

# DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

**NVE**  
**Tulluan, Klæbu**  
Oppdrag nr: 1350018749  
G-rap-004

**Dato: 10.1.2017**

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Klæbu	Sted Tulluan	UTM Euref89 (sone 32) 05721 70182
Byggherre			
Oppdragsgiver NVE			
Oppdrag formidlet av NVE/ Mads Johnsen			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 21.10.2016			
Antall sider 4	Tegn.nr 401 - 410	Antall bilag 1	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel

**Tulluan, Klæbu**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350018749	Rapport nr: 4	Rev:	Dato: 10.1.2017	Kontr: <i>BM</i>
Oppdragsleder: Bjørnar Kristiansen <i>Bjørnar Kristiansen</i>		Utarbeidet av: <i>Jon Martin Støver-Hofstad</i> Jon Martin Støver-Hofstad		
SAMMENDRAG				
<p>NVE utfører kvikkleirekartlegging ved 4 lokasjoner i Nord- og Sør-Trøndelag. Rambøll har i den forbindelse utført grunnundersøkelser ved Lillemo (Stjørdal), Kjerkegga (Harran i Grong), Undset (Snåsa) og Tulluan (Klæbu). I tillegg er det utført ERT-målinger på Vuku (Verdal).</p> <p>Denne rapporten omhandler 1 av de 5 delprosjektene; <i>Tulluan, Klæbu</i>.</p> <p>Det er i uke 47 og 49/2016 utført grunnundersøkelser ved Tulluan. Totalt er det gjennomført 4 dreietrykksonderinger, 5 totalsonderinger og 1 trykksondering (CPTU). Det er i tillegg tatt opp totalt 7 stk uforstyrrede ø54mm sylindrerprøver fra 2 av borpunktene.</p> <p>Sonderinger og prøvetaking viser at det er kvikkleire og stor dybde til berg i enkelte av de undersøkte punktene.</p>				

## INNHOOLD

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

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
401		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
402		SITUASJONSPLAN DEL 1	1 : 4000
403		SITUASJONSPLAN DEL 2	1 : 4000
404		BORERESULTATER PKT. 1 OG 2	1 : 200
405		BORERESULTATER PKT. 3,4 OG (5-1)	1 : 200
406		BORERESULTATER PKT. (5-2)	1 : 200
407		BORERESULTATER PKT. 6 OG 7	1 : 200
408		TRYKKSONDERING PKT. (5-2)	1 : 200
409		BORPROFIL PKT. (5-2)	1 : 100
410		BORPROFIL PKT. 6	1 : 100

## BILAG

- 1 KVALITETSSKJEMA CPTU PKT. (5-2)

## TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER  
II LABORATORIEUNDERSØKELSER

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Prosjekt

NVE utfører kvikkleirekartlegging ved 4 lokasjoner i Nord- og Sør-Trøndelag. Det er utført grunnundersøkelser ved Lillemo (Stjørdal), Kjerkegga (Harran i Grong), Undset (Snåsa) og Tulluan (Klæbu). I tillegg er det utført ERT-målinger på Vuku (Verdal).

Denne rapporten omhandler 1 av de 5 delprosjektene; *Tulluan, Klæbu*.

### 1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS, divisjon Geo, er engasjert for å utføre grunnundersøkelser for det planlagte prosjektet.

### 1.3 Innhold

Datarapporten inneholder samlede resultater fra grunnundersøkelsen ved Tulluan med data fra felt og laboratorium, samt en kort beskrivelse av grunnforhold.

## 2 UNDERSØKELSER

### 2.1 Feltundersøkelser

Det er i uke 47 og 49/2016 utført grunnundersøkelser ved Tulluan. Totalt er det gjennomført 4 dreietrykksonderinger til dybde 2,7 – 27,3 meter under terreng, 5 totalsonderinger til dybde 2,4 – 41,1 meter og en trykksondering til 27,9 meters dybde. Punktene plassering fremkommer av situasjonsplaner, tegning 402 og 403.

For nærmere klassifisering av løsmassene er det tatt opp totalt 7 uforstyrrede 54mm sylindrerprøver fra punkt 5-2 og 6.

### 2.2 Oppmåling

Punktene er satt ut og målt inn av Rambøll. Koordinater er referert til EUREF89 UTM32 og høyder er i NN2000. De innmålte data fremkommer av tabell 1.

Tabell 1 Koordinater, høyder og metoder

Punkt	Nord	Øst	Kote	Dreietrykk	Totalsond	Prøvetaking	CPTU
1	7018689,0	571597,7	156,7	X			
2	7018662,4	572309,3	159,8	X	X		
3	7018539,8	572614,3	120,7	X			
4	7018085,7	572418,8	124,3		X		
5-1	7017362,9	572445,9	147,5	X			
5-2	7017185,0	572091,9	140,8		X	X	X
6	7019180,9	572261,5	156,4		X	X	
7	7019048,5	572413,4	130,4		X		

### **2.3 Laboratorieundersøkelser**

Det er på alle prøver utført klassifisering og rutineundersøkelser som omfatter registrering av vanninnhold, tyngdetetthet og skjærfasthet. I tillegg er det utført konsistensgrenseforsøk på totalt 4 prøver.

### **2.4 Resultater**

Resultater fra total- og dreietrykksonderingene er presentert som enkeltboringer med en enkel løsmasseoversikt i prøvetakingspunktene på tegning 404 - 407. Trykksondering i punkt 5-2 er vist på tegning 408. Resultater fra rutineundersøkelser og konsistensgrenseforsøk i laboratoriet er vist i egne borprofil på tegning 409 - 410.

Tillegg I og II gir forklaring og metodebeskrivelse på henholdsvis utførte felt- og laboratorieundersøkelser.

## **3 GRUNNFORHOLD**

### **3.1 Løsmasser**

Prøvetaking og laboratorieundersøkelser viser at det er kvikkleire i punktene 5-2 og 6. Sonderingene tyder på at det også er kvikkleire i punkt 3. For ytterligere informasjon om grunnforholdene henvises det til borerresultater og borprofil, tegning 404 - 410.

Prøver av kvikkleira viser at den er bløt til middels fast og meget sensitiv med omrørt skjærfasthet ned mot 0,1 kPa og sensitivitet på opp mot 240.

