

VEDLEGG 5

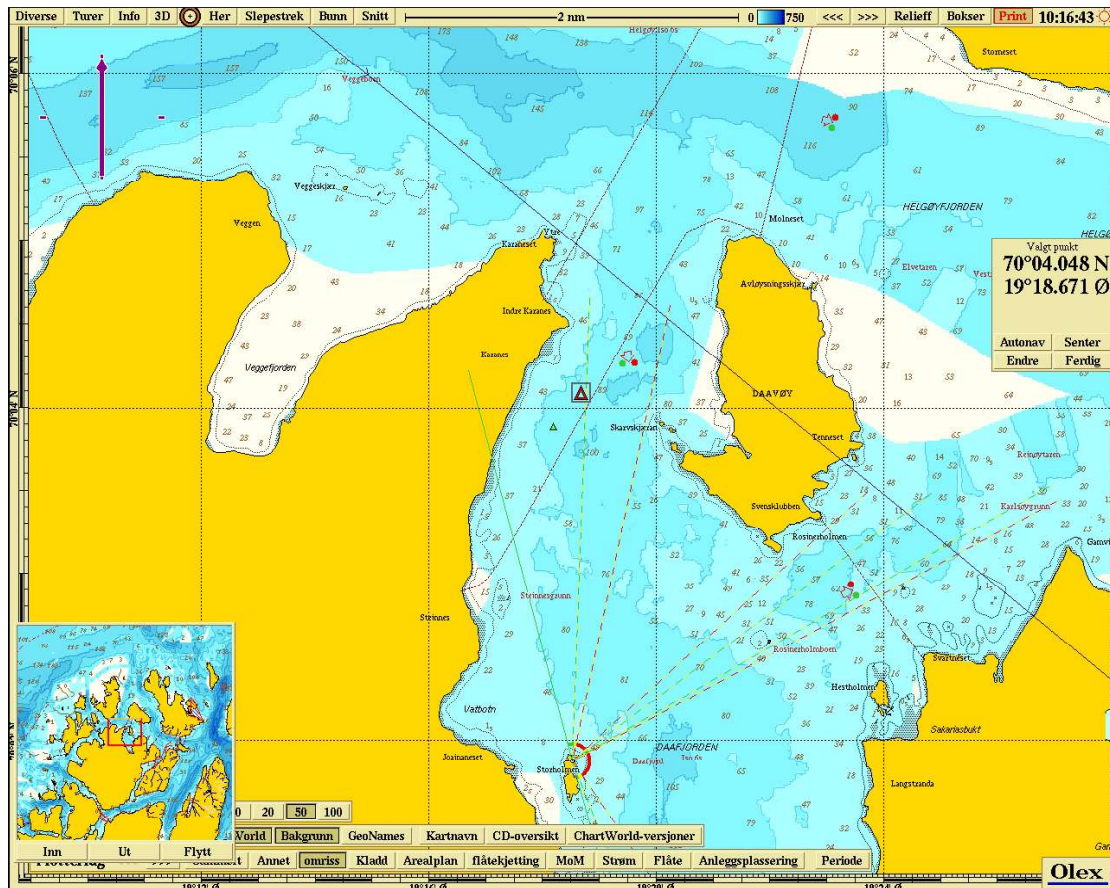
STRØMMÅLINGER KARANES

Vedlegget består av 2 strømrappporter:

| Målepos | Rapport | Dybde | Periode | Posisjon | Snitt | Max | Retning Max | Største utskifting | Målinger <1 cm/s % | Instrument type |
|---------|---------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-------|------|----------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| | | | | | Cm/s | Cm/s | Grader | Grader | | |
| 1 | 1 | 6 | 21.4-24.5.2010 | 70.04.048N 19.18.671Ø | 11 | 30 | 53 | 45 | 0,0 | Doppler |
| 1 | 1 | 16 | 21.4-24.5.2010 | 70.04.048N 19.18.671Ø | 10 | 26 | 49 | 45 | 0,1 | Doppler |
| 1 | 1 | 25 | 21.4-24.5.2010 | 70.04.048N 19.18.671Ø | 6 | 23 | 323 | 45 | 1,1 | Doppler |
| 1 | 1 | 35 | 21.4-24.5.2010 | 70.04.048N 19.18.671Ø | 4 | 19 | 309 | 45 | 7,1 | Doppler |
| 1 | 1 | 45 | 21.4-24.5.2010 | 70.04.048N 19.18.671Ø | 3 | 15 | 302 | 90 | 8,8 | Doppler |
| 1 | 2 | 53 spredning | 28.11.2011 - 19.01.2012 | 70.04.048N 19.18.671Ø | 9 | 31 | 176 | 225 | 1,4 | Doppler |
| 2 | 1 | 71 Bunn | 17.10-17.11.2008 | 70.03.860N 19.18.196Ø | 6 | 32 | 137 | 135 | 11,0 | Propell |

Rapport 1

Lerøy Aurora AS Miljøundersøkelser



Strømrapport Karanes, Karlsøy kommune

21.04.2010 - 24.05.2010
(17.10.2008 - 17.11.2008)

| | |
|----------------------------|--|
| Oppdragsgiver | |
| Firma: Lerøy Aurora AS | |
| Kontaktperson: Hugo Nilsen | |
| Dokument type | Strømrappport |
| Tittel | Strømrappport, Karanes, Karlsøy, 2010 |
| Prosjektnr. | 9723 |
| Filplassering | E:\9723LAHN\Dokumenter\Avd-Bygg\Lokalitetsundersøkelser\Strømmålinger 2010\Nye Karanes juli2010\Karanes 2010og2008\Strømrappport_Karanes_2010_2008.doc |

Sammendrag

Det er utført strømmålinger på lokalitet Karanes, Karlsøy, i perioden 21.04.2010 - 24.05.2010 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS 9415:2009 og veileder for søknad om lokalitet. Bunnmålingen er foretatt tatt i perioden 17.10.2008 - 17.11.2008.

Gjennomsnitt- og maksimalstrøm og andel nullmålinger er som følgende:

| Dybde [m] | Gjennomsnittstrøm [cm/s] | Maksimalstrøm [cm/s] | Retning av maksimalstrøm [°] | Målinger <=1cm/s [%] |
|----------------|--------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
| 6 (vannutsk.) | 11 | 30 | 53 | 0.0 |
| 16 (vannutsk.) | 10 | 26 | 49 | 0.1 |
| 25 (spredning) | 6 | 23 | 323 | 1.1 |
| 35 (spredning) | 4 | 19 | 309 | 7.1 |
| 45 (spredning) | 3 | 15 | 302 | 8.8 |
| 71 (bunn) | 6 | 32 | 137 | 11.0 |

Vannutskiftning: Resultatene viser god vannutskiftning i hele vannsøylen. Strømretningen er ensartet i vannsøylen fra 6 til 45 m mot Nordøst og dette vil bidra til god selvrensing og vannkvalitet.

Vertikal strøm: Det er en meget god vertikal strøm på lokaliteten. Dette er vannmasser som stiger opp. Den vertikale strømmen bidrar positivt til lokalitetens egnethet.

Oksygenmålingen ved 59 m viser svært gode forhold med høyt oksygeninnhold.

Bunnmålingen viser god vannutskiftning med den høyeste maksimalstrømmen i hele vannsøylen (32 cm/s) og 11 % nullmålinger.

Tidevann: Det vises at både tidevann spiller liten rolle i å styre strømmen i de øvre lagene ved Karanes, mens det er et sterkt tidevannssignal ved bunnen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.

Oppdragsansvarlig Yngve Paulsen

Saksbehandler Juliane Borge

REVISJONSSTATUS

| Rev | Dato | Beskrivelse | Måling utf | Utf | Kntr | Godkjent |
|-----|------------|---------------|------------|-----|------|----------|
| 0 | 06.10.2011 | Strømrappport | KAa/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 | 9 |
| 4. Vannutskiftning og nullmålinger..... | 11 |
| 5. Tidevann | 13 |
| 5.1 Tidevannsanalyse | 13 |
| 6. To dagers periode | 16 |
| 7. Miljøparametre | 18 |
| 8. Sammendrag..... | 19 |
| 9. Referanser | 21 |

2. Strømmåling oversikt

Strømmålinger ble foretatt ved lokalitet Karanes i perioden 21.04.2010 - 24.05.2010. Bunnmålingen er fra perioden 17.10.2008 - 17.11.2008.

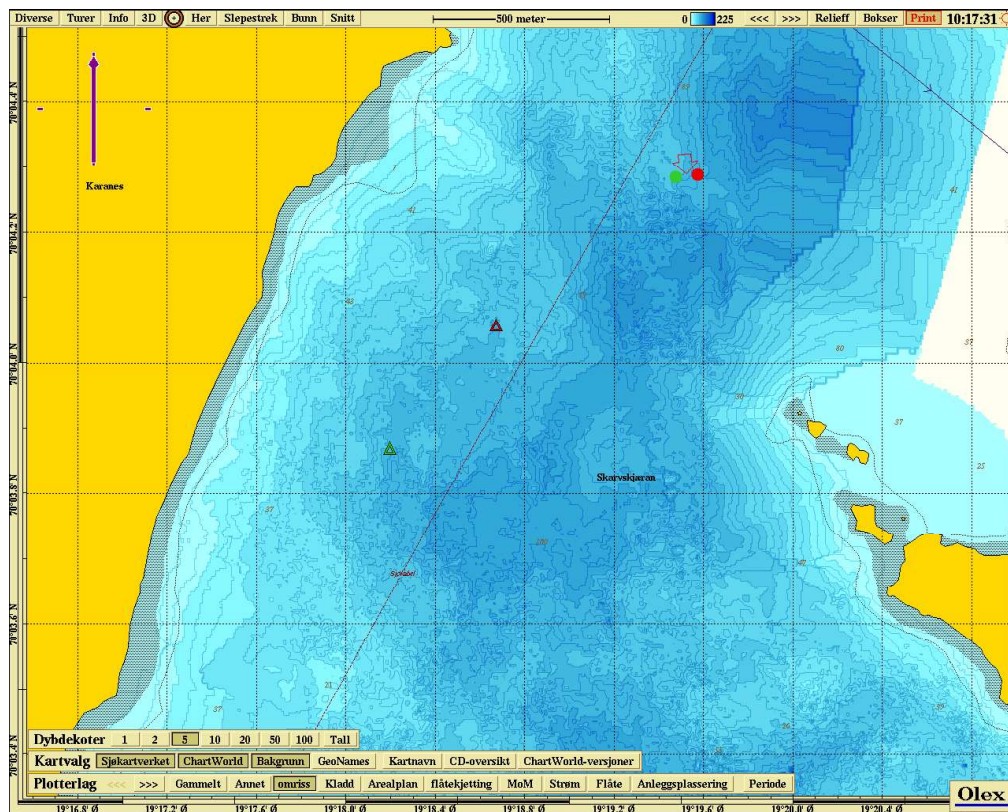
Tabell 1 sammenfatter de viktigste bakgrunnsinformasjonene for målingen:

- **Plassering av måler:** Figur 1 og Figur 2 viser hvor måleriggen ble satt ut.
Målingsdybder: Det ble satt ut en doppler profilmåler på 59 m og en propellmåler på 71 m dybde. Målet er å kartlegge spredningsstrøm samt strøm i dybdene hvor notposen befinner seg og bunnstrøm.
- **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.

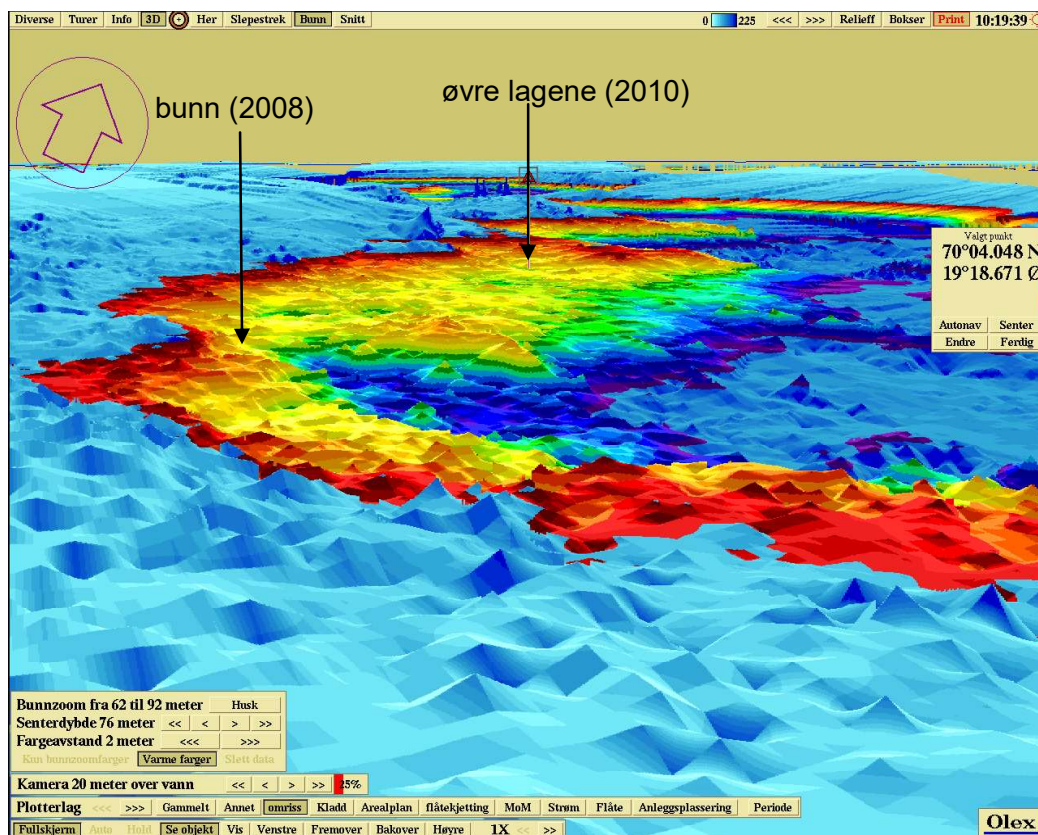
NS 9415 krever beskrivelse av strømmen i anlegget (5 m og 15 m) (NS 9415, 2009). Fiskeridirektoratets veileder krever beskrivelsen av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm (Fiskeridirektoratet, 2008). Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftning (Mattilsynet,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

Tabell 1: Generell informasjon om strømmålingen utført på Karanes

| | |
|------------------------------|---|
| Måleperiode | 21-Apr-2010 17:10:19 - 24-May-2010 01:30:22 |
| Varighet | 32 dager, 8 timer, 20 minutter |
| Antall målinger | 4659 |
| Koordinater | 70°4.048 N 19°18.671 Ø |
| Måleperiode - 71 m dybde | 17-Oct-2008 14:10:00 - 17-Nov-2008 11:10:00 |
| Varighet - 71 m dybde | 30 dager, 21 timer, 0 minutter |
| Antall målinger - 71 m dybde | 4447 |
| Koordinater - 71 m dybde | 70°3.860 N 19°18.196 Ø |
| Ca. dybde på målestedet | 75 m |
| Målertype - 59 m dybde | Doppler profilmåler (AADI RDCP 600, Serienummer 324), Profilerings av horisontal og vertikal strøm fra 6 til 48 m dybde, cellediameter 2 m, overlapp 30 % |
| Type måling - 59 m dybde | Burst (måling i ca. 2 minutter), 250 ping |
| Målertype - 71 m dybde | Propellmåler (SD6000, Serienummer 1211), Måling av horisontal strøm på instrumentdybde |
| Type måling - 71 m dybde | Strømhastighet kontinuerlig, strømretning hvert 2. minutt |
| Frekvens | 10 minutter |



Figur 1: Lokalitet Karanes med målepunktene for målingen i de øvre lagene (2010) og bunnmålingen (2008) merket i rød og grønn. Dybdekoter er på 5 meter.



Figur 2: 3D modell av lokalitet Karanes, farget område med 62 (rød) til 92 (fiolett) meters dybde. Pilene viser målepunktene for målingen i de øvre lagene (2010) og bunnmålingen (2008).

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

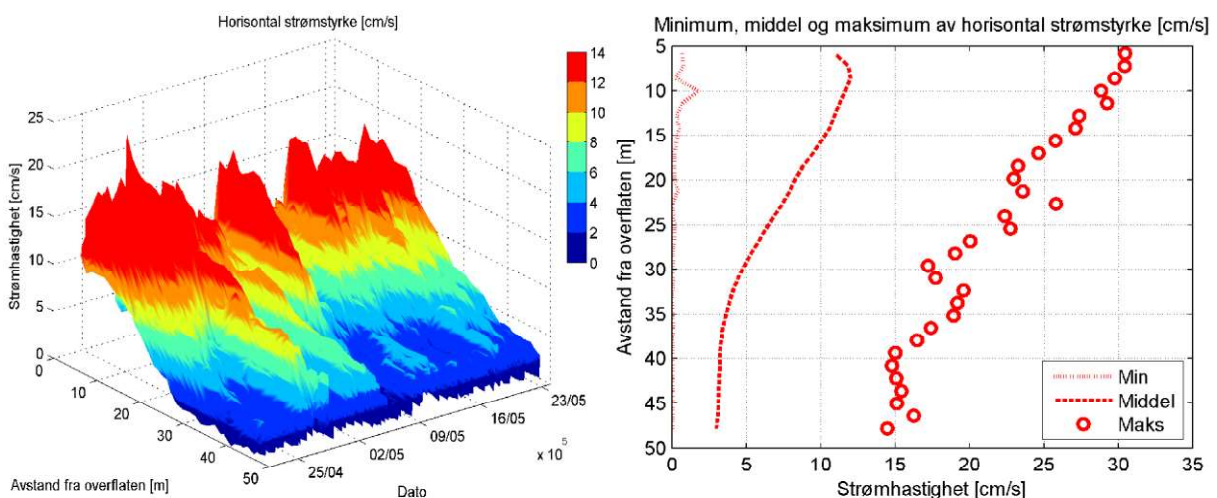
Figur 4 og Figur 6 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder i to og tre dimensjoner.

Maksimalstrømmen for denne lokaliteten oppsto ved 71 m dybde (bunnen) og var 32 cm/s i retning 137°.

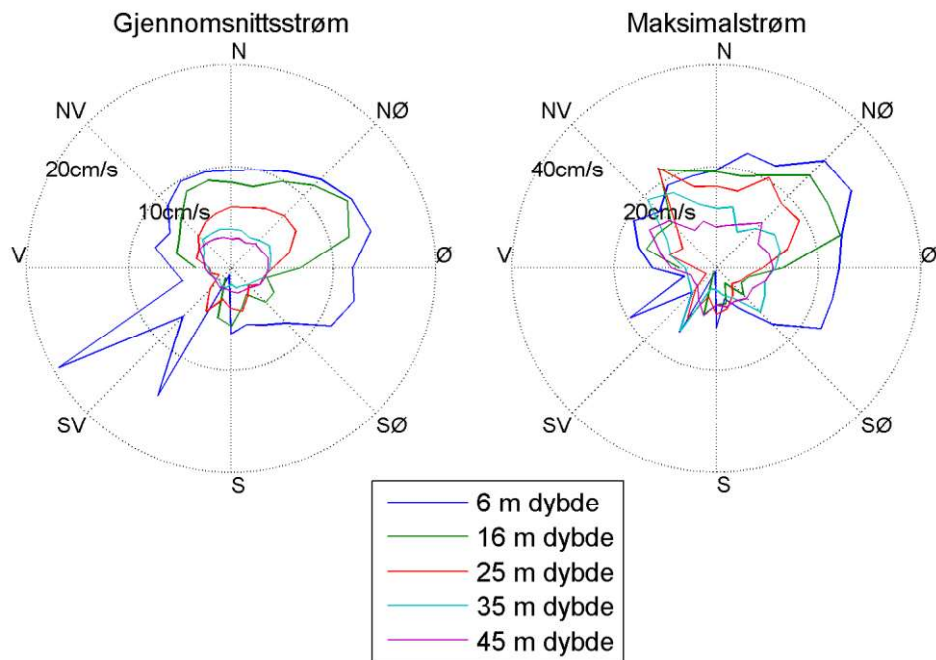
Figurene illustrerer at retningen på Karanes er ensartet mot Nordøst i vannsøylen fra 5 til 45 m mens strømmen ved bunn har hovedretningen mot Sørøst.

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

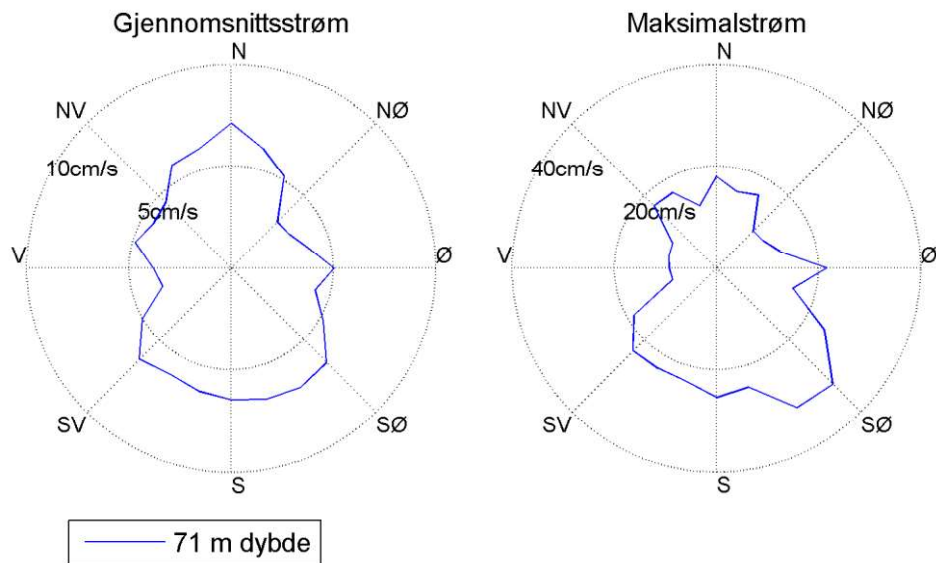
| | Retning (mot) | | | | | | | | Alle retninger |
|-------|----------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|----------------|
| | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° | |
| Dybde | Maksimal horisontal strøm [cm/s] | | | | | | | | |
| 6 m | 23 | 30 | 25 | 24 | 12 | 19 | 16 | 19 | 30 (53°) |
| 16 m | 20 | 26 | 25 | 7 | 9 | 1 | 14 | 22 | 26 (49°) |
| 25 m | 17 | 21 | 14 | 6 | 9 | 11 | 10 | 23 | 23 (323°) |
| 35 m | 13 | 13 | 13 | 12 | 6 | 14 | 9 | 19 | 19 (309°) |
| 45 m | 10 | 13 | 11 | 8 | 10 | 7 | 11 | 15 | 15 (302°) |
| 71 m | 18 | 16 | 22 | 32 | 25 | 23 | 10 | 17 | 32 (137°) |



