



**SINTEF Fiskeri og havbruk AS**

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse:  
SINTEF Sealab  
Brattørkaia 17B

Telefon: 4000 5350  
Telefaks: 932 70 701

E-post: fish@sintef.no  
Internet: www.sintef.no

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Utvikling av sikre oppdrettsanlegg Fase 1 – Måleresultat fra feltmålinger ved oppdrettsanlegget Farmansøya**

FORFATTER(E)

Anna Olsen og Zsolt Volent

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

RAPPORTNR. SFH80 A096050	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Terje Flatøy	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04917-6	PROSJEKTNR. 862029	ANTALL SIDER OG BILAG 41
ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF RAPPORT SFH80 A096050.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Ulf Winther	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Egil Lien	
ARKIVKODE	DATO 2009-02-26	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Arne Fredheim, Forskningsleder	

**SAMMENDRAG**

I forbindelse med prosjektet "Utvikling av sikre oppdrettsanlegg Fase 1" ble det målt strekk på anker, ramme og hanefot i et oppdrettsanlegg for å bestemme de maksimale kreftene grunnet vind, strøm og bølger. Vindhastighet og strøm i området ble også målt. Salmar sitt anlegg ved Farmansøya i Roan kommune, Nord-Trøndelag ble valgt som forsøksanlegg på grunn av en eksponert lokalisering.

I prosjektet ble det funnet god sammenheng mellom strekkbelastning på anlegget og miljøvariable slik som vind og strøm. Det ble målt strekkklaster opp til 6 tonn i en ankerline mens gjennomsnittlig belastning lå på ca 1,1 tonn. Sentralrammen hadde maksimal last på 5,3 tonn og middellast på 0,95 tonn. Den delen av rammen som går mot SØ hadde den minste belastningen og var for det meste slakk. Målte belastninger lå godt under designverdiene som var beregnet i forankringsanalysen. Beregningen i forankringsanalysen viste 16 tonn (inkludert en lastfaktor på 1,15) for ankerline og 18,5 tonn for rammetau. Dvs. en utnyttelsesgrad på 0,37 for ankerline og 0,29 for rammetau.

I videre analyse av måledataene vil det være formålstjenelig å se på korrelasjon mellom strøm, vind og strekkklaster. Måledataene gjør det mulig å etablere mer nøyaktige statistiske fordelinger av strøm og vind på typiske lokaliteter brukt til akvakultur. Dette kan bidra til å unngå feilklassifisering i forhold til valg av utstyr og anleggskonfigurasjon.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Havbruk	Aquaculture
GRUPPE 2	Teknologi	Technology
EGENVALGTE	Rømming av fisk	Escape of fish

## **INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Instrumentering og klargjøring .....</b>	<b>4</b>
2.1	Montering av instrumenteringen.....	5
<b>3</b>	<b>Spesielle hendelser i løpet av måleperioden.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Databehandling.....</b>	<b>7</b>
4.1	Strekkefter .....	7
4.2	Vinddata.....	11
4.3	Strømdata .....	14
<b>5</b>	<b>Resultater og diskusjon.....</b>	<b>19</b>
	<b>Appendiks - Protokoll .....</b>	<b>27</b>

## 1 Innledning

I forbindelse med prosjektet ”Utvikling av sikre oppdrettsanlegg Fase 1” ble det målt strekk på anker, ramme og hanefot i et oppdrettsanlegg for å bestemme de maksimale kreftene grunnet vind, strøm og bølger. Vind hastighet og strømmen i området ble også målt. Salmar sitt anlegg ved Farmansøya i Roan kommune, Nord-Trøndelag ble valgt som forsøksanlegg på grunn av en eksponert lokalisering (Fig. 1).



Fig. 1. Kart over området hvor Salmar sitt anlegg er plassert.

Anlegget er et ringanlegg med 8 bur à 70x70 meter, der et bur har plass til ring med omkrets opp til 157 meter. Nummereringen av merdene sett fra nordøst (NØ) mot sydvest (SV). Merd 1 er første merd til høyre og merd 4 siste i rekken til høyre (Fig. 1). Merd 5 er første merd til venstre og merd 8 er siste merd i rekken mot venstre. Anlegget måler 280 meter i lengden og 140 meter i bredden. Anlegget ligger sammen med betongflåte forankret på NØ siden av merdene.

Etter lokalitetsvurdering gjennomført av Havbruksstjenesten har denne lokaliteten fått lokalitetsklasse Db og lokalitetskategori 3 i henhold til NS9415 (ref. SalMar). Det vil si at lokaliteten har høy eksponering mot bølger og moderat eksponering mot strøm. Maksimalverdien på strømmen i 5 m dyp midt i anlegget, er målt til 14 cm/sec (målingene var foretatt fra 10. februar til 11. mars 2005) i retning NØ og 9 m/sec på 50 m dyp i retning sør (S) (som tilsvarer lokalitetsklasse ”a” på strømmen). Midten av anlegget ligger på ca 64°11.2 N og 10°07.5 Ø. I nyere lokalitetsrapport er strømverdiene justert opp etter samtale med driftsleder, som erfarte sterkere strøm på lokaliteten enn de målte verdiene i 2005. Strømverdiene i 5 m dyp ble oppjustert til 28 cm/s med dominant retning SV – NØ retning. Dette overensstemmer bedre med våre strømmålinger (se Kapittel 4. Databehandling) der den maksimale strømhastigheten ble målt til 23 cm/s i samme dominerende retning for tidsperiode 17. mars - 30. april 2008. Den høyeste signifikante bølgehøyden var beregnet ut i fra vindstyrken og strøklengden og satt til 2,3 meter. I

motsetning til strømverdiene som ble justert opp, ble denne variabelen justert ned i forhold til den første lokalitetsrapporten der beregnet signifikant bølgehøyde var 2,9 meter. Begrunnelse for det var også driftsleders erfaringer etter 1 års drift på anlegget.

Målepunktet på anlegget er valgt ut fra analyser utført av NOOMAS i fortøyningsrapporten (ref. SalMar). Fig.2 viser skisse av belastet fortøyningsystem. Angitt belastning er beregnet ut i fra 10 års estimat for maksimum strømkrefter og bølger med maksimum signifikant bølgehøyde og periode beregnet i lokalitetsrapporten. Fra analysen ser vi at ankerline mot sørvest (SV) og rammetau mot senter av anlegget er mest belastet med strekk opp til 159 kN (15,9 tonn). Basert på denne forankringsanalysen ble det besluttet å måle krefter i denne tilkoblingen.

Skisse med laster oppgitt i N. Uten lastfaktor. Vær fra NV, N, NØ, Ø, SØ, S, SV, V.

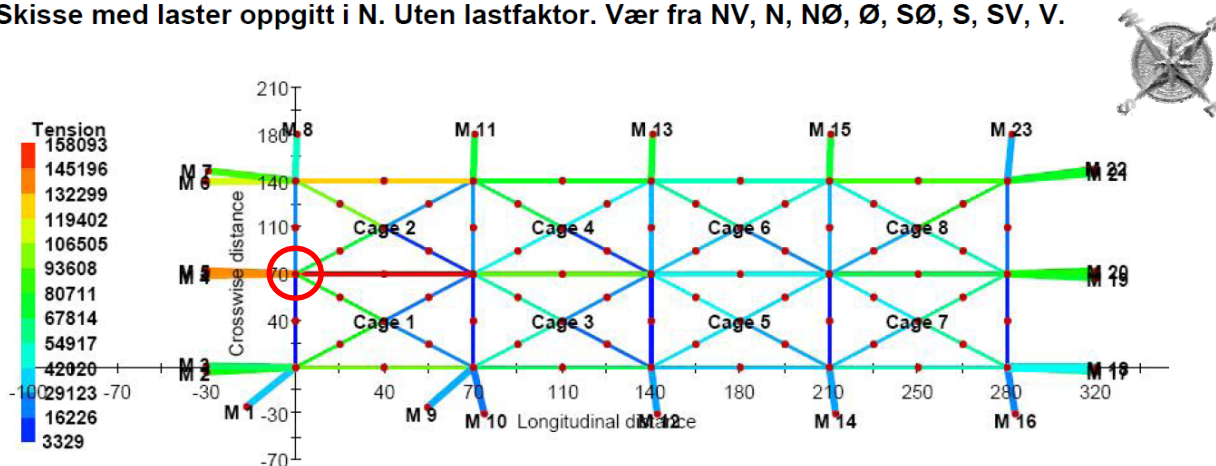


Fig. 2. Skisse med laster oppgitt i N. Uten lastfaktor. (se NOOMAS fortøyningsanalyse Farmansøya anlegg.pdf) Rød sirkel viser tilkoblingspunkt.

## 2 Instrumentering og klargjøring

For dette prosjektet ble det benyttet 4 veiesjakler fra Strainstall med en kapasitet på 25 tonn for målinger av strekkraftene på koblingsplata i midten av anleggets sørøstlige kant (Se Fig 1 og Fig 2). Sertifiseringsberegningene for krefter på anlegget viste at dette punktet hadde størst belastning.

For målinger av vindhastighet og lufttemperatur ble det benyttet en værstasjon levert av Ekopower (Nederland), som også leverte loggeutstyret. Det ble benyttet 2 loggere med 16 stk 16 bits A/D der den ene loggeren ble konfigurert til å lese av data med 1 Hz intervall (1 Hz logger) mens den andre ble konfigurert til en lese av data med 8 Hz (8 Hz logger).

1 Hz loggeren ble konfigurert til å lagre 10 minutters middelerverdier, maks. og min. og standardavviket. I tillegg til lagring av data internt på SD minnekort ble 1 Hz loggeren konfigurert til å sende de lagrede dataene 1 gang om dagen via GPRS til SINTEF sin server for sikkerhetslagring og presentasjon på internett (<http://www.torshavn.no/farmanssoya/>). Alle sensorene var koblet til denne loggeren, også veiesjakkene. 8 Hz loggeren ble konfigurert til å lagre alle avleste data, og var bare koblet til veiesjakkene.

Veiesjakkene ble klargjort og testet etter prosedyrene i protokollen for veiesjakkene (Appendiks 1). I tillegg ble det gjennomført en 5 dagers realistisk test med lagring og overføring av data, der alle sensorene ble koblet opp og sjakkene senket ned på 5 meters dyp.

For måling av strøm ble det benyttet 2 strømmålere, der den ene målte strøm i 1 dyp (Aquadopp) og den andre i 10 forskjellige dyp (profilerende strømmåler - Aquapro), til sammen 11 dyp. Begge

strømmålerne var levert av Nortek. Strøm ble målt i 5, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27 og 29 m dyp.

## 2.1 Montering av instrumenteringen

Strømmålerne ble forankret ca 150 m SV for anlegget (Fig. 1). Forankringsriggen bestod av et bunnlodd på 350 kg tauverk, trål kuler for å holde Aquapro i vertikal posisjon. På overflaten var det satt ut en flytebøye hvor Aquadopp ble hengt under med et lodd for å holde den vertikale posisjonen (Fig. 3).

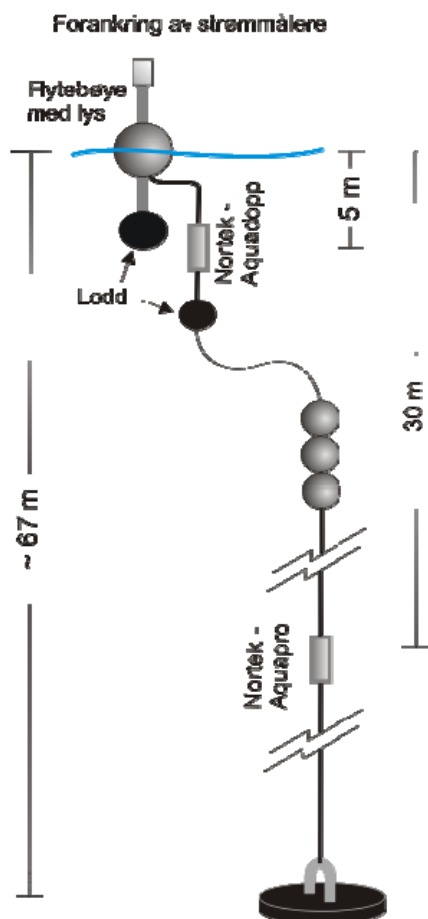


Fig. 3. Forankringsrigg for strømmålere. Nortek Aquadopp strømmåler er montert i 3 m dyp og måler strøm i et punkt. I 24 m dyp er det montert en Nortek Aquapro profiler som måler strøm i 10 dyp.

Værstasjonen og loggerne ble montert på merdkanten. Batteriene ble montert i en kasse fastspent på flytekragen rett ved siden av loggerne og værstasjonen.

De 4 veiesjakkene ble montert inn i mellom koblingsplaten og kjettingene (Fig. 4). Kablene ble forsynt med strekkavlastere og hang fritt i mellom sjakk og merdkanten hvor resten av utstyret var montert.



Fig. 4. Montering av veiesjaklene mellom kjettinger og koblingsplater.

Plasseringen av sjaklene på koblingsplaten er vist i Fig. 5. De 4 sjaklene ble montert i følgende rekkefølge: Sjakkel 1 var montert mot anker i retningen SV, sjakkel 2 var montert mot hanefot til merd nr. 4 i retningen N, sjakkel 3 var montert i retningen ramme midten mot nordvest (NV), og sjakkel 4 ble montert i ramme mot sørøst (SØ). Kraft i ramme mot NV er ikke målt.

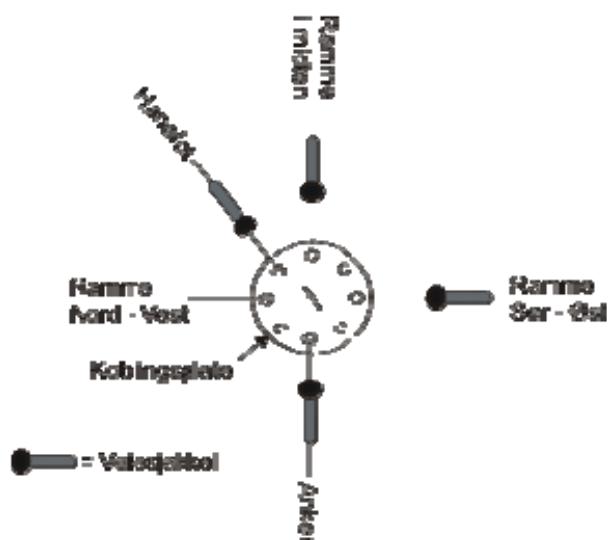


Fig. 5. Montering av de 4 sjaklene mot koblingsplate.

Værstasjonen ble montert på en 3 m glassfiberstang hvor stangen ble festet til merdkanten med slangeklemmer, like ved loggerne og batterikassen.

### 3 Spesielle hendelser i løpet av måleperioden

I løpet av måleperioden ble merdene etter hvert tømt for fisk og noen av merdene ble fjernet. I tabell 1 er alle hendelser listet opp.

Tabell 1. Tidspunkter for tilknytning av brønnbåt og fjerning av merder.

Tilknytning av Brønnbåt	Merder fjernet
14/3 (tidspunkt usikkert) lå 1 time	18/3 merd 8
14/4 kl. 2000-2200	
15/4 kl. 1215-1400	
16/4 kl. 0500 - 0700 og kl. 2130 - 2300	
17/4 kl. 1330-1500	
18/4 kl. 0700-0900	

I perioden mellom 6.4. kl. 02:39 til 10.4 kl 11:58 var instrumentene ute av drift på grunn av ladning av batteriene.

## 4 Databehandling

### 4.1 Strekkrefter

Strekkklaster fra de 4 veiesjakkene logget med 1 Hz loggeren er brukt i disse analysene. Strekkmålingene er logget hvert sekund og midlet over 10 minutter. For hver 10 minutters periode er følgende data tilgjengelig: minimum, maksimum og middel strekk samt standardavvik i løpet av disse 10 minuttene. Følgende kalibreringsformel ble benyttet til å konvertere målespenning til tonn:

$$SL(\text{tonn}) = (SL(V) - 1,5) \cdot 7,576$$

Data ble kvalitetssikret i forhold til urealistiske verdier og støyverdier. Antall målte døgn er kortere en tidsserien tilsier på grunn av ladning av batteriene i perioden 06-04-2008 02:39 til 10-04-2008 11:58 (Tabell 2).

