

---

RAPPORT

# Kjørsvikbugen, Aure

---

OPPDRAGSGIVER

SalMar Settefisk AS

EMNE

Grunnundersøkelser geoteknikk

DATO / REVISJON: 8. april 2016 / 00

DOKUMENTKODE: 417106-RIG-RAP-001

---



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>Kjørsvikbugen, Aure</b>	DOKUMENTKODE	417106-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser geoteknikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>SalMar Settefisk AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Tor-Helge V. Antonsen
KONTAKTPERSON	Ove Martin Grøntvedt	UTARBEIDET AV	Amund Q. Growen
KOORDINATER	SONE: 32V    ØST: 4866    NORD: 70316	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Aure		

## SAMMENDRAG

SalMar Settefisk AS planlegger å utvide sitt industrianlegg i Kjørsvikbugen i Aure kommune. Dette innebærer å sprengne ut et område på land like øst for eksisterende anlegg, og deretter bruke de utsprengte massene til fylling i sjøen. I denne sammenheng er Multiconsult engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser i sjø, samt vurdere gjennomførbare av utvidelsesplanene.

Feltundersøkelsene omfattet 8 stk. totalsonderinger samt opptak av 54 mm sylindrerprøver i 2 borpunkt.

Resultatene fra utført prøvetaking og totalsonderinger viser masser av sand i toppen, som deretter i dybden går over til lag et lag av sandig leire omtrent mellom 1-3 meter. Prøvetakingen viser også innslag av grus og skjellrester. Det er generelt noe styrke i topplag, før det blir bløtt og deretter fastere igjen.

Mektigheten av løsmassene ligger på mellom ca. 2,9 og 5,2 meter i alle borpunktene unntatt borpunkt 8 nordøst på området, der løsmassemektigheten er på omtrent 7,7 meter.

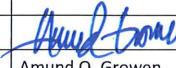
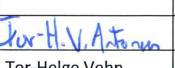
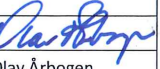
Alle totalsonderingene unntatt i borpunkt 5 og 7 vurderes avsluttet i berg. Denne tolkning vurderes som relativt sikker da det er boret mellom 0,9 og 3,0 meter videre, etter at antatt bergoverflate er påtruffet. I tillegg har man fra lettseismiske målinger, kunnet tolke bergrygger/-formasjoner like utenfor område for planlagt utfylling.

På bakgrunn av gunstige topografiske forhold på sjøbunnen inkl. bergtopografi, vurderes planlagt utfylling tilrådelig å gjennomføre.

Sett i forhold til ulike egenskaper i løsmasselag mellom sjøbunn og antatt bergoverflate, er det imidlertid ikke det samme hvilken utfyllingsmetode man velger. Den beste måten å fylle ut på vurderes å være utmudring av topplag samt bløtt mellomlag, slik at man deretter kan fylle opp (på tipp fra land) fra berg eller fast grunn.

Nærliggende fritidseiendommer utenfor område som planlegges sprengt ut og planert, vil kunne bli berørt, og da først og fremst gjennom rystelser og støv fra sprenging og anleggsarbeider. Tiltak bør treffes for å sørge for at ulemper blir til å leve med. I forbindelse med videre prosjektering av planlagte utfyllingsarbeider bør man se nærmere på stabilitet i fylling hvor dagens anlegg ligger. Plastring av fyllingsfront er også noe som bør vurderes nærmere med tanke på bølgepågang.

Før utfylling i sjø må det vurderes og avklares om arbeidene berører forurenset sjøbunn. Krav til undersøkelser og eventuell søknad etter Forurensingsloven, må avklares med Fylkesmannen i Møre og Romsdal.

00	08.04.2016	Datarapport grunnundersøkelser	 Amund Q. Growen	 Tor-Helge V. Antonsen	 Olav Årbogen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Myndighetskrav .....	5
<b>2</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser .....</b>	<b>6</b>
2.1	Tidligere grunnundersøkelser .....	6
2.2	Nye grunnundersøkelser.....	6
2.2.1	Feltundersøkelser .....	6
2.2.2	Laboratorieundersøkelser.....	6
2.2.3	Bunnkotekartlegging og lettseismikk.....	7
<b>3</b>	<b>Terreng- og grunnforhold.....</b>	<b>7</b>
3.1	Områdebeskrivelse .....	7
3.2	Grunnforhold - kvartærgeologi og kvikkleiresoner.....	7
3.3	Grunnforhold - løsmasser .....	8
3.4	Grunnforhold - berg.....	8
3.5	Geotekniske egenskaper.....	9
<b>4</b>	<b>Geotekniske vurderinger av gjennomførbarhet .....</b>	<b>9</b>
4.1	Gjennomføring av utfyllingsarbeider .....	9
4.2	Omfang av utfyllingsarbeider.....	11
4.3	Videre vurderinger og prosjektering – kritiske faktorer .....	11
<b>5</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>12</b>
<b>I.</b>	<b>Vedlegg A – Koordinater borpunkt.....</b>	<b>13</b>

## TEGNINGER

417106-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Geotekniske data borpunkt 4
	-011	Geotekniske data borpunkt 8
	-060	Kornfordelingsanalyse borpunkt 4, d=1,08m og d=3,28m
	-061	Kornfordelingsanalyse borpunkt 8, d=3,12m
	-100	Profil A-A
	-101	Profil B-B
	-102	Profil C-C
	-103	Profil D-D
	-104	Profil E-E

## VEDLEGG

Vedlegg A – Koordinater borpunkt

## GEOTEKNISKE BILAG

Geotekniske bilag 1; Feltundersøkelser

Geotekniske bilag 2; Laboratorieundersøkelser

Geotekniske bilag 3; Oversikt over metodestandarder – felt og lab



## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

SalMar Settefisk AS planlegger å utvide sitt industrianlegg i Kjørsvikbugen i Aure kommune. Dette innebærer å sprengne ut et område på land like øst for eksisterende anlegg, og deretter bruke de utsprengte massene til fylling i sjøen. I denne sammenheng er Multiconsult engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser i sjø, samt vurdere gjennomførbarheten av utvidelsesplanene.

I tillegg til å kunne vurdere gjennomførbarhet fra et geoteknisk ståsted, vil resultat fra utførte grunnundersøkelser også inngå som underlag for videre vurderinger og prosjektering.

Foreliggende rapport inneholder resultatene av de utførte geotekniske grunnundersøkelsene, samt vurdering av gjennomførbarhet.



Figur 1: Planlagt fylling (Kilde; SalMar AS)

### 1.2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 2 (ref. /1/) og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag nr. 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

## 2 Geotekniske grunnundersøkelser

### 2.1 Tidligere grunnundersøkelser

På vegne av Tjeldbergodden Utvikling AS utførte Multiconsult i 2008 og 2009 en utredning av alternativer for lokalisering av fergekai i Kjørsvikbugen. I forbindelse med dette arbeidet ble det utført både bunnkartlegging av sjøbunn og geotekniske grunnundersøkelser på land.

Ovennevnte tidligere grunnundersøkelsene er i hovedsak lokalisert vest og nordvest for SalMar sitt industrianlegg. I forhold til den utfylling som nå planlegges øst for industrianlegget, finner vi at de tidligere grunnundersøkelsene er av liten nytteverdi. De bidrar imidlertid til en større og mer helhetlig forståelse av grunnforholdene i bukta. For nærmere detaljer vises det til Multiconsult rapport nr. 413078, ref. /2/.

### 2.2 Nye grunnundersøkelser

#### 2.2.1 Feltundersøkelser

Feltarbeid ble utført i uke 6 i 2016. Boringene ble utført på flåte med Geotech 607 H beltegående borerigg.

Feltundersøkelsene omfattet:

- 8 stk. totalsonderinger (Borpunkt 1 - 8)
- Opptak av 54 mm sylindrerprøver i 2 borpunkt (4 og 8)

Totalsonderinger gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold, samtidig som metoden har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning. Sonderingene i borpunkt 5 og 7 ble imidlertid avsluttet uten resultater pga. avdrift.

Borpunkter er satt ut og innmålt med DGPS utstyr (Trimble GeoExplorer 6000 series GeoXR) av borleder. Oversikt over koordinater finnes i Vedlegg A.

Alle høyder/kotenivå oppgitt i denne rapporten, har NN2000 som referansesystem. Kotehøyde i borpunkt 7 er hentet fra innmålt sjøbunn.

Plassering av borpunkt er vist på borplan, tegning nr. 417106-RIG-TEG-001.

Sonderingsresultatene er presentert i profil på tegning 417106-RIG-TEG-100 tom. -104.

Boringers utførelse og tilhørende resultater er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1.

#### 2.2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim, med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene. Ved denne undersøkelsen er prøvene geoteknisk klassifisert med måling av vanninnhold og tyngdetetthet. Der det lar seg gjøre er det også målt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Det er også utført hydrometeranalyse for bestemmelse av prøvens korngradering (kornfordeling).

