

---

RAPPORT

# Fv. 868 Digermulen ny fergekai Supplerende boringer

---

OPPDRAGSGIVER

Statens Vegvesen

EMNE

Datarapport – Geotekniske  
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 2019-12-13 / 00

DOKUMENTKODE: 10212830-RIG-RAP-002

---



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

OPPDRAAG	<b>Fv. 868 Digermulen ny fergekai Supplerende boringer</b>	DOKUMENTKODE	10212830-RIG-RAP-002
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Statens Vegvesen</b>	OPPDRAAGSLEDER	Martine Johnsen Waldeland
KONTAKTPERSON	<b>Dag Theodor Andreassen</b>	UTARBEIDET AV	Julie Berg
KOORDINATER	SONE: NTM14 ØST: 120141 NORD: 2149904	ANSVARLIG ENHET	10235011 Geoteknikk Nord
KOMMUNE	VÅGAN		

## SAMMENDRAG

Statens vegvesen planlegger oppgradering av Fv. 868 Digermulen fergeleie med ny fergekai. Multiconsult Norge AS har i den forbindelse utført grunnundersøkelser i området.

Grunnundersøkelsen viser at området generelt består av et lag med faste masser. Stedvis er det påtruffet et bløtt lag med mektighet fra ca. 1-5 meter.

Registrert dybde til antatt berg varierer mellom 0,20 m og 8,20 m, og bergoverflaten ligger mellom kote -11 og -19,9 i borpunktene.

Prøveseriene viser at løsmassene i den sørvestlige delen av området består av sand med varierende innhold av silt og leire de øverste 2,5 m. Derunder er det siltig sandig leire ned til 5,5 m dybde med. Fra 5,5-7,0 m er det leire. Løsmassene i den nordøstre delen av området består av sand med varierende innhold av silt de øverste 2 m. Fra 2-5 m dybde er det siltig, sandig leire, og leiren er kvikk på 2-3 m dybde.

00	2019-12-13	Datarapport	JUB	BGJ	MAJ
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 .....	5
1.4	Innhold og bruk av rapporten .....	5
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse .....</b>	<b>6</b>
2.1	Området og topografi .....	6
<b>3</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser .....</b>	<b>7</b>
3.1	Tidligere grunnundersøkelser .....	7
3.2	Utførte grunnundersøkelser .....	7
3.2.1	Feltundersøkelser .....	7
3.2.2	Laboratorieundersøkelser .....	8
<b>4</b>	<b>Grunnforholdsbeskrivelse .....</b>	<b>9</b>
4.1	Kvartærgeologisk kart .....	9
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred .....	9
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser .....	10
4.3.1	Generelt .....	10
4.3.2	Dybde til berg .....	10
4.3.3	Løsmasser .....	10
<b>5</b>	<b>Geoteknisk evaluering av resultatene .....</b>	<b>10</b>
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder .....	10
5.2	Viktige forutsetninger .....	10
5.3	Undersøkelles- og prøve kvalitet .....	11
5.4	Påvisning av bergnivå .....	11
<b>6</b>	<b>Behov for supplerende grunnundersøkelser .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>12</b>

**VEDLEGG**

10212830-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-002	Borplan
	-201	Geotekniske data, BP. 103
	-202	Geotekniske data, BP. 106
	-250	Enaksialforsøk, BP. 103
	-301	Korngraderingsanalyser, BP. 103 og 106
	-450.1-5	Treaksialforsøk, BP. 103
	-607	Profil H
	-608	Profil I og K
	-609	Profil L og M
	-610	Profil N

**BILAG**

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

## 1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for Statens Vegvesen.

### 1.1 Formål og bakgrunn

Statens vegvesen planlegger oppgradering av Digermulen fergeleie på Fv. 868. Multiconsult Norge AS har i den forbindelse utført grunnundersøkelser i området.

### 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 med borebåten Geo Cat i uke 45, 2019. Alle kotehøyder referer til NN 2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref 89 UTM33 med CPOS DGPS med presisjon i XYZ på  $\pm 5$  cm.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Tromsø i uke 49, 2019.

### 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 0 og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening 0.

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 0 og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [2].

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 prosjekteringsammenheng. 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.

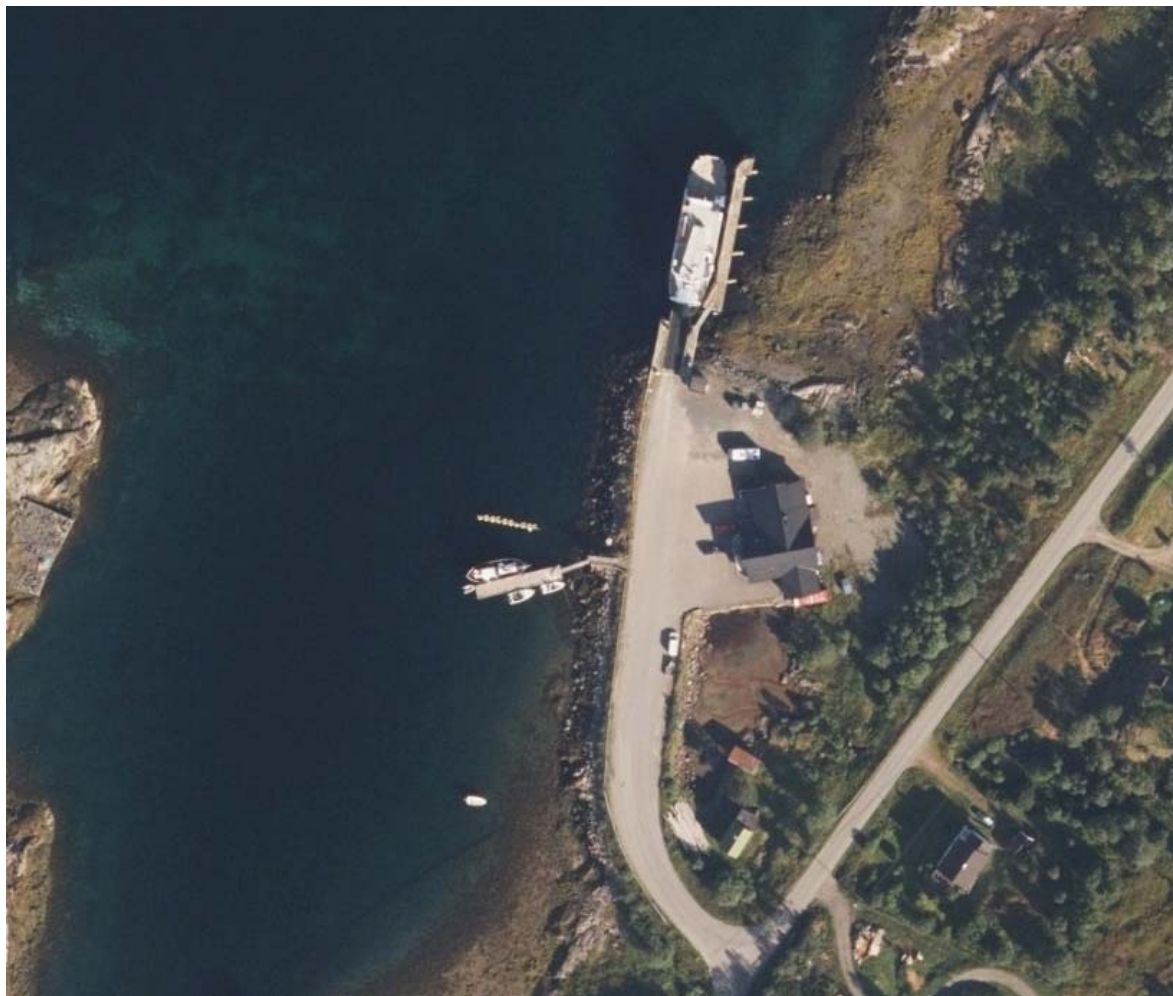
## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Området og topografi

Det undersøkte området ligger ved Digermulen fergeleie langs Fv. 868. Sjøbunnen lengst inn mot land heller mot vest og har en gjennomsnittlig helning på 1:1,8 mellom kote -2 og -10. Lengere ut fra land heller sjøbunnen mot nordøst med en gjennomsnittlig helning på 1:6,5 mellom kote -10 og -20. Figur 2-1 viser et kartutsnitt over området, og figur 2-2 viser området i flyfoto.



Figur 2-1: Kartutsnitt over Digermulen fergekai [norgeskart.no].



Figur 2-2: Flyfoto over Digermulen fergekai [norgeskart.no].

### 3 Geotekniske grunnundersøkelser

#### 3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Multiconsult Norge AS har tidligere utført grunnundersøkelser i området. Det vises til rapport 10212830-RIG-RAP-001. Tidligere utførte sonderinger viser at den nordlige delen av området består av et topplag med lav sonderingsmotstand med mektighet opptil 2,8 m, og videre i dybden et lag med høy sonderingsmotstand med mektighet opptil 6,3 m. Den sørvestlige delen av området består også av to lag, øverst et lag med middels sonderingsmotstand med mektighet opptil 2 m, derunder et lag med lav sonderingsmotstand med mektighet opptil 4 m. Den sørvestlige delen av området består av 1 lag med middels til høy sonderingsmotstand med mektighet opptil 8,9 m.

#### 3.2 Utførte grunnundersøkelser

##### 3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 10 stk. totalsonderinger på sjø
- 2 stk. prøveserier med  $\varnothing 54$  mm sylinderprøver (stål)

Borpunktene plassering er vist på borplan, se tegning -002. Totalsondering er vist i profiler på tegning -607-610.



Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	NTM14

Tabell 3-3: Utførte feltundersøkelser

Bor punkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	N	Ø	Z		Løsmasse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
101	2149904,02	120141,83	-9,88	TOT	6,03	3,05	9,08	
102	2149919,94	120126,81	-11,31	TOT	4,63	3,00	7,63	
103	2149930,17	120143,94	-11,66	TOT, PR	8,20	3,05	11,25	
104	2149942,00	120133,25	-10,76	TOT	0,25	2,80	3,05	
105	2149950,38	120147,25	-11,63	TOT	3,20	2,98	6,18	
106	2149956,47	120163,41	-11,39	TOT, PR	5,20	3,00	8,20	
107	2149959,11	120121,86	-10,73	TOT	1,42	3,00	4,42	
108	2149967,31	120133,71	-11,35	TOT	0,20	3,05	3,25	
109	2149976,73	120111,96	-11,14	TOT	1,50	3,05	4,55	Sondering noe påvirket av bølger på 3,6-3,9 m dybde
110	2149983,76	120121,33	-12,30	TOT	0,82	3,00	3,82	

**TOT=Totalsondering; PR=Prøveserie**

### 3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold, tyngdetetthet, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 11 sylinderprøver (54 mm)
- Konsistensgrenser i 2 av sylinderprøvene
- Korngraderingsanalyser i 4 av sylinderprøvene
- Treksforsøk på 1 av sylinderprøvene

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning -201-202.

Korngraderingsanalyser er presentert i tegning -301. Treksforsøk er presentert i tegning -450.

