

Tøfta i Averøy kommune i Møre og Romsdal



Straummåling ved planlagt avløp,
august – oktober 2020

R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS 3283



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Tøfta i Averøy kommune i Møre og Romsdal. Straummåling ved planlagt avløp, august – oktober 2020.

FORFATTAR:

Thomas Tveit Furet

OPPDRAKSGIVAR:

Averøy Seafood AS

OPPDRAGET GITT:

5. juni 2020

RAPPORT DATO:

12. januar 2021

RAPPORT NR:

3283

ANTAL SIDER:

22

ISBN NR:

978-82-8308-793-2

EMNEORD:

- | | |
|--|----------------------------------|
| - Overflatestraum - Spreiingsstraum - Botnstraum | - Straumstille - Resuspensjon |
|--|----------------------------------|

KVALITETSOVERSIKT:

| Element | Utført av |
|------------------------|--------------|
| Utsett av strømmålarar | T. T. Furset |
| Behandling av måledata | T. T. Furset |
| Rapportering | T. T. Furset |

KONTROLL:

| Godkjenning/kontrollert av | Dato | Stilling | Signatur |
|----------------------------|-----------|----------|----------|
| Bjarte Tveranger | 8.01.2021 | Forskar | |

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Edvard Griegs vei 3, N-5059 Bergen
Foretaksnummer 843667082-mva
www.radgivende-biologer.no Telefon: 55 31 02 78 E-post: post@radgivende-biologer.no

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

Framsdebilete: Målestaden ved utsett 21.august 2020.

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Averøy Seafood AS utført straummålingar utanfor moglege avløp til planlagt landbasert oppdretnsanlegg Tøfta i Averøy kommune.

Denne rapporten presenterer resultatane frå straummålingar som vart utført i perioden 21. august – 12. oktober 2020. Feltarbeidet vart utført av Thomas Tveit Furset og Christiane Todt.

Rådgivende Biologer AS takkar Averøy Seafood AS v/Trond Haugland for oppdraget, og samt for koordinering av bistand med feltarbeidet.

Bergen, 12. januar 2021

INNHALD

| | |
|------------------------------|----|
| Føreord | 2 |
| Innhald..... | 2 |
| Samandrag | 3 |
| Områdeskildring | 4 |
| Metode og datagrunnlag | 6 |
| Resultat | 8 |
| Diskusjon..... | 14 |
| Referansar | 16 |
| Vedlegg | 17 |

SAMANDRAG

Furset T.T. 2021. Tøfta i Averøy kommune i Møre og Romsdal. Straummåling ved planlagt avløp, august – oktober 2020. Rådgivende Biologer AS, rapport 3283, 22 sider. ISBN: 978-82-8308-793-2

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Averøy Seafood AS gjennomført straummåling ved det sørlege av to alternative utsleppspunkt til det planlagde landbaserte oppdrettsanlegget Tøfta, ved Stavneset i Averøy kommune.

| Lokalitet | Lok. nr | Oppdragsgjevar | Koordinat straummåling |
|-----------|---------|-------------------|-------------------------------|
| Tøfta | - | Averøy seafood AS | N 63° 06,957' Ø 7° 39,563' |

Ein profilerande doppler straummålar (AQP) var utplassert i perioden 21. august – 12. oktober 2020 for måling av straum i vassøyla. Det var 24 m djupt på målestaden, og målaren stod på 23 m djup. Det er tatt ut straumdata frå 4, 12 og 21 m djup. Oppsummering av resultat er presentert i **tabell 1**.

Tabell 1. Delsamandrag av resultat frå straummålingane ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.

| Måledjup | Middel hastigheit (cm/s) | Maks hastigheit (cm/s) | Andel straumstille* (% <1 cm/s) | Andel moderat straum* (% >5 cm/s) | Hovudretning(ar) vasstransport | Hovudretning(ar) maks straumfart |
|----------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 4 m | 10,0 | 54,3 | 1,1 | 77,7 | V+Ø | V |
| 12 m | 8,9 | 55,5 | 1,2 | 75,0 | V+Ø | N |
| 21 m | 8,2 | 43,5 | 1,6 | 72,1 | V+SØ | ØSØ |

*Sjå forklaring i kapittelet metode og datagrunnlag.

Straumbiletet på alle djup var dominert av hyppige straumtoppar, og det var svært sterk straum på alle djup samt nokså jamne straumtilhøve gjennom vassøyla. Straumaktiviteten på alle djup samanfall i nokon grad bra med månefasen.

For alle djup gjekk vasstransport i hovudsak mot vestlege retningar, men med mykje returstraum mot aust på 4 og 12 m djup, og mot søraust på 21 m djup (**tabell 1**).

Førekomsten av straumstille var svært låg, og andelen moderat og sterk straum var høg. Andelen straum svakare enn 1 cm/s var frå 1,1 til 1,6 % på dei tre måledjupa, og det var ingen slike periodar med varigheit på over 20 minutt. Andelen straum sterkare enn 5 cm/s var 72,1 – 77,7 %, og andelen straum sterkare enn 10 cm/s var 31,1 – 43,1 % gjennom vassøyla.

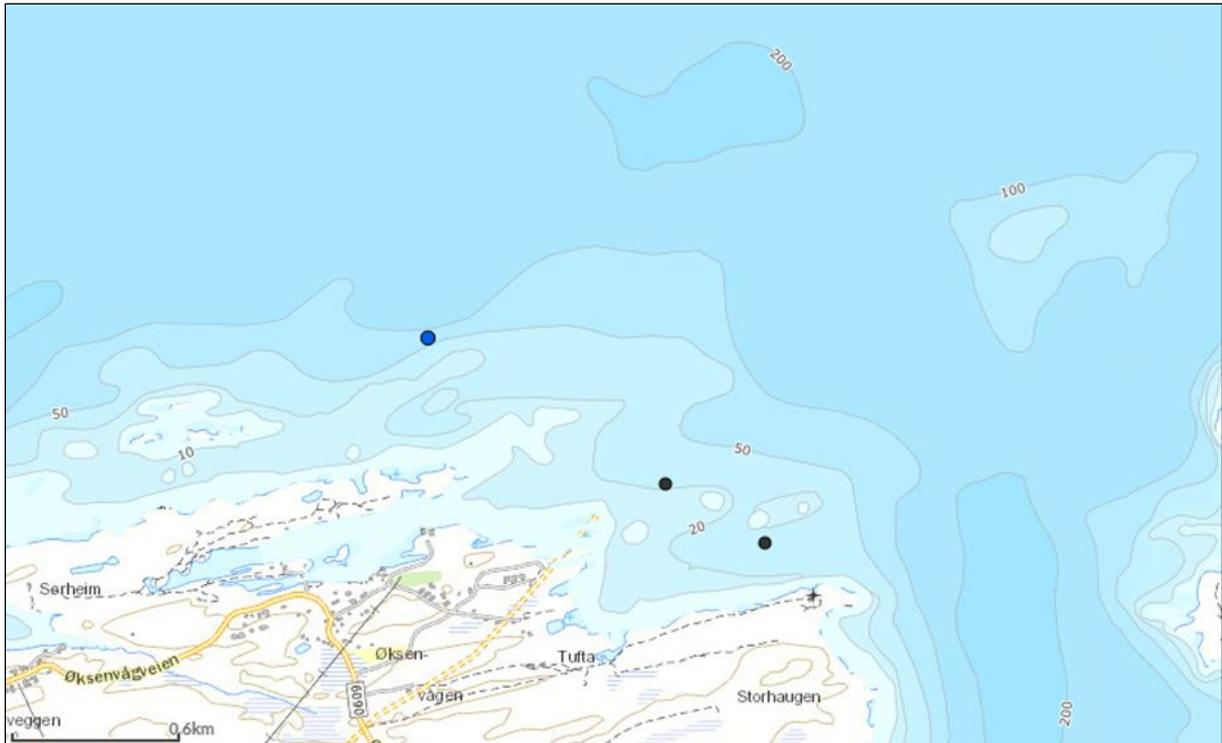
Resultatet frå straummålingane indikerer svært gode spreingstilhøve for tilførsel gjennom heile vassøyla. Målingar utført i 2017 ved nordleg alternativ til utsleppspunkt syner ein del likskap med målingane frå 2020, men noko svakare straum, og mindre førekomst av returstraum i austleg retning. Det må likevel seiast å vere sterke straumtilhøve ved baa utsleppspunkt, med straum som vil sørge for stor spreing av tilførsel og jamleg førekomst av resuspensjon, i den grad den sterke straumen i området i det heile tillèt sedimentering av partiklar.

