

# R A P P O R T

## Straummåling i Husholmsundet i Øygarden kommune, juli – august 2017



Rådgivende Biologer AS

2568





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Straummåling i Husholmsundet i Øygarden kommune, juli – august 2017.

**FORFATTAR:**

Erling Brekke

**OPPDRAKGIVER:**

Salmo Terra AS

**OPPDRAGET GITT:**

12. juni 2017

**RAPPORT DATO:**

21. desember 2017

**RAPPORT NR:**

2568	ANTAL SIDER:	ISBN NR:
	31	ISBN 978-82-8308-431-3

**EMNEORD:**

- |                                                                                 |                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| - Avløp i sjø<br>- Landbasert oppdrett<br>- Vassutskifting<br>- Straumhastighet | - Straumretning<br>- Neumannparameter<br>- Straumstille periodar |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen Foretaksnummer 843667082-mva Internett : <a href="http://www.rådgivende-biologer.no">www.rådgivende-biologer.no</a> E-post: <a href="mailto:post@rådgivende-biologer.no">post@rådgivende-biologer.no</a> Telefon: 55 31 02 78      Telefax: 55 31 62 75	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

*Forsidefoto: Husholmsundet sett fra nord. Foto: T. T. Furset.*

## FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Salmo Terra AS utført straummålingar i samband med eit planlagt omsøkt landbasert fiskeoppdrett med bruk av sjøvatn ved Eikeilen industriområde i Øygarden. Vatnet skal resirkulerast, og det skal vere reinsing av avløpsvatnet før utslepp til sjø. Det vil truleg bli utslepp av sjøvatn med noko høgare salinitet og tettleik enn vatnet i dei øvste metrane av vassøyla, og utsleppet vil såleis ikkje ha oppdrift i vassøyla.

Denne rapporten presenterer resultata frå straummålingar i området for planlagt avløp som vart utført i perioden 13. juli – 31. august 2017. Det vart også teke hydrografi i vassøyla på lokaliteten den 31. august 2017.

Rådgivende Biologer AS takkar Salmo Terra AS ved Harald Schreiner Fiksdal og Kai Andre Stæger-Holst for oppdraget, og Eivind Rong og Leon Pedersen for leige av båt og assistanse i samband med høvesvis utsetjing og opptak av straumriggen.

Bergen, 21. desember 2017.

## INNHOLD

Føreord .....	2
Innhald.....	2
Samandrag.....	3
Område- og lokalitetsbeskrivelse .....	4
Tiltaket .....	7
Vassinntak og avløp .....	7
Produksjon og utslepp .....	8
Metode.....	9
Resultat.....	12
Temperaturtilhøve .....	12
Sjikningstilhøve.....	13
Straummålingar .....	14
Diskusjon.....	20
Referansar.....	22
Om Gytre straummålarar.....	23
Vedleggstabellar.....	24
Vedleggsfigurar.....	27

# SAMANDRAG

Brekke, E. 2017.

Straummåling i Husholmsundet i Øygarden kommune, juli – august 2017.

Rådgivende Biologer AS, rapport 2568, 31 side, ISBN 978-82-8308-431-3.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Salmo Terra AS utført straummålingar ved planlagt avløp frå eit nytt landbasert oppdrettsanlegg ved Eikeilen i Øygarden kommune. Lokaliteten Eikeilen ligg ved Nautøyosen, vest for Blomvåg på Blomøyna i Øygarden kommune. Mot nord går Nautøyosen over i Husholmsundet, som har eit terskeldjup på ca 16 m. Vidare mot nord kjem ein til eit nytt lokalt djupområde. Både Nautøyosen og djupområdet nord for Husholmsundet har djupner ned mot vèl 50 meter og tersklar på ca 20-30 m ut mot Nordsjøen. Det er planlagt brukt sjøvatn i produksjonen, og inntak av vatn er planlagt på 70 m djup vest for Husholmen. Avløp er planlagt plassert på ca 16 m djup i Husholmsundet, og utsleppsvatnet vil søkkje ned mot botnen på grunn av høgt saltinhald.

Ein rigg med to straummålarar (Sensordata SD 6000) var utplassert på lokaliteten i Husholmsundet i perioden 13. juli – 31. august 2017 for måling av spreingsstraum (5 m djup) og botnstraum (14 m djup, ca 2 m over botn). Resultat frå målingane er oppsummert i **tabell 1** og **figur 1**:

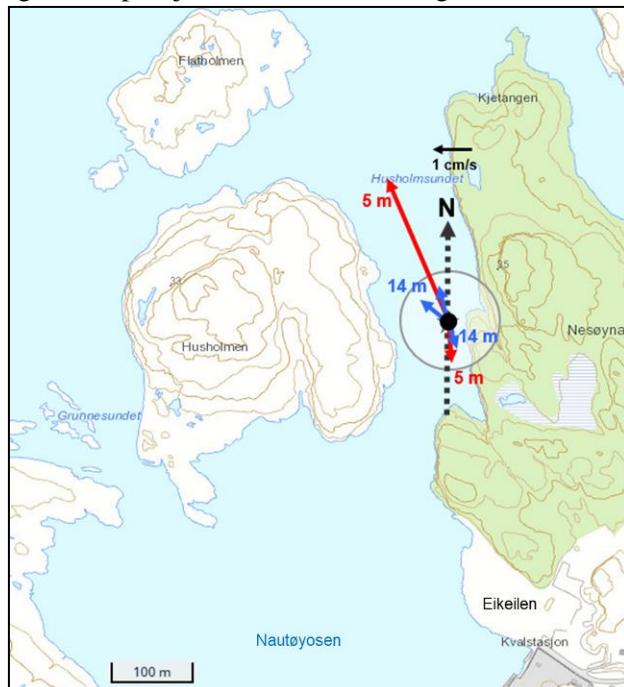
**Tabell 1.** Oppsummering av straumdata frå Husholmsundet i Øygarden kommune i perioden 13. juli – 31. august 2017.

Målestad / djup	Middel hastigkeit (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastigkeit*	Maks hastigkeit (cm/s)	Andel straumsvake periodar <2 cm/s >2,5 t (%)	Tilstandsklasse andel straumsvake periodar *	Hovudstraum-retning(ar)
Husholmsundet 5 m	<b>4,9</b>	I = "svært sterk"	25,8	34,0	I = "lite"	NNV
Husholmsundet 14 m	<b>1,7</b>	IV = "svak"	18,6	84,3	IV = "høg"	NV+N+S

\*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå **tabell 4**.

Straummålingane viste svært sterk gjennomsnittsstraum øvst i vassøyla, men svakare straum og periodar med tilnærma straumstille ned mot botnen. Tidevasstraum er dominerande på lokaliteten, og retninga til straumen var mot nord til nordvest og mot sør på målestaden, med sterkest straum og størst vasstransport i nord-nordvest til nordvestleg retning. Vind kan i periodar overstyre eller forsterke tidevasseffekten noko.

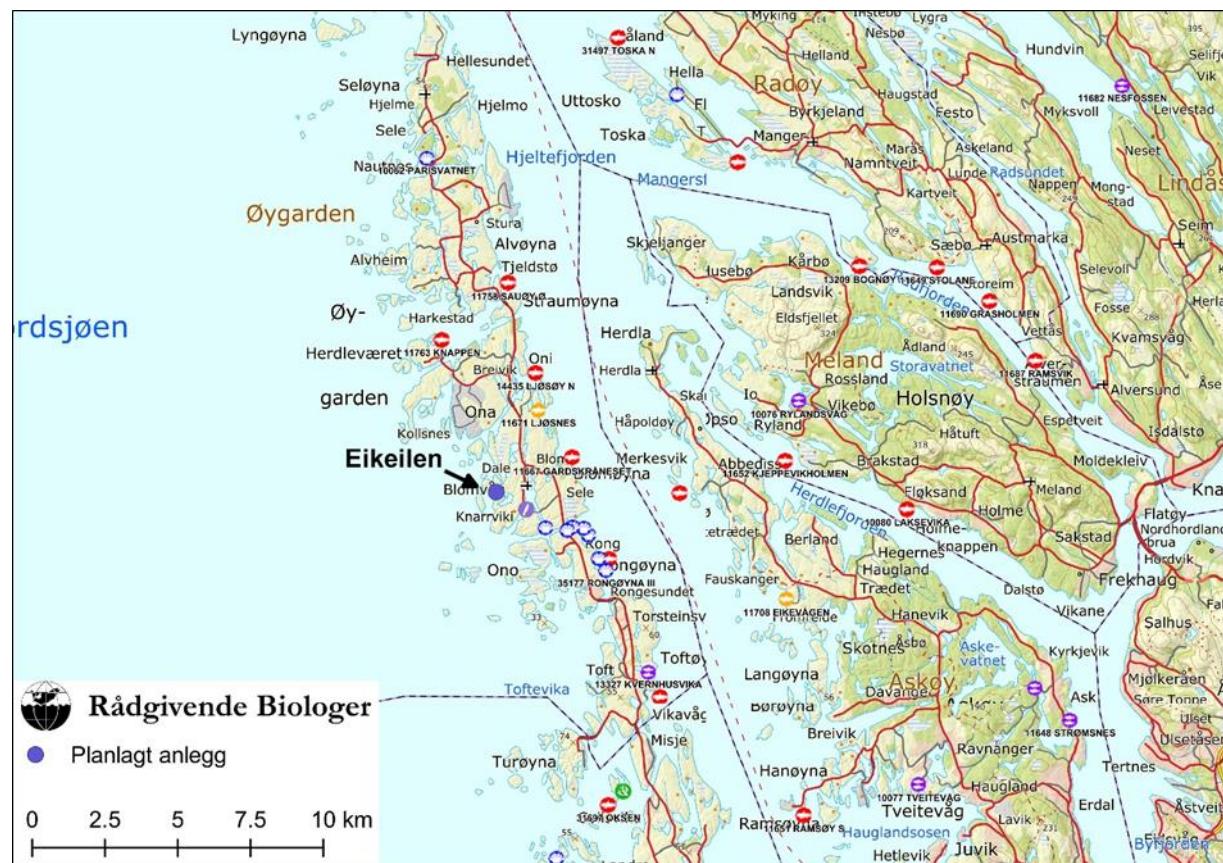
Botnen i området ved planlagt avløp har truleg stor kapasitet for omsetjing av organisk materiale, med kontinuerleg gode oksygentilhøve og vassutskifting. Resuspensjon av sedimentert organisk materiale vil førekomme hyppig, og akkumulering av organisk materiale rundt avløpet vil eventuelt berre førekomme i kortare periodar før det igjen blir spreidd vidare med straumen og omsett av botnfauna i nærområdet. Det vil vere ein fordel å plassere avløpet litt mot sør i den delen av sundet som er 16-17 m djupt, men ikkje for langt sør, då ein kan risikere å påverke djupvatnet i Nautøyosen, som allereie har noko avgrensa kapasitet for nye tilførslar på grunn av høge naturlege tilførslar av tare og tang.



**Figur 1.** Skisse over hovedstraumretning og straumstyrke på dei to måledjupa i planlagt område for avløp frå oppdrettsanlegget ved Eikeilen i perioden 13. juli – 31. august 2017. Total lengd av pilene på kvart djup representerer middel straumhastigkeit på dette djupet.

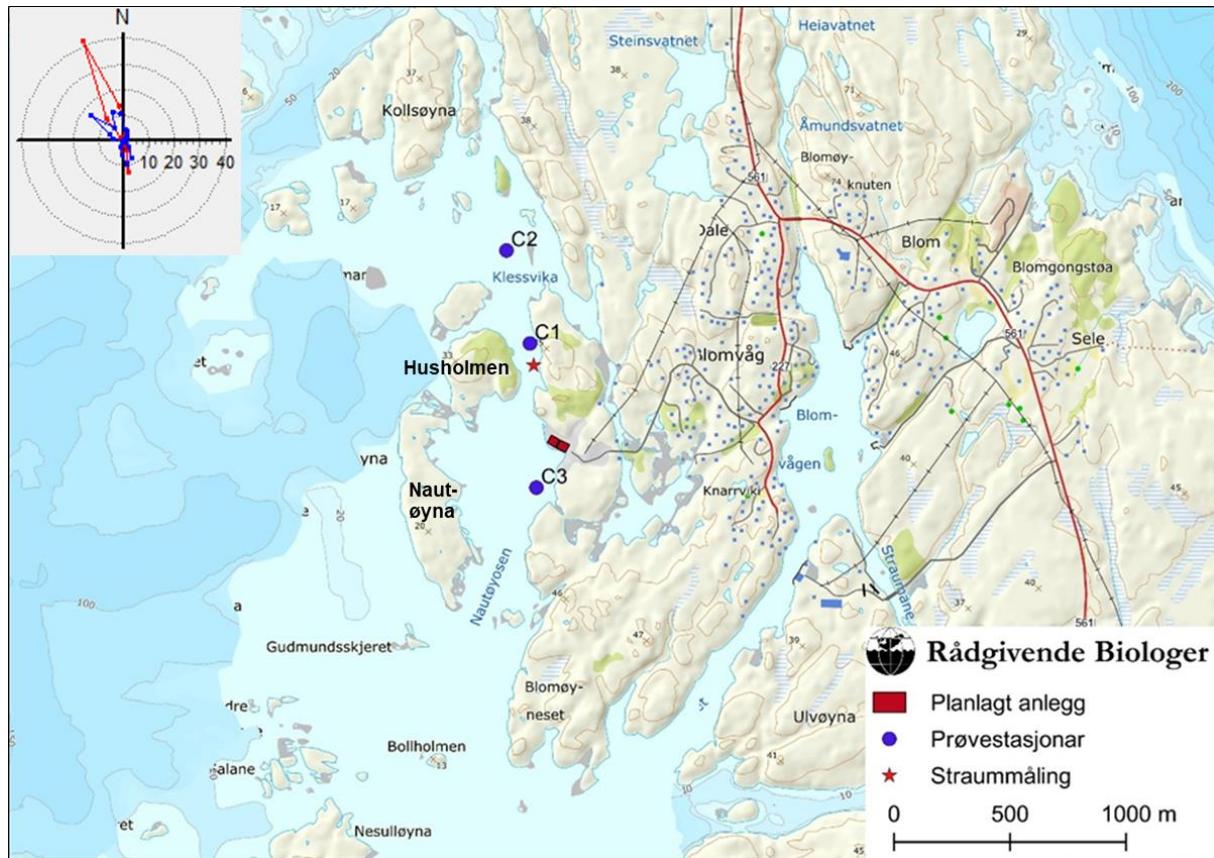
## OMRÅDE- OG LOKALITETSBEKREFTELSE

Straummåling er utført ved planlagt avløp for lokaliteten Eikeilen ved Blomvåg på Blomøyna i Øygarden kommune (**figur 2**). Det er planlagt å søke om eit landbasert oppdrettsanlegg på Eikeilen ved Nautøyosen, som ligg mellom Blomøyna i aust og Nautøyna og Husholmen i vest (**figur 3**). Nautøyosen er ca 600 m brei på det vidaste mellom Blomøyna og Nautøyna, mens den er ca 190 m brei på det smalaste ved utløpet i sør. Osen er knappe 50 m djup på det djupaste. Mot nord går Nautøyosen over i Husholmsundet, som er ca 70 m breitt på det smalaste og med eit terskeldjup på ca 16 m djup i sundet. Vidare mot nord kjem ein til eit lokalt djupområde med djupner ned mot vèl 50 meter (**figur 4 & 5**). Det er og eit 30 m smalt og ganske grunt utløp mellom Nautøyna og Husholmen på vestsida av sundet som går ut mot Nordsjøen i vest. Ut frå Nautøyosen i sør er det ein terskel på ca 20-25 m djup, og frå djupområdet nord for Husholmsundet er det ein terskel på mellom ca 25 og 30 m mot Nordsjøen i vest. Avstanden sjøvegen frå planlagt vassintak ved Eikeilen til lakseslakteriet i Rorsundet mot søraust er nærmere 3,5 km, og til nærmeste østerslokalitet i Ulvsundet mot søraust er det ca 4 km. Avstanden til matfiskanlegget Knappen i nord er ca 5,5 km, og til Gardskråneset i aust er det 2,7 km i luftlinje, men om lag 7 km sjøvegen.