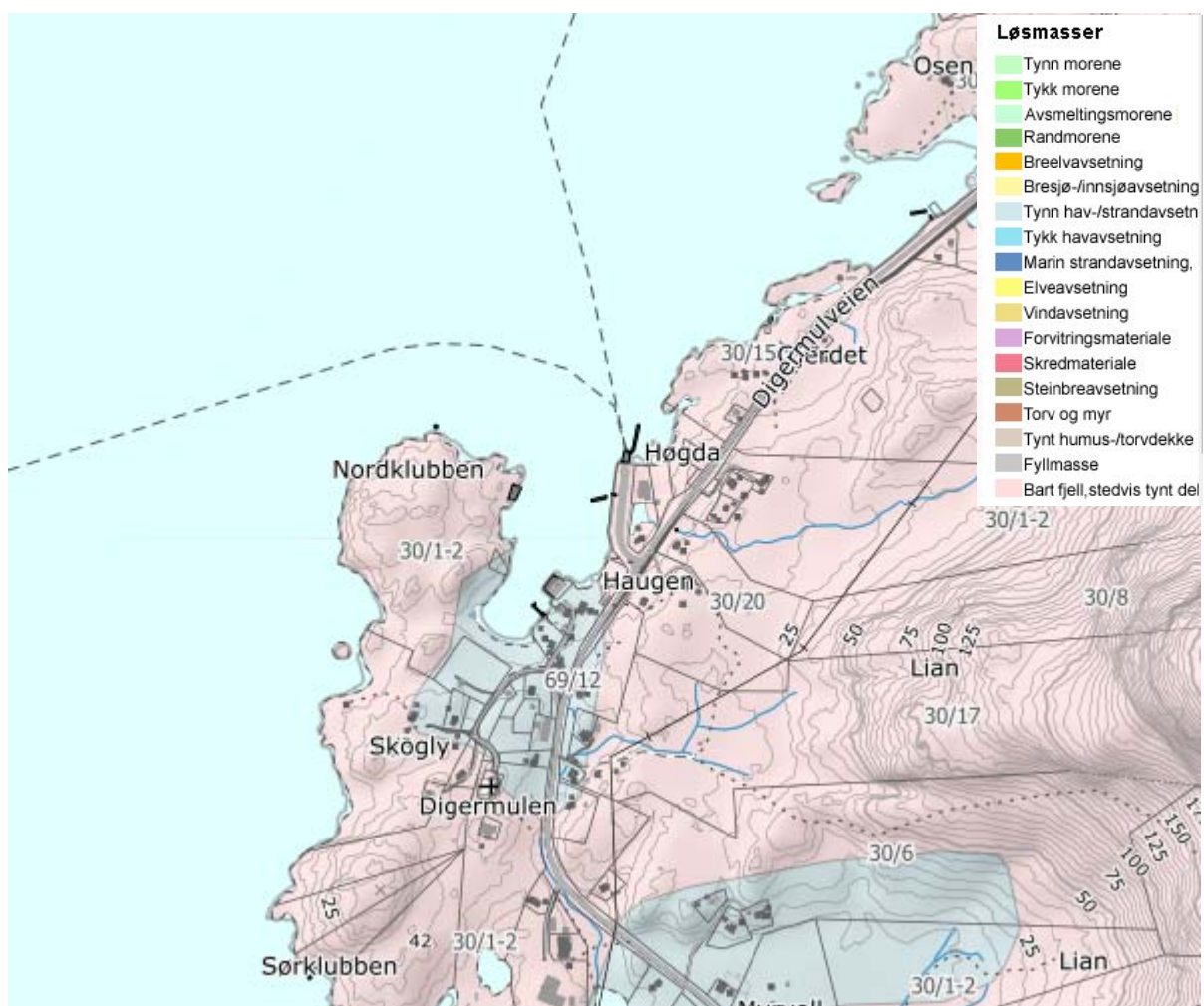


## 4 Grunnforholdsbeskrivelse

### 4.1 Kwartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et kvartærgeologisk kart over det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene på land består av bart fjell med stedvis tynt dekke av løsmasser, eller tynn hav- strandavsetning. Havavsetninger domineres generelt av silt og leire, mens strandavsetninger består generelt av sand og grus.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget 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 løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til [www.ngu.no](http://www.ngu.no).



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

### 4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [7] er det ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området.

## 4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

### 4.3.1 Generelt

Grunnundersøkelsen viser at den nordvestlige delen av området (BP.104 og 107-110) generelt består av 1 lag som har lav til middels sonderingsmotstand. Mektigheten er mellom 0,5-1,5 m.

Den sørlige delen av området består av 1-2 lag. Øverst er det hovedsakelig ett lag som har lav til middels sonderingsmotstand med mektighet 1,8-4,6 m. Derunder er det i BP. 103, 105 og 106 påtruffet et lag med lav sonderingsmotstand med mektighet mellom 1,2-5,9 m. Over antatt berg er det stedvis et lag med høy sonderingsmotstand (BP. 101 og 102).

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 0,20 m og 8,20 m, og bergoverflaten ligger mellom kote -11,0 og -19,9 i borpunktene.

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

### 4.3.3 Løsmasser

Prøveseriene viser at løsmassene i den sørvestlige delen av området består av sand med varierende innhold av silt og leire de øverste 2,5 m. Derunder er det siltig sandig leire ned til 5,5 m dybde, hvor leiren er bløt på 3,2-4,0 m dybde, og inneholder skjellrester og enkelte gruskorn. Fra 5,5-7,0 m er det bløt leire med skjellrester og enkelte sand- og gruskorn. Løsmassene i den nordøstre delen av området består av sand med varierende innhold av silt de øverste 2 m. Fra 2-5 m dybde er det siltig, sandig leire, og leiren er kvikk på 2,3-3,0 m dybde.

Basert på resultatene fra prøveserien i BP. 103 har løsmassene i den sørvestlige delen av området et naturlig vanninnhold i intervallet 29,9-69,0 % og densitet på 1,65 og 1,68 g/cm<sup>3</sup>. Plastisitetsindeksen er på 26,9 %, og løsmassene kan karakteriseres som meget plastisk. Enaksiale og konusforsøk viser udrenert skjærfasthet på 6,1 kPa, som tilsier at leiren er meget bløt. Konusforsøk på omrørte prøver viser omrørt skjærfasthet mellom 0,51 og 1,20 kPa, med tilhørende sensitivitet i på 12. Leiren karakteriseres som middels sensitiv. Løsmassene er middels til meget telefarlige, klasse T3-T4.

Basert på resultatene fra prøveserien i BP. 106 har løsmassene i den nordøstre delen av området et naturlig vanninnhold i intervallet 27,8-85,7 % og densitet på 1,66 og 1,99 g/cm<sup>3</sup>. Enaksiale og konusforsøk viser omrørt skjærfasthet på 0,12 og 1,10 kPa. Omrørt skjærfasthet på 0,12 indikerer at vi har kvikkleire på 2,8 m dybde. Løsmassene er litt til meget telefarlige, klasse T2-T4.

## 5 Geoteknisk evaluering av resultatene

### 5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Sonderingen i BP. 109 er noe påvirket av bølger på 3,6-3,9 m. dybde.

### 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 Undersøkelses- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt med siltinnhold.

### 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 (responen) 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 morenemasser/ faste løsmasser 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, Mars 2007.
- [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] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, Juni. 2010.
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat(NVE): atlas.nve.no





C:\Users\jub\Documents\Drawing2.dwg, - Layout: (000); - Plottet av: jub, Dato: 2019.07.04 kl 12.33

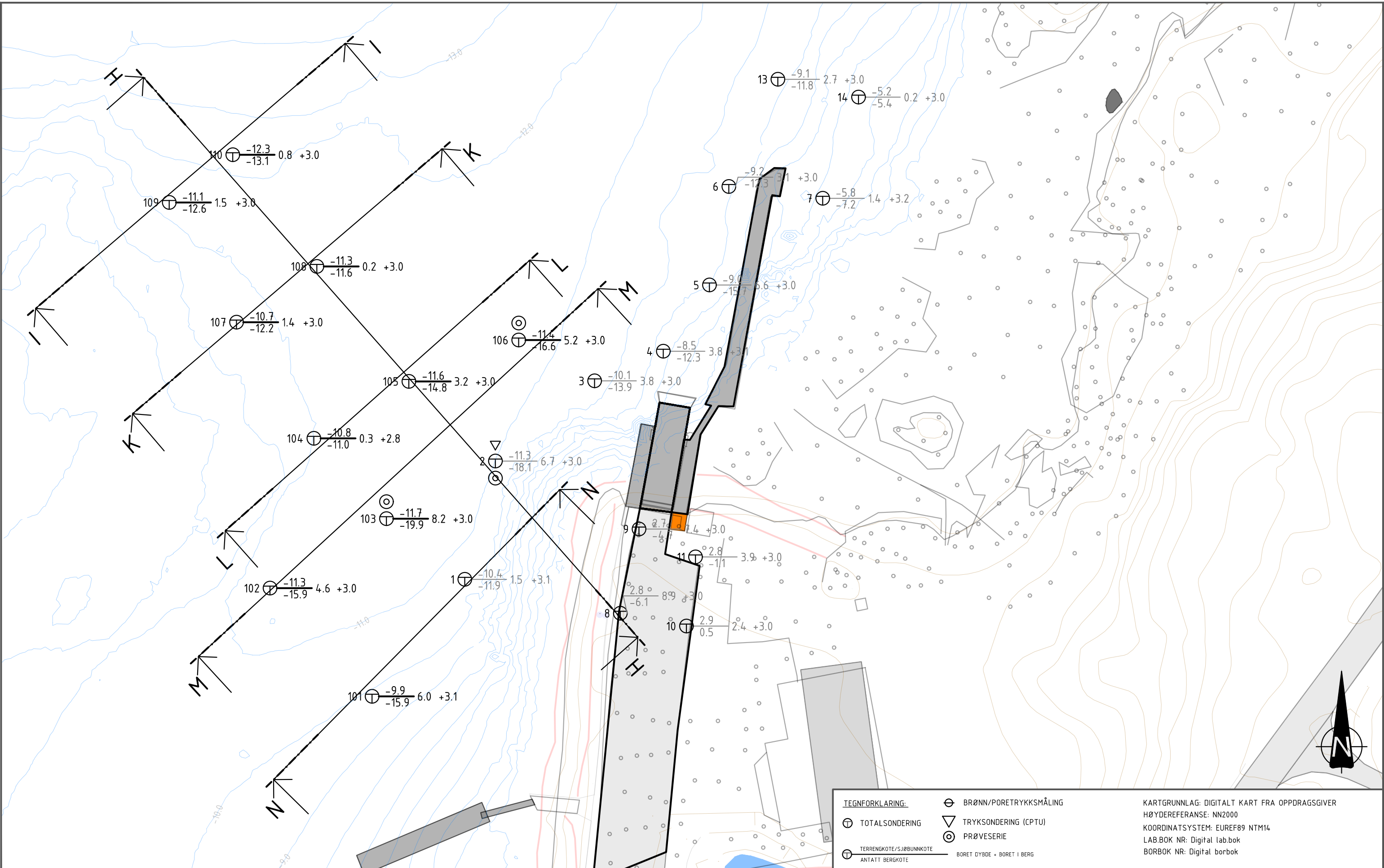
**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

