GEO VITA

GEOTEKNISK NOTAT

BORREGAARD

Faresone Helgeby

Stabilitetsberegninger

2330-28 | 11.08.2025 | Revisjon 01



Oversiktsfoto over Platået på Borregaard, med skråning mot Glomma ved «Helgeby» (1881.no)

Borregaard

Til: Borregaard v/ Dag Nyborg
Kopi:

Utarbeidet av: Amund Augland
Kontrollert av: Maria Kristiansen

Revisjonsliste:

Rev.	Dato	Endringer	Utarbeidet av	Sidemanns-kontroll	Godkjent
00	16.04.2025	Nytt dokument	AAU	MKR	AAU
01	11.08.2025	Revidert etter uavhengig kontroll (Sammendrag og kap. 6.3)	AAU	MKR	AAU

Intern prosjektinformasjon:

Geovita prosjekt nr.: 2330

Dokumentsti: O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Notat og rapport\2330-28 Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger_r01.docx

Innholdsfortegnelse:

SAMMENDRAG **7**
1 INNLEDNING **9**
1.1 STABILITETSBEREGNINGER 10
2 BEREGNINGSFORUTSETNINGER **11**
2.1 ANALYSEMETODER VED STABILITETSBEREGNINGER 11
2.1.1 Valg av analysemetode for ulike jordlag ved totalspenningsanalyse 11
2.1.2 Bakgrunn for differensiering i analysemetode for jordarter 12
2.1.3 Oppsummering av differensiering i analysemetode for jordarter 13
2.2 BYGNINGSLASTER I STABILITETSBEREGNINGER 13
2.3 TRAFIKKLAST OG TERRENGLAST I STABILITETSBEREGNINGER 14
2.3.1 Relevant regelverk for vurdering av nyttelast fra trafikk 14
2.3.2 Valgt nyttelast fra trafikk og lagringsmateriell 15
2.4 SEISMISKE LASTER 15
2.5 LASTFAKTOR FOR NYTTELASTER 15
2.6 GEOTEKNISKE DIMENSJONERINGSPARAMETERE 15
2.7 GRUNNVANNSTAND, PORETRYKK OG VANNSTAND (GLOMMA) 16
2.8 SIKKERHETSKRAV IHT. NVE-VEILEDER NR. 1/2019 16
2.8.1 Tiltakskategori K1 og K2 16
2.8.2 Tiltakskategori K3 16
2.8.3 Tiltakskategori K4 16
2.9 KRAV TIL KVALITETSSIKRING AV UTREDNING IHT. NVE-VEILEDER 1/2019 18
2.10 SIKKERHETSKRAV IHT. EUROKODE 7 OG GRENSESNITT MOT NVE-VEILEDERENS KRAV 18
2.11 UTBEDRING AV TIDLIGERE EROSJON I FARESONE HELGEBY 19
3 TOPOGRAFI OG GRUNNUNDERSØKELSER **20**
3.1 TOPOGRAFI 20
3.2 ELVEDYBDER 20
3.3 VANNSTAND I GLOMMA 21
3.4 KVARTÆRGEOLOGI, LØSMASSER OG AVSETNINGSPROSESSER 22
3.5 HISTORISK TOPOGRAFI 22
3.5.1 Gjenfylt ravine i faresonen 24
3.6 GRUNNUNDERSØKELSER OG KARTLEGGING AV BERGFORLØP 25
3.6.1 Grunnlag og utførte grunnundersøkelser 25
3.6.2 Oppsummering av utførte grunnundersøkelser 26
3.7 BERGFORLØP OG LØSMASSEMEKTIGHET 27
3.7.1 Kartlegging av berg i dagen 27
4 GRUNNFORHOLD, LAGDELING OG PARAMETERE **28**
4.1 GRUNNFORHOLD OG LAGDELING 29
4.1.1 Snitt B til snitt H 29
4.1.2 Snitt A 35
4.2 GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK 35
4.2.1 Grunnvannstand- og poretrykksforhold i grunnen 35
4.2.2 Om bruk av poretrykksmålinger 36
4.3 DIMENSJONERINGSPARAMETERE FOR SNITT B TIL SNITT H 37
4.3.1 Oppsummering tyngdetetthet og effektivspenningsparametere 37
4.3.2 Tyngdetetthet 38
4.3.3 Tørrskorpeleire 39
4.3.4 Siltlag 39
4.3.5 Øvre leirlag og midtre leirlag 39
4.3.6 Siltig, sandig leire 39

4.3.7 Moreneleire ... 40
4.3.8 Nedre leirlag ... 40
4.4 DIMENSJONERINGSPARAMETERE FOR SNITT A ... 41
4.4.1 Tyngdetetthet for snitt A ... 41
4.4.2 Effektivspenningsparametere for snitt A ... 42
4.5 TOTALSPENNINGSPARAMETERE (SKJÆRFASTHET) – GENERELT ... 43
4.5.1 Tolkning av treaksialforsøk og DSS-forsøk ... 43
4.5.2 Vurdering av prøvekvalitet ... 43
4.5.3 Valg av konsolideringsspenninger ... 44
4.5.4 Korrigering av tolket skjærfasthet fra aktive treaksialforsøk ... 46
4.5.5 Påvirkning fra skråning og hellende terreng ... 47
4.5.6 SHANSEP ... 48
4.5.7 Tolkning av trykksonderinger (CPTu) ... 48
4.5.8 Identifisering av svake lag ... 51
4.6 ANISOTROPIFORHOLD ... 55
5 STABILITETSBEREGNINGER ... 59
5.1 SNITT A ... 60
5.1.1 Last fra bygninger ... 60
5.1.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold ... 60
5.1.3 Totalspenningsparametere (skjærfasthet) ... 61
5.1.4 Anisotropiforhold ... 64
5.1.5 Innvirkning av svakt lag over berg ... 64
5.2 SNITT B ... 65
5.2.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold ... 65
5.2.2 Totalspenningsparametere (skjærfasthet) ... 65
5.2.3 Innvirkning av svakt lag over berg ... 68
5.3 SNITT C ... 68
5.3.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold ... 68
5.3.2 Totalspenningsparametere (skjærfasthet) ... 68
5.3.3 Innvirkning av svakt lag over berg ... 70
5.4 SNITT D ... 70
5.4.1 Gjenfylt ravinedal ... 70
5.4.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold ... 70
5.4.3 Totalspenningsparametere (skjærfasthet) ... 71
5.4.4 Innvirkning av svakt lag over berg ... 76
5.5 SNITT E ... 76
5.5.1 Last fra bygninger ... 76
5.5.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold ... 78
5.5.3 Totalspenningsparametere (skjærfasthet) ... 78
5.5.4 Innvirkning av svakt lag over berg ... 80
5.6 SNITT F ... 80
5.6.1 Last fra bygninger ... 80
5.6.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold ... 80
5.6.3 Totalspenningsparametere (skjærfasthet) ... 81
5.6.4 Anisotropiforhold ... 85
5.6.5 Innvirkning av svakt lag over berg ... 86
5.7 SNITT G ... 86
5.7.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold ... 86
5.7.2 Totalspenningsparametere (skjærfasthet) ... 86
5.7.3 Anisotropiforhold ... 89

5.8 SNITT X1 OG SNITT H 89
6 BEREGNINGSRESULTATER OG OPPSUMMERING 90
6.1 RELEVANTE KRAV TIL SIKKERHET VED EVENTUELL FRAMTIDIG UTBYGGING 90
6.2 RESULTATER STABILITETSBEREGNINGER FARESONE HELGEBY 91
6.2.1 Beregningssnitt A til C 92
6.2.2 Beregningssnitt D til F 93
6.2.3 Beregningssnitt G 94
6.3 OPPSUMMERING STABILITETSFORHOLD OG BYGGBARHET I FARESONE HELGEBY MHP. KRAV I NVE-VEILEDER 1/2019 .. 96
6.4 KRAV TIL KVALITETSSIKRING AV STABILITETSBEREGNINGER 97
7 UNDERSØKELSE AV MULIGHETER FOR STABILITETSFORBEDRENDE TILTAK I FARESONEN 98
7.1 OMRÅDET MED ORANSJE SKRAVUR 98
7.2 OMRÅDET MED GUL SKRAVUR 99
7.3 OPPSUMMERING AV POTENSIALE FOR STABILITETSFORBEDRENDE TILTAK 100
8 REFERANSER 101

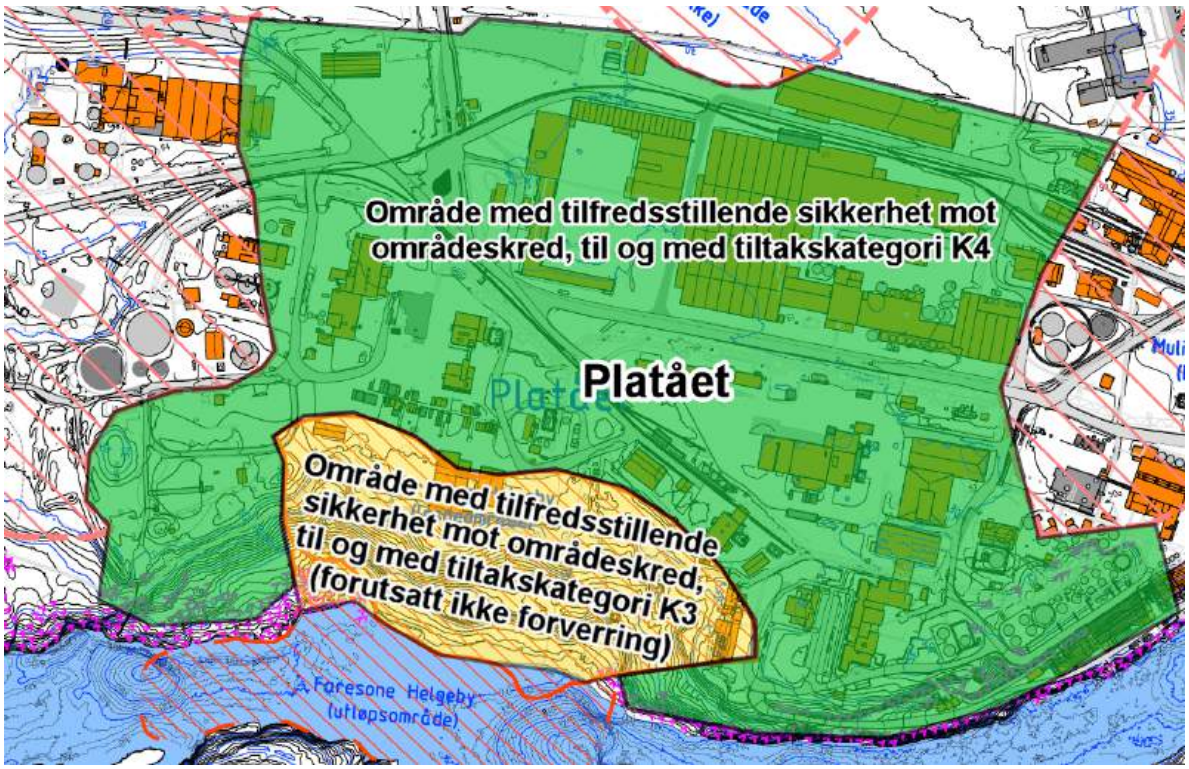
VEDLEGG 1: OVERSIKT PLATÅET PÅ BORREGAARD MED FARESONE HELGEBY 104
VEDLEGG 2.1: FARESONE HELGEBY – LØSMASSEMEKTIGHET 105
VEDLEGG 2.2: FARESONE HELGEBY – OVERSIKT MED VURDERING SPRØBRUDDMATERIALE 106
VEDLEGG 2.3: FARESONE HELGEBY – KRITISKE SNITT 107
VEDLEGG 3.1: BORPROFILER (PRØVESERIER) OG VINGEBORINGER 108
VEDLEGG 3.2: PORETRYKKSMÅLINGER 109
VEDLEGG 3.3: ØDOMETERFORSØK, CBZ-SERIEN (2023) 110
VEDLEGG 3.4: ØDOMETERFORSØK, ELDRE FORSØK 111
VEDLEGG 3.5: TREAKSIALFORSØK, MED TOLKNING (ARBEIDSKURVER) 112
VEDLEGG 3.6: TREAKSIALFORSØK, SPENNINGSSTIER 113
VEDLEGG 3.7: TREAKSIALFORSØK, PRØVEKVALITET OG KONSOLIDERINGSSPENNINGER 114
VEDLEGG 3.8: DSS-FORSØK, MED TOLKNING (ARBEIDSKURVER) 115
VEDLEGG 4.1: VANNINNHOLD FRA PRØVESERIER, SAMMENSTILLING SNITT B – H 116
VEDLEGG 4.2: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING ØVRE OG MIDTRE LEIRLAG 117
VEDLEGG 4.3: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING SILTLAG 118
VEDLEGG 4.4: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING SILTIG, SANDIG LEIRE 119
VEDLEGG 4.5: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING MORENELEIRE 120
VEDLEGG 4.6: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING NEDRE LEIRLAG 121
VEDLEGG 5.1: SNITT B – H, SAMMENSTILLING TYNGDETETTHET 122
VEDLEGG 5.2: SNITT B – H, SAMMENSTILLING TYNGDETETTHET TØRRSKORPELEIRE I SKRÅNINGEN 123
VEDLEGG 5.3: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK TØRRSKORPELEIRE 124
VEDLEGG 5.4: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK SILTLAG 125
VEDLEGG 5.5: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK ØVRE LEIRLAG 126
VEDLEGG 5.6: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK MIDTRE LEIRLAG 127
VEDLEGG 5.7: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK SILTIG, SANDIG LEIRE 128
VEDLEGG 5.8: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK MORENELEIRE 129
VEDLEGG 5.9: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK NEDRE LEIRLAG 130
VEDLEGG 6.1: SNITT A, SAMMENSTILLING TYNGDETETTHET 131
VEDLEGG 6.2: SNITT A, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK 132
VEDLEGG 7: SVAKT LAG OVER BERG, OVERSIKT UTBREDELSE 133
VEDLEGG 8.1: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING CBZ_450 134
VEDLEGG 8.2: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING ADZ_SW5 135
VEDLEGG 8.3: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING CBZ_200 136

VEDLEGG 8.4: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING CBZ_122 137
VEDLEGG 8.5: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING CBZ_123 138
VEDLEGG 8.6: TOLKNINGER SNITT A – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_122 139
VEDLEGG 9.1: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING CBZ_149-1 140
VEDLEGG 9.2: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING CBZ_149-2 141
VEDLEGG 9.3: TOLKNINGER SNITT B – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_149 142
VEDLEGG 9.4: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING CBZ_159 143
VEDLEGG 9.5: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING CBZ_401 144
VEDLEGG 9.6: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING ADZ_SW1 145
VEDLEGG 10.1: TOLKNINGER SNITT C – CPT-SONDERING CBZ_379-2 146
VEDLEGG 10.2: TOLKNINGER SNITT C – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_379 147
VEDLEGG 11.1: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_349 148
VEDLEGG 11.2: TOLKNINGER SNITT D – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_349 149
VEDLEGG 11.3: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_352 150
VEDLEGG 11.4: TOLKNINGER SNITT D – SAMLEPLOTT SPENNINGSSTIER TREAKS I CBZ_156 151
VEDLEGG 11.5: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_156-1 152
VEDLEGG 11.6: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_156-2 153
VEDLEGG 11.7: TOLKNINGER SNITT D – SAMLEPLOTT SPENNINGSSTIER TREAKS I CBZ_155 154
VEDLEGG 11.8: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_155 155
VEDLEGG 11.9: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_124 156
VEDLEGG 11.10: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_103 157
VEDLEGG 12.1: TOLKNINGER SNITT E – CPT-SONDERING CBZ_158-1 158
VEDLEGG 12.2: TOLKNINGER SNITT E – CPT-SONDERING CBZ_158-2 159
VEDLEGG 12.3: TOLKNINGER SNITT E – CPT-SONDERING CBZ_105-1 160
VEDLEGG 12.4: TOLKNINGER SNITT E – CPT-SONDERING CBZ_105-2 161
VEDLEGG 13.1: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_303 162
VEDLEGG 13.2: TOLKNINGER SNITT F – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_303 163
VEDLEGG 13.3: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_302 164
VEDLEGG 13.4: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_150-1 165
VEDLEGG 13.5: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_150-2 166
VEDLEGG 13.6: TOLKNINGER SNITT F – SAMLEPLOTT SPENNINGSSTIER TREAKS I CBZ_150 167
VEDLEGG 13.7: TOLKNINGER SNITT F – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_150 168
VEDLEGG 13.8: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_107-1 169
VEDLEGG 13.9: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_107-2 170
VEDLEGG 14.1: TOLKNINGER SNITT G – CPT-SONDERING CBZ_376 171
VEDLEGG 14.2: TOLKNINGER SNITT G – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_376 172
VEDLEGG 14.3: TOLKNINGER SNITT G – CPT-SONDERING CBZ_250 173
VEDLEGG 14.4: TOLKNINGER SNITT G – CPT-SONDERING CBZ_371 174
VEDLEGG 15.1: STABILTIETSBEREGNINGER SNITT A 175
VEDLEGG 15.2: STABILITETSBEREGNINGER SNITT B 176
VEDLEGG 15.3: STABILITETSBEREGNINGER SNITT C 177
VEDLEGG 15.4: STABILITETSBEREGNINGER SNITT D 178
VEDLEGG 15.5: STABILITETSBEREGNINGER SNITT E 179
VEDLEGG 15.6: STABILITETSBEREGNINGER SNITT F 180
VEDLEGG 15.7: STABILITETSBEREGNINGER SNITT G 181
VEDLEGG 16: STABILITETSBEREGNINGER – OVERSIKT FARESONE MED BEREGNINGSRESULTATER 182
VEDLEGG 17.1: STABILITETSBEREGNINGER SNITT G, MED MOTFYLLING OG AVGRAVING 183
VEDLEGG 17.2: STABILITETSBEREGNINGER SNITT E, MED AVGRAVING 184
VEDLEGG 18: ESTIMERT OMFANG AV STABILITETSFORBEDRENDE TILTAK FOR K4-TILTAK 185

SAMMENDRAG

Borregaard har tidligere fått utført utredning av områdeskredfare for store deler av sitt industriområde på Borregaard, iht. NVE-veileder nr. 1/2019, /2/. Utredningen inkluderte detaljert soneutredning av en identifisert faresone, navngitt «*Helgeby*». Utredningen ble ferdigstilt i 2024, og er dokumentert i Geovitas rapport 2330-10, /1/. Faresonen ble klassifisert med «*faregrad lav*», og er registrert i NVEs temakart for kvikkleire.

Figur 0-1 viser en oversikt over platået ved Helgeby. Faresoneutredningen, /1/, dokumenterte at arealer som ligger utenfor faresonen kan bebygges med tiltak til og med tiltakskategori K4. Dette er illustrert med grønn skravur i figuren. Videre viste utredningen at faresone Helgeby har tilfredsstillende sikkerhet mot områdeskred for gjennomføring av tiltak, til og med tiltakskategori K3, i selve faresonen. Dette er også vist i figuren, med gul skravur. Det er da en forutsetning at eventuelle tiltak ikke forverrer stabiliteten.

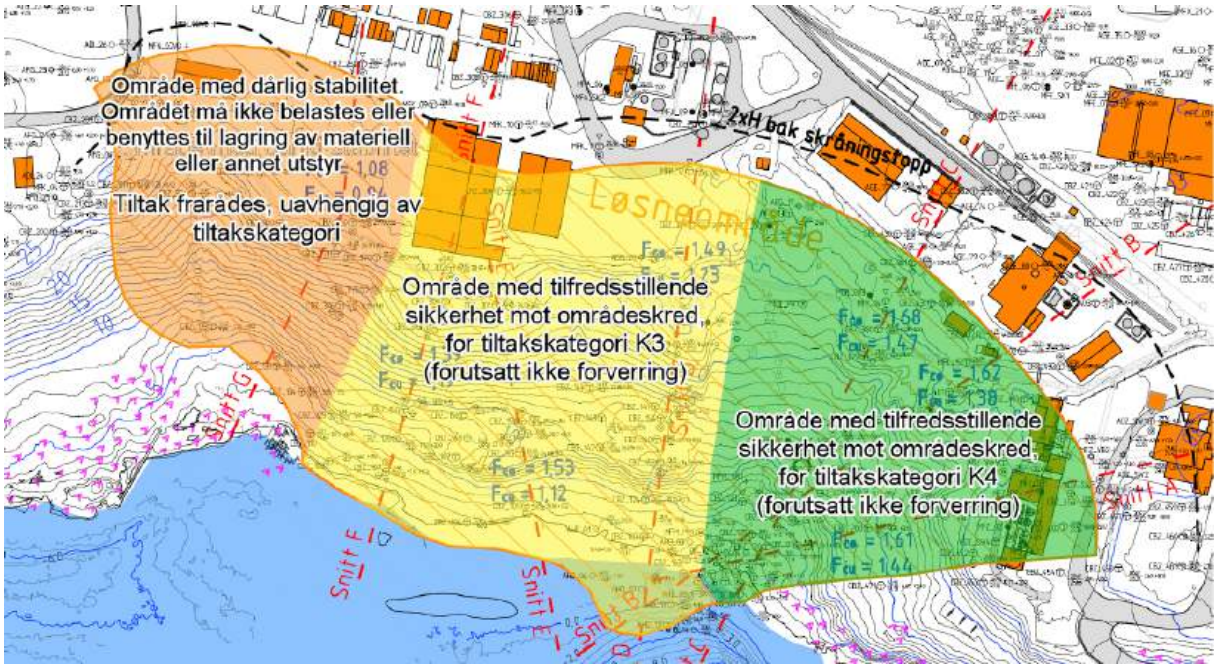


Figur 0-1: Oversikt over byggbarhet ved faresone Helgeby (figur 0.2 i Geovita 2330-10, /1/)

Denne rapporten omhandler geotekniske stabilitetsberegninger for faresone Helgeby, inkludert nødvendig tolkning av grunnundersøkelser for bestemmelse av lagdeling og geotekniske dimensjoneringsparametere til bruk i stabilitetsberegningene.