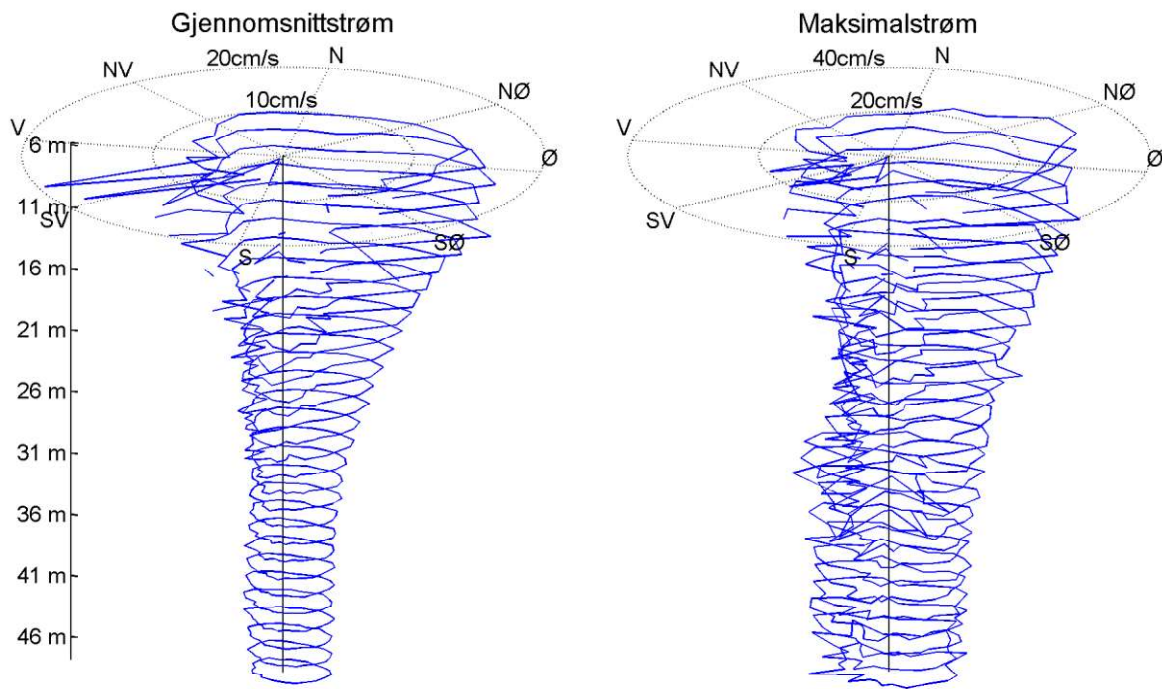
Figur 3: 3D diagram av horisontal strømstyrke over tid ved forskjellige dybder (data er lavpassfiltrert, dvs. maksimumverdier er lavere enn 10 minutters maksimumverdier) og maksimal, middel og minimal horisontal strøm ved alle dybdene



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

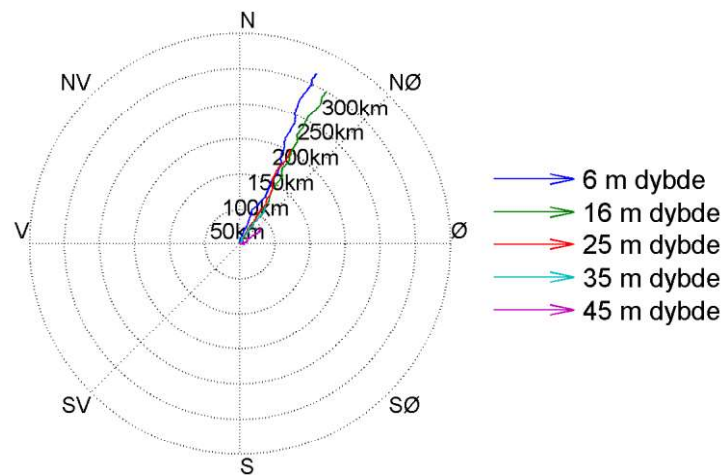


Figur 5: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) ved bunnen

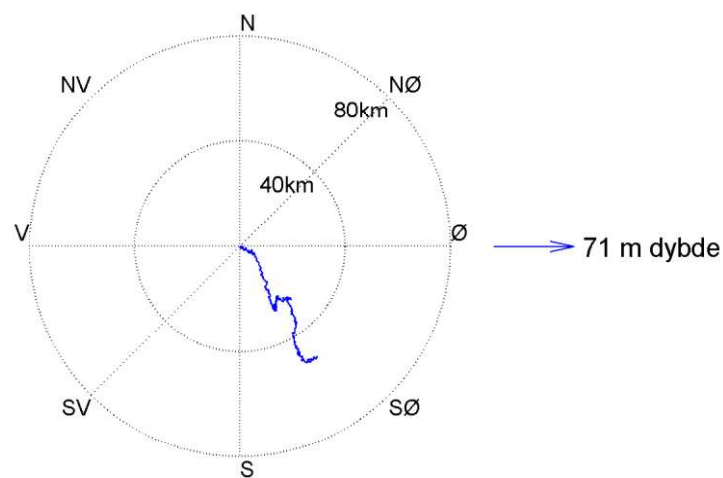


Figur 6: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder, 3D

Figur 7 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.



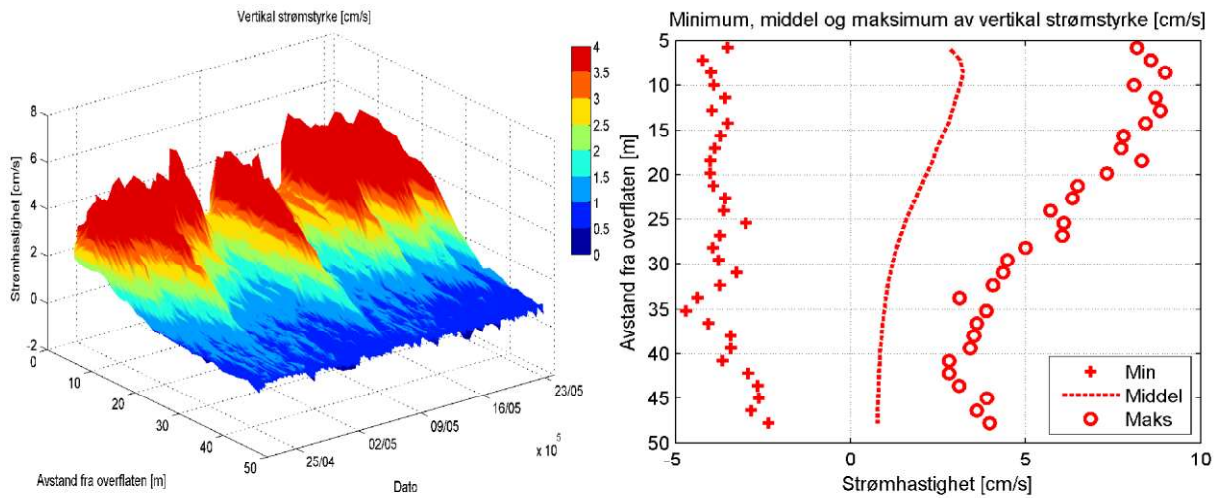
Figur 7: Progressiv-vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden



Figur 8: Progressiv-vektor-diagram ved bunnen, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

3.2 Vertikal strøm

Vertikal strøm fører til utskifting av vann mellom lagene og kan dermed ha en rensende effekt. Figur 9 viser en 3D plot av vertikal strømhastighet over tid ved alle dybdene samt minimum-, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder.



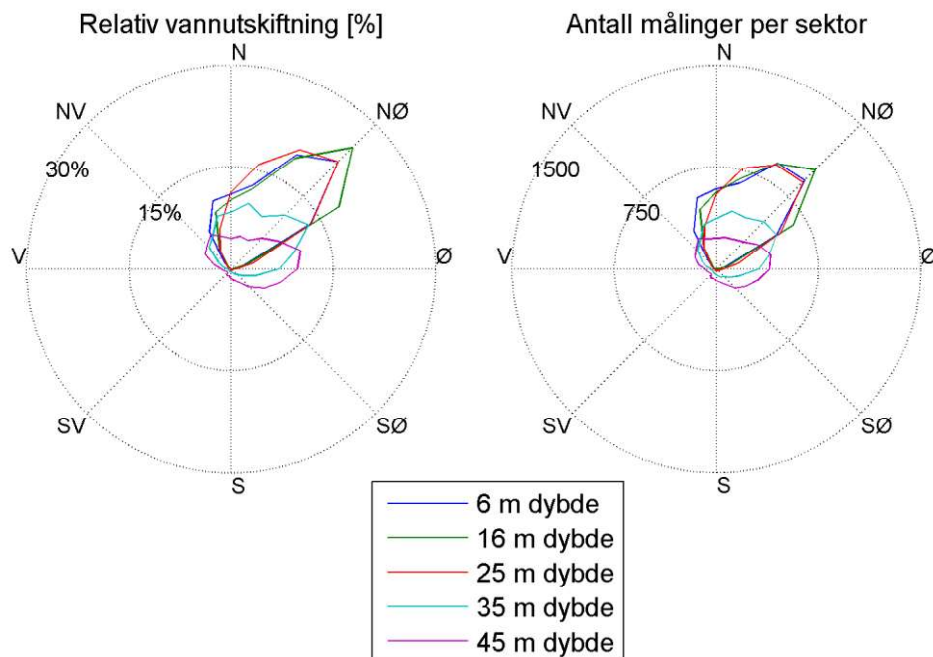
Figur 9: 3D diagram av vertikal strømstyrke over tid ved forskjellige dybder (data er lavpassfiltrert, dvs. maksimumverdier er lavere enn 10 minutters maksimumverdier) og maksimal, middel og minimal vertikal strøm ved alle dybdene

4. Vannutskifting og nullmålinger

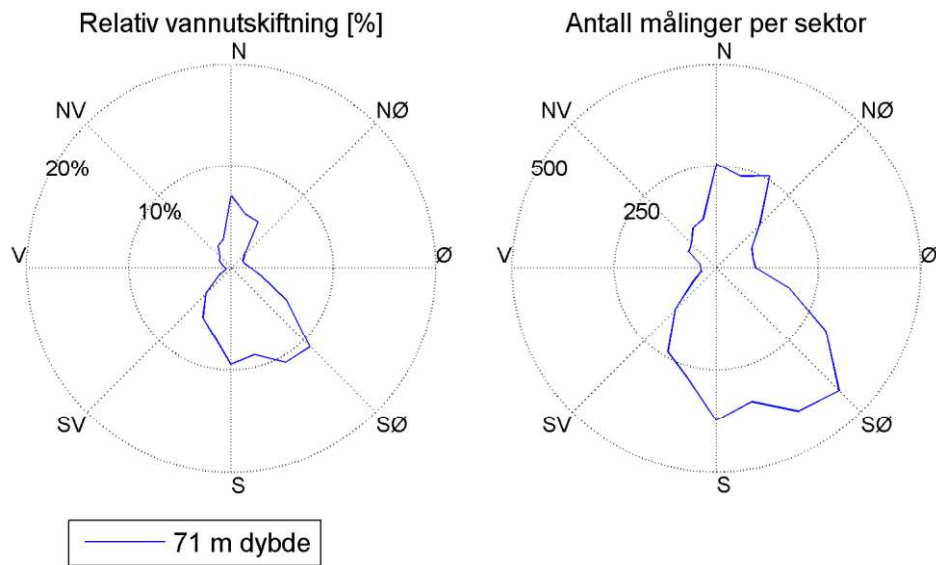
Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålingene og vannutskifting. Vannutskiftingen er definert som vannfluksen, altså mengden av vann som transporteres gjennom en kvadratmeters flate. Dette beregnes som strømhastigheten ganger tiden den varer og oppgis i m^3/m^2 . Vannutskiftingen kan oppgis 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 10 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

| | Retning (mot) | | | | | | | | |
|-------|------------------------------|---------------|--------------|--------------|-------|-------|------|-------|----------------|
| | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° | Alle retninger |
| Dybde | Vannutskifting [m^3/m^2] | | | | | | | | |
| 6 m | 104313 | 168353 | 6560 | 1389 | 183 | 242 | 457 | 24541 | 306039 |
| 16 m | 86923 | 174263 | 6279 | 339 | 507 | 7 | 256 | 12076 | 280648 |
| 25 m | 58988 | 99103 | 7464 | 740 | 1009 | 633 | 757 | 8150 | 176842 |
| 35 m | 26528 | 33405 | 20331 | 3853 | 1458 | 1025 | 2127 | 12256 | 100982 |
| 45 m | 12548 | 16913 | 24055 | 10066 | 3658 | 2283 | 4387 | 13191 | 87102 |
| 71 m | 23636 | 12838 | 9624 | 42725 | 38276 | 15792 | 2855 | 8326 | 154072 |



Figur 10: Relativ vannutskifting og antall målinger per 15 graders sektor



Figur 11: Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor ved bunnen

5. Tidevann

5.1 Tidevannsanalyse

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

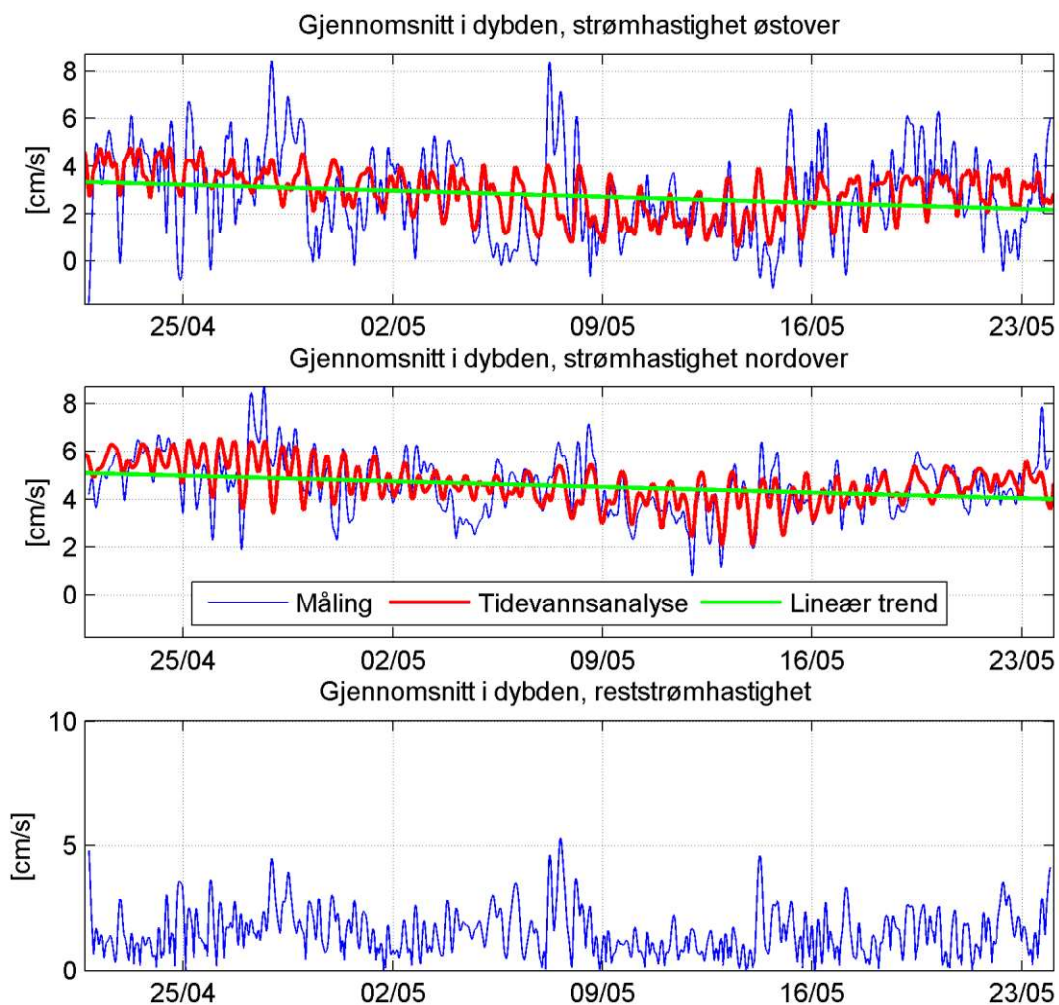
Resultatene vises i Figur 12 til Figur 15.

Figur 12 viser tidsserien av gjennomsnittsstrømmen i dybden (lavpassfiltrert) med tidevannsanalyse og lineær trend så vel som tidsserien av reststrømmen (som er differansen mellom den faktiske lavpassfiltrerte strømmen og en modell bestående av tidevannsanalysen og middelverdien). Reststrømmen er stort sett under 3 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 5 cm/s. Tidevannsanalysen forklarer 30 % av variansen.

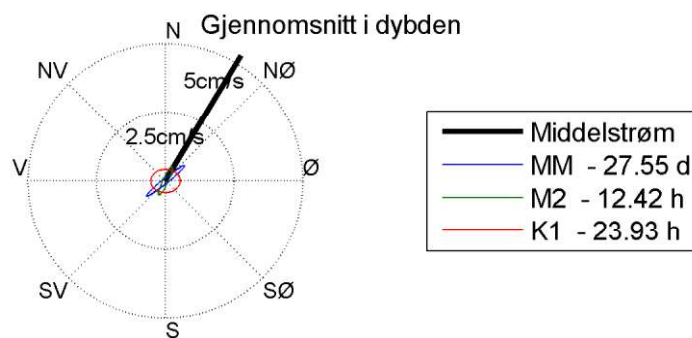
Figur 13 viser tidevannsellipsene av gjennomsnittsstrømmen i dybden og middelstrømmen. Hovedperiodene til tidevannssignalet i strømhastigheten (gjennomsnitt i dybden) er 27.55 dager, 12.42 timer og 23.93 timer. Det vil si at de langperiodiske konstituentene spiller større rolle enn de kortperiodiske. Tidevannsellipsene beskriver hvordan tidevannsstrømmen varierer i løpet av den tilsvarende perioden. Ved bunnen er det "vanlige" tidevannet fra månen (to perioder om dagen) mest framtrædende og gir hastigheter opp til 5 cm/s (Figur 14).

Figur 15 viser resultatene av tidevannsanalysen ved dybdene over 45 m. Figuren lengst til venstre viser hovedaksen av tidevannsellipsen som er mest framtrædende gjennom hele vannsøylen. Figuren i midten viser middelstrømmen for hver dyp, mens figuren til høyre viser maksimal avvik av den faktiske lavpassfiltrerte strømmen fra en modell bestående av tidevann og middelstrøm. Det vises at tidevannet totalt utgjør mindre enn 10 cm/s av strømmen. Middelstrømmen avtar med dybden og er under 15 cm/s. Avvik fra en modell bestående av tidevannet og lineær trend kan være betydelig (opptil 13 cm/s). Tidevannsanalysen i de forskjellige dybdene forklarer mellom 22 og 35 % av variansen. Ved bunnen forklarer tidevannet 67 % av variansen og oscillerer mellom Nord og Sør.

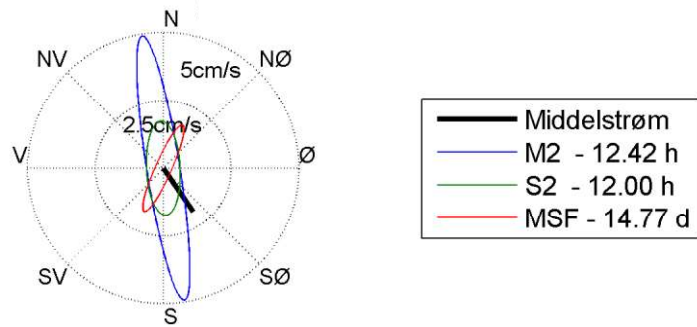
Generelt kan det sies at tidevannsstrømmer spiller en liten rolle i de øvre vannlagene i Karanes, mens den ved bunnen er veldig framtrædende. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.



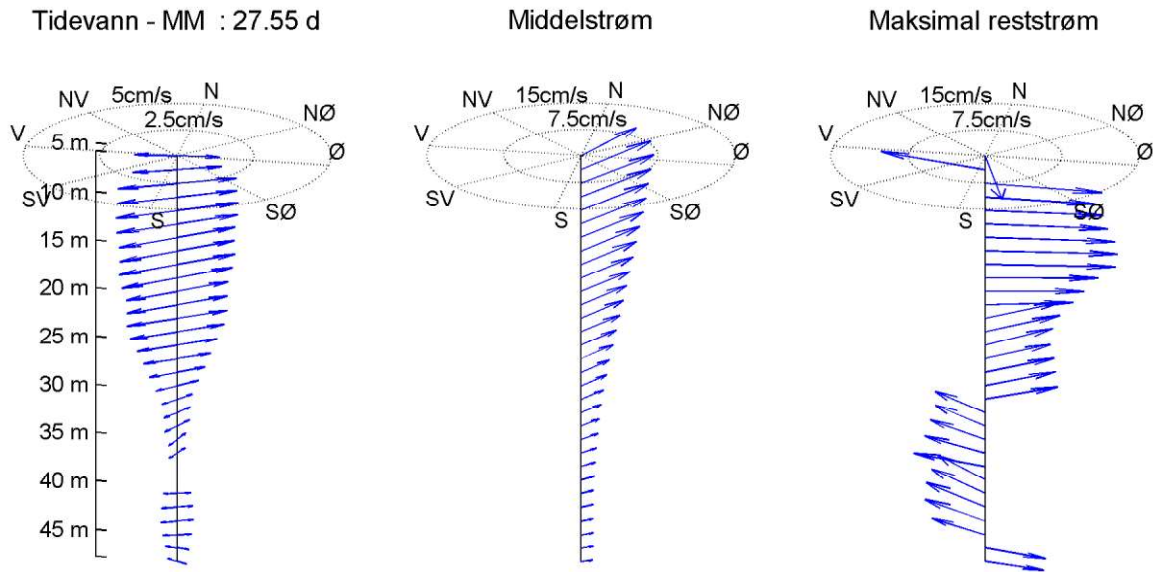
Figur 12: Horisontal strømhastighet, gjennomsnitt i dybden, lavpassfiltrert, med tidevannsanalyse



Figur 13: Tidevanssellipsene av gjennomsnittsstrømmen i dybden. Navnene MM, M2 og K1 refererer til tidevannskonstituentene.



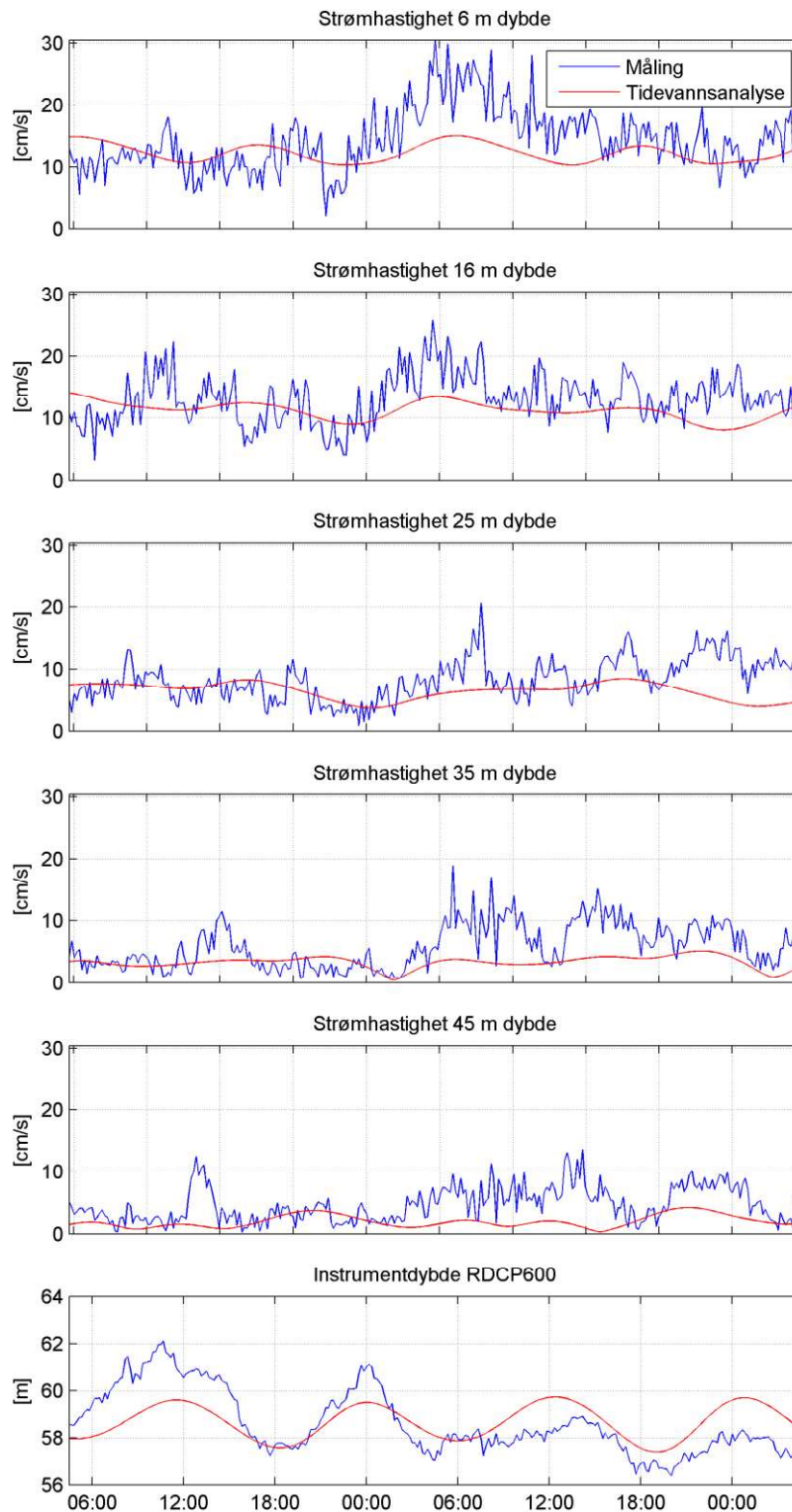
Figur 14: Tidevansellipsene av bunnstrømmen. Navnene M2, S2 og MSF refererer til tidevanskonstituentene.



