

**Straummåling og botngransking
ved omsøkt oppdrettslokalitet
Duesund i Masfjorden kommune,
sommaren 2015**



**R
A
P
P
O
R
T**

Rådgivende Biologer AS

2187



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Straummåling og botngransking ved oppdrettslokalitet Duesund i Masfjorden kommune, sommaren 2015.

FORFATTAR:

Thomas Tveit Furset

OPPDRAGSGIVER:

Engesund Fiskeoppdrett AS

OPPDRAGET GITT:

16. april 2015

ARBEIDET UTFØRT:

mai – juni 2015

RAPPORT DATO:

26. januar 2016

RAPPORT NR:

2187

ANTAL SIDER:

47

ISBN NR:

Ikkje nummerert

EMNEORD:

- Førehandsgransking
- Straumhastigheit
- Straumretning

- Vassutskifting
- Botntilhøve

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

Framsidedeilete: Granskingsområdet i Sandnesosen, sett frå nord. Foto: Thomas Tveit Furset.

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Engesund Fiskeoppdrett AS utført straummålingar og føreteke ei enkel botngransking (MOM B-forundersøkelse) i Sandnesosen, sør for oppdrettslokaliteten Duesund i Masfjorden kommune, med lokalitetsnummer 11644. Eksisterande er i bruk til anadrom matfisk, med ein MTB på 780 tonn. Straummålingane og botngranskinga er gjort i området sør for lokaliteten, i samband med planlagt flytting og utviding av lokaliteten.

I søknadsskjema for flytande fiskeoppdrettsanlegg blir det stilt krav om resipientgranskingar og straummålingar i samband med søknader om nye lokalitetar, og ved utviding av eksisterande lokalitetar (veileder for utfylling av søknadsskjema, kap. 4.3.3 og 4.3.4). Det er utført straummålingar og botngransking på lokaliteten. MOM B – forundersøkinga er utført i samsvar med NS 9410: 2007.

Denne rapporten presenterer resultatane frå straummålingar og botngransking i området sør for eksisterande lokalitet på Duesund. Straummålingane stod ute i perioden 12. mai – 18. juni 2015, og botngranskinga vart utført 18. og 19. juni 2015.

Rådgivende Biologer AS takkar Engesund Fiskeoppdrett AS v/Svein Eivind Gilje for oppdraget, og for assistanse i samband med feltarbeidet.

Bergen, 26. januar 2016

INNHALD

Føreord.....	2
Innhald	2
Samandrag.....	3
Område- og lokalitetsskildring.....	5
Metodar	8
Resultat	13
Straummåling	13
Temperatur- og sjiktningstilhøve.....	20
Botngransking.....	21
Diskusjon og vurdering.....	27
Generelt om oppdrettslokalitetar	29
Om Gytre straummålingar	32
Referansar	33
Vedleggstabellar	34
Vedleggsfigurar	39

SAMANDRAG

Furset T. T. 2016

Straummåling og botngransking ved oppdrettslokalitet Duesund i Masfjorden kommune, sommaren 2015.

Rådgivende Biologer AS, rapport 2187, 47 sider.

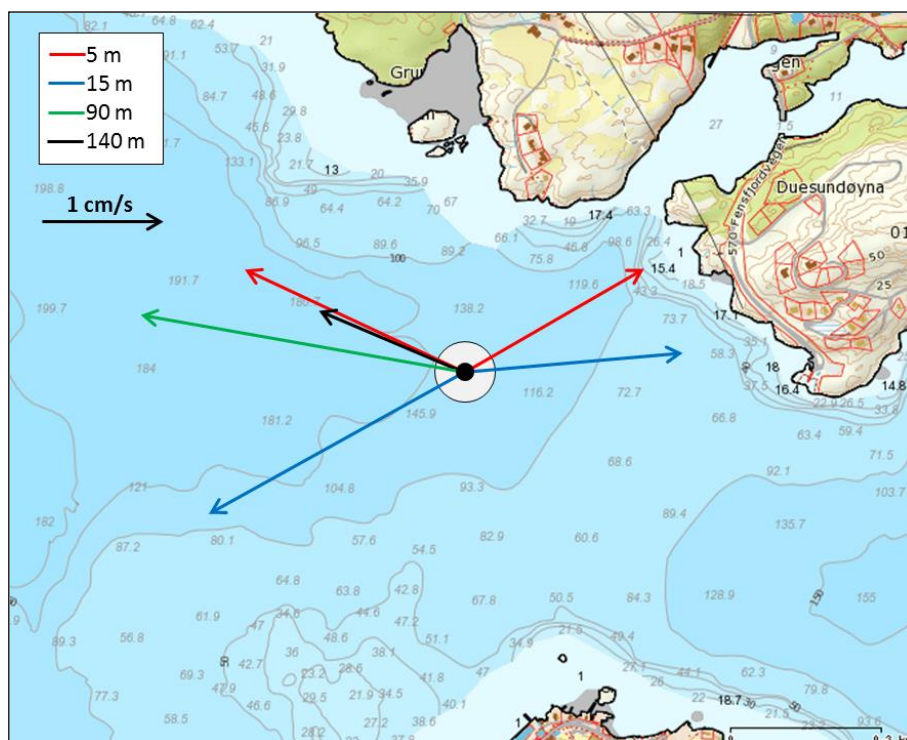
Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Engesund Fiskeoppdrett AS gjennomført strømmåling og botngransking i området sør for oppdrettslokaliteten Duesund i Masfjorden kommune. Området ligg i ytre del av Masfjorden. Området er noko eksponert mot sørvest, elles er det godt skjerma. Det er om lag 139 – 147 m djupt i granskingsområdet, og botnen skrånar jamt nedover mot vest.

Ein rigg med fire strømmålarar (Sensordata SD 6000) var utplassert i lokalitetsområdet i perioden 12. mai – 18. juni 2015 for måling av overflatastrom (5 m djup), vassutskiftingsstrom (15 m djup), spreingsstrom (90 m djup), og botnstrom (140 m djup). Resultat frå målingane er oppsummert i **tabell 1** og **figur 1**:

Tabell 1. Oppsummering av straumdata for området sør for lokalitet Duesund i Masfjorden i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

Målestad / djup	Middel hastighet (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastighet (cm/s)*	Maks hastighet (cm/s)	Andel straumsvake periodar. <2 cm/s >2,5 t.	Tilstandsklasse andel straumsvake periodar (cm/s)*	Hovudstraumretning(ar)
Duesund 5 m	3,7	”svak”	21,8	15,3 %	”middels”	NV + NØ
Duesund 15 m	4,2	”middels sterk”	23,4	8,6 %	”svært lite”	SV + Ø
Duesund 90 m	2,7	”middels sterk”	18,0	38,4 %	”middels”	V(NV)
Duesund 140 m	1,3	”svak”	4,6	84,0 %	”høg”	VNV

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå tabell 4.



Figur 1. Skisse over hovudstraumretningar (flux) og gjennomsnittleg straumhastighet, basert på strømmålingane i perioden 12. mai – 18. juni 2015 sør for lokaliteten Duesund. Total lengd av pilene på kvart djup representerer gjennomsnittleg straumfart på måledjupet.

Straumbiletet synte eit resultat som er nokså typisk for ein fjordlokalitet med hovudsakleg avtakande straumaktivitet nedover i djupet. Straumen var likevel noko sterkare på 15 enn på 5 m djup, noko som er meir uvanleg. Det kan tenkjast at målarer på 5 m djup låg i tilknytning til eit vasslag som var påverka av vind, og det kan soleis tenkjast at ulik vind- og straumretning har bremsa straumfarten i overflata. Straumbiletet på dei to øvste måledjupa var elles nokså likt. Det såg ut til at det var noko auke i straumaktivitet i samband med nymåne 18. mai og 16. juni. På dei to nedste måledjupa var det lite samanfall i staumbiletet, og på 90 m djup var det bra med straum i første del av perioden, før straumaktiviteten avtok noko. Straumfarten auka noko rundt fullmånen 2. juni, før straumen igjen gradvis avtok ut resten av måleperioden. På 140 m djup var det jamt med kortvarige små straumtoppar gjennom heile måleperioden, der det var lite straum mellom toppane. Det såg ut til å vere noko meir straum rundt 2. juni, i form av at straumtoppane låg noko tettare. Retninga til straumen var i hovudsak i fjorden si lengderetning i området, i austlege og vestlege retningar.

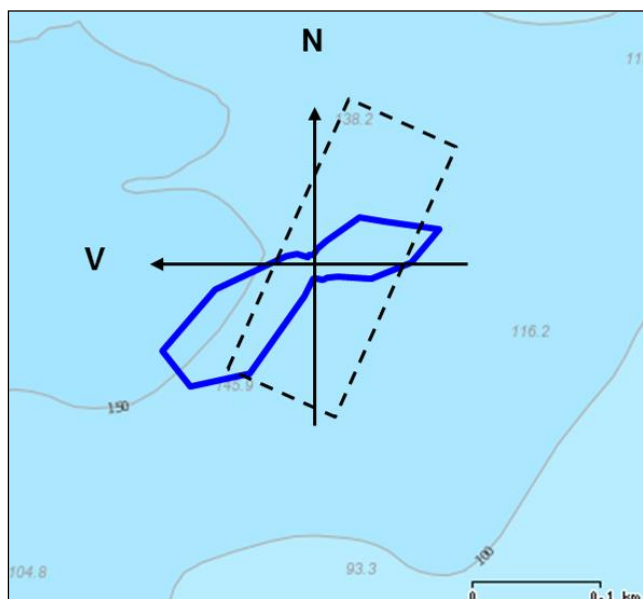
Grabbgranskinga og botnkartlegginga synte at botn i området hovudsakleg bestod av sedimentbotn, med sand som dominerande fraksjon. På ein stasjon var grus dominerande fraksjon, og det var innslag av både grus og skjelsand på fleire stasjonar. Det var fjellbotn på to stasjonar. Observasjonar av fauna var som forventa i eit upåverka område, med individ innan alle fire hovudgrupper.

Måling av botnstraumen synte ein mistenkeleg stabil retning, og det kan sjå ut til at målarer har vore hindra i å rotere. Dersom målarer har vore fysisk blokkert har den truleg heller ikkje fanga opp all straumaktiviteten, og måling av straumfart på botn må difor sjåast på som minimumsmålingar. Avdekking av fjellbotn og fråvær av finpartikulært substrat tyder på at botnstraumen kan vere sterkare enn det straummålingane syner. I alle høve tyder både straummålingane og botngranskinga på at området er godt eigna til oppdrettsverksemd, med gunstig habitat for gravande botndyr og gode tilhøve for vassutskifting i merdane.

PLASSERING AV ANLEGG

Ut frå vurdering av vassutskiftingsstraumen på 15 m djup på lokaliteten ser ein at optimal plassering av eit anlegg med omsyn til vasstransporten gjennom anlegget er tilnærma i retning sørsøraust - nordnordvest (**tabell 2** og **figur 2**). Om lag 85 % av vasstransporten vil då passere på tvers av anlegget si lengderetning. Om anlegget vert dreia opptil 30° i begge retningar vil fortsatt over 75 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget.

Figur 2. Djupnekart med vasstransporten (blå flux-rose) på 15 m djup ved målestaden sør for Duesund i perioden 12. mai – 18. juni 2015. Granskingsområdet er markert med stipla linje.



Tabell 2. Andel av vasstransporten som passerer gjennom anlegget ved ulike anleggsplasseringar. Vasstransporten er definert som det vatnet som passerer i ein sektor frå vinkelrett på anlegget og 45° til kvar side. Dette gjeld vasstransport frå begge sider av anlegget (sjå metodekapitlet).

Type straum	Optimal plassering av anlegg	Vasstransport ved optimal plassering av anlegg (%)
Vassutskiftingsstraum, (15 m)	165 – 345 ° (SSØ – NNV)	85 %

OMRÅDE- OG LOKALITETSSKILDNING

Straummålinger og MOM B førehandsgransking er utført i Sandnesosen, sør for lokaliteten Duesund i Masfjorden kommune (**figur 3**). Området ligg i ytre del av den ca 25 km lange Masfjorden, knappe 5 km frå munningen av fjorden ut mot Fensfjorden. Lokaliteten er noko eksponert mot sørvest, elles er den godt skjerma.



Figur 3. Sjøkart over delar av Fensfjorden og Masfjorden, med lokaliteten Duesund sentralt plassert i kartet. Nærliggende oppdrettslokalitetar er også avmerka.

Lokaliteten Duesund ligg rett på utsida av (vest for) hovudterskelen til Masfjorden, som er på ca 68 m djup mellom Duesundøy og Sandnes (**figur 4**). Sørvest for lokaliteten ligg det eit basseng på vel 200 meters djup i Sandnesosen ved Holsøya, og vidare er det ein djupterskel på vel 140 meter og eit påfølgjande basseng på rundt 190 meters djup nord for Kvamsøyna. Ein ny djupterskel på ca 130 m djup ligg vest for Kvamsøyna før det djupnast ned mot over 650 meters djup i Austfjorden/Fensfjorden. Innanfor terskelen er Masfjorden ca 473 m djup på sitt djupaste.

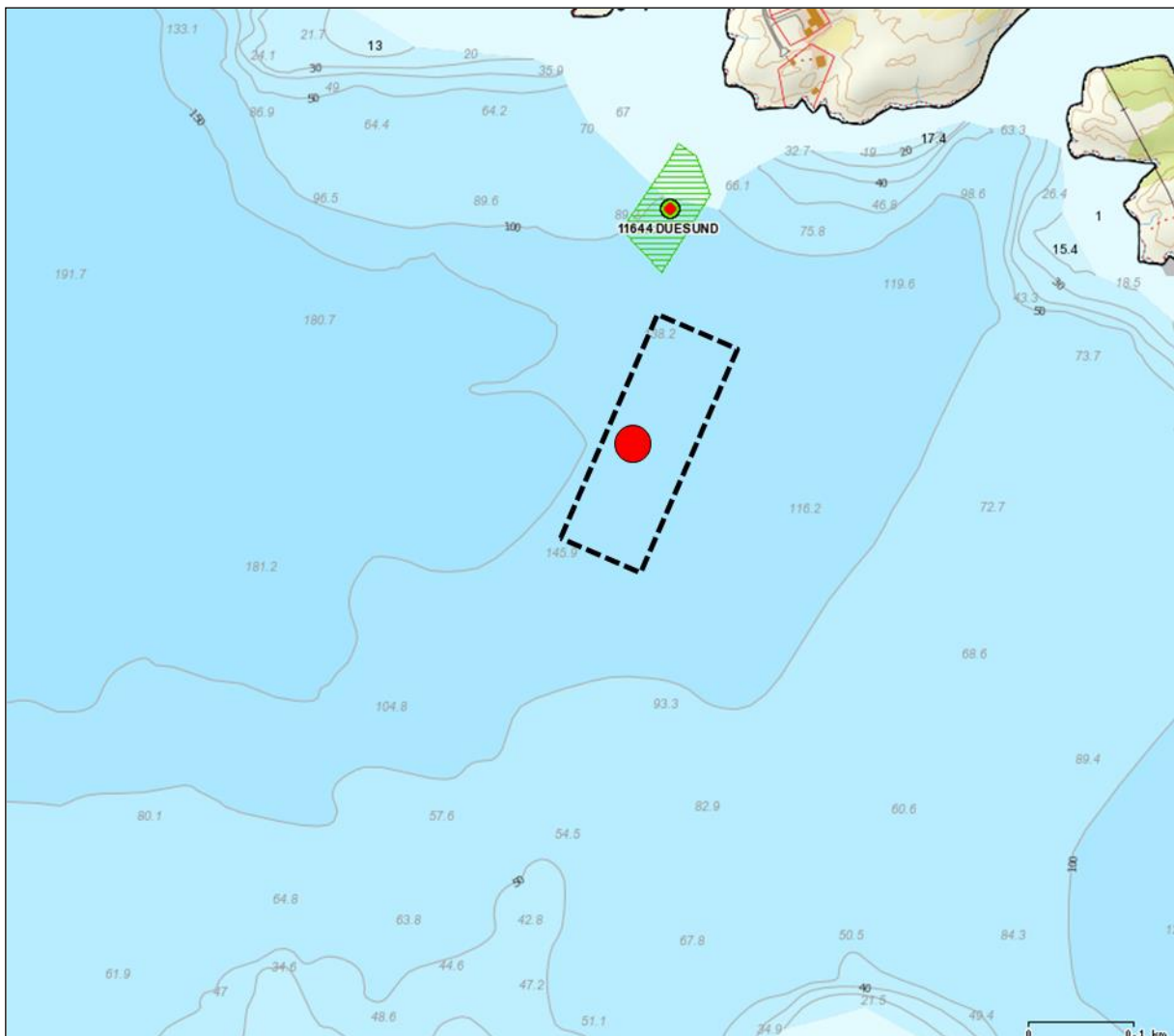


Figur 4. Oversikt over djupnetilhøva i ytre delar av Masfjorden og ved utløpet mot Fensfjorden. 50-meters djupnekoter er markert. Djupnepunkt og djupne på tersklar er angitt med høvesvis svart understreking og raud kursiv. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

Eksisterande anlegg på lokaliteten ligg oppankra omlag i lengderetning nordaust-sørvest. Avstanden frå land er ca 100 – 180 meter, og djupna i området er ca 93 – 130 meter (**figur 4 & 5**). Botnen skrånar ganske bratt ned frå land i retning sør til sørvest, men flatar noko ut langs anleggets nordaustre del. Sentralt under anlegget er botnen relativt bratt, medan det flatar meir ut under anleggets sørlege del. Vidare mot søraust skrånar botnen slakt oppover i om lag 350 meter til hovudterskelen til Masfjorden på 68 m. Frå anlegget og vestover vert det gradvis djupare til om lag 205 m djup i Sandnesosen, ca 1 km frå anlegget. Tersklane vidare mellom lokaliteten og Fensfjorden utanfor er djupe, og det vil vere god utskifting og gode oksygentilhøve i heile området. Resipientkapasiteten vil vere god.

Granskingsområdet

Granskingsområdet ligg sør for eksisterande lokalitet på Duesund (**figur 5**). Ut frå djupnekartet ser ein at det er relativt liten variasjon i djupnetilhøva, og området er frå 139 til 147 m djupt. Det grunnast jamt mot terskelen i aust, og djupnast jamt mot vest.



Figur 5. Djupnetilhøve rundt lokaliteten Duesund. Granskingsområdet sør for lokaliteten er merka med stipla linje, og posisjon for straummålingar er merka med raud sirkel. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.

METODAR

Straummålingar

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 kapittelet "Om Gytre strauummålarar" bak i rapporten.

Utplassering

I perioden 12. mai – 18. juni 2015 var det utplassert ein rigg med fire SD-6000 straummålarar i granskingsområdet sør for lokaliteten Duesund, i posisjon N 60° 48,418', Ø 5° 17,732' (WGS 84) (**figur 5**). Spesifikasjonar for målarane og utsettet er oppgitt i **tabell 3**. Riggjen var forankra til botn med eit kjettinglodd og ein dregg på om lag 50 kg til saman. Frå dreggen gjekk det eit sikringstau inn til søraustleg hjørne på anlegget. For å sikre tilstrekkeleg oppdrift og stabilitet på riggen i sjøen vart det festa ei trålkule av plast i tauet over nedste strauummålar og to trålkuler og ei lita blåse over den øvste målararen. Det vart og festa ei blåse og ein blink til overflata i eit slakt tau for å ta av for bølgepåverknad.

Riggjen vart utplassert på 145 m djup over ein relativt flat botn (**figur 5**).

Tabell 3. Oversikt over måleinstrument og måledata for målingane ved Duesund.

Produsent	Modell	Serienr	Måledjup	Måleintervall	Antal målingar		Måleperiode
					Totalt	Nytta	
Sensordata	SD-6000	1317	5 m	10 min	5479	5305 (6-5310)	12.05.2015- 18.06.2015
		1564	15 m	10 min	5479	5305 (6-5310)	
		880	90 m	30 min	1826	1769 (2-1769)	
		1600	140 m	30 min	1826	1769 (2-1769)	

Begrunna målestad og representativitet

Plassering av målarane var gjort for å få ei representativ måling av straumen i planlagt område for nytt anlegg. Riggjen vart plassert sentralt i område, der botnen var tilnærma flat og det var relativt enkelt å få ei sikker forankring av strauummålarane på botn. Plasseringa av strauummålarane vil truleg fange opp den sterkaste straumen i øvre delar av vassøyla, samt gje eit representativt bilete av spreingsstraum og botnstraum på lokaliteten. Botnstraumen målt på 140 m djup vil vere representativ for heile granskingsområdet.

Bruk av vinddata frå meteorologiske stasjonar

Vinddata frå den næraste målestasjonen på Fedje er henta inn frå <http://met.no/> for straummålingsperioden (12. mai – 18. juni 2015). Denne stasjonen er vurdert som den mest representative med omsyn på vindtilhøve, men det er eit stykke mellom lokaliteten og vêrstasjonen, og topografien med høge fjell og retning på fjorden ved Duesund gjer at ein vil få noko varierende representativitet ved ulike vindretningar. Observasjonar med vind frå andre vindretningar enn rundt sørvest kan vere noko mindre gjeldande ved lokaliteten enn ved målestasjonen, men vind frå alle retningar vil truleg likevel ha innverknad på straumtilhøva i fjordsystemet. Vindretning og høgaste døgnlege vindhastigheit er teke omsyn til ved vurdering av straumbiletet ved lokaliteten, og er presentert i **vedleggstabell 9**.

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 straummålarens posisjon ved målestert 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 4**). Klassifiseringa er utarbeidd på grunnlag av resultat frå straummålingar med Gytre Straummålarar (modell SD-6000) på om lag 60 lokalitetar for overflatestraum, 150 lokalitetar for vassutskiftingsstraum og 70 lokalitetar for spreingsstraum og botnstraum.

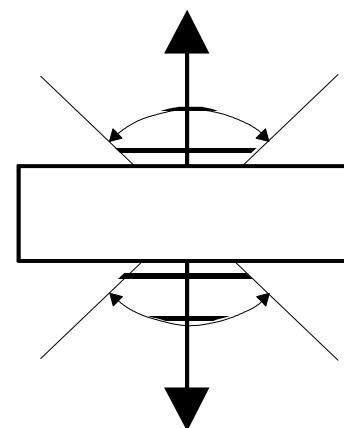
Tabell 4. Rådgivende Biologer AS klassifisering av ulike tilhøve ved straummålingane, basert på fordeling av resultat i eit omfattande erfaringsmateriale frå Vestlandet. Straumsvake periodar er definert som straum svakare enn 2 cm/s i periodar på 2,5 timar eller meir.

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

Plassering av anlegg

Plasseringa av eit anlegg i høve til hovudstraumretninga på lokaliteten er avgjerande for om straumen går på tvers av eller langs med anlegget. **Figur 6** viser korleis ein reknar seg fram til vasstransporten på tvers av anlegget. Det vatnet som renn på tvers av anlegget blir definert som det vatnet som passerer i ein sektor frå vinkelrett på anlegget og 45° til kvar side. Dette gjeld vasstransport frå begge sider av anlegget. Tilsaman inkluderer dette ein vasstransport som dekkjer ein 90° vinkel på begge sider av anlegget. I utrekningane av vasstransporten gjennom eit anlegg er vassutskiftingsstraumen på 15 m djup lagt til grunn, då dette representerer middel notdupne på dei fleste anlegga i dag.

Figur 6. Teikninga viser korleis ein bereknar vasstransporten (relativ fluks) på tvers av eit anlegg. Sjå teksten for nærare forklaring.



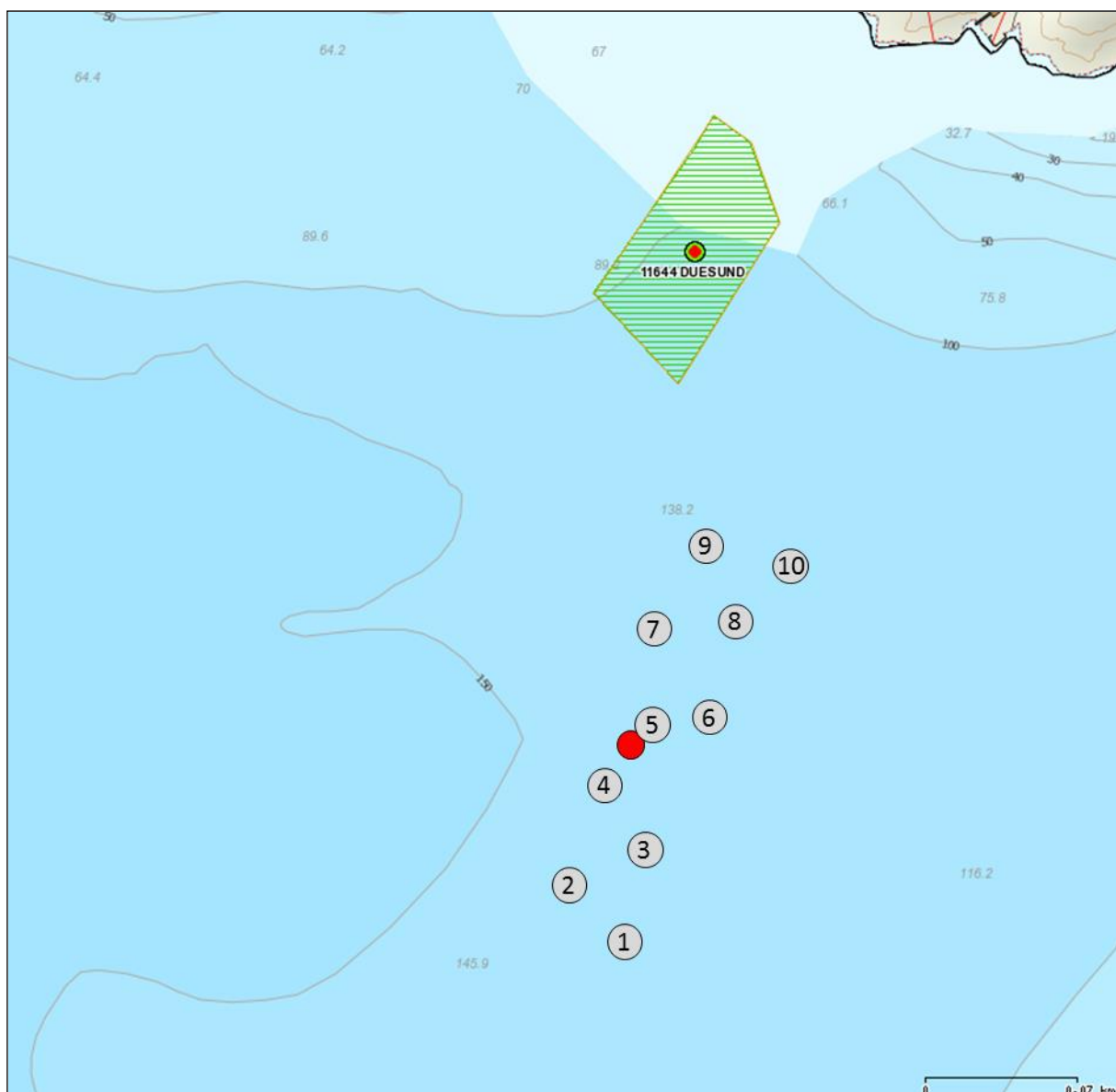
Botngransking (MOM B)

Botngransking i lokalitetsområdet

Det er gjennomført ei førehandsgransking på den omsøkte lokaliteten ut frå ein standardisert MOM-prøvetakingsmetodikk gjeven i Norsk Standard, NS 9410:2007.

Granskinga vart gjennomført 18. og 19. juni 2015. Det vart teke prøver på 10 stasjonar med ein 0,025 m² stor van Veen grabb der stasjonsnettet dekkja dei ulike delane av anleggsområdet (**figur 7**). Under prøvetakinga vart posisjon registrert med GPS då grabben nådde botn, og djup vart notert ved hjelp av lengdemerkingar på grabbtauet. Posisjonar (WGS 84) er oppgitt i **tabell 9**.

Ved utveljing av stasjonar vart det lagt vekt på å fordele stasjonane utover området for å vurdere førekomst av fjellbotn og ulike typar sediment.



Figur 7. Oversikt over granskingsområdet med posisjonar for grabbhogg (grå nummererte sirkelar) og plassering av straumrigg (raud sirkel). Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.

Analysar av sedimentet

Ved ei MOM B-gransking vert kvart grabbhogg vanlegvis undersøkt med omsyn på tre sedimentparametrar, som alle vert tildelt poeng etter kor mykje sedimentet er påverka av tilførsjar av organisk stoff. Til fleire poeng prøva får, til meir påverka er ho. **Fauna-gransking (gruppe I)** består i å konstatere om dyr større enn 1 mm er til stades i sedimentet eller ikkje. Det vert også utført ei enkel bestemming av organismane på staden, men det vert ikkje teke med prøver til laboratoriet for nærare bestemming. Vurderinga blir gjeven 0 eller 1 poeng. Observasjonane av dyr er ikkje meint å vere noko anna enn ei grov, enkel vurdering av dyresamfunnet i prøvene der både antal artar og antal dyr (spesielt børstemakkar) er omtrentlege. Hovudføremålet er å vise om ein finn dyr, om ein finn fleire hovudgrupper, samt ei grov, forenkla fordeling av artar innan kvar gruppe. **Kjemisk gransking (gruppe II)** av surleik (**pH**) og redokspotensial (**Eh**) i overflata av sedimentet vert gjeven poeng etter ei samla vurdering av pH og Eh etter nærare bruksanvisning i NS 9410:2007. Ved førehandsgransking er det ikkje krav om måling av kjemiske parametrar. **Sensorisk gransking (gruppe III)** omfattar eventuell førekomst av gassboblar og lukt i sedimentet, og skildring av sedimentet sin konsistens og farge, samt grabbvolum og tjukkeleik på deponert slam. Her vert det gjeve opp til 4 poeng for kvar av eigenskapane. **Vurderinga** av lokaliteten sin tilstand vert fastsett ved ei samla vurdering av gruppe I – III parametrar etter NS 9410:2007.

RESULTAT

STRAUMMÅLING

Gjennomsnittstraumen var i høve til djupna "svak" for overflatestraumen på 5 m djup, men "middels sterk" for vassutskiftingsstraumen på 15 m djup (**tabell 5**). Også spreingsstraumen på 90 m djup var "middels sterk", medan botnstraumen på 140 m djup var "svak". Både snitt- og maksstraumen var sterkare på 15 enn på 5 m djup, men elles avtok straumfarten nedover i vassøyla.

Det såg ut til at straumen på 5 og 15 m djup i stor grad var styrt av tidevatn, med to til tre straumtoppar i døgnet (**vedleggstabell 2 – 5**). Det var episodar med relativt sterk vind i løpet av måleperioden (**vedleggstabell 9**), men det var ingen tydeleg samanheng mellom sterk vind og endring i straumtilhøva i øvre delar av vassøyla. På 5 m djup var det noko førekomst av nokså kontinuerleg straum, men dette varte sjeldan meir enn eit par døgn. Gjennom heile måleperioden var det jamt med straumtoppar på over 10-15 cm/s. Det var i hovudsak nokså jamne tilhøve gjennom heile måleperioden. Straumbiletet på 15 m djup samanfalt nokså bra med det ein såg på 5 m djup, men med noko meir straum (**tabell 5, figur 8 & 9**). Den 18. mai og 16. juni var det nymåne, og det kan sjå ut til at straumaktiviteten i øvre delar av vassøyla var noko høgare i forkant av desse datoane. Ein såg ingen tydeleg endring i straumbiletet rundt fullmånen 2. juni.

På 90 m djup var straumtilhøva noko variable gjennom måleperioden (**figur 10**). I løpet av dei to første vekene var det nokså jamt med kortvarige straumtoppar på over 10 cm/s, men straumaktiviteten avtok dei siste dagane i mai. Frå 2. til 4. juni auka straumfarten igjen, og dette ser ut til å samanfalle bra med fullmånen. Straumaktiviteten avtok gradvis mot slutten av måleperioden. På 140 m djup var det mindre variasjon gjennom måleperioden enn det ein såg på 90 m djup. Straumbiletet var prega av kortvarige små straumtoppar, med periodar med lite straum innimellom. I periodar var opphalda mellom straumtoppane kortare, mellom anna rundt fullmånen 2. juni.

Retninga til straumen følgde i hovudsak fjorden si retning mellom Duesundøy og Sandnes, i retning aust – vest (**figur 11 og 12**). På 5 m djup var nordvest dominerande straumretning, med nesten like mykje straum i nordaustleg retning. Straumen på 15 m djup gjekk mest i sørvestleg retning, men også her var det bra med returstraum, mot aust. Nedover i vassøyla var straumen meir einstretta, og på både 90 og 140 m djup var dominerande straumretning vest til vestnordvest.

Tabell 5. Oppsummering av straumdata for lokalitet Duesund i Masfjorden i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

Målestad / djup	Middel hastigheit (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastigheit (cm/s)*	Maks hastigheit (cm/s)	Hovudstraumretning(ar)
Duesund 5 m	3,7	”svak”	21,8	NV + NØ
Duesund 15 m	4,2	”middels sterk”	23,4	SV + Ø
Duesund 90 m	2,7	”middels sterk”	18,0	V(NV)
Duesund 140 m	1,3	”svak”	4,6	VNV

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå tabell 4.

KVALITETSVURDERING AV MÅLEDATA

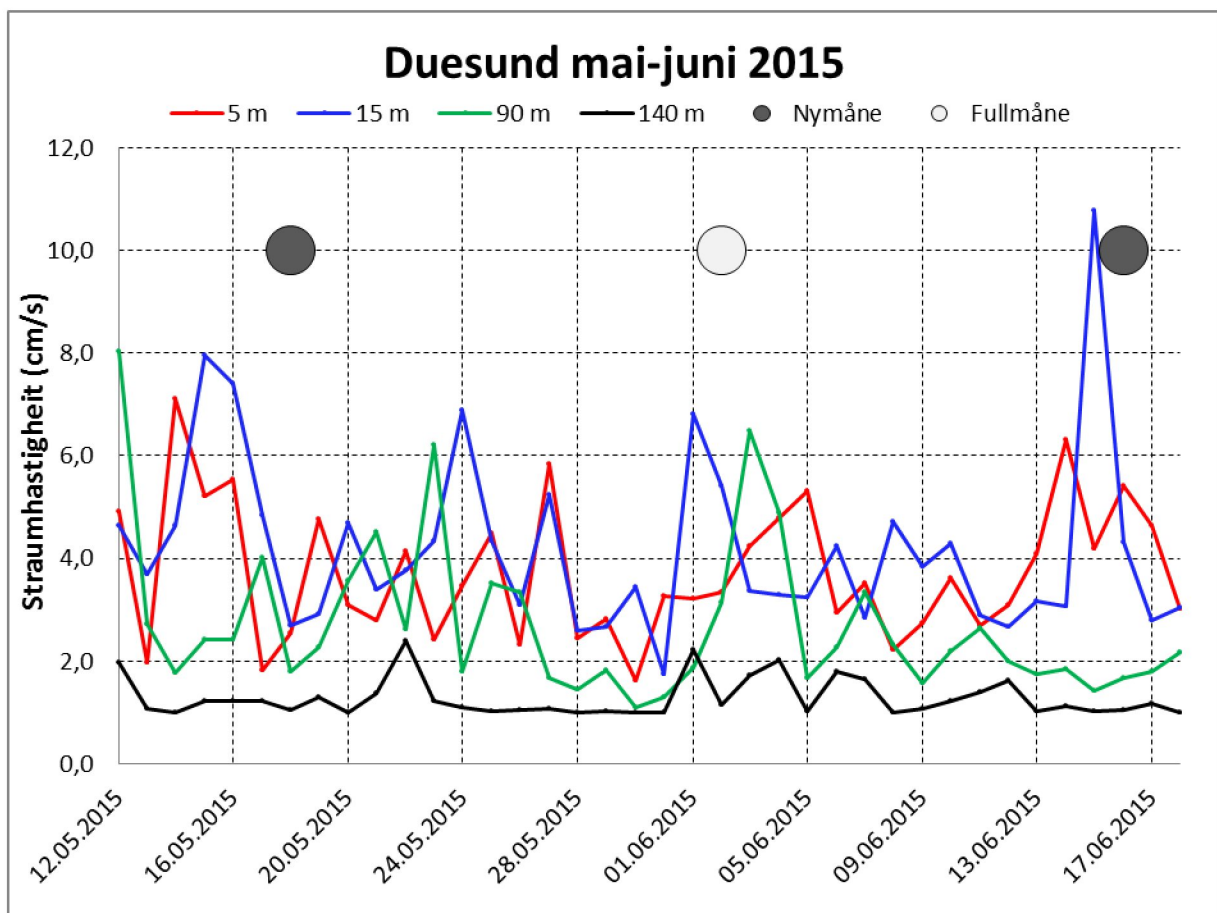
Faktorar som kan ha påverka målingane

Etter endt måleperiode var det ikkje synleg begroing på målarane, og det var ingen merkbar tregheit i rotorane. Det var ikkje anlegg eller andre installasjonar på lokaliteten i måleperioden som kunne påverke målingane.