Stabilitetsberegningene for faresonen er ikke utført for et konkret prosjekt eller tiltak. Formålet har i utgangspunktet vært å kartlegge skråningsstabiliteten for eksisterende situasjon, for å sikre god kunnskap og dokumentasjon av stabilitetsforholdene i faresonen. Videre er det også en forutsetning at stabilitetsberegningene og vurderingene skal kunne benyttes for utvikling og framtidig utbygging i faresonen. I dette inngår vurdering av muligheter for potensiell framtidig utbygging av K4-tiltak i faresonen, uten at det foreligger planer om slike tiltak innenfor eller i nærheten av faresonen. Rapporten inkluderer også stabilitetsberegninger av stabilitetsforbedrende tiltak for å muliggjøre framtidig bygging av K4-tiltak, i de områdene som ikke har tilfredsstillende sikkerhet i dagens situasjon.

De utførte stabilitetsberegningene viser at skråningene i faresone Helgeby har varierende stabilitet (sikkerhet). Beregningsresultatene og vurderingene er oppsummert i Figur 0-2, med ulike farger. Utfyllende beskrivelse følger etter figuren.



Figur 0-2: Oppsummering av byggbarhet iht. NVE 1/2019, basert på stabilitetsberegninger

Grønn skravur i Figur 0-2: Stabilitetsberegningene viser at dette området av faresonen har tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av K4-tiltak, iht. NVE-veileder nr. 1/2019, /2/. Det forutsettes likevel at eventuelle tiltak i dette området gjennomføres på en slik måte at stabilitetsforholdene ikke forverres, i noen fase av gjennomføringen.

Gul skravur i Figur 0-2: Dette området av faresonen har tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av tiltak i tiltakskategori K3, iht. NVE-veilederen (faregrad lav). Det forutsettes at eventuelle tiltak i dette området gjennomføres på en slik måte at stabilitetsforholdene ikke forverres, i noen fase av gjennomføringen. Sikkerheten i dagens situasjon vurderes som akseptabel, men sikkerheten er imidlertid for lav til at det kan gjennomføres K4-tiltak.

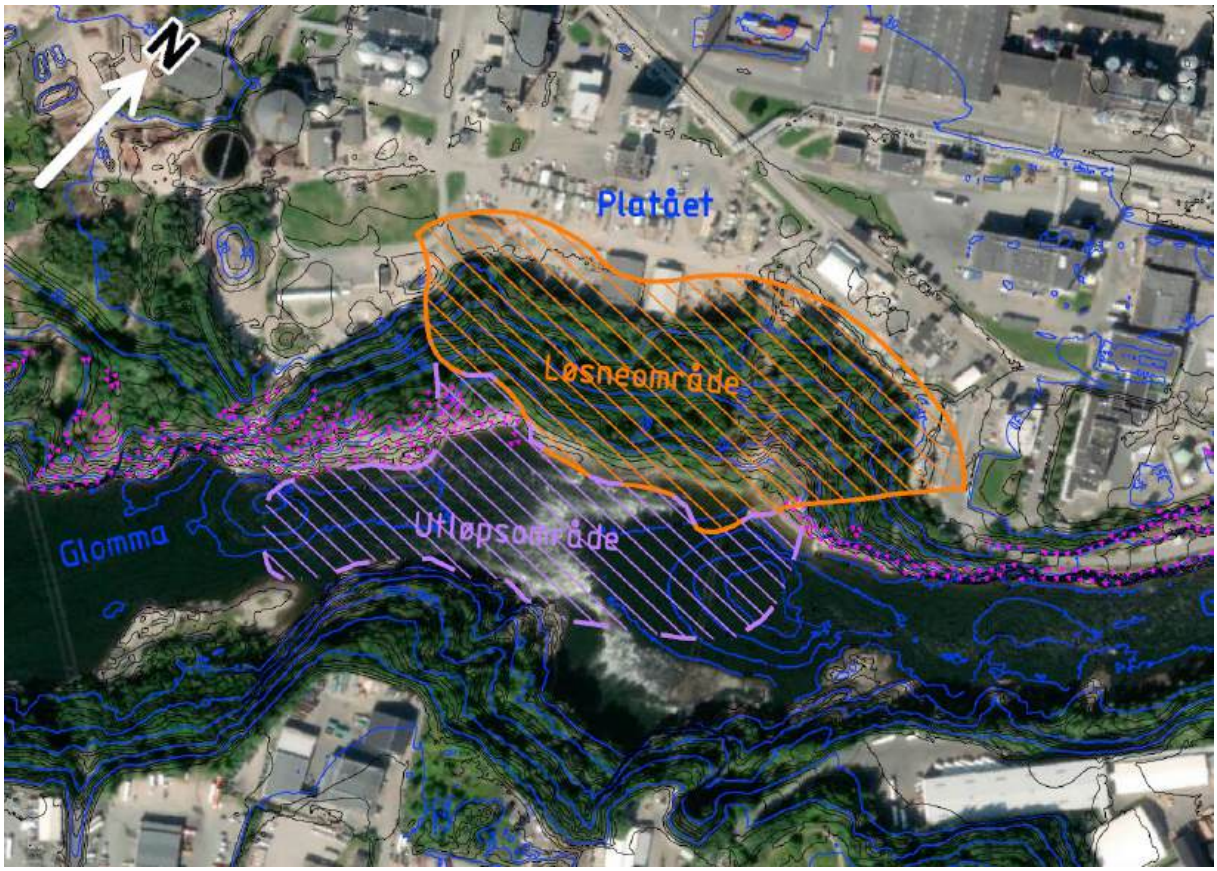
Oransje skravur i Figur 0-2: Området har i utgangspunktet tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av tiltak i tiltakskategori K3, iht. NVE-veilederen. Stabilitetsberegningene viser imidlertid dårlig stabilitet i dette området av faresonen i dagens situasjon. Det er derfor likevel ikke tilrådelige å gjennomføre noen form for tiltak i det oransje området, uten at stabiliteten forbedres i forkant. Som følge av skråningens dårlige stabilitet i det oransje området, bør bruken av området begrenses for å sikre mot belastning bak skråningstopp, og for å sikre mot potensiell utilsiktet/uønsket lagring av masser eller tungt utstyr. Dette bør sikres med fysiske hindringer og skilting, og innebærer at dagens bruk av området til lagring av materiell og utstyr må opphøre. Se Figur 6-2 for areal med slik restriksjon.

Mulige tiltak for å bedre stabilitetsforholdene i områdene med gul og oransje skravur er vurdert med innledende stabilitetsberegninger. Utførte beregninger viser at det er mulig å oppnå tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av K4-tiltak i områdene med for lav sikkerhet i dagens situasjon, og at dette kan oppnås ved bruk av topografiske tiltak (motfylling ved skråningsbunn og avgraving av skråningstopp. Det vil dermed være mulig å gjøre hele faresonen byggbar for mulige framtidige K4-tiltak. Eventuell framtidig utbygging eller gjennomføring av stabilitetsforbedrende tiltak, vil kreve detaljprosjektering.

1 INNLEDNING

Geovita har gjennomført utredning av områdeskredfare for «p*latået*» på Borregaard, i perioden 2023-2024. Utredningen avdekket en faresone for områdeskred i skråningen fra Platået på Borregaard, og ned mot Glomma. Faresonen ble soneutredet iht. NVE-veileder nr. 1 /2019, /2/, og navngitt *Helgeby*. Faresonen er klassifisert med *faregrad lav*, og er meldt inn til NVE. Det vises til Geovitas notat nr. 2330-10, /1/, for utredning av områdeskredfare, inkludert detaljert soneutredning av faresonen Helgeby.

Figur 1-1 viser plasseringen og utstrekningen av registrert faresone. Se også vedlegg 1 for oversiktskart som viser et større utsnitt av området rundt faresonen på Borregaard.



Figur 1-1: Oversikt over faresone Helgeby, mellom Glomma og Platået på Borregaard

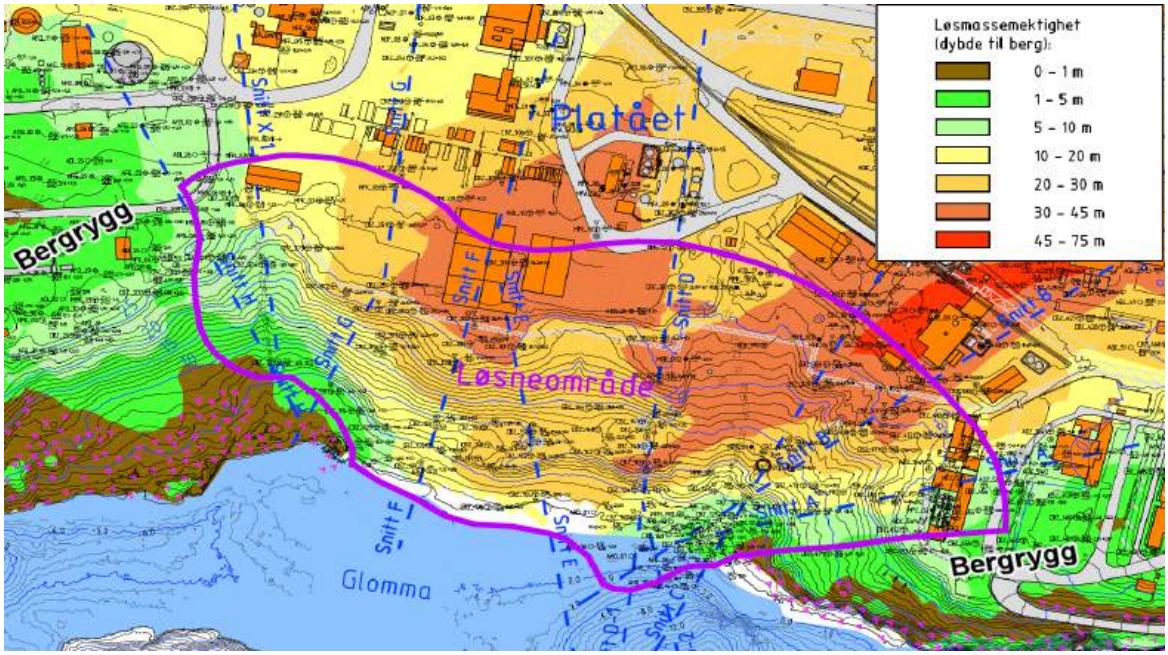
Det foreligger ingen planer om tiltak innenfor faresone Helgeby. Det har derfor ikke vært påkrevd å utføre stabilitetsberegninger som del av den tidligere gjennomførte faresoneutredningen, /1/.

Selv om det ikke er planlagt tiltak i faresonen, er det likevel ønskelig å utføre stabilitetsberegninger for skråningene i faresonen. Dette som dokumentasjon av stabilitetsforholdene, og for å kartlegge muligheter og potensiale for eventuelle framtidige byggetiltak i faresonen. Denne rapporten omhandler geotekniske stabilitetsberegninger for faresone Helgeby og vurderinger rundt potensialet for eventuell framtidig utbygging i faresonen. I dette inngår tolkning av grunnforhold og parameterbestemmelse, som grunnlag for stabilitetsberegningene.

1.1 Stabilitetsberegninger

Figur 1-2 viser det aktuelle området med angivelse av løsmassemektighet (dybde til berg). I dette området ligger Glomma på rundt kt. 0 til +1, og skråningstopp på platået ligger på litt under kt. +30.

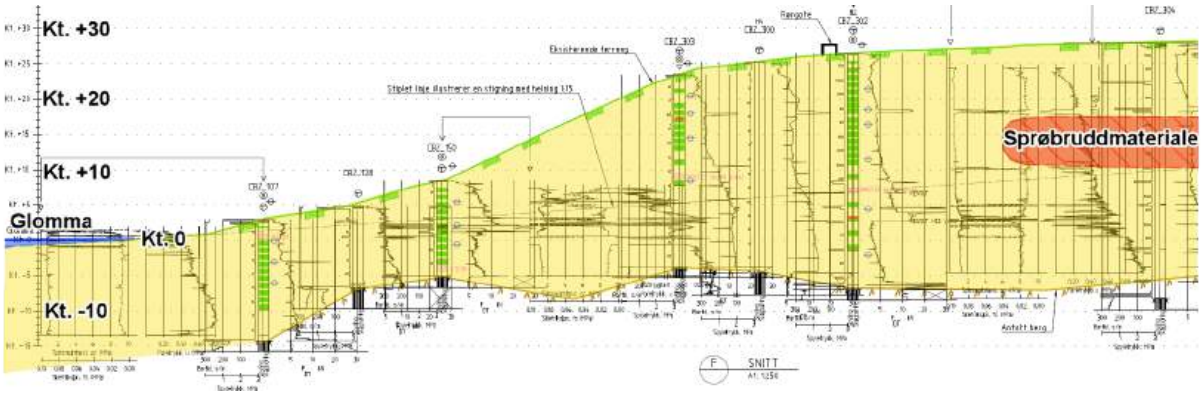
Som del av den detaljerte faresoneutredningen, /1/, ble det definert og tegnet ut en rekke kritiske snitt langs skråningen i løsneområdet. I Figur 1-2 er snittlinjene for disse kritiske snittene vist med blå linjer. Se vedlegg 2.1 for fullt utsnitt av figuren. Vedlegg 2.2 viser det samme kartutsnittet, men med angivelse av forekomst sprøbruddmateriale. Vedlegg 2.2 inkluderer også angivelse av utløpsområdet til faresonen.



Figur 1-2: Oversikt over løsneområde med markering av kritiske snitt, /1/

Alle de kritiske snittene fra faresoneutredningen er gjengitt i vedlegg 2.3 (vedlegg 11.3 i /1/). I Figur 1-3 er det vist et utsnitt av et av de kritiske snittene i faresonen (snitt F). Som det fremgår av figuren, har skråningen en skråningshøyde på nærmere 30 meter. Det er forholdsvis liten mektighet av sprøbruddmateriale i snittet.

Nærmere redegjørelse om grunnforhold, lagdeling og valg av beregningssnitt følger senere i beregningsrapporten.



Figur 1-3: Typisk snitt av skråning i faresonen hvor det skal utføres stabilitetsberegninger

2 BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Stabilitetsberegninger for faresone Helgeby utføres iht. føringer i NVE-veilederen, /2/.

Det er ikke planlagt konkrete tiltak i faresonen. Det stilles derfor ikke konkrete krav til sikkerhet for skråningen, men beregnet stabilitet vil vurderes opp mot sikkerhetskravene i NVE-veileder 1/2019, for å kartlegge mulighetsrommet for eventuelle framtidige tiltak.

Siden det ikke er planlagt konkrete tiltak, skal sikkerheten bestemmes for dagens situasjon. I tillegg er det gjort stabilitetsberegninger og vurderinger for å undersøke nødvendig omfang av topografiske tiltak for å kunne gjennomføre eventuelle framtidige tiltak i tiltakskategori K4. Dette som et mulighetsstudie.

Stabiliteten ved eventuell gjennomføring av framtidige tiltak må også vurderes opp mot kravene i Eurokode 7 mhp. konstruksjonssikkerhet. Dette gjelder for *lokalstabiltiet.* Grensesnittet mellom områdestabilitet (NVE 1/2019) og lokalstabilitet/konstruksjonssikkerhet (Eurokode 7), er nærmere omtalt i kap. 2.10.

2.1 Analysemetoder ved stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegninger av skjæringer og fyllinger utføres med karakteristiske dimensjoneringsparametere. Beregningene utføres med anerkjente metoder for grenselikevekt.

Stabiliteten av naturlige skråninger bestemmes i utgangspunktet ved stabilitetsberegninger med *effektivspenningsanalyse.* I slike analyser skal alle jordlag modelleres med effektivspenningsparametere, φ (friksjon) og a (attraksjon). Begrepet *naturlig skråning* innebærer at skråningen er i en stasjonær/permanent spenningstilstand, der også poretrykket i grunnen er i en stasjonær tilstand.

Selv om naturlige skråningers stabilitet (sikkerhet) i utgangspunktet defineres ved effektivspenningsanalyser, er det likevel nødvendig å utføre beregninger med *totalspenningsanalyse*. Dersom skråningen i framtiden utsettes for en lastendring, for eksempel ved erosjon, utgraving eller oppfylling, vil nemlig skråningens tilstand ikke lenger være stasjonær. Totalspenningsanalyser sier noe om en skråning robusthet eller bæreevne mot slike potensielle spenningsendringer, og viser dermed hva en skråning kan tåle av raske lastendringer, før den går til brudd.

2.1.1 Valg av analysemetode for ulike jordlag ved totalspenningsanalyse

I en totalspenningsanalyse skal noen jordlag modelleres med totalspenningsparametere (*udrenert fasthet*), mens andre jordlag fortsatt skal modelleres med effektivspenningsparametere (*drenerte parametere*), som ved en effektivspenningsanalyse.

NVE-veilederens kap. 5.3, /2/, gir noen føringer for hvordan det differensieres mellom ulike jordarter:

> *I udrenert analyse modelleres friksjonsmaterialer og faste leirmaterialer med drenerte parametere. Parametere bestemmes som for drenerte analyser. Med faste leirmaterialer menes f.eks. tørrskorpeleire og forvitret leire nær overflaten, rekonsolidert leire etter skred og i noen tilfeller sterkt overkonsoliderte leirer. Det meste av annen leire med intakt struktur viser en grad av sprøbruddoppførsel, […], og skal i disse analysene modelleres med udrenert fasthet.*

Differensieringen i analysemetode mellom ulike jordmaterialer er relevant for stabilitetsanalysene ved Helgeby. Det er derfor valgt å gå noe dypere inn i teorien og bakgrunnen for dette skillet, for å kunne bedømme valg av analysemetode for ulike jordmaterialer i stabilitetsanalysene.

2.1.2 Bakgrunn for differensiering i analysemetode for jordarter

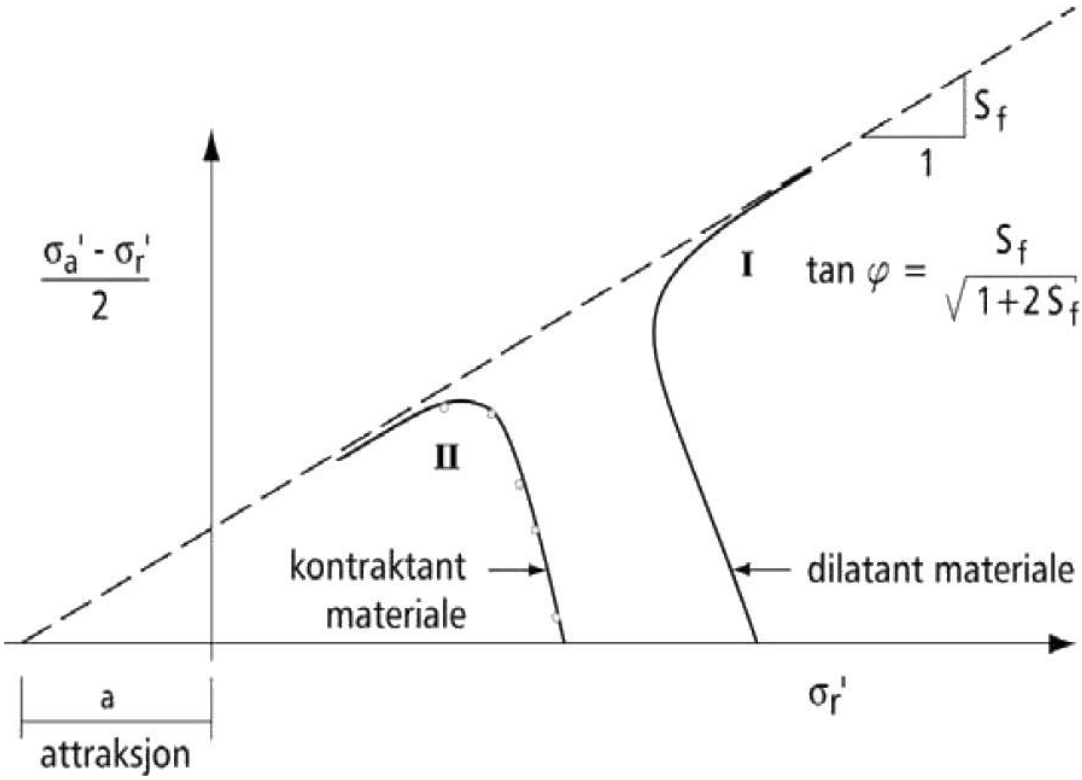
Når jord utsettes for spenningsendringer og deformasjoner, medfører dette økte skjærspenninger i jorden, og jorden presses mot brudd. Dette mobiliserer friksjonen i jorden, og mobilisert fasthet (styrke) øker langs bruddtaket iht. Mohr-Coulombs bruddkriterie, definert av jordens friksjon (φ) og attraksjon (a).