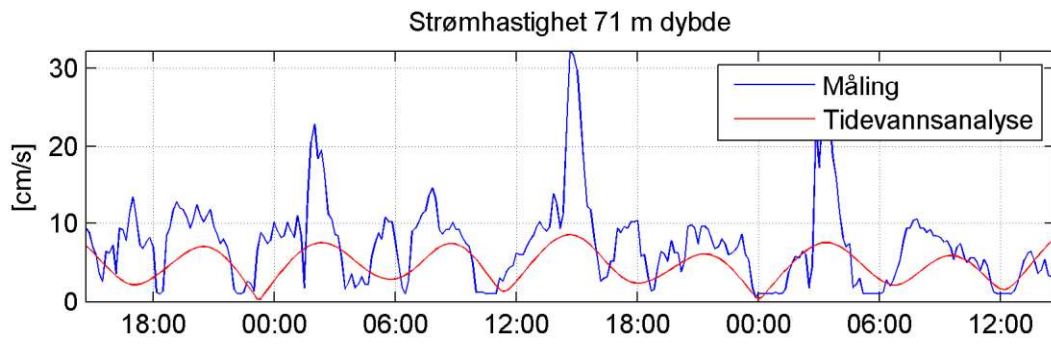
Figur 15: Resultatene av tidevansanalysen ved alle dybder

6. To dagers periode

Figur 16 viser strøm i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 6 m dyp, 26.04.2010 - 28.04.2010. I tillegg så vises strøm i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 71 m dyp, 17.10.2008 - 19.10.2008 i Figur 17.



Figur 16: Strøm i todagersperioden 26.04.2010-28.04.2010

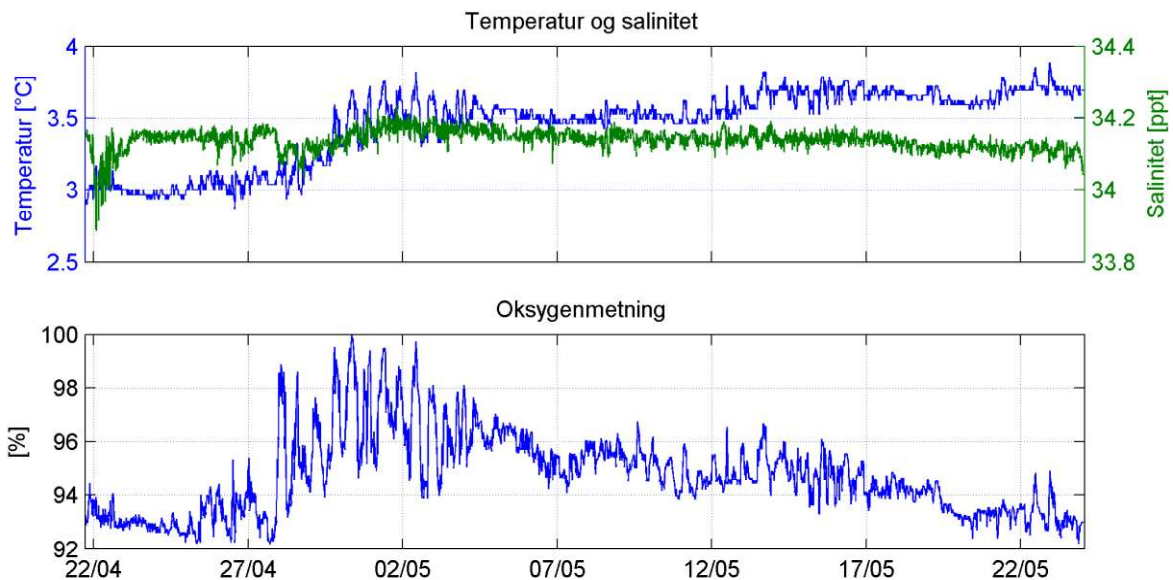


Figur 17: Strøm i todagersperioden 17.10.2008-19.10.2008

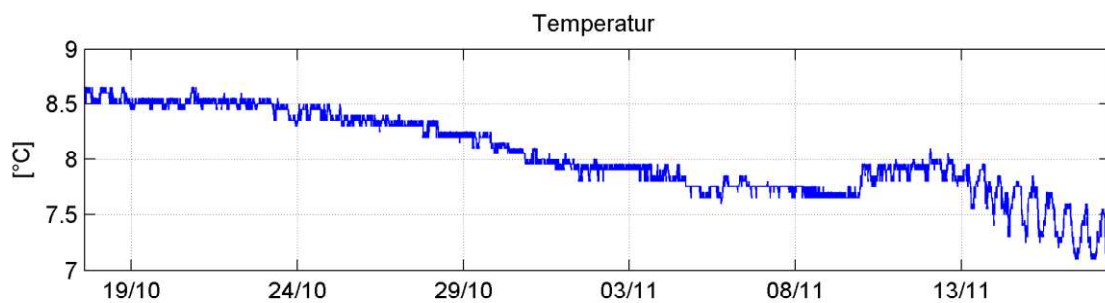
7. Miljøparametre

Figur 18 og Figur 19 viser resultatene av salinitets-, temperatur- og oksygenmålingen.

Oksygenmetningen ligger på 95 % som viser gode forhold for oppdrett av laksefisk ned til 59 m.



Figur 18: Miljøparameter RDCP600, 59 m



Figur 19: Miljøparameter SD6000, 71 m

8. Sammendrag

Det er foretatt strømmålinger ved lokalitet Karanes, Karlsøy kommune i perioden 21.04.2010 til 24.05.2010, bunnmålingen ble foretatt 17.10.2008 til 17.11.2008. Tabell 4 gir en oversikt over resultatene.

Det vises at både tidevann spiller liten rolle i å styre strømmen i de øvre lagene ved Karanes, mens det er et sterkt tidevannssignal ved bunnen. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.

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

| Dybde | 6 m | 16 m | 25 m | 35 m | 45 m | 71 m |
|---|--|--|--|--|--|---|
| Horisontal strøm | | | | | | |
| Gjennomsnittsstrøm (Median) | 11 (11) cm/s | 10 (10) cm/s | 6 (6) cm/s | 4 (3) cm/s | 3 (3) cm/s | 6 (5) cm/s |
| Standardavvik | 4 cm/s | 4 cm/s | 3 cm/s | 2 cm/s | 2 cm/s | 4 cm/s |
| Signifikant maksimumstrøm | 15 cm/s | 15 cm/s | 10 cm/s | 6 cm/s | 5 cm/s | 11 cm/s |
| Maksimumstrøm | 30 cm/s | 26 cm/s | 23 cm/s | 19 cm/s | 15 cm/s | 32 cm/s |
| Retning maksimumstrøm | 53° | 49° | 323° | 309° | 302° | 137° |
| Signifikant minimumstrøm | 6.7 cm/s | 5.6 cm/s | 3.2 cm/s | 1.5 cm/s | 1.3 cm/s | 1.7 cm/s |
| Minimumstrøm | 0.7 cm/s | 0.3 cm/s | 0.2 cm/s | 0.0 cm/s | 0.1 cm/s | 0.0 cm/s |
| Neumanns parameter | 0.87 | 0.89 | 0.87 | 0.65 | 0.42 | 0.33 |
| Reststrøm | 10 cm/s | 9 cm/s | 5 cm/s | 2 cm/s | 1 cm/s | 2 cm/s |
| Reststrømretning | 24° | 30° | 29° | 34° | 52° | 145° |
| Fire hyppigst forekommende strømretningene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor) | 45°, 30°, 15°, 0° | 45°, 30°, 15°, 60° | 45°, 30°, 15°, 0° | 60°, 45°, 15°, 30° | 75°, 90°, 60°, 105° | 135°, 150°, 180°, 165° |
| Fire hyppigst forekommende strømhastighetene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor) | 10-15, 8- 10, 6-8, 15-25 | 10-15, 8- 10, 6-8, 15-25 | 6-8, 8- 10, 5-6, 4-5 | 1-3, 3-4, 4-5, 5-6 | 1-3, 3-4, 4-5, 0-1 | 6-8, 1-3, 8-10, 0-1 |
| Vannutskiftning | | | | | | |
| Mest vannutskiftning pr. 15 graders sektor | 67839 m ³ /m ² ved 45° | 70659 m ³ /m ² ved 45° | 39266 m ³ /m ² ved 45° | 13194 m ³ /m ² ved 60° | 9130 m ³ /m ² ved 75° | 16732 m ³ /m ² ved 135° |
| Minst vannutskiftning pr 15 graders sektor | 4 m ³ /m ² ved 195° | 0 m ³ /m ² ved 255° | 48 m ³ /m ² ved 240° | 308 m ³ /m ² ved 240° | 627 m ³ /m ² ved 225° | 788 m ³ /m ² ved 255° |
| Gjennomsnittlig total vannutskiftning pr. døgn (alle retninger) | 394 m ³ /m ² | 362 m ³ /m ² | 228 m ³ /m ² | 130 m ³ /m ² | 112 m ³ /m ² | 208 m ³ /m ² |
| Nullmålinger | | | | | | |
| Andel målinger <1cm/s | 0.0 % | 0.1 % | 1.1 % | 7.1 % | 8.8 % | 11.0 % |
| Lengste periode <1cm/s | 10 min | 10 min | 30 min | 50 min | 40 min | 150 min |
| Vertikalstrøm | | | | | | |
| Gjennomsnittsstrøm | 2.8 cm/s | 2.6 cm/s | 1.5 cm/s | 1.0 cm/s | 0.8 cm/s | |
| Gjennomsnittsstrøm absolutt | 2.8 cm/s | 2.6 cm/s | 1.6 cm/s | 1.0 cm/s | 0.8 cm/s | |
| Standardavvik | 1.3 cm/s | 1.3 cm/s | 0.8 cm/s | 0.5 cm/s | 0.5 cm/s | |
| Maks strøm | 8.2 cm/s | 7.8 cm/s | 6.1 cm/s | 3.9 cm/s | 3.9 cm/s | |
| Min strøm | -3.5 cm/s | -3.7 cm/s | -3.0 cm/s | -4.7 cm/s | -2.6 cm/s | |

For nøyaktigheten av målingene se Tabell 5.

Tabellen inkluderer både middelveidien og median. Middelveidien 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 7 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"

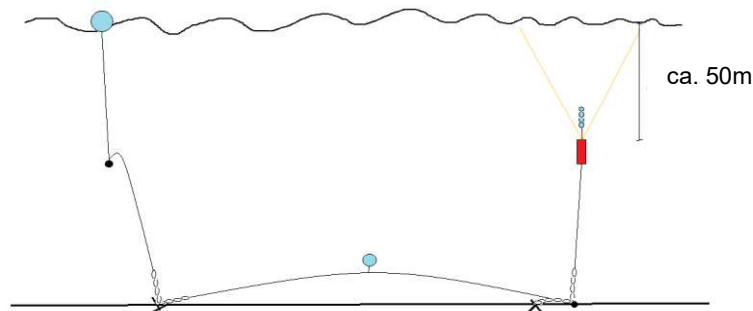
NS 9415, 2009: "NS 9415:2009 - Flytende oppdrettsanlegg: Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift", Norsk Standard

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.

Måleren ble forankret i bunn som vist i Figur 20, sto på ca. 59 m og var orientert oppover mot overflaten.



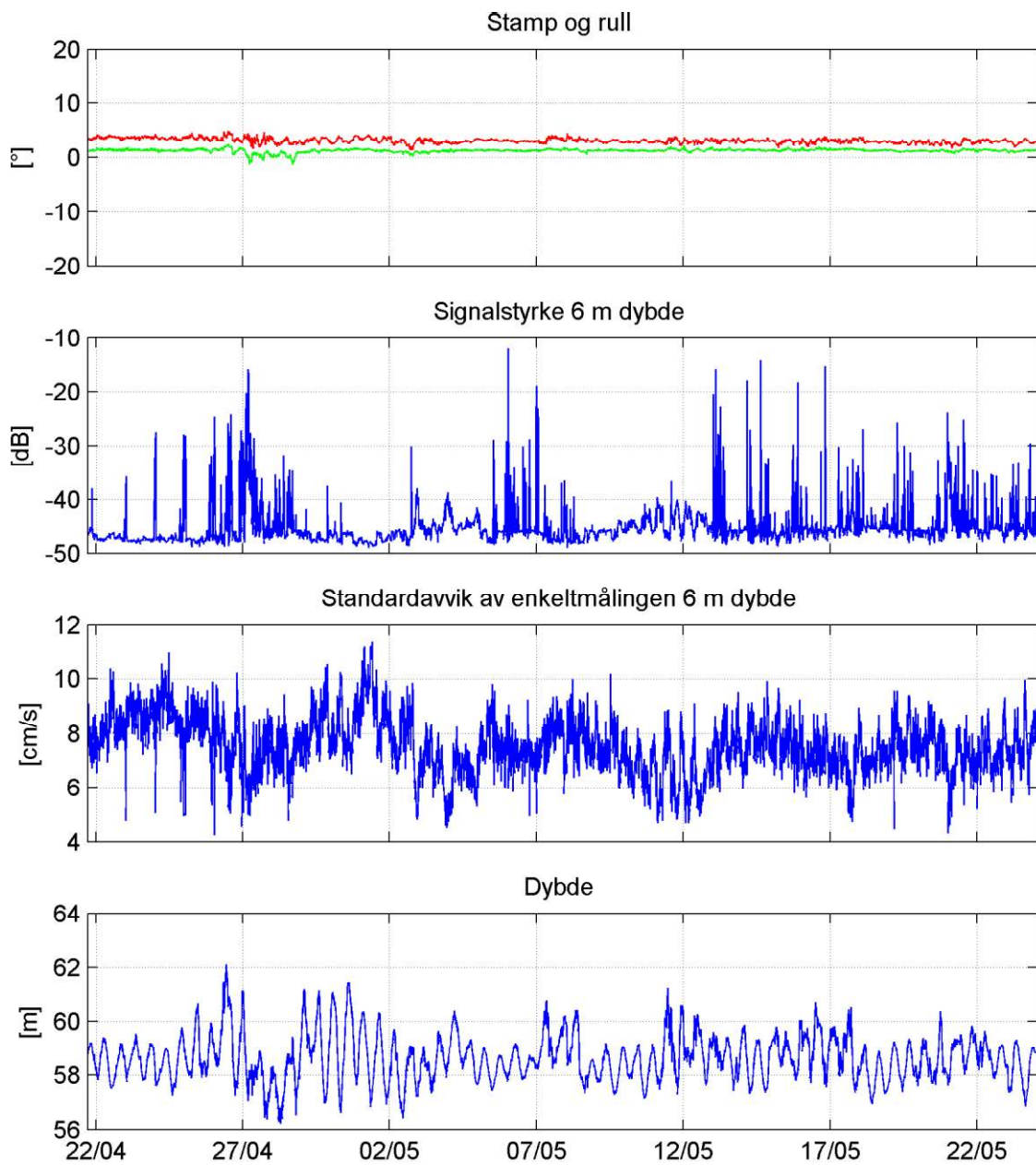
Figur 20: Skisse av riggen

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° , signalstyrke $> -45\text{dB}$ og standardavvik av enkeltmålingen $< 20\text{cm/s}$

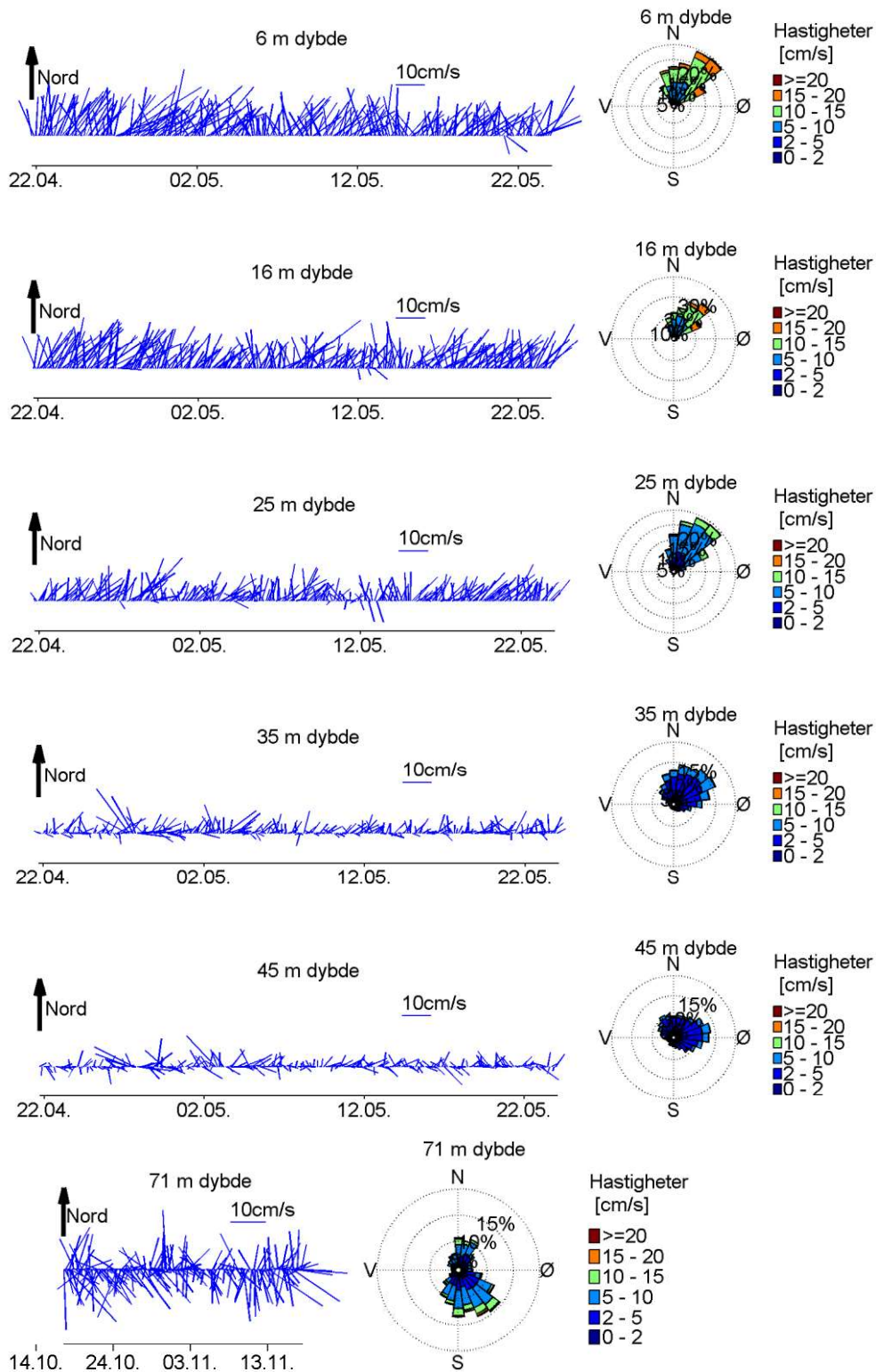
Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, må vurderes kritisk. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i Appendiks D. Figur 21 viser noen av parametrene etter datarensing.

Strømmen ved 71m dyp ble målt med en propellmåler (Modell SD-6000) som bruker en rotor og kompass til å bestemme strømhastighet og -retning. Rotoren har en startfriksjon som tilsvarer 1.4 cm/s . Dersom strømmen i måleperioden har vært under denne terskelverdien, vil instrumentet registrere en vannstrøm på 0 cm/s . Som en korleksjon av vannstrøm lavere enn startfriksjonen vil instrumentet legge til grunn en vannstrøm på 1 cm/s for de retningene som inngår i måleintervallet. Dette medfører vannstrømmen logges som 1 cm/s dersom retningen har vært konstant i måleintervallet, mens rotoren ikke har vært i bevegelse.



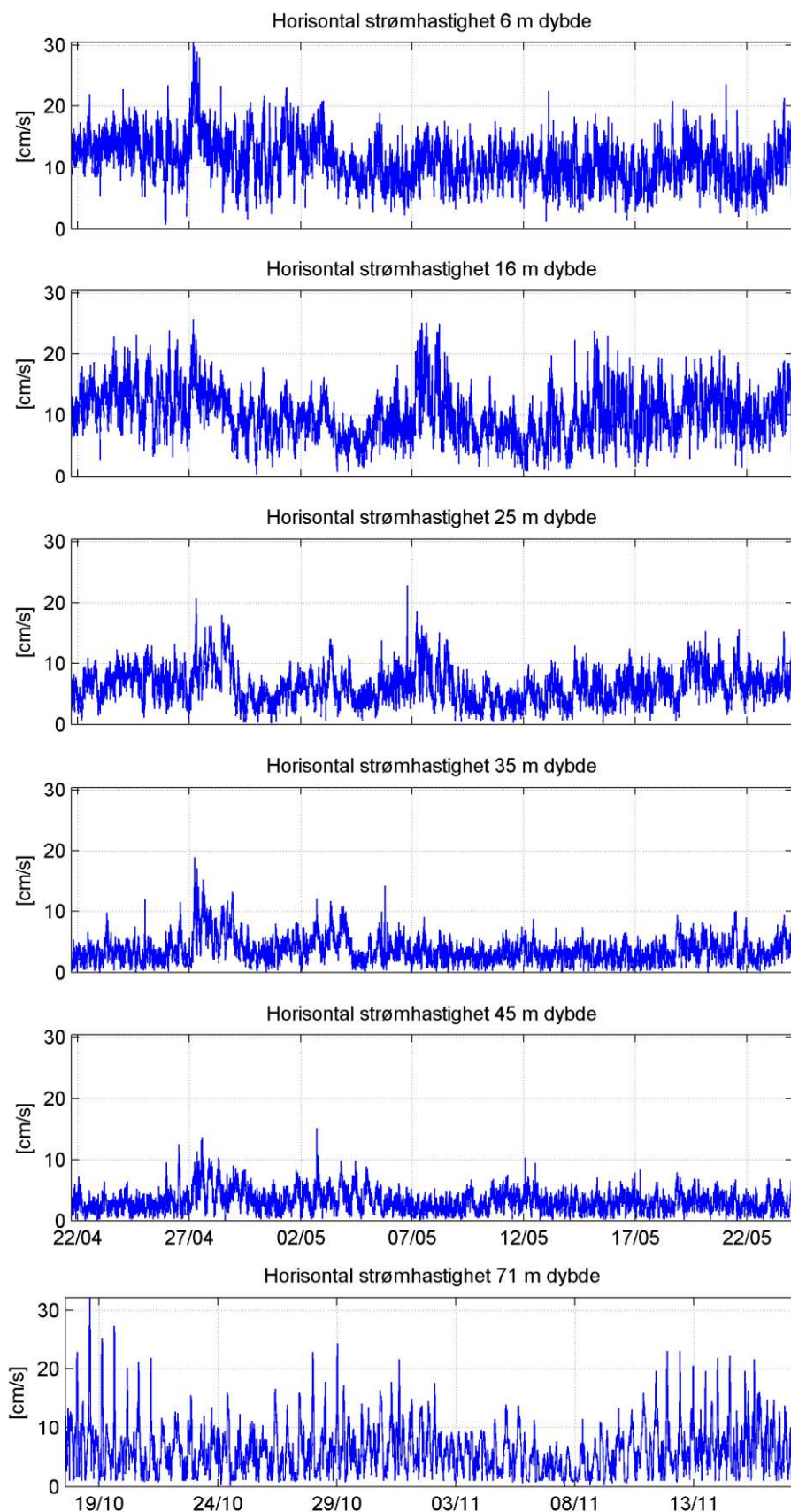
Figur 21: Kvalitetssikring RDCP600, etter datarensing