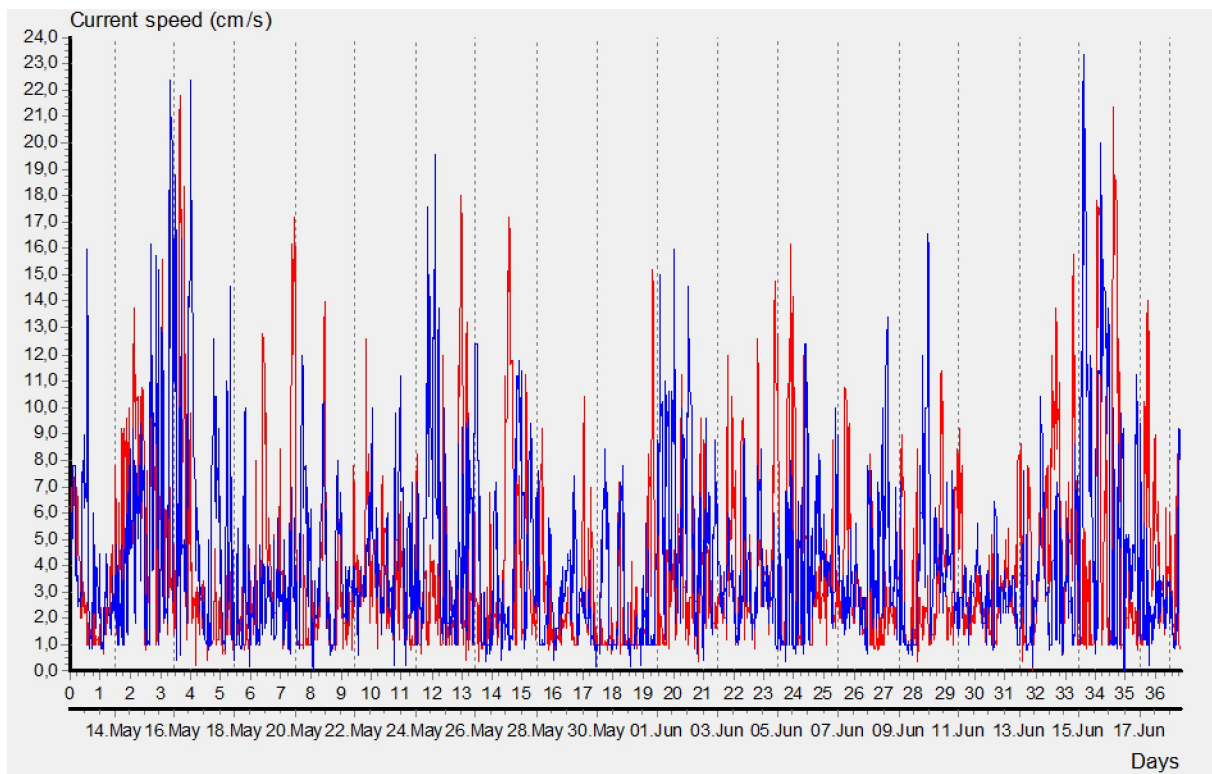
Truverde for målingane

Målaren som stod på 140 m djup synte svært einsretta straumretning, og det er mogleg at noko har hindra strømmålaren i å snu seg med straumretninga. Ei eventuell fysisk blokkering av målaren kan og ha ført til at det vart målt noko mindre straum enn kva som var reelt. Ein kan likevel ikkje heilt utelukke at målingane er reelle, og resultatane er brukt og vurdert i rapporten, med visse atterhald. Det var elles ikkje noko med resultatane som tyda på at målingar måtte forkastast (utanom før og etter utsett heilt i starten og slutten av måleperioden).

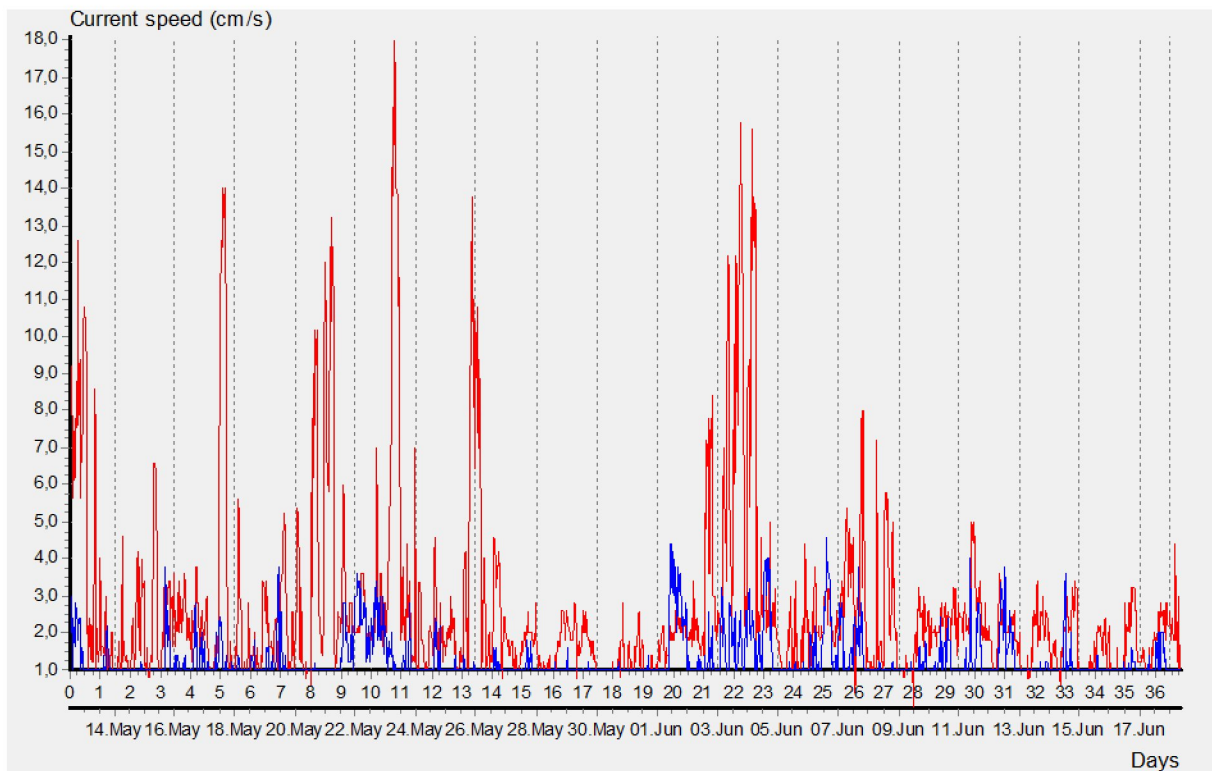
Straummålingane vart utført i ein sommarperiode med stort sett moderate lufttrykksendingar (<http://veret.gfi.uib.no/>) og moderat vind (**vedleggstabell 9**). Det kan tenkjast at det vil vere noko sterkare straum i overflatelaget ved lokaliteten ved meir vind og uvêr enn det som var i løpet av strømmålingsperioden i 2015. Målingane er såleis vurdert å vere representative for ein periode med normalt sommarvær.



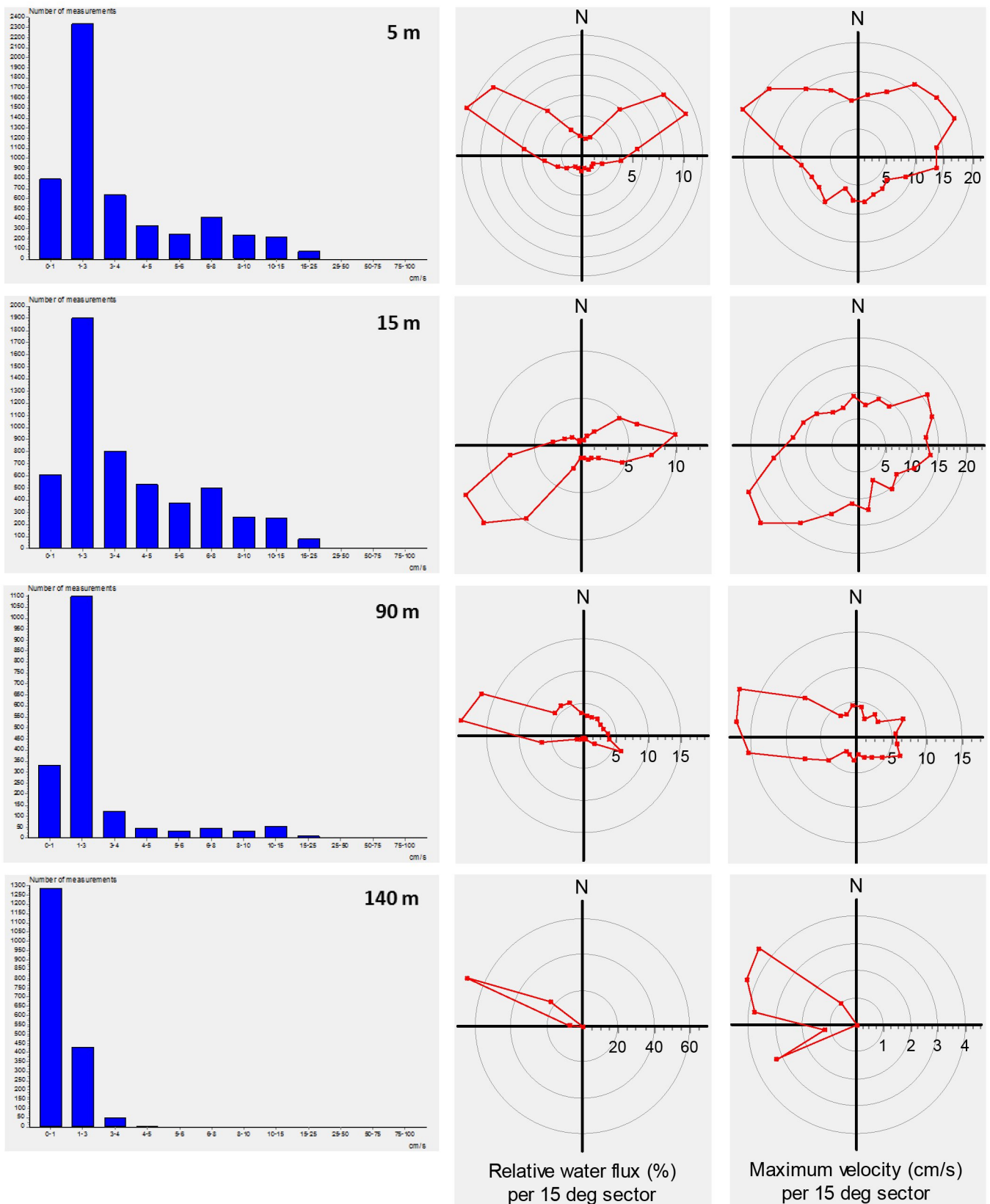
Figur 8. Døgnmidlar for straumhastigheit målt sør for lokaliteten på Duesund i Masfjorden kommune på 5 meter, 15 meter, 90 meter og 140 meters djup i perioden 12. mai – 18. juni 2015.



Figur 9. *Straumhastighet ved Duesund i Masfjorden kommune på 5 m djup (raud) og 15 m djup (blå) i perioden 12. mai – 18. juni 2015. Måleintervall 10 min.*



Figur 10. *Straumhastighet ved Duesund i Masfjorden kommune på 90 m (raud) og 140 m djup (blå) i perioden 12. mai – 18. juni 2015. Måleintervall 30 min.*

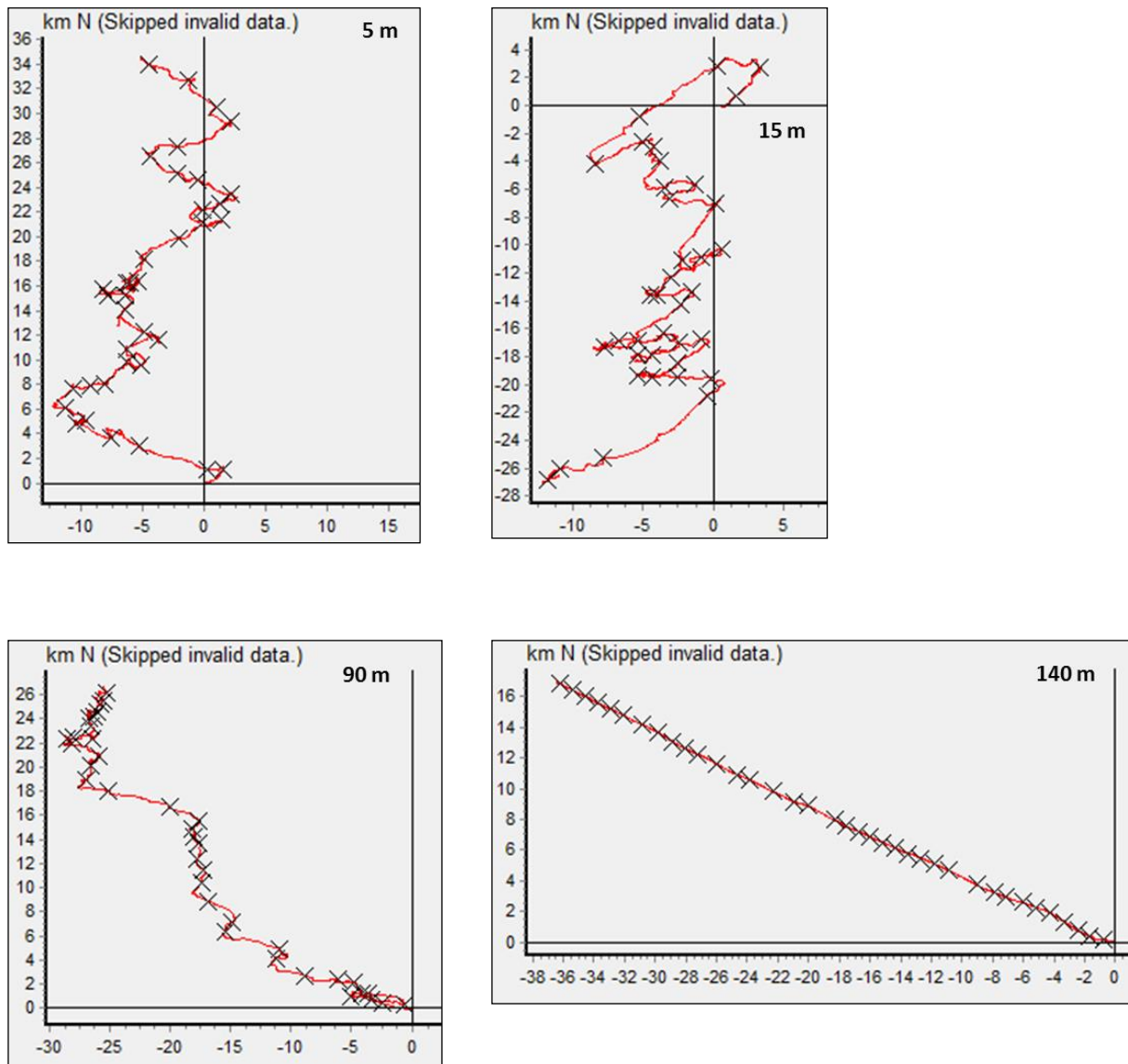


Figur 11. Fordeling av strømhastighet (venstre), samt flux/vasstransport (midten) og maksimal strømhastighet (høgre) for kvar 15° sektor på 5, 15, 90 og 140 m djup ved Duesund i Masfjorden kommune i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

Tabell 6. Skildring av hastighet, varians, stabilitet, og retning til straumen ved Duesund i Masfjorden kommune i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

Måledjup	Middel hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann-parameter	Tilstandsklasse Neumann-parameter*	Resultant-retning
5 meter	3,7	10,398	0.293	”middels stabil”	352° = N
15 meter	4,2	10,825	0.214	”middels stabil”	203° = SSV
90 meter	2,7	6,153	0.437	”stabil”	316° = NV
140 meter	1,3	0,356	0.993	”svært stabil”	295° = VNV

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



Figur 12. Progressivt vektorplott for målingane ved Duesund i Masfjorden kommune utført i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

ANDEL STRAUMSTILLE

Andelen registreringar av straumstille for overflate- og vassutskiftingsstraumen var høvsviis 15,0 og 11,5 % (**tabell 7**). Dei lengste straumstille periodane var relativt korte, med 4,8 og 5 timar på høvesvis 5 og 15 m djup. Andelen straumstille periodar auka nedover i vassøyla, med 18,7 % på 90 m djup og 72,7 % på 140 m djup. Lengste straumstille var 12,5 og 26,0 timar på høvesvis 90 og 140 m djup.

Tabell 7. Skildring av straumstille sør for lokaliteten Duesund i Masfjorden kommune oppgjeve som tal på observerte periodar av ei gitt lengde med straumhastigheit $\leq 1,0$ cm/s. Lengste straumstille periode er også oppgjeve, samt total andel straumstille målingar. Måleintervallet er 10 min på 5 og 15 meter og 30 min på 90 og 140 meters djup. Målingane er utført i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

Måledjup	0,17- 2,33 t	2,5- 6 t	6,17- 12 t	12,17- 24 t	24,17- 36 t	36,17- 48 t	48,17- 60 t	60,17- 72 t	>72t	Maks	Andel (%)
5 m	225	5								4,8 t	15,0
15 m	156	7								5,0 t	11,5
90 m	72	21	1	1						12,5 t	18,7
140 m	62	20	12	21	1					26,0 t	72,7

STRAUMSVAKE PERIODAR

Det var høvesvis ”middels” og ”svært lite” innslag av straumsvake periodar på 5 og 15 m djup, og lengste straumsvake periode var høvesvis 8,7 og 11,0 timar på desse djupa (**tabell 8**). Vidare nedover i djupet auka innslaget av straumsvake periodar, og på 90 og 140 m djup var det høvesvis ”middels” og ”høgt”. Lengste straumsvake periode var på 140 m djup, denne varte i 182 timar, eller i vèl 7 døgn.

Tabell 8. Skildring av straumsvake periodar sør for lokaliteten Duesund i Masfjorden 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 10 min på 5 og 15 meter og 30 min på 90 og 140 meters djup. Målingane er utført i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

Måledjup	0,17- 2,33 t	2,5- 6 t	6,17- 12 t	12,17- 24 t	24,17- 36 t	36,17- 48 t	48,17- 60 t	60,17- 72 t	>72t	Maks	Andel (%)	Tilstandsklasse andel straumsvake periodar (cm/s)*
5 m	278	27	4							8,7 t	15,3	”middels”
15 m	243	15	2							11,0 t	8,6	”svært lite”
90 m	100	24	15	7	1					28,5 t	38,4	”middels”
140 m	38	17	2	8	1	3	1	2	1	182 t	84,0	”høgt”

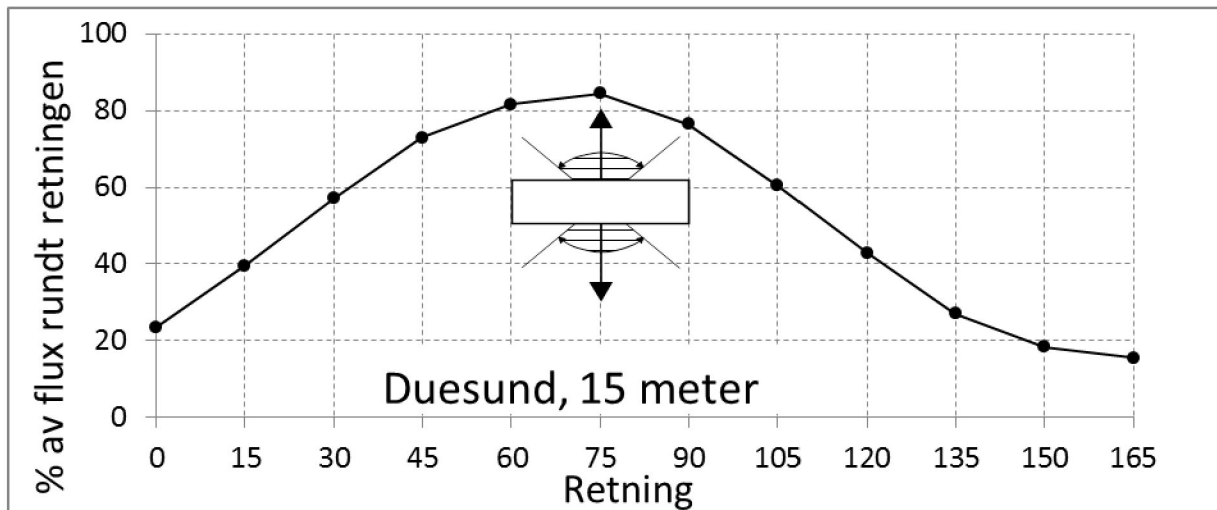
*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå **tabell 4**.