Dette bruddkriteriet er imidlertid ikke gyldig for alle jordarter. Når det gjelder noen svake jordarter, slik som bløt og sensitiv leire, og løs ensgradert silt/sand, viser disse en kontraktant bruddoppførsel. Når disse jordartene utsettes for økte laster og skjærspenninger, øker jordens styrke/mobilisering noe, under små tøyninger, opp til en gitt kritisk spenningstilstand (flytning). Dette spenningsnivået gir en overgang fra små elastiske tøyninger, til større plastiske tøyninger. Når dette kritiske spenningsnivået overstiges, begynner de kontraktante jordartene å bygge opp poreovertrykk. Dette fører videre til en strukturell kollaps av disse jordartene med påfølgende reduksjon i styrke, /35/.

Den strukturelle kollapsen i disse materialene opptrer før jorden klarer å mobilisere sin fulle friksjon iht. Mohr-Coulombs bruddkriterie. Bruddet karakteriseres gjerne som sprøbrudd. Det at kornstrukturen i materialet kollapser, gjør at bruddet ofte er progressivt. At materialet kollapser før bruddtaket, medfører at slike kontraktante jordarter må regnes på basis av totalspenningsanalyser, også ved vurdering av naturlige skråninger, /34/.

Jordarter med dilaterende bruddoppførsel vil derimot følge det tradisjonelle Mohr-Coulomb-bruddkriteriet, definert av effektivspenningsparameterne friksjon (φ) og attraksjon (a). Når slike jordarter (friksjonsjordarter og faste leirmaterialer), påføres spenningsendringer og økte skjærspenninger, viser disse jordartene økning i styrke langs bruddtaket. Skjærspenningene kan dermed fortsatt øke, mens prøven deformeres i bruddtilstanden.

Figur 2-1 viser den prinsipielle forskjellen i spenningsstier mellom kontraktante og dilaterende spenningsstier i treaksforsøk.



Figur 2-1: Prinsipiell forskjell mellom kontraktante og dilaterende spenningsstier, /36/

2.1.3 Oppsummering av differensiering i analysemetode for jordarter

Vurderingen av om et materiale skal analyseres som et *effektivspenningsmateriale* eller *totalspenningsmateriale* bestemmes av jordartens oppførsel når den utsettes for spenningsendringer (økte skjærspenninger), altså om jorden følger Mohr-Coulombs bruddkriterie som defineres av effektivspenningsparameterne φ og a, eller om jordarten utviser kontraktant (sprø) bruddoppførsel, og går til strukturell kollaps før den når bruddtaket. Det er jordartens sammensetning og reaksjon ved påførte spenningsendringer som definerer dette. Materialets bruddoppførsel styres hovedsakelig av jordens lagringsbetingelser og kornstruktur (pakningsgrad), altså om kornene er løst lagret eller tett pakket. Andre forhold, som eksempelvis permeabilitet, synes å ha mindre betydning.

NVE-veilederens eksempler på jordarter som skal analyseres med effektivspenningsparametere bygger opp under slutningen i avsnittet ovenfor. NVE-veilederens kap. 5.3 angir at materialer som *tørrskorpeleire*, *forvitret leire*, *rekonsolidert leire* og *sterkt overkonsoliderte leirer* (faste leirmaterialer), skal analyseres med effektivspenningsparametere. Alle disse nevnte jordartene er eksempler på jordarter som har dilaterende oppførsel i treaksforsøk, og som utviser økning i skjærfasthet når de utsettes for økte spenninger og deformasjoner. Det vises her eksempelvis til /37/ og /38/, der det er gjengitt en rekke eksempler på spenningsstier for ulike jordarter og forskjellige leirer. Det meste av annen (uforstyrret) leire, utviser en kontraktant (sprø) bruddoppførsel, der styrken ikke defineres av friksjonsparameterne. Tilsvarende gjelder i noen tilfeller også løst lagrede friksjonsjordarter (silt og sand).

Basert på overnevnte redegjørelse og gjennomgang legges det til grunn at analysemetode for ulike jordarter baseres på jordartenes spenningsoppførsel, bestemt ved treaksialforsøk. Jordarter med dilaterende bruddoppførsel analyseres på basis av drenerte effektivspenningsparametere, også i en totalspenningsanalyse. Jordarter som viser en kontraktant bruddoppførsel, må i tillegg analyseres på basis av totalspenningsanalyser, i tillegg til effektivspenningsanalyser. Det forutsettes at det foreligger treaksialforsøk i tilstrekkelig omfang og prøvekvalitet for å fastslå at en jordart skal analyseres som effektivspenningsmateriale. Én må her være oppmerksom på at forstyrrede treaksialforsøk i noen tilfeller også kan utvise plastisk oppførsel, og noen ganger også dilaterende oppførsel.

For faresone Helgeby og tolkning av jordartsparametere er slutningen ovenfor spesielt relevant for et konkret lag, bestående av moreneleire. Det vises her til gjennomgang av lagdeling og tolkning av jordartsparametere som følger av kap. 4.

2.2 Bygningslaster i stabilitetsberegninger

Laster fra bygninger må hensyntas i stabilitetsberegningene dersom bygningene er direktefundamentert.

I faresone Helgeby er det noen få bygninger, der dette er relevant. Dette gjelder en lagertank i snitt A («veratank»). Denne har kompensert fundamentering og utgjør derfor ingen tilleggsbelastning på grunnen. Det er redegjort nærmere for dette under beregningskapittelet, se kap. 5.1.1. I tillegg ligger det et lagerskur og en lagerbygning tett på skråningstopp i snitt E og snitt F, se Figur 2-2. Vurdering og redegjørelse for bygningslaster fra disse er gitt under beregningskapittelet for snitt E, se kap. 5.5.1.

Alle øvrige bygninger er pelefundamentert på spissbærende peler til berg, eller så ligger bygningene med stor avstand til skråningstopp. Det forekommer derfor ikke relevante bygningslaster fra andre bygninger enn dem som er omtalt her.



Figur 2-2: Nærfoto av skråning, faresone Helgeby (1881.no)

2.3 Trafikklast og terrenglast i stabilitetsberegninger

Ved stabilitetsberegninger skal det anvendes trafikklaster iht. relevant regelverk. Det skal ikke benyttes snølaster eller generelle terrenglaster, jfr. Kap. 5.2 i NVE-veilederen, /2/.

Slik det fremgår av oversiktstegningen i vedlegg 1, og av skråfoto vist i Figur 2-2, består deler av faresonen av opparbeidet areal som kan trafikkeres. Arealet brukes samtidig i noen grad til oppbevaring og lagring av materiell.

Det forutsettes trafikklast/nyttelast på alt areal som kan trafikkeres eller benyttes til lagring og oppbevaring av materialer og utstyr. I skråningen ned mot Glomma, og i områder med vegetasjon (se Figur 2-2), benyttes det ikke nyttelast på terreng.

2.3.1 Relevant regelverk for vurdering av nyttelast fra trafikk

Borregaard er et privat og inngjerdet industriområde, som kun er tilgjengelig etter avtale, for personell som arbeider på industriområdet. Borregaard har ikke føringer eller krav relatert til trafikklast ved geotekniske stabilitetsberegninger. Det må av den grunn benyttes andre kilder og referanser som veiledning for valg av karakteristisk trafikklast i stabilitetsberegninger.

Eurokode 7, /8/, oppgir ikke trafikklaster, og gir kun føringer om at det ved geoteknisk prosjektering bør vurderes om trafikklast skal hensyntas (standardens kap. 2.4.2). Eurokode 1 som gjelder laster, gir heller ikke trafikklaster til bruk i geotekniske stabilitetsberegninger.

NS-EN 1991-1-1, /7/, gir karakteristiske trafikklaster for *garasjer og trafikkarealer*. Denne standarden gjelder riktignok bygninger, men standardens krav gir uansett en pekepinn på relevant lastnivå. For kjøretøy inntil 16 tonn (eksempelvis brannbil), oppgis karakteristisk jevnt fordelt last, q_k = 5 kPa. Det vises til tabell NA 6.8, /7/.

For offentlige veier skal det iht. Statens vegvesens vegnormal, N200, benyttes en jevnt fordelt karakteristisk trafikklast på 15 kPa over hele vegbredden. For parkeringsplasser skal det benyttes tilsvarende trafikklast som tilstøtende vei, dersom det ikke er etablert restriksjoner på hvilke kjøretøy som har adgang. Det vises til kap. 1.4.5 i vegnormalen, /3/.

Tidligere håndbok 016, /4/, benyttet karakteristisk trafikklast i stabilitetsberegninger på 10 kPa, over hele vegens planeringsbredde. Det vises til kap. 0.3.5 i den tidligere håndboken, /4/.

2.3.2 Valgt nyttelast fra trafikk og lagringsmateriell

De høye nyttelastene som Statens vegvesen legger til grunn i sitt gjeldende regelverk, har vanligvis liten bredde. Det vil være urimelig å benytte slike høye trafikklaster når trafikklasten legges på store arealer, som i tilfellet på Borregaard.

Til sammenligning er maks tillat totalvekt for kjøretøy i Norge 50 tonn, med tillatt vogntoglengde på 19,5 meter. På noen vegstrekninger tillates også tømmertransport med totalvekt 60 tonn, og vogntoglengde 24 m. Tilhørende tillatt kjøretøybredde på offentlig vei er 2,55 m, /5/. Begge disse lasttilfellene gir en jevnt fordelt trafikklast på omtrent 9,5 kPa. Dersom slike kjøretøy stod parkert tett i tett, helt uten avstand, ville største tenkelige terrenglast altså bli i underkant av 10 kPa. Lastebiler som benyttes til tungtransport og massetransport har de samme vektbegrensningene, men er gjerne kortere. Fullastede lastebiler og semitrailere vil typisk ha en jevnt fordelt trafikklast på 14-16 kPa, der egenvekt fra kjøretøyene utgjør rundt 5-8 kPa. Disse tallene er basert på gjennomgang av spesifikasjoner for en rekke kjøretøy benyttet innen massetransport i anleggsbransjen.

Det kan naturligvis ikke utelukkes tilfeller der store og fullastede kjøretøy trafikkerer plassen, og lokalt vil trafikklaster dermed kunne bli inntil 10-15 kPa. Det er imidlertid urimelig å se for seg at hele det opparbeide arealet vil brukes til *oppbevaring* av slike tunge og fullastede kjøretøy, og at kjøretøyene vil parkeres tett i tett uten avstand.

Basert på redegjørelsen ovenfor, legges det til grunn en karakteristisk jevnt fordelt trafikklast på 5 kPa. Valgt terrenglast/trafikklast på 5 kPa virker fornuftig, og til sikker side. Trafikklasten er samtidig i tråd med føringer for trafikkarealer i bygninger iht. NS-EN 1991-1-1, som beskrevet i kap. 2.3.1.

Trafikklasten/nyttelasten benyttes over alt opparbeidet areal som kan trafikkeres, eller som kan tenkes benyttet til lagring og oppbevaring av materiell og utstyr.

2.4 Seismiske laster

Ved vurdering av områdestabilitet er det ikke vanlig å inkludere seismiske laster, ref. kap. 5.2 i NVE-veilederen, /2/. Slike laster hensyntas derfor ikke i stabilitetsberegningene.

2.5 Lastfaktor for nyttelaster

Det benyttes lastfaktor i henhold til Eurokode 0 (NS-EN1990:2002+A1:2005+NA:2016) ref. /6/. Det vil si lastfaktor, $\gamma_Q = 1{,}3$.

2.6 Geotekniske dimensjoneringsparametere

Vurdering av grunnforhold baseres på utførte grunnundersøkelser.

Lagdelingen i beregningssnittene skal skille mellom materialer med vesentlig ulik fasthet og bruddoppførsel. Ved lagpakker med tette skiftninger må det vurderes om et samlet lag med gjennomsnittlige parametere er mest representativt. Det vises til kap. 5.2 i NVE-veilederen, /2/.

Geotekniske dimensjoneringsparametere og tyngdetetthet for naturlige masser bestemmes på basis av utførte grunnundersøkelser.

Der utførte grunnundersøkelser ikke gir dimensjoneringsparametere, benyttes erfaringstall, fortrinnsvis fra Statens vegvesens Håndbok V220, /9/, Håndbok V221, /10/, og Håndbok N200, /3/.

2.7 Grunnvannstand, poretrykk og vannstand (Glomma)

I stabilitetsberegninger benyttes en grunnvannstand bestemt ved målinger eller forsiktig antatt ut fra øvrige data. Poretrykksfordeling i dybden baseres på poretrykksmålinger i flere nivåer.

Valgt dimensjonerende grunnvannstand og poretrykkfordeling er den høyeste som er observert i måleperioden på nærmere to år, som dermed tar hensyn til årstidsvariasjoner og effekter av langvarig nedbør, iht. kap. 5.3.2 i NVE-veilederen, /2/.

For vannstand i Glomma skal vannstandsnivået velges som det antatt mest ugunstige som vil kunne oppstå. Det innebærer å benytte laveste observerte vannstand. Valgte dimensjonerende vannstandsnivåer i Glomma er beskrevet i kap. 3.3.

Nærmere redegjørelse rundt bruk av poretrykksmålinger og dimensjonerende nivåer, følger av redegjørelsen i kap. 4.2.

2.8 Sikkerhetskrav iht. NVE-veileder nr. 1/2019

Det stilles ikke konkrete krav til skråningsstabilitet, siden stabilitetsberegningene ikke gjelder et konkret tiltak. I etterfølgende kapitler er det likevel redegjort for de kravene til sikkerhet som stilles for tiltak i ulike tiltakskategorier, iht. NVE's veileder nr. 1/2019, /2/. Dette som referanse og sammenligningsgrunnlag ved senere oppsummering i rapporten.

2.8.1 Tiltakskategori K1 og K2

Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}40 \cdot f_s \approx 1{,}60$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene ($f_s = 1{,}15$).

2.8.2 Tiltakskategori K3

Faresone Helgeby har faregrad lav. Det vises til detaljert faresoneutredning, /1/.

Med faregrad lav er kravene til sikkerhet de samme som for tiltakskategori K1. Det vil si at krav til sikkerhet oppfylles dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten.

Ved forverring gjelder krav til absolutt sikkerhetsfaktor, som for de øvrige tiltakskategoriene. Se eksempelvis kap. 2.8.1.

2.8.3 Tiltakskategori K4

Dersom tiltaket befinner seg i en faresone (løsneområde eller utløpsområde), vil krav til sikkerhet og sikkerhetsfaktorer av skråninger i faresonen avhenge av om tiltaket forbedrer eller forverrer stabilitetsforholdene. Kravene til sikkerhet varierer også avhengig av tiltakets plassering i forhold til faresonen (skråningen). De detaljerte kravene til sikkerhetsfaktorer er som følger:

- Dersom tiltaket forverrer stabiliteten stilles det krav til absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}40 \cdot f_s \approx 1{,}60$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene ($f_s = 1{,}15$).

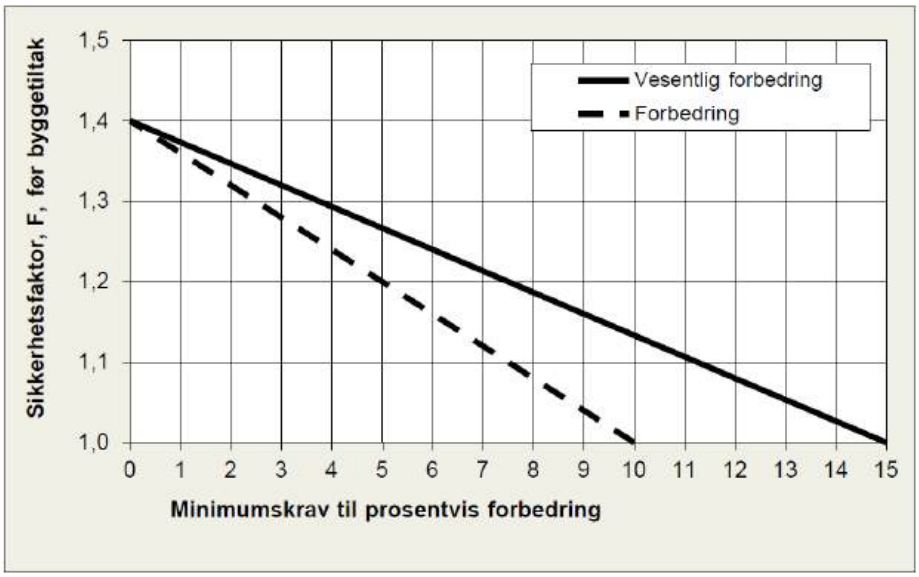
- Dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten, er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1{,}40$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$.

- For skråninger som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1{,}20$. Dette vil da gjelde dersom tiltaket ligger i avstand større enn 2 x H bak fra skråningstopp, der H er total høydeforskjell av skråningen. Prinsippet kan også benyttes dersom tiltaket ligger foran foten av skråningen, så lenge tiltaket ikke omfatter gravearbeider eller peleramming som kan forverre stabiliteten. Se Figur 2-3 som illustrer dette.



Figur 2-3: Utsnitt av figur 3.4 i NVE-veilederen viser når et tiltak ikke påvirker skråningen, /2/

NVE-veilederen åpner også for bruk av lavere sikkerhetsfaktorer enn det som er gitt ovenfor, men det stilles da minimumskrav til prosentvis forbedring sammenlignet med situasjonen før gjennomføring av tiltaket. Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser. Kravene til prosentvis forbedring avhenger av skråningens sikkerhet før tiltak. Sikkerhetskravet er presentert i Figur 2-4. For faresone Helgeby (faregrad lav), gjelder krav til forbedring, vist med stiplet linje i figuren.



Figur 2-4: Utsnitt av figur 3.3 i NVE-veilederen med krav til prosentvis forbedring, /2/

2.9 Krav til kvalitetssikring av utredning iht. NVE-veileder 1/2019

Utredningen av områdeskredfare som er dokumentert i Geovitas rapport 2330-10, /1/, gjelder tiltak til og med tiltakskategori K4.

Stabilitetsberegningene som fremgår av denne rapporten, gjelder som forklart ikke for et konkret tiltak, men er ment som dokumentasjon for dagens situasjon, og for å kartlegge potensialet for eventuell framtidig utbygging.

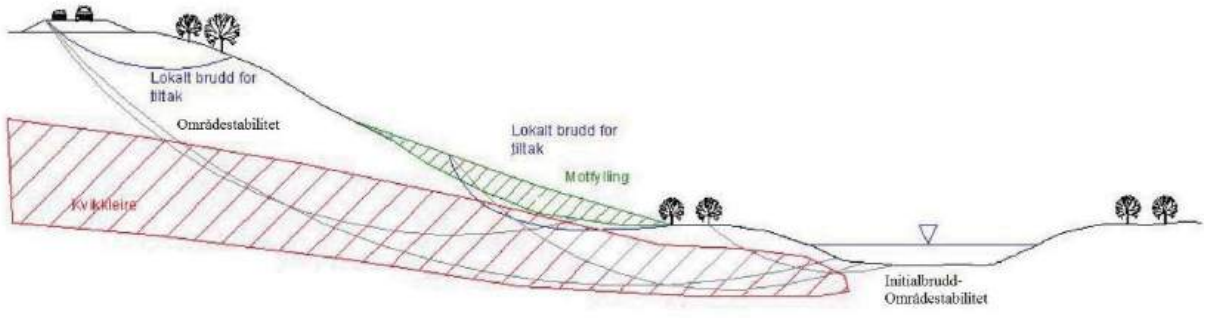
For at stabilitetsberegningene skal kunne benyttes som dokumentasjon etter NVE-veilederens krav for tenkelige framtidige prosjekter i faresonen, defineres beregningene å gjelde for prosjekter i tiltakskategori til og med K4. Det innebærer at beregningsrapporten skal gjennomgå uavhengig kvalitetssikring iht. krav i NVE-veilederen, /2/.

