
RAPPORT

Ramsvik, Lindås kommune

28.02.2012 - 16.04.2012

OPPDRAUGSGIVER

Lerøy Vest AS

EMNE

Strømanalyse

DATO / REVISJON: 06.04.2018 / 0

DOKUMENTKODE: 10202982-RIMT-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Miljøundersøkelser	DOKUMENTKODE	10202982-RIMT-RAP-001
EMNE	Strømanalyse, Ramsvik, Lindås kommune, 2012	TILGJENGELIGHET	Konfidensiell
OPPDRAGSGIVER	Lerøy Vest AS	OPPDRAGSLEDER	Håvard Falck
KONTAKTPERSON	Kenneth Samland	UTARBEIDET AV	Juliane Borge
KOORDINATER	60°34.628'N 5°11.418'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

SAMMENDRAG

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Ramsvik, Lindås kommune, i perioden 28.02.2012 - 16.04.2012 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS 9415 og veileder for søknad om lokalitet.

Gjennomsnitt- og maksimalstrøm og andel nullmålinger er som følgende:

Dybde [m]	Gjennomsnittstrøm [cm/s]	Maksimalstrøm [cm/s]	Retning av maksimalstrøm [°]	Målinger ≤1cm/s [%]
5 m	6	45	293	3.3
15 m	6	27	134	3.7

Horisontal strøm: Det er målt strøm med gjennomsnittshastighet på 6 cm/s ved 5 og 15 m dybde. Strømmens hovedretninger er mot nordvest og sørøst. Ved 5 m er det overveiende strøm mot nordvest, mens det ved 15 m dyp er mot sørøst.

Kritiske strømkomponenter: Analysene viser at tidevann spiller en betydelig rolle for strømbildet. Målingene indikerer at vind sørøver langs kysten vil kunne sammenfalle med vanntransport mot nordvest. Sterk lokal vind mot nord-nordvest langs fjorden vil imidlertid også kunne sette opp overflatestrøm mot nordvest. Kyststrømmen forventes å ha mindre effekt på strømbildet ved Ramsvik, mens avrenning og vårfloem vil kunne påvirke strømbildet i visse perioder.

0	06.04.2018	Strømrappport	Resipientanalyse	JB	HF	HF
REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Oversikt - Strømmålinger	5
2	Statistisk analyse - Strømmålinger	7
2.1	Gjennomsnitt- og maksimalstrøm	7
2.2	Vannutskiftning.....	9
3	Tidevann, vind og andre kritiske strømkomponenter	11
3.1	Tidevannsanalyse.....	11
3.2	Sammenheng mellom vind og strøm	13
3.3	Andre kritiske strømkomponenter	16
4	Strøm - Todagersperiode	17
5	Sammendrag	18
6	Referanser	20
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring.....	21
Appendiks B	Pinne- og rosedigram	23
Appendiks C	Tidsserier	24
Appendiks D	Maksimalstrøm og retning	28
Appendiks E	Fjernet data	29
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner.....	29
Appendiks G	Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 5641	29

1 Oversikt - Strømmålinger

Strømmålinger ble foretatt ved lokalitet Ramsvik i perioden 28.02.2012 - 16.04.2012.

Tabell 1 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen:

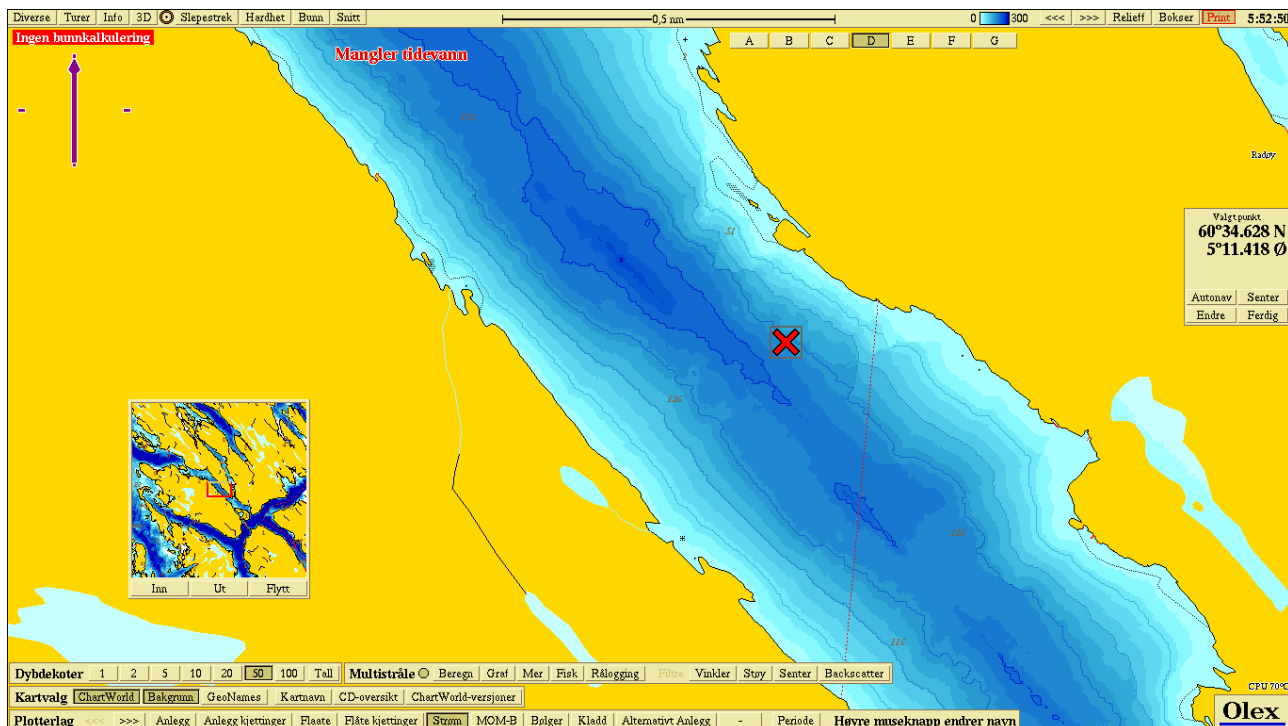
- **Plassering av måler:** Figur 1 og Figur 2 viser hvor måleriggen var plassert. Riggen var installert utenfor det sørvestlige hjørnet på anlegget.
- **Måledybder:** Det ble satt ut en doppler profilmåler ved 53 m dyp. Målet er å kartlegge spredningsstrøm samt strøm i dybdene hvor notposen befinner seg.
- **Målingsutstyr:** Måleren ble forankret fra bunn og opp. Beskrivelse av riggen og instrumentene er gitt i Appendiks A.
- **Kvalitetsvurdering av målte data:** Datasettet ble kvalitetssikret 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 47 dager. 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).

I forbindelse med etablering av flytende oppdrettsanlegg krever NYTEK-forskriften beskrivelse av strømmen i anlegget ved 5 m og 15 m (NS 9415) utført av akkreditert inspeksjonsorgan for lokalitetsundersøkelser. Ved søknad om ny lokalitet/utvidelse av eksisterende lokalitet kreves beskrivelse av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm (Fiskeridirektoratet, 2008), samt dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftning (Mattilsynet, 2006).

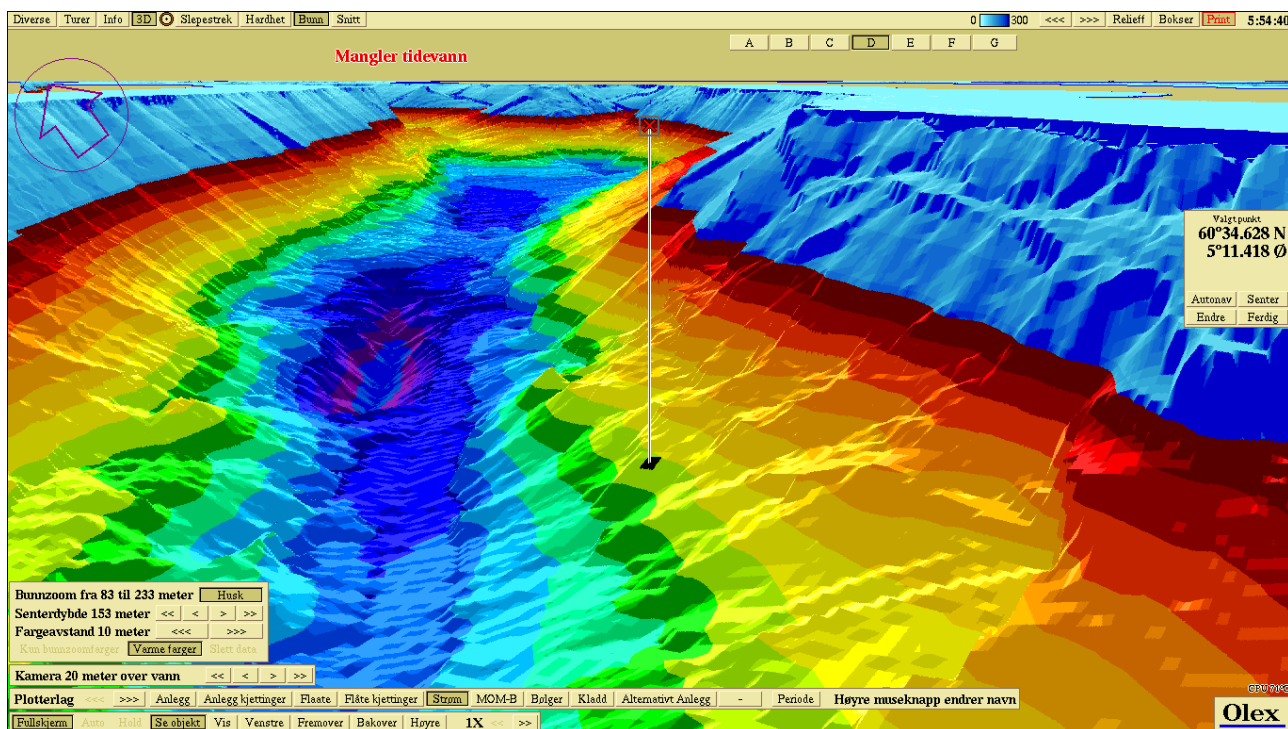
Multiconsult AS er akkreditert inspeksjonsorgan for lokalitetsundersøkelse iht. ISO/IEC 17020, NYTEK-forskriften og NS 9415. I denne rapporten faller analyser og beskrivelse av strømmen ved 5 og 15 m dybde under akkrediteringen. Analyser og beskrivelse av strømmen ved andre dybder er ikke underlagt myndighetskrav om akkreditering.

Tabell 1: Generell informasjon om strømmålingen utført ved Ramsvik

Posisjon	60°34.628'N 5°11.418'Ø
Ca. dybde på målestedet	160 m
Måleperiode	28-Feb-2012 11:00:00 til 16-Apr-2012 08:50:00
Varighet	47 dager, 21 timer, 50 minutter
Antall målinger	6900
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigert for misvisning)
Målertype - 53 m dybde	Doppler profilmåler (Nortek Aquadopp profiler, Serienummer 5641), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 7 til 49 m dybde, cellestørrelse 2 m. Celle ved 7 m anses som representativ for 5 m og rapporteres som 5 m (se Appendiks A).
Type måling - 53 m dybde	Burst (måling i 60 sekunder)
Frekvens	Hvert 10. minutt



Figur 1: Lokaltet Ramsvik. Målepunktet er merket med rødt kryss. Dybdekotene har 50 meters intervall



Figur 2: 3D modell av lokalitet Ramsvik. Målepunktet er merket med rødt kryss. Farget område er fra 83 m til 233 m dybde med fargeavstand på 10 m

2 Statistisk analyse - Strømmålinger

Formålet med strømmålingen er å kvantifisere strømhastighet og -retning ved forskjellige dyp.

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

- Kapittel 5: Statistikktabell for 5 m og 15 m
- Appendiks B: Rose- og pinnediagram for 5 m og 15 m

2.1 Gjennomsnitts- og maksimalstrøm

Figur 3 viser et 3D-diagram av horisontal strømhastighet over tid for de øverste 50 m (venstre panel) samt minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder (høyre panel). Tabell 2 viser maksimalstrøm i 8 retningssektorer for forskjellig dybde. Retningssektorene er sentrert rundt 0°, 45°, 90° osv. Oversikt over maksimalstrømmen og tilhørende retning er gitt i Appendiks D.

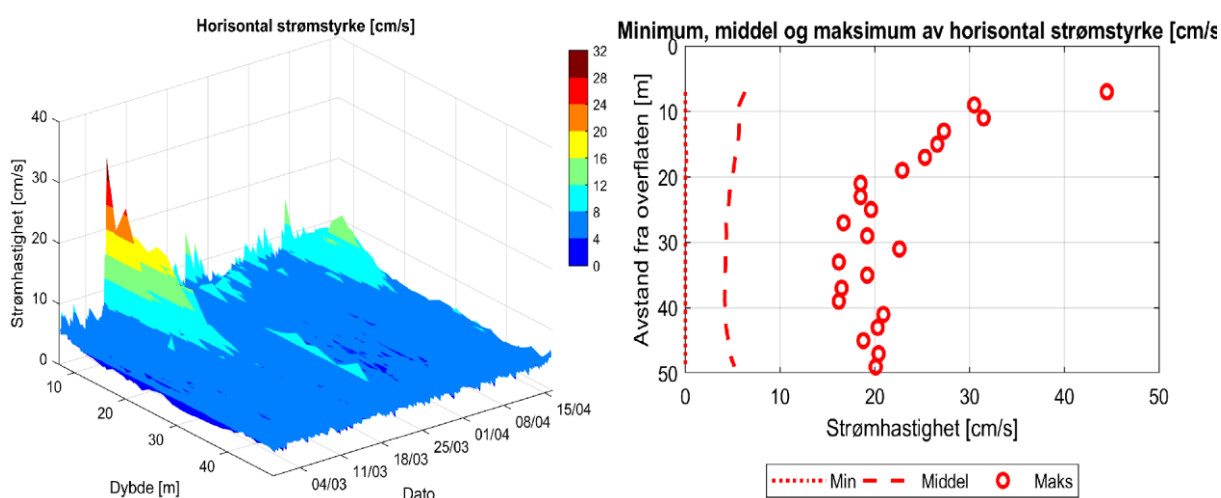
Figur 4 og Figur 5 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder i to og tre dimensjoner.

Maksimalstrømmen for denne lokaliteten ble målt ved 5 m dybde og var 45 cm/s mot 293°.

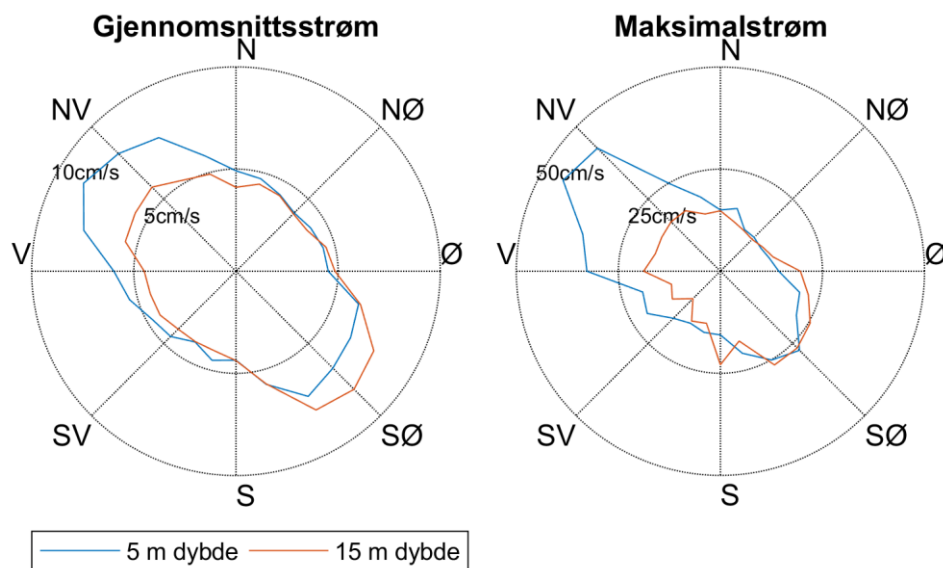
Maksimalstrøm er rettet mot nordvest ved 5 m dyp og sørøst ved 15 m dyp.

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

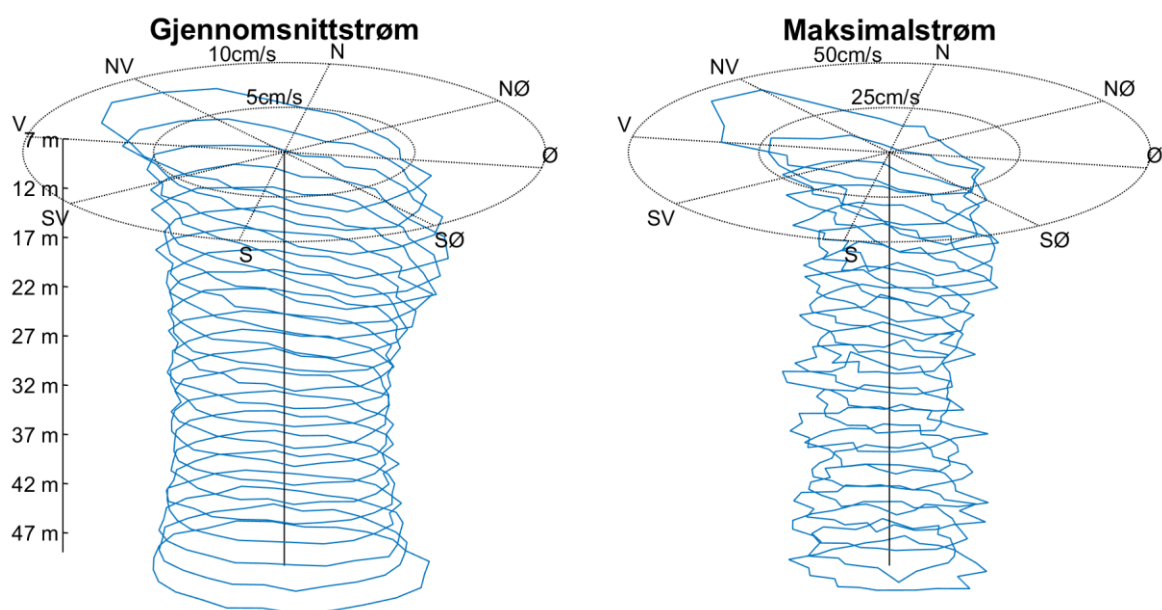
	Retning (mot)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Alle retninger
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Dybde	Maksimal horisontal strøm [cm/s]								
5 m	19	12	20	27	21	21	35	45	45 (293°)
15 m	15	12	22	27	23	14	19	17	27 (134°)



Figur 3: 3D-diagram av horisontal strømstyrke over tid for de øverste 50 m (data er lavpassfiltrert, dvs. maksimumverdier er lavere enn 10 minutters maksimumverdier) og minimal, middel og maksimal horisontal strøm ved alle målte dybder



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



Figur 5: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger i tre dimensjoner (15 graders sektorer) og dybder

2.2 Vannutskiftning

Mattilsynets veileder krever dokumentasjon av vannutskiftning. Vannutskiftningen er definert som vannfluksen, 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 .

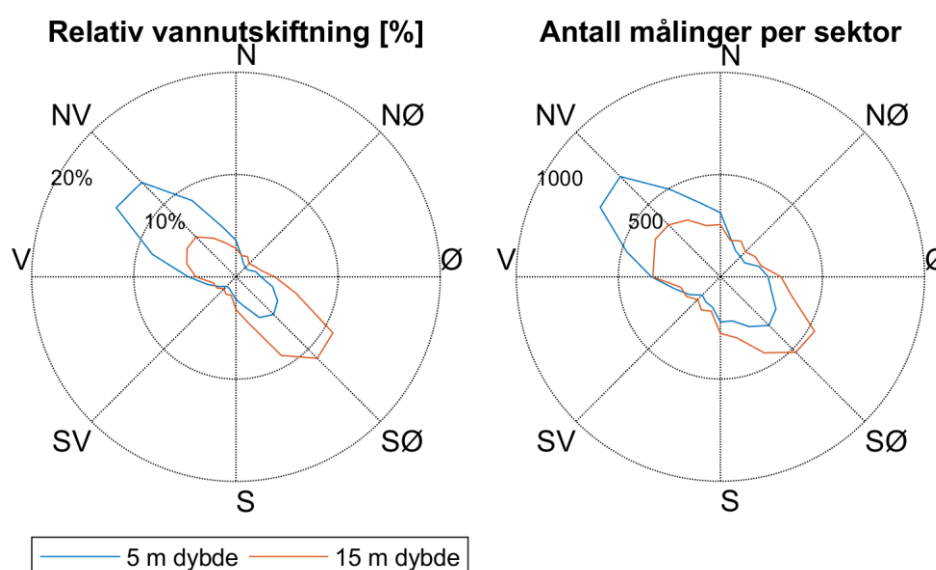
Vannutskiftningen kan oppgis per sektor, dvs. per retningsintervall. Vannutskiftningen i en sektor er den delen av vannfluksen hvor strømretningen er i et visst retningsintervall. Vannutskiftningen i 8 sektorer er gitt i Tabell 3. Retningssektorene er sentrert rundt 0°, 45°, 90° osv. Figur 6 viser relativ vannutskiftning og antall målinger i 15 graders sektorer for forskjellige dybder.

Figur 7 er et progressiv vektordiagram som viser hvordan en tenkt vannpartikkel på en gitt dybde ville forflytte seg i måleperioden der 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 tyder det på at vannutskiftningen er bra. Dersom vannmassene driver fram og tilbake, kan utskiftningen være redusert.

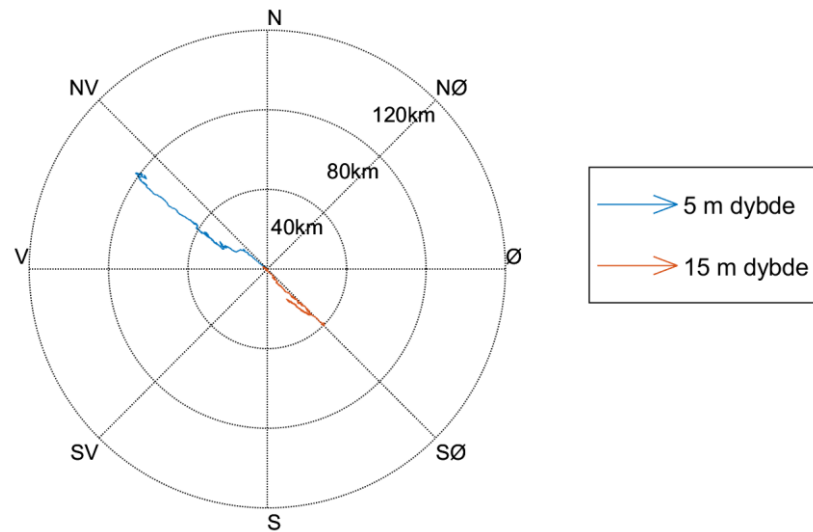
Figurene illustrerer at strømmens hovedretning ved Ramsvik er mot nordvest ved 5 m dyp og mot sørøst ved 15 m dyp.

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

Dybde	Retning (mot)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Alle retninger
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Vannutskiftning [m^3/m^2]									
5 m	27815	10670	21159	37665	17592	11759	41544	91407	259611
15 m	18854	14043	28010	70705	22065	13181	25457	35021	227335



Figur 6: Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor



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

3 Tidevann, vind og andre kritiske strømkomponenter

3.1 Tidevannsanalyse

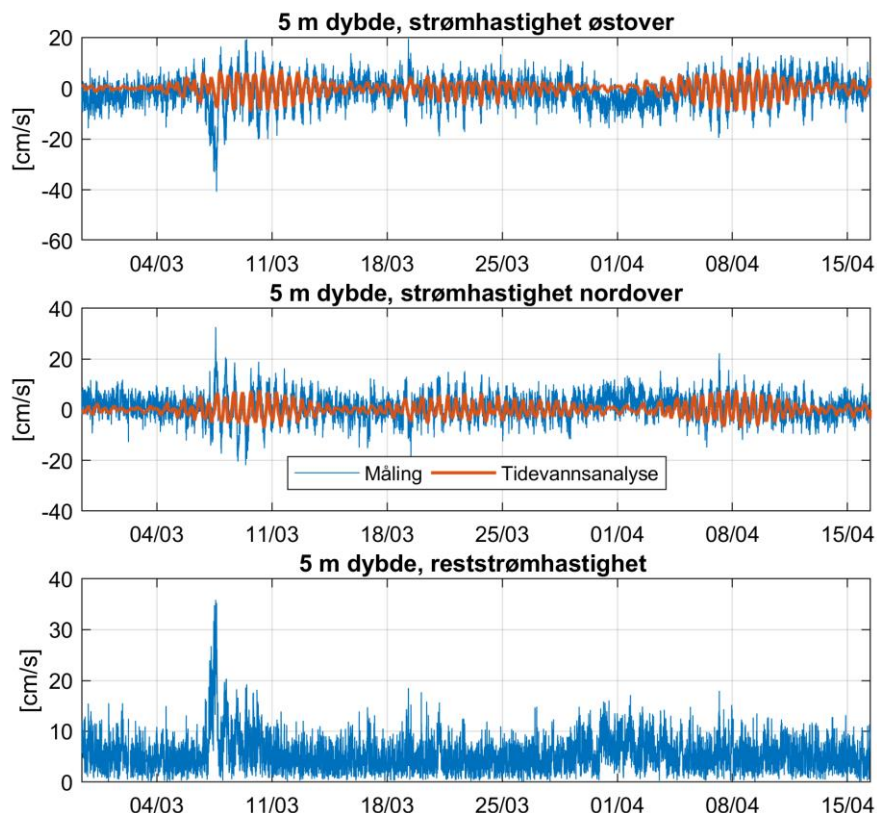
Det ble foretatt en tidevannsanalyse av den målte strømmen ved forskjellige dyp, som gir informasjon om tidevannets bidrag til strømbildet (Codiga, 2011). Tidevannet er en følge av tiltrekningskreftene mellom jord, måne og sol og de relative bevegelsene i jord-måne-solsystemet (Kartverket, 2014). Det finnes tidevannskomponenter med forskjellige perioder, som f.eks. halvdaglige (fra månen (M2) 12.42 timer og fra solen (S2) 12 timer), daglige (prinsipiell daglig månekomponent (O1) 25.82 timer) og komponenter med lengre perioder (spring-nippsyklus (MSF) 14.77 dager). Det er lokale forhold som avgjør hvilke komponenter som dominerer. Tidevannsanalysen forutsetter stasjonære forhold og uavhengige komponenter og har naturlige begrensninger på grunn av andre faktorer som påvirker strømmen og kan føre til ikke-stasjonære forhold (f.eks. vind, lufttrykk, elveavrenning).

Resultatene fra tidevannsanalysen er gitt i Figur 8 til Figur 10.

Figur 8 viser tidsserien av strømmen ved 5 m dybde med tidevannsanalyse for den nordgående og østgående komponenten av strømmen samt reststrømmen.

Reststrømmen er den vektorielle differansen mellom den målte strømmen og tidevannsanalysen. Vektoriell i denne sammenhengen betyr at hvis det er målt 10 cm/s strøm mot nord og tidevannet på samme tid ville gitt en 5 cm/s strøm mot sør, så vil reststrømmen være 15 cm/s mot nord.

Tidevannsanalysen på strømmålingene ved Ramsvik ved 5 m dybde forklarer 29 % av variansen i datasettet. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 5 m dybde er 12 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 9 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 36 cm/s.



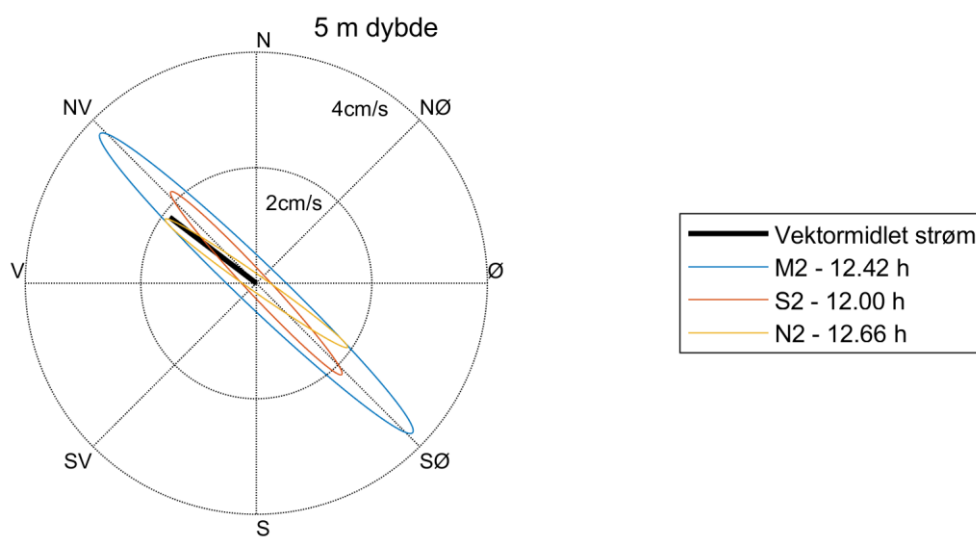
Figur 8: Horisontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse

Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømrretningen roterer og strømhastigheten når maksimumsverdien og minimumsverdien to ganger i løpet av tidevannsperioden. Figur 9 viser tidevannsellipsene for de sterkeste tidevannskonstituentene av strømmen ved 5 m dybde. Hovedperiodene til tidevannssignalet ved 5 m dybde er 12.42 timer, 12.00 timer og 12.66 timer. Det er tidevannet fra månen (to perioder per døgn(M2)) som er mest framtreddende, og figuren viser at tidevannsstrømmen oscillerer mellom nordvestlig og sørøstlig retning.

