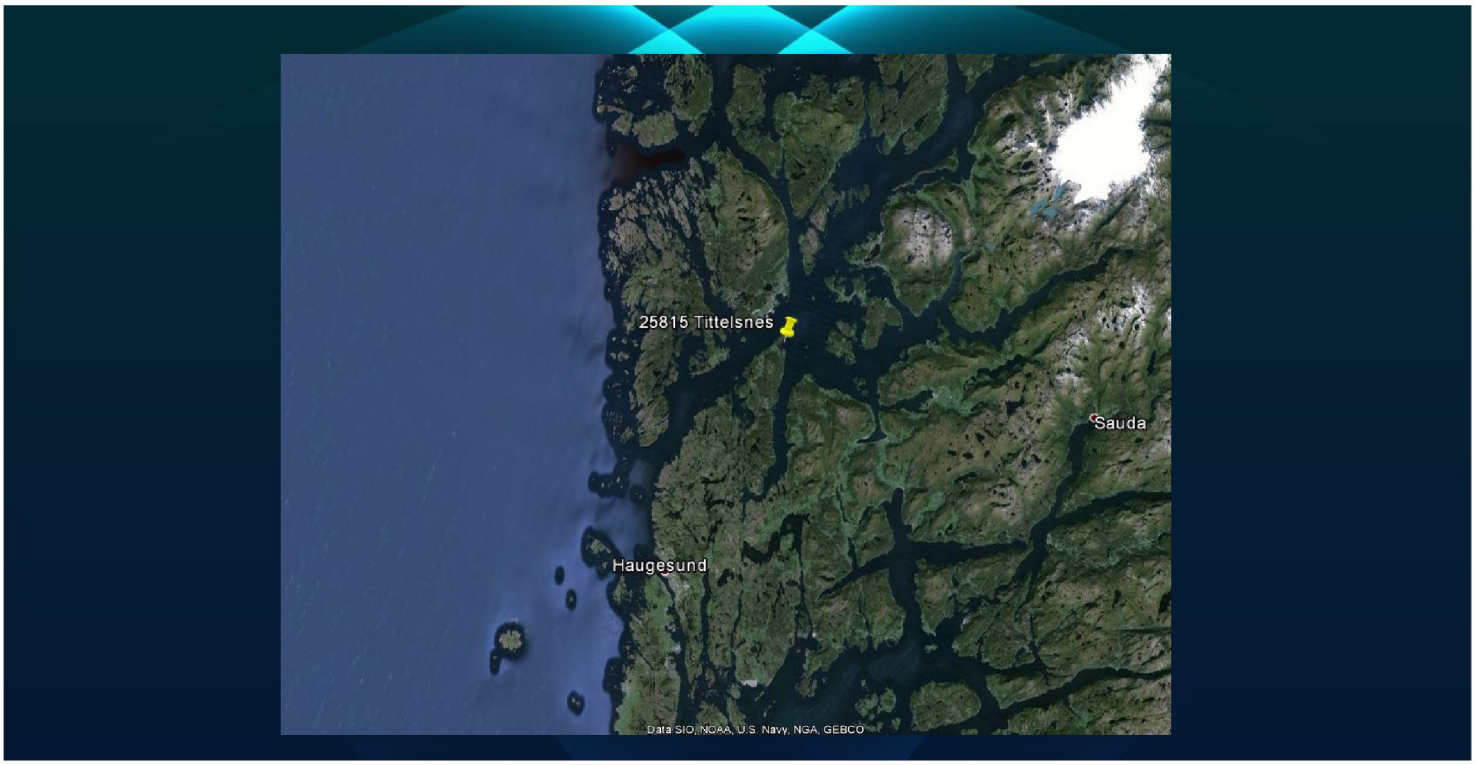


Rapporten omhandler:

STRØMMÅLINGER PÅ 25815 TITTELSNES

For Bremnes Seashore AS
Kontaktperson: Vivian Kvarven

Posisjon for strømmålinger: 59°43.416N 05°32.072Ø
Iht. NS9415:2009

Utført av
Arild Heggland
26.11.15

Tabell 1.1 *Oppsummering av maksimalstrøm på 5, 15, 95 og 145 meter*

Mot retning:	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Strøm 5m [m/s]:	0,38	0,26	0,09	0,22	0,24	0,21	0,21	0,33
Strøm 15m [m/s]:	0,35	0,19	0,09	0,14	0,23	0,16	0,19	0,32
Strøm 95m [m/s]:	0,17	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,06	0,13
Strøm 145m [m/s]:	0,14	0,08	0,12	0,11	0,08	0,12	0,07	0,13

Tabell 1.2 *Oppsummering av strømparameter*

Parameter Dybde	Snitt (cm/s)	Varians $(cm/s)^2$	Maksimum (cm/s)	Minimum (cm/s)	Neumann-parameter	Hovedstrømretning (mot grader)
Vassutskiftingsstrøm 5 meter	8,1	32,8	38,2	0,4	0,501	345
Spredningsstrøm 15 meter	8,7	38,2	35,4	0,6	0,705	345
Spredningsstrøm 95 meter	3,0	6,8	17,0	0,0	0,394	15
Bunnstrøm 145 meter	2,5	5,3	13,8	0,0	0,407	165