Appendiks B. Pinne- og rosediagram

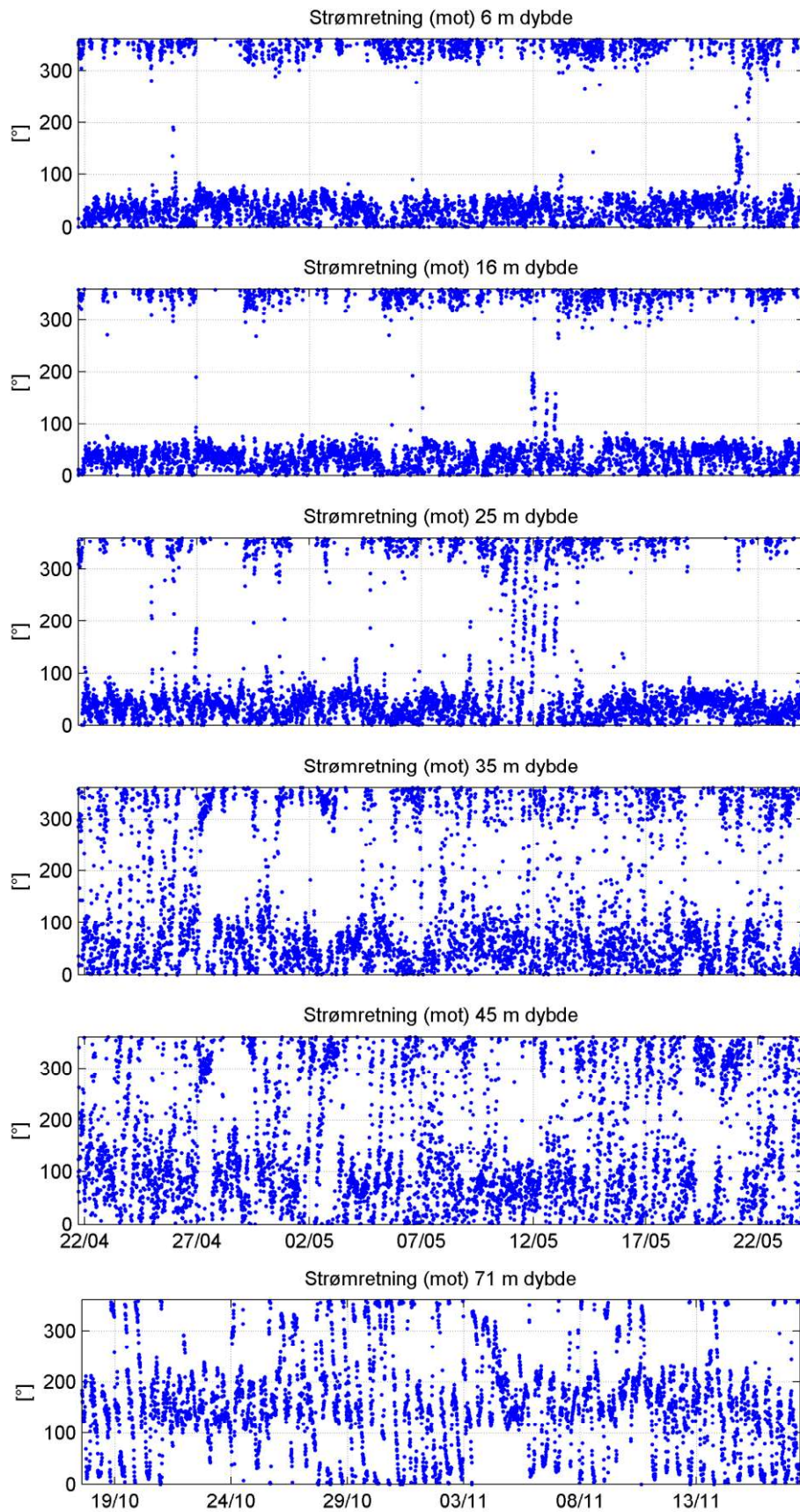


Figur 22: Strømretninger og strømhastigheter: pinnediagram som viser hastighet og retning over tid (en strek hver tredje time); rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge

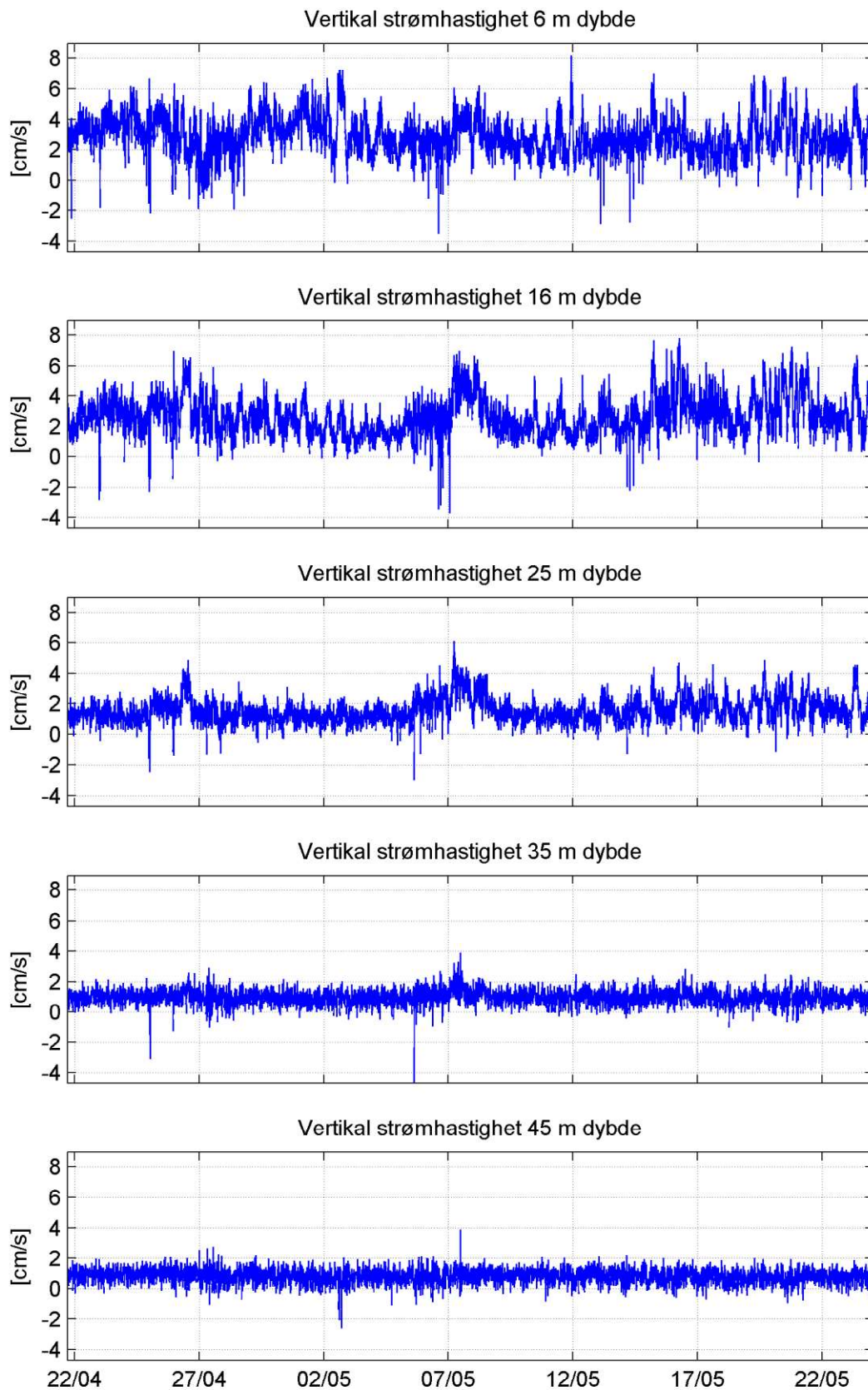
Appendiks C. Tidsserier



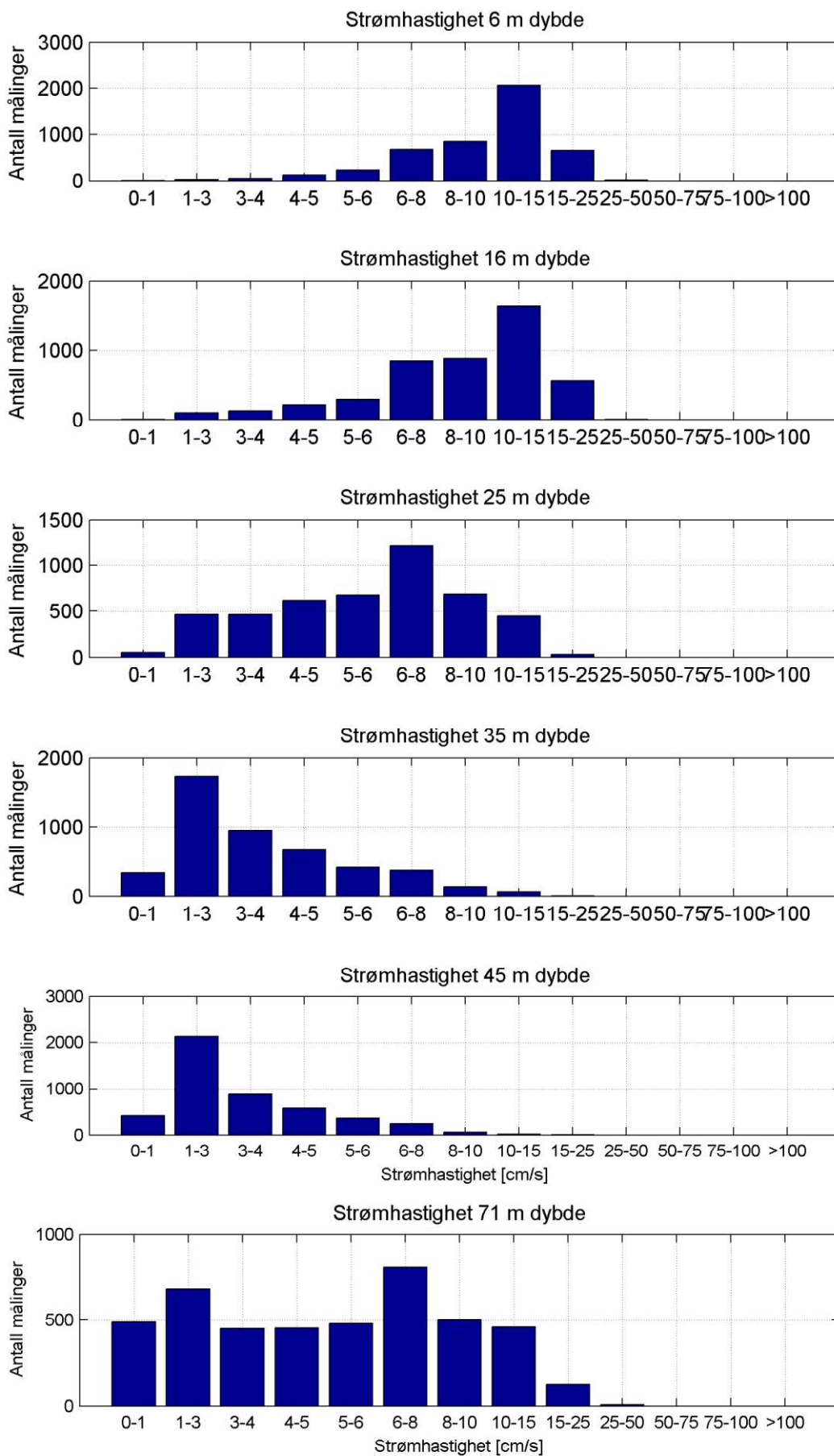
Figur 23: Tidsserier av horisontal strømhastighet



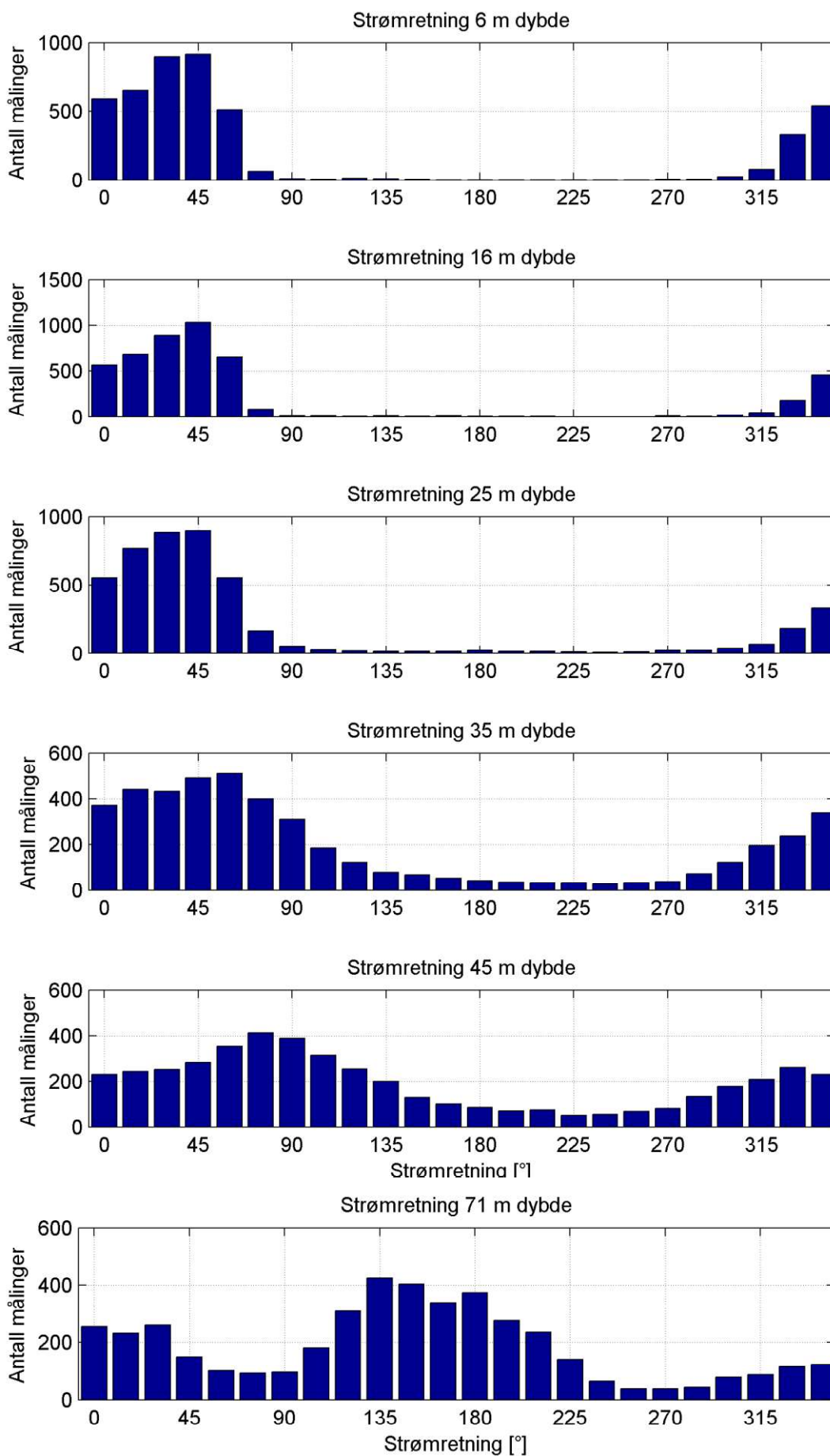
Figur 24: Tidsserier av strømretning



Figur 25: Tidsserier av vertikal strømhastighet



Figur 26: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 27: 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 ³ /m ² | % |
| 0° | 0 | 6 | 8 | 22 | 44 | 122 | 140 | 210 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 33771 | 11 |
| 15° | 0 | 3 | 9 | 22 | 41 | 139 | 134 | 242 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 38912 | 13 |
| 30° | 0 | 3 | 7 | 19 | 38 | 127 | 172 | 424 | 107 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 58996 | 19 |
| 45° | 0 | 0 | 5 | 5 | 23 | 58 | 125 | 502 | 195 | 3 | 0 | 0 | 0 | 20 | 67839 | 22 |
| 60° | 0 | 1 | 1 | 6 | 6 | 20 | 49 | 263 | 158 | 7 | 0 | 0 | 0 | 11 | 41518 | 14 |
| 75° | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 7 | 21 | 28 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5327 | 2 |
| 90° | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 712 | 0 |
| 105° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 522 | 0 |
| 120° | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 743 | 0 |
| 135° | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 454 | 0 |
| 150° | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 192 | 0 |
| 165° | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 103 | 0 |
| 180° | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 77 | 0 |
| 195° | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 210° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86 | 0 |
| 225° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 |
| 240° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 117 | 0 |
| 255° | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 88 | 0 |
| 270° | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 139 | 0 |
| 285° | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 230 | 0 |
| 300° | 0 | 2 | 2 | 3 | 8 | 3 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1034 | 0 |
| 315° | 0 | 0 | 2 | 4 | 10 | 15 | 19 | 26 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4092 | 1 |
| 330° | 0 | 2 | 4 | 9 | 18 | 62 | 71 | 145 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 19415 | 6 |
| 345° | 0 | 4 | 4 | 25 | 34 | 109 | 112 | 213 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 31630 | 10 |
| Sum % | 0 | 1 | 1 | 3 | 5 | 14 | 18 | 44 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

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 ³ /m ² | % |
| 0° | 0 | 17 | 18 | 38 | 44 | 148 | 130 | 158 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 28533 | 10 |
| 15° | 0 | 15 | 24 | 46 | 76 | 191 | 144 | 181 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 34110 | 12 |
| 30° | 0 | 10 | 22 | 31 | 62 | 180 | 177 | 332 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 52456 | 19 |
| 45° | 1 | 7 | 15 | 33 | 35 | 122 | 157 | 462 | 194 | 1 | 0 | 0 | 0 | 22 | 70659 | 25 |
| 60° | 0 | 6 | 8 | 10 | 15 | 49 | 72 | 259 | 230 | 1 | 0 | 0 | 0 | 14 | 51148 | 18 |
| 75° | 0 | 4 | 0 | 7 | 6 | 9 | 10 | 18 | 26 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5785 | 2 |
| 90° | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 364 | 0 |
| 105° | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 130 | 0 |
| 120° | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 115 | 0 |
| 135° | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 170 | 0 |
| 150° | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 54 | 0 |
| 165° | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 217 | 0 |
| 180° | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 169 | 0 |
| 195° | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 | 0 |
| 210° | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 225° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 240° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 255° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 270° | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 124 | 0 |
| 285° | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 132 | 0 |
| 300° | 0 | 4 | 4 | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 703 | 0 |
| 315° | 1 | 4 | 6 | 3 | 2 | 12 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1987 | 1 |
| 330° | 0 | 3 | 7 | 14 | 9 | 34 | 58 | 53 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9385 | 3 |
| 345° | 3 | 7 | 14 | 27 | 30 | 92 | 120 | 153 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 24280 | 9 |
| Sum % | 0 | 2 | 3 | 5 | 6 | 18 | 19 | 35 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

Tabell 7: Strømstyrke-retningsmatrise ved 25 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 ³ /m ² | % |
| 0° | 1 | 49 | 70 | 63 | 92 | 180 | 70 | 25 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 19842 | 11 |
| 15° | 3 | 54 | 85 | 138 | 112 | 221 | 98 | 50 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 28133 | 16 |
| 30° | 2 | 54 | 75 | 108 | 137 | 240 | 165 | 93 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 35699 | 20 |
| 45° | 3 | 50 | 50 | 90 | 111 | 260 | 182 | 139 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 39266 | 22 |
| 60° | 6 | 44 | 28 | 61 | 65 | 130 | 103 | 107 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 24138 | 14 |
| 75° | 5 | 20 | 20 | 22 | 24 | 39 | 20 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5755 | 3 |
| 90° | 0 | 17 | 10 | 10 | 6 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1238 | 1 |
| 105° | 1 | 12 | 5 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 471 | 0 |
| 120° | 0 | 8 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 289 | 0 |
| 135° | 2 | 7 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 201 | 0 |
| 150° | 3 | 5 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 250 | 0 |
| 165° | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 339 | 0 |
| 180° | 2 | 3 | 8 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 426 | 0 |
| 195° | 2 | 5 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 244 | 0 |
| 210° | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 406 | 0 |
| 225° | 0 | 5 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 178 | 0 |
| 240° | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 | 0 |
| 255° | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 98 | 0 |
| 270° | 2 | 15 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 242 | 0 |
| 285° | 1 | 11 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 417 | 0 |
| 300° | 1 | 15 | 5 | 8 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 803 | 0 |
| 315° | 1 | 14 | 12 | 13 | 11 | 14 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1804 | 1 |
| 330° | 3 | 24 | 29 | 37 | 36 | 39 | 9 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5543 | 3 |
| 345° | 5 | 35 | 50 | 50 | 57 | 87 | 31 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 11012 | 6 |
| Sum % | 1 | 10 | 10 | 13 | 15 | 26 | 15 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

Tabell 8: Strømstyrke-retningsmatrise ved 35 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 ³ /m ² | % |
| 0° | 7 | 129 | 85 | 73 | 33 | 33 | 7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8466 | 8 |
| 15° | 30 | 123 | 99 | 81 | 50 | 47 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 10027 | 10 |
| 30° | 23 | 164 | 97 | 69 | 50 | 25 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 8948 | 9 |
| 45° | 15 | 162 | 110 | 86 | 56 | 43 | 14 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 11264 | 11 |
| 60° | 18 | 147 | 97 | 77 | 64 | 65 | 28 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 13194 | 13 |
| 75° | 15 | 131 | 88 | 59 | 35 | 48 | 16 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9542 | 9 |
| 90° | 18 | 119 | 60 | 46 | 21 | 23 | 19 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7027 | 7 |
| 105° | 20 | 68 | 46 | 16 | 13 | 13 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3763 | 4 |
| 120° | 10 | 76 | 22 | 6 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1927 | 2 |
| 135° | 16 | 41 | 17 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1108 | 1 |
| 150° | 14 | 43 | 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 818 | 1 |
| 165° | 11 | 30 | 7 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 632 | 1 |
| 180° | 11 | 28 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 389 | 0 |
| 195° | 9 | 21 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 437 | 0 |
| 210° | 12 | 17 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 384 | 0 |
| 225° | 13 | 15 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 333 | 0 |
| 240° | 6 | 18 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 308 | 0 |
| 255° | 8 | 17 | 6 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 433 | 0 |
| 270° | 10 | 16 | 6 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 492 | 0 |
| 285° | 12 | 32 | 15 | 5 | 3 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1202 | 1 |
| 300° | 13 | 59 | 25 | 11 | 7 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2179 | 2 |
| 315° | 17 | 73 | 28 | 31 | 14 | 17 | 4 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4577 | 5 |
| 330° | 19 | 72 | 48 | 40 | 24 | 17 | 10 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5500 | 5 |
| 345° | 5 | 130 | 71 | 52 | 32 | 27 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 8035 | 8 |
| Sum % | 7 | 37 | 20 | 14 | 9 | 8 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

Tabell 9: Strømstyrke-retningsmatrise ved 45 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 ³ /m ² | % |
| 0° | 18 | 118 | 43 | 25 | 15 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3902 | 4 |
| 15° | 21 | 114 | 45 | 34 | 16 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4350 | 5 |
| 30° | 28 | 126 | 44 | 26 | 20 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4219 | 5 |
| 45° | 17 | 118 | 56 | 47 | 21 | 17 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5588 | 6 |
| 60° | 23 | 147 | 68 | 52 | 34 | 28 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 7106 | 8 |
| 75° | 21 | 144 | 82 | 66 | 56 | 32 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9130 | 10 |
| 90° | 17 | 146 | 82 | 66 | 38 | 28 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8411 | 10 |
| 105° | 24 | 115 | 78 | 41 | 24 | 22 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 6514 | 7 |
| 120° | 12 | 117 | 52 | 32 | 23 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4884 | 6 |
| 135° | 29 | 104 | 25 | 19 | 13 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3203 | 4 |
| 150° | 15 | 73 | 22 | 16 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1980 | 2 |
| 165° | 13 | 54 | 18 | 8 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1545 | 2 |
| 180° | 16 | 47 | 14 | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1198 | 1 |
| 195° | 18 | 40 | 7 | 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 915 | 1 |
| 210° | 14 | 43 | 14 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1011 | 1 |
| 225° | 9 | 37 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 627 | 1 |
| 240° | 9 | 39 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 645 | 1 |
| 255° | 11 | 40 | 12 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 917 | 1 |
| 270° | 15 | 42 | 11 | 7 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1259 | 1 |
| 285° | 19 | 65 | 27 | 9 | 7 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2211 | 3 |
| 300° | 13 | 81 | 33 | 15 | 15 | 11 | 4 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3784 | 4 |
| 315° | 12 | 87 | 45 | 22 | 18 | 19 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4298 | 5 |
| 330° | 11 | 117 | 57 | 34 | 21 | 17 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5109 | 6 |
| 345° | 24 | 107 | 30 | 33 | 21 | 12 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4297 | 5 |
| Sum% | 9 | 46 | 19 | 12 | 8 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

Tabell 10: Strømstyrke-retningsmatrise ved 71 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 ³ /m ² | % |
| 0° | 15 | 24 | 23 | 23 | 27 | 42 | 38 | 52 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 10805 | 7 |
| 15° | 18 | 26 | 26 | 28 | 22 | 47 | 35 | 28 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 8346 | 5 |
| 30° | 31 | 42 | 19 | 38 | 30 | 55 | 21 | 21 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 8023 | 5 |
| 45° | 47 | 40 | 14 | 15 | 10 | 10 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2845 | 2 |
| 60° | 35 | 17 | 13 | 6 | 10 | 15 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1969 | 1 |
| 75° | 22 | 17 | 10 | 13 | 10 | 13 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2132 | 1 |
| 90° | 17 | 20 | 5 | 9 | 11 | 18 | 9 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2888 | 2 |
| 105° | 25 | 45 | 28 | 25 | 17 | 19 | 8 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4603 | 3 |
| 120° | 44 | 55 | 39 | 30 | 30 | 46 | 38 | 19 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9611 | 6 |
| 135° | 30 | 52 | 45 | 40 | 52 | 76 | 51 | 63 | 12 | 3 | 0 | 0 | 0 | 10 | 16732 | 11 |
| 150° | 44 | 37 | 35 | 45 | 49 | 64 | 47 | 56 | 25 | 2 | 0 | 0 | 0 | 9 | 16382 | 11 |
| 165° | 26 | 40 | 27 | 28 | 43 | 69 | 42 | 44 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 13480 | 9 |
| 180° | 21 | 56 | 35 | 34 | 37 | 81 | 38 | 61 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 14473 | 9 |
| 195° | 15 | 45 | 25 | 24 | 34 | 53 | 44 | 28 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 10324 | 7 |
| 210° | 16 | 37 | 29 | 23 | 28 | 42 | 31 | 21 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 8495 | 6 |
| 225° | 10 | 28 | 18 | 9 | 16 | 20 | 11 | 18 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5376 | 3 |
| 240° | 6 | 12 | 8 | 11 | 3 | 15 | 6 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1921 | 1 |
| 255° | 8 | 11 | 5 | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 788 | 1 |
| 270° | 6 | 12 | 5 | 3 | 1 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 844 | 1 |
| 285° | 2 | 9 | 6 | 3 | 6 | 11 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1223 | 1 |
| 300° | 13 | 15 | 9 | 10 | 6 | 13 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2046 | 1 |
| 315° | 16 | 13 | 8 | 14 | 10 | 20 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2332 | 2 |
| 330° | 8 | 18 | 10 | 7 | 13 | 32 | 17 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3948 | 3 |
| 345° | 14 | 9 | 8 | 13 | 12 | 32 | 24 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4486 | 3 |
| Sum % | 11 | 15 | 10 | 10 | 11 | 18 | 11 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

Appendiks D. Fjernet data

RDCP data:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Signalstyrken er under -45dB i celler 22 (32 m) og oppover.

