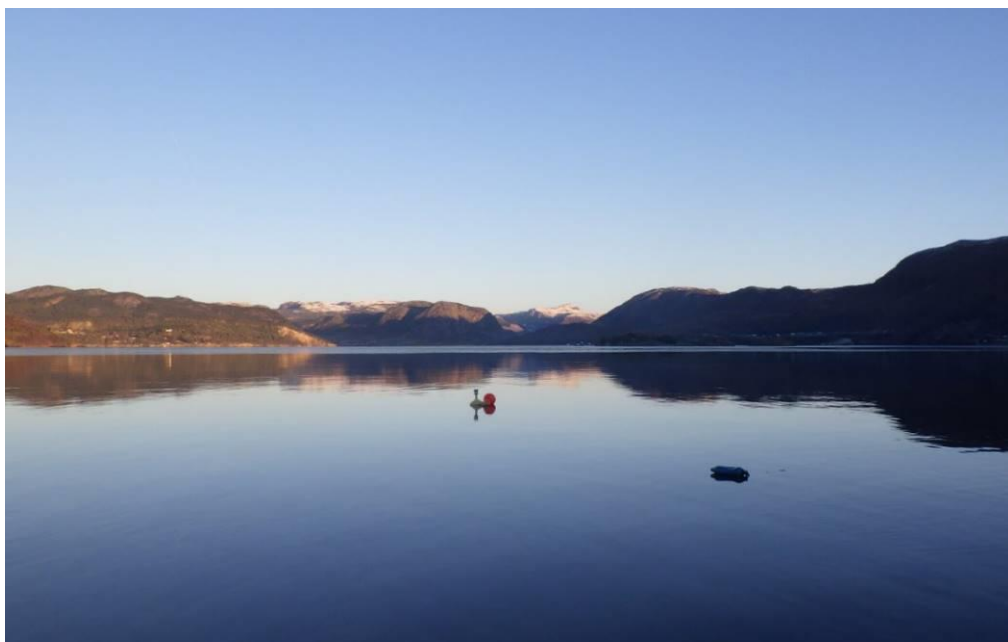


**Straummåling ved planlagt avløp
utanfor nytt settefiskanlegg
ved Fiskå i Strand kommune**



**R
A
P
P
O
R
T**

Rådgivende Biologer AS

2224



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Straummåling ved planlagt avløp utanfor nytt settefiskanlegg ved Fiskå i Strand kommune

FORFATTAR:

Erling Brekke

OPPDRAKSGIVER:

Brødrene Nordbø AS

OPPDRAGET GITT:

1. desember 2015

ARBEIDET UTFØRT:

desember 2015 – mars 2016

RAPPORT DATO:

8. april 2016

RAPPORT NR:

2224

ANTAL SIDER:

34

ISBN NR:

Ikke nummerert

EMNEORD:

- Avløp i sjø
- Vassutskifting
- Straumhastighet

- Straumretning
- Neumannparameter
- Straumstille periodar

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : www.radgivende-biologer.no

E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

Forsidefoto: Straumriggen ved Fiskå, med Årdalsfjorden i bakgrunnen. Foto: E. Brekke.

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Blue Planet AS og Brødrene Nordbø AS utført straummålingar utanfor planlagt avløp til eit nytt landbasert oppdrettsanlegg ved Fiskå i Strand kommune i Rogaland. Granskinga er utført for å vurdere straumtilhøva i samband med forslag til etablering av avløp frå oppdrettsanlegget. Det er også utarbeida forslag til plassering av vassintak i sjø.

Denne rapporten presenterer resultatata frå straummålingar som vart utført i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016. Det vart også teke hydrografi i vassøyla på lokaliteten den 15. desember 2015.

Rådgivende Biologer AS takkar Blue Planet AS v/Morten Bergslien og Brødrene Nordbø AS v/Osvald Østerhus og Gunnar Nordbø for oppdraget. Gunnar Nordbø takkast også for lån av båt, og hjelp i samband med feltarbeidet saman med Tonning Fiskå.

Bergen, 8. april 2016.

INNHALD

Føreord	2
Innhald.....	2
Samandrag.....	3
Område- og lokalitetsbeskrivelse	4
Metode.....	8
Resultat.....	11
Temperaturtilhøve	11
Sjiktningstilhøve.....	12
Straummålingar	13
Vurdering av avløp og inntak.....	20
Konklusjon	23
Referansar.....	24
Om Gytte straummålarar.....	25
Vedleggstabellar.....	26
Vedleggsfigurar.....	30

SAMANDRAG

Brekke, E. 2016.

*Straummåling ved planlagt avløp utanfor nytt settefiskanlegg ved Fiskå i Strand kommune.
Rådgivende Biologer AS, rapport 2224, 34 sider.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Blue Planet AS og Brødrene Nordbø AS utført straussmålingar utanfor planlagt avløp til eit nytt landbasert oppdrettsanlegg ved Fiskå i Strand kommune i Rogaland. Fiskå ligg på Sørsida av Ytre Årdalsfjorden, like før samløp mot Fognafjorden, og her er fjorden om lag 2 km brei over til Helgøy. Frå utfyllingsområdet ved Fiskå skrånar botnen ganske jamt nedover mot nordaust og nord til over 200 meters djup i munningen av Ytre Årdalsfjorden og vidare til det djupaste av Fognafjorden på 306 meters djup. Hovudterskelen inn til fjordsystemet er på knappe 100 meter djup eit stykke nord for Finnøy.

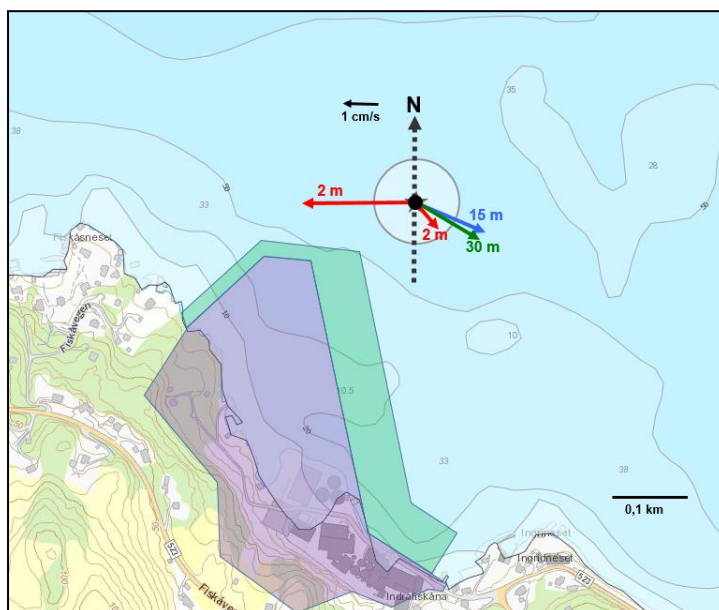
Ein rigg med tre straussmålarar (Sensordata SD 6000) var utplassert på lokaliteten i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016 for måling av overflatestraum (2 m djup), spreingsstraum (15 m djup), og «botnstraum» (30 m djup, ca 35 m over botn). Resultat frå målingane er oppsummert i **tabell 1** og **figur 1**:

Tabell 1. Oppsummering av straussdata (2, 15 og 30 m djup) i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016, ved Fiskå i Strand kommune.

Målestad / djup	Middel hastigheit (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastigheit*	Maks hastigheit (cm/s)	Andel straussvake periodar <2 cm/s >2,5 t (%)	Tilstandsklasse andel straussvake periodar *	Hovudstraumretning(ar)
Fiskå 2 m	4,3	”middels sterk”	38,8	24,5	”middels”	V (+SØ)
Fiskå 15 m	2,2	”middels sterk”	14,8	60,3	”høg”	ØSØ
Fiskå 30 m	2,2	”middels sterk”	12,4	58,3	”middels”	ØSØ

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå **tabell 3**.

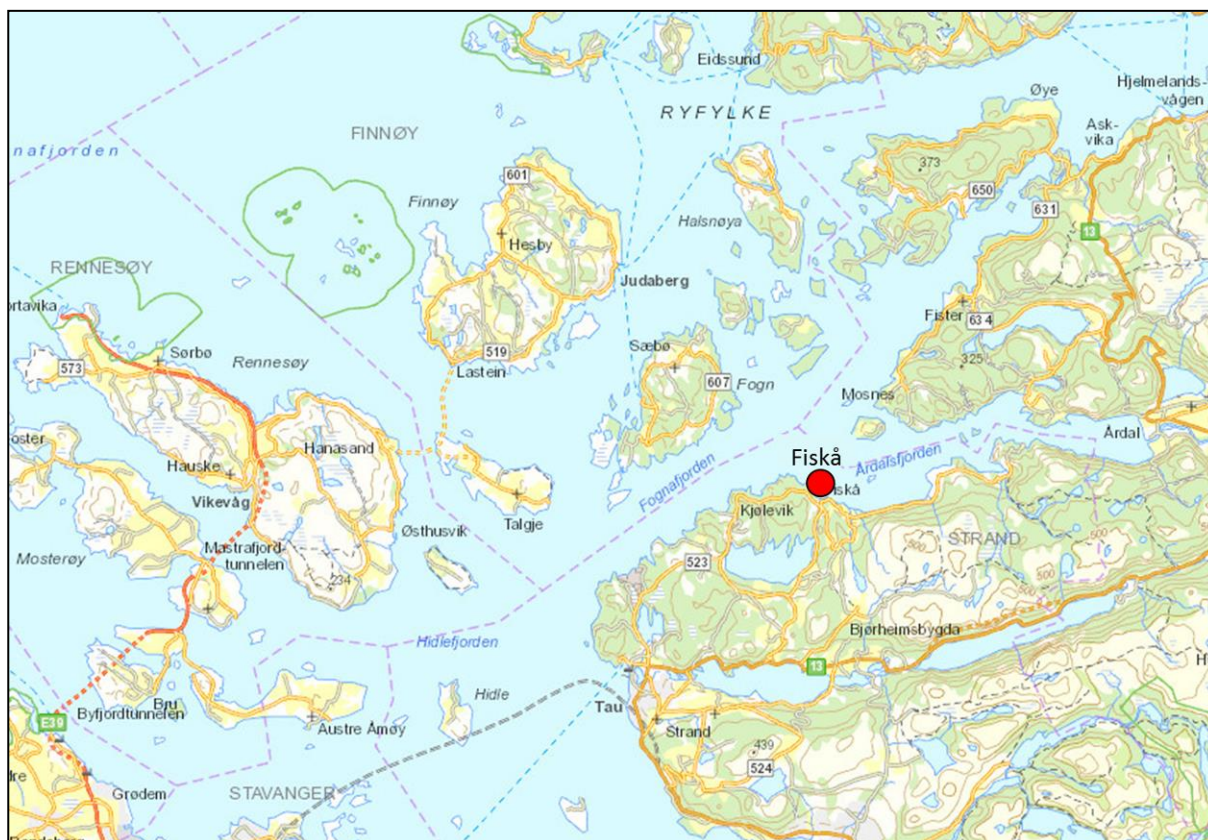
Straussmålingane viste at det var gode straussmilhøve utanfor planlagt anlegg ved Fiskå, med middels sterk gjennomsnittsstraum i heile vassøyla ned til aktuelt utseppsdyup. Straumen gjekk hovudsakleg innover fjorden i djupare vasslag, men meir utover fjorden i øvre vasslag, noko som medfører at organisk materiale over tid vil bli spreidd litt til begge sider rundt avløpet. Botnstraumen vil med ujamne mellomrom vere så sterk at ein kan få resuspensjon på lokaliteten, noko som er gunstig med tanke på rehabilitering og omsetjing på botnen ved avløpet og i området rundt. Avløpet bør leggst i retning nordaust frå anlegget, og truleg helst på djupner mellom 30-40 meter. Eit vassinntak kan leggst på 80-100 meters djup, helst eit stykke frå anlegget i nordaustleg retning ut mot djupålen i Årdalsfjorden.



Figur 1. Skisse over hovudstraumretning og straussstyrke på dei ulike måledjupa utanfor planlagt avløp til settefiskanlegget ved Fiskå i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016. Total lengd av pilene på kvart djup representerer middel straussstygheit på dette djupet.

OMRÅDE- OG LOKALITETSBESKRIVELSE

Fiskå ligg på Sørsida av Ytre Årdalsfjorden i Strand kommune, like før samtløp mot Fognafjorden (**figur 2** og **3**). Årdalsfjorden er ca 10 km lang og 1-3 km brei, og ved Fiskå er fjorden om lag 2 km brei over til Helgøy. Frå Årdalsfjorden og nordaustover går Fisterfjorden ca 10 km før det smalnar av inn mot Ølesundet, der det er ein terskel på ca 54 meter mot Hjelmelandsfjorden. Frå Fiskå og nordvestover er det fleire større og mindre øyar og holmar mellom Fogn og Halsnøya, og det er mange sund med varierende breidde og djupne i området, men dei fleste tersklar her er grunnare enn 35 meter. Mot sørvest opnar Fognafjorden seg opp etter 6-7 km ut mot den vide Hidlefjorden. Herifrå er det ope samband på begge sider av Talgje nordvestover mot Boknafjorden. Hovudutskiftinga for området går truleg nordover via Finnøyfjorden og forbi den djupaste terskelen i fjordsystemet på knappe 100 meter djup eit stykke nord for Finnøy.



Figur 2. Oversiktskart over fjordområda rundt Fiskå, frå Årdalsfjorden i aust til Boknafjorden i vest. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

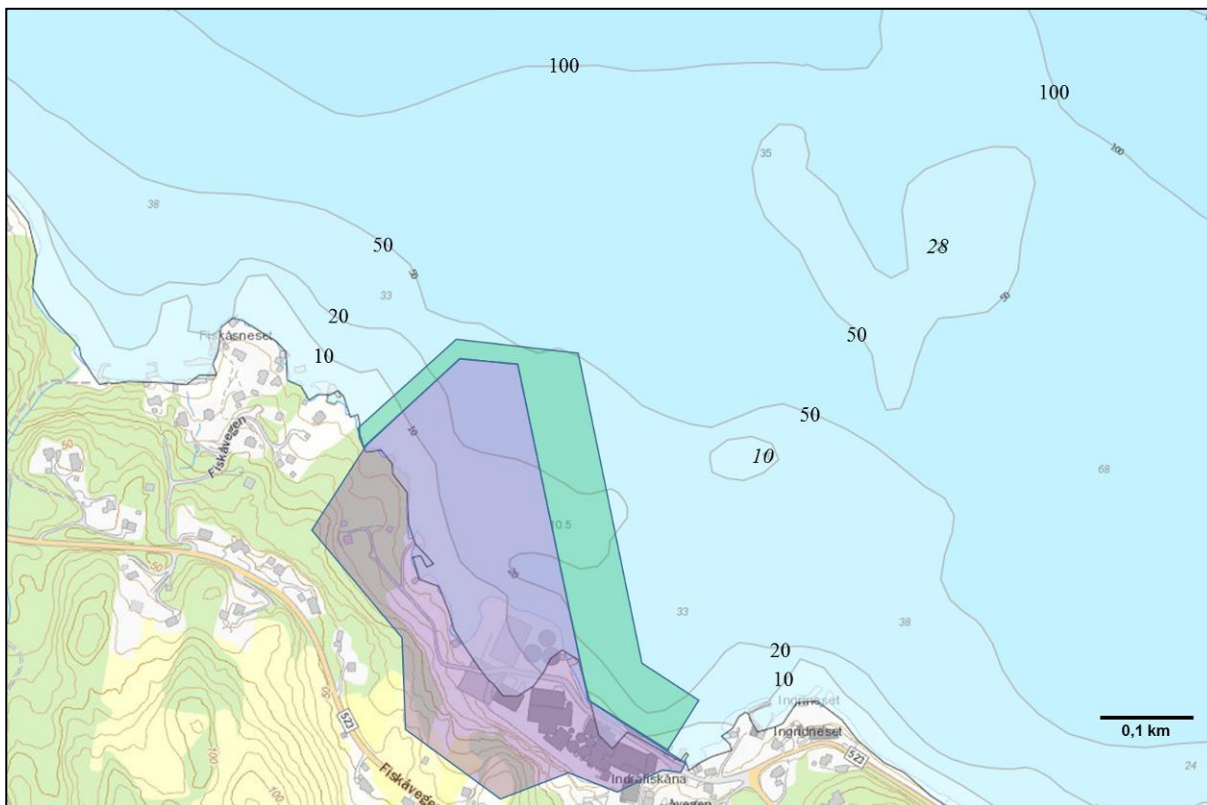
Frå utfyllingsområdet ved Fiskå skrånar botnen ganske jamt nedover mot nordaust og nord til over 200 meters djup i munningen av Ytre Årdalsfjorden. Herifrå skrånar botnen slakt vidare nedover i retning sørvest, til det djupaste av Fognafjorden på 306 meters djup (**figur 3**). Frå Fognafjorden og vidare er det rundt 150-200 meter djupt i store område både sørover gjennom Hidlefjorden og Høgsfjorden, og nordover i Talgjefjorden og Finnøyfjorden fram mot hovudterskelen. Eit avløp ved Fiskå vil såleis drenere til ein stor resipient med gode djupnetilhøve og god utveksling mellom fleire fjordsystem.



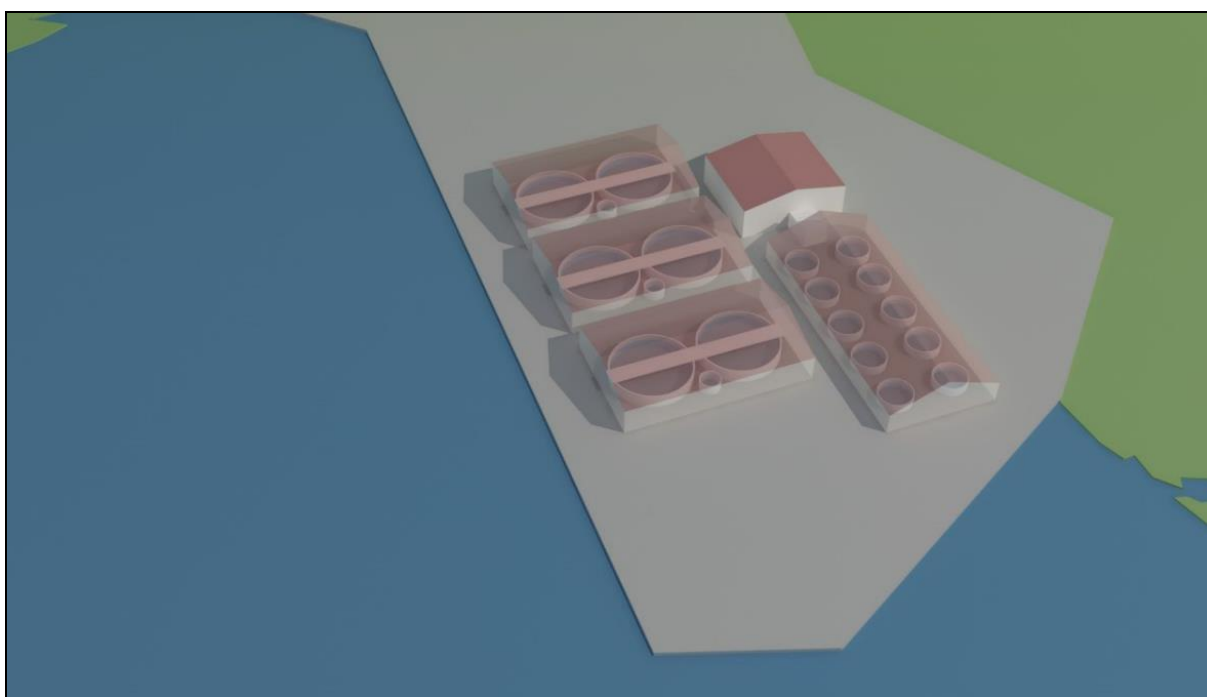
Figur 3. Oversiktskart over djupnetilhøva i sjømråda rundt Fiskå med 50- og 100 meters djupnekoter. Tersklar er markert med raud kursiv og djupområde med svart kursiv. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no/>.

ANLEGGSSOMRÅDET

Det skal fyllast ut store mengder stein i sjøen utanfor Fiskå for etablering av industriområde. Dette er mellom anna planlagt nytta til oppdrett (**figur 4** og **5**).



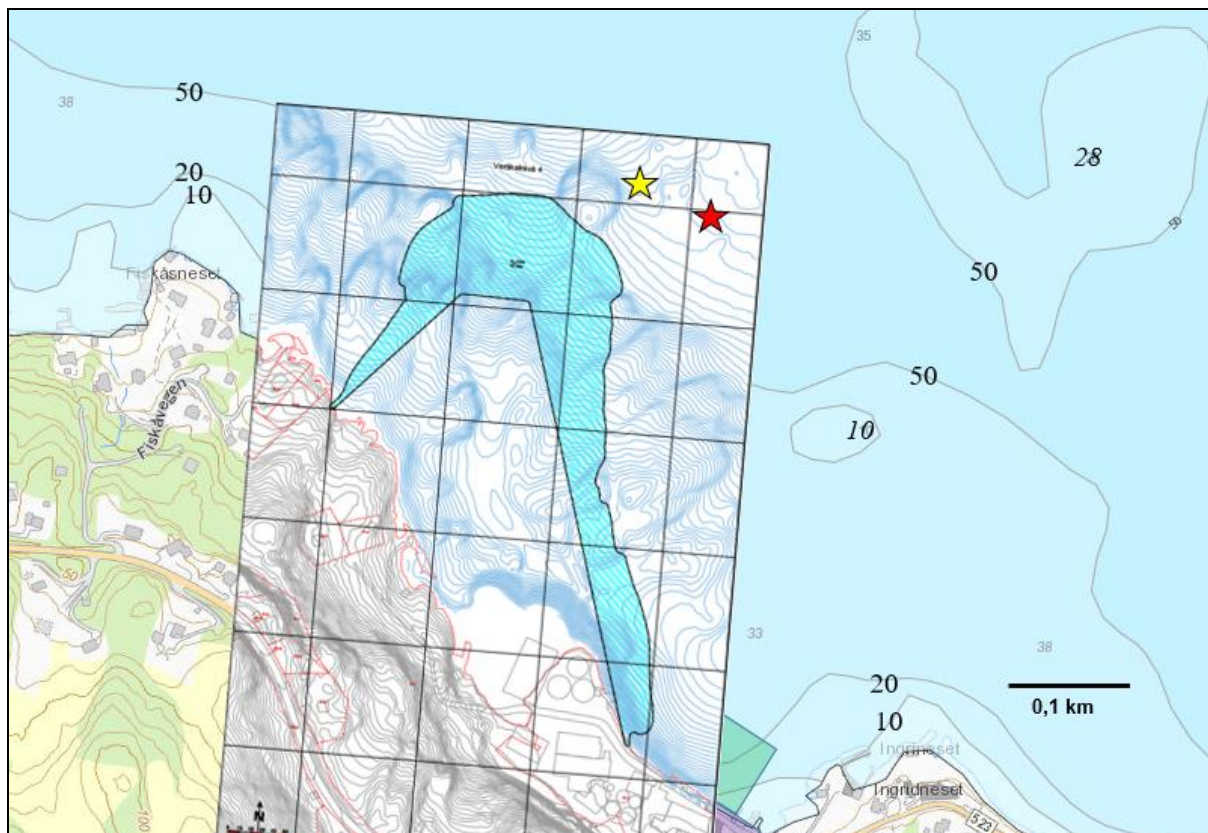
Figur 4. Oversikt over industriområdet/utfyllingsområdet ved Fiskå (fiolett) og tilhørende havneområde utanfor (grønt), med ulike djupnekoter. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no/> og frå arealplan for Strand kommune.



Figur 5. Skisse for etablering av oppdrettsanlegg på industriområdet ved Fiskå (frå Blue Planet AS).

Botnen i utfyllingsområdet og litt utanfor er noko bratt og kupert (**figur 6**). Mesteparten av utfyllingsområdet har djupner mellom ca 10 og vel 20 meter, men utanfor dette går botnen ganske bratt ned i retning nordaust til om lag 50 meters djup, der det byrjar å flate meir ut. Herifrå går botnen slakt nedover til ein liten djupål med djupner på ca 60-65 meter, før botnen går opp att i retning nordaust til aust mot ei undersjøisk grunne på 28 meters djup (**figur 6**).

For å få ei stabil fylling er det berekna at fyllingsfoten vil nå djupner på nærare 65 meter mot nord og ca 58 meter mot nordaust (**figur 6**). Dette vil endre botntopografien i området, og dermed i nokon grad også straumbiletet i området.



Figur 6. Detaljkart over djupnetilhøva i utfyllingsområdet ved Fiskå og eit stykke utforbi. Lyseblått skravert felt angir planlagt utstrekning av fyllingsfoten. Posisjonar for straummåling er markert med raud (første måleperiode) og gul stjerne (andre måleperiode). Kartgrunlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no/> og frå arealplan for Strand kommune.

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 målararen i måleperioden. Måleintervallet (10 eller 30 minutt) er delt opp i fem delintervall. På slutten av kvart delintervall blir retninga til målararen registrert, saman med antal omdreiningar (farten) i perioden. Dette gir ein fartsvektor for kvart delintervall. Det vert antatt at retninga til målararen 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 nærare skildring av instrumentet viser ein til brukarmanualen (Mini current meter modell SD-6000, user's manual. Sensordata a.s., P.O.B. 88 Ulset, N 5873 Bergen Norway). Sjå også kapitlet "Om Gytre straummålarar" bak i rapporten.

UTPLASSERING

Den 15. desember 2015 vart det utplassert ein rigg med fire SD-6000 straummålarar på lokaliteten i posisjon N 59°07,267' / Ø 06°00,027' (WGS 84). Spesifikasjonar for målarane og utsettet er oppgitt i **tabell 2**. Riggjen var forankra til botnen med eit ca 40 kg kjettinglodd. Det var festa to trålkuler av plast og ei lita blåse i tauet over den øvste og ei trålkule over den nedste straummålararen for å sikre tilstrekkeleg oppdrift og stabilitet på riggen i sjøen, samt ei blåse til overflata i et slakt tau for å ta av for bølgepåverking og ein blink for synlegheit (**figur 6, framsidebilete**). For å sikre riggen vart det festa ein dregg til kjettingloddet med eit ca 15 m langt tau, og frå dreggen gjekk det eit tau til ei lita blåse i overflata. Det var ca 63 meter til botn der straummålarriggjen stod, på slakt skrånande botn.

I løpet av romjula vart det observert at riggen hadde flytta seg noko, truleg i løpet av den 27. desember. Riggjen hadde vorte dregen ca 100 meter mot sørvest, mot grunnare vatn inn mot utfyllingsområdet. Riggjen vart slept ut att på djupare vatn den 5. januar ca kl 14, og plassert i posisjon N 59°07,278' / Ø 05°59,960', over ca 60 m djup (**figur 6**). Dette er om lag 65 meter vestnordvest for opphavleg posisjon. Her stod riggen fram til helga 22. – 24. januar 2016, då riggen kom på rek. Riggjen vart funnen att den 26. januar ved Mosnesholmane, ca 2 km nord for lokaliteten. Ut frå straumdata kan det sjå ut til å vere ei endring i retning og temperatur like over midnatt natt til 22. januar, og data er difor teke med til og med 21. januar.

Tabell 2. Oversikt over måleinstrument og måledata for målingane ved lokaliten Fiskå.

Produsent	Modell	Serienr	Måle- djup	Måle- intervall	Antal målingar		Måle- periode
					Totalt	Nytta	
Sensordata	SD- 6000	1598	2 m	30 min	2496	1793 (3-1795)	15.12.2015 – 21.01.2016
		117	15 m	30 min	2496	1793 (3-1795)	
		1633	30 m	30 min	2014	1793 (3-1795)	

BEGRUNNA MÅLESTAD OG REPRESENTATIVITET

Straumriggjen vart plassert litt utanfor utfyllingsområdet, om lag i retning der det vil vere mest aktuelt å leggje eit avløp. Sidan det var ein del aktivitet med klargjering for utfylling og dumping frå lekter i utfyllingsområdet, var det naudsynt å ha ein viss sikkerheitsavstand til sjølve utfyllingsområdet, for å redusere risiko for skade på målarane. Plasseringa av riggjen vart difor gjort litt lenger ut på djupare vatn, men slik at målingane ville vere mest mogeleg representative for det generelle straumbiletet langs djupålen utforbi fyllingsfoten. Ved å setje riggjen litt djupare var det også lettare å få utført måling på antatt representativt utsleppsdyb på ca 30 meter. Målingane på dei ulike djupnene vil dermed vere godt representative for straumen frå botnen og oppover i vassøyla ved eit oppstigande avløp av fersk- eller brakkvatn.

Ved re-utsett vart riggen plassert ca 65 m utanfor (nordvest for) opphavleg posisjon for målingane, om lag på same djup. Denne posisjonen ligg i same djupål, og målingane vil vere godt representative for det generelle straumbiletet i området ved planlagd avløp. Det vil truleg ikkje vere vesentlege skilnader i straumbiletet mellom dei to posisjonane.

BRUK AV VINDDATA FRÅ METEOROLOGISKE STASJONAR

Vinddata frå den næraste målestasjonen, Fister - Sigmundstad i Hjelmeland kommune, er henta inn frå <http://eklima.no/> for straummålingsperioden og litt lenger (15. desember 2015 – 23. januar). Vindretning og høgaste døgnlege vindhastigheit er teke omsyn til ved vurdering av straumbiletet ved lokaliteten, og er presentert i **vedleggstabell 7**. Målestasjonen ved Fister - Sigmundstad ligg ca 5 km nordaust for lokaliteten, og er truleg litt mindre eksponert enn lokaliteten ved Fiskå, spesielt for austlege vindar. Dette er i nokon grad teke omsyn til i vurderingane.

RESULTATPRESENTASJON

Resultata av måling av straumhastigheit 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 straummålaren sin posisjon ved målestart og som driv med straumen og teiknar ein sti etter seg som funksjon av straumhastigheit 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 resultatretninga. Dersom straumen er stabil i resultatretninga, vil figurstreken vere relativt bein, og verdien av Neumann-parameteren vere høg. Er straumen meir ustabil i denne retninga er figurstreken meir «bulkete» i høve til resultatretninga, 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.

Vasstransporten (relativ fluks) er også ein funksjon av straumhastigheit og straumretning, og her ser ein kor mykje vatn som renn gjennom ei rute på 1 m² i kvar 15 graders sektor i løpet av måleperioden. Når ein reknar ut relativ fluks, tek ein utgangspunkt i alle målingane for straumhastigheit 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 inneheld straummålingar 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 vasstransporten som funksjon av straumhastigheit og -retning er på lokaliteten.

KLASSIFISERING AV STRAUMMÅLINGANE

Rådgivende Biologer AS har utarbeidd eit system for klassifisering av overflatestraum, vassutskiftingsstraum, spreingsstraum og botnstraum med omsyn til dei tre parametranne gjennomsnittleg straumhastigheit, retningsstabilitet og innslag av straumsvake periodar (**tabell 3**). Klassifiseringa er utarbeidd på grunnlag av resultat frå straummålingar med Sensordata Straummålarar (modell SD-6000) på om lag 60 lokalitetar for overflatestraum, 150 lokalitetar for vassutskiftingsstraum og 70 lokalitetar for spreingsstraum og botnstraum.

I denne sammenhengen blir straumen målt på 2 m djup klassifisert og vurdert som overflatestraum, straumen målt på 15 m djup blir klassifisert og vurdert som spreingsstraum, mens straumen ved botnen på 30 m djup blir klassifisert og vurdert som botnstraum.

Tabell 3. Rådgivende Biologer AS klassifisering av ulike tilhøve ved straummålingane, basert på fordeling av resultatane i eit omfattande erfaringsmateriale frå Vestlandet. Straumsvake periodar er definert som straum svakare enn 2 cm/s i periodar på 2,5 timar eller meir.

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
gjennomsnittleg straumhastigheit	svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestraum (cm/s)	> 10	6,6 - 10	4,1 - 6,5	2,0 - 4,0	< 2,0
Vassutskiftingsstraum (cm/s)	> 7	4,6 - 7	2,6 - 4,5	1,8 - 2,5	< 1,8
Spreiingsstraum (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	I	II	III	IV	V
andel straumsvake periodar	svært lite	lite	middels	høg	svært høg
Overflatestraum (%)	< 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40	> 40
Vassutskiftingsstraum (%)	< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 50	> 50
Spreiingsstraum (%)	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Botnstraum (%)	< 25	25 - 50	50 - 75	75 - 90	> 90
Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
retningsstabilitet	svært stabil	stabil	middels stabil	lite stabil	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

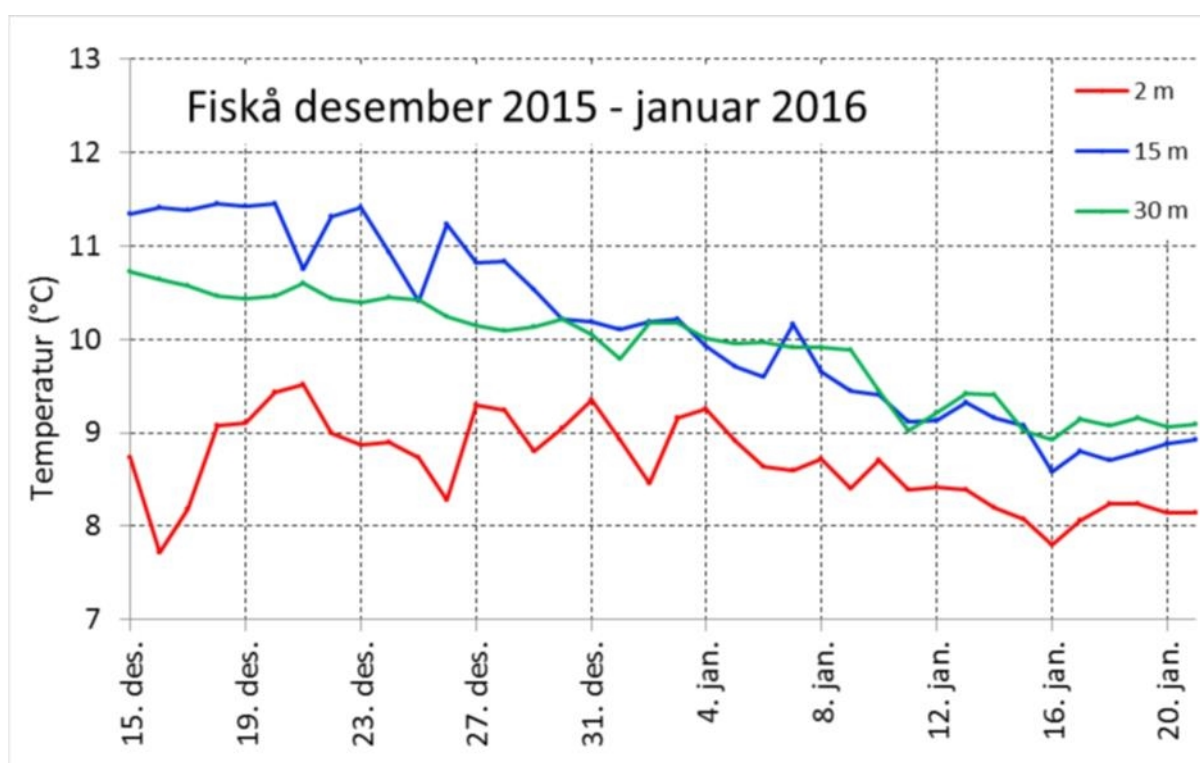
Temperatur, saltinnhald og oksygeninnhald vart målt i vassøyla på lokaliteten den 15. desember 2015 ca kl 15, med ein SAIV SD 204 nedsenkbar STD/CTD sonde som logga data annakvart sekund. Sonden vart senka til botn på ca 65 m djup, om lag 10 meter nord for straumriggeren i posisjon N 59°07,273' / Ø 06°00,031' (WGS 84).

RESULTAT

TEMPERATURTILHØVE

Temperaturen vart målt av straummålarane kvart 30. minutt i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016. Det var kjølegast i overflata på 2 m djup, noko som er vanleg vinterstid. Døgnmiddeltemperaturen på denne djupna varierte litt i starten av måleperioden, frå 7,7 °C 16. desember til 9,5 °C 21. desember, etter det var temperaturen forholdsvis jamt og svakt synkande mellom vel 9 °C og ca 8 °C (**figur 7**). På 15 og 30 m djup var døgnmiddeltemperaturen synkande gjennom måleperioden, frå 11,4 °C til knappe 9 °C på 15 m djup og frå 10,7 °C til vel 9 °C på 30 m djup. Temperaturen sokk litt sprangvis, men forholdsvis jamt på begge desse djupa, men sokk litt brattare på 15 enn på 30 m djup. Dette har samanheng med at dei øvre vasslaga blir avkjølt først når lufttemperaturen og innstrålinga minkar utover hausten og vinteren.

Døgnvariasjonen i temperatur på 2 m djup gjennom måleperioden låg hovudsakeleg rundt 0,4 - 1,5 °C, men var på det meste oppe i 2,9 °C den 27. desember og 3,3 °C den 16. desember (**vedleggsfigur 1**). På 15 m djup var døgnvariasjonen for det meste rundt 0,2 - 1,2 °C, og på det meste oppe i 1,7 °C. På 30 m djup var døgnvariasjonen litt mindre, og låg stort sett rundt 0,1 - 0,8 °C per døgn, men var på det meste oppe i 1,4 °C den 16. januar 2016.



Figur 7. Døgnmidlar for temperatur målt ved Fiskå i Strand kommune på 2 meter, 15 meter og 30 meters djup i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016.

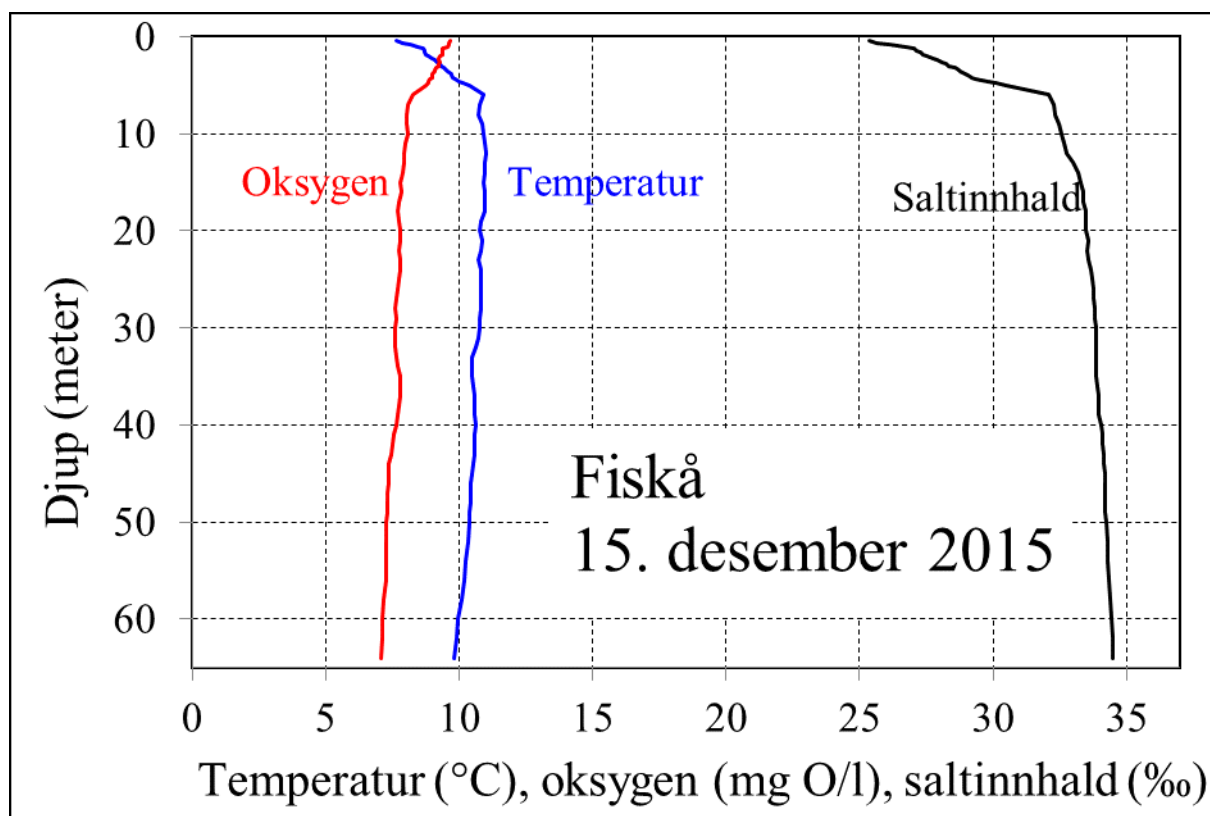
SJIKTNINGSTILHØVE

Temperatur, saltinnhald og oksygeninnhald vart målt i vassøyla den 15. desember 2015, ved utsett av straummålarane. Målingane vart gjort ned til botn på 65 m djup, om lag 10 meter nord for der riggen med straummålarar vart sett.

Måling av hydrografi synte at det var noko ferskvasspåverknad dei øvste metrane av vassøyla (**figur 8**). Heilt i overflata var saltinnhaldet ca 25 ‰, men det steig raskt til 32,1 ‰ på 6 m djup. Vidare nedover auka saltinnhaldet meir gradvis til 34,5 ‰ ved botnen på 65 m djup.

Temperaturen var lågast i overflata med 7,2 °C, men steig jamt til 10,9 °C på 6 m djup. Herifrå var temperaturen ganske stabil, og sokk berre svakt ned mot botnen til 9,8°C.

Oksygeninnhaldet var også ganske jamt og høgt i heile vassøyla. I overflata var innhaldet 9,9 mg O/l, tilsvarande ei oksygenmetning på 98 %, men sokk til 8,1 mg O/l (91 %) på 7 m djup. Herifrå sokk oksygeninnhaldet svakt nedover i vassøyla, og var 7,1 mg O/l (79 %) ved botnen. Dette tilsvarar tilstandsklasse I = "Svært god" (veileder 02:2013).



Figur 8. Måling av temperatur (°C), oksygeninnhald (mg O/l) og saltinnhald (‰) i vassøyla ved utsett av straummålarar ved Fiskå i Strand kommune 15. desember 2015.

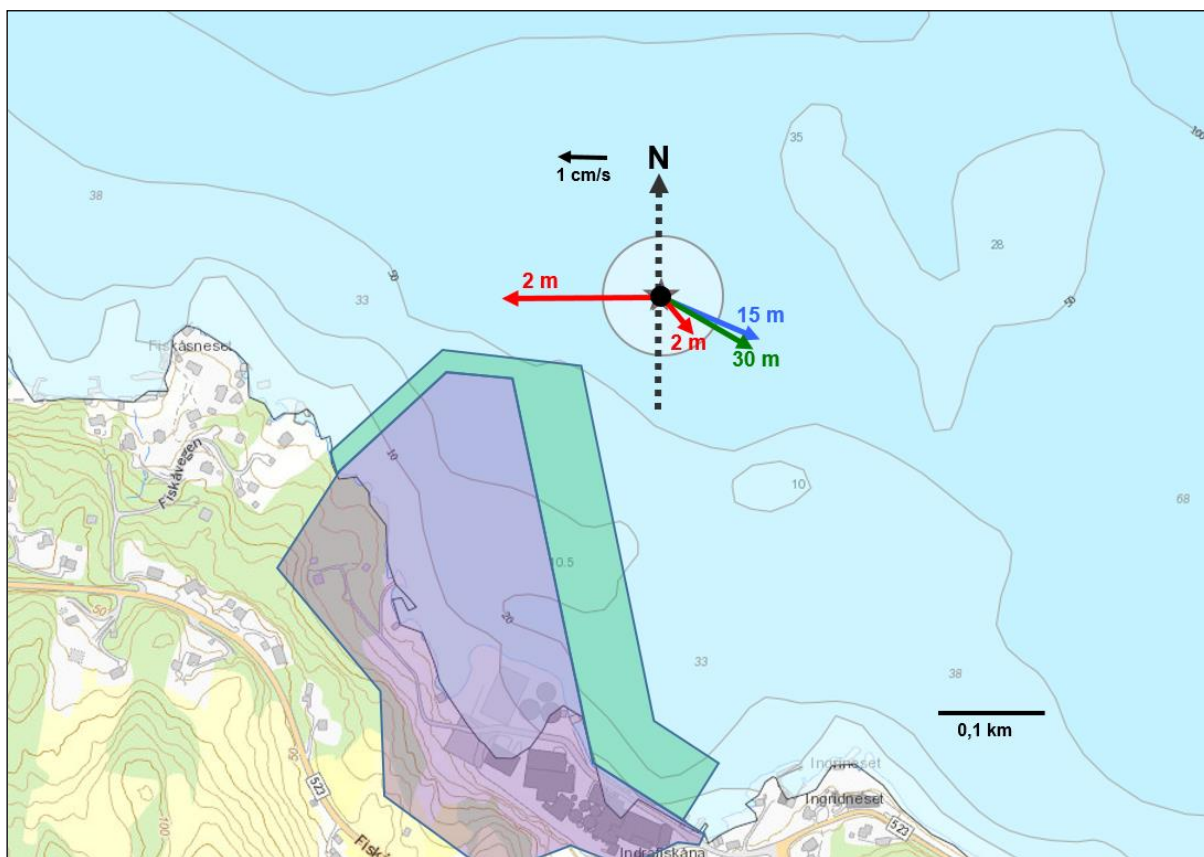
STRAUMMÅLINGAR

OVERSIKT OVER STRAUMTILHØVA VED FISKÅ.

Figur 9 er ei forenkla skisse som viser gjennomsnittleg straumfart og omtrentleg hovudstraumretning (flux) i løpet av måleperioden på 2, 15 og 30 m djup ved Fiskå like utanfor planlagt avløp.

Den gjennomsnittlege straumen i høve til djupna var "middels sterk" på alle djup på lokaliteten (**tabell 4**). Det er vanleg at den gjennomsnittlege straumen avtek nedover i vassøyla, noko som i hovudsak også var tilfelle her. Det kjem normalt av at vinden vil ha størst påverknad på overflatestraumen, og avtakande effekt nedover i vassøyla. Straumbiletet tyder såleis på at vind er den viktigaste straumskapingsfaktoren på lokaliteten (**figur 10, vedleggstabell 7**). Straumen var om lag dobbelt så sterk for overflatestraumen på 2 m djup som lenger ned i vassøyla, medan straumen på 15 og 30 meter var meir lik innbyrdes, både for hastigheit og retning (**figur 11 og 12**).

Tidevatn vil også normalt vere ein viktig straumskapingsfaktor. Det såg periodevis ut til å kunne vere noko effekt av tidevatn på lokaliteten (t.d. 2-4 straumtoppar i døgnet), men stort sett såg ein lite slik effekt (**figur 11**). Det var ein del meir straum i samband med fullmåne 25. desember og til dels ved nymåne 10. januar (**figur 10**), men den auka straumaktiviteten rundt fullmåne skuldast truleg mest sterkare vind i denne perioden (jf. **vedleggstabell 7**). Det var også mindre straumaktivitet i perioden etter 5. januar, då det også var jamt over mindre vind enn tidlegare i måleperioden. Hyppige og raske luftrykksendingar ved variabelt vêr vil også kunne bidra som straumskapingsfaktorar.



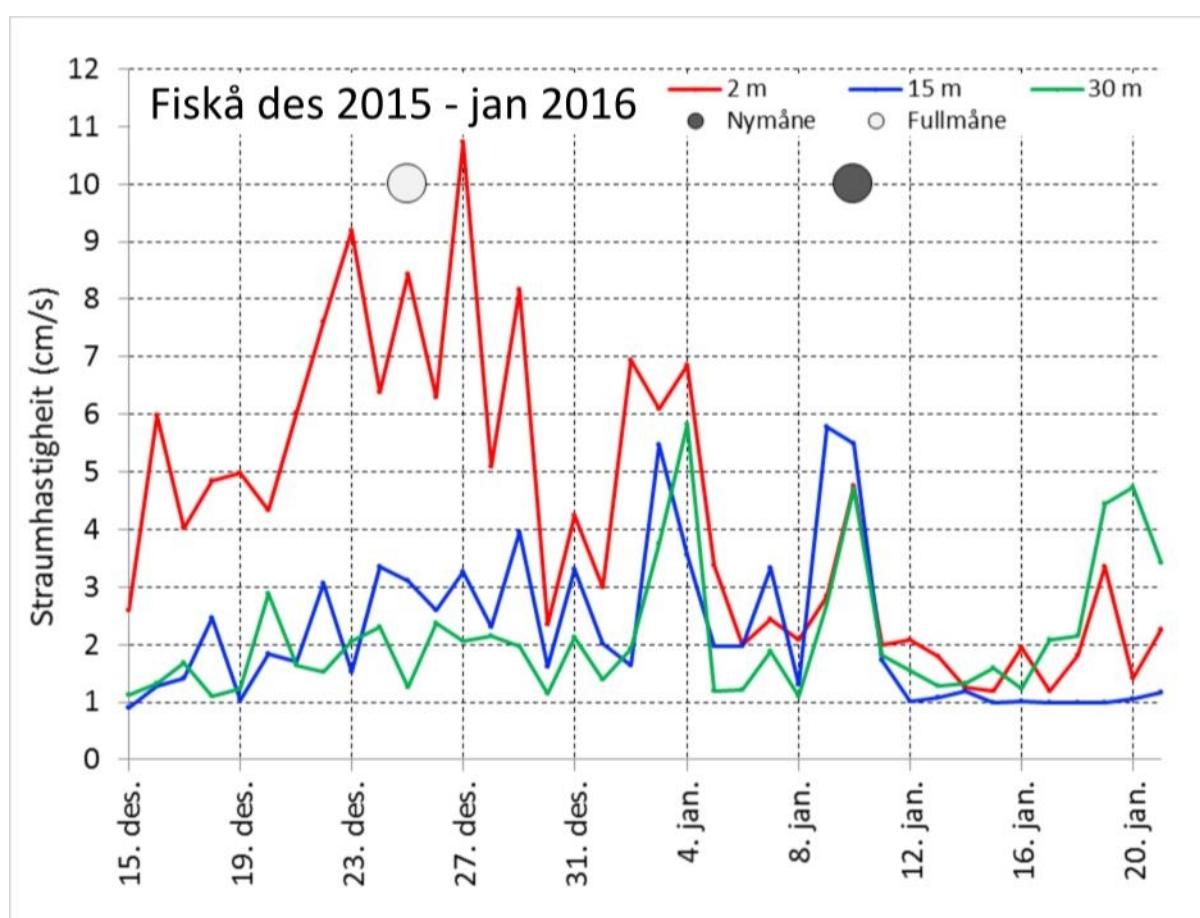
Figur 9. Skisse over hovudstraumretning og straumstyrke på dei ulike måledjupa utanfor planlagt avløp til eit landbasert oppdrettsanlegg ved Fiskå i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016. Total lengd av pilene på kvart djup representerer middel straumhastigheit på dette djupet.

Frå 12. januar og utover vart det målt svært lite straum for spreingsstraumen på 15 meter (**figur 10** og **11**). Det er truleg at det kan ha vore noko som delvis har hindra rotoren i å gå rundt i denne perioden, t.d. litt rusk i lageret, sjølv om dette ikkje vart notert ved opptak av målarane. Ved samanlikning mellom målingane på 15 og 30 meter ser ein at desse følgjer kvarandre relativt tett heilt fram til siste veka av måleperioden, då det vart målt ein del straum på 30 meter og ikkje på 15 meter. Det er dermed truleg at den gjennomsnittlege straumen på 15 m djup reelt har vore noko høgare enn det som er registrert, og at straumen på denne djupna likevel har vore noko sterkare enn på 30 meter i måleperioden (jf. **tabell 4**).

Tabell 4. Oppsummering av straumdata ved Fiskå i Strand kommune i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016.

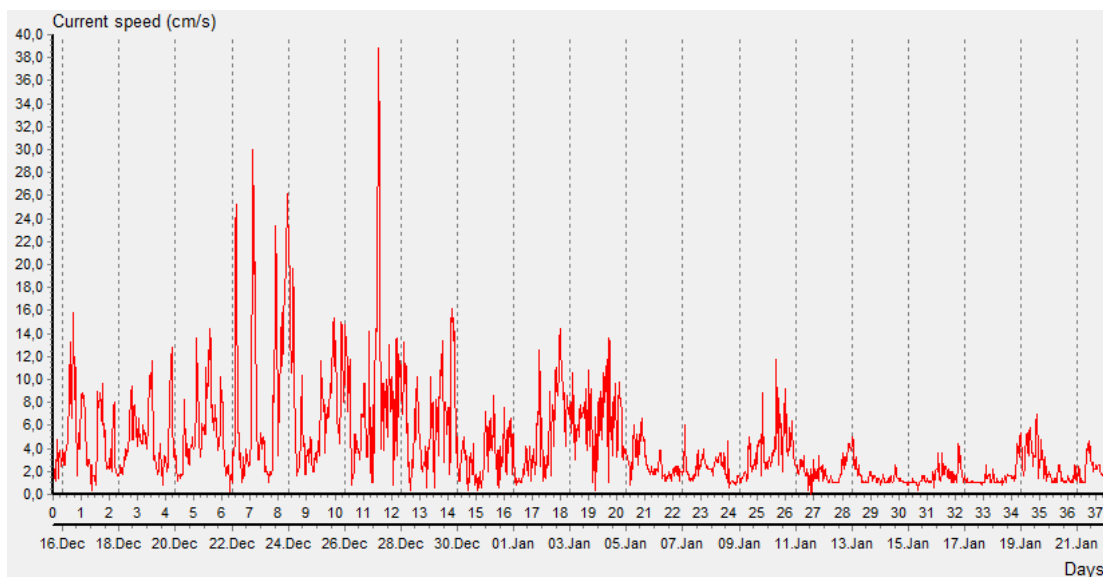
Målestad / djup	Middel hastigheit (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastigheit*	Maks hastigheit (cm/s)	Hovudstraumretning(ar)
Fiskå 2 m	4,3	III = "middels sterk"	38,8	V (+SØ)
Fiskå 15 m	2,2	III = "middels sterk"	14,8	ØSØ
Fiskå 30 m	2,2	III = "middels sterk"	12,4	ØSØ

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå **tabell 3**.

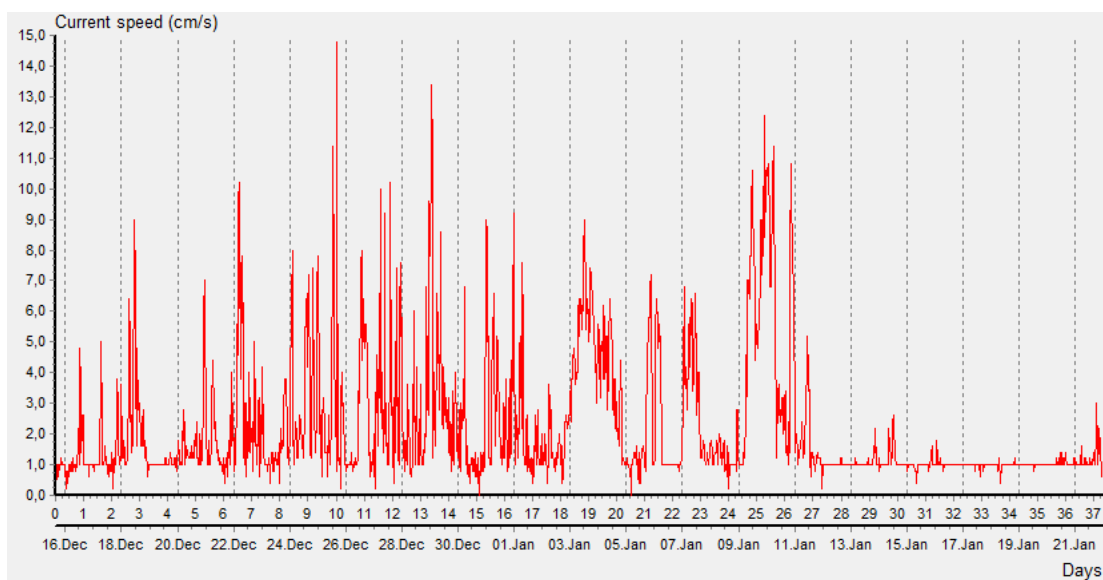


Figur 10. Døgnmidlar for straumhastigheit målt ved Fiskå i Strand kommune på 2 meter, 15 meter og 30 meters djup i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016.

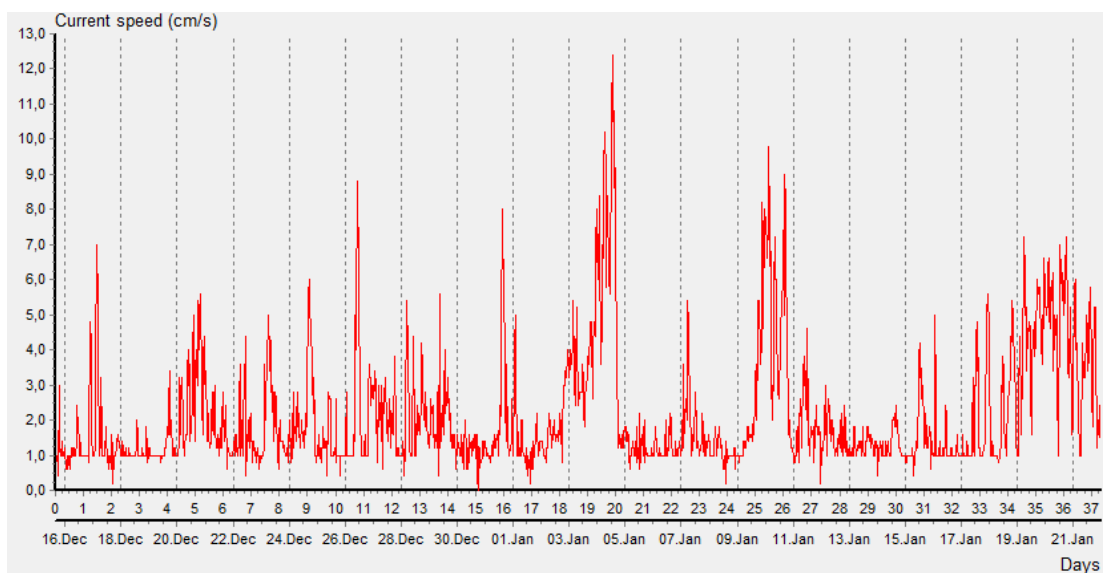
2 m



15 m



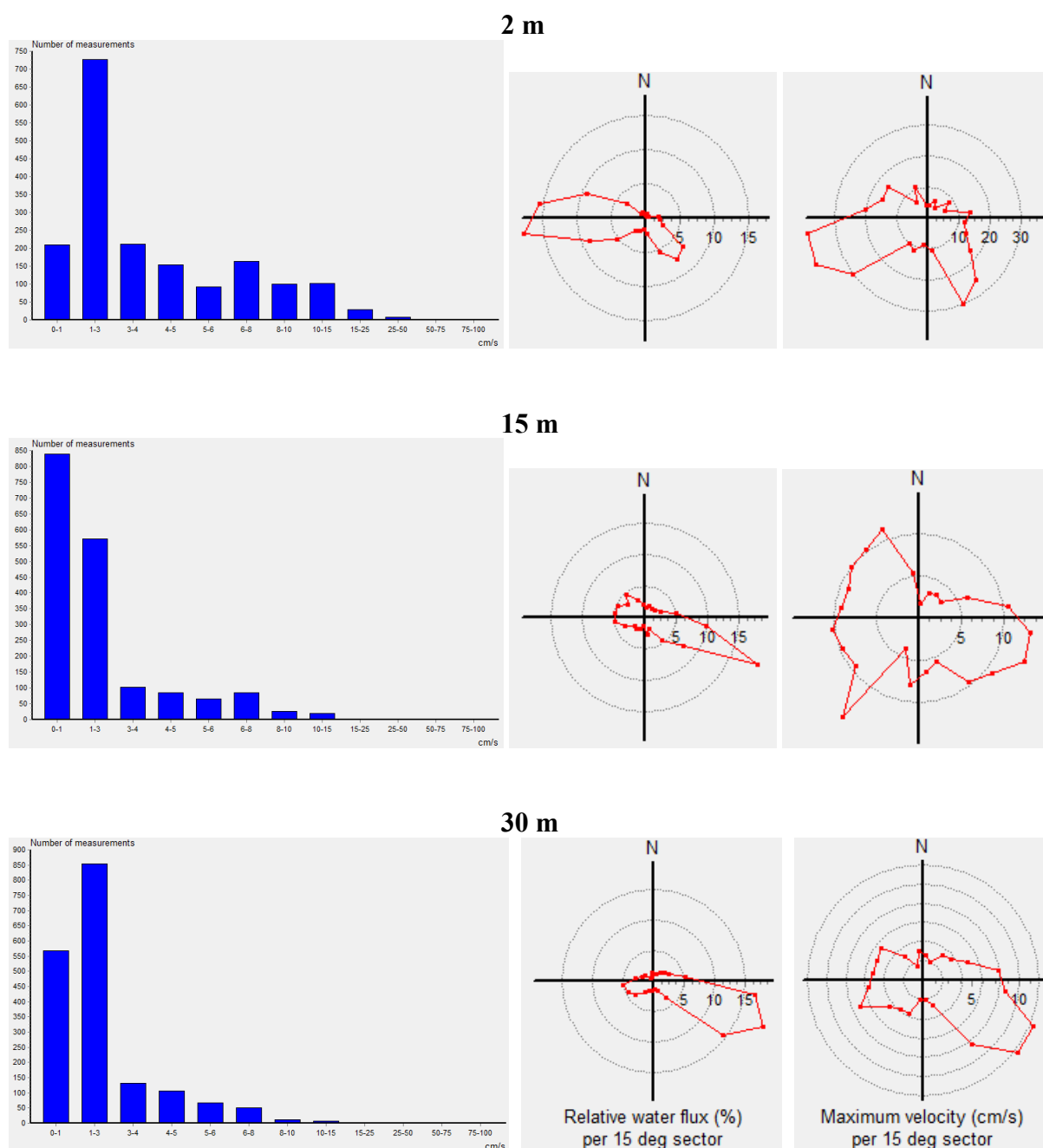
30 m



Figur 11. Straumhastighet ved Fiskå på 2, 15 og 30 m djup i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016.

STRAUMRETNING OG VASSTRANSPORT

Straumen på 2 m djup gjekk i hovudsak utover fjorden om lag i vestleg retning (**figur 9** og **12**). Dette er litt på skrå av hovudretninga til fjorden, men det kan mogeleg ha samband med at det var ein god del vind frå austleg retning i måleperioden. Det var også noko straum som gjekk innover fjorden i søraustleg retning på 2 m djup. På 15 og 30 m djup gjekk straumen i all hovudsak innover fjorden mot søraust til austsøraust. På desse djupnene følgjer såleis straumen i større grad topografien til fjorden.