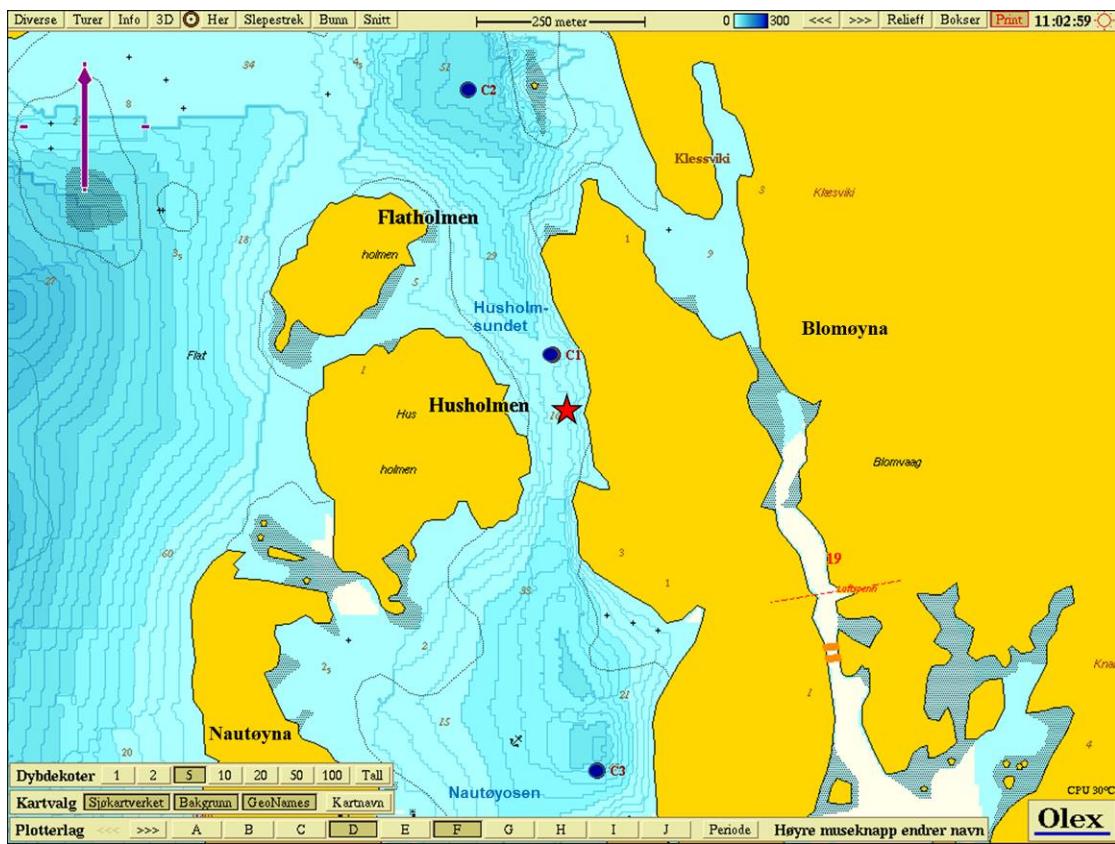


**Figur 2.** Oversynskart over fjordsystemet rundt lokaliteten Eikeilen. Omkringliggende oppdrettslokalitetar er vist.

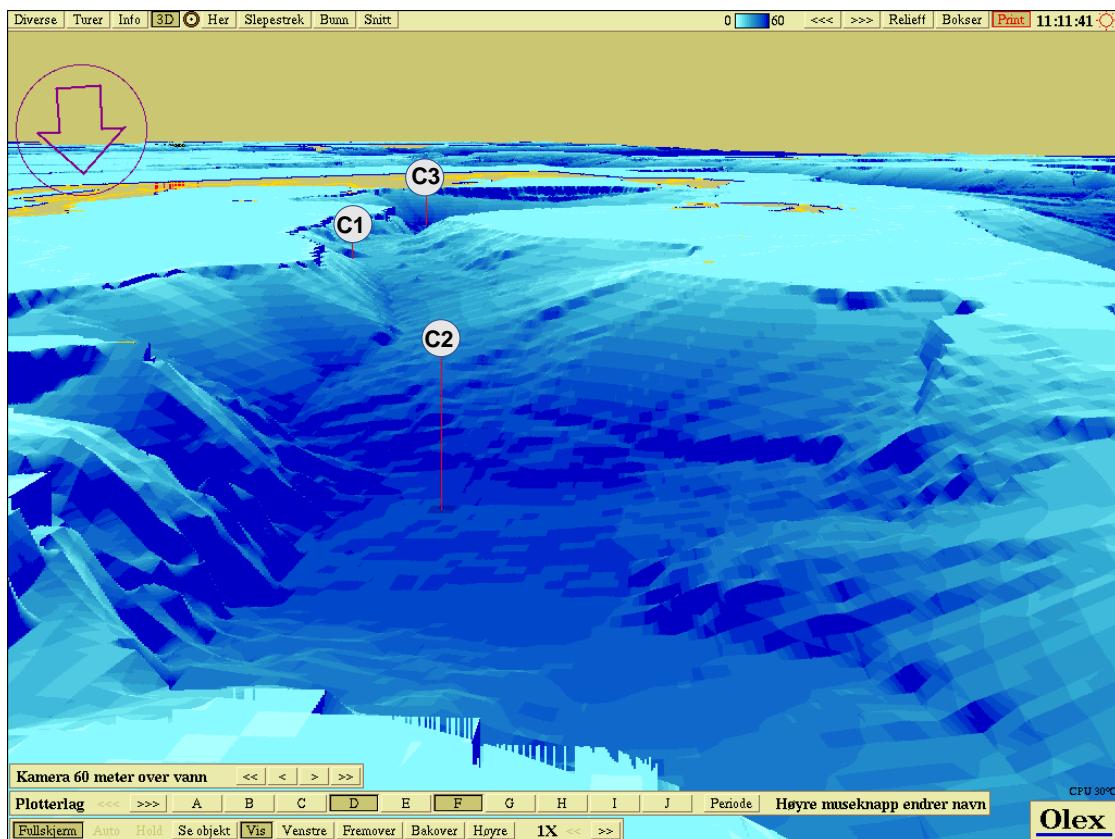
Botnen i Husholmsundet ved straumriggen skrånar moderat bratt nedover frå land ved Husholmen i retning aust, før botnen nesten flatar ut på 15-16 meters djup i sundet (**figur 4 & 5**). Botnen er nesten flat eller skrånar slakt nedover eit stykke vidare mot aust, før botnen går relativt bratt opp att mot land ved Blomøy. Djupålen i sundet er 16-17 meter djup i ca 70-80 meters lengde både sørover og nordover frå posisjonen til straumriggen.



**Figur 3.** Djupnetilhøve i området rundt anlegget på lokaliteten, med oversikt over prøvestasjonar. Figur over vasstransport (flux) på 5m (raud) og 14 m djup (blå) er innfelt oppe til venstre. (Figur henta frå Økland m.fl. 2017).



**Figur 4.** Oversyn over djupnettilhøve og prøvetakingsstasjonar (C1-C3) ved lokaliteten. Posisjon for straummåling er markert med raud stjerne. Kartet er basert på noko mangfull grad av opplodding.

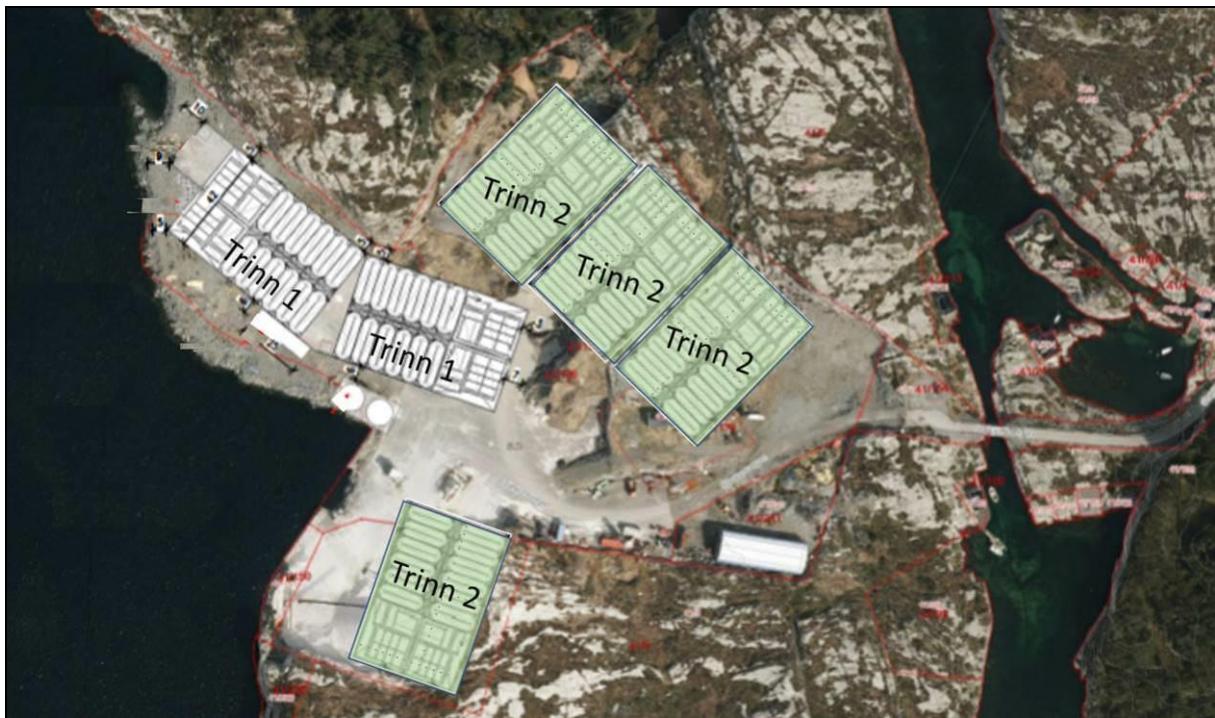


**Figur 5.** 3-dimensjonalt oversyn over stasjonar for sedimentprøvetaking (C1 – C3). Perspektivet er frå 60 m over havnivå, og pil oppe til venstre angir synsretning i høve til himmelretningar.

## TILTAKET

Samlo Terra AS planlegg å etablere eit landbasert matfiskanlegg for oppdrett av laksefisk ved Blomvåg i Øygarden kommune i Hordaland. Selskapet disponerer tomt for den planlagde produksjonen på ferdig tilrettelagt areal på tidlegare «Kvalstasjonen» på Eikeilen (**figur 6**).

Her er planen på sikt å etablere seks produksjonseiningar der ein nyttar kjend resirkuleringsteknologi (RAS-1). Samla årleg produksjonsramme i fullt utbygd anlegg vil vere 8000 tonn fisk, med tilhøyrande bruk av 8.800 tonn fôr. Første byggetrinn vil ha ein produksjon på ca 2670 tonn årleg (2.900 tonn fôr), fordelt på to produksjonseiningar i kvar sin 3.000 m<sup>2</sup> store bygning (**figur 6**). Einingane vil ha eit produksjonsvolum på 7.500 m<sup>3</sup> kvar, som ved fullt utbygd anlegg vil utgjere 45.000 m<sup>3</sup>.



**Figur 6.** Planlagd anlegg for Salmo Terra AS på Eikeilen, med til saman seks produksjonseiningar i kvart sitt hus på 3 000 m<sup>2</sup>. Byggetrinn 1 er vist med kvit farge.

## VASSINNTAK OG AVLØP

Planlagt vassinntak er plassert på om lag 70 m djupne nordvest for anlegget ut mot opne havet vest for Husholmen (posisjon N 60°31,781' / Ø 04°50,884' (WGS 84)). Spedevatnet vil bli partikkelfiltrert og desinfisert med både UV og ozon. Utslepp av reinsa vatn frå anlegget er planlagd i sundet nord for anlegget, med utslepp på om lag 16 m djupne (posisjon N 60°31,817' / Ø 04°51,368') (**figur 7**).



**Figur 7.** Planlagd posisjon for vassinntak og reinsa utslepp frå Salmo Terra AS sitt planlagde anlegg på Eikeilen.

## PRODUKSJON OG UTSLEPP

Anlegget planlegg seks inntak av 51 000 stk 110 gram stor smolt årleg i kvar av einingane, og med jamn og optimal temperatur på 14 °C, treng fisken om lag 260 dagar på å vekse til slaktevekt på i gjennomsnitt 4,0 - 4,5 kg. Samla vil årleg produksjon i eit fullt utbygd anlegg då bestå av 36 slike syklusar. Til kvar gruppe er det rekna om lag 240 tonn fôr til ein biologisk produksjon på om lag 220 tonn fisk, noko som gir ein fôrfaktor på om lag 1,09. Maksimal tettleik av fisk i anlegget vil vere 75 kg/m<sup>3</sup>, og i gjennomsnitt for anlegget varierer det mellom vel 40 og litt over 55 kg/m<sup>3</sup>. Berekna årleg utslepp går fram av **tabell 2**:

**Tabell 2.** Berekna utslepp frå planlagd produksjon ved Salmo Terra AS sitt anlegg på Eikeilen.

Utslepp frå Salmo Terra sitt planlagde anlegg.	Total nitrogen	Total fosfor	Total karbon
Rensemgrad i anlegget av type RAS-1	40 %	60 %	80 %
Utslepp til sjø; byggetrinn 1 med to einingar	66,9 tonn	8,1 tonn	69,1 tonn
Utslepp til sjø; fullt utbygd med seks einingar	201 tonn	24,3 tonn	207,3 tonn

# METODE

## GENERELL INSTRUMENTBESKRIVELSE

Sensordata SD-6000 straummålarar måler straum mekanisk, ved at straumen driv ein rotor rundt. Registrert straumfart er avhengig av antal omdreiningar av rotoren, samt retninga til målaren i måleperioden. Måleintervallet (10 eller 30 minutt) er delt opp i fem delintervall. På slutten av kvart delintervall blir retninga til målaren registrert, saman med antal omdreiningar (farten) i perioden. Dette gir ein fartsvektor for kvart delintervall. Det vert antatt at retninga til målaren ved slutten av kvart delintervall er representativ for retninga i delperioden. Ved slutten av kvart femte delintervall blir dei fem delvektorane addert, og ein får fartsvektoren for eitt måleintervall. Temperaturen vert lest av som ein momentanverdi på slutten av kvart femte delintervall. For nærmere skildring av instrumentet viser ein til brukarmanualen (Mini current meter modell SD-6000, user's manual. Sensordata a.s.). Sjå også kapittelet "Om Gytre straummålarar" bak i rapporten.

