



DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

NVE, Region Nord
Kvikkleiresoner Alta - Rafsbotn

Oppdrag nr: 6120851

Rapport nr. 3

Dato: 20.03.2013

Fylke Finnmark	Kommune Alta	Sted Rafsbotn	UTM-sone 34 05965 77700
Byggherre			
Oppdragsgiver NVE, Region Nord			
Oppdrag formidlet av NVE v/ Stian Bue Kanstad			
Oppdragsreferanse Bestilling av 29.10.2012, kontrakt av 31.10.2012			
Antall sider 4	Tegn.nr 301 - 310	Bilag.nr. 3	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**NVE, Region Nord
Kvikkleiresoner Alta – Rafsbotn**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 6120851	Rapport nr: 3	Rev:	Dato: 20.03.2013	Kontr: <i>Stian Bue Kanstad</i>
Oppdragsleder: Bjørnar Kristiansen		Utarbeidet av: Bjørnar Kristiansen <i>Bjørnar Kristiansen</i>		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>NVE og NGI skal utrede flere kvikkleiresoner i Alta. Rambøll har for område Rafsbotn gjennomført grunnundersøkelser i form av 12 dreietrykksonderinger, 3 trykksonderinger (CPTU), 4 prøveserier med tilhørende laboratorieundersøkelser og installering av 2 poretrykksmålere.</p> <p>For nærmere beskrivelse av løsmassene vises det til de enkelte boreresultater og borprofiler.</p>				

INNHold

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	3
2.4	Resultater	3
3	GRUNNFORHOLD	4
3.1	Løsmasser.....	4
3.2	Grunnvann	4

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
301		OVERSIKTSKART	1: 50 000
302		SITUASJONSPLAN	1: 2 000
303		BORERESULTATER, PKT 122 – 126	1: 200
304		BORERESULTATER, PKT 127-129, 138-141	1: 200
305		TRYKKSONDERING, PKT 123 – 125	1: 200
306		BORPROFIL, PKT 123	1: 100
307		BORPROFIL, PKT 125	1: 100
308		BORPROFIL, PKT 127	1: 100
309		BORPROFIL, PKT 129	1: 100
310		TREKSIALFORSØK, LAB NR 76	

BILAG

Bilag. nr.	Rev. nr.	Tittel
1		BORPUNKTDATA
2		PORETRYKKS MÅLING
3		KVALITETSKONTROLL PIEZOMETER

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE FORSØK

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

NVE skal utrede flere kvikkleiresoner i Alta rundt Bossekop, Furubakken og Rafsbotn. Denne rapporten omfatter kvikkleiresone 1717 Rafsbotn.

1.2 Oppdrag

Rambøll har på oppdrag fra NVE utført grunnundersøkelser etter omfang bestemt av NGI v/ Øyvind Armand Høydal.

1.3 Innhold

Rapporten inneholder samlede resultater fra grunnundersøkelsen med data fra utførte felt- og laboratorieundersøkelser. Rapporten inneholder ingen geoteknisk vurdering.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Det er i uke 45 (2012) – 02 (2013), utført grunnundersøkelser i form av 12 dreietrykkssonderinger, 3 trykksonderinger (CPTU), 4 prøveserier og installasjon av 2 hydrauliske piezometer.

De ulike feltundersøkelsene er vist på situasjonsplan, tegning 302.

2.2 Oppmåling

Borpunktene er satt ut med GPS og innmålt med koordinater og terrenghøyde. Punkter som følge av kabler/ledninger og anvisninger fra grunneiere ble flyttet før boring er innmålt på nytt.

Punktene koordinater og høyde fremkommer av borpunktdata i vedlegg 1.

2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er på samtlige prøver utført klassifisering og rutineundersøkelser med hensyn på vanninnhold, udrenert skjærstyrke og tyngdetetthet. På et utvalg av prøver er det utført 5 plastisitetstests og 1 treksialtest.

2.4 Resultater

Resultater fra utførte sonderinger er vist som enkeltboringer på tegning 303 – 305.

Resultater fra rutineundersøkelser i laboratoriet er vist i egne borprofil på tegning 306 – 309, mens treksialtesten er grafisk fremstilt på tegning 310.

Tillegg I – III gir forklaring og metodebeskrivelse på henholdsvis utførte felt- og laboratorieundersøkelser samt spesielle tests.

3 GRUNNFORHOLD

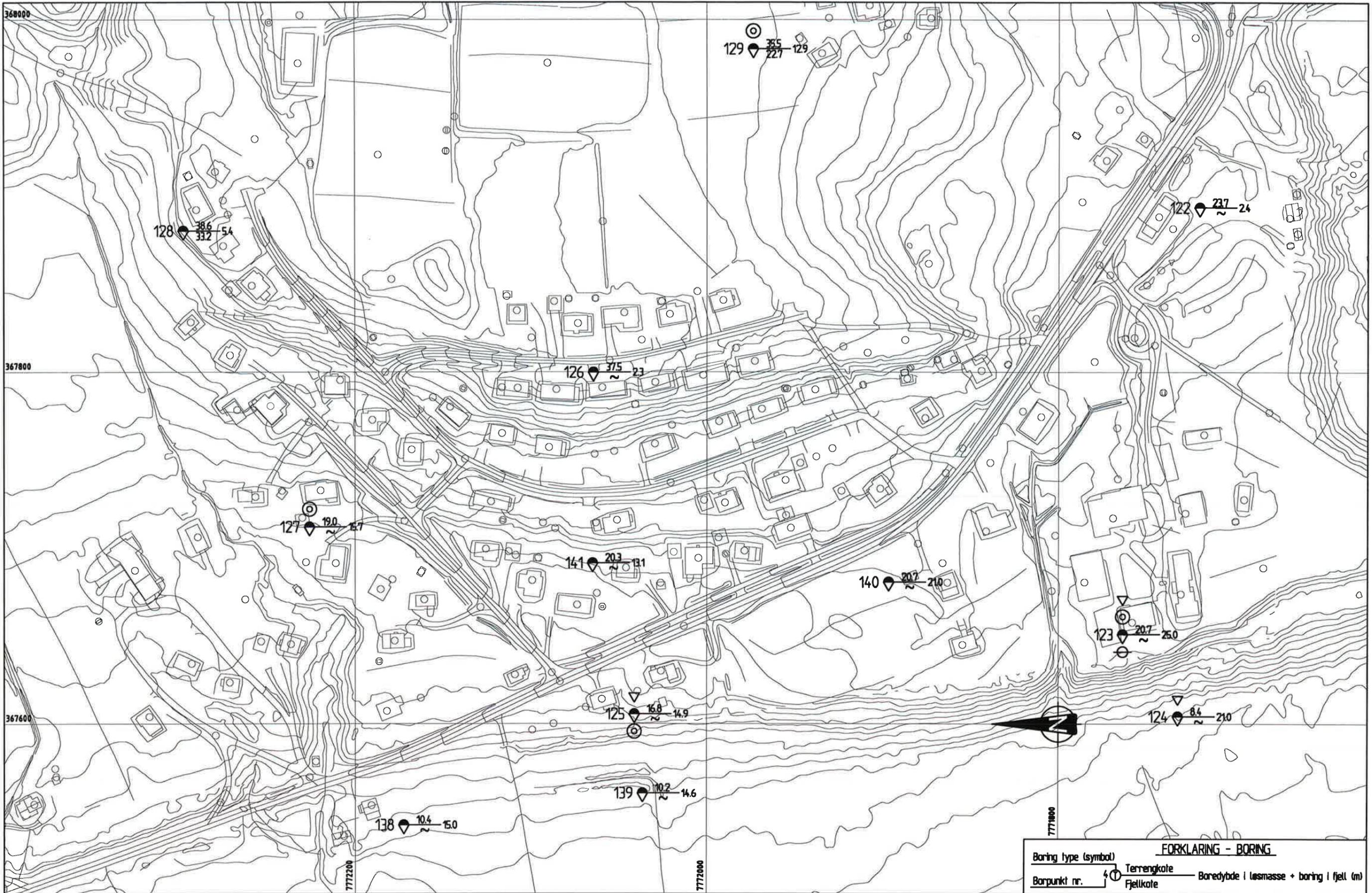
3.1 Løsmasser

For vurdering av løsmassetyper vises det til de enkelte boreresultater og laboratorieforsøk.

3.2 Grunnvann

Det er i punkt 123 installert 2 stk hydrauliske poretrykksmålere for måling av grunnvann og poretrykksforhold. Målerne er avlest minst 2 ganger i løpet av boreperioden.

Avleste poretrykksmålinger fremkommer av skjemaer i bilag 2.



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

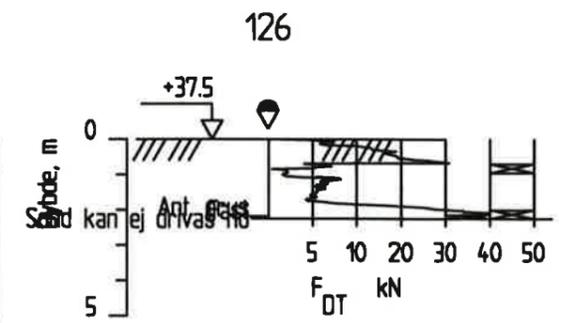
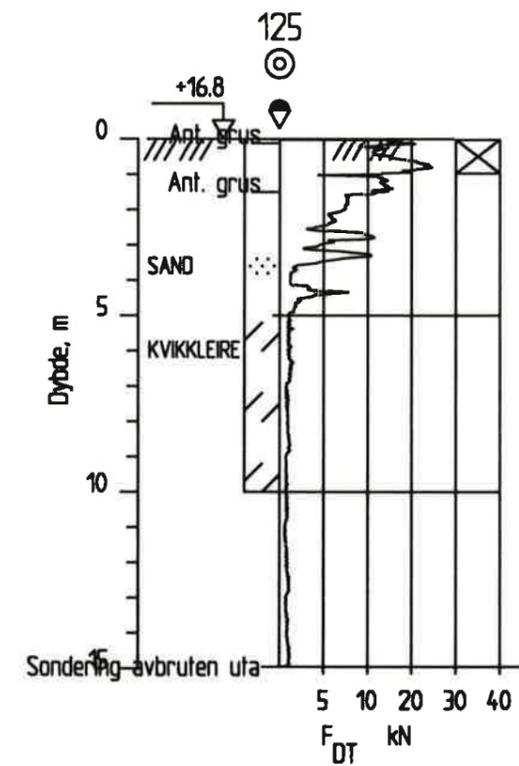
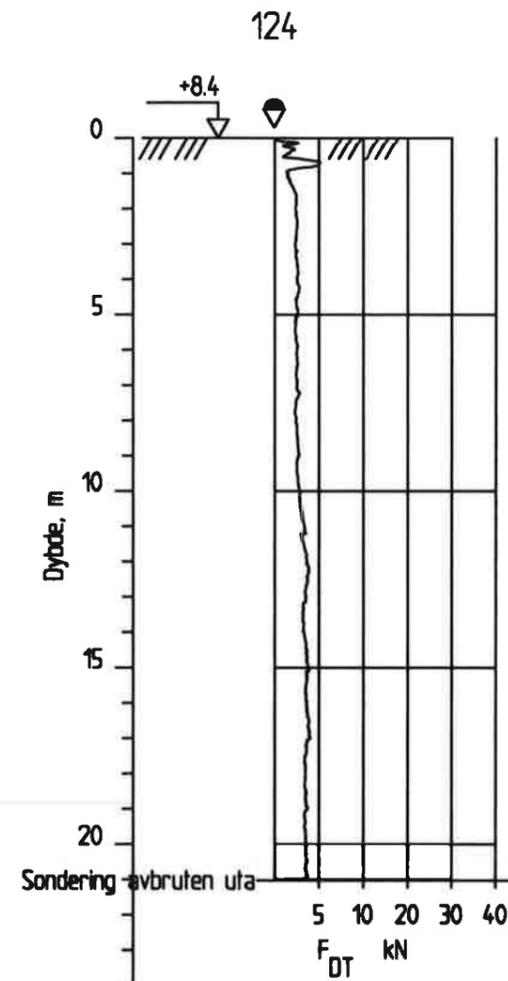
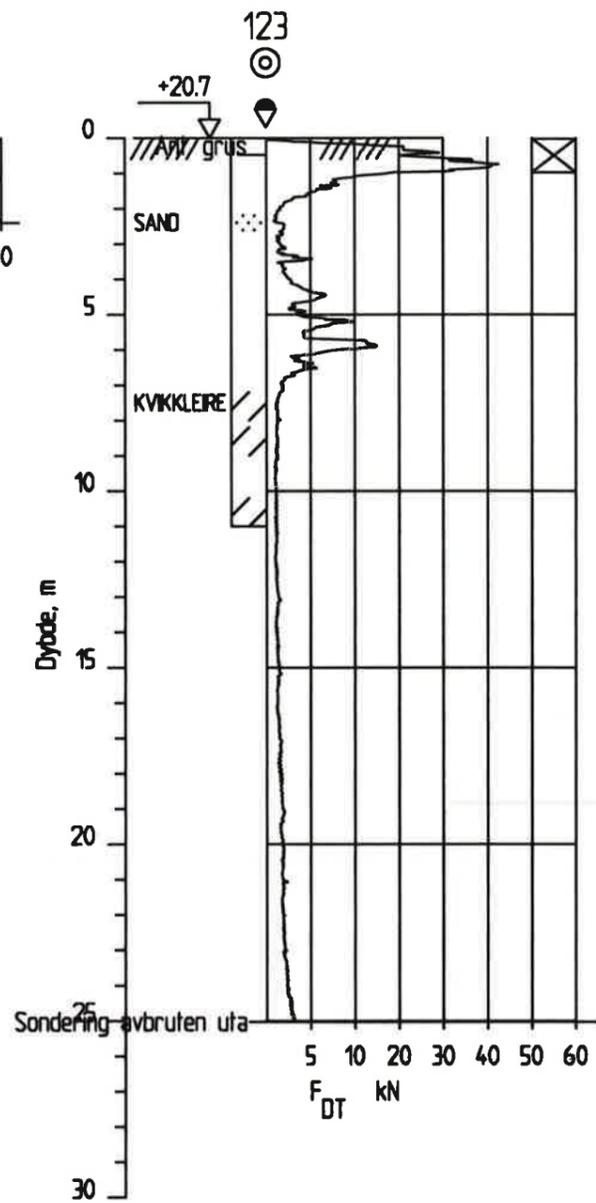
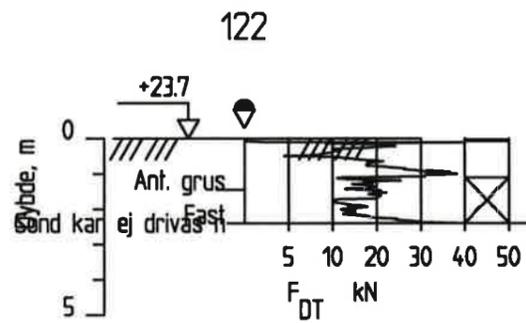
20.03.13	BVN	AKM	BKN
REV.	DATO	ENDRING	TEGN KONTR GODKJ
TEGNINGSSTATUS			

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

OPPDRAK
**Kvikkleirekartlegging Alta
 Rafsbotn**
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOLD
SITUASJONSPLAN
 ▽ Dreietrykkssondering
 ▼ Trykksondering
 ⊙ Prøveserie ⊕ Porettrykksmåling

OPPDRAK NR. 6120851	MÅLESTOKK 1:2000	BLAD NR. AV
TEGNING NR. 302		REV.



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	20.03.13		BVN	AKM	BKN
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL

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

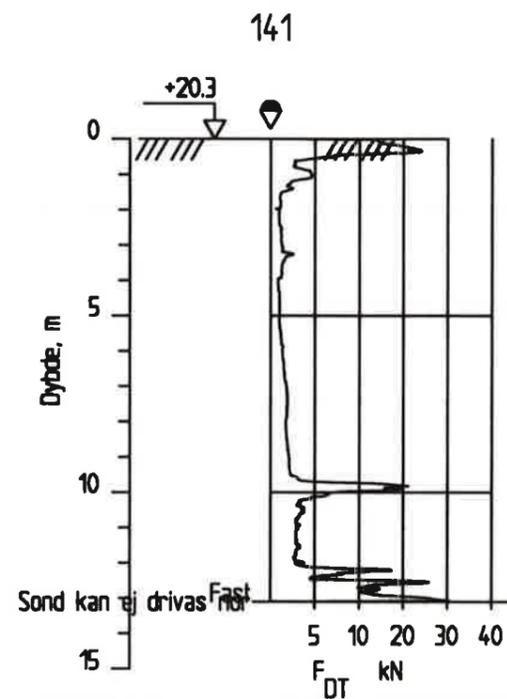
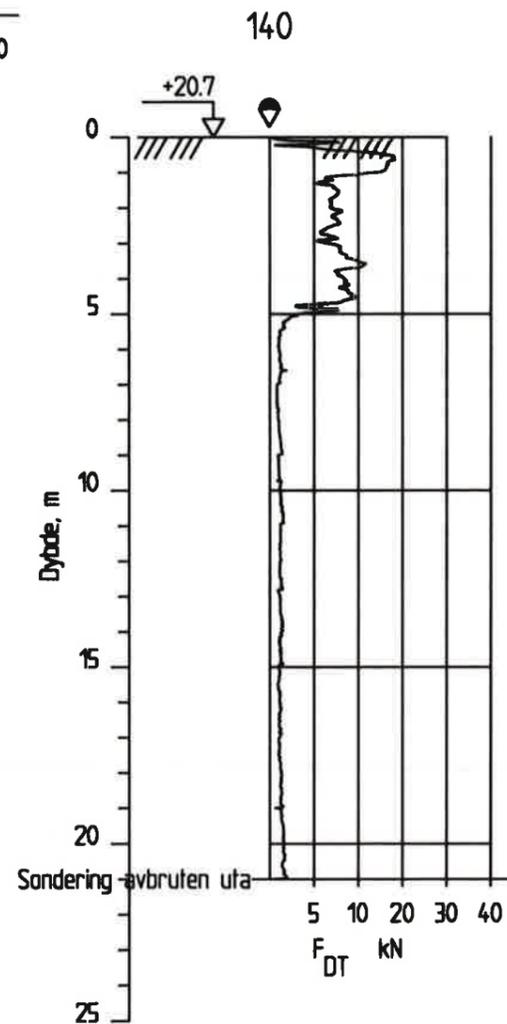
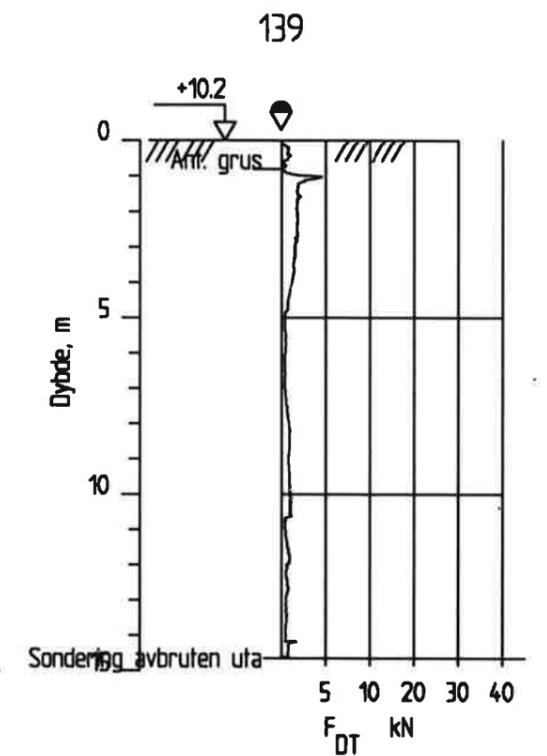
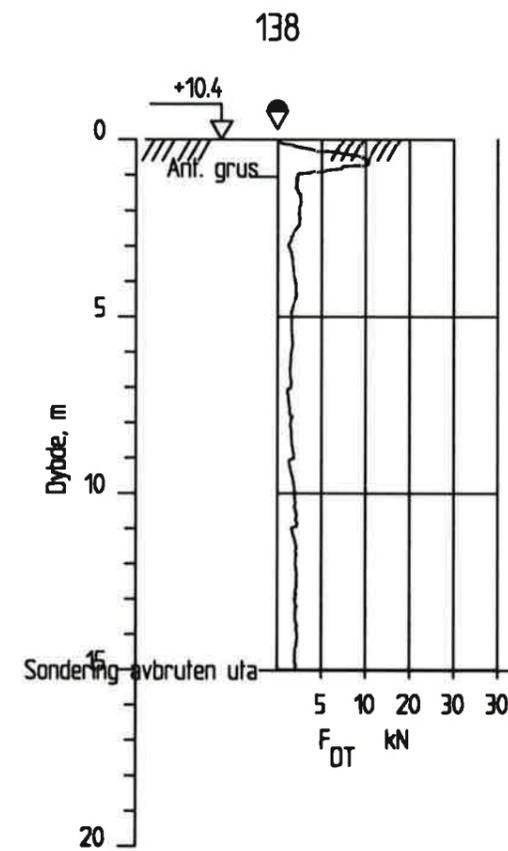
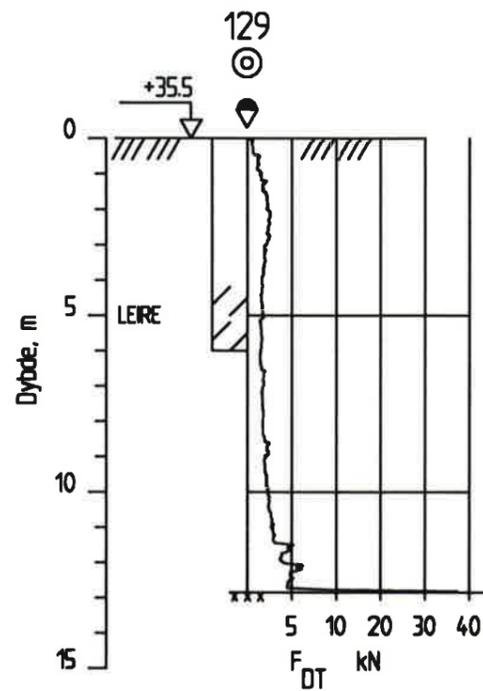
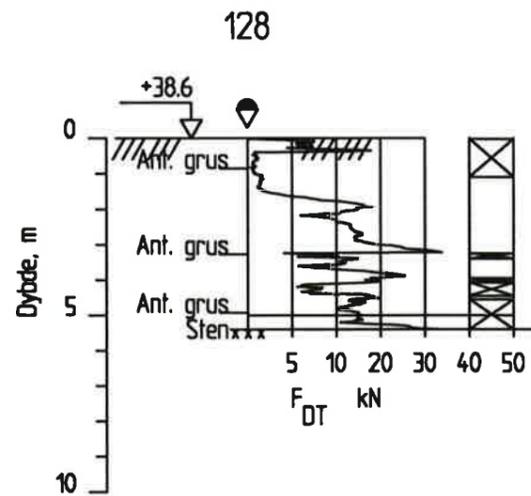
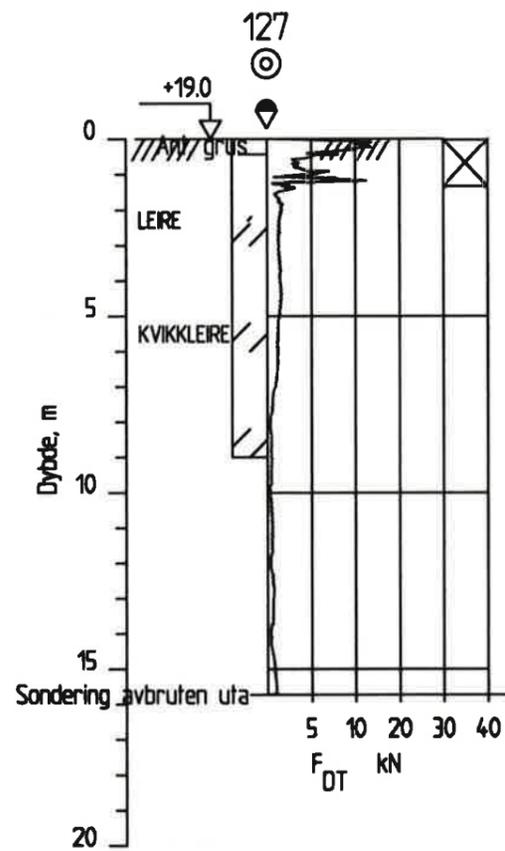
OPPDRAG
**Kvikkleirekartlegging Alta
 Rafsbotn**

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOLD
BORERESULTATER

- ◆ Dreietrykkssondering
- ◎ Prøveserie

OPPDRAG NR. 6120851	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 303			REV.



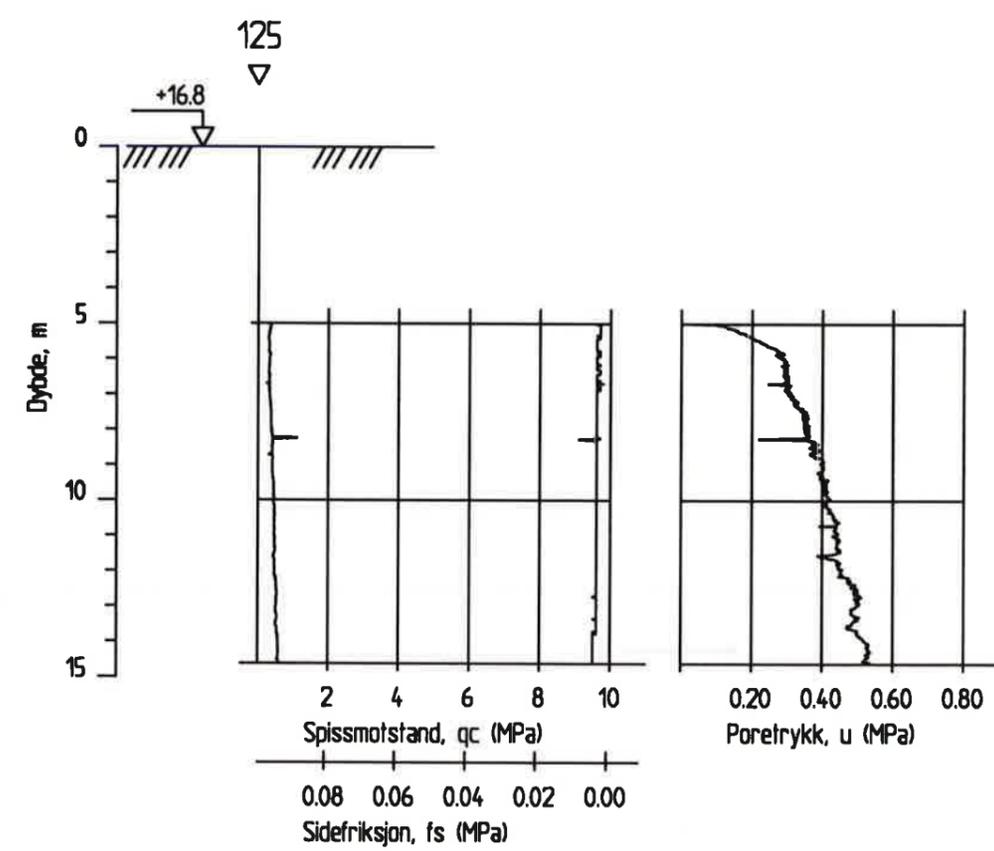
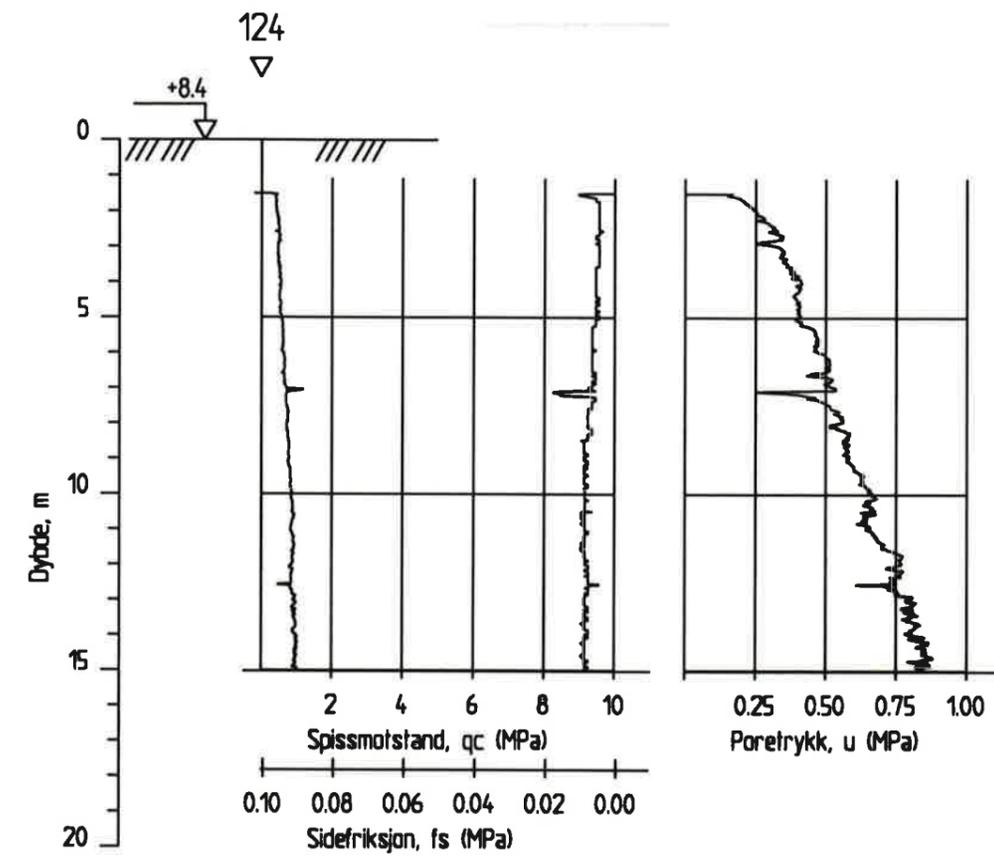
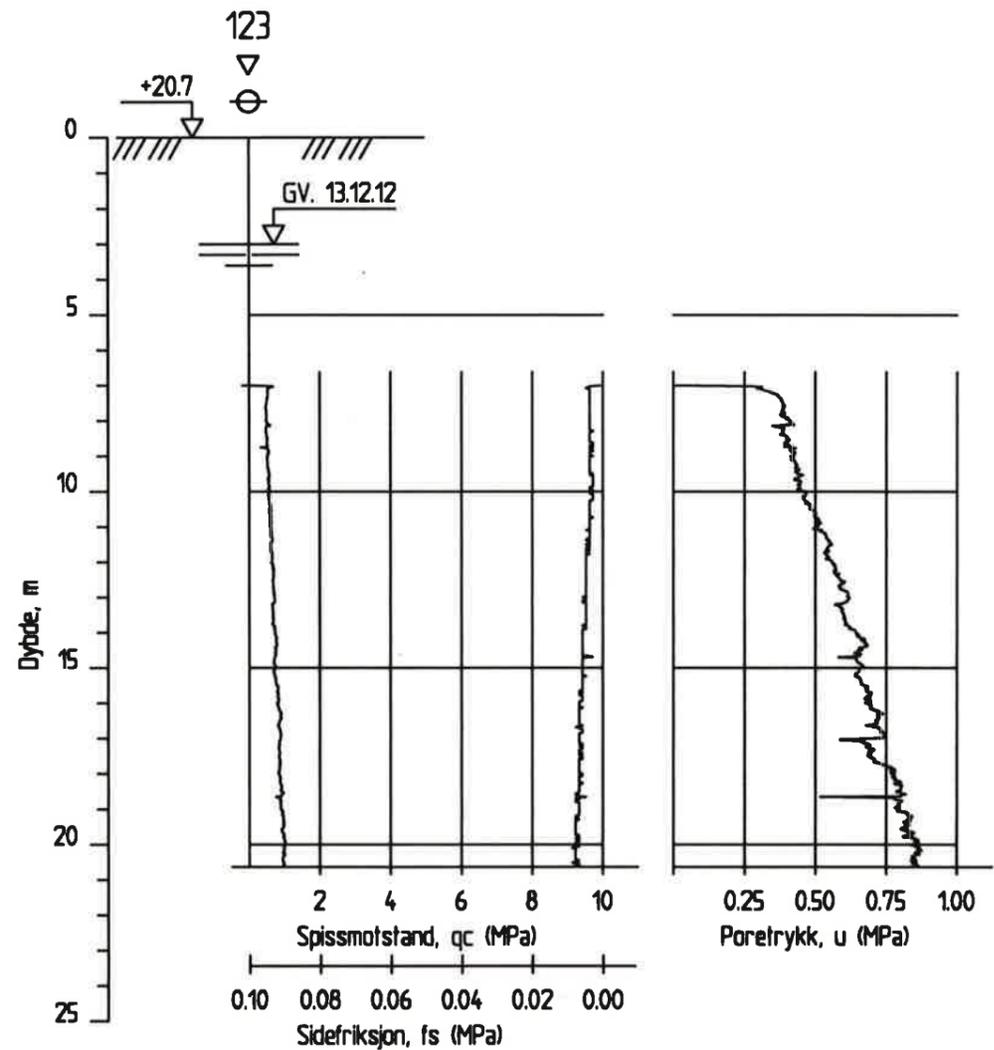
REV.	20.03.13	ENDRING	BVN	AKM	BKN
TEG.			TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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
**Kvikkleirekartlegging Alta
 Rafsbotn**
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHold
BORERESULTATER
 Dreietrykksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR. 6120851	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 304			REV.



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	20.03.13		BVN	AKM	BKN
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
Kvikkleirekartlegging Alta Rafsbotn

OPPDRAGSGIVER
NVE

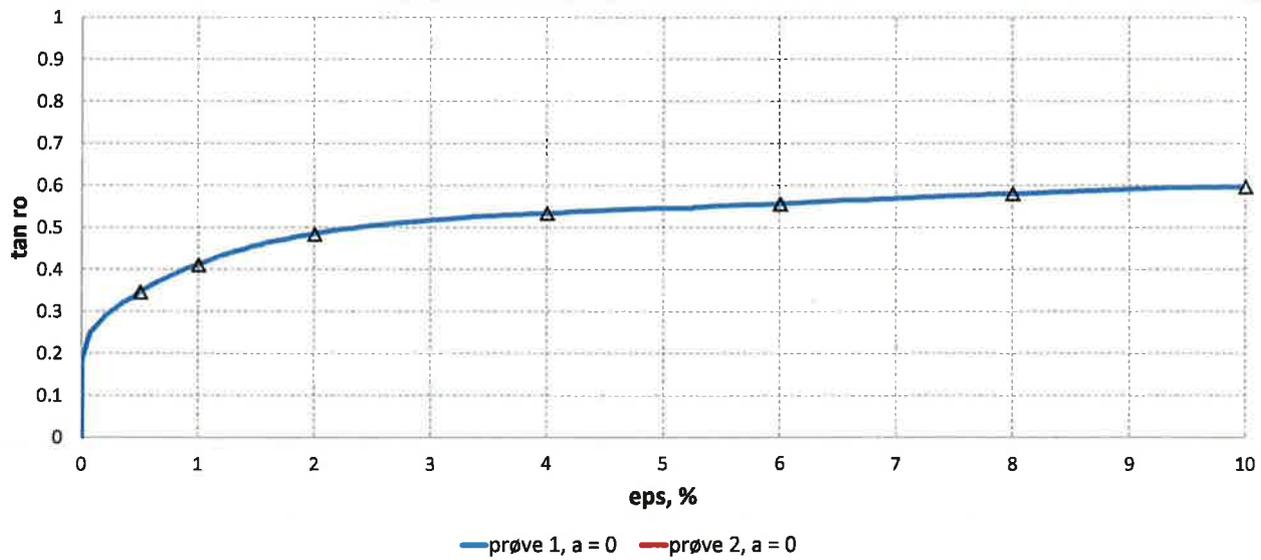
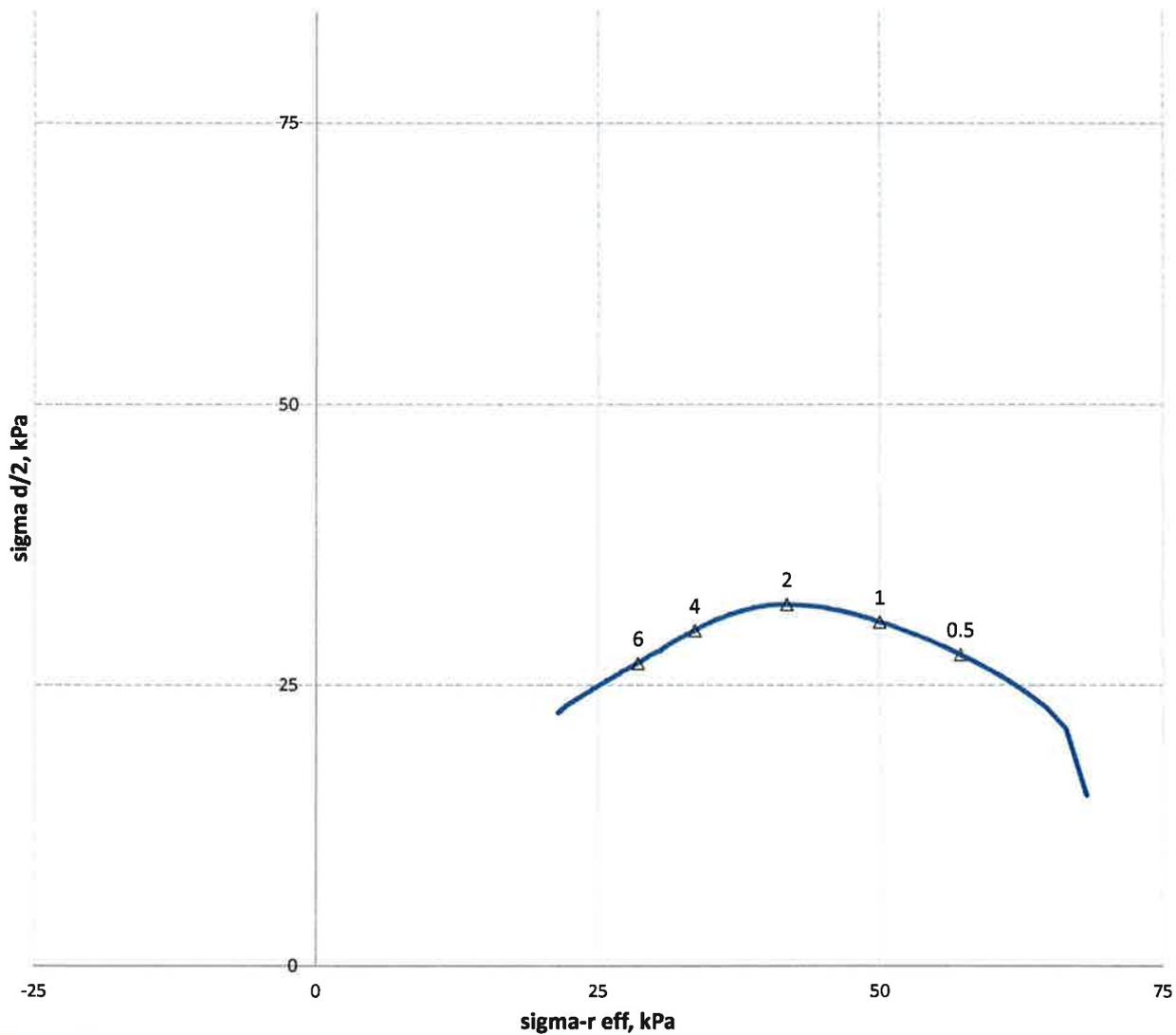
INNHOOLD
BORERESULTATER
 ♦ Dreietrykkssondering
 ⊕ Poretrykksmåling

OPPDRAG NR. 6120851	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 305			REV.

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C _v) i kPa				S _t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	SAND,grusig	+++ +++	74										
10	KVIKLEIRE	//	75					17.5 18.1					78 170
			76 T					17.6 17.9					300 280
			77					17.5 17.3					310 340
15													
20													

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

Oppdrag nr. 6120851 Målestokk: 1:100 Status:				 Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 04 10 00 - FAX: 73 04 10 60 www.ramboll.no Tegning nr. Rev.	
Kvikkleirekartlegging Alta, Rafsbotn NVE					
BORPROFIL HULL NR.: 123				306	
TERRENGHØYDE: +20,7 PRØVETYPE: 54mm					
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
	20.03.13		BVN	AKM	BKN



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	123	76	8,75m	CUIA	8.3	3.6	Kvikkleire



Kvikkleiresoner Alta

TREAKS

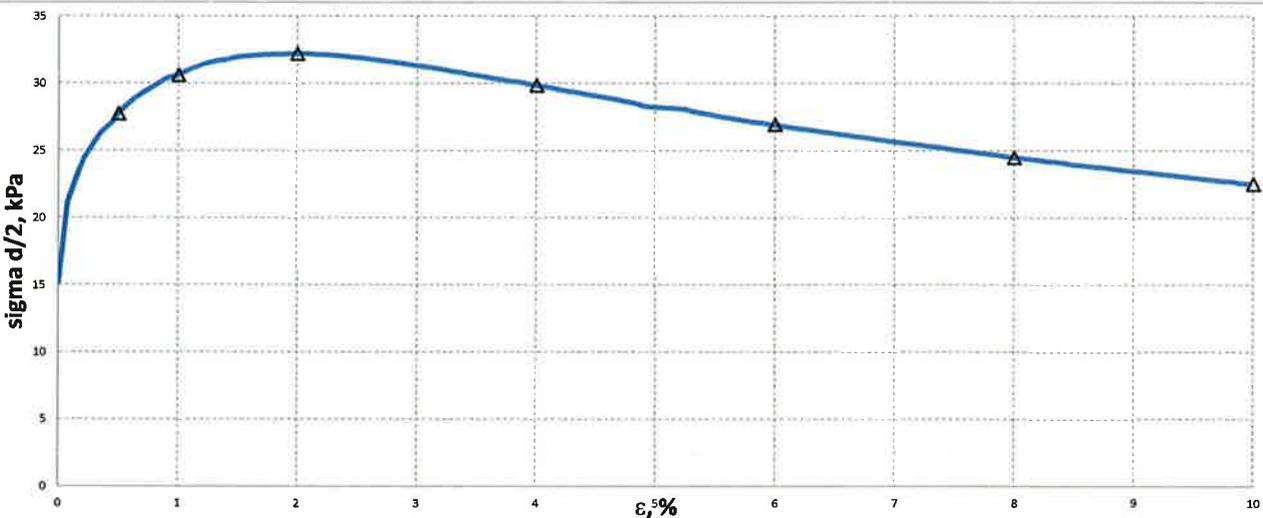
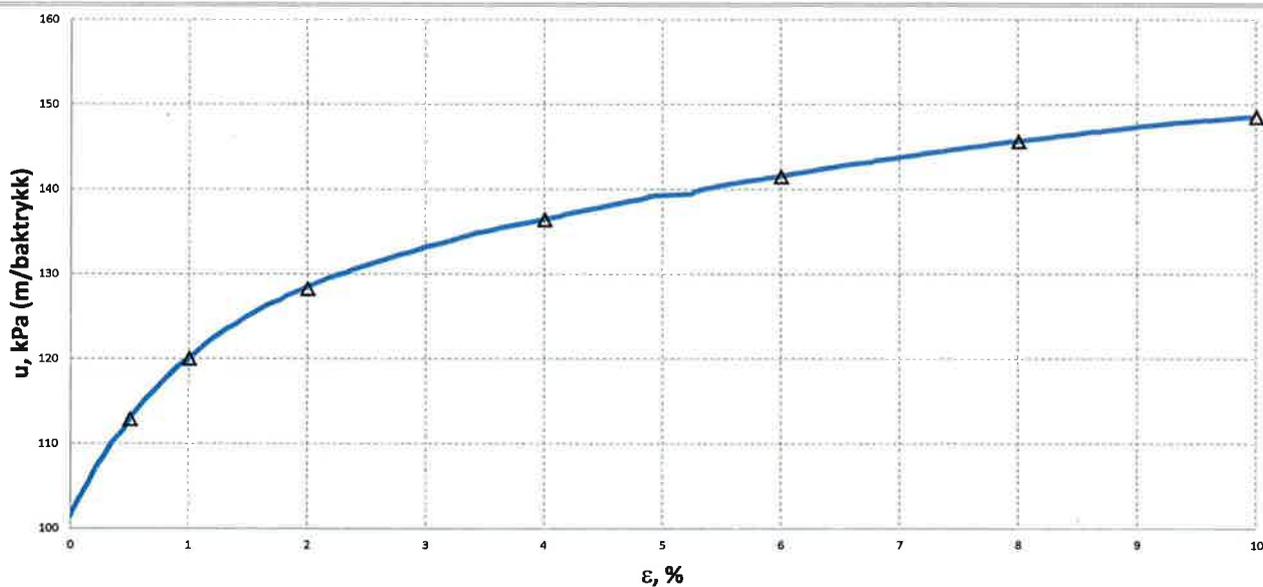
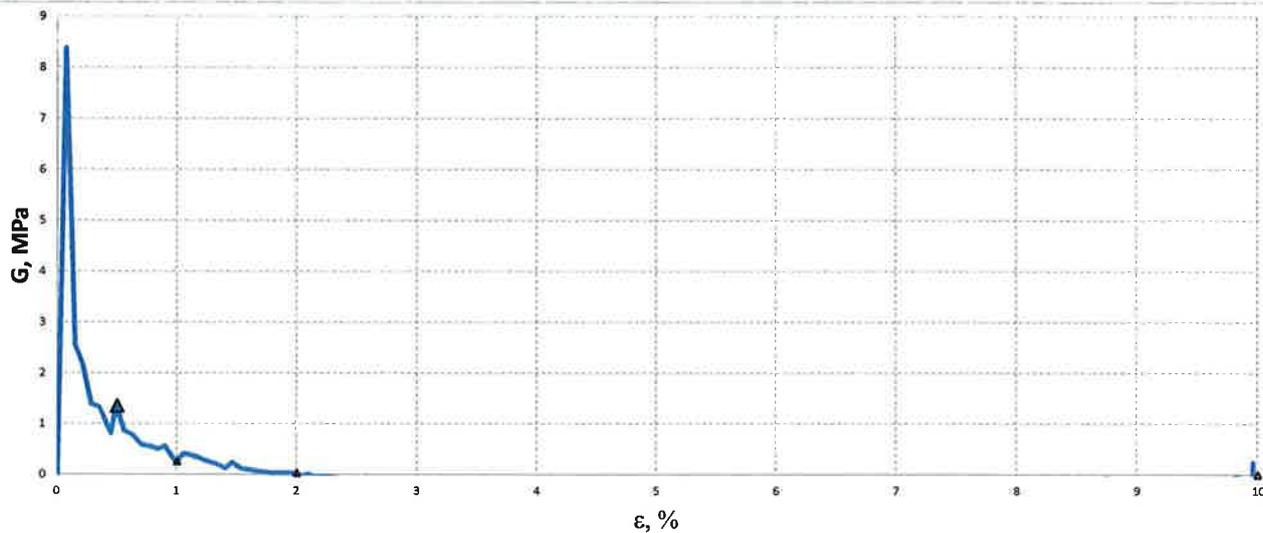
Tegn./kontr.
ESK/BVN

Dato
20.02.2013

Oppdrag
6120851

Bilag
-

Tegn. Nr.
310-1



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm ³)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	123	76	8,75m	CUIA	8.3	3.6	Kvikkleire



Kvikkleiresoner Alta

TREAKS

Oppdrag
6120851

Tegn./kontr.
ESK/BVN

Dato
20.02.2013

Bilag

Tegn. Nr.
310-2

Bilag 1

Borpunktdata

Rafsbotn

Punkt	Koordinater		Kote	Sted	Sondering [m]	CPTU [m]	Piezometer [m]	Prøvetaking
122	7 771 719,8	367 893,7	23,7	Rafsbotn Sør	2,4			
123	7 771 763,5	367 651,0	20,7	Rafsbotn Sør	25,0	x	8 og 14	x
124	7 771 732,2	367 604,2	8,4	Rafsbotn Sør	21,0	x		
125	7 772 041,3	367 605,6	16,8	Rafsbotn Sør	14,9	x		x
126	7 772 064,5	367 799,9	37,5	Rafsbotn Sør	2,3			
127	7 772 226,0	367 712,1	19,0	Rafsbotn Sør	15,7			x
128	7 772 172,4	367 542,7	38,6	Rafsbotn Sør	5,4			
129	7 771 973,9	367 983,5	35,5	Rafsbotn Sør	12,9			x
138	7 772 173,6	367 546,5	10,4	Rafsbotn Sør	15,0			
139	7 772 036,6	367 560,7	10,2	Rafsbotn Sør	14,6			
140	7 771 896,5	367 680,7	20,7	Rafsbotn Sør	21,0			
141	7 772 065,0	367 691,5	20,3	Rafsbotn Sør	13,1			

Bilag 2

Poretrykksmåling

Bilag 3

Kvalitetskontroll CPTU

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4365	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,832	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	02.04.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplysning 12-bit:	-	-	-
Opplysning 18-bit:	0,646	0,0105	0,0189
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	41,99	1,0815	0,5292
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	123	Dato:	13.12.2012
Borleder:	Rundmo, Odd-Einar	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	3,1
Forboring [m]:	7	Sondetemperatur slutt [°C]:	5,2
Sum boring [m]:	20,65	Kontroll skriver [m]:	20,64
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	2,9
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,2045	0,0568	0,0278
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0168	0,5	-1,2
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	19,6505	0,5673	1,2467
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: NVE Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: Kvikkleirekartlegging Alta		
Borpunkt nr:	123	Sonde:	4365
	Dato: 13.12.2012	Tegnet: OERundmo	Kontrollert:
	Oppdragsnr.: 6120851	Bilag nr.:	-

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4365	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,832	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	02.04.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplysning 12-bit:	-	-	-
Opplysning 18-bit:	0,646	0,0105	0,0189
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	41,99	1,0815	0,5292
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	124	Dato:	13.12.2012
Borleder:	Rundmo, Odd-Einar	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiltet	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	3,5
Forboring [m]:	1,5	Sondetemperatur slutt [°C]:	4,1
Sum boring [m]:	15,02	Kontroll skriver [m]:	15,02
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	2,09
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	0,6299	0,0162	0,0079
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0084	0,2	-1
NØYAKTIGHETS VURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	9,6759	0,2267	1,0268
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: NVE Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: Kvikkleirekartlegging Alta		
Borpunkt nr.:	124	Sonde:	4365
	Dato: 13.12.2012	Tegnet: OERundmo	Kontrollert:
	Oppdragsnr.: 6120851	Bilag nr.:	-

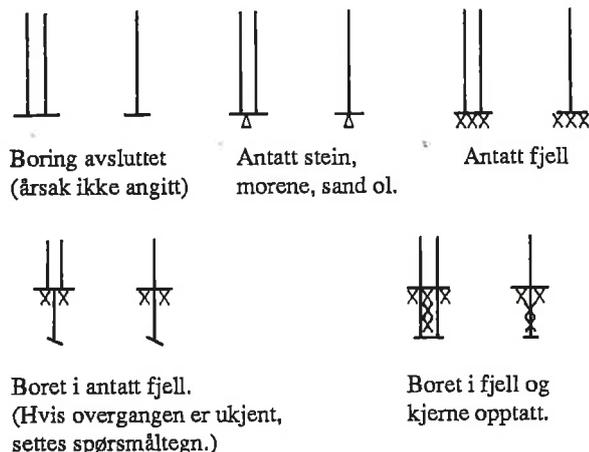
DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4365	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,832	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	02.04.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplysning 12-bit:	-	-	-
Opplysning 18-bit:	0,646	0,0105	0,0189
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	41,99	1,0815	0,5292
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	125	Dato:	08.01.2012
Borleder:	Rundmo, Odd-Einar	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	2,6
Forboring [m]:	5	Sondetemperatur slutt [°C]:	4
Sum boring [m]:	14,66	Kontroll skriver [m]:	14,62
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,34
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	1,4697	0,0379	0,0185
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0045	0	-0,2
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	6,6157	0,0484	0,2374
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: NVE Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: Kvikkleirekartlegging Alta		
Borpunkt nr.:	125	Sonde:	4365
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	08.01.2013	OERundmo	
Oppdragsnr.:	6120851	Bilag nr.:	-

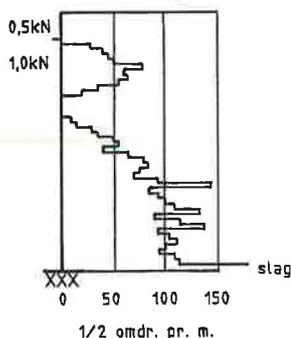
MARKUNDERSØKELSER

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).



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.



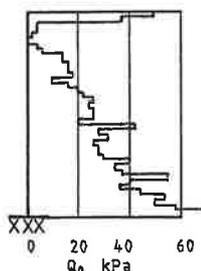
Totalsondering
kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling. Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en 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.

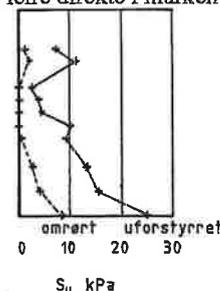


Fjellkontrollboring
utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

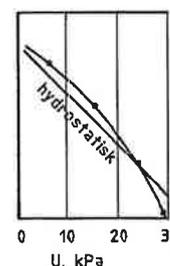
Prøvetaking
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking 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 sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller 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. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.

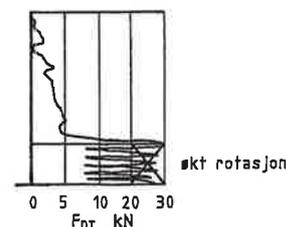


Porevanntrykket
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer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



LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Romvekt

(γ i kN/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

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

Flytegrense

(w_L i %) og **utvullingsgrense** (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

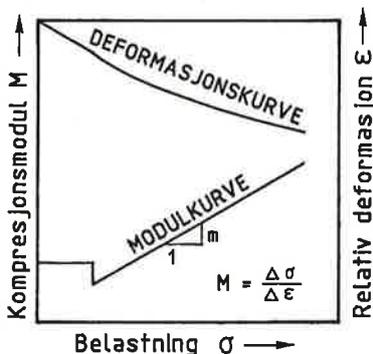
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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

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

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn $0,06 \text{ mm}$. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiamter 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.

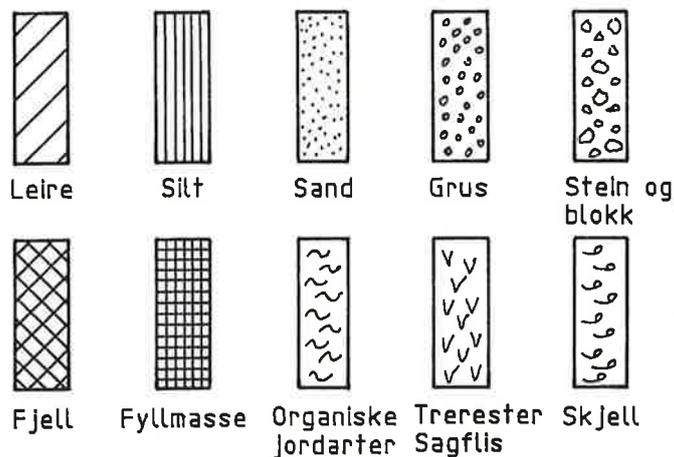
Fraksj. betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	> 600

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 bevæsetning 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 = kvikkeleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:
Ca. = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

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 γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_{d \max}$ bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_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.

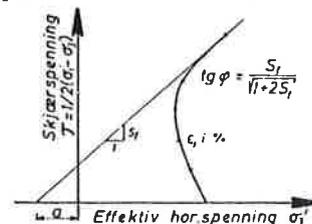
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

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 (ϕ) og attraksjon (a i 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 inch² med konstant bevegelsehastighet = 0,05 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 bekrefte ut fra forsøk på 2 prøver.