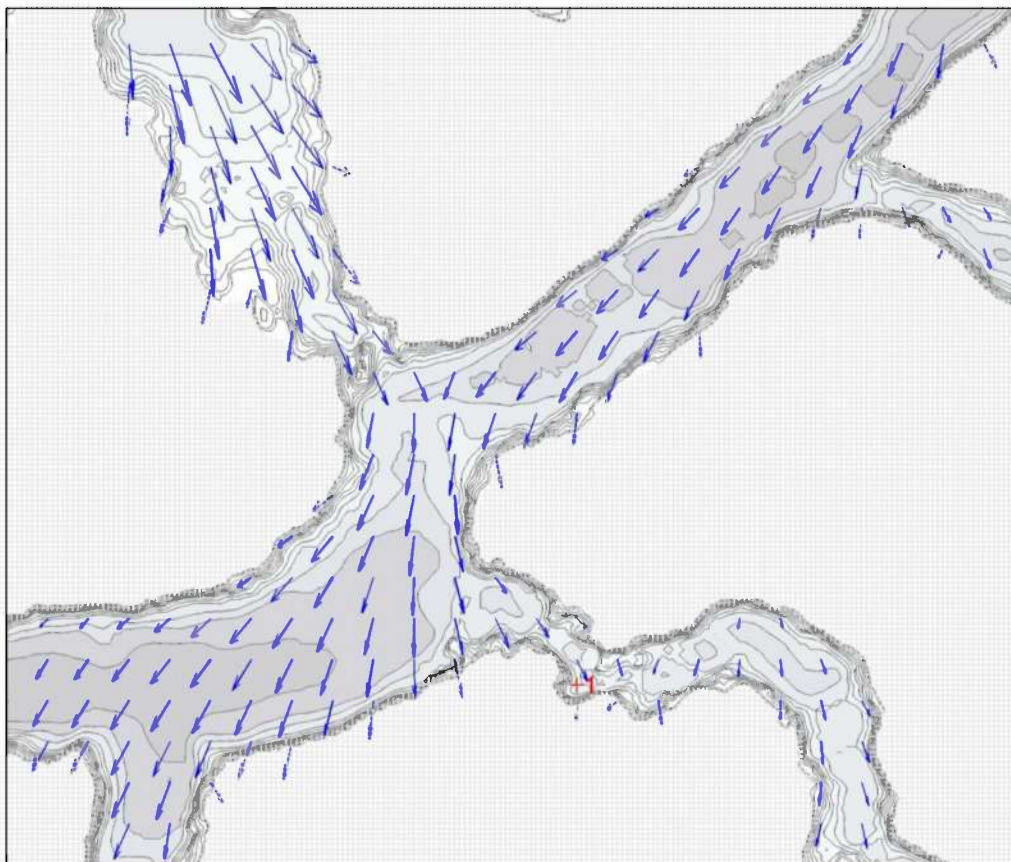


Gratanglaks AS



Lokalitetsrapport Skardbergvika, Gratangen

OPPDRAAGSGIVER	
Selskap	Gratanglaks AS
Kontaktperson	Tore Lundberg
Dokument type	Lokalitetsrapport
Tittel	Lokalitetsrapport, Skardbergvika, Gratangen
Prosjektnr / akt	711811
Filplassering	Enterprise Connect\Livelink\Enterprise\02 OPPDRAG\02 INDUSTRI\IND 7xxxxx NORD\IND 711500 - 711999\711811 Gratanglaks-Miljøundersøkelser-Fortøyningsberegninger\711811-10 SLUTTPRODUKT\711811-02 TEKNISKE DOKUMENTER

SAMMENDRAG

Det er utført lokalitetsundersøkelse av lokalitet Skardbergvika, Gratangen i henhold til krav i NS 9415. Følgende miljøparametre er undersøkt:

- målinger av strøm
- beregning av signifikant bølgehøyde
- beregning av stedvind
- beregning av isingsfare
- vurdering av fare for drivis
- målinger av bunntopografi

Lokalitetens eksponering for disse miljøparametrene er listet opp nedenfor.

		Returperiode		Retning
		10 år	50 år	
Største vindbølge	H_s [m] / T_p [s]	1.1 / 3.7	1.2 / 4.1	fra 80°
Største havbølge	H_s [m] / T_p [s]	Forekommer ikke		
Største strømhastighet	v_c [m/s]	0.36	0.50	mot 149°
Vindhastighet	$v_{b,0}$ [m/s]	26		
	v_m [m/s]	28	31	fra SV og V
Tidevann	HAT [m]	+ 2.66 m		
Estimert akkumulert sjøsprøyte over tre dager		0.15 m		Ved lave temperaturer og sterk vind fra Ø
Drivis		Forekommer ikke		
Bunntopografi		Greit kartlagt		

Nomenklatur
 H_s signifikant bølgehøyde
 T_p topperiode
 $v_{b,0}$ referansevindhastighet (NS-EN 1991-1-4)
 v_m stedvindhastighet (NS-EN 1991-1-4)
HAT høyeste astronomiske tidevann (relativ sjøkartnull)

Oppdragsansvarlig	Øyvind Nilsen
Saksbehandler	Juni Vaardal-Lunde/Juliane Borge

REVISJONSSTATUS

Rev	Dato	Beskrivelse	Utf	Kntr	Godkjent
0	10.04.2013	Lokalitetsrapport	<i>Jul / JB</i>	<i>Open</i>	<i>Open</i>

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Bakgrunn	4
2.	Fastsettelse av 10-års og 50-års vindhastighet	6
3.	Fastsettelse av 10-års og 50-års vindbølgetilstand	7
4.	Vurdering av Havbølger	11
5.	Vurdering av andre bølgeforhold	12
6.	Fastsettelse av 10-års og 50-års strømhastighet	13
7.	Isingsfare og ismengder	16
8.	Bunnkartlegging.....	18
9.	Konklusjon: Lokalitetsundersøkelse	19
10.	Litteratur og referanser	20
	Vedlegg 1. Vindfart og vindretning	21
	Vedlegg 2. Fastsettelse av strøm.....	22
	Vedlegg 3. Definisjoner	23
	Vedlegg 4. Strømrappport	23

1. Bakgrunn

NYTEK-forskriften (en forskrift med mål om å begrense rømming av fisk fra oppdrettsanlegg) krever undersøkelse av lokaliteter som skal brukes til oppdrettsvirksomhet. Norsk standard for flytende oppdrettsanlegg, NS 9415, angir hvilke parametere som inngår og hvilke metoder som skal brukes i forbindelse med disse undersøkelsene. Undersøkelsene skal omfatte:

- vind maksimal vindhastighet med 10-års og 50-års returperiode for åtte retninger
- bølger maksimal opptredende signifikant bølgehøyde med 10-års og 50-års returperiode for åtte retninger
- strøm maksimal strømhastighet med 10-års og 50-års returperiode for åtte retninger
- nedising akkumulert nedising over tre dager
- drivis vurdering av fare for drivis
- topografi kartlegging av bunnarealet som dekkes av oppdrettsanlegget med fortøyning, minimum oppløsning på 10 x 10 m

Alle oppdrettsanlegg skal være produktsertifisert og inneha anleggssertifikat (NYTEK). Det skal dokumenteres at alle hovedkomponenter til et oppdrettsanlegg (fortøyning, notposer, flytekrage og flåte) tåler miljøpåkjenningene som framkommer av lokalitetsrapporten.

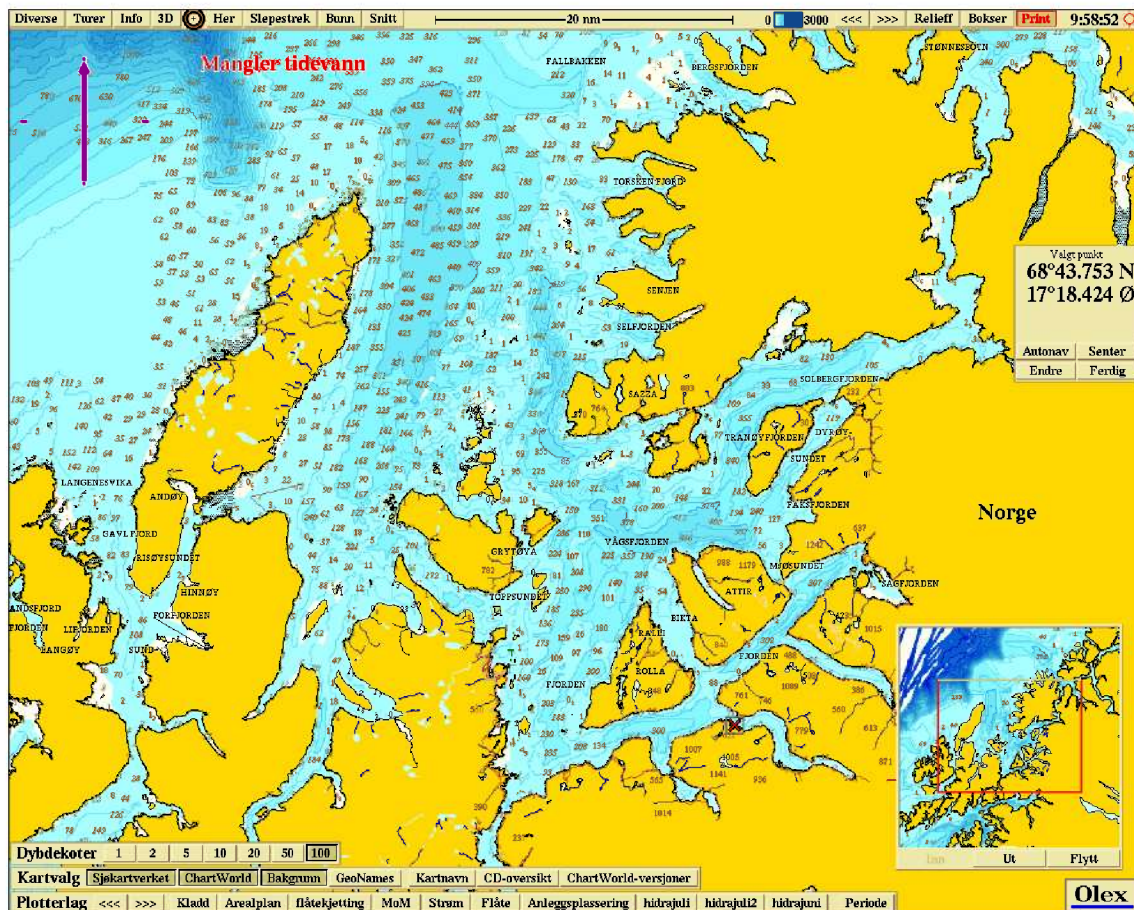
Denne rapporten beskriver vind, bølger, strøm, ising og bunntopografi ved Skardbergvika, Gratangen i henhold til NS 9415.

1.1 Områdebeskrivelse

Lokalitetsopplysninger er som følger

Tabell 1. Lokalitetsopplysninger

Lok. nr	Lokalitet	Geografisk koordinat	Datum	Kommune	Art
10550	Skardbergvika	68°43.7530 N 017°18.4240 Ø	WGS84	Gratangen	Laks Regnbueørret Ørret



Figur 1. Oversiktskart over området rundt Skardbergvika, Gratangen. Anleggets beliggenhet er avmerket med et rødt kryss.

1.2 Bakgrunnsinformasjon

Vinden som er brukt i bølgeberegningen er beregnet med utgangspunkt i NS-EN 1991-1-4:2005/NA:2009 (kapittel 2).

For å lage bunnmodell av fjordområdene rundt Skardbergvika og havområdet utenfor, for bruk i bølgeberegningen (kapittel 3), er det benyttet bunndata fra Kystkartverket (Kystkartverket 2007).

10-års og 50-års strømverdier er beregnet på bakgrunn av eksisterende data fra strømmålinger utført i perioden 04.02.2013-05.03.2013 ved Skardbergvika av SEA ECO (kapittel 6, Vedlegg 4). Målingene er i følge oppdragsgiver representative for lokaliteten.

Isingsestimatet (kapittel 7) er basert på meteorologiske data fra Andøya meteorologiske stasjon fra 1958 - 2013.

Bunntopografi rundt lokaliteten er hentet fra Olex deledatabase og Astafjordprosjektet (Sør-Troms regionråd).

2. Fastsettelse av 10-års og 50-års vindhastighet

10-års og 50-års vindhastighet for bruk i vindbølgeberegninger er bestemt i henhold til NS-EN 1991-1-4:2005/NA:2009. For nærmere beskrivelse av input og metode vises det til vedlegg 1.

Referansevindhastighet $v_{b,0}$

Referansevindhastighet er gjennomsnittlig vindhastighet over 10 minutter, 10 meter over et flatt landskap med terrengkategori II (Landbruksområde, område med spredte små bygninger eller trær) med returperiode på 50 år. Verdiene for referansevindhastighet, $v_{b,0}$, er basert på ekstremver dianalyse av vindmålinger og er ikke knyttet til noen spesiell årstid eller vindretning. Data for hver kommune er gitt i NS-EN 1991-1-4:2005/NA:2009.

Referansevindhastighet, $v_{b,0}$, for Gratangen, Troms, er 26 m/s (Tabell 2).

Sannsynlighetsfaktor, c_{prob}

Sannsynlighetsfaktor bestemmer årlig sannsynlighet for overskridelse. $c_{prob} = 1.0$ tilsvarer årlig sannsynlighet for overskridelse på 0.02, dvs. en returperiode på 50 år. $c_{prob} = 0.90$ tilsvarer årlig sannsynlighet for overskridelse på 0.1, dvs. en returperiode på 10 år.

Retningsfaktoren, c_{dir}

Verdiene for retningsfaktoren er bestemt ved retningsavhengig analyse av observasjonsdataene for en rekke vindobservasjonsstasjoner eller referansestasjoner. Lokalitetens beliggenhet gjør at man har valgt dataserie for området "Troms, ytre" som basis for beregninger, se Tabell 2.

Årstidsfaktor, c_{season}

Ekstremverdier for basisvindhastigheten avhenger av årstiden. Anlegget ligger ute hele året og faktoren settes derfor til $c_{season} = 1.0$.

Basisvindhastighet, v_b

Basisvindhastighet er midlere vindhastighet over 10 minutter, 10 meter over et flatt landskap med terrengkategori II justert for retningsfaktor, årstidsfaktor og sannsynlighetsfaktor.

Terrengruhetsfaktor, c_r

Lokaliteten defineres som terrengkategori 1(NS-EN 1991-1-4). Vindbølgeberegningene baseres på vindhastighet 10 m over bakken. Z settes derfor til 10. Terrengruhetsfaktor blir da $c_r = 1.17$.

Stedsvindhastighet v_m

Stedsvindhastighet er 10-års og 50-års midlere vindhastighet over 10 min ved 10 m høyde ved lokaliteten.

Tabell 2 viser 10-års og 50-års vindhastigheter for forskjellige retninger.

Tabell 2. Fra referansevindhastighet, $v_{b,0}$, til stedsvindhastighet for Skardbergvika

Retning (fra):	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
$v_{b,0}$ [m/s]	26	26	26	26	26	26	26	26
c_{dir}	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	0.9
v_b , 10 år [m/s]	21	21	21	21	21	23	23	21
v_b , 50 år [m/s]	23	23	23	23	23	26	26	23
c_r	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
v_m , 10 år [m/s]	25	25	25	25	25	28	28	25
v_m , 50 år [m/s]	27	27	27	27	27	31	31	27

3. Fastsettelse av 10-års og 50-års vindbølgetilstand

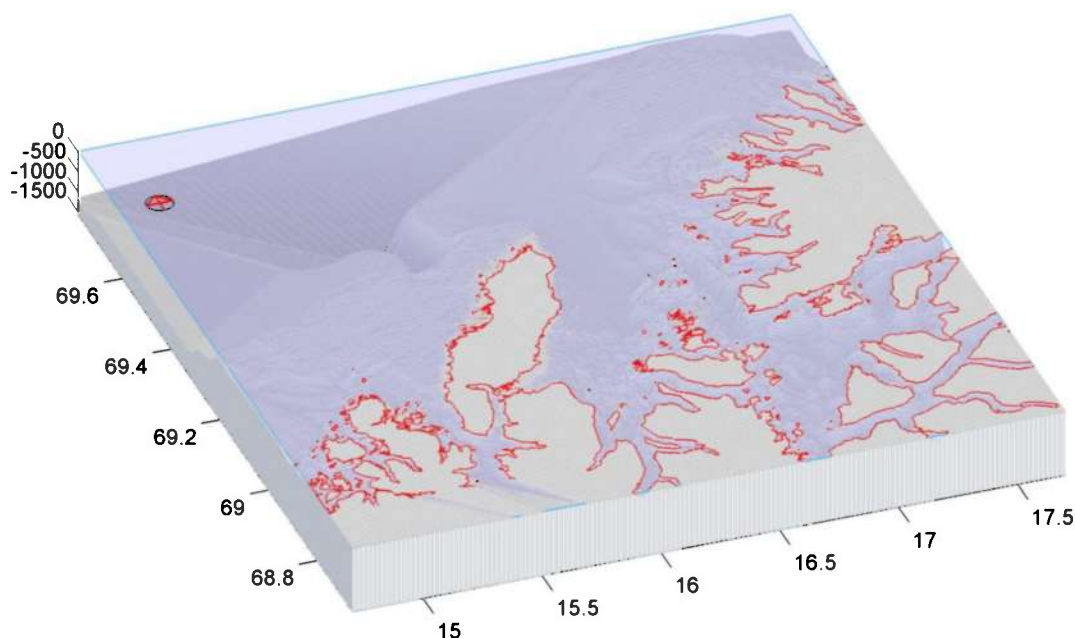
3.1 Beregningsgrunnlag

Programmet SWAN (SWAN 2006) er benyttet for å beregne vindbølger og havbølger på lokaliteten. Programmet er utviklet av Delft Technical University for å beregne utvikling og forplantning av bølger i kystområder.

