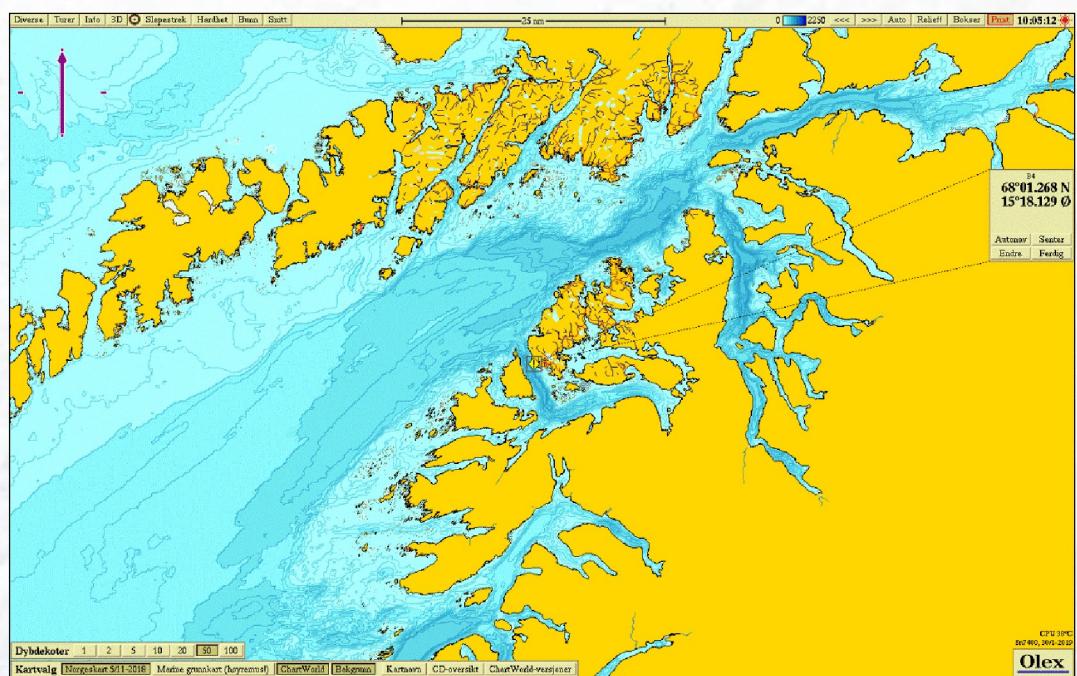


Cermaq Norway AS
Strømmåling utslippspunkt
10518 Horsvågen, 37 m



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:	Strømmåling utslipspunkt Horsvågen, 37 meter		
Rapportnummer (s):	60627.01	Lokalitetsnavn:	Horsvågen
Lokalitetsnummer:	10518	Kartkoordinater:	68°01.256 N 15°18.146 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)
37	20,3	4,1	135	10,6

Data for produksjon av rapport

Målere ut/inn:	01.10.2018	04.12.2018	Dato rapport:	05.02.2019
Ansvarlig felterarbeid:	Cermaq Norway AS			
Rapport skrevet av:	Kristine Steffensen	Signatur:		
Kvalitetskontroll	Stine Hermansen	Signatur:		

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 issmelting	7
3.6 Datakvalitet.....	7
4 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	9
5 LITTERATURLISTE.....	10
6 VEDLEGG	11
6.1 Strømmålinger	11
6.1.1 37 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 gjennomøfring av strømmålinger var det drift på anlegget. Måleren sto på 37 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 høyest 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 registrert 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