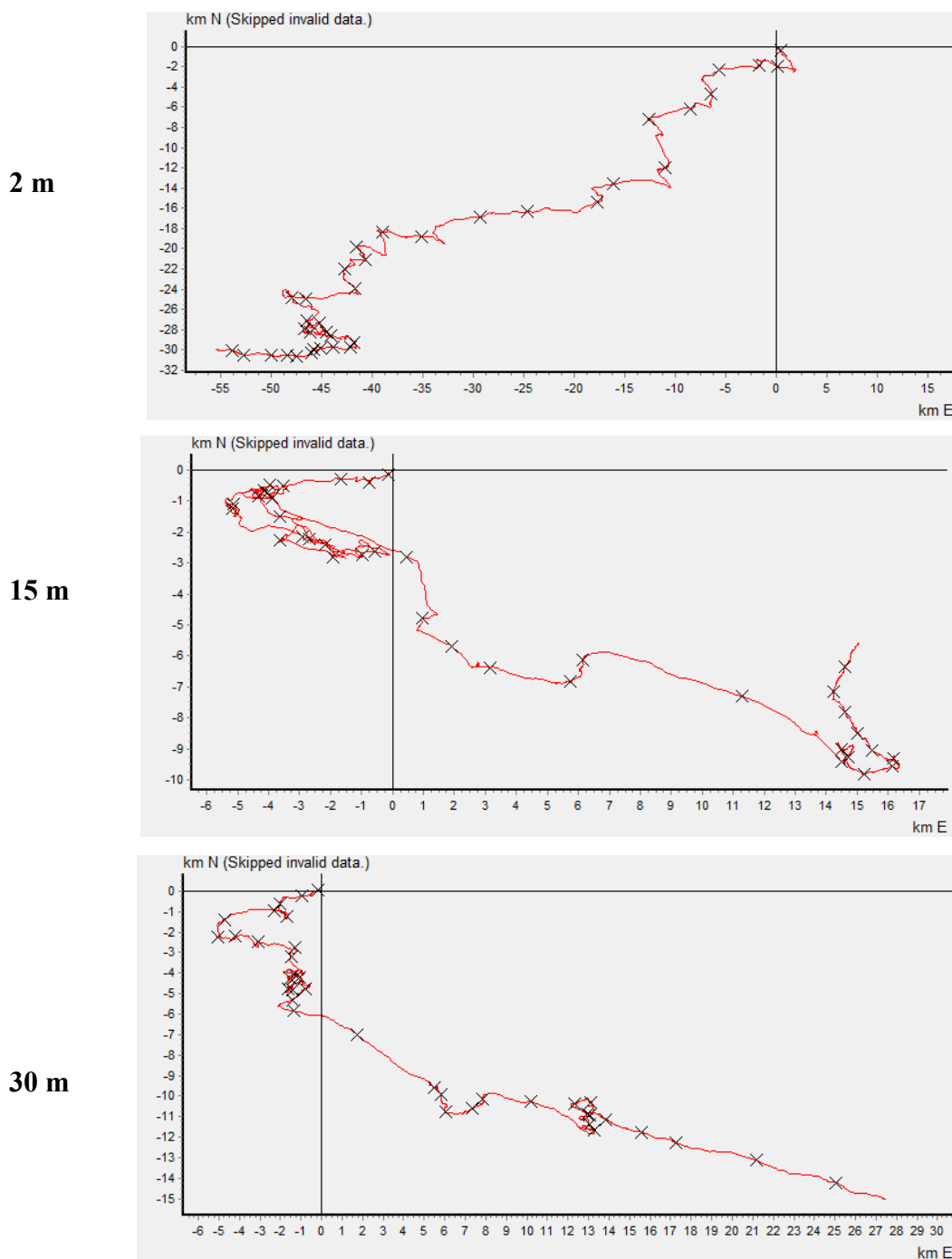


Figur 12. Fordeling av straumhastigheit (venstre), samt flux/vasstransport (midten) og maksimal straumhastigheit (høgre) for kvar 15° sektor på 2, 15 og 30 m djup ved Fiskå i Strand kommune i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016.

Tabell 5. Skildring av hastighet, varians, stabilitet, og retning til straumen ved Fiskå i Strand kommune i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016.

Måledjup	Middel hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann-parameter	Tilstandsklasse Neumann-parameter*	Resultantretning
2 meter	4,3	16,237	0.456	II = "stabil"	242° = VSV
15 meter	2,2	4,405	0.224	III = "middels stabil"	111° = ØSØ
30 meter	2,2	2,865	0.449	II = "stabil"	119° = ØSØ

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå **tabell 3**.



Figur 13. Progressivt vektorplott for målingane på 2, 15 og 30 m djup ved Fiskå i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016.

STRAUMSVAKE PERIODAR.

Det var "middels" innslag av straumsvake periodar i overflata på 2 m djup ved Fiskå, og lengste periode på dette djupet var 31 timar (**tabell 3** og **6**). For spreingsstraumen på 15 m djup var innslaget så vidt over grensa til "høgt" i høve til djupna, og dei to lengste periodane var litt over høvesvis 7 og 2 døgn. Innslaget av straumsvake periodar for «botnstraumen» på 30 m djup var "middels", med ein lengste straumsvake periode på litt under 2 døgn (**tabell 6**).

Tabell 6. Skildring av straumsvake periodar ved Fiskå i Strand 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 varigheit på 2,5 timar eller meir. Måleintervallet er 30 min., og målingane er utført i perioden 15. desember 2015 – 21. januar 2016.

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 *
2 meter	72	16	5	5	1					31 t	24,5	III = "middels"
15 meter	62	22	6	9	1	0	1	0	1	172,5 t	60,3	IV = "høg"
30 meter	68	24	18	6	3	2				43 t	58,3	III = "middels"

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå **tabell 3**.

REGISTRERINGAR AV STRAUMSTILLE

På 2 m djup utgjorde målingane av heilt straumstille (straum på 1 cm/s eller svakare) 11,7 % av alle målingane i perioden (**vedleggstabell 1**). Andelen straumstille på 15 m djup var 46,8 % medan andelen på 30 m djup var 31,7 % (**vedleggstabell 3** og **5**).

KVALITETSVURDERING AV MÅLEDATA

Det var ikkje synleg begroing av betydning på målarane etter endt måleperiode, og rotorane på dei ulike målarane hadde ikkje merkbar tregheit ved opptak. Det var likevel teikn til at målarane på 15 m djup ikkje hadde målt reell straumfart dei siste dagane av måleperioden (sjå avsnitt side 15). Det er dermed truleg at den gjennomsnittlege straumen på 15 m djup reelt har vore noko høgare enn det som er registrert.

Det var ikkje installasjonar i sjøen på lokaliteten i måleperioden. Målingane var soleis ikkje påverka av objekt som kunne ha innverknad på straumen.

Straumriggen flytta seg noko i løpet av romjula, truleg i løpet av den 27. desember. Riggen hadde vorte dregen ca 100 meter mot sørvest, mot grunnare vatn inn mot utfyllingsområdet, truleg på grunn av sterk vind og straum. Riggen stod i denne posisjonen fram til 5. desember, då riggen vart teken opp og flytta tilbake nærare opphavleg posisjon. Ved re-utsett vart riggen plassert ca 65 m utanfor (nordvest for) opphavleg posisjon. Ei måling, den 5. januar kl. 1342, vart sletta frå alle måleseriar i samband med flytting av straumrigg. Denne målinga hadde avvikande verdiar for hastigheit og retning, medan nabomålingane på kvar side ikkje hadde avvikande verdiar. Elles vart ingen data forkasta (utanom før og etter utsett heilt i starten og slutten av måleperioden). Ein gjennomgang av alle måledata kunne ikkje påvise at det var noko vesentleg forskjell i straumbiletet mellom dei ulike plasseringane av riggen, og heile måleperioden er såleis representativ for straumen på lokaliteten.

Riggen kom også på rek i løpet av helga 22. – 24. januar 2016, i tida rundt planlagt innhenting. Ut frå

straumdata kan det sjå ut til å vere ei endring i retning og temperatur like over midnatt natt til 22. januar, og data er difor teke med til og med 21. januar. Alle data frå og med 22. januar er ekskludert frå vidare handsaming. Måleperioden er totalt på rundt 37 døgn, som er vurdert som tilstrekkeleg til å belyse straumbiletet på lokaliteten.

Straummålingane vart utført i ein vinterperiode med veksling mellom nokså kraftig vind og periodar med meir stille og stabilt ver (**vedleggstabell 7**). Vêrstasjonen Fister - Sigmundstad ligg ca 5 km nordaust for lokaliteten, og er truleg litt mindre eksponert enn lokaliteten ved Fiskå, spesielt for austlege vindar. Måleperioden er bra representativ for ein normal vintersituasjon med vekslende vêrtilhøve.

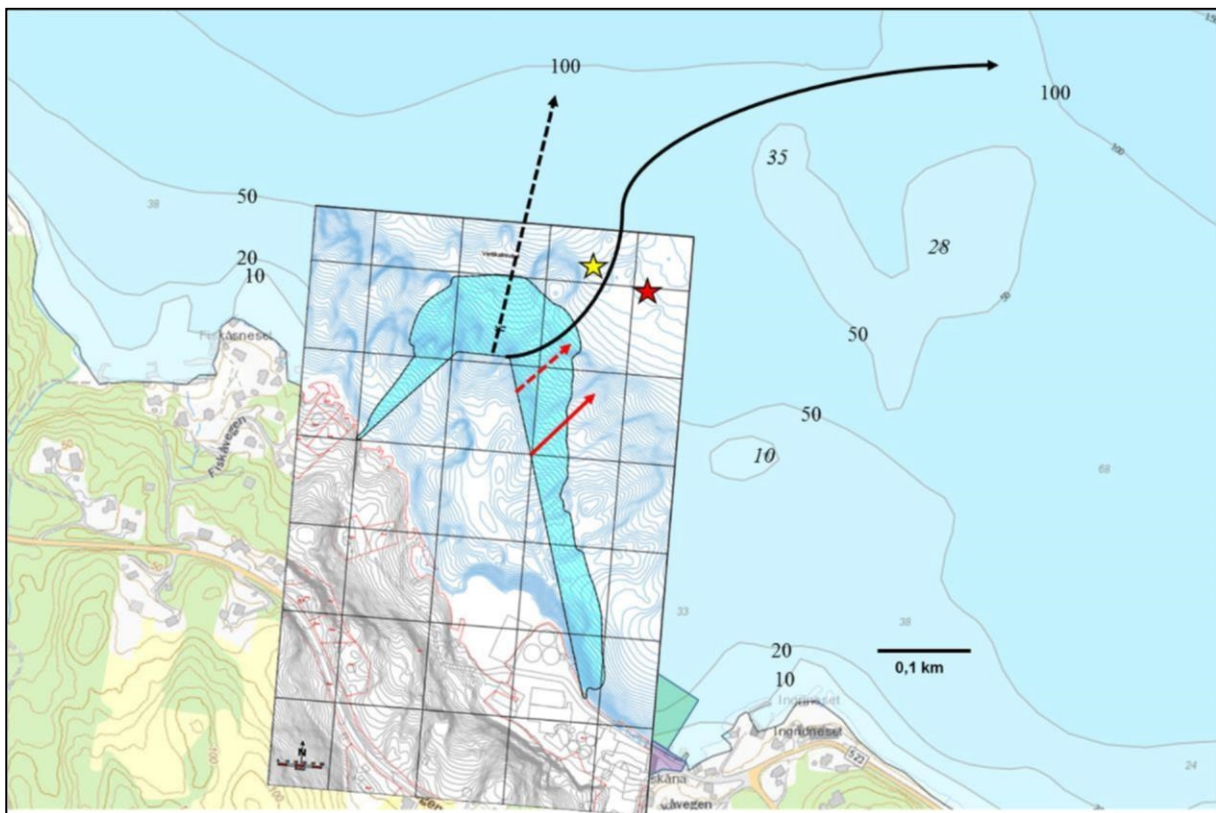
VURDERING AV AVLØP OG INNTAK

Brødrene Nordbø AS har fått regulert eit stort område til industriføremål ved Fiskå, der mykje av arealet skal etablerast ved utfylling av tunellmassar i sjø. Delar av dette industriområdet er tiltenkt oppdrettsverksemd, og Rådgivende Biologer AS har i samband med dette utført straummålingar og vurdert plassering av avløp og vassintak i sjø.

AVLØP

Eit avløp bør plasserast i nordaustleg del av utfyllingsområdet, i den relativt bratte skråninga mot nordaust (**figur 14** og **15**). Avløpet bør truleg plasserast på 30-40 meters djup, dette vil vere litt avhengig av kor stor dimensjon avløpet har, både i diameter og vassmengde.

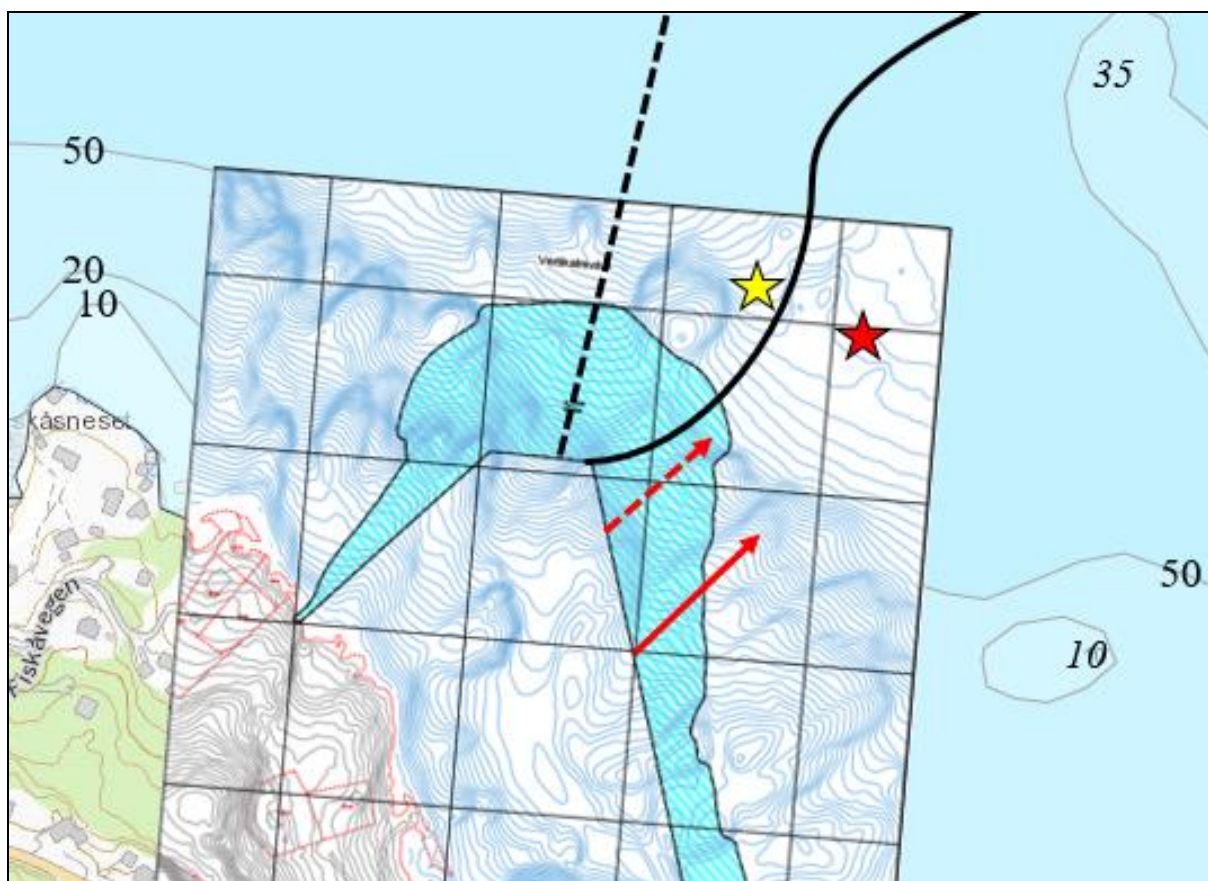
Dersom det er hovudsakleg fersk- eller brakkvatn i avløpet vil dette stige opp på grunn av den lågare tettleiken i høve til det omkringliggjande saltvatnet. Innblandingdjupet for avløpsvatnet vil då normalt vere i dei øvre delane av vassøyla, der tidevatnet vanlegvis syter for hyppig og god vassutskifting. På denne måten vil dei aller finaste tilførslane bli spreidd effektivt vekk frå utsleppsstaden med tidevatnet, medan større partiklar vil sedimentere i meir umiddelbar nærleik til avløpet. Det er difor vanleg å observere ei svært avgrensa punktbelastning i samband med slike utslepp dersom utsleppet skjer på djupner med relativt god vassutskifting og gode nedbrytingstilhøve. Der vil naturleg nedbryting kunne halde tritt med tilførslane dersom det er god tilgang på oksygen ved tilførsel av friskt vatn over sedimentet.



Figur 14. Utfyllingsområdet ved Fiskå med djupnekoter og forslag til avløp og inntak. Lyseblått skravert felt angir planlagt utstrekning av fyllingsfoten. Forslag til avløp frå oppdrettsanlegget er markert med raude piler, og forslag til vassinntak er markert med svarte piler. Heiltrekte piler markerer hovudalternativ, stipla piler viser alternative plasseringar. Posisjonar for straummåling er markert (raud og gul stjerne). Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no/> og frå arealplan for Strand kommune.

Av dei to foreslåtte alternativa for avløp er det sørlege alternativet lagt delvis oppå ein undersjøisk rygg som går bratt nedover i utkanten av utfyllingsområdet (**figur 15**). Ved å leggje avløpet oppå ein rygg vil ein få betre spreiring og omsetjing av organisk avfall rundt avløpet. Dersom ein kan få lagt leidningen stabilt oppå ein slik rygg vil dette truleg vere eit noko betre alternativ enn å leggje leidningen nedi eit tilsvarande dalsøkk. Der vil det organiske avfallet i større grad samle seg nedi søkket, og det vil truleg vere noko mindre straum tilgjengeleg til spreiring og omsetjing.

Det nordlege alternativet for avløp er tenkt plassert i skråninga av fyllmassar mot nordaust (**figur 15**). Dersom skråninga er jamn, kan ein legge leidningen her omtrent kvar ein vil og kor djupt ein vil i området. Ulempa med dette alternativet kan vere at dersom fyllinga er relativt grov, så vil ein del av det organiske materialet kunne falle ned mellom steinane i ura. Ein vil dermed få ei akkumulering nedover i ura der straumen ikkje kjem til i særleg grad, og ein kan risikere dårlegare omsetjingstilhøve og opphoping av materiale nedimellom steinane. Det vil truleg vere betre å leggje avløpet ut mot «naturleg» fjell- eller sedimentbotn, der straumen får betre tak, slik som i det sørlege alternativet.



Figur 15. Detalj frå førre figur som viser nærare forslag til plassering av avløp (raude piler). Heiltrekt pil markerer hovudalternativ, stipla pil viser alternativ plassering.

Straumen er middels sterk i området, i heile vassøyla ned til minst 30 meters djup. Retninga til straumen er i hovudsak innover fjorden i det meste av vassøyla, men meir utover fjorden i vestleg retning forbi Fiskåneset når ein nærmar seg overflatevatnet. Ein del av partiklane vil dermed truleg sedimentere frå avløpet og noko i retning parallelt med land innover fjorden, medan ein del av dei finare partiklane også kan bli spreidd meir utover fjorden. Det ser ikkje ut til å vere vasstransport av betydning på tvers av fjorden mot nordaust. Det vert for øvrig gjort merksam på at vurderingane av straumtilhøva ("middels sterk" straum) er gjort ut frå kva ein meiner er eigna straumtilhøve for oppdrett av fisk i merdanlegg, og ikkje kva som er tilstrekkeleg i samband med omsetjing av organisk materiale frå eit utslepp frå settefiskanlegg.

Dersom botnstraumen er sterk nok vil det førekomme resuspensjon av sedimentert materiale. Dette vil skje ved straumhastigheiter over ca 10 cm/s, medan ei straumhastigheit på ca 5 cm/s er nok til å halde partiklane resuspendert (Cromey m.fl. 2002, Kutti m.fl. 2007). «Botnstraumen» på 30 m djup ved Fiskå hadde ei maksimal hastigheit på 12,4 cm/s, var over 10 cm/s ved eit par høve i måleperioden, og oppunder 10 cm/s ved fleire høve (jf. **figur 11**). Det betyr at det med ujamne mellomrom vil førekomme resuspensjon på lokaliteten. Dette er gunstig med tanke på vidare spreining og omsetjing på botnen ved avløpet og i området rundt, og indikerer gode tilhøve for rehabilitering. Straumtilhøva verkar generelt å vere gode i høve til eit utslepp i området. Det vil også vere god utveksling av vassmassar med heile fjordsystemet på aktuelle utsleppsdjup, og det er ingen tersklar som vil ha betydning for avløpet.

INNTAK

Eit vassinntak bør truleg plasserast eit stykke nordaust for utfyllingsområdet (jf. **figur 14**). For å få mest mogeleg jamn temperatur på inntaksvatnet bør inntaket liggje så djupt at ein unngår dei største sesongmessige svingingane i temperatur. Vanlegvis vil temperaturen vere nokså stabil rundt 8 °C året rundt når ein kjem ned under djupner på rundt 100 meter langs kysten av Vestlandet, men det kan variere noko frå år til år kor djupt det stabile sjiktet ligg. Grunnare enn 50-60 meter vil det som regel vere ein del variasjon i temperatur gjennom året, og ofte ser ein eit sjikt med noko varmare vatn seinhaustes ned mot desse djupa. Midt i desember 2015 var det til dømes over 10 °C heilt ned til 60 meters djup ved Fiskå (jf. **figur 8**).

Det vil truleg vere mest stabile tilhøve på inntaksvatn djupare enn 100 meter, men samstundes er hovudterskelen inn til fjordområda på knappe 100 meter. Det medfører at utskiftinga av vatn vil vere svært god ned til rundt 100 meter, og truleg litt mindre god djupare enn dette. Målingar Rådgivende Biologer AS har gjort i Fognafjorden i september 2014 viste jamt god oksygenmetning ned til 100 meter, der konsentrasjonen var 75 %, og så litt avtakande ned til knappe 65 % mellom 130 og 160 meters djup. Vidare nedover var det litt over 65 % heilt ned til vel 230 meters djup. Ei tilsvarende måling i juli 2015 viste noko av det same, med jamt avtakande konsentrasjon frå 78 % på 50 meter via 71 % på 75 meter og 65 % på 100 meters djup til lågast konsentrasjon på 61 % rundt 120 meters djup. Vidare ned mot 250 meters djup låg konsentrasjonen rundt 65 %. Grensa mellom tilstandsklasse I = «meget god» og II = «god» for oksygeninnhald i djupvatn er 65 % (veileder 02:2013). Eit vassinntak bør såleis liggje på djupner mellom ca 70-100 meter, litt avhengig av kva behov ein har for kvaliteten på inntaksvatnet.

Plasseringa av inntaket bør vere nord eller nordaust for grunnområdet med djupner opp mot 28-35 meter som ligg ca 3-500 meter aust-nordaust for utfyllingsområdet (**figur 14**). Forbi denne grunna vil det vere liten sjanse for at inntaksvatnet vil verte påverka av avløpet. Straumen går langs med land forbi lokaliteten, og eventuelle partiklar frå avløpet vil i liten eller ingen grad passere forbi denne grunna mot nordaust. Det vil vere litt det same om ein leidning blir lagt sør eller nord for grunnområdet ut mot djupålen i Årdalsfjorden, det kjem mest an på kva som er mest praktisk i høve til botntopografi og traséval for leidningen.

Det kan også vere eit alternativ å leggje leidningen meir rett mot nord til nordnordaust (**figur 14**). Dette vil gje ein kortare trasé for leidningen for å kome til høvelege djupner. Her vil imidlertid inntaket liggje noko nærare avløpet, og botnen skrånar i nokon grad jamt frå avløpet og nedover i retning nord. Det som sedimenterer av partiklar i nærområdet til avløpet vil etter all sannsynlegheit bli nedbrote og omsett om lag der det sedimenterer, og i svært liten grad påverke eit inntak på aktuelle djupner mot nord. Finare partiklar kan bli ført litt lenger avgarde og sedimentere i større avstand til avløpet. Straumen vil imidlertid i liten grad føre partiklar rett nordover frå avløpet, men ein kan ikkje heilt utelukke ein påverknad. Dersom ein har god rensing og handtering av inntaksvatnet kan ein trasé mot nord vere eit brukbart alternativ. Ein bør truleg unngå å leggje inntaket meir i retning nordvest, då straumen viser større påverknad frå avløpet i denne retninga.

KONKLUSJON

Straummålingane viste at det var gode straumtilhøve utanfor planlagt anlegg ved Fiskå, med middels sterk gjennomsnittsstraum i heile vassøyla ned til aktuelt utsleppsdjup. Straumen gjekk hovudsakleg innover fjorden i djupare vasslag, men meir utover fjorden i øvre vasslag, noko som medfører at organisk materiale over tid vil bli spreidd litt til begge sider rundt avløpet. Botnstraumen hadde med ujamne mellomrom episodar med så sterk straum at det vil føre til resuspensjon på lokaliteten, noko som er gunstig med tanke på rehabilitering og omsetjing på botnen ved avløpet og i området rundt. Avløpet bør leggst i retning nordaust frå anlegget, og truleg helst på djupner mellom 30-40 meter. Eit vassinntak kan leggst på 80-100 meters djup, helst eit stykke frå anlegget i nordaustleg retning ut mot djupålen i Årdalsfjorden.

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 oppdrettslokaliteter i relasjon til topografi og miljø.
NIVA-rapport 3709, 58 sider, ISBN 82-577-3275-3

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

Strøm på havbrukslokaliteter.
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.

OM GYTRE STRAUMMÅLARAR

Straummålararen som er nytta er av typen Gytre målar, SD 6000. Rotoren har ein tregleik som krev ein viss straumhastigheit for at rotoren skal gå rundt. Ved låg straumhastigheit vil Gytre målararen 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 målararen. 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 målararen syner tilnærma straumstille kan straumen periodevis eigentleg vere 1 – 2 cm/s sterkare. Som vist nedanfor har ein indikasjonar på at Gytre straummålarane og rotormålarar generelt måler mindre straum enn «sann straum» ved låg straumhastigheit. Målingar på alle djup er såleis **minimumsstraum**.

Ein må i denne samanheng gjere merksam på at straummålarane som er nytta på denne lokaliteten registrerer 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 straumhastigheit for å drive den rundt. Ved dei høva der målararen 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 målararen 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-målararen har ein rotor med litt anna design enn SD 6000. Testen synte at RCM 7 straummålararen ga 19 % høgare middelstraumfart enn Gytre målararen (Golmen & Nygård 1997). På låge straumverdiar synte Gytre målararen mellom 1 og 2 cm/s under Aanderaa målararen, dvs at når Gytre målararen synte 1-2 cm/s, så synte Aanderaa målararen 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 straumhastigheit 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-målarane stod det ein NORTEK 500 kHz ADP (Acoustic Doppler Profiler) straummålar på botn. Denne måler straum ved at det frå målararen sine hydrofonar vert sendt ut ein akustisk lydimpuls med ein gitt frekvens (t.d. 500 kHz) der delar av signalet vert reflektert tilbake til instrumentet av små partiklar i vatnet. ADP straummålararen 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 Gytremålararen) 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 rotormålarane langt under ADP målararen når det gjeld straumhastigheit.

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 målararen 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 straummålarartypene med aukande avstand frå målehovudet på Nortek ADP målararen. 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 målararen målte ca 1,5 – 2,5 cm/s høgare gjennomsnittleg straumfart enn Gytre målararen 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 graders kompassektorar på 2 m djup ved Fiskå. Måleperiode: 15. desember 2015 - 21. januar 2016. Antal målingar: 1793. Intervalltid: 30 min.

	Current speed groups													Total flow		Max curr
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m ³ /m ²	%	
0	4	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	608	0.4	4.2
15	4	9	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1026	0.7	6.0
30	2	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	544	0.4	3.8
45	2	10	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0.8	601	0.4	8.4
60	7	8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1.0	641	0.5	5.8
75	5	14	5	4	1	4	4	1	0	0	0	0	2.1	2686	1.9	13.6
90	15	32	7	1	2	1	2	1	0	0	0	0	3.4	2812	2.0	11.8
105	2	23	9	10	1	3	3	2	0	0	0	0	3.0	3686	2.7	13.4
120	1	23	12	19	12	13	7	8	1	0	0	0	5.4	9349	6.8	17.2
135	1	34	12	11	9	16	6	9	3	1	0	0	5.7	10548	7.6	25.2
150	3	25	12	6	4	6	2	5	6	1	0	0	3.9	7668	5.5	30.0
165	2	23	5	4	1	4	4	1	0	0	0	0	2.5	3146	2.3	10.6
180	2	19	6	4	1	3	2	0	0	0	0	0	2.1	2286	1.7	8.8
195	8	20	9	3	1	5	1	1	0	0	0	0	2.7	2736	2.0	11.4
210	20	26	5	2	1	6	4	0	0	0	0	0	3.6	3222	2.3	10.0
225	13	46	11	6	5	5	6	7	0	1	0	0	5.6	7268	5.3	30.0
240	19	73	16	12	12	18	5	11	0	1	0	0	9.3	12370	8.9	38.6
255	21	85	26	25	12	31	19	19	10	3	0	0	14.0	24944	18.0	38.8
270	20	99	30	25	15	26	20	18	5	0	0	0	14.4	21632	15.6	20.0
285	35	63	25	8	7	14	10	16	1	0	0	0	10.0	12874	9.3	15.4
300	13	38	7	3	3	5	4	2	2	0	0	0	4.3	4712	3.4	16.2
315	2	20	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1.6	1220	0.9	6.2
330	5	8	2	3	0	3	0	1	0	0	0	0	1.2	1354	1.0	10.8
345	3	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	457	0.3	4.2
Sum%	11.7	40.5	11.8	8.5	5.2	9.1	5.6	5.7	1.6	0.4	0.0	0.0		138391		38.8

STATISTICAL SUMMARY

File name: Fiskå 2m.SD6

Ref. number: 1598

Series number: 1

Interval time: 30 Minutes

Number of measurements in data set: 1793

Data displayed from: 15:42 - 15.Dec-15 To: 23:42 - 21.Jan-16

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	4,3	3,5	1,9
Variance (cm/s) ²	16,237	13,344	5,686
Standard deviation (cm/s)	4,030	3,653	2,384
Mean standard deviation	0,940	1,053	1,263
Maximum current velocity	38,8		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	8,5		
Significant min velocity	1,3		

Vedleggstabell 2.
Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 2 m djup ved Fiskå i perioden 15. desember 2015 - 21. januar 2016.

Vedleggstabell 3. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 15 m djup ved Fiskå. Måleperiode: 15. desember 2015 - 21. januar 2016. Antal målingar: 1793. Intervalltid: 30 min.

	Current speed groups													Total flow		Max curr
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m ³ /m ²	%	
0	42	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	1170	1.6	1.8
15	51	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1	1451	2.0	3.2
30	42	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	1314	1.8	3.4
45	36	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	1447	2.0	3.2
60	37	28	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3.9	1872	2.6	6.2
75	38	36	7	1	3	6	0	1	0	0	0	0	5.1	3596	5.0	10.6
90	33	28	6	12	3	18	6	3	0	0	0	0	6.1	6998	9.8	13.2
105	23	41	18	23	24	26	8	9	0	0	0	0	9.6	13982	19.5	13.4
120	36	26	9	10	6	11	2	2	0	0	0	0	5.7	5443	7.6	10.8
135	31	23	8	7	3	2	2	0	0	0	0	0	4.2	3276	4.6	9.6
150	15	16	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2.2	1390	1.9	5.6
165	18	15	4	2	5	2	0	0	0	0	0	0	2.6	1908	2.7	6.4
180	24	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2.1	922	1.3	8.0
195	36	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2	1328	1.9	4.0
210	28	19	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3.0	1597	2.2	14.8
225	25	15	2	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2.6	1516	2.1	9.4
240	24	35	5	3	0	1	1	0	0	0	0	0	3.8	2466	3.4	9.6
255	21	41	7	4	2	3	1	1	0	0	0	0	4.5	3488	4.9	10.2
270	41	29	4	2	6	3	2	0	0	0	0	0	4.9	3427	4.8	9.2
285	43	34	4	5	3	2	2	0	0	0	0	0	5.2	3431	4.8	9.0
300	41	22	4	2	1	2	2	0	0	0	0	0	4.1	2531	3.5	10.0
315	60	25	3	5	3	3	0	1	0	0	0	0	5.6	3348	4.7	10.2
330	43	12	6	2	1	1	0	1	0	0	0	0	3.7	2142	3.0	11.4
345	52	13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3.7	1526	2.1	5.4
Sum%	46.8	31.8	5.7	4.7	3.6	4.7	1.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0		71570		14.8

STATISTICAL SUMMARY

File name: Fiskå 15m.SD6

Ref. number: 117

Series number: 1

Interval time: 30 Minutes

Number of measurements in data set: 1793

Data displayed from: 15:41 - 15.Dec-15 To: 23:41 - 21.Jan-16

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	2,2	1,7	1,1
Variance (cm/s) ²	4,405	3,918	1,245
Standard deviation (cm/s)	2,099	1,979	1,116
Mean standard deviation	0,946	1,155	1,008
Maximum current velocity	14,8		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	4,5		
Significant min velocity	0,9		

Vedleggstabell 4. Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 15 m djup ved Fiskå i perioden 15. desember 2015 - 21. januar 2016.

Vedleggstabell 5. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 30 m djup ved Fiskå. Måleperiode: 15. desember 2015 - 21. januar 2016. Antal målingar: 1793. Intervalltid: 30 min.

	Current speed groups													Total flow		Max	Tot. Ox. flux	
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m³/m²	%	curr	g/m²	%
0	22	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	792	1.1	2.6	6450	1.1
15	19	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	828	1.2	2.0	6846	1.2
30	26	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	1195	1.7	3.2	9819	1.7
45	33	37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0	1627	2.3	3.6	13509	2.3
60	18	55	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1	1966	2.8	5.0	16297	2.8
75	23	66	4	4	2	2	0	0	0	0	0	0	5.6	3643	5.2	7.8	30186	5.2
90	25	63	36	35	23	10	2	0	0	0	0	0	10.8	11729	16.9	8.6	97783	17.0
105	28	73	33	33	20	22	2	2	0	0	0	0	11.9	13612	19.6	12.4	114029	19.8
120	45	61	21	15	11	13	7	4	0	0	0	0	9.9	10044	14.4	12.4	83953	14.6
135	18	27	3	4	2	2	1	0	0	0	0	0	3.2	2340	3.4	8.4	19342	3.4
150	18	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	1145	1.6	2.8	9353	1.6
165	26	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	972	1.4	2.0	7846	1.4
180	31	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.0	1094	1.6	2.0	8784	1.5
195	26	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.0	1202	1.7	3.8	9725	1.7
210	36	34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0	1613	2.3	3.8	13064	2.3
225	33	51	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.1	2552	3.7	4.4	20898	3.6
240	21	53	7	4	1	1	0	0	0	0	0	0	4.9	3150	4.5	7.0	25610	4.5
255	19	46	9	8	4	0	0	0	0	0	0	0	4.8	3566	5.1	5.6	28818	5.0
270	21	32	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3.5	2045	2.9	5.2	16532	2.9
285	17	28	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2.6	1408	2.0	5.2	11551	2.0
300	20	20	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2.3	1134	1.6	5.4	9276	1.6
315	8	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	479	0.7	3.0	3890	0.7
330	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	497	0.7	1.6	4041	0.7
345	19	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	914	1.3	3.0	7559	1.3
Sum%	31.7	47.6	7.4	5.9	3.7	2.8	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0		69547		12.4	575158	

STATISTICAL SUMMARY

File name: Fiskå 30m.SD6

Series number: 1

Number of measurements in data set: 1793

Data displayed from: 15:42 - 15.Dec-15 To: 23:42 - 21.Jan-16

Ref. number: 1633

Interval time: 30 Minutes

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	2,2	1,8	1,0
Variance (cm/s)²	2,865	2,782	0,690
Standard deviation (cm/s)	1,693	1,668	0,831
Mean standard deviation	0,786	0,943	0,870
Maximum current velocity	12,4		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	4,0		
Significant min velocity	1,0		

Vedleggstabell 6. Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 30 m djup ved Fiskå i perioden 15. desember 2015 - 21. januar 2016.

Vedleggstabell 7. Vindretning og høgaste døgnelege vindhastigheit ved målestasjonen Fister - Sigmundstad i perioden 15. desember 2015 – 23. januar 2016. Tabellen er henta frå <http://eklima.no/>

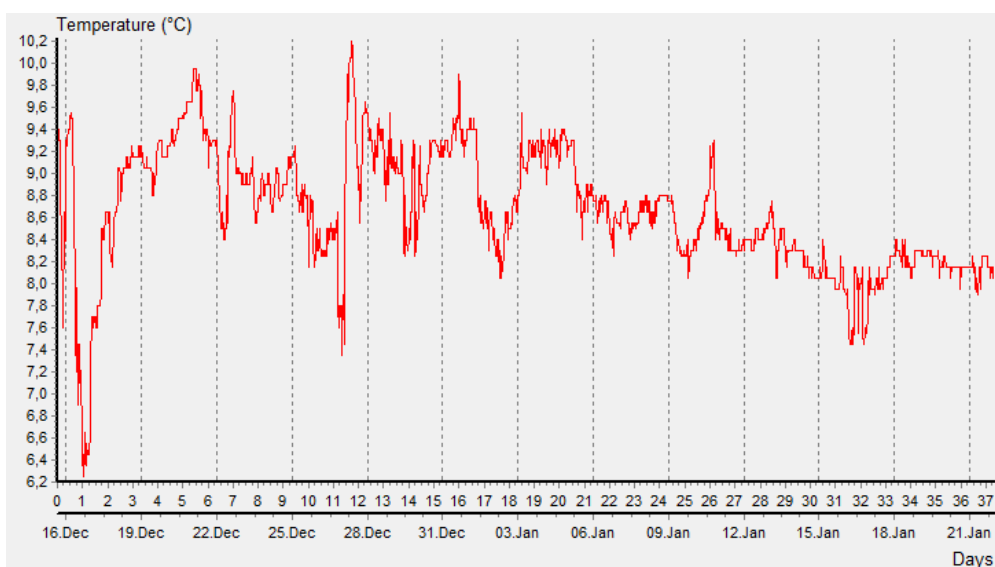
Stasjonar									
Stnr	Namn	I drift frå	I drift til	Hoh	Breiddegrad	Lengdegrad	Kommune	Fylke	Region
45870	FISTER - SIGMUNDSTAD	mai 2007		30	59,1600	6,0365	Hjelmeland	Rogaland	VESTLANDET

Stnr	Dato	DD06	DD12	DD18	FFX
45870	15.12.2015	81	132	85	3,5
45870	16.12.2015	52	75	48	4,1
45870	17.12.2015	18	34	177	5,7
45870	18.12.2015	204	206	211	6,9
45870	19.12.2015	170	189	188	6,3
45870	20.12.2015	196	196	194	9,7
45870	21.12.2015	208	207	188	8,6
45870	22.12.2015	173	208	206	8,7
45870	23.12.2015	165	233	230	8,1
45870	24.12.2015	194	194	196	10,3
45870	25.12.2015	237	302	145	9,7
45870	26.12.2015	88	95	67	5,8
45870	27.12.2015		54	103	15,5
45870	28.12.2015	92	93	102	6,8
45870	29.12.2015	57	88	81	4,9
45870	30.12.2015	69	246	93	5,9
45870	31.12.2015	78	64	87	6,8
45870	01.01.2016	118	100	89	5,6
45870	02.01.2016	101	86	48	6,5
45870	03.01.2016	80	42	38	5,6
45870	04.01.2016	59	74	69	4,4
45870	05.01.2016	63	58	62	2,7
45870	06.01.2016	83	96	69	7,1
45870	07.01.2016	104	101	42	8,3
45870	08.01.2016	69	67	88	3,0
45870	09.01.2016	87	76	59	6,6
45870	10.01.2016	52	69	63	6,5
45870	11.01.2016	82	64	53	4,5
45870	12.01.2016	89	97	98	3,7
45870	13.01.2016	98	107	63	4,2
45870	14.01.2016	87	66	88	4,1
45870	15.01.2016	100	94	121	6,1
45870	16.01.2016	90	95	97	4,6
45870	17.01.2016	97	108	96	4,5
45870	18.01.2016	101	85	107	3,5
45870	19.01.2016	101	97	105	5,0
45870	20.01.2016	103	121	101	4,6
45870	21.01.2016	94	98	100	4,9
45870	22.01.2016	73	127	92	3,9
45870	23.01.2016	88	242	93	4,0

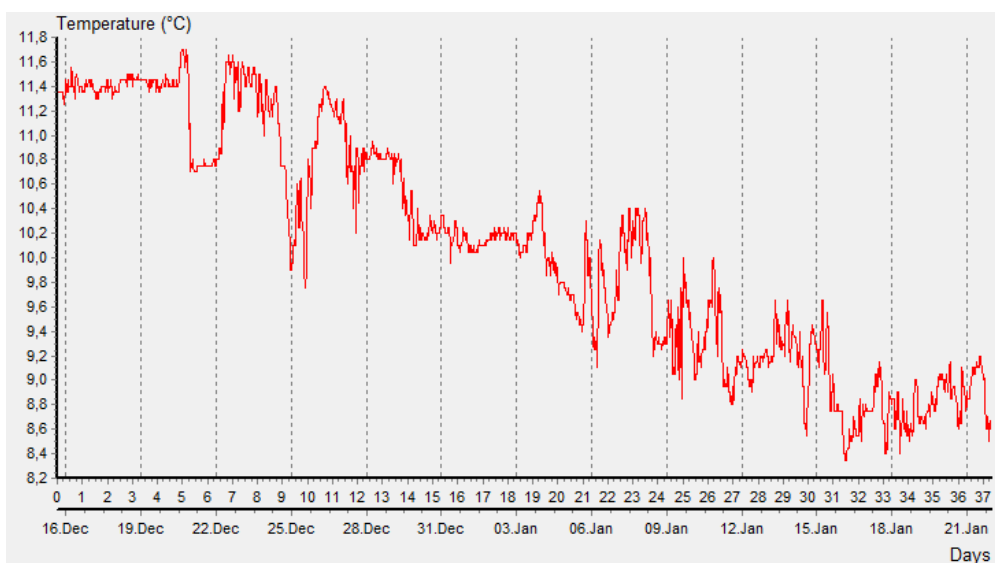
Element		
Kode	Namn	Eining
DD06	Vindretning kl. 06 UTC	gradar
DD12	Vindretning kl. 12 UTC	gradar
DD18	Vindretning kl. 18 UTC	gradar
FFX	Høgaste vindfart (hovudobservasjonar)	m/s