OMRÅDESKILDRING

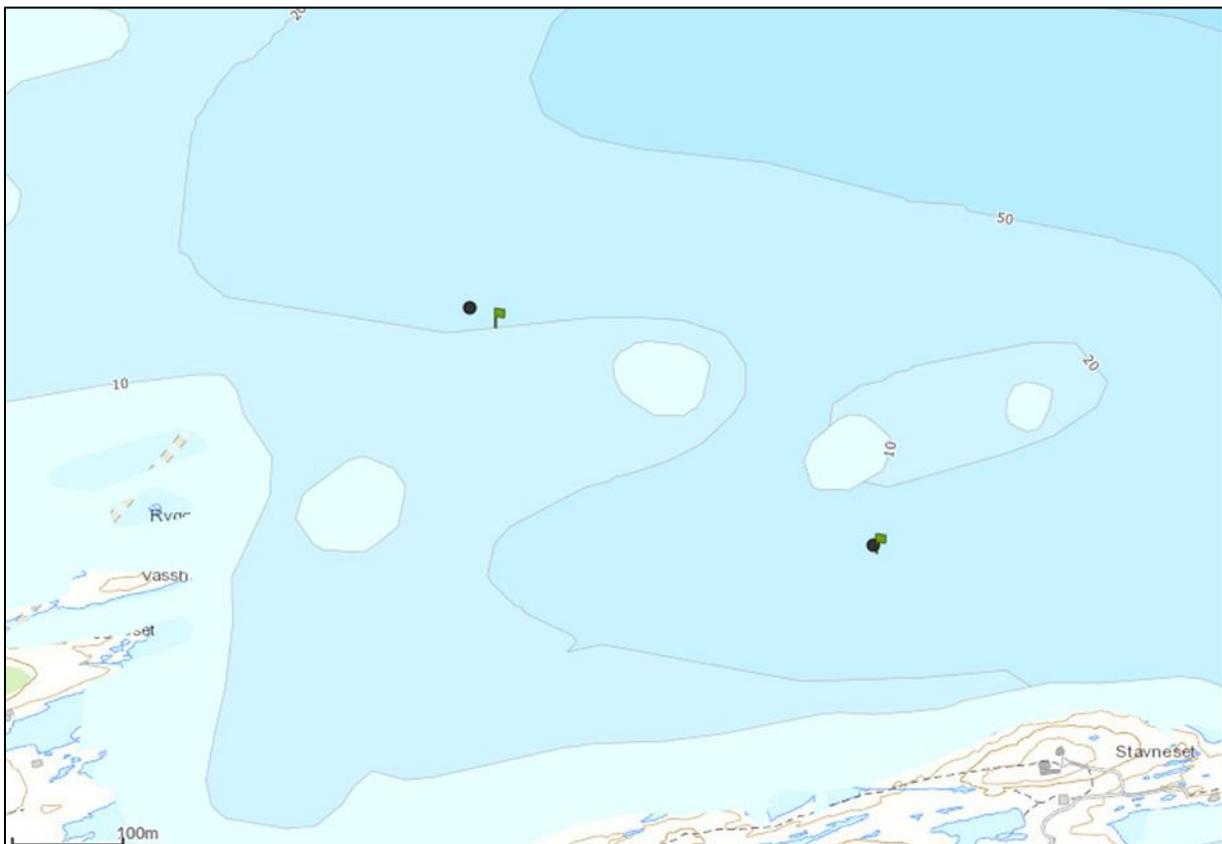
Det planlagde oppdrettsanlegget Tøfta ligg vest for Stavneset heilt nordaust på Averøya, i Averøy kommune (**figur 1**). Anlegget skal ligge på land, med vassinntak nordvest for Øksenvågskjæra, og utslepp av avløpsvatn i området nord for Stavneset. Sørøst for planlagt vassinntak, mellom utsleppsområdet og inntakspunktet, går ein undersjøisk rygg ut frå land mot nordaust (**figur 2**). Dei to alternative utsleppspunkta ligg nord og sør for ein undersjøisk rygg som strekkjer seg frå vest og ut mot fjorden i aust. Både nord og sør for denne ryggen djupnast det jamt mot aust, til der Bremnesfjorden møter Norskehavet mellom Averøya og Krisiansund (**figur 3**).



Figur 1. Oversynskart over fjordsystemet rundt lokaliteten. Svarte punkt angir to alternative utsleppspunkt. Omkringliggende oppdrettslokaliteter er markert. Kartgrunnlag er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.



Figur 2. Dypnetilhøve i området rundt dei alternative utsleppspunkta, som er merka med svarte punkt. Blått punkt angir planlagt posisjon for vassinntak til anlegget. Kartgrunnlag er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.



Figur 3. Oversyn over nærområdet rundt alternative utsleppspunkt. Grøne flagg angir posisjon for strømmåling. Strømmåling ved nordleg alternativ vart utført av Åkerblå i 2017, og måling ved sørleg alternativ er presentert i denne rapporten. Kartgrunnlag er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.

METODE OG DATAGRUNNLAG

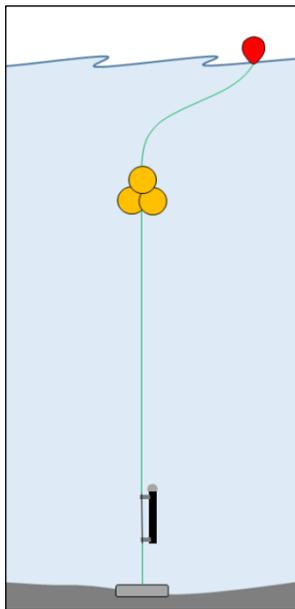
STRAUMMÅLING

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 21. august – 12. oktober 2020 var det utplassert ein Aquapro profilerande målar (AQP) i planlagt posisjon for det sørlege av dei to alternative utsleppspunkta frå anlegget Tøfta. Målaren vart ankra opp på botn i posisjon N 63° 06,957', Ø 7° 39,563' (WGS 84) (**figur 3**). På målestaden er det ca 24 m djupt, og målaren stod ca 1 meter over botn på 23 m djup, og dette gjev då gode målingar på 21 m djup. Til forankring var det nytta eit betonglodd på ca 150 kg, og i tauet om lag 10 m over målaren vart det festa inn 2 trålkuler (**figur 4**). I overflata vart det knytt inn ei lita og ei stor blåse for synlegheit.



Figur 4. Til venstre: Prinsippkisse for strømmåling. Til høgre: Strømmåling klargjort for utsett.

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

Tabell 2. Detaljar omkring strømmålingane.

| Instrument | AQP 9833 | | |
|-----------------------|----------|------|------|
| Avlest måledjup* | 4 m | 12 m | 21 m |
| Intervall (minutt) | 10 | 10 | 10 |
| Totalt antal målingar | 7525 | 7525 | 7525 |
| Antal fjerna målingar | 0 | 0 | 0 |
| Antal brukte målingar | 7525 | 7525 | 7525 |

BEGRUNNA MÅLEDJUP, MÅLESTAD OG REPRESENTATIVITET

Målaren vart plassert så nær botn som mogeleg, i posisjonen for det sørlege atternativet til avløp, og målte straum gjennom vassøyla opp til overflata. Tekniske begrensingar for målaren avgjer kor nær overflata og botn ein får data av god kvalitet. Det er tatt ut data frå så nær overflata og botn som mogeleg, samt om lag midt i vassøyla.

Det er relativt ope rundt målestaden. Eit stykke nord for målaren går ein grunn rygg i retninga vest – aust, men botn er elles relativt flat og lite kupert. Målingane er vurdert til å vere representative for heile vassøyla i området rundt målestaden.

KVALITETSVURDERING AV MÅLEDATA

Ved opptak 12. oktober 2020 stod straumriggeren i same posisjon som ved utsett. Det var ikkje begroing på målaren, og det var ingen skader eller merker på tau eller utstyr. Ved avlesing av data såg målarane ut til å ha fungert gjennom måleperioden. Ved automatisk kvalitetskontroll vart ingen registreringar fjerna frå måleserien (**tabell 2**).

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. *Moderat straum* er definert som straum sterkare enn 5 cm/s, og inkluderer soleis førekomst av *Sterk straum*, som er definert som straum sterkare enn 10 cm/s.

VÈRDATA

For straummålingsperioden er henta inn data for målingar av vind og lufttrykk frå målestasjonen på Kristiansund lufthamn frå <http://eklima.no/>. Målestasjonen ligg om lag 8,6 km aust for straummålingsposisjonen, og er noko meir beskytta for vind frå særleg nordlege retningar. Vêrdata er truleg representative for tilhøva i området gjennom måleperioden, men grad av eksponering for vind må takast om omsyn til ved vurdering av straumtilhøve. Vindretning og høgaste døgnlege vindhastigheit er nytta ved vurdering av straumbiletet, og er presentert i **vedlegg 1**.

RESULTAT

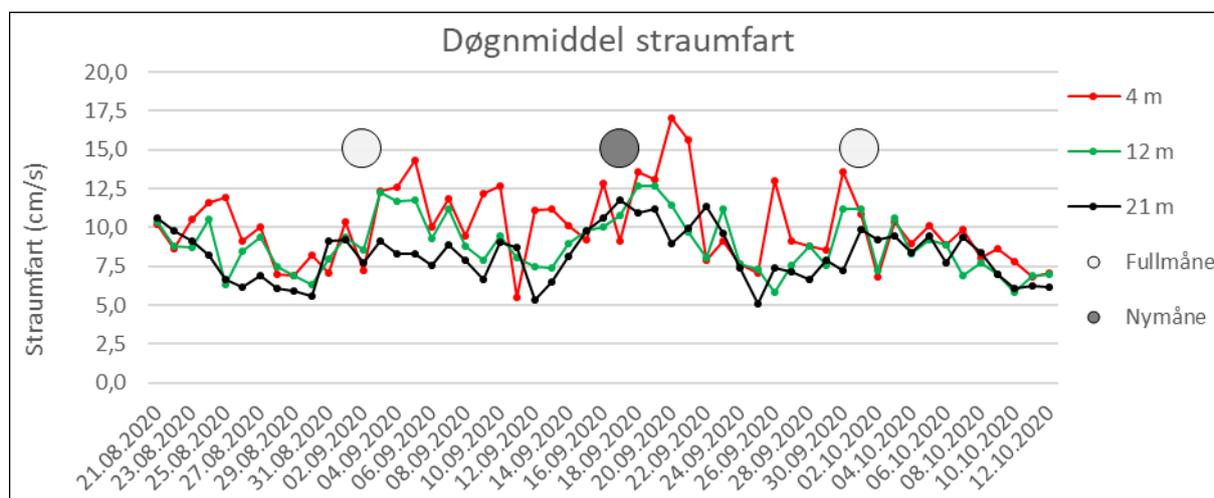
Straummålingane ved Tøfta synte eit straumbilete som i hovudsak var dominert av kortvarige straumtoppar, med noko variasjon gjennom måleperioden (**figur 5-figur 8**). Det var ein tendens til forhøga straumaktivitet rundt full- og nymåne. Det var svært sterk straum i heile vassøyla gjennom heile måleperioden, og det var i stor grad nokså like tilhøve gjennom heile vassøyla (**tabell 3, figur 9**).