Resultater av rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegninger 417106-RIG-TEG-010 og -011. Kornfordeling av jordprøver fremkommer på tegning 417106-RIG-TEG-060 og -061

Som det fremkommer av resultat fra rutineundersøkelsene, var opptatte prøver forstyrret. Dette har sammenheng med at feltarbeidene foregikk med borerigg på flåte. Vær og vind er sammen med

forankringsforhold faktorer som gjør prøvetaking fra flåte utfordrende. Selv om prøvene er forstyrret vurderes det likevel tilfredsstillende i forhold til formålet som var å kunne påvise jordtype.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

### **2.2.3 Bunnkotekartlegging og lettseismikk**

Forut for feltarbeidet ble det utført bunnkotekartlegging og lettseismikk av GeoSubSea AS.

Bunnkotekartet er vist på borplanen, se tegning nr. 417106-RIG-TEG-001. Viser ellers til rapport fra GeoSubSea AS av 2. februar 2016, ref. /3/.

## **3 Terreng- og grunnforhold**

### **3.1 Områdebeskrivelse**

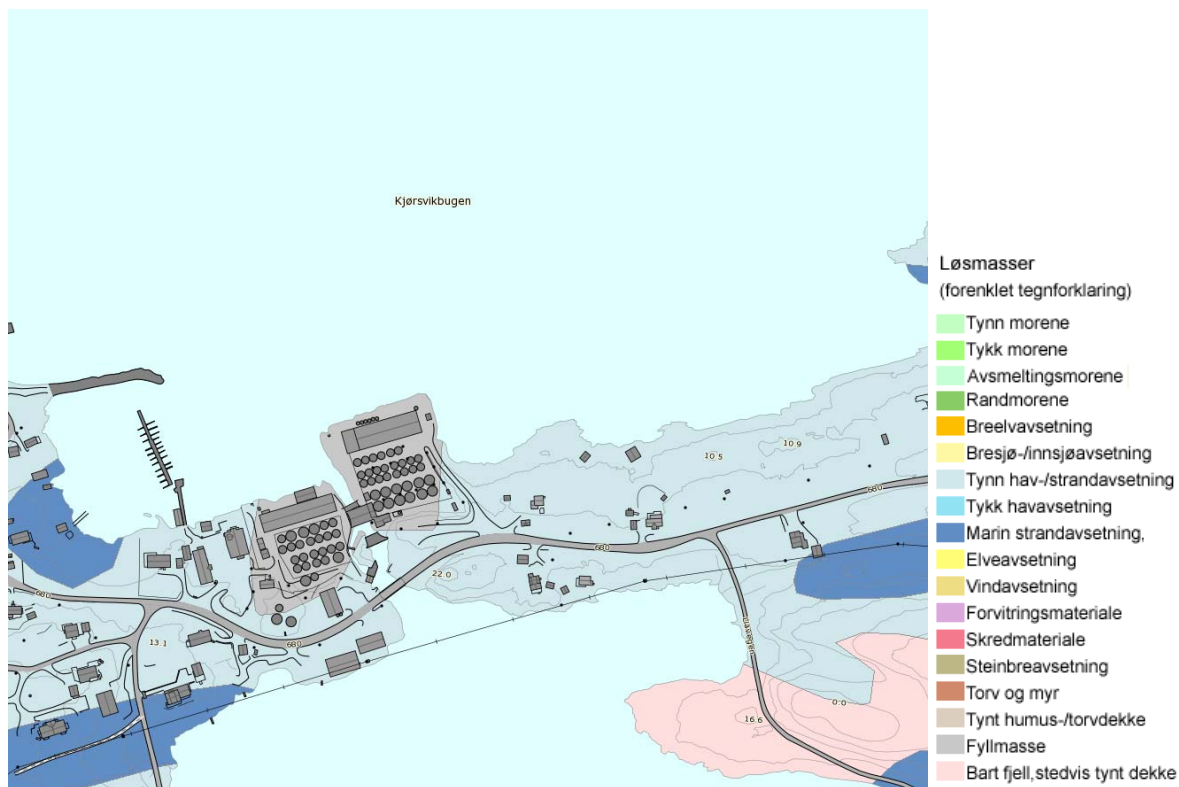
Utfyllingen planlegges utført i sjø i Kjørsvikbugen, og topp utfylling strekker seg ca. 130 meter øst for dagens industrianlegg. Fra land og ut i nordlig retning strekker planlagt utfylling seg ikke lenger ut enn dagens industrianlegg, dvs. mellom ca. 15 og 60 meter ut fra land. Fot utfylling forventes å ha noe større utstrekning. Estimert areal av topp ny utfylling utgjør ca. 5,5 mål. Se figur 1 ovenfor.

Ut fra bunnkotekartlegging fremkommer det at sjøbunnen heller relativt jevnt ut til antatt fot for ny utfylling. I vest er det jevn helning på ca. 1:6, 70 meter ut og ned til ca. kote -12,5. Mot den østlige avgrensingen av planlagt ny utfylling, er dagens sjøbunn brattere. Her er helningen på ca. 1:3 30 meter ut og ned til ca. kote -11, før det slaker ut med helning på ca. 1:10 ned til ca. kote -14,5 hvor antatt fot for ny utfylling vil komme. Se for øvrig også tegning -001, -100 og -101.

Området på land som planlegges sprengt ut og planert utgjør ca. 7,5 mål, og er skogkledt samt noe kupert. Berg i dagen synes ned mot sjøkanten. Helt i sør ligger terrenget på ca. kote +12

### **3.2 Grunnforhold - kvartærgeologi og kvikkleiresoner**

Havavsetninger består vanligvis av grus, sand og leire samt biologisk materiale som skjell- og skallrester. Kvartærgeologisk kart viser at nærområdet rundt sonderingene består av et tynt lag hav- og strandavsetninger. Disse kan variere fra finstoffrike masser av silt og leire, til masser med stor stein. Industrianlegget ligger på fyllmasser.



Figur 2: Utsnitt fra kvartærgeologisk kart (kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)).

### 3.3 Grunnforhold - løsmasser

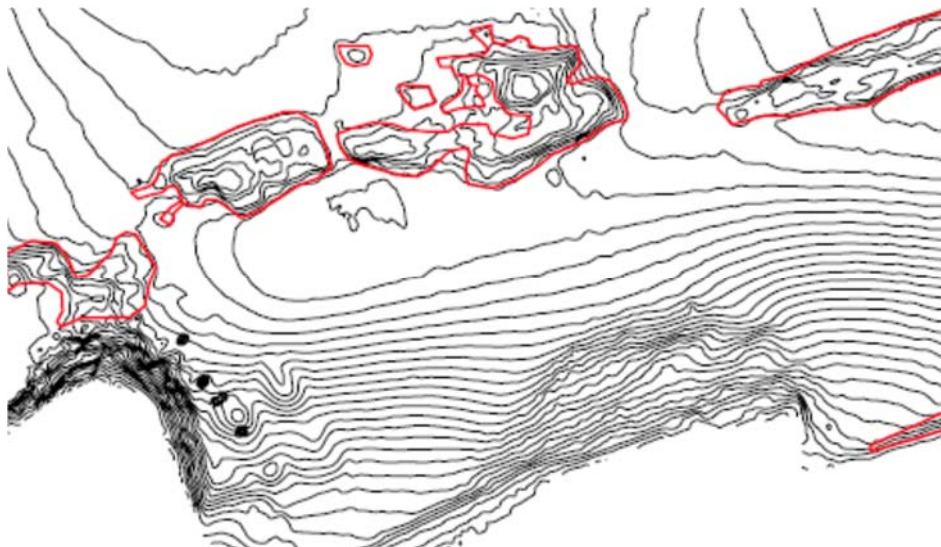
Resultatene fra utført prøvetaking og totalsonderinger viser masser av sand i toppen, som deretter i dybden går over til lag av sandig leire mellom 1-3 meter. Prøvetakingen viser også innslag av grus og skjellrester. Det er generelt noe styrke i topplag, før det blir bløtt og deretter fastere igjen.

Mektigheten av løsmassene ligger mellom ca. 1,0 og 5,2 meter i alle borpunktene unntatt borpunkt 8 nordøst på området, der løsmassemektigheten er på omtrent 7,7 meter. Dette samsvarer relativt godt med utførte lettseismiske målinger, se rapport ref. /3/.

### 3.4 Grunnforhold - berg

Alle totalsonderingene unntatt i borpunkt 5 og 7 vurderes avsluttet i berg. Denne tolkning vurderes som relativt sikker da det er boret mellom 0,9 og 3,0 meter videre, etter at antatt bergoverflate er påtruffet. I tillegg har man fra lettseismiske målinger, se rapport ref. /3/, kunnet tolke bergrygger/-formasjoner like utenfor område for planlagt utfylling, se figur 3.





Figur 3) Utsnitt fra tegning av tolket berg ut fra lettseismikk, se rapport ref. /3/. Områder innenfor rød avgrensning er tolket å være områder med bart berg eller ubetydelig løsmassedekke.

Dybden til tolket bergoverflate er størst i borpunkt 8 i nordøst, der det ligger på ca. kote -20,8, dvs. ca. 7,7 meter under terreng. Dybden til berg er minst i borpunkt 1 i sørvest, der bergoverflaten er funnet å ligge på ca. kote -6,7, ca. 2,9 meter under sjøbunnen.

Berg kan ikke tolkes i verken borpunkt 5 eller 7, da sonderingene i disse to borpunktene ble avsluttet like under sjøbunn på grunn av avdrift. Faste/harde masser av antatt stein/blokker like under sjøbunn (ca. 1,0 meter) i disse to borpunktene, gjorde at sonderingsstenger skjenet ut såpass kraftig at det ikke var mulighet for å holde flåte tilstrekkelig i ro. Til tross for noe usikkerhet antas det ut fra sjøbunnstopografi berg like under nevnte faste/harde masser.

### 3.5 Geotekniske egenskaper

Laboratorieundersøkelser på opptatte prøver i borpunkt 4 viser et økende vanninnhold med dybden fra ca. 26 % ved 1,0 meters dybde 31-34 % ved 3 meters dybde under terreng. Mellom 1,1 og 3,0 meters dybde er det en overgang fra sand til sandig leire. Leira går igjen over til grusig, sandig materiale ved ca. 3,5 meters dybde under terreng. Leira har en omrørt skjærfasthet ( $c_r$ ) på 1,4-1,5 kN/m<sup>2</sup>.

Prøvetaking i borpunkt 8 viser liknende forhold med et topplag av sandig, siltig og grusig materiale som går over til leire et sted mellom 1,8 og 3,0 meter under terreng. Vanninnholdet øker noe med dybden, fra ca. 25,0 % på 1,2 meters dybde, til ca. 33,4 % på 3,2 meters dybde under terreng.

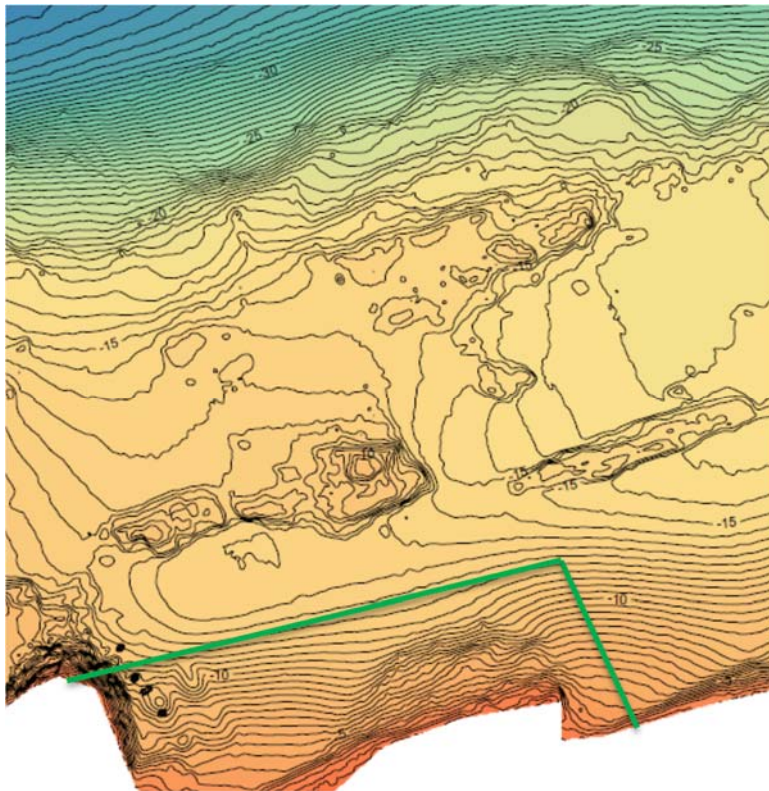
Grunnet prøveforstyrrelse kan målt uforstyrret skjærfasthet i bløtere leirelag ikke tillegges alt for stor vekt. Den reelle verdien er nok noe høyere. Selv om leirelaget ikke har sprøbruddsegenskaper, er det å anse som bløte leirmasser, med betydelig potensiale for setning over tid.

## 4 Geotekniske vurderinger av gjennomførbarhet

### 4.1 Gjennomføring av utfyllingsarbeider

Som det fremkommer av resultat fra utført bunnkotekartlegging og lettseismikk, se figur 3 og 4, varierer sjødybden fra ca. kote -12 i vest (mot eksisterende anlegg) til ca. kote -14,5 i øst der topp av ny fyllingsfront planlegges.

På sjøbunn ett stykke utenfor topp fyllingsfront mot nord og nordøst, ligger tre oppstikkende bergrygger orientert fra øst mot vest. Den grunneste toppen ligger på ca. kote – 9,0. Disse bergryggene ligger svært gunstig til med tanke på stabilitet for ny fylling. I tillegg er det slik at marbakken ikke påtreffes før man har beveget seg ytterligere ca. 150 meter nord for planlagt topp fylling. Se figur 3 og 4.



Figur 4) Utsnitt fra dybdekart ut fra dybdemåling, se rapport ref. /3/. Påtegnede grønne linjer angir nordlig og østlig avgrensning av planlagt topp utfylling.

På bakgrunn av ovennevnt gunstige topografiske forhold på sjøbunnen inkl. bergtopografi, vurderes planlagt utfylling tilrådelig å gjennomføre.

Sett i forhold til ulike egenskaper i løsmasselag mellom sjøbunn og antatt bergoverflate, er det imidlertid ikke det samme hvilken utfyllingsmetode man velger. Det tynne topplaget vil kunne bære noe, men med tanke på de laster som vil komme, forventes det bløte laget under å bli komprimert betraktelig og/eller bli presset ut.

Den beste måten å fylle ut på vurderes å være utmudring av topplag samt bløtt mellomag, slik at man deretter kan fylle opp (på tipp fra land) fra berg eller fast grunn. På denne måte har man kontroll på de bløte massene, samtidig som man reduserer senere setningsomfang betraktelig. Egensetning vil uansett måtte påregnes i en steinfylling, men hvis man fjerner spesielt kompressible lag, har man mye større kontroll før og etter, i tillegg til at det vesentligste av setninger vil komme i anleggsperioden.

En annen løsning kan være å mudre ut ved fyllingsfot/-tå på sjøbunn både mot nord og mot øst, for så å bygge opp en sjeté fra vest til avslutning inne mot land i øst. Sjøbunn innenfor vil da bli «stengt inne». Videre utfylling må da skje lagvis over sjøbunn med sjøredskaper innenfor sjeté. Fordel her vil være at man kan fylle fra flere sider samtidig. Ulempen vil være at gjenværende bløte masser innenfor sjeté vil sette seg over tid, også etter anleggsperiode.

Å fylle ut på tipp fra land uten at man enten har mudret ut bløte lag eller etablert en sjetè rundt, frarådes. Topplaget i sjøbunnen forventes å kunne bære noe last. Når dette går til brudd under fylling oppå, vil man imidlertid få ukontrollerbar fortrenging og setning. Bergrygger som finnes på sjøbunn fra før, vil stoppe noe av de fortrengte massene, men ikke på langt nær alt. I tillegg er det slik at mektighet av bløte masser er såpass stor, at man ikke vil ha sikkerhet for å ha fortrengt bort alt. Ukontrollerbar fortrenging er heller ikke særlig gunstig av miljømessige hensyn.

Steinmasser som brukes til utfylling, bør være fri for organisk innhold. Fyllingen kan med fordel bygges opp av komprimerbare steinmasser i ulike fraksjoner og lag. Ved mye innhold av finstoff risikeres blakking av sjøvann.

#### 4.2 Omfang av utfyllingsarbeider

En grov volumberegning basert på innmålt sjøbunn, viser et volum på ca. 47 000 m<sup>3</sup> opp til kote +3,0 (NN 2000). Volum anbrakte steinmasser (ferdig utlagt og komprimert) må imidlertid ta høyde for hvordan man fyller ut. Følges tilråding om å mudre ut topplag og bløtt leirelag, antas det å utgjøre en gjennomsnittlig nivåforskjell på ca. 3 meter fra innmålt sjøbunn. Det estimerte volum av anbrakte steinmasser det vil være behov for, pålyder derfor ca. 64 000 m<sup>3</sup>.

Tilsvarende beregning, men da uten digitalt kartgrunnlag, viser at område over kote +3,0 (NN 2000) som planlegges sprengt ut og planert, utgjør ca. 27 500 m<sup>3</sup>. Det foreligger ingen grunnundersøkelser i dette området som kan si noe om løsmassetyper og dybde til berg, men ut fra kvartærgeologi (se figur 2) forventes løsmasseoverdekning på land å være liten. Med antagelse om gjennomsnittlig løsmassemektighet på ca. 1 meter, estimeres det å kunne være tilgjengelig ca. 21 000 m<sup>3</sup> fast berg. Omregnet til anbrakte steinmasser utgjør dette ca. 29 400 m<sup>3</sup>. Dette utgjør under halvparten av estimert behov.

#### 4.3 Videre vurderinger og prosjektering – kritiske faktorer

Ved bruk av tilrådd løsning for utfylling hvor alt av topplag og bløte lag mudres bort, finner vi at man har best mulig kontroll både i anleggsperioden, og etterpå. Noe egensetninger vil det uansett bli.