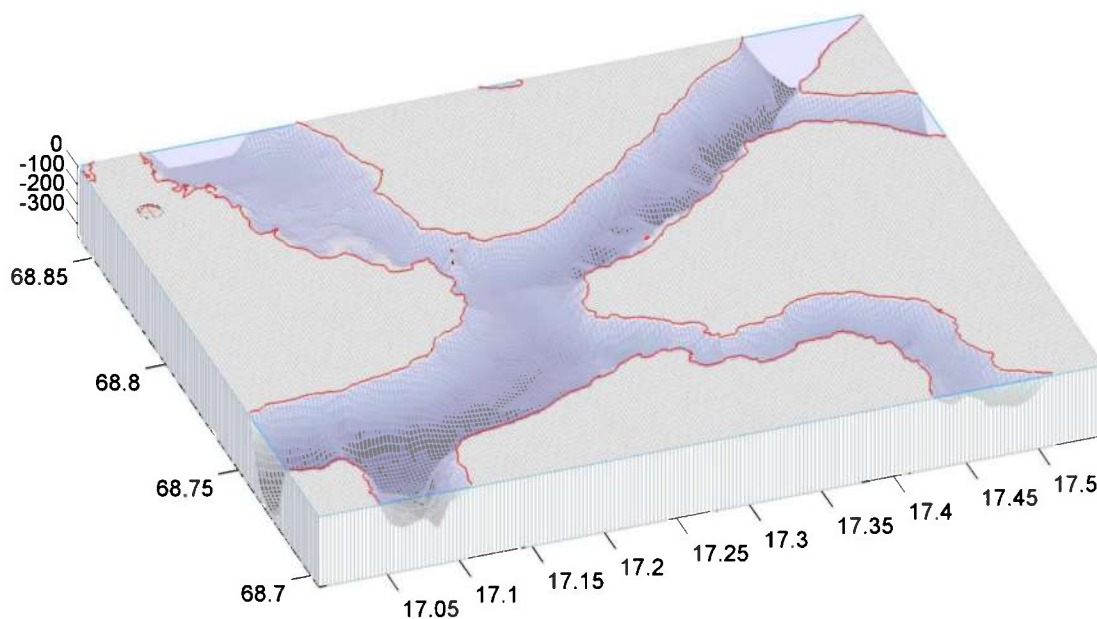
Bunnmodellene vist i Figur 2, Figur 3 og Figur 4 benyttes for å beregne bølger. Vindhastigheten er justert fra stedvind til strøkvind basert på lokalitetens strøkgeometri. Strøkvinden er middelverdi av vindhastighet ved 10 m høyde over en periode tilsvarende strøkvarigheten. Strøkvarigheten er tiden som bølger trenger for å bli generert over strøket. Strøkvinden for de forskjellige retningene framkommer i Tabell 3 og Tabell 4.

Bølgeberegningene er gjort i tre steg:

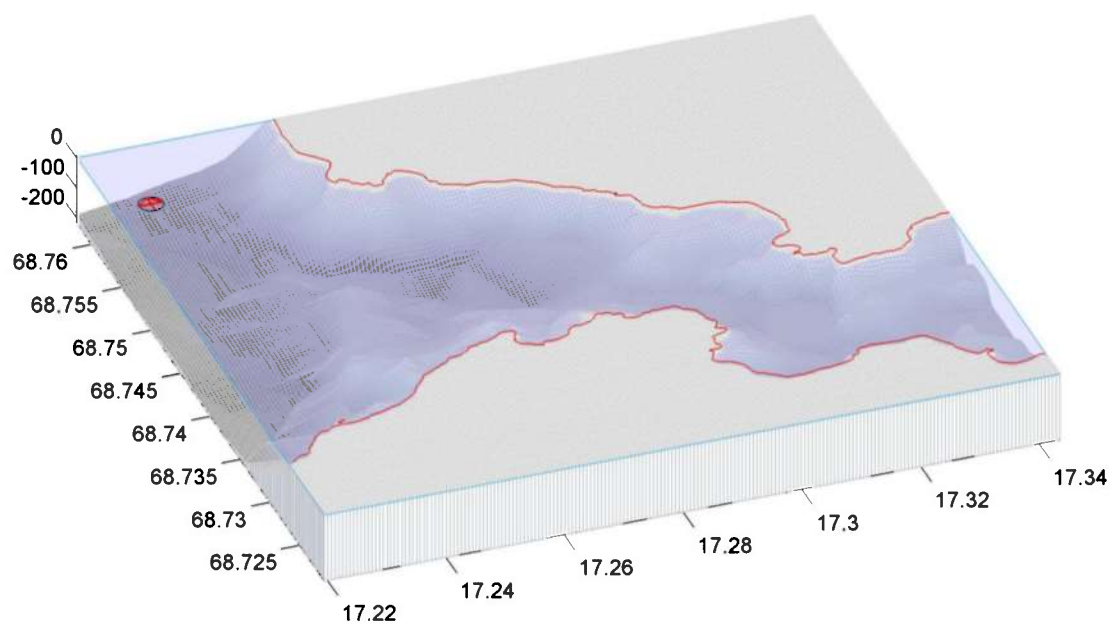
- Først er bølger regnet med grov oppløsning på ca. 400 x 400 m utenfor Gratangen (Figur 2, ytterste ramme Figur 5). I dette steget beregnes forplantning av havbølger inn mot kysten.
- Resultatene fra første steg er brukt som input til ny beregning der et gitter med oppløsning på ca. 90 x 90 m dekker fjordområdene rundt Skardbergvika (Figur 3, blå ramme Figur 5). I dette steget beregnes generering og forplantning av bølger fra kysten inn mot nærområdet rundt lokaliteten.
- Andre steg danner til slutt input for tredje og siste beregningssteg med en oppløsning på ca. 25 x 25 m som dekker nærområdet rundt Skardbergvika (Figur 4, grønn ramme Figur 5). I dette steget beregnes forplantning av vindbølger og havbølger påvirket av detaljer i den nærmeste bunntopografien rundt lokaliteten.



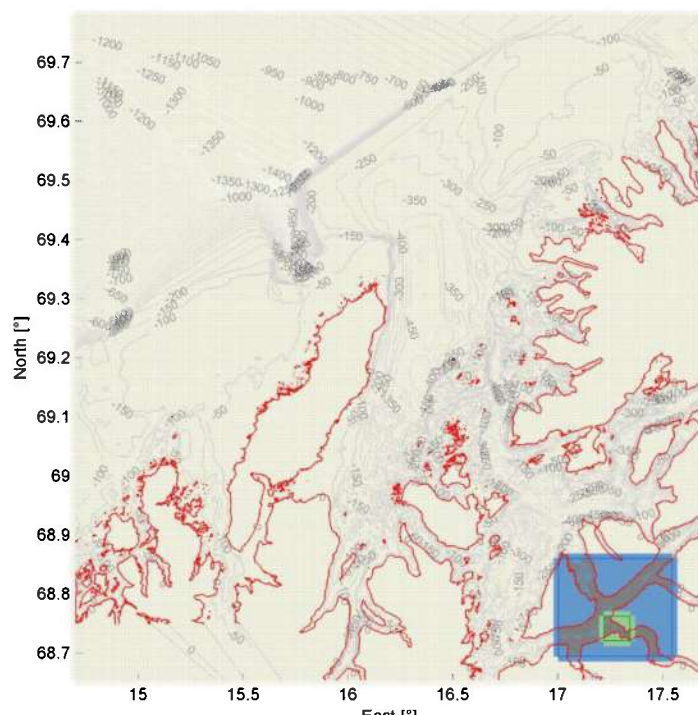
Figur 2. 3D bunnmodell av havområdet utenfor Gratangen (x-akse og y-akse i geografiske koordinater, z-akse i meter).



Figur 3. 3D bunnmodell fjordområdene rundt Skardbergvika, Gratangen (x-akse og y-akse i geografiske koordinater, z-akse i meter).



Figur 4. 3D bunnmodell av nærområdet rundt Skardbergvika, Gratangen (x-akse og y-akse i geografiske koordinater, z-akse i meter).



Figur 5. Tre inndelinger brukt i bølgeberegningen:

- steg 1: havområdet utenfor Gratangen (svart ramme)
 - steg 2: fjordområdene rundt Skardbergvika (blå ramme)
 - steg 3: nærområdet rundt Skardbergvika (grønn ramme)
- Akser i geografiske koordinater

3.2 Resultat av vindbølgeberegninger

Maksimal vindbølgetilstand for lokaliteten er estimert for åtte forskjellige retninger og for returperioder på 10 og 50 år. Resultatene er vist i Tabell 3 og Tabell 4. Høyeste vindbølge har retning fra 80° og er generert av vind med retning fra øst. Signifikant bølgehøyde H_s med 50-års returperiode er estimert til 1.2 m med topperiode $T_p = 4.1$ s.

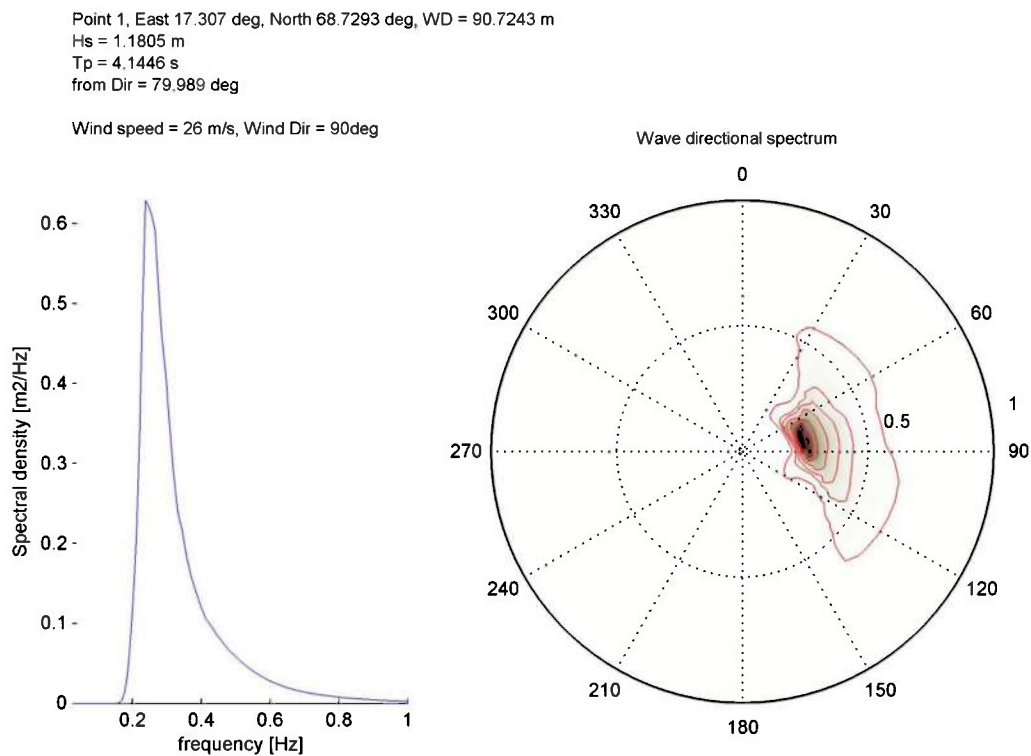
Usikkerheten i beregningene er estimert til å ligge på omkring 20 %.

Tabell 3. Beregnet 10-års signifikant bølgehøyde H_s med topperiode T_p for åtte forskjellige retninger.

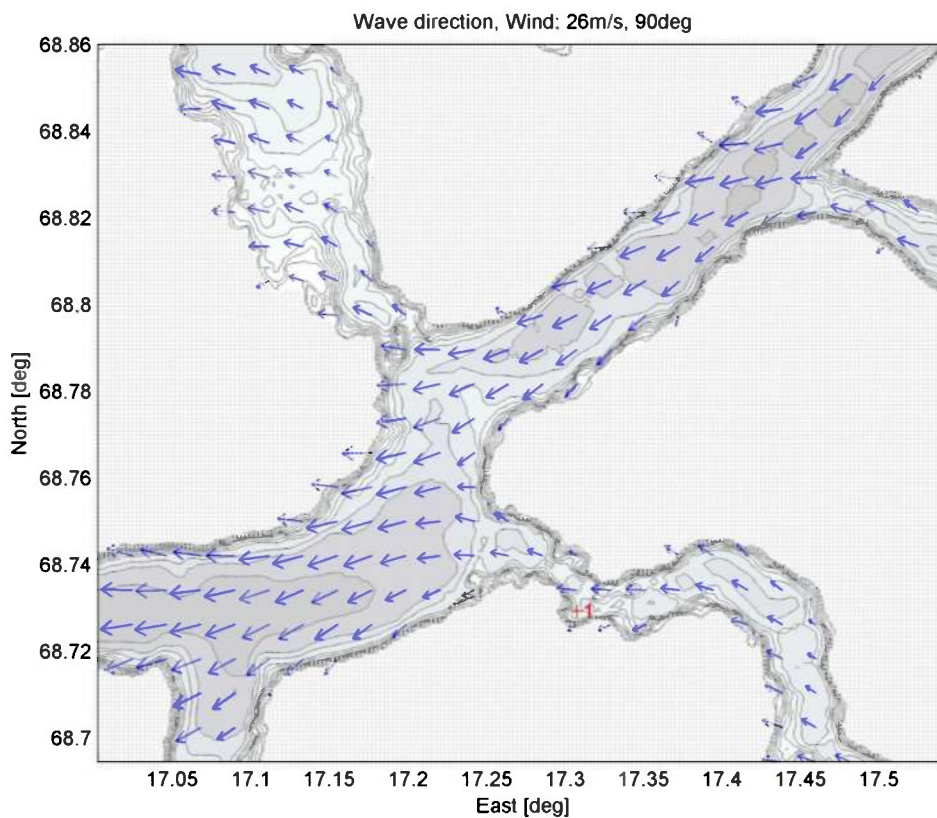
Retning (fra):	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Strøkvindhastighet [m/s]	24	24	24	24	25	27	26	22
H_s [m]	0.9	1.0	1.1	0.8	0.4	0.5	0.7	0.8
T_p [s]	3.0	3.6	3.7	3.6	1.8	2.0	2.2	4.2
Retning for høyeste bølge [°]	359	65	78	95	178	231	299	327

Tabell 4. Beregnet 50-års signifikant bølgehøyde H_s med topperiode T_p for åtte forskjellige retninger.

Retning (fra):	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Strøkvindhastighet [m/s]	27	27	26	27	28	30	29	25
H_s [m]	1.1	1.2	1.2	0.9	0.5	0.6	0.8	0.9
T_p [s]	3.2	3.9	4.1	3.8	2.0	2.2	2.3	4.4
Retning for høyeste bølge [°]	360	64	80	95	178	231	298	327



Figur 6. Bølgespekter for 50-års vindbølge fra øst.



Figur 7. Visualisering av vindbølgespredning mot lokaliteten, 50-års vindbølge fra øst. Skardbergvika er merket "+1".

4. Vurdering av Havbølger

4.1 Beregningsgrunnlag

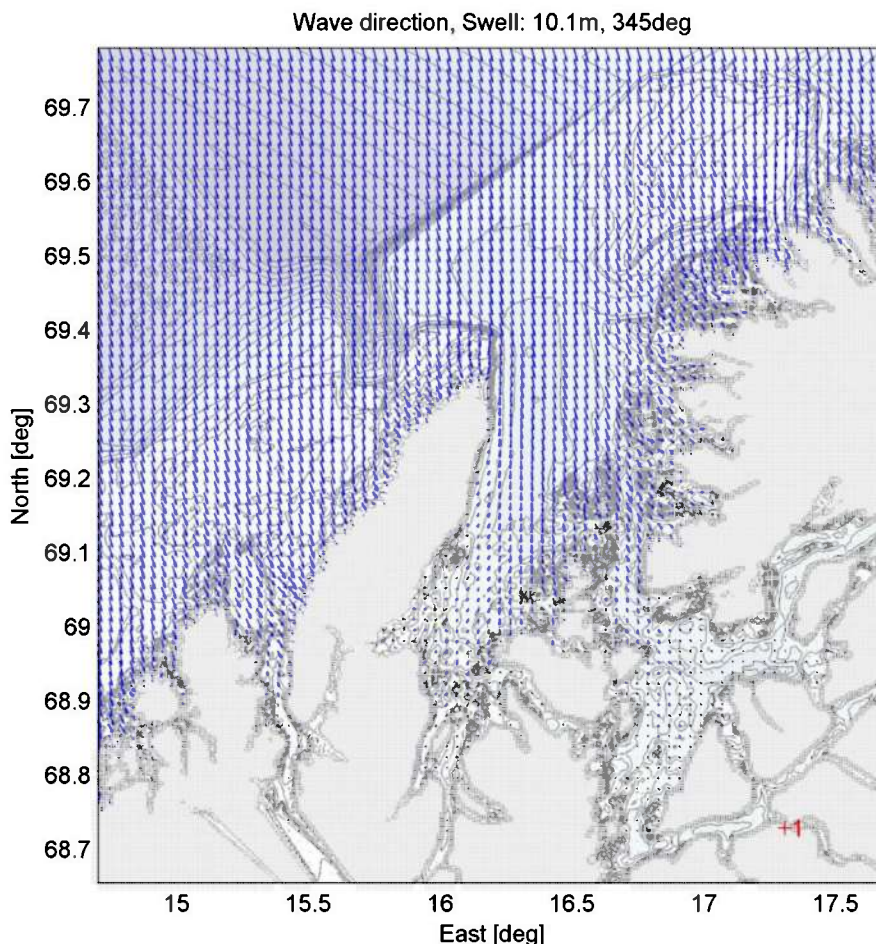
Ut fra kartutsnittet i Figur 1 og Figur 5 kan det se ut til at havbølger fra åpent hav kan trenge inn til Skardbergvika. Det er vanskelig kun å benytte kart for å vurdere hvor langt havbølger kan trenge inn. Det er derfor gjort en numerisk beregning av havbølgeforplantning fram til lokaliteten.

Signifikant bølgehøyde med 50-års returperiode offshore Gratangen er vurdert til $H_s = 10$ m med topperiode $T_p = 15$ s (BC 2009). Ut fra kartutsnittene er det forventet at innkommende havbølger med retning omkring nordvest er mest sannsynlig å trenge fram til lokaliteten. Det er derfor utført havbølgeberegninger med bølgeretning fra 345° .

Til beregningene er det brukt SWAN. Spredning av havdønninger er simulert over et bredt område. Vanddyp vil påvirke demping av havbølger, og det er laget en tredimensjonal modell av havbunnen vist i Figur 2 - Figur 4.

4.2 Beregningsresultater

Figur 8 viser forplantning av havbølger mot lokaliteten. Beregningene viser at lokaliteten ikke er utsatt for havdønninger.



Figur 8. Havbølgeforplantning mot Skardbergvika. 50-års havdønning fra 345° . Skardbergvika er merket "+1"

5. Vurdering av andre bølgeforhold

Andre bølgeforhold som kan ha effekt på bølgespekteret er:

- Skipsgenererte bølger
- Bølgererefleksjon
- Effekt av flere bølgetog
- Bølge-/strøminteraksjon.

Skipsgenererte bølger vil ha neglisjerbar effekt på bølgespekteret i en 10-års eller 50-års sjøtilstand.

Bølgererefleksjon kan spille en rolle der topografien er bratt og bølgene treffer kysten med en vinkel. Ved lokaliteten Skardbergvika tilsier geometrien at bølger vil stort sett ha retning parallell med fjorden og bølgererefleksjon vil ikke være relevant.

Bølgeberegningen med SWAN tar hensyn til effekten av flere bølgetog. Dette er altså inkludert i resultatene.

Bølge-/strøminteraksjon forventes å ha lite effekt på bølgespekteret når strømmen er mindre enn omtrent 1 m/s, som det er ved denne lokaliteten.

6. Fastsettelse av 10-års og 50-års strømhastighet

Det er tatt utgangspunkt i strømmålinger utført av SEA ECO i perioden 04.02.2013 – 05.03.2013 (ved 5 m og 14 m dyp) (vedlegg 4). Målingene er i følge oppdragsgiver representativ for lokaliteten.

Maksimal målt strømhastighet for åtte retninger er ekstrapolert til 10-års og 50-års strøm for lokaliteten iht. NS 9415. For Skardbergvika er maksimal 10-års strømhastighet estimert til å være 0.36 m/s ved 6 m dyp. Maksimal 50-års strømhastighet er estimert til 0.41 m/s ved 6 m dyp.

Iht. NS 9415 skal maksimal 50-års strøm settes til minimum 0.5 m/s når strøm måles i en måned. De andre verdiene i strømrosen skal justeres tilsvarende. I dette tilfellet er maksimal 50-års strømhastighet mindre enn 0.50 m/s, og strømv verdiene er derfor justert.

Strømhastigheter ved 6 m dyp framkommer i Tabell 5. Strømhastigheter ved 14 m dyp framkommer i Tabell 6.

Tabell 5. Strømhastigheter Skardbergvika, 6 m

Sektor	Retning for største måling (mot) [°]	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	10-års strømhastighet [m/s]	50-års strømhastighet [m/s]	50-års justert strømhastighet [m/s]
N	6	0.09	0.15	0.17	0.20
NØ	60	0.14	0.23	0.26	0.32
Ø	112	0.13	0.21	0.24	0.30
SØ	149	0.22	0.36	0.41	0.50
S	181	0.16	0.26	0.30	0.36
SV	228	0.15	0.25	0.28	0.34
V	267	0.13	0.21	0.24	0.30
NV	299	0.09	0.15	0.17	0.20

Tabell 6. Strømhastigheter Skardbergvika, 14 m

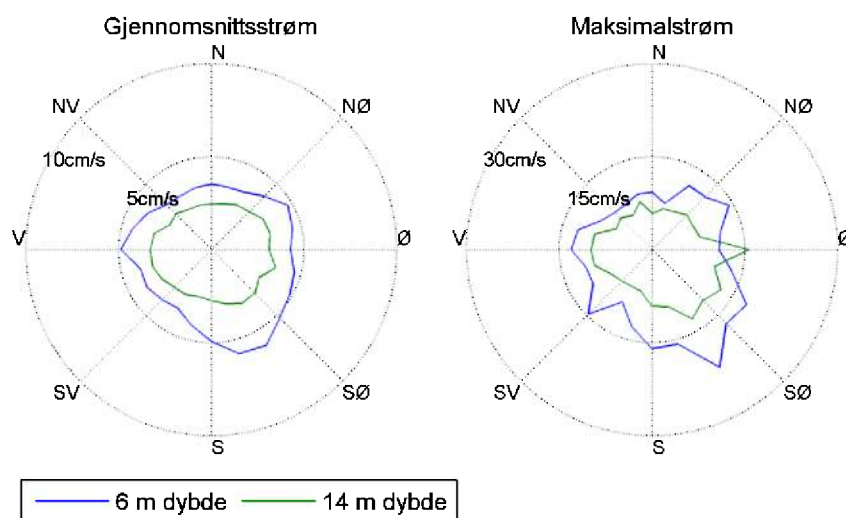
Sektor	Retning for største måling (mot) [°]	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	10-års strømhastighet [m/s]	50-års strømhastighet [m/s]	50-års justert strømhastighet [m/s]
N	351	0.08	0.13	0.15	0.18
NØ	51	0.08	0.13	0.15	0.18
Ø	92	0.16	0.26	0.30	0.36
SØ	145	0.13	0.21	0.24	0.30
S	163	0.09	0.15	0.17	0.20
SV	241	0.08	0.13	0.15	0.18
V	277	0.1	0.17	0.19	0.23
NV	309	0.07	0.12	0.13	0.16

6.1 Strømbildet

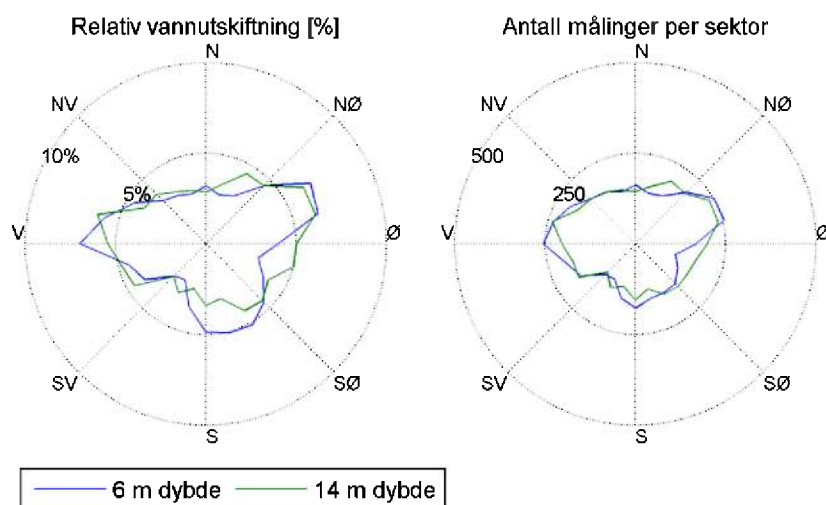
Resultatene viser moderat vannutskiftning i de øverste 15 m av vannsøylen. Strømretningen ved 6 og 14 m varierer. Mer detaljert informasjon om strømmålingen er gitt i strømrapporten (Vedlegg 4).

Tidevannsstrømmene har en vesentlig påvirkning på strømningsbildet ved Skardbergvika. Tidevannsanalysen kan forklare opp til 45 % av variansen til strømmen ved lokaliteten. Tidevannsstrømmen oscillerer mellom østlig og vestlig retning. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er den lokale vinden, vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.

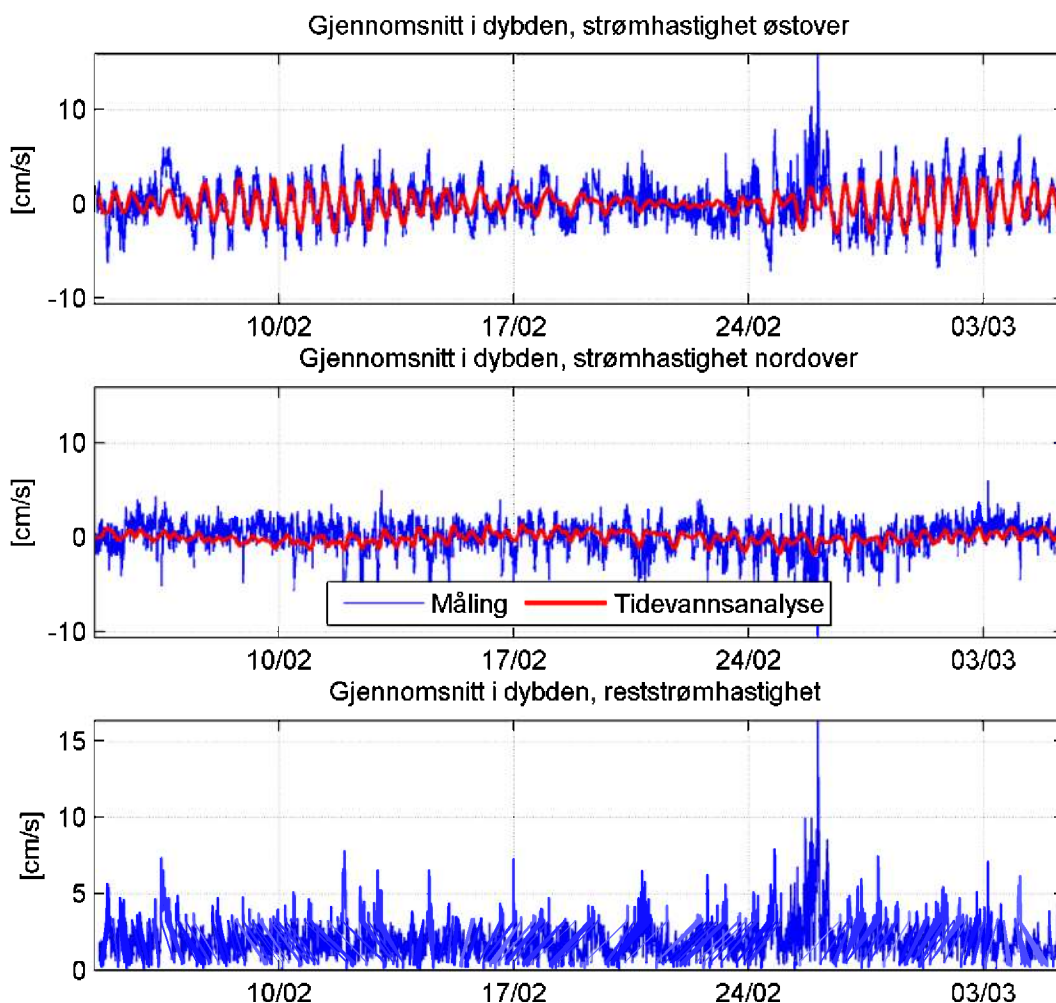
Figur 9 viser gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger ved 6 og 14 m. Relativ vannutskiftning for 6 og 14 m og antall målinger for forskjellige retninger er gitt i Figur 10. Figur 11 og Figur 12 viser resultatene av tidevannsanalysen av strømmen, dvs. av gjennomsnittsstrømmen i dybden.



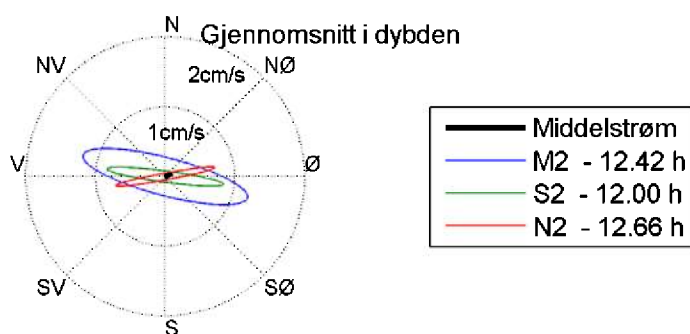
Figur 9: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) for 6 og 14 m.



Figur 10: Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor for 6 og 14 m



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



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

7. Isingsfare og ismengder

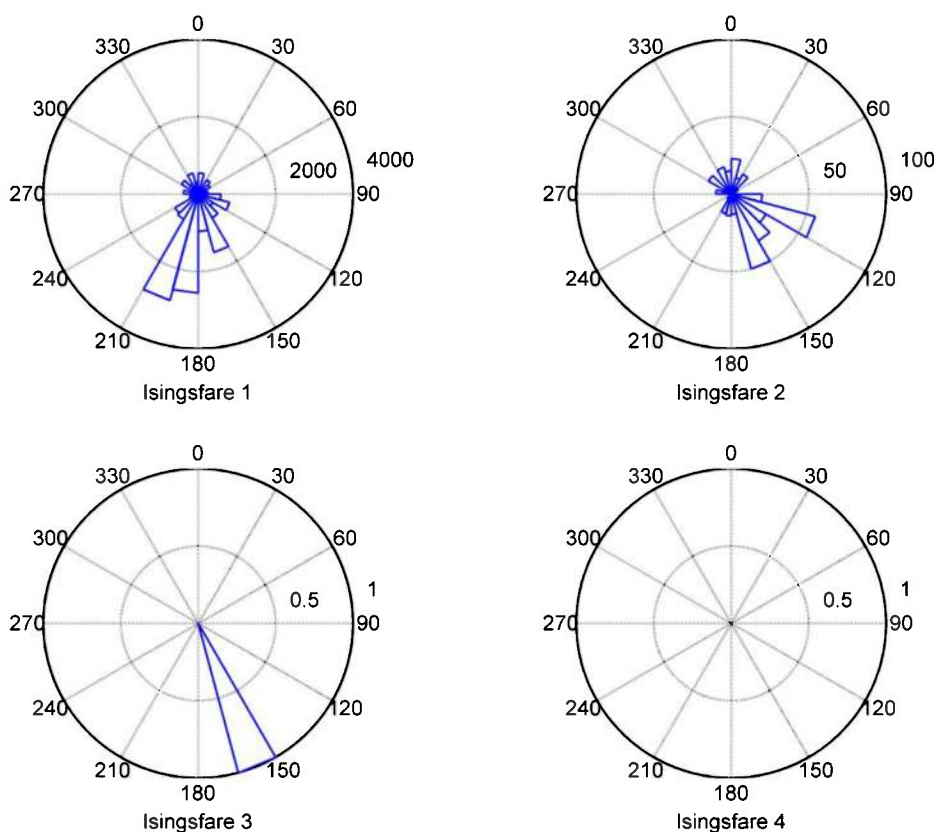
7.1 Sprøytisfare

I Guest et. al (2005) presenteres en metode som beregner isingsrisiko og isvekst per time for installasjoner til sjøs basert på lufttemperatur, sjøtemperatur og vindstyrke. Isingsrisikoen deles inn i fem kategorier: Null, liten, middels, stor og ekstrem isingsrisiko.

Observasjoner fra værstasjonene ved Harstad, Andøya og Tennevoll er studert. Av disse vurderes en korrigert vind fra Andøya å være mest representativ for Skardbergvika. Skardbergvika er noe mindre utsatt for vind enn Andøya. Vinden fra Andøya er derfor korrigert med en faktor 0.9 beregnet ut i fra forskjellen i terrengruhetsfaktor for åpent hav (1.3) og kystnært område (1.17).

Basert på meteorologiske målinger fra Andøya er isingspotensiale for perioden 1958 - 2013 beregnet. I modellen er det tatt hensyn til at isingsrisiko er retningsavhengig. Retningsavhengig isingsrisiko er illustrert i Figur 13.

Isingsrisiko sammenstilt med lokalitetens strøkgeometri viser at området omkring Skardbergvika er utsatt for værforhold som gir sjøsprøytis ved vindretninger fra øst. Isingspotensialet nådde opp til isingsfare 3 dvs. stor isingsrisiko 1 gang i løpet av den undersøkte perioden.



Figur 13. Vindretninger som gir fare for sjøsprøytising ved anlegget ved Skardbergvika basert på observasjoner fra Meteorologisk institutt sin værstasjon ved Andøya i tidsrommet 1958-2013 (3-4 målinger per døgn).

7.2 Akkumulert sjøsprøytis

Mengde akkumulert sjøsprøytis vil være avhengig av sjøtilstand og vind på isingstidspunktet. Guest et. al (2005) presenterer en oversikt over isvekst per time for skip i åpen sjø for de ulike isingsklassene. Sjøtilstanden vil være forskjellig for lokaliteter som ligger skjermet og mengden is som akkumuleres vil variere sammen med sjøtilstanden. Estimert mengde is er derfor justert for sjøtilstanden på lokaliteten for ulike vindretninger og ulike vindhastigheter. Denne metoden er brukt med god erfaring på kaier og andre faste installasjoner.