Innhold

1.0 Formål 4
2.0 Introduksjon 4
3.0 Metode 4
3.1 Strøm. 4
3.1.1 Strømmåler 4
4.0 Strøm 6
4.1.1 Målt strøm, resultat 8
4.1.2 Kommentar strømmåling 9
4.1.3 Vindstrøm 9
4.1.4 Tidevannsstrøm 10
4.1.5 Trykkdrevet strøm, blant annet utbrudd av kyststrøm. 10
4.1.6 Vårflom- snø og is smelting 10
5.0 Dataredigering og kvalitetskontroll 13
5.1 Strøm 13
7.0 Vedlegg 13
Noomas Sertifisering AS: 20151021 Overflate- og spredningsstrøm, 5 og 15 m, 13235 Tittelsnes 13
Noomas Sertifisering AS: 20151021 Sprednings- og bunnstrøm, 95 og 145 m, 13235 Tittelsnes 13
7.1 Instrumentbeskrivelse strømmåler 14

1.0 Formål

Formålet med rapporten er å dokumentere og beskrive strømbildet som opptrer på lokalitet i form av parametre hentet fra strømmålinger. Måling av overflatestrøm, vassutskiftningsstrøm og bunnstrøm er utført av kompetent organ iht. krav til strømmålinger ved søknad om løyve etter akvakulturlova.

2.0 Introduksjon

Lokaliteten Tittelsnes ligger i Sveio kommune i Hordaland. Koordinater for målepunkt er: $59^0$43.416'N $05^0$32.072'Ø. Tittelsnes er lokalisert på vesttsiden av Ålfjorden. Lokaliteten ligger nær utløpet av fjorden som er en sidefjord til Hardangerfjorden. Målepunktet er plassert ca 350 m fra land.

Teoretiske utregninger og andre registreringer blir kontrollert og vurdert opp mot de erfaringer som finnes for området. Strømrapporten er en sammenstilling av de strømundersøkelsene som er foretatt av Noomas Sertifisering AS i perioden 29.10.15 til 26.11.15.

3.0 Metode

3.1 Strøm.

3.1.1 Strømmåler

Strømmåler modell: Mini Current meter modell SD-6000. Måleren består av en mekanisk og en separat elektronisk enhet. Strømmåleren inneholder sensorer for strøm (rotor), temperatur og retning (kompass). Den elektroniske delen inneholder en datalogger som kan registrere inntil 6000 måleintervaller fra alle sensorer. Intervallen må forhåndsprogrammeres fra 1 min til 3 timer. Målerene må plasseres på dyp som det skal registreres strøm på og data hentes ut av strømmåler med eget program til pc.
For øvrige opplysninger om SD-6000 systemet kan brukermanual skaffes etter behov.

Ved bruk av SD-6000 og andre typer strømmålere skal målte verdier kvalitetssikres slik at eventuelle feilmålinger blir eliminert. Dette gjør at strømverdier blir mest mulig lik de faktiske forholdene fra lokaliteten. Typiske elementer som kan forårsake feilregistreringer er: treghet i propell, begroing og feil ved montering/ utplassering. Kompasset i måleinstrumentet fungerer som urviseren, dersom 270 grader oppgis, tilsvarer dette strøm mot vest (270 grader). Målerne på 5 og 15, samt 95 og 145 meter ble utplassert av Noomas Sertifisering AS i henhold til krav til søknad om løyve etter akvakulturlova. Overflate-, vassutskiftning- og bunnstrøm med 4 ukers sammenhengende varighet på målingene. Rådatafiler er tilgjengelige i Noomas Sertifisering AS sitt arkiv.

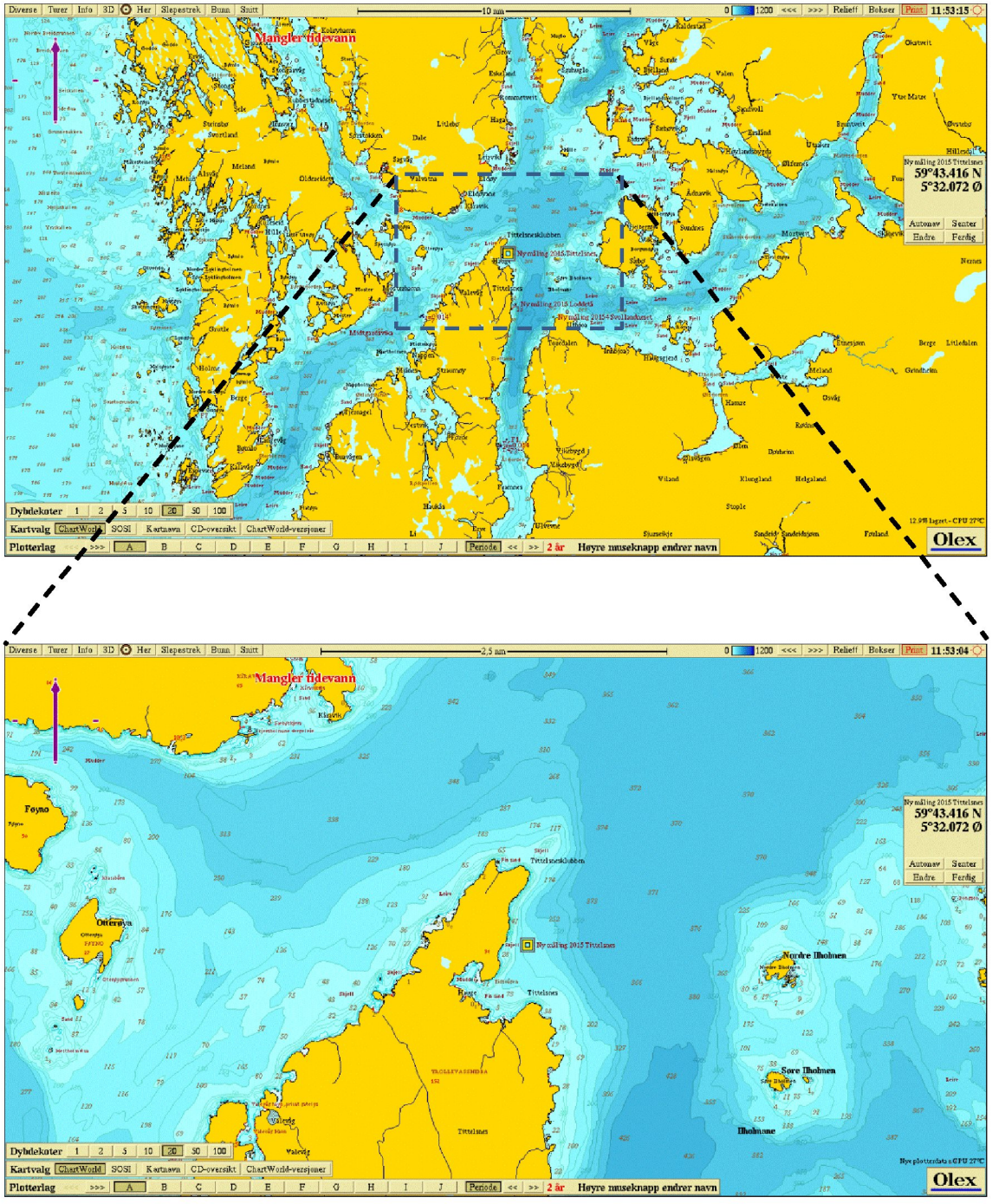


Fig 3.1: *Oversiktsbilde av plassering av strømmålere Tittelsnes (gul firkant).*

4.0 Strøm

I Norge er det i hovedsak fire faktorer som kan påvirke strømforholdene på en lokalitet, disse er tidevann, vind og havstrømmer.

Tidevann: Tidevannsstrømmer skyldes høydeforskjellen mellom flo og fjære.

Tiltrekningen fra solen og særlig månen setter opp periodiske vannstandsendringer som i våre farvann vanligvis fører til to høyvann og to lavvann i døgnet. Det er de horisontale forflytninger av vannmassene som følger av vannstandsendringene, som kalles tidevannsstrømmer. Tidevannet kan betraktes som en svært langstrakt bølge som vandrer over havene. Bølgens forplantningshastighet avhenger av dypet og kan bli flere hundre knop, med en bølgelengde som enkelte steder kan bli 5000 nautiske mil. Bølgen går langsommere i grunne områder enn i dype. Forståelsen av tidevannet som en bølgebevegelse er svært viktig for å kunne sammenholde vannstandsvariasjoner, tidspunkt for høy- og lavvann og strømmens variasjon. I en bølge vil vannet i bølgetoppen bevege seg i forplantningsretningen til bølgen, mens vannet i bølgedalen vil bevege seg mot forplantningsretningen. Siden tidevannet forplanter seg som en bølge, får vi størst strømhastighet ved høy- og lavvann. Langs norskekysten fra Vestlandet til Finnmark forplanter tidevannsbølgen seg nordover, og vi får størst strømhastighet nordover ved høyvann og størst strømhastighet sørover ved lavvann. Dette gjelder utenfor kysten og på åpne kyststrekninger. I fjordmunninger er det annerledes, her er det strømstille ved høy- og lavvann, og maksimal strøm midt mellom høy- og lavvann (inn fjorden på stigende sjø og ut fjorden på fallende sjø). Styrken av strømmen følger tilnærmet forskjellen mellom høy- og lavvann. Dette medfører en økende forskjell på ca 0.5 knop fra vestlandskysten til finnmarkskysten.