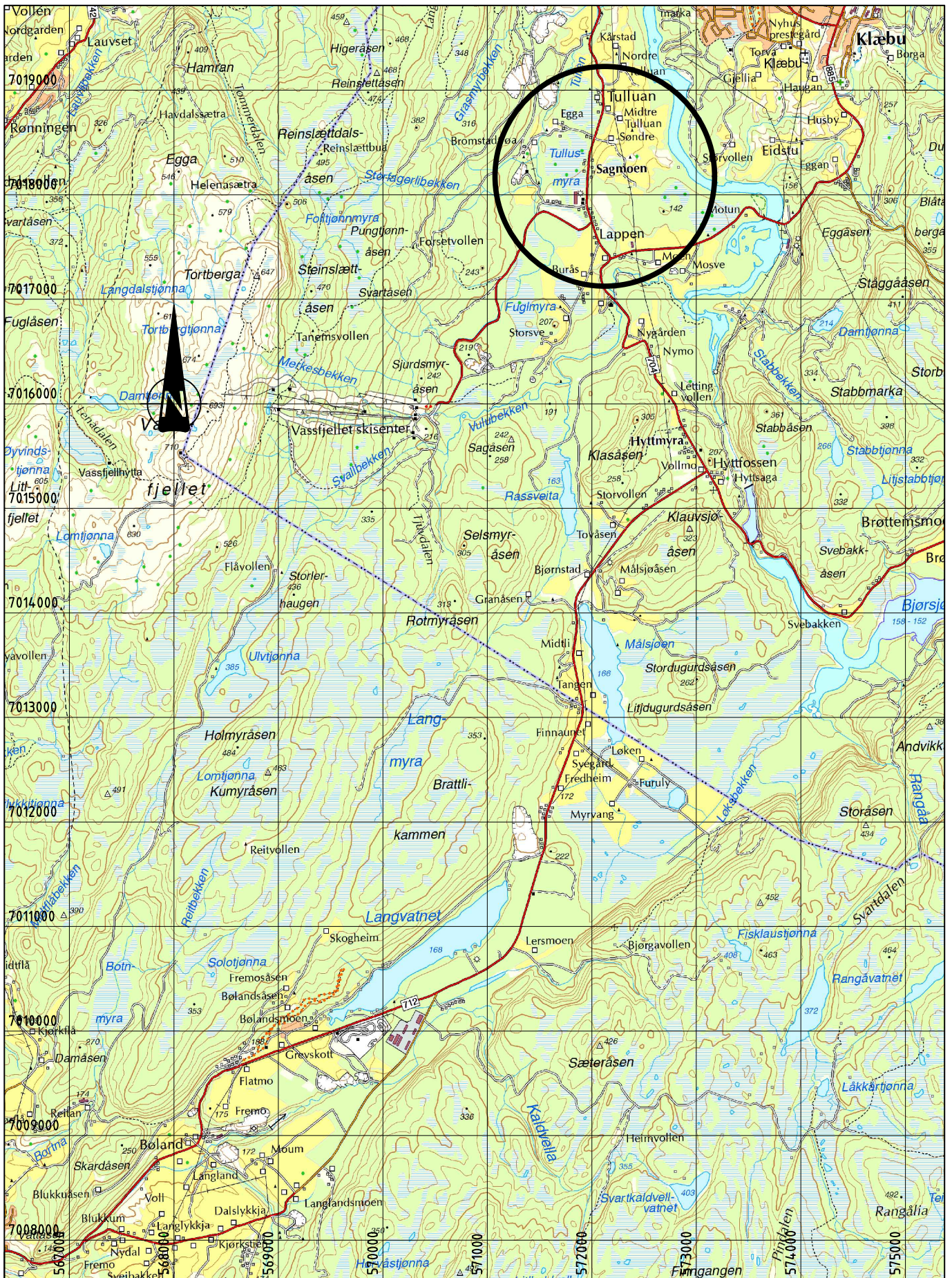
På de opptatte prøvene er det registrert vanninnhold i størrelsesorden 26 - 43 %. Tyngdetettheten er målt til 18,2 - 20,1 kN/m<sup>3</sup>.

### **3.2 Grunnvann**

Grunnvannstand og poretrykksforhold er ikke undersøkt i denne omgang.

### **3.3 Berg**

For sikker bestemmelse av dybde til bergoverflaten er det boret ca 3 meter i berg for bergkontroll i alle punkter der det er benyttet totalsondering. I punkter der det er utført dreietrykksondering er boringene avsluttet mot faste masser eller antatt bergoverflate. Dybder til påvist/antatt berg fremkommer av situasjonsplaner tegning 402 og 403.



0	10.01.2017		AKM	JSH	JSH
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350018749 Målestokk: 1: 50 000 Status: Datarapport

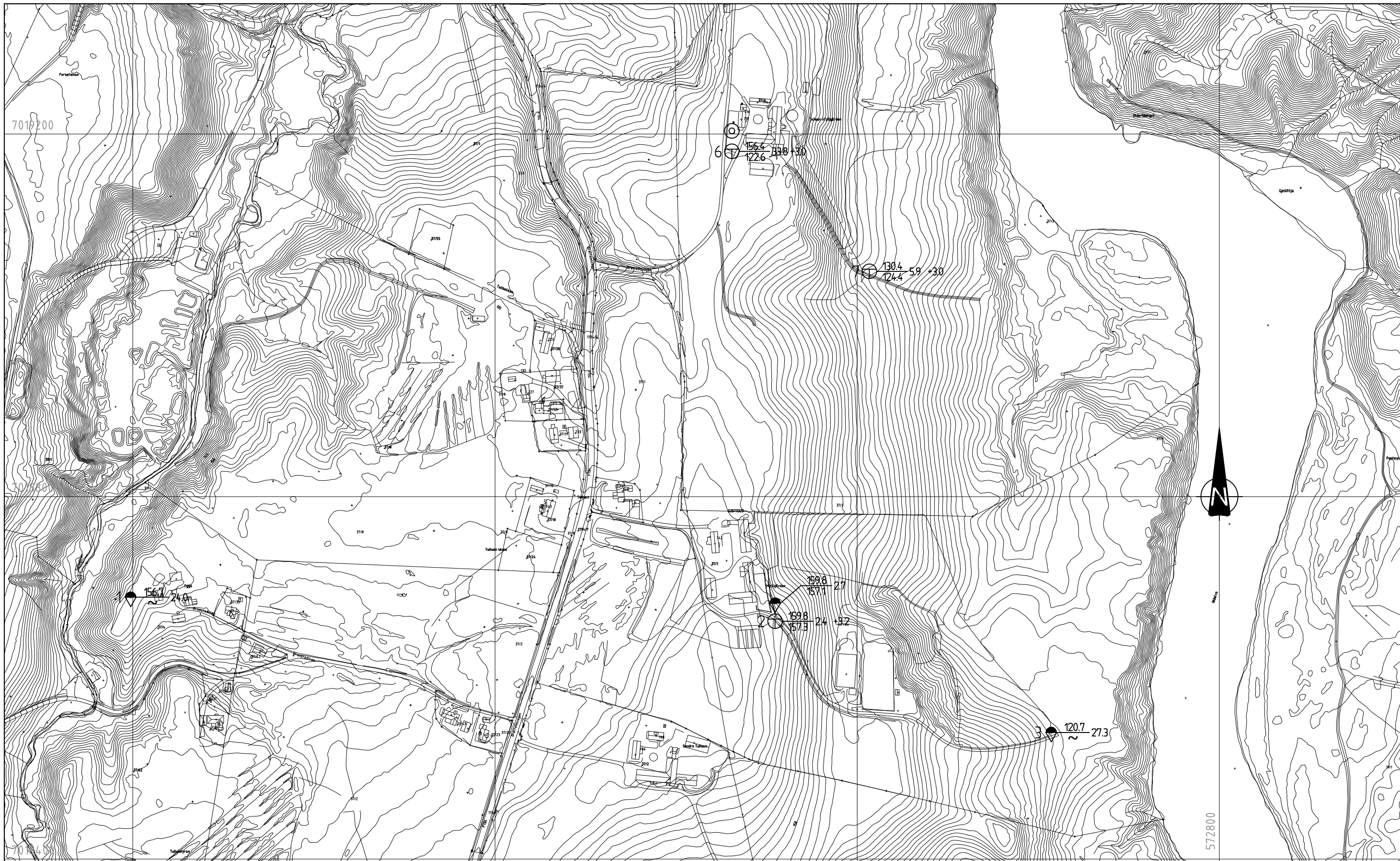
Tulluan, Klæbu  
NVE

**OVERSIKTSKART**  
UTM32 (Euref89): 05721 70182

**RAMBOLL**

Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr: 401 Rev: 0



FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
	Fjellkote

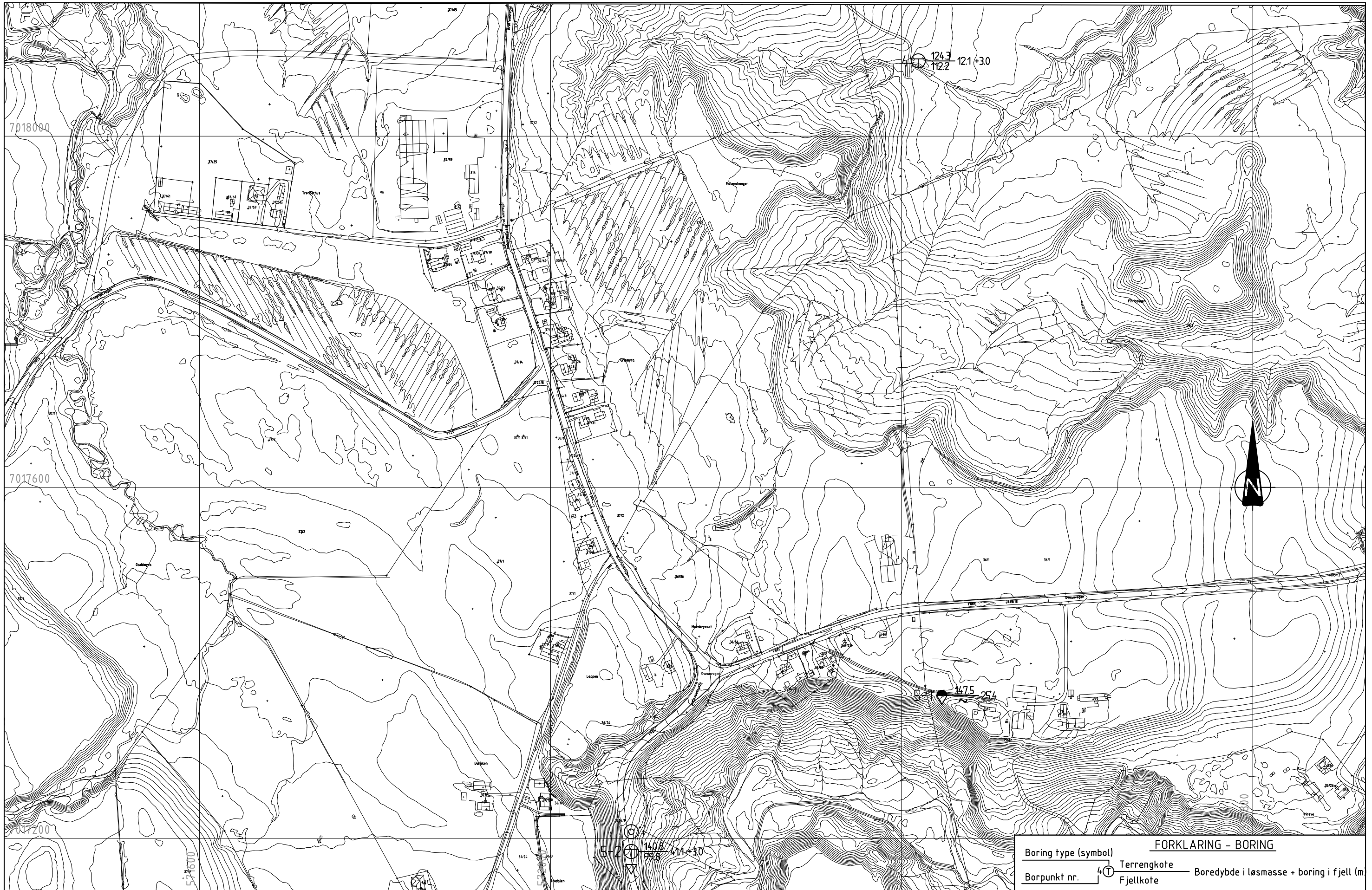
00	10.01.2017		AKM	JSH	JSH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Tulluan, Klæbu**  
 OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 Dreietrykksondering  
 Prøveserie  
 Totalsondering

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350018749	1:4000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
402		0	



FORKLARING - BORING			
Boring type (symbol)	⊕	Terrengkote	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
Borpunkt nr.	4-1	Fjellkote	

00	10.01.2017				
REV.	DATO	ENDRING	AKM	JSH	JSH
			TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

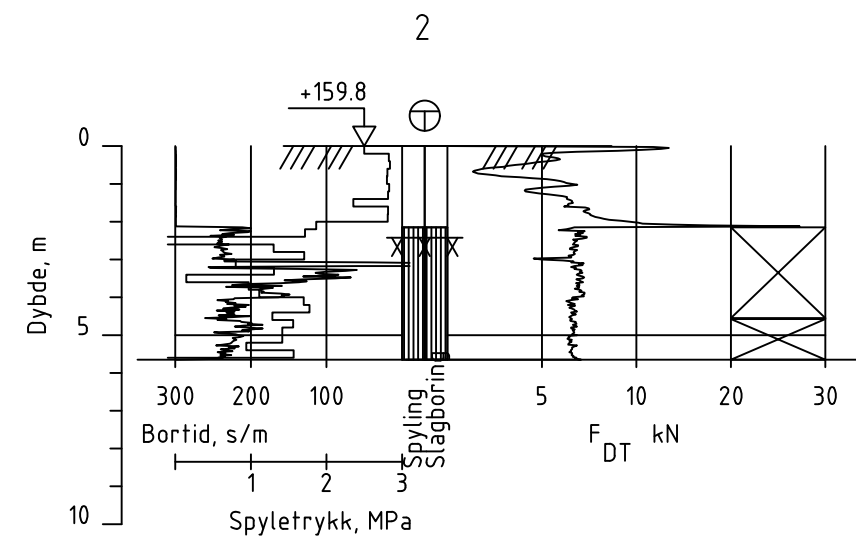
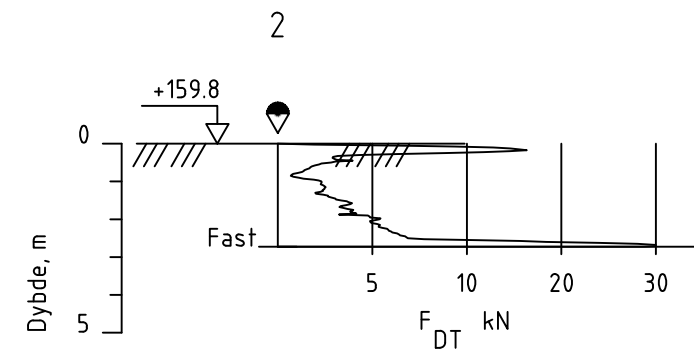
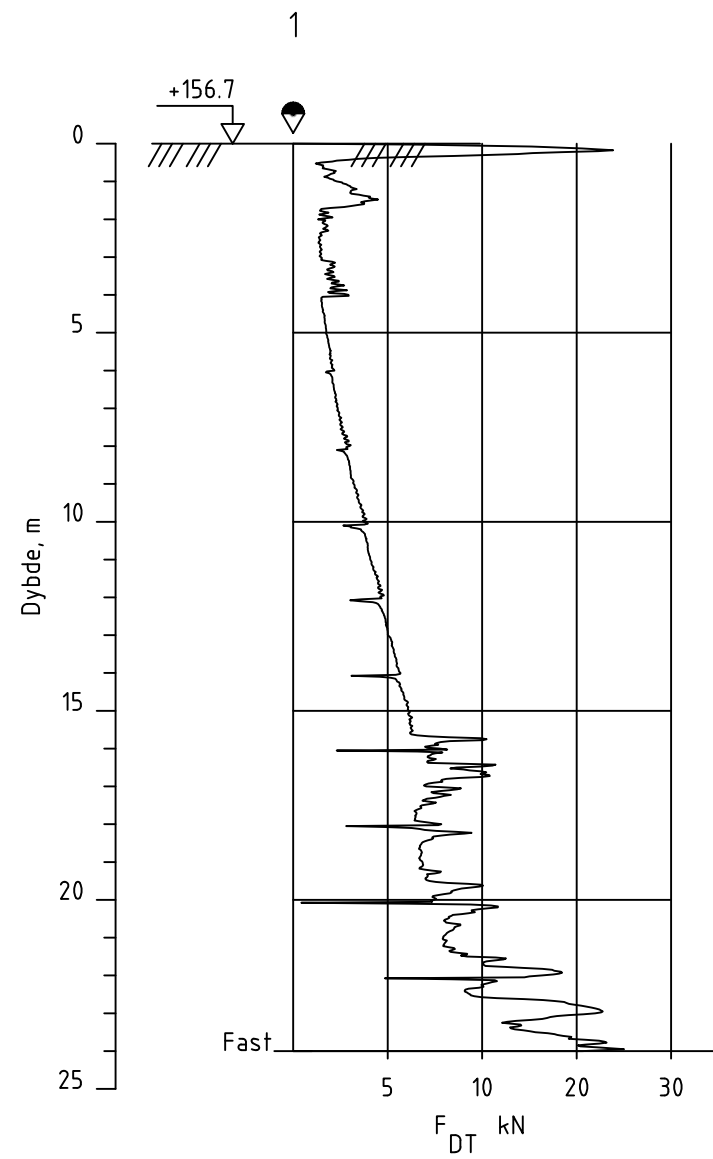
**RAMBOLL**  
 Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Tulluan, Klæbu**  
 OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 ♠ Dreietrykksondering  
 ⊕ Prøveserie ∇ Trykksondering (CPTU)  
 ⊕ Totalsondering