VEDLEGGFIGURAR

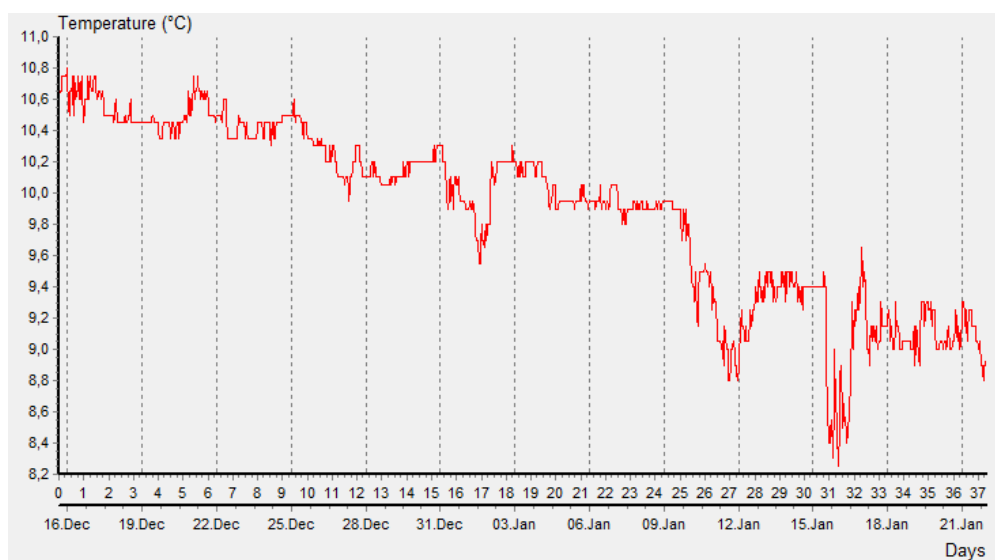
2 m



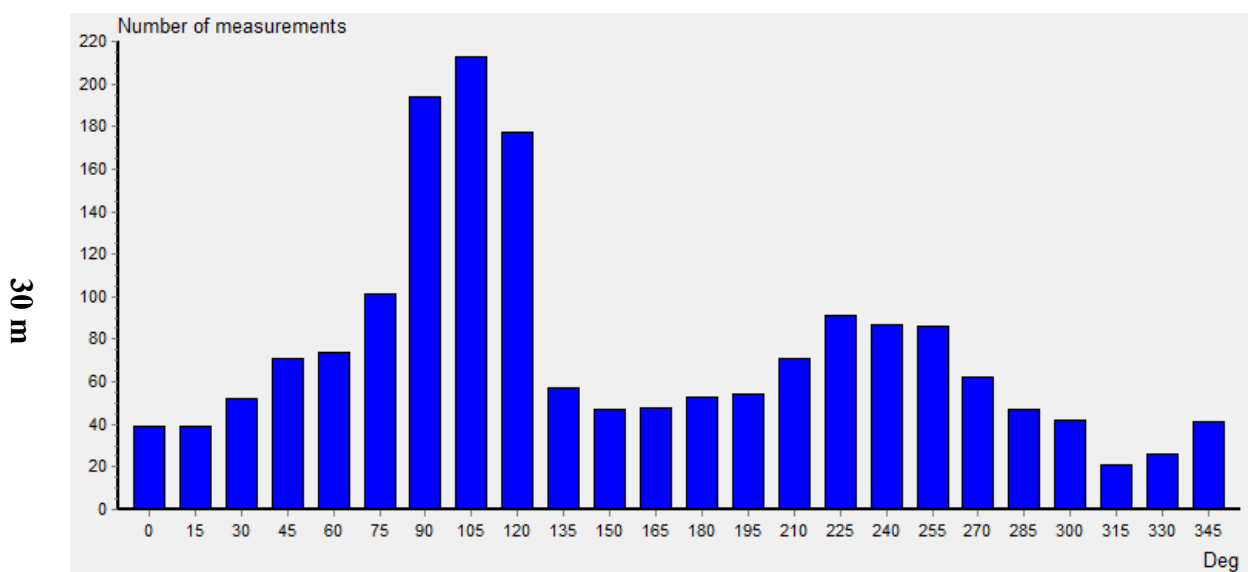
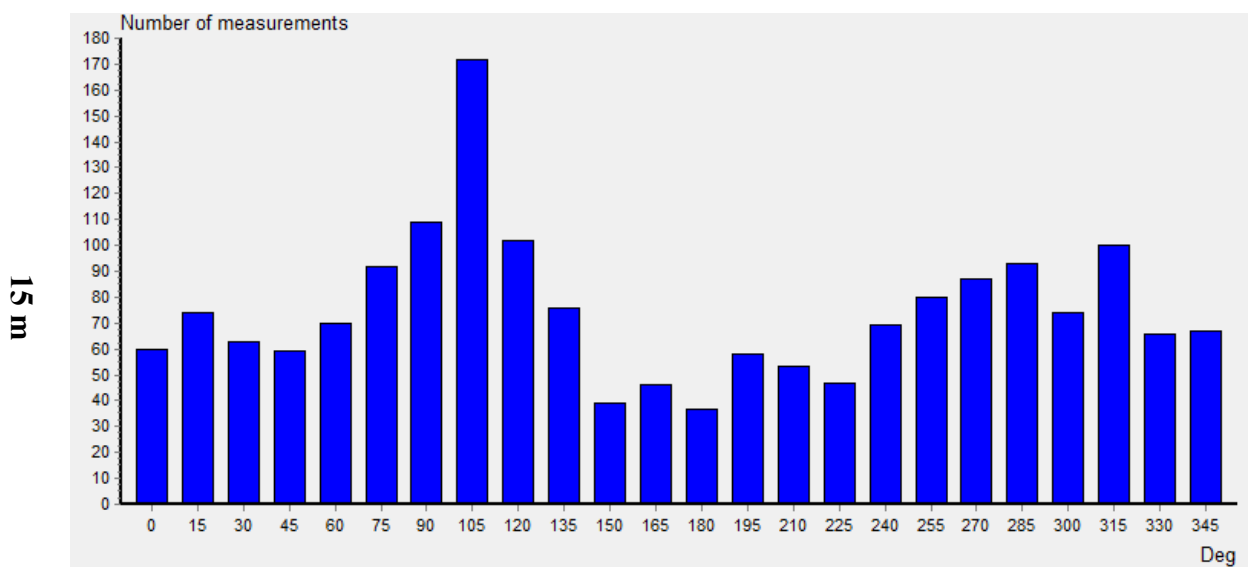
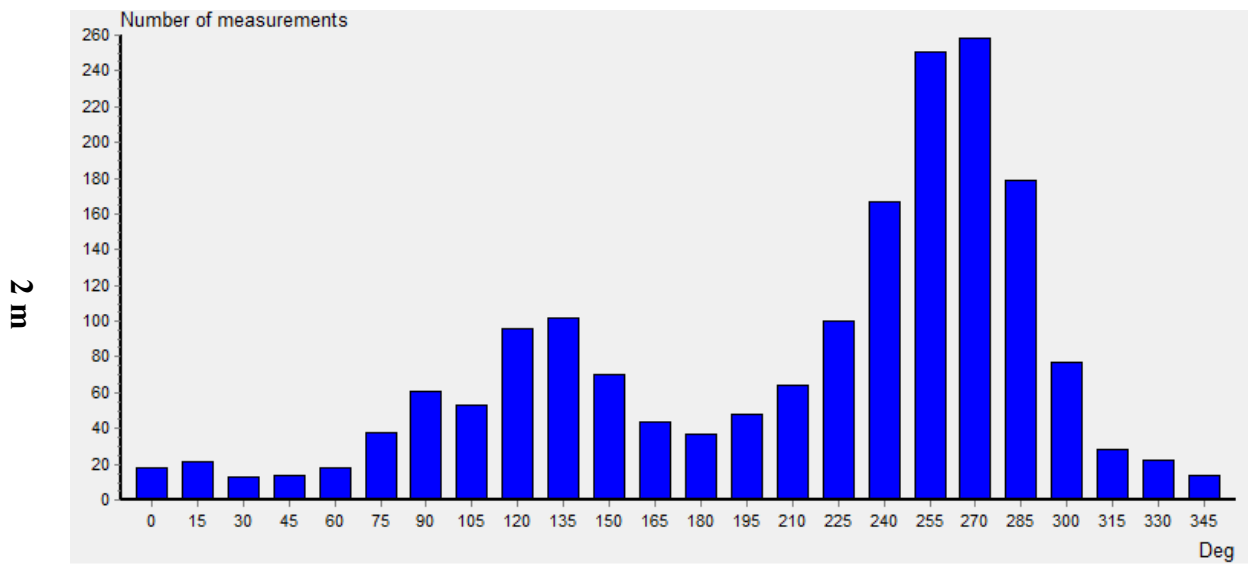
15 m



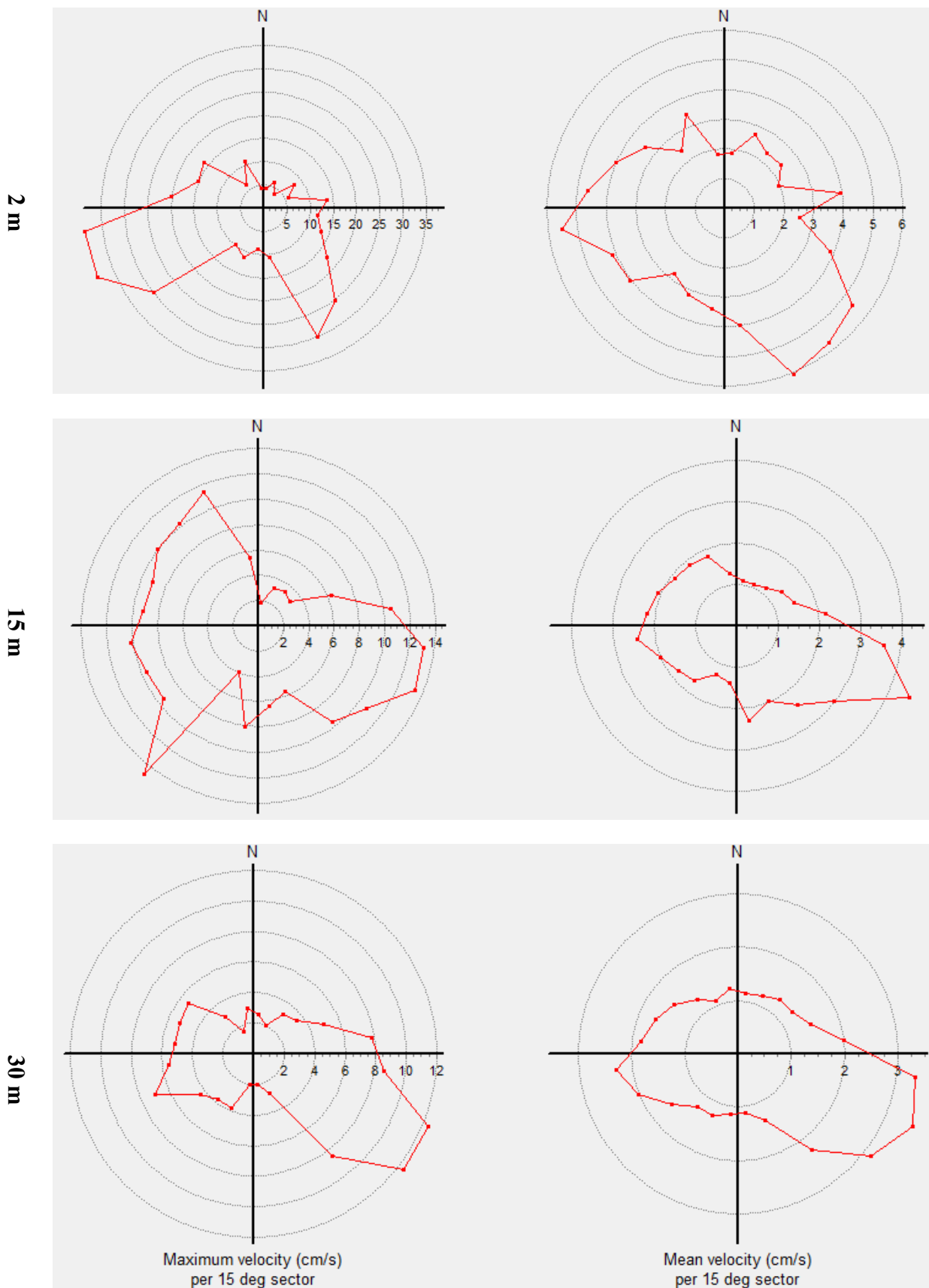
30 m



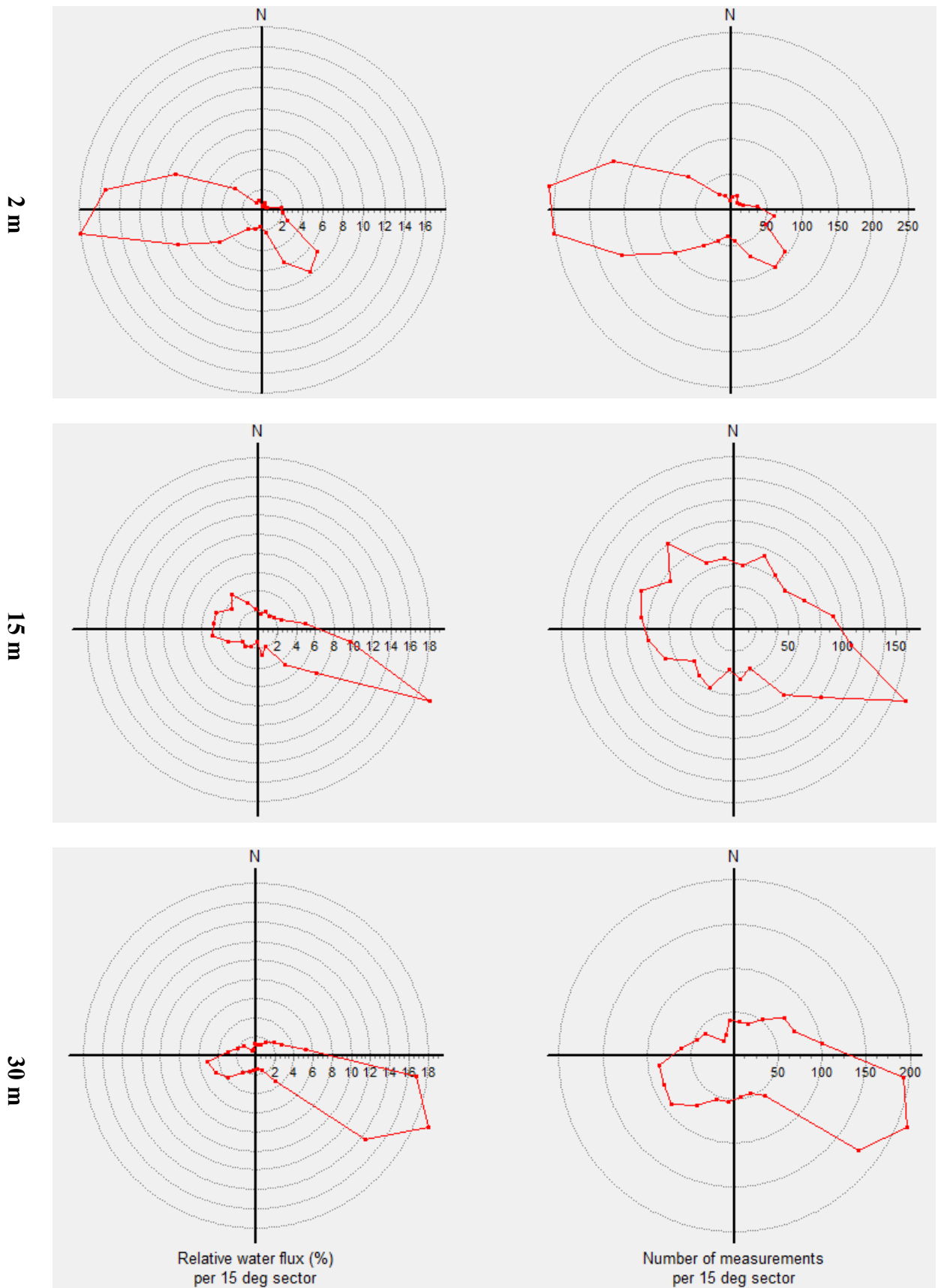
Vedleggsfigur 1. Temperatur målt på tre djup ved Fiskå i perioden 15. desember 2015 - 21. januar 2016.



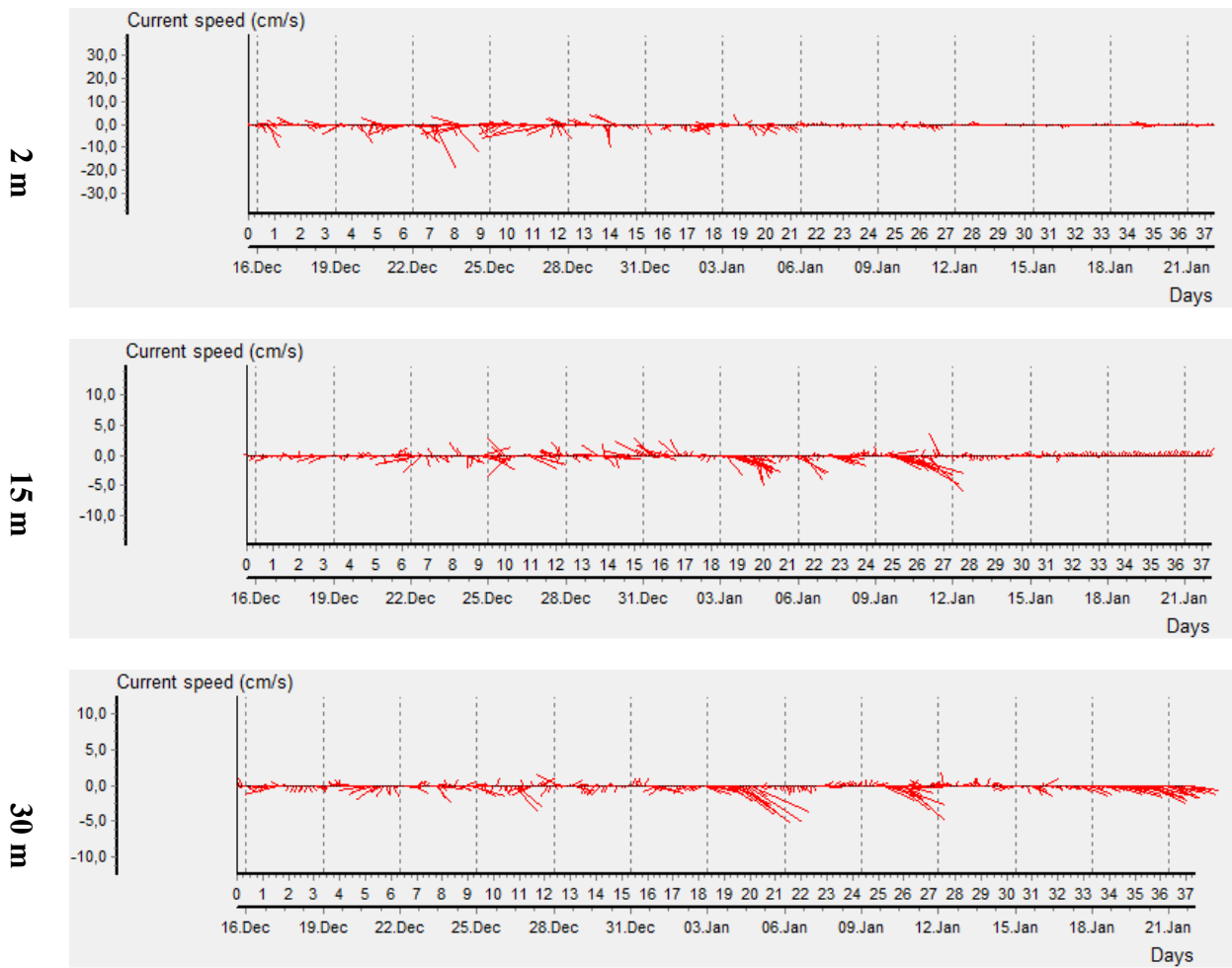
Vedleggsfigur 2. Fordeling av retning for målingane ved Fiskå i Strand kommune, i perioden 15. desember 2015 - 21. januar 2016.



Vedleggsfigur 3. Maksimal (venstre) og gjennomsnittleg (høyre) strømhastighet for kvar 15° sektor for målingane ved Fiskå i Strand kommune, i perioden 15. desember 2015 - 21. januar 2016.



Vedleggsfigur 4. Flux/vasstransport (venstre) og antal målinger (høgre) for kvar 15° sektor for målingane ved Fiskå i Strand kommune i perioden 15. desember 2015 - 21. januar 2016.



Vedleggsfigur 5. Stick-diagram for målingane ved Fiskå i Strand kommune i perioden 15. desember 2015 - 21. januar 2016.