

Dåfjorden i Karlsøy kommune



Straummåling ved planlagt avløp,
mars-april 2018



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Dåffjorden i Karlsøy kommune. Straummåling ved planlagt avløp, mars-april 2018.

FORFATTAR:

Thomas Tveit Furset

OPPDRAKSGIVAR:

Norway Royal Salmon Settefisk AS

OPPDRAGET GITT:

27. februar 2018

RAPPORT DATO:

3. juli 2018

RAPPORT NR:

2694

ANTAL SIDER:

30

ISBN NR:

-

EMNEORD:

- Overflatestraum
- Spreiingsstraum
- Botnstraum

- Straumstille
- Resuspensjon
- Hydrografiske tilhøve

KVALITETSOVERSIKT:

Element	Utført av	Akkreditering/Test nr
Utsett av strømmålarar	T.T. Furset	-
Behandling av målardata	T.T. Furset	-
Rapportering	T.T. Furset	-

KONTROLL:

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Bjarte Tveranger	21. juni 2018	Forskar	<i>Bjarte Tveranger</i>

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

Rapporten må ikkje kopierast ufullstendig utan godkjenning frå Rådgivende Biologer AS.

Framsidedeilete: Ferdig utsatt straumrigg i Dåffjorden 15. mars 2018. Foto: Thomas T. Furset.

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Norway Royal Salmon Settefisk AS utført straummålingar i indre del av Dåfjorden i Karlsøy kommune, i område for avløp frå planlagt nytt settefiskanlegg.

Denne rapporten presenterer resultatata frå straummålingar som vart utført i perioden 15. mars-19. april 2018. Det vart gjort måling av hydrografiske tilhøve i vassøyla like ved målepunktet den 15. mars 2018. Feltarbeidet vart utført av Thomas T. Furset.

Rådgivende Biologer AS takkar Norway Royal Salmon Settefisk AS v/Ole C. Norvik for oppdraget, og ÅF v/Knut Søiland for koordinering av bistand med feltarbeidet.

Bergen, 3. juli 2018

INNHALD

Føreord	2
Samandrag	3
Områdeskildring	5
Metode og datagrunnlag	8
Straummåling	8
Hydrografi	9
Modellering og spreining av utsleppet	10
Resultat	12
Hydrografi	18
Modellering og spreining av utsleppet	18
Diskusjon	20
Oppsummering	22
Referansar	23
Vedlegg	24

SAMANDRAG

Furset T. T. 2018.

Dåffjorden i Karlsøy kommune. Straummåling ved planlagt avløp, mars-april 2018. Rådgivende Biologer AS, rapport 2694, 30 sider

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Norway Royal Salmon Settefisk AS gjennomført strauummåling i indre del av Dåffjorden i Karlsøy kommune. Dåffjorden ligg på nordsida av Ringvassøy, og er tilknytt Norskehavet via fleire fjordar.

Lokalitet	Lok. nr	Oppdragsgjevar	Koordinat	Kapasitet	Konsesjonar
Dåffjorden	-	Norway Royal Salmon Settefisk AS	69° 59,649' / 19° 22,741'	-	-

Ein profilerande doppler strauummålar (AQP) var utplassert i perioden 15. mars-19. april 2018 for måling av straum i vassøyla. Det vart tatt ut resultat frå 3, 11 og 20 m djup. Det var 25 m djupt på målestaden. Måleserien frå 20 m er frå 5 m over botn, og er i realiteten frå 18-21 m djup i høve til overflata som følgje av tidevassforskjell. Dei to øvste måledjupa er satt i høve til overflata. Resultat frå målingane er oppsummert i **tabell 1** og **figur 1**:

Tabell 1. Delsamandrag av resultat frå strauummålingane ved Dåffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.

Målestad / djup	Middel hastigheit (cm/s)	Maks hastigheit (cm/s)	Andel strauumstille* (% <1 cm/s)	Andel moderat straum* (% >5 cm/s)	Hovudretning(ar) vasstransport	Hovudretning(ar) maks strauumfart
Dåffjorden 3 m	7,9	32,2	1,4 %	70,7 %	S	SØ
Dåffjorden 11 m	6,5	28,1	1,7 %	61,5 %	S	ØSØ
Dåffjorden 20 m	8,9	40,0	1,2 %	76,9 %	S	SSØ

*Sjå forklaring i kapittelet metode og datagrunnlag.

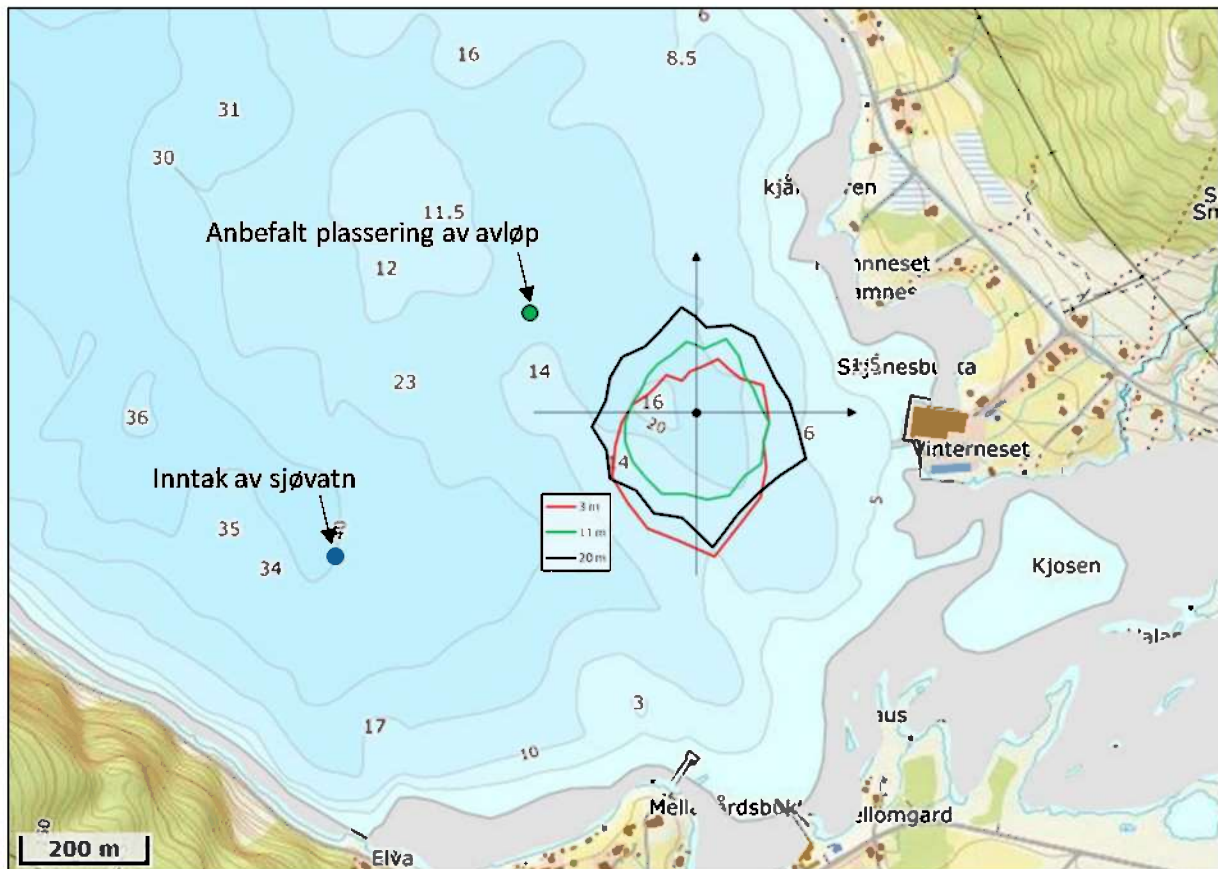
Straumbiletet på alle djup var dominert av kortvarige straumtoppar, og det var nokså jamt med straum gjennom heile måleperioden. Det såg ut til at det var noko vindpåverknad øvst i vassøyla, med nokså varierende høgde på straumtoppane på 3 m djup. Frå 24. mars såg det ut til at vind hadde påverka straumtilhøva gjennom heile vassøyla i nokre dagar, då auke i straumaktiviteten samantfall med vind frå nord, men det var elles lite konkrete teikn på vindpåverknad. Det var sterkast straum på 20 m djup, og dernoest på 3 m djup, men det var i hovudsak nokså sterk straum i heile vassøyla gjennom måleperioden.

Hovudstraumretninga med omsyn på vasstransport var mot sør på alle måledjup, men dette var mest tydeleg på 3 m djup, medan det gjekk bra med straum i dei fleste retningar på dei to nedste måledjupa. Maksstraumen gjekk og mot sørlege retningar på alle djup, men det gjekk nesten like sterk straum i fleire retningar på alle måledjup. Det var soleis ei overvekt av straum mot sør gjennom måleperioden, men retninga var ikkje utprega stabil.

Førekosten av strauumstille og svak straum gjennom heile vassøyla låg høvesvis på 1-2 % og 4-7 %, og det var ingen slike samanhengande periodar på over 30 minutt. Andelen moderat straum på dei tre djupa låg mellom 61 og 77 %, medan andelen sterk straum låg mellom 15 og 37 %. Registreringar av strauumstille og svak straum tyder på at det var tilnærma kontinuerleg med straum i området gjennom måleperioden, og førekosten av moderat og sterk straum tyder på gode spreingstilhøve for tilførselar og at det vil vere hyppig førekost resuspensjon av eventuelt sedimentert materiale.

Normalt vil partikulære tilførselar drenere mot djupare områder, men strauummålingane frå Dåffjorden indikerer at tilførselar frå eit avløp som vert lagt i posisjonen til strauummålingspunktet i større grad vil bli spreidd mot sør. Det er noko uklart korleis tilførselane vert spreidd vidare, men truleg vil dei bli spreidd utover eit stort område.

Vest i området nord for strømmålingspunktet ligg det fleire grunner, med to djupare passasjar ut mot dei djupare delane av fjorden i vest. Ein kan rekne med at det går ein del straum gjennom desse passasjane, og med omsyn på spreining av tilførslar vil det vere gunstig å plassere eit avløp i tilknytning til sørlege og djupaste passasjen.

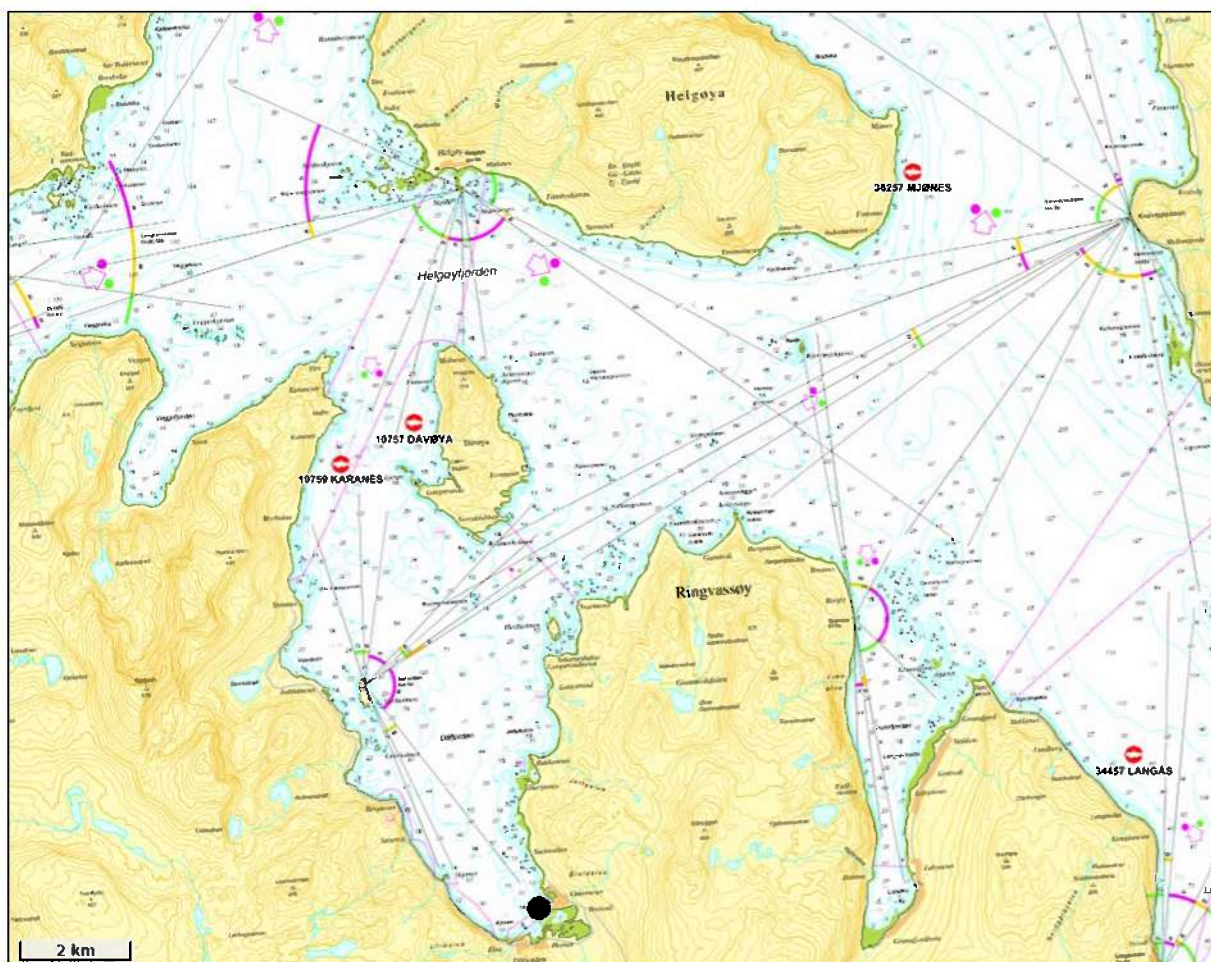


Figur 1. Skisse over straumtilhøva i Dåfjorden i perioden 15. mars-19. april, framstilt med vasstransporten på dei tre måledjupa. Posisjon for inntak av vatn og anbefalt plassering av avløp er markert. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.

Resultatet frå strømmålingane i indre delar av Dåfjorden tyder på gode tilhøve for spreining av tilførslar, samt sannsynleg hyppig førekomst av resuspensjon. Ved plassering av avløp vèl 280 m nordvest for strømmålingspunktet kan ein rekne ytterlegare forbetra spreiningstilhøve. Modellering for ein vintersituasjon syner innlagring av avløpsvatn i øvre del av vassøyla, og ingen innblanding i djupare vasslag. I sommarhalvåret vil truleg vassøyla vere noko meir sjikta, med høgare temperaturar og lågare saltinnhald i overflatelaget, og under slike tilhøve kan ein rekne med at avløpsvatn vert innlagra i noko større avstand til overflata. Avløpsvatnet vil likevel ikkje blande seg inn med djupare vasslag, og det vil ikkje vere innblanding av avløpsvatn på inntaksdjup.

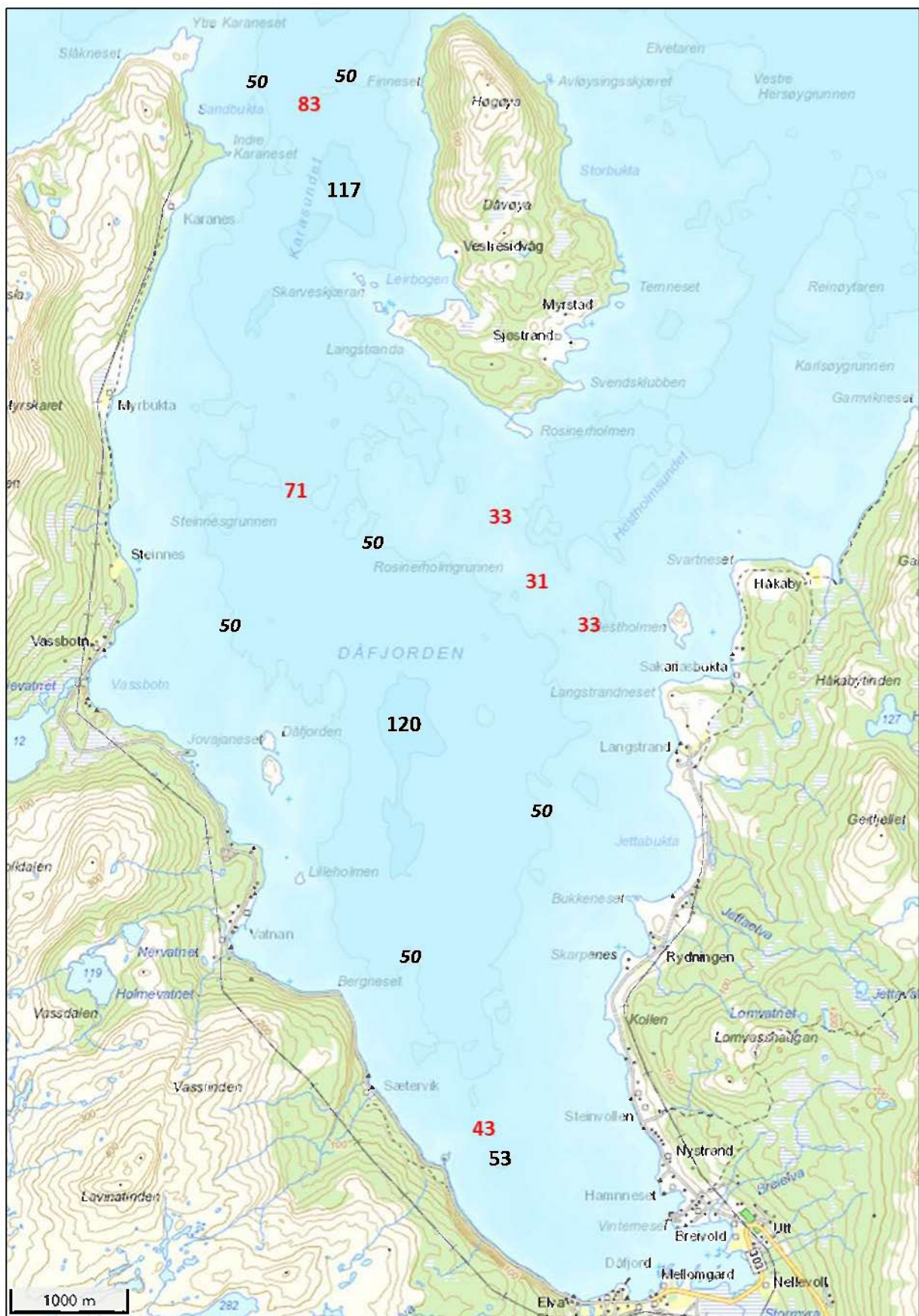
OMRÅDESKILDRING

Førhandsgranskninga er utført i indre del av Dåfjorden, i Karlsøy kommune i Troms fylke (**figur 2**). Dåfjorden ligg nord på Ringvassøya, og munnar ut i Helgøyfjorden som er over 170 m djup i vest. Søraust for Helgøya er Helgøyfjorden rundt 80 m djup, men det djupnast til over 200 m djup mot aust. Vidare mot aust og nord er det over 150 m djupt heilt ut til Norskehavet via nordleg del av Ullsfjorden. På vestsida av Helgøya ligg grunnaste passasje mot nord på over 100 m djup, og djupnetilhøva i fjorden vidare nord for Helgøya er nokså variable. Aust for Helgøya grunnast Hamrefjorden mot nord, og djupaste passasje mot nord ser ut til å ligge på 60-70 m djup. Ut frå tilgjengelege sjøkart ser det ut til at djupaste passasje mellom Helgøyfjorden og Norskehavet er rundt 80 m djup.



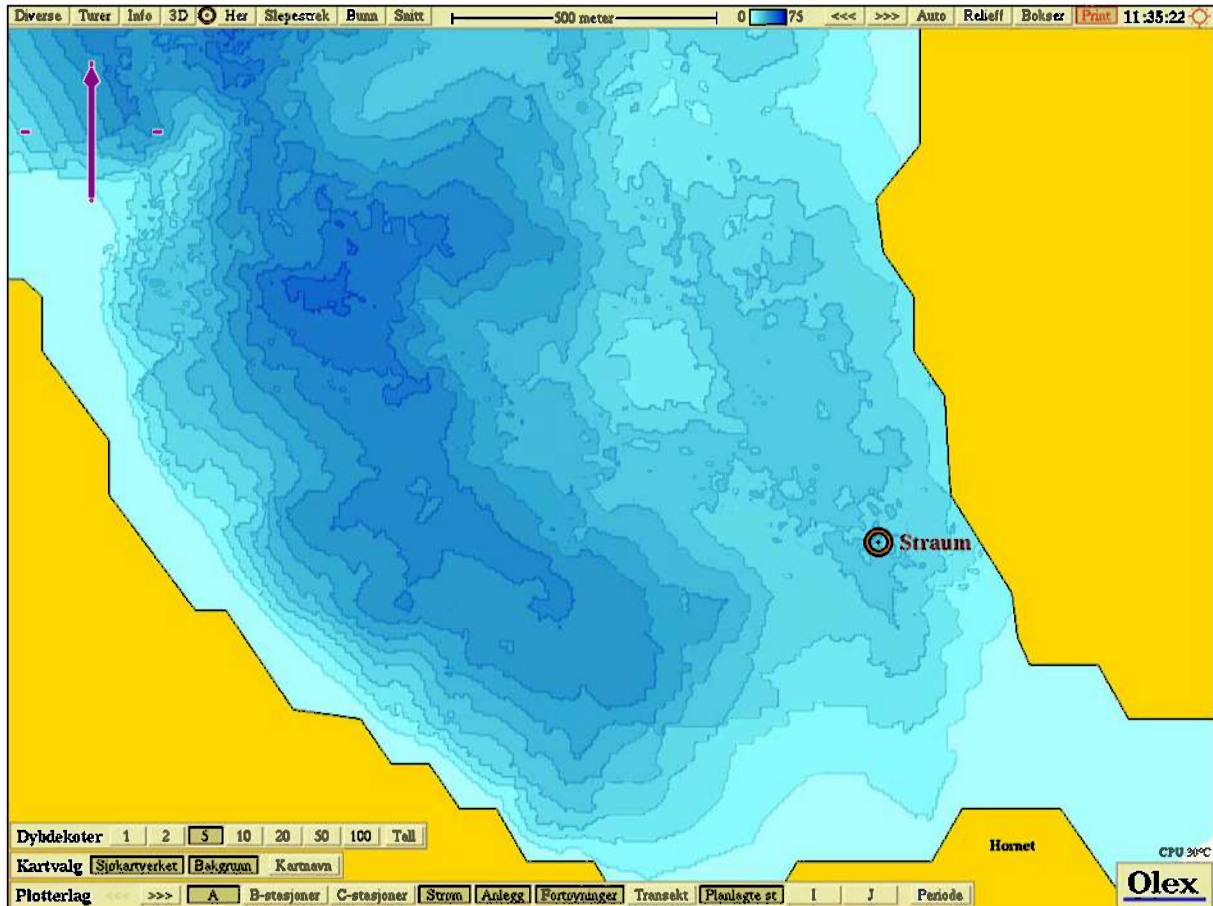
Figur 2. Oversynskart over fjordsystemet utanfor Dåfjorden. Omkringliggjande oppdrettslokalitetar er markert. Posisjon for planlagt anlegg i Dåfjorden er markert med svart sirkel. Kartgrunnlag er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.

Midt i innløpet til Dåfjorden ligg Dávøya (**figur 3**). Aust for Dávøya er fjorden over 50 m djup frå Helgøyfjorden sørover mot Hestholmsundet, og mellom Dávøya og Langstrandneset går ein rygg med djup på ned mot 33 m. Den djupaste passasjen inn til Dåfjorden går på vestsida av Dávøya, der det er om lag 83 m djupt i munningen. Mot sør kjem ein ut eit område med maksdjup på 117 m, og vidare mot sør grunnast det til 71 m djup ca 1,5 km søraust for Dávøya. Fjorden djupnast vidare mot sør, og djupaste punkt i Dåfjorden ligg på 120 m djup vel 2,5 km sørsørvest for Dávøya. Det er over 100 m djupt eit stykke mot sør, med litt variable djupnetilhøve, men i hovudsak grunnast fjorden mot Dåfjorden i sør.



Figur 3. Djupnetilhøve i Dáfjorden. Raud skrift angir grunnaste passasje for vatn, svart feit skrift angir djupaste punkt i området, og svart kursiv skrift angir 50-m koten. Kartgrunnlag er henta frå <https://kart.kystverket.no/>.

Djupnetilhøva i indre del av Dåffjorden er noko variable (**figur 4**). Langs austsida inst i fjorden ligg eit relativt flatt område med djup på 20-25 m, og området er til dels avgrensa av nokre grunnar mot vest. Mellom desse grunnene djupnast det mot vest til over 40 m djup, og det djupnast vidare mot nord til over 50 m djup. Det vert noko grunnare gjennom ein kanalforma passasje mot nord, før ein kjem ut i hvoubassenget i Dåffjorden der det er over 100 m djupt.



Figur 4. Djupnetilhøve i indre del av Dåffjorden, med markering av straummålingspunkt. Kart er henta ut frå Olex. Djupneoppmålingar kan vere unøyaktige.

METODE OG DATAGRUNNLAG

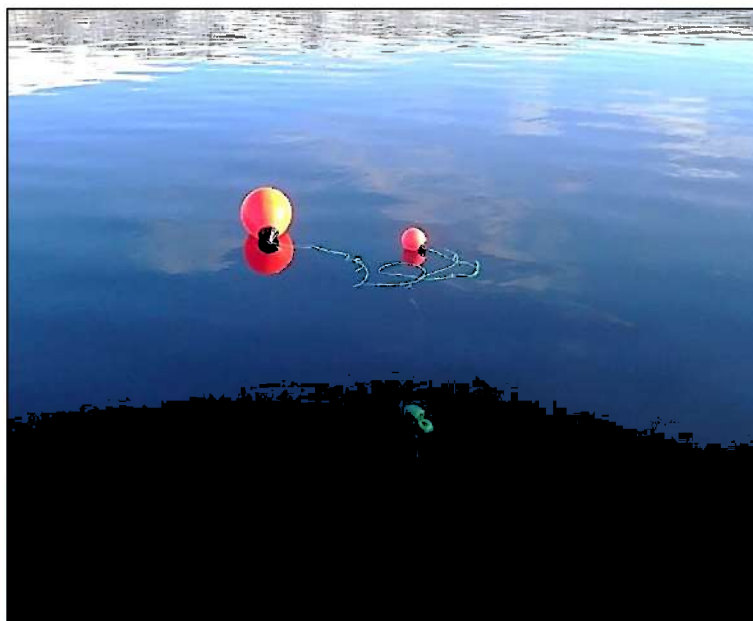
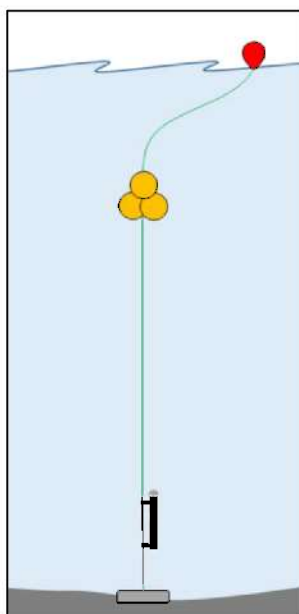
STRAUMMÅLING

GENERELL INSTRUMENTBESKRIVELSE

Aquadopp strømmålarar måler straum ved hjelp av høgfrekvente akustiske signal. Signalet vert sendt ut i tre aksar, og partiklar i vatnet reflekterer signalet. Når ein antar at partiklane har same fart og retning som vatnet kan straumfart og -retning bereknast på bakgrunn av doppler-effekten. Ved hjelp av innebygd kompass kan retninga på straumen relaterast til himmelretning. Strømmålarane har trykksensor som registrerer djup, og tiltsensor som registrerer hellinga til målarane. Sjå <http://www.nortek-as.com/> for meir informasjon om strømmålarar.

UTPLASSERING

I perioden 15. mars-19. april 2018 var det utplassert ein Aquapro profilerande målar (AQP). Målaren vart ankra opp på botn i posisjon N 69° 59,649', Ø 19° 22,741' (WGS 84) (**figur 4**). På målestaden er det ca 25 m djupt, og målaren stod ca 3 meter over botn på 22 m djup gjennom perioden. Til forankring var det nytta eit kjettinglodd på ca 75 kg, og i tauet over målaren vart det festa inn tre trålkuler som stod på ca 4 m djup. I overflata vart det knytt inn ei stor og ei lita blåse for synlegheit (**figur 5**).



Figur 5. Prinsippkisse for strømmåling til venstre. Til høgre ser ein ferdig utsatt strømmåling..

Spesifikasjonar for målar og utsettet er oppgitt i **tabell 2**.

Tabell 2. Detaljar omkring strømmålingane.

Måleperiode	15. mars-19. april 2018		
Instrument		AQP 8072	
Avlest måledjup*	3 m	11 m	20 m
Intervall (minutt)	10	10	10
Totalt antal målingar	5026	5026	5026
Antal fjerna målingar	573	3	0
Antal brukte målingar	4454	5023	5026

*Sjå andre avsnitt på neste side.

BEGRUNNA MÅLEDJUP, MÅLESTAD OG REPRESENTATIVITET

Den profilerande strømmålararen stod ca 3 m over botn, og målte straum frå 5 m over botn og opp til 3 m djup. Målararen vart plassert så nærre botn som mogeleg utan at magnetisme frå loddet ville kunne påverke strømmålararen sitt innebygde kompass. Innanfor det målte djupneintervallet vil ein få eit godt bilete av spreiding av avløpsvatn og partikulære tilførsjar. Eksakt plassering av framtidig avløp var ikkje fastsatt ved utsett av strømmålararen, men posisjonen er rekna som representativ for store delar av dette området med tilsvarande djupnetilhøve.

Skilnaden i tidevatn i området er periodevis på nesten 3 meter, og dette er tatt omsyn til ved utveljing av dataseriar for behandling (**vedlegg 13**). Dei to øvste måleseriane er tatt ut i høve til avstand frå overflata, frå 3 og 11 m djup, og soleis med varierende avstand til botn. For å få data frå så nærre botn som mogeleg er den djupaste måleserien er tatt ut i høve til avstand frå strømmålararen, og måleserien tilsvarar straumtilhøva ca 5 m over botn. Den djupaste måleserien er omtalt som data frå 20 m djup.

KVALITETSVURDERING AV MÅLEDATA

Ved opptak 19. april 2018 stod strømmålararen i same posisjon som ved utsett. Det var ikkje begroing på målararen, og det var ingen skader eller merke på tau eller utstyr. Ved avlesing av data såg målarane ut til å ha fungert gjennom måleperioden. Ved automatisk kvalitetskontroll vart 573 målepunkt frå måleserien på 3 m djup og 3 målepunkt frå måleserien frå 11 m djup filtert ut som følge av låg styrke på retursignal (**tabell 2**). Ingen data vart fjerna gjennom manuell kontroll av måledata.

HANDTERING AV STRAUMDATA

Kontroll av data er gjort med programmet SeaReport, versjon 1.1.8, eit dataprogram utvikla av Nortek AS. Ved import av datafiler vert data automatisk kontrollert i høve til førehandsbestemte grenseverdier for signalstyrke, trykk og tilt. Ved gjennomgang av data vert det gjort ein manuell kontroll av data der ein ser på parametrane trykk og tilt. Excel er nytta for generering av figurar og enkel handsaming og samanstilling av data.

Ved gjennomgåing av resultat har ein mellom anna sett på førekomst av straum i høve til ulike grenseverdier. *Straumstille* er definert som straum svakare enn 1 cm/s. *Svak straum* er definert som straum svakare enn 2 cm/s, og inkluderer soleis førekomst av straumstille. *Sterk straum* er definert som straum sterkare enn 10 cm/s. *Moderat straum* er definert som straum sterkare enn 5 cm/s, og inkluderer soleis førekomst av sterk straum.

VÈRDATA

For strømmålingsperioden er henta inn data for målingar av vind og lufttrykk frå målestasjonen på Torsvåg fyr frå <http://eklima.no/>. Målestasjonen ligg ca 28 km nord for strømmålingsposisjonen. Målestasjonen ligg eit stykke vekk frå strømmålingspunktet, men data frå målestasjonen vil truleg likevel vere representative for regionen, og gje eit bilete av generelle vindtilhøve i området. Stasjonen er i større grad enn indre delar av Dåfjorden eksponert for vind frå dei fleste retningar, og dette må takast omsyn til ved vurdering av straumdata. Vindretning og høgaste døgnglege vindhastigheit er nytta ved vurdering av straumbiletet, og er presentert i **vedlegg 1**.

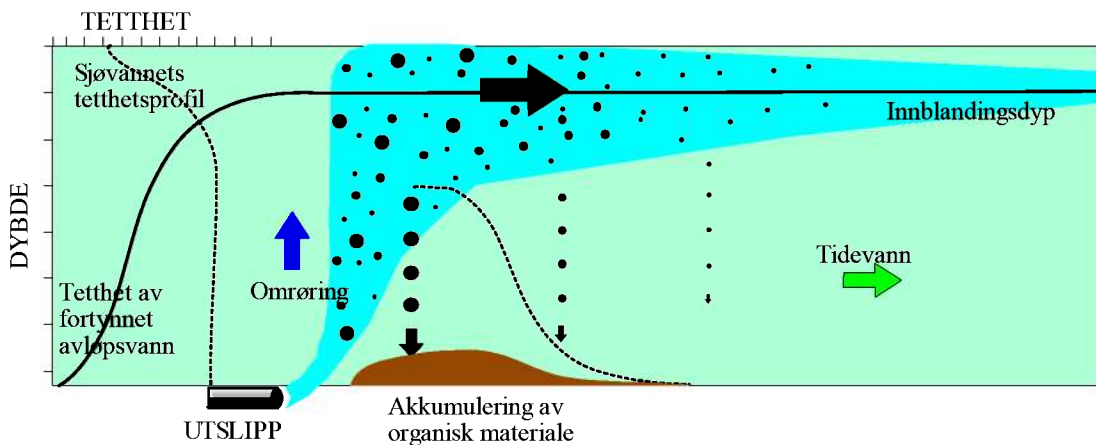
HYDROGRAFI

Hydrografiske tilhøve vart målt med ein SAIV CTD/STD sonde modell SD204 like aust for strømmålararen den 15. mars 2018 (**figur 4**). Det vart målt temperatur, saltinnhald og oksygen i vassøyla ned til botn.

MODELLERING OG SPREIING AV UTSLEPPET

Avløpsvatnet frå anlegget vil vere ei blanding av ferskvatn og sjøvatn, men med ein låg del saltvatn. Litt avhengig av skilnadene i salinitet ned gjennom vassøyla vil då avløpsvatnet normalt ha eit noko lågare saltinnhald enn sjøvatnet på utsleppsdjupet, og dermed vere lettare. Når avløpsvatnet vert sleppt ut gjennom ein leidning på djupt vatn, vil det difor byrje å stige oppover i retning overflata samtidig som det blandar seg med det omkringliggjande sjøvatnet. Viss sjøvatnet har ei stabil sjikting (eigenvekta aukar mot djupet) fører dette til at eigenvekta til blandinga av avløpsvatn og sjøvatn aukar samtidig som eigenvekta til det omkringliggjande sjøvatnet avtek på veg oppover, og i eit gitt djup kan dermed blandingsvassmassen få same eigenvekt som sjøvatnet omkring. Då har ikkje lenger blandingsvassmassen nokon "positiv oppdrift", men har framleis vertikal rørseleenergi og vil vanlegvis stige noko forbi dette "likevektsdjupet" for så å søkke tilbake og innlagrast (**figur 6**). Dersom slike tilførsler når overflatevatnet, vil effektane kunne målast ved vassprøvetaking ved utsleppet.

For berekning av innlagringsdjupet og spreiiing med fortynning etter innlagring, nyttar vi den numeriske modellen Visual PLUMES utvikla av U.S. EPA (Frick et al. 2001). Naudsynte opplysningar for modellsimuleringane er vassmengd, utsleppsdjup, diameter for utsleppsørøret, vertikalprofilar for temperatur og saltinnhald - samt straumhastigheita i resipienten. Vi nyttar vanlegvis ein typisk "vinterprofil" og ein typisk "sommarprofil", men ein bør vere merksam på at det sannsynlegvis utelet store variasjonar innanfor kvar periode.



Figur 6. Prinsippkisse for primærfortynningsfasen av innblanding av eit ferskvassutslepp i ein sjøresipient med gjennomslag til overflata og lokal sedimentering av organiske tilførsler i umiddelbar nærleik til utsleppspunktet i resipienten. Utsleppet får auka sin tettleik ettersom det lettare ferskvatnet stig opp og vert blanda med sjøvatnet (heiltrekt linje og lyseblått).

Ved stor diameter i avløpsleidningen og lita vassmengd er det sannsynleg at avløpsvatnet ikkje alltid fyller opp rørleidningen. Utstrøyinga vert då konsentrert i øvre del av tverrsnittet, og det blir sjøvassinntrenging i tverrsnittets nedre del. Det vert ei viss medrivning og blanding mellom avløpsvatn og sjøvatn i det siste stykket av leidningen, og den strålen som forlèt leidningen vil difor bestå av avløpsvatn og ein mindre del sjøvatn.

Dersom det ikkje er nokon vesentleg medrivning av sjøvatn inne i røret, kan vatnet i nedre del av tverrsnittet dynamisk sett betraktast som stillestående. Tverrsnittsarealet for utstrøying er då gjeve av at det såkalla densimetriske Froude-talet (F) har verdien 1. F er definert som:

$$F = \frac{U}{\sqrt{g \frac{\Delta \rho}{\rho} H}}$$

Der: U = strømhastighet, g = gravitasjonskonstanten (9.81 m/s^2), $\Delta \rho/\rho$ = relativ tetthetsforskjell mellom ferskvann og omgivende sjøvann, og H = tjukkleik av utstrøymande lag. Vilåret $F = 1$ uttrykkjer at det er balanse mellom kinetisk energi og potensiell energi knytta til trykket. Viss $F \geq 1$ vil utstrøyminga fylle heile røyret. Når $F < 1$ vil ikkje det utstrøymande avløpsvatnet kunne fylle heile røyret og det vert sjøvassinntrenging.

RESULTAT

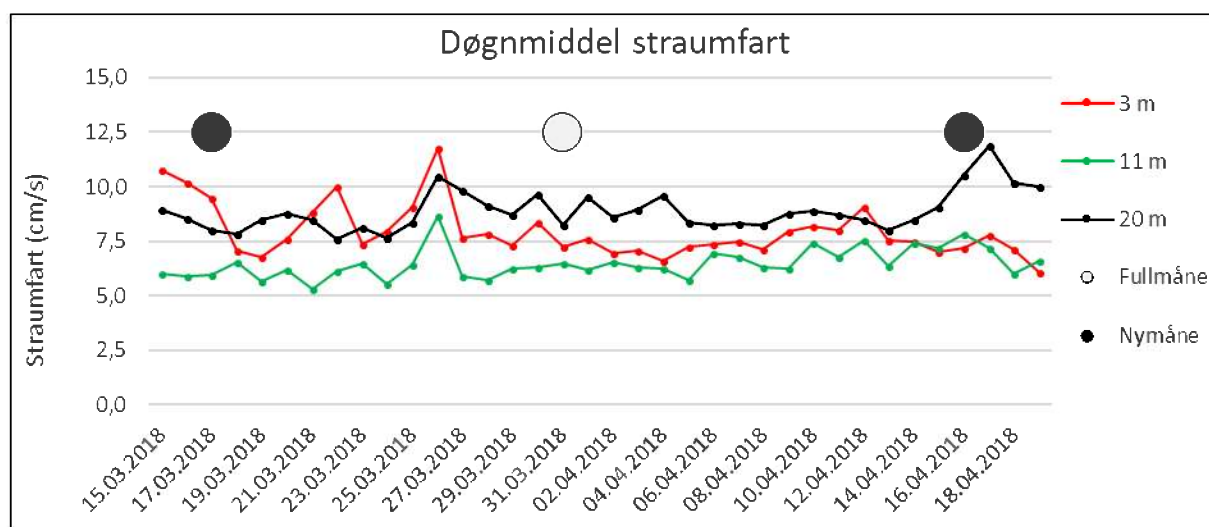
Straummålingane i indre del av Dåffjorden synte eit straumbilete som i hovudsak var dominert av kortvarige straumtoppar, og det såg ut til å vere nokså jamt med straum gjennom måleperioden (**figur 7-figur 10**). På 3 m djup var det straumtoppar på rundt 20-25 cm/s gjennom heile måleperioden, men for nokre måledøgn var maksstraumen nede på 16 cm/s. Straumtoppane på 11 m djup låg for det meste rundt 15-20 cm/s, men for fem av måledøgna låg maksstraumen mellom 13 og 15 cm/s. For botnstraumen var det for heile perioden sett under eitt bra med straumtoppar på mellom 20 og 30 cm/s, men periodevis varierte straumtilhøva noko gjennom måleperioden, og for to måledøgn tidleg i perioden var maksstraumen 17-19 cm/s. Det var generelt liten førekomst av episodar der straumtilhøva skilde seg ut, men eit unntak var dagane 24.-27. mars, då ein såg ein auke i straumaktivitet på alle djup. Det var og ein oppgang i straumstyrke på 20 m djup heilt i slutten av måleperioden, noko som samanfall nokså bra med nymåne, men ein såg elles lite samanfall mellom straumaktivitet og månefasen. Jamt over var det sterkast straum ved botn, og dernest i overflata, medan det var lågast straumaktivitet midt i vassøyla (**tabell 3, figur 11**).

Gjeldande vasstransportretning var mot sør på 3 m djup, men då mot store delar av sørleg sektor (**figur 12**). Det var og høgast vasstransport mot sør på 11 og 20 m djup, men på begge desse djupa var vasstransportretninga nokså lite spesifikk, med bra med straum i dei fleste retningar. Den sterkaste straumen gjekk mot sørlege retningar på alle djup, med søraust som gjeldande retning på 3 m djup, og austsøraust og sørsøraust på høvesvis 11 og 20 m djup, men det var bra med sterk straum mot fleire retningar på alle måledjup (**figur 13**). For heile måleperioden sett under eitt rant det jamt mot sørlege retningar i heile vassøyla, men med hyppige endringar i straumretning på alle måledjup (**figur 14**).

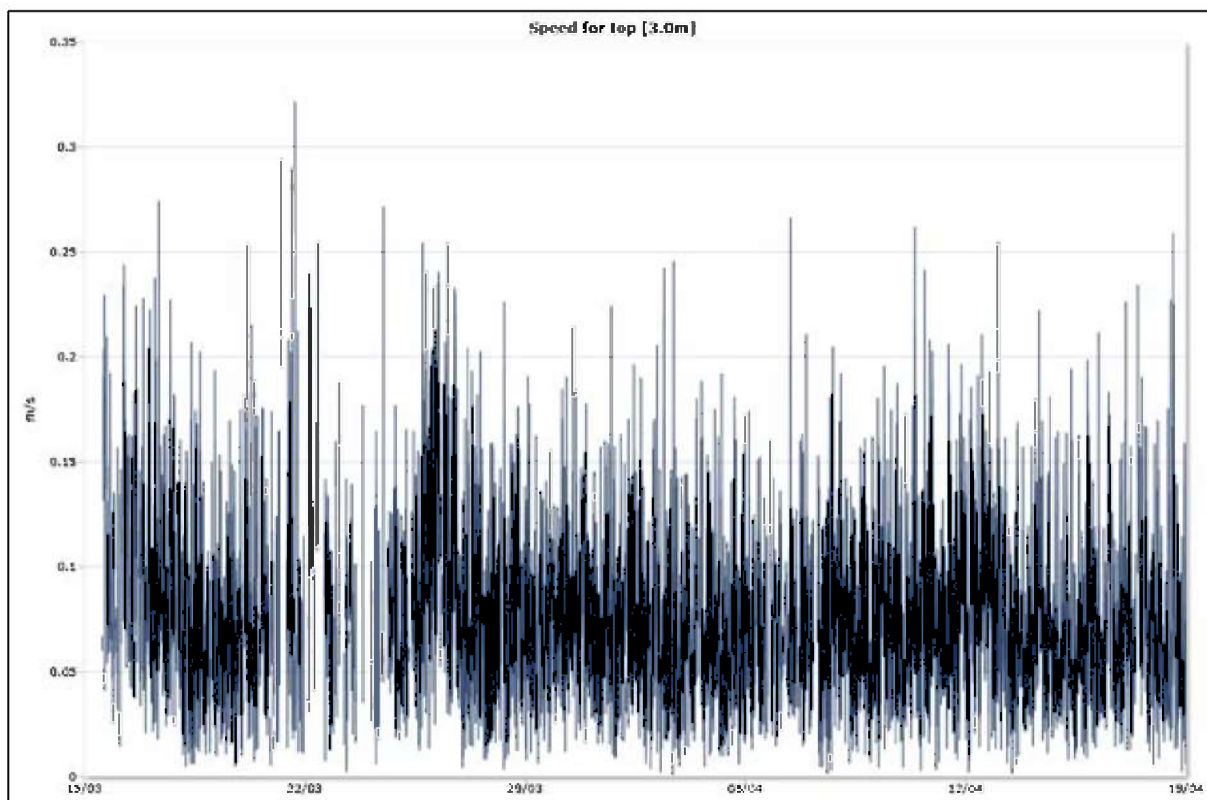
Det var ein del sterk vind gjennom første ⅓ av måleperioden, og nokså lite vind den siste veka (**figur 16**). Retninga til vinden var i periodar nokså variabel (**figur 17**).