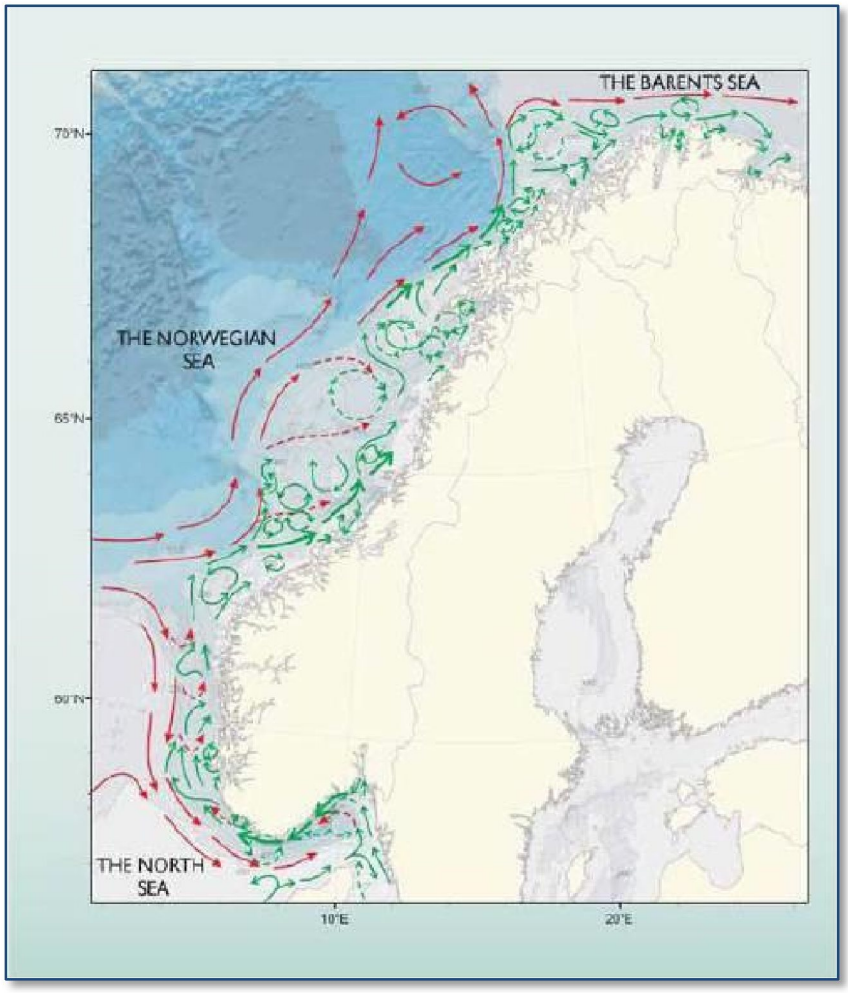
Vinddrevne strømmer: Når vinden blåser over vannoverflaten vil den på det åpne hav sette opp en strøm som i overflaten har en hastighet på omtrent 2-4% av vindens, og som på den nordlige halvkule vil ligge noen få grader til høyre for den framherskende vindretning. Denne strømmen dreier mot høyre med økende dyp samtidig med at den avtar sterkt. Treffer strømmen på en kyst vil bildet endre seg ved at vannet stuves opp. Strømmen vil gå langs kysten slik at høyt vann er til høyre for strømretningen. Store variasjoner i bunnen vil også virke inn her, for eksempel ved overgangen fra Norskerenna og til det grunnere Nordsjøplatået.

Havstrømmer: Det dominerende trekket er "varmt" og salt atlanterhavsvann som kommer inn i Norskehavet mellom Færøyene og Shetland. Hoveddelen av strømmen, som blir kalt Den norske atlanterhavsstrøm, følger kanten langs Nordsjøen, norskekysten, Barentshavet, vestkysten av Svalbard og inn i Nordishavet.

Ut fra Østersjøen føres et overskudd av ferskvann som blander seg med sjøvann. Dette føres ut som Den baltiske strøm. Deretter fortsetter den langs norskekysten og får da navnet Den norske kyststrøm eller bare Kyststrømmen. På sin vei får Kyststrømmen tilført store mengder ferskvann fra Norge, samtidig som den blander seg med det saltere atlanterhavsvannet som ligger utenfor og under Kyststrømmen. Saltholdigheten i Kyststrømmen vil derfor stige jo lengre nord vi kommer. Dette reduserer muligheten for