2.10 Sikkerhetskrav iht. Eurokode 7 og grensesnitt mot NVE-veilederens krav

Ved eventuell framtidig utbygging i faresonen må prosjekteringen også tilfredsstille krav til sikkerhet etter Eurokode 7, /8/. Sikkerhetskravet gjelder for konstruksjonssikkerhet, og dermed for lokale bruddflater som direkte berører tiltaket. Sikkerhetskravet i Eurokoden er γ_{cu} = 1,4 og γ_{φ}' = 1,25, /8/, tilsvarende som NVE-veilederens krav for K4-tiltak (forutsatt ikke forverring). Kravet er uavhengig av tiltakets størrelse. Videre i denne rapporten er sikkerhetskravene etter Eurokoden betegnet som $F_{cu} \geq 1,4$ og $F_{c\varphi} \geq 1,25$, men for udrenert sikkerhet, F_{cu}, innebærer dette i praksis at sikkerhet ned mot F_{cu} = 1,35 kan aksepteres, som følge av avrunding.

Når det gjelder grensesnittet mellom Eurokodens krav og NVE-veilederens krav skilles det altså mellom lokalstabilitet (Eurokoden), og områdestabilitet (NVE-veilederen). Skillet mellom disse regelverkene er imidlertid ikke entydig. Som støtte til tolkning av regelverket benyttes blant annet NIFS-rapport 8/2016, /39/, kap. 5.4 i Vegvesenets håndbok V220, /9/, og tidligere utgave av kvikkleireveilederen, /40/.

I Figur 2-5 er det vist en figur fra NIFS-rapport 8/2016, /39/, som viser den prinsipielle forskjellen mellom lokalstabilitet og områdestabilitet (basert på NIFS-rapport 80/2012, /41/).



Figur 2-5: Prinsippskisse som viser lokalstabilitet og områdestabilitet, /39/ og /41/

NIFS-rapport 8/2016 foreslår en definisjon for grensen mellom lokalstabilitet og områdestabilitet som følger:

> *Utstrekningen for lokalstabilitet defineres innenfor området hvor det prosjekterte tiltaket gir mer enn 5 % forverring av beregningsmessig materialfaktor ved stabilitetsberegning. Kravet gjelder samlet for både sirkulære og sammensatte glideflater, og gjelder sammenligning av samme flate før og etter tiltaket.*

Vegvesenets håndbok V220 har en lignende figur som NIFS-rapporten (figur 5.4.-1 i V220, /9/). Håndboken sier følgende;

> *Dersom skjærflatene blir svært lange og går vesentlig utenfor vegen [tiltaket], betraktes dette som områdestabilitet. Dette gjelder når vegen [tiltaket] stabiliserer skråningen, eller lastendringen ikke forverrer stabiliteten.*

Gjeldende NVE-veileder 1/2019 sier ikke noe om grensesnittet mellom lokalstabilitet og områdestabilitet, men tidligere utgave av veilederen, nr. 7/2014, /40/, benyttet en definisjon som ligner på dem fra NIFS 8/2016 og V220:

> *Lokalstabilitet er betegnelsen på en lokalt avgrenset stabilitetstilstand med mulighet for brudd (utglidning) i grunnen. Bruddet begrenses til det lokale påvirkningsområdet for spenningsendringen som har oppstått i skråningen. Typiske eksempler er lokalt grunnbrudd under fylling eller fundament, lokal utglidning ved graving i skråning i byggegrop eller i skjæring (stabilitetsbrudd), eller lokal utglidning i naturlig skråning som følge av poretrykksendring eller erosjon.*

Basert på ovenstående redegjørelser legges det til grunn at lokalstabilitet etter Eurokodens krav ($F_{cu} \geq 1{,}4$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$), gjelder for korte og lokale skjærflater ved skråningstopp, slik det eksempelvis er illustrert i Figur 2-5. Det forutsettes samtidig at tiltaket ikke forverrer stabiliteten, noe som innebærer at eventuelle tiltak må gjennomføres kompensert eller pelet. Videre forutsettes det at lokalstabilitet også er ivaretatt i anleggsfasen, der det normalt må kontrolleres for trafikkaster fra anleggsmaskiner i stabilitetsberegningene (typisk 15 kPa i karakteristisk nyttelast).

For lange skjærflater og globalstabilitet av skråninger gjelder NVE-veilederens krav. Disse er beskrevet i kap. 2.8.

2.11 Utbedring av tidligere erosjon i faresone Helgeby

I kap. 4.6.5 i den detaljerte soneutredningen for faresone Helgeby, er det omtalt pågående erosjon, /1/. Erosjonen var forårsaket av gamle avløpsrør i deler av skråningen. Rørene var over tid gått i stykker, og prosessavløp/overvann rant utenfor rørene og vasket ut massene og forårsaket til dels dype erosjonssår i selve skråningen.

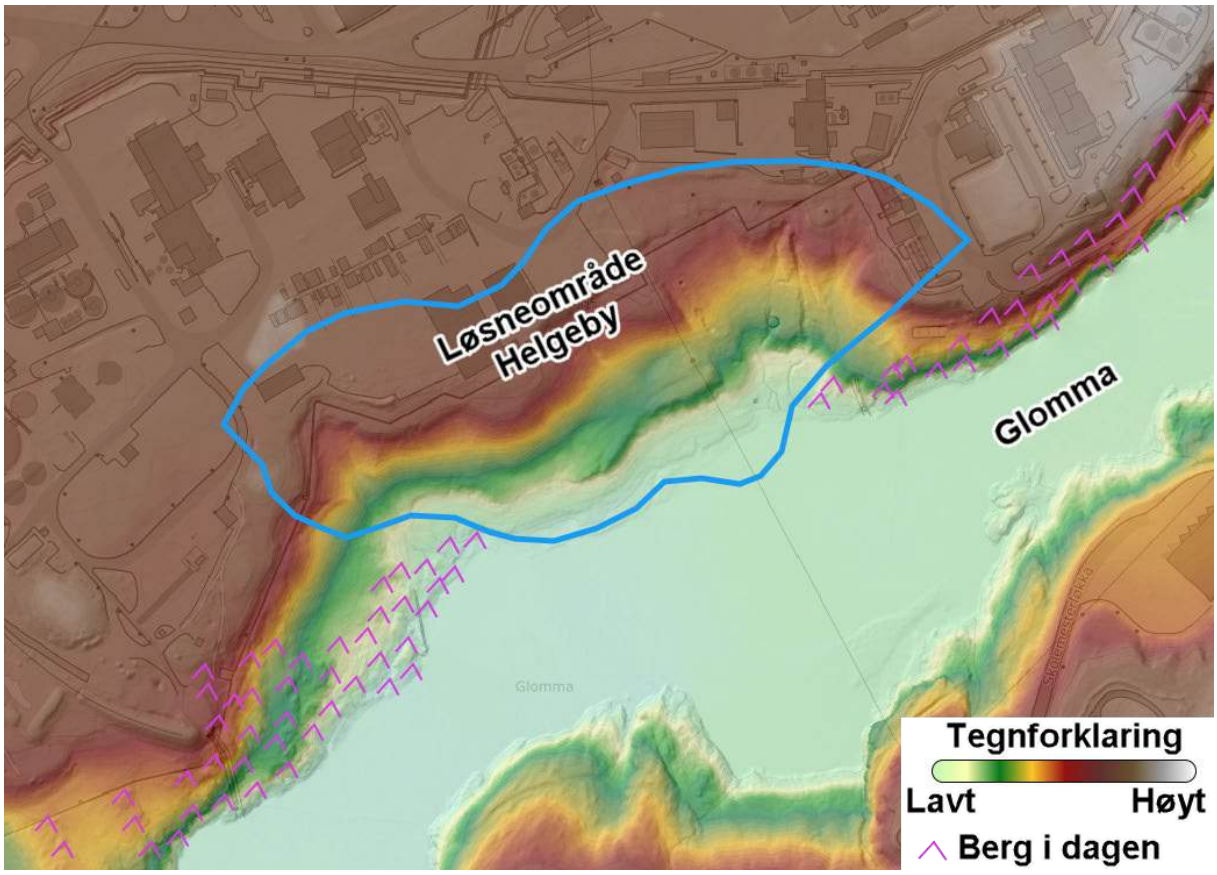
Arbeidene med erosjonssikring ble ferdigstilt i mars 2025. Det er dermed ikke lenger noen erosjonsutsatte områder i faresonen.

3 TOPOGRAFI OG GRUNNUNDERSØKELSER

I rapport for utredning av områdeskredfare er det gitt en del generelle og overordnede opplysninger om topografi, kvartærgeologi og grunnforhold på Borregaard, /1/. Etterfølgende kapitler gjengir deler av denne informasjonen, men er mer spesifikk og utdypende med hensyn på grunnforhold, lagdeling og parameterbestemmelse.

3.1 Topografi

Terrenget ved Helgeby varierer fra rundt kt. +1 til kt. +2 ved Glommas elvebredder, til nærmere kt. +30 ved skråningstopp på platået. I Figur 3-1 er det vist et høydeplott over området ved faresonen. I figuren er det også markert kartlagte og innmålte bergblotninger.

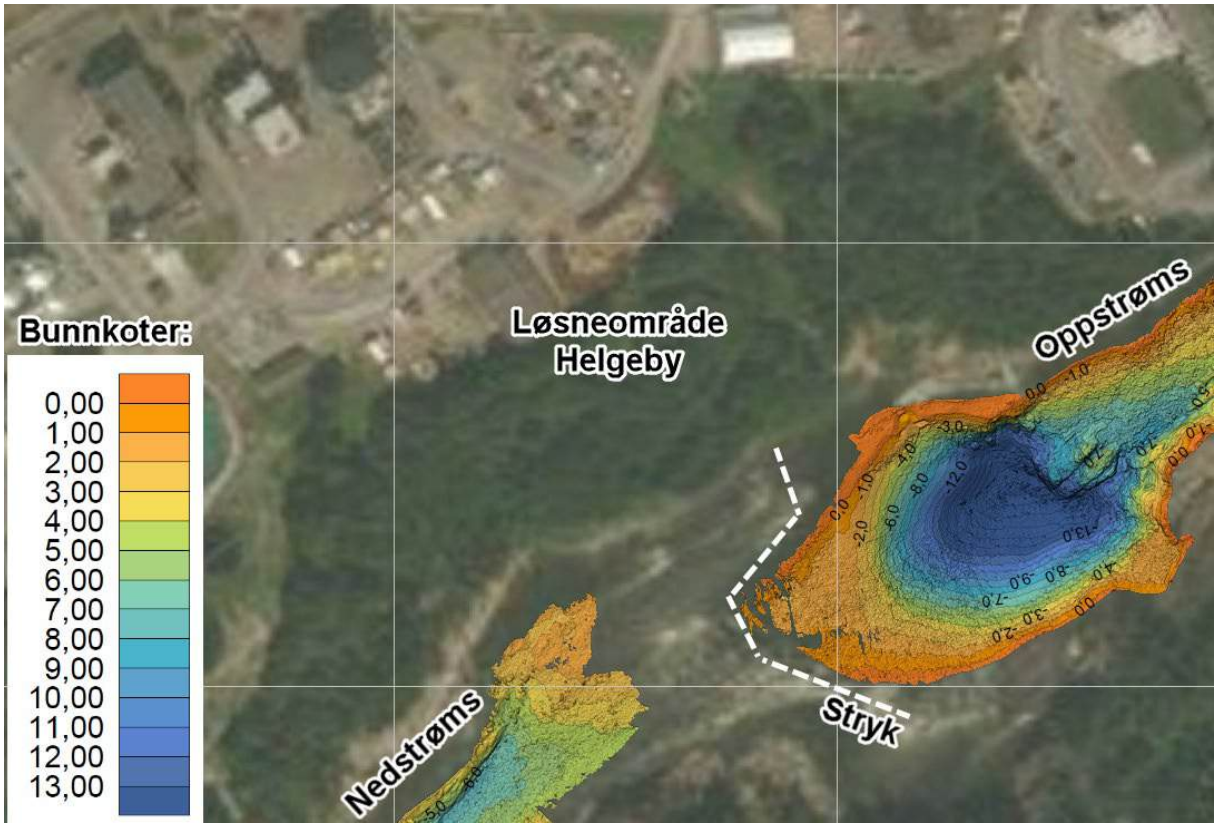


Figur 3-1: Plot fra høydedata, med markering av berg i dagen (hoydedata.no)

3.2 Elvedybder

Det er utført detaljert sjøbunnskartlegging (skanning) av elvebunnen i området. Arbeidet er utført i 2022 av Styvehavn AS, som spesialiserer seg på tjenester innen sjøbunnskartlegging og undervannstjenester. Sjøbunnskartleggingen er utført med multistråle ekkolodd, montert på båt. Sjøbunnskartleggingen dekker alle områder av elven, der det er dypt nok til å kjøre båt. Det er av den grunn noen områder langs land, samt grunne partier av elven, hvor det ikke har vært mulig å utføre målinger.

Figur 3-2 viser kotehøyder for elvebunnen i Glomma, ved Helgeby. Elvedybden varierer mellom 1 og 20 meter. Området midt i elven som ikke er kartlagt, har stryk med liten elvedybde. Stryket er markert i figuren. I områder langs land har det vært for grunt for kartlegging.



Figur 3-2: Høydeplott over elvebunnen i Glomma. Bunnkoter i NN2000 (Styvehavn, 2022, /11/)

3.3 Vannstand i Glomma

Det foreligger ikke vannstandsmålinger i dette området langs Glomma. Basert på historiske flyfoto og en rekke befaringer i forbindelse med utredning av områdeskredfare, er det likevel mulig å gi gode estimat på laveste opptredende vannstand.

Glomma har et stryk i det aktuelle området, slik det fremgår av Figur 3-2. Det er forskjellig vannstandsnivå oppstrøms og nedstrøms dette stryket

I forbindelse med utførelse av grunnundersøkelser i 2023, ble det gjennomført regelmessig befaringer ved faresonen og langs Glomma. I en periode våren 2023 var vannstanden unormalt lav, også lavere enn hva som fremgår av historiske bilder og flyfoto. På dette tidspunktet ble vannstanden (elvebredden) langs Glomma målt inn. Målt vannstand på dette tidspunktet er oppgitt i Tabell 3-1.

Med utgangspunktet i målingene er det valgt dimensjonerende vannstand i elven til bruk i stabilitetsberegningene. Disse fremgår også av tabellen. De dimensjonerende verdiene er valgt noe til sikker side for observert laveste vannstand.

Tabell 3-1: Observert laveste vannstand i Glomma og valgt dimensjonerende vannstand

Målepunkt	Målt vannstand (NN2000)	Valgt dimensjonerende vannstand (NN2000)
Oppstrøms stryk	+1,8	+1,5
Nedstrøms stryk	+0,2	0,0

3.4 Kvartærgeologi, løsmasser og avsetningsprosesser

Løsmassene som dekker berggrunnen i området ved Borregaard er avsatt etter siste istid og befinner seg rundt 1 km fra *Raet*. Østfoldraet kan følges som et mer eller mindre sammenhengende belte av morenerygger fra vest, forbi Moss, Sarpsborg og Halden, og videre inn i Sverige. Ved Borregaard ligger Raet ved Sarpsfossen.

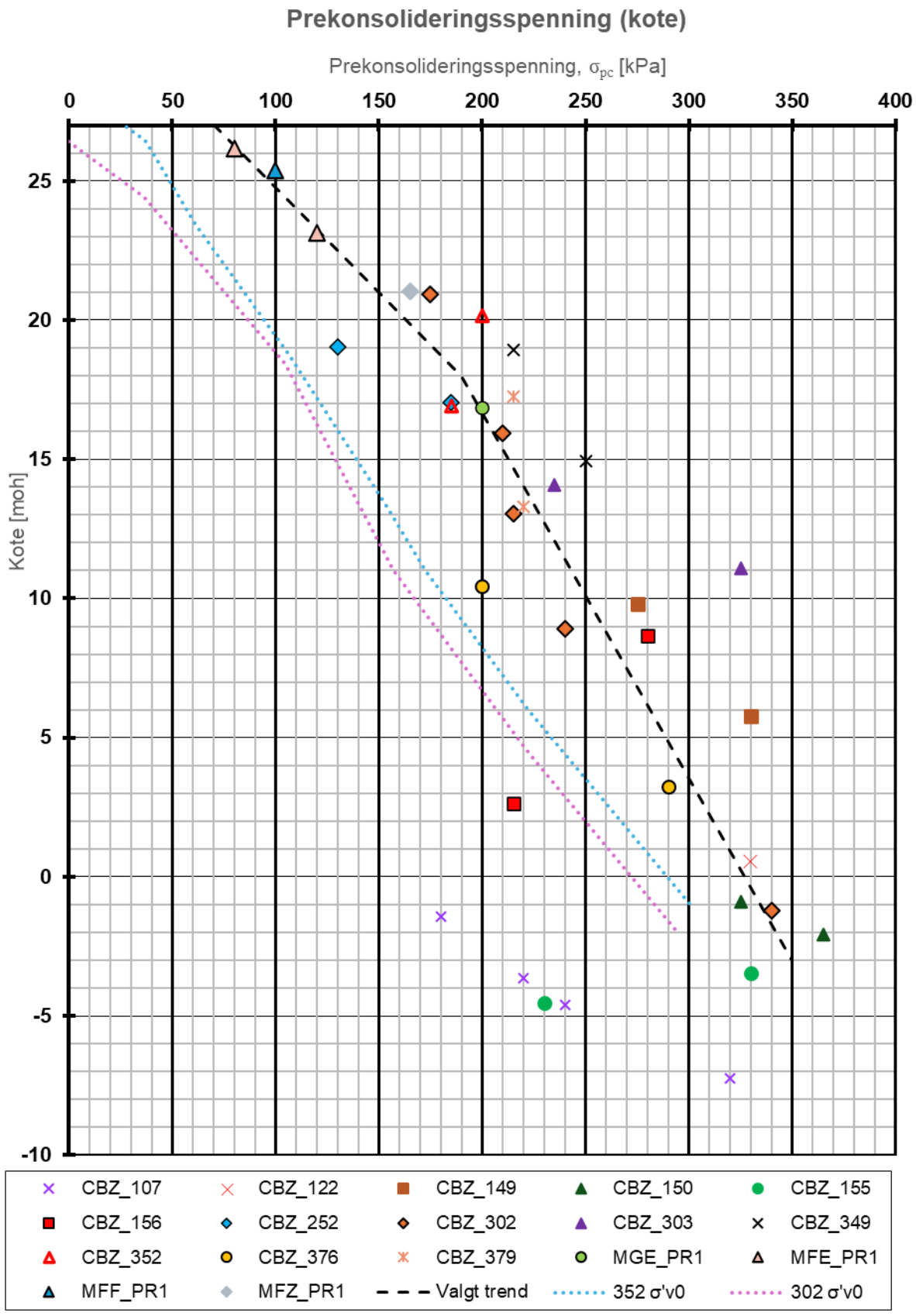
Området ved Helgeby ligger altså like utenfor Raet, og har som følge av brefrontens stillstand under dannelsen av Raet, over lang tid fått tilført mye leirholdig materiale. Breelvene førte hele tiden ut store mengder slamholdig smeltevann. Slammet la seg på havbunnen i nærheten av brekanten. Langs Glomma-forsenkningen er leiravsetningene stedvis store. Her har den største mengden smeltevann blitt ført ut i relativt rolige havbukter og avsatt i til dels mektige leirlag. Avsetningen ved Helgeby preges samtidig av nærheten til Raet. Det påtreffes derfor lag med glasifluviale avsetninger, bestående av siltig, sandig og grusig materiale. Disse massene fremtrer stedvis som lokale lag og lommer. Andre steder danner de sammenhengende lag og lagpakker. Ved Helgeby er det særlig et dybdeintervall med en slik lagpakke, bestående av velgradert materiale av leire, silt og sand. Materialet betegnes i denne rapporten som *moreneleire* (usortert breavsetning med over 15 % leirinnhold, /12/). Nærmere og detaljert redegjørelse for lagdeling følger av kap. 4.

3.5 Historisk topografi

Historisk sett har terrenget i området ligget på tilnærmet samme nivå som det platået ligger på i dag (kt. +28 til +29). Under landhevingen etter siste istid, har Glommas kontinuerlige erosjon formet det landskapet man ser i dag. I tillegg til den kontinuerlige erosjonen, er det sannsynlig at det også har gått skred og utglidninger som del av landhevingsprosessen. Som følge av landheving og erosjon er lavereliggende terreng i skråningen ned mot Glomma overkonsolidert. Dette er dokumentert gjennom en stor mengde ødometerforsøk som er utført på prøveserier i faresonen Helgeby.

