

FORUNDERSØKELSE- ALSTEIN

# Forundersøkelse ved planlagt oppdrettslokalitet ved Alstein

Bremnes Seashore AS

**Rapportnr.:** 2016-4202, Rev. 0,

**Dokumentnr.:** 11366D16-6

**Dato:** 15-05-2017

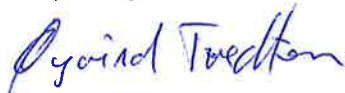


Prosjektnavn:	Forundersøkelse- Alstein	DNV GL AS
Rapporttittel:	Forundersøkelse ved planlagt oppdrettslokalitet ved Alstein	Environmental Risk Advisory Stavanger
Oppdragsgiver:	Bremnes Seashore AS, [Address]	P.O.Box 408
Kontaktperson:	Jostein Eike	4002 Stavanger
Dato:	15-05-2017	Norway
Prosjektnr.:	PP172069	Tel: +47 51 50 60 00
Org. enhet:	Environmental Risk Advisory	NO 945 748 931 MVA
Rapportnr.:	2016-4202, Rev. 0,	
Dokumentnr.:	11366D16-6	

**Oppdragsbeskrivelse:**

Rapporten omhandler en forundersøkelse av Bremnes Seafood AS sin planlagte oppdrettslokalitet ved Alstein i februar 2017. Undersøkelsene og vurderingene er utført innen følgende områder: Økologisk vurdering av bløtbunnsfauna samt fysiske og kjemiske parametere i henhold til NS 9410:2016 «Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg».

Utført av:



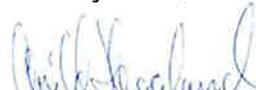
Øyvind Tvedten  
Principal Consultant

Verifisert av:



Kjersti Myhre  
Group Leader

Godkjent av:



Aahld Heggland  
Technical Inspector



Brit Fjone Godal  
Senior Consultant

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2017. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- Fri distribusjon (internt og eksternt)
- Fri distribusjon innen DNV GL
- Fri distribusjon innen det DNV GL-selskap som er kontraktspart
- Ingen distribusjon (konfidensiell)

Nøkkelord:

Fiskeoppdrett, miljø, forundersøkelse, Alstein, sediment, bløtbunnsfauna

Forsidefoto: Bilde fra lokaliteten Alstein under tokt, februar 2017 (foto: DNV GL).

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A, UTKAST	25-04-2017	Første utkast til kunde	Øyvind Tvedten Brit Fjone Godal	K. Myhre	A. Heggland
0,	15-05-2017	Endelig rapport	Som over	Som over	Som over

## Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....	IV
1 INNLEDNING.....	1
1.1 Formålet med forundersøkelsen	1
1.2 Tidligere resipientundersøkelser	1
2 MATERIALE OG METODER.....	2
2.1 Stasjonsopplysninger og feltarbeid	2
2.2 Hydrografi	4
2.3 Sedimentkvalitet	5
2.4 Bløtbunnsfauna	5
2.4.1 Analysemetoder biologiske data	6
3 RESULTATER.....	9
3.1 Hydrografi	9
3.2 Sedimentkvalitet	9
3.2.1 Kornstørrelse	9
3.2.2 Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh)	10
3.2.3 Visuell prøvebeskrivelse	10
3.3 Bløtbunnsfauna	13
4 VURDERING AV LOKASJONEN .....	17
5 REFERANSER .....	18
VEDLEGG A Test 083	19
VEDLEGG B Analyserapport partikkelfordeling	xx
VEDLEGG C Prøvingsrapport; Alstein 2016	xx
VEDLEGG D Kartvedlegg Alstein	xx
VEDLEGG E Strømmålinger ved Alstein i 2015	xx



## SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Foreliggende rapport omhandler en forundersøkelse av miljøforholdene på bunnen ved Alstein i Randaberg kommune, Rogaland. Undersøkelsen ble utført som en forundersøkelse av en mulig fremtidig oppdrettslokalitet i henhold til «Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg, NS 9410:2016».

Det ble tatt bunnprøver med en grabb og gjort hydrografiske målinger. Bunnprøvene ble analysert for kornstørrelse og bunndyr. I tillegg ble det gjort målinger av surhetsgrad (pH) og redokspotensiale (Eh) i sedimentet. Det er om lag 100 m dypt i området.

Kornstørrelsesanalysene tyder på at Alstein er et strømrøkt område med lite sedimentering av fine partikler. Målingene av surhetsgrad og redokspotensial ga beste tilstandsklasse «1 – Meget god» for alle stasjoner. Dette tyder på sunne bunnforhold med god nedbrytningsevne. Dette gjenspeiles også i gode oksygenforhold. Bunnfaunaen i området ble vurdert som «Meget/svært god» på alle stasjoner.

Det ble utført strøm- og bunntopografiskemålinger i 2015. Dominerende strømretninger er mot nord-øst og sørvest. Den gjennomsnittlige hastigheten var 6 cm/s i bunnvannet og 15 cm/s på 5 m dyp.

**Oppsummert:** Miljøtilstanden til lokaliteten ble ut fra resultatene vurdert som «1- Meget god».



# 1 INNLEDNING

## 1.1 Formålet med forundersøkelsen

Bremnes Seashore AS ønsker å søke om å etablere et flytende matfiskanlegg ved Alstein i Randaberg kommune i Rogaland. DNV GL har i den forbindelse gjennomført en forundersøkelse ved den planlagte oppdrettslokaliteten.

Ved etablering av en ny akvakulturlokalitet i sjøvann skal det i henhold til «Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg» gjennomføres en forundersøkelse i henhold til Norsk Standard NS 9410:2016, eller tilsvarende internasjonal standard/anerkjent norm. Forundersøkelsen er en undersøkelse av anleggs- og overgangssonen som gjennomføres før akvakulturanlegget plasseres. Rapport fra strømmålinger i området er gjengitt i Vedlegg E.

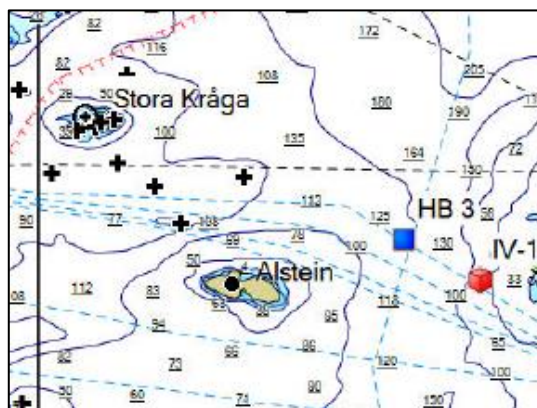
Resultatene av forundersøkelsen vil sikre at anlegget legges til en lokalitet med gode miljøforhold og vil samtidig gi et godt grunnlag for senere kartlegging av oppdrettsanleggets påvirkning av det ytre miljøet. Utslipp og akkumulering av organisk stoff som fôrrester og ekskrementer fra et oppdrettsanlegg vil direkte kunne påvirke miljøtilstanden i det nærliggende området, og god kunnskap om, og oppfølging av miljøforholdene ved et matfiskanlegg kan bidra til å sikre et godt levemiljø for fisken, god tilvekst og reduserte produksjonskostnader.

Rapporten presenterer resultatene fra en forundersøkelse gjennomført i henhold til NS 9410:2016 ved Alstein i februar 2017. Prøvetaking av bunnsediment for biologisk og kjemiske analyser, samt faglige vurderinger og fortolkninger er utført akkreditert under DNV GLs akkrediteringsnummer Test 083 (Vedlegg A).

## 1.2 Tidligere resipientundersøkelser

I 2011/2012 ble det gjennomført en resipientundersøkelse i Kvitsøyfjorden (IRIS, 2012). Vann- og sedimentkvalitet ble undersøkt på stasjon HB 3 som ligger nordøst for Alstein (figur 1). Utslipp fra Sentralrenseanlegg for Nord Jæren er på ca 80 m dyp ved Tungenes.

Resultatene fra resipientundersøkelsen viste at bunnfaunaen og alle de fysisk-kjemiske parameterne som ble undersøkt var i svært god tilstand. Undersøkelsen viste gode resultater for økologisk tilstand. Den kjemiske tilstanden ble vurdert som god og det ble ikke registrert betydelige verdier av miljøgifter i sedimentet.

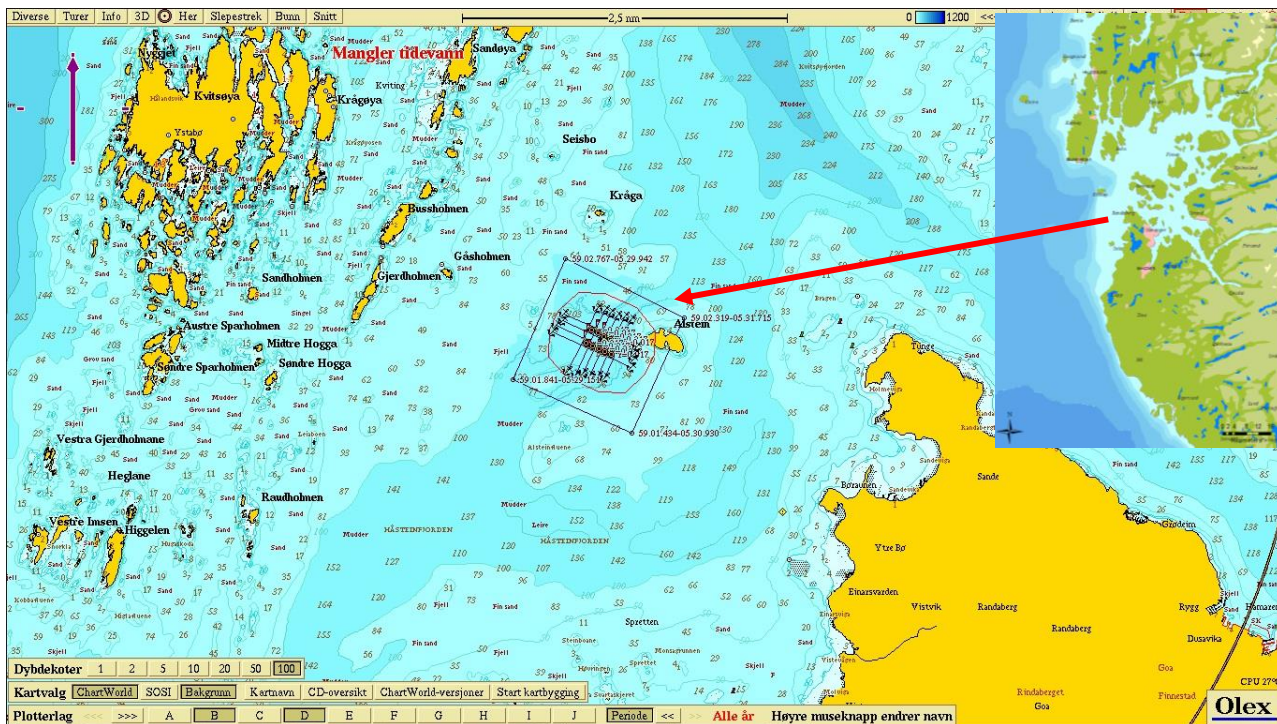


**Figur 1. Vann- og sedimentkvalitet på stasjon HB 3 (markert i blått) i Kvitsøyfjorden ble undersøkt i 2011/2012. IVAR sitt utslipp fra Sentralrenseanlegg Nord Jæren er markert med rødt (IV-1) (Kilde: IRIS, 2012).**

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Stasjonsopplysninger og feltarbeid

Bremnes Seashore AS sin planlagte lokalitet ved Alstein er lokalisert mellom Håsteinsfjorden og Kvitsøyfjorden, nordvest for Randaberg. Det planlagte anlegget vil plasseres i et område med ca. 100 m vanddyp (figur 2).



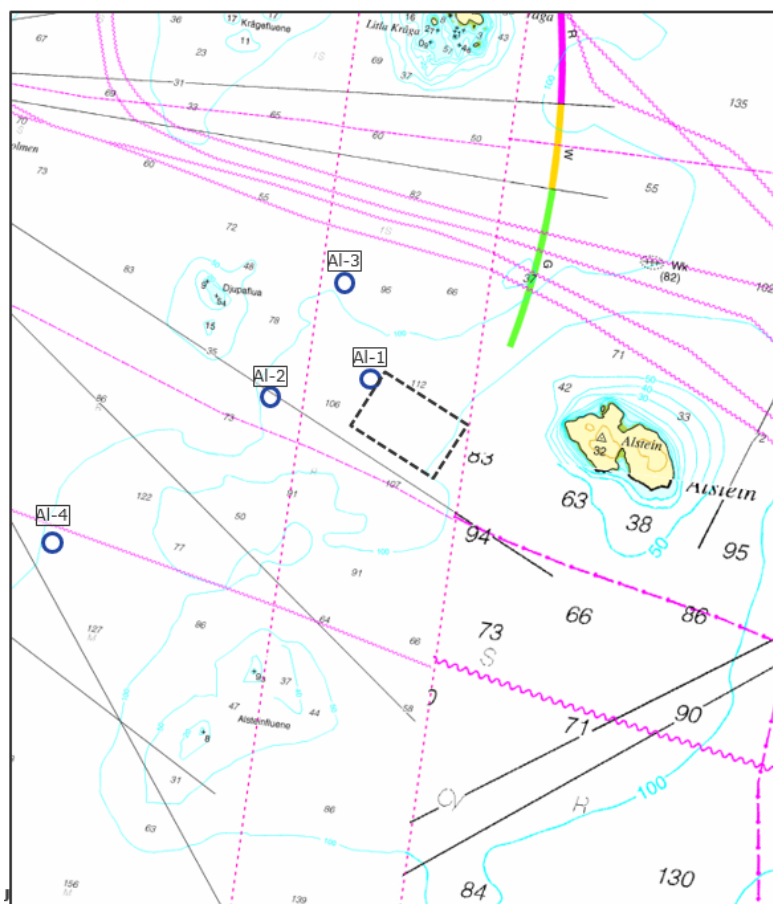
**Figur 2. Oppdrettsanleggets planlagte beliggenhet ved Alstein, mellom Tungenes og Kvitsøy.**

Forundersøkelsens stasjonspunkt ble valgt ut i forhold til forventet spredning fra anlegget, bunntopografi og ut fra avstand fra det planlagte anlegget (se Vedlegg D for flere kart). MS Alvhild fra Bremnes Seafood AS ble benyttet under arbeidet. Kartplotter og ekkolodd ble brukt til å lokalisere stasjonene. Det var ikke etablert noen anlegg eller fortøyninger i området.

Totalt ble 4 stasjonspunkt valgt ut: én stasjon i nærsonen rett ved det planlagte anlegget (AL-1), to stasjoner i overgangssonen (AL-2 og AL-3) og én referansestasjon (AL-4) ca. 1 km fra anlegget (figur 3, tabell 1 og 2). Stasjonene i nærsonen og i overgangssonen (AL-1, AL-2, og AL-3) vil senere kunne inngå i en regulær overvåking av det planlagte anlegget. Referansestasjonen (AL-4) ble plassert i et område med tilsvarende bunntype og forhold som området hvor de andre stasjonene ble plassert. Det lyktes ikke å få prøver av bunnen i området nord-øst for anlegget fordi det var hard og steinete bunn.

Metodene som er benyttet i forundersøkelsen er i overensstemmelse med standardene:

NS 9410:2016	Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
ISO 16665	Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna.
NS-EN ISO 5667	Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19 - Veileder i sedimentprøvetaking i marine områder.



**Figur 3. Stasjonsoversikt ved Alstein, februar 2017. Anleggets omtrentlige og planlagte plassering er vist med stiplet firkant.**

**Tabell 1. Beskrivelse av anleggssone og overgangssone (Kilde: NS 9410:2016).**

<p>Anleggssone</p>	<p>Anleggssonen omfatter området under og rundt oppdrettsanlegget hvor tilførselen av organisk materiale er størst. Strøm, dyp og synkehastighet avgjør hvor partiklene fra merdene bunnfeller, og området som får størst tilførsel av organisk stoff, kan derfor være forskjøvet i forhold til anlegget. På strømsterke lokaliteter vil det organiske materialet akkumulere nedstrøms i forhold til anlegget, mens områdene oppstrøms vil ha mindre tilførsler og påvirkning. Dersom anlegget ligger over skrånende bunn, kan en del av det organiske materialet akkumulere der bunnen flater ut. Anleggssonen avgrenses som følge av dette ikke nødvendigvis av en fast avstand fra merdene, men strekker seg vanligvis ikke mer enn 25 m til 30 m fra anlegget.</p>
<p>Overgangssone</p>	<p>Overgangssonen omfatter området utenfor anleggssonen der mindre partikler og resuspendert organisk materiale fra anleggssonen vanligvis sedimenterer. På dype, strømsterke lokaliteter kan også større partikler sedimentere her. På strømsterke lokaliteter kan sonen være forskjøvet i strømretningen, mens den på skrånende bunn kan være forskjøvet mot større dyp. Dersom det er dyphull i overgangssonen, kan disse fungere som akkumuleringsområder for organiske partikler. Overgangssonen strekker seg vanligvis ikke til mer enn 500 m fra anlegget</p>

**Tabell 2. Stasjonsoversikt med posisjon (WGS-84), dyp og prøvetakingsprogram**

Stasjon	Nord	Øst	Dyp (m)	Prøvetaking
AL-1	59°02.229	05°30.193	107	Bunnprøver (fauna og kornstørrelse), B-undersøkelse gr. I & II.
AL-2	59°02.147	05°29.779	104	Bunnprøver (fauna og kornstørrelse), B-undersøkelse gr. I & II.
AL-3	59°02.455	05°30.056	95	Bunnprøver (fauna og kornstørrelse), B-undersøkelse gr. I & II.
AL-4	59°01.669	05°28.844	111	Bunnprøver (fauna og kornstørrelse), B-undersøkelse gr. I & II. Hydrografi. Referansestasjon.

Sediment til partikkelfordelingsanalyse og bunndyrsanalyser ble hentet opp med en van Veen grabb (0,1 m<sup>2</sup>) på hvert stasjonspunkt. Det ble tatt to replikate prøver for bunndyrsundersøkelse på hver stasjon og én for partikkelfordeling. Sediment i sjiktet 0-5 cm ble fryst og sendt til ALS AS laboratorium for partikkelanalyse. Bunndyrsprøvene ble fiksert med formalin og fraktet til DNV GLs Biolaboratorium for opparbeiding og biologiske analyser. Prosedyrene for feltarbeid og biologisk analyse er beskrevet i DNV GLs Biolaboratoriets kvalitetssystem.

## 2.2 Hydrografi

Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen i vannsøylen ble utført med en SAIV CTD 204 -sonde med oksygensensor (figur 4), på den dypeste stasjonen (AL-4, 111 m dyp). Målingen ble gjennomført i etterkant av bunndyrsprøvetakingen.



**Figur 4. CTD for måling av temperatur, saltholdighet og oksygen i vannsøylen.**

Tilstand for oksygen i dypvann ble vurdert i henhold til Veileder 02:2013: Klassifisering av miljøtilstand i vann (tabell 3).



**Tabell 3. Grenseverdier for tilstandsklasser for oksygen i dypvann (Kilde: Veileder 02:2013).**

Parameter	Tilstandsklasser				
	I	II	III	IV	V
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
Oksygen (ml O <sub>2</sub> /l)	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5

## 2.3 Sedimentkvalitet

Surhetsgrad (pH) ble målt i sedimentprøvene med en WTW Sentix 41 pH-elektrode (figur 5). Denne ble kalibrert i felt med pH buffer 7 og 4 før prøvetakning.

Redokspotensialet (Eh) ble målt i sedimentprøvene med Eh-elektroden, WTW Sentix ORP. Eh-elektroden ble kontrollert i felt med en Eh-buffer 475±5 mV før måling.



**Figur 5. Måling av surhetsgrad (pH) i sedimentprøve.**

## 2.4 Bløtbunnsfauna

Fra hver stasjon ble det tatt to faunaprøver med en van Veen grabb (0,1 m<sup>2</sup> overflateareal). Prøvene ble vasket og siktet i 1 mm sikter (runde hull) under innsamlingen, og deretter konservert i 4 % formalin bufret med hexamin og tilsatt farge (Bengal Rosa). Faunaprøvene ble sendt til DNV GLs Biolaboratorium hvor prøvene ble vasket i 1 mm sikter for å fjerne formalin og rester av sedimentet. Sikterestene ble overført til en bakk og faunaen fra hver prøve sortert inn i taksonomiske hovedgrupper og oppbevart i 70 % sprit før artsbestemmelse. Dyrene ble deretter identifisert til art/dyregruppe.



