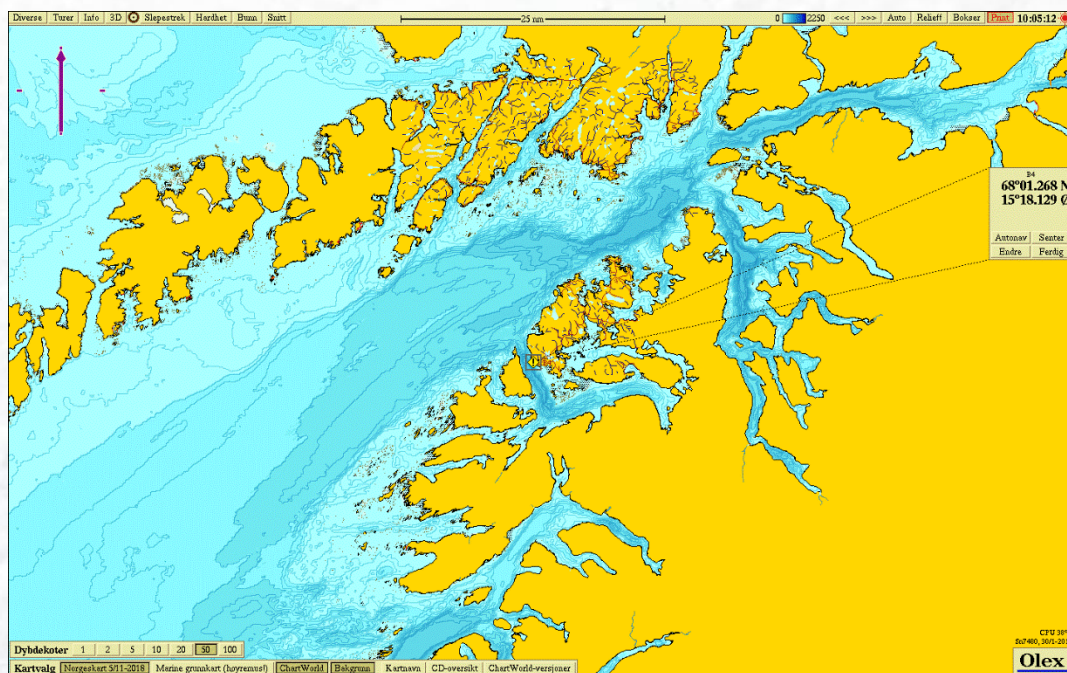


## Cermaq Norway AS

Strømmåling utslippspunkt

10518 Horsvågen, 43 m



**This page is intentionally left blank**

**Akvaplan-niva AS**

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 943 435 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

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

www.akvaplan.niva.no



| Informasjon oppdragsgiver |                                               |                  |                            |
|---------------------------|-----------------------------------------------|------------------|----------------------------|
| Tittel:                   | Strømmåling utslippspunkt Horsvågen, 43 meter |                  |                            |
| Rapportnummer (s):        | 60627.03                                      | Lokalitetsnavn:  | Horsvågen                  |
| Lokalitetsnummer:         | 10518                                         | Kartkoordinater: | 68°01.268 N<br>15°18.129 Ø |
| Fylke:                    | Nordland                                      | Kommune:         | Hamarøy                    |
| Kontaktperson:            | Driftsleder/kontakt: Silje Ramsvatn           |                  |                            |
| Oppdragsgiver:            | Cermaq Norway AS                              |                  |                            |

| Resultat fra strømmålinger (hovedresultater) |                       |                               |                                     |                                 |
|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Dybde (m)                                    | Maks hastighet (cm/s) | Gjennomsnittshastighet (cm/s) | Hovedretning vanntransport (grader) | Temperaturgjennomsnitt (grader) |
| 43                                           | 20,3                  | 4,1                           | 135                                 | 10,6                            |
| Data for produksjon av rapport               |                       |                               |                                     |                                 |
| Målere ut/inn:                               | 01.10.2018            | 04.12.2018                    | Dato rapport:                       | 18.06.2020                      |
| Ansvarlig feltarbeid:                        | Cermaq Norway AS      |                               |                                     |                                 |
| Rapport skrevet av:                          | Kristine Steffensen   | Signatur:                     |                                     |                                 |
| Kvalitetskontroll                            | Stine Hermansen       | Signatur:                     |                                     |                                 |

© 2020 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.....                      | 5  |
| 3.1 Strømmålinger .....                | 5  |
| 3.2 Tidevannsstrøm .....               | 5  |
| 3.3 Vindgenerert strøm.....            | 6  |
| 3.4 Utbrudd av kyststrøm .....         | 7  |
| 3.5 Vårflom og snø- og ismelting ..... | 7  |
| 3.6 Datakvalitet.....                  | 7  |
| 4 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....           | 9  |
| 5 LITTERATURLISTE.....                 | 10 |
| 6 VEDLEGG .....                        | 11 |
| 6.1 Strømmålinger .....                | 11 |
| 6.1.1 43 m dyp.....                    | 11 |
| 6.2 Riggskjema .....                   | 16 |

# 1 Innledning

---

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Cermaq Norway AS foretatt strømmålinger på lokalitet Horsvågen, Hamarøy kommune i Nordland fylke. 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*. Ved gjennomføring av strømmålinger var det drift på anlegget. Måleren sto på 43 meter. Det er ikke mistanke om at installasjonen har hatt innvirkning på resultater.

Metodikk er i henhold til *NS 9425 – Del 1 Strømmåling i faste punkter* og *NS 9425 Oseanografi – Del 2. Strømmålinger vha. ADCP*.

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

Rapport oppdatert 06.05.2019 da det ble oppdaget en skrivefeil.

Foreliggende rapport (18.06.2020) erstatter APN-60627.01 og APN-60627.02 grunnet feil dyp angitt i rapporten.

  
Kristine Steffensen

## 2 Metode

---

### 2.1 Utsett og opptak av målere

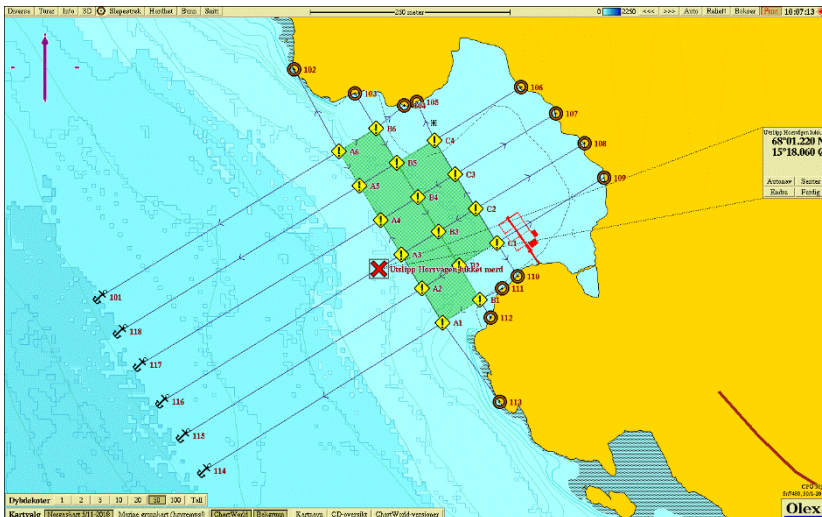
Måleren er satt ut og tatt opp av personell fra Cermaq Norway AS.

### 2.2 Plassering og dyp.

Bunnen under anlegget er kupert, med dybder fra 28 meter på innerste legg til 86 meter på ytterste legg. Ved posisjon for utslippsledning er det 112 meter. Utslippsledningen skal henge på ca. 40 meters dyp, det er derfor gjennomført strømmåling på 43 meters dyp. Posisjon, måledyp, totalt dyp og intervall for målingene er angitt i Tabell 1 og plasseringen i forhold til anlegget er illustrert i Figur 1.

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

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| <b>Måledyp</b>              | 43 meter                   |
| <b>Posisjon</b>             | N68°01,220<br>Ø15°18,060   |
| <b>Dyp posisjon</b>         | 112 meter                  |
| <b>Dato måleserie</b>       | 11.10.2018-<br>10.11.2018  |
| <b>Reell målerperiode</b>   | 30 døgn                    |
| <b>Dato start - stopp</b>   | 01.10.2018 -<br>04.12.2018 |
| <b>Registreringsavbrudd</b> | Nei                        |
| <b>Målerintervall</b>       | 10 min                     |
| <b>Navigasjonssystem</b>    | gps                        |
| <b>Bestemmelse av dyp</b>   | Olex                       |



Figur 1. Plassering av strømmålerigg i forhold til lokaliteten Horsvågen.

## 2.3 Beskrivelse av rigg

Måleren ble satt ut i en rigg på 43 meters dyp (vedlegg 6.2).

## 2.4 Strømmålinger

Stømmåleren ble satt i planlagt posisjon og ved forventet dyp til utslippsledning til lukket merd på Horsvågen. Måleren ble satt ut og tatt opp av personell fra Cermaq Norway AS. 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. Tidevannsestimatet og variansen til tidevann sammenlignet med variansen til totalstrømmen er beregnet fra hele måleperioden.

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



## 3 Resultater

---

### 3.1 Strømmålinger

Resultatene fra strømmåling på 43 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot sørøst (135 grader), med returstrøm mot nord (345 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 4,1 cm/s. 3,0 % av målingene er > 10 cm/s, 57,5 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 33,7 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 5,8 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden var 20,3 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 utført på lokaliteten viser at tidevannskomponenten er stor i forhold til reststrømmen. Tabell 2 viser resultater fra variansanalysen for 43 meters dyp. Variansforklart for tidevann er et statistisk tall på hvor mye av den totale variansen i vannet som kan forklares ut fra tidevannet.

Det estimerte tidevannet for strøm på 43 meter kan forklare henholdsvis 36,9 % i Ø-V-retning og 43,2 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten.

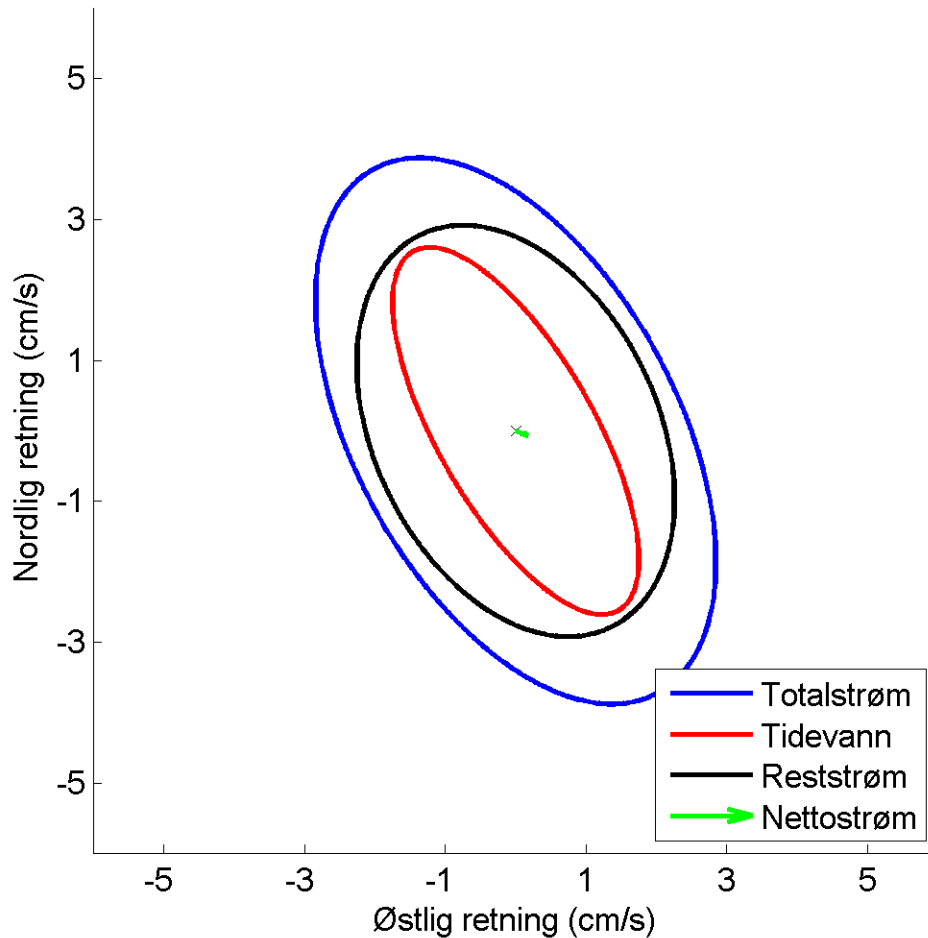
Tabell 2 Varians forklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent)

| Retning på strømkomponent | 43 m   |
|---------------------------|--------|
| Øst-Vest                  | 46,9 % |
| Nord-Sør                  | 43,2 % |

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

## Horsvågen utslipp (43m) - 2018

### Variansellipser - strøm



Figur 2. Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 43 m. 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 hele måleperioden. 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 dypet. Vinden vil ikke ha innvirkning på strøm på 43 meters dyp.

### 3.4 Utbrudd av kyststrøm

Utbrudd av kyststrømmen kan forekomme dersom strømmen til vannmassene utenfor fjordsystemene, som i hovedsak går nordover langs den vestlige Norskekysten (kyststrømmen), blir utsatt for storskala atmosfæriske vind- og/ eller trykkforhold som driver vannmassene innover i fjordsystemene. Utbruddene kan også forsterkes eller forårsakes av at vannmassene av en eller annen grunn har/ får økt tetthet, typisk som følge av nedkjøling/ økt saltholdighet sammenlignet med vannmassene inne i fjordsystemene. Vannmasser fra kyststrømmen vil da kunne bre seg inn i fjordsystemene og påvirke de lokale strømmønstre der. Storskala atmosfæriske vind- og trykkforhold kan på samme måte også drive vannmasser ut av fjordsystemene.

For å dokumentere slike forhold må man ha instrumentering som viser vannmassenes fysiske parametere, herunder temperatur, saltholdighet og helst oksygeninnhold.

Strømmålingen er gjennomført med instrument som registrerer strømmens horisontale retning samt vannets temperatur. Utbrudd av kyststrømmen kan registreres som plutselige og markante endringer i temperatur, muligens synkronisert med endringer i strømhastighet og –retning.

Det er registrert forholdsvis stabil temperatur i måleperioden, med halvdaglige variasjoner som indikerer innblanding av tidevann. Sammenlignet med vind- og temperaturdata i samme periode kan vi se at det var en værtype preget av noe sterk vind mot nord-nordøst og synkende temperaturer, men aldri lufttemperatur under 0 °C. Den lave lufttemperaturen og sterke vinden kan ha påvirket sjøtemperaturen, men da helst i de øvre vannlag. Det er ikke registrert større endringer i temperatur som sammenfaller med retningsendringer og/eller hastighet. Målingene indikerer ingen plutselige utbrudd av kyststrømmen i den undersøkte måleperioden.

### 3.5 Vårflom og snø- og issmelting

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

### 3.6 Datakvalitet

Det var mye vind, men ikke veldig dårlig vær i perioden for gjennomføring av strømmåling. Det er ingen indikasjoner på at resultatene er påvirket av bevegelse i riggen.

Resultatene fra strømmålingene analyseres i egen strømprogram, AdFontes. Gjennom AdFontes gjøres det først en grovrens hvor 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) fjernes fra dataserien. Data kvalitets sjekkes visuelt via AdFontes. Logg over rensed 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 dopplermåler fra Aanderaa. Instrumentbeskrivelse finnes i Tabell 3.

Tabell 3. Instrumentbeskrivelse.

|                                                      |               |
|------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Måledyp</b>                                       | <b>43 m</b>   |
| <b>Produsent</b>                                     | Aanderaa      |
| <b>Modell</b>                                        | Seaguard 4420 |
| <b>Målerprinsipp</b>                                 | Punktdoppler  |
| <b>Serienr</b>                                       | RCM 890       |
| <b>Nøyaktighet</b>                                   | $\pm 1 \%$    |
| <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 9425-1. 1999.** Oseanografi – Del 1. Strømmålinger i faste punkter.

## 6 Vedlegg

### 6.1 Strømmålinger

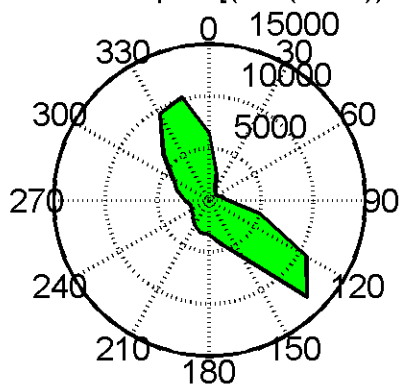
#### 6.1.1 43 m dyp

Oppsummering resultater Horsvågen.

|                                                              | Strøm (cm/s) | Temperatur (°C) |
|--------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|
| Max                                                          | 20.3         | 11.7            |
| Min                                                          | 0.1          | 9.6             |
| Gj.snitt                                                     | 4.1          | 10.6            |
| % av målinger > 10 cm/s                                      | 3            |                 |
| % av målinger < 10 > 3 cm/s                                  | 57.5         |                 |
| % av målinger < 3 > 1 cm/s                                   | 33.7         |                 |
| % av målinger < 1 cm/s                                       | 5.8          |                 |
| 95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien) | 8.9          |                 |
| Residual strøm                                               | 0.2          |                 |
| Residual retning                                             | 111          |                 |
| Varians                                                      | 6.5          | 0.2             |
| Standardavvik                                                | 2.5          | 0.5             |
| Stabilitet (Neumanns parameter)                              | 0.05         |                 |

Horsvågen utslipp (43m) - 2018

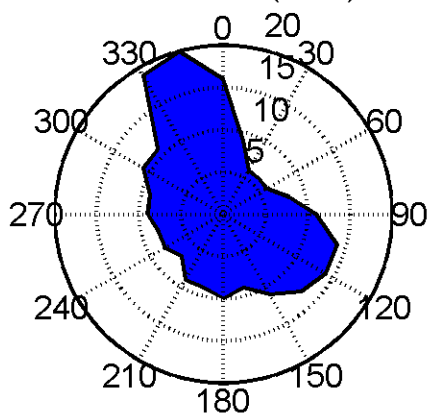
Total vanntransport  $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total vanntransport

## Horsvågen utslipp (43m) - 2018

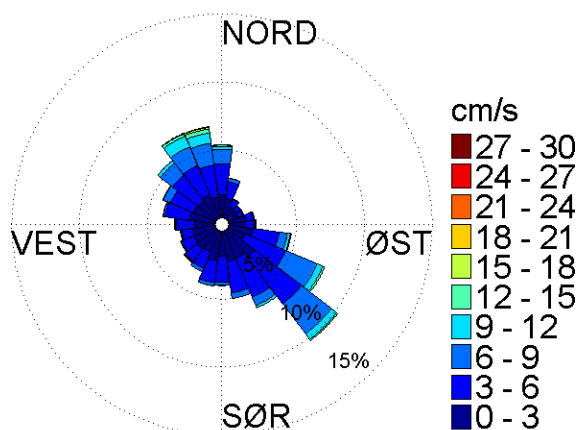
Maksimumsstrøm (cm/s)



*Maksimal hastighet*

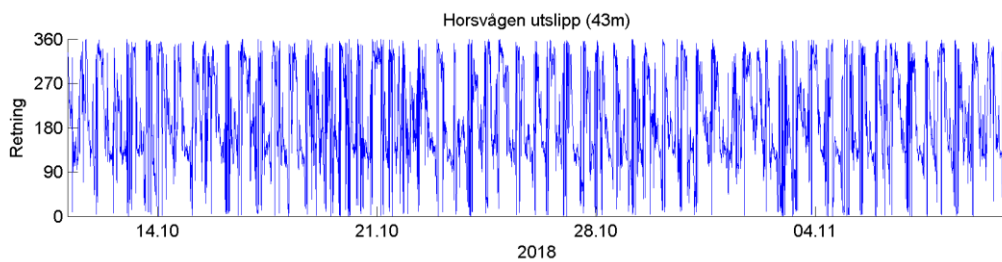
## Horsvågen utslipp (43m) - 2018

Strømrose

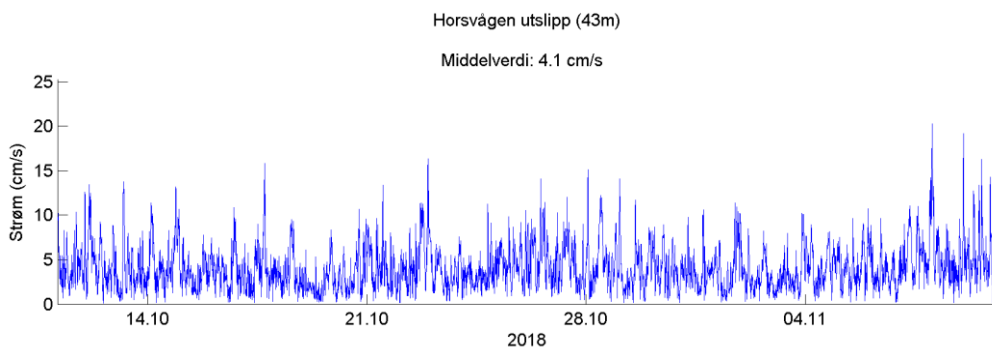


*Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.*

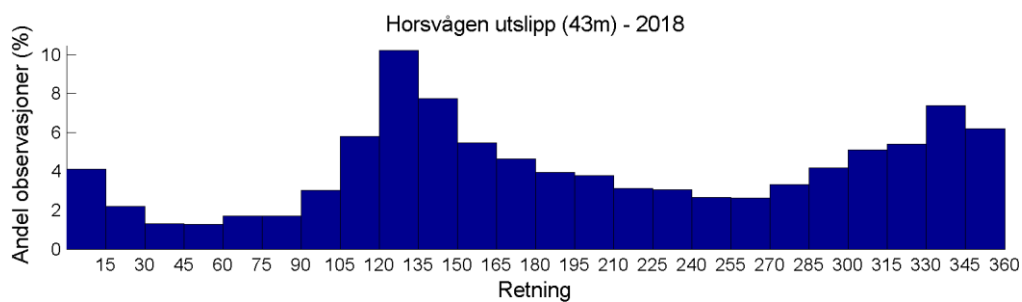




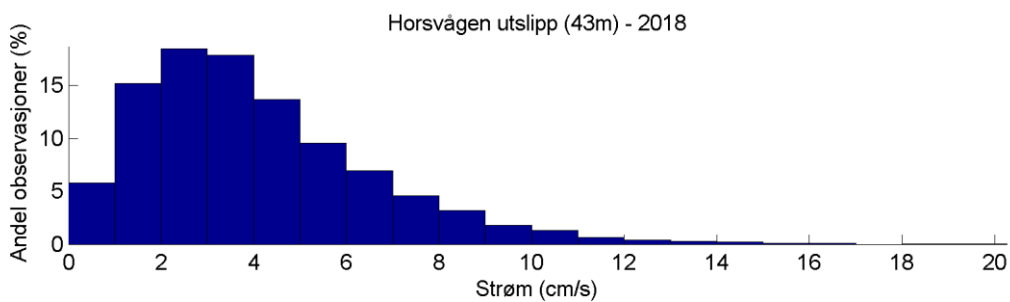
Retning vs. tid



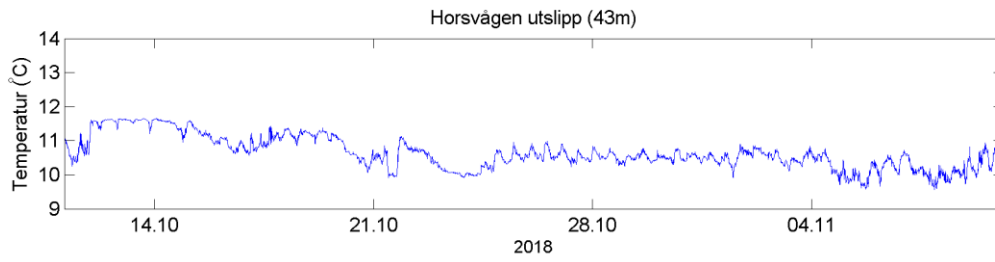
Strømhastighet (tidsserieplott)



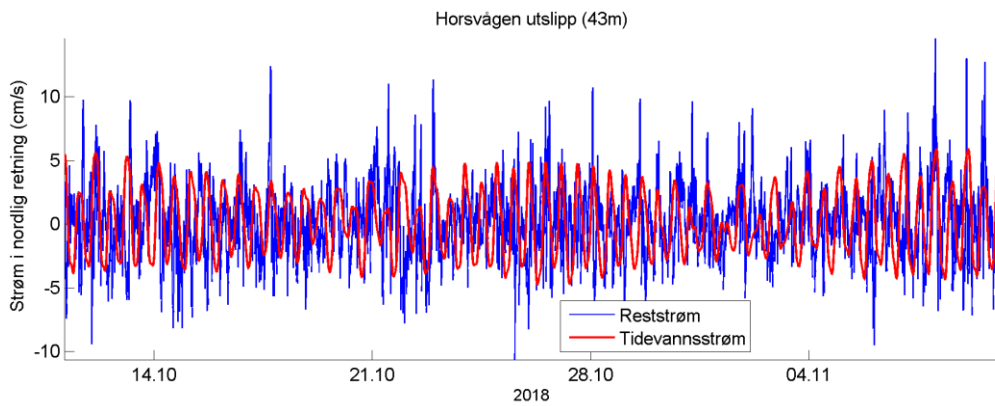
Retningshistorgram



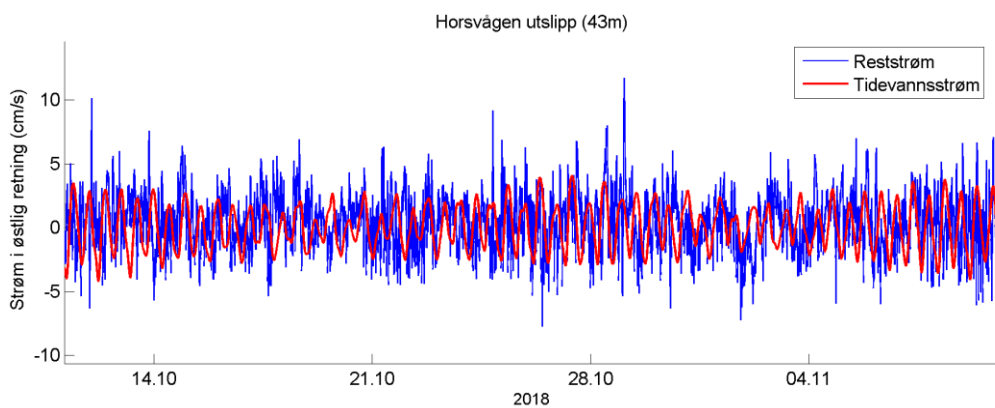
Strømstyrkehistogram



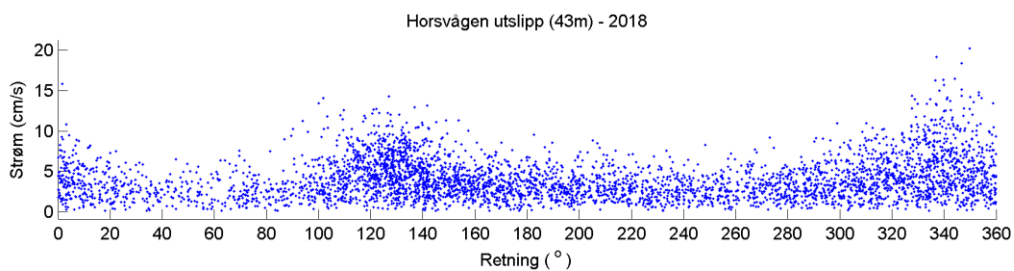
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 43 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 43 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   | 232                 | 15.8               | 6399.1                                                    | 213.4                                                        |
| 7.5 - 22.4    | 126                 | 8.8                | 2543.6                                                    | 84.8                                                         |
| 22.5 - 37.4   | 68                  | 6.1                | 1147.9                                                    | 38.3                                                         |
| 37.5 - 52.4   | 55                  | 6.5                | 862.5                                                     | 28.8                                                         |
| 52.5 - 67.4   | 53                  | 6.4                | 827.4                                                     | 27.6                                                         |
| 67.5 - 82.4   | 84                  | 7.6                | 1305.7                                                    | 43.5                                                         |
| 82.5 - 97.4   | 87                  | 11.2               | 1669.4                                                    | 55.7                                                         |
| 97.5 - 112.4  | 201                 | 14.1               | 5035.9                                                    | 167.9                                                        |
| 112.5 - 127.4 | 329                 | 14.3               | 10776.4                                                   | 359.3                                                        |
| 127.5 - 142.4 | 445                 | 13.2               | 13250.6                                                   | 441.8                                                        |
| 142.5 - 157.4 | 266                 | 11.4               | 6312.2                                                    | 210.5                                                        |
| 157.5 - 172.4 | 217                 | 8.6                | 4401.7                                                    | 146.8                                                        |
| 172.5 - 187.4 | 172                 | 9.5                | 3395                                                      | 113.2                                                        |
| 187.5 - 202.4 | 177                 | 8.5                | 3280.8                                                    | 109.4                                                        |
| 202.5 - 217.4 | 140                 | 8.8                | 2809.4                                                    | 93.7                                                         |
| 217.5 - 232.4 | 133                 | 7.1                | 2225.6                                                    | 74.2                                                         |
| 232.5 - 247.4 | 120                 | 7.5                | 2000.7                                                    | 66.7                                                         |
| 247.5 - 262.4 | 114                 | 8.3                | 1893.3                                                    | 63.1                                                         |
| 262.5 - 277.4 | 129                 | 9.2                | 2433.6                                                    | 81.1                                                         |
| 277.5 - 292.4 | 167                 | 9.1                | 3237.5                                                    | 107.9                                                        |
| 292.5 - 307.4 | 184                 | 10.9               | 4062                                                      | 135.4                                                        |
| 307.5 - 322.4 | 236                 | 11                 | 6281.4                                                    | 209.4                                                        |
| 322.5 - 337.4 | 291                 | 19.1               | 9565.4                                                    | 318.9                                                        |
| 337.5 - 352.4 | 294                 | 20.3               | 10240.8                                                   | 341.4                                                        |

## 6.2 Riggskjema

|                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| Prosjekt         | 60627                   |
| Lokasjon         | Horvågen                |
| Posisjon         | N 68°01,220, Ø15°18,060 |
| Tidspunkt utsett | 01.10.18 - 04.12.18     |

