

**Vedlegg 5**  
**Geotekniske grunnundersøkelser**  
**10248907-RIG-RAP-003**

---

RAPPORT

# Andfjord Salmon – Grunnundersøkelser

---

OPPDRAKSGIVER  
AF HÆHRE & CONTUR ANS

EMNE  
Datarapport – Geotekniske  
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 02. februar 2024 / 00  
DOKUMENTKODE: 10248907-RIG-RAP-003

---



Multiconsult

**Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.**

**Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.**

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Andfjord Salmon – Grunnundersøkelser</b>	DOKUMENTKODE	10248907-RIG-RAP-003
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>AF HÆHRE &amp; CONTUR ANS</b>	OPPDRAGSLEDER	Annemari T. Arneberget
KONTAKTPERSON	Ole Helge Steinsrud	UTARBEIDET AV	Siri Karlsen
KOORDINATER	SONE: NTM 16 ØST: 84102 NORD: 2243633	ANSVARLIG ENHET	10235011 Geoteknikk Nord
GNR./BNR.	29/58 ANDØY KOMMUNE		

## SAMMENDRAG

Arbeidsfellesskapet Hæhre & Contur har engasjert Multiconsult til å utføre supplerende grunnundersøkelser på sjø ved Kvalnes, øst på Andøya.

Andfjord Salmon AS er i gang med å etablere et landbasert anlegg for fiskeoppdrett i området. I den forbindelse skal det fylles ut i sjø. Sjøfyllingen har økt i omfang, og det er dermed behov for ytterligere grunnundersøkelser for å verifisere grunnforholdene i et større område.

Undersøkelsesområdet ligger i sjø på østsiden av Andøya, mellom Kvalnes og Skaften. Ifølge topografiske kart har terrenget på land gjennomsnittlig helning 1:19 fra Ramsaveien på ca. kote 11, og ned til strandkanten på kote 0. Fra strandkanten til kote -25, har sjøbunnen en gjennomsnittlig helning 1:11, før sjøbunnen blir brattere.

Det ble utført 7 totalsonderinger og forsøkt tatt opp prøver i 14 punkt med fallprøvetaker.

Totalsonderingene viser generelt faste masser over antatt berg. Registrert dybde til antatt berg varierer mellom 0,2 til 12,1 m, og bergoverflaten ligger mellom ca. kote -15 og kote -46 i borpunktene.

De fleste totalsonderingene, utført ved bruk av fartøyet GeoCat, er påvirket av bølgeaktivitet. Grunnet faste masser og mye bølgeaktivitet var det heller ikke mulig å ta opp prøveserier. Det var heller ikke mulig å ta opp prøver med bruk av fallprøvetaker (Gravity Corer), trolig grunnet faste masser og/eller liten løsmassemektighet.

00	02-02-2024	Datarapport – Geoteknisk grunnundersøkelse	Siri Karlsen	Ragnhild Fromreide	Annemari T. Arneberget
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	Formål og bakgrunn .....	5
1.2	Utførelse .....	5
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav .....	6
1.4	Innhold og bruk av rapporten .....	7
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse .....</b>	<b>8</b>
2.1	Området og topografi .....	8
<b>3</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser .....</b>	<b>9</b>
3.1	Tidligere grunnundersøkelser .....	9
3.2	Utførte grunnundersøkelser .....	9
3.2.1	Feltundersøkelser .....	9
<b>4</b>	<b>Grunnforholdsbeskrivelse .....</b>	<b>11</b>
4.1	Kvartærgeologisk kart .....	11
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred .....	11
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser .....	12
4.3.1	Generelt .....	12
4.3.2	Dybde til berg .....	12
<b>5</b>	<b>Geoteknisk evaluering av resultatene .....</b>	<b>13</b>
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder .....	13
5.2	Viktige forutsetninger .....	13
5.3	Undersøkelles- og prøvekvalitet .....	13
5.4	Påvisning av bergnivå .....	13
<b>6</b>	<b>Behov for supplerende grunnundersøkelser .....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>14</b>

## TEGNINGER

10248907-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-600	Profil A og B
	-601	Profil C og D

## VEDLEGG

1. Bilder fra utvalgte punkt for prøvetaking med fallprøvetaker, tatt med ROV

## BILAG

2. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
4. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

## 1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser ved Kvalnes i Andøy kommune.

### 1.1 Formål og bakgrunn

Arbeidsfellesskapet Hæhre & Contur har engasjert Multiconsult til å utføre supplerende grunnundersøkelser på sjø ved Kvalnes, øst på Andøya.

Andfjord Salmon AS er i gang med å etablere et landbasert fiskeoppdrett i området. I den forbindelse skal det fylles ut i sjø. Sjøfyllingen har økt i omfang, og det er dermed behov for ytterlige grunnundersøkelser.

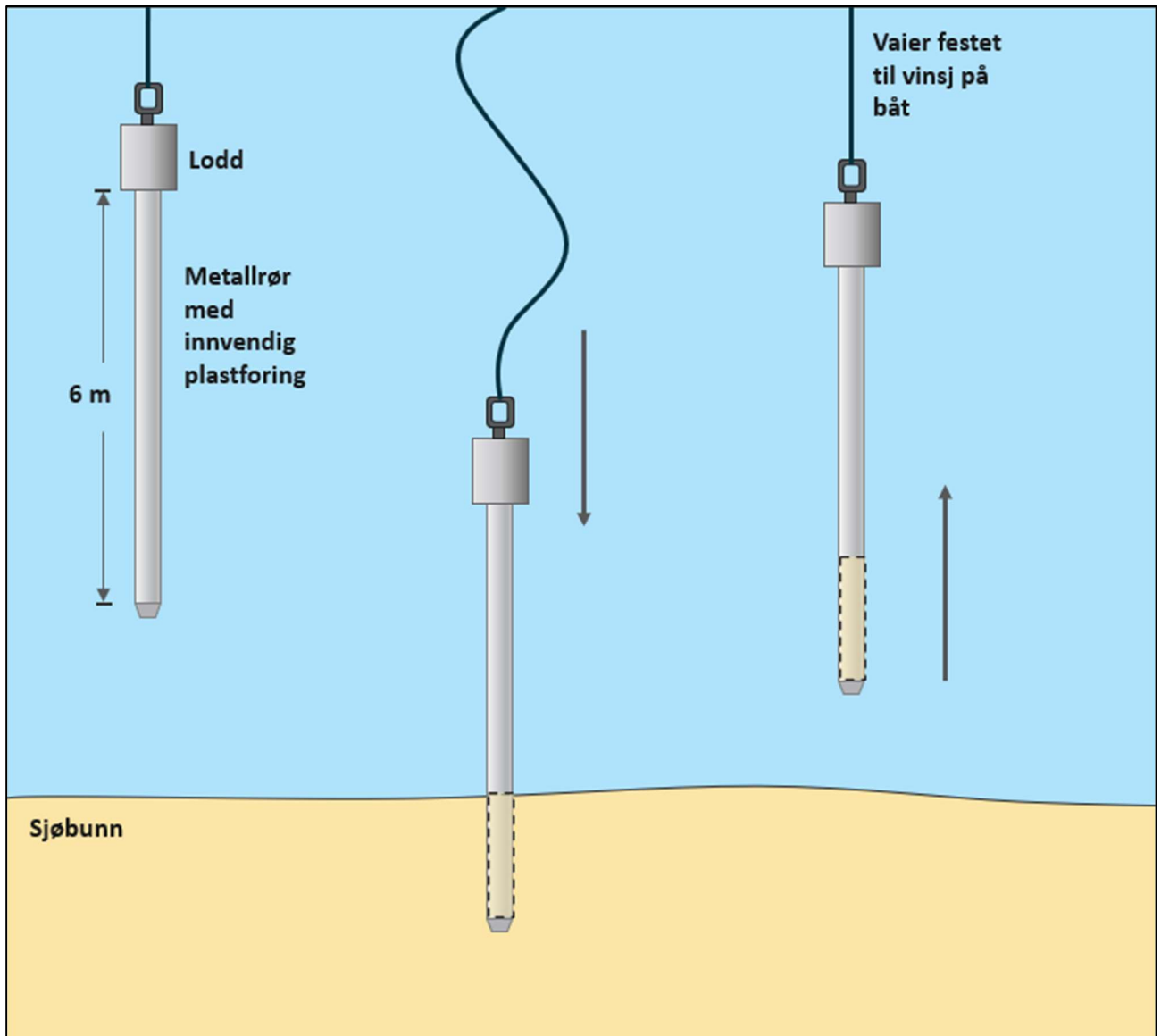
### 1.2 Utførelse

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult med borebåt «Geo Cat» i september og oktober 2023. Kotehøyder referer til NN 2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref 89 NTM 16 av ved hjelp av DGPS-utstyr med nøyaktighet  $\pm 10$  cm.

Forsøk på prøvetaking med bruk av innleid fallprøvetaker og ROV med fartøyet «AQS Tor» ble utført i desember 2023. Fallprøvetaker benyttes til å ta kjerneprøver av materiale med høyt innhold av finstoff. Innleid fallprøvetaker består av lodd på ca. 1000 kg over prøvesylinder med  $\varnothing 110$  mm og lengde 6 m. Prøvetakeren senkes ned med vaier, og slippes i «fritt fall» noen meter over sjøbunnen. Sylinderen vil penetrere løsmassene, se figur 1-1. Koordinatenes nøyaktighet er noe usikkert, da punktene er innmålt ved tidligere oppdrag. Dybdene er avlest av ROV, og vil dermed avvike fra sjøbunnskoter.



Figur 1-1: Skisse av fallprøvetaker. Beskriver metode for hvordan fallprøvetaker slippes i fritt fall over sjøbunn for å penetrere løsmassene, slik at prøvematerialet lagres i plastforing på innsiden av prøvesylinder.

### 1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [3] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [6].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

## 1.4 Innhold og bruk av rapporten

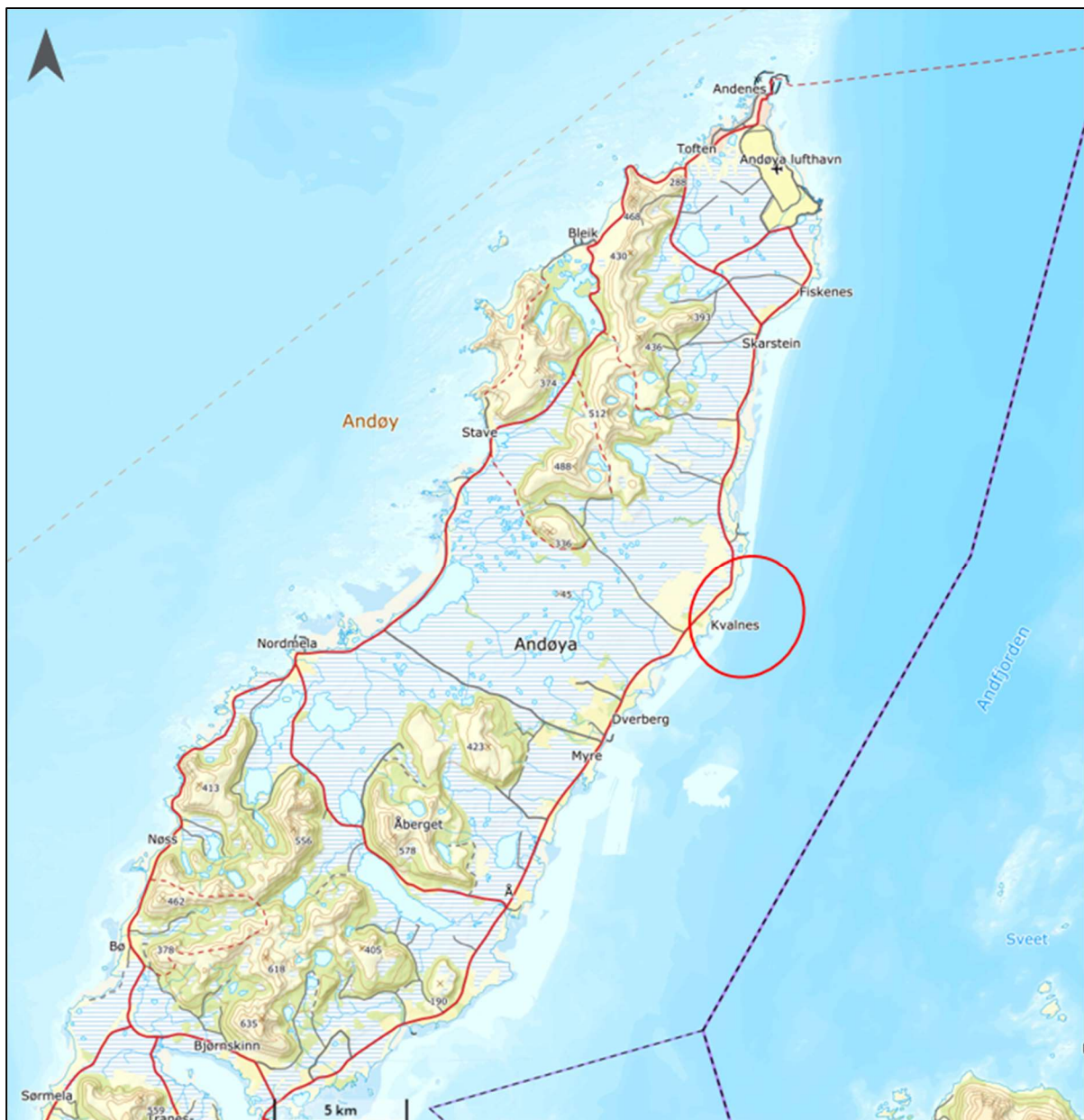
Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

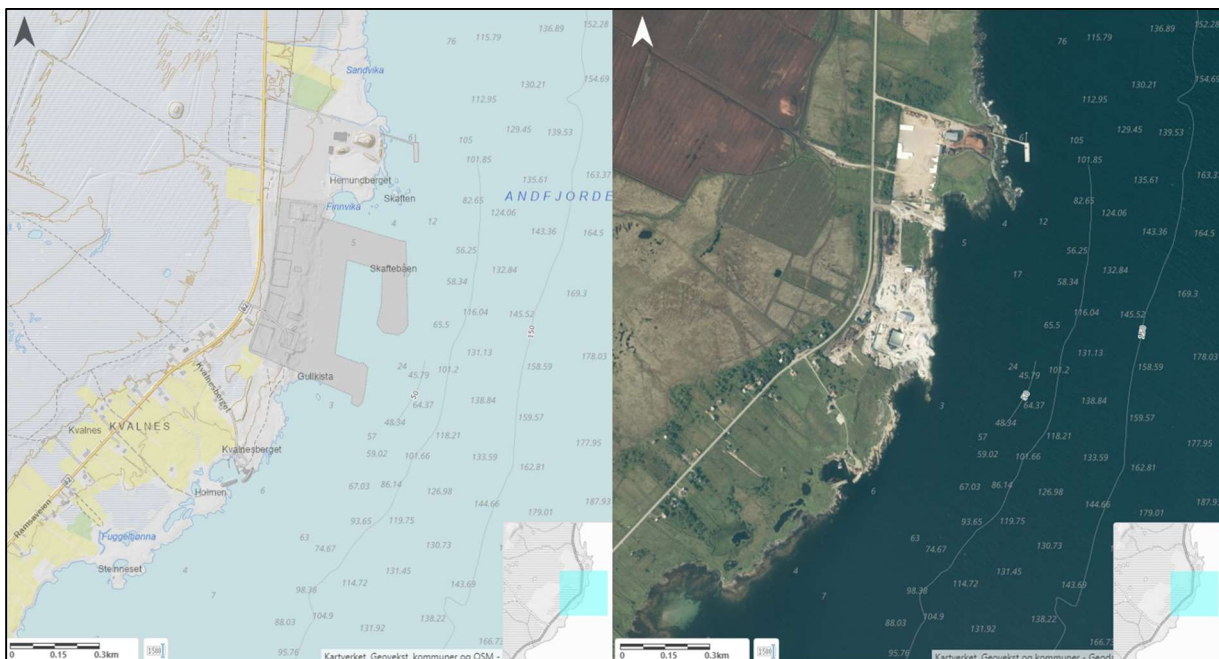
## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Området og topografi

Undersøkellesområdet ligger i sjø på østsiden av Andøya, mellom Kvalnes og Skaften. Ifølge topografiske kart har terrenget på land gjennomsnittlig helning 1:19 fra Ramsaveien på ca. kote 11, og ned til strandkanten på kote 0. Fra strandkanten til kote -25, har sjøbunnen en gjennomsnittlig helning 1:11, før sjøbunnen blir brattere. Figur 2-1 viser et oversiktskart med undersøkellesområdet markert i rødt, mens figur 2-2 viser kartutklipp og flyfoto av området.



Figur 2-1: Oversiktskart med undersøkt område. Hentet fra Norgeskart.no.



Figur 2-2: Flyfoto over undersøkelsesområdet [4].

### 3 Geotekniske grunnundersøkelser

#### 3.1 Tidligere grunnundersøkelser

I 2020 ble det utført 14 totalsonderinger på sjø i samme område, for Andfjord Salmon AS. Grunnundersøkelsene viser at området generelt består av 2 lag over antatt berg. Et øvre lag med lav til middels sonderingsmotstand og mektighet 0,1-0,7 m. Derunder et lag et lag med høy sonderingsmotstand og mektighet 0,2-8,4 m. I 4 av borpunktene ble det ikke påtruffet løsmasser. Dybden til antatt berg varierer fra 0 til 9 m, og bergoverflaten ligger mellom kote -2,9 og kote -38,4 i borpunktene. Det ble ikke tatt opp noen prøveserier [7].

#### 3.2 Utførte grunnundersøkelser

##### 3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 7 stk. totalsonderinger
- 14 stk. punkter for fallprøvetaker og ROV

Borpunktene plassering er vist på borplan, se tegning -001. Utskrifter av totalsonderinger er vist på tegning -600 og -601.

Tabell 3-1 og 3-2 viser koordinat-/høydesystem og oppsummering av feltundersøkelser.

Tabell 3-1: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	NTM 16

Tabell 3-2: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	N	Ø	Z		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
101	2244053,00	84019,00	-9,3*	GC	-	-	-	
102	2244060,39	84081,40	-	F	-	-	-	Berg i dagen
103	2243963,69	84151,51	-3,7*	GC	-	-	-	
104	2243857,65	84102,92	-19,1*	GC	-	-	-	
105	2243779,27	84168,18	-22,1*	GC	-	-	-	
106	2243723,12	84014,90	-48,9*	GC	-	-	-	
107	2243700,05	84105,35	-22,5*	GC	-	-	-	
108	2243701,14	84168,92	-35,5*	GC	-	-	-	
109	2243638,71	84006,38	-56,5*	GC	-	-	-	
110	2243633,93	84102,41	-24,83	TOT, GC	8,18	0,63	8,81	Påvirket av bølger
111	2243595,94	83918,06	-38,3*	GC	-	-	-	
112	2243535,99	83831,27	-19,49	TOT, GC	1,52	0,70	2,22	Påvirket av bølger
113	2243503,83	83889,82	-9,2*	GC	-	-	-	
114	2243487,26	83979,44	-13,52	TOT	1,38	1,03	2,41	Påvirket av bølger
115	2243398,98	83857,89	-29,41	TOT	12,05	3,00	15,05	Påvirket av bølger
116	2243377,18	83958,83	-22,43	TOT	0,22	3,03	3,25	Påvirket av bølger
117	2244021,30	84108,20	-37,22	TOT	8,43	2,97	11,4	Påvirket av bølger
118	2243869,60	84165,20	-16,8*	GC	-	-	-	
119	2244053,00	84019,00	-33,1*	GC	-	-	-	

**TOT=Totalsondering; GC=Gravity Corer (fallprøvetaker); F=Berg i dagen**

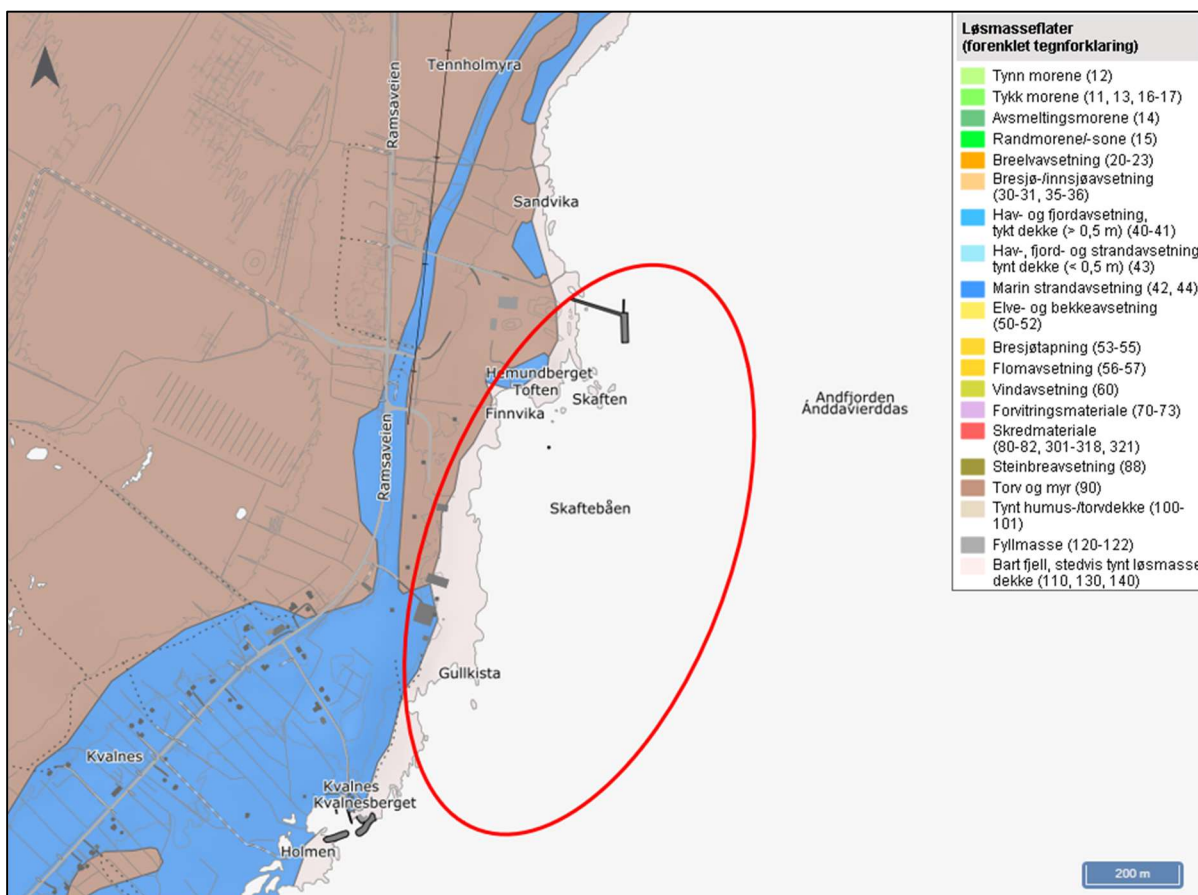
\*Høydekoordinater er basert på dypeste plassering av ROV, og vil dermed avvike fra sjøbunnskote. Det er heller ikke tatt hensyn til tidevann.

## 4 Grunnforholdsbeskrivelse

### 4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området med egnet målestokk 1:50 000. Kartet indikerer bart fjell i strandsonen, som grenser til et dekke av marine strandavsetninger og torv og myr i vest. Marine strandavsetninger består ofte av rundet og godt sortert materiale, med kornstørrelser fra sand til blokk. Avsetningene finnes ofte som strandvoller, og ligger ofte som et relativt tynt dekke [5].

Det kvartærgeologiske kartgrunnet gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekthet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til [www.ngu.no](http://www.ngu.no).



Figur 4-1: Kvartærgeologisk kart over området [5].

### 4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [4] er det ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i nærheten av området.



### 4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

#### 4.3.1 Generelt

Totalsonderingene viser et topplag med middels sonderingsmotstand over faste masser hvor det intervallvis er brukt spyling og slag for å penetrere massene.

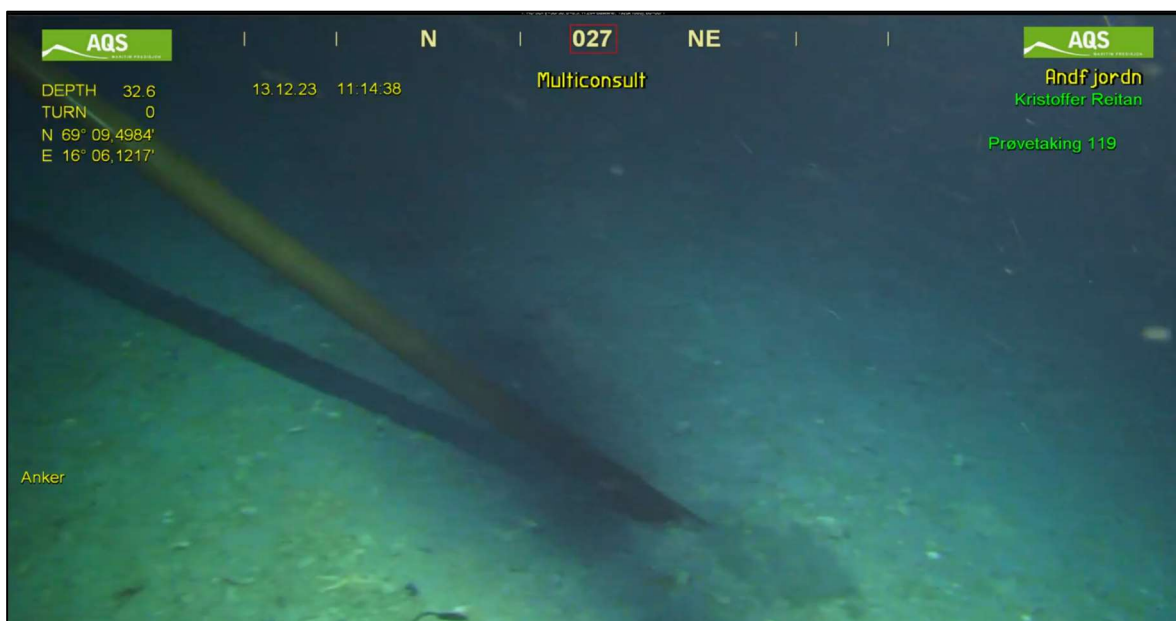
Film fra ROV viser prøvetaking på sjøbunn, se eksempler i vedlegg 1. Gjentakende for samtlige punkt er at prøvesylinder ikke klarer å penetrere løsmassene. Trolig er mektigheten til løsmassene for liten eller for grove til at de lagres i prøverøret. Figur 4-2 viser bilder fra forsøk på prøvetaking i punkt 119, hvor ROV viser hvordan prøvesylinder, etter å ha blitt sluppet i fritt fall, tipper over ende.

Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap. 5.

#### 4.3.2 Dybde til berg

Registrert dybde til antatt berg varierer mellom 0,2 til 12,1 m, og bergoverflaten ligger mellom ca. kote -15 og kote -46 i borpunktene. Over antatt berg er det stedvis meget faste masser, som kan gjøre det vanskelig å tyde overgangen fra løsmasser til antatt berg. Se beskrivelse av flere usikkerheter i kap. 5.

Bergoverflatens forløp mellom borpunktene vil kunne være svært variabel, og det kan finnes lokale forhøyninger eller forsenkninger i bergoverflaten som ikke er fanget opp av utførte undersøkelser.



Figur 4-2: Utklipp fra ROV-film av prøvetaking i punkt 119.

## 5 Geoteknisk evaluering av resultatene

### 5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

De fleste totalsonderingene, utført ved bruk av fartøyet GeoCat, er påvirket av bølgeaktivitet. Grunnet faste masser og mye bølgeaktivitet var det heller ikke mulig å ta opp prøveserier.

Det var heller ikke mulig å ta opp prøver med bruk av fallprøvetaker (Gravity Corer), trolig grunnet faste masser og/eller liten løsmassemekthet.

### 5.2 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser.

### 5.3 Undersøkelles- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som akseptabel.

Totalsonderingene er påvirket av bølger, og det er dermed vanskelig å tolke lagdeling og overgang til antatt berg.

### 5.4 Påvisning av bergnivå

Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskriften.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

## 6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

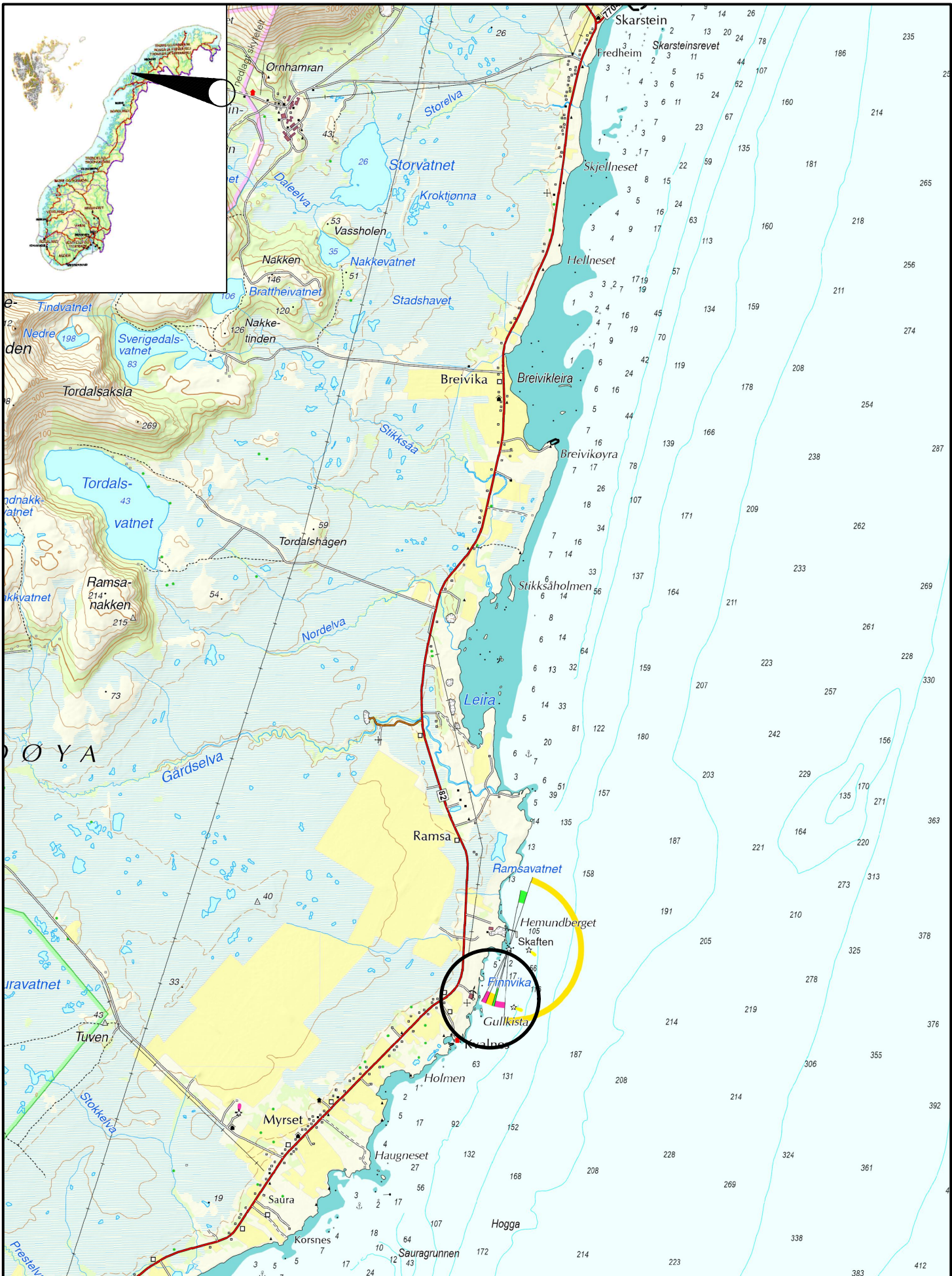
- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)


Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

## 7 Referanser

- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, September 2010
- [3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [4] N Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [7] Multiconsult Norge AS, 10216183-RIG-RAP-001, Kvalnes, datert 24.06.2020

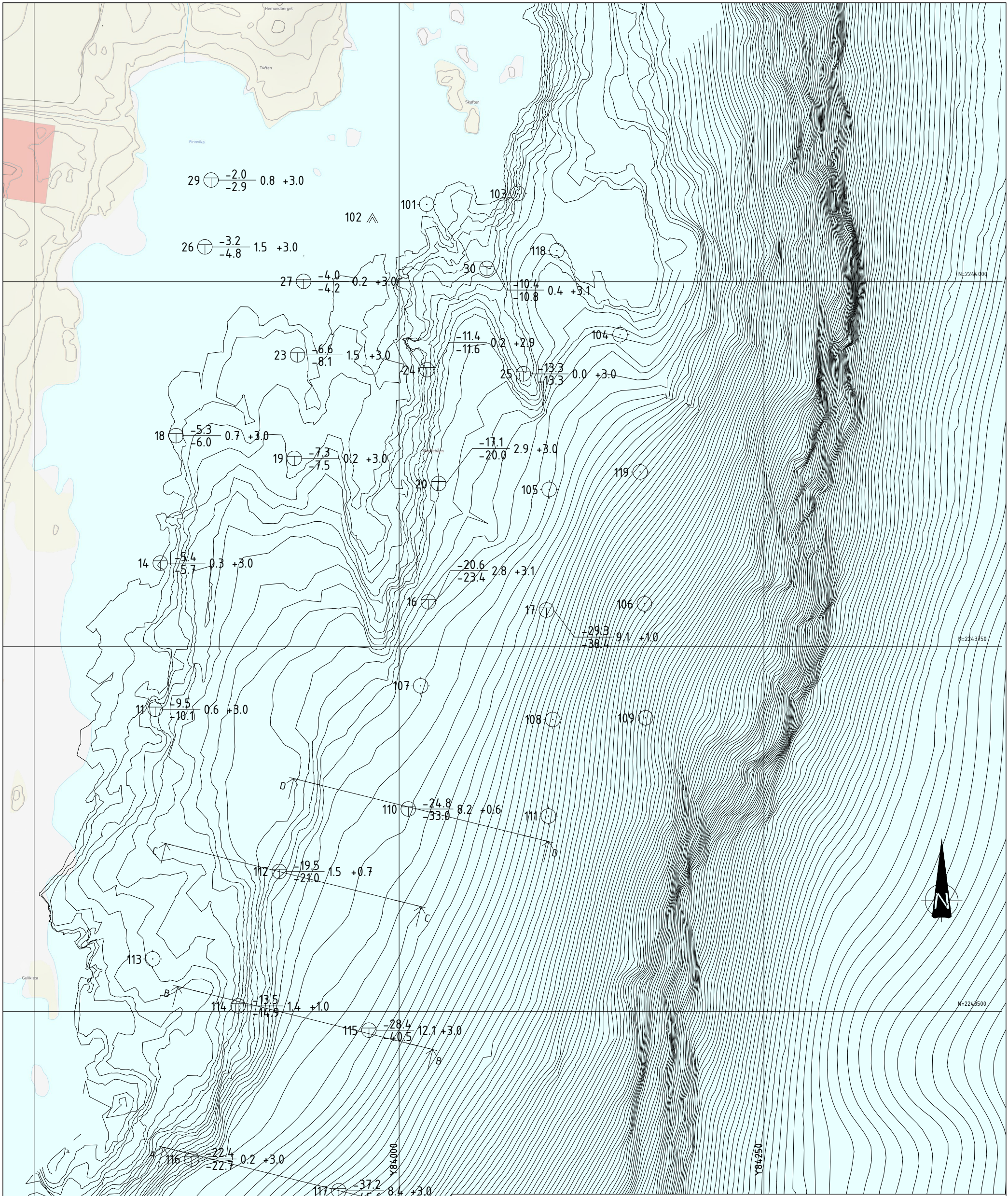
\\brg-nasumi-01\BRG\_Oppdrag\010248\10248907-02\10248907-02-05 MODELLER\2023-08-29 Supplerende grunnundersøkelser\10248907-02 RIG-TEG-001.dwg, - Layout: (000 (A4)); - Plottet av: sirk, Dato: 2024.01.25 kl 10:52



 <a href="http://www.multiconsult.no">www.multiconsult.no</a>	<b>AF HÆHRE &amp; CONTUR ANS</b> ANDFJORD SALMON - GRUNNUNDERSØKELSER OVERSIKTSKART		Status	UTSENDET	Fag	RIG	Format	A4	Dato	2024-01-25
			Konstr./Tegnet	MHM	Kontrollert	RAF	Godkjent	AA	Målestokk	1:50 000
			Oppdragsnr.	10248907-02		Tegningsnr.	RIG-TEG-000		Rev.	00



\\brg-nasuni-01\BRC\_Oppdrag\010248907-02\10248907-02-03 ARBEIDSMRAADE\10248907-02-05 MODELLER\2023-08-29 Supplerende grunnundersøkelser\10248907-02 RIG-TEG-001.dwg, - Layout: 1001 (A3 stående); - Plottet av: sirk, Dato: 2024.02.02 kl 14:34




TEGNFORKLARING:		
● DREIESONDERING	⊙ PRØVESERIE	⊖ PORETRYKKMÅLING
○ ENKEL SONDERING	□ PRØVEGROP	⊕ KJERNEBORING/GRAVITY CORER
▼ RAMSONDERING	⊖ DREI TRYKKSONDERING	⊗ FJELLKONTROLLBORING
▽ TRYKKSONDERING	⊗ SKRUPATEFORSØK	▲ BERG I DAGEN
⊕ TOTALSONDERING	+ VINGEBORING	

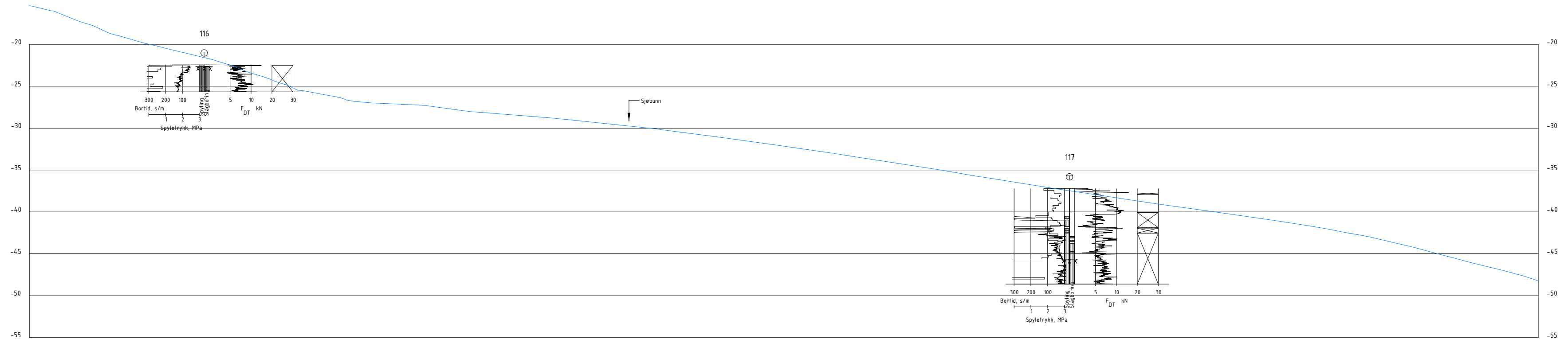
KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA GEONORGE/KUNDE  
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, NTM 16  
 HØYDEREFERANSE: NN2000

EKSEMPEL:  
 ⊕ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE BORET DYBDE + BORET I BERG  
 ⊕ ANTATT BERGKOTE

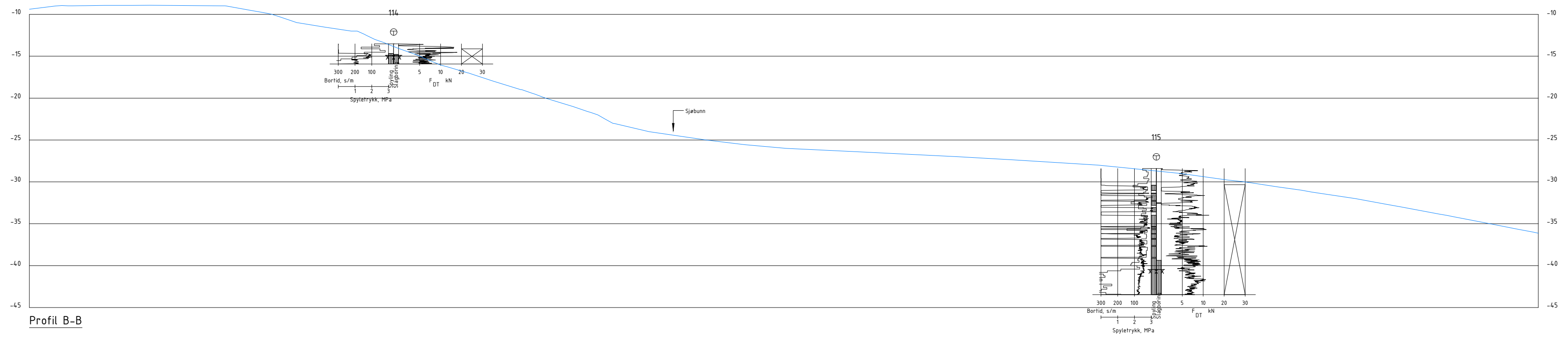
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

 www.multiconsult.no	<b>UTSENDT</b> <b>ANDFJORD SALMON</b> <b>BORPLAN</b>	Status	UTSENDT	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2023-02-02
		Konstr./Tegnet	MHM/SIRK	Kontrollert	RAF	Godkjent	AA	Målestokk	1:2500
		Oppdragsnr.	10248907	Tegningsnr.	RIG-TEG-001	Rev.	00		

\brg-nasuni-01\BRG\_Oppdrag\10248907-02\10248907-02-05 MODELLER\2023-08-29 Supplerende grunnundersøkelser\10248907-02-RIG-TEG-600.dwg - Layout: 600 (A3L); - Plottet av: sirk, Dato: 2024.02.02 kl 14:30



Profil A-A



Profil B-B

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KUNDE  
 HØYDEREFERANSE: NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

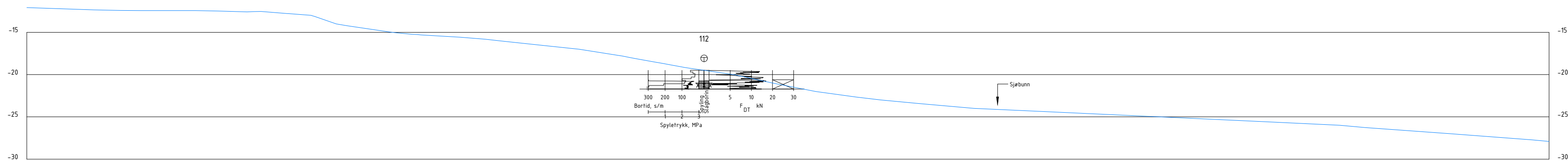


**AF HÆHRE & CONTUR ANS**  
**ANDFJORD SALMON - GRUNNUNDERSØKELSER**  
**PROFIL A OG B**

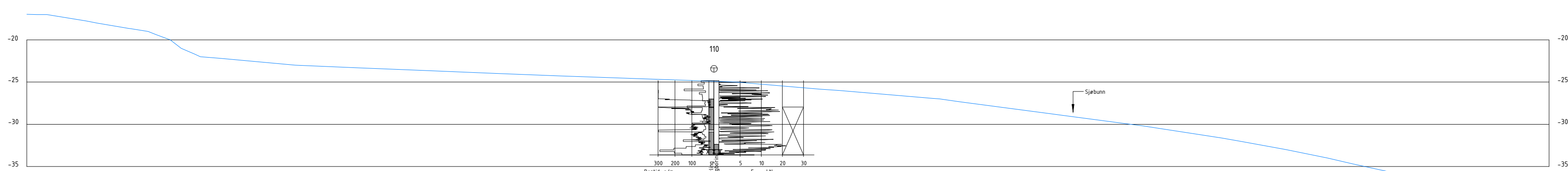
Status UTSENDT	Fag RIG	Originalt format A3L	Dato 2024-02-02
Konstr./Tegnet SIRK	Kontrollert RAF	Godkjent AA	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 10248907	Tegningsnr. RIG-TEG-600	Rev. 00	



\brg-nasuni-01\BRG\_Oppdrag\10248907-02\10248907-02-03 ARBEIDSPRADE\10248907-02-05 MODELLER\2023-08-29 Supplerende grunnundersøkelser\10248907-02 RIG-TEG-600.dwg, - Layout: 1600 (A3L) (2); - Plottet av: sirk, Dato: 2024.02.02 kl 14:31



Profil C-C



Profil D-D

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KUNDE  
 HØYDEREFERANSE: NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konfr.	Godkj.

**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no

**AF HÆHRE & CONTUR ANS**  
 ANDFJORD SALMON - GRUNNUNDERSØKELSER  
 PROFIL C OG D

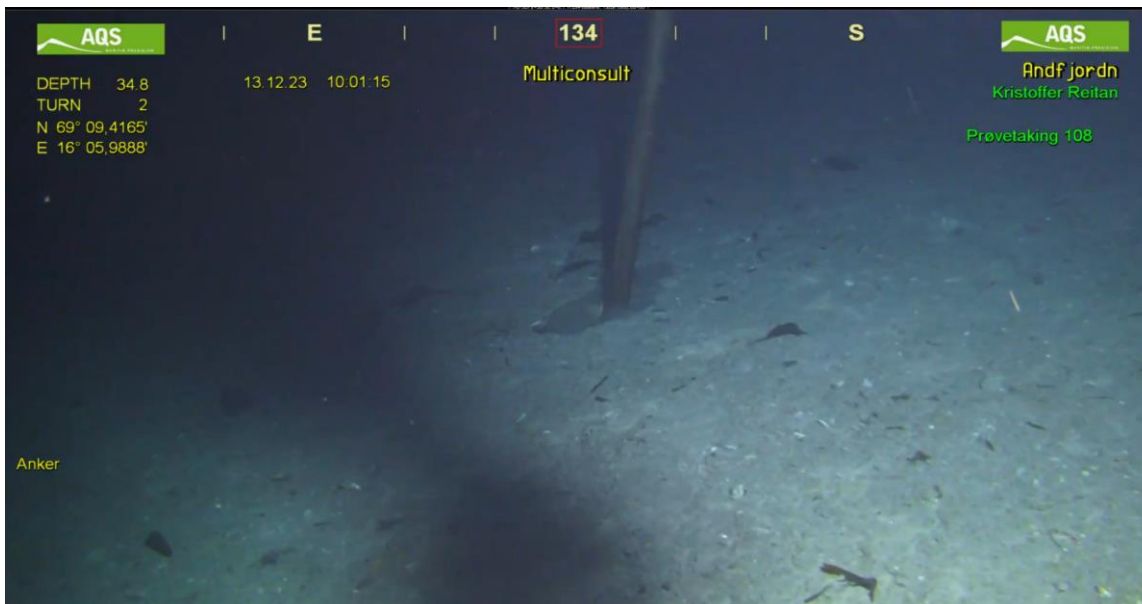
Status	UTSENDT	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2024-02-02
Konstr./Tegnet	SIRK	Kontrollert	RAF	Godkjent	AA	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.	10248907		Tegningsnr.	RIG-TEG-601		Rev.	00

# VEDLEGG 1

## Bilder fra utvalgte punkt for prøvetaking med fallprøvetaker, tatt med ROV



Prøvepunkt 109



Prøvepunkt 108

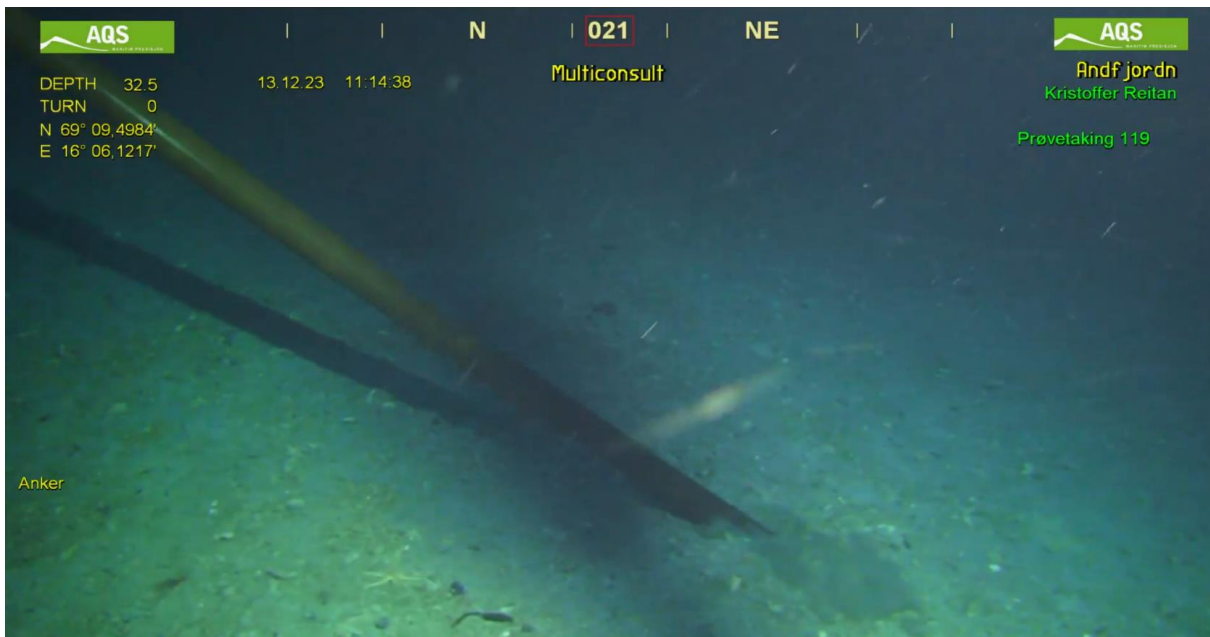




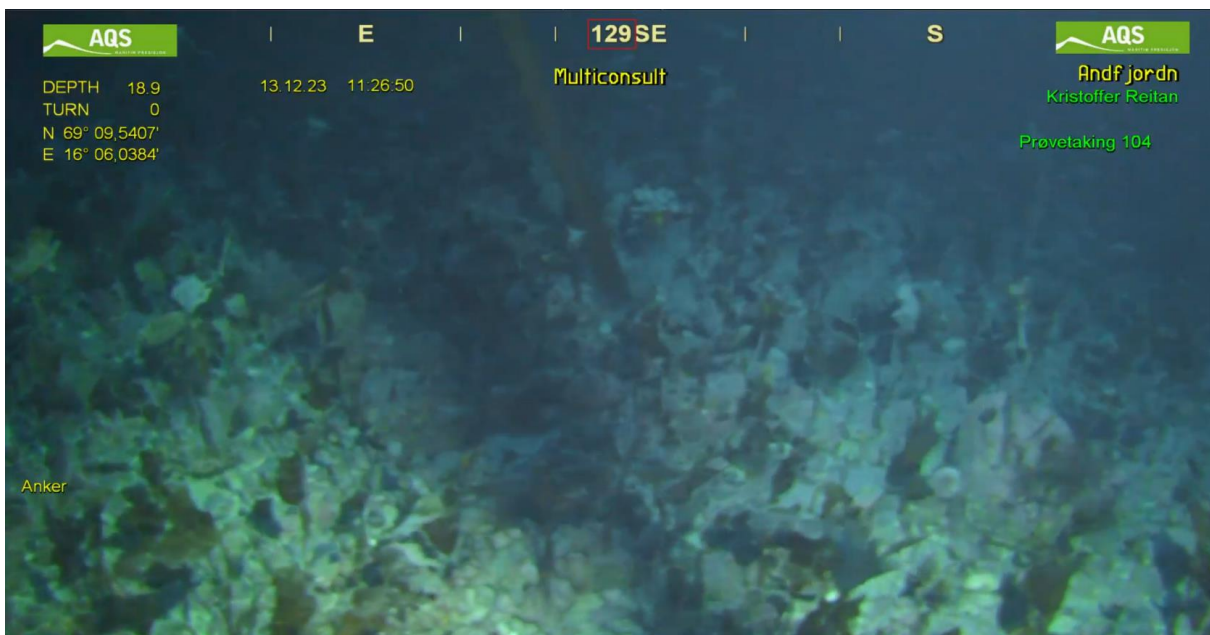
Prøvepunkt 111



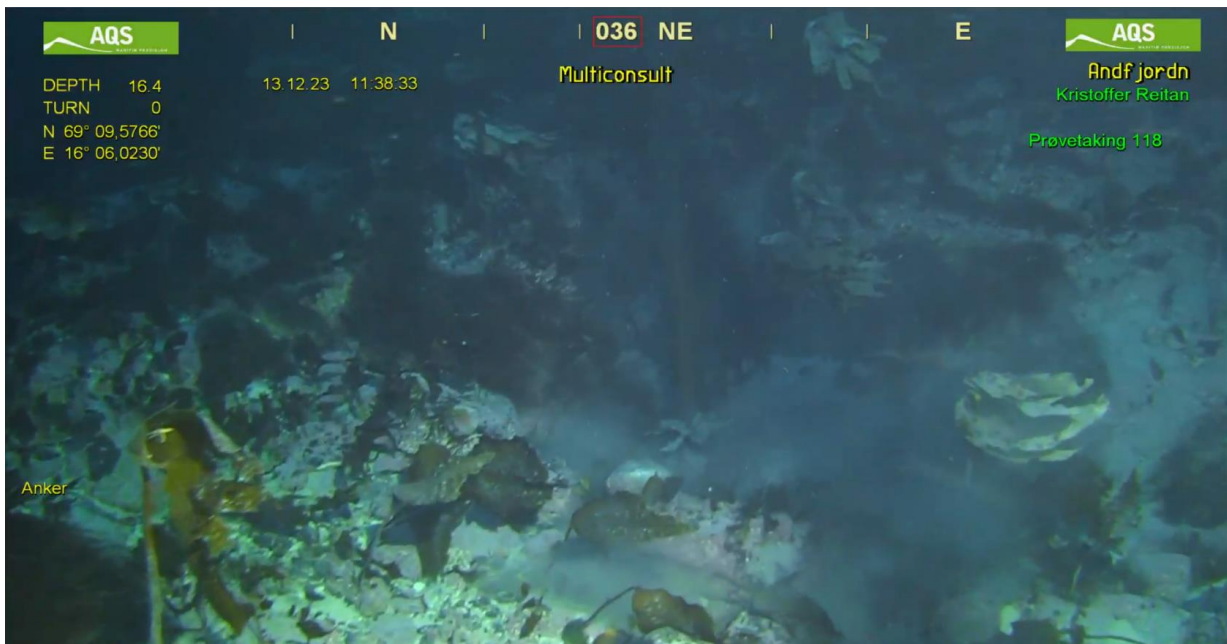
Prøvepunkt 105



Prøvepunkt 119



Prøvepunkt 104



Prøvepunkt 118



Prøvepunkt 101



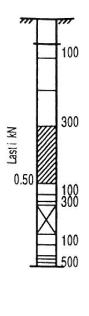
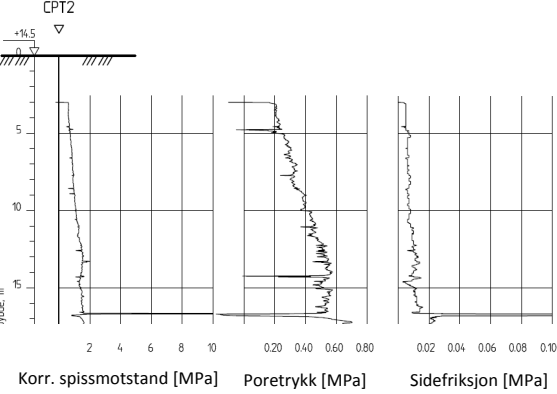
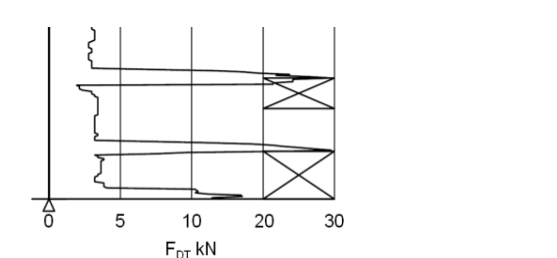
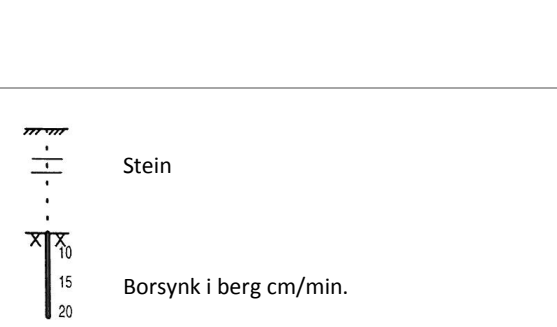
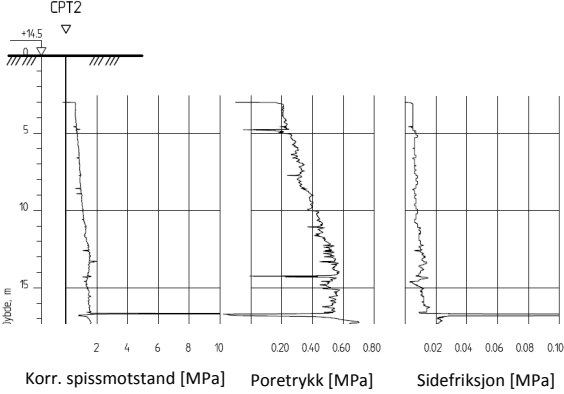
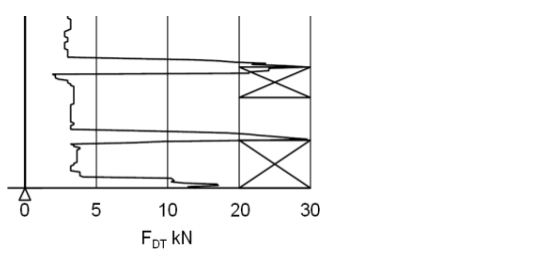
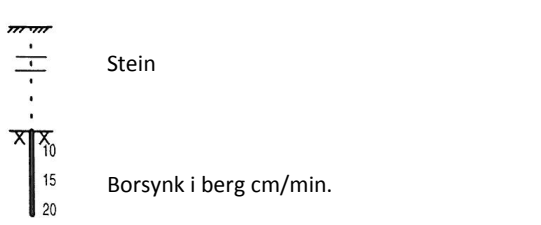


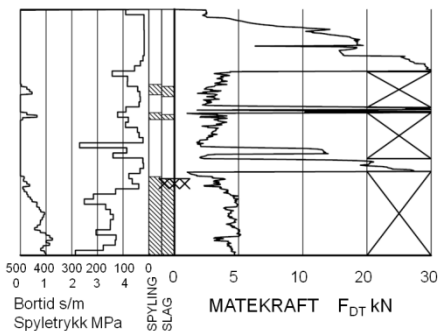


Prøvepunkt 103



Prøvepunkt 110

 Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn  Avsluttet mot antatt berg	<p>Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».</p>
 Forboret Middels stor motstand Meget liten motstand Meget stor motstand Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg  Forboret 0,25 0,50 0,75 1,00 Slått med slegge Halve omdreininger pr. m synk	<p><b>DREIESONDERING</b> Utføres med skjøtbare <math>\phi 22</math> mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.</p>
 Middels stor motstand Liten motstand Stor motstand 0 50 100 150 kNm/m  0 50 Q <sub>0</sub> kNm/m	<p><b>RAMSONDERING</b> Boringen utføres med skjøtbare <math>\phi 32</math> mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden <math>Q_0</math> pr. m nedramming. <math>Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}</math></p>
 CPT2 +18,5 5 10 15 Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]	<p><b>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)</b> Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand <math>q_c</math> og sidefriksjon <math>f_s</math> kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket <math>u</math> måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene. Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).</p>
 0 5 10 20 30 F <sub>DT</sub> kN	<p><b>DREIETRYKKSONDERING</b> Utføres med glatte skjøtbare <math>\phi 36</math> mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften <math>F_{DT}</math> (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene. Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>
 Stein 10 15 20 Borsynk i berg cm/min.	<p><b>BERGKONTROLLBORING</b> Utføres med skjøtbare <math>\phi 45</math> mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.</p>



**TOTALSONDERING**

Kombinerer metodene dreietrykksondring og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarkering



**PRØVETAKING**

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

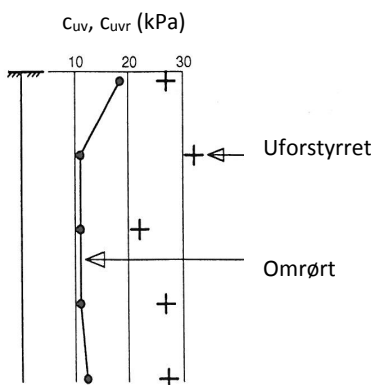
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

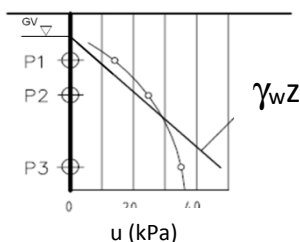
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom  $\phi 54$  mm (vanligst) og  $\phi 95$  mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet.



**VINGEBORING**

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner  $b \times h = 55 \times 110$  mm eller  $65 \times 130$  mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet  $c_{uv}$  og  $c_{ur}$  beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten  $S_t = c_{uv}/c_{ur}$  bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



**PORETRYKKSÅLING**

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

## MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

## ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fibrig torv</li> </ul>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
<ul style="list-style-type: none"> <li>Delvis fibrig torv, mellomtorv</li> </ul>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
<ul style="list-style-type: none"> <li>Amorf torv, svarttorv</li> </ul>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det ovre jordlaget

## KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter  $d > 0,063$  mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

## VANNINNHOOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

## KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen  $I_p = w_f - w_p$  (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

## HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

**DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET**

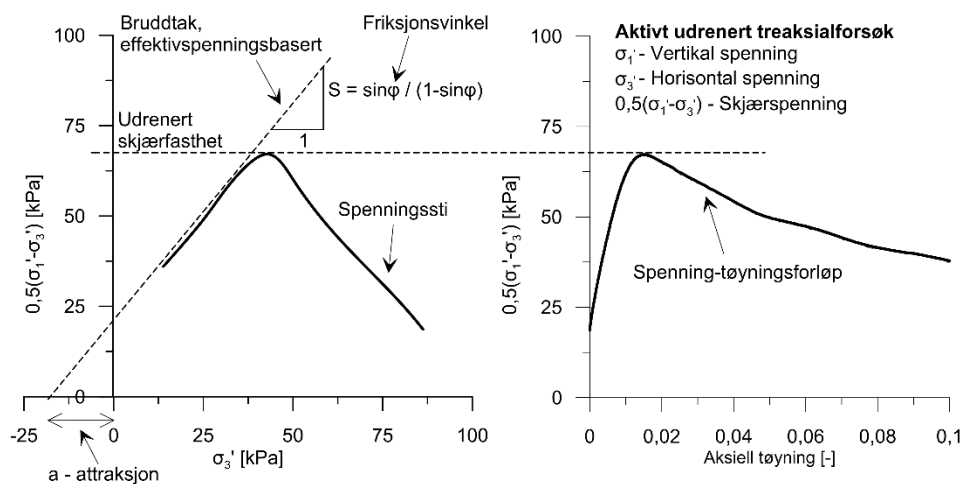
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	$\rho_s$	g/cm <sup>3</sup>	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	$\rho_d$	g/cm <sup>3</sup>	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	Tyngde av prøve per volumenhet ( $\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$ , der $g$ er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s g$ )
Tørr tyngdetetthet	$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ( $\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$ )
Poretall	$e$	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ( $e = n/(1-n)$ , $n$ som desimaltall)
Porøsitet	$n$	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ( $n = e/(1+e)$ )

**SKJÆRFASHTHET**

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre  $a$  (attraksjon) og  $\tan \phi$  (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet  $c_u$  (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{ut}$ ), konusforsøk (uforstyrret  $c_{ufc}$ , omrørt  $c_{urfc}$ ), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv  $c_{uA}$ , avlastning/passiv  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) ( $c_{u\text{CPTU}}$ ) eller vingebor (uforstyrret  $c_{uv}$ , omrørt  $c_{uvr}$ ).



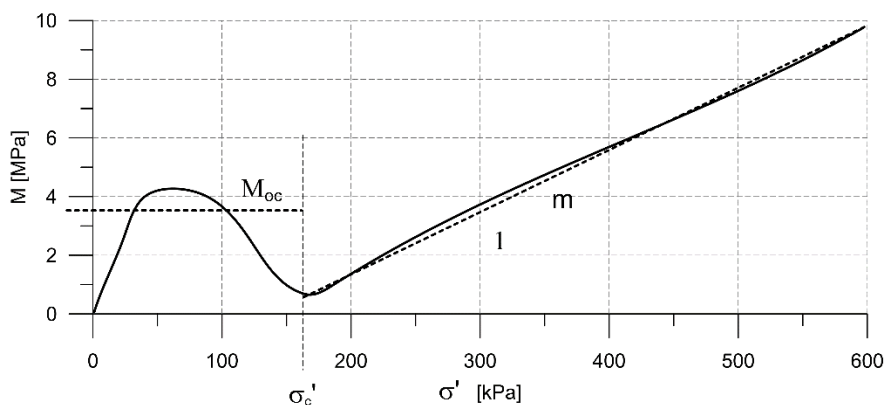
**SENSITIVITET**

Sensitiviteten  $St = c_u/c_r$  uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ( $c_r < 0,5$  kPa NS8015,  $c_r < 0,33$  kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.



**DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER**

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning ( $\sigma'$ ). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning  $\epsilon$ ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen ( $\sigma'_c$ ). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under  $\sigma'_c$  representeres ved en konstant stivhetsmodul  $M_{oc}$ . For spenningsnivåer over  $\sigma'_c$  vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet  $m$ .

**TELEFARLIGHET**

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

**KOMPRIMERINGSEGENSKAPER**

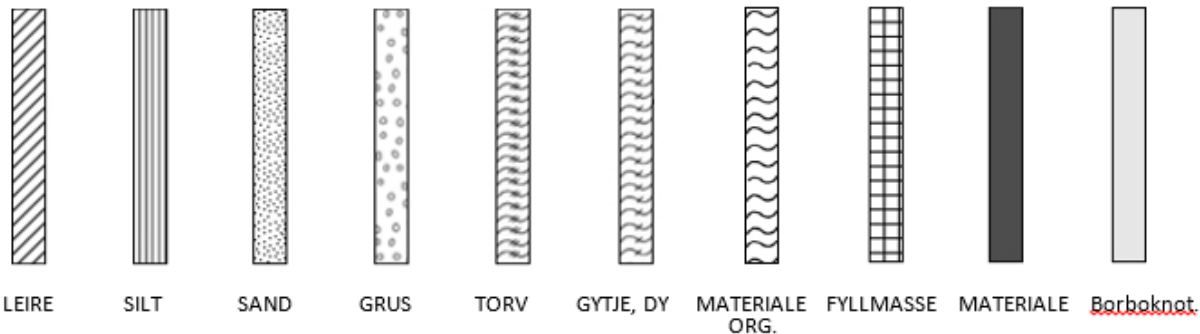
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet  $\rho_d$  som funksjon av innbyggingsvanninnhold  $w_i$ . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås ( $\rho_{dmax}$ ) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold ( $w_{opt}$ ).

**PERMEABILITET**

Permeabiliteten defineres som den vannmengden  $q$  som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng:  $q = kiA$ , der  $A$  er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og  $i$  = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



**NB:** Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

**LEIRE:** Leirinnholdet er større enn 15 %

**SILT:** Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**SAND:** Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**GRUS:** Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**MATERIALE:** Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

**TORV:** Mer eller mindre omvandlede planterester

**GYTJE/DY:** Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

**MATERIALE ORG.:** Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

**FYLLMASSE:** Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

**Borboknotat:** Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksimumsgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold $w$		Plastisitetsgrense $w_p$	
		Flytegrense $w_f$	

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksimumsgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus $c_{urfc}$		Omrørt konus $c_{urfc}$	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2:2018	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

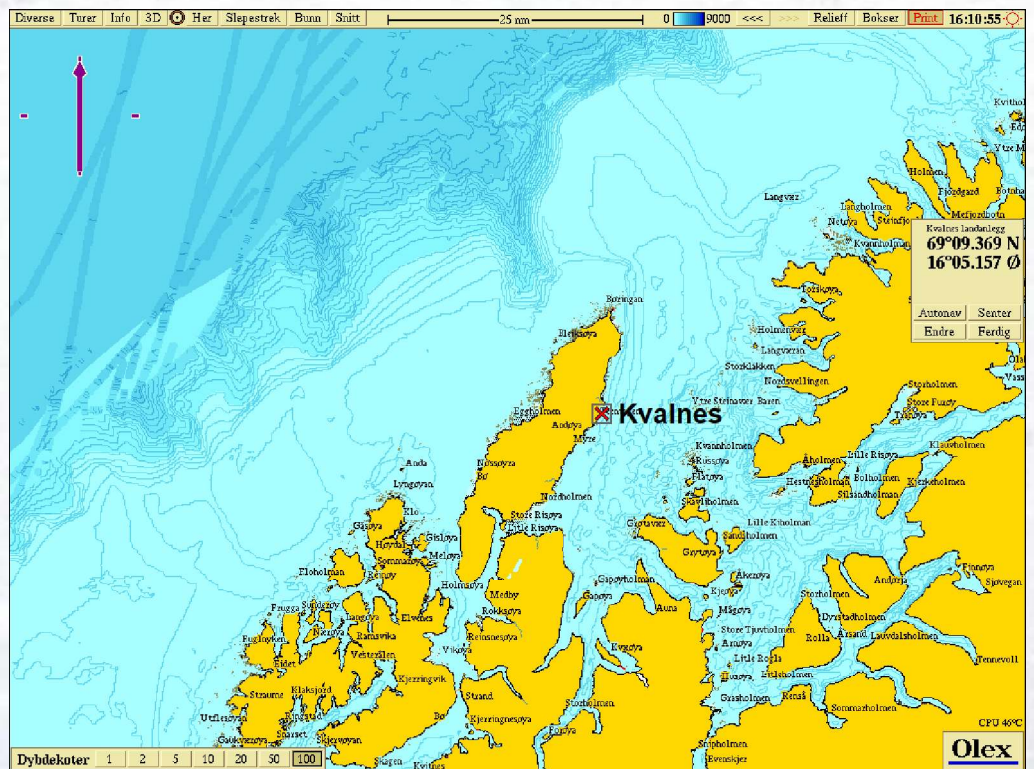
## **Vedlegg 6**

### **Strømmålinger**

## Andfjord AS

Strømmålinger Kvalnes

Utslipp, inntak vinter og inntak sommer



**This page is intentionally left blank**



**Akvaplan-niva AS**

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no

**Informasjon oppdragsgiver**

Tittel:	Andfjord AS Strømmmålinger Kvalnes. Utslipp , inntak vinter og inntak sommer		
Rapportnummer (s):	8615.04 (11 + vedlegg)	Lokalitetsnavn:	Kvalnes
Lokalitetsnummer:	Ny	Kartkoordinater landanlegg:	69°09,369 N 16°05,157 Ø
Fylke:	Nordland	Kommune:	Andøy kommune
Kontaktperson:	Roy Pettersen		
Oppdragsgiver:	Andfjord AS. Fabrikken Næringshage AS, 8400 Sortland		

**Resultat fra strømmålinger (hovedresultater)**

Navn / dybde (m)	Maks hastighet (cm/s)	Gjennomsnitts- hastighet (cm/s)	Hovedretning vanntransport (grader)	Temperatur- gjennomsnitt (grader)
An.1 Inntak sommer, 23m	39,1	11,3	30	3,3
An. 2 Utslipp, 27m	51,0	10,6	15	4,5
An.3 Inntak vinter, 162m	47,9	8,7	195	6,8

**Data for produksjon av rapport**

Målere ut/inn:	An. 1	27.02.2018	12.04.2018	Dato rapport:	09.05.2018
	An. 2-3	16.02.2017	24.03.2017		
Ansvarlig feltarbeid:	Asle Guneriusen	Signatur:			
Rapport skrevet av:	Thomas Heggem	Signatur:			
Kvalitetskontroll	Kristine Steffensen	Signatur:			

© 2018 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.





# INNHOLDSFORTEGNELSE

1 INNLEDNING .....	2
2 METODE .....	3
2.1 Utsett og opptak av målere .....	3
2.2 Plassering og dyp.....	3
2.3 Beskrivelse av rigg .....	4
2.4 Strømmålinger .....	4
3 RESULTATER.....	6
3.1 Strømmålinger .....	6
3.2 Tidevannsstrøm .....	6
3.3 Vindgenerert strøm .....	8
3.4 Vårflom og snø- og ismelting .....	8
3.5 Datakvalitet.....	9
4 INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	10
5 LITTERATURLISTE.....	11
6 VEDLEGG .....	12
6.1 Strømmålinger .....	12
6.1.1 An.2. 23 m dyp. Inntak sommer .....	12
6.1.2 An.2. 27 m dyp. Inntak sommer .....	17
6.1.3 An.3.162 m dyp. Inntak vinter.....	22
6.2 Riggskjema .....	27

# 1 Innledning

---

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Andfjord AS foretatt strømmålinger i resipienten Kvalnes, Andøy kommune i Nordland fylke. Strømmålingene er utført for å tilfredsstille de krav som stilles i Fiskeridirektoratets søknadsskjema *Akvakultur i Flytende anlegg (20.01.2012.)*. Samme som for landbasert oppdrett. Merk at det kun er 11 meters dyp på målepunktet for utslipp. Derfor er det bare målt strøm ved bunnen. Det stod ingen installasjoner i området som kan ha påvirket hastighet eller retning til strømmålingene.

Metodikk er i henhold til *NS 9425 – Del 1 Strømmåling i faste punkter*.

Rapporten erstatter APN-8615.02, på grunn av ny strømmåling i ny posisjon.

Skjema for strømmålinger som skal brukes i akkreditert arbeid:

Henvisning	Forutsetninger	Status
NS 9415:2009 5.2.1	Logging av strøm min hvert 10. minutt	Ja
NS 9415:2009 5.2.1	Tid, fart og retning er registret i hele perioden	Ja
NS 9415:2009 5.2.3	Måleperioden er på minimum 28 dager (en månefase)	Ja
NYTEK	Eksterne forhold som har påvirket målingene	Nei
APN Prosedyrer	Prosedyre for strømmålere og strømmålinger er fulgt	Ja

## 2 Metode

---

### 2.1 Utsett og opptak av målere

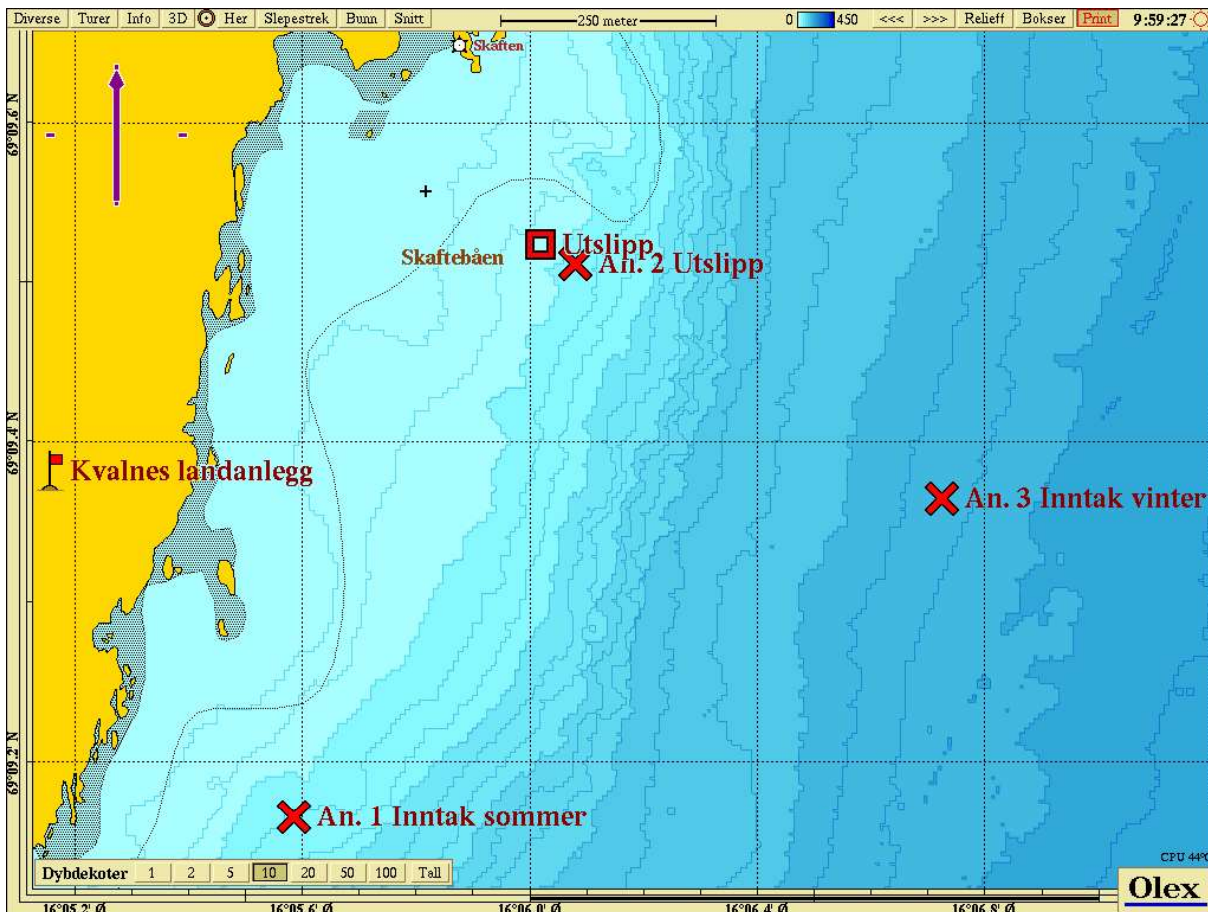
Målerne er satt ut av personell fra Akvaplan-niva AS og tatt opp av personell fra Andfjord AS.

### 2.2 Plassering og dyp.

Posisjon, måledyp, totalt dyp og intervall for målingene er angitt i *Tabell 1* og *Figur 1*.

*Tabell 1 . Måledyp, posisjon, totalt dyp, målerperiode og –intervall for strømmålingene.*

Navn måleposisjon	An. 1 Inntak sommer	An. 2 Utslipp	An. 3 Inntak vinter
<b>Måledyp</b>	23 meter	27 meter	162 meter
<b>Posisjon</b>	N69°09,165 Ø16°05,585	N69°09,511 Ø16°06,080	N69°09,364 Ø16°06,724
<b>Dyp posisjon</b>	41 meter	29 meter	166 meter
<b>Dato måleserie</b>	27.02.2018- 29.03.2018	16.02.2017- 18.03.2017	16.02.2017- 18.03.2017
<b>Reell målerperiode</b>	30 døgn	30 døgn	30 døgn
<b>Dato start - stopp</b>	27.02.2018- 12.04.2018	16.02.2017- 24.03.2017	16.02.2017- 24.03.2017
<b>Registreringsavbrudd</b>	Nei	Nei	Nei
<b>Målerintervall</b>	10 min	10 min	10 min
<b>Navigasjonssystem</b>	gps	gps	gps
<b>Bestemmelse av dyp</b>	Olex	Olex	Olex



Figur 1. Kartet viser utsnitt av Andfjorden med resipienten Kvalnes med posisjoner for strømmålere avmerket: An. 1 Inntak sommer, An. 2 Utslipp og An. 3. Inntak vinter

## 2.3 Beskrivelse av rigg

Målerne ble satt ut på individuelle rigger på de respektive måledyp (vedlegg 6.2).

## 2.4 Strømmålinger

Strømmålere ble satt ut på posisjoner for å kartlegge strømbildet der planlagte utslipp og inntak fra landbasert anlegg skal posisjoneres. Kvalitetssikring av data og framstilling av grafikk ble foretatt av Akvaplan-niva AS. Målingene ble utført med tre rigger med en strømmåler i hver rigg.

For å skille ut tidevannskomponenten av strømmen ble det foretatt en harmonisk analyse av strømmen. Strømhastigheten ble først midlet over ½-time for å fjerne målestøy fra tidsserien før analysen ble utført. Tidevannsestimatet og variansen til tidevann sammenlignet med variansen til totalstrømmen er beregnet fra perioden 27.02.2018-03.04.2018 for An. 1. og for perioden 16.02-23.03.2017 for An. 2 og 3.

Resultatene fra den harmoniske analysen ble brukt til å reprodusere tidevannsbidraget i måleserien ved hjelp av en tidevannsmoell (Codiga, 2011). Totalstrømmen er midlet over ½-time før variansellipsene estimeres, slik at variansen for de to komponentene er estimert på samme grunnlag. Variansellipsene viser ett standardavvik av variansen til a) alle målingene og

b) den reproduserte tidevannskomponenten. *Varians forklart* kan estimeres fra korrelasjonen (r) mellom totalstrøm og tidevannsstrøm og regnes ut fra formelen:

$$\text{Varians forklart} = [\text{korrelasjonskoeffesient}(\text{fart\_tidevann}, \text{fart\_totalstrom})]^2.$$

Dette gir et mål på hvor mye av den totale variansen som kan forklares ved estimerte tidevannskomponenten. Det er viktig å notere seg at disse ellipsene ikke er en klassisk tidevannsellipse men en variansellipse av tidevannskomponenten til strømmen, og videre at tidevannet er estimert fra en modell og ikke faktiske målinger.

## 3 Resultater

---

### 3.1 Strømmålinger

Resultatene fra strømmåling på 23 meters dyp (An. 1 Inntak sommer) viser at hovedstrømsretning og massetransport av vann er definert mot nordøst (30 grader), med en svak returstrøm mot sør (195 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 11,3 cm/s. 2,8 % av målingene er > 30 cm/s, 15,1 % av målingene er > 20 cm/s, 47,6 % av målingene er > 10 cm/s, 39,1 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 11,5 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 1,8 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 27 meters dyp (An. 2 Utslipp) viser at hovedstrømsretning og massetransport av vann er definert mot nord (15 grader), med en moderat returstrøm mot sør (180 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 10,6 cm/s. 0,2 % av målingene er > 40 cm/s, 3,5 % av målingene er > 30 cm/s, 14,2 % av målingene er > 20 cm/s, 41,9 % av målingene er > 10 cm/s, 43,6 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 12,4 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 2,1 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 162 meters dyp (An. 3 Inntak vinter) viser at hovedstrømsretning og massetransport av vann er definert mot sør (195 grader), med en minimal returstrøm mot nord (0-10 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 8,7 cm/s. 0,4 % av målingene er > 40 cm/s, 1,9 % av målingene er > 30 cm/s, 8,2 % av målingene er > 20 cm/s, 29,6 % av målingene er > 10 cm/s, 53,9 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 14,1 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 2,4 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 23, 27 og 162 m var henholdsvis 39,1, 51,0 og 47,9 cm/s (An. 1-3).

### 3.2 Tidevannsstrøm

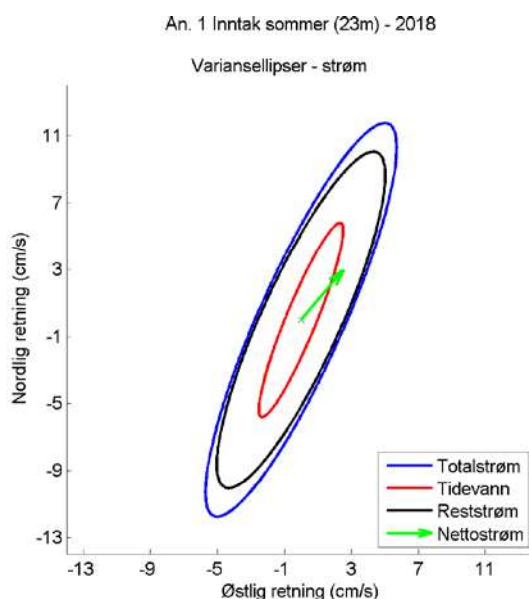
I hovedsak er det meste av strøm i nordnorske fjorder styrt av tidevannsstrømmen. Men det varierer sterkt hvor store de sykliske endringene er innenfor gitt tidsperiode (en tidevannsperiode eller en månefase). Strømmålingene som er utført på lokaliteten viser at tidevannskomponenten er moderat i forhold til reststrømmen. *Tabell 2* viser resultater fra variansanalysen for 23, 27 og 162 m dyp. Variansforklart for tidevann er et statistisk tall på hvor mye av den totale variansen i vannet som kan forklares ut fra tidevannet.

Tallene i *Tabell 1* er forholdsvis små. Det estimerte tidevannet for strøm på 23, 27 og 162 meter kan forklare henholdsvis 22,6 %, 11,8 % og 13,9 % i Ø-V-retning, og 27,0 %, 31,4 % og 23,7 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten.

Tabell 2 Varians forklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent)

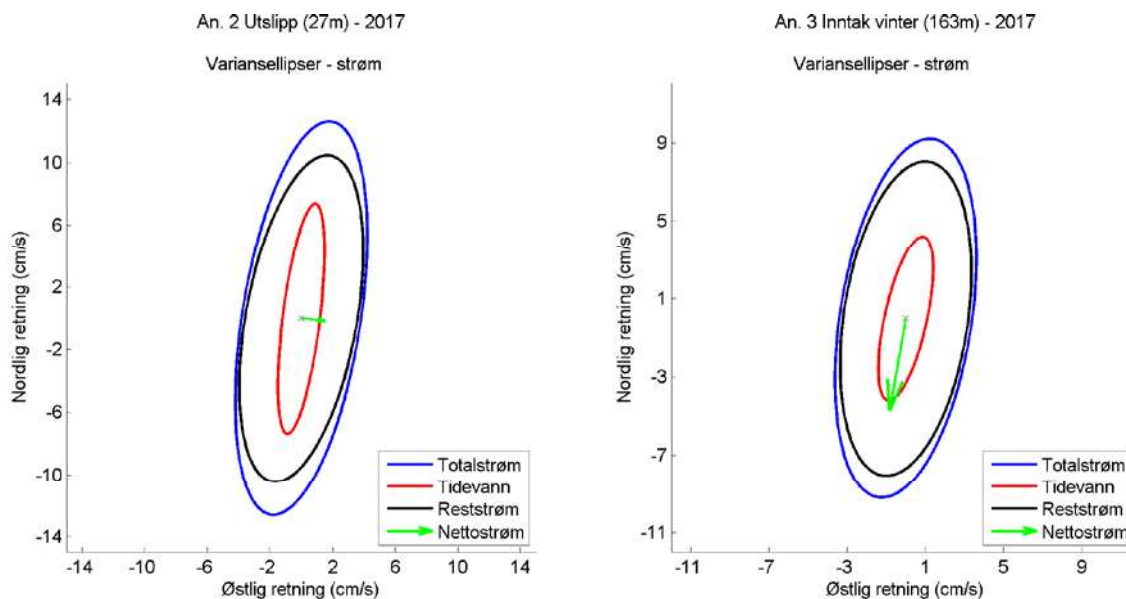
Retning på strømkomponent	Dyp		
	An.1. 23 m	An.2. 27 m	An.3. 162 m
Øst-Vest	22,6 %	11,8 %	13,9 %
Nord-Sør	27,0 %	31,4 %	23,7 %

Resultatene i Tabell 2 gjenspeiles i Figur 2 og Figur 3, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis moderat til liten sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette viser at tidevannet ikke er en dominerende faktor, men påvirker strømbildet.



Figur 2 Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 23 m. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata for perioden 27.02.2018-03.04.2018. Den grønne pilen viser nettostrøm.





Figur 3 Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 27 og 162 m. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata for perioden 16.02-18.03.2017. Den grønne pilen viser nettostrøm.

### 3.3 Vindgenerert strøm

Vindgenerert strøm vil i hovedsak gjøre seg gjeldende for resultater fra målinger på 5 meter og grunnere da vindpåvirkning i vannsøylen avtar med dyp. For at strøm på dyp under dette skal påvirkes nevneverdig er det nødvendig med sterk vind fra samme retning over lengre perioder. Dette ser man sjeldent inne i fjorder og kystnære strøk hvor anlegg er lokalisert. For de tre stasjonene er det minste måledypet 23 meter, og der er derfor ikke vurdert vindpåvirkning.

### 3.4 Vårflom og snø- og ismelting

Strømmålinger på 27 og 162 m ble gjort i perioden februar-mars 2017, en periode hvor det kan forekommer snø- og ismeltinger. Gjennomsnittlig lufttemperatur i måleperioden var  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  med en makstemperatur på  $7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  i starten av måleperioden. Perioden med høyere temperatur var relativt kort, og det er lite som tyder på at snø- og ismeltinger har påvirket målingene. For måling i februar-mars 2018 var makstemperatur i luft  $3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dette var inn mot midten av måleperioden, men perioder med temperaturer større enn null var hovedsakelig kortvarige. I hele måleperioden var snittemperaturen  $-3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Det er lite som indikerer at snø- og ismeltinger har påvirket målingene.

Det er ingen ferskvannskilder i området som kan ha hatt innvirkning på målingene.

### 3.5 Datakvalitet

Ved målepunkt *An.3 Inntak vinter* er det registrert flere perioder med høy pitch og single-ping standardavvik (335 målepunkt av totalt 5158). De relevante målepunktene har blitt rensset bort i henhold til anbefaling fra utstysleverandør, grunnet usikkerhet i forhold til nøyaktigheten ved disse registreringene. Bortrensede målepunkt sammenfalt ikke med maksverdier av strømhastighet, og vil derfor påvirke dataserien minimalt.

Resultatene fra strømmålingene analyseres i egen strømprogram, AdFontes. Gjennom AdFontes gjøres det først en grovrens hvor alle punkter som ligger utenfor faste kriterier anbefalt av produsent, samt at alle datapunkter der trykksensoren har registrert målinger over 2 m fra overflaten (instrument ikke vært i vann) fjernes fra dataserien. Data kvalitetssjekkes visuelt via AdFontes. Logg over rensset data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

Resultatene som presenteres er direkte overført fra rådata. Det utføres ingen reduksjon av støy eller datakompresjon. Tidevannet er filtrert med ½-timers intervall.

Kalibrering av målere er gjennomført iht. leverandørs anbefaling. Historikk over kalibrering lagres internt hos Akvaplan-niva AS.

## 4 Instrumentbeskrivelse

---

Strømmålingene er utført ved hjelp av Seaguard punktdopplermålere fra Aanderaa. Instrumentbeskrivelse finnes i Tabell 3.

Tabell 3 . Instrumentbeskrivelse.

<b>Måledyp</b>	<b>23 m An. 1</b>	<b>27 m An. 2</b>	<b>162 m An. 3</b>
<b>Type måler</b>	Aanderaa	Aanderaa	Aanderaa
<b>Modell</b>	Seaguard 4420	Seaguard 4420	Seaguard 4420
<b>Målerprinsipp</b>	Punktdoppler	Punktdoppler	Punktdoppler
<b>Serienr</b>	2001	891	1452
<b>Nøyaktighet</b>	± 1 %	± 1 %	± 1 %
<b>Oppløsning</b>	0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,1 mm/s
<b>Responsområde</b>	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s
<b>Varighet midlingsperiode</b>	2,5 min	2,5 min	2,5 min
<b>Antall rådatamålinger pr. aggregert dataverdi</b>	4	4	4
<b>Modifikasjon</b>	Ingen	Ingen	Ingen
<b>Kalibrering</b>	APN-logg	APN-logg	APN-logg
<b>Instrumentlogg</b>	APN-logg	APN-logg	APN-logg

## 5 Litteraturliste

---

**Codiga, D.L.** Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions (2011)

**Fiskeridirektoratet. Veileder søknadsutfylling. 20.01.2012.** Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg.

**NS 9415:2009.** Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

**NS 9425-1. 1999.** Oseanografi – Del 1. Strømmålinger i faste punkter.

## 6 Vedlegg

### 6.1 Strømmålinger

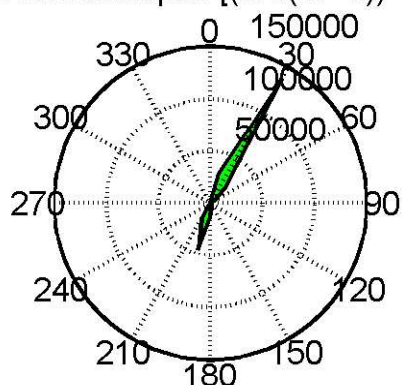
#### 6.1.1 An.2. 23 m dyp. Inntak sommer

*Oppsummering resultater Kvalnes 23 meter*

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	39.1	4.9
Min	0.2	2.8
Gj.snitt	11.3	3.3
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	2.8	
% av målinger > 20 cm/s	15.1	
% av målinger > 10 cm/s	47.6	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	39.1	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	11.5	
% av målinger < 1 cm/s	1.8	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	27.7	
Residual strøm	4.4	
Residual retning	40	
Varians	63.2	0.1
Standardavvik	8	0.3
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.39	

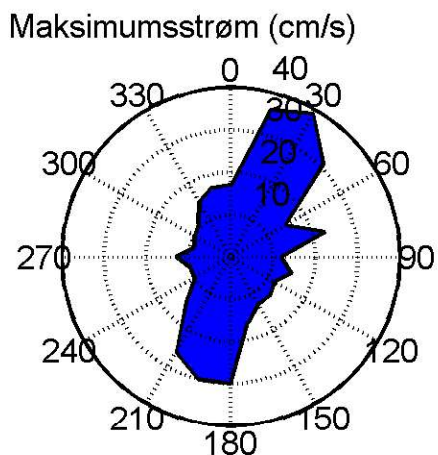
An. 1 Inntak sommer (23m) - 2018

Total vanntransport  $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



*Total vanntransport*

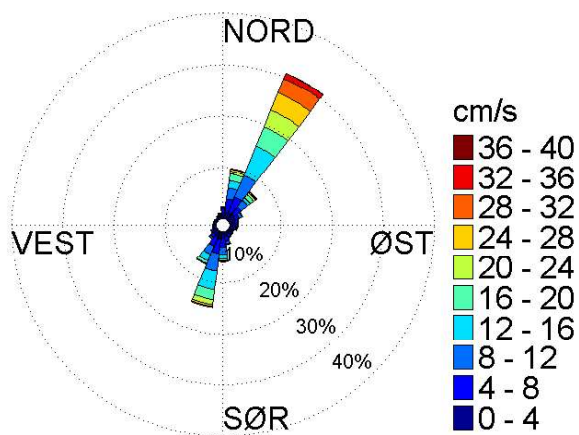
## An. 1 Inntak sommer (23m) - 2018



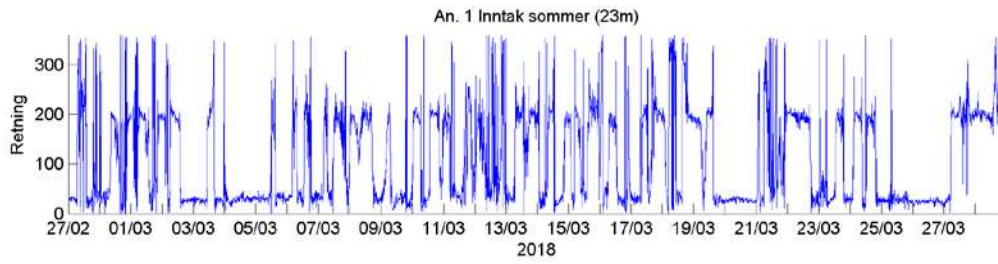
*Maksimal hastighet*

## An. 1 Inntak sommer (23m) - 2018

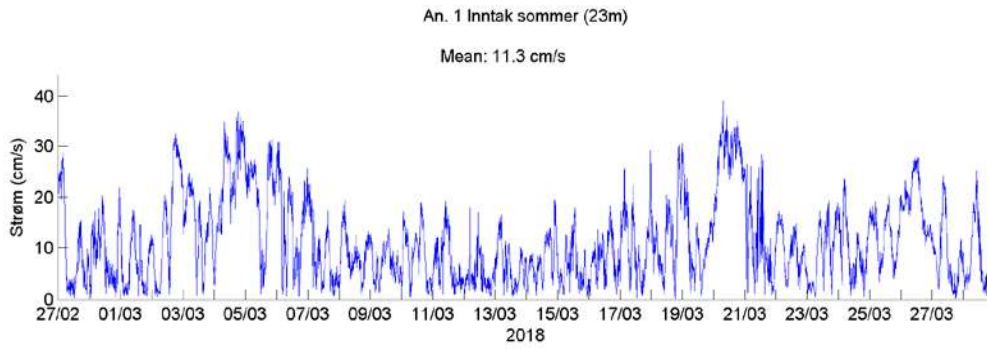
Strømrose



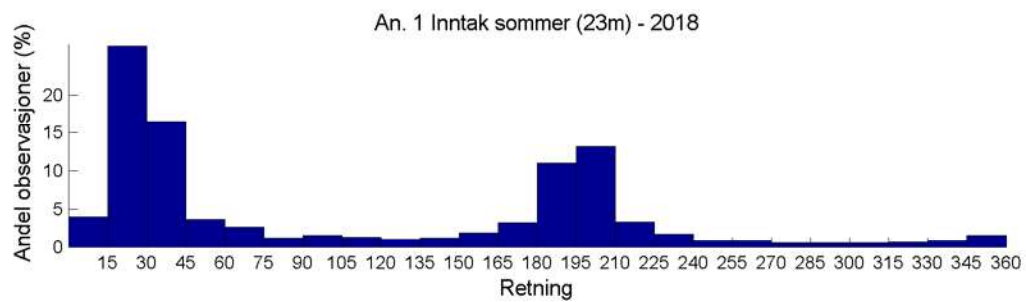
*Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.*



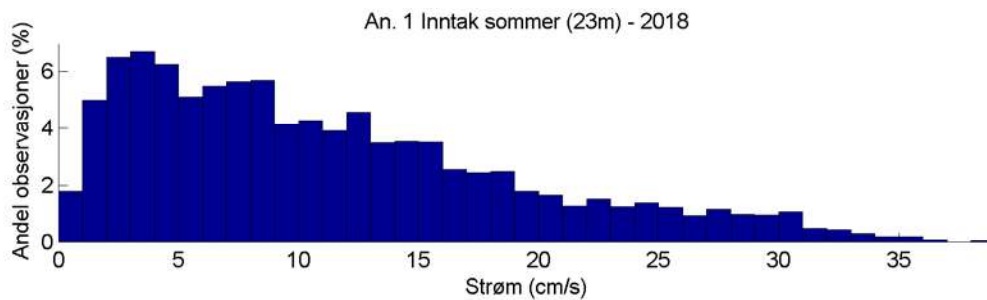
*Retning vs. tid*



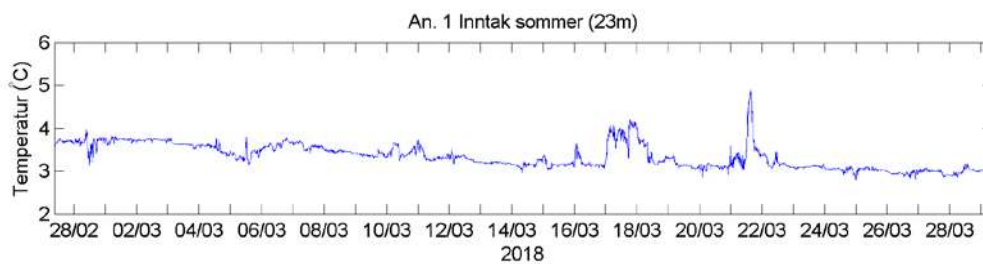
*Strømhastighet (tidsserieplott)*



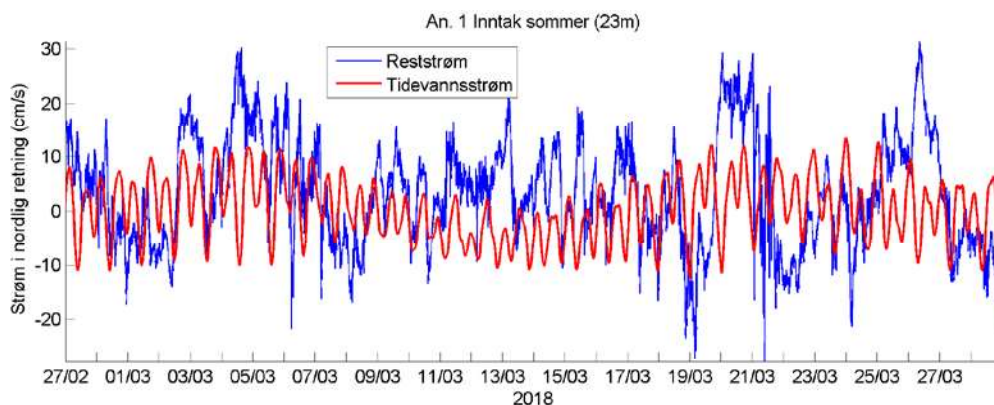
*Retningshistogram*



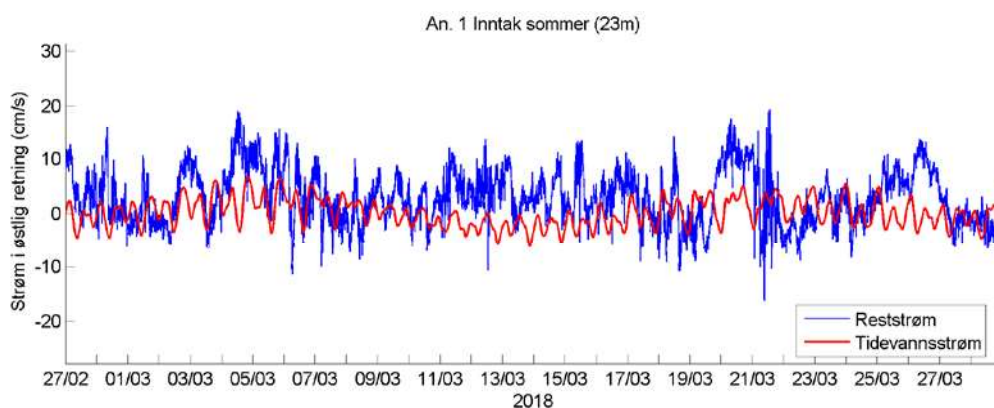
*Strømstyrkehistogram*



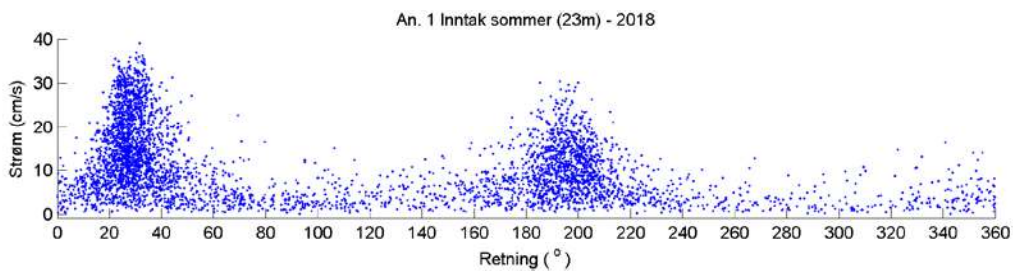
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 23 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 23 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning



Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Vanntransport per døgn (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	99	17.4	3138.4	104.6
7.5 - 22.4	429	35.6	29084.8	969.7
22.5 - 37.4	1332	39.1	137663.6	4589.8
37.5 - 52.4	302	31.3	18512.4	617.2
52.5 - 67.4	120	15.2	3927.8	131
67.5 - 82.4	77	22.7	2114	70.5
82.5 - 97.4	69	12.4	1435.6	47.9
97.5 - 112.4	63	15.2	1566	52.2
112.5 - 127.4	42	12.4	1029.1	34.3
127.5 - 142.4	47	12.6	1424.4	47.5
142.5 - 157.4	58	13.4	1799.8	60
157.5 - 172.4	112	16.3	4217.9	140.6
172.5 - 187.4	256	30.1	13756	458.6
187.5 - 202.4	644	30.5	46183	1539.8
202.5 - 217.4	309	26.4	17303.7	576.9
217.5 - 232.4	95	14.9	3018.3	100.6
232.5 - 247.4	53	10.2	1224.7	40.8
247.5 - 262.4	34	10.3	705.5	23.5
262.5 - 277.4	28	12.8	572.8	19.1
277.5 - 292.4	26	8.9	447.4	14.9
292.5 - 307.4	25	9.9	488.4	16.3
307.5 - 322.4	18	10.9	399.4	13.3
322.5 - 337.4	33	14.7	855.4	28.5
337.5 - 352.4	48	16.5	1288.2	43