**Figur 6. Vasket og siktet faunaprøve under innsamlingen ved Alstein.**

### 2.4.1 Analysemetoder biologiske data

Forundersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden ved anlegget (anleggssonen) og utover i resipienten (overgangssonen), samt ved en referansestasjon. Hoveddelen av en forundersøkelse er en undersøkelse av bunnfaunaen på bløtbunn. Miljøtilstanden i sjøbunnen vurderes/beregnes ut fra hvor mange arter og individer det er i prøvene, og hvilke arter som blir funnet.

I NS 9410:2016 står det: «Når det er relativt få arter med jevn fordeling i prøvene, slik tilfellet ofte er nær oppdrettsanlegg, gjøres vurderingen på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, se Tabell 5». Dette tolkes slik at tilstandsvurdering av stasjoner i nærsonen skal gjøres i henhold til tabell 4 nedenfor i fra den norske standarden. Tilstandsklassifisering av de øvrige stasjoner i overgangssonen og referansestasjon skal baseres på gjeldende veileder (Veileder 02:2013, revidert 2015). DNV GL mener det likevel er hensiktsmessig i tillegg og også klassifisere nærsonestasjoner etter veileder 02:2013 og har dermed brukt den klassifiseringen for alle stasjoner.

**Tabell 4. Grenser for miljøtilstand av anleggssonen basert på 0,2m<sup>2</sup> prøveareal (fra Tabell 5, NS 9410:2016). Fargekoder er angitt for å gi bedre oversikt.**

	Miljøtilstand	S (artstall)	N (individdtall)	% av total N
1	Meget god	≥20	-	≤65 %
2	God	5-19	>20	≤90 %
3	Dårlig	1-4	-	-
4	Meget dårlig	0	-	-

På grunnlag av antall og fordeling av arter og individer på hver enkelt stasjon ble det utført statistiske analyser for vurdering av bløtbunnssamfunnet. Det er også gjennomført analyser av sammenhengen mellom bløtbunnssamfunnet og forurensningsgrad. Direktoratgruppen for vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøtilstand i vann i veileder 02:2013 - Klassifisering av miljøtilstand i vann (Veileder 02:2013, revidert 2015). Denne veileder erstatter veileder 01:2009. Følgende indekser brukes for klassifisering:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks,  $H'$
- Hurlberts rarefraction,  $ES_{100}$
- NQI1 (Norwegian Quality Index) som inngår i Norges rapportering til EU. NQI1 er en sammensatt indeks som inneholder sensitivitetsindeksen AMBI ([www.azti.es](http://www.azti.es)), Shannon-Wiener diversitet ( $H'$ ), antall arter (S) og antall individer (N).
- NSI er en sensitivitetsindeks utviklet for norske fauna i 2013.
- ISI2012 er en kvalitativ sensitivitetsindeks.
- Density index (DI) er en indeks for individtetthet, utviklet i 2013.

Beskrivelse av indeksene er gitt i faktaboks under.

**Faktaboks: Beskrivelse av indeksene (Kilde: Veileder 02:2013)**

**NQI1** (Norwegian quality index) er en sammensatt indeks. Indeksen inneholder indikatorer som omfatter sensitivitet (AMBI, se nedenfor), diversitet ( $H'$ , se nedenfor) og antall arter og individer i en prøve. NQI1 er interkalibrert mellom alle land som tilhører NEAGIG. NQI1 kan ha verdier mellom 0 og 1.

**AMBI** er en sensitivitetsindeks (egentlig en toleranseindeks) der artene tilordnes en toleranseklasse (ecological group, EG): EG I-sensitivt arter, EG II-indifferente arter, EG III-tolerante arter, EG IV-opportunistiske arter, EG V-forurensningsindikerende arter. I Norge brukes AMBI bare i kombinasjonsindeksen NQI1 og har derfor ingen egen klassifisering. AMBI er en kvantitativ indeks som tar hensyn til individantallet av artene. Hver art er tilordnet en av de fem økologiske gruppene (basert på «expert judgement»). Programmet for beregning av AMBI kan hentes fra: <http://ambi.azti.es/>

**NSI** er en ny sensitivitetsindeks. Den ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata, og ved bruk av en objektiv statistisk metode. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivitetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven. En beskrivelse av NSI og hvordan den beregnes finnes i Rygg & Norling (2013).

**ISI** er også en sensitivitetsindeks. Beregning av ISI er beskrevet i Rygg (2002). Grunnlaget for beregningen er senere utvidet og artsnomenklaturen er standardisert. Den reviderte ISI betegnes ISI2012 (Rygg og Norling, 2013). Hver art er tilordnet en ømfintlighetsverdi. ISI er en kvalitativ indeks som bare tar hensyn til hvilke arter som er til stede, men ikke individtall. En prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av artene i prøven.

**DI** (density index) er en ny indeks for individtetthet (Rygg & Norling, 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. Indeksene for artsmangfold og ømfintlighet fungerer da av og til dårlig, fordi de kan styres av tilfeldigheter i de små datasettene. Fattig fauna finnes særlig ved dårlige oksygenforhold, eller ved svært kraftig industriforurensning. Ekstremt høye individtettheter av tolerante arter tyder på påvirkning av organisk belastning, vanlig nær renseanlegg og matfiskanlegg. DI signaliserer også dette.

**H'** (Shannonindeksen) er en av de mest brukte diversitetsindeksene og benyttes også som klassifiseringsindeks.

**ES<sub>100</sub>** (Hurlberts diversitetsindeks) er også en diversitetsindeks som viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve.

Klassegrensene for de indeksene som benyttes er fremstilt i tabell 5. Som beskrevet i veileder 02:2013 (revidert 2015), er indeksverdiene presentert for både sum av alle grabbhugg («stasjonsverdien») og for grabbgjennomsnitt. Verdi for hver indeks normaliseres til en 0-1 skala (nEQR) for enklere sammenlikning. Tilstandsklassen bestemmes av gjennomsnittet av de normaliserte indeksverdiene, og presenteres som

«nEQR stasjon» og «nEQR grabb». For en grundigere gjennomgang av indeksene og beregning av tilstandsklasser, se Veileder 02:2013 - Klassifisering av miljøtilstand i vann (revidert 2015).

**Tabell 5. Klassegrenser for bløtbunnsindekser som benyttes til å beregne økologisk status i henhold til vannforskriften (Kilde: Veileder 02:2013, revidert 2015).**

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQH1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES <sub>100</sub>	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISl <sub>2012</sub>	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05



## 3 RESULTATER

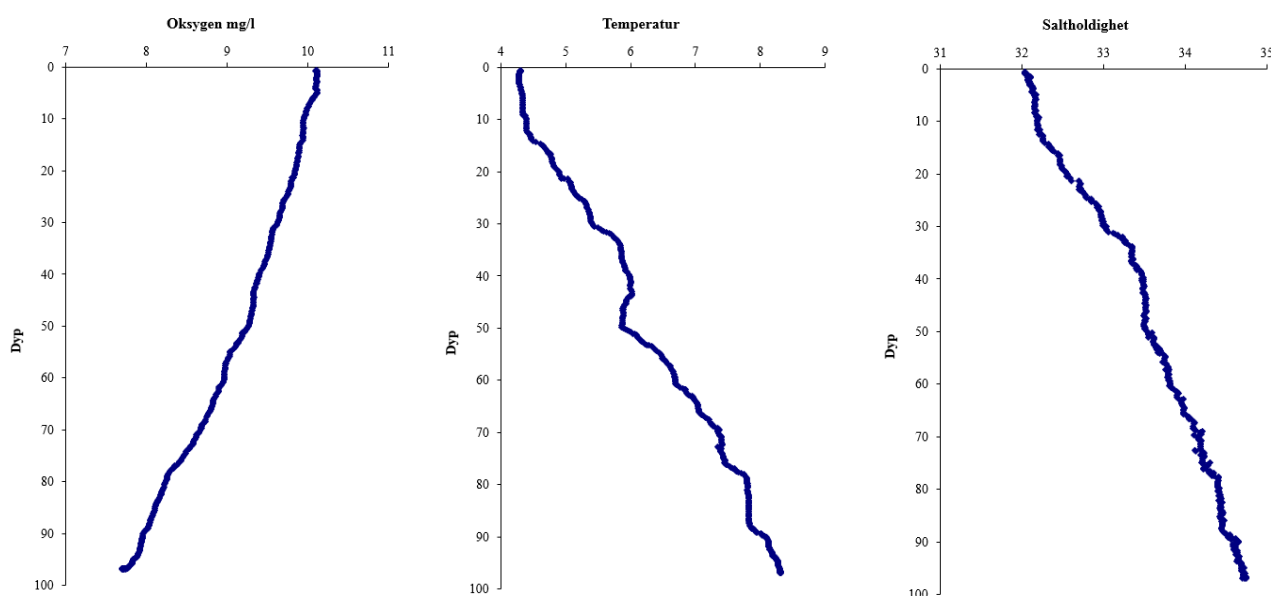
### 3.1 Hydrografi

Oksygenforhold, temperatur og saltholdighet i vannsøylen på den dypeste stasjonen (AL-4, 111 m) er vist i figur 7.

Åpne sjøområder med gode strømforhold og vannutskiftning har som regel et høyt oksygeninnhold. Ved en stor tilførsel av organisk materiale kan oksygeninnholdet i sjøen reduseres som følge av at oksygen blir forbrukt ved nedbrytning av organisk materiale. I tillegg kan terskler og trange sund føre til dårlig vannutskiftning og dermed hindre tilførselen av nytt oksygenrikt vann. I slike områder kan det dannes hydrogensulfid som kan føre til at dyrelivet dør ut i området.

Oksygeninnholdet på den målte stasjonen var høyt gjennom hele vannsøylen og ned til bunn (7,7 mg/l = 5,4 ml O<sub>2</sub>/l). Verdiene for oksygen tilsvarer Miljødirektoratets tilstandsklasse I «Svært god» (>4,5 ml O<sub>2</sub>/l) (Veileder 02:2013, revidert 2015).

Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til bunnen viser en jevn økning uten markerte sprangsjikt i vannsøylen (figur 7).



**Figur 7. Oksygeninnhold (mg/l), temperatur (°C) og saltholdighet (PSU) ved stasjon AL-4 ved Alstein, februar 2017.**

### 3.2 Sedimentkvalitet

#### 3.2.1 Kornstørrelse

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over sjøbunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler føres bort og grovere partikler vil bli liggende igjen. I områder med mindre strøm vil de finere partiklene synke til bunns og avsettes i sedimentet. Resultatene fra kornfordelingsanalysen viser at alle stasjonene har et meget høyt innhold av grovt materiale (>63 µm), noe som indikerer et strømrøkt område med lite sedimentering av fine partikler (tabell 6).

**Tabell 6. Kornstørrelse (%) for stasjonene ved Alstein (Kilde: ALS2017. Se vedlegg B for rapport).**

Stasjon	Kornstørrelse (%)		
	>63 µm Sand /grus	63-2 µm Silt	<2 µm Leire
AL-1	95,6	4,1	0,3
AL-2	89,5	9,7	0,8
AL-3	88,7	10,4	0,8
AL-4	84	14,7	1,2

### 3.2.2 Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh)

Anoksiske forhold i marint sediment og bunnvann, vil kunne ha en negativ effekt på makrofauna og viktige organismer som bryter ned organisk materiale. Graden av anoksiske forhold i det marine sedimentet kan bestemmes ved hjelp av målinger av surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh).

Resultatene fra pH/Eh målingene fra Alstein er presentert i prøveskjema B1 (tabell 8). Alle stasjonene havnet i «Tilstand 1» for avlest pH/Eh, noe som indikerer en god nedbrytningsevne for alle stasjoner. Det ble ved en feil ikke utført pH/Eh målinger av de to første grabbhuggene på stasjon AL-1.



Den samlede tilstanden av målt pH/Eh ble den beste tilstanden «1».

### 3.2.3 Visuell prøvebeskrivelse

Tabell 7 viser bilde og gir en kort beskrivelse av sedimentet på hver stasjon på Alstein. Resultatene fra den visuelle prøvebeskrivelsen er presentert i prøveskjema B1 (tabell 8). Det ble ikke registrert uvanlig lukt eller gassbobler i sedimentprøvene. Dyr ble observert i alle sedimentprøvene.

Den samlede tilstanden fra den visuelle observasjonen ble den beste tilstanden «1».

**Tabell 7. Prøvebeskrivelse av de 4 stasjonene tatt ved Alstein, februar 2017.**

	<p><b>AL-1</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grått finkornet sediment</li><li>• Myk konsistens</li><li>• Ingen gassbobler</li><li>• Ingen lukt</li></ul>
	<p><b>AL-2</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grålig finkornet sediment</li><li>• Leireaktig</li><li>• Småstein</li><li>• Fast konsistens</li><li>• Ingen gassbobler</li><li>• Ingen lukt</li></ul>

**AL-3**

- Grålig finkornet sand med mudder
- Leireaktig/silt
- Fast konsistens
- Ingen gassbobler
- Ingen lukt

**AL-4**

- Grålig finkornet sand med mudder og småstein
- Fast konsistens
- Ingen gassbobler
- Ingen lukt




**Tabell 8. Prøveskjema B1 for hver replikat for alle de fire stasjonene på Alstein.**

Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer											Indeks			
			AL-1-1	AL-1-2	AL-1-3	AL-2-1	AL-2-2	AL-2-3	AL-3-1	AL-3-2	AL-3-3	AL-4-1	AL-4-2		AL-4-3		
Bunntype: B (bløt) eller H (hard)			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
II	pH	Målt verdi	-	-	7.6	7.9	7.8	7.7	7.6	7.9	7.8	8	7.8	8			
	Eh (mv)	Målt verdi	-	-	70	170	-57	-80	0	-40	135	106	125	65			
		+ ref. verdi	221	221	291	391	164	141	221	181	356	327	346	286			
	pH/Eh	fra figur D.1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Tilstand prøve				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Tilstand gruppe II			1														
Buffertemp:			6				Sjøvannstemp:			5				Sedimenttemp:		6-8	
pH sjø:			7.96				Eh sjø:			204				Ref. elektrode:		221	
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Farge	Lys/grå = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Brun/svart = 2															
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Sterk = 4															
	Konsistens	Fast = 0				0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Myk = 2	2	2	2												
	Grab- volum	Løs = 4															
		< 1/4 = 0															
	Tykkelse på slamlag	1/4 - 3/4 = 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		> 3/4 = 2															
	Korrigert sum (*0,22)	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		2 - 8 cm = 1															
	Tilstand prøve	> 8 cm = 2															
		SUM	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Tilstand gruppe III			1														
Middelverdi gruppe II og III			0.66 0.66 0.66 0.22 0.22 0.22 0.22 0.22 0.22 0.22 0.22 0.22 0.22											0.33			
Tilstand prøve			1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1														
pH/Eh Indeks	Korrigert sum																
	Middelverdi																
	< 1,1													1			
	1,1 - < 2,1													2			
	2,1 - < 3,1													3			
≥ 3,1													4				
LOKALITETSTILSTAND												1					

### 3.3 Bløtbunnsfauna

Arts sammensetningen i sedimentprøvene vil gi et bilde av miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen ved Alstein. Bløtbunnsarter er stort sett flerårige og relativt lite mobile, og vil dermed kunne gjenspeile miljøpåvirkning i sedimentet over tid; i et område som er lite påvirket av ytre faktorer vil det vanligvis være forholdsvis mange arter med en relativt jevn fordeling av individer blant artene, mens det i forurenset sediment vil være få eller ingen arter tilstede i sedimentet. Noen av artene kan ha mange individ.

Resultatene fra sedimentprøvene ved Alstein er vist i tabell 9 og 10 (se Vedlegg C for prøvingsrapport for Alstein). Det ble totalt funnet 1483 individer i undersøkelsen. Stasjonen i nærsonen (AL-1) hadde lavest antall individer (N=310), mens stasjon AL-3 i overgangssonen hadde høyest antall individer (N=429). De ti mest vanlige artene for hver stasjon (juvenile ikke medberegnet) er presentert i tabell 10.



På stasjon AL-1, i anleggssonen, ble det samlet totalt 63 arter med til sammen 310 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man flerbørstemarkene *Owenia borealis* (14 %), *Galathowenia oculata* (12 %) og *Spiophanes kroyeri* (10 %) som de tre mest tallrike. Basert på artsantall og sammensetning får stasjon AL-1 miljøtilstand «Meget god» i henhold til NS 9410:2016. Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,82 som tilsvarer tilstandsklasse «Svært god» i henhold til Veileder 02:2013 (revidert i 2015).

På stasjon AL-2 i overgangssonen ble det samlet totalt 78 arter og 384 individer. De tre mest tallrike artene på denne stasjonen var flerbørstemarkene *Galathowenia oculata* (11 %), *Paramphinome jeffreysii* (10 %) og *Owenia borealis* (9 %). Basert på artsantall og sammensetning får stasjon AL-2 miljøtilstand «Meget god». Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,83 som tilsvarer tilstandsklasse «Svært god».

På den andre stasjonen i overgangssonen, stasjon AL-3, ble det samlet 72 arter og 429 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man flerbørstemarkene *Paramphinome jeffreysii* (14 %), *Spiophanes kroyeri* (10 %) og *Heteromastus filiformis* (7 %) som de tre mest tallrike artene. Basert på artsantall og sammensetning får stasjon AL-3 miljøtilstand «Meget god». Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,82 som tilsvarer tilstandsklasse «Svært god».

På referansestasjonen, AL-4, ble det samlet 68 arter og 360 individer. Flerbørstemarkene *Galathowenia oculata* (19 %), *Heteromastus filiformis* (9 %) og *Paramphinome jeffreysii* (7 %) var de tre mest tallrike artene på stasjonen. Basert på artsantall og sammensetning får referansestasjon AL-4 miljøtilstand «Meget god». Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,80 som tilsvarer tilstandsklasse «Svært god».