Tabell 2. Tidsserie parametere.

Startdato	Sluttdato	Antall døgn	Intervall	Antall målinger
17-03-2008 00:09:16	30-04-2008 23:58:19	41	10 min	5819

Minimale, maksimale og middelverdier er angitt i Tabell 3. Vi kan se at maksimal strekk går i ankerline og sentral rammetau mot NØ. Den maksimale verdien i løpet av hele måleperioden var 6 tonn. Rammetau mot SØ var for det mest i slakk, og de fleste målte verdiene lå til og med under nivå for forspenning (0,5 tonn) som man antar på slik konstruksjon.

Tabell 3. Oppsummering av måledata.

	Ankerlinestrekk (tonn)	Hanefotstrekk (tonn)	Strekk av ramme mot senter (tonn)	Strekk av ramme mot SØ (tonn)
<b>Maks.</b>	6,00	3,70	5,30	1,68
<b>Min. av 10 minutters middelsstrekk</b>	0,33	0,01	0,29	0,04
<b>Maks. av 10 minutters middelsstrekk</b>	5,31	1,76	4,35	0,73
<b>Gjennomsnitt av 10 minutters middelsstrekk</b>	1,13	0,32	0,95	0,22
<b>Standardavvik</b>	0,64	0,24	0,49	0,08

Histogrammer med fordeling av de fire strekkreftene er vist på Fig.6. Vi kan se at hovedklyngen av alle kreftene ligger i den lavere delen med minst strekk. Dette betyr at strekk opp i mot



maksimumsverdien forekommer sjeldent. Kreftene på ramme mot SØ var mer fordelt rundt gjennomsnittet.

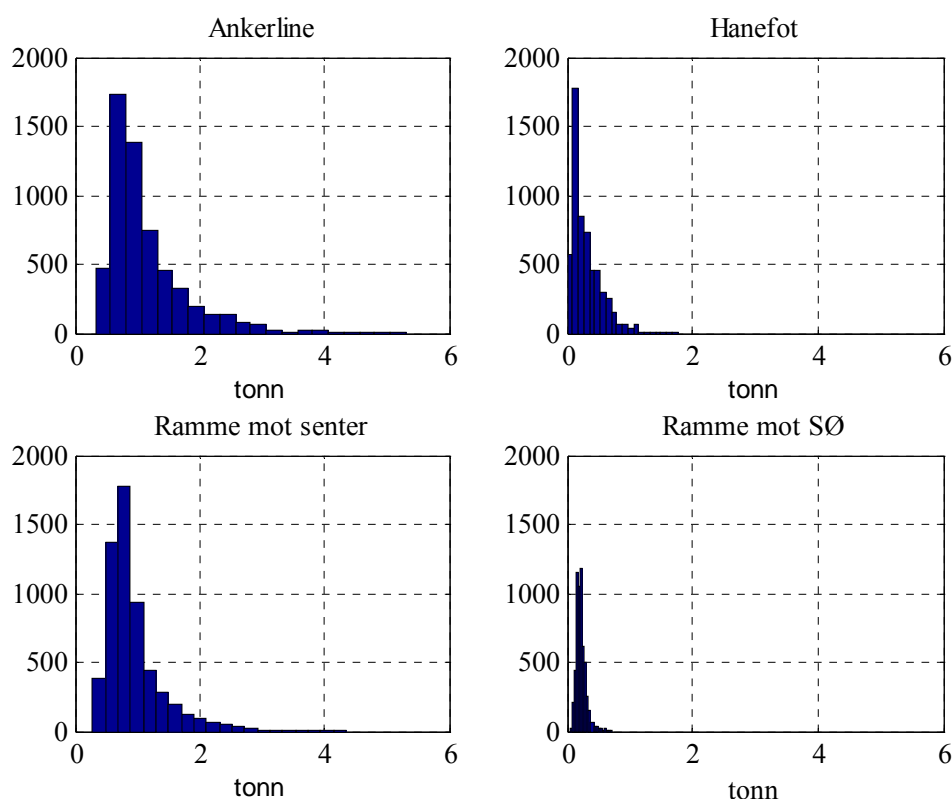


Fig. 6. Fordeling av strekkklaster.

Tidsseriene av strekklastene sammen med vindfart og strømfart målt med AquaDopp i 5 m dyp er presentert på Fig. 7. Egen skala er gitt for hver tidsserie, der den høyeste maksimum målte verdi for hele perioden. For videre behandling ble følgende hendelser plukket ut for diskusjon og analyse (se Tabell 4). Disse hendelsene er vist på Fig. 7 med rød firkant, der bredde på firkanten er forløpt tiden. Vi vil se nærmere på slike hendelser som operasjoner på anlegget (ankomst av brønnbåt og fjerning av not) og høye vind-, strømfart og strekkspenning i liner i forhold til gjennomsnittet.

Tabell 4. Tidspunkter for interessante hendelser.

Start	Slutt	Kommentar
18-03-2008 00:00:00	19-03-2008 00:00:00	Merd 8 fjernet
19-03-2008 15:00:00	21-03-2008 10:00:00	Hend. 1 Sterk vind og strøm
30-03-2008 00:00:00	31-03-2008 20:00:00	Hend. 2 Sterk vind og strøm
04-04-2008 00:00:00	05-04-2008 22:00:00	Hend. 3 Sterk vind og strøm
14-04-2008 20:00:00	14-04-2008 22:00:00	Brønnbåt
15-04-2008 12:15:00	15-04-2008 14:00:00	Brønnbåt
16-04-2008 05:00:00	16-04-2008 07:00:00	Brønnbåt
16-04-2008 21:30:00	16-04-2008 23:00:00	Brønnbåt
17-04-2008 13:30:00	17-04-2008 15:00:00	Brønnbåt
18-04-2008 07:00:00	18-04-2008 09:00:00	Brønnbåt
28-04-2008 12:00:00	30-04-2008 23:59:59	Hend. 4 Sterk vind og strøm

Kalibrerte og kvalitetssikrede data sammen med vinddata og temperatur er lagret i fil "Strekklaster2008\_SINTEF.txt" for videre behandling. Filen inneholder en tabell med koloner i følgende rekkefølge (se Tabell 5.).

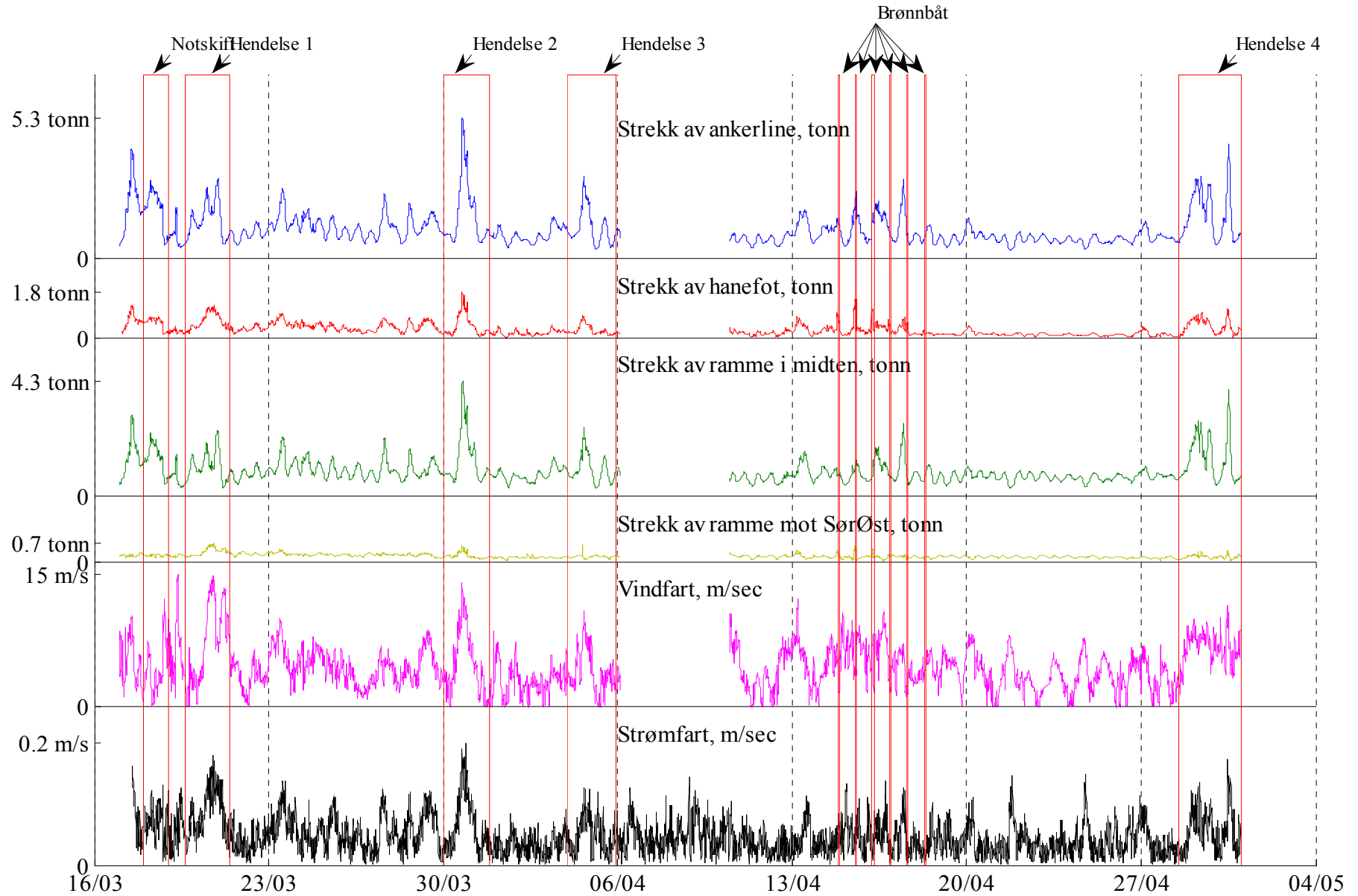


Fig. 7. Strekkklaster sammen med vindfart og strømfart.

Tabell 5. Filstruktur med strekkcluster.

År
Måned
Dag
Time
Min
Sek
Anker, min, tonn
Anker, max, tonn
Anker, middel, tonn
Anker, std, tonn
Hanefot, min, tonn
Hanefot, max, tonn
Hanefot, middel, tonn
Hanefot, std, tonn
Ramme_senter, min, tonn
Ramme_senter, max, tonn
Ramme_senter, middel, tonn
Ramme_senter, std, tonn
Ramme_SØ, min, tonn
Ramme_SØ, max, tonn
Ramme_SØ, middel, tonn
Ramme_SØ, std, tonn
Vindfart, min, m/s
Vindfart, max, m/s
Vindfart, middel, m/s
Vindfart, std, m/s
Vindretning, grader
Temperatur, °C

## 4.2 Vinddata

Vinddata ble målt ved merdkanten i 3 m høyde. Hastighet ble logget hver 10. minutt som middel-, minimums- og maksimumsverdier i denne perioden samt retning, der 0 grader betyr vind fra nord (N) mot S og 90 grader er vind fra øst (Ø) mot vest (V). Sammen med vind var temperaturen lagret på 10 minutters basis (Fig. 8). Oppsummering av temperaturvariasjon er gitt i Tabell 5.

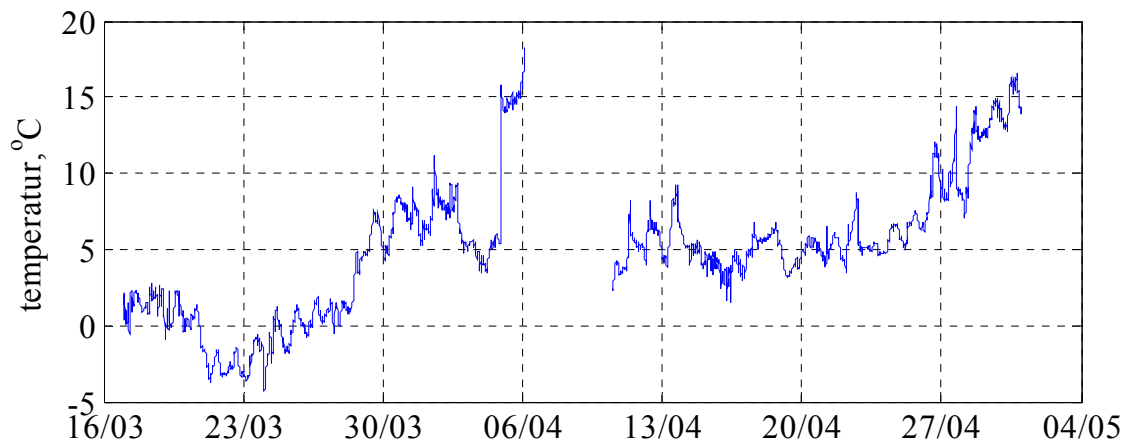


Fig. 8. Temperatur på merdkanten.

Tabell 5. Oppsummering av temperaturdata.

	Temperatur, °C
<b>Min.</b>	-4,3
<b>Maks.</b>	18,3
<b>Middel</b>	4,9
<b>Standardavvik</b>	4,4

Tabell 6 viser statistikk for vindfart. I løpet av hele måleperioden hadde vi faktisk erfart en instant maksimal vindfart på 50 m/s.

Tabell 6. Oppsummering av data for vindfart.

	Vindfart, m/s
<b>Min.</b>	0,0
<b>Maks.</b>	50,0
<b>Min. av middelfart</b>	0,0
<b>Maks. av middelfart</b>	15,0
<b>Gjennomsnitt av middelfart</b>	4,5
<b>Standardavvik av middelfart</b>	2,6

Fig. 9 viser tidsserier for vindfart og vindretning. Vindretning i denne figuren viser himmelretningene der vinden blåser fra. Fig. 10 viser vektordiagram der alle vindhastighetsvektorene er avbildet en etter en i kronologisk rekkefølge.

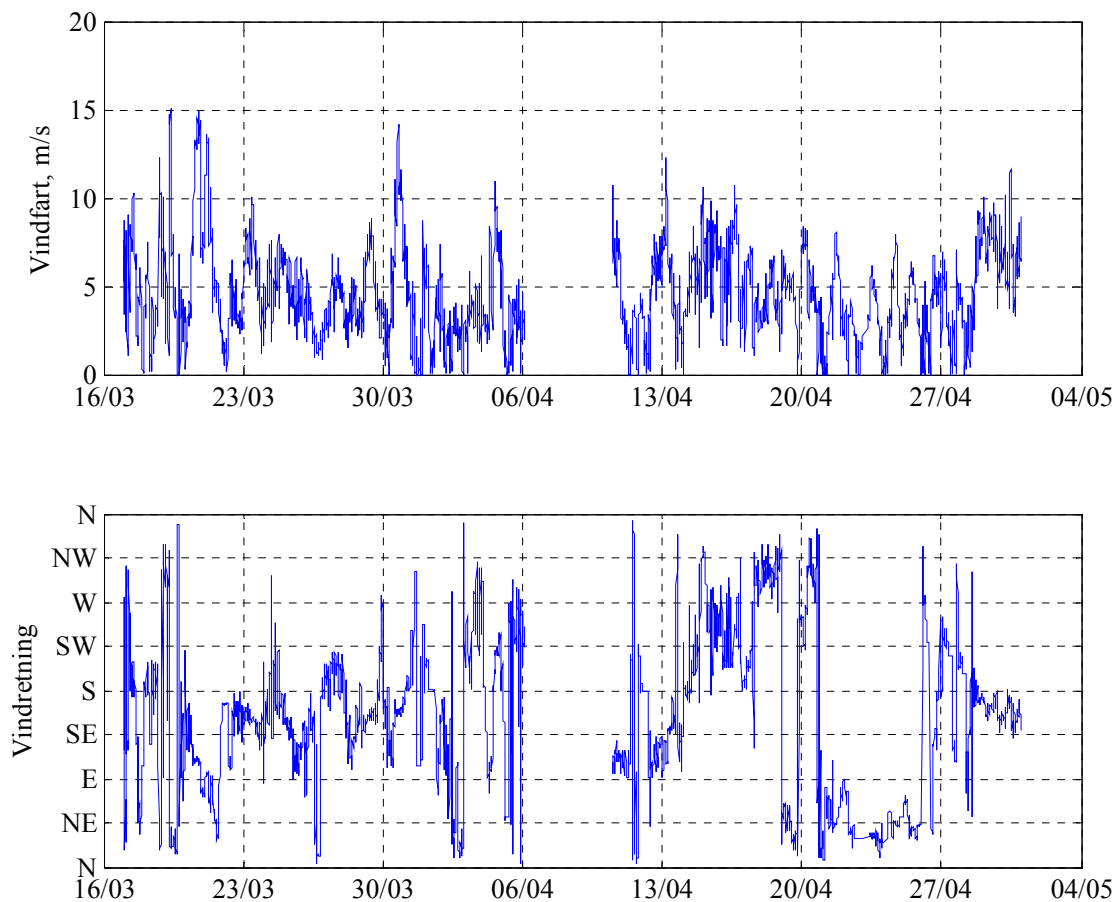


Fig. 9. Vindhastighet på merdkanten: middels 10 min vindfart og vindretning.

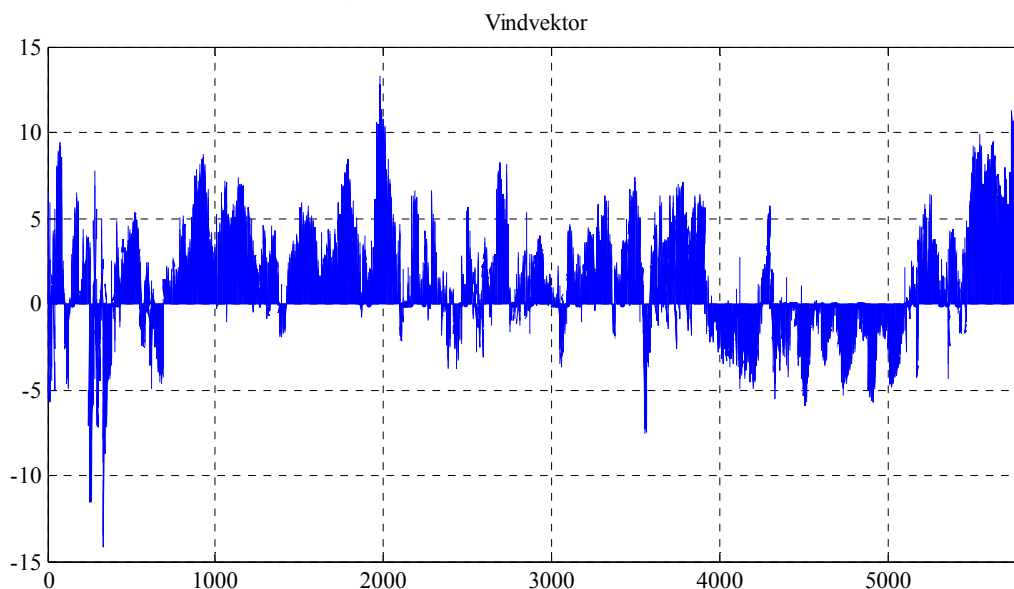


Fig. 10. Vektordiagram av vindhastighet.

Fig.11 viser vindvektorene som progressivt vektordiagram, dvs. alle vindvektorene er satt opp på hverandre der neste vektor starter på enden av den forrige. Poenget med dette diagrammet er å vise hvilken vindretning som var dominant i løpet av den målte perioden. Først var det for det

meste i retning Ø, deretter snudde vinden seg mot NØ, men på slutten av måleperioden var det litt forskjellige retninger.

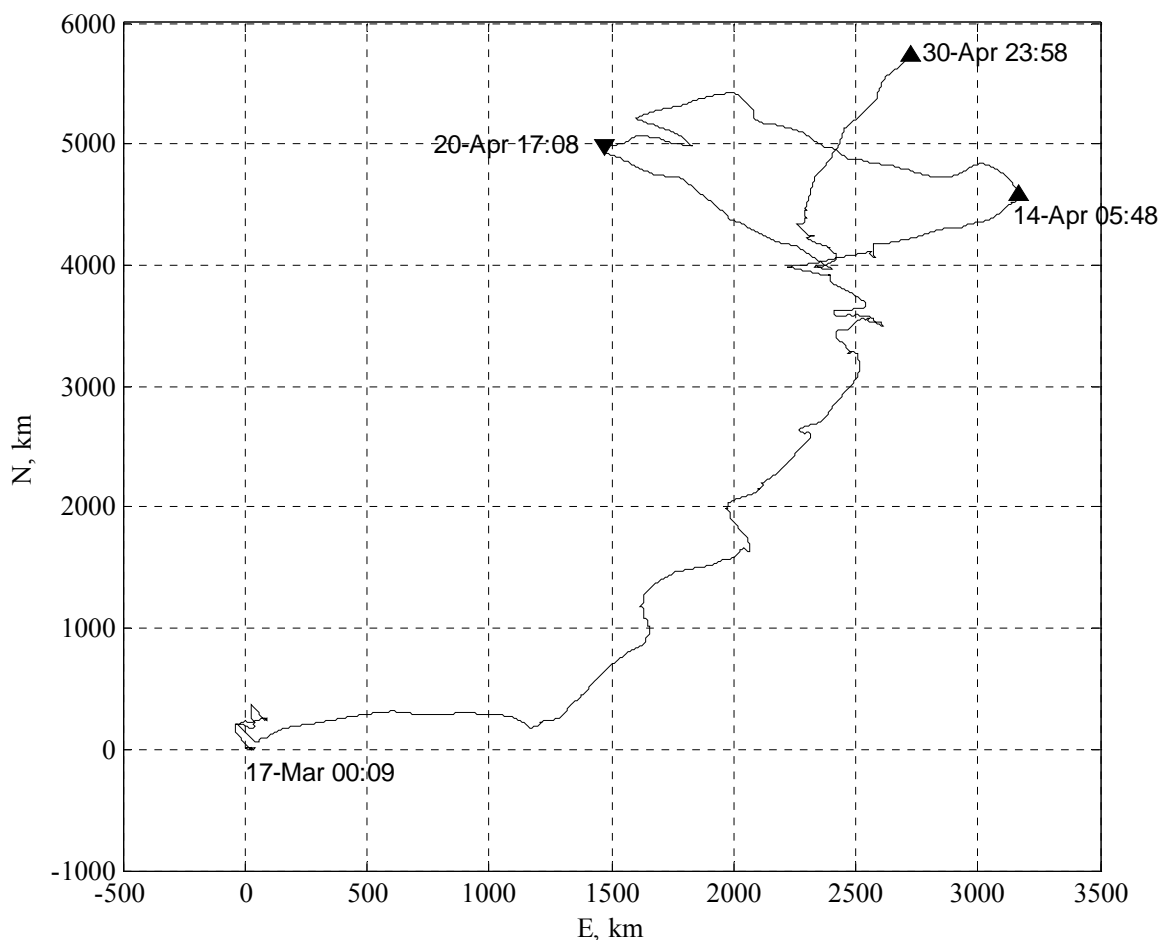


Fig. 11. Progressiv vektordiagram av vindhastighet.

Gjennomsnittlige og maksimale verdier av vindfart i forskjellige himmelretninger er vist i Tabell 7. Den dominerende retningen var N og NØ. Rosediagrammet er vist i Fig.12.

Tabell 7. Oppsummering av maks av middelvinddata.

	Maks. av middelvindfart, m/s	Gjennomsnitt av middelvindfart, m/s
Ø	15,0	5,0
NØ	13,9	4,6
N	14,2	4,8
NV	11,0	5,0
V	13,0	4,6
SV	11,4	4,3
S	15,0	2,6
SØ	14,7	3,9

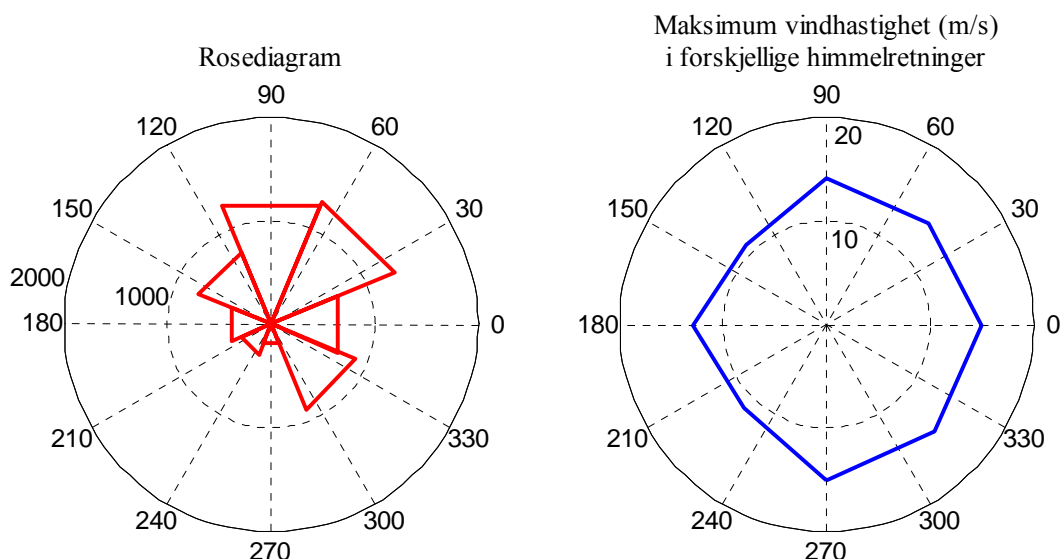


Fig. 12. Rosediagram av vindhastighet og maksimum vindfart i forskjellige himmelretninger (0° er vinden i østlig retning og 90° vinden i nordlig retning).

### 4.3 Strømdata

For å måle strøm ble det brukt 2 strømmålere. Den første var en punktmåler av type AquaDopp. Data ble kvalitetssikret i forhold til signalstyrke og fysisk tolkning.

Data målt med den profilerende strømmåleren AquaPro, må kvalitetssikres videre før analysering. Dette på grunn av naturlige variasjoner av partikkelinnhold i vannet i de forskjellige årstidene som påvirker måleresultatet. Derfor blir ikke AquaPro data presentert i denne rapporten.

Rådata fra AquaDopp var lagret på instrumentet i dets XYZ koordinater. Følgende transformasjonsmatriser var benyttet for å overføre data til jordkoordinater ENU (etter kommunikasjon med leverandørfirma NORTEK).

1. For å justere XYZ koordinater i forhold til kompassretning var følgende matrise brukt:

$$H = \begin{pmatrix} \cos(h) & -\sin(h) & 0 \\ \sin(h) & \cos(h) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

der  $h$  er vinkel mellom X - akse og E - akse.

2. For å justere XYZ - koordinatene i forhold til hellingen av instrumentet var følgende matrise brukt:

$$T = \begin{pmatrix} \cos(p) & -\sin(p)\sin(r) & -\sin(p)\cos(r) \\ 0 & \cos(r) & -\sin(r) \\ \sin(p) & \cos(p)\sin(r) & \cos(p)\cos(r) \end{pmatrix},$$

der  $p$  er stigningsvinkel og  $r$  er rullvinkel

Dermed utføres transformasjon av koordinater som følger:

$$\begin{pmatrix} E \\ N \\ U \end{pmatrix} = H \cdot T \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

Det er viktig å poengtere at i ENU-koordinatene går positiv strømhastighet i østlig retning, motsatt av vindhastighet.

Strømdataene vist er middelstrøm over et minutt målt hver 10. minutt (se Tabell 8).

Tabell 8. Tidsserie parametere.

Startdato	Sluttdato	Antall døgn	Intervall	Antall målinger
17-03-2008 12:50:00	01-05-2008 00:00:00	44	10 min	6404

Det var trykk og vanntemperaturmåler på instrumentene. Fig. 13 viser målingene fra Aquadopp. Gjennomsnittstrykket ble beregnet til 5,5 meter med standardavvik på 0,13 meter dvs. at strømdataene gjelder for ca. 5 meters dyp. Vanntemperatur var noe stigende utover måleperioden med minimumsverdi på 3 °C, maksimum 6,8 °C og gjennomsnitt på 4,3 °C.

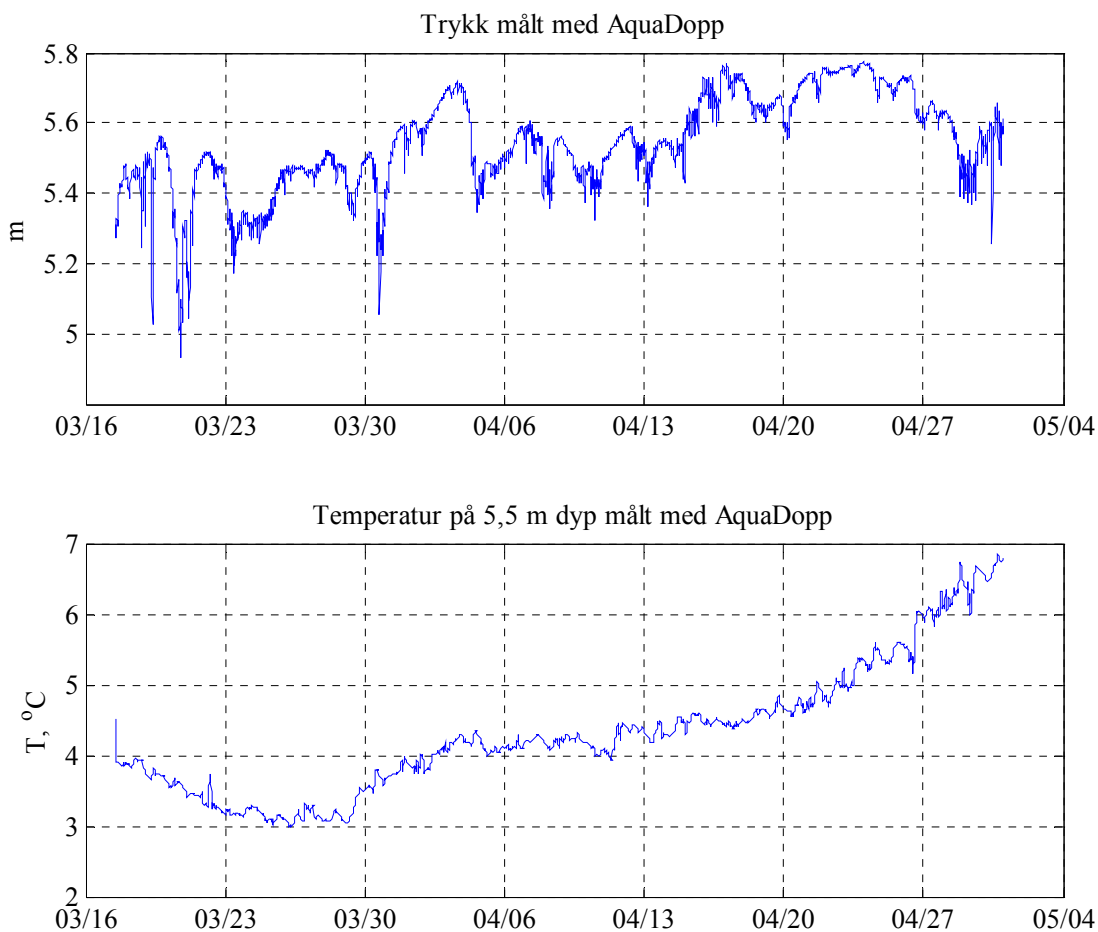


Fig. 13. Vanntrykk og temperatur i perioden 17. mars-30.april 2008.



Kontinuerlige tidsserier for strømfart og strømretning i utvalgt tidsperiode er vist i Fig. 14, samt histogram av strømfartdata vist i Fig.15.

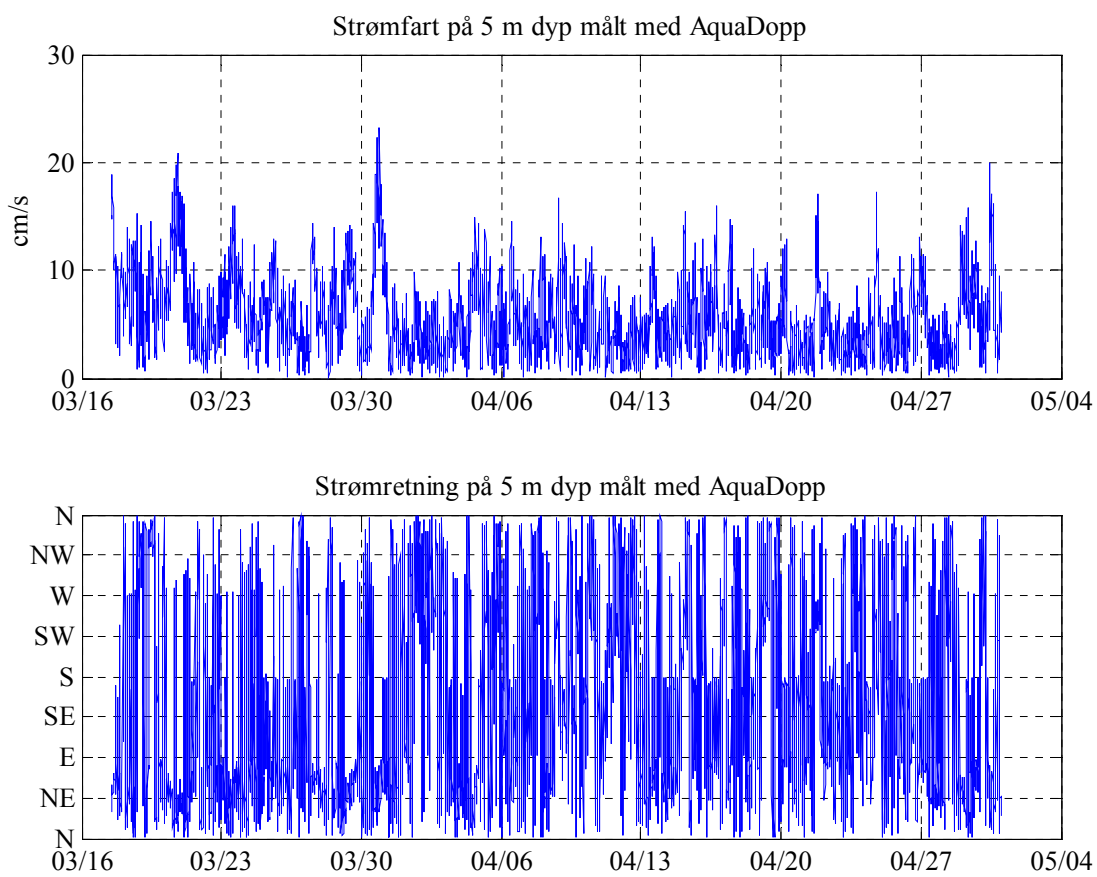


Fig. 14. Strømfart og retning i perioden 17. mars-30.april 2008.

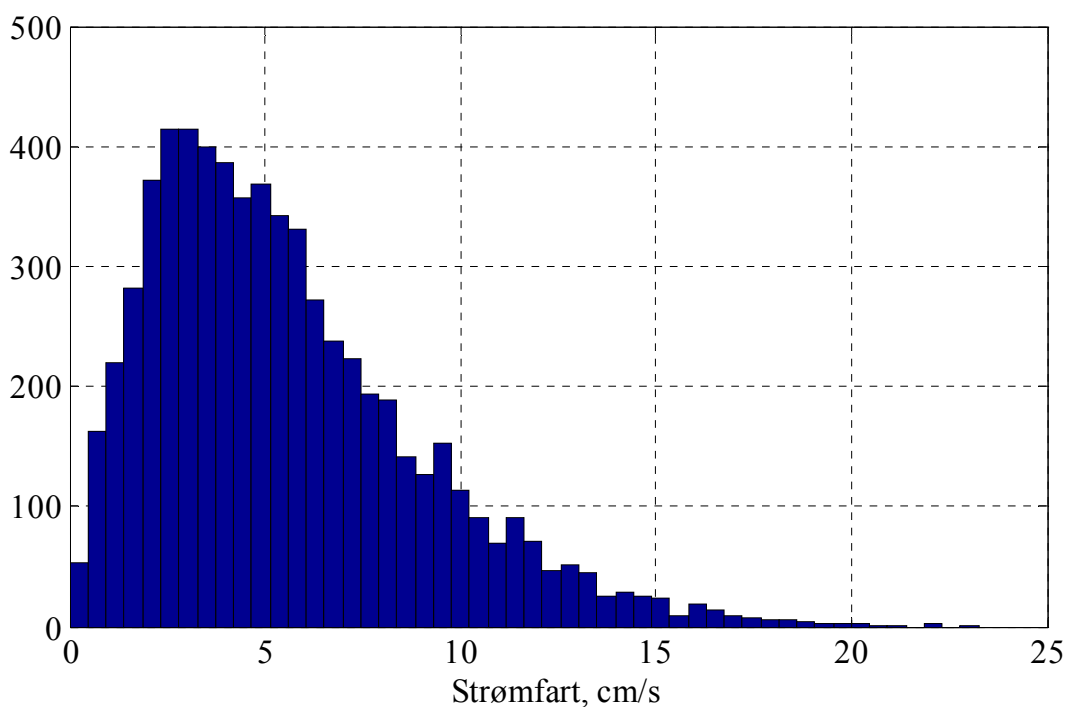


Fig. 15. Fordeling av strømfart.

Statistikk er vist i Tabell 9. Maksimal strøm ble målt til 23,5 cm/s i løpet av måleperioden.

Tabell 9. Oppsummering av måledata for strøm.

	<b>Strøm, dyp 5 m</b>
<b>Min. (cm/s)</b>	0
<b>Maks. (cm/s)</b>	23,5
<b>Middel (cm/s)</b>	5,5
<b>Standardavvik (cm/s)</b>	3,5
<b>Varians (cm/s)<sup>2</sup></b>	12

Rosediagrammet for hastigheten er vist i Fig. 16. Oppsummering av figuren er gitt i Tabell 10. Som man kan se fra disse Fig., er dominerende strømretning mot NØ. Sett ut i fra lokalitetstopografi var dette forventet.

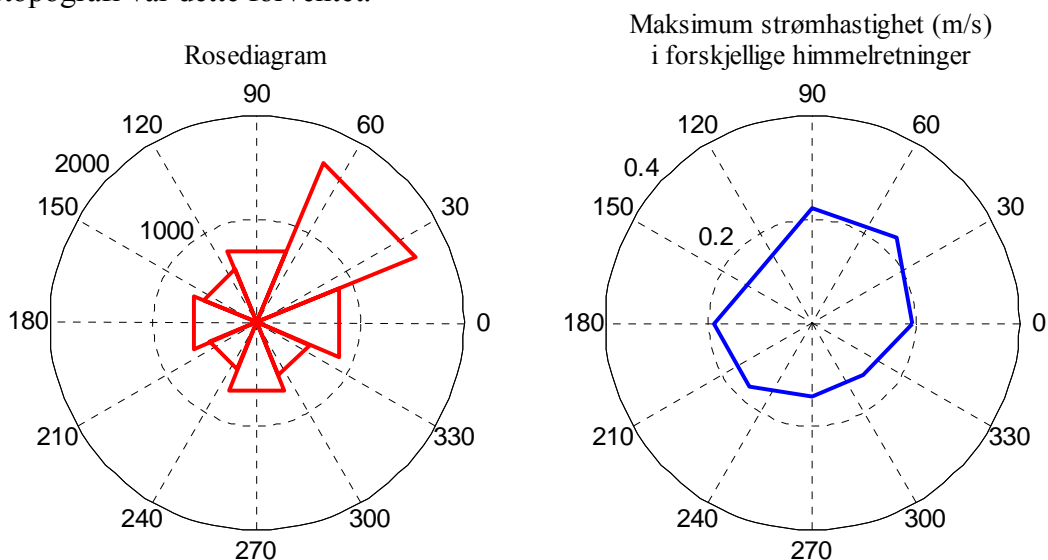


Fig. 16. Rosediagram for strømretning og maksimal strømfart.

Tabell 10. Oppsummering av måledata.

	<b>Maks. av strømfart, cm/s</b>
<b>Ø</b>	19,5
<b>NØ</b>	23,3
<b>N</b>	22,3
<b>NV</b>	14,3
<b>V</b>	18,8
<b>SV</b>	17,3
<b>S</b>	14,3
<b>SØ</b>	14,2

Samme som for vindhastighet har vi laget et progressivt vektordiagram for strøm (se Fig. 17). Det bekrefter igjen at dominerende strømretning er NØ.

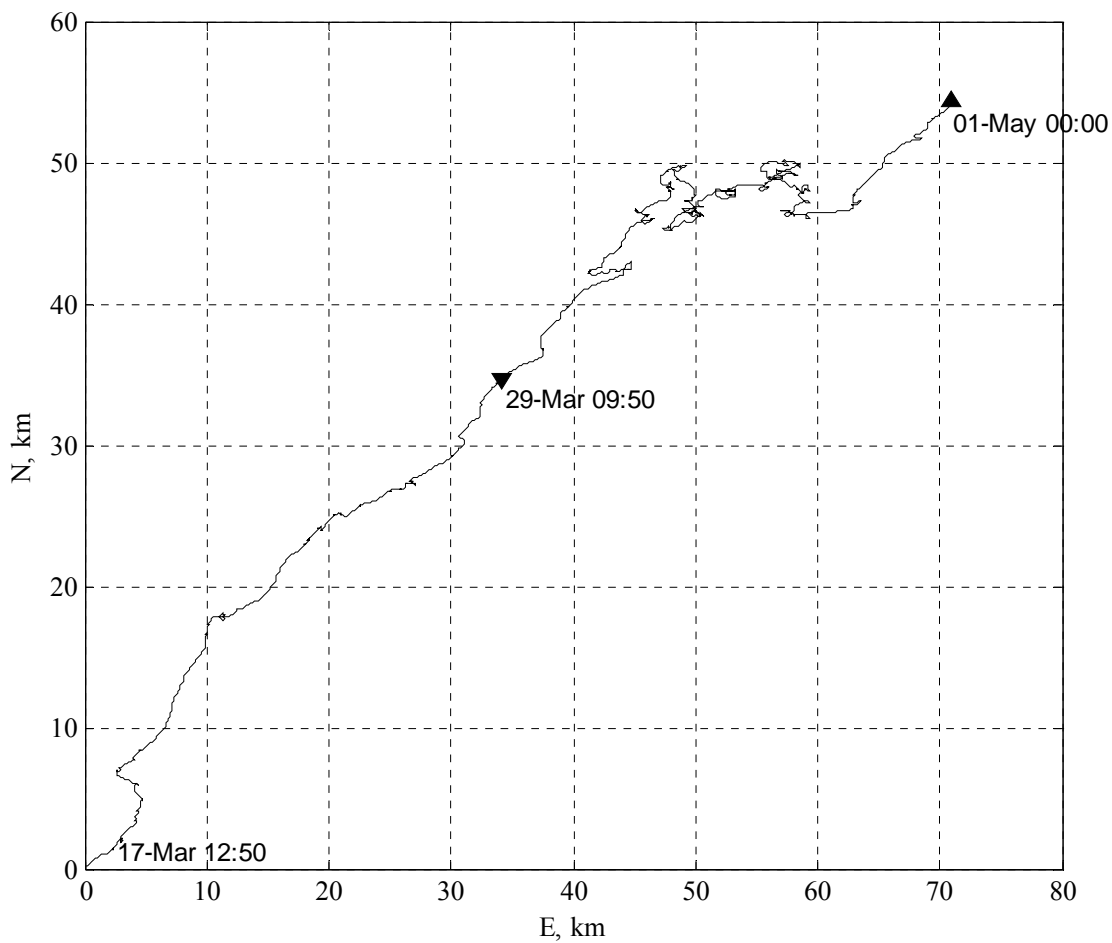


Fig. 17. Progressivt vektordiagram for strømshastighet (programvare fra NORTEK). Strømmåledata er lagret i fil "Stroem5m2008\_SINTEF.txt" som en tabell med følgende datastruktur (se Tabell 11).

Tabell 11. Filstruktur med strømdata.

År	Måned	Dag	Time	Min	Sek	Strømfart, m/s	Strømretning, grad	Trykk, m	Temperatur, °C
----	-------	-----	------	-----	-----	----------------	--------------------	----------	----------------

## 5 Resultater og diskusjon

I kapittel 4 ble det valgt ut noen hendelser i løpet av måleperioden for viderebehandling. Tidsseriene ble forstørret i tilsvarende tidsvindu for å se nærmere på sammenheng mellom strekk og, for eksempel, arbeidsforholdene, eller strekk og sterk strøm og vind. Videre går vi gjennom disse hendelsene i kronologisk rekkefølge. Vindretning er gitt i meteorologisk forstand, der vinden kommer fra en viss retning. For strømretning er det motsatt.

Den 18.mars 2008 arbeidet mannskapet med å fjerne merd nummer 8. Det er den nærmeste merden til høyre fra merden der måleutstyret var festet. Oppsummering av de forskjellige variabelenes middel-, maksimums- og minimumsverdier til strekk, strøm og vindfart er gitt i Tabell 12. Forstørret tidsserier er plottet på Fig. 18. I likhet med i kapittel 4.1 er alle verdiene skalert i forhold til egen maksimumsverdi for denne dagen. Som vi kan se av Fig. 18 så ble arbeidet sannsynligvis utført mellom kl 6 om morgenen og kl 18 på kvelden. Dette påvises av markant økning i strekk av ankerline og sentralramme, samt noe forskjell i strekk av hanefot, samtidig som miljøvariablene relativt sett var uendret eller minkende. Reduksjon i vindstyrken kan sannsynligvis forklares av skyggeeffekter fra arbeidsbåter siden vindmåleren er installert på ganske lav høyde, kun 3 meter, mens standard vindmålinger vanligvis blir målt i 10 meters høyde.

Tabell 12. Oppsummering av måledata for 18.mars 2008.

	<b>Middel</b>	<b>Maks</b>	<b>Min</b>
<b>Strekk ankerline, tonn</b>	1,89	2,98	0,51
<b>Strekk hanefot, tonn</b>	0,55	0,83	0,13
<b>Strekk ramme mot senter, tonn</b>	1,43	2,41	0,45
<b>Strekk ramme mot SØ, tonn</b>	0,25	0,32	0,14
<b>Vindfart, m/s</b>	4,6	12,3	0,1
<b>Strømfart, cm/s</b>	6,99	15,3	0,58

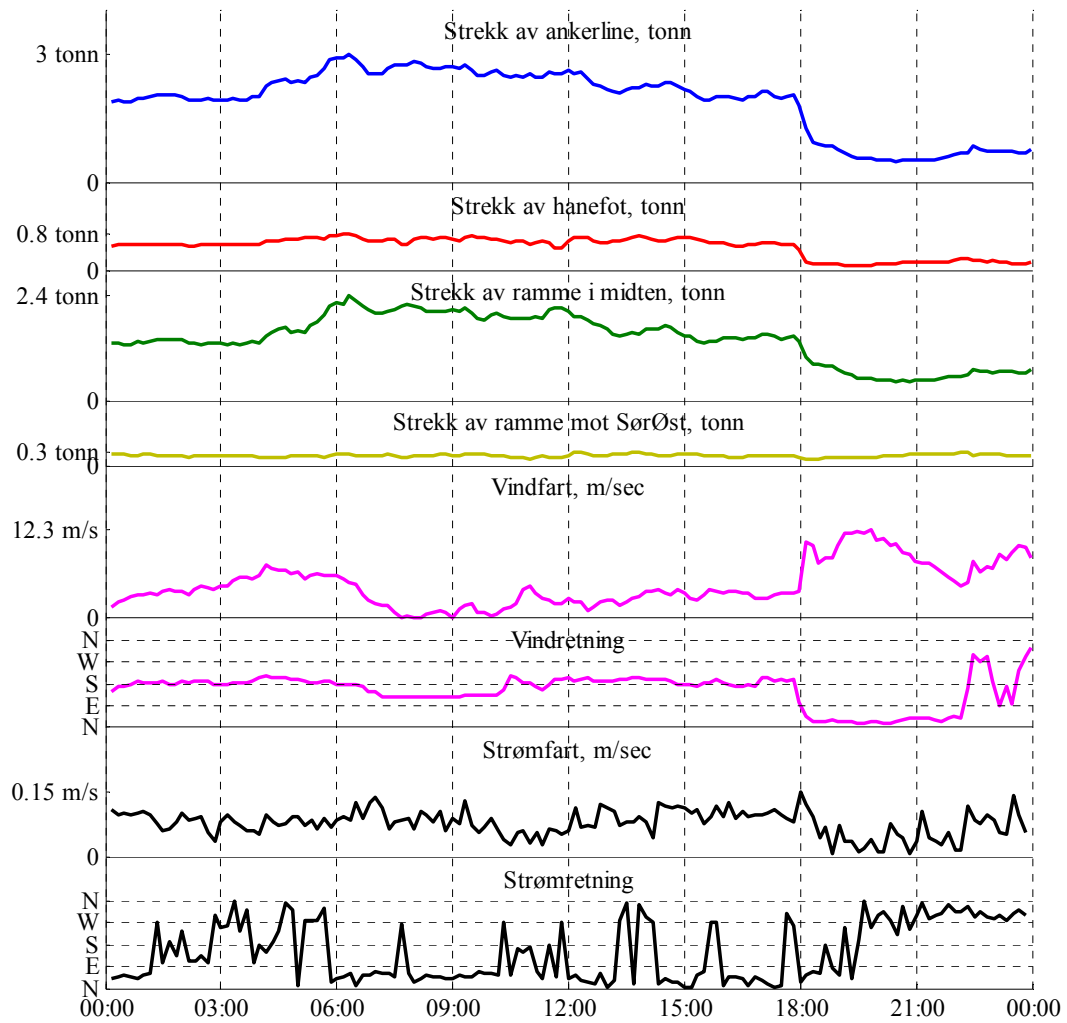


Fig. 18. Streck av ankerline, hanefot, senter ramme og ramme mot SØ samt vindhastighet og strømhastighet i løpet av 18.mars 2008.

I løpet av 19., 20. og 21. mars opplevde anlegget forholdsvis mye vind og strøm, derfor ble denne hendelsen valgt for viderebehandling. Oppsummeringen er gitt i Tabell 13 og tidsseriene plottet i Fig. 19. Vindfarten økte opptil 7,3 m/s i middelverdi, som nesten er en økning på 80% sammenlignet med gjennomsnittet for hele måleperioden. Middelstrømmen lå på 180% av tilsvarende gjennomsnittsverdi. I tillegg var den dominerende strømretning mot NØ og vindretning mot Ø. Middelverdiene for strekkklaster økte med 20-30% for ankerline og sentralramme, og 70-90% for hanefot og SØ rammen. De 3 toppene i strekk på ankerlinen og sentral rammen var sannsynligvis forårsaket av tidevannsvariasjoner. For å bekrefte dette må det gjennomføres mer oppfattende analyser av denne hendelsen.

Tabell 13. Oppsummering av måledata for 19.mars kl 15 til 21.mars kl 10.

	Middel	Maks	Min
<b>Strekk ankerline, tonn</b>	1,51	3,01	0,54
<b>Strekk hanefot, tonn</b>	0,63	1,22	0,14
<b>Strekk ramme mot senter, tonn</b>	1,15	2,52	0,32
<b>Strekk ramme mot SØ, tonn</b>	0,38	0,73	0,17
<b>Vindfart, m/s</b>	7,3	15,0	0,0
<b>Strømfart, cm/s</b>	9,9	20,9	1,8

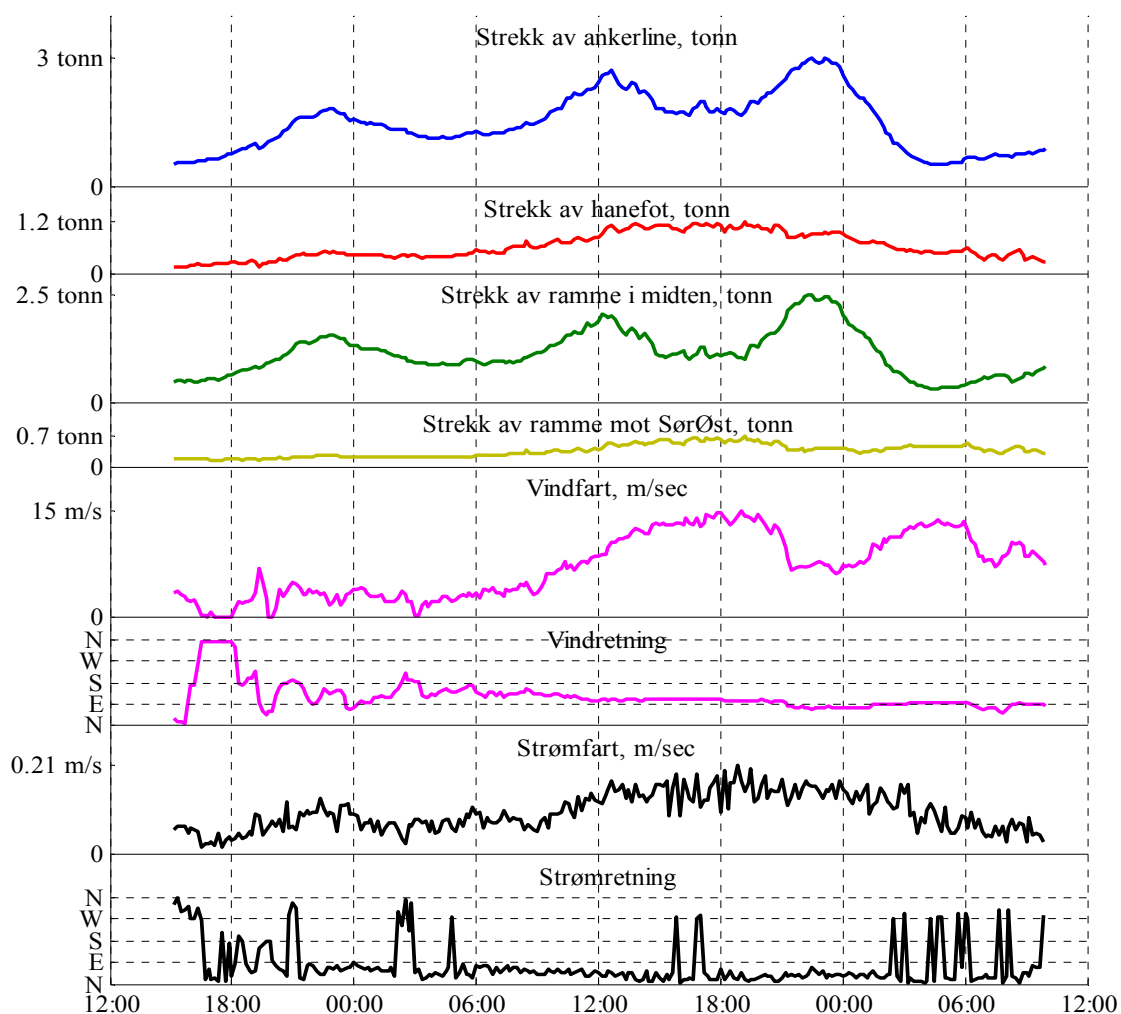


Fig. 19. Strekk av ankerline, hanefot, sentral ramme og ramme mot SØ samt vindhastighet og strømshastighet fra 19.mars kl 15 til 21.mars kl 10.

I løpet av 30. og 31. mars ble anlegget igjen utsatt for mye vind og strøm. En oppsummering er gitt i Tabell 14 og tidsseriene er vist i Fig. 20. Man kan se en sterk korrelasjon mellom strekkbelastning på anlegget med både vind og strøm. Den dominerende strømretning var igjen mot NØ, mens vinden var i retning N. Middelverdiene for strekklastene økte med 40-50%.

Tabell 14. Oppsummering av måledata fra 30.mars kl 00 til 31.mars kl 20.

	Middel	Maks	Min
<b>Strekk ankerline, tonn</b>	1,72	5,31	0,61
<b>Strekk hanefot, tonn</b>	0,46	1,76	0,03
<b>Strekk ramme mot senter, tonn</b>	1,43	4,35	0,50
<b>Strekk ramme mot SØ, tonn</b>	0,23	0,61	0,11
<b>Vindfart, m/s</b>	5,0	14,2	0,0
<b>Strømfart, cm/s</b>	7,6	23,3	0,3

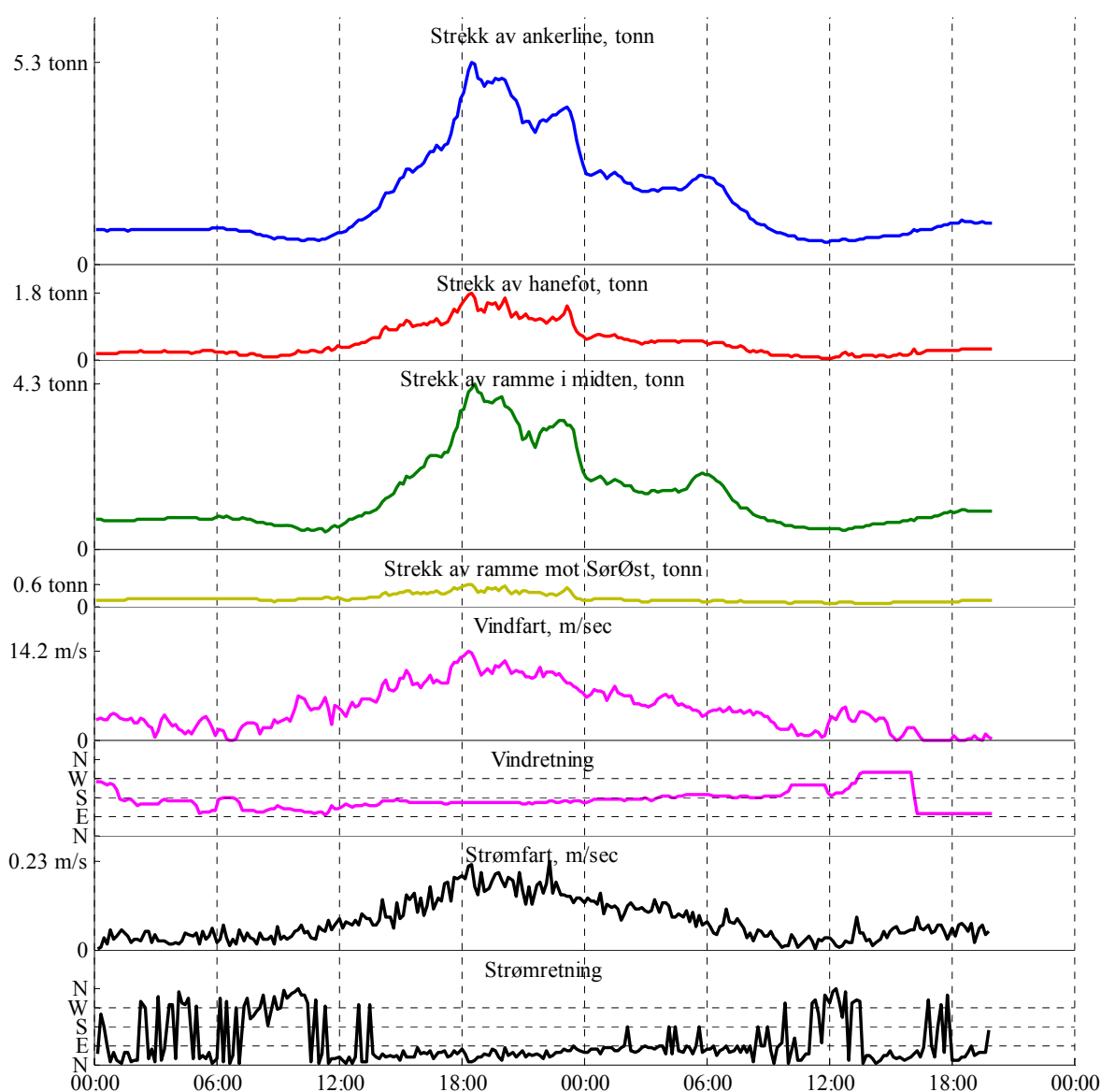


Fig. 20. Strekk av ankerline, hanefot, sentral ramme og ramme mot SØ samt vindhastighet og strømshastighet fra 30.mars kl 00 til 31.mars kl 20.

I løpet av 4. og 5. april ble anlegget igjen påvirket av mye vind og strøm. Oppsummering er gitt i Tabell 15 og tidsseriene er plottet i Fig. 21. Middelerverdiene for strekklastene økte noe, mens maksimale verdier for ankerlinestrekke og strekk av sentral ramme var på 60 % av total maksimum.

Tabell 15. Oppsummering av måledata fra 04.april kl 00 til 05.april kl 22.

	Middelerverdi	Maks	Min
<b>Strekke ankerline, tonn</b>	1,16	3,14	0,35
<b>Strekke hanefot, tonn</b>	0,29	0,84	0,08
<b>Strekke ramme mot senter, tonn</b>	0,99	2,63	0,31
<b>Strekke ramme mot SØ, tonn</b>	0,20	0,65	0,08
<b>Vindfart, m/s</b>	4,1	11,0	0,0
<b>Strømfart, cm/s</b>	5,7	14,8	0,1

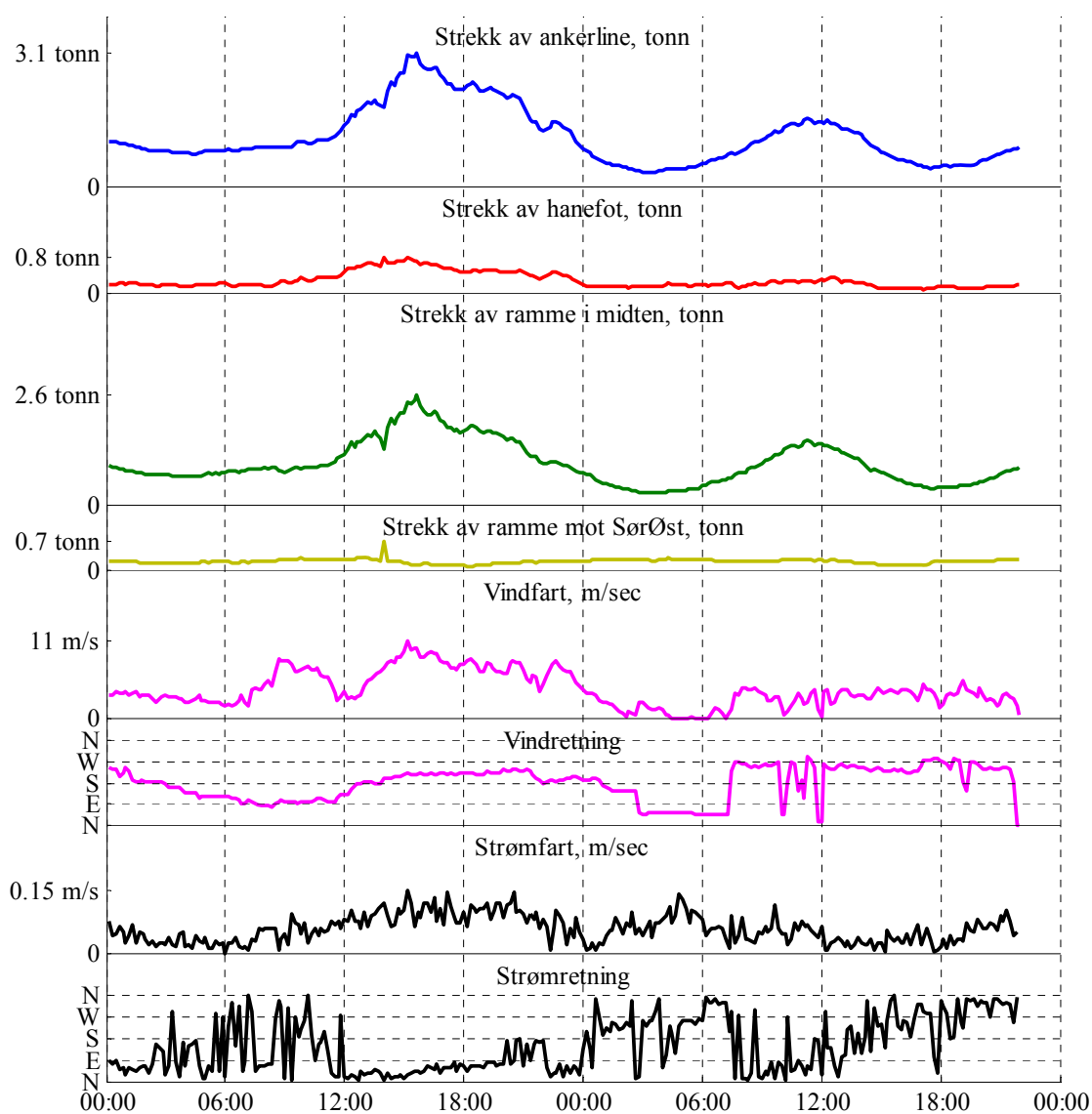


Fig. 21. Strekk av ankerline, hanefot, sentral ramme og ramme mot SØ samt vindhastighet og strømshastighet fra 04.april kl 00 til 05.april kl 22.



I følge loggboken for brønnbåten ble båten forankret i merdene flere ganger i løpet av perioden fra 14. april til 18. april. I analysene behandler vi disse tilfellene sammen. Oppsummering er gitt i Tabell 16 og tidsseriene er plottet i Fig. 22. Røde linjer avgrensner tidspunktene for brønnbåtanløp. Strekk på hanefot viste spesielt sterk påvirkning av brønnbåtankomstene, der belastningene økte med 3 - 4 ganger.

Tabell 16. Oppsummering av måledata fra 14.april 00:00 til 19. april 00:00.

	<b>Middelverdi</b>	<b>Maks</b>	<b>Min</b>
<b>Strekk ankerline, tonn</b>	1,12	3,05	0,47
<b>Strekk hanefot, tonn</b>	0,31	1,49	0,09
<b>Strekk ramme mot senter, tonn</b>	0,90	2,77	0,42
<b>Strekk ramme mot SØ, tonn</b>	0,19	0,62	0,05
<b>Vindfart, m/s</b>	5,3	10,8	0,0
<b>Strømfart, cm/s</b>	5,1	16,1	0,1

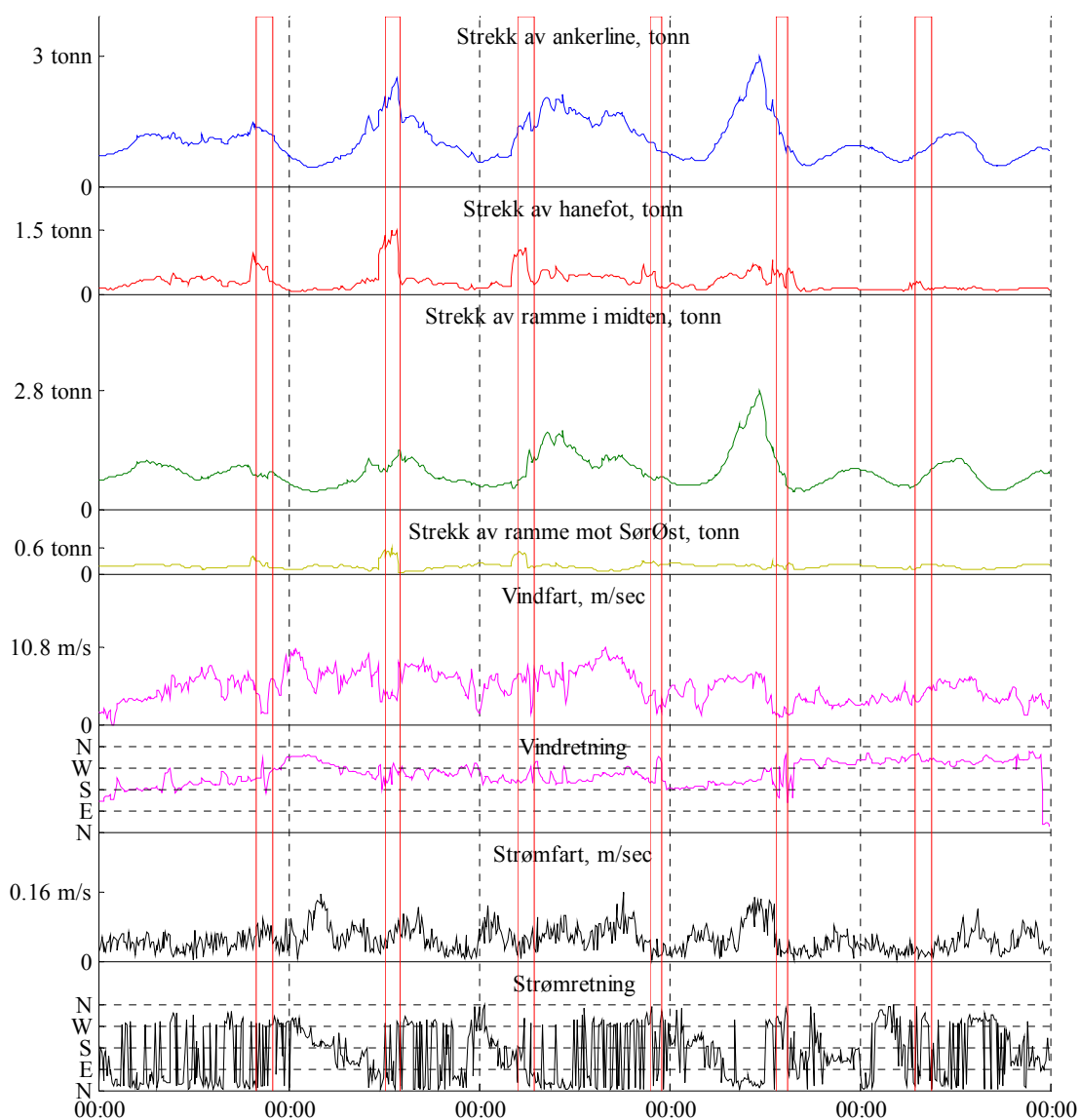


Fig. 22. Strekk av ankerline, hanefot, sentral ramme og ramme mot SØ samt vindhastighet og strømshastighet fra 14.april kl 00 til 19.april kl 00.

På slutten av måleperioden 29. og 30. april anlegget påvirket av mer vind og strøm enn vanlig. Dette ga utslag på strekk både i ankerline, sentral ramme og hanefot (ca 35-45% økning i gjennomsnitt). Oppsummering er gitt i Tabell 16 og tidsseriene er plottet i Fig. 23. Strømretning var noe varierende mens vinden blåste stabilt fra S.

Tabell 17. Oppsummering av måledata fra 28.april kl 12 til 1.mai kl 00.

	Middelerdi	Maks	Min
<b>Strekk ankerline, tonn</b>	1,66	4,36	0,52
<b>Strekk hanefot, tonn</b>	0,44	1,11	0,01
<b>Strekk ramme mot senter, tonn</b>	1,40	4,06	0,42
<b>Strekk ramme mot SØ, tonn</b>	0,19	0,43	0,04
<b>Vindfart, m/s</b>	6,9	11,6	1,2
<b>Strømfart, cm/s</b>	6,6	20,0	0,5

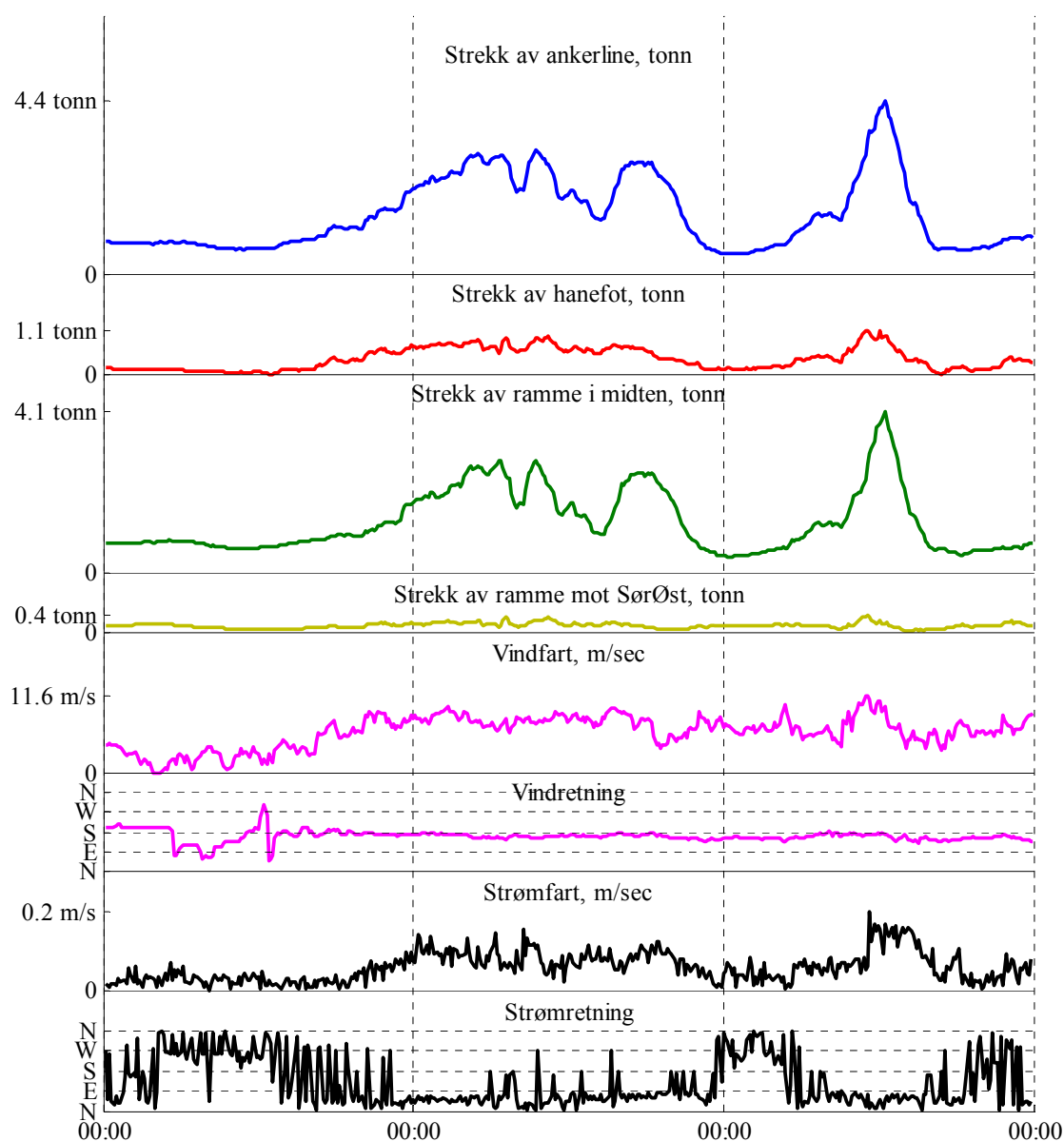


Fig. 23. Strekk av ankerline, hanefot, sentral ramme og ramme mot SØ samt vindhastighet og strømhastighet fra 28.april kl 00 til 1.mai kl 00.

I prosjektet ble det funnet en god sammenheng mellom strekkbelastning på anlegget og miljøvariable slik som vind og strøm. Det ble målt strekkklaster opp til 6 tonn i ankerline mens gjennomsnittlig belastning lå på ca 1,1 tonn. Sentral rammen hadde maksimal last på 5,3 tonn og middellast på 0,95 tonn. Den delen av ramme som går mot SØ hadde den minste belastningen og var for det meste slakk. De målte belastningene lå godt under designverdiene som var beregnet i forankringsanalysen. Beregningen i forankringsanalysen viste 16 tonn (inkludert en lastfaktor på 1,15) for ankerline og 18,5 tonn for rammetau. Dvs. en utnyttelsesgrad på 0,37 for ankerline og 0,29 for rammetau.

Det er viktig å poengtere at for miljømålingene er resultatene avhengig av årstid. Målingene som er gjort over en kort periode kan gi et feilaktig grunnlag for klassifisering av anlegget. Strømmen angitt i lokalitetsrapporten ble oppjustert fra 14 cm/s til 28 cm/s (som nevnt tidligere), som samsvarer bedre med våre målinger (maksimum strømfart på 23 cm/s).

I videre analyse av måledataene vil det være formålstjenelig å se på korrelasjon mellom strøm, vind og strekkklaster. Måledataene gjør det mulig å etablere mer nøyaktigere statistiske fordelinger av strøm og vind på typiske lokaliteter brukt til akvakultur. Dette kan bidra til å unngå feilklassifisering i forhold til valg av utstyr og anleggskonfigurasjon. Denne kunnskapen mener vi er viktig for å etablere bedre standarder for både oppdrettsnæring og utstyrsleverandører.

## Appendiks - Protokoll

### Innledning

Protokollen skal forstås som prosedyrer i forbindelse med klargjøring og utsett av veiesjakler med loggeutstyr og værstasjon. Prosedyrene skal gjennomføres og loggføres slik de blir utført for dokumentasjon.

De viktigste punktene i forbindelse med prosedyren er:

Kontroll av utstyr:

- 1) Kontroll av konnektor og kabler.
- 2) Kontroll av veiesjakler for funksjonalitet.
- 3) Kalibrering av veiesjaklene.
- 4) Kontroll av loggeutstyr, batterier, batterilader.
- 5) Kontrollere at SD-kort er tomme og klar for bruk (ta vare på eventuelle data før sletting).
- 6) Sjekk loggekassen for vanngjennomtrengning (de sprut tette gjennomføringene).
- 7) Kontroll av alle funksjonene.
- 8) Testoppsett av alle instrumentene som skal settes ut.
- 9) Kontrollere at all tilkoblingsutstyr stemmer med dimensjoner på anlegget.

Før utsett:

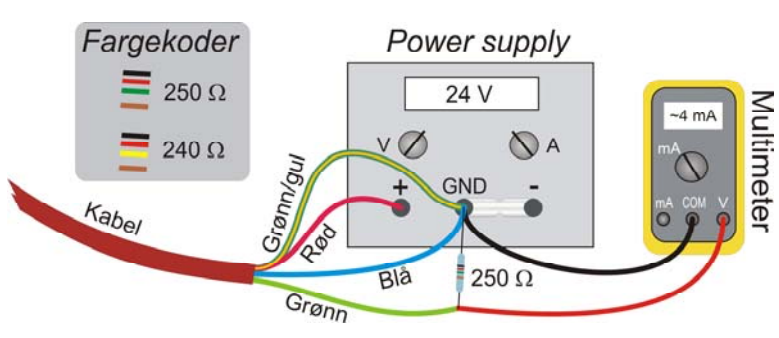
- 1) Påse at alle sjakler, som brukes har foreskrevet låsesplint.
- 2) Påse at alle kabler som skal brukes ikke kommer i klem. **NB! All bruk av strips på kabler er forbudt. TAPE er eneste løsningen** (elektriker tape av god kvalitet).
- 3) Boks med loggere monteres høyest mulig over vannflaten (tåler sprut men ikke neddykking under vann).
- 4) Påse at alle koblinger er korrekte i følge koblingsskjema.
- 5) Gjennomføre en funksjonstest opp i mot FTP-server.

## Protokoll

### Kontroll av veiesjakkell:

<b>Nr</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>OK</b>	<b>Kommentar</b>
1	Kontroller kabler og konnektorer for skader.	X	
2	Sjekke kabler for brud med multimeter ( $\Omega$ ).	X	
3	Kablene skal kveiles ned i dunker, som et 8-tall brette sammen, for å unngå vridning av kabelen og problemer med ved utsett av kabel. Start med enden som skal inn i boksen med loggere (uten SUBCON kontaktene) slik at konnektorene kommer øverst etter kveiling. La det være en tamp på 1/2 meter som stikker ut av bøtta slik at den kan merkes ved behov.	X	
4	Kontroller veiesjakkell for skader.	X	
5	Kontroller veiesjakkellkonnektorer og påfør silikon på kontaktpinnene.	X	
<b>Generelle kommentarer:</b>			

**Test av veiesjakler:**

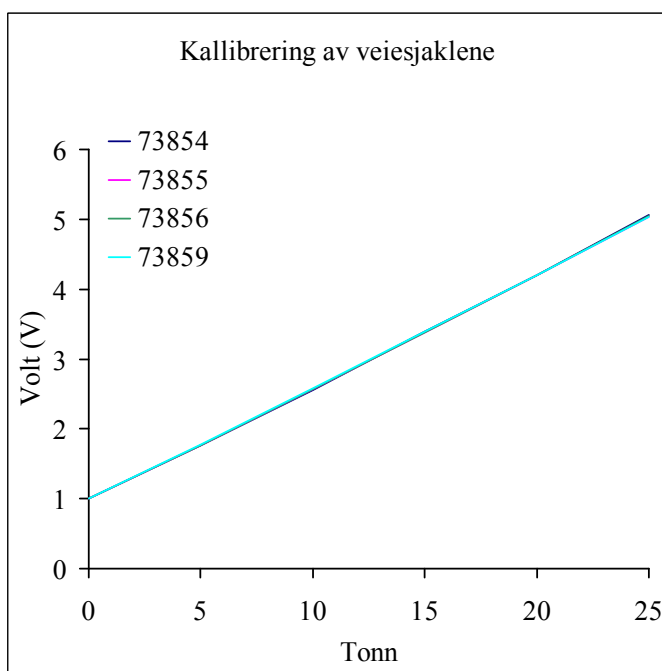
6	Koble til kablene til veiesjakkene.	X	
7	<p>Koble til strøm på sjakkell 24V (min 30 mA) (se figur)</p>  <p><b>Fargekoder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>250 Ω</li> <li>240 Ω</li> </ul> <p>Rød ledning kobles til + på strømforsyningen.                  Blå ledning kobles til -/GND på strømforsyningen.                  Grønn ledning kobles til en motstand på ~ 250 Ω der den andre delen av motstanden kobles til GND på strømforsyningen.                  Grønn/gul til -/GND på strømforsyningen.                  COM på multimeteret kobles til GND på strømforsyningen.                  V på multimeteret kobles til den grønne ledningen.</p>	X	
8	<p>Ved 0 last skal multimeteret vise ~ 0.99 V.</p> <p>Belast sjakkelen med en vekt ( 20 – 30 kg) for å sjekke at det blir forandring i spenningsfallet over en motstand på ~250 Ω.</p>	X	0 belastning: Sjakkell 73854 = 0,99 Sjakkell 73855 = 0,99 Sjakkell 73856 = 0,98 Sjakkell 73859 = 0,99
9	Sjekk om det trengs ny kalibrering ved å henge på en vekt på 600 kg eller større. Sammenlign resultatet med forrige kalibrering.	X	

**Generelle kommentarer:**

Fabrikk kalibrering:

Kalibreringskurvene representerer fabrikk kalibreringen uttrykt i Volt målt over en motstand på 250 Ω. Spenning konverteres til A med Ohms lov.

$$A = V / 250 \Omega$$



**Kalibrering av veiesjakler (dersom dette er nødvendig):**

Kalibrering gjennomføres før utsett dersom det er tvil om at vedlagt kalibreringsskjema er korrekt.

Nr	Beskrivelse	OK	Kommentar
9	Kobler til veiesjakkelen som beskrevet i ”kontroll av veiesjakkell”.	X	
10	Henger sjakkelen opp i passende høyde.	X	
11	Henger på forskjellige laster (min. 4 forskjellig vekter). Vektene må være avstemt i forhold til maks last (eks. 5, 10 15 og 20 tonn for en 25 tonns sjakkell).		
12	Ut i fra verdiene man finner for de forskjellige lastene kan man bestemmes koeffisientene i en lineær regresjons ligning, a og b for forholdet mellom vekt (T) og Volt (V).  $T = a * V - b$	X	

**Generelle kommentarer:**

**Konverteringsligninger fra Volt til Tonn:**

73854 .....  $T = 6.15 * V - 6.15$   
 73855 .....  $T = 6.18 * V - 6.18$   
 73856 .....  $T = 6.17 * V - 6.17$   
 73859 .....  $T = 6.20 * V - 6.20$

**Fabrikk kalibrering:**

Kalibreringskurvene representerer fabrikk kalibreringen uttrykt i Volt målt over en motstand på 250  $\Omega$ . Spenning konverteres til A med Ohms lov.

$$A = V / 250 \Omega$$

**Kontroll og oppsett av loggeutstyr, batteri og batterilader:**

Nr	Beskrivelse	OK	Kommentar
13	Batteriene skal settes på ladning minst 1 døgn før bruk. Bare den foreskrevne batteriladeren skal brukes (lader med vedlikeholds spenning).	X	
14	<p>Etter endt ladning av batteriene skal laderen kobles fra og loggeren kobles til batteriet (+ til terminal 19 og – til terminal 18 på loggerne) for funksjonstest og tilpasning av loggefrequens etc. til måleoppdraget.</p> <p><b>NB! Slå av kanaler som ikke skal brukes.</b></p> <p>Følg manualen til Ekopower for oppsett av loggefrequens etc. Finnes på nettsiden:</p> <p><a href="http://www.ekopower.nl/manual-iBOX-EKO21N/">http://www.ekopower.nl/manual-iBOX-EKO21N/</a></p>	X	
15	HUSK å sett inn riktig telefon nummer for alarmen for ”lav batteri spennings” – <b>Altså:</b> ditt eget. Test dette ved å koble til en regulerbar strømforsyning og skru spenningen ned til under kritisk verdi (se manualen) .	X	
16	<p>For logger 28 må huskes:</p> <p>For systems for fast logging the RS232 control is only available when the SD card is taken out. So for adjusting the settings (e.g. Time of the system and data directory) at first put the card out.</p> <p>A fast logging session can be started, put prepared high capacity SD card (e.g. 1 GB) in the slot and then apply power and the green LED will flash continuously. Stop the session by taking the card out and disconnect the power. Put the card in the slot and use the memory card menu to obtain the data file in the earlier specified directory.</p>	X	
17	Alle veiesjakkene kobles opp i henhold til ”koblings skjema” og testes mot FTP-server over 1 døgn for å sjekke at dataoverføringen fungerer tilfredsstillende og gir fornuftige verdier.	X	
<b>Generelle kommentarer:</b>			



**Funksjonstest i kjølerom.**

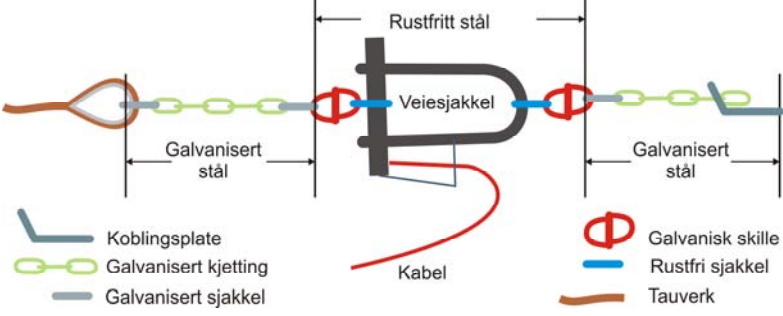
Nr	Beskrivelse	OK	Kommentar
18	Kjøleroms temperatur bør vær under 8 grader.	X	
19	Alt utstyret kobles opp i henhold til koblingskjema (vedlagt).	X	
20	Veiesjakkene settes i en bøtte eller kar og fylles med vann slik at sjakkene er dekket.	X	
21	Resten av utstyret med loggere og batterier montert i vanntett kasse samt værstasjonen (vind fart og retning, luft temperatur og trykk samt irradians måleren) legges ved siden av.	X	
22	Kobler til batteriene og starter systemet.	X	
23	Sjekke at forholdene er gode nok for overføring via GPRS.	X	
24	Testen bør foregå i 2 – 3 dager, der overføringen kontrolleres på FTP-serveren daglig.	X	
25	De forventede verdier skal være:  Veiesjakkler = ~4 mA (kontroller verdier mot pkt. 7) Vind fart = 0 (dersom rotoren står stille) Vind rettnign = Fast på 1 verdi Temp. = Samme temp som i rommet (< 8 °C) Luftrykk = 1000 mB Innstrålt sollys = 0 W m <sup>-2</sup> (i totalt mørke)	X	
<b>Generelle kommentarer:</b>			

**Funksjonstest i sjøen:**

<b>Nr</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>OK</b>	<b>Kommentar</b>
26	Alt utstyret kobles opp i henhold til koblingsskjema (vedlagt). Testen skal utføres ute ved eventuelt en kai.	X	
27	Værstasjon med logger monteres opp realistisk, med sensorene montert på en bom på en mast. Sensorene må stå åpent for vær og vind.	X	
28	Kassen med loggeutstyr og batterier monteres på en stolpe.	X	
29	Sjakkene settes ut forsiktig i 5 – 10 m dyp.	X	
30	Testen bør foregå i 4 - 5 dager, der overføringen kontrolleres på FTP-serveren daglig.	X	5 dager på Trondheim Biologiske Stasjon
31	De forventede verdiene for veiesjakkene skal være som under pkt. 7. Værstasjonen skal gi realistisk vindhastigheter, temperatur, trykk og irradians.	X	

**Generelle kommentarer:**

**Forberedelse til utsett av veiesjakkene:**

32	Kontroller at kablene er riktig kveilet opp (se punkt 3).	X	
33	Merk kablene med nummer eller fargekode både ved konnektor enden og enden uten konektor.	X	
	<p>Monter alle galvaniserte sjakler og kjettinger. Det leddede galvaniske skillene skal alltid være nærmest veiesjakkelen. De galvaniske skillene monteres mot veiesjakkelen med rustfrie sjakler, og mot kjettingen med galvaniserte sjakler. Koblingsplatene vist på figuren er tilbehør anlegg og skal ikke monteres under dette punktet. Kjettingene monteres på koblingsplatene i felt og er bare vist som en illustrasjon.</p> <p>Ved montering på et anlegg skal veiesjakkelen monteres med kontakter og ledninger nedover som vist i figuren.</p> 	X	
34	Påse at veiesjakkene ikke støtes for mye, spesielt siden med kontakt.	X	

**Generelle kommentarer:**

**Klargjøring om bord i båten og utsett i felt av veiesjakkene:**

35	Legg veiesjakkene med tilbehør utstrakt på dekk.	X	
36	Monter kablene til veiesjakkene. Påse at kabelen mot konnektoren er avlastet.	X	
37	Skriv opp hvor veiesjakkene med merket kabel havner i forhold til koblingsplata.  For eksempel: Veiesjakk 1 – Anker mot sydøst Veiesjakk 2 – Anker mot sydvest Veiesjakk 3 – Ramme Veiesjakk 4 – Hanefot	X	Sjakkler montert: Sjakk 1 – Anker Sjakk 2 – Hanefot Sjakk 3 – Ramme midten Sjakk 4 – Ramme mot SV
38	Veiesjakkene må monteres med konnektoren ned slik at ledningen blir hengende i en bue fra sjakk inn til loggerboksen uten å komme i konflikt med tauverk, kjettinger etc.	X	
39	Etter at alle veiesjakkene er montert skal man slippe ut kablene samtidig ved trekking av kablene mot loggeboksen.	X	
40	Påse at kablene henger i en bue fra sjakkene til merdkanten uten å komme i konflikt med hverandre (kryssing, tvinning etc.)	X	
41	Bruk avlastning av kablene mot merdkanten, enten ved hjelp av spesielle avlastningsstrømper eller ved å låse av kabelen ved å tvinne den rundt et rør 6 – 7 ganger og krysse kabelen de 2 siste vindingene og bruke tape til å låse kabelen.	X	

**Generelle kommentarer:**

**Klargjøring av loggere og værstasjon i felt:**

42	Monter loggeboks på støtene til rekkverket på merd. Påse at alt sitter fast inne i boksen (logger, GPRS sender, batteri og batterilader)	X	
42	Sjekk at batterispenningen viser > 12 V. (skal være ladet før utreise)  <b>NB! Spenningen kan være lavere en 12 V dersom det er ekstrem kulde.</b>	X	
44	Sjekk at alle sensorene på værstasjonen er uskadd og festet skikkelig.	X	
45	Monter masten med værstasjon og fest alle ledninger godt til bommen ( <b>NB! med TAPE</b> ).	X	
46	Før ledningene gjennom den vanntette kabelgjennomgangen.  <b>NB! Husk å stram godt til de 4 umbrakoskruene.</b>	X	
47	Koble til alle ledningene i følge koblingskjema vedlagt.	X	
48	Koble til batteriet og kjører en funksjonstest (se generelle kommentarer)	X	
49	Rull ut strømkabelen frem til kontakt med 220 V, dersom systemet ikke skal brukes utelukkende med batterier.  Kabelen må festes forsvarlig i rekkverket på merden <b>NB! MED TAPE</b> .	X	
50	Ta kontakt med utnevnt ansvarlige på SFH for å sjekke dataene, som kommer inn på FTP serveren.	X	

**Generelle kommentarer:**

Funksjonstesten utføres med at man slår på strømmen og sjekker at lampen "Operation OK" på loggerne lyser fast eller blinker. Denne lampen blinker hver gang de leses et datapunkt. Power lampen må også lyse. Videre må man alliere seg med noen som kan laste ned eller lese av verdiene som blir sendt via GPRS til FTP serveren.

## Koblingskjema

### Batteri:

Loggere skal forsynes med 12 V spenning. Det skal benyttes et forseglet bly batteri eller lignende med en kapasitet på 3- 10 A timer. Batteriet kobles direkte til loggerne med – (negativ pol) til terminal 18 og + (positiv pol) til terminal 19 på begge loggerne.

Sjakkene skal forsynes med 24 V spenning. Det kan forsynes med 2 bil batterier som seriekobles. For å oppnå større kapasitet kan man parallell koble 2 og 2 batterier som igjen kobles i serie (Fig 1). Batteriene kobles til koblingsplatens inngangsside terminal 1 (rød leder – positiv pol) og terminal 2 (sort leder – negativ pol).

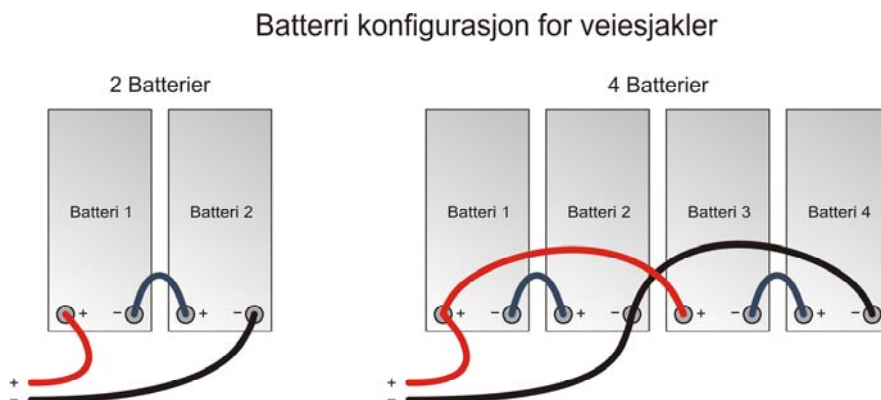


Fig. 1. Konfigurasjon for batterier til veiesjakler.

### Loggere:

Begge loggerne ser like ut i fronten med den forskjell at funksjonaliteten er forskjellig (Fig. 1). På undersiden av hver logger finnes det en klistrelapp over tilkoblingsmulighetene.

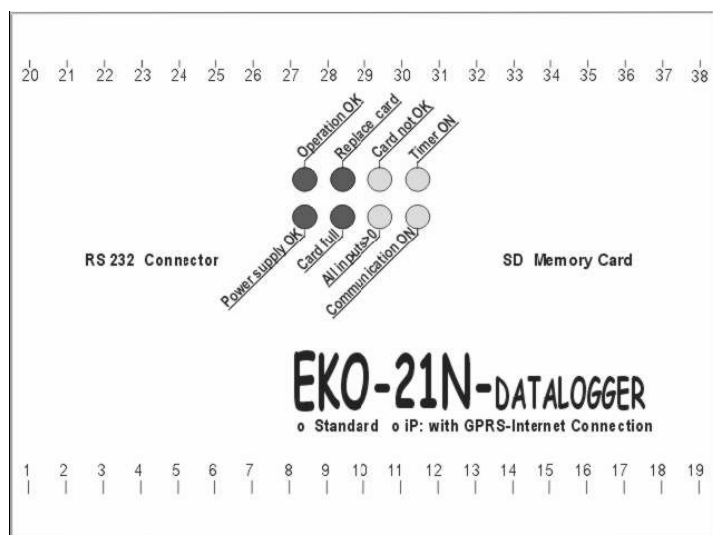


Fig. 2. Fronten på loggerne med nummerering av terminalene og kontroll lamper.