Nærliggende fritidseiendommer utenfor område som planlegges sprengt ut og planert, vil kunne bli berørt, og da først og fremst gjennom rystelser og støv fra sprenging og anleggsarbeider. Tiltak bør treffes for å sørge for at ulemper blir til å leve med.

I forbindelse med videre prosjektering av planlagte utfyllingsarbeider bør man se nærmere på stabilitet i fylling hvor dagens anlegg ligger. Rekkefølge av arbeider i forbindelse med ny utfylling kan ha noe å si i forhold til å forhindre eventuell bevegelse i eksisterende fylling.

Plastring av fyllingsfront er også noe som bør vurderes nærmere med tanke på bølgepågang.

Masser som mudres ut må deponeres på egnet og godkjent sted. Eventuelle kommunale sjøbunnsdeponi kan være mulig å få benytte.

Før utfylling i sjø må det vurderes og avklares om arbeidene berører forurenset sjøbunn. Krav til undersøkelser og eventuell søknad etter Forurensingsloven, må avklares med Fylkesmannen i Møre og Romsdal.

Ved videre planlegging av prosjektet, må det gjennomføres geoteknisk prosjektering og gis en detaljert beskrivelse av gjennomføring.

## 5 Referanser

- /1/ Standard Norge, "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mars 2007.
- /2/ Multiconsult rapport nr. 413078 «Fergeforbindelse Kjørsvikbugen – Laksåvika, Fergeleie Kjørsvikbugen, Grunnundersøkelser – Datarapport», av 12. juni 2009.
- /3/ GeoSubSea as rapport «Vanddypsmåling og lettseismiske målinger ved Kjørsvikbugen, Aure, Møre og Romsdal», av 2. februar 2016

## I. Vedlegg A – Koordinater borpunkt

Tabell I-1: Oversikt over innmålte koordinater (UTM 32V).

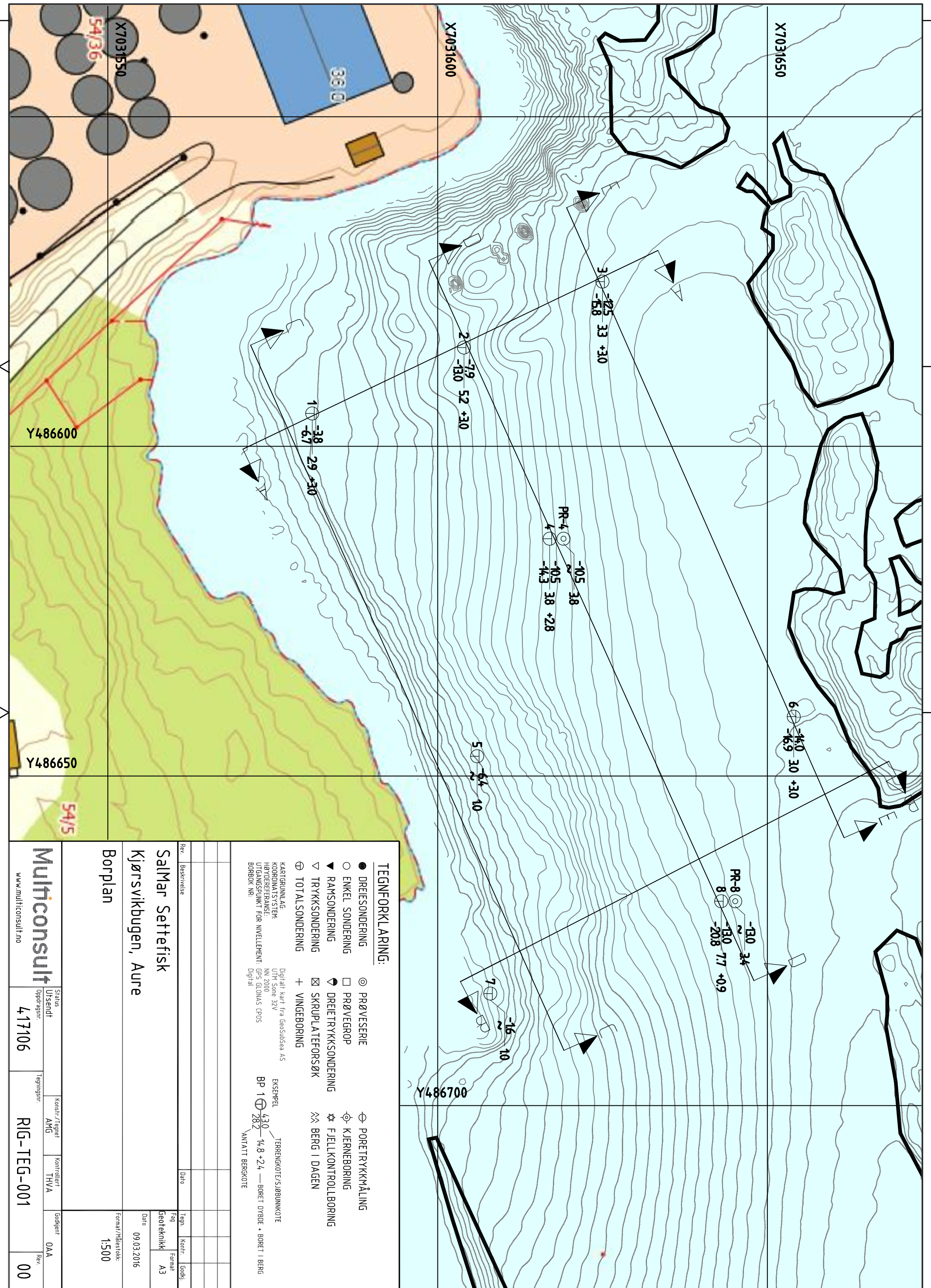
<b>Borpunkt</b>	<b>Type</b>	<b>N</b>	<b>E</b>	<b>Høyde (NN2000)</b>
1	Totalsondering	7031581.000	486595.000	-3.837
2	"	7031604.000	486585.000	-7.867
3	"	7031625.000	486575.000	-12.452
4	"	7031617.000	486614.000	-10.527
5	"	7031606.000	486647.000	-6.357
6	"	7031654.000	486641.000	-13.977
7	"	7031608.000	486683.000	-1.590
8	"	7031643.000	486669.000	-13.032





<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no	Kjørsvikbugen, Aure		Status	Utsendt	Fag	Geoteknikk	Original format	A4	Dato	09.03.2016
	Oversiktskart		Konstr./Tegnet	AMG	Kontrollert	CRH	Godkjent	OAA	Målestokk	1:50000
			Oppdragsnr.	417106	Tegningsnr.	RIG-TEG-000			Rev.	00





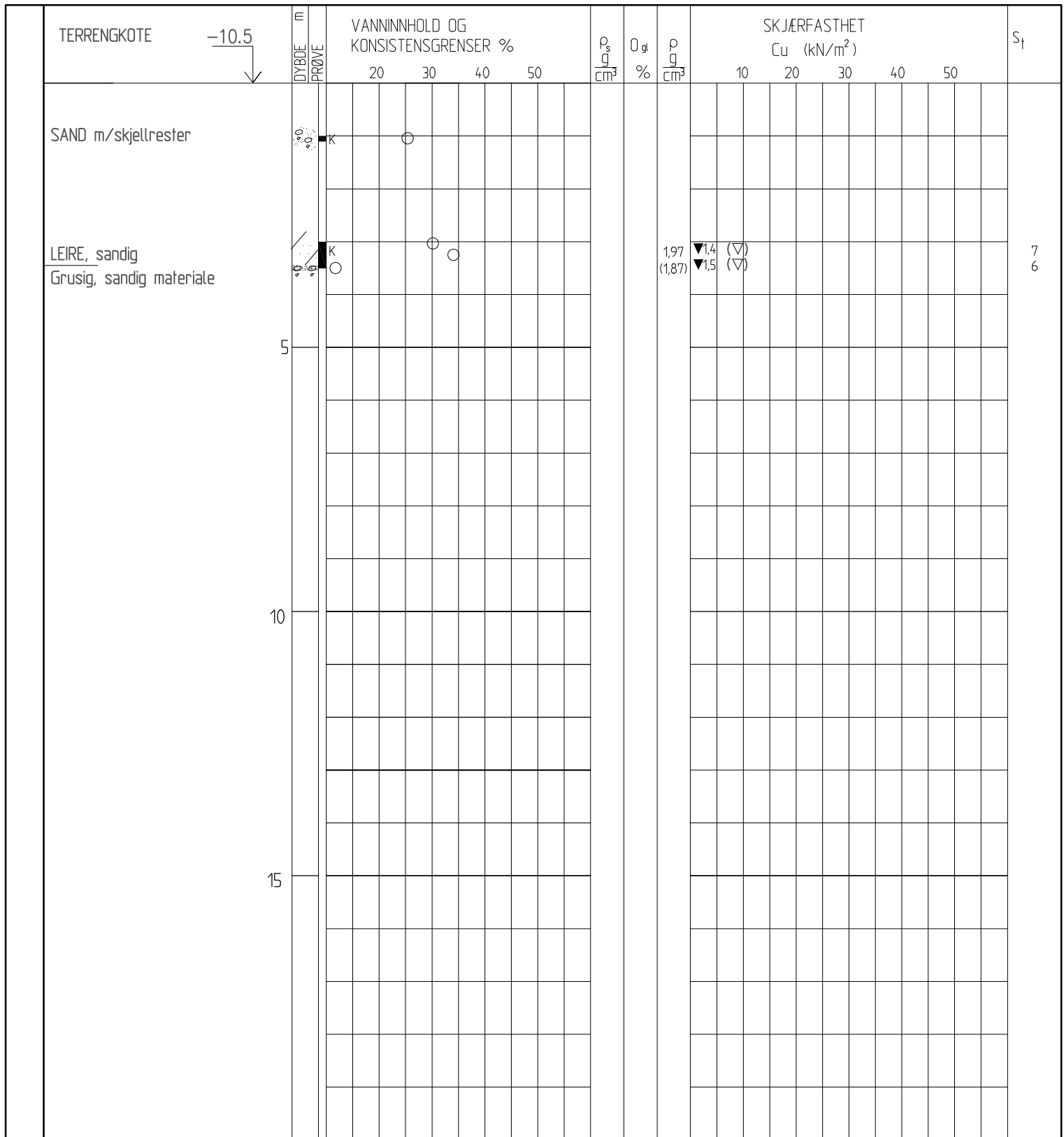
**TEGNFORKLARING:**

- DREIESONDERING      ⊕ PRØVESERIE
  - ENKEL SONDERING      □ PRØVEGRUP
  - ▼ RAMSONDERING      ◐ DREIETRYKKSONDERING
  - ▽ TRYKKSONDERING      ☒ SKRUPPLATEFORSØK
  - ⊕ TOTALSONDERING      + VINGEBORING
  - ⊕ PORETRYKKMÅLING
  - ⊕ KJERNEBORING
  - ⊕ FJELLKONTROLLBORING
  - ⊕ BERG I DAGEN
- KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra GeosubsSea AS  
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V  
 HØYDEBÆRANSE: NN 2000  
 UTMANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLOMAS GPS  
 BORRØK NR: Digital
- EKSEMPEL: TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE  
 BP 1 ⊕ 430 14,8 +24 — BORET DYBDE + BORET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontrollert	Dato	Formål
<b>SalMar Settefisk</b> <b>Kjørsvikbugen, Aure</b>			Fag: Geoteknikk Formål: A3			
<b>Borplan</b>			Formål/Målestokk: 1:500 Date: 09.03.2016			

**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no

Status	Utsendt	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr.	417106	AMG	THVA	OAA
Tegningsnr.				Rev.
				00



PR = PRØVESERIE SYLINDER  
PP = POSEPRØVE

○ NATURLIG VANNINNHOOLD  
— W<sub>f</sub> FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK  
| W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE  
O<sub>gl</sub> GLØDETAP  
ρ<sub>s</sub> KORNDENSITET

□ KLASSIFISERT FELT  
■ PRØVESERIE SYLINDER  
■ POSEPRØVE  
▽ KONUS UFORSTYRRET PRØVE  
(▽) KONUS FORSTYRRET PRØVE

▼ KONUS OMRØRT PRØVE  
⊕ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE  
⊙ ENAKS FORSTYRRET PRØVE  
15-5 % TØYNING VED BRUDD  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET  
ρ DENSITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

## GEOTEKNISKE DATA

Salmar Settefisk AS  
Kjørsvikbogen, Aure kommune  
Grunnundersøkelser

Boring nr.

4

Tegningens filnavn

417106-RIG-TEG-010-h4.dwg

Borplan nr.

-001

Boret dato:

10.02.2016

**Multi**  
**consult**

**Multiconsult**

Dato 24.02.2016

Tegnet/kontrollert lab  
kjt / vt

Kontrollert  
THVA

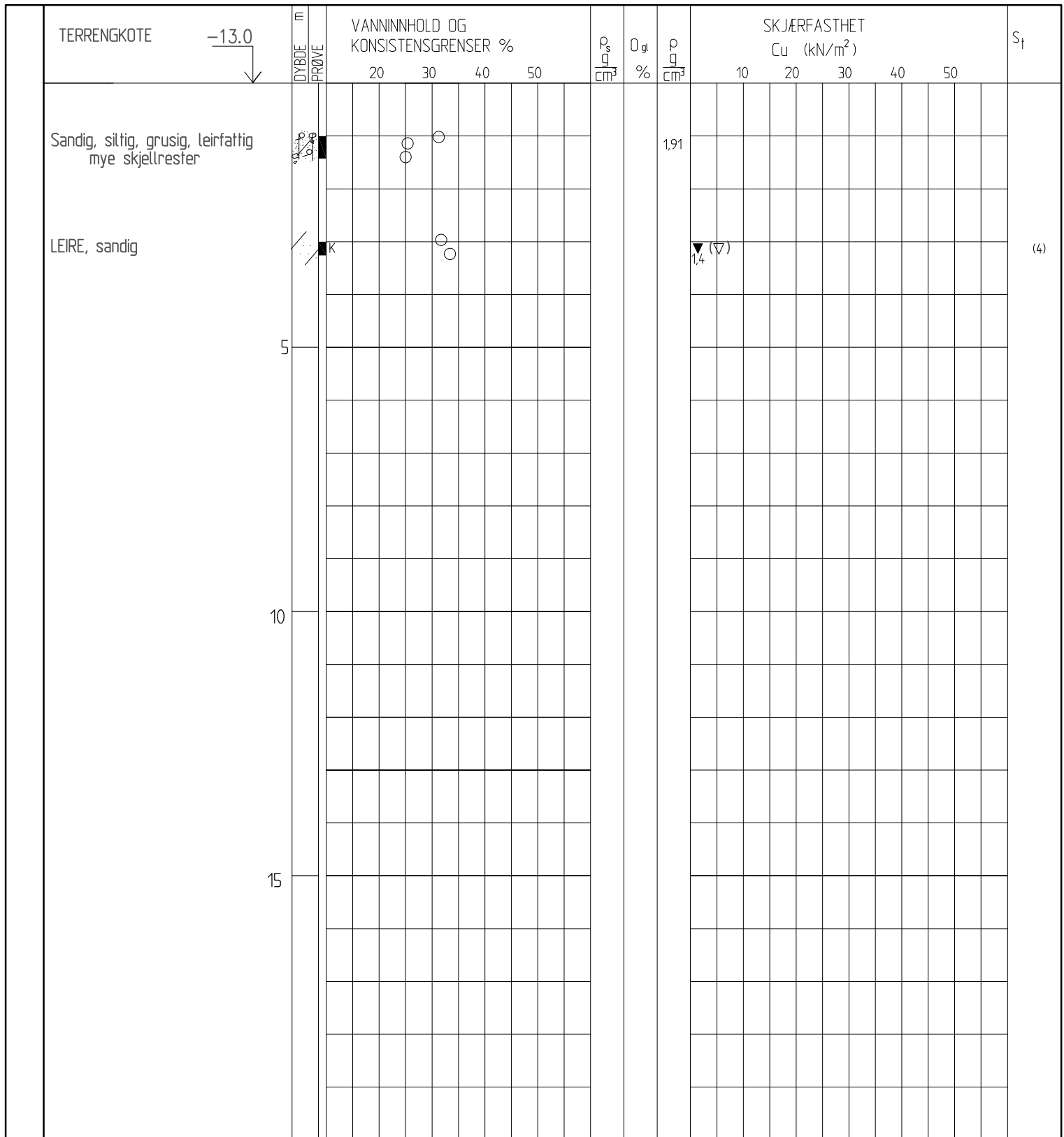
Godkjent  
OAA

Oppdragsnr.  
417106

Tegningsnr.  
RIG-TEG-010

Rev.  
00

7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70



PR = PRØVESERIE SYLINDER  
PP = POSEPRØVE

○ NATURLIG VANNINNHOOLD  
— W<sub>f</sub> FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK  
| W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE  
O<sub>gl</sub> GLØDETAP  
ρ<sub>s</sub> KORNDENSITET

□ KLASSIFISERT FELT  
■ PRØVESERIE SYLINDER  
■ POSEPRØVE  
▽ KONUS UFORSTYRRET PRØVE  
▽ (▽) KONUS FORSTYRRET PRØVE

▼ KONUS OMRØRT PRØVE  
⊕ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE  
⊙ ENAKS FORSTYRRET PRØVE  
15-5 % TØYNING VED BRUDD  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET  
ρ DENSITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

## GEOTEKNISKE DATA

Salmar Settefisk AS  
Kjørsvikbogen, Aure kommune  
Grunnundersøkelser

Boring nr.  
8

Tegningens filnavn  
417106-RIG-TEG-011-h8.dwg

Borplan nr.  
-001

Boret dato:  
10.02.2016

**Multi  
consult**

**Multiconsult**

Dato 24.02.2016

Tegnet/kontrollert lab  
kjt / vt

Kontrollert  
THVA

Godkjent  
OAA

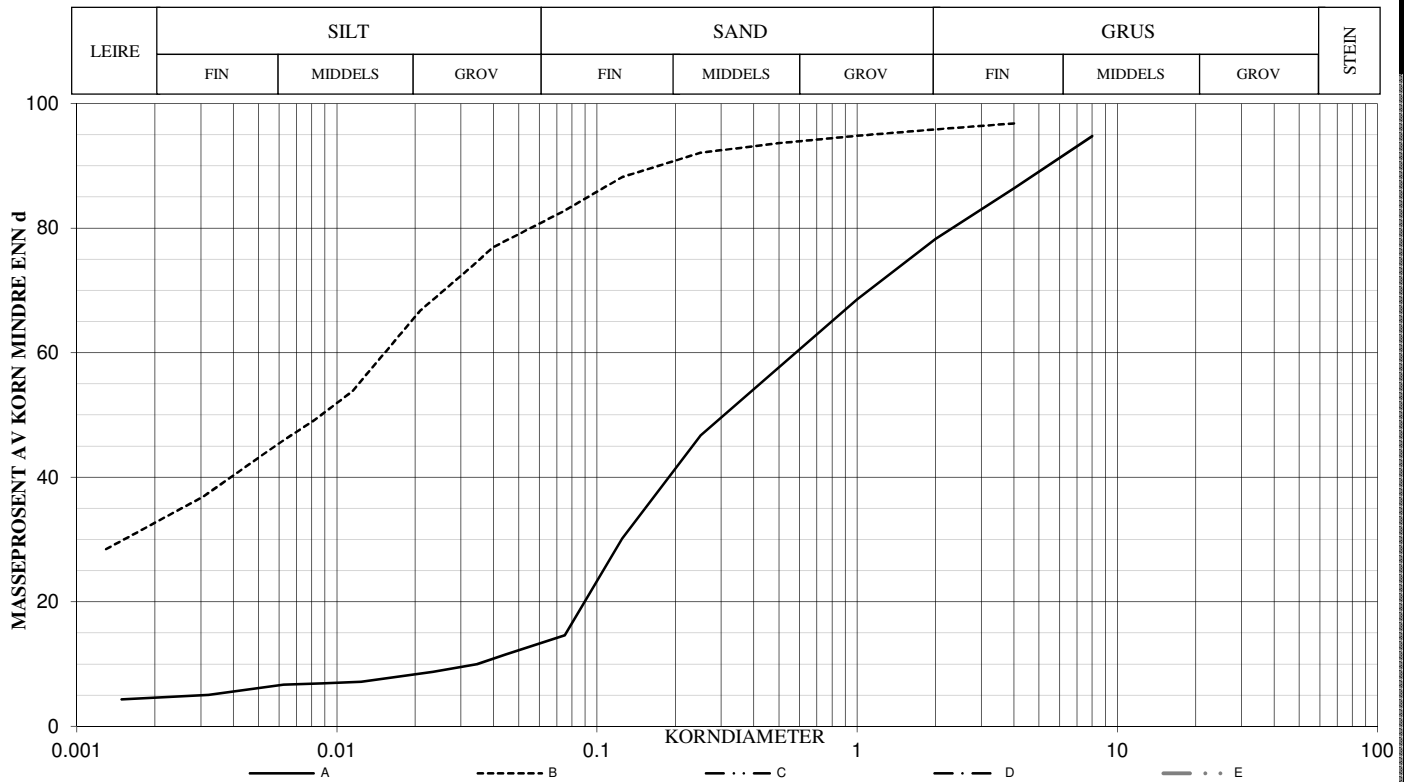
7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70

Oppdragsnr.  
417106

Tegningsnr.  
RIG-TEG-011

Rev.  
00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	4	1.08	SAND, grusig, leirfattig, skjellrester		X	X	
B	4	3.28	LEIRE, sandig		X	X	
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m <sup>2</sup>	Su r kN/m <sup>2</sup>	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m <sup>3</sup>	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					Wf	Wp							
A		25.7								0.0346	0.1244	0.3249	0.6063
B		34.1	9	1.4							0.0016	0.0088	0.0160
C													
D													
E													

## KORNGRADERING

Salmar Settefisk AS  
Kjørsvikbugen, Aure kommune  
Kjørsvikbugen

Konstr./Tegnet  
kjt / vt

Kontrollert  
GEO

Godkjent  
OAA

Dato  
09.03.16

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

417106

TEGN.NR.

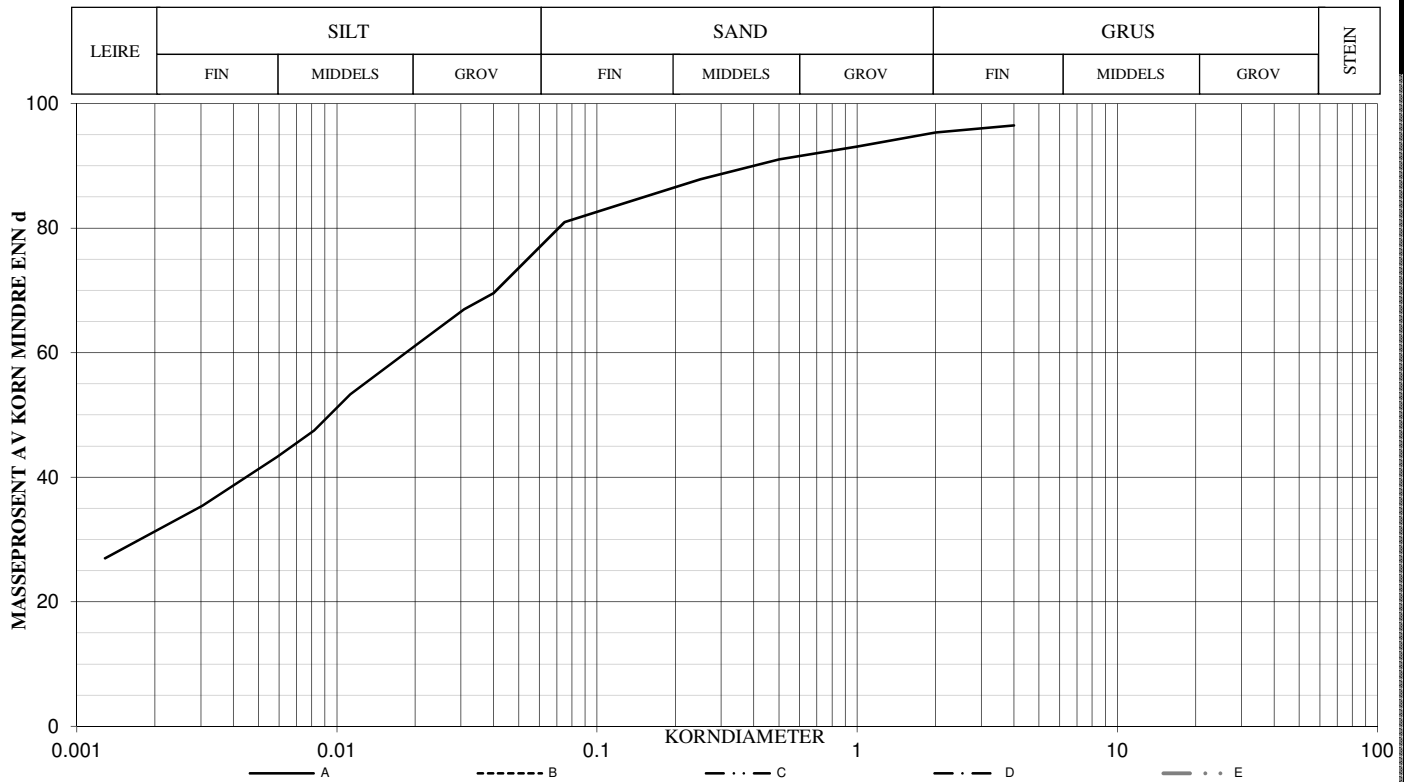
-060

REV.

00



SYMBOL OL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	8	3.12	LEIRE, sandig		X	X	
B							
C							
D							
E							



**SYMBOL:**

- Ogl. = Glødetap (%)
- Ona. = Humusinnhold (%)
- Perm. = Permeabilitet (m/s)

**METODE:**


- TS = Tørr sikt
- VS = Våt sikt
- HYD = Hydrometer

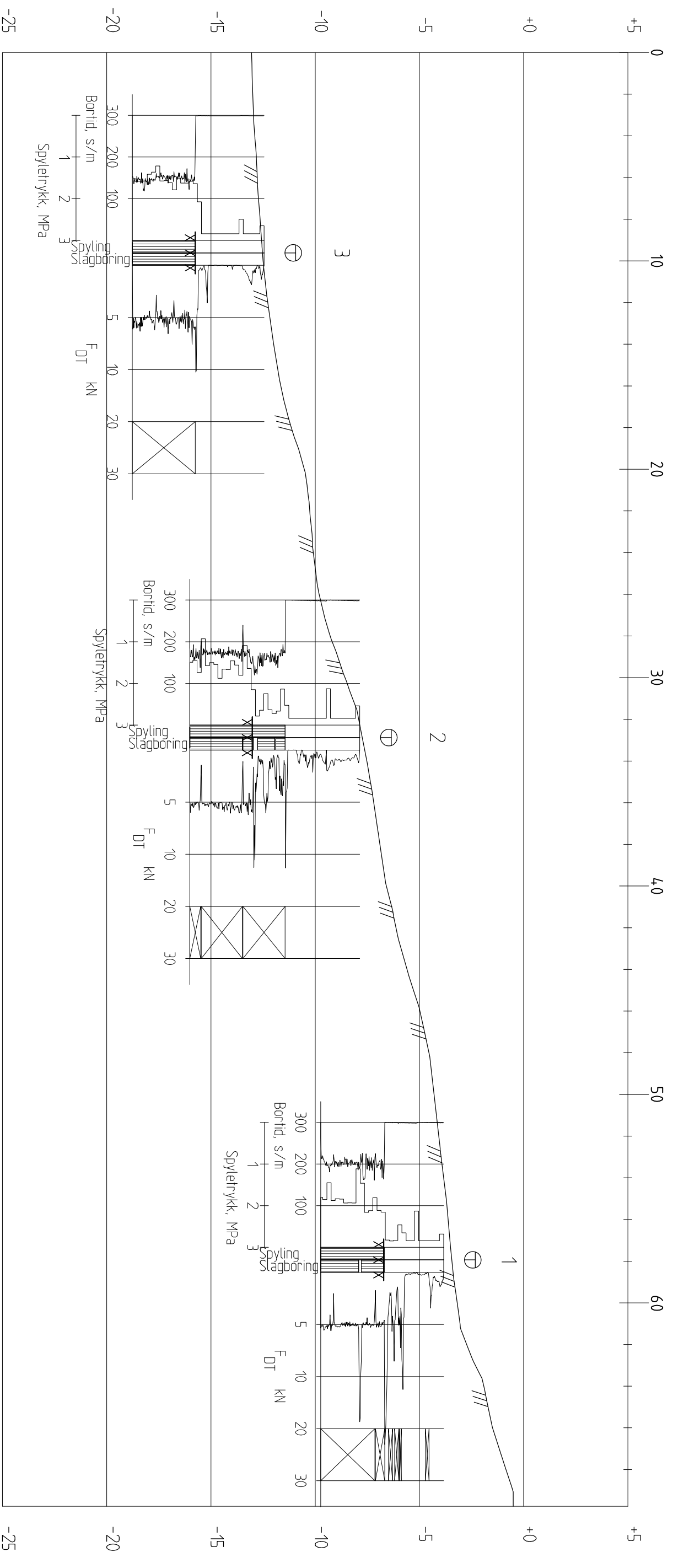
$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m <sup>2</sup>	Su r kN/m <sup>2</sup>	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m <sup>3</sup>	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					W <sub>f</sub>	W <sub>p</sub>							
A		31.7	5	1,4							0.0019	0.0095	0.0190
B													
C													
D													
E													

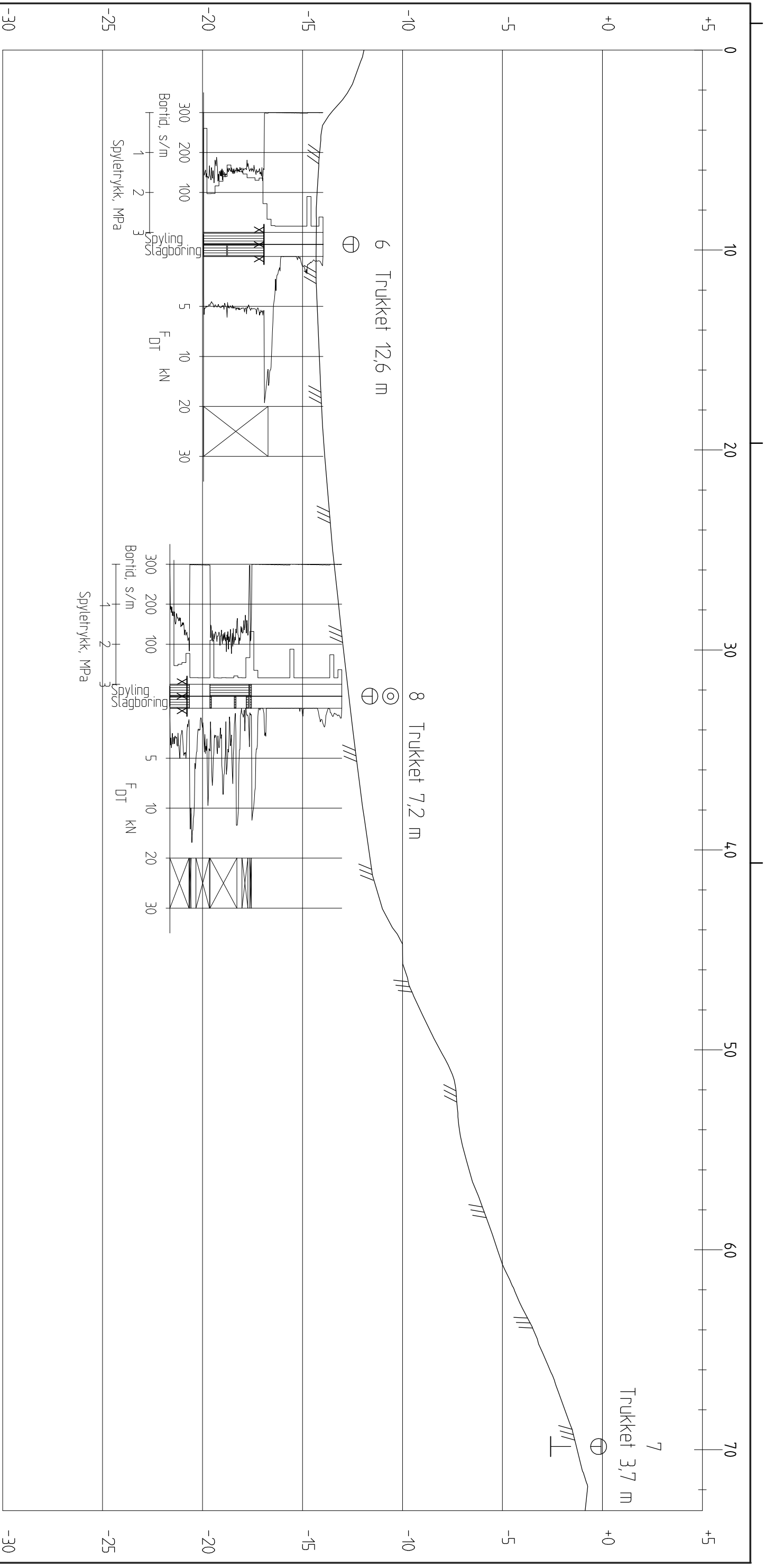
**KORNGRADERING**

Salmar Settefisk AS Kjørsvikbugen, Aure kommune Kjørsvikbogen	Konstr./Tegnet kjt / vt	Kontrollert GEO	
	Godkjent OAA	Dato 18.03.16	
 www.multiconsult.no	OPPDRAK NR. 417106	TEGN.NR. -061	REV. 00



Profil A-A

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.																
	<b>SalMar Settefisk AS</b>		Fag		Format																
	<b>Kjørsvikbugen, Aure</b>		Geoteknikk		A3																
	<b>Profil A-A</b>	Dato	Format/Målestokk:																		
		09.03.2016	1:200																		
<table border="1"> <tr> <td>Status</td> <td>Konstr./Tegnet</td> <td>Kontrollert</td> <td>Godkjent</td> </tr> <tr> <td>Utsendt</td> <td>AMG</td> <td>THVA</td> <td>OAA</td> </tr> <tr> <td>Oppdragsnr.</td> <td>Tegningsnr.</td> <td colspan="2">Rev.</td> </tr> <tr> <td>4 17106</td> <td>RIG-TEG-100</td> <td colspan="2">00</td> </tr> </table>						Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Utsendt	AMG	THVA	OAA	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		4 17106	RIG-TEG-100	00	
Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent																		
Utsendt	AMG	THVA	OAA																		
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.																			
4 17106	RIG-TEG-100	00																			



## Profil B-B

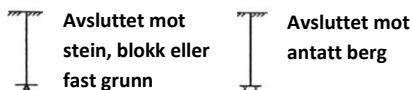
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	<b>SalMar Settefisk AS</b>		Fag		Format
	<b>Kjørsvikbugen, Aure</b>		Geoteknikk		A3
	<b>Profil B-B</b>	Dato	Format/Målestokk:		
		09.03.2016	1:200		
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
Utsendt		AMG	THVA	OAA	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
<b>Multiconsult</b>		<b>RIG-TEG-101</b>		<b>00</b>	
417106					



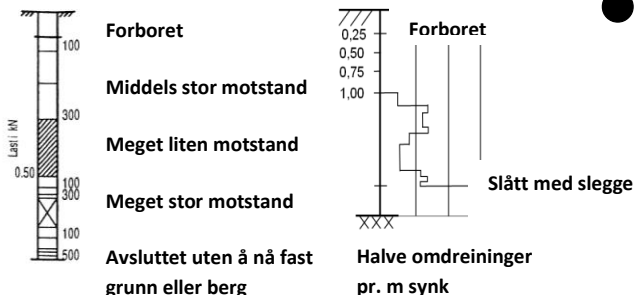




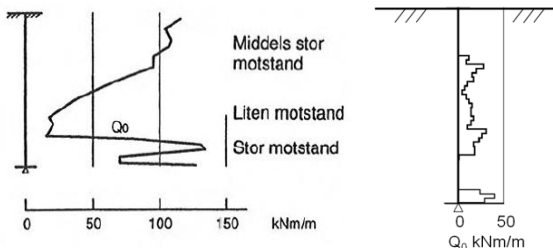




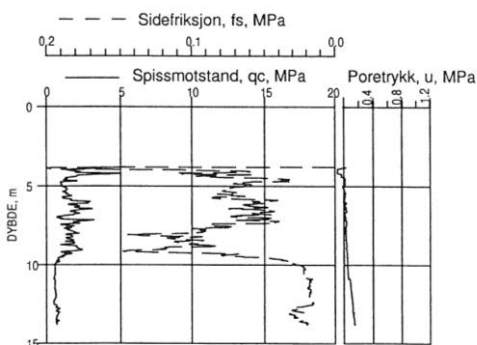
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



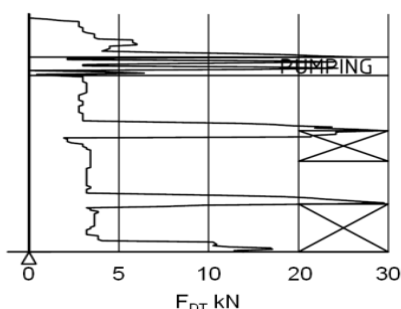
**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall  $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100  $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



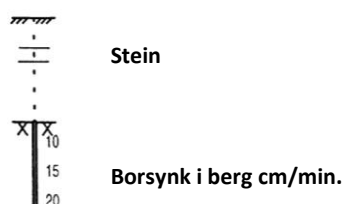
**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**  
Boringen utføres med skjøtbare  $\phi 32$  mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden  $Q_0$  pr. m nedramming.  
 $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



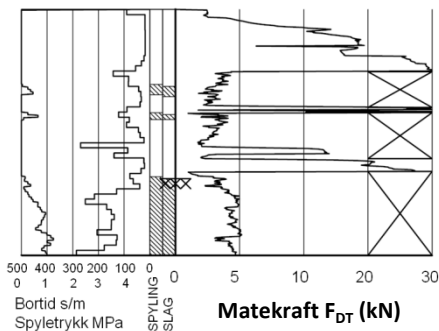
**TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)**  
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand  $q_c$  og sidefriksjon  $f_s$  kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket  $u$  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).



**DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)**  
Utføres med glatte skjøtbare  $\phi 36$  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. Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (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.



**BERGKONTROLLBORING**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 45$  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.



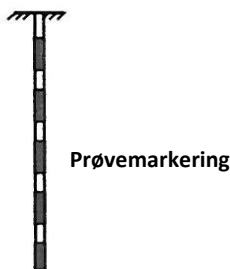
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**

Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm skjøtbare borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



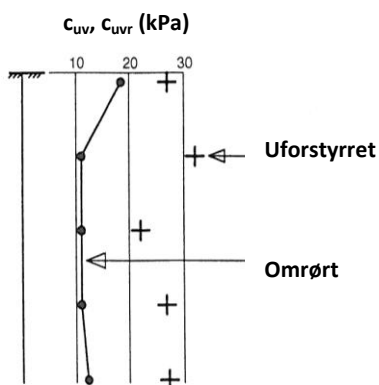
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**

Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg 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.



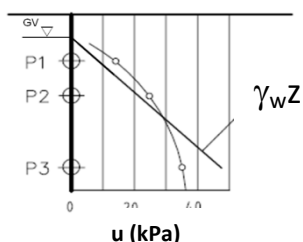
**⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)**

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking 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 blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved 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. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



**+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)**

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.



**⊖ PORETRYKSMÅLING (NGF MELDING 6)**

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.

### MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner 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 leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

### ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

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

Benevnelse	Beskrivelse
<b>Torv</b>	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
<b>Gytje og dy</b>	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
<b>Humus</b>	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
<b>Mold og matjord</b>	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

### SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre  $a$ ,  $c$ ,  $\phi$  ( $\tan\phi$ ) (effektivspenningsanalyse) eller  $c_u$  ( $c_{uA}$ ,  $c_{uD}$ ,  $c_{uP}$ ) (totalspenningsanalyse).

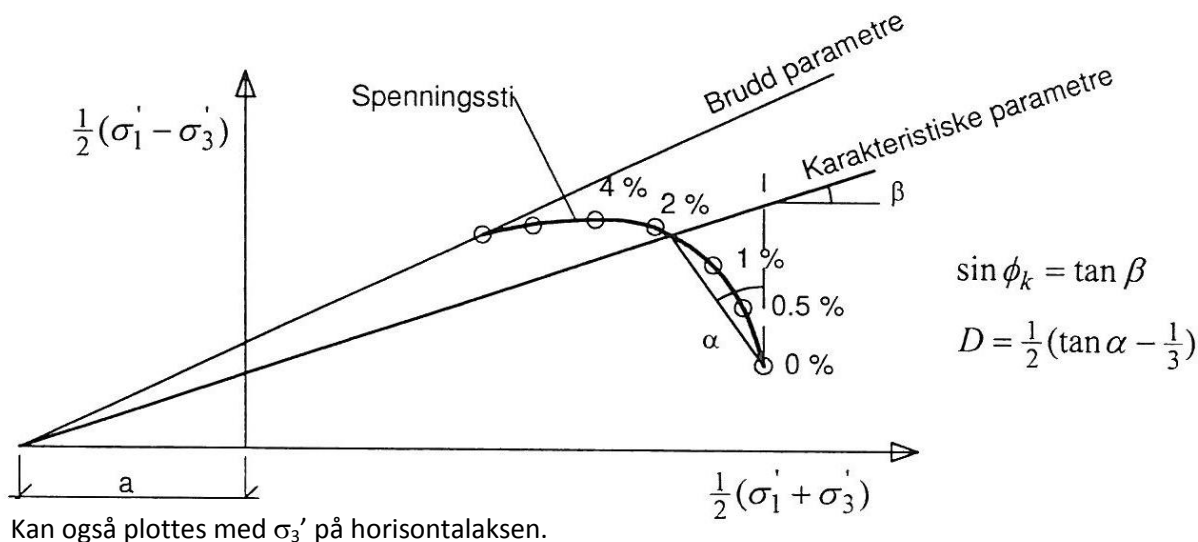
#### Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre $a$ , $c$ , $\phi$ ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre  $a$  (attraksjon),  $\tan\phi$  (friksjon) og eventuelt  $c = a \tan\phi$  (kohesjon) 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 tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene  $A$ ,  $B$  og  $D$  bestemmes fra forsøksresultatene.

#### Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, $c_u$ (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{ut}$ ) (NS8016), konusforsøk ( $c_{uk}$ ,  $c_{ukr}$ ) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk ( $c_{uA}$ ,  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) ( $c_{ucptu}$ ) eller vingebor ( $c_{uv}$ ,  $c_{ur}$ ).



### SENSITIVITET $S_t$ (-)

Sensitiviteten  $S_t = c_u/c_r$  uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet  $c_r$  ( $s_r < 0,5$  kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

**VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)**

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 – FLYTEGRENSE (w<sub>l</sub> %) OG PLASTISITETSGRENSE (w<sub>p</sub> %) (NS 8002 & 8003)**

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. Plastisiteten  $I_p = w_l - w_p$  (%) 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).

**DENSITETER (NS 8011 & 8012)**

<b>Densitet</b> ( $\rho$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
<b>Korndensitet</b> ( $\rho_s$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
<b>Tørr densitet</b> ( $\rho_d$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

**TYNGDETETTHETER**

<b>Tyngdetetthet</b> ( $\gamma$ , kN/m <sup>3</sup> )	Tyngde av prøve pr. volumenhet ( $\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$ , der $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
<b>Spesifikk tyngdetetthet</b> ( $\gamma_s$ , kN/m <sup>3</sup> )	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s g$ )
<b>Tørr tyngdetetthet</b> ( $\gamma_d$ , kN/m <sup>3</sup> )	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ( $\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$ )

**PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)**

<b>Poretall e</b> (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ( $e = n/(100-n)$ ) der n er porøsitet (%)
<b>Porøsitet n</b> (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

**KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)**

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter  $d > 0,063 \text{ mm}$ . 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.

**DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)**

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning  $\epsilon$ ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen  $\sigma'$ . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ ( $\sigma'_c$ = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

**PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)**

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.

**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  $\rho_r$  som funksjon av innbyggingsvanninnhold  $w_i$ . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås ( $\rho_{dmax}$ ) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold ( $w_{opt}$ ).

**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).

**HUMUSINNHOLD**

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

**METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER**

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

<b>NGF Veiledninger</b> <b>Norske standarder NS</b>	<b>Tema</b>
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser



**METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER**

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

<b>Norske standarder NS</b>	<b>Tema</b>
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser