

R A P P O R T

Kartlegging av straum,
vasskvalitet og botntilhøve
utanfor avløpet til
Marine Harvest Norway AS
avd. Sygna 2015-2016



Rådgivende Biologer AS

2287



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Kartlegging av straum, vasskvalitet og botntilhøve utanfor avløpet til Marine Harvest Norway AS avd. Sygna 2015-2016

FORFATTAR:

Erling Brekke

OPPDRAKGIVER:

Marine Harvest Norway AS, Sandviksboder 78 A, 5035 Bergen

OPPDRAGET GITT:

4. september 2015

ARBEIDET UTFØRT:

september 2015 – mars 2016

RAPPORT DATO:

30. august 2016

RAPPORT NR:

2287

ANTAL SIDER:

51

ISBN NR:

ISBN 978-82-8308-281-4

EMNEORD:

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| - Avløp i sjø | - Sedimentprøver |
| - Vassutskifting | - Næringssalt |
| - Straumhastighet | - Straumstille periodar |

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Forsidefoto: Delar av Hermansverk, med pumpehuset heilt til venstre i biletet. Straumriggen kan skimtast til høgre i biletet. Foto: Thomas Tveit Furset.

FØREORD

I samband med utarbeiding av eit miljøovervakingsprogram for settefiskanlegget til Marine Harvest Norway AS avd. Sygna har Fylkesmannen i Sogn og Fjordane etterspurt ein del grunnleggjande informasjon, mellom anna posisjonsbestemming av avløpet, straummåling med spreivurdering, analyse av næringssalt og botnkartlegging med vurdering av stasjonar for sedimentprøvetaking. Anlegget har løyve til å produsere inntil 2,5 mill smolt, med maksimal årleg produksjon på 300 tonn biomasse.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Marine Harvest Norway AS avd. Sygna utført granskningar for å skaffe grunnlagsdokumentasjon. Rapporten presenterer resultat frå straummålingar utanfor avløpet, som vart utført i perioden 30. juli – 16. september 2015. Det vart også teke hydrografi i vassøyla på lokaliteten den 30. juli 2015. Botnen i lokalitetsområdet og utover i fjorden vart lodda opp med Olex den 30. juli og 16. september 2015. Feltarbeidet vart utført av Thomas Tveit Furset (30. juli) og Erling Brekke (16. september). Modellering av spreiling og fortynning av utsleppet og berekning av innblandingsdjup er utført av siv. ing. Jan Langfeldt. Det vart også teke vassprøver og hydrografi ved fire høye vinteren 2016, feltarbeidet vart her utført av Peter Hovgaard. Analyser for næringssalt vart utført ved Eurofins Norge AS avd. Bergen.

Rådgivende Biologer AS takkar Marine Harvest Norway AS v/Sverrir Valdemarsson for oppdraget og Peter Hovgaard for leige av båt og hjelp i samband med feltarbeidet.

Bergen, 30. august 2016.

INNHOLD

Føreord	2
Innhald	2
Samandrag	3
Område, lokalitet og anlegg	5
Metode	10
Resultat	15
Temperaturtilhøve	15
Sjikningstilhøve	16
Straummålingar	17
Modellering og spreiling av utsleppet	23
Næringssalt	24
Hydrografi vinter	25
Diskusjon	26
Avløpet	26
Straummålingar	27
Verknad og konsekvens av utsleppet	28
Opplodding og resipientgransking	30
Konklusjon	31
Referansar	32
Om Gytre straummålarar	33
Vedleggstabellar	34
Vedleggsfigurar	38
Analyseresultat	43

SAMANDRAG

Brekke, E. 2016.

Kartlegging av straum, vasskvalitet og botntilhøve utanfor avløpet til Marine Harvest Norway AS avd. Sygna 2015-2016. Rådgivende Biologer AS, rapport 2287, 51 sider. ISBN 978-82-8308-281-4

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Marine Harvest Norway AS utført granskingsar for å skaffe grunnlagsdokumentasjon i samband med utarbeidning av eit miljøovervakingsprogram for settefiskanlegget til Marine Harvest Norway AS avd. Sygna på Hermansverk i Leikanger kommune.

Anlegget har løyve til å produsere inntil 2,5 mill smolt, med maksimal årleg produksjon på 300 tonn biomasse, og har utslepp til Sognefjorden, om lag 13 mil inn i fjorden. Lokaliteten er bra skjerma frå aust og nord, men er eksponert mot sør til vest. Det er ingen tersklar i området mellom avløpet og det djupaste av Sognefjorden, og botnen skrånar jamt, bratt nedover frå land og ned til ca 1000 m djup.

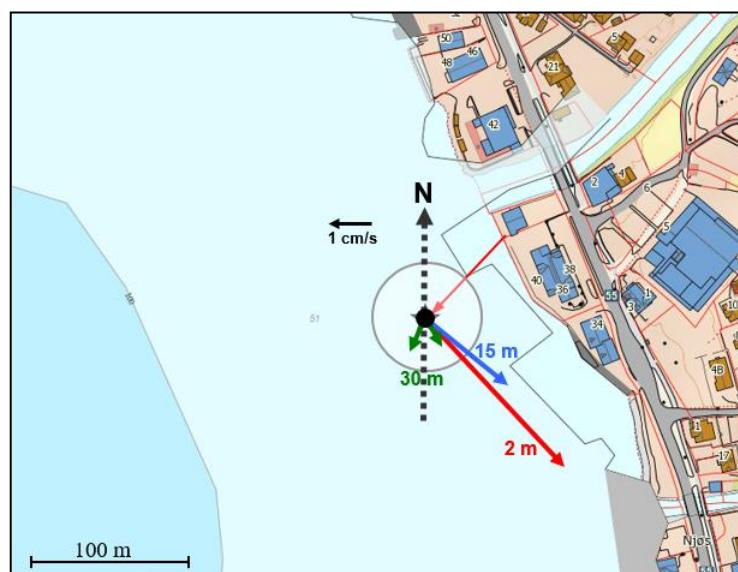
Ein rigg med tre straummålarar (Sensordata SD 6000) vart utplassert ca 5 meter utanfor avløpet ved Hermansverk i perioden 30. juli – 16. september 2015 for måling av overflatstraum (2 m djup), spreiingsstraum (15 m djup), og botnstraum (30 m djup, ca 2 m over botn). Resultat frå målingane er oppsummert i **tabell 1** og **figur 1**:

Tabell 1. Oppsummering av straumdata (2, 15 og 30 m djup) i perioden 30. juli – 16. september 2015, ved Hermansverk i Leikanger kommune.

Målestad / djup	Middel hastigkeit (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastigkeit*	Maks hastigkeit (cm/s)	Andel straumsvake periodar <2 cm/s >2,5 t (%)	Tilstandsklasse andel straumsvake periodar *	Hovudstraum-retning(ar)
Hermansverk 2 m	4,8	”middels sterkt”	26,8	4,2	”svært lite”	SØ
Hermansverk 15 m	2,5	”middels sterkt”	17,4	26,7	”lite”	SØ
Hermansverk 30 m	1,3	”svak”	9,6	89,2	”høg”	SSV+SØ

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå tabell 3.

Straummålingane viste at det vart målt moderat til lite straum utanfor avløpet i måleperioden med ”middels sterkt” straum i høve til djupna for overflatstraumen og spreiingsstraumen, medan botnstraumen på 30 m djup var ”svak”, med ein høg andel straumstille og straumsvake periodar. Dette medfører at ein periodevis kan få ein del sedimentering og akkumulering av organisk materiale i ganske umiddelbar nærleik til avløpet. Dette er også tidlegare vist ved grabbing og filming i området ved avløpet. Det vil truleg førekommme resuspensjon på lokaliteten av og til, men ikkje ofte nok til at det organiske materialet ved avløpet vil bli vidare spreidd og omsett i særleg grad.



Figur 1. Skisse over hovudstraumretning og straumstyrke på dei ulike måledjupa utanfor avløpet til settefiskanlegget på Hermansverk i perioden 30. juli – 16. september 2015. Total lengd av pilene på kvart djup representerer middel straumhastigkeit på dette djupet.

Innhald av næringssalt i vassprøver viser at sjøområdet ved Hermansverk i hovudsak er næringsfattig. Som ein skulle forvente vart det påvist noko forhøga konsentrasjonar av næringssalt i nærleiken av og i samband med avløpet, men også noko forhøga eit stykke med hovudstraumretninga mot søraust. Dei forhøga konsentrasjonane vart i hovudsak målt på 10 m djup, som stemmer godt overeins med modelleringa av utsleppet, som viste eit gjennomsnittleg innlagringsdjup på 8-9 meter for ein sommarsituasjon. Straummålingane kan tyde på at det blir danna noko bakevjestråm i området frå Nokkaneset og opp mot Hermansverk, og at vassmassane i nokon grad kan sirkulere i dette området før det etterkvart blandar seg med utgåande straum i resten av Sognefjorden. Avløpet ser ut til å fungere tilfredsstillande, med innlaging av næringssalt stort sett i mellomliggende vasslag, der det etter kvart blir fortynna med vassmassane i Sognefjorden. Det vil dermed jamt over bli lite påverknad på strandsona frå utsleppet. Langs botnen er det ingen tersklar ut mot den svære resipienten i Sognefjorden, og det vil aldri oppstå oksygensvinn i vassøyla i samband med utsleppet.

Opplodding og vurdering av botnen i området frå avløpet og utover i fjorden tyder på at det ikkje finst eigna stasjonar for resipientgransking (tilsvarende «MOM C») som vil gje relevant informasjon om utsleppet frå settefiskanlegget. Overvåking av avløpet kan truleg best gjerast ved enkle granskningar rundt avløpet, tilsvarende ei B-gransking (NS 9410).

OMRÅDE, LOKALITET OG ANLEGG

Settefiskanlegget til Marine Harvest Norway AS avd. Sygna (lok. nr 12165) ligg i Hermansverk i Leikanger kommune (**figur 2**). Anlegget har utslepp til Sognefjorden, om lag 13 mil, eller ca 2/3, inn i fjorden. Lokaliteten er bra skjerma fra aust og nord, men er eksponert mot sør til vest. Lokaliseringa til avløpet ligg ope til ut mot Sognefjorden, og det vil kontinuerleg vere god utskifting med fjorden. Det vil truleg vere bra med straum i øvre vasslag forbi lokaliteten, men Nokkaneset (**figur 3**) kan føre til at utgåande straum i fjordsystemet blir noko bremsa, eller dannar bakevje inn mot lokaliteten. Fjorden er om lag 4 km brei ved lokaliteten.



Figur 2. Utsnitt av Sognefjorden, med avløpet til settefiskanlegget ved Hermansverk (raud markør). Kartgrunnlaget er henta fra <http://kart.kystverket.no>.

Botnen i området skrånar forholdsvis jamt ned frå land til nærmere 1000 m djup ute i fjorden (**figur 2** og **3**). Djupna er 50 meter om lag 130 meter frå land og 100 meter om lag 240 meter frå land. Det tilsvrar ein hellingsgrad på høvesvis ca 38 % og 42 %, det vil seie at botnen blir om lag 4 meter djupare for kvar 10 meter ein går frå land. Dette er nokså bratt. Gjennomsnittleg hellingsgrad er ca 42 % heilt ned forbi 900 meters djup, og det byrjar ikkje å flate ut før ein er kome ned over 950 meters djup, om lag 2,3 km frå land ved lokaliteten. Det er ingen tersklar i området mellom avløpet og det djupaste av Sognefjorden.



Figur 3. Oversiktskart over djupnetilhøva ved Hermansverk med 100-200 meters djupnekoter. Posisjon for avløp er markert. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

ANLEGGET OG AVLØPET

Det har vore drift på lokaliteten sidan midt på 1980-talet. Anlegget fekk i 1987 løyve til å produsere inntil 800.000 setjefisk, og fekk utvida løyvet til 2,5 mill setjefisk i 2010.

Avløpet frå hall 1 blir filtrert gjennom 90 µm sil før det blir kopla saman med avløpet frå hall 2. Avløpet går via pumpehus på kaia, før det munnar ut på ca 30 meters djup i Sognefjorden ved utløpet av Henjaelvi, ca 65 meter frå land (**figur 4**). Dimensjonen på avløpsleidningen er 600 mm.

Posisjonen til avløpet er litt usikker. Ut frå tilgjengeleg informasjon frå m.a. filming og grabbing har me vurdert at den mest sannsynlege posisjonen til utsleppspunktet er **N 61°10,946' / Ø 06°51,006'**. Dette er truleg korrekt posisjon innanfor ein margin på +/- 5 meter, sjå diskusjonen bak.

Det går også ein kommunal kloakkledning ut frå eit pumpehus på kaia, denne ligg truleg parallelt ca 5-10 meter nordvest for leidningen til settefiskanlegget. Pumpehuset på kaia samlar kommunal kloakk frå ca 1500 pe, som blir rensa gjennom eit silanlegg. Både settefiskanlegget og den kommunale

kloakken bidreg til tilførsler av organisk materiale i området rundt utsleppa. I tillegg vil det kome ein god del organisk materiale med Henjaelvi, som har sitt utløp rett ved pumpehuset. Ti botnprøver tekne i nærleiken av utsleppet i 2013 viste mest plantemateriale frå land, mykje fjell og noko sand og grus (Holm 2014). Henjaelvi har ei middelvassføring på $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

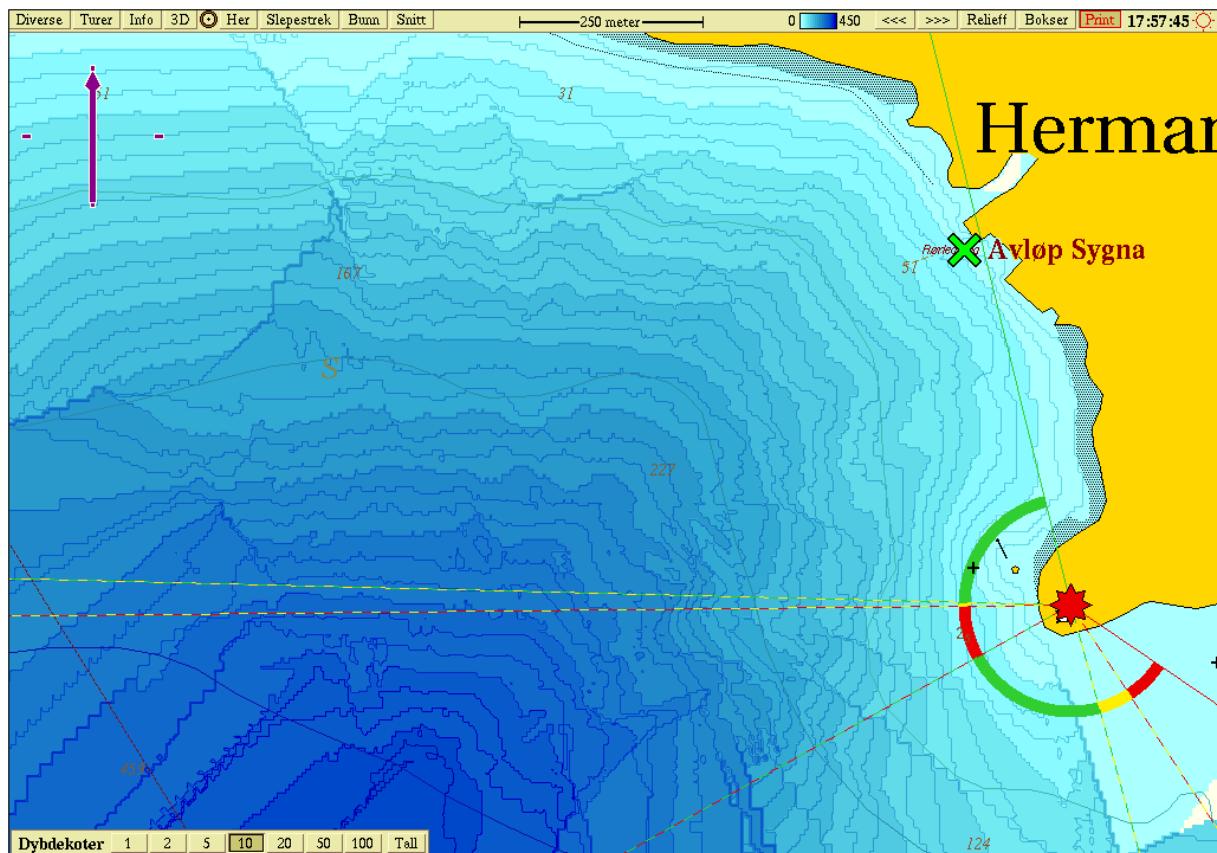


Figur 4. Oversiktskart over settefiskanlegget på Hermansverk med produksjonshallane markert med raudt, og avløpet frå pumpehuset på kaia markert med raud pil. Posisjon for straummåling er markert med raud stjerne. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