STATENS VEGVESEN  
FV. 868 DIGERMULEN NY FERGEKAI  
OVERSIKTSKART

Status	-	Fag	RIG	Original format	A4	Dato	2019-07-04
Konstr./Tegnet	JUB	Kontrollert	BGJ	Godkjent	MAJ	Målestokk	1:50000
Oppdragsnr.	10212830	Tegningsnr.	RIG-TEG-000			Rev.	-



Z:\0101212\10212830-01\10212830-01-03 ARBEIDSONRÅDE\10212830-01-05 MODELLERS\10212830-RIG-TEG-001 - Supplerende boringer.dwg. - Layout: (002); - Plottet av: jub. Dato: 2019.12.12 kl.13:49



<b>TEGNFORKLARING:</b>	⊕ BRØNN/PORETRYKSMÅLING	KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA OPPDRAGSGIVER
⊕ TOTALSONDERING	▽ TRYKSONDERING (CPTU)	HØYDEREFERANSE: NN2000
⊙ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE	⊙ PRØVESERIE	KOORDINATSYSTEM: EUREF89 NTM14
ANTATT BERGKOTE	— BORET D'YBDE • BORET I BERG	LAB.BOK NR: Digital lab.bok
		BOR.BOK NR: Digital borbok

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

**STATENS VEGVESEN**  
FV.868 DIGERMULEN NY FERGEKAI  
BORPLAN - SUPPLERENDE BORINGER

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-12-12
Konstr./Tegnet	MAJ/JUB	Kontrollert	ERBK	Godkjent	MAJ	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.	10212830	Tegningsnr.	RIG-TEG-002		Rev.	-	

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Porsitet (%)		Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50		Porsitet (%)	Organisk innhold (%)	10	20	30	40	50	
5	SAND korall- og skjellrester																
	SAND, siltig, leirig LEIRE, siltig, sandig korall- og skjellrester skjellrester, enkl.gruskorn		K														
	LEIRE, siltig, sandig skjellrester, enkl.gruskorn								1,68								
10	LEIRE, siltig, sandig skjellrester, enkl.gruskorn																
	LEIRE skjellrester, enkl.sand- og gruskorn								57								
	LEIRE skjellrester, enkl.sand- og gruskorn		K T														
15																	
20																	

**Symboler:**



Enaksialforsøk (strek angir akseil tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold<sup>10</sup>

▼ Omrørt konus

$\rho$  = Densitet

T = Treaksialforsøk

$\rho_s$ : 2,75 g/cm<sup>3</sup>

┌─ Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S<sub>t</sub> = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok: Digital

Lab-bok: Digital

**PRØVESERIE**

Borhull:

103

Statens vegvesen

Dato:

2019-12-04

Fv. 868 Digermulen ny fergekai, Digermulen

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

TEREZX

Kontrollert:

MARTM

Godkjent:

JUB

Oppdragsnummer:

10212830

Tegningsnr.:

RIG-TEG-201

Rev. nr.:

00



Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Porsisitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)	
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50		
5	SAND korall- og skjellrester		K			○	○											
	SAND, siltig korall- og skjellrester						○	○										
	KVIKKLEIRE, siltig, sandig oppsprekninger, skjellrester		K						66 57 86	1,66		▼0,1						
	LEIRE, siltig, sandig skjellrester, enkl.gruskorn																	
	LEIRE, siltig, sandig skjellrester, enkl.gruskorn		K			○	○			1,99		▼1,1						
10																		
15																		
20																		

**Symboler:**



Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold<sup>10</sup>

▼ Omrørt konus

$\rho$  = Densitet

T = Treaksialforsøk

$\rho_s$ : 2,75 g/cm<sup>3</sup>

┌ Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S<sub>t</sub> = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok: Digital

Lab-bok: Digital

**PRØVESERIE**

Borhull:

106

Statens vegvesen

Dato:

2019-12-04

Fv. 868 Digermulen ny fergekai, Digermulen

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

TEREJK

Kontrollert:

MARTM

Godkjent:

JUB

Oppdragsnummer:

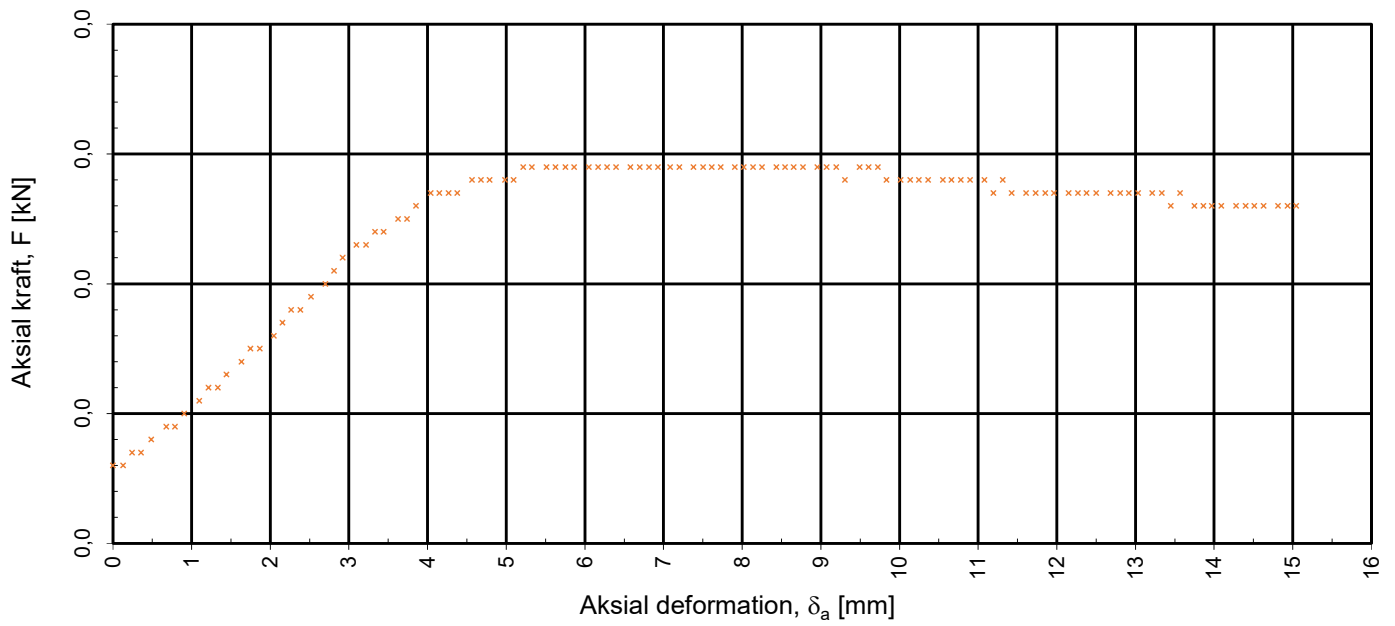
10212830

Tegningsnr.:

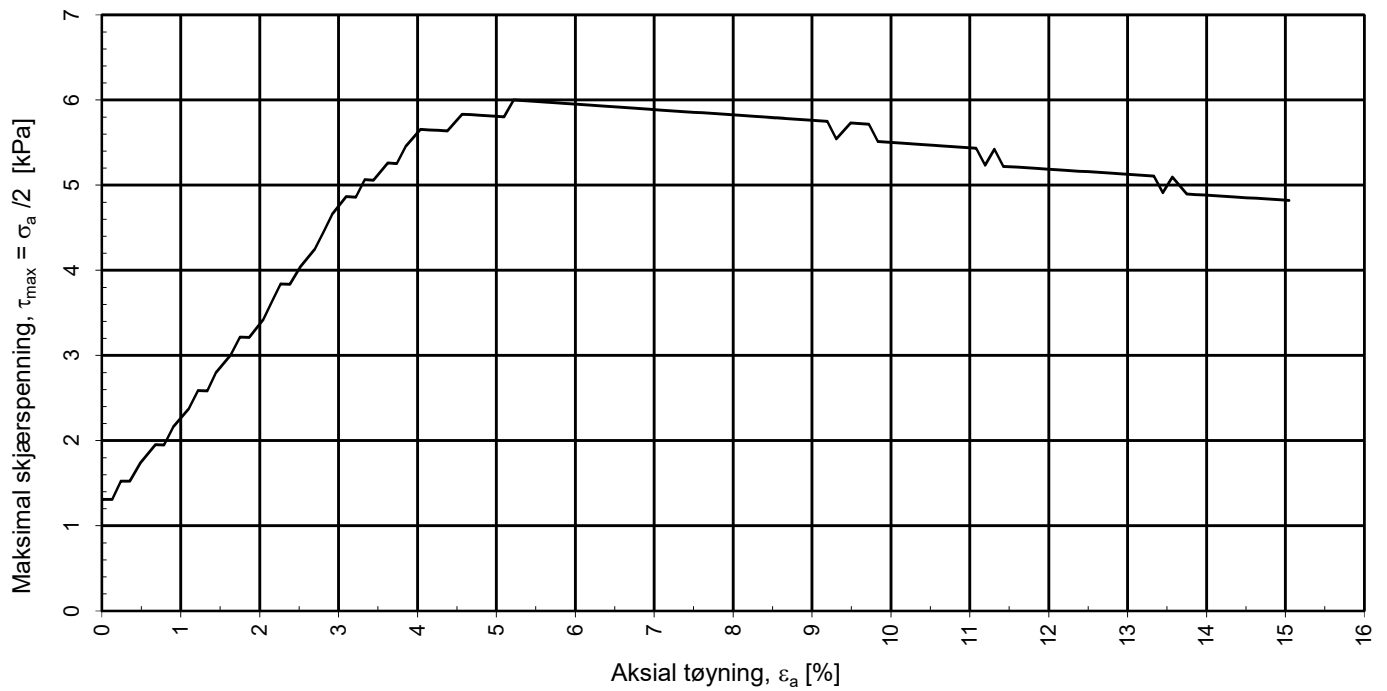
RIG-TEG-202


Rev. nr.:

