

# DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

**Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)**

**Lensmannsdalen grunnundersøkelser**

Oppdrag nr: 1350052541

Rapport nr. 001

**Dato: 21.10.2022**

Fylke Vestfold og Telemark	Kommune Skien	Sted Lensmannsdalen	UTM-sone: 32
Byggherre			
Oppdragsgiver Norges vassdrag og energidirektorat, NVE			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse 1350052541			
Antall sider 5	Tegn.nr 100 - 107	Vedlegg.nr. 3	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Lensmannsdalen**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350052541	Rapport nr: 1	Rev: 00	Dato: 25.10.22	Kontr: JOGE
Oppdragsleder: Tonje Skjærgård		Utarbeidet av: Tonje Skjærgård		
<p><b>SAMMENDRAG</b></p> <p>I forbindelse med sikring av Lensmannsdalen mot skred bistår NVE Skien kommune med planlegging og gjennomføring av tiltak. Rambøll Norge AS har i den forbindelse utført grunnundersøkelser i området. Data fra grunnundersøkelsene skal gi geoteknikerne grunnlag for videre prosjektering.</p> <p>Denne rapporten presenterer arbeider utført i begynnelsen av september.</p> <p>Det er utført i alt 10 dreietrykkssonderinger, to trykksonderinger og tatt ut prøver fra to borpunkt. Det er også installert en elektrisk poretrykksmåler for overvåking og registrering av poretrykksnivå. Prøvene analysert i lab viser løsmasser som består primært av silt og sand, med humus i topp ved begge borpunkt. Det er registrert leirig silt med sprøbruddsmateriale fra ca. 3 meter ned til 8,5 meter ved punkt S30. Omrørt konus ligger her på mellom 0,10 – 0,33 kPa og vanninnhold på rundt 27 %.</p>				

**INNHold**

1	INNLEDNING .....	3
1.1	Prosjekt .....	3
1.2	Oppdrag .....	3
1.1	Innhold .....	3
2	UNDERSØKELSER .....	3
2.1	Feltundersøkelser .....	3
2.2	Oppmåling .....	3
2.3	Laboratorieundersøkelser .....	3
2.4	Resultater .....	4
2.5	Miljøforhold .....	4
3	GRUNNFORHOLD .....	4
3.1	Løsmasser .....	4
3.2	Grunnvann .....	5
3.3	Berg .....	5

**TEGNINGER**

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 1000
103		BORERESULTATER pkt. S10, S11 OG S12	1 : 200
104		BORERESULTATER pkt. S13	1 : 200
105		BORERESULTATER pkt. S14, S20 OG S21	1 : 200
106		BORERESULTATER pkt. S30	1 : 200
107		BORERESULTATER pkt. S31 OG S32	1 : 200

**VEDLEGG**

Vedlegg. nr.	Tittel
1	RESULTATER FRA GEOTEKNISK LABORATORIE
2	KOORDINAT- OG BORPUNKTLISTE
3	ELEKTRISK PORETRYKSMÅLER, S13
4	KALIBRERINGSSKJEMA CPTU

**TILLEGG**

Tillegg. nr.	Tittel
I	MARKUNDERSØKELSER
II	LABORATORIEUNDERSØKELSER
III	SPESELLE UNDERSØKELSER

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Prosjekt

NVE bistår Skien kommune med planlegging og gjennomføring av tiltak for sikring mot skred i Lensmannsdalen, Skien kommune.

### 1.2 Oppdrag

Formålet med grunnundersøkelsen er å kartlegge løsmasseforhold for videre tiltak i forbindelse med sikring av kvikkleiresone. Data fra grunnundersøkelsene skal gi geoteknikerne grunnlag for videre prosjektering.

### 1.1 Innhold

Foreliggende rapport oppsummerer utførte grunnundersøkelser i Lensmannsdalen i Skien kommune, og presenterer utførte labresultater.

## 2 UNDERSØKELSER

### 2.1 Feltundersøkelser

Boreprogrammet er utarbeidet av geotekniker ved NVE AS. Borearbeidene ble utført 6-8 september 2022.

Omfang av grunnundersøkelser utført omfatter:

- 10 stykk dreietrykkssonderinger
- 2 stykk trykksonderinger
- 2 stykk Ø54 mm prøveserie
- Installasjon av 1 elektrisk poretrykksmåler

### 2.2 Oppmåling

Punktene er målt inn av Rambøll. De er målt inn med koordinatsystem Euref89, UTM sone 32, og høydesystem NN2000. Koordinat- og borpunktliste er vist i vedlegg 2.

### 2.3 Laboratorieundersøkelser

Det ble utført laboratorieundersøkelser på prøveserier fra 2 borpunkt. Laboratorieundersøkelsene er utført av Løvlien Georåd.

Undersøkelser av prøver i laboratoriet omfatter:

- 9 stykk rutineundersøkelser på poseprøvene. Rutineundersøkelser av poseprøvene omfatter visuell beskrivelse av prøvemateriale og målinger av vanninnholdet.
- 7 stykk standard rutine på Ø54 mm sylindre. Med rutine for sylindrer inngår (for hver sylinder) visuell beskrivelse av prøvematerialet, bestemmelse av densitet, 3 stykk målinger av vanninnholdet, 2 stykk målinger av konus (uforstyrret/omrørt) og 1 stykk enaksialt trykkforsøk og tyngdetetthet pr. sylinder.

- 2 stykk plastisitet- og flytegrense (wp/wl)
- 6 stykk kornfordelinger.

## 2.4 Resultater

Planområdet er vist på tegning nr. 101.

Borpunktene plassering med boredybder er vist på situasjonsplan, tegning nr. 102.

Resultater fra grunnundersøkelsene er vist på tegning nr. 103-107.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene er vist i vedlegg 1.

Tillegg I, II og III gir forklaring og metodebeskrivelse på utførte undersøkelser henholdsvis i felt og på laboratoriet.

## 2.5 Miljøforhold

Rambøll Norge AS er ISO-sertifisert iht. NS-EN ISO 9001:2008 og NS-EN ISO 14001:2004 og søker i sine oppdrag å identifisere og imøtekomme miljøaspekter som er relevante for det enkelte oppdrag.

I dette oppdraget er følgende miljøaspekter vurdert i forbindelse med de utførte grunnundersøkelser.

- Utslipp

Vi har i løpet av vårt feltarbeid ikke hatt uhell eller feil på utstyr som har påført omgivelsene skader.

- Forurenset grunn

Tiltaket/planområdet ligger ikke i et allerede registrert aktsomhetsområde for forurenset grunn.

- Kulturminner

Det er ikke kjente kulturminner på planområdet.

## 3 GRUNNFORHOLD

### 3.1 Løsmasser

Dreietrykksonderingene ble ført 25 m ned i løsmasser med unntak av punkt S13 , S30 og S31 som ble stoppet noe før bestemt dyp grunnet fast grunn, der sondering ikke kunne drives videre.

Ved punkt S13 ble det tatt ut 7 omrørte og 3 uforstyrrede prøver, mens det ved punkt S30 ble tatt 2 omrørte og 4 uforstyrrede prøver. Visuelle beskrivelser viser løsmasser som består av sand og silt, med humus i topp på begge prøver. Vanninnholdet ligger mellom 10 – 31 %, mens omrørt og uforstyrret konus ligger mellom hhv. 1 – 10 kPa og 20 – 39 kPa. Det er påvist

leire med sprøbruddsmateriale i punkt S30 fra 3 meter ned til prøveslutt på 8,15m dyp. Omrørt konus ligger her på mellom 0,12 – 0,33kPa, og vanninnholdet er på ca. 25-31%.

### 3.2 Grunnvann

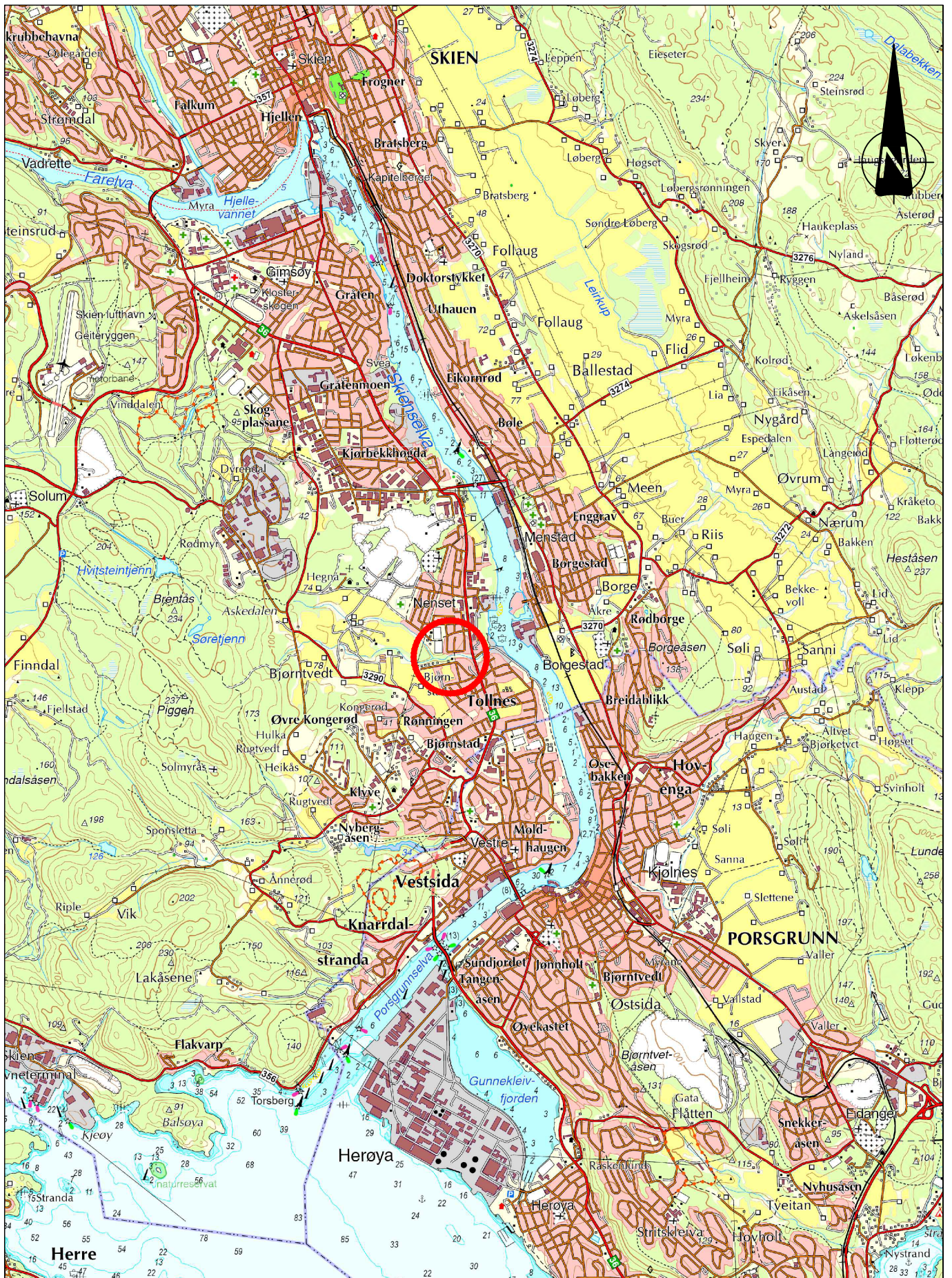
Det ble installert 1 elektrisk poretrykksmåler, se tabell 1 under. Denne ble avlest 16 september, vist i vedlegg 3.

BOR-PUNKT	MÅLER ID	DATO INSTALLERT	TERRENGKOTE (M.O.H.)	SPISSDYBDE (M.U.T.)	SPISSKOTE (M.O.H.)
S13	30933	07.09.2022	+18,02	11,00	+7,02

Tabell 1. Elektrisk poretrykksmåler

### 3.3 Berg

Det ble ikke boret inn i berg ved noen punkt.