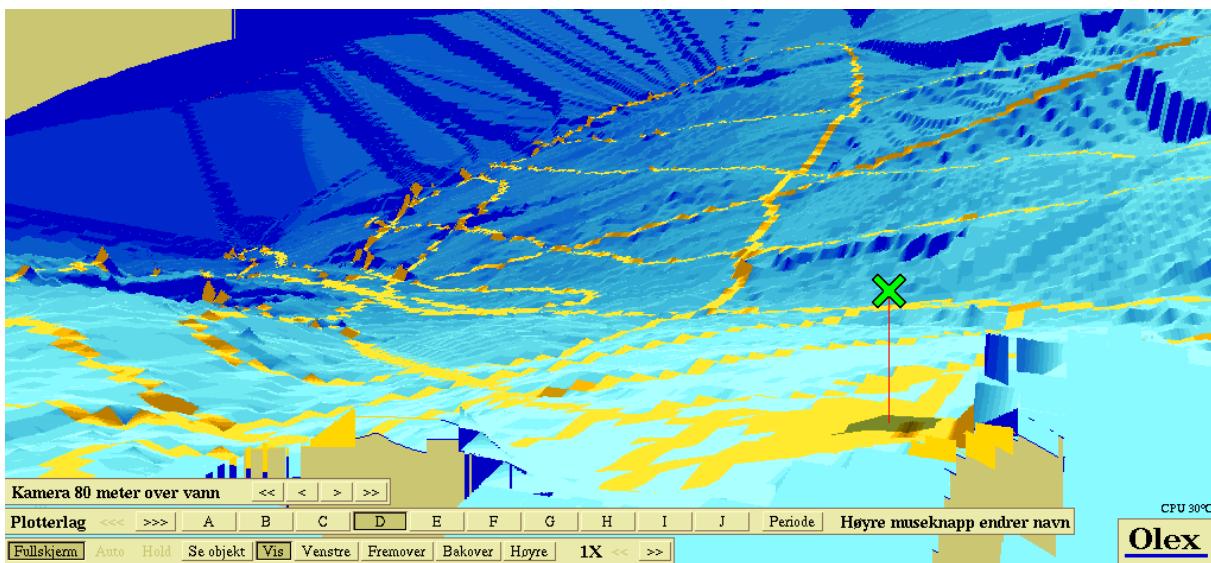
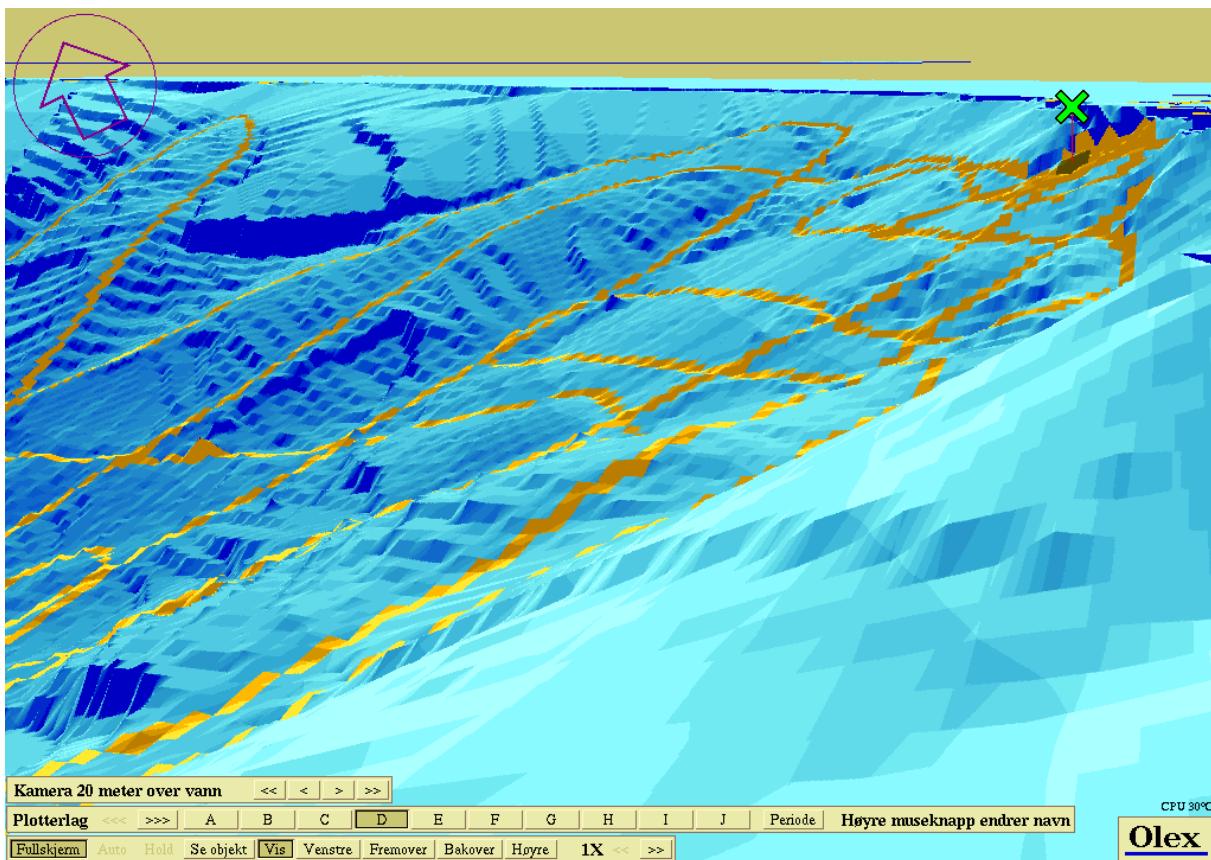
OPPLODDING MED OLEX

Botnen i lokalitetsområdet rundt avløpet og eit stykke utover i fjorden vart lodda opp den 30. juli og 16. september 2015. Føremålet var å vurdere mogelegheita for å finne eigna stasjonar for sedimentgransking (tilsvarende «MOM C») i nærleiken av avløpet og utover i resipienten.

Opploddinga viser at botnen i det aktuelle området er ganske jamt og bratt skrånande (**figur 5 og 6**). Det er ingen holer eller flatare parti i det området som er lodda opp, som går frå land og ned til rundt 350 meters djup. Truleg er botnen like jamt skrånande heilt ned til det flatar ut på nærmere 1000 meters djup ute i fjorden (jf. **figur 2 og 3**).



Figur 5. Djupnetilhøve frå land ved Hermansverk og ca 1 km utover, med 10 meters djupnekoter. Tilsynelatende utflating av botn nede til venstre i utsnittet er ikkje reell, men markerer ytterkant av opplodda område (sjå **figur 6**). Posisjon for avløp er markert med grønt kryss.



Figur 6. Djupnetilhøve frå land ved Hermansverk og utover i fjorden, sett i 3-D perspektiv. **Opp:** sett om lag frå sør mot nord. **Nede:** sett frå land og forbi avløpet om lag i retning vest. Posisjon for avløp er markert med grønt kryss. Dei gule feltene viser punkt for reell oppmåling der båten har gått. Opplodding er gjort ned til ca 300-350 m djup.

METODE

STRAUMMÅLING

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 målaren i måleperioden. Måleintervallet (10 eller 30 minutt) er delt opp i fem delintervall. På slutten av kvart delintervall blir retninga til målaren registrert, saman med antal omdreiningar (farten) i perioden. Dette gir ein fartsvektor for kvart delintervall. Det vert antatt at retninga til målaren 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 nærmere 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 straummålarar" bak i rapporten.

Utplassering

I perioden 30. juli – 16. september 2015 var det utplassert ein rigg med tre SD-6000 straummålarar i posisjon N 61°10,942' / Ø 06°51,003', knappe 10 meter utanfor avlopet ved Hermansverk (**figur 4, framsidebilete**). Spesifikasjonar for målarane og utsettet er oppgitt i **tabell 2**. Riggen var forankra til botnen med eit ca 40 kg kjettinglodd og ein dregg. Det var festa to trålkuler av plast og ei lita blåse i tauet over den øvste og ei trålkule over den nedste straummålaren for å sikre tilstrekkeleg oppdrift og stabilitet på riggen i sjøen, samt ei blåse til overflata i et slakt tau for å ta av for bølgepåvirkning og ein blink for synlegheit. For å sikre riggen vart det festa eit ca 10 m langt tau frå kjettingloddet og til ein dregg. Frå dreggen gjekk det eit tau til ei lita blåse i overflata. Det var ca 32 meter til botn der straummålarriggen stod, på noko skrånande botn.

Tabell 2. Oversikt over måleinstrument og måledata for målingane ved lokaliteten Hermansverk.

Produsent	Modell	Seriennr	Måle-	Måle-	Antal målingar		Måle-
			djup	intervall	Totalt	Nytta	
Sensordata	SD-6000	1633	2 m	30 min	2324	2307 (2-2308)	30.07. –
		1618	15 m	30 min	2324	2307 (2-2308)	
		1317	30 m	30 min	2324	2307 (2-2308)	16.09.2015

Begrunna målestad og representativitet

Straumriggen vart plassert ca 15-20 m utanfor antatt posisjon for avløp, for ikkje å risikere å kome i direkte kontakt med avløpet, og for at ikkje det utstrøymane utsleppet i seg sjølv skulle påverke målingane i nemneverdig grad. Etter nærmere vurdering av posisjonen for avløpet er det truleg at straumriggen har stått nærmere avløpet, kanskje rundt 5-10 meter frå. Målingane er truleg ikkje påverka av sjølve utsleppet, sjølv om ein ikkje heilt kan utelukke dette. Målingane vil vere godt representative for straumen ved avløpet.

Bruk av vinddata frå meteorologiske stasjonar

Vinddata frå den nærmeste målestasjonen, Vangsnes i Vik kommune, er henta inn frå <http://eklima.no/> for straummålingsperioden (30. juli – 16. september 2015). Vindretning og høgaste døgnlege vindhastigkeit er teke omsyn til ved vurdering av straumbiletet ved lokaliteten, og er presentert i **vedleggstabell 7**. Målestasjonen ved Vangsnes er truleg nokon eksponert for austlege vindar enn lokaliteten ved Hermansverk, dette er i nokon grad teke omsyn til i vurderingane.

Resultatpresentasjon

Resultata av måling av straumhastigkeit og straumretning er presentert kvar for seg, samt kombinert i ein **progressiv vektoranalyse**. Eit **progressivt vektorplott** er ein figurstrek som blir til ved at ein tenkjer seg ein merka vasspartikkel som er i straummålaren posisjon ved målestart og som driv med straumen og teiknar ein sti etter seg som funksjon av straumhastigkeit 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 resultantretninga. Dersom straumen er stabil i resultantretninga, 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 resultantretninga, 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.

Vasstrøpsten (relativ fluks) er også ein funksjon av straumhastigkeit og straumretning, og her ser ein kor mykje vatn som renn gjennom ei rute på 1 m^2 i kvar 15 grader sektor i løpet av måleperioden. Når ein reknar ut relativ fluks, tek ein utgangspunkt i alle målingane for straumhastigkeit i kvar 15 grader 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 inneholder straummålinger med ulik styrke. Summen av desse målingane i måleperioden gjev relativ fluks for kvar 15 grader sektor. Relativ fluks er svært informativ og fortel korleis vasstrøpsten som funksjon av straumhastigkeit og -retning er på lokaliteten.

Klassifisering av straummålingane

Rådgivende Biologer AS har utarbeidd eit system for klassifisering av overflatestraum, vassutskiftungsstraum, spreiingsstraum og botnstraum med omsyn til dei tre parametrane gjennomsnittleg straumhastigkeit, retningsstabilitet og innslag av straumsvake periodar (**tabell 3**). Klassifiseringa er utarbeidd på grunnlag av resultat frå straummålinger med Gytre Straummålarar (modell SD-6000) på om lag 60 lokalitetar for overflatestraum, 150 lokalitetar for vassutskiftungsstraum og 70 lokalitetar for spreiingsstraum og botnstraum.

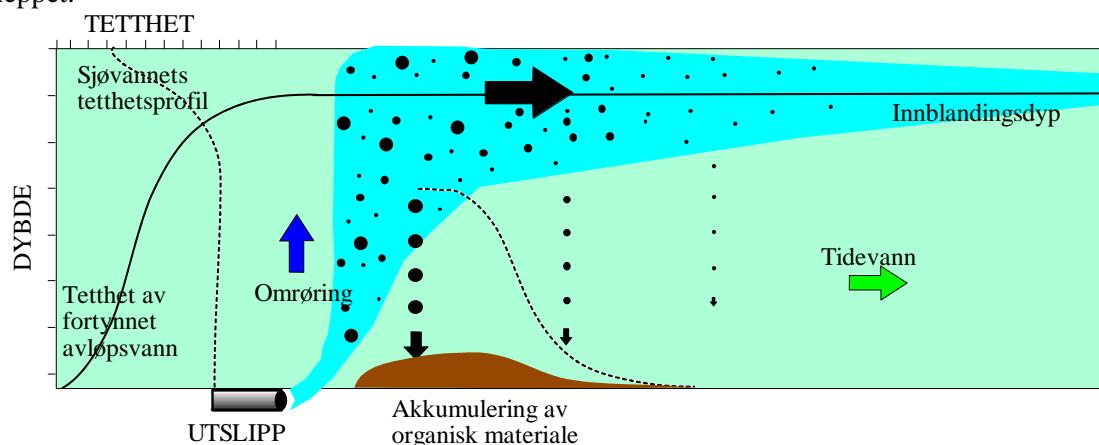
I denne sammenhengen blir straumen målt på 2 m djup klassifisert og vurdert som overflatestraum, straumen målt på 15 m djup blir klassifisert og vurdert som spreiingsstraum, mens straumen ved botnen på 30 m djup blir klassifisert og vurdert som botnstraum.

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

Tilstandsklasse gjennomsnittleg straumhastigkeit	I svært sterkt	II sterkt	III middels sterkt	IV svak	V svært svak
Overflatestraum (cm/s)	> 10	6,6 - 10	4,1 - 6,5	2,0 - 4,0	< 2,0
Vassutskiftingssstraum (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 andel straumsvake periodar	I svært lite	II lite	III middels	IV høg	V svært høg
Overflatestraum (%)	< 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40	> 40
Vassutskiftingssstraum (%)	< 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 retningsstabilitet	I svært stabil	II stabil	III middels stabil	IV lite stabil	V svært lite stabil
Alle djup (Neumann parameter)	> 0,7	0,4 - 0,7	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	< 0,1

BEREKNING AV INNLAGRINGSDJUP

Avløpsvatnet har i praksis same eigenvekt som ferskvatn og er dermed lettare enn sjøvatn. Når avløpsvatnet vert sleppt ut gjennom ein leidning på djupt vatn, vil det difor byrje å stige opp mot overflata samtidig som det blandar seg med det omkringliggjande sjøvatnet. Viss sjøvatnet har ei stabil sjiktning (eigenvekta aukar mot djupet) fører dette til at eigenvekta til blandinga av avløpsvatn og sjøvatn aukar samtidig som eigenvekta til det omkringliggende sjøvatnet avtek på veg oppover, og i eit gitt djup kan dermed blandingsvassmassen få same eigenvekt som sjøvatnet omkring. Då har ikkje lenger blandingsvassmassen nokon "positiv oppdrift", men har framleis vertikal rørsleenergi og vil vanlegvis stige noko forbi dette "likevektsdjupet" for så å søkke tilbake og innlagrast (jf. figur 7). Dersom slike tilførsler når overflatevatnet, vil effektane kunne målast ved vassprøvetaking ved utsleppet.



Figur 7. Prinsippskisse for primærfortynningsfasen av innblanding av eit ferskvassutslepp i ein sjøresipient med gjennomslag til overflata og lokal sedimentering av organiske tilførsler i umiddelbar nærleik til utsleppspunktet i resipienten. Utsleppet får auka sin tettleik ettersom det lettare ferskvatnet stig opp og vert blanda med sjøvatnet (heiltrekt linje og lyseblått).

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

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

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

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

Der: U = straumhastigkeit, g = gravitasjonskontanten ($9.81 \text{ m}^3/\text{s}$), $\Delta \rho/\rho$ = relativ tettleiksfordeling mellom ferskvatn og omgjevande sjøvatn, og H = tjukkleik av utstrøymande lag. Vilkåret $F = 1$ uttrykkjer at det er balanse mellom kinetisk energi og potensiell energi knytta til trykket. Viss $F \geq 1$ vil utstrøyminga fylle heile røyret. Når $F < 1$ vil ikkje det utstrøymande avløpsvatnet kunne fylle heile røyret og det vert sjøvassinntrenging.

HYDROGRAFISKE PROFILAR

Temperatur, saltinnhald og oksygeninnhald vart målt i vassøyla på lokaliteten den 30. juli 2015 ca kl 09 med ein SAIV SD 204 nedsenkbar STD/CTD sonde som logga data annakvart sekund. Sonden vart senka til botn på ca 39 m djup, om lag 20 meter sørvest for straumriggen, i posisjon N $61^\circ 10,933'$ / Ø $06^\circ 50,986'$ (WGS 84). Data frå denne profilen vart nytta i samband med modellering av utsleppet.

Det vart også målt hydrografi, oksygen og klorofyll a med ein SAIV SD 204 STD/CTD sonde fire gonger vinteren 2016 med 1-2 vekers mellomrom på tre stasjonar ved og rundt avløpet til settefiskanlegget på Hermansverk (**tabell 4, figur 8**). Desse målingane vart utført av Peter Hovgaard, i samband med vassprøvetaking for næringssalt.

Tabell 4. Posisjonar for stasjonane ved vassprøvetaking og hydrografi utanfor avløpet til Sygna Settefisk ved Hermansverk vinteren 2016.

Stasjon:	Sygna Nord	Sygna Avløp	Sygna Sør
Posisjon nord (WGS 84)	$61^\circ 11,034'$	$61^\circ 10,946'$	$61^\circ 10,830'$
Posisjon aust (WGS 84)	$06^\circ 50,902'$	$06^\circ 51,006'$	$06^\circ 51,100'$
Djupne, ca (m)	43	34	58

VASSPRØVER

Det vart samla inn vassprøver med ein Ruttner vasshentar fire gonger vinteren 2016 med 1-2 vekers mellomrom på tre stasjonar ved og rundt avløpet til settefiskanlegget på Hermansverk (**tabell 4, figur 8**). Det vart teke vassprøver for analyse av næringssrikheit frå 2 og 10 m djup på kvar stasjon. Prøvene vart fiksert med 4 mol svoveltsyre og analysert for total fosfor, total nitrogen, fosfat – P, nitrat-N og ammonium-N. Analyser for næringssalt vart utført ved Eurofins Norge AS avd. Bergen.

Vurderinga av næringssalt er gjort etter Vassforskrifta sin rettleiar 02:2013. Klassifiseringssystemet til rettleiaren for næringssalt gjeld for oveflatevatn (ca 0 – 15 m djup), og prøvene tekne på 2 og 10 meters djup er vurdert i høve til denne. Det er vidare brukt tabellar for ein vintersituasjon. Anbefalt vinterperiode er desember til og med februar (rettleiar 02:2013). Siste prøvetakingsdato var 11. mars, og denne ligg i grenseland for klassifisering etter ein vintersituasjon, men er likevel vurdert etter same kriterier som dei andre prøvetakingsdataane. Ved vurdering av næringssalt er det også teke omsyn til saltinnhaldet i den enkelte prøven, basert på hydrografidata innsamla ved granskinga. Alle prøvene innsamla på 2 og 10 m djup følgjer standard tabellar (saltinnhald >18 psu). Ved prøvetakinga 11. mars var det graving i elva og noko slam kom ut osen til fjorden. Det ser ikkje ut til at dette har påverka resultatet av dei presenterte målingane i nemneverdig grad, men det vart registrert noko auka turbiditet i overflatevatnet på stasjon Sygna Avløp med sonden.



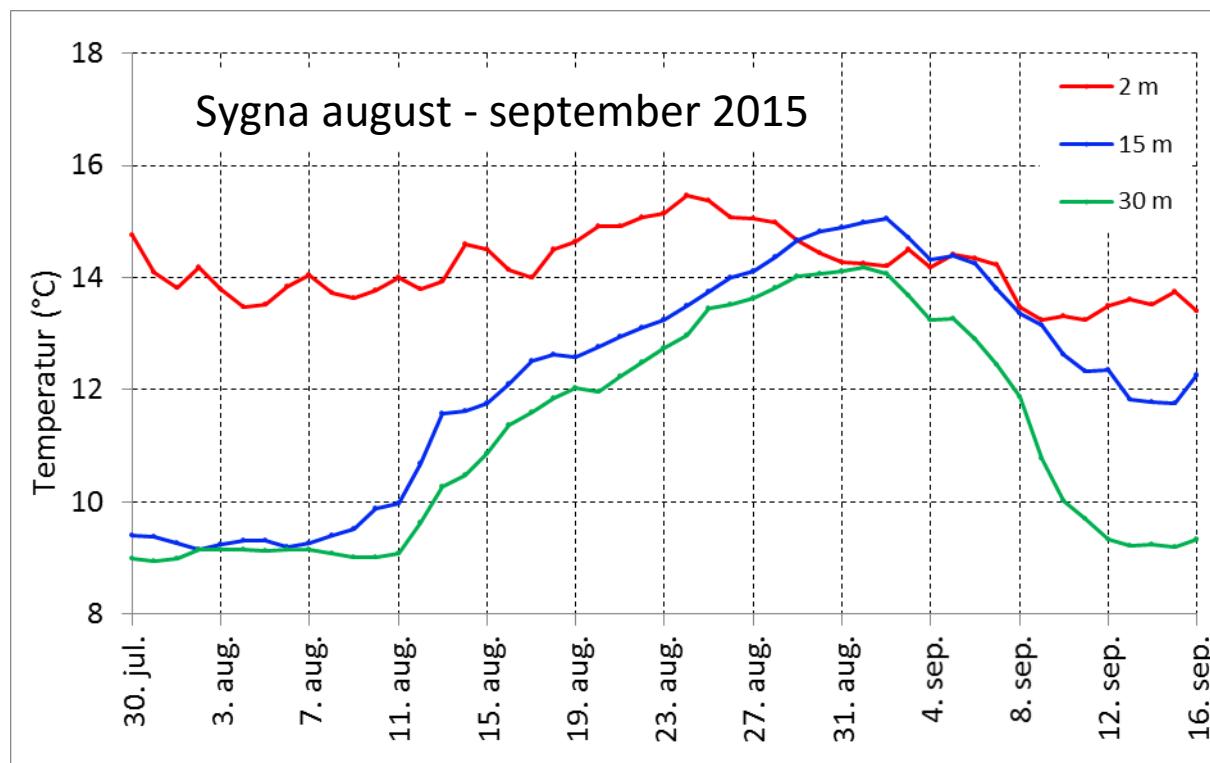
Figur 8. Oversiktskart over stasjonar for prøvetaking av vassprøver og hydrografi ved Hermansverk vinteren 2016. Kartgrunnlaget er henta fra <http://kart.kystverket.no>.

RESULTAT

TEMPERATURTILHØVE

Temperaturen vart målt av straummålarane kvart 30. minutt i perioden 30. juli – 16. september 2015. Døgnmiddeletemperaturen var ganske jamn på 2 m djup gjennom perioden, og låg mellom 13,5 °C og 15,5 °C til ut i september, då temperaturen byrja å gå litt ned (**figur 9**). På 15 og 30 m djup var temperaturen vesentleg lågare i starten av perioden, med rundt 9 – 9,5 °C, men så steig døgnmiddeletemperaturen ganske jamt frå rundt 10. august til eit maksimum på 14,2 – 15,0 °C på høvesvis 30 og 15 m djup den 1. og 2. september. Deretter sokk temperaturen raskt, og noko meir på 30 meters djup enn på 15 meter.

Døgnvariasjonen i temperatur på 2 m djup gjennom måleperioden låg hovudsakeleg rundt 0,5 - 1,5 °C, og var på det meste oppe i 2,0 °C (**vedleggsfigur 1**). På 15 m djup var døgnvariasjonen noko tilsvarende, med for det meste rundt 0,4 - 1,4 °C, og på det meste oppe i 2,2 °C. På 30 m djup låg døgnvariasjonen stort sett rundt 0,2 - 1,0 °C per døgn, men var på det meste oppe i 2,3 °C ved eit par høve litt uti september.



Figur 9. Døgnmidlar for temperatur målt ved Hermansverk i Leikanger kommune på 2 meter, 15 meter og 30 meters djup i perioden 30. juli – 16. september 2015.

SJIKTNINGSTILHØVE

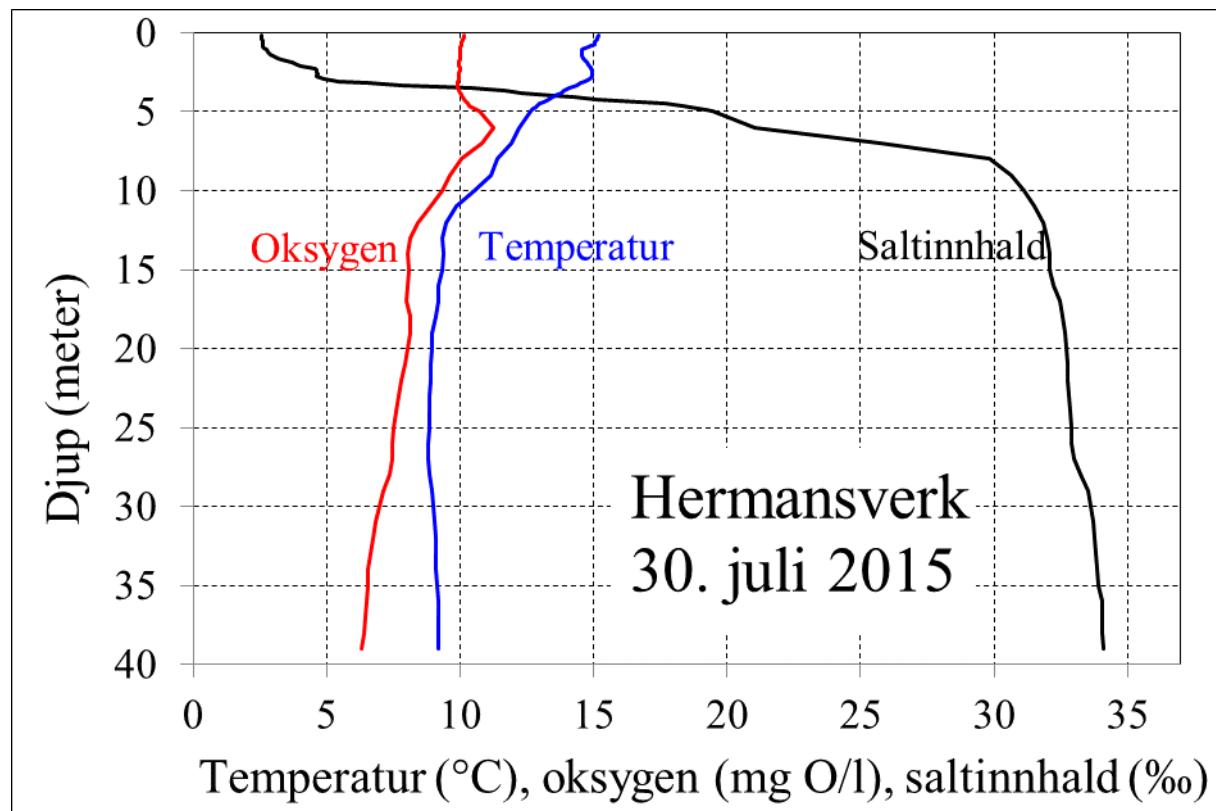
Temperatur, saltinnhald og oksygeninnhald vart målt i vassøyla den 30. juli 2015, ved utsett av straummålarane. Målingane vart gjort ned til botn på 39 m djup, om lag 20 meter sørvest for der riggen med straummålarar vart sett. Desse målingane vert også brukt i samband med modellering av avløpet.

Måling av hydrografi synte at det var eit overflatelag på rundt 8-10 meter med ein god del ferskvasspåverknad på måletidspunktet (**figur10**). Heilt i overflata var saltinnhaldet ca 2,6 %, og auka noko til 5 % på 3 m djup. Derifrå auka saltinnhaldet raskt til 19,5 % på 5 m djup og 30 % på vel 8 m djup. Vidare nedover i vassøyla steig saltinnhaldet meir gradvis, til 34,1 % ved botnen på 39 m djup.

Temperaturen var høgast i overflata, med 15,2 °C, og sokk litt ujamt nedover i vassøyla til 9,5 °C på 12 m djup. Vidare ned mot botnen var temperaturen ganske jamn, med eit minimum på 8,8 °C på 27 m djup og 9,2 °C ved botnen.

Oksygeninnhaldet var høgt i øvre del av vassøyla, med 10,2 mg O/l, tilsvarande ei oksygenmetning på 106 % i overflata, og aukande til eit maksimum på 11,3 mg O/l (124 %) på 6 m djup (**figur 10**). Herifrå sokk oksygeninnhaldet ein del til 8,1 mg O/l (90 %) på 13 m djup, og 7,0 mg O/l (77 %) på 30 m djup. Dette tilsvarar tilstandsklasse I = "Svært god" for oksygeninnhaldet ved avløpsdjupet på 30 meter (rettleiar 02:2013).

Nedover mot botnen på 39 m djup på målestaden sokk oksygeninnhaldet litt vidare, ned til 6,32 mg O/l (70 %). Dette tilsvarar tilstandsklasse I = "Svært god" for oksygenmetninga (i prosent), men er rett under grensa for tilstandsklasse II = "god" for oksygeninnhaldet (mg O/l). Auken i oksygeninnhald rundt 6 meters djup skuldast høg produksjon av oksygen frå algar i dette djupnesjiktet. Nedover i djupet er oksygenverdiane normale.



Figur 10. Måling av temperatur (°C), oksygeninnhald (mg O/l) og saltinnhald (%) i vassøyla ved utsett av straummålarar ved Hermansverk i Leikanger kommune 30. juli 2015.

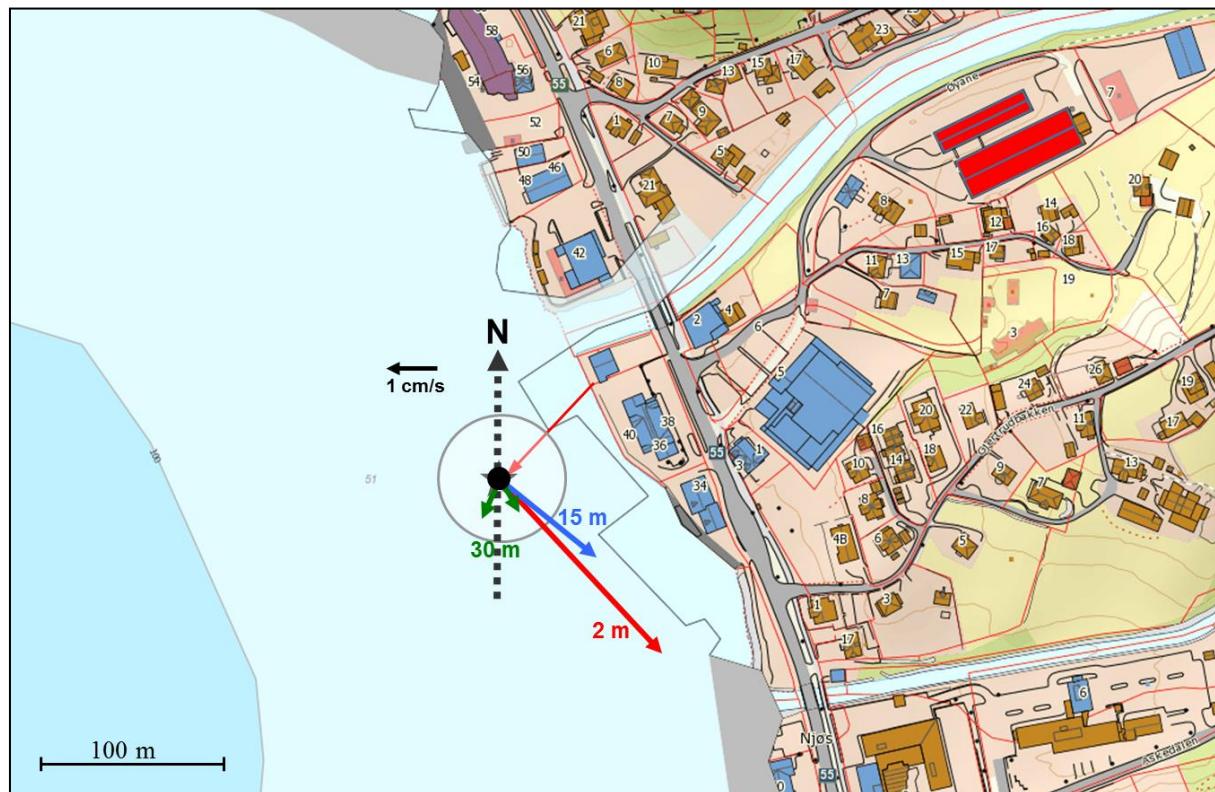
STRAUMMÅLINGAR

OVERSIKT OVER STRAUMTILHØVA VED HERMANSVERK.

Figur 11 er ei forenkla skisse som viser gjennomsnittleg straumfart og omrentleg hovudstraumretning (flux) i løpet av måleperioden på 2, 15 og 30 m djup like utanfor avløpa til Sygna Settefisk ved Hermansverk. Den gjennomsnittlege straumen i høve til djupna var ”middels sterk” på 2 og 15 m djup og ”svak” på 30 m djup (**tabell 5**). Det er vanleg at den gjennomsnittlege straumen er sterkest i overflatelaget på 2 m djup, og avtek nedover i vassøyla.

Det er vanskeleg å påvise den viktigaste straumskapingsfaktoren ved Hermansverk. Overflatestraumen vil vanlegvis vere påverka av vind, men det var ikkje noko tydeleg samanheng mellom vinddata ved nærmeste målestasjon og straumen på 2 m djup på lokaliteten (**figur 12 & 13, vedleggstabell 7**). Dei dagane det vart målt mest vind var det jamt over lite straum, og når det var mest straum var det som regel moderat til lite vind. Vinden var generelt moderat til svak i måleperioden, så ein direkte samanheng kan vere vanskeleg å påvise av den grunn.

Det var heller ikkje noko tydeleg tidevassmønster i straumen (t.d. 2-4 straumtoppar i døgnet). Det såg ut til å vere ein del straum i samband med nymåne 14. august og 13. september på 2 m djup, men på 15 m djup var det ikkje høgare straumaktivitet i samband med ny- og fullmåne, snarare tvert imot (**figur 12**). På 30 m djup var det noko meir straum ved fullmåne 31. juli, men det var elles ikkje nokon samanheng mellom månefasar og straumintensitet. Hyppige og raske lufttrykksendringar ved variabelt vær vil også kunne bidra som straumskapingsfaktorar (som fjordtømming eller –fylling), men det ser heller ikkje ut til å vere særleg samanheng mellom dagar med raske lufttrykksendringar og straumfart (**vedleggstabell 7**). Det er også mogeleg at elva kan ha noko påverknad på straumen på 2 m djup i periodar med mykje nedbør, men truleg ikkje i måleperioden. Det var noko nedbør i dagane før straumtoppen 1. september, men i dagane før straumtoppen 21. august var det ingen nedbør (**figur 13**).



Figur 11. Skisse over hovudstraumretning og straumstyrke på dei ulike måledjupa utanfor avløpa til settefiskanlegget på Hermansverk i perioden 30. juli – 16. september 2015. Total lengd av pilene på kvart djup representerer middel straumhastigkeit på dette djupet.

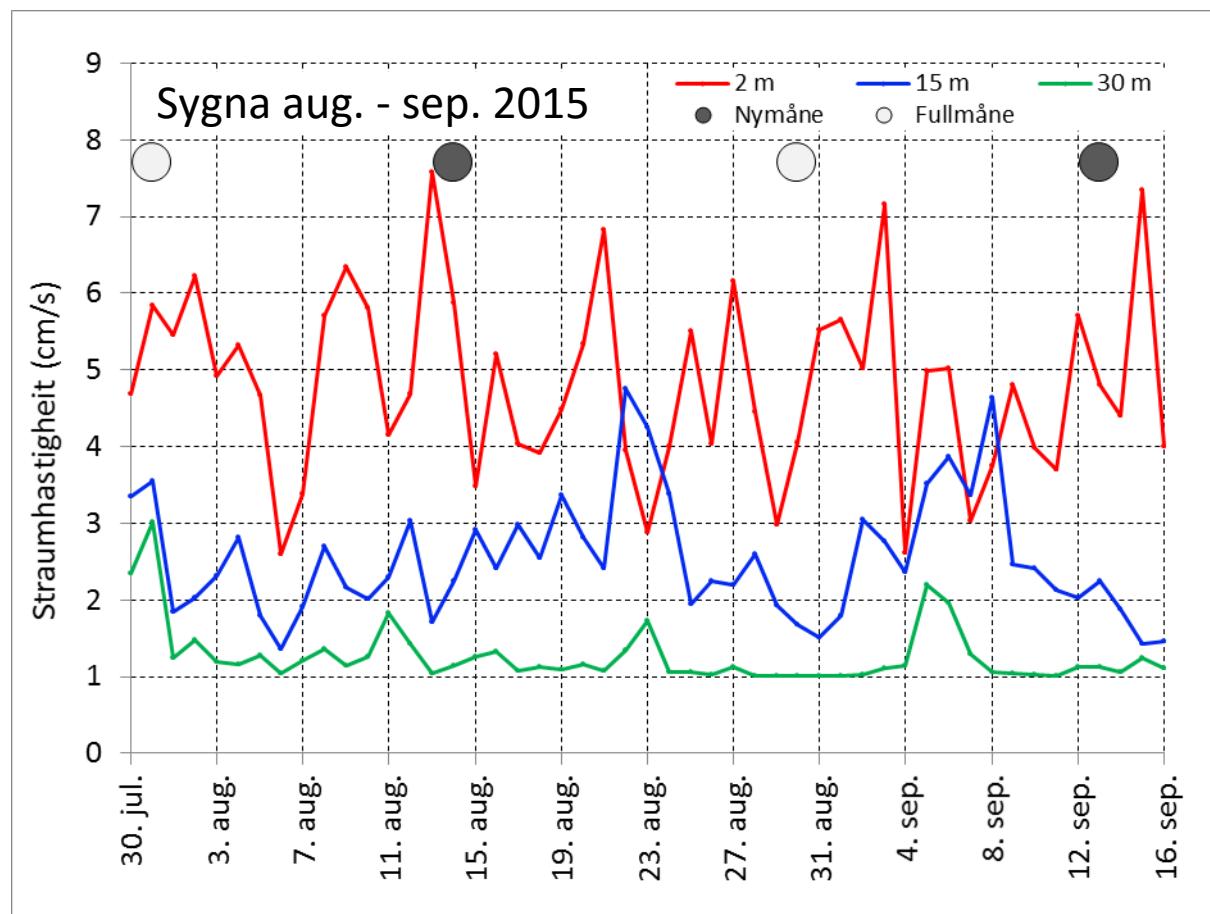
Tabell 5. Oppsummering av straumdata ved Hermansverk i Leikanger kommune i perioden 30. juli – 16. september 2015.