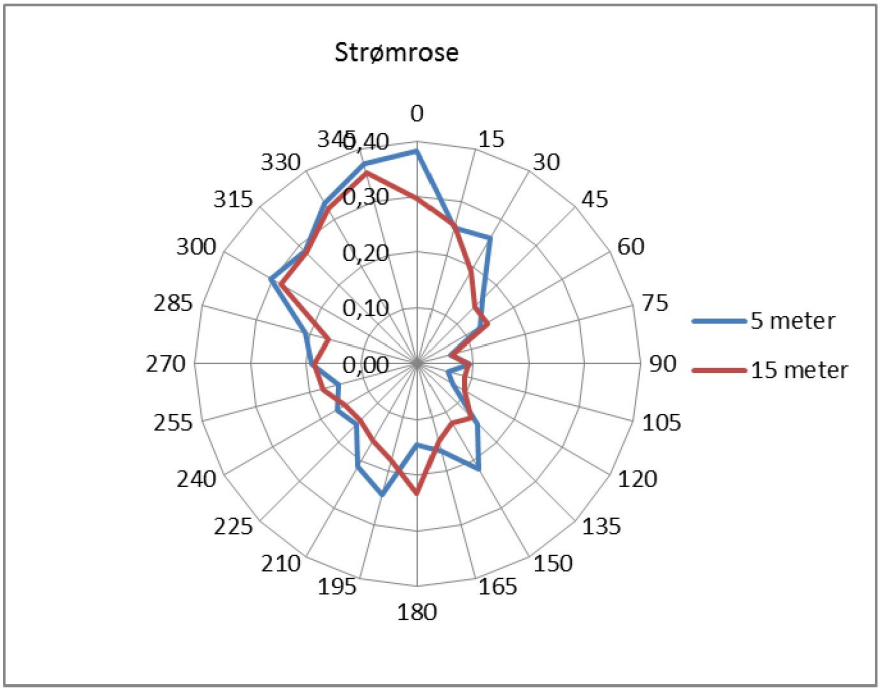
isdannelse i nordlige områder. Om sommeren er temperaturen i kystvannet høyere enn i atlanterhavsvannet, om vinteren lavere. Kyststrømmen er sterkest langs vestlandskysten og kan komme opp i 0.4 – 0.5 m/s, sterkest nær overflaten og et stykke fra land.

Utenfor Vestlandet ligger grensen mellom kystvann og atlantisk vann omkring vestskråningen i Norskerenna. Denne grensen varierer gjennom året på en slik måte at om sommeren flyttes den vestover mens den om vinteren flyttes østover. I tillegg dannes det ofte store virvler i grensen mellom kystvann og atlantisk vann. Disse er lette å oppdage fra satellittbilder. Vinterstid vil en ofte kunne "føle" temperaturforskjellen når en passerer denne grensen. I og med at strømmen går i motsatt retning i de to vannmassene, vil det ofte, avhengig av vindforholdene, bli forskjell i bølgestrukturen også. De gjennomsnittlige strømhastighetene utenfor kysten varierer mellom 15 cm/s og 40 cm/s.

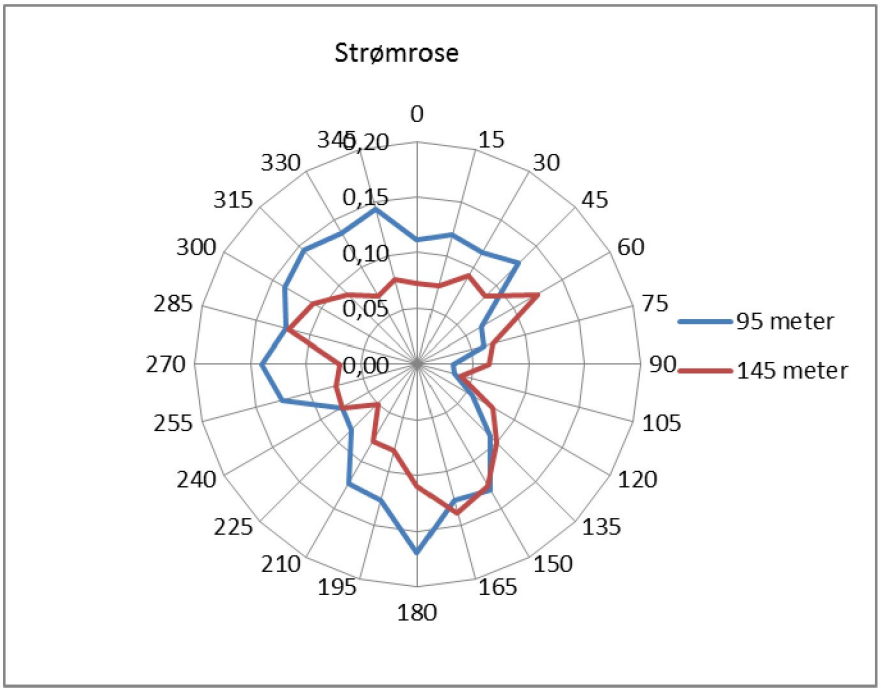


Figur 4.1 *Antlanterhavsstrøm (røde piler) og Kyststrømmen (grønne piler) langs norskekysten.*

4.1.1 Målt strøm, resultat



Figur 4.2 *Strømrose for 5 og 15 meter.*



Figur 4.3 *Strømrose for 95 og 145 meter.*

Tabell 4.1 *Strømverdier lokalitet Tittelsnes (mot retning). Alle verdier i m/s.*

