

DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

NVE
Kvikkleirekartlegging
452 Engan og 453 Eggen
Oppdrag nr: 1350029678
Rapport nr. 1

Dato: 24.09.2018



Fylke Trøndelag	Kommune Melhus	Sted Ler	UTM-sone: 32 05674 70067
Byggherre			
Oppdragsgiver NVE			
Oppdrag formidlet av Mads Johnsen			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 29.06.2018			
Antall sider 5	Tegn.nr 101 - 120	Bilag.nr. 3	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Kvikkleirekartlegging
452 Engan og 453 Eggen**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350029678	Rapport nr: 1	Rev:	Dato: 24.09.2018	Kontr: 
Oppdragsleder: Bjørnar Kristiansen		Utarbeidet av: Bjørnar Kristiansen 		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>NVE ønsker å kartlegge skredfaren i 2 kvikkleiresoner i Melhus, 452 Engan og 453 Eggen. Grunnen i området består av i all hovedsak av leire til stor dybde. Det er registrert kvikkleire i flere av punktene.</p> <p>Sonderingene er avsluttet i leirmasser uten bergkontakt.</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
2.5	Miljøforhold	5
3	GRUNNFORHOLD	5
3.1	Løsmasser	5
3.2	Grunnvann	5
3.3	Berg	5

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 3 000
103		BORERESULTATER, 451-1, 452-1	1 : 200
104		BORERESULTATER, 452-2	1 : 200
105		BORERESULTATER, 452-3, 452-4	1 : 200
106		BORERESULTATER, 452-5, 452-6	1 : 200
107		BORERESULTATER, 453-1	1 : 200
108		BORERESULTATER, 453-2, 453-3	1 : 200
109		BORERESULTATER, 453-4	1 : 200
110		BORERESULTATER, 453-5	1 : 200
111		TRYKKSONDERING, 452-2	1 : 200
112		TRYKKSONDERING, 452-3, 453-3	1 : 200
113		BORPROFIL, PKT 452-2	1 : 100
114		BORPROFIL, PKT 452-3	1 : 100
115		BORPROFIL, PKT 452-6	1 : 100
116		BORPROFIL, PKT 453-1	1 : 100
117		BORPROFIL, PKT 453-3	1 : 100
118		BORPROFIL, PKT 453-5	1 : 100
119		ØDOMETER, LAB NR 05	
120		ØDOMETER, LAB NR 07	

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE FORSØK

BILAG

Bilag. nr.	Rev. nr.	Tittel
1		KVALITETSSKJEMA CPTU, PKT 452-2
2		KVALITETSSKJEMA CPTU, PKT 452-3
3		KVALITETSSKJEMA CPTU, PKT 453-3

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

NVE ønsker å vurdere skredfaren i kvikkleiresone 452 Engan og 453 Eggen i Melhus kommune, og Rambøll AS har i den forbindelse gjennomført geotekniske grunnundersøkelser.

Oppdraget ble underveis utvidet med også et borpunkt i sone 451 Flå krk.

1.2 Innhold

Denne rapporten inneholder samlede resultater fra felt og laboratorium. Rapporten inneholder ingen geoteknisk vurdering.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Det er utført 11 totalsonderinger og 3 trykksonderinger (CPTU) slik det fremkommer av situasjonsplan, tegning 102. For nærmere klassifisering av løsmassene er det tatt opp prøver fra 6 av punktene.

2.2 Oppmåling

Borpunktene er satt ut og innmålt med GPS. UTM-sone 32 og høydesystem NN2000.

2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er på opptatte prøver utført klassifisering og rutineundersøkelser med hensyn på vanninnhold, udrenert skjærstyrke og tyngdetetthet. På et utvalg av prøver er det satt opp ødometerforsøk og plastisitetforsøk.

På grunn av feil på vårt ødometerutstyr ble 2 av ødometerforsøkene ødelagt.

2.4 Resultater

Resultater fra utførte sonderinger, med en enkel jordartsoversikt i prøvetakingspunktene, er presentert som enkeltboringer på tegning 103 - 112.

Resultater fra laboratorieundersøkelser i laboratoriet fremkommer av borprofil på tegning 113 - 118, mens ødometerforsøk er grafisk fremstilt på tegning 119 - 120.

Tillegg I, II og III gir forklaring og metodebeskrivelse på henholdsvis utførte felt- og laboratorieundersøkelser og spesielle forsøk.

2.5 Miljøforhold

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

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

- **Utslipp**

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

- **Forurenset grunn**

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

- **Kulturminner**

Det er ikke kjente kulturminner på planområdet.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Løsmasser

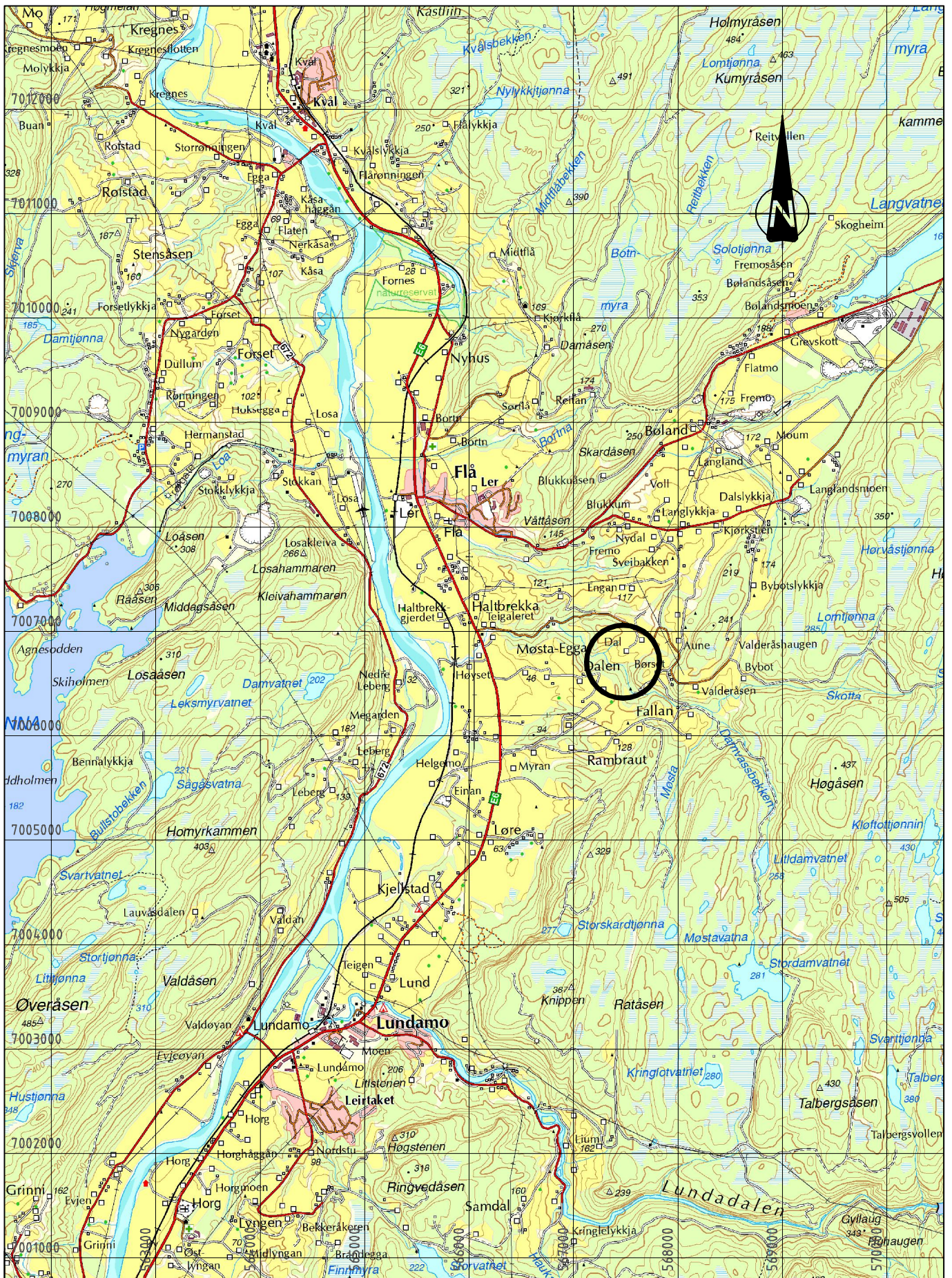
Grunnen i området består av i all hovedsak av leire til stor dybde. Det er registrert kvikkleire i flere av punktene. For detaljer vises det til de enkelte boreresultater og borprofil.

3.2 Grunnvann

Grunnvannsstand og poretrykksforhold er ikke målt i denne omgang.

3.3 Berg

Dybden til berg er ukjent da alle sonderinger er avsluttet på ønsket dybde eller i faste masser uten at berg er nådd.



0	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350029678 Målestokk: 1: 50 000 Status: Datarapport

Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen
NVE

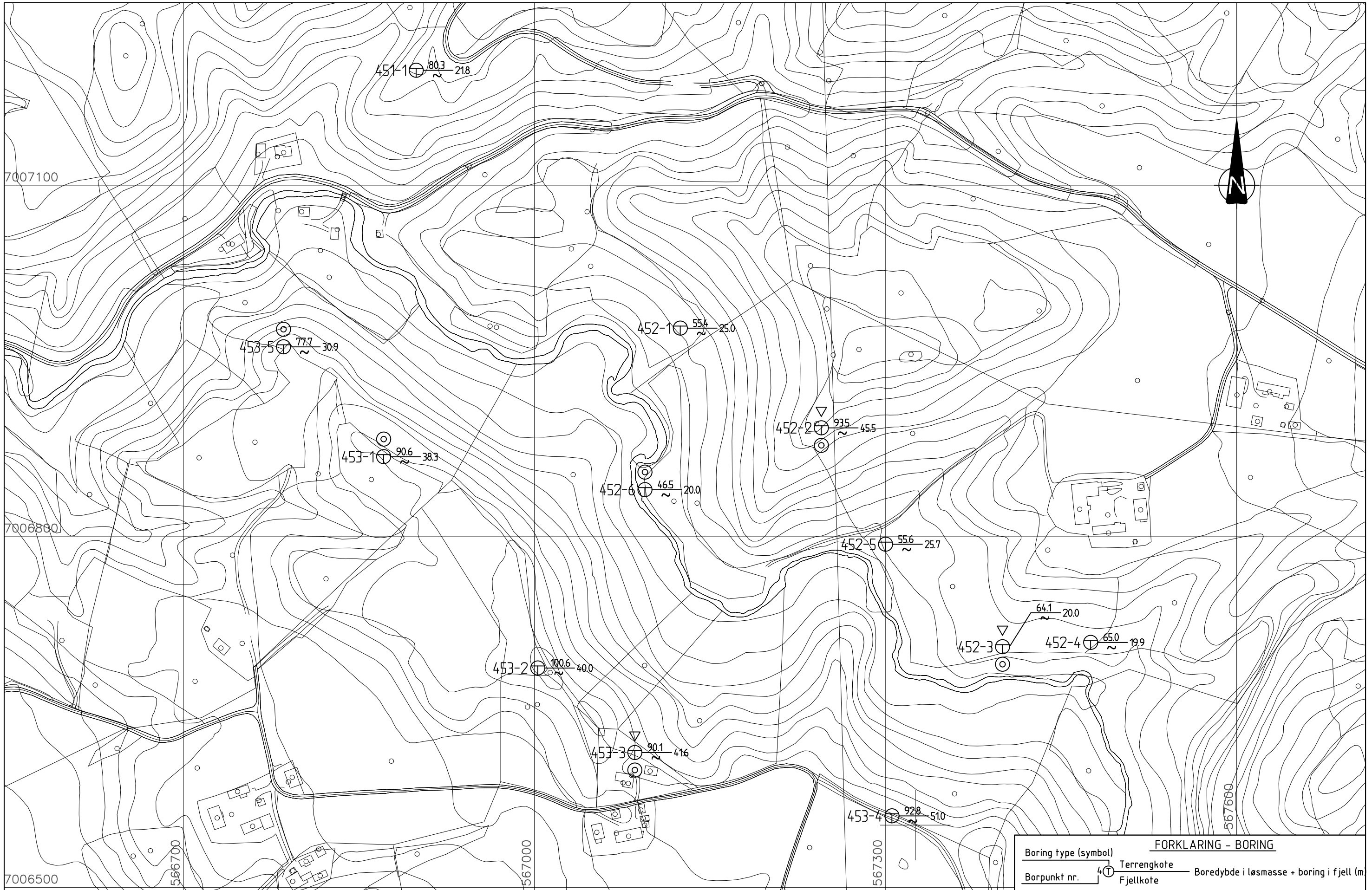
OVERSIKTSKART UTM32 (Euref89): 05674 70067

RAMBOLL

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

Tegning nr: 101

Rev: 0



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

00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

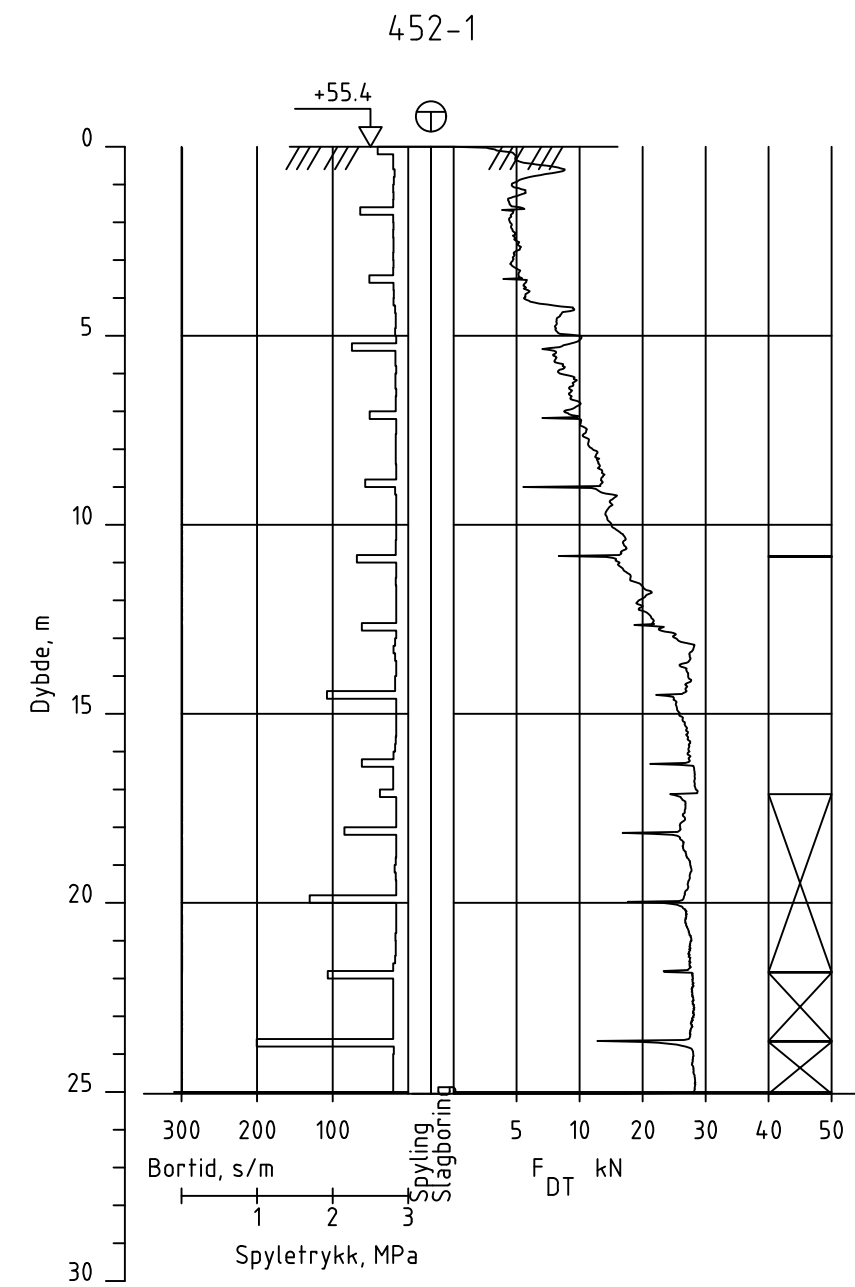
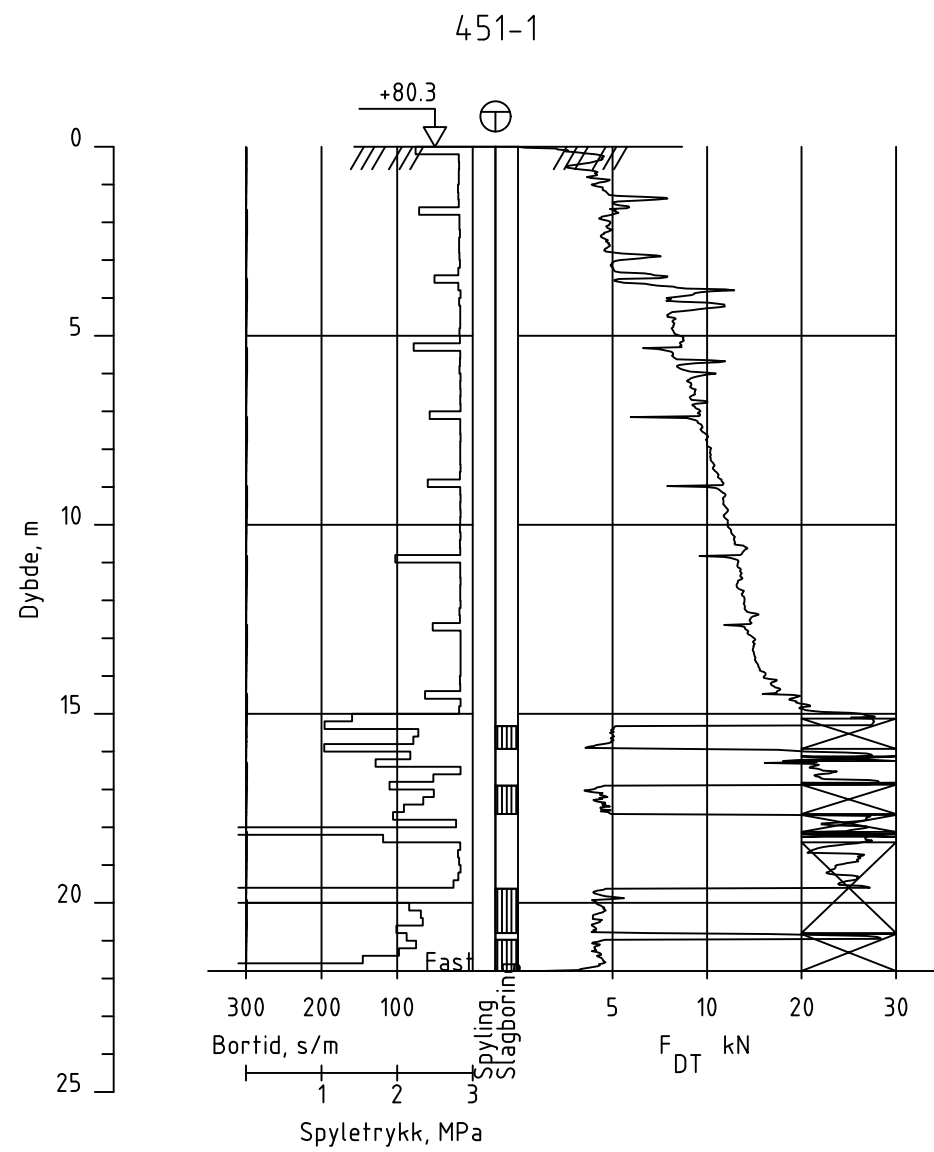
RAMBOLL
 Rambøll i Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
 Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 ⊕ Totalsondring
 ⊙ Prøveserie
 ▽ Trykksondring (CPTU)

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350029678	1:3000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
102		0	



00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL

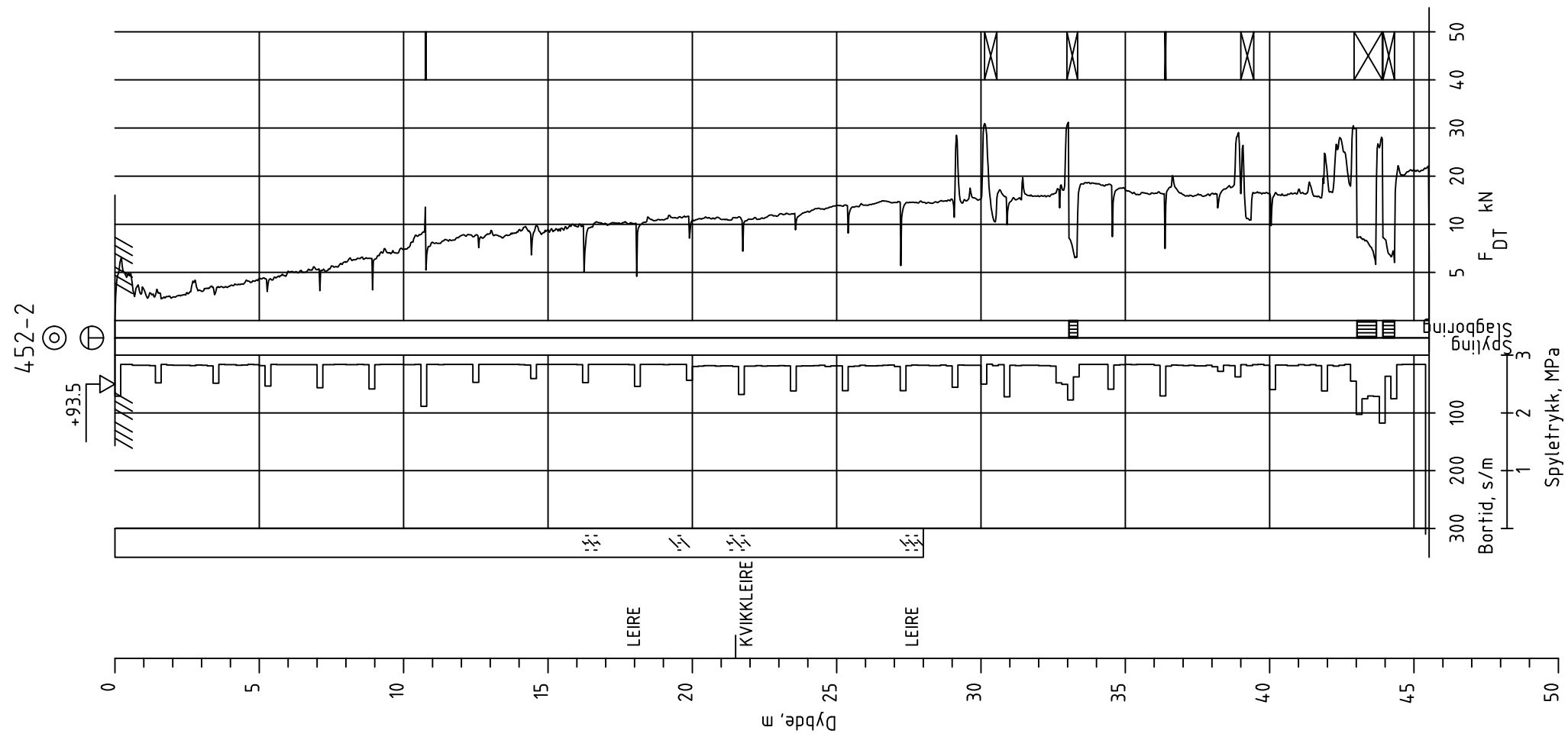
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHold
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350029678	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 103			REV. 0



00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



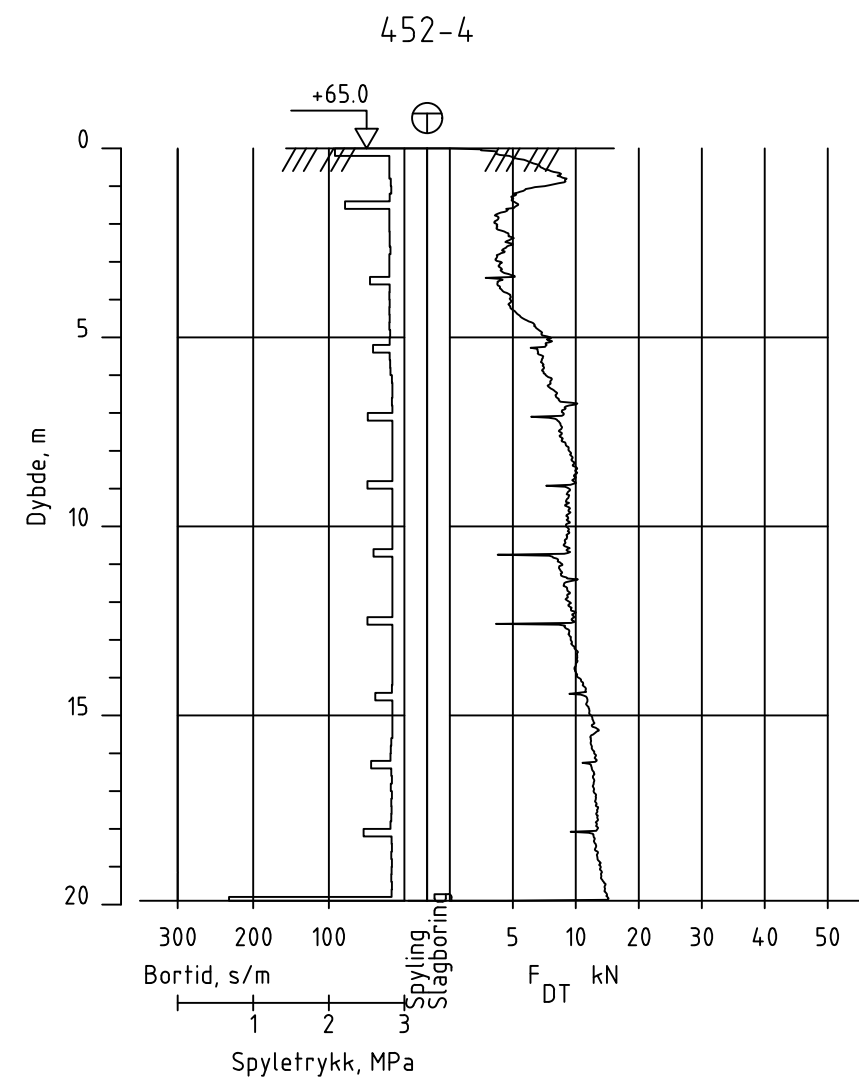
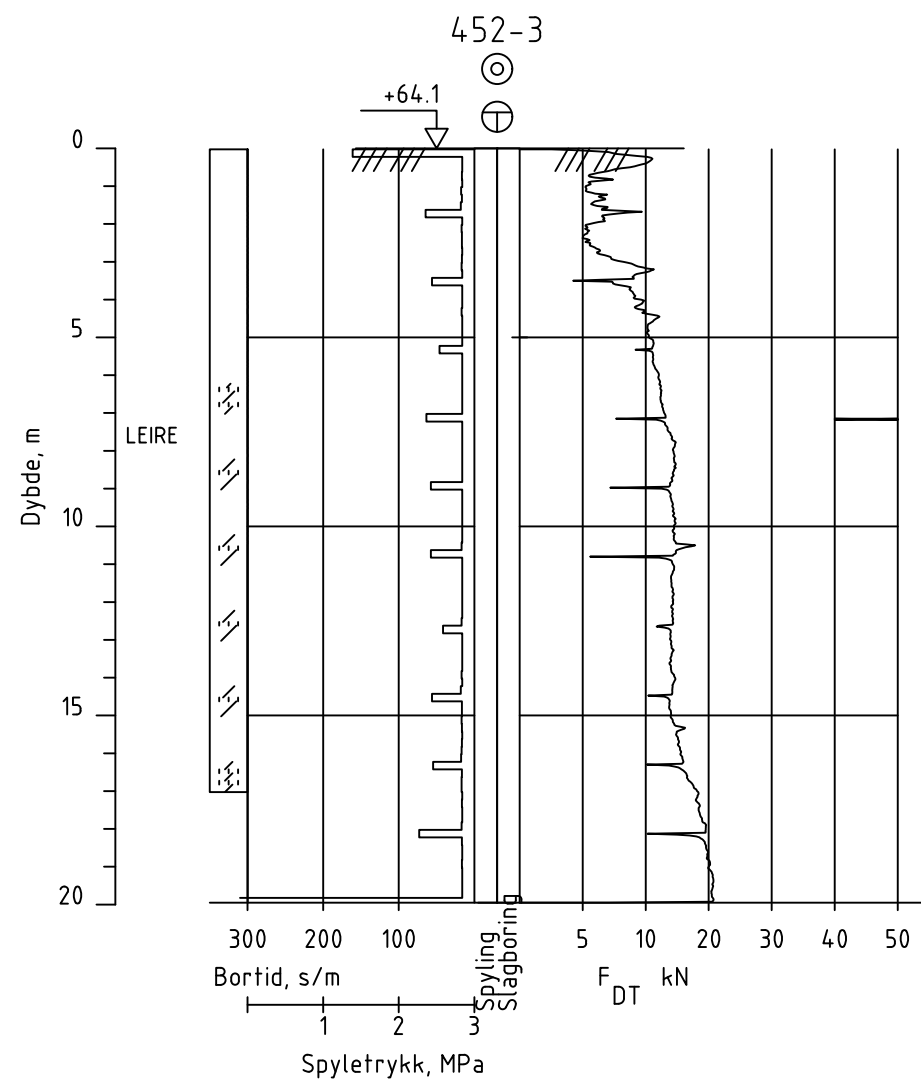
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen

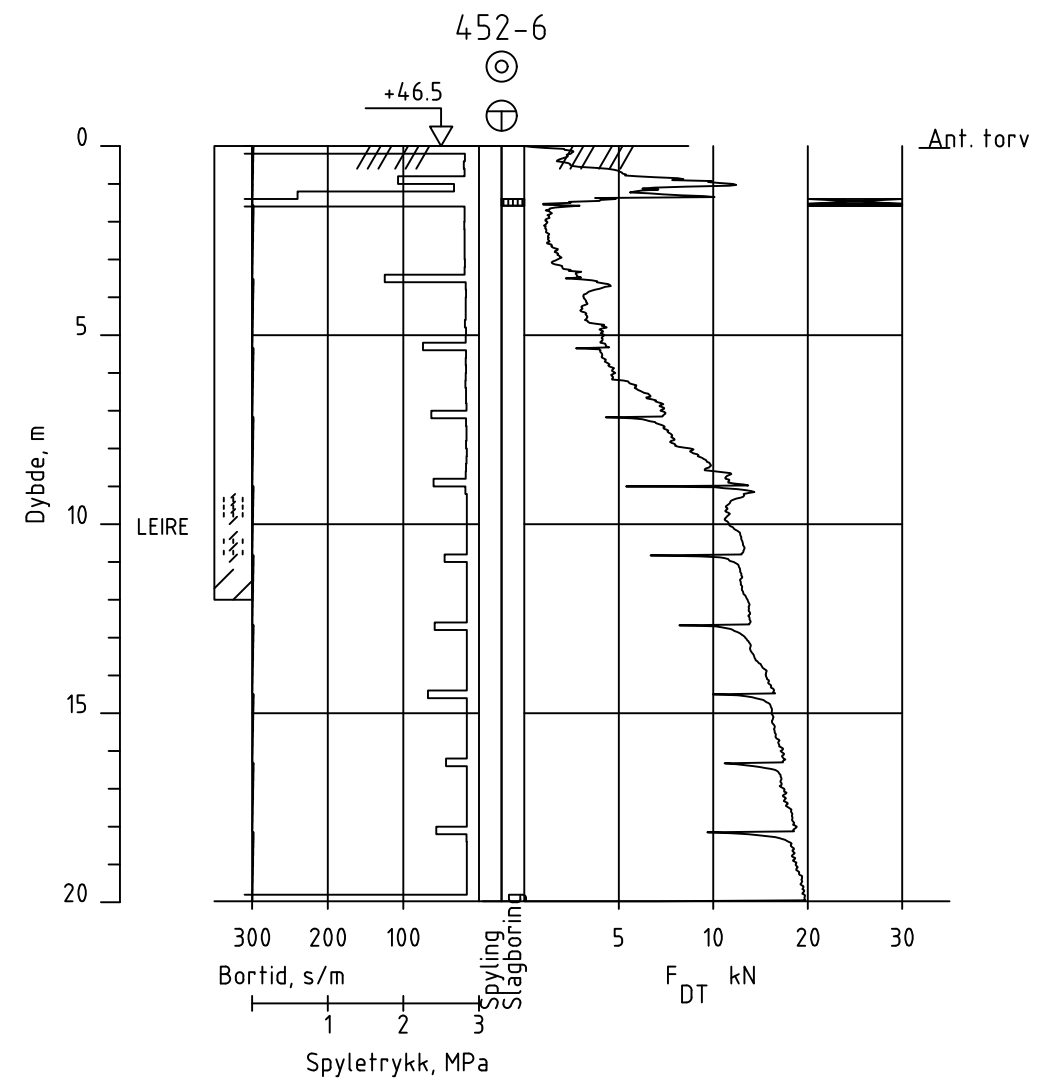
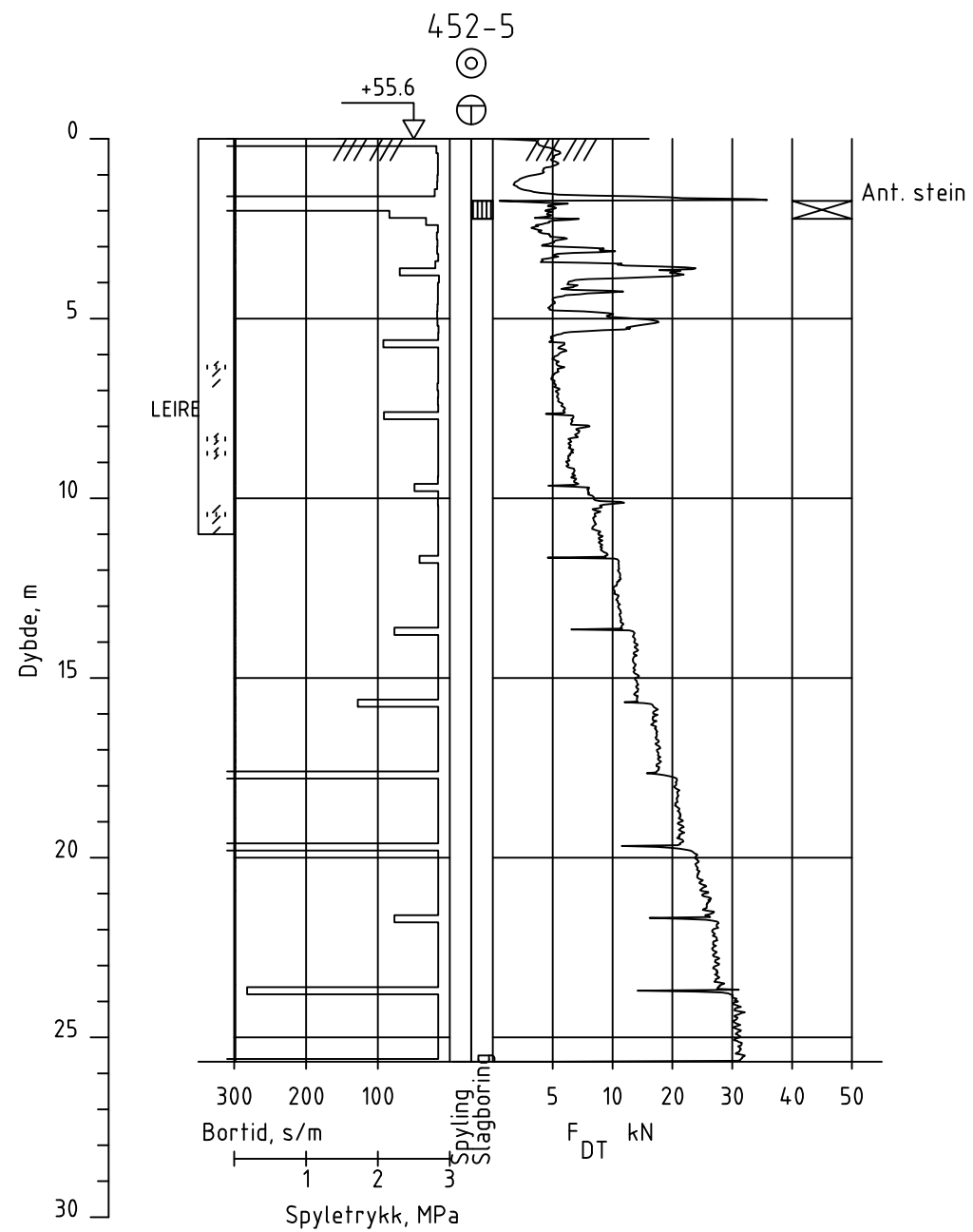
OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHold
BORERESULTATER
⊕ Totalsondring
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350029678	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 104			REV. 0



			RAMBOLL			OPPDRAG Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen		INNHOLD BORERESULTATER		OPPDRAG NR. 1350029678	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN	OPPDRAGSGIVER NVE		⊕ Totalsondring ⊙ Prøveserie		TEGNING NR. 105			REV. 0
TEGNINGSSTATUS			Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no										



00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



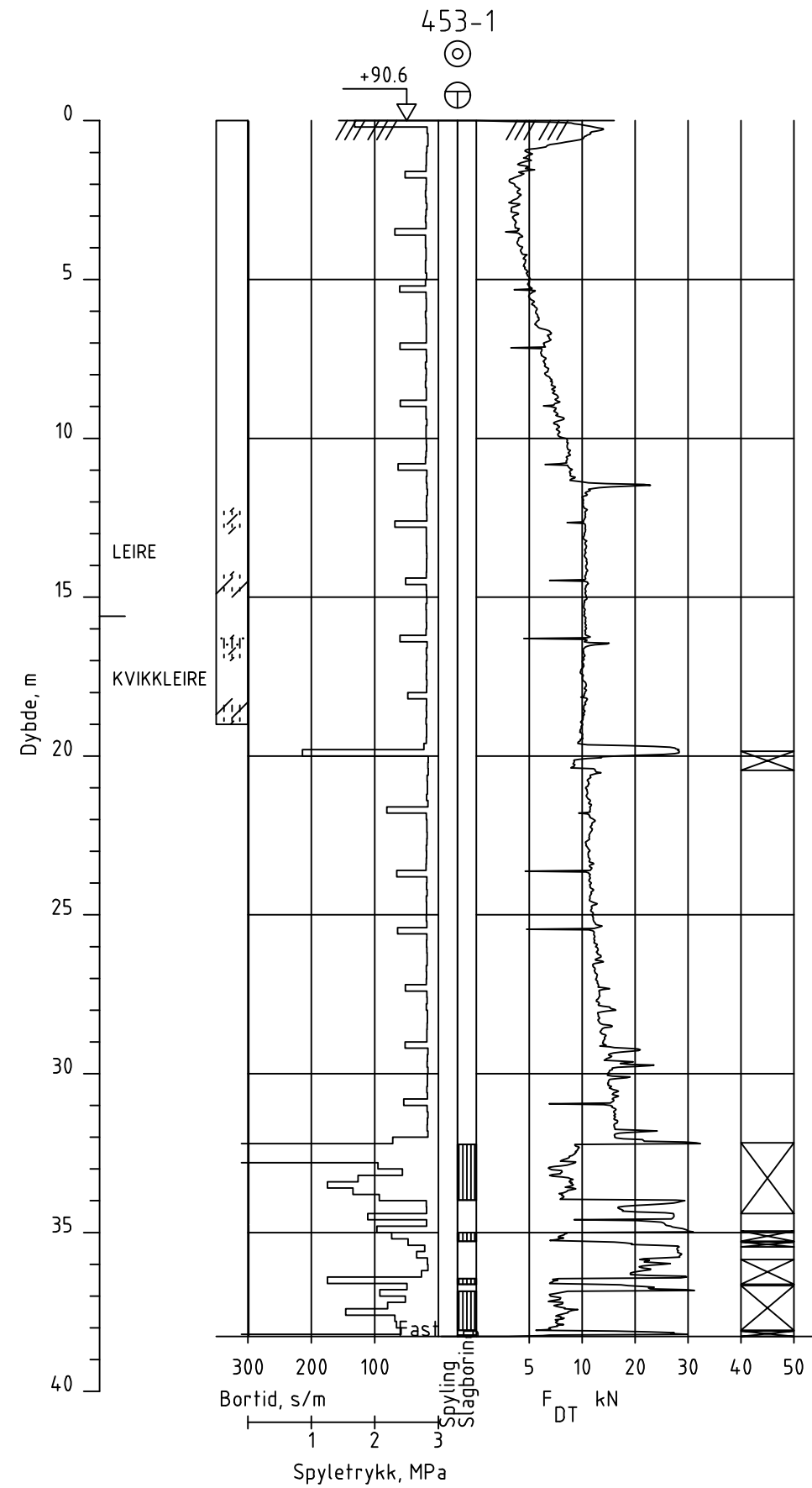
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondring
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350029678	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 106			REV. 0



00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



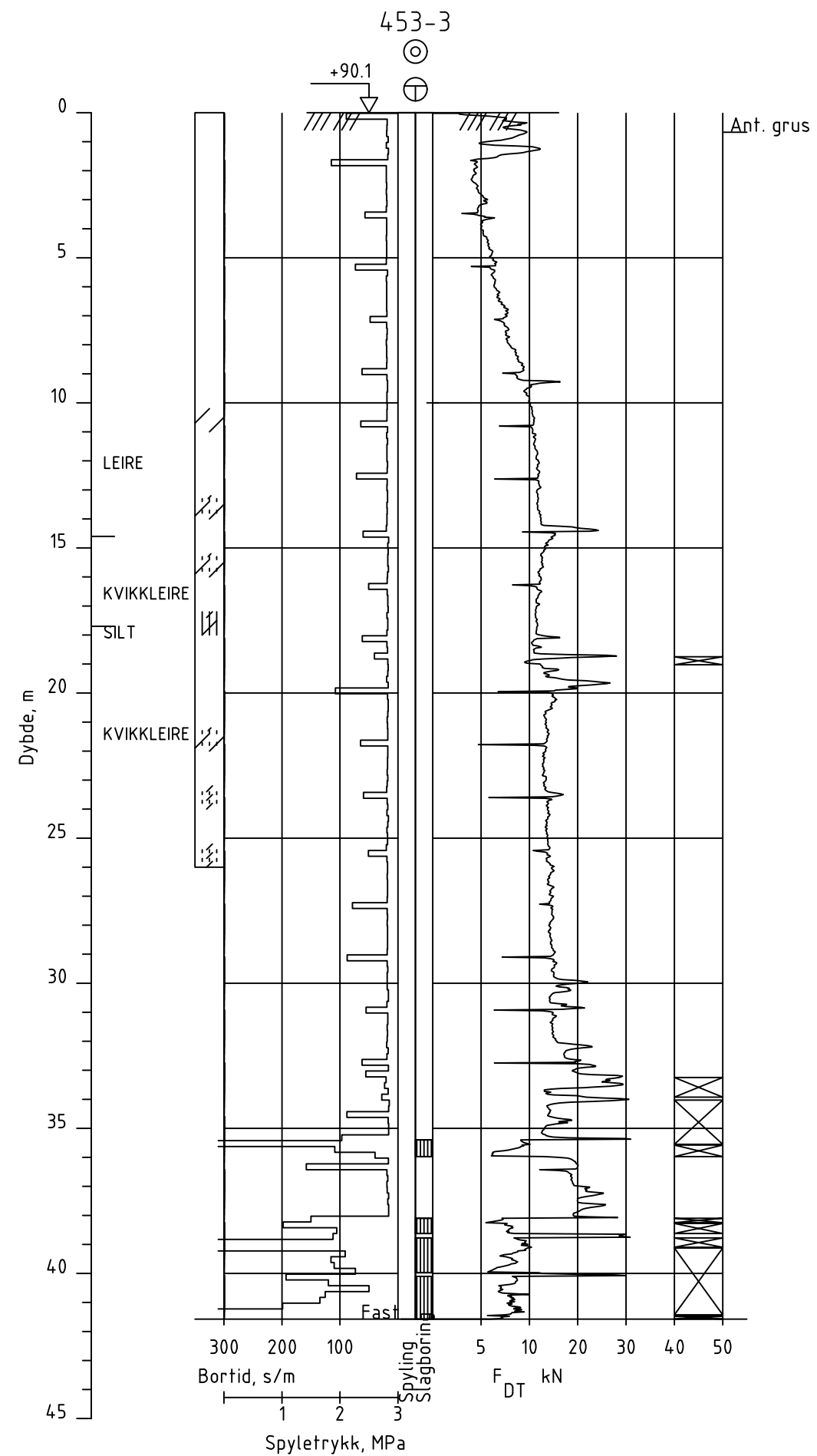
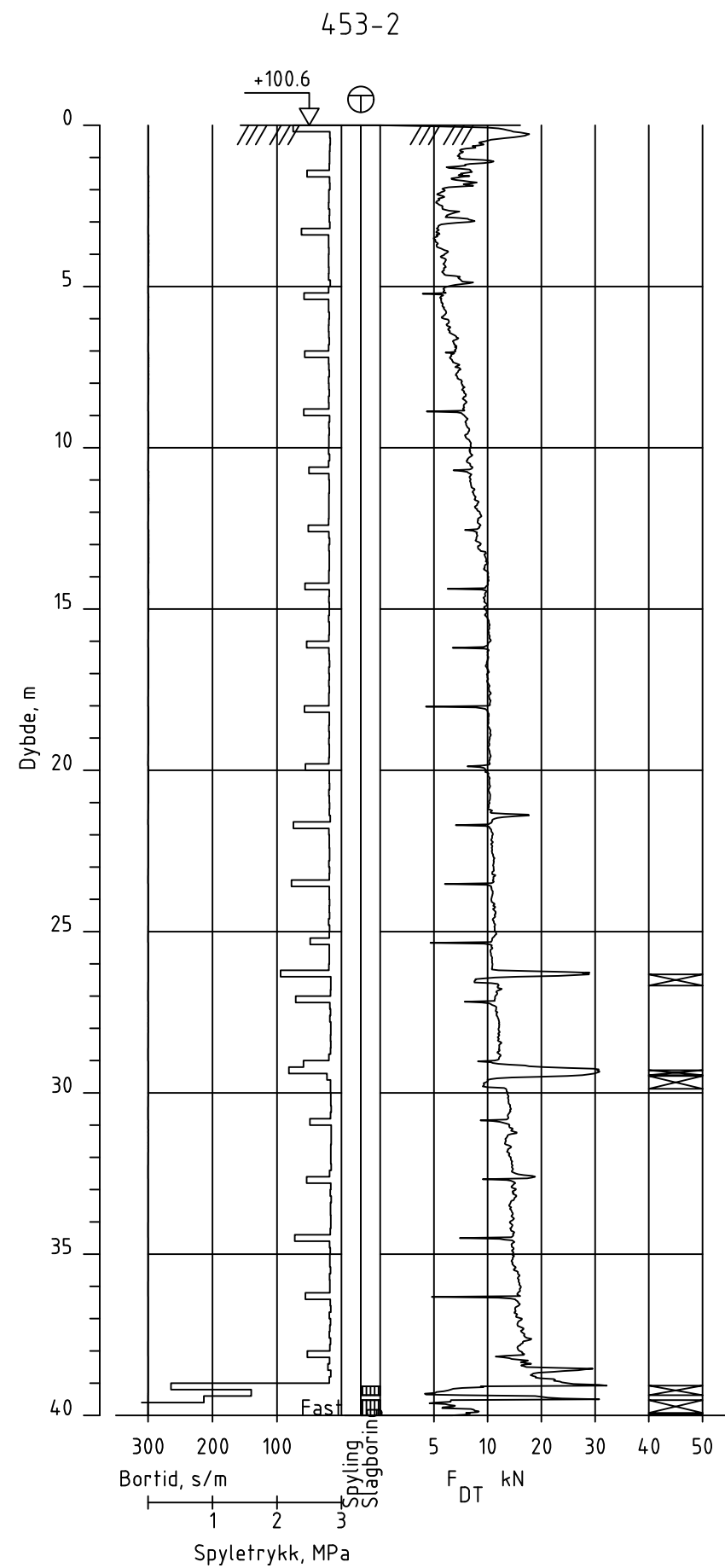
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen

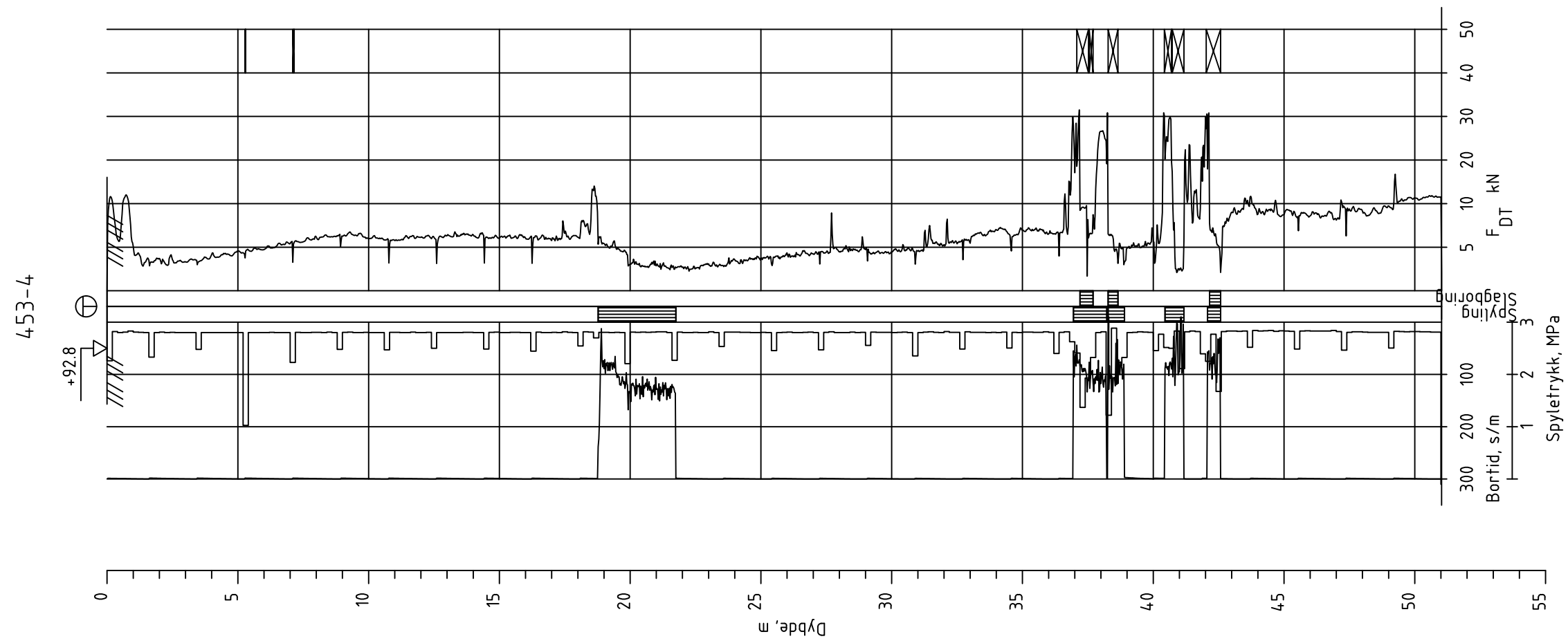
OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondring
⊙ Prøveserie

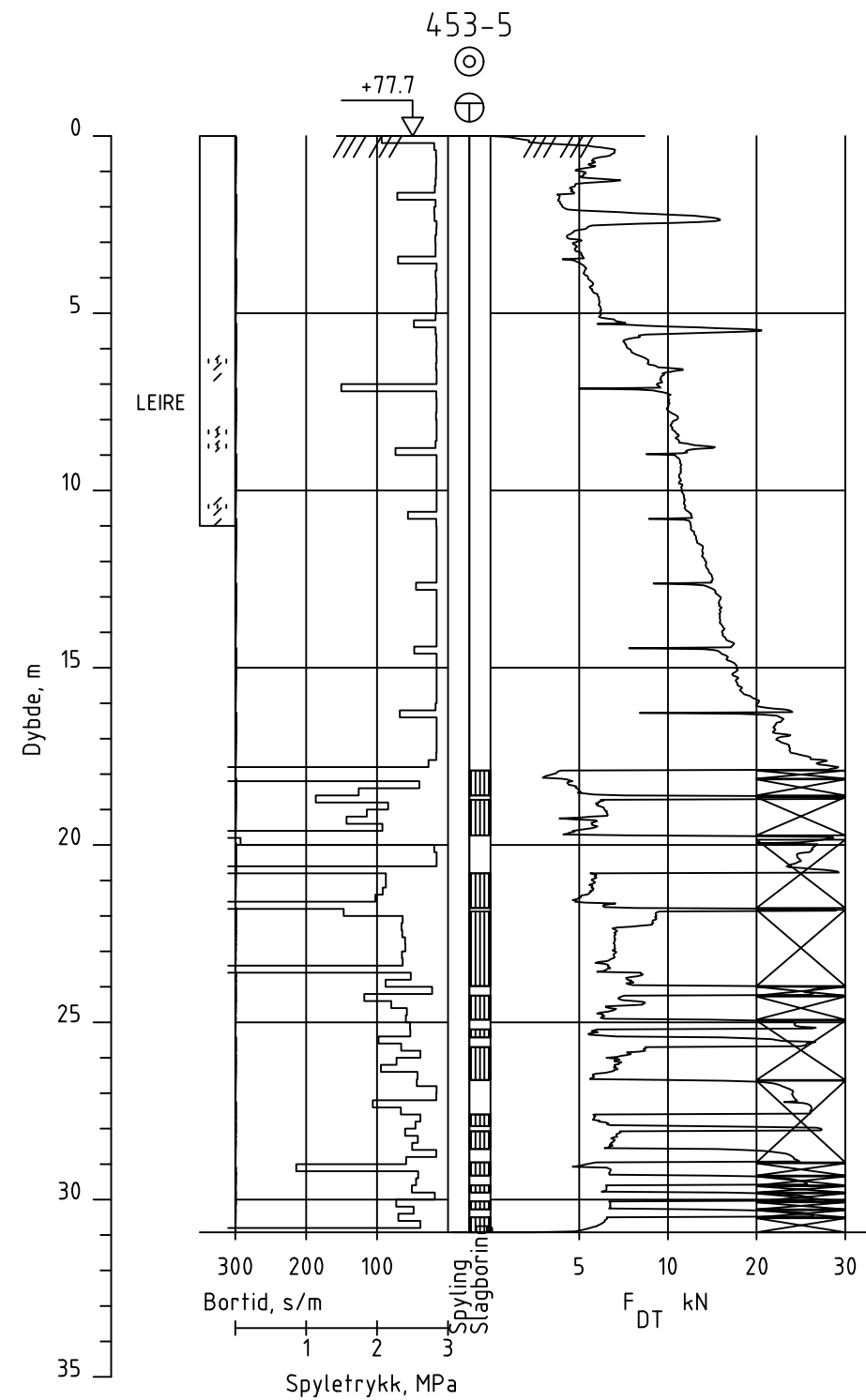
OPPDRAG NR. 1350029678	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 107			REV. 0



			RAMBOLL			OPPDRAG Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen			INNHOLD BORERESULTATER			OPPDRAG NR. 1350029678	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN	OPPDRAGSGIVER NVE			⊕ Totalsondring ⊙ Prøveserie			TEGNING NR. 108			REV. 0
TEGNINGSSTATUS			Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no												



TEGNINGSSTATUS						OPPDRAG Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen			INNHOLD BORERESULTATER ⊕ Totalsondring ⊙ Prøveserie			OPPDRAG NR. 1350029678	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN	OPPDRAGSGIVER NVE						TEGNING NR. 109		REV. 0	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no									



00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



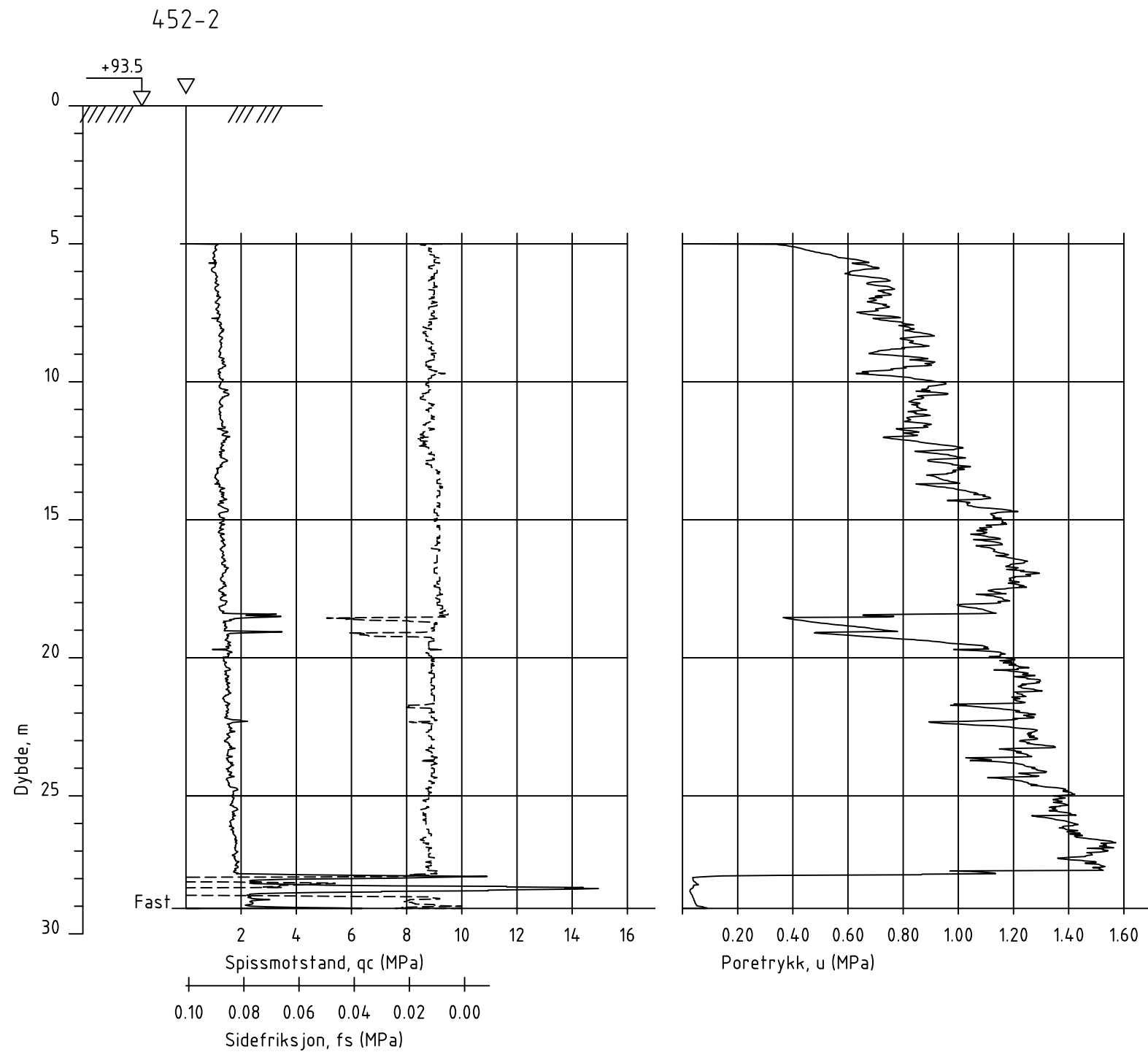
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350029678	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 110			REV. 0



00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



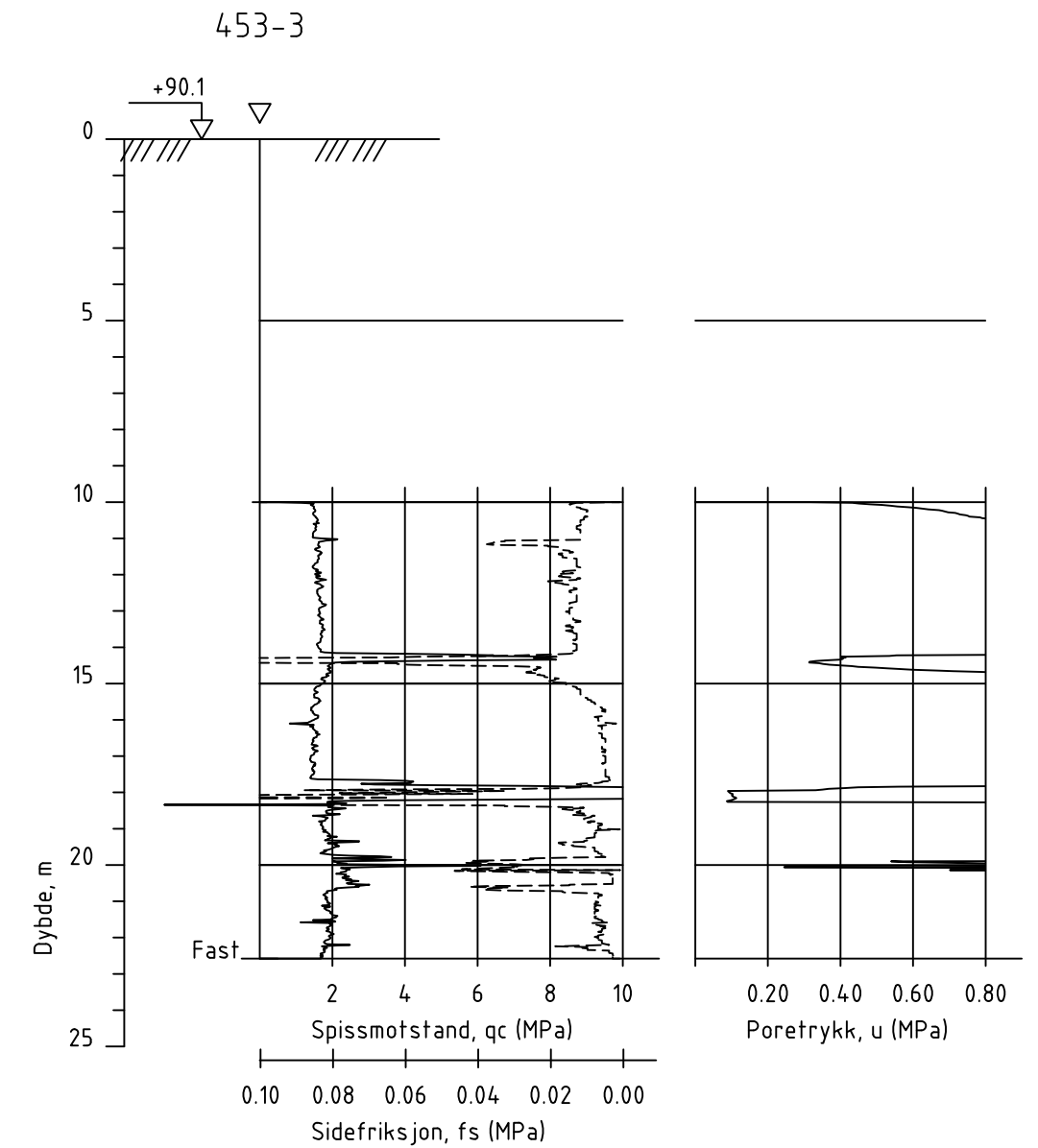
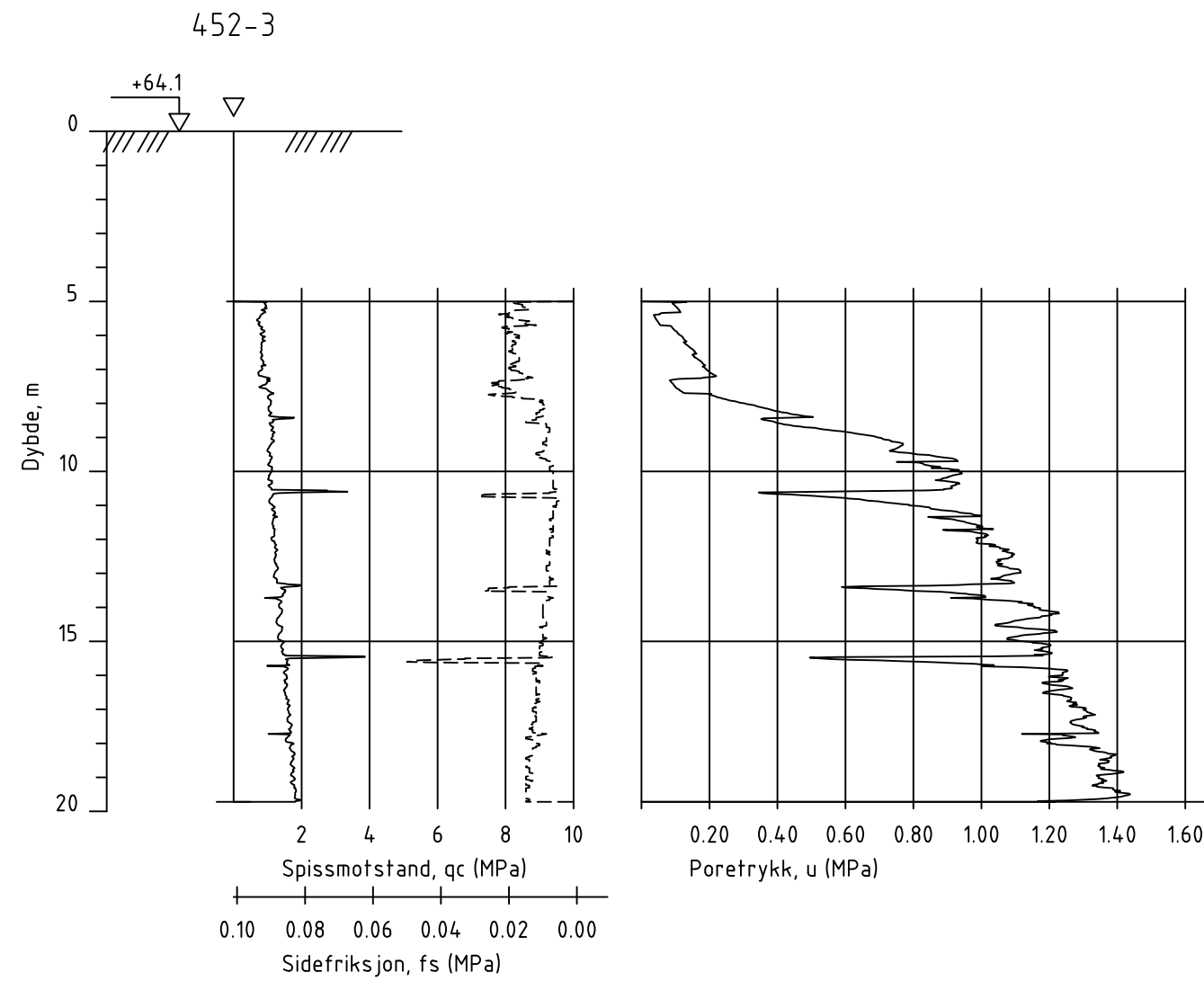
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG
Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen

OPPDRAGSGIVER
NVE

INNHOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie
▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350029678	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 111			REV. 0



			RAMBOLL			OPPDRAG	INNHOLD		OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
00	13.09.2018		AKM	BKN	BKN	Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen	BORERESULTATER		1350029678	1:200	01	01
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	OPPDRAGSGIVER	⊕ Totalsondring ⊙ Prøveserie ▽ Trykksondring (CPTU)		TEGNING NR.			REV.
TEGNINGSSTATUS			Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no			NVE			112			0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C _u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
10													
15													
	LEIRE	tynne siltlag	12					19.2 19.0					43 70
20		enkelt tynde silt/finsandlag	13					19.5 19.1					46 72
	KVIKLEIRE	silt/finsandlag	14					19.4 19.5					64 148
25													
	LEIRE, med tynde siltlag		15					19.6 19.4					64 46
30													


Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽
 Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p | w_L Konusforsøk er utført i hht NS8015: 1988
 T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk Andre forsøk: K= Kornfordeling

Oppdrag nr. 1350029678	Målestokk: 1:100	Status: Datarapport
Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen		
NVE		
BORPROFIL HULL NR.:	452-2	
TERRENGHØYDE: +93,5	PRØVETYPE: 54 mm	

Ramboll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Tr.heim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no
 Tegning nr. 113

Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
0	13.09.2018		AKM	BKN	BKN

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
	LEIRE												
		tynne siltlag/lommer, små planterester	16				19.6 19.5						2 5
		enkelt siltlag	17				18.8 19.1						13 14
10		enkelt silt/finsandlag	18				18.9 18.8						27 46
		enkelt tynne siltlag	19				19.0 19.1						38 36
15		enkelt tynne siltlag	20				19.4 19.6						31 29
	tynne siltlag	21				19.5 19.5						19 13	
20													

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

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p | w_L

T= Treksialforsøk \emptyset = Ødometerforsøk

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ∇ / ∇
Konusforsøk er utført i hht NS815: 1988

Andre forsøk:

K= Kornfordeling

0	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350029678 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 452-3

TERRENGHØYDE: +64,1 PRØVETYPPE: 54mm

RAMBOLL

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

Tegning nr.

114

Rev.

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C _d) i kPa				S _t	
				10	20	30	40		20	40	60	80		
5														
10	LEIRE meget lagdelt med tynne siltlag		22				19.9 20.1							4
			23				19.0 19.0							26 12
			24				18.8 19.0							10 10 8
15														
20														

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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽
Konusforsøk er utført i hht NS815: 1988

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p ————— w_L

Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350029678 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport



Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen
NVE

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

BORPROFIL HULL NR.: 452-6


TERRENGHØYDE: +46.5 PRØVETYPE: 54mm


115

Rev.

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C _d) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
10													
	LEIRE	01						18.9 19.1	▼ ▼			▼ ▼	7 7
	tynne silttag/tonner												
15	LEIRE	02						19.4 19.3	▼ ▼			▼ ▼	15 53
	tynne silttag,siltige lag												
	KVIKKLEIRE,med tynne silttag	03						19.7 19.9	▼ ▼			▼ ○	150
	silt,finsand,med små leirtonner												
20	KVIKKLEIRE,med tynne silttag	04						19.5 19.0	▼ ▼			▼ ○	193 207
	siltig												

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

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p ———— w_L

T= Treksialforsøk \emptyset = Ødometerforsøk

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽
Konusforsøk er utført i hht NS815: 1988

Andre forsøk:

K= Kornfordeling

0	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350029678 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 453-1

TERRENGHØYDE: +90,6 PRØVETYPPE: 54mm




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

Rev.

116

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C _v) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
10													
10	enkelte tynne silttag	05	Ø				18.8 19.0						7 7
	LEIRE												
15	tynne silttag,siltige lag	06					19.4 19.1						9 9
15	enkelte tynne silttag,siltige lag	07	Ø				19.4 19.7						580 255
	KVIKKLEIRE												
20	siltig,tynne silttag	08					20.5 19.9						530 530
20	tynne silttag,siltige lag	09					19.3 19.0						170 177
25	tynne silttag	10					19.3 19.5						410 223
25	tynne silttag	11					19.2 19.2						177 247
30													

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

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p |-----| w_L

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Konusforsøk er utført i hht NS8015: 1988

Andre forsøk:

K= Kornfordeling

0	13.09.2018		AKM	BKN	BKN
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350029678 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 453-3

TERRENGHØYDE: +90,1 PRØVETYPE: 54 mm

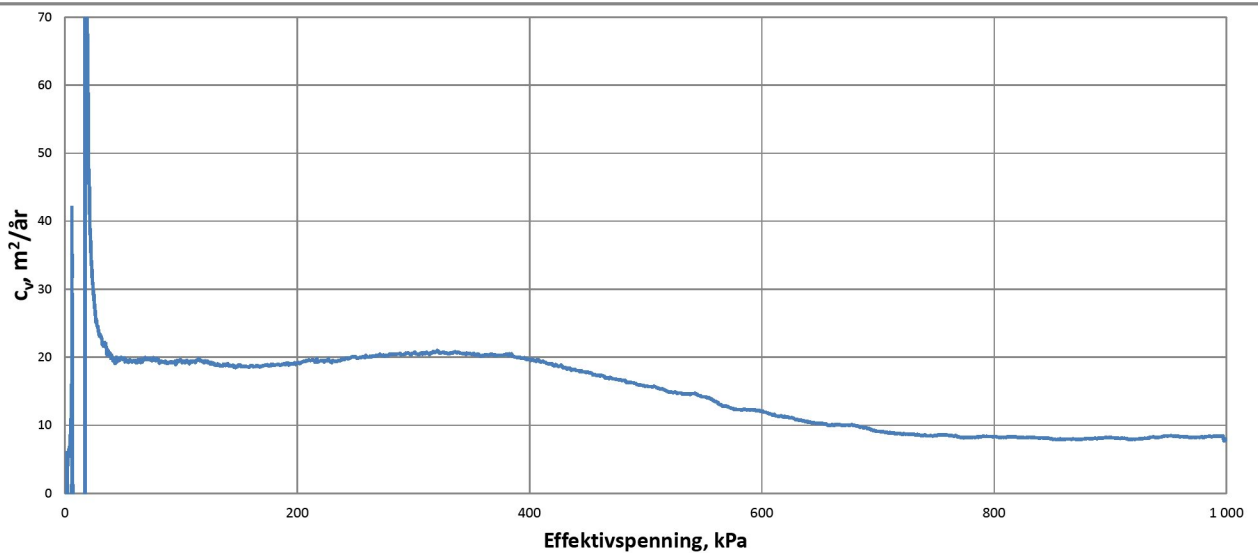
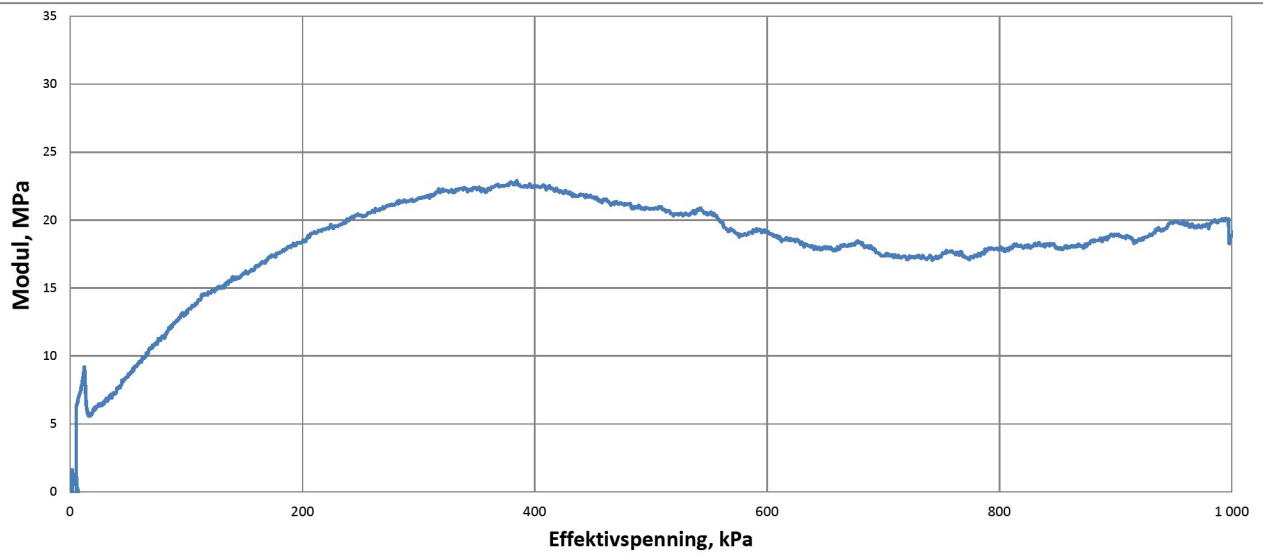
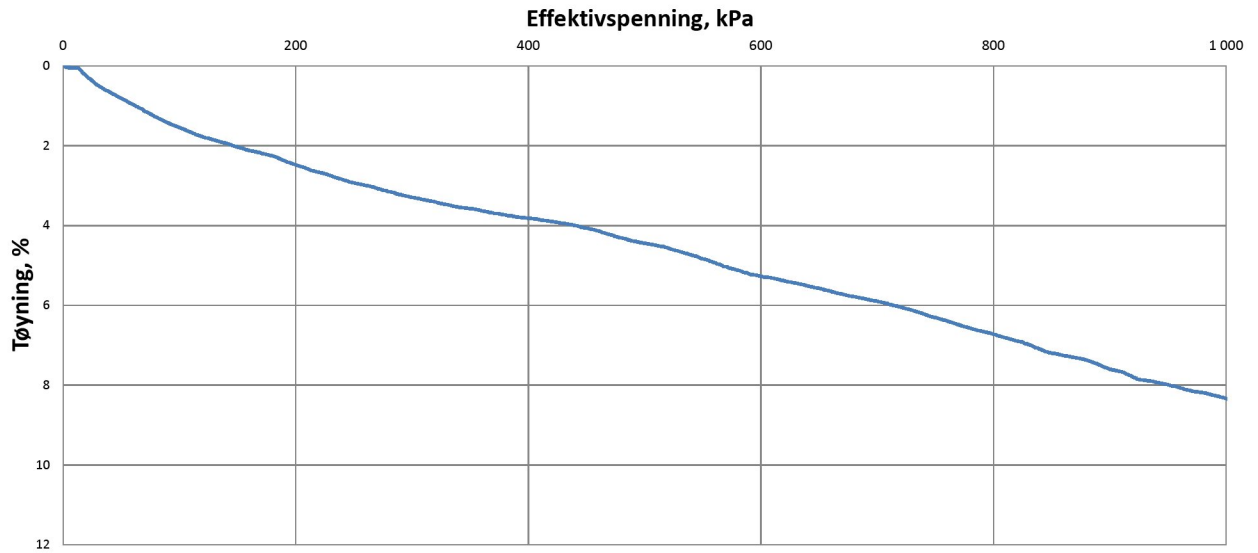
RAMBOLL

Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Tr.heim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no
Tegning nr.

Rev.

117

0



pkt 453-3 lab 5 dybde 10,55m Leire



Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen

NVE

ØDOMETERFORSØK

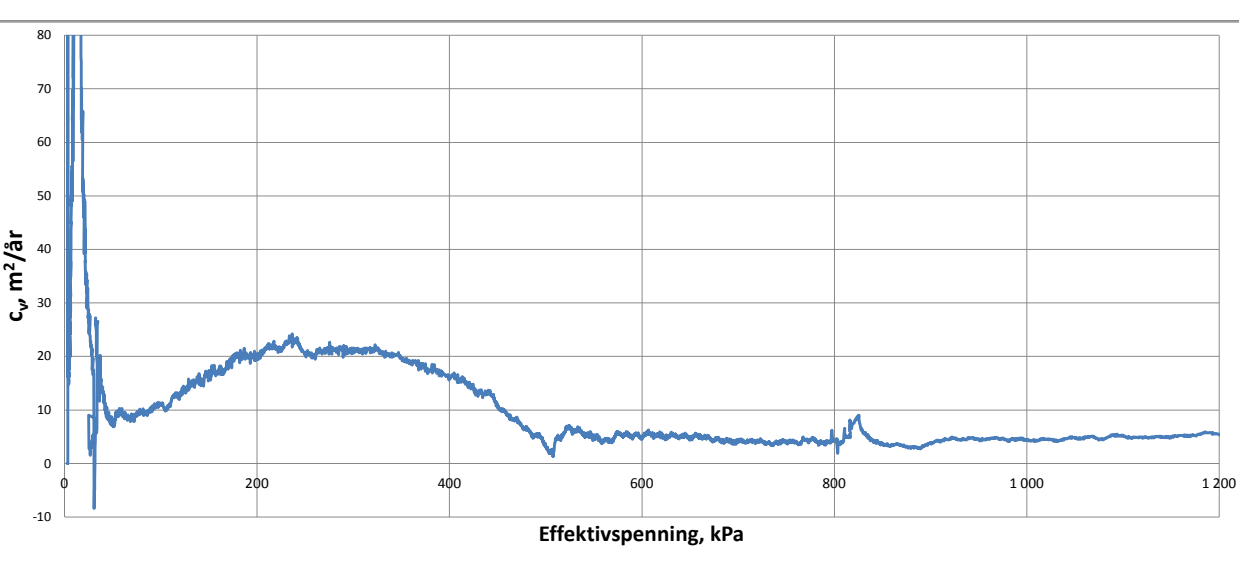
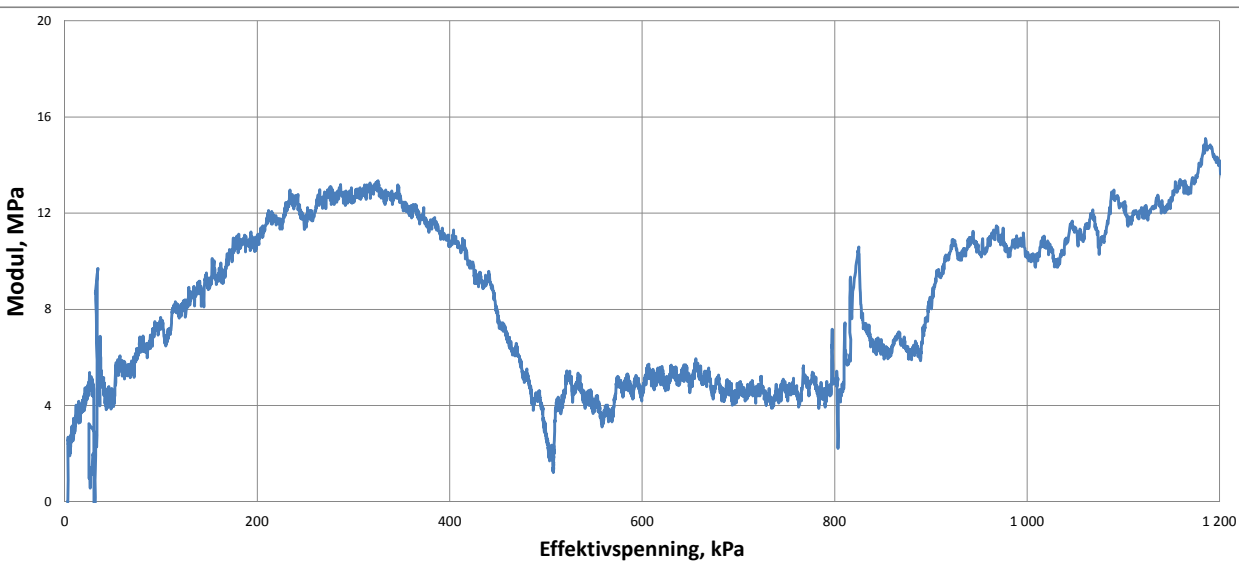
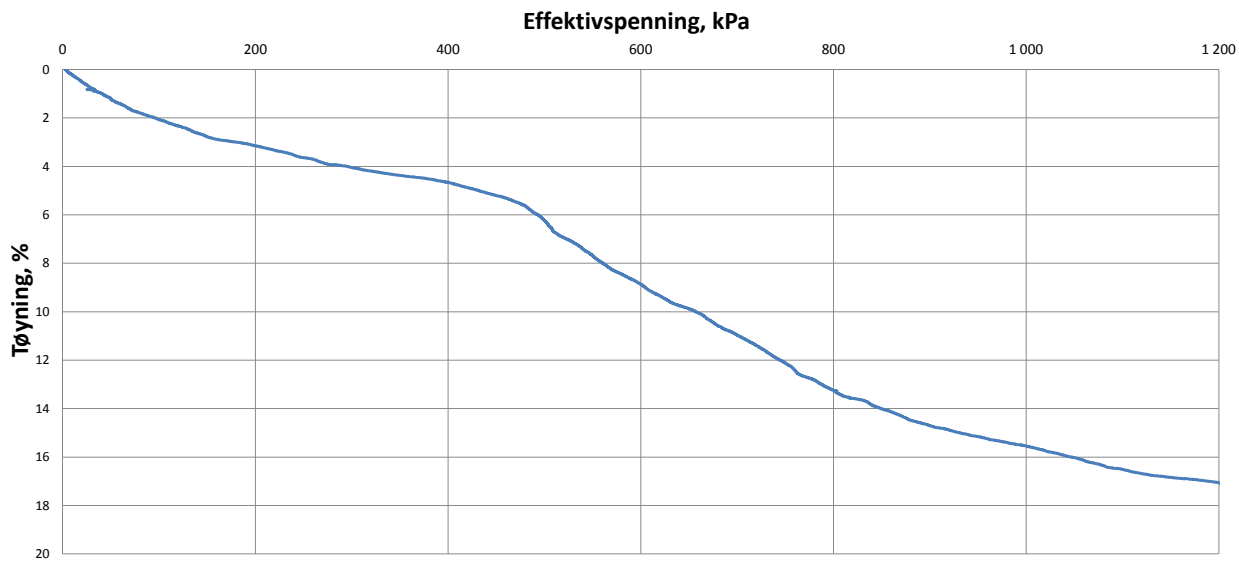
Oppdrag
1350029678

Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
13.09.2018

Bilag
-

Tegn. Nr.
119



pkt 453-3 lab 7 dybde 15,50m Kvikkleire



Kvikkleirekartlegging 452 Engan og 453 Eggen

NVE

ØDOMETERFORSØK

Oppdrag
1350029678

Tegn./kontr.
ESK/AKM


Dato
13.09.2018

Bilag


-

Tegn. Nr.
120


DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,846	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	09.04.2018	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]:	0,5771	0,0106	0,0221
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	33,453	0,723	0,97
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	452-2	Dato:	14.08.2018
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	12
Forboring [m]:	5	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,9
Sum boring [m]:	29	Kontroll skriver [m]:	29
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	7,8
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktskontroll:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	4,2653	0,0922	0,1237
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0087	-0,5	1,2
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	13,5424	0,6028	1,3458
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:	0 0		
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			
Borpunkt nr.:	452-2	Sonde:	4353
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	14.08.2018	Foss, Johan	BKNTRH
Oppdragsnr.:	1350029678	Bilag nr.:	1

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,846	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	09.04.2018	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 [kPa]:	-	-	-
Opplysning 18-bit [kPa]:	0,5771	0,0106	0,0221
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	33,453	0,723	0,97
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	452-3	Dato:	14.08.2018
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	12
Forboring [m]:	5	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,2
Sum boring [m]:	19,7	Kontroll skriver [m]:	19,7
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	8
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktskontroll:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	4,8507	0,1048	0,1407
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0006	-1,4	0,1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	6,0278	1,5154	0,2628
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:	0 0		
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			
Borpunkt nr.:	452-3	Sonde:	4353
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	14.08.2018	Foss, Johan	BKNTRH
	Oppdragsnr.:	Bilag nr.:	
	1350029678	2	

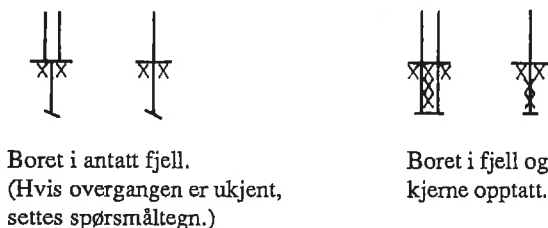
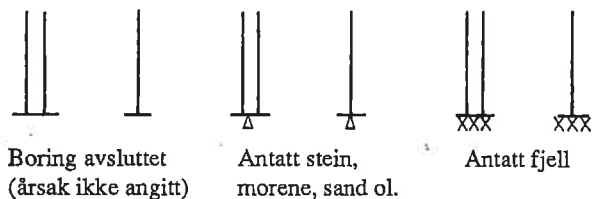
DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,846	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	09.04.2018	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 [kPa]:	-	-	-
Opplysning 18-bit [kPa]:	0,5771	0,0106	0,0221
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	33,453	0,723	0,97
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:		Dato:	
Borleder:	Krogstad, Jon Løvås	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	10
Forboring [m]:	10	Sondetemperatur slutt [°C]:	5,6
Sum boring [m]:	22,6	Kontroll skriver [m]:	22,6
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,8
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktskontroll:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	3,6798	0,0795	0,1067
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0196	-0,3	-1,5
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	23,8569	0,3901	1,6288
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:	0 0		
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			
Borpunkt nr.:	453-3	Sonde:	4353
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	01.08.2018	Krogstad, Jon Løvås	BKNTRH
Oppdragsnr.:	1350029678	Bilag nr.:	3

MARKUNDERSØKELSER

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

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).

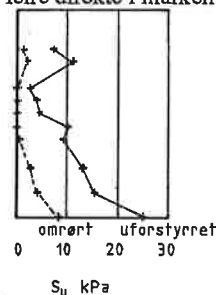


Fjellkontrollboring utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

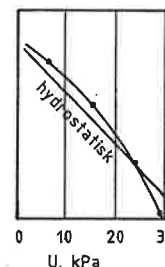
Prøvetaking utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. **Uforstyrrede prøver** tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å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

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

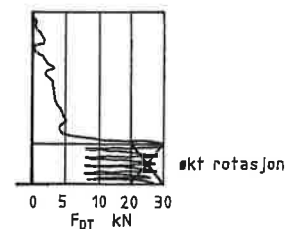


Porevanntrykket i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten **hydraulisk** som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer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

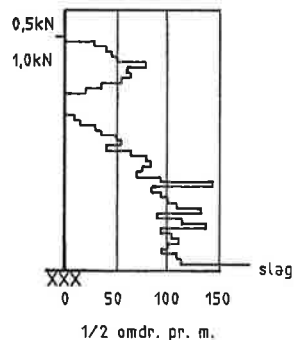


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

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



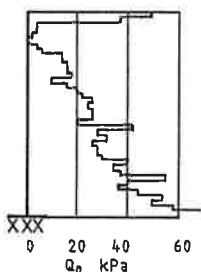
Dreiesondering utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20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



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

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

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



Rammemotstanden:

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

angis i diagram som funksjon av dybden.

LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Romvekt

(γ i kN/m³) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

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

Flytegrense

(w_L i %) og utruulingsgrense (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

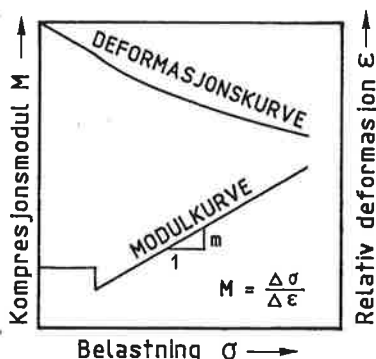
(s_u i kN/m²) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm² (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten (S_t)

er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m².

Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm² 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-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 sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

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

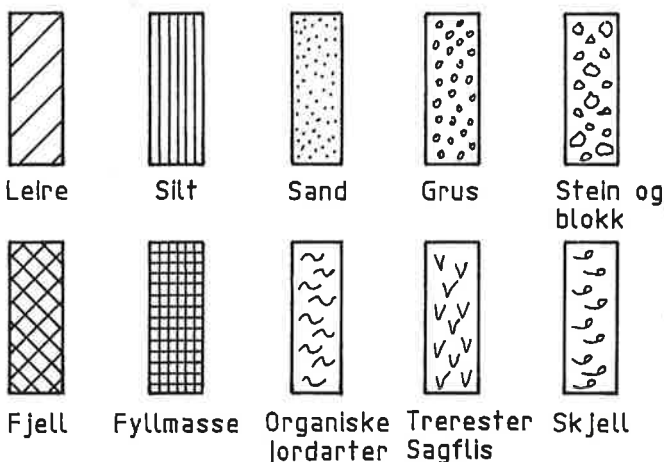
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten

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

Organiske jordarter

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



Anmerking

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

SPESIELLE UNDERSØKELSER

SPESIELLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

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

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

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

Permeabilitetsmåling

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

Korrosjonssondering

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

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt 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.

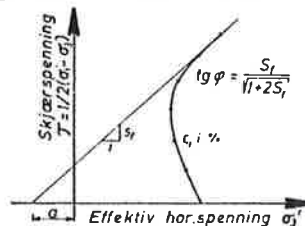
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

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 inch^2 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 bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.