I Figur 3-3 er det vist et plott med sammenstilling av tolket prekonsolideringsspenning fra alle *gode* ødometerforsøk i området ved faresone Helgeby, totalt 35 stk. Det vises til situasjonsplanen i vedlegg 2.2 for plassering av prøveserier/borhull. Tolkede ødometerforsøk følger av vedlegg 3.3 og vedlegg 3.4. I plottet i Figur 3-3 er det også vist in-situ vertikalspenning (σ'_v) for prøveserien CBZ_352, rundt 50 meter bakenfor skråningstopp, og CBZ_302 ved skråningstopp. Disse borpunktene har terrengnivå i hhv. kt. +28,4 og kt. +26,4. In-situ vertikalspenning for disse borpunktene er vist til sammenligning og som referanse for målt prekonsolidering.

Ødometerforsøkene i figuren viser sammenfallende trend, med noen få unntak. Trenden tilsier i utgangspunktet et historisk terrengnivå i noe over kt. +30, under antagelse om normalkonsoliderte grunnforhold (OCR 1,0) og hydrostatisk poretrykk i nivå med terreng. Fordi dagens terreng er tilnærmet helt flatt, er det heller sannsynlig at historisk terrengnivå har ligget i samme nivå som dagens terreng på platået, altså i kt. +28-29. At ødometerforsøkene viser prekonsolidering som tilsier noe høyere historisk terrengnivå enn dagens terreng, tilskrives aldringseffekter (kryp), som over tid fører til konsolidering av leiren. Tolket prekonsolidering tilsier for eksempel en OCR på 1,5 i kt. +15, avtagende til 1,2 i dybden (kt. 0). OCR i størrelsesorden 1,2 til 1,4 er typiske verdier for «aldret leire» i Norge, som vil si leire avsatt i perioden etter forrige istid. Det vises til /18/. Knekken i trendlinjen ved kt. +18, og noe høyere OCR i toppen av jordprofilet, kan trolig tilskrives et permeabelt siltlag ved kt. +18, som påvirker poretrykksforholdene i området.



Figur 3-3: Sammenstilling av tolkede ødometerforsøk ved Helgeby, p_c' mot kote

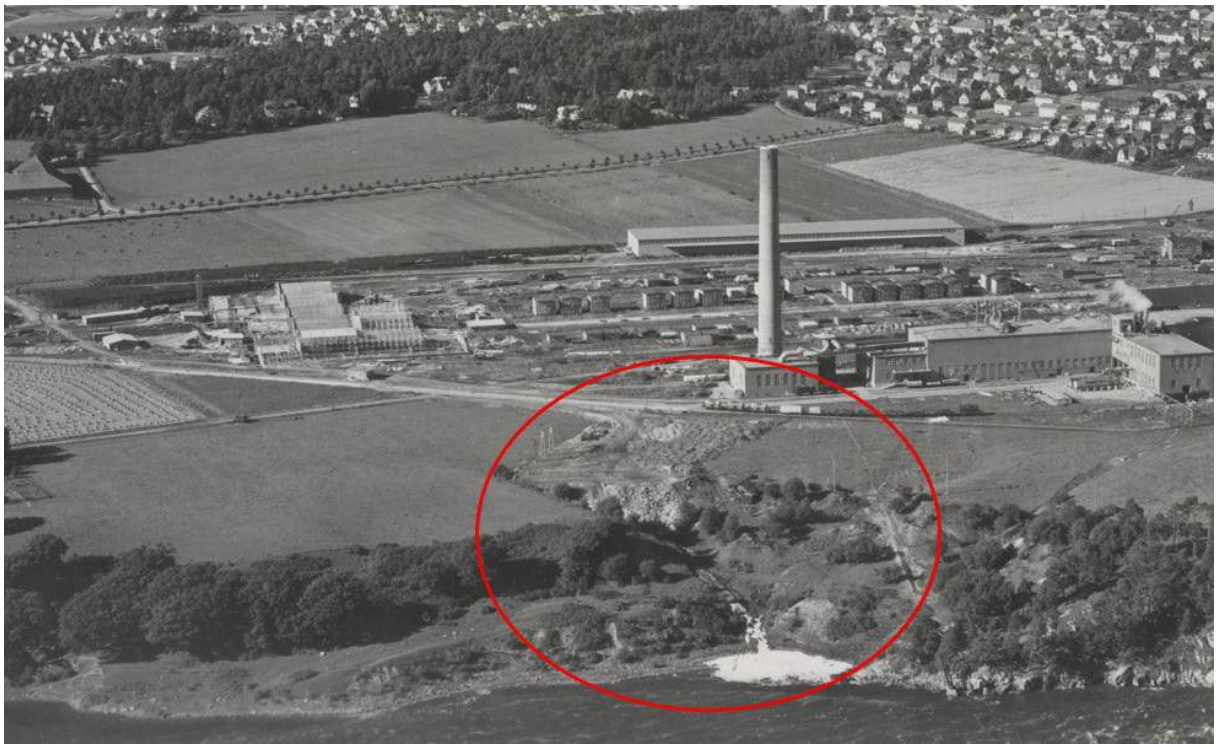
3.5.1 Gjenfylt ravine i faresonen

I nordre del av skråningen lå det tidligere en ravine, dannet av erosjon fra bekker og avrenning fra platået. Denne ravinen, eller bekkedalen, er senere gjenfylt. Igjenfyllingen foregikk på 1950-tallet, men det er angivelig også dumpet bygningsmateriale fra starten av 1940-tallet. Figur 3-4 viser et flyfoto av skråningen fra 1951, med pågående fyllingsarbeider. På dette tidspunktet er øvre del av ravinen allerede gjenfylt. Som fyllingsmateriale i skråningen antas benyttet rivningsmasser, «byfyll» og mulig også kismalm.

Historisk topografi i ravinen er dokumentert med detaljert kart i målestokk 1:1000 fra 1907, utarbeidet av Nerdrums Opmaaling. Kartet fra 1907 er digitalisert og det er laget terrengmodell av topografien slik den var i 1907.

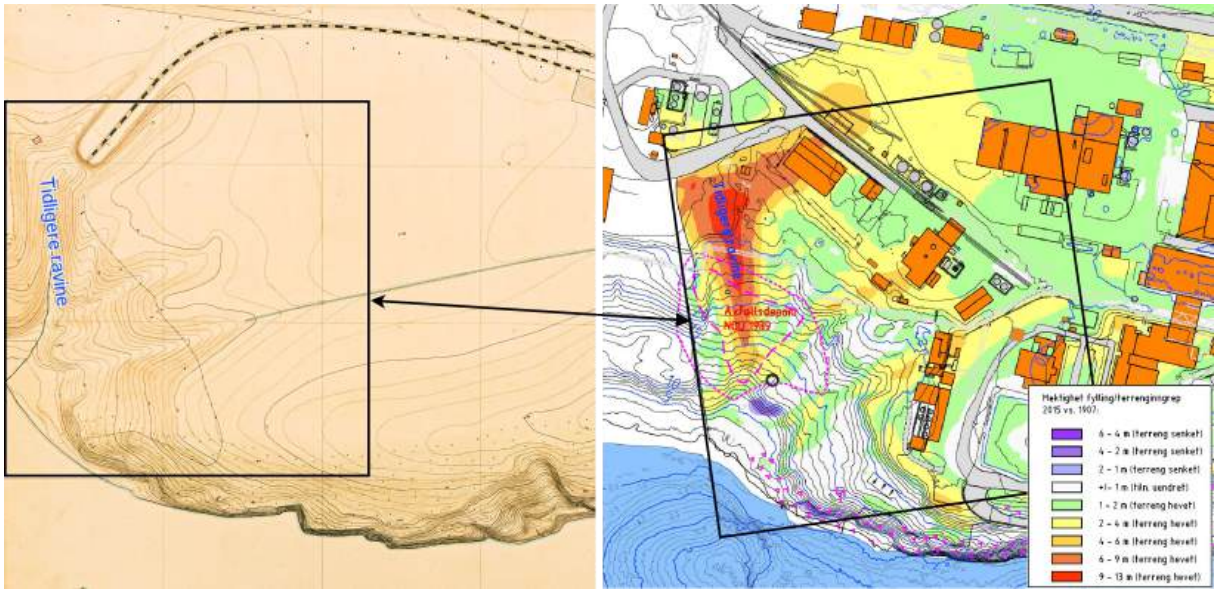
Til venstre i Figur 3-5 er det vist et utsnitt av detaljkartet fra 1907, som er digitalisert av Geovita. Til høyre i Figur 3-5 er det illustrert terrengforskjell mellom 1907 og dagens terreng. Oppfyllingen i ravinen er stedvis stor, over 10 meter. Fyllingen ble imidlertid lagt i lavbrekk og søkk i terrenget, og bidro derfor ikke til å gjøre skråningen verken høyere eller brattere.

Plasseringen av de kritiske snittene er lagt der terrenget er brattest, og dermed mest kritisk mhp. stabilitetsforhold. I snittene har det ikke vært oppfylling. Dette fremgår av snittene i vedlegg 2.3 hvor terrenglinjen for *historisk terreng* fra 1907 er vist, for snitt A til snitt C. Som det fremgår av snittene, samsvarer linjen for historisk terreng godt med dagens terreng.



Figur 3-4: Borregaard, skråning mot Glomma 1951 (Widerøe F. flyfoto fra Sarpsborg kommune)

Deler av den gjenfylte ravinen er i dag klassifisert som et avfallsdeponi og er registrert i miljødirektoratets kartløsning for grunnforurensning. Kartlagt område med forurensning er skissert med rosa omriss til høyre i figuren, der indre (stiplet) linje viser området med høyest forurensningsgrad. Avgrensningen er basert på miljøprøvetaking i 1989, /42/. Det kan imidlertid tenkes at området med forurensede masser er større enn det som fremgår av figuren, og at forurensningen også dekker andre deler av den gjenfylte ravinen.



Figur 3-5: Historisk kart til venstre (1907). Forskjell ift. dagens terreng vist med farger til høyre

Øvrige deler av skråningen i faresone Helgeby har ikke vært utsatt for utfyllinger eller oppfylling (snitt D til snitt H). Det vises til kap. 4.6.8 i faresoneutredningen, /1/, for ytterligere redegjørelse. Selve platået bakenfor skråningstopp kan likevel ha vært utsatt for noe mindre planering i forbindelse med avvikling av landbruk og etablering av industriområdet rundt 1970. Slik mulig planering/oppfylling har i så fall foregått lokalt og med begrenset mektighet.

3.6 Grunnundersøkelser og kartlegging av bergforløp

3.6.1 Grunnlag og utførte grunnundersøkelser

Grunnforholdene ved Helgeby er svært godt dokumentert gjennom omfattende grunnundersøkelser i perioden våren og sommeren 2023, som del av utredningen av områdeskredfare på Borregaard. I tillegg er det tidligere utført grunnundersøkelser ved faresone Helgeby og i omkringliggende områder, over en lang tidsperiode. Tidligere grunnundersøkelser har imidlertid hatt begrenset nytte for faresoneutredningen og for stabilitetsberegningene. Det skyldes at tidligere grunnundersøkelser kun unntaksvis har inkludert avanserte forsøk og at prøveseriene vanligvis ble avsluttet for grunt (typisk i 10 m dybde). Det foreligger heller ingen målinger av poretrykk og grunnvannstand fra tidligere utførte grunnundersøkelser.

Følgelig har det vært et stort behov for å gjennomføre grunnundersøkelser som del av utredningen av områdeskredfare, og som grunnlag for stabilitetsberegninger. Intensjonen har samtidig vært å utføre grunnundersøkelser med høy kvalitet, for å oppnå best mulig styrkeparametere, for på den måten å kunne dokumentere høyest mulig (reell) sikkerhetsfaktor for skråningene.

Grunnundersøkelser som del av faresoneutredningen ble utført i tidsperioden februar til mai 2023, med noen suppleringer i august samme år. Det ble benyttet to borrigger som arbeidet kontinuerlig i hoveddelen av perioden. Borprogrammet ble tilpasset resultatene underveis, og omfang og plassering av supplerende grunnundersøkelser og undersøkelsesmetoder ble fortløpende justert. Grunnundersøkelsene omfattet totalsondering med sikker bergpåvisning i rundt 135 forskjellige borpunkt, trykksondering i 25 borpunkt, og det er tatt opp uforstyrrede sylinderprøver i 24 borpunkt. I tillegg ble det satt ned 40 poretrykksmålere, fordelt på 13 borpunkt. Alle totalsonderinger er utført med vann som spylemedium. Som hovedregel er det boret 2-3 meter i berg for sikker bergpåvisning, men i

noen områder er dette fraveket etter avtale, som følge av særlig hardt berg. Grunnundersøkelsene ble utført av COWI og er rapportert i /19/.

Poretrykksmålerne ble installert med sanntidsovervåking. Målerne har vært i drift kontinuerlig siden installasjon våren 2023, og er fortsatt i drift vinteren 2025.

Under prøvetakingen ble det tatt opp rundt 190 sylinderprøver. Det ble gjennomført et omfattende program med laboratorieundersøkelser. Både for grundig og nøyaktig bestemmelse av jordens styrkeparametere, men også for å muliggjøre helhetlig bestemmelse av lagdeling og klassifisering av jordarter, i et område hvor det var antatt komplisert kvartærgeologi. Laboratorieundersøkelsene har omfattet totalt 35 ødometerforsøk, 50 aktive treaksialforsøk, 12 passive treaksialforsøk og 10 statisk direkte skjærforsøk (DSS). I tillegg ble det utført nærmere 60 kornfordelingsanalyser.

CPT-sonderingene er i hovedsak utført med spaltefilter. Innledningsvis ble det utført et testforsøk der det ble utført CPT-sondering i ett borpunkt, med både spaltefilter og ferdigmettet filter. I det innledende forsøket viste det seg, som forventet, at sonderingen med spaltefilter oppnådde klart best poretrykksrespons i de krevende grunnforholdene (lag av silt, sand og moreneleire). Bruk av porøst filter fungerte dårlig, og sonderingen opplevde sug og drenering som resulterte i dårlig og stedvis manglende poretrykksrespons. Dette kan ses i Figur 4-6. Basert på det innledende forsøket, ble det benyttet spaltefilter for alle resterende trykksonderinger. Dette fungerte svært godt, og det var ikke flere utfordringer knyttet til metning av filter og dårlig poretrykksrespons.

3.6.2 Oppsummering av utførte grunnundersøkelser

Vedlegg 2.2 viser en oversikt over platået, med samtlige utførte grunnundersøkelser ved faresone Helgeby. I tegningen er alle borpunkt navngitt med et prefiks på tre bokstaver, der prefikset er unikt for hver enkelt grunnundersøkelsesrapport. Oversikt over alle grunnundersøkelsesrapportene er gitt i Tabell 3-2, sortert etter prefiks. Tabellen med rapporthenvisning er også vist i vedlegget. Prefiks for borpunkt i alle vedlegg i denne rapporten er iht. tabellen nedenfor.

Tabell 3-2: Oversikt over utførte geotekniske grunnundersøkelser, sortert etter prefiks

Prefiks	Rapport nr.	Firma	Årstall	Rapportnavn
ADF	110751	Grøner	1993	Forbrenningsanlegg for bark og slam
ADG	88.203	NGU	1989	Løsmassestratigrafi og hydrogeologi, Kloralkaliefabrikken
ADI	-	Leca Borge	1983	Grunnundersøkelser ved Svovelsyrefabrikken
ADZ	10217616-1	Sweco	2020	Fabrikk FA07, grunnundersøkelser
AFG	O.466.48	Borregaard	1990	Renseanlegg. Grunnboringer mellom Svovelsyrefabrikk og Kislager
AGC	O.370.81	Borregaard	1943	Ny pipe for Cellullfabrikken
AGE	O.370.83	Borregaard	1943	Sonderboringer for Cellullfabrikken
AHO	47.688.4	Borregaard	1977	Cellulose 3, grunnboringer ved Glomma
CBZ*	**A252183-1**	**Cowi**	**2024**	**Borregaard. Faresoneutredning Helgeby**
MFA	41189-1	Noteby	1991	Svovelsyrefabrikk
MFD	512020-1	Multiconsult	2014	Exilva-prosjektet

MFE	511077-1	Multiconsult	2007	Avfallsenergi Borregaard
MFF	101209-1	Multiconsult	2000	Sarpsborg energigjenvinning
MFK	10218416-1	Multiconsult	2020	Søndre avløp
MFL	511640-1	Multiconsult	2011	Ny anaerob
MFM	17226-1	Noteby	1976	Utfylling mot Glomma ved Fatlager
MFN	41217	Noteby	1993	Renseanlegg. Utglidning og vurdering
MFO	45506-1	Noteby	1994	Renseanlegg, trinn 1
MFX	783-1	Noteby	1941	Cellullfabrikk, Grunnundersøkelser
MFZ	41132-1	Noteby	1990	Fatlager og tankfarm
MGE	41223-1	Noteby	1993	Utfylling syd for fatlager

* Rapport med prefiks CBZ gjelder grunnundersøkelser som er utført i forbindelse med utredningen av områdeskredfare og soneutredning Helgeby, /19/.

3.7 Bergforløp og løsmassemektighet

3.7.1 Kartlegging av berg i dagen

Området har partier med synlig berg i dagen. Alle kartlagte bergblotninger er nøyaktig målt inn av landmålingsfirma, basert på kartlegging utført av Geovita i 2022 og 2023.

I tillegg til grunnundersøkelser og kartlagt berg i dagen, har man detaljert informasjon om bergforløp under en stor del av bygningsmassen på Borregaard. Dette fordi hoveddelen av bygningsmassen og andre konstruksjoner på Borregaard er pelefundamentert til berg. Nøyaktig bergnivå fra peleprotokoller er digitalisert og lagt inn i bergmodell for Borregaard.

Med utgangspunkt i nevnte peleprotokoller, kartlagt berg i dagen og utførte grunnundersøkelser har man god og detaljert kontroll på bergforløpet i faresonen, og i kritiske skråninger. Det er også utført geofysikk i skråningen ved faresone Helgeby, i 2021. Tolkede bergnivåer fra geofysikk er også lagt inn i bergmodellen.

Største påviste bergdybde ved faresone Helgeby er på rundt 50 meter, med bergnivå i rundt kt. -20. Generelt er bergdybdene likevel mer moderate, og ligger oftere på rundt 15-30 meter. Samtidig er det områder med enda mindre bergdybder, i tillegg til omtalte partier med synlig berg i dagen. I Figur 1-2 er det vist et utsnitt av løsmassemektighetskartet for området rundt platået. Se også vedlegg 2.1 for oversikt med løsmassemektighet og utførte grunnundersøkelser.

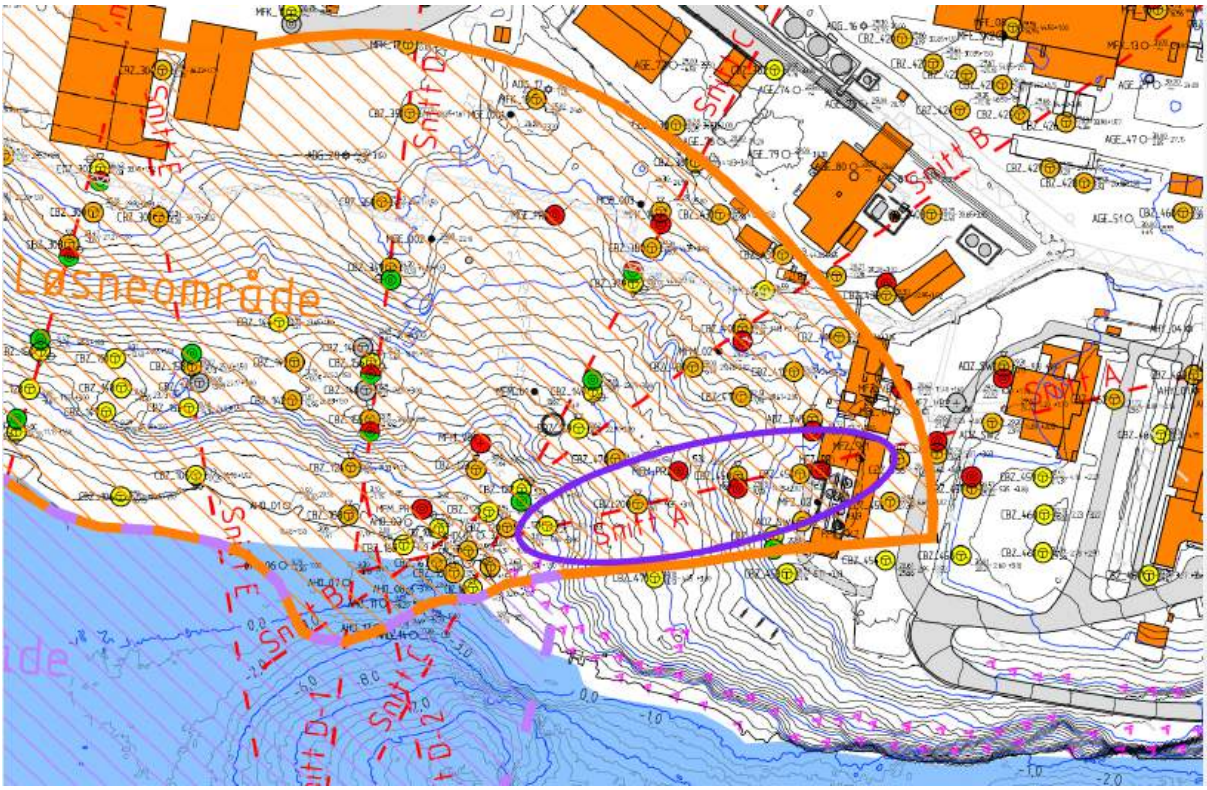
4 GRUNNFORHOLD, LAGDELING OG PARAMETERE

Topografi på land og i Glomma, kartlagt berg og utførte grunnundersøkelser, danner grunnlag for valgt plassering av kritiske snitt til videre bruk i stabilitetsberegninger.