Logger med kode 27 har følgende klistrelapp:

iBOX-EKO21N Configuration Special - Code 27 ser. nr 2709027		
No. Quantity	Logmode *)	Connections at EKO21N:
01 wind speed 1 [0-50 m/s]	mi, ma, av, sd	1 and 2 anemometer MAX40+
02 wind dir 1 [0-360 deg]	av	3=white, 4=green+shield, 11=power: brown vane DIR21+
03 solar rad [0-1497W/m2]	av	5=green, 6=red+black, 11=power: yellow sensor 6450
04 temperature [-30>+70C]	av	between 7 and 8 (polarity not important)
05 status [0-100%]	av	contacts between 9 and 10 (open =100%)
06 pressure 150-1150 hPa	av	internally connected
08 DC voltage [0-5 VDC]	av	13 at +, 14 at - of 0.5 v DC
08 power voltage	av	internally connected
09 0.20 mA	av	20 at +, 21 at -
10 0.20 mA	av	22 at +, 23 at -
11 0.20 mA	av	24 at +, 25 at -
12 0.20 mA	av	26 at +, 27 at -
13 0.20 mA	av	28 at +, 29 at -
14 0.20 mA	av	30 at +, 31 at -
15 0.20 mA	av	32 at +, 33 at -
16 0.20 mA	av	34 at +, 35 at -

All - are connected to each other (common GROUND!!)  
 Power supply: - to connection 18 and + to connection 19 ( 12 V ) MAX 14 V  
 GPRS modem : + (red ) at 17, -(black) at 16  
 Control software Ver : 2.1 Firmware Verion : 2.1 (Fast, new clk)  
[Online manual: www.ekopower.nl/manual-iBOX-EKO21N/](http://www.ekopower.nl/manual-iBOX-EKO21N/)

\*) av=average mi=minimum ma=maximum sd=standard deviation ls=logsample

www.ekopower.nl RoHS- CE

Logger med kode 28 har følgende klistrelapp:

iBOX-EKO21N Configuration Special - Code 28 ser. nr 2709028		
For FAST logging : 8 Hz, no RS232 available, see additional notes		
No. Quantity	Logmode *)	Connections at EKO21N:
01 0.5 V DC	ls	1 at +, 2 at -
02 0.5 V DC	ls	3 at +, 4 at -
03 0.5 V DC	ls	5 at +, 6 at -
04 0.5 V DC	ls	7 at +, 8 at -
05 0.20 mA	ls	9 at +, 10 at -
06 0.20 mA	ls	11 at +, 12 at -
07 0.20 mA	ls	13 at +, 14 at -
08 0.20 mA	ls	15 at +, 16 at -
09 0.20 mA	ls	20 at +, 21 at -
10 0.20 mA	ls	22 at +, 23 at -
11 0.20 mA	ls	24 at +, 25 at -
12 0.20 mA	ls	26 at +, 27 at -
13 0.20 mA	ls	28 at +, 29 at -
14 0.20 mA	ls	30 at +, 31 at -
15 0.20 mA	ls	32 at +, 33 at -
16 0.20 mA	ls	34 at +, 35 at -

All - are connected to each other (common GROUND!!) 16 bits version  
 Power supply: - to connection 18 and + to connection 19 ( 6... 12 V ) MAX 14 V  
 Control software Ver : 2.1 Firmware Verion : 2.1 (Fast, new clk)  
[Online manual: www.ekopower.nl/manual-iBOX-EKO21N/](http://www.ekopower.nl/manual-iBOX-EKO21N/)

\*) av=average mi=minimum ma=maximum sd=standard deviation ls=logsample (sample+log)

www.ekopower.nl RoHS- CE

Logger 27 kan justeres til å logge opp til 1 Hz og lagre data på SD-kort samtidig med at dataene kan sendes via GPRS til FTP-server. Logger 28 kan justeres til å logge opp til 100Hz og lagre data på SD-kort.

**Koblingsplate:**

Koblingsplaten er forsynt med terminaler og nødvendig koblinger for at arbeidet i felt skal kunne forenkles noe (Fig. 3).

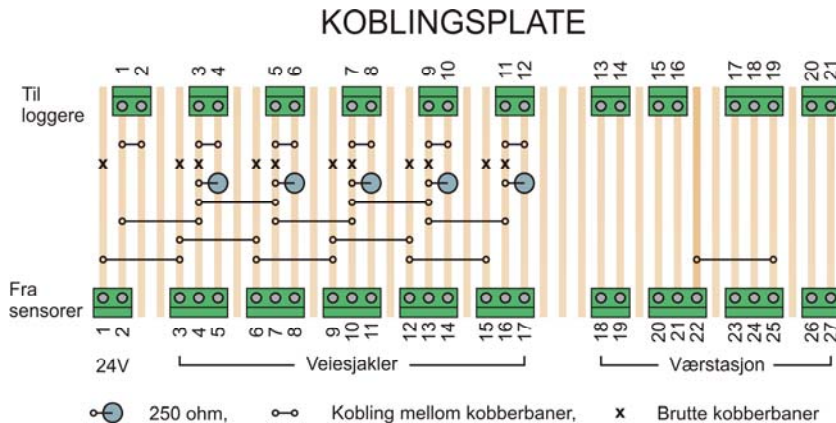


Fig. 3. oppkobling av koblingsplate.

Tabell 1. nedenfor gir koblingene mellom sensorer og koblingsplate der koblingene mellom terminalene for koblingsplaten og sensorene med fargekode på ledningene vist.

Tabell 2. viser koblingen mellom koblingsplaten og loggerne, spesifisert med terminalnummer. Disse koblingene foretas inne på SFH.

Tabell 1. Koblingsskjema for tilkobling av sensorer, koblingsplate og loggerne.

Type	Sensorer	Sensor ledningsfarge	Terminal på koblingsplate	Kontakt med terminaler på loggersiden	
Strømkilde	24 V batteri (strømkilde)	Rød (+)	1		
		Sort (-)	2	2	
Veiesjakler	Sjakkell 1	Rød (+)	3		
		Sort (-)	4	2	
		Grønn (signal)	5	3, 4	
	Sjakkell 2	Rød (+)	6		
		Sort (-)	7	2	
		Grønn (signal)	8	5, 6	
	Sjakkell 3	Rød (+)	9		
		Sort (-)	10	2	
		Grønn (signal)	11	7, 8	
	Sjakkell 4	Rød (+)	12		
		Sort (-)	13	2	
		Grønn (signal)	14	9, 10	
Sjakkell 5 (ikke i bruk)	Rød (+)	15			
	Sort (-)	16	2		
	Grønn (signal)	17	11, 12	Logger 27	
Værstasjon	Vind fart	Rød	18	13	1
		Sort + skjerm	19	14	2
	Vind retning	Hvit	20	15	7
		Grønn + skjerm	21	16	8
		Brun	22	19	13
	Irradians (sollys)	Grønn	23	17	3
		Rød + sort	24	18	4
		Gul	25	19	13
	Temperatur	Rød	26	20	11
Sort + skjerm		27	21	12	



Tabell 2. Koblinger mellom koblingsplate og loggere.

Koblingsplate	Logger 1 (med GPRS) Terminal nr.	Logger 2 Terminal nr.	Annet
1	21	10	Jord ???
3	20		Sjakkell 1 (V – Logger 27)
		9	Sjakkell 1 (mA – Logger 28)
5	22		Sjakkell 2 (V – Logger 27)
		11	Sjakkell 2 (mA – Logger 28)
7	24		Sjakkell 3 (V – Logger 27)
		13	Sjakkell 3 (mA – Logger 28)
9	26		Sjakkell 4 (V – Logger 27)
		15	Sjakkell 4 (mA – Logger 28)
11	28		Skal ikke brukes på Farmannsøya
		20	
	Terminal Nr.	Ledning	
13	1	Rød	Vind fart (Rød(+))
14	2	Sort	Vind fart (Sort(-))
15	7	Rød	Vind retning (Hvit)
16	8	Grønn	Vind retning (Grønn + skjerm)
17	3	Rød	Irradians (Grønn)
18	4	Grønn	Irradians (Rød + sort)
19	13	Sort	Vind retning (Brun) og Irradians (Gul)
20	11	Rød	Temp. (Rød)
21	12	Sort	Temp. (Sort + skjerm)
Koblet direkte	16		Rød ledning til GPRS (+)
	17		Sort ledning til GPRS (-)
	18	18	Batteri negativ pol (-)
	19	19	Batteri positiv pol (+)

# Vedlegg – Kalibreringskjema for veiesjaker

Strainstall UK Ltd  
9 - 10 Mariners Way  
Cove  
Isle of Wight PO31 8PC  
United Kingdom

Tel: +44 (0)1983 293800  
Fax: +44 (0)1983 291335  
Email: calibration@strainstall.com  
Website: www.strainstall.com

The world of load measurement and stress analysis

Strainstall UK Ltd  
9 - 10 Mariners Way  
Cove  
Isle of Wight PO31 8PC  
United Kingdom

Tel: +44 (0)1983 293800  
Fax: +44 (0)1983 291335  
Email: calibration@strainstall.com  
Website: www.strainstall.com

The world of load measurement and stress analysis

**Certificate of Test and Calibration**  
All test measurements applied are traceable to National Standards

Certificate Number  
**VW04126132**

**Certificate of Test and Calibration**  
All test measurements applied are traceable to National Standards

Certificate Number  
**VW03126132**

**Load Cell and Instrument Calibration**

Customer: Strainstall AS  
Load Cell Type: 4991  
Rated load: 25 tonne  
Test Mode: Tension

Cust. Order: 2007-06-204  
Serial No: 73859  
Proof load: 33 tonne

Customer: Strainstall AS  
Load Cell Type: 4991  
Rated load: 25 tonne  
Test Mode: Tension

Cust. Order: 2007-06-204  
Serial No: 73856  
Proof load: 33 tonne

Applied Load tonne	Expected Output mA	Measured Output mA	Measured Output mA	Error % Full Range Output
0.0	4.00	4.00	4.00	0.00
5.0	7.20	7.08	7.08	-0.15
10.0	10.40	10.30	10.31	-0.59
15.0	13.60	13.56	13.57	-0.22
20.0	16.80	16.80	16.80	0.00
25.0	20.00	20.13	20.14	0.64

Red-1 +24V Blue-2 Common Green-3 4-20mA

I.R tested >20Gohm at 100 Volts.

Pressure tested 175 PSI for 4 hours.

**Comment:**

- (i) Force Test Frame: 17 MN Strainstall UK Compression S.No. 82048.N.P.L Cert No. E06110297/3. Dated 21/12/06
- (ii) Testing was performed in a controlled temperature environment at 20 deg C ± 2 deg C.
- (iii) Strainstall UK Standard Procedures Vol. 2 Sect 13.
- (iv) Calibrated Range = 0 - 25 tonne = 4 - 20 mA output

Signed: G. Dyer Date of issue 29-Aug-07

UK • Norway • USA • Belgium • Dubai  
Member of the Strainstall Group  
Registered Office as above Registered No. 404209 England

Applied Load tonne	Expected Output mA	Measured Output mA	Measured Output mA	Error % Full Range Output
0.0	4.00	4.00	4.00	0.00
5.0	7.20	7.03	7.03	-1.06
10.0	10.40	10.27	10.26	-0.84
15.0	13.60	13.50	13.51	-0.59
20.0	16.80	16.78	16.79	-0.09
25.0	20.00	20.21	20.22	1.34

Red-1 +24V Blue-2 Common Green-3 4-20mA

I.R tested >20Gohm at 100 Volts.

Pressure tested 175 PSI for 4 hours.

**Comment:**

- (i) Force Test Frame: 17 MN Strainstall UK Compression S.No. 82048.N.P.L Cert No. E06110297/3. Dated 21/12/06
- (ii) Testing was performed in a controlled temperature environment at 20 deg C ± 2 deg C.
- (iii) Strainstall UK Standard Procedures Vol. 2 Sect 13.
- (iv) Calibrated Range = 0 - 25 tonne = 4 - 20 mA output

Signed: G. Dyer Date of issue 29-Aug-07

UK • Norway • USA • Belgium • Dubai  
Member of the Strainstall Group  
Registered Office as above Registered No. 404209 England

Strainstall UK Ltd  
9 - 10 Mariners Way  
Cove  
Isle of Wight PO31 8PC  
United Kingdom

Tel: +44 (0)1983 293800  
Fax: +44 (0)1983 291335  
Email: calibration@strainstall.com  
Website: www.strainstall.com

The world of load measurement and stress analysis

Strainstall UK Ltd  
9 - 10 Mariners Way  
Cove  
Isle of Wight PO31 8PC  
United Kingdom

Tel: +44 (0)1983 293800  
Fax: +44 (0)1983 291335  
Email: calibration@strainstall.com  
Website: www.strainstall.com

The world of load measurement and stress analysis

**Certificate of Test and Calibration**  
All test measurements applied are traceable to National Standards

Certificate Number  
**VW02126132**

**Certificate of Test and Calibration**  
All test measurements applied are traceable to National Standards

Certificate Number  
**VW01126132**

**Load Cell and Instrument Calibration**

Customer: Strainstall AS  
Load Cell Type: 4991  
Rated load: 25 tonne  
Test Mode: Tension

Cust. Order: 2007-06-204  
Serial No: 73855  
Proof load: 33 tonne

Customer: Strainstall AS  
Load Cell Type: 4991  
Rated load: 25 tonne  
Test Mode: Tension

Cust. Order: 2007-06-204  
Serial No: 73854  
Proof load: 33 tonne

Applied Load tonne	Expected Output mA	Measured Output mA	Measured Output mA	Error % Full Range Output
0.0	4.00	4.00	4.00	0.00
5.0	7.20	7.05	7.06	-0.91
10.0	10.40	10.26	10.26	-0.88
15.0	13.60	13.52	13.53	-0.47
20.0	16.80	16.80	16.81	0.03
25.0	20.00	20.17	20.19	1.13

Red-1 +24V Blue-2 Common Green-3 4-20mA

I.R tested >20Gohm at 100 Volts.

Pressure tested 175 PSI for 4 hours.

**Comment:**

- (i) Force Test Frame: 17 MN Strainstall UK Compression S.No. 82048.N.P.L Cert No. E06110297/3. Dated 21/12/06
- (ii) Testing was performed in a controlled temperature environment at 20 deg C ± 2 deg C.
- (iii) Strainstall UK Standard Procedures Vol. 2 Sect 13.
- (iv) Calibrated Range = 0 - 25 tonne = 4 - 20 mA output

Signed: G. Dyer Date of issue 29-Aug-07

UK • Norway • USA • Belgium • Dubai  
Member of the Strainstall Group  
Registered Office as above Registered No. 404209 England

Applied Load tonne	Expected Output mA	Measured Output mA	Measured Output mA	Error % Full Range Output
0.0	4.00	4.00	4.00	0.00
5.0	7.20	7.05	7.05	-0.94
10.0	10.40	10.24	10.23	-1.03
15.0	13.60	13.57	13.56	-0.22
20.0	16.80	16.80	16.80	0.00
25.0	20.00	20.26	20.26	1.63

Red-1 +24V Blue-2 Common Green-3 4-20mA

I.R tested >20Gohm at 100 Volts.

Pressure tested 175 PSI for 4 hours.

**Comment:**

- (i) Force Test Frame: 17 MN Strainstall UK Compression S.No. 82048.N.P.L Cert No. E06110297/3. Dated 21/12/06
- (ii) Testing was performed in a controlled temperature environment at 20 deg C ± 2 deg C.
- (iii) Strainstall UK Standard Procedures Vol. 2 Sect 13.
- (iv) Calibrated Range = 0 - 25 tonne = 4 - 20 mA output

Signed: G. Dyer Date of issue 29-Aug-07

UK • Norway • USA • Belgium • Dubai  
Member of the Strainstall Group  
Registered Office as above Registered No. 404209 England