Retning/ Dybde	5 meter	15 meter	95 meter	145 meter
0	**0,38**	0,30	0,11	0,07
15	0,25	0,26	0,12	0,07
30	0,26	0,19	0,12	0,09
45	0,16	0,14	0,13	0,09
60	0,13	0,14	0,07	0,12
75	0,06	0,06	0,06	0,07
90	0,09	0,09	0,03	0,06
105	0,06	0,09	0,03	0,04
120	0,07	0,10	0,06	0,08
135	0,15	0,14	0,09	0,10
150	0,22	0,12	0,13	0,13
165	0,16	0,14	0,13	**0,14**
180	0,15	0,23	**0,17**	0,11
195	0,24	0,18	0,13	0,08
210	0,21	0,16	0,12	0,08
225	0,15	0,14	0,08	0,05
240	0,17	0,15	0,08	0,08
255	0,15	0,18	0,13	0,08
270	0,19	0,19	0,14	0,07
285	0,21	0,17	0,12	0,12
300	0,30	0,28	0,14	0,11
315	0,29	0,28	0,14	0,09
330	0,33	0,32	0,14	0,07
345	0,37	**0,35**	0,14	0,08

4.1.2 Kommentar strømmåling

Strømmålingene er gjennomført i perioden fra 29.oktober til 26.november 2015. Totalt er det registrert målinger i 28 døgn. Målinger i forbindelse med utsett og opptak er fjernet før vurderinger er gjennomført. Målerne var plassert i representativt område for lokaliteten. Lokaliteten var tom for flytekrager, nøter og annet utstyr i måleperioden, derfor ingen påvirkning fra slike faktorer. Målerne var plassert på følgende dybder: 5, 15, 95 og 145 meter. Data er registrert med 10 min intervaller. Strømmålerne var plassert i posisjon 59°43.416N, 05°32.072Ø.

4.1.3 Vindstrøm

Generelt kan vind påvirke overflatestrømmen på lokaliteter. Vindgenerert strøm kan komme opp i over 2 % av vindhastigheten. Vind/bølger fra nordlige og sørlige retninger, over største strøklengder, kan påvirke strømmen i overflaten ved lokaliteten. Det er i måleperioden sammenfall av måling av høyeste vindhastigheter og høyeste strømmålinger. Oppstuvingseffekten, som gir utslag der store vannmasser blir drevet inn i fjordsystemer antas å ha en effekt på denne lokaliteten, da den ligger inne i Hardangerfjorden. Det er ikke klare indikasjoner i denne måleperioden som underbygger dette. For ytterligere analyse og verifikasjon av mulige sammenhenger bør man ha et datagrunnlag med strømmålinger for et helt år.

4.1.4 Tidevannsstrøm

Strømmen er i måleperioden påvirket av tidevannet. Ved måling av maksimal strømhastighet er det sammenfall med tidevannet. For ytterligere analyse av tidevannsstrøm trengs datagrunnlag for et helt år.

4.1.5 Trykkdrevet strøm, blant annet utbrudd av kyststrøm.

Utbrudd av kyststrømmen er sterkest langs vestlandskysten og kan komme opp i 0,4 – 0,5 m/s, sterkest nær overflaten og et stykke fra land. Nord for Stad synes kyststrømmen å være noe svakere (Marintek MT40 A94-0064). Det er sannsynlig at strømmåler har registrert mange innslag av denne type kyststrøm i materialet. En slik strøm kan bli betydelig på lokaliteten alene eller i sammen med de andre komponentene. Ut fra registreringene i måleperioden er det sannsynlig at kyststrømmen har vært en medvirkende hovedfaktor ved målinger av maksimal strøm på lokaliteten.

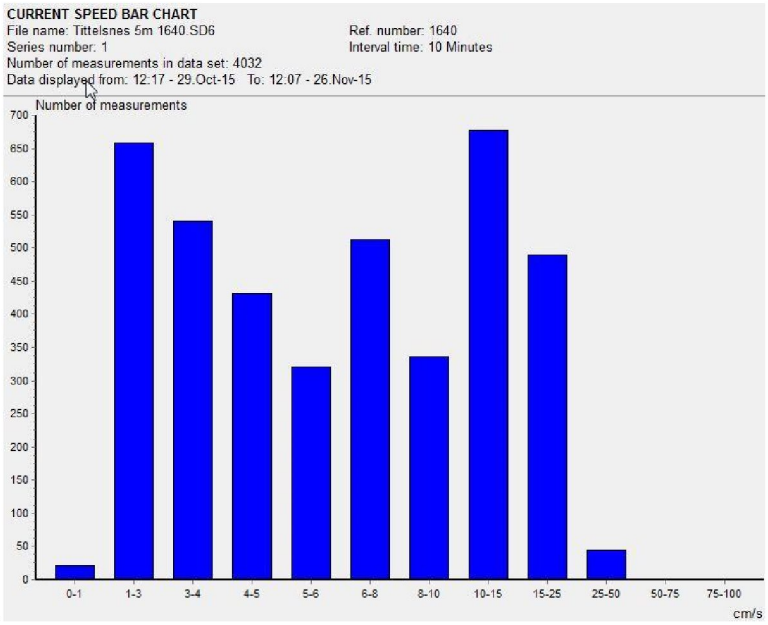
4.1.6 Vårflom- snø og is smelting

Det er betydelig ferskvannstilsig i perioder med vårflom, snø og is-smelting i Hardangerfjorden. Hvordan dette påvirker strømforholdene på lokaliteten kan undersøkes ved å gjennomføre eksakte målinger på effekten av dette ved strømmålinger i overflaten i perioder når dette inntreffer.