**Tabell 9. Antall arter (S) og individer (N), Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') og ES<sub>100</sub> er gitt ved stasjonsverdi (0,2 m<sup>2</sup>), og gjennomsnittlig grabbverdi (2 grabber). Øvrige indekser som er inkludert i tabellen er de biotiske indeksene NQI1, ISI2012, NSI og DI. Normalisert 'ecological ratio' (nEQR) for alle bløtbunnsindeksene er vist for gjennomsnittlig grabbverdi og stasjon. Klassifisering av miljøtilstand er gitt i henhold til Veileder 02:2013\_2015 med bruk av nEQR-verdier. Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder iflg. Veileder 02:2013\_2015.**

Økologisk tilstand for bløtbunnsfauna										
Stasjon	Grabb/stasjon	S	N	Es100	H'	NQI1	NSI	ISI2012	DI	Gj. Sn. EQR
AL-1	Grabbverdi	46	155	37	4,7	0,78	24,7	9,4	0,14	
	nEQR (gj.sn.grabb)			0,84	0,79	0,76	0,79	0,78	0,91	0,81
	Stasjonsverdi	63	310	38	4,9	0,79	23,9	9,7		
	nEQR (stasjon)			0,85	0,82	0,77	0,76	0,81	0,91	0,82
AL-2	Grabbverdi	56	192	40	5,0	0,78	24,6	9,3	0,23	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,88	0,84	0,76	0,78	0,77	0,85	0,81
	Stasjonsverdi	78	384	40	5,2	0,80	24,0	9,8		
	nEQR (stasjon)			0,88	0,89	0,78	0,76	0,81	0,85	0,83
AL-3	Grabbverdi	51	215	37	4,8	0,76	24,4	9,7	0,26	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,84	0,80	0,74	0,78	0,81	0,86	0,80
	Stasjonsverdi	72	429	38	5,1	0,77	24,5	10,0		
	nEQR (stasjon)			0,85	0,87	0,75	0,78	0,82	0,83	0,82
AL-4	Grabbverdi	50	180	36	4,7	0,74	24,0	9,4	0,20	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,83	0,79	0,72	0,76	0,78	0,87	0,79
	Stasjonsverdi	68	360	37	4,9	0,75	23,7	9,6		
	nEQR (stasjon)			0,84	0,82	0,73	0,75	0,80	0,87	0,80

**Tabell 10. De ti mest vanlige artene for hver stasjon (eks. juvenile), Alstein, 2017.**

AL1	Antall	%	Kum%	AL2	Antall	%	Kum%
Owenia borealis	42	14	14	Galathowenia oculata	42	11	11
Galathowenia oculata	38	12	26	Paramphinome jeffreysii	39	10	21
Spiophanes kroyeri	30	10	35	Owenia borealis	33	9	30
Polycirrus plumosus	23	7	43	Spiophanes kroyeri	28	7	37
Lumbrineris	11	4	46	Polycirrus plumosus	21	5	42
Notomastus latericeus	10	3	50	Notomastus latericeus	16	4	47
Paramphinome jeffreysii	9	3	53	Eclysippe vanelli	14	4	50
Ennucula tenuis	9	3	55	Paradoneis lyra	12	3	53
Chaetozone	8	3	58	Thyasira equalis	12	3	57
Goniada maculata	8	3	61	Caudofoveata	10	3	59
<i>Totalt antall taxa 63</i>				<i>Totalt antall taxa 78</i>			

AL3	Antall	%	Kum%	AL4	Antall	%	Kum%
Paramphinome jeffreysii	62	14	14	Galathowenia oculata	67	19	19
Spiophanes kroyeri	43	10	24	Heteromastus filiformis	31	9	27
Heteromastus filiformis	30	7	31	Paramphinome jeffreysii	24	7	34
Eclysippe vanelli	27	6	38	Polycirrus plumosus	23	6	40
Notomastus latericeus	21	5	43	Notomastus latericeus	19	5	46
Parvicardium minimum	18	4	47	Owenia borealis	16	4	50
Thyasira equalis	17	4	51	Chaetozone	14	4	54
Polycirrus plumosus	14	3	54	Spiophanes kroyeri	14	4	58
Prionospio cirrifera	11	3	57	Caudofoveata	10	3	61
Abyssoninoe hibernica	11	3	59	Eclysippe vanelli	10	3	63
<i>Totalt antall taxa 72</i>				<i>Totalt antall taxa 68</i>			



## 4 VURDERING AV LOKASJONEN

Forundersøkelsen viser at forhold i sediment og fauna i ved Alstein er naturlig og ikke negativt påvirket av ytre faktorer. Sedimentet fremstår som naturlig friskt, og undersøkte kjemiske og sensoriske parametere er alle innenfor de beste tilstandsklasser.

Analysene av kornstørrelse tyder på at Alstein er et strømrøkt område med lite sedimentering av fine partikler. Oksygenverdiene i bunnvannet på den målte stasjonen ligger i tilstandsklasse I «Svært god».

Den samlede lokalitetstilstanden til Alstein ble vurdert som «1- Meget god», hvor:

- de visuelle observasjonene av sedimentet ga den beste tilstanden «1- Meget god» for alle stasjoner, og hvor
- målingene av surhetsgrad og redokspotensiale i sedimentet ga beste tilstandsklasse «1- Meget god» for alle stasjoner. Dette tyder på sunne bunnforhold med god nedbrytningsevne.

Bunnfaunaen i anleggssone, overgangssone og ved referansestasjonen ble vurdert som «Meget god» i henhold til NS 9410:2016 og som «Svært god» i henhold til Veileder 02:2013 (revidert i 2015).



## 5 REFERANSER

IRIS, 2012. Resipientundersøkelser Stavangerhalvøya, 2011-2012. Rapport IRIS - 2012/204, versjon 2. Marianne Nilsen, Stig Westerlund, Anne Helene Solberg Tandberg, Are Pedersen.

NS 9410:2016 Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. ICS 13.020.40; 65.150.

NS-EN ISO 16665:2014. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge. ICS 13.060.70.

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til vannforskriften. Revidert 2015.



## **VEDLEGG A Test 083**



## AKKREDITERINGS-DOKUMENT

# TEST 083

**DNV GL AS, Environmental Risk Management, Biolaboratoriet**  
Veritasveien 1, P.O. Box 300  
1322 HØVIK

<https://www.dnvgl.com/services/environmental-laboratory-services-12891/> > [www.dnvgl.com/services/environmental-laboratory-services-12891](https://www.dnvgl.com/services/environmental-laboratory-services-12891/)

Akkrediteringen omfatter akkrediteringsomfanget som er angitt i de neste sidene i dokumentet.

Akkreditering er første gang innvilget 20.02.1997. Akkrediteringen er gitt i henhold til "Lov om det frie varebytte i EØS (EØS-vareloven)" av 14.04.2013. Organisasjonen tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025 (2005)

Akkrediteringen forutsetter regelmessig oppfølging, og er gyldig til 14.10.2018. Akkrediteringsbeslutningen innebærer at Norsk akkreditering har funnet at organisasjonen oppfyller kravene for akkreditert virksomhet innenfor de aktuelle akkrediteringsområder. Organisasjonen står selv ansvarlig for resultatene av utførte målinger.

NORSK AKKREDITERING

17.01.2017

Dato

Norsk akkreditering

Den administrative/geografiske enheten:

**Environmental Risk Management  
Biolaboratoriet  
Veritasveien 1  
1363 HØVIK**

### Prøvetaking i felt

#### P3003 Prøvetaking bunnsediment

Objekt	Parameter	Referansestandard	Intern metode identitet	Merknad
Litoral og sublitoral hard bunn	Hardbunn flora og fauna	NS-EN ISO 19493	BMS- 2	Semikvantativ og kvantativ registrering
Marine bunnsedimenter	Til kjemiske/ fysiske analyser og analyser av bløtbunnsfauna.	NS 9420	BMS-1 BMS-2	Retningslinjer for feltarbeid i forbindelse med miljøovervåking og kartlegging til havs og i fjorder. Valg av prøvetakingsstrategi.
Marine bunnsedimenter	Til kjemiske / fysiske analyser.	NS-ISO 5667-12	BMS-2	Prøvetakingsstrategi. Prøvetaking med grabb/kjerneprøvetaker av bunnsedimenter i estuarine- og havneområder, elver, strømmer og innsjøer.
Marine bunnsedimenter	Til kjemiske og fysiske analyser	NS-EN ISO 5667-19	BMS-2	Sedimentprøvetaking i marine områder. Metode basert på prøvetaking med grabb og kjerneprøvetaker.
Marine bløtbunnsedimenter	Til analyser av marin bløtbunnsfauna	NS-EN ISO 16665	BMS-2	Metode basert på prøvetaking med grab eller kjerneprøvetaker
Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg	Til kjemisk og biologisk prøving	NS 9410	BMS-2	Grabbprøver og bokskjerneprøver ved marine matfiskanlegg

### Permanent laboratorium

#### P21 Taksonomi

Objekt	Parameter	Referansestandard	Intern metode identitet	Merknad
Litoral og sublitoral hard bunn	Marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn	NS-EN ISO 19493	BMS-2	Semikvantativ og kvantativ registrering
Marin bløtbunnsfauna	Sortering, artsidentifisering og indekser	NS-EN ISO 16665	BMS-3 BMS-4	

17.01.2017

Dato

*Hilde A. Eide*

Norsk akkreditering

Den administrative/geografiske enheten:

**Environmental Risk Management  
Biolaboratoriet  
Veritasveien 1  
1363 HØVIK**

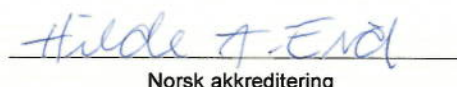
### Permanent laboratorium

#### P32 Faglige vurderinger og fortolkninger

Objekt	Parameter	Referansestandard	Intern metode identitet	Merknad
Litoral og sublitoral hardbunn flora og fauna	Vurdering av miljøforhold basert på undersøkelse av hardbunnsitoral	Veileder 02:2013	BMS-4	Biologisk og kjemisk karakterisering, basert på Veileder 02:2013_rev.2015
Marine bunnsedimenter og marin bløtbunnsfauna	Klassifisering av miljøkvaliteter i fjorder og kystfarvann	Veileder 02:2013	BMS-4	Biologisk og kjemisk karakterisering, basert på Veileder 02:2013_rev.2015
Marine bunnsedimenter og marin bløtbunnsfauna	Vurdering av miljøforhold ved marine matfiskanlegg	NS 9410	BMS-4	Miljøovervåking av oppdrettsanlegg. Metoden baseres også på Veileder
Marine bunnsedimenter og marin bløtbunnsfauna	Vurdering av miljøforhold ved petroleumvirksomhet	M.300:2015	BMS-4	basert på Veileder M.300:2015

17.01.2017

Dato



Norsk akkreditering



## **VEDLEGG B Analyserapport partikkelfordeling**





Mottatt dato **2017-02-17**  
 Utstedt **2017-02-23**

**DNV GL AS**  
**Øyvind Tvedten**

**Veritasveien 25**  
**N-4007 Stavanger**  
**Norge**

Prosjekt **Alstein**  
 Bestnr **PP172069**

## Analyse av sediment

Deres prøvenavn	<b>AL-1-3 Sediment</b>					
Labnummer	N00484512					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Kornfordeling</b>	-----		se vedl.	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse &gt;63 µm</b>	<b>95.6</b>	9.6	%	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse 63-2 µm</b>	<b>4.1</b>	0.4	%	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse &lt;2 µm</b>	<b>0.3</b>	0.03	%	1	1	NADO

Deres prøvenavn	<b>AL-2-3 Sediment</b>					
Labnummer	N00484513					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Kornfordeling</b>	-----		se vedl.	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse &gt;63 µm</b>	<b>89.5</b>	8.9	%	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse 63-2 µm</b>	<b>9.7</b>	1.0	%	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse &lt;2 µm</b>	<b>0.8</b>	0.08	%	1	1	NADO

Deres prøvenavn	<b>AL-3-3 Sediment</b>					
Labnummer	N00484514					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Kornfordeling</b>	-----		se vedl.	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse &gt;63 µm</b>	<b>88.7</b>	8.9	%	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse 63-2 µm</b>	<b>10.4</b>	1.0	%	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse &lt;2 µm</b>	<b>0.8</b>	0.08	%	1	1	NADO

Deres prøvenavn	<b>AL-4-3 Sediment</b>					
Labnummer	N00484515					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Kornfordeling</b>	-----		se vedl.	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse &gt;63 µm</b>	<b>84.0</b>	8.4	%	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse 63-2 µm</b>	<b>14.7</b>	1.5	%	1	1	NADO
<b>Kornstørrelse &lt;2 µm</b>	<b>1.2</b>	0.1	%	1	1	NADO





\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p><b>Kornstørrelse 2-63µm</b></p> <p>Metode: ISO 11277:2009                      Måleprinsipp: Sikting og laser diffraksjon                      Rapporteringsgrenser: &gt;63 µm (sand) 0,1%                      63-2 µm (silt) 0,1%                      &lt;2 µm (leire) 0,1%</p> <p>Andre opplysninger: Det målbare området ved denne metoden spenner fra 2µm – 63mm.</p>

Godkjenner	
NADO	Nadide Dönmez

Utf <sup>1</sup>	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa                      Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



## **VEDLEGG C Prøvingsrapport; Alstein 2016**

MOM-C ALSTEIN

# Prøvingsrapport; Alstein 2016

Prosjekt PP172069

**Rapportnr.:** 2017-3081, Rev. 1

**Dokumentnr.:** 11366D16-5

**Dato:** 2017-04-19

Prosjektnavn: MOM-C Alstein  
Rapporttittel: Prøvsrapport; Alstein 2016  
Oppdragsgiver: Prosjekt PP172069  
Kontaktperson: Øyvind Tvedten (prosjektleder)  
Dato: 2017-04-19  
Prosjektnr.: PP172069  
Org. enhet: Environmental Risk Management  
Rapportnr.: 2017-3081, Rev. 1  
Dokumentnr.: 11366D16-5

DNV GL AS Oil & Gas  
Environmental Risk Management  
P.O. Box 300  
1322 Høvik  
Norway  
Tel: +47 67 57 99 00  
NO 945 748 931 MVA

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

Sammendrag: På vegne av prosjektet "MOM-C Alstein", har DNV GL's Biolaboratorium gjennomført innsamling av sediment ved Alstein for kjemiske og biologiske analyser. Prøvetaking ble utført på fire bløtbunnstasjoner 14. februar 2017. Prøvetakingen ble gjennomført med fartøyet "Alvhild". Sortering fant sted på Biolaboratoriet 21.02.2017 – 24.02.2017. Artsbestemmelse ble utført 27.02.2017 – 16.03.2017. Indekser og vurderinger ble gjennomført 05.04.2017.

Følgende prosedyrer ble benyttet: OP-BIOLAB-BS-2-2-01, OP-BIOLAB-BS-2-2-02, OP-BIOLAB-BS-3-1-02, OP-BIOLAB-BS-3-3-02, OP-BIOLAB-EM-18-05, OP-BIOLAB-BS-5-01, OP-BIOLAB-BS-12-04 og OP-BIOLAB-BS-4-01

Utført av:



Lucy Brooks  
Senior Consultant

Verifisert av:



Sam Arne Nøland  
Senior Principal Consultant

Godkjent av:



Tor Jensen  
Head of Section

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2017. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- Fri distribusjon (internt og eksternt)  
 Fri distribusjon innen DNV GL  
 Fri distribusjon innen det DNV GL-selskap som er kontraktspart  
 Ingen distribusjon (konfidensiell)

Nøkkelord:

Sediments, benthic fauna, species list, C-survey, fish farm

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
1	2017-04-19	First issue	BROOKS	NØLAND	JENSEN



## Innholdsfortegnelse

1	PRØVETAKING.....	1
2	SORTERING .....	1
3	TAKSONOMI.....	1
4	INDEKSER OG VURDERINGER .....	2
5	TI PÅ TOPP LISTER .....	3

## 1 PRØVETAKING

DNV-GL har gjennomført prøvetaking av sediment på totalt fire lokaliteter ved Alstein i Randarberg kommune. På hver lokalitet ble det samlet inn sediment for analyser av partikkelfordeling, og bløtbunnsprøver for biologiske analyser (Tabell 1-1).

**Lokalitet:** Alstein, Randarberg

**Tidspunkt:** 14. februar 2017

**Toktleder:** Øyvind Tvedten (DNV GL)

**Toktdeltakere:** Brit Godal (observatør, DNV GL); personell fra Bremnes Seashore på fartøyet «Alvhild»

**Tabell 1-1** Stasjonsoversikt med posisjon (WGS84) og dyp, Alstein 2017.

Stasjon	Nord	Øst	Dyp (m)	Sediment (0-5cm)	Bløtbunnsamfunn	CTD
AL-1	59°02.229	05°30.193	107	X	X	
AL-2	59°02.147	05°29.779	104	X	X	
AL-3	59°02.455	05°30.056	95	X	X	
AL-4	59°01.669	05°28.844	111	X	X	X

Sediment til kjemiske og biologiske analyser ble hentet opp med en "van-Veen grabb" (0,1 m<sup>2</sup>).

Det ble tatt to replikate prøver for bløtbunnsfauna på hver stasjon og én for sediment analyser. Sediment i sjiktet 0-5 cm ble fryst og sendt til ALS Laboratory for bestemmelse av kornstørrelsesfordeling. Biotaprøvene ble fraktet til DNV GLs Biolaboratorium for opparbeiding og biologiske analyser.

Benyttede prosedyrer: OP-BIOLAB-BS-2-2-01 og OP-BIOLAB-BS-2-2-02.

Denne rapporten er skrevet i henhold til prosedyre OP-BIOLAB-BS-5-01.

Alle unntak fra relevante prosedyrer er registrert i DNV GLs avvikshåndteringssystem 'QET'.

## 2 SORTERING

Sortering ble utført av Ludvig Søggen Jensen og Jørgen Nordstrøm på Biolaboratoriet på Høvik, 21.02.2017 – 24.02.2017.

Ansvarlig sorterer: Ludvig Søggen Jensen

Benyttet prosedyre: OP-BIOLAB-BS-3-1-02

## 3 TAKSONOMI

Artsbestemmelse ble utført på DNV GLs Biolaboratorium 27.02.2017 – 16.03.2017. Følgende personell har deltatt i artsbestemmelsen:

Polychaeta/Varia: Fredrik Melsom (DNV GL)

Crustacea: Jon Kristian Haugland (DNV GL)

Mollusca: Amund Ulfesnes (DNV GL)

Echinodermata: Fredrik Melsom (DNV GL)

Benyttede prosedyrer: OP-BIOLAB-BS-3-3-02 og OP-BIOLAB-EM-18-05.

Artslister er lagret på

P:\oenno610\NCGNO615\Biolab\Biologiske analyser\Artsbestemmelse\2017\Fjords\Alstein

## 4 INDEKSER OG VURDERINGER

Beregninger av indekser og vurderinger (Tabell 4-1 og 4-2) er utført av Lucy Brooks 05. april 2017. Tabell 4-1 viser beregninger på stasjonsnivå og gjennomsnittlig grabbverdi.

Benyttet prosedyre: OP-BIOLAB-BS-4-01.

Følgende programmer er benyttet:

- Primer versjon 6.1.6

Versjonsnummer av veilederen benyttet for vurdering av tradisjonelle indekser og for klassifisering av miljøkvaliteter i fjorder:

- Klassifisering av miljøtilstand i vann 02:2013\_revidert 2015

Versjonsnummer av veileder for beregning av indekser og vurdering av miljøforhold ved marine matfiskanlegg er

- NS9410:2016

**Tabell 4-1** Antall arter (*S*) og individer (*N*), Shannon-Wieners diversitetsindeks (*H'*) og *ES*<sub>100</sub> er gitt ved stasjonsverdi (0,2 m<sup>2</sup>), og gjennomsnittlig grabbverdi (2 grabber). Øvrige indekser som er inkludert i tabellen er de biotiske indeksene *NQI*<sub>1</sub>, *ISI*<sub>2012</sub>, *NSI* og *DI*. Normalisert 'ecological ratio' (*nEQR*) for alle bløtbunnsindeksene er vist som gjennomsnittlig grabbverdi og på stasjonsnivå. Klassifisering av miljøtilstand er gitt i henhold til Veileder 02:2013\_2015 med bruk av *nEQR*-verdier. Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder iht. Veileder 02:2013\_2015.

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
-----------	-----	---------	--------	--------------

Økologisk tilstand for bløtbunnsfauna										
Stasjon	Grabb/stasjon	S	N	Es100	H'	NQI1	NSI	ISI2012	DI	Gj. Snitt EQR
AL1	Grabbverdi	46	155	37	4,7	0,78	24,7	9,4	0,14	
	nEQR (gj.sn.grabb)			0,84	0,79	0,76	0,79	0,78	0,91	0,81
	Stasjonsverdi	63	310	38	4,9	0,79	23,9	9,7		
	nEQR (stasjon)			0,85	0,82	0,77	0,76	0,81	0,91	0,82
AL2	Grabbverdi	55,5	192	40	5,0	0,78	24,6	9,3	0,23	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,88	0,84	0,76	0,78	0,77	0,85	0,81
	Stasjonsverdi	78	384	40	5,2	0,80	24,0	9,8		
	nEQR (stasjon)			0,88	0,89	0,78	0,76	0,81	0,85	0,83
AL3	Grabbverdi	51	214,5	37	4,8	0,76	24,4	9,7	0,26	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,84	0,80	0,74	0,78	0,81	0,86	0,80
	Stasjonsverdi	72	429	38	5,1	0,77	24,5	10,0		

	nEQR (stasjon)			0,85	0,87	0,75	0,78	0,82	0,83	0,82
AL4	Grabbverdi	49,5	180	36	4,7	0,74	24,0	9,4	0,20	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,83	0,79	0,72	0,76	0,78	0,87	0,79
	Stasjonsverdi	68	360	37	4,9	0,75	23,7	9,6		
	nEQR (stasjon)			0,84	0,82	0,73	0,75	0,80	0,87	0,80

## 5 TI PÅ TOPP LISTER

De ti mest vanlige artene for hver stasjon (juvenile ikke inkludert) er presentert i Tabell 5-1.

**Tabell 5-1** De ti mest vanlige artene for hver stasjon (eks. juvenile), Alstein 2017

AL1	Antall	%	Kum%	AL2	Antall	%	Kum%
Owenia borealis	42	14	14	Galathowenia oculata	42	11	11
Galathowenia oculata	38	12	26	Paramphinome jeffreysii	39	10	21
Spiophanes kroyeri	30	10	35	Owenia borealis	33	9	30
Polycirrus plumosus	23	7	43	Spiophanes kroyeri	28	7	37
Lumbrineris	11	4	46	Polycirrus plumosus	21	5	42
Notomastus latericeus	10	3	50	Notomastus latericeus	16	4	47
Paramphinome jeffreysii	9	3	53	Eclysippe vanelli	14	4	50
Ennucula tenuis	9	3	55	Paradoneis lyra	12	3	53
Chaetozone	8	3	58	Thyasira equalis	12	3	57
Goniada maculata	8	3	61	Caudofoveata	10	3	59
<i>Totalt antall taxa 63</i>				<i>Totalt antall taxa 78</i>			
AL3	Antall	%	Kum%	AL4	Antall	%	Kum%
Paramphinome jeffreysii	62	14	14	Galathowenia oculata	67	19	19
Spiophanes kroyeri	43	10	24	Heteromastus filiformis	31	9	27
Heteromastus filiformis	30	7	31	Paramphinome jeffreysii	24	7	34
Eclysippe vanelli	27	6	38	Polycirrus plumosus	23	6	40
Notomastus latericeus	21	5	43	Notomastus latericeus	19	5	46
Parvicardium minimum	18	4	47	Owenia borealis	16	4	50
Thyasira equalis	17	4	51	Chaetozone	14	4	54
Polycirrus plumosus	14	3	54	Spiophanes kroyeri	14	4	58
Prionospio cirrifera	11	3	57	Caudofoveata	10	3	61
Abyssoninoe hibernica	11	3	59	Eclysippe vanelli	10	3	63
<i>Totalt antall taxa 72</i>				<i>Totalt antall taxa 68</i>			





## **APPENDIX A**

### **Artsliste**

---

## Artliste ALSTEIN 2017

<b>ALSTEIN</b>	<b>AL1</b>	<b>AL2</b>	<b>AL3</b>	<b>AL4</b>
<b>VARIA</b>				
Oligochaeta	1	0	0	0
Nemertea	2	2	8	2
Phoronis	0	1	0	1
Golfingiidae	0	0	1	0
Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	0	1	0	2
Priapulid caudatus	0	0	1	0
<b>POLYCHAETA</b>				
Ampharetidae juv.	4	4	4	3
Ampharete finmarchica	0	1	0	2
Ampharete octocirrata	6	2	2	2
Amphicteis gunneri	2	1	0	0
Amythasides macroglossus	0	0	3	0
Anobothrus gracilis	0	0	3	3
Lysippe labiata	0	1	0	0
Melinna elisabethae	2	2	1	0
Eclysippe vanelli	5	14	27	10
Melinna albicincta	2	6	0	0
Samytha sexcirrata	1	1	3	2
Sosane wireni	2	3	2	2
Paramphinome jeffreysii	9	39	62	24
Aphrodita aculeata	0	0	0	1
Heteromastus filiformis	3	6	30	31
Notomastus latericeus	10	16	21	19
Aphelochaeta marioni	0	3	0	5
Chaetozone	8	6	8	14
Tharyx	3	0	0	0
Diplocirrus glaucus	0	2	3	3
Glycera lapidum	2	2	2	0
Goniada maculata	8	5	10	6
Abyssoninoe hibernica	1	8	11	9
Lumbrineridae	0	1	0	0
Lumbrineris	11	5	5	2
Scoletoma magnidentata	1	0	0	1
Isocirrus planiceps	1	0	0	0
Praxillella praetermissa	5	5	7	1
Praxillura longissima	0	0	2	0
Rhodine loveni	1	1	1	3
Praxillella affinis	2	1	2	4
Nephtys hombergii	1	2	0	0
Drilonereis	1	4	0	1
Ophelina cylindricaudata	0	0	0	1
Ophelina modesta	0	0	1	0
Scoloplos (Scoloplos) armiger	0	0	1	0
Galathowenia oculata	38	42	9	67
Owenia borealis	42	33	0	16
Aricidea (Acmira) simonae	0	1	0	1

## Artliste ALSTEIN 2017

Aricidea (Strelzovia) suecica	0	1	0	0
Levinsenia gracilis	0	0	0	3
Paradoneis lyra	5	12	2	8
Paraonis	0	2	0	0
Lagis koreni	0	1	0	0
Amphictene auricoma	5	1	2	0
Pectinariidae juv.	3	1	0	0
Pholoe baltica	2	4	5	1
Chaetoparia nilssoni	1	0	0	0
Eteone	0	3	3	0
Sige fusigera	0	0	1	1
Eunoe nodosa	0	0	1	2
Chone	2	3	3	5
Euchone incolor	0	1	0	1
Jasmineira	0	0	0	1
Scalibregma inflatum	0	2	1	0
Siboglinidae	4	0	0	3
Sthenelais limicola	1	1	0	0
Aonides paucibranchiata	1	0	0	0
Dipolydora	0	0	0	1
Laonice bahusiensis	0	0	2	1
Polydora	0	0	1	0
Prionospio cirrifera	0	0	11	1
Prionospio dubia	1	1	4	1
Prionospio fallax	1	1	2	2
Pseudopolydora paucibranchiata	3	1	1	0
Spiophanes bombyx	0	1	0	0
Spiophanes kroyeri	30	28	43	14
Exogone verugera	0	4	5	2
Parexogone hebes	3	4	0	0
Syllis cornuta	1	0	0	0
Amaeana trilobata	0	2	0	2
Amphitrite cirrata	2	1	2	0
Pista bansei	0	4	0	0
Pista cristata	2	0	0	1
Polycirrus norvegicus	1	0	2	0
Polycirrus plumosus	23	21	14	23
Proclea graffii	0	3	0	0
Streblosoma intestinale	0	2	0	0
Terebellides stroemii	0	0	1	0
Trichobranthus roseus	2	2	2	2
<b>CRUSTACEA</b>				
Aegiochus ventrosa	0	1	1	0
Ampelisca diadema	0	0	0	2
Ampelisca eschrichtii	2	0	0	0
Ampelisca macrocephala	1	2	1	0
Hemilamprops roseus	0	0	1	0
Tmetonyx cicada	1	0	0	0

## Artliste ALSTEIN 2017

Eriopisa elongata	0	0	0	1
Westwoodilla caecula	0	1	3	2
Harpinia crenulata	0	0	2	0
Jassa pusilla	0	0	0	1
Bruzelia typica	0	1	0	0
<b>MOLLUSCA</b>				
Caudofoveata	4	10	8	10
Cylichna alba	0	1	5	1
Cylichna cylindracea	3	4	5	0
Philine	1	0	0	0
Turritella communis	1	0	0	0
Ennucula tenuis	9	2	2	2
Yoldiella philippiana	6	2	3	0
Bathyarca pectunculoides	6	1	0	3
Limatula subauriculata	0	0	1	0
Venus thomassini	0	1	5	0
Abra juv.	0	0	1	0
Abra longicallus	0	0	1	0
Astarte juv.	1	0	0	0
Astarte sulcata	0	1	0	2
Cardiomya costellata	0	0	1	0
Hiatella arctica	0	1	0	0
Parvicardium minimum	0	1	18	1
Tellimya ferruginosa	0	0	0	7
Thracia phaseolina	1	1	2	0
Thyasira juv.	4	0	0	0
Thyasira equalis	2	12	17	7
Thyasira flexuosa	0	0	9	2
Thyasira obsoleta	0	0	1	0
Timoclea ovata	0	1	1	0
Tropidomya abbreviata	0	0	1	0
Thyasira biplicata	1	0	1	1
Antalis entalis	0	3	2	0
<b>ECHINODERMATA</b>				
Brissopsis lyrifera	0	0	0	1
Echinocardium flavescens	1	3	0	0
Echinocyamus pusillus	6	0	0	0
Labidoplax buskii	4	7	3	1
Thyone fusus	1	0	0	1
Amphilepis norvegica	0	0	0	1
Amphiura chiajei	0	2	1	1
Ophiocten affinis	0	3	0	3
Ophiuroidea juv.	0	0	2	2



## **VEDLEGG D Kartvedlegg Alstein**

NOOMAS 2015-2017

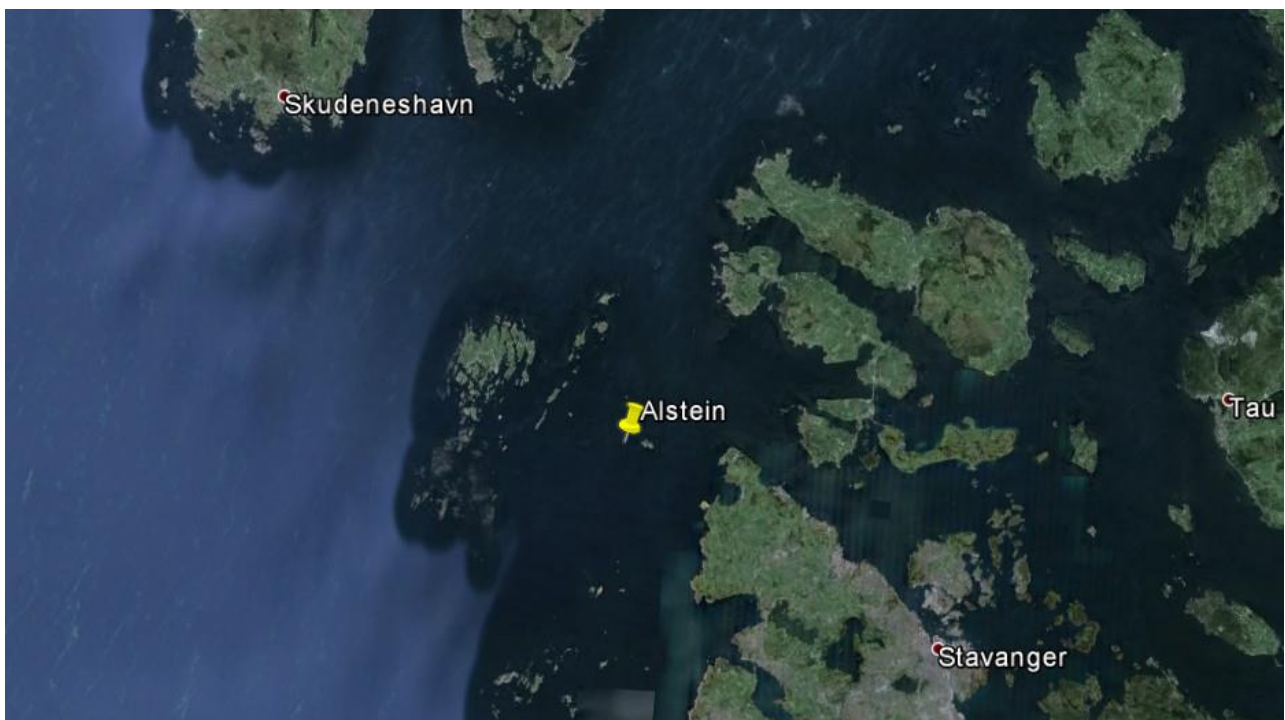
ALSTEIN

# Kartvedlegg

Bremnes Seashore AS

**Rapport nr.:** Rev.

**Dato:** 18.04.2017



Prosjekt navn: Alstein  
Rapport tittel: Kartvedlegg  
Kunde: Bremnes Seashore AS, Øklandsvågen  
Kunde kontakt:  
Utstedelses dato: 18.04.17  
  
Avdeling: Technical Aqua Services

DNV GL BUSINESS ASSURANCE  
NORWAY AS  
Technical Aqua Services  
P.O.Box 7400  
5020 Bergen  
Norge  
Tel: +47 55 94 36 00  
NO 959 627 606 MVA

Applicable contract(s) governing the provision of this Report:

Formål: Kart ifm forundersøkelse på lokalitet Alstein

Utført av:

Kontrollert:

*Arild Heggland*

Arild Heggland  
Teknisk inspektør

[Name]  
[title]

Copyright © DNV GL 2017. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV GL undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.

DNV GL Distribution:

- Unrestricted distribution (internal and external)  
 Unrestricted distribution within DNV GL Group  
 Unrestricted distribution within DNV GL contracting party  
 No distribution (confidential)

Nøkkelord:

Kart

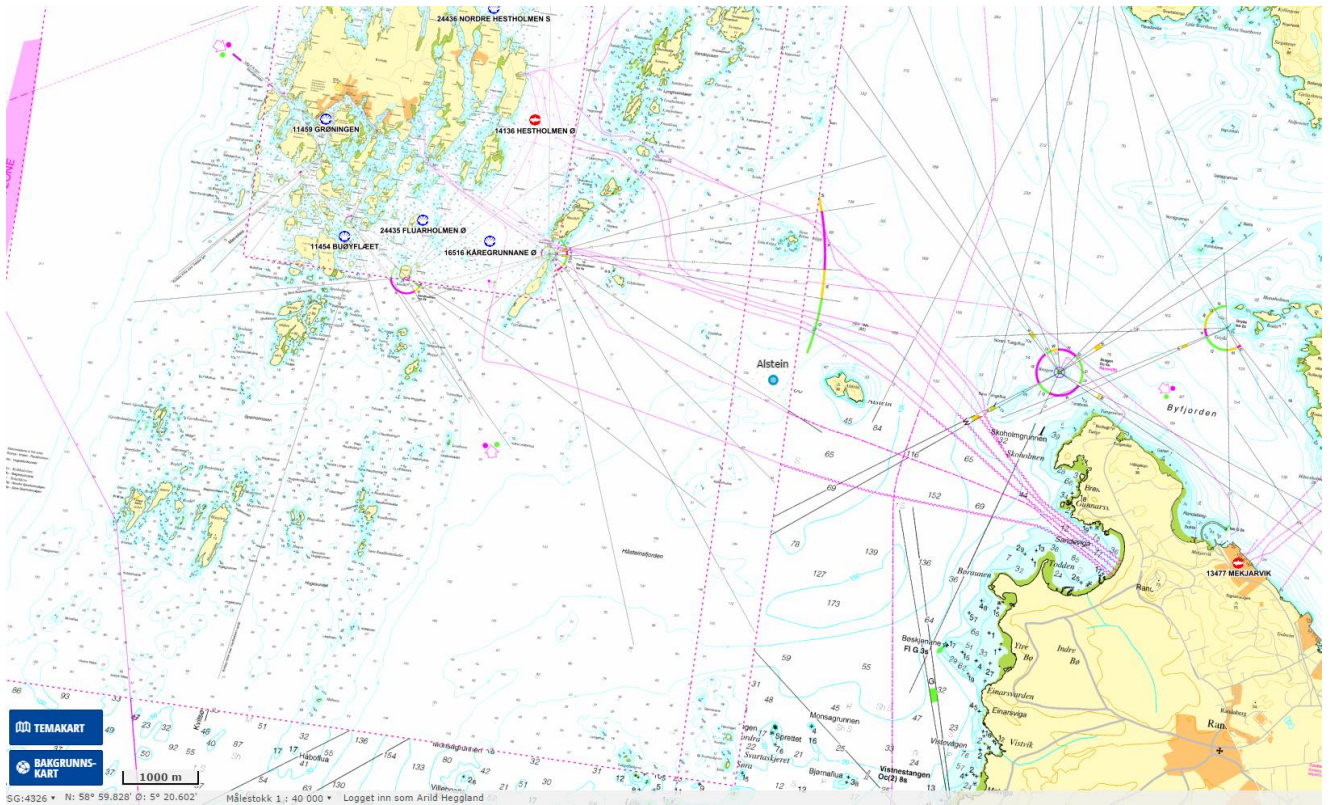
Rev. Nr.	Dato	Utgivelse	Utført av	Kontrollert
0	2017-04-18	First issue		



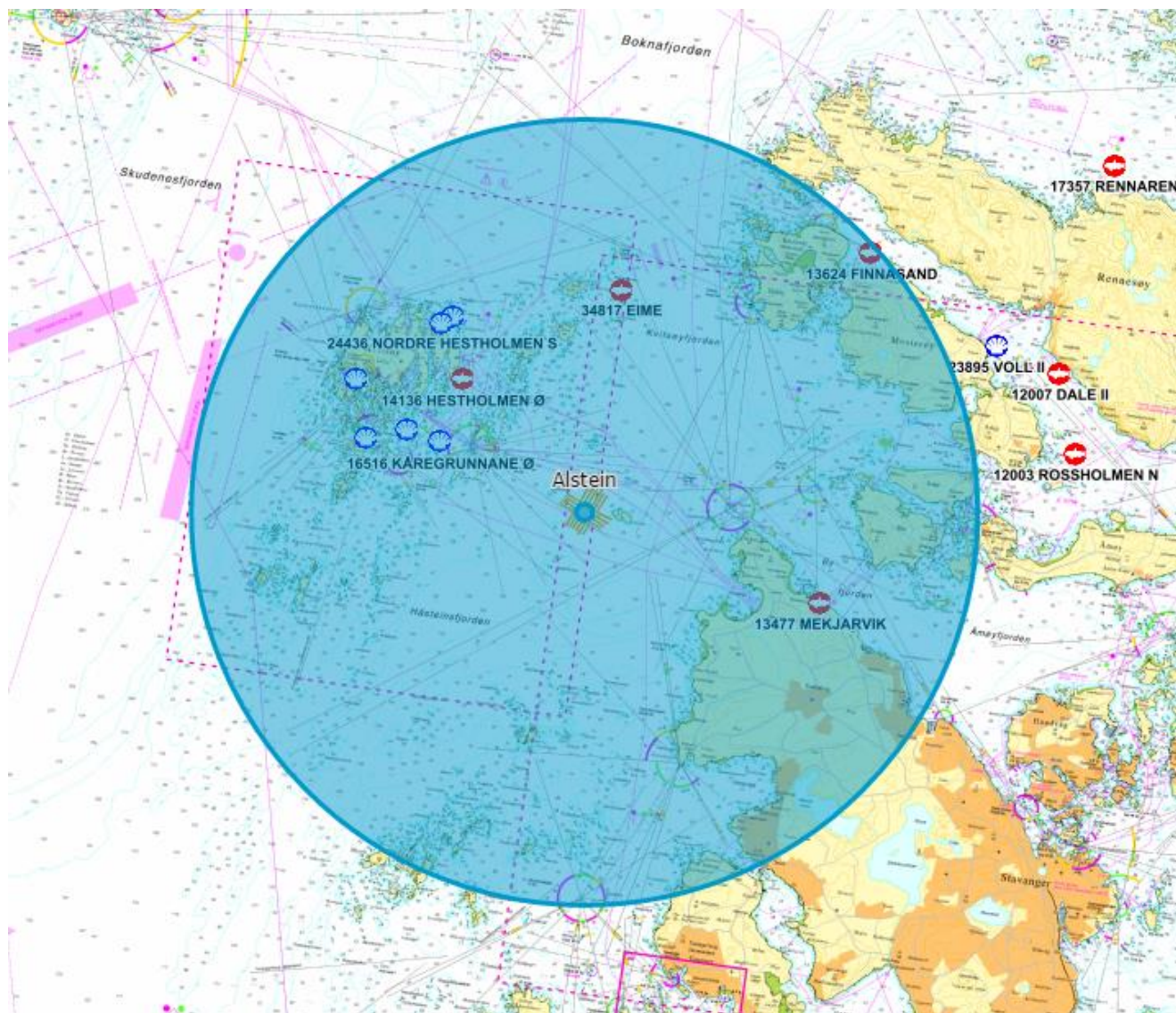
## LOKALITETSPLOSSERING ALSTEIN

Det er i forbindelse med forundersøkelse av lokalitet Alstein utarbeidet ulike kart basert på anleggsplassering og anleggskonfigurasjon. Anlegg med fortøyninger og bunnkartlegging er tegnet inn i 3D programmet Nsim og er tilgjengelig for kunde via innlogging oversendt til Vivian Kvarven hos Bremnes Seashore.

Bilde 1: Plassering av lokalitet i sjøkart.

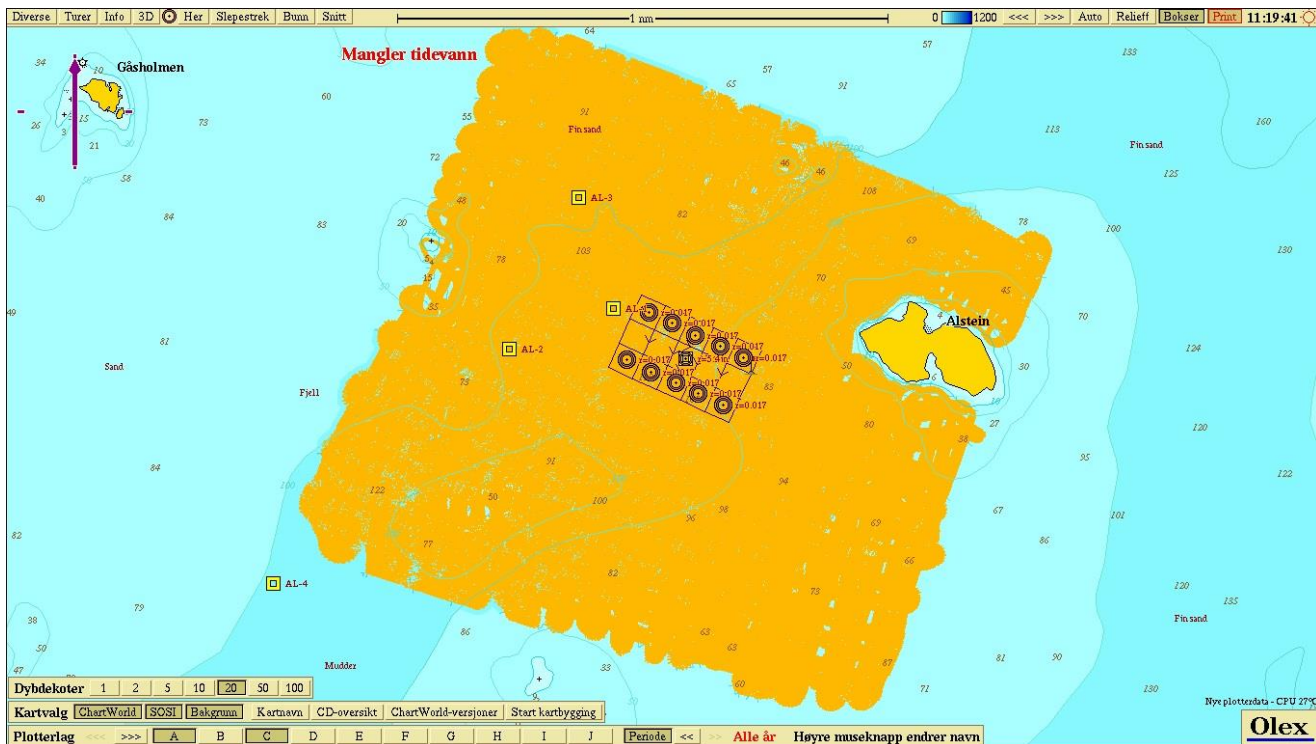


Bilde 2: Lokalitet med øvrige anlegg i området inntegnet, radius på blå sirkel 10 km.

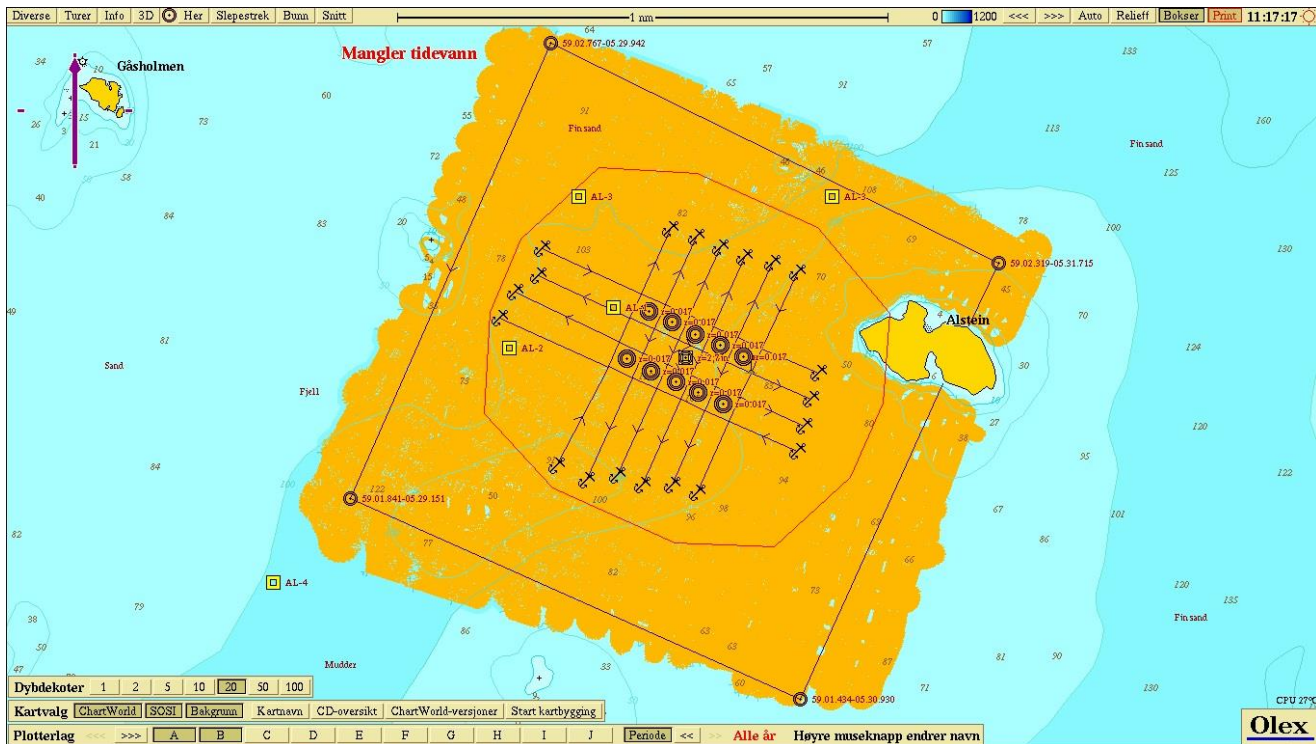




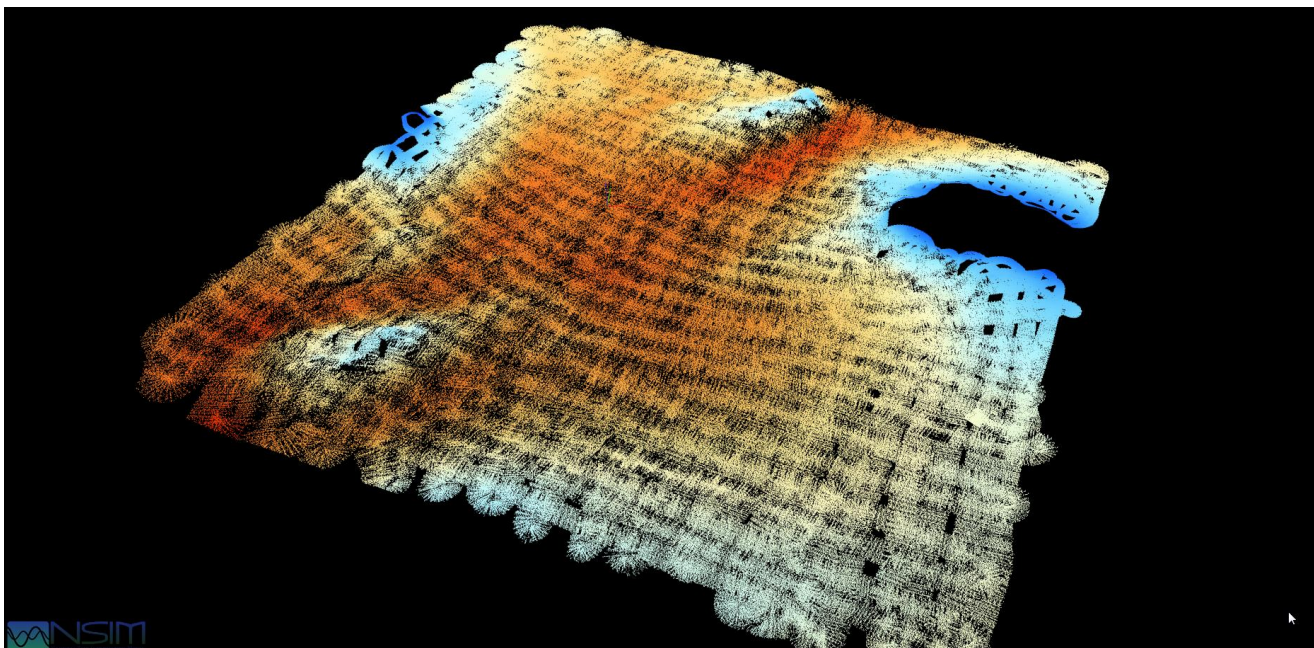
Bilde 3: Olexplott som viser anlegg og areal som er bunnkartlagt ved hjelp av multistråle ekkolodd (orange felt).



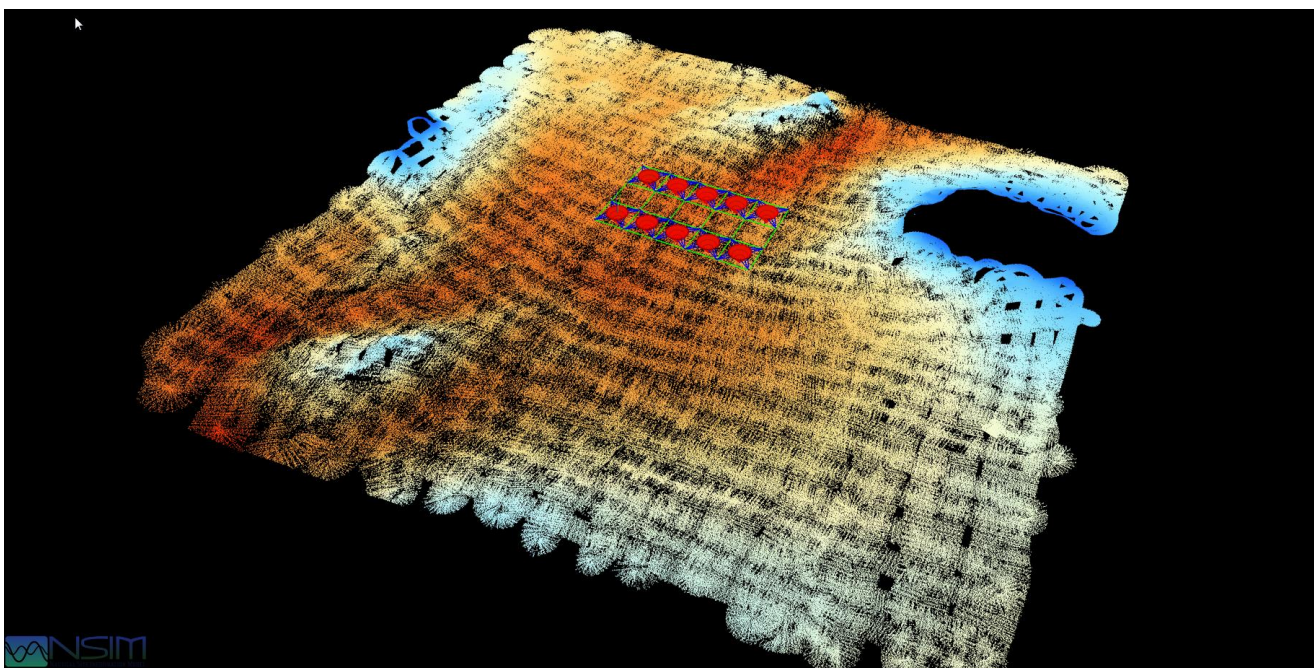
Bilde 4: Olexplott med anlegg som viser areal med posisjon i ytterpunkt og plassering av prøvestasjoner.



Bilde 5: 3D bunnkartlegging.

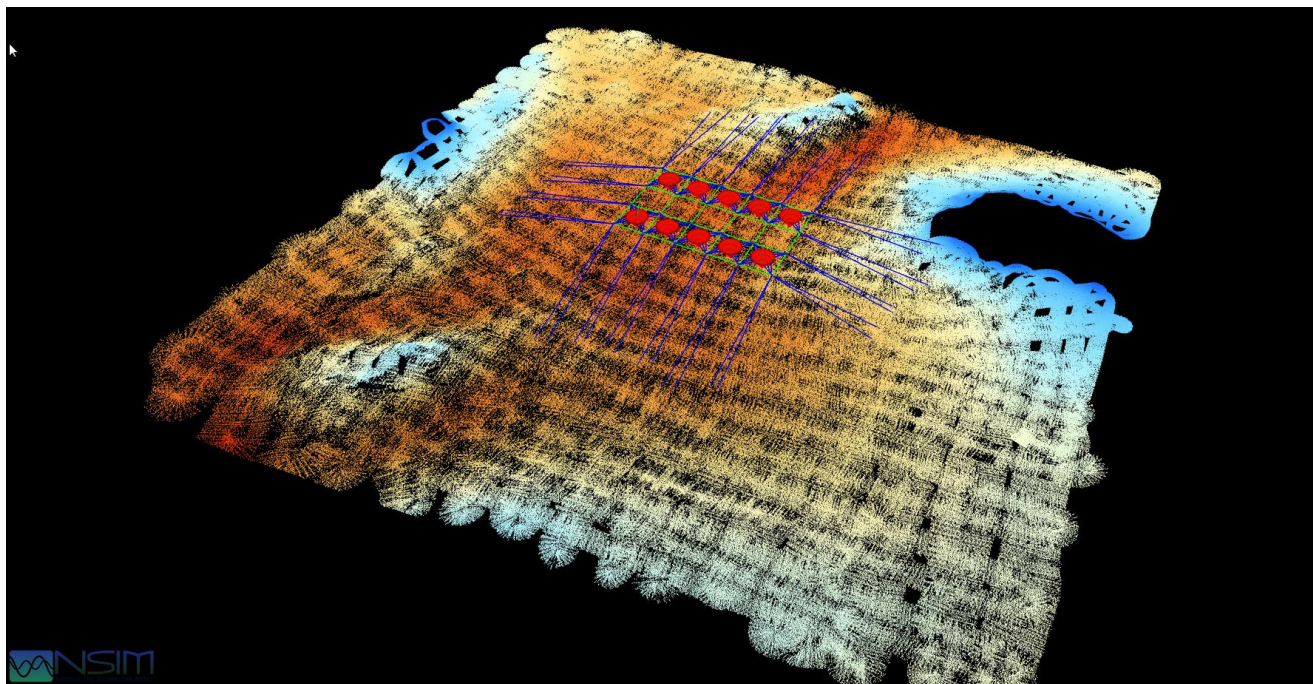


Bilde 6: 3D bunnkartlegging med anleggsrammer 100x100m og ti flytekrager.

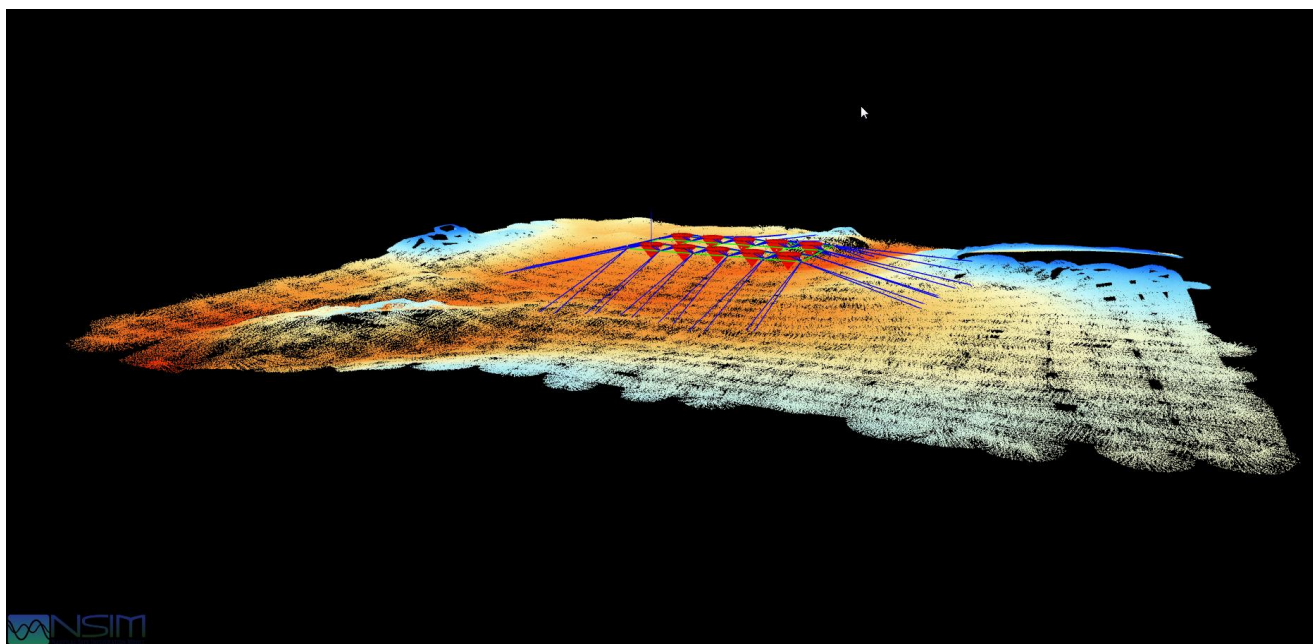




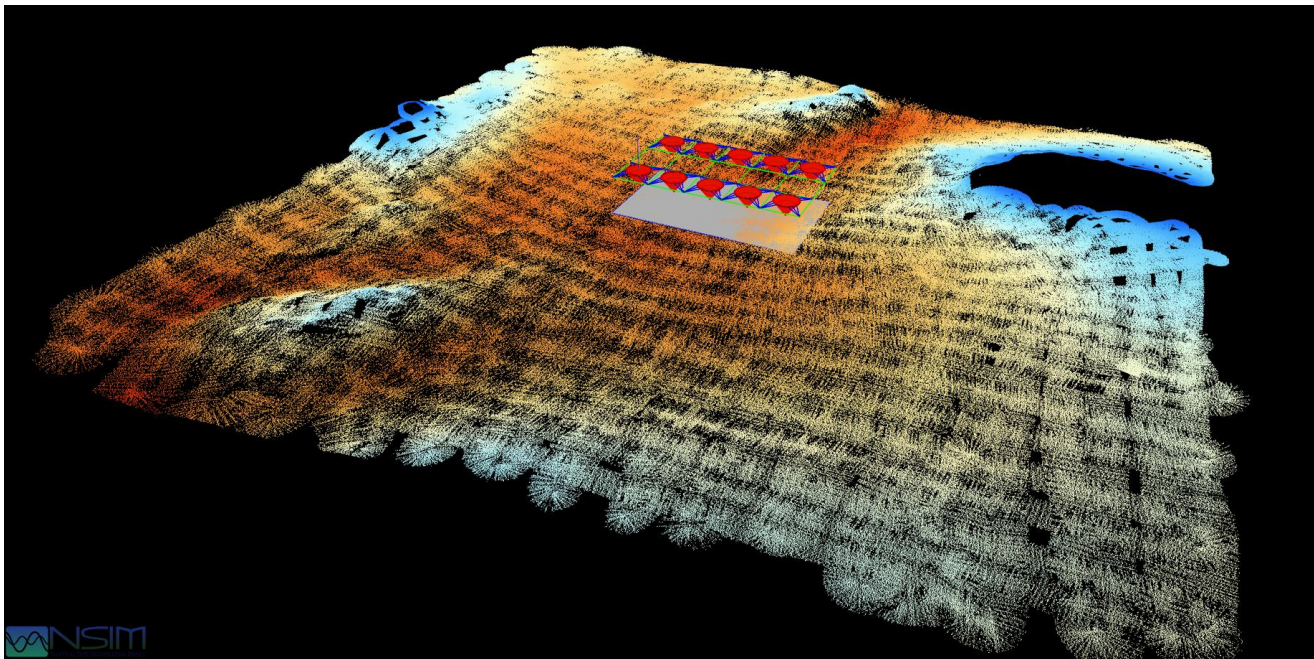
Bilde 7: 3D bunnkartlegging med anlegg og fortøyningslinjer.



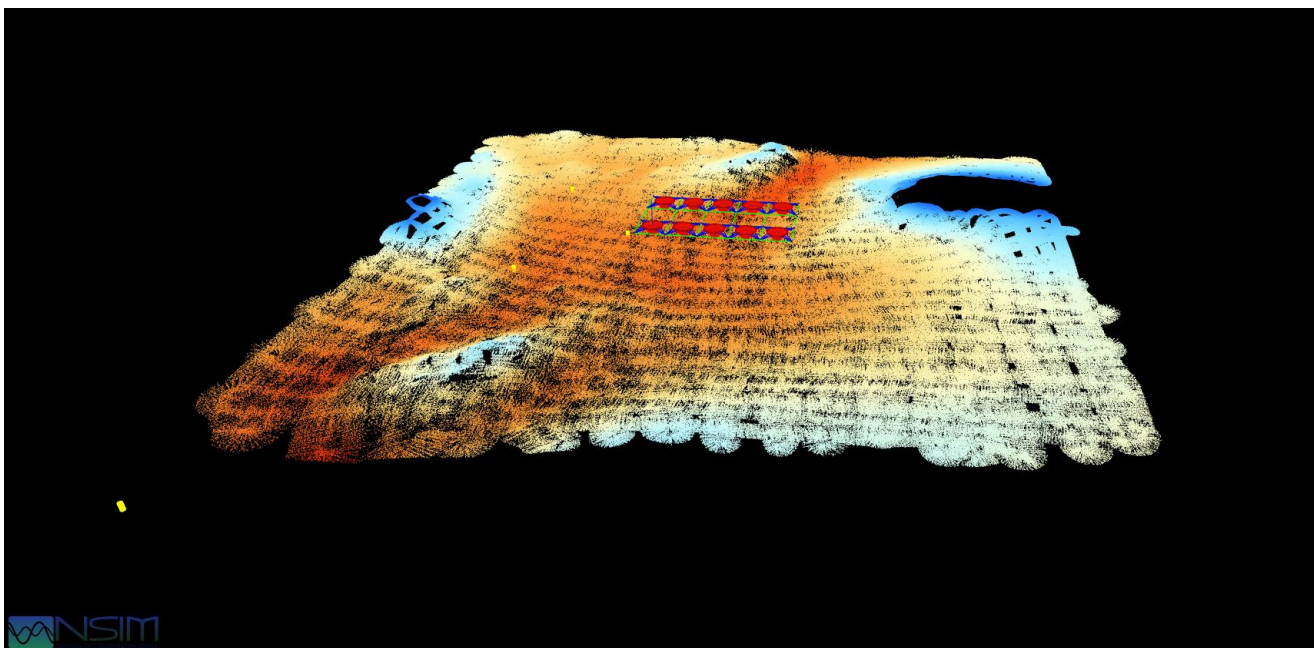
Bilde 8: 3D bunnkartlegging anlegg sett fra sør.



Bilde 9: Anlegg med bunnskygge av anleggsramme plassert på 110 meter dyp.

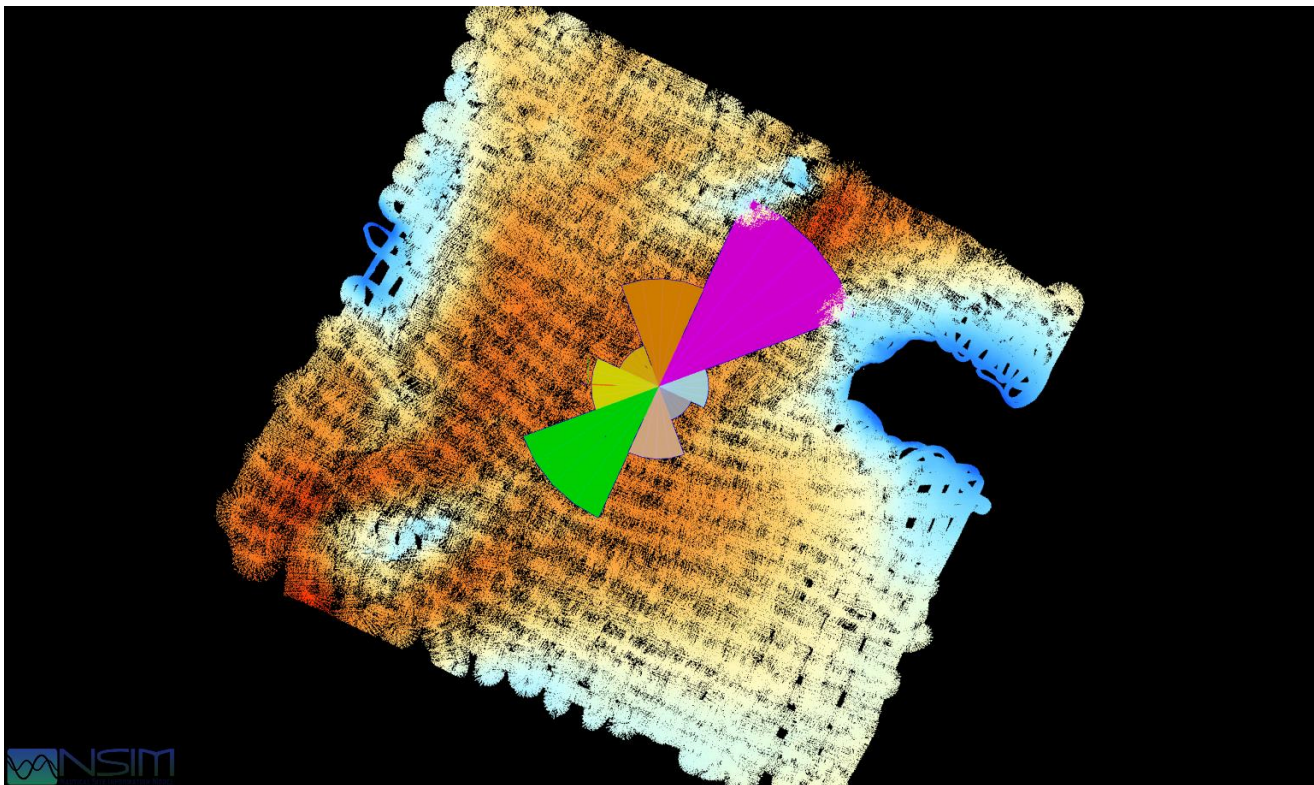


Bilde 10: Prøvestasjoner markert med gule punkt i 3D bunnkartlegging.

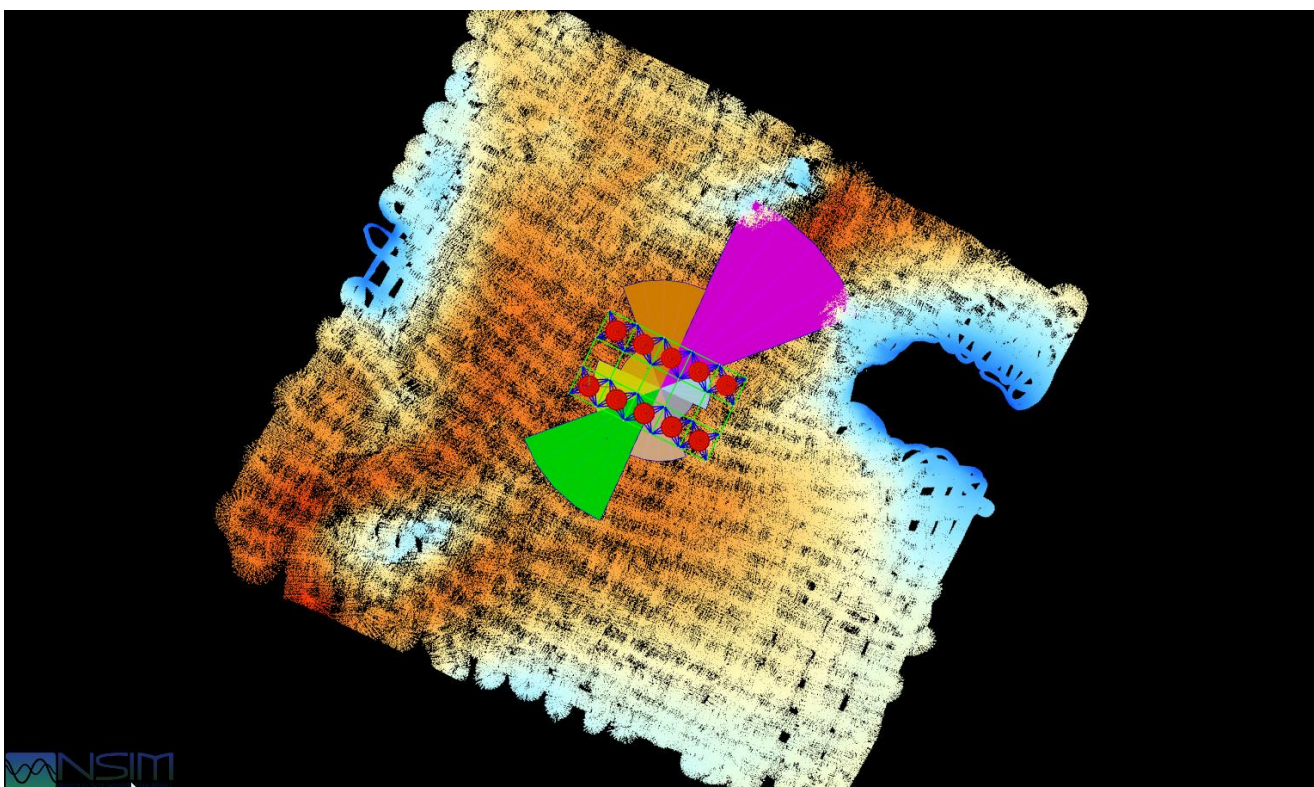




Bilde 11: Hovedstrømsretning på lokalitet, spredestrøm 76 meter dyp. Kakestykker illustrerer strøm fra retning, orange farge er fra nord.

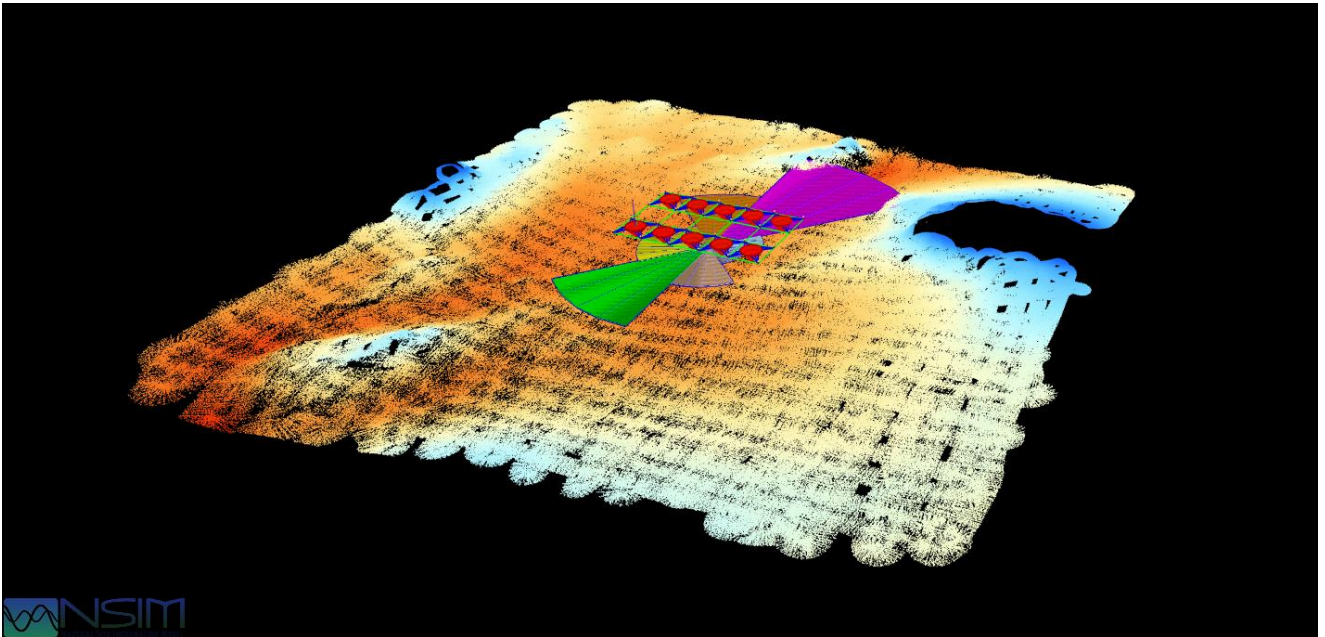


Bilde 12: Hovedstrømretning spredestrøm 76 meter dyp med anlegg.

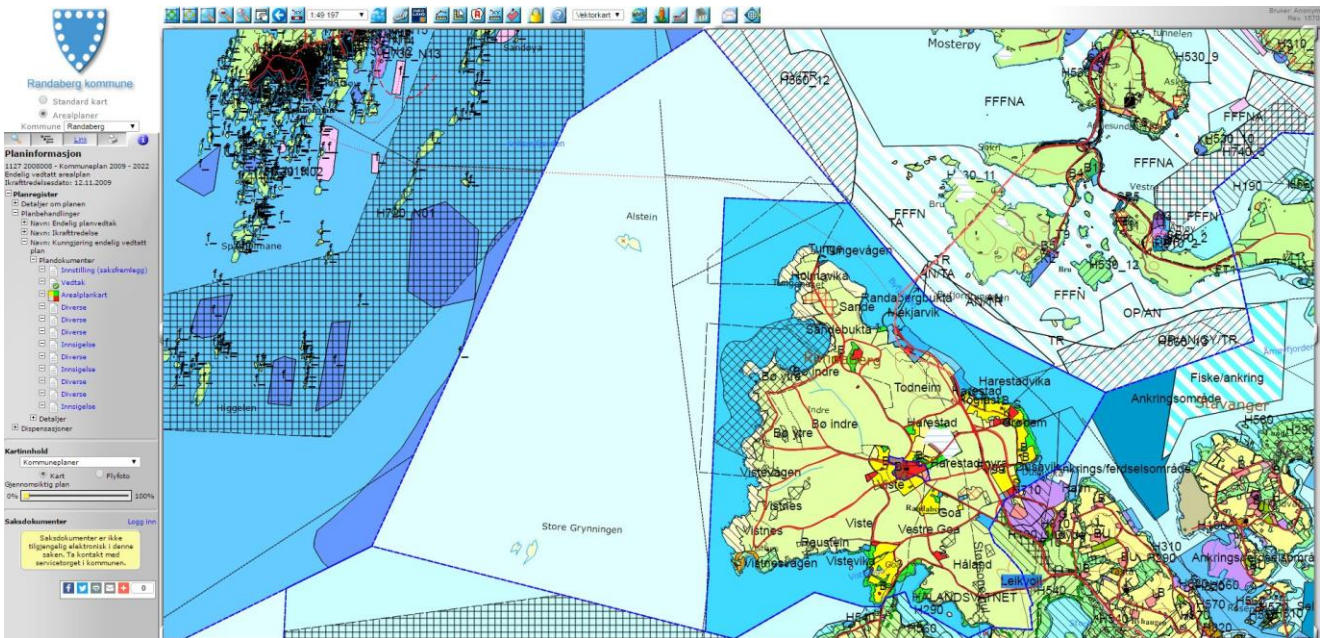




Bilde 13: Hovedstrømretning spredestrøm 76 meter dyp.



Bilde 14: Kommuneplankart Randaberg kommune.





## **VEDLEGG E Strømmålinger ved Alstein i 2015**



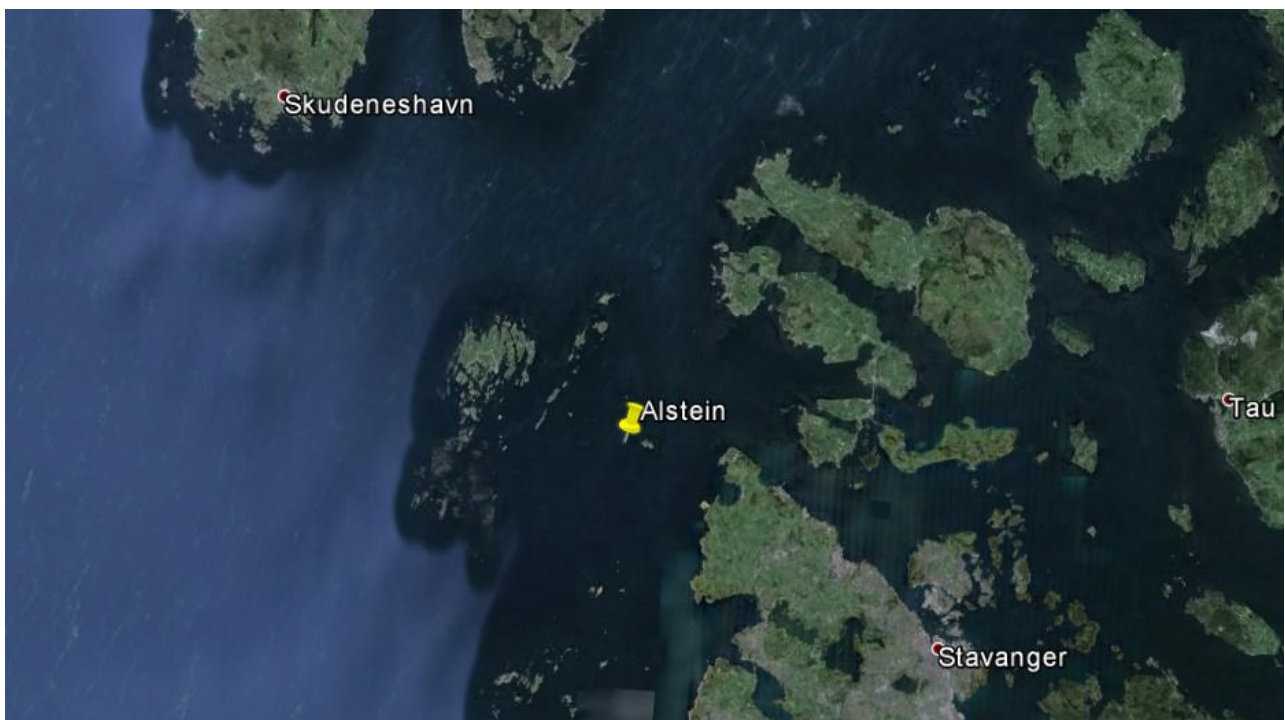
ALSTEIN

# Strømrapport

Bremnes Seashore AS

**Rapport nr.:** Rev. 0

**Dato:** 24.06.2015



Prosjekt navn:	Alstein	DNV GL BUSINESS ASSURANCE
Rapport tittel:	Strømrappport	NORWAY AS
Kunde:	Bremnes Seashore AS, Øklandsvågen	Technical Aqua Services
Kunde kontakt:		P.O.Box 7400
Utstedelses dato:	03.04.17	5020 Bergen
		Norge
Avdeling:	Technical Aqua Services	Tel: +47 55 94 36 00
Rapport nr.:	SR-240615-1-AH-ALSTEIN, Rev. 0	NO 959 627 606 MVA

Applicable contract(s) governing the provision of this Report:

Formål: Strømmåling iht krav til søknad om akvakulturlokalitet, NYTEK-forskriften og krav i NS 9415:2009

Utført av:

Kontrollert:

Arild Heggland  
Teknisk inspektør

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

Copyright © DNV GL 2017. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV GL undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.

DNV GL Distribution:

- Unrestricted distribution (internal and external)
- Unrestricted distribution within DNV GL Group
- Unrestricted distribution within DNV GL contracting party
- No distribution (confidential)

Nøkkelord:

Strøm

Rev. Nr.	Dato	Utgivelse	Utført av	Kontrollert
0	2015-06-24	First issue		

**Tabell 1.1** Oppsummering av maksimalstrøm på 5, 15, 76 og 106 meter

Mot retning:	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Strøm 5m [m/s]:	0,42	0,43	0,37	0,19	0,44	0,54	0,54	0,19
Strøm 15m [m/s]:	0,43	0,48	0,26	0,23	0,53	0,47	0,26	0,20
Strøm 76m [m/s]:	0,34	0,43	0,25	0,14	0,25	0,36	0,13	0,10
Strøm 106m [m/s]:	0,33	0,35	0,19	0,16	0,28	0,33	0,25	0,28

**Tabell 1.2** Oppsummering av strømparameter på 5, 15, 56 og 106 meter

Parameter Dybde	Snitt (cm/s)	Varians (cm/s) <sup>2</sup>	Maksimum (cm/s)	Minimum (cm/s)	Neumann- parameter	Hovedstrømretning (mot grader)
Vassutskiftingsstrøm 5 meter	15,6	110,7	54,4	0,0	0,55	210
Spredningsstrøm 15 meter	15,0	117,5	52,8	0,4	0,42	210
Spredningsstrøm 76 meter	9,2	50,4	42,8	1,0	0,13	210
Bunnstrøm 106 meter	6,0	24,6	35,2	0,2	0,30	180

## Innhold

1.0 FORMÅL .....	5
2.0 INTRODUKSJON .....	5
3.0 METODE.....	5
3.1 Strøm	5
3.1.1 Strømmåler	5
4.0 STRØM .....	7
4.1 Strømmålinger	7
4.1.1 Målt strøm, resultat	10
4.1.2 Kommentar strømmåling	11
4.1.3 Vindstrøm	11
4.1.4 Tidevannsstrøm	12
4.1.5 Trykkdrevet strøm, blant annet utbrudd av kyststrøm.	12
4.1.6 Vårflom- snø og is smelting	12
4.1.7 Vurdering av strømstille perioder for overflate- og spredningsstrøm (målinger på 5 m og 15 m)	12
5.0 DATAREDIGERING OG KVALITETSKONTROLL.....	15
5.1 Strøm	15
6.0 LITTERATURLISTE	15
7.0 VEDLEGG .....	16
7.1 Værobservasjoner i måleperioden	16
7.2 Instrumentbeskrivelse strømmåler	18

## 1.0 FORMÅL

Formålet med rapporten er å dokumentere og beskrive strømbildet som opptrer på lokalitet i form av parametre hentet fra strømmålinger. Måling av overflatestrøm, vassutskiftningsstrøm og bunnstrøm er utført av kompetent organ iht. krav til strømmålinger ved søknad om løyve etter akvakulturlova.

## 2.0 INTRODUKSJON

Lokaliteten Alstein ligger i Randaberg kommune i Rogaland fylke. Koordinater for målepunkt er: 59°02.127'N 05°30.476'Ø. Alstein er lokalisert mellom Håsteinsfjorden og Kvitsøyfjorden, nordvest for Randaberg. Målepunktet er plassert ca 4 km fra land.

Teoretiske utregninger og andre registreringer blir kontrollert og vurdert opp mot de erfaringer som finnes for området. Strømrapporten er en sammenstilling av de strømundersøkelsene som er foretatt av Noomas Sertifisering AS i perioden 21.05.15 til 18.06.15.

## 3.0 METODE

### 3.1 Strøm

#### 3.1.1 Strømmåler

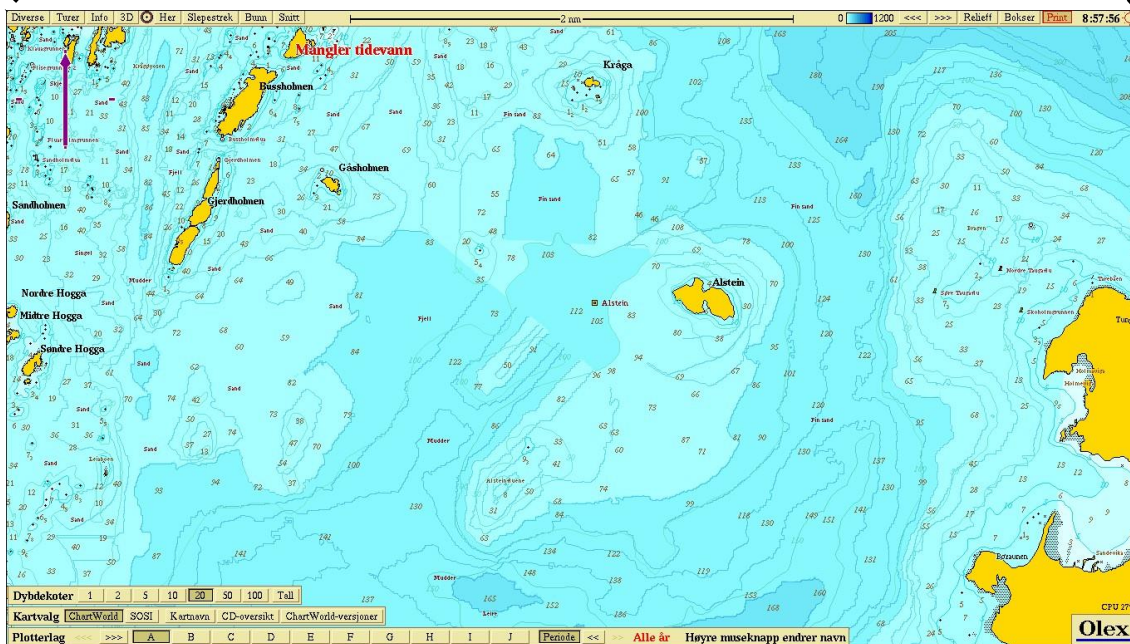
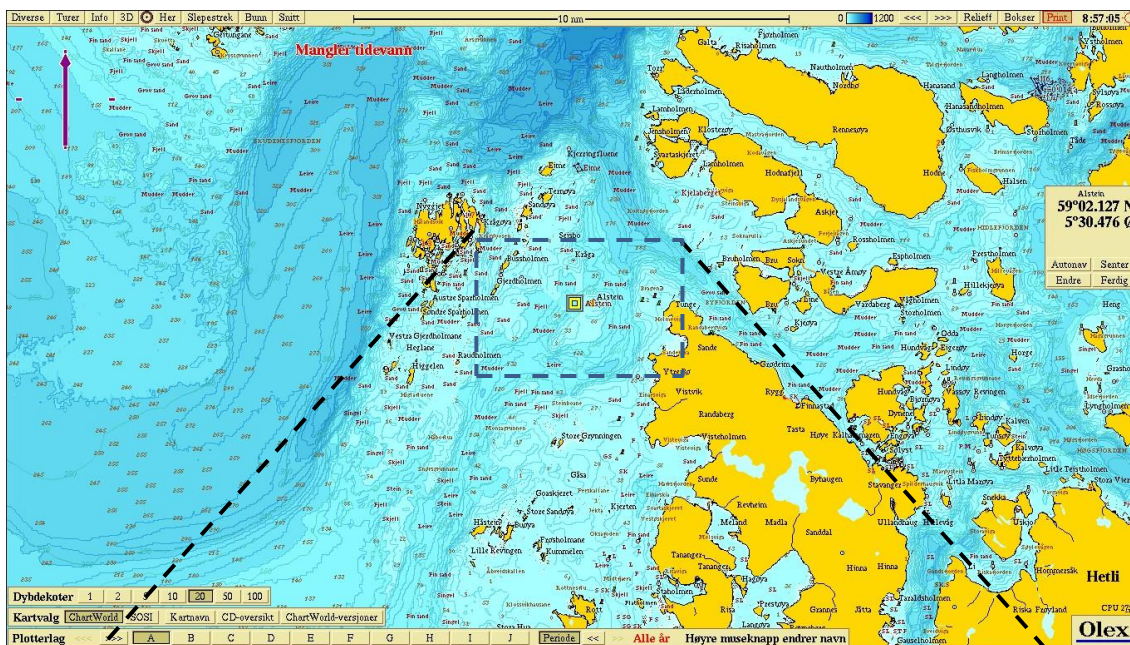
Strømmåler modell: Mini Current meter modell SD-6000. Måleren består av en mekanisk og en separat elektronisk enhet. Strømmåleren inneholder sensorer for strøm (rotor), temperatur og retning (kompass). Den elektroniske delen inneholder en datalogger som kan registrere inntil 6000 måleintervaller fra alle sensorer. Intervallen må forhåndsprogrammeres fra 1 min til 3 timer. Målerene må plasseres på dyp som det skal registreres strøm på og data hentes ut av strømmåler med eget program til pc.

For øvrige opplysninger om SD-6000 systemet kan brukermanual skaffes etter behov.

Ved bruk av SD-6000 og andre typer strømmålere skal målte verdier kvalitetssikres slik at eventuelle feilmålinger blir eliminert. Dette gjør at strømverdier blir mest mulig lik de faktiske forholdene fra lokaliteten. Typiske elementer som kan forårsake feilregistreringer er: treghet i propell, begroing og feil ved montering/ utplassering. Kompasset i måleinstrumentet fungerer som urviseren, dersom 270 grader oppgis, tilsvarer dette strøm mot vest (270 grader). Målerne på 5 og 15, samt 56 og 106 meter ble utplassert av Noomas Sertifisering AS i henhold til krav til søknad om løyve etter akvakulturlova. Overflate-, vassutskiftnings- og bunnstrøm med 4 ukers sammenhengende



varighet på målingene. Rådatafiler er tilgjengelige i Noomas Sertifisering AS sitt arkiv.



**Fig 3.1:** Oversiktsbilde av plassering av strømmålere Alstein (gul firkant).

## 4.0 STRØM


### 4.1 Strømmålinger

I Norge er det i hovedsak fire faktorer som kan påvirke strømforholdene på en lokalitet, disse er tidevann, vind og havstrømmer.

Tidevann: Tidevannsstrømmer skyldes høydeforskjellen mellom flo og fjære.

Tiltrekningen fra solen og særlig månen setter opp periodiske vannstandsendringer som i våre farvann vanligvis fører til to høyvann og to lavvann i døgnet. Det er de horisontale forflytninger av vannmassene som følger av vannstandsendringene, som kalles tidevannsstrømmer. Tidevannet kan betraktes som en svært langstrakt bølge som vandrer over havene. Bølgens forplantningshastighet avhenger av dypet og kan bli flere hundre knop, med en bølgelengde som enkelte steder kan bli 5000 nautiske mil. Bølgen går langsommere i grunne områder enn i dype. Forståelsen av tidevannet som en bølgebevegelse er svært viktig for å kunne sammenholde vannstandsvariasjoner, tidspunkt for høy- og lavvann og strømmens variasjon. I en bølge vil vannet i bølgetoppen bevege seg i forplantningsretningen til bølgen, mens vannet i bølgedalen vil bevege seg mot forplantningsretningen. Siden tidevannet forplanter seg som en bølge, får vi størst strømhastighet ved høy- og lavvann. Langs norskekysten fra Vestlandet til Finnmark forplanter tidevannsbølgen seg nordover, og vi får størst strømhastighet nordover ved høyvann og størst strømhastighet sørover ved lavvann. Dette gjelder utenfor kysten og på åpne kyststrekninger. I fjordmunninger er det annerledes, her er det strømstille ved høy- og lavvann, og maksimal strøm midt mellom høy- og lavvann (inn fjorden på stigende sjø og ut fjorden på fallende sjø). Styrken av strømmen følger tilnærmet forskjellen mellom høy- og lavvann. Dette medfører en økende forskjell på ca 0.5 knop fra vestlandskysten til finnmarkskysten.

Vinddrevne strømmer: Når vinden blåser over vannoverflaten vil den på det åpne hav sette opp en strøm som i overflaten har en hastighet på omtrent 2-4% av vindens, og som på den nordlige halvkule vil ligge noen få grader til høyre for den framherskende vindretning. Denne strømmen dreier mot høyre med økende dyp samtidig med at den avtar sterkt. Treffer strømmen på en kyst vil bildet endre seg ved at vannet stuves opp. Strømmen vil gå langs kysten slik at høyt

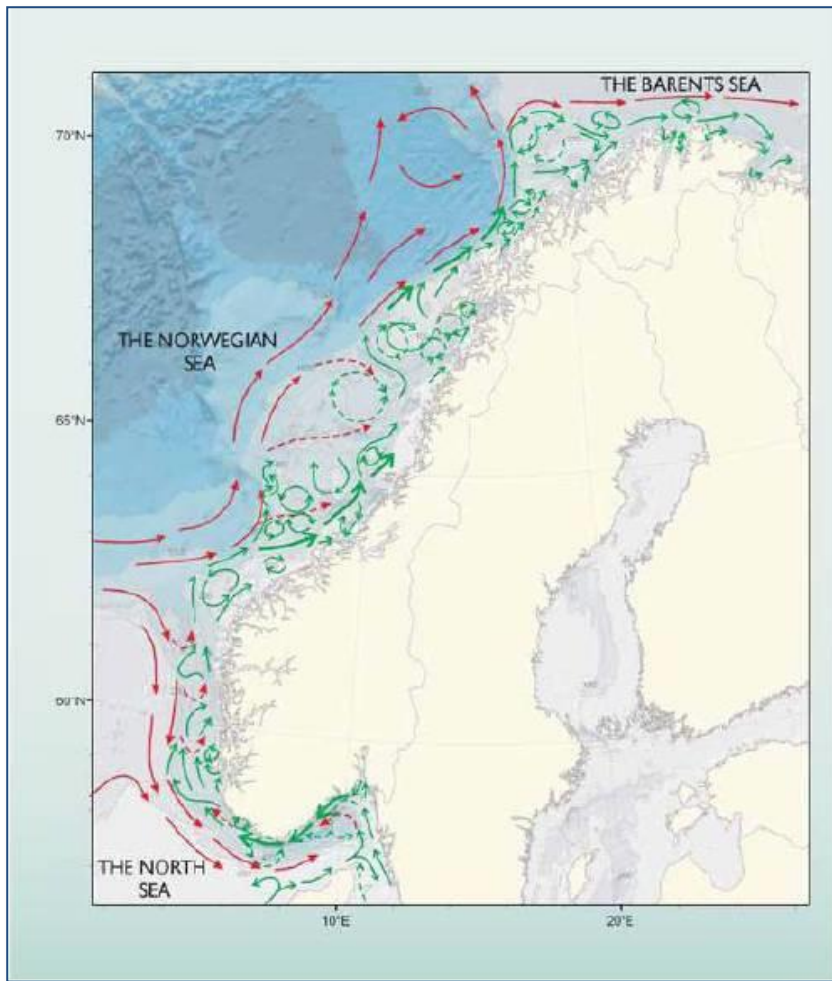


vann er til høyre for strømretningen. Store variasjoner i bunnen vil også virke inn her, for eksempel ved overgangen fra Norskerenna og til det grunnere Nordsjøplataet.

Havstrømmer: Det dominerende trekket er "varmt" og salt atlantehavsvann som kommer inn i Norskehavet mellom Færøyene og Shetland. Hoveddelen av strømmen, som blir kalt Den norske atlantehavsstrøm, følger kanten langs Nordsjøen, norskekysten, Barentshavet, vestkysten av Svalbard og inn i Nordishavet.

Ut fra Østersjøen føres et overskudd av ferskvann som blander seg med sjøvann. Dette føres ut som Den baltiske strøm. Deretter fortsetter den langs norskekysten og får da navnet Den norske kyststrøm eller bare Kyststrømmen. På sin vei får Kyststrømmen tilført store mengder ferskvann fra Norge, samtidig som den blander seg med det saltere atlantehavsvannet som ligger utenfor og under Kyststrømmen. Saltholdigheten i Kyststrømmen vil derfor stige jo lengre nord vi kommer. Dette reduserer muligheten for isdannelse i nordlige områder. Om sommeren er temperaturen i kystvannet høyere enn i atlantehavsvannet, om vinteren lavere. Kyststrømmen er sterkest langs vestlandskysten og kan komme opp i 0.4 – 0.5 m/s, sterkest nær overflaten og et stykke fra land.

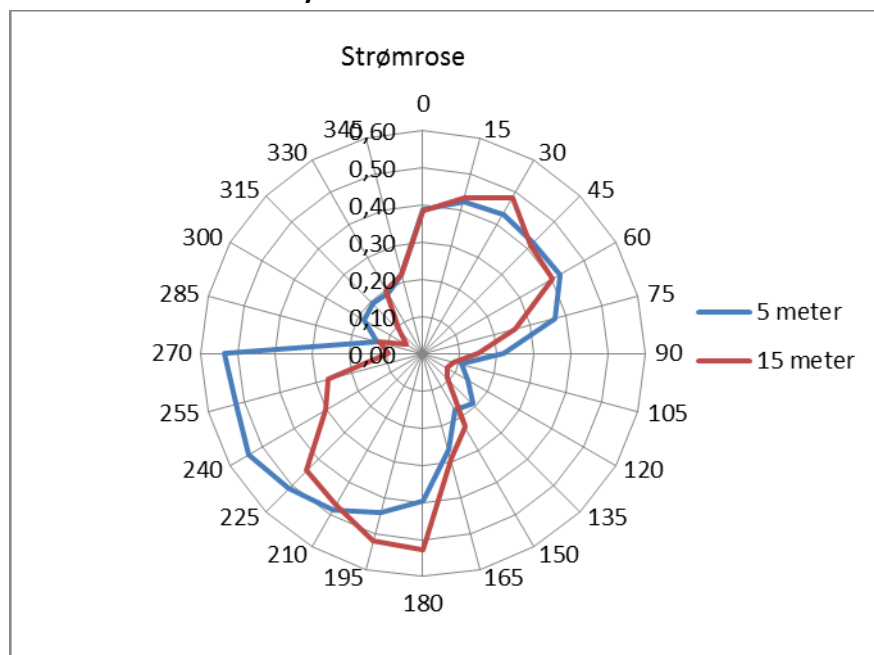
Utenfor Vestlandet ligger grensen mellom kystvann og atlantisk vann omkring vestskråningen i Norskerenna. Denne grensen varierer gjennom året på en slik måte at om sommeren flyttes den vestover mens den om vinteren flyttes østover. I tillegg dannes det ofte store virvler i grensen mellom kystvann og atlantisk vann. Disse er lette å oppdage fra satellittbilder. Vinterstid vil en ofte kunne "føle" temperaturforskjellen når en passerer denne grensen. I og med at strømmen går i motsatt retning i de to vannmassene, vil det ofte, avhengig av vindforholdene, bli forskjell i bølgestrukturen også. De gjennomsnittlige strømhastighetene utenfor kysten varierer mellom 15 cm/s og 40 cm/s.



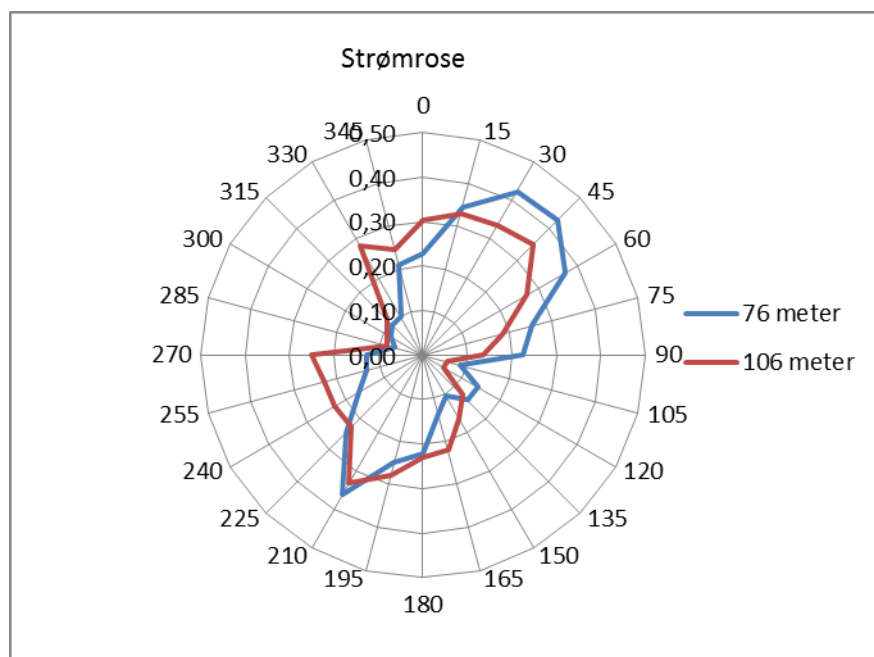
**Figur 4.1** Antlanterhavsstrøm (røde piler) og Kyststrømmen (grønne piler) langs norskekysten.



### 4.1.1 Målt strøm, resultat



**Figur 4.2** Strømrose for 5 og 15 meter.



**Figur 4.3** Strømrose for 76 og 106 meter.

**Tabell 4.1** Strømverdier lokalitet Alstein (mot retning). Alle verdier i m/s.


Retning/ Dybde	5 meter	15 meter	76 meter	106 meter
0	0,39	0,38	0,23	0,30
15	0,42	0,43	0,34	0,33
30	0,43	0,48	0,42	0,34
45	0,42	0,41	<b>0,43</b>	<b>0,35</b>
60	0,43	0,40	0,37	0,27
75	0,37	0,26	0,25	0,19
90	0,22	0,15	0,22	0,14
105	0,11	0,09	0,09	0,06
120	0,14	0,08	0,14	0,05
135	0,19	0,09	0,14	0,13
150	0,17	0,23	0,11	0,16
165	0,27	0,29	0,14	0,22
180	0,40	<b>0,53</b>	0,22	0,23
195	0,44	0,52	0,25	0,28
210	0,48	0,47	0,36	0,33
225	0,51	0,44	0,25	0,23
240	<b>0,54</b>	0,30	0,17	0,23
255	0,52	0,26	0,13	0,23
270	0,54	0,09	0,13	0,25
285	0,13	0,12	0,07	0,08
300	0,18	0,05	0,08	0,09
315	0,19	0,09	0,10	0,11
330	0,19	0,20	0,10	0,28
345	0,22	0,22	0,21	0,25

#### 4.1.2 Kommentar strømmåling

Strømmålingene er gjennomført i perioden fra 21.05.15 til 24.06.15. Totalt er det registrert målinger i 34 døgn. Målinger i forbindelse med utsett og opptak er fjernet før vurderinger er gjennomført. Målerne var plassert i representativt område for lokaliteten. Lokaliteten var tom for flytekrager, nøter og annet utstyr i måleperioden, derfor ingen påvirkning fra slike faktorer. Målerne var plassert på følgende dybder: 5, 15, 76 og 106 meter. Data er registrert med 10 min intervaller. Strømmålerne var plassert i posisjon 59°02.127N, 05°30.476Ø.

#### 4.1.3 Vindstrøm

Generelt kan vind påvirke overflatestrømmen på lokaliteter. Vindgenerert strøm kan komme opp i over 2 % av vindhastigheten. Vind/bølger fra nord, sør og vest, over største strøklengder, kan påvirke strømmen i overflaten ved lokaliteten. Oppstuvningseffekten, som gir utslag der store vannmasser blir drevet inn i fjordsystemer antas å ha en effekt på denne lokaliteten, da den ligger i utløpet til Boknafjorden. Det er i måleperioden ingen tydelig sammenheng mellom vind og måling av høye strømhastigheter. For ytterligere



analyse og verifikasjon av mulige sammenhenger bør man ha et datagrunnlag med strømmålinger for et helt år.

#### 4.1.4 Tidevannsstrøm

Strømmen er ikke forutsigbar for lokaliteten og følger ikke tidevannssyklusene (flo og fjære). Det er ikke registreringer av 0-strøm i måleperioden. For ytterligere analyse av tidevannsstrøm trengs datagrunnlag for et helt år.

#### 4.1.5 Trykkdrevet strøm, blant annet utbrudd av kyststrøm.

Utbrudd av kyststrømmen er sterkest langs vestlandskysten og kan komme opp i 0,4 – 0,5 m/s, sterkest nær overflaten og et stykke fra land. Nord for Stad synes kyststrømmen å være noe svakere (Marintek MT40 A94-0064). Det er sannsynlig at strømmåler har registrert mange innslag av denne type kyststrøm i materialet. En slik strøm kan bli betydelig på lokaliteten alene eller i sammen med de andre komponentene. Ut fra registreringene i måleperioden er det sannsynlig at kyststrømmen har vært en medvirkende hovedfaktor ved målinger av maksimal strøm på lokaliteten.

#### 4.1.6 Vårflom- snø og is smelting

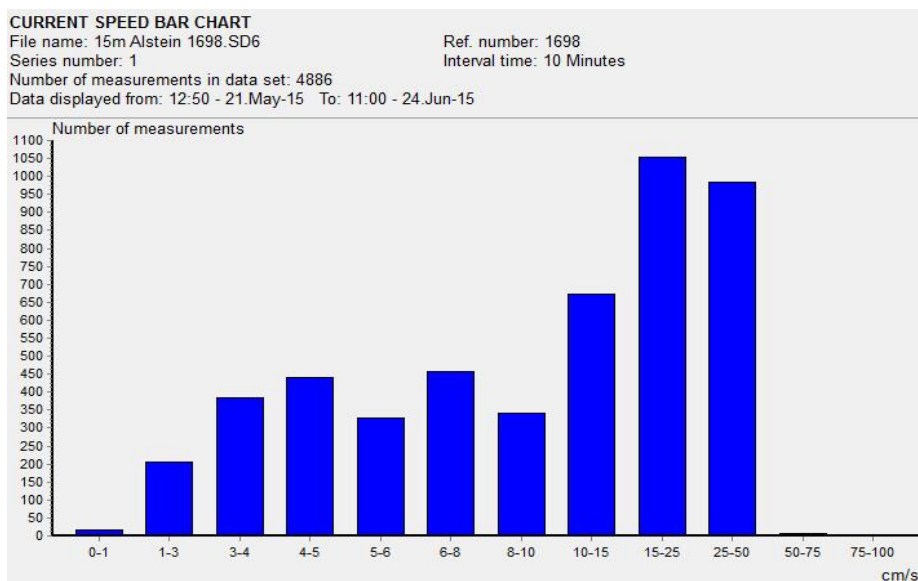
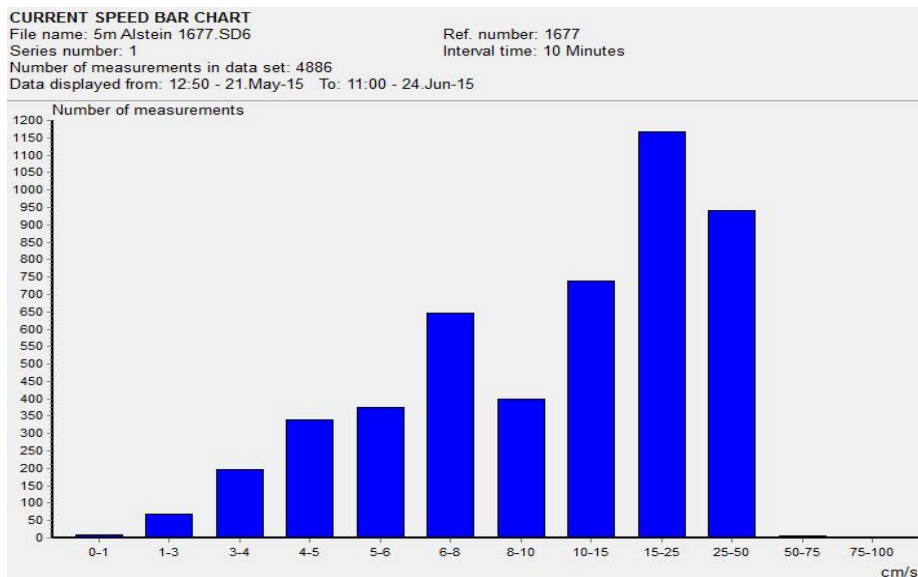
Lokaliteten er plassert helt ute mot kystlinja og det er ikke sannsynlig at lokaliteten blir særlig påvirket av ferskvannstilsig i perioder med vårflom, snø og is-smelting. Hvordan dette påvirker strømforholdene på lokaliteten kan undersøkes ved å gjennomføre eksakte målinger på effekten av dette ved strømmålinger i overflaten i perioder når dette inntreffer.

#### 4.1.7 Vurdering av strømstille perioder for overflate- og spredningsstrøm (målinger på 5 m og 15 m)

I måleperioden er ulike strømhastighets-intervall i måleperioden målt på 5 m og 15 m dyp som vist i tabell 4.2. Strømstille er vurdert som målinger av strømsstyrke  $\leq 1,0$  cm/s.



**Tabell 4.2** Oppsummering av strømhastighet på 5 m og 15 m dyp.



Det er bare enkeltmålinger som viser strømostille perioder. På begge dyp er alle registrerte målinger med strøm  $\leq 1,0$  cm/s enkeltstående målinger. Nabovertiene i målingene er da  $\geq 1,0$  cm/s. Vi kan med bakgrunn i dette konkludere med at det ikke er registrert noen lengre sammenhengende perioder med strømostille på lokaliteten i måleperioden.

**Tabell 4.3** Lengste strømstille periode på 5 m og 15 m dyp.

Dyp	Dato start Klokkeslett	Dato stopp Klokkeslett	Tidsintervall	Prosentvis andel i måleperioden med strøm $\leq$ 1,0cm/s
5 m	-	-	-	0,2%
15 m	-	-	-	0,3%

**Tabell 4.4** Sjekkliste strømmålinger og vurdering.

	<b>5 meter</b>	<b>15 meter</b>	<b>56 meter</b>	<b>106 meter</b>	<b>Kommentarer:</b>
Logging av strøm, 10 min	ok	ok	ok	ok	SD6000 målere plassert på 5,15, 76 og 106 meter.
Måleperiode	ok	ok	ok	ok	21.05.15-24.06.15 Totalt 34 døgn
Ant. målinger	589	5889	5889	5889	Målinger brukt i vurderingene
Begrunnet plassering	ok	ok	ok	ok	Målingene er gjennomført i området det er planlagt anlegg.
Tidevannsstrøm	ok	ok	ok	ok	Påvirker lokaliteten.
Vindgenerert overflatestrøm	ok	ok	ok	ok	Påvirker lokaliteten.
Utbrudd fra kyststrøm	ok	ok	ok	ok	Kan påvirke lokaliteten.
Vårflom pga snø – og is smelting	ok	ok	ok	ok	Kan påvirke lokaliteten.
Faktorer som kan ha påvirket målingene	ok	ok	ok	ok	Ingen episoder registrert i måleperioden.



## 5.0 DATAREDIGERING OG KVALITETSKONTROLL

### 5.1 Strøm

Strømmåling og lagring av strømdata er foretatt av Noomas Sertifisering AS. Rådatafiler ble importert til strømredigeringsprogrammet SD6000 som leveres av Sensordata AS. Strømdata blir videre kontrollert og avlest i det samme programmet. Hvis det er målinger som ikke er valide etter en slik vurdering tas disse bort fra datautvalget. Strømmålinger som er foretatt er gjeldende for lokaliteten Alstein.

## 6.0 LITTERATURLISTE

**Akvakulturloven:** Krav til strømmålinger ved søknad om løyve etter akvakulturlova.

**Olex (2007):** Olex, Kartleggingsprogram av havet.

**Vannstand:** [www.sehavniva.no](http://www.sehavniva.no)

**Månefaser:** [www.timeanddate.com](http://www.timeanddate.com)

**Google Earth:** [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

**Noomas Sertifisering AS:** 20150624 Strømrapport Alstein 5 og 15 m

**Noomas Sertifisering AS:** 20150624 Strømrapport Alstein 76 og 106 m

## 7.0 VEDLEGG

### 7.1 Værobservasjoner i måleperioden

#### Stasjoner

Stnr	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Breddegrad	Lengdegrad	Kommune	Fylke	Region
44610	KVITSØY - NORDBØ	apr 2005		21	59,0705	5,4122	Kvitsoy	Rogaland	VESTLANDET

#### Elementer

Kode	Navn	Enhet
DD06	Vindretning kl. 06 UTC	grader
DD12	Vindretning kl. 12 UTC	grader
DD18	Vindretning kl. 18 UTC	grader
FFM	Middel av vindhastigheter (hovedobservasjoner)	m/s
FFX	Høyeste vindhastighet (hovedobservasjoner)	m/s
TAM	Middeltemperatur	°C
TAN	Minimumstemperatur	°C
TAX	Maksimumstemperatur	°C

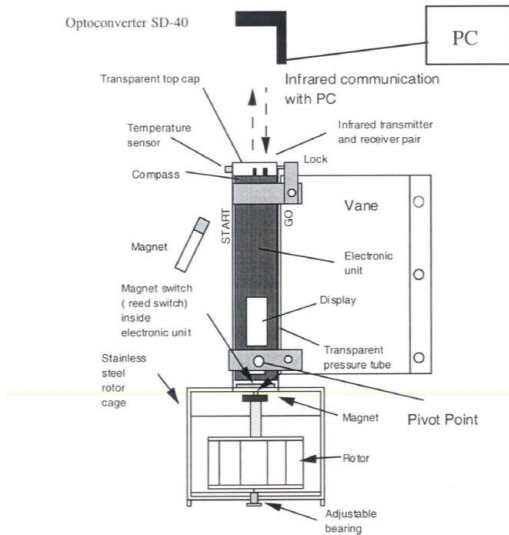
Stnr	Dato	DD06	DD12	DD18	FFM	FFX	TAM	TAN	TAX
44610	21.05.2015	207	226	188	4,9	9,2	8,5	5,8	10,2
44610	22.05.2015	211	219	269	8,7	11,9	8,7	7,7	9,5
44610	23.05.2015	317	297	319	7,6	12,5	7,8	7,3	8,9
44610	24.05.2015	143	286	274	6,8	11,9	7,9	5,3	9,8
44610	25.05.2015	260	274	317	5,9	8,5	8,6	6,8	10,5
44610	26.05.2015	331	290	293	7,3	9,6	8,7	7,4	10,3
44610	27.05.2015	296	262	209	6,5	8,8	9,0	7,7	10,5
44610	28.05.2015	117	216	272	6,1	9,3	8,1	6,8	9,6
44610	29.05.2015	219	224	42	5,0	9,0	8,3	5,4	10,9
44610	30.05.2015	355	275	311	4,1	6,8	8,6	6,0	10,5
44610	31.05.2015	286	195	161	5,6	11,7	9,6	8,0	11,6
44610	01.06.2015	239	225	198	12,0	18,7	8,6	6,0	10,3
44610	02.06.2015	127	176	199	11,2	13,6	8,5	6,7	9,9
44610	03.06.2015	263	281	278	7,6	10,4	9,4	7,7	10,7
44610	04.06.2015	254	249	232	4,2	7,2	9,8	8,6	11,5
44610	05.06.2015	95	157	138	4,4	9,7	12,8	8,4	17,0
44610	06.06.2015	164	204	184	8,6	12,1	11,0	10,0	16,5
44610	07.06.2015	264	244	270	8,9	13,3	9,9	9,4	11,1
44610	08.06.2015	337	332	330	9,9	12,5	9,8	8,2	11,0
44610	09.06.2015	346	310	319	7,9	10,9	9,9	7,7	12,6
44610	10.06.2015	291	281	295	6,1	7,7	10,0	9,2	10,9
44610	11.06.2015	310	274	198	4,0	7,4	11,1	9,3	14,2
44610	12.06.2015	163	199	239	3,5	4,9	11,4	9,4	14,3
44610	13.06.2015	350	297	334	6,3	10,7	10,6	10,0	13,2
44610	14.06.2015	333	309	282	9,1	11,2	8,7	7,4	10,2
44610	15.06.2015	345	299	312	7,2	9,3	9,0	7,3	10,7
44610	16.06.2015	346	306	297	6,3	8,8	9,8	8,6	11,9
44610	17.06.2015	146	302	268	5,8	8,2	10,2	7,5	12,2
44610	18.06.2015	293	299	309	7,6	8,6	10,5	9,7	11,7
44610	19.06.2015	341	318	320	7,2	9,8	11,1	10,1	12,3
44610	20.06.2015	5	323	311	6,0	8,3	11,1	10,1	13,4
44610	21.06.2015	8	275	277	2,8	4,8	10,9	9,5	12,6
44610	22.06.2015	40	302	338	4,5	8,1	13,2	9,9	16,6
44610	23.06.2015	325	322	323	9,2	11,5	11,4	10,8	16,0
44610	24.06.2015	328	324	317	8,6	10,0	10,7	9,5	12,6
<b>Antall</b>		35	35	35	35	35	35	35	35
<b>Laveste</b>		5	157	42	2,8	4,8	7,8	5,3	8,9
<b>Dato</b>		20.06.2015	05.06.2015	29.05.2015	21.06.2015	21.06.2015	23.05.2015	24.05.2015	23.05.2015
<b>Høyeste</b>		355	332	338	12,0	18,7	13,2	10,8	17,0
<b>Dato</b>		30.05.2015	08.06.2015	22.06.2015	01.06.2015	01.06.2015	22.06.2015	23.06.2015	05.06.2015
<b>Sum</b>									
<b>Middel</b>					6,8	9,9	9,8	8,1	11,9



## 7.2 Instrumentbeskrivelse strømmåler

### MINI Current Meter model SD-6000

Lightweight, programmable, easy to use oceanographic instrument



#### Brief instrument description

MINI Current Meter model SD-6000 (Including model SD-6000/30) is a compact vector averaging current meter with memory capacity for up to 6000 combined data sets of current speed, direction and temperature. (Optional models include current speed, temperature, direction and either dissolved oxygen or turbidity.) The instrument can be programmed to measure and record data using 6 different time intervals ranging from 1 minute to 3 hours. By holding a magnet outside marked "START" and "GO" positions on the instrument electronic unit, up to 16 individual data series containing a total of 6000 complete data sets can be started and terminated.

Recorded data from the instrument and messages from a PC to the instrument are transferred non galvanic between the instrument and a PC via a two-way optoconverter. Standard communication baud rate is 9 600 baud.

A built in display on the electronic unit can be read through the transparent pressure tube. The display gives user information both about the instrument functions and its operational status.

SD-6000 is made of two modules:

- 1: A Mechanical unit
- 2: An Electronic unit that fits into the transparent pressure tube of the mechanical unit. The mechanical unit protects the electronic unit and makes the electronic unit to stand vertically in the sea pointing in the current speed direction. Basically the mechanical unit consists of a transparent pressure tube with rotor cage and van that can be attached to a gimballed balance. Figur 1 shows the basic design.

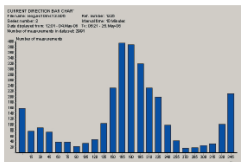
#### Electronic unit description

The electronic unit is a complete data acquisition system with sensors, sensor interfacing, microprocessor, display communication ports and power supply. The electronic unit can be remotely programmed and operated via two built in magnet sensitive START and GO switches.

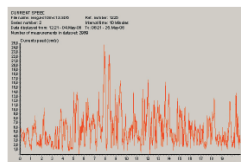
Data communication with external PC is obtained via an optical infrared light emitting diode and an infrared sensitive photodiode that are visibly encapsulated inside the transparent top cap.

- Measures and records up to 60000 data sets of temperature and vector averaged current speed
- Recorded data can be viewed from the instrument display without computer
- Downloads recorded data to your PC in less than 30 s
- Advanced PC software included
- Optional oxygen sensor for oxygen flux measurements can be installed

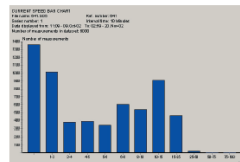
#### Typical PC generated data presentations



Current direction bar graph



Current speed line graph



Current speed bar graph

Current speed range	0- 8 m/s
Current speed resolution	0,5 cm/s
Current direction resolution	+/- 2 degr
Temperature range	-2+ 32 degr.C
Temperature accuracy	+/- 5/100 degr.C

#### Specifications

Max depth	500 m
Weight in air	3 kg
Total length	50 cm
Packing	Carry case
Instrument + case weight	8,5 kg

[Sensordata a.s](http://www.sensordata.a.s) →

P.O. Box 88 Ulset 5873 Bergen  
email: [info@sensordata.net](mailto:info@sensordata.net)  
Tel + 4755181857

For ytterligere instrumentbeskrivelse og måleprinsipp be om å få tilsendt dokumentet: *SD6000 manual.pdf*.





## About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.