

Straummåling ved Storskredbukti i Lindås, vinteren 2013



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

1711



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Straummåling ved Storskredbukti, vinteren 2013.

FORFATTARAR:

Thomas Tveit Furset & Erling Brekke

OPPDRAKSGIVAR:

Sjøtroll Havbruk AS

OPPDRAGET GITT:

19. desember 2012

ARBEIDET UTFØRT:

Januar - februar 2013

RAPPORT DATO:

26. mars 2013

RAPPORT NR:

1711

ANTAL SIDER:

38

ISBN NR:

Ikkje nummerert

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- Straummåling
- Lindås kommune

- Hordaland fylke

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

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Sjøtroll Havbruk AS utført straummålingar på stamfisklokaliteten Storskredbukti i Hindnesfjorden i Lindås kommune.

Sjøtroll Havbruk AS har i dag ein MTB på 780 tonn på lokaliteten. Det vart i 2008 utført straummåling for vassutskiftingsstraumen på 5 og 15 m djup på lokaliteten, medan det i samband med denne rapporten er målt spreingsstraum og botnstraum. Denne rapporten presenterer resultatane frå straummålingar på lokaliteten utført i perioden 17. mars – 15. april 2008 (5 og 15 m djup) og 25. januar - 22. februar 2013 (80 og 130 m djup).

Rådgivende Biologer AS takkar Sjøtroll Havbruk AS v/Kenneth Samland for oppdraget og for assistanse i samband med feltarbeidet.

Bergen, 26. mars 2013

INNHALD

Føreord.....	2
Innhald	2
Samandrag.....	3
Område- og lokalitetsskildding.....	5
Metodar.....	8
Resultat	11
Straummåling	11
Diskusjon og vurdering.....	18
Generelt om oppdretslokalitetar	20
Om Gytte straummålarar	23
Referansar	24
Vedleggstabellar.....	25
Vedleggsfigurar	30

SAMANDRAG

Furset T. T. & E. Brekke 2013

Straummåling ved Storskredbukti i Lindås kommune, vinteren 2013.

Rådgivende Biologer AS, rapport 1711, 38 sider.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Sjøtroll Havbruk AS gjennomført strømmåling på lokaliteten Storskredbukti i Lindås kommune. Lokaliteten ligg på austsida av Hindnesfjorden, om lag 4,5 km søraust for Oddane. Det er om lag 80 – 140 m djupt under anlegget, og botnen i området skrånar relativt bratt nedover mot nordvest i lokalitetsområdet. Lokaliteten ligg noko eksponert til for vindretningar frå nord til nordvest, og sør til søraust.

Lokalitet	Lok. nr	Eigar	Koordinat	MTB	Konsesjon
Storskredbukti	13566	Sjøtroll Havbruk AS	60°39,174 N / 5°25,181 Ø	780	H/OR 0017

Ein rigg med to strømmålarar (Sensordata SD 6000) var utplassert i lokalitetsområdet i perioden 25. januar – 21. februar 2013 for måling av spreingsstraum (80 m djup) og botnstraum (130 m djup). I 2008 vart det målt overflatestraum (5 m djup) og vassutskiftingsstraum (15 m djup) på lokaliteten (Nicolaysen 2008), resultatane frå denne målinga er også presentert i rapporten. Resultat frå målingane er oppsummert i **tabell 1** og **figur 1**:

Tabell 1. Oppsummering av straumdata for lokalitet Storskredbukti i Lindås kommune, i periodane 17. mars – 15. april 2008 (5 og 15 m djup), og 25. januar – 21. februar 2013 (80 og 130 m djup).

Målestad / djup	Middel hastighet (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastighet *	Maks hastighet (cm/s)	Andel straumstille periodar <2 cm/s >2,5 t (%)**	Tilstandsklasse andel straumstille periodar *	Hovudstraumretning(ar)
Storskredbukti 5 m	5,9	”middels”	30,4	2,8	-	SØ
Storskredbukti 15 m	4,7	”sterk”	24,3	4,8	-	SØ
Storskredbukti 80 m	1,5	”svak”	9,4	80,2	”svært høg”	ØSØ
Storskredbukti 130 m	1,1	”svært svak”	5,0	93,7	”svært høg”	Ø

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå tabell 4.

**Andelen straumstille periodar på 5 og 15 m djup er definert som andelen av målingar lågare enn 1 cm/s, og tabell 4 kan derfor ikkje brukast her



Figur 1. Enkel skisse over hovudstraumretningar (flux) og gjennomsnittleg straum-hastighet, basert på strømmålingane på Storskredbukti. Total lengde på pilene for kvart djup er relativ til middel

straumhastigheit på dette djupet.

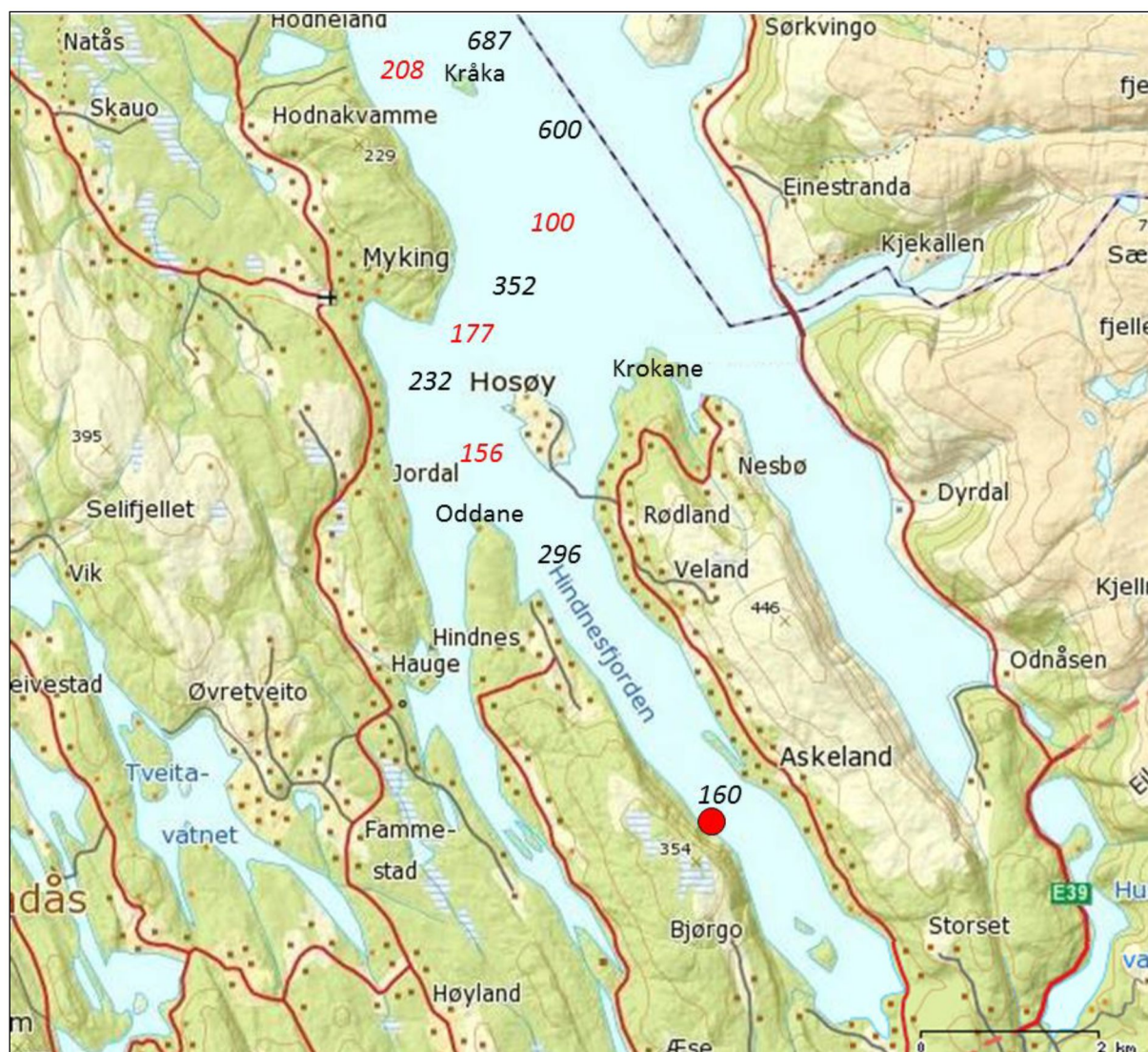
Straumbiletet ved Storskredbukti var i nokon grad påverka av tidevatn, men vind var ein viktig faktor for straumen på 5 og 15 m djup. Begge straummålingsseriane vart gjort i ein vinterperiode, og i 2008 var det moderat til mukje endringar i lufttrykk og mykje vind. Retninga til straumen var i all hovudsak langs land i lokalitetsområdet, mest innover fjorden mot søraust på 5 m djup. På 15 m djup gjekk straumen i periodar utover fjorden mot nordvest, men også her var hovudstraumretninga mot søraust. Straumen på 80 m djup gjekk i hovudsak mot austsøraust, men med litt innslag av straum mot vestnordvest. På 130 m djup var aust hovudstraumretninga, men med noko svak retningsstabilitet og med dreining i både nordleg og sørleg retning.

Straumretninga på lokaliteten var relativt stabil innover fjorden øvst i vassøyla, men episodar med vind såg ut til å midlertidig kunne endre dette. Då sterk vind frå nord auka straumfarten på 5 m djup mot søraust oppstod det ein kompensasjonsstraum mot nordvest på 15 m djup, og dette var tydeleg ved fleire tilfeller.

Straumtilhøva på Storskredbukti hamna i tilstandklasse middels på 5 m djup og sterk på 15 m djup. Saman med låg andel straumstille periodar på dei to øvste måledjupa er tilhøva for vassutskifting i merdane svært gunstig. Lengre nedover i vassøyla vart straumen klassifisert som svak på 80 m djup og svært svak på 130 m djup, og her var andelen straumstille periodar "svært høg" på begge djup. Med den bratte skrånande botnen under anlegget vil målinga på 80 m djup kunne representere botnstraumen på den grunnaste delen av anlegget. Tilhøva for spreining av organisk materiale frå oppdrett er truleg tilfredstillande for ein moderat produksjon.

OMRÅDE- OG LOKALITETSSKILDRING

Straummålinga er utført på lokaliteten Storskredbukti i Lindås kommune. Lokaliteten ligg på austsida av Hindnesfjorden, om lag 4,5 km søraust for Oddane (**figur 2**). Hindnesfjorden er 160 m djup ca 250 m nordaust for lokaliteten, og fjorden djupnast til 296 m djup like før terskelen nordaust for Oddane. Nordaust for terskelen som ligg på ca 156 m djup er ei djuphole på 232 m djup, og nordvest for denne ligg ein terskel på ca 177 m djup nordvest for Hosøy. Utanfor terskelen kjem ein ut i Austfjorden, her er det over 350 m djupt i ein djupål som vert gradvis grunnare mot nordvest til 208 m djup vest for Kråka. Nordvestover frå Krokane mot Kråka strekkjer ein rygg seg som er 100 m djup på det djupaste. Utanfor er Austfjorden over 650 m djup.



Figur 2. Oversiktskart over Hindnesfjorden og indre delar av Austfjorden. Lokaliteten er avmerka med raud sirkel. Tersklar og djupnepunkt er merka med høvesvis raud og svart skrift. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

Lokalitetsområdet

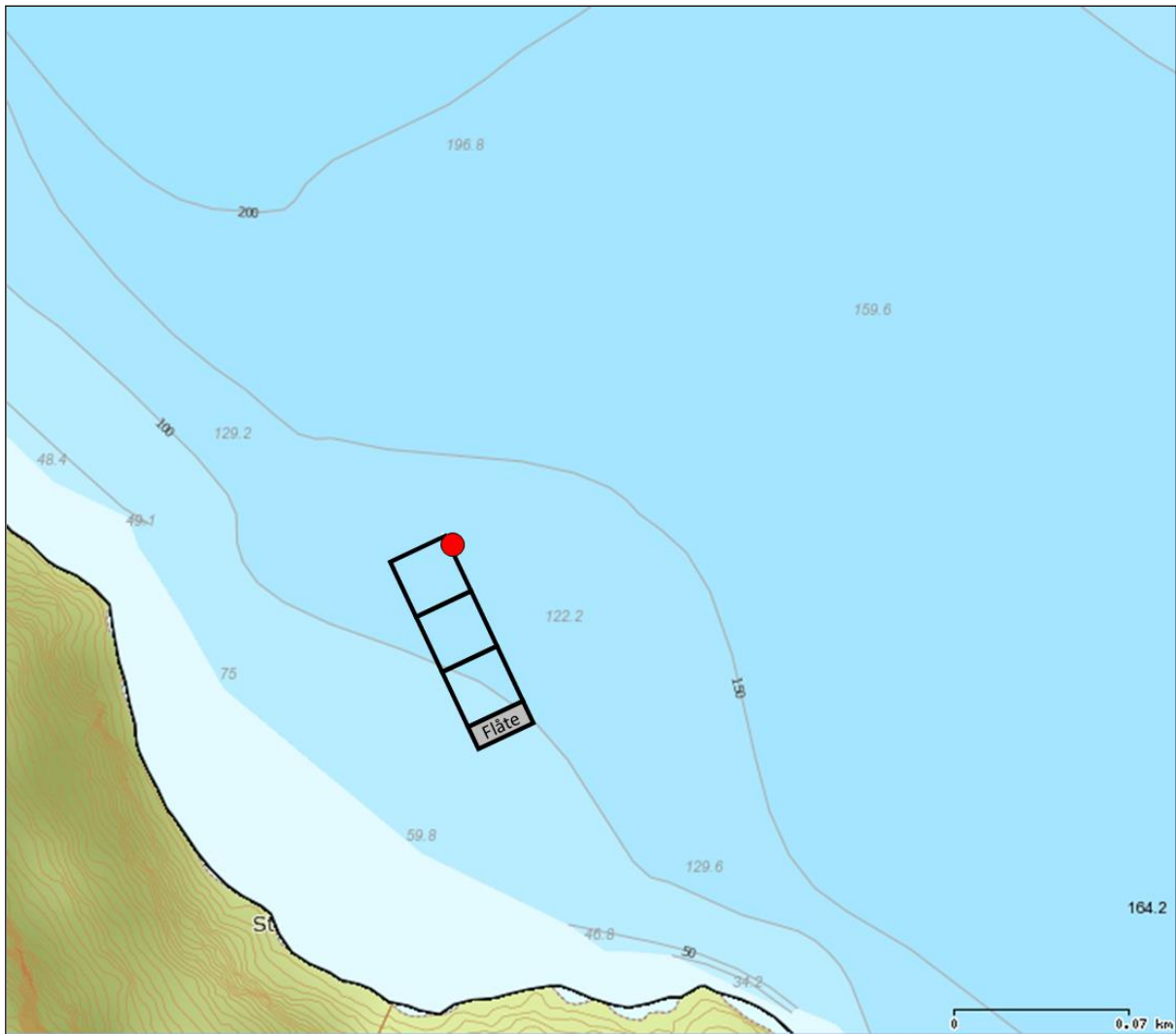
Ved lokalitetsområdet er Hindnesfjorden om lag 700 m brei. Nordaust for lokaliteten er det 160 m djupt, og det grunnast jamt innover fjorden frå lokalitetsområdet mot søraust. Utover fjorden, mot nordvest, vert det djupare (**figur 3**). Om lag 400 m nordnordaust for lokaliteten er det 250 m djupt, og knapt 1 km vidare djupnast det til 278 m. Her vert det igjen noko grunnare før det igjen djupnast slakt. Vidare utover fjorden er det noko varierte djupneforhold, det djupnast først til 282 m før det vert 260 m djupt, for så igjen å djupnast til 285 m like før terskelen på ca 156 m djup. Lokaliteten Storskredbukti ligg nok eksponert til for vind frå nord til nordvest og søraust til aust.