Målestad / djup	Middel hastighet (cm/s)	Tilstandsklasse middel hastighet*	Maks hastighet (cm/s)	Hovedstraum-retning(ar)
Hermansverk 2 m	4,8	III = "middels sterkt"	26,8	SØ
Hermansverk 15 m	2,5	III = "middels sterkt"	17,4	SØ
Hermansverk 30 m	1,3	IV = "svak"	9,6	SSV+SØ

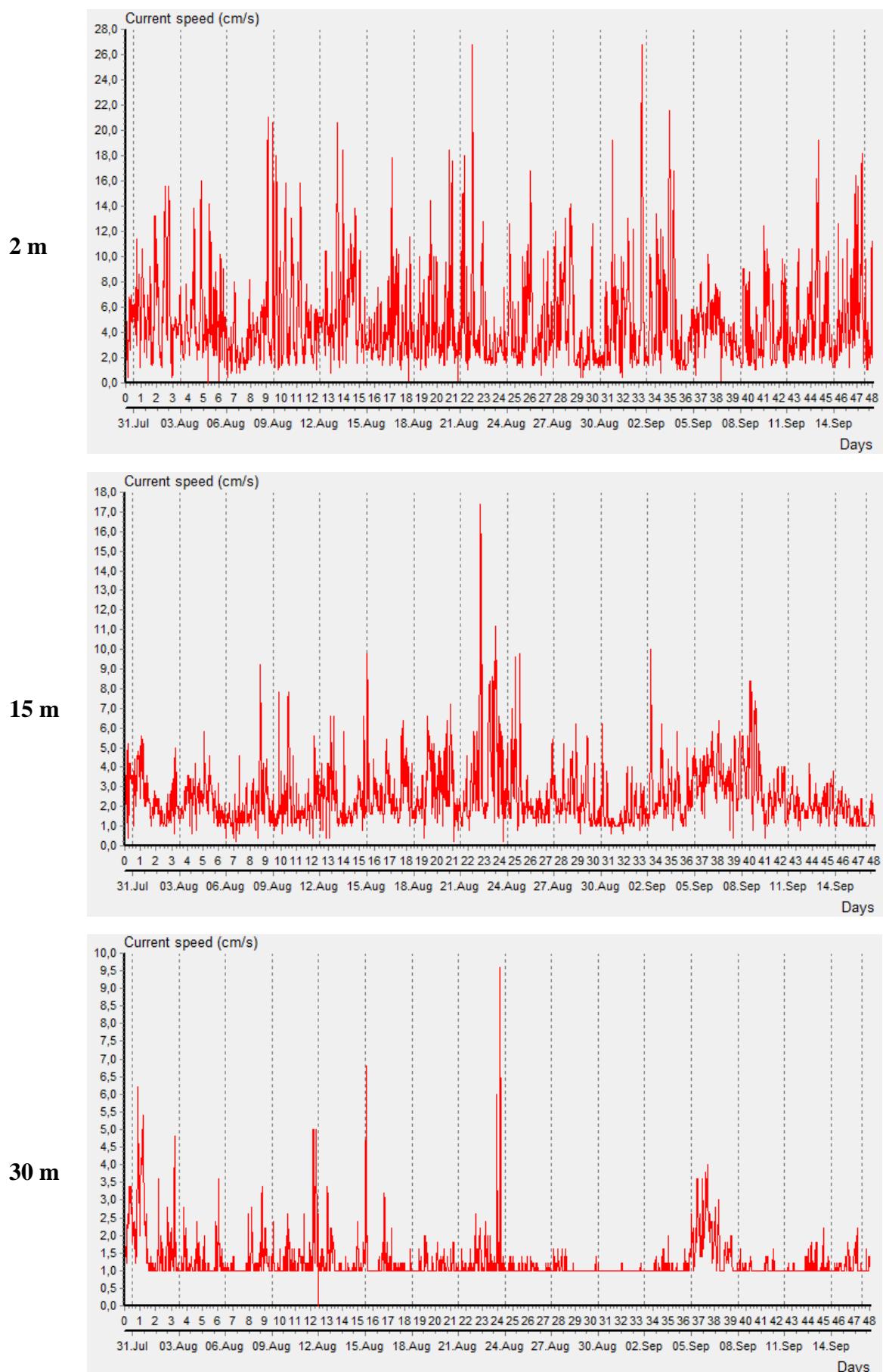
*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå tabell 3.

STRAUMRETNING OG VASSSTRANSPORT

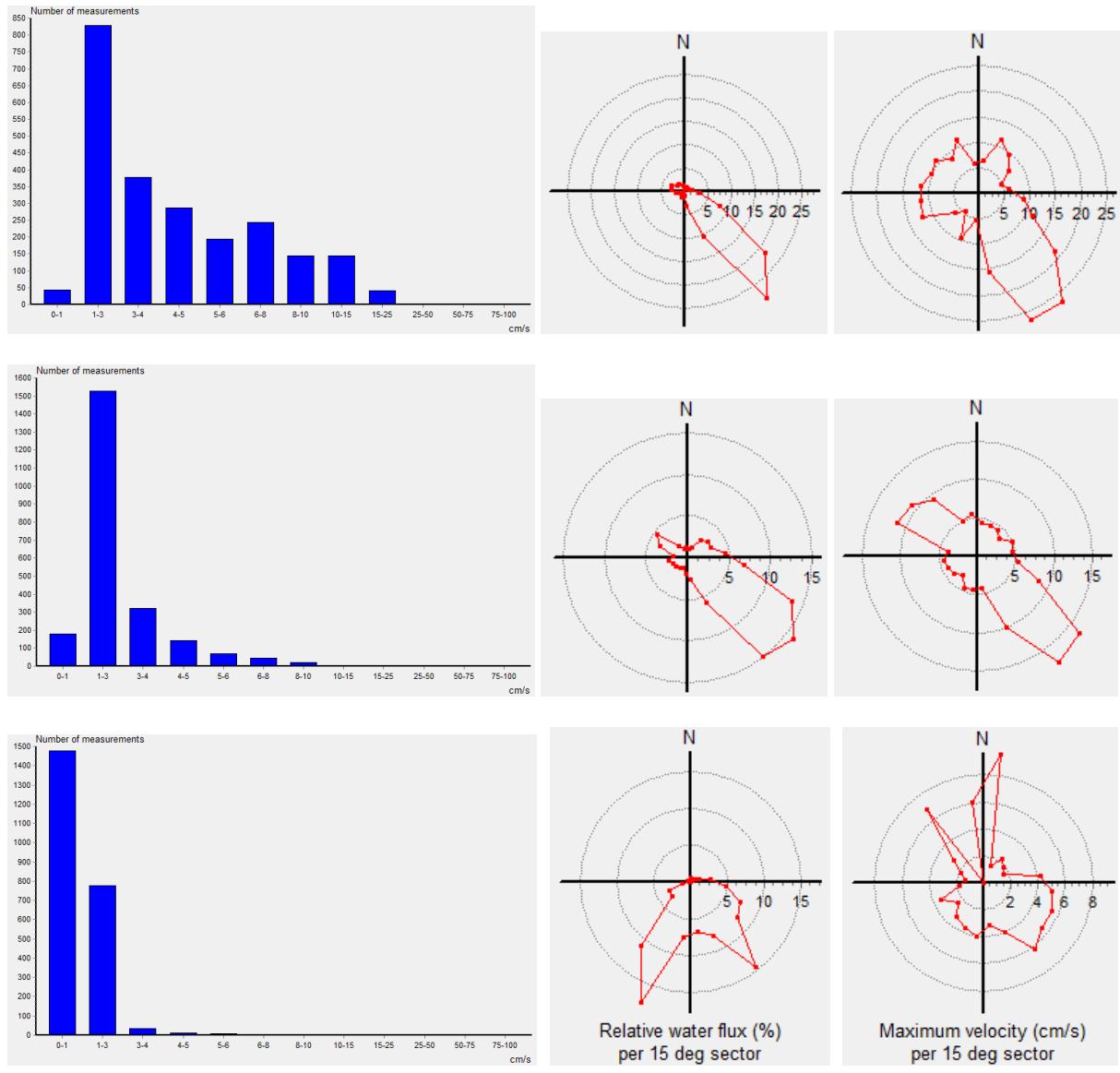
Retninga til straumen på både 2 og 15 m djup var i all hovudsak mot søraust (**figur 14 og 15**). Dette er om lag langs land i retning innover Sognefjorden (**figur 11**). Botnstraumen på 30 m djup var ganske svak, og gjekk i lengre periodar anten mest mot søraust eller sørsvørvest (**figur 15**). Dette er periodevis litt på tvers av botntopografien i området, men det kan ha samanheng med at straumen var svak og noko retningstilfeldig på dette djupet.



Figur 12. Døgnmidlar for straumhastigkeit målt ved Hermansverk i Leikanger kommune på 2 meter, 15 meter og 30 meters djup i perioden 30. juli – 16. september 2015.



Figur 13. Straumhastighet ved Hermansverk på 2, 15 og 30 m djup i perioden 30. juli – 16. september 2015.

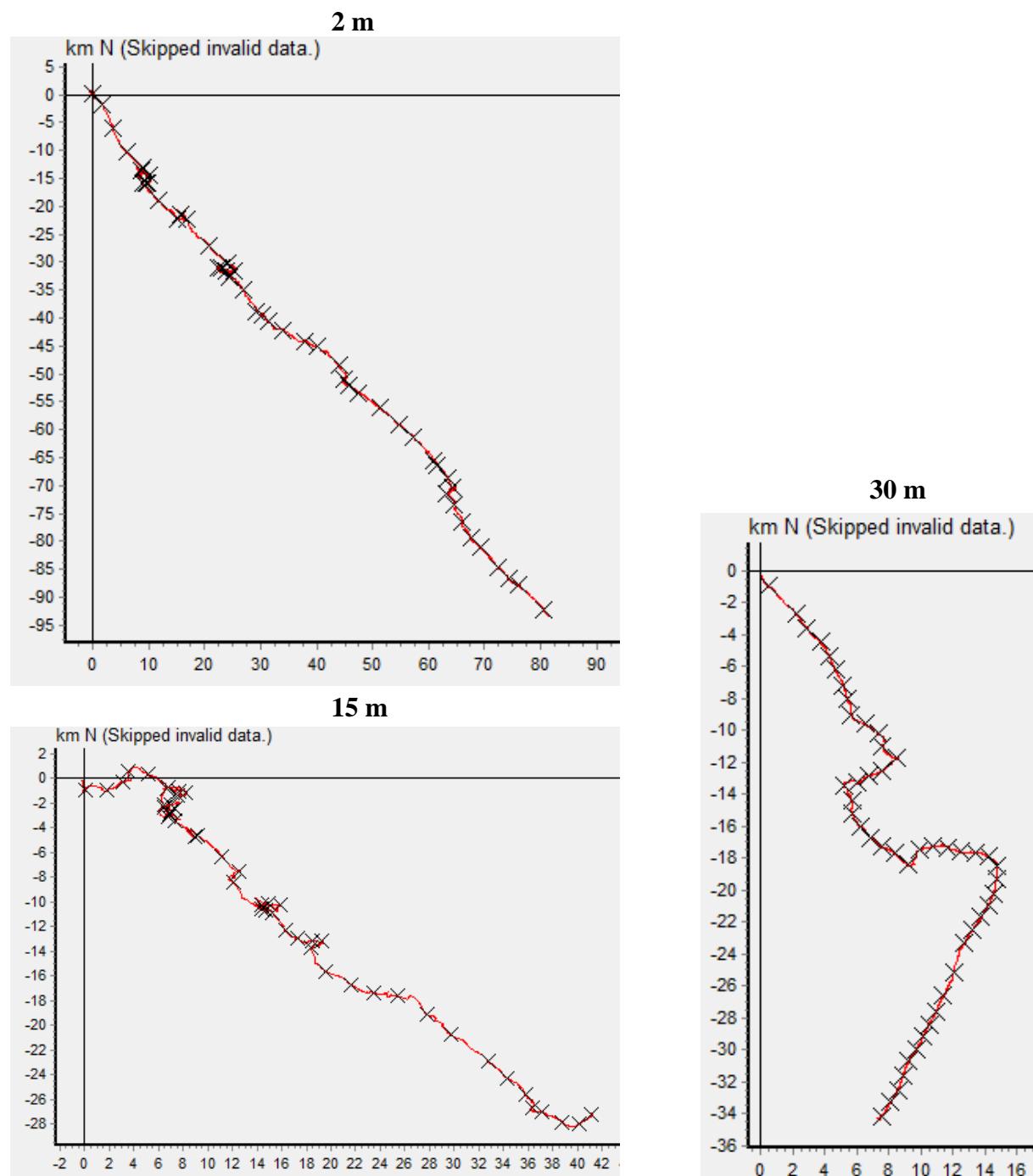


Figur 14. Fordeling av straumhastighet (venstre), samt flux/vasstransport (midten) og maksimal straumhastighet (høgre) for kvar 15° sektor på 2, 15 og 30 m djup ved Hermansverk i Leikanger kommune i perioden 30. juli – 16. september 2015.

Tabell 6. Skildring av hastighet, varians, stabilitet, og retning til straumen ved Hermansverk i Leikanger kommune i perioden 30. juli – 16. september 2015.

Måledjup	Middel hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann-parameter	Tilstandsklasse Neumann-parameter*	Resultant-retning
2 meter	4,8	12,083	0.619	II = "stabil"	139° = SØ
15 meter	2,5	2,308	0.468	II = "stabil"	124° = SØ
30 meter	1,3	0,374	0.672	II = "stabil"	168° = SSØ

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå tabell 3.



Figur 15. Progressivt vektorplott for målingane på 2, 15 og 30 m djup ved Hermansverk i perioden 30. juli – 16. september 2015.

REGISTRERINGAR AV STRAUMSTILLE

På 2 m djup var det 44 registreringar med heilt straumstille (straum på 1 cm/s eller svakare), noko som utgjer berre 1,9 % av målingane (**vedleggstabell 1**). Andelen straumstille på 15 m djup var 7,7 % medan andelen på 30 m djup var 64,0 % (**vedleggstabell 3 og 5**).

STRAUMSVAKE PERIODAR.

Det var ”svært lite” innslag av straumsvake periodar i overflata på 2 m djup ved Hermansverk, og dei to lengste periodane på dette djupet var berre 5 timer lange (**tabell 3 og 7**). For spreiingsstraumen på 15 m djup var innslaget ”lite” i høve til djupna, medan innslaget ved botnen på 30 m djup var ”høgt”, der dei to lengste straumsvake periodane var på høvesvis nesten 11 og nesten 6 døgn.

Tabell 7. Skildring av straumsvake periodar ved Hermansverk i Leikanger 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 timer eller meir. Måleintervallet er 30 min., og målingane er utført i perioden 30. juli – 16. september 2015.

Måledjup	0,5- 2 t	2,5- 6 t	6,5- 12 t	12,5- 24 t	24,5- 36 t	36,5- 48 t	48,5- 60 t	60,5- 72 t	>72t	Maks	Andel (%)	Tilstandsklasse andel straumsvake periodar *
2 meter	163	14								5 t	4,2	I = ”svært lite”
15 meter	181	50	12	1	1					25 t	26,7	II = ”lite”
30 meter	25	12	8	11	2	2	2	0	3	258 t	89,2	IV = ”høg”

*Viser til vårt eige klassifiseringssystem, sjå tabell 3.

KVALITETSVURDERING AV MÅLEDATA

Faktorar som kan ha påverka målingane

Det var lite synleg begroing på målarane etter endt måleperiode, og rotorane på dei ulike målarane hadde ikkje merkbar tregheit. Ingen av måleseriane bar preg av at målarane ikkje hadde fungert slik dei skal.

Det var ikkje andre installasjonar i sjøen på lokaliteten i måleperioden. Målingane var soleis ikkje påverka av objekt som kunne ha innverknad på straumen. Det utstrøyande vatnet frå avløpet vil kunne påverke straumbiletet lokalt ved den oppstigande strålen, men straumriggen var truleg plassert eit stykke frå sjølve avløpet, og det er mindre truleg at straummålingane har vorte påverka av dette i nemneverdig grad.

Truverde for målingane

Måleseriane tyda ikkje på at målarane var forstyrra på nokon måte, men målingane av botnstraum var ganske einsretta i lange periodar. Det kan ikkje utelukkast at dette kan ha samanheng med nærleiken til utsleppet å gjere, men mest truleg har det samanheng med at det generelt var lite straum på denne djupna. Ingen data vart forkasta (utanom før og etter utsett heilt i starten og slutten av måleperioden).

Straummålingane vart utført i ein sommar/haustperiode med moderate endringar i lufttrykk og med moderat til lite vind (**vedleggstabell 7**). Vêrstasjonen Vangsnes ligg ca 11 km vest for lokaliteten, og er truleg noko meir eksponert for vind frå austlege retningar enn området der straummålingane vart gjort. Måleperioden er bra representativ for ein vanleg sommar/haustsituasjon, men det vil periodevis truleg vere ein del meir vind utover hausten og vinteren enn i måleperioden.

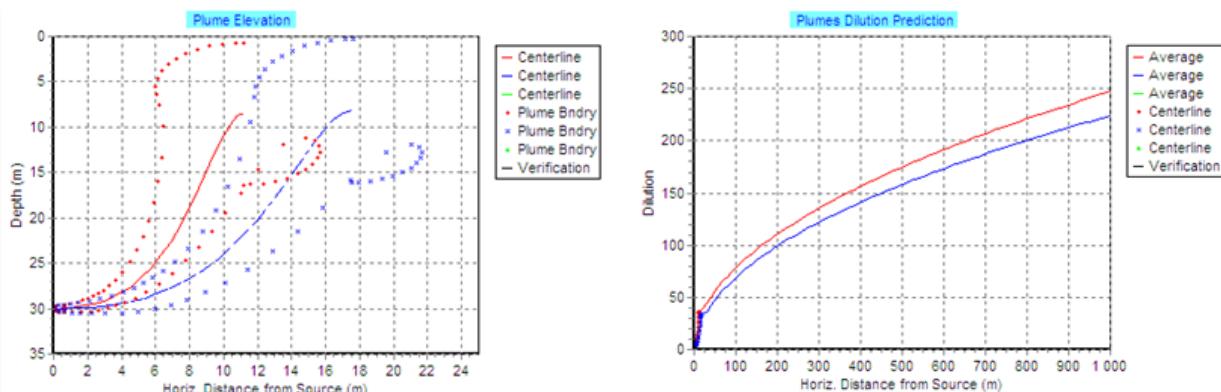
MODELLERING OG SPREIING AV UTSLEPPET

Innlagringsdjup og fortynning av avløpet frå Hermansverk er berekna ut frå middel straumhastigkeit i måleperioden, og temperatur og saltinnhald i vassøyla ved avløpet 30. juli 2015 (jf. **tabell 8** og **figur 10**). Tettleiken på avløpet er sett til 1000 kg/m^3 , og temperaturen i avløpsvatnet lik 10°C for ein sommarsituasjon.

Avløpsvatnet vert leia ut via ein rundt 70 m lang PEH avløpsleidning, og avløpet er på rundt 30 m djup ut mot Sognefjorden i eit område der det er ein god del straum i overflata og eit stykke nedover i vassøyla. Avløpet har ein ytre diameter på 600 mm og ein indre diameter på 528 mm. Berekning av innlagringsdjup for eit utsleppsdjup på 30 m i ein sommarsituasjon er vist i **tabell 8** og **figur 16**.

Tabell 8. Berekna innlagringsdjup for ein sommarsituasjon ved middel straumhastigkeit og middel og maksimal vassføring for eit utslepp på 30 m djup ved Hermansverk.

Ved middel vannføring				Ved maksimal vannføring			
Topp av sky (m)	Innlagrings-djup (m)	Fortynning ved innlaging	Fortynning 1000m	Topp av sky (m)	Innlagrings-djup (m)	Fortynning ved innlaging	Fortynning 1000m
0	8,5	36,3x	247x	0	8,2	33,1x	224x



Figur 16. Innlagringsdjup og fortynning av utslepp på 30 m djup i sjøområdet utanfor Hermansverk for ei maksimal vassmengd på 600 l/s (blå line) og for ei middel vassmengd på 335 l/s (raud line) for ein typisk sommarsituasjon. Figuren viser "strålebanene" for dei to vassmengdene ved midlare straumhastigkeit.