STRAUMSTERKE PERIODAR

Straumsterke periodar er definert som periodar med straumhastigheit over 30 cm/s. Dette vart ikkje registrert på lokaliteten i måleperioden.

PLASSERING AV ANLEGG

Ut frå **figur 14** ser ein at vasstransporten gjennom eit anlegg på 15 m djup på lokaliteten vil vere størst i ei retning på 75°, eller om lag mot austnordøst. Den optimale plasseringa av eit anlegg for å få størst mogeleg gjennomstrøyming er vinkelrett på dette, eller omlag i lengderetninga sørsøraust – nordnordvest (165 – 345°). Med ei slik plassering vil ca 85 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget, anten frå den eine eller den andre sida. Figuren viser og at over 75 % av vasstransporten vil passere på tvers av anlegget om det vert dreia opptil 30° mot begge retningar.

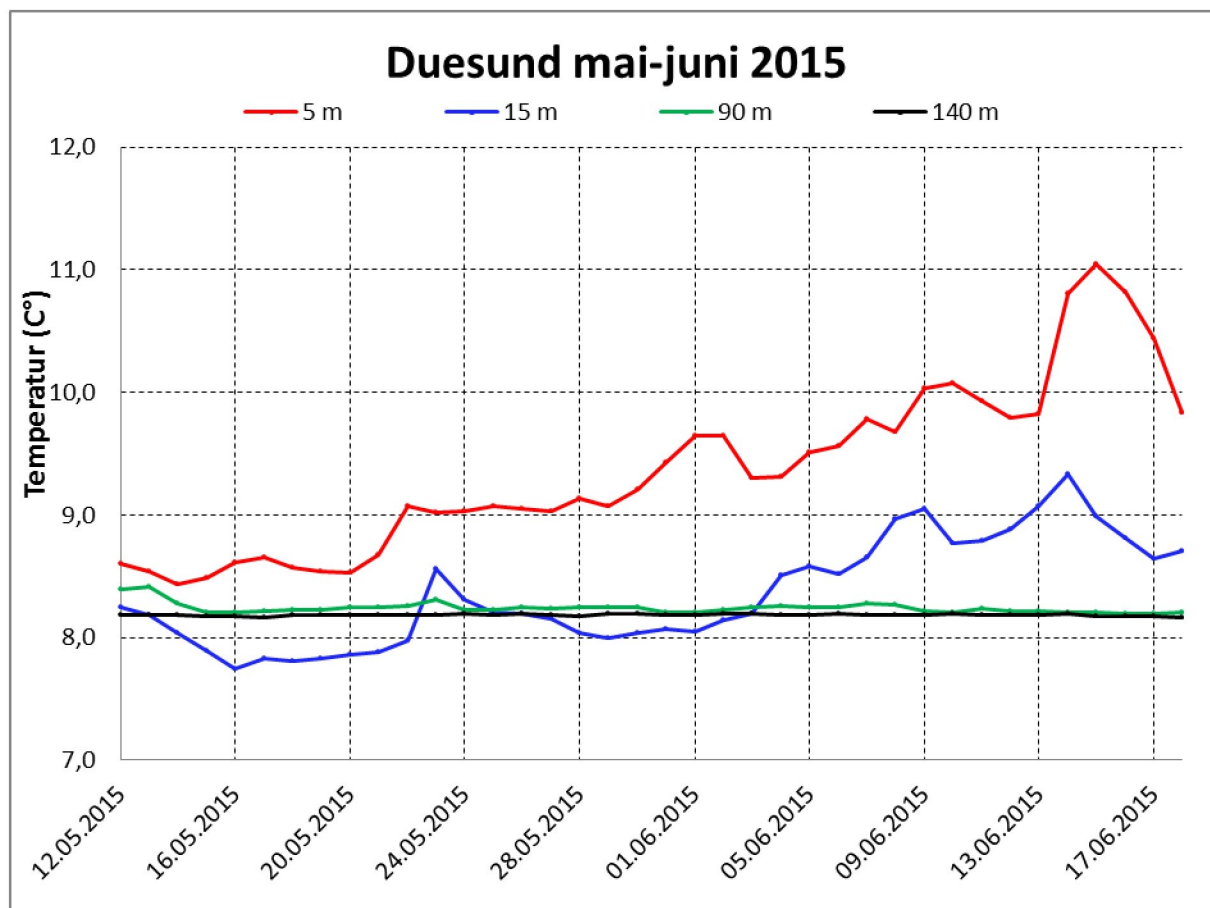


Figur 13. Endring i vasstransport (relativ fluks) på tvers av eit anlegg som funksjon av ei endring av anlegget si vinkelrette plassering på denne retninga. Sjå metodekapitlet for nærare forklaring.

TEMPERATUR- OG SJIKTNINGSTILHØVE

Temperaturen vart målt av strømmålarane kvart 10. minutt på 5 og 15 m djup, og kvart 30. minutt på 90 og 140 m djup i perioden 12. mai – 18. juni 2015 (**figur 14**). På 5 m djup var døgnmiddeltemperaturen 8,6 °C i starten av måleperioden, og nokså stabil fram til 20. mai då temperaturen byrja å stige. Det var ein jamn stigning i temperatur fram til 13. juni då døgnmiddeltemperaturen var 9,8 °C, og den hoppa då raskt opp i 11 °C den 15. juni. I løpet av dei siste dagane sokk temperaturen raskt, og siste måledag var døgnmiddeltemperaturen 9,8 °C. På 15 m djup såg ein i hovudsak same utvikling som på 5 m djup, men døgnmiddeltemperaturen var jamt over lågare, og endringane gjennom måleperioden var mindre. Første måledag var døgnmiddeltemperaturen 8,3 °C, og den steig til eit maksimum på 9,3 °C den 14. juni. Siste måledag var døgnmiddeltemperaturen på 15 m djup 8,7 °C. Det var svært liten variasjon i døgnmiddeltemperatur på 90 og 140 m djup. På 90 m djup varierte døgnmiddeltemperaturen mellom 8,4 og 8,2 °C gjennom heile måleperioden, medan den låg stabilt på 8,2 °C på 140 m djup.

Døgnvariasjonen i temperatur varierte ein del på 5 m djup, men låg for det meste på 0,5 °C, og var på det meste oppe i 1,9 °C (**vedleggsfigur 1**). På 15 m djup var døgnvariasjonen jamt over noko lågare enn på 5 m djup, og låg stort sett på 0,3 °C. På det meste varierte temperaturen på 15 m djup 1,1 °C i løpet av eit døgn. På 90 og 140 m djup var døgnvarisjonen i temperatur svært liten, og på dei to djupa var den på det meste oppe i 0,2 °C.



Figur 14. Døgnmidlar for temperatur målt sør for lokaliteten Duesind i Masfjorden kommune på 5 meter (raud strek), 15 meter (grøn strek), 90 meter (blå strek) og 140 meters djup (svart strek) i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

BOTNGRANSKING

SEDIMENTPRØVER

Den 18. og 19 juni 2015 vart det teke prøver på 10 stasjonar i området sør for eksisterande lokalitet på Duesund. Stasjonane var spreidd over eit område på rundt 240 x 90 m (jf. **figur 5** og **7**). Grabbhogga vart tekne på djupner mellom 139 og 147 meter, og det vart teke 1 grabbhogg på kvar stasjon for å få opp ei representativ prøve (**tabell 9**). Det var relativt enkelt å få opp representative prøver.

Prøvetakinga synte at botn i granskingsområdet hovudsakleg bestod av sedimentbotn. Sedimentet bestod for det meste av sand, men det var og innslag av grus og litt skjelsand, samt litt silt. På to stasjonar var det fjellbotn. Grabbvolumet varierte frå knapt ¼ til ca ½ grabb, og sedimentet var stort sett gråbrunt og luktfritt med mjuk konsistens. Det var dyr i alle prøver med unntak av dei som vart tekne på fjellbotn, og det vart funne dyr innan alle hovudgrupper, men børstemakk var den mest talrike gruppa. Alle prøver fekk tilstand 1 ("meget god").

Tabell 9. Skjema for prøvetakingsstad for granskningane 18. og 19. juni 2015 for Engesund Fiskeoppdrett AS, i området sør for lokaliteten Duesund i Masfjorden kommune. Andelen av dei ulike sedimentfraksjonane i prøvene er skjønnsmessig vurdert i felt.

Prøvetakingsstad:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Djup (meter)	139	140	140	147	147	140	146	145	140	140
Posisjon nord: 60° 48,	368'	379'	391'	405'	420'	426'	445'	450'	468'	466'
Posisjon aust: 5° 17,	757'	724'	759'	735'	755'	783'	748'	788'	768'æ	812'
Antal forsøk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spontan bobling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bobling v/prøvetaking	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bobling i prøve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andel blåskjelrestar (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andel primærsediment (%)	100 %	slør	spor	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Skjelsand							noko		20 %	
Fordeling av primær-sediment							spor	litt		
Grus	60 %	slør			5 %	5 %				
Sand	25 %	slør	spor	100 %	95 %	90 %	100 %	100 %	80 %	100 %
Silt	15 %					5 %				
Leire										
Mudder										
Fjellbotn		Ja	Ja							
Steinbotn										
Pigghudingar, antal	1			1	4	1	3	5	3	3
Krepsdyr, antal				2	2				1	
Blautdyr, antal						1				
Børstemakk, ca antal	15			30	25	15	20	10	30	10
<i>M. fuliginosus</i>										
Fôr / fekalier										
Beggiatoa										

SKILDRING AV DEI EINSKILDE PRØVENE:

Bileta viser prøven *før* og *etter siling*. Dette er gjennomgåande.

På **stasjon 1** fekk ein frå 139 m djup opp ca ½ grabb. Prøven var gråbrun, mjuk og luktfri. Sedimentet bestod av ca 60 % grus, 25 % sand og 15 % silt. I grabben var det ca 15 makkar og ei slangestjerne.



På **stasjon 2** traff ein fjellbotn på 140 m djup. I grabben var det eit slør av grus og sand.



På **stasjon 3** traff ein fjellbotn på 140 m djup. I grabben var det spor av sand.



På **stasjon 4** fekk ein frå 147 m djup opp vèl $\frac{1}{4}$ grabb. Prøven var gråbrun, mjuk og luktfri. Sedimentet bestod av 100 % fin sand. I grabben var det ei slangestjerne, 2 krepsdyr og ca 30 makkar.



På **stasjon 5** fekk ein frå 147 m djup opp vèl $\frac{1}{4}$ grabb. Prøven var gråbrun, mjuk og luktfri. Sedimentet bestod av ca 95 % fin sand og 5 % grus. I grabben var det 2 krepsdyr, 4 slangestjerner og ca 25 makkar.



På **stasjon 6** fekk ein frå 140 m djup opp ca $\frac{1}{2}$ grabb. Prøven var gråbrun, mjuk og luktfri. Sedimentet bestod av ca 90 % sand, 5 % silt og 5 % grus. I grabben var det ei sjømus, ein snegle og ca 15 makkar.



På **stasjon 7** fekk ein frå 146 m djup opp vèl ¼ grabb. Prøven var gråbrun, mjuk og luktfri. Sedimentet bestod av 100 % sand, noko skjelsand og spor av grus. I grabben var det ei slangestjerne, 2 sjømus og ca 20 makkar.



På **stasjon 8** fekk ein frå 145 m djup opp knapt ¼ grabb. Prøven var gråbrun, mjuk og luktfri. Sedimentet bestod av 100 % sand og litt grus. I grabben var det ei slangestjerne, 4 sjømus og ca 10 makkar.



På **stasjon 9** fekk ein frå 140 m djup opp knapt ¼ grabb. Prøven var gråbrun, mjuk og luktfri. Sedimentet bestod av ca 80 % sand og 20 % skjelsand. I grabben var det eit krepsdyr, ei slangestjerne, 2 sjømus og ca 30 makkar.



På **stasjon 10** fekk ein frå 140 m djup opp knapt $\frac{1}{4}$ grabb. Prøven var gråbrun, mjuk og luktfri. Sedimentet bestod av 100 % sand. I grabben var det ei sjømus, 2 slangestjerner og ca 10 makkar.



SEDIMENTANALYSAR ETTER NS 9410:2007

Gruppe I: Fauna

Ein fann dyr på åtte av ti stasjonar. Dei to stasjonane ein ikkje fann dyr på var tekne på fjellbotn, og er difor ikkje inkludert i av berekinga av gruppe I-parameteren (jf. **9410:2007**) Det var totalt sett flest dyr innan hovudgruppa **børstemakk**, og av desse fann ein 10 – 30 individ på åtte stasjonar. Av dyr innan hovudgruppa **pigghudingar** vart det funne 1 til 5 slangestjerner og sjømus på åtte stasjonar. Av dyr innan hovudgruppa **krepsdyr** vart det funne 1 – 2 individ på tre stasjonar, og av dyr innan hovudgruppa **blautdyr** vart det funne ein snegl på ein stasjon. Mengde og samansetjing av botndyr er normal til høg i høve til ein upåverka lokalitet med hovudsakleg sedimentbotn.

Indeksen for gruppe I blir lik 0,0, og lokaliteten sin miljøtilstand med omsyn på fauna er A, dvs akseptabel, jf. prøveskjema (**tabell 10**).

Gruppe III: Sedimenttilstand

Med omsyn til sedimenttilstand fekk prøvene frå 0 til 4 poeng. Det som gav poeng var at prøvene var gråbrune, hadde mjuk konsistens, og at nokre prøver hadde grabbvolum mellom $\frac{1}{4}$ og $\frac{3}{4}$. Alle stasjonar fekk tilstandsklasse 1 = "meget god", jf **tabell 10**.

Samla poengsum for alle 10 prøvene var 29 og korrigert sum er 6,38. Dette gir ein indeks på 0,64, og sedimenttilstand for heile lokaliteten/området tilsvarar tilstand 1 = "meget god" (**tabell 10**).

Lokaliteten sin tilstand

Sidan pH og Eh (gruppe II) ikkje vart målt under granskinga (sjå metodekapitlet) er sedimenttilstanden (gruppe III) utslagsgjevande for lokaliteten sin tilstand, saman med førekomst av fauna. Alle enkeltprøver fekk tilstand 1 = "meget god", og samla lokalitetstilstand vart då også tilstand 1 = "meget god" (**tabell 10**).

Tabell 10. Prøveskjema for granskingane 18. og 19. juni 2015 for Engesund Fiskeoppdrett AS, i området sør for lokaliteten i Duesund i Masfjorden kommune. Gruppe II (pH/Eh) er ikkje målt på lokaliteten (sjå metode).

Gr	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks																						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																							
I	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00																					
	Tilstand gruppe I		A																																
II	pH	verdi																																	
	Eh	verdi																																	
	pH/Eh	frå figur																																	
Tilstand prøve																																			
Tilstand gruppe II			Buffertemp: - °C Sjøvasstemp: - °C Sedimenttemp: - °C pH sjø: - Eh sjø: - mV Referanseelektrode: - mV																																
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	INGEN PRØVE	INGEN PRØVE	0	0	0	0	0	0	0	0																						
	Farge	Lys/grå=0	1			1	1	1	1	1	1	1	1																						
		Brun/sv=2																																	
	Lukt	Ingen=0	0			0	0	0	0	0	0	0	0																						
		Noko=2																																	
		Sterk=4																																	
	Konsistens	Fast=0																																	
		Mjuk=2	2			2	2	2	2	2	2	2	2																						
		Laus=4																																	
	Grabb- volum	<1/4 =0									0	0	0																						
1/4 - 3/4 = 1		1	1	1	1																														
> 3/4 = 2																																			
Tjukkelse på slamlag	0 - 2 cm =0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																									
	2 - 8 cm = 1																																		
	> 8 cm = 2																																		
SUM:			4	0	0	4	4	4	4	3	3	3																							
Korrigert sum (*0,22)			0,88	0	0	0,88	0,88	0,88	0,88	0,66	0,66	0,66	0,64																						
Tilstand prøve																																			
Tilstand gruppe III			1																																
II +	Middelverdi gruppe II+III																																		
Tilstand prøve																																			
III	Tilstand gruppe II+III																																		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>“pH/Eh”</td> <td rowspan="5">Tilstand</td> </tr> <tr> <td>“Korr.sum”</td> </tr> <tr> <td>“Indeks”</td> </tr> <tr> <td>< 1,1</td> </tr> <tr> <td>1,1 - 2,1</td> </tr> </table>			“pH/Eh”	Tilstand	“Korr.sum”	“Indeks”	< 1,1	1,1 - 2,1	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2">“Tilstand”</td> <td rowspan="4">Lokalitetens tilstand</td> </tr> <tr> <td>Gruppe I</td> <td>Gruppe II & III</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1, 2, 3, 4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> </table>										“Tilstand”		Lokalitetens tilstand	Gruppe I	Gruppe II & III	A	1, 2, 3, 4	4	1, 2, 3								
“pH/Eh”	Tilstand																																		
“Korr.sum”																																			
“Indeks”																																			
< 1,1																																			
1,1 - 2,1																																			
“Tilstand”		Lokalitetens tilstand																																	
Gruppe I	Gruppe II & III																																		
A	1, 2, 3, 4																																		
4	1, 2, 3																																		
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="12">LOKALITETENS TILSTAND :</td> </tr> <tr> <td colspan="12">1</td> </tr> </table>												LOKALITETENS TILSTAND :												1											
LOKALITETENS TILSTAND :																																			
1																																			

DISKUSJON OG VURDERING

Straum

Straummålingane sør for lokaliteten Duesund synte tilhøve som kan karakteriserast som normale for ein fjordlokalitet, med hovudsakleg avtakande straumaktivitet nedover i djupet. Straumen var likevel noko sterkare på 15 enn på 5 m djup, noko som er meir uvanleg. Overflatestraumen på 5 m og vassutskiftingsstraumen på 15 m djup var høvesvis "svak" og "middels sterk" i høve til djupna. På 90 og 140 m djup var spreings- og botnstraumen høvesvis "middels sterk" og "svak".