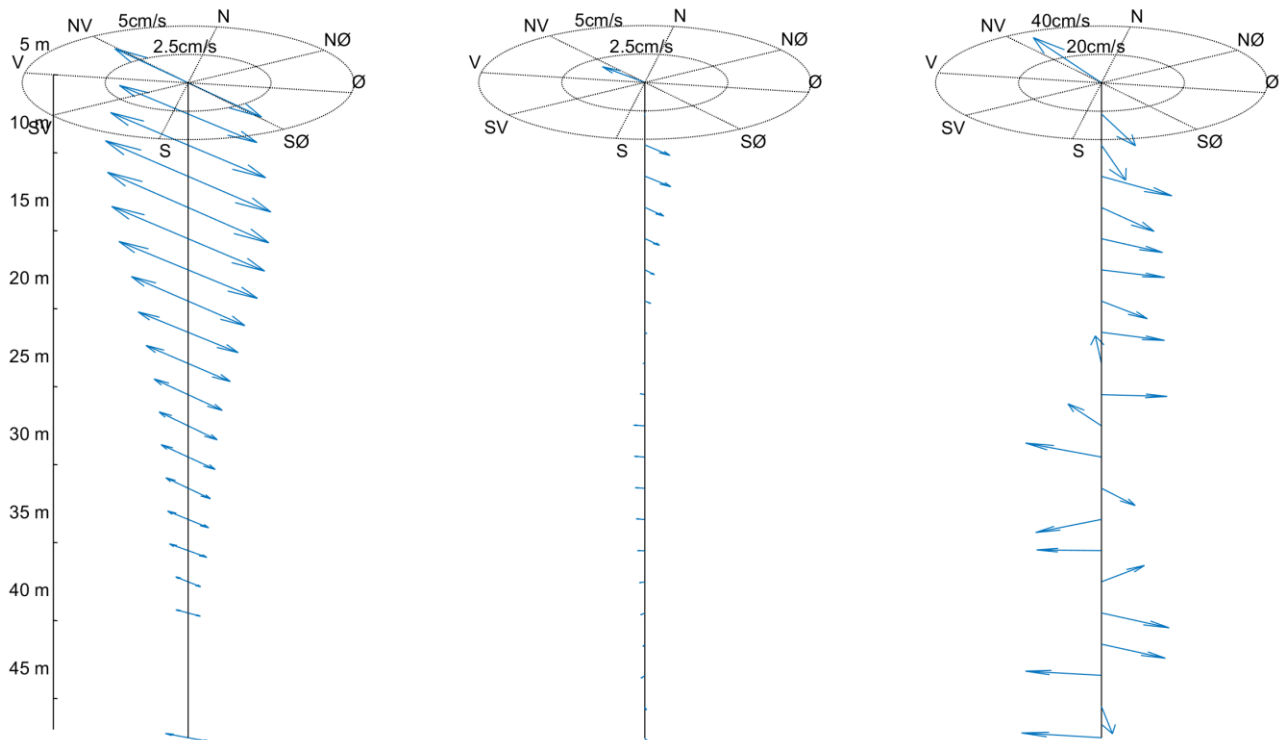
Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 9. Dette er en gjennomsnittlig strøm som tar hensyn til strømrretningen. Hvis strømmen har vært 10 cm/s mot nord i en periode, og så 10 cm/s mot sør i like lang periode, så vil den vektormidlete strømmen være 0 cm/s, mens gjennomsnittsstrømmen ville være 10 cm/s. Tidevannsstrømmen som oscillerer fram og tilbake vil alltid ha 0 cm/s som vektormiddel. Den vektormidlete strømmen viser at vanntransporten er mot nordvest ved 5 m dyp ved Ramsvik.

Figur 10 viser resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder. Figuren lengst til venstre viser hovedaksen av tidevannsellipsen som er mest framtreddende gjennom hele vannsøylen, i dette tilfellet M2. Figuren i midten viser den vektormidlete strømmen for hvert dyp, mens figuren til høyre viser maksimal avvik av den faktiske strømmen fra tidevannsanalysen. Figuren viser at tidevannsstrømmen sterkest ved overflaten og avtar i dypet. Tidevannsanalysen i de forskjellige dybdene forklarer mellom 5 og 32 % av variansen i strømmålingene.

Det konkluderes med at tidevannsstrømmen spiller en betydelig rolle for strømbildet ved Ramsvik.



Figur 9: Tidevannsellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, S2 og N2 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert

Tidevann - M2: 12.42 h**Vektormidlet strøm****Maksimal reststrøm**

Figur 10: Resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder

3.2 Sammenheng mellom vind og strøm

Sammenhengen mellom vind og strøm er også undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Flesland målestasjon (eKlima) som ligger 31 km sør for Ramsvik. Ramsvik ligger i Radfjorden med åpne strøk mot nordvest og sørøst, og lave åser i sør og vest og noe høyere fjell i nord. Fjorden er begrenset i nordvest og sørøst med terskler på ca 30 m dyp. Flesland har åpne strøk mot nord og sør og med lave åser i øst. Vind ved Ramsvik forventes å være rotert mer nordvest-sørøst, mens vind ved Flesland er i hovedsak rettet langs nord-sør akse.

Verdiene er 10 minutters middelerverdier 10 meter over bakken. For å lettere kunne sammenligne strøm med vind, er strømmen lavpassfiltrert. Et Gauss lavpassfilter med cut-off frekvens på 1/33 time har blitt benyttet for å fjerne svingningene skapt av tidevannet. Lavpassfilter er benyttet til fordel for bruk av reststrømmen som ble beregnet i Kapittel 3. Dette er fordi reststrømproduktet fra tidevannsanalysen ikke alltid er fri for energi fra tidevannet. Figur 11 viser vindhastighet og vindretning, samt hastighet og retning på lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Figur 12 viser fordeling av retninger og styrke av både vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

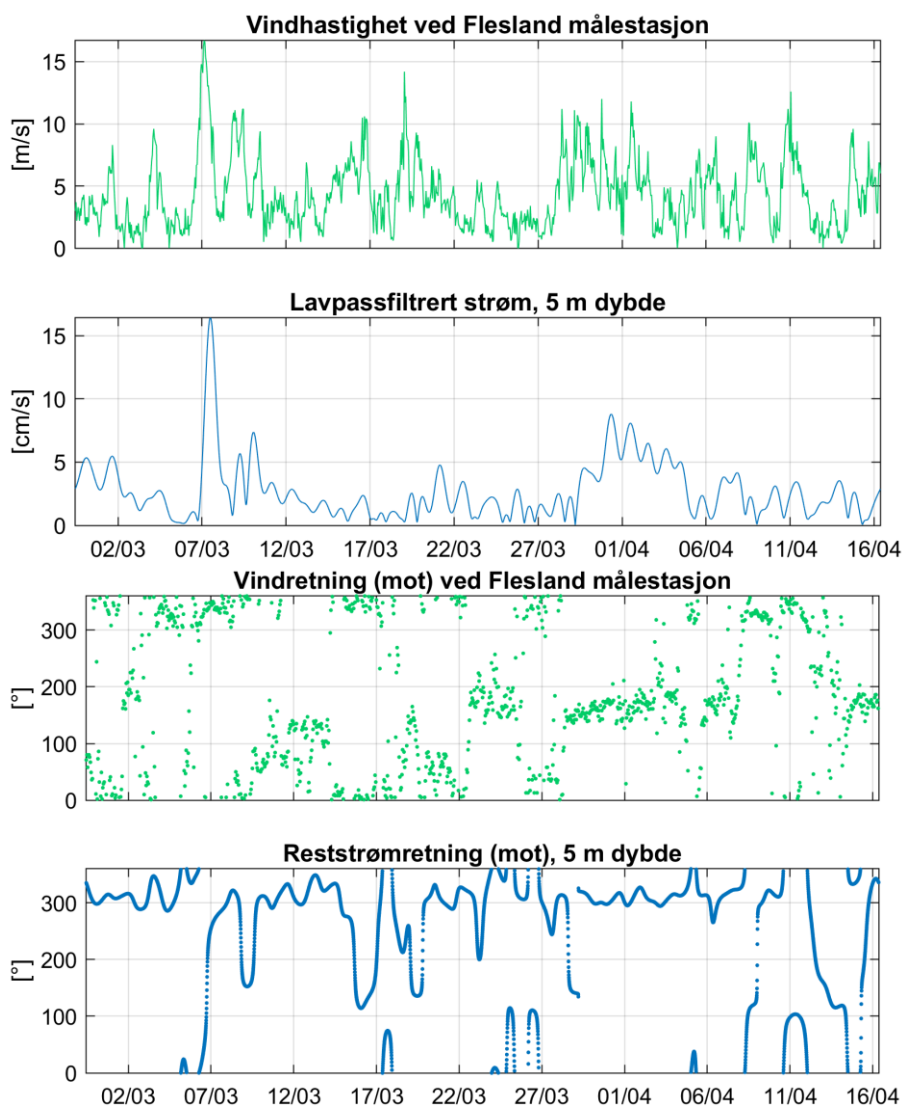
Korrelasjon mellom vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde ble også undersøkt.

Korrelasjonskoeffisienten ligger alltid mellom -1 og 1, der 0 betyr at det ikke er en sammenheng mellom de undersøkte tidsseriene. Korrelasjonskoeffisient på 1 betyr at det er en perfekt lineær sammenheng der begge variablene går opp og ned samtidig og -1 betyr at det er en perfekt lineær sammenheng der en variabel går opp når den andre går ned. Sterk korrelasjon (nært 1) betyr ikke at strømmen nødvendigvis skyldes vinden, men indikerer en mulig sammenheng.

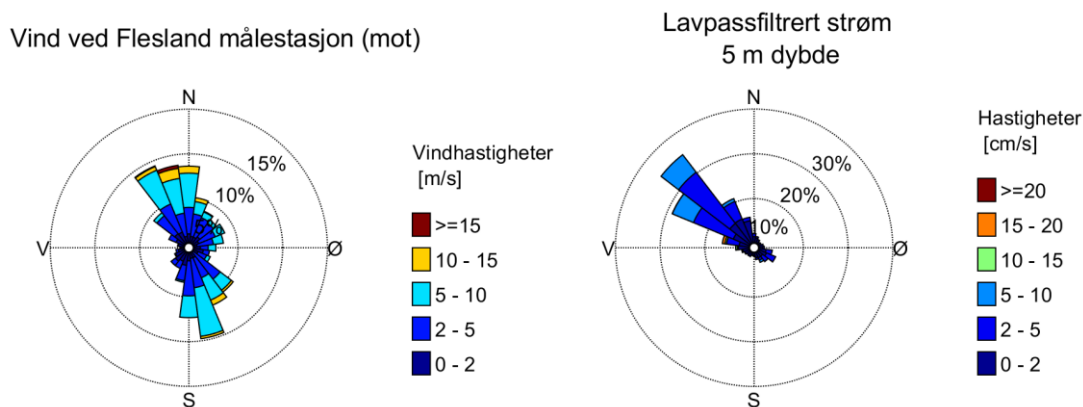
Det er blitt beregnet korrelasjon mellom vind og strøm dekomponert langs 8 himmelretninger, 0°, 45°, 90° osv. for å finne ut hvilke retninger av vind og strøm som viser størst samvariasjon (Tabell 4). Dette er gjort for å fange opp innvirkning fra eventuelle topografiske effekter på vindens og strømmens retning.

Tabell 5 viser hvor mange prosent av tiden ofte gitte kombinasjoner for vind og strømreretning oppsto i løpet av måleperioden. For samtidig vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde er den hyppigst opptredende kombinasjonen vind mot sør og strøm mot nordvest. Korrelasjonskoeffisienten mellom disse komponentene er forholdsvis høy med 0.23, som indikerer at det kan være en sammenheng mellom vind mot sør og strøm mot nordvest. Det er også en periode med vedvarende vind mot sør (ca. 28.03.-02.04.) som er tett etterfulgt av en periode med vedvarende sterkere strøm mot nordvest. En mulig forklaring på dette er at vind mot sør langs kysten fører til Ekmantransport av overflatevann bort fra kysten, og derfor setter opp en overflatestrøm ut av fjordene (nordvest i Radfjorden).

Imidlertid er maksimalstrømmen ved 5 m dyp målt mot nordvest etter en periode med sterk vind mot nord. Dette anses som en mer lokal styring av overflatelaget.



Figur 11: Hastighet og retning av vind og strøm ved 5 m. Strøm er lavpassfiltrert.



Figur 12: Vind og reststrøm ved 5 m dybde (retninger mot)

Tabell 4: Korrelasjonskoeffisientene mellom lavpassfiltrert strøm og vind langs forskjellige akser

	Vindretning (mot)								
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Strømretning (mot)	0°	-0.38	-0.35	0.15	0.35	0.38	0.35	-0.15	-0.35
	45°	-0.22	-0.18	0.11	0.21	0.22	0.18	-0.11	-0.21
	90°	0.1	0.1	-0.02	-0.08	-0.1	-0.1	0.02	0.08
	135°	0.23	0.22	-0.08	-0.2	-0.23	-0.22	0.08	0.2
	180°	0.38	0.35	-0.15	-0.35	-0.38	-0.35	0.15	0.35
	225°	0.22	0.18	-0.11	-0.21	-0.22	-0.18	0.11	0.21
	270°	-0.1	-0.1	0.02	0.08	0.1	0.1	-0.02	-0.08
	315°	-0.23	-0.22	0.08	0.2	0.23	0.22	-0.08	-0.2

Tabell 5: Prosentandel av tiden visse kombinasjon av strøm- og vindretning oppstår

	Vindretning (mot)								
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Strømretning (mot)	0°	1	0.5	0.5	1.6	2.7	0.5	0.1	2.4
	45°	0.7	0.3	0	0.1	0.1	0	0	1.1
	90°	3.1	0.6	0.2	0.1	0.6	0	0	0.9
	135°	3.7	0.4	0.4	1.9	1.1	0.5	0.2	1.5
	180°	0.8	0.4	0.1	0.3	0.4	0.7	0.1	0.3
	225°	0.8	0.6	0.8	0.3	0.5	0.3	0.1	0.2
	270°	3.7	1.1	0.6	1.2	1.6	0.2	0.3	2.3
	315°	9.5	7	4.9	9.4	13.7	2.5	1	6.2

3.3 Andre kritiske strømkomponenter

Andre kritiske strømkomponenter som kan bidra til det totale strømbildet er eks. utbrudd fra kyststrømmen og vårflom på grunn av snø- og issmelting og ferskvannsavrenning.

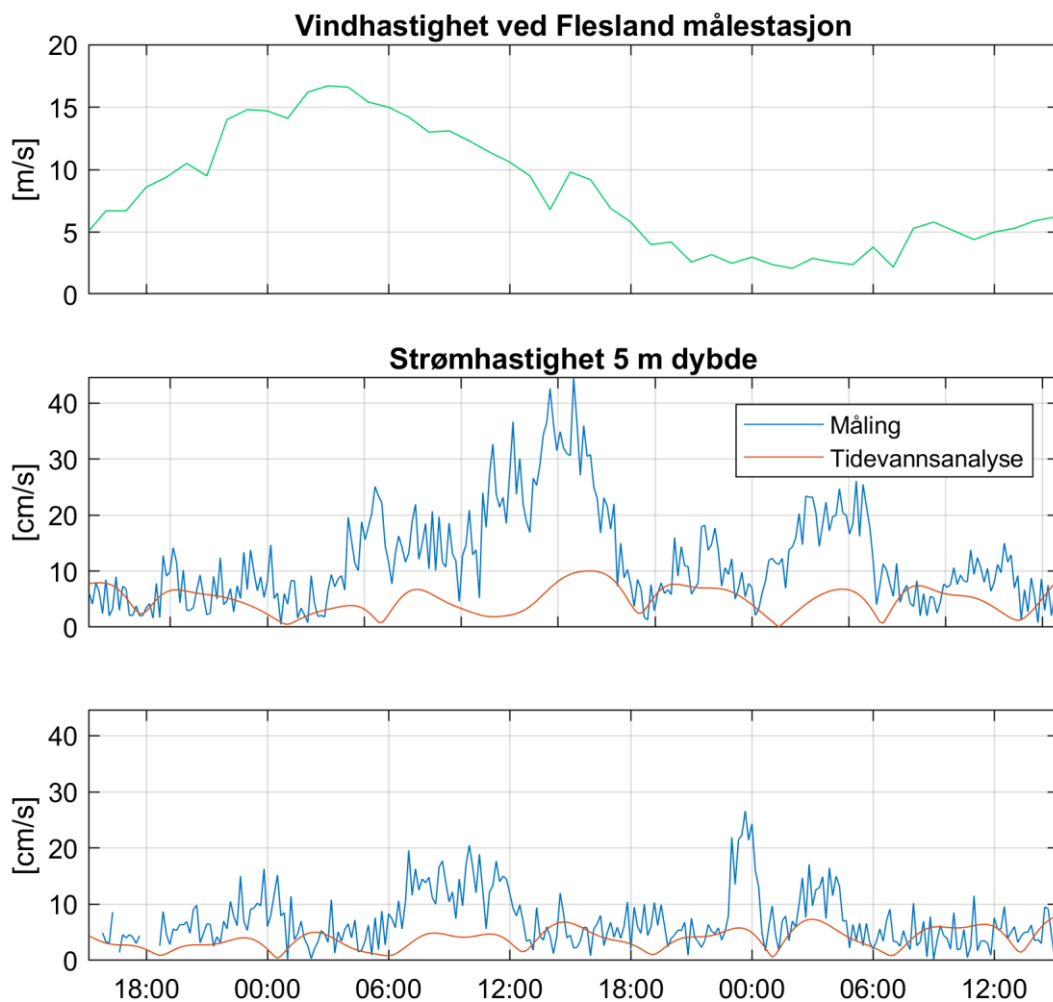
Kyststrømmen følger norskekysten nordover fra Skagerak til Barentshavet, og kjennetegnes ved lavere saltholdighet enn omkringliggende vannmasser. Strømhastigheten til kyststrømmen ligger stort sett mellom 20-50 cm/s, men kan også komme opp i 100 cm/s. Saltholdigheten øker gradvis når strømmen beveger seg nordover og det kan derfor være vanskelig å spore strømmen jo lenger nord strømmålinger er utført. Manglende salinitetsmålinger i dypere vannlag påvirker også i hvilken grad man kan uttale seg om kyststrømmen har påvirket strømbildet ved lokaliteten. Utbrudd fra kyststrømmen igangsettes hovedsakelig ved østlige vinder over Skagerrak som etterfølger vedvarende perioder med vind fra vest og sørvest. Havforskningens målestasjon ved Flødevigen (Arendal) registrerer ofte plutselig synkende salinitet ved 19 m dyp i sammenheng med utbrudd fra kyststrømmen. I store deler av måleperioden mangler det imidlertid salinitetsdata ved 19 m dyp i Flødevigen, slik at det er vanskelig å påvise om det kan ha oppstått utbrudd fra kyststrømmen i måleperioden.

Beliggenheten til Ramsvik i en vestlandsfjord indikerer at utbrudd fra kyststrømmen kan påvirke strømbildet. Imidlertid vil tersklene på 30 m dyp på begge sidene av Radfjorden begrense den direkte effekten kyststrømmen har på strømbildet i fjorden.

Vårflom på grunn av snø- og issmelting og ferskvannsavrenning kan bidra til lagdeling av vannmassene. Strømmålingen er foretatt litt tidligere enn man ville forvente vårflom. Det er ingen større elver i området rundt Ramsvik. Under hendelser med kraftig nedbør vil det likevel kunne dannes ferskvannslag på overflaten. I visse perioder vil derfor strømmen kunne være påvirket av vårflom/avrenning.

4 Strøm - Todagersperiode

Figur 13 viser vind og strøm i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 7 m dyp, 06.03.2012 - 08.03.2012. Det er målt vind med hastighet over 15 m/s ved Flesland i forkant av strømtoppen.



Figur 13: Vind og strøm i todagersperioden 06.03.2012-08.03.2012

5 Sammendrag

Det er foretatt strømmålinger ved lokalitet Ramsvik, Lindås kommune, i perioden 28.02.2012 til 16.04.2012. Tabell 6 gir en oversikt over resultatene.

Analysene viser at tidevann spiller en betydelig rolle for strømbildet. Målingene indikerer at vind sørover langs kysten vil kunne sammenfalle med vanntransport mot nordvest. Sterk lokal vind mot nord-nordvest langs fjorden vil imidlertid også kunne sette opp overflatestrøm mot nordvest. Kyststrømmen forventes å ha mindre effekt på strømbildet ved Ramsvik, mens avrenning og vårflom vil kunne påvirke strømbildet i visse perioder.

Tabell 6: Oversikt statistikk, retningssektorene er sentrert rundt 15°, 30°, 45° osv.