## UTPLASSERING

Den 13. juli 2017 vart det utplassert ein rigg med to SD-6000 straummålarar på lokaliteten i posisjon N 60°31,826' / Ø 04°51,380' (WGS 84) (**figur 3 & 4**). Spesifikasjonar for målarane og utsettet er oppgitt i **tabell 3**. Riggen var forankra til botnen med to kjettinglokk på til saman ca 80 kg. Det var festa tre trålkuler av plast i tauet over den øvste straummålaren for å sikre tilstrekkeleg oppdrift og stabilitet på riggen i sjøen, (**figur 8**). For å sikre riggen vart det festa eit tau frå loddet og inn til land. Det var ca 16 meter til botn der straummålarriggen stod, på slakt skrånande botn.

**Tabell 3.** Oversikt over måleinstrument og måledata for målingane i Husholmsundet i Øygarden kommune.

Produsent	Modell	Serienr	Måle-djup	Måle-intervall	Antal målingar Totalt	Nytta	Måle-periode
Sensordata	SD-6000	1615	5 m	30 min	2357	2350 (2-2351)	13.07.2017
		1564	14 m	30 min	2357	2350 (2-2351)	– 31.08.2017



**Figur 8.** Prinsippskisse for straumrigg (t. v.) og klargjering av straumrigg til Husholmsundet (t. h.). Her vart det berre nytta to målarar.

## BEGRUNNA MÅLESTAD OG REPRESENTATIVITET

Avløp frå oppdrettsanlegget er planlagt lagt oppå terskelen i sundet nord for anlegget, med utslepp på om lag 16 m djupne. Straumriggen vart sett i sundet om lag i planlagt posisjon for eit avløp, eller litt nord for dette. Plasseringa vart gjort på relativt flat botn, på ein stad der det var mogeleg å finne god forankring til land for sikring av riggen.

Botnen i Husholmsundet er 16-17 meter djup i ca 70-80 meters lengde både sørover og nordover frå posisjonen til straumriggen, og straumbiletet vert antatt å vere nokså likt gjennom heile denne delen av sundet. Målingane vil såleis vere godt representative for plassering av eit avløp på fleire ulike alternative stader over terskelen i sundet.

## BRUK AV VINDDATA FRÅ METEOROLOGISKE STASJONAR

Data for målingar av vind og lufttrykk frå målestasjonen på Fedje er henta inn frå <http://eklima.no/> for måleperioden. Målestasjonen ligg ca 30 km nord for straummålingsposisjonen, og ligg såleis eit stykke frå straummålingspunktet, men begge stader ligg nokså ope og eksponert til, og data frå målestasjonen vil truleg vere bra representative for lokaliteten. Vindretning og høgaste døgnlege vindhastigkeit er nytta ved vurdering av straumbiletet på lokaliteten, og er presentert i **vedleggstabell 5**.

## RESULTATPRESENTASJON

Resultata av måling av straumhastigkeit og straumretning er presentert kvar for seg, samt kombinert i ein **progressiv vektoranalyse**. Eit **progressivt vektorplott** er ein figurstrek som blir til ved at ein tenkjer seg ein merka vasspartikkel som er i straummålarens posisjon ved målestart og som driv med straumen og teiknar ein sti etter seg som funksjon av straumhastigkeit og retning (kryssa i diagrammet syner berekna posisjon frå kvart startpunkt ved kvart døgnskifte). Når måleperioden er slutt har ein fått ein lang samanhengande strek, der **vektoren** vert den beine lina mellom start- og endepunktet på streken. Dersom ein deler lengda av vektoren på lengda av den faktiske lina vatnet har følgd, får ein **Neumann-parameteren**. Neumann parameteren fortel altså noko om stabiliteten til straumen i retninga til vektoren. Vinkelen til vektoren ut frå origo, som er straummålaren sin posisjon, vert kalla resultantretninga. Dersom straumen er stabil i resultantretninga, vil figurstreken vere relativt bein, og verdien av Neumann-parameteren vere høg. Er straumen meir ustabil i denne retninga er figurstrekken meir «bulkete» i høve til resultantretninga, og Neumann-parameteren får ein låg verdi. Verdien av Neumannparameteren vil ligge mellom 0 og 1, og ein verdi på til dømes 0,80 vil seie at straumen i løpet av måleperioden rann med 80 % stabilitet i vektorretninga, noko som er ein svært stabil straum.

**Vasstrøpsten** (relativ fluks) er også ein funksjon av straumhastigkeit og straumretning, og her ser ein kor mykje vatn som renn gjennom ei rute på 1 m<sup>2</sup> i kvar 15 graders sektor i løpet av måleperioden. Når ein reknar ut relativ fluks, tek ein utgangspunkt i alle målingane for straumhastigkeit i kvar 15 graders sektor i løpet av måleperioden. For kvar måling innan ein gitt sektor multipliserer ein straumhastigheita med tidslengda, dvs kor lenge målinga vart gjort innan denne sektoren. Her må ein og ta omsyn til om tidsserien inneholder straummålinger med ulik styrke. Summen av desse målingane i måleperioden gjev relativ fluks for kvar 15 graders sektor. Relativ fluks er svært informativ og fortel korleis vasstrøpsten som funksjon av straumhastigkeit -retning er på lokaliteten.

## KLASSIFISERING AV STRAUMMÅLINGANE

Rådgivende Biologer AS har utarbeidd eit system for klassifisering av overflatestraum, vassutskiftungsstraum, spreingsstraum og botnstraum med omsyn til dei tre parametrane gjennomsnittleg straumhastigkeit, retningsstabilitet og innslag av straumsvake periodar (**tabell 4**). Klassifiseringa er utarbeidd på grunnlag av resultat frå straummålinger med Sensordata straummålalarar (modell SD-6000) på om lag 60 lokalitetar for overflatestraum, 150 lokalitetar for vassutskiftungsstraum og 70 lokalitetar for spreingsstraum og botnstraum.

I denne sammenhengen blir straumen målt på 5 m djup klassifisert og vurdert som spreingsstraum, medan straumen målt på 14 m djup blir klassifisert og vurdert som botnstraum.

**Tabell 4.** Rådgivende Biologer AS klassifisering av ulike tilhøve ved straummålingane, basert på fordeling av resultata i eit omfattande erfaringsmateriale frå Vestlandet. Straumsvake periodar er definert som straum svakare enn 2 cm/s i periodar på 2,5 timer eller meir.

Tilstandsklasse gjennomsnittleg straumhastigkeit	I svært sterke	II sterke	III middels sterke	IV svak	V svært svak
Overflatestraum (cm/s)	> 10	6,6 - 10	4,1 - 6,5	2,0 - 4,0	< 2,0
Vassutskiftingssstraum (cm/s)	> 7	4,6 - 7	2,6 - 4,5	1,8 - 2,5	< 1,8
Spreingsstraum (cm/s)	> 4	2,8 - 4	2,1 - 2,7	1,4 - 2,0	< 1,4
Botnstraum (cm/s)	> 3	2,6 - 3	1,9 - 2,5	1,3 - 1,8	< 1,3
Tilstandsklasse andel straumsvake periodar	I svært lite	II lite	III middels	IV høg	V svært høg
Overflatestraum (%)	< 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40	> 40
Vassutskiftingssstraum (%)	< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 50	> 50
Spreingsstraum (%)	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Botnstraum (%)	< 25	25 - 50	50 - 75	75 - 90	> 90
Tilstandsklasse retningsstabilitet	I svært stabil	II stabil	III middels stabil	IV lite stabil	V svært lite stabil
Alle djup (Neumann parameter)	> 0,7	0,4 - 0,7	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	< 0,1

## HYDROGRAFISK PROFIL

Temperatur, saltinnhold og oksygeninnhold vart målt i vassøyla på lokaliteten den 31. august 2017 med ein SAIV SD 204 nedsenkbar STD/CTD sonde som logga data annakvart sekund. Sonden vart senka til botn i Husholmsundet om lag 100 meter nord for straumriggen (stasjon C1), samt i resipientane nord for Husholmsundet (C2) og i Nautøyosen (C3) høvesvis nord og sør for straumriggen (**tabell 5**).

**Tabell 5.** Posisjonar (WGS 84) og djup for stasjonane ved granskingsa (frå Økland m.fl. 2017).

Stasjon	Posisjon nord	Posisjon aust	Djupne (m)
C1	60°31,876'	004°51,356'	18
C2	60°32,088'	004°51,218'	51
C3	60°31,543'	004°51,429'	48

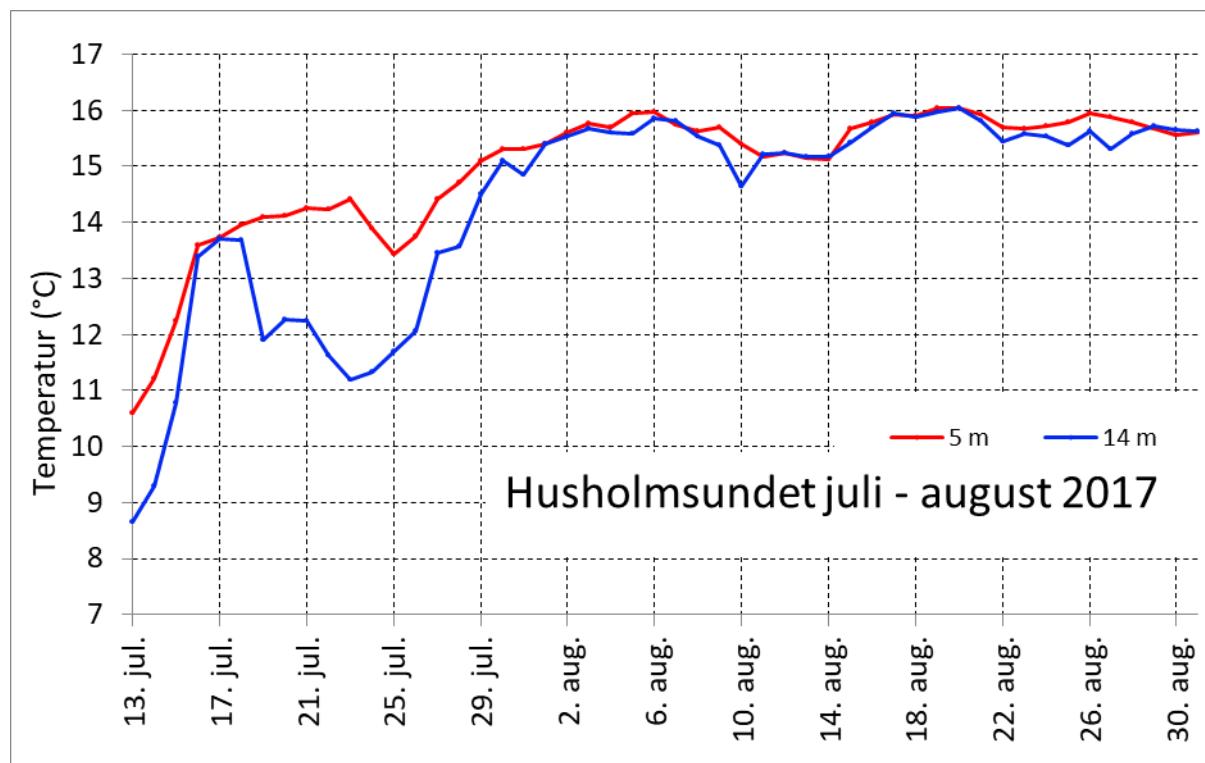
Det vart også målt profilar på stasjon C2 og C3 i samband med utsetjing av straumriggen den 13. juli 2017, nokre resultat frå desse målingane er berre kort referert i resultatdelen.

## RESULTAT

### TEMPERATURTILHØVE

Temperaturen vart målt av straummålarane kvart 30. minutt i perioden 13. juli – 31. august 2017. Det var periodevis stor skilnad i temperatur på dei to måledjupa gjennom juli, og jamt over varmare på 5 enn på 14 meters djup. Det var store variasjonar i temperatur i denne perioden, med mellom 10,6 og 15,3 °C på 5 m djup og mellom 8,6 og 15,1 °C på 14 m djup (**figur 9**). Utover i august stabiliserte temperaturen seg mellom 15-16 °C på begge djup, og i denne perioden var temperaturen nesten identisk på dei to djupa, bortsett frå ein liten dropp i temperatur på 14 m djup den 10. august.

Døgnvariasjonen i temperatur på 5 m djup var oppe i 3,2 °C den 14. juli i starten av måleperioden, elles varierte temperaturen for det meste rundt 0,2 - 1,4 °C gjennom døgnet (**vedleggsfigur 1**). På 14 m djup var døgnvariasjonen i juli for det meste rundt 2,3 – 4,0 °C, medan døgnvariasjonen i august var vesentleg mindre, rundt 0,2 - 0,8 °C, og opp i 1,7 °C den 10. august.



**Figur 9.** Døgnmidlar for temperatur målt i Husholmsundet i Øygarden kommune på 5 og 14 meters djup i perioden 13. juli – 31. august 2017.