Ein såg liten direkte påverknad frå vind gjennom straummålingsperioden, medan påverknaden frå tidevatn var meir tydeleg. På dei to øvste måledjupa såg det og ut til å vere ein samanheng mellom straumtilhøve og månefase, med ein auke i straumaktivitet i dagane før nymåne 18. mai og 16. juni. På 5 m djup var det elles ingen episodar som skilde seg særskilt ut i perioden. Straumbiletet her var prega av 2 – 3 kortvarige straumtoppar i døgnet, og det var jamt med straumtoppar på over 10 – 15 cm/s gjennom heile perioden. Ein såg og enkelte episodar med meir kontinuerleg straum, men desse var generelt nokså korte. Straumen på 15 m djup var generelt sterkare enn på 5 m djup, både med omsyn på snittstraum og maksstraum, men straumbiletet på dei to måledjupa gjennom måleperioden var elles nokså likt. Det er noko uvanleg med lågare straumaktivitet på 5 enn på 15 m djup, men dette kan ha samanheng med ulike fysiske eigenskapar i ulike vassslag. Fjordsystemet i Masfjorden har ein del ferskvasstilførsalar frå elvar, og tilførslane var truleg nokså store i straummålingsperioden som følgje av snøsmelting. Slike tilførsalar fører til ei sjikting av vassøyla, der overflatelaget (brakkvassjiktet) har lågare saltinnhald enn underliggande vassslag, og det kan vere nokså stor skilnad i straumtilhøve i slike ulike sjikt. På trass av at straummålingane på 5 m djup ikkje synte nokon tydeleg påverknad frå vind kan det tenkjast at vinden i nokon grad ha bremsa straumen på dette djupet, enten ved at straummålaren stod i brakkvassjiktet der straumretninga skilde seg frå vindretninga, eller ved at målaren stod i nærleiken av skillet mellom to sjikt med ulik straumretning.

På 90 og 140 m djup var det lite samanfallet i straumbiletet. Det var jamt med straumtoppar på over 10 cm/s gjennom dei to første vekene på 90 m djup, med noko mindre straum midt i måleperioden. Straumaktiviteten auka noko igjen rundt fullmånen 2. juni, men avtok gradvis ut resten av måleperioden. På 140 m djup var det jamt med kortvarige små straumtoppar gjennom heile perioden, med periodar med lite straum mellom toppane. Rundt fullmånen den 2. juni var det kortare opphald mellom straumtoppane enn elles i perioden, og det såg soleis ut til at fullmånen førte til auka straumaktivitet på dei to nedste måledjupa.

Tilhøva for vassutskifting i merdane synte at andelen straumsvake periodar på 5 m djup var "middels" (15,3 %), medan det var "svært lite" (8,6 %) på 15 m djup. Lengste straumsvake periode på dei to måledjupa var høvesvis 8,7 og 11,0 timar. Registreringar av straumstille målingar synte ein andel på 15,0 og 11,5 % på høvesvis 5 og 15 m djup, med lengste periode på høvesvis 4,8 og 5,0 timar. Ved nærare ettersyn såg ein at andelen straumsvake periodar på 5 og 15 m djup som overlappa i tid var 1,2 %, og for straumstille periodar var andelen 4,7 %. Fisken har soleis god tilgang på gunstige straumtilhøve ved å flytte seg vertikalt i vassøyla. Førekosten av straumsvake og straumstille periodar, og varigheiten av desse, må seiast å vere bra med omsyn på vassutskifting i merdane.

Det har tidlegare blitt målt straum på eksisterande lokalitet på Duesund ved to høve (Vangdal 2012). I juli 2006 vart det målt straum på 5 og 15 m djup, og i august 2009 vart det målt straum på 7,5 m djup. I 2006 synte straummålingane ein snitt- og maksstraum på 5 m djup på høvesvis 2,0 og 15,6 cms, og tilsvarande på 15 m djup var 2,2 og 15,0 cm/s. Straummålingane i 2009 på 7,5 m djup synte noko meir straum, med ein gjennomsnittstraum oppgitt til 3,3 cm/s og ein maksstraum på 43,6 cm/s. Målingane vart gjort i ein periode på året som er samanliknbar med målingane frå 2015, og syner at straumretninga på 5 og 15 m djup i stor grad er lik på dei to målestadane. På 5 og 15 m djup ser straumtilhøva til å vere noko svakare ved eksisterande lokalitet, medan målingane på 7,5 m djup syner ein langt høgare maksstraum. Det er noko uklart kvifor maksstraumen på 7,5 m djup var såpass sterk, men det er ingen grunn til å tru at denne målinga syner noko som er særlege for denne delen av

området. Ved samanlikning av dei ulike straummålingane vil gjennomsnittstraumen vere det beste grunnlaget for vurdering av kva målestad som syner mest gunstige tilhøve for oppdrettsverksemd, og då kjem målingane frå 2015 best ut.

Botntilhøve

Botngranskinga vart utført i området sør for anlegget og synte nokså liten variasjon i botntilhøve. Det var fjellbotn på to stasjonar lengst sør i området, og ein stasjon her synte nokså høgt innslag av grus. På øvrige sju stasjonar var sand den dominerande fraksjonen, men det var og innslag av grus og skjelsand på høvesvis fire og to stasjonar. Det var silt på ein stasjon, og innslaget av finsediment i området var soleis svært lite.

Det var ingen dyr i grabben på stasjonane tatt på fjellbotn, og dette er som forventa. På stasjonane der ein fekk opp sediment var børstemakk den mest individrike hovudgruppa. Antalet var 10 – 15 på fire av stasjonane, og 25 – 30 på dei fire andre stasjonane. Av andre dyr var pigghudingar nest mest individrik, med antal på 1 – 5 på dei åtte stasjonane. Elles fann ein 1 – 2 individ av dyr innan hovudgruppa krepsdyr på 3 stasjonar, og eit individ innan hovudgruppa blautdyr på ein stasjon. Funn av fauna var som ein kan forvente i eit upåverka område.

Botngranskinga synte nokså like tilhøve i området, både med omsyn på substrat og utbreiing av ulike artar av fauna. Sand med innslag av grus og skjelsand representerer eit gunstig habitat for gravande botndyr.

Konklusjon

Straumtilhøva i området sør for lokaliteten Duesund tyda i all hovudsak på gunstige tilhøve for oppdrettsverksemd. Straumen i overflata var noko lågare enn forventa, samanlikna med vassutskiftingsstraumen, men straumtilhøva i øvre delar av vassøyla synte gode tilhøve for vassutskifting i merdane. Nedover i vassøyla var spreingsstraumen bra for ein fjordlokalitet, medan botnstraumen var normal, men kanskje noko svak. Retninga på botnstraumen var unormalt stabil, og dette kan tyde på at straummålaren hadde blitt hindra i å snu seg med straumretninga. Ei eventuell blokkering av straummålaren vil i så fall og ha ført til registrering av mindre straum enn det som er reelt, og straummålingane må soleis sjåast på som eit minimum av reell botnstraum. Botngranskinga synte at det i hovudsak var sand, med innslag av grovare substrat i området, samt noko fjellbotn. Ut frå resultatet frå botngranskinga ville ein kunne forventa at botnstraumen var sterkare enn det som vart målt, og dette styrkar mistanken om at botnstraummålaren til dels var blokkert. Området er relativt flatt, og ein vil då forvente at meir finpartikulært materiale vil sedimentere om dei botnstraumtilhøva som vart registrert var reelle.

I alt tydar straummålingane og botngranskinga på at området sør for lokaliteten Duesund har gode tilhøve for oppdrettsverksemd.

GENERELT OM OPPDRETSLOKALITETAR

Val av lokalitet har etterkvart vorte ein kritisk suksessfaktor for å oppnå vellykka driftsresultat, då det i dei seinare åra har gått mot ein stadig større konsentrasjon av volum og biomasse pr lokalitet. Dette stiller større krav til straumtilhøve og djupne på lokaliteten, botntopografi, samt lokaliteten og området omkring si evne til å omsetje det tilførte materialet frå anlegget. Det er eit mål at oppdrettsaktiviteten ikkje skal påføre det ytre miljø skade og påverknad utover det som er akseptert i etablerte standarder og normer for næringa, slik som m.a. definert i NS 9410:2007, ”Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg”.

Alle lokalitetar skal såleis i varierende grad underleggjast ulike typar miljøgranskingar. Mellom anna skal det utførast miljøundersøkingar under anlegga ved topp-produksjon i kvar driftssyklus. Hovudmålet med miljøgranskingar på oppdrettsanlegg er å avgjere i kva grad drifta påverkar det ytre miljøet. Fram til no har det derimot vore lite merksemd retta mot korleis dei ytre miljøtilhøva påverkar velferda til fisken, då det indre miljøet i anlegget i stor grad blir påverka av det ytre miljøet.

I samband med søknad om ny lokalitet eller utviding på gjeldande lokalitet, skal det også presenterast straummålingar. NYTEK-forskrifta stiller tekniske krav til flytande oppdrettsanlegg med omsyn på dei ytre påkjenningene. Alle lokalitetar skal såleis vere klassifisert i høve til dette, der måling av overflatestraum er eitt sentralt element. Minimumsbehovet for straum i eit anlegg er avhengig av temperaturen i sjøen, årstid, fiskemengde i anlegget, føring, tettleik i merdene, djupne på nøtene, om nøtene er reine, anlegget si plassering i høve til straumretning, osv. For lite straum, eller lange straumstille periodar, vil kunne medføre oksygensvikt i merdene. Spesielt kritiske periodar har ein om sommaren og utover hausten med høg temperatur i sjøen kombinert med lite oksygen og høg biomasse i anlegga.

Lokalitetstypar og vassutskifting

Oppdrettslokalitetar eller sjøresipientar langs kysten av Vestlandet kan generelt delast i fire hovudtypar: **Fjordar og pollar, straumsund, viker og bukter** eller **opne sjøområde**. Desse forskjellige områdetypane skil seg frå kvarandre på grunnlag av topografiske tilhøve, noko som medfører at vassmassane har ulik vassutskifting og sjiktingstilhøve på dei ulike djup. Dette er avgjerande for dei lokale sedimentasjonstilhøva, noko som vert lagt vekt på ved vurdering av resipienttilhøve og lokal påverknad av eventuelle utslepp til dei ulike typane sjøområde. På stader med god “overflatestraum” og dermed stor vassutskifting i overflatevassmassane, vil tilførslar av oppløyst næringsstoff raskt bli ført bort. Tilførslar av organisk stoff søkk ned og vil sedimentere avhengig av straumtilhøva lenger nede i vassøyla. Vi snakkar då om “spreiingsstraum” i vassmassane under overflatevassmassane, og denne er avgjerande for i kva grad tilførslar vil påverke lokalitetane.

Fjordar og pollar er pr. definisjon skilde frå dei tilgrensande utanforliggjande sjøområda med ein terskel i munningen/utløpet. Dette gjer at vassmassane innanfor ofte er sjikta, der djupvatnet som er innestengt bak terskelen, kan være stagnerande, medan overflatevatnet hyppig vert skifta ut fordi tidevatnet to gonger dagleg strøymar fritt inn og ut. Mellom tidevatnstraumane kan det vere periodar med straumstille. I dei store fjordane vil djupvatnet utgjere svært store volum, og djupnene kan vere på mange hundre meter.

Straumsund omfattar ofte trange, nesten kanal-liknande nord-sør gåande område der tidevasstraumen periodevis er svært sterk. Dersom slike straumsund er grunne, vil dei kunne ha ei fullstendig utskifting av vassmassane heilt til botn, men vanlegvis er det mindre sterk straum nedover i djupet. Det vil imidlertid berre vere høge straumhastigheiter i avgrensa tidsperiodar, og innimellom tidevasstraumen vil det kunne vere straumstille. Grunne straumsund vil vanlegvis ha ein svært god resipientkapasitet, fordi sjølv betydelege tilførslar vert spreidd utover store område, medan djupare straumsund vil ha sedimenterende tilhøve i djupet i dei periodane straumhastigheita er mindre. Den lokale påverknaden av utslepp vil difor variere avhengig av djupna til sundet. Større sjøområde kan også ha karakterer av straumsund i overflata, medan dei kan ha relativt grunne tersklar i begge endar og dermed ha eigenskapar av fjordar med tilhøyrande stagnerande djupvatn under terskelnivå. Slike større område vil også ha sedimenterende tilhøve og kunne ha lokal påverknad av utslepp.

Bukter og viker viser til lokale område som gjerne ligg i tilknytning til anten større fjordar, straumsund eller opne havområde. Buktene og vikene vert skilt frå pollar ved at dei ikkje er fråskilt dei

utanforliggjande sjøområda med nokon terskel, og difor ikkje har stagnerande djupvatn ved botnen. Vanlegvis vil difor ei bukt / vik ha skrånande botn frå land og utover mot det utanforliggjande området, slik at også dei djupare delane av vassøyla her vert skifta ut. Slike område har relativt god resipientkapasitet, sjølv om eit utslepp vil kunne ha ein lokal miljøeffekt på lokaliteten avhengig av den lokale botntopografien og straumtilhøva. Dette er fordi ei bukt eller vik vil kunne liggja i ei "bakevje", og ha betydeleg dårlegare straumtilhøve i høve til sjøområda utanfor.

Opne havområde ligg utanfor tersklane til dei store fjordane, vest i havet. Her er det store djup og jamn utskifting av vassmassane utan stagnerande djupvatn mot botnen. Her er resipienttilhøva svært gode, og eit eventuelt utslepp vil ikkje ha nokon innverknad på miljøet ved utsleppet.

Innslaget av straumstille periodar på straumsvake lokalitetar (t.d. innerst i ein fjordarm, inne i ein os, ei bukt eller ei vik) gjer at ein kan risikere at fisken i lengre periodar sym i tilnærma det same vatnet. På straumsvake lokalitetar har ein ikkje alltid kontinuerleg utskifting av vatnet i anlegget. Dette treng ikkje vere kritisk i den kalde årstida, men i periodar med høg temperatur i sjøen og mykje fisk i anlegget og intensiv føring, vil fisken kunne få tilført for lite oksygen. Dette vil i særlege tilfelle kunne verke negativt inn på veksten og trivselen til fisken.

Lokal belastning på ytre miljø

Ved alle vurderingar av belastning må ein skilje mellom det som utgjer ei **lokal** punktbelastning på ein oppdrettslokalitet og det som resipienten **regionalt** har kapasitet til å omsetje av organisk materiale før han blir overbelasta. Uansett om resipienten har god kapasitet, så vil bereevna til sjølve lokaliteten i stor grad vere avhengig av terrenget ved botn, djupnetilhøva og straumtilhøva i vassøyla.

Når belastninga på ein lokalitet er i likevekt med omsetjinga i sedimenta under oppdrettsanlegget, betyr det at den tilførte mengda organisk materiale blir broten ned og omsett i sedimenta, i all hovudsak av botngravande dyr. Forholdsvis store mengder sediment kan omsetjast på lokalitetar der ein har ein rik botnfauna, har straum ved botnen som medfører jamn tilførsel av oksygen, og som også spreier avfallet frå anlegget ut over eit større område.

Dersom belastninga frå anlegget er større enn det lokaliteten kan omsetje, vil sedimenta byggje seg opp under anlegget, dei vert surare, oksygenmengda vert redusert, og botnfauna som er lite tolerant for miljøendringar forsvinn. Dei dyra som toler større endringar i miljøtilhøva blir verande inntil sedimenta er så sure og oksygenfattige at desse dyra også må gje tapt. Det er svært uheldig ikkje å ha botngravande dyr på botnen under merdene, fordi mesteparten av nedbrytingsprosessane då stoppar opp. Graveaktiviteten til dyra skapar omrøring og tilfører sedimentet vatn og oksygen. Dyra konsumerer sedimentet, bryt det ned og omdannar det. Når dyra forsvinn, er det berre den bakterielle nedbrytinga som held fram, noko som går vesentleg seinare. Då skal det berre små tilførsler til før sedimenthaugane byggjer seg opp under merdene.

Erfaring viser at **fjordlokalitetar** er meir utsett for punktbelastning enn drift på meir kystnære lokalitetar, og det medfører at desse lett vert overbelasta. I store og djupe fjordar kan belastninga vere eit lokalt problem for oppdrettar, medan det regionalt utgjer eit lite problem for resipienten. Årsaka til at botnen på fjordlokalitetar lettare vert overbelasta, skuldast både at det generelt er mindre spreingsstraum nedover i vassmassane og at botnen ofte består av fjell utan særleg mykje opprinneleg sediment. Det vil dermed i utgangspunktet finnest lite gravande botnfauna som kan ta seg av nedbrytinga av avfallet frå anlegget. Ein **kystlokalitet** har som oftast sedimentbotn og god spreingsstraum nedover i vassmassane, og i **straumsund** har ein difor ofte svært gode lokalitetar med sedimentbotn og liten lokal påverknad under anlegga.

På typiske **fjordlokalitetar** med bratt stein- og fjellbotn med lite primærsediment vil avfall frå anlegget skli nedover på det bratte berget og lande på hyller og verte liggjande i små lommer og groper i terrenget. Når ein tek prøver på ein slik fjordlokalitet, vil prøva som oftast vise dårlege tilhøve der det er mogeleg å få opp sediment, medan det 1 – 2 m frå treffpunktet kan vere tilnærma reint for sediment og avfall. Det prøvematerialet ein får opp slike stader består ofte av oppskrapte sure, brune, lause og luktande sediment, som automatisk får ein noko høgare poengsum ut frå dei formelle MOM B-vurderingskriteria. Denne type lokalitetar kan difor lett verte vurdert som overbelasta, og MOM-metodikken bør difor ikkje alltid nyttast slavisk. Det er viktig å tolke resultatata i lys av korleis lokaliteten er.

Drift i kompaktanlegg vil bidra til ei høgare punktbelastning over eit større areal enn drift i plastringar, der det gjerne er noko avstand mellom kvar ring. I tillegg vil store merder innehalde meir fisk pr arealeining enn små merder, og følgjeleg gje større belastning. På straumsvake lokalitetar vil dette kunne gje store utslag i belastning på ein lokalitet, då avfallet stort sett sedimenterer rett under nøtene. På bratte fjordlokalitetar kan denne effekten til ein viss grad vegast opp ved at ein oppnår ei viss spreiding av avfallet på ein skrånande botn.

Ved planlegging av større anlegg i fjordsystem kan det være fornuftig å vurdere tolegrensa til lokaliteten opp mot val av anleggstype, plassering av anlegget i høve til dominerande straumretning, og også å sikre lokaliteten tilstrekkeleg kviletid mellom driftsperiodane.

Indre- og ytre miljøtilhøve, sjukdom.

Dei siste åra har antal fisk på kvar lokalitet, og i kvar merd, auka kraftig utan at ein har sett nok fokus på kva konsekvensar dette kan ha for fisken sitt indre miljø i anlegga. Fisken treng oksygen til alle livsfunksjonane, og straumtilhøva på lokaliteten, anleggstype og anlegget si plassering i høve til dominerande straumretning har vesentleg betydning for om fisken får nok oksygen. Det er viktig at vasstraumen får kortast mogeleg veg gjennom anlegget. Store mengder fisk i kompakte stålanlegg stiller høgare krav til lokaliteten med omsyn til straumfart og vassutskifting, enn når fisken går i plastringar med større innbyrdes avstand mellom merdene.

Særleg i den varme årstida vil det vere viktig at fisken til ei kvar tid får nok oksygen. Då er oppløyslegeheita til oksygen i vatnet lågast, og fisken har samtidig høg metabolisme og dermed større behov for oksygen. Algane i sjøen brukar oksygen om natta, og med avtakande daglengde utover sommaren og hausten vil tilgjengeleg oksygen i sjøen minke, slik at ein vil kunne oppleve periodar med for lite oksygen, spesielt tidleg om morgonen. Det er også ofte på sommaren og hausten at ein har den mest intensive drifta 2.året i sjø etter utsett.

Mangel på tilstrekkeleg med oksygen kan vere ein av dei viktigaste forklaringane på kvifor mange oppdrettarar føler at ”dei køyrer med handbremsa på”, og er truleg ei av dei viktigaste årsakene til at nokre anlegg er meir utsett for sjukdom og oppnår dårlegare produksjonsresultat enn andre. Stress over lengre tid på grunn av ugunstige oksygen- og miljøtilhøve, vil kunne redusere allmenntilstanden for fisken slik at den lettare vert ramma av sjukdom, og gje høgare dødelegheit når sjukdommen først har ramma fisken (t.d. PD og PGI).

Rådgivende Biologer AS har dei siste åra målt profilar av oksygen, temperatur og saltinnhald ved og i anlegg i samband med lokalitetsvurderingar, og det er ikkje uvanleg å finne verdiar på mellom 50 og 70 % oksygenmetning i anlegg med mykje fisk.

Oksygenmålingar som EWOS innovation har utført syner at låge oksygenverdiar ikkje berre er avgrensa til den varme årstida, men vil også kunne oppstå heile hausten fram mot nyttår. Føringforsøk som dei har utført i karanlegg på land viser at med dei låge oksygenkonsentrasjonane som er påvist i anlegga, vil oksygenstresset føre til at både fisken sin appetitt samt fôrutnytting blir redusert i betydeleg grad. (Kjelde: Per Krogedal, EWOS Innovation, Trøndelag fiskeoppdretterlag årsmøte 07.03.2005). Dei siste åra har EWOS Innovation også utført føringforsøk under variable oksygenkonsentrasjonar i sjøen i konvensjonelle matfiskanlegg, som viser at oksygentilsetjing i laksemerdar gjev auka slaktekvantum (Gausen m.fl. 2004).

Djupna under anlegget viser seg å samsvara positivt med fôrutnyttinga til fisken i eit oppdrettsanlegg. Dette viser ei samanstilling presentert i bladet Norsk Fiskeoppdrett (Kosmo 2003). Eit stort materiale basert på utsettet av fisk i år 2000, viste at dess djupare det var under anlegget, dess betre fôrfaktor vart oppnådd. Dette kan sjølvsagt også vere ein verknad av fleire uavhengige årsaker, der lokalitetar med gode djupnetilhøve gjerne også ligg opnare til og dermed har betre vassutskifting.

OM GYTRE STRAUMMÅLARAR

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

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 målaren syner verdiar under 1,0 cm/s, skuldast dette at rotoren ikkje har gått rundt i løpet av måleintervallet, men at det likevel har vore nok straum til at målaren har skifta retning. Straumvektoren for måleintervallet vert då rekna ut til å verte lågare enn 1 cm/s.

Ein instrumenttest av ein Gytre målar (SD 6000) og ein Aanderaa målar (RCM7 straummålar) vart utført av NIVA i 1996. Aanderaa-målaren har ein rotor med litt anna design enn SD 6000. Testen synte at RCM 7 straummålaren ga 19 % høgare middelstraumfart enn Gytre målaren (Golmen & Nygård 1997). På låge straumverdiar synte Gytre målaren mellom 1 og 2 cm/s under Aanderaa målaren, dvs at når Gytre målaren synte 1-2 cm/s, så synte Aanderaa målaren 2 – 3 cm/s. Dette kan som nemnt forklarast ut frå vassmotstanden i rotorburet til ein Gytre målar, samt at det er ein viss tregleik i ein rotor der rotoren må ha ein gitt 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 målaren 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 straummålaren har fleire celler/kanalar og kan måle straum i fleire ulike djupnesjikt, t.d. kvar meter i ei vassøyle på 40 m. Ved å samanlikne straummålingane på 3 m djup (Aanderaa- og Gytremålaren) 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 målaren 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 målaren vart hengt på 46 m djup og målte straumen oppover i vassøyla. Nortek målingane vart samanlikna med straummålingar utført med Gytre målarar på 30, 15 og 5 m djup. Resultata viste at det var best samsvar mellom dei to ulike straummålarane på 30 m djup, og at det var generelt dårlegare samsvar mellom dei to straummålarartypene med aukande avstand frå målehovudet på Nortek ADP målaren. Målingane viste elles at det var størst forskjell på straumfarten mellom Gytre og Nortek ved middels låg straumfart (ca 3-4 til 8-9 cm/s), og noko mindre forskjell ved høgare straumfart. Nortek målaren målte ca 1,5 – 2,5 cm/s høgare gjennomsnittleg straumfart enn Gytre målaren ved svak straum (Gytremålingar på 0 – 3 cm/s), ca 3 – 4,5 cm/s høgare straumfart ved Gytremålingar på ca 3 – 10 cm/s, og 2 – 3,5 cm/s høgare straumfart ved Gytremålingar på ca 11 – 15 cm/s.

REFERANSAR

DIREKTORATGRUPPA VANNDIREKTIVET 2013.

Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. 263 sider.

FISKERIDIREKTORATET. Veiledning for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til fiskeoppdrettsvirksomhet.

GAUSEN, M., A. NÆSS, A. BERGHEIM, P. HØLLAND & J. RAVNDAL 2004.

Oksygentilsetting i laksemerder gir økt slaktekvantum.

Norsk Fiskeoppdrett, nr 6, 2004, side 52 – 54.

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

KOSMO, J.P. 2003.

Norske oppdrettere og benchmarking – økt konkurransekraft.

Norsk Fiskeoppdrett, nr 15, 2003, side 38 – 39.

MATTILSYNET. Retningslinje. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet.

Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. *Sist endret 06.10.2014.*

NORSK STANDARD NS 9410: 2007

Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.

Standard Norge, 23 sider.

VANGDAL 2012

Lokalitetsrapport Duesund regnr. 11644.

Noomas rapport, 31 sider.

VEDLEGGSTABELLAR

Vedleggstabell 1. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 5 m djup sør for lokaliteten Duesund. Måleperiode: 12. mai – 18. juni 2015. Antal målingar: 5305. Intervalltid: 10 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	28	62	19	8	3	6	4	1	0	0	0	0	2.5	2180	1.8	11.2
15	14	77	19	9	7	6	1	3	0	0	0	0	2.6	2442	2.1	12.6
30	32	93	48	28	21	25	19	11	3	0	0	0	5.3	7079	6.0	16.2
45	29	70	45	46	34	59	23	38	10	0	0	0	6.7	11957	10.1	17.2
60	33	98	28	18	31	59	45	48	12	0	0	0	7.0	13127	11.1	18.0
75	20	89	42	10	26	38	15	12	0	0	0	0	4.8	6454	5.4	13.8
90	35	79	39	25	17	11	3	8	0	0	0	0	4.1	4463	3.8	13.8
105	40	57	18	12	8	8	4	0	0	0	0	0	2.8	2460	2.1	9.0
120	30	52	16	6	4	1	0	0	0	0	0	0	2.1	1483	1.2	6.2
135	25	48	14	7	10	1	0	0	0	0	0	0	2.0	1601	1.3	6.8
150	29	70	10	9	4	3	0	0	0	0	0	0	2.4	1728	1.5	7.0
165	48	61	8	3	1	5	0	0	0	0	0	0	2.4	1452	1.2	7.8
180	49	54	13	5	3	7	0	0	0	0	0	0	2.5	1693	1.4	7.4
195	41	58	13	8	2	0	0	0	0	0	0	0	2.3	1480	1.2	5.8
210	57	65	3	4	1	4	2	0	0	0	0	0	2.6	1535	1.3	9.6
225	49	116	10	5	2	4	3	0	0	0	0	0	3.6	2333	2.0	8.6
240	34	179	24	7	4	1	1	0	0	0	0	0	4.7	3198	2.7	8.8
255	34	156	38	24	6	7	7	0	0	0	0	0	5.1	4492	3.8	10.0
270	32	111	44	20	13	33	15	20	0	0	0	0	5.4	7064	5.9	13.8
285	24	183	39	24	16	56	54	30	27	0	0	0	8.5	14714	12.4	21.8
300	26	180	41	23	11	46	32	35	25	0	0	0	7.9	13264	11.2	19.6
315	36	178	55	21	11	21	10	8	1	0	0	0	6.4	6763	5.7	15.2
330	27	119	27	8	7	12	3	1	0	0	0	0	3.8	3430	2.9	12.8
345	24	80	20	6	7	6	2	1	0	0	0	0	2.8	2384	2.0	10.2
Sum%	15.0	44.0	11.9	6.3	4.7	7.9	4.6	4.1	1.5	0.0	0.0	0.0		118775		21.8

STATISTICAL SUMMARY

File name: Duesund 5m.SD6

Ref. number: 1317

Series number: 1

Interval time: 10 Minutes

Number of measurements in data set: 5305

Data displayed from: 12:56 - 12.May-15 To: 08:56 - 18.Jun-15

Vedleggstabell 2.
Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 5 m djup sør for lokaliteten Duesund i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	3,7	2,9	2,0
Variance (cm/s) ²	10,398	8,683	3,598
Standard deviation (cm/s)	3,225	2,947	1,897
Mean standard deviation	0,864	1,029	0,968
Maximum current velocity	21,8		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	7,3		
Significant min velocity	1,3		

Vedleggstabell 3. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 15 m djup sør for lokaliteten Duesund. Måleperiode: 12. mai – 18. juni 2015. Antal målingar: 5305. Intervalltid: 10 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	9	38	11	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1.2	875	0.7	7.8
15	11	48	13	4	6	3	3	0	0	0	0	0	1.7	1576	1.2	9.6
30	13	58	24	15	10	9	3	0	0	0	0	0	2.5	2624	2.0	9.2
45	23	94	36	19	10	36	16	15	1	0	0	0	4.7	6625	4.9	16.0
60	29	138	47	27	30	43	22	11	0	0	0	0	6.5	8532	6.4	14.6
75	27	160	76	69	67	73	27	10	0	0	0	0	9.6	13303	9.9	12.4
90	31	168	105	46	42	29	16	6	0	0	0	0	8.4	9976	7.4	13.4
105	28	126	62	35	20	23	5	1	0	0	0	0	5.7	6134	4.6	11.0
120	32	88	30	13	9	5	1	0	0	0	0	0	3.4	2869	2.1	8.8
135	31	42	20	19	4	3	3	0	0	0	0	0	2.3	2064	1.5	10.0
150	28	67	12	14	7	3	0	0	0	0	0	0	2.5	1996	1.5	6.8
165	17	54	5	8	2	5	2	1	0	0	0	0	1.8	1620	1.2	12.0
180	28	59	9	6	3	1	2	1	0	0	0	0	2.1	1604	1.2	10.8
195	30	93	30	20	6	10	1	4	0	0	0	0	3.7	3508	2.6	13.6
210	55	158	52	33	21	43	40	42	11	0	0	0	8.6	13093	9.7	18.2
225	60	129	78	44	33	55	47	48	31	0	0	0	9.9	17904	13.3	23.4
240	31	105	55	39	31	57	29	74	33	0	0	0	8.6	17928	13.3	22.4
255	25	72	55	46	30	51	27	28	2	0	0	0	6.3	10387	7.7	16.2
270	18	46	23	34	18	20	7	6	0	0	0	0	3.2	4262	3.2	12.6
285	20	41	25	14	7	13	5	4	0	0	0	0	2.4	2854	2.1	11.2
300	15	26	11	10	11	12	3	0	0	0	0	0	1.7	1945	1.4	10.0
315	15	33	5	4	3	1	0	0	0	0	0	0	1.1	853	0.6	8.0
330	18	28	9	4	3	2	0	0	0	0	0	0	1.2	892	0.7	7.8
345	16	29	12	2	0	2	1	0	0	0	0	0	1.2	901	0.7	9.4
Sum%	11.5	35.8	15.2	9.9	7.0	9.4	4.9	4.7	1.5	0.0	0.0	0.0		134326		23.4

STATISTICAL SUMMARY

File name: Duesund 15m.SD6

Ref. number: 1564

Series number: 1

Interval time: 10 Minutes

Number of measurements in data set: 5305

Data displayed from: 12:55 - 12.May-15 To: 08:55 - 18.Jun-15

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	4,2	3,4	2,0
Variance (cm/s) ²	10,825	8,725	4,306
Standard deviation (cm/s)	3,290	2,954	2,075
Mean standard deviation	0,780	0,867	1,038
Maximum current velocity	23,4		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	7,8		
Significant min velocity	1,5		

Vedleggstabell 4. Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 15 m djup sør for lokaliteten Duesund i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

Vedleggstabell 5. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 90 m djup sør for lokaliteten Duesund. Måleperiode: 12. mai – 18. juni 2015. Antal målingar: 1769. 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	14	69	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8	2743	3.2	4.4
15	6	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.3	2639	3.1	3.0
30	5	64	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2	2905	3.4	4.2
45	5	60	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0	2660	3.1	3.8
60	3	54	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	3.6	2704	3.2	7.0
75	4	63	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4.2	3074	3.6	5.6
90	4	83	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5.1	3373	4.0	5.8
105	11	70	24	5	1	2	0	0	0	0	0	0	6.4	5242	6.2	6.6
120	3	18	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9	1606	1.9	4.6
135	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	457	0.5	3.4
150	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	234	0.3	3.0
165	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	288	0.3	2.4
180	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	220	0.3	3.2
195	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	115	0.1	2.6
210	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	227	0.3	2.4
225	1	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.8	522	0.6	5.2
240	5	16	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1.4	983	1.2	8.0
255	4	23	4	7	5	7	1	9	1	0	0	0	3.4	5569	6.6	15.6
270	18	41	12	6	10	15	16	30	4	0	0	0	8.6	16398	19.4	17.4
285	24	70	24	13	8	18	14	16	2	0	0	0	10.7	14677	17.4	18.0
300	53	67	12	4	3	1	2	0	0	0	0	0	8.0	4928	5.8	9.4
315	68	96	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.8	5040	6.0	4.0
330	59	117	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.0	4838	5.7	3.6
345	36	68	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6.0	3096	3.7	4.6
Sum%	18.7	62.1	6.8	2.7	1.8	2.5	1.9	3.1	0.4	0.0	0.0	0.0		84539		18.0

STATISTICAL SUMMARY

File name: Duesund 90m.SD6

Ref. number: 880

Series number: 1

Interval time: 30 Minutes

Number of measurements in data set: 1769

Data displayed from: 12:55 - 12.May-15 To: 08:55 - 18.Jun-15

Vedleggstabell 6. Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 90 m djup sør for lokaliteten Duesund i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	2,7	2,1	1,2
Variance (cm/s) ²	6,153	6,674	0,669
Standard deviation (cm/s)	2,481	2,583	0,818
Mean standard deviation	0,934	1,226	0,686
Maximum current velocity	18,0		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	4,9		
Significant min velocity	1,1		

Vedleggstabell 7. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 140 m djup sør for lokaliteten Duesund. Måleperiode: 12. mai – 18. juni 2015. Antal målingar: 1769. 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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
30	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
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
240	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	58	0.1	3.2
255	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	58	0.1	1.2
270	121	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.4	3150	7.8	3.8
285	896	309	32	1	0	0	0	0	0	0	0	0	70.0	28156	69.4	4.4
300	263	94	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	21.1	9076	22.4	4.6
315	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	72	0.2	1.0
330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
Sum%	72.7	24.3	2.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		40568		4.6

STATISTICAL SUMMARY

File name: Duesund 140m.SD6

Ref. number: 1600

Series number: 1

Interval time: 30 Minutes

Number of measurements in data set: 1769

Data displayed from: 12:55 - 12.May-15 To: 08:55 - 18.Jun-15

Vedleggstabell 8. Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 140 m djup sør for lokaliteten Duesund i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	1,3	1,1	0,5
Variance (cm/s) ²	0,356	0,275	0,102
Standard deviation (cm/s)	0,597	0,525	0,319
Mean standard deviation	0,468	0,457	0,599
Maximum current velocity	4,6		
Minimum current velocity	1,0		
Significant max velocity	1,8		
Significant min velocity	1,0		

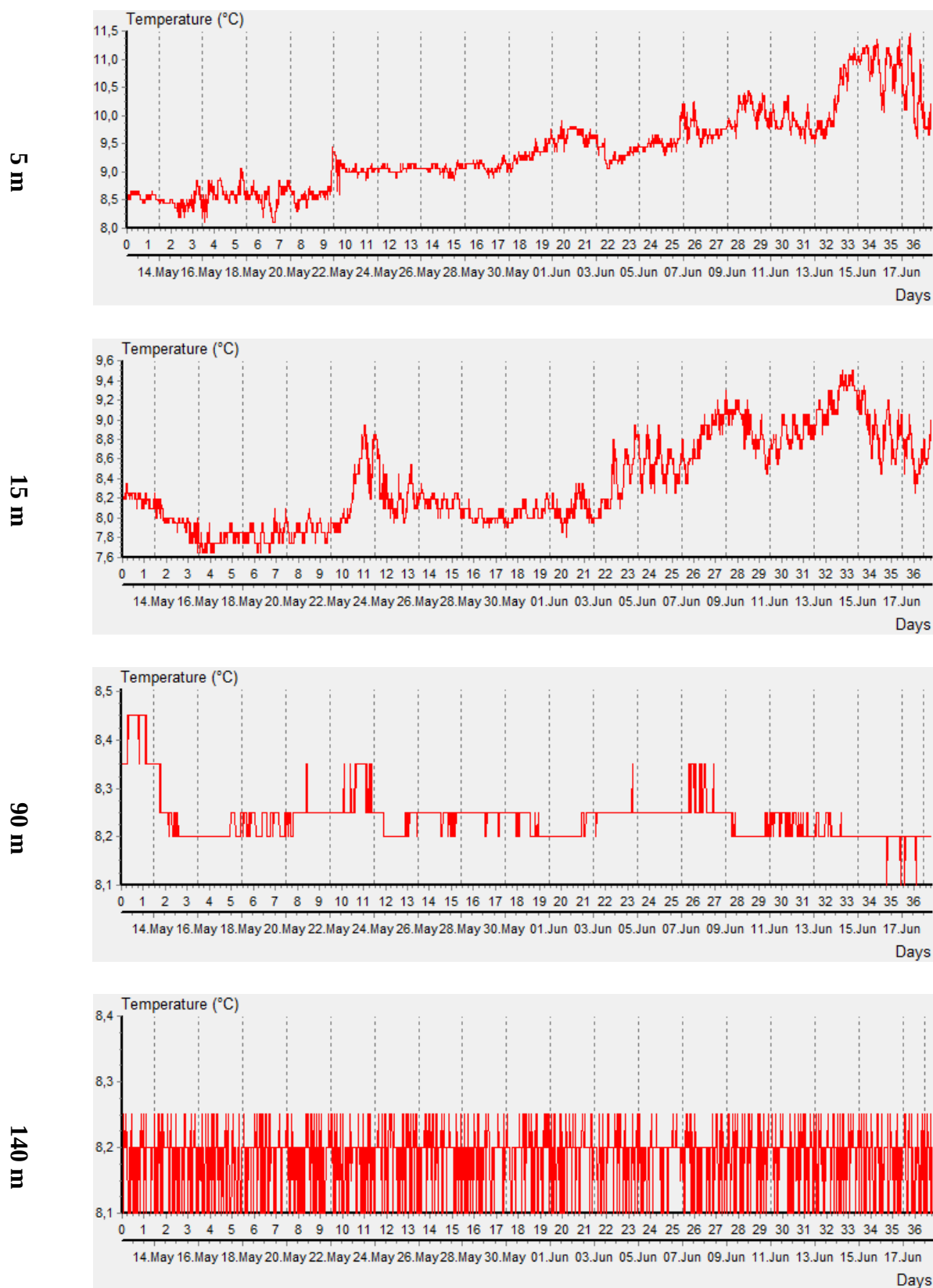
Vedleggstabell 9. Vindretning, høgaste døgnlege vindhastigheit og lufttrykk ved målestasjonen på Fedje i perioden 12. mai – 18. juni 2015. Tabellen er henta frå <http://met.no/>.

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

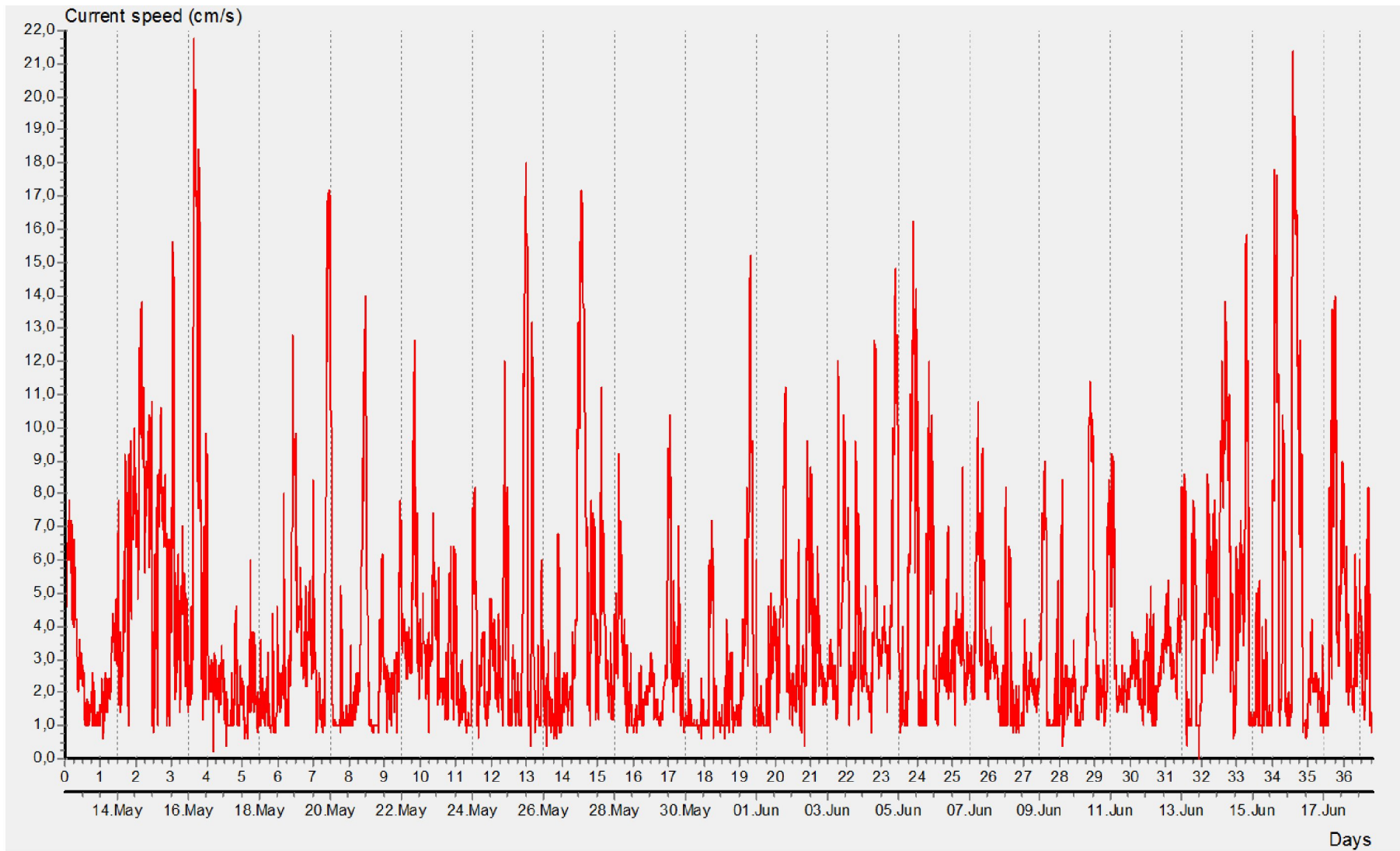
Elementer		
Kode	Navn	Enhet
DD06	Vindretning kl. 06 UTC	grader
DD12	Vindretning kl. 12 UTC	grader
DD18	Vindretning kl. 18 UTC	grader
FFX	Høyeste vindhastighet (hovedobservasjoner)	m/s
POM	Midlere lufttrykk, stasjonsnivå	hPa

Stnr	Dato	DD06	DD12	DD18	FFX	POM
52535	12.05.2015	192	188	184	13,0	999,2
52535	13.05.2015	30	347	357	13,3	1005,1
52535	14.05.2015	6	355	3	11,7	1011,2
52535	15.05.2015	62	229	204	9,4	1011,1
52535	16.05.2015	159	281	248	12,0	1006,1
52535	17.05.2015	197	223	216	7,4	1007,3
52535	18.05.2015	144	192	82	10,3	1001,1
52535	19.05.2015	100	147	130	11,3	992,3
52535	20.05.2015	115	247	308	7,4	1005,5
52535	21.05.2015	201	197	189	13,2	1011,5
52535	22.05.2015	256	248	274	15,0	1007,0
52535	23.05.2015	320	316	179	14,6	1015,5
52535	24.05.2015	146	287	248	15,5	1006,8
52535	25.05.2015	282	255	327	6,9	1007,2
52535	26.05.2015	5	259	236	7,9	1010,6
52535	27.05.2015	247	231	208	9,8	1010,0
52535	28.05.2015	141	149	239	8,3	997,2
52535	29.05.2015	203	200	199	10,0	996,9
52535	30.05.2015	121	326	348	9,4	999,3
52535	31.05.2015	312	235	90	10,6	997,7
52535	01.06.2015	13	261	214	14,5	993,0
52535	02.06.2015	110	165	180	16,2	986,4
52535	03.06.2015	251	304	258	11,8	1001,2
52535	04.06.2015	239	237	229	10,1	1020,1
52535	05.06.2015	135	154	112	8,0	1016,5
52535	06.06.2015	199	198	179	13,9	1005,2
52535	07.06.2015	275	250	225	9,4	1012,5
52535	08.06.2015	354	338	333	9,3	1027,5
52535	09.06.2015	142	210	216	7,2	1029,7
52535	10.06.2015	229	249	267	9,8	1023,3
52535	11.06.2015	263	216	204	9,9	1018,1
52535	12.06.2015	198	188	250	9,8	1011,1
52535	13.06.2015	299	325	354	8,7	1006,9
52535	14.06.2015	327	267	309	9,4	1006,4
52535	15.06.2015	311	303	339	7,9	1014,9
52535	16.06.2015	59	316	305	7,2	1019,0
52535	17.06.2015	141	235	237	13,7	1006,0
52535	18.06.2015	317	302	331	6,4	1004,6

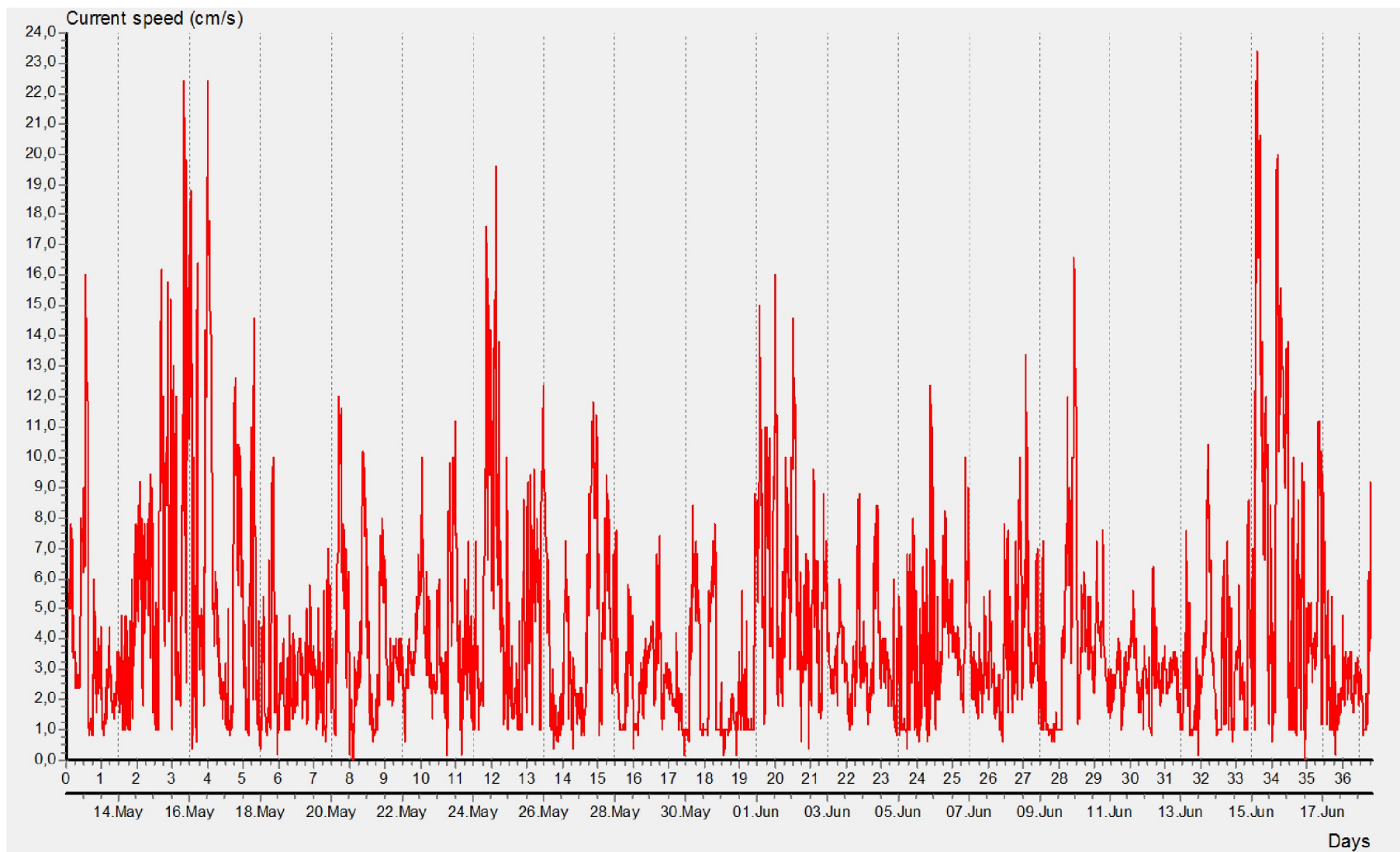
VEDLEGGSFIGURAR



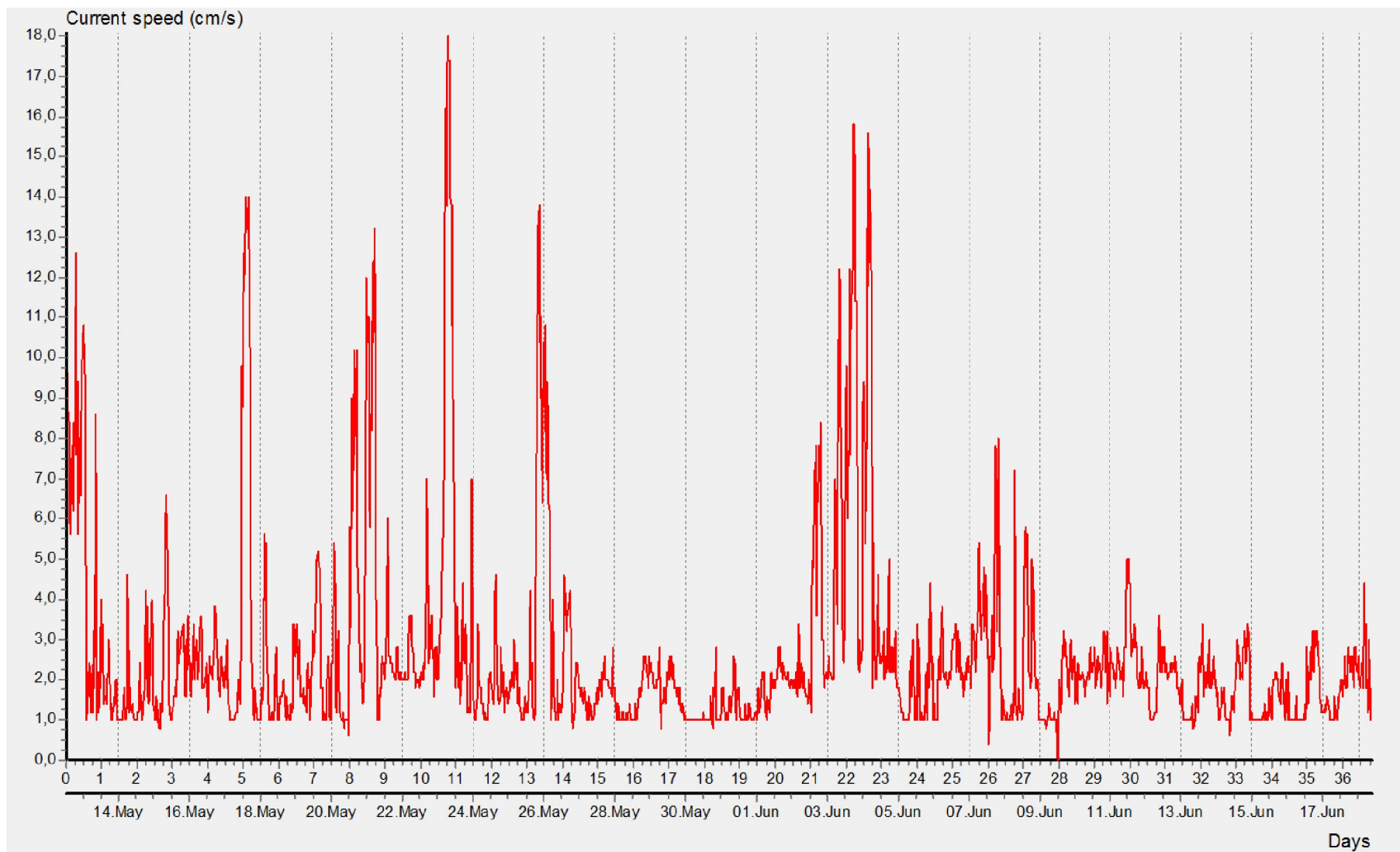
Vedleggsfigur 1. Temperatur målt sør for Duesund i perioden 12. mai – 18. juni 2015 på 5, 15, 90 og 140 m djup.



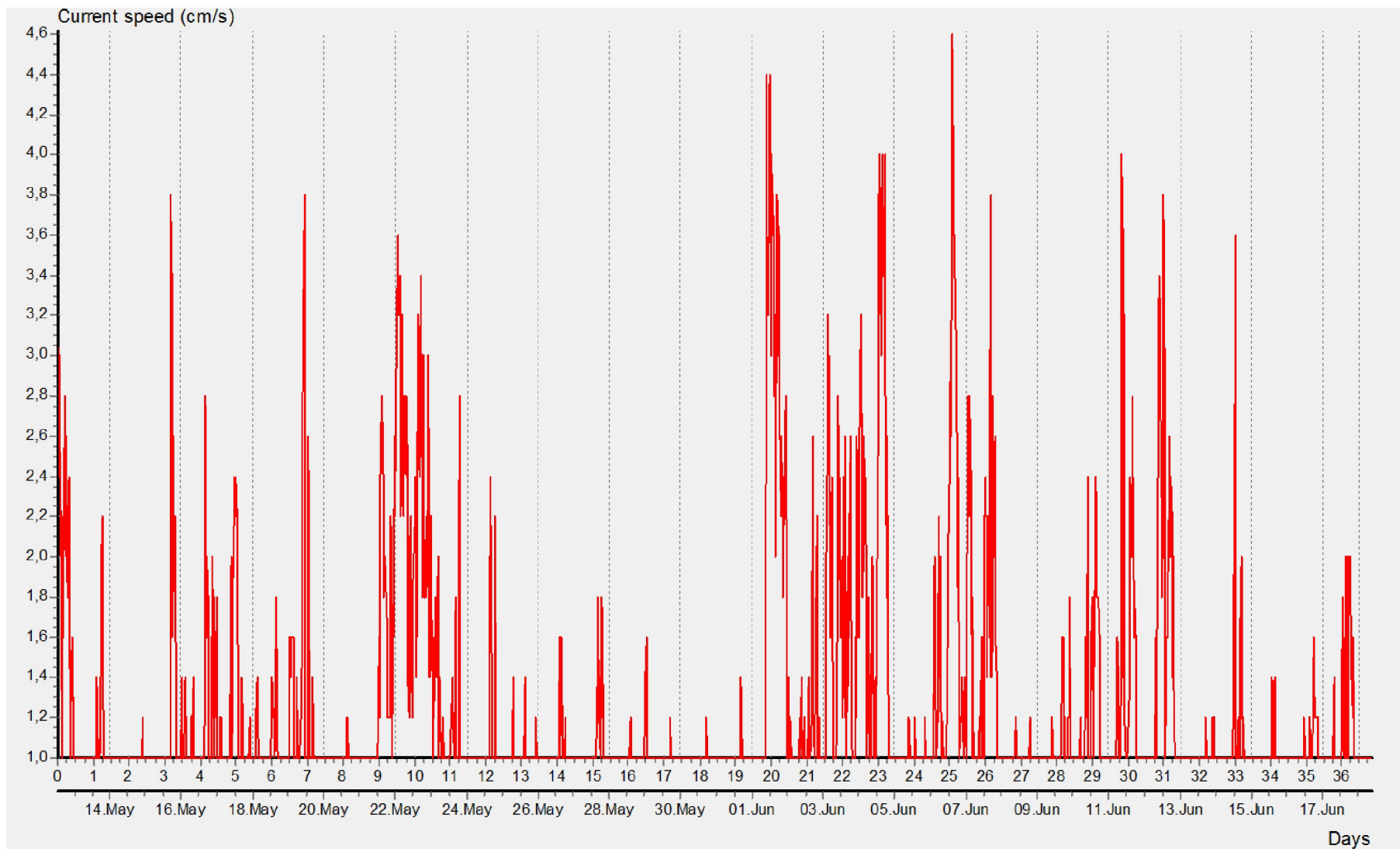
Vedleggsfigur 2. Straumhastighet sør for Duesund i Masfjorden kommune på 5 m djup i perioden 12. mai – 18. juni 2015.



Vedleggsfigur 3. Straumhastighet sør for Duesund i Masfjorden kommune på 15 m djup i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

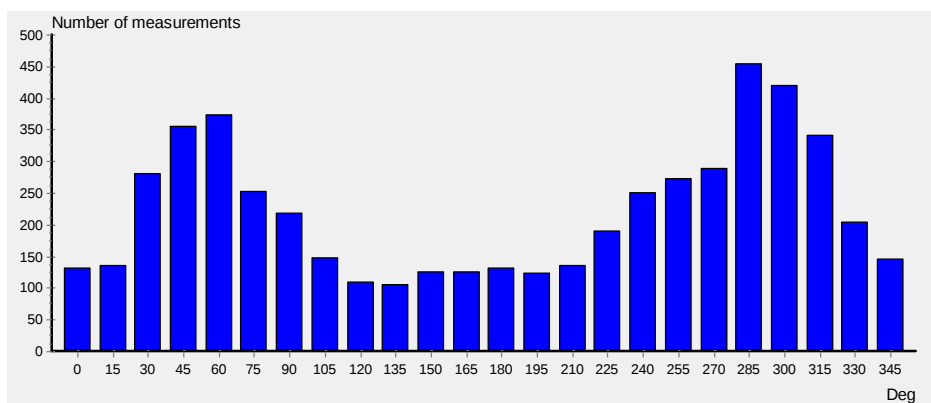


Vedleggsfigur 4. Straumhastighet sør for Duesund i Masfjorden kommune på 90 m djup i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

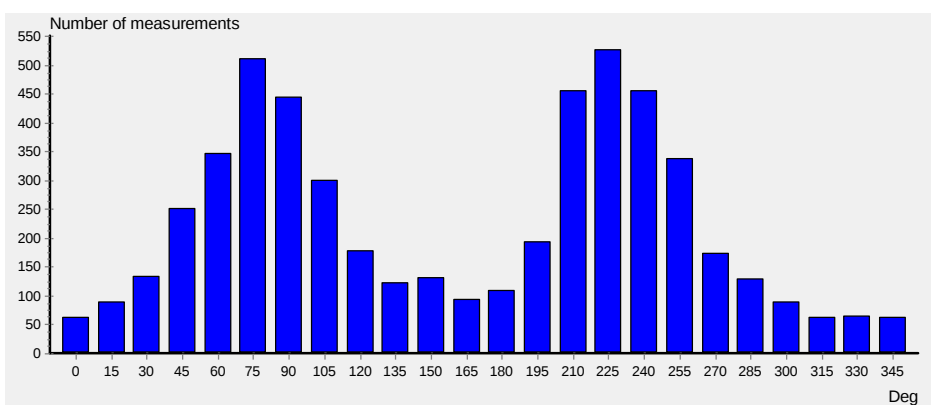


Vedleggsfigur 5. Straumhastighet sør for Duesund i Masfjorden kommune på 140 m djup i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

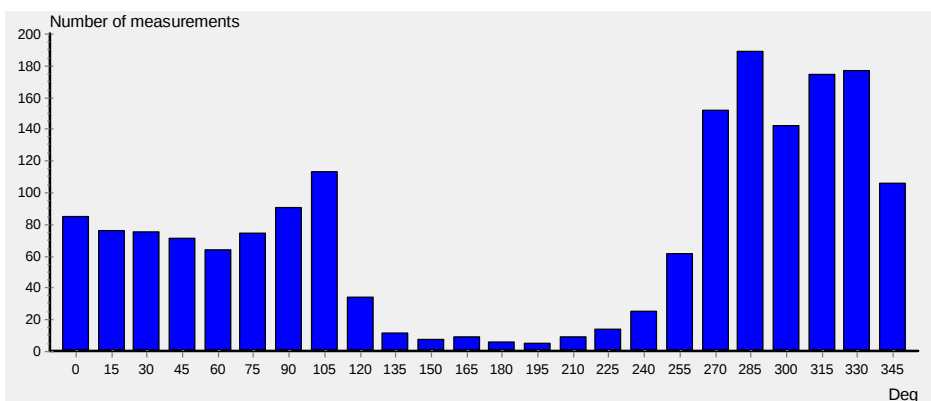
5 m



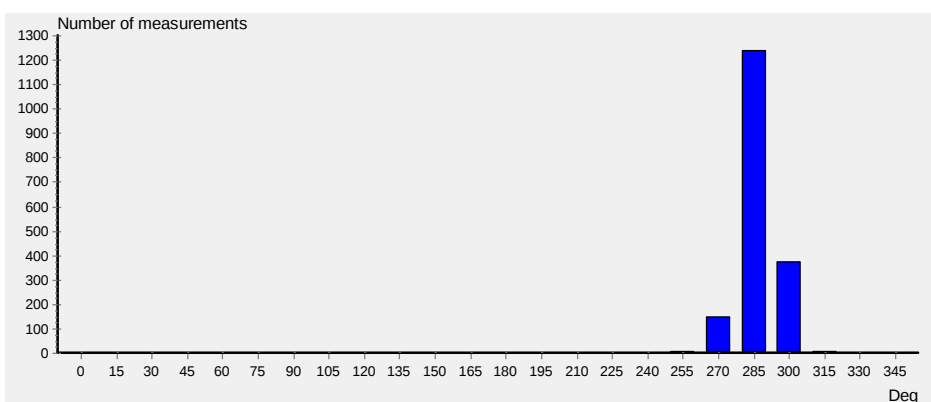
15 m



90 m

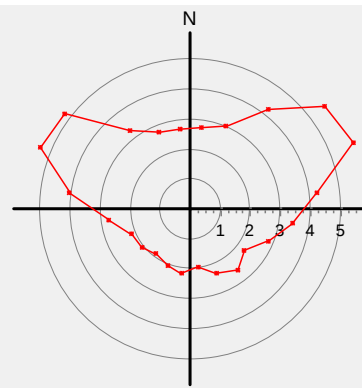
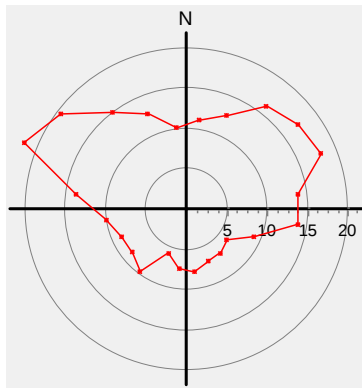


140 m

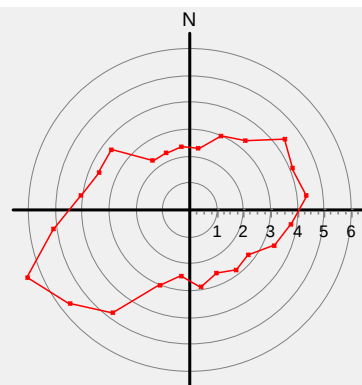
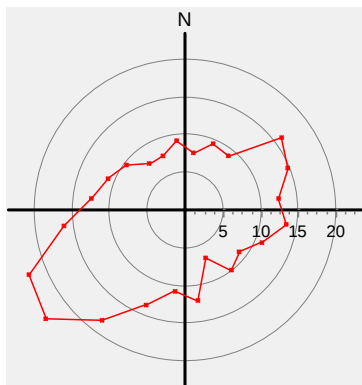


Vedleggsfigur 6. Fordeling av retning for målingane sør for Duesund i Masfjorden i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

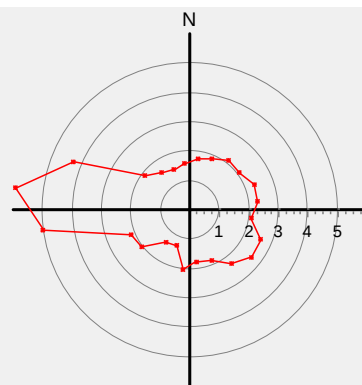
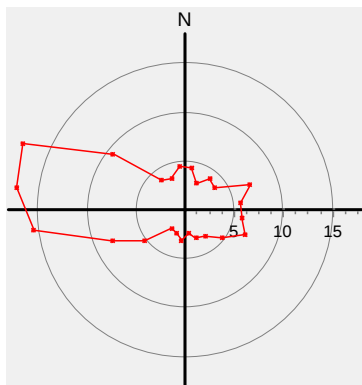
5 m



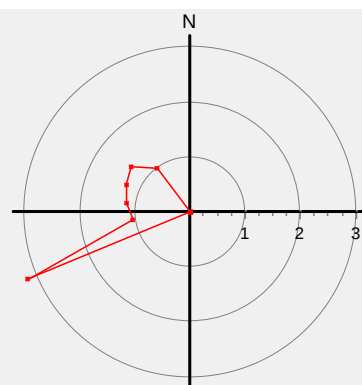
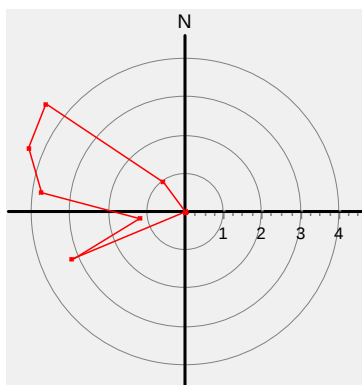
15 m



90 m



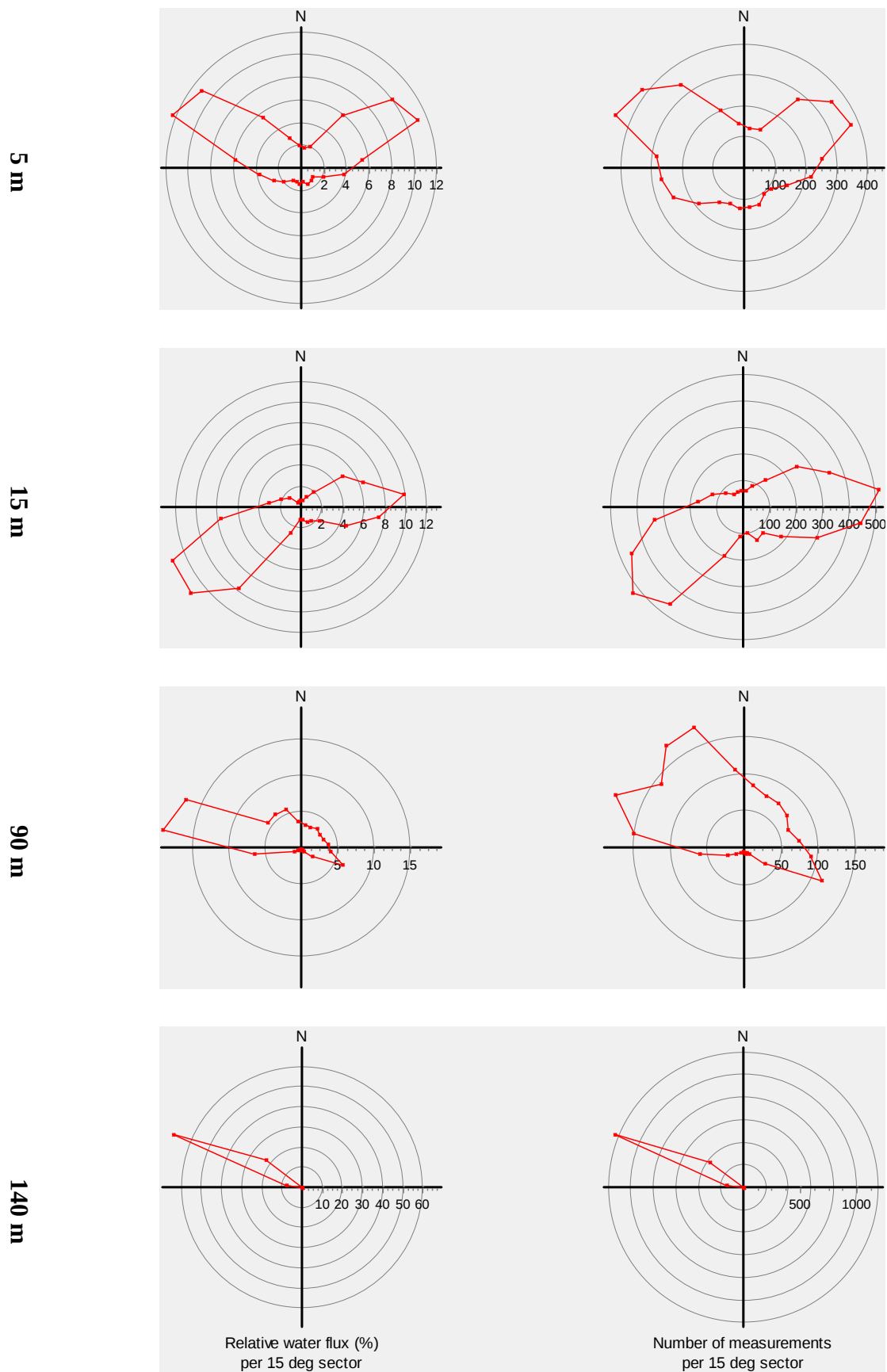
140 m



Maximum velocity (cm/s)
per 15 deg sector

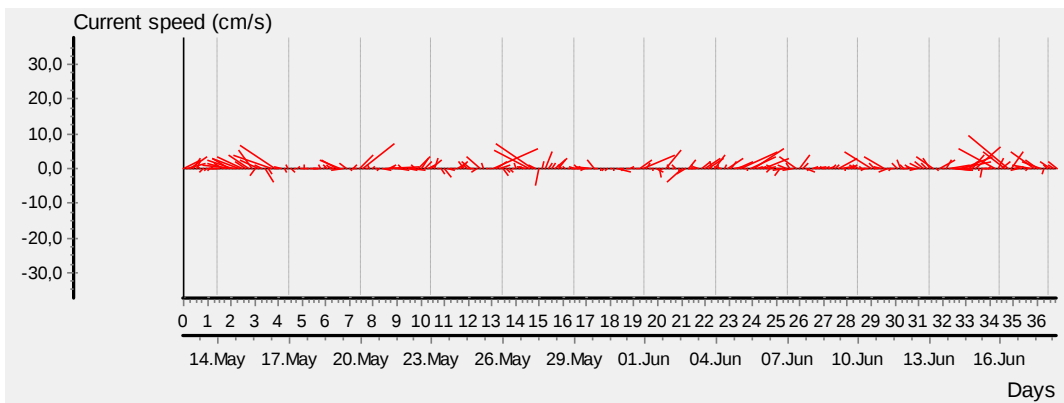
Mean velocity (cm/s)
per 15 deg sector

Vedleggsfigur 7. Maksimal (venstre) og gjennomsnittleg (høgre) straumhastighet for kvar 15° sektor for målingane sør for Duesund i Masfjorden i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

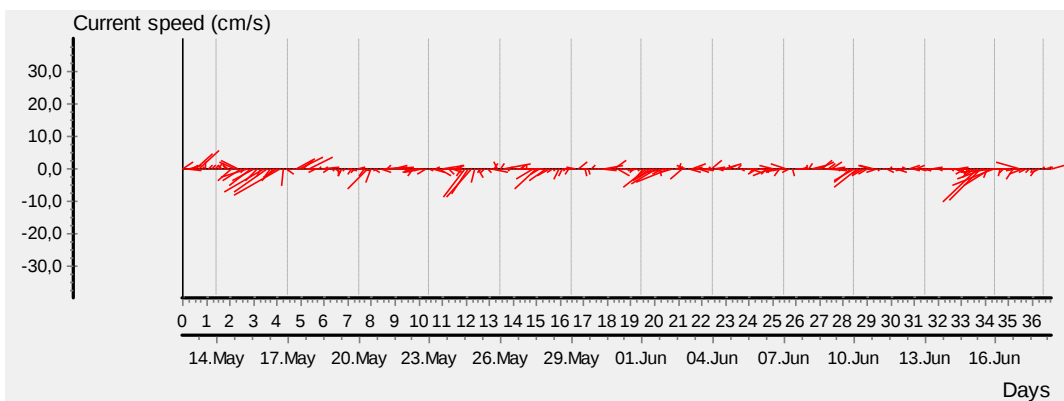


Vedleggsfigur 8. Flux/vasstransport (venstre) og antal målinger (høgre) for kvar 15° sektor for målingane sør for Duesund i Masfjorden i perioden 12. mai – 18. juni 2015.

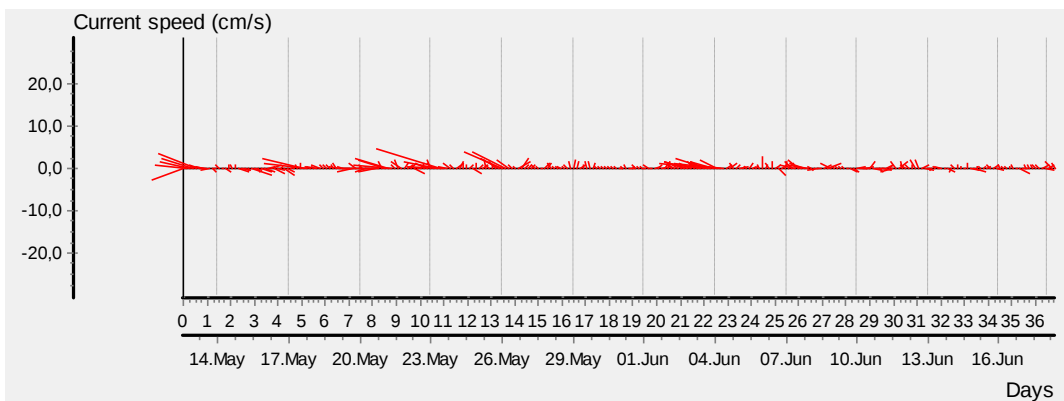
5 m



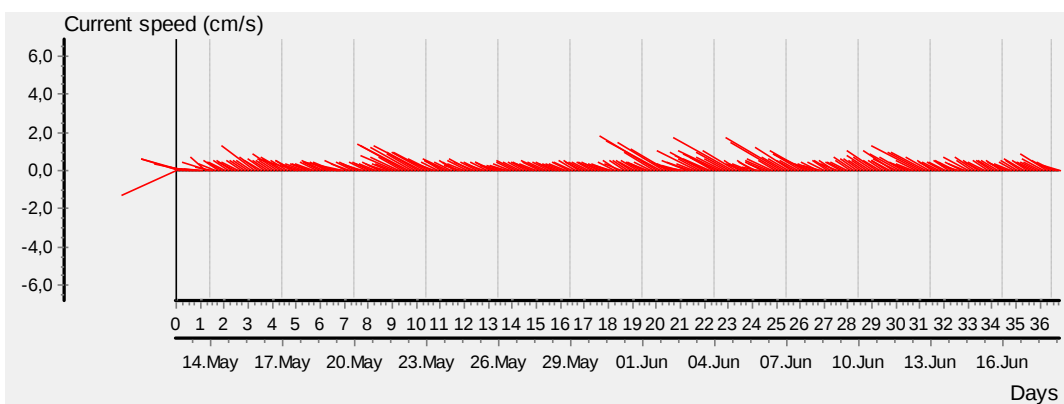
15 m



90 m



140 m



Vedleggsfigur 9. Stick-diagram for målingane sør for Duesund i Masfjorden i perioden 12. mai – 18. juni 2015.