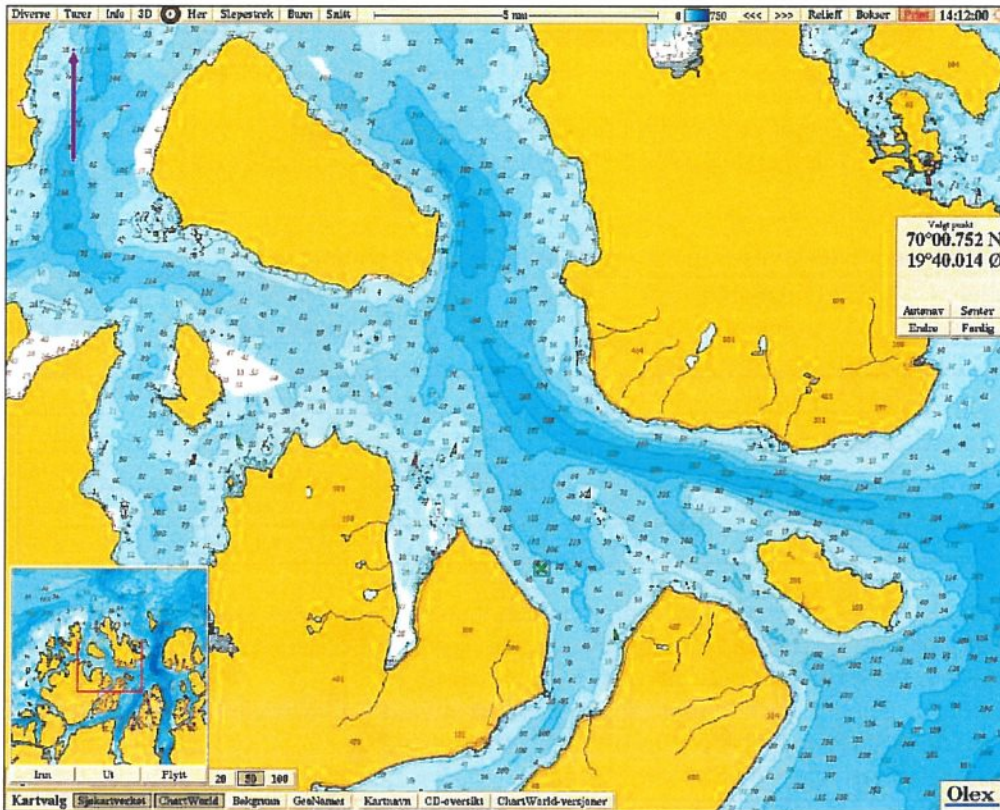


## VEDLEGG 3

- **Strømrapport Langås Nord**
- **Strømrapport Langås Sør**
- **Lokalitetsrapport med ettårs – strømmåling**

# Lerøy Aurora AS

## Miljøundersøkelser



## Strømrapport

# Langås Nord, Karlsøy kommune

10.01.2012 - 10.02.2012

<b>Oppdragsgiver</b> Firma: Lerøy Aurora AS Kontaktperson: Hugo Nilsen	
Dokument type	Strømrappport
Tittel	<b>Strømrappport, Langås Nord, Karlsøy, 2012</b>
Prosjektnr.	9723
Filplassering	E:\9723LAHN\Dokumenter\Strømmålinger Karlsøy januar 2012\Langås nord\Strømrappport_LangåsNord.docx

<b>Sammendrag</b>				
Det er utført strømmålinger på lokalitet Langås Nord, Karlsøy, i perioden 10.01.2012 - 10.02.2012 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS 9415:2009 og veileder for søknad om lokalitet.				
Gjennomsnitts- og maksimalstrøm og andel nullmålinger er som følgende:				
Dybde [m]	Gjennomsnittstrøm [cm/s]	Maksimalstrøm [cm/s]	Retning av maksimalstrøm [°]	Målinger <=1cm/s [%]
4	8	28	116	1.7
16	8	28	133	1.0
21	9	29	129	1.1
56	10	32	144	0.9
81	10	33	147	0.9
<p><b>Vannutskiftning:</b> Resultatene viser meget god vannutskiftning i hele vannsøylen. Strømretning og strømhastighet er ensartet i vannsøylen. Hovedretningene er Sørøst og Nordvest.</p> <p><b>Nullmålinger:</b> Det er målt få nullmålinger i hele vannsøylen.</p> <p><b>Vertikal strøm:</b> Det er eget god vertikal strøm på lokaliteten. Dette er vannmasser som stiger opp. Den vertikale strømmen bidrar positivt til lokalitetens egnethet.</p> <p><b>Oksygenmetningen</b> ligger på 88 % ved 27 m.</p> <p><b>Saliniteten</b> ligger i middel på 33.6 psu ved 27 m og 33.3 psu ved 86 m.</p> <p><b>Tidevann og vind:</b> Det vises at lokal vind spiller liten rolle i å styre strømmen ved Langås Nord, mens tidevannet har betydelig effekt på strømmen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind) og variasjoner i kyststrømmen.</p>				
<b>Oppdragsansvarlig</b>	Yngve Paulsen			
<b>Saksbehandler</b>	Juliane Borge			

**REVISJONSSTATUS**

Rev	Dato	Beskrivelse	Måling utf	Utf	Kntr	Godkjent
0	08.03.2012	Strømrappport	OHS	JB	KAa	

## 1 Innhold

1	Innhold .....	3
2	Strømmåling oversikt.....	4
3	Strømhastighet statistisk analyse .....	6
3.1	Horisontal strøm.....	6
3.2	Vertikal strøm.....	11
4	Vannutskiftning og nullmålinger.....	12
5	Tidevann og vind.....	13
5.1	Sammenheng mellom vind og strøm .....	13
5.2	Tidevannsanalyse .....	14
6	To dagers periode .....	17
7	Miljøparametre .....	19
8	Sammendrag.....	20
9	Referanser .....	22

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Appendiks B Pinne- og rosedigram

Appendiks C Tidserier

Appendiks D Fjernet data (tilgjengelig i Multiconsult)

Appendiks E Instrumentspesifikasjoner (tilgjengelig i Multiconsult)

Appendiks F Kalibrering RDCP 438 (tilgjengelig i Multiconsult)

Appendiks G Kalibrering RDCP 322 (tilgjengelig i Multiconsult)



## 2 Strømmåling oversikt

Strømmålinger ble foretatt ved lokalitet Langås Nord i perioden 10.01.2012 - 10.02.2012.

Tabell 1 sammenfatter de viktigste bakgrunnsinformasjonene for målingen:

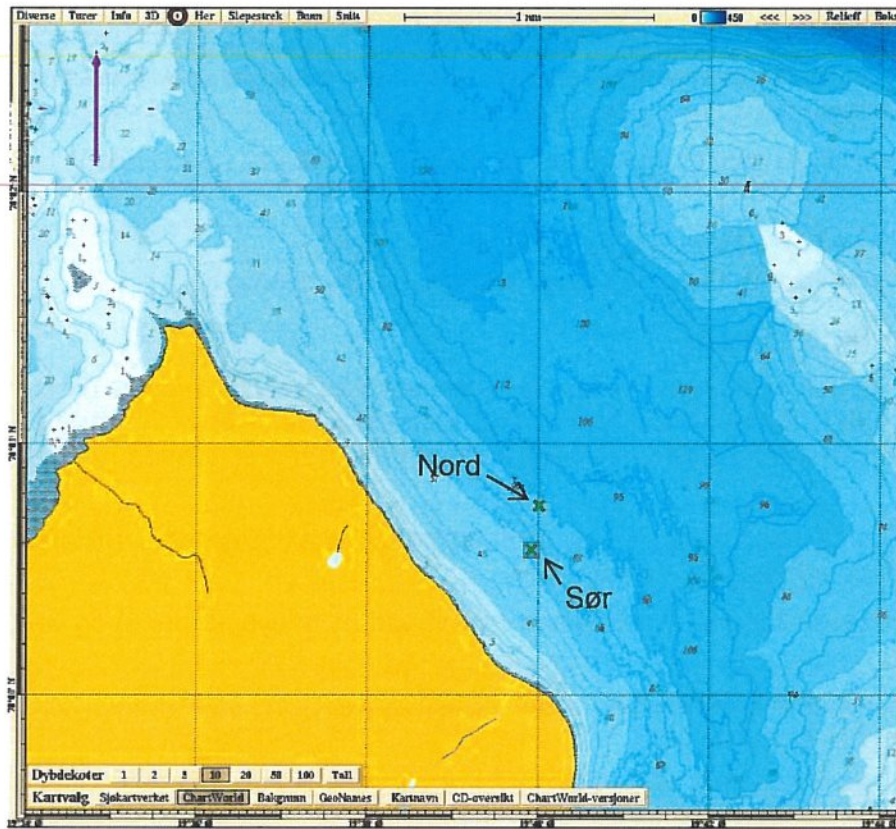
- **Plassering av måler:** Figur 1 og Figur 2 viser hvor måleriggen ble satt ut. Det planlegges å installere et oppdrettsanlegg på lokaliteten og plasseringen ble valgt fordi det er ansett som representativ for anlegget.
- **Målingsdybder:** Det ble satt ut to doppler profilmålere, en på 27 m og en på 86 m. Målet er å kartlegge bunnstrøm, spredningsstrøm samt strøm i dybdene hvor notposen befinner seg.
- **Målingsutstyr:** Målerene ble forankret fra bunn og opp. Nærmere beskrivelse av riggen og instrumentet i Appendiks A.
- **Kvalitetsvurdering av målte data:** Dataene ble sjekket i henhold til anbefalingene fra instrumentenes produsent. En nærmere beskrivelse av denne prosessen finnes i Appendiks A.
- **Målingens varighet:** Det ble målt i mer enn 30 dager, noe som er i henhold til kravene.

NS 9415 krever beskrivelse av strømmen i anlegget (5 m og 15 m) (NS 9415, 2009). Fiskeridirektoratets veileder krever beskrivelsen av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm (Fiskeridirektoratet, 2008). Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftning (Mattilsynet, 2006).

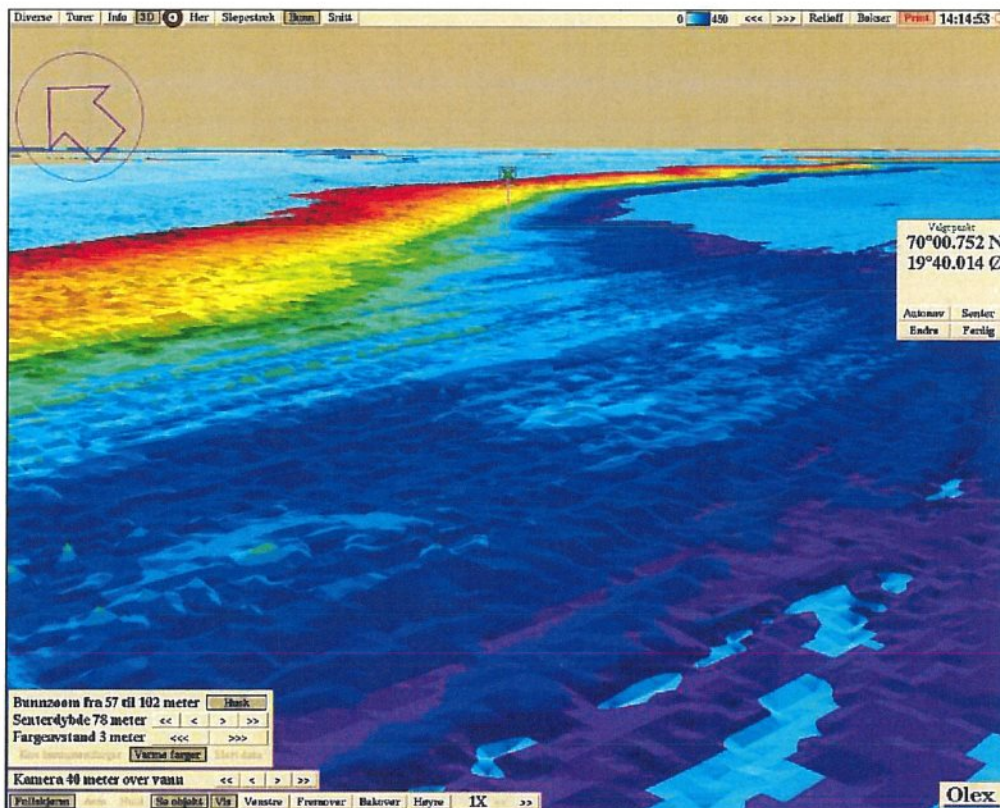
**Tabell 1:** Generell informasjon om strømmålingen utført på Langås Nord

Måleperiode	10-Jan-2012 18:11:17 - 10-Feb-2012 11:51:19
Varighet	30 dager, 17 timer, 40 minutter
Antall målinger	4427
Koordinater	70°0.752 N 19°40.014 Ø
Ca. dybde på målestedet	87 m
Målertype - 27 m dybde	Doppler profilmåler (AADI RDCP 600, Serienummer 440), Profilering av horisontal og vertikal strøm fra 4 til 21 m dybde, cellestørrelse 2 m, overlapp 30 %
Type måling - 27 m dybde	Burst (måling i ca. 2 minutter), 250 ping
Målertype - 86 m dybde	Doppler profilmåler (AADI RDCP 600, Serienummer 628), Profilering av horisontal og vertikal strøm fra 41 til 81 m dybde, cellestørrelse 2 m, overlapp 20 %
Type måling - 86 m dybde	Burst (måling i ca. 2 minutter), 250 ping
Frekvens	10 minutter





Figur 1: Lokaltet Langås med målepunktene Nord og Sør merket. Dybdekoter er på 10 meter.



Figur 2: 3D modell av lokalitet Langås, målepunkt Nord, farget område med 57 (rød) til 102 (fiolett) meters dybde. Symbolet viser målepunktet

### 3 Strømhastighet statistisk analyse

Et viktig formål med strømmålingen er å studere strømhastighet ved forskjellige dybder og fra forskjellig retning.

Dette kapittelet er en oppsummering av de viktigste statistiske egenskapene for dybdene som kreves: 5 m og 15 m, spredningsstrøm og bunnstrøm. For flere detaljer henvises det til:

- Kapittel 8: Statistikktabell for forskjellige dybder
- Appendiks B: Rose- og pinnediagram for alle dybder

#### 3.1 Horizontal strøm

Figur 3 viser et 3D diagram av horisontal strømhastighet over tid ved alle dybdene samt minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Tabell 2 viser maksimalstrøm i 8 retningssektorer for forskjellige dybder. Retningssektorene er sentrert rundt 0°, 45°, 90° osv.

Figur 4 og Figur 5 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder i to og tre dimensjoner.

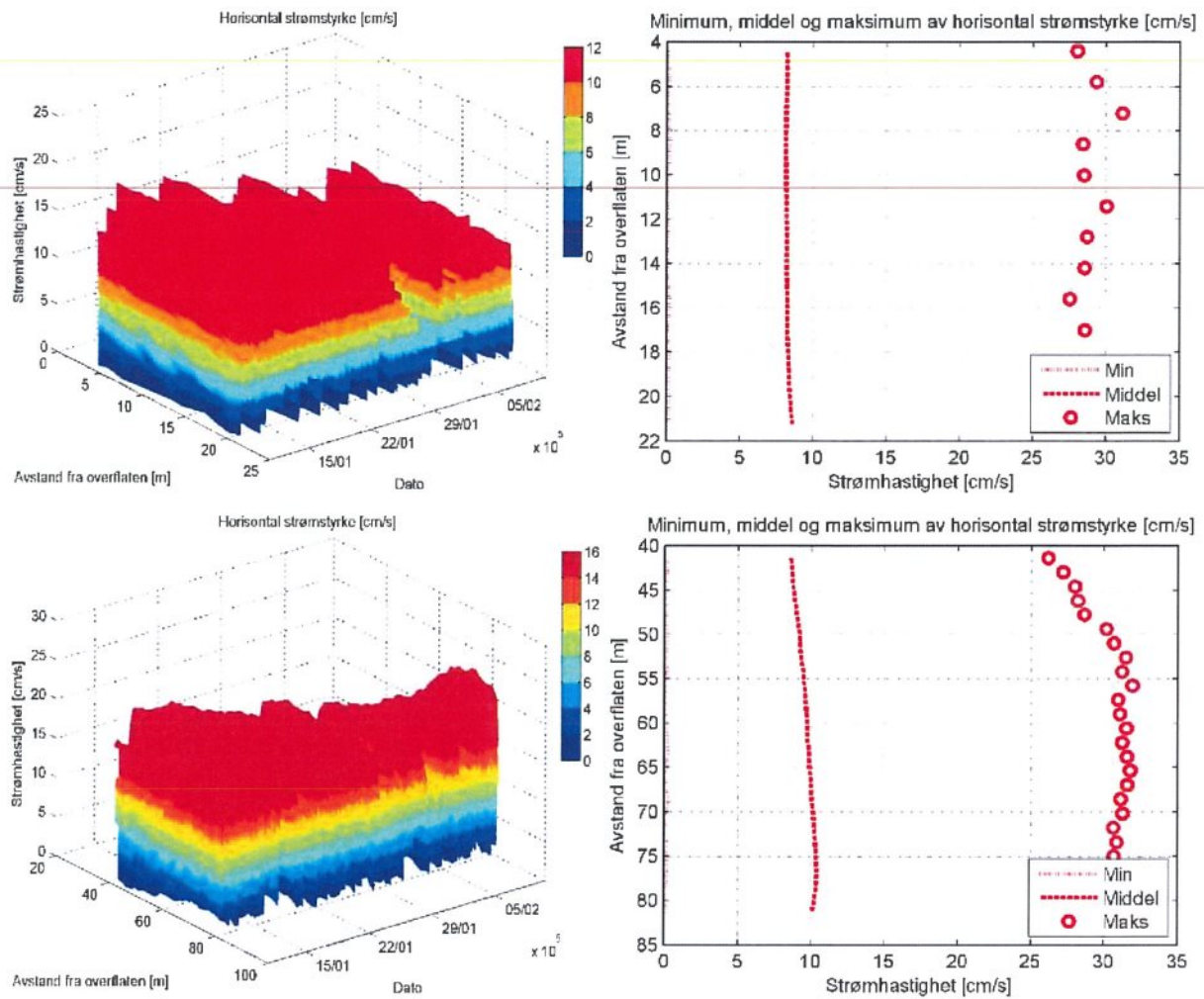
Maksimalstrømmen for denne lokaliteten oppsto ved 81 m dybde (bunn) og var 33 cm/s i retning 147°.

Figurene illustrerer at strømstyrken ved Langås Nord er jevn i hele vannsøylen. Hovedretningene er SØ og NV.

**Tabell 2:** Maksimal horisontal strøm [cm/s] og tilsvarende retning i 8 sektorer

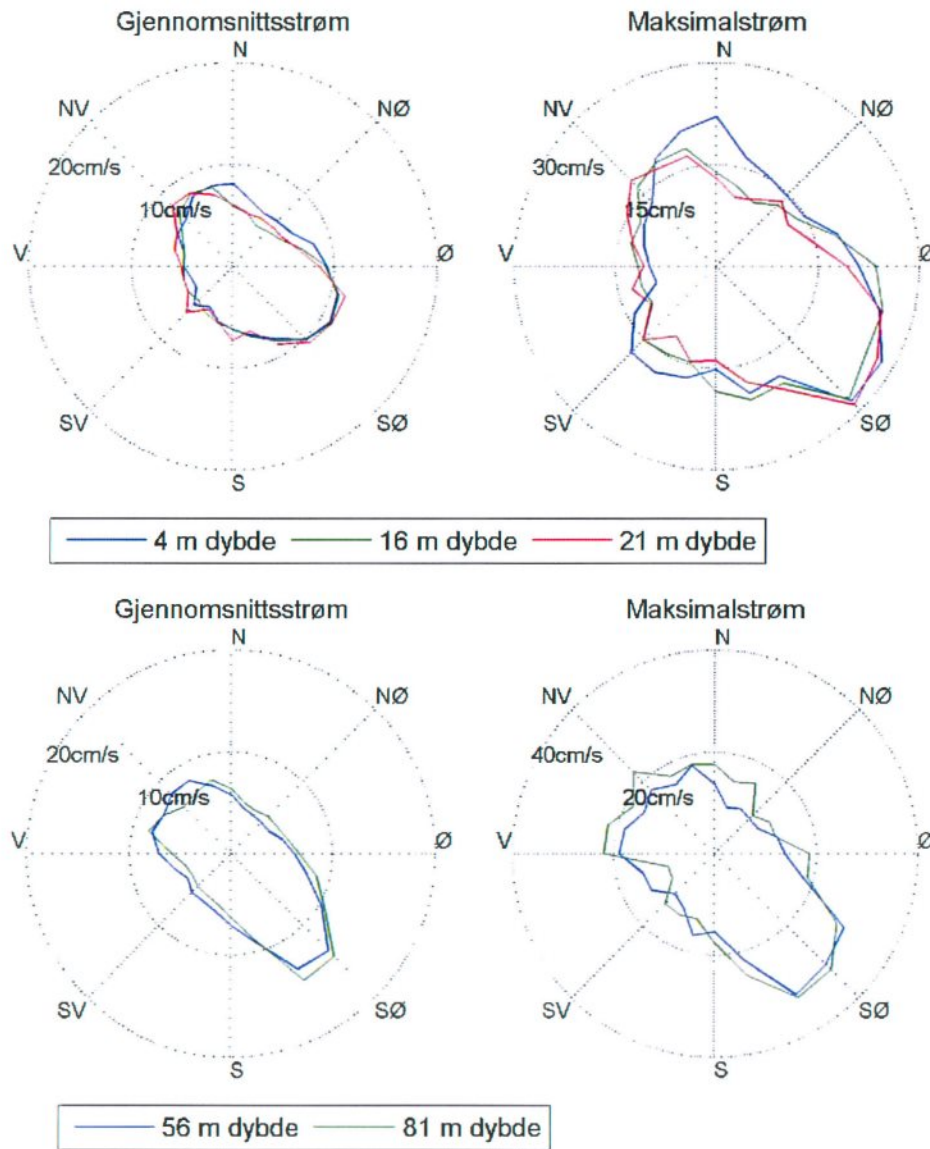
	Retning (mot)								Alle retninger
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Dybde	Maksimal horisontal strøm [cm/s]								
4 m	22	15	25	28	19	18	11	18	28 (116°)
16 m	18	14	25	28	20	15	13	18	28 (133°)
21 m	17	13	25	29	18	15	13	18	29 (129°)
56 m	18	10	18	32	21	14	19	18	32 (144°)
81 m	18	16	19	33	25	14	22	23	33 (147°)





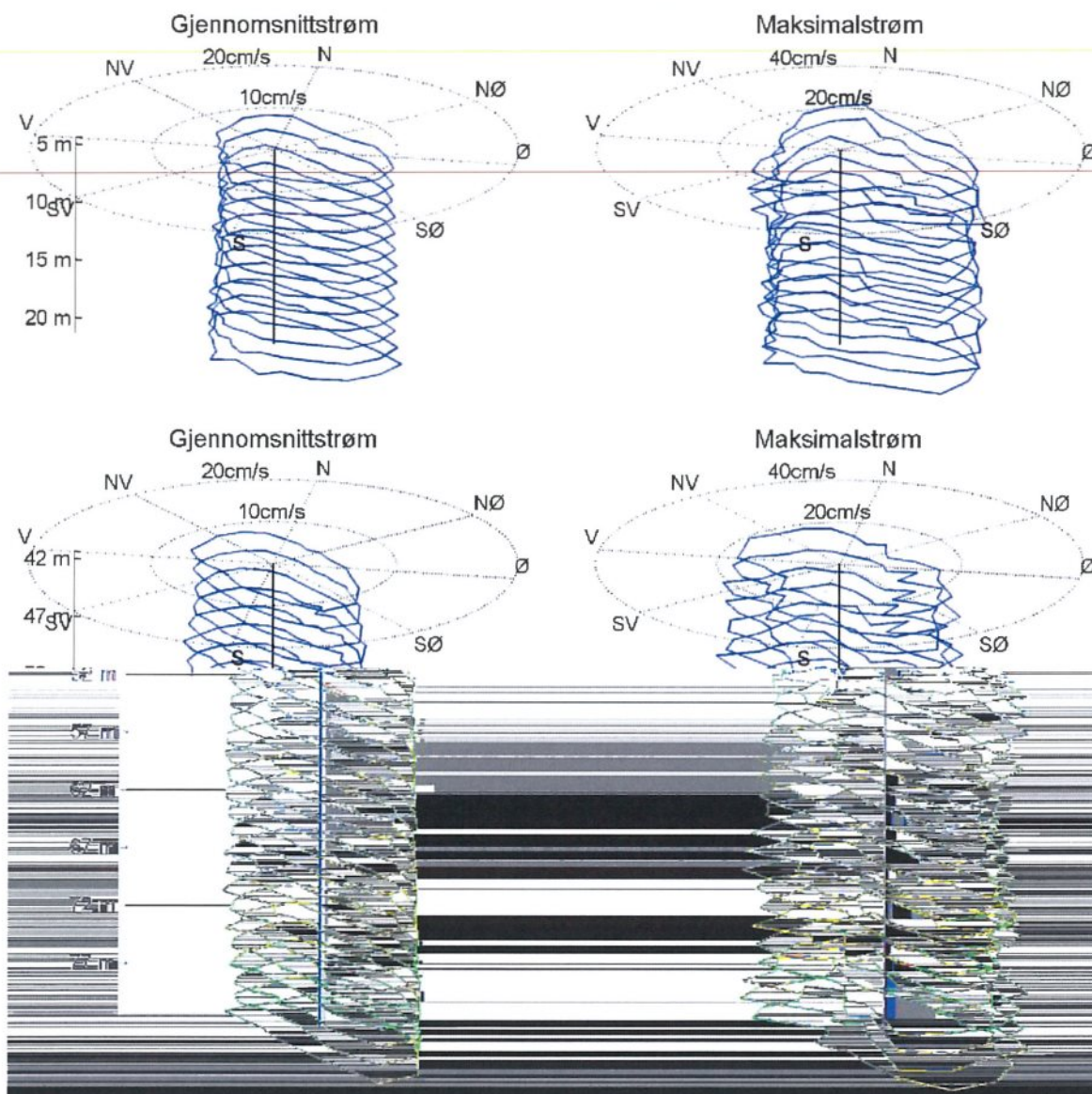
**Figur 3:** 3D diagram av horisontal strømstyrke over tid ved forskjellige dybder (data er lavpassfiltrert, dvs. maksimumverdier er lavere enn 10 minutters maksimumverdier) og maksimal, middel og minimal horisontal strøm ved alle dybdene





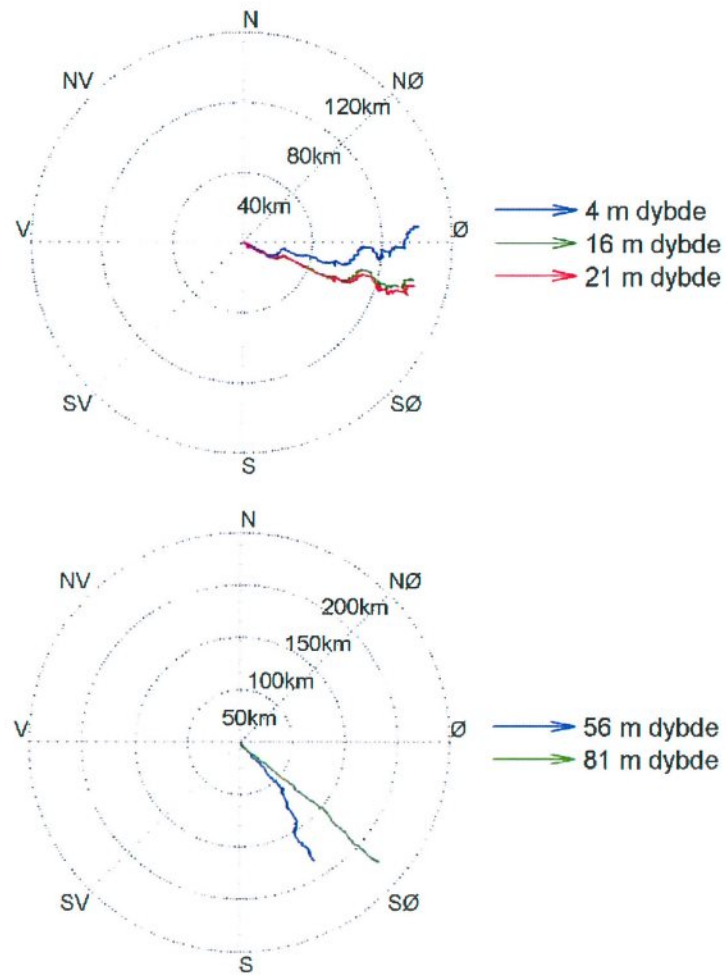
**Figur 4:** Gjennomsnitt- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder

45#3240\_ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b677465bbfd4.38



**Figur 5:** Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder, 3D

Figur 6 er et progressiv-vektor-diagram som viser hvordan en tenkt vannpartikkel på en gitt dybde ville forflytte seg i måleperioden. Startpunktet er i midten av diagrammet. Dette er kun en visualisering. I virkeligheten forlater vannpartikkelen målestedet og instrumentet måler forskjellige vannpartikler over hele perioden. Diagrammet gir imidlertid et inntrykk av hvor effektiv vannutskiftningen er. Dersom vannet hele tiden føres bort fra startstedet, er vannutskiftningen bra. Dersom vannmassene driver fram og tilbake, kan utskiftningen være redusert.



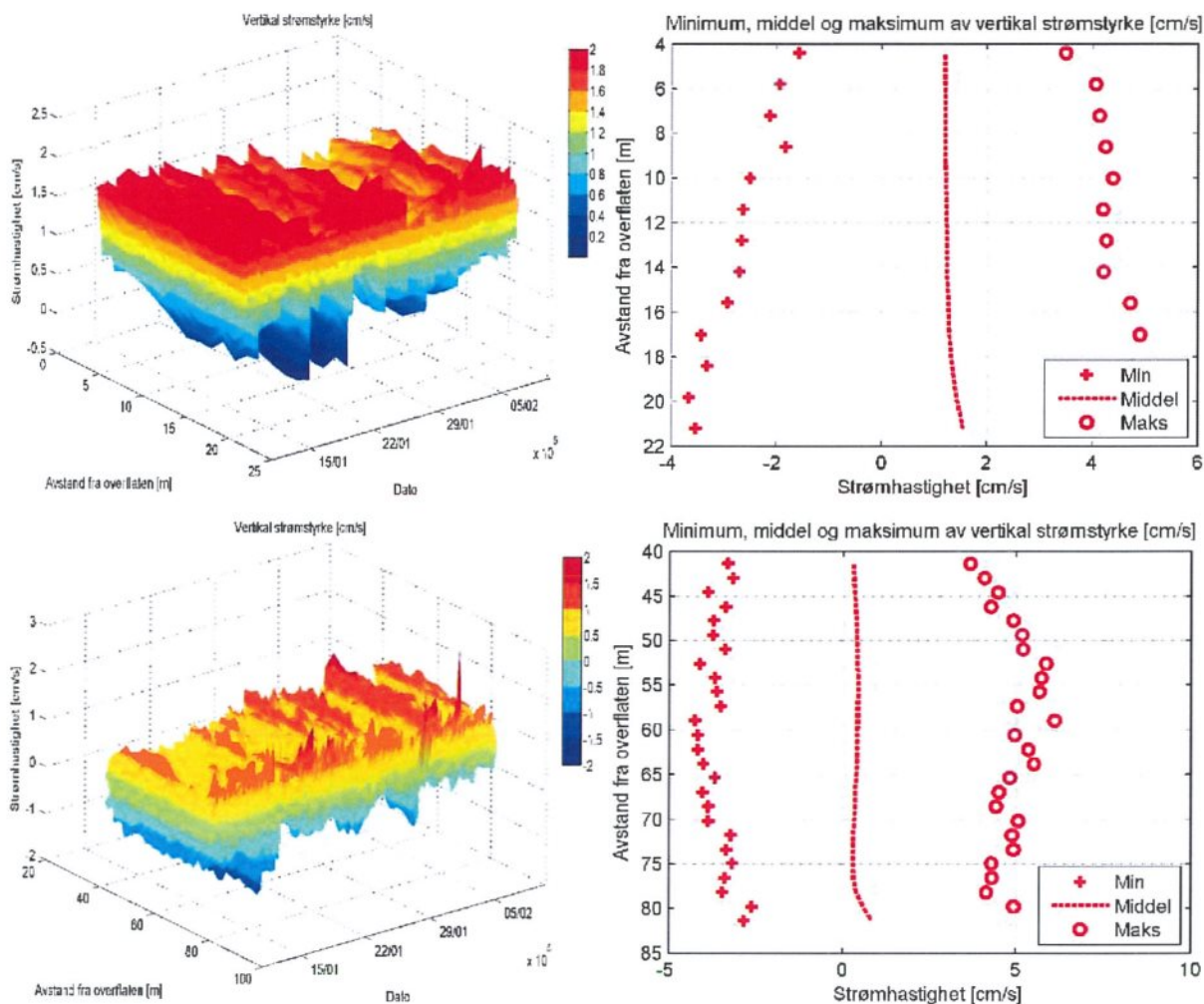
**Figur 6:** Progressiv-vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

45#3242.ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b677465b6fd4.40



### 3.3 Vertikal strøm

Vertikal strøm fører til utskifting av vann mellom lagene og kan dermed ha en rensende effekt. Figur 7 viser en 3D plot av vertikal strømhastighet over tid ved alle dybdene samt minimum-, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder.



**Figur 7:** 3D diagram av vertikal strømstyrke over tid ved forskjellige dybder (data er lavpassfiltrert, dvs. maksimumverdier er lavere enn 10 minutters maksimumverdier) og maksimal, middel og minimal vertikal strøm ved alle dybdene

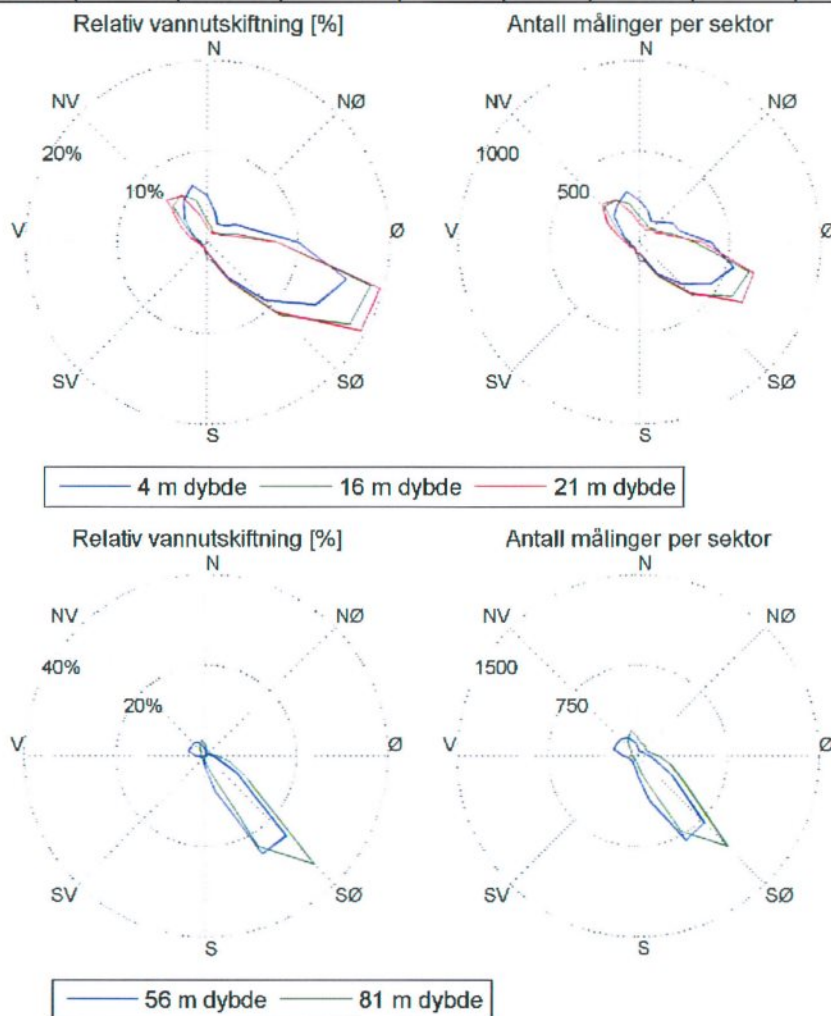


## 4 Vannutskifting og nullmålinger

Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålingene og vannutskifting. Vannutskiftingen er definert som vannfluksen, altså mengden av vann som transporteres gjennom en kvadratmeters flate. Dette beregnes som strømhastigheten ganger tiden den varer og oppgis i  $m^3/m^2$ . Vannutskiftingen kan oppgis per sektor, dvs per retningsintervall. Vannutskiftingen i en sektor er den delen av vannfluksen hvor strømretningen er i et visst retningsintervall. Vannutskiftingen i 8 sektorer er inkludert i Tabell 3, mens nullmålingene er listet i Tabell 4 i kapittel 9. Retningssektorene er sentrert rundt 0, 45, 90° osv. Figur 8 viser relativ vannutskifting og antall målinger i 15 graders sektorer for forskjellige dybder.

**Tabell 3:** Vannutskifting [ $m^3/m^2$ ] i 8 sektorer, den største vannutskiftingen for hvert dyp er uthevet

Dybde	Retning (mot)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Alle retninger
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	Vannutskifting [ $m^3/m^2$ ]								
4 m	32306	18716	<b>67318</b>	59214	7920	3523	5426	23788	218212
16 m	18994	9366	64625	<b>75211</b>	10427	4168	6082	30272	219145
21 m	13474	9018	68137	<b>80090</b>	8667	4400	8655	35783	228223
56 m	8417	3418	12802	<b>145899</b>	30407	6331	18160	27972	253405
81 m	18549	8561	24724	<b>180095</b>	12902	3172	5823	13935	267761



**Figur 8:** Relativ vannutskifting og antall målinger per 15 graders sektor

## 5 Tidevann og vind

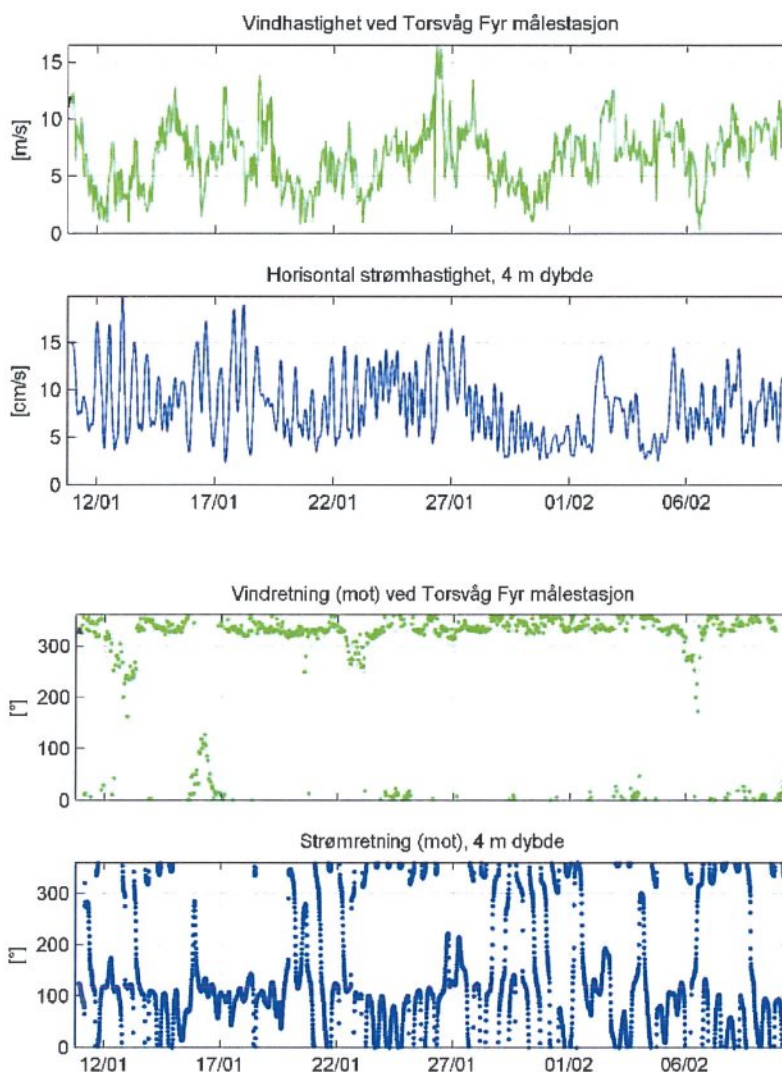
### 5.1 Sammenheng mellom vind og strøm

Sammenhengen mellom strøm og vind ble undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Torsvåg Fyr målestasjon som ligger ca 27 km unna og anses som representativ for lokaliteten.

Verdiene er 10 minutters middelerverdier 10 meter over bakken. Figur 9 viser vindhastighet og vindretning, samt strømhastighet og strømrretning ved 4 m dybde.

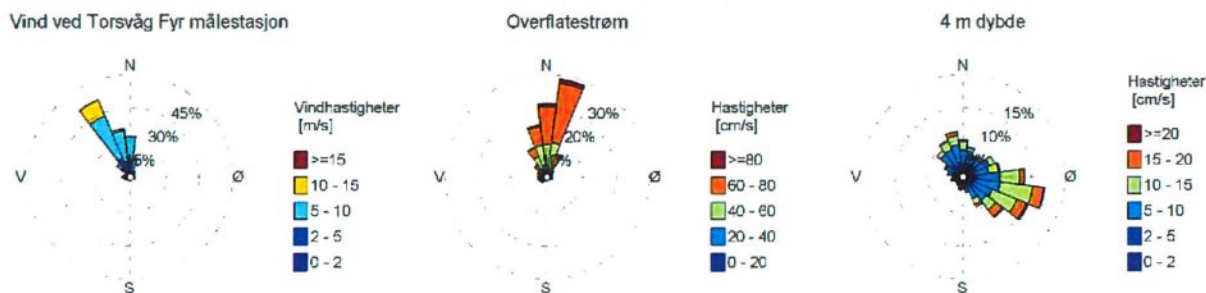
Profilmåleren måler også overflatestrømmen, dvs strømmen av vannsøylens øverste millimeter. Dette tynne laget følger vinden og overflatestrømmen gir derfor et estimat av den lokale vinden. I nærheten av elveutløp kan den også være påvirket av avrenning. Figur 10 viser fordeling av retninger og styrke av både vinden, overflatestrømmen og strømmen ved 4 m dybde.

Strømrretningen avviker sterkt fra overflatestrøm- og vindretning. Figur 9 viser lite korrelasjon mellom vind og strøm. Vi konkluderer derfor at den lokale vinden ikke har påvirket målingene ved 4 m dybde og nedover i stor grad i måleperioden.



**Figur 9:** Vindretning og vindhastighet og strømrretning og strømhastighet ved 4 m dybde, lavpassfiltrert





Figur 10: Vind, overflatestrøm (få mm tykt lag) og strøm ved 4 m dybde

## 5.2 Tidevannsanalyse

Det ble også foretatt en tidevannsanalyse av strømmen ved forskjellige dyp og av gjennomsnittsstrømmen i dybden.

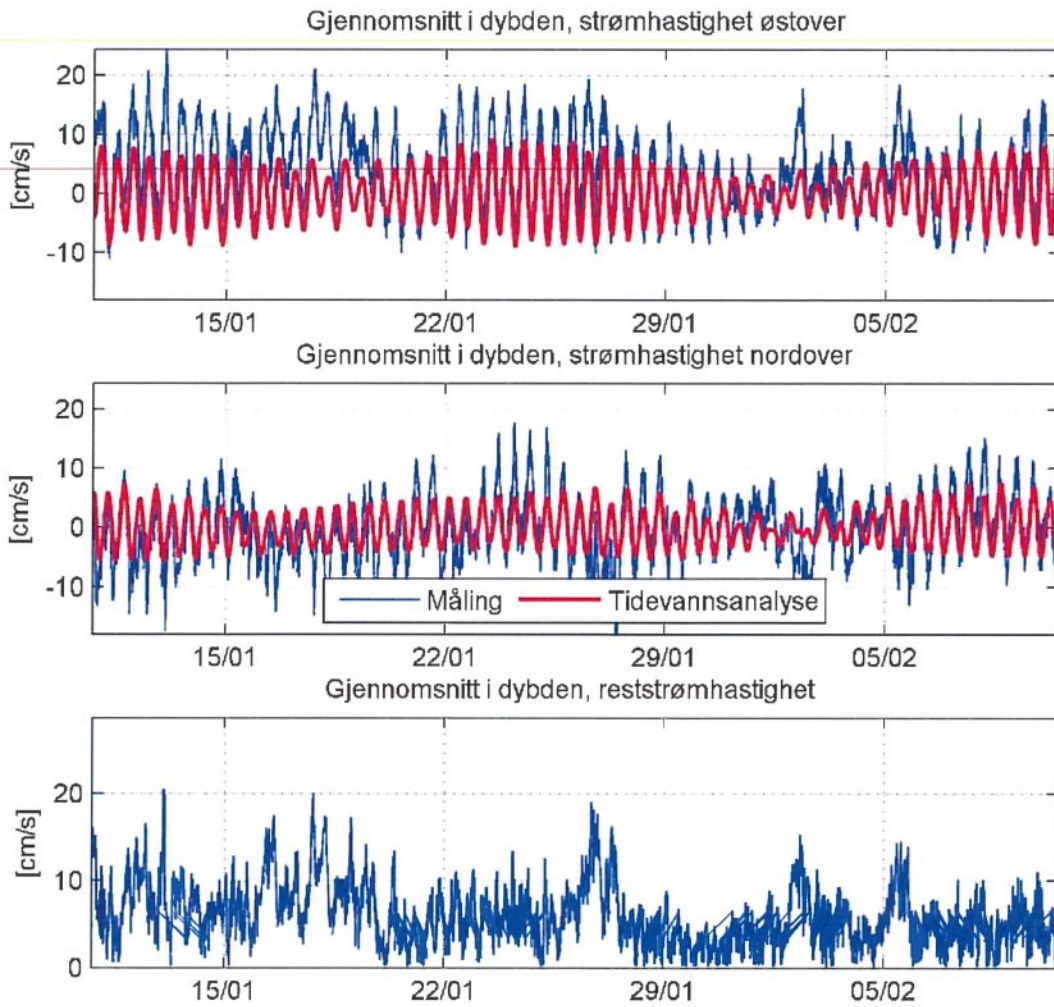
Resultatene vises i Figur 11 til Figur 13.

Figur 11 viser tidsserien av gjennomsnittsstrømmen i dybden med tidevannsanalyse så vel som tidsserien av reststrømmen (som er differansen mellom den faktiske strømmen og tidevannsanalysen). Reststrømmen er stort sett under 10 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 20 cm/s. Tidevannsanalysen forklarer 60 % av variansen.

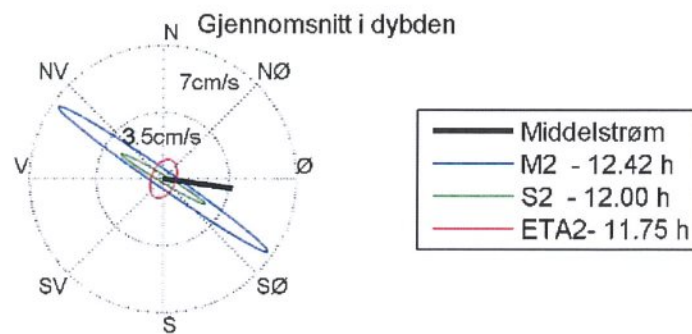
Figur 12 viser tidevanssellipsene av gjennomsnittsstrømmen i dybden og middelstrømmen. Tidevanssellipsene beskriver hvordan tidevannsstrømmen varierer i løpet av den tilsvarende perioden. Hovedperiodene til tidevannssignalet i strømhastigheten (gjennomsnitt i dybden) er 12.42 timer, 12.00 timer og 11.75 timer. Det vil si at det "vanlige" tidevannet fra månen (to perioder om dagen) er mest framtreddende og tidevannsstrømmen oscillerer mellom nordvestlige og sørøstlige retninger.

Figur 13 viser resultatene av tidevannsanalysen ved alle dybder. Figuren lengst til venstre viser hovedaksen av tidevanssellipsen som er mest framtreddende gjennom hele vannsøylen. Figuren i midten viser middelstrømmen for hvert dyp, mens figuren til høyre viser maksimal avvik av den faktiske strømmen fra tidevannsanalysen. Tidevannet totalt utgjør mindre enn 20 cm/s av strømmen. Middelstrømmen er under 10 cm/s. Avvik fra tidevannsmodellen kan være betydelig (opptil 28 cm/s). Tidevannsanalysen i de forskjellige dybdene forklarer mellom 54 og 75 % av variansen.

Generelt kan det sies at tidevannsstrømmer spiller en betydelig rolle i Langås Nord. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er værtilstand over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind) og variasjoner i kyststrømmen.



Figur 11: Horizontal strømshastighet, gjennomsnitt i dybden, med tidevannsanalyse



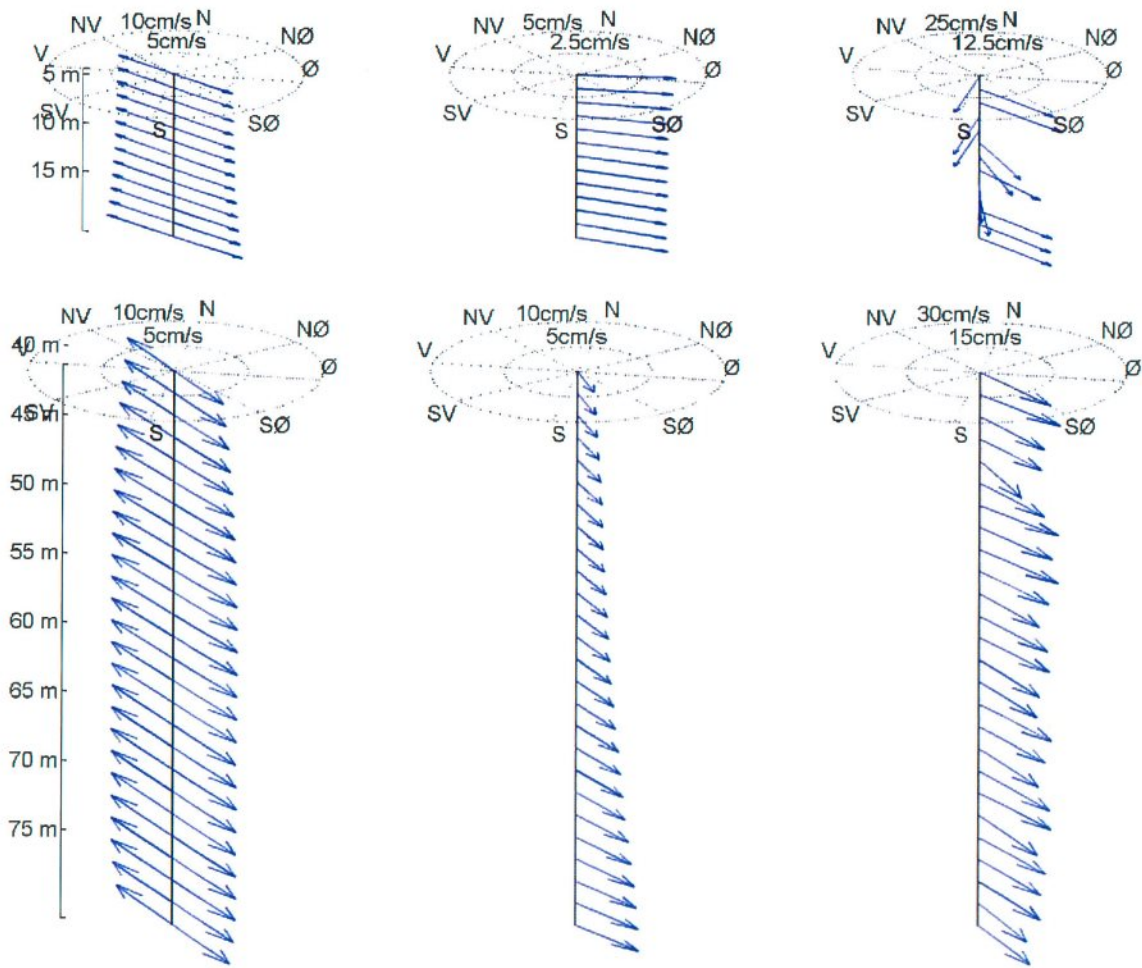
Figur 12: Tidevanssellipsene av gjennomsnittsstrømmen i dybden. Navnene M2 , S2 og ETA2 refererer til tidevannskonstituentene.



Tidevann - M2 : 12.42 h

Middelstrøm

Maksimal reststrøm

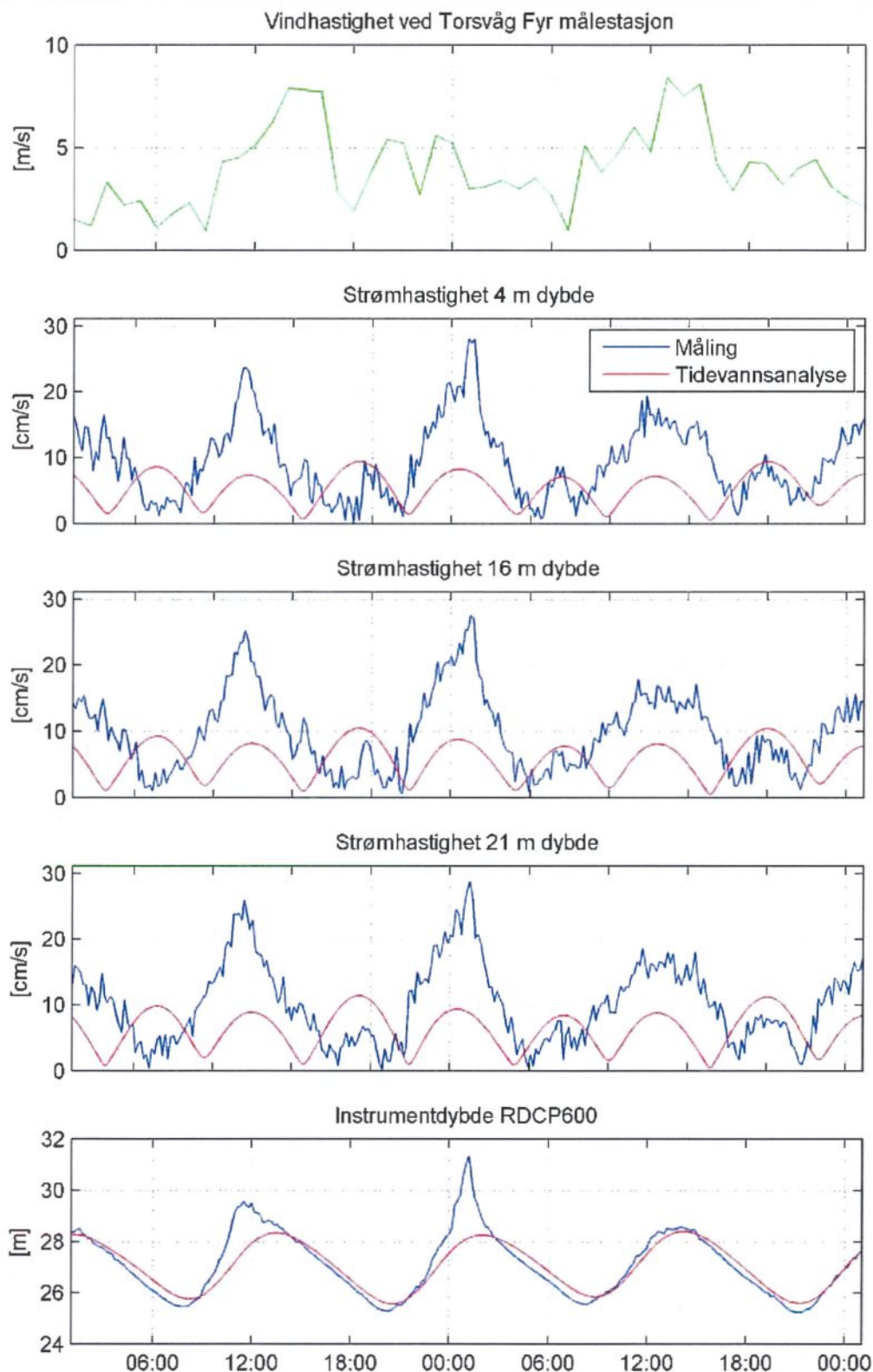


Figur 13: Resultatene av tidevannsanalysen ved alle dybder

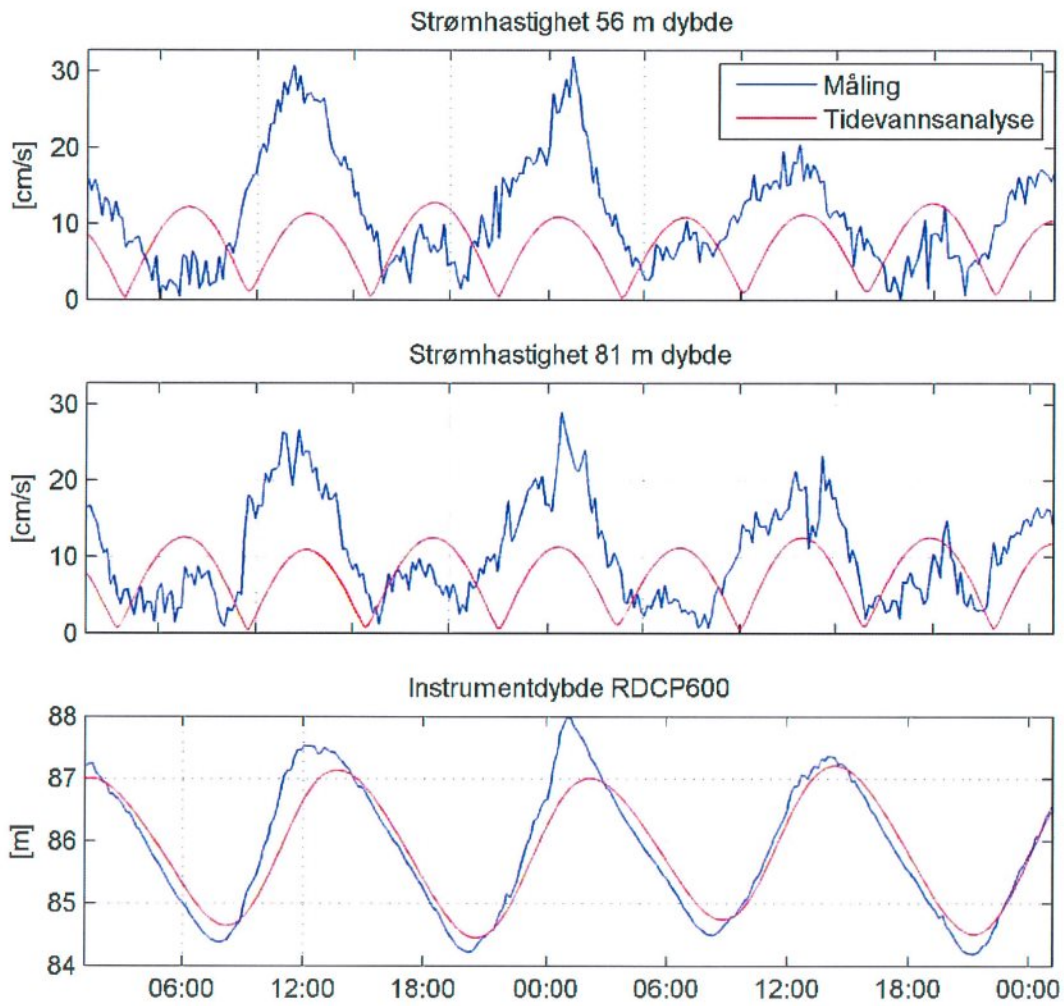
45#3248.ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b677465b6fd4\_46

## 6 To dagers periode

Figur 14 og Figur 15 viser vind og strøm i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 5 m dyp, 12.01.2012 - 14.01.2012.



Figur 14: Vind og strøm fra RDCP600 ved 27 m dyp i todagersperioden 12.01.2012-14.01.2012



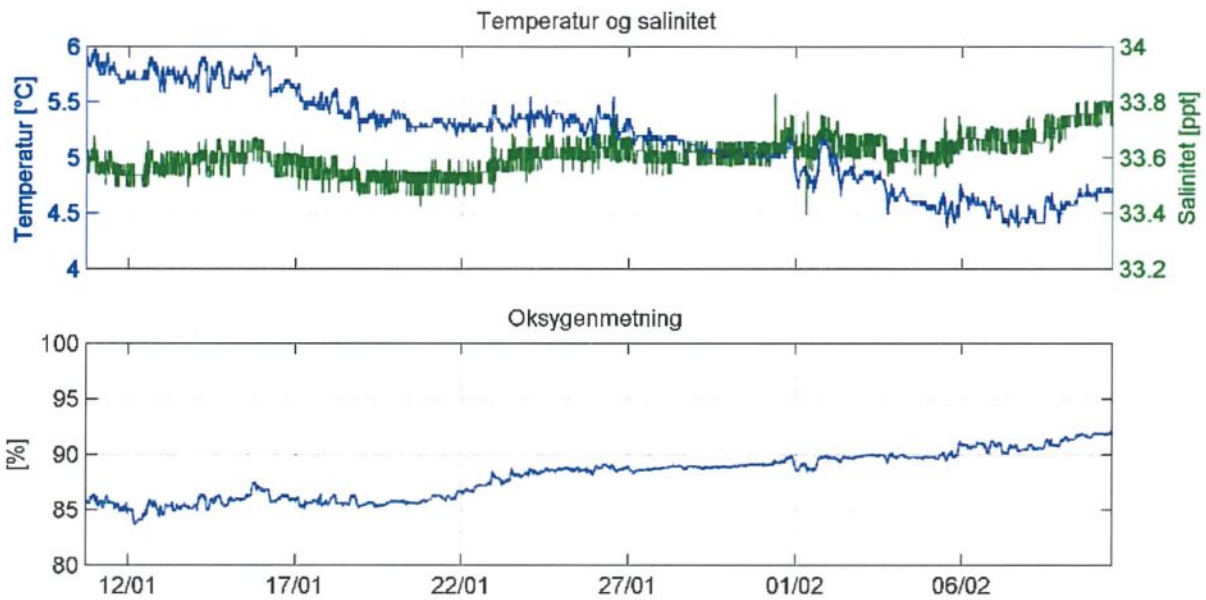
Figur 15: Strøm fra RDCP600 ved 56 m dyp i todagersperioden 12.01.2012-14.01.2012

## 7 Miljøparametre

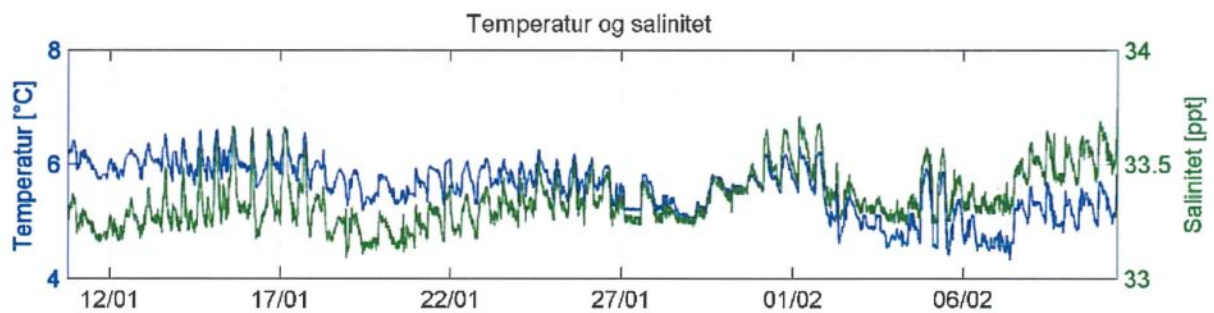
Figur 16 og Figur 17 viser resultatene av salinitets-, temperatur- og oksygenmålingene.

Saliniteten ligger i middel på 33.6 psu ved 27 m og 33.3 psu ved 86 m dyp.

Oksygenmetningen ligger i middel på 88 % ved 27 m.



Figur 16: Miljøparameter RDGP600, 27 m



Figur 17: Miljøparameter RDGP600, 86 m



## 8 Sammendrag

Det er foretatt strømmålinger ved lokalitet Langås Nord, Karlsøy kommune i perioden 10.01.2012 til 10.02.2012. Tabell 4 gir en oversikt over resultatene.

Det vises at lokal vind spiller en liten rolle i å styre strømmen ved Langås Nord, mens tidevannet har betydelig effekt på strømmen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), og variasjoner i kyststrømmen.

**Tabell 4:** Oversikt statistikk, retningssektorene er sentrert rundt 15, 30 45° osv.

Dybde	4 m	16 m	21 m	56 m	81 m
<b>Horisontal strøm</b>					
Gjennomsnittsstrøm (Median)	8 (8) cm/s	8 (8) cm/s	9 (8) cm/s	10 (9) cm/s	10 (9) cm/s
Standardavvik	4 cm/s	5 cm/s	5 cm/s	5 cm/s	6 cm/s
Signifikant maksimumstrøm	14 cm/s	14 cm/s	14 cm/s	16 cm/s	18 cm/s
Maksimumstrøm	28 cm/s	28 cm/s	29 cm/s	32 cm/s	33 cm/s
Retning maksimumstrøm	116°	133°	129°	144°	147°
Signifikant minimumstrøm	3.3 cm/s	3.3 cm/s	3.7 cm/s	4.0 cm/s	3.8 cm/s
Minimumstrøm	0.1 cm/s	0.2 cm/s	0.1 cm/s	0.0 cm/s	0.1 cm/s
Neumanns parameter	0.46	0.46	0.45	0.53	0.65
Reststrøm	4 cm/s	4 cm/s	4 cm/s	5 cm/s	7 cm/s
Reststrømretning	85°	102°	104°	148°	131°
Fire hyppigst forekommende strømretningene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	105°, 120°, 90°, 135°	105°, 120°, 135°, 90°	120°, 105°, 135°, 90°	150°, 135°, 165°, 120°	135°, 150°, 120°, 105°
Fire hyppigst forekommende strømhastighetene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	10-15, 6-8, 8- 10, 1-3	10-15, 6-8, 8- 10, 1-3	10-15, 6-8, 8- 10, 5-6	10-15, 6-8, 15- 25, 8-10	10-15, 15-25, 6-8, 8- 10
<b>Vannutskiftning</b>					
Mest vannutskiftning pr. 15 graders sektor	34274 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 105°	40573 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 105°	44738 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 105°	63020 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 135°	89908 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 135°
Minst vannutskiftning pr 15 graders sektor	985 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 240°	1271 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 225°	1164 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 210°	986 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 30°	926 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 225°
Gjennomsnittlig total vannutskiftning pr. døgn (alle retninger)	296 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	297 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	309 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	344 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	363 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
<b>Nullmålinger</b>					
Andel målinger <1cm/s	1.7 %	1.0 %	1.1 %	0.9 %	0.9 %
Lengste periode <1cm/s	30 min	20 min	20 min	20 min	20 min
<b>Vertikalstrøm</b>					
Gjennomsnittsstrøm	1.2 cm/s	1.3 cm/s	1.5 cm/s	0.4 cm/s	0.8 cm/s
Gjennomsnittsstrøm absolutt	1.2 cm/s	1.4 cm/s	1.6 cm/s	0.8 cm/s	1.0 cm/s
Standardavvik	0.7 cm/s	1.0 cm/s	1.0 cm/s	0.9 cm/s	0.9 cm/s
Maks strøm	3.5 cm/s	4.7 cm/s	4.9 cm/s	5.7 cm/s	8.3 cm/s
Min strøm	-1.6 cm/s	-2.9 cm/s	-3.5 cm/s	-3.6 cm/s	-2.9 cm/s

For nøyaktigheten av målingene se Tabell 5.

Tabellen inkluderer både middelværdien og median. Middelværdien er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger, mens median er den midterste målingen. Median er mindre påvirket av enkelte ekstremverdier. Signifikant maksimal strøm er gjennomsnittsverdien av den høyeste tredjedelen av alle målte hastigheter i perioden.

Reststrømmen er den vektormidlete strømmen over hele perioden. Den er alltid lavere enn gjennomsnittsstrømmen.

Neumanns parameter er et mål for hvor stabil strømretningen har vært. Den beregnes ut ifra Figur 6 og er definert som forholdet mellom lengden av den rette linjen mellom start- og slutt punkt og lengden av den totale banen. For Neumanns parameter under 0.7 er reststrømmen ikke representativ for store deler av strømmålingen i perioden. Neumanns parameter bør ses i sammenheng med reststrømmen og gjennomsnittsstrømmen. Å bruke kun Neumanns parameteren til å beskrive vannutskiftningen blir utilstrekkelig. Den har flere begrensninger, for eksempel blir den påvirket variasjoner i strømhastigheten og er avhengig av midlingstiden. På steder med sterk tidevannsstrøm kan Neumanns parameteren være nært null uten at vannutskiftningen er redusert.

## 9 Referanser

Aanderaa, 2006: "TD 220c RDCP Primer"

Fiskeridirektoratet, 2008: "Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbaserte anlegg"

Mattilsynet, 2006: "Veileder til forskrift av 16.1.2004 nr. 279 om godkjenning av etablering og utvidelse av akvakulturanlegg og registrering av pryddammer (etableringsforskriften) § 5"

NS 9415, 2009: "NS 9415:2009 - Flytende oppdrettsanlegg: Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift", Norsk Standard

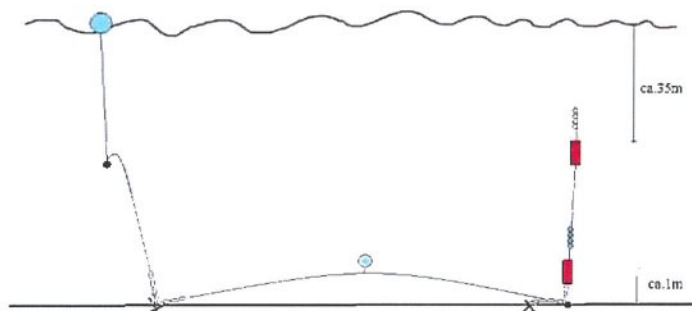


## Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med en akustisk doppler profilmåler (RDCP600) av merke Aanderaa. For nærmere beskrivelse se Aanderaa, 2006. Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Som kriterier brukes stamp og rull, signalstyrke og standardavvik av enkeltmålingene. Generelt er anbefalingene som følgende:

Målingene er basert på dopplereffekten. Instrumentet sender ut en akustisk puls (et kort signal) med en bestemt frekvens og måler frekvensen av innkommende refleksjoner. Refleksjonen er forårsaket av små partikler eller bobler i vannet. Ut fra frekvensskiftet kan man beregne hastigheten av partiklene i vannet, som er antatt å være lik strømhastigheten. Instrumentet sender ut pulser i fire stråler i forskjellige retninger for å kunne rekonstruere den horisontale strømhastigheten, RDCP600 også den vertikale strømhastigheten. RDCP600 har strålene orientert på skrå oppover og registrerer refleksjoner fra forskjellige dybder i vannet og får på denne måten en profil av strømhastighetene. For nærmere beskrivelse se Aanderaa, 2006.

Målerene ble forankret i bunn som vist i Figur 18, sto på ca. 27 m og 86 m og var orientert oppover mot overflaten.



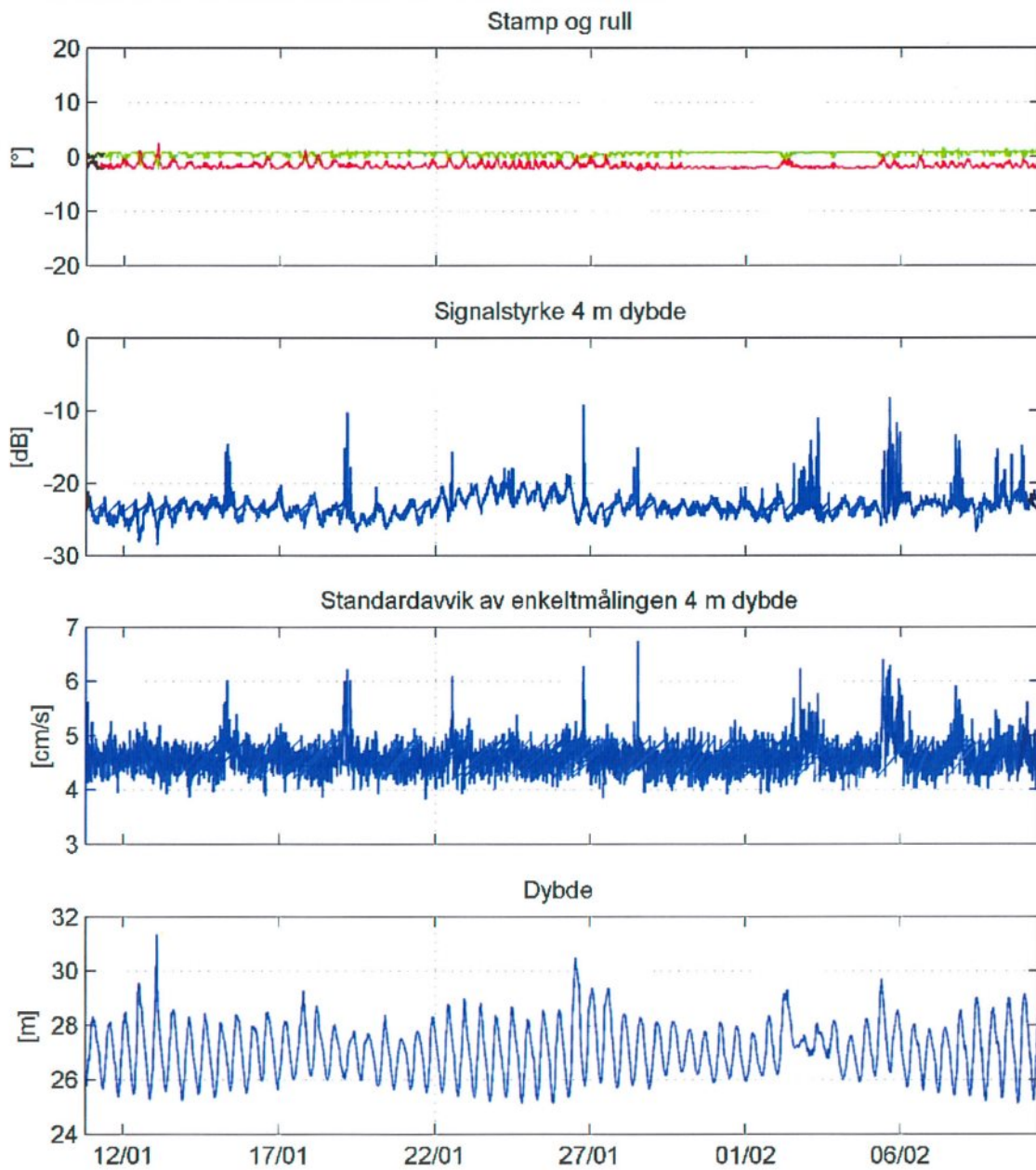
Figur 18: Skisse av riggen

Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Som kriterier brukes stamp og rull, signalstyrke og standardavvik av enkeltmålingene. Generelt er anbefalingene som følgende:

- RDCP600: stamp og rull mindre enn  $20^\circ$ , signalstyrke  $> -45\text{dB}$  og standardavvik av enkeltmålingen  $< 20\text{cm/s}$

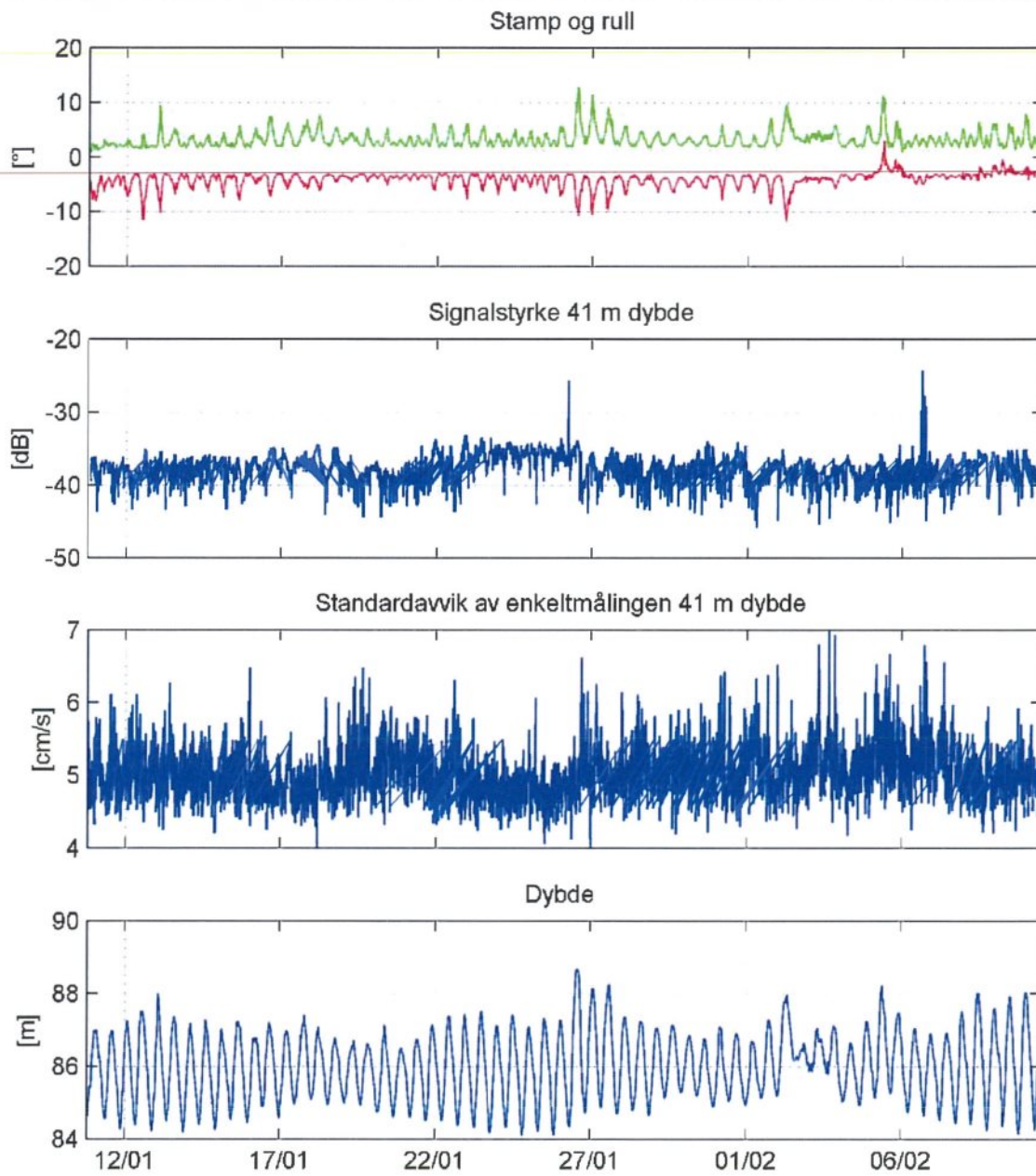
Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, må vurderes kritisk. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i **Error! Reference source not found.** Figur 19 viser noen av parametrene etter datarensing.





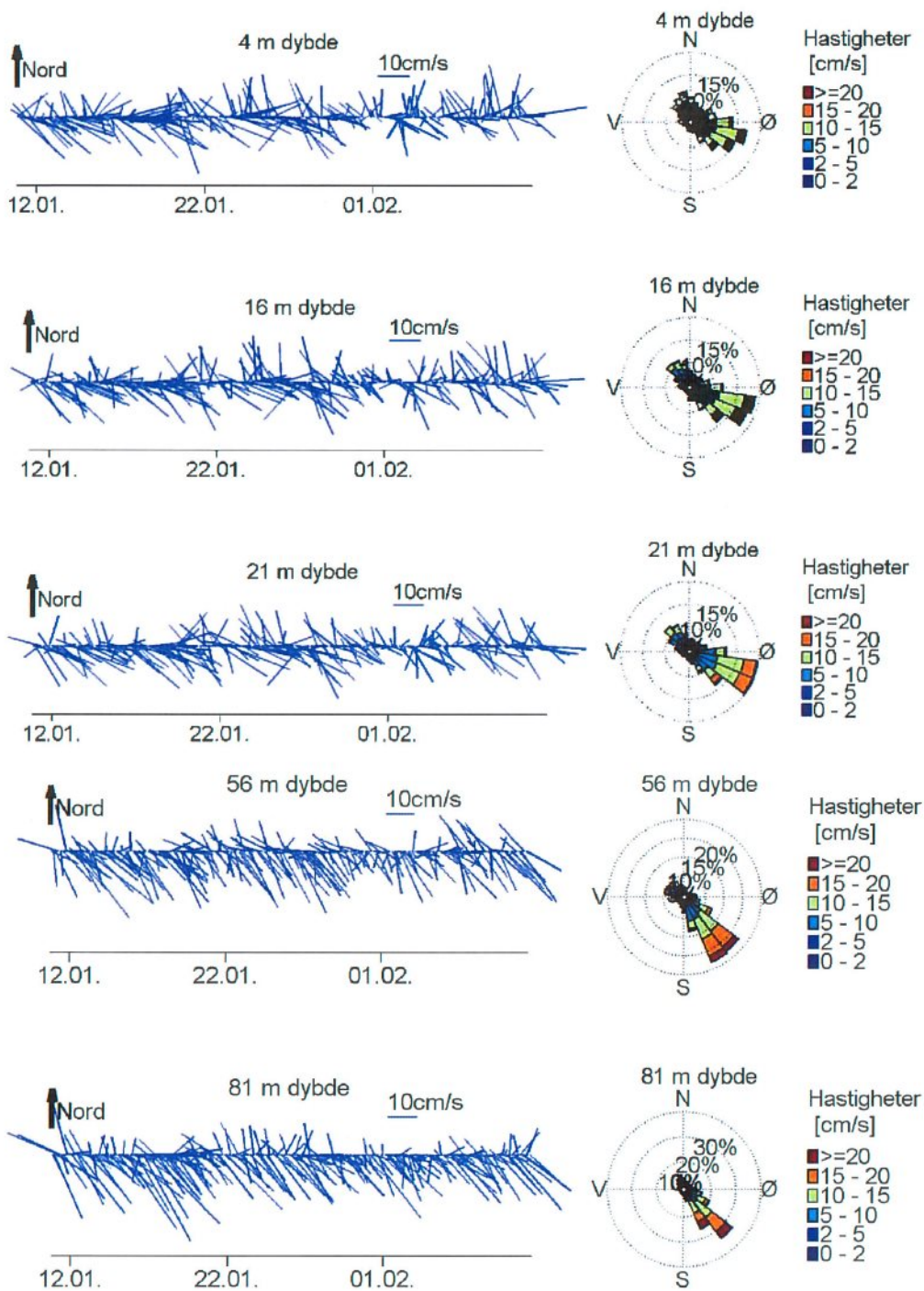
Figur 19: Kvalitetssikring RDCP600 ved 27 m, etter datarensing

45#3256\_ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b677465bbfd4\_54



Figur 20: Kvalitetssikring RDCP600 ved 86 m, etter datarensing

## Appendiks B Pinne- og rosediagram

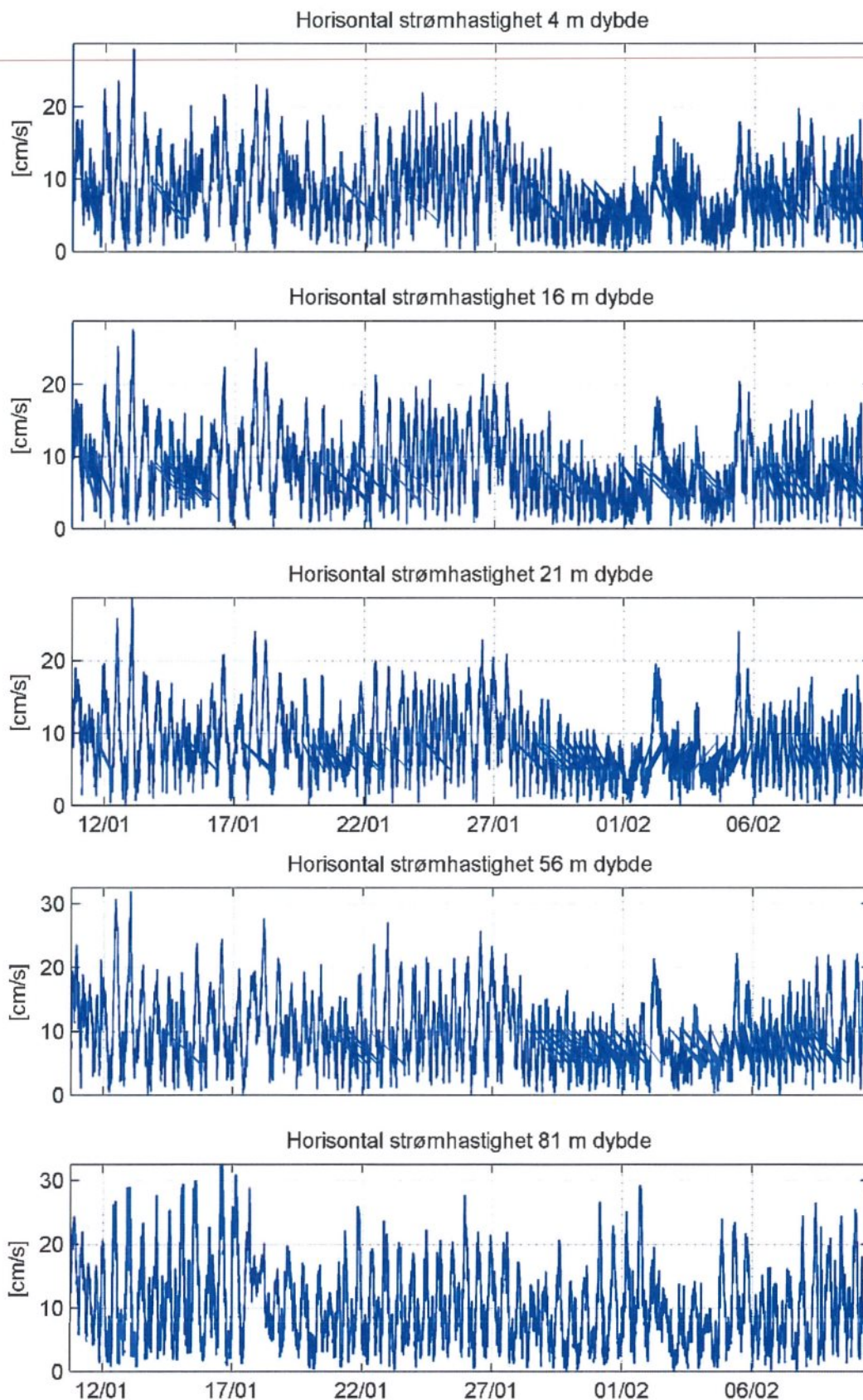


**Figur 21:** Strømretninger og strømhastigheter: pinnediagram som viser hastighet og retning over tid (en strek hver tredje time); rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge

45#3256\_ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b677465bbfd4:56

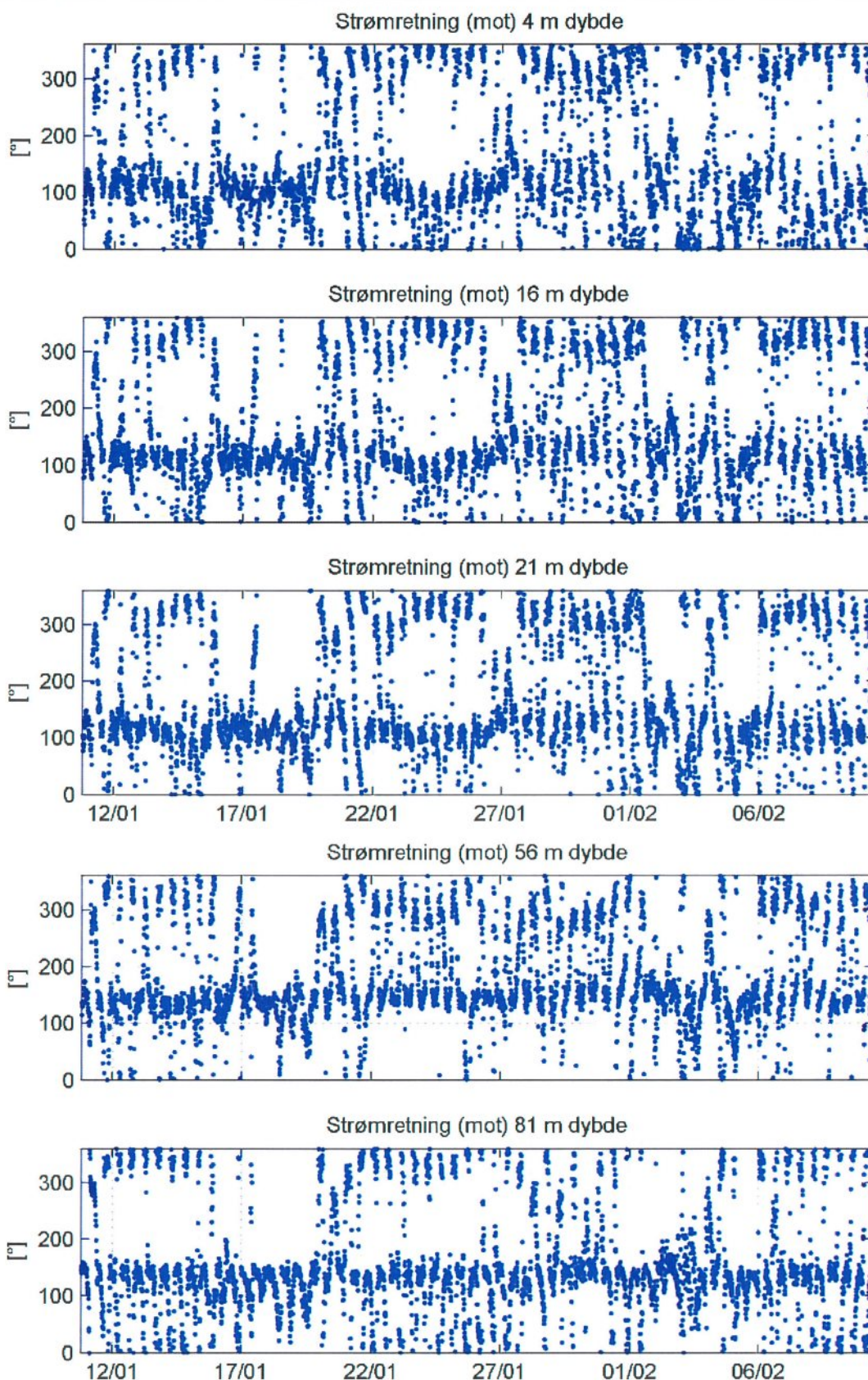


## Appendiks C Tidsserier



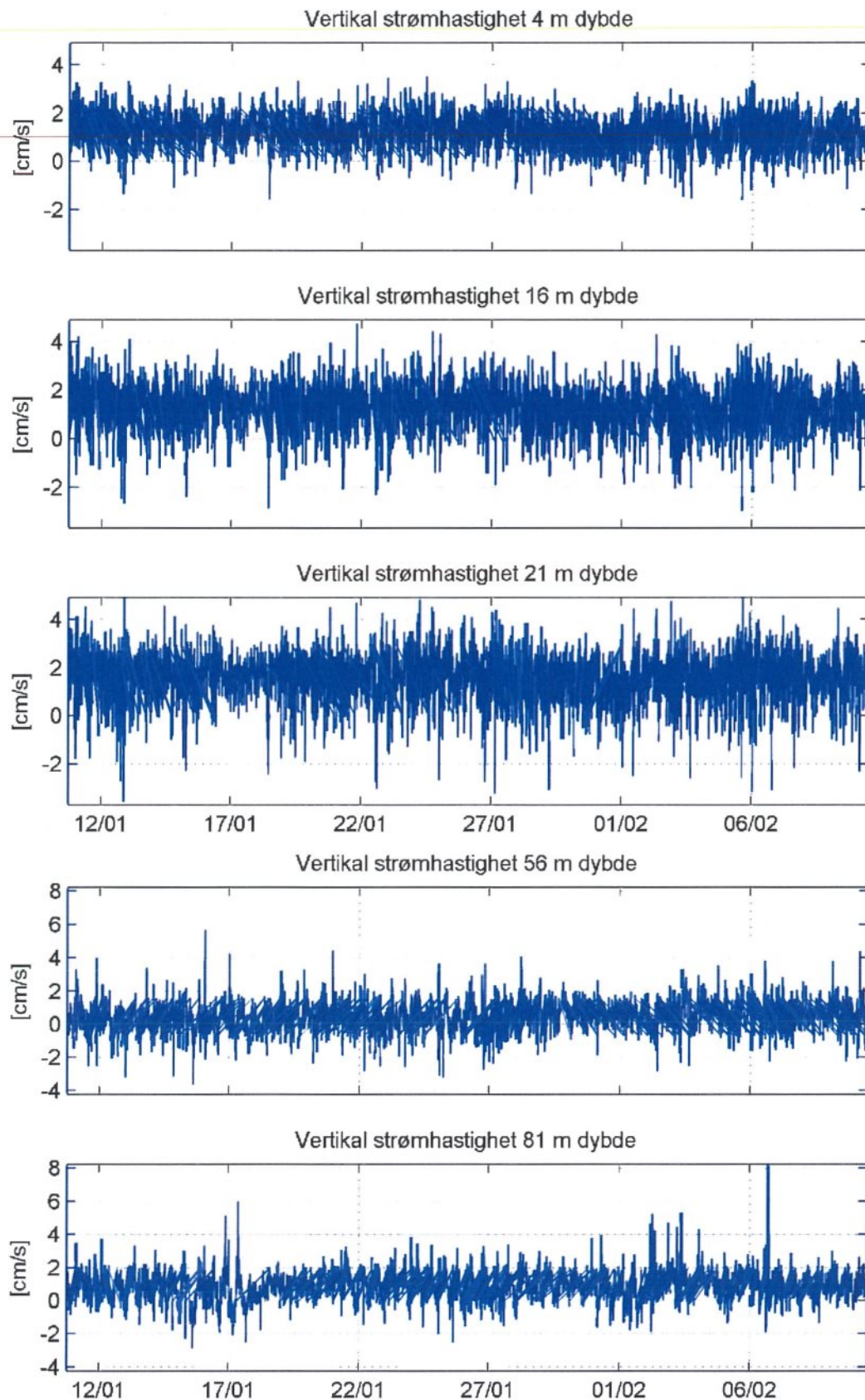
Figur 22: Tidsserier av horisontal strømshastighet





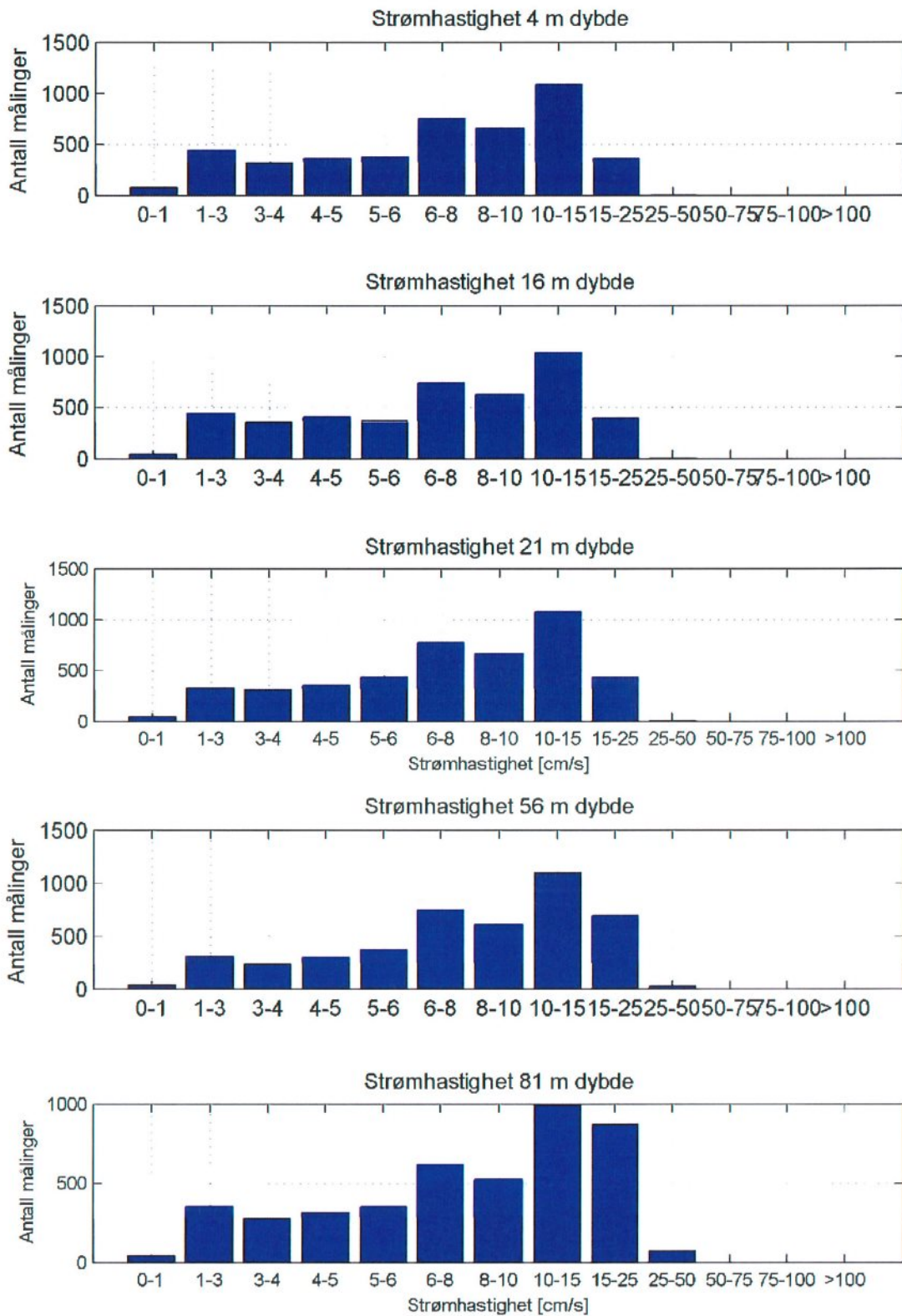
Figur 23: Tidsserier av strømretning

45#3260\_ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b877465b6d4:58



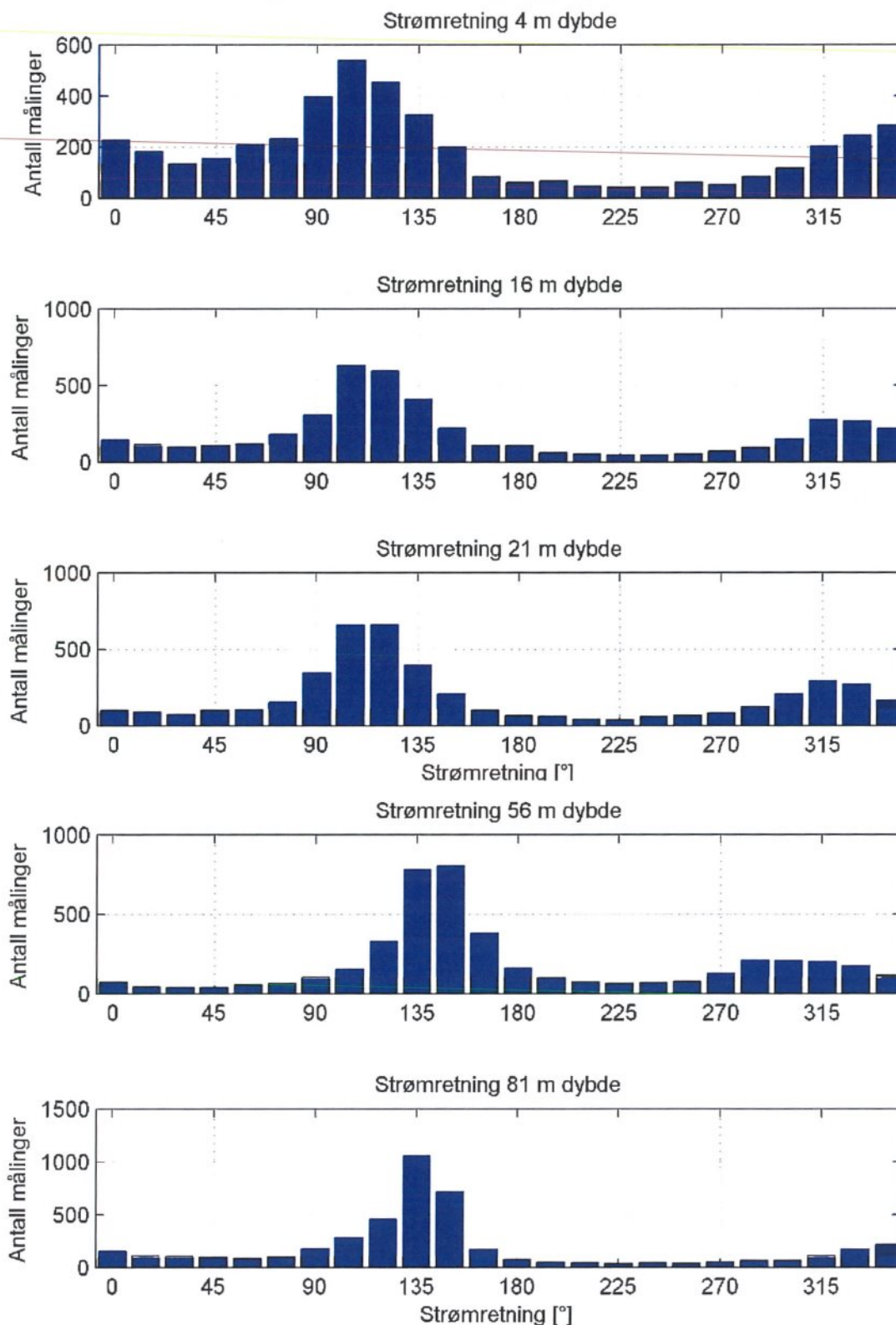
Figur 24: Tidsserier av vertikal strømhastighet





Figur 25: Histogram av horisontal strømhastighet





Figur 26: Histogram av strømretning

**Tabell 5:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 4 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsintervall samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)														Utskiftning	
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	2	25	12	19	16	49	34	58	13	0	0	0	0	5	11020	5
15°	1	21	27	18	17	38	30	24	6	0	0	0	0	4	7305	3
30°	4	26	17	8	10	28	30	10	1	0	0	0	0	3	4837	2
45°	3	22	22	25	17	20	19	26	0	0	0	0	0	3	5666	3
60°	3	26	20	24	23	48	28	37	0	0	0	0	0	5	8213	4
75°	1	18	15	14	27	44	34	68	10	0	0	0	0	5	11295	5
90°	2	27	16	25	34	59	65	132	35	0	0	0	0	9	21749	10
105°	2	17	17	23	30	65	80	222	82	0	0	0	0	12	34274	16
120°	3	19	15	12	29	55	61	179	80	2	0	0	0	10	29901	14
135°	5	18	16	19	16	47	56	81	65	1	0	0	0	7	19575	9
150°	7	15	18	17	14	31	34	44	19	0	0	0	0	4	9739	4
165°	0	14	12	7	6	17	8	15	4	0	0	0	0	2	3461	2
180°	2	12	5	4	6	12	10	8	1	0	0	0	0	1	2225	1
195°	4	19	7	3	8	7	10	8	1	0	0	0	0	2	2234	1
210°	4	15	9	6	1	5	2	2	2	0	0	0	0	1	1252	1
225°	3	11	5	7	2	4	2	4	2	0	0	0	0	1	1286	1
240°	5	14	2	9	3	1	4	2	0	0	0	0	0	1	985	0
255°	3	16	10	10	7	7	6	0	0	0	0	0	0	1	1500	1
270°	3	9	8	9	4	13	6	0	0	0	0	0	0	1	1489	1
285°	2	16	15	12	12	19	5	2	0	0	0	0	0	2	2438	1
300°	2	11	7	17	16	36	18	9	0	0	0	0	0	3	4340	2
315°	2	27	17	31	20	38	35	33	0	0	0	0	0	5	7924	4
330°	3	22	11	15	28	53	43	60	9	0	0	0	0	6	11525	5
345°	8	24	16	26	27	58	37	62	27	0	0	0	0	6	13981	6
Sum %	2	10	7	8	8	17	15	25	8	0	0	0	0			

C:\Users\user\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.IE5\46CDD0D4\B2

**Tabell 6:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 16 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsinterval samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)													Utskiftning		
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	2	24	15	20	20	27	17	16	0	0	0	0	0	3	4926	2
15°	4	14	20	16	15	26	16	4	0	0	0	0	0	3	3738	2
30°	2	25	14	18	15	11	9	2	0	0	0	0	0	2	2628	1
45°	4	24	20	12	12	21	8	4	0	0	0	0	0	2	3010	1
60°	3	25	19	18	11	17	18	7	0	0	0	0	0	3	3728	2
75°	1	17	11	21	21	51	33	22	2	0	0	0	0	4	7321	3
90°	0	15	21	28	19	49	47	102	26	0	0	0	0	7	16731	8
105°	2	23	20	27	30	86	85	249	106	1	0	0	0	14	40573	19
120°	2	21	20	22	28	70	88	215	124	2	0	0	0	13	39397	18
135°	2	16	20	34	32	60	49	108	83	2	0	0	0	9	24748	11
150°	2	26	12	14	14	36	37	63	16	0	0	0	0	5	11066	5
165°	1	19	12	11	7	15	19	17	7	0	0	0	0	2	4626	2
180°	2	20	14	13	11	13	16	15	1	0	0	0	0	2	3856	2
195°	1	10	13	5	6	8	3	10	0	0	0	0	0	1	1945	1
210°	2	14	9	4	2	6	4	8	0	0	0	0	0	1	1548	1
225°	1	15	4	7	7	4	4	2	1	0	0	0	0	1	1271	1
240°	3	7	6	6	10	6	5	2	0	0	0	0	0	1	1349	1
255°	1	12	6	9	8	4	7	2	0	0	0	0	0	1	1467	1
270°	1	14	12	16	6	9	6	3	0	0	0	0	0	2	1932	1
285°	2	21	18	14	6	21	2	7	0	0	0	0	0	2	2684	1
300°	1	21	20	21	24	35	19	9	0	0	0	0	0	3	5113	2
315°	0	23	20	27	24	68	53	55	3	0	0	0	0	6	12123	6
330°	2	17	15	24	24	55	42	74	12	0	0	0	0	6	13035	6
345°	2	22	11	20	17	42	42	47	13	0	0	0	0	5	10331	5
Sum %	1	10	8	9	8	17	14	24	9	0	0	0	0			



**Tabell 7:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 21 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsinterval samt utskifning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)													Utskifning		
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	1	13	10	21	13	19	13	11	0	0	0	0	0	2	3627	2
15°	0	14	8	20	14	23	9	2	0	0	0	0	0	2	2881	1
30°	0	8	11	15	15	14	5	4	0	0	0	0	0	2	2346	1
45°	3	14	16	17	8	30	8	5	0	0	0	0	0	2	3277	1
60°	4	9	16	10	22	25	12	4	0	0	0	0	0	2	3395	1
75°	3	17	12	21	23	30	20	26	0	0	0	0	0	3	5969	3
90°	4	17	23	19	36	78	61	88	20	0	0	0	0	8	17429	8
105°	1	19	13	22	28	77	95	263	136	1	0	0	0	15	44738	20
120°	1	27	22	21	35	73	87	246	146	2	0	0	0	15	44390	19
135°	2	11	23	18	40	52	56	108	80	2	0	0	0	9	24778	11
150°	3	16	9	17	18	30	40	53	21	0	0	0	0	5	10922	5
165°	2	15	14	9	8	14	17	17	2	0	0	0	0	2	3869	2
180°	0	5	4	11	4	12	13	14	0	0	0	0	0	1	2750	1
195°	3	12	7	10	7	9	5	8	0	0	0	0	0	1	2048	1
210°	5	11	2	4	5	5	5	3	0	0	0	0	0	1	1164	1
225°	1	6	7	4	2	8	2	7	1	0	0	0	0	1	1455	1
240°	1	12	8	8	11	11	6	2	0	0	0	0	0	1	1780	1
255°	1	8	15	12	11	8	6	2	0	0	0	0	0	1	1876	1
270°	1	15	15	11	16	14	4	5	0	0	0	0	0	2	2466	1
285°	3	17	11	17	16	28	18	11	0	0	0	0	0	3	4313	2
300°	3	14	21	27	37	49	34	18	1	0	0	0	0	5	7759	3
315°	1	12	20	13	23	63	70	85	6	0	0	0	0	7	14753	6
330°	3	21	12	16	21	69	41	70	14	0	0	0	0	6	13271	6
345°	1	14	14	10	23	35	36	24	4	0	0	0	0	4	6966	3
Sum %	1	7	7	8	10	18	15	24	10	0	0	0	0			

**Tabell 8:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 56 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsinterval samt utskiftning per retningssektor

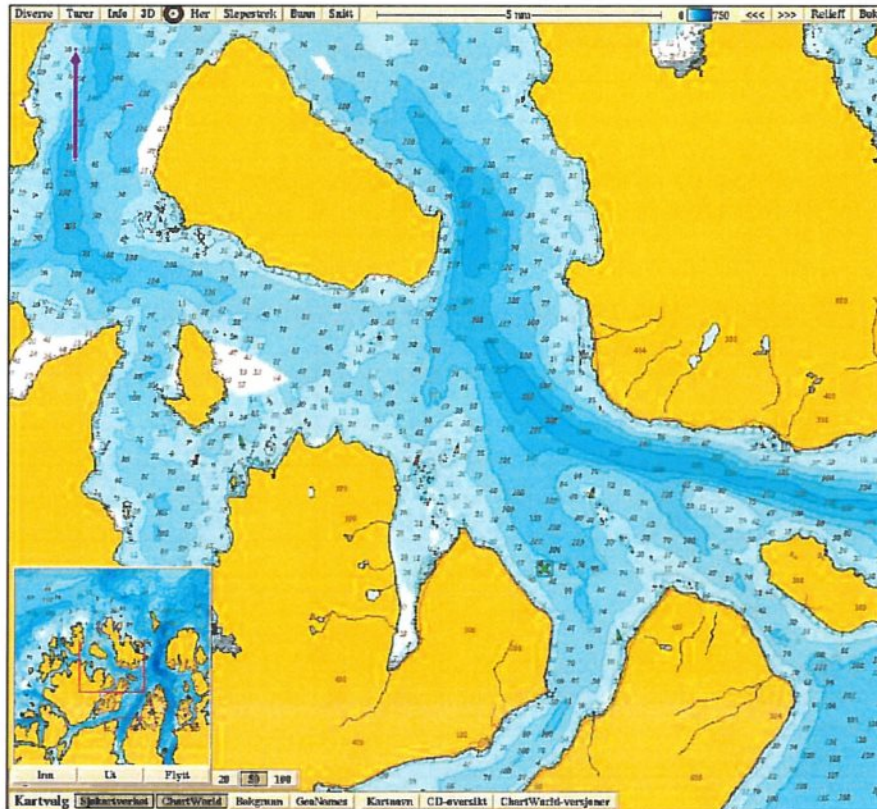
	Strømhastighet (cm/s)														Utskiftning	
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	1	12	15	10	3	13	9	8	0	0	0	0	0	2	2434	1
15°	2	9	6	8	9	6	3	0	0	0	0	0	0	1	1183	0
30°	2	12	4	3	7	7	2	1	0	0	0	0	0	1	986	0
45°	2	10	8	7	5	6	2	0	0	0	0	0	0	1	1014	0
60°	2	13	8	11	9	8	4	0	0	0	0	0	0	1	1418	1
75°	1	12	14	10	5	8	10	3	0	0	0	0	0	1	1954	1
90°	2	14	9	16	13	20	14	14	0	0	0	0	0	2	3777	1
105°	3	10	18	9	13	32	26	40	3	0	0	0	0	3	7072	3
120°	2	6	12	10	19	70	52	106	48	2	0	0	0	7	19989	8
135°	0	12	9	12	17	80	79	268	286	17	0	0	0	18	63020	25
150°	2	20	9	18	37	74	89	256	289	9	0	0	0	18	62890	25
165°	0	14	11	25	37	83	85	95	28	0	0	0	0	9	20114	8
180°	1	16	10	16	20	44	24	25	4	0	0	0	0	4	6781	3
195°	4	9	8	15	17	28	12	5	1	0	0	0	0	2	3512	1
210°	1	11	16	11	10	11	5	8	0	0	0	0	0	2	2380	1
225°	1	10	9	12	8	11	5	5	0	0	0	0	0	1	1970	1
240°	1	20	6	9	12	13	4	3	0	0	0	0	0	2	1982	1
255°	2	12	11	9	12	17	5	9	0	0	0	0	0	2	2666	1
270°	1	19	12	8	17	24	18	19	7	0	0	0	0	3	5332	2
285°	4	15	13	15	25	41	32	57	9	0	0	0	0	5	10163	4
300°	1	21	9	15	18	46	49	43	4	0	0	0	0	5	9445	4
315°	0	5	7	22	17	48	41	52	7	0	0	0	0	4	9885	4
330°	1	15	4	7	20	36	28	60	4	0	0	0	0	4	8642	3
345°	3	9	8	20	20	21	12	21	3	0	0	0	0	3	4800	2
Sum %	1	7	5	7	8	17	14	25	16	1	0	0	0			

**Tabell 9:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 81 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsinterval samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)													Utskiftning		
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	2	23	12	16	22	33	22	17	1	0	0	0	0	3	5612	2
15°	0	24	17	11	23	23	7	3	0	0	0	0	0	2	3300	1
30°	4	21	15	24	14	15	9	3	1	0	0	0	0	2	3066	1
45°	5	16	13	11	16	20	10	2	0	0	0	0	0	2	2854	1
60°	3	21	10	12	11	12	9	7	0	0	0	0	0	2	2641	1
75°	2	10	14	17	21	22	11	4	0	0	0	0	0	2	3380	1
90°	2	18	19	22	21	41	25	22	3	0	0	0	0	4	6896	3
105°	1	19	17	18	26	53	48	77	20	0	0	0	0	6	14448	5
120°	1	17	15	18	29	66	66	158	78	4	0	0	0	10	28611	11
135°	1	14	13	21	33	70	92	338	445	25	0	0	0	24	89908	34
150°	3	16	16	19	13	48	65	228	265	43	0	0	0	16	61576	23
165°	3	11	13	12	11	36	28	38	16	0	0	0	0	4	8710	3
180°	0	16	10	9	6	11	10	9	3	0	0	0	0	2	2784	1
195°	1	10	7	4	11	8	3	2	0	0	0	0	0	1	1409	1
210°	1	13	5	10	1	6	3	2	0	0	0	0	0	1	1160	0
225°	2	8	5	5	6	7	0	1	0	0	0	0	0	1	926	0
240°	0	16	5	4	8	5	4	0	0	0	0	0	0	1	1086	0
255°	2	10	5	3	5	6	5	0	0	0	0	0	0	1	988	0
270°	1	11	6	8	4	7	7	5	1	0	0	0	0	1	1754	1
285°	3	7	8	5	5	5	10	6	12	0	0	0	0	1	3081	1
300°	3	9	5	9	6	9	3	7	10	0	0	0	0	1	2768	1
315°	0	11	9	16	18	32	12	10	1	0	0	0	0	2	4254	2
330°	1	18	20	14	23	36	30	21	5	0	0	0	0	4	6913	3
345°	1	14	20	27	19	48	43	35	9	0	0	0	0	5	9637	4
Sum %	1	8	6	7	8	14	12	23	20	2	0	0	0			



# Lerøy Aurora AS Miljøundersøkelser



## Strømrapport Langås Sør, Karlsøy kommune

10.01.2012 - 10.02.2012

<b>Oppdragsgiver</b> Firma: Lerøy Aurora AS Kontaktperson: Hugo Nilsen	
Dokument type	Strømrappport
Tittel	<b>Strømrappport, Langås Sør, Karlsøy, 2012</b>
Prosjektnr.	9723
Filplassering	E:\9723LAHN\Dokumenter\Strømmålinger Karlsøy januar 2012\Langås sør\Strømrappport_LangåsSør.doc

<b>Sammendrag</b>				
Det er utført strømmålinger på lokalitet Langås Sør, Karlsøy, i perioden 10.01.2012 - 10.02.2012 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS 9415:2009 og veileder for søknad om lokalitet.				
Gjennomsnitts- og maksimalstrøm og andel nullmålinger er som følgende:				
Dybde [m]	Gjennomsnittstrøm [cm/s]	Maksimalstrøm [cm/s]	Retning av maksimalstrøm [°]	Målinger <=1cm/s [%]
6	8	26	158	1.2
14	8	28	120	1.3
37	8	26	123	1.5
54	9	29	115	1.3
78	10	30	124	1.1
<p><b>Vannutskiftning:</b> Resultatene viser meget god vannutskiftning i hele vannsøylen, med moderat maksimalstrøm. Strømrretning og strømhastighet er ensartet i vannsøylen. Hovedretningene er Sørøst og Nordvest.</p> <p><b>Nullmålinger:</b> Det er målt få nullmålinger i alle lag.</p> <p><b>Vertikal strøm:</b> Det er en god vertikal strøm på lokaliteten. Dette er vannmasser som stiger opp. Den vertikale strømmen bidrar positivt til lokalitetens egnethet.</p> <p><b>Oksygenmetningen</b> ligger på 86 % ved 46 m, og på 88 % ved 82 m.</p> <p><b>Saliniteten</b> ligger i middel på 33.6 psu ved 46 m og 33.7 psu ved 82 m.</p> <p><b>Tidevann og vind:</b> Det vises at lokal vind spiller en liten rolle i å styre strømmen ved Langås Sør, mens tidevannet har betydelig effekt på strømmen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), og variasjoner i kyststrømmen.</p>				
<b>Oppdragsansvarlig</b>	Yngve Paulsen			
<b>Saksbehandler</b>	Juliane Borge			

**REVISJONSSTATUS**

Rev	Dato	Beskrivelse	Måling utf	Utf	Kntr	Godkjent
0	14.03.2012	Strømrappport	OHS	JB	OHS	

## 1 Innhold

1	Innhold .....	3
2	Strømmåling oversikt.....	4
3	Strømhastighet statistisk analyse .....	6
3.1	Horisontal strøm.....	6
3.2	Vertikal strøm .....	11
4	Vannutskiftning og nullmålinger .....	12
5	Tidevann og vind.....	14
5.1	Sammenheng mellom vind og strøm .....	14
5.2	Tidevannsanalyse .....	15
6	To dagers periode .....	18
7	Miljøparametre .....	19
8	Sammendrag.....	20
9	Referanser .....	22

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Appendiks B Pinne- og rosedigram

Appendiks C Tidserier

Appendiks D Fjernet data (tilgjengelig i Multiconsult)

Appendiks E Instrumentspesifikasjoner (tilgjengelig i Multiconsult)

Appendiks F Kalibrering RDCP 438 (tilgjengelig i Multiconsult)

Appendiks G Kalibrering RDCP 322 (tilgjengelig i Multiconsult)



## 2 Strømmåling oversikt

Strømmålinger ble foretatt ved lokalitet Langås Sør i perioden 10.01.2012 - 10.02.2012.

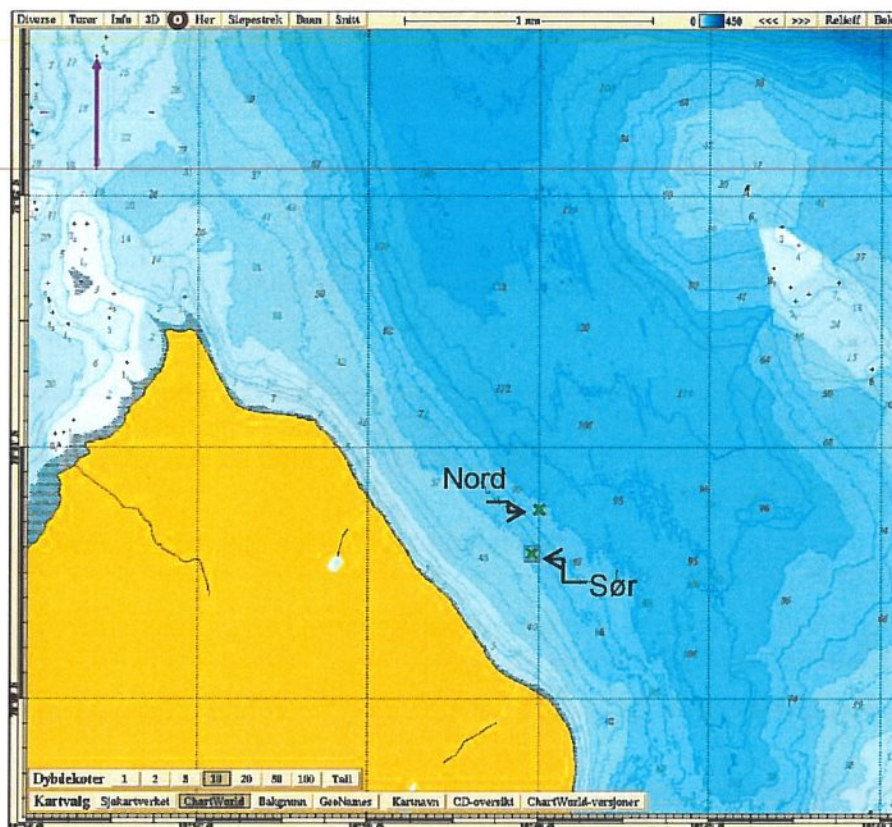
Tabell 1 sammenfatter de viktigste bakgrunnsinformasjonene for målingen:

- **Plassering av måler:** Figur 1 og Figur 2 viser hvor måleriggen ble satt ut. Det planlegges å installere et oppdrettsanlegg på lokaliteten og plasseringen ble valgt fordi det er ansett som representativ for anlegget.
- **Målingsdybder:** Det ble satt ut to doppler profilmålere, en på 46 m og en på 82 m. Målet er å kartlegge bunnstrøm, spredningsstrøm samt strøm i dybdene hvor notposen befinner seg.
- **Målingsutstyr:** Måleren ble forankret fra bunn og opp. Nærmere beskrivelse av riggen og instrumentet i Appendiks A.
- **Kvalitetsvurdering av målte data:** Dataene ble sjekket i henhold til anbefalingene fra instrumentenes produsent. En nærmere beskrivelse av denne prosessen finnes i Appendiks A.
- **Målingens varighet:** Det ble målt i mer enn 30 dager, noe som er i henhold til kravene.

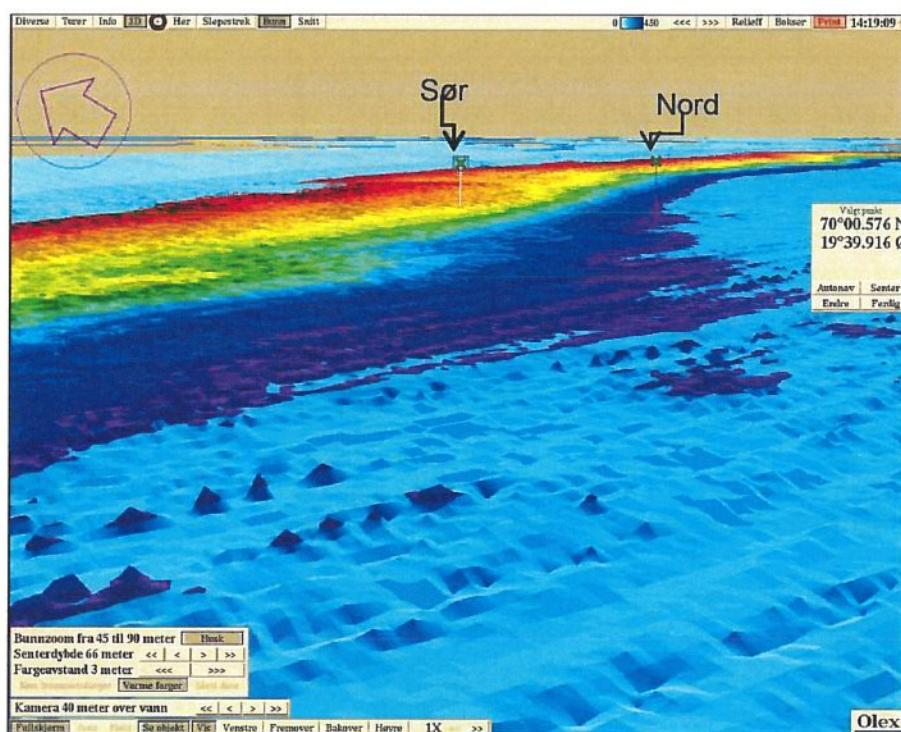
NS 9415 krever beskrivelse av strømmen i anlegget (5 m og 15 m) (NS 9415, 2009). Fiskeridirektoratets veileder krever beskrivelsen av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm (Fiskeridirektoratet, 2008). Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftning (Mattilsynet, 2006).

**Tabell 1:** Generell informasjon om strømmålingen utført på Langås Sør

Måleperiode	10-Jan-2012 18:11:17 - 10-Feb-2012 11:41:18
Varighet	30 dager, 17 timer, 30 minutter
Antall målinger	4426
Koordinater	70°0.576 N 19°39.916 Ø
Ca. dybde på målestedet	83 m
Målertype - 46 m dybde	Doppler profilmåler (AADI RDCP 600, Serienummer 438), Profilerings av horisontal og vertikal strøm fra 6 til 37 m dybde, cellestørrelse 2 m, overlapp 20 %
Type måling - 46 m dybde	Burst (måling i ca. 2 minutter), 250 ping
Målertype - 82 m dybde	Doppler profilmåler (AADI RDCP 600, Serienummer 322), Profilerings av horisontal og vertikal strøm fra 42 til 78 m dybde, cellestørrelse 2 m, overlapp 10 %
Type måling - 82 m dybde	Burst (måling i ca. 2 minutter), 250 ping
Frekvens	10 minutter



Figur 1: Lokalitet Langås med målepunktene Nord og Sør merket. Dybdekoter er på 10 meter.



Figur 2: 3D modell av lokalitet Langås, farget område med 45 (rød) – 90 (fiolett) meters dybde. Symbolene viser målepunktene Nord og Sør.



### 3 Strømhastighet statistisk analyse

Et viktig formål med strømmålingen er å studere strømhastighet ved forskjellige dybder og fra forskjellig retning.

Dette kapittelet er en oppsummering av de viktigste statistiske egenskapene for dybdene som kreves: 5 m og 15 m, spredningsstrøm og bunnstrøm. For flere detaljer henvises det til:

- Kapittel 8: Statistikktabell for forskjellige dybder
- Appendiks B: Rose- og pinnediagram for alle dybder

#### 3.1 Horisontal strøm

Figur 3 viser et 3D diagram av horisontal strømhastighet over tid ved alle dybdene samt minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Figurene illustrerer at strømstyrken ved Langås Sør er jevn i hele vannsøylen, med en viss økning mot bunn. Hovedretningene er SØ og NV.

Tabell 2 viser maksimalstrøm i 8 retningssektorer for forskjellige dybder. Retningssektorene er sentrert rundt 0°, 45°, 90° osv.

Figur 4 og Figur 5 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder i to og tre dimensjoner.

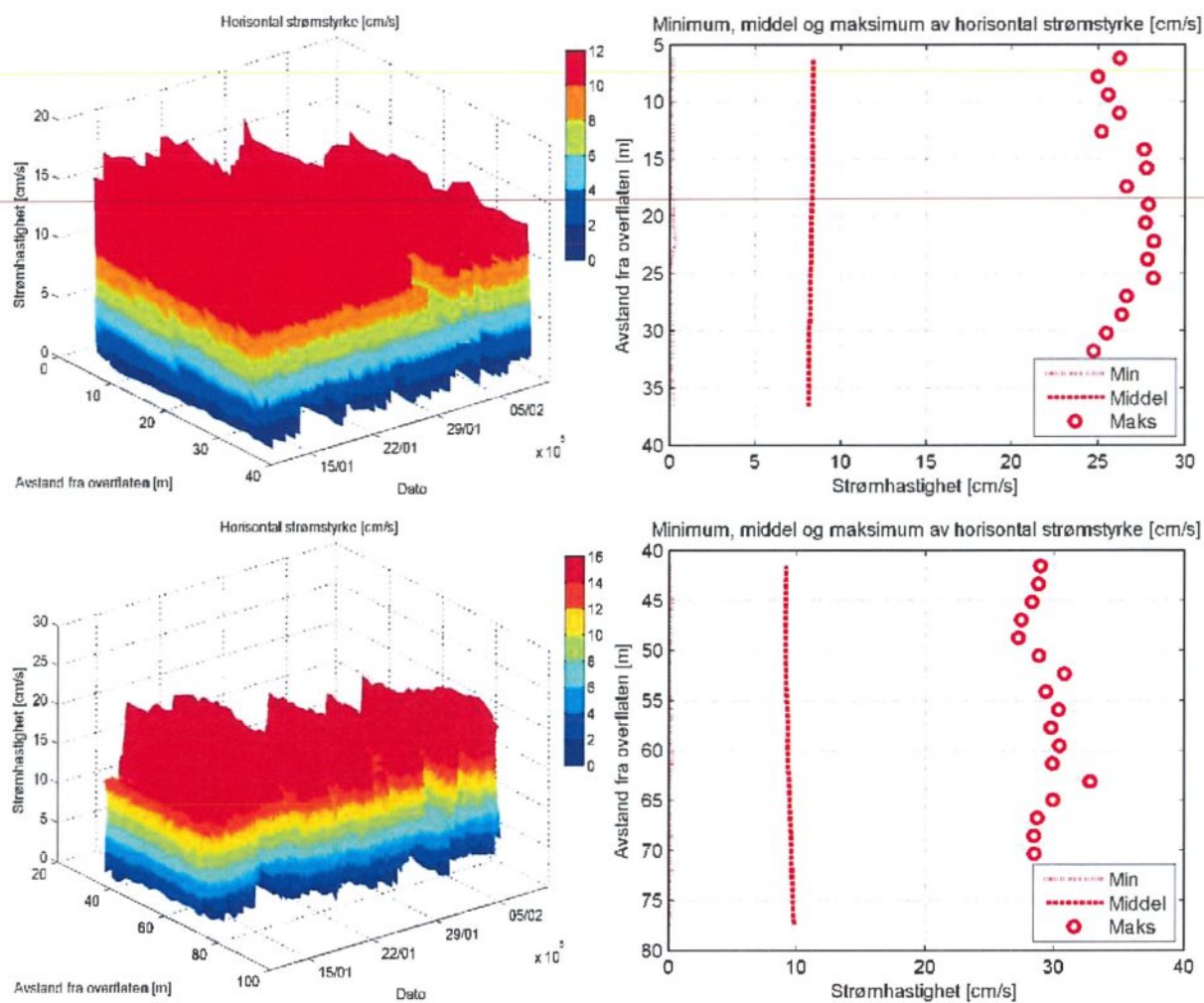
Maksimalstrømmen for denne lokaliteten oppsto ved 78 m dybde (bunn) og var 30 cm/s i retning 124°.

Figurene illustrerer at strømstyrken ved Langås Sør er jevn i hele vannsøylen, med en viss økning mot bunn. Hovedretningene er SØ og NV.

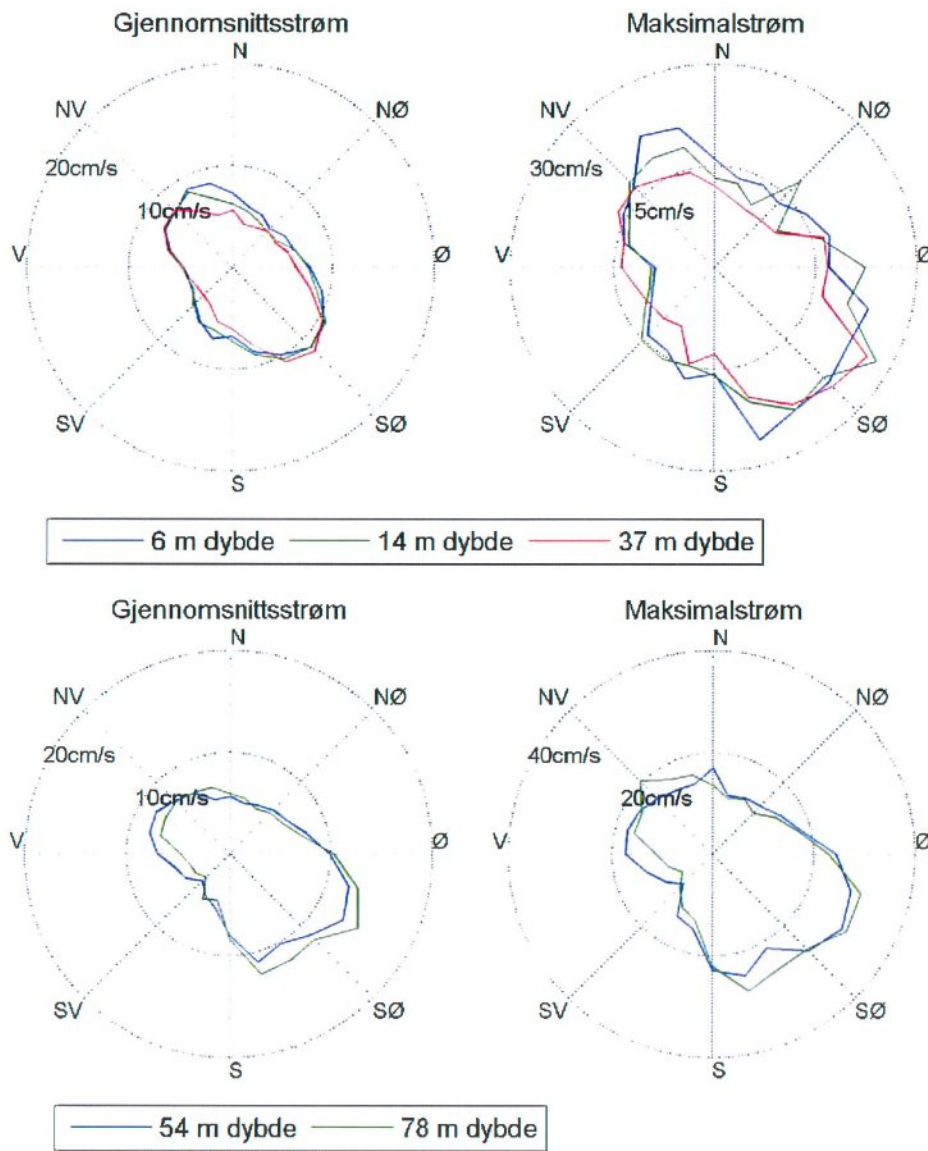
**Tabell 2:** Maksimal horisontal strøm [cm/s] og tilsvarende retning i 8 sektorer

	Retning (mot)								Alle retninger
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Dybde	Maksimal horisontal strøm [cm/s]								
6 m	21	16	24	24	26	14	14	22	26 (158°)
14 m	18	18	22	28	21	15	13	19	28 (120°)
37 m	14	10	17	26	20	11	14	17	26 (123°)
54 m	17	15	28	29	25	14	18	17	29 (115°)
78 m	16	14	30	30	28	12	16	20	30 (124°)



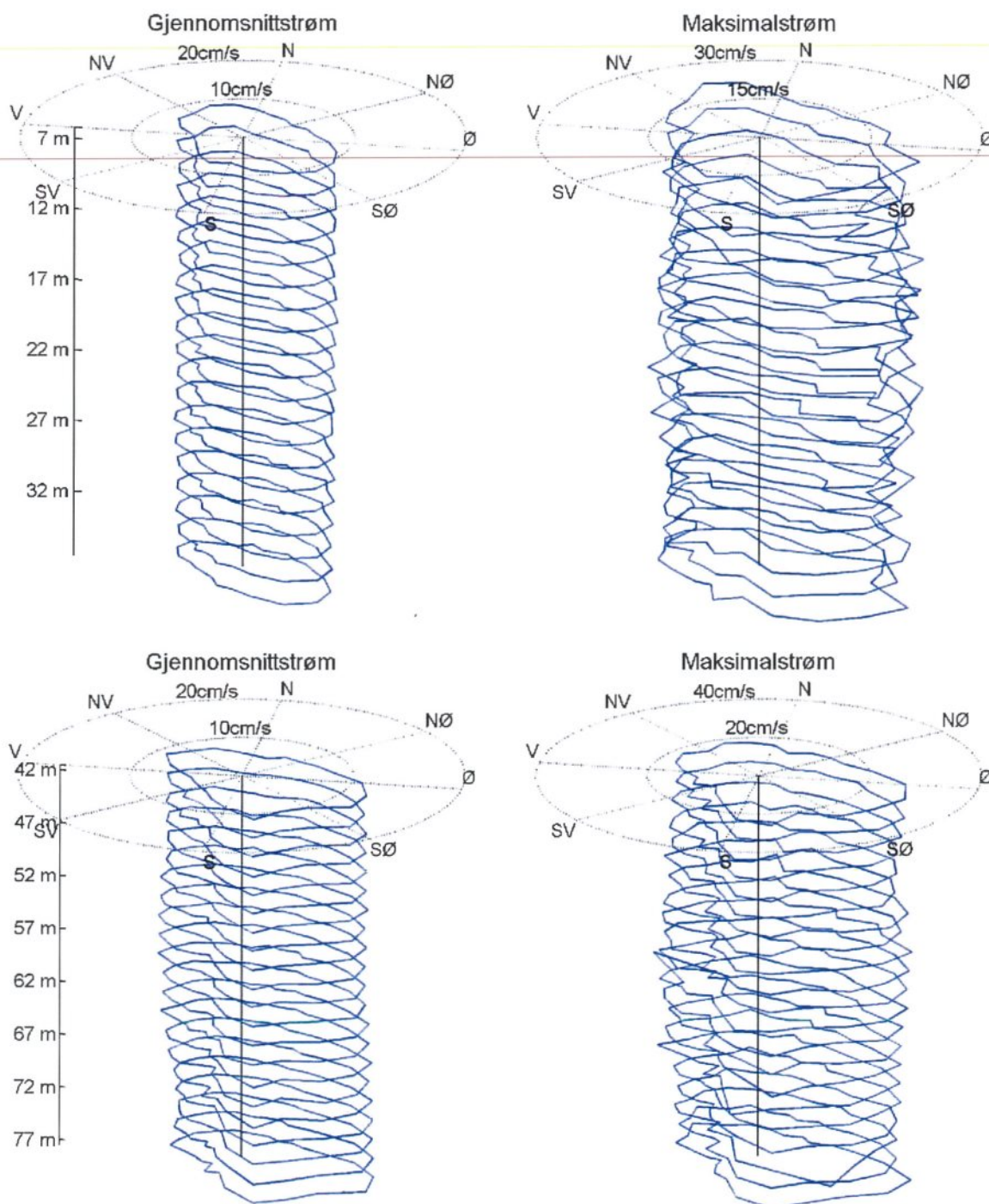


**Figur 3:** 3D diagram av horisontal strømstyrke over tid ved forskjellige dybder (data er lavpassfiltrert, dvs. maksimumverdier er lavere enn 10 minutters maksimumverdier) og maksimal, middel og minimal horisontal strøm ved alle dybdene



**Figur 4:** Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder

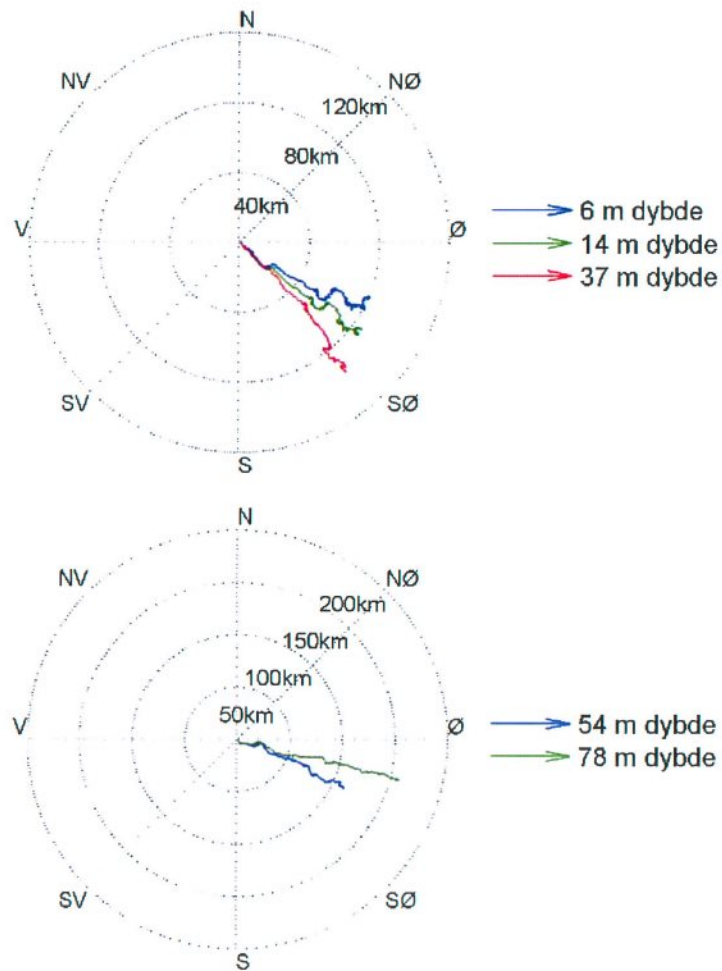
45#3276.ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b677465bbfd4:74



**Figur 5:** Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder, 3D

Figur 6 er et progressiv-vektor-diagram som viser hvordan en tenkt vannpartikkel på en gitt dybde ville forflytte seg i måleperioden. Startpunktet er i midten av diagrammet. Dette er kun en visualisering. I virkeligheten forlater vannpartikkelen målestedet og instrumentet måler forskjellige vannpartikler over hele perioden. Diagrammet gir imidlertid et inntrykk av hvor effektiv vannutskiftningen er. Dersom vannet hele tiden føres bort fra startstedet, er vannutskiftningen bra. Dersom vannmassene driver fram og tilbake, kan utskiftningen være redusert.



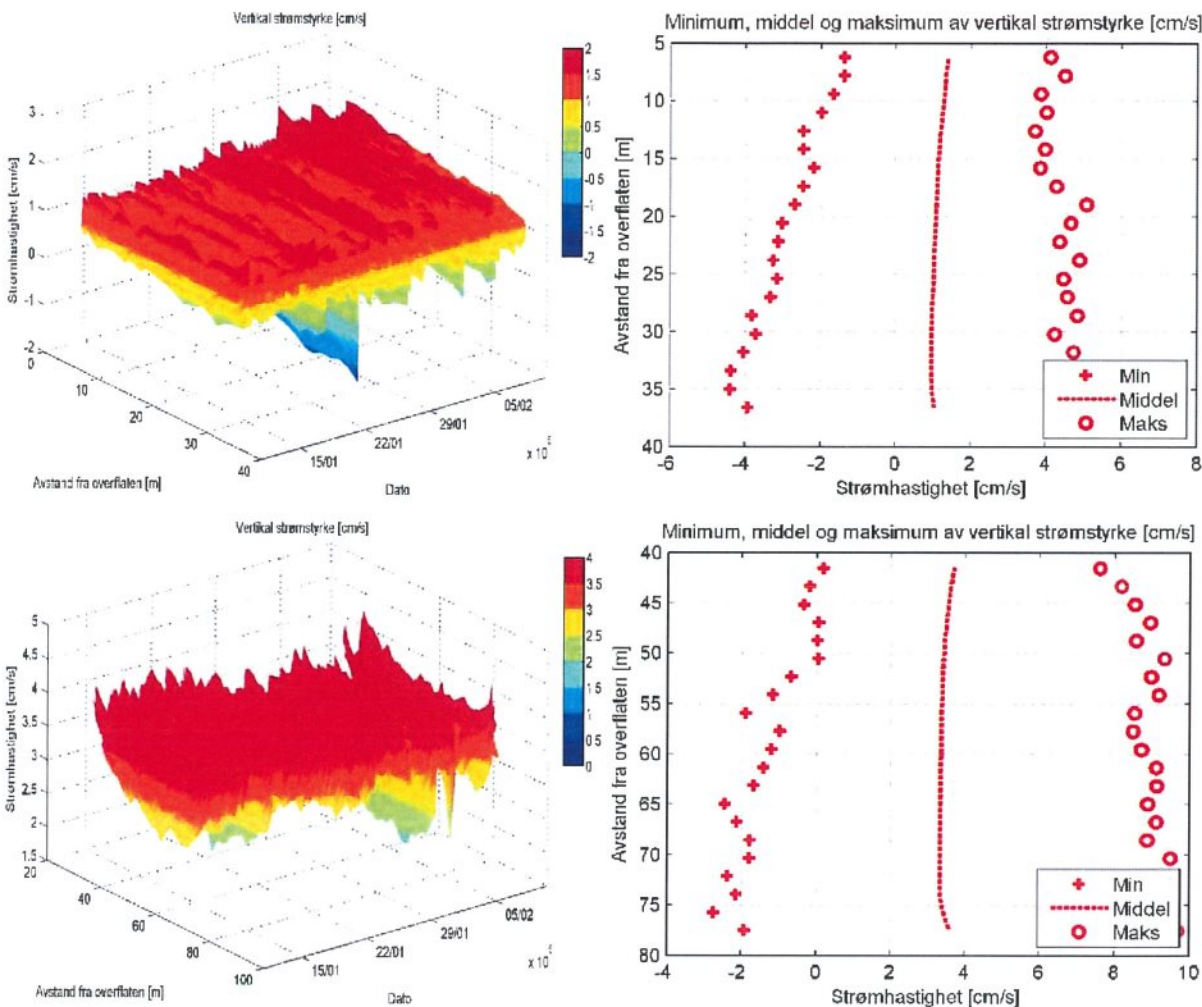


**Figur 6:** Progressiv-vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

45#3278\_ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b877465b6fd4:76

### 3.2 Vertikal strøm

Vertikal strøm fører til utskifting av vann mellom lagene og kan dermed ha en rensende effekt. Figur 7 viser en 3D plot av vertikal strømhastighet over tid ved alle dybdene samt minimum-, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder.



**Figur 7:** 3D diagram av vertikal strømstyrke over tid ved forskjellige dybder (data er lavpassfiltrert, dvs. maksimumverdier er lavere enn 10 minutters maksimumverdier) og maksimal, middel og minimal vertikal strøm ved alle dybdene

## 4 Vannutskiftning og nullmålinger

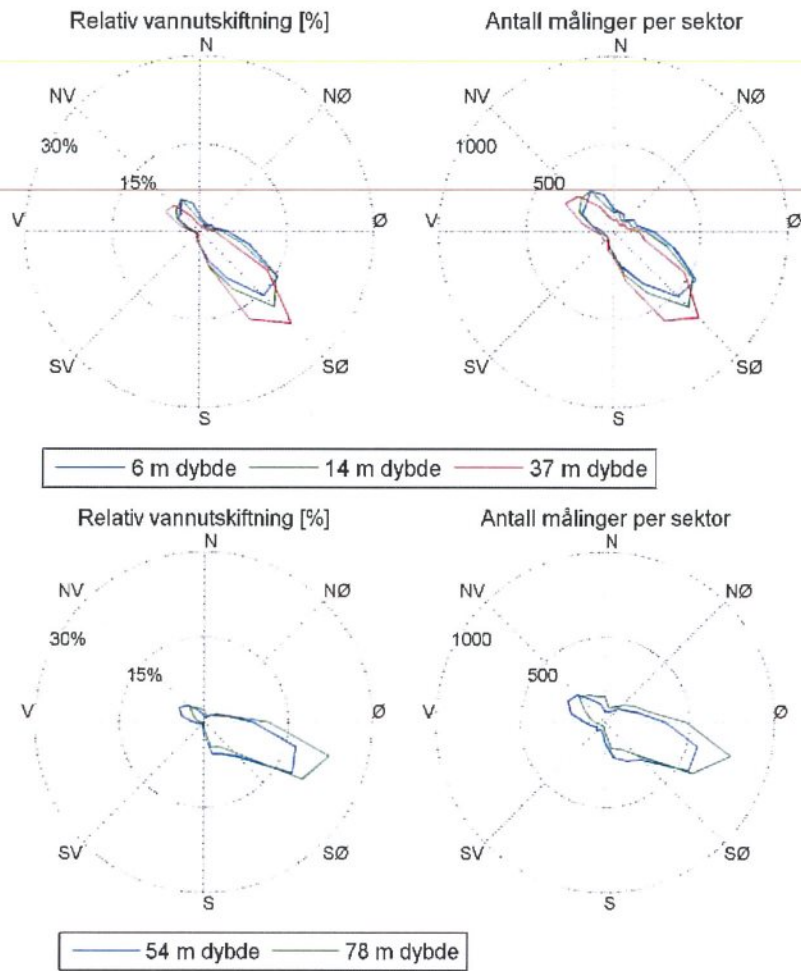
Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålingene og vannutskiftning. Vannutskiftningen er definert som vannfluksen, altså mengden av vann som transporteres gjennom en kvadratmeters flate. Dette beregnes som strømhastigheten ganger tiden den varer og oppgis i  $m^3/m^2$ . Vannutskiftningen kan oppgis per sektor, dvs per retningsintervall. Vannutskiftningen i en sektor er den delen av vannfluksen hvor strømretningen er i et visst retningsintervall. Vannutskiftningen i 8 sektorer er inkludert i Tabell 3, mens nullmålingene er listet i Det vises at lokal vind spiller en liten rolle i å styre strømmen ved Langås Sør, mens tidevannet har betydelig effekt på strømmen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), og variasjoner i kyststrømmen.

Tabell 4 i kapittel 9. Retningssektorene er sentrert rundt 0, 45, 90° osv. Figur 8 viser relativ vannutskiftning og antall målinger i 15 graders sektorer for forskjellige dybder.

**Tabell 3:** Vannutskiftning [ $m^3/m^2$ ] i 8 sektorer, den største vannutskiftningen for hvert dyp er uthevet

	Retning (mot)								Alle retninger
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Dybde	Vannutskiftning [ $m^3/m^2$ ]								
6 m	21169	11646	35421	<b>88939</b>	19626	4674	7638	33677	222789
14 m	14262	8216	28558	<b>98697</b>	22153	5294	8994	35831	222004
37 m	6619	5393	16865	<b>114183</b>	22597	4715	11937	34193	216502
54 m	7824	12102	71598	<b>80451</b>	21601	4424	17469	28697	244165
78 m	14698	14730	<b>100072</b>	84313	15251	1907	6448	23027	260447





Figur 8: Relativ vannutskifting og antall målinger per 15 graders sektor

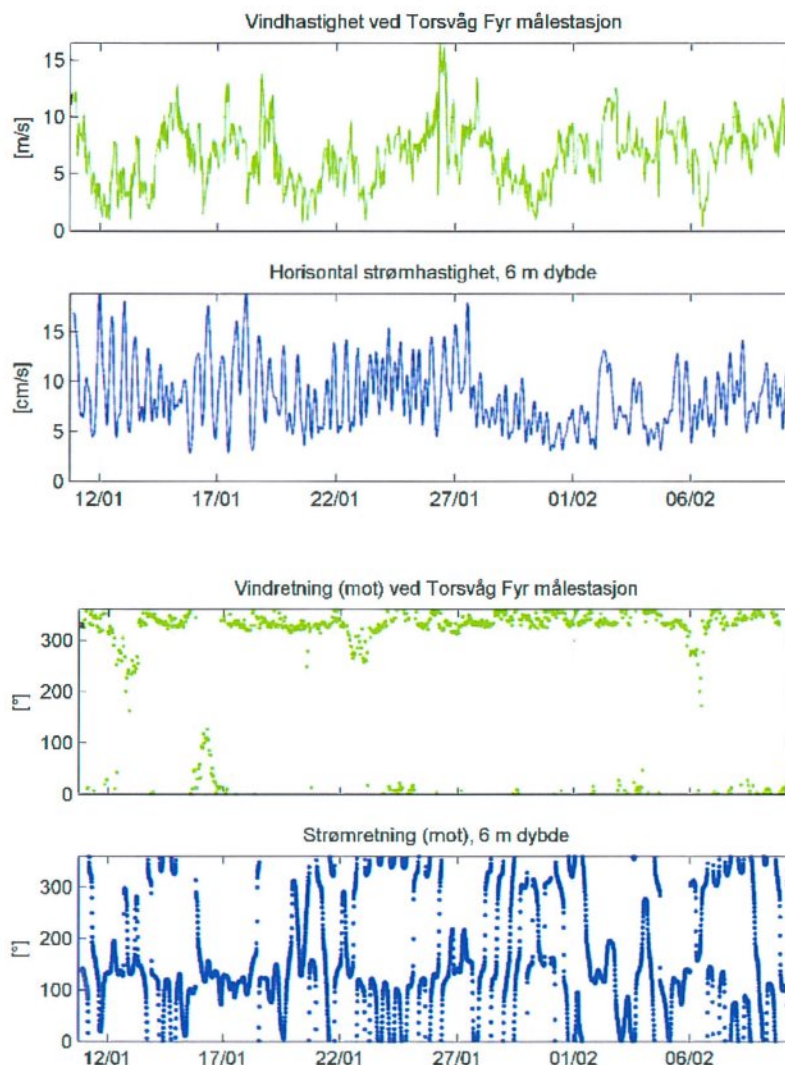
## 5 Tidevann og vind

### 5.1 Sammenheng mellom vind og strøm

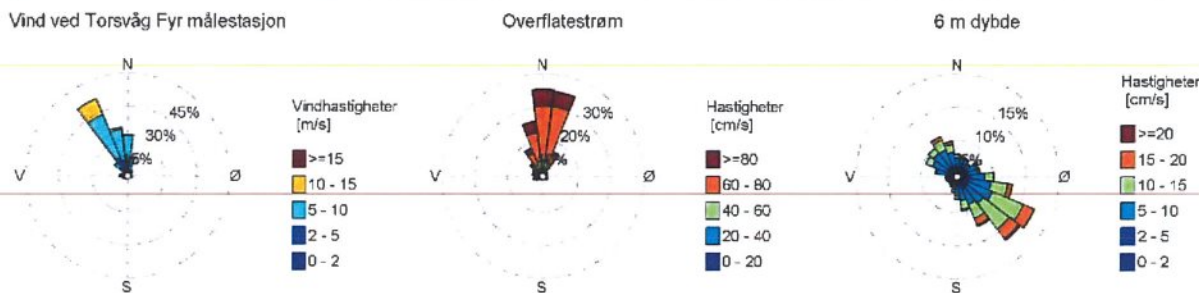
Sammenhengen mellom strøm og vind ble undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Torsvåg Fyr målestasjon som ligger ca. 27 km unna og anses som representativ for lokaliteten. Verdiene er 10 minutters middelerverdier 10 meter over bakken. Figur 9 viser vindhastighet og vindretning, samt strømhastighet og strømreretning ved 6 m dybde.

Profilmåleren måler også overflatestrømmen, dvs strømmen av vannsøylens øverste millimeter. Dette tynne laget følger vinden og overflatestrømmen gir derfor et estimat av den lokale vinden. I nærheten av elveutløp kan den også være påvirket av avrenning. Figur 10 viser fordeling av retninger og styrke av både vinden, overflatestrømmen og strømmen ved 6 m dybde.

Strømreretningen avviker sterkt fra overflate- og vindretning. Figur 9 viser lite korrelasjon mellom vind og strøm. Vi konkluderer derfor at den lokale vinden ikke har påvirket målingene ved 6 m dybde eller nedover i vannsøylen i stor grad i måleperioden.



**Figur 9:** Vindretning og vindhastighet og strømreretning og strømhastighet ved 6 m dybde, lavpassfiltrert



Figur 10: Vind, overflatestrøm (få mm tykt lag) og strøm ved 6 m dybde

## 5.2 Tidevannsanalyse

Det ble også foretatt en tidevannsanalyse av strømmen ved forskjellige dyp og av gjennomsnittsstrømmen i dybden.

Resultatene vises i Figur 11 til Figur 13.

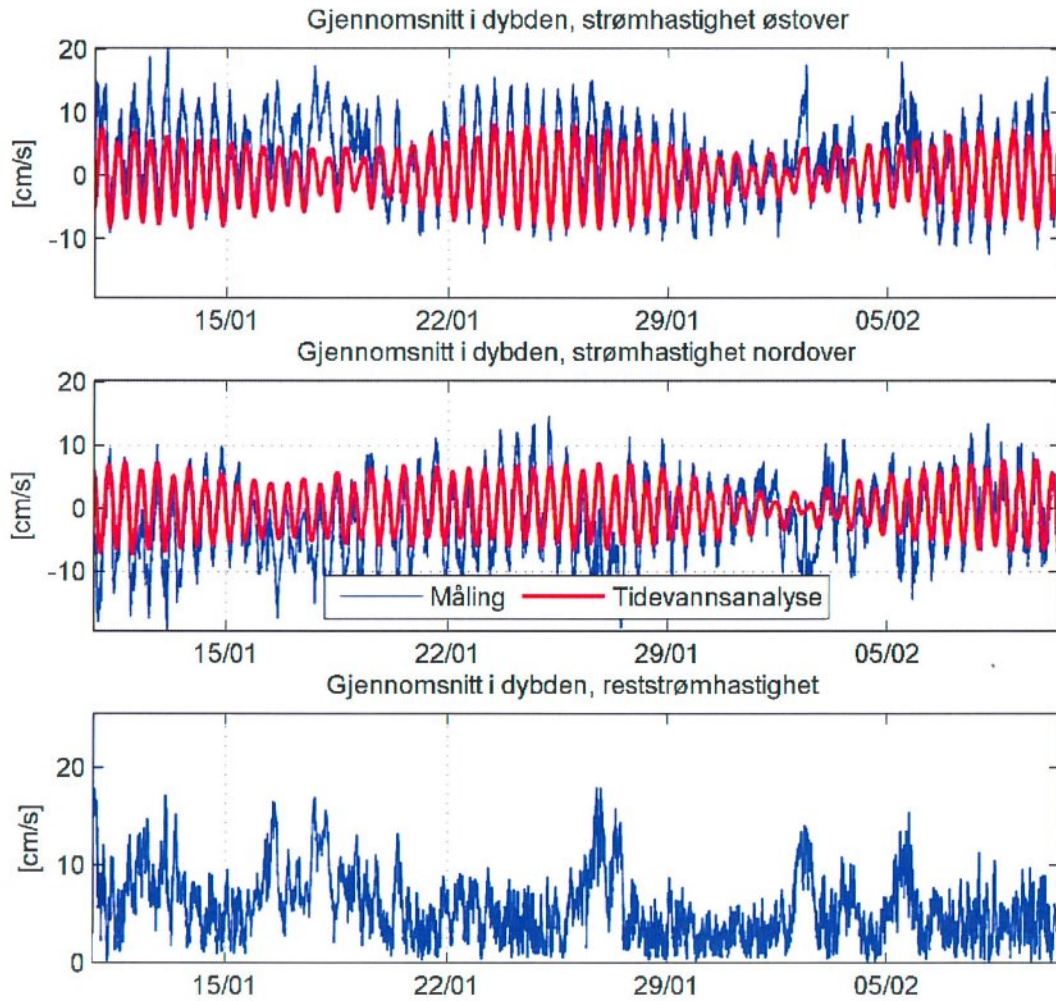
Figur 11 viser tidsserien av gjennomsnittsstrømmen i dybden med tidevannsanalyse så vel som tidsserien av reststrømmen (som er differansen mellom den faktiske strømmen og tidevannsanalysen). Reststrømmen er stort sett under 10 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 18 cm/s. Tidevannsanalysen forklarer 64 % av variansen.

Figur 12 viser tidevanssellipsene av gjennomsnittsstrømmen i dybden og middelstrømmen. Tidevanssellipsene beskriver hvordan tidevannsstrømmen varierer i løpet av den tilsvarende perioden. Hovedperiodene til tidevannssignalet i strømhastigheten (gjennomsnitt i dybden) er 12.42 timer, 12.00 timer og 12.66 timer. Det vil si at det "vanlige" tidevannet fra månen (to perioder om dagen) er mest framtreddende og tidevannsstrømmen oscillerer mellom nordvestlige og sørøstlige retninger.

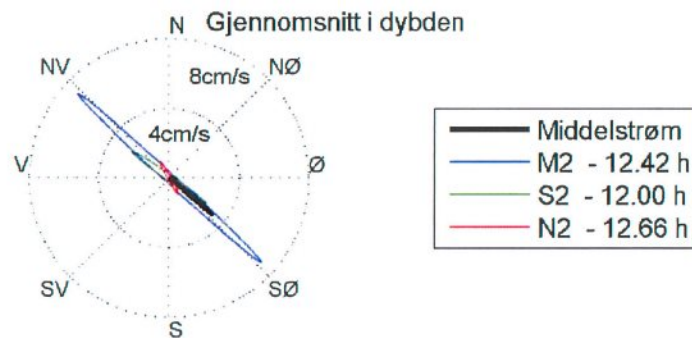
Figur 13 viser resultatene av tidevannsanalysen ved alle dybder. Figuren lengst til venstre viser hovedaksen av tidevanssellipsen som er mest framtreddende gjennom hele vannsøylen. Figuren i midten viser middelstrømmen for hvert dyp, mens figuren til høyre viser maksimal avvik av den faktiske strømmen fra tidevannsanalysen. Tidevannet totalt utgjør mindre enn 15 cm/s av strømmen. Middelstrømmen er under 10 cm/s. Avvik fra tidevannsmodellen kan være betydelig (opptil 34 cm/s). Tidevannsanalysen i de forskjellige dybdene forklarer mellom 59 og 67 % av variansen.

Generelt kan det sies at tidevannsstrømmer spiller en betydelig rolle i Langås Sør. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind) og variasjoner i kyststrømmen.





Figur 11: Horizontal strøm hastighet, gjennomsnitt i dybden, med tidevannsanalyse

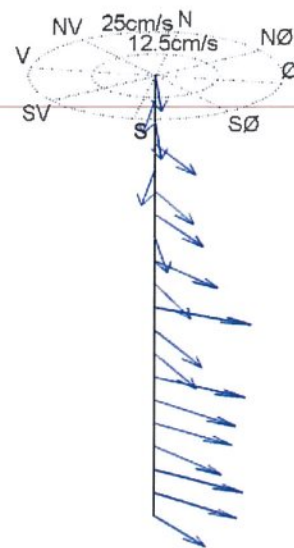
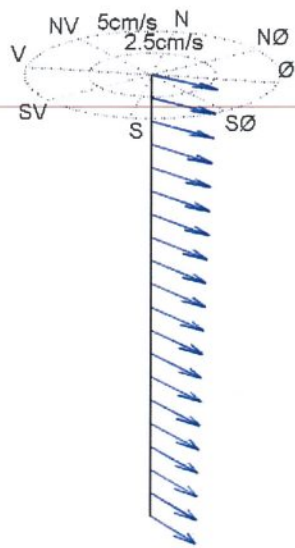
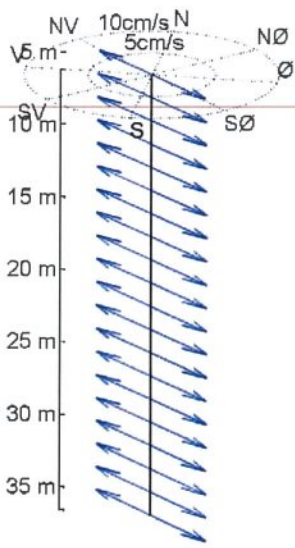


Figur 12: Tidevanssellipsene av gjennomsnittsstrømmen i dybden. Navnene M2, S2 og N2 refererer til tidevannskonstituentene.

Tidevann - M2 : 12.42 h

Middelstrøm

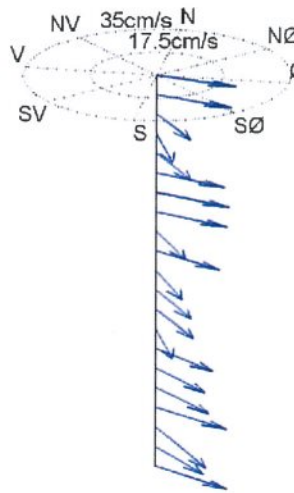
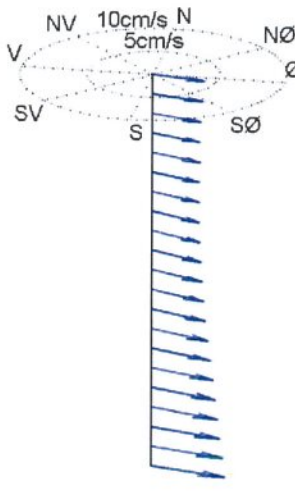
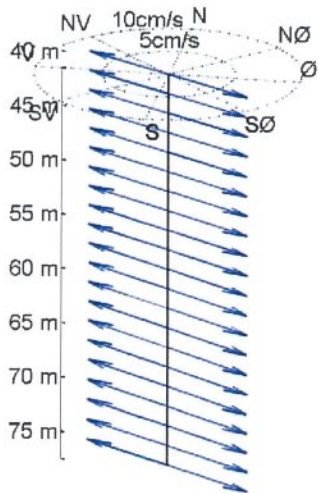
Maksimal reststrøm



Tidevann - M2 : 12.42 h

Middelstrøm

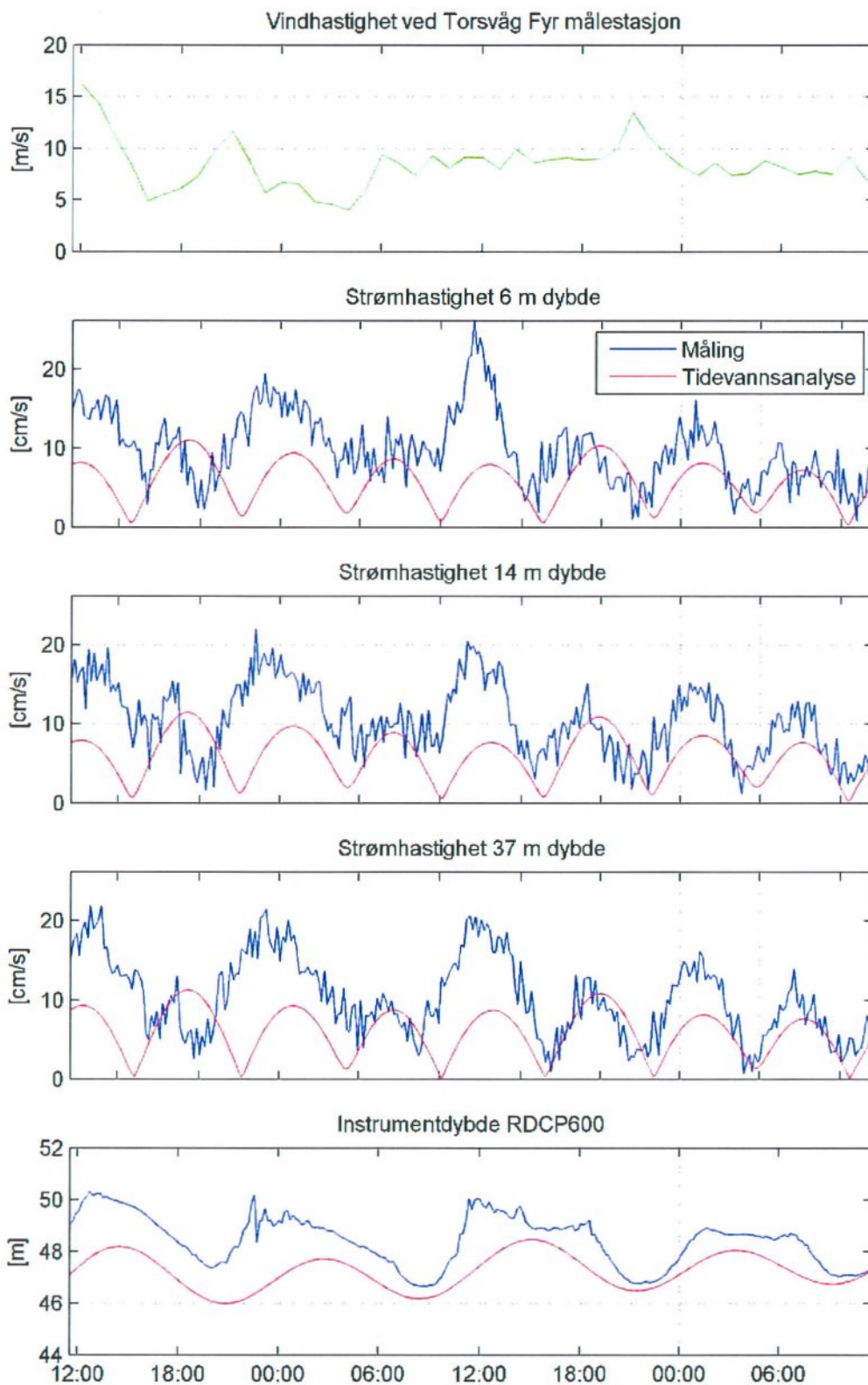
Maksimal reststrøm



Figur 13: Resultatene av tidevannsanalysen ved alle dybder

## 6 To dagers periode

Figur 14 viser vind og strøm i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 6 m dyp, 26.01.2012 - 28.01.2012.



Figur 14: Vind og strøm i todagersperioden 26.01.2012-28.01.2012

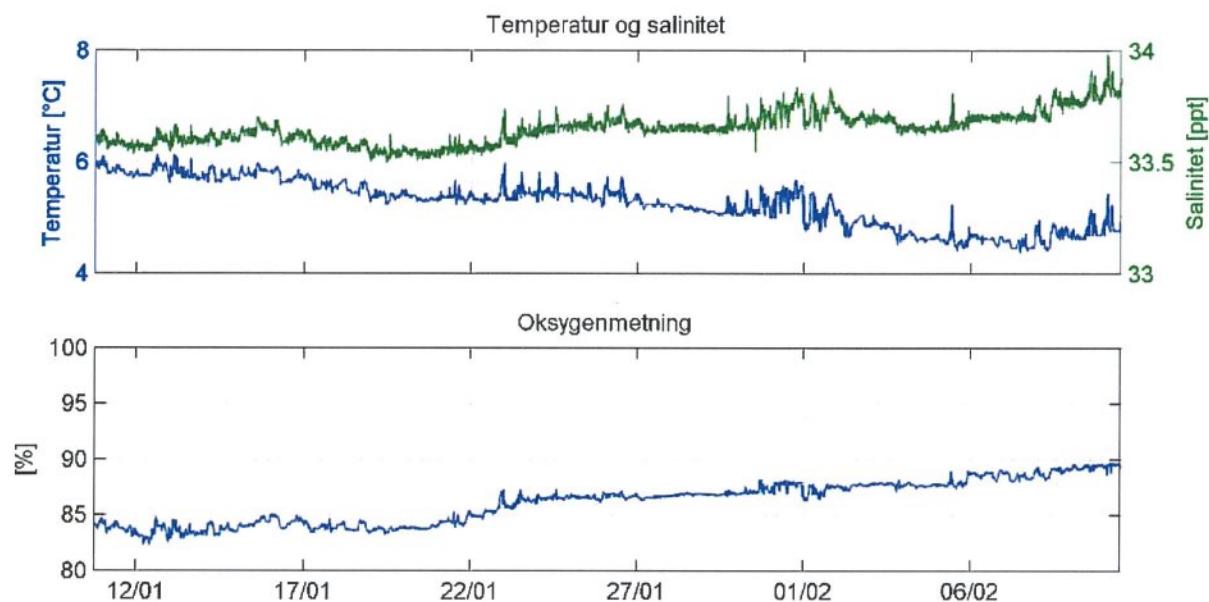


## 7 Miljøparametre

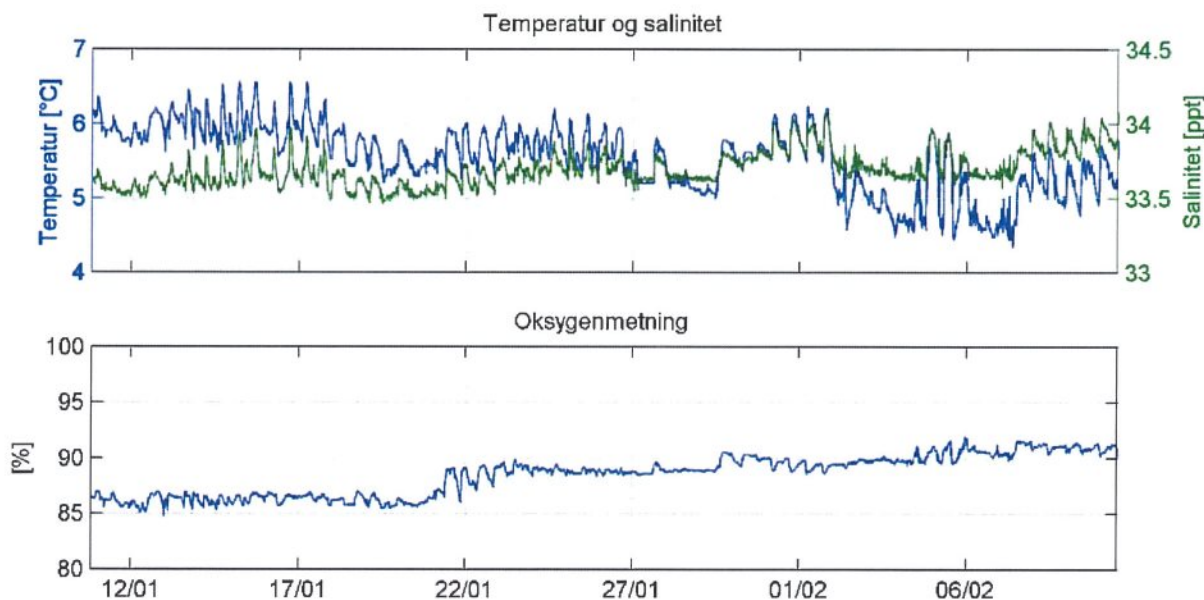
Figur 15 og Figur 16 viser resultatene av salinitets-, temperatur- og oksygenmålingene.

Saliniteten ligger i middel på 33.6 psu ved 46 m og 33.7 psu ved 82 m dyp.

Oksygenmetningen ligger i middel på 86 % ved 46 m og på 88 % ved 82 m dyp.



Figur 15: Miljøparameter RDCP600, 46 m



Figur 16: Miljøparameter RDCP600, 82 m

## 8 Sammendrag

Det er foretatt strømmålinger ved lokalitet Langås Sør, Karlsøy kommune i perioden 10.01.2012 til 10.02.2012. Det vises at lokal vind spiller en liten rolle i å styre strømmen ved Langås Sør, mens tidevannet har betydelig effekt på strømmen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), og variasjoner i kyststrømmen.

Tabell 4 gir en oversikt over resultatene.

Det vises at lokal vind spiller en liten rolle i å styre strømmen ved Langås Sør, mens tidevannet har betydelig effekt på strømmen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), og variasjoner i kyststrømmen.

**Tabell 4:** Oversikt statistikk, retningssektorene er sentrert rundt 15, 30 45° osv.

Dybde	6 m	14 m	37 m	54 m	78 m
<b>Horisontal strøm</b>					
Gjennomsnittsstrøm (Median)	8 (8) cm/s	8 (8) cm/s	8 (8) cm/s	9 (8) cm/s	10 (9) cm/s
Standardavvik	4 cm/s	4 cm/s	4 cm/s	5 cm/s	6 cm/s
Signifikant maksimumstrøm	14 cm/s	14 cm/s	14 cm/s	16 cm/s	17 cm/s
Maksimumstrøm	26 cm/s	28 cm/s	26 cm/s	29 cm/s	30 cm/s
Retning maksimumstrøm	158°	120°	123°	115°	124°
Signifikant minimumstrøm	3.7 cm/s	3.5 cm/s	3.3 cm/s	3.7 cm/s	3.8 cm/s
Minimumstrøm	0.1 cm/s	0.1 cm/s	0.3 cm/s	0.1 cm/s	0.1 cm/s
Neumanns parameter	0.36	0.39	0.44	0.46	0.61
Reststrøm	3 cm/s	3 cm/s	4 cm/s	4 cm/s	6 cm/s
Reststrømrretning	113°	126°	141°	115°	104°
Fire hyppigst forekommende strømrretningene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	120°, 135°, 105°, 150°	135°, 120°, 150°, 105°	135°, 150°, 120°, 300°	120°, 105°, 90°, 135°	105°, 120°, 90°, 135°
Fire hyppigst forekommende strømhastighetene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	10-15, 6-8, 8- 10, 5-6	10-15, 6-8, 8- 10, 5-6	10-15, 6-8, 8- 10, 1-3	10-15, 6-8, 8- 10, 15- 25	10-15, 15-25, 6-8, 8- 10
<b>Vannutskiftning</b>					
Mest vannutskiftning pr. 15 graders sektor	34381 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 135°	40117 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 135°	47877 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 135°	43827 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 120°	59754 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 105°
Minst vannutskiftning pr 15 graders sektor	1199 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 240°	1240 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 240°	1338 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 210°	1400 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 210°	385 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ved 225°
Gjennomsnittlig total vannutskiftning pr. døgn (alle retninger)	302 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	301 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	294 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	331 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	353 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
<b>Nullmålinger</b>					
Andel målinger <1cm/s	1.2 %	1.3 %	1.5 %	1.3 %	1.1 %
Lengste periode <1cm/s	20 min	20 min	20 min	30 min	20 min
<b>Vertikalstrøm</b>					
Gjennomsnittsstrøm	1.4 cm/s	1.2 cm/s	1.0 cm/s	3.4 cm/s	3.6 cm/s

Gjennomsnittsstrøm absolutt	1.4 cm/s	1.2 cm/s	1.2 cm/s	3.4 cm/s	3.6 cm/s
Standardavvik	0.7 cm/s	0.8 cm/s	1.0 cm/s	0.9 cm/s	0.8 cm/s
Maks strøm	4.1 cm/s	4.0 cm/s	6.3 cm/s	9.2 cm/s	9.7 cm/s
Min strøm	-1.4 cm/s	-2.5 cm/s	-3.9 cm/s	-1.2 cm/s	-1.9 cm/s

For nøyaktigheten av målingene se Tabell 5.

Tabellen inkluderer både middelerdien og median. Middelerdien er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger, mens median er den midterste målingen. Median er mindre påvirket av enkelte ekstremverdier. Signifikant maksimal strøm er gjennomsnittsverdien av den høyeste tredjedelen av alle målte hastigheter i perioden.

Reststrømmen er den vektormidlete strømmen over hele perioden. Den er alltid lavere enn gjennomsnittsstrømmen.

Neumanns parameter er et mål for hvor stabil strømretningen har vært. Den beregnes ut ifra Figur 6 og er definert som forholdet mellom lengden av den rette linjen mellom start- og slutt punkt og lengden av den totale banen. For Neumanns parameter under 0.7 er reststrømmen ikke representativ for store deler av strømmålingen i perioden. Neumanns parameter bør ses i sammenheng med reststrømmen og gjennomsnittsstrømmen. Å bruke kun Neumanns parameteren til å beskrive vannutskiftningen blir utilstrekkelig. Den har flere begrensninger, for eksempel blir den påvirket variasjoner i strømhastigheten og er avhengig av midlingstiden. På steder med sterk tidevannsstrøm kan Neumanns parameteren være nært null uten at vannutskiftningen er redusert.



## 9 Referanser

Aanderaa, 2006: "TD 220c RDCP Primer"

Fiskeridirektoratet, 2008: "Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbaserte anlegg"

Mattilsynet, 2006: "Veileder til forskrift av 16.1.2004 nr. 279 om godkjenning av etablering og utvidelse av akvakulturanlegg og registrering av pryddammer (etableringsforskriften) § 5"

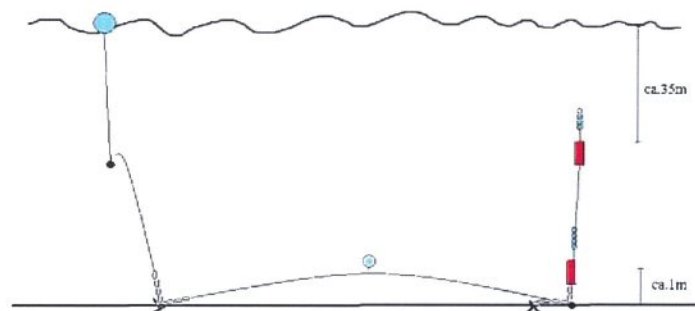
NS 9415, 2009: "NS 9415:2009 - Flytende oppdrettsanlegg: Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift", Norsk Standard

## Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med en akustisk doppler profilmåler (RDCP600) av merke Aanderaa. For nærmere beskrivelse se Aanderaa, 2006. Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Som kriterier brukes stamp og rull, signalstyrke og standardavvik av enkeltmålingene. Generelt er anbefalingene som følgende:

Målingene er basert på dopplereffekten. Instrumentet sender ut en akustisk puls (et kort signal) med en bestemt frekvens og måler frekvensen av innkommende refleksjoner. Refleksjonen er forårsaket av små partikler eller bobler i vannet. Ut fra frekvensskiftet kan man beregne hastigheten av partiklene i vannet, som er antatt å være lik strømhastigheten. Instrumentet sender ut pulser i fire stråler i forskjellige retninger for å kunne rekonstruere den horisontale strømhastigheten, RDCP600 også den vertikale strømhastigheten. RDCP600 har strålene orientert på skrå oppover og registrerer refleksjoner fra forskjellige dybder i vannet og får på denne måten en profil av strømhastighetene. For nærmere beskrivelse se Aanderaa, 2006.

Målerne ble forankret i bunn som vist i Figur 17, sto på ca. 82 m og 46 m og var orientert oppover mot overflaten.

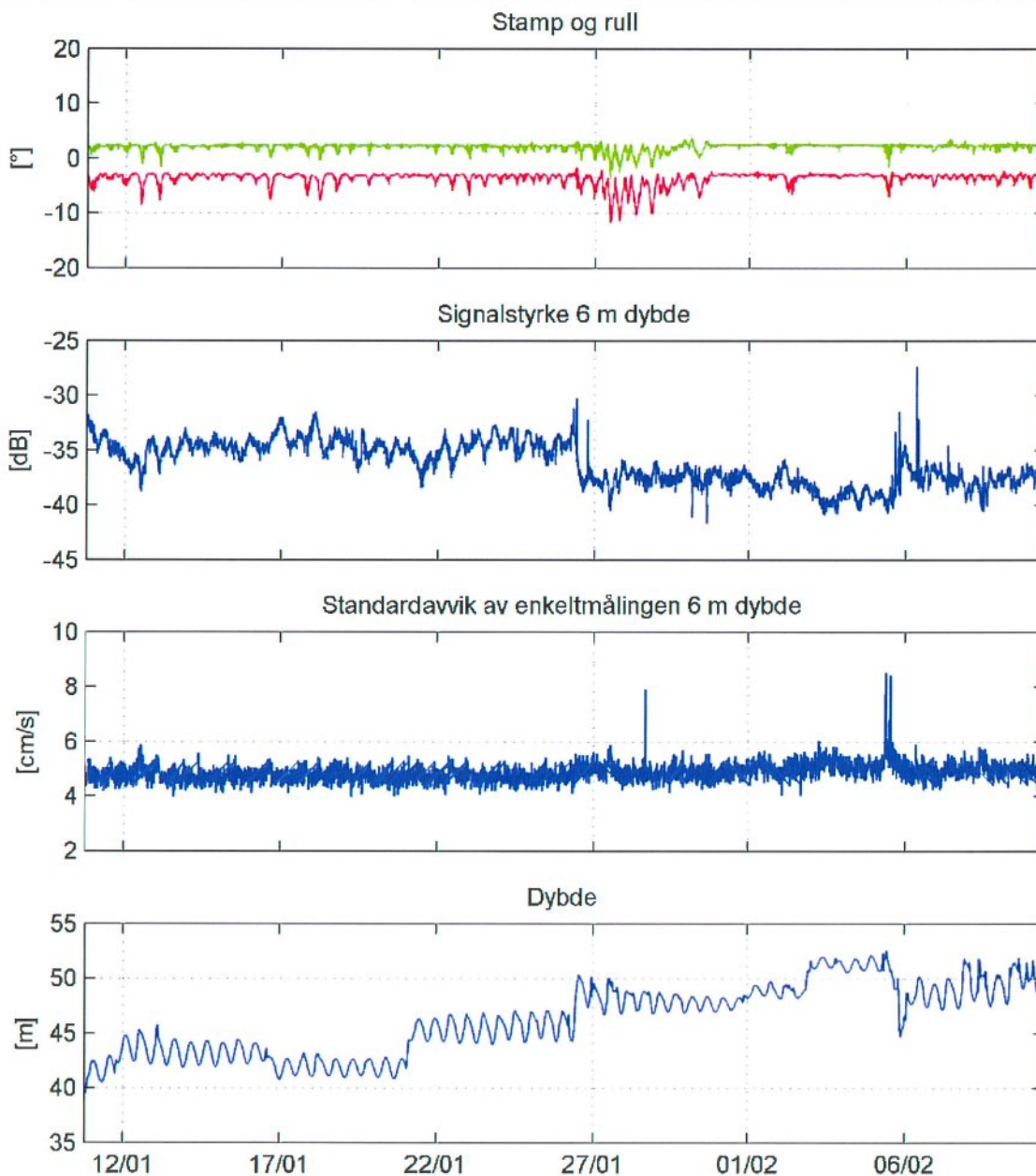


Figur 17: Skisse av riggen

Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Som kriterier brukes stamp og rull, signalstyrke og standardavvik av enkeltmålingene. Generelt er anbefalingene som følgende:

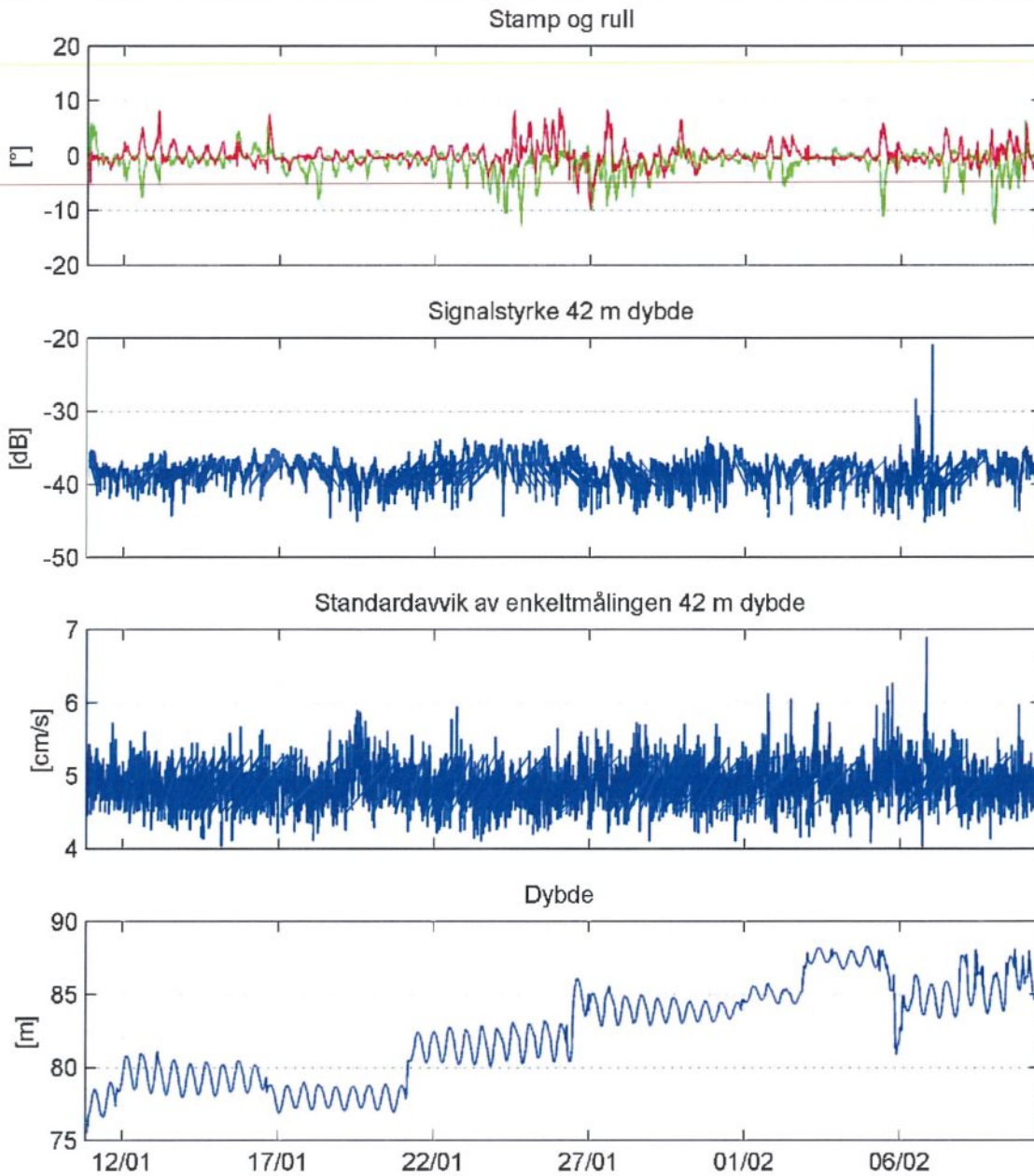
- RDCP600: stamp og rull mindre enn  $20^\circ$ , signalstyrke  $> -45\text{dB}$  og standardavvik av enkeltmålingen  $< 20\text{cm/s}$

Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, må vurderes kritisk. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i **Error! Reference source not found.** Figur 18 og Figur 19 viser noen av parametrene etter datarensing.



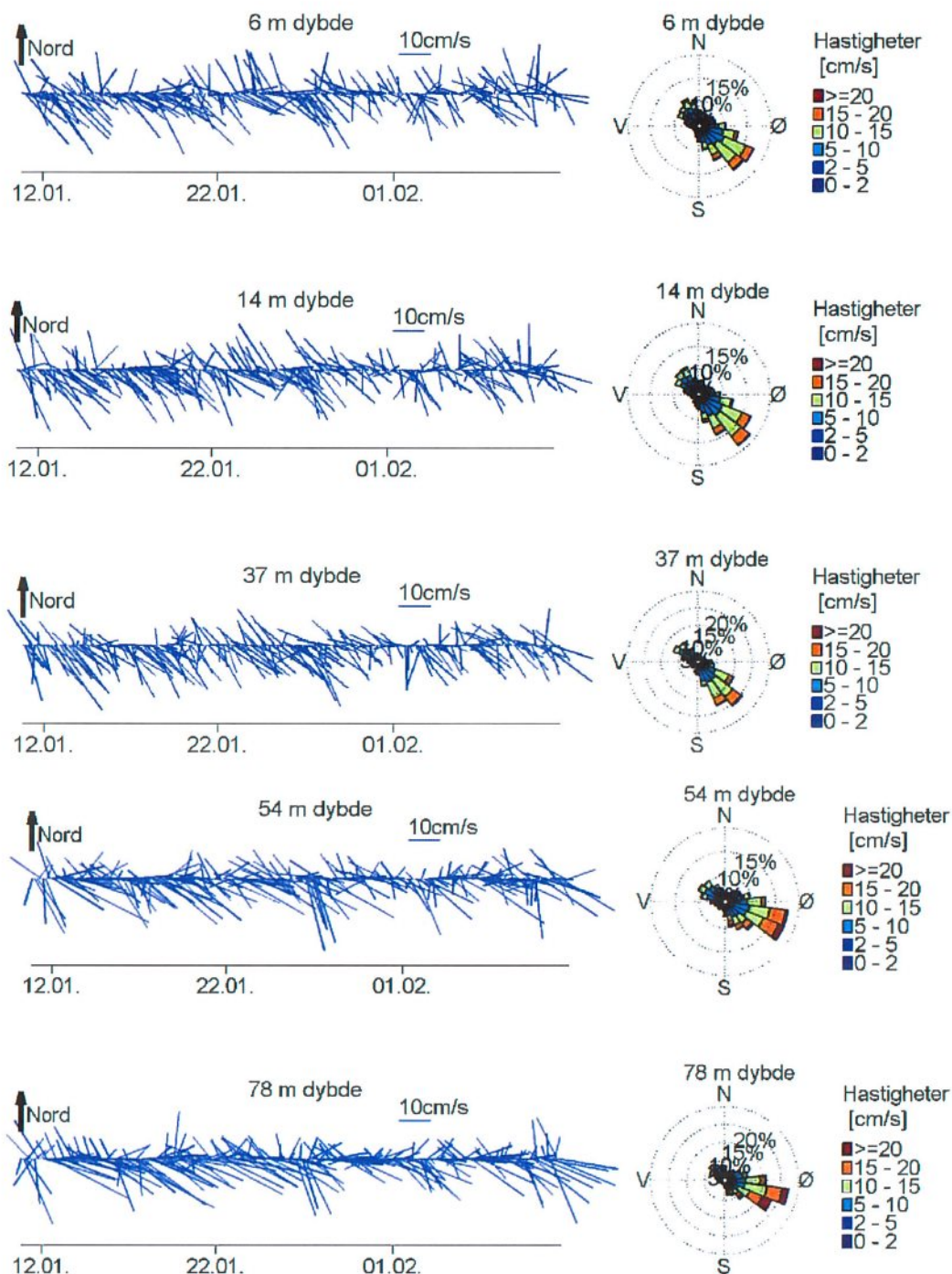
Figur 18: Kvalitetssikring RDCP600 ved 46 m, etter datarensing





Figur 19: Kvalitetssikring RDCP600 ved 82 m, etter datarensing

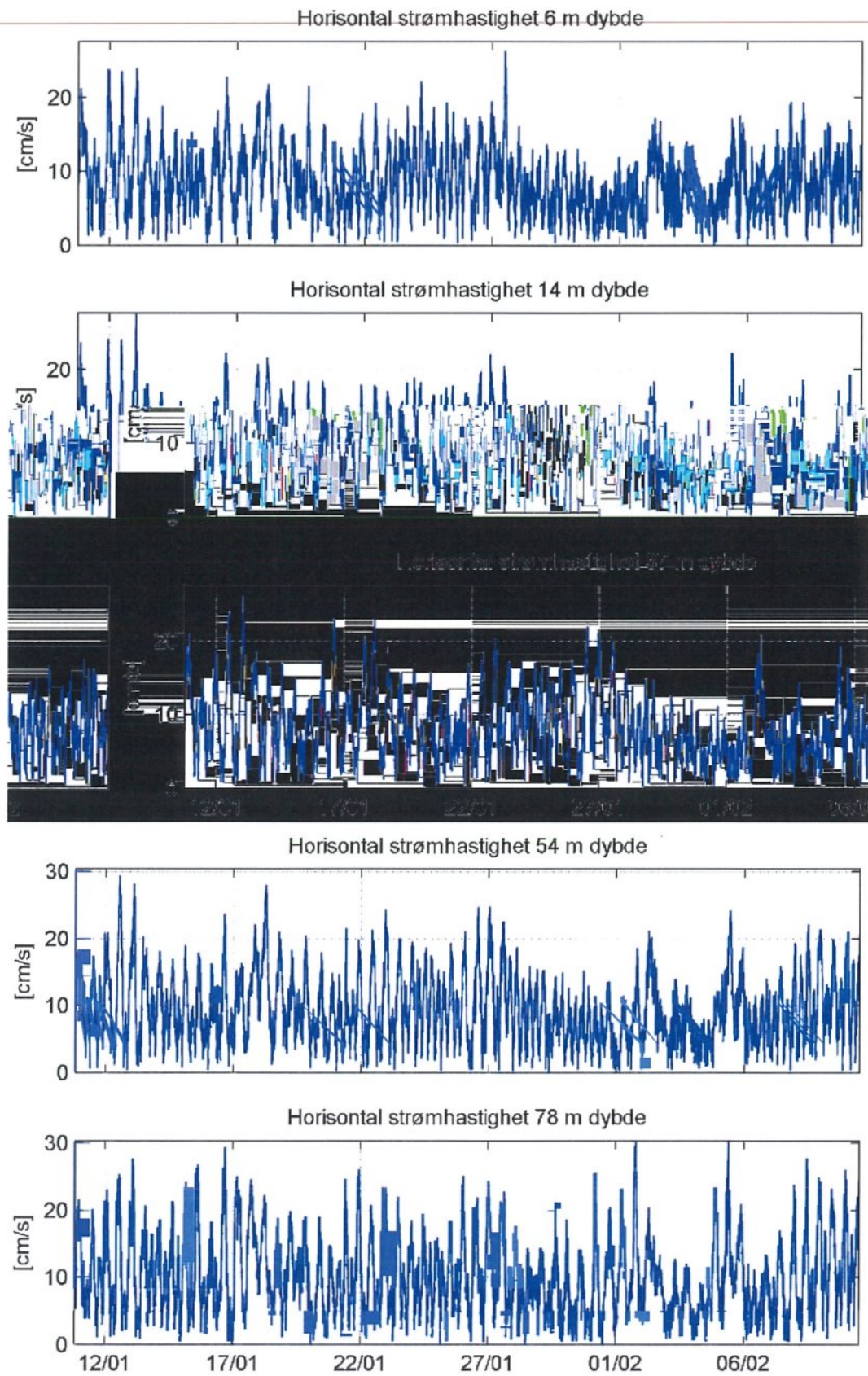
## Appendiks B Pinne- og rosedigram



**Figur 20:** Strømretninger og strømhastigheter: pinnediagram som viser hastighet og retning over tid (en strek hver tredje time); rosedigram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge

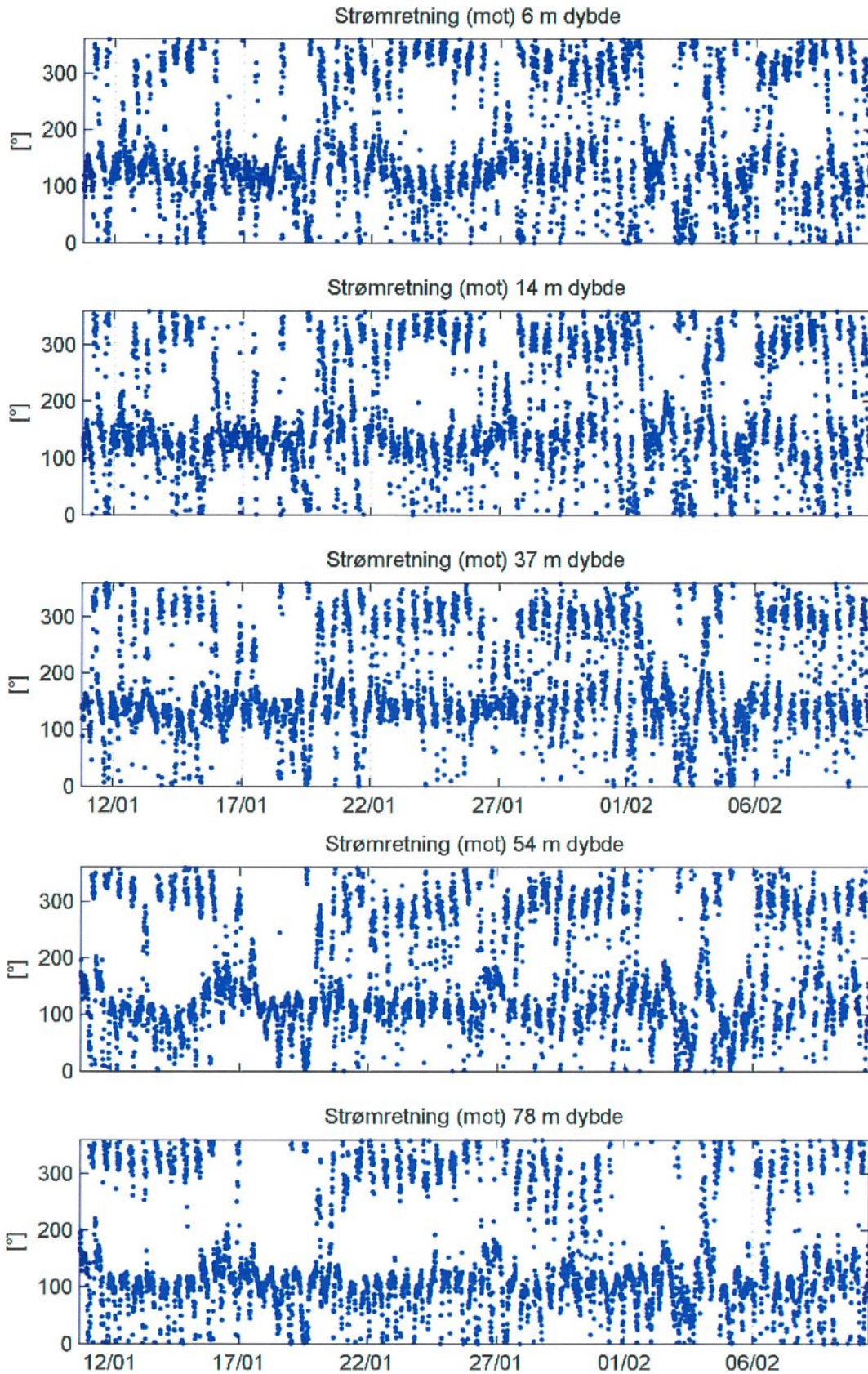


## Appendiks C Tidsserier



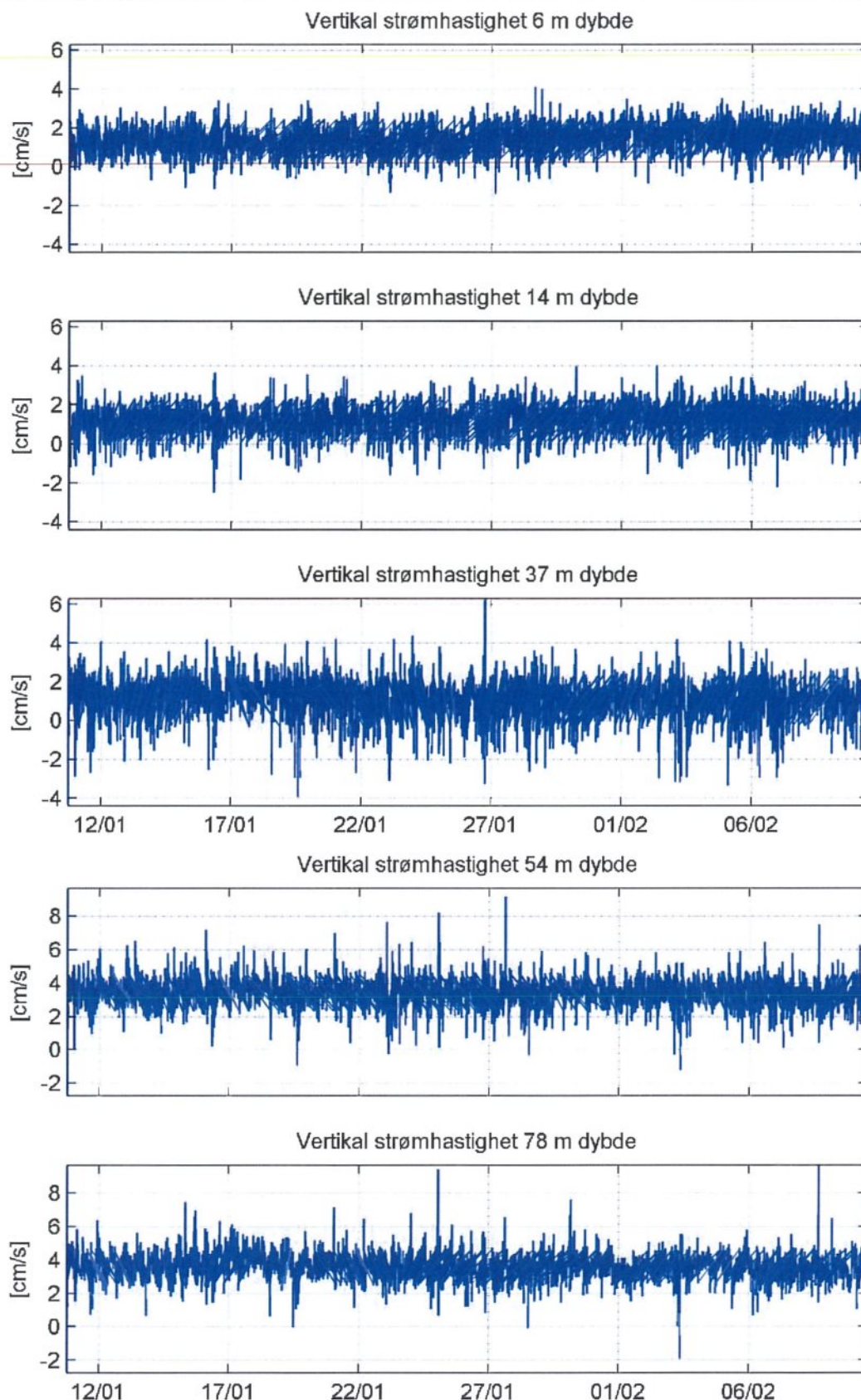
Figur 21: Tidsserier av horisontal strømshastighet





Figur 22: Tidsserier av strømretning

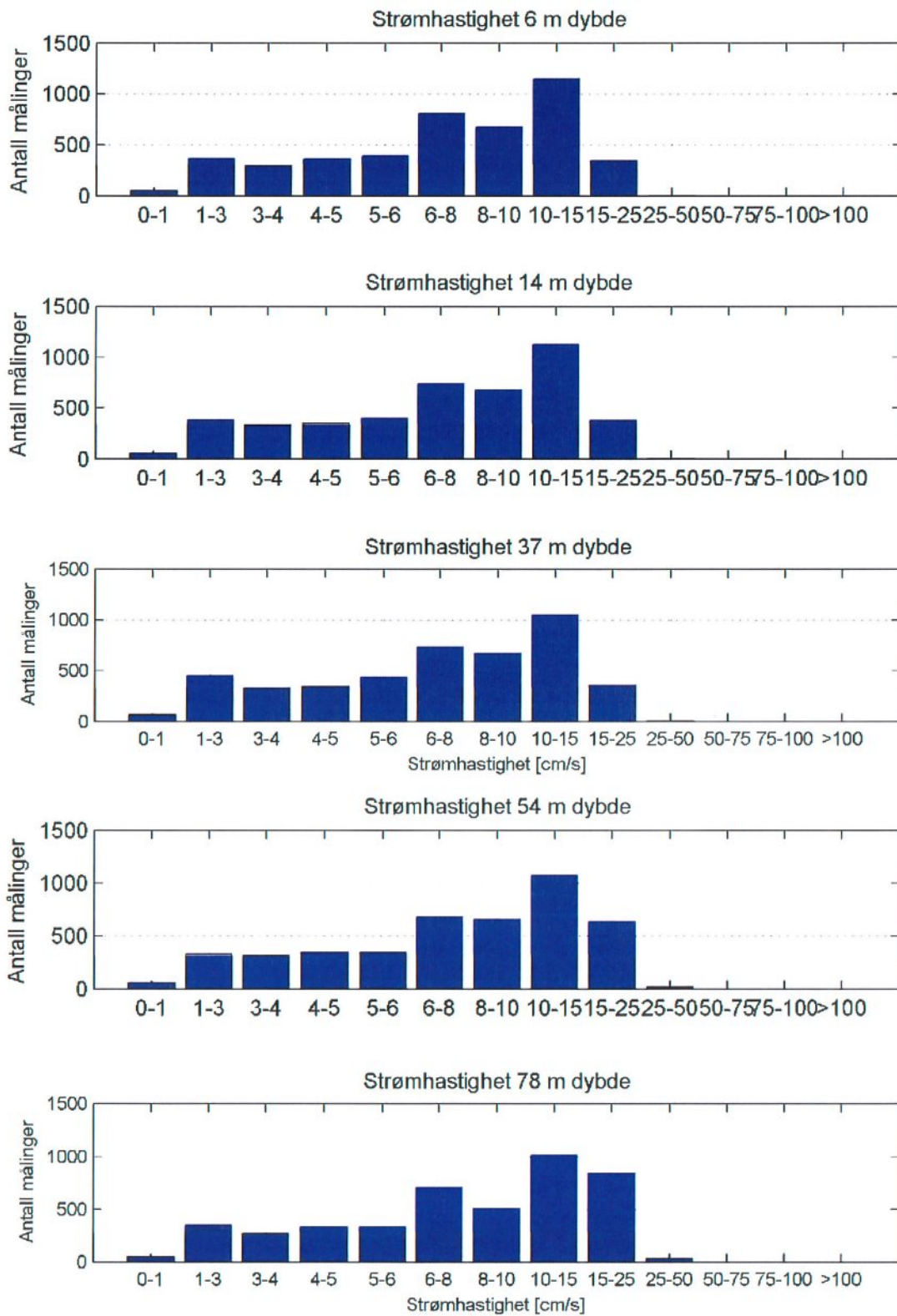
45#3296 ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b677465bbd4\_94



Figur 23: Tidsserier av vertikal strømhastighet

42f5297ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b677465bbfd4\_95

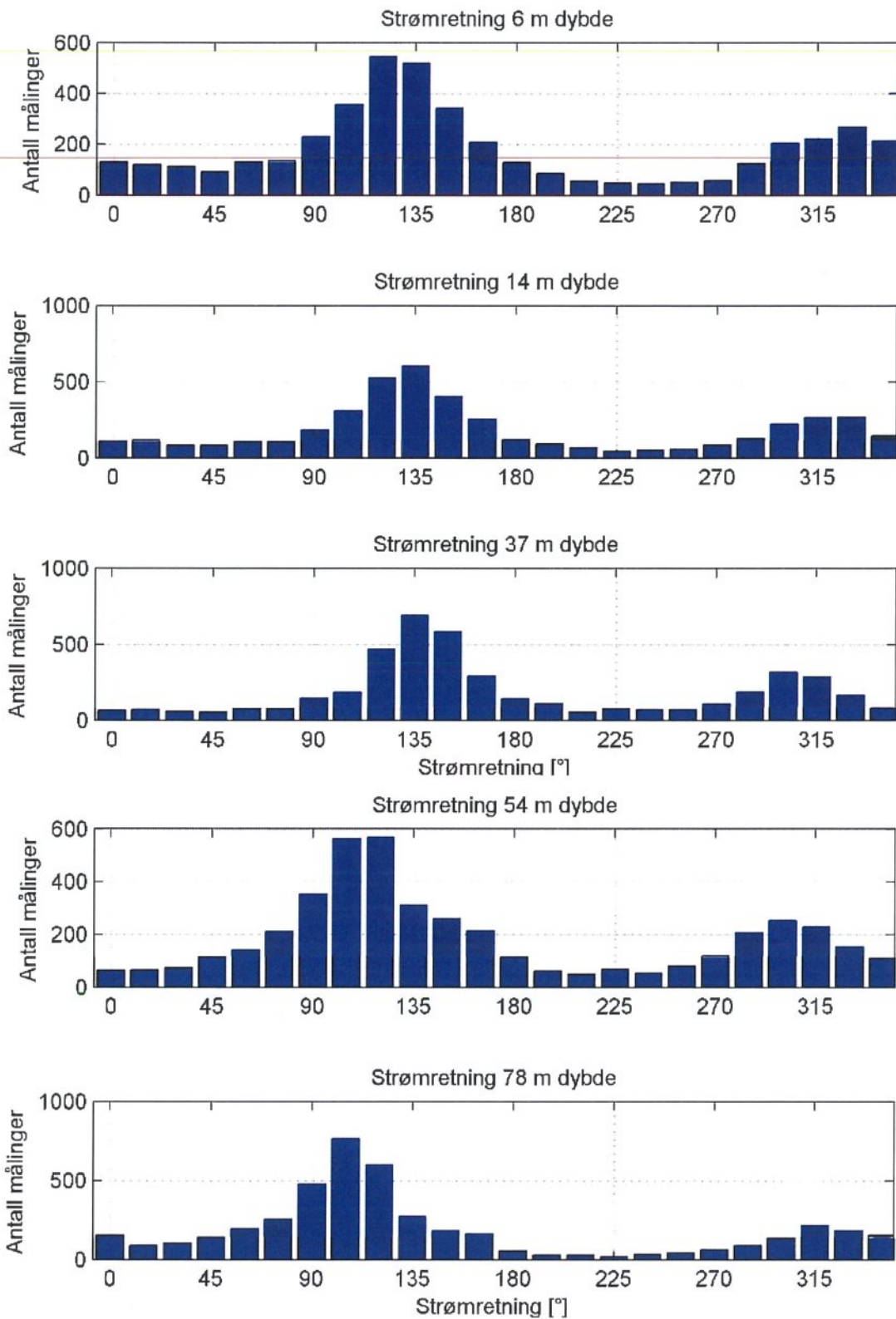




Figur 24: Histogram av horisontal strømhastighet

45#3298 ae6b078e-0ff5-44ec-ba0b-b677465bbfd4\_96





Figur 25: Histogram av strømretning

**Tabell 5:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 6 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsinterval samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)													Utskiftning		
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	1	9	14	9	15	33	24	24	2	0	0	0	0	3	5722	3
15°	2	18	10	18	8	34	13	17	0	0	0	0	0	3	4445	2
30°	2	16	16	15	11	25	20	8	0	0	0	0	0	3	3977	2
45°	2	15	16	12	14	19	9	4	0	0	0	0	0	2	2881	1
60°	4	15	13	22	21	24	18	13	2	0	0	0	0	3	4788	2
75°	4	15	11	19	26	21	23	15	2	0	0	0	0	3	5186	2
90°	2	18	21	22	15	44	40	62	5	0	0	0	0	5	10637	5
105°	3	22	11	19	32	55	67	114	32	0	0	0	0	8	19599	9
120°	3	19	16	21	33	70	74	226	82	0	0	0	0	12	34340	15
135°	2	19	19	19	19	59	63	223	95	0	0	0	0	12	34381	15
150°	4	21	18	25	18	39	52	103	60	0	0	0	0	8	20218	9
165°	1	15	16	12	14	42	38	60	10	1	0	0	0	5	10718	5
180°	3	15	12	9	17	28	20	23	2	0	0	0	0	3	5220	2
195°	1	8	10	8	12	14	9	22	1	0	0	0	0	2	3688	2
210°	0	10	5	3	14	11	6	7	0	0	0	0	0	1	2054	1
225°	1	12	9	2	9	9	1	4	0	0	0	0	0	1	1421	1
240°	1	14	5	9	6	8	1	1	0	0	0	0	0	1	1199	1
255°	1	13	9	9	10	6	4	0	0	0	0	0	0	1	1369	1
270°	2	11	6	14	13	10	2	0	0	0	0	0	0	1	1618	1
285°	1	15	12	22	10	35	21	9	0	0	0	0	0	3	4650	2
300°	4	11	10	19	19	52	42	47	1	0	0	0	0	5	9304	4
315°	3	18	8	19	18	54	56	43	3	0	0	0	0	5	10228	5
330°	1	18	16	17	18	57	46	69	26	0	0	0	0	6	14145	6
345°	3	15	14	13	20	56	24	51	20	0	0	0	0	5	11002	5
Sum %	1	8	7	8	9	18	15	26	8	0	0	0	0			

**Tabell 6:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 14 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsinterval samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)														Utskiftning	
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	2	16	10	11	12	26	22	12	0	0	0	0	0	3	4131	2
15°	2	20	19	7	16	29	17	8	0	0	0	0	0	3	4029	2
30°	2	15	8	15	14	17	9	1	0	0	0	0	0	2	2521	1
45°	4	23	14	4	11	14	5	7	1	0	0	0	0	2	2448	1
60°	4	17	15	18	17	17	16	2	0	0	0	0	0	2	3247	1
75°	0	21	8	14	7	19	20	14	2	0	0	0	0	2	4054	2
90°	4	19	15	19	13	35	33	36	10	0	0	0	0	4	8330	4
105°	3	20	19	17	23	58	50	104	17	0	0	0	0	7	16173	7
120°	2	20	25	21	20	56	81	203	92	2	0	0	0	12	33520	15
135°	1	19	16	21	28	67	83	255	114	0	0	0	0	14	40117	18
150°	4	16	19	21	29	50	64	130	71	0	0	0	0	9	25060	11
165°	1	13	17	20	21	39	48	66	28	0	0	0	0	6	13467	6
180°	3	10	9	13	11	26	17	29	1	0	0	0	0	3	5190	2
195°	2	14	10	10	12	16	8	19	0	0	0	0	0	2	3496	2
210°	0	12	9	8	10	11	6	12	1	0	0	0	0	2	2618	1
225°	2	6	10	9	4	7	3	3	1	0	0	0	0	1	1436	1
240°	3	13	11	10	4	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1240	1
255°	4	12	9	9	10	12	3	0	0	0	0	0	0	1	1563	1
270°	3	14	12	14	14	21	6	0	0	0	0	0	0	2	2454	1
285°	1	10	14	15	16	32	24	16	0	0	0	0	0	3	4977	2
300°	3	20	16	16	23	45	47	52	0	0	0	0	0	5	9850	4
315°	3	16	18	18	33	62	45	61	8	0	0	0	0	6	12287	6
330°	0	26	11	25	23	44	48	68	23	0	0	0	0	6	13694	6
345°	3	10	17	15	24	29	19	25	4	0	0	0	0	3	6102	3
Sum %	1	9	7	8	9	17	15	25	8	0	0	0	0			



**Tabell 7:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 37 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsinterval samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)													Utskiftning		
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	2	9	8	10	9	15	6	6	0	0	0	0	0	1	2178	1
15°	4	23	8	6	12	16	3	1	0	0	0	0	0	2	1896	1
30°	6	11	9	5	10	14	2	0	0	0	0	0	0	1	1528	1
45°	2	10	9	8	5	14	7	0	0	0	0	0	0	1	1652	1
60°	4	18	12	6	8	18	9	1	0	0	0	0	0	2	2213	1
75°	2	8	11	10	19	12	6	5	1	0	0	0	0	2	2515	1
90°	1	26	14	13	17	29	30	14	2	0	0	0	0	3	5536	3
105°	2	13	11	16	18	34	31	54	4	0	0	0	0	4	8814	4
120°	2	23	18	17	17	56	78	187	68	1	0	0	0	11	28924	13
135°	3	19	12	22	27	82	88	281	155	0	0	0	0	16	47877	22
150°	5	18	18	24	32	75	84	222	104	0	0	0	0	13	37382	17
165°	4	23	23	20	32	50	67	62	12	0	0	0	0	7	13747	6
180°	2	17	11	24	24	31	20	13	0	0	0	0	0	3	5164	2
195°	5	17	15	17	16	23	6	12	0	0	0	0	0	3	3685	2
210°	5	12	10	11	5	4	6	0	0	0	0	0	0	1	1338	1
225°	1	24	18	12	12	5	1	1	0	0	0	0	0	2	1723	1
240°	2	23	24	7	6	4	4	1	0	0	0	0	0	2	1654	1
255°	4	21	16	8	7	10	6	1	0	0	0	0	0	2	1857	1
270°	2	27	14	20	17	16	6	3	0	0	0	0	0	2	2928	1
285°	0	24	13	24	28	46	37	16	0	0	0	0	0	4	7152	3
300°	1	27	18	14	37	72	76	69	3	0	0	0	0	7	14492	7
315°	3	19	13	21	33	51	70	69	6	0	0	0	0	6	13520	6
330°	3	21	16	17	29	40	17	22	1	0	0	0	0	4	6181	3
345°	1	18	9	13	14	13	9	4	0	0	0	0	0	2	2545	1
Sum %	1	10	7	8	10	16	15	24	8	0	0	0	0			

**Tabell 8:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 54 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsintervall samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)														Utskiftning	
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	1	17	10	8	5	9	3	9	2	0	0	0	0	1	2160	1
15°	2	13	11	9	11	9	5	5	0	0	0	0	0	1	1994	1
30°	2	13	9	10	8	16	12	4	0	0	0	0	0	2	2458	1
45°	3	16	12	18	12	24	15	15	0	0	0	0	0	3	4179	2
60°	3	13	15	15	13	39	25	16	1	0	0	0	0	3	5464	2
75°	4	14	13	20	23	35	49	46	7	0	0	0	0	5	9877	4
90°	2	17	18	20	15	44	64	131	41	0	0	0	0	8	20802	9
105°	5	16	8	11	21	64	79	189	167	3	0	0	0	13	40919	17
120°	1	8	22	19	26	54	62	168	194	12	0	0	0	13	43827	18
135°	0	9	13	15	25	37	39	92	76	4	0	0	0	7	20868	9
150°	1	14	12	21	18	37	27	79	51	0	0	0	0	6	15756	6
165°	3	13	12	13	17	14	32	53	57	0	0	0	0	5	14049	6
180°	1	13	7	10	9	26	18	21	10	0	0	0	0	3	5542	2
195°	5	11	9	8	7	10	4	5	2	0	0	0	0	1	2010	1
210°	1	10	11	12	5	7	2	2	0	0	0	0	0	1	1400	1
225°	6	17	19	9	5	10	1	0	0	0	0	0	0	2	1493	1
240°	3	9	5	10	12	9	4	1	0	0	0	0	0	1	1531	1
255°	3	21	6	7	7	24	6	6	0	0	0	0	0	2	2593	1
270°	2	8	10	16	13	25	24	19	1	0	0	0	0	3	4932	2
285°	5	16	13	13	19	45	39	45	12	0	0	0	0	5	9944	4
300°	1	9	13	21	22	58	61	60	6	0	0	0	0	6	12321	5
315°	1	18	23	25	19	36	47	57	1	0	0	0	0	5	10117	4
330°	3	14	17	19	13	26	29	31	0	0	0	0	0	3	6258	3
345°	1	18	22	14	18	19	7	12	0	0	0	0	0	3	3669	2
Sum %	1	7	7	8	8	15	15	24	14	0	0	0	0			

**Tabell 9:** Strømstyrke-retningsmatrise ved 78 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsinterval samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet (cm/s)													Utskiftning		
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%
0°	1	23	18	21	24	33	16	16	0	0	0	0	0	3	5350	2
15°	2	14	10	12	13	17	17	4	0	0	0	0	0	2	3011	1
30°	2	22	18	14	11	20	10	5	0	0	0	0	0	2	3114	1
45°	2	14	23	18	22	39	14	8	0	0	0	0	0	3	4745	2
60°	1	29	21	26	28	47	19	21	0	0	0	0	0	4	6871	3
75°	2	20	21	28	24	71	35	52	2	0	0	0	0	6	10987	4
90°	2	17	18	26	23	72	69	178	71	0	0	0	0	11	29331	11
105°	3	11	16	19	25	76	72	272	262	8	0	0	0	17	59754	23
120°	3	16	10	11	20	32	54	158	274	19	0	0	0	13	52075	20
135°	2	13	7	9	20	40	29	64	87	1	0	0	0	6	19384	7
150°	6	7	4	12	3	25	19	33	67	2	0	0	0	4	12855	5
165°	2	10	6	8	8	11	16	42	55	1	0	0	0	4	11629	4
180°	3	9	1	3	9	7	8	7	9	0	0	0	0	1	2805	1
195°	2	8	3	5	4	5	0	2	0	0	0	0	0	1	817	0
210°	2	7	5	3	2	1	5	2	0	0	0	0	0	1	823	0
225°	1	11	2	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	385	0
240°	1	12	5	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	699	0
255°	2	14	4	10	4	6	1	0	0	0	0	0	0	1	979	0
270°	4	15	9	8	7	11	1	6	0	0	0	0	0	1	1744	1
285°	1	10	14	6	7	17	15	18	1	0	0	0	0	2	3726	1
300°	0	11	11	17	8	42	23	23	2	0	0	0	0	3	5885	2
315°	2	18	14	21	24	53	39	40	6	0	0	0	0	5	9509	4
330°	2	17	18	25	22	37	25	36	2	0	0	0	0	4	7633	3
345°	0	20	12	23	16	36	20	28	1	0	0	0	0	4	6336	2
Sum %	1	8	6	8	7	16	11	23	19	1	0	0	0			