2 Metode

2.1 Utsett og opptak av målere

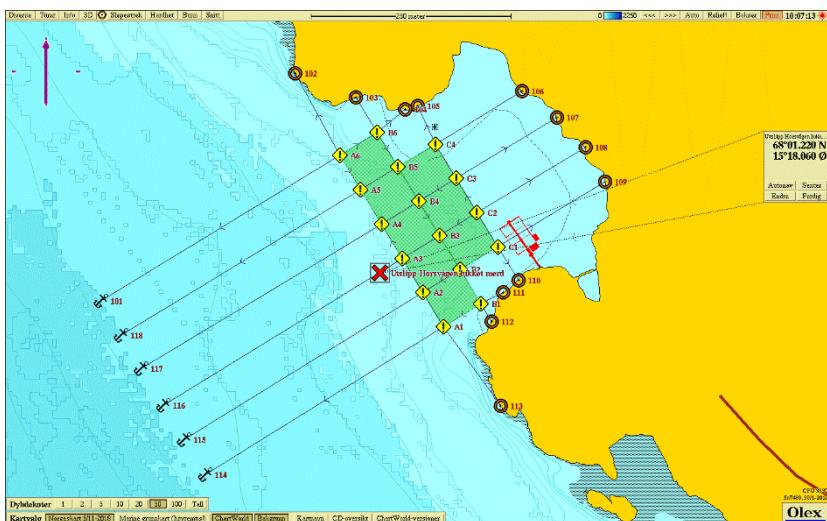
Måleren er satt ut og tatt opp av personell fra Cermaq Norway AS.

2.2 Plassering og dyp.

Bunnen under anlegget er kuppert, 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 37 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.

Måledyp	37 meter
Posisjon	N68°01,220 Ø15°18,060
Dyp posisjon	112 meter
Dato måleserie	11.10.2018- 10.11.2018
Reell målerperiode	30 døgn
Dato start - stopp	01.10.2018 - 04.12.2018
Registreringsavbrudd	Nei
Målerintervall	10 min
Navigasjonssystem	gps
Bestemmelse av dyp	Olex



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

2.3 Beskrivelse av rigg

Måleren ble satt ut i en rigg på 37 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 $\frac{1}{2}$ -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 reproduksere tidevannsbidraget i måleserien ved hjelp av en tidevannsmodell (Codiga, 2011). Totalstrømmen er midlet over ½-tide 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 reprodukserte tidevannskomponenten. Varians forklart kan estimeres fra korrelasjonen (r) mellom totalstrøm og tidevannsstrøm og regnes ut fra formelen:

Varians forklart = [korrelasjonskoeffesient(fart_tidevann, 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 37 meters dyp viser at hovedstrømretning og massetransport av vann er definert mot sørøst (135 grader), med returstorm 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 37 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 37 meter kan forklare henholdsvis 37 % i Ø-V-retning og 43 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten.

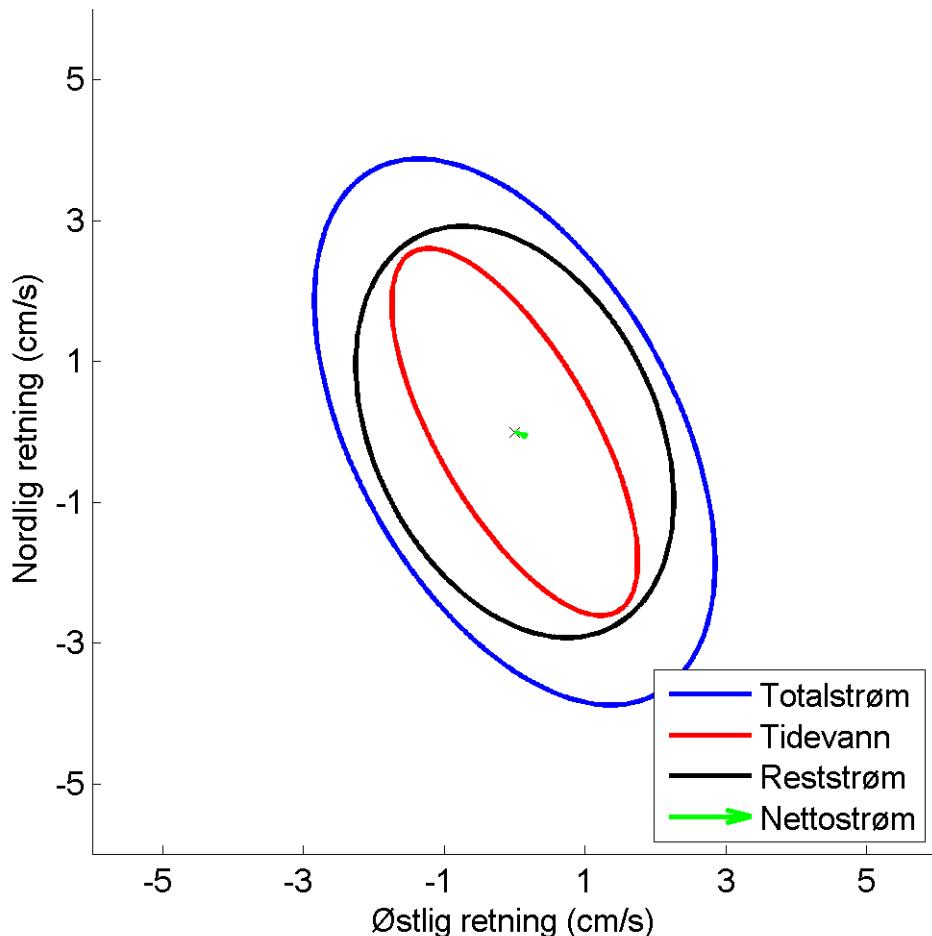
Tabell 2 Varians forklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent)

Retning på strømkomponent	37 m
Øst-Vest	37 %
Nord-Sør	43 %

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 (37m) - 2018

Variansellipser - strøm



Figur 2. Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 37 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 37 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 sterkt vind mot nord-nordøst og synkende temperaturer, men aldri lufttemperatur under 0 °C. Den lave lufttemperaturen og sterke vindene 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 kvalitetssjekkes visuelt via AdFontes. Logg over renset 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.

Måledyp	37 m
Produsent	Aanderaa
Modell	Seaguard 4420
Målerprinsipp	Punktdoppler
Serienr	RCM 890
Nøyaktighet	$\pm 1 \%$
Oppløsning	0,1 mm/s
Responsområde	0 – 3 m/s
Varighet midlingsperiode	2,5 min
Antall rådatamålinger pr. aggregert dataverdi	4
Modifikasjon	Ingen
Kalibrering	APN-logg
Instrumentlogg	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

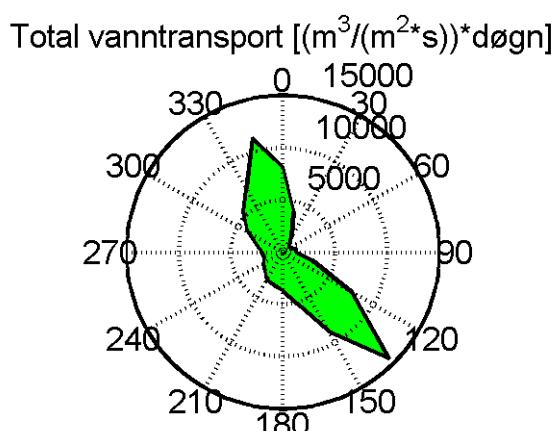
6.1 Strømmålinger

6.1.1 37 m dyp

Oppsummering resultater Horsvågen.

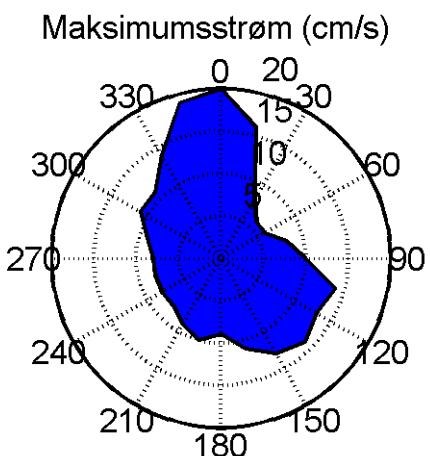
	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	20.3	11.7
Min	0.1	9.6
Gj.snitt	4.1	10.6
% av målinger > 10 cm/s	3	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	57.5	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	33.7	
% av målinger < 1 cm/s	5.8	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	8.9	
Residual strøm	0.2	
Residual retning	111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

Horsvågen (37m) - 2018



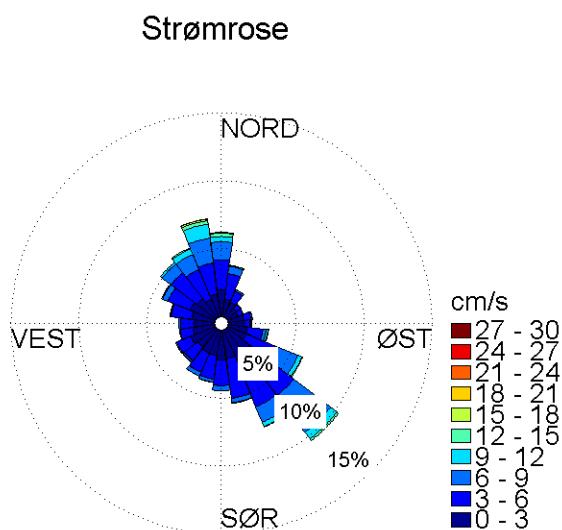
Total vanntransport

Horsvågen (37m) - 2018

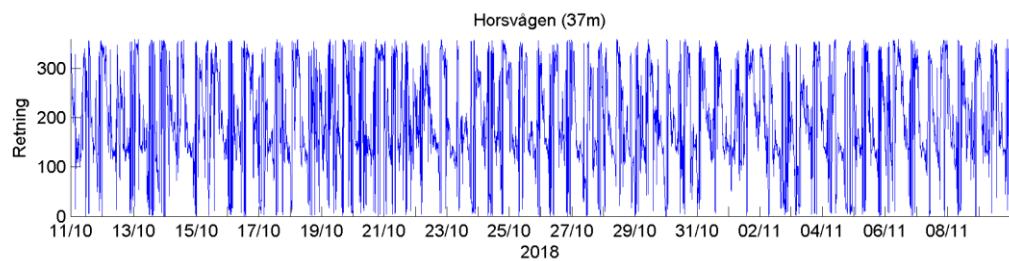


Maksimal hastighet

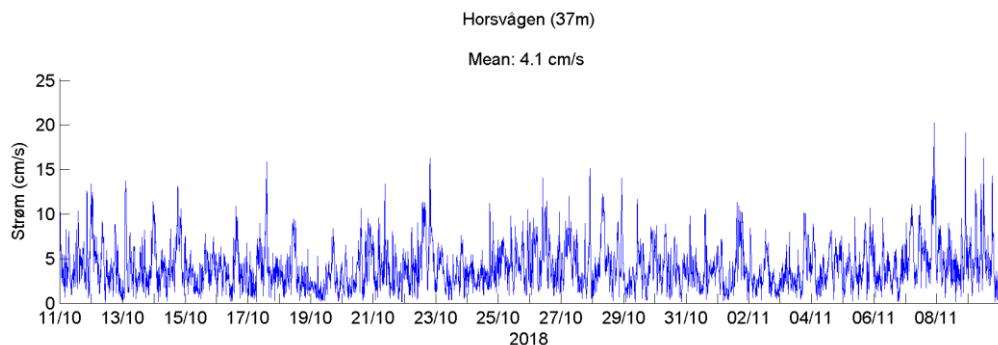
Horsvågen (37m) - 2018



