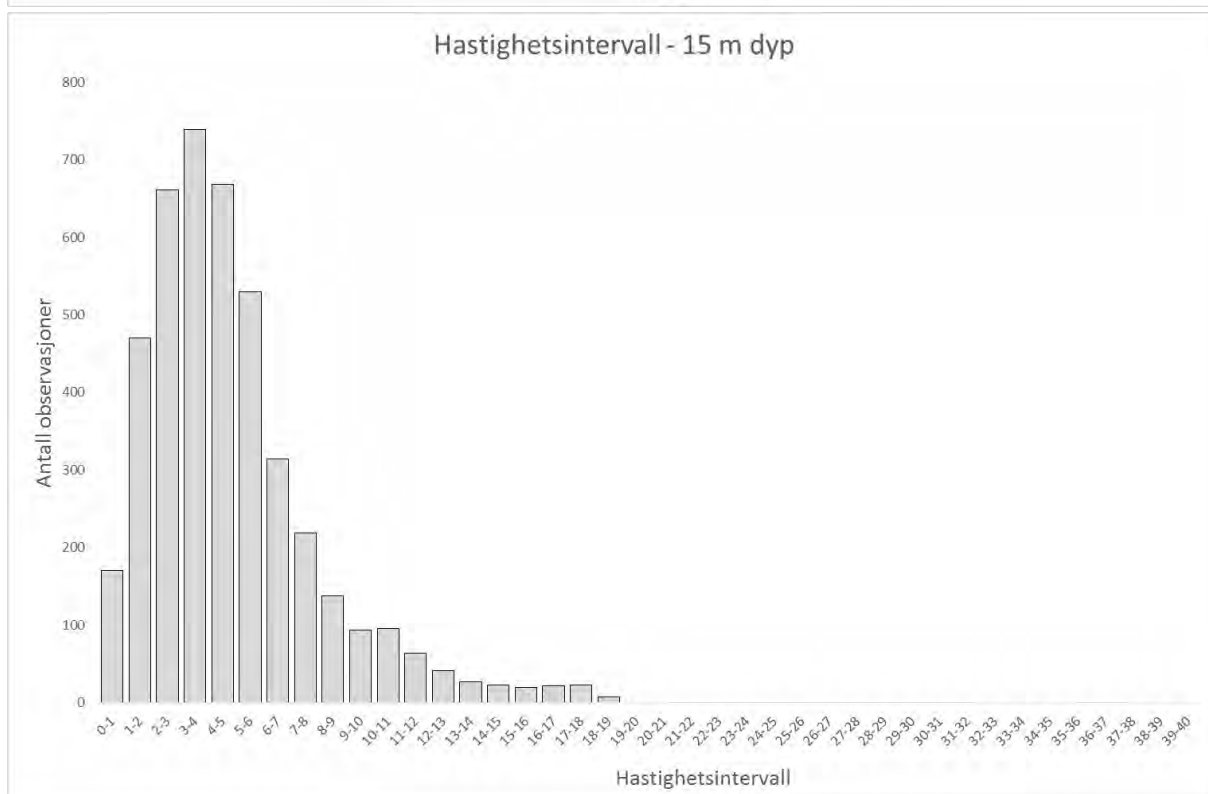




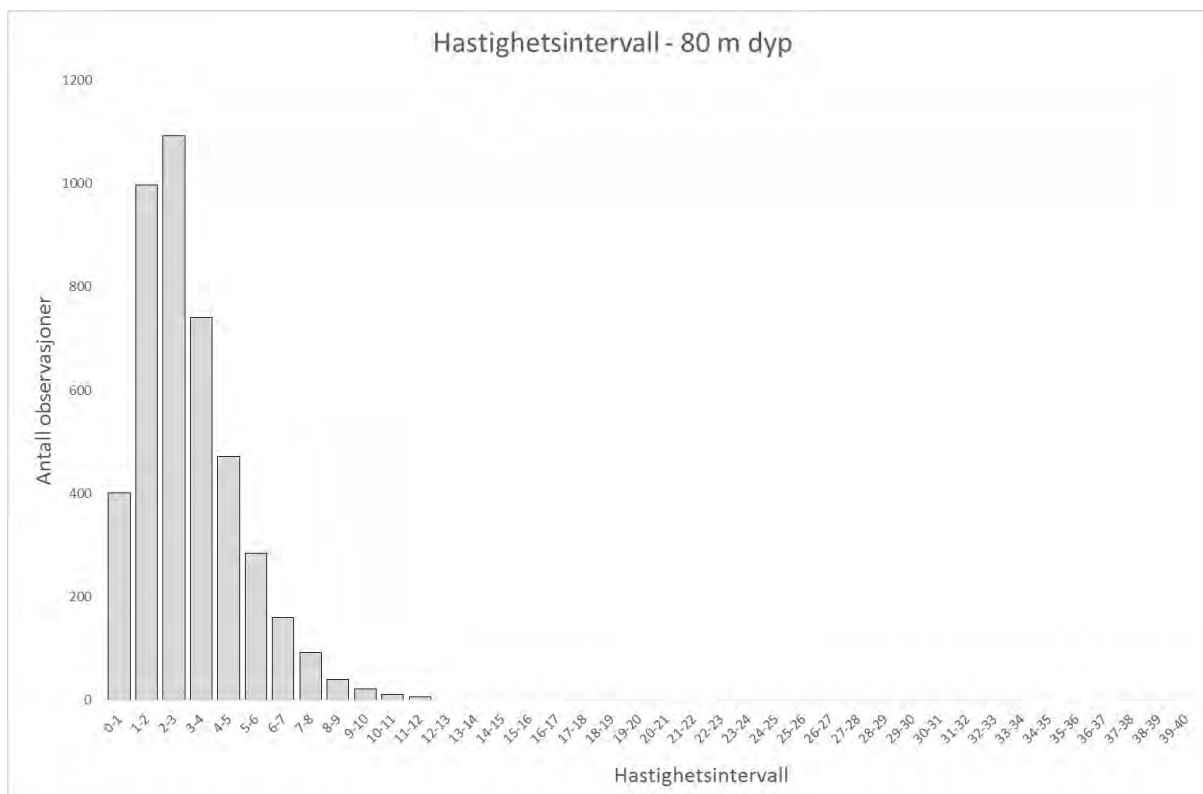
Figur 5: Temperatur. Figurene over viser registrert temperatur i den aktuelle perioden på 30 dager; a) 5 m; b) 15 m; c) 80 m; d) 130 m dyp.