0	12.10.2022		LSAR	TOSD	TOSD
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350052541 Målestokk: 1: 50 000 Status: Datarapport

Lensmannsdalen GRU  
NVE

**OVERSIKTSKART**

UTM32 (Euref89): N6557880 Ø535920

**RAMBOLL**

Rambøll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00

Tegning nr: 101 Rev: 0

536000.000

536100.000

536200.000

536300.00

6558000.000

6557900.000



00	12.10.2022		LSAR	TOSD	TOSD
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		<b>DATARAPPORT</b>			

**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Lensmannsdalen GRU**

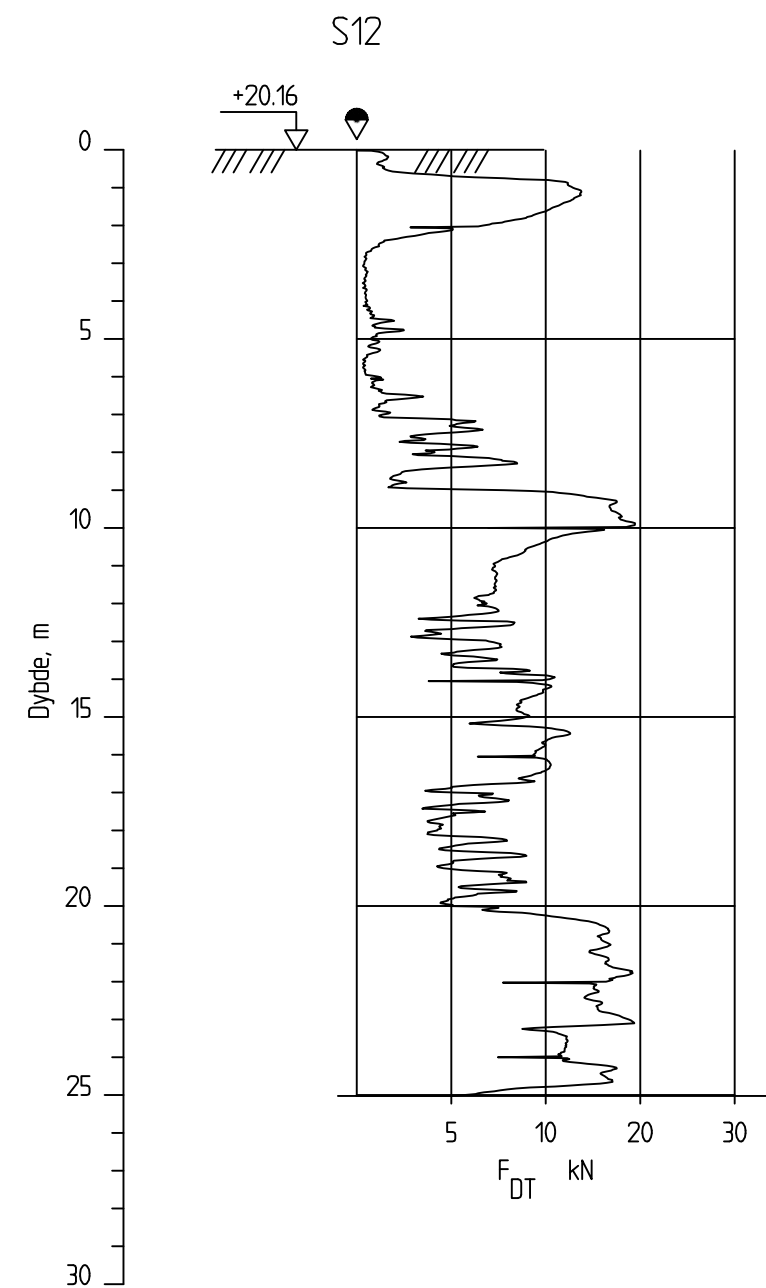
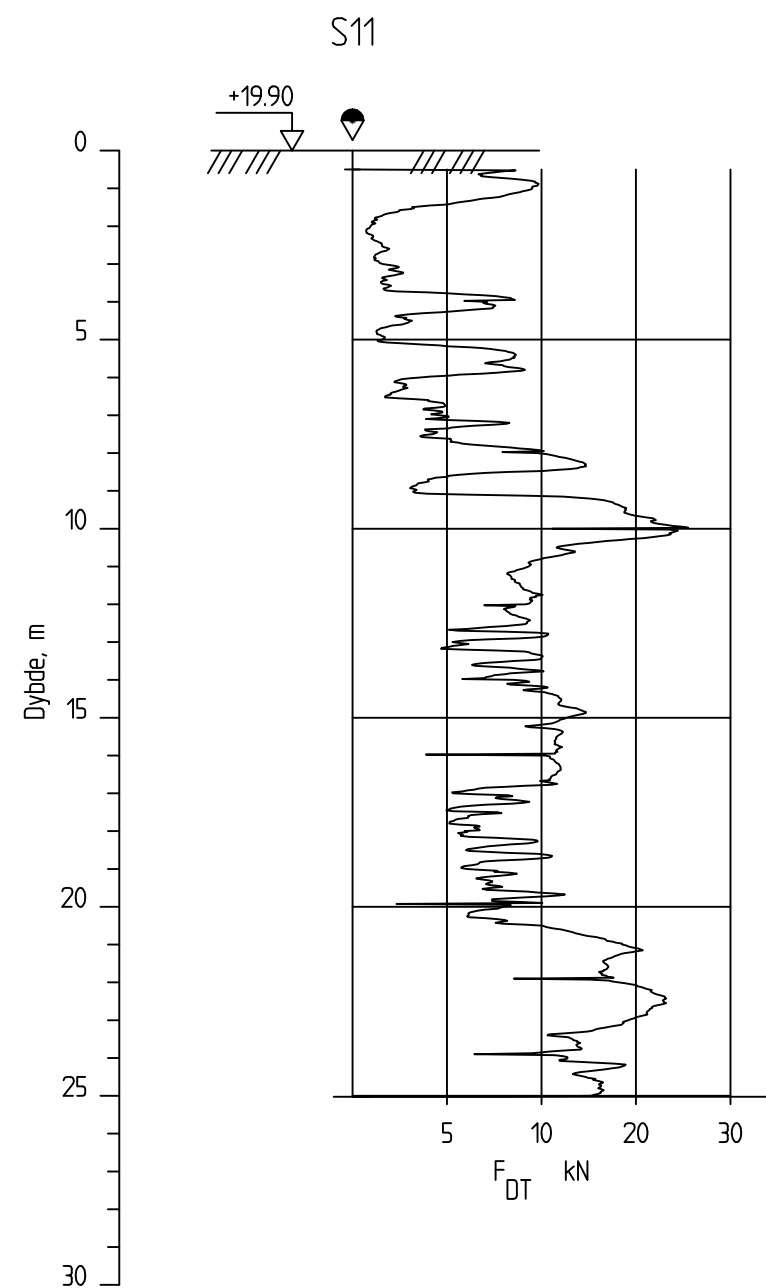
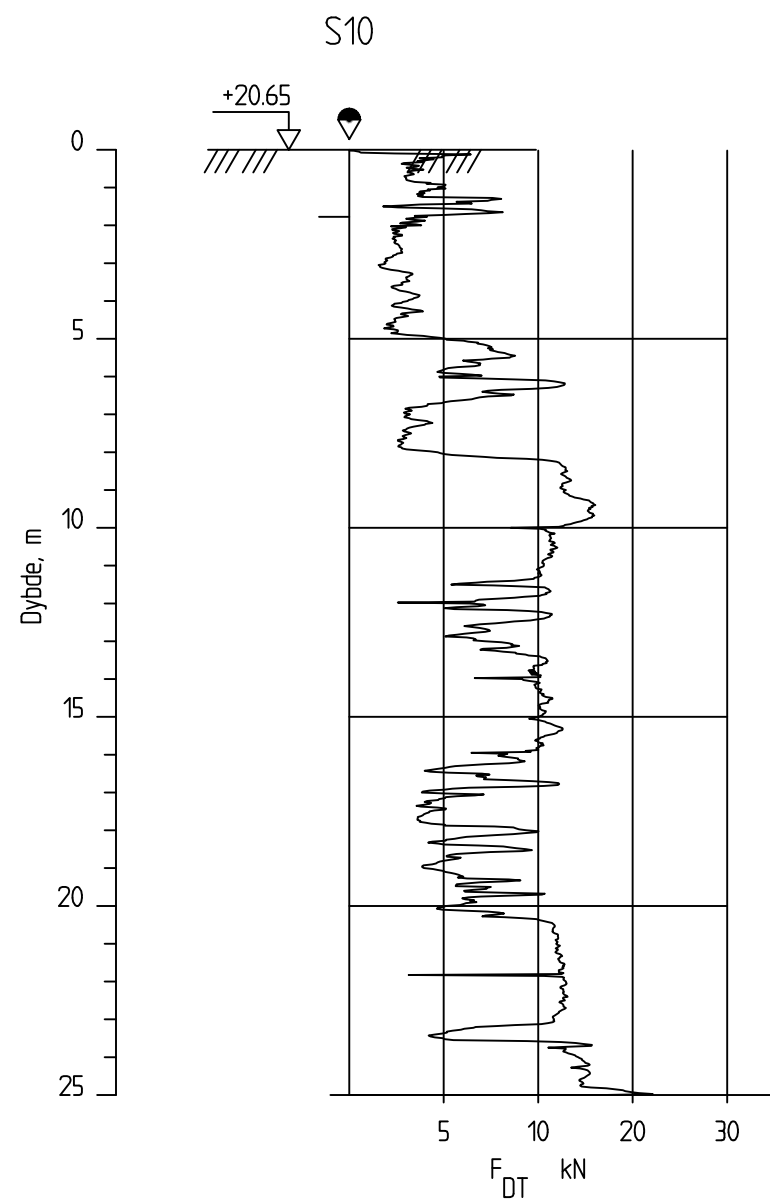
OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**

- ⊕ Totalsondering
- ⊖ Poretrykksmåler
- ▽ Trykksøndering (CPTU)
- ⊙ Prøveserie
- ◆ Dreielettrykksøndering

OPPDRAG NR. <b>1350052541</b>	MÅLESTOKK <b>1:1000</b>	BLAD NR. <b>01</b>	AV <b>01</b>
TEGNING NR. <b>102</b>		REV. <b>0</b>	





00	12.10.2022		LSAR	TOSD	TOSD
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		<b>DATARAPPORT</b>			

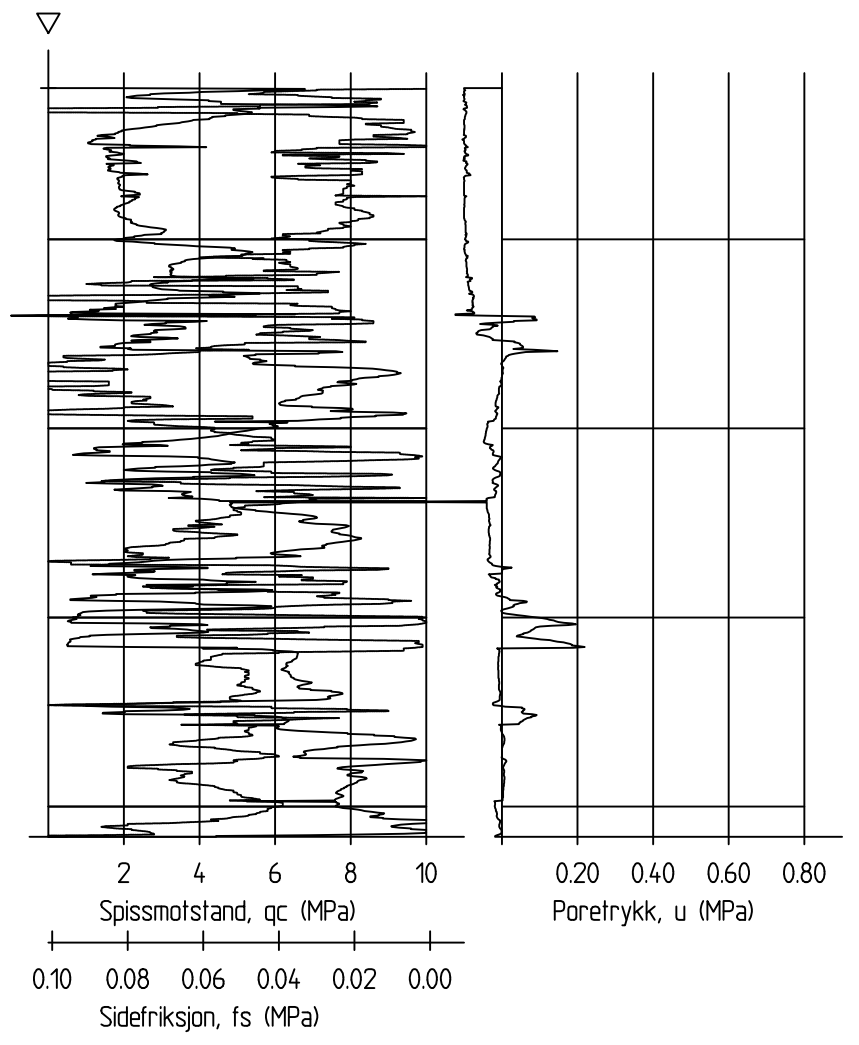
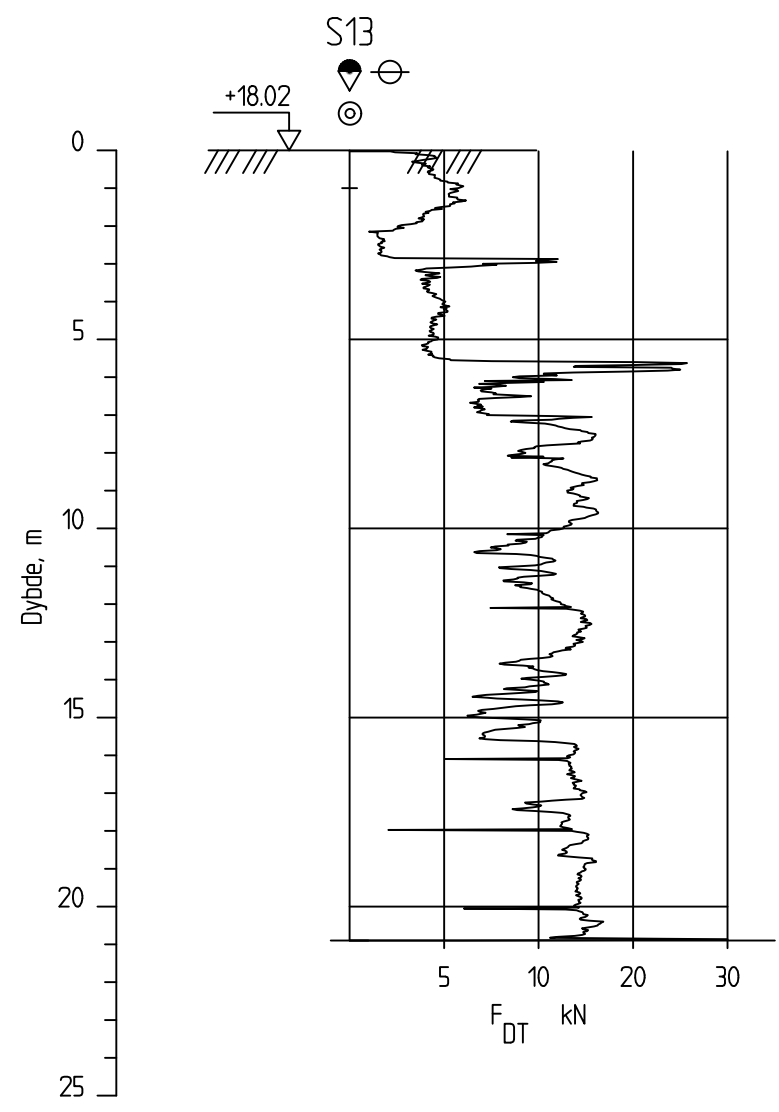