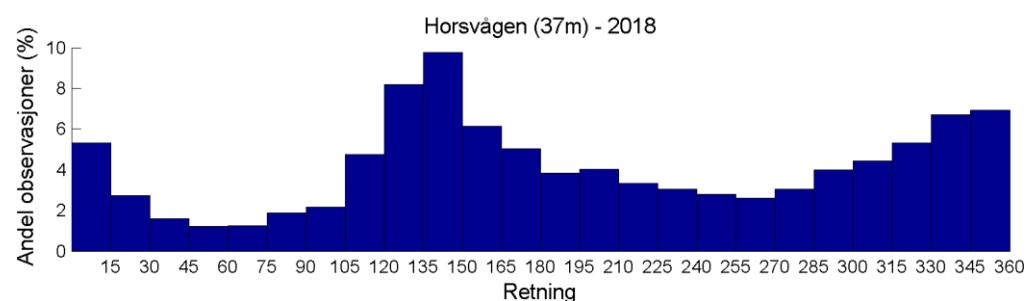
Strømstyrke og retningsfordeling. Total lengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



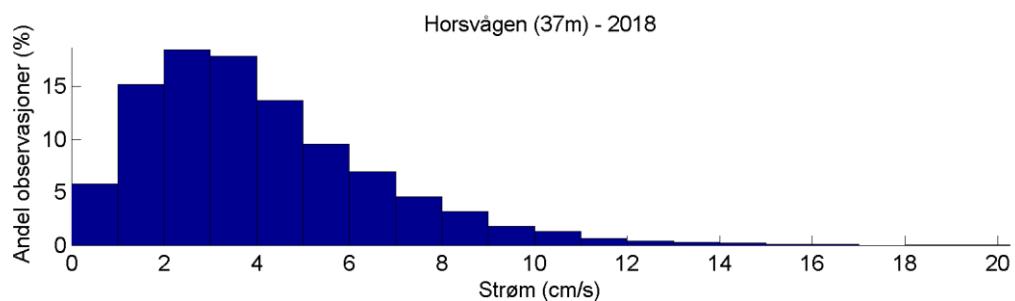
Retning vs. tid



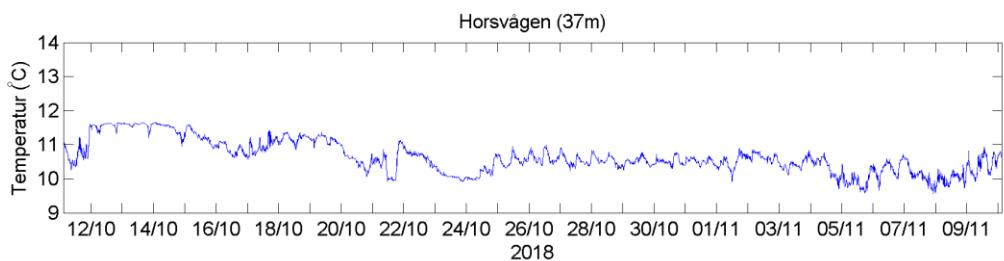
Strømhastighet (tidsserieplot)



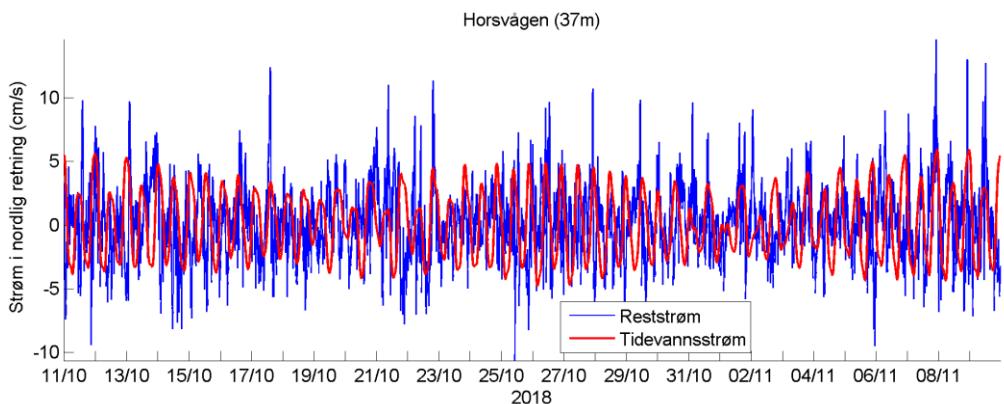
Retningshistogram



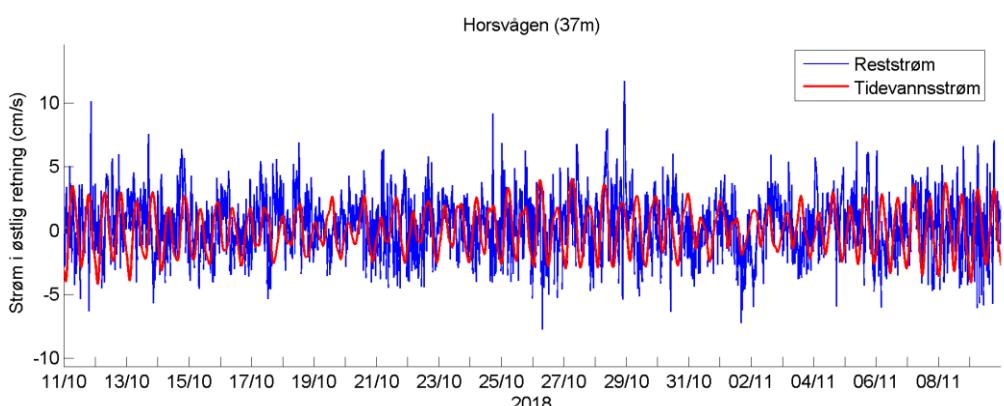
Strømstyrkehistogram



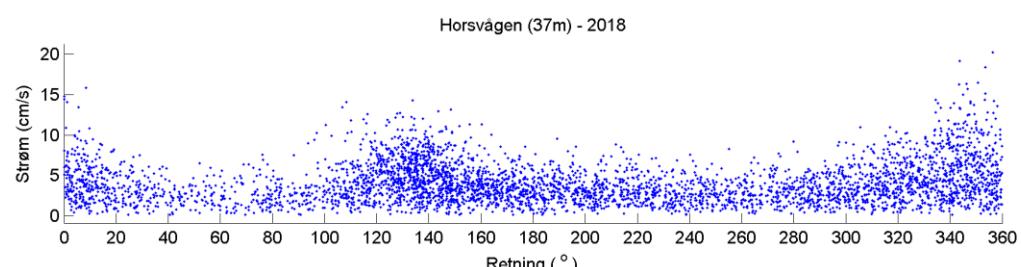
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 37 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør.
Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 37 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Scatterplot 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 ³ /(s m ²))	Vanntransport per døgn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	268	20.3	8118.4	270.7
7.5 - 22.4	167	15.8	4046.1	134.9
22.5 - 37.4	95	7.5	1718.7	57.3
37.5 - 52.4	57	6.5	866.6	28.9
52.5 - 67.4	53	5.9	780	26
67.5 - 82.4	78	7.6	1286.9	42.9
82.5 - 97.4	75	10.3	1259.2	42
97.5 - 112.4	129	14.1	2916.5	97.2
112.5 - 127.4	258	12.6	7619.4	254
127.5 - 142.4	448	14.3	14395	479.9
142.5 - 157.4	335	13.2	8735	291.2
157.5 - 172.4	236	11.4	5094.6	169.9
172.5 - 187.4	192	8.6	3720.2	124
187.5 - 202.4	166	9.5	3310.7	110.4
202.5 - 217.4	162	8.8	3114.9	103.9
217.5 - 232.4	134	7.6	2483.6	82.8
232.5 - 247.4	136	7.5	2240	74.7
247.5 - 262.4	113	8.3	1846.4	61.6
262.5 - 277.4	114	7.7	2062.4	68.8
277.5 - 292.4	143	9.2	2591.6	86.4
292.5 - 307.4	185	10.9	3945	131.5
307.5 - 322.4	224	11	5450	181.7
322.5 - 337.4	236	14.4	7042.4	234.8
337.5 - 352.4	316	19.1	11314	377.2

6.2 Riggskjema

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