Lokalitetens strøk mot øst er om lag 6 km. Bølgeberegningen viser at det kan dannes bølger opp til 1.2 m fra øst. Basert på beregnet isingsrisiko og bølger fra øst vurderes Skardbergvika som en moderat isingsutsatt lokalitet. Figur 13 viser at det også kan dannes sjøsprøytis ved vindretninger fra sørøst.

For Skardbergvika er maksimal akkumulert istykkelse over tre dager på fast konstruksjon estimert til 0.30 m basert på historiske værdata fra Andøya målestasjon. Et flytende oppdrettsanlegg vil oppføre seg noe annerledes enn for eksempel en kai, og det er derfor også knyttet noe usikkerhet til estimeringen av akkumulert mengde is på anlegget. Erfaringer viser at det akkumuleres ca. halvparten så mye is på en merd som på en kai. En merd vil akkumulere mest is i toppen av hoppenettet med gradvis avtaking nedover mot ringen. For Skardbergvika estimeres akkumulert is over 3 dager på et flytende oppdrettsanlegg til 0.15 m.

For Skardbergvika bør det utarbeides gode driftsrutiner for håndtering av sjøsprøytis. Mulige tiltak kan være:

- Kontinuerlig fjerning av akkumulert is under isingsperioder.
- Fjerning av fuglenett vinterstid.
- Hoppenettet henges opp i isbånd eller fleksible kroker som løser ut ved en viss belastning.
- Haneføtter festes inn på undersiden av ringen.
- Løst tauverk fjernes fra ringene.

Fôrautomater fjernes i perioder med mye ising.

Tabell 7. Estimerte ismengder ved Skardbergvika.

Sjøsprøytis	Akkumulert istykkelse over tre dager på fast konstruksjon	0.30 m
	Akkumulert istykkelse over tre dager på flytende merd	0.15 m

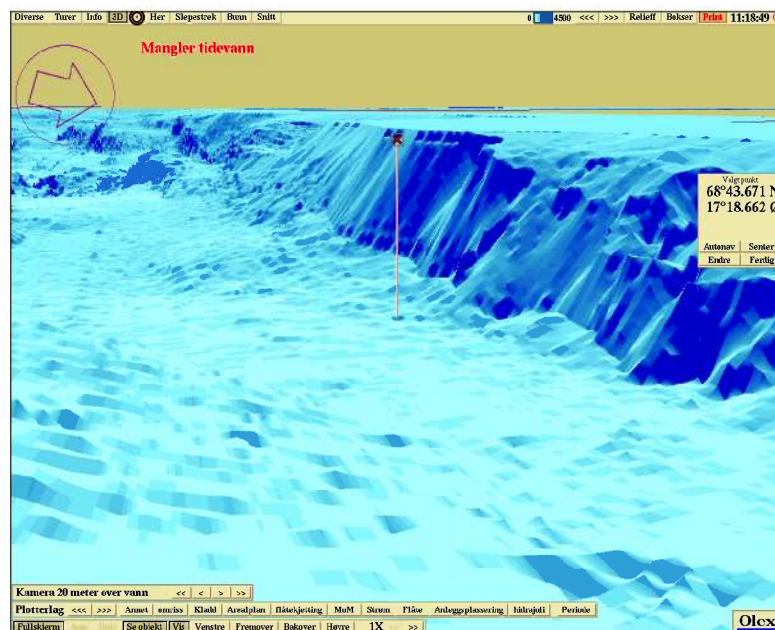
7.3 Drivis

Det er i følge oppdragsgiver aldri blitt registrert drivis ved Skardbergvika. Indre deler av Gratangen kan fryse under kalde perioder om vinteren og is kan drive nordover fjorden. Drivisen fra indre deler av Gratangen ser ikke ut til å nå lokaliteten og Skardbergvika vurderes derfor som skjermet for drivis.

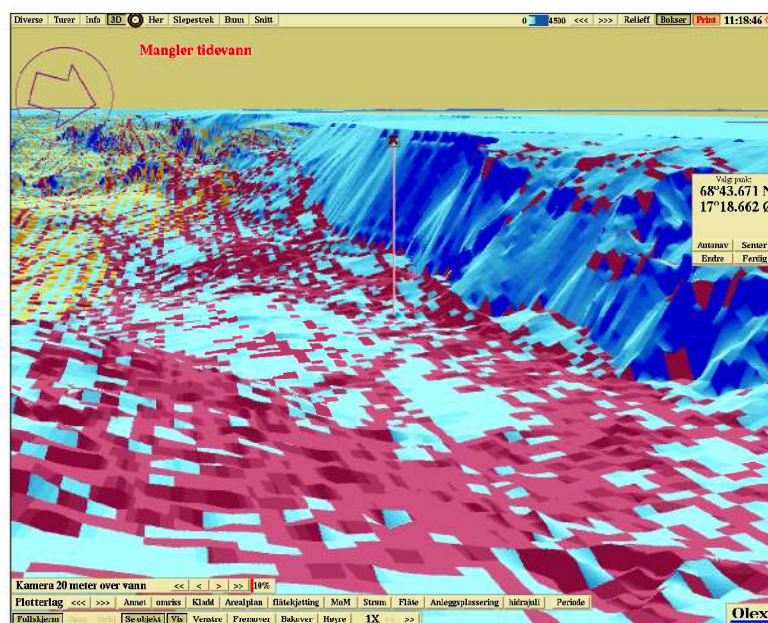
8. Bunnkartlegging

Det er brukt bunndata fra Olex deledatabase og Astafjordprosjektet (Sør-Troms regionråd) for å vise bunntopografien ved den eksisterende lokaliteten Skardbergvika.

Lokaliteten er greit kartlagt. Bunnkartleggingen kan med fordel utvides i området ved lokaliteten for å få bedre oppløsning på bunndataen for å kartlegge god plassering av bunnfester og mulige gnagpunkter mellom bunn og ankerliner. Figur 14 viser bunntopografi av lokaliteten Skardbergvika. Bunnskudd vises med rød og gul farge i Figur 15.



Figur 14. Bunntopografi av lokaliteten Skardbergvika. Anleggsplassering er antydnet med rødt kryss.



Figur 15. Bunnskudd ved lokaliteten Skardbergvika. Bunnskudd vist med rød farge viser bunndata fra Olex deledatabase, mens bunnskudd i gult viser bunndata fra Astafjordprosjektet (Sør-Troms regionråd). Anleggsplassering er antydnet med rødt kryss

9. Konklusjon: Lokalitetsundersøkelse

Det er utført lokalitetsundersøkelse av lokaliteten Skardbergvika i Gratangen i henhold til krav i NS 9415. Lokalitetens miljøeksponering er bestemt ut fra målinger av strøm, beregning av signifikant bølgehøyde, stedvind og isingsfare samt vurdering av fare for drivis. Lokalitetens eksponering for disse miljøparametrene er listet opp i Tabell 8.

Tabell 8. Ekstremverdier for miljøparametre ved lokaliteten Skardbergvika i Gratangen

		Returperiode		Retning
		10 år	50 år	
Største vindbølge	H_s [m] / T_p [s]	1.1 / 3.7	1.2 / 4.1	fra 80°
Største havbølge	H_s [m] / T_p [s]	Forekommer ikke		
Største strømhastighet	v_c [m/s]	0.36	0.50	mot 149°
Vindhastighet	$v_{b,0}$ [m/s]	26		
	v_m [m/s]	28	31	fra SV og V
Tidevann	HAT [m]	+ 2.66 m		
Estimert akkumulert sjøsprøyte over tre dager		0.15 m		Ved lave temperaturer og sterk vind fra Ø
Drivis		Forekommer ikke		
Bunntopografi		Greit kartlagt		

Nomenklatur
 H_s signifikant bølgehøyde
 T_p topperiode
 $v_{b,0}$ referansevindhastighet (NS-EN 1991-1-4)
 v_m stedvindhastighet (NS-EN 1991-1-4)
HAT høyeste astronomiske tidevann (relativ sjøkartnull)

10. Litteratur og referanser

BC (2009): *Statistisk analyse av offshore Hindcastbølgehøyder*. Barlindhaug Consult 2009. Internt notat.

Guest et al. (2005): *Vessel icing*, Mariners Weather Log 49-3, National Weather service.

Hasselmann, K. et al. (1973): *Measurements of wind-wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project*, Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg

Kystkartverket (2007): *Dybdegrunnlag fra Statens kartverk sjø*. Gjengitt med tillatelse 571/07.

Leenknecht D.A., Szuwalski A. and Sherlock A.R. (1992): *Automated Coastal Engineering System – Technical Reference, Chapter I. Windspeed Adjustment and Wave Growth*. Coastal Engineering Research Center, Department of the Army Waterways Experiment Station, Corps of Engineers. 12 s.

NS 9415:2009: *Flytende oppdrettsanlegg. Krav til utforming, dimensjonering, utførelse, installasjon og drift*. Norsk Standard 2009: 101s.

NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009: *Laster på konstruksjoner. Del 1-4. Almenne laster. Vindlaster*.

Olex (2007): *Olex, Navigasjon og kartlegging av havet*. www.olex.no

SWAN 2006: *Technical documentation – SWAN Cycle III*. Delft University of Technology.

Vedlegg 1. Vindfart og vindretning

Vindforholdene på lokaliteten er bestemt i henhold til NS-EN 1991-1-4:2005 + NA:2009.

Basisvindhastighet V_b defineres som midlere vindhastighet over 10 minutter, 10 meter over flatt landskap for terrengkategori II med spesifisert returperiode eller årlig sannsynlighet for overskridelse.

Basisvindhastighet fastsettes fra ligning 1:

$$V_b = V_{b,o} \cdot C_{dir} \cdot C_{season} \cdot C_{prob} \quad (\text{likning 1})$$

Der:

$V_{b,o}$ = referansevindhastighet, som angitt i tabell 1.

C_{dir} = retningsfaktoren som kan velges 1.0 for alle vindretninger. Eventuelle lavere verdier for enkelte sektorer er angitt i tabell 2.

C_{season} = årstidsfaktoren som settes lik 1.0.

C_{prob} = en faktor som bestemmer årlig sannsynlighet for overskridelse, satt lik 1.0.

Verdiene for $V_{b,o}$ er basert på ekstremver dianalyse av vindmålinger og er ikke knyttet til noen spesiell årstid eller vindretning.

Typisk er at ettårsvind (generelt) ligger rundt 28 m/s og 50-årsvind rundt 35 m/s ytterst på kysten. Innover fra kysten avtar vinden. Dette skyldes at vinden dempes som følge av friksjon over land. Vinden 10-20 km innover fra kysten kan være 20-30 % lavere enn vinden ytterst i skjærgården. Etter dette vil 50-årsvind i kystsonene typisk variere mellom 25 m/s og 35 m/s. Generelt vil pålandsvinden være "vesentlig" sterkere enn fralandsvinden.

NS-EN 1991-1-4:2005 + NA:2009 angir 50-årsvind for områder med spredte små bygninger og trær (Terrengkategori II) som referanse hastighet. For kystnære områder uten trær og busker (Terrengkategori I) er vinden 17 % høyere.

I tabell A.2 i NS-EN 1991-1-4:2005 + NA:2009 er det angitt retningsfaktor for regioner. Verdiene er bestemt ved retningsavhengig analyse av observasjonsdataene for en rekke vindobservasjonsstasjoner eller referansestasjoner. Regional retningsavhengighet ligger til grunn for tabellen. Lokalitetens beliggenhet avgjør hvilke dataserie som velges.

Ekstremverdier for basisvindhastigheten avhenger av årstiden. Denne variasjonen bestemmes ved faktoren $C_{season} \leq 1.0$ som inngår i ligning 1 og som er angitt i NS-EN 1991-1-4:2005 + NA:2009, Tabell A.3. I våre beregninger er det valgt den mest ugunstige faktoren og dermed satt $C_{season} = 1.0$. Ut fra beregninger av vindforhold finner man verdien V_b .

For bestemmelse av bølgeforhold ved anlegget brukes stedvindhastigheten i NS-EN 1991-1-4:2005 + NA:2009.:

$$V_m(z) = C_r(z) \cdot C_t(z) \cdot V_b$$

Der følgende parametere i tillegg til V_b inngår:

- $C_r(z)$ = Faktor for terrengkategorier
- $C_t(z)$ = Topografifaktor for terreng. For bestemmelse av bølgetilstand settes faktoren til 1.0.

Vedlegg 2. Fastsettelse av strøm

I følge NS-9415 skal man estimere forventet ekstremverdier for lokaliteten ut fra strømmåling ved ett av følgende:

- Måling av strøm i ett år, ved 5 m og 15 m under sjøoverflaten, og bruk av langtidsstatistikk. Dataene skal behandles ved hjelp av harmonisk analyse med en påfølgende harmonisering til langtidsstatistikk.
- Måling av strøm i en måned ved 5 m og 15 m under sjøoverflaten. Dimensjonerende strømhastighet med spesifisert returperiode bestemmes ved bruk av multiplikasjonsfaktorer i Tabell 9.
- Tidligere målinger kan benyttes dersom de tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009. Målinger ved andre dyp enn 5 m og 15 m kan benyttes dersom strømhastigheter ved 5 m og 15 m kan estimeres ved interpolering.

Tabell 9. Multiplikasjonsfaktor som resultat av returperiode.

Returperiode (år)	10	50
Multiplikasjonsfaktor	1.65	1.85

Vedlegg 3. Definisjoner

Jonswap spektrum

Bølgeenergisppektrum utarbeidet gjennom "Joint North Sea Wave Project" ved tilpassing av målinger i Nordsjøen. Jf Hasselmann, K. et al. (1973)

Topperiode

Bølgeperiode der energien i bølgespekteret er størst

Sannsynlighet for overskridelse

Frekvens som forteller hvor ofte en gitt terskelverdi gjennomsnittlig overskrides i løpet av en gitt tidsperiode.

MERKNAD: Når en gitt signifikant bølgehøyde sies å ha en *årlig sannsynlighet for overskridelse* på 0.02 (1/50), betyr det at denne sjøtilstanden i gjennomsnitt overskrides én gang per 50 år. Sjøtilstanden har en *returperiode* på 50 år. Signifikant bølgehøyde for 50-års sjøtilstand omtales som 50-årsbølgen. tilsvarende har 10-årsbølgen en *årlig sannsynlighet for overskridelse* på 0.10 (1/10).

Signifikant bølgehøyde

Gjennomsnittlig bølgehøyde for den høyeste tredjedelen av bølgene i en registrering.

Spisshetsparameter

Angir bredde på jonswap-spekteret rundt topperioden.

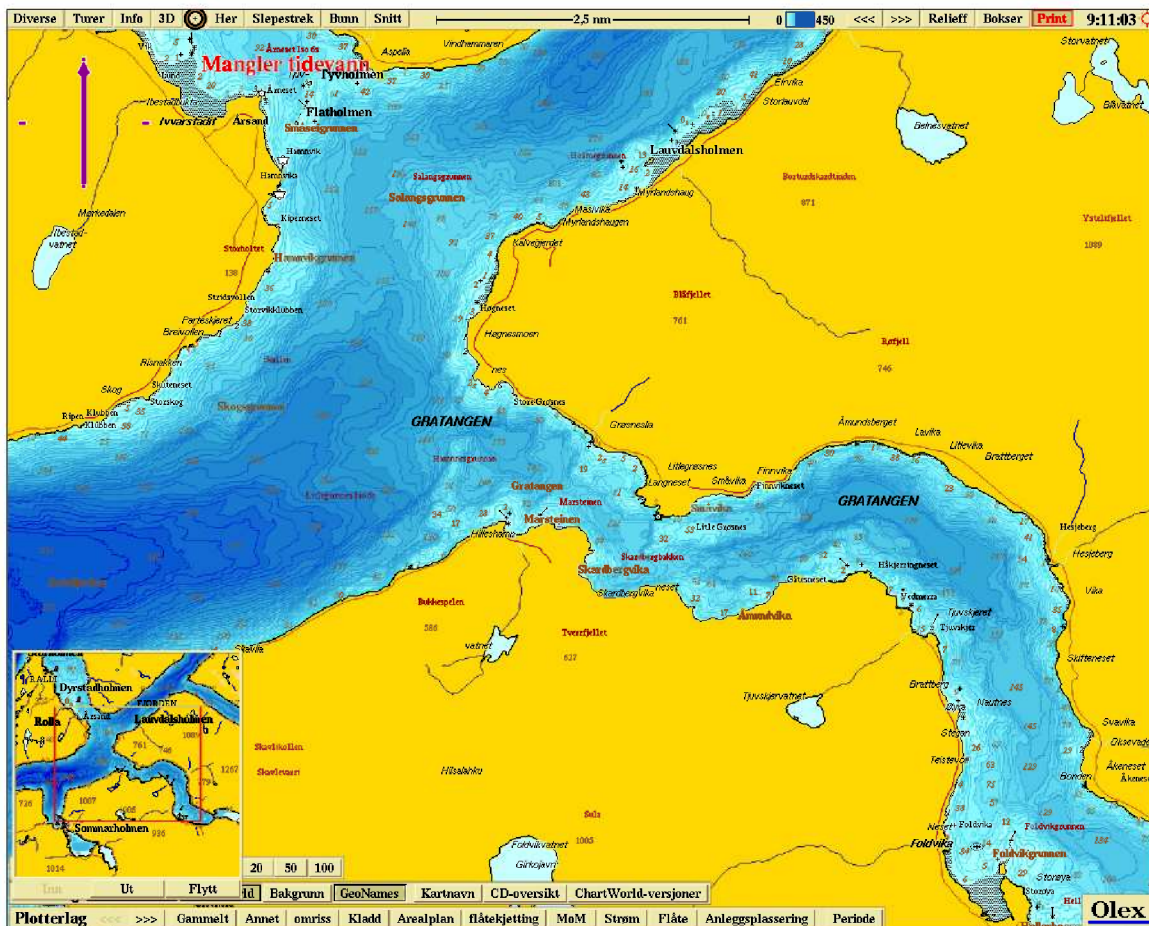
Strøklengde

Avstand fra lokalitet til nærmeste land, regnet i vindretningen.

Vedlegg 4. Strømrapport

Gratanglaks AS

Miljøundersøkelser



Strømrappport

Skardbergvika, Gratangen kommune

04.02.2013 - 05.03.2013

Oppdragsgiver Firma: Gratanglaks AS Kontaktperson: Tore Lundberg	
Dokument type	Strømrappport
Tittel	Strømrappport, Skardbergvika, Gratangen, 2013
Prosjektnr.	711811
Filplassering	Enterprise Connect\Livelink\Enterprise\02 OPPDRAG\02 INDUSTRI\IND 7xxxxx NORD\IND 711500 - 711999\711811 Gratanglaks-Miljøundersøkelser-Fortøyningsberegninger\711811-10 SLUTTPRODUKT\711811-02 TEKNISKE DOKUMENTER

Sammendrag

Det er utført strømmålinger på lokalitet Skardbergvika, Gratangen, i perioden 04.02.2013 - 05.03.2013 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS 9415:2009 og veileder for søknad om lokalitet.

Gjennomsnitts- og maksimalstrøm og andel nullmålinger er som følgende:

Dybde [m]	Gjennomsnittstrøm [cm/s]	Maksimalstrøm [cm/s]	Retning av maksimalstrøm [°]	Målinger <=1cm/s [%]
6	4	22	149	4.8
14	3	16	92	9.9

Vannutskifting: Resultatene viser moderat vannutskifting i de øverste 15 m av vannsøylen. Strømretningen ved 5 og 15 m er varierende.

Oksygenmetningen ligger i middel på 90 % ved 23 m.

Saliniteten ved 23 m ligger på 33.4 psu i middel.

Tidevann og vind: Tidevannet spiller en vesentlig rolle i det totale strømbildet ved Skardbergvika og kan forklare opp til 45 % av variansen til strømmen ved lokaliteten. Det er liten korrelasjon mellom vind og strøm ved lokaliteten i måleperioden. Det forventes at høyere vindhastigheter kan påvirke strømbildet ved lokaliteten. 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	Øyvind Nilsen
Saksbehandler	Juni Vaardal-Lunde/Juliane Borge

REVISJONSSTATUS

Rev	Dato	Beskrivelse	Måling utf	Utf	Kntr	Godkjent
0	14.03.2012	Strømrappport	Sea Eco	JVL/jb	ogn	RAB

1 Innhold

1	Innhold	2
2	Oversikt - Strømmålinger.....	4
3	Statistisk analyse - Strømmålinger	6
3.1	Horisontal strøm.....	6
3.2	Vertikal strøm	8
4	Vannutskiftning og nullmålinger	9
5	Tidevann og vind	10
5.1	Sammenheng mellom vind og strøm	10
5.2	Tidevannsanalyse	11
6	Strøm - Todagersperiode	14
7	Miljøparametre	15
8	Sammendrag.....	16
9	Referanser	18

2 Oversikt - Strømmålinger

Strømmålinger ble foretatt ved lokalitet Skardbergvika i perioden 04.02.2013 - 05.03.2013.

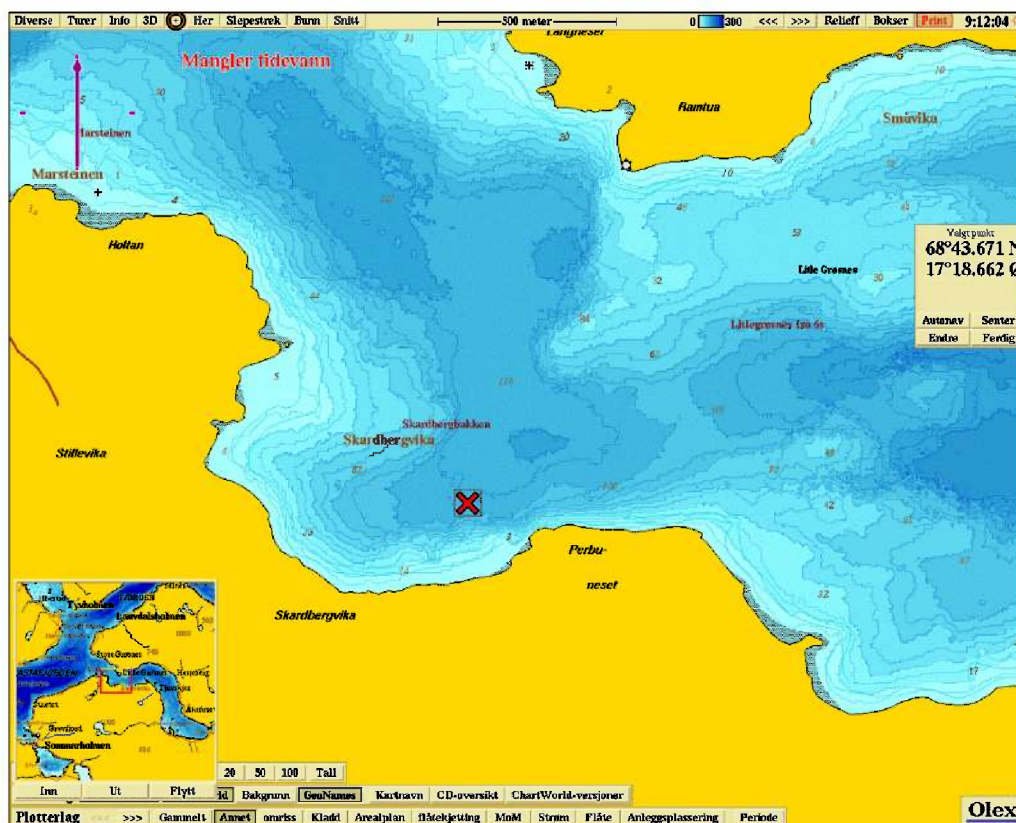
Tabell 1 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen:

- **Plassering av måler:** Figur 1 og Figur 2 viser hvor måleriggen var plassert. Det eksisterer et oppdrettsanlegg på lokaliteten og plasseringen av strømmåleren ble valgt fordi den er ansett som representativ for anlegget.
- **Målingsdybder:** Det ble satt ut en doppler profilmåler på 25 m. Målet er å kartlegge vannutskiftningsstrømmen.
- **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 en måned. Dette er i henhold til kravene som sier at for å få representative strømmålinger, må disse foretas kontinuerlig over en periode på minst en måned (NS 9415, 2009).

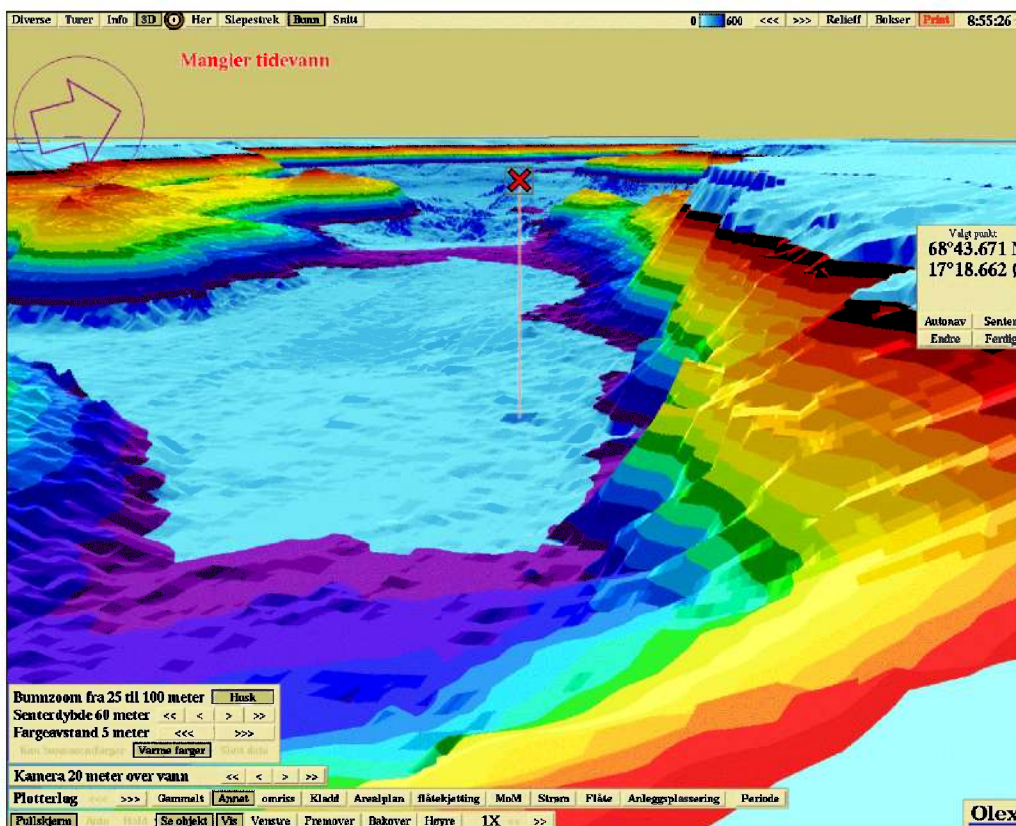
NS 9415 krever beskrivelse av strømmen i anlegget (5 m og 15 m) (NS 9415, 2009). Fiskeridirektoratets veileder krever beskrivelse av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm (Fiskeridirektoratet, 2008). Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftningsstrøm (Mattilsynet,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

Tabell 1: Generell informasjon om strømmålingen utført på Skardbergvika

Måleperiode	04-Feb-2013 12:00:08 - 05-Mar-2013 09:20:08
Varighet	28 dager, 21 timer, 20 minutter
Antall målinger	4161
Koordinater	68°43.671 N 17°18.662 Ø
Ca. dybde på målestedet	110 m
Målertype - 25 m dybde	Doppler profilmåler (AADI RDCP 600, Serienummer 634), Profilering av horisontal og vertikal strøm fra 6 til 19 m dybde, cellestørrelse 2 m, overlapp 20 %
Type måling - 25 m dybde	Burst (måling i ca. 2 minutter), 200 ping
Frekvens	10 minutter



Figur 1: Lokalitet Skardbergvika med målepunktet merket med rødt kryss. Dybdekoter er på 10 meter.



Figur 2: 3D modell av lokalitet Skardbergvika, farget område fra 25 m (rød) til 100 m (lilla) dybde. Det røde krysset viser målepunktet

3 Statistisk analyse - Strømmålinger

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

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

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

3.1 Horizontal strøm

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

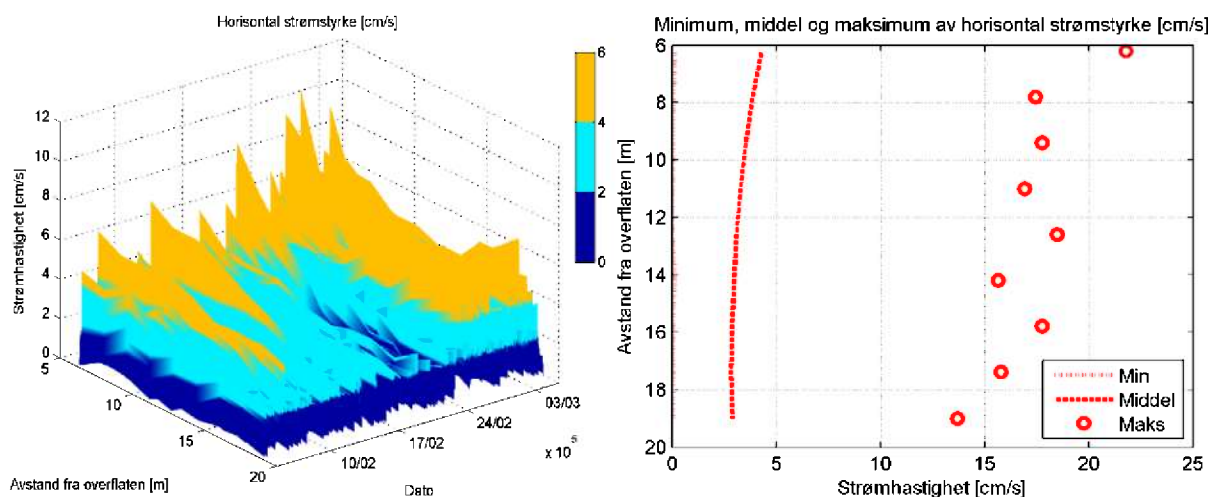
Figur 4 og Figur 5 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder i to og tre dimensjoner.

Maksimalstrømmen for denne lokaliteten oppsto ved 6 m dybde og var 22 cm/s mot 149°.

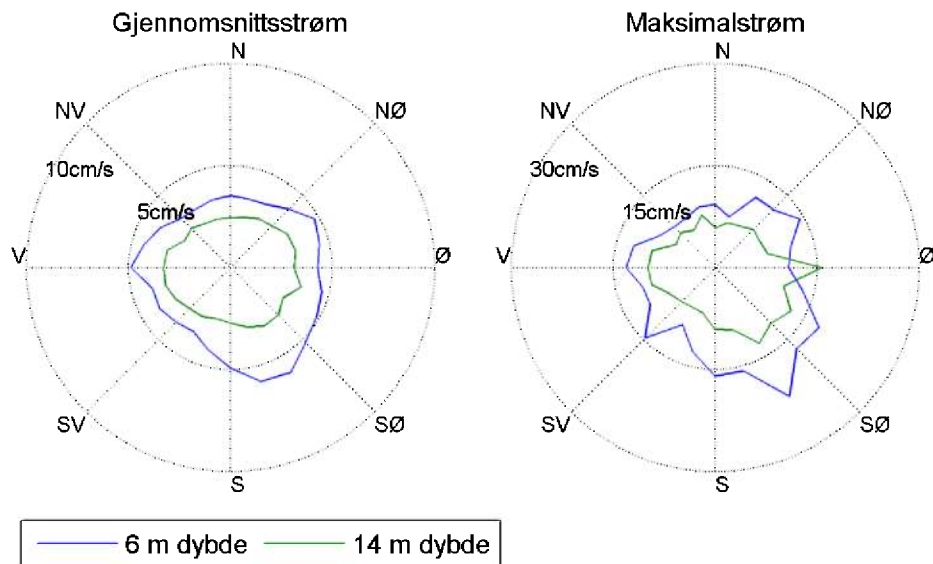
Strømretningen ved 5 og 15 m er varierende.

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

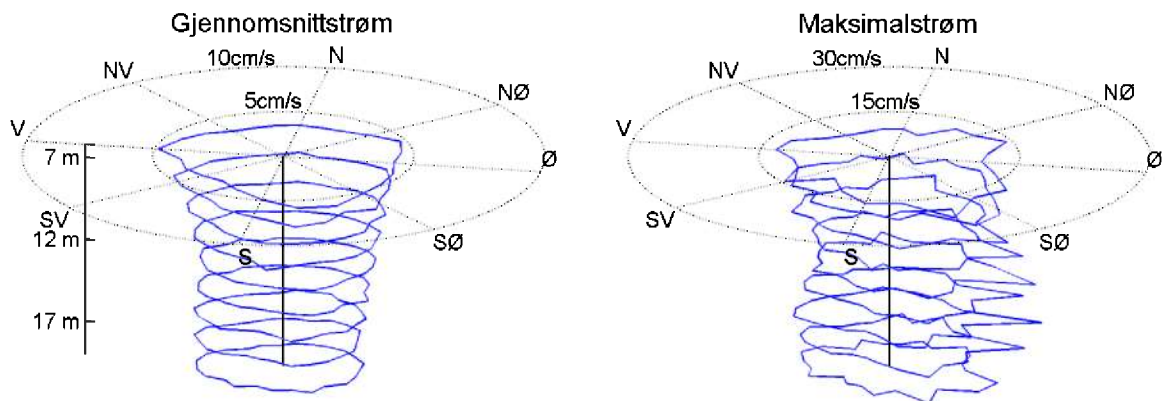
	Retning (mot)								Alle retninger
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Dybde	Maksimal horisontal strøm [cm/s]								
6 m	9	14	13	22	16	15	13	9	22 (149°)
14 m	8	8	16	13	9	8	10	7	16 (92°)



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

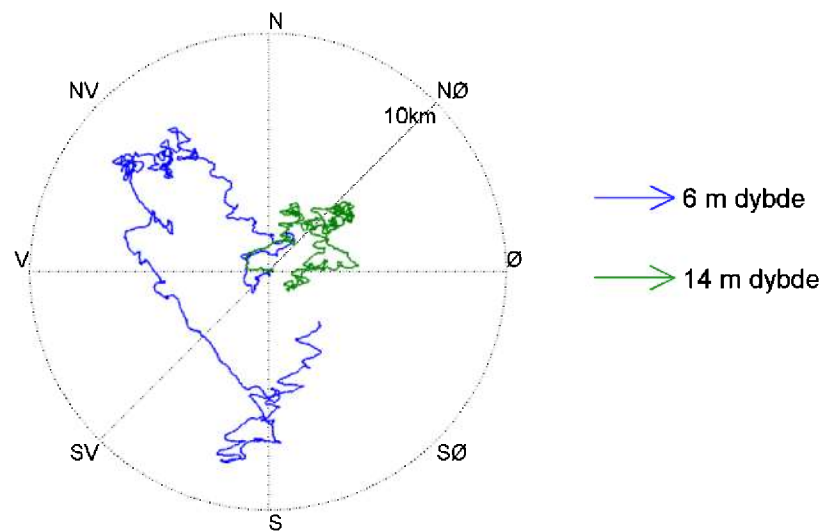


Figur 4: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder



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

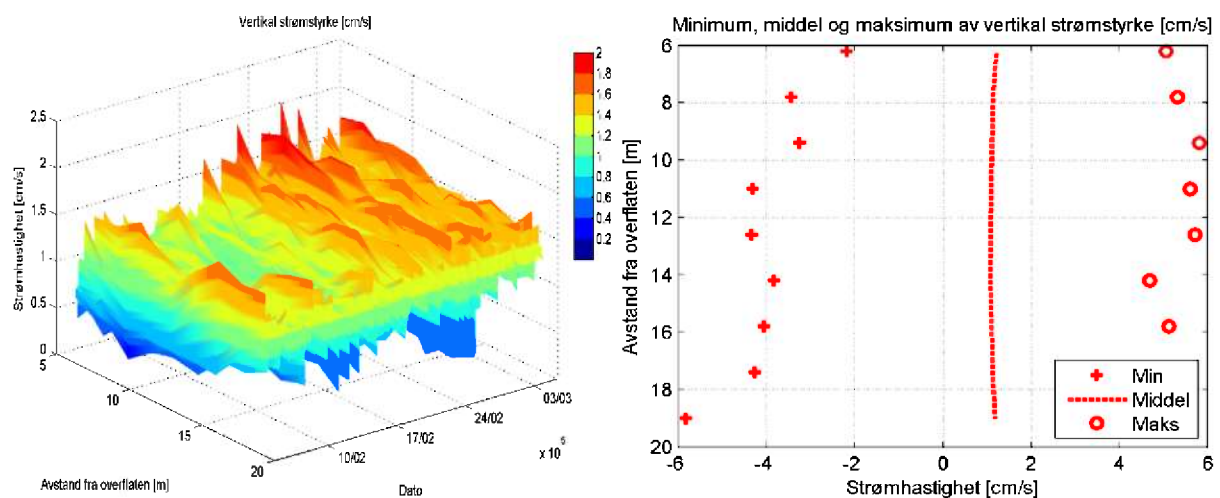
Figur 6 er et progressiv-vektor-diagram som viser hvordan en tenkt vannpartikkel på en gitt dybde ville forflytte seg i måleperioden. Startpunktet er i midten av diagrammet. Dette er kun en visualisering. I virkeligheten forlater vannpartikkelen målestedet og instrumentet måler forskjellige vannpartikler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



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

3.2 Vertikal strøm

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



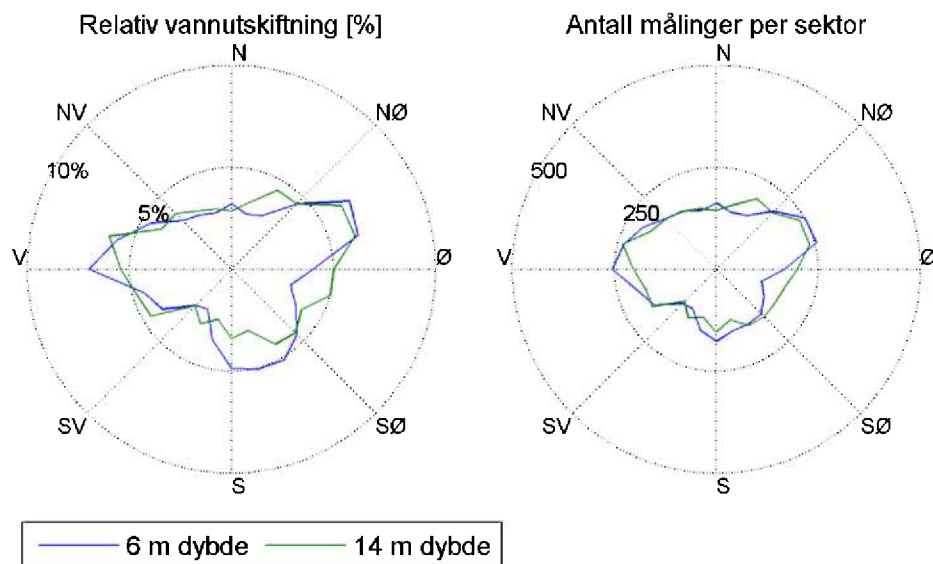
Figur 7: 3D diagram av vertikal strømhastighet over tid ved forskjellige dybder (data er lavpassfiltrert, dvs. maksimumverdier er lavere enn 10 minutters maksimumverdier) og maksimal, middel og minimal vertikal strøm ved alle dybdene

4 Vannutskiftning og nullmålinger

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

Tabell 3: Vannutskiftning [m^3/m^2] i 8 sektorer. Den største vannutskiftningen for hvert dyp er uthevet.

	Retning (mot)								Alle retninger
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Dybde	Vannutskiftning [m ³ /m ²]								
6 m	9446	15238	14311	14233	14413	9301	18319	11715	106976
14 m	6843	11254	12039	9329	6686	7505	12149	8177	73981



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

5 Tidevann og vind

5.1 Sammenheng mellom vind og strøm

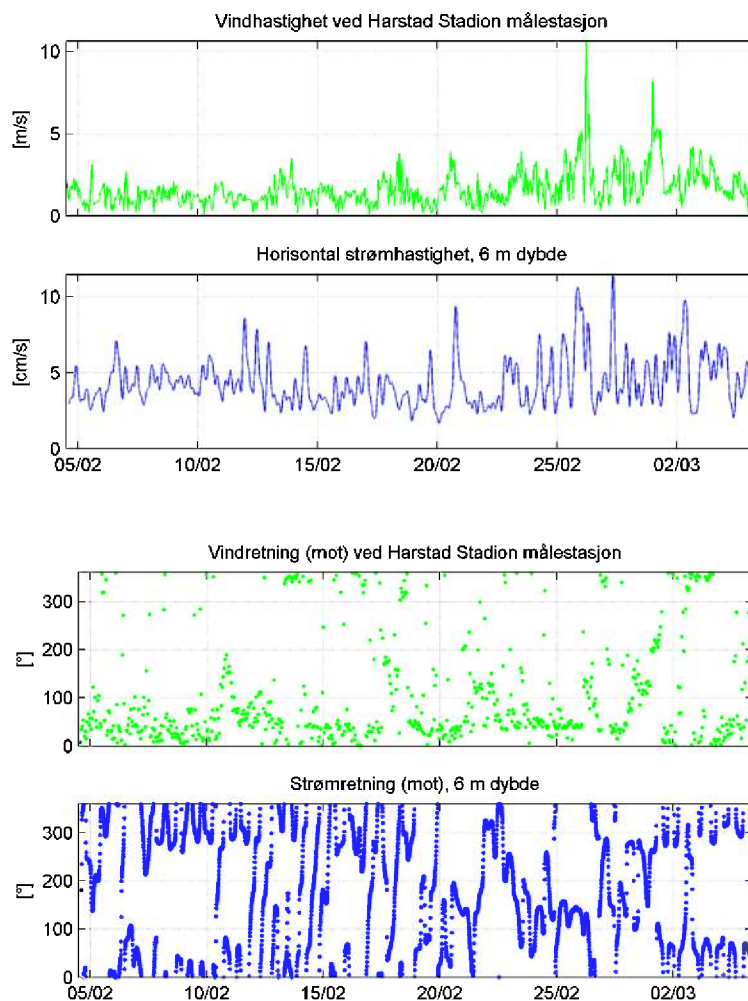
Sammenhengen mellom strøm og vind ble undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Harstad Stadion målestasjon som ligger ca. 30 km nordvest for Skardbergvika (luftlinje) og anses som representativ for lokaliteten. Verdiene er 10 minutters middelerverdi 10 meter over bakken. Figur 9 viser vindhastighet og vindretning, samt strømhastighet og strømrretning ved 6 m dybde.

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

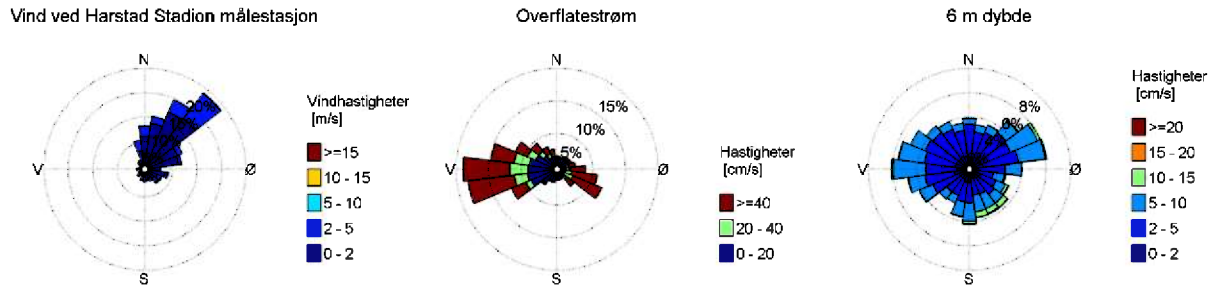
Retningen på overflatestrømmen avviker sterkt fra vindretningen ved Harstad Stadion, noe som tyder på at vindretningen ved Harstad Stadion er lite representativ for lokaliteten.

Figur 9 viser liten korrelasjon mellom vind og strøm ved 6 m. Horizontal strømhastighet ved 6 m sammenfaller noe med vindhastigheten i deler av måleperioden etter 20.02.13, hvor sterkere vindhastighet og strømhastighet er målt.

I måleperioden, som var preget av svært lite vind, har den lokale vinden ikke påvirket målingene ved 6 m dyp i stor grad. Det er forventet at høyere vindhastigheter kan påvirke strømbildet ved lokaliteten.



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



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

5.2 Tidevannsanalyse

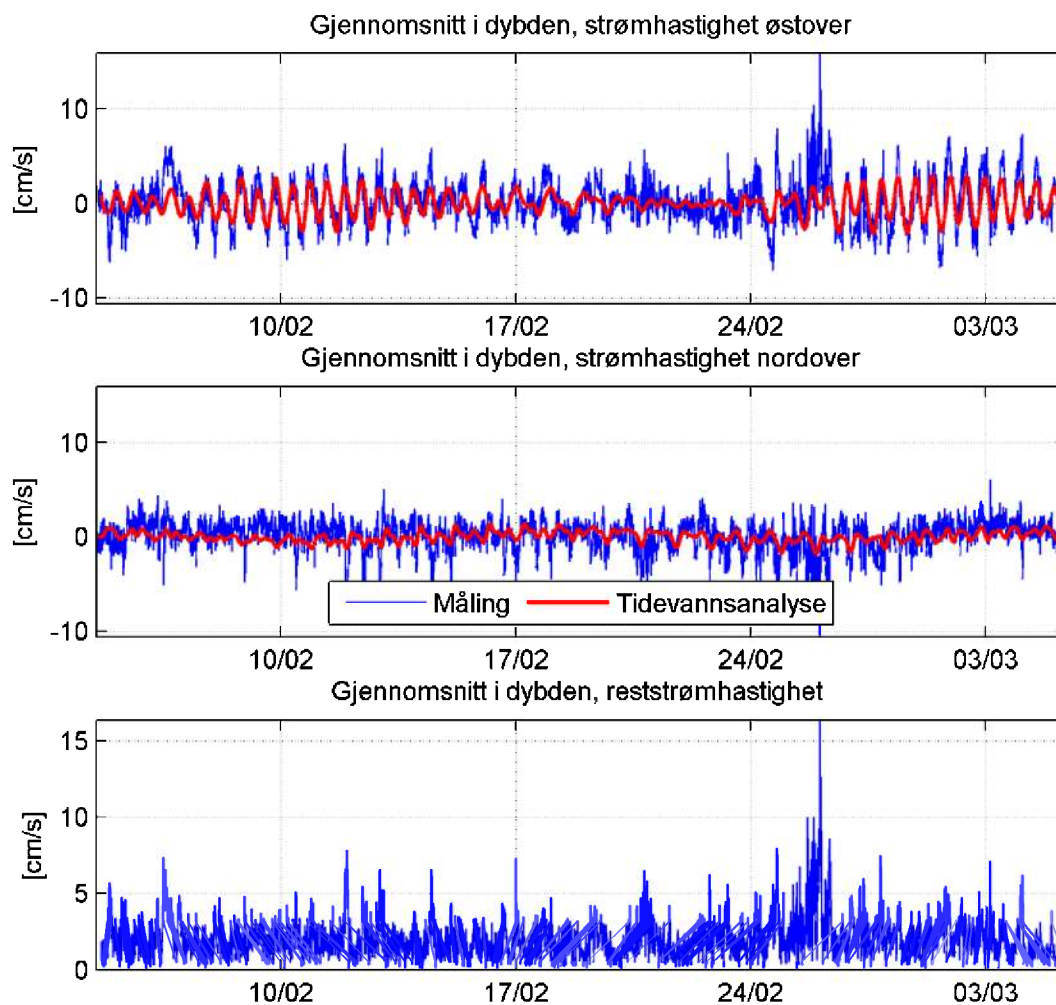
Det ble foretatt en tidevannsanalyse av den målte strømmen ved forskjellige dyp og av gjennomsnittsstrømmen i dybden. Resultatene vises i Figur 11 til Figur 13.

Figur 11 viser tidsserien av gjennomsnittsstrømmen i dybden med tidevannsanalyse så vel som tidsserien av reststrømmen (som er differansen mellom den faktiske strømmen og tidevannsanalysen). Reststrømmen er stort sett under 4 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 17 cm/s. Tidevannsanalysen forklarer 45 % av variansen.

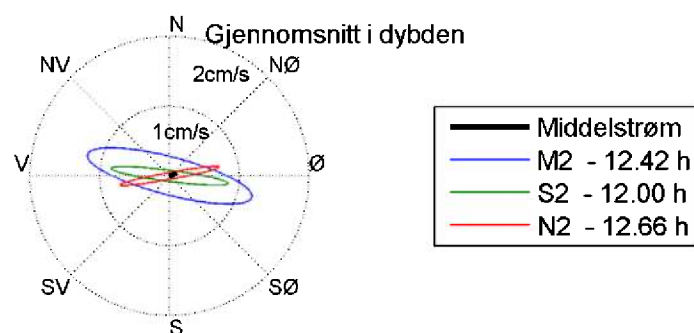
Figur 12 viser tidevannsellipsene av gjennomsnittsstrømmen i dybden og middelstrømmen. Tidevannsellipsene beskriver hvordan tidevannsstrømmen varierer i løpet av den tilsvarende perioden. Hovedperiodene til tidevannssignalet i strømshastigheten (gjennomsnitt i dybden) er 12.42 timer, 12.00 timer og 12.66 timer. Det "vanlige" tidevannet fra månen (to perioder per døgn) er mest framtrædende og figuren viser at tidevannsstrømmen oscillerer mellom østlig og vestlig retning.

Figur 13 viser resultatene av tidevannsanalysen ved alle dybder. Figuren lengst til venstre viser hovedaksen av tidevannsellipsen som er mest framtrædende gjennom hele vannsøylen. Figuren i midten viser middelstrømmen for hvert dyp, mens figuren til høyre viser maksimal avvik av den faktiske strømmen fra tidevannsanalysen. Tidevannet totalt utgjør mindre enn 5 cm/s av strømmen. Middelstrømmen er under 5 cm/s. Avvik fra tidevannsmodellen kan være betydelig (opptil 20 cm/s). Tidevannsanalysen i de forskjellige dybdene forklarer mellom 34 og 45 % av variansen.

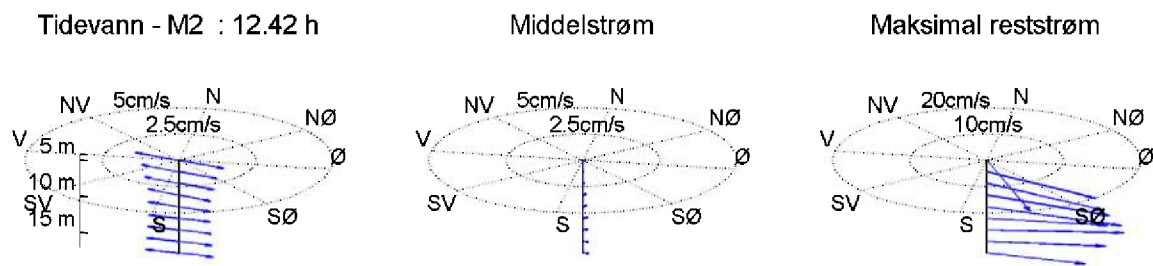
Generelt kan det sies at tidevannsstrømmer spiller vesentlig rolle i Skardbergvika. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. trykk, temperatur, vind), variasjoner i kyststrømmen og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.



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



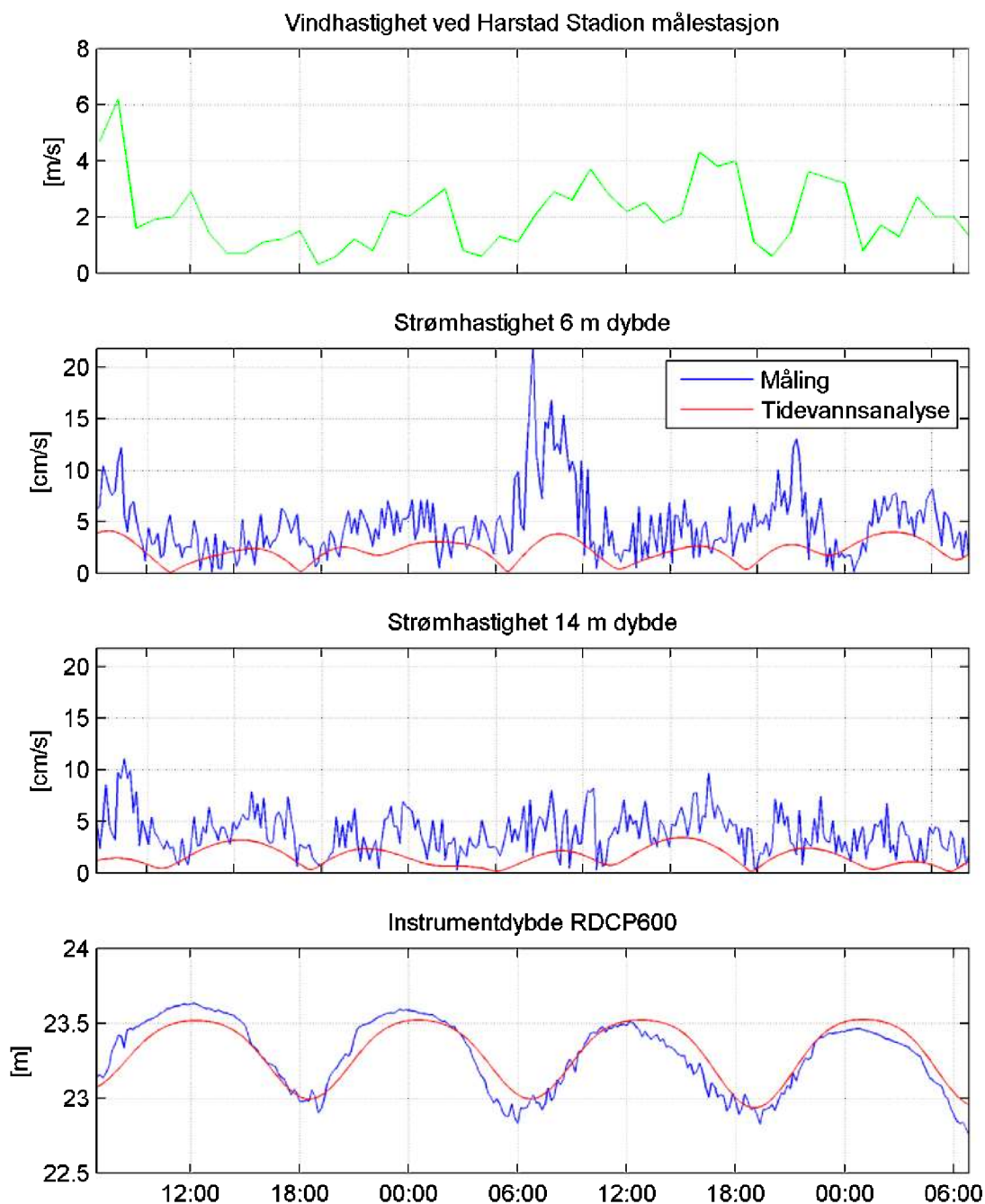
Figur 12: Tidevanssellipsene av gjennomsnittsstrømmen i dybden. Navnene M2, S2 og N2 refererer til tidevannskonstituentene.



Figur 13: Resultatene av tidevannsanalysen ved alle dybder

6 Strøm - Todagersperiode

Figur 14 viser vind og strøm i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 6 m dyp, 26.02.2013 - 28.02.2013.

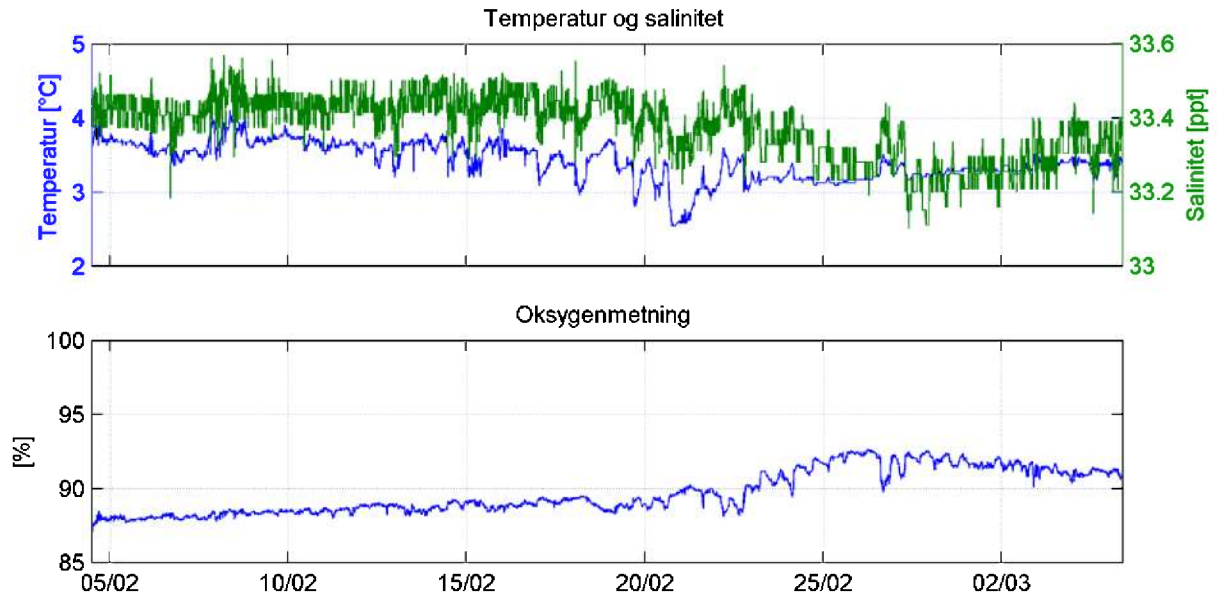


Figur 14: Vind og strøm i todagersperioden 26.02.2013-28.02.2013

7 Miljøparametre

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

Saliniteten ved 23 m ligger på 33.4 psu i middel. Oksygenmetningen ligger i middel på 90 % ved 23 m.



Figur 15: Miljøparameter RDCP600, 23 m

8 Sammendrag

Det er foretatt strømmålinger ved lokalitet Skardbergvika, Gratangen kommune i perioden 04.02.2013 til 05.03.2013. Tabell 4 gir en oversikt over resultatene.

Lokal vind spiller liten rolle i å styre strømmen ved Skardbergvika i måleperioden, mens tidevannet har en vesentlig påvirkning på strømbildet ved lokaliteten. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er værtilstand 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	14 m
Horisontal strøm		
Gjennomsnittsstrøm (Median)	4 (4) cm/s	3 (3) cm/s
Standardavvik	3 cm/s	2 cm/s
Signifikant maksimumstrøm	7 cm/s	5 cm/s
Maksimumstrøm	22 cm/s	16 cm/s
Retning maksimumstrøm	149°	92°
Signifikant minimumstrøm	1.8 cm/s	1.2 cm/s
Minimumstrøm	0.1 cm/s	0.1 cm/s
Neumanns parameter	0.03	0.06
Reststrøm	0 cm/s	0 cm/s
Reststrømretning	135°	55°
Fire hyppigst forekommende strømretningene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	270°, 75°, 60°, 285°	285°, 60°, 75°, 270°
Fire hyppigst forekommende strømhastighetene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	1-3, 3-4, 4-5, 6-8	1-3, 3-4, 4-5, 0-1
Vannutskiftning		
Mest vannutskiftning pr. 15 graders sektor	7457 m ³ /m ² ved 270°	4637 m ³ /m ² ved 75°
Minst vannutskiftning pr 15 graders sektor	2449 m ³ /m ² ved 210°	1868 m ³ /m ² ved 225°
Gjennomsnittlig total vannutskiftning pr. døgn (alle retninger)	154 m ³ /m ²	107 m ³ /m ²
Nullmålinger		
Andel målinger <1cm/s	4.8 %	9.9 %
Lengste periode <1cm/s	30 min	40 min
Vertikalstrøm		
Gjennomsnittsstrøm	1.2 cm/s	1.1 cm/s
Gjennomsnittsstrøm absolutt	1.2 cm/s	1.1 cm/s
Standardavvik	0.7 cm/s	0.7 cm/s
Maks strøm	5.1 cm/s	4.7 cm/s
Min strøm	-2.2 cm/s	-3.8 cm/s

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

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

Neumanns parameter er et mål for hvor stabil strømretningen har vært. Den beregnes ut ifra Figur 6 og er definert som forholdet mellom lengden av den rette linjen mellom start- og slutt punkt og lengden av den totale banen. For Neumanns parameter under 0.7 er reststrømmen ikke representativ for store deler av strømmålingen i perioden. Neumanns

parameter bør ses i sammenheng med reststrømmen og gjennomsnittsstrømmen. Å bruke kun Neumanns parameter 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 parameter være nært null uten at vannutskiftningen er redusert.

For nøyaktigheten av målingene se Tabell 7.

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"

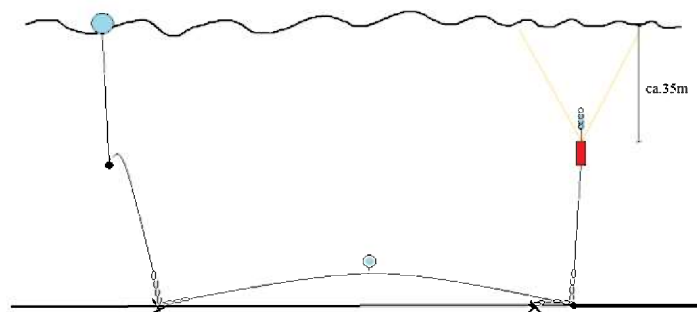
NS 9415, 2009: "NS 9415:2009 - Flytende oppdrettsanlegg: Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift", Norsk Standard

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med en akustisk doppler profilmåler (RDCP600) av merke Aanderaa. For nærmere beskrivelse se Aanderaa (2006).

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 16, stod på ca. 25 m og var orientert oppover mot overflaten.

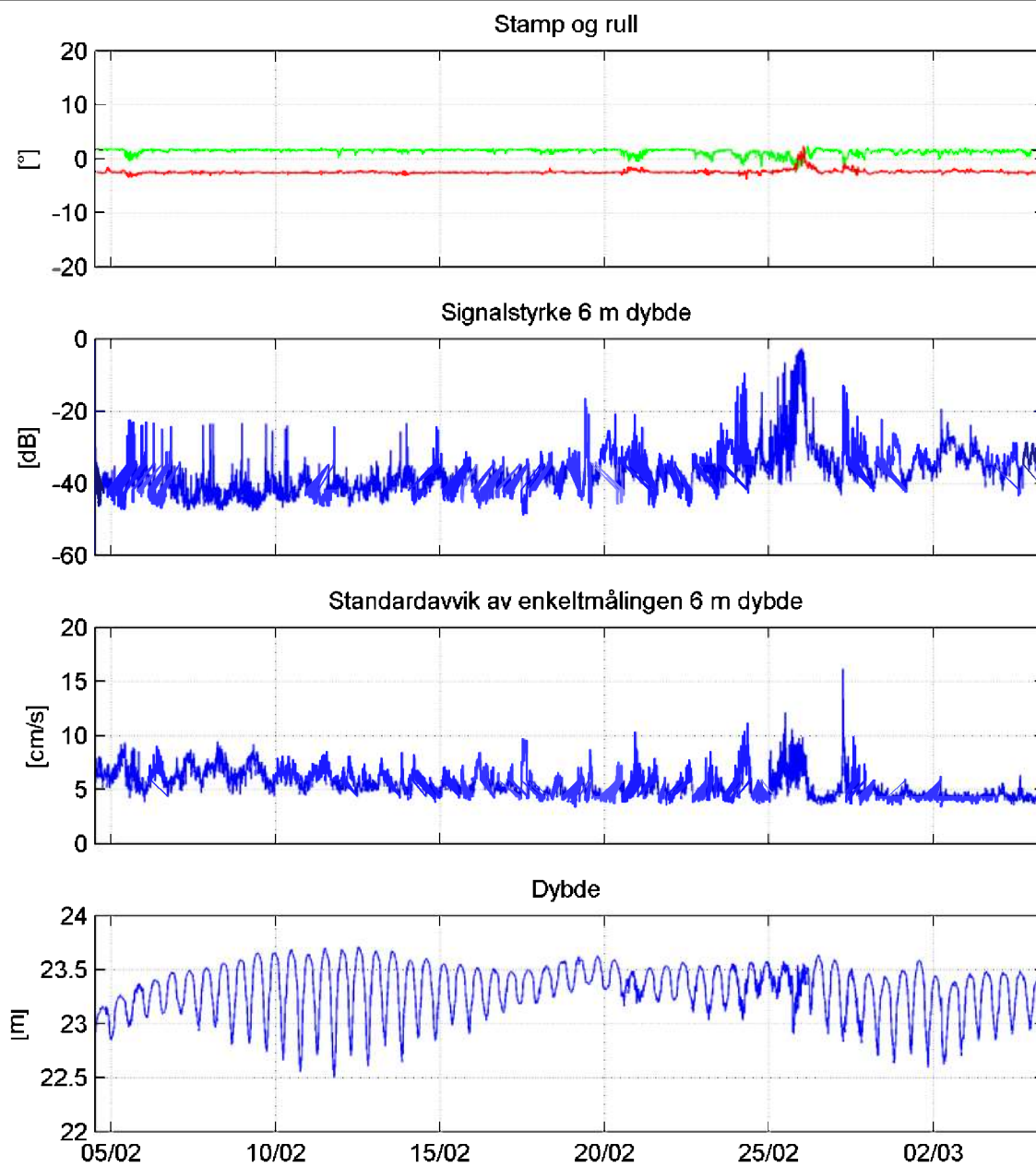


Figur 16: Skisse av riggen

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:

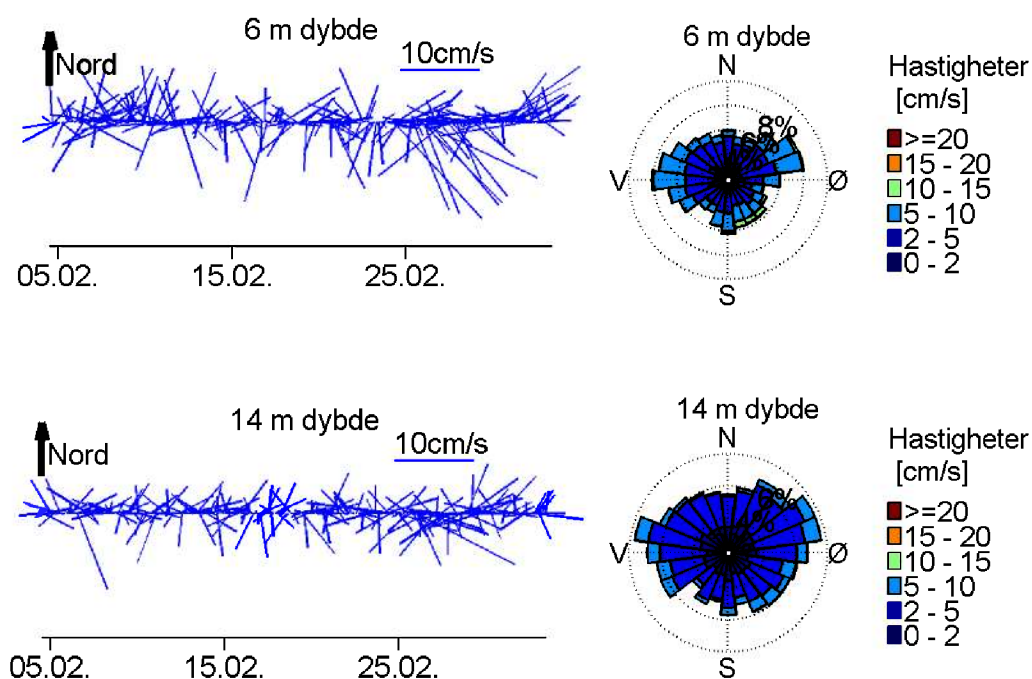
- RDCP600: stamp og rull mindre enn 20° , signalstyrke $> -45\text{dB}$ og standardavvik av enkeltmålingen $< 20\text{cm/s}$

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 17 viser noen av parameterne etter datarensing.