Rambøll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG	Lensmannsdalen GRU
OPPDRAGSGIVER	NVE

INNHOOLD	<b>SONDERINGER</b>
⊕	Totalsondering
⊖	Poretrykksmåler
▽	Trykksondering (CPTU)
⊙	Prøveserie
◆	Dreietrykksondering

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350052541	1:200	01	01
TEGNING NR.		REV.	
103		0	



00	12.10.2022		LSAR	TOSD	TOSD
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		<b>DATARAPPORT</b>			

**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

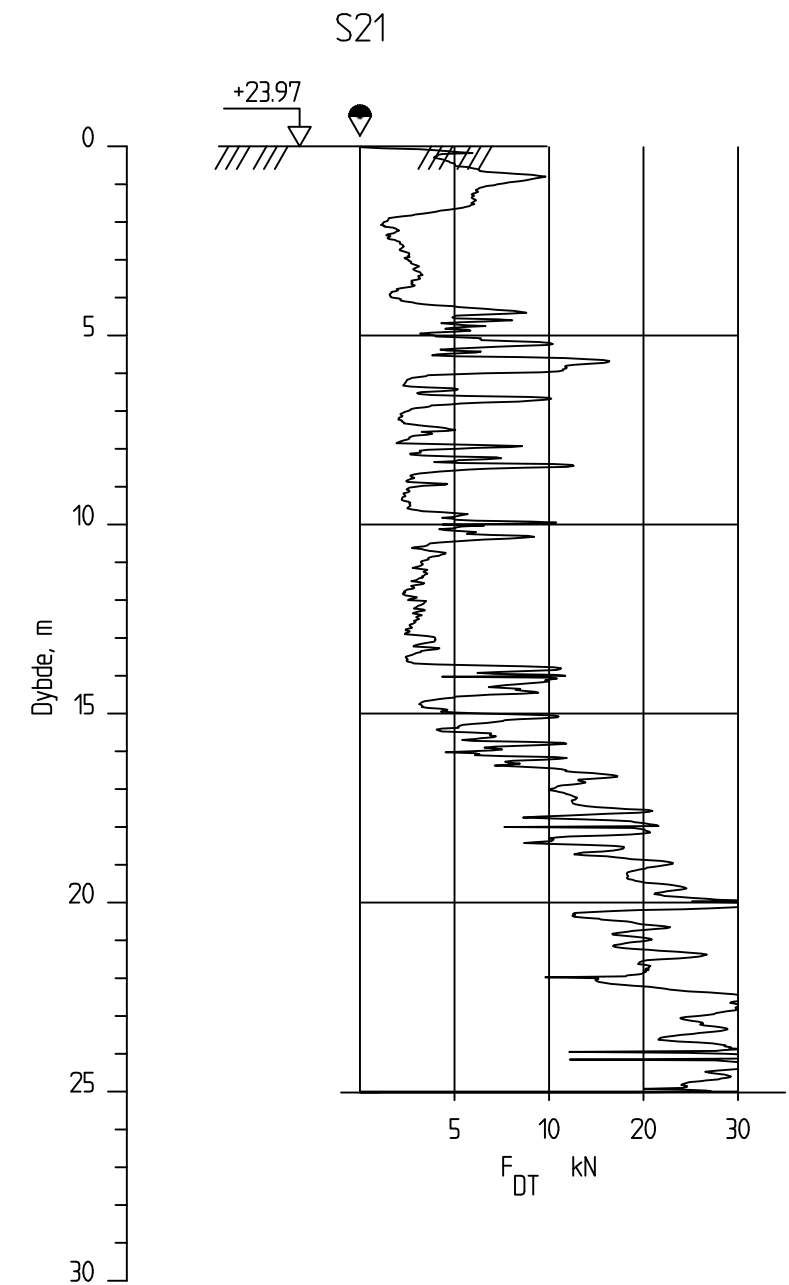
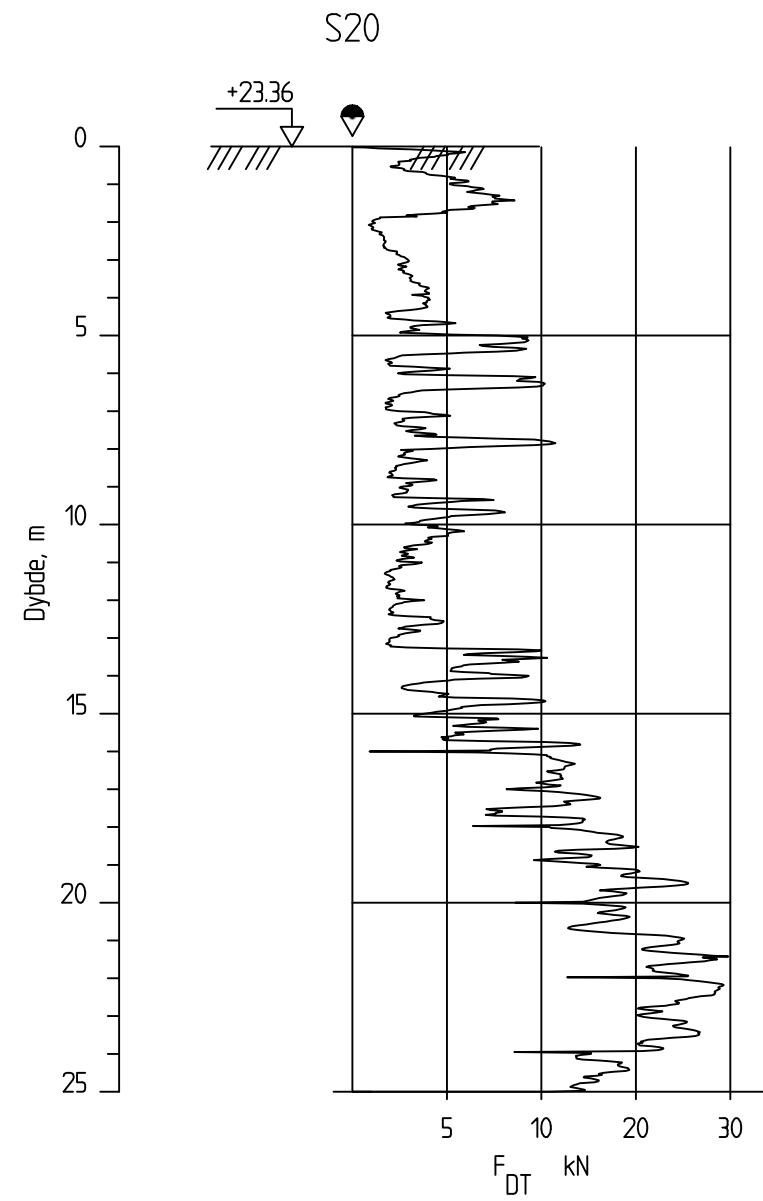
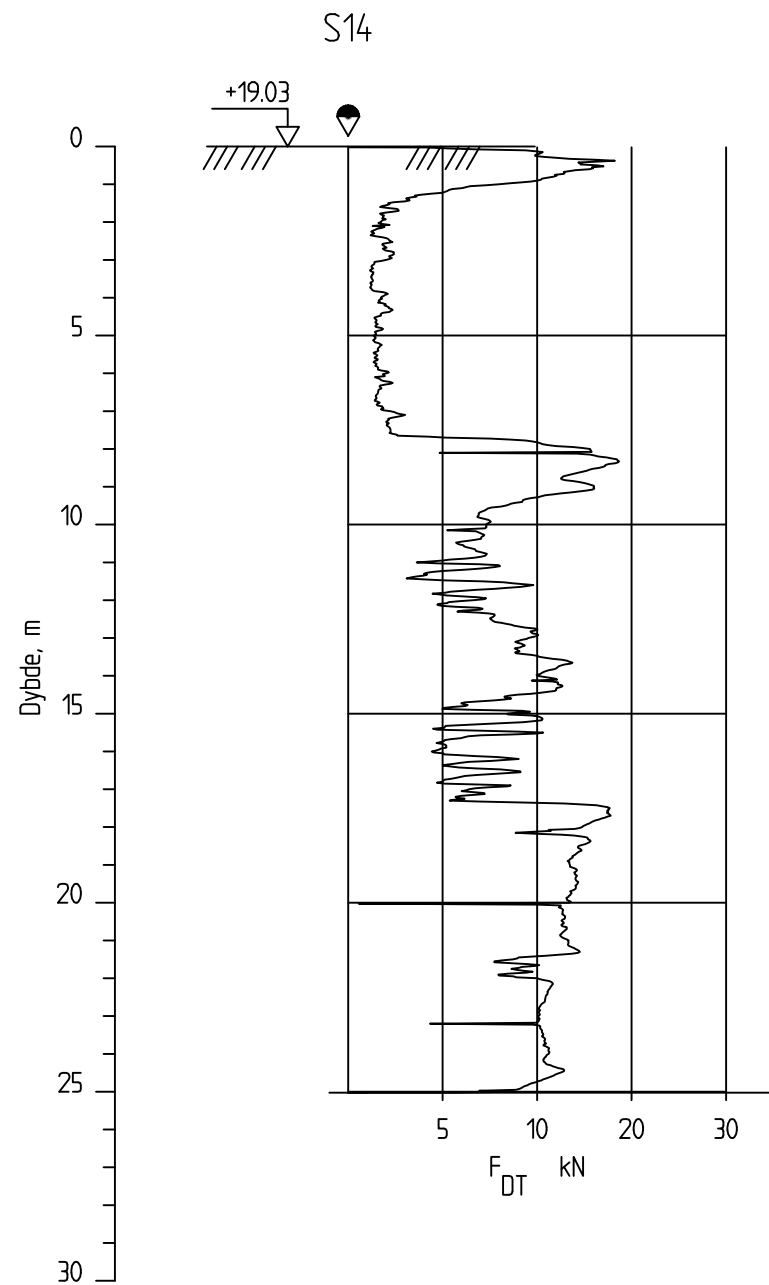
OPPDRAG  
**Lensmannsdalen GRU**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**SONDERINGER**

- ⊕ Totalsondering
- ⊖ Poretrykksmåler
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- ⊙ Prøveserie
- ◆ Dreietrykksondering

OPPDRAG NR. 1350052541	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 104		REV. 0	



00	12.10.2022		LSAR	TOSD	TOSD
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		<b>DATARAPPORT</b>			



Rambøll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

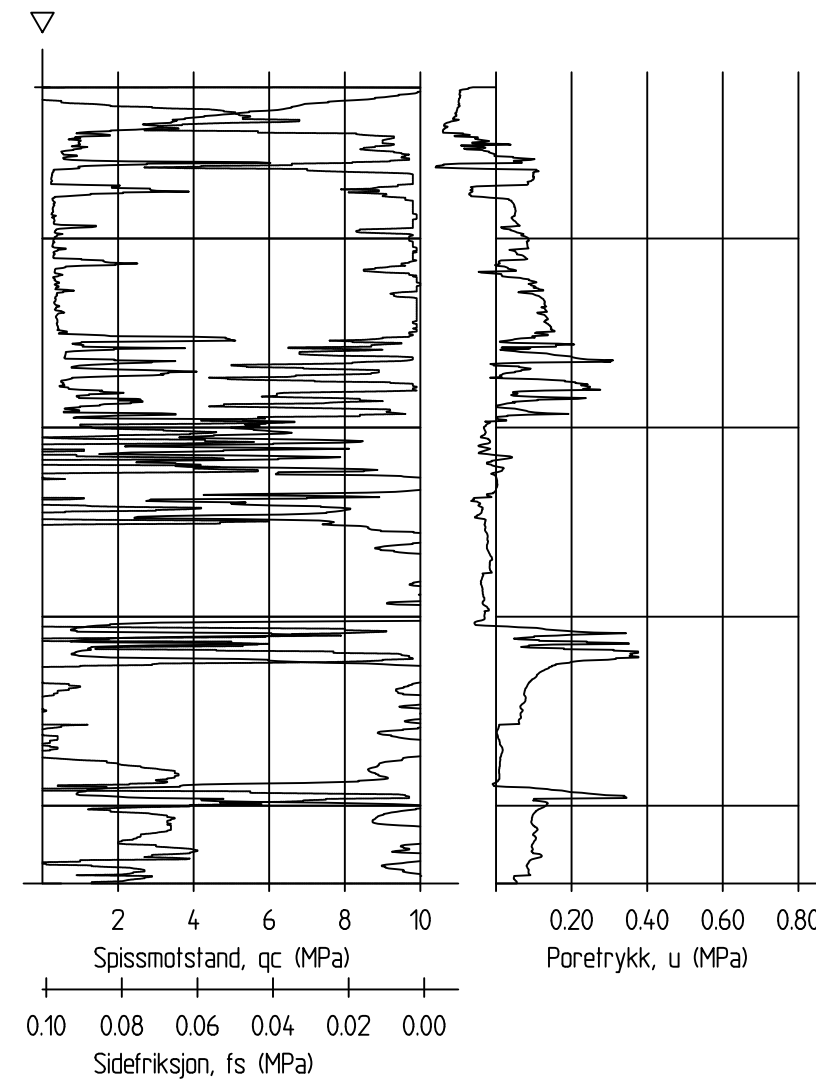
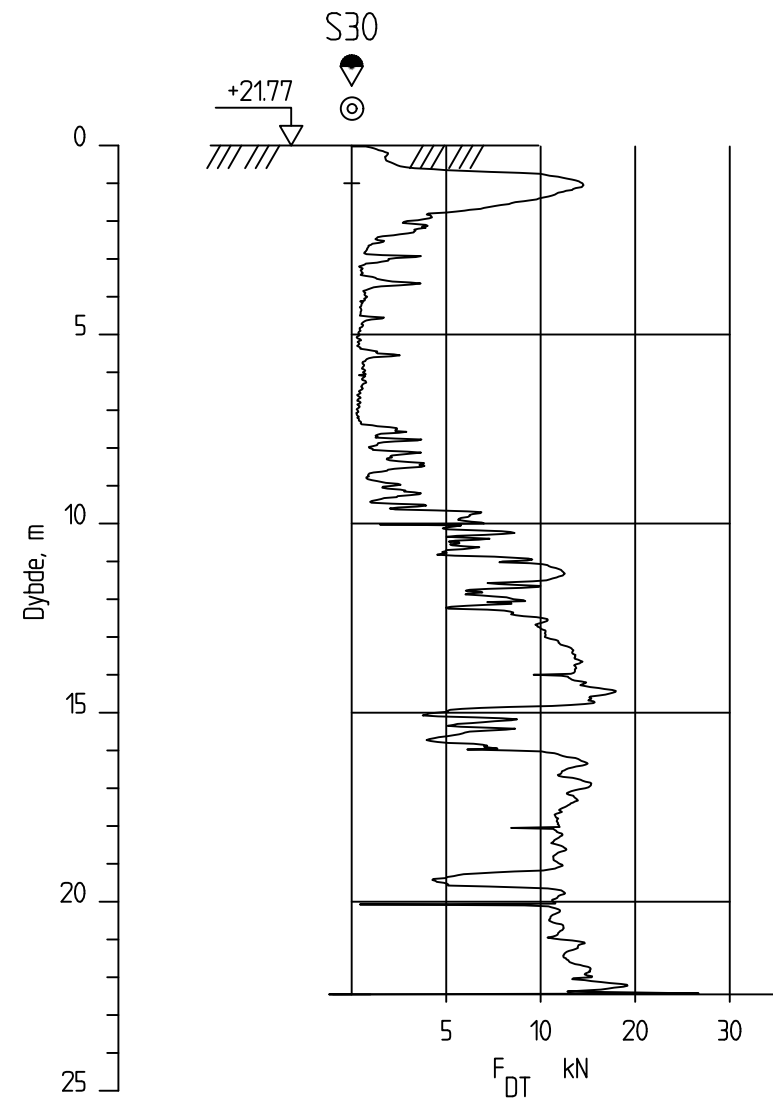
OPPDRAG  
**Lensmannsdalen GRU**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOLD  
**SONDERINGER**

- ⊕ Totalsondering
- ⊖ Poretrykksmåler
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- ⊙ Prøveserie
- ◆ Dreietrykksondering

OPPDRAG NR. <b>1350052541</b>	MÅLESTOKK <b>1:200</b>	BLAD NR. <b>01</b>	AV <b>01</b>
TEGNING NR. <b>105</b>		REV. <b>0</b>	



00	12.10.2022		LSAR	TOSD	TOSD
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		<b>DATARAPPORT</b>			

**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

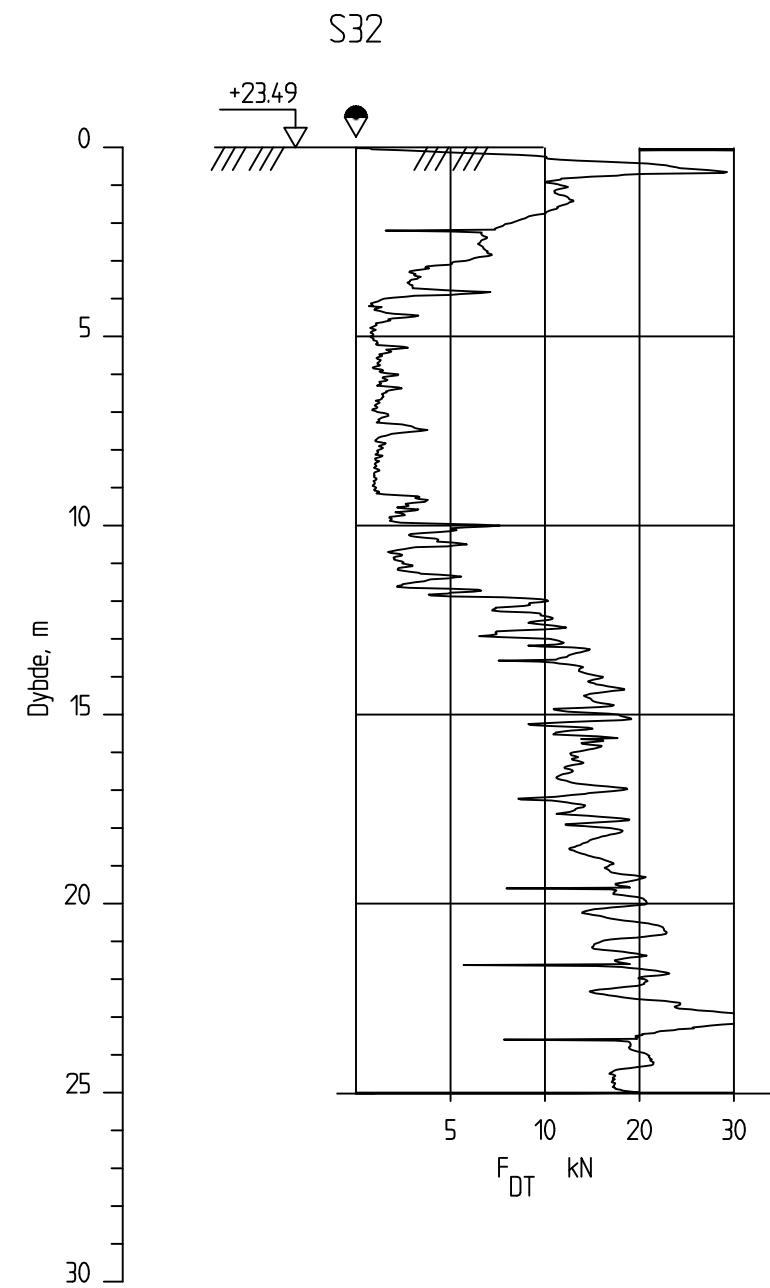
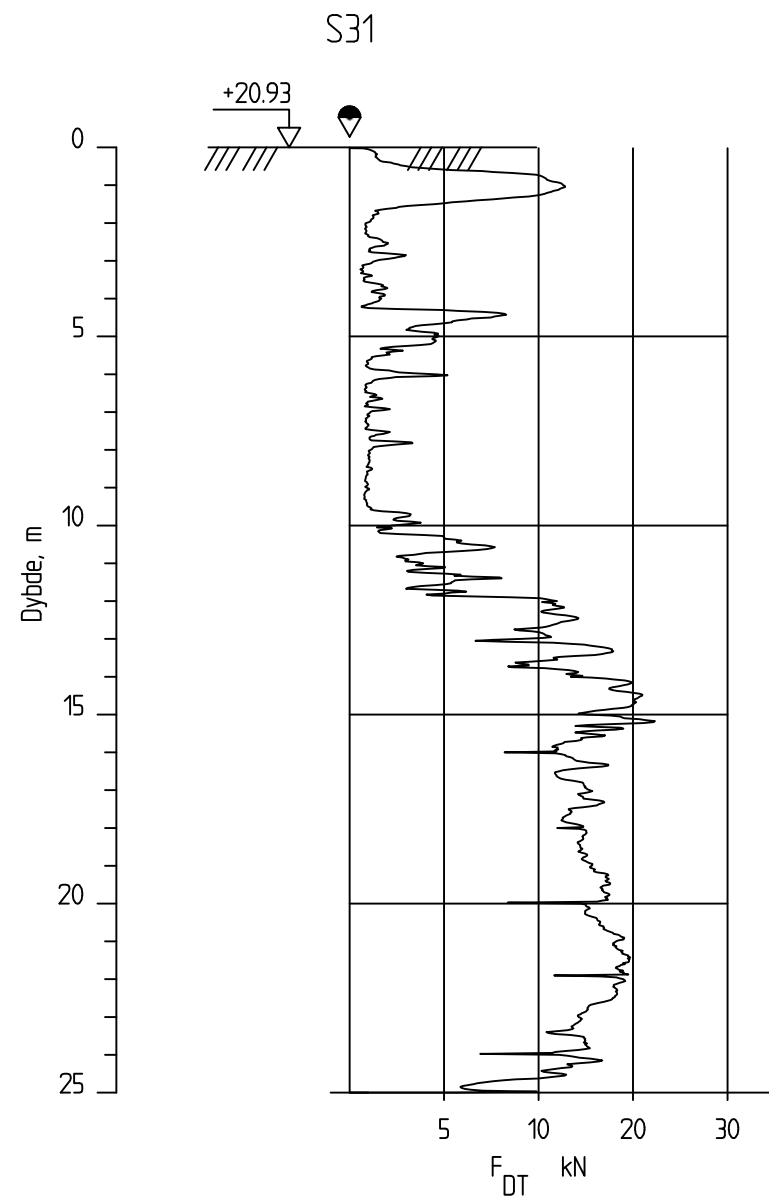
OPPDRAG  
**Lensmannsdalen GRU**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**SONDERINGER**

- ⊕ Totalsondering
- ⊖ Poretrykksmåler
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- ⊙ Prøveserie
- ◆ Dreietrykksondering

OPPDRAG NR. 1350052541	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 106	REV. 0



			<b>RAMBOLL</b>			OPPDRAG	INNHOLD		OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
00	12.10.2022		LSAR	TOSD	TOSD	Lensmannsdalen GRU	<b>SONDERINGER</b>		1350052541	1:200	01	01
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	OPPDRAGSGIVER	⊕ Totalsondering      ⊙ Prøveserie ⊖ Poretrykksmåler      ◆ Dreietrykkssondering ▽ Trykksondering (CPTU)		TEGNING NR.			REV.
TEGNINGSSTATUS			DATARAPPORT			NVE			107			0
Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no												

**R01C00**

<p><b>Rambøll Norge AS</b></p> <p>1350052541 Lensmannsdalen Kommune</p> <p>Labresultater Prosjekt 22448</p>
---

Utførende laborant	Dato	Kontrollert av	Dato
LH <i>Laith Hussein</i>	23.9.22	KS <i>Kristian Stovvean</i>	28.9.22

## Bilagsoversikt

### Løsmasseprofiler og laboratorieundersøkelser

**C**

Løsmasseprofiler	R01C01 – C02
Presentasjon enaksiale trykkforsøk	R01C21 – C22
Kornfordelingsanalyser	R01C41 – C42
Bilder av prøver	R01C91
Samleark rådata	R01C92
GB - laboratorieundersøkelser	

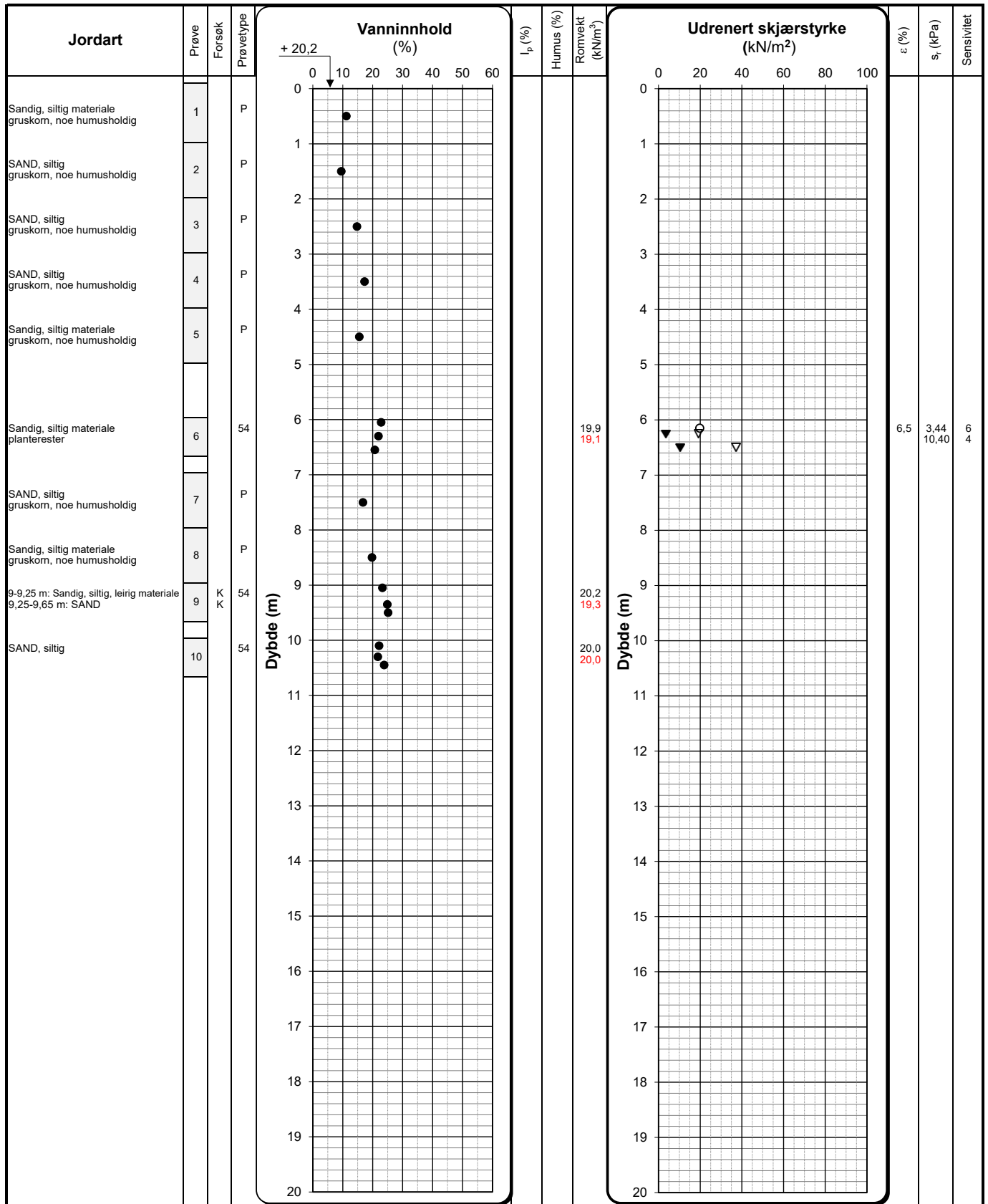
#### 1.1 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelsene som ble utført er oppsummert i tabell 1.1.

*Tabell 1.1 Oppsummering av utførte laboratorieundersøkelser.*

Kode	Beskrivelse	Antall
10.11	Visuell klassifisering	9
10.2	Vanninnhold (w)	9
10.52	Konusflytegrense	2
10.73	Slemmeanalyse	5
10.74	Kombianalyse NS 8005/8006	1
11.11	54 mm sylinder, leire, rutine	7

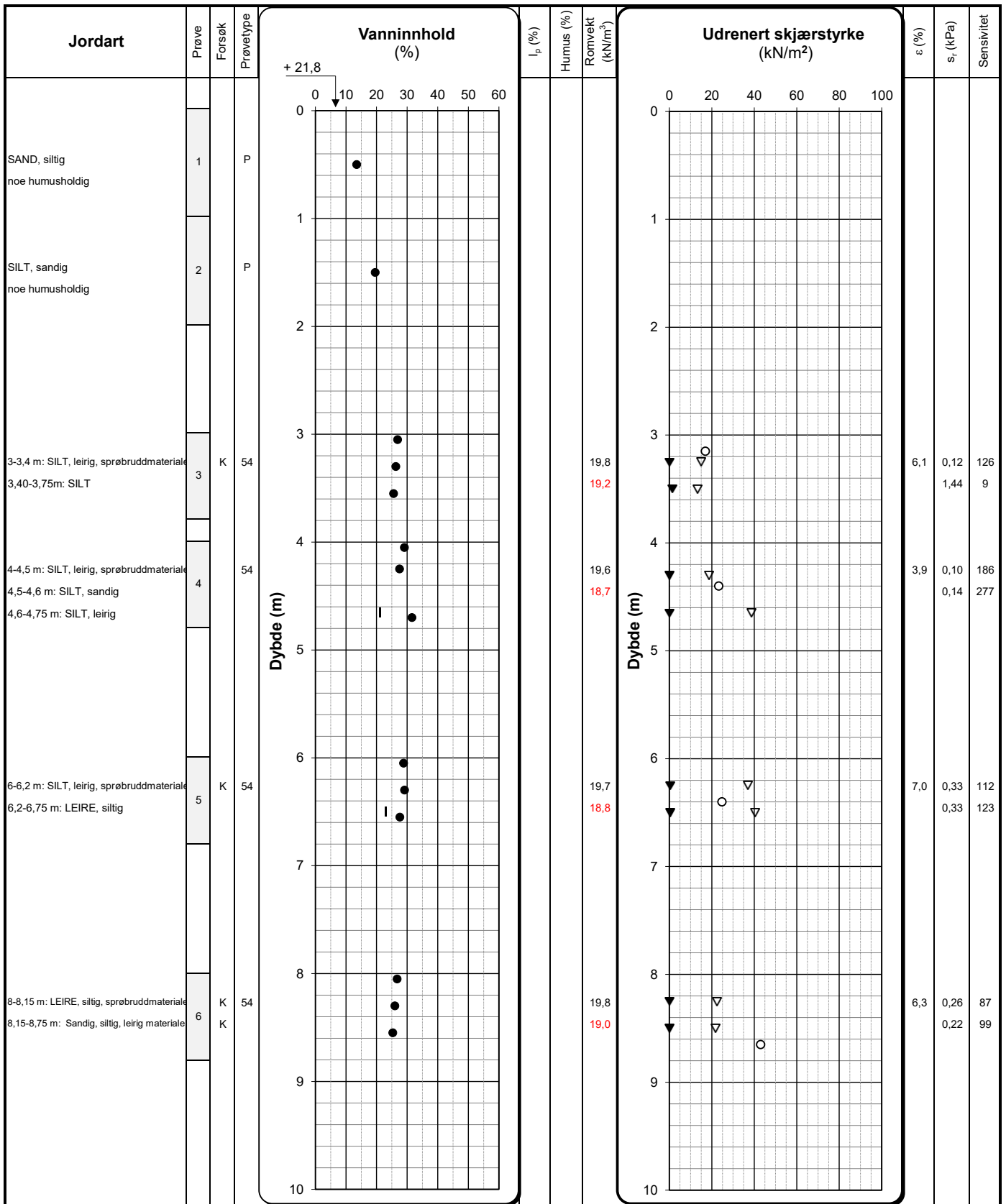
Resultater fra laboratorieundersøkelsene er presentert iht. bilagsoversikt, se tegning GB-laboratorieundersøkelser for forklaring av løsmasseprofil.



Enaksialforsøk	○	Forsøk:	Prøvetype:	Romvekt:	Humusinnhold:
Omrørt konus	▼	T = Treaksialforsøk	P = Representativ poseprøve	Romvekt liten ring	Humus % total
Uforstyrret konus	▽	Ø = Ødometerforsøk	Tall = Diameter på sylinderprøve	Romvekt hel sylinder	Humus % av materiale <2 mm
Plastisitet- og flytgrense	┆ - - ┆	K = Kornkurve	V = Visuell vurdering på stedet		
Målt vanninnhold	●	D = Korndensitet			


$I_p$  = Plastisitetsindeks       $\epsilon$  = Aksial bruddtøyning enaksialforsøk       $s_r$  = omrørt skjærstyrke fra konusforsøk iht. ISO 17892-6:2017

	Oppdragsgiver	Tegning nr.	R01C01
	Rambøll Norge AS	Prosjekt nr.	22448
	Prosjekt	Terrengkote	+ 20,2
	1350052541 Lensmannsdalen	Dato	28.09.2022
	Tittel	Side	Ansvarlig
Løsmasseprofil pkt. S13	1 av 1	Kontrollert	KS



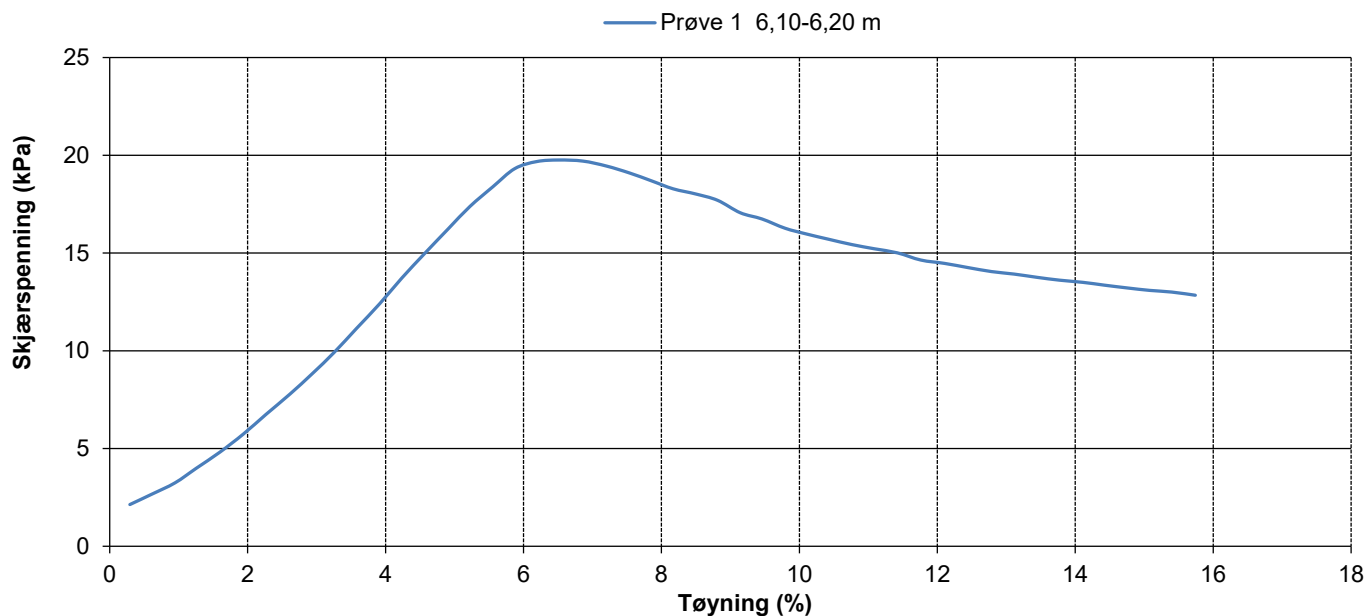
Enkialsforsøk ○ Forsøk: T = Treaksialforsøk Prøvetype: P = Representativ poseprøve Romvekt: Humusinnhold:  
 Omrørt konus ▼ T = Treaksialforsøk P = Representativ poseprøve Romvekt liten ring Humus % total  
 Uforstyrret konus ▽ Ø = Ødometerforsøk Tall = Diameter på sylinderprøve Romvekt hel sylinder Humus % av materiale <2 mm  
 Plastisitets- og flytgrense - - - - K = Kornkurve V = Visuell vurdering på stedet  
 Målt vanninnhold ● D = Korndensitet

$I_p$  = Plastisitetsindeks       $\varepsilon$  = Aksial bruddtøyning enkialsforsøk       $s_r$  = omrørt skjærstyrke fra konusforsøk iht. ISO 17892-6:2017

	Oppdragsgiver	Tegning nr.	R01C02
	Rambøll Norge AS	Prosjekt nr.	22448
	Prosjekt	Terrengkote	+ 21,8
	1350052541 Lensmannsdalen	Dato	28.09.2022
	Tittel	Ansvarlig	LH
	Løsmasseprofil pkt. S30	Kontrollert	KS



## Enaks punkt S13



PrøveID	Maks. $\tau$ (kPa)	Ved tøyning $\varepsilon$ (%)	$\tau$ ved 15% tøyning (kPa)
Prøve 1 6,10-6,20 m	19,8	6,5	



Løvlien

Georåd

Oppdragsgiver

Rambøll Norge AS

Prosjekt nr.

22448

Tegning nr.

R01C21

Prosjekt

1350052541 Lensmannsdalen

Dato

23.09.22

Borpunkt

S13

Tittel

Presentasjon av enakstester

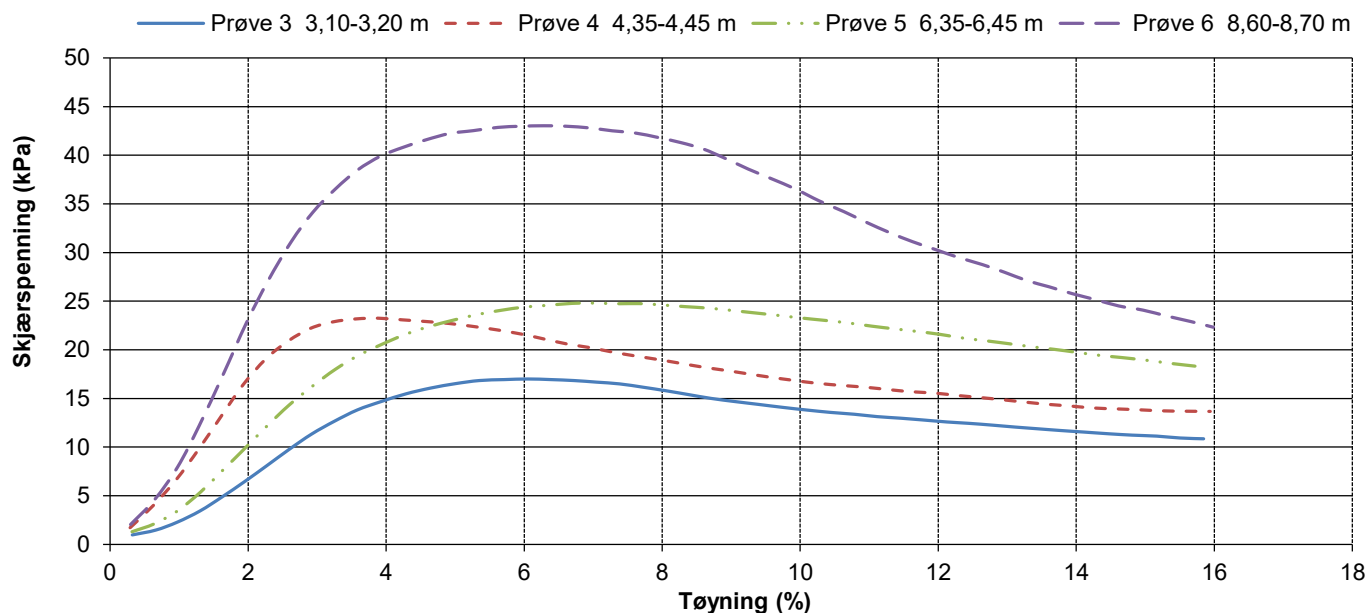
Ansvarlig

LH

Kontrollert

KS

### Enaks punkt S30



PrøveID	Maks. $\tau$ (kPa)	Ved tøyning $\varepsilon$ (%)	$\tau$ ved 15% tøyning (kPa)
Prøve 3 3,10-3,20 m	17,0	6,1	
Prøve 4 4,35-4,45 m	23,3	3,9	
Prøve 5 6,35-6,45 m	24,8	7,0	
Prøve 6 8,60-8,70 m	43,0	6,3	



Oppdragsgiver Rambøll Norge AS	Prosjekt nr. 22448	Tegning nr. R01C22
Prosjekt 1350052541 Lensmannsdalen	Dato 28.09.22	Borpunkt S30
Tittel Presentasjon av enakstester	Ansvarlig LH	Kontrollert KS



Oppdragsgiver  
Rambøll Norge AS

Prosjekt  
1350052541 Lensmannsdalen

Titel  
Kornfordelingskurve pkt. S30

Tegning nr.  
R01C42

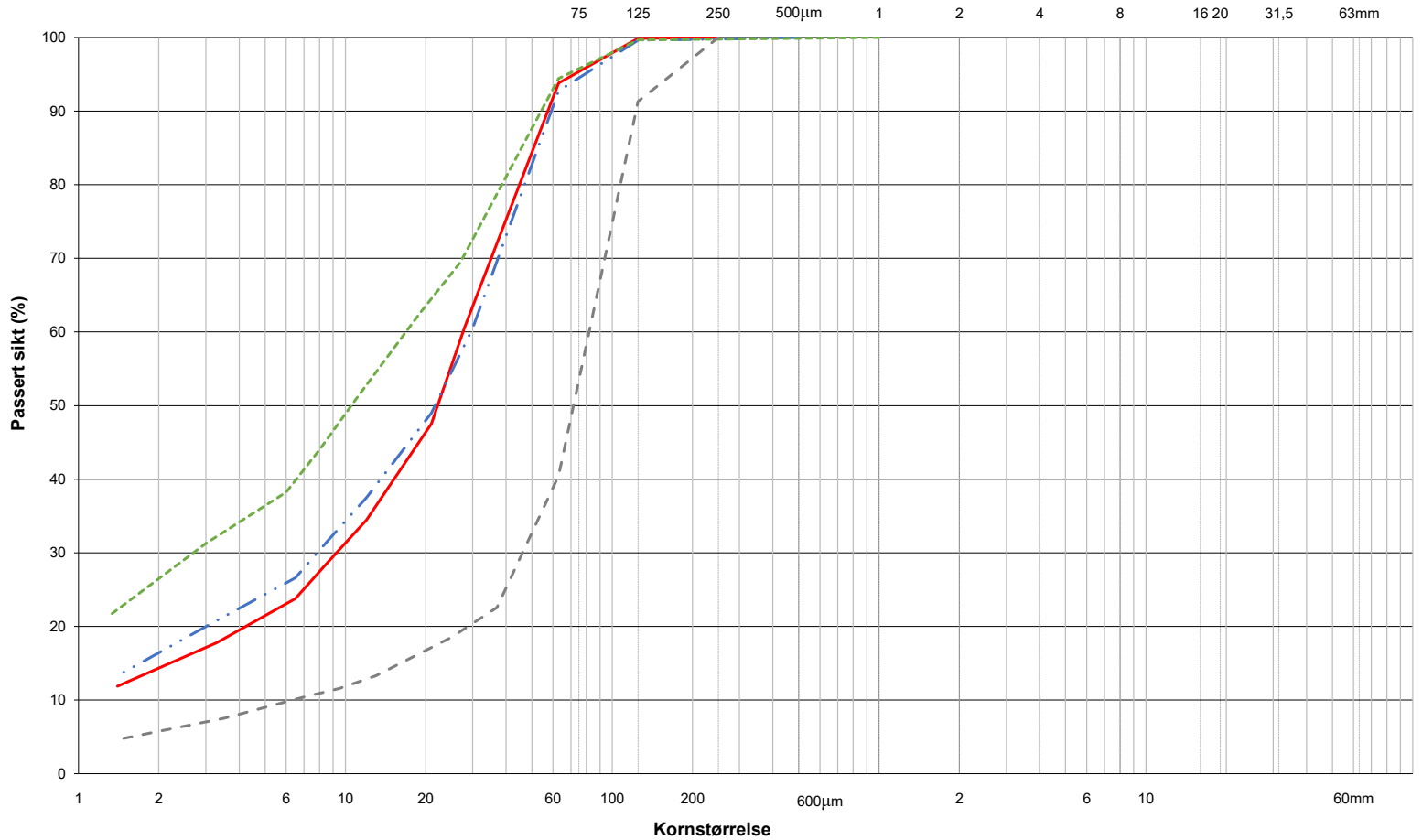
Dato  
19.09.2022

Lab. ansvarlig  
LH

Prosjekt nr.  
22448

Kontrollert  
KS

LEIR	SILT			SAND			GRUS			STEIN
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	



\* Telefarligheten oppgis i forhold til materiale < 22,4 mm.

\*\* Humus andelen oppgis som 2 verdier hvorav den første angir % i forhold til total masse, og den andre % i forhold til materiale < 2 mm

Prøve nr.	Dybde (m)	Kurve	Jordartsbetegnelse	Cu	* % < 20 µm	* Telegruppe	**Humus (%)	Vanninnhold (%)
3	3,0 - 3,8	—	SILT, leirig		46,4	T4		26,3
5	6,0 - 6,8	- · - · -	LEIRE, siltig		48,0	T4		27,6
6	8,0 - 8,15	- - - - -	LEIRE, siltig		63,6	T4		26,7
6	8,15 - 8,75	- - - - -	Sandig, siltig, leirig materiale	13	16,8	T4		26,0

# 22448 1350052541 Lensmannsdalen

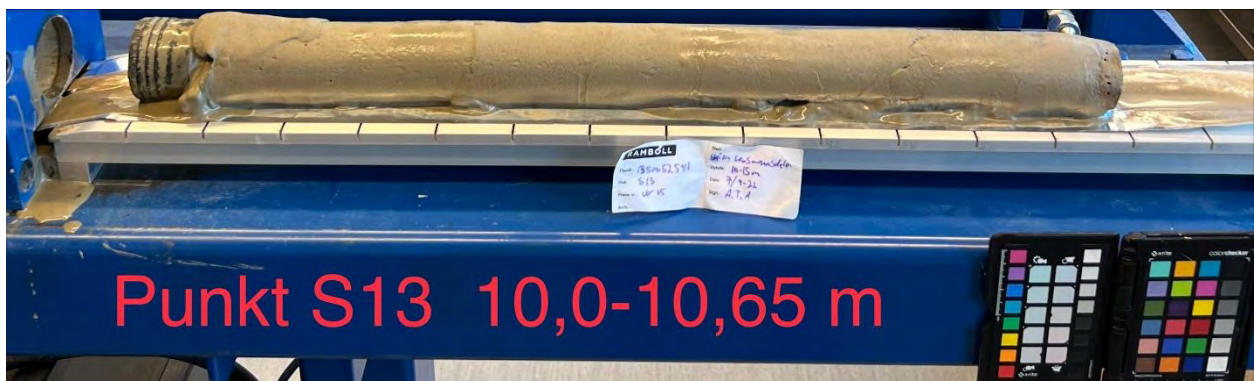
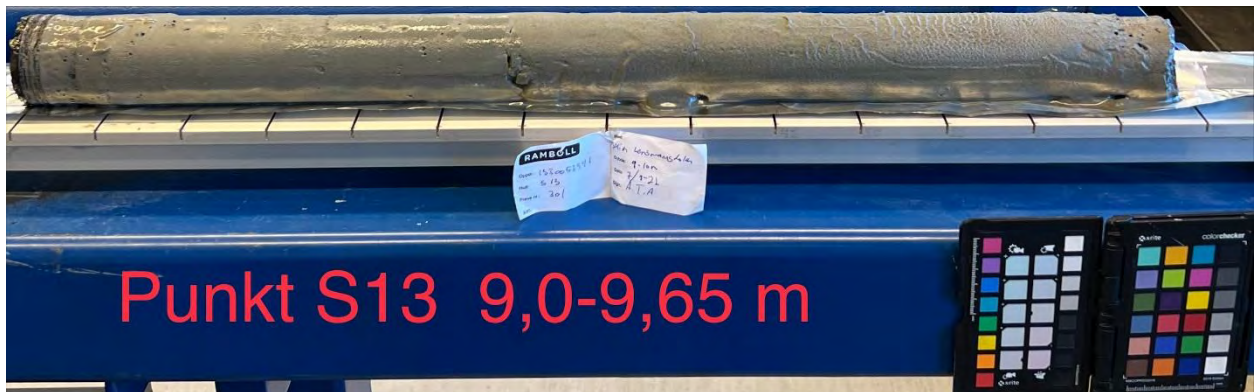
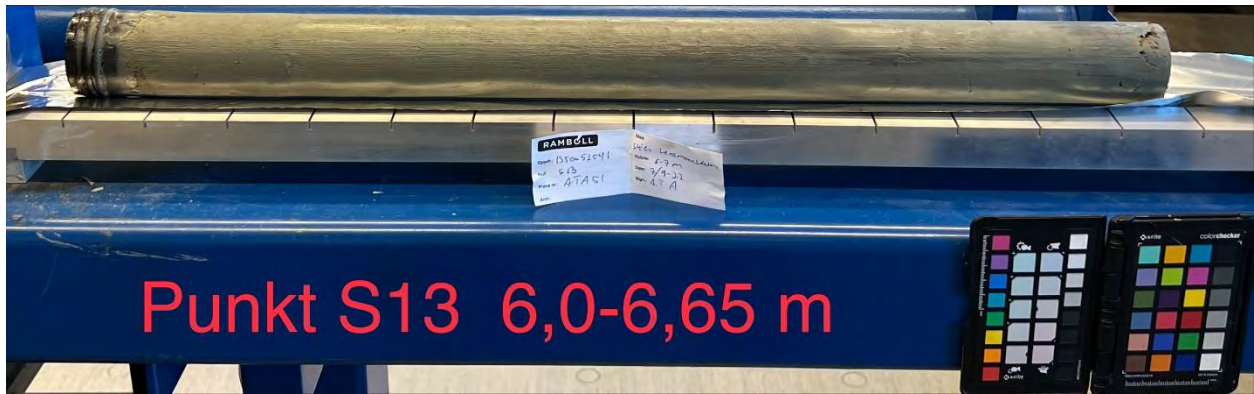
## Tegning nr.: R01C91

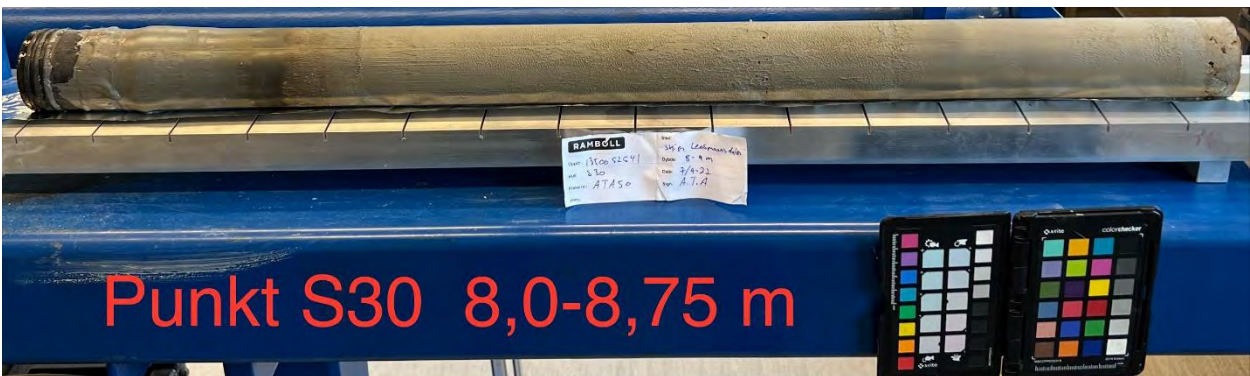
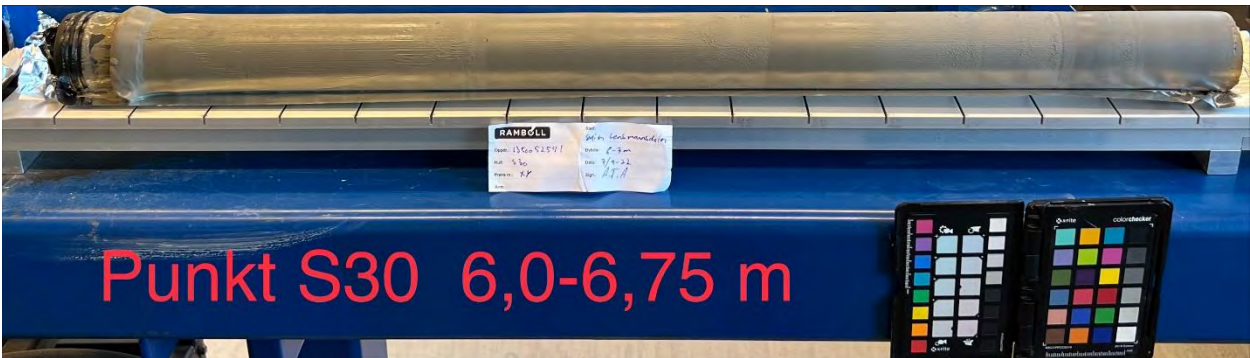
### Bilde av prøver

Oppdragsgiver:  
Antall sider

Rambøll Norge AS v/ Tonje Skjærgård  
2

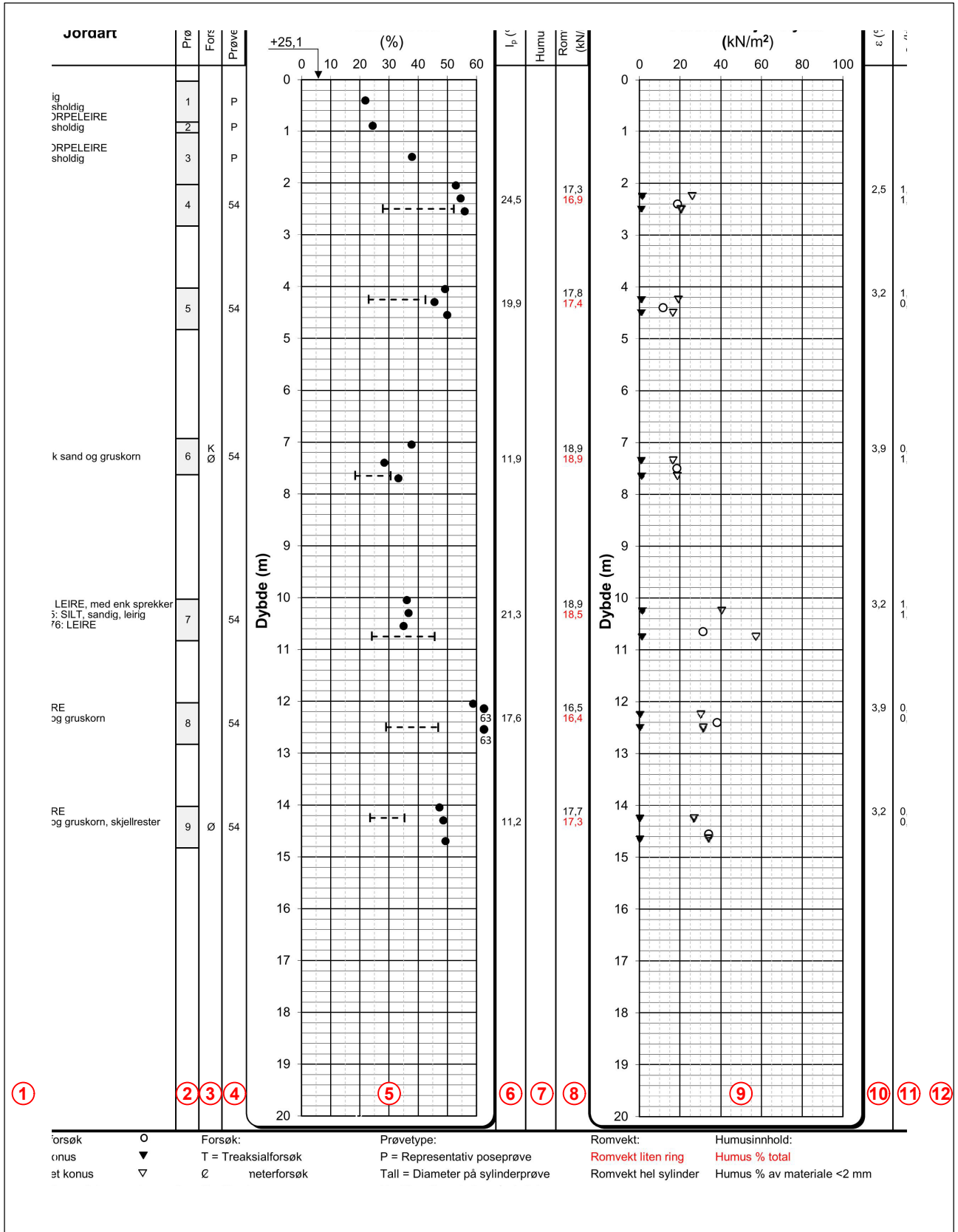
Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Første utgave	22.09.2022





Punkt	Vanninnhold						Plastisitetstergrense				Konus				Enaks			Annet					Beskrivelse					
	Dybde w1 [m]	Vanninnhold [%]	Dybde w2 [m]	Vanninnhold [%]	Dybde w3 [m]	Vanninnhold [%]	Dybde Ip [m]	Wp [%]	W L [%]	Ip [%]	Dybde f1 [m]	Su [kPa]	Sr [kPa]	St [-]	Dybde f2 [m]	Su [kPa]	Sr [kPa]	St [-]	Dybde [m]	Su aksial [kPa]	Aksial def. Enaks [%]	Dybde[m]		Tyngdetetthet liten ring [kN/m3]	Tyngdetetthet sylinder [kN/m3]	Humus < 2 mm [%]	Humus total [%]	
S13	0,5	11,1																				0,5						Sandig, siltig
S13	1,5	9,5																				1,5						SAND, siltig
S13	2,5	14,7																				2,5						SAND, siltig
S13	3,5	17,3																				3,5						SAND, siltig
S13	4,5	15,5																				4,5						Sandig, siltig materiale
S13	6,1	22,8	6,3	21,9	6,6	20,7					6,3	19,2	3,4	5,6	6,5	37,1	10,4	3,6	6,2	19,8	6,5	6,3	19,1	19,9			Sandig, siltig materiale	
S13	7,5	16,7																				7,5						SAND, siltig
S13	8,5	19,7																				8,5						Sandig, siltig materiale
S13	9,1	23,2	9,4	24,8	9,5	25,1													9,2			9,3	19,3	20,2			Sandig, siltig, leirig materiale	
S13	10,1	22,1	10,3	21,7	10,5	23,8																10,3	20,0	20,0				SAND, siltig
S30	0,5	13,5																				0,5						SAND, siltig
S30	1,5	19,5																				1,5						SILT, sandig
S30	3,1	26,9	3,3	26,3	3,6	25,6					3,3	15,1	0,1	125,8	3,5	13,2	1,4	9,2	3,2	17,0	6,1	3,4	19,2	19,8			SILT, leirig, sprøbruddmateriale	
S30	4,1	29,1	4,3	27,5	4,7	31,6	4,7		21,2		4,3	18,6	0,1	186,0	4,7	38,8	0,1	277,1	4,4	23,3	3,9	4,4	18,7	19,6			SILT, leirig, sprøbruddmateriale	
S30	6,1	28,8	6,3	29,2	6,6	27,6	6,5		22,9		6,3	37,1	0,3	112,4	6,5	40,5	0,3	122,7	6,4	24,8	7,0	6,4	18,8	19,7			SILT, leirig, sprøbruddmateriale	
S30	8,1	26,7	8,3	26,0	8,6	25,3					8,3	22,5	0,3	86,5	8,5	21,8	0,2	99,1	8,7	43,0	6,3	8,4	19,0	19,8			LEIRE, siltig, sprøbruddmateriale	

## EKSEMPEL PÅ LØSMASSEPROFIL MED FORKLARING



### FORKLARING:

1. Jordartsbeskrivelse
2. Dybdeintervall for den aktuelle beskrivelsen
3. Utført spesialforsøk
4. Prøvetakingsmetode
5. Målt vanninnhold i % og konsistensgrenser
6. Plastisitetindeks (I<sub>p</sub>) i % fra konsistensgrenseforsøk

7. Humusinnhold i % v/ glødetap for materiale < 2 mm (rød skrift angir humusinnhold for den totale prøvemassen)
8. Målt romvekt (γ) i kN/m<sup>3</sup> gjennomsnitt for hele sylinderen (rød skrift angir målt romvekt fra liten ring)
9. Målt udrenert skjærstyrke fra konus og enaksialforsøk
10. Vertikal tøyning i % ved brudd fra enaksialforsøk
11. Omrørt skjærstyrke fra konusforsøk
12. Beregnet sensitivitet (S<sub>v</sub>) fra konusforsøk



### Benyttede teststandarder og utstyr ved våre laboratorieundersøkelser:

Analyse	Standard	Utstyr	Merknad
Generelt, identifisering og klassifisering av jord	NS-EN ISO 14688-1:2018 og 14688-2		
Bestemmelse av vanninnhold	NS-EN ISO 17892-1		
Bestemmelse av romdensitet	NS-EN ISO 17892-2		
Bestemmelse av komdensitet	NS-EN ISO 17892-3		
Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling	NS-EN ISO 17892-4	Retsch AS-200 Hydrometer 152H62 1g/l	
Ødometer, trinnvis belastning	EN ISO 17892-5	GDS instruments	
Ødometer CRS	NS8018	GDS instruments	
Konusforsøk, uomrørt og omrørt	EN ISO 17892-6	UTEST fall cone UTS-0180, semiautomatic penetrometer	
Enaksialt trykkforsøk, Enaks	EN ISO 17892-7	GDS instruments	
Treaksialt forsøk, Ukonsolidert, udrenert	EN ISO 17892-8	GDS instruments	
Treaksialt forsøk, Konsolidert, udrenert CAU	EN ISO 17892-9	GDS instruments	
Permeabilitets forsøk i Treacks og Ødo	EN ISO 17892-11	GDS instruments	
Konusflytgrense, plastisitetsgrense, $I_p$	ISO/TS 17892-12	UTEST fall cone ETM2432	
Humusinnhold ved gløding	Statens vegvesen Håndbok R210 Kapittel 218	Glødeskap Nabertherm B150	
Proctor-komprimering	NS-EN 13286-2	Automatic Soil Compactor	

