



Rapport

Strømmåling Leikvika

Dokumentnr.: SR-12109-0054, rev. 0

Kunde: Flakstadvåg Laks AS

Rapporttittel:	Strømmåling Leikvika		
Lokalitetsnavn:	Leikvika	Lokalitetsnr.:	ingen (etableringssøknad)
Fylke:	Troms	Kommune:	Torsken
Dokumentnr.:	LR-12109-0054	Ordrenr.:	2202
Oppdragsgiver:	Flakstadvåg Laks AS	Kundenr.:	12109
Kontaktperson:	Trond Benjaminsen	Organisasjonsnr.:	858 000 742

0	29.06.2021	PDW	TTH	Første utgivelse
Rev.	Dato	Utført av	Kontrollert av	Beskrivelse

Merknader og observasjoner:

Det er utført strømmålinger etter oppdrag fra Flakstadvåg Laks AS for fremtidig plassering av planlagt anlegg på lokalitet Leikvika. Måleperioden er 28.04.2021 – 18.06.2021, til sammen 51 døgn.

Strømmålingene er utført for å danne grunnlag for lokalitetsundersøkelse iht. kravene i NS 9415:2009 [1]. Metodikk er iht. NS 9425-1 [2] og NS 9425-2 [3].

Obs! Revidering av standarden, NS9415:2009 [1], forventes i 2021. Revisjonen ble sendt til høring ved slutten av 2020; høringsfrist var den 15.02.2021. Basert på formål med, og varigheten av, strømmålinger utførte ved det planlagte anlegget har Akvasafe AS valgt å skalere dimensjonerende strømverdier oppgitt i denne rapporten etter:

- faktorer iht. dagens krav [1].

Akvasafe AS gjør oppmerksom på at antatte fremtidige skaleringsfaktorer er annerledes enn, og måleperiodens minimum varighet lengre enn, de pålagte i dagens krav [1]; ; se vedlegget A.3. Dette kan påvirke dimensjoneringen av anlegg.

Distribusjon: © Akvasafe AS. Denne rapporten er utarbeidet av Akvasafe AS 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 skriftlig samtykke fra Akvasafe AS eller oppdragsgiveren. Akvasafe AS har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Akvasafe AS skriftlig har avtalt eller samtykket til. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Akvasafe AS eller oppdragsgiveren.

Uavhengighet: Alle medvirkende i dette prosjektet, derunder egne medarbeidere, eventuelle leverandører og kontrahert personell er vurdert for upartiskhet ift. uavhengighetstype A.

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	3
2	Innledning.....	4
2.1	Prosjektbeskrivelse.....	4
2.2	Område, beskrivelse av lokalitet og anlegg.....	4
3	Strømmålingsdata	6
3.1	Metadata	6
3.2	Datakvalitet	8
3.3	Konklusjon	9
4	Analyseresultater	10
4.1	Observerte, sektor- og statistiske verdier	10
4.2	Tidsserier: strømfart og –retning	15
4.3	Histogrammer.....	17
4.4	Frekvensmatriser	19
4.5	Vanntemperatur, trykk og instrumentdybde	21
4.6	Konklusjon	23
	Referanser	24
A	Metodikk	25
A.1	Utdrag fra regelverksveileder.....	25
A.2	Generelt.....	25
A.3	Valg av metode for fastsettelse av strømhastighet	26
A.4	Vannutskiftning og nullmålinger	27
A.5	Ulike strømtyper.....	27
B	Instrumentspesifikasjoner.....	28

1 Sammendrag

Tabell 1.1: Generelle opplysninger om strømmålinger og oversikt over noen statistiske verdier av strømmen

Koordinater – breddegrad	69°12,898' N	69°12,898' N	69°12,898' N	69°12,898' N
– lengdegrad	016°54,069' Ø	016°54,069' Ø	016°54,069' Ø	016°54,069' Ø
Måleperiode – start	28.04.2021	28.04.2021	28.04.2021	28.04.2021
– slutt	18.06.2021	18.06.2021	18.06.2021	18.06.2021
Måledyp [m]	5	15	67	99
Registreringsavbrudd	ingen	ingen	ingen	ingen
Reell måleperiode [døgn]	51	51	51	51
Måleintervall [minutter]	10	10	10	10
Antall målinger	7295	7299	7294	7298
Dybde målested [m]	102	102	102	102
Måleprinsipp	akustisk (Doppler)	akustisk (Doppler)	akustisk (Doppler)	akustisk (Doppler)
Målerprodusent	Nortek AS	Nortek AS	Nortek AS	Nortek AS
Målermodell	Aquadopp Current Profiler, 600kHz	Aquadopp Current Profiler, 600kHz	Aquadopp Current Meter, 2MHz	Aquadopp Current Meter, 2MHz
Måler ID	AQP8031	AQP8031	AQD10800	AQD10802
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	7,3	5,8	4,4	8,2
Medianverdi [cm/s]	6,5	5,2	3,9	7,9
Standardavvik [cm/s]	4,4	3,4	2,7	4,2
Maksimum strømfart [cm/s]	31,2	26,6	20,3	32,9
Minimum strømfart [cm/s]	0,1	0,1	0,0	0,0
Signifikant maksimum [cm/s]	12,2	9,6	7,5	12,8
Signifikant minimum [cm/s]	3,2	2,5	1,8	3,9
10-års strøm [cm/s]^a	51,4	43,9	33,5	54,3
50-års strøm [cm/s]^a	57,6	49,2	37,6	60,9
Retning maksimum strøm [°]	062	084	115	113
Hovedstrømretning (fluks)	Ø, NØ	Ø	Ø	V
Vektormidlet fart [cm/s]	2,3	1,3	0,9	4,1
Vektormidlet retning [°]	97	123	94	245
Målinger < 1 cm/s [antall]	119	207	324	82
Målinger < 1 cm/s [%]	1,6	2,8	4,4	1,1
Neumann parameter [-]	0,31	0,23	0,21	0,5
Gjennomsnitt temperatur [°C]	7,3	5,8	4,4	8,2

^a Basert på multiplikasjonsfaktorer for måling av strøm i en måned, se vedlegg A.3

2 Innledning

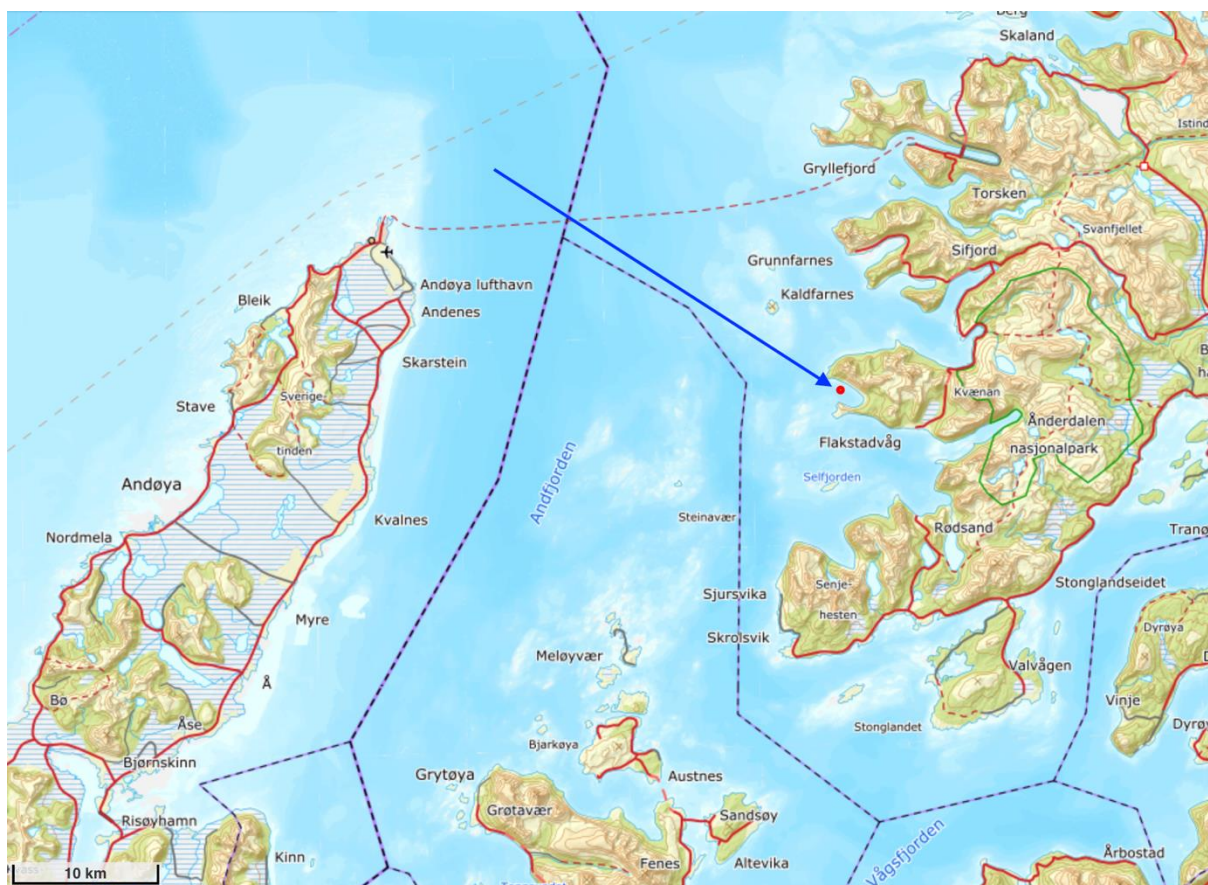
2.1 Prosjektbeskrivelse

Akvasafe AS har etter oppdrag fra Flakstadvåg Laks AS utført strømmålinger på den fremtidige lokaliteten Leikvika i Torsken kommune, Troms. Måleperioden er 28.04.2021 – 18.06.2021, til sammen 51 døgn. Strømmålinger er utført for å få en oversikt over strømforhold i det planlagte lokalitetsområdet, og for å danne grunnlag for en etableringssøknad [4, 5] og lokalitetsundersøkelse iht. kravene i NS 9415:2009 [1]. Riggen ble plassert på et sted der målte strømforhold antas å skulle være representative for anleggsarealet. Der endringer og eventuelle rettelser er utført eller nødvendig er dette nevnt i denne rapporten.

2.2 Område, beskrivelse av lokalitet og anlegg

Lokalitetsområdet ligger i Leikvika, en vik mellom Sifjorden i nord og Selfjorden i sør på Senjas sørvestkyst. Anlegget skal ligge relativt åpent til for vindgenererte bølger fra sørvest til nordvest, og vil være eksponert for havdønninger fra vest, men den planlagte beliggenheten er relativt godt beskyttet for miljøkrefter fra øvrige himmelretninger av den omkringliggende topografien.

For å få representative strømdata av anleggsområdet ble strømriggen plassert i posisjon 69°12,898' N – 016°54,069' Ø. Kunden har oppgitt GPS-koordinatene til anleggets planlagte midtpunkt som 69°12,916' N – 016°54,076' Ø, og denne posisjonen er indikert i Figur 2.1. I Figur 2.2 vises plasseringen av strømriggen iht. anleggets planlagt midtpunkt. De planlagte hjørnepunktene til fremtidig anlegg var ikke tilgjengelig på tidspunktet dette rapporten ble skrevet.



Figur 2.1: Oversiktsbilde av lokaliteten [6]. Senter av anleggsområdet er indikert med en blå pil og en rød prikk.



Figur 2.2: Kartutsnitt med dybdekoter i anleggsområdet [6]. Strømmålerriggens posisjon, markert med et rødt flagg, er vist i ft. anleggets planlagt senterpunkt (rød prikk).