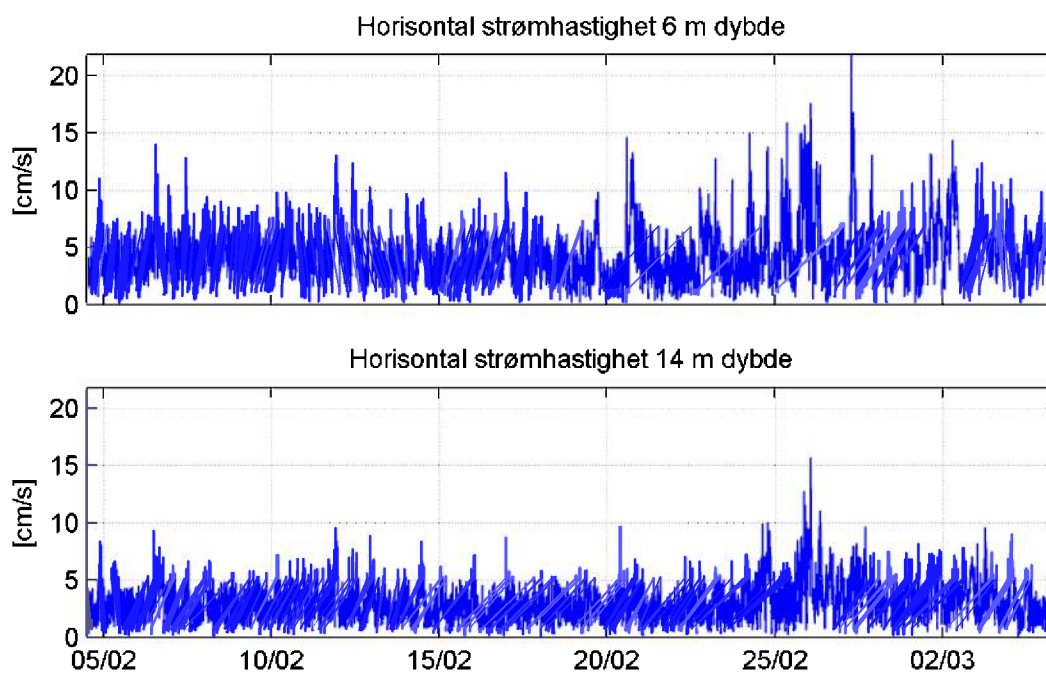
Figur 17: Kvalitetssikring RDCP600, etter datarensing

Appendiks B Pinne- og rosediagram

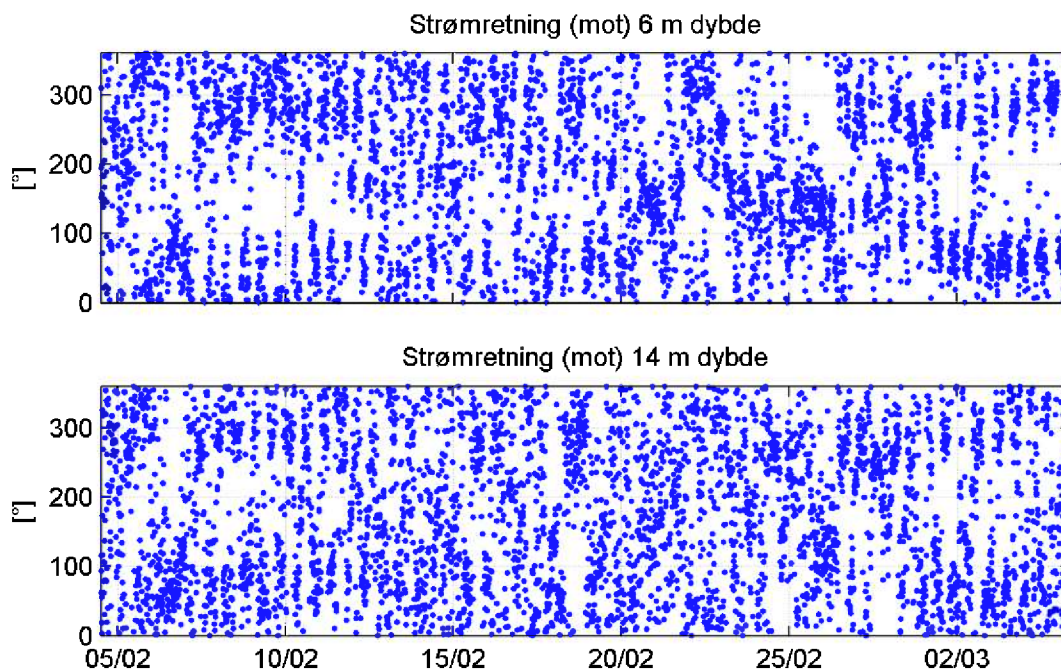


Figur 18: Strømretninger og strømhastigheter: pinnediagram som viser hastighet og retning over tid (en strek hver tredje time); rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge

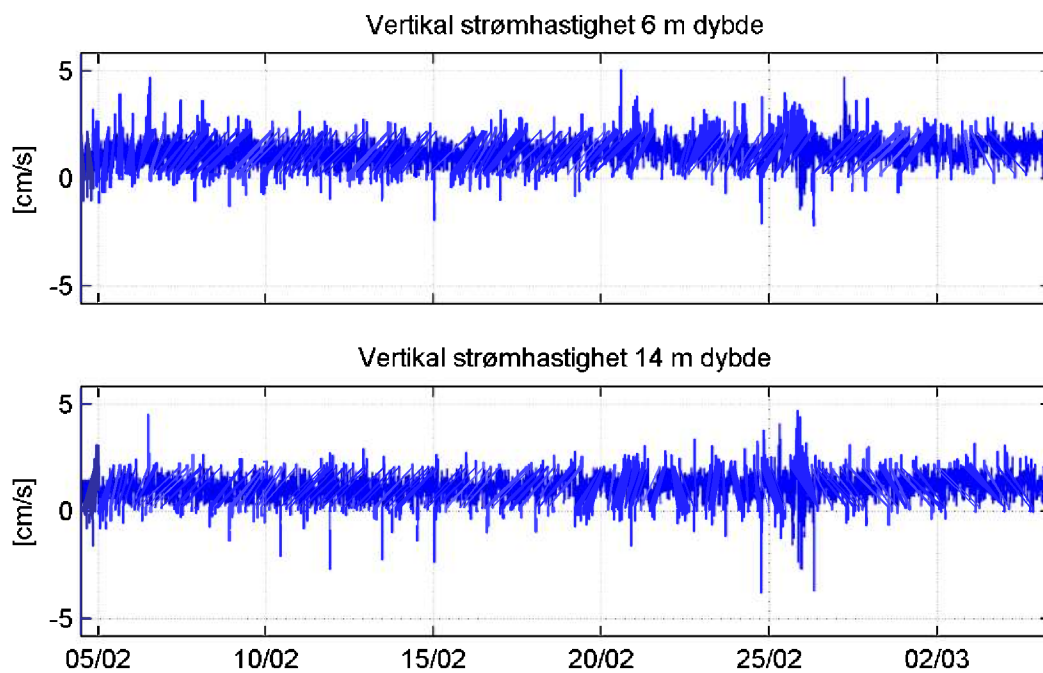
Appendiks C Tidsserier



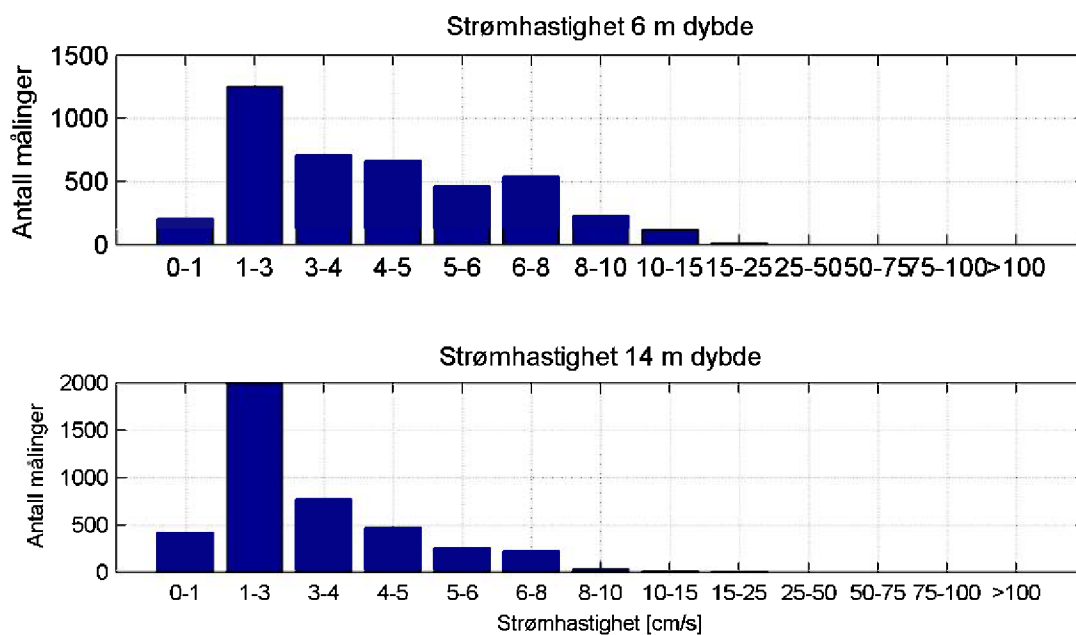
Figur 19: Tidsserier av horisontal strømhastighet



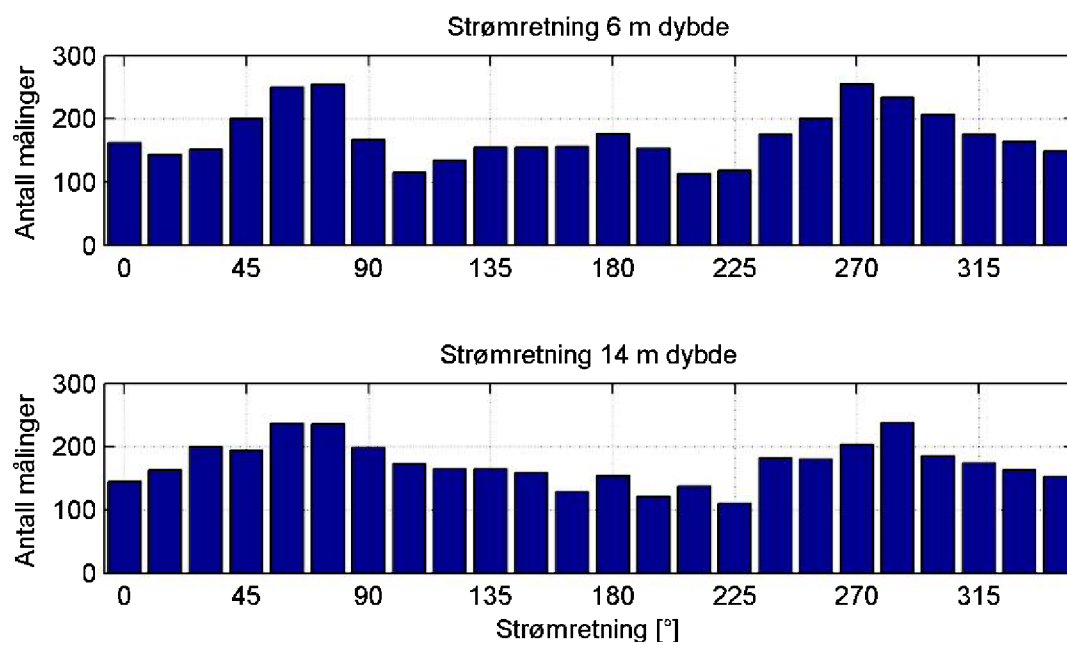
Figur 20: Tidsserier av strømretning



Figur 21: Tidsserier av vertikal strømhastighet



Figur 22: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 23: Histogram av strømretning

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

	Strømhastighet (cm/s)														Utskiftning	
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m ³ /m ²	%
0°	6	50	50	34	12	8	2	0	0	0	0	0	0	4	3425	3
15°	9	53	29	26	13	13	0	0	0	0	0	0	0	3	2971	3
30°	12	47	35	30	16	8	3	1	0	0	0	0	0	4	3250	3
45°	11	63	35	36	17	25	9	4	0	0	0	0	0	5	4857	5
60°	12	65	38	25	33	49	18	10	0	0	0	0	0	6	7131	7
75°	11	68	41	37	26	48	19	4	0	0	0	0	0	6	6861	6
90°	5	54	23	27	24	26	7	1	0	0	0	0	0	4	4266	4
105°	2	28	17	25	14	20	5	4	0	0	0	0	0	3	3184	3
120°	5	45	22	15	6	18	10	11	2	0	0	0	0	3	3911	4
135°	8	49	14	25	10	16	12	19	2	0	0	0	0	4	4825	5
150°	3	41	19	17	8	19	27	18	3	0	0	0	0	4	5498	5
165°	8	33	14	22	11	25	22	20	1	0	0	0	0	4	5404	5
180°	11	46	24	22	14	25	24	9	1	0	0	0	0	4	5183	5
195°	7	54	17	22	18	27	6	2	0	0	0	0	0	4	3826	4
210°	7	35	25	18	16	10	2	0	0	0	0	0	0	3	2449	2
225°	8	38	25	15	18	9	4	1	0	0	0	0	0	3	2672	2
240°	8	49	40	26	19	25	6	1	0	0	0	0	0	4	4180	4
255°	8	69	34	30	26	26	5	2	0	0	0	0	0	5	4733	4
270°	7	45	41	44	45	48	19	6	0	0	0	0	0	6	7457	7
285°	10	63	38	32	40	35	14	2	0	0	0	0	0	6	6129	6
300°	12	64	28	48	23	27	4	0	0	0	0	0	0	5	4851	5
315°	13	63	37	32	17	11	2	0	0	0	0	0	0	4	3584	3
330°	9	71	31	25	14	12	2	0	0	0	0	0	0	4	3280	3
345°	7	58	28	29	17	7	2	0	0	0	0	0	0	4	3050	3
Sum%	5	30	17	16	11	13	5	3	0	0	0	0	0			

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

	Strømhastighet (cm/s)														Utskiftning	
	0-1	1-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m ³ /m ²	%
0°	21	74	32	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2100	3
15°	16	100	25	13	5	4	0	0	0	0	0	0	0	4	2487	3
30°	20	97	39	27	9	7	0	0	0	0	0	0	0	5	3300	4
45°	24	89	34	23	16	8	0	0	0	0	0	0	0	5	3351	5
60°	17	95	53	42	11	19	0	0	0	0	0	0	0	6	4603	6
75°	12	105	54	22	22	21	0	0	0	0	0	0	0	6	4637	6
90°	20	88	43	19	13	10	4	0	1	0	0	0	0	5	3693	5
105°	12	70	30	22	16	15	5	3	0	0	0	0	0	4	3709	5
120°	18	84	29	16	6	7	4	1	0	0	0	0	0	4	2931	4
135°	13	80	27	13	10	17	4	1	0	0	0	0	0	4	3254	4
150°	10	76	27	16	10	14	4	2	0	0	0	0	0	4	3144	4
165°	15	60	25	9	6	8	5	0	0	0	0	0	0	3	2301	3
180°	25	75	22	12	13	4	3	0	0	0	0	0	0	4	2505	3
195°	13	70	15	16	2	5	0	0	0	0	0	0	0	3	1880	3
210°	17	66	26	16	9	3	0	0	0	0	0	0	0	3	2268	3
225°	14	52	17	13	8	6	0	0	0	0	0	0	0	3	1868	3
240°	20	77	33	21	19	12	0	0	0	0	0	0	0	4	3369	5
255°	17	71	28	29	20	14	1	0	0	0	0	0	0	4	3555	5
270°	14	87	37	33	17	13	2	0	0	0	0	0	0	5	4006	5
285°	19	104	46	33	16	19	1	0	0	0	0	0	0	6	4589	6
300°	32	85	34	18	11	5	0	0	0	0	0	0	0	4	2907	4
315°	16	93	33	21	5	6	0	0	0	0	0	0	0	4	2843	4
330°	16	100	28	14	3	2	0	0	0	0	0	0	0	4	2427	3
345°	13	97	27	12	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	2256	3
Sum%	10	48	18	11	6	5	1	0	0	0	0	0	0			

Appendiks D Fjernet data

RDCP data:

Fjernet 41 punkter på grunn av pitch/roll >20:

04-Feb-2013 09:49:52 til 04-Feb-2013 11:40:08, 05-Mar-2013 09:40:09 til 05-Mar-2013 14:20:08

Fjernet 3 punkter på grunn av instrumentdybde utenfor [22.03, 24.20]:

04-Feb-2013 11:50:07, 05-Mar-2013 09:30:09 til 05-Mar-2013 14:30:09

Fjernet 2 punkter på grunn av salinitet utenfor [32.45, 33.79]:

04-Feb-2013 11:50:07, 05-Mar-2013 14:30:09

Fjernet 1 punkter på grunn av temperatur utenfor [2.33, 4.19]:

05-Mar-2013 14:30:09

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Signalstyrken er under -45dB i celler 7 (13 m) og oppover.

Standardavviket er over 20cm/s i celler 12 (21 m) og oppover.

Du valgte celle 3 ved 6 m dyp.

Fjernet 2 celler mellom 3 og 5 m dybde pga støy fra overflaten

Fjernet 9 celler mellom 21 og 33 m dybde pga celler under instrumentet

Outliers:

Fjernet 2 punkter ved 6.2 m dybde:

08-Feb-2013 07:50:08, 13-Feb-2013 11:10:09

Fjernet 1 punkter ved 7.8 m dybde:

20-Feb-2013 13:50:08

Fjernet 1 punkter ved 11.0 m dybde:

25-Feb-2013 22:20:09

Fjernet 2 punkter ved 12.6 m dybde:

25-Feb-2013 22:10:08, 25-Feb-2013 22:20:09

Fjernet 2 punkter ved 17.4 m dybde:

04-Feb-2013 12:00:08, 04-Feb-2013 12:10:07

Fjernet 1 punkter ved 19.0 m dybde:

25-Feb-2013 23:40:08

Appendiks E Instrumentspesifikasjoner

Tabell 7: Instrumentspesifikasjonene

	RDCP600
Horisontal nøyaktighet	± 0.5 cm/s, $\pm 1.5\%$
Vertikal nøyaktighet	± 1.0 cm/s
Enkeltving 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 RDCP600

Instrumentet, RDCP600, har fulgt rutinemessig service med kalibrering hos leverandør i følge SEA ECO.