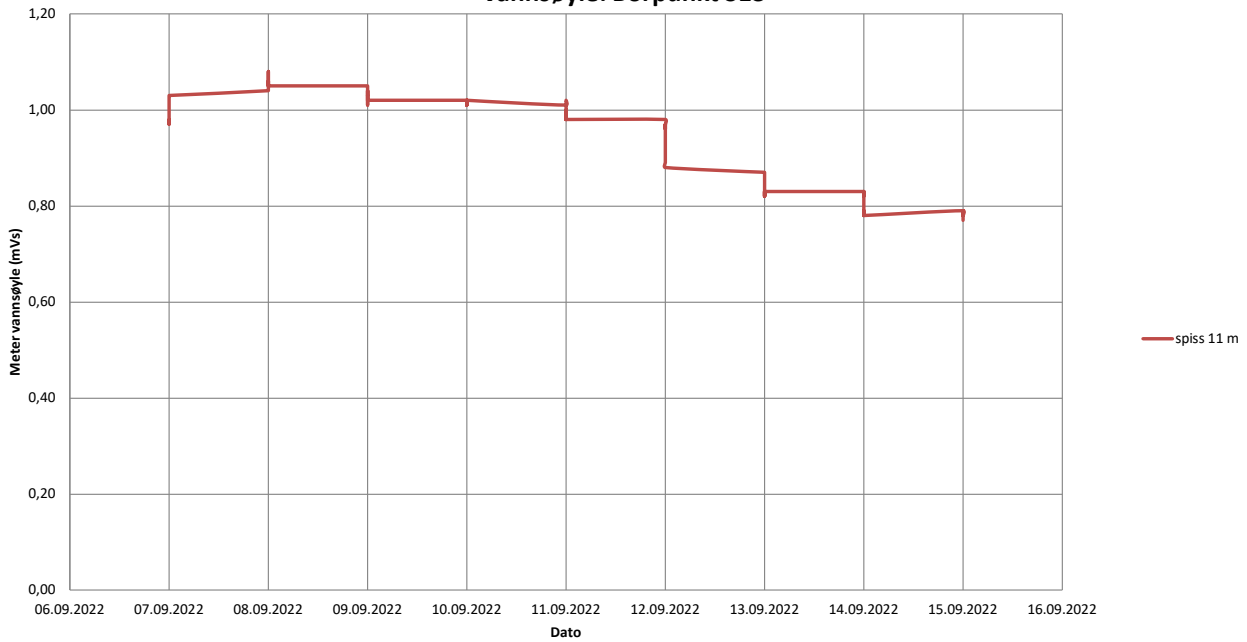
## Vedlegg 2 – Koordinat- og borpunktliste

1350052542 – Lensmannsdalen

Koordinatsystem: EUREF89 UTM sone 32 med høydereferanse NN2000

Borhull	Dato boret	Metode	Koordinater			Boret i løsmasser (m)
			X	Y	Z	
S10	06.09.2022	DrT	6557961,01	536150,80	+20,65	25,00
S11	06.09.2022	DrT	6557955,37	536213,78	+19,90	25,02
S12	06.09.2022	DrT	6557919,31	536195,62	+20,16	25,02
S13	07.09.2022	DrT Cpt Prøve PZ	6557958,63	536293,54	+18,02	20,90
S14	06.09.2022	DrT	6557925,50	536278,12	+19,03	25,02
S20	06.09.2022	DrT	6557907,54	535920,63	+23,36	25,00
S21	06.09.2022	DrT	6557880,80	535926,99	+23,97	25,02
S30	07.09.2022	DrT Cpt Prøve	6558023,15	536058,57	+21,77	22,45
S31	06.09.2022	DrT	6558076,06	536130,46	+20,93	25,00
S32	06.09.2022	DrT	6558045,23	535944,74	+23,49	25,02

### Vannspøyle: Borpunkt S13

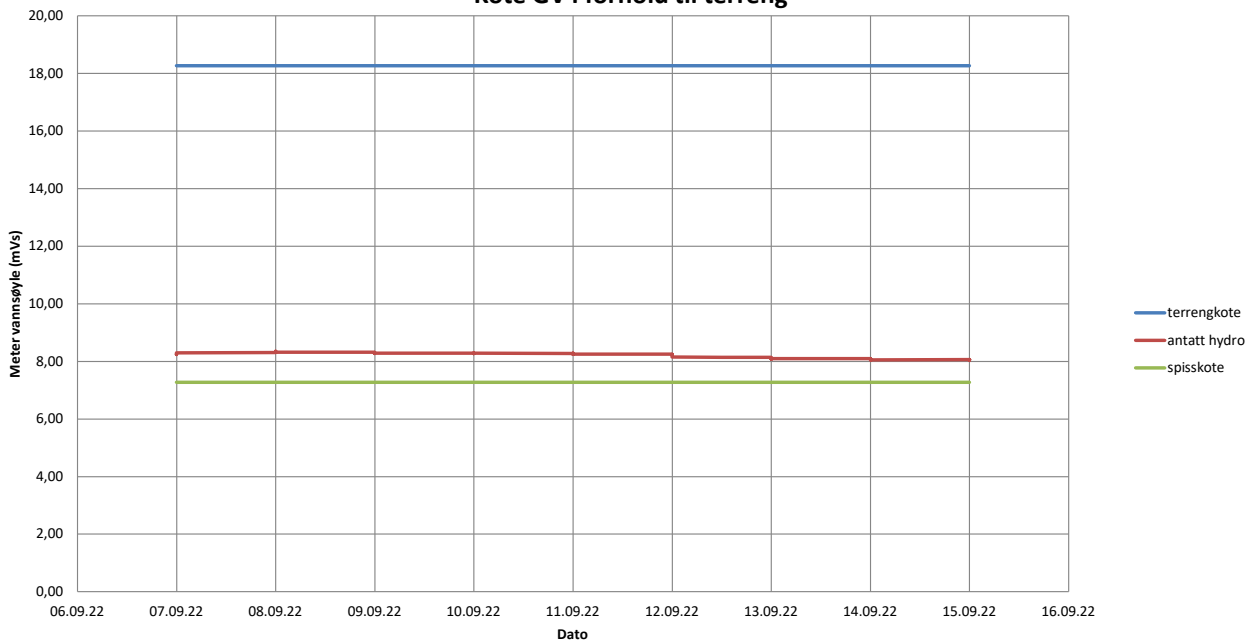


Grafen angir avlest vannspøyle forutsatt konstant atmosfærisk lufttrykk, tilsvarende 1 atm = 10,3 mH<sub>2</sub>O



Prosjekt	<b>Lensmannsdalen</b>		
Oppdragsgiver	<b>Norges vassdrags- og energidirektorat</b>		
Oppdragsnr.	1350052541	Tegn./kontr.	TOSD/LASR
Borpunkt	S13	Vedlegg nr.	3
Terrengkote	+18,27	Dato	10.10.2022

### Kote GV i forhold til terreng



Point Resistance		Tip Area 10cm <sup>2</sup>
Maximum Load	50	MPa
Range	50	MPa
Scaling Factor	1333	
Resolution	0,5723	kPa
Area factor (a)	0,835	

**ERRORS**

Max. Temperature effect when not loaded 7,436 kPa  
 Temperature range 5 -40 deg. Celsius.

**Local Friction Sleeve Area 150cm<sup>2</sup>**

Maximum Load	0,5	MPa
Range	0,5	MPa
Scaling Factor	3760	
Resolution	0,0101	kPa
Area factor (b)	0,002	

**ERRORS**

Max. Temperature effect when not loaded 0,304 kPa  
 Temperature range 5 -40 deg. Celsius.

**Pore Pressure**

Maximum Load	2	MPa
Range	2	MPa
Scaling Factor	3391	
Resolution	0,0225	kPa

**ERRORS**

Max. Temperature effect when not loaded 1,686 kPa  
 Temperature range 5 -40 deg. Celsius.

**Tilt Angle. Scaling Factor: 0,93**

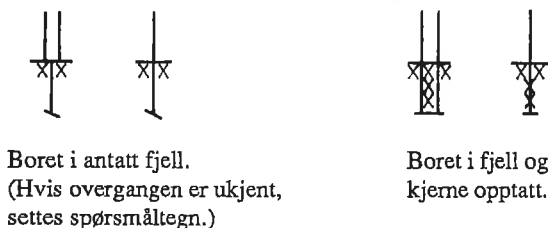
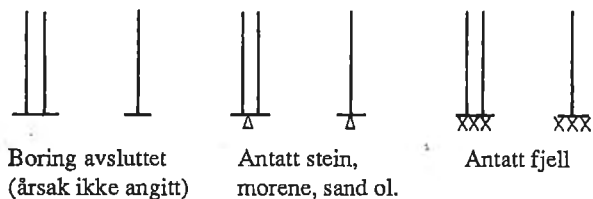
Range	0 - 40	Deg.
-------	--------	------

- Backup memory
- Temperature sensor
- Conductivity probe

**MARKUNDERSØKELSER**

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).

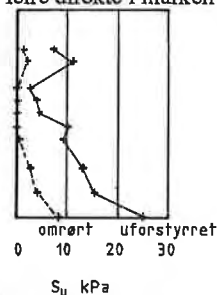


**Fjellkontrollboring** utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

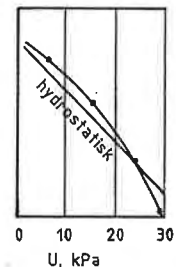
**Prøvetaking** utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. **Uforstyrrede prøver** tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboratoriet.

**Representative prøver** tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnene ikke egner seg for vanlig sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

**Vingeboring** bestemmer udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimale dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.

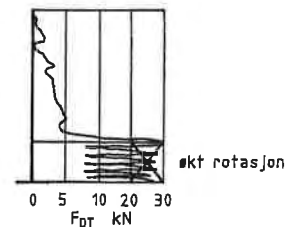


**Porevanntrykket** i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten **hydraulisk** som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller **elektronisk** ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.

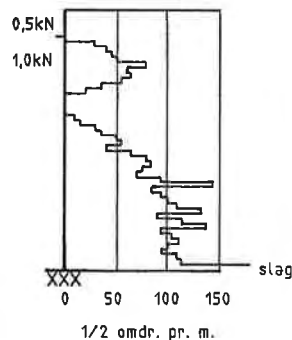


**Grunnvannstanden** observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

**Dreietrykksondering** utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



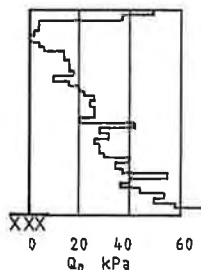
**Dreiesondering** utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved optegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



**Totalsondering** kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

**Ramsondering** utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammemotstanden:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m)}$$

angis i diagram som funksjon av dybden.

**LABORATORIEUNDERSØKELSER**

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

Romvekt

( $\gamma$  i kN/m<sup>3</sup>) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110 °C.

Flytegrense

( $w_L$  i %) og utrullingsgrense ( $w_p$  i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen  $w_L - w_p$  benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

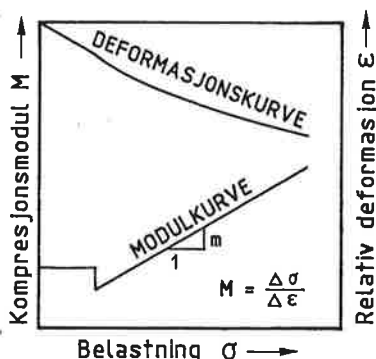
( $s_u$  i kN/m<sup>2</sup>) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm<sup>2</sup> (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten ( $S_t$ )

er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm<sup>2</sup> og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold

(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitratopløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn 0,06 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

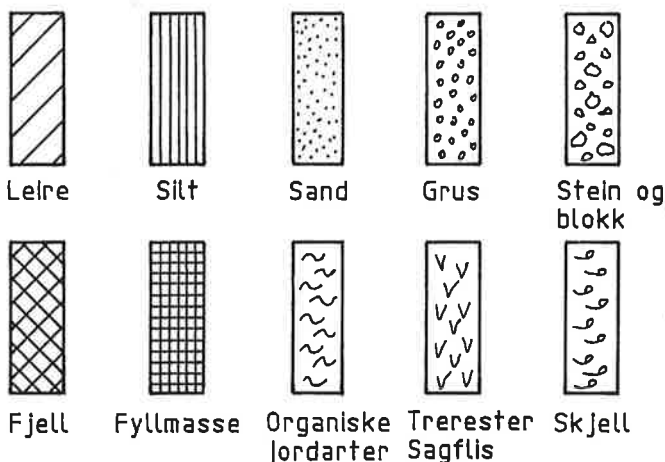
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten

benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter

klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).



Anmerking

- Leire: T = tørrskorpe  
R = resedimenterte masser  
K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:  
Ca. = kalkkonkresjoner  
Fe = jernkonkresjoner  
AH = aurlulle

**SPESIELLE UNDERSØKELSER**

SPESIELLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt  $\gamma_d$  ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt  $\gamma_{d \max}$  bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes  $\gamma_d$  ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

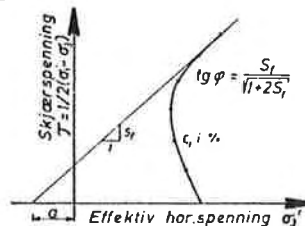
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med  $\varnothing = 30$  cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel ( $\phi$ ) og attraksjon (a i  $\text{kN/m}^2$ , evt. kohesjon  $c = a \cdot \text{tg } \phi$ ) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk). Forsøket fremstilles oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.



Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tettete lagring av mineral Kornene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som  $\gamma_{d \max}$ , og det tilhørende vanninnhold  $W_{opt}$ .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarer Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3  $\text{inch}^2$  med konstant bevegelseshastighet = 0,05  $\text{inch}$  pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.