Tabell 3. Oppsummering av resultat for straummåling i Dåffjorden, 15. mars-19. april 2018.

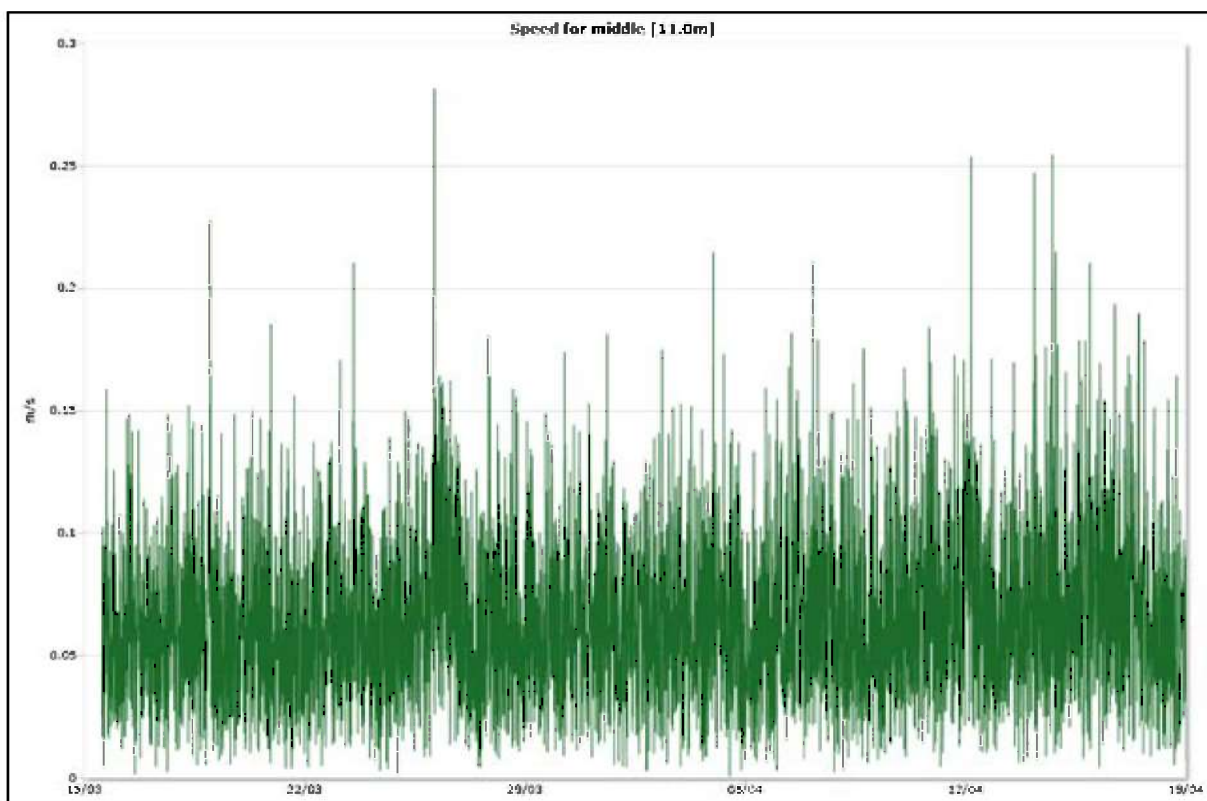
Djup	Middel straum- fart (cm/s)	Maks straumfart (cm/s)	Standard- avvik (m/s)	Neumann- parameter	Hovudretning vasstransport	Hovudretning maksstraum
3 m	7,9	32,2	0,05	0.26	S	SØ
11 m	6,5	28,1	0,03	0.07	S	ØSØ
20 m	8,9	40,0	0,05	0.06	S	SSØ



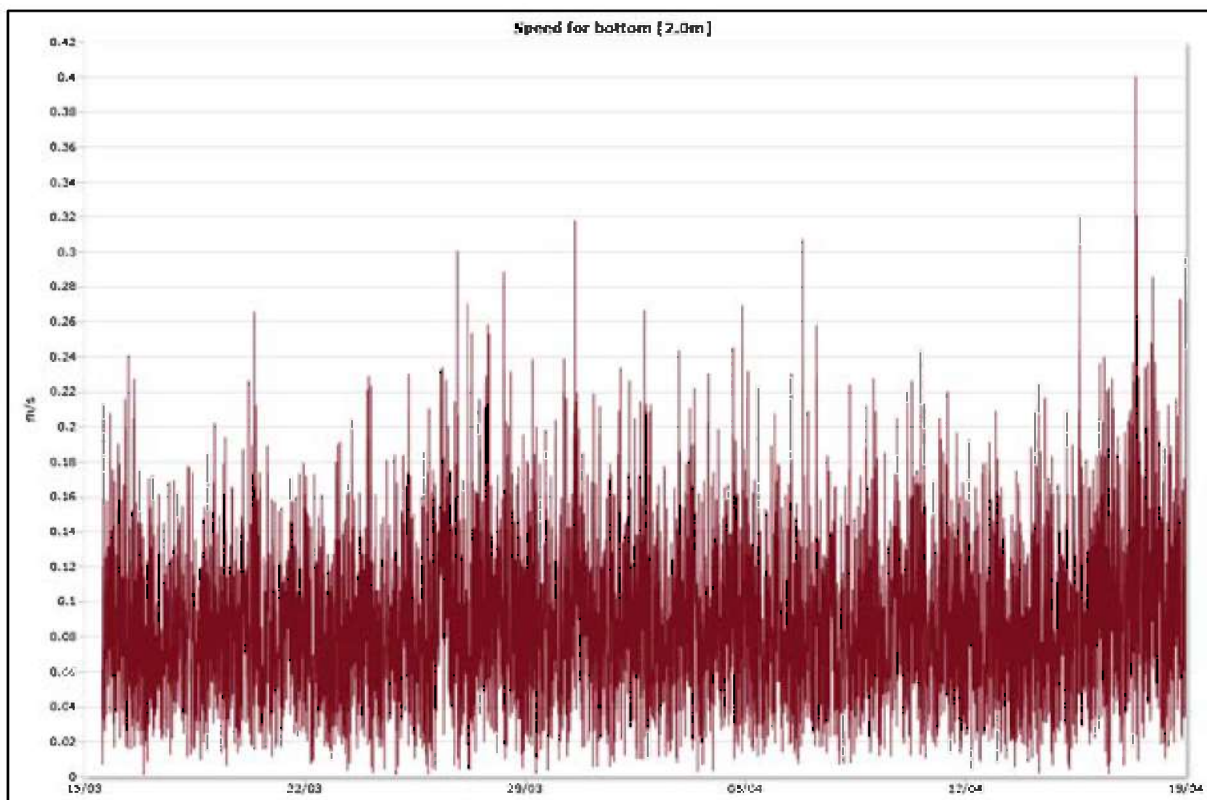
Figur 7. Døgnmidlar for straumfart i Dåffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.



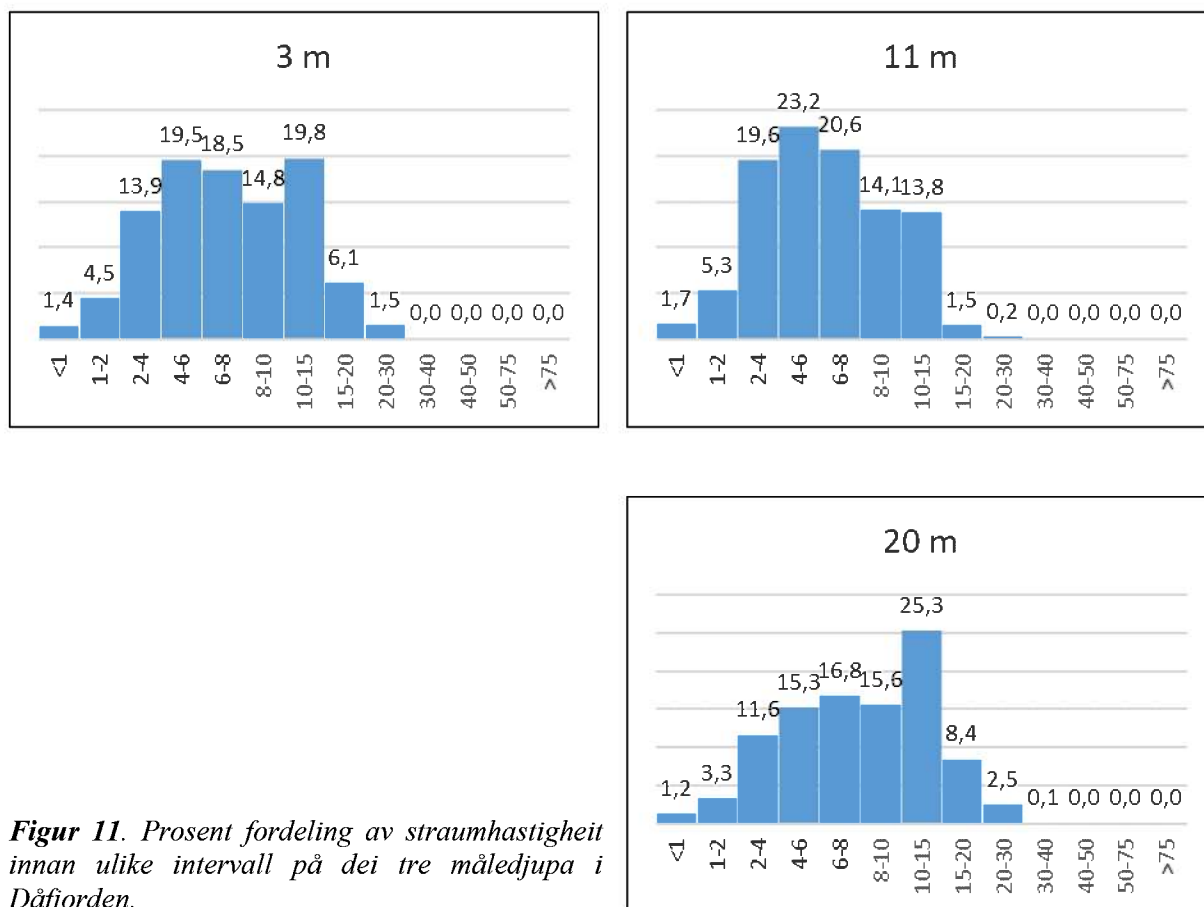
Figur 8. *Straumhastighet på 3 m djup i Dåffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.*



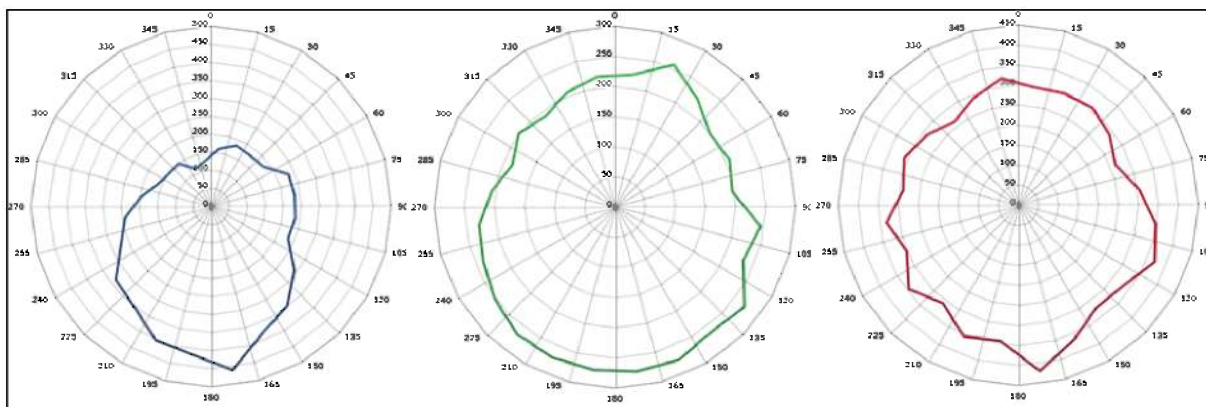
Figur 9. *Straumhastighet på 11 m djup i Dåffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.*



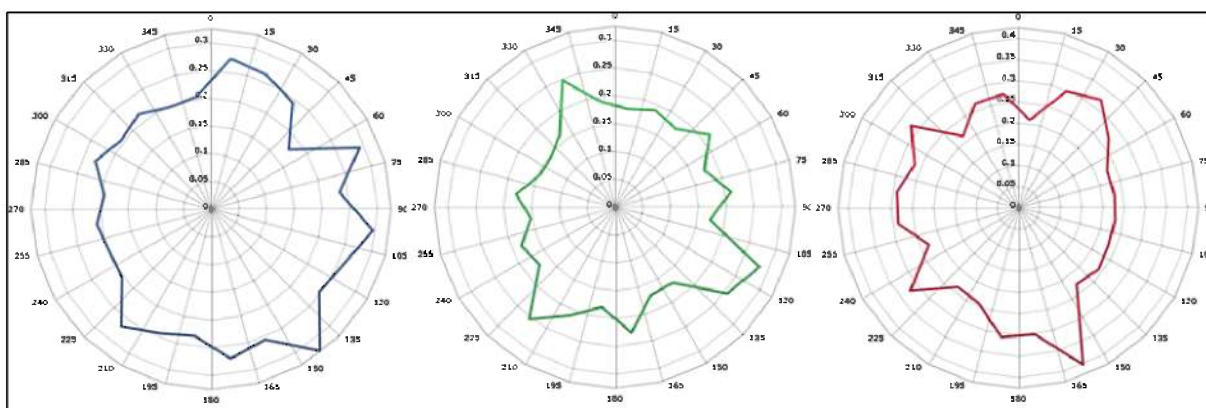
Figur 10. Straumhastighet på 20 m djup i Døffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.