Figur 3. Djupnetilhøva i Hindnesfjorden nordvestover frå lokaliteten Storskredbukti, som er markert med raud sirkel. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

Anlegg og anleggsområdet

Anlegget på Storskredbukti består av 3 bur med innermåla 25 x 25 m, pluss forflåte som er integrert i anlegget (**figur 4**). Nøtene i anlegget er ca 30 m djupe. Dei tre bura ligg på ei rekke med lengderetning om lag nordvest – søraust. Botn i anleggsområdet er relativt bratt, og består truleg av steinur. Sørvest for lokaliteten er det ein bratt fjellvegg, og den bratte fjellveggen går rett i fjorden. Under anlegget sitt sørlege hjørne er det om lag 70 m djupt, og under anlegget sitt nordlege hjørne er det om lag 140 m djupt. Vidare mot nordaust djupnast det til 150 m djup før fjordbotnen flatar noko ut.



Figur 4. Oversikt over botntilhøva ved lokaliteten Storskredbukti. Anlegget er teikna inn etter GPS-posisjonar tatt under feltarbeidet. Posisjon for straumriggeren og sondeprofil er markert med raud sirkel. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

METODAR

Straummålingar

Dette kapitlet omhandlar målingane som vart gjort på 80 og 130 m djup av Rådgivende Biologer AS i 2013. For detaljar omkring målingane som vart gjort på 5 og 15 m i 2008 viser ein til Nicolaysen.

Generell instrumentbeskrivelse

Sensordata SD-6000 strauummålarar måler straum mekanisk, ved at straumen driv ein rotor rundt. Registrert straumfart er avhengig av antal omdreiningar av rotoren, samt retninga til målareren i måleperioden. Måleintervallet (10 eller 30 minutt) er delt opp i fem delintervall. På slutten av kvart delintervall blir retninga til målareren registrert, saman med antal omdreiningar (farten) i perioden. Dette gir ein fartsvektor for kvart delintervall. Det vert antatt at retninga til målareren ved slutten av kvart delintervall er representativ for retninga i delperioden. Ved slutten av kvart femte delintervall blir dei fem delvektorane addert, og ein får fartsvektoren for eitt måleintervall. Temperaturen vert lest av som ein momentanverdi på slutten av kvart femte delintervall. For nærare skildring av instrumentet viser ein til brukarmanualen (Mini current meter modell SD-6000, user's manual. Sensordata a.s., P.O.B. 88 Ulset, N 5873 Bergen Norway). Sjå også kapitlet "Om Gytte strauummålarar" bak i rapporten.

Utplassering

I perioden 25. januar – 21. februar 2013 var det utplassert ein rigg med to SD-6000 strauummålarar på lokaliteten Storskredbukti i posisjon N 60° 39,226', Ø 5° 25,149' (WGS 84) (**figur 4**). Spesifikasjonar for målarane og utsettet er oppgitt i **tabell 2**. Riggjen vart knytt fast i anlegget med eit tau ned til målareren på 80 m djup, og vidare med eit tau ned til målareren på 130 m djup. Under den nederste målareren festa ein eit kulelodd som hang like over botn. Riggjen hang på anlegget sitt djupaste punkt (**figur 4**).

Tabell 2. Oversikt over måleinstrument og måledata for målingane på Storskredbukti.

Produsent	Modell	Serienr	Måledjup	Måleintervall	Antal målingar	Måleperiode
Sensordata	SD-6000	117	80 m	30 min	1339	25.01.13–21.02.13
		1137	130 m	30 min	1339	

Begrunna målestad og representativitet

Posisjonen vart valt på bakgrunn av djupnetilhøve i området. På botnkart såg ein at botn i området var skrånande, og det såg ut til at det kunne vere fjellbotn i området. Ein valde å henge strauumriggen på hjørnet der det var djupast under anlegget (**figur 4**). Botnstraumen kan vere noko svakare her enn på dei delane av anlegget der det er grunnare. Målareren på 80 m djup (spreiingsstraumen) var plassert ca 50 m under notbotnen, og om lag midt mellom nota og botnen der målareren var plassert, men denne målareren vil også representere djupna for botnstraumen på den inste (sørlege) delen av anlegget.

Straumen vil truleg vere sterkast eit lite stykke ut frå land i lokalitetsområdet. Heilt inne ved land vil straumen bli bremsa noko, medan litt ut frå land vil straumen renne meir fritt. Når ein nærmar seg midten av fjorden er det truleg at straumen i periodar kan vere noko svakare, på grunn av at straumen ofte går i ulike retningar på kvar si side av fjorden på grunn av Coriolis-effekta. Det blir dermed danna eit straumsvakt felt mellom der straumen går i motsette retningar. Ved nokre høve, som t.d. ved oppstuvingsstraum, vil straumen gå i same retning i heile fjordbreidda, og straumfarten vil vere høg også midt i fjorden.

Bruk av vinddata frå meteorologiske stasjonar

Vinddata frå den næraste målestasjonen, Fedje, er henta inn frå <http://met.no/> for straummålingsperioden 17. mars – 15. april 2008. Vindretning og høgaste døgnlege vindhastigheit er teke omsyn til ved vurdering av straumbiletet ved lokaliteten, og er presentert i **vedleggstabell 9**. Vinddata for straummålingane i 2013 er ikkje henta inn sidan vind normalt ikkje har vesentleg innverknad på straumen på 80 og 130 m djup.

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 målestart og som driv med straumen og teiknar ein sti etter seg som funksjon av straumhastigheit og retning (kryssa i diagrammet syner berekna posisjon frå kvart startpunkt ved kvart døgnskifte). Når måleperioden er slutt har ein fått ein lang samanhengande strek, der **vektoren** vert den beine lina mellom start- og endepunktet på streken. Dersom ein deler lengda av vektoren på lengda av den faktiske lina vatnet har følgt, 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 straumstille periodar (**tabell 3**). 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 3. Rådgivende Biologer AS klassifisering av ulike tilhøve ved straummålingane, basert på fordeling av resultatata i eit omfattande erfaringsmateriale frå Vestlandet. Strømstille 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
Vassutsiftingsstraum (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 strømstille	svært lite	lite	middels	høg	svært høg
Overflatestraum (%)	< 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40	> 40
Vassutsiftingsstraum (%)	< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 50	> 50
Spreiingsstraum (%)	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Botnstraum (%)	< 25	25 - 50	50 - 75	75 - 90	> 90
Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
retningsstabilitet	svært stabil	stabil	middels stabil	lite stabil	svært lite stabil
Alle djup (Neumann parameter)	> 0,7	0,4 - 0,7	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	<0,1

Hydrografisk profil

Temperatur, saltinnhald og oksygeninnhald vart målt på vassøyla i same posisjon som straumriggeren vart satt den 25. januar 2013 ca kl 12.00 med ein SAIV SD 204 nedsenkbar STD/CTD sonde som logga data annakvart sekund. Sonden vart senka til botn på 146 m djup mellom i posisjon N 60° 39,226', Ø 5° 25,149' (WGS 84) (**figur 4**).

RESULTAT

STRAUMMÅLING

Straumbiletet øvst i vassøyla på Storskredbukti var i nokon grad påverka av tidevatn, men vind var også ein viktig faktor (**figur 5 & 6**). Heilt i starten av måleperioden i 2008 var det ein episode med sterk vind frå nordvest, og dette ser ut til å ha generert straum på 5 og 15 m djup. Den sterkaste straumen på 15 m djup vart registrert den første dagen i måleperioden. Frå 29. mars til 2. april var det noko meir straum på både 5 og 15 m djup. Gjennom heile denne perioden var vinden sterk og relativt stabil frå sørleg retning, men dette var mot straumretninga på 5 m djup. Den høgste straumen på 5 m djup vart målt 6. april 2008, og her var det også ein brå topp på 15 m djup. Vinden var moderat sterk og stabil frå nordleg retning i denne perioden. I slutten av måleperioden var det bra med straum på 5 m djup og aukande straum på 15 m djup, og her var vinden igjen moderat til sterk frå nordleg retning. Straumbiletet på 5 og 15 m djup var noko samanfallande når ein ser på straumstyrke relativt til djupna, men straumen gjekk ofte i motsatt retning då det var sterk straum. Det såg ikkje ut til å vere auka straumaktivitet i dagane rundt fullmåne 21. mars eller nymåne 6. april, bortsett frå den eine vidngenererte toppen 6. april. På 80 m djup var det noko straum enkelte dagar, og det såg ut til å vere relativt lite straumaktivitet midt i måleperioden. Frå målingane gjort på 130 m djup ser det ut til at straumen var noko jamnare i starten av måleperioden enn på 80 m djup, men den straumsvake perioden som ein såg midt i måleserien på 80 m djup ser ein og igjen her (**figur 7**).

Gjennomsnittstraumen var ”middels” på 5 og ”sterk” 15 m djup. På 80 og 130 m djup var straumen ”svak” og ”svært svak” i høve til djupna (**tabell 4**). Den sterkaste straumen vart målt på 5 m djup, noko som er vanleg på ein fjordlokalitet, og dette såg ut til å vere vindgenerert. Den maksimale straumhastigheita vart svakare for kvart djup nedover i vassøyla, og målingane var som forventa høve til djupna.

Retninga til straumen var i all hovudsak meir eller mindre langs land i lokalitetsområdet, mest innover Hindnesfjorden i søraustleg retning på 5 og 15 m djup (**tabell 4, figur 8 & 9**). Straumen på 80 m djup var relativt stabil mot austsøraust, medan på 130 m djup gjekk den mest mot aust.

Tabell 4. Oppsummering av straumdata for lokalitet Storskredbukti i Lindås kommune i perioden 17. mars – 15. april 2008 (5 og 15 m djup, Nicolaysen 2008) og 25. januar – 21. februar 2013 (80 og 130 m djup).

Målestad / djup	Middel hastighet (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastighet *	Maks hastighet (cm/s)	Hovudstraumretning(ar)
Storskredbukti 5 m	5,9	”middels”	30,4	SØ
Storskredbukti 15 m	4,7	”sterk”	24,3	SØ
Storskredbukti 80 m	1,5	”svak”	9,4	ØSØ
Storskredbukti 130 m	1,1	”svært svak”	5,0	Ø

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

KVALITETSVURDERING AV MÅLEDATA

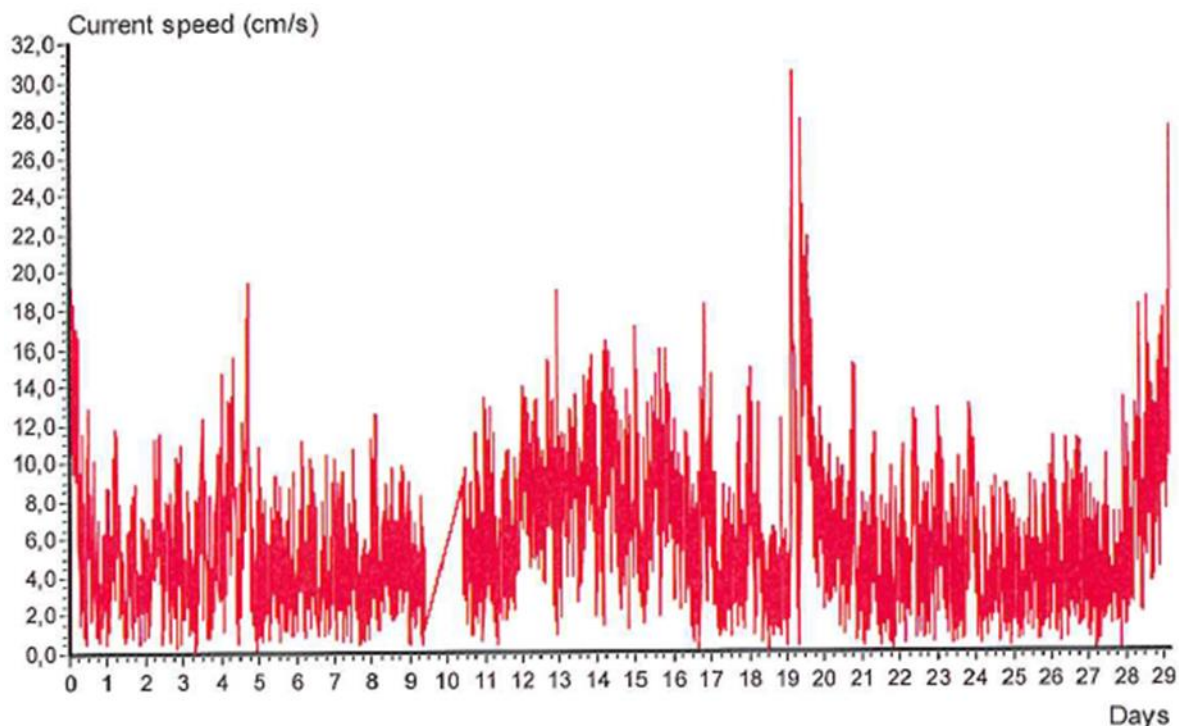
Faktorar som kan ha påverka målingane

Under måleperioden i 2008 måtte straummålarane takast ut av sjøen i ca eit døgn. Målingane frå dette døgnet vart fjerna frå måleserien, og straumen vart interpolert automatisk ved hjelp av SD6000 programmet. Det var elles ingen faktorar som såg ut til å ha påverka målingane. Under målingane i 2013 var det ingen synleg begriing på målarane etter endt måleperiode, og rotorane hadde ikkje merkbar tregheit. Då målingane pågjekk i 2013 var det anlegg med nøter på lokaliteten, men dette vil ikkje ha påverka straumbiletet så djupt som på 80 m djup og nedover.

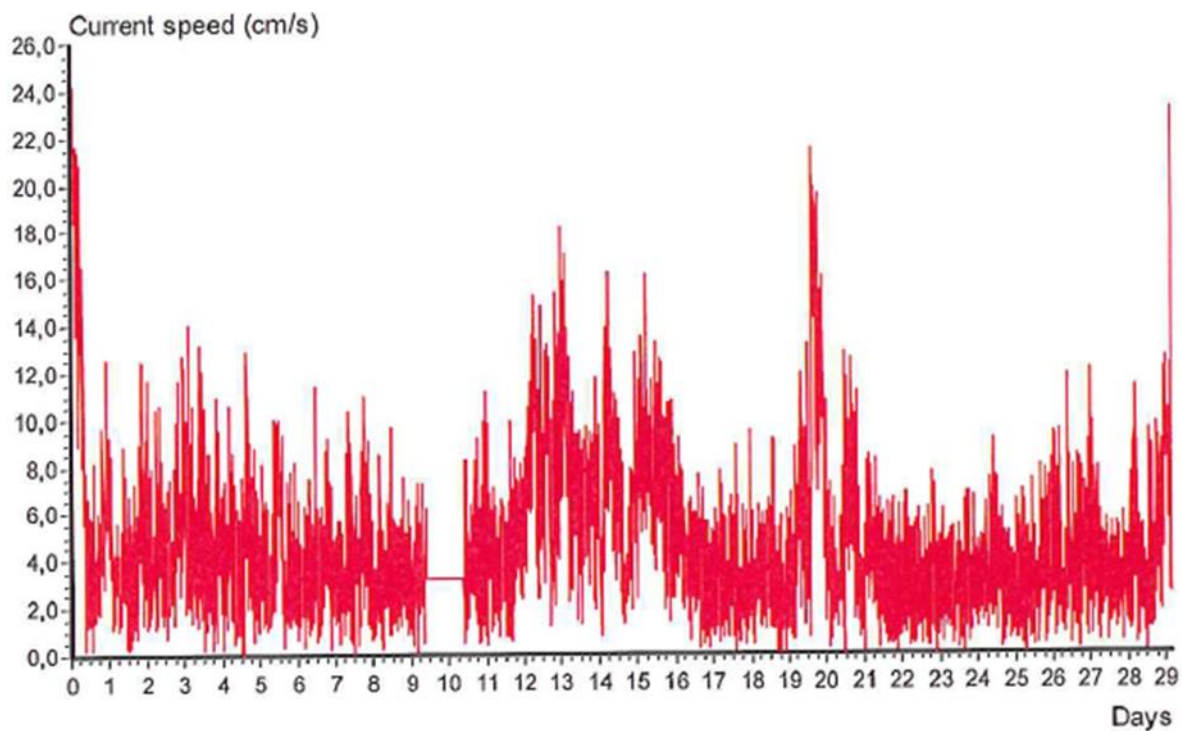
Truverde for målingane

Måleseriane tyda ikkje på at målarane var forstyrta på nokon måte, og som nevnt over var det ikkje begroing som såg ut til å ha begrensa funksjonaliteten til målarane. Det var heller ikkje mogeleg å sjå avvik i målingane, og ingen data vart forkasta (utanom før og etter utsett heilt i starten og slutten av måleperioden, og data frå avbruddet i 2008).

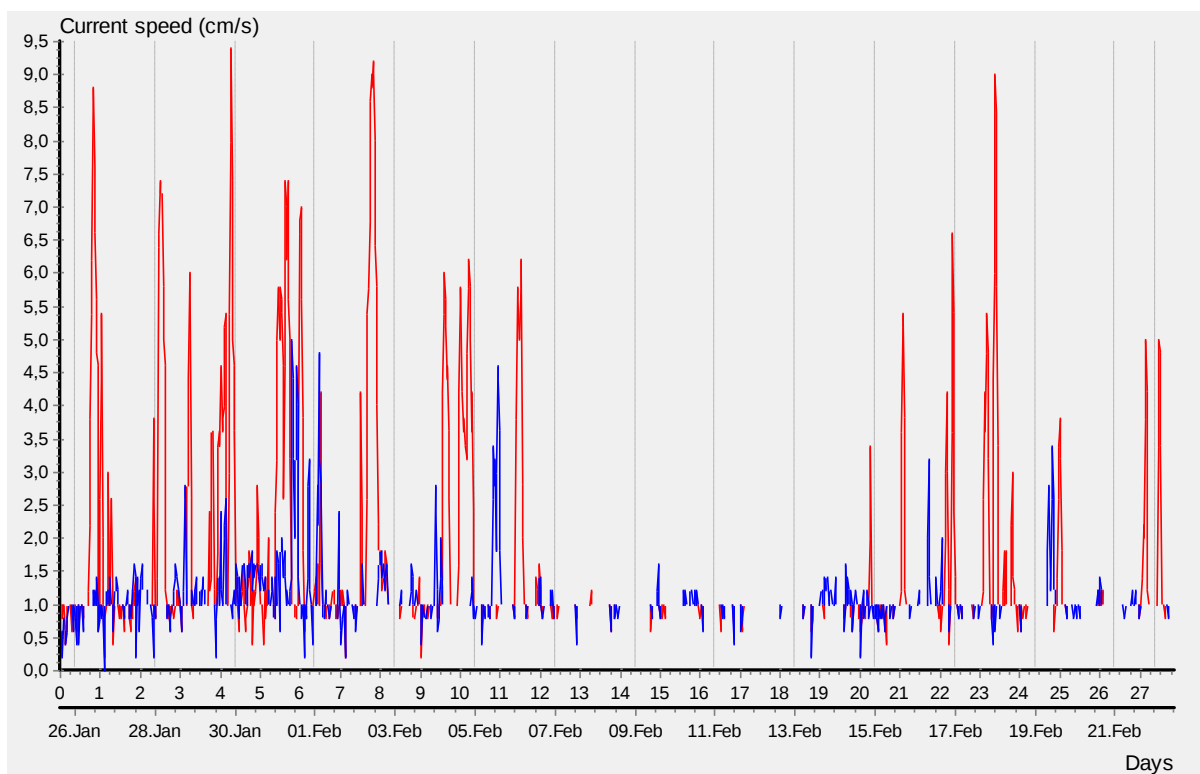
Båe straummålingane vart utført i ein vinterperiode. I 2008 var det moderat til mykje endringar i lufttrykk (<http://veret.gfi.uib.no/>), og med sterk vind store delar av perioden (**vedleggstabell 9**). Målingane er representative for ein moderat vekslende vindterperiode.



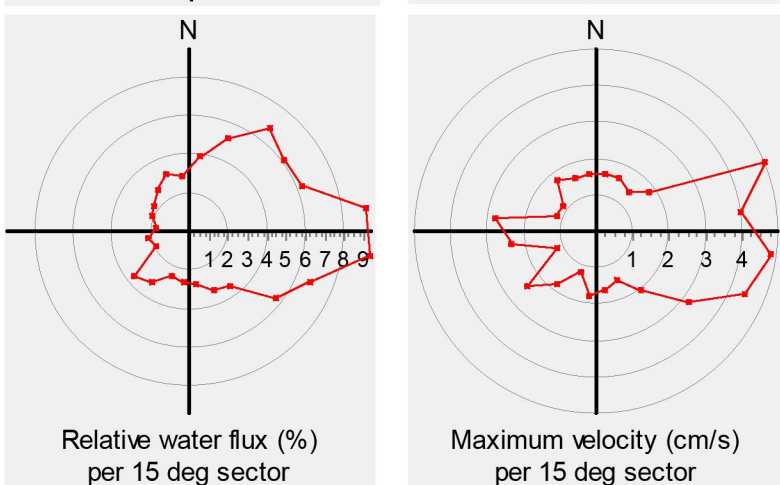
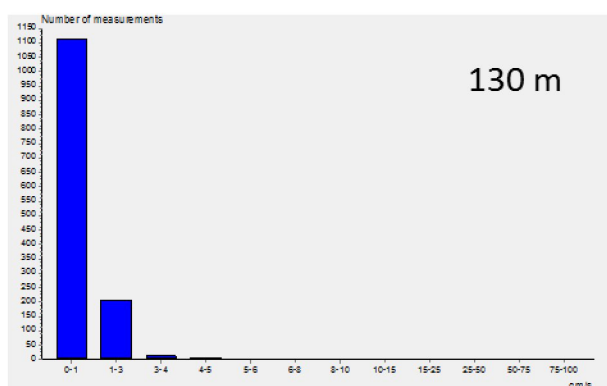
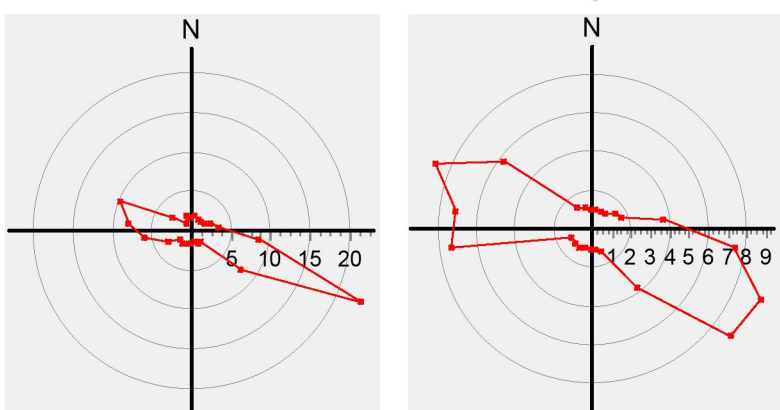
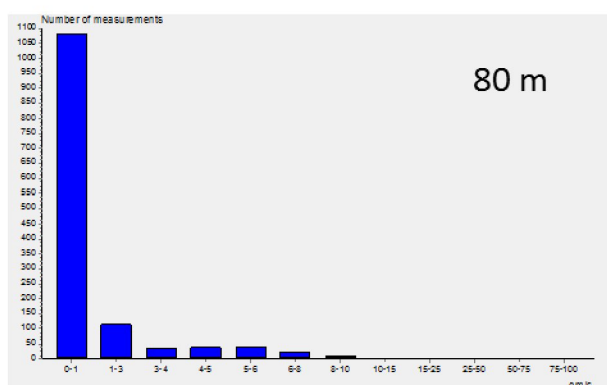
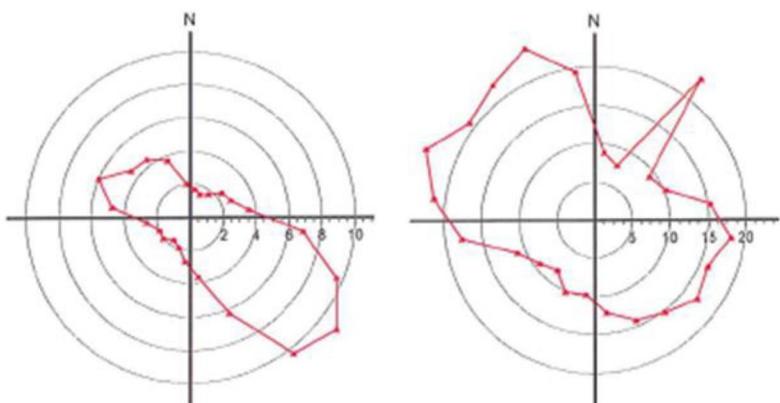
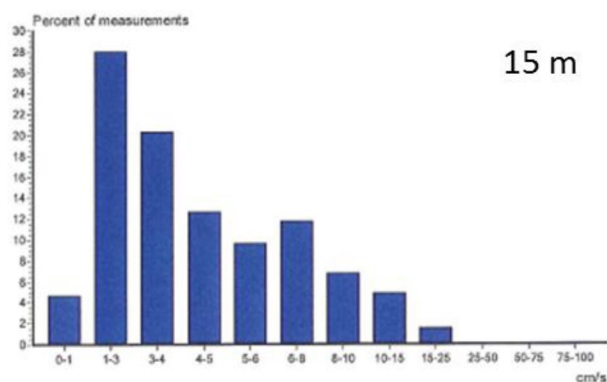
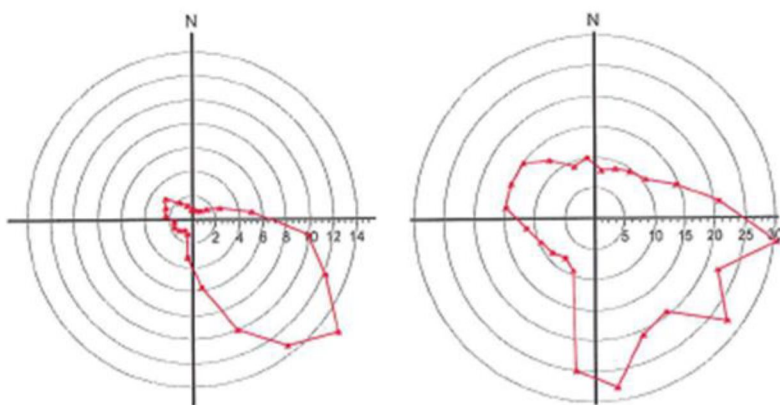
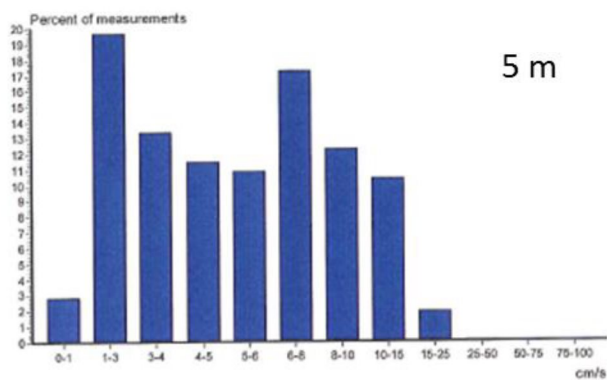
Figur 5. Straumhastighet på Storskredbukti i Lindås kommune på 5 m djup i perioden 17. mars – 15. april 2008. Måleintervall 10 min. (Nicolaysen 2008).



Figur 6. Straumhastighet på Storskredbukti i Lindås kommune på 15 m djup i perioden 17. mars – 15. april 2008. Måleintervall 10 min. (Nicolaysen 2008).



Figur 7. Straumhastighet på Storskredbukti i Lindås kommune på 80 m djup (raud) og 130 m djup (blå) i perioden 25. januar – 21. februar 2013. Måleintervall 30 min.

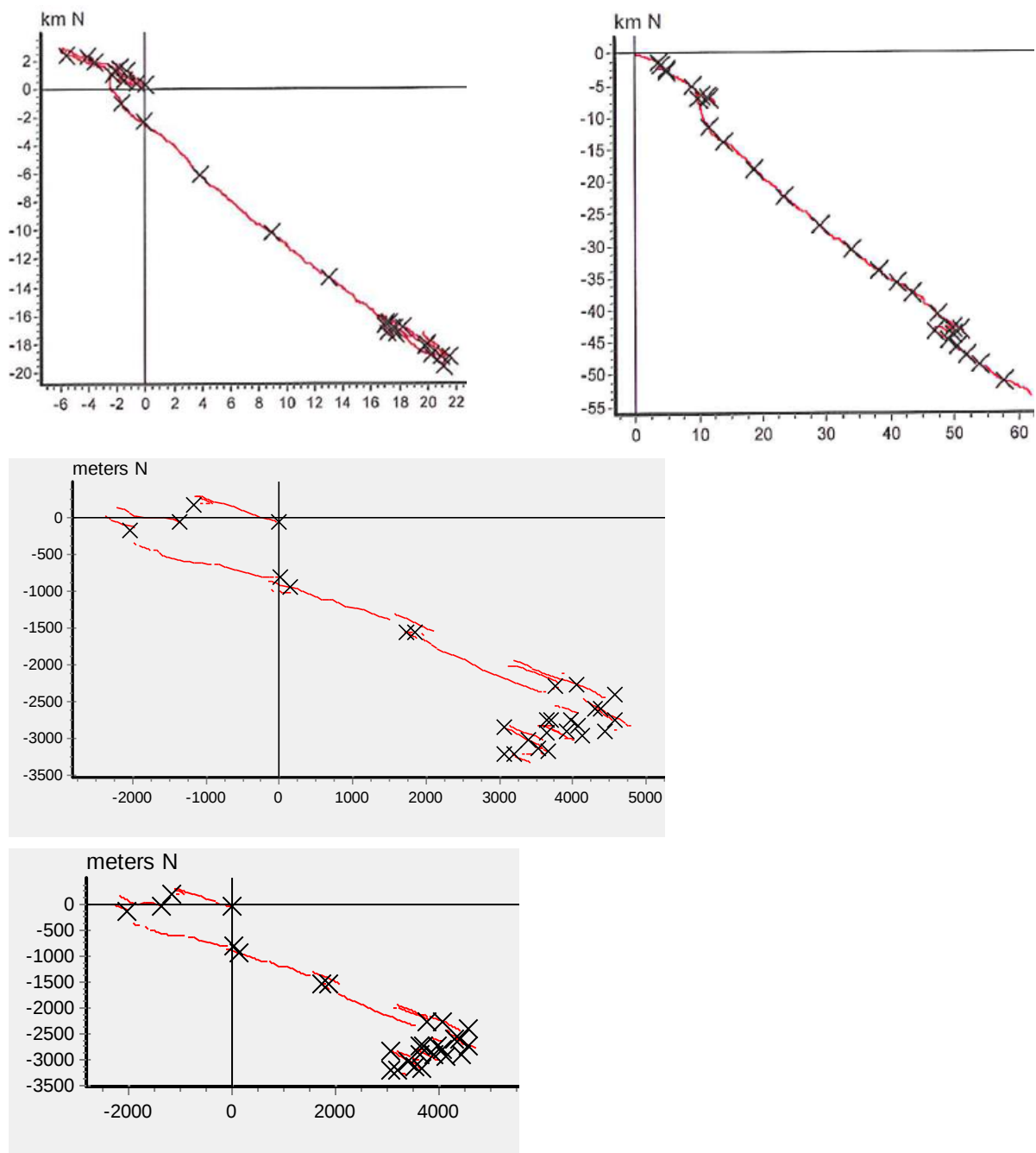


Figur 8. Fordeling av strømhastighet (venstre), samt flux/vasstransport (midten) og maksimal strømhastighet (høgre) for kvar 15° sektor på 5, 15, 80 og 130 m djup på Storskredbukti i Lindås kommune i periodane 17. mars – 15. april 2008 (Nicolaysen 2008), og 25. januar – 21. februar 2013.

Tabell 5. Skildring av hastighet, varians, stabilitet, og retning til straumen på Storskredbukti i Lindås kommune i periodane 17. mars – 15. april 2008 (Nicolaysen 2008), og 25. januar – 21. februar 2013.

Måledjup	Middel hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann-parameter	Tilstandsklasse Neumann-parameter*	Resultant-retning
5 meter	5,9	12,880	0.552	”stabil”	131° = SØ
15 meter	4,7	10,344	0.224	”middels stabil”	131° = SØ
80 meter	1,5	2,039	0.147	”lite stabil”	119° = ØSØ
130 meter	1,1	0,178	0.317	”middels stabil”	79° = Ø

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



Figur 9. Progressivt vektorplott for målingane på Storskredbukti i Lindås kommune i periodane 17. mars – 15. april 2008 (Nicolaysen 2008), og 25. januar – 21. februar 2013.

STRAUMSTILLE PERIODAR MED OMSYN PÅ VASSUTSKIFTING I MERDENE.

Det såg ut til å vere lite innslag av straumstille periodar på 5 og 15 m djup i høve til djupna, og andelen straumstille (<1 cm/s) på desse djupa var låg (**tabell 6**). Dette må seiast å vere svært bra med omsyn til at ein då vil ha ei tilnærma kontinuerleg vassutskifting i eit anlegg på lokaliteten. Innslaget av straumstille periodar (<2 cm/s) for spreingsstraumen på både 80 og 130 m djup var ”svært høg”, der ein kan forvente lite straum inne i ein fjord.

Tabell 6. Skildring av straumstille på lokaliteten Storskredbukti i Lindås kommune. Data for 5 og 15 m djup er henta frå Nicolaysen 2008. Her er straumstille periodar definert som total varighet av straum med hastigheit under 1 cm/s, og kun den prosentvise andelen av straumstille periodar er oppgitt, ein kan derfor ikkje bruke tilstandsklassane frå tabell 4. For 80 og 130 m er straumstille periodar oppgjeve som tal på observerte periodar av ei gitt lengde med straumhastigheit mindre enn 2 cm/s. Lengste straumstille periode er også oppgjeve, samt andelen straumstille definert som periodar med varigheit på 2,5 timar eller meir. Måleintervallet er 10 min på 5 og 15 meter og 30 min på 80 og 130 meters djup, og målingane er utført i periodane 15. mars – 17. april 2008 (Nicolaysen 2008) og 25. januar – 21. februar 2013.

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 straumstille periodar *
5 meter											2,8	
15 meter											4,8	
70 meter	15	9	5	2	0	0	0	1		208,0 t	80,2	”svært høg”
110 meter	7	2	3	2	2	0	0	0	1	256,5 t	93,7	”svært høg”

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

SJIKTNINGSTILHØVE

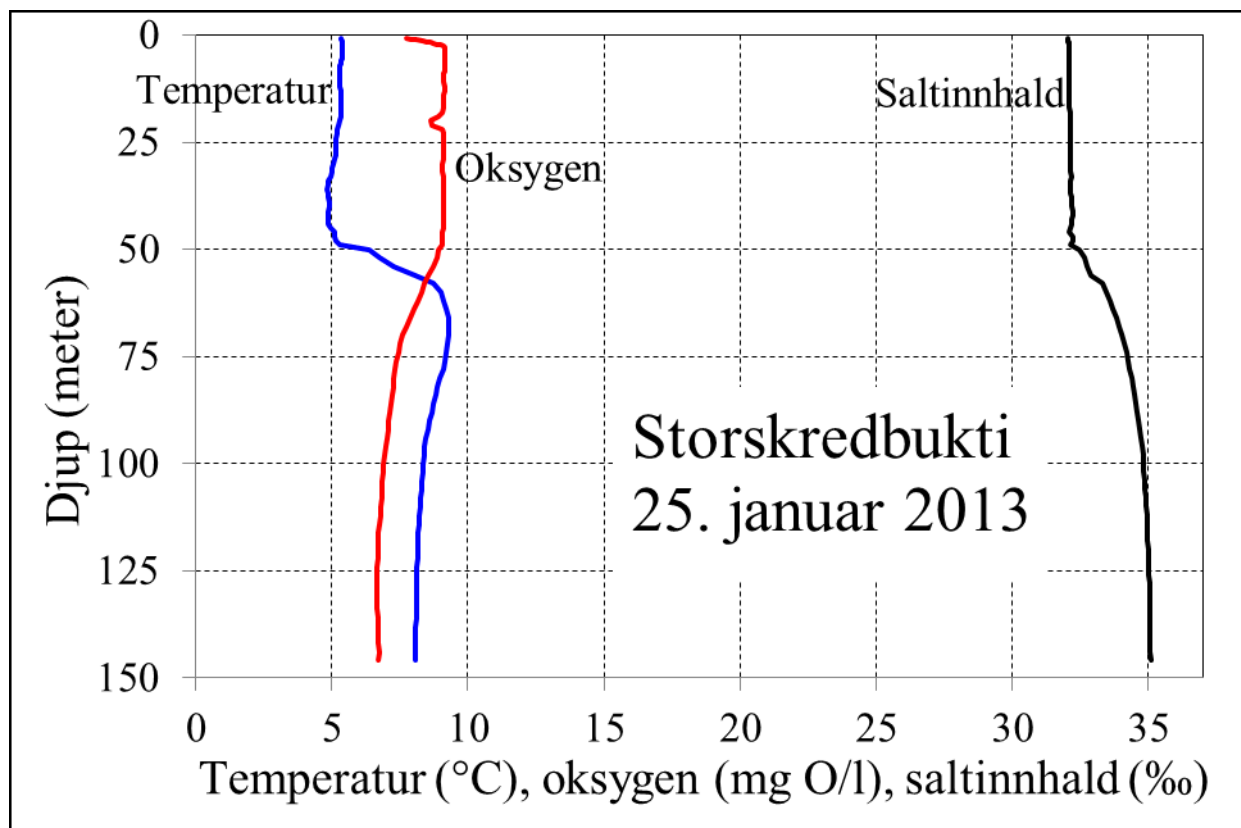
Temperatur, saltinnhald og oksygeninnhald vart målt i vassøyla til botn på 146 m djup på anleggets nordlege hjørne (jf. **figur 4**). Profilen vart teken 25. januar 2013 ca kl 12.00.

Profilen avspeglar ein typisk vintersituasjon med relativt homogene hydrografiske forhold, der det var noko kaldare og lågare saltinnhald øvst i vassøyla og eit tydeleg sjikt på rundt 50 m djup (**figur 10**).

Temperaturen var 5,3 °C i overflata. Nedover til 50 m djup var temperaturen relativt stabil, med eit minimum på 4,8 °C på 36 m djup. Frå 50 m djup steig temperaturen raskt, og på 70 m djup nådde den eit maksimum på 9,3 °C. Vidare nedover mot botn sokk temperaturen jamt, og på 146 m djup var temperaturen 8,1 °C.

Profilen viste at vassøyla var svakt ferskvasspåverka. I overflata var saltinnhaldet lågast med 32,1 ‰, og saltinnhaldet var svært stabilt ned til 50 m djup. Vidare nedover gjennom vassøyla auka saltinnhaldet jamt mot botn, og på 146 m djup var det 35,1 ‰.

Oksygeninnhaldet var relativt stabilt gjennom heile vassøyla. I overflata var innhaldet 7,7 mg O/l, noko som tilsvarar ei oksygenmetning på 78 %. På 3 m djup var oksygeninnhaldet 9,1 mg O/l, og det var stabilt ned til 50 m djup. Frå 50 m sokk oksygeninnhaldet jamt mot botn der det var 6,7 mg O/l, og det tilsvarar ei oksygenmetning på 73 %.



Figur 10. Måling av temperatur (°C), saltinnhald og oksygeninnhald (mg O/l) i vassøyla på Storskredbukti (jf. **figur 4**). Profilen er teken ned til 146 m djup i posisjon: N 60° 39,226', Ø 5° 25,149'.

DISKUSJON OG VURDERING

Straum

Begge strømmålingsseriane vart gjort i ein vinterperiode. I 2008 med moderat til mykje endringar i lufttrykk, og med sterk vind i store delar av perioden. Straumstyrken vart klassifisert som "middels sterk" på 5 m djup og "sterk" på 15 m djup, og dette viser at det er gode straumtilhøve for vassutskiftingsstraumen på lokaliteten.