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350018749	1:4000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
403		0	





00	10.01.2017		AKM	JSH	JSH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



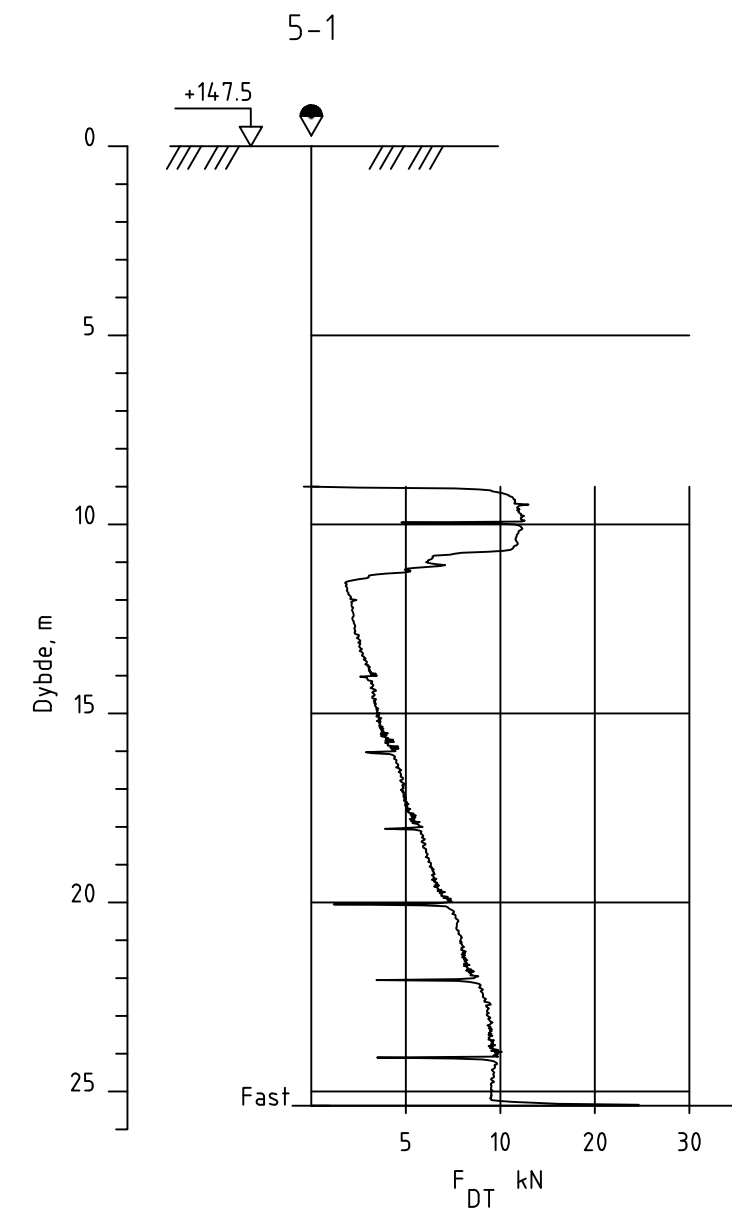
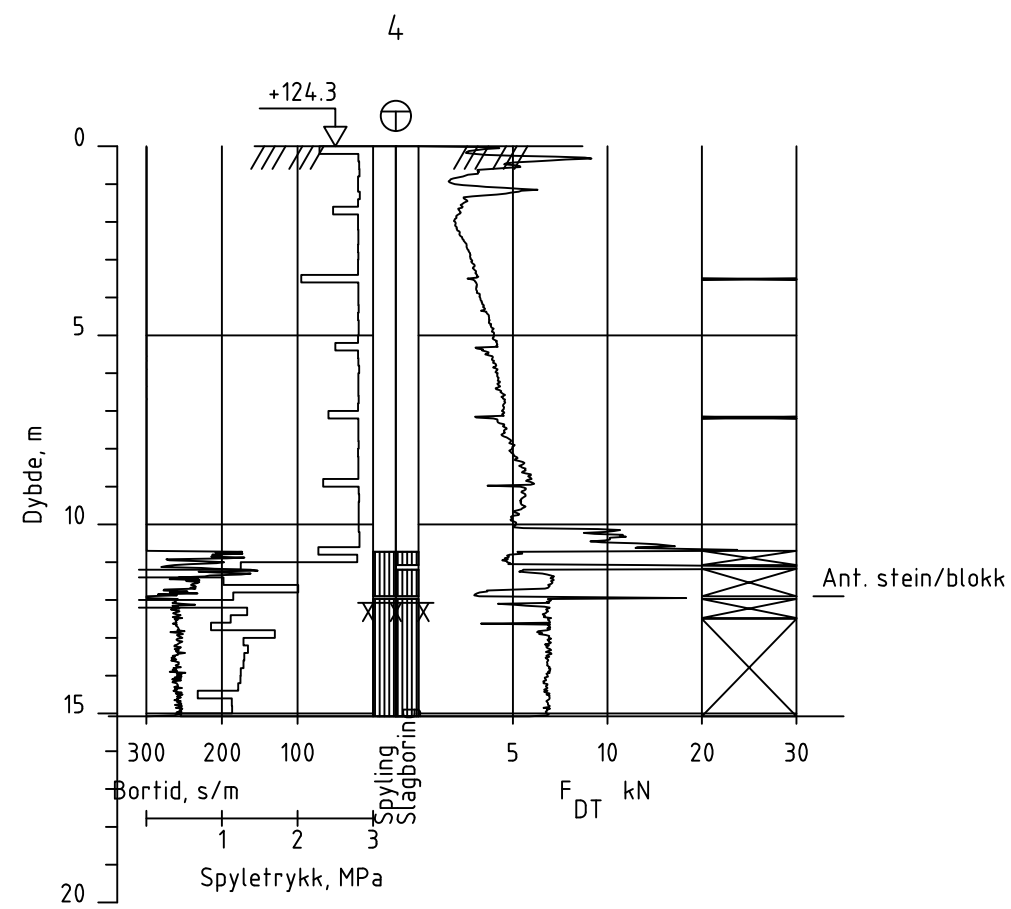
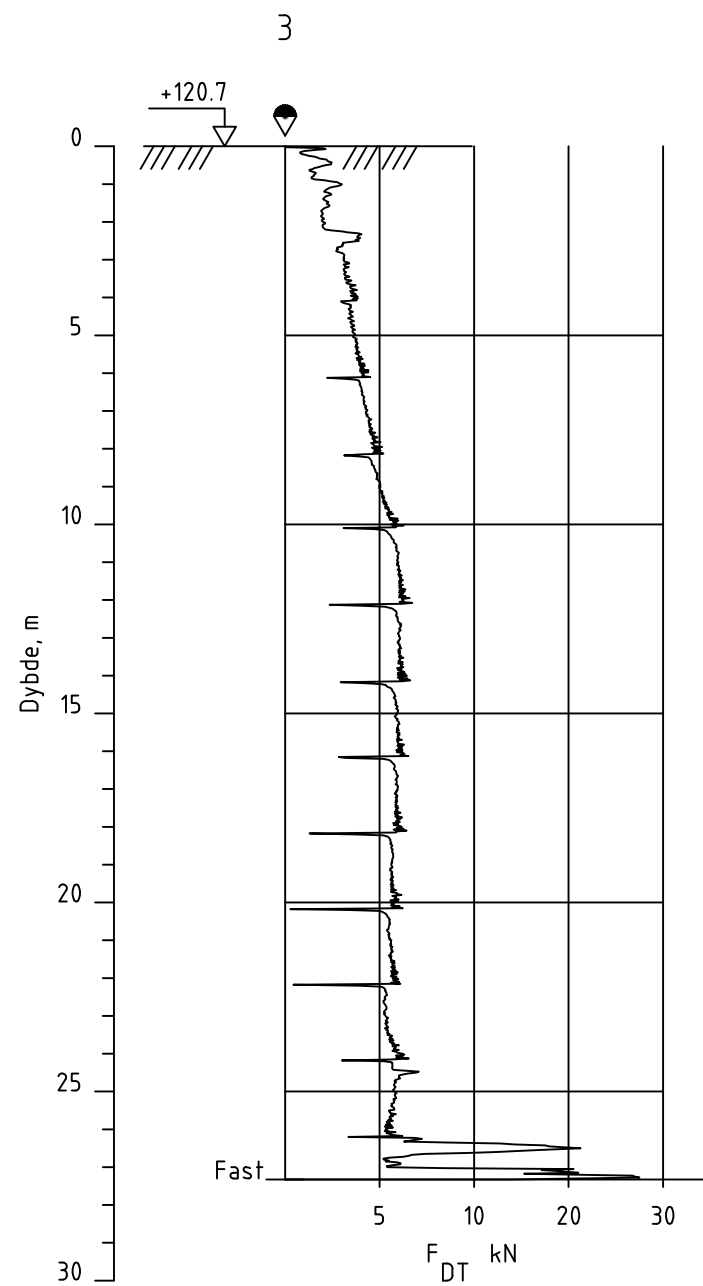
Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Tulluan, Klæbu**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**  
⊕ Totalsondering  
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350018749	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 404			REV. 0



00	10.01.2017		AKM	JSH	JSH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

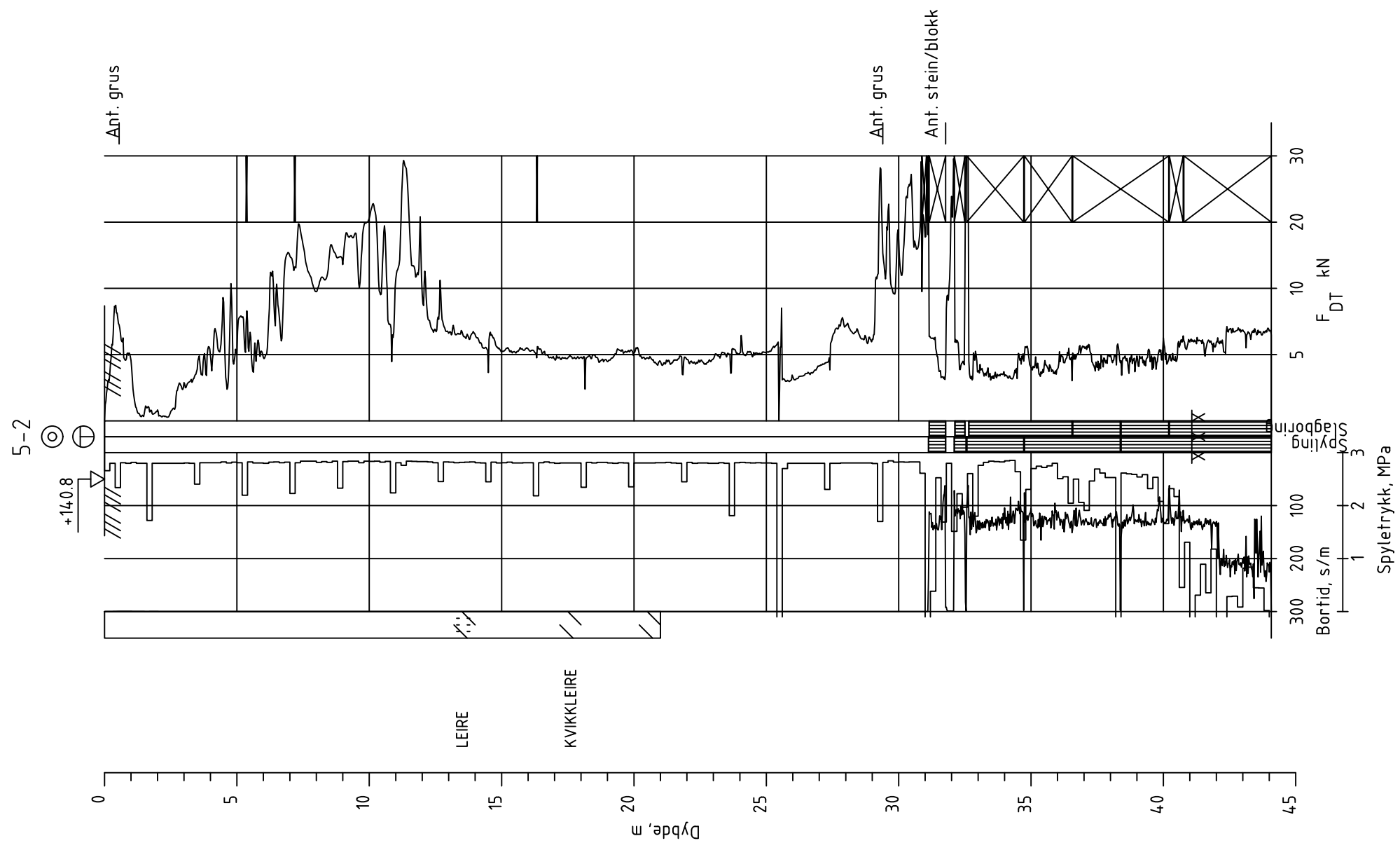


Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Tulluan, Klæbu**  
OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHold  
**BORERESULTATER**  
⊕ Totalsondering  
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350018749	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 405			REV. 0



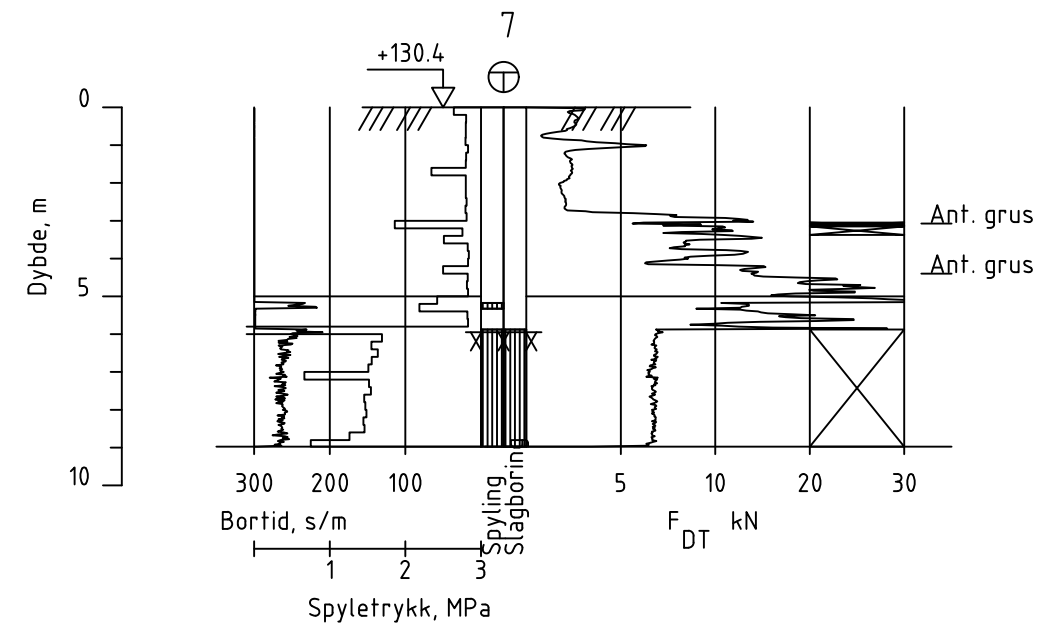
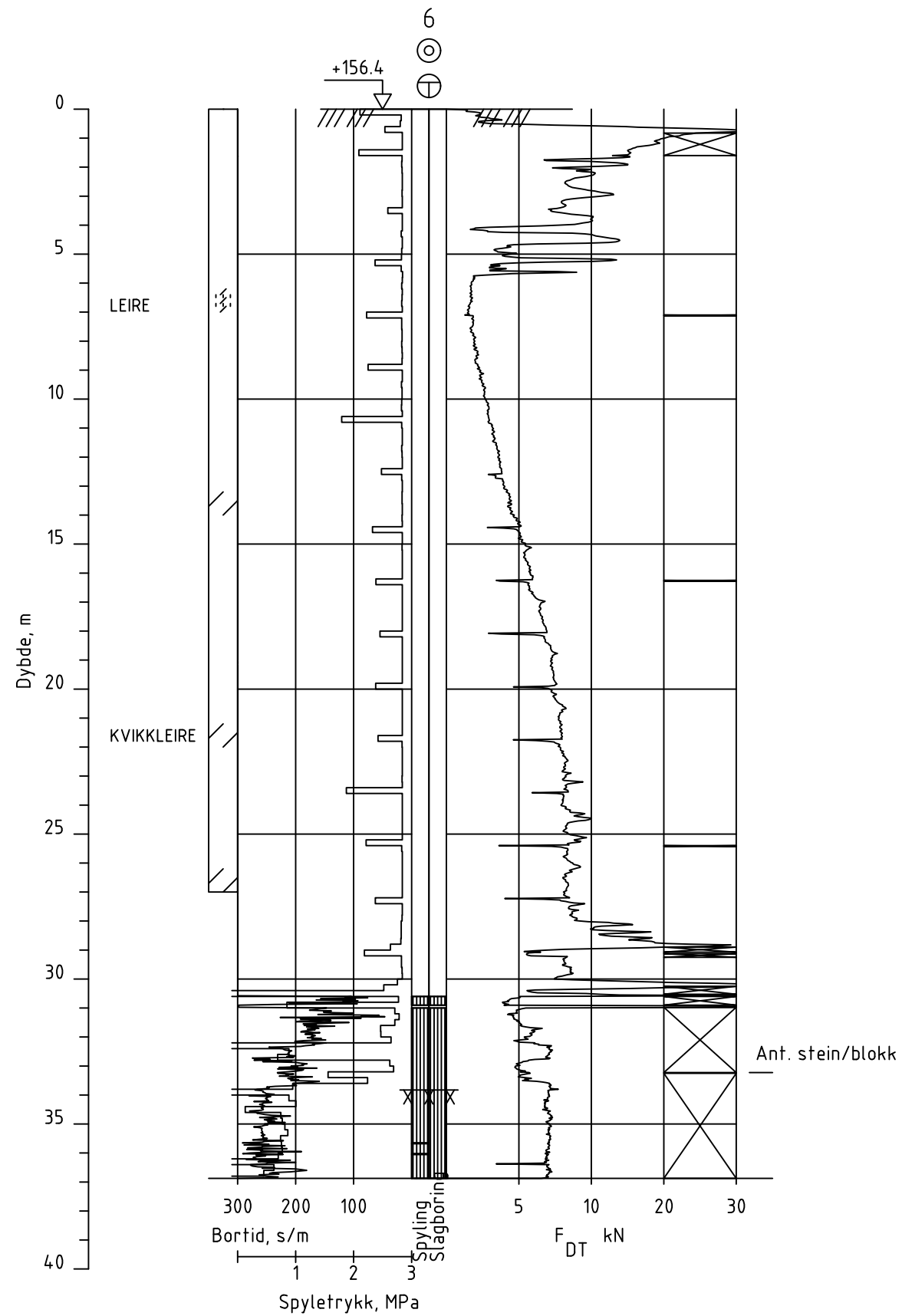
00	10.01.2017		AKM	JSH	JSH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRA  
**Tulluan, Klæbu**  
 OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHO  
**BORERESULTATER**  
 ⊕ Totalsondering  
 ⊙ Prøveserie

OPPDRA NR. 1350018749	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 406			REV. 0



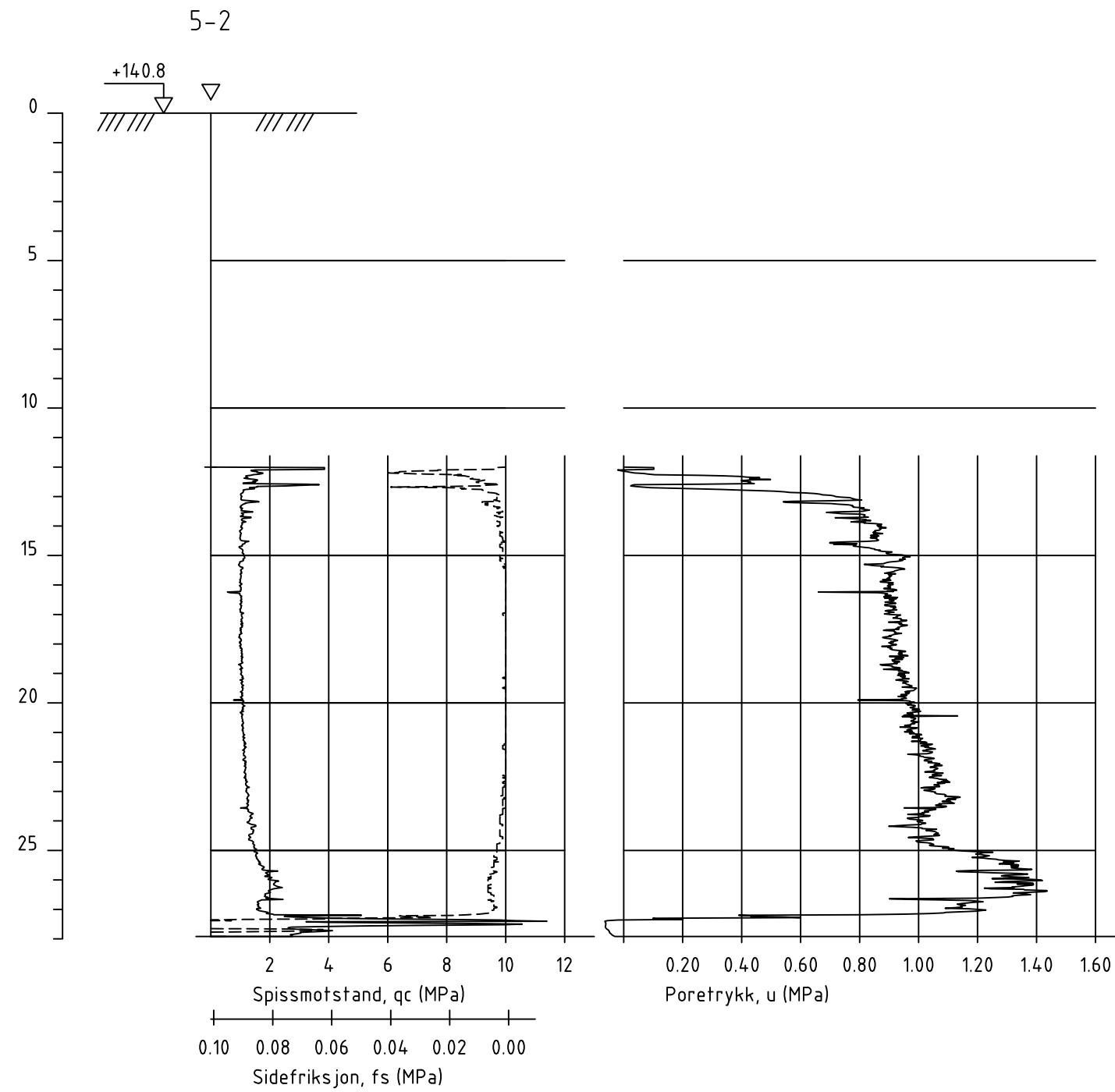
00	10.01.2017		AKM	JSH	JSH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Tulluan, Klæbu**  
 OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHold  
**BORERESULTATER**  
 ⊕ Totalsondring  
 ⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350018749	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 407			REV. 0



00	10.01.2017		AKM	JSH	JSH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Tulluan, Klæbu**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**  
▽ Trykksøndering (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350018749	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 408			REV. 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet (C <sub>u</sub> ) i kPa				S <sub>t</sub>
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5													
10													
15	LEIRE, med siltige lag		01		H			19.8 20.1					38 60
20	KVIKKLEIRE		02		H			19.0 19.1					240 240
25			03					19.0 18.9					240 210
30													

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)      Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽  
 Penetrometerforsøk      Konsistensgrense  $w_p$  |————|  $w_L$       Andre forsøk:  
 T= Treksialforsøk      Ø= Ødometerforsøk      K= Kornfordeling

0	10.01.2017		AKM	JSH	JSH
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350018749 Målestokk: 1:100      Status: Datarapport

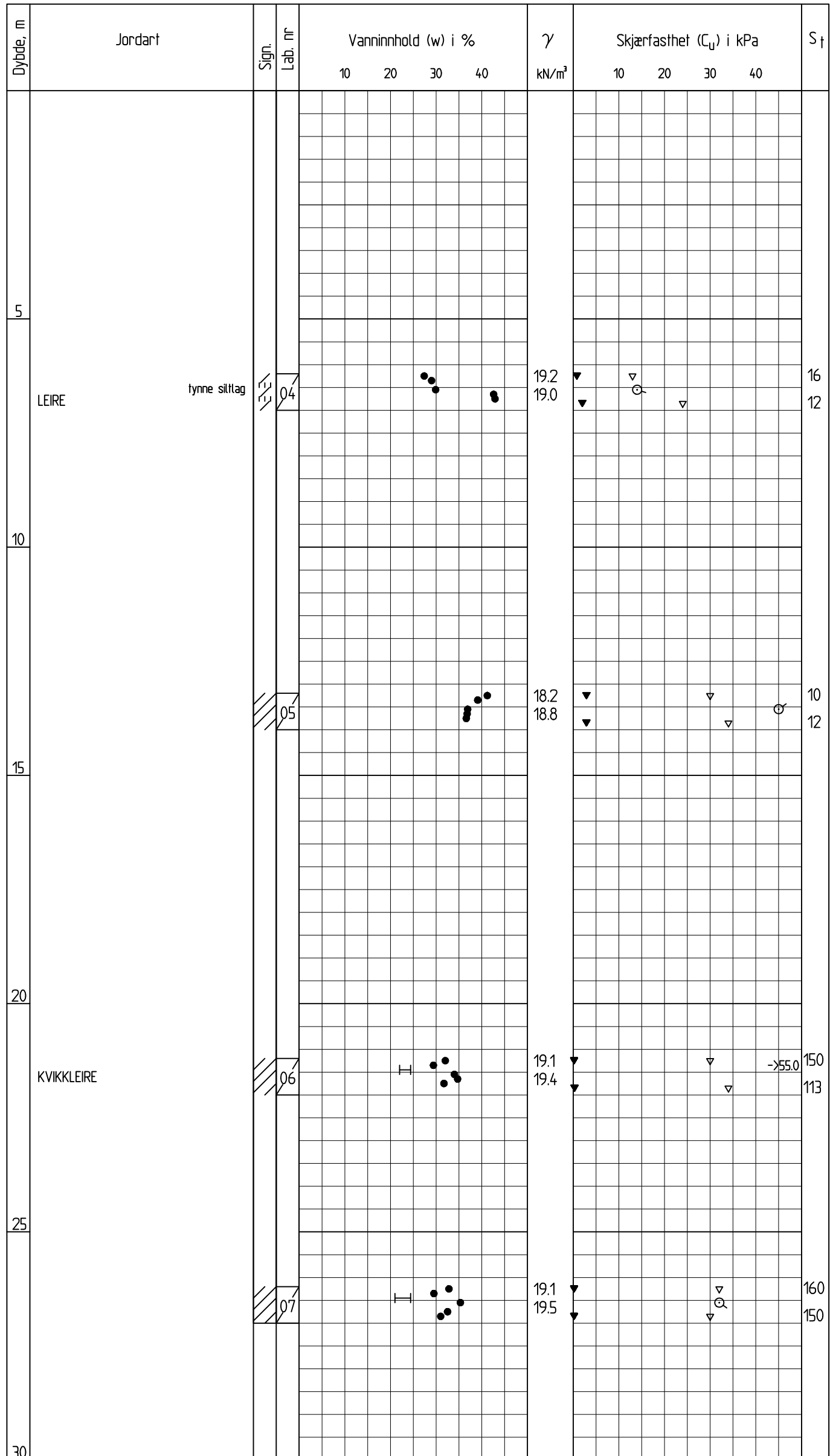
Tulluan, Klæbu  
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 5-2  
TERRENGHØYDE: 140.8 PRØVETYPE: 54mm

**RAMBOLL**

Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Tegning nr.      Rev.  
409      0



Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)      Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽  
 Penetrometerforsøk Konsistensgrense  $w_p$  | ————— |  $w_L$       Andre forsøk:  
 T= Treksialforsøk      Ø= Ødometerforsøk      K= Kornfordeling

0	10.01.2017		AKM	JSH	JSH
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350018749 Målestokk: 1:100      Status: Datarapport

Tulluan, Klæbu  
NVE


BORPROFIL HULL NR.: 6  
TERRENGHØYDE: +156.4 PRØVETYPE: 54mm

**RAMBOLL**

Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no  
Tegning nr.      Rev.

410      0

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

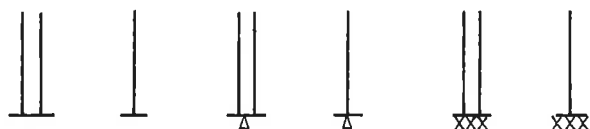
Sonde nr.:	4353	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,841	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	22.09.2015	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5775	0,0102	0,0219
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	56,595	1,0098	0,5913
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	05.feb	Dato:	23.11.2016
Borleder:	Krogstad, John Løvås	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	9,1
Forboring [m]:	12	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,9
Sum boring [m]:	27,92	Kontroll skriver [m]:	27,92
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	14
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktstkontroll:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	3,1127	0,0555	0,0325
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0069	0,1	0,3
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	10,5902	0,1657	0,3544
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>NVE</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Tulluan, Klæbu</b>		
Borpunkt nr.:	<b>5-2</b>	Sonde:	<b>4353</b>
	Dato: <b>23.11.2016</b>	Tegnet: <b>Krogstad, John Løvås</b>	Kontrollert: <b>JSH</b>
	Oppdragsnr.: <b>1350018749</b>	Bilag nr.: <b>1</b>	



## MARKUNDERSØKELSER

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

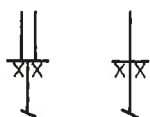
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



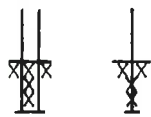
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



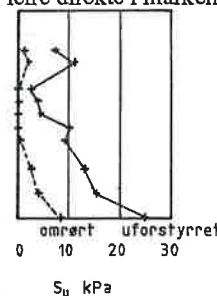
Boret i fjell og kjerne opptatt.

⊗ **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.

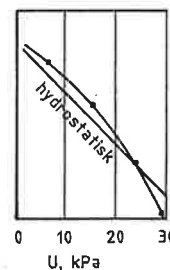
⊙ **Prøvetaking** utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. **Uforstyrrede prøver** tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender 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 grunnen ikke egner seg for vanlig sylinderprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

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

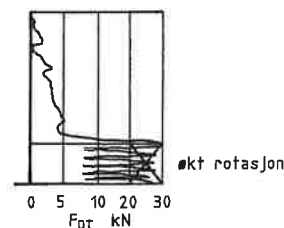


⊖ **Porevanntrykket** i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten **hydraulisk** som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes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

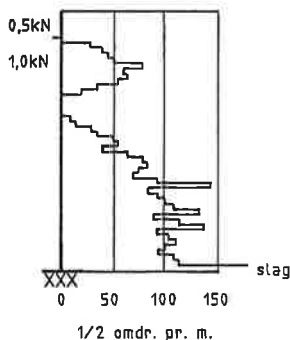


**Grunnvannstanden** observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

▽ **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.



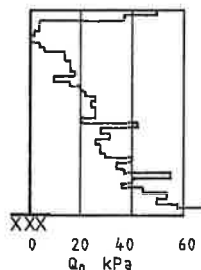
● **Dreiesondering** utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreining pr. 20 cm synkning noteres. Ved optegninger vises antall halve omdreining 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  $\text{kN/m}^3$ ) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

( $w$  i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved  $110^\circ\text{C}$ .

Flytegrense

( $w_L$  i %) og utrollingsgrense ( $w_P$  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

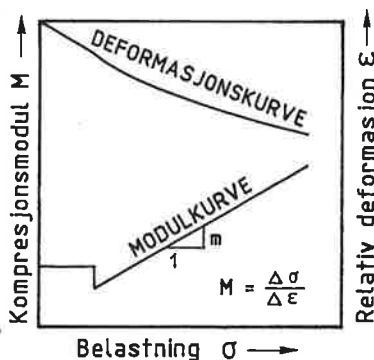
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor 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  $< 0,5 \text{ kN/m}^2$ .

Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt  $20 \text{ cm}^2$  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-oksydasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold

( $\text{g/l}$  eller  $\text{o/oo}$ ) i porevannet ved titrering med sølvnitratopløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn  $0,06 \text{ mm}$ . 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.

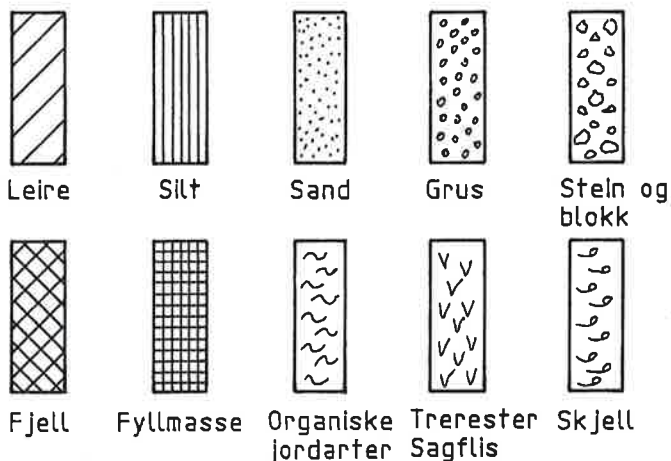
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002-0,06$	$0,06-2$	$2-60$	$60-600$	$> 600$

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).



Anmerkning

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