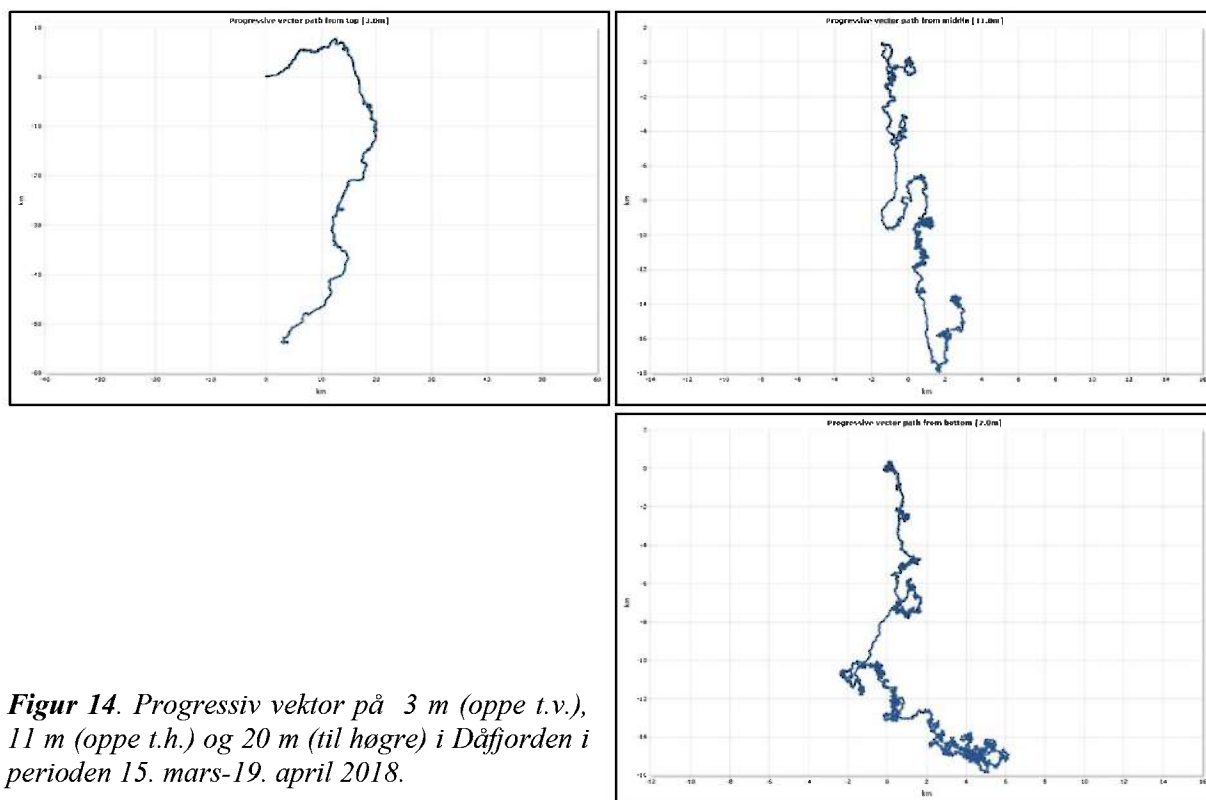
Figur 11. Prosent fordeling av straumhastighet innan ulike intervall på dei tre måledjupa i Døffjorden.



Figur 12. Vasstransport i alle retninger på 3 m (til venstre), 11 m (midten) og 20 m (til høyre) i Døffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.



Figur 13. Maksimal strømhastighet i alle retninger på 3 m (til venstre), 11 m (midten) og 20 m (til høyre) i Døffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.



Figur 14. Progressiv vektor på 3 m (oppe t.v.), 11 m (oppe t.h.) og 20 m (til høyre) i Døffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.

Andelen av straumstille var frå 1,2 til 1,7 % på dei tre måledjupa, og lengste periode på kvart måledjup var 0,3 timar (20 minutt) (**tabell 4**). For svak straum var andelen frå 4,5 til 6,9 %, og lengste periode var 0,5 timar på 11 og 20 m djup, og 0,3 timar på 3 m djup. Andelen moderat straum var ca 62-77 %, og lengste periode med kontinuerleg straum sterkare enn 5 cm/s 3,3-5,5 timar. For sterk straum var andelen 16-36 %, og lengste periode på 3 og 20 m djup var 2,2 timar, medan lengste periode på 11 m djup var 0,7 timar.

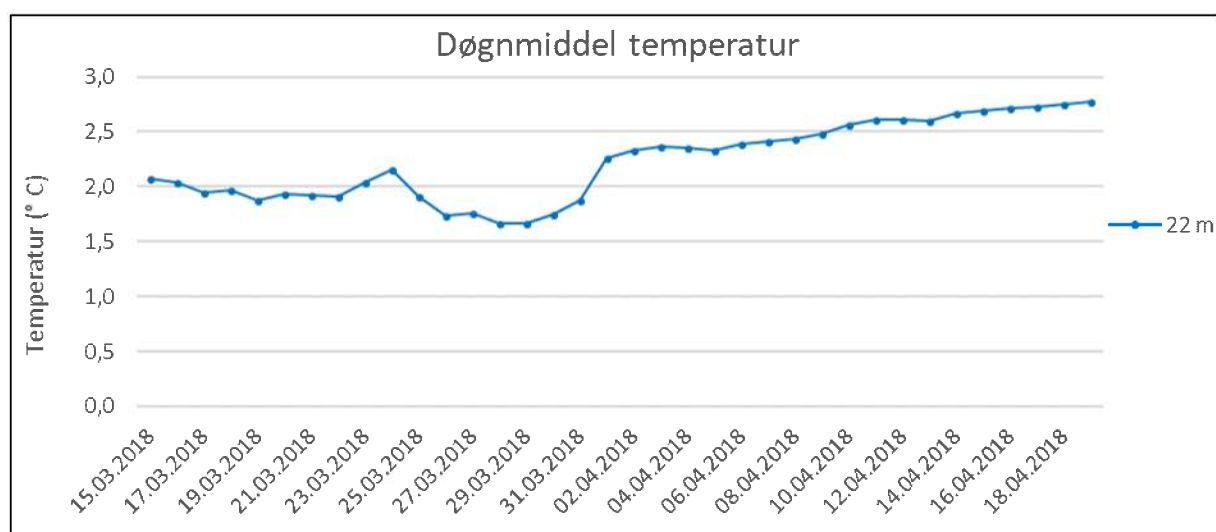
Tabell 4. Førekost av straumstille (<1 cm/s), svak straum (<2 cm/s), moderat straum (>5 cm/s) og sterk straum (>10 cm/s) i Dåffjorden.

		3m	11 m	20 m
Straumstille (<1 cm/s)	Andel (%)	1,4	1,7	1,2
	Total varigheit (t)	10,3	13,8	10,2
	Lengste måling (t)	0,3	0,3	0,3
Svak straum (<2 cm/s)	Andel (%)	5,9	6,9	4,5
	Total varigheit (t)	43,5	58,2	37,8
	Lengste måling (t)	0,3	0,5	0,5
Moderat straum (>5 cm/s)	Andel (%)	70,7	61,5	76,9
	Total varigheit (t)	524,5	514,7	644,3
	Lengste måling (t)	4,3	3,3	5,5
Sterk straum (>10 cm/s)	Andel (%)	27,3	15,5	36,3
	Total varigheit (t)	203,0	129,7	304,0
	Lengste måling (t)	2,2	0,7	2,2

TEMPERATURTILHØVE

Første måledag var døgnmiddeltemperaturen på 22 m djup 2,1 °C, og den låg rundt 2 °C fram til 24. mars (**figur 15**). Vidare sokk temperaturen til 1,7 °C, men i starten av april steig den til 2,4 °C. Ut siste halvdel av måleperioden var det ein jamn auke i døgnmiddeltemperatur, og siste måledag låg den på 2,8 °C.

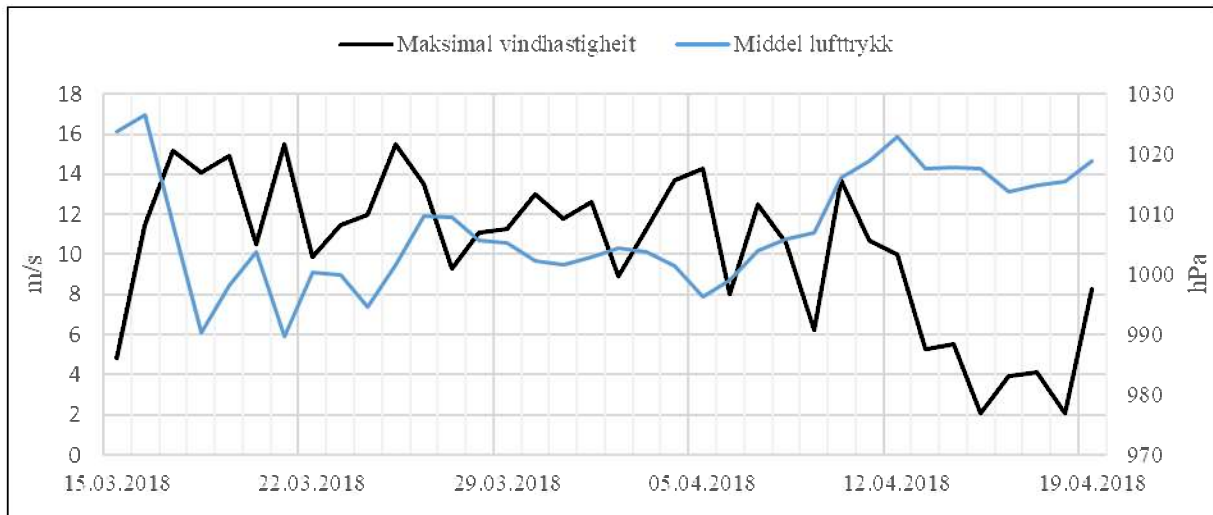
Døgnvariasjonen i temperatur på 22 m djup låg for det meste på rundt 0,1 °C, men den var på det meste oppe i 0,5 °C (**vedlegg 12**). Dei største døgnvariasjonane såg ein like før og like etter månadsskifte mars-april.



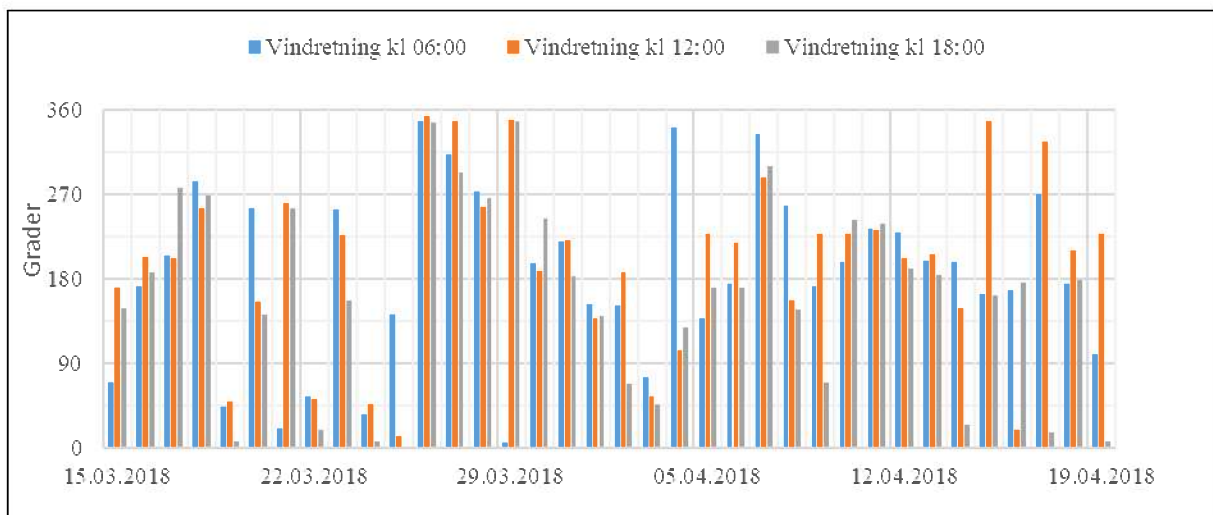
Figur 15. Døgnmidlar for temperatur målt ved Dåffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.

VÈRDATA

Straummålingane vart utført i ein periode i overgangen vinter-vår, med stort sett moderate endringar i lufttrykk og svak til moderat vindstyrke (**figur 16**). Gjennom måleperioden kom det vind frå fleire retningar, men i periodar var vindretninga meir stabil over nokre dagar (**figur 17**).



Figur 16. Høgaste målte vindhastighet samt middel lufttrykk per døgn i løpet av måleperioden.



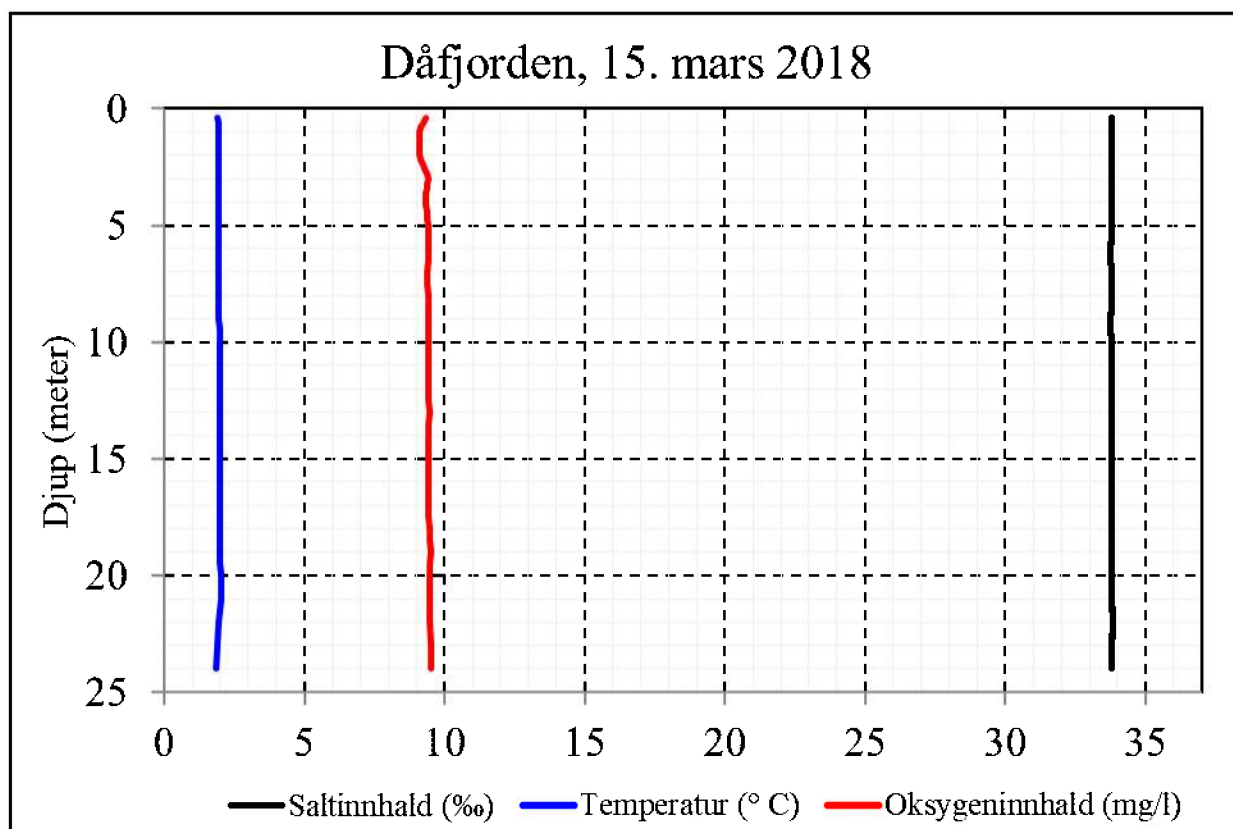
Figur 17. Vindretning kl. 06:00 (blå), kl. 12:00 (oransje) og kl. 18:00 (grå) for kvart døgn.

HYDROGRAFI

Dei hydrografiske målingane synte svært homogene tilhøve gjennom heile vassøyla den 15. mars 2018 (**figur 18**).

I overflata var saltinnhaldet 33,8 ‰, og det var stabilt gjennom heile vassøyla ned til botn. Temperaturen i overflata var 1,9 °C, og den steig svakt nedover til 21 m djup der temperaturen låg på 2,0 °C. Gjennom dei siste metrane sakk temperaturen noko, og ved botn låg den på knapt 1,9 °C.

Innhaldet av oksygen i overflata var 9,3 mg O/l, noko som tilsvarar ei metting på 86 %, og det sakk til eit minimum på 9,1 mg O/l (84 %) på 2 m djup. På 3 m djup var oksygeninnhaldet 9,4 mg O/l (87 %), og det var svært små variasjonar ned til botn der innhaldet låg på 9,5 mg O/l (88 %), noko som tilsvarar eit innhald på 6,7 ml O/l.



Figur 18. Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved strømmålingspunktet i Dåfjorden den 15. mars 2018.

MODELLERING OG SPREIING AV UTSLEPPET

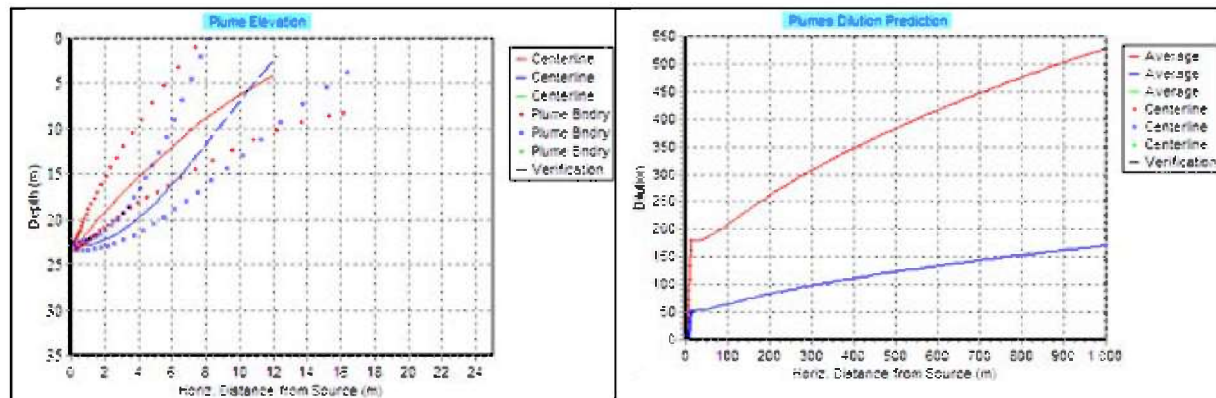
Innlagringsdjup og fortynning av det planlagde avløpet frå anlegget i Dåfjorden er berekna ut frå middel straumhastigheit i måleperioden, og temperatur og saltinnhald i vassøyla 15. mars 2017. Middel vassføring er oppgitt til 1,6 m³ saltvatn og 2,2 m³ ferskvatn i minuttet, som tilsvarar totalt 63,3 l/s. Maksimal vassføring er oppgitt til 15 m³ i minuttet (250 l/s), og dette vil i hovudsak førekomme ved tømning av kar. Ut frå ein antatt salinitet på inntaksvatnet på 35,0 ‰ (**figur 18**), og med oppgitt fordeling mellom salt- og ferskvatn blir berekna salinitet for avløpsvatnet 14,0 ‰. Temperaturen i påvekstanlegget er planlagt til mellom 6 og 16 °C, temperaturen til avløpsvatnet vil nærme seg omgjevningane på veg ut avløpsledningen.

Avløpsvatnet skal leiast ut via ein rundt 690 m lang PEH avløpsleidning som er planlagt lagt på rundt 23 m djup ute i indre del av Dåfjorden. Avløpet er planlagt med ein ytre diameter på 800 mm og ein

indre diameter på 704,0 mm. Ved maksimal vassføring vil vatnet bruke ca 0,5 time ut avløpsledningen, medan vatnet vil bruke ca 1,2 timar ved middel vassføring. På bakgrunn av avløpsvatnet sin tidsbruk gjennom avløpsledning har ein ved modellering tatt utgangspunkt at avløpsvatnet held ein temperatur på 8 °C ved utsleppet. Berekning av innlagringsdjup for eit utsleppsdyup på 23 m i ein vintersituasjon er vist i **tabell 5** og **figur 19**.

Tabell 5. Berekna innlagringsdjup for ein vintersituasjon ved middel straumfart og middel og maksimal vassføring for eit utslepp på 23 m djup i Dåfjorden.

Ved middel vassføring				Ved maksimal vassføring			
Topp av sky (m)	Innlagringsdjup (m)	Fortynning ved innlagring	Fortynning 1000m	Topp av sky (m)	Innlagringsdjup (m)	Fortynning ved innlagring	Fortynning 1000m
0	4	180x	528x	0	1,8	53,6x	171x



Figur 19. Innlagringsdjup og fortynning av utslepp på 23 m djup i Dåfjorden for ei middel vassmengde på 63,3 l/s (raud linje) og for ei maksimal vassmengd på 250 l/s (blå linje) for ein vintersituasjon. Figuren viser "strålebane" for dei to vassmengdene ved midlere straumfart.

Med utslepp av maksimal vassmengde (250 l/s) ved middel straumhastigheit, vil avløpsvatnet (plumen) i ein vintersituasjon verte innlagra på 1,8 m djup, medan toppen av "skya" med avløpsvatn vil kunne nå overflata. Avløpsvatnet vil vere fortynna ca 54 gonger ved innlagringsdjupet på 1,8 m djup, og ein km frå utsleppet vil avløpsvatnet vere fortynna ca 171 gonger (**figur 19**). Med utslepp av middel vassmengde (63,3 l/s) ved middel straumhastigheit, vil avløpsvatnet (plumen) verte innlagra på 4 m djup, og toppen av "skya" med avløpsvatn vil kunne nå overflata. Avløpsvatnet vil vere fortynna 180 gonger ved innlagringsdjupet på 4 m djup, og ein km frå utsleppet vil avløpsvatnet vere fortynna 528 gonger.

Modelleringa viser at avløpsvatnet (plumen) ved eit utslepp på 23 m djup og ved maksimal og middel vassmengd i avløpsrøret i ein vintersituasjon hovudsakleg vert innlagra i tidevasslaget på ca 4-1,8 m djup. Avløpsvatnet vil vere ein del fortynna allereie når det vert innlagra på sitt innlagringsdjup. Eventuelle svevepartiklar som følgjer med i strålebana oppover i vassøyla vil drive bort med vasstraumen, og vert spreidd frå avløpet sitt nærrområde og vidare utover i Dåfjorden.

DISKUSJON

Straummålingane i indre del av Dåfjorden synte nokså jamt med straum i heile vassøyla gjennom måleperioden i mars-april 2018, og det såg ut til å vere sterkast straum ved botn. Det var ein del sterk vind i store delar av perioden, men nokså svak vind den siste veka. Frå rundt 20. mars og nokre dagar fram vart ein del data filtrert ut frå måleserien på 3 m djup som følgje av låg styrke på retursignal, men ein vurderer det som at ein har tilstrekkeleg med måledata til å få eit representativt bilete av straumtilhøva i området for perioden.

Alle tre måleseriar var dominert av kortvarige straumtoppar. På 3 m djup var det nokså jamt med høge straumtoppar gjennom heile måleperioden, men høgda på toppane varierte ein del. Ein kan rekne med at straumtilhøva i øvre del av vassøyla er påverka av vind, der vind både vil kunne bremse og auke straumfarten, og truleg er variabel høgde på straumtoppane på 3 m djup ein følgje av vindpåverknad. Straumbiletet på 11 m djup var til dels likt som på 3 m djup, men med noko meir sporadisk førekomst av dei høgaste straumtoppane. Truleg er mindre førekomst av dei høgaste straumtoppane eit resultat av at vindpåverknad gradvis minkar med nedover i vassøyla, noko målingane på 20 m djup i endå større grad tyda på. Straumtilhøva ved botn på 20 m djup var periodevis meir jamne enn på dei to øvste måledjupa, særskilt i første del av måleperioden. Det vart meir førekomst av høge straumtoppar utover i perioden, og straumaktiviteten auka nokså markant gjennom dei siste dagane av perioden. Auken i botnstraum i slutten av måleperioden samanfall bra med nymånen 16. april, men utanom dette såg ein elles lite teikn til samanfall mellom månefasen og straumaktivitet på nokon av måledjupa.

Det var likevel lite konkrete teikn på direkte vindpåverknad på straumtilhøva gjennom måleperioden, med unntak av variable straumtoppar på 3 m djup, samt ein episode som varte nokre dagar frå 24. mars. På alle måledjup vart det tettare mellom straumtoppane frå denne dato, og dette er mest synleg i form av auke i døgnmiddel straumfart. Det var ikkje utprega endring i vindstyrke desse dagane, men episoden såg ut til å samanfalle med at vindretninga endra seg, der vind frå nordleg retning ser ut til å ha vore utslagsgjevande. Sidan vindretninga elles varierte mykje gjennom måleperioden såg ein ikkje fleire liknande episodar.

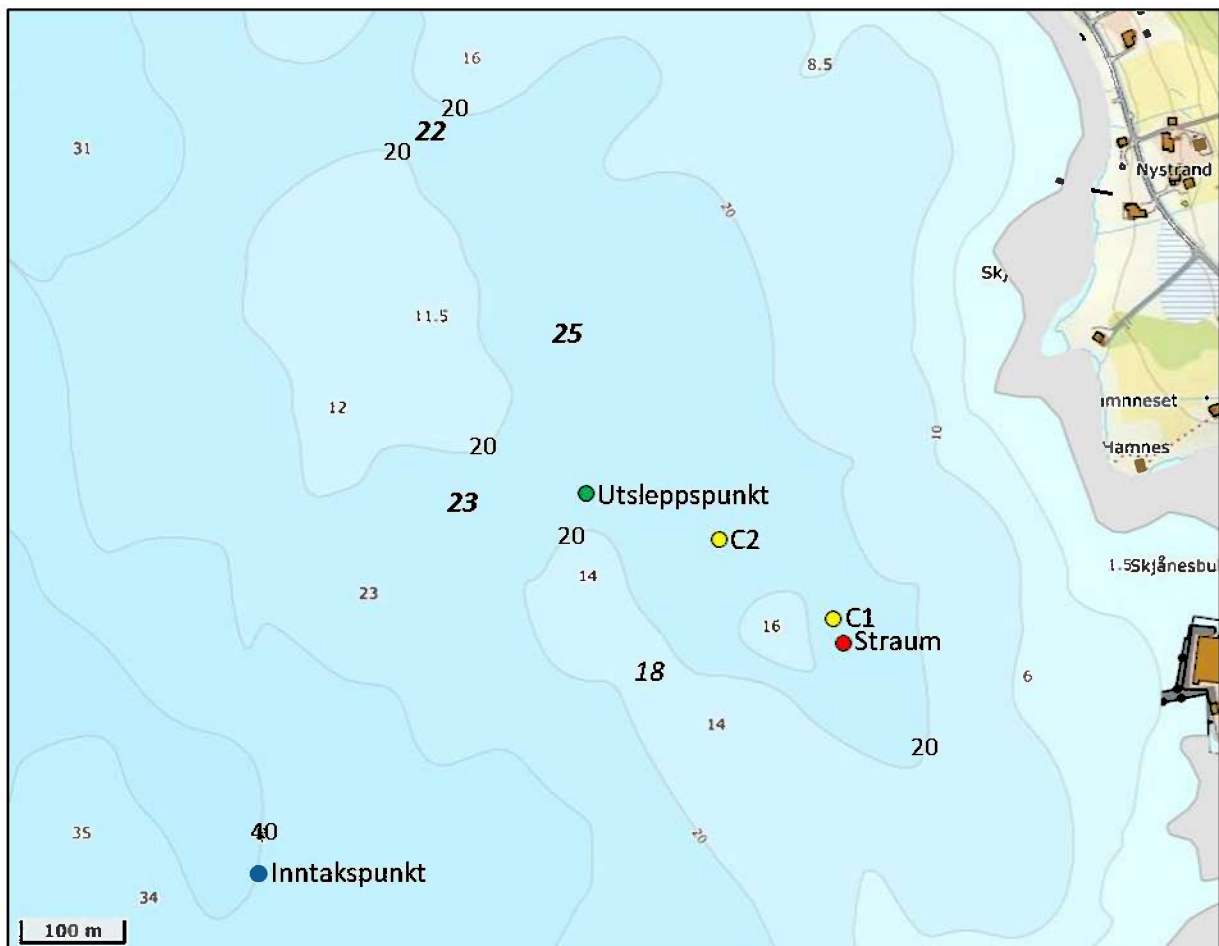
Det såg ut til å vere dominans av straum mot sørlege retningar gjennom heile vassøyla i løpet av måleperioden. Alle måledjup hadde høgast vasstransport mot sør, men på dei to nedste måledjupa gjekk det mykje straum i alle retningar, og det var i liten grad ei spesifikk retning som dominerte. Også maksstraumen gjekk mot sørlege retningar, med dreining mot søraust, men som for vasstransporten var det i liten grad ei spesifikk dominerande retning, og det var sterk straum mot fleire retningar på alle måledjup. Det er sannsynleg at variable tilhøve for straumretning er eit resultat av kupert botntopografi i området, men det kan tenkjast at straumen i periodar vil ha meir stabil retning som følgje av rolegare eller meir stabile vindtilhøve.

Andelen straum svakare enn 1 cm/s var svært låg i heile vassøyla, med verdiar på mellom 1 og 2 %, og det var ingen slike periodar med varigheit på over 20 minutt. For straum svakare enn 2 cm/s var andelen mellom 4 og 7 %, og det var ingen slike periodar med varigheit lenger enn 30 minutt. Førekomsten av straumstille og svak straum tydar soleis på at det er nesten kontinuerleg straum i området. For straum sterkare enn 5 cm/s var andelen mellom 61 og 77 %, medan andelen straum sterkare enn 10 cm/s var mellom 15 og 37 %. Her er det verdt å merke seg at dei lågaste registreringane av straumstille og svak straum, samt dei høgaste registreringane av moderat og sterk straum vart gjort ved botn på 20 m djup. Førekomsten av sterk straum er særleg relevant for botnstraumen, då straum sterkare enn 10 cm/s er ansett som nedre grense for resuspensjon av sedimentert materiale, medan straumfart på 5 cm/s er nok til å halde partiklar suspendert (Cromey m.fl. 2002, Kutti m.fl. 2007).

For vurdering av spreiding av tilførselar frå eit avløp som ligg på botn tar ein i størst grad omsyn til straumen på 11 og 20 m djup. Som følgje av straumretninga kan ein rekne med at tilførselar vil bli spreidd i dei fleste retningar rundt avløpet. Normalt kan ein vente at partikulære tilførselar i hovudsak vil drenere

mot djupare område, men som følgje av noko dominans av sørgåande straum kan ein ikkje utelukka at tilførslar frå eit avløp på straummålingspunktet vil bli ført mot sør. Straumtilhøva lenger sør er ukjente, særleg med omsyn på retning, men det er ikkje grunn til å tru at det er svakare straum i dette området enn det som vart målt i mars-april 2018. Med omsyn på den høge førekomsten av moderat og sterk straum kan ein difor rekne med at tilførslar vil bli spreidd utover eit stort område, og det er grunn til å tru at det vil førekomme hyppig resuspensjon av eventuelt sedimentert materiale.

Posisjonen der straummålingane vart gjort ser ut til å vere gunstig med omsyn på spreieing av tilførslar frå eit avløp, men med nærare ettersyn på topografi vil tilhøva truleg vere ytterlegare gunstige eit stykke mot nordvest. Området nord for straummålingspunktet er til ein viss grad avgrensa av grunner, med to hovudpassasjar inn frå dei djupare delane av fjorden i vest. Ved botngransking i området den 15. mars (Furset & Todt 2018) vart det tatt sedimentprøver frå fire stasjonar i området, og av desse låg stasjon C1 ca 20 m nordnordvest, og stasjon C2 ca 150 m nordvest for straummålingspunktet (**figur 20**). På stasjon C2 var det ein del meir store skjel og skjelbitar i sedimentet enn på stasjon C1, noko som er ein god indikasjon på at straumtilhøva er sterkare i området rundt stasjon C2. Stasjon C2 ligg i tilknytning til den sørlege og djupaste passasjen ut mot djupområdet i fjorden, og ein kan rekne med at det går bra med straum gjennom denne passasjen. Med omsyn til spreieing av tilførslar vil det truleg vere gunstig å plassere avløpet i tilknytning til den sørlege passasjen, om lag 250-300 m nordvest for straummålingspunktet (**figur 20**).



Figur 20. Kart med avmerking av stasjon C1 og C2 frå botngranskinga (Furset & Todt 2018), straummålingspunktet, samt inntaks- og utsleppspunkt. Djupnepunkt er markert, og grønt punkt angir anbefalt utsleppspunkt.

Modellering av spreieing av utsleppet er gjort for ein vintersituasjon med svært homogene tilhøve gjennom heile vassøyla. Resultatet syner at avløpsvatn vil bli innlagra i øvre del av vassøyla, og det er ingen innblanding med djupareliggande vasslag. Inntakspunkt er planlagt på ca 40 m djup vèl 470 m

sørvest for planlagt utsleppspunkt. På bakgrunn av resultat frå modellering og planlagt inntaksdjup ser ein at utsleppsvatn ikkje vil ha negativ innverknad på inntaksvatnet. Stigninga på strålebana er brattast ved maksimal vassføring, og her synte modelleringa innlagring på 1,8 m djup, mot 4 m djup ved middel vassføring. Maksimal vassføring vil i hovudsak forekomme i samband med tømning av kar, noko som vert gjort relativt sjeldan og med nokså kort varigheit. For ein sommarsituasjon vil tilhøva for innlagring vere annleis, då ein har andre hydrografiske tilhøva i vassøyla, med høgare temperaturar og lågare saltinnhald i øvre del av vassøyla. Under slike tilhøve har sjøvatnet kring avløpspunktet ulik tettheit enn for ein vintersituasjon, noko som vil resultere i mindre stigning av strålebanen. Innlagring ved ein sommarsituasjon vil soleis kunne skje noko djupare enn for ein vintersituasjon, men utan å komme i konflikt med inntaksvatnet.

OPPSUMMERING

Straummålingane synte nokså jamne og sterke straumtilhøve i heile vassøyla, og det var sterkast straum langs botn på 20 m djup. Dei nest sterkaste straumtilhøva vart målt på 3 m djup, men straumtilhøva må seiast å ha vore nokså sterke på alle måledjup gjennom måleperioden. Ein kan rekne med god spreiding av tilførsjar, truleg i dei fleste retningar rundt strauummålingsposisjonen. Ein anbefaler å legge utsleppspunktet vèl 280 m nordvest for strauummålingspunktet, i tilknytning til ein passasje ut mot indre delar av Dåffjorden. Modellering av utslepp syner innlagring i øvre del av vassøyla, og det vil ikkje vere konflikt mellom inntak- og utsleppsvatn.

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 – Revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. *Vannportalen.no* per desember 2016, 229 sider.
- Fiskeridirektoratet. Veiledning for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til fiskeoppdrettsvirksomhet
- Furset T.T. & C. Todt 2018. Dåfjord i Karlsøy kommune. Førhandsgransking av resipienten. Rådgivende Biologer AS, rapport 2695, 36 sider, ISBN 978-82-8308-517-4
- 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*, kap 262, side 367-381.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Vindretning, middel og høyeste døgnlege vindhastighet, samt lufttrykk ved målestasjonen på Torsvåg fyr i perioden 15. mars-19. april 2018. Tabellen er henta frå <http://met.no/>.

Stasjoner									
Stnr	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Breddegrad	Lengdegrad	Kommune	Fylke	Region
90800	TORSVÅG FYR	sep 1933		21	70,2452	19,4997	Karlsøy	Troms	NORD-NORGE

Elementer		
Kode	Navn	Enhet
DD06	Vindretning kl. 06 UTC	grader
DD12	Vindretning kl. 12 UTC	grader
DD18	Vindretning kl. 18 UTC	grader
FFM	Middel av vindhastigheter (hovedobservasjoner)	m/s
FFX	Høyeste vindhastighet (hovedobservasjoner)	m/s
POM	Midlere lufttrykk, stasjonsnivå	hPa

Stnr	Dato	DD06	DD12	DD18	FFM	FFX	POM
90800	15.03.2018	70	170	149	2,6	4,8	1023,8
90800	16.03.2018	171	203	186	7,4	11,5	1026,6
90800	17.03.2018	204	201	276	11,0	15,2	1008,3
90800	18.03.2018	283	255	268	11,3	14,1	990,3
90800	19.03.2018	44	49	7	7,7	14,9	998,2
90800	20.03.2018	254	155	141	6,5	10,5	1003,8
90800	21.03.2018	20	260	255	7,9	15,5	989,8
90800	22.03.2018	55	52	19	4,8	9,9	1000,4
90800	23.03.2018	253	226	157	4,2	11,5	999,9
90800	24.03.2018	36	47	7	8,5	12,0	994,7
90800	25.03.2018	141	13	2	10,7	15,5	1001,7
90800	26.03.2018	347	353	346	9,4	13,5	1009,7
90800	27.03.2018	312	347	293	5,4	9,3	1009,4
90800	28.03.2018	272	256	266	7,7	11,1	1005,6
90800	29.03.2018	5	349	347	7,8	11,3	1005,3
90800	30.03.2018	196	188	244	6,9	13,0	1002,2
90800	31.03.2018	219	220	182	7,0	11,8	1001,6
90800	01.04.2018	153	137	140	6,5	12,6	1003,0
90800	02.04.2018	151	186	68	4,2	8,9	1004,4
90800	03.04.2018	75	54	47	6,9	11,3	1003,8
90800	04.04.2018	341	104	128	5,2	13,7	1001,5
90800	05.04.2018	138	228	170	6,5	14,3	996,3
90800	06.04.2018	175	218	170	4,6	8,0	999,0
90800	07.04.2018	333	287	300	7,9	12,5	1004,0
90800	08.04.2018	258	156	147	5,5	10,6	1005,8
90800	09.04.2018	172	228	70	3,6	6,2	1006,9
90800	10.04.2018	197	227	243	7,8	13,7	1016,2
90800	11.04.2018	233	231	238	8,2	10,7	1018,9
90800	12.04.2018	229	201	191	5,8	10,0	1022,9
90800	13.04.2018	199	206	184	3,1	5,3	1017,7
90800	14.04.2018	198	148	25	2,6	5,5	1017,8
90800	15.04.2018	163	347	162	1,1	2,1	1017,7
90800	16.04.2018	167	19	176	1,4	3,9	1013,7
90800	17.04.2018	270	326	17	1,5	4,1	1014,8
90800	18.04.2018	174	210	178	1,2	2,1	1015,4
90800	19.04.2018	100	228	7	3,2	8,3	1018,8

Vedlegg 2. Statistikk for straummålingane på 3 m djup ved Dåffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.

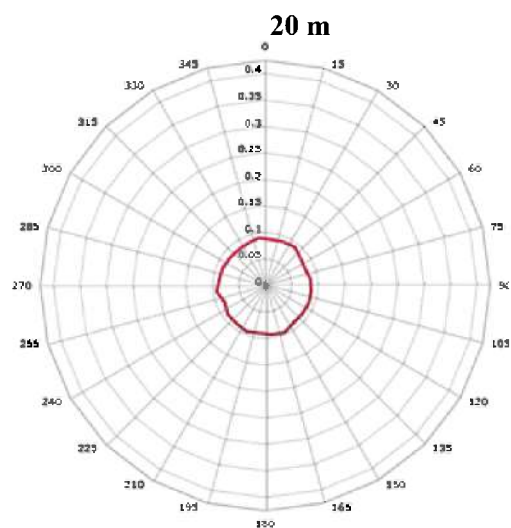
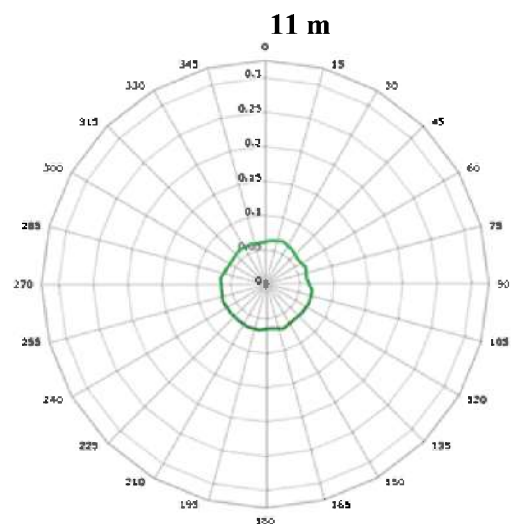
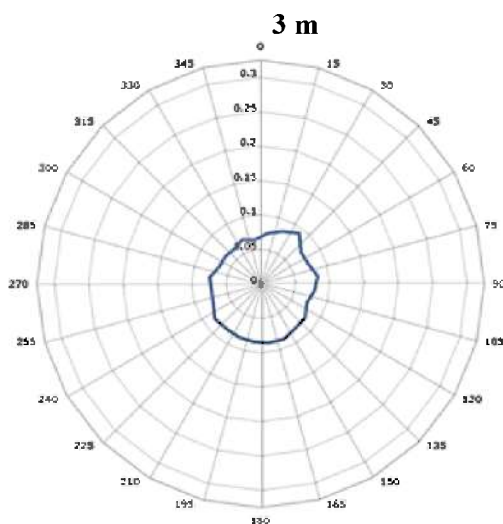
Mean current [m/s]	0.08
Max current [m/s]	0.32
Min current [m/s]	0.00
Measurements used/total [#]	4453 / 5026
Std.dev [m/s]	0.05
Significant max velocity [m/s]	0.13
Significant min velocity [m/s]	0.03
10 year return current [m/s]	0.531
50 year return current [m/s]	0.595
Most significant directions [°]	180°, 195°, 210°, 165°
Most significant speeds [m/s]	0.10, 0.05, 0.15, 0.20
Most flow	516.73m ³ / day at 165-180°
Least flow	128.39m ³ / day at 330-345°
Neumann parameter	0.26
Residue current	0.02 m/s at 177°
Zero current [%] - [HH:mm]	1.39% - 00:20

Vedlegg 3. Statistikk for straummålingane på 11 m djup ved Dåffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.

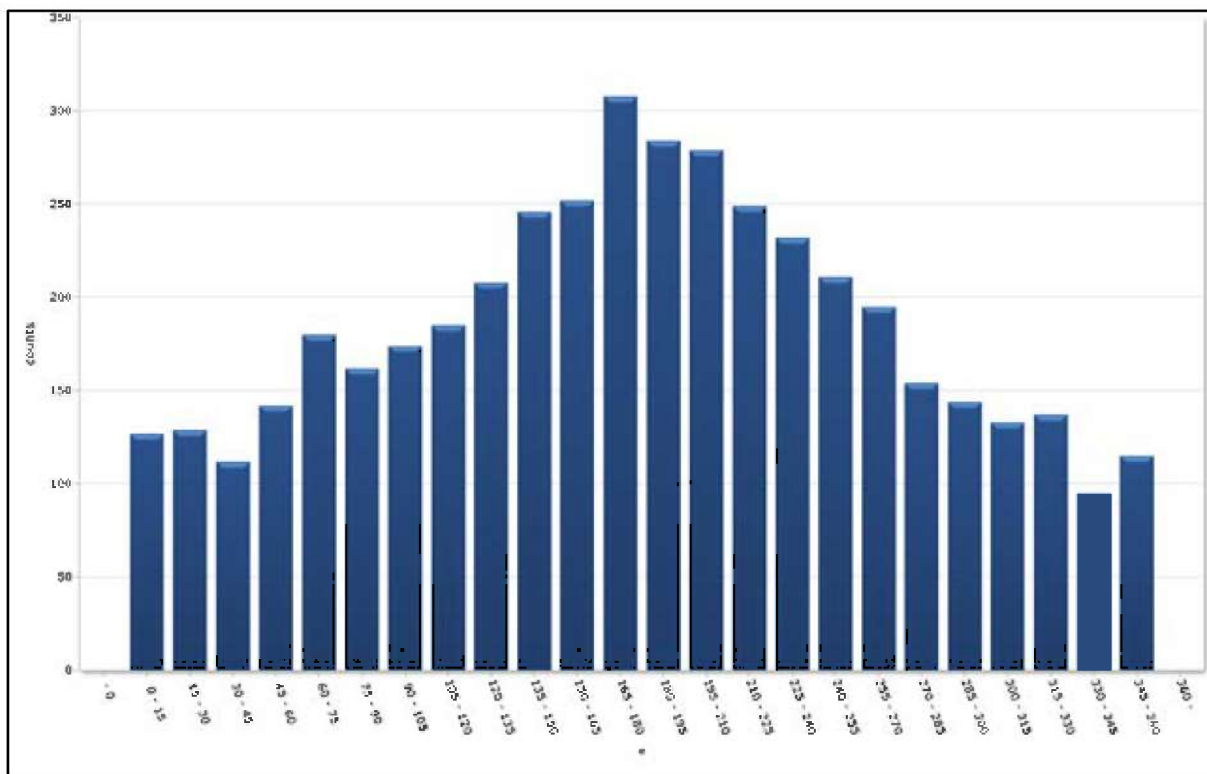
Mean current [m/s]	0.06
Max current [m/s]	0.28
Min current [m/s]	0.00
Measurements used/total [#]	5023 / 5026
Std.dev [m/s]	0.03
Significant max velocity [m/s]	0.10
Significant min velocity [m/s]	0.03
10 year return current [m/s]	0.464
50 year return current [m/s]	0.520
Most significant directions [°]	180°, 225°, 195°, 210°
Most significant speeds [m/s]	0.10, 0.05, 0.15, 0.20
Most flow	275.08m ³ / day at 165-180°
Least flow	184.28m ³ / day at 285-300°
Neumann parameter	0.07
Residue current	0.00 m/s at 168°
Zero current [%] - [HH:mm]	1.65% - 00:20

Vedlegg 4. Statistikk for strømmålingane på 20 m djup ved Døffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.

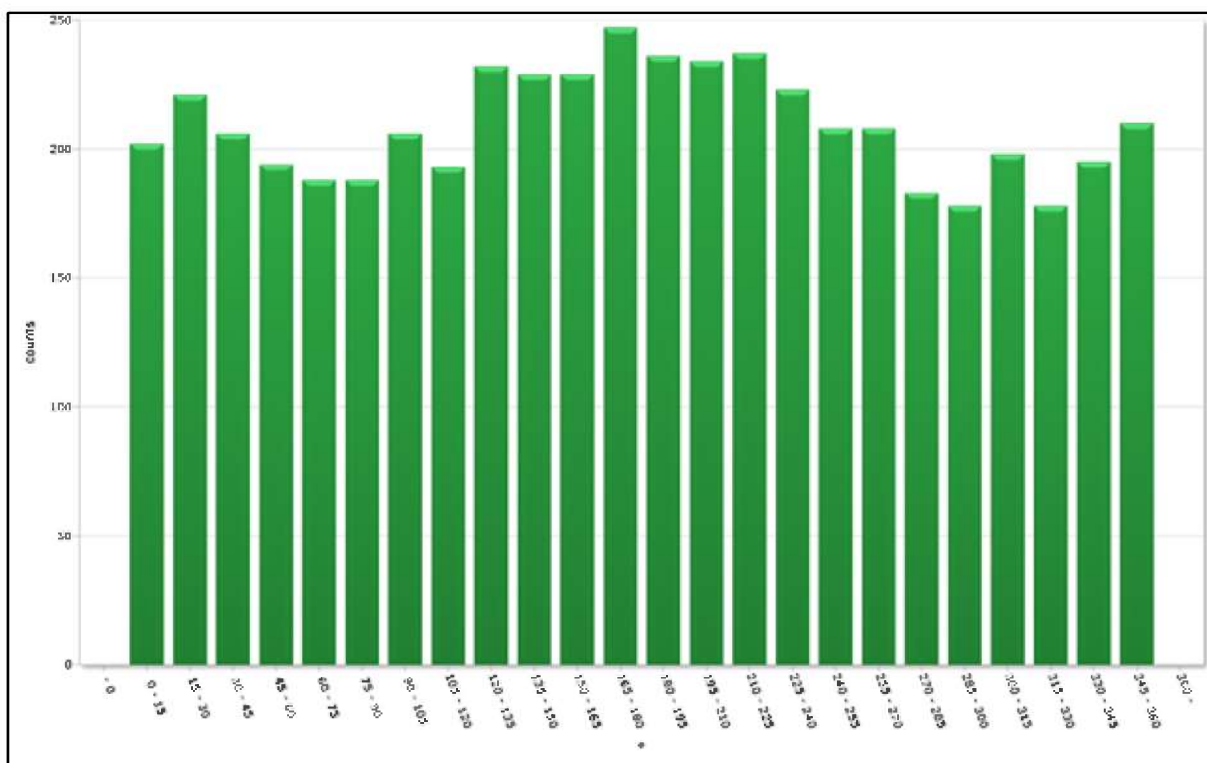
Mean current [m/s]	0.09
Max current [m/s]	0.40
Min current [m/s]	0.00
Measurements used/total [#]	5026 / 5026
Std.dev [m/s]	0.05
Significant max velocity [m/s]	0.14
Significant min velocity [m/s]	0.04
10 year return current [m/s]	0.660
50 year return current [m/s]	0.740
Most significant directions [°]	180°, 120°, 105°, 240°
Most significant speeds [m/s]	0.10, 0.15, 0.05, 0.20
Most flow	417.92m ³ / day at 165-180°
Least flow	262.36m ³ / day at 315-330°
Neumann parameter	0.06
Residue current	0.00 m/s at 168°
Zero current [%] - [HH:mm]	1.21% - 00:20



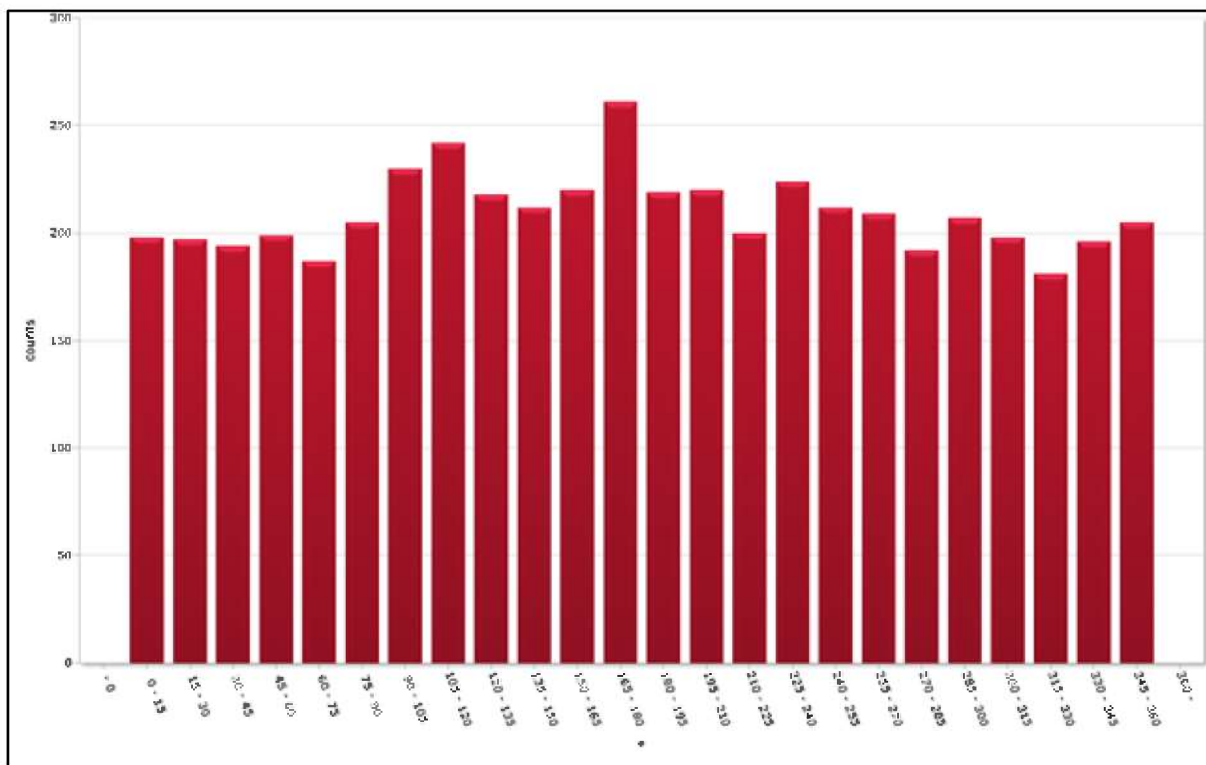
Vedlegg 5. Gjennomsnittleg straumfart i kvar 15° sektor på alle måledjup ved Døffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.



Vedlegg 6. Registrering av strømretning (antal målinger) i alle 15° sektorar på 4 m djup ved Dåfforden i perioden 15. mars-19. april 2018.



Vedlegg 7. Registrering av strømretning (antal målinger) i alle 15° sektorar på 12 m djup ved Dåfforden i perioden 15. mars-19. april 2018.



Vedlegg 8. Registrering av strømretning (antal målinger) i alle 15° sektorer på 21 m djup ved Dåfforden i perioden 15. mars-19. april 2018.

* Direction/speed matrix for top [3.0m]																												
m/s	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	%	Sum		
0.0			28							71		72	69	64	66	60	63	64	43							29.3	1306	
0.05			65							71	94	105	123	127	121	127	105	98	94	87							43.3	1928
0.10			65							71	94	105	123	127	121	127	105	98	94	87							43.3	1928
0.15	10	24	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	19.8	880
0.20	6	12	11	7	10	10	11	7	12	18	25	22	28	13	16	25	10	8	6	4	2	4	7	3	6.1	272		
0.25	3	2	5	0	2	3	0	2	6	4	2	5	4	3	5	2	0	1	0	1	1	2	0	1	1.2	54		
0.30	1	1	0	0	1	0	2	1	0	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	12		
0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	1		
0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0		
0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0		
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0		
%	2.9	2.9	2.5	3.2	4.0	3.6	3.9	4.2	4.7	5.5	5.7	6.9	6.4	6.3	5.6	5.2	4.7	4.4	3.5	3.2	3.0	3.1	2.1	2.6	100.0	100.0		
Sum	127	129	112	142	180	162	174	185	208	246	252	308	284	279	249	232	211	195	154	144	133	137	95	115	100.0	4453		

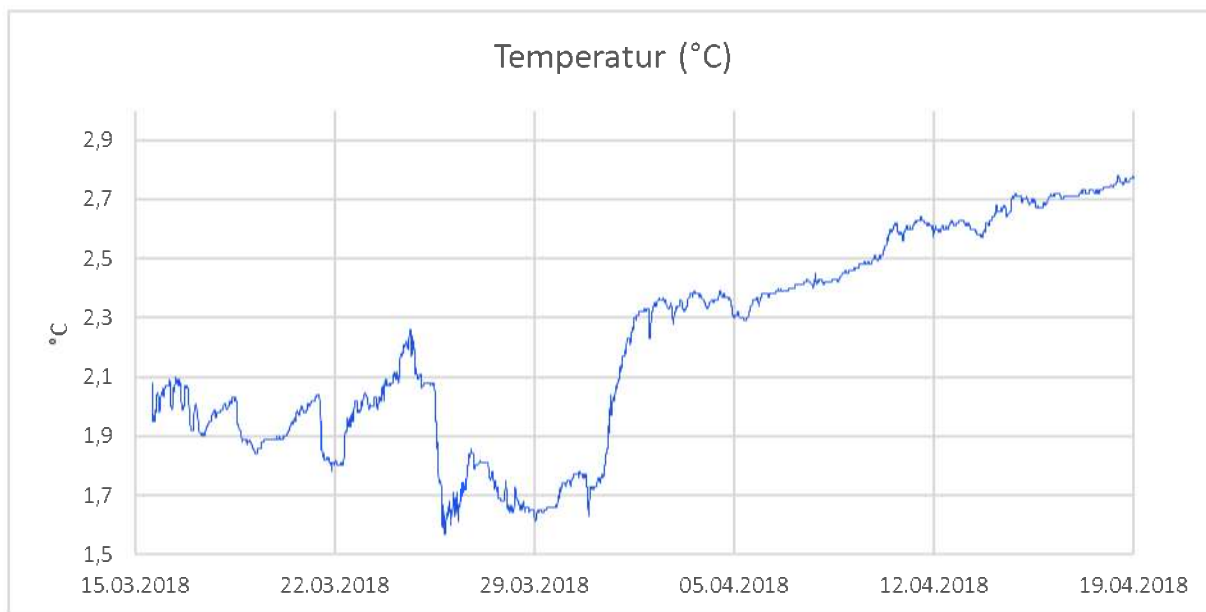
Vedlegg 9. Straumaktivitet innanfor 15° sektorer og fartsintervall på 0,05 m/s (5 cm/s) på 3 m djup ved Dåfforden i perioden 15. mars-19. april 2018.

		Direction/speed matrix for middle [11.0m]																									
m/s		15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	%	Sum
0.0																											
0.05		80	79	82	84	70	80	70	62	98	82	83	97	85	82	88	80	70	79	71	76	83		85	95	38.5	1935
0.10		95	100	93	92	89	86	93	94	84	110	100	111	108	109	115	107	110	98	83	76	94	83	86	94	46.0	2310
0.15		25	25	25	14	25	17	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	13.8	694
0.20		2	4	2	3	2	3	3	4	7	3	5	4	3	5	1	5	3	2	4	0	0	1	4	4	1.5	74
0.25		0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.1	7
0.30		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	3
0.35		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.40		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.45		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.50		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
%		4.0	4.4	4.1	3.9	3.7	3.7	4.1	3.8	4.6	4.6	4.6	4.9	4.7	4.7	4.7	4.4	4.1	4.1	3.6	3.5	3.9	3.5	3.9	4.2	100.0	5026
Sum		202	221	206	194	188	188	206	193	232	229	229	247	236	234	237	223	208	208	183	178	198	178	195	210	100.0	5026

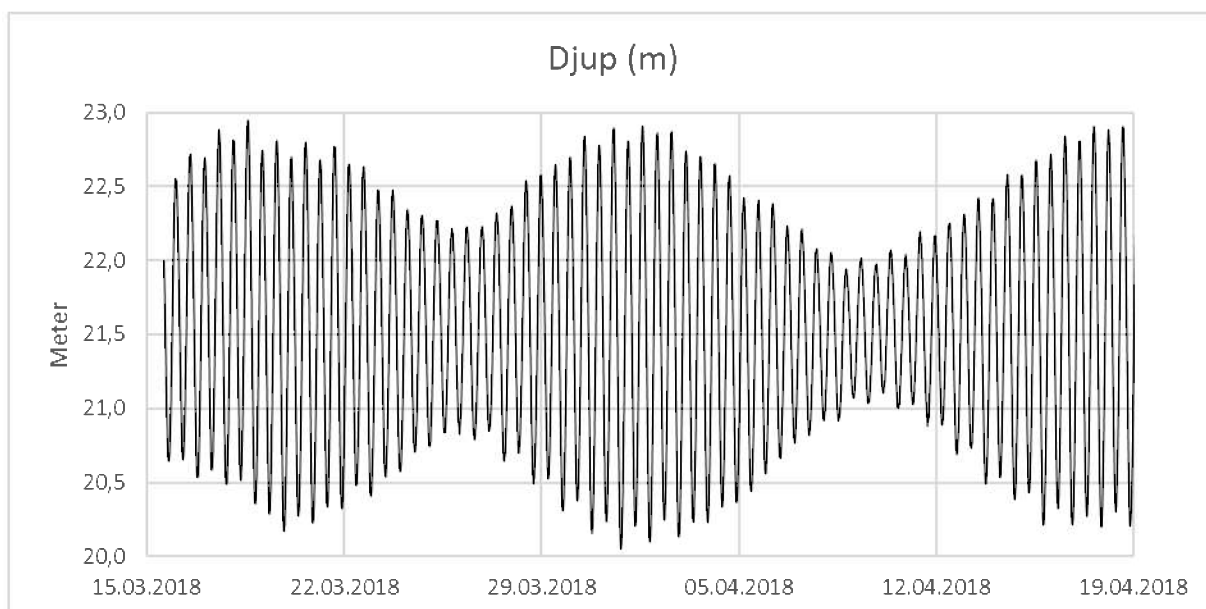
Vedlegg 10. Straumaktivitet innanfor 15° sektorar og fartsintervall på 0,05 m/s (5 cm/s) på 11 m djup ved Dåfforden i perioden 15. mars-19. april 2018.

		Direction/speed matrix for bottom [2.0m]																									
m/s		15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	%	Sum
0.0																											
0.05												40														23.1	1160
0.10					83	81	93	99	115	89	75	90	99	92	88	80	93	95		73	84	85	73		40.6	2042	
0.15									59				73												44	25.3	1272
0.20		18	11	15	12	13	13	19	22	28	20	18	20	28	20	15	17	14	22	15	15	12	19	15	21	8.4	422
0.25		3	7	6	4	3	6	3	2	3	3	10	3	2	14	7	4	3	6	4	5	4	1	1	7	2.2	111
0.30		0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	1	2	0.3	13
0.35		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.1	5
0.40		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.45		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	1
0.50		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
%		3.9	3.9	3.9	4.0	3.7	4.1	4.6	4.8	4.3	4.2	4.4	5.2	4.4	4.4	4.0	4.5	4.2	4.2	3.8	4.1	3.9	3.6	3.9	4.1	100.0	5026
Sum		198	197	194	199	187	205	230	242	218	212	220	261	219	220	200	224	212	209	192	207	198	181	196	205	100.0	5026

Vedlegg 11. Straumaktivitet innanfor 15° sektorar og fartsintervall på 0,05 m/s (5 cm/s) på 20 m djup ved Dåfforden i perioden 15. mars-19. april 2018.



Vedlegg 12. *Temperaturmåling tre meter over botn i Dåffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.*



Vedlegg 13. *Registreringar av djup frå trykksensor på strømmålaren i Dåffjorden i perioden 15. mars-19. april 2018.*