Plassering av kritiske snitt fremgår av vedlegg 2.1 og 2.2, der også alle utførte grunnundersøkelser er vist. Uttegnede snitt med utførte grunnundersøkelser følger av vedlegg 2.3. Dette er de samme snittene som ble benyttet under den detaljerte soneutredningen. Stabilitetsberegningene i kap. 5, tar utgangspunkt i de samme snittene (med unntak av snitt X1 og snitt H).

De utførte grunnundersøkelsene er tolket og systematisert for å bestemme overordnet lagdeling, og for å identifisere eventuelle områder med særpreg. Snittene i vedlegg 2.3 er også benyttet som et verktøy i dette arbeidet.

Generelt viser hele skråningen samme hovedtrekk og helhetlig lagdeling. Det er likevel noe avvik for snitt A i faresonens randsone mot øst, som viser noe avvik i lagdeling og parametere. Prøveserier, trykksonderinger og totalsonderinger i området markert i figuren, mangler det typiske siltlaget i kt. +19, som observeres i de øvrige snittene. Videre viser leiren en annen tyngdetetthet og så vidt lavere friksjonsvinkel, sammenlignet med de øvrige snittene. Avviket anses å være av mindre betydning, men området ved snitt A er likevel behandlet for seg selv når det gjelder lagdeling og valg av parametere. Figur 4-1 viser et utsnitt av vedlegg 2.2 med markering av det aktuelle området.



Figur 4-1: Oversikt over området med noe særpreg i grunnforhold, ved snitt A (lilla omriss)

Det er påvist eller tolket sprøbruddmateriale i alle snittene, men mektigheten er generelt liten og begrenser seg for det meste til et lag med mektighet på 4-5 meter, som ligger fra 8-10 meters dybde til 10-14 m dybde (beskrevet som midtre leirlag i kap. 4.1.1). Dette laget ligger hovedsakelig fra skråningstopp og innover mot platået. Ved snitt A er mektigheten av sprøbruddmateriale større, og laget strekker seg også nedover i skråningen.

Forekomsten av sprøbruddmateriale påvirker ikke lagdelingen eller dimensjoneringsparametere.

4.1 Grunnforhold og lagdeling

I beskrivelsen av grunnforhold og lagdeling, er det skilt mellom området «snitt B til snitt H», og området ved «snitt A», siden sistnevnte viser noen forskjeller fra resterende snitt. Det er området fra snitt B til snitt H som anses å ha grunnforhold som er typiske og generelle for området, og disse er derfor beskrevet først. Grunnforhold og lagdeling for snitt A er beskrevet i kap. 4.1.2.

Lagdelingen som er beskrevet i etterfølgende underkapitler er generell. Det vil være nyanser, og lokale variasjoner. Dette gjelder særlig i de dypereliggende lagene, og spesielt i mektigheten og dybden av laget med moreneleire. I noen borpunkter er laget med moreneleire særlig framtredende. I andre borpunkter er det vanskeligere å påvise moreneleiren. Trendene og helheten for området er likevel entydig, slik det fremgår av etterfølgende redegjørelse.

Det er utarbeidet en rekke figurer og sammenstillinger, som dokumentasjon for tolket lagdeling. Disse er gitt i vedlegg, med henvisning i teksten. Videre vises det til borprofiler fra alle relevante prøveserier, gitt i vedlegg 3.1, og det vises til snittene i vedlegg 2.3.

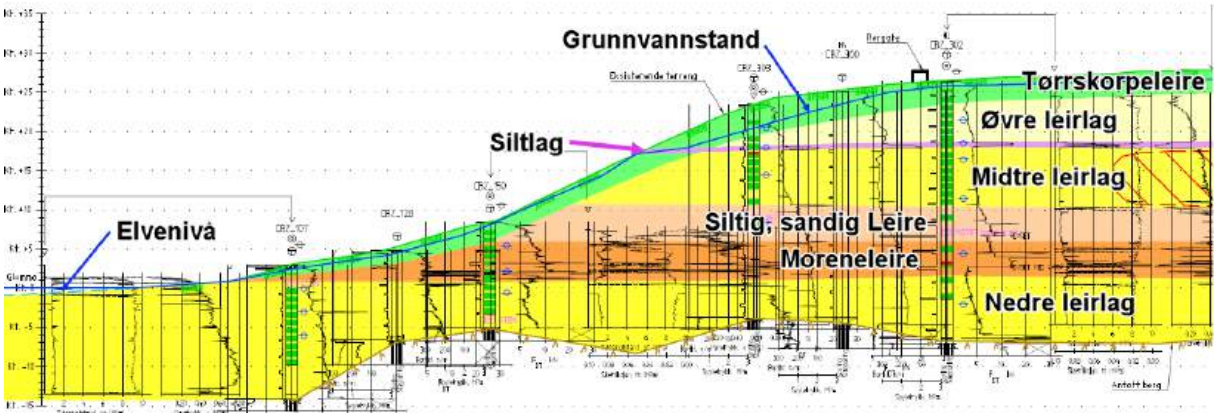
Eksakt overgang mellom de forskjellige lagene fremgår av beregningssnittene i vedlegg 15.1 til vedlegg 15.7. De detaljerte grensene for lagdeling er tegnet ut basert på alle tilgjengelige data, slik som totalsonderinger, CPT-sonderinger, labresultater (vanninnhold, tyngdetetthet, beskrivelse, kornfordeling), bilder fra prøvesylindere, spenningsstier i treaksforsøk etc. Det er altså benyttet vesentlig mer data for detaljert opptegning av laggrenser, enn det som er mulig å presentere i beregningssnittene. Det vil av den grunn være borhull der lagdelingen avviker noe fra de generelle trendene. Dette er beskrevet i beregningskapittelet (kap. 5), der det er markerte avvik fra den generelle trenden.

Det er ikke utført jordartsklassifisering fra CPT-sonderingene. Dette skyldes at slike klassifiseringsdiagram er basert på empiri og korrelasjoner. For faresone Helgeby er omfanget av grunnundersøkelser betydelig, og grunnundersøkelsene gir dermed en langt riktigere og mer helhetlig beskrivelse av grunnforholdene.

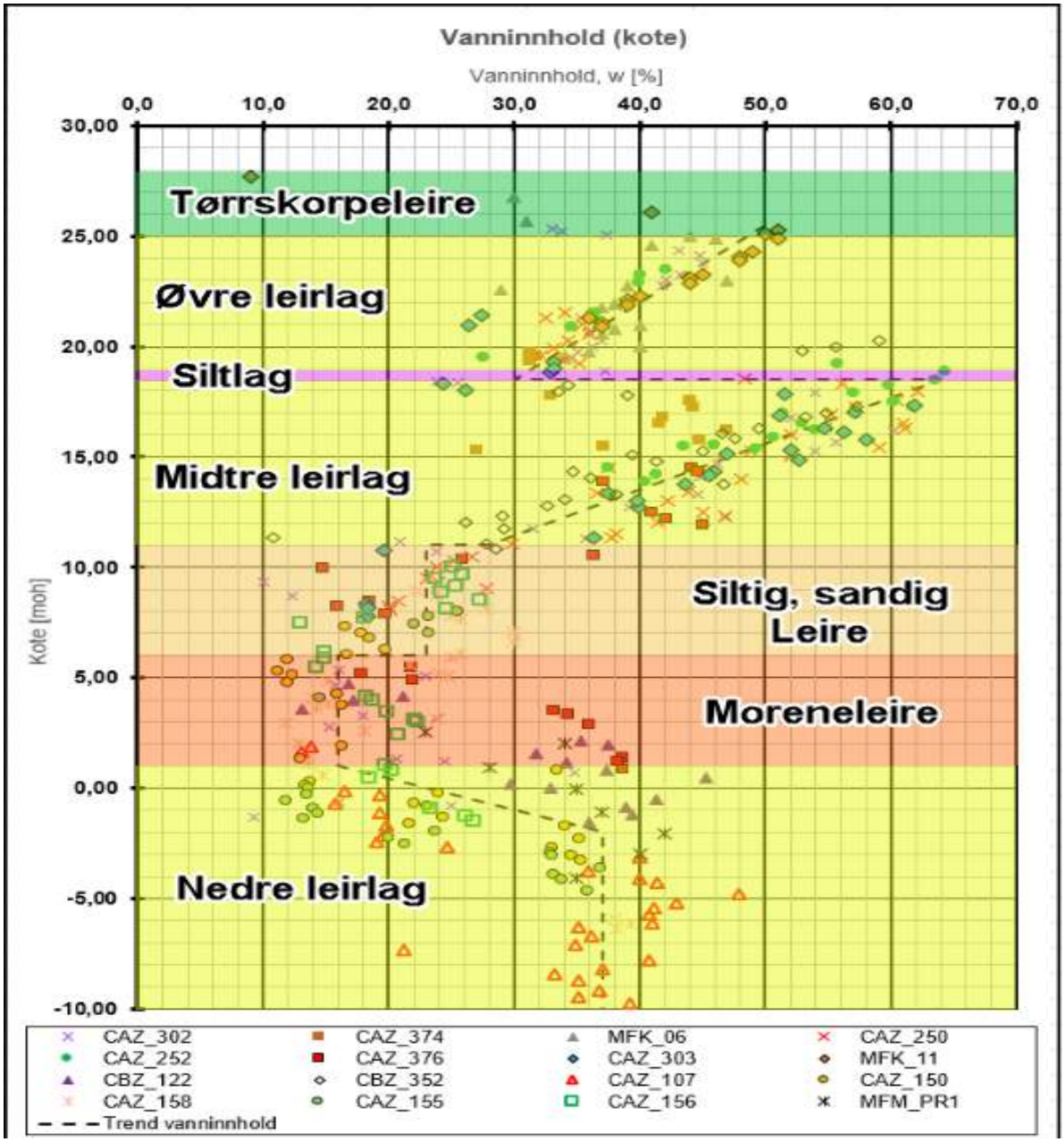
4.1.1 Snitt B til snitt H

Grunnforholdene har en lagdeling der hovedtrekkene virker å være tilnærmet horisontale og lik for alle de kritiske snittene. Dette skyldes at avsetningene er avsatt i havet foran breen, på stort vanndyp. Unntaket fra den horisontale lagdelingen er topplaget av tørrskorpeleire som følger terrenget nedover i skråningen. Figur 4-2 viser et utsnitt av snitt F med markering av tolket lagdeling. Figur 4-3 viser en sammenstilling av de fleste prøveseriene i området, med prøvenes vanninnhold plottet mot kotehøyde. I sammenstillingen er det også vist den tolkede lagdelingen for området. Sammenstilling over vanninnhold er også vist i vedlegg 4.1, der alle forsøk for bestemmelse av vanninnhold er presentert, fordelt på to samleplott.

Grunnforhold og lagdeling er beskrevet i de etterfølgende avsnittene. Redegjørelsen er detaljert, men også generell. Faresone Helgeby strekker seg langs en skråning som er over 300 meter lang. Det vil av den grunn naturligvis være noen variasjoner i hvilke dybder de beskrevne lagene ligger, og hvilken mektighet lagene har.



Figur 4-2: Snitt med lagdeling faresone Helgeby (snitt F)



Figur 4-3: Sammenstilling over vanninnhold, plottet mot kotehøyde

Øverst har man et topplag, bestående av tørrskorpeleire og leire med markerte forvitringseffekter. Bak skråningstopp har topplaget en mektighet på 2-3 meter, som i varierende grad er erstattet av fyllmasser og sand. Ved skråningstopp har tørrskorpeleiren større mektighet, typisk 4-5 m. Nedover i skråningen er mektigheten av tørrskorpen mindre, typisk rundt 2-3 m, men det påtreffes også leire med tørrskorpeflekker ned mot 3-4 m dybde (borpunkt CBZ_149 og CBZ_376). Ved skråningsbunn preges grunnforholdene i mindre grad av leirige masser. Det er likevel noen borpunkt hvor det er påtruffet materiale som kan betegnes som tørrskorpemateriale (CBZ_107 og CBZ_133). Mektigheten er her på rundt 1-2 m. Laget med tørrskorpeleire er derfor tolket helt ned til skråningsbunn, også i dybdeintervallet for moreneleire.

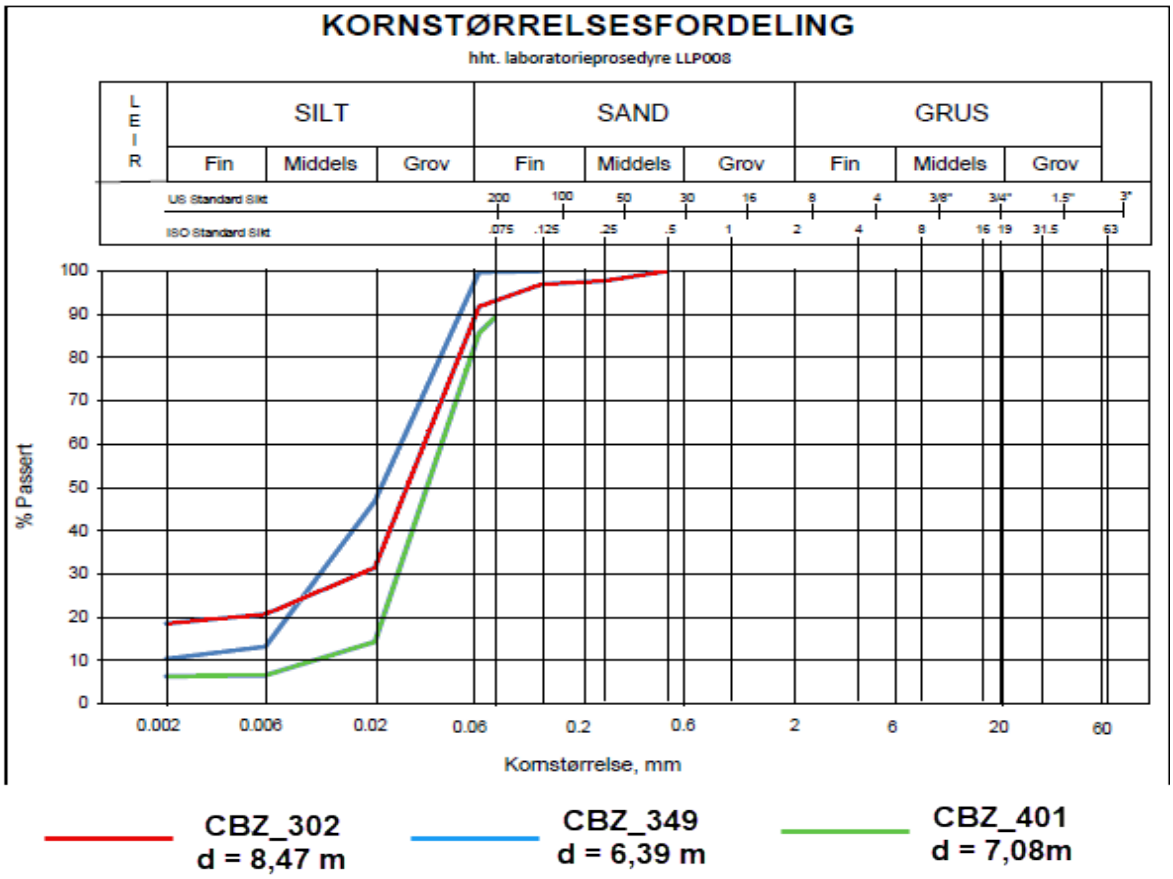
Under topplaget består grunnforholdene vekselsvis av leire, leirige masser og lag med friksjonsmateriale, slik det fremgår av Figur 4-2 og Figur 4-3.

Under tørrskorpelaget påtreffes først et lag med homogen leire, «øvre leirlag», ned til omtrent kt. +18-19, hvor det påtreffes et tynt lag med grov silt. Siltlaget har en mektighet på knappe 0,5 m, og er fremtredende i de aller fleste borpunktene i faresonen. Laget av silt er også observert ved befaringer i skråningen ned mot Glomma, der det er identifiserbart med oppkom og synlig vannholdig silt i skråningen. At siltlaget har utløp i skråningen er illustrert i Figur 4-2. Siltlaget er permeabelt, noe som også er påvist ved poretrykksmålinger, der laget har et markant fall i målt potensialnivå, sammenlignet med overliggende leire.

Under siltlaget består grunnforholdene av et nytt leirlag, «midtre leirlag». Leirlaget har en mektighet på rundt 7 meter, og strekker seg ned til omtrent kt. +11.

Både øvre leirlag og midtre leirlag består av homogen leire. Det øvre leirlaget består generelt av bløt til middels fast, lite sensitiv leire. Det midtre leirlaget består generelt av middels fast leire. I en mektighet på 4-5 meter like under siltlaget ved kt. +19, er leiren ofte sensitiv og betegnes som sprøbruddmateriale. I begge disse leirlagene ligger leirinnholdet mellom 30 % og 60 %, og resterende fraksjon er hovedsakelig silt, med lite til neglisjerbart innhold av grovere fraksjoner. I vedlegg 4.2 er det vist en sammenstilling av kornfordelingsanalyser fra disse to leirlagene. Begge leirlagene har for øvrig identiske styrkeparametere (φ og a). Tolkning av parametere følger av rapportens kap. 4.3.

I vedlegg 4.3 er det vist en sammenstilling av kornfordelingsanalyser fra siltlaget som ligger ved kt. +18-19. Dette er et gjennomgående lag som påvises i de aller fleste borhullene i området. Fra visuell identifisering har laget varierende klassifisering, som silt, finsand eller sand. Basert på korngradering klassifiseres laget imidlertid som silt eller leirig silt. Ser man nærmere på de tre kornfordelingskurvene fra siltlaget ser man en sammenfallende kornfordeling, der kornstørrelsen betegnes som grov silt som ligger opp mot grensen for sand. Det vises til sammenstilling i Figur 4-4. Siltlaget har en typisk mektighet på rundt 0,5 m. Et lag med slik mektighet antas å ha neglisjerbar påvirkning på stabilitetsforholdene i skråningen. Det er likevel valgt å hensynta dette laget i lagdelingen og i stabilitetsberegningene.



Figur 4-4: Sammenstilling av kornfordelingsanalyser fra siltlag

Under kt. +11 har leiren en økning i innhold av fraksjonene silt og sand, samt noe grus. Materialet blir mer og mer velgradert, samtidig som vanninnholdet blir særlig lavt. Dette laget kan betegnes som en l*agpakke* med mektighet på rundt 10 meter som igjen kan deles inn i en *siltig, sandig leire* fra kt. +11 til kt. +6, og en *moreneleire* fra omtrent kt. +6 til kt. +1. Under moreneleiren er det en overgang til et nytt homogent leirlag, *nedre leirlag*. Det nedre leirlaget fortsetter uavbrutt ned til berg.

Grensen mellom de to lagene i denne lagpakken varierer noe mellom de ulike snittene og borhullene, og er ikke eksakt. I tillegg er det også forskjeller og nyanser innenfor hvert lag. Helheten og trenden er likevel entydig for området.

Laget med *siltig, sandig leire* mellom kt. +11 og +6 er klassifisert med utgangspunkt i en rekke kornfordelingsanalyser fra dette dybdeintervallet. Kornfordelingsanalysene er gitt i vedlegg 4.4, sammen med en grafisk oppsummering av disse kornfordelingene. Materialet har en leirandel på typisk 20 % til 25 %, og materialet klassifiseres derfor som en leire, men med vesentlige sekundærfraksjoner av silt og sand. I samleplottet for kornfordelingsanalyser i vedlegg 4.4 er det tegnet inn grenser for klassifisering av jordarter, iht. /12/. Disse er illustrert med røde linjer. Det gjøres samtidig oppmerksom på at kornfordelingsanalyser utføres på omtrent 10 g prøvemateriell som velges ut fra sylinderprøven, basert på hva laborantene mener fremstår representativt for prøven. Til sammenligning veier en full prøvesylinder omtrent 7 kg (75 mm prøvesylinder). Prøvematerialet i en kornfordeling utgjør altså knappe 1,5 ‰ av prøven. Det vil derfor være variasjon i prøveresultatene, og man må vurdere helheter og trender. Samtidig vil eventuelle større fraksjoner ikke medtas i kornfordelingen. Av sammenstillingen i vedlegg 4.4 og av kornfordelingskurvene fremstår materialet likevel homogent.

Det er utført en rekke treaksialforsøk på prøvemateriale fra laget av *siltig, sandig leire*, fra flere forskjellige borhull. Forsøkene viser at materialet oppfører seg som en leire, med kontraktant

spenningssti og bruddoppførsel. Utførte treaksialforsøk viser samtidig god overensstemmelse i effektive styrkeparametere innenfor dette laget. Se vedlegg 5.7 for samleplott med spenningsstier. Det vises til kap. 4.3 for nærmere omtale rundt tolkning og valg av dimensjoneringsparametere.

Laget med *moreneleire* ligger typisk fra kt. +6, ned til kt. +1. Dette materialet er også klassifisert med en rekke kornfordelingsanalyser, totalt 18 stk. Disse er gitt i vedlegg 4.5, sammen med grafiske oppsummeringer av kornfordelingene. Materialet har en leirandel som ligger rundt 15 %, som i utgangspunktet er klassifiseringsgrensen for leirige materialer, /12/. Prøvene viser imidlertid også et høyt innhold av både silt og sand, med et siltinnhold på rundt 40 %, tett på klassifiseringsgrensen for silt. Sandinnholdet er også høyt, og ligger på 30-40 %. I tillegg viser kornfordelingene noe grus. Basert på kornfordelingene betegnes materialet som velgradert, /12/, (d_{75}/d_{25} er typisk 30-60).

I Figur 4-5 er det vist et nærbilde av prøvemateriale fra borpunkt CBZ_150 i dybdeintervallet for moreneleiren. Kornfordelingsanalyser fra det samme borhullet er gitt i vedlegg 4.5, men fra andre dybder innenfor laget. Som det fremgår av nærbildet inneholder prøven mye gruskorn (d > 2 mm), og jorden fremstår generelt som grovkornet.

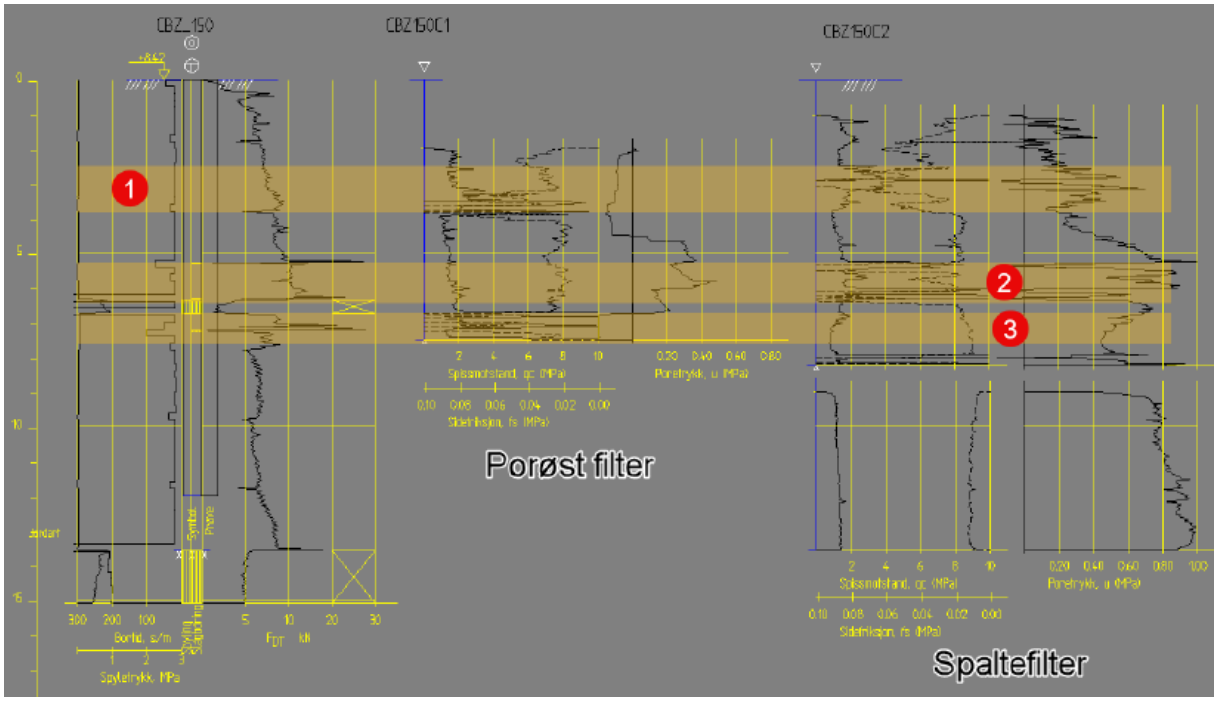


Figur 4-5: Prøvemateriell fra treaksforsøk i CBZ_150-5-A-1 (5,17 m dybde, kt. +3,25)

I forbindelse med grunnundersøkelsene i 2023 var det særlig utfordrende å gjennomføre prøvetaking og trykksonderinger fra laget med moreneleire, som følge av stein og grus. Prøvetakingen resulterte i en stor mengde skadede og ødelagte prøvesylindere, og et stort behov for forboring. Det var også en del sylindere med lite prøvemateriale som følge av stans i stein. Dette indikerer at prøvene og kornfordelingsanalysene i vedlegg 4.5, ikke nødvendigvis viser et helt riktig og representativt bilde av dette laget. Trolig er den reelle andelen av grovere fraksjoner høyere, med større andel sand og grus, samt også stein.

Figur 4-6 viser en sammenstilling av totalsondering og to CPT-sonderinger fra borpunkt CBZ_150 (terrengkote +8,4). I figuren er det markert med skravur i tre ulike dybdeintervaller, for å synliggjøre

variasjon, og for å synliggjøre stedvis vanskelig påvisning av moreneleiren i totalsonderingen. I det øverste området (1), viser begge CPT-sonderingene tydelig respons i moreneleiren, men det er ikke enkelt å påvise moreneleire i totalsonderingen. I det midterste området (2), er det stor forskjell mellom de to CPT-sonderingene, og det er kun sonderingen til høyre som gir tydelig påvisning av moreneleiren. Samtidig viser sonderingen til høyre ikke moreneleire i det nederste området (3), til tross for at de to andre sonderingene tydelig viser dette. Figuren synliggjør dermed mulige lokale variasjoner i laget med moreneleire. Partier med mer leirig oppførsel kan altså opptre. Disse er imidlertid lokale og påvirker ikke tolket lagdeling.



Figur 4-6: Totalsondering og CPT-sonderinger fra borhull CBZ_150

Med basis i kjennskapen til kvartærgeologien i området (materialet er en breavsetning), supplert med omfattende prøvetaking og kornfordelingsanalyser av dette laget, klassifiseres laget som *moreneleire*. Alternativ navngivning vil være *Jordmateriale, siltig, sandig, leirig, grusig*.

Fra tolkningen av dimensjoneringsparametere, se kap. 4.3.7, vises det at moreneleiren har noe høyere styrkeparametere enn laget *siltig, sandig leire* (kt. +11 til kt. +6). Det er utført en rekke treaksialforsøk på moreneleiren som dessuten viser at materialet har en annen oppførsel enn øvrige treaksialforsøk i området (på leirig materiale). Moreneleiren har dilaterende bruddoppførsel, som følger Mohr-Coulombs bruddkriterium, og materialets styrkeegenskaper øker dermed ved stor skjærpåkjenning.

Siden moreneleiren viser dilaterende bruddoppførsel, blir materialet kun vurdert på basis av drenerte effektivspenningsparametere i stabilitetsberegningene. Det vises til redegjørelse for valg av analysemetode i stabilitetsberegninger i kap. 2.1.

Under moreneleiren er det overgang til et nytt homogent leirlag, *nedre leirlag*. Denne overgangen ser ut til å være mindre konsistent, men generelt er lagdelingen antatt å være ved rundt kt. +1. Leiren i *nedre leirlag* er middels fast og middels sensitiv. Leirinnholdet ligger på mellom 35 % og 40 %, og resterende fraksjon er hovedsakelig silt. I vedlegg 4.6 er det vist en sammenstilling av kornfordelingsanalyser fra dette leirlaget.

4.1.2 Snitt A

Snitt A skiller seg ut ved at siltlaget i kt. +18-19 ikke er påvist i dette lokale området. Videre er det begrenset bergdybde, og grunnforholdene fremstår mer homogene. Laget av *siltig, sandig leire er ikke* påvist, og det er isteden tolket en brå overgang til laget av *moreneleire*. Ved skråningsbunn er det dessuten et lag av tolket sand over berg, noe som ikke er påvist andre steder. Leiren i snitt A er dessuten vesentlig mer sensitiv enn for de andre beregningssnittene, og betegnes som kvikkleire.

Forskjellene i snitt A anses som nyanser i det store bildet. Det er likevel tolket jordartsparametere spesielt for dette snittet. siden leirens effektivspenningsparametere er noe svakere enn for de øvrige snittene. Leirens tyngdetetthet har også noen variasjoner, som henger sammen med forskjeller i vanninnhold. Dette kan igjen antas å være forårsaket av det «manglende» siltlaget, i kombinasjon med liten bergdybde.

Tolkede parametere for snitt A følger av kap. 4.4.

4.2 Grunnvannstand og poretrykk

4.2.1 Grunnvannstand- og poretrykksforhold i grunnen

Grunnvannstanden er målt i en rekke borpunkt i skråningen. I de fleste borpunktene er det satt ned poretrykksmålere i 2 eller 3 nivåer, men det er også ett borpunkt med enda flere målenivåer. Det er benyttet mange poretrykksmålere for å kartlegge poretrykksfordelingen med dybden, som følge av lagdelt grunn, og en skråning med forholdsvis store høydeforskjeller. Videre har målingene pågått over en forholdsvis lang tidsperiode, for å fange opp årstidsvariasjoner.

Plassering av poretrykksmålere fremgår av oversikten i vedlegg 2.2, og av snittene i vedlegg 2.3. Plott med sammenstilling av alle poretrykksavlesninger er gitt i vedlegg 3.2.

Generelt ligger grunnvannstanden bak skråningstopp i dybde på 1-2 meter. Potensialnivået i siltlaget ved kt. +18-19 ligger gjerne 2 meter lavere enn potensialnivået/grunnvannstanden i overliggende leirlag. Videre med dybden er poretrykket tilnærmet hydrostatisk, fra potensialnivået som er målt i silt/sandlaget. Trenden er den samme ut mot skråningstopp, men potensialnivåene ligger naturligvis noe lavere.

I området rundt den gjenfylte ravinen (se kap. 3.5.1), ligger poretrykket markant lavere. Poretrykksmålere i dette området viser en grunnvannstand i dybde 4-6 m, med et poretrykk som ligger nært hydrostatisk nivå.

I selve skråningen, og ved skråningsbunn, viser målinger at poretrykket som oftest er hydrostatisk, med potensialnivå 1-2 meter under terreng. I ett borpunkt (CAZ_122 ved skråningsbunn), er det målt artesisk poretrykk, med potensialnivå 1-1,5 m over terrengnivå i borpunktet.

Flere av poretrykksmålerne viser at grunnvannstanden er sensitiv for nedbør, og at årstidsvariasjonene kan være store. For eksempel økte grunnvannstanden i borpunkt CBZ_349 (skråningstopp i snitt D), med tre meter under den nedbørsrike perioden med mildvær i januar 2024. I borpunkt CBZ_150 (snitt F), var økningen på hele fem meter. Tilsvarende årstidsvariasjoner og påvirkning fra nedbør ses også i flere andre poretrykksmålere (vedlegg 3.2).

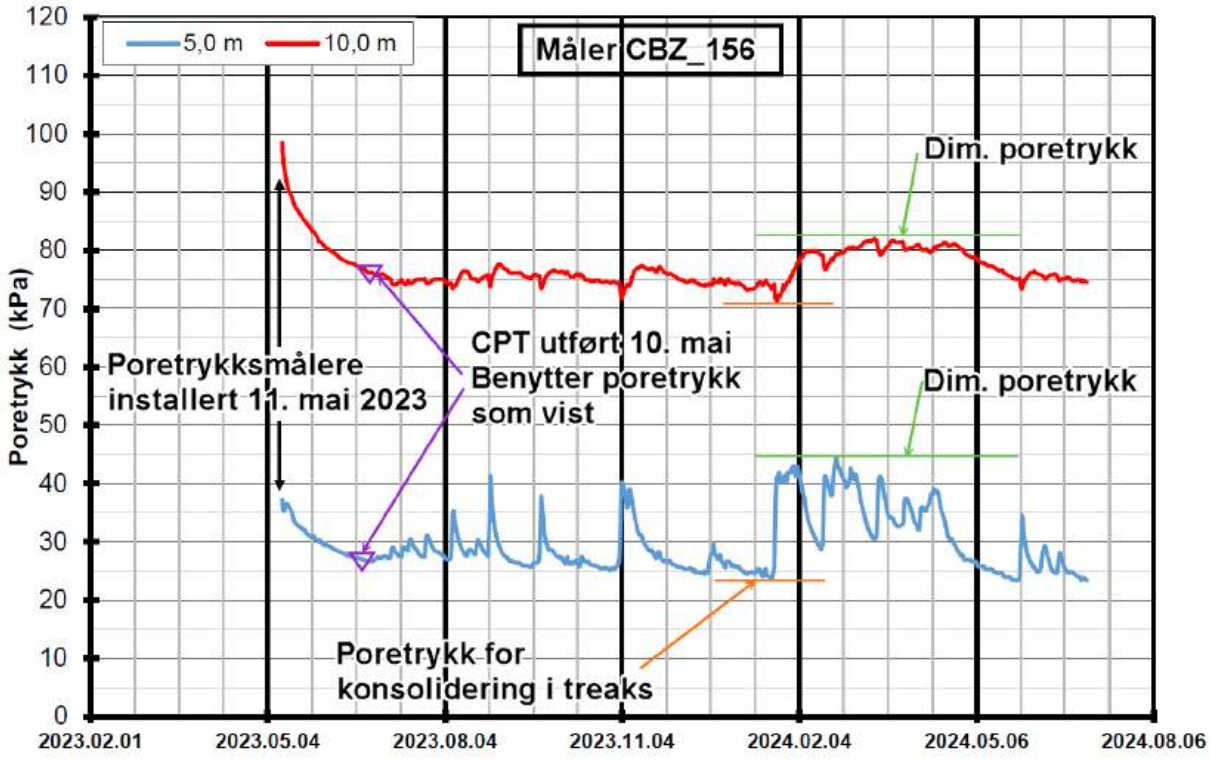
4.2.2 Om bruk av poretrykksmålinger

Det er forskjellige poretrykksverdier som benyttes til ulike formål i denne rapporten. Dette er beskrevet nedenfor, og illustrert i Figur 4-7.

- I stabilitetsberegninger benyttes høyeste målte grunnvannstand og poretrykksfordeling i løsmassene, som beskrevet i kap. 2.7. Dette er illustrert med grønn linje i Figur 4-7.

- Ved vurdering av konsolideringsspenninger for treaksialforsøk, og ved tolkning/vurdering av skjærfasthet fra treaksialforsøk, benyttes i utgangspunktet laveste målte poretrykk innenfor måleperioden, siden dette må anses å være innenfor *normal variasjon* av hva prøven opplever som in-situ spenningstilstand. Dette er illustrert med oransje linje i Figur 4-7. Ved bestilling av treaksialforsøk hadde man imidlertid ikke denne kunnskapen, og det forekommer av den grunn ofte avvik mellom benyttede konsolideringsspenninger og *høyeste* in-situ spenningstilstand.

- Ved tolkning av trykksonderinger benyttes i utgangspunktet poretrykksfordelingen i grunnen på det tidspunktet CPT-sonderingen ble utført. Trykksonderingene er imidlertid utført mer eller mindre samtidig som nedsetting av poretrykksmålere. Siden poretrykksmålerne har noe innstillingstid er det ikke alltid enkelt å fastslå hva poretrykket i grunnen var på tidspunktet for utførelse av trykksonderingene. Det må derfor utvises skjønnsmessige vurderinger for å bestemme poretrykket i grunnen på tidspunktet for CPT-sonderingene. For grunnundersøkelsene ved Helgeby sammenfalt installeringen av poretrykksmålere med en tørr vår, som også gjør det utfordrende å skille mellom hva som er innstillingstid for målerne, og hva som er reelt poretrykksfall som følge av lite nedbør. I Figur 4-7 er tolket poretrykk etter innstillingstiden markert med lilla symbol, og dette er poretrykket som legges til grunn ved tolkning av trykksonderingene.



Figur 4-7: Eksempel på målt poretrykk fra borpunkt CBZ_156

4.3 Dimensjoneringsparametere for snitt B til snitt H

Dimensjoneringsparametere for beregninger er basert på tolkede resultater fra grunnundersøkelser. I dette kapitlet er det presentert effektivspenningsparametere. For generell omtale rundt tolkning av totalspenningsparametere, henvises det til kap. 4.5.

Valgte effektivpenningsparametere er bestemt ved tolkning av en rekke treaksialforsøk fra de ulike lagene. Sammenstilling av spenningsstier med tolkede friksjonsparametere er gitt i vedlegg 5.3 til vedlegg 5.9 Sammenstilling av prøvekvalitet fra treaksialforsøk følger av vedlegg 3.7 og er omtalt i kapittel om redegjørelse for tolkning av totalspenningsparametere, se kap. 4.5.2.

Ved tolkning av effektivspenningsparametere er bruddtaket i utgangspunktet lagt ved 2 % tøyning i treaksialforsøkene, eller nært 2 % tøyning. Der det er spredning i dataene er bruddtaket lagt nært gjennomsnittet av treaksforsøkene. Det innebærer at bruddtaket vil ligge høyere enn 2 % tøyning for enkelte av spenningsstiene. For andre treaksforsøk vil bruddtaket ligge under 2 % tøyning. Der det er vesentlige avvik er dette kommentert og begrunnet i de etterfølgende kapitlene.

4.3.1 Oppsummering tyngdetetthet og effektivspenningsparametere

Dimensjoneringsparametere for stabilitetsberegninger i snitt B til snitt H er som angitt i Tabell 4-1. Nærmere kommentarer og redegjørelse for valgte parametere er gitt i etterfølgende kapitler.