Det var jamt med straumtoppar opp mot 30 cm/s på 4 m djup, og dagane rundt full- og nymåne var det fleire toppar på over 40 cm/s. Biletet frå 4 m djup såg ein i stor grad igjen på 12 m djup, og det var nokså bra samanfall i straumaktivitet på dei to måledjupa. Ved botn på 21 m djup var det og teikn til at straumaktiviteten følgde månefasen, men med unntak av høg straumaktivitet rundt fullmåne 2. september var straumtilhøve noko jamnare ut resten av måleperioden.

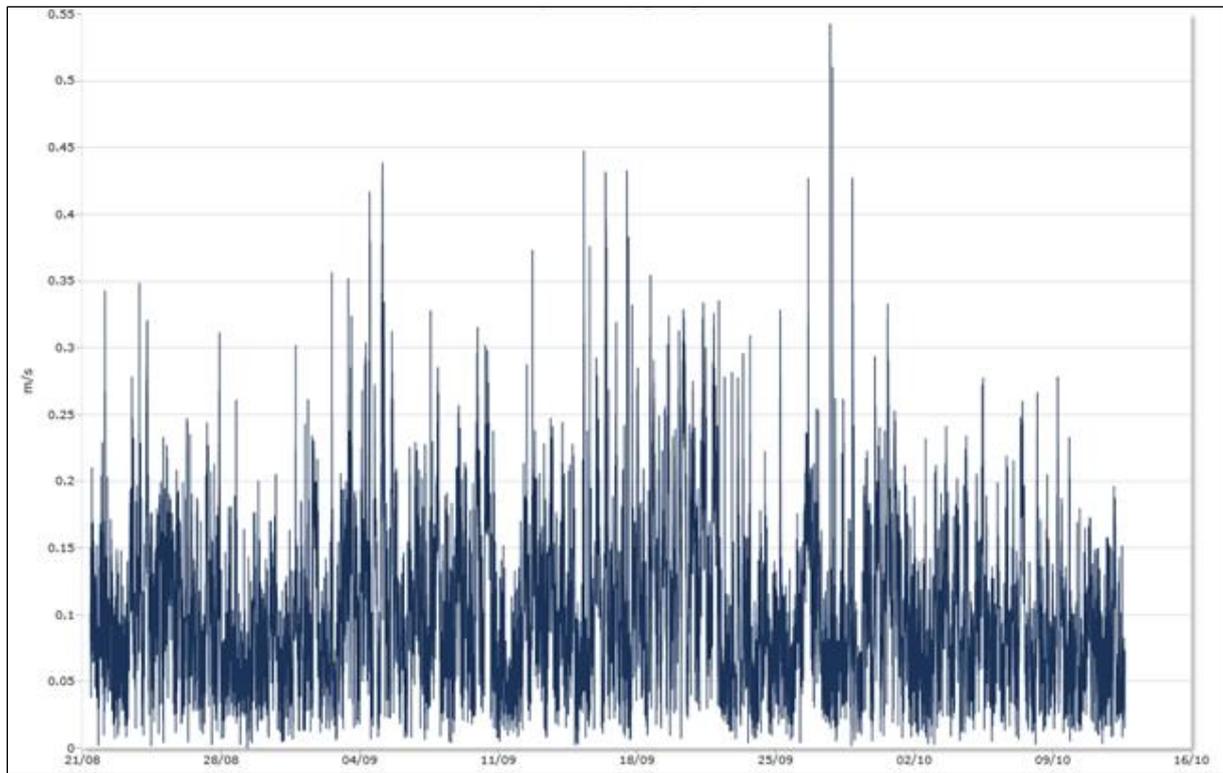
I heile vassøyla var vasstransporten høgast mot vestleg retning, men det var svært mykje returstraum mot austleg retning på 4 og 12 m djup, og nokså mykje returstraum mot søraust på 21 m djup (**Figur 10 & figur 11**). Forøvrig var returstraumen noko mindre retningsstabil enn hovudretninga for vasstransporten. Det gjekk sterk straum i fleire retningar på alle djup, og registrert retning for maksstraum såg ut til å vere nokså tilfeldig (**figur 11**). For heile perioden under eit var det nokså variabel straumretning på 4 m djup, og noko meir stabil på dei to nedre måledjupa, men det var nokså hyppige retningsendringar på alle måledjup, noko som speglar tidevassmønsteret (**figur 12**).

Tabell 3. Oppsummering av resultat for straummåling i Tøfta, 21. august – 12. oktober 2020.

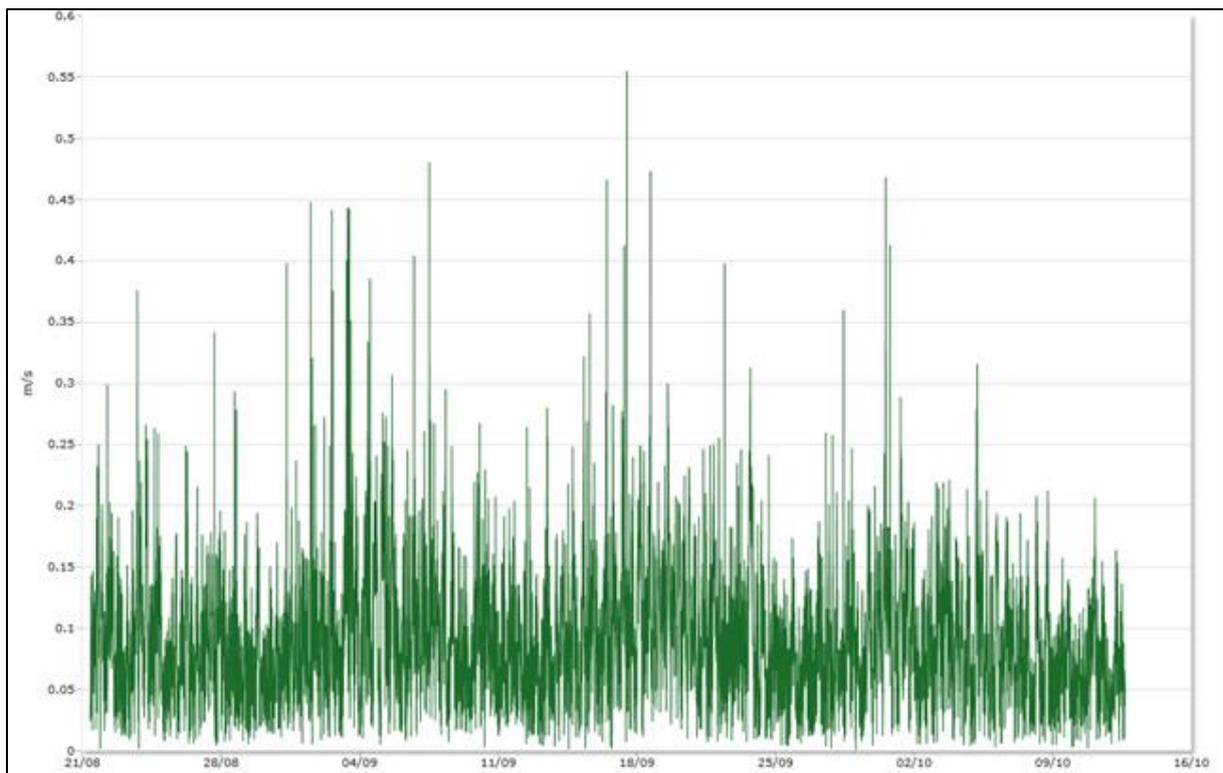
| Djup | Middel straumfart (cm/s) | Maks straumfart (cm/s) | Standardavvik (cm/s) | Neumann-parameter | Hovudretning vasstransport | Hovudretning maksstraum |
|------|--------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|
| 4 m | 10,0 | 54,3 | 6,3 | 0.07 | V+Ø | V |
| 12 m | 8,9 | 55,5 | 5,4 | 0.15 | V+Ø | N |
| 21 m | 8,2 | 43,5 | 4,8 | 0.17 | V+SØ | ØSØ |