3 Strømmålingsdata

3.1 Metadata

I dette avsnittet diskuteres og vurderes informasjonen som beskriver strømmålingsserie(r), f.eks. utførende firma og operatør, tid, posisjon, måledyp, instrumenttype, riggtype, og kalibreringsdata [2, 3]. Tabell 3.1 oppsummerer kjerneopplysninger om strømmålingene.

Tabell 3.1: Generelle opplysninger om strømmålinger

Koordinater – breddegrad	69°12,898' N	69°12,898' N	69°12,898' N	69°12,898' N
– lengdegrad	016°54,069' Ø	016°54,069' Ø	016°54,069' Ø	016°54,069' Ø
Måleperiode – start	28.04.2021	28.04.2021	28.04.2021	28.04.2021
– slutt	18.06.2021	18.06.2021	18.06.2021	18.06.2021
Måledyp [m]	5	15	67	99
Registreringsavbrudd	ingen	ingen	ingen	ingen
Reell måleperiode [døgn]	51	51	51	51
Måleintervall [minutter]	10	10	10	10
Antall målinger	7295	7299	7294	7298
Dybde målested [m]	102	102	102	102
Måleprinsipp	akustisk (Doppler)	akustisk (Doppler)	akustisk (Doppler)	akustisk (Doppler)
Målerprodusent	Nortek AS	Nortek AS	Nortek AS	Nortek AS
Målermodell	Aquadopp Current Profiler, 600kHz	Aquadopp Current Profiler, 600kHz	Aquadopp Current Meter, 2MHz	Aquadopp Current Meter, 2MHz
Måler ID	AQP8031	AQP8031	AQD10800	AQD10802

Firma og operatør: Innstilling av instrumentene, planlegging av riggkonfigurasjon, og databearbeiding ble utført av Akvasafe AS. Utplassering og innhenting av måleutstyr ble utført av Flakstadvåg Laks AS.

Tid: Startdato på målingene er 28.04.2021 og sluttdato 18.06.2021, til sammen 51 døgn. Det finnes ingen registreringsavbrudd i måleseriene.

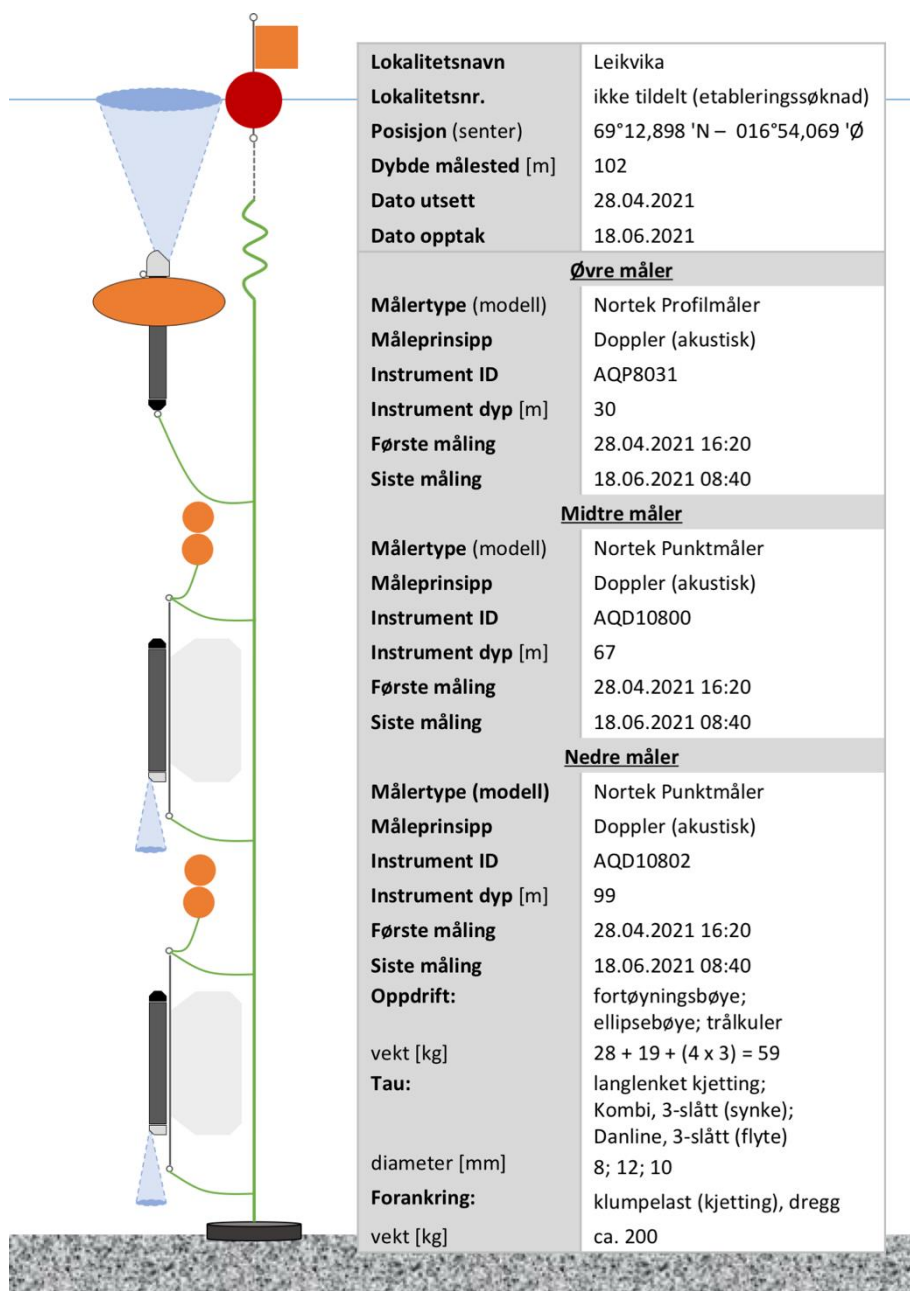
Posisjon: Riggen ble plassert slik at det fås en representativ måling av strømmen i det arealet der oppdrettsanlegget skal ligge. GPS-koordinatene til riggen ble registrert som 69°12,898' N – 016°54,069' Ø. Dybde ved utplasseringssted av riggen er 102 m

Måledyp: Hensikten er å kartlegge strøm i dybdene hvor nøter befinner seg og i vannsøylen under anlegget for vurdering av lokalitetens bæreevne. Måledyp skal settes iht. begrensninger for dyp oppgitt i den aktuelle standarden [1] og Fiskeridirektoratets veileder for akvakultursøknad [4]. Strømmålere i Norteks Aquadopp-produktserie har trykksensor som standardutstyr og faktisk dybde av en måler i løpet av måleperioden kan derfor verifiseres ut fra rådataene; se avsnitt 4.5. Profilmålere måler strømmen av hele vannsøylen over en gitt rekkevidde, og strømverdiene på ønskede dybder kan da velges ut fra den målte profilen ved hjelp av avlesningsprogramvare. Punktmålere registrerer strømmen ved deres monteringsdybder. Strømmen ble registrert ved hhv. ca. 5, 15, 67 og 99 m dyp iht. dagens krav [1, 4].

Instrumenttype: En (1) profilmåler og to (2) punktmålere, av hhv. typene «Aquadopp Current Profiler, 600 kHz» og «Aquadopp Current Meter, 2 MHz», er benyttet til registrering av strømverdiene oppgitt i denne rapporten. Leverandøren av måleren er Nortek AS og måleprinsippet er akustisk (Doppler) registrering. Det ble lagret strømfart, strømmetning, trykk, temperatur, dato og klokkeslett automatisk

for hvert 10. minutt. Kvalitetskontrollerte strømndata fra målere med serienumre AQP8031 (5 og 15 m), AQD10800 (67 m) og AQD10802 (99 m) ble brukt i denne rapporten. Tekniske spesifikasjoner for strømmålerne er vist i vedlegg B. For beskrivelse av måleprinsippet henvises til kapittel 5 i leverandørens håndbok [7].

Riggtype: En enkel, I-konfigurasjonsrigg med tre (3) strømmåler ble brukt til registrering av strømverdier. Riggen ble forankret med en klumpelast av kjetting med en totalvekt på ca. 200 kg, samt 10 kg dregg med holdekraft på ca. 500 kg. Til oppdrift ble det benyttet fire 8" trålkuler og en ellipsebøye; profilmåleren ble montert i ellipsebøyen. Riggposisjonen ble markert med en overflatebøye. Det ble brukt 8 mm langlenket kjetting, 12 mm Kombitau (synke) og 10 mm Danline tau (flyte) i riggen. En prinsippskisse av strømmåler riggen vises i Figur 3.1.



Figur 3.1: Strømmåler riggskjema med relevante opplysninger

Kalibreringsdata: Kalibrering er utført hos leverandør, Nortek AS, ved levering av instrumentene. Akva-safe AS utfører vedlikehold, funksjonstester (kontroll av kompass, temperatur, tilt og ping) og skifter batteri før utplassering av instrumenter. Ingen konkret historikk om kalibrering og vedlikehold av målerne er inkludert i denne rapporten, men lagres internt hos Akvasafe AS.

3.2 Datakvalitet

Avsnittet inneholder en kort beskrivelse av prosedyrer for dataredigering og kvalitetskontroll, og gir en vurdering om dataene egner seg for bruk til angitt formål [2, 3].

Akvasafe AS har undersøkt rådata fra strømmålingene. Dataene er kvalitetssikret iht. Akvasafe AS sine interne prosedyrer, anbefalinger fra instrumentets produsent, og er videre kontrollert for eventuelle feilkilder (f.eks. støy fra båt, oppdrag av oppdretter og begroing).

Som innledende kontroll ble rådataene åpnet i avlesningsprogrammet SeaReport (versjon 1.1.8, 2016) fra Nortek AS. Dataene og resultatene inneholder ingen direkte synlig antydning om at målingene måtte bli forkastet. Resultatene fra avlesningsprogrammet er videre kontrollert av Akvasafe AS gjennom interne prosedyrer.

Rådatafiler fra profil- og punktmålere er hhv av typen «.prf» og «.aqd». Registreringer rundt utsett, og innsamling av utstyr blir fjernet fra rådatafilene. De rensete dataene blir eksportert til en netCDF fil for bruk i analyser. Måleseriene kan kontrolleres manuelt. Både uendrete rå- og kvalitetskontrollerte data arkiveres lokalt hos Akvasafe AS.

Strømmålingene ble utført på en planlagt lokalitet og anleggsområdet var uten akvakulturinstallasjoner (flytekrage, nøter, osv.) som kunne ha påvirket strømbildet på tidspunktet da strømmålingene ble tatt. Det var ikke litt synlig begroing på målerne ved hver innsamling av riggen. Instrumentene transduserhoder var i alle tilfeller uten synlige skader, og ikke begrodd til en slik grad til å ha påvirket datakvaliteten.

Dybden registrerte av målerne ved utplasseringstidspunkt vises i Tabell 3.2. Profilmåleren pekte oppover, og kunne registrere strømmen av vannsøylen i avstand på 0,50 m fra instrumentenes målehode (avstanden kalles for «blanking distance») og over en 40 m rekkevidde oppover mot overflaten. Strømverdiene på ønskede dybder, hhv. 5 og 15 m iht. dagens krav [1], er valgt ut fra den målte profilen ved hjelp av avlesningsprogramvare.