Standardavviket er alltid under 20cm/s.

Du valgte celle 3 ved 6 m dyp.

Fjernet 2 celler mellom 3 og 4 m dybde pga signalstyrke/standardavvik/støy

Outliers:

Fjernet 1 punkter ved 22.6 m dybde:

06-May-2010 16:50:19

Fjernet 2 punkter ved 24.0 m dybde:

05-May-2010 16:40:18, 06-May-2010 16:50:19

Fjernet 1 punkter ved 25.4 m dybde:

06-May-2010 16:50:19

Appendiks E. Instrumentspesifikasjoner

Tabell 11: Instrumentspesifikasjonene

| | RDCP600 |
|----------------------------|------------------------------------|
| Horisontal nøyaktighet | ± 0.5 cm/s, $\pm 1.5\%$ |
| Vertikal nøyaktighet | ± 1.0 cm/s |
| Enkeltping statistisk støy | ± 4.0 cm/s |
| Nøyaktighet retning | |
| Temperatur nøyaktighet | $\pm 0.05^\circ\text{C}$ |
| Oksygen nøyaktighet | $< \pm 8\mu\text{m}$, $< \pm 5\%$ |
| Konduktivitet nøyaktighet | $\pm 0.005\text{S/m}$ |

Appendiks F. Kalibrering RDCP 324

Layout No:
Circuit Diagram No:

Product: RDCP SW
Serial No: 324

| Component | Serial No. | Remarks |
|---------------------------|------------|------------------------|
| Main Board 3989 | 421 | |
| Sensor Board 3942 | 366 | Reference Read: 863 |
| Transceiver Head 3993 | 344 | |
| Transceiver Board 9107 | 336 | |
| Temperature Sensor 3621 | 2916 | |
| Pressure Sensor 3187B | 110903 | |
| Conductivity Sensor 4019A | 167 | |
| Oxygen Optode 3835 | 1075 | |
| Oxygen Optode 3835 | 1078 | Mounted on cable 4821S |
| Compass Tilt Sensor 3777 | 417 | |
| | | |

1. Visual and Mechanical Checks

- 1.1. Sensors fixed in correct position
- 1.2. Wire harness, screws and sensor plugs
- 1.3. Pressure sensor filled with oil
- 1.4. Epoxy coating intact
- 1.5. Zinc anode installed
- 1.6. O-ring groove inspected, cleaned and greased

2. Pre-performance Setup

- 2.1. Hardware and sensors configured
- 2.2. Touch screen calibrated
- 2.3. Battery indicator calibrated
- 2.4. Clock adjusted to correct UTC
- 2.5. Measurement of quartz crystal frequency on sensor board

3. Performance test

- 3.1. Clock adjusted to correct UTC
- 3.2. Current drain after power up (max 240 mA) 210 mA
- 3.3. Current drain with display off (max 35 mA) 21 mA
- 3.4. Current drain in Power Down Mode (max 0.7 mA) 0.5 mA
- 3.5. Field test and data analysis
- 3.6. Operation of display at 0°C
- 3.7. Operation with test probes on transducers, -5°C to +35°C (all sensors, 16 hours, data on MMC)
- 3.8. MMC card operation
- 3.9. RS-485 installed

Windows CE License-Key : 00039-281-645-904

Date: 8 June 2009

Sign:



Trond Johannessen
Calibration and Production Engineer



AANDERAA DATA INSTRUMENTS

TEST & SPECIFICATIONS

Form No. 701, Nov 2005

Product: RDCP SW
Serial No: 324

- 1. Final Check prior to Shipment (point 1.2-1.6 only if sensors installed)**
 - 1.1. Zinc anode installed
 - 1.2. Temperature readings correspond to room temperature
 - 1.3. Conductivity Sensor reads correctly with seawater loop
 - 1.4. Pressure Sensor gives correct reading in air
 - 1.5. Turbidity reading increases when a reflector is placed 20cm in front of it
 - 1.6. The Oxygen Sensor reads maximum in air
 - 1.7. Owner information entered

Date: 8 June 2009

Sign:

A handwritten signature in black ink that reads 'Trond Johannessen'.

Trond Johannessen
Calibration and Production Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS

Layout No: 1305C
Circuit Diagram No: V-3937C
Reference Read: 863

Product: Sensor Board 3942
Serial No: 366

1. Visual and Mechanical Checks:

- 1.1. Soldering quality
- 1.2. Soldering on all components
- 1.3. Diodes correctly orientated
- 1.4. IC-circuits correctly orientated
- 1.5. Correct resistor values
- 1.6. Capacitors correctly orientated (tantalum and electrolytic)

2. Initial hardware test (before molding)

- 2.1. Voltage with 15V external supply ($10V \pm 0.5V$)
- 2.2. Current with external supply ($<15 \text{ mA}$)
- 2.3. Programming Fujitsu's bootloader
- 2.4. Voltage (Fujitsu) ($5V \pm 0.1$)
- 2.5. Programming Sensor Board with last image (version)
- 2.6. Quiescent current ($<200\mu\text{A}$)
- 2.7. Pressure test
- 2.8. Voltage (Texas MSP) ($3.6V \pm 0.05V$)
- 2.9. Voltage (Pressure Sensor) ($6.5V \pm 0.1V$)
- 2.10. SR10, VR22 test
- 2.11. Conductivity and temperature test (page 2)
- 2.12. Control voltage ($5V \pm 0.2V$)
- 2.13. PDC-4 test

3. Conductivity Readings:

Take high and low conductivity readings at both ranges using a reference Conductivity Cell with 'sea loop' resistors.

| Range | Sea Loop | Nominal Reading | Actual Reading |
|-------|-----------------|-----------------|----------------|
| 0mS | $\infty \Omega$ | 5 | 8 |
| 74mS | 40Ω | 933 | 930 |
| 24mS | 120.5Ω | 15 | 13 |
| 38mS | 77Ω | 924 | 925 |

Product: Sensor Board 3942
Serial No: 366

4. Temperature Readings:

Test temperature readings by connecting fixed resistors between T14 and T15.

| Range | Resistance | Nominal Reading | Actual Reading |
|---------------------------|------------|-----------------|----------------|
| Wide: -0.34 – 32.17°C | 5788Ω | 9 ±2 | 9 |
| | 1523Ω | 1003 ±2 | 1003 |
| Low: -2.46 – 21.48°C | 6090Ω | 52 ±2 | 52 |
| | 2298Ω | 1011 ±2 | 1011 |
| High: 10.08 – 36.04°C | 3668 | 11 ±2 | 11 |
| | 1320 | 1003 ±2 | 1003 |
| Arctic: -2.64 – 5.62°C | 6140 | 153 ±8 | 153 |
| | 4443 | 987 ±8 | 987 |

5. Final hardware performance test (after molding)

- 5.1. Voltage with 15V external supply (10V ±0.5V)
- 5.2. Current with external supply (<15mA)
- 5.3. Quiescent current (<200μA)
- 5.4. Pressure test
- 5.5. SR10, VR22 test
- 5.6. Conductivity and temperature test
- 5.7. Control voltage (5V ±0.2V)
- 5.8. PDC-4 test

Date: 19 January 2009

Sign:



Ingemar Nerhus, Production Engineer

Layout No:
Circuit Diagram No:

Product: Main Board 3989
Serial No: 421

1. Visual component check

- 1.1. Capacitors correctly orientated (tantalum and electrolytic)
- 1.2. Diodes correctly orientated
- 1.3. IC-circuits correctly orientated
- 1.4. Correct resistor values
- 1.5. Soldering on all components
- 1.6. Soldering quality

2. Initial hardware performance test

- 2.1. Current drain after bootloader start-up (max 45mA)
- 2.2. Voltage 3.3V ($3.3V \pm 0.1V$)
- 2.3. Voltage 1.8V ($1.8V \pm 0.18V$)
- 2.4. Voltage DSP3.3V ($3.3V \pm 0.2V$)
- 2.5. Voltage DSP1.6V ($1.6V \pm 0.05V$)
- 2.6. Bootloader start-up with hardware test (RAM and FLASH)
- 2.7. Load special RTC test image and measure RTC frequency 32772.24 Hz

3. Display Board performance test

- 3.1. Current drain with display on (<230mA)
- 3.2. Current drain with display off (<30mA)
- 3.3. Current drain in sleep mode (<250uA)
- 3.4. Check the display colors, miscoloration is best seen on a white background
- 3.5. Check the touch screen operation

4. Final hardware performance test

- 4.1. Loading of last RDCP image from MMC card
- 4.2. Correct image start-up after power on reset (connected to PC COMM port)
- 4.3. Enter RTC clock frequency as measured above
- 4.4. Visual display check
- 4.5. Touch screen operation and calibration
- 4.6. Current drain with display connected (maximum 235mA)
- 4.7. Current drain with display switched off (maximum 35mA)
- 4.8. Current drain in Sleep Mode (max 250uA)
- 4.9. Current drain in RS-485 Sleep Mode (max 670uA)
- 4.10. Communication with sensor board
- 4.11. Communication with transceiver board
- 4.12. Clock setting (check new clock setting after switching power on)
- 4.13. RS-232 communication
- 4.14. Compact flash storage
- 4.15. MMC card storage
- 4.16. Keypad operation
- 4.17. RS-485 Communication

Date: 26 February 2009

Sign:



Oyvind Loberg, Production Engineer



AANDERAA DATA INSTRUMENTS

TEST & SPECIFICATIONS

Form No. 662, Mar 2006

Layout No:
Circuit Diagram No:

Product: Transceiver Head 3993
Serial No: 344

1. Head assembly and visual check

- 1.1. Surface quality transducer head
- 1.2. O-ring grooves on transducer head inspected and cleaned
- 1.3. O-rings greased and mounted on transducer head
- 1.4. Transceiver housing inspected, O-ring grooves and O-ring surfaces cleaned
- 1.5. Transducer head fastened to transceiver housing, with rubber disk and orientation pins between head and housing
- 1.6. Capacitor board mounted and connected to transceiver board
- 1.7. Transceiver head O-ring greased and mounted
- 1.8. Desiccant bag placed inside housing
- 1.9. End plate fastened with torque wrench

2. Performance test

- 2.1. Transducer head tested according to test procedure form no. 665

Date: 22 April 2009

Sign:

Halvard Skurve

Halvard Skurve, Production Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS



AANDERAA DATA INSTRUMENTS

TEST & SPECIFICATIONS

Form No. 661, Mar 2006

Layout No:
Circuit Diagram No:

Product: Transceiver Board 9107
Serial No: 336

1. Visual component check

- 1.1. Capacitors correctly orientated (tantalum and electrolytic)
- 1.2. Diodes correctly orientated
- 1.3. IC-circuits correctly orientated
- 1.4. Correct resistor values
- 1.5. Soldering on all components
- 1.6. Soldering quality

2. Performance test

- 2.1. Transmitter and receiver channels tested according to test procedure (form no. 664)

Date: 5 November 2008

Sign:

A handwritten signature in black ink that reads 'Oyvind Loberg'.

Oyvind Loberg, Production Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS



AANDERAA DATA INSTRUMENTS

TEST & SPECIFICATIONS

Form No. 497, Nov 2005

Product: Temperature Sensor 3621
Serial No: 2916

1. Visual and Mechanical Checks:

- 1.1. Visual check
- 1.2. O-ring groove inspected, cleaned and greased
- 1.3. Check that all conductors are electrically isolated from the sensor foot
- 1.4. Satisfactory soldering quality

Date: 19 May 2009

Sign:

A handwritten signature in black ink that reads 'Trond Johannessen'.

Trond Johannessen
Calibration and Production Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS



CALIBRATION CERTIFICATE

Form No. 624, Dec 2005

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Resolution: 0.1% of range
Accuracy: ± 0.05 °C
Time Constant (63%): 12 seconds

Product: Temperature Sensor 3621
Serial No: 2916
Certificate No: 3621 2916 39952
Calibration Date: 19 May 2009

Electronic board: 3942 Serial No: 366

This is to certify that this product has been calibrated using the following instruments:

ASL Digital Thermometer model F250
Platinum Resistance Thermometer
Calibration Bath model FNT 321-1-40

Serial No.06792/06
Serial No. 2H1072/4

Calibration points and readings:

| Temperature Ranges | Arctic: °C | | High: °C | | Low: °C | |
|-------------------------|------------|------------|----------|------------|---------|------------|
| Temperature (°C) | 0.90 | 5.17 | 10.95 | 33.99 | 0.90 | 19.93 |
| Reading, N | 450 | 942 | 50 | 937 | 155 | 953 |
| Calculated coefficients | A = | -3.086E+00 | | 9.754E+00 | | -2.790E+00 |
| | B = | 8.991E-03 | | 2.395E-02 | | 2.411E-02 |
| | C = | -3.476E-07 | | -5.941E-07 | | -2.238E-06 |
| | D = | 1.134E-10 | | 2.820E-09 | | 2.056E-09 |

| Temperature Ranges | Wide: °C | | Other: °C | |
|-------------------------|----------|------------|-----------|--|
| Temperature (°C) | 0.90 | 29.99 | | |
| Reading, N | 47 | 943 | | |
| Calculated coefficients | A = | -6.942E-01 | | |
| | B = | 3.420E-02 | | |
| | C = | -6.292E-06 | | |
| | D = | 4.800E-09 | | |

$$\text{Temperature (°C)} = A + BN + CN^2 + DN^3$$

Date: 19 May 2009

Sign:

Tor-Ove Kvalvaag, Calibration Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS



CALIBRATION CERTIFICATE

Form No. 719, Dec 2006

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Product: Pressure Sensor 3187B
Serial No: 110903
Range: 0 - 700 kPa

Calibration Date: 4 June 2009

This sensor is calibrated by the manufacturer and filled with oil at AADI.
The sensor's calibration has been controlled and adjusted to this instrument with an offset value using the following equipment:

| | |
|---|---------------|
| DHI Model PPC3-10M A10Ms/A1.4Mp | 673 |
| Digiquartz barometer model 745-16B | 101661 |

Offset Value: 0

This offset is internally stored in the sensor's memory.

Date: 8 June 2009

Sign:


Rita Ramberg,
Production Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS



Layout No:
Circuit Diagram No:
Program Version: 3B18

Product: Conductivity Sensor 4019A
Serial No: 167

1. Visual and Mechanical Checks:

- 1.1. Soldering quality
- 1.2. Visual surface
- 1.3. Galvanic isolation between housing and electronics

2. Current Drain and Voltages:

- | | |
|---|-------------|
| 2.1. Average current drain at 0.5 Hz sampling (Max.: 27 mA) | 21 mA |
| 2.2. CANBus Current drain at 0.5 Hz sampling (Max.: 25 mA) | 19 mA |
| 2.3. Current drain in sleep (Max.: 180 μ A) | 114 μ A |
| 2.4. CANBus Current drain in sleep (Max.: 180 μ A) | 144 μ A |
| 2.5. Quiescent current drain from -9V (Max.: 2 μ A) | 0 μ A |
| 2.6. DSP voltage, J3.3 (3.3 \pm 0.15V) | 3.29 V |
| 2.7. Excitation driver voltage, J3.8 (3.3 \pm 0.15 V) | 3.32 V |
| 2.8. Flash/RS232 driver voltage, J2.4 (5 \pm 0.2 V) | 5.08 V |

3. Electronic performance test:

- | | |
|--|-----------|
| 3.1. Average of Receiver readings (0 \pm 250mV) | -57 mV |
| 3.2. Standard Deviation of Receiver readings (Max.: 60mV) | 3 mV |
| 3.3. Crosstalk voltage with open loop (Max.: 350mV) | 0 mV |
| 3.4. Amplification (Zamp) with 1 mS loop/1000 Ω (1500-2200) | 1864 mV |
| 3.5. Reading (CompValue) with open loop/0mS (500-2000) | 1541 lsb |
| 3.6. Reading (CompValue) with 14.286 mS loop/70 Ω (50000-60000) | 53491 lsb |
| 3.7. CANBus Output test with 1 mS loop/1000 | |

4. Temperature cycling in chamber (0-50°C)

5. Temperature test (2-35°C):

- | | |
|---|--------|
| 5.1. Raw data temperature drift with 14.286 mS loop/70 Ω loop in High Range (Max 500) | 91 lsb |
|---|--------|

6. Pressure test (0-60MPa):

- | | |
|--|-----|
| 6.1. Raw data drift with 14.286 mS 70 Ω loop in High Range (Max 8) | lsb |
|--|-----|

Date: 19 May 2009

Sign:

Karl Magne Klepsvik,
Production Engineer Manager

Calibration Date: 4 June 2009

Product: Conductivity Sensor 4019A

Serial No: 167

This is to certify that this product has been calibrated using the following instruments:

| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| ASL Digital Thermometer model F250 | Serial No.06792/06 |
| Platinum Resistance Thermometer | Serial No.2H1072/1 |
| Calibration Bath model FNT 321-1-40 | 1 |
| Aanderaa Active Loop | 10 |

Parameter: Temperature

Calibration points and readings:

| | | | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Temperature (°C) | 1.158 | 12.108 | 24.104 | 36.073 |
| Reading (mV) | 2.42942E+03 | 2.09047E+03 | 1.69942E+03 | 1.33247E+03 |

Giving these coefficients

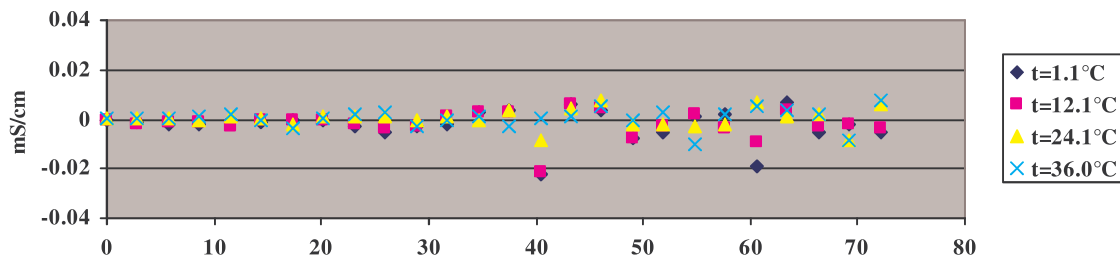
| | | | | |
|----------|------------|--------------|-------------|--------------|
| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
| TempCoef | 1.06012E02 | -7.79594E-02 | 2.49367E-05 | -4.36840E-09 |

Parameter: Conductance linearization and temperature compensation

Giving these coefficients

| | | | | |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
| R1Coef0 | 8.73382E00 | -3.00893E-04 | -7.53472E-06 | 6.90683E-08 |
| R1Coef1 | 8.73382E00 | -3.00893E-04 | -7.53472E-06 | 6.90683E-08 |
| R1Coef2 | -7.38908E-02 | -1.48602E-03 | 1.45190E-04 | -1.90964E-06 |
| R1Coef3 | 1.66821E-01 | 6.51861E-03 | -9.94774E-04 | 1.86934E-05 |
| R1Coef4 | 2.14866E-01 | 1.56670E-03 | -1.04743E-03 | 1.69373E-05 |
| R1Coef5 | -1.04065E00 | -2.70347E-02 | 5.11640E-03 | -1.01144E-04 |
| R1Coef6 | -5.82975E-01 | 5.48634E-04 | 2.66715E-03 | -4.75660E-05 |
| R1Coef7 | 2.06370E00 | 3.55604E-02 | -9.38712E-03 | 1.92468E-04 |
| R1Coef8 | 3.51307E-01 | 9.73755E-04 | -2.16110E-03 | 4.02342E-05 |
| R1Coef9 | -1.31478E00 | -1.61427E-02 | 5.75727E-03 | -1.20877E-04 |

Error graph 0 – 75 mS/cm:





CALIBRATION CERTIFICATE

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Form No. 711, Fen 2006
Page 2 of 2

Calibration Date: 4 June 2009

Product: Conductivity Sensor 4019A

Serial No: 167

Parameter: Conductivity

| | |
|---------------------------|-------------|
| Reference reading (mS/cm) | 5.14140E+01 |
| Conductance reading (mS) | 1.11903E+01 |

Giving following cell coefficient

| | |
|----------|-------|
| CellCoef | 4.633 |
|----------|-------|

Date: 4 June 2009

Sign:


Rita Ramberg,
Production Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS

Layout No: 1308E, 1299G
Circuit Diagram No:
Program Version: 3, Build: 11

Product: Oxygen Optode 3835
Serial No: 1075

1. Visual and Mechanical Checks:

- 1.1. O-ring surface
- 1.2. Soldering quality
- 1.3. Visual surface
- 1.4. Galvanic isolation between housing and electronics

2. Current Drain and Voltages:

- | | |
|--|--------|
| 2.1. Average current drain at 0.5Hz sampling (Max: 38mA) | 32 mA |
| 2.2. Current drain in sleep (Max: 300µA) | 230 µA |
| 2.3. Quiescent current drain from -9V (Max: 5µA) | 0 µA |
| 2.4. DSP voltage, IC5.1 (3.3 ±0.15V) | 3.30 V |
| 2.5. Excitation driver voltage, IC1.1 (3.3 ±0.15V) | 3.32 V |
| 2.6. Flash/RS232 driver voltage, IC7.4 (5 ±0.2V) | 5.16 V |

3. Receiver test:

- | | |
|--|---------|
| 3.1. Average of Receiver readings (0 ±50mV) | -5 mV |
| 3.2. Standard Deviation of Receiver readings (Max: 10mV) | 3.37 mV |

4. Performance Test in Air, 0°C Temperature:

- | | |
|--|-----------|
| 4.1. Amplitude measurement (Blue: 220 – 470mV) | 330.81 mV |
| 4.2. Phase measurement (Blue: 30 ±5) | 34.3 ° |
| 4.3. Standard deviation of Phase measurement: (Max: 0.02°) | 0.002 ° |
| 4.4. Temperature measurement: (700 ±300mV) | 615.51 mV |
| 4.5. SR10 Output tested (Set_Output(-100)) | |

5. Performance Test in Air, 20°C Temperature:

- | | |
|--|-----------|
| 5.1. Amplitude measurement (Blue: 290 – 470mV) | 377.1 mV |
| 5.2. Phase measurement (Blue: 25 ±5°) | 29.1 ° |
| 5.3. Standard deviation of Phase measurement: (Max: 0.02°) | 0.007 ° |
| 5.4. Temperature measurement: (100 ±300mV) | -92.78 mV |
| 5.5. SR10 Output tested (Set_Output(-100)) | |

6. Performance Test in Air, 40°C Temperature:

- | | |
|--|------------|
| 6.1. Amplitude measurement (Blue: 320 – 500mV) | 383.93 mV |
| 6.2. Phase measurement (Blue: 22 ±5°) | 26.5 ° |
| 6.3. Standard deviation of Phase measurement: (Max: 0.02°) | 0.009 ° |
| 6.4. Temperature measurement: (-500 ±300mV) | -530.22 mV |
| 6.5. SR10 Output tested (Set_Output(-100)) | |

Date: 27 January 2009

Sign:



Vidar Selsvik, Production Engineer



CALIBRATION CERTIFICATE

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Form No. 622, Dec 2005
Page 1 of 2

Sensing Foil Batch No: 4807
Certificate No:

Product: Oxygen Optode 3835
Serial No: 1075
Calibration Date: 24 January 2009

This is to certify that this product has been calibrated using the following instruments:

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| Calibration Bath model FNT | 321-1-40 |
| ASL Digital Thermometer model F250 | Serial: 6792/06 |

Parameter: Internal Temperature:

Calibration points and readings:

| | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|---------|
| Temperature (°C) | 0.97 | 11.90 | 23.85 | 35.85 |
| Reading (mV) | 661.36 | 307.46 | -86.72 | -448.36 |

Giving these coefficients

| | | | | |
|----------|------------|--------------|-------------|--------------|
| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
| TempCoef | 2.11687E01 | -3.06220E-02 | 2.87913E-06 | -4.17596E-09 |

Parameter: Oxygen:

| | O2 Concentration | Air Saturation |
|--------------------------|--|----------------|
| Range: | 0-500 $\mu\text{M}^{1)}$ | 0 - 120% |
| Accuracy ¹⁾ : | < $\pm 8\mu\text{M}$ or $\pm 5\%$ (whichever is greater) | $\pm 5\%$ |
| Resolution: | < 1 μM | < 0.4% |
| Settling Time (63%): | < 25 seconds | |

Calibration points and readings²⁾:

| | Air Saturated Water | Zero Solution (Na_2SO_3) |
|--------------------------|---------------------|--|
| Phase reading (°) | 3.28950E+01 | 6.61323E+01 |
| Temperature reading (°C) | 9.92574E+00 | 1.95454E+01 |
| Air Pressure (hPa) | 9.96556E+02 | |

Giving these coefficients

| | | | | |
|-----------|--------------|------------|------------|------------|
| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
| PhaseCoef | -1.88446E-03 | 1.10859E00 | 0.00000E00 | 0.00000E00 |

¹⁾ Valid for 0 to 2000m (6562ft) depth, salinity 33 - 37ppt

²⁾ The calibration is performed in fresh water and the salinity setting is set to: 0

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS



CALIBRATION CERTIFICATE

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Form No. 622, Dec 2005
Page 2 of 2

Sensing Foil Batch No: 4807
Certificate No:

Product: Oxygen Optode 3835
Serial No: 1075
Calibration Date: 24 January 2009

SR10 Scaling Coefficients:

At the SR10 output the Oxygen Optode 3830 can give either absolute oxygen concentration in μM or air saturation in %. The setting of the internal property "Output"³⁾, controls the selection of the unit. The coefficients for converting SR10 raw data to engineering units are fixed.

| Output = -1 | Output = -2 |
|---|--------------------------------|
| A = 0 | A = 0 |
| B = 4.883E-01 | B = 1.465E-01 |
| C = 0 | C = 0 |
| D = 0 | D = 0 |
| Oxygen (μM) = A + BN + CN2 + DN3 | Oxygen (%)= A + BN + CN2 + DN3 |

³⁾The default output setting is set to -1

Date: 26 January 2009

Sign:

Tor-Ove Kvalvaag, Calibration Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS



CALIBRATION CERTIFICATE

Form No. 621, Dec 2005

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Certificate No:
Batch No: 4807

Product:
Calibration Date: 30 May 2008

Calibration points and phase readings (degrees)

| | | | | | | |
|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Temperature (°C) | | 3.34 | 10.21 | 20.06 | 29.90 | 39.61 |
| Pressure (hPa) | | 973.50 | 973.50 | 973.50 | 973.50 | 973.50 |
| O2 in % of O2+N2 | 0.00 | 74.44 | 73.88 | 72.96 | 72.02 | 70.92 |
| | 1.00 | 70.42 | 69.52 | 68.03 | 66.73 | 65.21 |
| | 2.00 | 66.95 | 65.79 | 63.96 | 62.30 | 60.51 |
| | 5.00 | 58.65 | 57.04 | 54.70 | 52.55 | 50.46 |
| | 10.00 | 49.42 | 47.60 | 45.11 | 42.88 | 40.83 |
| | 20.90 | 38.38 | 36.64 | 34.37 | 32.42 | 30.71 |
| | 30.00 | 33.20 | 31.61 | 29.57 | 27.86 | 26.35 |
| | | | | | | |

Giving these coefficients ¹⁾

| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| C0 Coefficient | 5.27602E+03 | -1.78336E+02 | 3.60337E+00 | -3.17257E-02 |
| C1 Coefficient | -2.83515E+02 | 8.53926E+00 | -1.70712E-01 | 1.51927E-03 |
| C2 Coefficient | 6.14613E+00 | -1.62949E-01 | 3.25579E-03 | -2.94146E-05 |
| C3 Coefficient | -6.20004E-02 | 1.43629E-03 | -2.90879E-05 | 2.67188E-07 |
| C4 Coefficient | 2.39283E-04 | -4.79250E-06 | 1.00060E-07 | -9.33184E-10 |

¹⁾ Ask for Form No 621S when this O2 Sensing Foil is used in Oxygen Sensor 3830 with Serial Numbers lower than 184.

Date: 6/8/2009

Sign:

Tor-Ove Kvalvaag, Calibration Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS

Layout No: 1308E, 1299G
Circuit Diagram No:
Program Version: 3, Build: 11

Product: Oxygen Optode 3835
Serial No: 1078

1. Visual and Mechanical Checks:

- 1.1. O-ring surface
- 1.2. Soldering quality
- 1.3. Visual surface
- 1.4. Galvanic isolation between housing and electronics

2. Current Drain and Voltages:

- | | |
|--|--------|
| 2.1. Average current drain at 0.5Hz sampling (Max: 38mA) | 32 mA |
| 2.2. Current drain in sleep (Max: 300µA) | 240 µA |
| 2.3. Quiescent current drain from -9V (Max: 5µA) | 0 µA |
| 2.4. DSP voltage, IC5.1 (3.3 ±0.15V) | 3.30 V |
| 2.5. Excitation driver voltage, IC1.1 (3.3 ±0.15V) | 3.33 V |
| 2.6. Flash/RS232 driver voltage, IC7.4 (5 ±0.2V) | 5.08 V |

3. Receiver test:

- | | |
|--|---------|
| 3.1. Average of Receiver readings (0 ±50mV) | -15 mV |
| 3.2. Standard Deviation of Receiver readings (Max: 10mV) | 2.47 mV |

4. Performance Test in Air, 0°C Temperature:

- | | |
|--|-----------|
| 4.1. Amplitude measurement (Blue: 220 – 470mV) | 336.07 mV |
| 4.2. Phase measurement (Blue: 30 ±5) | 33.5 ° |
| 4.3. Standard deviation of Phase measurement: (Max: 0.02°) | 0.002 ° |
| 4.4. Temperature measurement: (700 ±300mV) | 662.96 mV |
| 4.5. SR10 Output tested (Set_Output(-100)) | |

5. Performance Test in Air, 20°C Temperature:

- | | |
|--|-----------|
| 5.1. Amplitude measurement (Blue: 290 – 470mV) | 372.38 mV |
| 5.2. Phase measurement (Blue: 25 ±5°) | 28.4 ° |
| 5.3. Standard deviation of Phase measurement: (Max: 0.02°) | 0.006 ° |
| 5.4. Temperature measurement: (100 ±300mV) | -48.35 mV |
| 5.5. SR10 Output tested (Set_Output(-100)) | |

6. Performance Test in Air, 40°C Temperature:

- | | |
|--|------------|
| 6.1. Amplitude measurement (Blue: 320 – 500mV) | 382.13 mV |
| 6.2. Phase measurement (Blue: 22 ±5°) | 25.6 ° |
| 6.3. Standard deviation of Phase measurement: (Max: 0.02°) | 0.007 ° |
| 6.4. Temperature measurement: (-500 ±300mV) | -516.07 mV |
| 6.5. SR10 Output tested (Set_Output(-100)) | |

Date: 14 January 2009

Sign:



Vidar Selsvik, Production Engineer

Sensing Foil Batch No: 4807
Certificate No:**Product: Oxygen Optode 3835**
Serial No: 1078
Calibration Date: 9 January 2009

This is to certify that this product has been calibrated using the following instruments:

Calibration Bath model FNT
ASL Digital Thermometer model F250321-1-40
Serial: 6792/06**Parameter: Internal Temperature:****Calibration points and readings:**

| | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|---------|
| Temperature (°C) | 0.97 | 11.90 | 23.85 | 35.86 |
| Reading (mV) | 713.74 | 361.98 | -36.95 | -408.01 |

Giving these coefficients

| | | | | |
|----------|------------|--------------|-------------|--------------|
| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
| TempCoef | 2.27212E01 | -3.03679E-02 | 2.81116E-06 | -4.15053E-09 |

Parameter: Oxygen:

| | O2 Concentration | Air Saturation |
|--------------------------|--|----------------|
| Range: | 0-500 $\mu\text{M}^{1)}$ | 0 - 120% |
| Accuracy ¹⁾ : | < $\pm 8\mu\text{M}$ or $\pm 5\%$ (whichever is greater) | $\pm 5\%$ |
| Resolution: | < 1 μM | < 0.4% |
| Settling Time (63%): | < 25 seconds | |

Calibration points and readings²⁾:

| | Air Saturated Water | Zero Solution (Na_2SO_3) |
|--------------------------|---------------------|--|
| Phase reading (°) | 3.18348E+01 | 6.53767E+01 |
| Temperature reading (°C) | 9.91671E+00 | 1.95969E+01 |
| Air Pressure (hPa) | 1.01635E+03 | |

Giving these coefficients

| | | | | |
|-----------|-------------|------------|------------|------------|
| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
| PhaseCoef | 9.51836E-01 | 1.10679E00 | 0.00000E00 | 0.00000E00 |

¹⁾ Valid for 0 to 2000m (6562ft) depth, salinity 33 - 37ppt

²⁾ The calibration is performed in fresh water and the salinity setting is set to: 0



CALIBRATION CERTIFICATE

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Form No. 622, Dec 2005
Page 2 of 2

Sensing Foil Batch No: 4807
Certificate No:

Product: Oxygen Optode 3835
Serial No: 1078
Calibration Date: 9 January 2009

SR10 Scaling Coefficients:

At the SR10 output the Oxygen Optode 3830 can give either absolute oxygen concentration in μM or air saturation in %. The setting of the internal property "Output"³⁾, controls the selection of the unit. The coefficients for converting SR10 raw data to engineering units are fixed.

| Output = -1 | Output = -2 |
|---|---------------------------------|
| A = 0 | A = 0 |
| B = 4.883E-01 | B = 1.465E-01 |
| C = 0 | C = 0 |
| D = 0 | D = 0 |
| Oxygen (μM) = A + BN + CN2 + DN3 | Oxygen (%) = A + BN + CN2 + DN3 |

³⁾The default output setting is set to -1

Date: 12 January 2009

Sign:

Tor-Ove Kvalvaag, Calibration Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS



CALIBRATION CERTIFICATE

Form No. 621, Dec 2005

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Certificate No:
Batch No: 4807

Product:
Calibration Date: 30 May 2008

Calibration points and phase readings (degrees)

| | | | | | | |
|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Temperature (°C) | | 3.34 | 10.21 | 20.06 | 29.90 | 39.61 |
| Pressure (hPa) | | 973.50 | 973.50 | 973.50 | 973.50 | 973.50 |
| O2 in % of O2+N2 | 0.00 | 74.44 | 73.88 | 72.96 | 72.02 | 70.92 |
| | 1.00 | 70.42 | 69.52 | 68.03 | 66.73 | 65.21 |
| | 2.00 | 66.95 | 65.79 | 63.96 | 62.30 | 60.51 |
| | 5.00 | 58.65 | 57.04 | 54.70 | 52.55 | 50.46 |
| | 10.00 | 49.42 | 47.60 | 45.11 | 42.88 | 40.83 |
| | 20.90 | 38.38 | 36.64 | 34.37 | 32.42 | 30.71 |
| | 30.00 | 33.20 | 31.61 | 29.57 | 27.86 | 26.35 |
| | | | | | | |

Giving these coefficients ¹⁾

| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| C0 Coefficient | 5.27602E+03 | -1.78336E+02 | 3.60337E+00 | -3.17257E-02 |
| C1 Coefficient | -2.83515E+02 | 8.53926E+00 | -1.70712E-01 | 1.51927E-03 |
| C2 Coefficient | 6.14613E+00 | -1.62949E-01 | 3.25579E-03 | -2.94146E-05 |
| C3 Coefficient | -6.20004E-02 | 1.43629E-03 | -2.90879E-05 | 2.67188E-07 |
| C4 Coefficient | 2.39283E-04 | -4.79250E-06 | 1.00060E-07 | -9.33184E-10 |

¹⁾ Ask for Form No 621S when this O2 Sensing Foil is used in Oxygen Sensor 3830 with Serial Numbers lower than 184.

Date: 6/8/2009

Sign:

Tor-Ove Kvalvaag, Calibration Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS



Layout No: 1313E
Circuit Diagram No: V-3938E
Program Version: 5, Build 1

Product: Compass Tilt Sensor 3777
Serial No: 417

Before casting:

1. Visual and Mechanical Checks:

- 1.1. Soldering quality
- 1.2. Soldering on all components
- 1.3. Diodes correctly orientated
- 1.4. IC-circuits correctly orientated
- 1.5. Correct resistor values
- 1.6. Capacitors correctly orientated (tantalum and electrolytic)

2. Performance Test:

- 2.1. Strap on analog ($2 - 7\Omega$): 2,5 Ω
- 2.2. Programming DSP
- 2.3. Current while active (<20mA): 12,2 mA
- 2.4. Sleep current (<100 μ A): 63 μ A
- 2.5. Voltage (DSP) (3.3V \pm 0.2): 3,30 V
- 2.6. Test Compass to PC (RS-232)
- 2.7. Test Compass to Sensor Board 3942

After casting:

3. Performance Test:

- 3.1. Current while active (<20mA): 11,8 mA
- 3.2. Sleep current (<100 μ A): 63 μ A
- 3.3. Test Compass to PC (RS-232)
- 3.4. Test Compass to Sensor Board 3942

4. Calibration:

- 4.1. Tilt measurement is compensated for temperature
- 4.2. Compass is calibrated on jigg

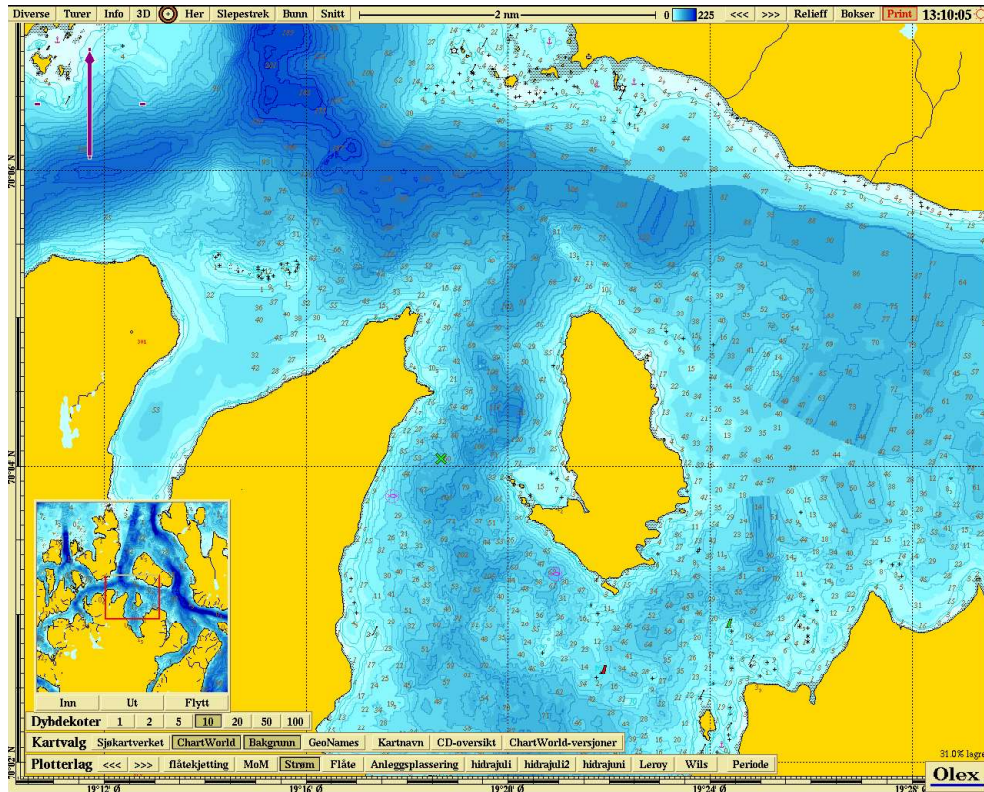
Date: 9 February 2009

Sign:

Kjetil Halsbog, Production Engineer

Rapport 2

Lerøy Aurora AS Miljøundersøkelser



Strømrappport spredningsstrøm **Karanes, Karlsøy kommune**

28.11.2011 - 05.01.2012

| | |
|----------------------------|--|
| Oppdragsgiver | |
| Firma: Lerøy Aurora AS | |
| Kontaktperson: Hugo Nilsen | |
| Dokument type | Strømrappport |
| Tittel | Strømrappport, Karanes, Karlsøy, 2011 |
| Prosjektnr. | 9723 |
| Filplassering | E:\9723LAHN\Dokumenter\Avd-Bbygg\Lokalitetsundersøkelser\Strømmålinger 2011\Karanes spredning\compile_Analyse\Strømrappport_Karanes_spredningsstrøm.d oc |

Sammendrag

Det er utført strømmålinger av spredningsstrømmen på lokalitet Karanes, Karlsøy, i perioden 28.11.2011 - 05.01.2012 som grunnlag 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 [%] |
|-----------|--------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
| 53 | 9 | 31 | 176 | 1.4 |

Vannutskiftning: Resultatene viser god vannutskiftning på 53 m dyp. Hovedstrømsretningene er Sørvest og Nordøst.

Tidevann og vind: Det vises tidevann spiller betydelig rolle i å styre spredningsstrømmen ved Karanes. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.

Oppdragsansvarlig Yngve Paulsen

Saksbehandler Juliane Borge

REVISJONSSTATUS

| Rev | Dato | Beskrivelse | Måling utf | Utf | Kntr | Godkjent |
|-----|------------|---------------|------------|-----|------|----------|
| 0 | 23.01.2012 | Strømrappport | KAa | JB | KAa | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

1. Innhold

| | |
|--|----|
| 1. Innhold | 3 |
| 2. Strømmåling oversikt..... | 4 |
| 3. Strømhastighet statistisk analyse | 6 |
| 3.1 Horisontal strøm..... | 6 |
| 4. Vannutskiftning og nullmålinger..... | 8 |
| 5. Tidevann | 9 |
| 6. To dagers periode | 11 |
| 7. Miljøparametre | 12 |
| 8. Sammendrag..... | 13 |
| 9. Referanser | 15 |

2. Strømmåling oversikt

Strømmålinger ble foretatt ved lokalitet Karanes i perioden 28.11.2011 - 05.01.2012.

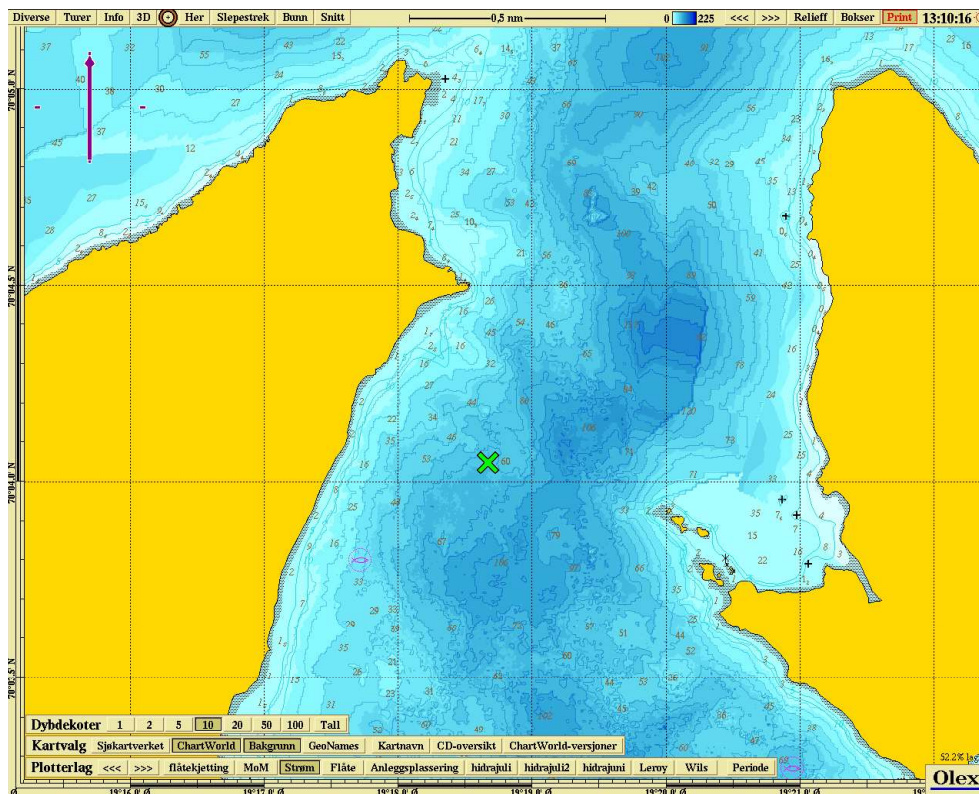
Tabell 1 sammenfatter de viktigste bakgrunnsinformasjonene for målingen:

- **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 en doppler punktmåler på 53 m dybde. Målet er å kartlegge spredningsstrøm.
- **Målingsutstyr:** Måleren ble forankret fra bunn og opp. Nærmere beskrivelse av 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 37 dager.

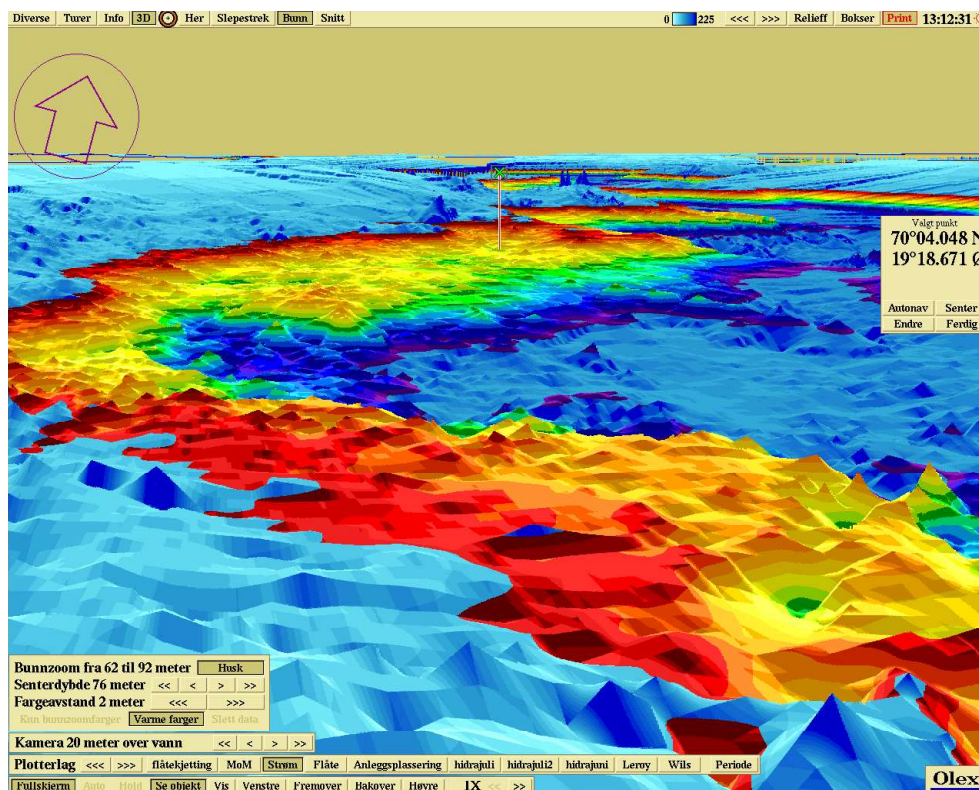
NS 9415 krever beskrivelse av strømmen i anlegget (5 m og 15 m) (NS 9415, 2009). Fiskeridirektoratets veileder krever beskrivelsen av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm (Fiskeridirektoratet, 2008). Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftning (Mattilsynet,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

Tabell 1: Generell informasjon om strømmålingen utført på Karanes

| | |
|--------------------------|---|
| Måleperiode | 28-Nov-2011 13:09:59 - 05-Jan-2012 09:49:59 |
| Varighet | 37 dager, 20 timer, 40 minutter |
| Antall målinger | 5453 |
| Koordinater | 70°4.048 N 19°18.671 Ø |
| Ca. dybde på målestedet | 75 m |
| Målertype - 53 m dybde | Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 503), Måling av horisontal strøm på instrumentdybde |
| Type måling - 53 m dybde | Burst (måling i 1 minutt), 150 ping |
| Frekvens | 10 minutter |



Figur 1: Lokalitet Karanes med målepunktet merket. Dybdekoter er på 10 meter.



Figur 2: 3D modell av lokalitet Karanes, farget område med 62 (rød) til 92 (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 av spredningsstrømmen. For flere detaljer henvises det til:

- Kapittel 8: Statistikktabell
- Appendiks B: Rose- og pinnediagram

3.1 Horizontal strøm

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

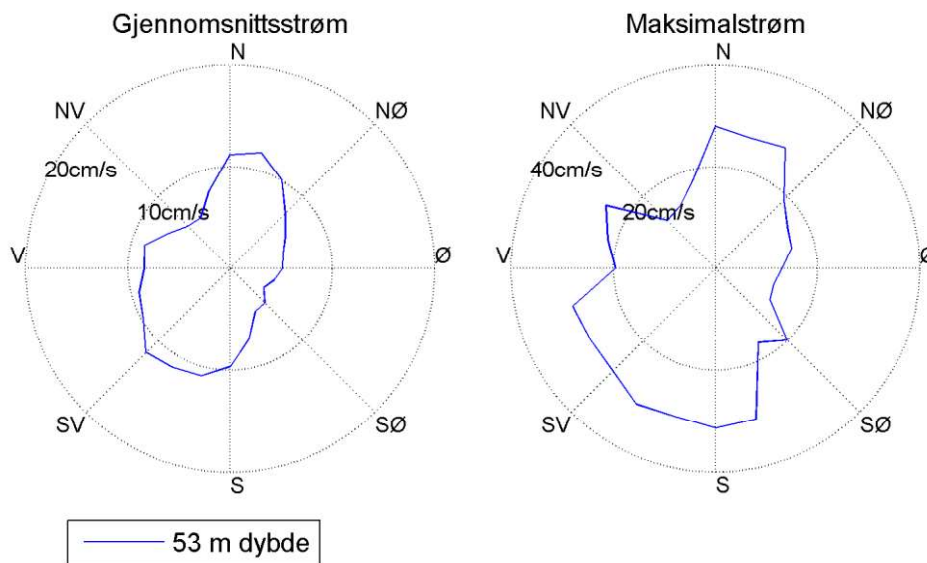
Figur 3 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer.

Den maksimale spredningsstrømmen for denne lokaliteten var 31 cm/s i retning 176°.

Figurene illustrerer at hovedretningene på Karanes er Sørvest og Nordøst.

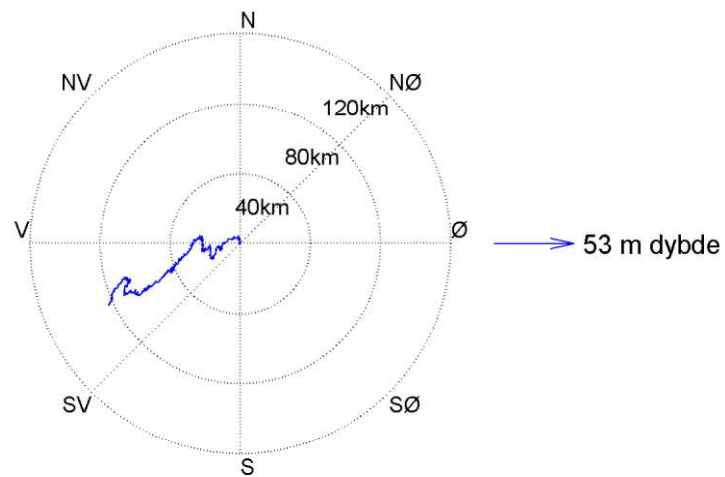
Tabell 2: Maksimal horisontal strøm [cm/s] og tilsvarende retning i 8 sektorer

| | Retning (mot) | | | | | | | | |
|-------|----------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|----------------|
| | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° | Alle retninger |
| Dybde | Maksimal horisontal strøm [cm/s] | | | | | | | | |
| 53 m | 28 | 27 | 15 | 20 | 31 | 31 | 29 | 25 | 31 (176°) |



Figur 3: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer)

Figur 4 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.



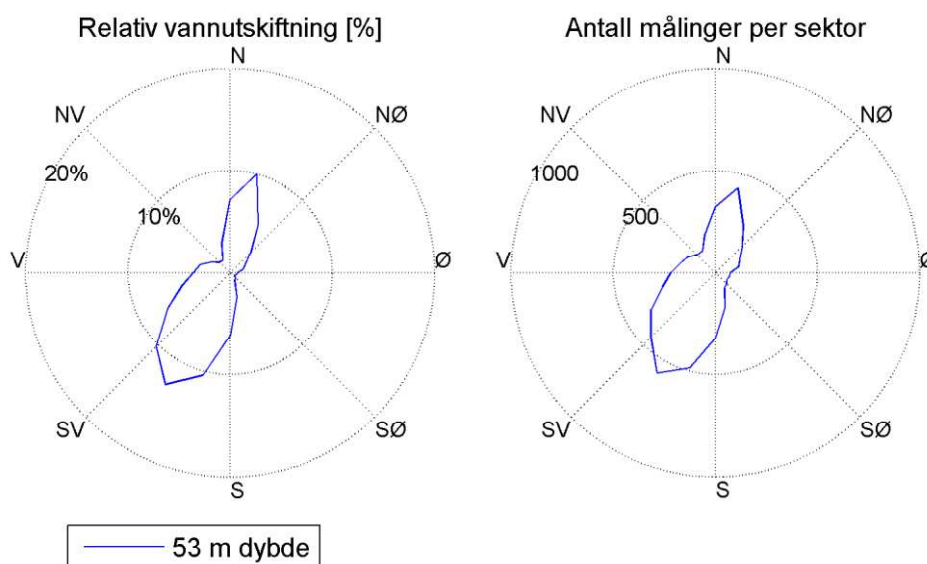
Figur 4: Progressiv-vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

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 5 viser relativ vannutskifting og antall målinger i 15 graders sektorer.

Tabell 3: Vannutskifting [m^3/m^2] i 8 sektorer, den største vannutskiftingen er uthevet

| | Retning (mot) | | | | | | | | |
|-------|------------------------------|-------|------|------|-------|--------------|-------|-------|----------------|
| | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° | Alle retninger |
| Dybde | Vannutskifting [m^3/m^2] | | | | | | | | |
| 53 m | 61106 | 29898 | 7829 | 6182 | 57689 | 90577 | 34818 | 15006 | 303105 |



Figur 5: Relativ vannutskifting og antall målinger per 15 graders sektor

5. Tidevann

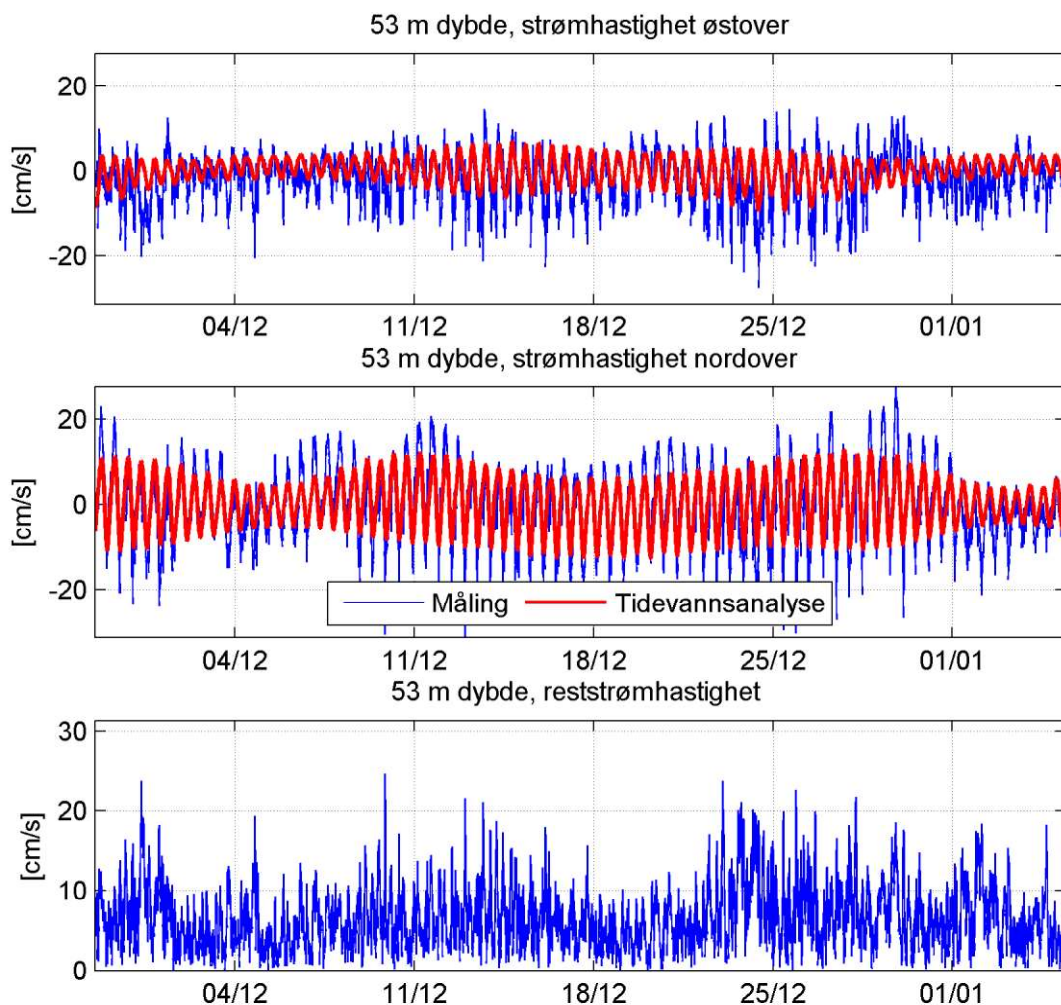
Det ble foretatt en tidevannsanalyse av spredningsstrømmen.

Resultatene vises i Figur 6 og Figur 7.

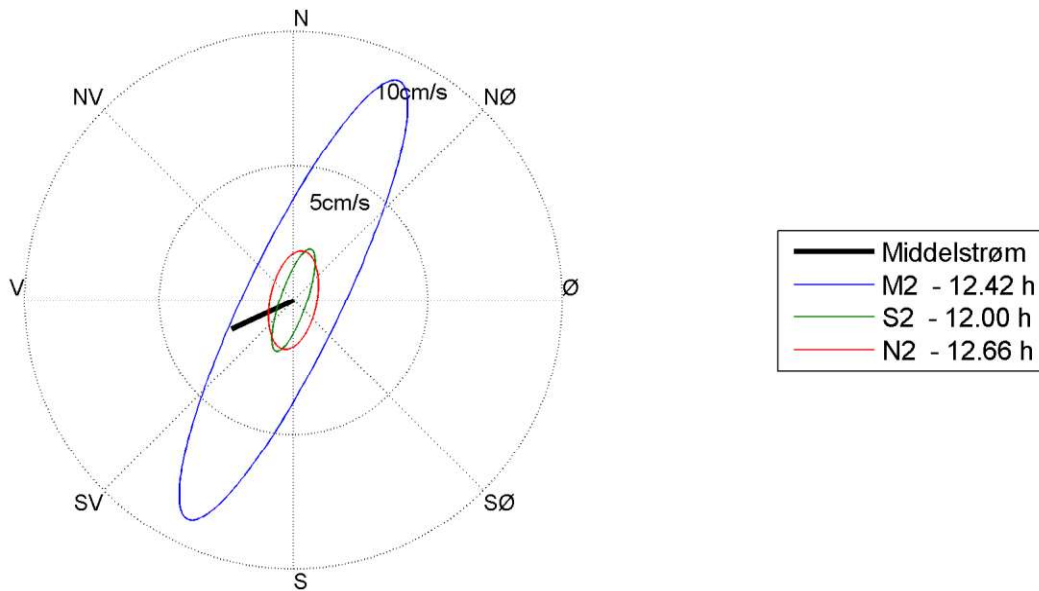
Figur 6 viser tidsserien av spredningsstrømmen med tidevannsanalyse så vel som tidsserien av reststrømmen (som er differansen mellom den faktiske strømmen og tidevannsanalysen). Reststrømmen er stort sett under 11 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 25 cm/s. Tidevannsanalysen forklarer 69 % av variansen.

Figur 7 viser tidevannsellipsene og middelet av spredningsstrømmen. Hovedperiodene til tidevannssignalet i strømhastigheten 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 framtrepende. Tidevannsellipsene beskriver hvordan tidevannsstrømmen varierer i løpet av den tilsvarende perioden. Tidevannsstrømmen oscillerer mellom nordøstlig og sørvestlig retning.

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



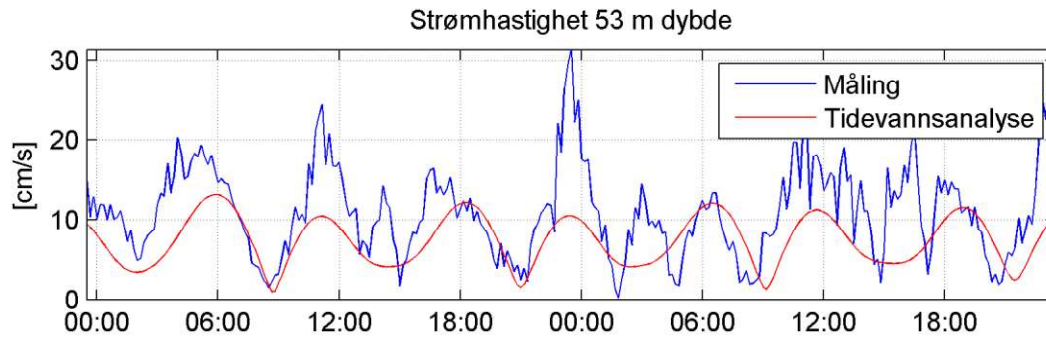
Figur 6: Horisontal strømhastighet, spredningsstrøm, med tidevannsanalyse



Figur 7: Tidevanssellipsene av spredningsstrømmen. Navnene M2, S2 og N2 refererer til tidevanskonstituentene.

6. To dagers periode

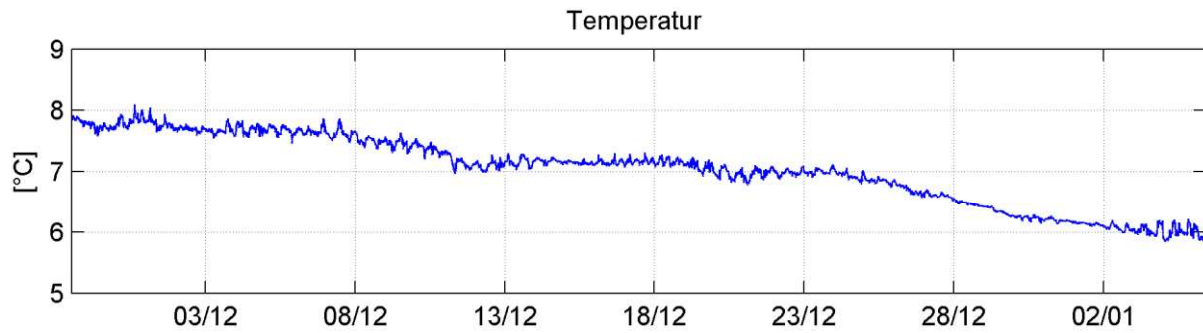
Figur 8 viser strøm i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 53 m dyp, 11.12.2011 - 13.12.2011.



Figur 8: Strøm i todagersperioden 11.12.2011-13.12.2011

7. Miljøparametre

Figur 9 viser resultatene av temperaturmålingen ved 53 m dyp.



Figur 9: Miljøparameter Seaguard, 53 m

8. Sammendrag

Det er foretatt strømmålinger av spredningsstrømmen ved lokalitet Karanes, Karlsøy kommune i perioden 28.11.2011 til 05.01.2012. Tabell 4 gir en oversikt over resultatene.

Det vises at tidevann spiller betydelig rolle i å styre spredningsstrømmen ved Karanes. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.

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

| | |
|---|---|
| Dybde | 53 m |
| Horisontal strøm | |
| Gjennomsnittsstrøm (Median) | 9 (8) cm/s |
| Standardavvik | 6 cm/s |
| Signifikant maksimumstrøm | 16 cm/s |
| Maksimumstrøm | 31 cm/s |
| Retning maksimumstrøm | 176° |
| Signifikant minimumstrøm | 3.3 cm/s |
| Minimumstrøm | 0.0 cm/s |
| Neumanns parameter | 0.27 |
| Reststrøm | 3 cm/s |
| Reststrømretning | 245° |
| Fire hyppigst forekommende strømretningene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor) | 210°, 195°, 225°, 15° |
| Fire hyppigst forekommende strømhastighetene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor) | 10-15, 15-25, 6-8, 8-10 |
| Vannutskiftning | |
| Mest vannutskiftning pr. 15 graders sektor | 38211 m ³ /m ² ved 210° |
| Minst vannutskiftning pr 15 graders sektor | 1450 m ³ /m ² ved 120° |
| Gjennomsnittlig total vannutskiftning pr. døgn (alle retninger) | 334 m ³ /m ² |
| Nullmålinger | |
| Andel målinger <1cm/s | 1.4 % |
| Lengste periode <1cm/s | 30 min |

For nøyaktigheten av målingene se Tabell 5.

Tabellen inkluderer både middelveidien og median. Middelveidien 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 4 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 av 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, 2007: "TD 262b Operating Manual - Seaguard RCM"

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

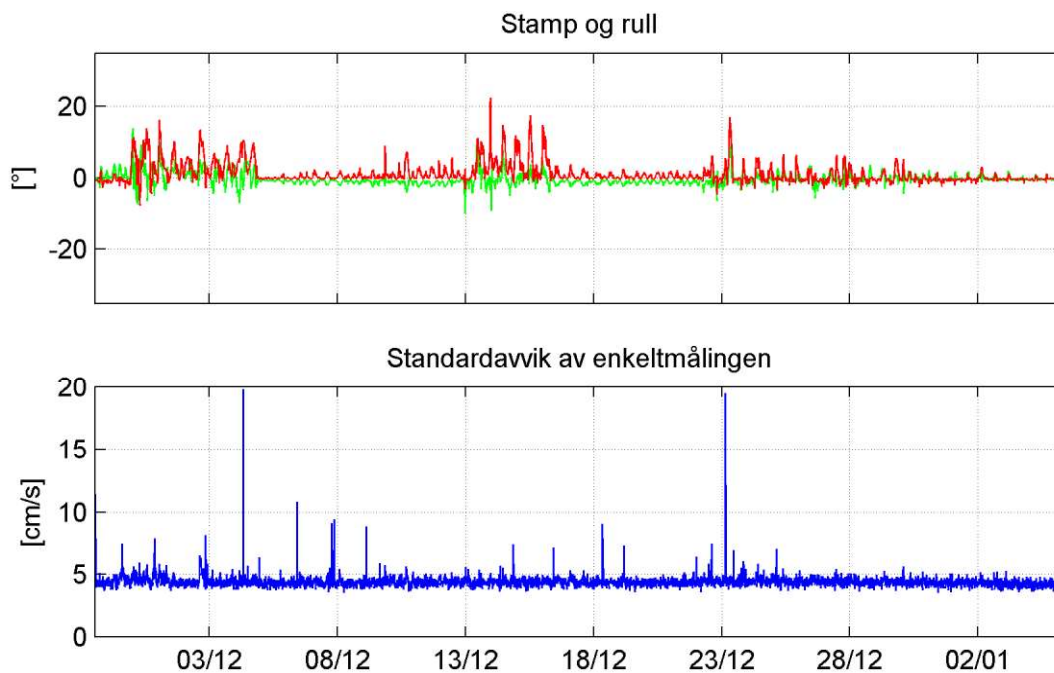
Appendiks A. Måling og kvalitetssikring

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. Seaguard har strålene orientert horisontalt og måler i instrumentdyp. Måleren ble forankret i bunn og sto på ca. 53 m.

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:

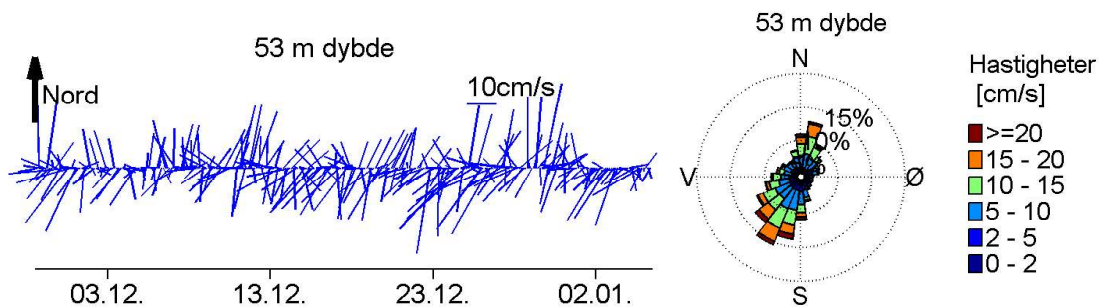
- Seaguard: stamp og rull mindre enn 35° og standardavvik av enkeltmålingen ca. 4 cm/s

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 Appendiks D. Figur 10 viser noen av parametrene etter datarensing.



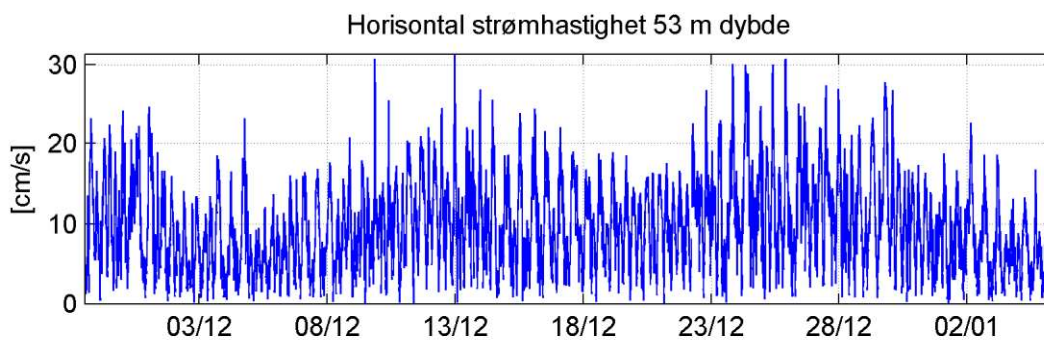
Figur 10: Kvalitetssikring Seaguard, etter datarensing

Appendiks B. Pinne- og rosediagram

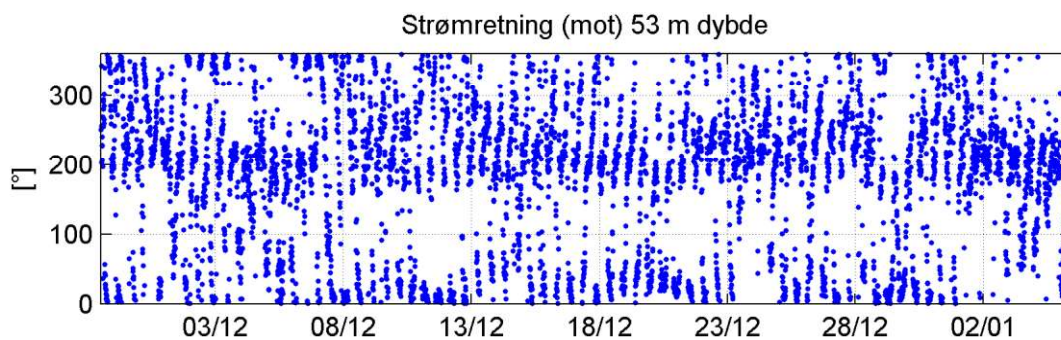


Figur 11: Strømretninger og strømhastigheter: pinnediagram som viser hastighet og retning over tid (en strek hver tredje time); rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge

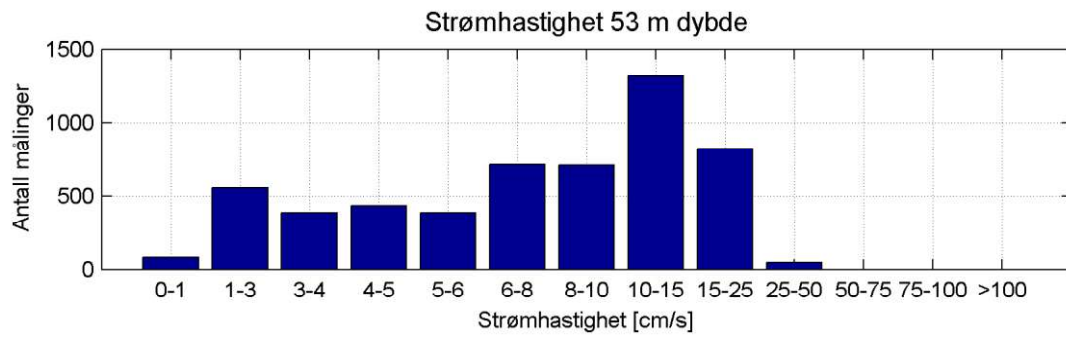
Appendiks C. Tidsserier



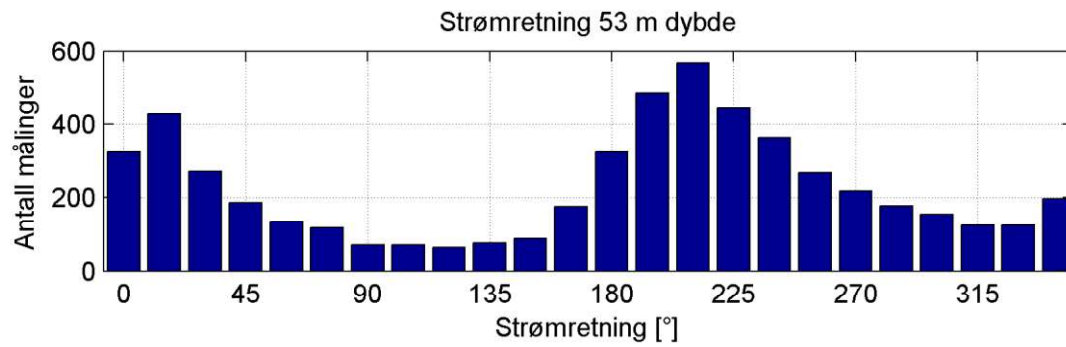
Figur 12: Tidsserier av horisontal strømhastighet



Figur 13: Tidsserier av strømretning



Figur 14: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 15: Histogram av strømretning

Tabell 5: Strømstyrke-retningsmatrise ved 53 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 ³ /m ² | % |
| 0° | 4 | 21 | 13 | 13 | 18 | 31 | 46 | 98 | 78 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 21605 | 7 |
| 15° | 3 | 20 | 10 | 16 | 17 | 42 | 57 | 143 | 116 | 4 | 0 | 0 | 0 | 8 | 30157 | 10 |
| 30° | 2 | 16 | 11 | 14 | 16 | 35 | 44 | 98 | 33 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 16343 | 5 |
| 45° | 3 | 12 | 15 | 23 | 22 | 33 | 33 | 40 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8485 | 3 |
| 60° | 1 | 27 | 17 | 21 | 11 | 16 | 20 | 21 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5069 | 2 |
| 75° | 3 | 29 | 16 | 18 | 13 | 20 | 9 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3780 | 1 |
| 90° | 1 | 19 | 10 | 10 | 11 | 9 | 5 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2169 | 1 |
| 105° | 7 | 18 | 9 | 10 | 7 | 10 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1880 | 1 |
| 120° | 4 | 23 | 11 | 11 | 8 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1450 | 0 |
| 135° | 5 | 20 | 15 | 12 | 3 | 14 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2169 | 1 |
| 150° | 4 | 23 | 15 | 19 | 6 | 6 | 5 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2564 | 1 |
| 165° | 4 | 20 | 22 | 31 | 19 | 24 | 20 | 23 | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7526 | 2 |
| 180° | 6 | 39 | 22 | 22 | 35 | 33 | 37 | 66 | 51 | 12 | 0 | 0 | 0 | 6 | 18619 | 6 |
| 195° | 3 | 30 | 23 | 23 | 28 | 68 | 69 | 123 | 106 | 10 | 0 | 0 | 0 | 9 | 31545 | 10 |
| 210° | 4 | 23 | 22 | 33 | 32 | 74 | 63 | 172 | 139 | 6 | 0 | 0 | 0 | 10 | 38211 | 13 |
| 225° | 2 | 17 | 25 | 30 | 26 | 41 | 52 | 115 | 130 | 6 | 0 | 0 | 0 | 8 | 31007 | 10 |
| 240° | 3 | 21 | 26 | 24 | 24 | 47 | 55 | 106 | 55 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 | 21359 | 7 |
| 255° | 3 | 22 | 17 | 28 | 14 | 33 | 37 | 80 | 32 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 14722 | 5 |
| 270° | 1 | 32 | 12 | 16 | 13 | 34 | 28 | 64 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 10912 | 4 |
| 285° | 3 | 18 | 12 | 17 | 13 | 25 | 26 | 40 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9184 | 3 |
| 300° | 2 | 25 | 24 | 15 | 13 | 26 | 20 | 20 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6323 | 2 |
| 315° | 4 | 24 | 12 | 12 | 10 | 31 | 22 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4385 | 1 |
| 330° | 5 | 30 | 13 | 10 | 11 | 22 | 21 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4298 | 1 |
| 345° | 2 | 28 | 13 | 9 | 15 | 36 | 31 | 53 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9343 | 3 |
| Sum % | 1 | 10 | 7 | 8 | 7 | 13 | 13 | 24 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | |

Appendiks D. Fjernet data

RCM data:

Fjernet 4 punkter på grunn av pitch/roll >35:

05-Jan-2012 10:00:00 til 05-Jan-2012 10:30:00

Fjernet 2 punkter på grunn av konduktivitet utafor [32.41, 35.29]:

22-Dec-2011 05:39:59 til 22-Dec-2011 05:50:00

Antall NaN (hull) i intervallet: 2

Appendiks E. Instrumentspesifikasjoner

Tabell 6: Instrumentspesifikasjonene

| | Seaguard |
|----------------------------|------------------------------------|
| Horisontal nøyaktighet | ± 0.15 cm/s, $\pm 1\%$ |
| Vertikal nøyaktighet | |
| Enkeltping statistisk støy | ± 0.3 cm/s |
| Nøyaktighet retning | $\pm 5^\circ$ - 7.5° |
| Temperatur nøyaktighet | $\pm 0.03^\circ\text{C}$ |
| Oksygen nøyaktighet | $< \pm 8\mu\text{m}$, $< \pm 5\%$ |
| Konduktivitet nøyaktighet | $\pm 0.005\text{S/m}$ |

Appendiks F. Kalibrering Seaguard RCM 503

Layout No:
Circuit Diagram No:

Product: Seaguard RCM SW
Serial No: 503

| Component | Serial No. | Remarks |
|-----------------------------|------------|---------|
| Main Assembly Seaguard 9340 | 849 | |
| DCS 4420 | 264 | |
| Conductivity Sensor 4319A | 477 | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

1. Visual and Mechanical Checks

- 1.1. Sensors fixed in correct position
- 1.2. Watertight receptacle and plugs connected
- 1.3. HUB connectors connected to main board
- 1.4. Pressure sensor filled with oil
- 1.5. Epoxy coating intact
- 1.6. Zinc anode installed
- 1.7. O-ring groove inspected, cleaned and greased

2. Pre-performance Setup

- 2.1. Hardware and sensors configured
- 2.2. Sensors detected and displayed in configuration wizard
- 2.3. Analog channels configured if used
- 2.4. Touch screen calibrated
- 2.5. Battery indicator calibrated
- 2.6. SD card operation
- 2.7. S-Flash operation
- 2.8. USB Connection to PC(only if installed)
- 2.9. Clock adjusted to correct UTC
- 2.10. Analog switch in correct position

3. Performance test

- 3.1. Clock adjusted to UTC
- 3.2. Current drain after power up (max 130 mA) 96.5 mA
- 3.3. Current drain with display off (max 30 mA) 13 mA
- 3.4. Current drain in Power Down Mode (max 1.0 mA) 0.49 mA
- 3.5. Pressure test
- 3.6. Field test and data analysis
- 3.7. Operation of display at 0°C
- 3.8. Operation with test probes on transducers, -5°C to +35°C (all sensors, 16 hours, data on SD)

Windows CE Licens-Key : 00039-398-095-532

Date: 27 October 2010

Sign:



Rita Ramberg, Production Engineer



Product: Seaguard RCM SW
Serial No: 503

1. Final Check prior to Shipment: (point 1.1 – 1.9 only if sensors installed)

- 1.1. Doppler Current Sensor is tested with Test Unit 3731
- 1.2. Temperature readings correspond to room temperature
- 1.3. Conductivity Sensor reads correct with seawater loop
- 1.4. Check that the pressure sensor is oil filled
- 1.5. Pressure Sensor gives correct reading at air pressure
- 1.6. Turbidity reading increases when a reflector is placed 20cm in front of it
- 1.7. The oxygen sensor reads maximum in air
- 1.8. Inspect O-ring groove and clean and grease O-ring
- 1.9. Battery in lower slot,
 - a) Type:
 - b) Open loop voltage: V
 - c) Voltage with 100 ohms load: V
- 1.10. Battery in upper slot,
 - d) Type:
 - e) Open loop voltage: V
 - f) Voltage with 100 ohms load: V

Date: 27 October 2010

Sign:


Rita Ramberg, Production Engineer

Product: Seaguard RCM SW
Serial No: 503
Date: 20.10.2010

Certificate No: 53431162503

This is to certify that this product has been pressure tested with the following instrument, and we confirm that no irregularities were found during the test:

Autoklav 800 bar – sn: 0210005

Pressure readings:

| Pressure (Bar) | Pressure time (hour) |
|----------------|----------------------|
| 30 | 1 |

Date: 27 October 2010

Sign:



Rita Ramberg, Production Engineer



AANDERAA DATA INSTRUMENTS

TEST & SPECIFICATIONS

Form No. 727, Oct 2007

License:- No licenses are bought.

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS

5851 BERGEN, NORWAY

Tel. +47 55 60 48 00

Fax. +47 55 60 48 01

E-mail: info@aadi.no

Web: <http://www.aadi.no>



TEST & SPECIFICATIONS

Form No. 776, Jul 2008

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Product Name: Main Assembly Seaguard 9340

Serial No: 849

Main Board Seaguard 9341

Serial No: 849

Main Board tested according to form 773

1. Visual component check prior to assembly in covers

2. Initial hardware test after bootloader and image loaded and display added

- 2.1 Current drain after bootloader start-up (max 70mA).....23.90mA
- 2.2 Current drain with image loaded (max 130mA) 93.00mA
- 2.3 Voltage 3.3V (3.3V ± 0.1V)..... 3.30V
- 2.4 Voltage 1.25V (1.25V ± 0.13V)..... 1.28V
- 2.5 Check that the SD card is detected and found in application in Control Panel
- 2.6 Check that the touch panel responds when the Start button is clicked
- 2.7 Check that the S-Flash is present in application in Control Panel

3. Hardware test with covers

- 3.1 Current drain with image loaded (max 130mA)..... mA
- 3.2 Voltage 3.3V (3.3V ± 0.1V)..... V
- 3.3 Check that the SD card is detected and found in application in Control Panel
- 3.4 Check that the touch panel responds when the Start button is clicked
- 3.5 Check that the S-Flash is present in application in Control Panel
- 3.6 Check that the USB port is working

Display Board 9342

Serial No: 616

Display Board tested according to form 772

1. Visual component check prior to assembly in covers

2. Hardware tests

- 2.1 Current drain with display on (max 230mA)..... 94.00mA
- 2.2 Current drain with display off (max 30mA)..... 12.00mA
- 2.3 Current drain in sleep mode (max 350µA) 237.00µA
- 2.4 Check the display colors, miscoloration is best seen on a white background
- 2.5 Check the touch screen operation

Main assembly with Main Board and Display Board

Main assembly tested according to form 774

4. Seaguard Main assembly test

- 4.1 Current drain with display connected (max 130mA)95.0mA
- 4.2 Visual display check
- 4.3 Current drain in Sleep Mode (max 350µA)..... 228.0µA
- 4.4 Clock setting (check new clock setting after switching power on)
- 4.5 Battery setting (check battery setting after power off)
- 4.6 Compact flash storage
- 4.7 SD card storage
- 4.8 USB connection to PC
- 4.9 RS485 connection to PC
- 4.10 Power spec test
- 4.11 Temperature test
- 4.12 Sensor setup test
- 4.13 Data collection test

Date: 27 October 2010

Sign:


 Rita Ramberg, Production Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS

Layout No:
Circuit Diagram No:

Product: DCS 4420
Serial No: 264

Digital Board

1. Tested according to Test Procedure Form 754.

Analog Board

2. Tested according to Test Procedure Form 757.

Complete Sensor

3. Tested according to Test Procedure Form 759.

Performance test and results from Test Procedure Form 759

4. Visual Check

- 4.1. Inspection of o-ring groove.
- 4.2. Pressure tested.
- 4.3. Electrical isolation to flange after pressure test (only 4520).
- 4.4. Communication tested (AiCaP, Rs-232/Rs-422).

5. Current Consumption

- | | |
|--|----------------|
| 5.1. Quiescent, no ping (maximum 220 μ A) | 189.00 μ A |
| 5.2. Total with one ping each second (maximum 14.5 mA) | 11.70mA |

6. Compass and Tilt sensor

- 6.1. Compass calibrated and verified to be within $\pm 2.0^\circ$ at 0° tilt and $\pm 3.5^\circ$ at 30° tilt.

7. Tilt Compensation

- 7.1. Tilt sensor calibrated and verified to be within $\pm 1.0^\circ$ in the range from $+35^\circ$ to -35° on both axes.

8. Performance test

- 8.1. The sensor is tested with Test Unit 3731 during climatic tests to control sensor performance over the whole temperature range.
- 8.2. The direction data is also controlled by changing the direction of the Test Unit 3731.

Date: 29 April 2010

Sign:



Halvard Skurve, Production Engineer

Product: DCS 4420
Serial No: 264
Date: 20.10.2010

Certificate No: 53435163264

This is to certify that this product has been pressure tested with the following instrument, and we confirm that no irregularities were found during the test:

Autoklav 800 bar – sn: 0210005

Pressure readings:

| Pressure (Bar) | Pressure time (hour) |
|----------------|----------------------|
| 30 | 1 |

Date: 27 October 2010

Sign:



Rita Ramberg, Production Engineer



Layout No:
Circuit Diagram No:
Program Version: 4.3.2

Product: Conductivity Sensor 4319A
Serial No: 477

1. Visual and Mechanical Checks:

- 1.1. Soldering quality
- 1.2. Visual surface
- 1.3. Galvanic isolation between housing and electronics

2. Current Drain and Voltages:

- | | |
|---|----------|
| 2.1. RS232 average current drain at 0.5Hz sampling (max: 25mA) | 18.0 mA |
| 2.2. RS232 peak current drain at 0.5Hz sampling | 172.0 mA |
| 2.3. RS232 current drain in sleep (max: 180µA) | 96 µA |
| 2.4. CANBus average current drain at 0.5Hz sampling (max: 25mA) | 18.0 mA |
| 2.5. CANBus peak current drain at 0.5Hz sampling | 176 mA |
| 2.6. CANBus current drain in sleep (max: 180µA) | 90.0 µA |
| 2.7. DSP voltage, (3.3 ±0.15V) | 3.29 V |
| 2.8. Excitation driver voltage, (3.3 ±0.15V) | 3.33 V |
| 2.9. Flash/RS232 driver voltage,(1.8 ±0.05V) | 1.83 V |

3. Electronic performance test:

- | | |
|---|-----------|
| 3.1. Average of Receiver readings (0 ±400mV) | 165 mV |
| 3.2. Standard Deviation of Receiver readings (max: 60mV) | 11 mV |
| 3.3. Cross-talk voltage with open loop (max: 550mV) | 316 mV |
| 3.4. Amplification (Zamp) with 0.2mS loop/5000 Ω (1200-2000) | 1632 mV |
| 3.5. Reading (CompValue) with open loop/0mS (1000 – 2000) | 1602 lsb |
| 3.6. Reading (CompValue) with 14.286mS loop/70Ω (50000 – 60000) | 51973 lsb |
| 3.7. CANBus Output test with 1 mS loop/1000 | |

4. Temperature cycling test:

- 4.1. Temperature cycling test in chamber (0-50°C)

5. Temperature test (2 – 35°C):

- | | |
|--|--------|
| 5.1. Raw data temperature drift with 14.286mS loop/70Ω loop in High Range (max 500) | 12 lsb |
|--|--------|

6. Pressure test (0 – 60MPa):

- 6.1. Raw data drift with 14.286mS 70Ω loop in High Range (max 8)

Date: 2 August 2010

Sign:

Oyvind Loberg, Production Engineer

Calibration Date: 22 October 2010
Product: Conductivity Sensor 4319A

Serial No: 477

This is to certify that this product has been calibrated using the following instruments:

| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| ASL Digital Thermometer model F250 | Serial No.06792/06 |
| Platinum Resistance Thermometer | Serial No.2H1072/1 |
| Calibration Bath model FNT 321-1-40 | 1 |
| Aanderaa Active Loop | 22 |

Parameter: Temperature

Calibration points and readings:

| | | | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Temperature (°C) | 1.161 | 12.117 | 24.114 | 36.081 |
| Reading (mV) | 2.27268E+03 | 1.93244E+03 | 1.55059E+03 | 1.20081E+03 |

Giving these coefficients

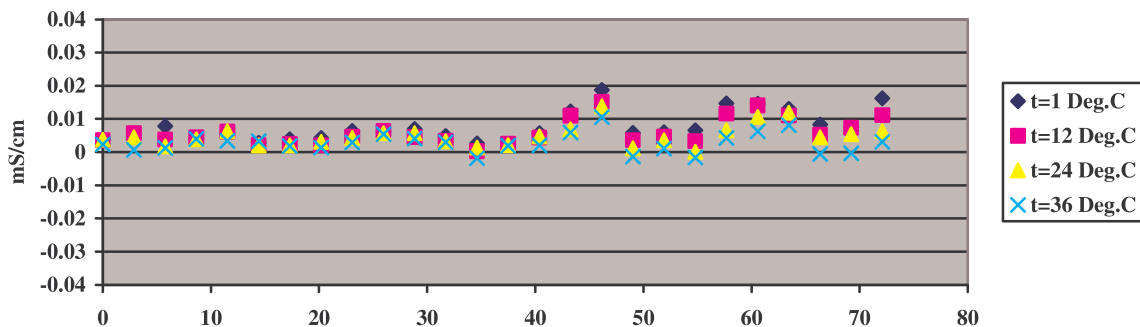
| | | | | |
|----------|------------|--------------|-------------|--------------|
| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
| TempCoef | 1.00708E02 | -7.75132E-02 | 2.52181E-05 | -4.56941E-09 |

Parameter: Conductance linearization and temperature compensation

Giving these coefficients

| | | | | |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Index | 0 | 1 | 2 | 3 |
| R1Coef0 | 9.01164E00 | -1.93894E-04 | 1.47888E-05 | -3.38281E-07 |
| R1Coef1 | 9.01164E00 | -1.93894E-04 | 1.47888E-05 | -3.38281E-07 |
| R1Coef2 | -3.45129E-02 | 1.46335E-03 | -5.46187E-05 | 6.67697E-07 |
| R1Coef3 | -8.02301E-02 | -3.25762E-03 | 3.68628E-04 | -6.66551E-06 |
| R1Coef4 | -1.63641E-01 | -1.06086E-02 | 4.81451E-04 | -6.49673E-06 |
| R1Coef5 | 2.16951E-01 | 1.54760E-02 | -1.84407E-03 | 3.28909E-05 |
| R1Coef6 | 4.19908E-01 | 2.45167E-02 | -1.26808E-03 | 1.82001E-05 |
| R1Coef7 | -2.38576E-01 | -3.55919E-02 | 3.78880E-03 | -6.62425E-05 |
| R1Coef8 | -2.94273E-01 | -1.85081E-02 | 1.06243E-03 | -1.60391E-05 |
| R1Coef9 | 1.21049E-01 | 2.73499E-02 | -2.63086E-03 | 4.53000E-05 |

Error graph:





CALIBRATION CERTIFICATE

AANDERAA DATA INSTRUMENTS

Form No. xxx, June 2007
Page 2 of 2

Calibration Date: 22 October 2010

Product: Conductivity Sensor 4319A

Serial No: 477

Parameter: Conductivity

| | |
|---------------------------|-------------|
| Reference reading (mS/cm) | 4.84050E+01 |
| Conductance reading (mS) | 1.06148E+01 |

Giving following cell coefficient

| | |
|----------|-------|
| CellCoef | 4.616 |
|----------|-------|

Date: 22 October 2010

Sign:


Rita Ramberg, Production Engineer

AANDERAA DATA INSTRUMENTS AS

Product: Conductivity Sensor 4319A
Serial No: 477
Date: 29.07.2010

Certificate No: 50676131477

This is to certify that this product has been pressure tested with the following instrument, and we confirm that no irregularities were found during the test:

Autoklav 800 bar – sn: 0210005

Pressure readings:

| Pressure (Bar) | Pressure time (hour) |
|----------------|----------------------|
| 600 | 14 |

Date: 2 September 2010

Sign:



Karl Magne Klepsvik,
Production Engineer Manager