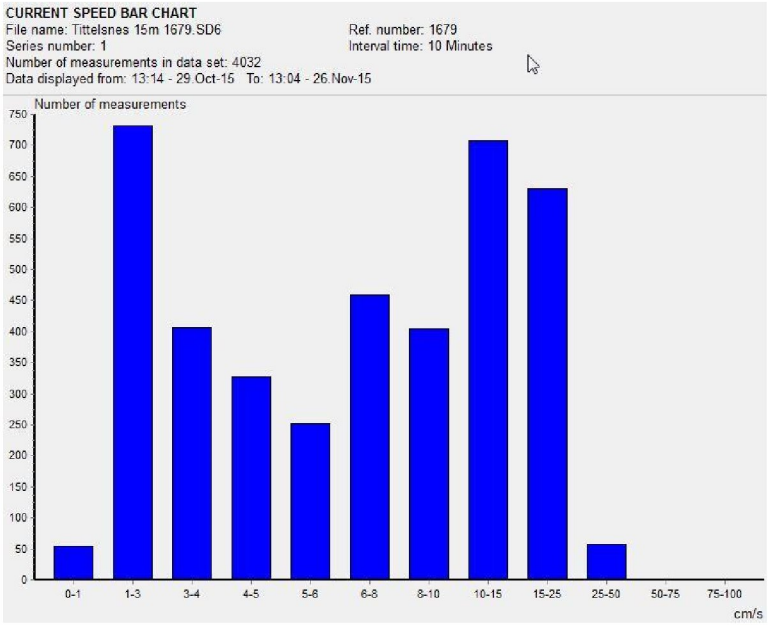
4.1.7 Vurdering av strømstille perioder for overflate- og spredningsstrøm (målinger på 5 m og 15 m)

I måleperioden er ulike strømhastighets-intervall i måleperioden målt på 5 m og 15 m dyp som vist i tabell 4.2. Strømstille er vurdert som målinger av strømstyrke ≤ 1,0 cm/s.

Tabell 4.2 *Oppsummering av strømhastighet på 5 m og 15 m dyp.*



.



Det er registrert noen sammenhengende perioder med strømstille. Andelen strømstille perioder på 15 m opptrer hyppigere enn på 5 m dyp.

Tabell 4.3 *Lengste strømstille perioder på 5 m og 15 m dyp.*

Dyp	Dato start Klokkeslett	Dato stopp Klokkeslett	Tidsintervall	Prosentvis andel i måleperioden med strøm ≤ 1,0cm/s
5 m	10.11.15 17:37 15.11.15 10:17 20.11.15 03:27	10.11.15 17:47 15.11.15 10:27 20.11.15 03:37	20 minutt 20 minutt 20 minutt	0,5%
15 m	04.11.15 04:24	04.11.15 05:24	1 t 00 minutt	1,3%

Tabell 4.4 *Sjekkliste strømmålinger og vurdering.*

	5 meter	**15 meter**	**95 meter**	**145 meter**	**Kommentarer:**
Logging av strøm, 10 min	ok	ok	ok	ok	SD6000 målere plassert på 5,15, 95 og 145 meter.
Måleperiode	ok	ok	ok	ok	29.10.15-26.11.15 Totalt 28 døgn
Ant. målinger	4032	4032	4032	4032	Målinger brukt i vurderingene
Begrunnet plassering	ok	ok	ok	ok	Målingene er gjennomført i området det er planlagt anlegg.
Tidevannsstrøm	ok	ok	ok	ok	Påvirker lokaliteten.
Vindgenerert overflatestrøm	ok	ok	ok	ok	Påvirker lokaliteten.
Utbrudd fra kyststrøm	ok	ok	ok	ok	Kan påvirke lokaliteten.
Vårflom pga snø – og is smelting	ok	ok	ok	ok	Kan påvirke lokaliteten.
Faktorer som kan ha påvirket målingene	ok	ok	ok	ok	Ingen episoder registrert i måleperioden.

5.0 Dataredigering og kvalitetskontroll

5.1 Strøm

Strømmåling og lagring av strømdata er foretatt av Noomas Sertifisering AS. Rådatafiler ble importert til strømredigeringsprogrammet SD6000 som leveres av Sensordata AS. Strømdata blir videre kontrollert og avlest i det samme programmet. Hvis det er målinger som ikke er valide etter en slik vurdering tas disse bort fra datautvalget. Strømmålinger som er foretatt er gjeldende for lokaliteten Tittelsnes.