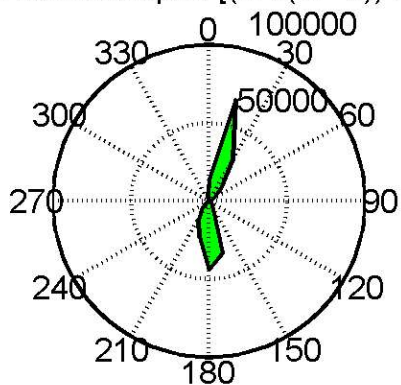
## 6.1.2 An.2. 27 m dyp. Inntak sommer

Oppsummering resultater Kvalnes 27 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	51	6
Min	0.1	3.6
Gj.snitt	10.6	4.5
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0.2	
% av målinger > 30 cm/s	3.5	
% av målinger > 20 cm/s	14.2	
% av målinger > 10 cm/s	41.9	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	43.6	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	12.4	
% av målinger < 1 cm/s	2.1	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	28	
Residual strøm	1.7	
Residual retning	97	
Varsians	66.7	0.2
Standardavvik	8.2	0.4
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.16	

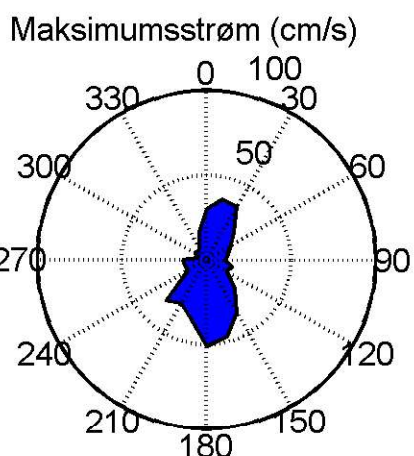
### An. 2 Utslipp (27m) - 2017

Total vanntransport  $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



*Total vanntransport*

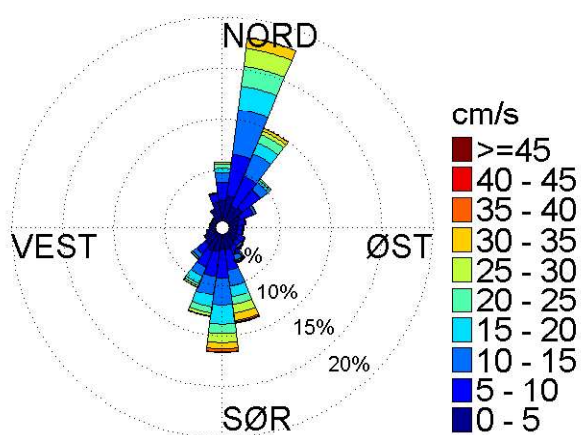
## An. 2 Utslipp (27m) - 2017



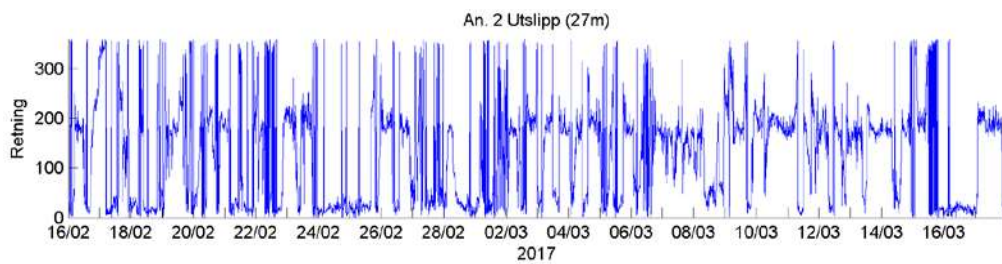
*Maksimal hastighet*

## An. 2 Utslipp (27m) - 2017

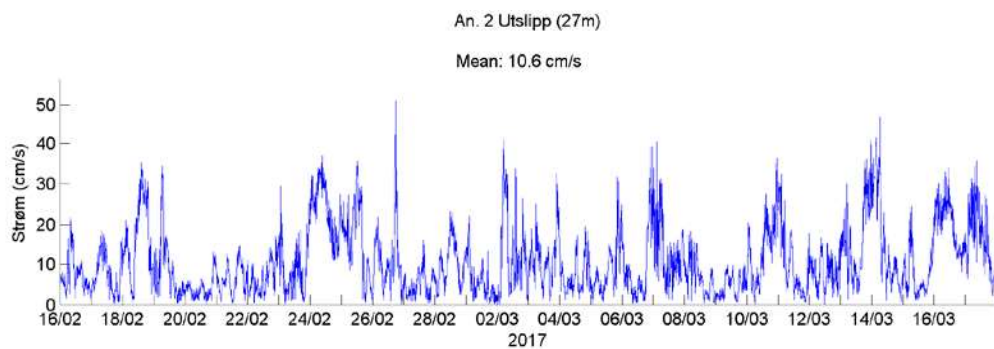
### Strømrose



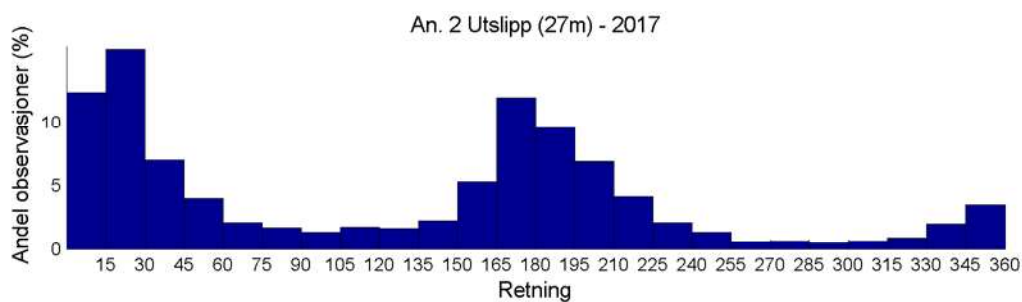
*Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.*



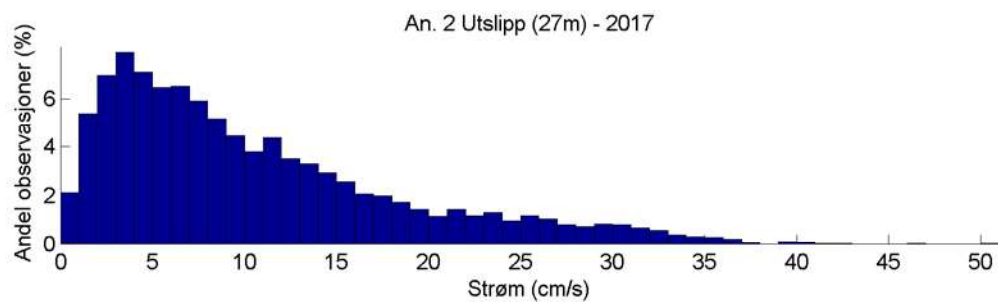
*Retning vs. tid*



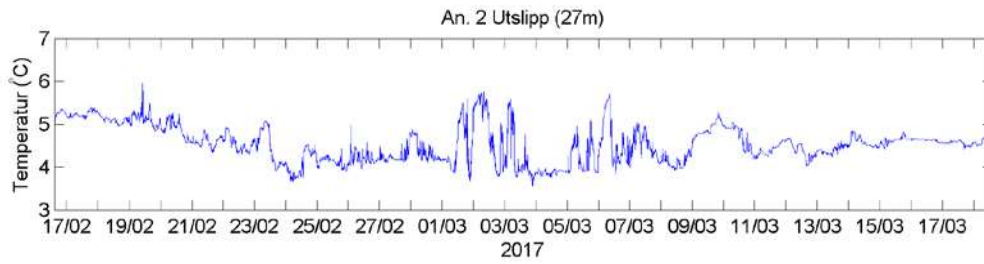
*Strømhastighet (tidsserieplott)*



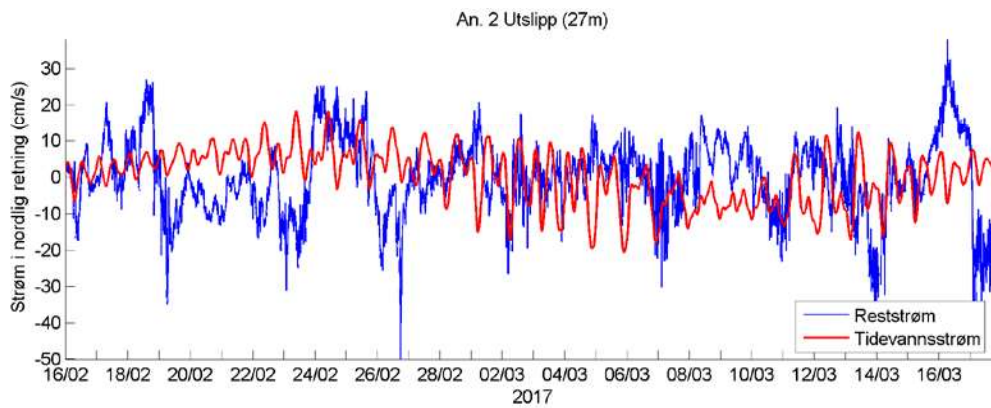
*Retningshistogram*



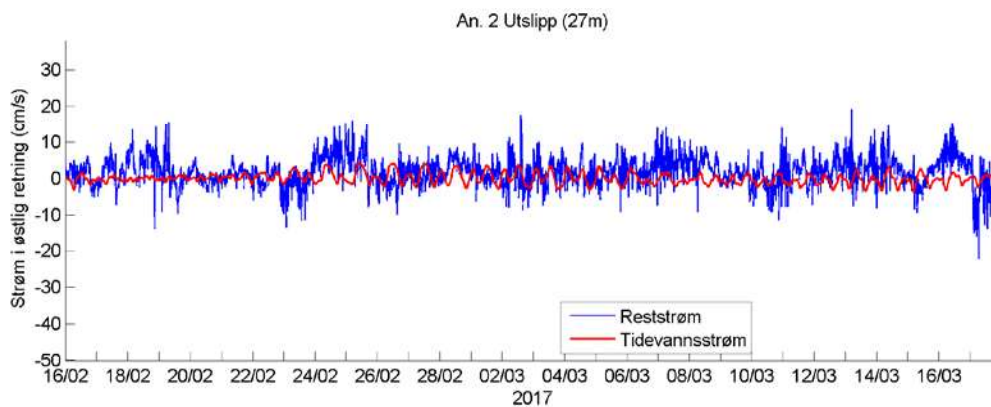
*Strømstyrkehistogram*



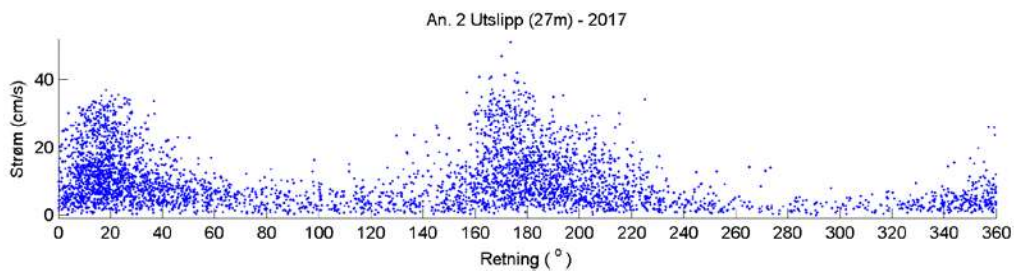
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 27 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 27 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Vanntransport per døgn (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	249	30.2	13768.9	459
7.5 - 22.4	784	37	67522	2250.7
22.5 - 37.4	430	35.7	30804.2	1026.8
37.5 - 52.4	231	23	10904.8	363.5
52.5 - 67.4	128	16.8	4525.5	150.8
67.5 - 82.4	73	13.5	2034.7	67.8
82.5 - 97.4	63	10.5	1590.9	53
97.5 - 112.4	62	16.2	1806.4	60.2
112.5 - 127.4	77	14	2098	69.9
127.5 - 142.4	84	23.6	3336	111.2
142.5 - 157.4	131	36.3	5927.5	197.6
157.5 - 172.4	378	47	34519.8	1150.7
172.5 - 187.4	501	51	44230.8	1474.4
187.5 - 202.4	355	35.6	23883.5	796.1
202.5 - 217.4	244	30.3	13701.5	456.7
217.5 - 232.4	140	34.4	5826.5	194.2
232.5 - 247.4	55	12.7	1395.5	46.5
247.5 - 262.4	41	12.8	869.7	29
262.5 - 277.4	25	14.2	562.8	18.8
277.5 - 292.4	27	5.3	403.2	13.4
292.5 - 307.4	24	7.9	416.6	13.9
307.5 - 322.4	27	6.9	533.8	17.8
322.5 - 337.4	56	9.5	1096.3	36.5
337.5 - 352.4	122	16.7	3336.6	111.2



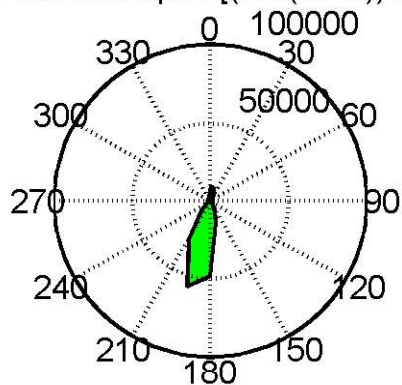
### 6.1.3 An.3.162 m dyp. Inntak vinter

Oppsummering resultater Kvalnes 162 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	47.9	7.7
Min	0	4.6
Gj.snitt	8.7	6.8
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0.4	
% av målinger > 30 cm/s	1.9	
% av målinger > 20 cm/s	8.2	
% av målinger > 10 cm/s	29.6	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	53.9	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	14.1	
% av målinger < 1 cm/s	2.4	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	23.6	
Residual strøm	5.3	
Residual retning	190	
Varians	50.3	0.6
Standardavvik	7.1	0.8
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.61	

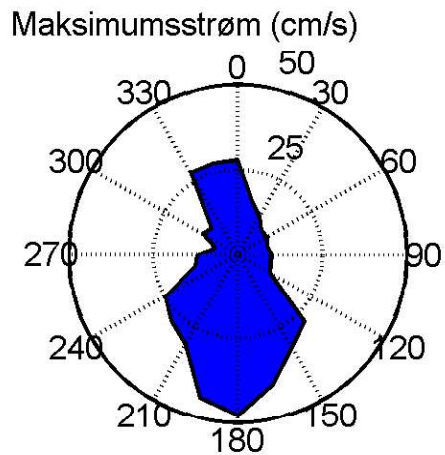
An. 3 Inntak vinter (162m) - 2017

Total vanntransport  $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



Total vanntransport

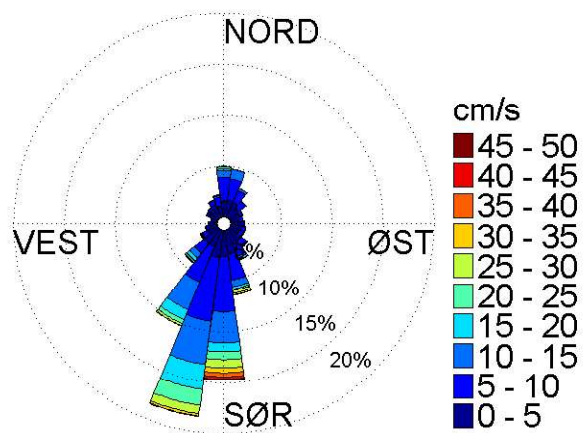
### An. 3 Inntak vinter (162m) - 2017



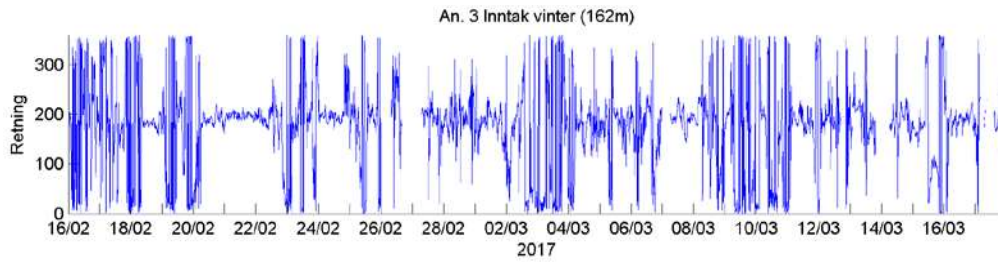
*Maksimal hastighet*

### An. 3 Inntak vinter (162m) - 2017

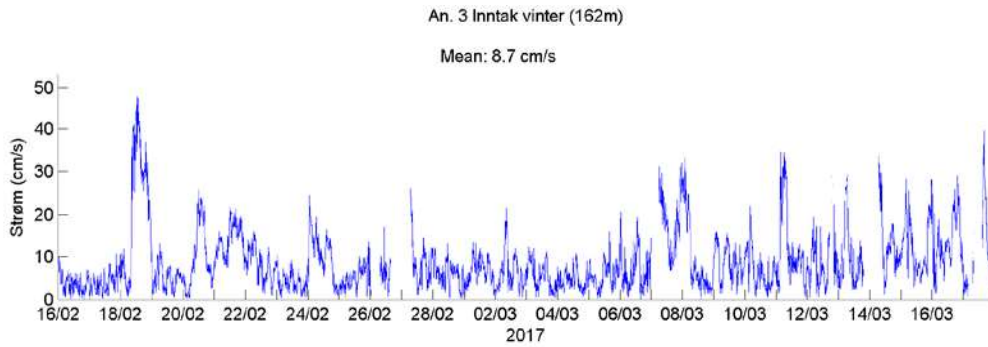
Strømrose



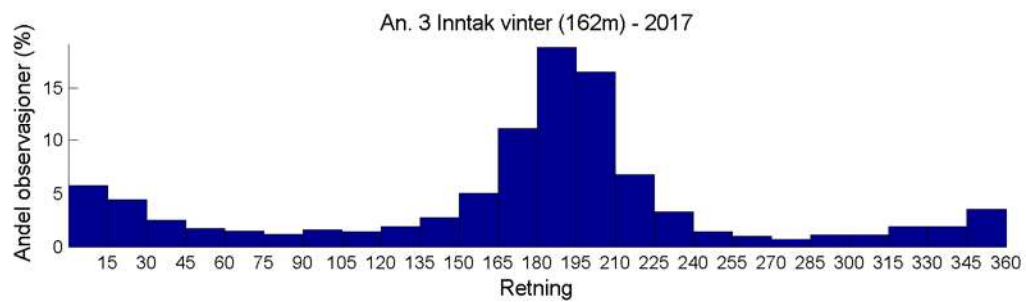
*Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.*



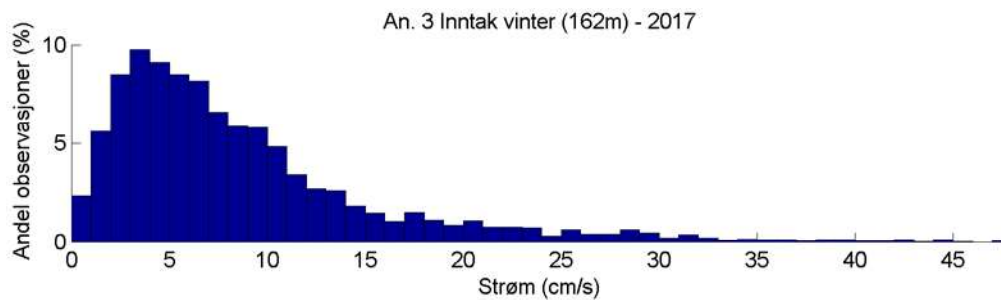
*Retning vs. tid*



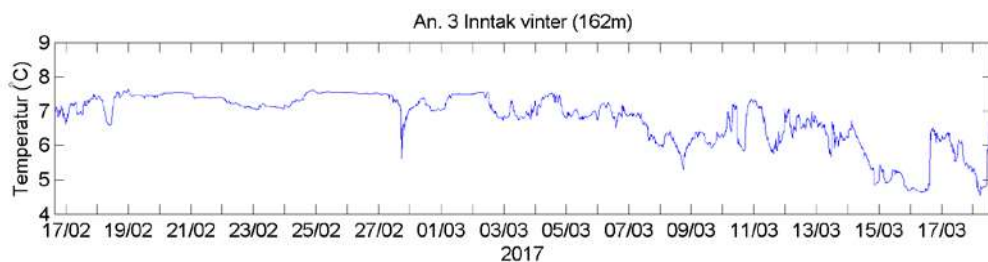
*Strømhastighet (tidsserieplott)*



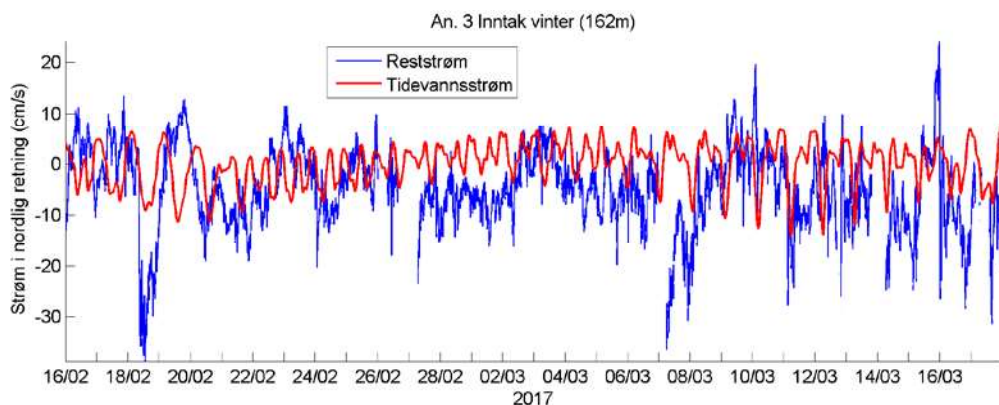
*Retningshistogram*



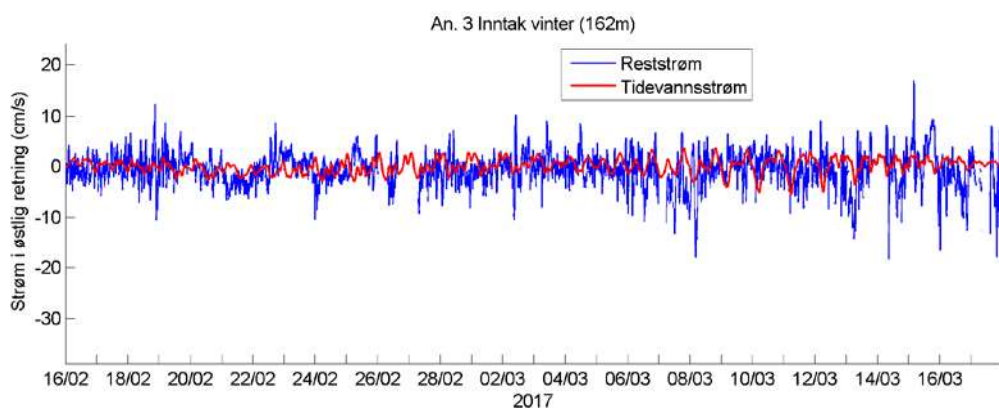
*Strømstyrkehistogram*



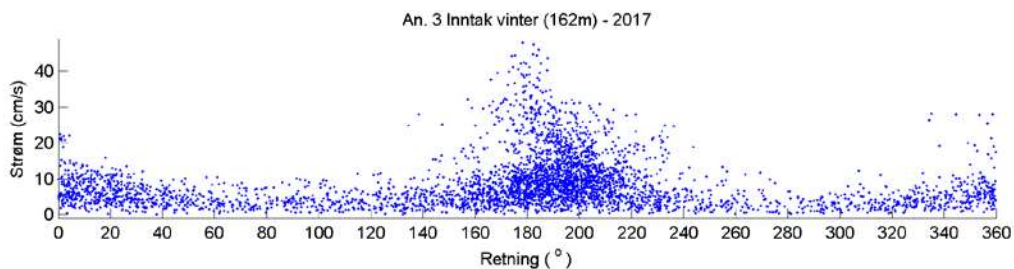
Temperatur



Estimert tidevannsstrøm i nord/sør-retning på 162 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.



Estimert tidevannsstrøm i øst/vest-retning på 162 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrøm og blå kurve viser reststrøm.

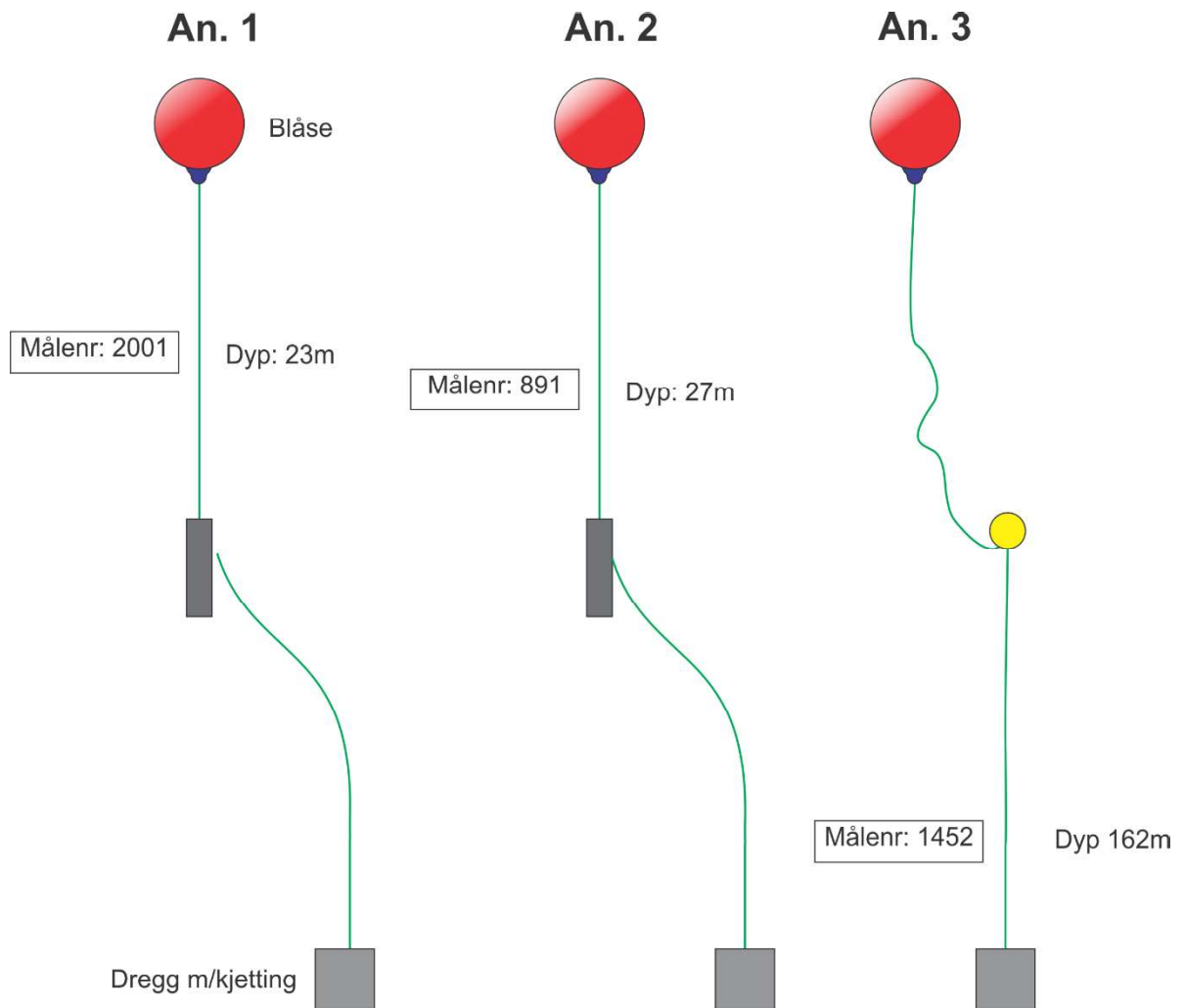


Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorene.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Vanntransport per døgn (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	214	28.1	9912.9	330.4
7.5 - 22.4	205	15.8	8392.4	279.7
22.5 - 37.4	134	13.5	4375.6	145.9
37.5 - 52.4	90	10.1	2489.3	83
52.5 - 67.4	59	10.5	1353.7	45.1
67.5 - 82.4	53	8.9	1224.5	40.8
82.5 - 97.4	58	10.2	1449.9	48.3
97.5 - 112.4	64	9.8	1476.8	49.2
112.5 - 127.4	65	11.5	1756.7	58.6
127.5 - 142.4	97	28.2	2664.2	88.8
142.5 - 157.4	138	32.3	5093.9	169.8
157.5 - 172.4	275	39.6	13900.1	463.3
172.5 - 187.4	634	47.9	48216.4	1607.2
187.5 - 202.4	798	43.5	56999.1	1900
202.5 - 217.4	447	31	27761.8	925.4
217.5 - 232.4	181	28	8565.9	285.5
232.5 - 247.4	81	24.9	2906.5	96.9
247.5 - 262.4	51	13.4	1227.1	40.9
262.5 - 277.4	39	11.7	842.2	28.1
277.5 - 292.4	29	6.5	498.1	16.6
292.5 - 307.4	53	12.1	1019.4	34
307.5 - 322.4	57	11	1154.7	38.5
322.5 - 337.4	81	28.2	2265.4	75.5
337.5 - 352.4	95	28.1	3319.3	110.6

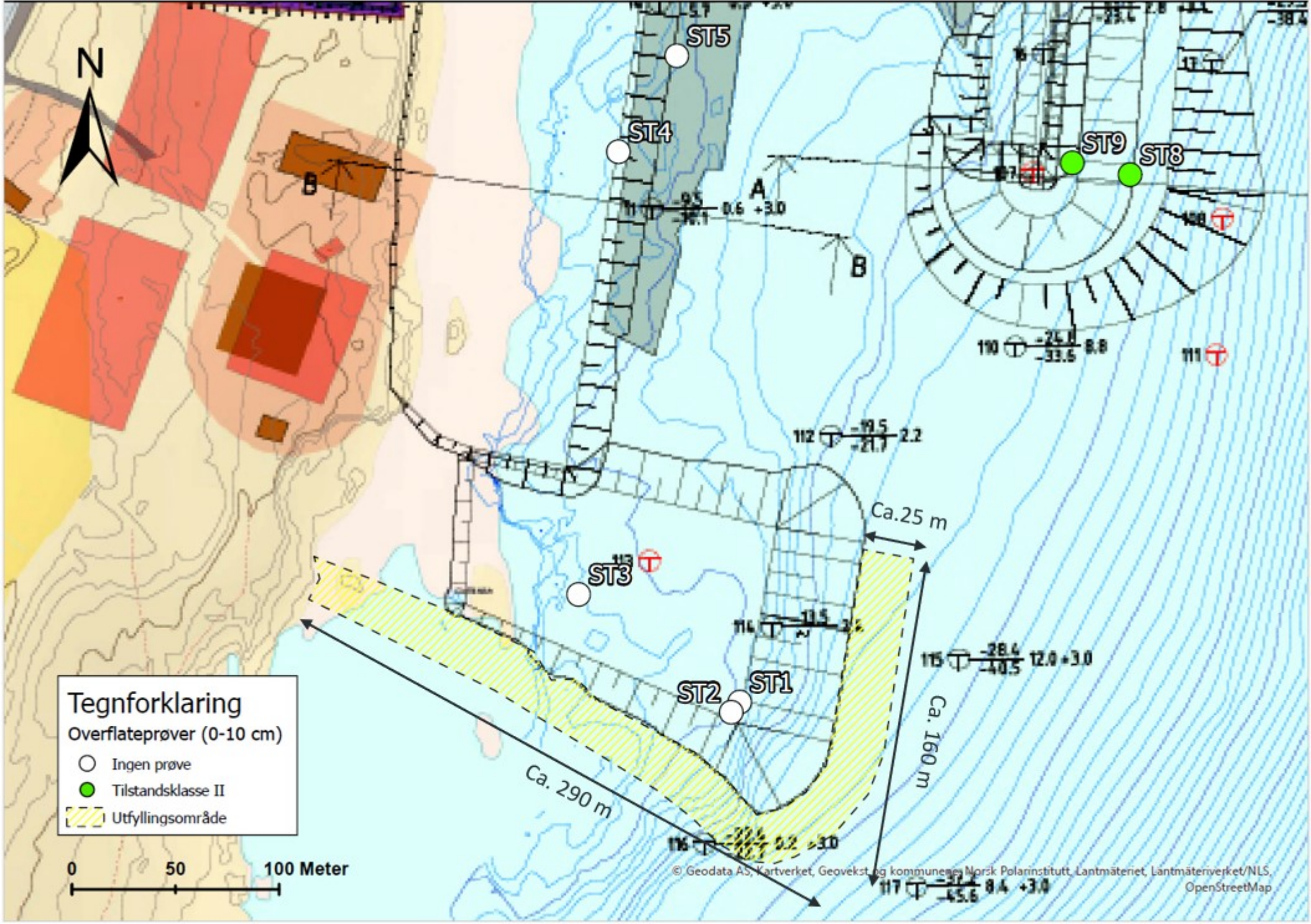
## 6.2 Riggskjema



## **Vedlegg 7**

**Detaljert kart for utfyllingsområde i sør**





**Tegnforklaring**  
 Overflateprøver (0-10 cm)

- Ingen prøve
- Tilstandsklasse II
- ▨ Utfyllingsområde

0 50 100 Meter

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommuner, Norsk Polarinstittutt, Lantmäternet, Lantmäteriverket/NLS, OpenStreetMap

116 ⊕  $\frac{-37.4}{-45.6}$  8.4 +3.0

115 ⊕  $\frac{-28.6}{-40.5}$  12.0 +3.0

114 ⊕  $\frac{-11.5}{-2.6}$  2.6

112 ⊕  $\frac{-19.5}{-21.7}$  2.2

110 ⊕  $\frac{-25.8}{-33.6}$  8.8

111 ⊕

Ca. 25 m

Ca. 160 m

Ca. 290 m

ST5

ST4

ST9

ST8

ST3

ST2

ST1

B

A

B

9.5  
-30.1

0.6 +3.0

-23.6 -38.4

107 ⊕ 108 ⊕

109 ⊕