



DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

NVE
Kvikkleiresoner Malvik/Torp
Oppdrag nr: 6120521
Rapport nr. 1A

Dato: 19.03.2013

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Malvik	Sted Malvik/Torp	UTM- sone 32 05828 70352
Byggherre			
Oppdragsgiver NVE			
Oppdrag formidlet av NVE v/ Mads Johnsen			
Oppdragsreferanse Bestilling av 11.06.2012			
Antall sider 5	Tegn.nr. 101 - 130	Bilag.nr. 1	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

NVE
Kvikkleiresoner Malvik/Torp

Rapport-tittel

Grunnundersøkelser
Datarapport

Oppdrag nr: 6120521	Rapport nr: 1	Rev: A	Dato: 19.03.2013	Kontr: <i>Alf Kræstvik</i>
Oppdragsleder: Bjørnar Kristiansen		Utarbeidet av: Bjørnar Kristiansen <i>Bjørnar Kristiansen</i>		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Rambøll har i forbindelse med utredning av kvikkleiresone Malvik og Torp utført grunnundersøkelser i form av 22 totalsonderinger, 4 trykksonderinger og 11 prøveserier med tilhørende laboratorieundersøkelser. For grunnvannskontroll er det installert 4 poretrykksmålere i 2 punkter.</p> <p>For nærmere detaljer om grunnforholdene vises det til de enkelte boreresultater og borprofiler i rapporten.</p>				

INNHOOLD

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

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1: 50 000
102		SITUASJONSPLAN, MALVIK ØST	1: 2 000
103		SITUASJONSPLAN, MALVIK VEST	1: 2 000
104		SITUASJONSPLAN, TORP	1: 2000
105		BORERESULTATER, PKT 1 – 6	1: 200
106		BORERESULTATER, PKT 7 – 9	1: 200
107		BORERESULTATER, PKT 10 – 11, 19	1: 200
108		BORERESULTATER, PKT 20 – 22	1: 200
109		BORERESULTATER, PKT 23 – 25	1: 200
110		BORERESULTATER, PKT 26 – 29	1: 200
111		CPTU, PKT 7, 21	1: 200
112		CPTU, PKT 22, 28	1: 200
113		BORPROFIL, PKT 3	1: 100
114		BORPROFIL, PKT 5	1: 100
115		BORPROFIL, PKT 7	1: 100
116		BORPROFIL, PKT 11	1: 100
117		BORPROFIL, PKT 19	1: 100
118		BORPROFIL, PKT 20	1: 100
119		BORPROFIL, PKT 21	1: 100
120	A	BORPROFIL, PKT 22	1: 100
121		BORPROFIL, PKT 23	1: 100
122	A	BORPROFIL, PKT 28	1: 100
123		BORPROFIL, PKT 29	1: 100
124		ØDOMETER, LAB NR 22	

125	ØDOMETER, LAB NR 29
126	ØDOMETER, LAB NR 31
127	ØDOMETER, LAB NR 35
128A+B	TREAKS, LAB NR 23
129A+B	TREAKS, LAB NR 27
130A+B	TREAKS, LAB NR 32

BILAG

Bilag. nr.	Rev. nr.	Tittel
1		PORETRYKKSMÅLING
2	NY	KVALITETSKONTROLL CPTU

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE FORSØK

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

NVE skal utrede kvikkleiresonene 329 Malvik og 330 Torp i Malvik kommune. Rambøll har utført grunnundersøkelser etter angivelse fra geoteknisk rådgiver.

1.2 Innhold

Rapporten inneholder samlede resultater fra grunnundersøkelsene med data fra felt og lab. Rapporten inneholder ingen geoteknisk vurdering.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Det er høsten 2012 utført grunnundersøkelser i form av 22 totalsonderinger, 4 trykksonderinger (CPTU), 11 prøveserier og installering av 4 poretrykksmålere.

2.2 Oppmåling

Samtlige borpunkt er satt ut av Rambøll med GPS. Punkter som er flyttet underveis er målt inn på nytt.

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 ødometer- og treksialforsøk.

2.4 Resultater

Resultater fra total- og trykksonderinger er vist som enkeltboringer på tegning 105 – 112.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene er presentert i egne borprofiler på tegning 113 – 123, mens spesialforsøk som ødometer og treks er grafisk fremstilt på tegning 124 – 130.

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

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Løsmasser

Torp

Grunnundersøkelsene i Torp-sonen viser lite tegn på sensitive leirmasser. Løsmassene består i hovedsak av middels fast og fast leire med lav sensitivitet. For øvrig vises det til de enkelte boreresultater og laboratorieundersøkelser.

Malvik

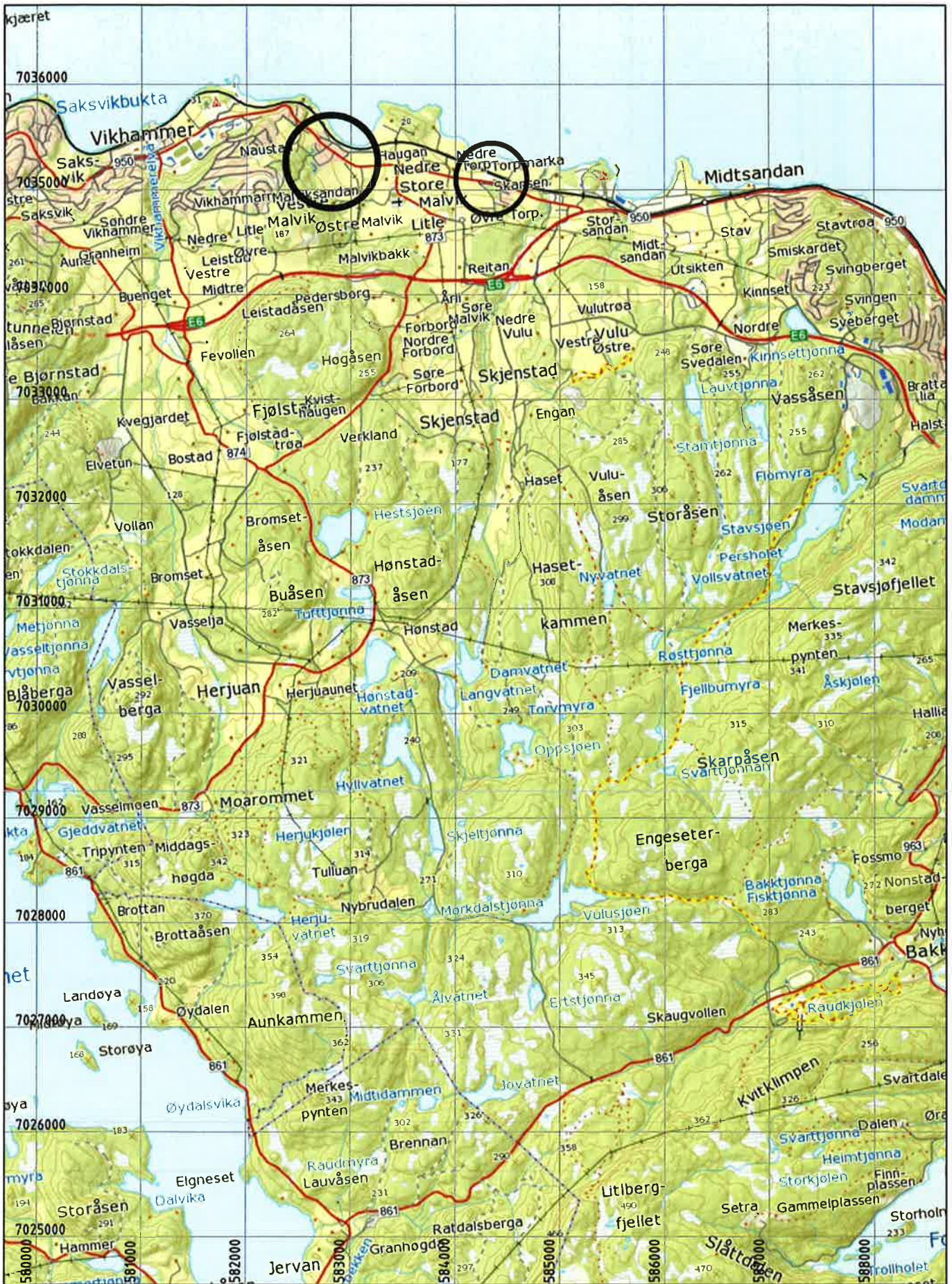
Grunnundersøkelsen viser store forekomster av kvikkleire, men også avgrensinger i området med mindre dybder til fjell og løsmasser med lav sensitivitet. For øvrig vises det til de enkelte boreresultater og laboratorieundersøkelser.

3.2 Grunnvann

Det er installert 2 hydrauliske piezometer i hvert av punktene 7 og 22. Avlesninger av målerne fremkommer av bilag 2.

3.3 Fjell

Ingen sonderinger er utført med fjellkontroll. Enkelte sonderinger er ført ned til antatt fjell, og er således angitt med fjellkote på situasjonsplanen. Disse kotene må anses som orienterende, da stor stein eller blokk kan ha blitt oppfattet som fjell.



Rev.	Date	Tekst	AKM	BKN	AKM
	12.12.12				

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:50000 Status:

Kvikkleiresoner Malvik / Torp
NVE

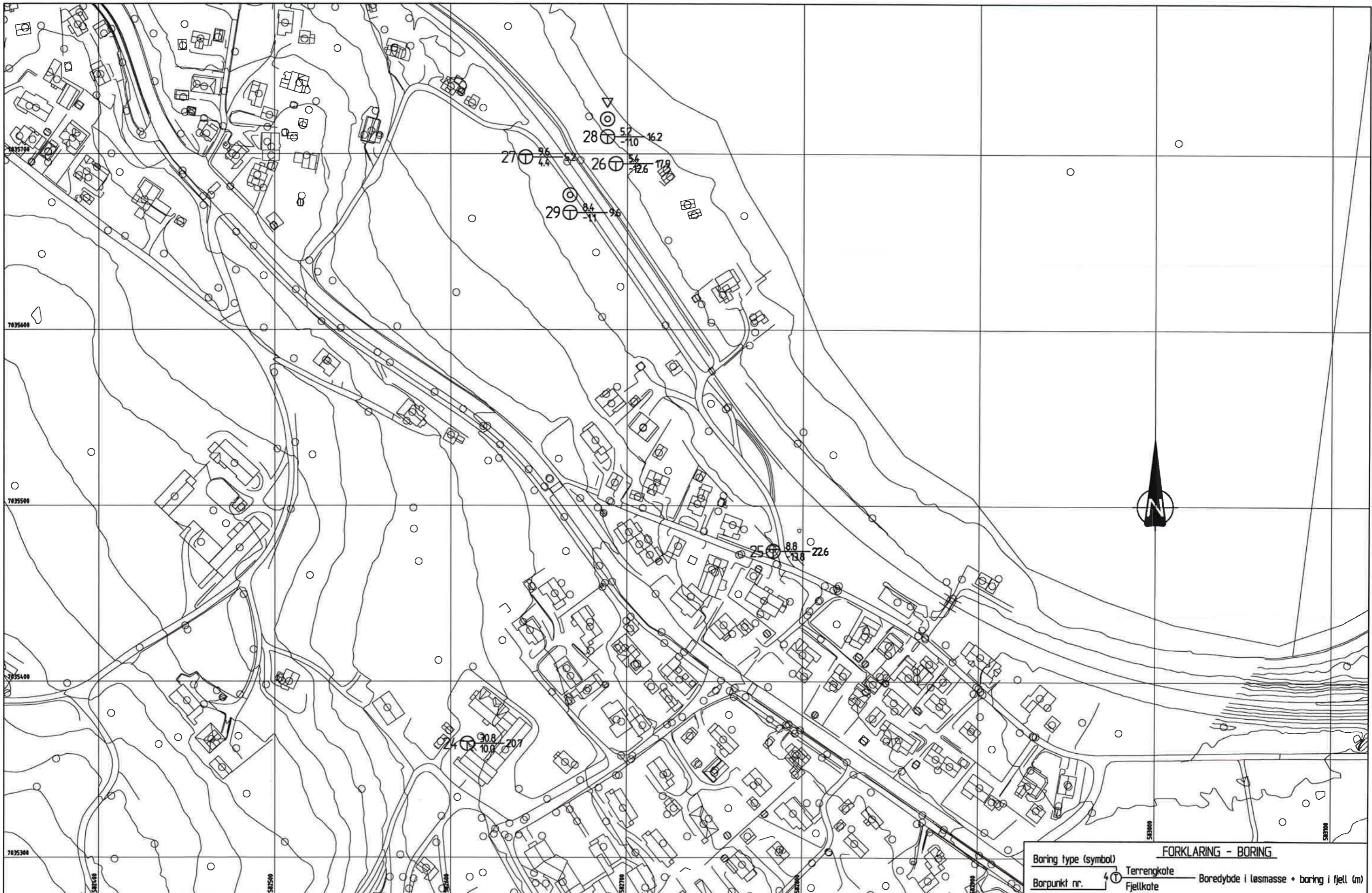
OVERSIKTSKART

UTM-ref(Sone 32V): 05828 70352, 05843 70351



P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr. 101 Rev.



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

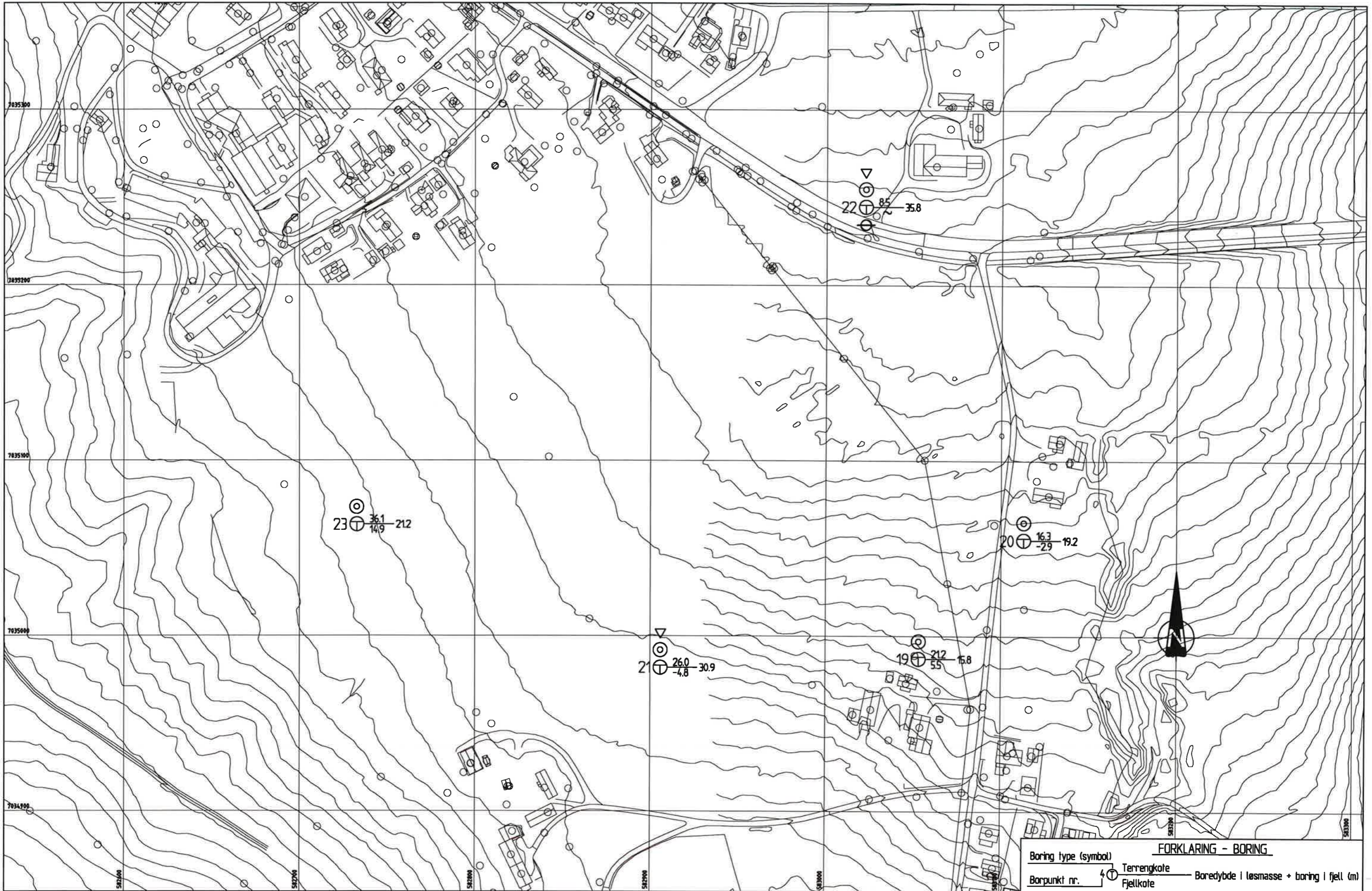
03.01.13	BVN	BKN	AKM
REV.	DATO	ENDRING	TEGN KONTR GODKJ
TEGNINGSSTATUS			

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
 P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG
Kvikkleiresoner Malvik/Torp
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 ⊕ Totalsondering
 ⊙ Prøveserie
 ▼ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR. 6120521	MÅLESTOKK 1:2000	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 102			REV.



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

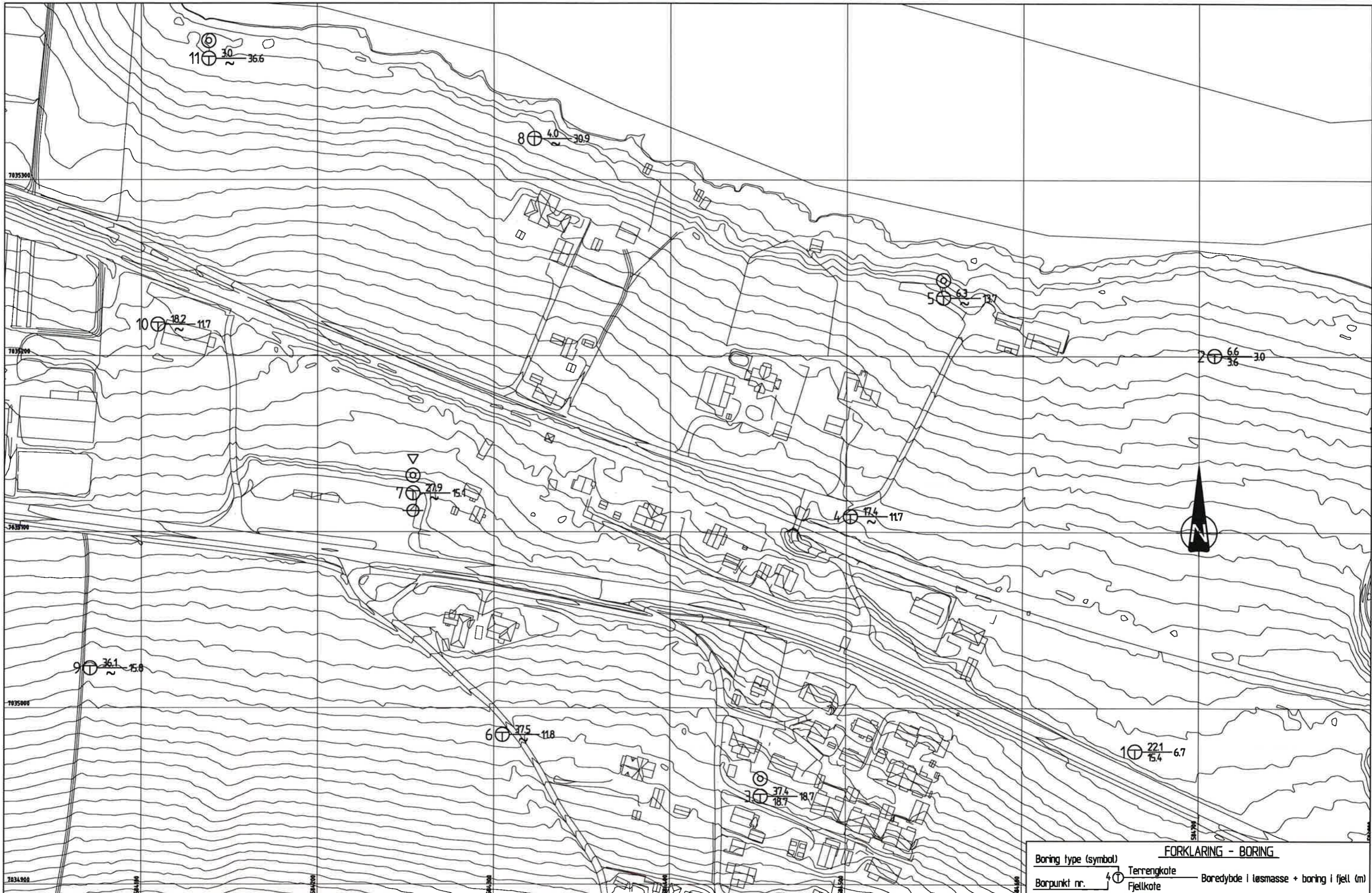
03.01.13	BVN	BKN	AKM
REV. DATO	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS			

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
 P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRA
Kvikkleiresoner Malvik/Torp
 OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHO
SITUASJONSPLAN
 ⊕ Totalsondering ∇ Trykksondering (CPTU)
 ⊙ Prøveserie
 ⊖ Poretrykksmåler

OPPDRA NR. 6120521	MÅLESTOKK 1:2000	BLAD NR. 103	AV
TEGNING NR.		REV.	



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

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

RAMBOLL

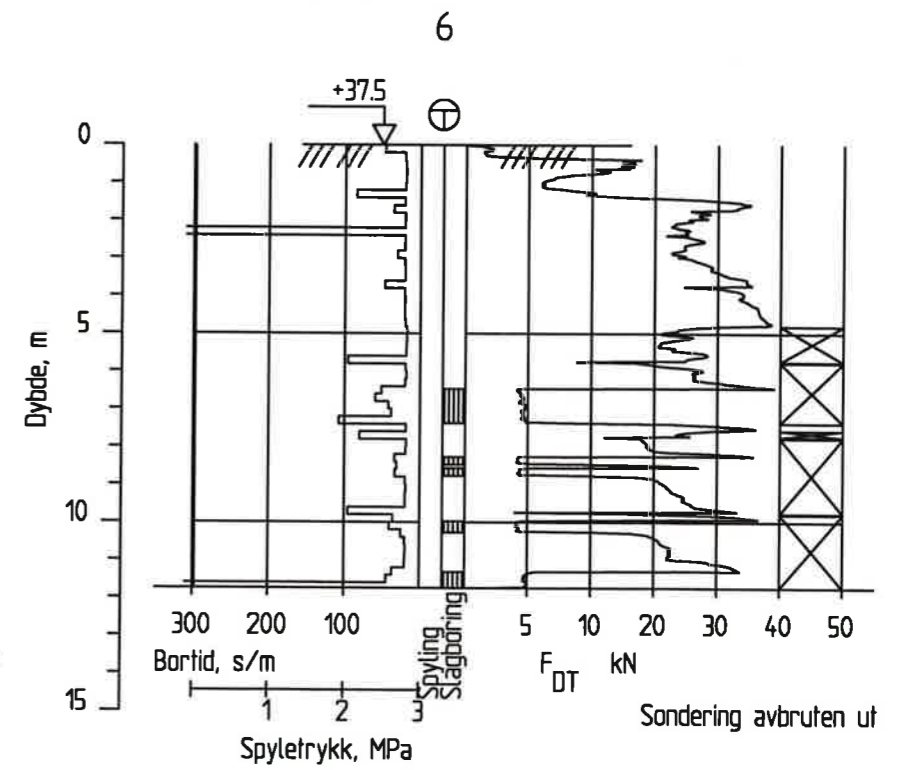
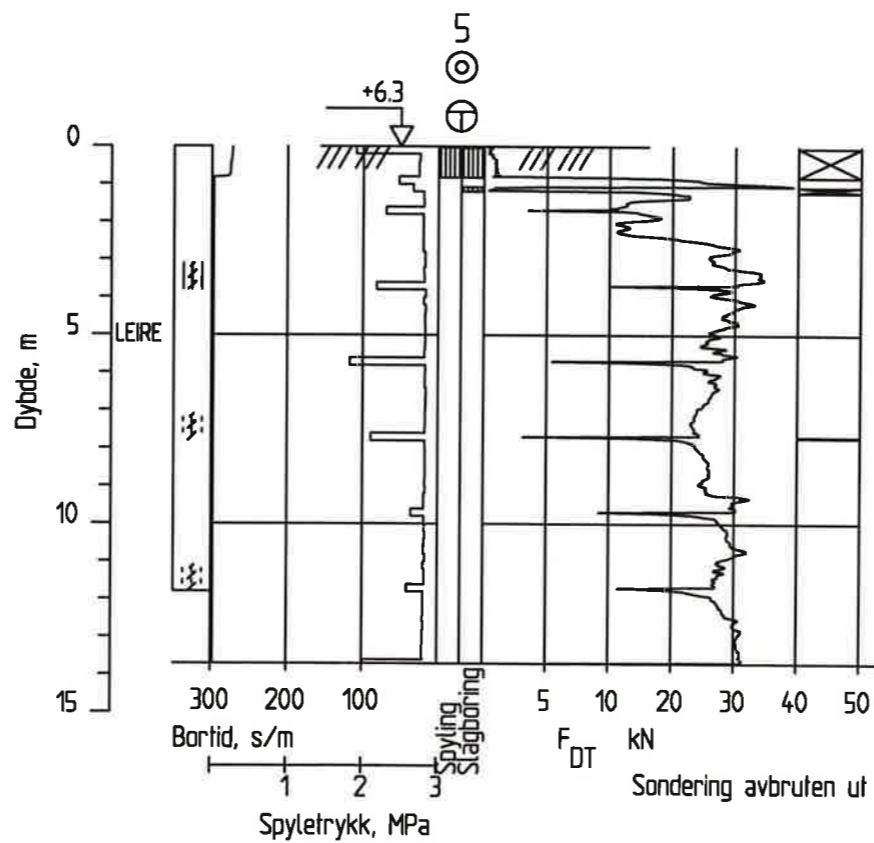
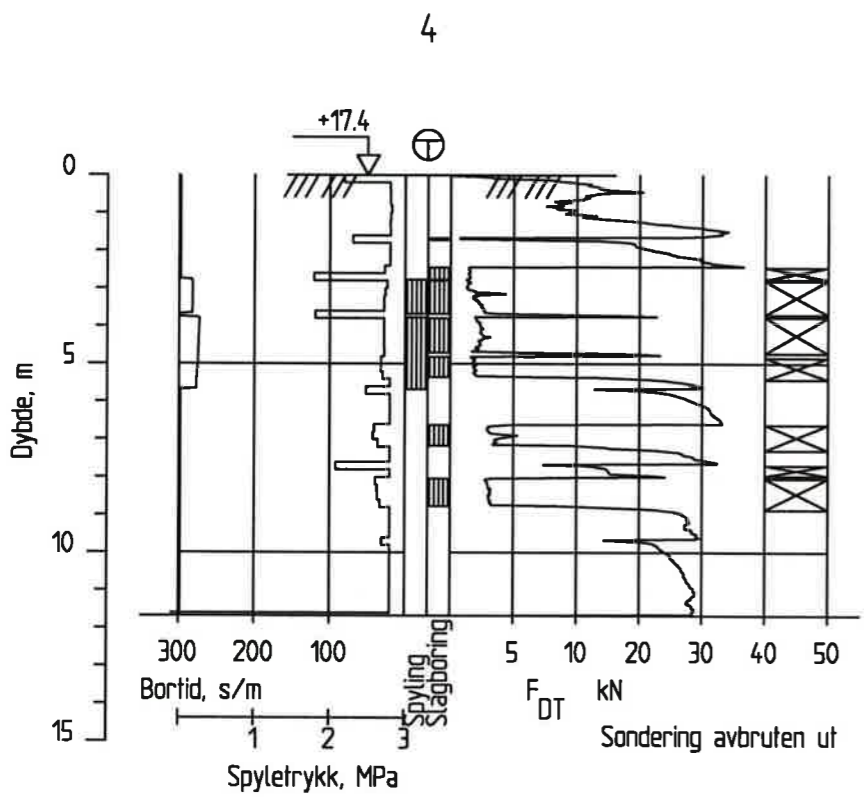
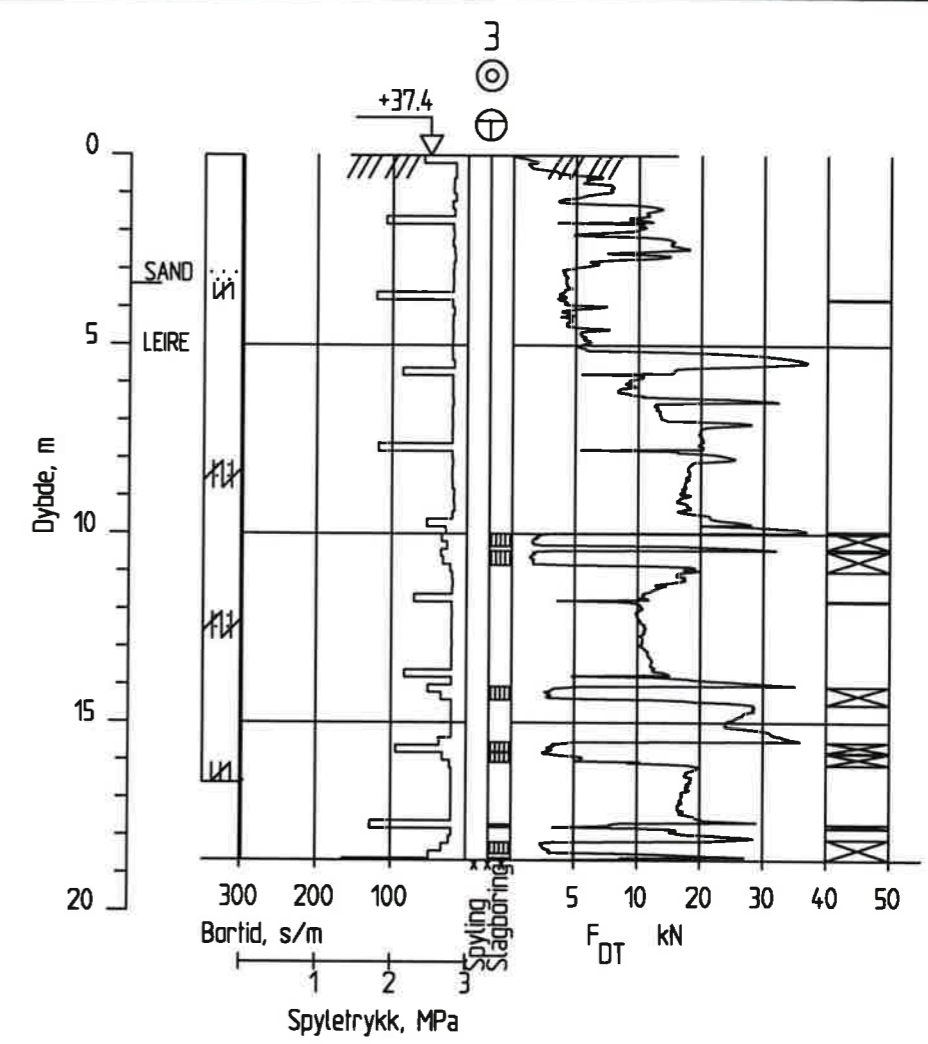
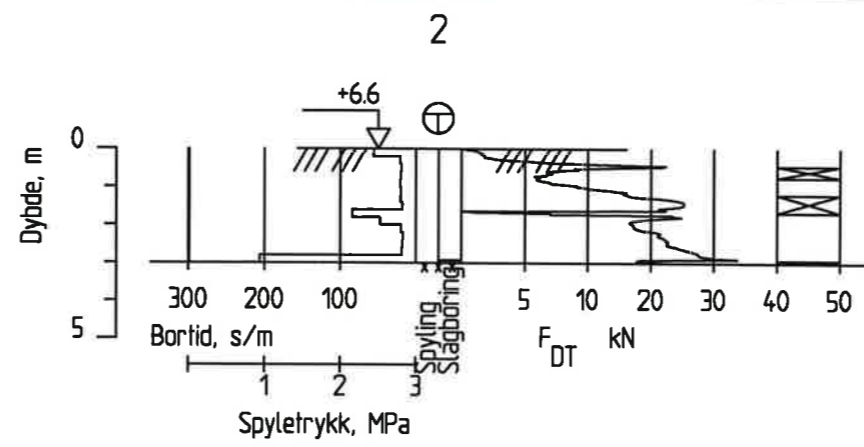
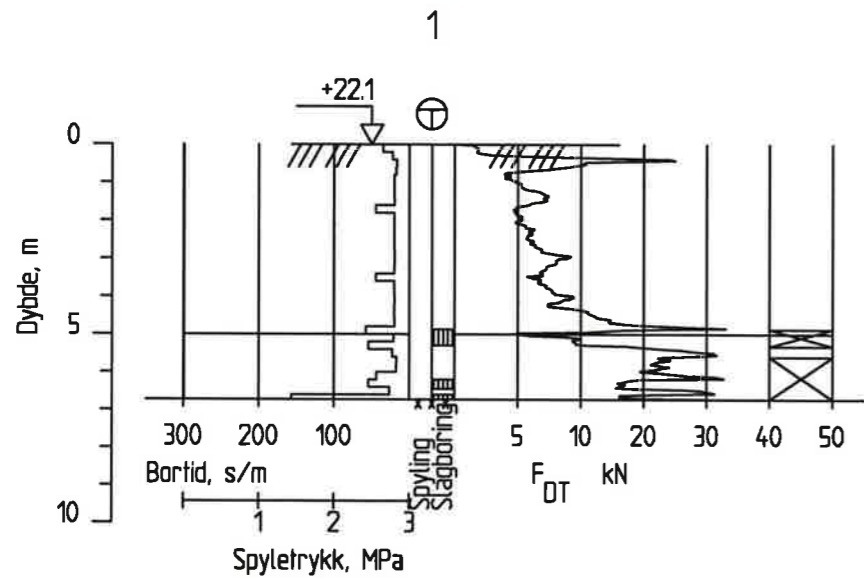
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
 P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDAG
Kvikkleiresoner Malvik/Torp

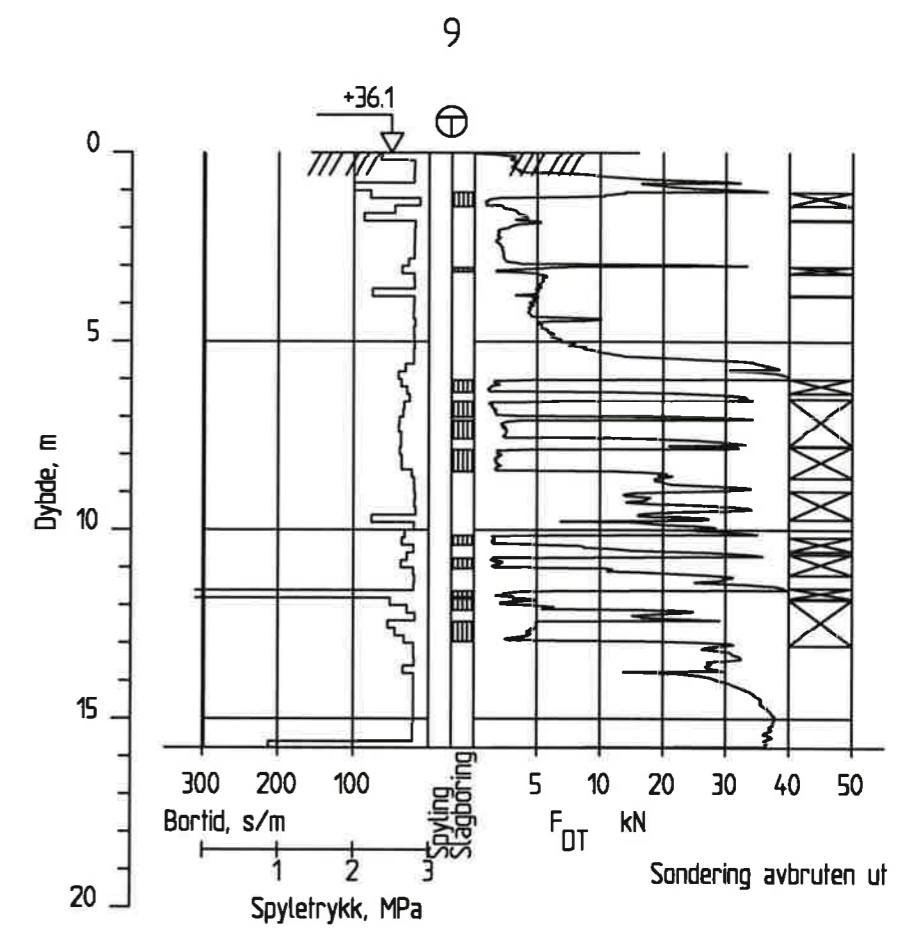
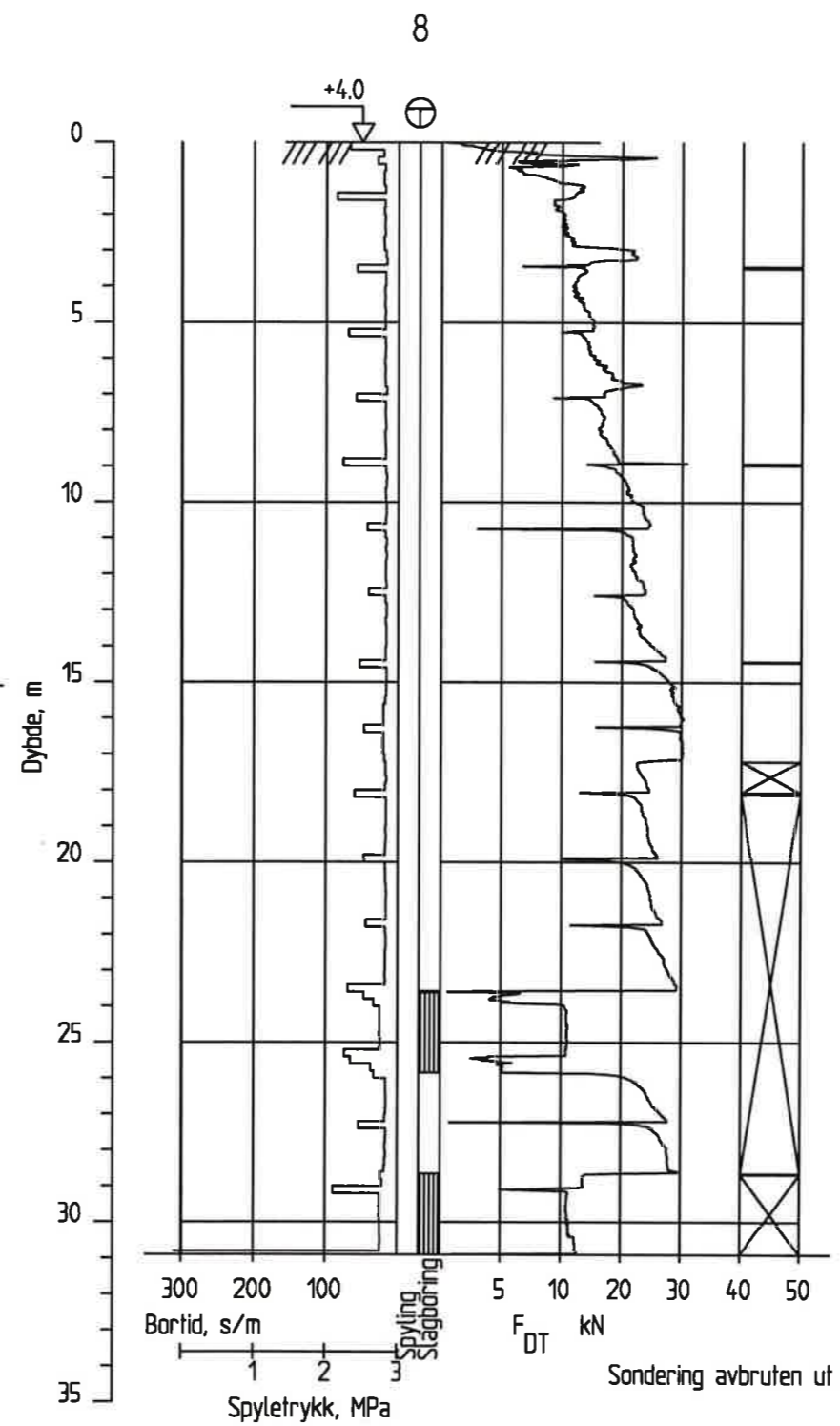
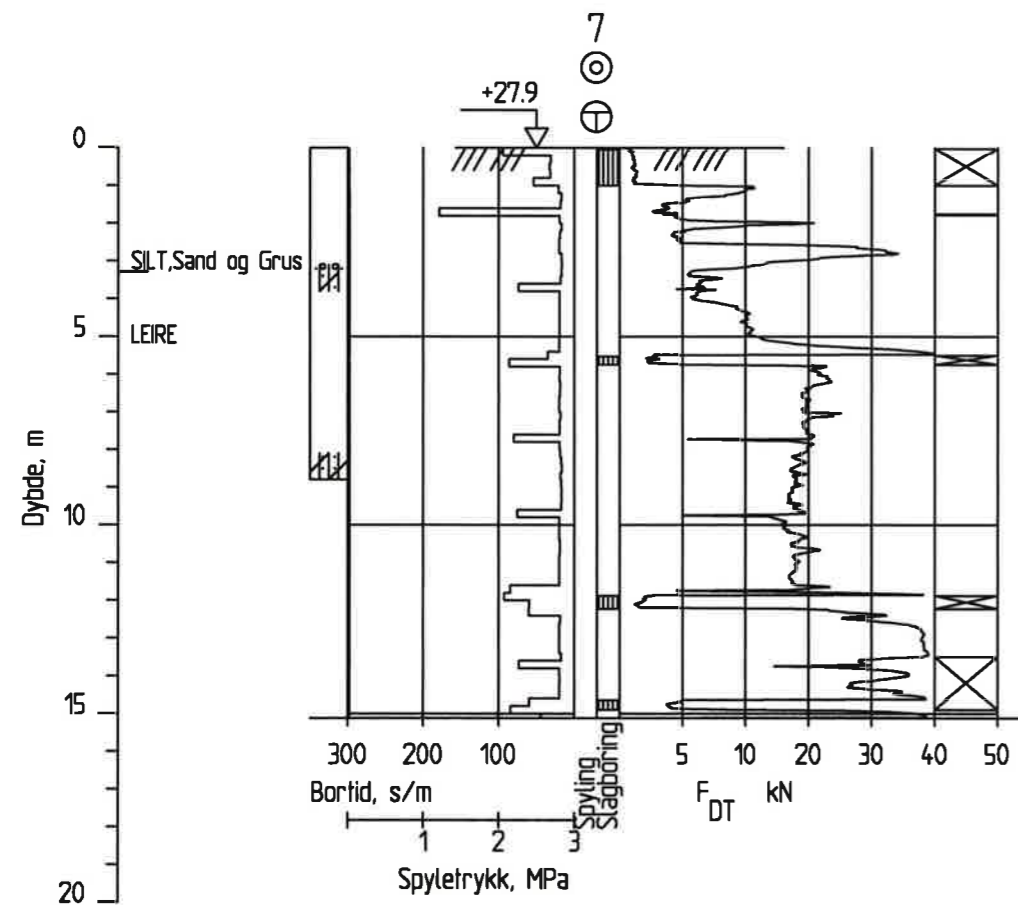
OPPDAGSGIVER
NVE

INNHOLD
SITUASJONSPLAN
 ⊕ Totalsondering ∇ Trykksondering (CPTU)
 ⊙ Prøveserie
 ⊖ Poretrykksmåler

OPPDAG NR. 6120521	MÅLESTOKK 1:2000	BLAD NR. AV
TEGNING NR. 104		REV.



20.12.12			AKM						OPPDRAG Kvikkleiresoner Malvik/Torp			INNHOLD BORERESULTATER			OPPDRAG NR. 6120521		MÅLESTOKK 1:200		BLAD NR. AV	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60			OPPDRAGSGIVER NVE			Ⓡ Totalsondering Ⓞ Prøveserie			TEGNING NR. 105					
TEGNINGSSTATUS																				



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

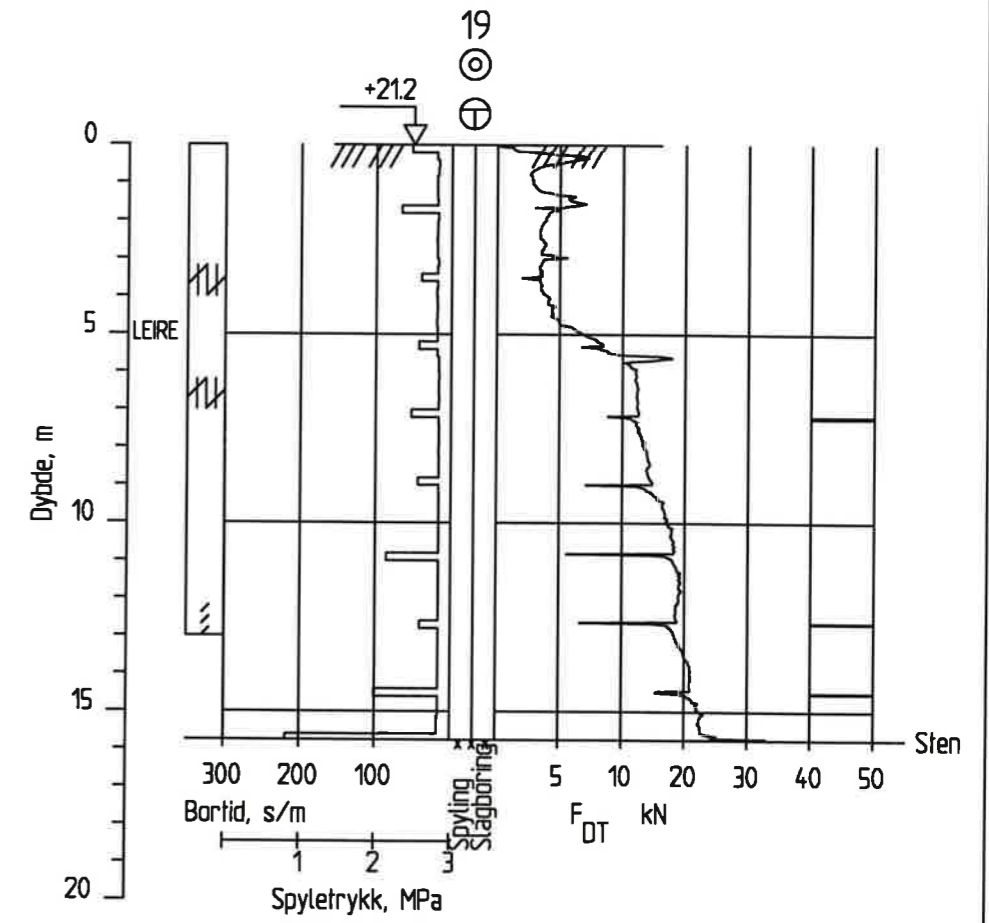
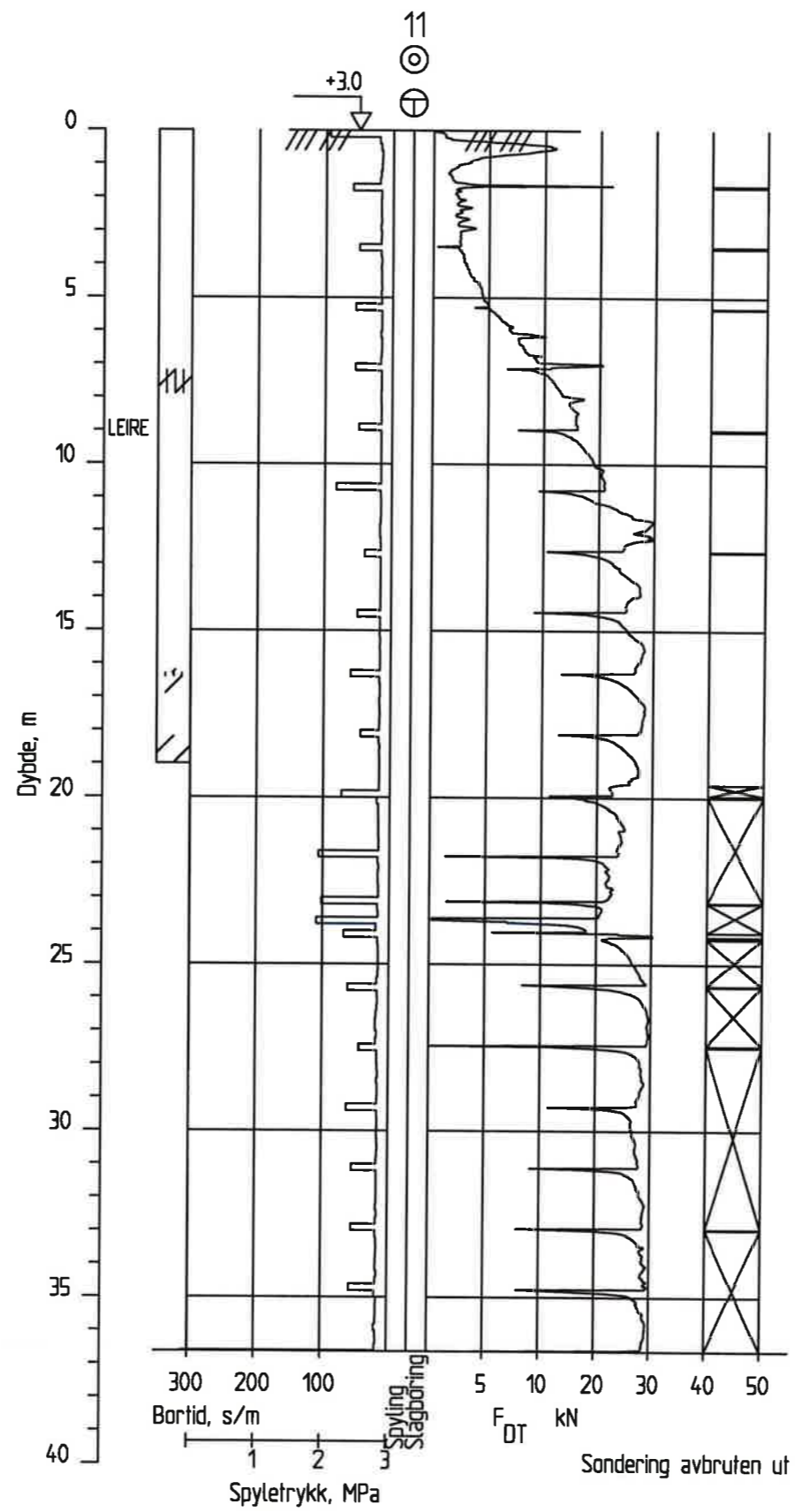
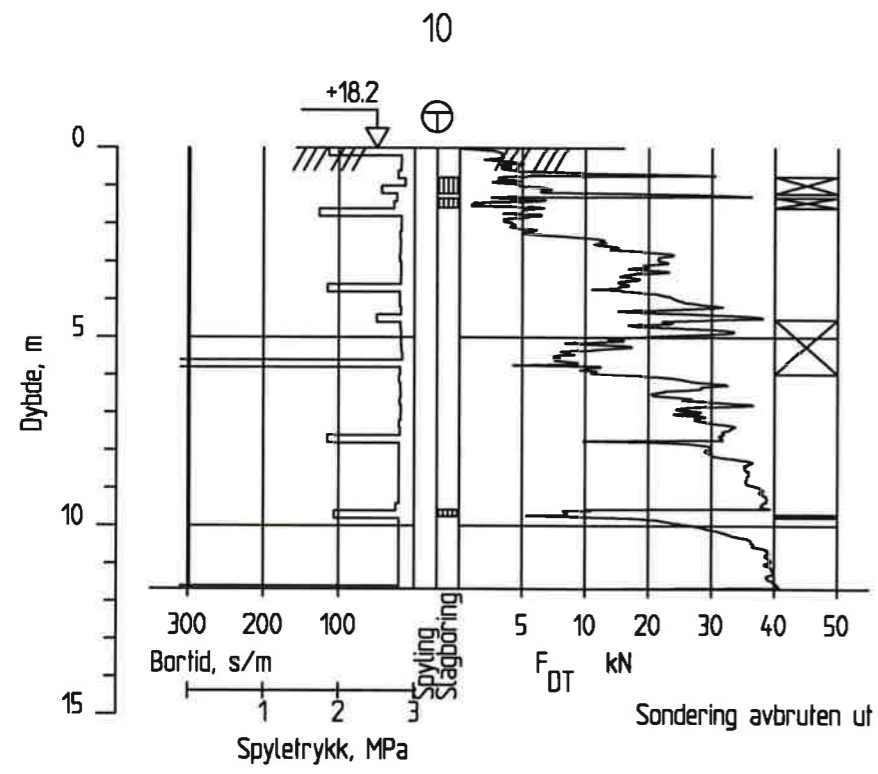


Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAAG
Kvikkleiresoner Malvik/Torp
OPPDRAAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAAG NR. 6120521	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 106		REV.	



REV.	20.12.12	ENDRING	TEGN	BVN	BKN	AKM	GODKJ
TEGNINGSSTATUS							



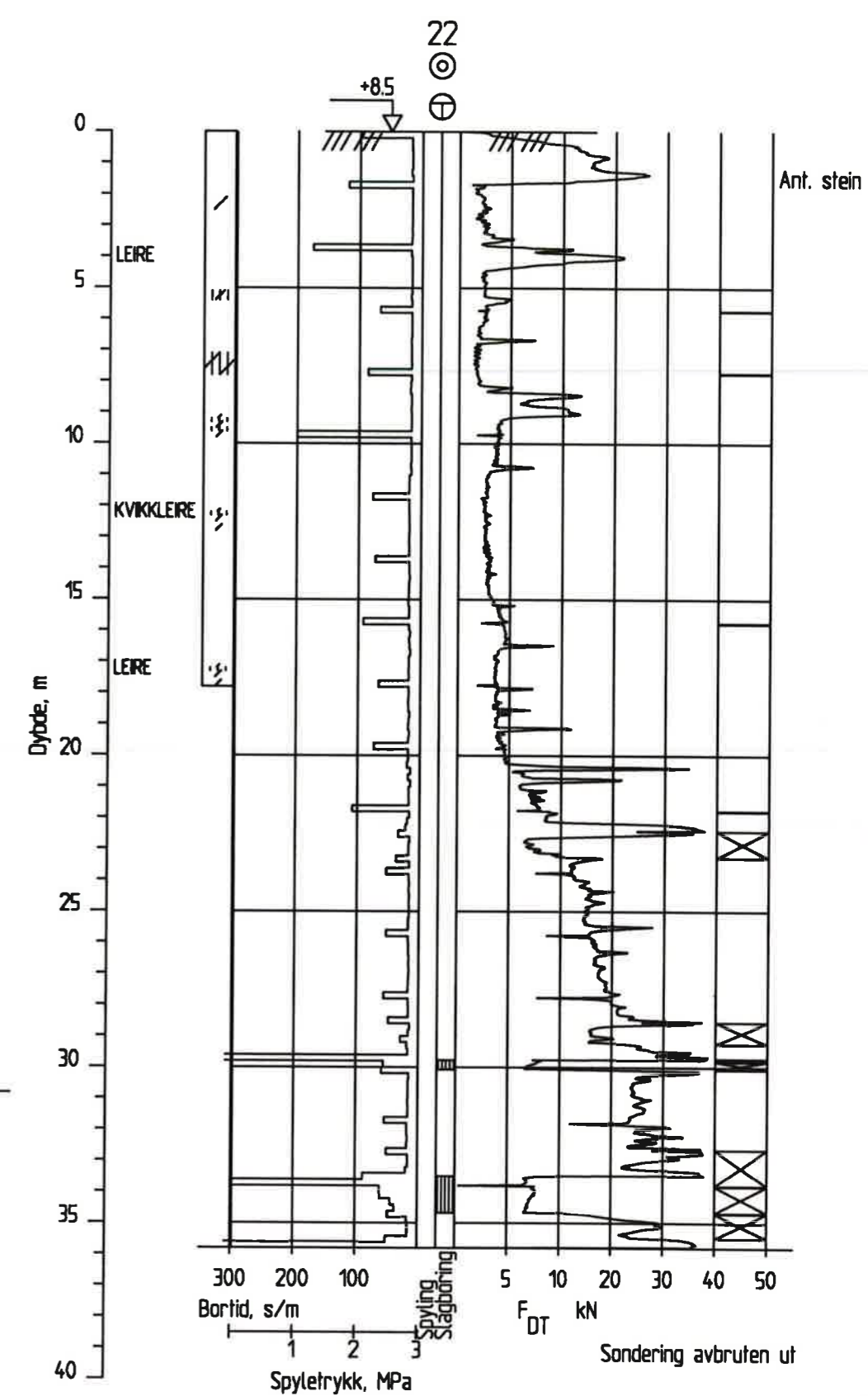
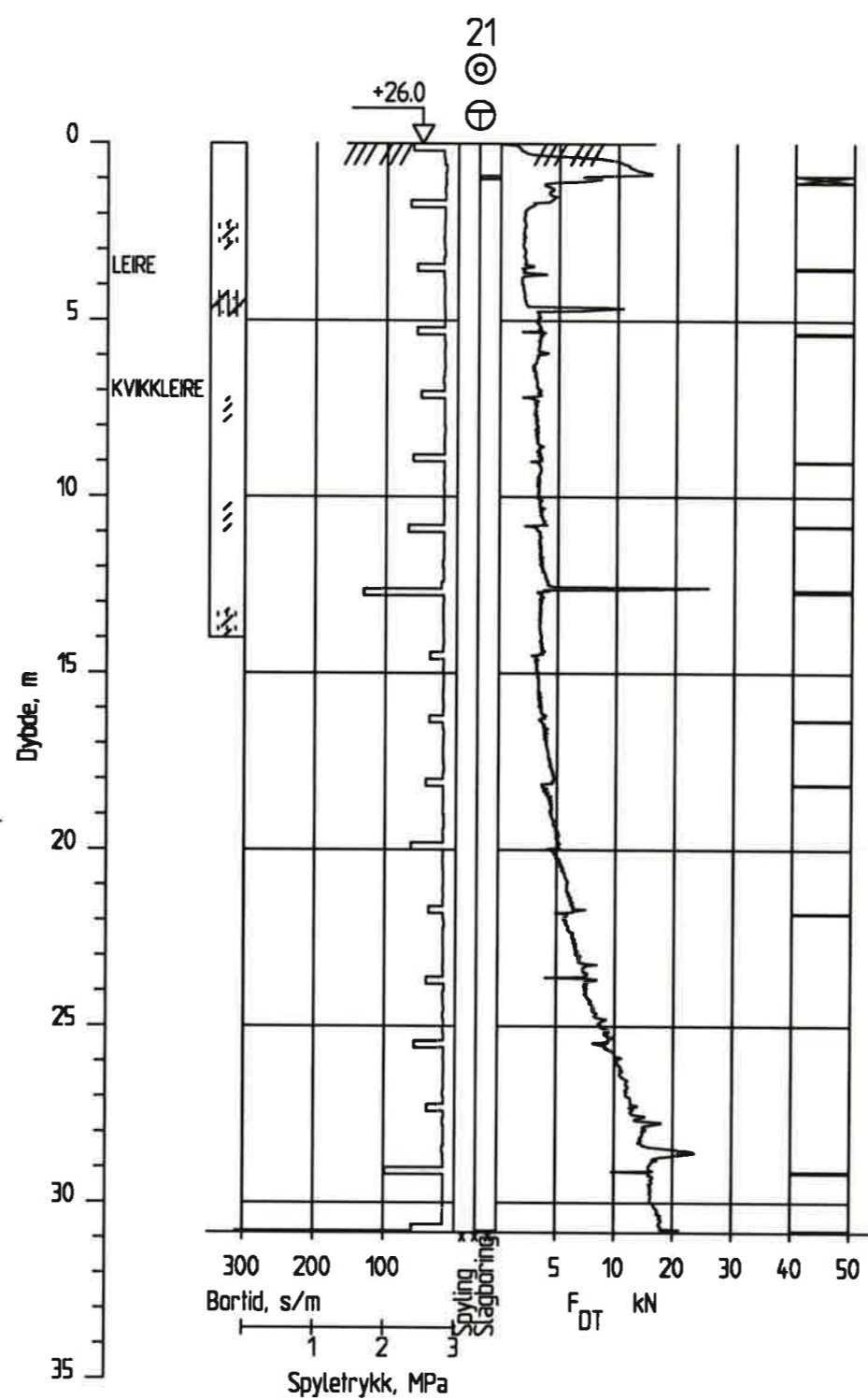
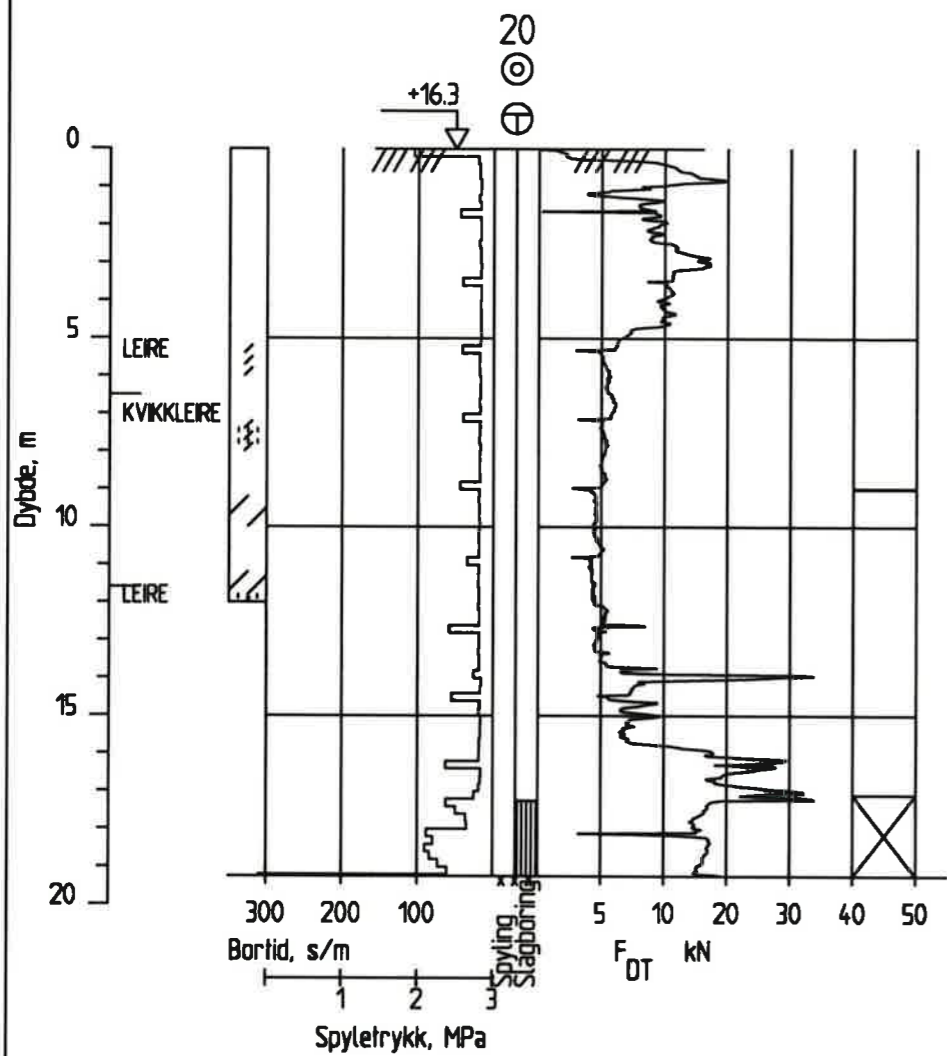
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG
Kvikkleiresoner Malvik/Torp

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 6120521	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 107			REV.



REV.	20.12.12	ENDRING	BVN	BKN	AKM
TEGN		KONTR		GODKJ	
TEGNINGSSTATUS					

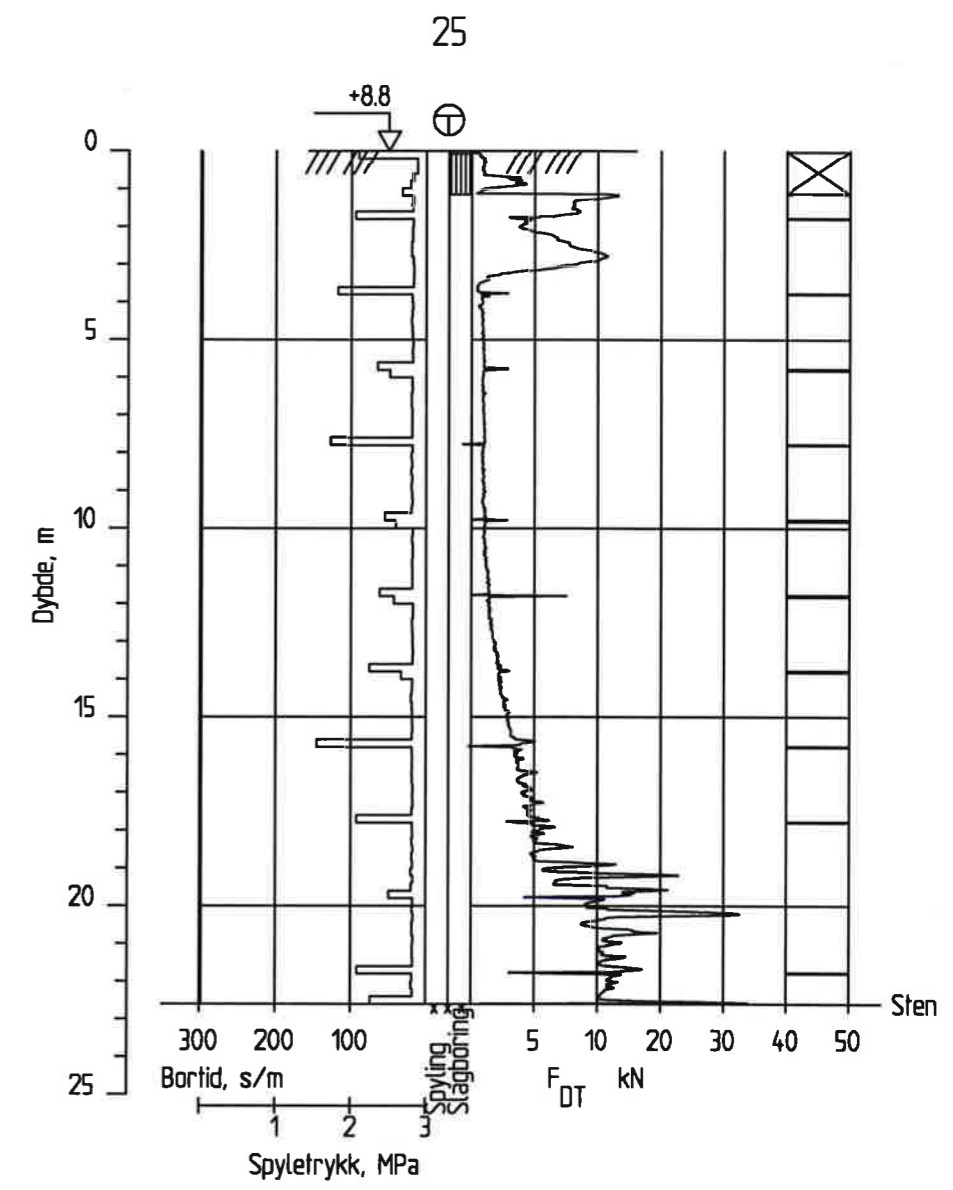
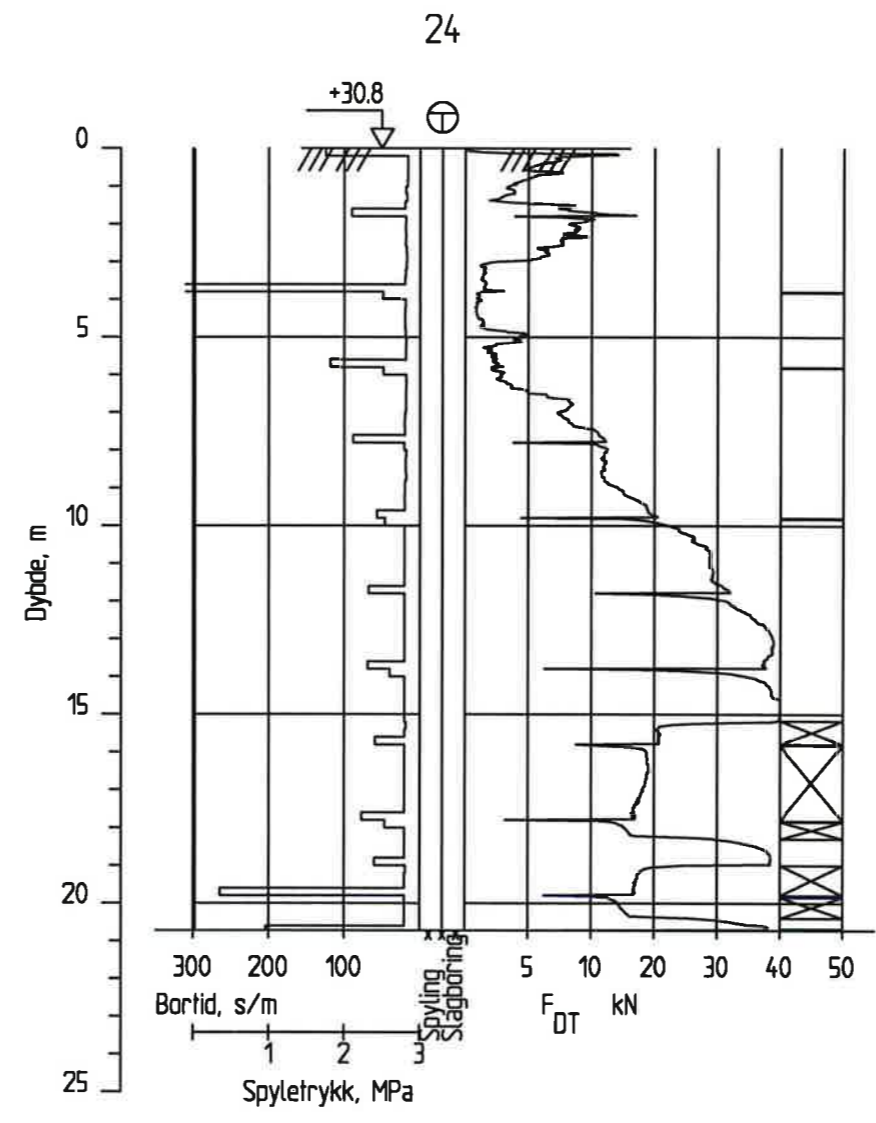
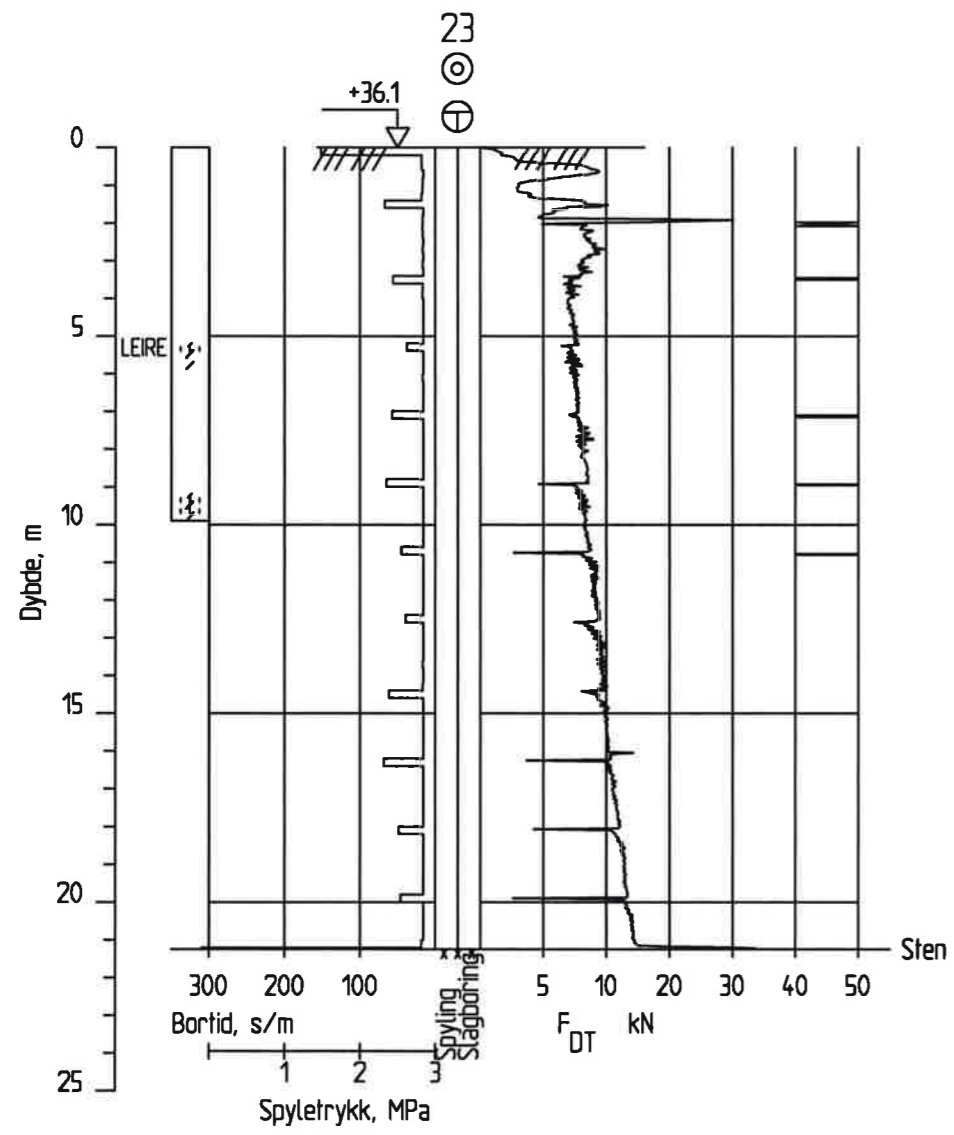


Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

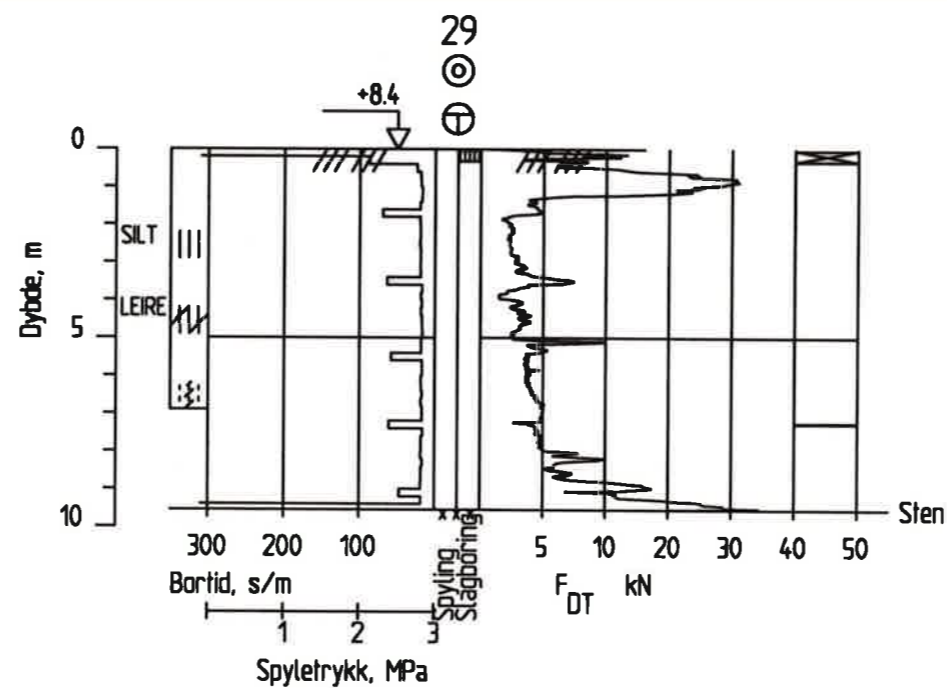
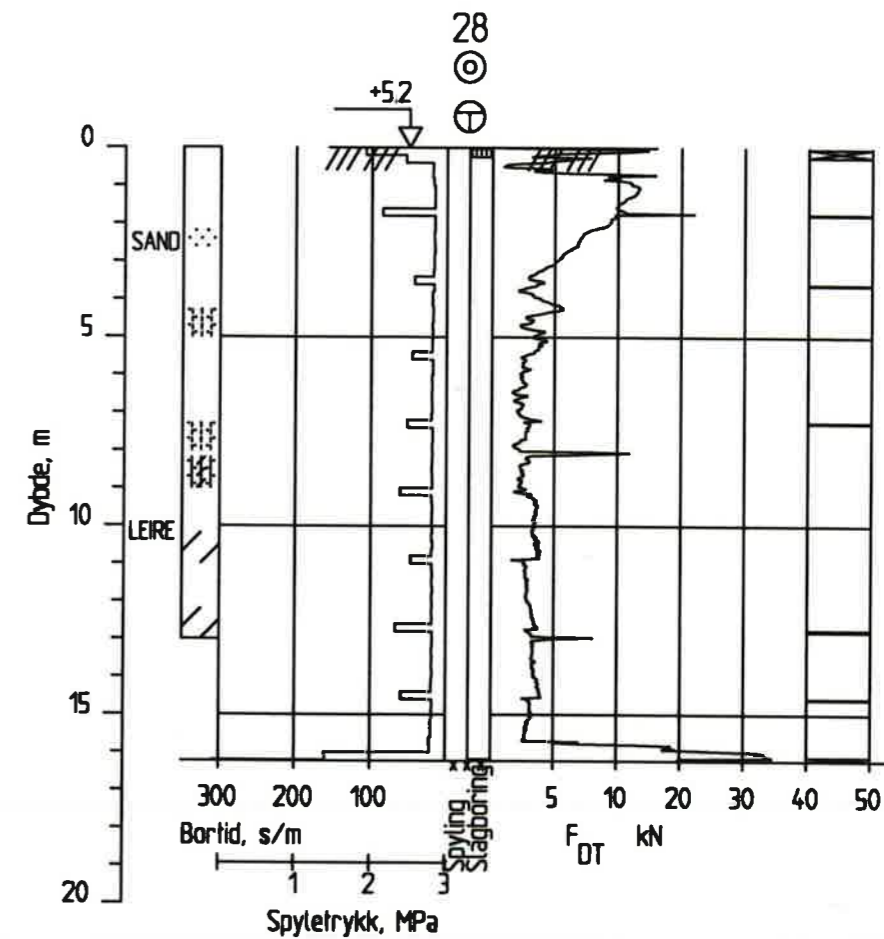
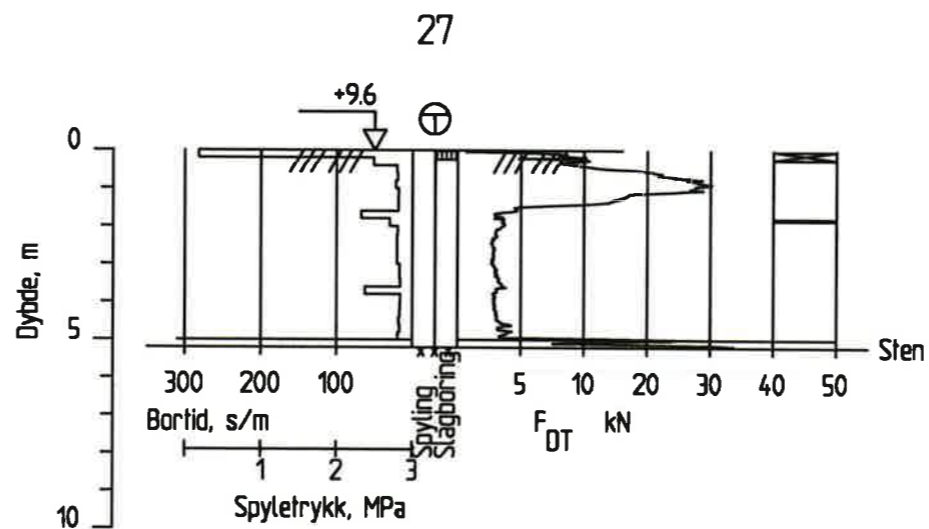
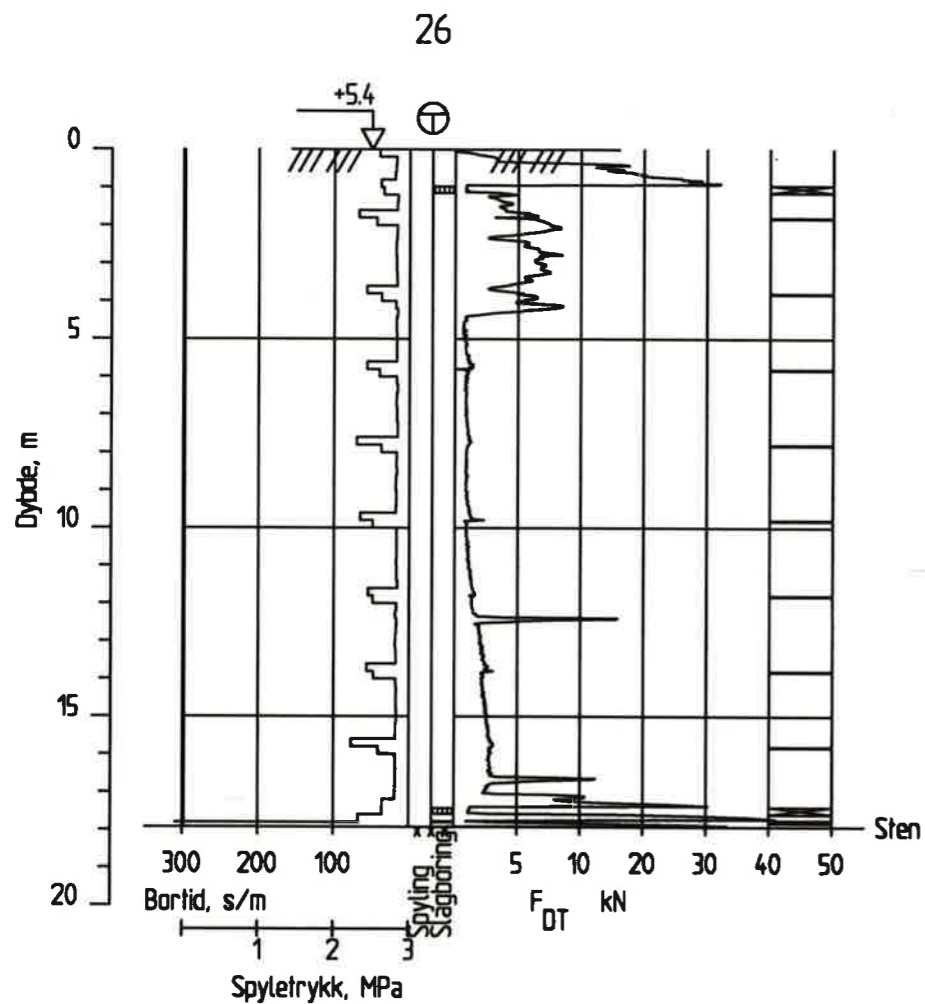
OPPDRAG
Kvikkleiresoner Malvik/Torp
OPPDRAAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAAG NR. 6120521	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 108			REV.



<table border="1"> <tr> <td>20.12.12</td> <td>BVN</td> <td>BKN</td> <td>AKM</td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DATO</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN KONTR GODKJ</td> </tr> </table>			20.12.12	BVN	BKN	AKM	REV.	DATO	ENDRING	TEGN KONTR GODKJ	<p>Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60</p>		OPPDRAG Kvikkleiresoner Malvik/Torp OPPDRAGSGIVER NVE		INNHOLD BORERESULTATER ⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie		OPPDRAG NR. 6120521	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 109	AV
20.12.12	BVN	BKN	AKM																	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN KONTR GODKJ																	
TEGNINGSTATUS								TEGNING NR. 109		REV.										



REV.	20.12.12	ENDRING	BVN	BKN	AKM
TEGningsstatus			TEGN	KONTR	GODKJ

RAMBOLL

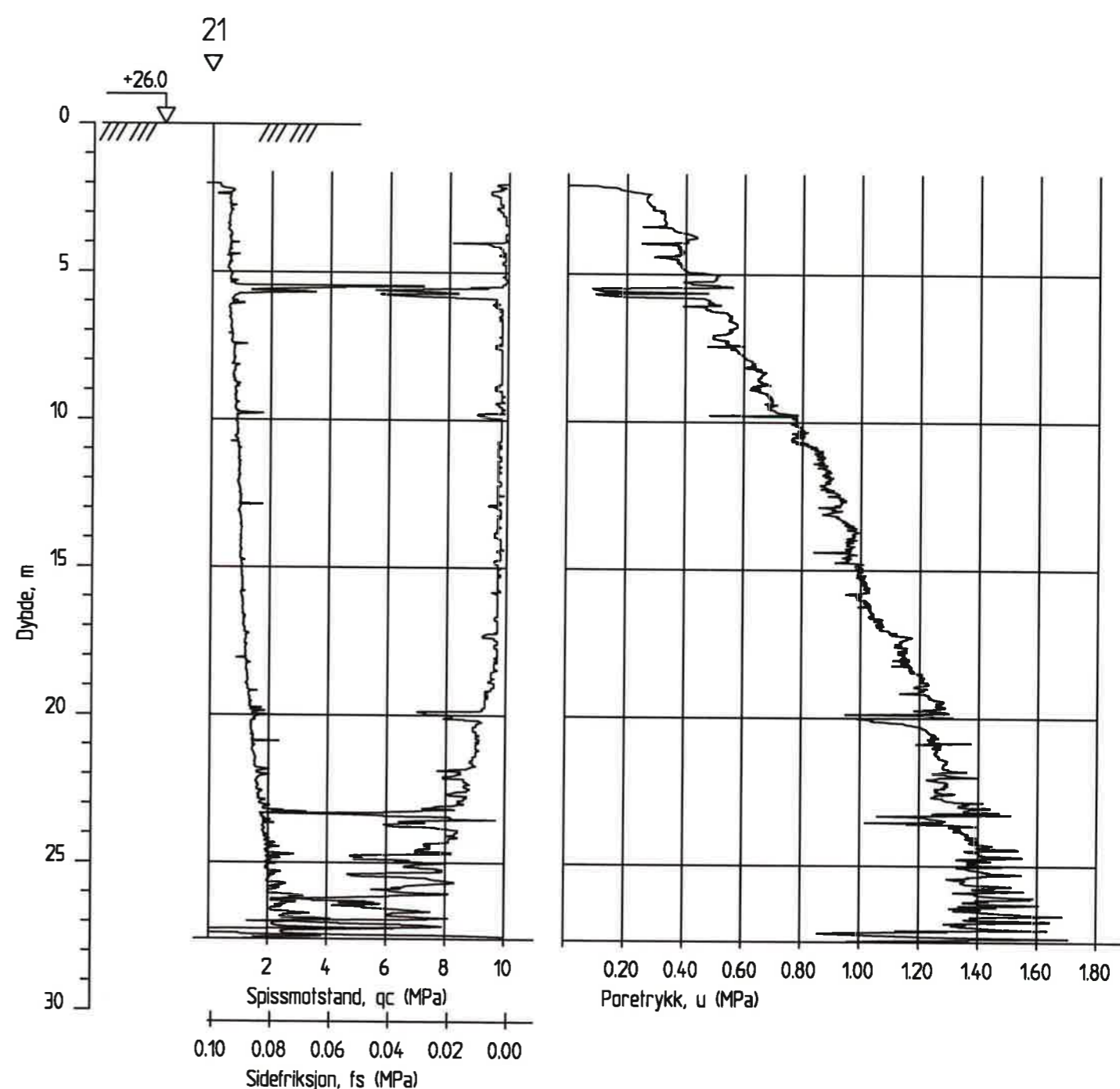
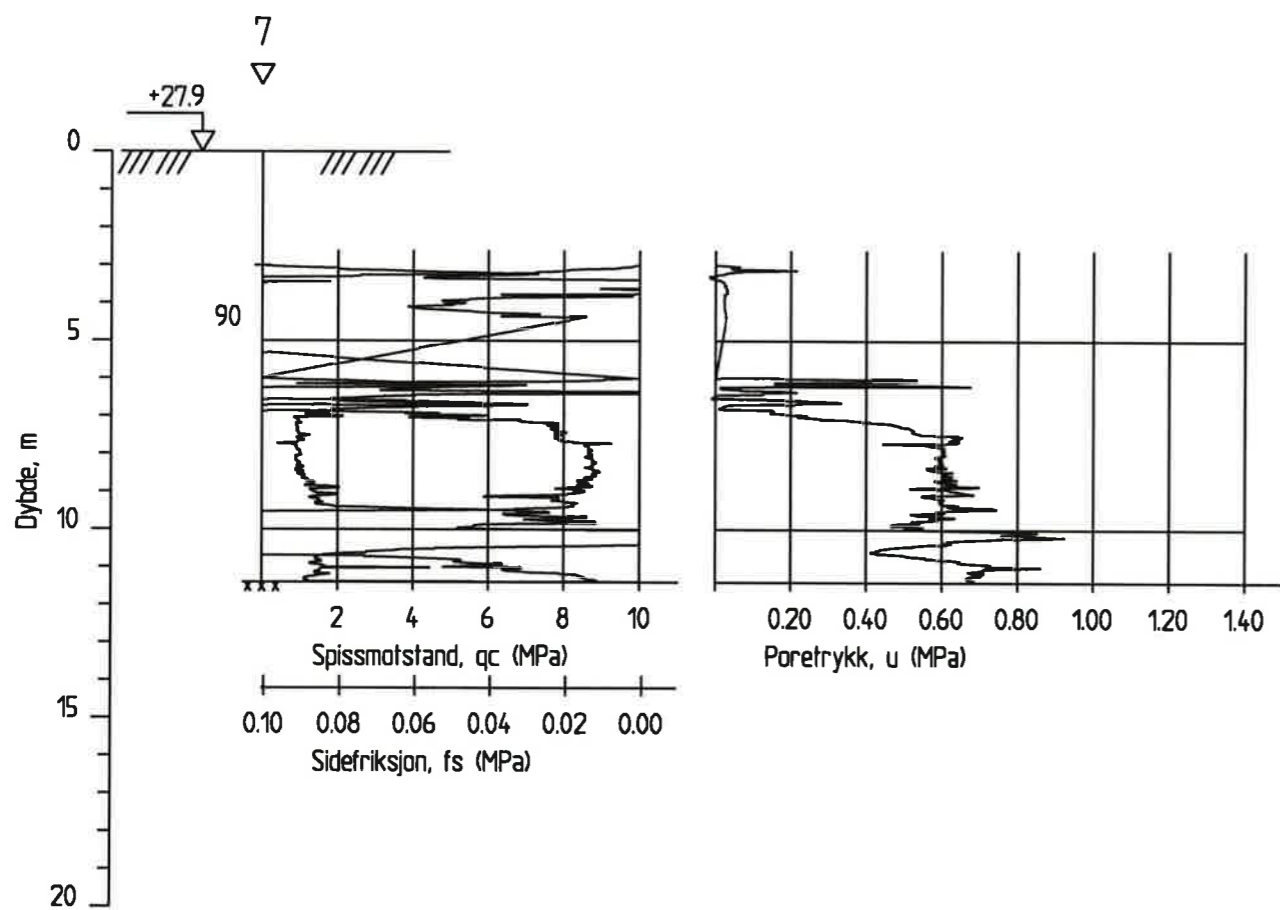
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG
Kvikkleiresoner Malvik/Torp

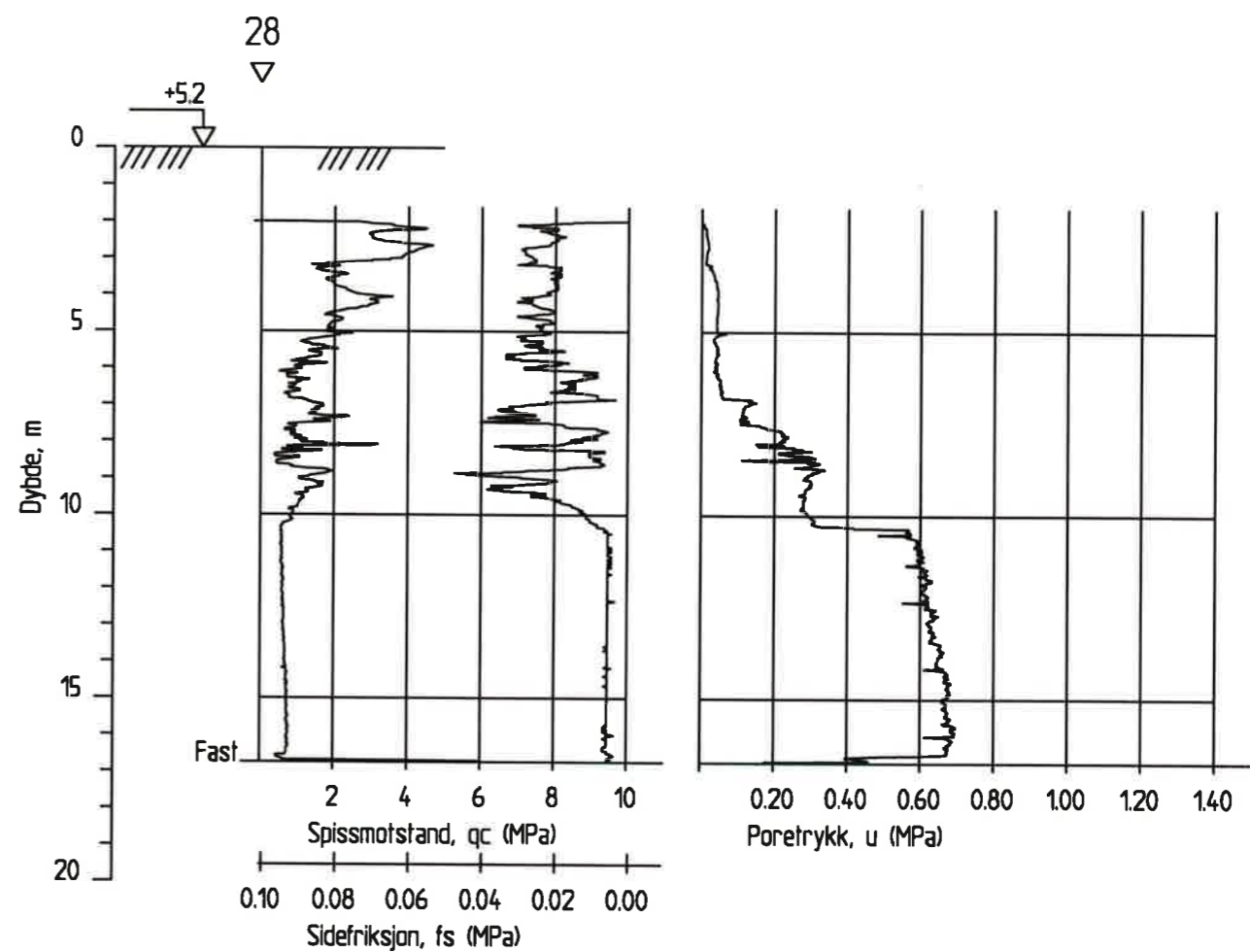
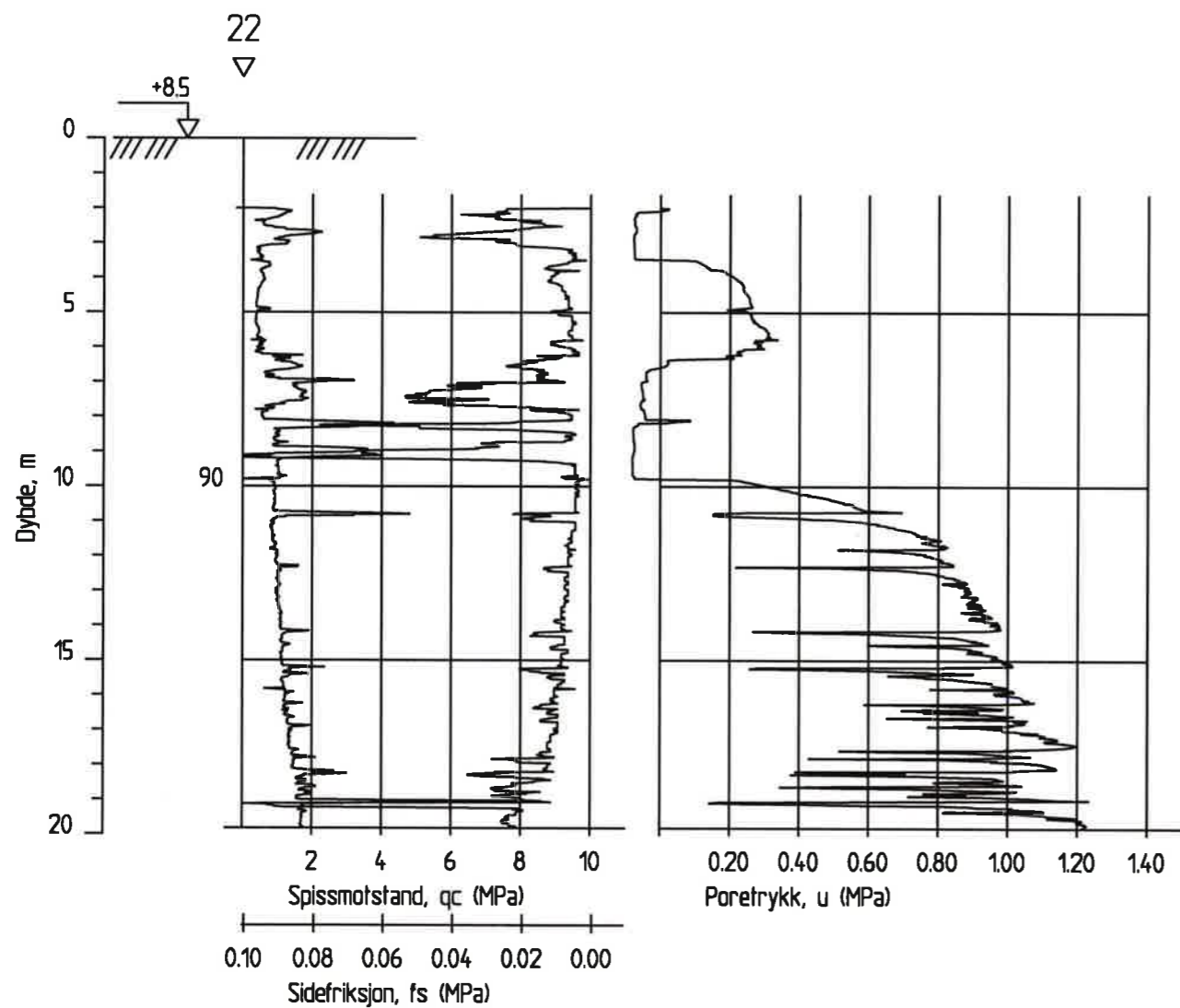
OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 6120521	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 110		REV.	



20.12.12			BVN	BKN	AKM		OPPDRAG	Kvikkleiresoner Malvik/Torp BORERESULTATER ▽ Trykksondering (CPTU)	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		OPPDRAGSGIVER		6120521	1:200		
TEGNINGSSTATUS						Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60	NVE				111	



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



Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAAG

Kvikkleiresoner Malvik/Torp

OPPDRAAGSGIVER

NVE

INNHOOLD

BORERESULTATER

▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAAG NR.
6120521

MÅLESTOKK
1:200

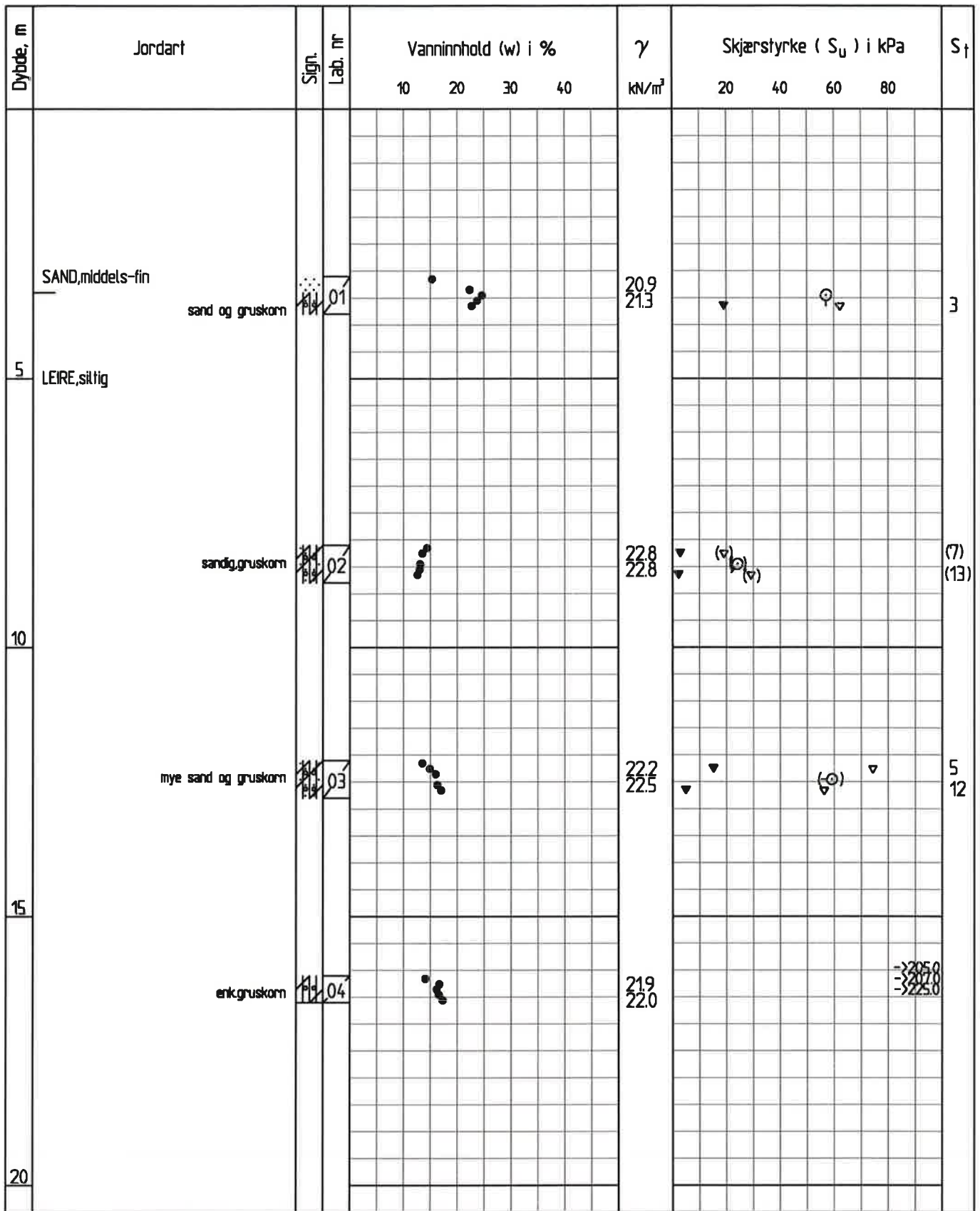
BLAD NR.

AV

TEGNING NR.

112

REV.



Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konussforsøk - Omrørt/uforstyrret: $\blacktriangledown / \triangledown$

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p |——| w_L

Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk \emptyset = Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
	03.01.13		BVN	BKN	AKM

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:100 Status:

Kvikkleiresone Malvik/Torp
NVE



P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

BORPROFIL HULL NR.: 3


Tegning nr.

Rev.

TERRENGHØYDE: +34,4 PRØVETYPE: 54mm

113

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S_u) i kPa				S _f	
				10	20	30	40		20	40	60	80		
5	LEIRE, m.tynne siltlag	siltlag enk.gruskorn	05					20.7 21.5					->370.0 ->113.0 ->370.0	
			06					20.8 20.8						6 7
10			07					20.8 21.1						3 5
15														
20														

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ∇ / ∇

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p | ————— | w_L Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk

\emptyset = Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

03.01.13		BVN	BKN	AKM	
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:100 Status:

Kvikkleiresone Malvik/Torp
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 5

TERRENGHØYDE: +6,3 PRØVETYPE: 54mm

RAMBOLL

P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

114

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjørstyrke (S _u) i kPa				S _f	
				10	20	30	40		20	40	60	80		
5														
10	LEIRE		10				21.1 21.4							(2) 2
15														
20			11				20.2 20.5							8 5
			12				20.3 20.8							4 6

en god del silt og gruskkorn

tynne silt og sand

endel sand og gruskkorn

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

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:100 Status:

Kvikkleiresone Malvik/Torp
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 11
TERRENGHØYDE: +3,0 PRØVETYPE: 54mm



P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr. Rev.
116

03.01.13		BVN	BKN	AKM
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _f
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	LEIRE, m.tynne sandlag		16					19.9 19.9					38 54
	KVIKKLEIRE												
	m.tynne siltlag små gruskorn		17					19.8 20.2					127 130
10	enksmå gruskorn		18					19.8 20.2					133 150
	mye sand og gruskorn												
	LEIRE,m.tynne siltlag		19					20.6					155 40
15													
20													

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p | w_L

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

03.01.13		BVN	BKN	AKM	
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:100 Status:

Kvikkleiresone Malvik/Torp
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 20

TERRENGHØYDE: +16,3 PRØVETYPE: 54mm

RAMBOLL

P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

118

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S_u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	LEIRE	15:1 sand og m.siltlag gruskorf	20		20.7 21.3				▼	▼	○	▼	7 8
			21		21.9 22.1			▼	▼	▼ (v)		19 (4)	
10	KVIKKLEIRE	enk.sandlag enk.gruskorf	22	Ø	20.2 19.9			▼	▼	▼	○	19.5 18.5	
			23	T	19.9 20.1			▼	▼	○	▼	14.7 12.0	
15		m.tynne siltlag sand og små gruskorf	24		19.9 20.1			▼	▼	▼	○	8.0 8.5	
20													

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p |-----| w_L

Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

03.01.13		BVN	BKN	AKM	
Rev.	Dato	Tekst		Utarb	Kontr Godkj

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:100 Status:

Kvikkleiresone Malvik/Torp
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 21

TERRENGHØYDE: +26,0 PRØVETYPE: 54mm

RAMBOLL



P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

119

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t		
				10	20	30	40		20	40	60	80			
5	LEIRE	enk.små enk.gruskorn planterester	25					20.5 21.1					1500 1090		
10	LEIRE	siltig.sandlg.gruskorn	26					21.9					9 8		
				enk.gruskorn siltig enk.gruskorn	27					20.7 20.6					
15	KVIKLEIRE, m.tynne silt og sandlag	siltig enk.gruskorn	28					19.9 20.4					36 290		
20	LEIRE, m.tynne silt og sandlag	siltig enk.gruskorn	29					20.1 19.9					340 180		
20	LEIRE, m.tynne silt og sandlag	siltig enk.gruskorn	30					19.9 20.2					13 13		

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

A	19.03.13		AKM	BKN	AKM
	03.01.13		BVN	BKN	AKM
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:100 Status:

Kvikkleiresone Malvik/Torp
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 22
TERRENGHØYDE: +8,5 PRØVETYPE: 54mm

RAMBOLL
 P.B. 7493 Mellomila 79
 N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no
 Tegning nr. 120 Rev. A

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S_u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	LEIRE m.tynne silt og sandlag		31		20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	4
5													5
10	enk.gruskorn		32	T	19.8	20.3	19.8	20.3	19.8	20.3	19.8	20.3	8
10													9
15													
20													

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ∇ / ∇

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p | w_L Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk \emptyset = \emptyset dometerforsøk K= Kornfordeling

03.01.13		BVN	BKN	AKM	
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:100 Status:

Kvikkleiresone Malvik/Torp
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 23

TERRENGHØYDE: +36,1 PRØVETYPE: 54mm

RAMBOLL

P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr. Rev.

121

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	SAND	[dots]	33					19.3 19.2					
			34										
10	SAND	[dots]	35					19.7 19.6					
			36					20.4 20.7					
			37					20.6 20.4					6 5
15	LEIRE, enk.gruskorn	[diagonal lines]	38					19.4 19.2					45 31
20													

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

A	19.03.13		AKM	BKN	AKM
	03.01.13		BVN	BKN	AKM
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:100 Status:

Kvikkleiresone Malvik/Torp
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 28
TERRENGHØYDE: +5,2 PRØVETYPE: 54mm

RAMBOLL
 P.B. 7493 Mellomila 79
 N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no
 Tegning nr. 122 Rev. A

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t	
				10	20	30	40		20	40	60	80		
5	SIL T, sandig, enk.gruskorn		39					18.8 18.3					13 11	
	LEIRE	siltig	40					19.2 20.5						->370.0 ->220.0 ->123.0
	m.siltlag enk.gruskorn		41					19.7 19.4						
10														
15														
20														

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p | w_L Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

03.01.13			BVN	BKN	AKM							
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj							

Oppdrag nr. 6120521 Målestokk: 1:100 Status:

Kvikkleiresone Malvik/Torp
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 29
TERRENGHØYDE: +8,4 PRØVETYPPE: 54mm

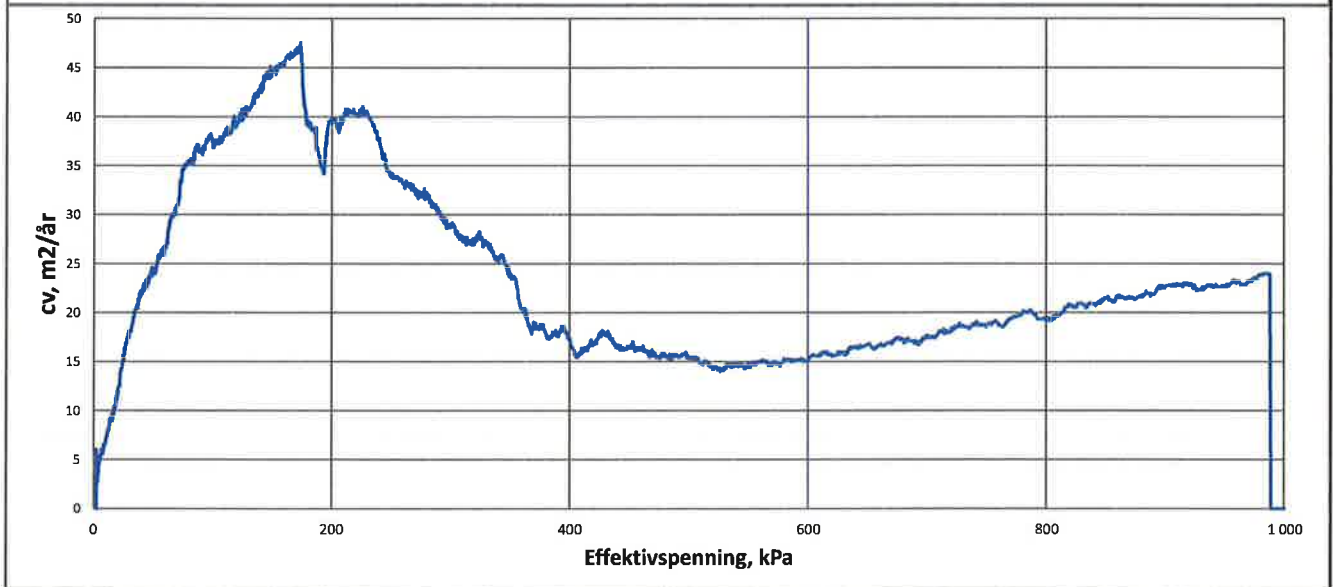
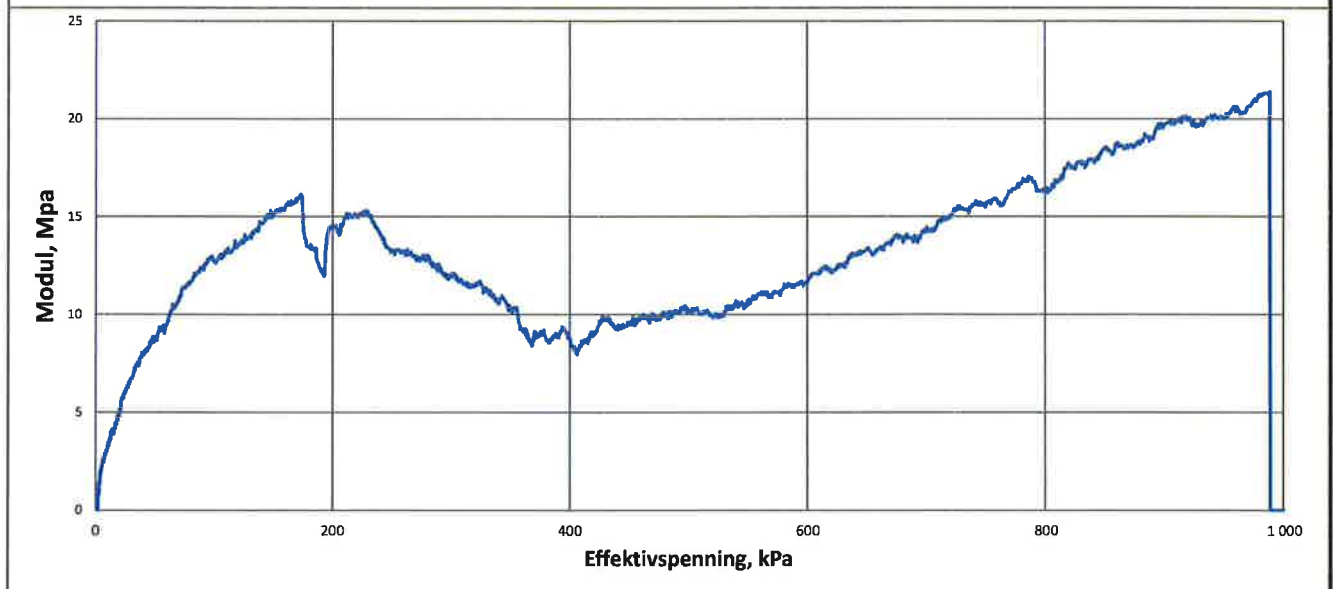
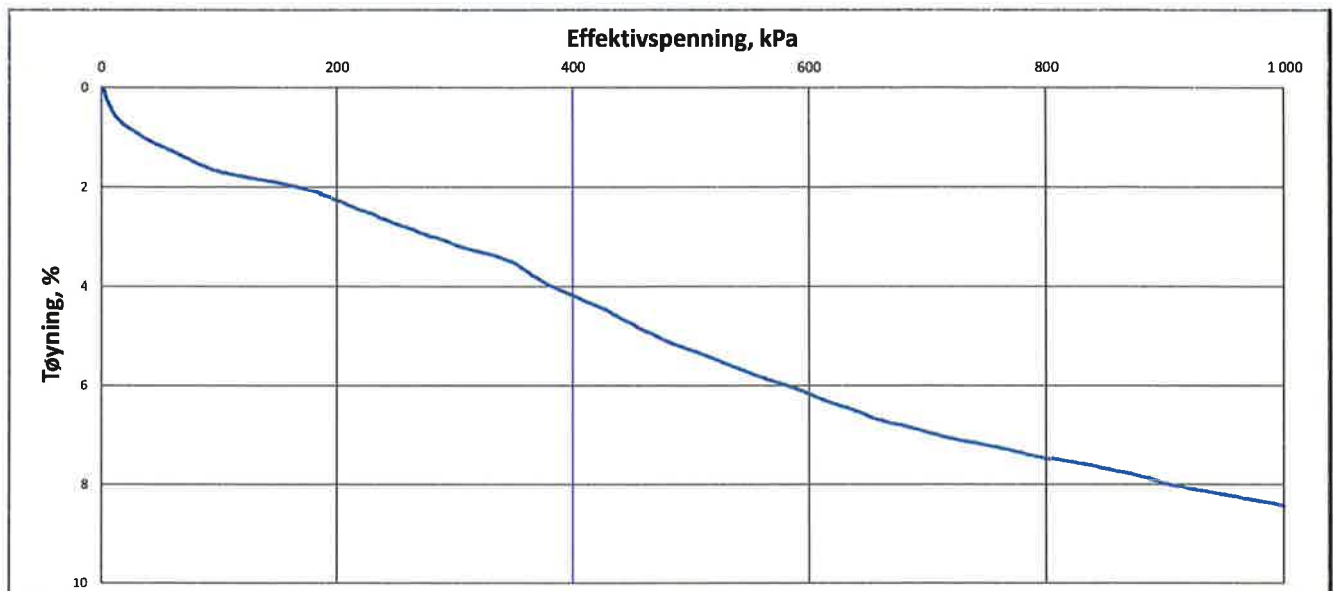
RAMBOLL

P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr.

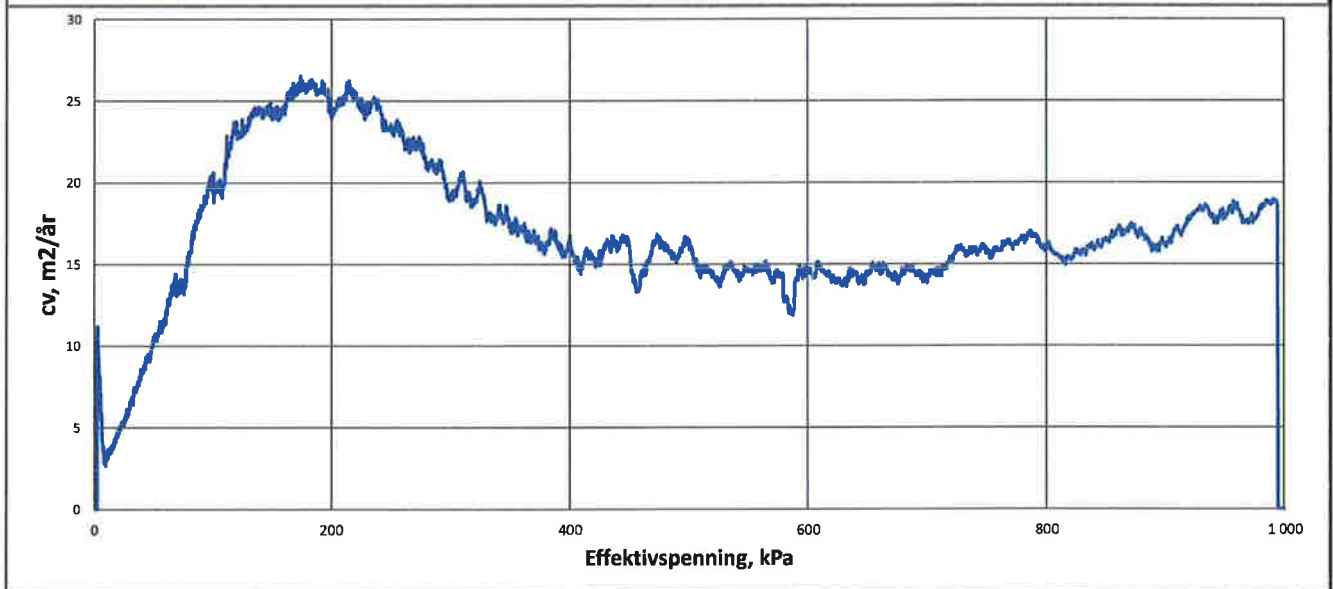
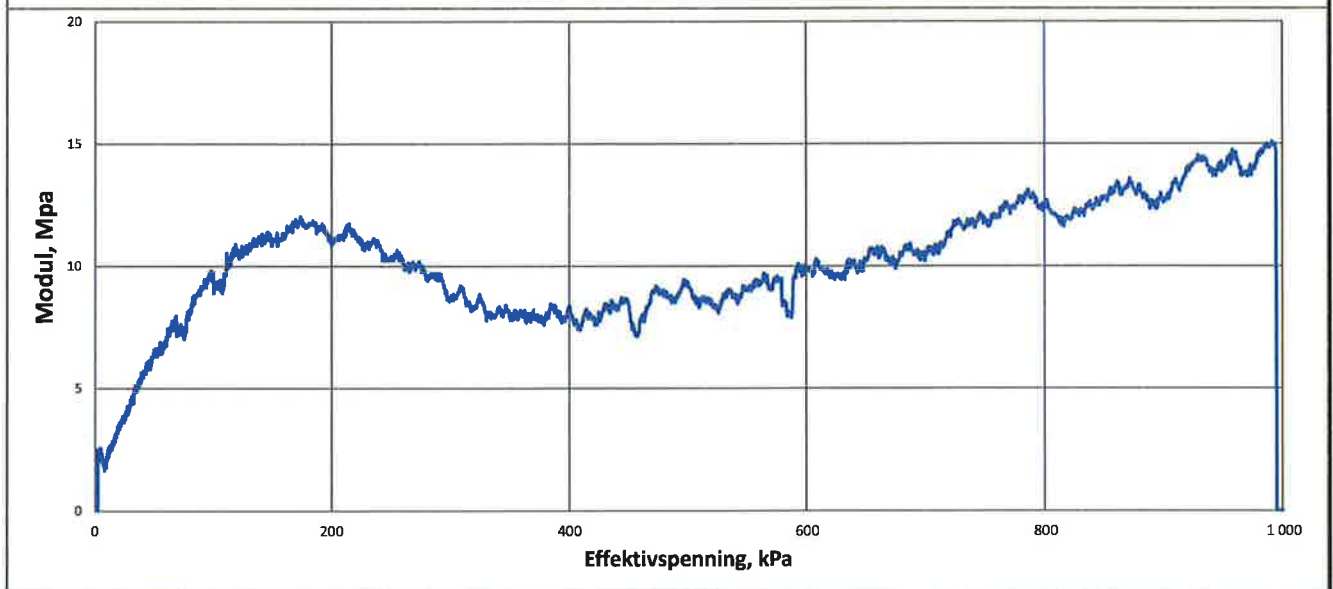
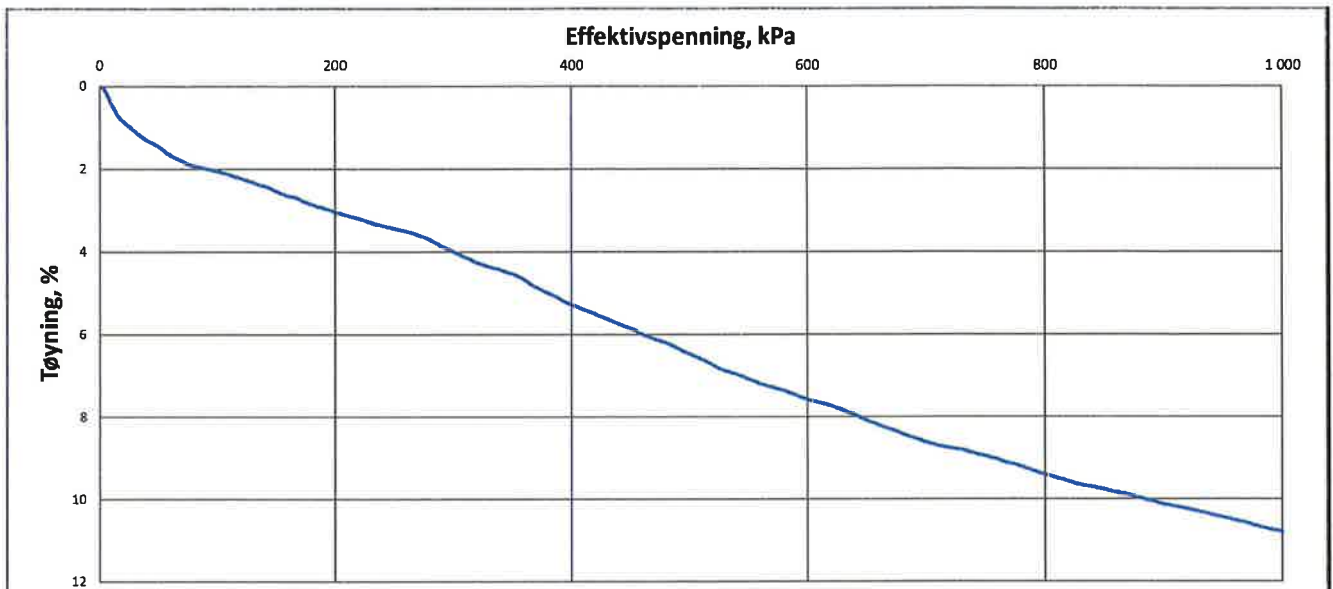
Rev.

123



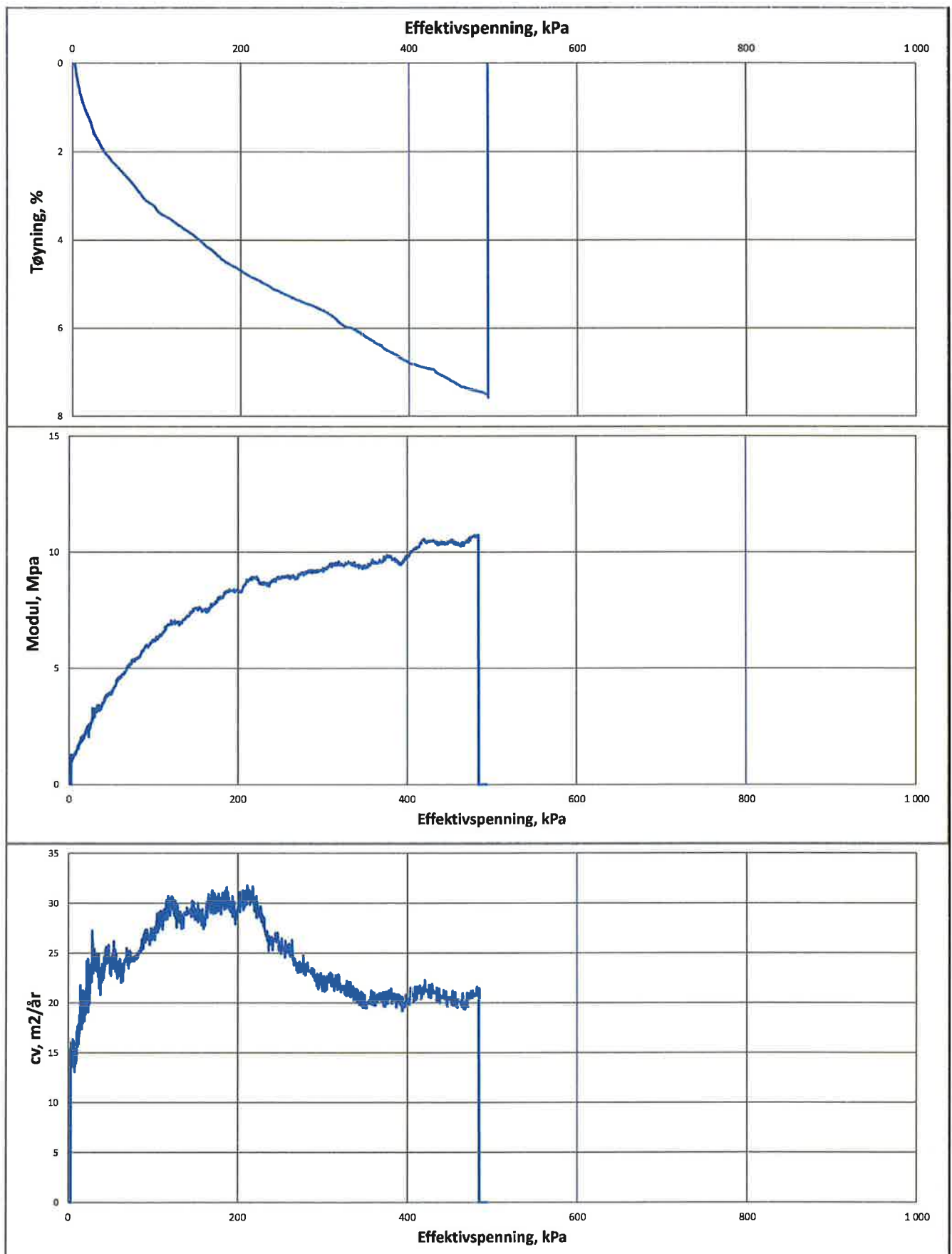
pkt 21 lab 22 dybde 7,50m Kvikkleire

			Oppdrag 6120521
	KI-soner Malvik/Torp	Tegn./kontr. ESK/BKN	Bilag -
	Ødometer	Dato 21.11.2012	Tegn. Nr. 124




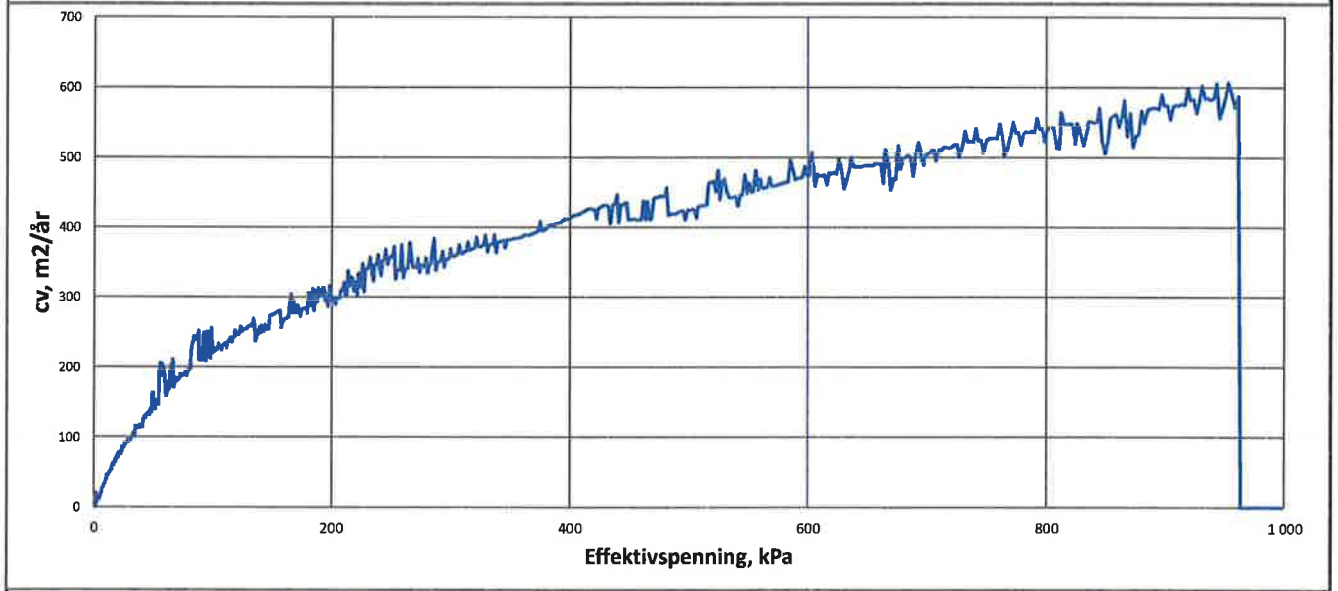
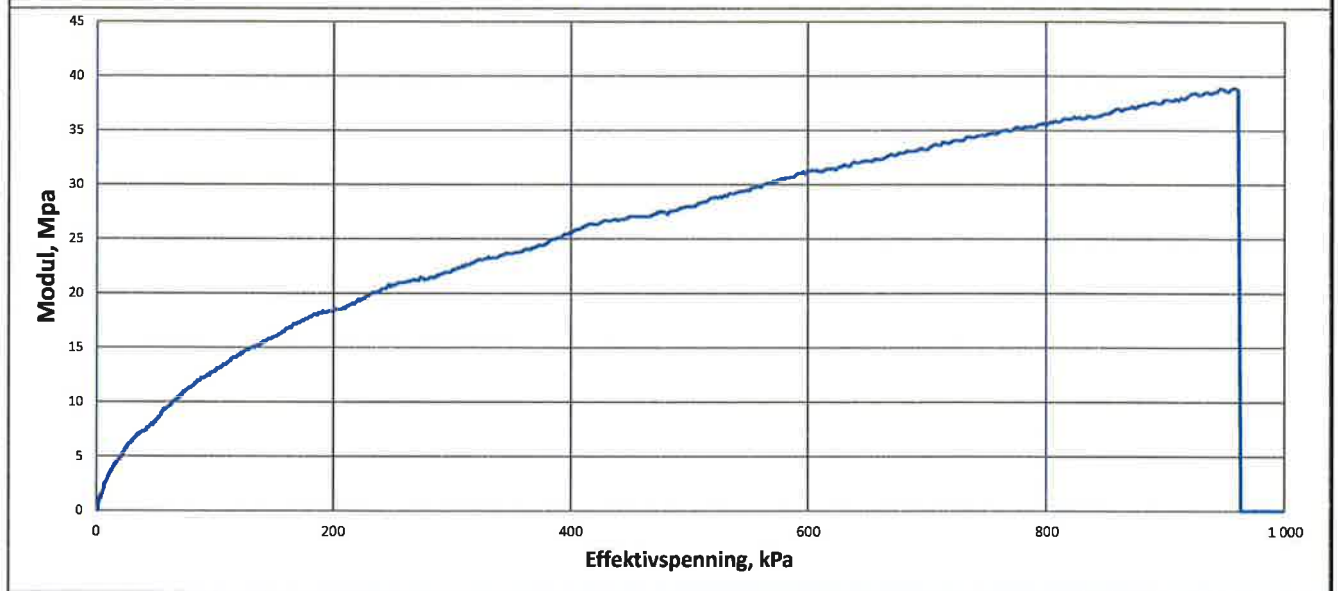
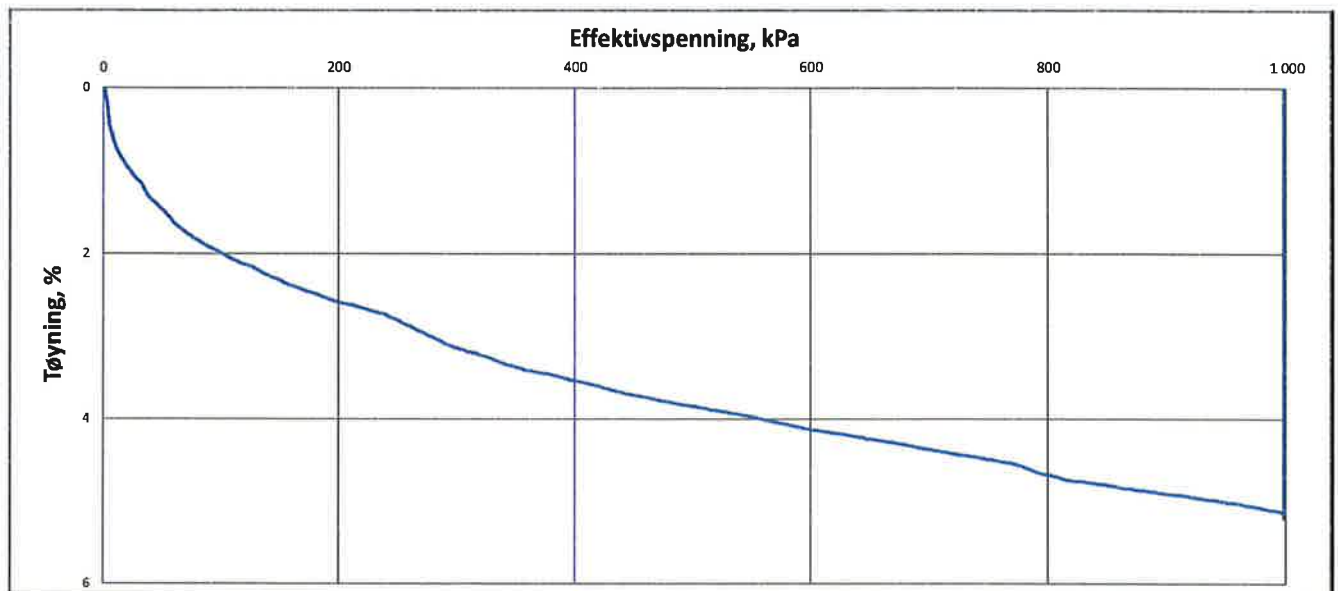
pkt 22 lab 29 dybde 12,35m Kvikkleire

			Oppdrag 6120521
	KI-soner Malvik/Torp	Tegn./kontr. ESK/BKN	Bilag -
	Ødometer	Dato 15.11.2012	Tegn. Nr. 125



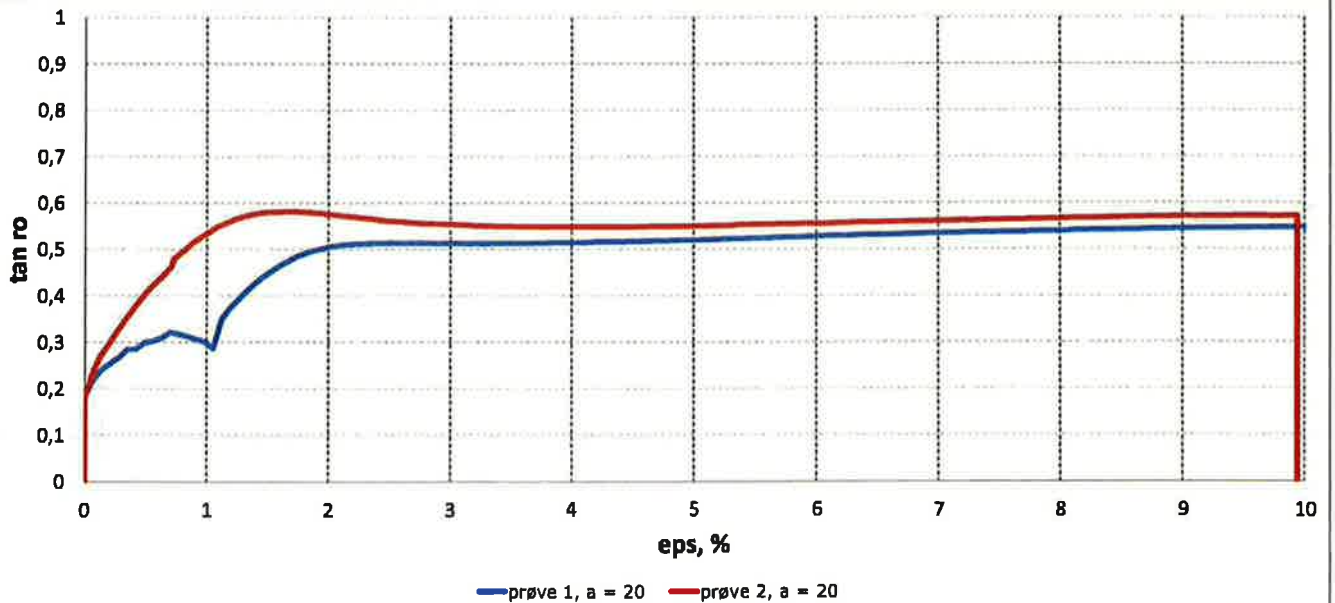
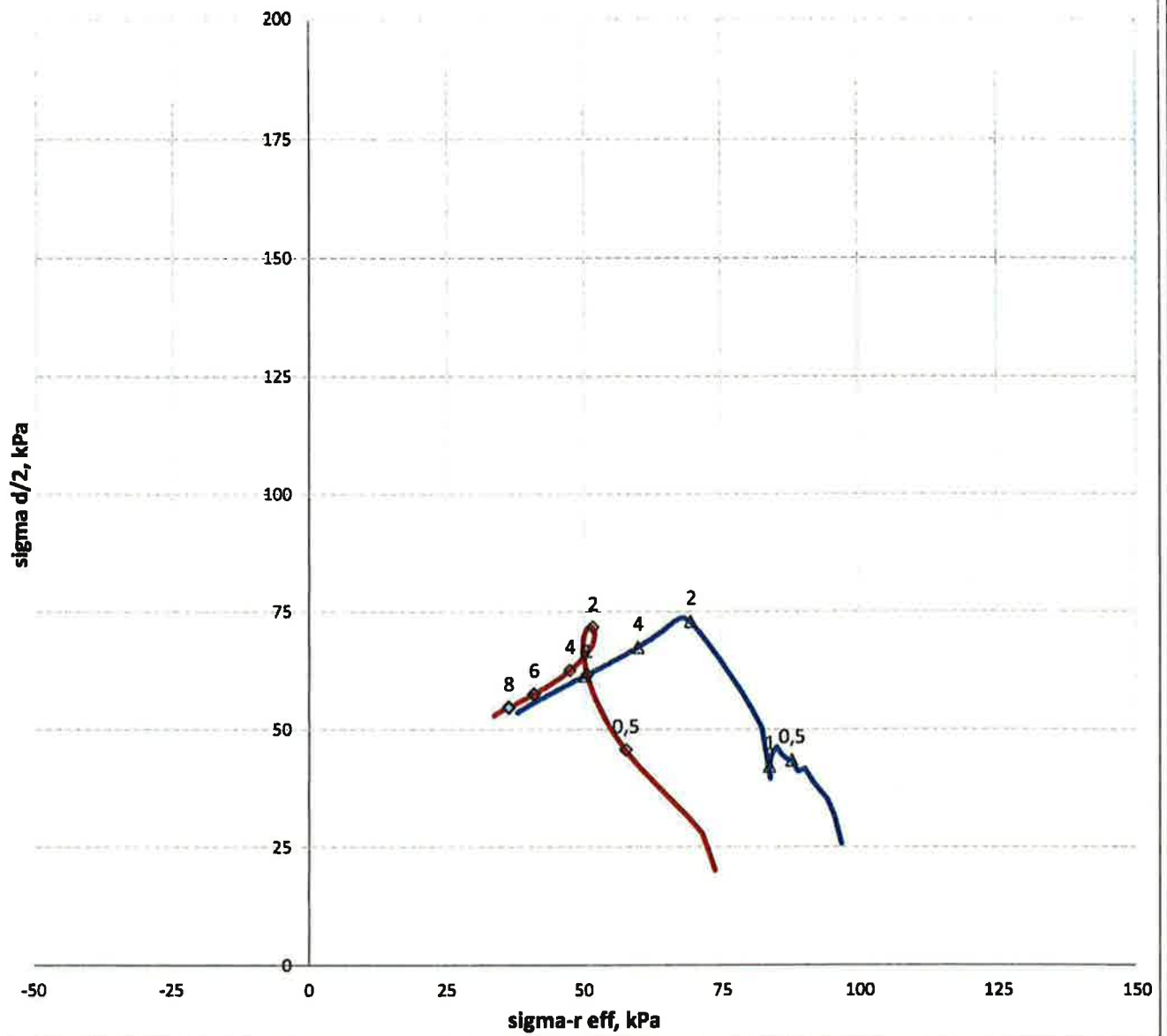
pkt 23 lab 31 dybde 5,45m Leire, lagdelt (litt forstyrret?)

		Oppdrag 6120521
	KI-soner Malvik/Torp	Tegn./kontr. ESK/BKN
	Ødometer	Dato 15.11.2012
		Bilag -
		Tegn. Nr. 126



pkt 28 lab 35 dybde 7,65m Sand, siltig, skjellrester

	Kvikkleiresoner Malvik/Torp	Tegn./kontr. ESK/BKN	Oppdrag 6120521
	Ødometer	Dato 12.12.2012	Bilag -
			Tegn. Nr. 127



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm ³)	KOMMENTAR
1	Δ	21	23	10,60m	CUIA	4,7	Kvikkleire, m.tynne sandlag
2	◇	21	23	10,50m	CUIA	4,8	Kvikkleire, m.tynne sandlag



KI-soner Malvik/Torp

TREAKS

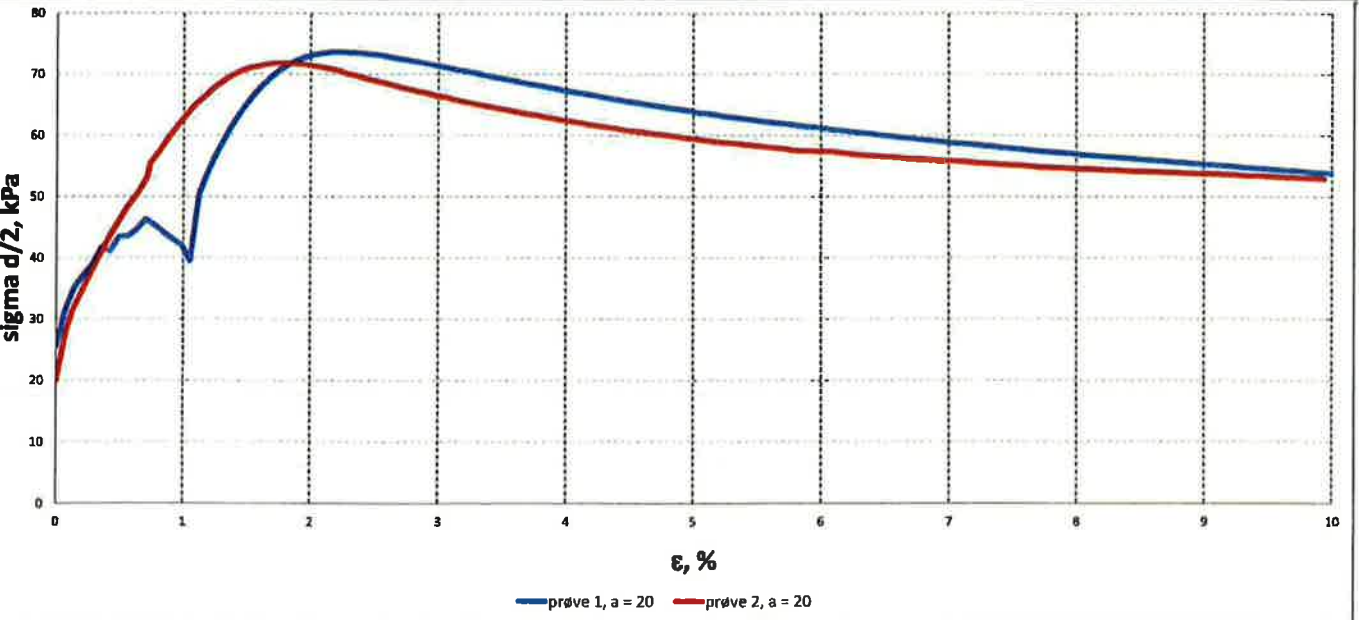
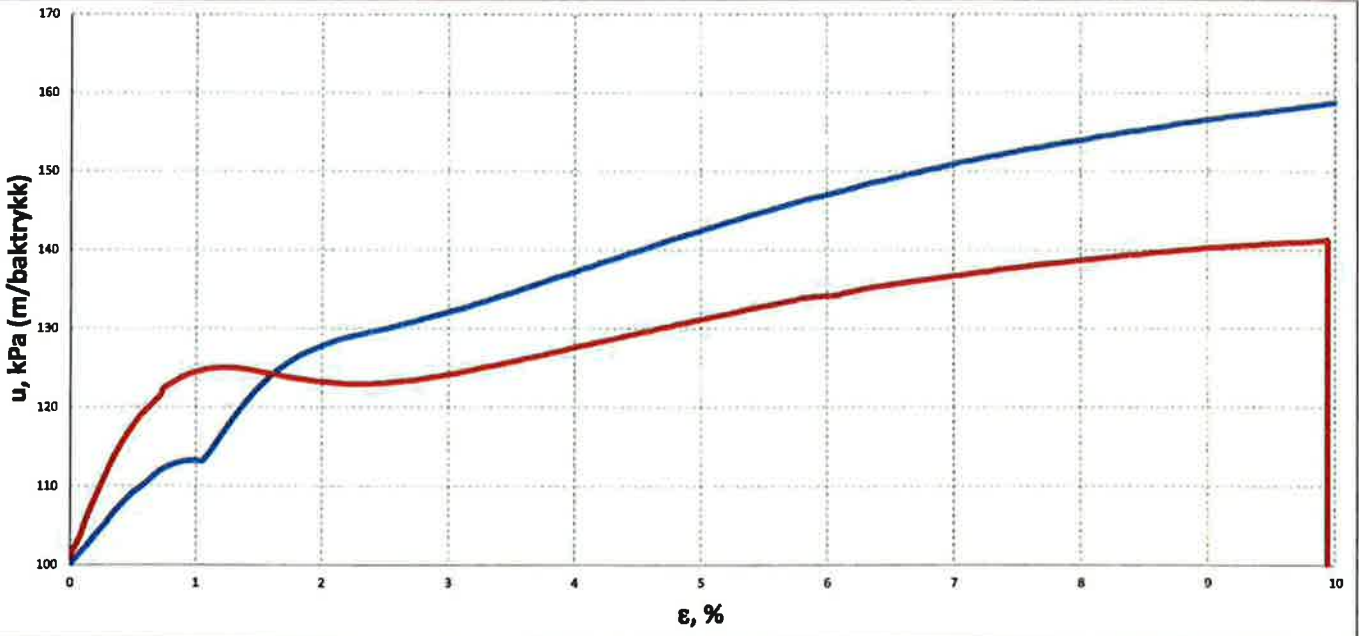
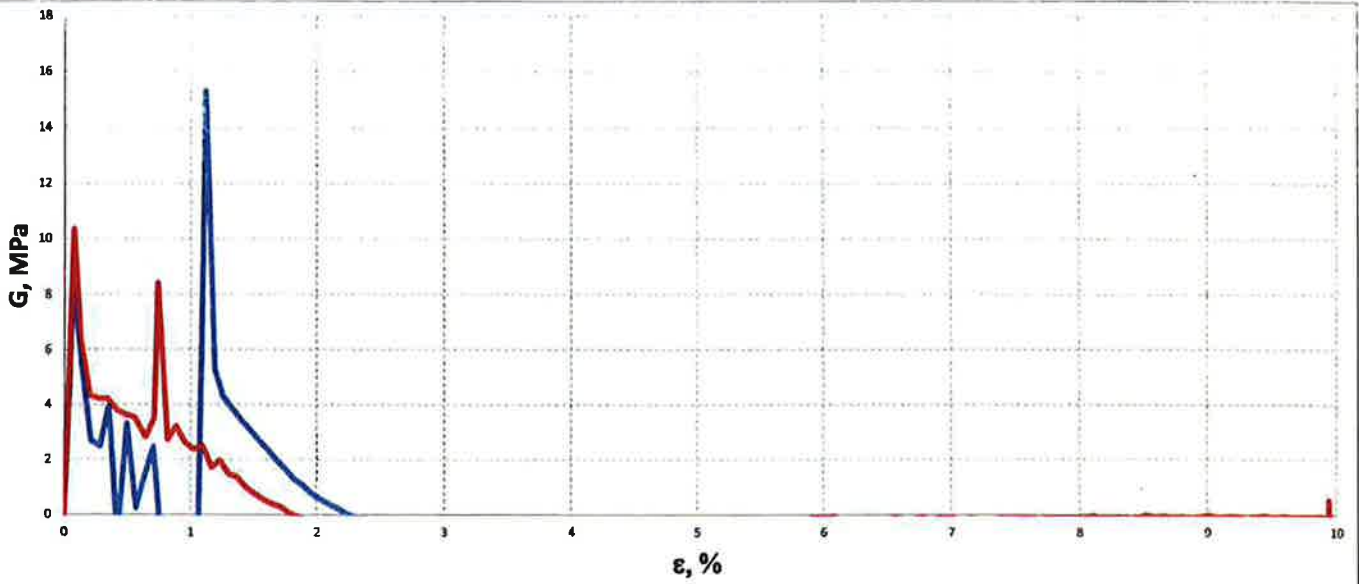
Tegn./kontr.
ESK / BKN

Dato
17.12.2012

Oppdrag
6120521

Bilag
-

Tegn. Nr.
128-A



KI-soner Malvik/Torp

21

23

Kvikkleire, m. tynne sandlag



0

KI-soner Malvik/Torp

TREAKS

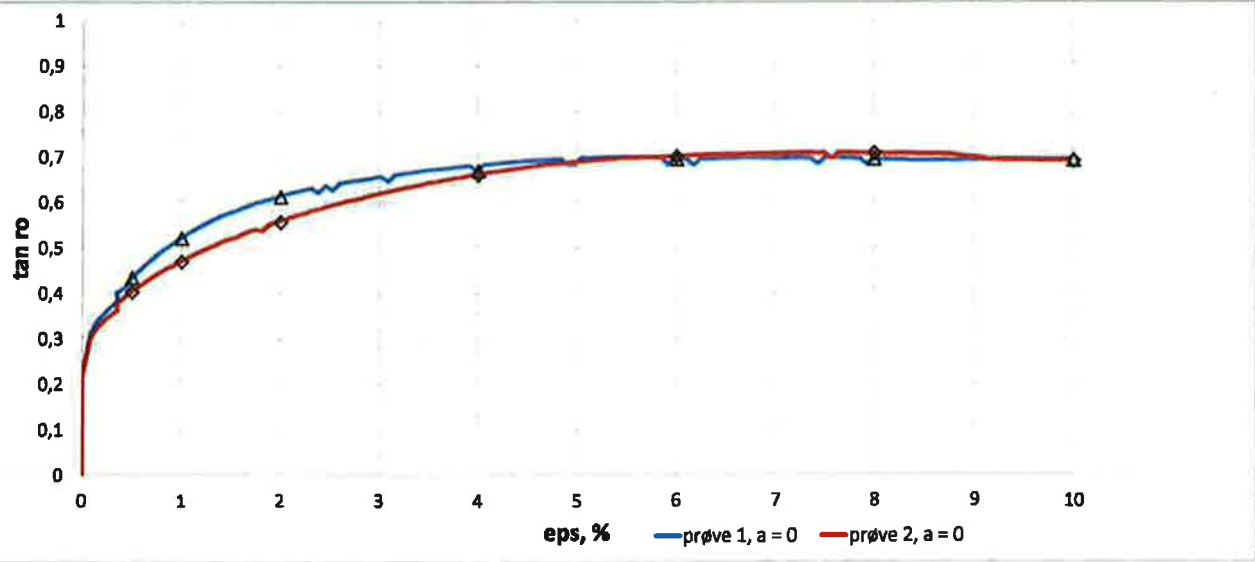
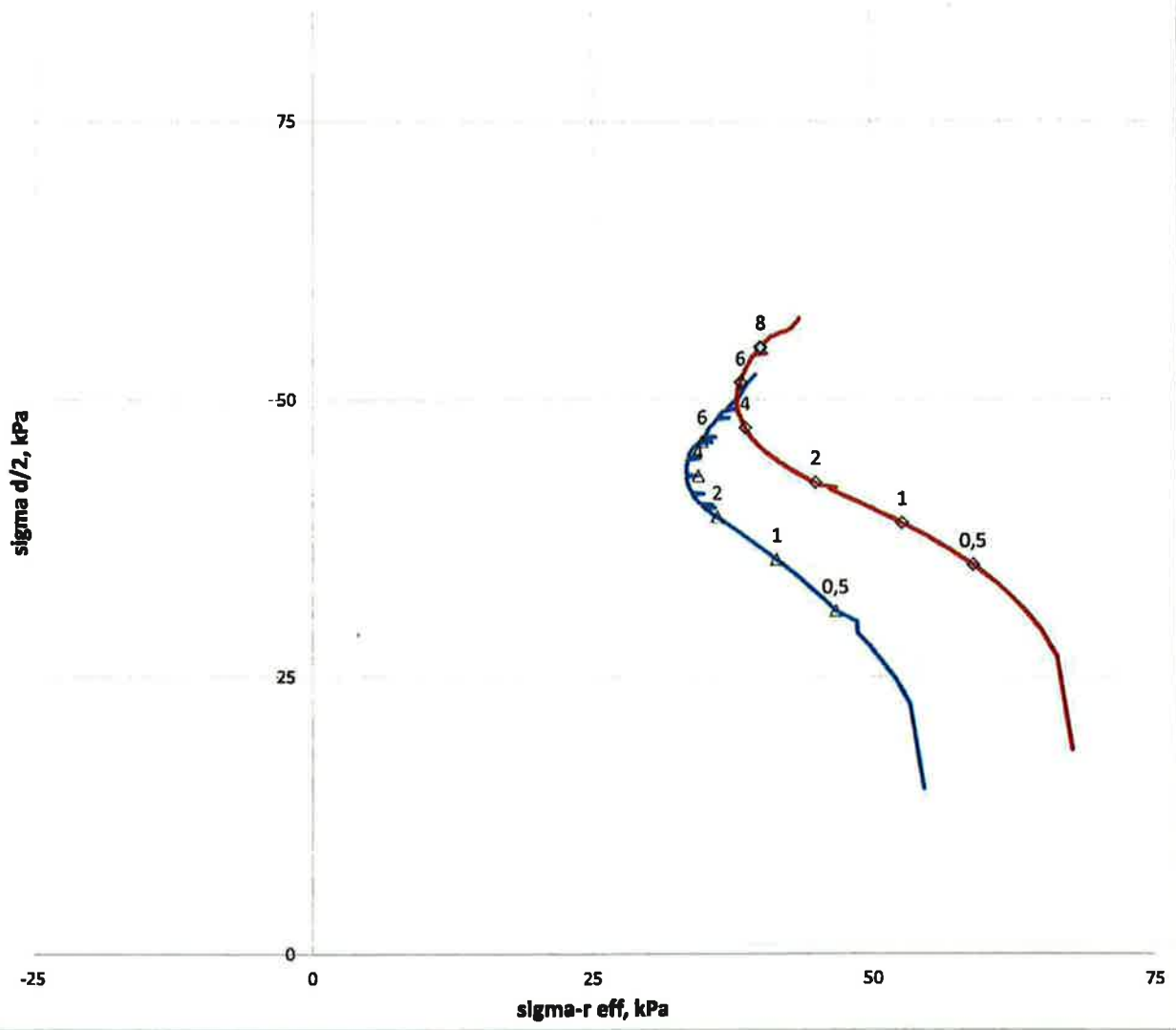
Oppdrag
6120521

Tegn./kontr.
ESK / BKN

Dato
17.12.2012

Bilag
-

Tegn. Nr.
128-B



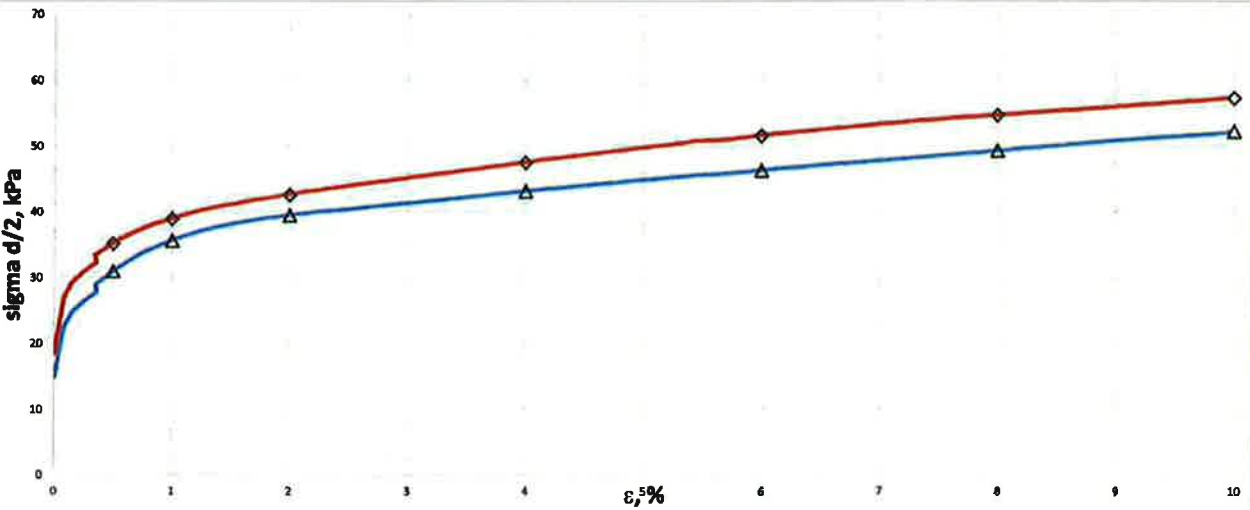
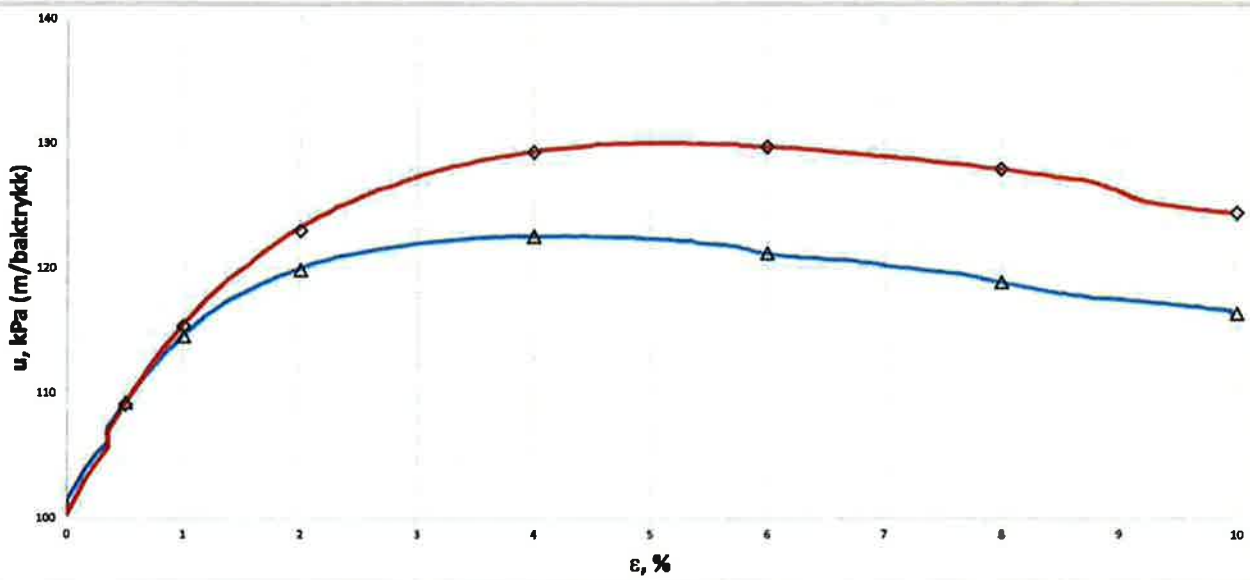
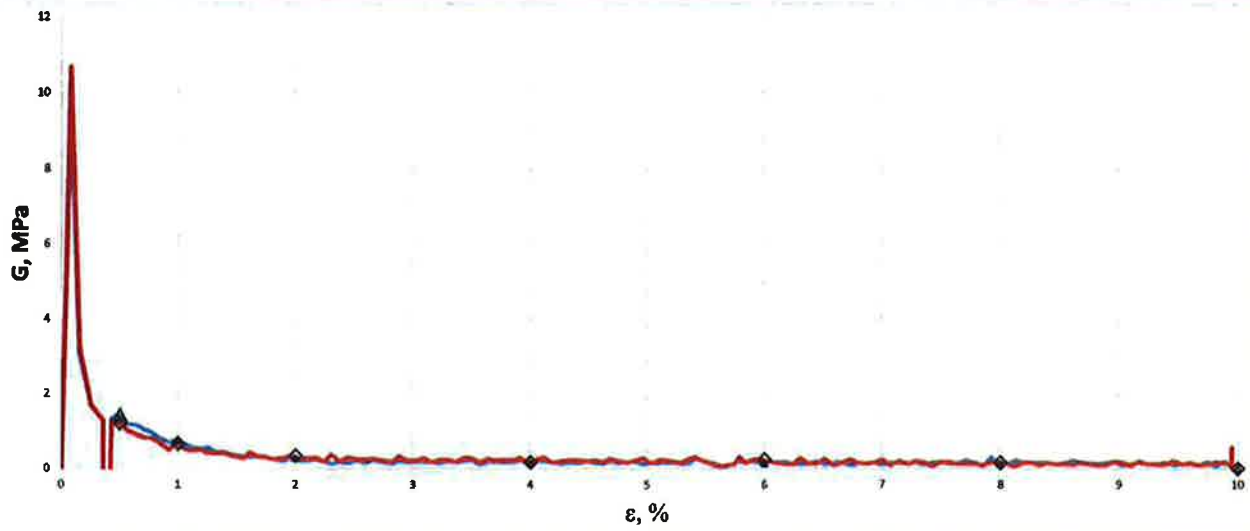
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm ³)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	22	27	7,45m	CUIA	5,2	2,3	Lelre
2	◊	22	27	7,60m	CUIA	5,8	2,5	Lelre



KI-soner Malvik/Torp

TREAKS

	Oppdrag 6120521
Tegn./kontr. ESK /BKV	Bilag -
Dato 18.12.2012	Tegn. Nr. 129-A



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	22	27	7,45m	CUIA	5,2	2,3	Leire
2	◊	22	27	7,60m	CUIA	5,8	2,5	Leire



KI-soner Malvik/Torp

TREAKS

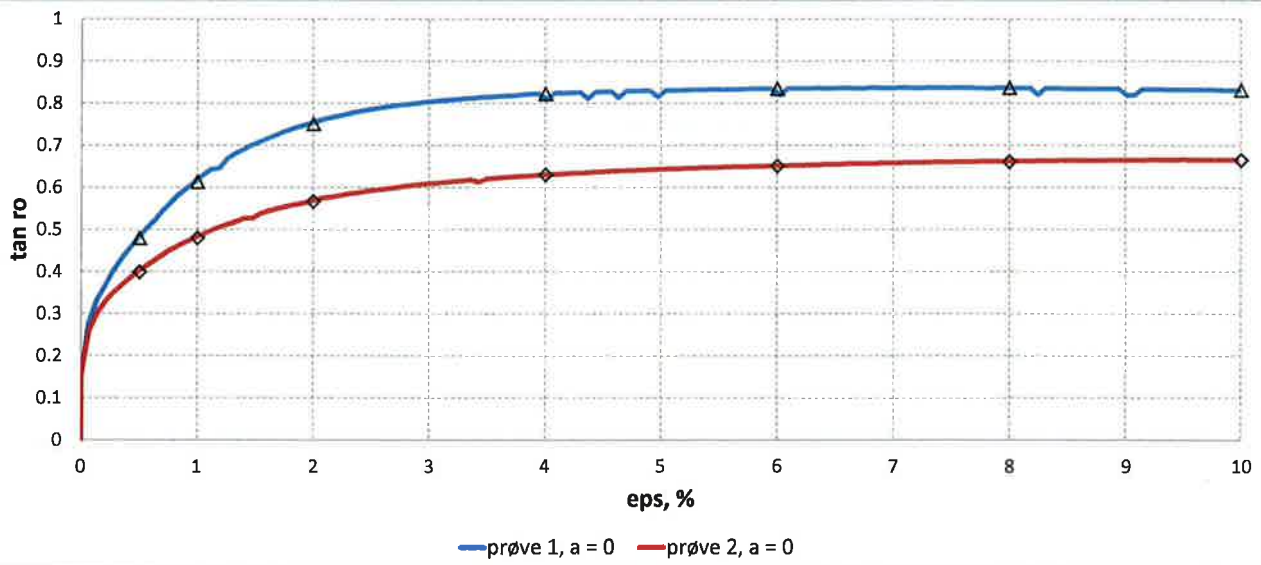
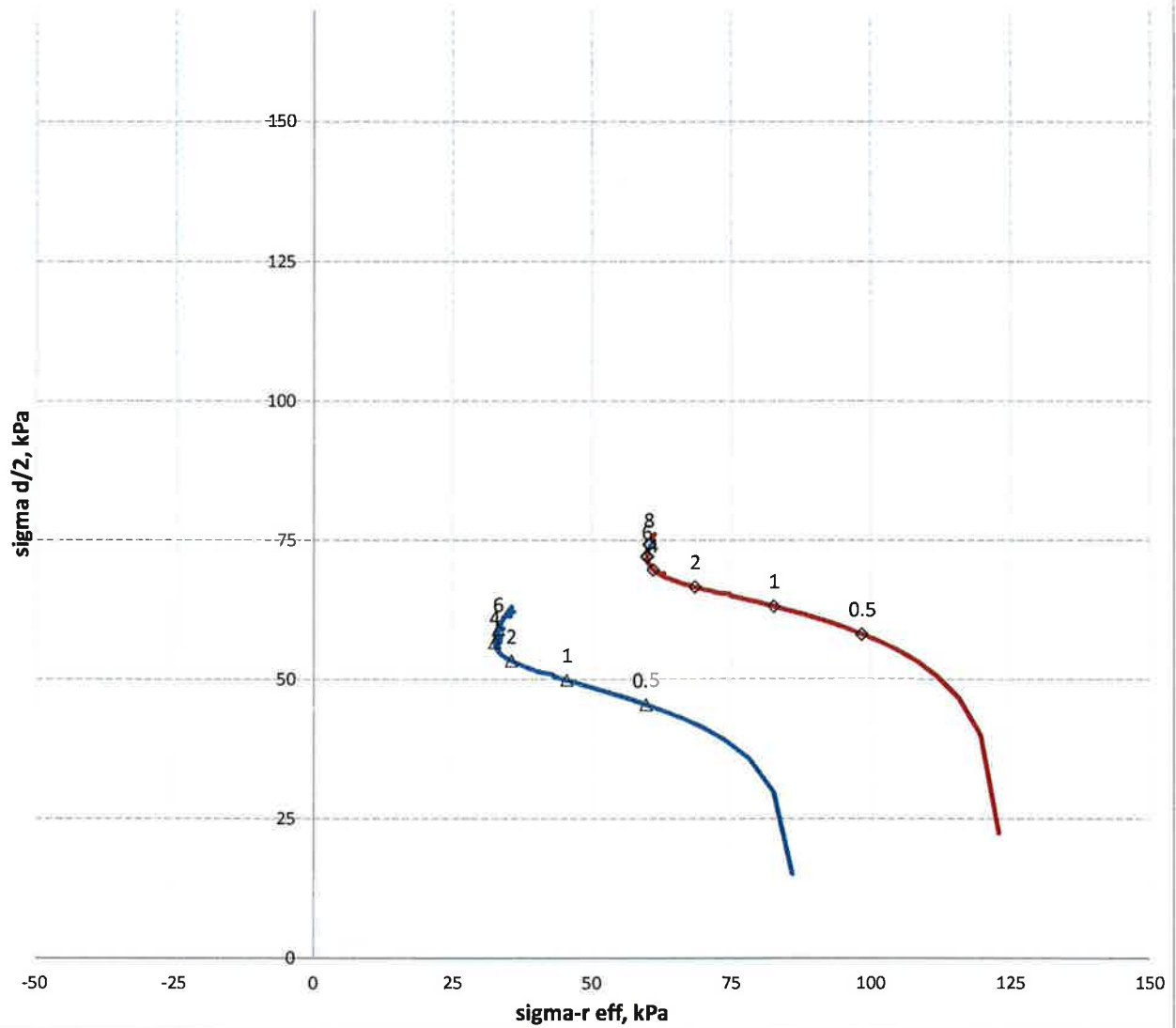
Oppdrag
6120521

Tegn./kontr.
ESK /BKN

Dato
18.12.2012

Bilag
-

Tegn. Nr.
129-B



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	23	32	9,60m	CUIA	11.3	4.9	Leire,lagdelt
2	◊	23	32	9,70m	CUIA	12.3	5.4	Leire,lagdelt



KI-soner Malvik/Torp

TREAKS

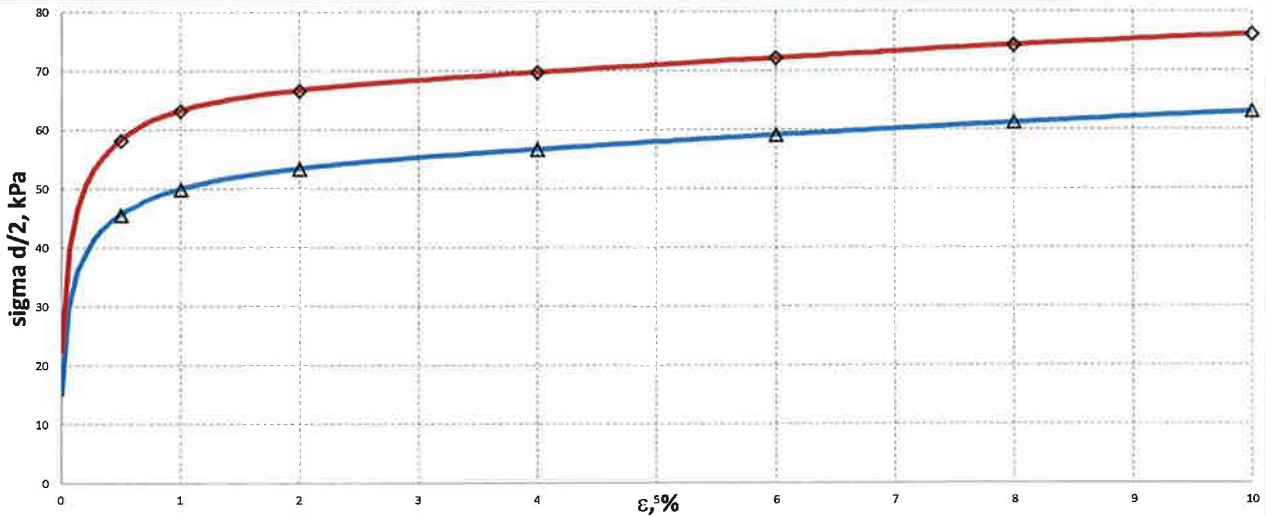
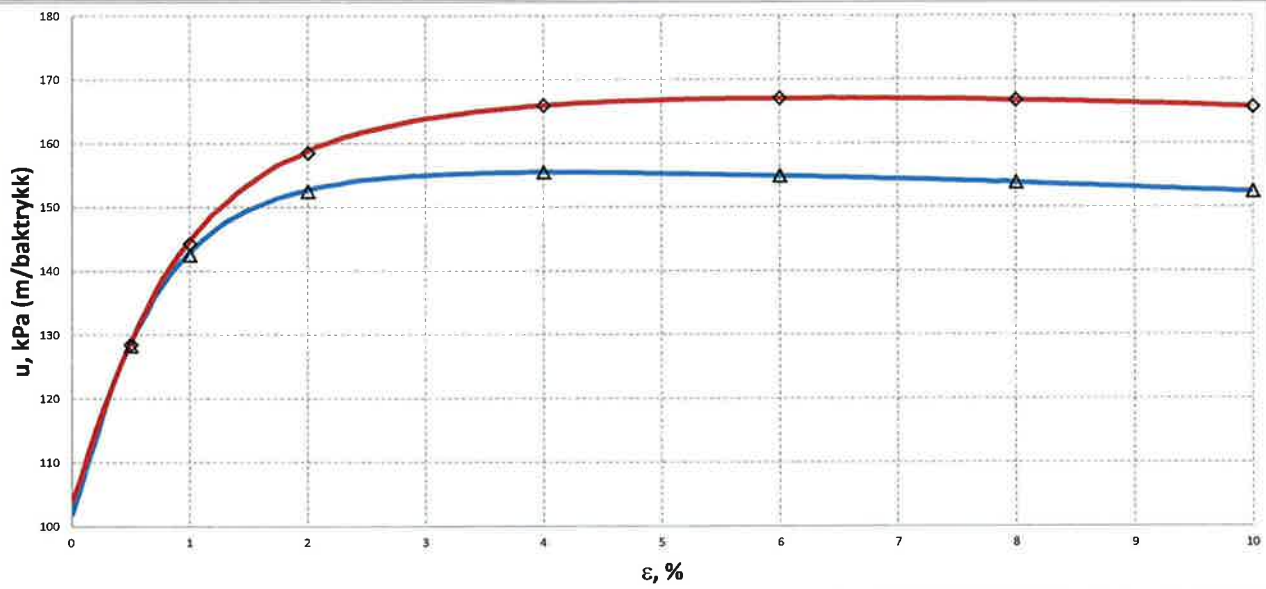
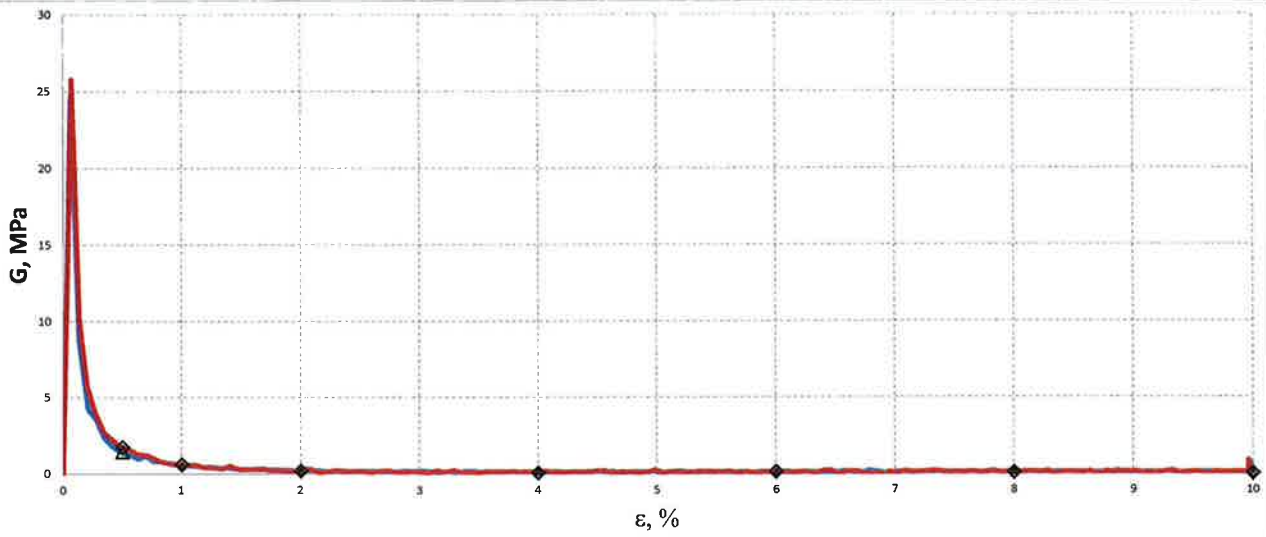
Tegn./kontr.
ESK / BKN

Dato
21.11.2012

Oppdrag
6120521

Bilag
-

Tegn. Nr.
130-A



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	23	32	9,60m	CUIA	11.3	4.9	Leire,lagdelt
2	◇	23	32	9,70m	CUIA	12.3	5.4	Leire,lagdelt



KI-soner Malvik/Torp

TREAKS

Tegn./kontr.
ESK / BKN

Dato
21.11.2012

Oppdrag
6120521

Bilag
-

Tegn. Nr.
130-8


Bilag 1

- Poretrykksmåling borpunkt 7
- Poretrykksmåling borpunkt 22


Bilag 2

Kvalitetskontroll CPTU


DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,856	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	27.06.2012	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:	0,5461	0,0102	0,0202
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	36,5887	0,765	0,7676
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	7	Dato:	25.07.2012
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krokstad, Jon Løvås
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	nei	Sondetemperatur start [°C]:	13,5
Forboring [m]:	3	Sondetemperatur slutt [°C]:	10
Sum boring [m]:	11,4	Kontroll skriver [m]:	11,4
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,3
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	3,2015	0,0669	0,0672
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0268	-2,2	-0,1
NØYAKTIGHETS VURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRREELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	30,5476	2,2771	0,1874
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: Kvikkleiresoner Malvik/Torp		
Borpunkt nr.:	7	Sonde:	4224
	Dato: 25.07.2012	Tegnet: Foss, Johan	Kontrollert: EH
	Oppdragsnr.: 6120521	Bilag nr.:	


DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Oppløsning:	18-bit
SONEDATA			
Arealforhold, a:	0,843	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	16.11.2010	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5789	0,0103	0,0195
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	41,6808	0,8137	0,5655
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	21	Dato:	03.10.2012
Borleder:	Husby, Allan	Assistent:	Rekstad, Ivar
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	21
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	14,4
Sum boring [m]:	27,6	Kontroll skriver [m]:	27,6
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	9,9
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	6,8773	0,1343	0,0933
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:	8,3115	121,2	237
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0023	0,6	-0,2
0,6NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	9,7562	0,7446	0,3128
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: Kvikkleiresoner Malvik/Torp		
Borpunkt nr.:	21	Sonde:	4353
	Dato:	03.10.2012	Tegnet: Husby, Allan
	Oppdragsnr.:	6120521	Bilag nr.:
			Kontrollert:

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Opplysning:	18-bit
SONEDATA			
Arealforhold, a:	0,856	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	27.06.2012	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:	0,5461	0,0102	0,0202
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	36,5887	0,765	0,7676
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	22	Dato:	23.08.2012
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krokstad, Jon Løvås
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	nei	Sondetemperatur start [°C]:	12,8
Forboring [m]:	9,8	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,7
Sum boring [m]:	19,8	Kontroll skriver [m]:	19,82
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	1,7
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	4,6651	0,0975	0,0979
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (α)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0251	-0,9	0,3
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	30,3112	1,0077	0,4181
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: Kvikkleiresoner Malvik/Torp		
Borpunkt nr.:	22	Sonde:	4224
	Dato:	04.10.2012	Tegnet:
	Oppdragsnr.:	6120521	Foss, Johan
		Bilag nr.:	EH
			-

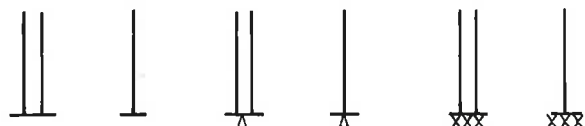
DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,843	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	16.11.2010	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5789	0,0103	0,0195
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	41,6808	0,8137	0,5655
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	28	Dato:	05.12.2012
Borleder:	Husby, Allan	Assistent:	Rekstad, Ivar
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	9,8
Forboring [m]:	0	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,7
Sum boring [m]:	0	Kontroll skriver [m]:	16,75
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	6,0
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,1882	0,0427	0,0297
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:	8,3115	121,2	237
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0075	-1,0	0,4
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	10,2671	1,0530	0,4492
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: Kvikkleiresoner Malvik/Torp		
Borpunkt nr.:	28	Sonde:	4353
	Dato:	05.12.2012	Tegnet: Husby, Allan
	Oppdragsnr.:	6120521	Bilag nr.:
		-	Kontrollert:

MARKUNDERSØKELSER

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

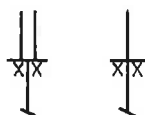
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



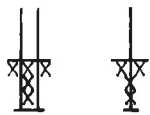
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



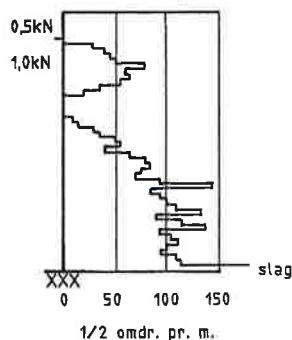
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og kjerne opptatt.

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 oppteigninger 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.

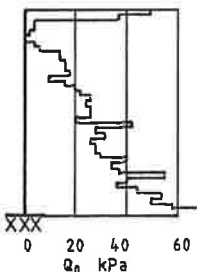
Ramsondering

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:

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

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

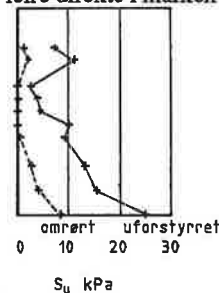
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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 sylindreprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

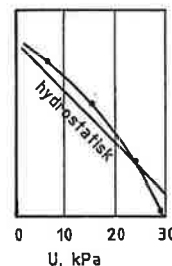
Vingeboring

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. 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.

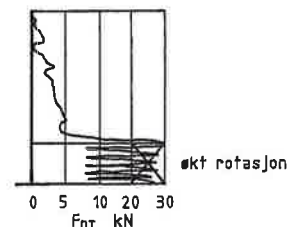


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

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

Udrenert skjærstyrke

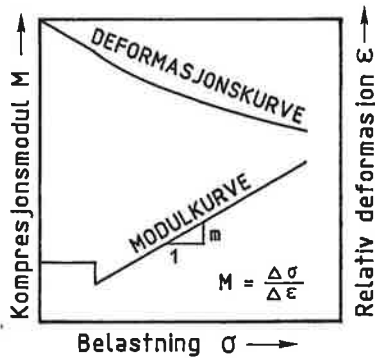
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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

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 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-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 komdiamter 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.

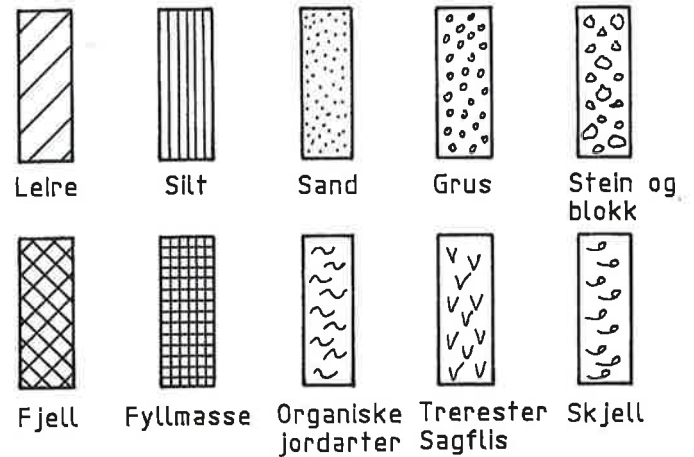
Fraksj. betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten

benevnes i henhold til komgraderingen 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

- Leire: T = tørrskorpe
R = resedimenterte masser
K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavssymboler 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 skruplate 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.

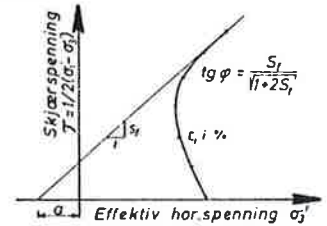
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

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 strømningsshastigheten 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 grovkomige 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 samnhørende verdier for prøvens 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 inch^2 med konstant bevegelseshastighet = 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 bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.