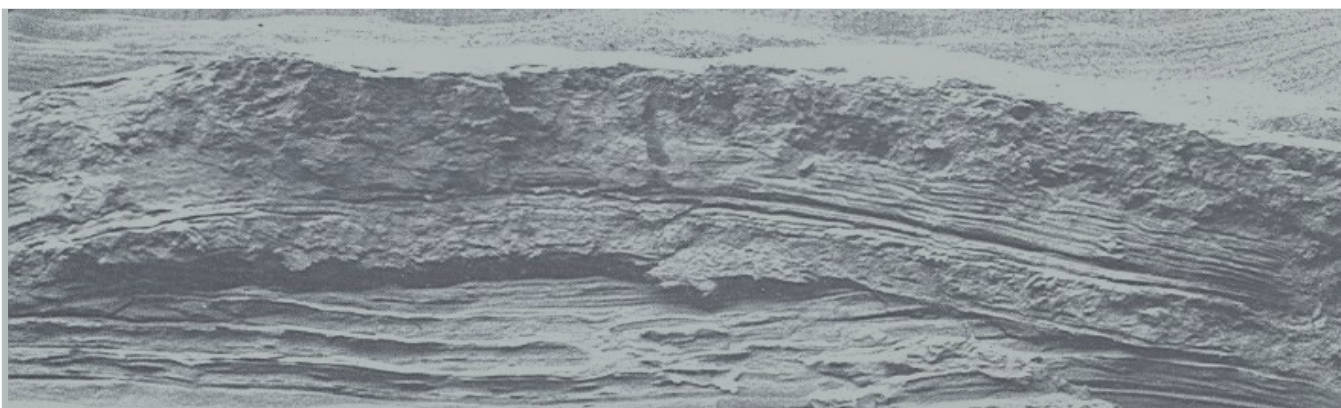




DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSER FOR BOLIG- OG NÆRINGSAREALER

Trondheim kommune

Metrobuss Lund

Oppdrag nr: 1350025503

Rapport nr. G-rap-002

Dato: 17.01.2018

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Trondheim	Sted Heimdal	UTM: Euref 89, sone 32 05667 70253
Byggherre			
Oppdragsgiver Trondheim kommune			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Rammeavtale 49007. Ktr nr 125.			
Antall sider 7	Tegn.nr 201 – 218	Vedlegg nr.	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

Trondheim kommune Metrobuss Lund

Rapport-tittel

Grunnundersøkelser for bolig- og næringsarealer. Datarapport

Oppdrag nr: 1350025503	Rapport nr: 02	Rev:	Dato: 17.01.2018	Kontr: <i>Inger Johanne M. Søreide</i> IJM
Oppdragsleder: Inger Johanne M. Søreide		Utarbeidet av: Trond Gilde <i>Trond Gilde</i>		

SAMMENDRAG

Trondheim kommune skal bygge ny holdeplass for Metrobuss på Lund. Prosjektet berører Tunnelvegen og Ringvålvegen, samt deler av området som er avgrenset av disse vegene. Tomta mellom Tunnelvegen og Ringvålvegen eies av IK Lykke Eiendom AS, og planlegges utnyttet til bolig- og næringsformål. Som grunnlag for geotekniske vurderinger av utbygging av veger for Metrobuss og etablering av bolig- og næringsarealer på Lykkes tomt, er det utført grunnundersøkelser.

Rapport 02 inneholder resultater av grunnundersøkelser for bolig- og næringsarealer.

Området består av ca. 3 – 4 m torv i toppen, med overgang til original grunn omkring kt. 150 – 151,5.

Undersøkelsene viser fast eller meget fast leire de øverste 7 - 12 m under torva, og fast eller middels fast leire eller silt videre i dybden. I punktene N1 og N8 er det middels fast leire i dybden fra ca. 14 – 16 m under terreng. Sonderingene indikerer at det kan være middels fast leire også i andre punkt, spesielt i punkt N2.

Det er ikke påvist sensitiv leire/sprøbruddmateriale ved noen av prøvetakingene, og det vurderes som lite sannsynlig at det er sammenhengende lag av sensitiv leire/sprøbruddmateriale i dybden i området.

Poretrykksmålinger indikerer grunnvann ca. 1 m under terreng.

Dybden til berg varierer mellom ca. 16 m og 28 m i borpunktene. Berget faller generelt av mot sør, men kan ligge mer horisontalt på søndre del av tomta. Det må regnes med betydelig større variasjoner i dybden til berg enn det som framgår av boringene.

INNHOOLD

1	INNLEDNING	4
1.1	Prosjekt.....	4
1.2	Oppdrag	4
1.3	Innhold	4
2	UNDERSØKELSER.....	4
2.1	Tidligere grunnundersøkelser	4
2.2	Feltundersøkelser	4
2.3	Laboratorieundersøkelser.....	5
2.4	Oppmåling	5
2.5	Resultater.....	5
2.6	Miljøforhold	5
3	GRUNNFORHOLD	6
3.1	Terreng	6
3.2	Løsmasse	6
3.3	Grunnvann.....	6
3.4	Berg	7

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
201		Oversiktskart	1:50 000
202		Situasjonsplan	1:1 000
203		Totalsondering hull N1 – N2	1:200
204		Totalsondering hull N3 – N4	1:200
205		Totalsondering hull N5 – N6	1:200
206		Totalsondering hull N7 – N8	1:200
207		Trykksondering CPTU hull N8	1:200
208		Borprofil hull N1	1:100
209		Borprofil hull N6	1:100
210		Borprofil hull N7	1:100
211		Borprofil hull N8	1:100
212		Ødometerforsøk hull N1, lab nr 03	
213		Ødometerforsøk hull N1, lab nr 07	
214		Ødometerforsøk hull N6, lab nr 14	
215		Ødometerforsøk hull N6, lab nr 16	
216		Ødometerforsøk hull N8, lab nr 26	
217		Ødometerforsøk hull N8, lab nr 28	
218A/B		Treaksialforsøk hull N8, lab nr 24	

TILLEGG

- I Feltundersøkelser
- II Laboratorieundersøkelser
- III Spesielle undersøkelser

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Trondheim kommune skal bygge ny holdeplass for Metrobuss på Lund. Prosjektet berører Tunnelvegen og Ringvålvegen, samt deler av området som er avgrenset av disse vegene.

Tomta mellom Tunnelvegen og Ringvålvegen eies av IK Lykke Eiendom AS. Tomta planlegges utnyttet til bolig- og næringsformål.

1.2 Oppdrag

Rambøll skal gjøre geotekniske vurderinger av utbygging av vegar og plasser for Metrobuss, og etablering av bolig- og næringsarealer på Lykkes tomt. Vurderingene gjøres i forbindelse med reguleringsplan, men skal gi et noe mer detaljert grunnlag for prosjektering av vegar.

Det kan bli aktuelt med noe mer detaljerte undersøkelser i forbindelse med selve utbyggingen, spesielt for utbygging for bolig- og næringsformål.

Som grunnlag for de geotekniske vurderinger er det utført grunnundersøkelser.

1.3 Innhold

Rapport 02 inneholder resultater av grunnundersøkelser for bolig- og næringsformål.

Undersøkelser for vegar og plasser er presentert i rapport 01. Geotekniske vurderinger vil bli gitt i rapport 03.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det er tidligere utført flere grunnundersøkelser i området. De viktigste undersøkelsene er presentert i følgende rapporter:

- | | |
|---------------------|--|
| • Trondheim kommune | Rapport R.449 Kryssområde Kongsvegen-Ringvålvegen av 13.3.79 |
| • Trondheim kommune | Rapport R.547 Rekkehusområde Kongsvegen-Ringvålvegen av 12.11.80 |
| • Trondheim kommune | Rapport R.567 Fotgjengerundergang Ringvålvegen av 18.3.81 |
| • Trondheim kommune | Rapport R.753 Lund-Kattem av 27.11.89 |
| • Rambøll | Rapport 6100269-4 Vannledning Benna-Heimdal av 16.11.2011 |

2.2 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene er utført 22.11 – 12.12.2017 etter boreplan fra Rambøll. Det er hovedsakelig benyttet hydraulisk borerigg Geotech 605D. Følgende boringer er utført:

- 8 totalsonderinger inntil ca. 28 m dybde i løsmasse, og inntil 2 m i berg.
- Opptak av 30 uforstyrrede Ø54 mm prøver fra til sammen 4 hull.
- Torvdybdesondering ved skovlboring i de samme 4 hull.
- 1 trykksondering CPTU til 22,5 m dybde.
- Poretrykksmåling i 2 punkt.

Feltundersøkelsene er nærmere beskrevet i tillegg I.

2.3 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er klassifisert, og det er utført rutineundersøkelser av romvekt, vanninnhold og udrenert skjærfasthet på alle uforstyrrete prøver.

På 6 prøver er det utført ødometerforsøk CRS for kartlegging av grunnens setningsegenskaper.

Det er utført treaksialforsøk på 2 prøver fra ett hull for vurdering av grunnens effektive skjærstyrke.

Laboratorieundersøkelsene er nærmere beskrevet i tillegg II og III.

2.4 Oppmåling

Borpunktene er satt ut og innmålt av Rambøll.

Koordinater og høyder på borpunkter er gitt i tabell 1. Referanse Euref 89, sone 32, med vertikalt datum NN 2000.

Tabell 1. Koordinater på borpunkter.

Punkt	Nord	Øst	Høyde
N1	7025363.1	566665.3	155.2
N2	7025374.2	566688.1	154.9
N3	7025340.1	566664.8	155.3
N4	7025354.3	566684.9	155.4
N5	7025365.9	566706.2	155.3
N6	7025305.1	566669.5	154.5
N7	7025325.4	566688.0	155.1
N8	7025349.5	566704.3	155.1

Plassering av borpunktene er vist på situasjonsplanen, tegning 202.

2.5 Resultater

Resultatet av totalsonderingene er vist på tegning 203 - 206. Trykksonderingen er vist på tegning 207.

Rutineundersøkelser av prøvene er vist i borprofilene, tegning 208 - 211. Ødometerforsøkene er vist på tegning 212 - 217, og treaksialforsøkene er vist på tegning 218 (2 sider).

2.6 Miljøforhold

Miljøaspekter

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 lovpålagte miljøkrav samt øvrige miljøaspekter som er relevante for det enkelte oppdrag.

Rambøll har egne rutiner for vurdering og håndtering av evt. hendelser som angår miljøforhold ved utførelse av grunnundersøkelser. Mulige kritiske miljøaspekter identifiseres og det utarbeides egne oppdragsspesifikke HMS- og SJA-planer/-prosedyrer. I alle boreoppdrag er det lagt vekt på rask og enkel kommunikasjon mellom den ansvarlige boreleder og ansvarlig geoteknikker/saksbehandler. Disse forhold dokumenteres i en egen boredagbok som følger hvert enkelt boreoppdrag.

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

- **Utslipp**

Grunnundersøkelser med borerigg medfører normale avgassutslipp til luft. En liten oljelekkasje fra boreriggen ved undersøkelsen ble tettet på verksted underveis i oppdraget. Det har ellers ikke vært uhell eller feil på utstyr som har påført omgivelsene skader.

- **Støy**

Grunnundersøkelsene er utført i et område trafikkert med bl.a. tyngre kjøretøy, og innenfor normal arbeidstid, og vurderes derfor ikke å ha påført omgivelsene urimelig støybelastning

- **Rystelser**

Grunnundersøkelser med borerigg gir normalt ikke målbare rystelser på omkringliggende konstruksjoner.

- **Forurensset grunn**

Tiltaket/planområdet ligger ikke i et allerede registrert aktsomhetsområde for forurensset grunn. Det er ikke visuelt registrert forurensede masser ved utførelse av feltundersøkelser eller åpning av prøver i laboratoriet.

- **Kulturminner**

Forekomster av registrerte kulturminner er sjekket i forbindelse med oppstart av grunnundersøkelsene. Det er/er ikke kjente kulturminner på eiendommen/planområdet.

- **Kundens egne miljøambisjoner**

Metrobussprosjektet er en del av Miljøpakken, hvor målet er nullvekst i biltrafikken.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Terreng

Tomta for bolig- og næringsformål er flat, og ligger inntil ca 2 m høyere enn omkringliggende veger. Målt terrengnivå i borpunktene varierer mellom kt. 154,5 og 155,4.

3.2 Løsmasse

I prøvetakingspunktene er det påvist torv ned til 3,2 – 3,9 m dybde. Totalsonderingene indikerer generelt at de øverste ca. 3 – 4 m består av torv. Overgangen til original grunn ser ut til å ligge omkring kt 151 – 151,5 under det meste av bolig- og næringsarealet, muligens noe lavere (ca. kt 150) ved Tunnelvegen lengst sør.

Totalsonderingene indikerer fast leire de øverste 7 - 12 m under torva. Videre indikeres fast og middels fast leire.

Prøvetakingene bekrefter at det er fast eller meget fast leire i de øvre lag. I punktene N1 og N8 er det påvist middels fast leire i dybden fra ca. 14 – 16 m under terreng. Sonderingene indikerer at det kan være middels fast leire i dybden også i andre punkt, spesielt i punkt N2, men dette er ikke dokumentert ved prøvetaking.

Det er ikke påvist sensitiv leire/sprøbruddmateriale ved noen av prøvetakingene. Sonderingen i N2 kan indikere sensitiv leire, men det er etter vår vurdering lite sannsynlig at det er større sammenhengende lag av sensitiv leire/sprøbruddmateriale i dybden i området.

3.3 Grunnvann

Det er utført poretrykksmålinger i punkt N3 og N5 med hydrauliske poretrykksmålere. Måleresultatene er gitt i tabell 1. Grunnvannsnivå er angitt for antatt hydrostatisk poretrykksøkning i dybden, en rimelig antagelse i og med at området stort sett er flatt.

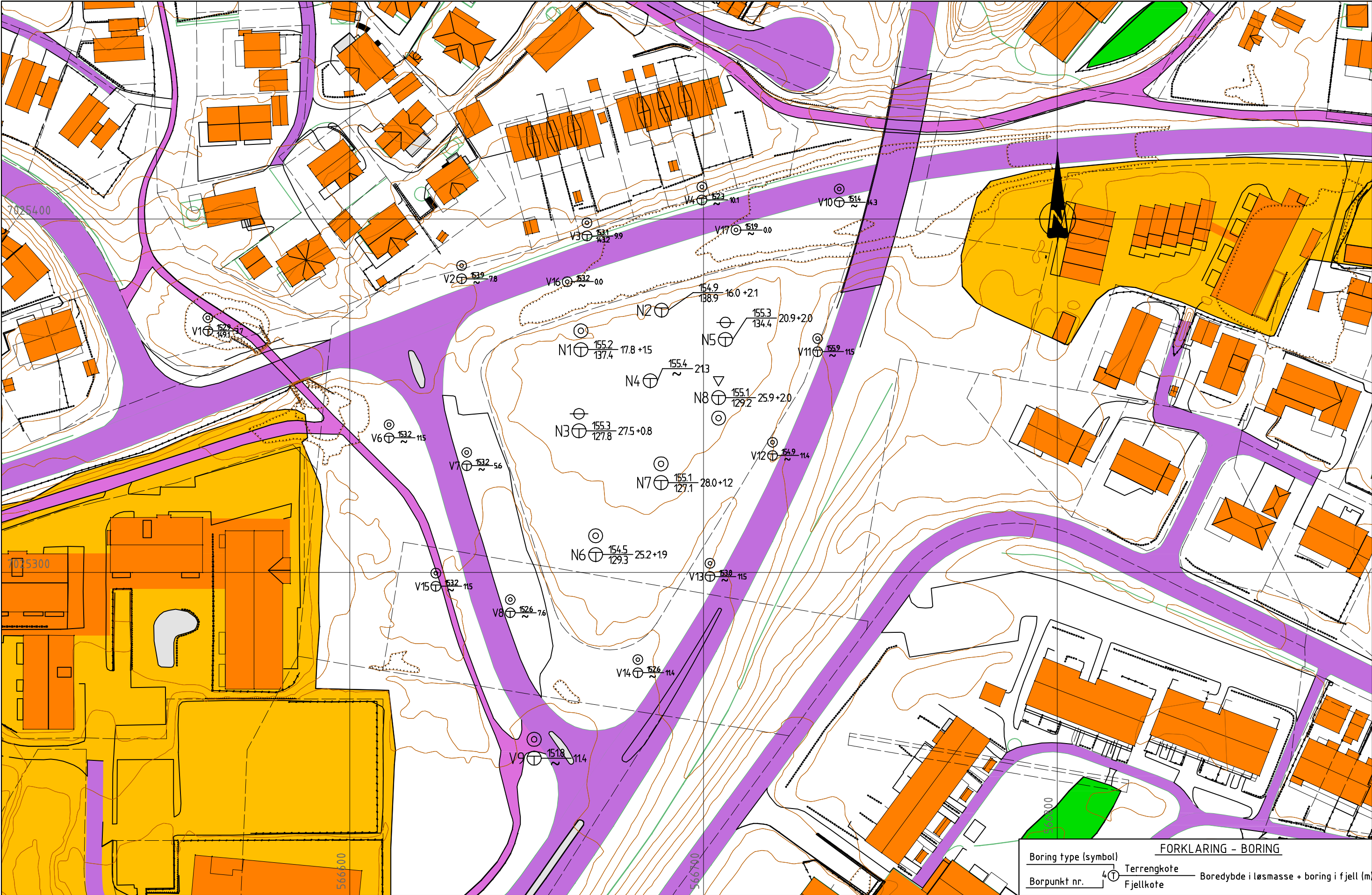
Tabell 1. Poretrykksmålinger

Punkt	Måler dybde	Terr.kt. måler	Dato: 01.12.2017		Dato: 12.12.2017		Dato: 17.01.2018	
			Vanndybde under terr.	Vanndybde under terr.	Vanndybde under terr.	Kote GV	Vanndybde under terr.	Kote GV
N3	8 m	155,18	0,32 m	0,62 m	0,62 m	154,5	1,00 m	154,2
N5	7 m	155,33	0,22 m	0,97 m	0,97 m	154,4	1,00 m	154,3

3.4 Berg

7 av boringene er avsluttet med boring 0,5 – 2 m i antatt berg. Dybden til berg varierer mellom ca. 16 m og 28 m. Berget faller generelt av mot sør, men kan ligge mer horisontalt på søndre del av tomte. Det må regnes med betydelig større variasjoner i dybden til berg enn det som framgår av boringene.

For nærmere detaljer vedrørende grunnforholdene vises det til rapportens tegninger.



00	15.01.2018		AKM	TGE	TGE
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL

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

OPPDRAG

Metrobuss Lund

OPPDRAGSGIVER

Trondheim kommune

INNHOOLD

SITUASJONSPLAN

⊕ Totalsondering

⊙ Prøveserie ⊖ Piezometer

▽ Trykksondering (CPTU)

Boring type (symbol)

⊕

Terrengkote

Borpunkt nr.

4

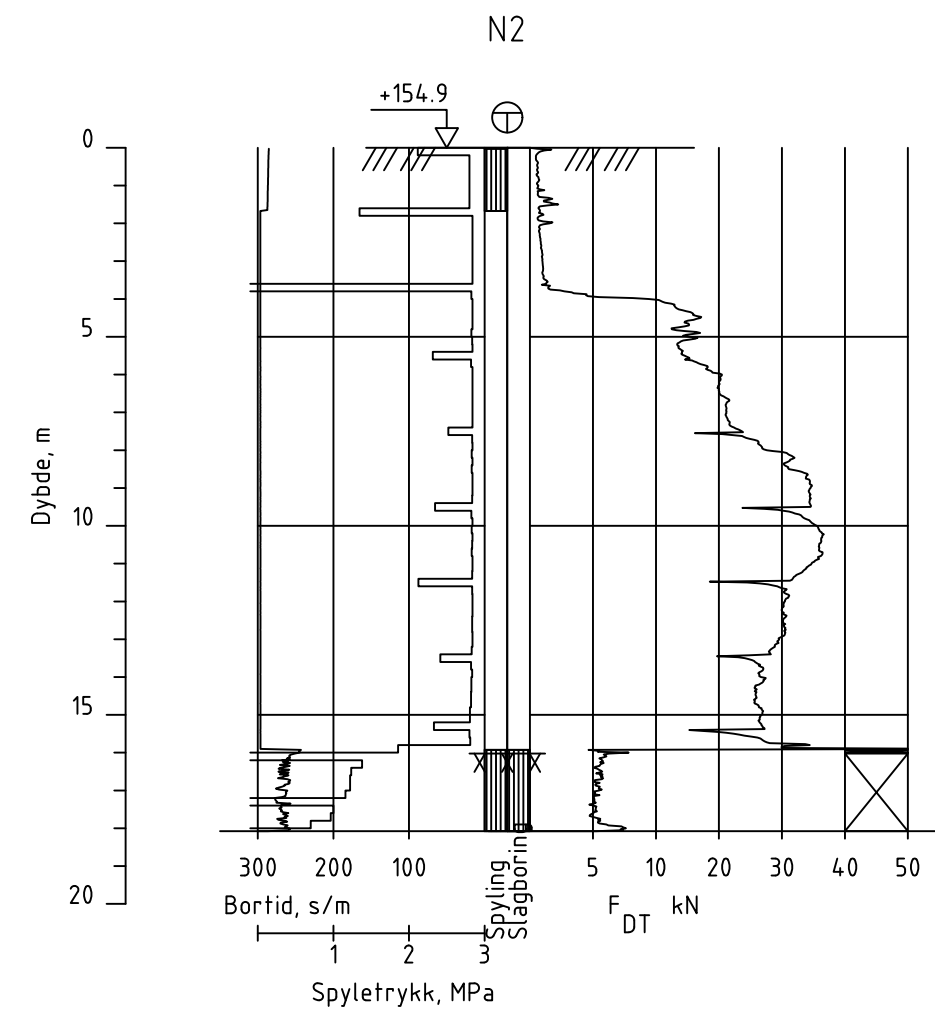
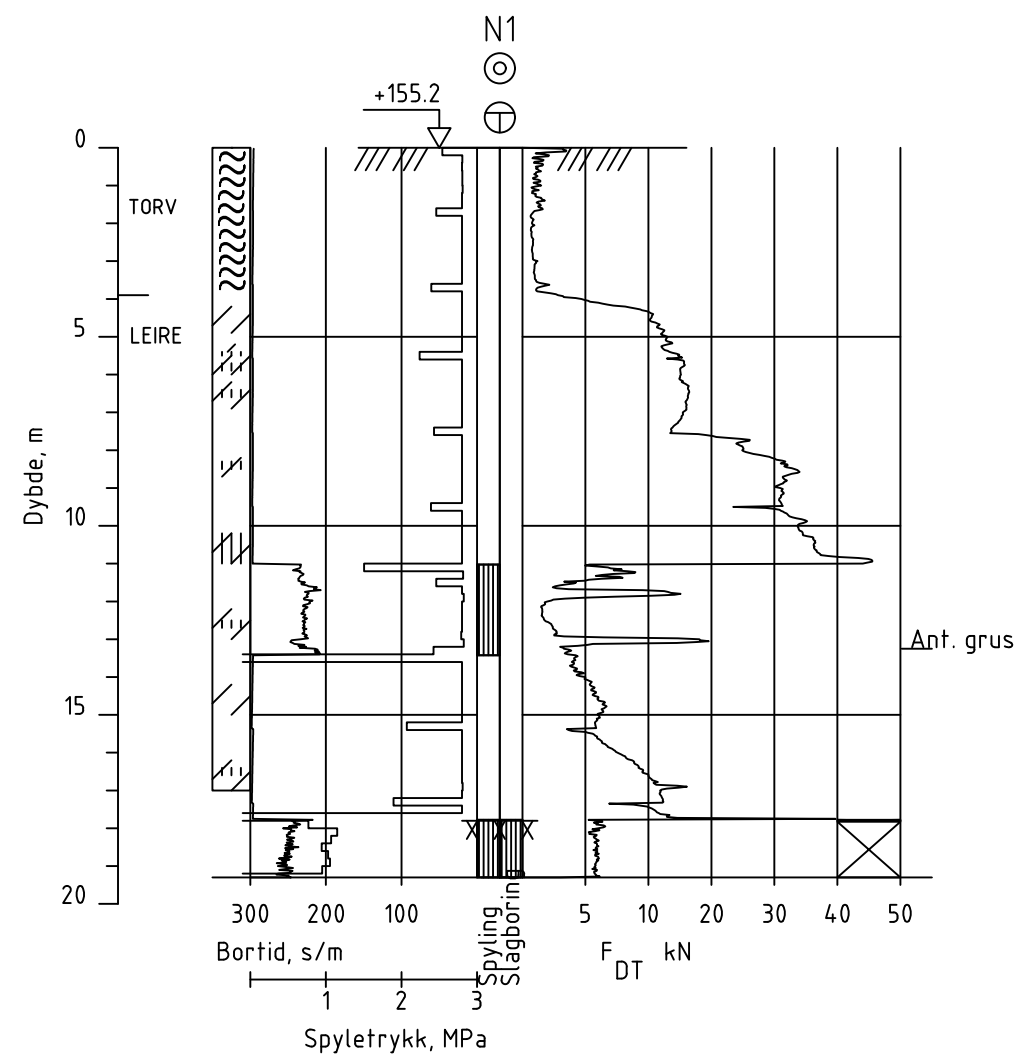
Fjellkote

FORKLARING - BORING

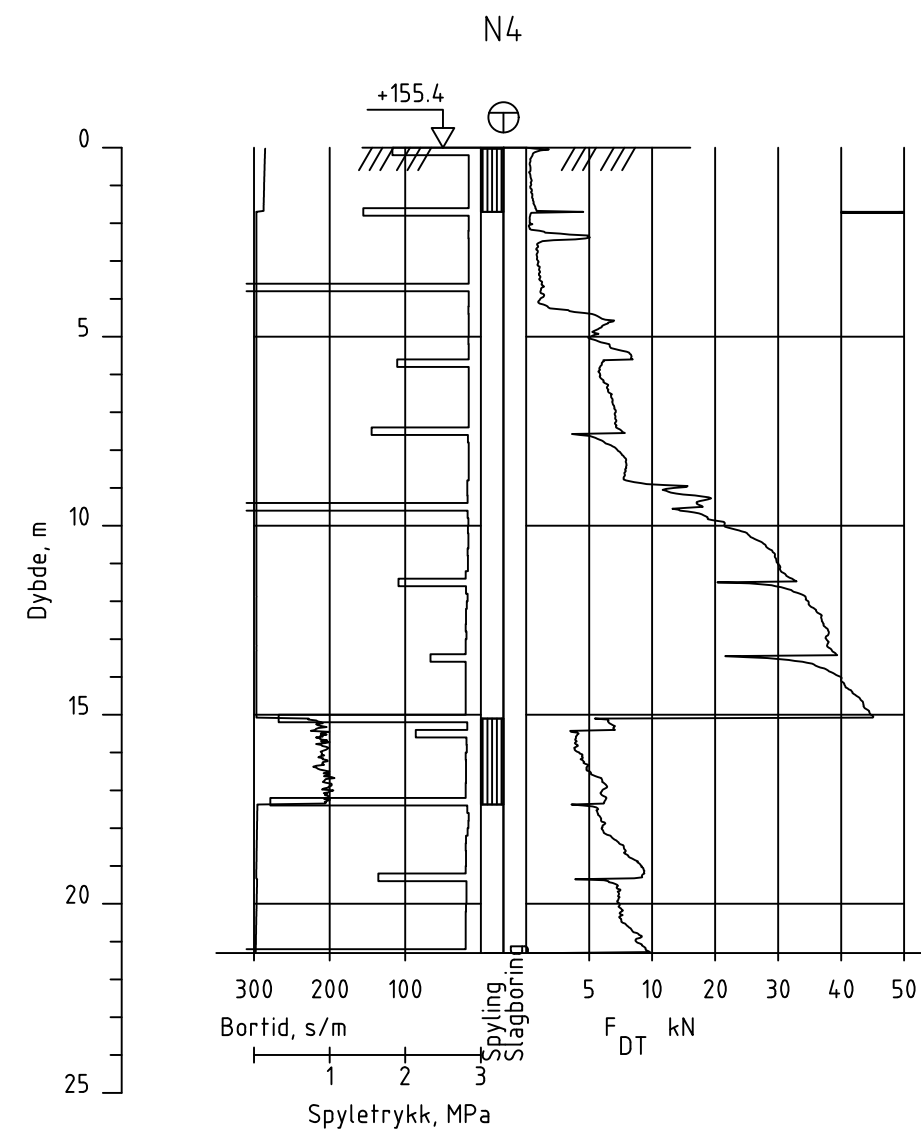
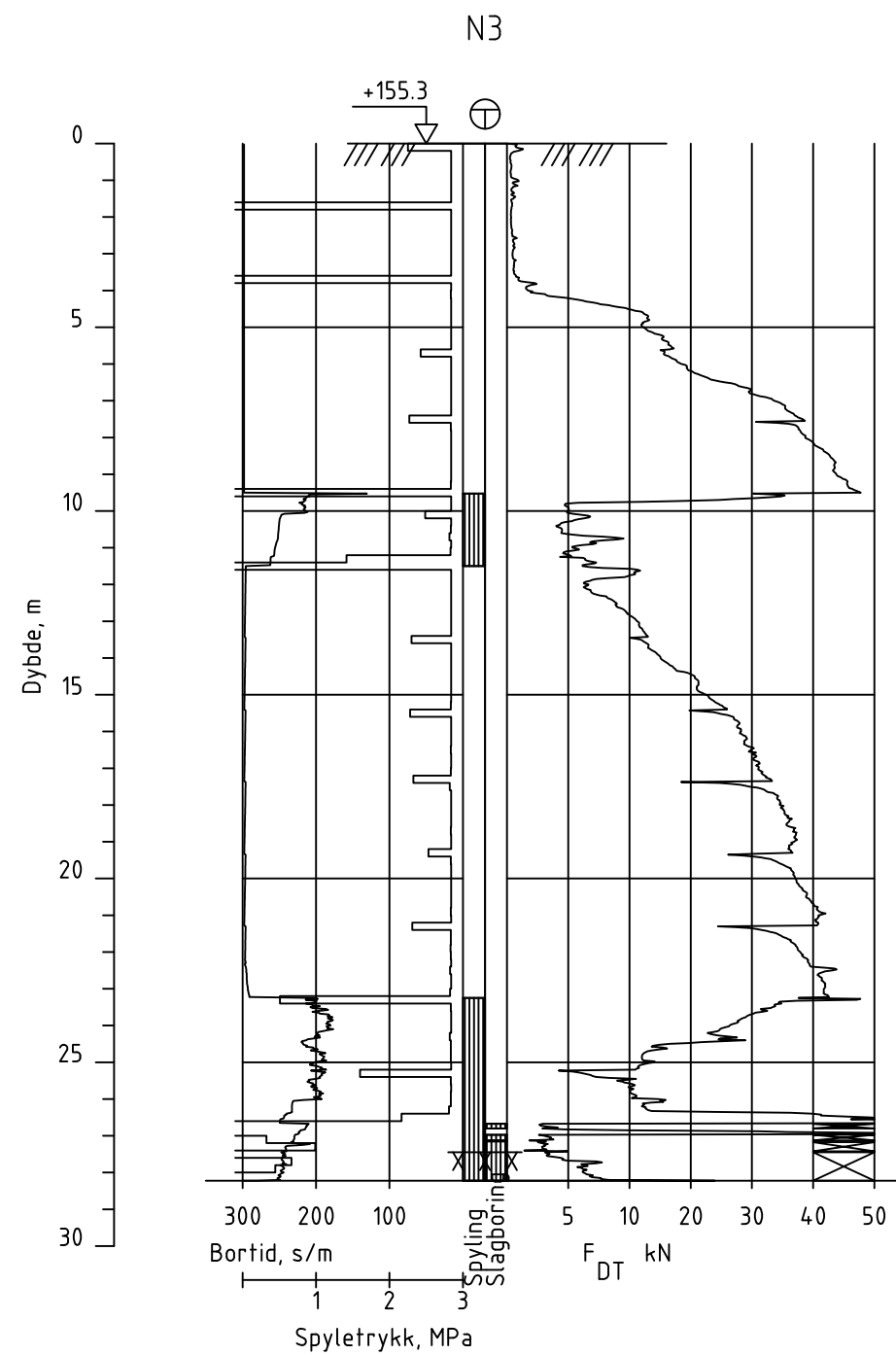
Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350025503	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
202		0	

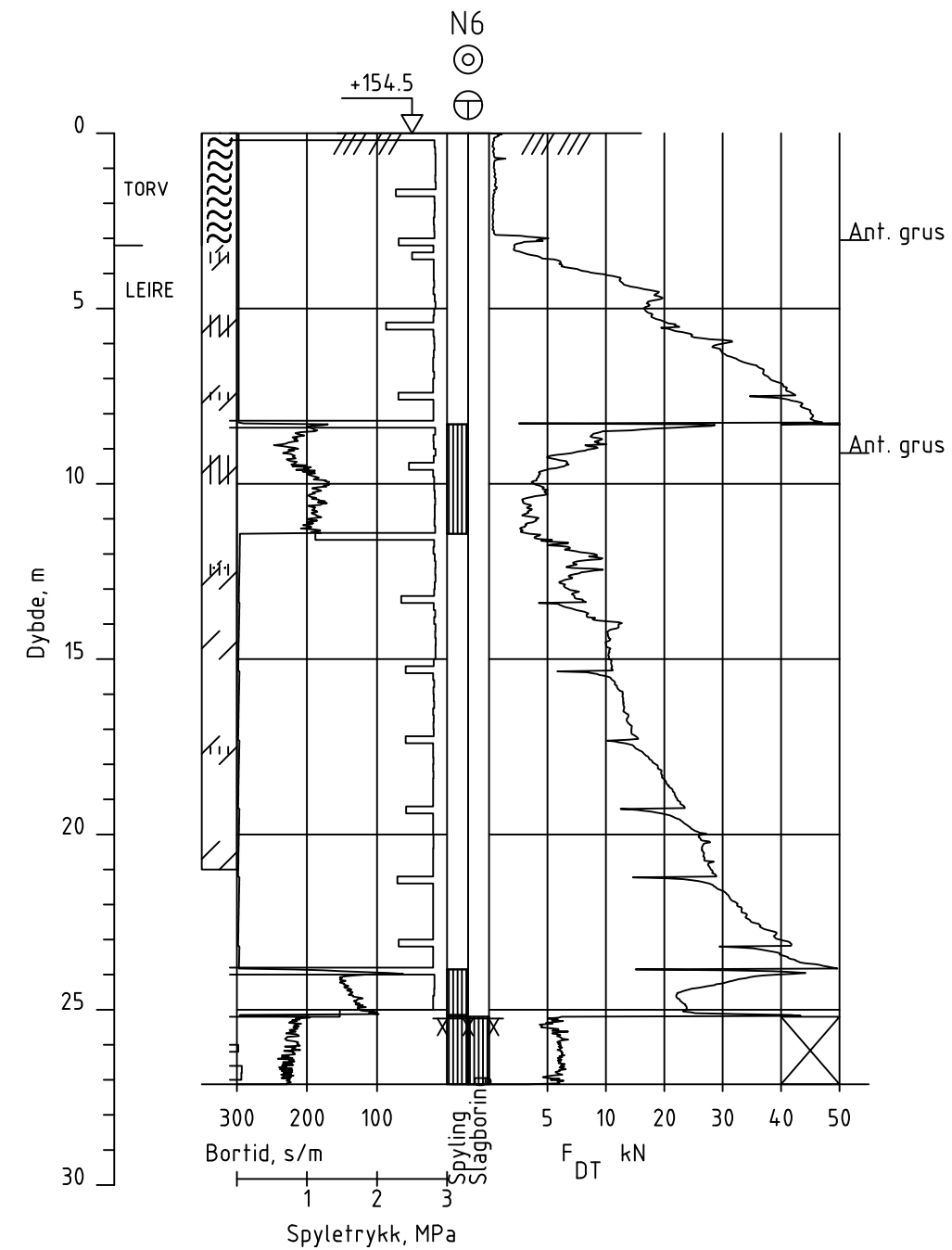
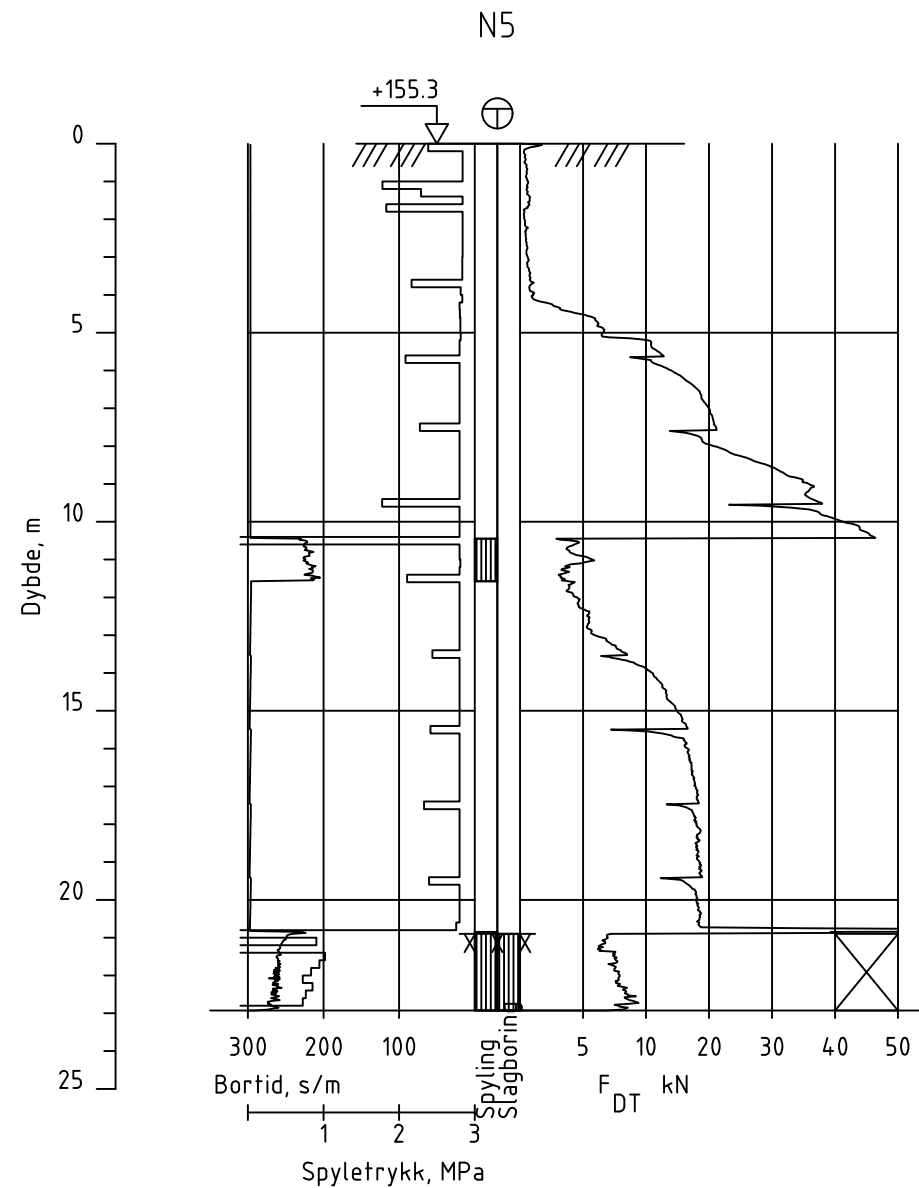
Boring type (symbol)				FORKLARING - BORING			
Borpunkt nr.		⊕	Terrengkote	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)			
		4	Fjellkote				



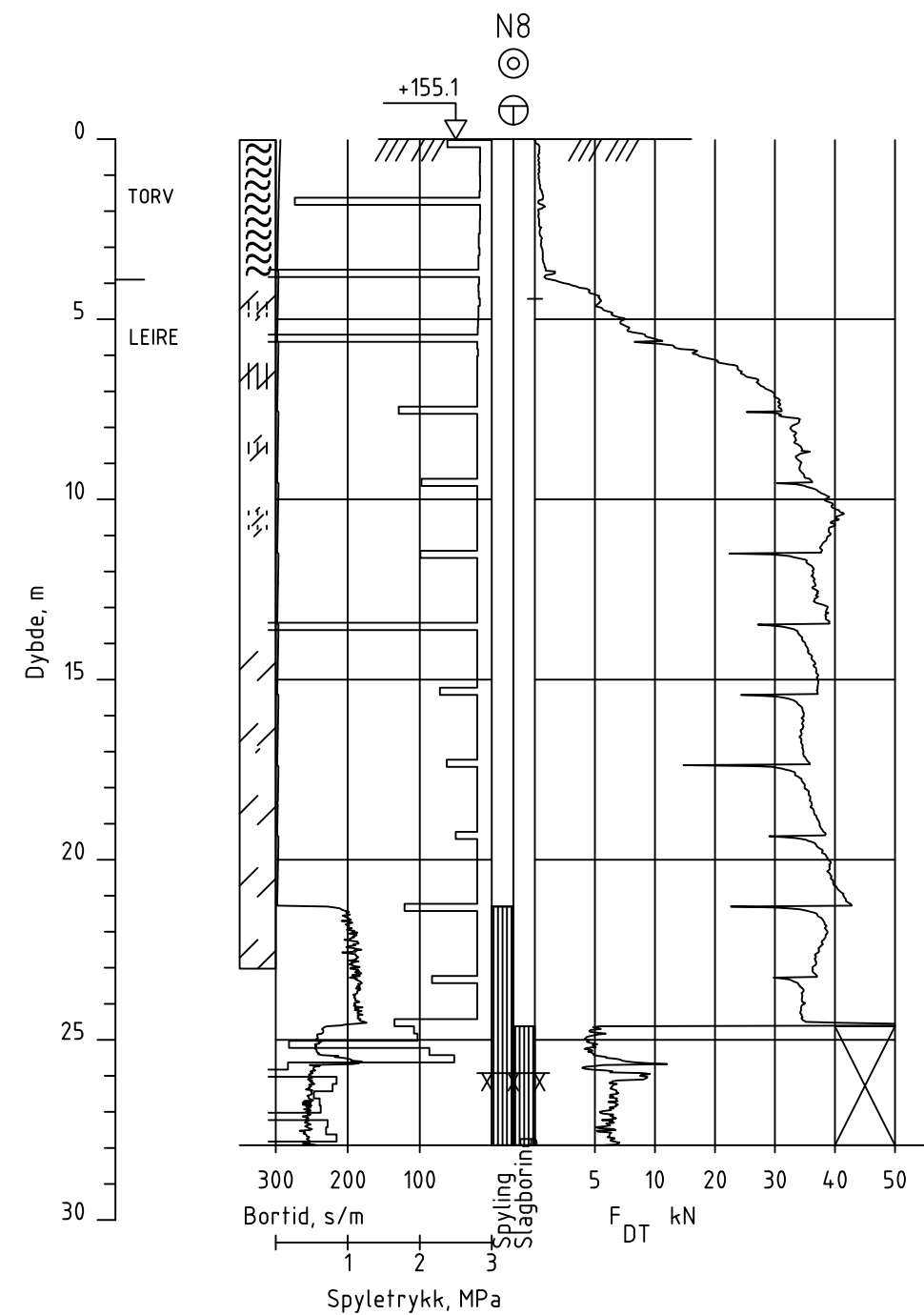
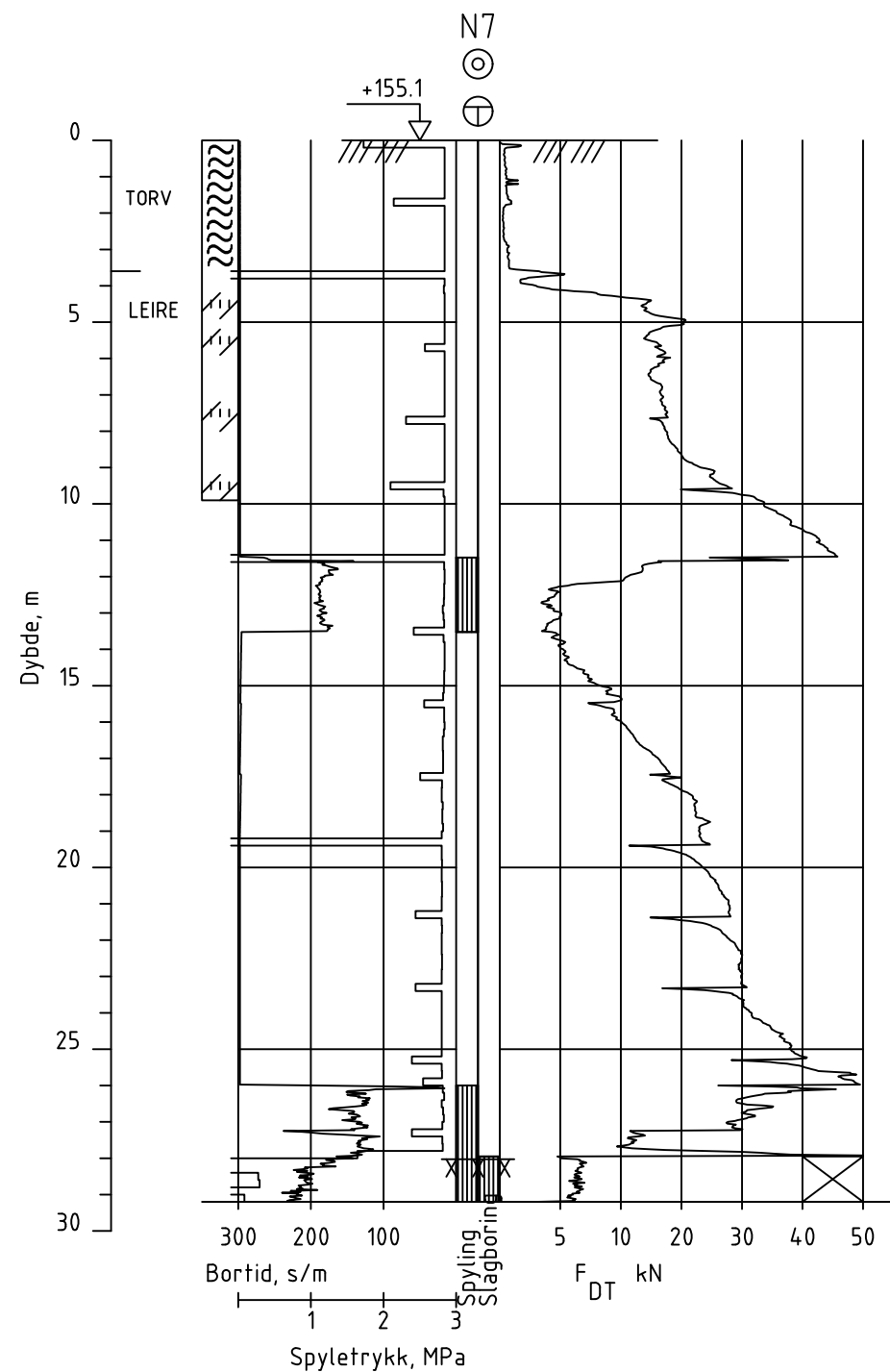
						 Rambøll i Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no	OPPDRAG		INNHOLD <u>BORERESULTATER N1 - N2</u> ⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV	
00	15.01.2018		AKM	TGE	TGE		Metrobuss Lund			1350025503	1:200	01	01	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		OPPDRAGSGIVER	TEGNING NR.					REV.	
TEGNINGSSTATUS							Trondheim kommune	203					0	



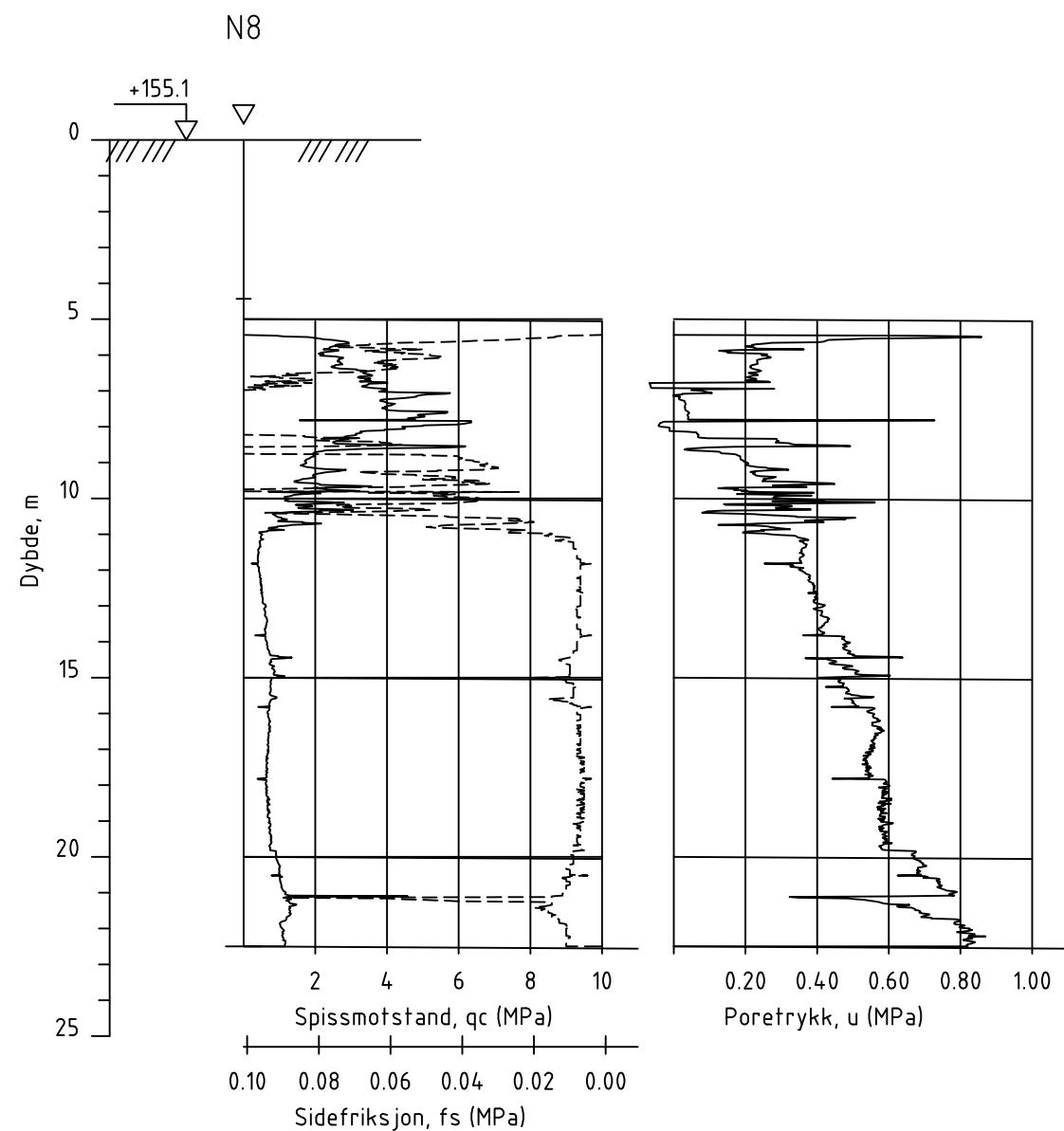
						 Rambøll i Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no	OPPDRAG	INNHOLD BORERESULTATER N3 - N4 ⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
00	15.01.2018		AKM	TGE	TGE		Metrobuss Lund		1350025503	1:200	01	01
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		OPPDRAGSGIVER Trondheim kommune		TEGNING NR.		REV.	
TEGNINGSSTATUS									204		0	



						 Rambøll i Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no	OPPDRAG	INNHold	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
							Metrobuss Lund	<u>BORERESULTATER N5 - N6</u>	1350025503	1:200	01	01
00	15.01.2018		AKM	TGE	TGE		OPPDRAGSGIVER	⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie	TEGNING NR.		REV.	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		Trondheim kommune		205		0	
TEGNINGSSTATUS												



						 Rambøll i Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no	OPPDRAG Metrobuss Lund	INNHold <u>BORERESULTATER N7 - N8</u> ⊕ Totalsondering ⊗ Prøveserie	OPPDRAG NR. 1350025503	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01	
00	15.01.2018		AKM	TGE	TGE		OPPDRAGSGIVER Trondheim kommune		TEGNING NR. 206		REV. 0		
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ								
TEGNINGSSTATUS													



						RAMBOLL	OPPDRAG	INNHOLD	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
						Rambøll i Norge AS	Metrobuss Lund	BORERESULTATER	1350025503	1:200	01	01
00	15.01.2018		AKM	TGE	TGE	P.b. 9420 Torgarden	OPPDRAGSGIVER	▽ Trykksondering (CPTU)			TEGNING NR.	REV.
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	7493 Trondheim	Trondheim kommune				207	0
TEGNINGSSTATUS						TLF: 73 84 10 00						
						www.ramboll.no						

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	TORV	~											
	LEIRE	~											
10	små planterester	~	01		•			21.0					->245.0
		~			•			21.2					->270.0
		~			•								->260.0
	tynne siltlag/lommer delvis siltig, enkelte gruskorn	~	02		•			20.2					->245.0
		~			•			21.4					->193.0
		~			•								(->175.0)
	delvis siltig, sand og gruskorn	~	03	Ø	•			19.2					->275.0
		~			•			21.4					(->150.0)
15		~			•								(->183.0)
	sandkorn, enkelte gruskorn, delvis siltig	~	04		•			20.5					->175.0
		~			•			21.7					->263.0
		~			•								->190.0
	siltig	~	05		•			21.0	▼		▼		6
		~			•			21.0	▼		▼		9
	delvis siltig, sand og gruskorn	~	06		•			20.8		▼		▼	4
		~			•			20.9	▼		▼		6
20	sand og gruskorn	~	07	Ø	•			20.8					->123.0
		~			•			21.0			○		▼
20	delvis siltig, mye sand og gruskorn	~	08		•			20.4	▼	○	○		(8)
		~			•			20.7	▼	○	○		(7)

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	TORV	~											
	delvis siltig,siltlag/lommer,sand og små gruskorn små planterester,mesf øversf	~	09					20.1 20.8	▼	☉	▼	->123.0	4
	LEIRE												
	siltig,enkelte små gruskorn	~	10					20.5 20.3	▼	▼	▼	->194.0	3 2
10	delvis siltig,sand og enkelte små gruskorn	~	11					21.1 21.1				->130.0 ->103.0 ->135.0	
	siltig	~	12					21.3 21.5		▼	▼	->208.0	2 2
	delvis siltig,siltlag/lommer,sand og enkelte små grusk enkelte små humusflekker og små skjellrester	~	13					20.8 21.2	▼	☉	(▼)	->123.0	6
	sand og gruskorn	~	14					20.8 20.8	▼	☉	▼		4
15	delvis siltig,sand og små gruskorn	~	15					20.5 20.8	▼	☉	▼		5
	sand og gruskorn	~	16					20.6 20.7	▼	☉	▼		4 5
20													
25													
30													

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

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p ————— w_L

T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Andre forsøk:

K= Kornfordeling

						Oppdrag nr. 1350025503Målestokk: 1:100	Status: Datarapport	 Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no Tegning nr. Rev.
						Metrobuss Lund		
						Trondheim kommune		
						BORPROFIL HULL NR.: N6		
						TERRENGHØYDE: +154.5 PRØVETYPE: 54mm		
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj			
0	15.01.2018		AKM	TGE	TGE			

209

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjørfasthet (C_u) i kPa				S_t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
	TORV	~ ~ ~ ~ ~											
5	LEIRE, delvis siltig	11	17		•			21.5 21.0				->235.0 ->335.0 ->275.0	
	sand og små gruskorn	11	18		•			21.2 21.2				->215.0 ->267.0 ->170.0	
	små gruskorn	11	19		•			20.8 21.0	▼	▼		->148.0	2
					•				▼	▼			2
10	sand og gruskorn	11	20		•			21.3 21.3				->180.0 ->255.0 ->145.0	
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

0	15.01.2018		AKM	TGE	TGE
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350025503 Målestokk: 1:100

Status: Datarapport

Metrobuss Lund
Trondheim kommune

BORPROFIL HULL NR.: N7

TERRENGHØYDE: +155.1 PRØVETYPE: 54mm



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

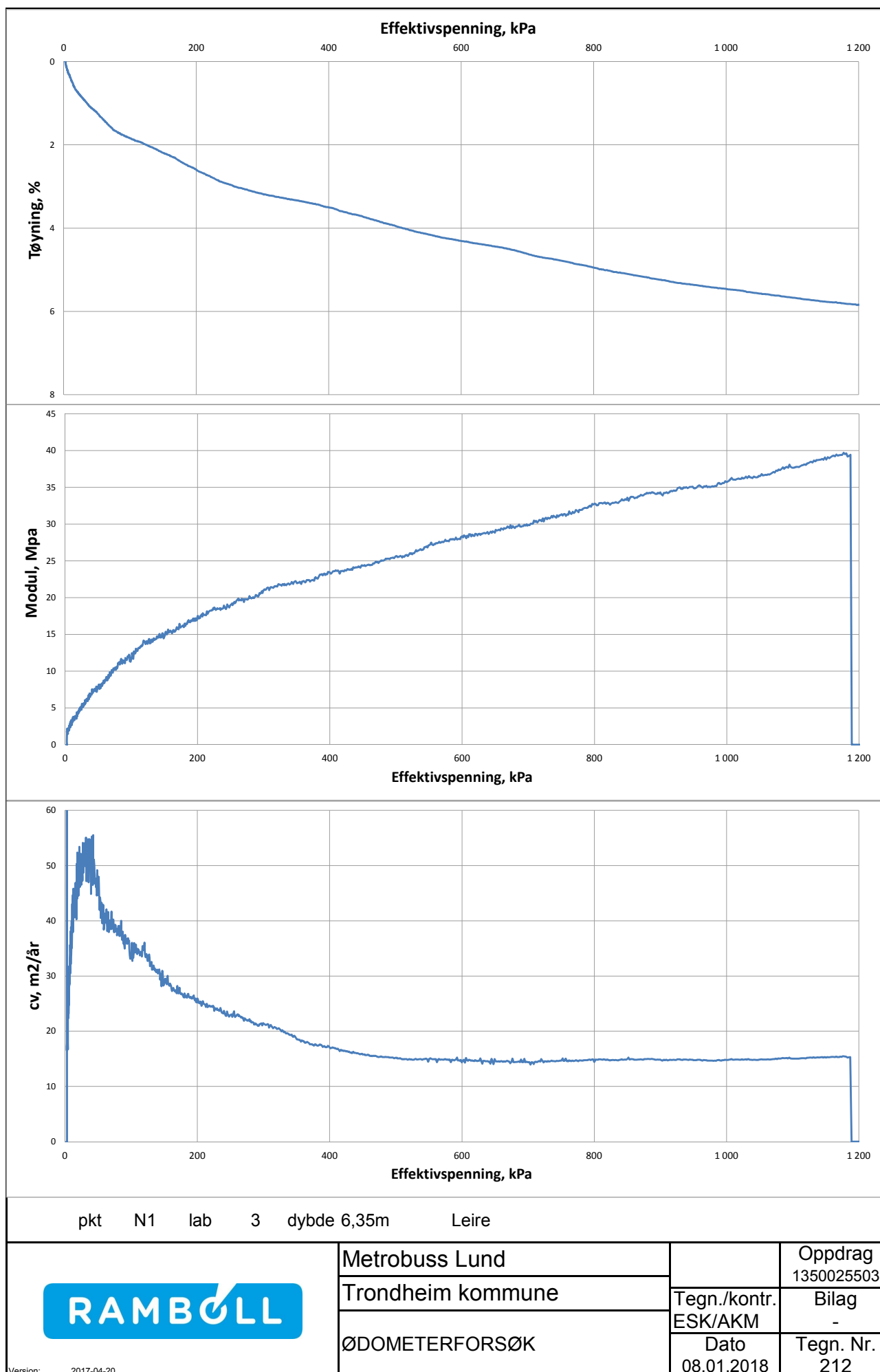
Tegning nr.

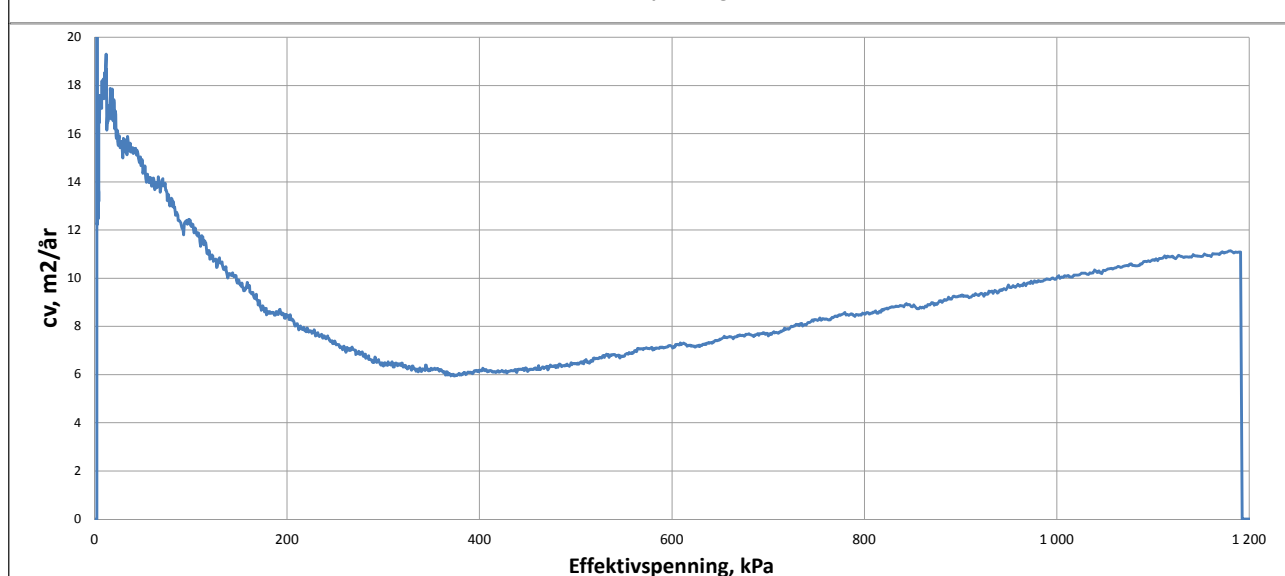
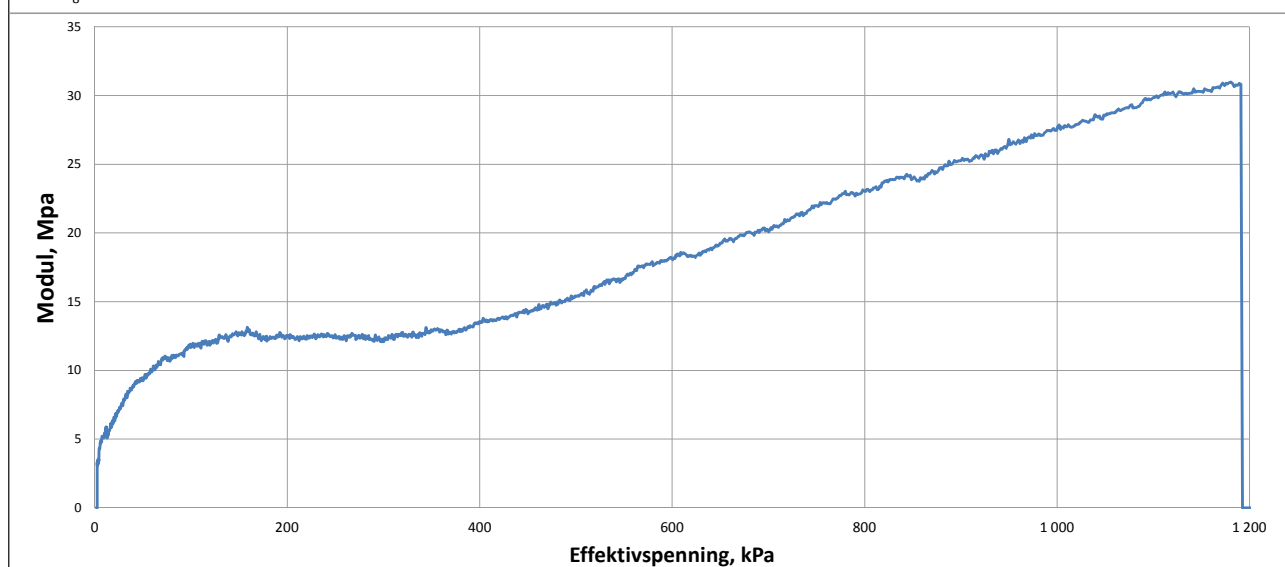
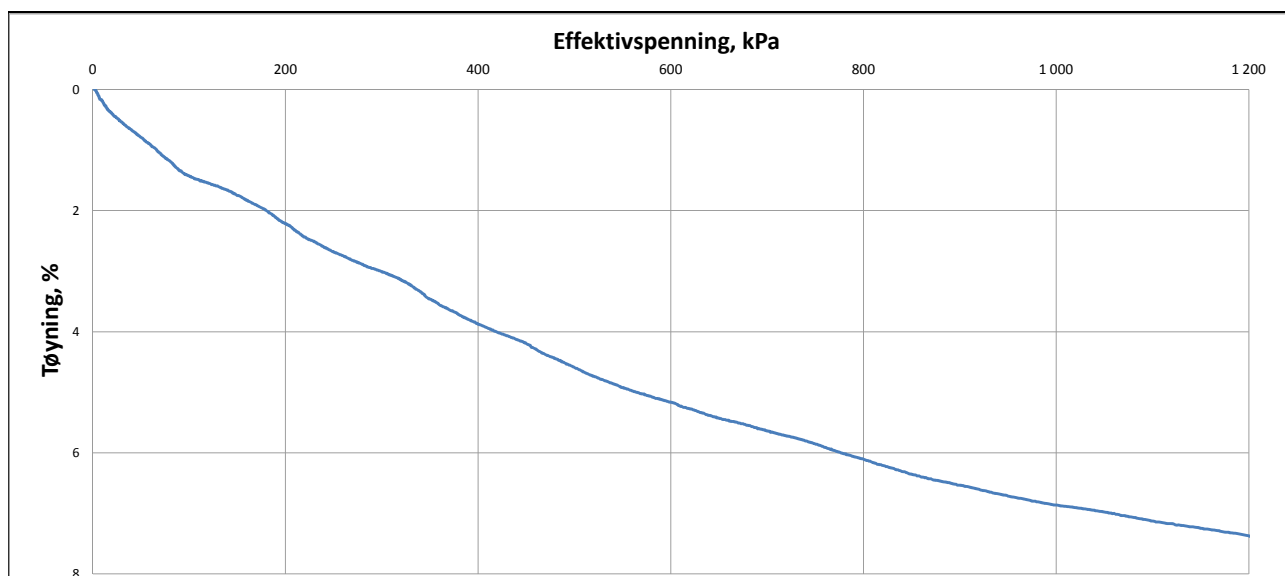
Rev.

210

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i % 10 20 30 40	γ kN/m³	Skjærfasthet (C_u) i kPa 20 40 60 80	S t
	TORV	~ ~ ~ ~ ~					
5	delvis siltig,siltlag/lommer,planterester	[Symbol]	21	[Data]	20.7 20.9	->135.0 ->145.0	
	LEIRE,sand og gruskorn	siltig [Symbol]	22	[Data]	21.5 21.4	[Data] (<->339.0)	1 (1)
	delvis siltig,tynne siltlag/lommer	[Symbol]	23	[Data]	20.5 21.1	->190.0 ->157.0 ->130.0	
10	mye siltlag/lommer,enkelte gruskorn uregelmessig lagdeling	[Symbol]	24 T	[Data]	20.8 21.1	[Data]	7 6
15		[Symbol]	26 Ø	[Data]	19.7 19.6	[Data]	7 11
		[Symbol]	27	[Data]	20.6 20.6	[Data]	8 7
		[Symbol]	28 Ø	[Data]	20.0 20.4	[Data]	11 10
20		[Symbol]	29	[Data]	20.2 20.6	[Data]	8 9
		[Symbol]	30	[Data]	20.4 20.8	[Data]	6 7
25							
30							
Enkelt trykkforsøk : [Symbol] (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽ Penetrometerforsøk □ Konsistensgrense w_p ———— w_L Andre forsøk: T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk K= Kornfordeling							
				Oppdrag nr. 1350025503Målestokk: 1:100 Status: Datarapport		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	
				Metrobuss Lund Trondheim kommune			
				BORPROFIL HULL NR.: N8			
				TERRENGHØYDE: +155.1 PRØVETYPE: 54mm		211	
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj	Tegning nr. Rev.	
0	15.01.2018		AKM	TGE	TGE		





pkt N6 lab 14 dybde 14,6 Leire



Metrobuss Lund

Trondheim kommune

ØDOMETERFORSØK

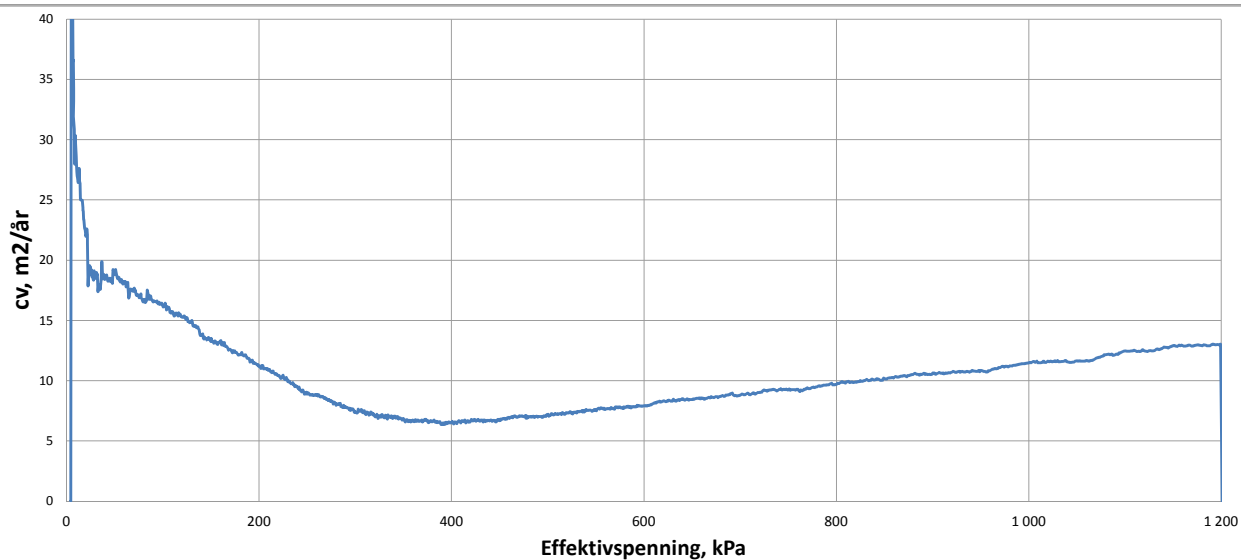
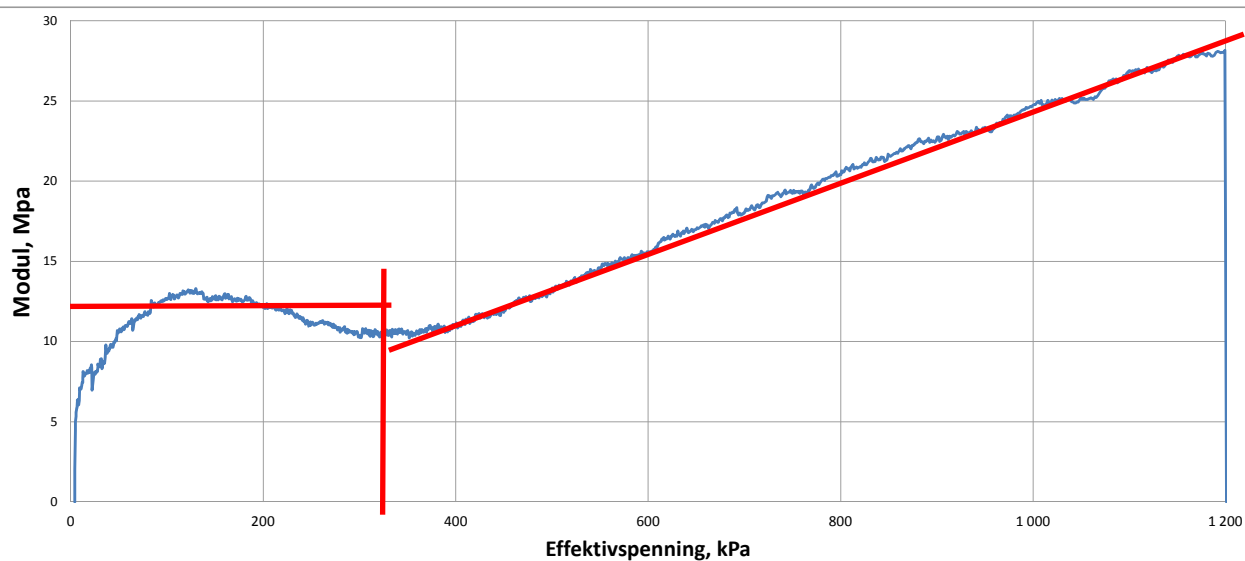
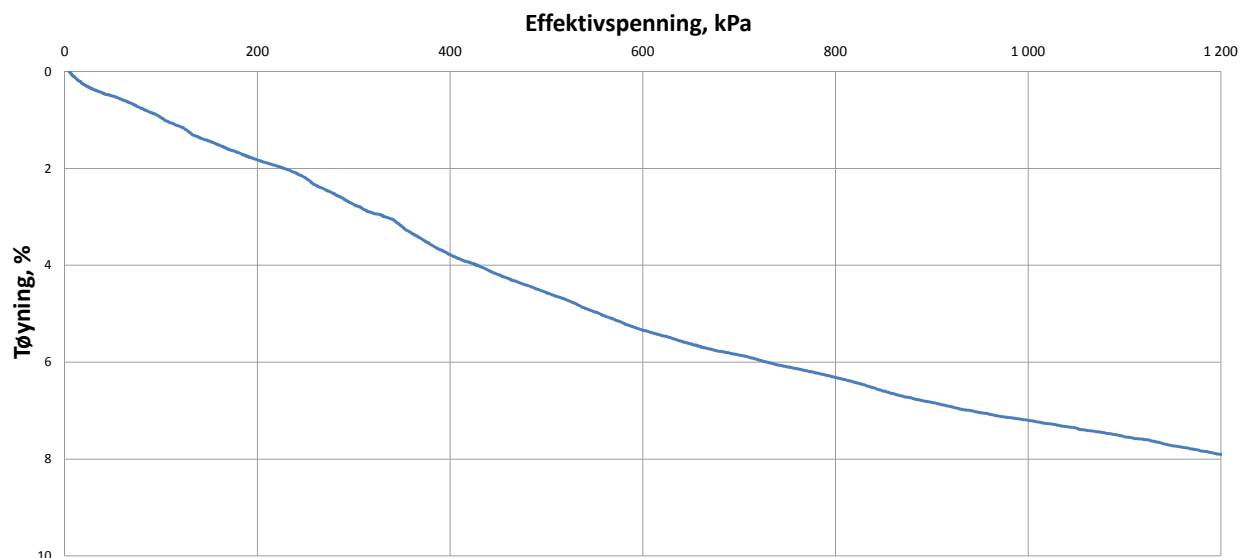
Oppdrag
1350025503

Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
08.01.2018

Bilag
-

Tegn. Nr.
214



pkt N6 lab 16 dybde 20,60m Leire



Metrobuss Lund

Trondheim kommune

ØDOMETERFORSØK

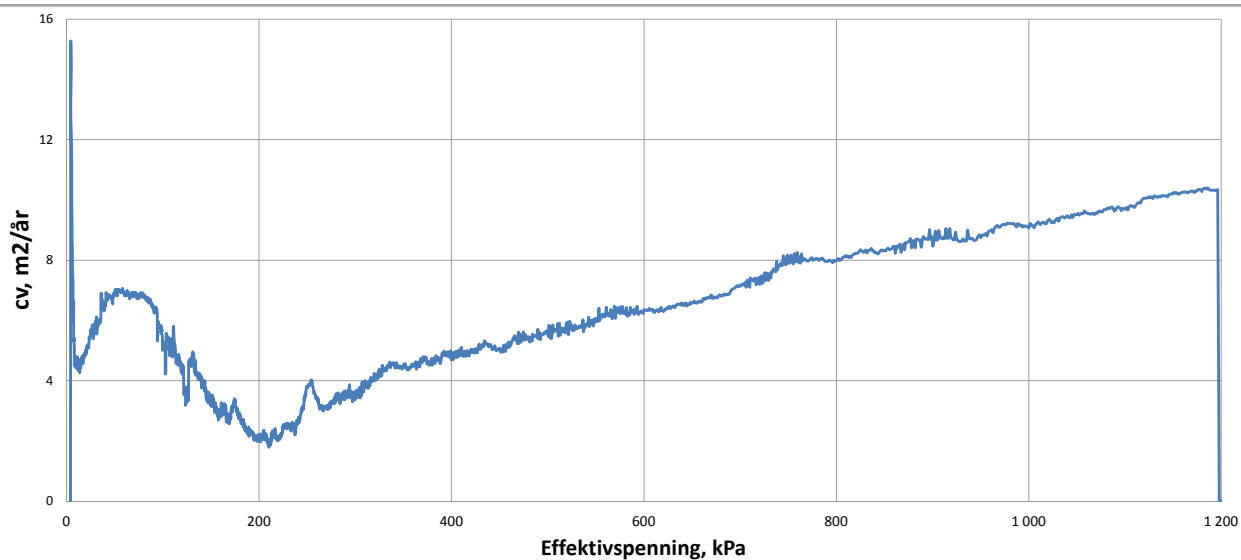
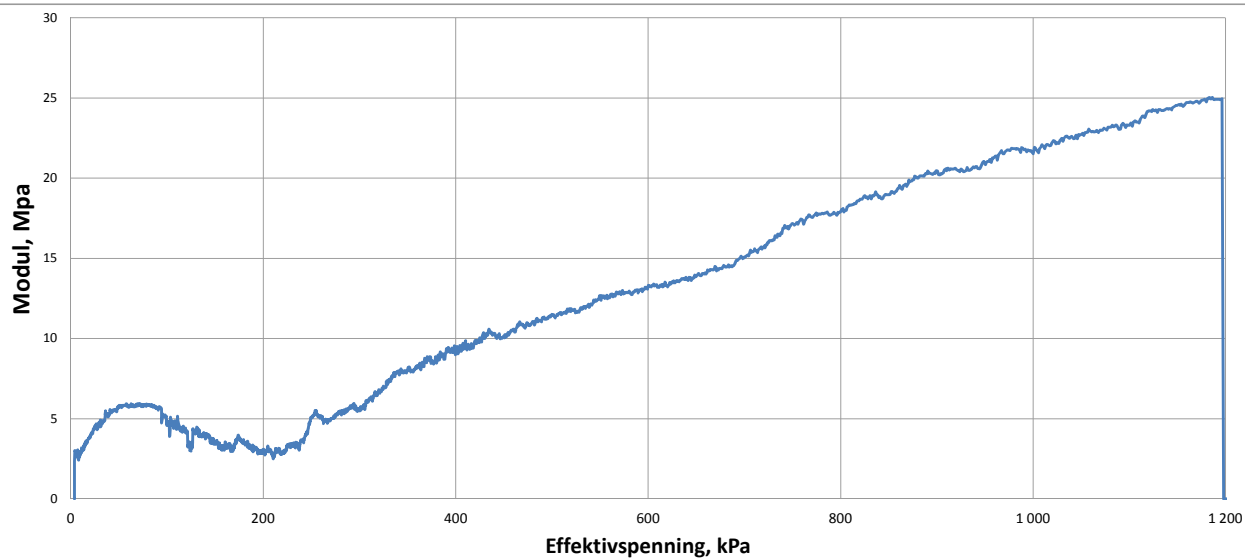
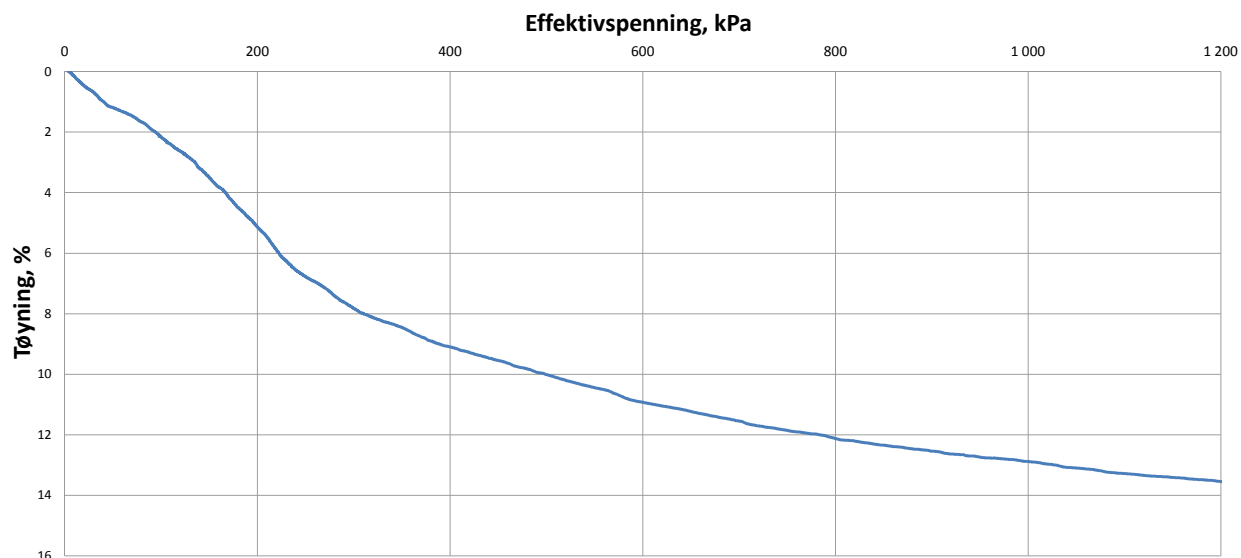
Oppdrag
1350025503

Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
08.01.2018

Bilag
-

Tegn. Nr.
215



pkt N8 lab 26 dybde 14,50m Leire



Metrobuss Lund

Trondheim kommune

ØDOMETERFORSØK

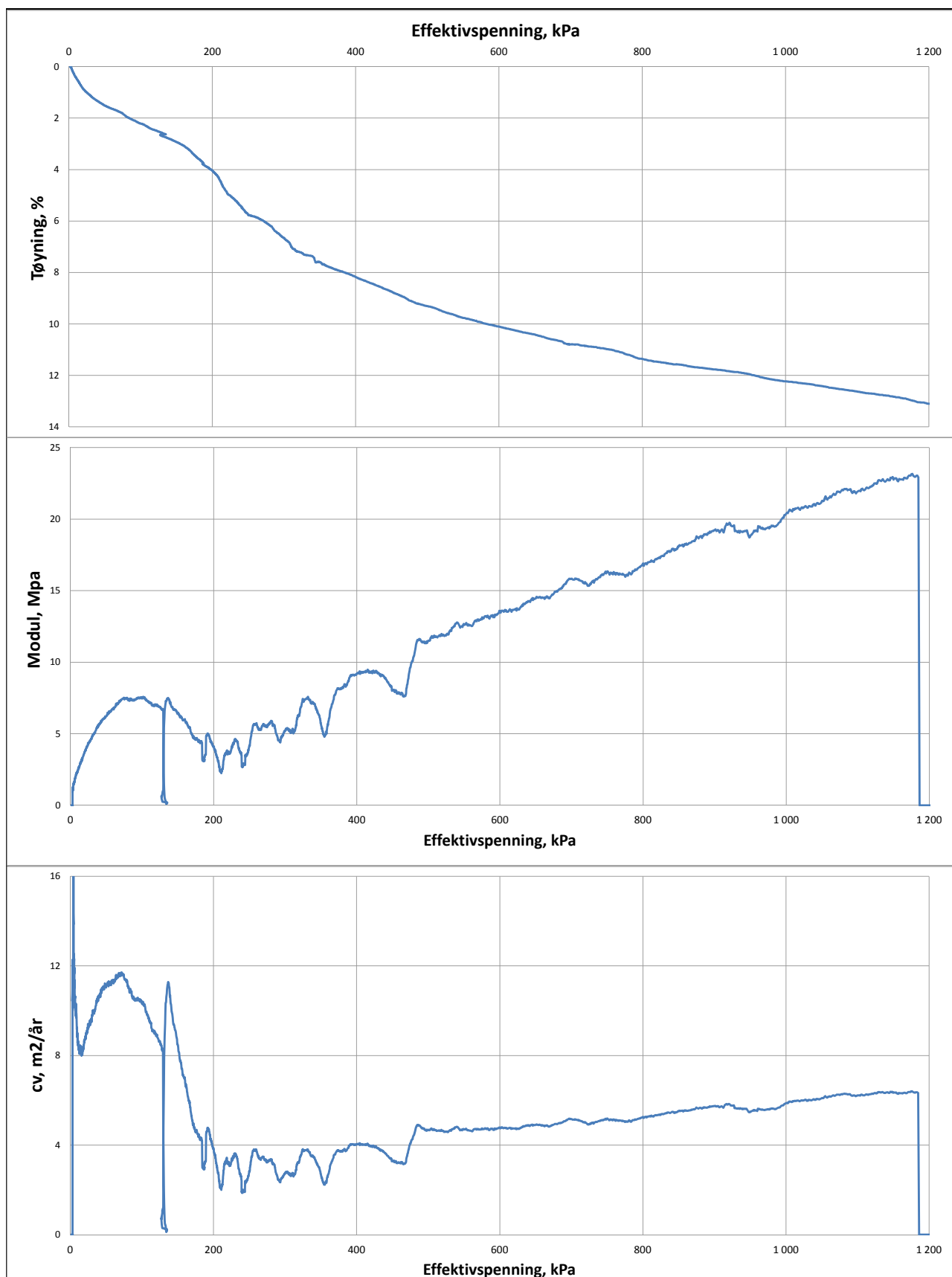
Oppdrag
1350025503

Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
08.01.2018

Bilag
-

Tegn. Nr.
216



pkt N8 lab 28 dybde 18,50m Leire,sand og gruskorn



Metrobuss Lund

Trondheim kommune

ØDOMETERFORSØK

Oppdrag
1350025503

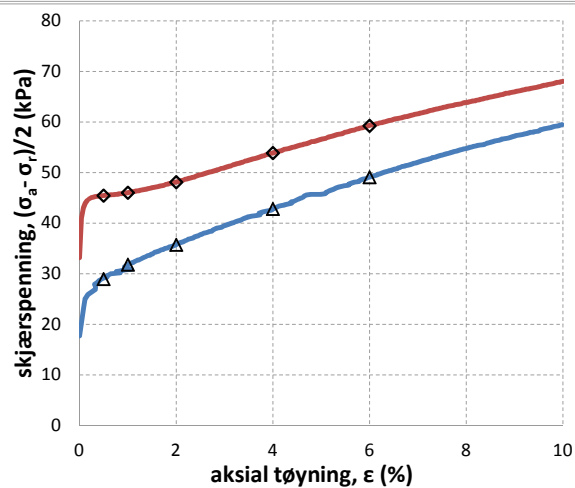
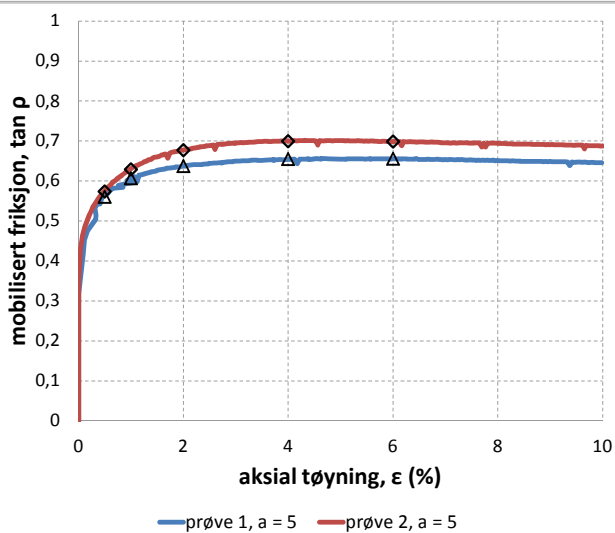
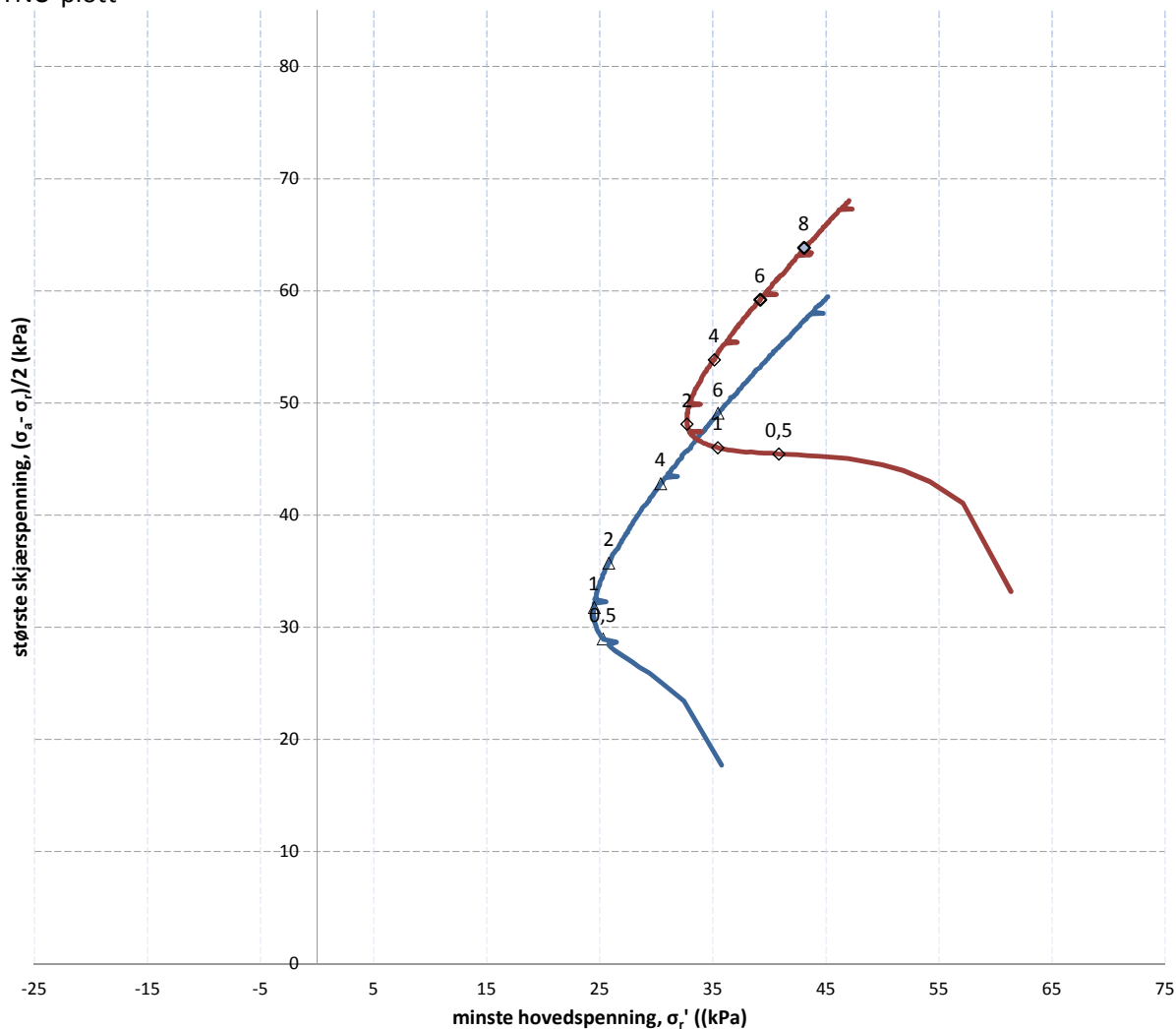
Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
08.01.2018

Bilag
-

Tegn. Nr.
217

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	N8	24	10,50m	CAUc	19,5	1,4	0,039	100	71	36	Leire med siltlag
2	◊	N8	24	10,60m	CAUc	20,3	2,2	0,061	100	126	61	Leire med siltlag



Metrobuss Lund

Trondheim kommune

TREAKSIALFORSØK

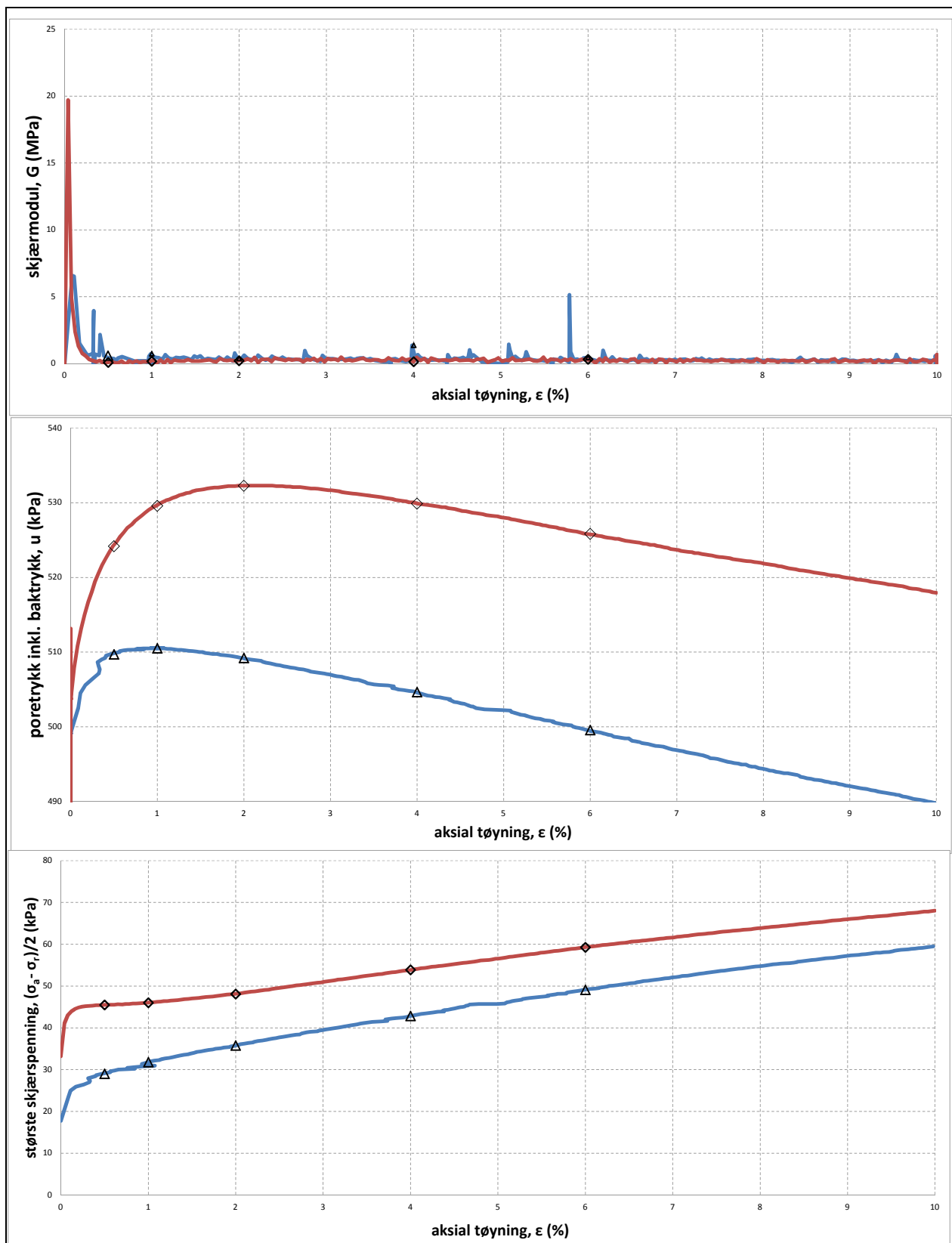
Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
04.01.2018

Oppdrag
1350025503

Bilag
-

Tegn. Nr.
218A



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	△	N8	24	10,50m	CAUc	19,5	1,4	0,039	100	71	36	Leire med siltlag
2	◇	N8	24	10,60m	CAUc	20,3	2,2	0,061	100	126	61	Leire med siltlag



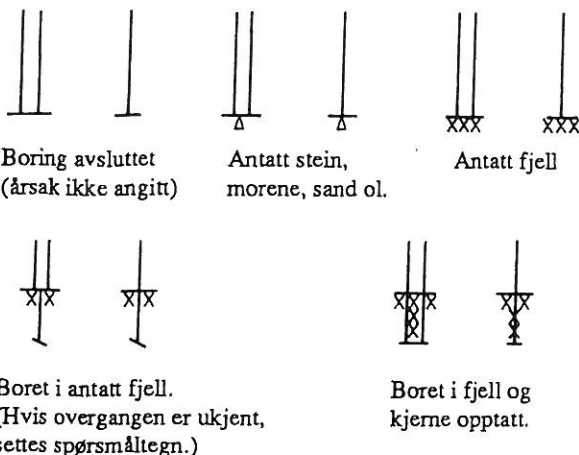
Metrobuss Lund
Trondheim kommune
TREAKSIALFORSØK

Oppdrag 1350025503
Tegn./kontr. ESK/AKM
Dato 04.01.2018
Bilag -
Tegn. Nr. 218B

MARKUNDERSØKELSER

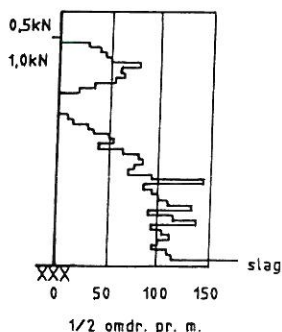
Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

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 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 borrhj. 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.

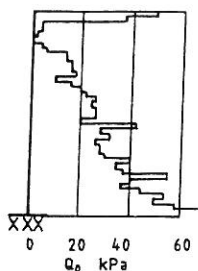
Ramsondering

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 fall-høyde 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 hardmetall-krone 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

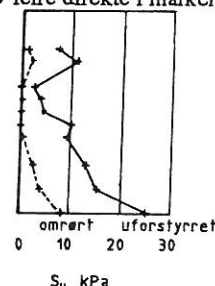
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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.

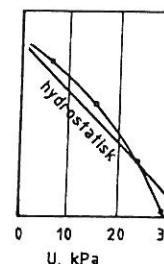
Vingeboring

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



Porevanntrykket

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

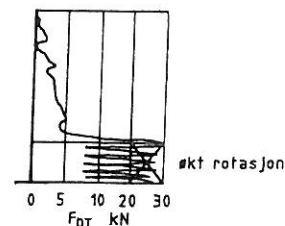


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

Dreietrykkssondering

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

Udrenert skjærstyrke

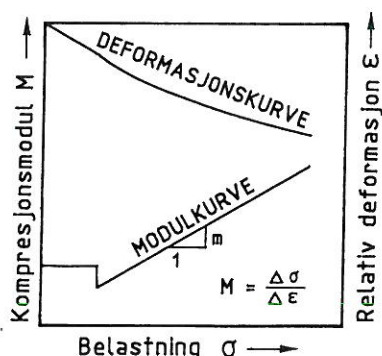
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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

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-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 korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

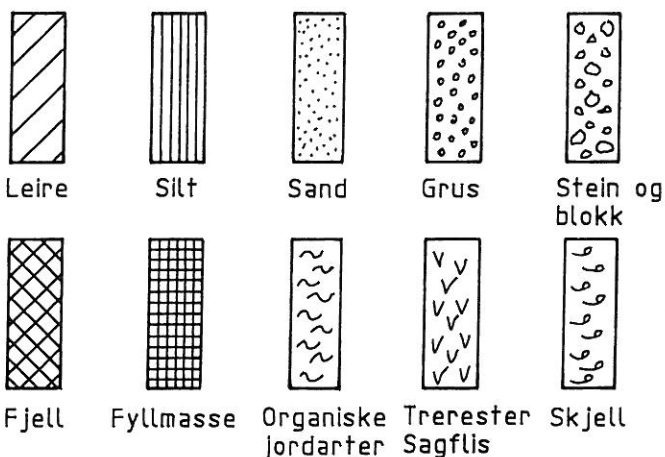
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	> 600

Jordarten

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

Organiske jordarter

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



Anmerkning

- 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 = aurbelle

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 skrus 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 standardisert 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.

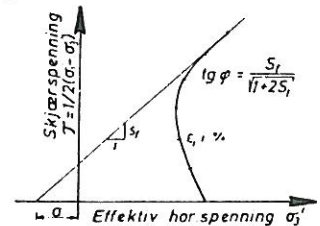
En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning 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 $c = a \cdot \tan \phi$) 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 oppnås tetteste 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 samhoørende 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 et stempel med areal 3 inch^2 med konstant bevegelseshastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stampelet 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 stampelet 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.