Den gjennomsnittelege og maksimale straumhastigheita var høgast på 5 m djup, men forskjellen ned til 15 m djup var ikkje svært stor. Gjennom måleperioden låg straumen på 5 m djup jamt med toppar opp til 10 cm/s, men to episodar skilde seg ut med høgare straumstyrke. Den 5. april og i overgangen frå 14. til 15. april 2008 var dei to episodane med sterkast straum på 5 m djup. I begge desse periodane var det sterk vind frå nordleg retning. Heilt i starten av perioden såg ein det som såg ut til å vere slutten av ein straumtopp, også her var det vind frå nordleg retning med moderat styrke. Midt i perioden, frå omkring 29. mars til 2. april var det ein episode med moderat sterk straum. I denne perioden var det relativt sterk vind frå sørleg retning, medan straumen på 5 m djup gjekk mot sør. Det kan tenkjast at fjorden si lengderetning mot søraust, med den bratte fjellsida på fjorden si sørside, kan ha skapt lokale endringar som gjer til at vind frå denne retninga ikkje er straumgenererande. På 15 m djup ser ein dei same straumtoppane som på 5 m djup, men ved dei tre episodane med høg straumstyrke går straumen på 15 m djup mot nordvest. Truleg vil vindgenerert straum på 5 m djup skape ein kompensasjonsstraum på 15 m djup, slik at straumen går i motsatt retning på dette djupet. I perioden då ein hadde vind frå sørleg retning og ein auke i struamhastighet på 5 m var det og ein auke i straumhastighet på 15 m i same retning. Jamt over var straumen på 5 og 15 m djup temmeleg samanfallande med omsyn på straumstyrke relativt til djupna. Hovudstraumretninga var mot søraust på både 5 og 15 m djup, og på 5 m djup gjekk maksstraumen hovudsakeleg i same retning. På 15 m djup gjekk den sterkaste straumen hovudsakeleg mot nordvest, og dette heng saman med at sterk vindgenerert straum på 5 m djup fører til ein kompensasjonsstraum på 15 m djup.

På 80 m djup var spreingsstraumen "svak". Det såg ut til at straumen kom i ein til to pulsar i døgnet i første halvdel og siste veka av måleperioden, og hastigheita var då stort sett frå opp mot 5,5 til 9,5 cm/s. Frå 6. til 15. februar 2013 var det lite straumaktivitet på 80 m djup. På 130 m djup var straumen "svært svak". Her såg ein igjen nokre av dei same staumtoppane som på 80 m djup, og det var liten straumaktivitet som på 80 m djup frå 6. til 15. februar. Straumbiletet på 80 og 130 m djup er relativt normalt for ein fjordlokalitet. Storskredbukti ligg i tillegg langt inne i ein sidearm av ein større fjord, og straumaktiviteten på slike djup vil normalt avta så langt inne i ein fjord.

Den bratte botnen under anlegget gjer stor forskjell i djupne under det sørlege og nordlege hjørnet av anlegget, og djupna går her frå ca 80 til over 140 m. Spreingsstraumen som vart målt nord på anlegget kan soleis til ein viss grad tilsvare botnstraumen sør på anlegget. Dette vil ikkje føre til endring i tilstandsklassen for gjennomsnittleg straumstyrke og andel straumstille, men det vil kunne tyde på at tilhøva er noko betre ved botnen på denne delen av anlegget.

Den hydrografiske profilen viste eit sjikt på rundt 50 m djup. Over 50 m djup var temperaturen noko høgare enn djupare nede, og saltinnhaldet var noko lågare. Dette er normalt for ein fjordlokalitet på denne årstida, og ein vil normalt også sjå det igjen på sommaren då det er generelt lite vind og varme lufttemperaturar. Seint på hausten og tidleg på våren vil vind sørge for omrøring i vassøyla og dette vil føre til meir homogene hydrografiske forhold frå overflata og ned til botn.

Konklusjon

Straumtilhøva ved Storskredbukti vil truleg gje god vassutskifting i merdane. I øvste del av vassøyla var det bra med straum, og andelen straumstille periodar var liten. Spreiingsstraumen og botnstraumen viste svakare straumtilhøve i forhold til djupna, og det var svært høg andel av straumstille periodar. Dette kan vere lite gunstig med omsyn til spreining av organisk avfall, men vil truleg vere tilfredsstillande ved ein moderat produksjon. Ut frå djupnakart for området ser ein at botn skrånar temmeleg bratt ned mot nordaust, og sannsynlegvis er det fjellbotn under anlegget. Bratt fjellbotn er gunstig på den måten at organisk materiale vil skli og bli vaska nedover, og på den måten bli spreidd ut over eit større område og lette trykket på botnlevande organismar som omset og bryt ned dette.

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 bunnpåverknad 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 driftsnyklus. 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 tilførsel av oppløyst næringsstoff raskt bli ført bort. Tilførsel 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 tilførsel 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 vere 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 tilførsel 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 karakter 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 berevna 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

NICOLAYSEN K. I. 2008

Strømmåling – lokalitet Storskredbukti
Aqua Management AS, 2008, 28 sider, Arkivref: AM-NO-CUR-08/007

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.

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 (2007), sidene 367-381.

NORSK STANDARD NS 9410: 2007

Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
Standard Norge, 23 sider.

VEDLEGGSTABELLAR

Vedleggstabell 1. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompasssektorar og oppsummering av statistiske data på for målingane på 5 m djup på lokaliteten Storskredbukti. Måleperiode: 17. mars - 15. april 2008. Antal målingar: 4199. Intervalltid: 10 min. Henta frå Nicolaysen 2008.

	Current speed groups													Total flow	
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m ³ /m ²	%
0	14	23	16	8	3	8	0	0	0	0	0	0	1.7	1311	0.9
15	6	34	8	10	5	1	2	0	0	0	0	0	1.6	1206	0.8
30	5	22	17	9	7	5	3	0	0	0	0	0	1.6	1520	1.0
45	9	32	13	13	11	12	4	1	0	0	0	0	2.3	2179	1.5
60	1	36	14	13	17	24	11	5	0	0	0	0	2.9	3637	2.5
75	2	39	21	22	32	40	34	15	5	0	0	0	5.0	7563	5.1
90	5	44	33	38	35	75	52	49	16	1	0	0	8.3	14722	9.9
105	3	46	35	33	45	85	71	70	19	0	0	0	9.7	18094	12.2
120	4	44	56	45	54	106	93	110	9	1	0	0	12.4	22990	15.5
135	11	52	41	46	34	88	88	91	9	0	0	0	11.0	19753	13.3
150	3	42	31	28	29	84	68	50	9	0	0	0	8.2	14804	10.0
165	0	38	38	44	41	40	19	15	6	1	0	0	5.8	8360	5.6
180	10	67	23	17	13	20	6	10	4	1	0	0	4.1	4634	3.1
195	2	21	18	9	11	7	6	0	0	0	0	0	1.8	1872	1.3
210	4	29	16	13	10	8	0	0	0	0	0	0	1.9	1709	1.2
225	2	32	22	18	12	6	1	0	0	0	0	0	2.2	2057	1.4
240	6	30	21	15	10	14	6	0	0	0	0	0	2.4	2467	1.7
255	1	24	15	12	17	12	4	1	0	0	0	0	2.0	2253	1.5
270	11	37	29	15	12	16	7	6	0	0	0	0	3.2	3359	2.3
285	4	27	19	11	17	26	12	3	2	0	0	0	2.9	3741	2.5
300	3	26	33	19	15	24	15	6	0	0	0	0	3.4	4254	2.9
315	6	30	20	15	13	10	7	2	0	0	0	0	2.5	2566	1.7
330	5	25	12	16	7	10	4	0	0	0	0	0	1.9	1864	1.3
345	2	27	9	12	6	3	1	1	0	0	0	0	1.5	1262	0.9
Sum%	2.8	19.7	13.3	11.5	10.9	17.2	12.2	10.4	1.9	0.1	0.0	0.0			

STATISTICAL SUMMARY

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	5,9	4,1	3,4
Variance (cm/s) ²	12,880	10,517	8,146
Standard deviation (cm/s)	3,589	3,243	2,854
Mean standard deviation	0,610	0,785	0,832
Maximum current velocity	30,4		
Minimum current velocity	0,1		
Significant max velocity	9,9		
Significant min velocity	2,4		

Vedleggstabell 2. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar og oppsummering av statistiske data på for målingane på 15 m djup på lokaliteten Storskredbukti. Måleperiode: 17. mars - 15. april 2008. Antal målingar: 4199. Intervalltid: 10 min. Henta frå Nicolaysen 2008.

	Current speed groups													Total flow	
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m ³ /m ²	%
0	21	52	18	11	10	4	2	0	0	0	0	0	2.8	1987	1.7
15	10	43	18	12	8	5	0	0	0	0	0	0	2.3	1757	1.5
30	4	46	27	13	6	7	0	0	1	0	0	0	2.5	2081	1.8
45	6	53	30	24	16	7	1	0	0	0	0	0	3.3	2838	2.4
60	10	55	23	16	16	13	6	1	0	0	0	0	3.3	3133	2.7
75	4	57	39	17	21	19	9	2	1	0	0	0	4.0	4156	3.5
90	15	47	37	38	29	47	24	19	1	0	0	0	6.1	8023	6.8
105	7	70	56	48	43	58	44	23	1	0	0	0	8.3	11217	9.6
120	2	62	48	44	41	63	57	37	5	0	0	0	8.5	13050	11.1
135	6	53	61	37	35	61	37	47	1	0	0	0	8.0	12088	10.3
150	13	56	56	29	31	42	15	14	0	0	0	0	6.1	7303	6.2
165	2	44	40	25	24	18	8	4	0	0	0	0	3.9	4236	3.6
180	13	62	42	20	7	14	2	0	0	0	0	0	3.8	3141	2.7
195	8	42	36	14	6	4	3	1	0	0	0	0	2.7	2230	1.9
210	3	36	39	9	4	8	1	0	0	0	0	0	2.4	2004	1.7
225	7	37	43	14	12	4	2	0	0	0	0	0	2.8	2416	2.1
240	6	53	32	10	8	8	2	2	0	0	0	0	2.9	2389	2.0
255	5	39	31	16	10	8	8	4	2	0	0	0	2.9	3115	2.7
270	22	52	43	19	15	14	7	12	11	0	0	0	4.6	5679	4.8
285	7	46	27	28	22	24	18	12	14	0	0	0	4.7	7082	6.0
300	9	45	26	28	9	21	16	10	7	0	0	0	4.1	5344	4.6
315	6	40	35	17	16	17	10	6	11	0	0	0	3.8	5204	4.4
330	10	53	29	26	8	16	7	6	5	0	0	0	3.8	4382	3.7
345	1	33	18	15	4	11	5	2	2	0	0	0	2.2	2376	2.0
Sum%	4.7	28.0	20.3	12.6	9.5	11.7	6.8	4.8	1.5	0.0	0.0	0.0			

STATISTICAL SUMMARY

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	4,7	3,3	2,7
Variance (cm/s) ²	10,334	8,251	5,648
Standard deviation (cm/s)	3,215	2,872	2,377
Mean standard deviation	0,691	0,880	0,871
Maximum current velocity	24,3		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	8,2		
Significant min velocity	1,9		

Vedleggstabell 3. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 80 m djup for lokaliteten Storskredbukti. Måleperiode: 25. januar - 21. februar 2013. Antal målingar: 1339. 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	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1	724	2.0	1.0
15	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	623	1.7	1.0
30	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	572	1.6	1.0
45	35	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	652	1.8	1.4
60	46	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8	940	2.6	1.6
75	54	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.6	1206	3.3	3.6
90	59	21	5	3	4	2	0	0	0	0	0	0	7.0	3006	8.3	7.4
105	40	19	16	17	19	12	7	0	0	0	0	0	9.7	8334	23.2	9.4
120	44	10	6	5	6	1	1	0	0	0	0	0	5.5	2819	7.8	9.0
135	29	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	608	1.7	3.8
150	36	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	641	1.8	1.2
165	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9	439	1.2	1.0
180	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	569	1.6	1.0
195	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4	558	1.6	1.0
210	39	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.0	706	2.0	1.2
225	37	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	666	1.9	1.2
240	64	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.0	1181	3.3	1.2
255	89	10	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	7.6	2225	6.2	7.4
270	81	20	3	4	0	3	0	0	0	0	0	0	8.3	2977	8.3	7.2
285	78	5	2	6	7	3	2	0	0	0	0	0	7.7	3546	9.9	8.8
300	43	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3.8	1098	3.1	5.8
315	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1	500	1.4	1.4
330	43	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	767	2.1	1.2
345	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	644	1.8	1.0
Sum%	80.7	8.7	2.6	2.8	2.8	1.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		36000		9.4

STATISTICAL SUMMARY

File name: Storskrebukti 80 m.SD6

Ref. number: 117

Series number: 1

Interval time: 30 Minutes

Number of measurements in data set: 1339

Data displayed from: 15:02 - 25.Jan-13 To: 12:02 - 22.Feb-13

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	1,5	1,2	0,7
Variance (cm/s) ²	2,039	2,002	0,349
Standard deviation (cm/s)	1,428	1,415	0,590
Mean standard deviation	0,956	1,164	0,887
Maximum current velocity	9,4		
Minimum current velocity	0,2		
Significant max velocity	2,6		
Significant min velocity	0,9		

Vedleggstabell 4. Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 80 m djup ved lokalitet Storskredbukti gjennom perioden 25. januar - 21. februar 2013.

Vedleggstabell 5. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompasssektorar på 130 m djup for lokaliteten Storskredbukti. Måleperiode: 25. januar - 21. februar 2013. Antal målingar: 1339. 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	51	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.3	1022	3.9	1.6
15	69	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.7	1361	5.2	1.6
30	80	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.1	1760	6.7	1.4
45	68	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.2	1595	6.1	1.8
60	53	20	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5.7	1649	6.3	5.0
75	79	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.2	2387	9.2	4.0
90	59	21	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6.7	2459	9.4	4.8
105	63	22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4	1753	6.7	4.4
120	66	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.8	1454	5.6	3.2
135	47	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7	907	3.5	2.0
150	47	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.6	846	3.2	1.4
165	33	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	713	2.7	1.6
180	35	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	691	2.7	1.8
195	32	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	648	2.5	1.2
210	40	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4	853	3.3	1.8
225	36	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.6	965	3.7	2.4
240	26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	504	1.9	1.2
255	27	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	569	2.2	2.4
270	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9	461	1.8	2.8
285	31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4	554	2.1	1.2
300	31	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	598	2.3	1.2
315	38	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1	713	2.7	1.8
330	42	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	853	3.3	1.6
345	41	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	767	2.9	1.6
Sum%	83.3	15.4	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		26082		5.0

Vedleggstabell 6. Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 80 m djup ved lokalitet Storskredbukti gjennom perioden 25. januar - 21. februar 2013.

STATISTICAL SUMMARY			
File name: Storskredbukti 130 m.SD6	Ref. number: 1317		
Series number: 1	Interval time: 30 Minutes		
Number of measurements in data set: 1339			
Data displayed from: 14:59 - 25.Jan-13	To: 11:59 - 22.Feb-13		
	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	1,1	0,7	0,6
Variance (cm/s) ²	0,178	0,286	0,109
Standard deviation (cm/s)	0,422	0,535	0,330
Mean standard deviation	0,390	0,715	0,526
Maximum current velocity	5,0		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	1,3		
Significant min velocity	0,9		

Vedleggstabell 7. Vindretning og høgaste døgnlige vindhastighet ved målestasjonen Flesland, i perioden 17. mars – 15. april 2008. Tabellen er henta frå <http://met.no/>.