Punktmålerne hadde en «blanking distance» på 0,35 m, begge punktmålere peket nedover, og faktiske dybder strømmen ble registrert på ved utplasseringstidspunkt vises også i Tabell 3.2. Instrumentdybdene varierte i løpet av måleperioden, og både lavere og høyere verdier enn utgangsverdiene var registrert. Dette kan forklares av riggkonfigurasjonen og måten den fysiske strukturen oppfører seg på når miljøkrefter påføres. For en oversikt over minimum-, maksimum- og gjennomsnittstrykk- og dybderegistreringer for hvert instrument henvises til avsnitt 4.5.

Tabell 3.2: Dybderegistreringer av målere ved utplasseringstidspunkt

Dato utplassert	Dybde ved utplassering [m]			Registreringsdybde ved utplassering [m]		
	AQP8031	AQD10800	AQD10802	AQP8031	AQD10800	AQD10802
28.04.2020	30,68	66,75	99,20	vannsøyle	67,10	99,55

Median måledybden av punktmålerne i løpet av måleperioden var på hhv. 67,1 og 99,0 m. Akvasafe AS vurderer dybdevariasjoner som akseptable og innenfor rimelige grenser ift. begrensninger for

dyp oppgitt i standarden [1], og anser disse målingene som representative for hhv. sprednings- og bunnstrøm.

Ingen manuell fjerning av registreringer er utført av Akvasafe AS.

3.3 Konklusjon

Kvalitetskontrollerte strømdata fra målerne oppført i Tabell 3.1 ble brukt i denne rapporten. Beregnede og plottede resultater i denne rapporten er generert ut fra kvalitetskontrollerte data med Akvasafe AS interne MATLAB-skriptter.

Akvasafe AS konkluderer med at metadataene og datakvaliteten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009 [1]. Resultatene som er tatt med i denne rapporten anses å være av god kvalitet og representerer forholdene på lokaliteten slik de faktisk var i den aktuelle måleperioden.

4 Analyseresultater

Akvasafe AS har utført analyser av strømdataene, hvor resultatene oppgitt i denne rapporten er generert ut ifra og kontrollert gjennom interne MATLAB-skripter. Analysene er utført iht. NS 9415:2009 [1] og metodikken er dokumentert.

De viktigste resultatene er oppsummert nedenfor. Tidsserier av strømfart, strømrretning, strømkomponenter og histogrammer vises. For utfyllende detaljer om metodikk henvises til vedlegget. Generelle forhold som kan bidra til det totale strømbildet ved en lokalitet er: tidevannsstrøm; vær-situasjon over et større område og vindgenerert overflatestrøm; variasjoner i Den norske kyststrømmen; og ferskvannstilførsel.

4.1 Observerte, sektor- og statistiske verdier

Tabell 4.1 oppgir antall målinger, maksimal- og dimensjonerende strøm og vannfluks i de 8 hovedsektorene. Retningssektorer er sentrert rundt 0°, 45°, 90°, osv.

Tabell 4.1: Antall målinger, maksimal strøm og vannutskifting i 8 sektorer for 5 og 15 m dyp (vannutskiftningsstrøm)

Retning mot		Antall målinger	Retning maks. strøm [°]	Maks. strøm [cm/s]	10-års strøm ^b [cm/s]	50-års strøm ^b [cm/s]	Vannutskifting	
							[m ³ /m ² /d]	[%]
Måler ID.: AQP8031 – 05m								
N:	337,5° – 022,5°	326	022	16,7	27,5	30,9	215,2	3,4
NØ:	022,5° – 067,5°	1 205	062	31,2	51,4	57,6	1 437,9	22,8
Ø:	067,5° – 112,5°	1 517	086	27,1	44,7	50,1	1 587,4	25,2
SØ:	112,5° – 157,5°	1 060	122	23,3	38,4	43,0	860,1	13,6
S:	157,5° – 202,5°	842	176	17,8	29,4	32,9	579,9	9,2
SV:	202,5° – 247,5°	944	209	16,5	27,2	30,6	652,8	10,3
V:	247,5° – 292,5°	984	262	14,8	24,4	27,3	719,7	11,4
NV:	292,5° – 337,5°	417	323	13,0	21,4	24,0	257,3	4,1
Alle retninger		7 295	062	31,2	51,4	57,6	6 310,3	100,0
Måler ID.: AQP8031 – 15m								
N:	337,5° – 022,5°	442	019	20,6	34,0	38,1	228,8	4,6
NØ:	022,5° – 067,5°	870	032	25,7	42,4	47,5	613,3	12,3
Ø:	067,5° – 112,5°	1 456	084	26,6	43,9	49,2	1 200,3	24,1
SØ:	112,5° – 157,5°	1 162	131	22,5	37,1	41,6	882,1	17,7
S:	157,5° – 202,5°	796	176	17,9	29,6	33,2	482,5	9,7
SV:	202,5° – 247,5°	909	228	14,7	24,2	27,2	544,4	10,9
V:	247,5° – 292,5°	1 096	265	15,6	25,7	28,8	712,8	14,3
NV:	292,5° – 337,5°	568	327	17,3	28,5	32,0	313,9	6,3
Alle retninger		7 299	084	26,6	43,9	49,2	4 978,0	100,0

^b Basert på multiplikasjonsfaktorer for måling av strøm i en måned, se vedlegg A.3

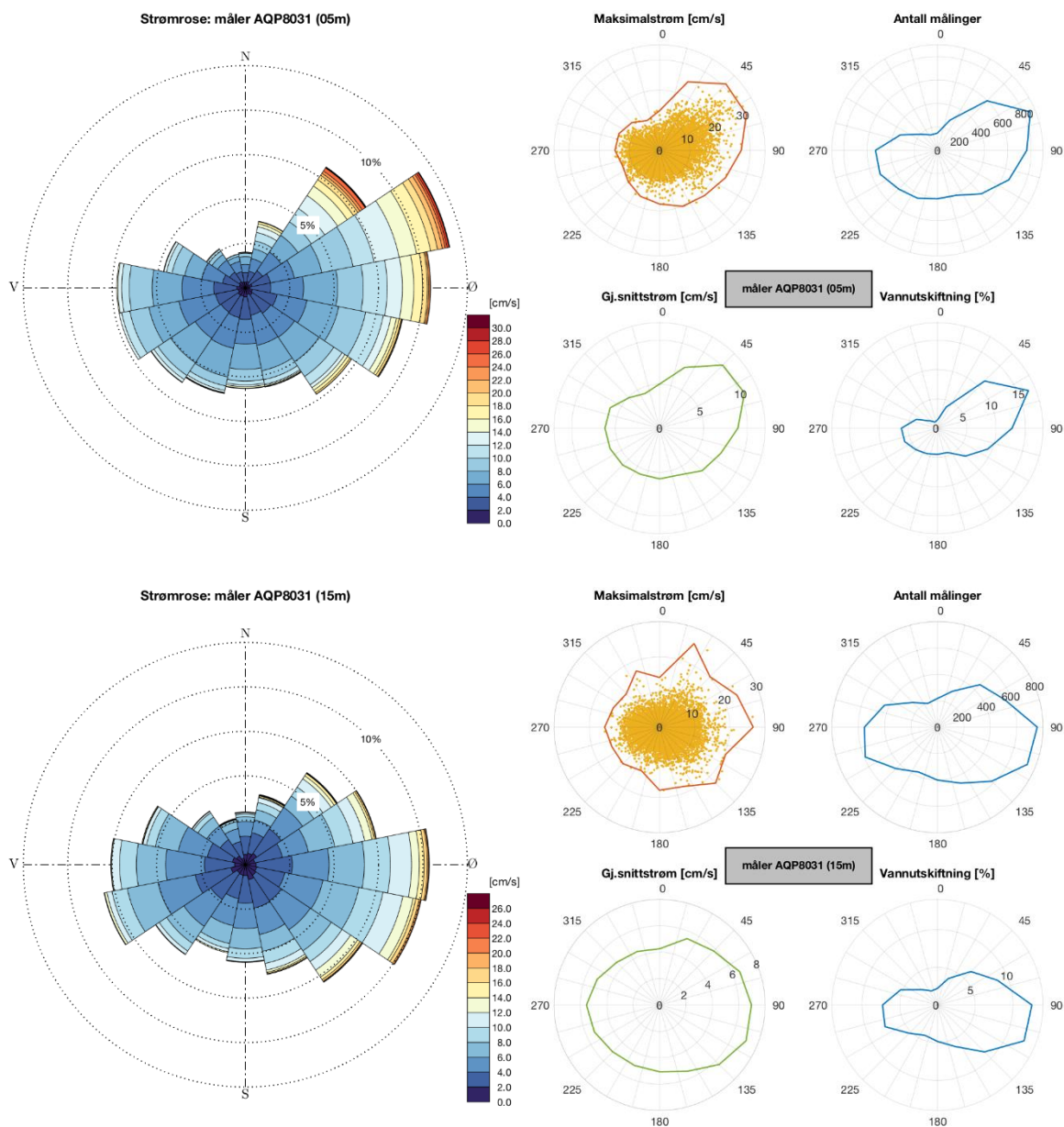
Tabell 4.2: Antall målinger, maksimal strøm og vannutskifting i 8 sektorer for 67 og 99 m dyp (sprednings- og bunnstrøm)

Retning mot		Antall målinger	Retning maks. strøm [°]	Maks. strøm [cm/s]	10-års strøm ^c [cm/s]	50-års strøm ^c [cm/s]	Vannutskifting	
							[m³/m²/d]	[%]
Måler ID.: AQD10800 – 67m								
N:	337,5° – 022,5°	524	021	10,7	17,7	19,8	202,5	5,3
NØ:	022,5° – 067,5°	849	066	17,1	28,3	31,7	416,2	10,9
Ø:	067,5° – 112,5°	1 766	108	19,6	32,4	36,3	1181,8	30,9
SØ:	112,5° – 157,5°	1 022	115	20,3	33,5	37,6	540,1	14,1
S:	157,5° – 202,5°	559	191	9,3	15,3	17,2	198,9	5,2
SV:	202,5° – 247,5°	750	241	16,1	26,5	29,7	337,9	8,8
V:	247,5° – 292,5°	1 064	263	14,8	24,5	27,4	570,2	14,9
NV:	292,5° – 337,5°	760	300	12,6	20,8	23,3	379,6	9,9
Alle retninger		7 294	115	20,3	33,5	37,6	3827,2	100,0
Måler ID.: AQD10802 – 99m								
N:	337,5° – 022,5°	158	350	10,2	16,8	18,8	66,9	0,9
NØ:	022,5° – 067,5°	224	066	14,5	23,9	26,8	119,2	1,7
Ø:	067,5° – 112,5°	833	108	31,1	51,2	57,4	981,3	13,9
SØ:	112,5° – 157,5°	629	113	32,9	54,3	60,9	661,7	9,3
S:	157,5° – 202,5°	186	200	15,2	25,1	28,1	94,9	1,3
SV:	202,5° – 247,5°	1 529	247	22,1	36,5	40,9	1 536,1	21,7
V:	247,5° – 292,5°	3 310	255	25,0	41,2	46,2	3 356,3	47,4
NV:	292,5° – 337,5°	429	328	13,9	22,9	25,7	263,7	3,7
Alle retninger		7 298	113	32,9	54,3	60,9	7 080,2	100,0