Med utslepp av maksimal vassmengde (600 l/s) ved middel straumhastigkeit, vil avløpsvatnet (plumen) i ein sommarsituasjon verte innlagra på 8,2 m djup, medan toppen av "skya" med avløpsvatn vil kunne nå opp til overflata. Avløpsvatnet vil vere fortynna 33 gonger ved innlagringsdjupet på 8,2 m djup, og ein km frå utsleppet vil avløpsvatnet vere fortynna ca 224 gonger (**figur 16**). Med utslepp av middel vassmengde (335 l/s) ved middel straumhastigkeit, vil avløpsvatnet (plumen) verte innlagra på 8,5 m djup, og toppen av "skya" med avløpsvatn vil også her kunne nå opp mot overflata. Avløpsvatnet vil vere fortynna vel 36 gonger ved innlagringsdjupet på 8,5 m djup, og ein km frå utsleppet vil avløpsvatnet vere fortynna ca 247 gonger.

Modelleringa viser at avløpsvatnet (plumen) ved maksimal og middel vassmengd i avløpsrøret i ein sommarsituasjon hovudsakleg vert innlagra rundt sprangsjiktet, dvs. at ein del vert innlagra i overflatelaget (ca 0 – 10 m djup) og noko i tidevasslaget under. Djupna på sprangsjiktet i fjorden vil endre seg med mellom anna nedbør og snøsmelting gjennom året, og det vil såleis variere kor stor andel av avløpsvatnet som blir innlagra i overflatelaget eller tidevasslaget. Avløpsvatnet vil vere ein del fortynna allereie når det vert innlagra på sitt innlagringsdjup. Eventuelle partiklar som følgjer med i strålebana oppover i vassøyla vil drive bort med vasstraumen, vert spreidd og sedimenterer til botn frå avløpet sitt nærområde og vidare utover i resipienten i Sognefjorden.

NÆRINGSSALT

Det var noko skilnad i hovudtrekk mellom alle dei fire datoane for analyse av næringssalt ved Hermansverk. Den 11. februar var det om lag like konsentrasjonar av næringssalt ved alle tre stasjonar, men tydeleg høgare verdiar av fosfor, fosfat og ammonium på 10 meters djup i høve til 2 meters djup. Ved dei neste tre datoane var det gjennomgåande lågare konsentrasjonar av alle næringssalt på stasjon Sygna Nord (**tabell 9**).

Ved målingane 26. februar vart dei høgaste konsentrasjonane av næringssalt målt på 2 m djup, ved avløpet, og for det meste innan tilstandsklasse III = "moderat". Målingane på 10 m djup synte låge konsentrasjonar, for det meste innan tilstandsklasse I = "svært god". Ved dei to andre stasjonane var det relativt låge konsentrasjonar denne datoene, både på 2 og 10 meter. Det var i hovudsak berre denne datoene (26. februar) at ein målte høge verdiar av næringssalt på 2 m djup. Det har truleg samanheng med at det denne dagen var eit svært tynt overflatesjikt med redusert saltinhald på berre ca 1,5 meter, medan overflatesjikten ved dei andre prøvetakingane var på ca 5-8 meter (**figur 17**).

Ved målingane 18. februar var konsentrasjonane av næringssalt om lag like høge eller høgare på stasjon Sygna Sør i høve til ved avløpet. Dette gjaldt på begge djup. Ved målingane 11. mars var konsentrasjonane av næringssalt vesentleg høgare på 10 m djup på stasjon Sygna Sør enn ved avløpet, medan konsentrasjonane på 2 m djup var om lag like høge (eller låge) på desse to stasjonane. Spesielt var det høg konsentrasjon av total nitrogen på 10 m djup ved Sygna Sør, tilsvarende tilstandsklasse IV = "dårlig".

Gjennomsnittet av fire måledataar viste konsentrasjonar innan tilstandsklasse I-II ("svært god" – "god") for alle næringssalta på 2 m djup. På 10 m djup var snittverdiane innan tilstandsklasse I på stasjon Sygna Nord og innan tilstandsklasse I-II ved avløpet, samt for nitrat og ammonium på stasjon Sygna Sør. For næringssalta total fosfor, fosfat-fosfor og total nitrogen var gjennomsnittet innan tilstandsklasse III = "moderat" på stasjon Sygna Sør (**tabell 9**).

Det vert gjort merksam på at for å få ei nokolunde sikker klassifisering av eit sjøområde med omsyn på næringssalt bør ein også ha målingar om sommaren, og helst målingar over ein periode på minst tre år (rettleiar 02:2013).

Tabell 9. Vasskvalitet på stasjon Sygna Nord, Sygna Avløp og Sygna Sør i Sognefjorden ved Hermansverk i perioden 11. februar – 11. mars 2016, og som eit gjennomsnitt av dei fire måledataane. Prøvene er henta på 2 og 10 meters djup. Fargesetting etter rettleiar 02:13 der klassegrenser til tilstand for ein vintersituasjon er nyttar. Blå tilsvrar tilstandsklasse I = "svært god", grøn = "god", gul = "moderat", oransje = "dårlig" og raud = "svært dårlig".

Dato: Stasjon:		11.feb			18.feb			26.feb			11.mar			Gjennomsnitt		
		Nord	Avløp	Sør	Nord	Avløp	Sør									
Total fosfor (µg/l)	2m	12	15	16	13	18	18	14	38	22	3,7	6,4	6,1	10,7	19,4	15,5
	10m	27	23	26	18	30	29	14	17	20	14	27	42	18,3	24,3	29,3
Fosfat-fosfor(µg/l)	2m	8,7	11	10	9,4	13	15	7,7	27	12	<1	1,7	1,8	8,6	13,2	9,7
	10m	21	19	21	14	25	23	8,8	10	14	4,7	18	30	12,1	18,0	22,0
Total nitrogen (µg/l)	2m	200	280	210	230	340	480	170	420	310	120	190	200	180	308	300
	10m	280	290	290	240	370	440	240	280	270	210	320	690	243	315	423
Nitrat-nitrogen (µg/l)	2m	97	99	96	85	85	85	59	75	60	6,2	7,4	5,0	62	67	62
	10m	100	98	98	89	97	96	64	64	79	33	57	74	72	79	87
Ammonium (µg/l)	2m	13	21	14	22	32	43	17	94	24	10	14	26	16	40	27
	10m	43	38	38	26	58	57	16	26	30	15	60	89	25	46	54

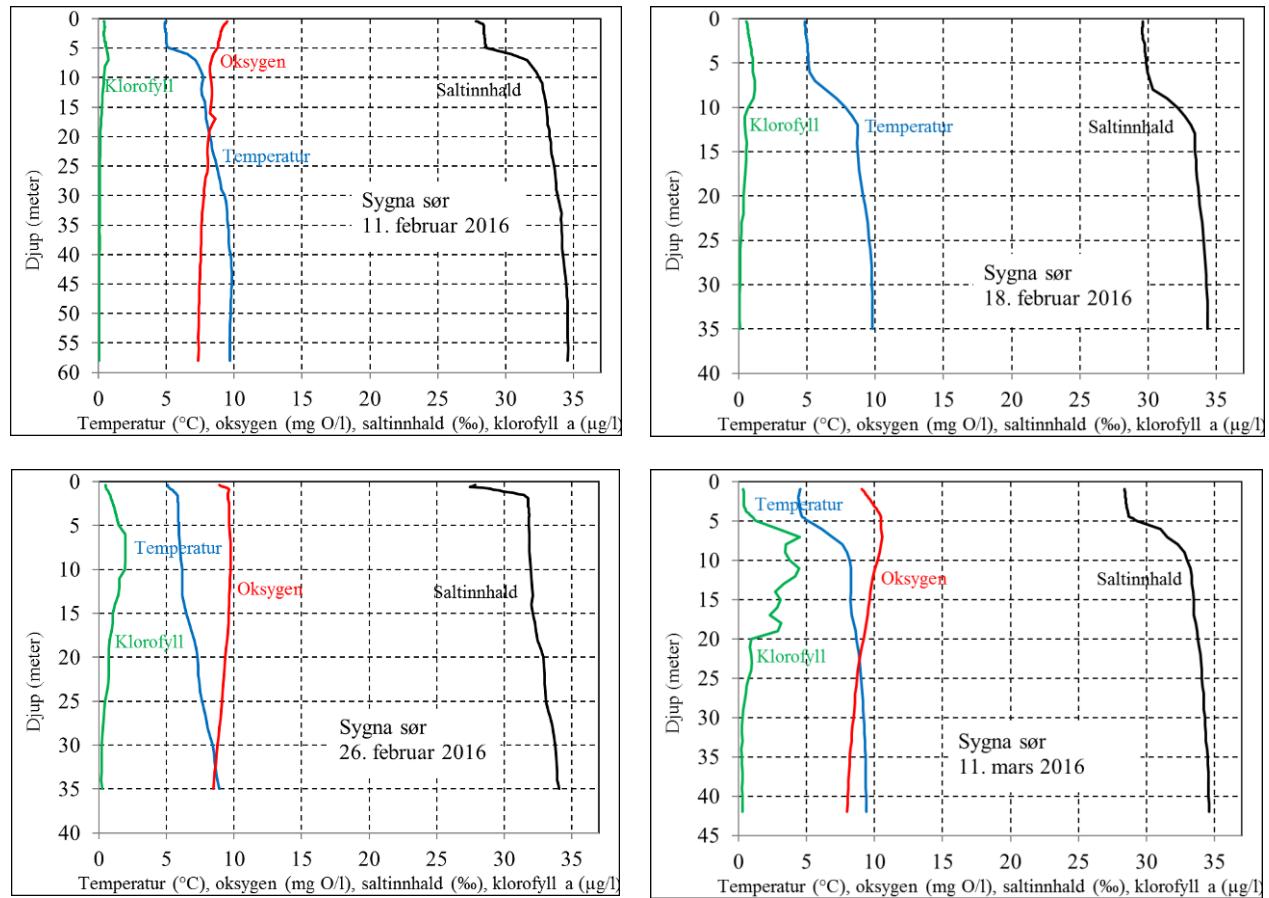
HYDROGRAFI VINTER

I samband med vassprøvetakinga vinteren 2016 vart det teke hydrografiske profilar på dei same stasjonane og datoane (jf. **figur 8**). Det er berre presentert figurar for stasjon Sygna Sør (**figur 17**), profilane for dei andre to stasjonane var i all hovudsak tilsvarende for dei ulike parametrane på tilsvarende djupner.

Det var eit overflatelag med litt redusert saltinhald og noko kaldare vatn ved alle prøvetakingane (**figur 17**). Dette laget var stort sett mellom 5-8 meter tjukt, men den 26. februar var overflatelaget berre ca 1,5 meter tjukt. Saltinhaldet i overflatelaget låg mellom 27,5 og 29,6 % ved dei ulike datoane, og klassifisering av næringssalt følgjer såleis standard tabell (saltholdighet > 18; rettleiar 02:2013). Temperaturen i overflatelaget var normal for årstida med rundt 5 °C, medan temperaturen under sprangsjiktet var noko høg med oppunder 10 °C.

Oksygeninnhaldet var normalt ved dei ulike målingane, med mellom 7,4 og 8,5 mg/l, tilsvarende oksygenmetning på 81 – 91 % for dei djupaste målingane (tilstandsklasse I = "Svært god").

Det var aukande mengder klorofyll, frå så godt som ingenting den 11. februar, via ein svak auke fram til 26. februar, og vidare til ein tydeleg byrjande våroppblomstring den 11. mars (**figur 17**). Det var jamt over høgast konsentrasjonar mellom ca 5 og 20 meters djup. Det var litt høgare innhald av klorofyll på stasjon Sygna Avløp og Sygna Nord den 11. mars, med høgaste verdi på høvesvis 5,3 og 6,8 µg/l (mot 4,5 µg/l ved Sygna Sør).



Figur 17. Måling av temperatur (°C), oksygeninnhald (mg O/l), saltinnhald (‰) og klorofyll a (µg/l) i vassøyla ved fire høve vinteren 2016 på stasjon Sygna Sør ved Hermansverk i Leikanger kommune. Oksygensensoren verka ikkje den 18. februar.

DISKUSJON

Marine Harvest Norway AS avd. Sygna har eit settefiskanlegg på Hermansverk i Leikanger kommune med løyve til å produsere inntil 2,5 mill smolt, med maksimal årleg produksjon på 300 tonn biomasse. I samband med utarbeidning av eit miljøovervakingsprogram for anlegget har Fylkesmannen i Sogn og Fjordane etterspurt ein del grunnleggjande informasjon, mellom anna posisjonsbestemming av avløpet, straummåling med spreiingsvurdering, analyse av næringssalt og botnkartlegging med vurdering av stasjonar for sedimentprøvetaking.

AVLØPET

Avløpet frå settefiskanlegget på Hermansverk går via eit pumpehus på kaia, før det munnar ut på ca 30 meters djup i Sognefjorden ved utløpet av Henjaelvi, ca 65 meter frå land. Dimensjonen på avløpsleidningen er 600 mm. Pumpehuset er felles for Leikanger kommune og Sygna Settefisk.

Posisjonen til avløpet er litt usikker. Holm (2014) oppgir at avløpet skal vere på om lag 30 m djup, om lag 30 m frå land. Holm har ut frå dette definert eit utsleppspunkt i posisjon N 61°10,951' / Ø 06°51,007', som rett nok er på ca 31 m djup, men om lag 50 meter frå land. Ved ei botngransking i 2013 vart det teke fleire prøver i nærleiken av utsleppet, og den mest belasta prøven (punkt 561) vart teken litt lenger ute, i posisjon N 61°10,944' / Ø 06°51,003', på ca 32 m djup om lag 65 m frå land (Holm 2014). Denne prøven besto av boblende mudder og fôr, og var noko gråkvit i utsjånad. Denne prøven er etter all sannsynlegheit teken i området om lag 1-10 meter utanfor avløpet. Videooppptak fra botnen ved avløpet viser eit lyst felt med avsetningar frå utsleppet, truleg på grunn av bakteriebelegg (*Beggiaatoa*), og utstrekninga avfeltet vert anslått til 5-10 meter (**figur 18**).



Figur 18. Avløpet til Sygna settefisk ved Hermansverk (utsnitt frå ROV-film). Ein ser ein grå oppstigande stråle av avløpsvatn frå røyrenden, og eit lyst felt på botnen frå avløpet og i tilnærma vifteform ca 5-10 meter utover. Det er tett med sjøpiggsvin ved og på røyrenden.

Enden på avløpsrøyret er løfta noko over ein halvmeter opp frå botnen, og djupnemålaren på videoopptaka viser at djupna på enden av avløpet er nærmere 31 meter, og at djupna rett utanfor er ca 32 meter. Dersom ein legg til grunn at Holm (2014) sitt punkt 561 er teke om lag midt i feltet med synlege avsetjingar (jf. **figur 18**), vil avstanden til avløpet vere rundt 5 meter, og den mest sannsynlege posisjonen til utsleppspunktet vil då vere **N 61°10,946' / Ø 06°51,006'**. Dette er truleg korrekt posisjon innanfor ein margin på +/- 5 meter.

Andre avløp og inntak

Videoopptak frå ROV frå 8-9 meters djup utanfor pumpehuset viser tre leidningar som går nokolunde parallelt nedover botnen. Ein av desse leidningane er truleg eit vassintak til settefiskanlegget, det er opplyst at dei har to sjøvassinntak, eit på 4 meters djup og eit på ca 70 meters djup. Dei andre to leidningane er avløpa frå settefiskanlegget og frå det kommunale kloakkanlegget. Pumpehuset på kaia samlar kommunal kloakk frå ca 1500 pe, som blir rensa gjennom eit silanlegg.

Ved granskinga i juli 2015 vart det filma frå båten som vart nytta til felterbeidet med eit undervasskamera med kabel. Ein kunne då sjå to utsleppsleidningar frå land og utover i det aktuelle området. Diverre var det ein del vind og straum ved arbeidet, og noko aukande, så det var ikkje råd å finne nøyaktig endepunktet for leidningane og koordinatfeste desse då. Ved undervassfilming frå ROV i november 2015 følgde ein avløpsleidningen frå settefiskanlegget til endes, men samtidig kunne ein skimte ein annan leidning ca 5-10 meter lenger mot nordvest (den tredje leidningen var ikkje synleg her). Det var ikkje råd å sjå munninga på denne leidningen på tilgjengeleg videomateriale, men det er truleg at det er den kommunale kloakkledningen, og at denne har avløp ikkje så langt frå leidningen til settefiskanlegget. Ved opptak av straummålarane var det noko hår og tekstilfibrar som var vikla rundt nederste delen av tauet til straumriggen, noko som indikerer at riggen kan ha stått relativt nær avløpet frå den kommunale leidningen. Botnstraumen gjekk om lag i retning sør aust på lokaliteten, og det høver bra med at materiale frå eit avløp i nordvest har passert straumriggen. Straumriggen stod ca 5-10 meter utanfor avløpet til settefiskanlegget, og enden på den kommunale leidningen kan i så fall vere nokre meter lenger ut enn avløpet til settefiskanlegget. Dette bør verifiserast ved eit passande høve.

Hovudbelastninga på botnen utanfor det kommunale utsleppet vil truleg vere ganske lokal, slik som rundt avløpet frå settefiskanlegget. Ein del av det finpartikulære utsleppet og løyste næringssalt vil derimot kunne "overlappe" mellom dei to utsleppa etter kvart som avstanden frå avløpa aukar, og spesielt dersom straumretninga går frå det eine avløpet og forbi det andre. Det kan då vere vanskeleg å skilje effektane frå dei ulike utsleppa ved måling av t.d. næringssalt i vassøyla.

STRAUMMÅLINGAR

Straummålingane viste at det vart målt moderat til lite straum utanfor avløpet til Marine Harvest Norway AS avd. Sygna i måleperioden. Straumen var "middels sterkt" i høve til djupna for overflatestraumen på 2 m djup og spreingsstraumen på 15 m djup, med ei gjennomsnittleg hastigkeit på høvesvis 4,8 og 2,5 cm/s, medan botnstraumen på 30 m djup var "svak" med 1,3 cm/s.

Det betyr at partikulære utslepp frå anlegget ein god del av tida vil bli transportert ganske kort i vassmassane, og at ein tilsvarande andel av materialet vil sedimentere i ganske umiddelbar avstand til avløpet, sjølv om spreingsstraumen i gjennomsnitt er middels sterkt. Dette forklrarar kvifor ein har eit lite område på botnen rundt avløpet som periodevis viser teikn til høg belastning (**figur 18**). Her vil truleg akkumuleringa av organisk materiale i dei mest driftsintensive periodane sommarstid overstige omsetjinga i sedimentet. Ved lågare produksjon vil dei generelt gode oksygen- og utskiftingstilhøva i vassøyla bidra til høgare omsetjing enn akkumulering, og ein får delvis rehabilitering av botnen. I områda frå 10-15 meter frå avløpet og vidare utover vil akkumuleringa stort sett heile tida vere lågare enn omsetjinga, og ein vil ikkje få därlege tilhøve på botnen.

Det vert gjort merksam på at vurderingane av straumtilhøva ("svak" og "middels sterkt" straum) er gjort ut frå kva ein meiner er eigna straumtilhøve for oppdrett av fisk i merdanlegg, og ikkje kva som er tilstrekkeleg i samband med omsetjing av organisk materiale frå eit utslepp frå settefiskanlegg. Her

vil dei viktigaste kriteria vere at sjølve utsleppsstaden ligg slik til at botndyra alltid har tilgang på oksygen for sedimentomsetjinga, og at vatnet rundt utsleppsstaden blir utveksla og skifta ut med utanforliggende vassmassar, slik som ved utsleppet ved Hermansverk. Sidan sjøområdet ved Hermansverk ikkje er terskla, vil i praksis vassmassane kontinuerleg bli utveksla med dei omkringliggande vassmassane i Sognefjorden, og oksygenmålingane viste då også god metning ned til botnen ved avløpet.