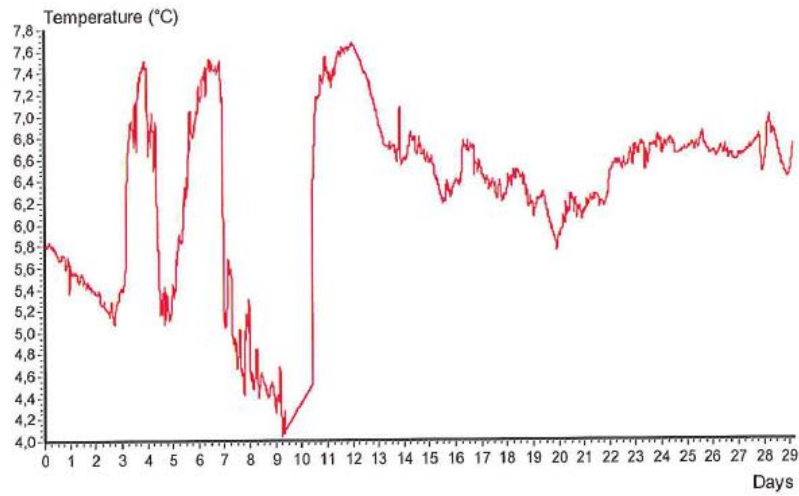
Stasjoner							
Stnr	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Kommune	Fylke	Region
52535	FEDJE	aug 2004		19	FEDJE	HORDALAND	VESTLANDET

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
PRM	Midlere lufttrykk, havnivå	hPa

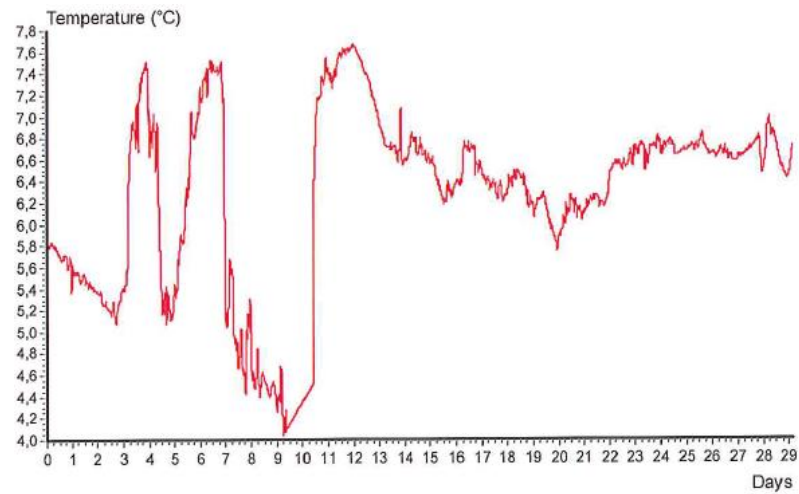
Stnr	Dato	DD06	DD12	DD18	FFX	PRM
52535	17.03.2008	347	301	330	13,5	1009,3
52535	18.03.2008	358	333	343	11,4	1011,4
52535	19.03.2008	337	14	320	10,1	1014,4
52535	20.03.2008	147	158	145	18,5	989,8
52535	21.03.2008	38	62	43	11,9	987,8
52535	22.03.2008	14	323	139	7,4	1001,3
52535	23.03.2008	127	297	356	10,6	992,0
52535	24.03.2008	21	347	35	7,0	988,9
52535	25.03.2008	107	358	40	9,6	991,8
52535	26.03.2008	94	191	243	5,2	998,2
52535	27.03.2008	125	138	194	14,3	1000,0
52535	28.03.2008	80	158	115	15,0	997,3
52535	29.03.2008	165	178	167	13,0	995,8
52535	30.03.2008	118	145	166	14,5	995,6
52535	31.03.2008	168	175	176	13,6	1008,4
52535	01.04.2008	149	135	137	16,0	1006,7
52535	02.04.2008	55	312	341	7,6	1013,0
52535	03.04.2008	349	289	203	9,4	1023,2
52535	04.04.2008	180	250	251	15,9	1009,3
52535	05.04.2008	343	344	355	14,5	1004,4
52535	06.04.2008	21	8	42	10,2	1002,0
52535	07.04.2008	249	39	182	8,5	1001,1
52535	08.04.2008	172	181	309	12,6	1004,1
52535	09.04.2008	82	336	359	6,9	998,4
52535	10.04.2008	106	198	79	9,4	996,6
52535	11.04.2008	152	180	179	9,6	1003,2
52535	12.04.2008	61	119	9	7,1	1002,7
52535	13.04.2008	105	93	74	8,1	1003,6
52535	14.04.2008	4	318	353	11,2	1009,9
52535	15.04.2008	360	351	339	10,7	1019,3

VEDLEGGFIGURAR

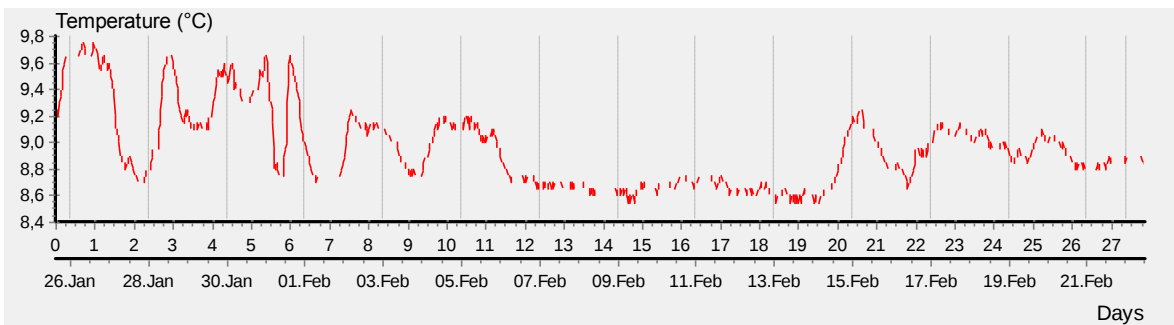
5 m



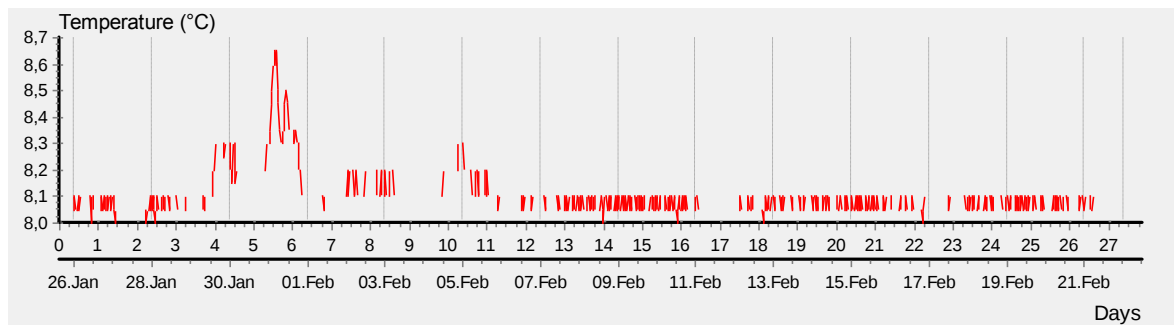
15 m



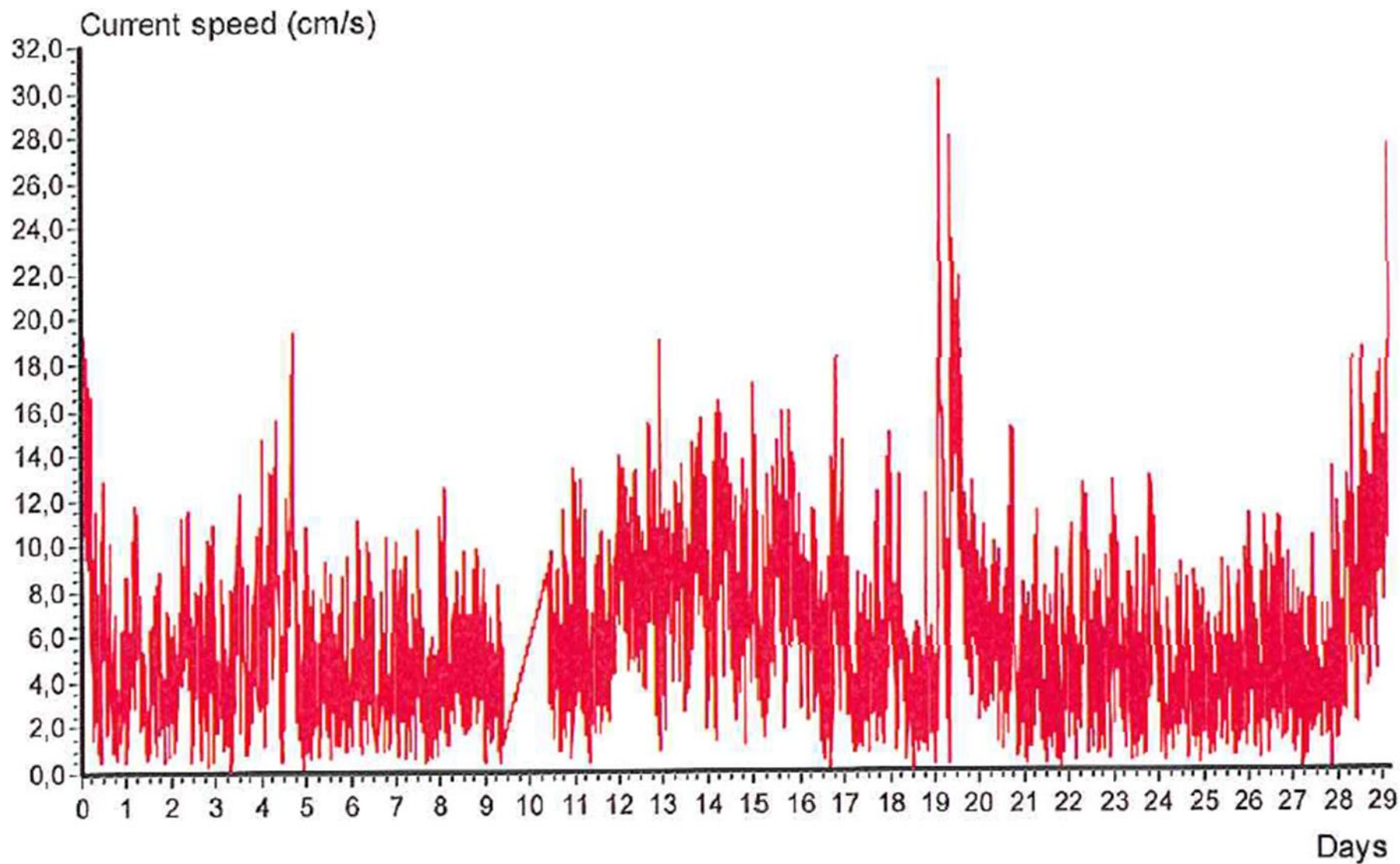
80 m



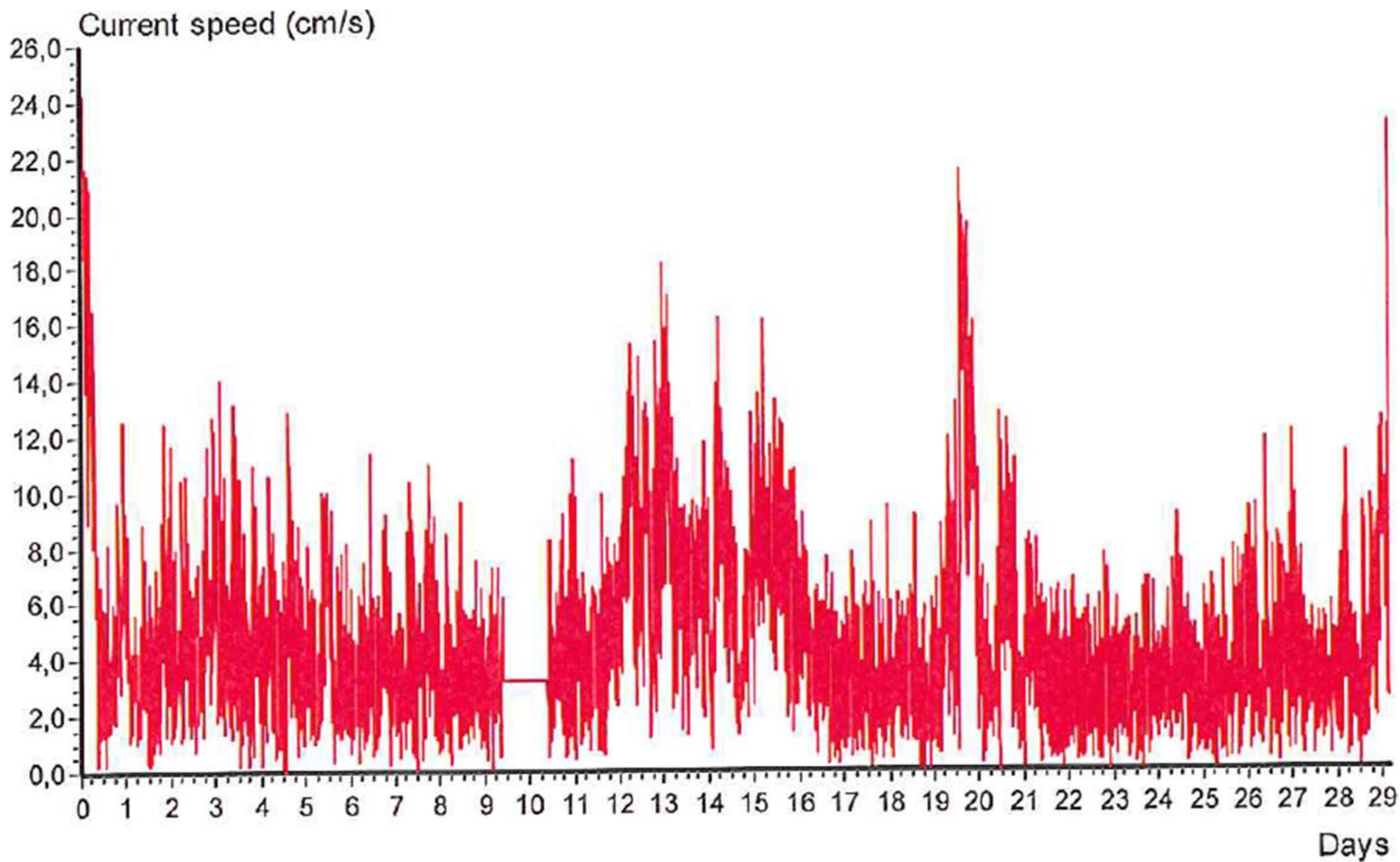
130 m



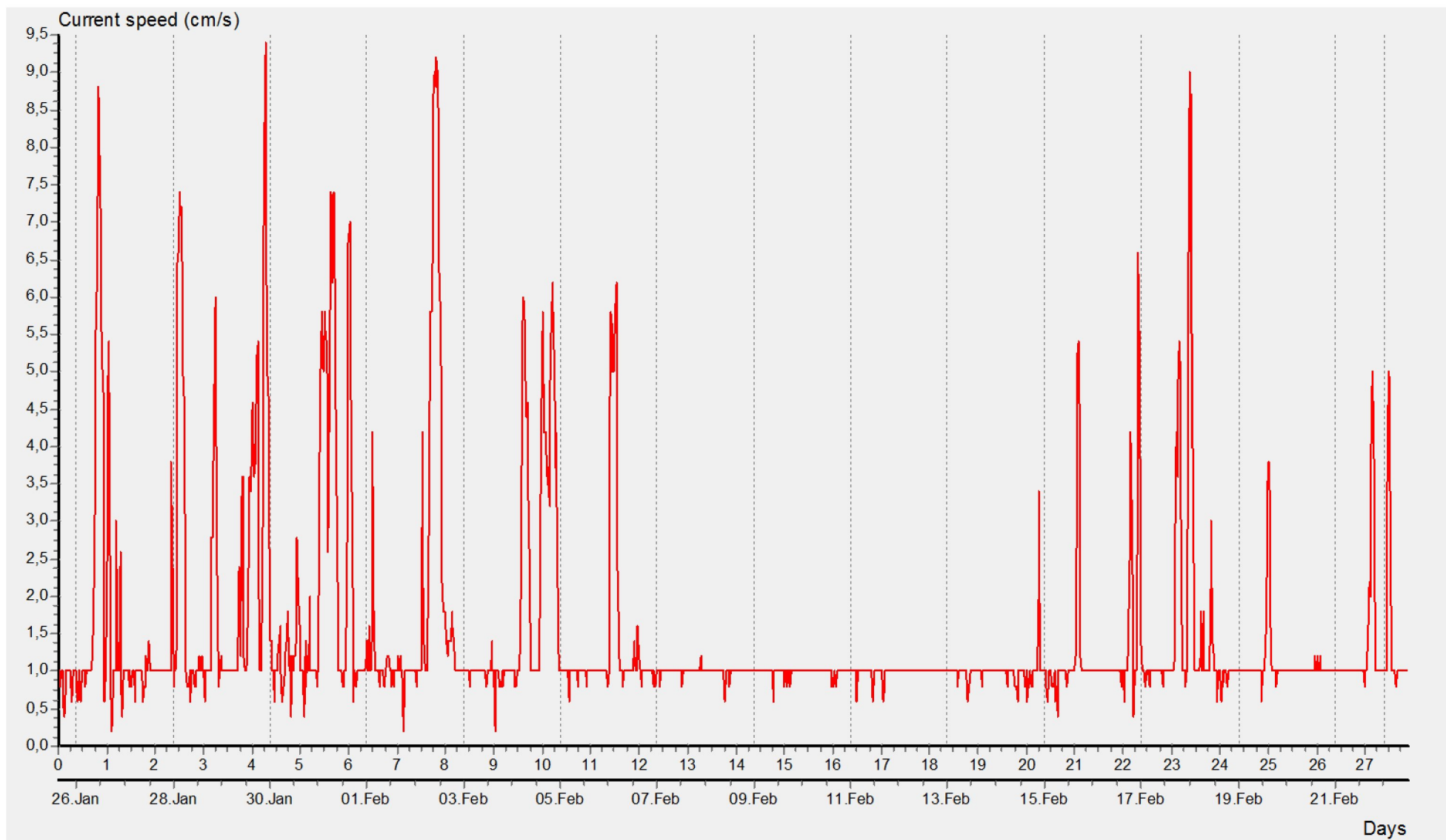
Vedleggsfigur 1. Temperatur målt på Storskredbukti i periodane 17. mars – 15. april 2008 (Nicolaysen 2008), og 25. januar – 21. februar 2013.



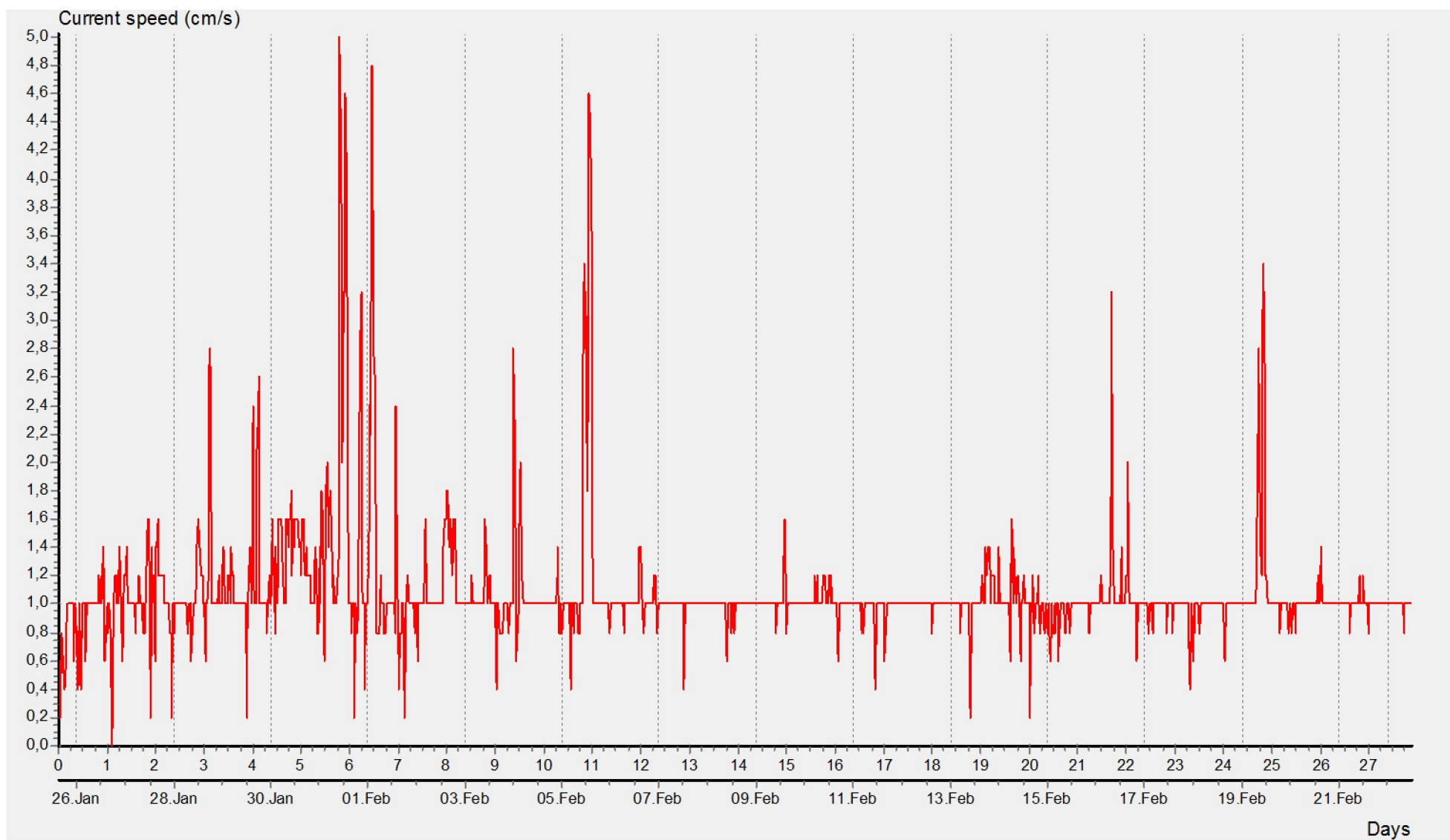
Vedleggsfigur 2. *Straumhastighet på Storskredbukti i Lindås kommune på 5 m djup i perioden 17. mars – 15. april 2008. Henta frå Nicolaysen 2008.*



Vedleggsfigur 3. Straumhastighet på Storskredbukti i Lindås kommune på 15 m djup i perioden 17. mars – 15. april 2008. Henta frå Nicolaysen 2008.

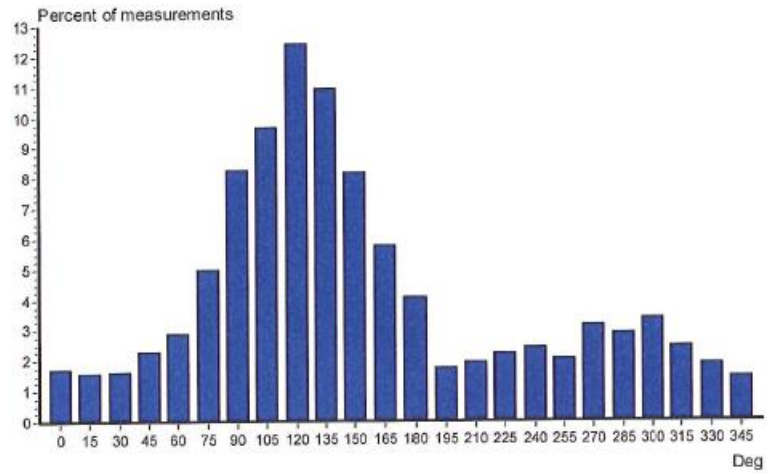


Vedleggsfigur 4. Straumhastighet på Storskredbukti i Lindås kommune på 80 m djup i perioden 25. januar – 21. februar 2013.

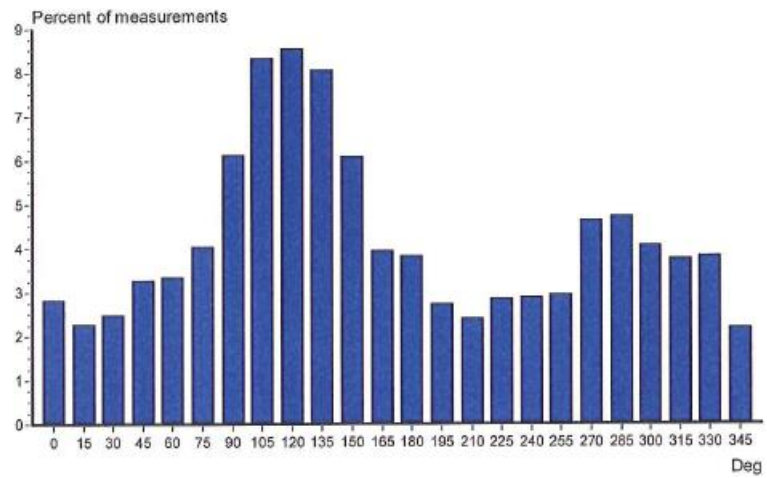


Vedleggsfigur 5. Straumhastighet på Storskredbukti i Lindås kommune på 130 m djup i perioden 25. januar – 21. februar 2013.

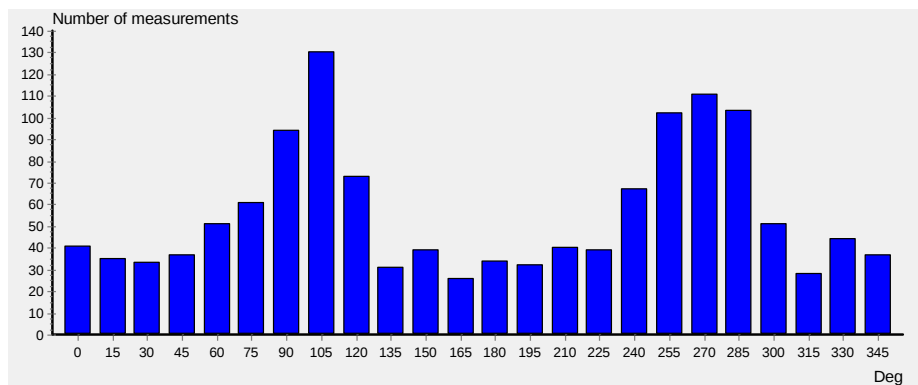
5 m



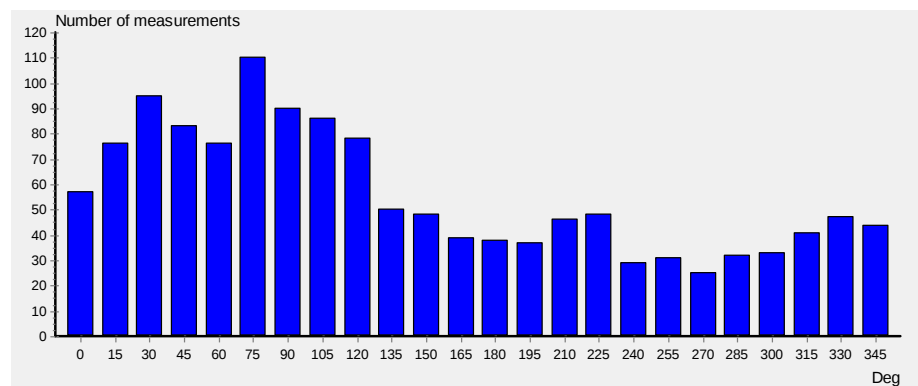
15 m



80 m

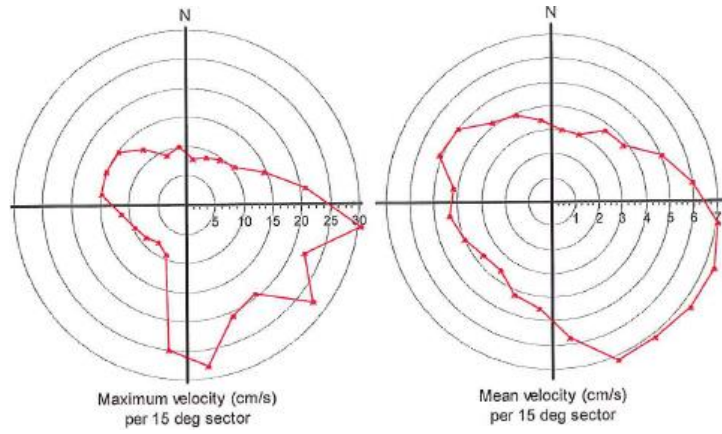


130 m

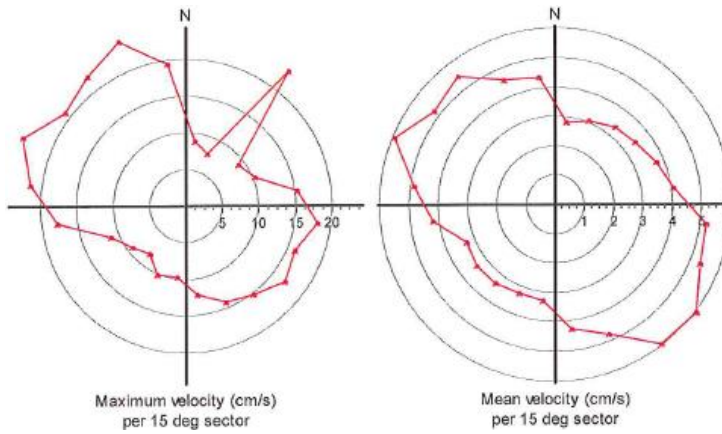


Vedleggsfigur 6. Fordeling av retning for målingane på Storskredbukt i Lindås kommune i perioden 17. mars – 15. april 2008 (Nicolaysen 2008) og 25. januar – 21. februar 2013.

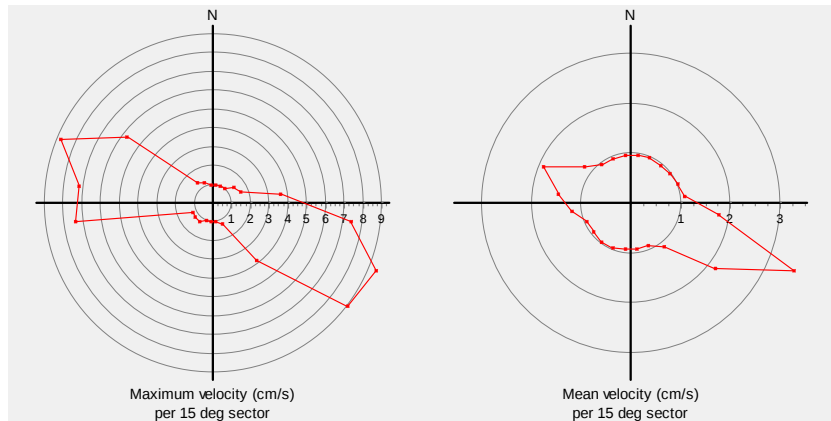
5 m



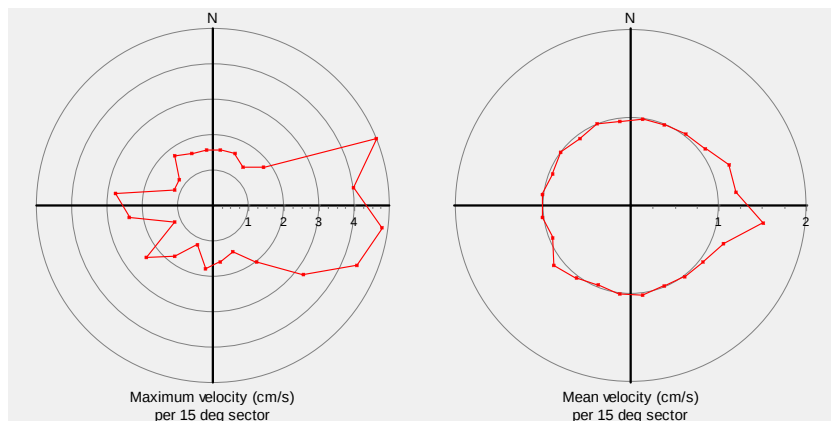
15 m



80 m

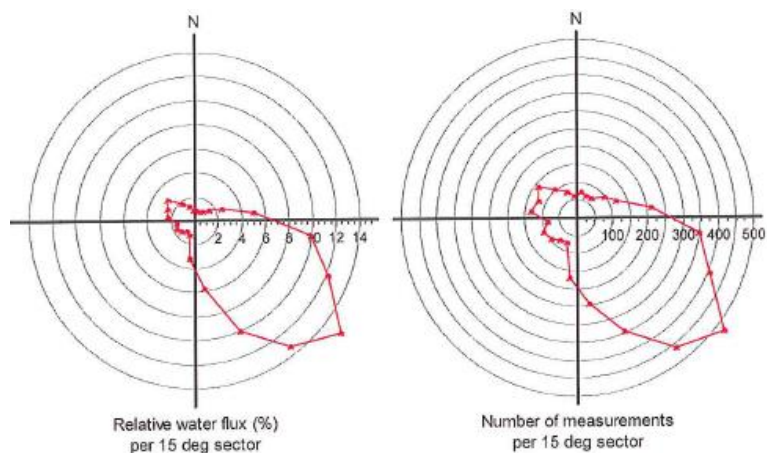


130 m

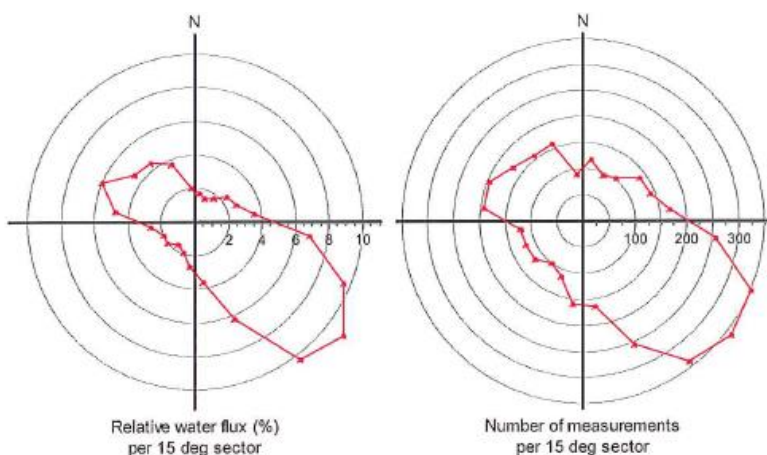


Vedleggsfigur 7. Maksimal (venstre) og gjennomsnittleg (høgre) stramhastighet for kvar 15° sektor for målingane på Storskredbukti i Lindås kommune i perioden 17. mars – 15. april 2008 (Nicolaysen 2008) og 25. januar – 21. februar 2013.

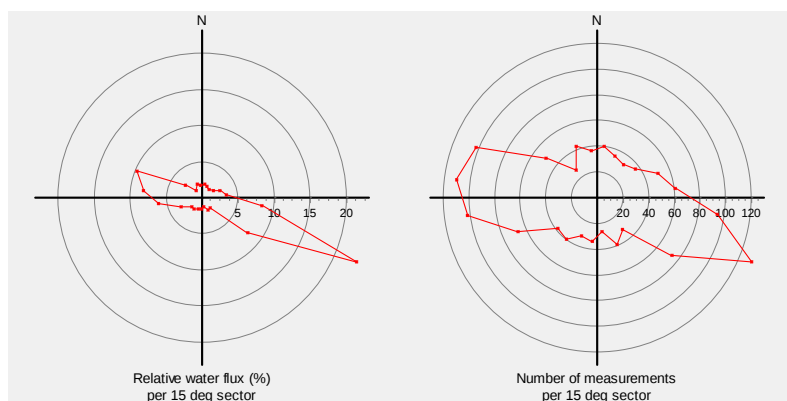
5 m



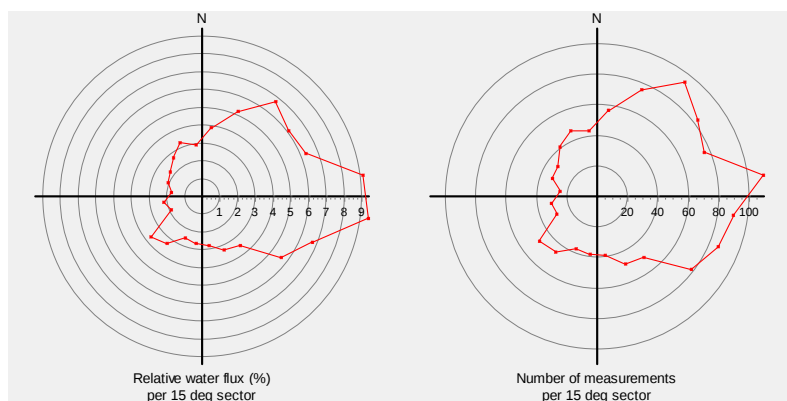
15 m



80 m

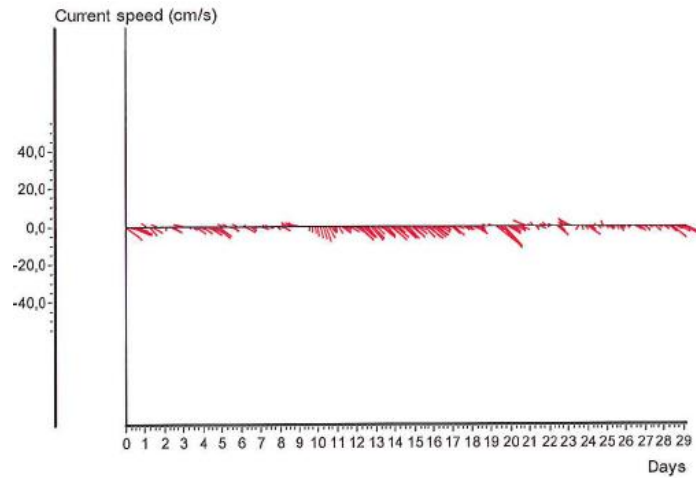


130 m

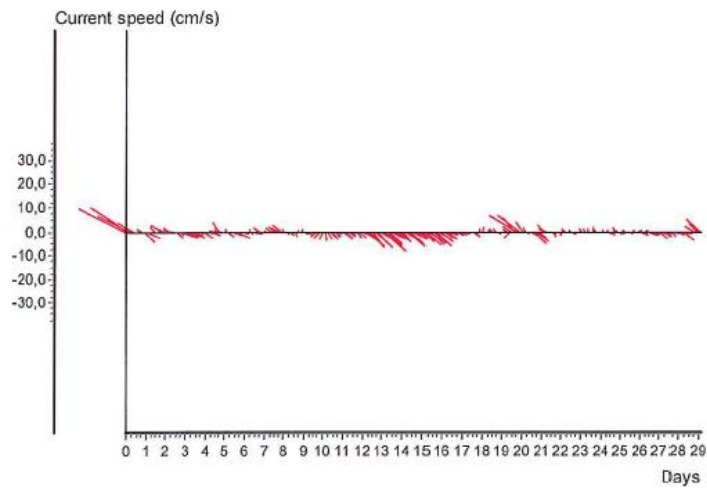


Vedleggsfigur 8. Flux/vasstransport (venstre) og antal målinger (høgre) for kvar 15° sektor for målingane på Storskredbukti i Lindås kommune i perioden 17. mars – 15. april 2008 (Nicolaysen 2008) og 25. januar – 21. februar 2013.

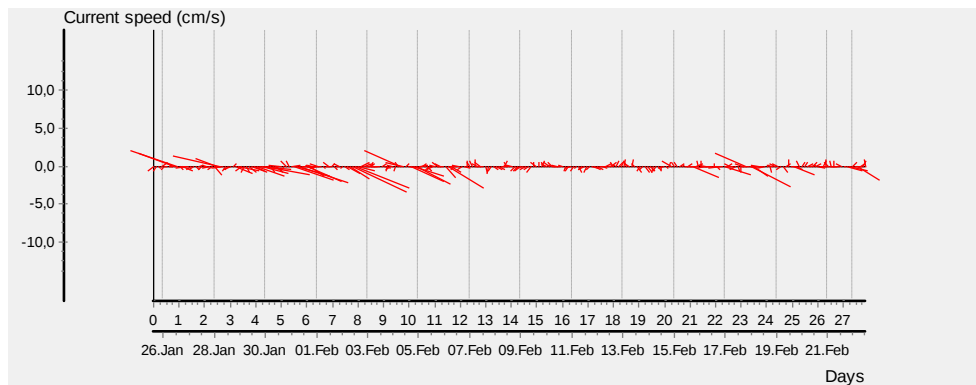
5 m



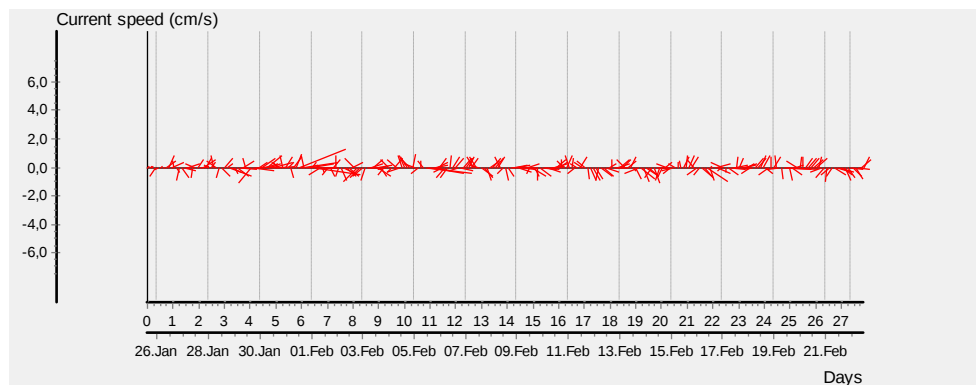
15 m



80 m



130 m



Vedleggsfigur 9. Stick-diagram for målingene på Storskredbukti i Lindås kommune i perioden 17. mars – 15. april 2008 (Nicolaysen 2008) og 25. januar – 21. februar 2013.