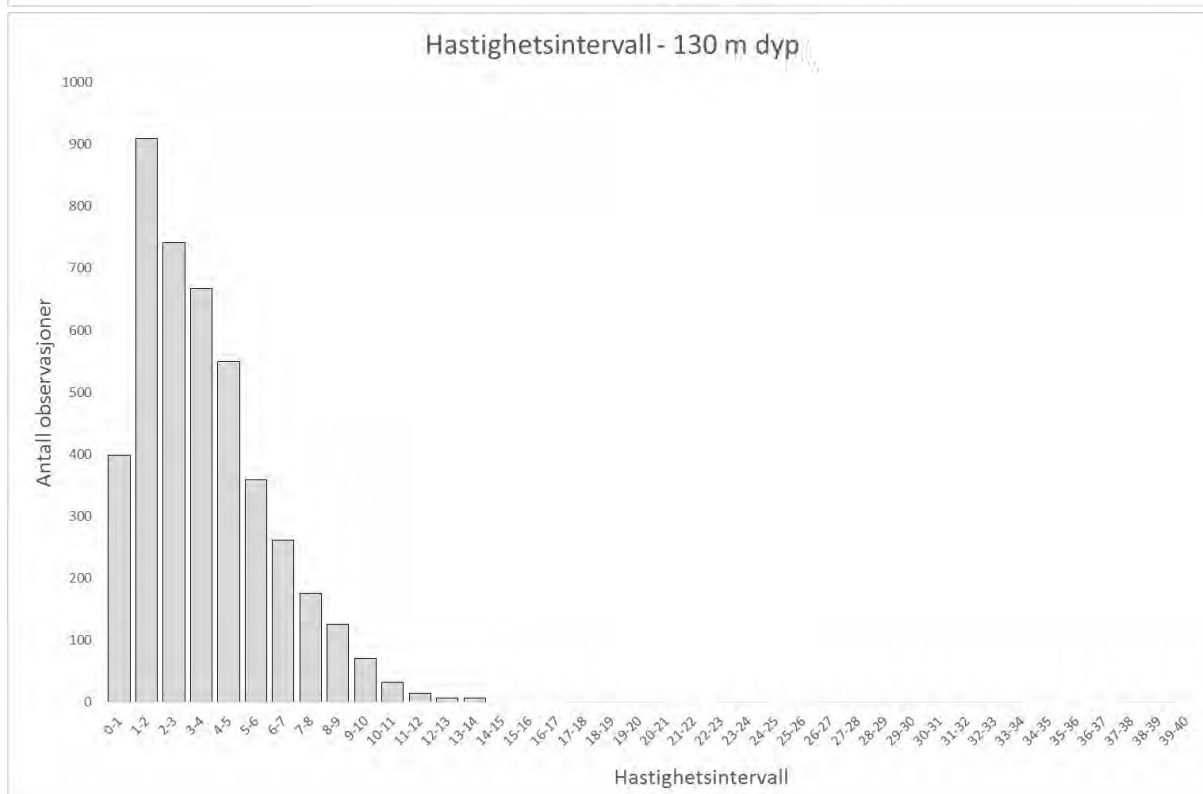
a)



b)

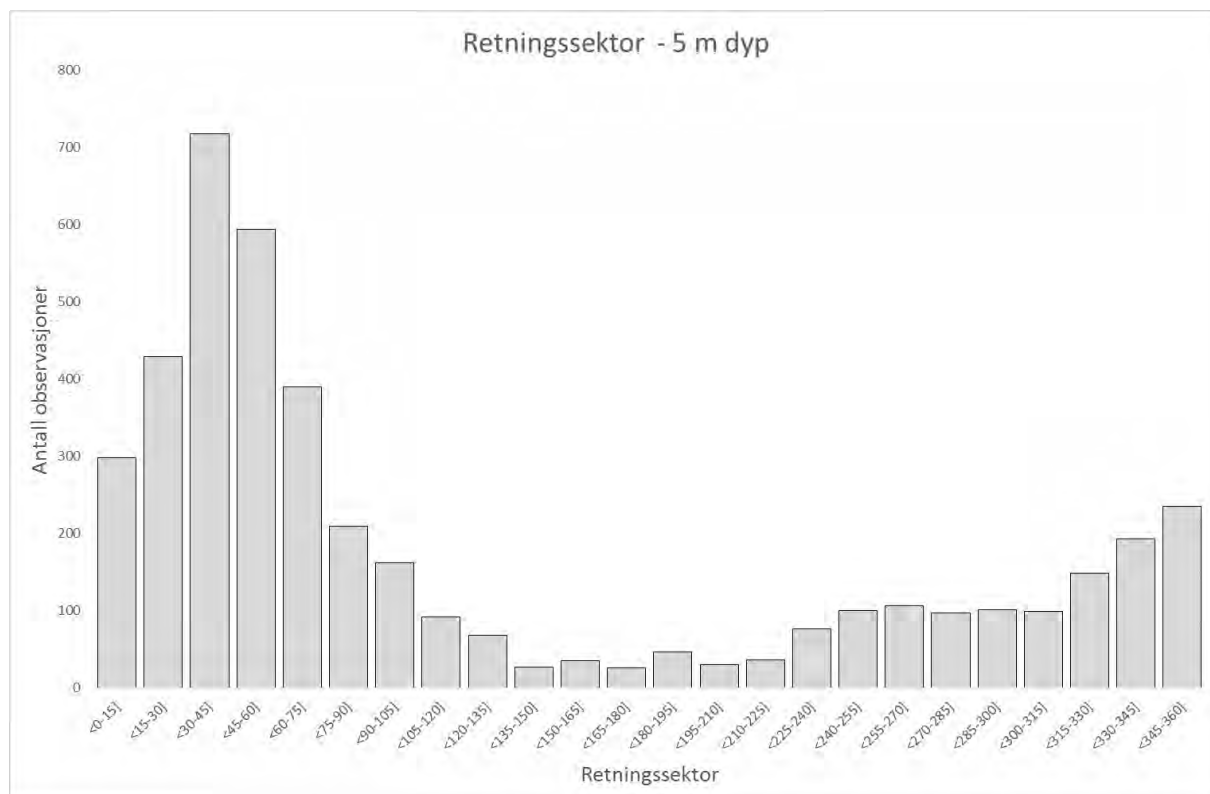


c)