Dersom botnstraumen er sterk nok vil det også førekommme resuspensjon av sedimentert materiale. Dette vil skje ved straumhastigheiter over ca 10 cm/s, medan ei straumhastigkeit på ca 5 cm/s er nok til å halde partiklane resuspendert (Cromei m.fl. 2002, Kuttu m.fl. 2007). Botnstraumen ved Hermansverk var oppe i 9,6 cm/s på det meste, og 7-8 gonger oppe i 5 cm/s i løpet av måleperioden (jf. **figur 13**). Det betyr at det truleg vil førekommme resuspensjon på lokaliteten av og til, men mesteparten av tida vil partiklar som sedimenterer bli liggande om lag der dei landar. Ein høg andel straumstille og straumsvake periodar for botnstraumen vil bidra til det same. Dette medfører som nemnt lokal akkumulering nokre meter rundt avløpet i periodar og på stader der tilførslene er større enn nedbrytinga.

Straumretninga var i hovudsak mot sør aust på alle djup. Ved botnen gjekk mesteparten av straumen mot sør aust eller sør, medan den sterkeste straumen på denne djupna vart registrert mot nord. Dette litt motstridande straumbiletet kan delvis vere med å forklare at utbreiinga av påverknadsområdet utanfor avløpet såg ut til å vere jamt fordelt til begge sider (jf. **figur 18**). Det viktigaste er nok likevel at botnstraumen mesteparten av tida var svak, og såleis hadde liten innverknad på fordelinga av større partiklar i noko bestemt retning.

Oppover i vassøyla var straumen sterkare, og for finare partiklar og meir oppløyste næringssalt, vil desse i hovudsak gå i retning sør aust og sør mot Nokkaneset. Vanlegvis vil hovudstraumen i norske fjordar gå innover fjorden på sørsida og utover fjorden langs nordsida, på grunn av jordrotasjonen (Coriolis-effekta). Den tilsynelatande motsette straumretninga ved Hermansverk er truleg eit resultat av at det blir danna ein bakenjestråm i det hovudstraumen passerer forbi Nokkaneset. Medan mesteparten av straumen truleg går forbi Nokkaneset og vestover, vil noko av vatnet truleg dreie nordover og inn mot Hermansverk og vidare i ein sirkel aust og sør langs kysten ned att mot Nokkaneset før det delvis blandar seg med utgåande straum mot vest, eller tek ein ny runde forbi Hermansverk.

VERKNAD OG KONSEKVENS AV UTSLEPPET

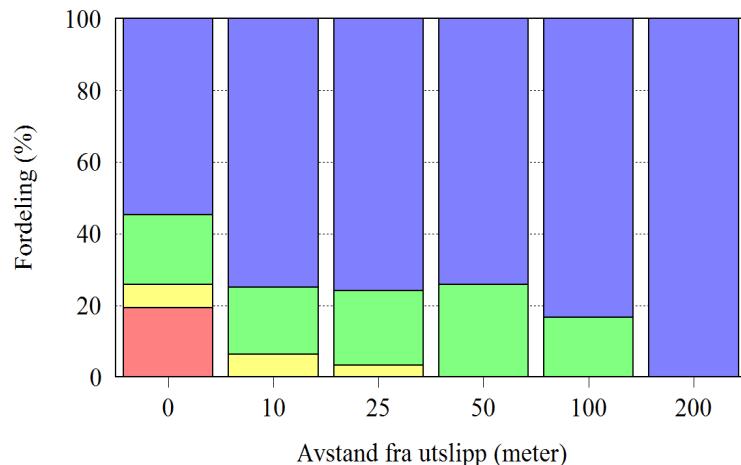
Sedimentering

Utsleppsvatnet er lettare enn det omkringliggande sjøvatnet, og stig difor opp før det vert innlagra på aktuelt innlagsdjup i overflatelaget eller heilt i overflata (fortrinnsvist vinterstid). Innblandingssdjupet for avløpsvatnet vil normalt vere i dei øvre delane av vassøyla, der tidevatnet vanlegvis syter for hyppig og god vassutskifting. På denne måten vil dei aller finaste tilførslene bli spreidd effektivt vekk frå utsleppsstaden med tidevatnet (jf. **figur 7**). Utsleppet vil ha ein upwellingseffekt på omkringliggande vassmassar ved utsleppsstaden og rive desse med seg på veg mot overflata. Isolert sett vil det såleis alltid vere gode lokale utskiftings- og omrøringsforhold rundt sjølve utsleppet.

Vanlegvis vil det vere stort belastning ganske nær utløpet av leidningen, men ofte ikkje heilt ved munningen, der strålen frå det utstrøyande ferskvatnet kan ha ein viss spyleeffekt på botnen dei nærmaste få metrane før ferskvatnet stig oppover i vassøyla. Berre dei største partiklane vil sedimentere heilt lokalt ved sjølve utsleppet. Det er difor vanleg å observere ei svært avgrensa punktbelaustning i samband med slike utslepp dersom utsleppet skjer på djupner med relativt god vassutskifting og gode nedbrytingstilhøve. Der vil naturleg nedbryting kunne halde tritt med tilførslene dersom det er god tilgang på oksygen ved tilførsel av friskt vatn over sedimentet, slik som ved Hermansverk. Granskningar frå ei rekke tilsvarande utslepp av denne typen viser difor at det som regel kun er mogeleg å spore miljøeffektar umiddelbart nær sjølve utsleppet.

Rådgivende Biologer AS har gjennomført granskingsar ved avløp frå over 30 settefiskanlegg langs kysten. Der er benytta NS 9410:2007-metodikk med ein 0,028 m² stor grabb, og prøver er tatt i aukande avstand frå eksisterande utslepp. Då får ein eit bilet på utbreiinga av miljøverknaden på botnen, der sjølv store utslepp sjeldan har nokon betydeleg miljøverknad meir enn 50 meter unna sjølve utsleppspunktet (**figur 19**). Dette samsvarar bra med miljøgranskingsa rundt avløpet i 2013, der ein fann tilstand 3 ("dårlig") ca 5 m frå avløpet, tilstand 2 ("god") ca 10 – 18 meter frå avløpet (ut frå justert posisjon) og tilstand 1 ("meget god") på stasjonar ca 8 – 30 m frå avløpet (Holm 2014).

Figur 19. Samanstilling av resultat frå Rådgivende Biologer AS granskingsar ved utslepp til sjø frå over 30 settefiskanlegg, der det er nytta MOM-B / NS 9410:2007-metodikk med grabbhogg i aukande avstand frå sjølve utsleppspunktet. Fargane er i høve til NS 9410:2007: Blå = "meget god", grøn = "god", gul = "dårlig" og raud = "meget dårlig".



Meir følsomme granskingsmetodar, som til dømes C-gransking (NS 9410), vil som regel kunne vise påverknad noko lenger vekke frå avløpet enn B-granskingsa, men ein skal normalt ikkje så langt unna før effekten på botnen vert vanskeleg å spore. Ved små til middels store matfisklokalitetar med ein maksimalt tillatt biomasse (MTB) på inntil 2000 tonn er anbefalt avstand til ytste prøvestasjon ved ei C-gransking ca 300 meter (NS 9410:2016). Produksjonen ved Sygna Settefisk er om lag ein sjettedel av dette, og det vil truleg ikkje kunne sporast særleg mykje påverknad meir enn 50-100 meter frå avløpet, sjølv med følsomme metodar for påvising.

Når ein kjem eit stykke frå avløpet vil også andre påverknadskjelder kunne verke inn, som den kommunale kloakken og tilførsler av organisk materiale med Henjaelvi. Ti botnprøver tekne i nærleiken av utsleppet i 2013 viste mest plantemateriale frå land, mykje fjell og noko sand og grus (Holm 2014). Plantemateriale frå land (t.d. lauv og kvist) er relativt tungt nedbrytbart i sjø, og kan i nokon grad akkumulere og gje eit auka organisk innhald i botnsedimentet frå elveutløpet og eit godt stykke utover. Dersom ein kjem utanfor den lokale sona med påverknad eit par titals meter rundt avløpet frå settefiskanlegget, vert det dermed vanskelegare å skilje effektane av dei ulike påverknadskjeldene frå kvarandre.

Næringssalt

Det var gjennomgåande lågast konsentrasjonar av alle næringssalt på stasjon Sygna Nord, med unntak av ein dato då konsentrasjonane var relativt like mellom dei ulike stasjonane. Dette samsvarar med straummålingane, som viste dominerande straum mot sør aust ved avløpet. Den eine datoene med relativt lik fordeling av næringssalt viser imidlertid at straumbiletet truleg kan variere litt i periodar i området. Stasjon Sygna Nord ser stort sett ut til å kunne fungere bra som referansestasjon for vasskvalitet, men ikkje heilt ukritisk.

Det var stort sett høgast konsentrasjonar av næringssalt på 10 m djup. Dette følgjer også av modelleringa av utsleppet, som viste eit gjennomsnittleg innlagringsdjup på 8-9 meter ved ein sommarsituasjon. Ved ein vintersituasjon vil ein normalt ha eit grunnare innlagringsdjup, fordi sjiktinga i vassøyla er mindre markert. Det kan ein t.d. sjå ved å samanlikne salinitetsprofilen teken i juli 2015 med dei i februar-mars 2016. Det var likevel noko sjikting også om vinteren, og resultata frå vassprøvetakinga tyder på at det meste av næringssalta frå avløpa har vorte innlagra oppunder det meir

ferskvasspåverka overflatesjiktet også om vinteren. Eit mogeleg unntak var den 26. februar, då overflatesjiktet berre var ca 1,5 meter tjukt. Då var det klart høgast konsentrasjonar av næringssalt på 2 m djup ved avløpet, og det er truleg at utsleppet vidare kan ha hatt gjennomslag til overflata. Avløpet ser såleis ut til å fungere tilfredsstillande, med innlagring stort sett i mellomliggjande vasslag og i overflatelaget truleg berre ein sjeldan gong vinterstid. Det vil i så fall vere jamt over lite påverknad på strandsona frå utsleppet.

Det var noko overraskande like høge eller høgare konsentrasjonar av næringssalt på stasjon Sygna Sør i høve til ved avløpet ved nokre høve, samt for gjennomsnittet av alle målingane på 10 m djup. Ut frå modelleringa av avløpet skulle fortynninga vere om lag 100 gonger i ein avstand på ca 200 meter frå avløpet. Ei mogeleg forklaring kan vere at straumen har vore meir einsretta og innlagringsdjupet meir konsentrert enn modellen legg til grunn, men det er truleg meir sannsynleg at ein ved prøvetaking ved avløpet har treft litt ved sida av plumen med oppstigande vatn, og såleis ikkje fått med seg "utgangskonsentrasjonane" av næringssalt. I tillegg kan det også vere mogeleg at det kommunale utsleppet kan ha påverka vassmassane i sørleg retning, utan at ein har fått noko av dette med seg ved prøvetakinga ved avløpet.

Det er mindre sannsynleg at dei relativt høge konsentrasjonane av næringssalt som vart målt kjem av avrenning frå land via elvene i området. Næringssalt frå avrenning vil i hovudsak finnast i dei øvste og mest ferskvasspåverka delane av vassøyla, medan det jamt over var høgast konsentrasjonar i vassprøvene frå 10 meters djup. Det vil likevel i periodar med mykje nedbør kunne vere betydeleg avrenning av næringssalt frå land som blir ført eit stykke utover i vika ved Hermansverk før det etter kvart blir utblanda med resten av vassmassane i fjorden.

Tidlegare er det teke prøver av næringssalt (nitrat-nitrogen og total nitrogen) på 2 m djup i posisjonar tilsvarende stasjon Avløp og Sygna Nord (Holm 2014). Desse viste tilstand I = "meget god" ved stasjon Sygna Nord og høvesvis tilstand I – II = "meget god – god" ved avløpet for ein sommarsituasjon (september), og samsvarar såleis godt med målingane vinteren 2016.

Det vert gjort merksam på at for å få ei nokolunde sikker klassifisering av eit sjøområde med omsyn på næringssalt bør ein også ha målingar om sommaren, og helst målingar over ein periode på minst tre år (rettleiar 02:2013). Målingane vinteren 2013 vart også tekne delvis knytt opp mot spesifikke avløp, og ikkje primært for å karakterisere eit sjøområde. Resultata er såleis meir ein indikasjon på variasjon i påverknad over eit kortare tidsrom enn ei klassifisering av sjøområdet ved Hermansverk. Målingane viser at det er noko forhøga konsentrasjonar av næringssalt i nærleiken av og i samband med avløpet, som ein skulle forvente, men at det generelt ser ut til å vere god til meget god tilstand i det meste av sjøområdet.

OPPLODDING OG RESIPIENTGRANSKING

Opplodding med Olex i området frå avløpet og ned til 300-350 meters djup viser at botnen er jamt bratt skrånande i heile det kartlagde området, med ein hettingsgrad på rundt 40 %. Djupnekart viser at denne hellinga held fram vidare nedover heilt til fjorden byrjar å flate ut på om lag 950 meters djup. Opploddinga avdekkja ingen holer eller flatare parti i det undersøkte området, og det er såleis ikkje råd å peike på areal som kan vere eigna for prøvetaking av blautbotn før ein kjem ned på nærmere 1000 meters djup. Det kan truleg vere mogeleg å få opp noko finsediment einskilde stader innimellom, i små kløfter og på lokale avsatsar, men slike prøver vil vere meir eller mindre tilfeldige, og ein vil neppe kunne gjenta prøvetakinga seinare på tilfredsstillande vis.

Det synest vere lite hensiktsmessig å utføre større resipientgranskinger (tilsvarende «MOM C») utanfor avløpet til Sygna Settefisk. Dette samsvarar også med kva Holm (2014) skreiv i sin rapport. Botnen både i nærområdet til avløpet og utover synest i liten grad å vere eigna for ei C-gransking, og ein kan allereie nokre titals meter frå avløpet få inn effektar frå andre påverknadskjelder, som ovanfor nemnt. Ei gransking på nærmere 1000 meters djup i Sognefjorden vil dermed ikkje gje relevant informasjon om eit utslepp av den storleiken settefiskanlegget har. Overvåking av avløpet kan truleg best gjerast ved enkle granskinger rundt avløpet, tilsvarende ei B-gransking (NS 9410).

KONKLUSJON

Straummålingane viste at det var brukbare straumtilhøve utanfor avløpet til Marine Harvest Norway AS avd. Sygna i måleperioden, med svak til middels sterke gjennomsnittsstraum, men at det var ein relativt høg andel straumstille ved botnen. Dette medfører at ein periodevis kan få ein del sedimentering og akkumulering av organisk materiale i ganske umiddelbar nærleik til avløpet. Dette er også tidlegare vist ved grabbing og filming i området ved avløpet. Det vil truleg førekomm resuspensjon på lokaliteten av og til, men ikkje ofte nok til at det organiske materialet ved avløpet vil bli vidare spreidd og omsett i særleg grad. Opplodding og vurdering av botnen i området frå avløpet og utover i fjorden tyder på at det ikkje finst eigna stasjonar for recipientgransking (tilsvarende «MOM C») som vil gje relevant informasjon om utsleppet frå settefiskanlegget. Overvåking av avløpet kan truleg best gjerast ved enkle granskingsrundt avløpet, tilsvarende ei B-gransking (NS 9410).

Innhald av næringssalt i vassprøver viser at sjøområdet ved Hermansverk i hovudsak er næringsfattig. Som ein skulle forvente vart det påvist noko forhøga konsentrasjonar av næringssalt i nærleiken av og i samband med avløpet, men også noko forhøga eit stykke med hovudstraumretninga mot søraust. Dei forhøga konsentrasjonane vart i hovudsak målt på 10 m djup, som stemmer godt overeins med modelleringa av utsleppet, som viste eit gjennomsnittleg innlagringsdjup på 8-9 meter. Straummålingane kan tyde på at det blir danna noko bakevjestaum i området frå Nokkaneset og opp mot Hermansverk, og at vassmassane i nokon grad kan sirkulere i dette området før det etterkvart blandar seg med utgåande straum i resten av Sognefjorden. Avløpet ser ut til å fungere tilfredsstillande, med innlaging av næringssalt stort sett i mellomliggjande vasslag, der det etter kvart blir fortynna med vassmassane i Sognefjorden. Det vil dermed jamt over bli lite påverknad på strandsona frå utsleppet. Langs botnen er det ingen tersklar ut mot den svære recipienten i Sognefjorden, og det vil aldri oppstå oksygensvinn i vassøyla i samband med utsleppet.

REFERANSAR

CROMEY, C.J., T. D. NICKELL, K. D. BLACK, P. G. PROVOST & C. R. GRIFFITHS 2002.

Validation of a fish farm waste resuspension model by use of a particulate tracer discharged from a point source in a coastal environment. *Estuaries* 25, 916–929.

DIREKTORATSGRUPPEN VANNDIREKTIVET 2013.

Klassifisering av miljøtilstand i vann – Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. *Veileder 02:2013. 263 sider.*

FRICK, W.E., ROBERTS, P.J.W., DAVIS, L.R., KEYES, J., BAUMGARTNER, D.J. AND GEORGE, K.P., 2001.

Dilution Models for Effluent Discharges, 4th Edition (Visual Plumes).

Environmental Research Division, U.S. Environmental Protection Agency, Athens Georgia.

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

HOLM, J. A. 2014

Marine Harvest Norway AS avd Sygna, Hermansverk. Miljøgransking september 2013.

Fishguard rapport 1654-13, 28 sider.

KUTTI, T., A. ERVIK & P.K. HANSEN 2007.

Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. I. Vertical export and dispersal processes.

Aquaculture 262, side 367-381.

NORSK STANDARD NS 9410:2007:

Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.

Standard Norge, 23 sider.

OM GYTRE STRAUMMÅLARAR

Straummålaren som er nytta er av typen Gytre målar, SD 6000. Rotoren har ein tregleik som krev ein viss straumhastigkeit for at rotoren skal gå rundt. Ved låg straumhastigkeit 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 sterke. Som vist nedanfor har ein indikasjonar på at Gytre straummålarane og rotormålalarar generelt måler mindre straum enn «sann straum» ved låg straumhastigkeit. Målingar på alle djup er såleis **minimumsstraum**.

Ein må i denne samanheng gjere merksam på at straummålarane som er nytta på denne lokaliteten registerer 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 straumhastigkeit 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 straumhastigkeit 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-målalarane 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 lydpuls 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 Gytre-målaren) 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 rotormålalarane langt under ADP målaren når det gjeld straumhastigkeit.

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 straummålartypane 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.

VEDLEGGSTABELLAR

Vedleggstabell 1. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 2 m djup ved Hermansverk. Måleperiode: 30. juli – 16. september 2015. Antal målingar: 2307. Intervalltid: 30 min.

	Current speed groups												Total flow	Max curr	Tot. Ox. flux			
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m³/m²	%	g/m²	%	
0	1	14	6	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1.2	1494	0.7	6.4	13037	0.8
15	1	21	6	5	1	0	0	1	0	0	0	0	1.5	1922	1.0	11.4	16740	1.0
30	3	19	4	3	0	1	2	0	0	0	0	0	1.4	1699	0.8	9.4	14441	0.8
45	1	36	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1.8	1724	0.9	7.2	14471	0.8
60	2	37	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	1919	1.0	4.6	16164	0.9
75	1	37	14	4	3	0	0	0	0	0	0	0	2.6	2916	1.5	6.0	24645	1.4
90	2	51	27	7	6	7	2	0	0	0	0	0	4.4	6246	3.1	8.8	53275	3.1
105	3	79	43	29	19	26	13	4	0	0	0	0	9.4	16391	8.2	11.2	139755	8.1
120	1	84	58	53	48	55	44	49	9	0	0	0	17.4	43542	21.7	18.6	370489	21.6
135	1	64	59	54	41	80	59	60	26	2	0	0	19.3	57618	28.8	26.8	494530	28.8
150	3	43	29	29	21	33	11	22	6	1	0	0	8.6	21172	10.6	26.8	181705	10.6
165	1	41	19	9	5	8	3	3	1	0	0	0	3.9	6512	3.2	15.6	56136	3.3
180	4	31	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2.1	2160	1.1	5.4	18234	1.1
195	1	31	11	5	2	1	1	0	0	0	0	0	2.3	2732	1.4	9.4	23065	1.3
210	2	26	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	1181	0.6	4.4	10010	0.6
225	4	19	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1415	0.7	6.0	12263	0.7
240	4	27	3	2	0	2	0	1	0	0	0	0	1.7	1814	0.9	12.0	15353	0.9
255	3	30	7	8	2	6	1	2	0	0	0	0	2.6	3787	1.9	11.6	32022	1.9
270	0	37	10	9	11	10	3	1	0	0	0	0	3.5	5958	3.0	11.6	51370	3.0
285	3	27	23	16	11	4	3	0	0	0	0	0	3.8	6016	3.0	10.0	51987	3.0
300	2	19	13	12	6	5	1	1	0	0	0	0	2.6	4223	2.1	10.6	36594	2.1
315	1	22	9	13	8	2	1	0	0	0	0	0	2.4	3712	1.9	8.4	32551	1.9
330	0	21	4	8	4	1	0	1	0	0	0	0	1.7	2408	1.2	11.4	20947	1.2
345	0	12	6	9	2	0	0	0	0	0	0	0	1.3	1832	0.9	5.8	15943	0.9
Sum%		1.9	35.9	16.3	12.4	8.5	10.5	6.2	6.3	1.8	0.1	0.0		200394		26.8	715728	

STATISTICAL SUMMARY

File name: Sygna 2m.SD6

Ref. number: 1633

Series number: 1

Interval time: 30 Minutes

Number of measurements in data set: 2307

Data displayed from: 12:11 - 30.Jul-15 To: 13:11 - 16.Sep-15

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	4,8	3,3	3,2
Variance (cm/s)²	12,083	6,080	8,581
Standard deviation (cm/s)	3,476	2,466	2,929
Mean standard deviation	0,720	0,756	0,924
Maximum current velocity	26,8		
Minimum current velocity	0,0		
Significant max velocity	8,6		
Significant min velocity	2,0		

Vedleggstabell 2.
Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 2 m djup ved Hermansverk i perioden 30. juli – 16. september 2015.

Vedleggstabell 3. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 grader kompassektorar på 15 m djup ved Hermansverk. Måleperiode: 30. juli – 16. september 2015. Antal mälingar: 2307. Intervalltid: 30 min.

	Current speed groups													Total flow	Max curr	
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m³/m²	%	
0	3	19	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1084	1.0	4.4
15	5	30	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	1303	1.2	4.4
30	8	61	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	2768	2.6	4.4
45	22	84	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.7	3226	3.1	3.6
60	9	78	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2	3262	3.1	5.0
75	23	104	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6.0	4784	4.5	4.6
90	13	132	24	8	3	0	0	0	0	0	0	0	7.8	7286	6.9	5.4
105	9	180	46	25	13	4	4	0	0	0	0	0	12.2	14371	13.6	8.6
120	10	117	71	40	19	12	4	0	1	0	0	0	11.9	16927	16.0	16.6
135	9	123	59	24	16	19	3	1	1	0	0	0	11.1	15826	15.0	17.4
150	7	81	21	8	2	6	1	0	0	0	0	0	5.5	6113	5.8	10.0
165	3	49	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	2700	2.6	4.2
180	4	37	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	2074	2.0	4.4
195	4	34	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	1361	1.3	4.6
210	5	45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	1634	1.5	3.2
225	4	53	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	1789	1.7	3.8
240	6	57	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	1994	1.9	4.0
255	10	65	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	2426	2.3	4.4
270	2	43	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	1940	1.8	3.8
285	8	40	9	6	3	2	2	1	0	0	0	0	3.1	3730	3.5	11.2
300	3	41	9	3	12	1	5	1	0	0	0	0	3.3	4813	4.6	10.8
315	3	20	5	4	1	1	1	0	0	0	0	0	1.5	1757	1.7	9.2
330	5	18	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1127	1.1	5.0
345	3	16	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1274	1.2	5.6
Sum%	7.7	66.2	13.8	6.2	3.0	2.0	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	105570		17.4	

STATISTICAL SUMMARY

File name: Sygna 15m.SD6

Ref. number: 1618

Series number: 1

Interval time: 30 Minutes

Number of measurements in data set: 2307

Data displayed from: 12:11 - 30.Jul-15 To: 13:11 - 16.Sep-15

	Total	East / west	North / south
Mean current speed (cm/s)	2,5	1,9	1,5
Variance (cm/s) ²	2,308	1,666	1,511
Standard deviation (cm/s)	1,519	1,291	1,229
Mean standard deviation	0,598	0,691	0,847
Maximum current velocity	17,4		
Minimum current velocity	0,2		
Significant max velocity	4,2		
Significant min velocity	1,3		

Vedleggstabell 4.
Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 15 m djup ved Hermansverk i perioden 30. juli – 16. september 2015.

Vedleggstabell 5. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 grader kompassektorar på 30 m djup ved Hermansverk. Måleperiode: 30. juli – 16. september 2015. Antal målingar: 2307. Intervalltid: 30 min.

	Current speed groups													Total flow	Max curr
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m³/m²	%
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.1	284	0.5
15	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	72	0.1
30	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	137	0.3
45	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	378	0.7
60	20	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	648	1.2
75	53	17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1	1422	2.7
90	77	33	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4.9	2484	4.8
105	110	54	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	7.3	3784	7.2
120	95	65	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	7.2	4129	7.9
135	150	135	8	4	1	1	0	0	0	0	0	0	13.0	7600	14.5
150	127	50	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.0	4140	7.9
165	109	56	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.2	3521	6.7
180	96	56	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.9	3920	7.5
195	300	134	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.9	9205	17.6
210	192	79	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.8	5735	11.0
225	33	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.0	1580	3.0
240	76	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7	1638	3.1
255	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	652	1.2
270	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	119	0.2
285	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	140	0.3
300	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	223	0.4
315	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.0	122	0.2
330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0
345	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0.2	346	0.7
Sum%	64.0	33.6	1.5	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52279		9.6

STATISTICAL SUMMARY		
File name:	Sygna 30m.SD6	Ref. number: 1317
Series number:	1	Interval time: 30 Minutes
Number of measurements in data set:	2307	
Data displayed from:	12:12 - 30.Jul-15	To: 13:12 - 16.Sep-15
	Total	East / west
Mean current speed (cm/s)	1,3	0,7
Variance (cm/s) ²	0,374	0,250
Standard deviation (cm/s)	0,611	0,500
Mean standard deviation	0,486	0,692
Maximum current velocity	9,6	
Minimum current velocity	0,0	
Significant max velocity	1,8	
Significant min velocity	1,0	
North / south		0,9

Vedleggstabell 6.
Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 30 m djup ved Hermansverk i perioden 30. juli – 16. september 2015.

Vedleggstabell 7. Vindretning, høgaste døgnlege vindhastighet og lufttrykk ved målestasjonen Vangsnes i perioden 30. juli – 16. september 2015. Tabellen er henta frå <http://eklima.no/>

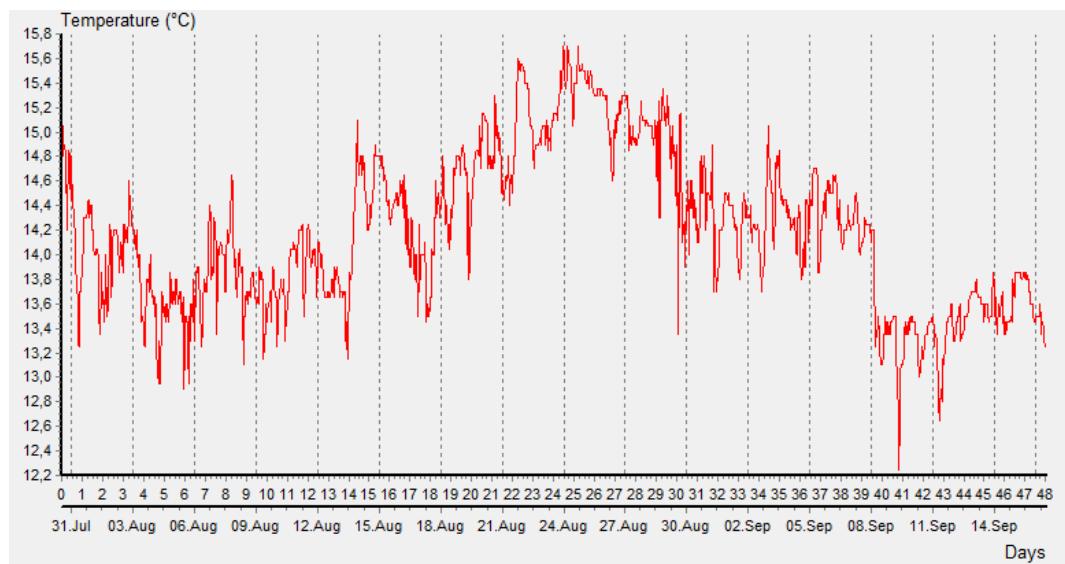
Stasjonar										
Stnr	Namn	I drift frå	I drift til	Høg	Breiddegradi	Lengdegrad	Kommune	Fylke	Region	
53101	VANGSNES	des 1993		49	61,1724	6,6452	Vik	Sogn Og Fjordane	VESTLANDET	

Stnr	Dato	DD06	DD12	DD18	FFX	PRM
53101	30.07.2015	262	197	187	7,3	1003,4
53101	31.07.2015	211	191	195	6,0	1011,8
53101	01.08.2015	57	115	106	3,0	1013,6
53101	02.08.2015	198	301	206	5,8	1016,1
53101	03.08.2015	104	48	71	6,5	1019,1
53101	04.08.2015	89	92	101	7,0	1011,4
53101	05.08.2015	78	112	261	3,7	1012,7
53101	06.08.2015	104	97	229	3,6	1014,6
53101	07.08.2015	32	229	200	6,6	1014,9
53101	08.08.2015	200	284	128	6,5	1019,1
53101	09.08.2015	67	31	99	3,3	1017,8
53101	10.08.2015	127	116	112	4,3	1016,1
53101	11.08.2015	97	193	198	6,4	1014,2
53101	12.08.2015	190	201	210	5,9	1023,9
53101	13.08.2015	68	92	279	2,9	1023,5
53101	14.08.2015	70	102	117	5,8	1016,1
53101	15.08.2015	100	99	134	8,1	1011,9
53101	16.08.2015	110	95	110	5,5	1018,1
53101	17.08.2015	83	84	120	6,0	1022,5
53101	18.08.2015	101	81	120	7,1	1022,0
53101	19.08.2015	107	121	132	7,2	1022,6
53101	20.08.2015	114	120	198	6,5	1024,0
53101	21.08.2015	99	136	134	5,1	1022,8
53101	22.08.2015	119	112	73	5,2	1023,3
53101	23.08.2015	70	93	122	5,0	1022,0
53101	24.08.2015	91	3	353	7,2	1014,7
53101	25.08.2015	79	61	102	6,8	1003,0
53101	26.08.2015	117	125	102	7,8	1000,9
53101	27.08.2015	233	240	223	5,4	999,2
53101	28.08.2015	225	197	245	4,0	1005,4
53101	29.08.2015	120	346	119	4,1	1013,8
53101	30.08.2015	119	9	1	3,6	1017,5
53101	31.08.2015	102	108	246	3,8	1017,6
53101	01.09.2015	96	98	110	4,3	1013,8
53101	02.09.2015	113	94	87		1007,4
53101	03.09.2015	112	101	119	5,8	1009,7
53101	04.09.2015	107	276	196	6,2	1008,2
53101	05.09.2015	209	205	325	6,4	1006,6
53101	06.09.2015	242	215	243	5,9	1016,8
53101	07.09.2015	236	266	245	5,7	1024,7
53101	08.09.2015	259	248	195	3,9	1027,0
53101	09.09.2015	78	107	255	4,3	1029,5
53101	10.09.2015	85	114	151	4,9	1031,1
53101	11.09.2015	125	121	137	6,6	1028,9
53101	12.09.2015	87	84	97	6,7	1022,3
53101	13.09.2015	104	320	242	6,8	1013,5
53101	14.09.2015	95	101	54	6,9	1007,3
53101	15.09.2015	57	115	112	7,2	997,6
53101	16.09.2015	82	109	104	6,8	999,1

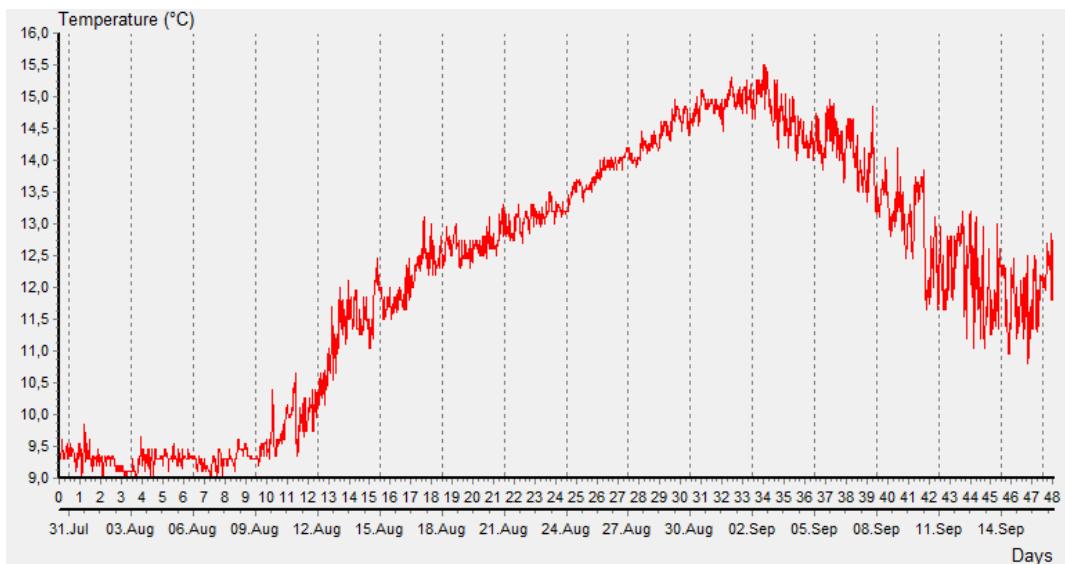
Element		
Kode	Namn	Eining
DD06	Vindretning kl. 06 UTC	grader
DD12	Vindretning kl. 12 UTC	grader
DD18	Vindretning kl. 18 UTC	grader
FFX	Høgaste vindfart (hovudobservasjonar)	m/s
PRM	Middel av lufttrykk, havnivå	hPa