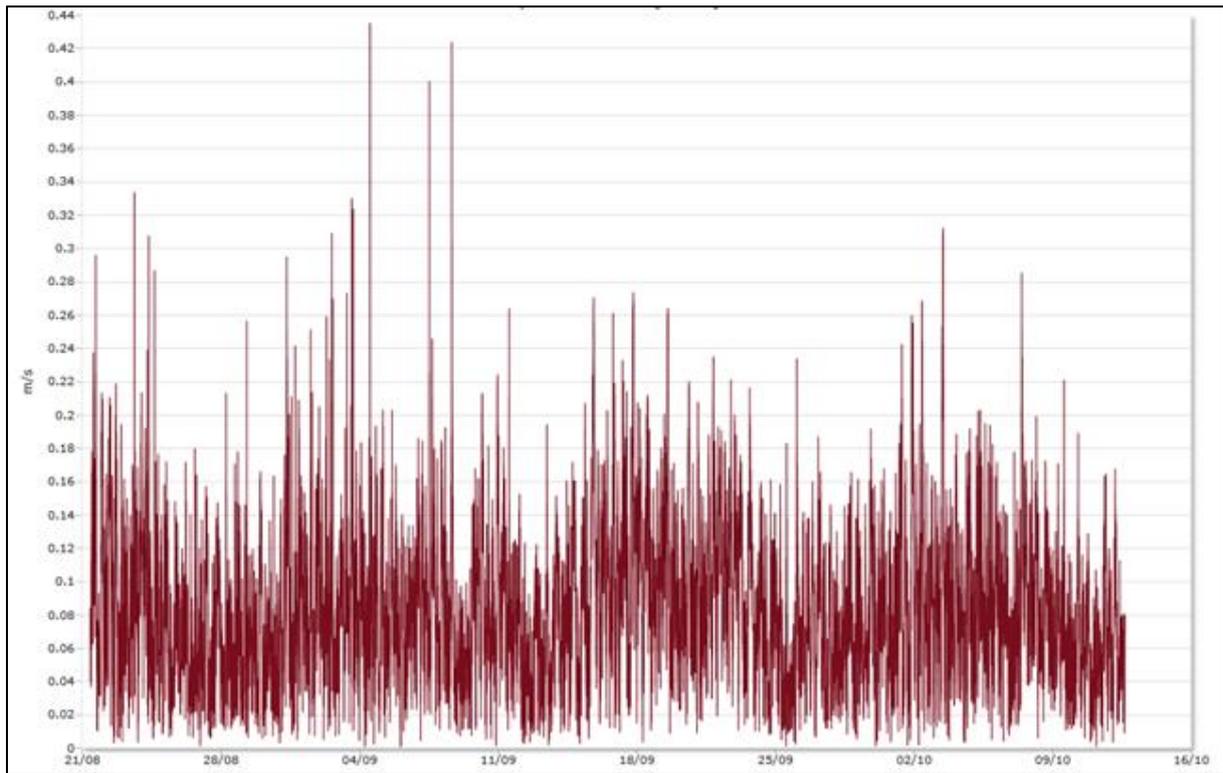
Figur 5. Døgnmidlar for straumfart ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.



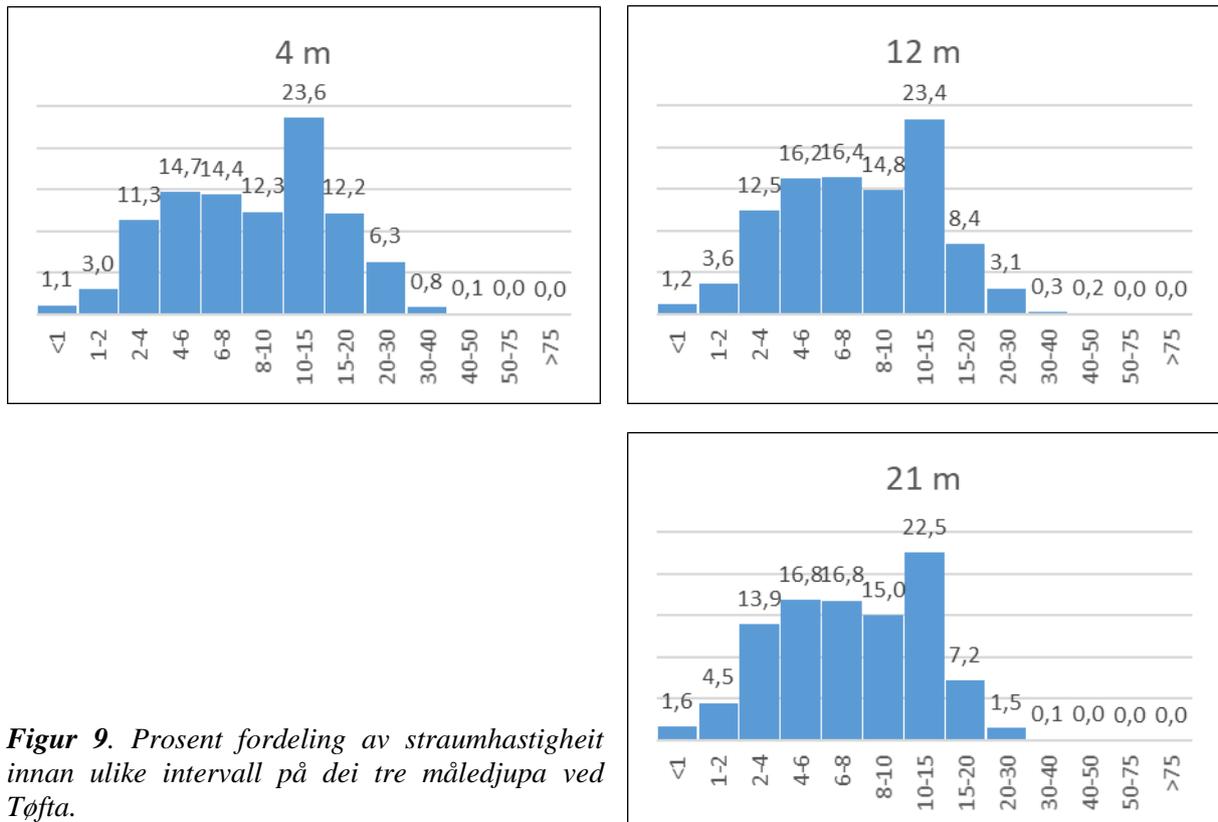
Figur 6. *Straumhastighet på 4 m djup i Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.*



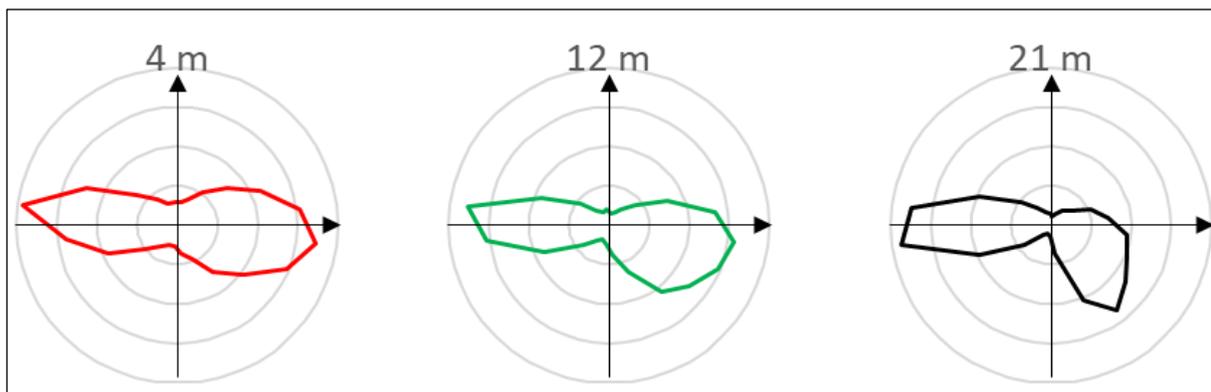
Figur 7. *Straumhastighet på 12 m djup i Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.*



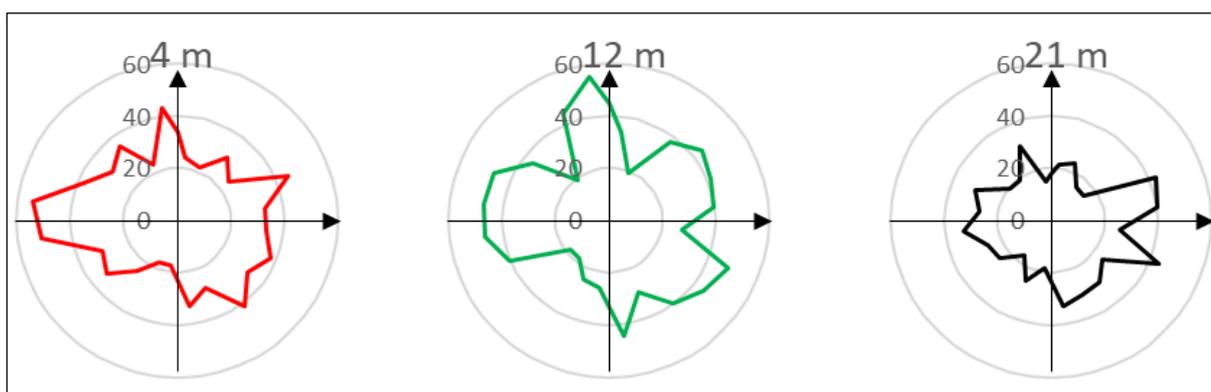
Figur 8. Straumhastighet på 21 m djup i Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.



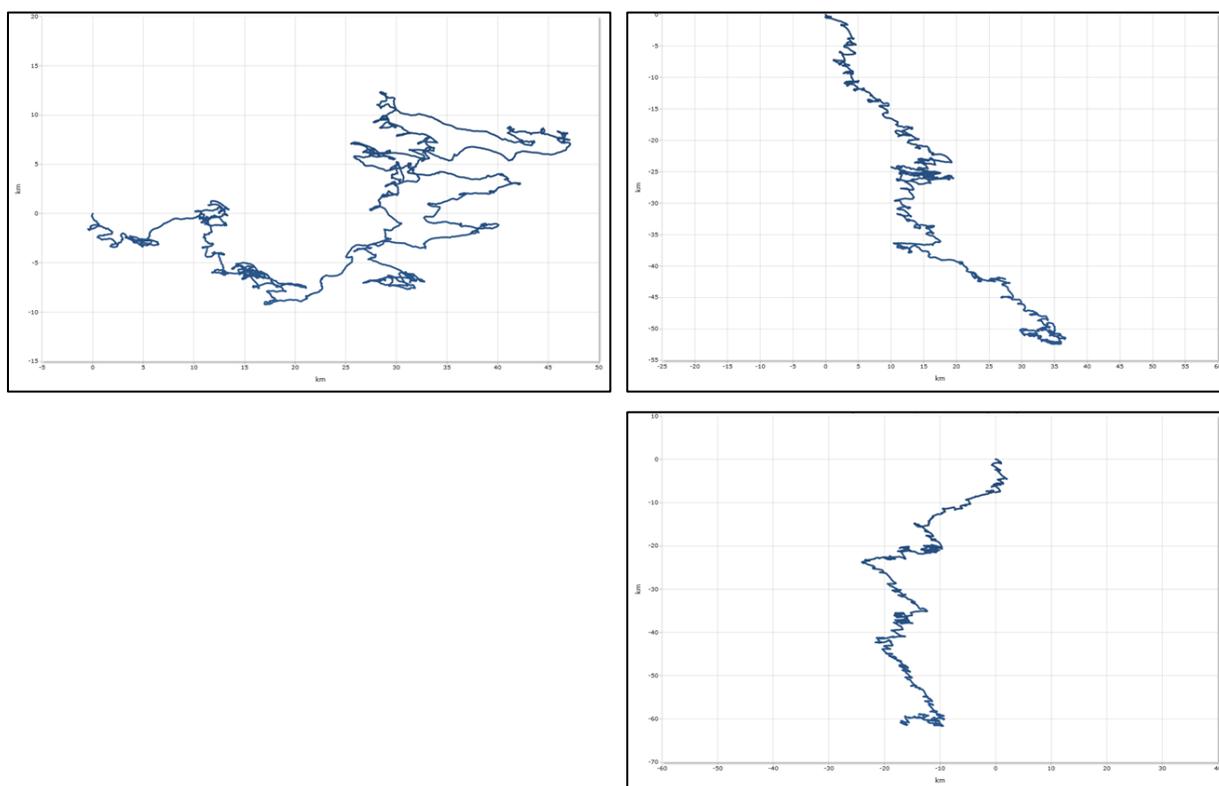
Figur 9. Prosent fordeling av strømhastighet innan ulike intervall på dei tre måledjupa ved Tøfta.



Figur 10. Retning for vasstransport ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.



Figur 11. Retning for maksimal straumhastighet ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.



Figur 12. Progressiv vektor på alle måledjup ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.

Andelen av straumstille var frå 1,2 til 1,6 % på dei tre måledjupa, og lengste periode på alle djup var 0,3 timar (20 minutt) (**tabell 4**). For svak straum var andelen frå 4,1 til 6,1 %, og her var lengste periode 0,7 timar (40 minutt) på alle djup. Andelen moderat straum var 72,1 – 77,7 %, og lengste periodar på 8,5 – 13,7 timar. For sterk straum var andelen 31,1 – 43,1 %, og lengste periode var 5,5 – 9,5 timar.

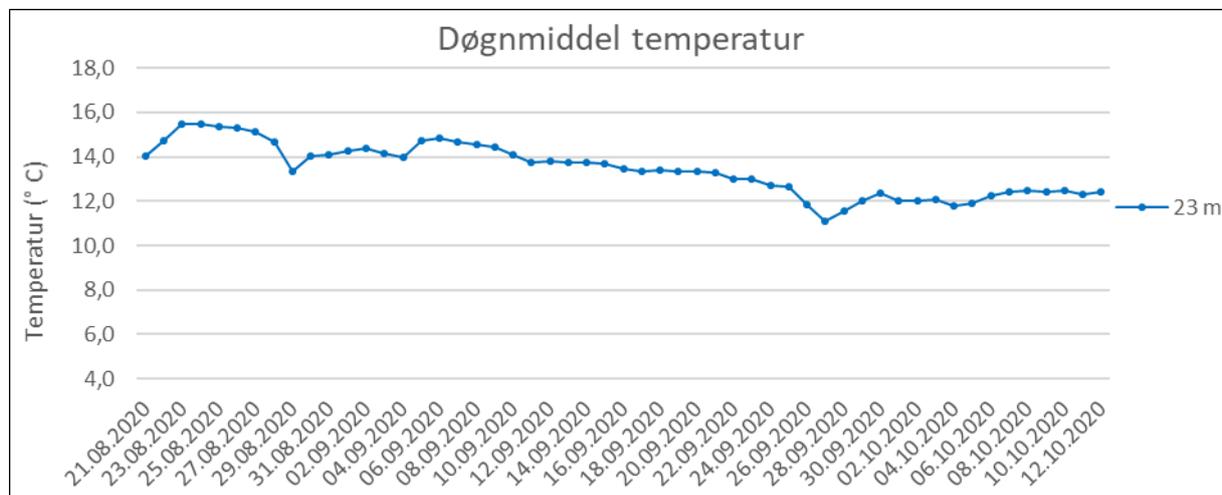
Tabell 4. Førekomst av straumstille (<1 cm/s), svak straum (<2 cm/s), moderat straum (>5 cm/s) og sterk straum (>10 cm/s) ved Tøfta.

| | | 2 m | 5 m | 9 m |
|------------------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|
| Straumstille (<1 cm/s) | Andel (%) | 1,1 | 1,2 | 1,6 |
| | Total varigheit (t) | 14,0 | 14,8 | 20,3 |
| | Lengste måling (t) | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Svak straum (<2 cm/s) | Andel (%) | 4,1 | 4,8 | 6,1 |
| | Total varigheit (t) | 51,3 | 60,2 | 76,5 |
| | Lengste måling (t) | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Moderat straum (>5 cm/s) | Andel (%) | 77,7 | 75,0 | 72,1 |
| | Total varigheit (t) | 974,7 | 941,0 | 904,0 |
| | Lengste måling (t) | 13,7 | 10,7 | 8,5 |
| Sterk straum (>10 cm/s) | Andel (%) | 43,1 | 35,3 | 31,3 |
| | Total varigheit (t) | 540,5 | 443,2 | 392,8 |
| | Lengste måling (t) | 9,5 | 5,5 | 5,5 |

TEMPERATURTILHØVE

Første måledag var døgnmiddeltemperaturen på 23 m djup 14,0 °C. Det var små variasjonar gjennom måleperioden, og det var ein jamn nedgang til 12,4 °C den 12. oktober.

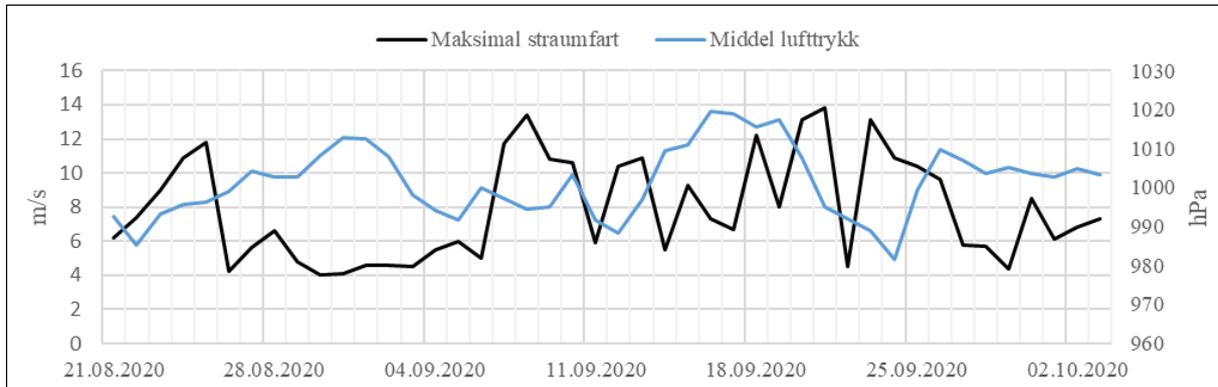
Døgnvariasjonen i temperatur på 23 m djup var på det meste oppe i vèl 3 °C, og det var ulik grad av temperaturvariasjon gjennom måleperioden (**vedlegg 10**).



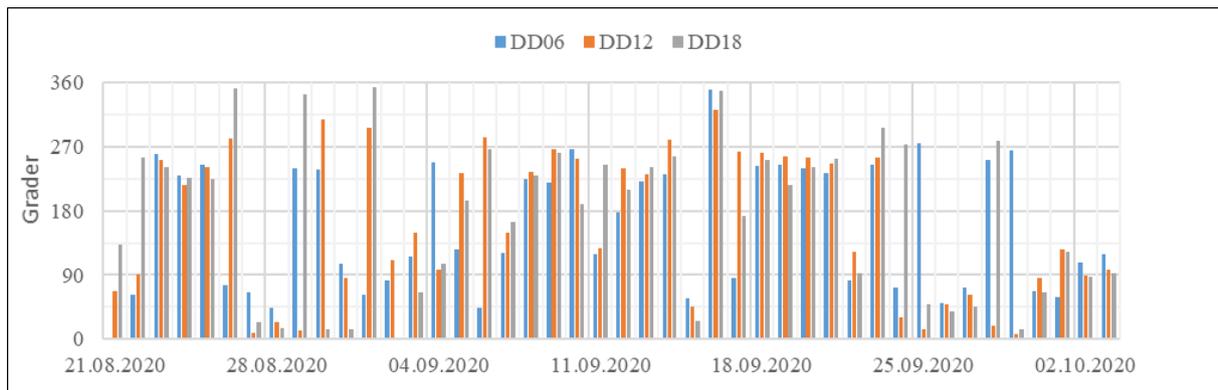
Figur 13. Døgnmidlar for temperatur målt ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.

VÈRDATA

Straummålingane vart utført på seinsommaren, med ein del variasjon i vindstyrke (**figur 14**). Det var ein relativt roleg periode i månadsskifte august – september, men vidare varierte straumstyrken nokså hyppig mellom lett bris og frisk bris, og ved nokre høve var det liten kuling. Gjennom dei siste dagane av måleperioden var det noko meir rolege vindtilhøve. Gjennom måleperioden kom det vind frå fleire retningar, og det var liten førekomst av særskilt retningsstabil vind (**figur 15**). **Figur 14** synar maks vindstyrke per dag, medan **figur 15** synar vindretning ved tre spesifikke tidspunkt i løpet av dagen. Alle desse målingane er i så måte augeblikksmålingar, og seiar ikkje nødvendigvis noko om vindtilhøva resten av dagen.



Figur 14. Høgaste målte vindhastigheit samt middel lufttrykk per døgn i løpet av måleperioden.



Figur 15. Vindretning kl. 06:00 (blå), kl. 12:00 (oransje) og kl. 18:00 (grå) for kvart døgn.

DISKUSJON

Straummålingane ved Tøfta i Averøy kommune synte eit straumbilete dominert av kortvarige straumtoppar. Alle djup hadde straumaktivitet som i nokon grad hadde samanfall med månefasen, i form av auka straumaktivitet rundt full- og nymåne. Den sterkaste middelstraumen vart målt på 4 m djup, men den sterkaste maksstraumen vart målt på 12 m djup, men skilnaden på dei to måledjupa var i hovudsak nokså liten. Straumstyrken avtok mot botn, men både middel- og maksstraumen på 21 m djup må seiast å vere svært sterk. Trass i ein periode med rolege vèrtilhøve i månadsskifte august – september heldt straumaktiviteten seg nokså høg, og ein kan truleg rekne med høg straumaktivitet gjennom heile året i dette området.

Retninga til straumen synte ei overvekt av vasstransport mot vest på alle djup, men andelen returstraum var markant, med nesten like høg vasstransport som i den dominerande hovudretninga. På 4 og 12 m djup gjekk returstraumen mot aust, medan den gjekk mot søraust på 21 m djup. Forøvrig var retninga til returstraumen mindre einsretta enn for hovudretninga, og fordelt over ein større sektor. Retninga til maksstraumen varierte mellom dei ulike djupa, og såg ut til å vere meir tilfeldig, samt at det gjekk nokså sterk straum i fleire retningar på alle måledjup.

Det ser ut til at tidevatn er den viktigaste straumskapande faktoren i området. Ein kan rekne med at straumen kjem i pulsar nordover gjennom Bremsnesfjorden, og at den dreiar mot vest når den rundar Stavneset. Mellom desse pulsane vil straumen stoppe opp, og til dels skifte retning, og det er dette som er registrert som returstraum. Tidevassmønsteret var lite synleg når ein ser på straumfart på dei tre måledjupa, men nokså tydeleg når ein ser på straumretninga. Progressiv vektor gjev ein bilete av retningstilhøva for heile perioden under eitt, og her ser ein at det er hyppige retningsendingar på alle djup. På 4 m djup er retningsendingane størst, noko som truleg kan tilskrivast turbulens i overflatelaget og ein del vindpåverknad, og tidevassmønsteret er soleis noko utydeleg her. På 12 og 21 m djup har progressiv vektor eit taggete forløp, som illustrerer tidevassmønsteret godt.

Straummålingane tydar på at ein kan vente liten grad av akkumulering av partikulært materiale i området. Førekosten av straumstille var svært låg, og periodane var svært kortvarige. Straumfart på 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). Straumen på 21 m djup var sterkare enn 10 cm/s i meir enn 31 % av måleperioden, og det vart målt straum sterkare enn 15 cm/s på 21 m djup kvar einaste dag gjennom måleperioden. At straumen vekslar mellom to hovudretningar, og kan framstå å gå fram og tilbake som følge av tidevasspåverknad, kan i straumsvake områder medføre lokal sedimentering, noko som ikkje ser ut til å vere ei aktuell problemstilling ved Tøfta. Vekslande straumretning vil truleg berre sørge for ytterlegare fortykning av utslepp, og den sterke straumen i området vil sørge for vekktransport av partiklar og spreiring utover eit svært område.

I 2017 målte Åkerblå AS straum ved det nordlege alternativet til utsleppspunkt, om lag 390 m nordvest for sørleg alternativ som er presentert i denne rapporten. Det vart i 2017 målt straum på 5, 15, 20 og 26 m djup, målestaden var 36 m djup, og målingane vart gjort i april – mai. Posisjonen frå 2017 ligg på nordsida av ein undersjøisk rygg med lengderetning vest – aust, og posisjonen kan soleis vere noko meir beskytta enn posisjonen frå 2020, og truleg kan straumtilhøva vere påverka av variabel topografi. Både middel- og maksstraum ved det nordlege alternativet er noko lågare enn det som vart målt ved sørleg alternativ, men straumen må likevel seiast å vere sterk i dette området. Ein middel- og maksstraum på 26 m djup på høvesvis 5,4 og 25,3 cm/s tyder på at resuspensjon vil førekomme jamleg, og tilhøve for vekktransport og spreiring av tilførsler er gode. Retninga for vasstransport ved nordleg alternativ tyder på meir eintydig dominans mot vestleg og nordvestleg retning enn det sørlege alternativet, men den progressive vektoren syner eit noko hakkete forløp også her.

Det planlagde anlegget skal ha inntak av sjøvatn, og dette er skissert nordvest for Øksenvågskjæra, om lag 1 km nordvest for nordleg alternativ til utsleppspunkt. Mellom inntakspunktet og dei to alternative

utsleppspunkta er det fleire grunne områder og undersjøiske ryggar, og ein kan forvente at straum som passerer utsleppspunkta mot vest og nordvest vil dreie mot nord når den treff desse grunne områda. Ein kan og forvente at straumfart og variasjon i straumretning vil medføre betrakteleg fortynning av utsleppsvatn i området.

OPPSUMMERING

Straummålingane synte svært sterk straum gjennom heile vassøyla. Det var nesten ikkje førekomst av straumstille, og det var soleis tilnærma kontinuerleg straum gjennom heile måleperioden. Førekomsten av moderat og sterk straum var høg, noko som indikerer gode tilhøve for spreining av tilførslar, samt at om eventuelle partikulære tilførslar skulle sedimentere vil resuspensjon førekomme svært hyppig.

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
- 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
- Åkerblå 2017. Strømrappport. Måling av overflate- (5 m), dimensjonerings- (15 m), sprednings- og bunnstrøm ved Stavneset i april-mai 2017. Åkerblå AS, SR-M-03217-Stavneset0617-ver01, 53 sider.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Vindretning, middel og høgaste døgnlege vindhastighet, samt lufttrykk ved målestasjonen på Kristiansund lufthavn i perioden 21. august – 12. oktober 2020. Tabellen er henta frå <http://met.no/>.

| Stasjoner | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|-------------|-------------|-----|------------|------------|--------------|-----------------|------------|
| Stnr | Navn | I drift fra | I drift til | Hoh | Breddegrad | Lengdegrad | Kommune | Fylke | Region |
| 64330 | KRISTIANSUND LUFTHAVN | jun 1970 | | 62 | 63,1093 | 7,8158 | Kristiansund | MØRE OG ROMSDAL | VESTLANDET |

| Stnr | Dato | DD06 | DD12 | DD18 | FFX | POM |
|-------|------------|------|------|------|------|--------|
| 64330 | 21.08.2020 | 0 | 68 | 133 | 6,2 | 992,6 |
| 64330 | 22.08.2020 | 62 | 91 | 254 | 7,4 | 985,3 |
| 64330 | 23.08.2020 | 260 | 251 | 242 | 9,0 | 993,2 |
| 64330 | 24.08.2020 | 230 | 217 | 226 | 10,9 | 995,6 |
| 64330 | 25.08.2020 | 244 | 242 | 225 | 11,8 | 996,2 |
| 64330 | 26.08.2020 | 76 | 281 | 351 | 4,2 | 998,9 |
| 64330 | 27.08.2020 | 65 | 8 | 23 | 5,6 | 1004,2 |
| 64330 | 28.08.2020 | 43 | 24 | 15 | 6,6 | 1002,6 |
| 64330 | 29.08.2020 | 240 | 12 | 344 | 4,8 | 1002,6 |
| 64330 | 30.08.2020 | 238 | 308 | 13 | 4,0 | 1008,2 |
| 64330 | 31.08.2020 | 106 | 85 | 14 | 4,1 | 1012,8 |
| 64330 | 01.09.2020 | 63 | 296 | 354 | 4,6 | 1012,6 |
| 64330 | 02.09.2020 | 82 | 110 | 1 | 4,6 | 1008,0 |
| 64330 | 03.09.2020 | 115 | 150 | 65 | 4,5 | 998,1 |
| 64330 | 04.09.2020 | 248 | 97 | 105 | 5,5 | 994,1 |
| 64330 | 05.09.2020 | 125 | 233 | 194 | 6,0 | 991,7 |
| 64330 | 06.09.2020 | 43 | 283 | 266 | 5,0 | 999,8 |
| 64330 | 07.09.2020 | 120 | 150 | 164 | 11,7 | 997,2 |
| 64330 | 08.09.2020 | 224 | 235 | 229 | 13,4 | 994,4 |
| 64330 | 09.09.2020 | 220 | 267 | 262 | 10,8 | 995,2 |
| 64330 | 10.09.2020 | 266 | 253 | 189 | 10,6 | 1003,4 |
| 64330 | 11.09.2020 | 119 | 127 | 244 | 5,9 | 991,8 |
| 64330 | 12.09.2020 | 177 | 240 | 209 | 10,4 | 988,2 |
| 64330 | 13.09.2020 | 221 | 232 | 241 | 10,9 | 996,8 |
| 64330 | 14.09.2020 | 231 | 280 | 256 | 5,5 | 1009,3 |
| 64330 | 15.09.2020 | 57 | 46 | 26 | 9,3 | 1011,0 |
| 64330 | 16.09.2020 | 350 | 322 | 349 | 7,3 | 1019,5 |
| 64330 | 17.09.2020 | 85 | 263 | 173 | 6,7 | 1019,0 |
| 64330 | 18.09.2020 | 243 | 261 | 252 | 12,2 | 1015,5 |
| 64330 | 19.09.2020 | 245 | 256 | 217 | 8,0 | 1017,4 |
| 64330 | 20.09.2020 | 239 | 254 | 241 | 13,1 | 1007,5 |
| 64330 | 21.09.2020 | 233 | 247 | 253 | 13,8 | 995,0 |
| 64330 | 22.09.2020 | 82 | 123 | 92 | 4,5 | 992,0 |
| 64330 | 23.09.2020 | 244 | 255 | 297 | 13,1 | 988,8 |
| 64330 | 24.09.2020 | 72 | 31 | 273 | 10,9 | 981,5 |
| 64330 | 25.09.2020 | 274 | 13 | 48 | 10,4 | 999,4 |
| 64330 | 26.09.2020 | 51 | 48 | 39 | 9,6 | 1009,6 |
| 64330 | 27.09.2020 | 72 | 62 | 46 | 5,8 | 1006,9 |
| 64330 | 28.09.2020 | 251 | 18 | 278 | 5,7 | 1003,5 |
| 64330 | 29.09.2020 | 264 | 7 | 14 | 4,4 | 1005,3 |
| 64330 | 30.09.2020 | 68 | 85 | 66 | 8,5 | 1003,7 |
| 64330 | 01.10.2020 | 58 | 125 | 123 | 6,1 | 1002,7 |
| 64330 | 02.10.2020 | 107 | 89 | 87 | 6,8 | 1004,7 |
| 64330 | 03.10.2020 | 119 | 97 | 93 | 7,3 | 1003,4 |
| 64330 | 04.10.2020 | 72 | 104 | 96 | 9,6 | 994,7 |
| 64330 | 05.10.2020 | 106 | 248 | 82 | 7,1 | 995,1 |
| 64330 | 06.10.2020 | 84 | 86 | 79 | 5,4 | 990,3 |
| 64330 | 07.10.2020 | 82 | 244 | 242 | 6,2 | 989,0 |
| 64330 | 08.10.2020 | 63 | 272 | 279 | 6,7 | 992,9 |
| 64330 | 09.10.2020 | 0 | 221 | 288 | 5,6 | 997,2 |
| 64330 | 10.10.2020 | 32 | 30 | 29 | 5,5 | 1005,0 |
| 64330 | 11.10.2020 | 351 | 347 | 311 | 5,7 | 1009,2 |
| 64330 | 12.10.2020 | 233 | 18 | 6 | 5,3 | 1008,1 |

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

Vedlegg 2. Statistikk for straummålingane på 4 m djup ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.

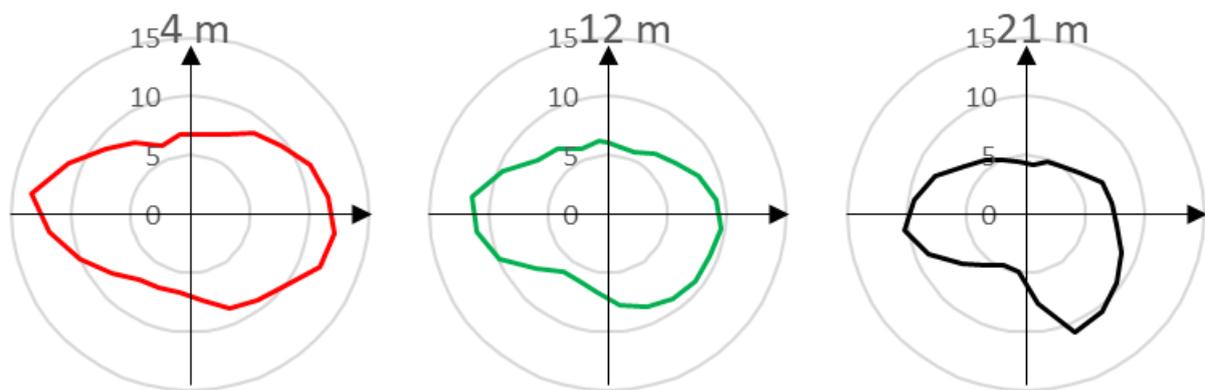
| | |
|---------------------------------|--|
| Mean current [m/s] | 0.10 |
| Max current [m/s] | 0.54 |
| Min current [m/s] | 0.00 |
| Measurements used/total [#] | 7525 / 7525 |
| Std.dev [m/s] | 0.06 |
| Significant max velocity [m/s] | 0.17 |
| Significant min velocity [m/s] | 0.04 |
| 10 year return current [m/s] | 0.895 |
| 50 year return current [m/s] | 1.004 |
| Most significant directions [°] | 105°, 285°, 90°, 120° |
| Most significant speeds [m/s] | 0.10, 0.20, 0.30, 0.40 |
| Most flow | 895.37m ³ / day at 270-285° |
| Least flow | 121.88m ³ / day at 195-210° |
| Neumann parameter | 0.07 |
| Residue current | 0.01 m/s at 103° |
| Zero current [%] - [HH:mm] | 1.12% - 00:20 |

Vedlegg 3. Statistikk for straummålingane på 12 m djup ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.

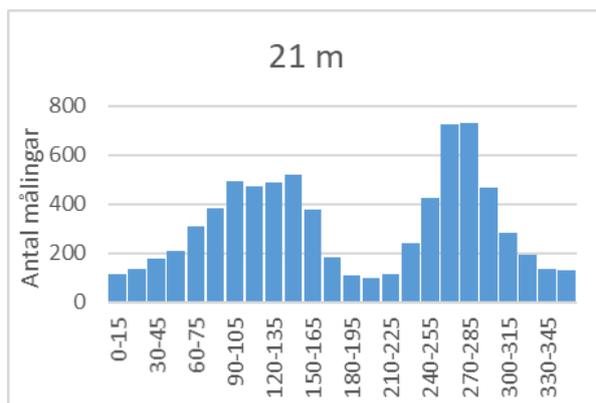
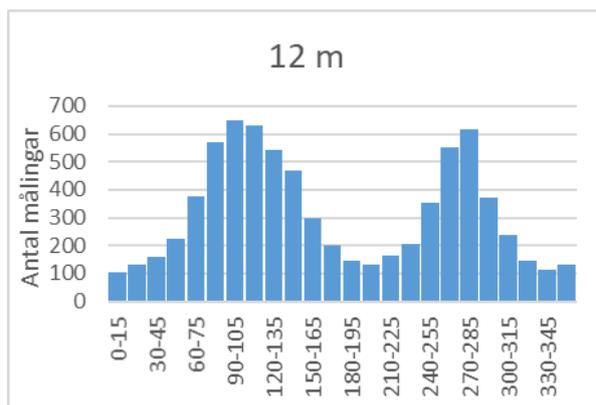
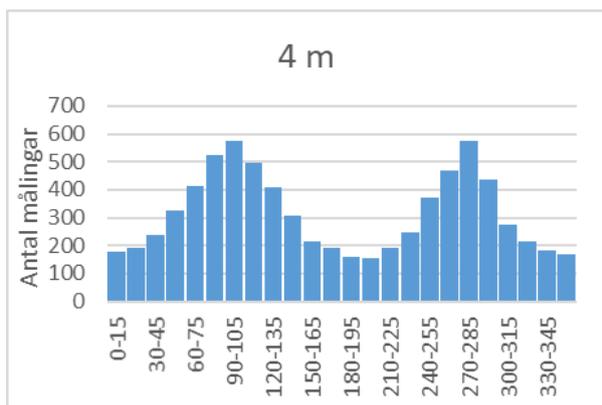
| | |
|---------------------------------|--|
| Mean current [m/s] | 0.09 |
| Max current [m/s] | 0.55 |
| Min current [m/s] | 0.00 |
| Measurements used/total [#] | 7525 / 7525 |
| Std.dev [m/s] | 0.05 |
| Significant max velocity [m/s] | 0.15 |
| Significant min velocity [m/s] | 0.04 |
| 10 year return current [m/s] | 0.915 |
| 50 year return current [m/s] | 1.026 |
| Most significant directions [°] | 105°, 120°, 285°, 90° |
| Most significant speeds [m/s] | 0.10, 0.20, 0.30, 0.40 |
| Most flow | 780.28m ³ / day at 270-285° |
| Least flow | 68.80m ³ / day at 0-15° |
| Neumann parameter | 0.15 |
| Residue current | 0.01 m/s at 146° |
| Zero current [%] - [HH:mm] | 1.18% - 00:20 |

Vedlegg 4. Statistikk for straummålingane på 21 m djup ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.

| | |
|---------------------------------|--|
| Mean current [m/s] | 0.08 |
| Max current [m/s] | 0.44 |
| Min current [m/s] | 0.00 |
| Measurements used/total [#] | 7525 / 7525 |
| Std.dev [m/s] | 0.05 |
| Significant max velocity [m/s] | 0.14 |
| Significant min velocity [m/s] | 0.03 |
| 10 year return current [m/s] | 0.718 |
| 50 year return current [m/s] | 0.805 |
| Most significant directions [°] | 270°, 285°, 150°, 135° |
| Most significant speeds [m/s] | 0.10, 0.20, 0.30, 0.40 |
| Most flow | 893.71m ³ / day at 255-270° |
| Least flow | 53.45m ³ / day at 195-210° |
| Neumann parameter | 0.17 |
| Residue current | 0.01 m/s at 196° |
| Zero current [%] - [HH:mm] | 1.62% - 00:20 |



Vedlegg 5. Gjennomsnittleg straumfart i kvar 15° sektor på alle måledjup ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.