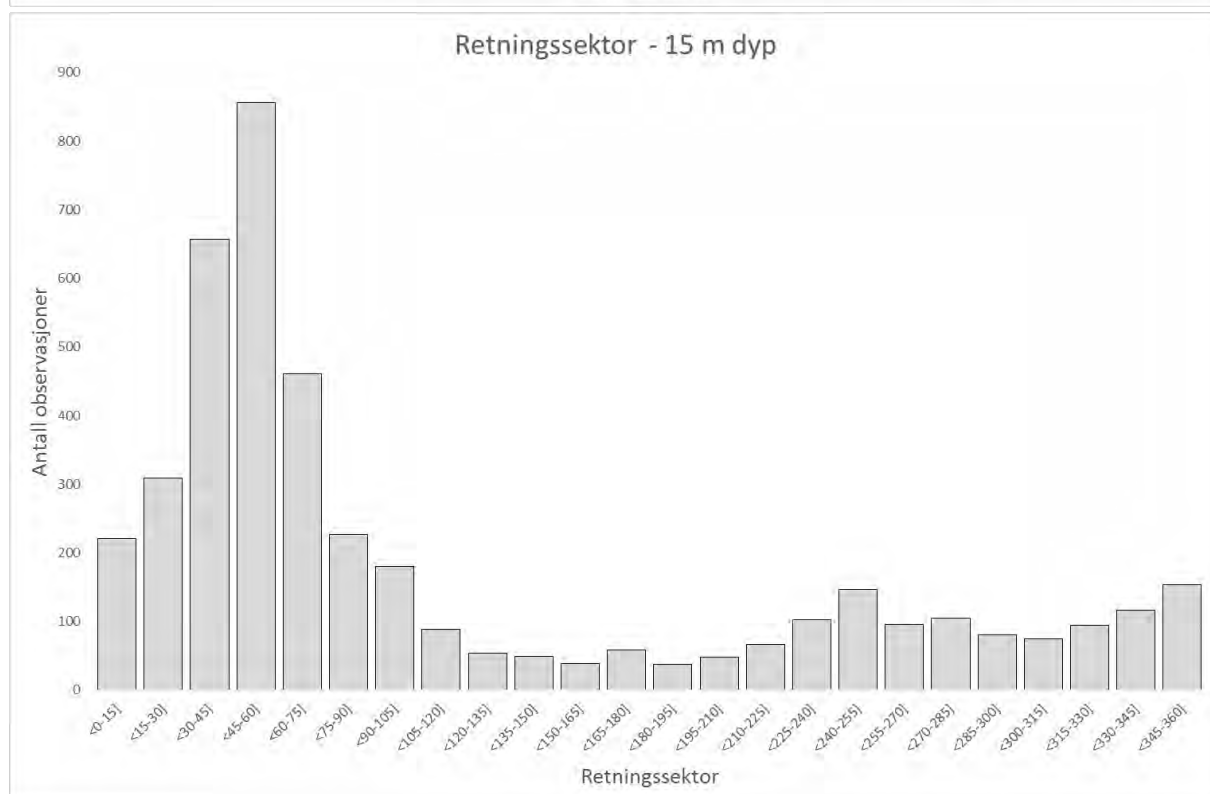


d)

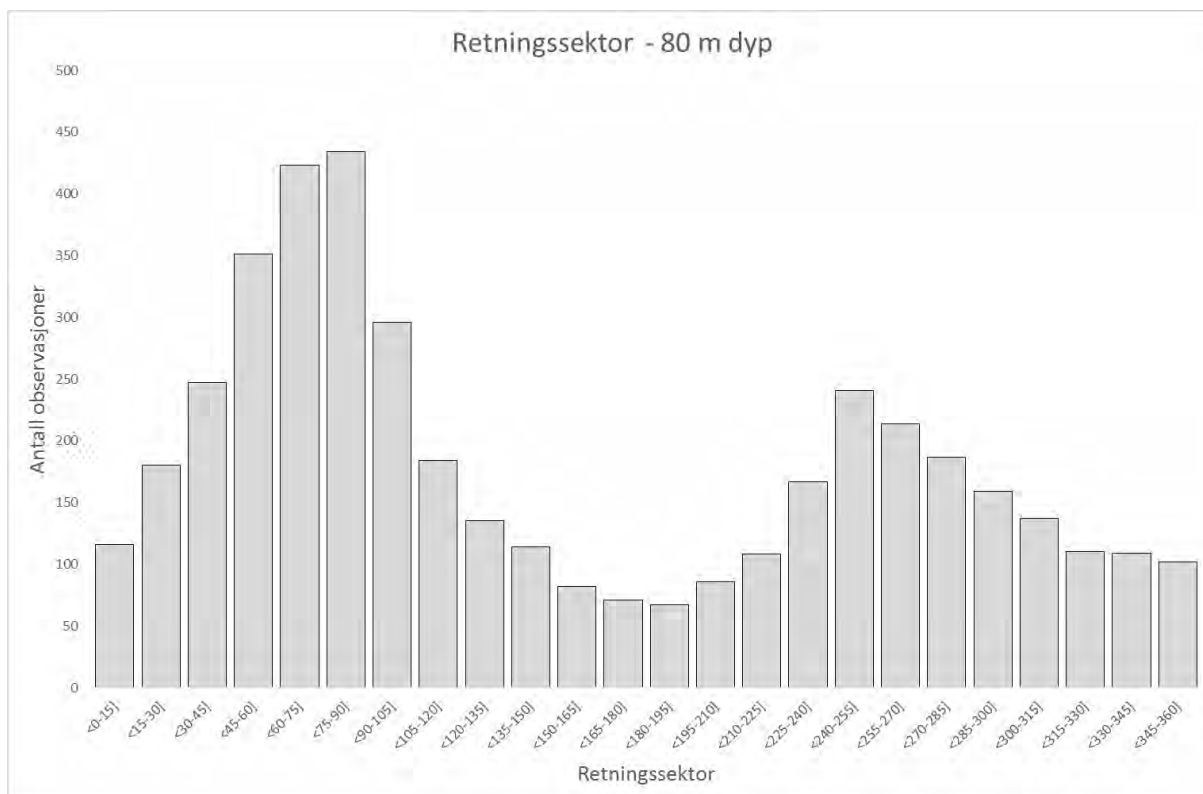
Figur 6: Strømhastighet. Figurene over viser antall målinger innenfor forskjellige hastighetsintervaller i den aktuelle måleperioden; a) 5 m; b) 15 m; c) 80 m; d) 130 m dyp.



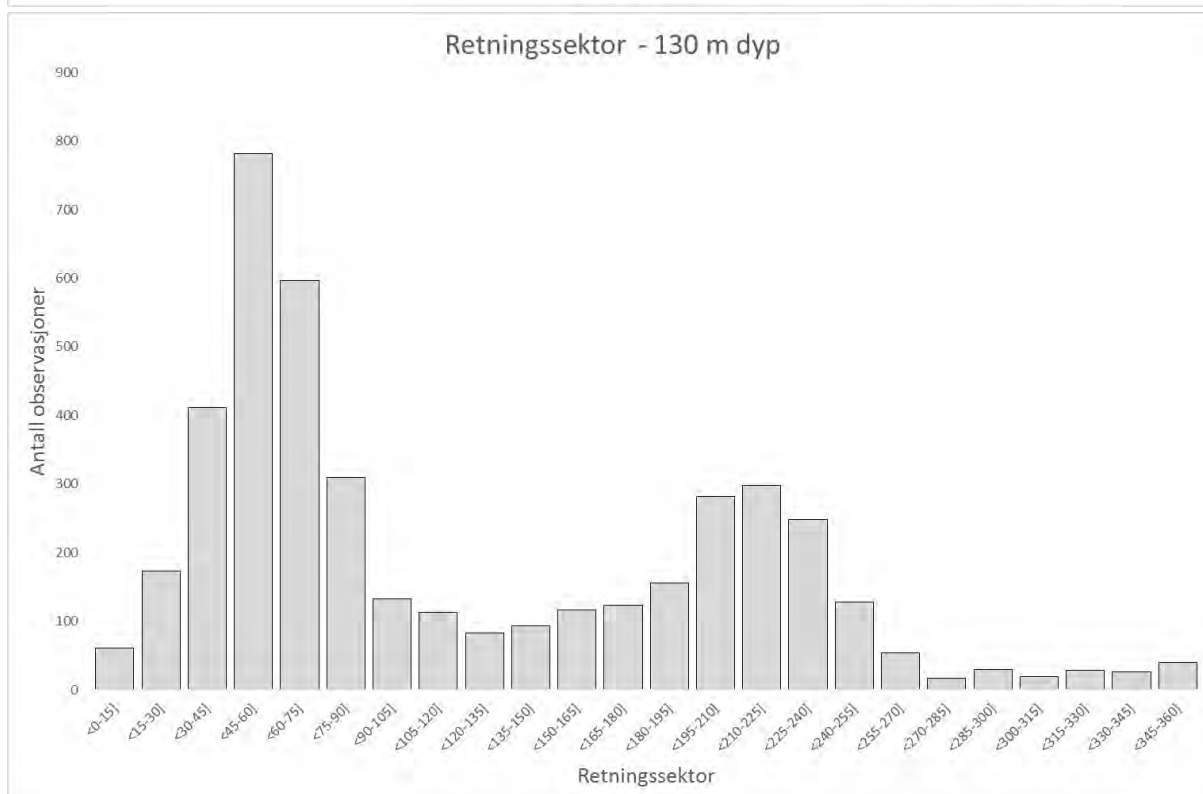
a)



b)

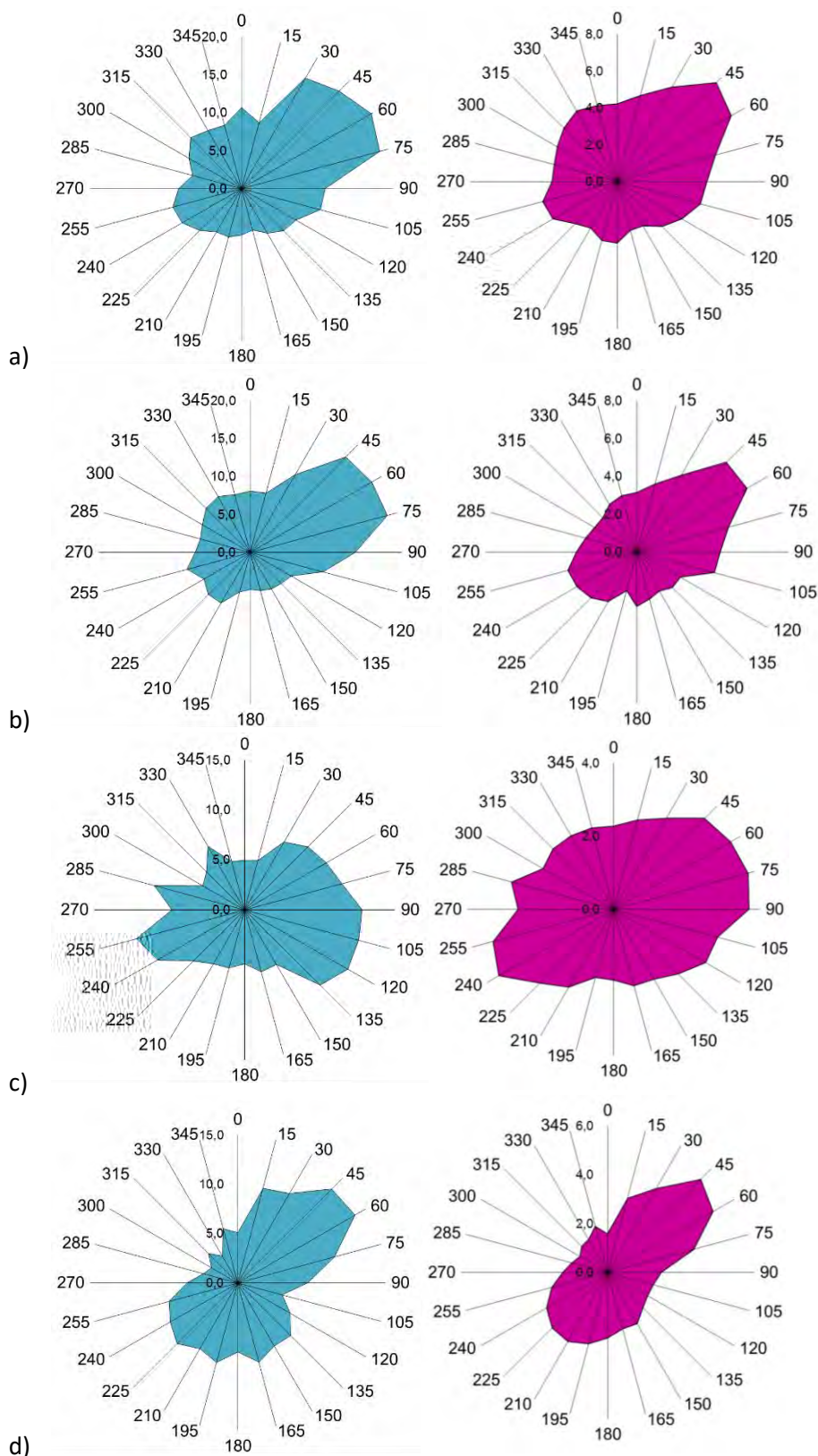


c)

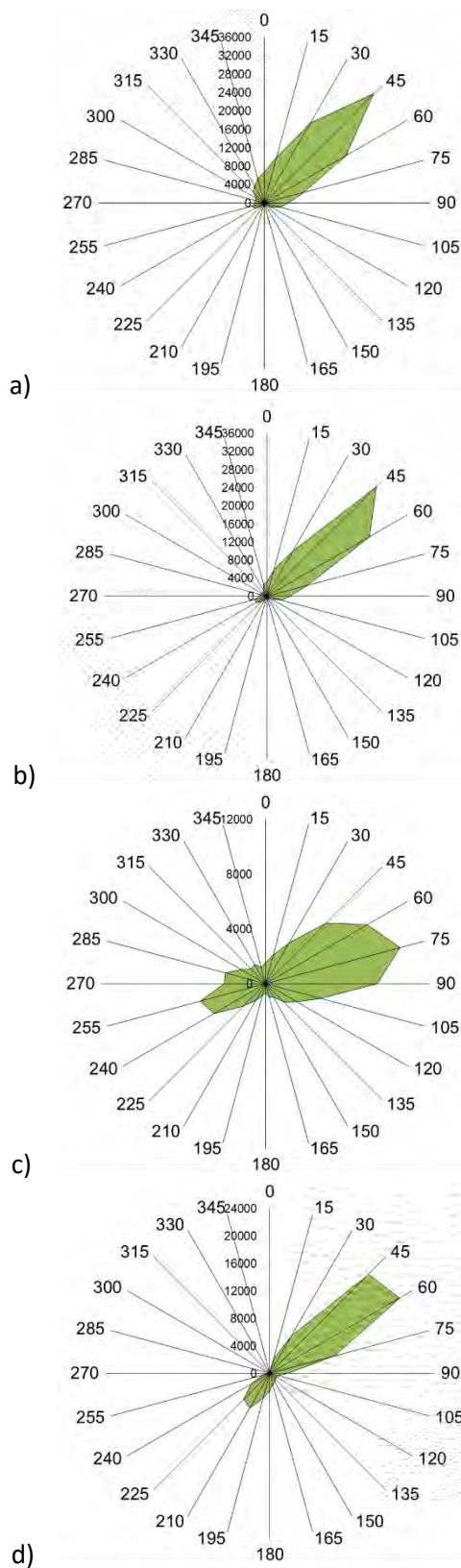


d)

Figur 7: Antall målinger per retningssektor. Figurene over viser antall målinger i de forskjellige sektorene i den aktuelle måleperioden; a) 5 m; b) 15 m; c) 80 m; d) 130 m dyp.



Figur 8: Til venstre viser strømmrosen den maksimale hastigheten som er målt i de forskjellige sektorene (retning på strømmen er angitt med sektorer på 15°), og til høyre viser strømmrosen gjennomsnittlig hastighet i de forskjellige sektorene. a) 5 m; b) 15 m; c) 80 m; d) 130 m dyp.



Figur 9: Strømrosen viser vanntransporten i de forskjellige sektorene (retning på strømmen er angitt med sektorer på 15°). a) 5 m; b) 15 m; c) 80 m; d) 130 m dyp.

Tabell 4: Matrise strømhastighet/ -retning 5 m dyp.

Retning			Hastighet		Vanntransport:			Hastighet	
Dir	Dir	midt	N	Sum	$l / (m^2s)$	$m^3/(m^2time)$	m^3/m^2	Maks	Average
>352,4	<7,5	0	266	1125,38	2,6	9,4	6752,3	10,7	4,22
>7,5	<22,5	15	356	1721,96	4,0	14,3	10331,7	9,0	4,84
>22,5	<37,5	30	564	3345,22	7,7	27,9	20071,3	16,8	5,93
>37,5	<52,5	45	737	5596,05	13,0	46,6	33576,3	18,2	7,59
>52,5	<67,5	60	476	3402,23	7,9	28,4	20413,4	19,8	7,15
67,5	82,5	75	268	1477,48	3,4	12,3	8864,9	18,9	5,51
82,5	97,5	90	180	877,73	2,0	7,3	5266,4	11,0	4,88
97,5	112,5	105	131	612,18	1,4	5,1	3673,1	10,8	4,67
112,5	127,5	120	75	304,59	0,7	2,5	1827,5	8,3	4,06
127,5	142,5	135	45	155,73	0,4	1,3	934,4	7,9	3,46
142,5	157,5	150	38	105,37	0,2	0,9	632,2	6,8	2,77
157,5	172,5	165	29	79,28	0,2	0,7	475,7	5,7	2,73
172,5	187,5	180	32	107,01	0,2	0,9	642,1	6,1	3,34
187,5	202,5	195	39	129,28	0,3	1,1	775,7	6,6	3,31
202,5	217,5	210	32	93,41	0,2	0,8	560,4	6,6	2,92
217,5	232,5	225	50	162,51	0,4	1,4	975,0	7,8	3,25
232,5	247,5	240	94	380,52	0,9	3,2	2283,1	9,0	4,05
247,5	262,5	255	114	478,54	1,1	4,0	2871,2	9,4	4,20
262,5	277,5	270	96	340,70	0,8	2,8	2044,2	8,3	3,55
277,5	292,5	285	96	342,63	0,8	2,9	2055,8	6,7	3,57
292,5	307,5	300	91	343,77	0,8	2,9	2062,6	8,0	3,78
307,5	322,5	315	138	567,37	1,3	4,7	3404,2	9,5	4,11
322,5	337,5	330	160	711,82	1,6	5,9	4270,9	8,8	4,45
337,5	352,5	345	213	910,55	2,1	7,6	5463,3	8,6	4,27
SUM			4320				140227,7		

Tabell 5: Matrise strømhastighet/ -retning 15 m dyp.

Retning			Hastighet		Vanntransport:			Hastighet	
Dir	Dir	midt	N	Sum	$l / (m^2s)$	$m^3/(m^2time)$	m^3/m^2	Maks	Average
>352,4	<7,5	0	162	509,45	1,2	4,2	3056,7	8,1	3,15
>7,5	<22,5	15	282	1040,19	2,4	8,7	6241,1	8,1	3,73
>22,5	<37,5	30	414	1931,50	4,5	16,1	11589,0	11,8	4,69
>37,5	<52,5	45	873	5712,18	13,2	47,6	34273,1	17,8	6,70
>52,5	<67,5	60	656	4366,25	10,1	36,4	26197,5	18,5	6,74
67,5	82,5	75	311	1560,99	3,6	13,0	9365,9	18,7	5,04
82,5	97,5	90	194	849,27	2,0	7,1	5095,6	13,9	4,42
97,5	112,5	105	135	569,04	1,3	4,7	3414,2	10,0	4,25
112,5	127,5	120	75	197,40	0,5	1,6	1184,4	6,2	2,67
127,5	142,5	135	45	117,21	0,3	1,0	703,3	5,8	2,66
142,5	157,5	150	43	102,63	0,2	0,9	615,8	5,6	2,39
157,5	172,5	165	50	129,39	0,3	1,1	776,4	5,2	2,59
172,5	187,5	180	46	133,31	0,3	1,1	799,9	4,9	2,90
187,5	202,5	195	36	74,07	0,2	0,6	444,4	5,4	2,12
202,5	217,5	210	68	206,96	0,5	1,7	1241,8	7,7	3,04
217,5	232,5	225	79	272,40	0,6	2,3	1634,4	7,9	3,45
232,5	247,5	240	124	449,98	1,0	3,7	2699,9	7,1	3,66
247,5	262,5	255	128	481,74	1,1	4,0	2890,4	8,6	3,79
262,5	277,5	270	98	305,96	0,7	2,5	1835,8	7,3	3,19
277,5	292,5	285	91	257,25	0,6	2,1	1543,5	6,8	2,83
292,5	307,5	300	85	220,53	0,5	1,8	1323,2	7,3	2,59
307,5	322,5	315	73	187,40	0,4	1,6	1124,4	8,3	2,57
322,5	337,5	330	92	268,00	0,6	2,2	1608,0	8,5	2,91
337,5	352,5	345	160	494,29	1,1	4,1	2965,7	7,9	3,09
		SUM	4320				122624,4		

Tabell 6: Matrise strømhastighet/ -retning 80 m dyp.