Dybde	5 m	15 m
Horisontal strøm		
Gjennomsnittsstrøm (median)	6 (6) cm/s	6 (5) cm/s
Standardavvik	4 cm/s	4 cm/s
Signifikant maksimumstrøm	11 cm/s	10 cm/s
Maksimumstrøm	45 cm/s	27 cm/s
Retning maksimumstrøm	293°	134°
Signifikant minimumstrøm	2.3 cm/s	2.1 cm/s
Minimumstrøm	0.0 cm/s	0.0 cm/s
Neumanns parameter	0.30	0.17
Vektormidlet strøm	2 cm/s	1 cm/s
Vektormidlet strømrretning	307°	134°
Fire hyppigst forekommende strømrretningene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	315°, 300°, 330°, 285°	120°, 135°, 150°, 300°
Fire hyppigst forekommende strømhastighetene (synkende rekkefølge)	1-5, 5-10, 10-20, 0-1	1-5, 5-10, 10-20, 0-1
Vannutskiftning		
Mest vannutskiftning pr. 15 graders sektor	35146 m ³ /m ² ved 300°	25600 m ³ /m ² ved 135°
Minst vannutskiftning pr 15 graders sektor	3365 m ³ /m ² ved 45°	3773 m ³ /m ² ved 225°
Gjennomsnittlig total vannutskiftning pr. time (alle retninger)	227 m ³ /m ²	200 m ³ /m ²
Nullmålinger		
Andel målinger <1cm/s	3.3 %	3.7 %
Lengste periode <1cm/s	20 min	30 min

Tabell 6 inkluderer både middelerdi og median. Middelerdien er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger, mens median er den midterste målingen av måledata sortert etter størrelse. Median er mindre påvirket av enkelte ekstremverdier. Signifikant maksimal strøm er gjennomsnittsverdien av den høyeste tredjedelen av alle målte hastigheter i perioden.

Vektormidlet strøm er den vektormidlete strømmen over hele perioden. Den er i praksis alltid lavere enn gjennomsnittsstrømmen.

Neumanns parameter er et mål for hvor stabil strømretningen har vært. Den beregnes ut ifra Figur 7 og er definert som forholdet mellom lengden av den rette linjen mellom start- og sluttpunkt 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 vektormidlet strøm 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 Appendiks F.

6 Referanser

Codiga, Daniel L.: Unified Tidal Analysis and Prediction

eKlima (eklima.no): Meteorologisk data fra Meteorologisk Institutt

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

Kartverket, 2014 (sehavnivå.no): Kartverkets ressursnettsted om havnivå og vannstand

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"

Nortek, 2005: "Aquadopp Current Profiler, User Guide"

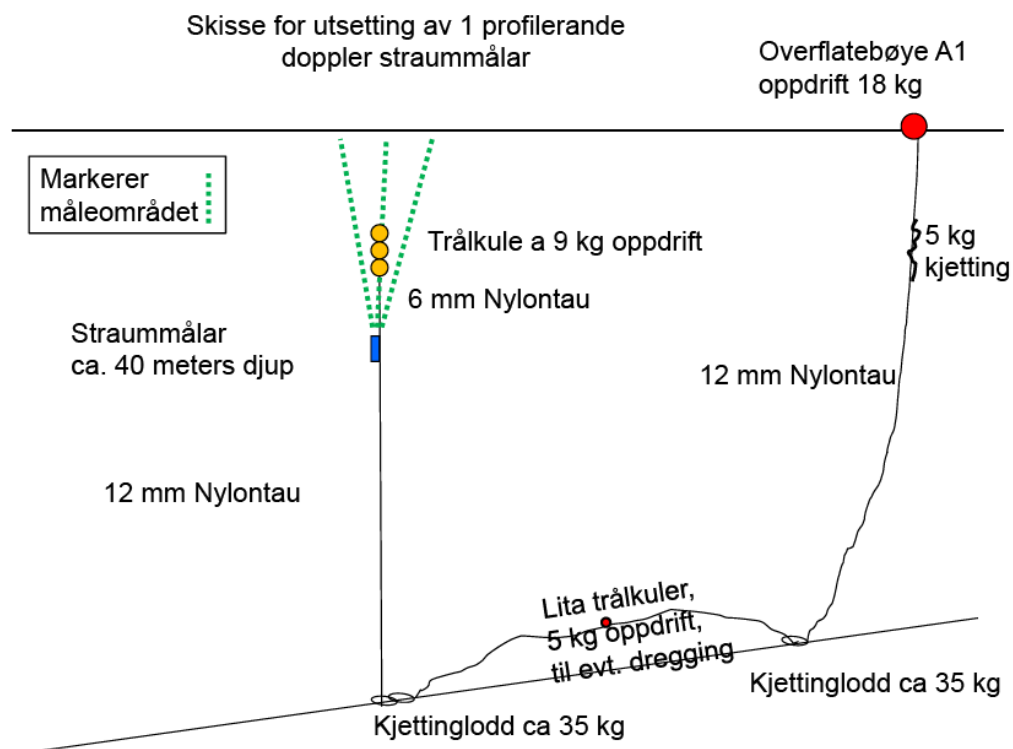
NS 9415: "NS 9415 - Flytende oppdrettsanlegg: Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift", Norsk Standard

Resipientanalyse, 2012: «Straummåling NS 9425-2 Lokalitet Ramsvik, Lindås kommune», Rapport nr. 740-2012

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med en akustisk doppler profilmåler (Aquadopp Profiler, produsent Nortek).

Målingene er basert på dopplereffekten. Instrumentet sender ut en akustisk puls (et kort lydsignal) 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. Aquadopp Profiler sender ut pulser i tre stråler i forskjellige retninger for å kunne rekonstruere den horisontale og vertikale strømhastigheten i mange dyp. Målerne ble forankret som vist i Figur 14.



Figur 14: Skisse av riggen (fra Resipientanalyse, 2012)

Instrumentet (AQD5641, eies av Lerøy Vest AS) mangler kalibrerings- og servicehistorikk. Nortek har ikke servicehistorikk på instrumentet mellom innkjøpsdato og måleperioden (Nortek, personlig kommunikasjon, 2018). Følgende vurderinger er gjort:

- Instrumentet er inspisert. Det er intakt og uten synlige skader og gir inntrykk av å være lite brukt.
- Leverandør oppgir at kalibrering av sensorhode kun er nødvendig ved skader eller mistanker om åpenbare feil.
- Kompass skal kalibreres jevnlig. Vi har ikke historikk på kompasskalibrering, men har gjort en kvalitativ vurdering av retningsmålingene ved Skorpo ut fra geometrien til området rundt lokaliteten. Retningsmålingene er som forventet for lokaliteten.
- Det er gjennomført kvalitetssikring av data som beskrevet nedenfor og data er av god kvalitet.

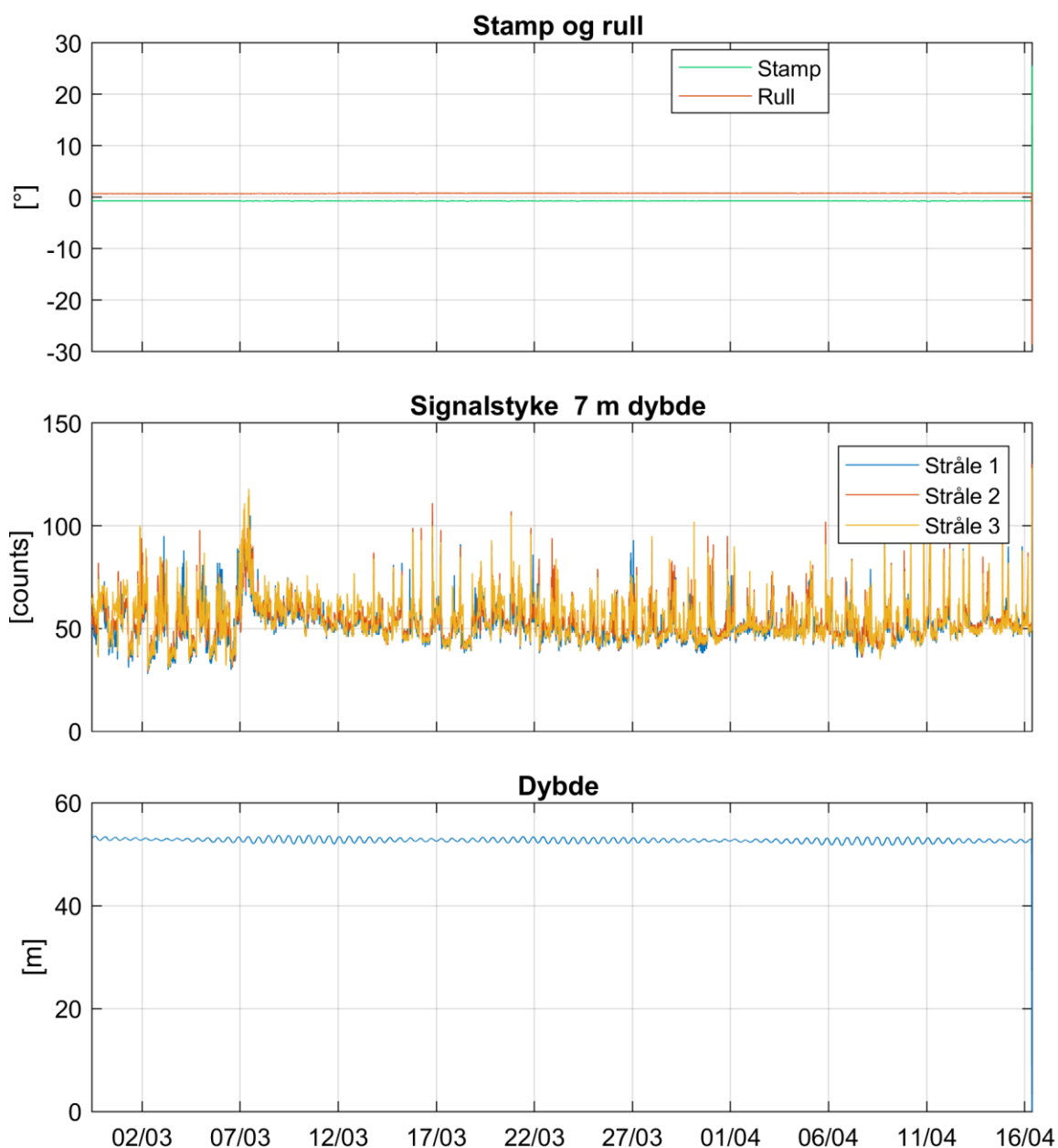
Det vurderes at kvaliteten av strømdataene i dette tilfellet er god nok til å inngå i en lokalitetsundersøkelse i henhold til NS 9415.