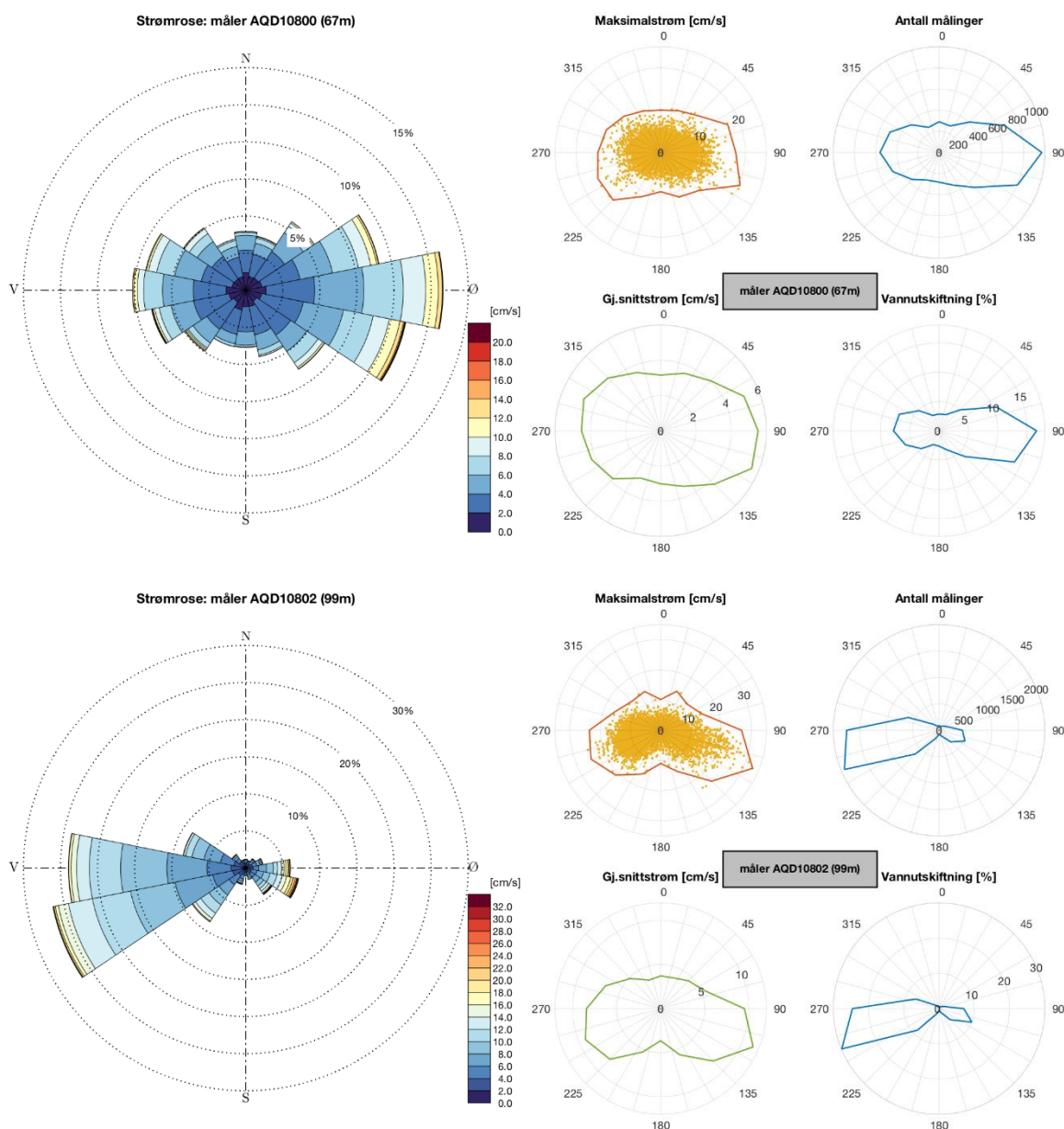
Rosediagrammene i Figur 4.1 gir en konsis visuell oversikt over strømmen målt ved de forskjellige dybdene. Følgende vises for enhver dybde:

- Strømroser med prosentvis forekomst av strømmene i hver av 16 sektorer. Hyppigst forekommende retninger og hastigheter kan avleses fra rosen – den har retninger inndelt i sektorer og styrke i farge;
- Roseplott av maksimal- og gjennomsnittshastighet i 15°-sektorer (24 retninger). De gule prikkene i maksimalstrømrosen indikerer de individuelle datapunktene; og
- Roseplott av antall målinger og relativ vannfluks i 15°-sektorer (24 retninger).

^c Basert på multiplikasjonsfaktorer for måling av strøm i en måned, se vedlegg A.3



Figur 4.1: Rosediagrammer av vannutskiftningsstrøm, hhv. ved 5 og 15 m dyp, med fordeling i ulike sektorer; retninger i kompasset, styrke i farge. De gule prikkene (i maksimalstrømrosene) indikerer de individuelle datapunktene.



Figur 4.2: Rosediagrammer av sprednings- og bunnstrøm, hhv. ved 67 og 99 m dyp, med fordeling i ulike sektorer; retninger i kompasset, styrke i farge. De gule prikkene (i maksimalstrømsrosene) indikerer de individuelle datapunktene.

Vannutskiftningen kan oppgis for et vilkårlig valgt retningsintervall, hvor vannfluksen da er i en bestemt sektor. I Tabell 4.1 er denne oppgitt i både $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$ og prosentandel av den totale fluksen i løpet av måleperioden, mens Figur 4.1 viser den relative vannfluksen per 15°-sektorer (24 retninger). Siden fluksen er knyttet til strømfart er den ikke nødvendigvis analog med antall registreringer i en gitt sektor (jf. øverste og nederste roser til høyre i Figur 4.1; se vedlegg, A.4).

Noen statistiske verdier er oppgitt i Tabell 4.3. Den maksimale vannutskiftningsstrømmen for lokaliteten i løpet av måleperioden, 28.04.2021 – 18.06.2021, oppsto ved 5 m dybde og ble målt til 31,2 cm/s mot 062° (ca. øst-nordøst). I samme perioden oppnådde spredningsstrømmen en maksimalverdi på 20,3 cm/s mot 115° (ca. øst-sørøst), og bunnstrømmen en maksimalverdi på 32,9 cm/s mot 113° (ca.

øst-sørøst). Figur 4.1 og Figur 4.2, og tallene i Tabell 4.1 og Tabell 4.2, illustrerer at strømmens hovedretning for lokaliteten ved 5 m går overveiende langs en tilnærmet Ø-V-orientert akse og vannfluksen er rettet mot øst, innover i viken. Ved 15 m dyp er vannfluksen også orientert langs en ca. Ø-V-akse, men strømfarten og -hyppigheten er relativt jevnlig spred over sektorene. Sprednings- og bunnstrømmen, målte ved hhv. 67 og 99 m, følger samme Ø-V-orienteringsmønsteret, men spredningsstrømmen er stort sett rettet østover, mens bunnstrømmens fluks går hovedsakelig mot vest, ut av viken.

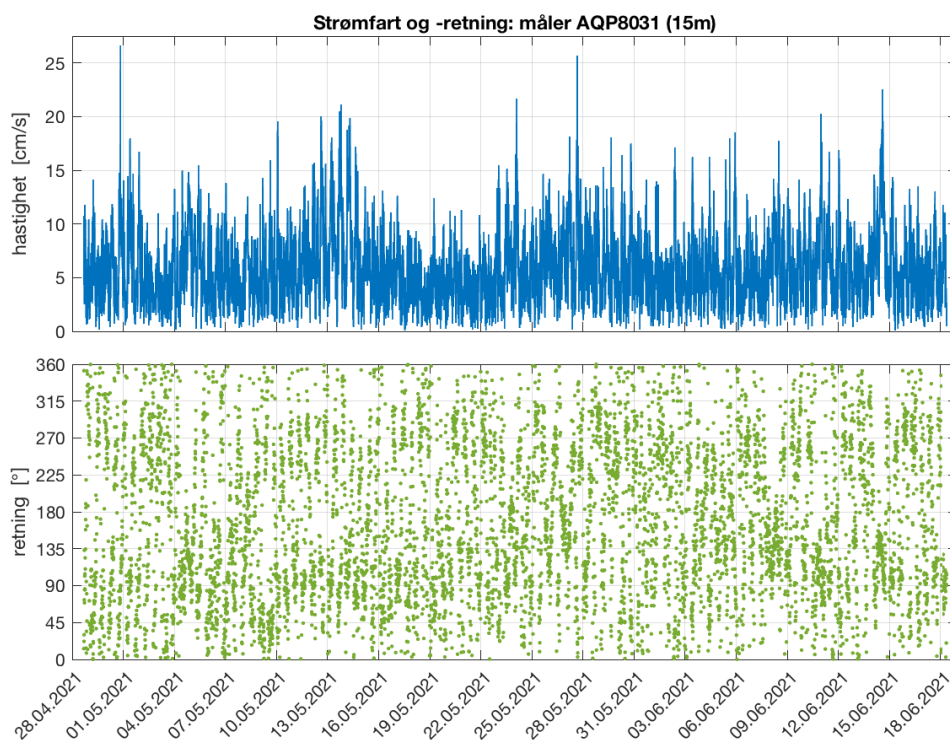
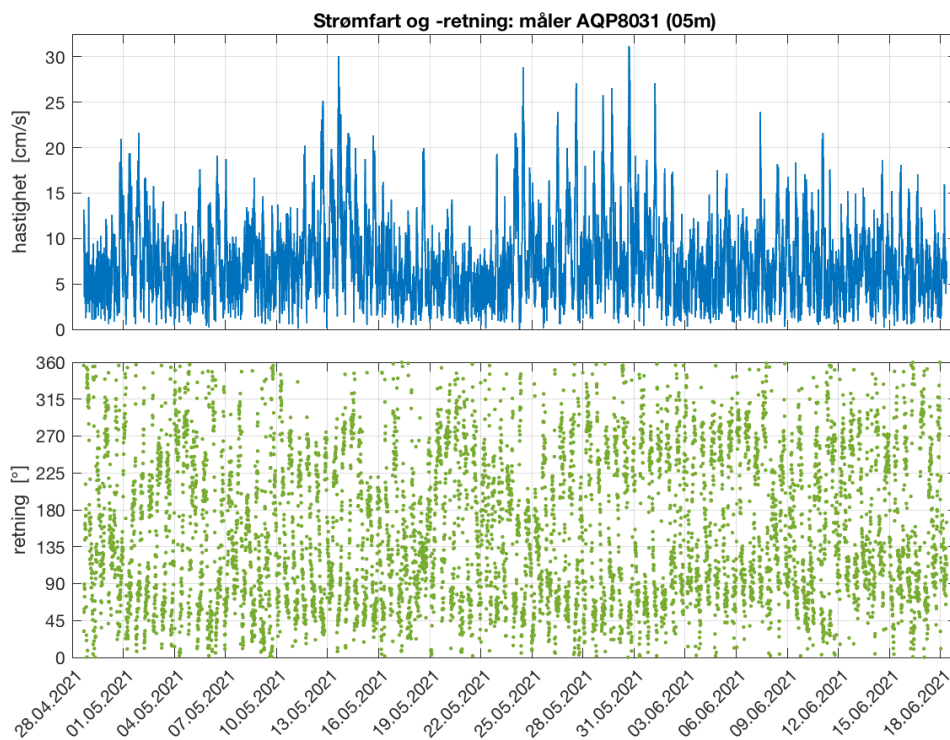
Tabell 4.3: Oversikt over noen statistiske verdier av strømmen

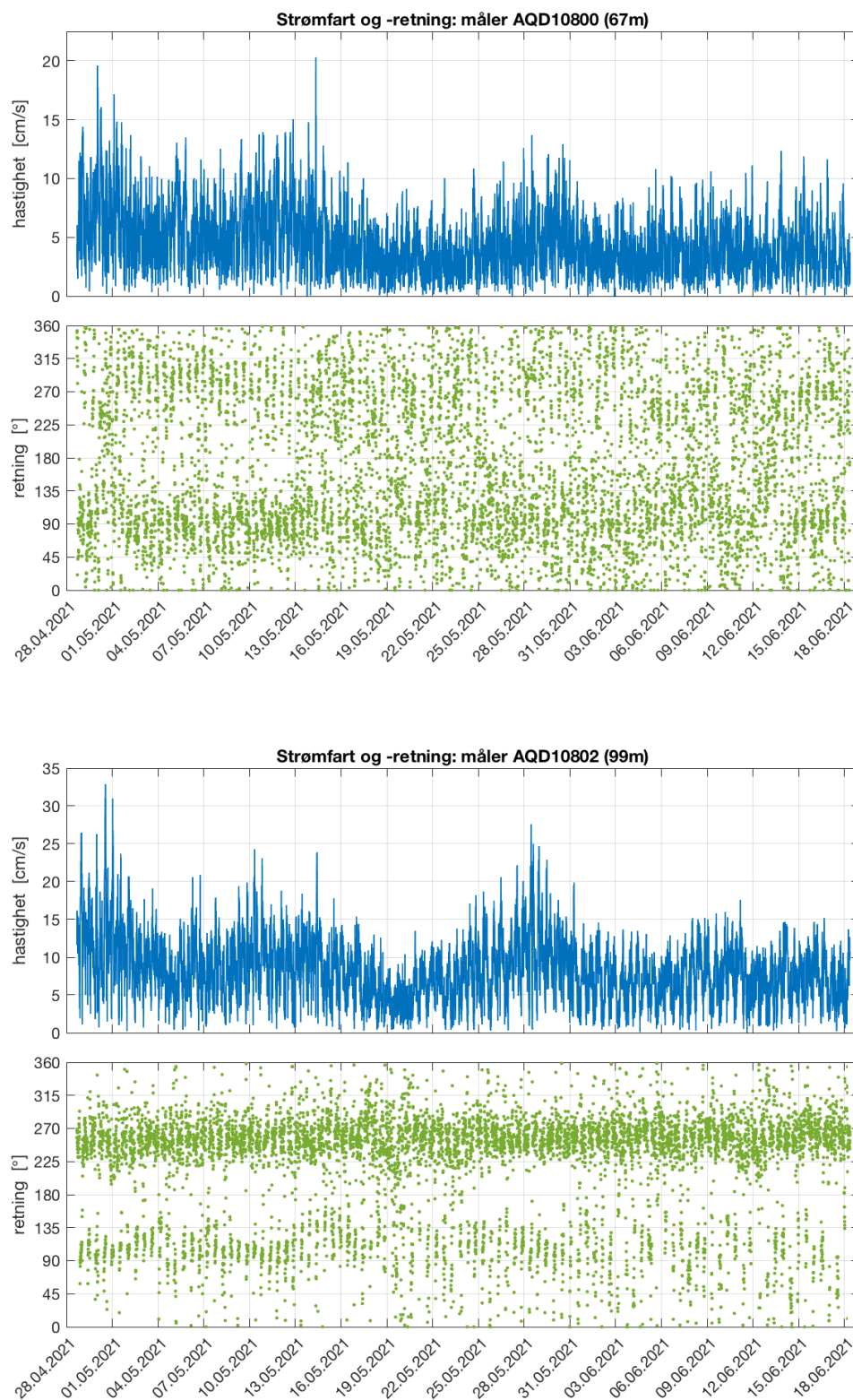
Måler ID	AQP8031	AQP8031	AQD10800	AQD10820
Måledyp [m]	5	15	67	99
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	7,3	5,8	4,4	8,2
Medianverdi [cm/s]	6,5	5,2	3,9	7,9
Standardavvik [cm/s]	4,4	3,4	2,7	4,2
Maksimum strømfart [cm/s]	31,2	26,6	20,3	32,9
Minimum strømfart [cm/s]	0,1	0,1	0,0	0,0
Signifikant maksimum [cm/s]	12,2	9,6	7,5	12,8
Signifikant minimum [cm/s]	3,2	2,5	1,8	3,9
10-års strøm [cm/s] ^d	51,4	43,9	33,5	54,3
50-års strøm [cm/s] ^d	57,6	49,2	37,6	60,9
Retning maksimum strøm [°]	062	084	115	113
Hovedstrømretning (fluks) [sek-]	Ø, NØ	Ø	Ø	V
Vektormidlet fart [cm/s]	2,3	1,3	0,9	4,1
Vektormidlet retning [°]	97	123	94	245
Målinger < 1 cm/s [antall]	119	207	324	82
Målinger < 1 cm/s [%]	1,6	2,8	4,4	1,1
Neumann parameter [-]	0,31	0,23	0,21	0,5

^d Basert på multiplikasjonsfaktorer for måling av strøm i en måned, se vedlegg A.3

4.2 Tidsserier: strømfarer og -retning

Tidsserier av registrerte strømfarer og -retninger (nautisk).

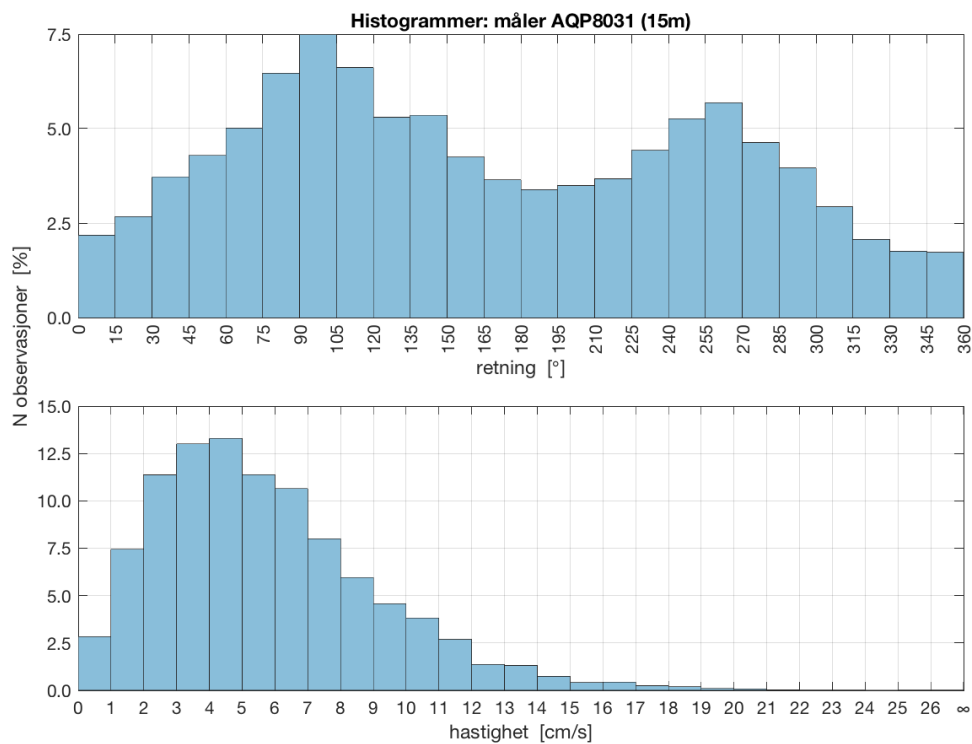
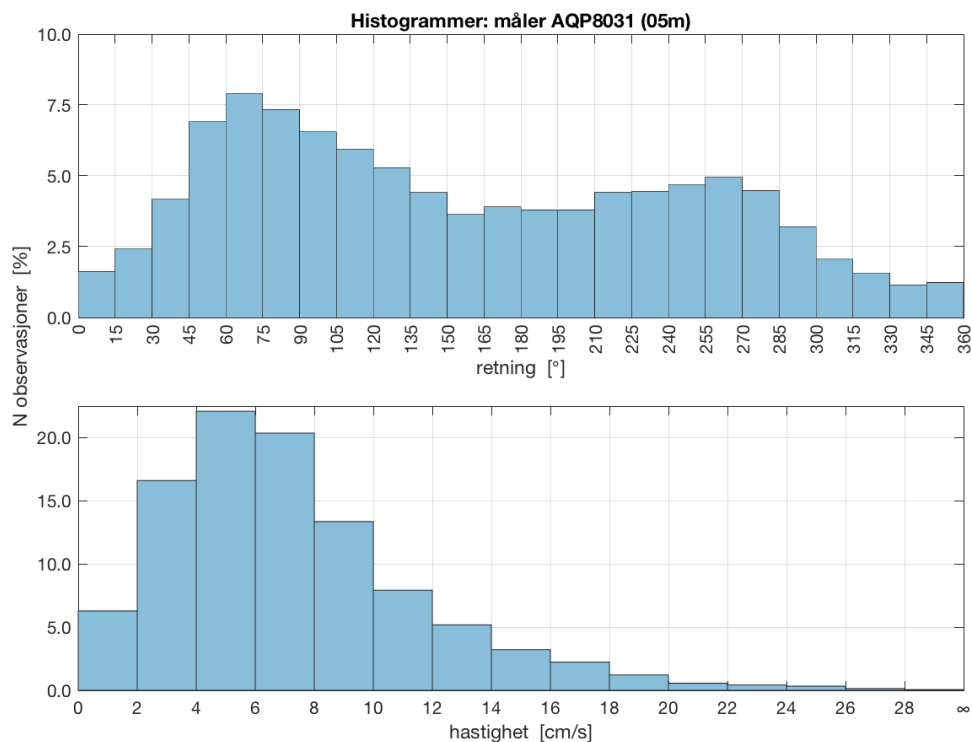