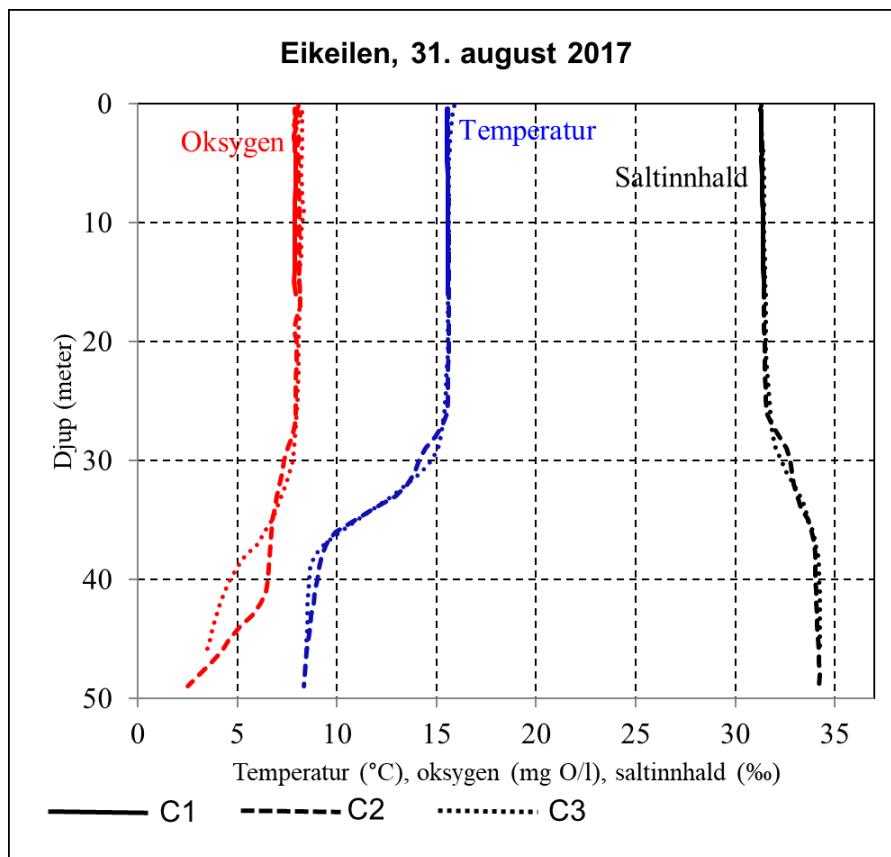
## SJIKTNINGSTILHØVE

Hydrografimålingane frå dei tre stasjonane viste at det var så å seie like tilhøve i dei to bassenga og på terskelen mellom dei på prøvetakingsdagen (**figur 10**), og dei øvste knappe 30 meterane var saltinnhald, temperaturtilhøve og oksygenkonsentrasjonane homogene.

Overflatevatnet var lite ferskvasspåverka, og saltinnhaldet dei øvste 20 meterane låg mellom 31,3 – 31,5 %. Frå ca 25 til 36 m djup auka saltinnhaldet i dei to bassenga frå ca 31,6 % til 33,9 %. Deretter var saliniteten relativt stabil ned til botnen på høvesvis 49 m (C2) og 46 m (C3), der saliniteten var 34,2 %.

Temperaturen låg stabilt rundt 15,5 °C frå overflata og ned til ca 25 m djup. Deretter sokk temperaturen relativt bratt til ca 9 °C ved 40 m djup, og svakt vidare til ca 8,5 °C ved botnen.

Oksygeninnhaldet ved overflata var mellom 7,9 mg/l (96 %) og 8,3 mg/l (100 %). I dei øvste 27 meterane var oksygennivået stabilt rundt 7,9 mg/l. Oksygenprofilane for dei to bassenga var litt ulike djupare enn 27 m. I bassenget nord for Husholmsundet (stasjon C2) sokk oksygenkonsentrasjonen svakt til 6,4 mg/l på 41 m djup og så sokk den bratt ned til 2,5 mg/l (27 %) eller 1,8 ml O<sub>2</sub>/l ved botnen på 49 m. I Nautøyosen (C3) sokk oksygennivået jamt frå 27 m til botnen på 46 m, der oksygennivået var 3,5 mg/l (37 %) eller 2,5 ml O<sub>2</sub>/l. Vatnet ved botnen på terskelen i Husholmsundet (C1) hadde eit oksygeninhald på 7,9 mg/l (96 %) eller 5,6 ml O<sub>2</sub>/l. I følgje rettleiar 02:2013 hamna botnvatnet ved terskelen (C1) i tilstandsklasse I = "svært god", botnvatnet i det nordlege bassenget (C2) i tilstandsklasse IV= "dårleg" og botnvatnet i Nautøyosen (C3) i tilstandsklasse III = "moderat". Ved ei måling 13. juli 2017 var oksygeninnhaldet i bassenget nord for Husholmsundet 5,2 mg/l (55 %) og i Nautøyosen 5,7 mg/l (60 %), tilsvarande klasse II = "god" for begge.



**Figur 10.** Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved stasjonane C1, C2 og C3 den 31. august 2017.

# STRAUMMÅLINGAR

## OVERSIKT OVER STRAUMTILHØVA

**Figur 11** er ei forenkla skisse som viser gjennomsnittleg straumfart og omrentleg hovudstraumretning (flux) i løpet av måleperioden på 5 og 14 m djup i Husholmsundet nord for Eikeilen industriområde ved Nautøyosen i Øygarden.

Den gjennomsnittlege straumfarten i høve til djupna var "svært sterk" for spreiingsstraumen på 5 m djup med 4,9 cm/s (**tabell 4** og **6**), men kan klassifiserast som "sterk" dersom ein reknar det som vassutskittingsstraum. Straumfarten avtok ein del nedover i vassøyla, og i høve til djupna vart straumen klassifisert som "svak" ved botnen på 14 m djup med 1,7 cm/s i gjennomsnitt. Det er vanleg at den gjennomsnittlege straumen avtek nedover i vassøyla. Straumfarten varierte mykje på begge djup i heile perioden. På 5 m djup var det mange straumtoppar opp i 10-15 cm/s, med tilnærma straumstille mellom toppane (**figur 13**). På 14 m djup såg ein noko av det same biletet, men straumtoppane var noko mindre og færre, og det var lange periodar der det vart registrert lite straum. Den maksimale straumhastigheita var også noko svakare på 14 m djup enn på 5 m djup, men skilnaden var vesentleg mindre enn for gjennomsnittsstraumen.

Tidevatn kan sjå ut til å vere viktigaste straumskapingsfaktor på lokaliteten, med for det meste 2-4 straumtoppar i døgnet og ofte motsett retning på to påfølgjande straumtoppar (**figur 13, vedleggsfigur 5**). Vind spelar også ei viktig rolle i periodar, ved å forsterke eller overstyre tidevatnet. Sterkaste maksimalstraum på begge djup var 11. august, same dag som den sterkeste vinden vart målt (jf. **figur 13 & 16**). I tillegg såg lange periodar med sørlege vindar ut til å gi tilnærma kontinuerleg straum i nordleg retning, til dømes i dagane 31. juli til 1. august (**figur 17, vedleggsfigur 5**). Dette gav også den sterkeste gjennomsnittlege døgnstraumen den 1. august (**figur 12**). Elles var det ikkje alltid like godt samsvar mellom vindhastigkeit og straumhastigkeit. Det var heller ikkje noko godt samsvar mellom straumaktivitet og månefasar, som ein elles ofte ser når tidevasstraum dominerer (**figur 12**).

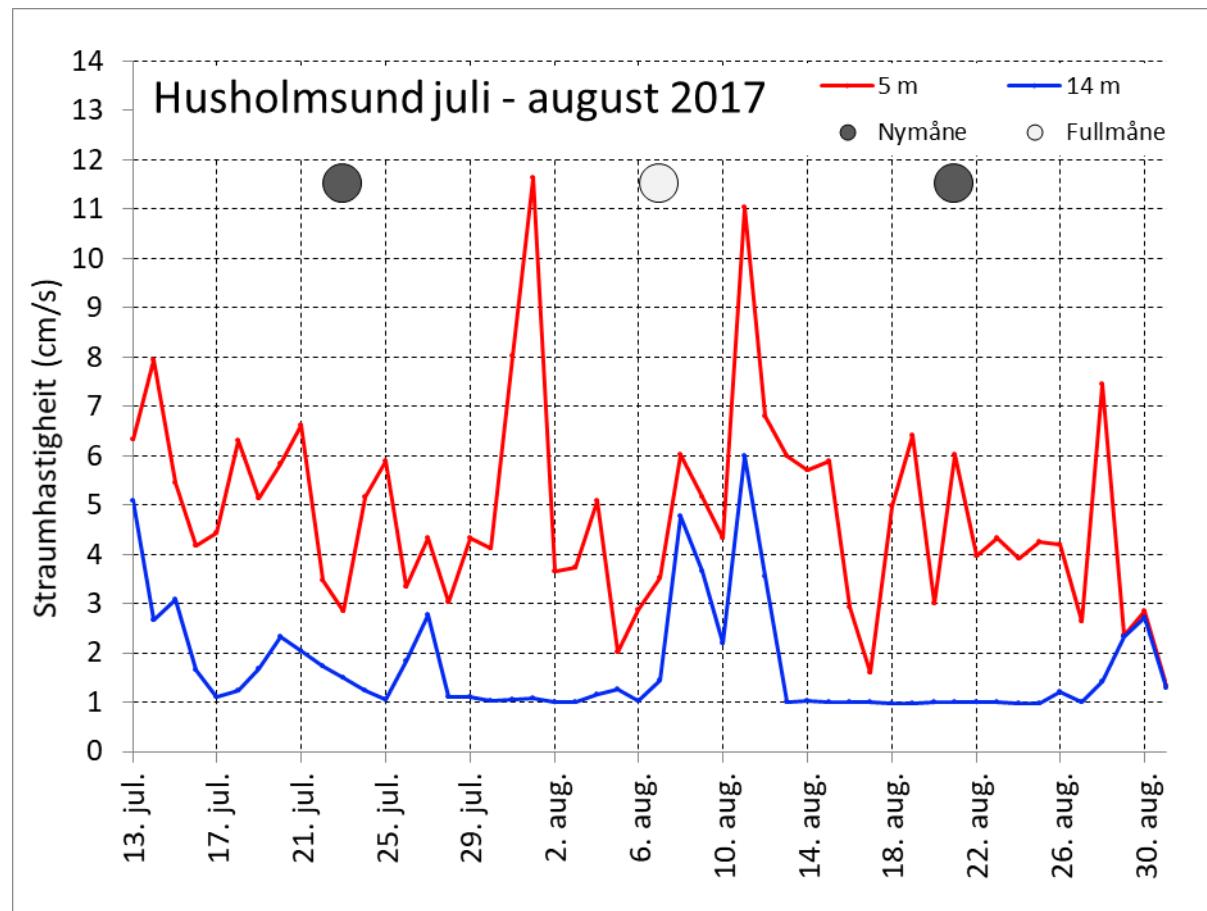


**Figur 11.** Skisse over hovudstraumretning og straumstyrke på dei to måledjupa ved planlagt avløp frå oppdrettsanlegg ved Eikeilen i Øygarden i perioden 13. juli – 31. august 2017. Total lengd av pilene på kvart djup representerer middel straumhastigkeit på dette djupet.

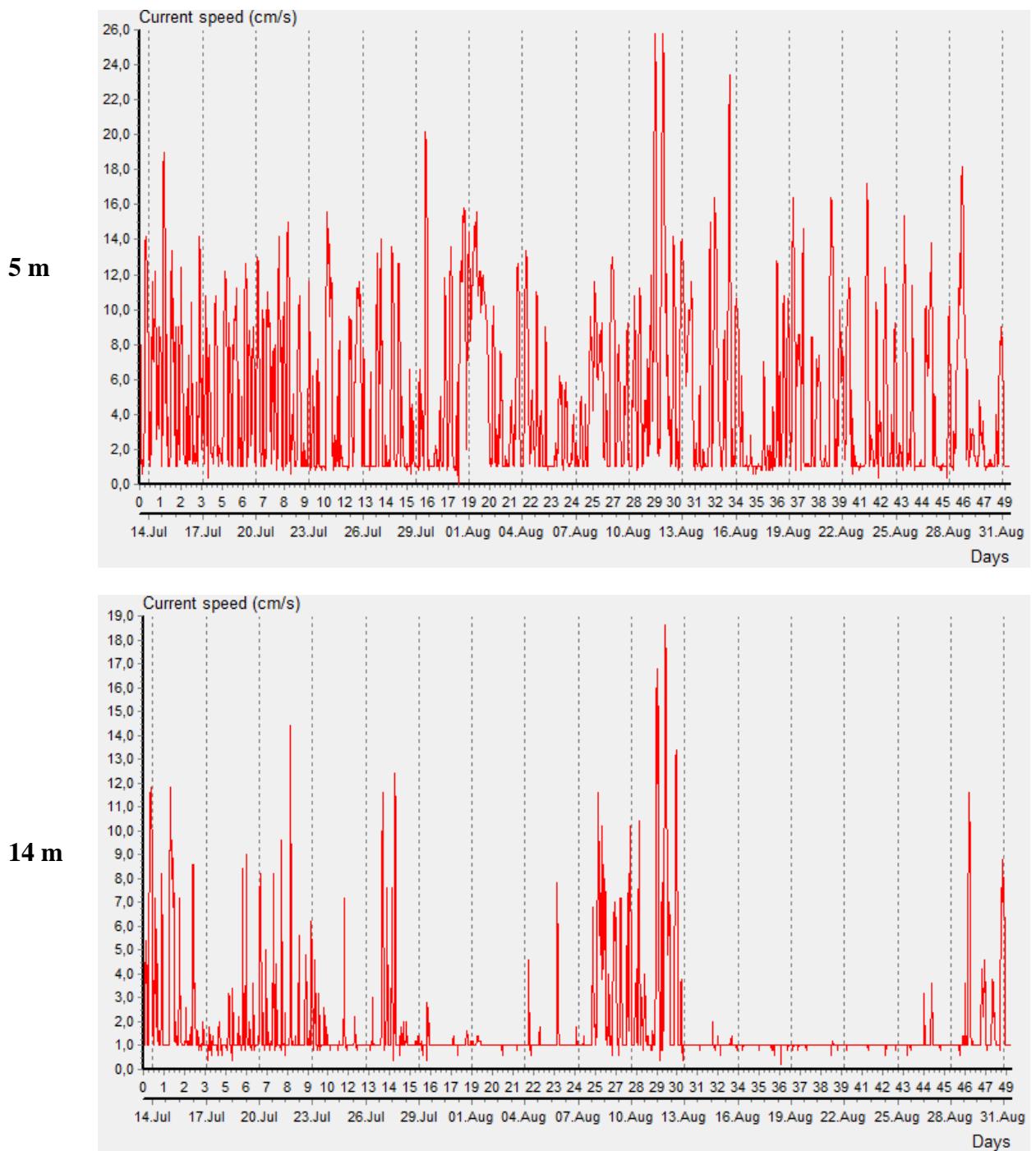
**Tabell 6.** Oppsummering av straumdata for Husholmsundet i Øygarden kommune i perioden 13. juli – 31. august 2017.

Målestad / djup	Middel hastigkeit (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastigkeit*	Maks hastighet (cm/s)	Hovedstraum-retning(ar)
Husholmsundet 5 m	<b>4,9</b>	I = "svært sterk"	25,8	NNV
Husholmsundet 14 m	<b>1,7</b>	IV = "svak"	18,6	NV+N

\*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå **tabell 4**.