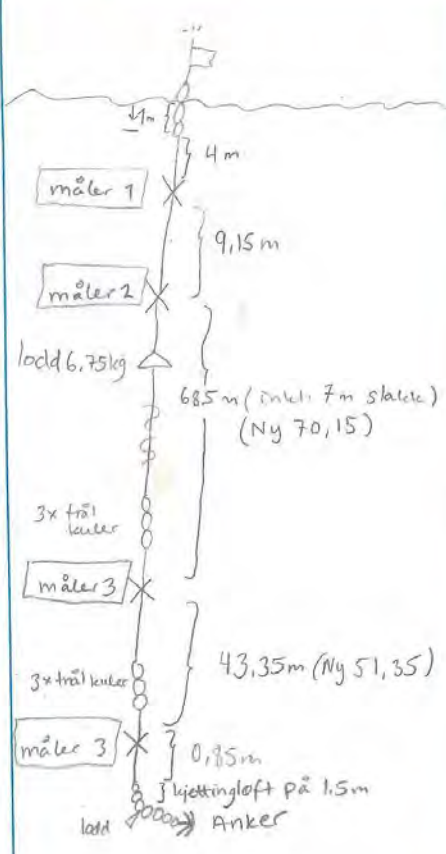
Retning			Hastighet		Vanntransport:			Hastighet	
Dir	Dir	midt	N	Sum	l / (m ² s)	m ³ /(m ² time)	m ³ /m ²	Maks	Average
>352,4	<7,5	0	120	258,41	0,6	2,2	1550,4	5,0	2,28
>7,5	<22,5	15	145	365,74	0,8	3,0	2194,4	5,1	2,54
>22,5	<37,5	30	199	574,58	1,3	4,8	3447,5	7,8	2,89
>37,5	<52,5	45	299	1046,12	2,4	8,7	6276,7	8,9	3,52
>52,5	<67,5	60	392	1433,52	3,3	11,9	8601,1	9,4	3,69
67,5	82,5	75	446	1695,72	3,9	14,1	10174,3	10,1	3,82
82,5	97,5	90	372	1359,40	3,1	11,3	8156,4	11,7	3,70
97,5	112,5	105	237	695,21	1,6	5,8	4171,3	11,8	2,95
112,5	127,5	120	153	440,53	1,0	3,7	2643,2	11,9	2,92
127,5	142,5	135	128	317,43	0,7	2,6	1904,6	10,7	2,50
142,5	157,5	150	88	192,57	0,4	1,6	1155,4	6,3	2,21
157,5	172,5	165	79	170,84	0,4	1,4	1025,1	6,4	2,16
172,5	187,5	180	57	110,30	0,3	0,9	661,8	5,4	1,94
187,5	202,5	195	81	152,24	0,4	1,3	913,4	6,0	1,93
202,5	217,5	210	96	233,10	0,5	1,9	1398,6	6,3	2,45
217,5	232,5	225	136	389,14	0,9	3,2	2334,9	7,3	2,86
232,5	247,5	240	202	729,81	1,7	6,1	4378,8	10,1	3,63
247,5	262,5	255	244	827,19	1,9	6,9	4963,1	11,2	3,42
262,5	277,5	270	194	507,43	1,2	4,2	3044,6	7,3	2,62
277,5	292,5	285	176	506,29	1,2	4,2	3037,7	9,4	2,89
292,5	307,5	300	156	346,36	0,8	2,9	2078,2	4,8	2,23
307,5	322,5	315	112	255,44	0,6	2,1	1532,7	5,4	2,34
322,5	337,5	330	116	268,42	0,6	2,2	1610,5	7,3	2,33
337,5	352,5	345	91	210,07	0,5	1,8	1260,4	5,0	2,31
		SUM	4319				78515,2		

Tabell 7: Matrise strømhastighet/ -retning 130 m dyp.

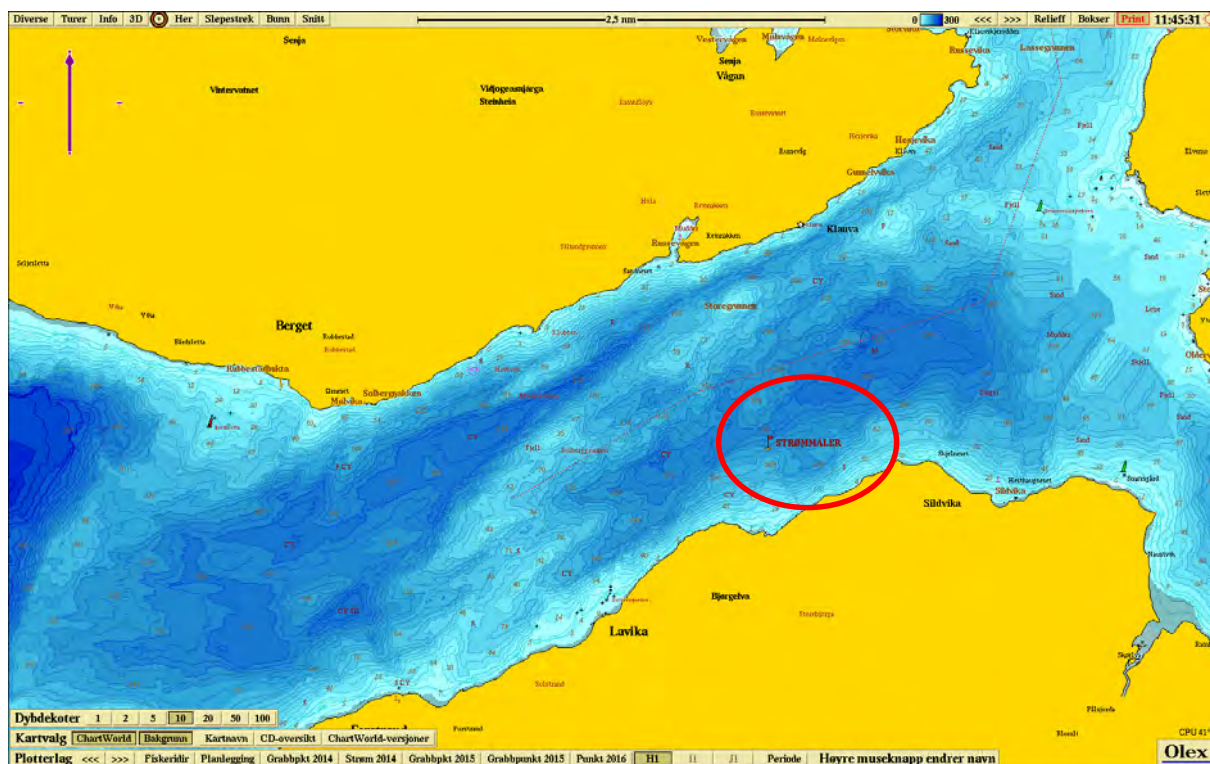
Retning			Hastighet		Vanntransport:			Hastighet	
Dir	Dir	midt	N	Sum	l / (m ² s)	m ³ /(m ² time)	m ³ /m ²	Maks	Average
>352,4	<7,5	0	43	68,00	0,2	0,6	408,0	5,1	1,58
>7,5	<22,5	15	121	381,36	0,9	3,2	2288,1	9,9	3,15
>22,5	<37,5	30	265	1052,87	2,4	8,8	6317,2	10,5	3,97
>37,5	<52,5	45	629	3397,63	7,9	28,3	20385,8	13,5	5,40
>52,5	<67,5	60	731	3652,03	8,5	30,4	21912,2	13,8	5,00
67,5	82,5	75	447	1632,80	3,8	13,6	9796,8	10,2	3,65
82,5	97,5	90	197	435,58	1,0	3,6	2613,5	7,1	2,21
97,5	112,5	105	115	223,81	0,5	1,9	1342,9	4,7	1,95
112,5	127,5	120	93	177,36	0,4	1,5	1064,2	6,1	1,91
127,5	142,5	135	94	192,73	0,4	1,6	1156,4	7,6	2,05
142,5	157,5	150	99	239,77	0,6	2,0	1438,6	7,4	2,42
157,5	172,5	165	111	265,23	0,6	2,2	1591,4	8,3	2,39
172,5	187,5	180	160	428,96	1,0	3,6	2573,7	7,0	2,68
187,5	202,5	195	205	620,51	1,4	5,2	3723,1	8,4	3,03
202,5	217,5	210	300	980,66	2,3	8,2	5884,0	7,7	3,27
217,5	232,5	225	280	900,71	2,1	7,5	5404,3	8,7	3,22
232,5	247,5	240	185	534,61	1,2	4,5	3207,6	7,9	2,89
247,5	262,5	255	87	205,63	0,5	1,7	1233,8	7,2	2,36
262,5	277,5	270	31	56,94	0,1	0,5	341,6	5,2	1,84
277,5	292,5	285	25	38,00	0,1	0,3	228,0	3,6	1,52
292,5	307,5	300	20	26,29	0,1	0,2	157,7	3,1	1,31
307,5	322,5	315	24	36,41	0,1	0,3	218,5	4,2	1,52
322,5	337,5	330	24	37,42	0,1	0,3	224,5	3,1	1,56
337,5	352,5	345	34	66,38	0,2	0,6	398,3	5,7	1,95
		SUM	4320				93910,1		