VEDLEGGSSFIGURAR

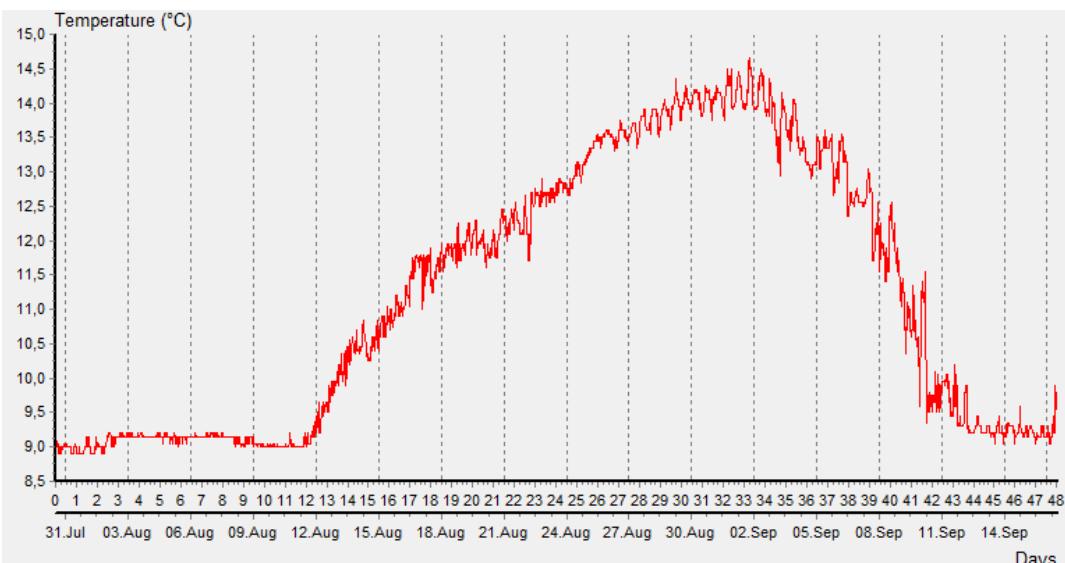
2 m



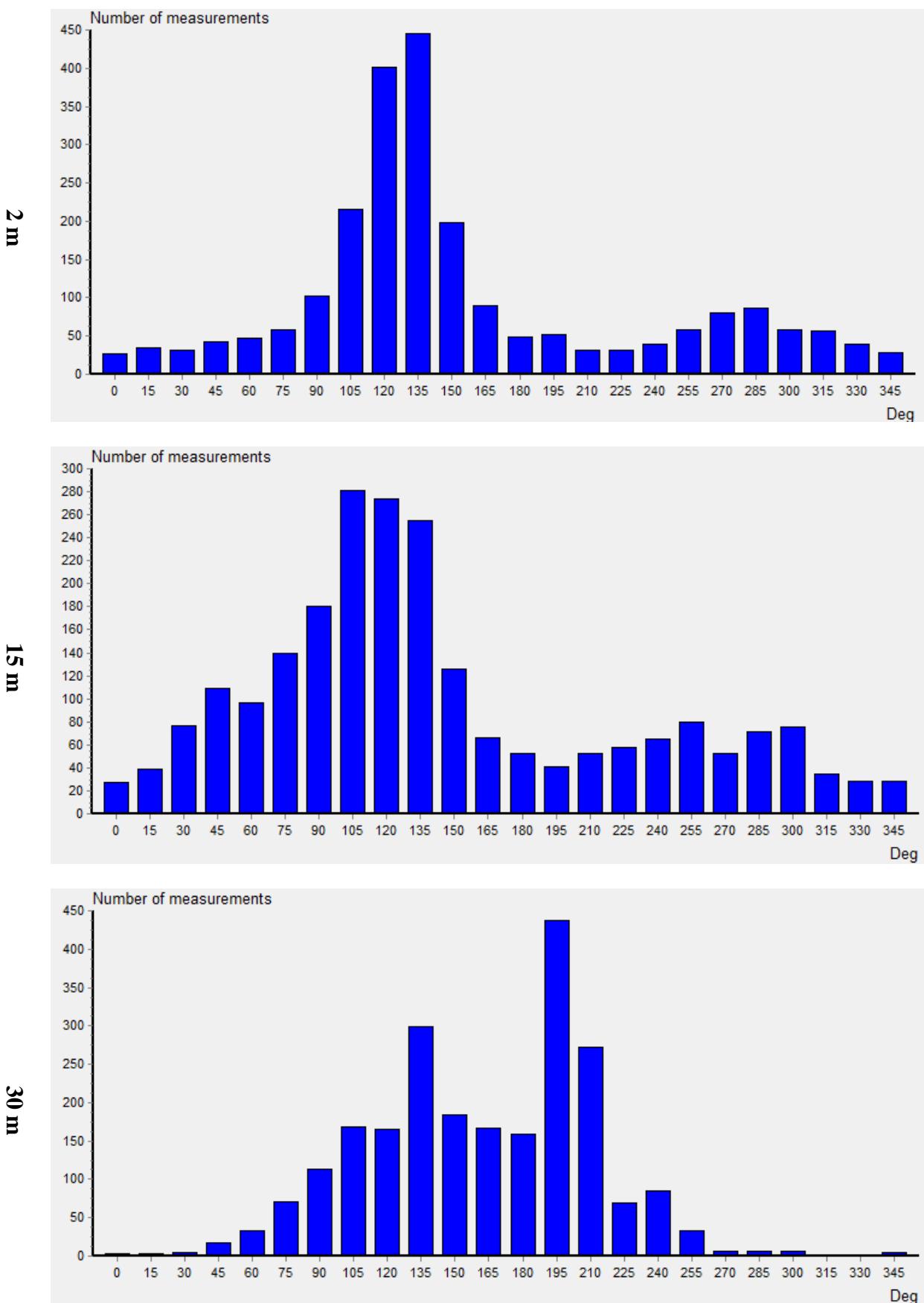
15 m



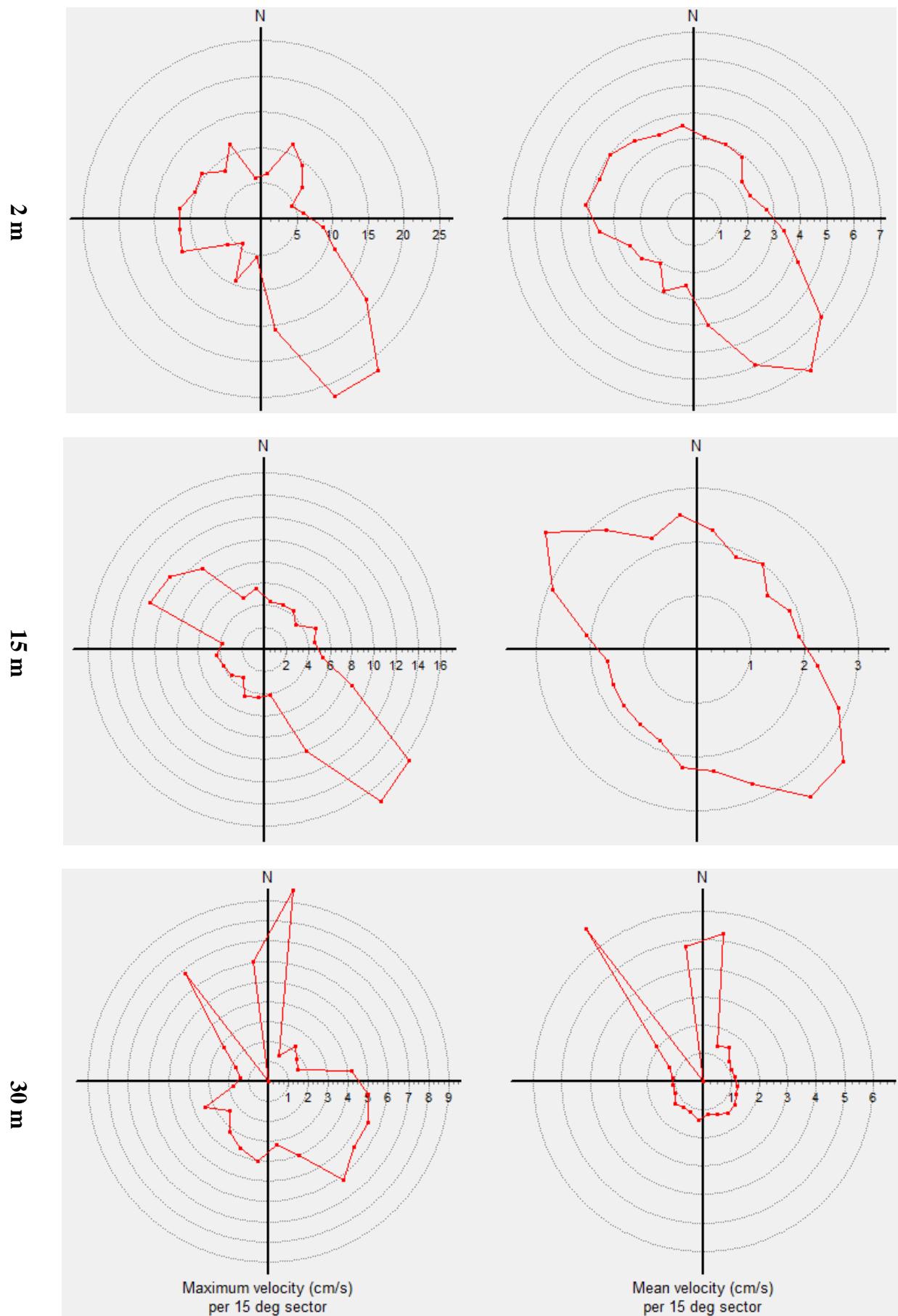
30 m



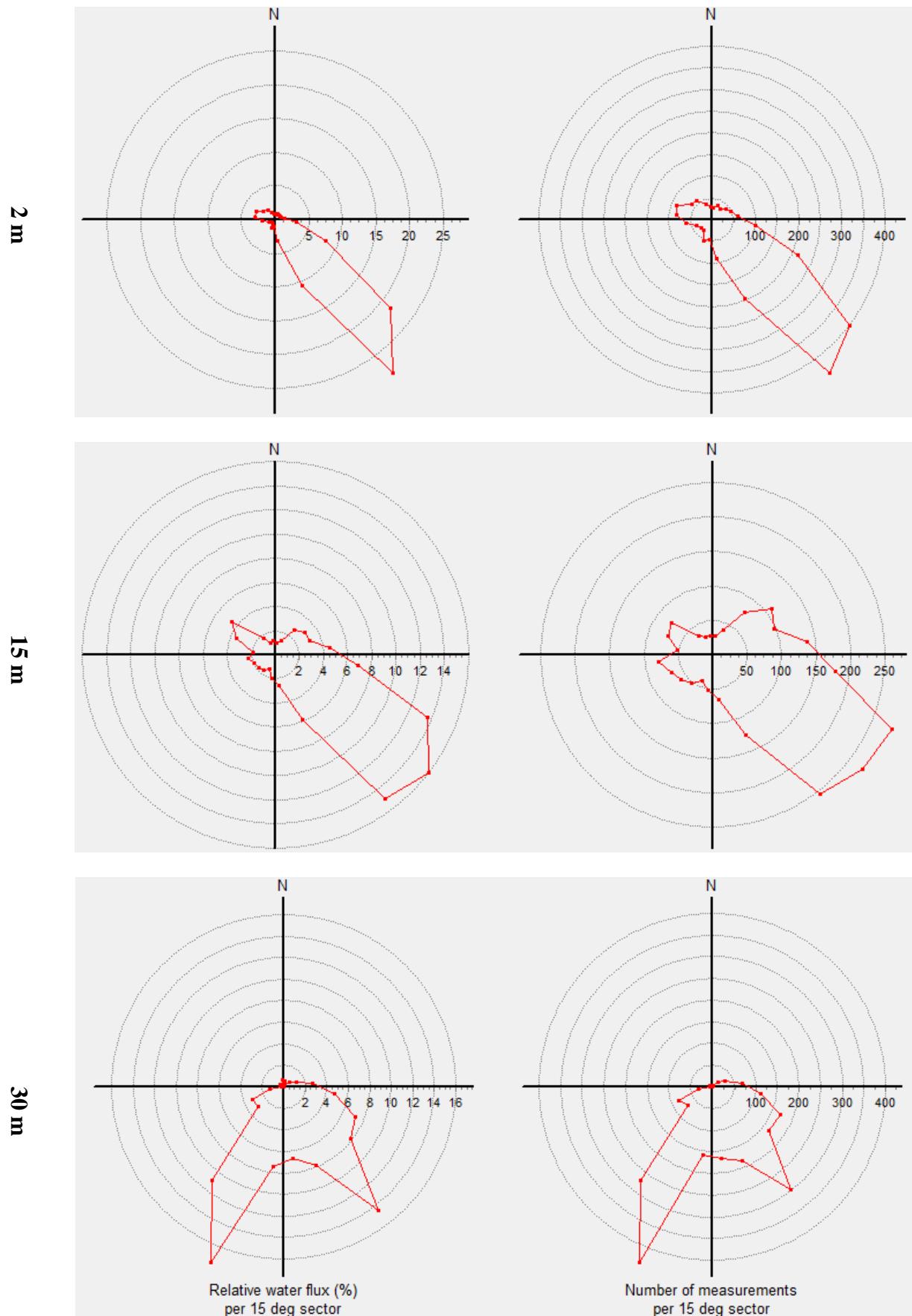
Vedleggsfigur 1. Temperatur målt på tre djup ved Hermansverk i perioden 30. juli – 16. september 2015.



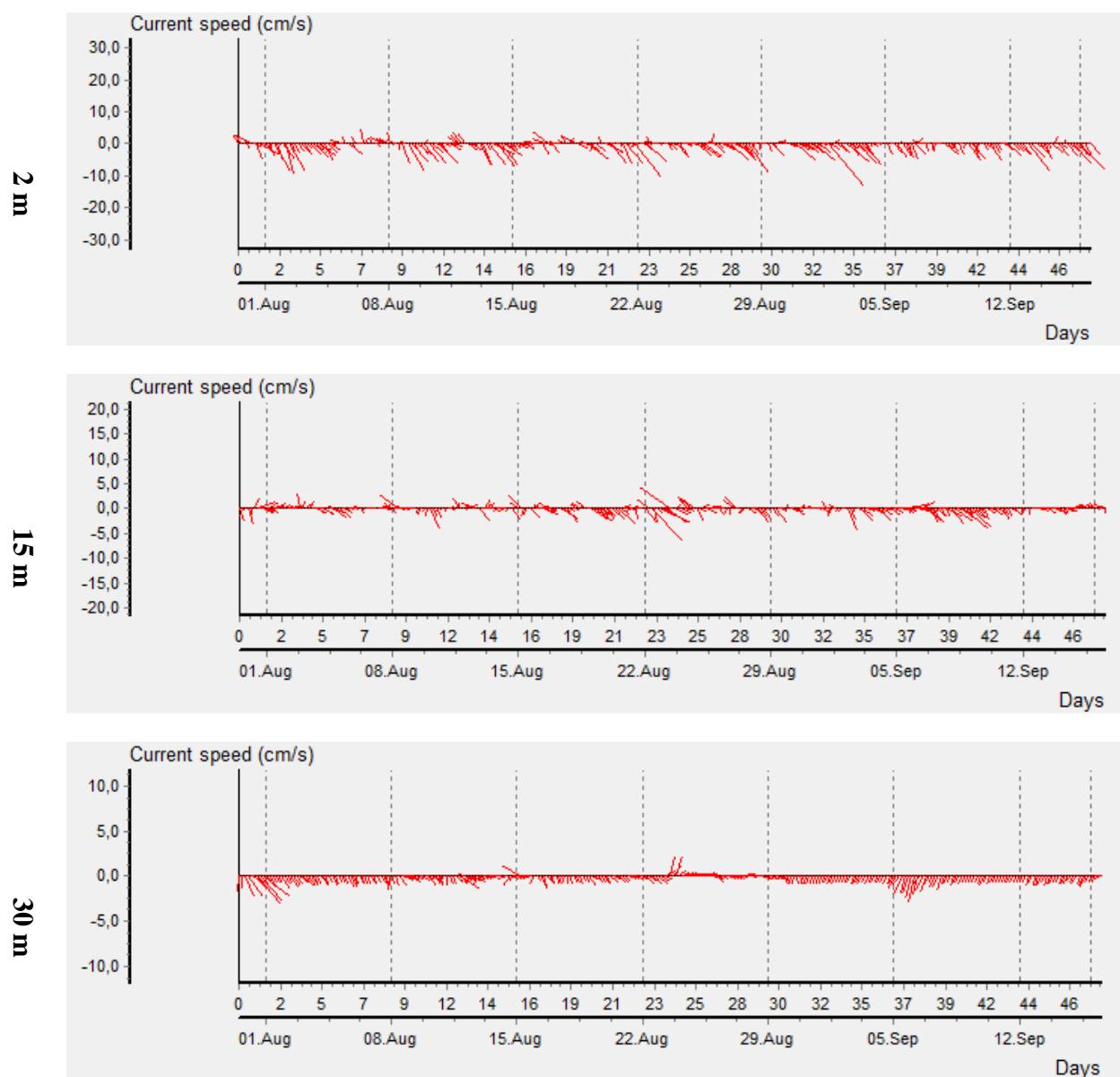
Vedleggsfigur 2. Fordeling av retning for målingane ved Hermansverk i Leikanger kommune, i perioden 30. juli – 16. september 2015.



Vedleggsfigur 3. Maksimal (venstre) og gjennomsnittlig (høgre) straumhastighet for kvar 15° sektor for målingane ved Hermansverk i Leikanger kommune, i perioden 30. juli – 16. september 2015.



Vedleggsfigur 4. Flux/vasstransport (venstre) og antal målingar (høgre) for kvar 15° sektor for målingane ved Hermansverk i Leikanger kommune i perioden 30. juli – 16. september 2015.



Vedleggsfigur 5. Stick-diagram for målingane ved Hermansverk i Leikanger kommune i perioden 30. juli – 16. september 2015.

Rådgivende Biologer AS
Bredsgården Bryggen
5003 BERGEN
Attn: Geir Helge Johnsen

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:

AR-16-MX-000990-01



EUNOBE-00018181

Prøvemottak: 16.03.2016
Temperatur:
Analyseperiode: 16.03.2016-22.03.2016
Referanse: Sygna settefisk

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

Prøven(e) ble levert uten følgebrev.

Prøvenr.:	441-2016-0316-032	Prøvetakingsdato:	11.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Sygna Nord 11/2, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse			
Total Fosfor	12 µg/l	LOQ	2 60%
orto-fosfat		MU	NS EN ISO 15681-2
Fosfat (PO4-P)	8.7 µg/l	1 50%	NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	200 µg/l	50 20%	NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	13 µg/l	3 40%	NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	97 µg/l	1 30%	NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-033	Prøvetakingsdato:	11.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Sygna Nord 11/2, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse			
Total Fosfor	27 µg/l	LOQ	2 60%
orto-fosfat		MU	NS EN ISO 15681-2
Fosfat (PO4-P)	21 µg/l	1 50%	NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	280 µg/l	50 20%	NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	43 µg/l	3 15%	NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	100 µg/l	1 30%	NS EN ISO 13395

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	441-2016-0316-034	Prøvetakingsdato:	11.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Sør 11/2, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	16	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	10	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	210	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	14	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	96	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-035	Prøvetakingsdato:	11.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Sør 11/2, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	26	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	21	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	290	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	38	µg/l	3 15% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	98	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-036	Prøvetakingsdato:	11.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Avløp 11/2, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	15	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	11	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	280	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	21	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	99	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	441-2016-0316-037	Prøvetakingsdato:	11.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Avløp 11/2, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	23	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	19	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	290	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	38	µg/l	3 15% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	98	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-038	Prøvetakingsdato:	18.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Nord 18/2, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	13	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	9.4	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	230	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	22	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	85	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-039	Prøvetakingsdato:	18.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Nord 18/2, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	18	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	14	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	240	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	26	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	89	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	441-2016-0316-040	Prøvetakingsdato:	18.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Sør 18/2, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	18	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	15	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	480	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	43	µg/l	3 15% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	85	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-041	Prøvetakingsdato:	18.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Sør 18/2, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	29	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	23	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	440	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	57	µg/l	3 15% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	96	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-042	Prøvetakingsdato:	18.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Avløp 18/2, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	18	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	13	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	340	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	32	µg/l	3 15% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	85	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	441-2016-0316-043	Prøvetakingsdato:	18.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Avløp 18/2, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	30	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	25	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	370	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	58	µg/l	3 15% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	97	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-044	Prøvetakingsdato:	26.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Nord 26/2, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	14	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	7.7	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	170	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	17	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	59	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-045	Prøvetakingsdato:	26.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå 26/2, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	14	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	8.8	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	240	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	16	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	64	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	441-2016-0316-046	Prøvetakingsdato:	26.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Sør 26/2, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	22	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	12	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	310	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	24	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	60	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-047	Prøvetakingsdato:	26.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Sør 26/2, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	20	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	14	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	270	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	30	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	79	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-048	Prøvetakingsdato:	26.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Avløp 26/2, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	38	µg/l	2 15% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	27	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	420	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	94	µg/l	3 15% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	75	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	441-2016-0316-049	Prøvetakingsdato:	26.02.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Avløp 26/2, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	17	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	10	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	280	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	26	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	64	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-050	Prøvetakingsdato:	11.03.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Nord 11/3, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	3.7	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	<1	µg/l	1 NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	120	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	10	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	6.2	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-051	Prøvetakingsdato:	11.03.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Nord 11/3, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	14	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	4.7	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	210	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	15	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	33	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	441-2016-0316-052	Prøvetakingsdato:	11.03.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Sør 11/3, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	6.1	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	1.8	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	200	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	26	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	5.0	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-053	Prøvetakingsdato:	11.03.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Sør 11/3, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	42	µg/l	2 15% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	30	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	690	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	89	µg/l	3 15% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	74	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Prøvenr.:	441-2016-0316-054	Prøvetakingsdato:	11.03.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Syngå Avløp 11/3, 2m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	6.4	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	1.7	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	190	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	14	µg/l	3 40% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	7.4	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	441-2016-0316-055	Prøvetakingsdato:	11.03.2016
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Synga Avløp 11/3, 10m	Analysestartdato:	16.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total Fosfor	27	µg/l	2 60% NS EN ISO 15681-2
orto-fosfat			
Fosfat (PO4-P)	18	µg/l	1 50% NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	320	µg/l	50 20% NS EN ISO 13395
Ammonium			
Ammonium (NH4-N)	60	µg/l	3 15% NS EN ISO 11732
Nitrat+nitritt			
Nitritt+nitrat-N	57	µg/l	1 30% NS EN ISO 13395

Bergen 22.03.2016

Tommie Christensen
ASM Kundesupport Berge

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).