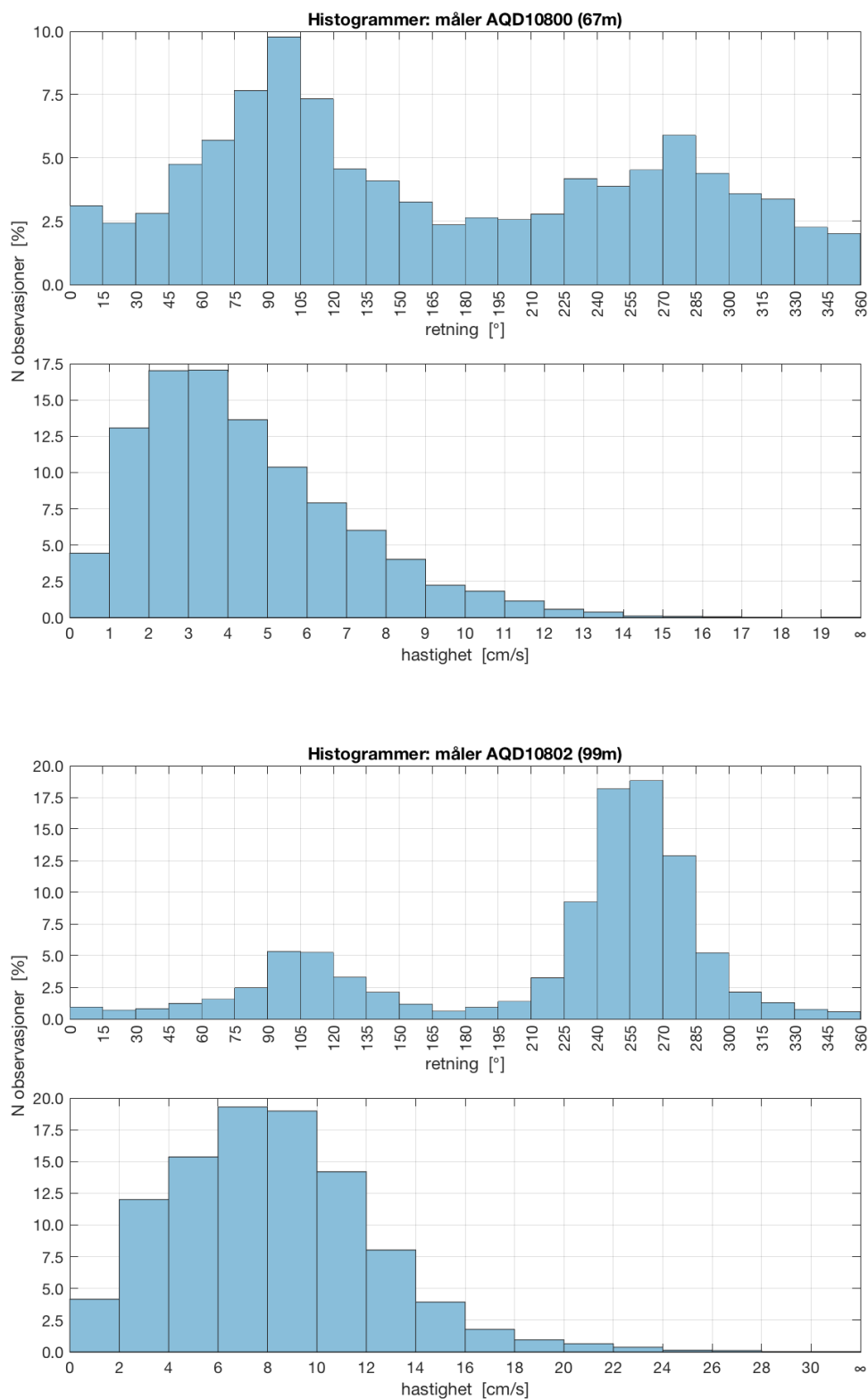


Figur 4.3: Tidsserier av strømfart (øverste paneler) og -retning (nederste paneler)

4.3 Histogrammer

Histogrammer av strømdataene fordelt på retning og hastighet.





Figur 4.4: Histogrammer av strømdataene fordelt på retning (øverste paneler) og hastighet (nederste paneler)

Strømstyrke/-retningsmatrise som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15°, sentrert) og hastighetsintervall. Vannutskiftning per sektorintervall er også oppgitt.

[illegible][illegible]

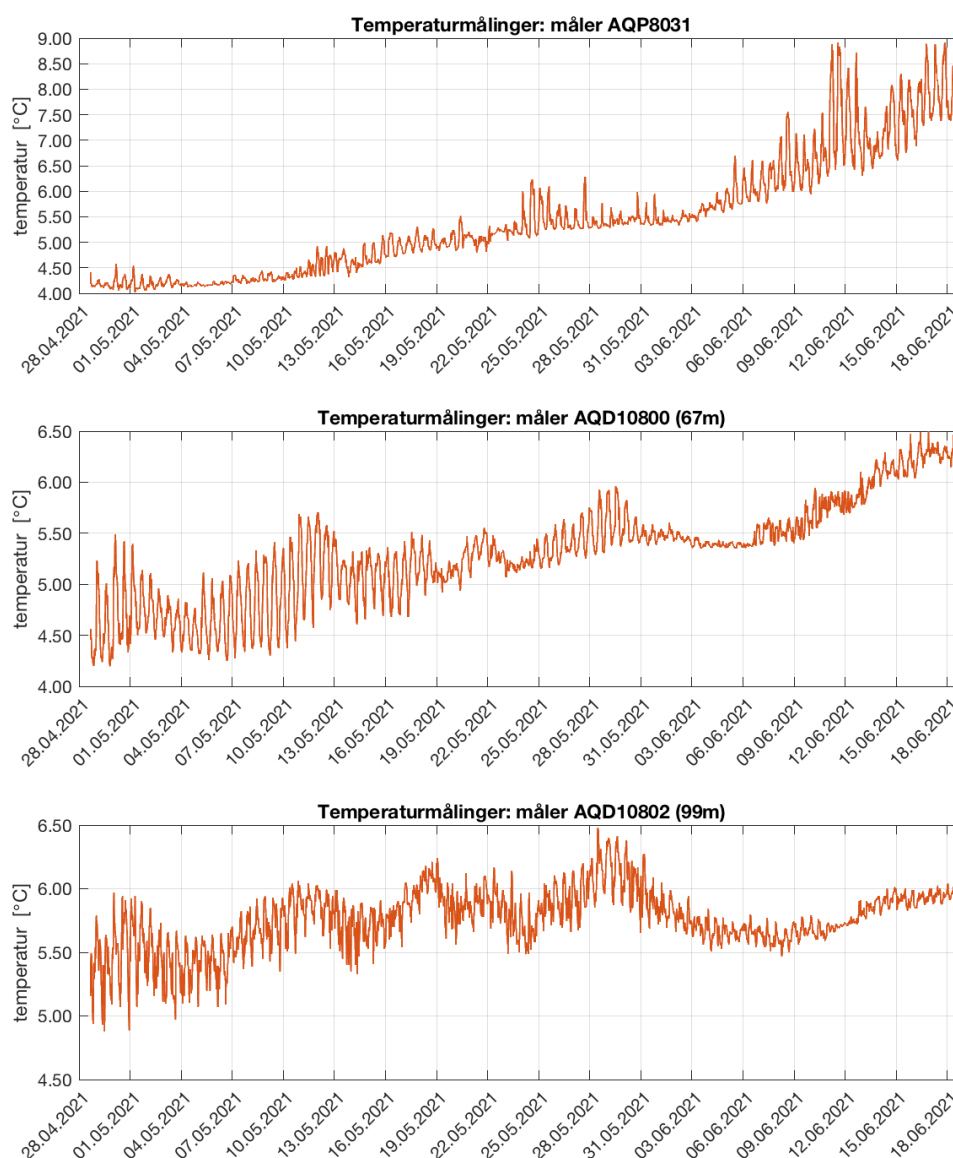
[illegible]

4.5 Vanntemperatur, trykk og instrumentdybde

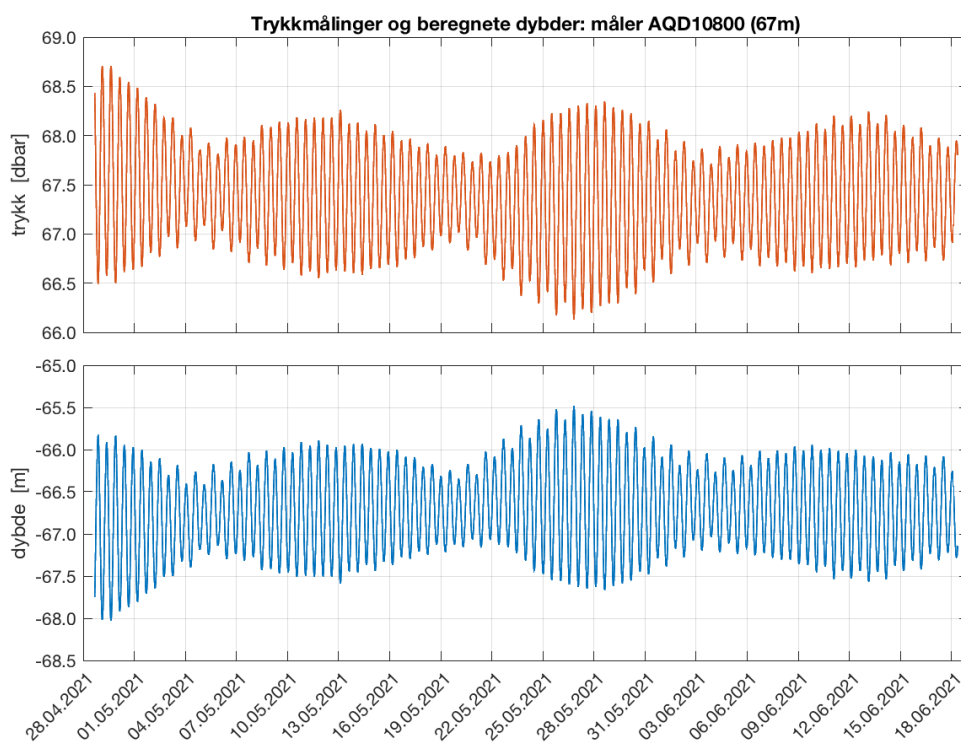
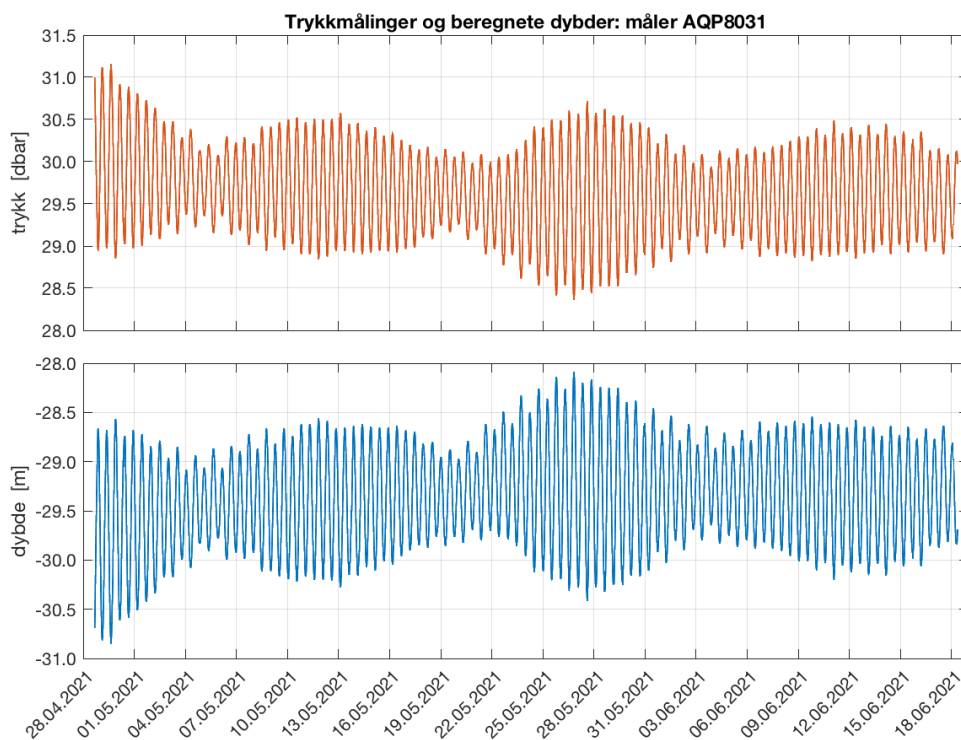
Parameterne tetthet, temperatur, salinitet og trykk er knyttet til hverandre i en ikke-lineær relasjon som kalles sjøvannets tilstandslikning. Dybden en strømmåler befinner seg på er følgelig ikke helt lik trykket den registrerer. Men, ved å anta en konstant salinitet på 35 g/kg og bruk av temperaturregistreringene, kan trykkmålinger omregnes til målerens estimerte dybdevariasjoner i løpet av måleperioden.

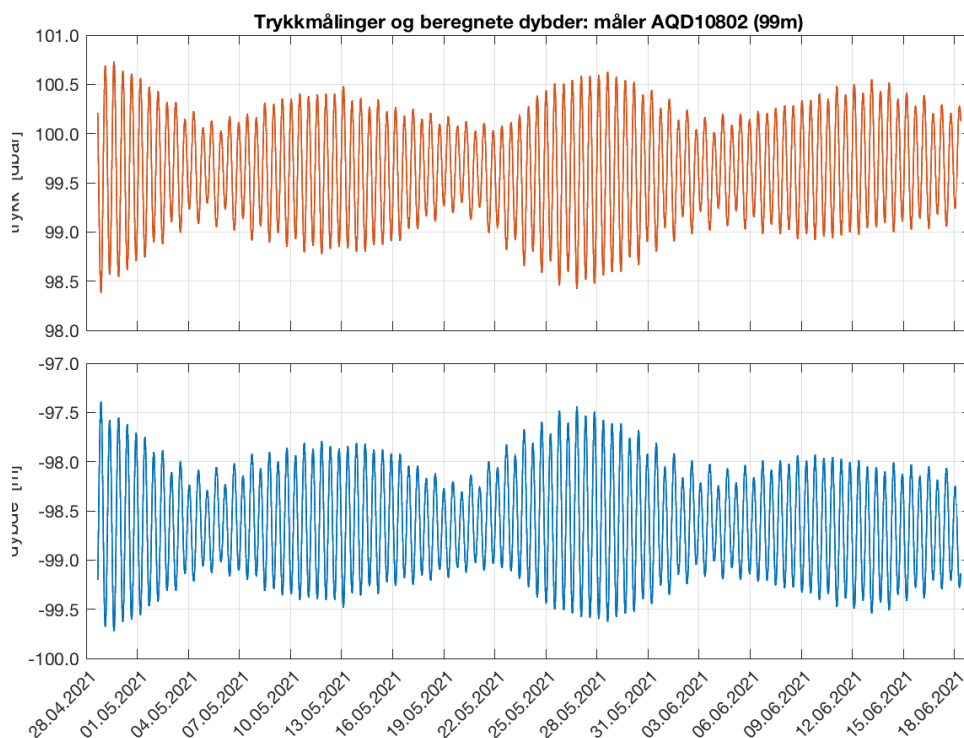
Tabell 4.4: Temperatur, trykk og dybde – gjennomsnitts-, minimums- og maksimumsverdier

Måler ID	Trykk [dbar]			Dybde [m]			Temperatur [°C]		
	Gj.snitt	Min.	Maks.	Gj.snitt	Min.	Maks.	Gj.snitt	Min.	Maks.
AQP8031	29,64	28,37	31,16	29,35	28,09	30,86	5,41	4,03	8,92
AQD10800	67,38	66,13	68,71	66,71	65,48	68,03	5,30	4,20	6,50
AQD10802	99,63	98,38	100,73	98,63	97,39	99,72	5,76	4,88	6,48



Figur 4.5: Temperatur registrert av måler(e)





Figur 4.6: Trykk registrert av måler(e) og beregnet dybde

4.6 Konklusjon

Tabell 4.3 oppgir målte og dimensjonerende strømværddier med 10- og 50-års returperiode ved lokaliteten. Den høyeste dimensjonerende strømhastigheten med 10- og 50-års returperiode går mot 062°(øst-nordøst) og er, basert på dagens multiplikasjonsfaktorer for måling av strøm i en måned, på hhv. 51,4 cm/s og 57,6 cm/s. Grunnlaget er strømværddier målt på 5 m dyp.

OBS! Revidering av standarden, NS9415:2009 [1], forventes i 2021. Revisjonen ble sendt til høring ved slutten av 2020; høringsfrist var den 15.02.2021. Strømmen ved lokaliteten ble målt over en (1) måned i perioden, 28.04.2021 – 18.06.2021. Basert på formål med, og varigheten av, strømmålinger utførte ved det planlagte anlegget har Akvasafe AS valgt å skalere dimensjonerende strømværddier oppgitt i denne rapporten etter:

- faktorer iht. dagens krav [1].

Akvasafe AS gjør oppmerksom på at antatte fremtidige skaleringsfaktorer er annerledes enn, og måleperiodens minimum varighet lengre enn, de pålagte i dagens krav [1]; se vedlegget A.3. Dette kan påvirke dimensjoneringen av anlegg.

Referanser

- [1] Standard Norge, *NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg - Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift*, Standard Norge, 2009.
- [2] Standard Norge, *NS 9425-1. Oseanografi. Del 1: Strømmålinger i faste punkter*, 1 red., Standard Norge, 1999.
- [3] Standard Norge, *NS 9425-2. Oseanografi. Del 2: Strømmålinger ved hjelp av ADCP*, 1 red., Standard Norge, 2003.
- [4] Fiskeridirektoratet, «Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg,» [Internett]. Available: <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema/Akvakultursoeknad>.
- [5] Mattilsynet, *Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet: Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m.*, 2016, pp. 1 - 35.
- [6] Fiskeridirektoratet, «Yggdrasil: Kart for akvakultur,» [Internett]. Available: <https://portal.fiskeridir.no/portal/home/>.
- [7] Nortek AS, *Comprehensive Manual*, Rud: Nortek AS, 2015.
- [8] Standard Norge, *prNS 9415. Flytende akvakulturanlegg. Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk*, Standard Norge, 2021.
- [9] G. Eidnes, J. Borge, A. Berstad, J.-L. Reed og J. Walaunet, *NS9415 - Strømprosjekt. Fastsettelse av ekstremstrøm. (rapportnr. 2018:01257, ver. 3.1)*, Trondheim: SINTEF Ocean AS, 2018.

A Metodikk

A.1 Utdrag fra regelverksveileder

Utdrag fra *Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg* [4]:

Pkt. 4.3.4 Strømmåling

Ved utslipp til sjø

Konkrete strømmålinger inngår i grunnlaget for vurdering av lokalitetens bæreevne. Malingene utføres av kvalifisert personell. Tildelingsforskriftene krever at miljøundersøkelser skal utføres av "kompetent" organ, men dette er ikke et krav for strømmålinger. Resultatet av målingene føres inn i skjema. Utskrift av strømmålingen skal vedlegges. Av utskriften skal det fremgå når strømmålingen er tatt. Strømmen angis i cm/sek og målingene utføres etter følgende retningslinjer:

Vannutskiftningsstrøm: Måles i det halve dypet av planlagt merddyp (f.eks. not = 10 m / måledyp = 5 m).

Spredningsstrøm: Måles midt mellom merdbunnen og sjøbunnen, men likevel ikke dypere enn 50 m fra merdbunnen.

Bunnstrøm: Måles 1 m over sjøbunnen, men likevel ikke dypere enn 100 m fra merdbunnen.

For å få representative strømmålinger, må disse foretas kontinuerlig over en periode på minst 4 uker. Strømmålerens posisjon skal tegnes inn i forhold til anleggets plassering, jf. pkt. 6.1.3 Kartutsnitt og anleggsskisse.

For strømmålinger som nevnt ovenfor oppgis:

- Maksimum
- Minimum
- Varians
- Middel
- Retning (dvs. hovedstrømretning)

Verdier for vannutskiftningsstrøm kan benyttes til beregning av forsvarlig tetthet.

A.2 Generelt

I henhold til NS 9415:2009 kan en bruke tre metoder for å fastsette strømhastighet:

- Måling av strøm i ett år og bruk av langtidsstatistikk,
- Måling av strøm i en måned og bruk av multiplikasjonsfaktorer, eller
- Bruk av tidligere målinger.

Målingene skal minst foretas på to nivåer, hhv. 5 og 15 m. Målingene skal foretas på det stedet på lokaliteten man antar har de høyeste strømhastighetene. Målingene skal være representative for arealet der oppdrettsanlegget skal ligge. Målestedet skal angis og begrunnes. Logging av strøm skal skje minst per 10. minutt og danne grunnlag for dimensjonerende strømhastighet på lokaliteten. Tidligere målinger som er logget hvert 30. minutt kan benyttes når en skal sette sammen strømdata for et helt år.

Måling av strømhastighet innebærer registrering av både tid, fart og retning i hele måleperioden. Strømmålingene skal skje iht. NS 9425-1 [2] og /eller NS 9425-2 [3], avhengig av lokalitetens bunn-dybde og eksponering.

A.3 Valg av metode for fastsettelse av strømhastighet

a) Måling av strøm i ett år og bruk av langtidsstatistikk

Data for strømhastighet kan fremskaffes ved hjelp av målinger i minst 12 måneders varighet på lokaliteten. Dataene er da behandlet ved hjelp av harmonisk analyse og med en påfølgende harmonisering til langtidsstatistikk.

Alternativt kan det settes sammen flere delmålinger av minst 4 ukers sammenhengende varighet som til sammen dekker ett kalenderår.

b) Måling av strøm i en måned

Følgende multiplikasjonsfaktorer brukes:

Tabell A.1: Multiplikasjonsfaktorer som resultat av returperiode

Returperiode	Multiplikasjonsfaktor
10	1,65
50	1,85

Dersom høyeste dimensjonerende strømhastighet med en returperiode på 50 år, basert på en måling i en måned blir lavere enn 50 cm/s, skal den dimensjonerende strømhastigheten (50-årsreturperiode) på lokaliteten uansett settes til 50 cm/s. De andre verdiene i strømrosen skal justeres proporsjonalt tilsvarende.

Dersom det kan sannsynliggjøres at strømmålingen i en måned har fanget opp maksimal strøm for 12 måneder, kan kravet om å sette dimensjonerende strøm til 50 cm/s fravikes. En nærmere beskrivelse av de ulike strømkomponentene skal inngå i vurderingen. Vurderingen skal dokumenteres.

c) Bruk av tidligere strømmålinger

Eksisterende strømmålinger kan brukes hvis de møter kravene til bruk av 12 eller 1 måneders målinger. Målinger på andre dybder enn 5 og 15 m skal kunne brukes, forutsatt at det er mulig å bruke disse til å estimere strømhastigheten på de nevnte dybdene ved interpolering. Ved bruk av målinger foretatt på andre dybder enn hhv. 5 og 15 m kan ikke ekstrapolering benyttes for å estimere strømhastigheten på de nevnte dybdene.

d) Måling av strøm i en periode lengre enn en (1) måned

Følgende omregningsfaktorer for bestemmelse av ekstremverdier kommer antakeligvis til å bli brukt i den nyeste revisjonen av standarden, NS9415 [8, 9]:

Tabell A.2: Multiplikasjonsfaktorer etter måleperiodens lengde

Måleperiodens lengde [mnd.]	Multiplikasjonsfaktor [returperiode]	
	10 år	50 år
3	1,65	1,85
4	1,54	1,72
5	1,48	1,63
6	1,40	1,58
7	1,36	1,51
8	1,31	1,48

9	1,29	1,44
10	1,26	1,44
11	1,26	1,41

For strømmålingstidsserier med en varighet over ett (1) år skal ekstremverdianalyse brukes til å bestemme hhv. 10- og 50-års returverdiene.

Kvalitetsvurdering av måledataene fra strømmålingene skal foretas og innbefatte:

- Troverdighet, og
- Faktorer i måleperioden som kan ha påvirket målingene.

A.4 Vannutskiftning og nullmålinger

Vannutskiftning eller vannfluksen er mengden av vann som strømmer gjennom en kvadratmeters flate i løpet av et bestemt tidsløp. Den kan oppgis for et vilkårlig valgt retningsintervall, hvor vannfluksen da er i en bestemt sektor, og beregnes som strømfart multiplisert med tiden som den varer. Siden måleren registrerer med et fastsatt tidsintervall er den lik 10 minutter i dette tilfellet (det antas at strømmen holder samme fart for hele perioden på 10 minutter). Legg videre merke til at fluksen er knyttet til strømfart. Dette betyr at antall registreringer i en gitt sektor er den ikke nødvendigvis overensstemmende med fluksen i sektoren (ingen en-til-en korrespondanse).

Vannutskiftning og antall/andel nullmålinger (målinger < 1cm/s) kreves av Mattilsynet [5].

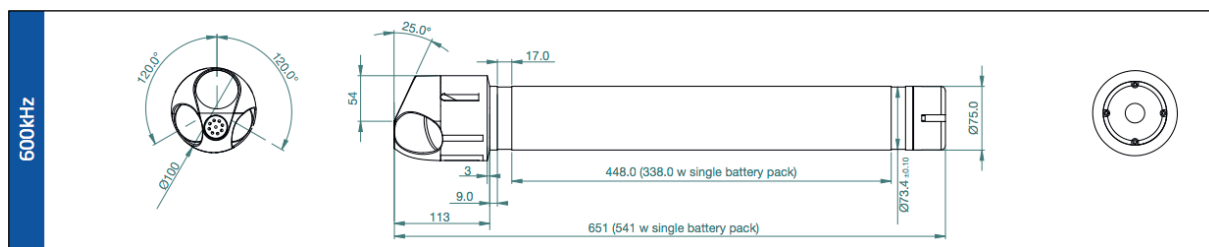
A.5 Ulike strømtyper

Det finnes ulike typer strøm som påvirker strømbildet på en lokalitet. Akvasafe AS vil vurdere og dokumentere hvilke kritiske strømkomponenter som bidrar til det totale strømbildet på lokaliteten:

- Tidevannsstrøm,
- Vindgenerert overflatestrøm,
- Utbrudd fra kyststrømmen (og trykkdrevne strøm), og
- Vårflom på grunn av snø- og issmelting.

Når en måler overflatestrøm på 5 m dybde på en lokalitet over en måned, så kan strømmålingsserien inneholde komponenter av alle de ulike strømtypene. Ved stille og tørt vær vil tidevannsstrømmen dominere. Ved urolig vær, mye nedbør og i vårflomperioder vil trykkdreven strøm, vårflommen og vindstrøm påvirke målingene mye.

B Instrumentspesifikasjoner



Technical Specifications

Water velocity measurement

	0.4MHz	0.6MHz	1.0MHz	2.0MHz
Acoustic frequency:	60–90m	30–40m	12–20m	4–10m
Maximum profiling range*:	2–8m	1–4m	0.3–4m	0.1–2m
Cell size:	3.7°	3.0°	3.4°	1.7°
Beam width:	1m	0.50m	0.20m	0.05m
Minimum blanking:	3			
Number of beams:	128			
Maximum # cells:	±10m/s (inquire for extended range)			
Velocity Range:	Accuracy:	1% of measured value ±0.5cm/s		
Max. Sampling rate:	1Hz			
Velocity uncertainty:	Consult software program			

*) The Aquadopp profiler measures the current profile in a user specified number of cells from the instrument out to a maximum range that depends on the acoustic scattering conditions. The lower range should be expected with clear water and small cells and the higher range with large cells and acoustically turbid water.

HR Mode Water velocity measurement

	1.0MHz	2.0MHz
Acoustic frequency:	6m	3m
Maximum profiling range*:	20–300mm	7–150mm
Cell size:	3.4°	1.7°
Beam width:	0.2m	0.03m
Minimum blanking:	128	
Maximum # cells:	Product of profiling range and velocity should not exceed 0.5m ² /s (2MHz system) or 1.0m ² /s for (1MHz system)	
Range/velocity limitations:	Accuracy:	1% of measured value ±0.5cm/s
Max. Sampling rate:	1Hz (continuous mode), 8Hz (burst mode)	
Velocity uncertainty:	Consult software program	

Cell zero (optional for 0.6MHz and 1MHz transducers)

Cell zero acoustic frequency:	2Mz
Maximum profiling range*:	0.4–0.9m
Number of beams:	3

Echo intensity

Sampling:	Same as velocity
Resolution:	0.45dB
Dynamic range:	90dB

Standard sensors

Temperature:	Thermistor embedded
Range:	–4°C to 30°C
Accuracy/resolution:	0.1°C/0.01°C
Time response:	10 min
Compass:	Magnetometer
Accuracy/resolution:	2°/0.1° for tilt <20°
Tilt:	Liquid level
Accuracy/resolution:	0.2°/0.1°
Maximum tilt:	30°
Up or down:	Automatic detect
Pressure:	Piezoresistive
Range:	0–100m (standard), inquire for options
Accuracy/resolution:	0.5%/0.005% of full scale

Analog inputs

Number of channels:	2
Voltage supply:	Three options selectable through firmware commands: • Battery voltage / 500 mA • +5V / 250 mA • +12V / 100 mA
Voltage input:	0–5V
Resolution:	16 bit A/D

Data communication

I/O:	RS232, RS422. Software supports most commercially available USB–RS232 converters
Communication Baud rate:	300–115200 (baud)
Recorder download baud rate:	600/1200 k.Baud for both RS232 and RS422

Data recording

Capacity:	9 MB, can add 32/176/352/MB & 4GB Prolog
Data record:	32 bytes + 9×Ncells
Mode:	Stop when full (default) or wrap mode
Software:	AquaPro
Operating system:	Windows®XP, Windows® 7
Functions:	Deployment planning, data retrieval, ASCII conversion, online data collection, and graphical display

Power

DC Input:	9–15VDC
Peak current:	3A
Max average consumption at 1Hz:	0.2–1.5W
Sleep consumption:	0.0003 mW (RS232), 0.005 mW (RS422)
Transmit power:	0.3–20W, 3 adjustable levels

Real time clock

Accuracy:	+/- 1min/year
Backup in absence of power:	4 weeks

Internal batteries

Type/capacity:	18 AA Alkaline cells/50Wh
New battery voltage:	13.5VDC
Duration (10-minute avg.):	80 days for 2MHz, 0.5m cells 50 days for 1MHz, 1.0m cells

Exact battery consumption and velocity uncertainty are complex functions of the deployment configuration. Please consult the AquaPro software for more exact predictions.

Materials

Standard:	Delrin and polyurethane plastics with titanium screws
Intermediate and deepwater models:	Titanium and Delrin plastics

Connectors

Bulkhead (Impulse):	MCBH-8-FS
Cable:	PMCL-8-MP on 10-m polyurethane cable

Environmental

Operating temperature:	–5°C to 35°C
Storage temperature:	–20°C to 60°C
Shock and vibration:	IEC 721–3–2
Depth rating:	300m

Dimensions

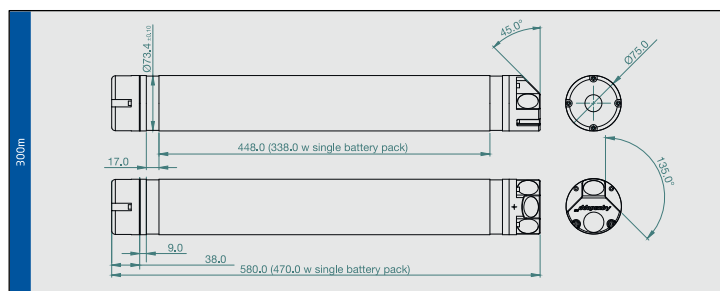
	0.4MHz	0.6MHz	1MHz/2MHz
Weight in air:	3.4 kg	2.9 kg	2.2 kg
Weight in water:	0.2 kg	0.4 kg	0.2 kg
Length:	see dimensional drawings		
Diameter:	see dimensional drawings		

Options

Batteries:	Lithium, Li-Io rechargeable
External batteries:	Alkaline, Lithium or Lithium Ion. See battery brochure for details
Transducer head:	Right angle head for 1 or 2MHz. Inquire for special configurations
Deep water systems:	Inquire for 3000m & 6000m versions
Communication:	Request special harness for RS422



TS-031-en-06/2013



Technical Specifications

Water velocity measurement

	300m	3000m	6000m
Range:	±5m/s*	±3m/s*	±3m/s*
Accuracy (of measured value ± 0.5cm/s):	1%	1%	1%
Maximum sampling rate (output):	1Hz, 4Hz on request	1Hz	1Hz
Internal sampling rate:	23Hz	23Hz	23Hz

*) Inquire for higher ranges

Measurement Area

Measurement cell size:	0.75m
Measurement cell position:	0.35–5.0m (user selectable)
Default position (along beam):	0.35–1.85m

Doppler Uncertainty (noise)

Typical uncertainty for default configurations:	0.5–1.0cm/s
Uncertainty in U/V at 1Hz sampling rate:	1.5cm/s

Echo intensity

Acoustic frequency:	2MHz
Resolution:	0.45dB
Dynamic range:	90dB

Sensors

Temperature:	Thermistor embedded in head
Range:	-4°C to 40°C
Accuracy/resolution:	0.1°C/0.01°C
Time response:	10 min
Compass:	Magnetometer
Accuracy/resolution:	2°/0.1° for tilt <20°
Tilt:	Liquid level
Accuracy/resolution:	0.2°/0.1°
Maximum tilt:	30°
Up or down:	Automatic detect
Pressure:	Piezoresistive
Range:	300m/3000m/6000m
Accuracy/resolution:	0.5% / 0.005% of full scale

Analog inputs

Number of channels:	2
Voltage supply:	Three options selectable through firmware commands: •Battery voltage / 500 mA •+5V / 250 mA •+12V / 100 mA
Voltage input:	0–5V
Resolution:	16 bit A/D

Data communication

I/O:	RS232, RS422. Software supports most commercially available USB–RS232 converters
Communication Baud rate:	300–115200 (baud)
Recorder download baud rate:	600/1200 k.Baud for both RS232 and RS422
User control:	Handled via Win32® software, ActiveX® function calls, or direct commands with binary or ASCII data output

Software («Aquadopp / Aquadopp DW»)

Operating system:	Windows® XP, Windows® 7
Functions:	Deployment planning, start with alarm, data retrieval, ASCII conversion. Online data collection and graphical display. Test modes

Data Recording

Capacity:	9 MB, can add 32/176/352/MB
Data record:	40 bytes
Diagnostic record:	40 bytes

Power

DC Input:	9–15VDC
Peak current:	3A at 12VDC (user adjustable)
Max consumption 1Hz:	0.2–1.4 W
Avg. consumption:	0.1W (0.02Hz), 0.01W (0.002Hz)
Sleep consumption:	0.0013 W
Transmitt power:	0.3–20W, 3 adjustable levels
Battery capacity:	50 Wh
New battery voltage:	13.5 Vdc
Data collection (alkaline):	6 months at 10-min, ±1.5cm/s noise
Data collection (lithium):	18 months at 10-min, ±1.5cm/s noise

Real time clock

Accuracy:	+/- 1min/year
Backup in absence of power:	4 weeks

Materials

Standard:	Delrin and titanium.
-----------	----------------------

Connectors

Bulkhead (Impulse):	MCBH-8-FS, titanium
Cable:	PMCL8-MP on 10-m polyurethane cable

Environmental

Operating temperature:	-5°C to 40°C
Storage temperature:	-20°C to 60°C
Shock and vibration:	IEC 721–3–2
Pressure rating:	0–300m/0–3000m/0–6000m

Dimensions

	300m	3000m	6000m
Weight in air:	2.3kg	3.6kg	7.6kg
Weight in water:	Neutral	1.2kg	4.8kg
Cylinder:	see dimensional drawings		

Options

Battery:	Lithium or Lithium Ion
External batteries:	Alkaline, Lithium or Lithium Ion. (See battery brochure for details)
Head configuration:	Inquire



TS-024-en-062013