Vedlegg 6. Registrering av straumretning (antal målinger) i alle 15° sektorar på alle måledjup ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.

| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.10 | 154 | 152 | 159 | 184 | 215 | 223 | 250 | 215 | 227 | 189 | 134 | 144 | 133 | 123 | 151 | 165 | 207 | 207 | 220 | 213 | 169 | 157 | 161 | 129 | 56.9 | 4281 |
| 0.20 | 33 | 40 | 74 | 136 | 189 | 231 | 261 | 212 | 157 | 97 | 65 | 44 | 37 | 27 | 40 | 86 | 139 | 200 | 255 | 181 | 91 | 45 | 26 | 28 | 35.8 | 2694 |
| 0.30 | 2 | 3 | 8 | 10 | 28 | 53 | 62 | 53 | 20 | 17 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 10 | 24 | 47 | 80 | 33 | 9 | 5 | 1 | 1 | 6.3 | 476 |
| 0.40 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 6 | 10 | 3 | 2 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 | 20 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0.8 | 63 |
| 0.50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.1 | 8 |
| 0.60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 2 |
| 0.70 | 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 |
| 0.80 | 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 |
| % | 2.5 | 2.6 | 3.2 | 4.4 | 5.8 | 6.8 | 7.7 | 6.4 | 5.4 | 4.1 | 2.7 | 2.5 | 2.3 | 2.0 | 2.6 | 3.5 | 4.9 | 6.2 | 7.7 | 5.7 | 3.6 | 2.8 | 2.5 | 2.1 | 100.0 | 100.0 |
| Sum | 189 | 195 | 242 | 330 | 435 | 513 | 583 | 483 | 406 | 307 | 205 | 190 | 170 | 151 | 193 | 262 | 371 | 464 | 580 | 429 | 271 | 208 | 188 | 159 | 100.0 | 7524 |

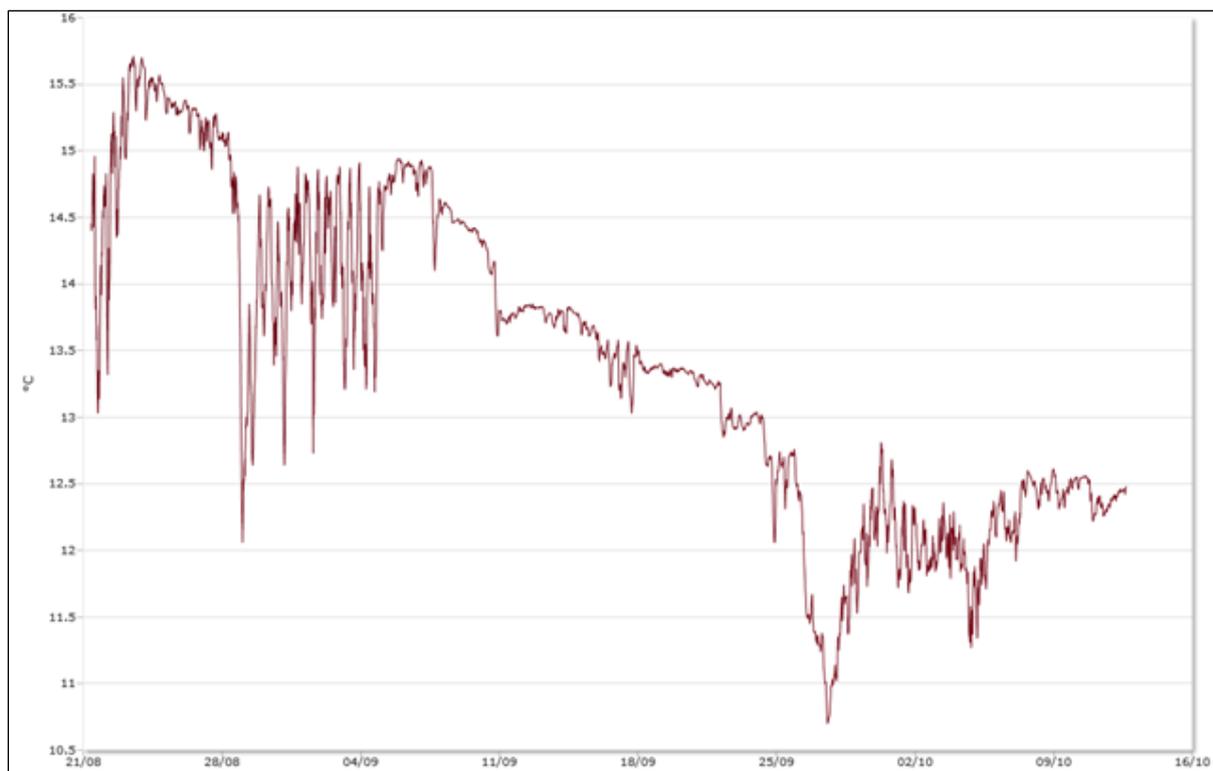
Vedlegg 7. Straumaktivitet innanfor 15° sektorar og fartsintervall på 0,05 m/s (5 cm/s) på 4 m djup ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.

| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.10 | 102 | 124 | 140 | 180 | 266 | 354 | 372 | 379 | 338 | 272 | 204 | 148 | 119 | 122 | 137 | 155 | 198 | 260 | 275 | 207 | 191 | 111 | 108 | 104 | 64.7 | 4866 | |
| 0.20 | 3 | 11 | 20 | 56 | 103 | 212 | 266 | 220 | 196 | 159 | 86 | 46 | 20 | 10 | 25 | 59 | 150 | 276 | 261 | 129 | 41 | 27 | 9 | 8 | 31.8 | 2393 | |
| 0.30 | 1 | 0 | 3 | 2 | 9 | 16 | 17 | 13 | 7 | 14 | 9 | 2 | 3 | 3 | 0 | 3 | 16 | 36 | 52 | 19 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3.1 | 233 | |
| 0.40 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 6 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 19 | |
| 0.50 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.2 | 13 | |
| 0.60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0 | 1 | |
| 0.70 | 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 | |
| 0.80 | 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 | |
| % | 1.4 | 1.8 | 2.2 | 3.2 | 5.0 | 7.7 | 8.7 | 8.2 | 7.2 | 5.9 | 4.0 | 2.6 | 1.9 | 1.8 | 2.2 | 2.9 | 4.9 | 7.6 | 7.9 | 4.7 | 3.1 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 100.0 | 100.0 | |
| Sum | 107 | 135 | 164 | 239 | 380 | 583 | 657 | 614 | 544 | 446 | 299 | 197 | 142 | 135 | 162 | 217 | 366 | 575 | 594 | 357 | 237 | 139 | 119 | 117 | 100.0 | 7525 | |

Vedlegg 8. Straumaktivitet innanfor 15° sektorar og fartsintervall på 0,05 m/s (5 cm/s) på 11 m djup ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.

| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.10 | 120 | 130 | 166 | 200 | 248 | 294 | 363 | 311 | 287 | 254 | 184 | 126 | 96 | 92 | 108 | 193 | 270 | 365 | 410 | 298 | 235 | 168 | 135 | 115 | 68.7 | 5168 | |
| 0.20 | 2 | 7 | 14 | 20 | 61 | 89 | 127 | 156 | 204 | 244 | 142 | 43 | 9 | 5 | 9 | 53 | 175 | 369 | 293 | 149 | 40 | 17 | 3 | 5 | 29.7 | 2236 | |
| 0.30 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 24 | 28 | 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | 5 | 12 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 111 | |
| 0.40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.1 | 7 | |
| 0.50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 3 | |
| 0.60 | 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 | |
| 0.70 | 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 | |
| 0.80 | 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 | |
| % | 1.6 | 1.8 | 2.4 | 2.9 | 4.1 | 5.1 | 6.6 | 6.3 | 6.6 | 6.9 | 4.7 | 2.3 | 1.4 | 1.3 | 1.6 | 3.3 | 6.0 | 9.9 | 9.5 | 6.0 | 3.7 | 2.5 | 1.8 | 1.6 | 100.0 | 100.0 | |
| Sum | 123 | 138 | 180 | 220 | 312 | 387 | 494 | 473 | 499 | 522 | 356 | 173 | 105 | 98 | 117 | 248 | 450 | 748 | 715 | 448 | 275 | 185 | 139 | 120 | 100.0 | 7525 | |

Vedlegg 9. Straumaktivitet innanfor 15° sektorar og fartsintervall på 0,05 m/s (5 cm/s) på 19 m djup ved Tøfta i perioden 21. august – 12. oktober 2020.



Vedlegg 10. Temperaturmåling frå 23 m djup perioden 21. august – 12. oktober 2020.