

DATAR APPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

Oppdrag nr.: 1350 021703

Rapport nr. 001

Dato: 03.05.2017

Fylke Buskerud	Kommune Nedre Eiker	Sted Solbergelva	UTM-sone 32V 05605-66245
Byggherre Nedre Eiker kommune			
Oppdragsgiver Nedre Eiker kommune			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Tilbud, datert 09.03.2017			
Antall sider 4	Tegn.nr 101-115 A&B	Bilag.nr. -	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

PUH Solberg skole

Rapport-tittel

Grunnundersøkelser Datarapport

Oppdrag : 1350021703	Rapport 001	Rev: 01	Dato 03.05.2017	Kontr DNW
Oppdragsleder: Charlotte S. Fürst		Utarbeidet av: Charlotte S. Fürst		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>I forbindelse med utarbeidelse av totalentreprisegrunnlag for PUH Solberg skole, et middels stort bygg i Nedre Eiker kommune (G/Bnr 45/306) er det behov for en geoteknisk grunnundersøkelse. Undersøkelsen skal kartlegge grunnforholdene. Rambøll har fått i oppdrag av Nedre Eiker kommune å utføre grunnundersøkelser som skal danne grunnlag for videre prosjektering av bygget. Boreprogrammet er utarbeidet av Rambøll AS.</p> <p>Det er i løpet av uke 13, 2017 utført grunnundersøkelser i form av 3 totalsonderinger og opptak av 2 prøveserier, en trykksondering og etablert et hydraulisk piezometer.</p> <p>Løsmassene består generelt av et topplag av fyllmasser bestående av matjord og sand med mektighet på ca. 2 m. Fra 2 og vider nedover i grunnen er det leire. Det er påvist et lag med kvikkleire i dybde mellom 2,5 m til 5 m i prøvepunkt 1 og 2. Videre i prøvetakingsdybde består grunnen av bløt leire (sprøbruddsmateriale).</p> <p>Grunnvann er 2,5 m under terreng noe som tilsvarer kote +12,9.</p>				

INNHOOLD

1	INNLEDNING	3
1.1	Prosjekt	3
1.2	Innhold	3
2	UNDERSØKELSER	3
2.1	Feltundersøkelser	3
2.2	Laboratorieundersøkelser	3
2.3	Oppmåling	3
3	GRUNNFORHOLD OG LABORATORIERESULTATER.....	4
3.1	Løsmasser og berg	4
3.2	Grunnvann	4
4	HENVISNINGER	4

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1: 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1: 500
103-105		TOTALSONDERINGER BORPUNKT 1-3	1: 200
106		TRYKKSONDERING BORPUNKT 2	1: 200
107-108		BORPROFIL BORPUNKT 1 OG 2	1: 100
109		KORNFORDELINGSFORSØK	
110		ØDOMETERFORSØK BORPUNKT 1 DYP 1,3 M	
111		ØDOMETERFORSØK BORPUNKT 1 DYP 3,3 M	
112		ØDOMETERFORSØK BORPUNKT 2 DYP 2,35 M	
113		ØDOMETERFORSØK BORPUNKT 2 DYP 5,35 M	
114 A&B		TREKSIALFORSØK BORPUNKT 1 DYP 2,4 M	
115 A&B		TREKSIALFORSØK BORPUNKT 2 DYP 3,5 M	

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

I forbindelse med utarbeidelse av totalentreprisegrnlag for PUH Solberg skole, et middels stort bygg i Nedre Eiker kommune (G/Bnr 45/306) er det behov for en geoteknisk grunnundersøkelse. Undersøkelsen skal kartlegge grunnforholdene.

Rambøll har fått i oppdrag av Nedre Eiker kommune å utføre grunnundersøkelser som skal danne grunnlag for videre prosjektering av bygget.

1.2 Innhold

Foreliggende datarapport inneholder resultatene fra de geotekniske grunnundersøkelsene med felt- og laboratoriedata i det aktuelle området.

Datarapporten inneholder ingen geotekniske vurderinger.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Boreprogrammet er utarbeidet av Rambøll AS.

Det er i løpet av uke 13, 2017 utført grunnundersøkelser i form av 3 totalsonderinger og opptak av 2 prøveserier til 9 m under terreng. Prøvene er tatt opp med ø54 mm sylindprøvetaker (uforstyrrede prøver).

Det er også utført en trykksondering (CPTU) til 20 m under terreng og etablert ett hydraulisk piezometer med spiss til 10 m under terreng.

2.2 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelsene er utført på Rambølls laboratorium på Heimdal. Det er boret og prøvetatt av fyllmasselag i toppen og nedover i profilet. Til sammen er det tatt opp 3 poseprøver og tatt opp til sammen 11 sylindprøver i de to seriene.

2.3 Oppmåling

Punktene er satt ut av Rambøll AS før oppstart boring og målt inn av Tandberg Oppmåling etter at boring ble avsluttet.

Koordinatene er gitt i Euref 89, UTM sone 32V og høydene er oppgitt i høydesystem NN2000. Koordinater er vist i tabell 1.

Tabell 1 Borpunktliste. UTM Euref 89 (sone 32V), NN2000

Punkt-nummer	Øst	Nord	Terrengkote
1	560581.0	6625420.0	+15,6
2	560569.0	6625405.0	+15,4
3	560587.0	6625395.0	+15,9

3 GRUNNFORHOLD OG LABORATORIERESULTATER

3.1 Løsmasser og berg

Boringene er avsluttet i løsmasser eller antatt berg mellom 41,6 til 45,5 m under terreng.

Løsmassene består generelt av et topplag av fyllmasser bestående av matjord og sand med mektighet på ca. 2 m. Fra 2 og vider nedover i grunnen er det leire. Det er påvist et lag med kvikkleire i dybde mellom 2,5 m til 5 m i prøvepunkt 1 og 2. Videre i prøvetakingsdybde består grunnen av bløt leire (sprøbruddsmateriale).

- Leira er lite sensitiv (St=7 til St=8) fra 0 m til 2 m. Vider er leira middels til meget sensitiv med St målt fra 14 til 63.
- Omrørt skjærstyrke er lav i samtlige målinger i prøver fra borpunkt 1 og 2 fra 2 til 9 m, noe som indeikerer tilstedeværelse av sprøbruddmateriale. En del av prøven fra dybde 2,5 til 5 m er klassifisert som kvikkleire.
- Vanninnholdet i leira ble målt til $w > 100$ %.
- Leira er bløt med målt skjærfasthet, c_u , fra 7 til 25 kPa ned til 8 m under terreng. I borpunkt 1 fra 8 m til 9 m under terreng er c_u målt til mellom 20 til 27 kPa og betegnes som bløt til middels fast.
- Tyngdetettheten er mellom 16,6 kN/m³ og 18,4 kN/m³.
- Leira har en plastistetsindeks på 5 % til 14 %. Leira regnes som lite til middels plastisk.

3.2 Grunnvann

Det er utført måling av grunnvannstand med ett hydraulisk piezometer, i borpunkt 2. Piezometerne er etablert med spiss ned til 10 m under terreng og ble avlest 20.04.17.

Tabell 2 – Grunnvannstand, piezometeravlesninger.

Innstallert 29.03.2017 Avlest 20.04.17	Borpunkt 2
Grunnvann under terreng (m)	2,5 m
Kote grunnvann	+12,9

4 HENVISNINGER

Oversiktskart og situasjonsplan, tegning 101 og 102, viser området og plassering av borpunktene.

Resultater fra sonderboringene er vist som enkeltboringer på tegning 103-105.

Resultatet fra trykksonderingen er vist på tegning 106.

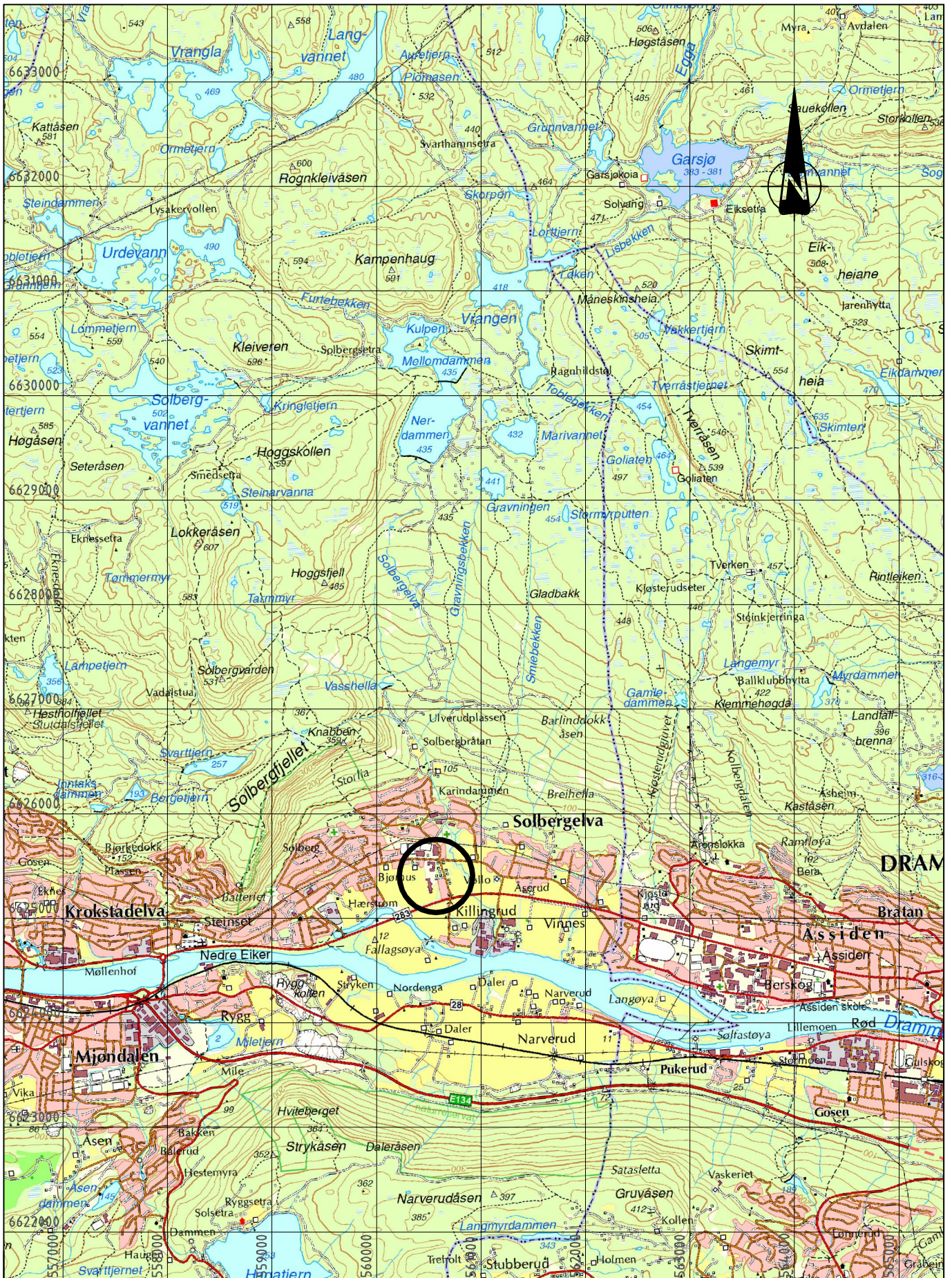
Resultater fra geoteknisk laboratorium er vist på tegning 107-108.

Kornfordelingsforsøk er vist på tegning 109.

Ødometerforsøk er vist på tegning 110-113.

Treaksialforsøk er vist på tegning 114-115 A&B

Tilleggene I - III gir forklaring og metodebeskrivelse for utførte felt-, laboratorieforsøk og spesialforsøk.



0	02.05.2017		AKM	DNW	CHFS
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350021703 Målestokk: 1: 50 000 Status: Datarapport

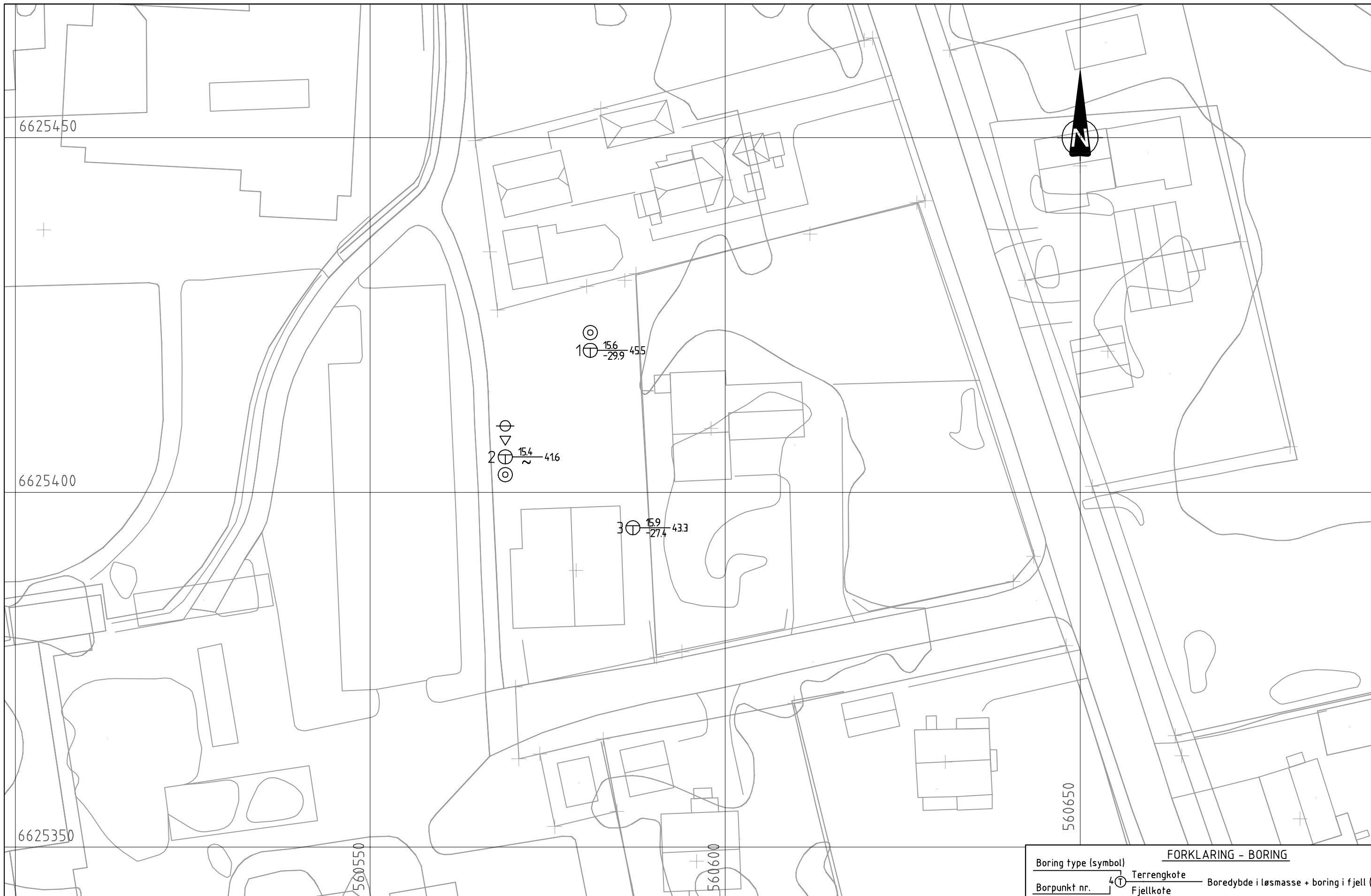
PUH Solberg skole
 Nedre Eiker kommune

OVERSIKTSKART
 UTM32 (Euref89): 05605 66254

RAMBOLL

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

Tegning nr: 101 Rev: 0



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

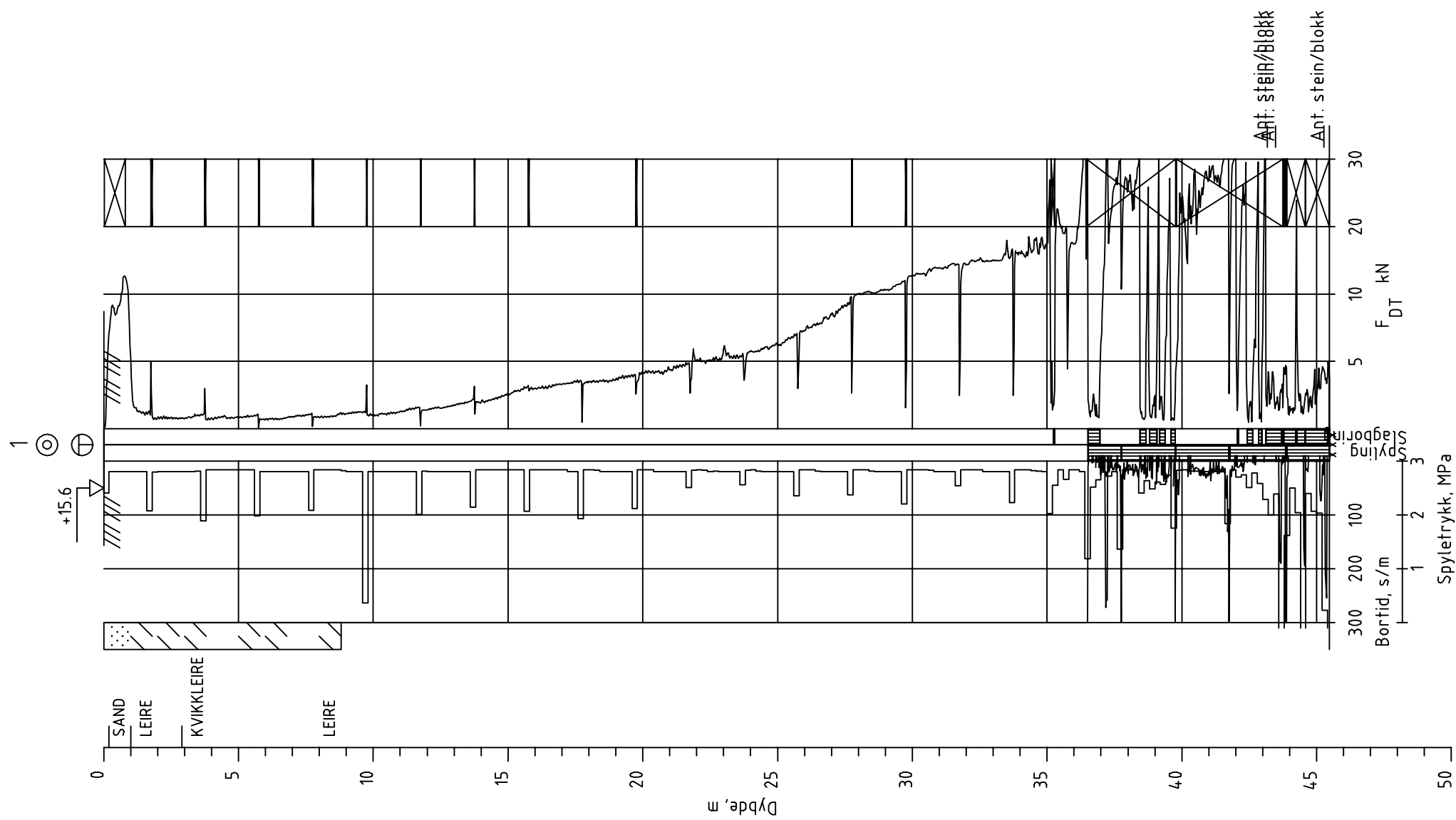
00	02.05.2017		AKM	DNW	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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
PUH Solberg skole
 OPPDRAGSGIVER
Nedre Eiker kommune

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 ⊕ Totalsondering
 ⊙ Prøveserie ⊖ Piezometer
 ▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350021703	1:500	01	01
TEGNING NR.		REV.	
102		0	



00	02.05.2017		AKM	DNW	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



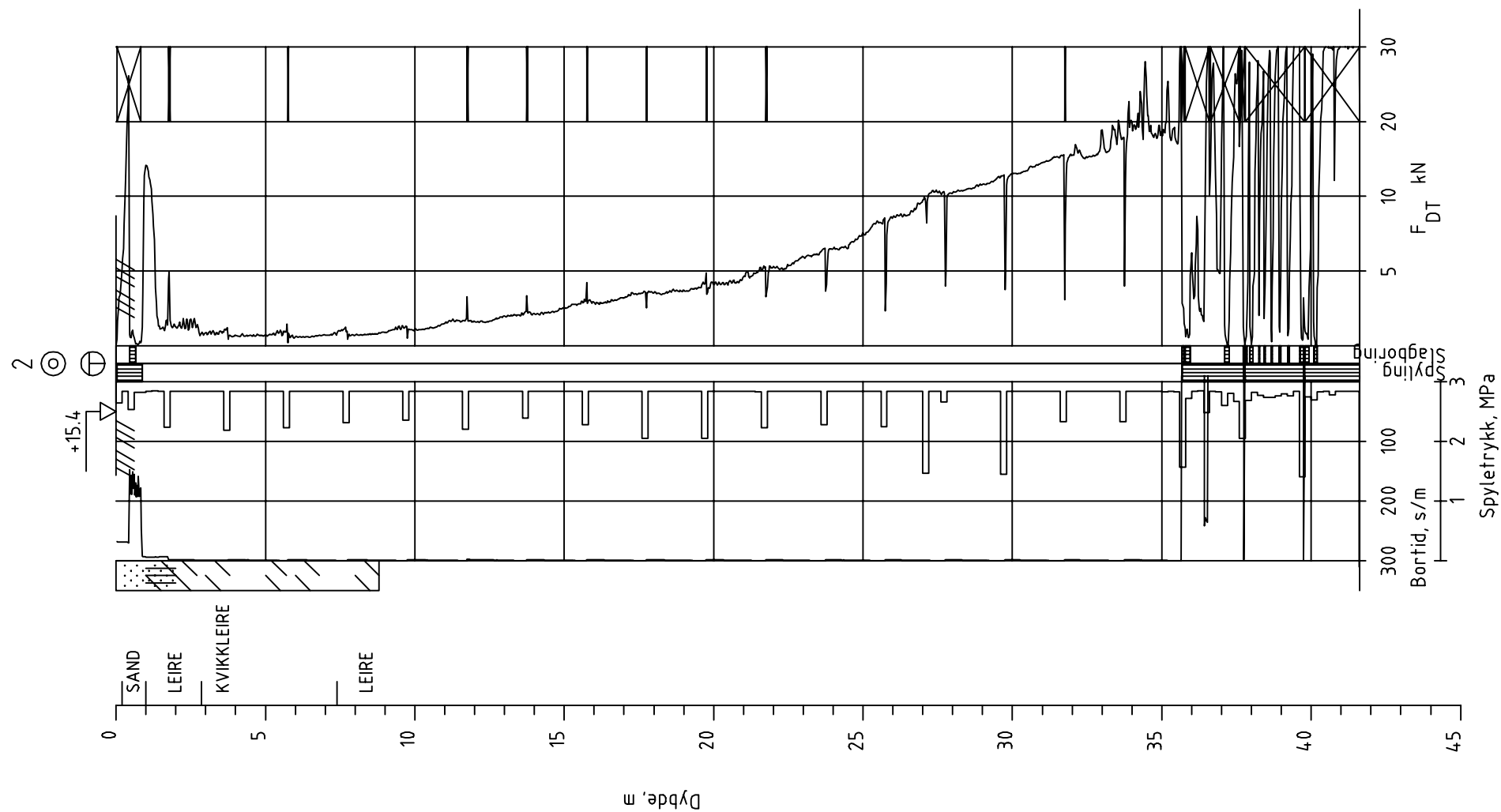
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
PUH Solberg skole

OPPDRAGSGIVER
Nedre Eiker kommune

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350021703	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 103			REV. 0



00	02.05.2017		AKM	DNW	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



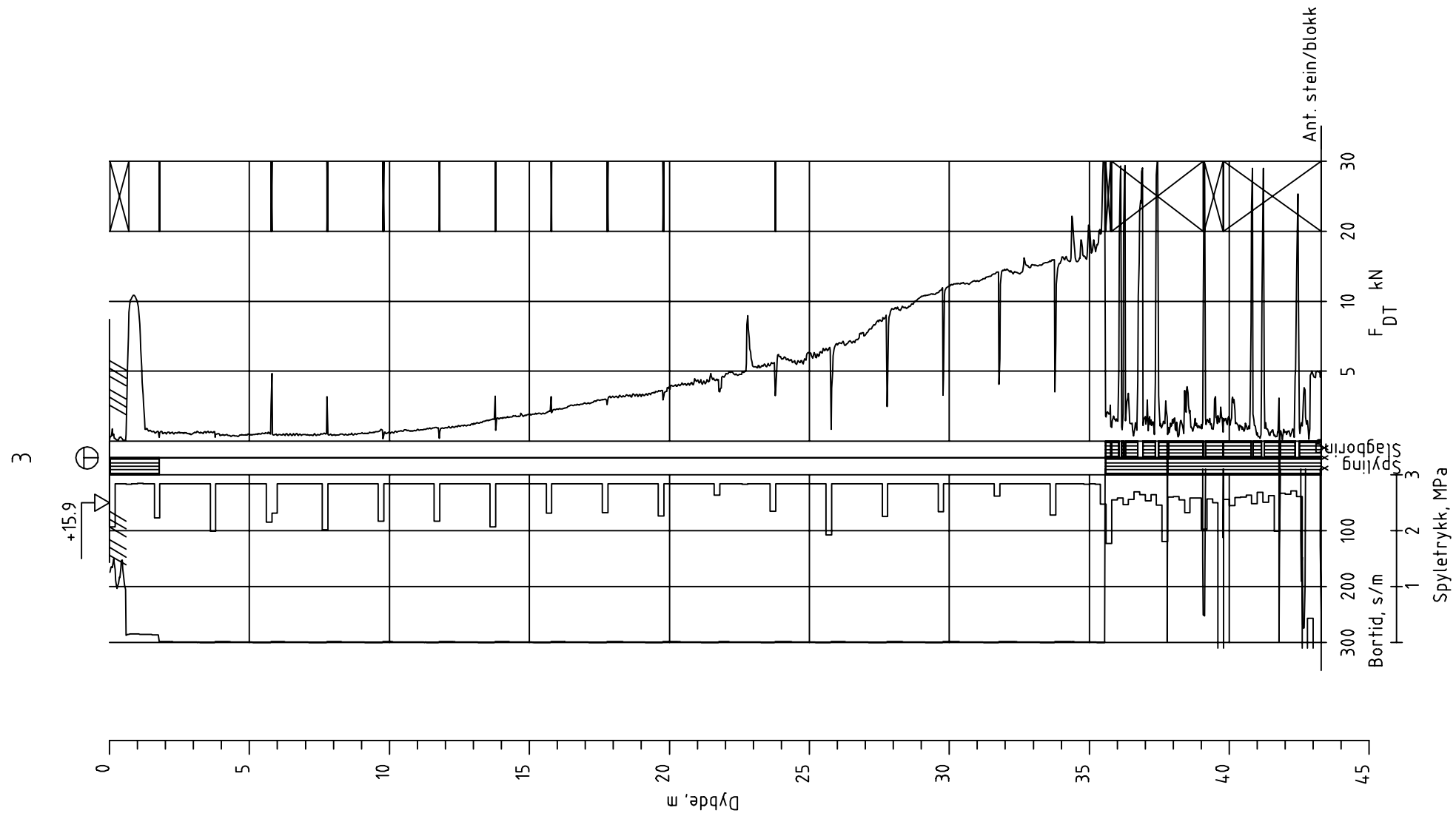
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
PUH Solberg skole

OPPDRAAGSGIVER
Nedre Eiker kommune

INNHOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350021703	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 104			REV. 0



00	02.05.2017		AKM	DNW	CHFS
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



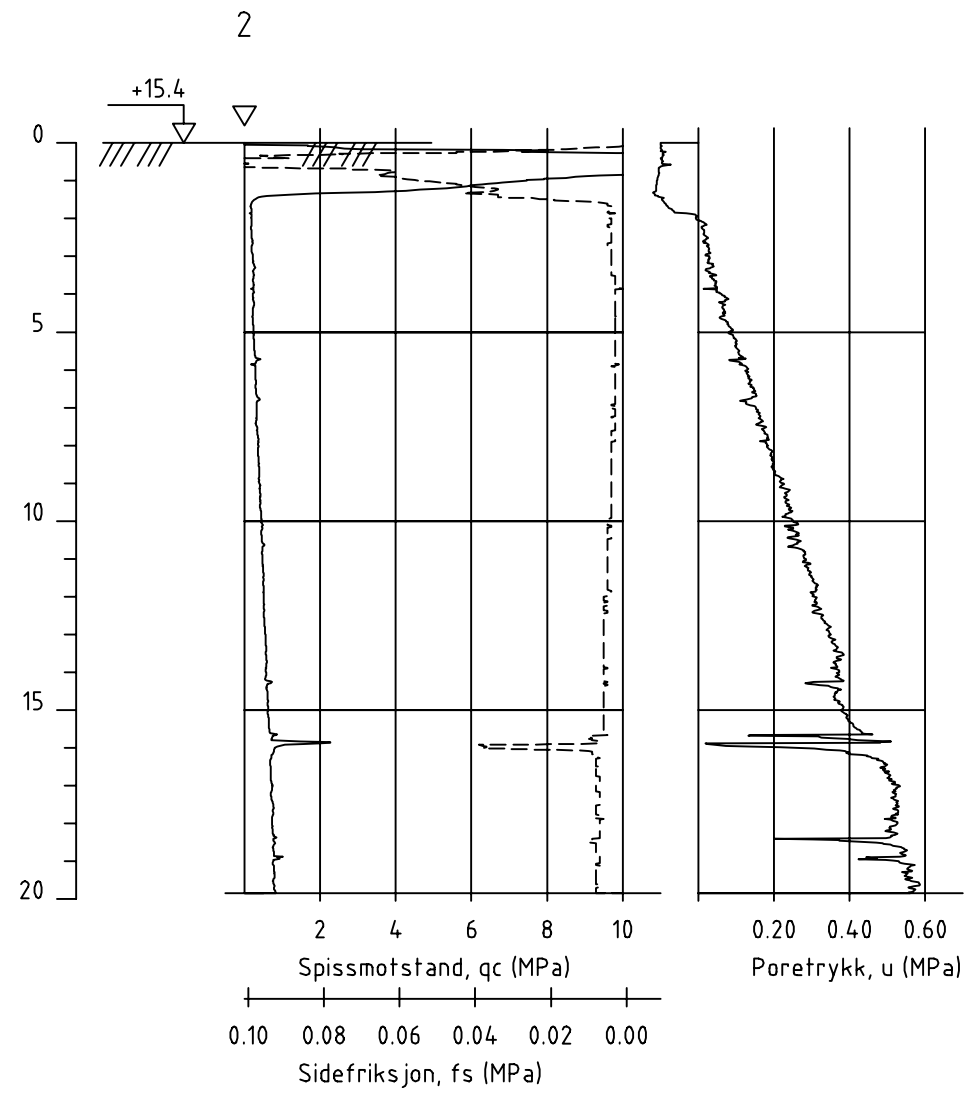
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
PUH Solberg skole

OPPDRAGSGIVER
Nedre Eiker kommune

INNHOOLD
BORERESULTATER
⊕ Totalsondering
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350021703	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 105			REV. 0



00	02.05.2017		AKM	DNW	CHFS
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
PUH Solberg skole

OPPDRAGSGIVER
Nedre Eiker kommune


INNHOOLD
BORERESULTATER
▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350021703	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 106			REV. 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		10	20	30	40				
5	matjord	?	01	K												
	SAND		02	∅					16.6							7
	LEIRE		03	T					16.9							8
			04	∅					16.7							16
									16.8							22
	KVIKKLEIRE								18.2							38
									18.4							36
10			05					17.5							34	
								17.9							30	
			06					17.6							38	
								17.7							43	
15																
20																
	LEIRE		07					17.7							39	
								18.0							31	

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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p ———— w_L

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

∅= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	02.05.2017		AKM	DNW	CHFS
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350021703 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

PUH Solberg skole
Nedre Eiker kommune

BORPROFIL HULL NR.: 1

TERRENGHØYDE: +15.6 PRØVETYPE: Skovel/54mm

RAMBOLL

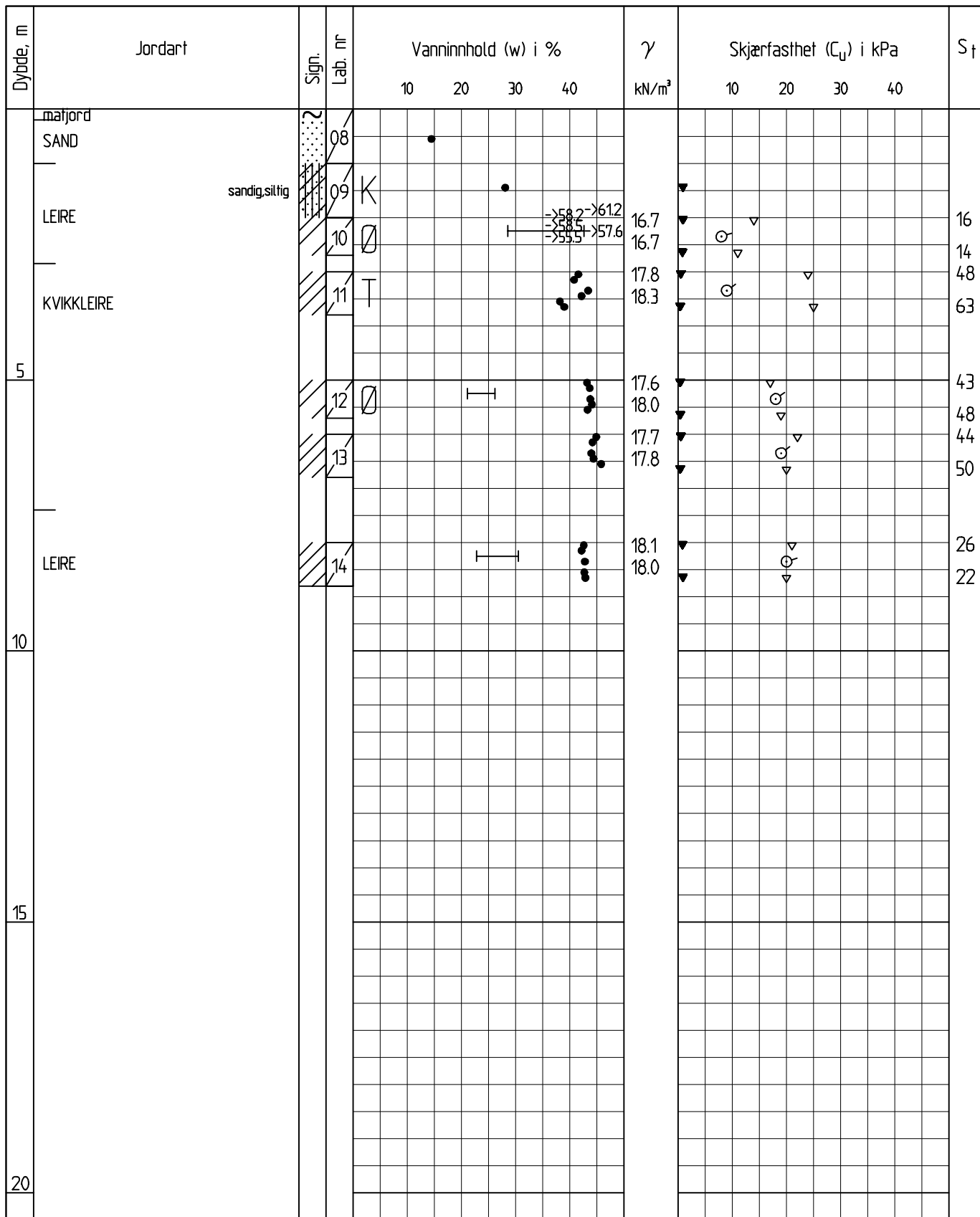
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no


Tegning nr.

Rev.


107

0



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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p ————— w_L

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	02.05.2017		AKM	DNW	CHFS
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350021703 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

PUH Solberg skole
Nedre Eiker kommune

BORPROFIL HULL NR.: 2

TERRENGHØYDE: +15.4 PRØVETYPE: Skovel/54mm



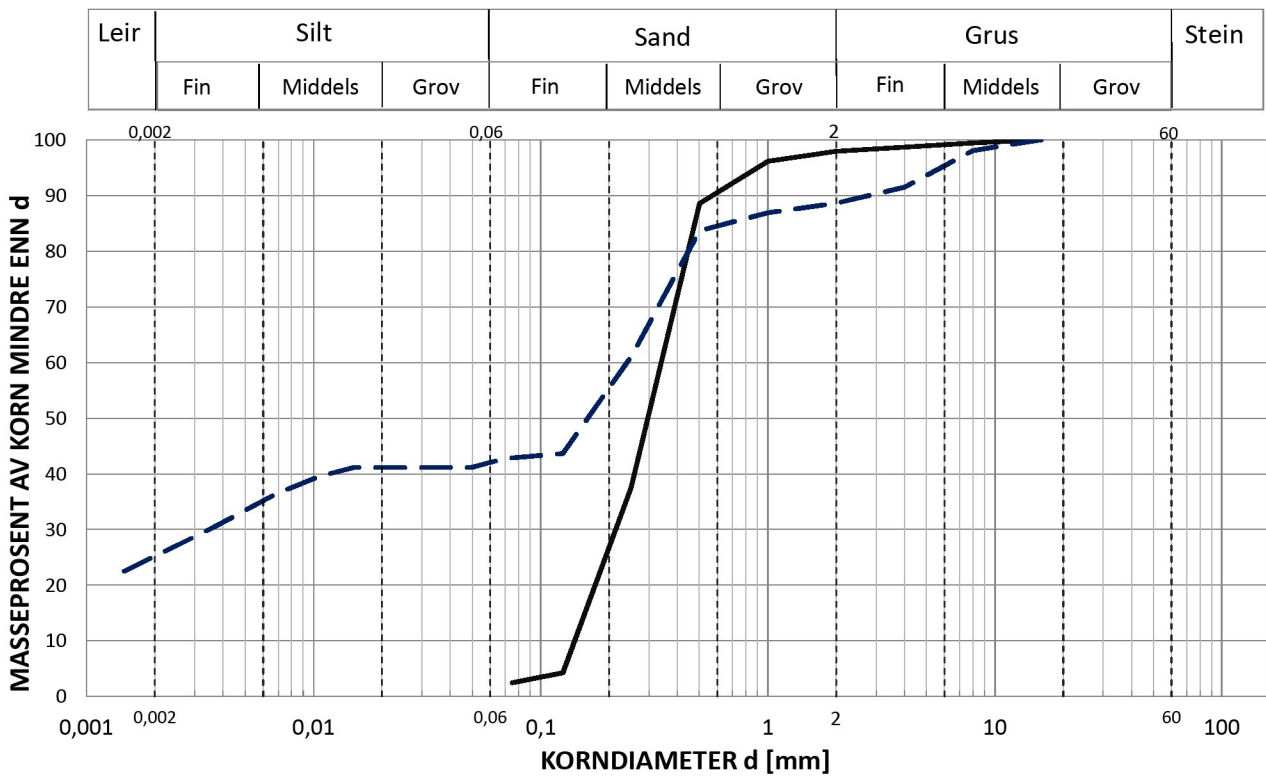
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

108

0



Symbol	—	- - -	- · - · -	- - - - -	- · · · ·
Prøve	A	B	C	D	E
Borhull	1	2			
Dybde	0-1m	1-2m			
labnr	1	9			
Beskrivelse	Sand	Leire, sandig, siltig			
d_{10}	0,147				
d_{25}	0,203	0,002			
d_{50}	0,311	0,171			
d_{60}	0,360	0,243			
d_{75}	0,434	0,404			
C_u	2,5	186,6			
% < 0,02mm	0,7	41,1			
% < 0,063mm	2,1	42,2			
% < 0,2mm	24,2	54,1			
Telegruppe	1	4			

$C_u = d_{60}/d_{10}$ (alternativt d_{75}/d_{25})
--



Rambøll, Divisjon Geo og Miljø
Mellomila 79, N-7493 Trondheim

Versjon 2016-08-04

PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

KORNFORDELINGSFORSØK

Revisjon

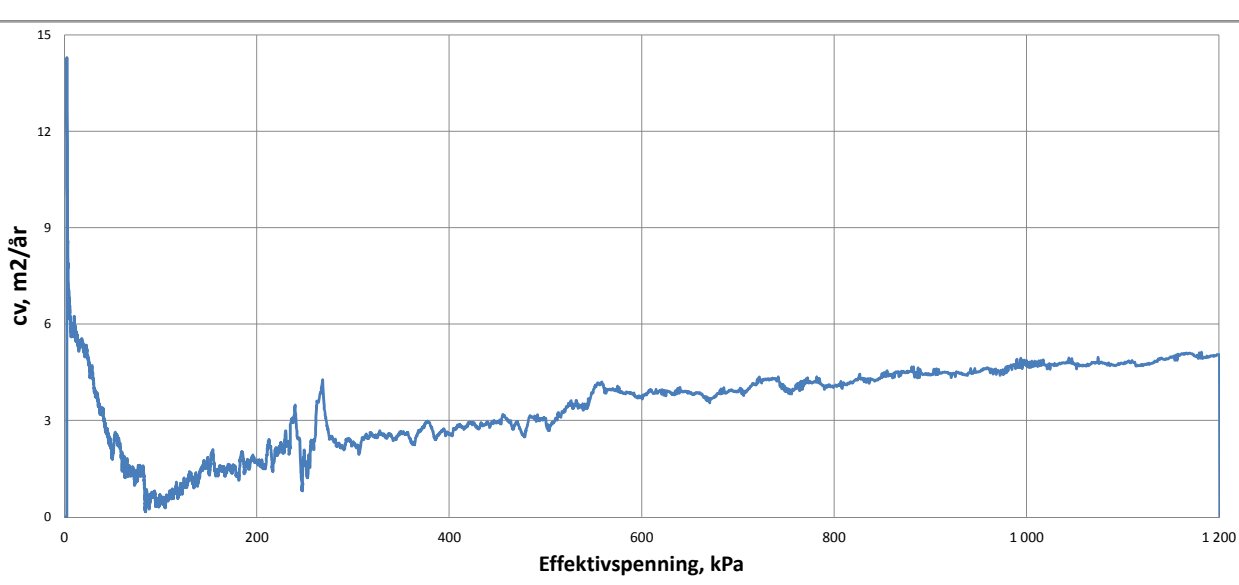
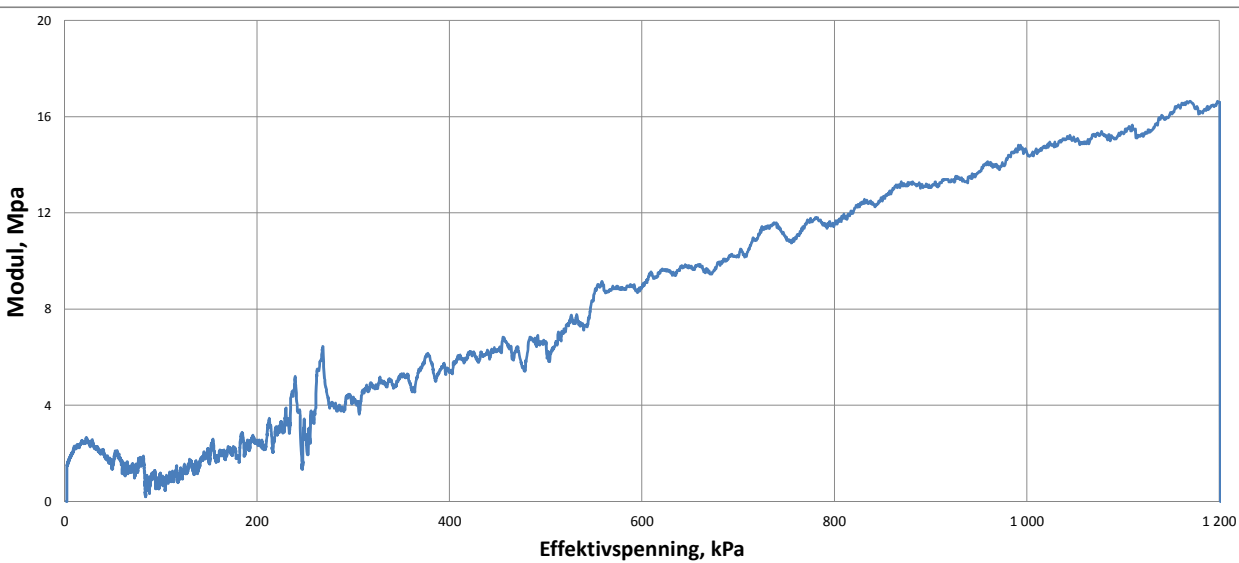
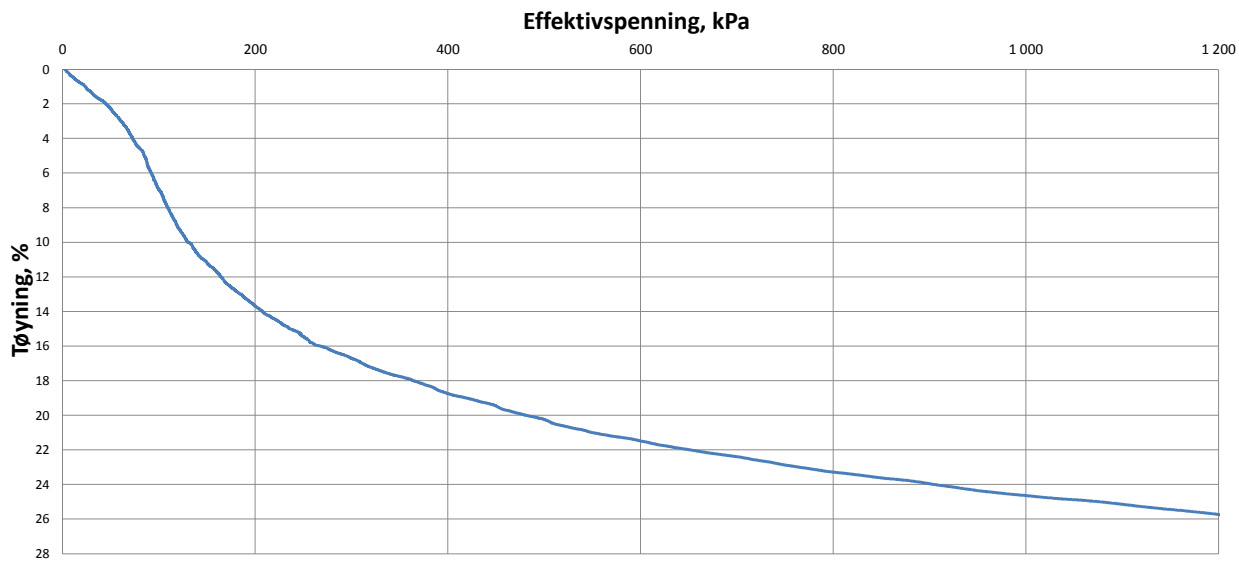
Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
02.05.2017

Oppdrag
1350021703

Bilag

Tegn. Nr.
109



pkt 1 lab 2 dybde 1,30m Leire



PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

ØDOMETERFORSØK

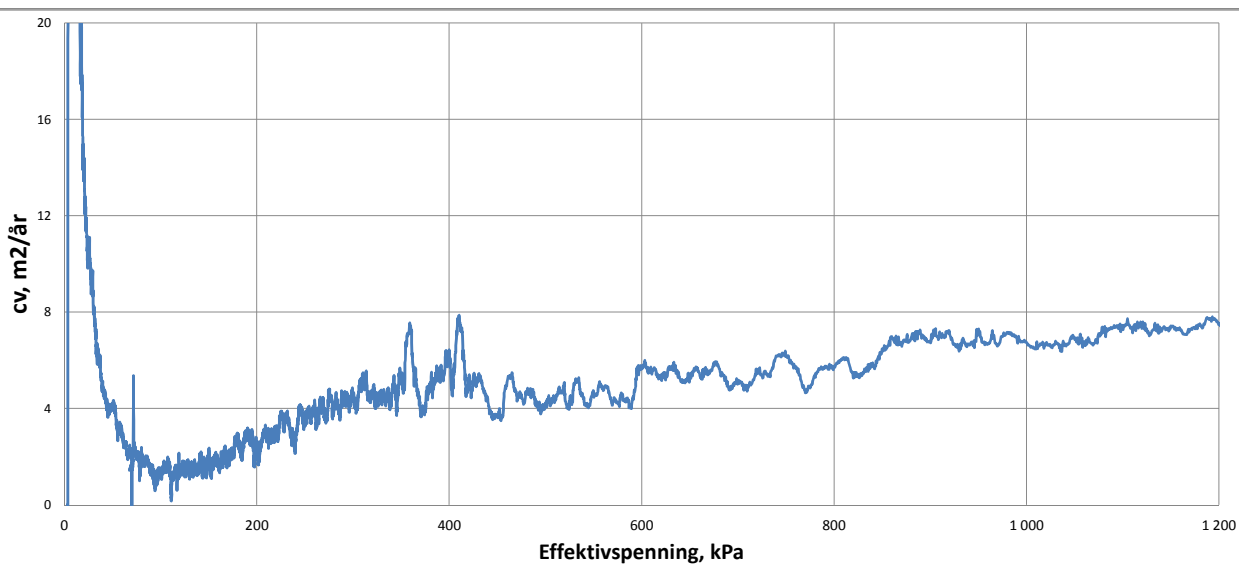
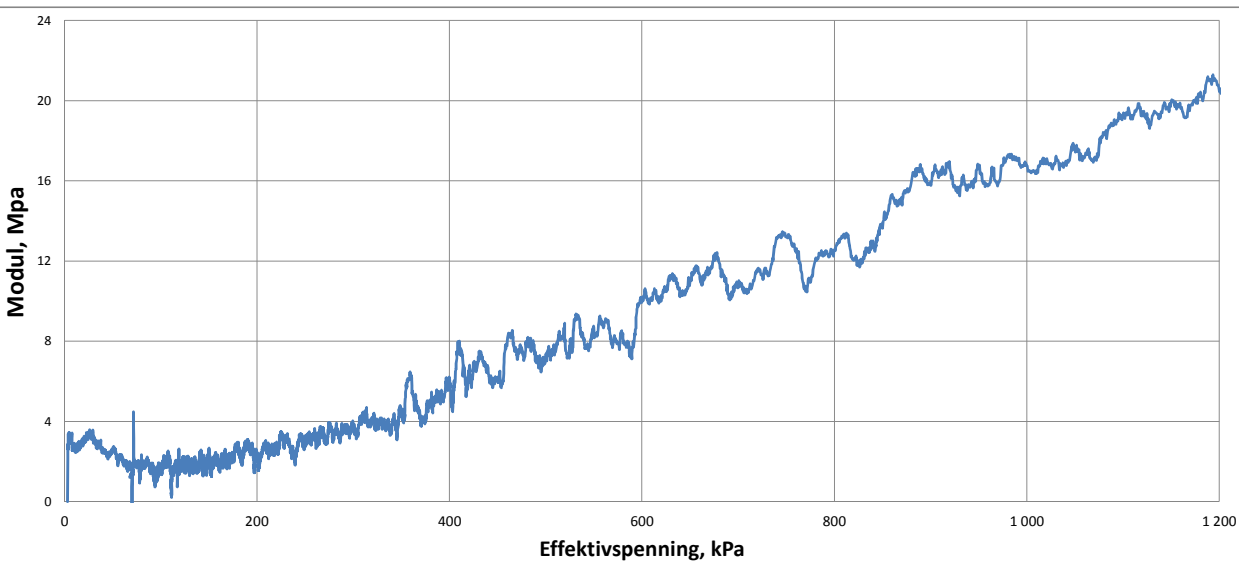
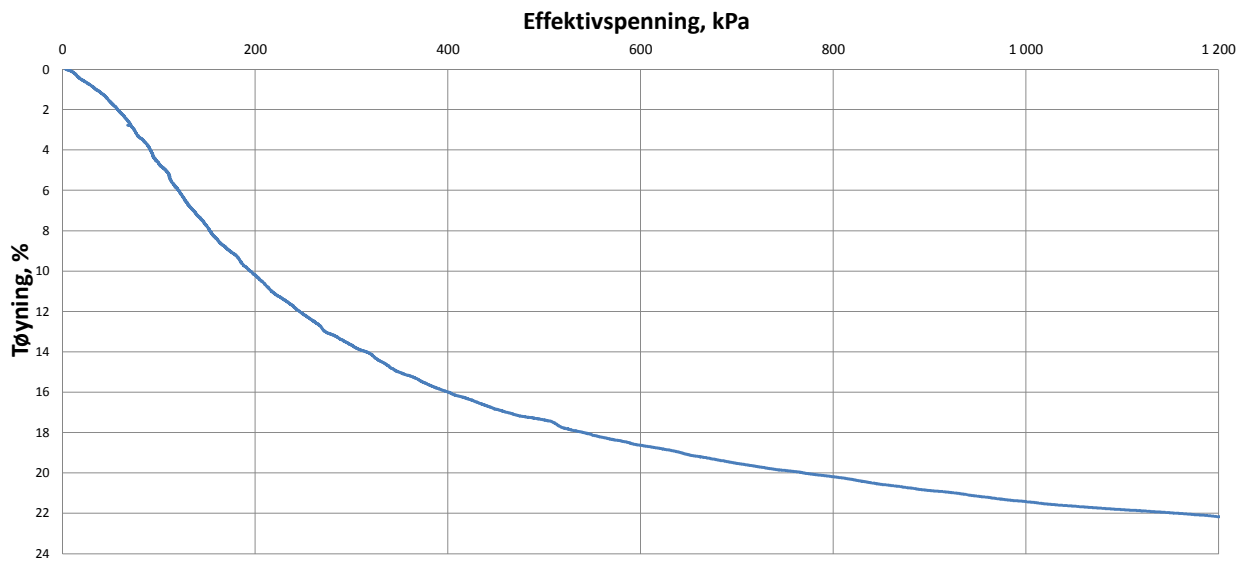
Oppdrag
1350021703

Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
24.03.2017

Bilag
-

Tegn. Nr.
110



pkt 1 lab 4 dybde 3,30m Kvikkleire



PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

ØDOMETERFORSØK

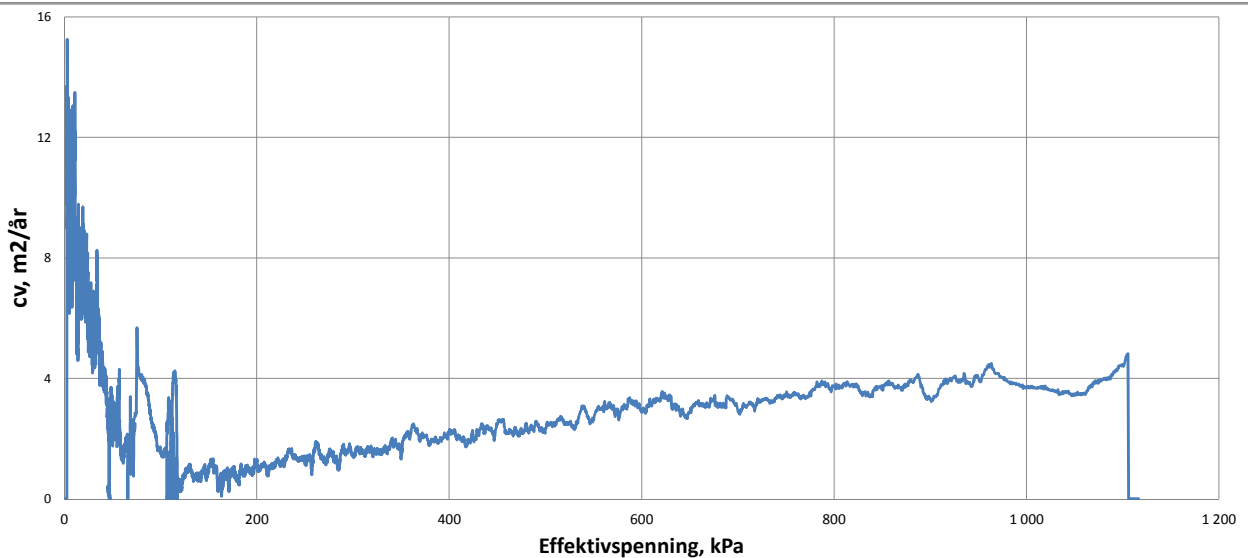
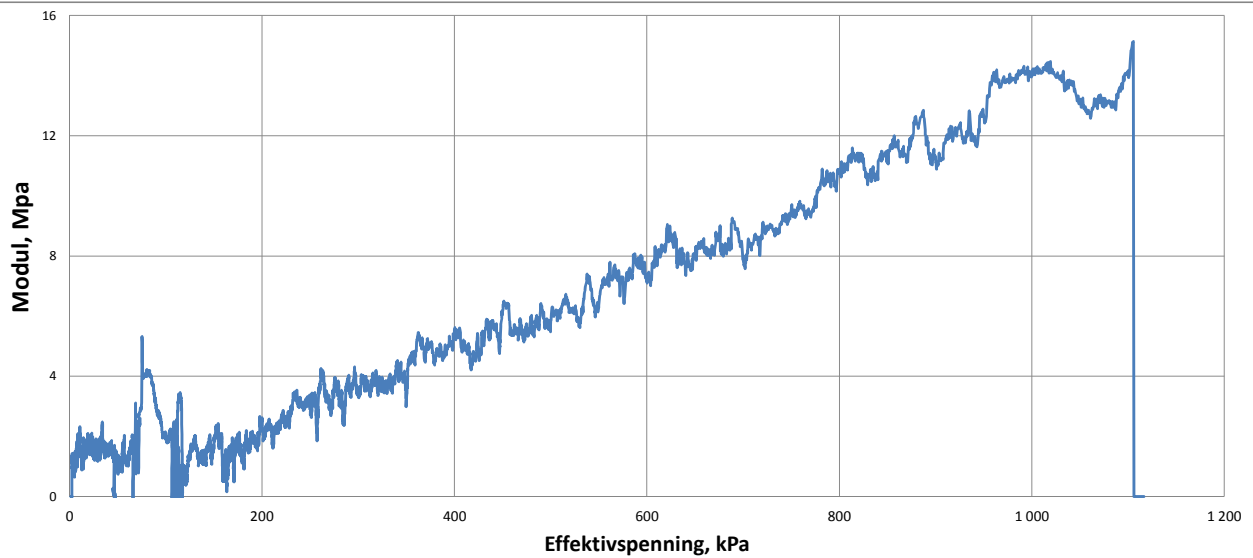
Oppdrag
1350021703

Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
24.03.2017

Bilag
-

Tegn. Nr.
111



pkt 2 lab 10 dybde 2,35m Leire



PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

ØDOMETERFORSØK

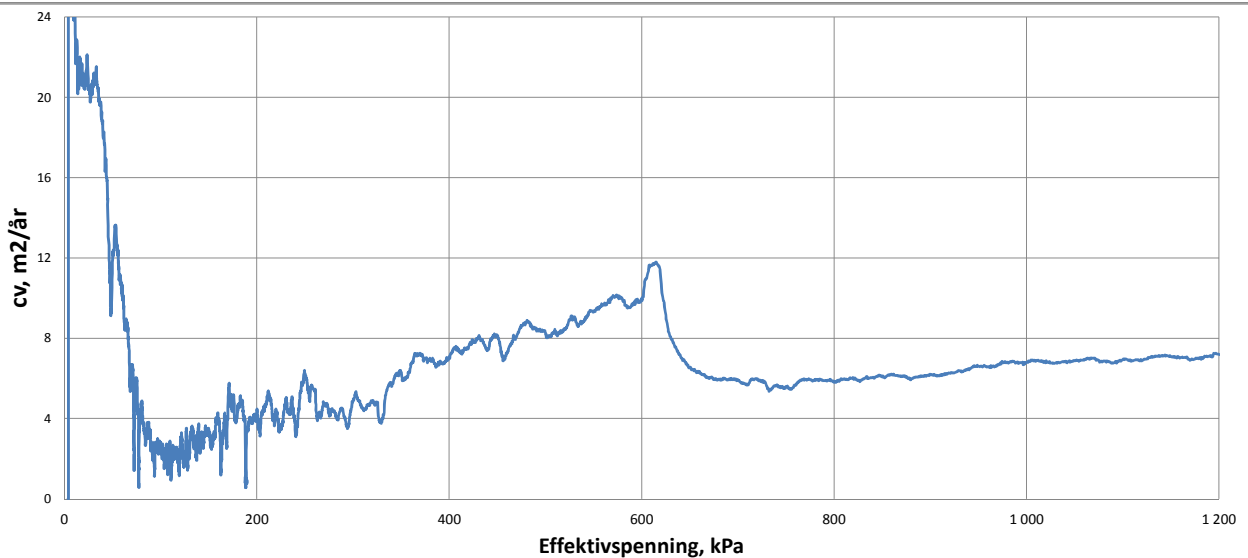
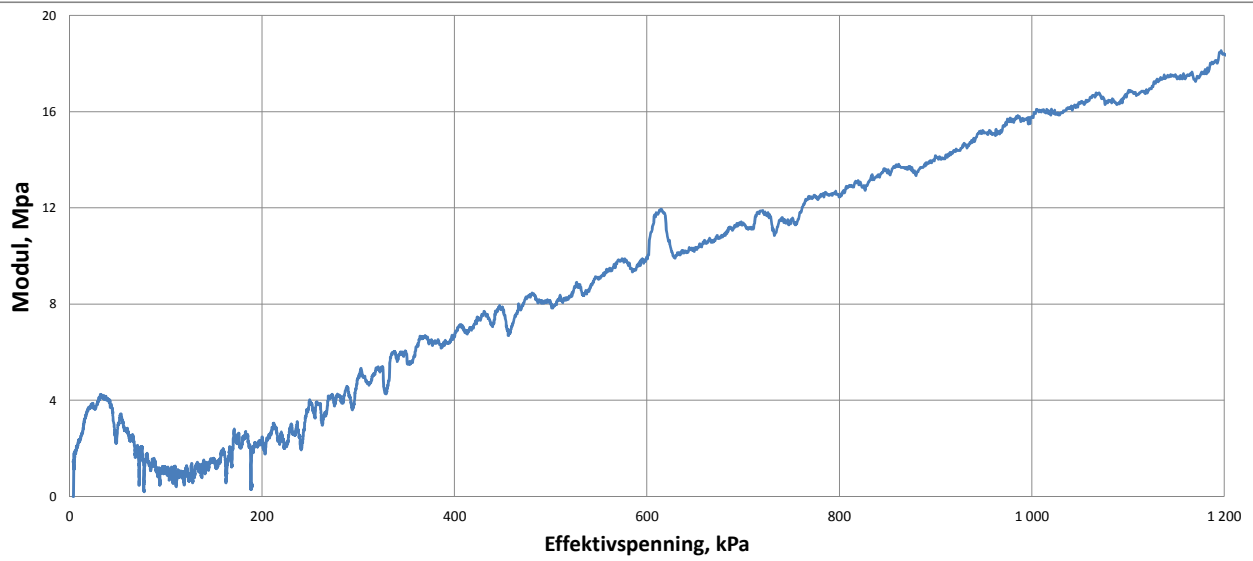
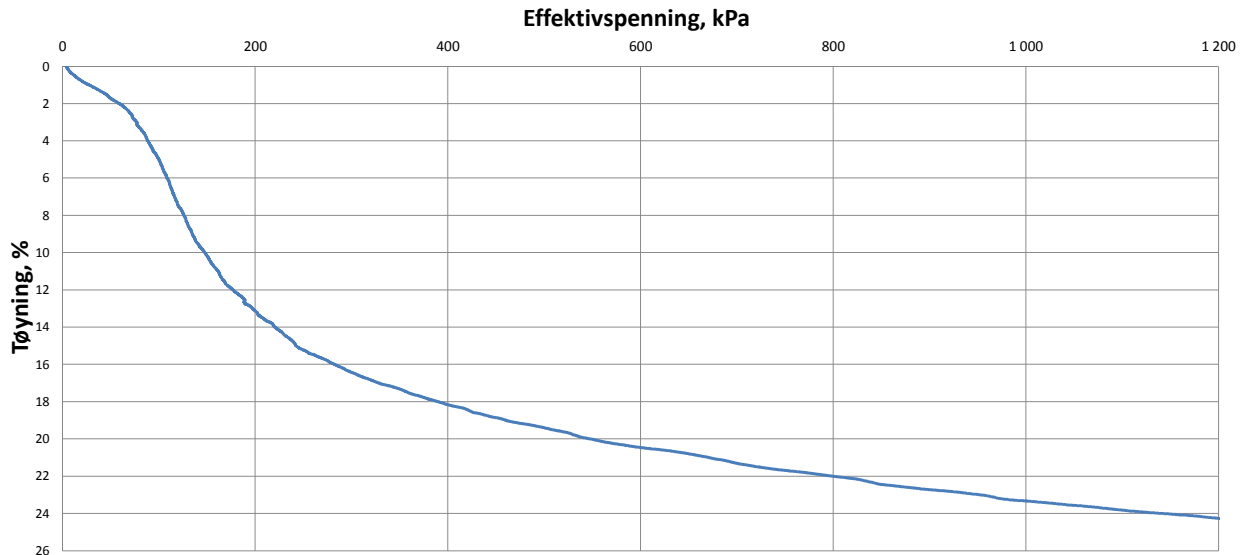
Oppdrag
1350021703

Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
24.03.2017

Bilag
-

Tegn. Nr.
112



pkt 2 lab 12 dybde 5,35m Kvikkleire



PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

ØDOMETERFORSØK

Oppdrag
1350021703

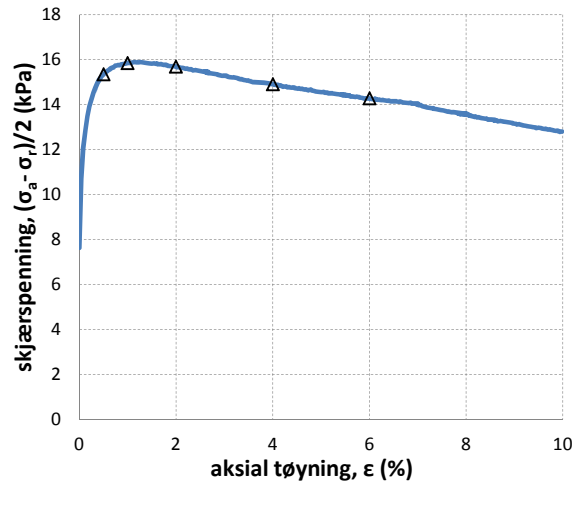
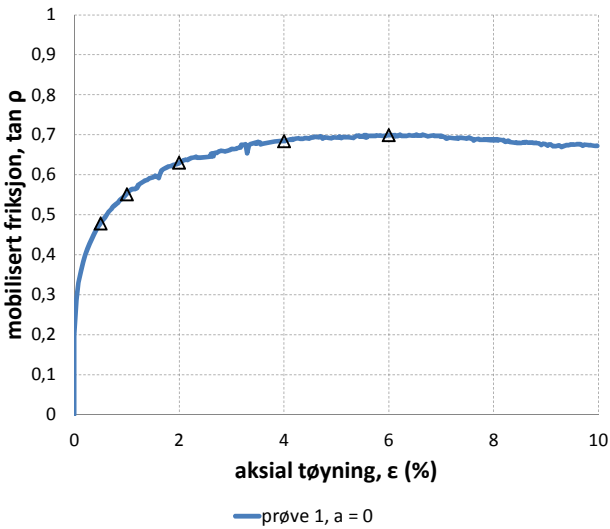
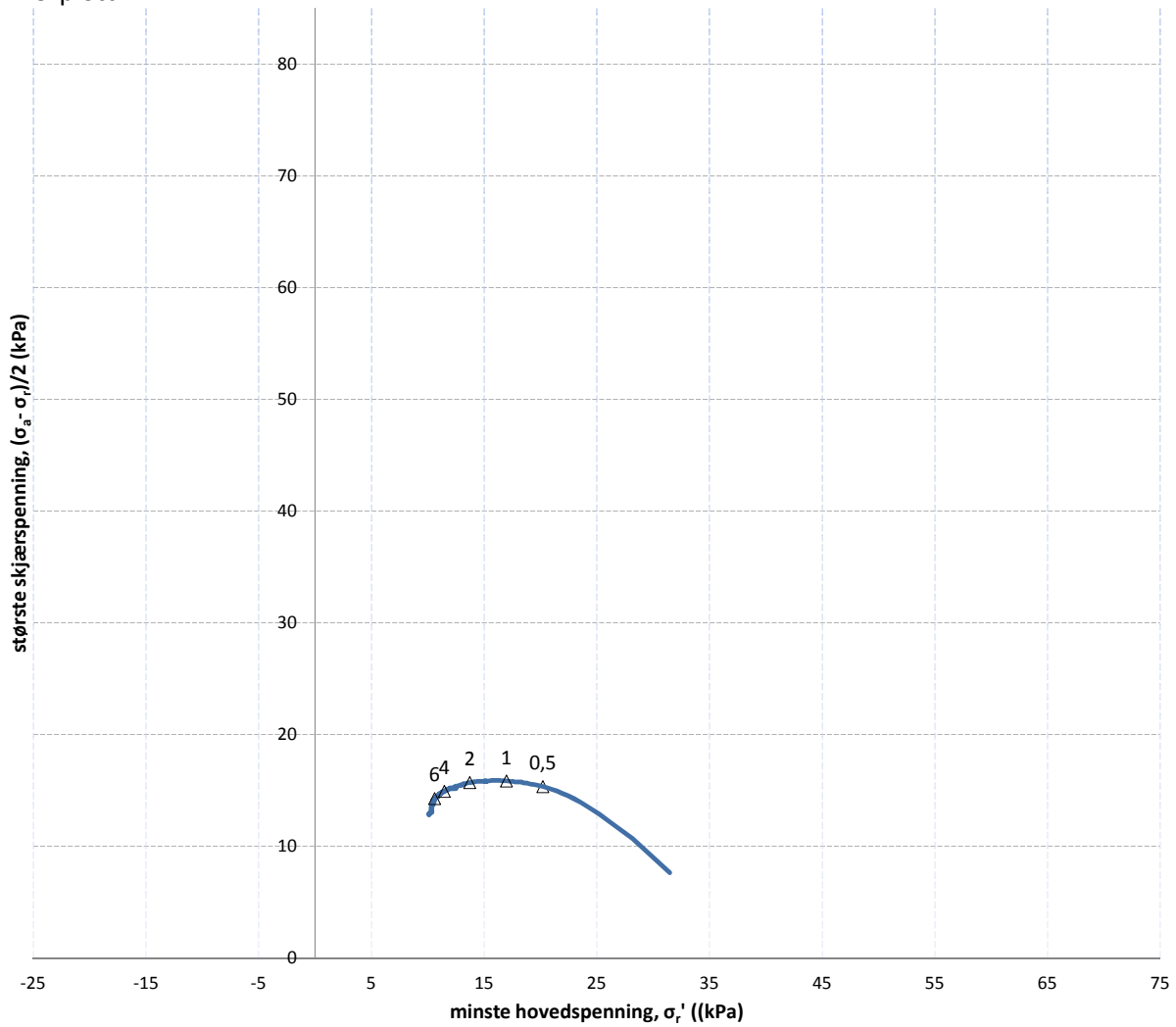
Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
24.03.2017

Bilag
-

Tegn. Nr.
113

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	1	3	2,40m	CAUc	55,0	3,4	0,056	0	46	31	Leire



PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350021703

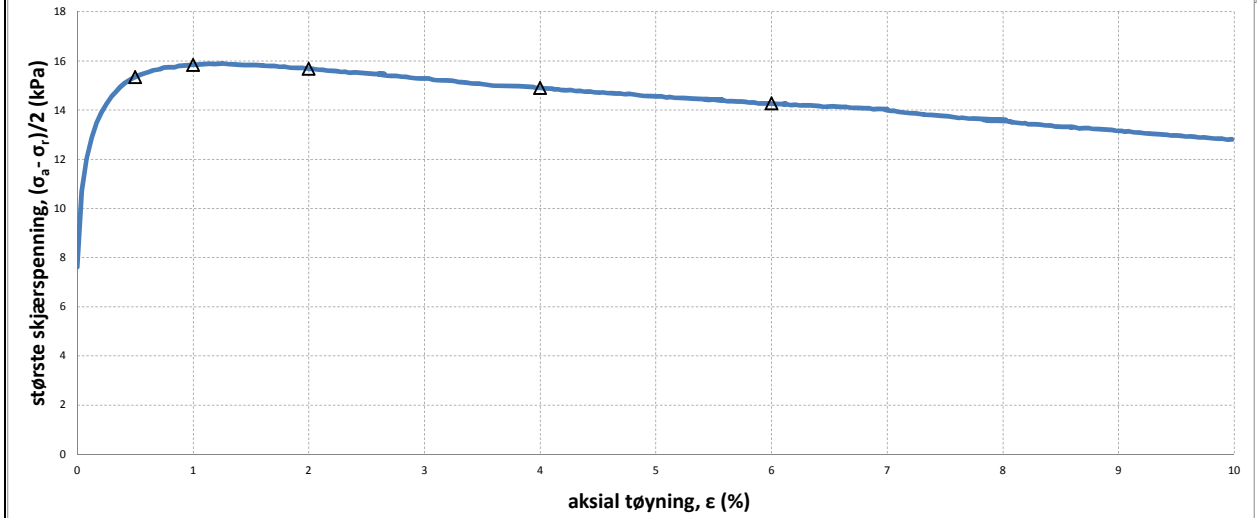
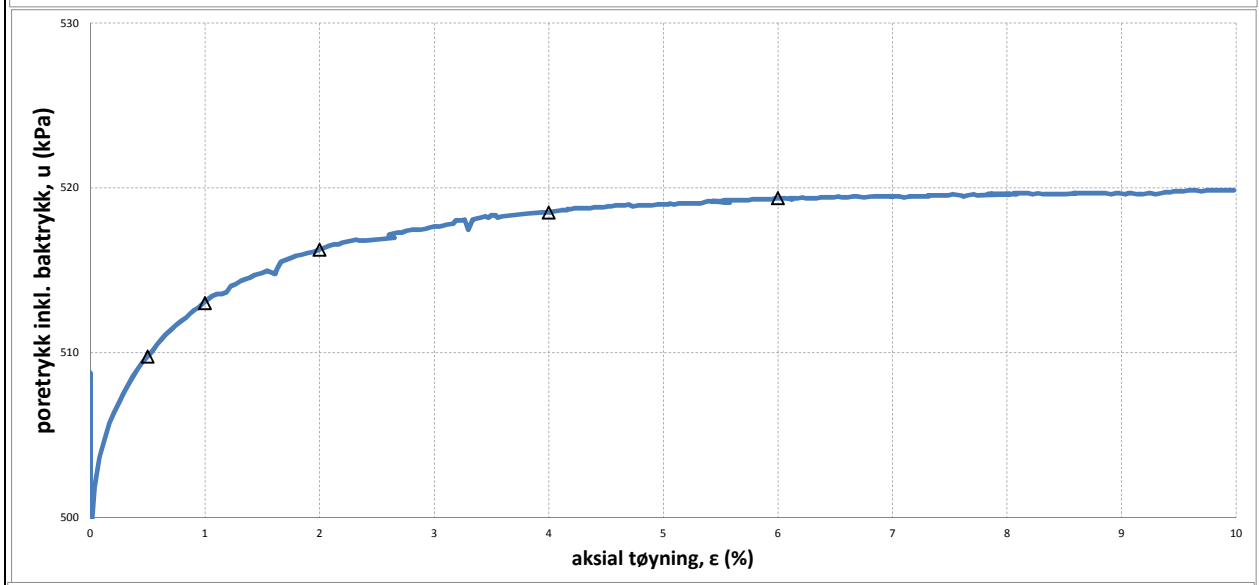
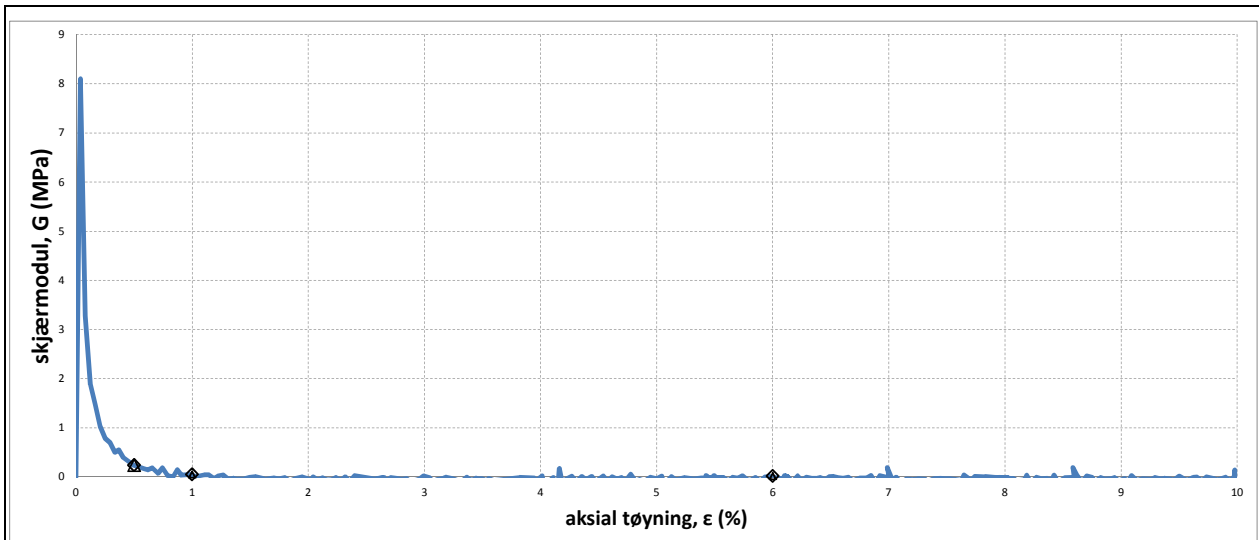
Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
26.04.2017

Bilag

-

Tegn. Nr.
114A



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	1	3	2,40m	CAUc	55,0	3,4	0,056	0	46	31	Leire



PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350021703

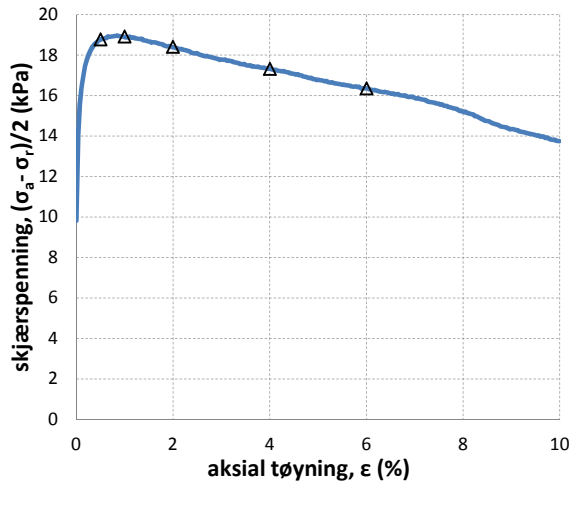
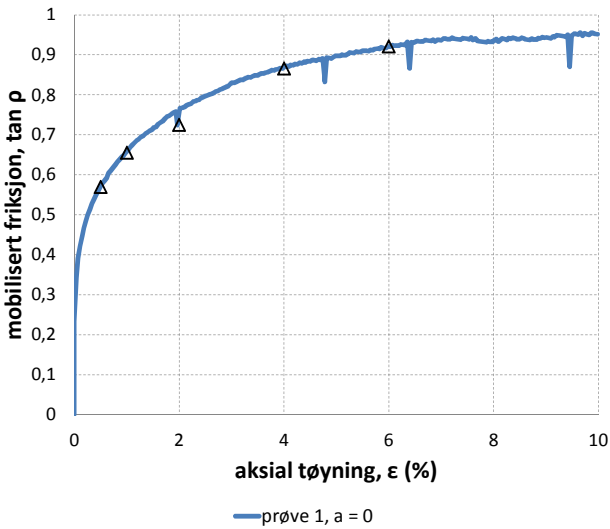
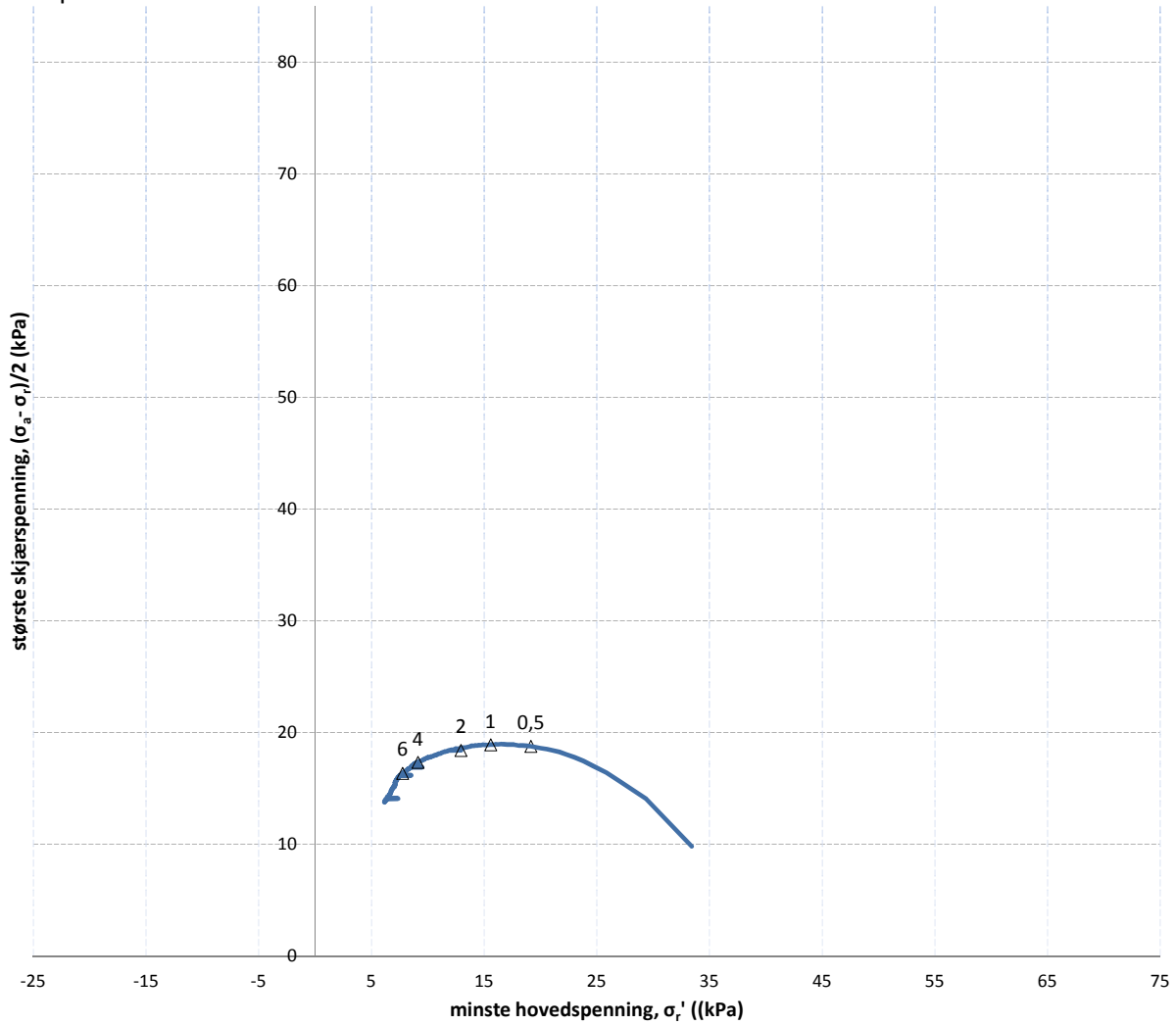
Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
26.04.2017

Bilag
-

Tegn. Nr.
114B

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	2	11	3,50m	CAUc	44,0	5,7	0,102	0	52	33	Kvikkleire



PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350021703

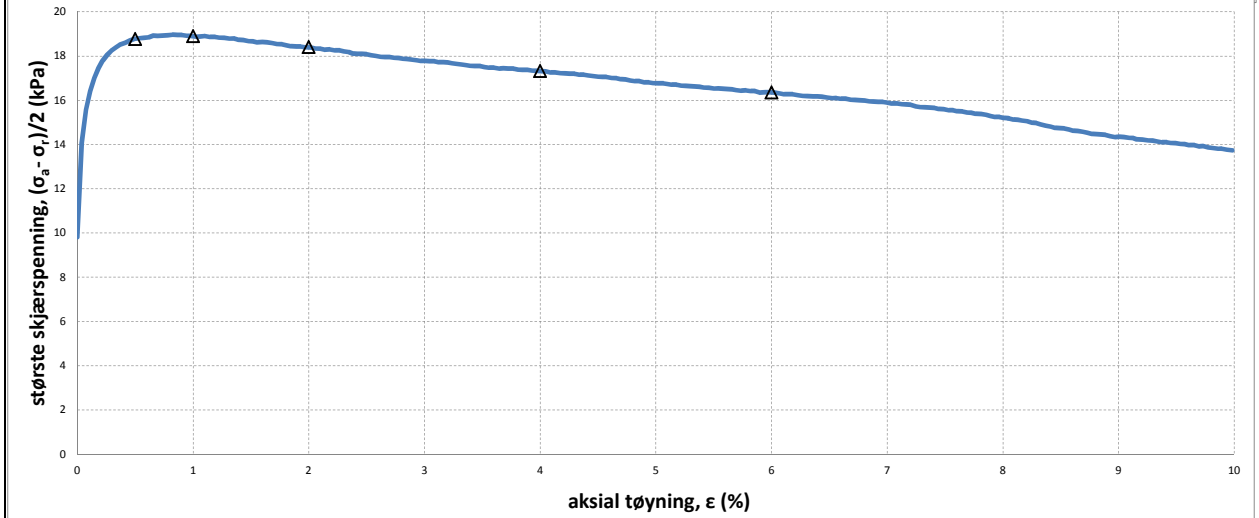
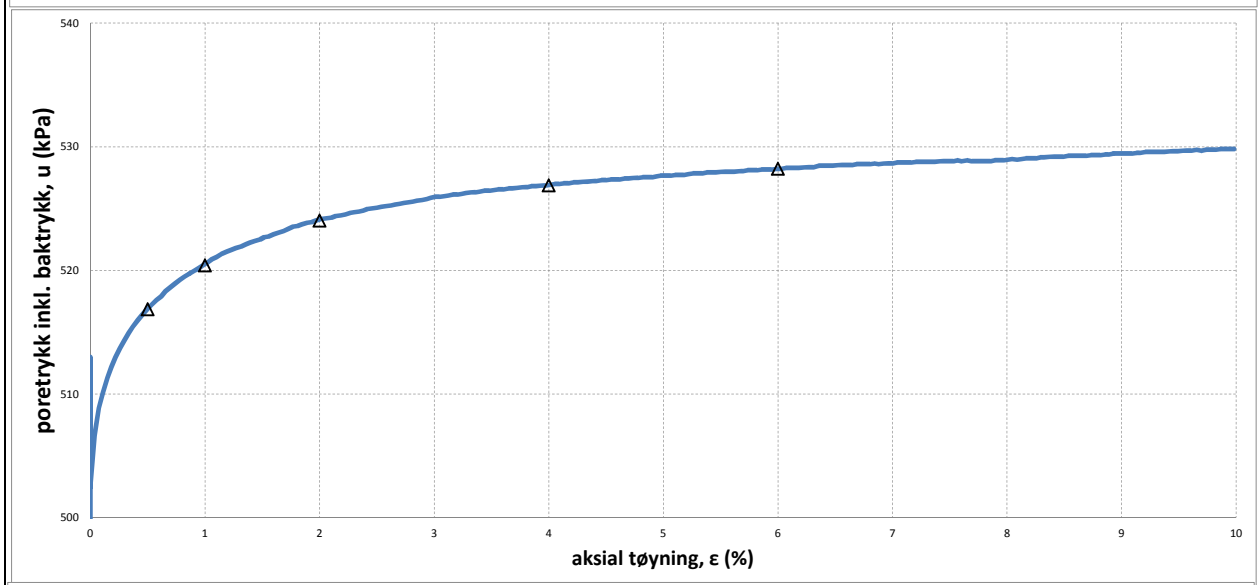
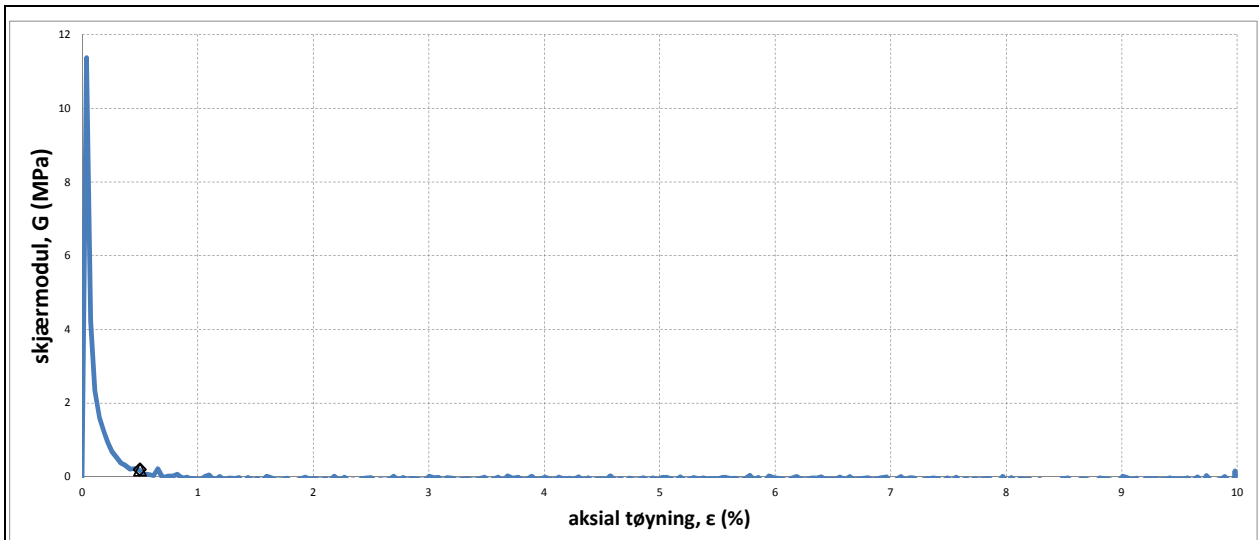
Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
26.04.2017

Bilag

-

Tegn. Nr.
115A



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	2	11	3,50m	CAUc	44,0	5,7	0,102	0	52	33	Kvikkleire



PUH Solberg skole

Nedre Eiker kommune

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350021703

Tegn./kontr.
ESK/AKM

Dato
26.04.2017

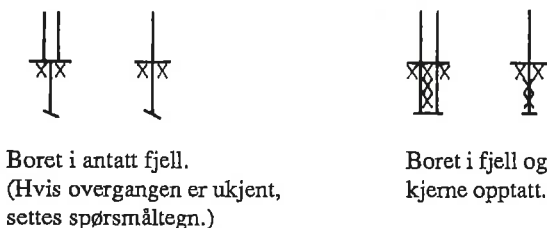
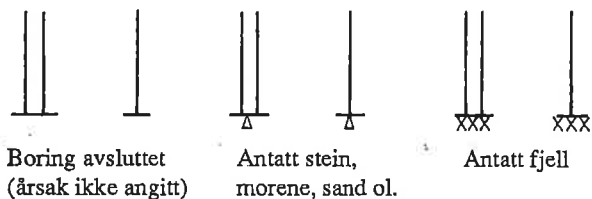
Bilag
-

Tegn. Nr.
115B

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).

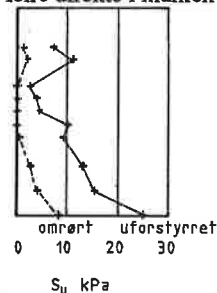


Fjellkontrollboring utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

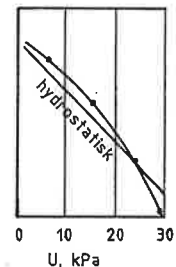
Prøvetaking utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. **Uforstyrrede prøver** tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboratoriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor 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. Maksimale dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.

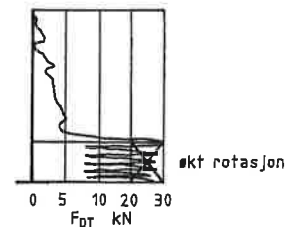


Porevanntrykket i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten **hydraulisk** som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer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

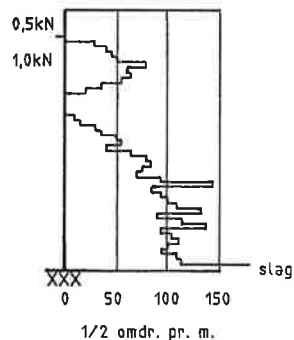


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

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



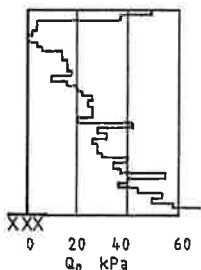
Dreiesondering utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 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

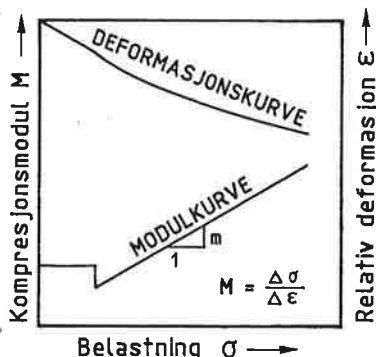
(s_u i kN/m²) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm² (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med 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.

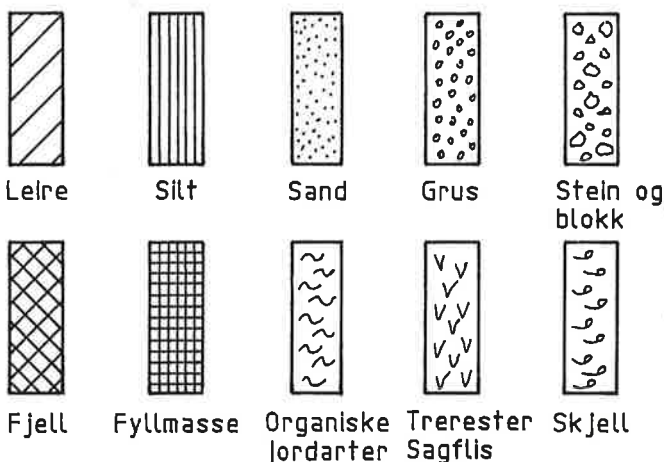
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

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 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.

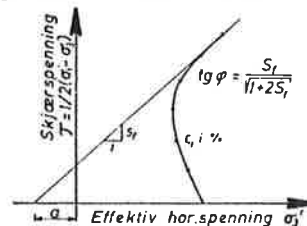
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

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 strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tettete lagring av mineral Kornene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som $\gamma_{d\ max}$, og det tilhørende vanninnhold W_{opt} .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarer Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3 inch² med konstant bevegelsehastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.