Vedlegg 2: Strømmålerskjema

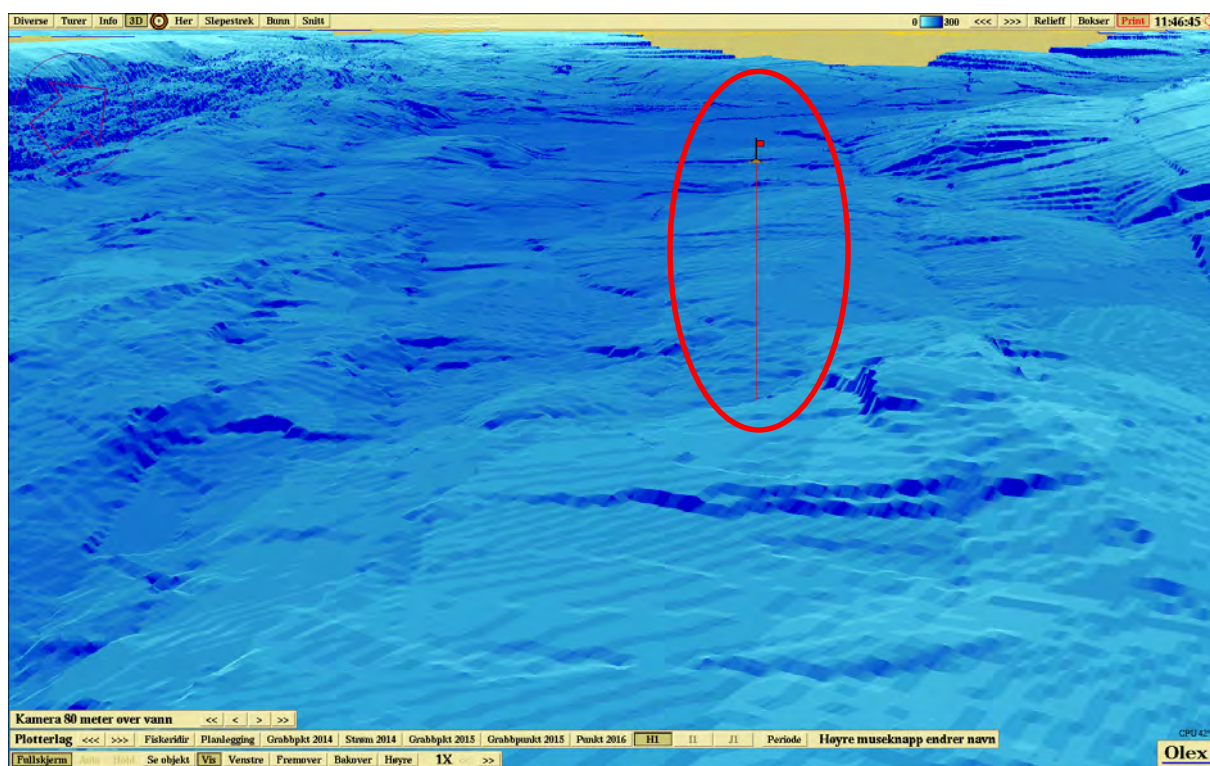
Strømmålerskjema

Selskap	Salaks AS		Lokalitet	Bjørge
Planlagt	69 09 024 17 56 938		Endelig	
Posisjon	N xx° xx,xxx Ø xx° xx,xxx			
Tidspkt utsett	dd.mm.åååå beg. Feb			
Tidspkt opptak	dd.mm.åååå beg. Mars			
Ant dager				
Ekkodyp	136 m			
Annet:	Husk å ha litt lengre deler for end-feste			
Planlagt riggkonstruksjon:			Endelig riggkonstruksjon	
		Som planlagt		
Total lengde på rigg 143m.		Prosedyre for strømmåling fulgt.		
Dato og sign:			Dato og sign:	08.02.16 <i>Sigve K. Jensen</i>

Vedlegg 3: Olex-kart



Figur 9: Oversiktsbilde med posisjon for strømmåling anmerket.



Figur 10: Kartutsnittet over viser plasseringen av strømmåleren.

Vedlegg 4: Aktuelle interne prosedyrer

4.1.1 Strømmåling. Sist revidert: 08.07.2015

4.1.4 Smitteforebygging ved miljøundersøkelser. Sist revidert 27.09.2013.