00

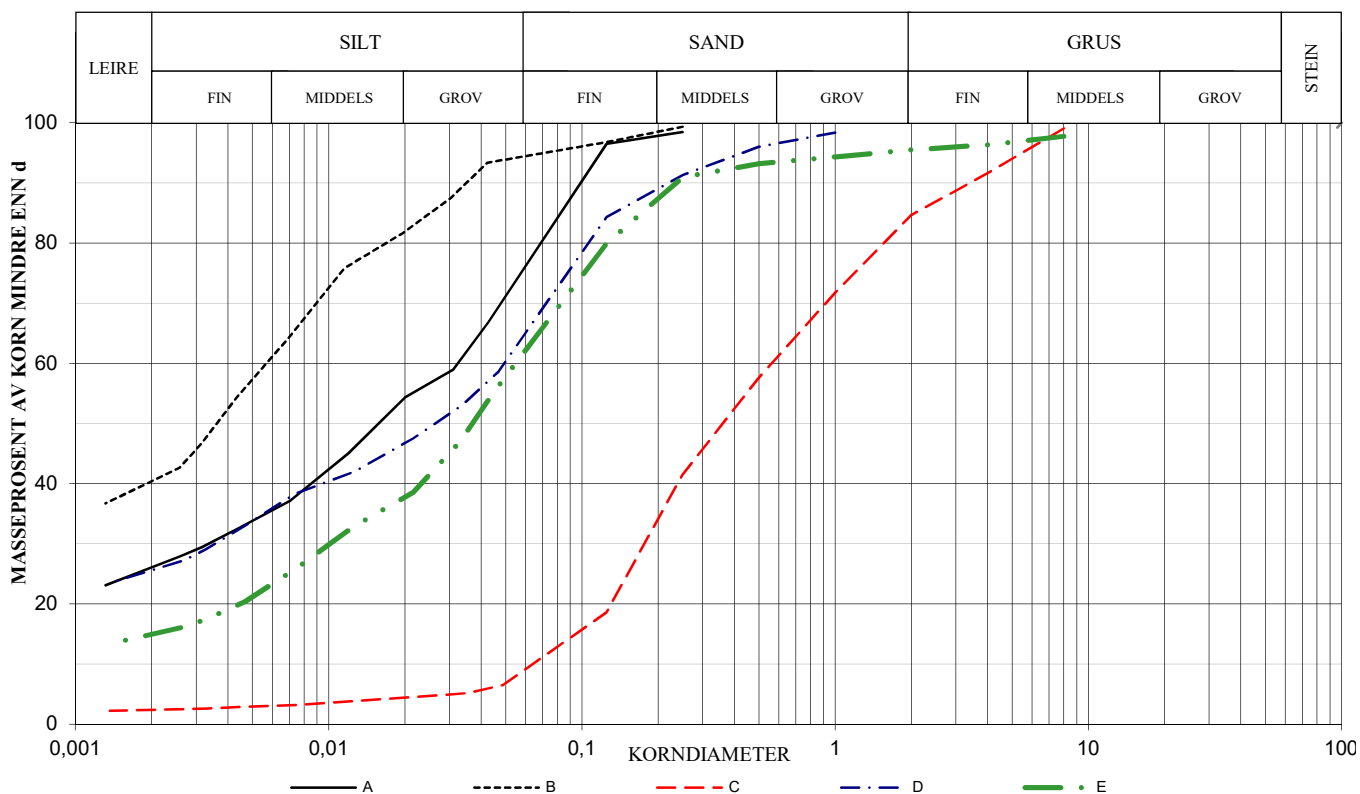


strain v av stress



				Tegningens filnavn:
Prøvediameter 54,00	Prøvehøyde 100,00			
<b>MULTICONSULT AS</b> Kvaløyveien 156 9013 TROMSØ Tlf.: 77 62 26 00	Forsøksdato: 18.11.2019	Dybde, z (m): 6,2-7,0 m	Borpunkt nr.: 103	
	Forsøk nr.: 01	Tegnet: TEREZX	Kontrollert: MARTM	Godkjent: JUB
	Oppdrag nr.: 10212830	Tegning nr.: RIG-TEG-250	Prosedyre: Enaks	Programrevisjon: 0

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	103	2,6-3,0 m	LEIRE, siltig, sandig	skjellrester			X
B	103	6,2-7,0 m	LEIRE	skjellrester			X
C	106	0,2-1,0 m	SAND	korall- og skjellrester	X	X	X
D	106	2,2-3,0 m	LEIRE, siltig, sandig	skjellrester			X
E	106	4,2-5,0 m	LEIRE, siltig, sandig	skjellrester	X	X	X



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:

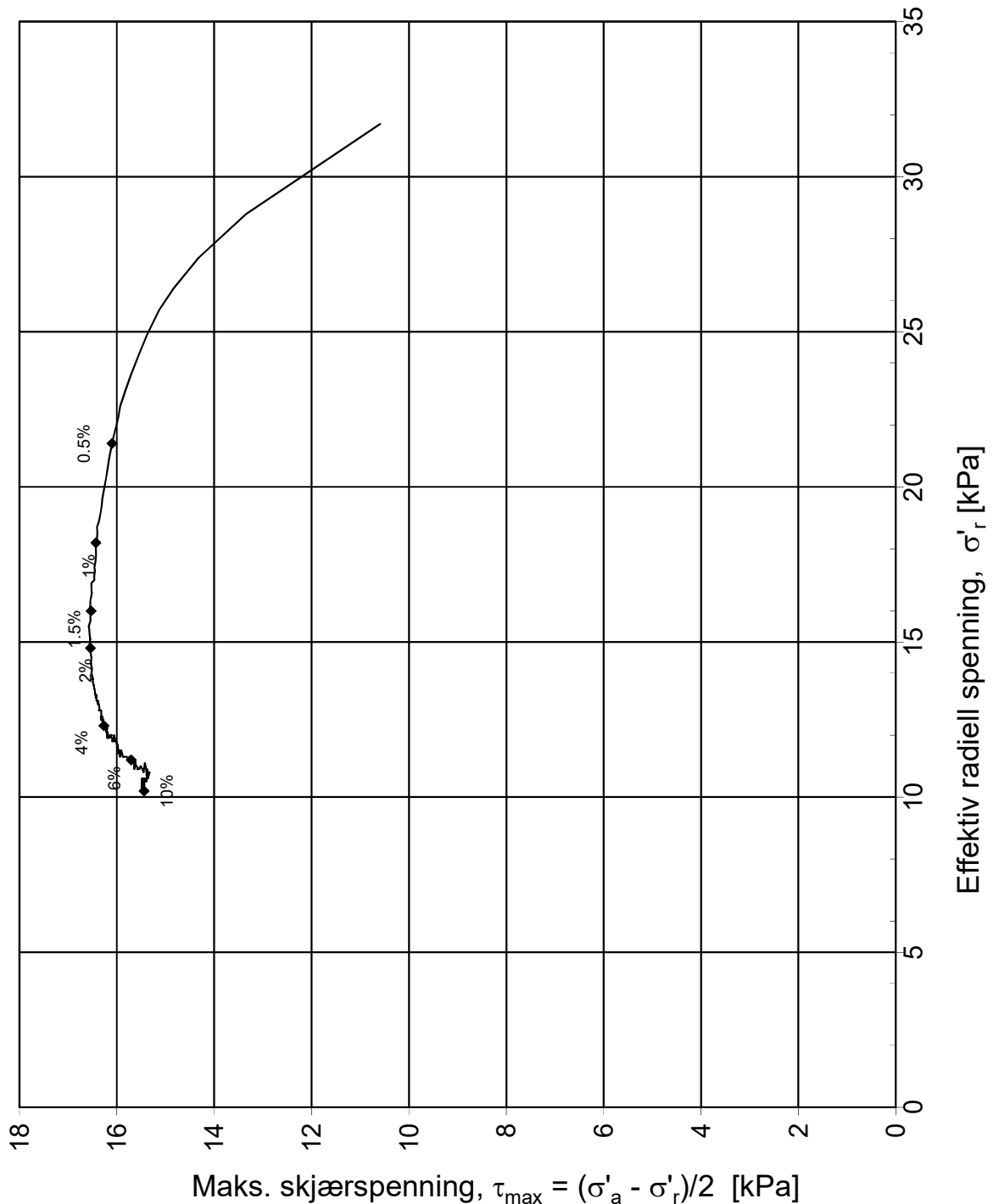
TS = Torr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	Korndensitet $\rho_s$	< 0,02 mm %	Glødetap %	$C_u$	$D_{10}$ mm	$D_{30}$ mm	$D_{50}$ mm	$D_{60}$ mm
A	31,1	T4		54,3				0,003	0,016	0,033
B	68,3	T3		81,9					0,004	0,006
C	27,8	T2		4,4		8,5	0,069	0,187	0,381	0,585
D	57,3	T4		46,5				0,004	0,027	0,056
E	27,9	T4		37,6				0,010	0,037	0,072

<b>KORNGRADERING</b>		Konstr./Tegnet	Kontrollert	<b>Multiconsult</b>
Statens vegvesen		TEREZK	MARTM	
Fv. 868 Digermulen ny fergekai		Dato	Godkjent	
Digermulen		04.12.2019	JUB	
<b>MULTICONSULT AS</b>		Oppdragsnummer		Tegnings nr.
Kvaløyveien 156, 9013 TROMSØ Tlf.: 77 62 26 00		10212830		RIG-TEG- 301
				Rev.



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	52,88	
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	31,70	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	8,31	$\Delta e/e_o$ (-): 0,15
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,96
Vanninnhold $w_i$ (%):	60,16	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1,74

### Statens vegvesen

### Fv. 868 Digermulen ny fergekai

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

**MULTICONSULT  
NORGE AS**  
Kvaløyveien 156,  
9013 TROMSØ  
Tlf.: 77 62 26 00

Forsøksdato: 18.11.2019	Dybde, z (m): 6,00	Borpunkt nr.: 103
Forsøk nr.: 1	Tegnet/kontrollert lab: MARTM	Kontrollert: UHHB
Oppdrag nr.: 10212830	Tegning nr.: RIG-TEG-450.1	Prosedyre: CAUa

Tegningens filnavn:

10212830-RIG-TEG-450-h103

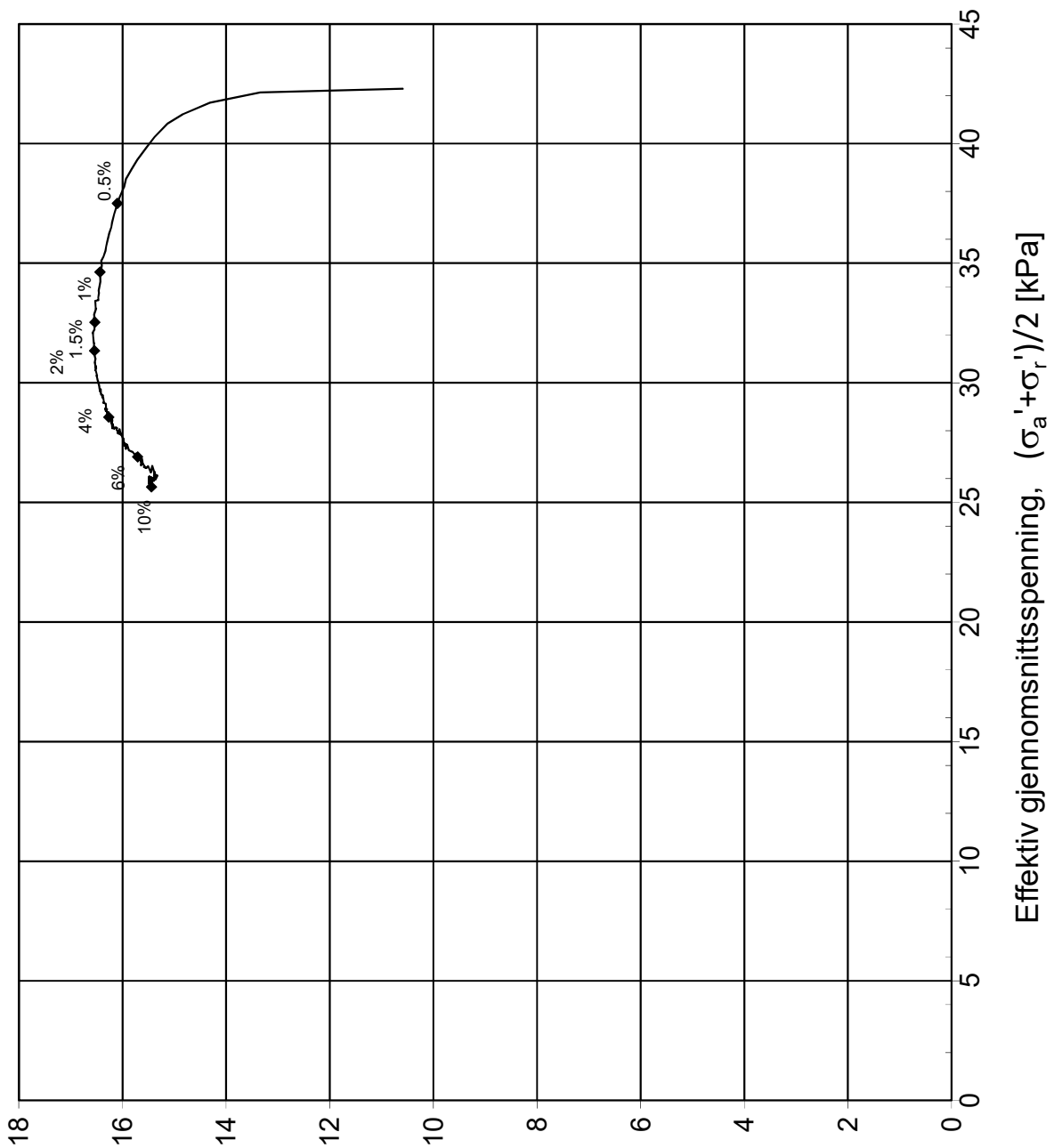
**Multi  
consult**

Godkjent:

UHHB

Programrevisjon:

15.12.2014



Maks. skjærspenning,  $\tau_{\max} = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$  [kPa]

Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	52,88	
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	31,70	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	8,31	$\Delta e/e_0$ (-): 0,15
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,96
Vanninnhold $w_i$ (%):	60,16	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1,74

**Statens vegvesen**

**Fv. 868 Digermulen ny fergekai**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NGI-plott.

Tegningens filnavn:

10212830-RIG-TEG-450-h103



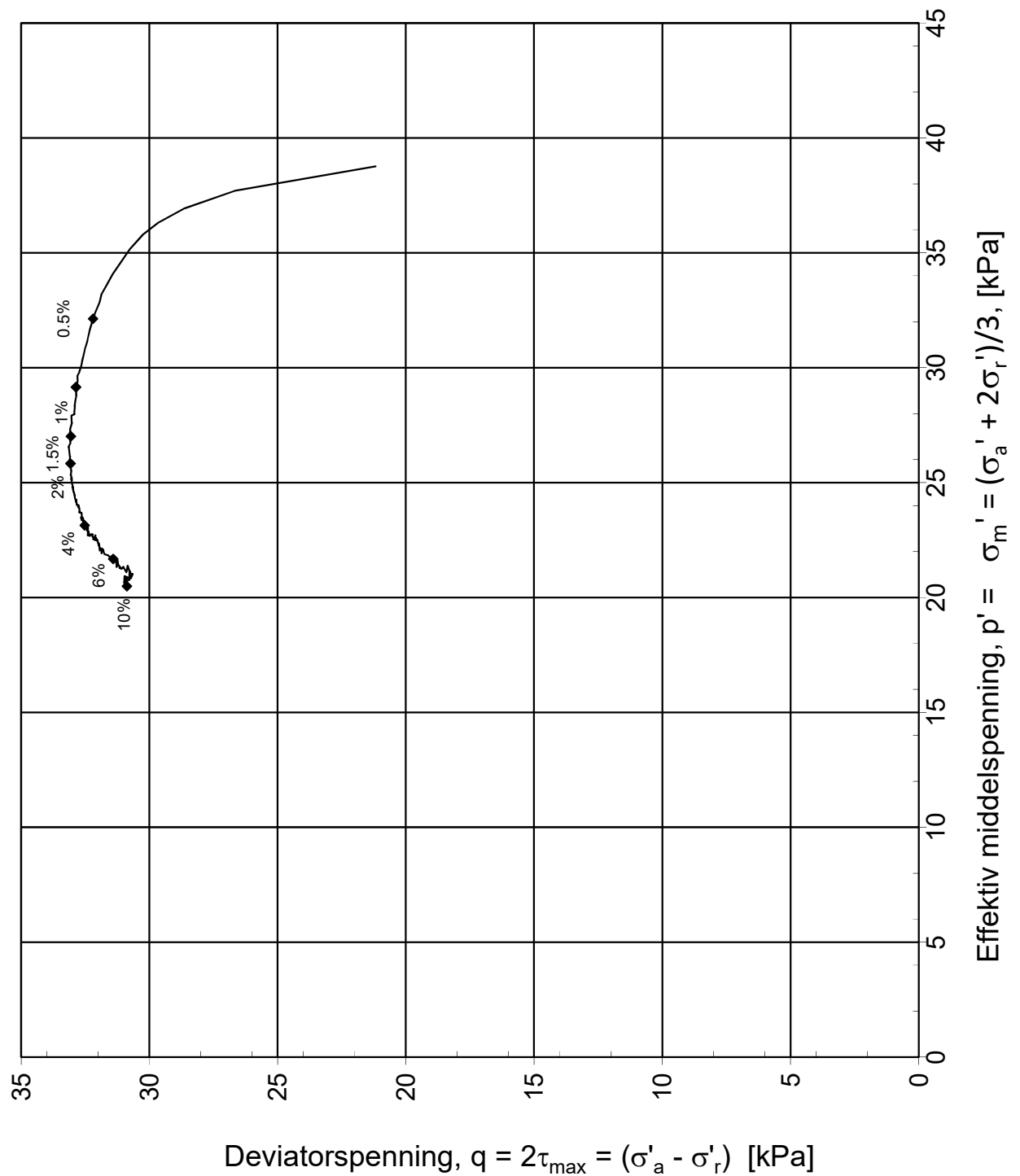
**MULTICONSULT  
NORGE AS**  
Kvaløysveien 156,  
9013 TROMSØ  
Tlf.: 77 62 26 00

Forsøksdato:	18.11.2019
Forsøk nr.:	1
Oppdrag nr.:	10212830

Dybde, z (m):	6,00
Tegnet/kontrollert lab:	MARTM
Tegning nr.:	RIG-TEG-450.2

Borpunkt nr.:	103
Kontrollert:	UHHB
Prosedyre:	CAUa

Godkjent:	UHHB
Programrevisjon:	15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	52,88	
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	31,70	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	8,31	$\Delta e/e_o$ (-): 0,15
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,96
Vanninnhold $w_i$ (%):	60,16	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1,74

**Statens vegvesen**

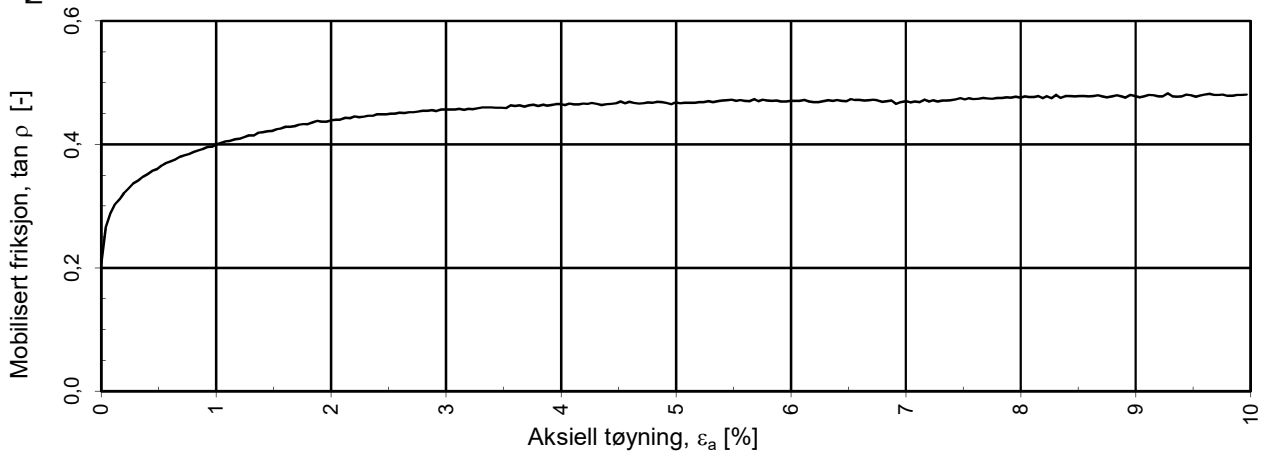
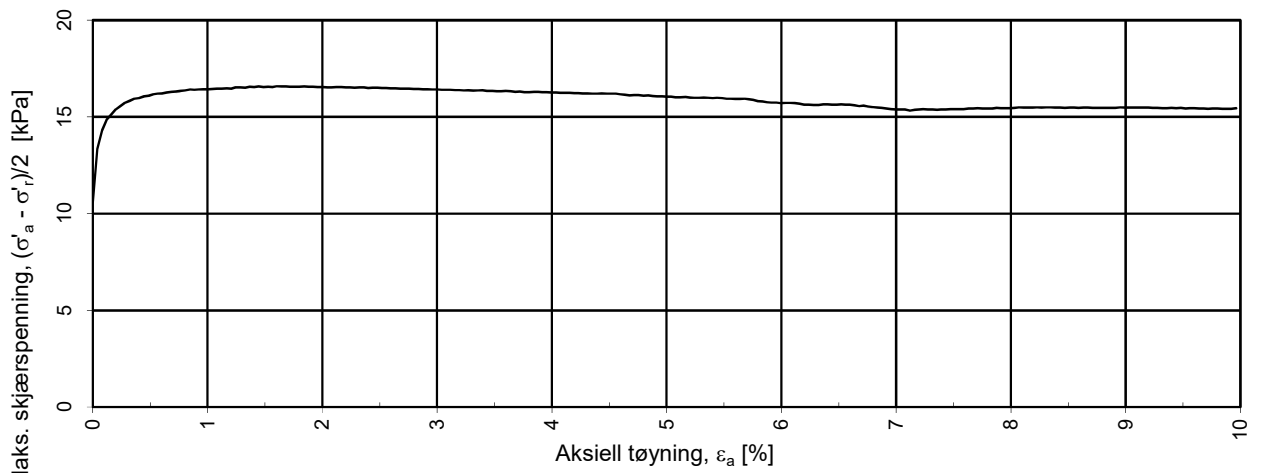
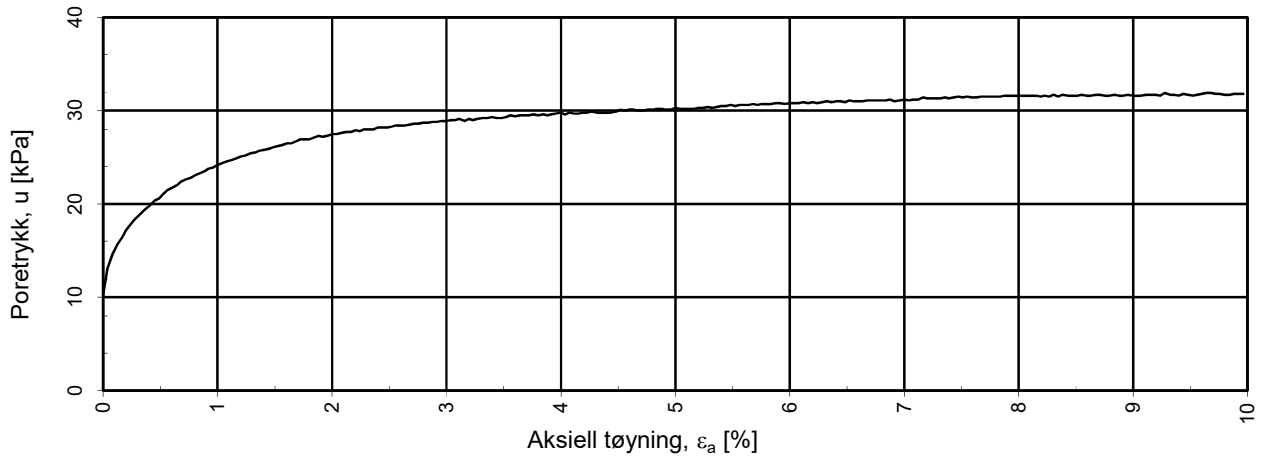
**Fv. 868 Digermulen ny fergekai**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. q - p'- plott.

Tegningens filnavn:  
10212830-RIG-TEG-450-h103



<b>MULTICONSULT NORGE AS</b> Kvaløysveien 156, 9013 TROMSØ Tlf.: 77 62 26 00	Forsøksdato: 18.11.2019	Dybde, z (m): 6,00	Borpunkt nr.: 103	<b>Multi consult</b> Godkjent: UHHB Programrevisjon: 15.12.2014
	Forsøk nr.: 1	Tegnet/kontrollert lab: MARTM	Kontrollert: UHHB	
	Oppdrag nr.: 10212830	Tegning nr.: RIG-TEG-450.3	Prosedyre: CAUa	



$a = 10$  kPa benyttet for tolkning av  $\tan \rho$

## Statens vegvesen

Fv. 868 Digermulen ny fergekai

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

10212830-RIG-TEG-450-h103

**Multi**  
consult

**MULTICONSULT  
NORGE AS**

Kvaløyveien 156,  
9013 TROMSØ  
Tlf.: 77 62 26 00

Forsøksdato:

18.11.2019

Dybde,  $z$  (m):

6,00

Borpunkt nr.:

103

Forsøk nr.:

1

Tegnet/kontrollert lab:

MARTM

Kontrollert:

UHHB

Godkjent:

UHHB

Oppdrag nr.:

10212830

Tegning nr.:

RIG-TEG-450.4

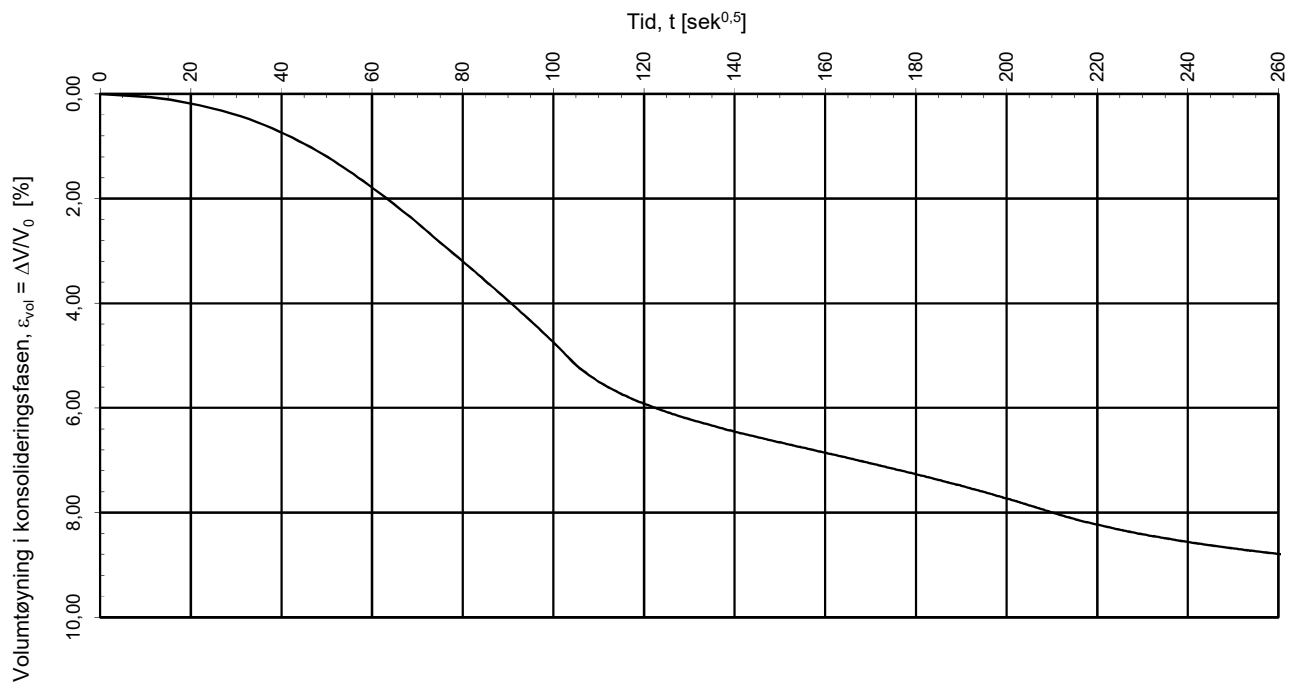
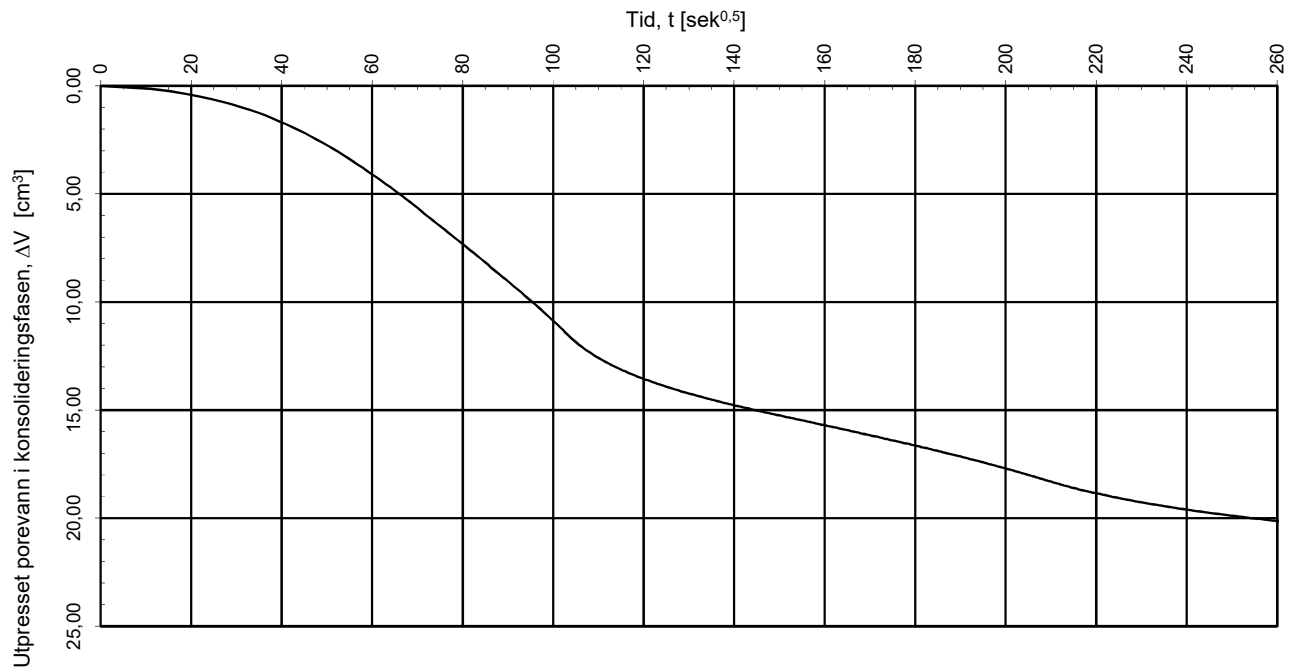
Prosedyre:

CAUa

Programrevisjon:

15.12.2014





Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	52,88	
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	31,70	$\Delta e/e_0$ (-): 0,15
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	8,31	
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,96
Vanninnhold $w_i$ (%):	60,16	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ):	1,74

### Statens vegvesen

#### Fv. 868 Digermulen ny fergekai

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:

10212830-RIG-TEG-450-h103

**Multi**  
consult

**MULTICONSULT**  
**NORGE AS**

Kvaløyveien 156,  
9013 TROMSØ  
Tlf.: 77 62 26 00

Forsøksdato:

18.11.2019

Dybde, z (m):

6,00

Borpunkt nr.:

103

Forsøk nr.:

1

Tegnetkontrollert lab:

MARTM

Kontrollert:

UHHB

Godkjent:

UHHB

Oppdrag nr.:

10212830

Tegning nr.:

RIG-TEG-450.5

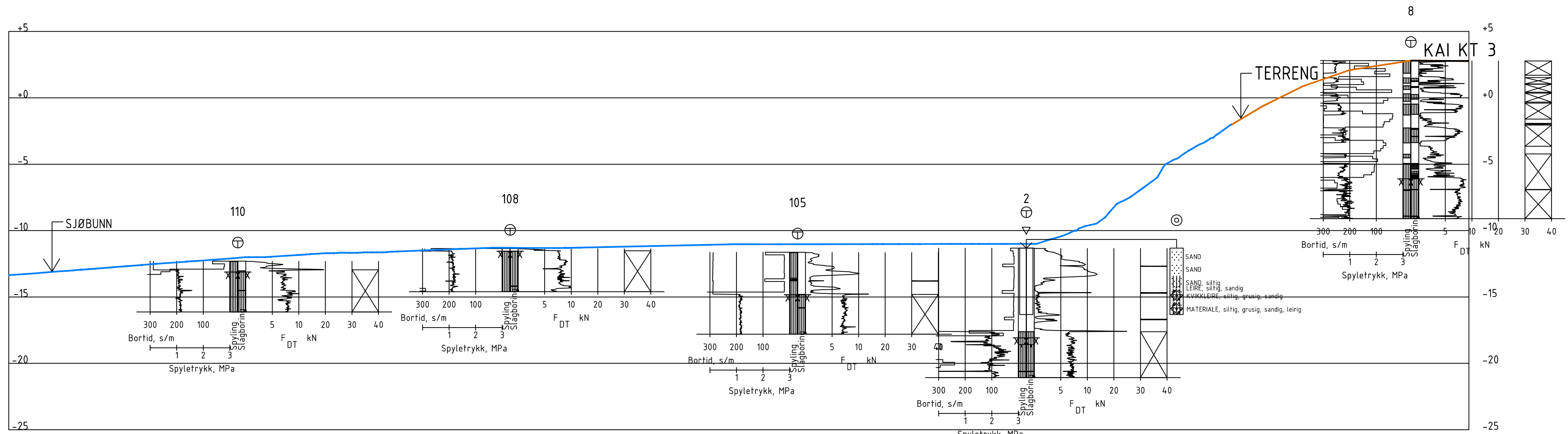
Prosedyre:

CAUa

Programrevisjon:

15.12.2014

Z:\010212\10212830-01-03 ARBEIDSOVRÅDE\10212830-01-05 MODELLERS\10212830-RIG-TEG-601 - Supplerende boringer.dwg - Layout: (607) - Plottet av: jub, Dato: 2019.12.12 kl 14:30



Profil H-H

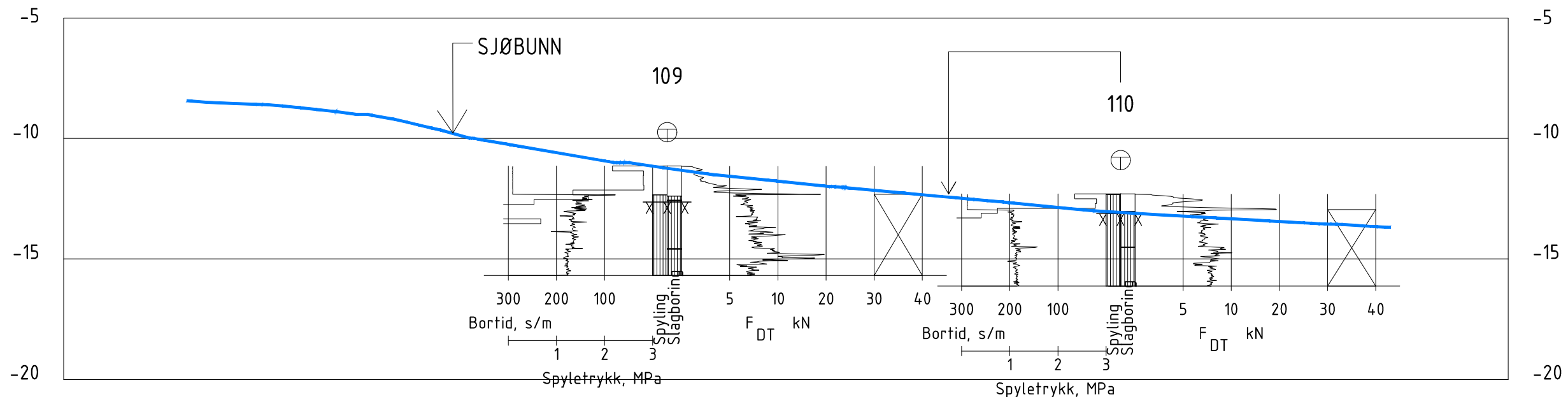
Rev.	Beskrivelse	Endr. liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x				xx.xx.xxxx	xxx	xxx xxx

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

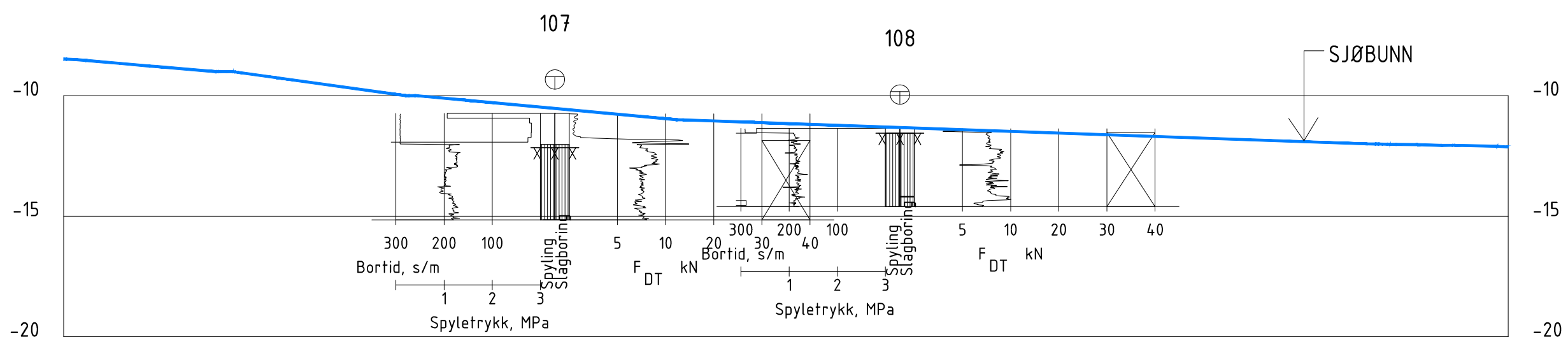
STATENS VEGVESEN  
FV. 868 DIGERMULEN NY FERGEKAI  
PROFIL H

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3-LL	Dato	2019-12-12
Konstr./Tegnet	JUB	Kontrollert	BGJ	Godkjent	MAJ	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10212830	Tegningsnr.	RIG-TEG-607		Rev.	-	

Z:\10101212\10212830-01\10212830-01-03 ARBEIDSONMRÅDE\10212830-01-05 MODELLERS\10212830-RIG-TEG-601 - Supplerende boringer.dwg. - Layout: (608); - Plottet av: jub. Dato: 2019.11.13 kl. 8:35



Profil I-I



Profil K-K

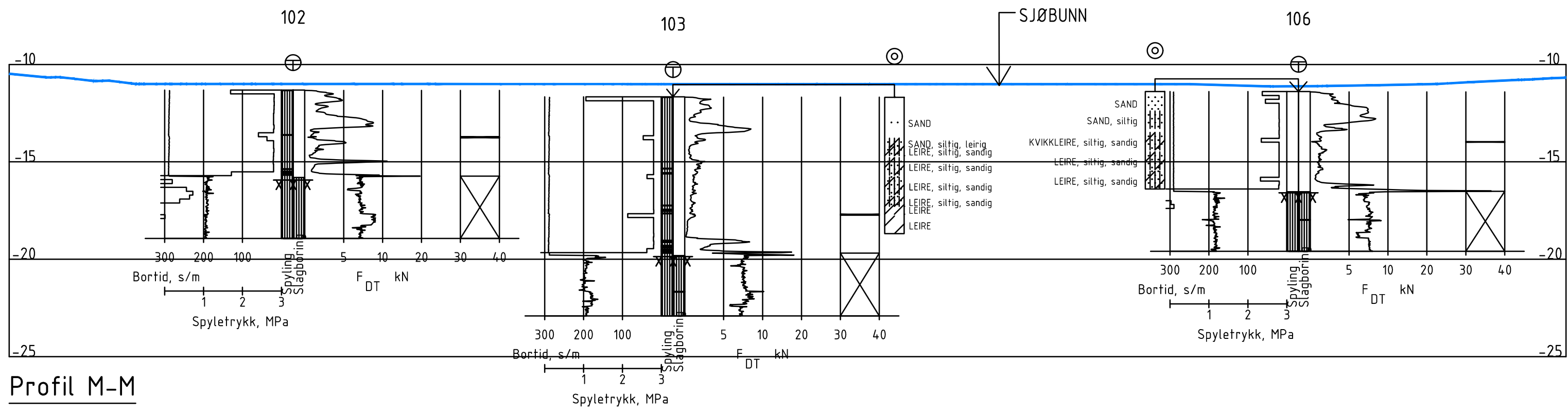
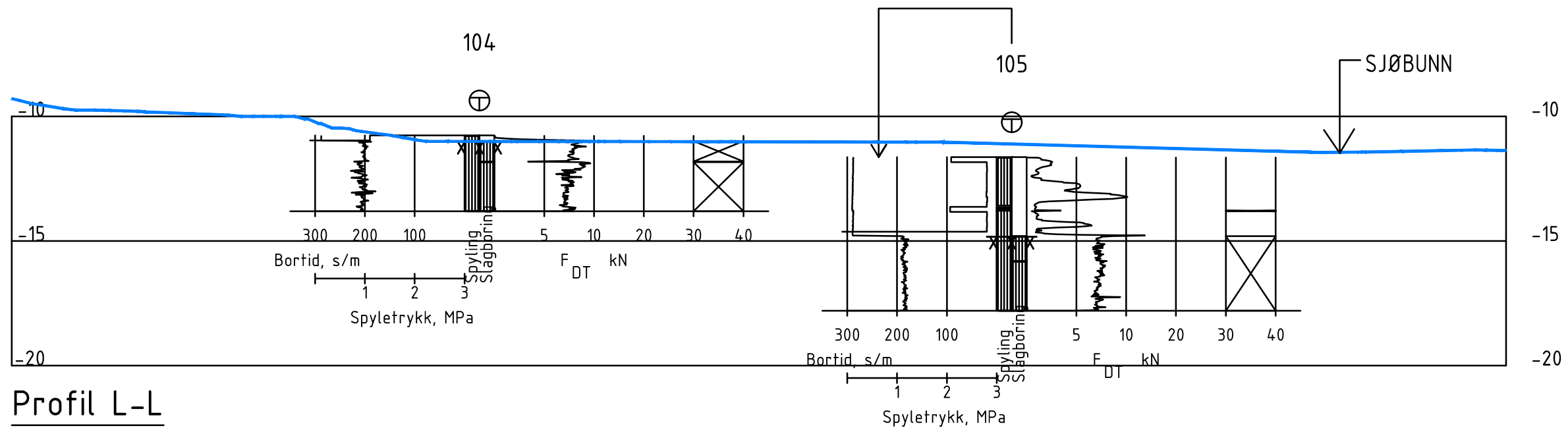
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx



STATENS VEGVESEN  
 FV. 868 DIGERMULEN NY FERGEKAI  
 PROFIL I OG K

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-11-13
Konstr./Tegnet	JUB	Kontrollert	BGJ	Godkjent	MAJ	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10212830	Tegningsnr.	RIG-TEG-608		Rev.	-	

Z:\10101212\10212830-01\10212830-01-05 MODELLERS\10212830-RIG-TEG-601 - Supplerende boringer.dwg, - Layout: (609); - Plottet av: jub, Dato: 2019.12.09 kl 9:40



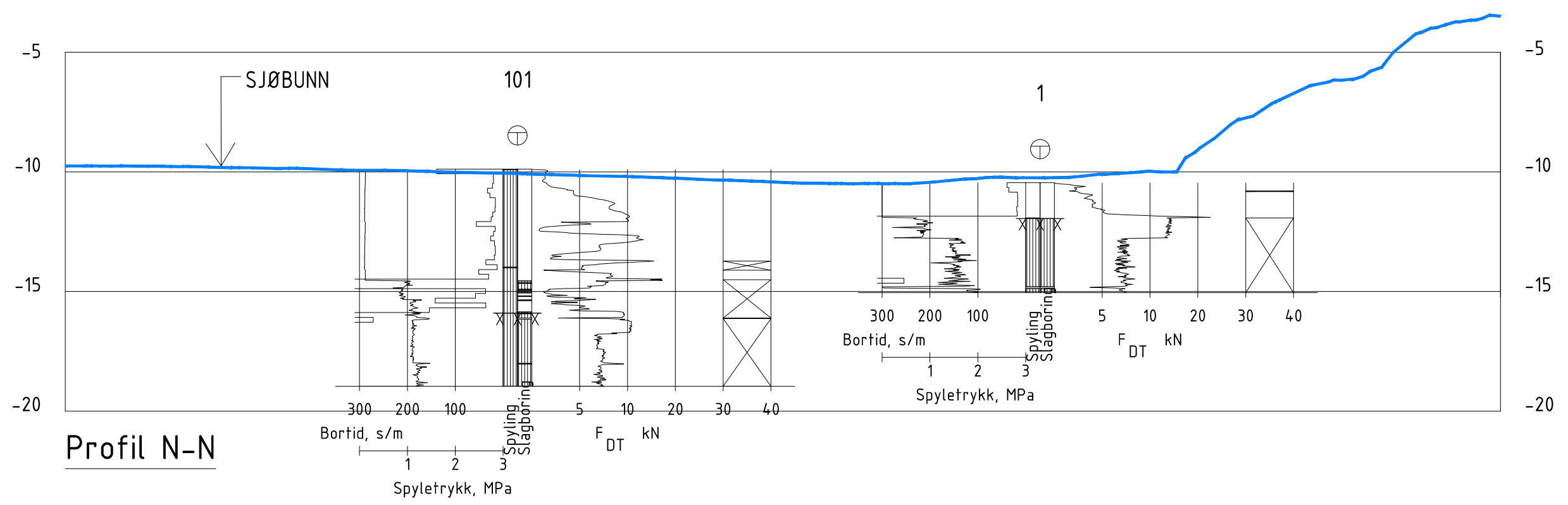
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx



**STATENS VEGVESEN**  
 FV. 868 DIGERMULEN NY FERGEKAI  
 PROFIL L OG M

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-12-09
Konstr./Tegnet	JUB	Kontrollert	BGJ	Godkjent	MAJ	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10212830	Tegningsnr.	RIG-TEG-609		Rev.	-	

Z:\010212\10212830-01\10212830-01-03 ARBEIDSONMRÅDE\10212830-01 RIG\10212830-01-05 MODELLERS\10212830-RIG-TEG-601 - Supplerende boringer.dwg. - Layout: (610). - Plottet av: jub. Dato: 2019.11.13 kl 8:37





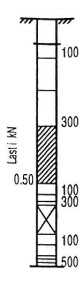
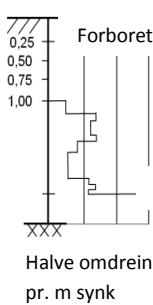
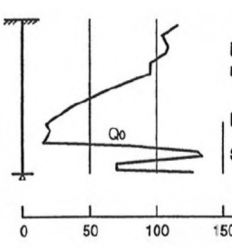
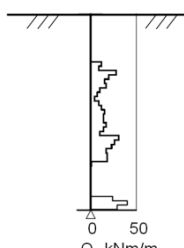
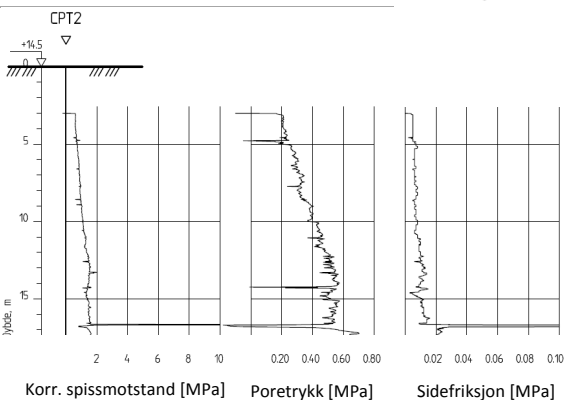
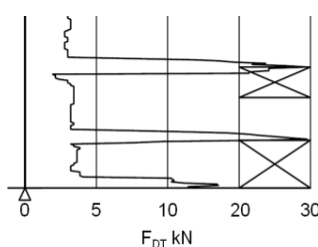

Profil N-N

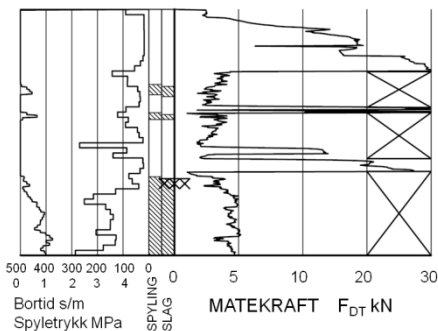
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

STATENS VEGVESEN  
FV. 868 DIGERMULEN NY FERGEKAI  
PROFIL N

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-11-13
Konstr./Tegnet	JUB	Kontrollert	BGJ	Godkjent	MAJ	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10212830	Tegningsnr.	RIG-TEG-610		Rev.	-	

 <p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>	 <p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<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>
 <p>Forboret Middels stor motstand Meget liten motstand Meget stor motstand Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>	 <p>Forboret 0,25 0,50 0,75 1,00 Slått med slegge Halve omdreininger pr. m synk</p>	<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>
 <p>Middels stor motstand Liten motstand Stor motstand 0 50 100 150 kNm/m</p>	 <p>0 50 Q<sub>0</sub> kNm/m</p>	<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>
 <p>CPT2 +18,5 5 10 15 dybde, m Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<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>	
 <p>0 5 10 20 30 F<sub>DT</sub> kN</p>	<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>	
 <p>Stein 10 15 20 Borsynk i berg cm/min.</p>	<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.

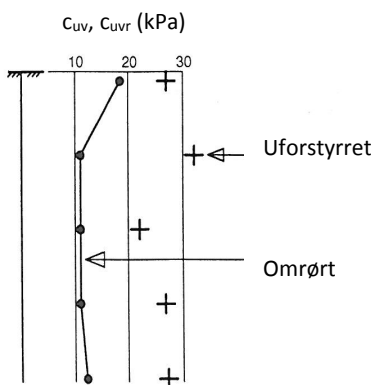
#### Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjull 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):

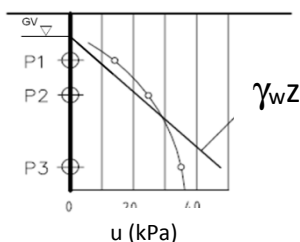
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der 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.



### PORETRYKSMÅLING

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 stighøyde 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). Leirinholdet 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> <li>Delvis fibrig torv, mellomtorv</li> <li>Amorf torv, svarttorv</li> </ul>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene 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  $110^{\circ}\text{C}$  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**

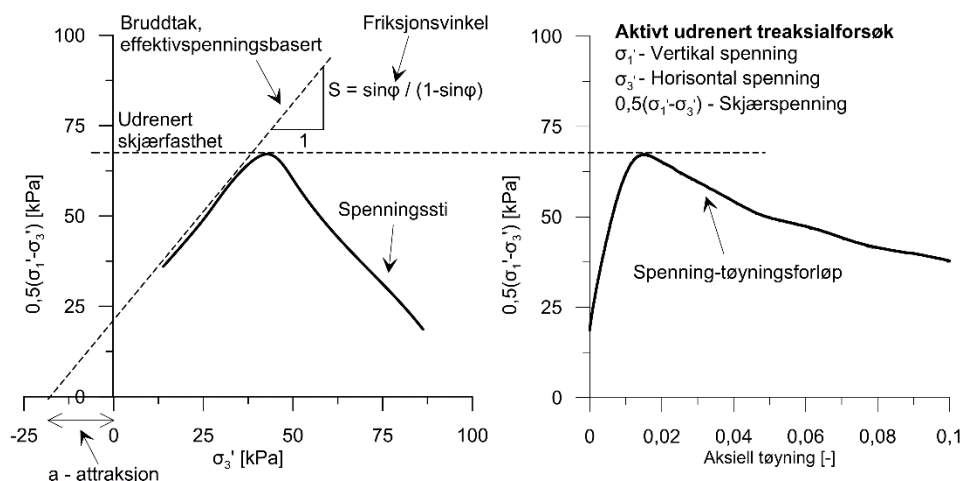
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	$\rho_s$	g/cm <sup>3</sup>	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	$\rho_d$	g/cm <sup>3</sup>	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	$\gamma$	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 ( $n = e/(1+e)$ )

**SKJÆRFASTHET**

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  $c_{uvr}$ ).

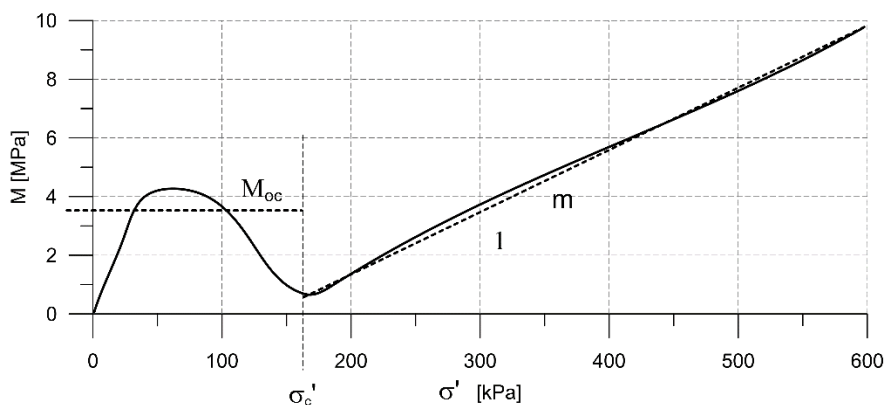


**SENSITIVITET**

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**

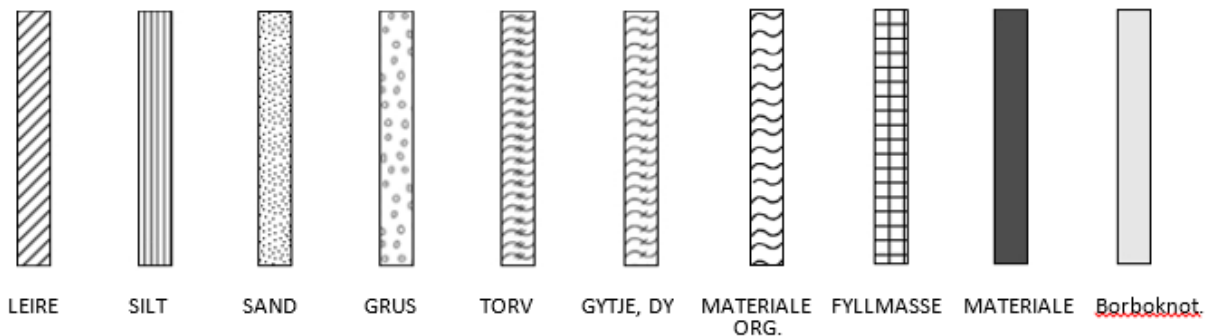
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr 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 maksimum 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 maksimum 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
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser