

RAPPORT

13976 FAGERHAUG, SKATVAL GEOTEKNISK DATARAPPORT

RAPPORT

Prosjektnavn:

13976 FAGERHAUG, SKATVAL

Dokumentnavn:

GEOTEKNISK DATARAPPORT

Prosjektnr.: 13976
Dokumentnr.: 13976-00-RIG-R-001

Dato: 01.09.2023
Revisjon: 00
Antall sider: 7

Utarbeidet av: ERSO
Kontrollert av: MGB
Godkjent av: MGB

Rettigheter til prosjektmaterialet

Oppdragsgiver har rett til å bruke materialet utarbeidet av prosjekterende Dr.techn.Olav Olsen AS til gjennomføring av prosjektet, senere drift, vedlikehold, ombygging og påbygging. Hvis ikke annet er avtalt, har Dr.techn.Olav Olsen AS alle øvrige rettigheter til sine ideer og det utarbeidede materialet. Dr.techn.Olav Olsen AS kan likevel ikke bruke dette på en måte som er urimelig i forhold til oppdragsgiver. Oppdragsgiver kan ikke overdra materialet til en tredjepart uten samtykke fra Dr.techn.Olav Olsen AS.

Revisjon	Dato	Grunn for utsendelse	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
0	01.09.2023	For bruk	ERSO	MGB	MGB

SAMMENDRAG

Norgeshus Eiendomsutvikling AS skal regulere et nytt boligområde på eiendommen gnr/bnr 40/118 på Fagerhaug på Skatval i Stjørdal kommune.

Dr. techn. Olav Olsen (OO) er engasjert for å utføre en geoteknisk grunnundersøkelse på området.

Feltarbeidet ble utført i uke 25 i 2023 av GeoField AS. Undersøkelsen bestod av følgende program:

- 4 stk. totalsonderinger
- 2 stk. prøveserier

De utførte sonderinger og opptatte prøver viser at det er grunt til berg på den vestlige og sørlige delen av planområdet, og et topplag med fyllmasse/tørreskorpeleire over siltig leire over leire i den nordøstlige delen av planområdet.

Det er ikke utført undersøkelser for å kartlegge grunnvannsstand og poretrykksforhold.

Bergoverflaten er registrert om lag 0,5 til 1,5 meter under terreng i borpunkt 3 til 5 og om lag 5 meter under terreng i borpunkt 1 og 2.

INNHold

SAMMENDRAG	3
INNLEDNING	5
UNDERSØKELSER.....	6
1.1 Feltarbeid.....	6
1.2 Laboratoriarbeider.....	6
1.3 Resultater.....	6
GRUNNFORHOLD.....	7
1.4 Løsmasser	7
1.5 Grunnvann.....	7
1.6 Berg	7

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1:50 000
102		SITUASJONSPLAN	1:500
103 - 106		SONDERINGER	1:200
107 - 108		BORPROFILER	1:100

VEDLEGG

1	Metodebeskrivelse
2	Laboratorierapport

INNLEDNING

Dr. techn. Olav Olsen (OO) er engasjert av Norgeshus Eiendomsutvikling AS for å utføre grunnundersøkelser for regulering av eiendommen gnr/bnr 40/118 på Fagerhaug på Skatval i Stjørdal kommune. Plassering av undersøkelsesområdet er vist i Figur 1. Et oversiktskart (1:50 000) er vist på tegning 101.

Foreliggende rapport beskriver de utførte grunnundersøkelsene, sammenstiller de registrerte data og gir en kort orientering om grunnforhold i borpunktene. Rapporten inneholder ingen tolkninger, råd eller anbefalinger.



> *Figur 1 Plassering av planområdet er markert i rødt (norgeskart.no)*

UNDERSØKELSER

1.1 Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført i uke 25 2023 av GeoField AS. Undersøkelsen bestod av følgende program:

- 4 stk. totalsonderinger
- 2 stk. prøveserier, både 54 mm sylinderprøver og skovlprøver

Plasseringen av borpunktene relativt til hverandre er vist på tegning 102 Borplan.

Koordinater for borpunktene gitt i EUREF89 UTM-sone 32 og høyder NN2000 er presentert i Tabell 1.

> *Tabell 1 Koordinater og høyder for borpunktene*

Borpunkt	Nord	Øst	Høyde	Metode
1	7043587,501	591914,693	80,499	TOT, PRV
2	7043569,548	591941,031	80,255	TOT, PRV
3	7043532,271	591930,921	80,402	TOT
5	7043593,038	591842,379	78,645	TOT

1.2 Laboratoriearbeider

Alle opptatte prøver er sendt til geoteknisk laboratorium hos Multiconsult AS i Trondheim for klassifisering, bestemmelse av rutineparametere og mekaniske egenskaper. Det er gjennomført rutineundersøkelser på alle prøver og ett ødometerforsøk og ett treaksialforsøk. Undersøkelsene ble utført mellom uke 26 og uke 34 i 2023.

1.3 Resultater

Sonderingsresultater er vist på tegning 103-104 og borprofiler er vist på tegning 105-106. Resultater fra ødometerforsøk og treaksialforsøk er presentert i vedlegg 2.

GRUNNFORHOLD

1.4 Løsmasser

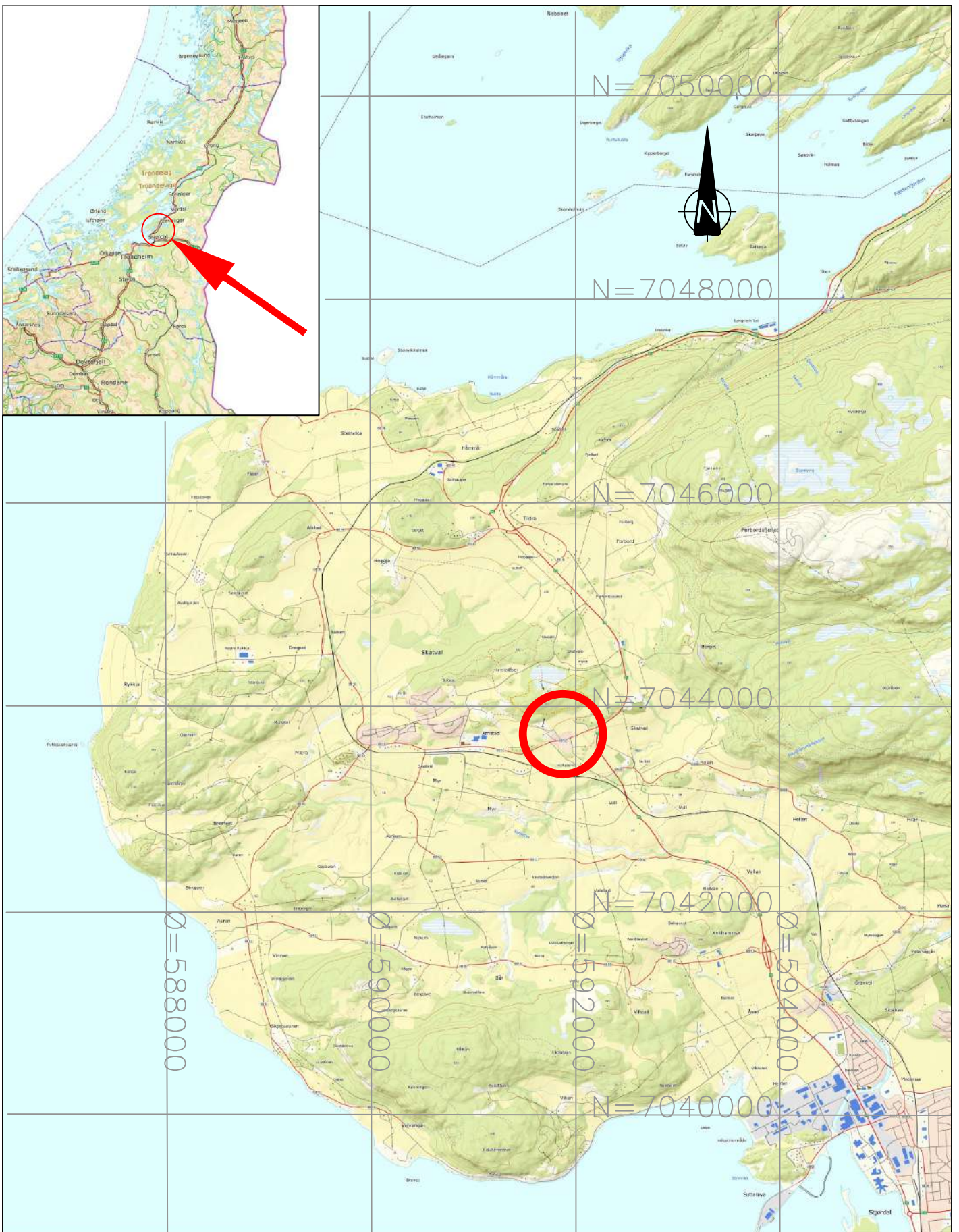
De utførte sonderinger og opptatte prøver viser at det er grunt til berg på den vestlige og sørlige delen av planområdet, og et topplag med fyllmasse/tørreskorpeleire over siltig leire i den nordøstlige delen av planområdet. Skjærfastheten målt ved konustesting for leira i borpunkt 1 er høy, med verdier fra ca. 75 kPa til ca. 155 kPa. I borpunkt 2 viser konustesting en meget høy skjærfasthet for leira, med verdier fra ca. 155 kPa til mer enn 200 kPa. Sensitiviteten er middels for den testede leira. Vanninnholdet varierer mellom 25-30% i begge borpunktene.

1.5 Grunnvann

Det er ikke utført undersøkelser for å kartlegge grunnvannstand og poretrykksforhold.

1.6 Berg

Bergoverflaten er registrert om lag 0,5 til 1,5 meter under terreng i borpunkt 3 til 5 og om lag 5 meter under terreng i borpunkt 1 og 2.



Oppdrag Fagerhaug Skatval	OVERSIKTSKART EUREF89 UTM32 5597, 70175	Oppdragnr. 13976		
Kunde Norges hus AS		Dato 06.07.23		
 Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Skala (A4): 1:50 000	Tegn. JOSI	Kontr. MGB	Godkj. PAW
		Tegningsnr. 101		



00	04.09.23	-	ERSO	MGB	MGB
REV.	DATO	TEKST	TEGN.	KONTR.	GODKJ.
STATUS					
-					

TEGNFORKLARING :

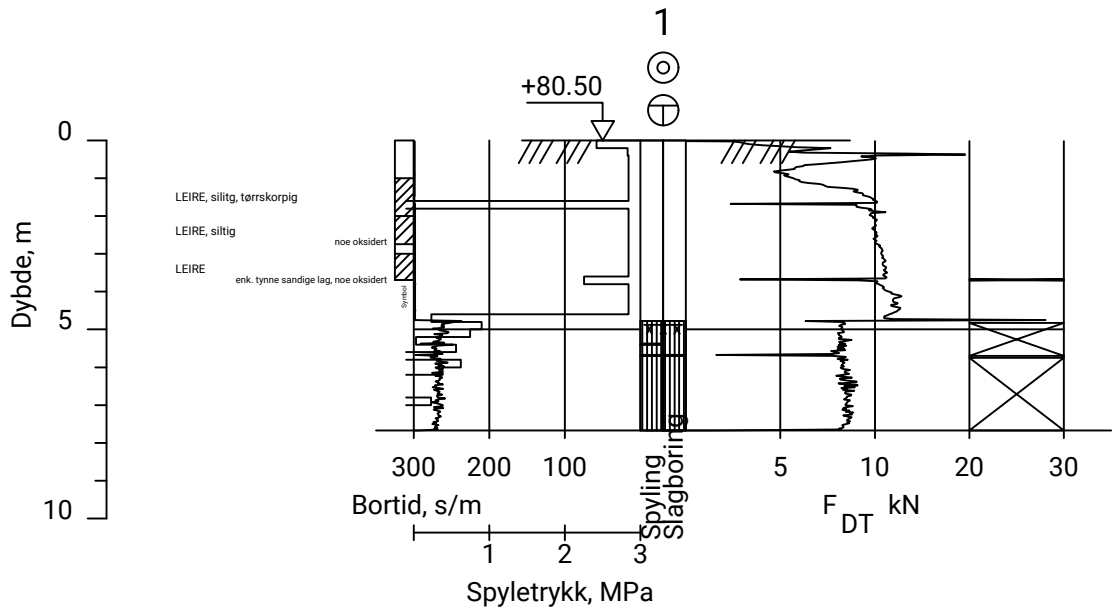
- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie
- Enkel sondering ⚠ Dreietrykksondering □ Prøvegrop
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling ⚒ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)


SITUASJONSPLAN

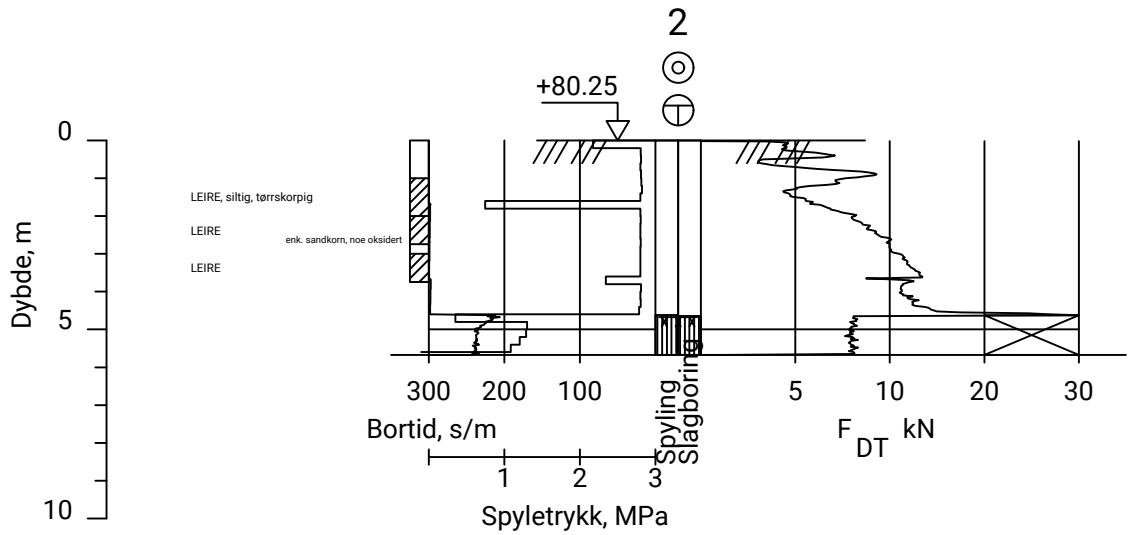
MÅLESTOKK (A3)	KOORD.SYS.	HØYDEREF.
1:1000	EUREF89 UTM32	NN2000

OPPDRAG	OPPDRAGNR.
Fagerhaug Skatval	13976
KUNDE	
Norgeshus AS	
DR TECHN OLAV OLSEN ARTELIA GROUP	TEGNINGSNR. 102




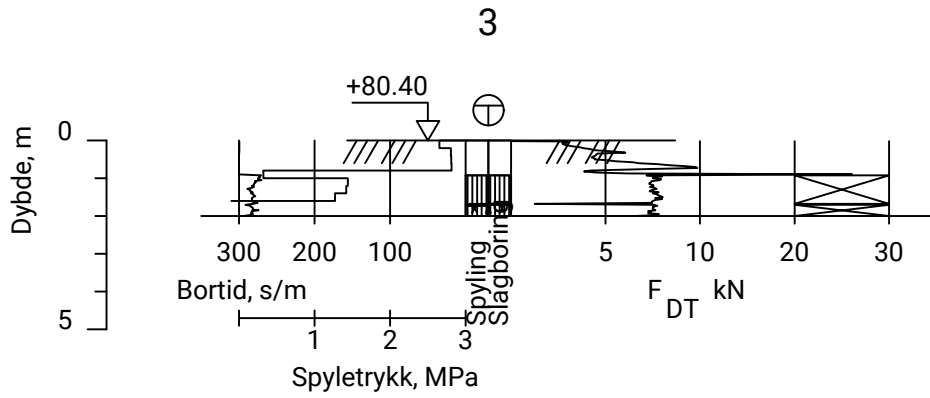
Posisjon: X 7043587.50 Y 591914.69

Oppdrag Fagerhaug, Skatval	Borhull 1	Oppdragnr. 13976
Kunde Norgeshus AS	Totalsondering	Dato 01.09.2023
	Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Tegn. ERSO
	Dato boret :27.06.2023	Kontr. MGB
M = 1 : 200	Tegningsnr. 103	Godkj. MGB




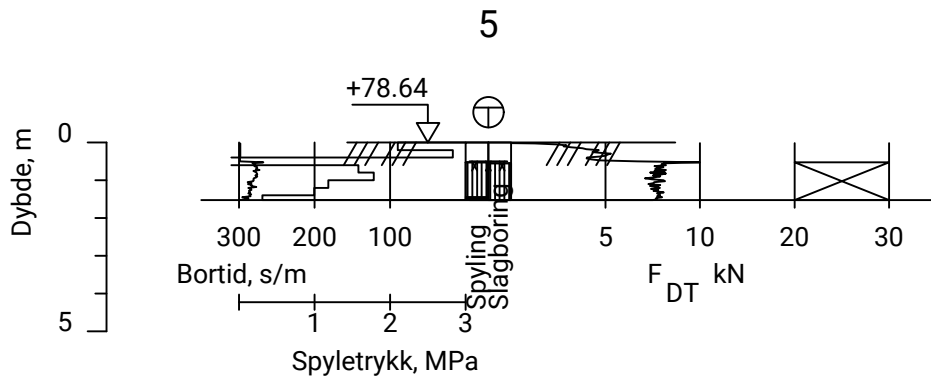
Posisjon: X 7043569.55 Y 591941.03

Oppdrag Fagerhaug, Skatval	Borhull 2	Oppdragnr. 13976		
Kunde Norgeshus AS	Totalsondering	Dato 01.09.2023		
	Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Dato boret :27.06.2023		
	M = 1 : 200	<table border="1"> <tr> <td>Tegn. ERSO</td> <td>Kontr. MGB</td> <td>Godkj. MGB</td> </tr> </table>	Tegn. ERSO	Kontr. MGB
Tegn. ERSO	Kontr. MGB	Godkj. MGB		
		Tegningsnr. 104		




Posisjon: X 7043532.27 Y 591930.92

Oppdrag Fagerhaug, Skatval	Borhull 3	Oppdragnr. 13976					
Kunde Norgeshus AS	Totalsondering	Dato 01.09.2023					
	Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Dato boret :27.06.2023					
	M = 1 : 200	<table border="1"> <tr> <td>Tegn. ERSO</td> <td>Kontr. MGB</td> <td>Godkj. MGB</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Tegningsnr. 105</td> </tr> </table>	Tegn. ERSO	Kontr. MGB	Godkj. MGB	Tegningsnr. 105	
Tegn. ERSO	Kontr. MGB	Godkj. MGB					
Tegningsnr. 105							



Posisjon: X 7043593.04 Y 591842.38

Oppdrag Fagerhaug, Skatval	Borhull 5	Oppdragnr. 13976					
Kunde Norgeshus AS	Totalsondering	Dato 01.09.2023					
	Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Dato boret :27.06.2023					
	M = 1 : 200	<table border="1"> <tr> <td>Tegn. ERSO</td> <td>Kontr. MGB</td> <td>Godkj. MGB</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Tegningsnr. 106</td> </tr> </table>	Tegn. ERSO	Kontr. MGB	Godkj. MGB	Tegningsnr. 106	
Tegn. ERSO	Kontr. MGB	Godkj. MGB					
Tegningsnr. 106							

Dybde, m	Jordart kt.+80.50	Symbol	Prøve	Vanninnhold w (%)				γ kN/m ³	Skjærstyrke s _u (kPa)				S _t (%)	Glødetap (%)	
				10	20	30	40		20	40	60	80			
5	LEIRE, siltig, tørrskorpig	/ / / /	1			28									
	LEIRE, siltig noe oksidert		2			28			19.6				155.0	13	
	LEIRE enk. tynne sandige lag, noe oksidert		3			28			20.2				109.7	11	14
10															
15															
20															

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

w_p | w_L Konsistensgrense

K = Kornfordeling
ISO 17892-2: 2017

∅ = Ødometerforsøk

T = Treksialforsøk

▼/▽ = Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret

□ = Penetrometerforsøk

Andre forsøk:

						BORPROFIL	Borhull:	1
0	01.09.2023		ERSO	MGB	MGB		Målestokk:	1:100
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj	Oppdragsnr.:	13976	
						Oppdragsgiver:	Norges hus AS	
						Oppdrag:	Fagerhaug, Skatval	
						Tegningsnr.:		
							107	

Pirsenteret
7010 Trondheim
TLF: 67 82 80 00
www.olavolsen.no

Dybde, m	Jordart kt. +80.25	Symbol	Prøve	Vanninnhold w (%)				γ kN/m ³	Skjærstyrke s _u (kPa)				S _t (%)	Glødetap (%)
				10	20	30	40		20	40	60	80		
5	LEIRE, siltig, tørrskorpig		1			28								
	LEIRE enk. sandkorn, noe oksidert		2			28			19.7			200	248.4	
	LEIRE	TØ	3			28			19.5			155.0	179.0	8
10														9
15														
20														

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

W_p | W_L Konsistensgrense

K = Kornfordeling
ISO 17892-2: 2017

Ø = Ødometerforsøk

T = Treaksialforsøk

= Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret

Penetrometerforsøk

Andre forsøk:

						BORPROFIL	Borhull:	2
0	01.09.2023		ERSO	MGB	MGB		Målestokk:	1:100
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj	Oppdragsnr.:	13976	
						Oppdragsgiver:	Norgeshus AS	
						Oppdrag:	Fagerhaug, Skatval	
						Tegningsnr.:		
							108	

Pirsenteret
7010 Trondheim
TLF: 67 82 80 00
www.olavolsen.no

Vedlegg 1: METODEBESKRIVELSE

1

Statens vegvesen Blankett nr. 497	TEGNINGSFORKLARING for geotekniske kart og profiler	Bilag 1A
--------------------------------------	--------------------------------------------------------	----------

Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellementspunkt.
⊙	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	⊛	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊕	2413 Poretrykkmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊗	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
▽	2406 Dreietrykksondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vingeboring	Måling av uorrørt og orrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	∩	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q ₀ registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

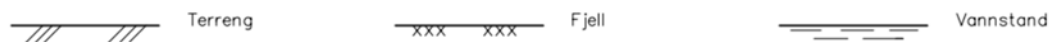
NIVÅER OG DYBDER (i meter)

$$\star \frac{12,8}{-5,7} - 18,5 + 3,0$$

Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).
Under linjen : sikker fjellkote.

OPPTEGNING I PROFIL

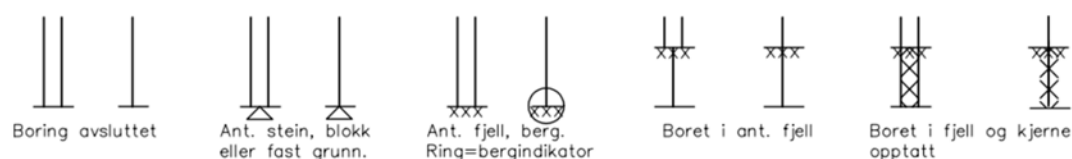
Generelt



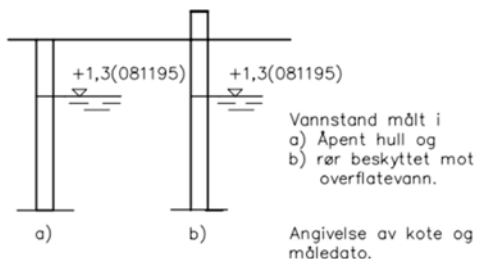
FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



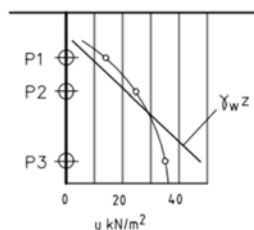
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)



GRUNNVANNSTAND



⊖ PORETRYKK

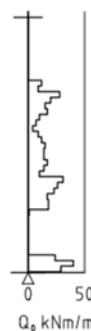


Poretrykk, u, fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling $\gamma_w z$ kan vises.

VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste regulerte vannstand
LRV	Laveste regulerte vannstand
HHV	Høyeste høyvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høyvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

▼ RAMSONDERING



Rammemotstanden Q₀ angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

der W = Tyngde av lodd (kN)
H = Fallhøyde (m)
s = Synk i m pr. slag

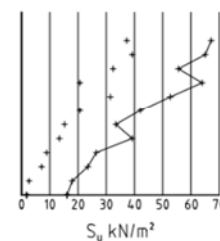
○ ENKEL SONDERING



Boringer som bare har til hensikt å registrere dybde til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.

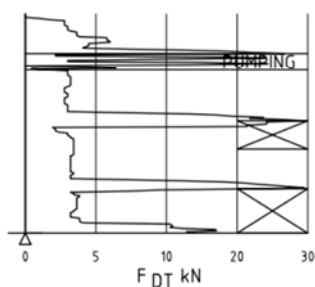
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek./m.

+ VINGEBORING



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjærstyrken s_u og s'_u angis i kN/m² med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdier som angis er den kalibrerte omrørte og uomrørte skjærstyrke.

● DREIETRYKKSONDERING



Vanlig boring med 25 omdr./min. Pumping

Økt rotasjon

Borhullet markeres med en enkel tykk strek. Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

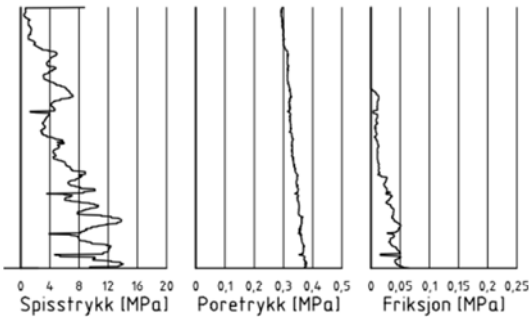
● DREIESONDERING



Forboringdybde markeres og diameter angis i mm. Vertikallasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrek. Synk uten dreining markeres med skygglegging eller raster.

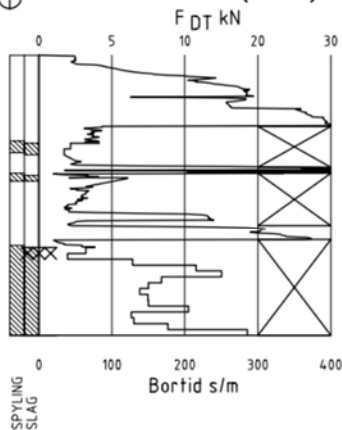
Hel tverrstrek for hver 100 halv-omdreining. Halv tverrstrek for hver 25 halvomdreining. Mindre enn 100 halvomdreining vises ved å skrive ant. halvomdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverstr.

▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borhullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

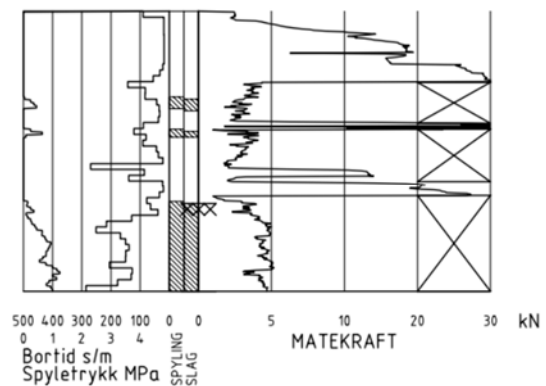
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skravur. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørrskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Spyling begynner
- 73 Spyling slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og spyling starter samt.

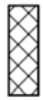
- 77 Slag og spyling slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask. feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

PRØVESERIE

Materialsignatur (iht. NGF)



Fjell



Stein og blokk



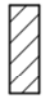
Grus



Sand



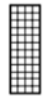
Silt



Leire



Skjell



Fyllmasse

Trerester
Sagflis

Matjord

Torv
PlanteresterGytje, dy
(vannavsatt)

Anmerkning

T = tørrskorpe
Leire: R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



Moreneleire

Grusig morene

Før konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

Ca = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W _P W _L W _F	• 	Angis i masseprosent av tørrstoff. Metode skal angis.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ _d ρ _s		Tyngdetetthet kN/m ³ . Densitet t/m ³ . γ (kN/m ³)
Porøsitet Poretall	n e		
Skjærstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	s _{uk} s _{u'k} s _{ut}	▼ ▼ α	Symbolet settes i () hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε _f) angis i % slik: $\frac{15-\phi-5\%}{10}$
Sensitivitet	S _t		Metode bør angis.
Organisk materiale Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formuldingsgraden	O _c O _{gl} O _{Na} v _P		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk. Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H ₁ –H ₁₀

Forøvrig benyttes bokstavsymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

TEKNISK RAPPORT – LABORATORIEOPPDRAG

OPPDRAG	Fagerhaug Skatval	DOKUMENTKODE	10220200-11-RIG-RAP-001
EMNE	Laboratorierapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Dr. techn. Olav Olsen	OPPDRAGSLEDER	Vidar Tøndervik
KONTAKTPERSON	Maj Gøril Bæverfjord	LABORANT	Regine Riersen og Vidar Tøndervik
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234014 Grunnundersøkelser Midt

1 Bakgrunn

Multiconsult Norge AS har på oppdrag fra Dr. techn. Olav Olsen utført laboratorieundersøkelser for oppdrag 10220200-11 Fagerhaug Skatval. Prøvetaking er utført av Geofield AS medio juni 2023 og materialet ble levert vårt laboratorium i samme tidsrom.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført uke 34, 2023 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Materiale	Type	Antall
Rutine	Kohesjon	54mm	4
Rutine	Kohesjon	Pose	2
Treaks	Kohesjon	CAUa	1
Ødometer	Kohesjon	CRS	1
Korndensistet	Kohesjon		1

Undersøkelsen er utført av laboratorieingeniør Regine Riersen og Vidar Tøndervik. Opptegning av resultater er inkludert i tegningsvedlegg.

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og relevante ISO-standarder, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9000:2000.

00	05.09.2023	Rapport opprettet	Vidar Tøndervik	Regine Riersen	Anders S. Gylland
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

4 Kommentarer til utførte undersøkelser

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang med følgende kommentarer:

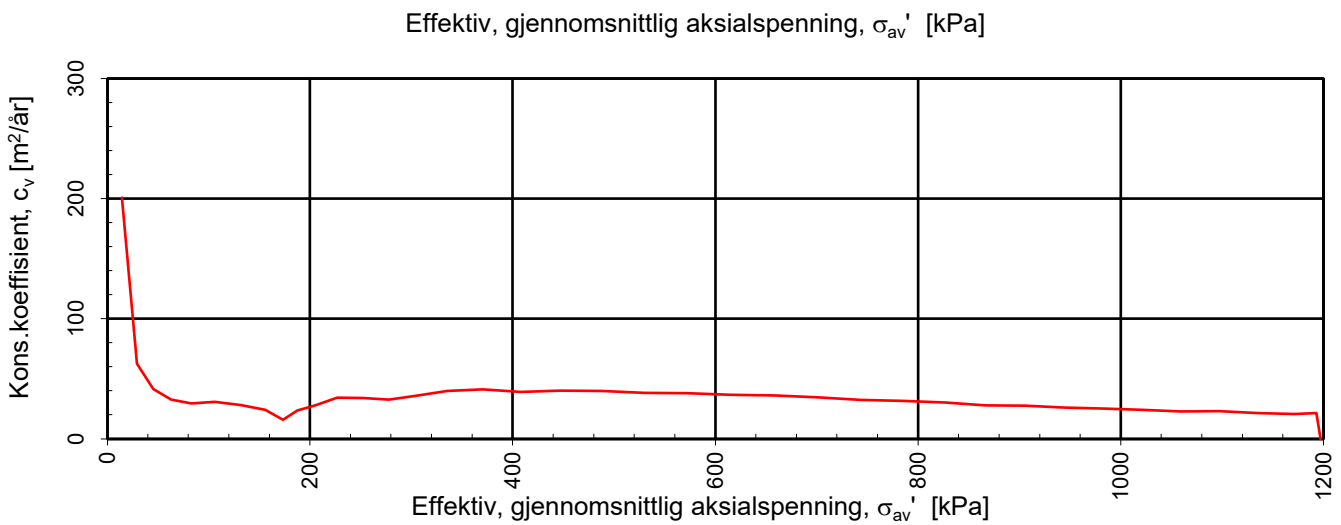
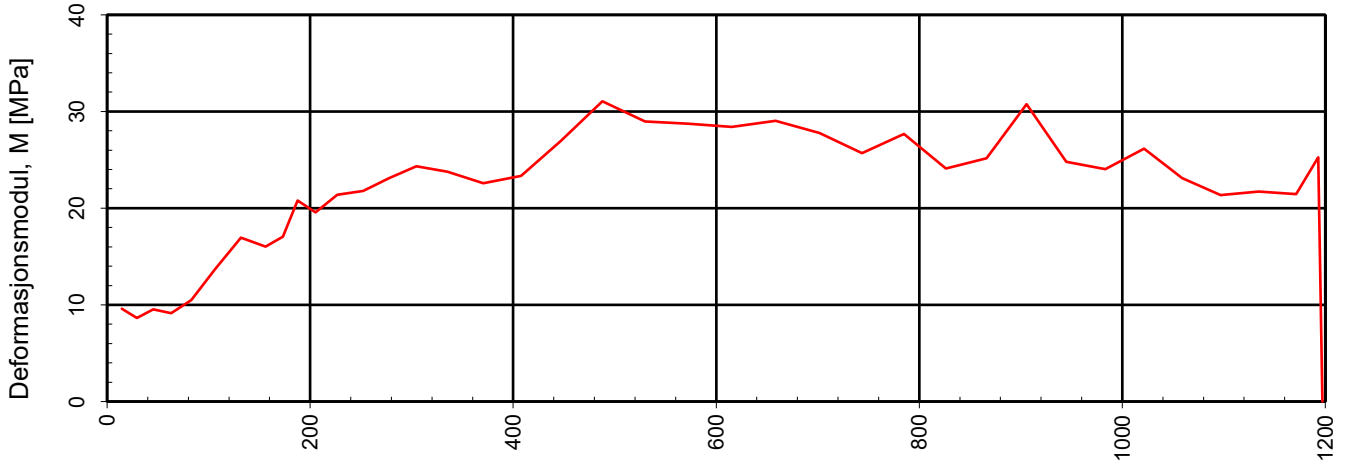
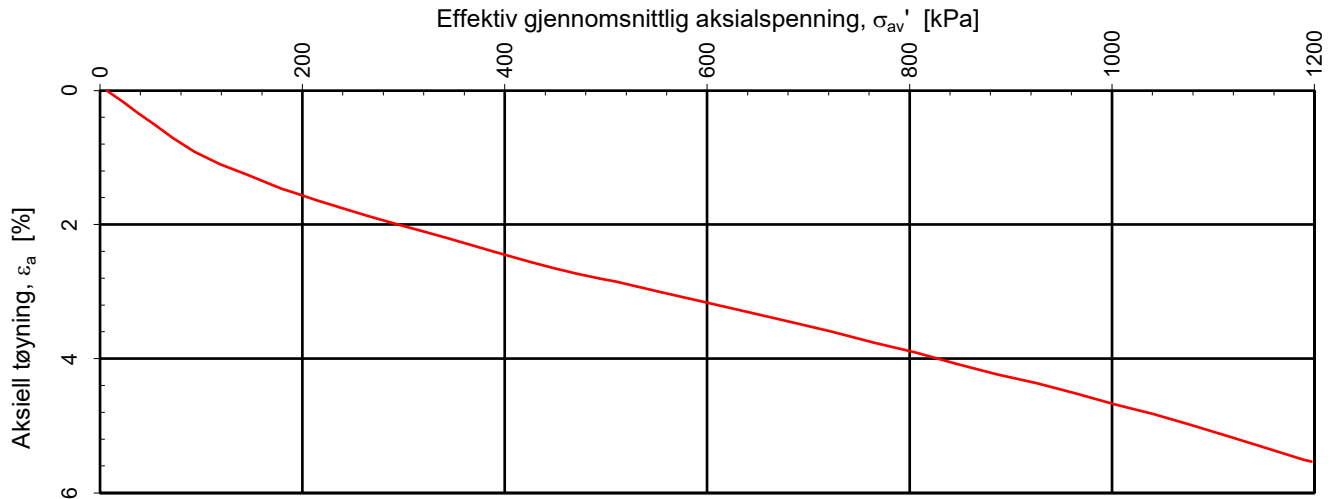
Sylindernr/pose/dybde	Merknad/avvik/beskrivelse av undersøkelse
Borpunkt 1, pose, dybde 1,0-2,0m	Prøven bestod av LEIRE, siltig, tørrskorpig. Konus omrørt ikke mulig da prøven smuldrer opp ved omrøring.
Borpunkt 1, sylinder 27, 54mm, dybde 2,0-2,8m	Prøven bestod av LEIRE, siltig, noe oksidert.
Borpunkt 1, sylinder 77, 54mm, dybde 3,0-3,7m	Prøven bestod av LEIRE, enk. tynne sandige lag, noe oksidert.
Borpunkt 2, pose, dybde 1,0-2,0m	Prøven bestod av LEIRE, siltig, tørrskorpig. Konus omrørt ikke mulig da prøven smuldrer opp ved omrøring.
Borpunkt 2, sylinder 4, 54mm, dybde 2,0-2,8m	Prøven bestod av LEIRE, enk. sandkorn, noe oksidert. Konus omrørt ikke mulig da prøven smuldrer opp ved omrøring.
Borpunkt 2, sylinder 6, 54mm, dybde 3,0-3,8m	Prøven bestod av LEIRE. Det ble i tillegg til ordinær rutine, utført 1 stk CAUa, 1 stk CRS, samt 1 stk korndensitet.

Tegningsliste

10220200-11-RIG-TEG-200 til 201	Geotekniske data
10220200-11-RIG-TEG-400	Ødometer
10220200-11-RIG-TEG-450	Treaksialforsøk

Vedlegg

Metodestandarder og retningslinjer-laboratorieundersøkelser.



Densitet ρ (g/cm³): 2,00
 Vanninnhold w (%): 25,50

Dr. techn. Olav Olsen
Fagerhaug Skatval

Tegningens filnavn:
 10220200-11-RIG-TEG-400_BP2_d3,50m.xls

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT
NORGE AS
 Sluppenvegen 15,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
 25.06.2023

Dybde, z (m):
 3,50

Borpunkt nr.:
 2

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 VT

Kontrollert:
 REGR

Godkjent:
 ANG

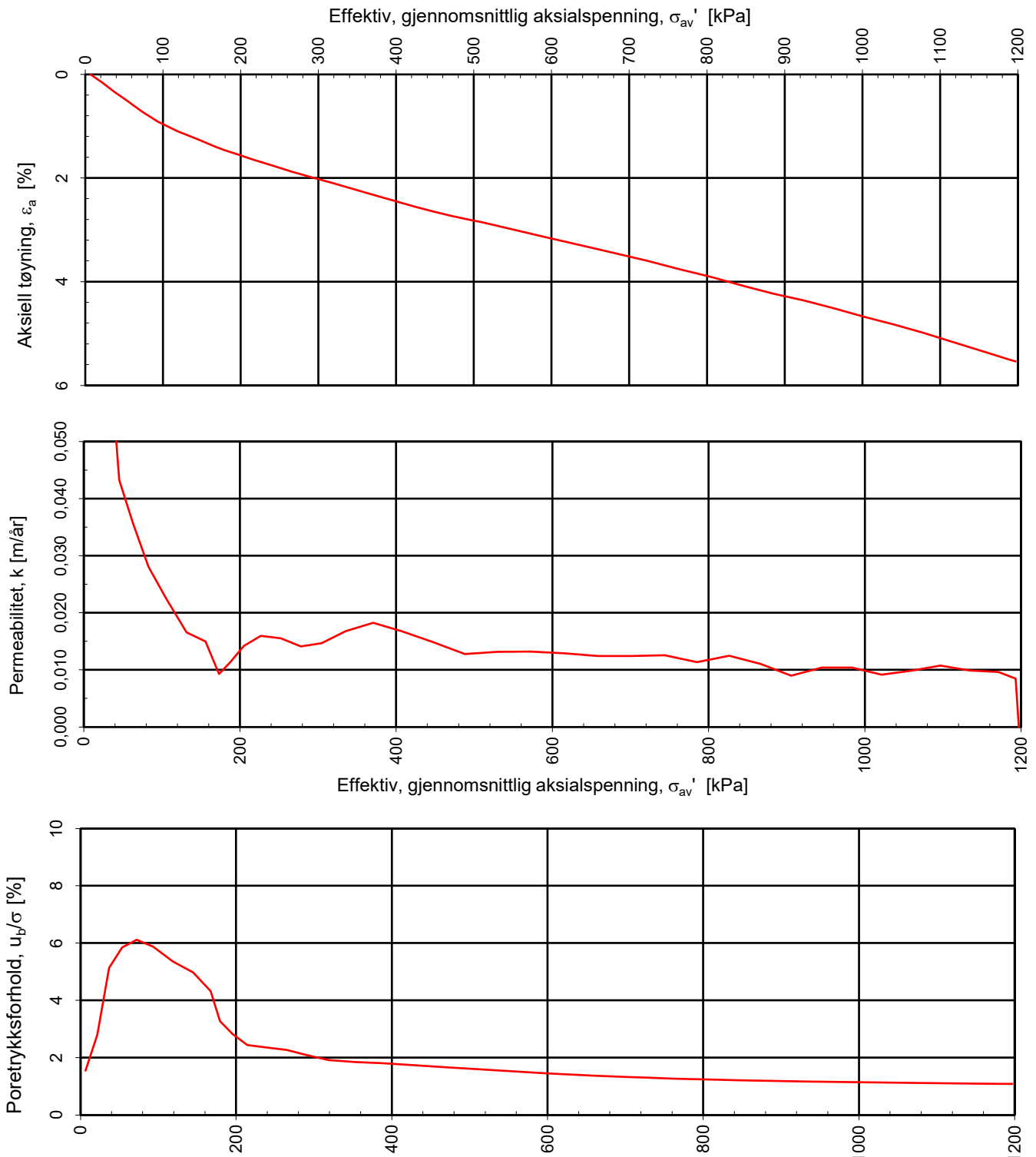
Oppdrag nr.:
 10220200-11

Tegning nr.:
 RIG-TEG-400.1

Prosedyre:
 CRS

Programrevisjon:
 16.07.2018





Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

Densitet ρ (g/cm³): 2,00

Vanninnhold w (%): 25,50

Tegningens filnavn:
10220200-11-RIG-TEG-400_BP2_d3.50m.xls

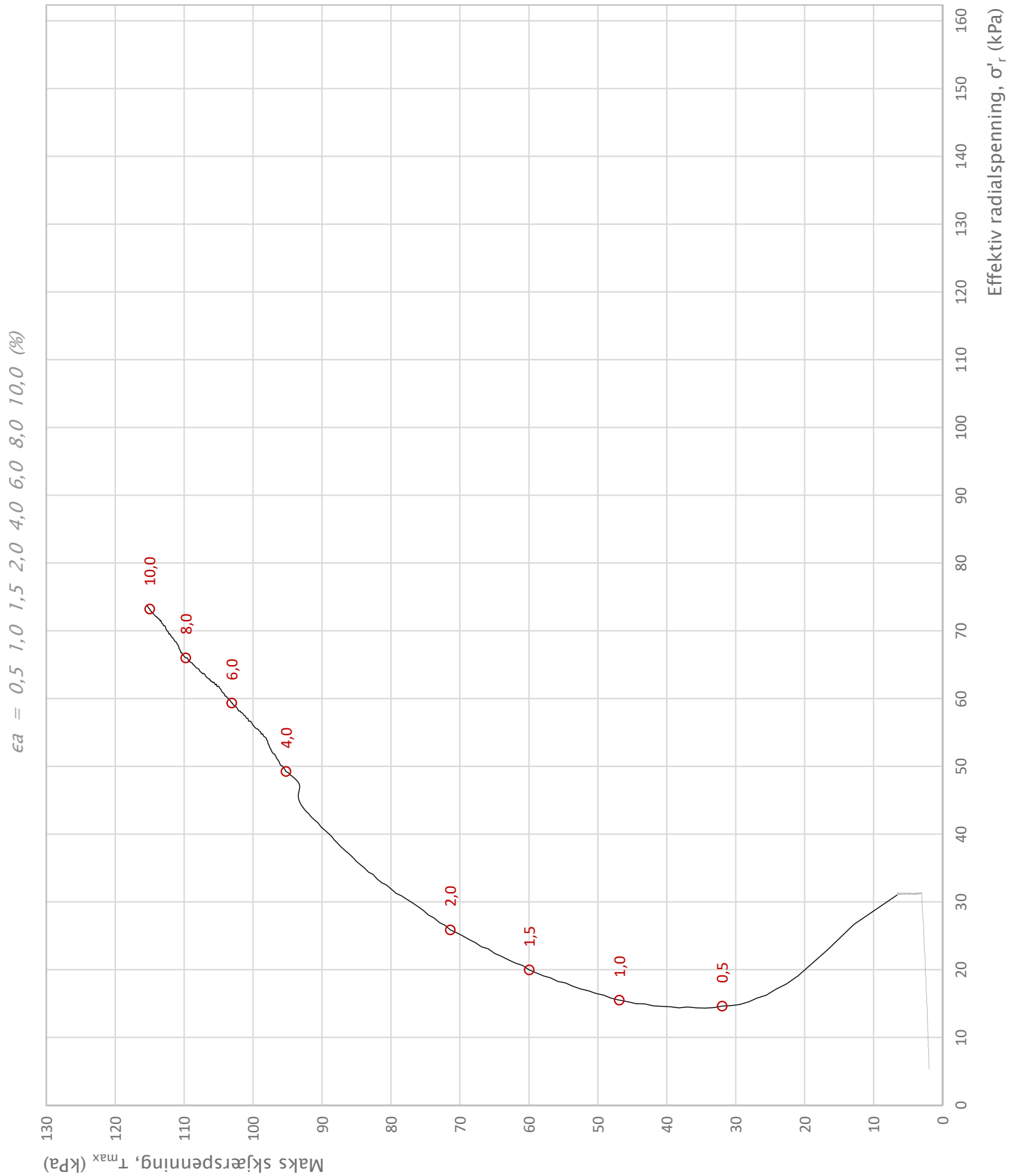
Godkjent: **ANG**

Programrevisjon: 16.07.2018

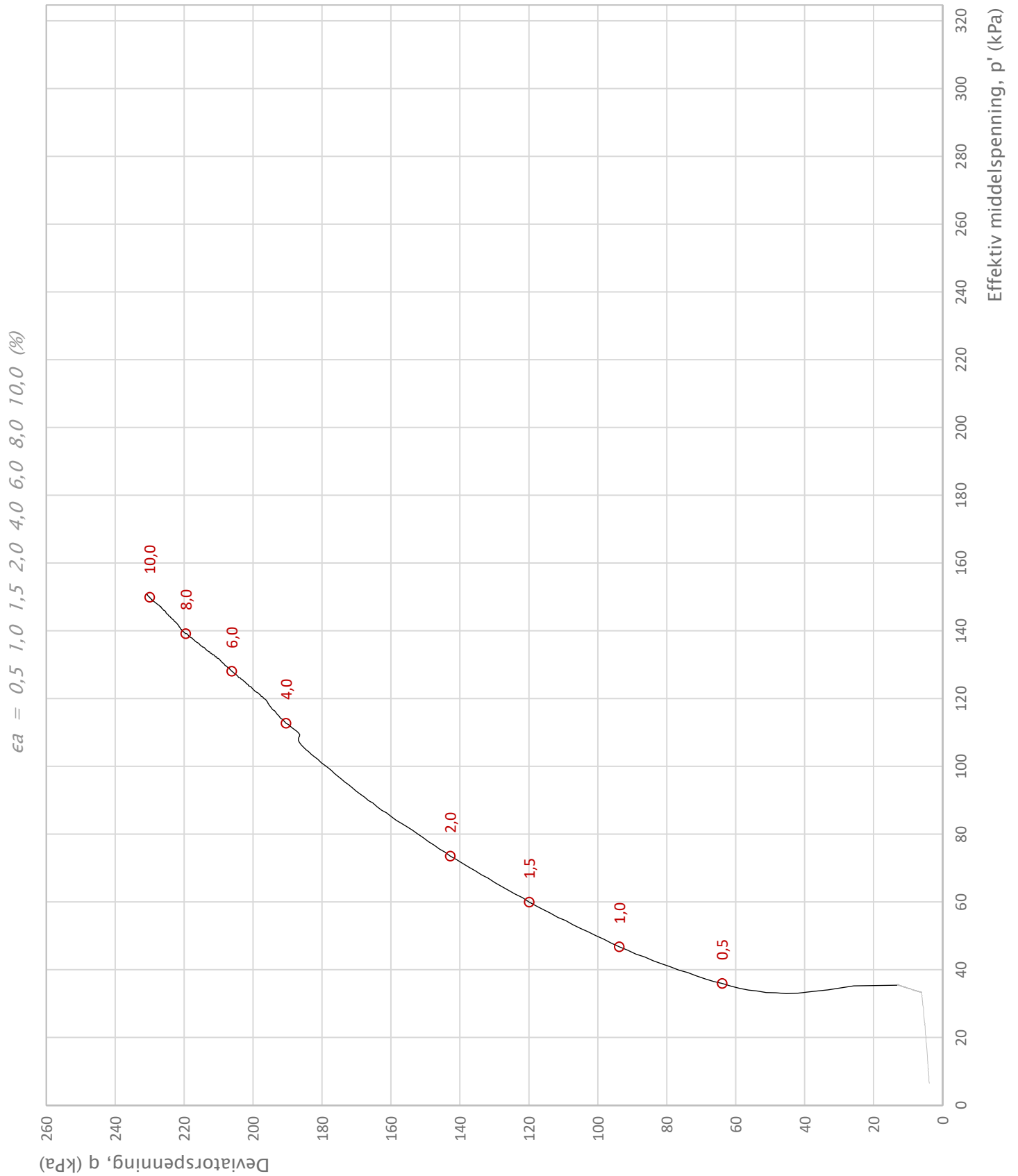
Dr. techn. Olav Olsen
Fagerhaug Skatval

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a, k$ og u_b/σ .

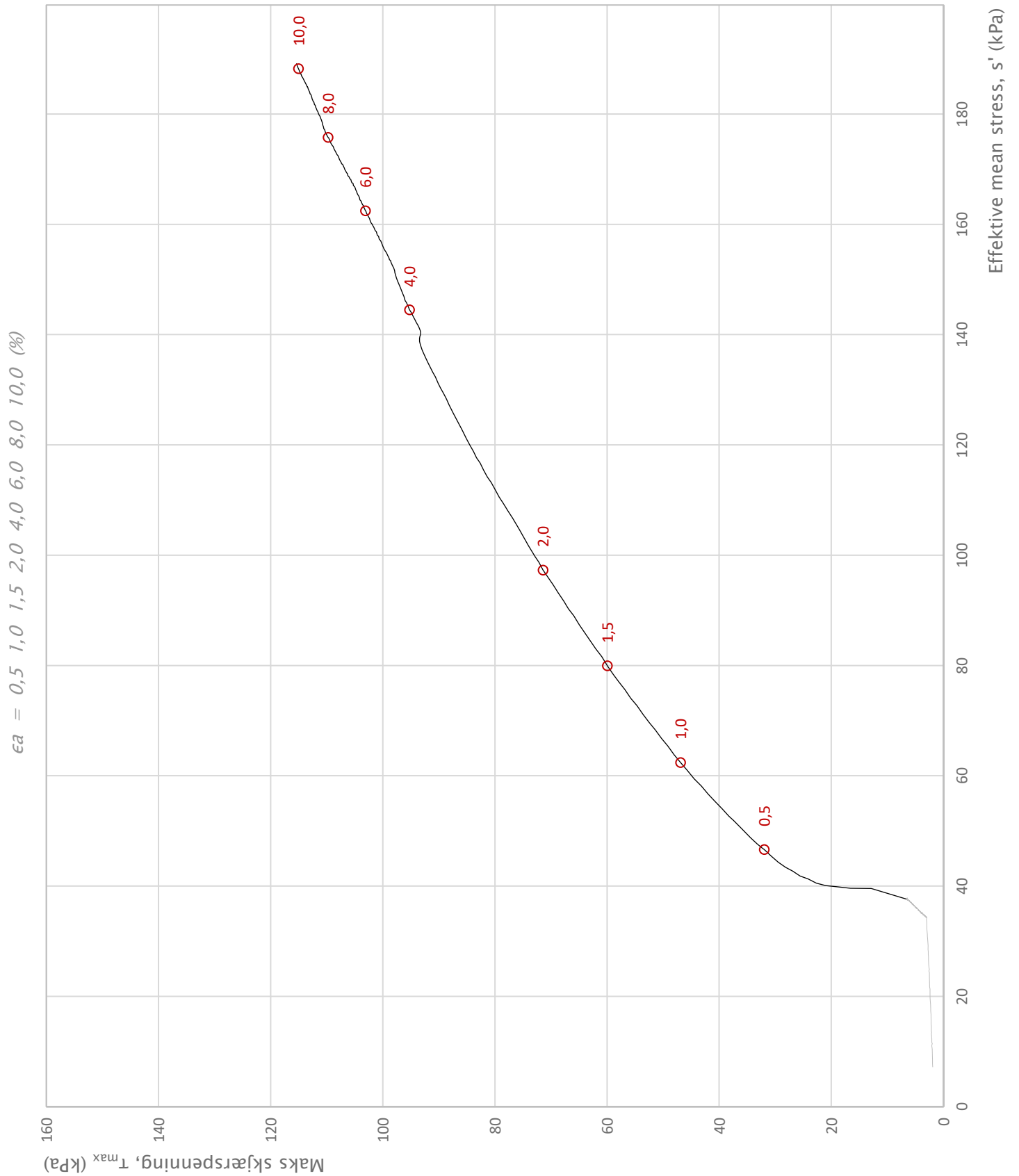
MULTICONSULT NORGE AS Sluppenvegen 15, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
	25.06.2023	3,50	2
	Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:
1	VT	REGR	
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	
10220200-11	RIG-TEG-400.2	CRS	



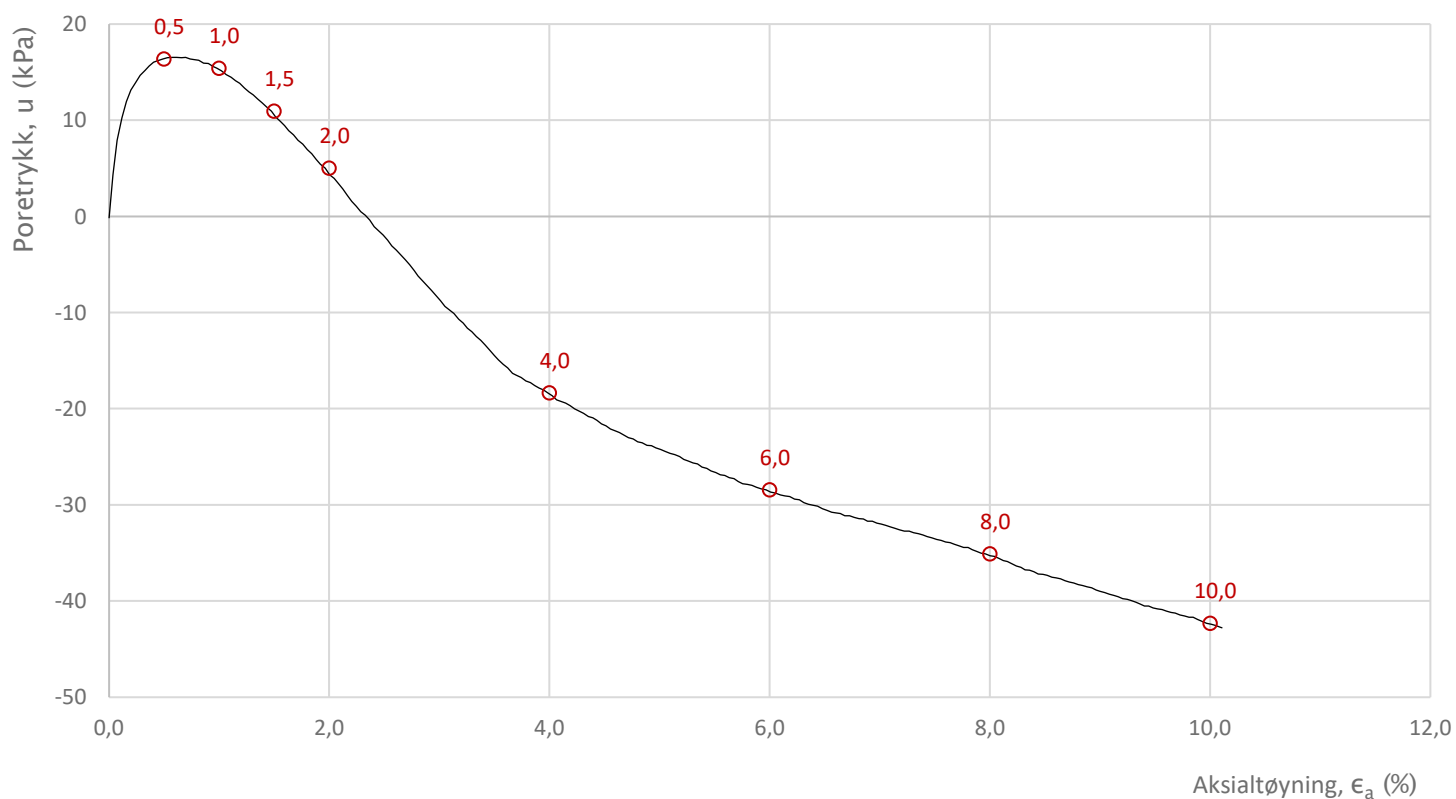
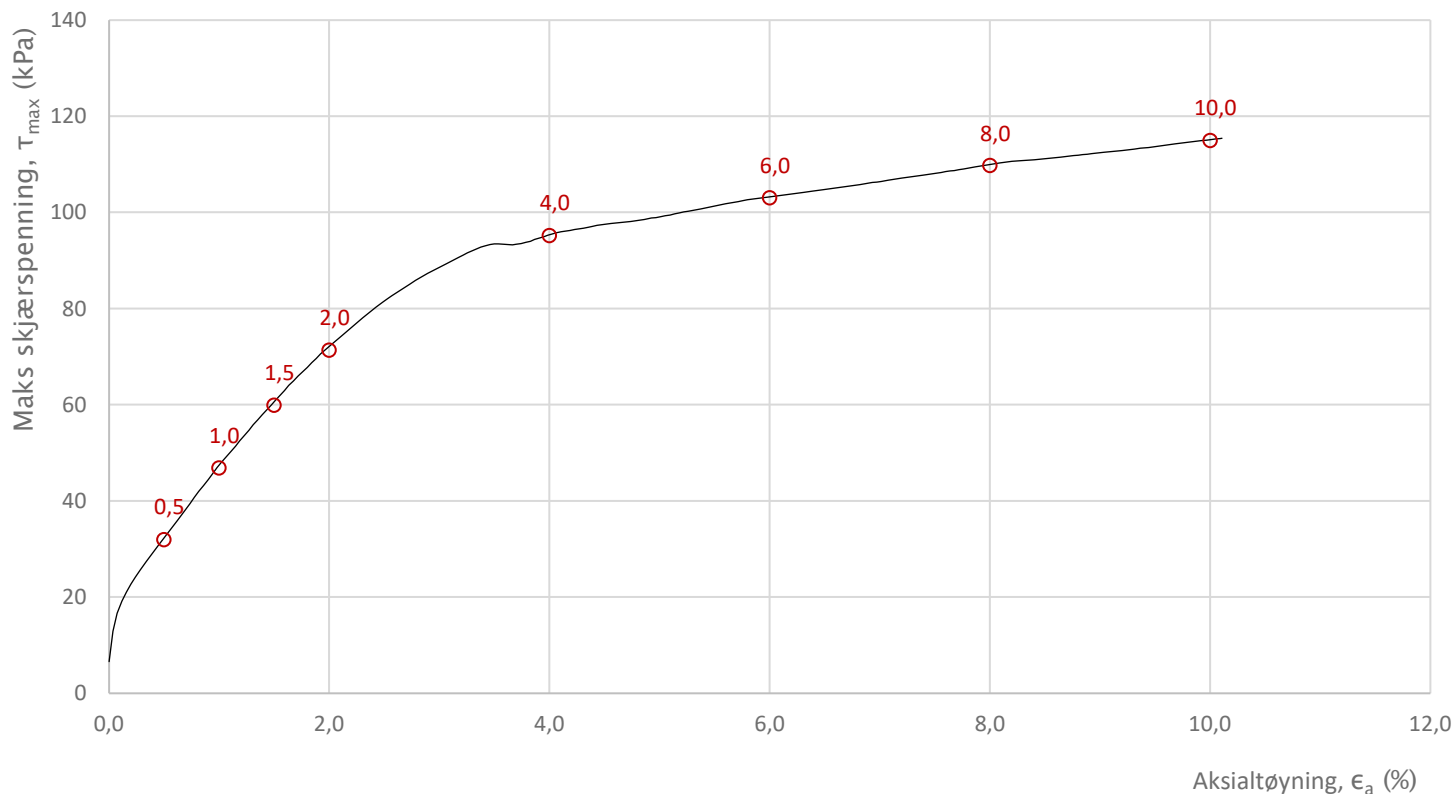
Prosjekt Fagerhaug Skatval			Prosjektnummer: 10220200-11. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 2	
Innhold Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU)			Dybde (m) 3,35			
Multiconsult	Utført 25.08.2023		Kontrollert REGR		Godkjent ANG	
	Region Midt		Dato utført 25.08.2023		Forsøkstype CAUc	
			Revisjon 0		Figur 450.1	
		Rev. dato				



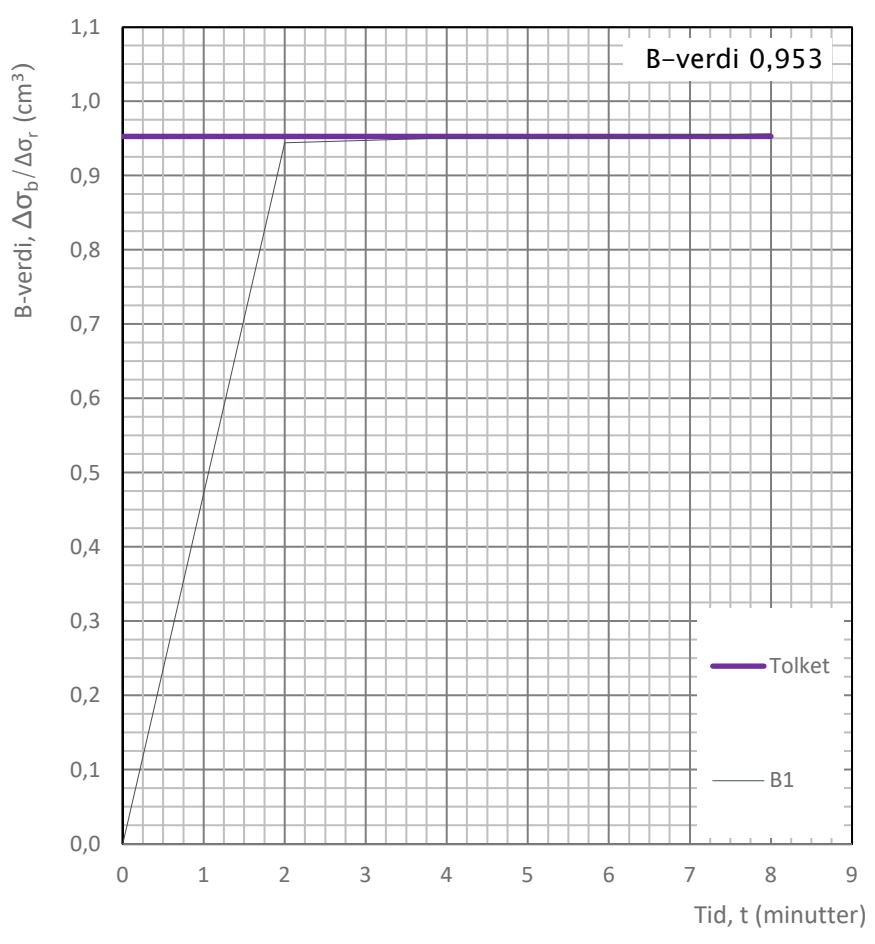
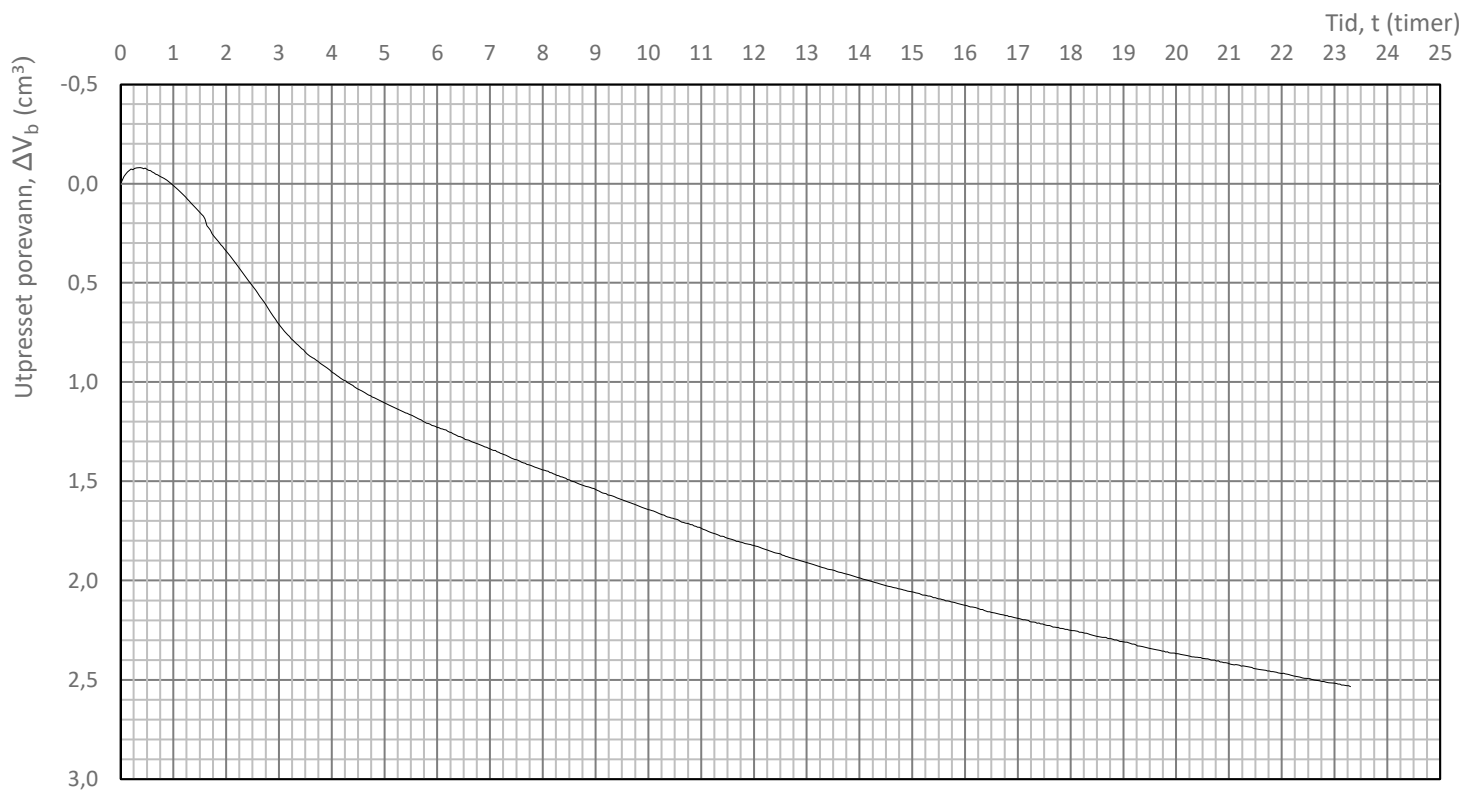
Prosjekt Fagerhaug Skatval			Prosjektnummer: 10220200-11. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 2	
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott					Dybde (m) 3,35	
Multiconsult	Utført 25.08.2023	Kontrollert REGR	Godkjent ANG		Forsøkstype CAUc	
	Region Midt	Dato utført 25.08.2023	Revisjon 0		Figur 450.2	
			Rev. dato			



Prosjekt	Prosjektnummer: 10220200-11. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	2
Fagerhaug Skatval					
Innhold	Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT)			Dybde (m)	3,35
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	25.08.2023	REGR	ANG	CAUc	
	Region	Dato utført	Revisjon	Figur	
Midt	25.08.2023	0	450.3		
		Rev. dato			



Prosjekt	Prosjektnummer: 10220200-11. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	2	
Fagerhaug Skatval						
Innhold	Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott			Dybde (m)	3,35	
Multiconsult	Utført	25.08.2023	Kontrollert	REGR	Godkjent	ANG
	Region	Midt	Dato utført	25.08.2023	Revisjon	0
					Rev. dato	
				Forsøkstype	CAUc	
				Figur	450.4	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10220200-11. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	
Fagerhaug Skatval					2	
Innhold					Dybde (m)	
Konsolidering					3,35	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype		
	25.08.2023	REGR	ANG	CAUc		
	Region	Dato utført	Revisjon	0	Figur	
	Midt	25.08.2023	Rev. dato	450.5		

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. Utførelsesstandarder er inkludert til slutt i dette vedlegget.

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
<ul style="list-style-type: none"> Fibrig torv 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
<ul style="list-style-type: none"> Delvis fibrig torv, mellomtorv 	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
<ul style="list-style-type: none"> Amorf torv, svarttorv 	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det ovre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHOOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

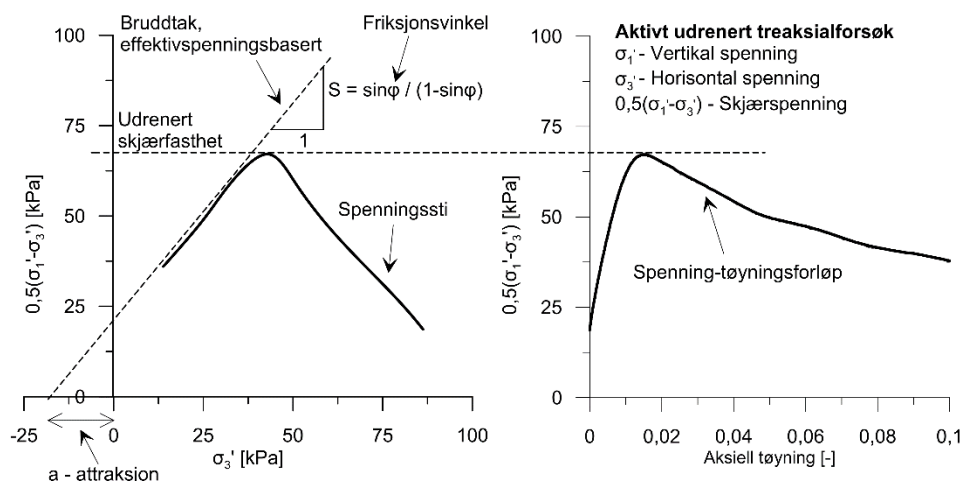
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA} , avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) ($c_{u\text{CPTU}}$) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

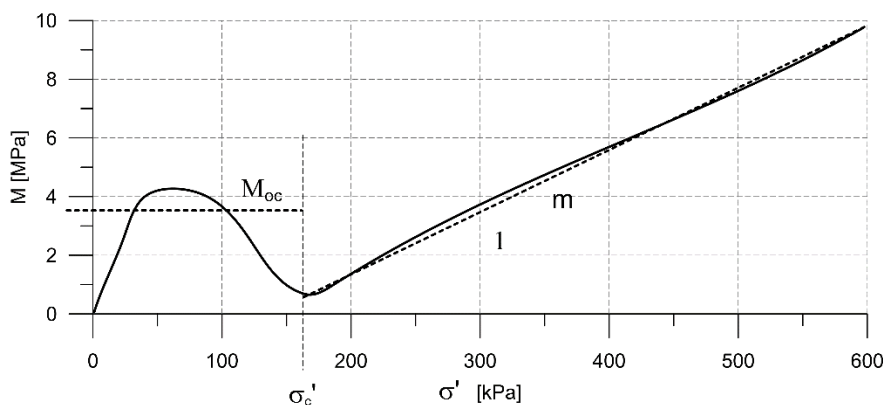


SENSITIVITET

Sensitiviteten $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa NS8015, $c_r < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .

**TELEFARLIGHET**

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

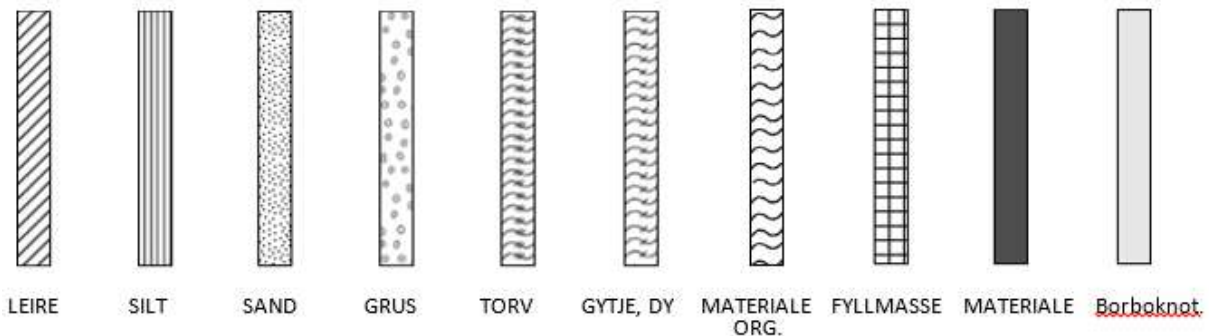
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksimum vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksimum vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{urfc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2:2018	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser