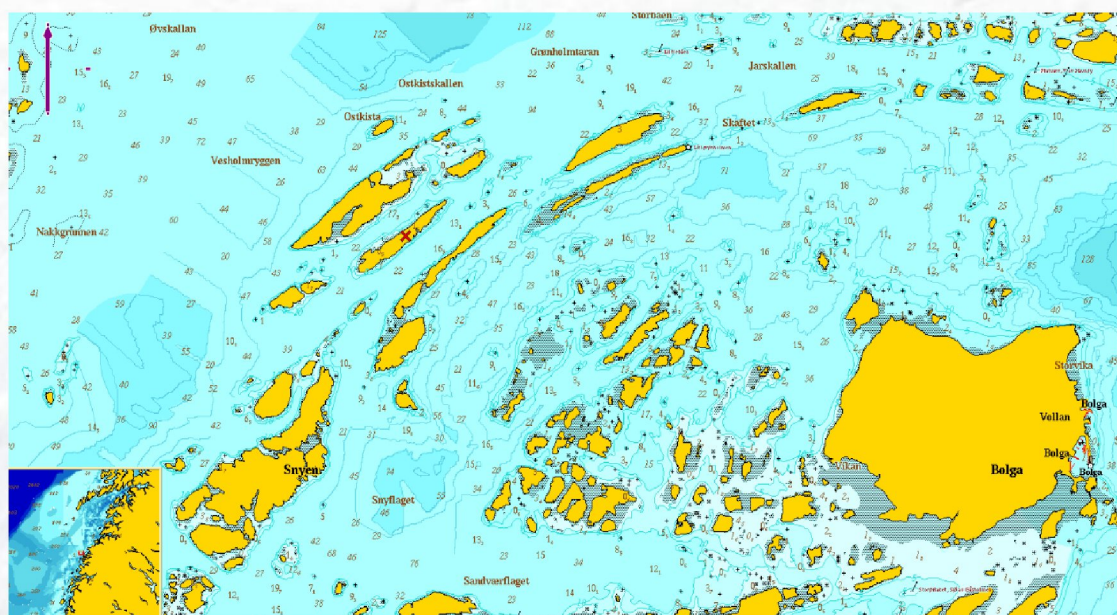


## Gigante Salmon AS

Strømmålinger Verholmen

5 meter



**This page is intentionally left blank**

**Akvaplan-niva AS**

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no

**Informasjon oppdragsgiver**

Tittel:	Strømmålinger Verholmen		
Rapportnummer (s):	60120.01 (10 + vedlegg)	Lokalitetsnavn:	Verholmen
Lokalitetsnummer:	Ny	Kartkoordinater:	66°49.063 N 13°06.341 Ø
Fylke:	Nordland	Kommune:	Meløy
Kontaktperson:	Driftsleder/kontakt: Kjell Lorentsen		
Oppdragsgiver:	Gigante Salmon AS		

**Resultat fra strømmålinger (hovedresultater)**

Dybde (m)	Maks hastighet (cm/s)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Hovedretning vanntransport (grader)	Temperaturgjennomsnitt (grader)
5	26,2	5,0	60	13,0

**Data for produksjon av rapport**

Målere ut/inn:	13.08.2018	18.09.2018	Dato rapport:	18.10.2018
Ansvarlig feltarbeid:	Tormod Skålsvik	Signatur:		
Rapport skrevet av:	Stine Hermansen	Signatur:		
Kvalitetskontroll	Thomas Heggem	Signatur:		

© 2018 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.



## INNHOLDSFORTEGNELSE

1 INNLEDNING .....	2
2 METODE .....	3
2.1 Utsett og opptak av målere .....	3
2.2 Plassering og dyp.....	3
2.3 Beskrivelse av rigg .....	4
2.4 Strømmålinger .....	4
3 RESULTATER.....	6
3.1 Strømmålinger .....	6
3.2 Tidevannsstrøm .....	6
3.3 Vindgenerert strøm.....	7
3.4 Utbrudd av kyststrøm .....	9
3.5 Vårflom og snø- og ismelting .....	10
3.6 Datakvalitet.....	10
4 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	11
5 LITTERATURLISTE.....	12
6 VEDLEGG .....	13
6.1 Strømmålinger .....	13
6.1.1 5 m dyp.....	13
6.2 Riggskjema .....	18

# 1 Innledning

---

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Gigante Salmon AS foretatt strømmålinger på lokalitet Verholmen, Rødøy kommune i Nordland. Strømmålingene er utført for å tilfredsstille de krav som stilles i Fiskeridirektoratets søknadsskjema *Akvakultur i Flytende anlegg (20.01.2012)*, samt de krav som stilles i *NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift*. Strømmålingen er utført for å dokumentere strømforholdet i sundet der utslippsledningene skal legges. Det var ingen installasjoner i området på det aktuelle tidspunktet som kan ha påvirket strømmålingen.

Metodikk er i henhold til *NS 9425 – Del 1 Strømmåling i faste punkter*.

Skjema for strømmålinger som skal brukes i akkreditert arbeid:

Henvisning	Forutsetninger	Status
NS 9415:2009 5.2.1	Posisjon for utsett er representativt for hele lokalitet	Ja
NS 9415:2009 5.2.1	Posisjon for antatt høyes strømhastighet på lokalitet	Ja
NS 9415:2009 5.2.1	Logging av strøm min hvert 10. minutt	Ja
NS 9415:2009 5.2.1	Tid, fart og retning er registret i hele perioden	Ja
NS 9415:2009 5.2.3	Måleperioden er på minimum 28 dager (en månefase)	Ja
NYTEK	Eksterne forhold som har påvirket målingene	Nei
APN Prosedyrer	Prosedyre for strømmålere og strømmålinger er fulgt	Ja

## 2 Metode

---

### 2.1 Utsett og opptak av målere

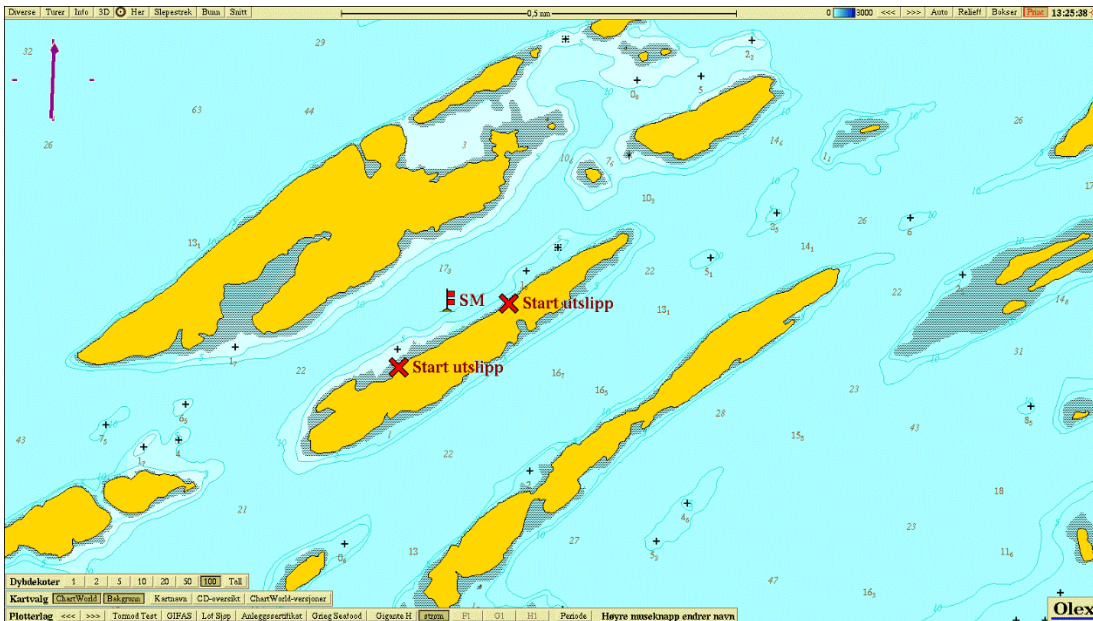
Måleren er satt ut og tatt opp av personell fra Akvaplan-niva AS.

### 2.2 Plassering og dyp.

I sundet vest for det planlagte anlegget ligger dypet på rundt 20 meter. Strømmålingen ble tatt på 5 meters dyp, og vil representere strømmen i sundet. Posisjon, måledyp, totalt dyp og intervall for målingen er angitt i Tabell 1 og plasseringen i forhold til planlagt utslippsområde er illustrert i Figur 1.

Tabell 1. Måledyp, posisjon, totalt dyp, målerperiode og –intervall for strømmålingene.

<b>Måledyp</b>	5 meter
<b>Posisjon</b>	N66°49,063 Ø13°06,341
<b>Dyp posisjon</b>	20 meter
<b>Dato måleserie</b>	13.08.2018-12.09.2018
<b>Reell målerperiode</b>	30 døgn
<b>Dato start - stopp</b>	13.08.2018-18.09.2018
<b>Registreringsavbrudd</b>	Nei
<b>Målerintervall</b>	10 min
<b>Navigasjonssystem</b>	gps
<b>Bestemmelse av dyp</b>	Olex



Figur 1. Plassering av strømmålerrigg i forhold til lokaliteten Verholmen.

## 2.3 Beskrivelse av rigg

Måleren ble satt ut på en rigg med ett instrument på 5 meter (vedlegg 6.2).

## 2.4 Strømmålinger

De 15 planlagte utslippspunktene fra anlegget vil være på vestsiden av øyen (Figur 1), mellom de to to markerte utslippspunktene. Posisjonen til strømmåleren kan også sees i Figur 1, hvor den er plassert midt i sundet. Posisjonen for strømmåleren er vurdert til å være representativ for strømforholdene for de planlagte utslippspunktene til anlegget. Kvalitetssikring av data og framstilling av grafikk ble foretatt av Akvaplan-niva AS.

For å skille ut tidevannskomponenten av strømmen ble det foretatt en harmonisk analyse av strømmen. Strømhastigheten ble først midlet over ½-time for å fjerne målestøy fra tidsserien før analysen ble utført. Tidevannsesimatet og variansen til tidevann sammenlignet med variansen til totalstrømmen er beregnet fra perioden 13.08.2018-17.09.2018.

Resultatene fra den harmoniske analysen ble brukt til å reprodusere tidevannsbidraget i måleserien ved hjelp av en tidevannsmoell (Codiga, 2011). Totalstrømmen er midlet over ½-time før variansellipsene estimeres, slik at variansen for de to komponentene er estimert på samme grunnlag. Variansellipsene viser ett standardavvik av variansen til a) alle målingene og b) den reproduserte tidevannskomponenten. Varians forklart kan estimeres fra korrelasjonen (r) mellom totalstrøm og tidevannsstrøm og regnes ut fra formelen:

$$\text{Varians forklart} = [\text{korrelasjonskoeffesient}(\text{fart\_tidevann}, \text{fart\_totalstrom})]^2.$$

Dette gir et mål på hvor mye av den totale variansen som kan forklares ved estimerte tidevannskomponenten. Det er viktig å notere seg at disse ellipsene ikke er en klassisk



tidevannsellipse men en variansellipse av tidevannskomponenten til strømmen, og videre at tidevannet er estimert fra en modell og ikke faktiske målinger.

## 3 Resultater

---

### 3.1 Strømmålinger

Resultatene fra strømmåling på 5 meters dyp viser at hovedstrømsretning og massetransport av vann er definert mot øst-nordøst (60 grader), med en svakere returstrøm mot vest-sørvest (240 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 5,0 cm/s. 0,2 % av målingene er > 20 cm/s, 8,8 % av målingene er > 10 cm/s, 58,5 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 26,6 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 6,1 % av målingene er < 1 cm/s. Maksimal strømhastighet i den målte perioden var 26,2 cm/s.

### 3.2 Tidevannsstrøm

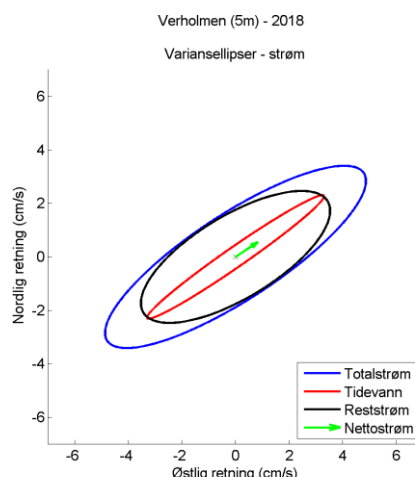
I hovedsak er det meste av strøm i nordnorske fjorder styrt av tidevannsstrømmen. Men det varierer sterkt hvor store de sykliske endringene er innenfor gitt tidsperiode (en tidevannsperiode eller en månefase). Strømmålingen som er utført på lokaliteten viser at tidevannskomponenten er moderat i forhold til reststrømmen. Tabell 2 viser resultater fra variansanalysen for 5 m dyp. Variansforklart for tidevann er et statistisk tall på hvor mye av den totale variansen i vannet som kan forklares ut fra tidevannet.

Tallene i Tabell 2 er forholdsvis moderate. Det estimerte tidevannet for strøm på 5 meter kan forklare 47,4 % i Ø-V-retning, og 47,5 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten.

Tabell 2 Variansforklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent)

Retning på strømkomponent	5m dyp
Øst-Vest	47.4 %
Nord-Sør	47.5 %

Resultatene i Tabell 2 gjenspeiles i Figur 2, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis moderat sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette viser at tidevannet er en viktig faktor i det totale strømbildet.



Figur 2. Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 5 meter. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata for perioden 13.08.2018-17.09.2018. Den grønne pilen viser nettostrøm.

### 3.3 Vindgenerert strøm

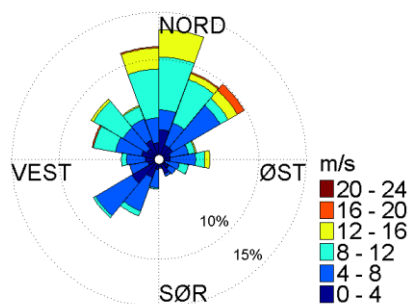
Vindgenerert strøm vil i hovedsak gjøre seg gjeldende for resultater fra målinger på 5 meter da vindpåvirkning i vannsøylen avtar med dyp. For at strøm på 15 meter skal påvirkes nevneverdig er det nødvendig med sterk vind fra samme retning over lengre perioder. Dette ser man sjeldent inne i fjorder og kystnære strøk hvor anlegg er lokalisert. Det er hentet ut vinddata fra e-klima.no for Reipå målestasjon som ligger 25,72 km nordøst for lokaliteten, samt fra Myken målestasjon som ligger 29,2 km vest-sørvest for lokaliteten. (

Figur 3 Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjonene i hele måleperioden. Figuren viser hvilken retning vinden går mot. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargeselement i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende vindstyrke innenfor hver enkelt sektor.

). Vindrosen viser at høyeste vindhastighet er registrert mot nord-øst på Reipå (16,4m/s) og øst-nordøst på Myken (17,9 m/s).

Myken Målestasjon målestasjon - 2018

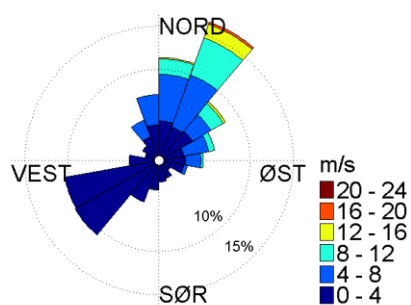
Vindrose fra representativ målestasjon



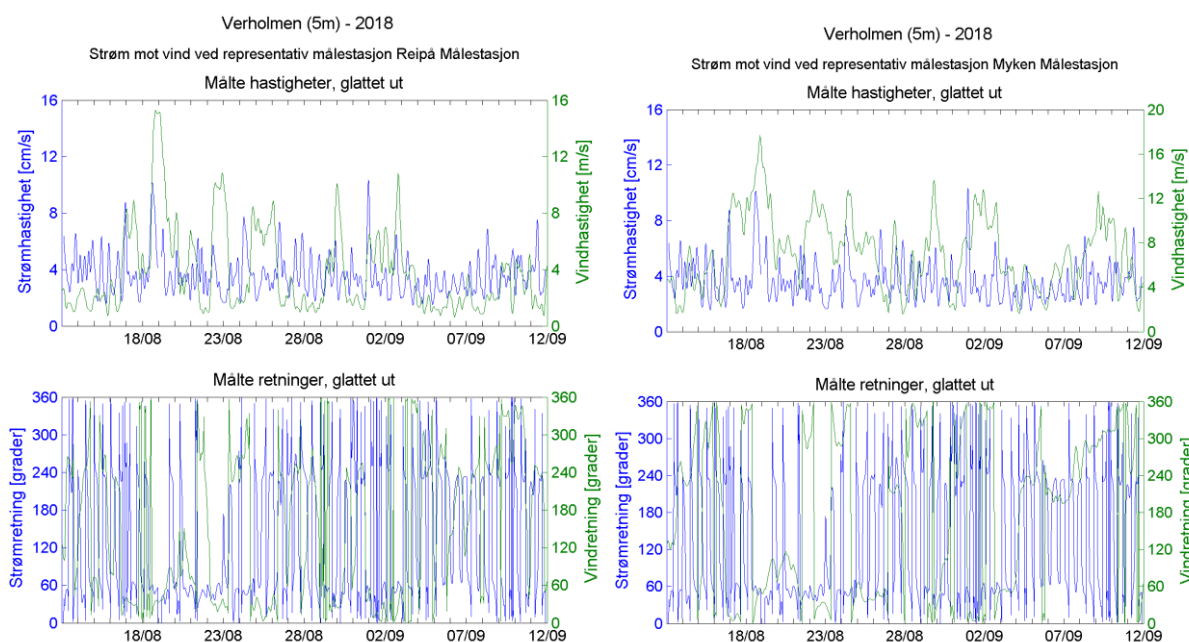
Figur 3 Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjonene i hele måleperioden. Figuren viser hvilken retning vinden går mot. Total lengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende vindstyrke innenfor hver enkelt sektor.

Reipå Målestasjon målestasjon - 2018

Vindrose fra representativ målestasjon



I perioden fra august til september var det perioder med ganske kraftig vind. Den høyeste vindhastigheten ble målt den 19. august på på begge målestasjoner (Figur 4). Da blåste det fra en sør-sørvestlig retning.



Figur 4. Normaliserte hastigheter og retninger for strøm/vind i måleperioden. Figuren er normalisert (glattet ut) for å øke lesbarheten. Vind og strømretninger er satt opp slik at de leses i samme retning. Vind og strøm går mot gitt retning.

Høy strømhastighet på 5 meters dyp til dels sammenfaller med høy vindhastighet i samme periode (Figur 4). I disse periodene er både strøm- og vindretningene nokså stabile. Lokaliteten ligger noe mer skjermet enn Myken målestasjon, men er noe mer eksponert enn Reipå målestasjon. Samlet bilde av resultatene og vurdering av stasjonenes plassering i forhold til lokaliteten tilsier at vinden til dels har hatt en betydning for strømmen, men kan ikke forklarer hele strømbildet.

### 3.4 Utbrudd av kyststrøm

Kyststrømmen går i de dypere deler av vannsøylen og vises sjeldent på dyp opp mot 15 meter. Innblanding av kyststrøm kan sees som en plutselig endring i temperatur, retning og/eller hastighet. Temperaturmålingen på 5 meters dyp viser at temperaturen er høyest i begynnelsen av perioden. Dette var en periode med høye lufttemperaturer som man kan se igjen i værdata fra samme periode. Videre utover i måleperioden synker temperaturen svakt ned mot litt under 13 °C. Det er noen perioder hvor temperaturen stiger litt og dette sammenfaller med høye lufttemperaturer. Det er ingenting som indikerer plutselig innblanding av kyststrømmen på 5 meters dyp.

### **3.5 Vårflom og snø- og ismelting**

Strømmålingen ble gjort i perioden august-september, en periode hvor det ikke forekommer snø- og ismeltinger. Det er ingen ferskvannskilder i området som kan ha hatt innvirkning på målingene.

### **3.6 Datakvalitet**

Resultatene fra strømmålingene analyseres i eget strømprogram, AdFontes. Gjennom AdFontes gjøres det først en grovrens av dataserien hvor man fjerner alle punkter som ligger utenfor faste kriterier anbefalt av produsent, samt at alle datapunkter der trykksensoren har registrert målinger over 2 m fra overflaten (instrument ikke vært i vann). Data kvalitetssjekkes visuelt via AdFontes. Logg over rensset data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

Resultatene som presenteres er direkte overført fra rådata. Det utføres ingen reduksjon av støy eller datakompresjon. Tidevannet er filtrert med ½-timers intervall.

Kalibrering av målere er gjennomført iht. leverandørs anbefaling. Historikk over kalibrering lagres internt hos Akvaplan-niva AS.

## 4 Instrumentbeskrivelse

---

Strømmålingene er utført ved hjelp av Seaguard punktdopplermåler fra Aanderaa. Instrumentbeskrivelse finnes i Tabell 3.

Tabell 3. Instrumentbeskrivelse.

<b>Måledyp</b>	<b>5 m</b>
<b>Produsent</b>	Aanderaa
<b>Modell</b>	Seaguard 4420
<b>Målerprinsipp</b>	Punktdoppler
<b>Serienr</b>	1432
<b>Nøyaktighet</b>	± 1 %
<b>Oppløsning</b>	0,1 mm/s
<b>Responsområde</b>	0 – 3 m/s
<b>Varighet midlingsperiode</b>	2,5 min
<b>Antall rådatamålinger pr. aggregert dataverdi</b>	4
<b>Modifikasjon</b>	Ingen
<b>Kalibrering</b>	APN-logg
<b>Instrumentlogg</b>	APN-logg

## 5 Litteraturliste

---

**Codiga, D.L.** Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions (2011)

**Fiskeridirektoratet. Veileder søknadsutfylling. 20.01.2012.** Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg.

**NS 9415: 2009.** Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

**NS 9425-1. 1999.** Oseanografi – Del 1. Strømmålinger i faste punkter.



## 6 Vedlegg

### 6.1 Strømmålinger

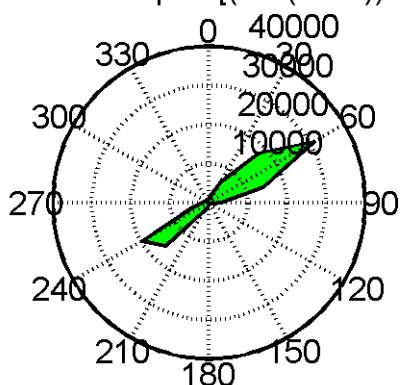
#### 6.1.1 5 m dyp

Oppsummering resultater Verholmen 5 meter.

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	26.2	14.5
Min	0.1	12.3
Gj.snitt	5	13
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0	
% av målinger > 20 cm/s	0.2	
% av målinger > 10 cm/s	8.8	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	58.5	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	26.6	
% av målinger < 1 cm/s	6.1	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	11.5	
Residual strøm	1.1	
Residual retning	57	
Varians	11.4	0.3
Standardavvik	3.4	0.5
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.22	

Verholmen (5m) - 2018

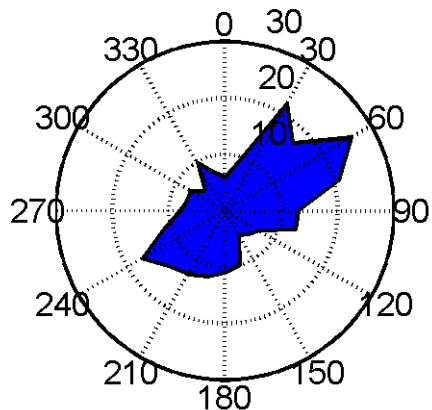
Total vanntransport  $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total vanntransport

### Verholmen (5m) - 2018

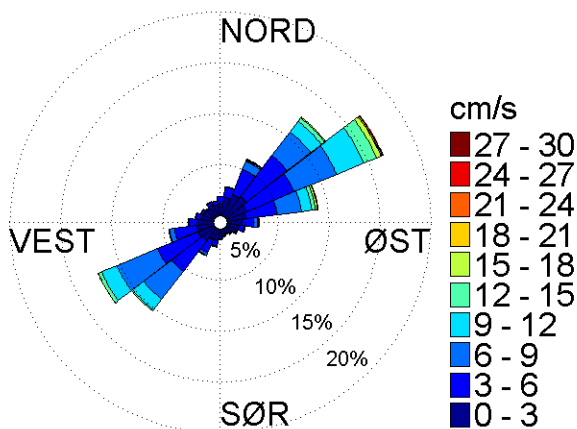
Maksimumsstrøm (cm/s)



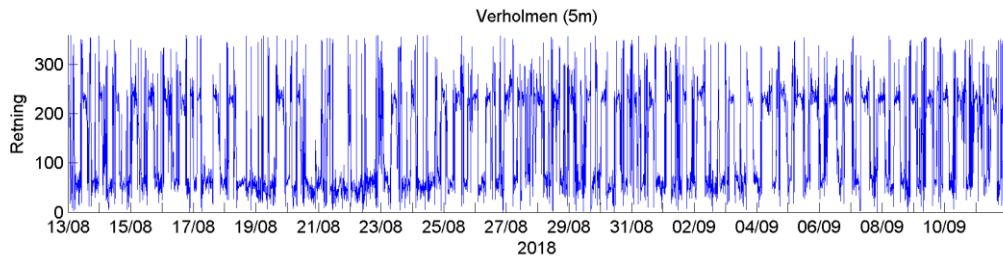
*Maksimal hastighet*

### Verholmen (5m) - 2018

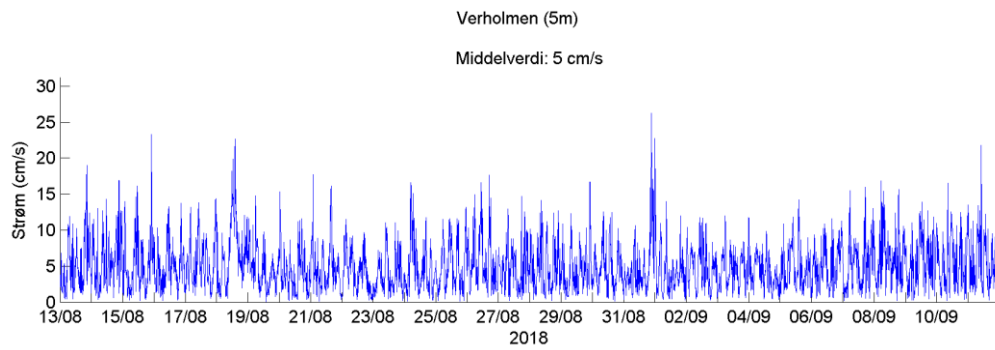
Strømrose



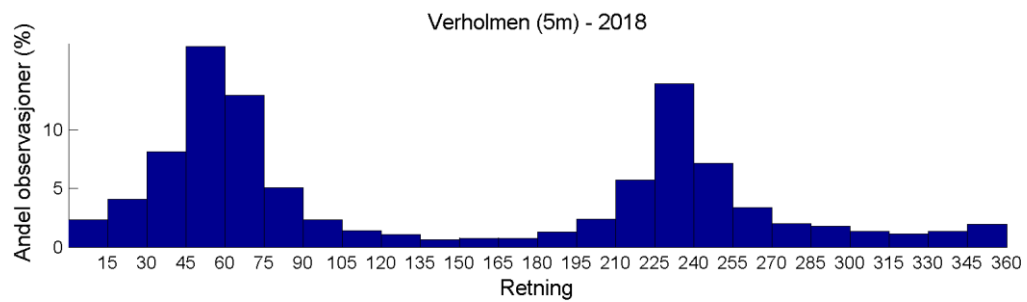
*Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.*



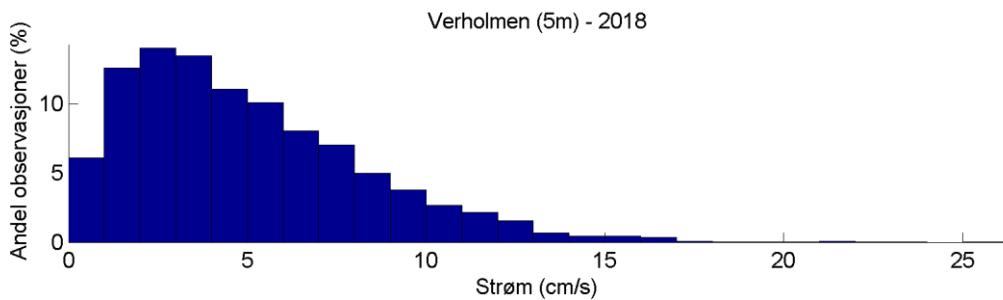
Retning vs. tid



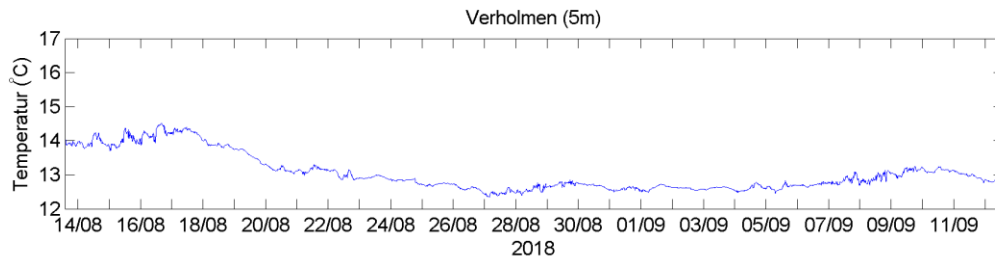
Strømhastighet (tidsserieplott)



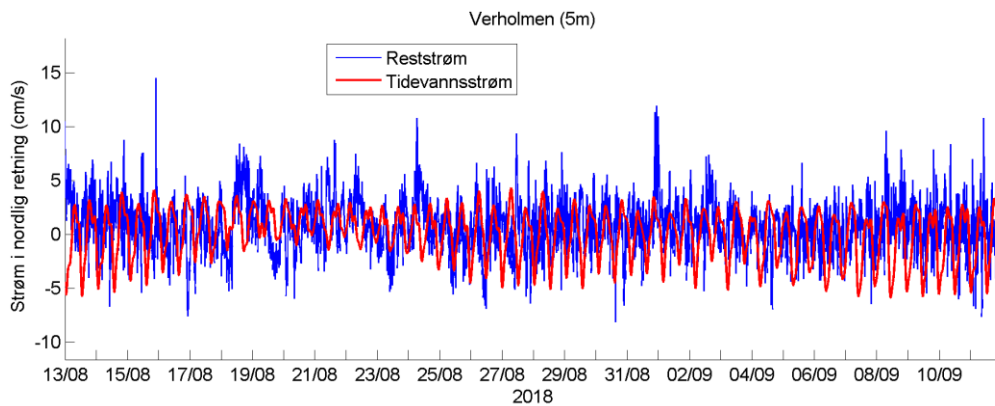
Retningshistogram



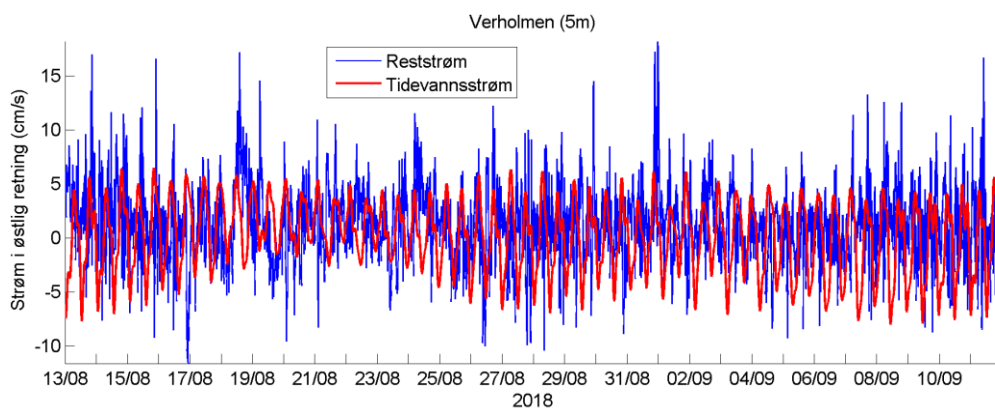
Strømstyrkehistogram



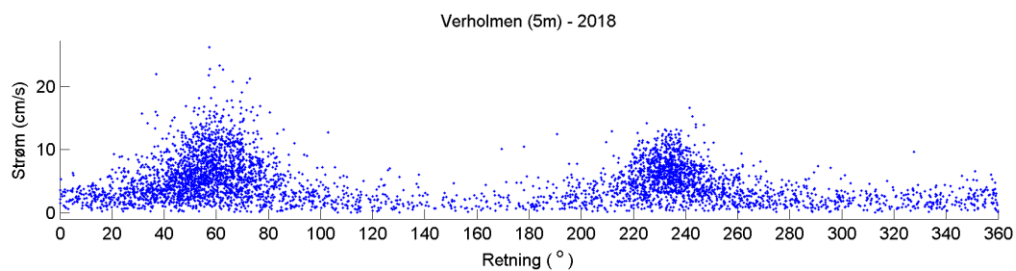
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Vanntransport per døgn (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	83	6.4	1371.6	45.7
7.5 - 22.4	125	9.4	2104.9	70.2
22.5 - 37.4	259	22	6344.6	211.5
37.5 - 52.4	536	16.9	18025.3	601
52.5 - 67.4	716	26.2	31337.9	1044.8
67.5 - 82.4	391	21.2	14387.2	479.7
82.5 - 97.4	135	13.2	3008.9	100.3
97.5 - 112.4	78	12.7	1281.2	42.7
112.5 - 127.4	53	7	703.8	23.5
127.5 - 142.4	36	6.1	432.9	14.4
142.5 - 157.4	27	4.8	270.6	9
157.5 - 172.4	32	10.1	424.4	14.1
172.5 - 187.4	44	10.5	583.1	19.4
187.5 - 202.4	76	12.5	1305.6	43.5
202.5 - 217.4	126	13	2740.7	91.4
217.5 - 232.4	440	14.2	15725.8	524.3
232.5 - 247.4	538	16.6	19813.1	660.6
247.5 - 262.4	193	11.1	4399.6	146.7
262.5 - 277.4	107	8.1	1717.8	57.3
277.5 - 292.4	80	7.4	1176.9	39.2
292.5 - 307.4	62	7.2	818.5	27.3
307.5 - 322.4	51	5.1	613.3	20.4
322.5 - 337.4	67	9.7	877.3	29.2
337.5 - 352.4	64	6.6	913.9	30.5

## 6.2 Riggskjema

Posisjon: N66°49.063 E13°06.341  
Dato: 13.08.2018-18.09.2018