Det er gjennomført kvalitetssikring av dataene etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Som kriterier brukes stamp, rull og signalstyrke. For Aquadopp Profiler er anbefalingene som følger:

- Stamp og rull mindre enn 30°
- Signalstyrke mer enn 7 counts over støygulvet

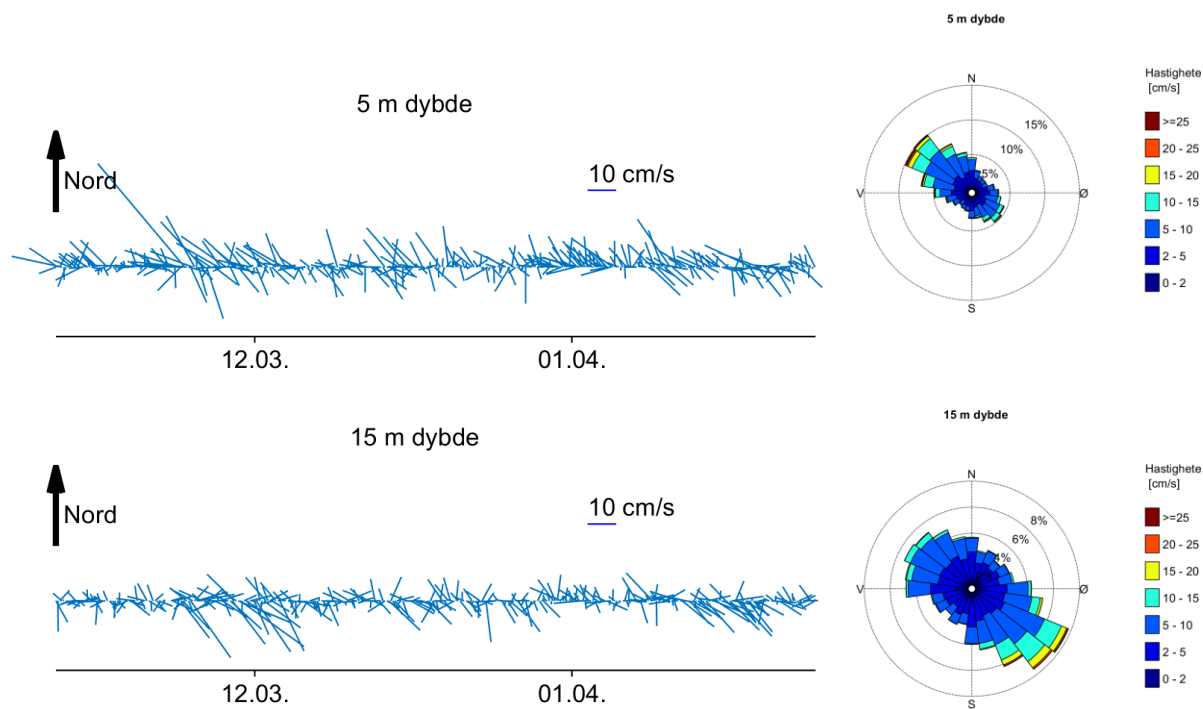
Strømretningen er ikke korrigert for misvisning og alle retninger er referert mot magnetisk nordpol. Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, må vurderes nøye. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i Appendiks E. Figur 15 viser noen av parameterne etter datarensing.

Cellen ved 5 m dyp måtte underkjennes grunnet støy fra overflaten. Cellen ved 7 m anses som representativ for 5 m og rapporteres som 5 m.



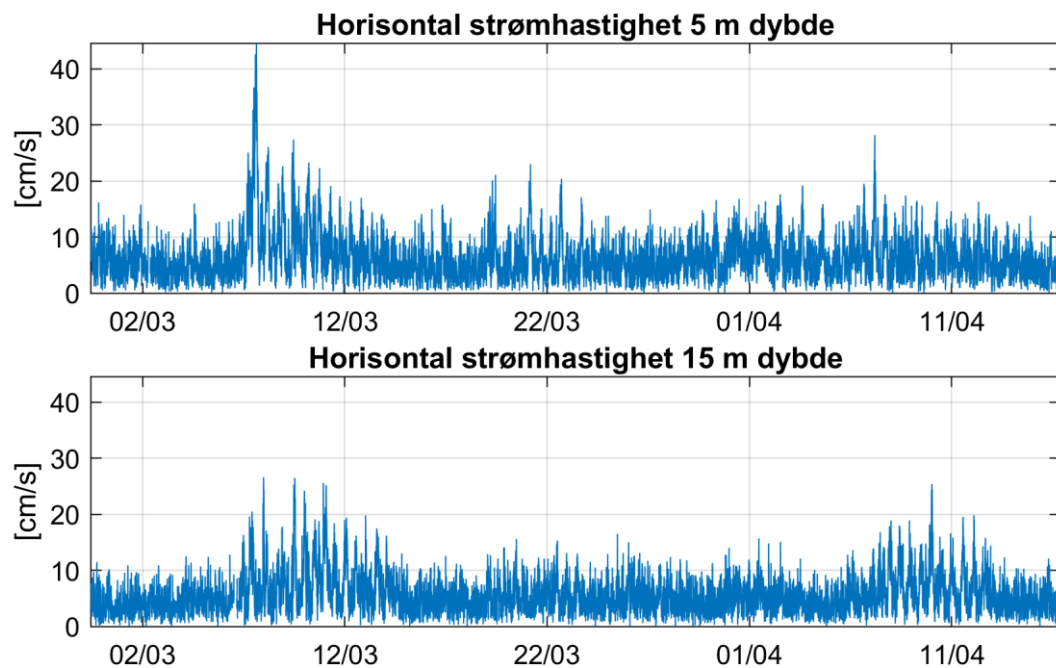
Figur 15: Kvalitetssikring Aquadopp Profiler 53 m etter datarensing

Appendiks B Pinne- og rosedigram

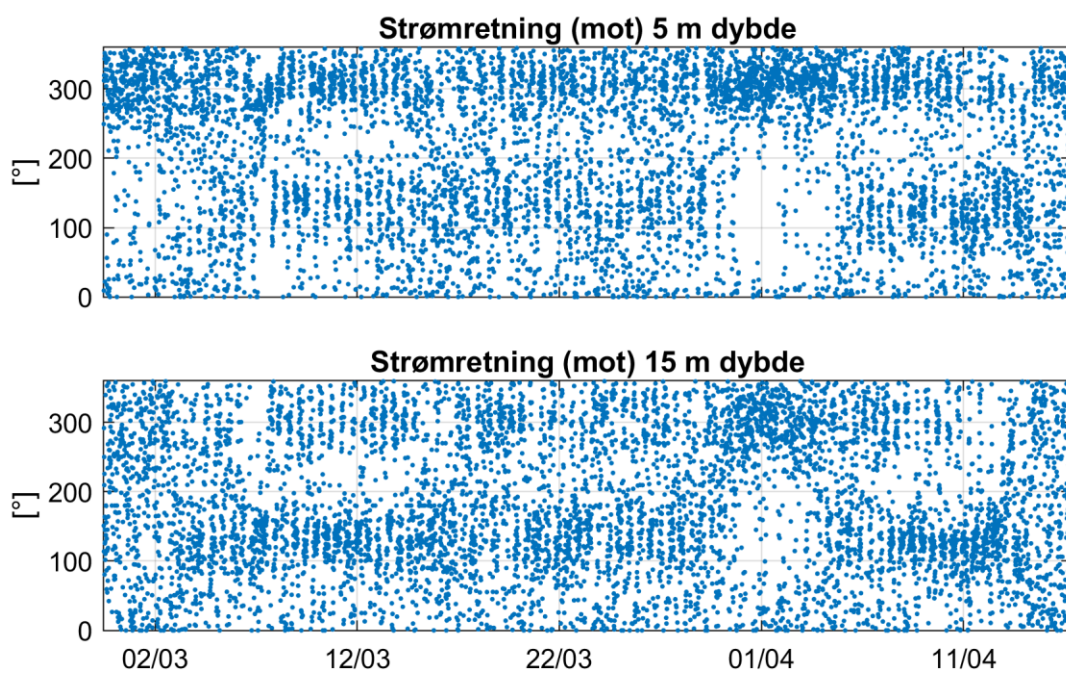


Figur 16: Strømretninger og strømhastigheter: pinnediagram som viser hastighet og retning over tid (en strek hver tredje time); rosedigram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge

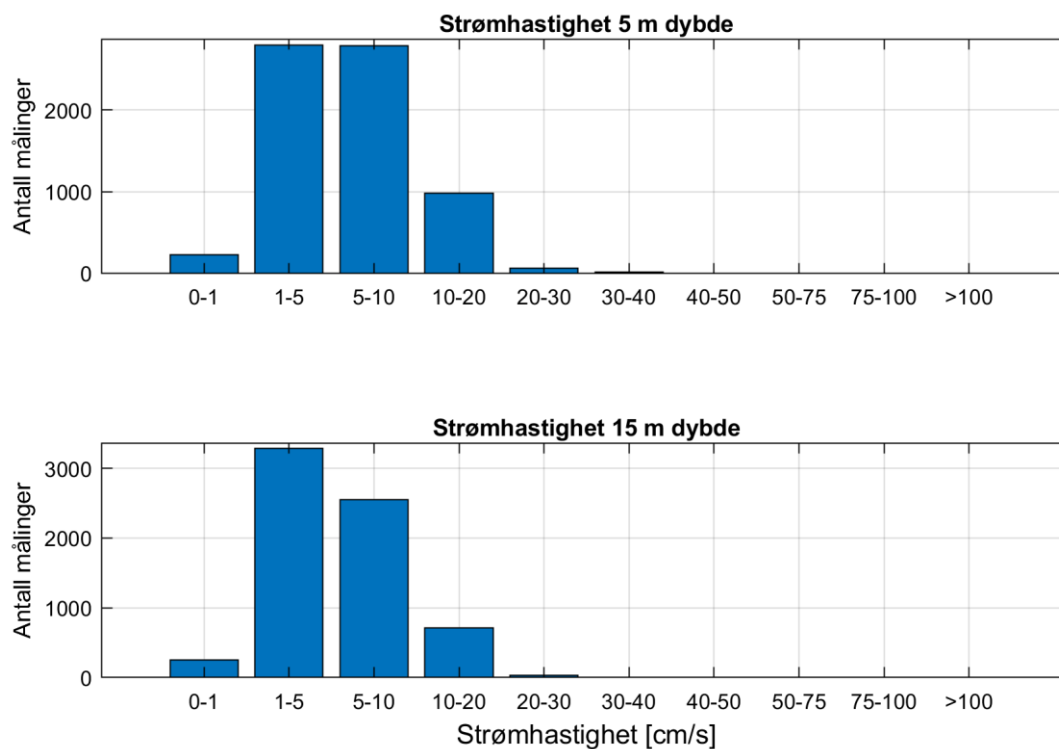
Appendiks C Tidsserier



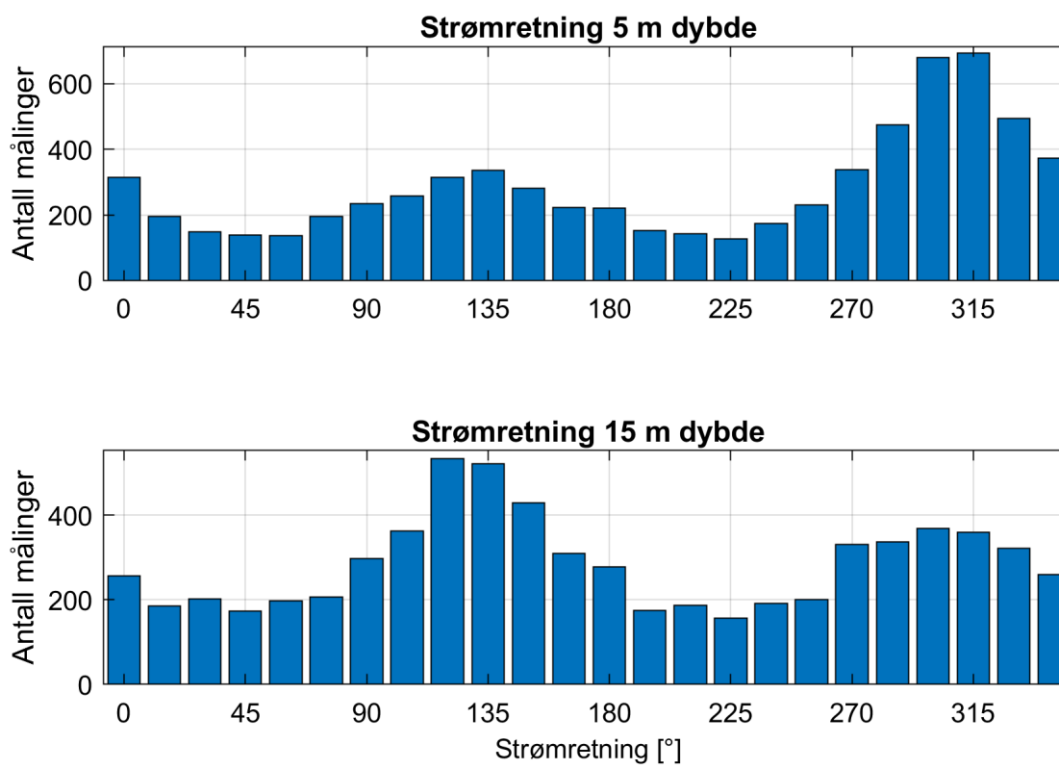
Figur 17: Tidsserier av horisontal strømhastighet



Figur 18: Tidsserier av horisontal strømretning



Figur 19: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 20: Histogram av horisontal strømretning

Tabell 7: Strømstyrke-retningsmatrise ved 5 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsintervall samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet [cm/s]											Utskiftning	
	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m ³ /m ²	%
0°	15	171	108	20	0	0	0	0	0	0	5	9260	4
15°	8	108	72	7	0	0	0	0	0	0	3	5483	2
30°	7	95	44	2	0	0	0	0	0	0	2	3831	1
45°	4	92	41	2	0	0	0	0	0	0	2	3365	1
60°	10	76	50	1	0	0	0	0	0	0	2	3473	1
75°	10	115	65	6	0	0	0	0	0	0	3	5198	2
90°	16	127	79	12	0	0	0	0	0	0	3	6345	2
105°	7	92	127	31	1	0	0	0	0	0	4	9616	4
120°	4	117	145	47	1	0	0	0	0	0	5	12215	5
135°	6	123	146	58	3	0	0	0	0	0	5	13525	5
150°	7	87	134	48	5	0	0	0	0	0	4	11924	5
165°	9	102	85	26	1	0	0	0	0	0	3	7672	3
180°	21	121	71	8	0	0	0	0	0	0	3	5776	2
195°	9	94	41	9	0	0	0	0	0	0	2	4144	2
210°	11	89	37	5	0	0	0	0	0	0	2	3407	1
225°	9	65	46	6	0	0	0	0	0	0	2	3416	1
240°	11	97	59	6	1	0	0	0	0	0	3	4936	2
255°	7	114	92	17	0	0	0	0	0	0	3	7439	3
270°	14	156	111	52	4	1	0	0	0	0	5	12124	5
285°	4	138	214	107	10	2	0	0	0	0	7	21982	8
300°	9	163	299	181	20	7	1	0	0	0	10	35146	14
315°	11	171	313	185	8	5	1	0	0	0	10	33886	13
330°	7	126	249	106	6	0	0	0	0	0	7	22375	9
345°	11	162	161	39	0	0	0	0	0	0	5	13072	5
Sum%	3	41	41	14	1	0	0	0	0	0			

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

	Strømhastighet [cm/s]											Utskiftning	
	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m ³ /m ²	%
0°	18	160	73	5	0	0	0	0	0	0	4	6312	3
15°	7	114	57	7	0	0	0	0	0	0	3	4897	2
30°	12	121	65	4	0	0	0	0	0	0	3	5176	2
45°	11	110	49	3	0	0	0	0	0	0	3	4124	2
60°	13	128	53	3	0	0	0	0	0	0	3	4743	2
75°	11	117	69	10	0	0	0	0	0	0	3	5664	2
90°	16	152	111	18	0	0	0	0	0	0	4	8634	4
105°	13	145	146	57	1	0	0	0	0	0	5	13712	6
120°	9	160	227	127	10	0	0	0	0	0	8	24921	11
135°	4	143	205	160	10	0	0	0	0	0	8	25600	11
150°	6	129	169	116	9	0	0	0	0	0	6	20184	9
165°	7	148	119	35	0	0	0	0	0	0	5	10582	5
180°	19	165	87	5	1	0	0	0	0	0	4	7269	3
195°	12	104	55	3	0	0	0	0	0	0	3	4214	2
210°	12	119	54	2	0	0	0	0	0	0	3	4465	2
225°	12	91	54	0	0	0	0	0	0	0	2	3773	2
240°	9	118	61	4	0	0	0	0	0	0	3	4943	2
255°	9	127	58	6	0	0	0	0	0	0	3	5203	2
270°	19	182	118	12	0	0	0	0	0	0	5	8917	4
285°	5	157	141	34	0	0	0	0	0	0	5	11337	5
300°	11	153	169	35	0	0	0	0	0	0	5	12569	6
315°	4	151	167	37	0	0	0	0	0	0	5	12533	6
330°	6	163	135	17	0	0	0	0	0	0	5	9918	4
345°	9	132	108	10	0	0	0	0	0	0	4	7645	3
Sum%	4	48	37	10	0	0	0	0	0	0			

Appendiks D Maksimalstrøm og retning

Tabell 9: Maksimalstrøm og retning for 5 m dybde

Sektor	Retning [°]	Maksimalstrøm [cm/s]
N	352	18.8
NØ	27	11.8
Ø	105	20.1
SØ	135	27.4
S	161	20.8
SV	240	20.7
V	292	34.9
NV	293	44.5

Tabell 10: Maksimalstrøm og retning for 15 m dybde

Sektor	Retning [°]	Maksimalstrøm [cm/s]
N	2	14.8
NØ	65	11.9
Ø	106	22.3
SØ	134	26.6
S	175	22.9
SV	207	14.1
V	274	18.8
NV	324	17.1

Appendiks E Fjernet data

AquadoppProfiler 1 data:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Støygulvet er til instrumentet er satt til 25 counts.

Høyeste godkjente celle er valgt på grunnlag av moden for de tre strålene. Data med lav signalstyrke (under støygulvet + 7 counts) er også fjernet.

Høyeste godkjente celle er på 7.0 m dyp. Fjerner 7 celler over dette.

24 punkter er fjernet fra cellen ved 7.0 m dyp pga for lav signalstyrke

57 punkter er fjernet fra cellen ved 9.0 m dyp pga for lav signalstyrke

69 punkter er fjernet fra cellen ved 11.0 m dyp pga for lav signalstyrke

77 punkter er fjernet fra cellen ved 13.0 m dyp pga for lav signalstyrke

64 punkter er fjernet fra cellen ved 15.0 m dyp pga for lav signalstyrke

74 punkter er fjernet fra cellen ved 17.0 m dyp pga for lav signalstyrke

140 punkter er fjernet fra cellen ved 19.0 m dyp pga for lav signalstyrke

157 punkter er fjernet fra cellen ved 21.0 m dyp pga for lav signalstyrke

174 punkter er fjernet fra cellen ved 23.0 m dyp pga for lav signalstyrke

168 punkter er fjernet fra cellen ved 25.0 m dyp pga for lav signalstyrke

182 punkter er fjernet fra cellen ved 27.0 m dyp pga for lav signalstyrke

186 punkter er fjernet fra cellen ved 29.0 m dyp pga for lav signalstyrke

205 punkter er fjernet fra cellen ved 31.0 m dyp pga for lav signalstyrke

133 punkter er fjernet fra cellen ved 33.0 m dyp pga for lav signalstyrke

28 punkter er fjernet fra cellen ved 35.0 m dyp pga for lav signalstyrke

1 celler fjernet pga for nært instrumentet:

51.0 dyp

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 11: Instrumentspesifikasjonene

	Aquadopp Profiler
Horisontal nøyaktighet	± 0.5 cm/s, $\pm 1\%$
Horisontal presisjon	3.3 cm/s
Vertikal presisjon	1.1 cm/s
Nøyaktighet retning	$\pm 2^\circ$
Temperatur nøyaktighet	$\pm 0.1^\circ$

Appendiks G Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 5641

Tabell 12: Test og spesifikasjoner (se ellers informasjon i Appendiks A)

	Dato	Utført av
Service/test	30.04.2009	Nortek