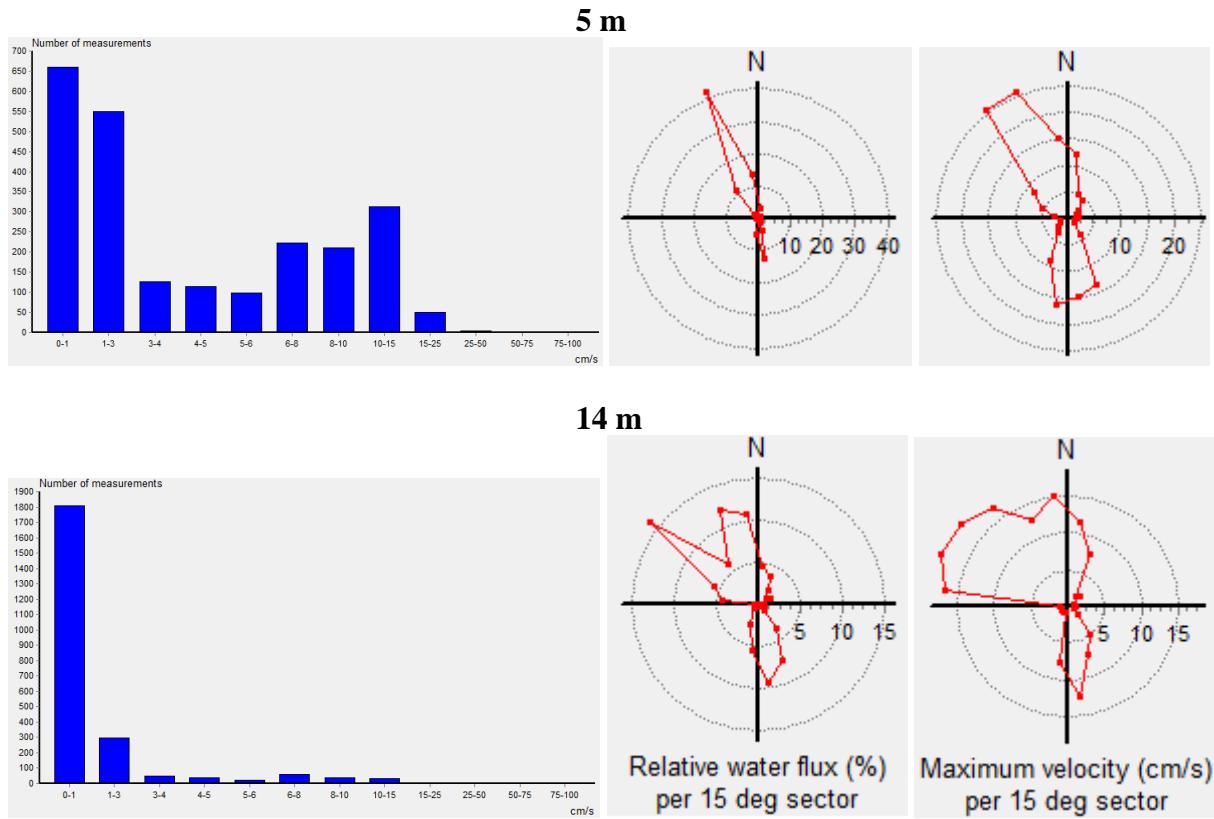
**Figur 12.** Døgnmidlar for straumhastigkeit målt i Husholmsundet i Øygarden kommune på 5 og 14 meters djup i perioden 13. juli – 31. august 2017.



**Figur 13.** Straumhastighet i Husholmsundet i Øygarden kommune på 5 og 14 meters djup i perioden 13. juli – 31. august 2017.

## STRAUMRETNING OG VASSSTRANSPORT

Straumen på 5 m djup på lokaliteten gjekk i all hovudsak i retning nordnordvest, medan straumen på 14 m djup i tillegg til nordnordvest også gjekk i retning nordvest og til dels mot sør i måleperioden (**figur 14** og **15**). Dette er i hovudsak langs land i hovedretninga til fjorden på begge djup, men periodevis også litt meir på skrå for botnstraumen på 14 m djup (jf. **figur 11**).

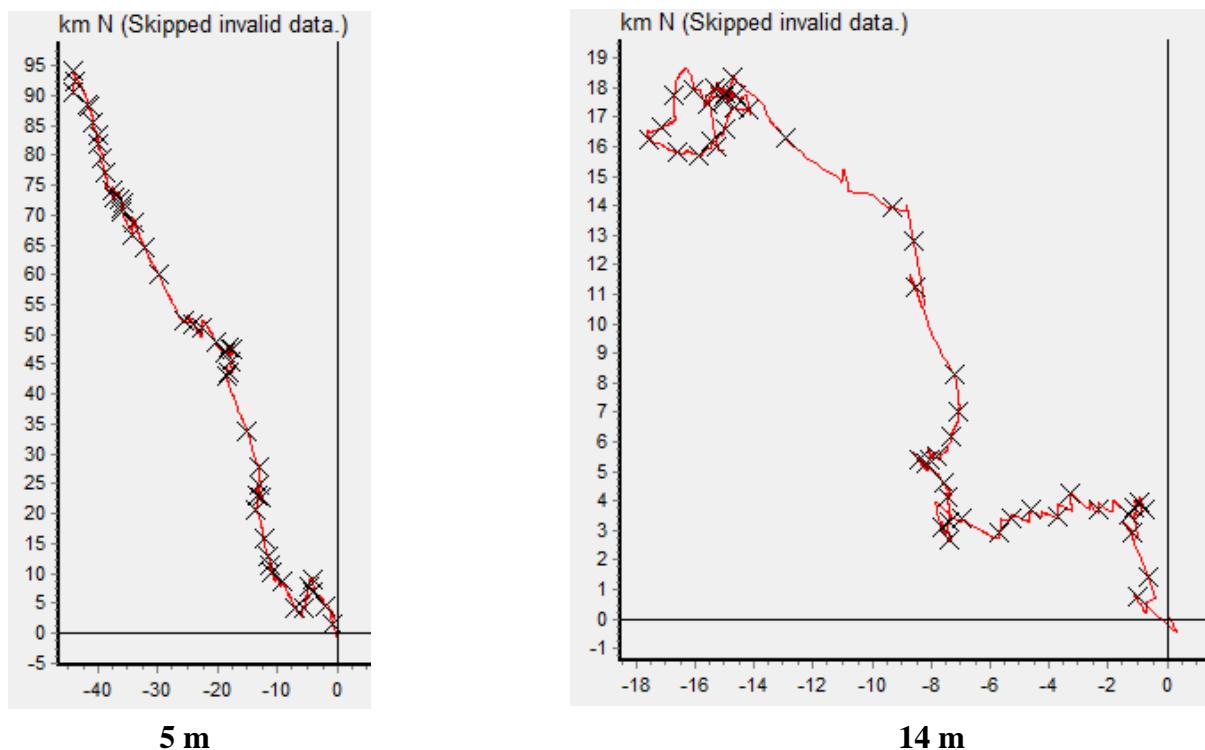


**Figur 14.** Fordeling av straumhastighet (venstre), samt flux/vasstransport (midten) og maksimal straumhastighet (høgre) for kvar  $15^\circ$  sektor på 5 og 14 m djup i Husholmsundet i Øygarden kommune i perioden 13. juli – 31. august 2017.

**Tabell 7.** Skildring av hastighet, varians, stabilitet, og retning til straumen i Husholmsundet i Øygarden kommune i perioden 13. juli – 31. august 2017.

Måledjup	Middel hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) <sup>2</sup>	Neumann-parameter	Tilstandsklasse Neumann-parameter*	Resultant-retning
5 meter	4,9	20,362	0.488	II = "stabil"	$334^\circ = \text{NNV}$
14 meter	1,7	4,326	0.304	III = "middels stabil"	$317^\circ = \text{NV}$

\*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå **tabell 4**.



**Figur 15.** Progressivt vektorplott for målingane på 5 og 14 m djup i Husholmsundet i Øygarden i perioden 13. juli – 31. august 2017.

### STRAUMSVAKE PERIODAR.

Det var ”lite” innslag av straumsvake periodar på 5 m djup, med til saman 78 periodar med svak straum som varte over 2,5 timer, og desse utgjorde til saman 34 % av den totale måletida (**tabell 4** og **8**). På 14 m djup var det ”høgt” innslag av straumsvake periodar, med 59 periodar med svak straum som varte over 2,5 timer, som til saman utgjorde ca 84 % av den totale måletida. På 14 m djup var det to lange periodar med svak straum, på høvesvis ca 5,5 og nesten 12 døgn.

**Tabell 8.** Skildring av straumsvake periodar i Husholmsundet i Øygarden kommune oppgjeve som tal på observerte periodar av ei gitt lengde med straumhastigheit mindre enn 2 cm/s. Lengste straumsvake periode er også oppgjeve, samt andelen periodar definert som periodar med varighet på 2,5 timer eller meir. Måleintervallet er 30 min., og målingane er utført i perioden 13. juli – 31. august 2017.

Måledjup	0,5 -2 t	2,5- 6 t	6,5- 12 t	12,5- 24 t	24,5- 36 t	36,5- 48 t	48,5- 60 t	60,5- 72 t	>72t	Maks	Andel (%)	Tilstandsklasse andel straumsvake periodar *
5 meter	87	58	15	5						15,5 t	34,0	II = ”lite”
14 meter	17	30	15	6	2	4	0	0	2	285,5 t	84,3	IV = ”høg”

\*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå **tabell 4**.

### REGISTRERINGAR AV STRAUMSTILLE

På 5 m djup utgjorde målingane av heilt straumstille (straum på 1 cm/s eller svakare) 28,1 % av alle målingane i perioden (**vedleggstabell 1**). Andelen straumstille på 14 m djup var 77,0 % (**vedleggstabell 3**).

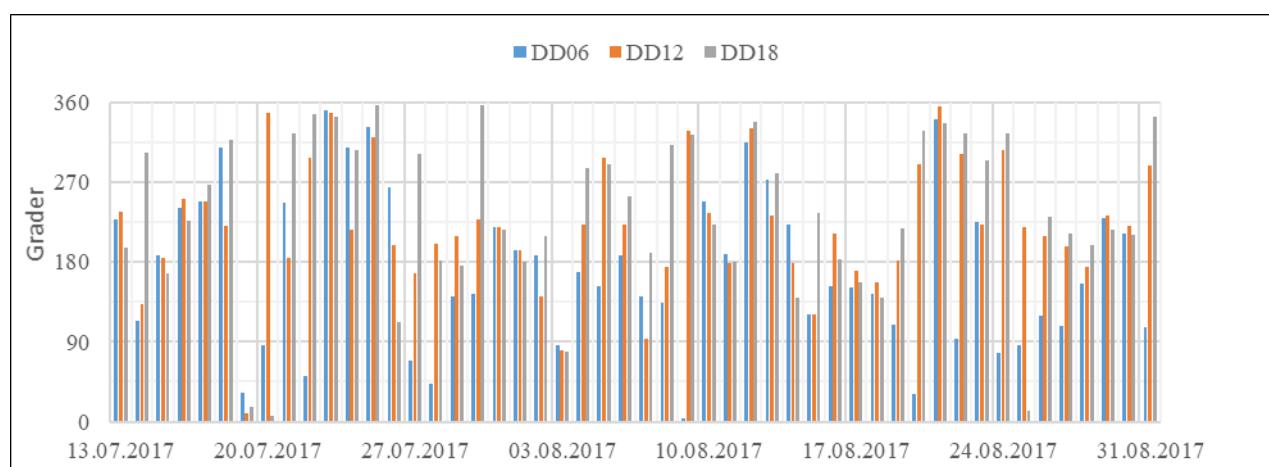
## KVALITETSVURDERING AV MÅLEDATA

Det var noko begroing på målarane etter endt måleperiode, men rotorane på dei ulike målarane hadde ikkje merkbar tregheit ved opptak. Måleserien på 14 m djup viste lange periodar med straumstille, innimellan periodar med relativt høg straumaktivitet, til dømes i perioden 13. – 28. august. Det kan mogeleg indikere at rotoren i periodar har vore hindra i å gå fritt rundt, t.d. ved at tang eller andre objekt midlertidig har sett seg fast i rotoren. Det er imidlertid ikkje mogeleg å verifisere dette ut frå målingane eller andre forhold. Dersom ein samanliknar detaljar omkring straumen på 5 og 14 m djup viser det seg at ein god del straumtoppar på 14 m djup førekjem samtidig med, og var om lag like sterke som på 5 m djup. Det indikerer at ein kanskje burde hatt nokre fleire målingar av straum på 14 m djup i perioden 13. – 28. august, då det var relativt høg aktivitet på 5 m djup. Samtidig var det fleire episodar gjennom heile måleperioden der det var kraftige straumtoppar på 5 m djup, men svake eller heilt fråverande straumtoppar på 14 m djup. Ein kan såleis ikkje utelukke at målingane er reelle og truverdige, men det er ei viss mogelegheit for at den gjennomsnittlege straumen ved botnen på 14 m djup reelt er noko sterkare enn registrert.

Straummålingane vart utført i ein sommarperiode med stort sett moderate endringar i lufttrykk og moderat til noko sterk vind (**figur 16, vedleggstabell 5**). Det er såleis truleg at det kan vere noko meir straum i periodar med meir vind. Gjennom måleperioden kom det vind frå fleire retningar, og den var i nokså liten grad retningsstabil (**figur 17**).



**Figur 16.** Høgaste målte vindhastighet samt middel lufttrykk per døgn i løpet av måleperioden ved værstasjonen på Fedje.



**Figur 17.** Vindretning kl. 06:00 (blå), kl. 12:00 (oransje) og kl. 18:00 (grå) ved værstasjonen på Fedje for kvart døgn i løpet av måleperioden.

## DISKUSJON

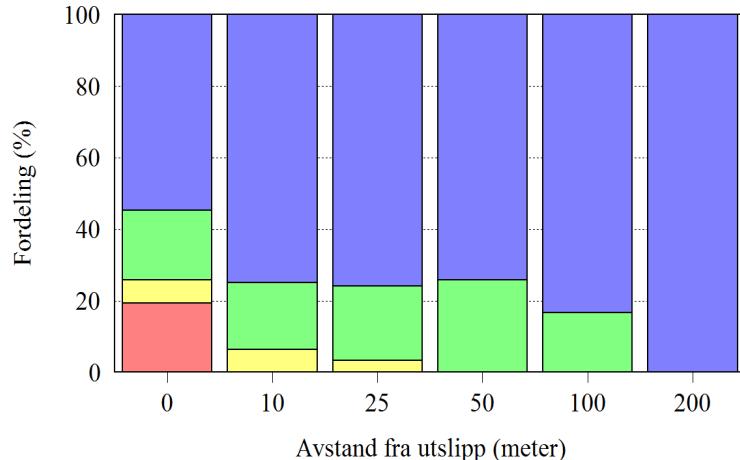
Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Salmo Terra AS utført straummålingar ved planlagt avløp til eit planlagt omsøkt landbasert oppdrettsanlegg for laks med bruk av sjøvatn ved Eikeilen industriområde i Øygarden. Avløpsvatnet skal reinsast før utslepp til sjø, og det vil truleg bli utslepp av sjøvatn med noko høgare salinitet og tettleik enn vatnet i dei øvste metrane av vassøyla. Utsleppet vil såleis ikkje ha oppdrift i vassøyla, men søkkje ned langs botnen og etter kvart verte innblanda med omkringliggjande vassmassar ved botnen.

### GENERELT OM AVLØP

Rett ut av avløpsrøyret vil avløpsvatnet ha ein viss fart, og vil til ein viss grad rive med seg omkringliggjande vassmassar. Det vil såleis isolert sett vere gode lokale utskiftings- og omrøringsforhold rett ved sjølve avløpet. Farten på avløpsvatnet vil imidlertid avta etter kvart, og eventuelle partiklar frå utsleppet vil begynne å sedimentere. Berre dei største partiklane vil sedimentere heilt lokalt ved sjølve utsleppet. Det er difor vanleg å observere ei svært avgrensa punktbelaustning i samband med utslepp dersom utsleppet skjer på djupner med relativt god vassutskifting og gode nedbrytingstilhøve. Det vil naturleg nedbryting kunne halde tritt med tilførslane dersom det er god tilgang på oksygen ved tilførsel av friskt vatn over sedimentet. Granskingar frå ei rekke tilsvarende utslepp av denne typen viser difor at det som regel kun er mogeleg å spore miljøeffektar nokså umiddlebart nær sjølve utsleppet.

Rådgivende Biologer AS har gjennomført granskingar ved avløp frå over 30 settefiskanlegg langs kysten. Det er brukt NS 9410-metodikk med ein 0,028 m<sup>2</sup> stor grabb, og prøver er tekne i aukande avstand frå eksisterande utslepp. Då får ein eit bilet på utbreiinga av miljøverknaden på botnen, der sjølv store utslepp sjeldan har nokon betydeleg miljøverknad meir enn 50 meter unna sjølve utsleppspunktet (**figur 18**).

**Figur 18.** Samanstilling av resultat frå Rådgivende Biologer AS granskingar ved utslepp til sjø frå over 30 settefiskanlegg, der det er nytta MOM-B / NS 9410:2007-metodikk med grabbhogg i aukande avstand frå sjølve utsleppspunktet. Fargane er i høve til NS 9410:2007: Blå = "meget god", grøn = "god", gul = "dårlig" og raud = "meget dårlig".



### STRAUMMÅLINGAR

Den gjennomsnittlege straumfarten i høve til djupna var "svært sterk" for spreiingsstraumen på 5 m djup med 4,9 cm/s. Straumen på 5 m djup kan rett nok her kanskje like gjerne reknast som vassutskittingsstraum, og vil i så fall bli klassifisert som "sterk", eller eventuelt "middels sterk" dersom ein reknar det som overflatestraum. I høve til eit utslepp med saltvatn vil imidlertid straumen oppe i vassøyla ha mindre betydning, og er her teken med mest for å ha eit litt meir utfyllande bilet av straumtilhøva i sundet.

Botnstraumen vil vere mest avgjerande for det eventuelle utsleppet i området, og denne vart målt til 1,7 cm/s i gjennomsnitt i måleperioden, som kan reknast som "svak" straum. Det vart imidlertid målt lite straum mot slutten av måleperioden, og dersom ein kun ser på den første månaden av perioden var den gjennomsnittlege straumfarten 2,0 cm/s, tilsvarende "middels sterk" straum. Botnstraumen synest

å variere mykje mellom lange periodar med relativt mykje straum og lange periodar med tilnærma straumstille. Dette er nokså uvanleg, og kan mogeleg skuldast at rotoren i periodar har vore hindra i å gå fritt rundt, t.d. ved at tang eller andre objekt midlertidig har sett seg fast i rotoren, som nemnt i avsnittet "Kvalitetsvurdering av måledata". I så fall er det truleg at botnstraumen i hovudsak er "middels sterke" på lokaliteten. Det kan også tenkast at målingane er reelle, og at det har vore straumstille i lengre periodar ved botnen, all den tid ein ikkje har konkrete indikasjonar på det motsette. Dette kan for eksempel oppstå dersom vassøyla blir sjikta på grunn av ulik temperatur og salinitet, der øvre vasslag bevegar seg nokså fritt oppå eit meir straumsvakt underliggende vasslag. Ei slik sjiktning kan gjerne oppstå om sommaren med oppvarming av øvre vasslag, men temperaturmålingar på straummålarane viser at det var nesten identisk temperatur på 5 og 14 m djup i mesteparten av måleperioden, og spesielt i den perioden det vart målt lite botnstraum (jf. **figur 9**). Salinitetsmålingane ved slutten av måleperioden viste også tilnærma homogene tilhøve i vassøyla nesten ned til 30 meters djup (**figur 10**). Det er såleis lite sannsynleg at registrering av langvarige straumstille periodar ved botnen kan skuldast sjiktning av vassmassane i måleperioden.

Straumen på lokaliteten ser ut til å vere påverka av både tidevatn og vind, med tidevatn som den viktigaste straumskapingsfaktoren mesteparten av tida, men med vind som i periodar kan overstyre eller forsterke tidevasseffekten. Målingane vart utført i ein periode med moderat til svak vind, og det er sannsynleg at ein kan ha sterke straum i periodar med meir vind.

Straumen på lokaliteten gjekk i hovudsak langs land i hovudretninga til Husholmsundet. Ved dominante tidevasstraum gjekk straumen att og fram i sundet, men den nordgåande straumen var jamt over sterke enn den sørgegåande på begge måledjup. Effekten av vind såg i hovudsak ut til å vere at sørlege vindar auka farten på den nordgåande straumen, medan nordlege vindar gav mindre auke i straumfart, eller såg i visse høve ut til å redusere farten på den elles nordgåande tidevasstraumen.

Sedimentgranskninga ved terskelen litt nord for straumriggen viste at det er dominante skjelsandbotn i området (Økland m.fl. 2017), noko som også tyder på at det er ein god del botnstraum og god utskifting i området. Botnen i området ved planlagt avløp har såleis truleg stor kapasitet for omsetjing av organisk materiale. For å ha god omsetning av organisk materiale må sedimentet bli tilført oksygenrikt vatn, og det vil vere ein fordel at ein kan ha sterke nok botnstraum til å få resuspensjon. Det vil skje ved straumhastigheiter over ca 10 cm/s, medan ei straumhastigkeit på ca 5 cm/s er nok til å halde partiklane resuspendert (Cromey m.fl. 2002, Kuttu m.fl. 2007). Straumen på 14 m djup hadde ei maksimal hastigkeit på 18,6 cm/s, og det var fleire gonger straum over 10 cm/s. Resuspensjon vil dermed førekomm hyppig, og akkumulering av organisk materiale rundt avløpet vil eventuelt berre førekomm i kortare periodar før det igjen blir spreidd vidare med straumen og omsett av botnfauna i nærområdet.

## VURDERING AV AVLØPSPLASSERING

Ut frå straummålingane vil ein vente at mesteparten av utsleppet vil bli frakta nordover i Husholmsundet dersom eit avløp blir plassert ein stad oppå terskelen på 16-17 meters djup. Det vil dermed vere ein fordel å plassere avløpet litt mot sør i den delen av sundet som har desse djupnene, t.d. i nærleiken av posisjon N 60°31,817' / Ø 04°51,368' (jf. **figur 7**). Her vil mesteparten av det organiske restavfallet bli omsett av botnfauna i nærområdet til avløpet, på djupner med kontinuerleg gode oksygentilhøve og vassutskifting, og lite av utsleppet vil påverke dei terskla bassenga sør og nord for avløpet. Avløpet bør ikkje plasserast for langt mot sør der botnen byrjar å djupnast ned mot 18-20 meter og raskt vidare nedover, sidan det trass alt er noko botnstraum som også går sørover. Då er det større mogelegheit for påverknad i djupvatnet i Nautøyosen, som allereie har noko avgrensa kapasitet for ytterlegare tilførslar på grunn av høge naturlege tilførslar av tare og tang (Økland m.fl. 2017).

Eit vassinntak på ca 70 meter djup vest for Husholmen vil truleg i liten grad verte påverka av eit utslepp i Husholmsundet. Eventuelle partiklar frå utsleppet som blir innblanda i øvre del av vassøyla vil truleg bli ført nordover gjennom Husholmsundet og vidare i retning Osundet. Dersom det skulle vere partiklar som blir innblanda i djupare vasslag, er det truleg at desse i stor grad vil sedimentere i det terskla bassenget nord for Husholmsundet, og ikkje påverke djupvatnet vest for Husholmen.

## REFERANSAR

**CROMEY, C.J., T. D. NICKELL, K. D. BLACK, P. G. PROVOST & C. R. GRIFFITHS 2002.**

Validation of a fish farm waste resuspension model by use of a particulate tracer discharged from a point source in a coastal environment. *Estuaries* 25, 916–929.

**DIREKTORATSGRUPPA VANNDIREKTIVET 2013.**

*Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann.*

**GOLMEN, L. G. & E. NYGAARD 1997.**

Strømforhold på oppdrettslokalitetar i relasjon til topografi og miljø.  
*NIVA-rapport 3709, 58 sider, ISBN 82-577-3275-3*

**GOLMEN, L. G. & A. SUNDFJORD 1999.**

Strøm på havbrukslokalitetar.  
*NIVA-rapport 4133, 33 sider, ISBN 82-577-3743-7*

**KUTTI, T., A. ERVIK & P.K. HANSEN 2007.**

Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. I. Vertical export and dispersal processes.  
*Aquaculture* 262, side 367-381.

**ØKLAND, I. E., E. BREKKE, L. OHNHEISER & C. TODT 2017.**

Oppdrettslokalitet Eikeilen i Øygarden kommune, august 2017. Førehandsgransking.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 2567, 31 sider, ISBN 978-82-8308-430-6..*

## OM GYTRE STRAUMMÅLARAR

Straummålaren som er nytta er av typen Gytre målar, SD 6000. Rotoren har ein tregleik som krev ein viss straumhastigkeit for at rotoren skal gå rundt. Ved låg straumhastigkeit vil Gytre målaren difor i mange høve vise noko mindre straum enn det som er reelt, fordi den svakaste straumen i periodar ikkje vert fanga tilstrekkeleg opp av målaren. På lokaliteten er ein god del av straummålingane på alle djup lågare enn 3-4 cm/s, og difor kan ein ikkje utelukke at lokaliteten på desse djupnene faktisk er noko meir straumsterk enn målingane syner for dei periodane ein har målt låg straum. I dei periodane målaren syner tilnærma straumstille kan straumen periodevis eigentleg vere 1 – 2 cm/s sterkare. Som vist nedanfor har ein indikasjonar på at Gytre straummålarane og rotormålalarar generelt måler mindre straum enn «sann straum» ved låg straumhastigkeit. Målingar på alle djup er såleis **minimumsstraum**.

Ein må i denne samanheng gjere merksam på at straummålarane som er nytta på denne lokaliteten registerer ein verdi på 1,0 cm/s når rotoren ikkje har gått rundt i løpet av måleintervallet (30 min). Terskelverdien er sett til 1,0 cm/s for å kompensere for at rotoren krev ein viss straumhastigkeit for å drive den rundt. Ved dei høva der målaren syner verdiar under 1,0 cm/s, skuldast dette at rotoren ikkje har gått rundt i løpet av måleintervallet, men at det likevel har vore nok straum til at målaren har skifta retning. Straumvektoren for måleintervallet vert då rekna ut til å verte lågare enn 1 cm/s.

Ein instrumenttest av ein Gytre målar (SD 6000) og ein Aanderaa målar (RCM7 straummålar) vart utført av NIVA i 1996. Aanderaa-målaren har ein rotor med litt anna design enn SD 6000. Testen synte at RCM 7 straummålaren ga 19 % høgare middelstraumfart enn Gytre målaren (Golmen & Nygård 1997). På låge straumverdiar synte Gytre målaren mellom 1 og 2 cm/s under Aanderaa målaren, dvs at når Gytre målaren synte 1-2 cm/s, så synte Aanderaa målaren 2 – 3 cm/s. Dette kan som nemnt forklarast ut frå vassmotstanden i rotorburet til ein Gytre målar, samt at det er ein viss tregleik i ein rotor der rotoren må ha ein gitt straumhastigkeit for å gå rundt. Ved låge straumstyrkar går større del av energien med til å drive rundt rotoren på ein Gytre målar enn på ein Aanderaa målar.

Det vart i 1999 utført ein ny instrumenttest av same typar straummålarar som vart testa i 1996 (Golmen & Sundfjord 1999). Testen vart utført på ein lokalitet på 3 m djup i 9 dagar i januar 1999. I tillegg til Aanderaa- og SD 6000-målalarane stod det ein NORTEK 500 kHz ADP (Acoustic Doppler Profiler) straummålar på botn. Denne måler straum ved at det frå målaren sine hydrofonar vert sendt ut ein akustisk lydpuls med ein gitt frekvens (t.d. 500 kHz) der delar av signalet vert reflektert tilbake til instrumentet av små partiklar i vatnet. ADP straummålaren har fleire celler/kanalar og kan måle straum i fleire ulike djupnesjikt, t.d. kvar meter i ei vassøyle på 40 m. Ved å samanlikne straummålingane på 3 m djup (Aanderaa- og Gytre-målaren) med NORTEK ADP (celle 31, ca 4 m djup) fann ein at NORTEK ADP målte ein snittstraum på 5,1 cm/s, Aanderaa RCM 7 ein snittstraum på 2,7 cm/s, og SD 6000 ein snittstraum på 2,0 cm/s. Ein ser at i denne instrumenttesten låg begge rotormålalarane langt under ADP målaren når det gjeld straumhastigkeit.

Våren 2010 utførte Rådgivende Biologer AS ein ny instrumenttest av Nortek ADP målar og Gytre SD-6000 målarar i Hervikfjorden i Tysvær over fire veker. Desse Gytre målarane hadde ein nyare type syrefast rotorbur i stål, i motsetnad til dei som vart nytta i dei tidlegare instrumenttestane. Nortek ADP målaren vart hengt på 46 m djup og målte straumen oppover i vassøyla. Nortek målingane vart samanlikna med straummålingar utført med Gytre målarar på 30, 15 og 5 m djup. Resultata viste at det var best samsvar mellom dei to ulike straummålarane på 30 m djup, og at det var generelt dårlegare samsvar mellom dei to straummålartypane med aukande avstand frå målehovudet på Nortek ADP målaren. Målingane viste elles at det var størst forskjell på straumfarten mellom Gytre og Nortek ved middels låg straumfart (ca 3-4 til 8-9 cm/s), og noko mindre forskjell ved høgare straumfart. Nortek målaren målte ca 1,5 – 2,5 cm/s høgare gjennomsnittleg straumfart enn Gytre målaren ved svak straum (Gytremålingar på 0 – 3 cm/s), ca 3 – 4,5 cm/s høgare straumfart ved Gytremålingar på ca 3 – 10 cm/s, og 2 – 3,5 cm/s høgare straumfart ved Gytremålingar på ca 11 – 15 cm/s.

## VEDLEGGSTABELLAR

**Vedleggstabell 1.** Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 grader kompassektorar på 5 m djup i Husholmsundet i Øygarden. Måleperiode: 13. juli – 31. august 2017. Antal målinger: 2350. Intervalltid: 30 min.

	Current speed groups													Total flow	Max
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m³/m²	%
0	18	39	9	11	5	13	5	4	0	0	0	0	4.4	6980	3.4
15	25	32	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	1652	0.8
30	31	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9	1120	0.5
45	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	551	0.3
60	26	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	612	0.3
75	34	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.6	684	0.3
90	44	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	832	0.4
105	56	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	1051	0.5
120	71	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4	1440	0.7
135	72	36	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.6	2423	1.2
150	75	75	14	13	6	8	2	2	0	0	0	0	8.3	8140	3.9
165	46	100	28	17	22	33	28	33	0	0	0	0	13.1	25438	12.3
180	13	23	9	10	5	19	11	12	1	0	0	0	4.4	10037	4.9
195	5	11	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0.9	914	0.4
210	9	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	612	0.3
225	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	356	0.2
240	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	436	0.2
255	23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	554	0.3
270	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	547	0.3
285	19	24	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2.1	1591	0.8
300	8	33	9	6	5	3	0	0	0	0	0	0	2.7	3254	1.6
315	2	31	17	15	17	32	25	23	11	1	0	0	7.4	22284	10.8
330	7	22	19	20	30	70	96	190	37	3	0	0	21.0	86908	42.1
345	17	41	7	17	8	43	43	48	2	0	0	0	9.6	27824	13.5
<b>Sum%</b>	<b>28.1</b>	<b>23.4</b>	<b>5.4</b>	<b>4.9</b>	<b>4.2</b>	<b>9.4</b>	<b>9.0</b>	<b>13.3</b>	<b>2.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		<b>206240</b>	
															<b>25.8</b>

### STATISTICAL SUMMARY

File name: Eikekilen spreiling.SD6

Ref. number: 1615

Series number: 1

Interval time: 30 Minutes

Number of measurements in data set: 2350

Data displayed from: 11:24 - 13.Jul-17 To: 09:54 - 31.Aug-17

	Total	East / west	North / south
<b>Mean current speed (cm/s)</b>	4,9	1,7	4,4
<b>Variance (cm/s)<sup>2</sup></b>	20,362	3,428	18,439
<b>Standard deviation (cm/s)</b>	4,512	1,851	4,294
<b>Mean standard deviation</b>	0,926	1,080	0,977
<b>Maximum current velocity</b>	25,8		
<b>Minimum current velocity</b>	0,0		
<b>Significant max velocity</b>	10,4		
<b>Significant min velocity</b>	1,0		

**Vedleggstabell 2.**  
Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 5 m djup i Husholmsundet i Øygarden i perioden 13. juli – 31. august 2017.

**Vedleggstabell 3.** Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 14 m djup i Husholmsundet i Øygarden. Måleperiode: 13. juli – 31. august 2017. Antal målingar: 2350. Intervalltid: 30 min.

	Current speed groups													Total flow	Max curr
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m³/m²	%
0	89	13	2	1	1	1	4	1	0	0	0	0	4.8	3280	4.6
15	123	6	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5.6	2653	3.7
30	76	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4	1426	2.0
45	44	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9	810	1.1
60	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	1174	1.6
75	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	486	0.7
90	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	155	0.2
105	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	266	0.4
120	42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	738	1.0
135	90	17	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8	2506	3.5
150	129	32	7	2	6	6	0	0	0	0	0	0	7.7	5292	7.4
165	142	28	7	5	5	6	3	3	0	0	0	0	8.5	6736	9.4
180	164	10	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	7.7	3953	5.5
195	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.6	1915	2.7
210	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	468	0.7
225	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	104	0.1
240	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	104	0.1
255	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	266	0.4
270	89	18	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	4.8	3128	4.4
285	106	29	4	3	0	2	0	1	1	0	0	0	6.2	4118	5.7
300	177	33	5	7	2	11	12	11	2	0	0	0	11.1	11682	16.2
315	46	21	1	3	4	5	2	4	1	0	0	0	3.7	4230	5.9
330	72	44	4	6	5	16	10	6	0	0	0	0	6.9	8694	12.1
345	136	39	12	6	1	8	6	3	1	0	0	0	9.0	7729	10.7
<b>Sum%</b>	<b>77.0</b>	<b>12.6</b>	<b>2.0</b>	<b>1.7</b>	<b>1.0</b>	<b>2.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>		<b>71914</b>	<b>18.6</b>

#### STATISTICAL SUMMARY

File name: Eikekilen botn.SD6

Ref. number: 1564

Series number: 1

Interval time: 30 Minutes

Number of measurements in data set: 2350

Data displayed from: 11:24 - 13.Jul-17 To: 09:54 - 31.Aug-17

	Total	East / west	North / south
<b>Mean current speed (cm/s)</b>	1.7	0.8	1.3
<b>Variance (cm/s)<sup>2</sup></b>	4,326	1,807	2,949
<b>Standard deviation (cm/s)</b>	2,080	1,344	1,717
<b>Mean standard deviation</b>	1,223	1,628	1,287
<b>Maximum current velocity</b>	18,6		
<b>Minimum current velocity</b>	0,2		
<b>Significant max velocity</b>	3,1		
<b>Significant min velocity</b>	1,0		

**Vedleggstabell 4.**  
Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 14 m djup i Husholmsundet i Øygarden i perioden 13. juli – 31. august 2017.

**Vedleggstabell 5.** Vindretning og høgaste døgnlege vindhastighet, samt lufttrykk ved målestasjonen på Fedje i perioden 13. juli – 31. august 2017. Tabellen er henta fra <http://eklima.no/>

Stasjoner										
Stnr	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Breddegrad	Lengdegrad	Kommune	Fylke	Region	
52535	FEDJE	aug 2004		19	60,7800	4,7200	Fedje	Hordaland	VESTLANDET	

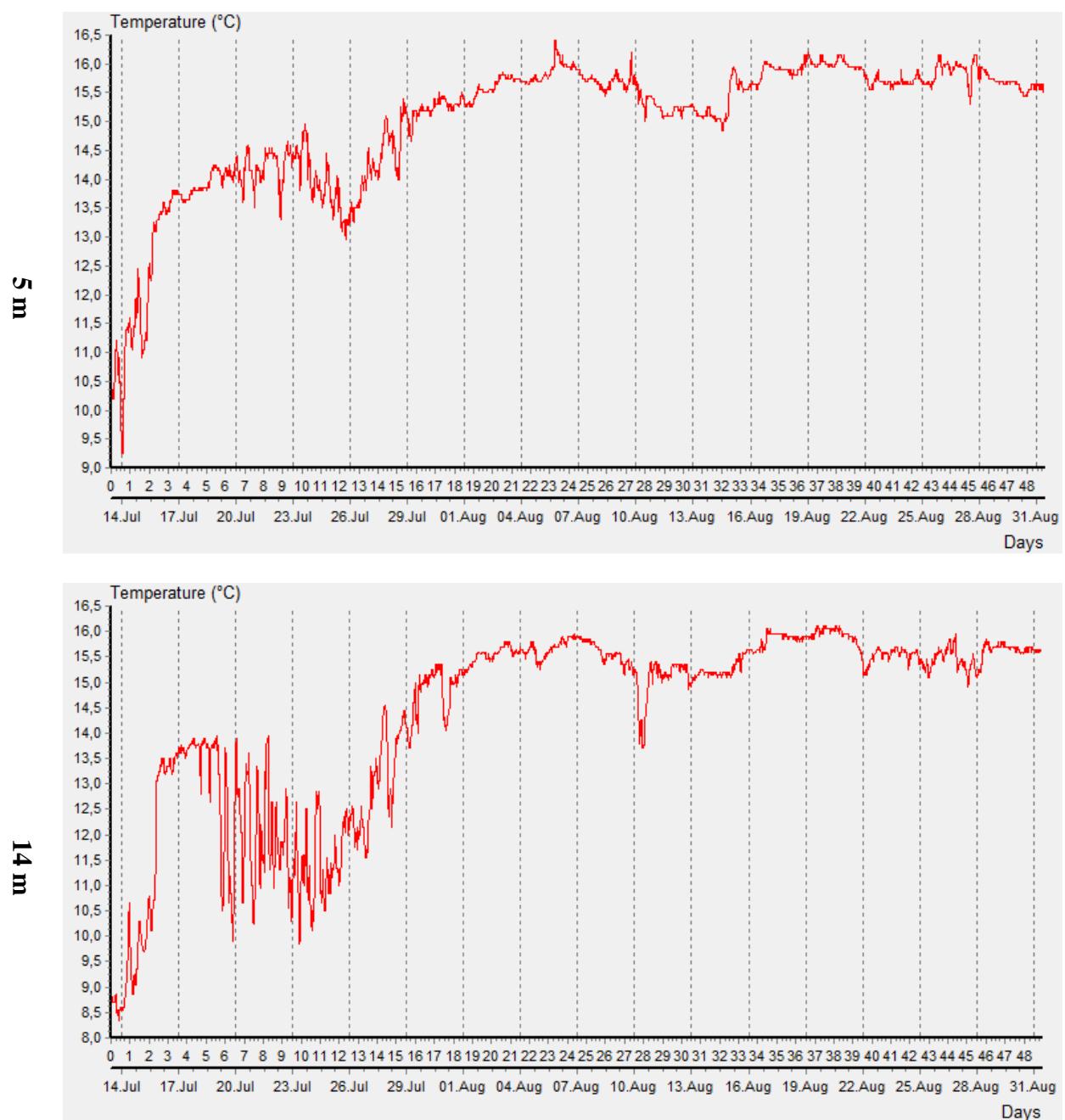
  

Element						
Kode	Namn	Eining				
DD06	Vindretning kl. 06 UTC	gradar				
DD12	Vindretning kl. 12 UTC	grader				
DD18	Vindretning kl. 18 UTC	gradar				
FFX	Høgaste vindfart (hovedobservasjonar)	m/s				
POM	Middel av lufttrykk, stasjonsnivå	hPa				

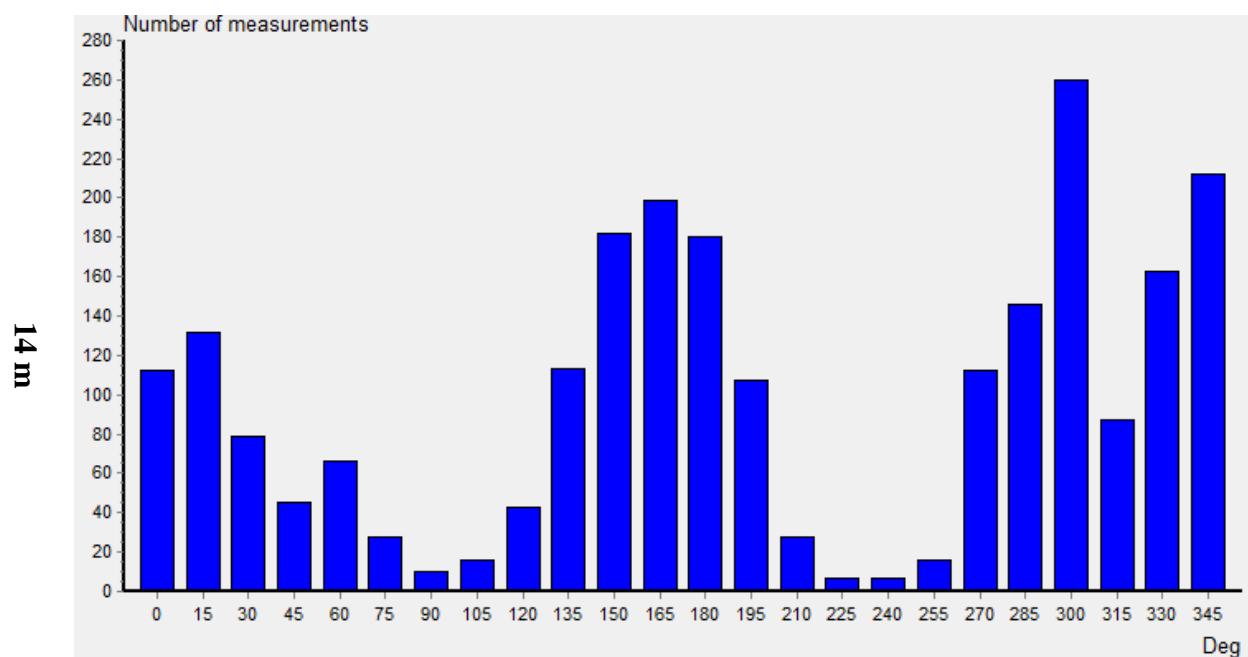
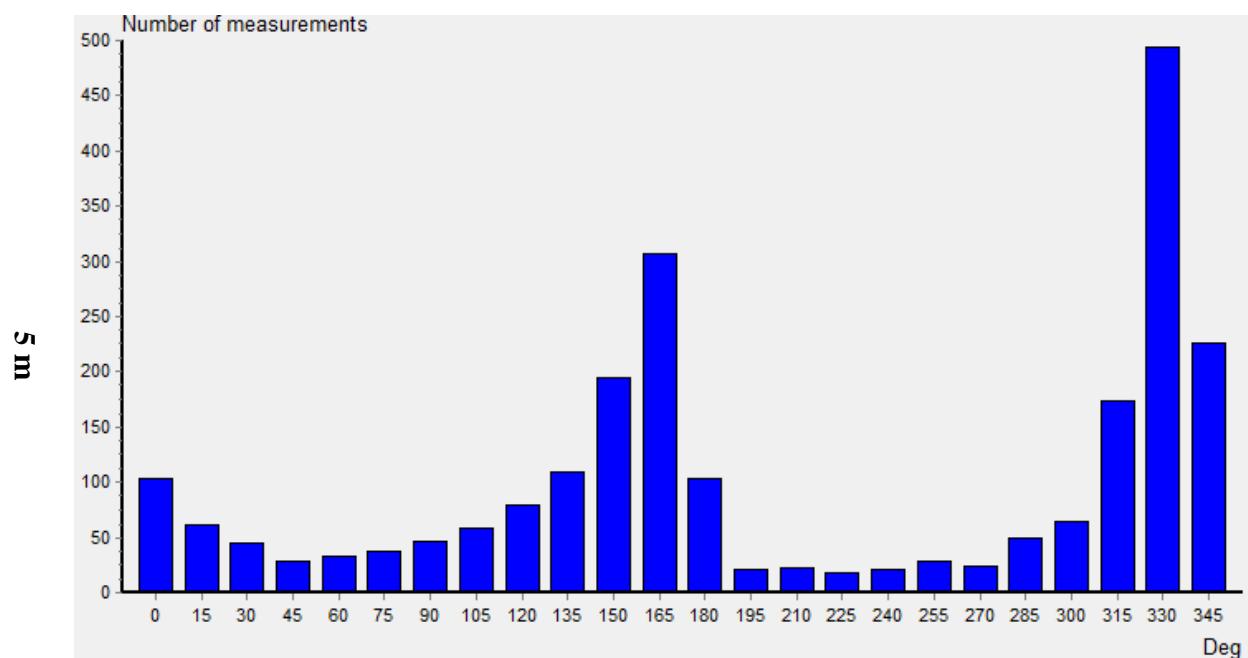
  