6.0 Litteraturliste

Akvakulturloven: Krav til strømmålinger ved søknad om løyve etter akvakulturlova.

Olex (2007): Olex, Kartleggingsprogram av havet.

Vannstand: www.sehavniva.no

Månefaser: www.timeanddate.com

Google Earth: www.googleearth.com

7.0 Vedlegg

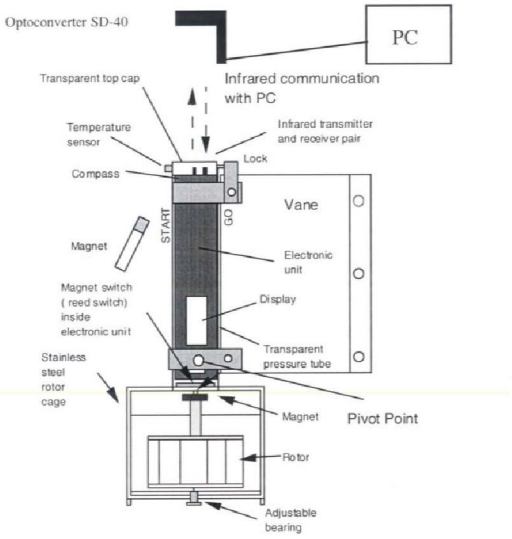
Noomas Sertifisering AS: 20151126 Overflate- og spredningsstrøm, 5 og 15 m 25815 Tittelsnes

Noomas Sertifisering AS: 20151126 Sprednings- og bunnstrøm, 95 og 145 m 25815 Tittelsnes

7.1 Instrumentbeskrivelse strømmåler

MINI Current Meter model SD-6000

Lightweight, programmable, easy to use oceanographic instrument



Brief instrument description

MINI Current Meter model SD-6000 (Including model SD-6000/30) is a compact vector averaging current meter with memory capacity for up to 6000 combined data sets of current speed, direction and temperature. (Optional models include current speed, temperature, direction and either dissolved oxygen or turbidity.) The instrument can be programmed to measure and record data using 6 different time intervals ranging from 1 minute to 3 hours. By holding a magnet outside marked "START" and "GO" positions on the instrument electronic unit, up to16 individual data series containing a total of 6000 complete data sets can be started and terminated.

Recorded data from the instrument and messages from a PC to the instrument are transferred non galvanic between the instrument and a PC via a two-way optoconverter. Standard communication baud rate is 9 600 baud.

A built in display on the electronic unit can be read through the transparent pressure tube. The display gives user information both about the instrument functions and its operational status.

SD-6000 is made of two modules:

1: A mechanical unit

2: An Electronic unit that fits into the transparent pressure tube of the mechanical unit. The mechanical unit protects the electronic unit and makes the electronic unit to stand vertically in the sea pointing in the current speed direction. Basically the mechanical unit consists of a transparent pressure tube with rotor cage and van that can be attached to a gimballed balance. Figur 1 shows the basic design.

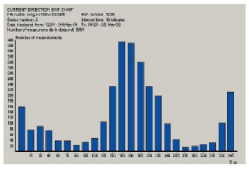
Electronic unit description

The electronic unit is a complete data acquisition system with sensors, sensor interfacing, microprocessor, display communication ports and power supply. The electronic unit can be remotely programmed and operated via two built in magnet sensitive START and GO switches.

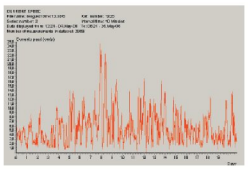
Data communication with external PC is obtained via an optical infrared light emitting diode and an infrared sensitive photodiode that are visibly encapsulated inside the transparent top cap.

Measures and records up to 60000 data sets of temperature and vector averaged current speed
Recorded data can be viewed from the instrument display without computer
Downloads recorded data to your PC in less than 30 s
Advanced PC software included
Optional oxygen sensor for oxygen flux measurements can be installed

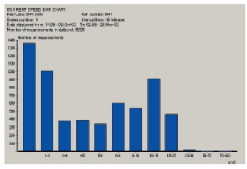
Typical PC generated data presentations



Current direction ¨bar graph



Current speed line graph



Current speed bar graph

Specifications

Current speed range	0- 8 m/s	Max depth	500 m
Current speed resoluton	0,5 cm/s	Weight in air	3 kg
Current direction resolution	+/- 2 degr	Total length	50 cm
Temperature range	-2-+ 32 degr.C	Packing	Carry case
Temperature accuracy	+/- 5/100 degr.C	Instrument + case weight	8,5 kg

Sensordata a.s
P.O. Box 88 Ulset 5873 Bergen
email: info@sensordata.net
Tel + 4755181857

For ytterligere instrumentbeskrivelse og måleprinsipp be om å få tilsendt dokumentet: *SD6000 manual.pdf*