52535	13.07.2017	229	237	196	6,8	1014,0
52535	14.07.2017	114	133	304	5,2	1010,6
52535	15.07.2017	188	185	167	15,8	1010,2
52535	16.07.2017	241	252	227	16,0	1008,1
52535	17.07.2017	249	249	267	11,3	1009,9
52535	18.07.2017	310	221	318	4,2	1017,3
52535	19.07.2017	32	10	17	5,0	1014,4
52535	20.07.2017	87	349	6	7,4	1007,1
52535	21.07.2017	247	185	326	7,6	1010,4
52535	22.07.2017	51	298	347	4,9	1015,5
52535	23.07.2017	351	349	344	7,0	1012,8
52535	24.07.2017	310	217	306	5,1	1011,7
52535	25.07.2017	333	321	357	7,5	1011,8
52535	26.07.2017	264	199	112	5,9	1004,3
52535	27.07.2017	69	168	302	9,9	996,9
52535	28.07.2017	43	201	182	5,9	999,1
52535	29.07.2017	141	210	176	10,1	999,1
52535	30.07.2017	144	229	358	8,8	999,1
52535	31.07.2017	219	220	217	12,8	1000,2
52535	01.08.2017	194	193	180	12,2	1006,4
52535	02.08.2017	188	141	210	10,3	1005,8
52535	03.08.2017	86	81	79	7,6	998,8
52535	04.08.2017	169	223	287	8,0	993,7
52535	05.08.2017	153	298	290	10,5	999,2
52535	06.08.2017	188	222	255	12,8	1005,0
52535	07.08.2017	141	93	190	12,0	1009,1
52535	08.08.2017	134	175	313	9,4	1013,3
52535	09.08.2017	4	328	324	10,6	1011,7
52535	10.08.2017	249	236	222	12,3	1014,0
52535	11.08.2017	189	179	181	17,8	1004,9
52535	12.08.2017	315	331	338	11,9	1003,8
52535	13.08.2017	273	232	280	8,8	1011,5
52535	14.08.2017	222	179	140	11,1	1016,9
52535	15.08.2017	121	121	235	15,9	1009,7
52535	16.08.2017	153	213	183	11,5	1011,7
52535	17.08.2017	152	170	157	13,9	1005,7
52535	18.08.2017	144	158	140	10,6	1001,3
52535	19.08.2017	110	182	218	14,0	996,9
52535	20.08.2017	31	291	328	8,6	1006,0
52535	21.08.2017	341	356	337	7,9	1016,2
52535	22.08.2017	94	302	326	5,7	1018,7
52535	23.08.2017	225	223	295	4,6	1015,2
52535	24.08.2017	78	306	325	4,0	1008,1
52535	25.08.2017	87	220	12	4,6	1009,5
52535	26.08.2017	119	210	231	6,6	1012,1
52535	27.08.2017	108	198	213	7,3	1012,3
52535	28.08.2017	156	175	200	16,5	1006,8
52535	29.08.2017	230	232	217	10,0	1004,6
52535	30.08.2017	212	221	211	12,1	1006,1
52535	31.08.2017	107	289	344	6,4	1008,7

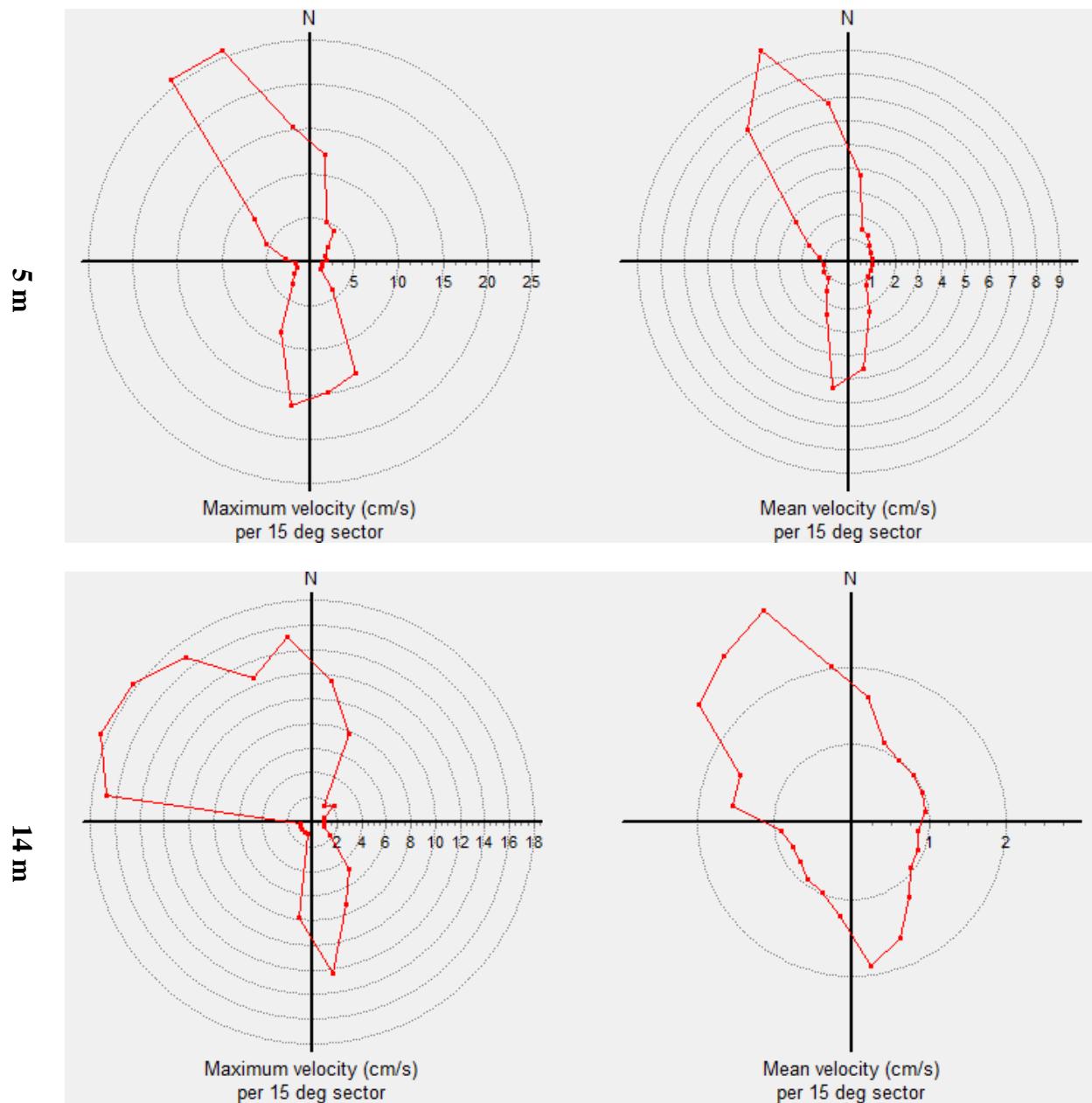
## VEDLEGGFIGURAR



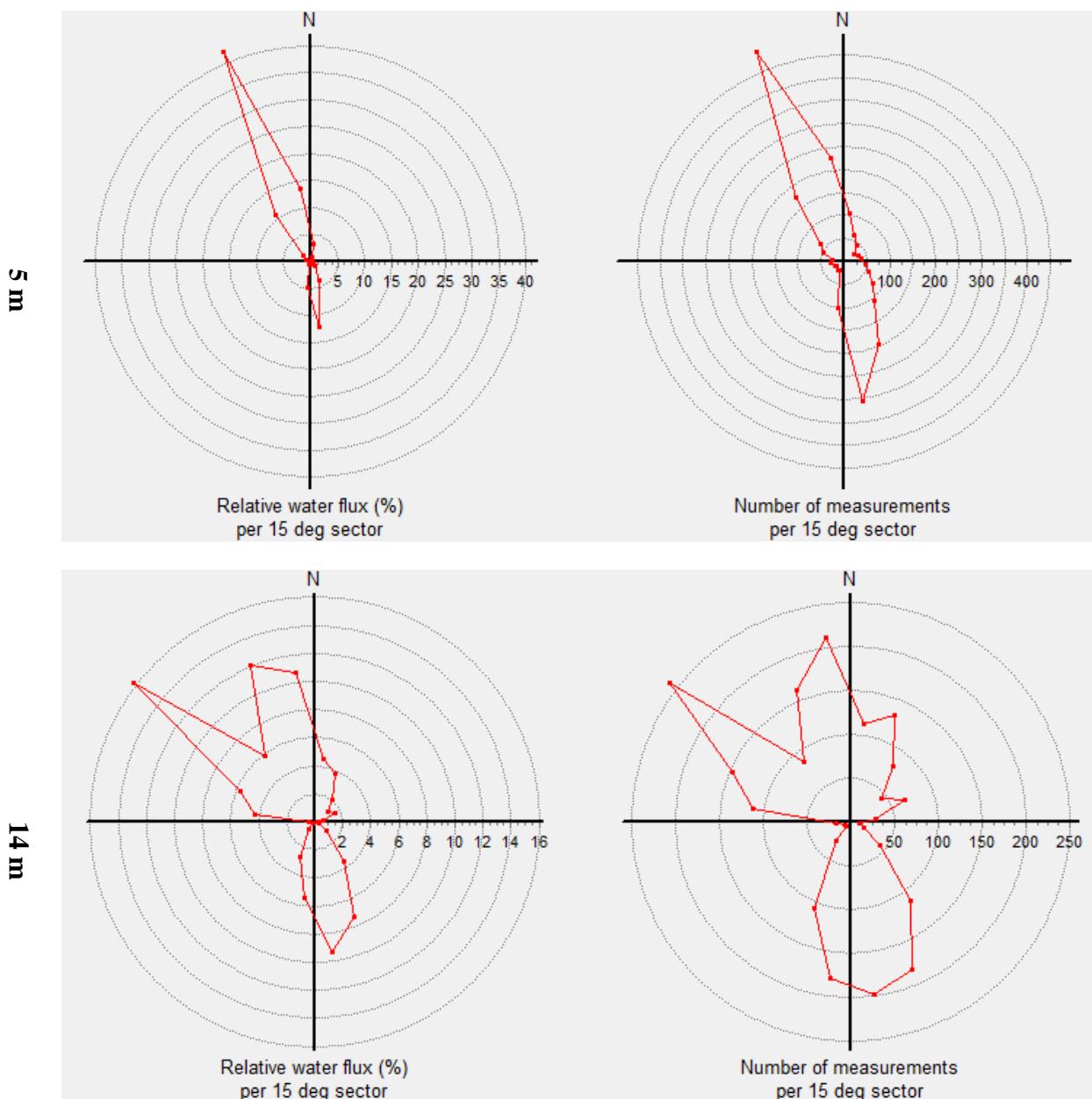
**Vedleggsfigur 1.** Temperatur målt på to djup i Husholmsundet i perioden 13. juli – 31. august 2017.



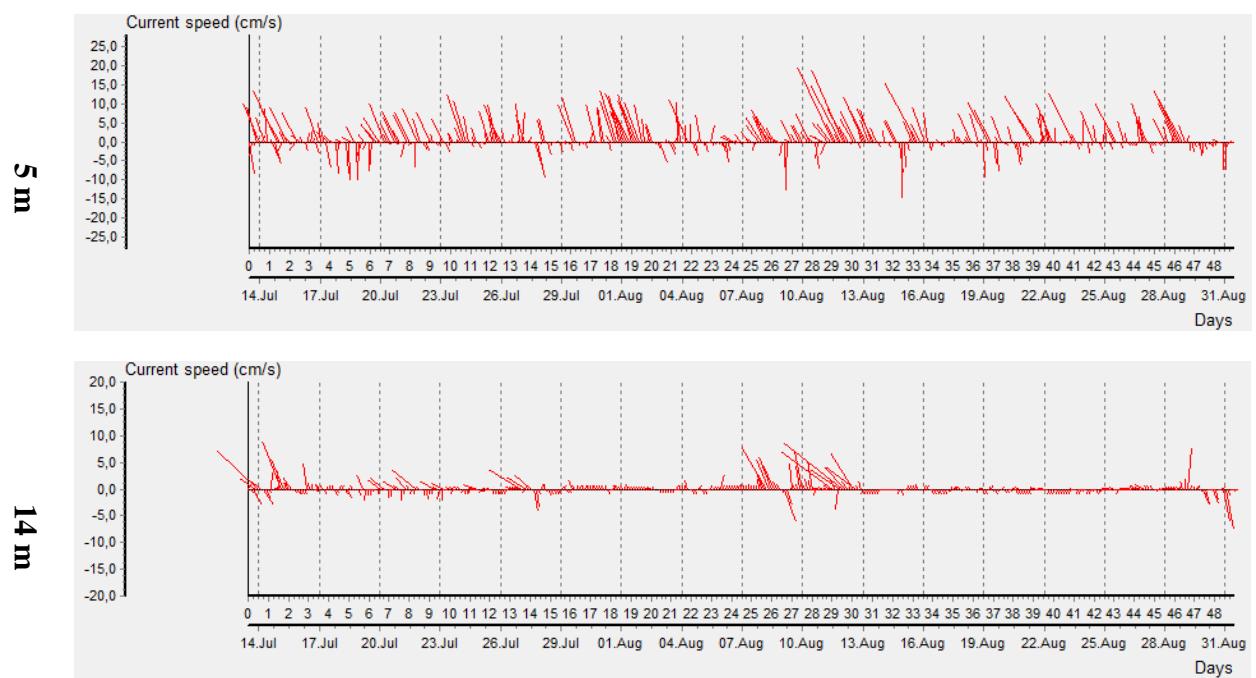
**Vedleggsfigur 2.** Fordeling av retning for målingane i Husholmsundet i Øygarden kommune i perioden 13. juli – 31. august 2017.



**Vedleggsfigur 3.** Maksimal (venstre) og gjennomsnittlig (høgre) straumhastighet for kvar  $15^\circ$  sektor for målingane i Husholmsundet i Øygarden kommune i perioden 13. juli – 31. august 2017.



**Vedleggsfigur 4.** Flux/vasstransport (venstre) og antal målingar (høgre) for kvar  $15^\circ$  sektor for målingane i Husholmsundet i Øygarden kommune i perioden 13. juli – 31. august 2017.



**Vedleggsfigur 5.** Stick-diagram for målingane i Husholmsundet i Øygarden kommune i perioden 13. juli – 31. august 2017.