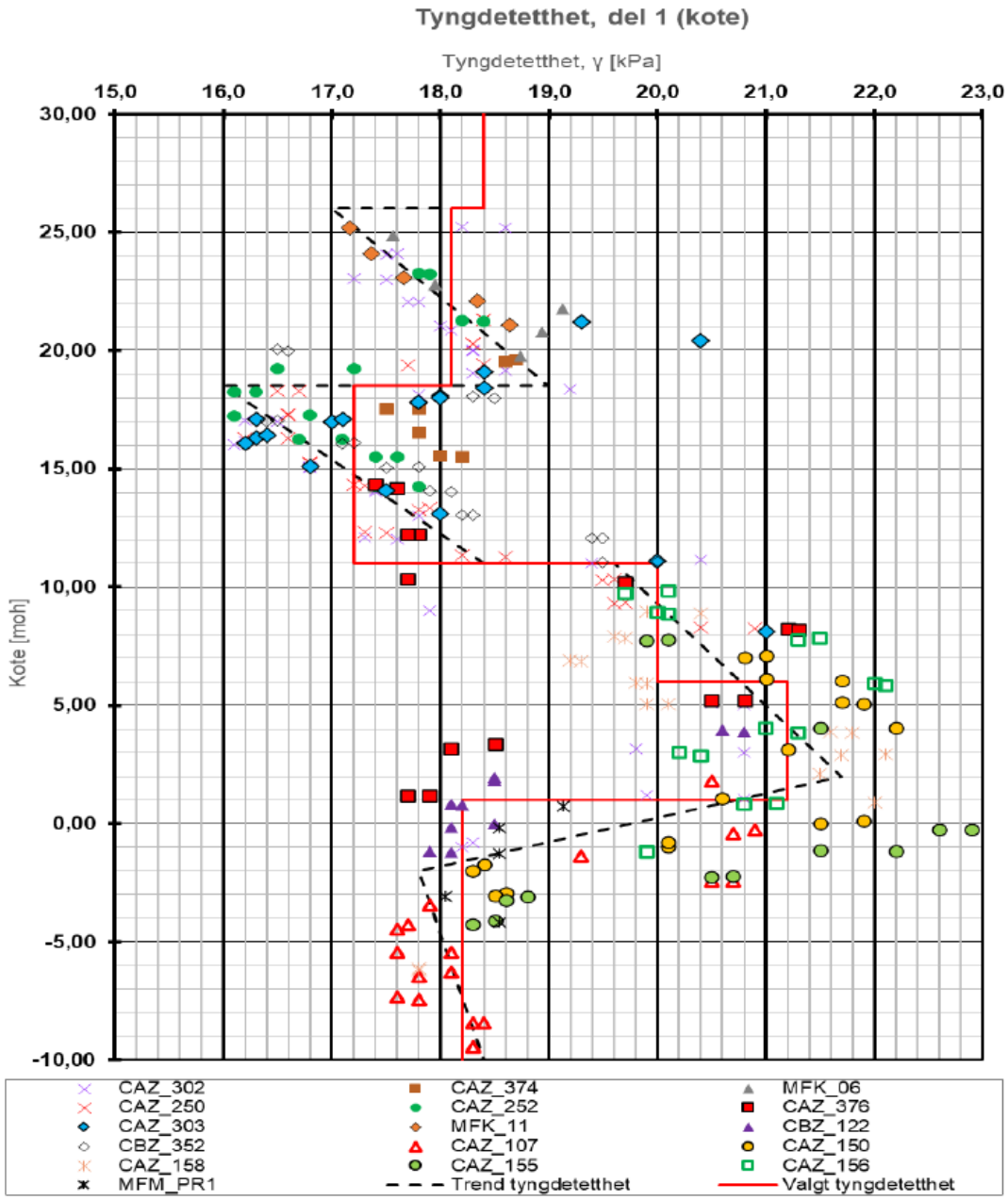
Tabell 4-1: Dimensjoneringsparametere for snitt B til snitt H

Lag	Kotehøyde (ca)	Tyngdetetthet, γ	Friksjonsvinkel, φ	Attraksjon, a
Topplag (tørrskorpeleire, leire med forvitringseffekter og/eller fyllmasser)	Over siltlag	18,4 kN/m^3	35 º	0 kPa
Tørrskorpeleire i skråningen	Under siltlag	19,0 kN/m^3	35 º	0 kPa
Øvre leirlag	Kt. +19 til kt. +25	18,1 kN/m^3	32 º	3 kPa
Siltlag	Kt. +18,5 til kt. +19	18,0 kN/m^3	36 º	0 kPa
Midtre leirlag	Kt. +11 til kt. +18,5	17,2 kN/m^3	32 º	3 kPa
Siltig, sandig leire	Kt. +6 til kt. +11	20,0 kN/m^3	32 º	7 kPa
Moreneleire	Kt. +6 til kt. +1	21,2 kN/m^3	34 º	5 kPa
Nedre leirlag	Under kt. +1	18,2 kN/m^3	32 º	5 kPa

4.3.2 Tyngdetetthet

Egenvekten bestemmes med grunnlag i opptatte prøveserier. Sammenstilling av egenvekt fra relevante prøveserier er gitt i Figur 4-8, som inkluderer rundt halvparten av utførte og tilgjengelig prøveserier (31 stk). Figuren viser sammenstilling av 16 prøveserier. Figuren er også gitt i vedlegg 5.1. I vedlegget er det også vist sammenstilling av resterende 15 prøveserier.

Tyngdetetthet for tørrskorpeleiren i skråningen er i realiteten tilsvarende som for lagene i samme kotehøyde. Sammenstilling av tyngdetetthet for sylindere med tørrskorpeleire i selve skråningen er vist i vedlegg 5.2. For å unngå oppdeling av tørrskorpen i mange ulike lag i stabilitetsberegningen, er det benyttet gjennomsnittlig tyngdetetthet for laget, slik det fremgår av Tabell 4-1.



Figur 4-8: Sammenstilling tyngdetetthet, del 1 (se også vedlegg 5.2)

4.3.3 Tørrskorpeleire

For tørrskorpeleiren viser de utførte treaksialforsøkene forholdsvis høye parametere, med φ = 35 º og a = 5 kPa. Dette baserer seg på treaksialforsøk i to forskjellige borpunkt, se vedlegg 5.3. Parameterne er markant høyere enn minimumsverdier blant erfaringsverdier, som NVE-veilederen oppgir til φ = 30 º og a = 0 kPa, /2/. Dette skyldes at slike erfaringsverdier er konservative. Siden det er utført treaksialforsøk på tørrskorpeleire i det aktuelle området, benyttes disse resultatene.

Selv om utførte treaksialforsøk viser attraksjon, hensyntas likevel ikke dette i stabilitetsberegningene. Dette for å hensynta mulig oppsprekking i tørrskorpelaget. Valgte dimensjoneringsparametere for tørrskorpeleire blir da φ = 35 º og a = 0 kPa. Disse parameterne benyttes både for topplaget/tørrskorpelaget ved skråningstopp, og for tørrskorpelaget i skråningen.

4.3.4 Siltlag

Dimensjoneringsparametere for siltlaget baseres på utført treaksialforsøk i borpunkt CBZ_379, se vedlegg 5.4. Materialet har en dilaterende bruddoppførsel og viser tolkede dimensjoneringsparametere φ = 36 º og a = 0 kPa. Dette er godt over erfaringsparametere fra V220, /9/, og skyldes at erfaringsparameterne i V220 er konservative. Valgt friksjonsvinkel samsvarer imidlertid godt med erfaringsparametere fra Norwegian Geo-Test Sites (NTGS) sitt forsøksfelt for silt i Halden, der treaksforsøk på blokkprøver viser en friksjonsvinkel i størrelsesorden 35,5 º til 36,5 º, /17/. Videre viser utførte kornfordelinger av siltlaget ved Helgeby at materialet ligger tett opp mot kornstørrelsen for sand, som også kan tilsi høye styrkeparametere. Det bemerkes videre at teoretisk bruddtak ved 2 % tøyning er akkurat 35,5 º, og at valgt bruddtak på 36,0 º, påtreffes ved 3 % tøyning.

4.3.5 Øvre leirlag og midtre leirlag

Spenningsstier for øvre og midtre leirlag er vist i henholdsvis vedlegg 5.5 og 5.6. Tolkede effektivspenningsparametere er de samme for begge lagene.

For øvre leirlag har treaksforsøk i borpunkt CBZ_302 (dybde 5,37 m), en OCR på rundt 3-4 som følge av forvitringseffekter. Forsøket er ikke hensyntatt ved valg av effektivspenningsparametere.

For midtre leirlag er det utført 2 treaksialforsøk fra prøveserie CBZ_302 ved dybde 10-11 meter. Det ene forsøket (dybde 10,23 m) er utført med antatt riktig hviletrykkskoeffisient (K_0), og treffer det valgte bruddtaket. Det er også utført et forsøk med høy K_0, for å undersøke effekten av dette på oppnådd skjærfasthet. Dette gjelder treaks fra dybde 10,62 m. Spenningsstien fra dette forsøket ligger en del under valgt bruddtak, men forsøket hensyntas ikke som følge av det omtalte avviket i K_0.

4.3.6 Siltig, sandig leire

Sammenstilling av spenningsstier fra treaksialforsøk på laget av siltig, sandig leire, følger av vedlegg 5.7, del 1 og del 2.

Treaksialforsøk i CBZ_302 dybde 17,37 m fremstår forstyrret og oppnår prøvekvalitet dårlig, ref. vedlegg 3.7. Treaksialforsøk i CBZ_349 dybde 17,53 m ligger noe under bruddtaket ved 2 % tøyning, men ved høyere bruddtøyning treffer også denne spenningsstien bruddtaket. Spenningsstien fremstår noe slapp, men forsøket oppnådde prøvekvalitet *god til brukbar*, ref. vedlegg 3.7.

De to dypeste treaksialforsøkene (CBZ_149) er utført fra kt. +4,65 og kt. +5,65. Dybdenivået til forsøkene tilsier dermed at de tilhører laget med moreneleire. Som forklart er det noe variasjon og lokale nyanser. Oppførselen i disse treaksialforsøkene samsvarer best med de øvrige forsøkene fra siltig, sandig leire, og forsøkene er derfor presentert i disse samleplottene.

4.3.7 Moreneleire

Sammenstilling av spenningsstier fra treaksialforsøk på laget av moreneleire, følger av vedlegg 5.8.

Treaksialforsøkene fra laget med moreneleire viser en dilaterende bruddoppførsel. Dette antas hovedsakelig å skyldes moreneleirens pakningsgrad og sammensetning, der moreneleiren er velgradert. Videre har moreneleiren et lavt leirinnhold, og høy andel av silt, sand og til dels også grus. Det vises til beskrivelse av lagdelingen i kap. 4.1.1, og sammenstilling av kornfordeling for moreneleiren i vedlegg 4.5.

Det er noe variasjon i resultatene, der det særlig er to forsøk som skiller seg ut. Det gjelder de to treaksialforsøkene fra prøveserie CBZ_156. Spenningsstiene fra disse forsøkene viser tilsvarende oppførsel og bruddtak som treaksialforsøkene fra de høyereliggende leirlagene (φ = 32 º og a = 3 kPa). Det er ikke funnet vesentlige avvik i vanninnhold eller tyngdetetthet ved disse sylinderne, sammenlignet med øvrige sylindere fra laget med moreneleire. Avviket antas å skyldes naturlige variasjoner i avsetningen. Utførte sylinderprøver og treaksialforsøk fra moreneleiren er generelt fra det materialet som var best egnet for prøvetaking og for avanserte forsøk, og som av den grunn innehar lavest fasthet og minst innhold av grus og stein. Det vises også til Figur 4-6 med tilhørende omtale, som viser og beskriver lokale variasjoner i moreneleiren. Med dette som bakgrunnsinformasjon anses valgte dimensjoneringsparametere å være fornuftige og representative for laget av moreneleire. I den grad de valgte verdiene fraviker reelle verdier, antas det at moreneleiren faktisk har høyere fasthet og bedre styrkeegenskaper enn det grunnundersøkelsene har vært i stand til å påvise.

4.3.8 Nedre leirlag

Sammenstilling av spenningsstier fra treaksialforsøk på nedre leirlag følger av vedlegg 5.9.

Treaksialforsøkene viser kontraktant bruddform, i likhet med treaksialforsøkene fra de øvrige leirlagene. Spenningsstiene viser imidlertid noe høyere attraksjon enn for øvre- og midtre leirlag.

Noen av treaksialforsøkene ligger noe under bruddtaket ved 2 % tøyning, men ved økende tøyning treffer også disse forsøkene bruddtaket. Spenningsstiene fra prøveserie CBZ_155 skiller seg ut fra de øvrige forsøkene, ved slappere spenningssti og antydning til noe lavere styrkeparametere. For det dypeste av disse treaksforsøkene (dybde 17,57 m), er prøvekvaliteten i treaks vurdert til *dårlig*, ref. vedlegg 3.7. Siden også disse spenningsstiene treffer valgt bruddtak ved noe høyere bruddtøyning, anses det valgte bruddtaket å være fornuftig valgt (φ = 32 º og a = 5 kPa), og å representere mest sannsynlige opptredende bruddtak.

4.4 Dimensjoneringsparametere for snitt A

Dimensjoneringsparametere for beregninger er basert på tolkede resultater fra grunnundersøkelser.

Dimensjoneringsparametere for stabilitetsberegninger i snitt A er som angitt i Tabell 4-2. Nærmere kommentarer og redegjørelse for valgte parametere følger etter tabellen.

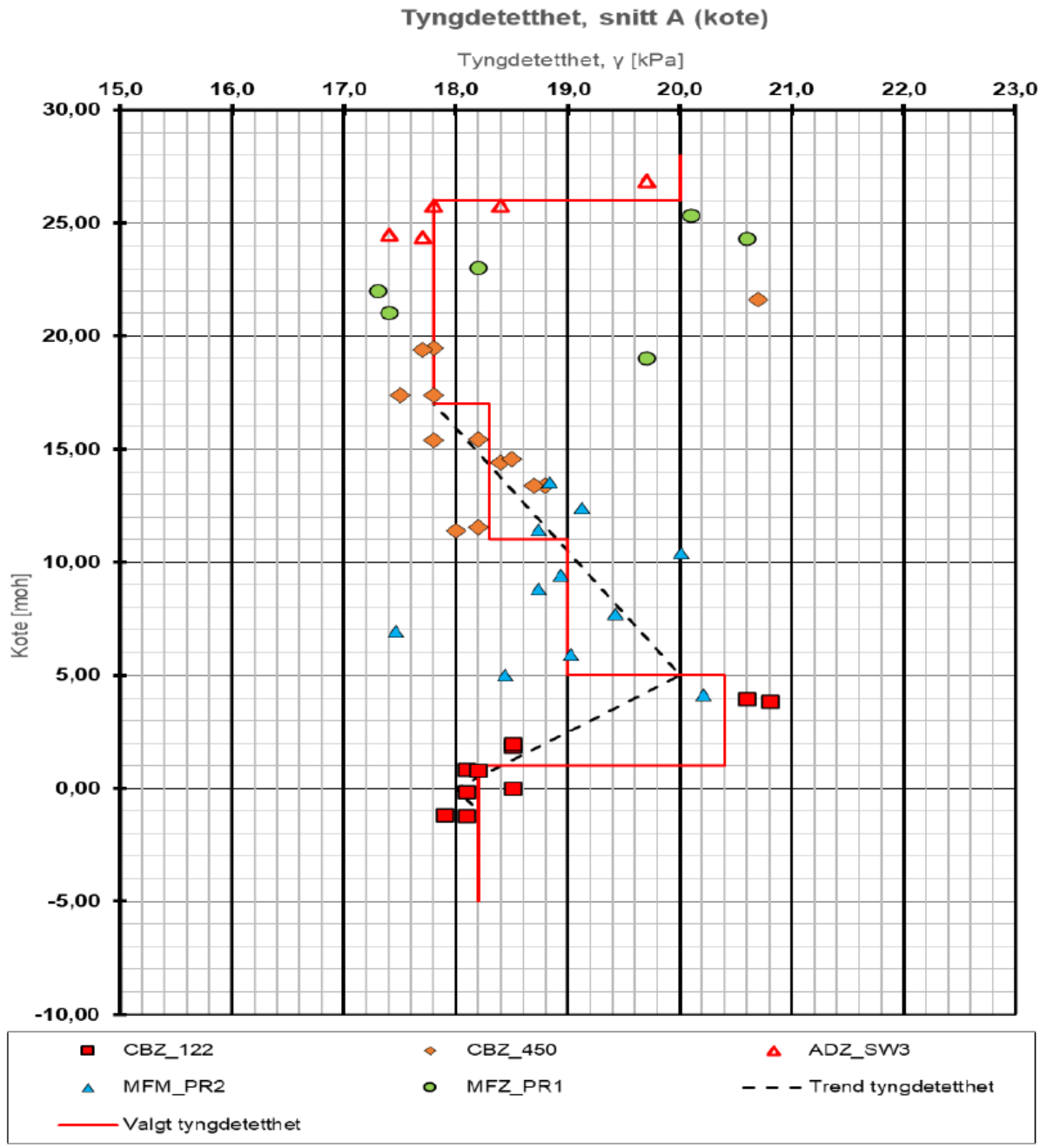
Snitt A inkluderer et lag med tolket sand over berg, men det er ikke utført prøvetaking av dette laget. Det benyttes tyngdetetthet og effektivspenningsparametere som for moreneleiren. Valgt tyngdetetthet ligger dermed noe høyere enn erfaringsverdiene fra håndbok V220, /9/, og begrunnes med at massene trolig er velgraderte og dermed har høyere tyngdetetthet enn ensgradert sand.

Tabell 4-2: Dimensjoneringsparametere for snitt A

Lag	Kotehøyde (ca)	Tyngdetetthet, γ	Friksjonsvinkel, φ	Attraksjon, a
Topplag skråningstopp (tørrskorpeleire, og/eller fyllmasser)	Over kt. +26	20,0 kN/m^3	35 º	0 kPa
Tørrskorpeleire i skråningen	Varierer	17,8 kN/m^3	35 º	0 kPa
Leirlag, topp	Over kt. +17	17,8 kN/m^3	31 º	3 kPa
Leirlag, midt	Kt. +11 til kt. +17	18,3 kN/m^3	31 º	3 kPa
Leirlag, bunn	Kt. +5 til kt. +11	19,0 kN/m^3	31 º	3 kPa
Moreneleire	Kt. +5 til kt. +1	20,4 kN/m^3	34 º	5 kPa
Nedre leirlag	Under kt. +1	18,2 kN/m^3	32 º	5 kPa
Sandlag over berg	Varierer	20,4 kN/m^3	34 º	5 kPa

4.4.1 Tyngdetetthet for snitt A

Egenvekten bestemmes med grunnlag i opptatte prøveserier. Sammenstilling av egenvekt fra relevante prøveserier er gitt i Figur 4-9 (5 stk). Figuren er også gitt i vedlegg 6.1. I sammenstillingen er det også inkludert resultater fra borpunkt CBZ_122 i skråningsbunn, som også inngår i sammenstillingen for snitt B til snitt H (kap. 4.3.1).



Figur 4-9: Sammenstilling tyngdetetthet, snitt A (se også vedlegg 6.1)

4.4.2 Effektivspenningsparametere for snitt A

Valgte effektivpenningsparametere er bestemt ved tolkning av treaksialforsøk. For topplag av tørrskorpeleire benyttes samme parametere som for tørrskorpeleiren i snitt B til snitt H. For leiren bestemmes parametere basert på treaksialforsøk i borpunkt CBZ_450 i snitt A. Styrkeparameterne ligger så vidt under parameterne for leiren i snitt B til snitt H. Spenningsstier med tolkede friksjonsparametere er gitt i vedlegg 6.2. De valgte styrkeparameterne benyttes for all leire ned til laget med moreneleire ved omtrent kt. +5.

For laget av moreneleire og for underliggende leirlag benyttes styrkeparametere som for snitt B til snitt H, se kap. 4.3.1.

4.5 Totalspenningsparametere (skjærfasthet) – generelt

Det er tolket skjærfasthet og utarbeidet profil for skjærfasthet i til sammen 25 borpunkt, fordelt langs hele skråningen. Tolkningene viser naturligvis store variasjoner i skjærfasthet, som følge av variasjoner i terrenghøyder, poretrykksforhold, overkonsolidering, forvitringseffekter mm. Det er av den grunn valgt å redegjøre for tolkning av totalspenningsparametere som del av beregningene i kap. 5, under kapittel for hvert enkelt beregningssnitt (kap. 5.1 til 5.7). På den måten er gjennomgangen og redegjørelsen for tolkningene knyttet til de konkrete beregningssnittene, noe som gjør vurderingene mer oversiktlige.

Generelle forhold og betraktninger rundt tolkning og fastsettelse av profil for skjærfasthet er derimot beskrevet i etterfølgende underkapitler.

Det påpekes innledningsvis at det er utført en betydelig mengde med grunnundersøkelser, herunder avanserte forsøk, og at grunnforholdene i faresonen er uvanlig godt kartlagt. Dette tilsier at det kan utvises mindre grad av forsiktighet ved tolkning og fastsettelse av profil for skjærfasthet, /9/ og /15/.

4.5.1 Tolkning av treaksialforsøk og DSS-forsøk

Arbeidskurver for alle treaksforsøk er gitt i vedlegg 3.5 (spenning-tøyningsplott), inkludert passive treaksialforsøk. I plottene er det også vist tolket skjærfasthet. Ved tolkning av treaksialforsøkene er skjærfastheten hentet ved peak skjærstyrke i forsøket. Der tøyningen overstiger 2 %, er tøyningen angitt i plottet. I forsøk med dilaterende bruddoppførsel og høy bruddtøyning, er skjærfastheten ikke tolket. For passive treaksialforsøk er skjærfastheten tolket ved peak skjærstyrke, men ikke ved større bruddtøyning enn 4,0 %. I vedlegg 3.6 er det vist spenningsstier for alle treaksforsøk.

Som det fremgår av vedleggene er det også utført en rekke passive treaksialforsøk, totalt 12 stk. De passive treaksialforsøkene er utført for å fastsette stedlige anisotropiforhold. Årsaken er at erfaringsparametere for anisotropiforhold i norske leirer, /14/, er for konservative etter vår erfaring. I tillegg til passive treaksialforsøk er det utført 10 stk statisk direkte skjærforsøk. Også disse er utført for å fastsette anisotropiforhold. Arbeidskurver for direkte skjærforsøk er gitt i vedlegg 3.8. I plottene er det vist tolket skjærfasthet. Videre omtale av anisotropiforhold følger av kap. 4.6.

4.5.2 Vurdering av prøvekvalitet

I vedlegg 3.7 er det gitt sammenstilling over utførte treaksialforsøk med angivelse av prøvekvalitet. Dette er kun vurdert for treaksialforsøk av nyere dato, der man har tilgang til nødvendige opplysninger for slike vurderinger. I sammenstillingen fremgår benyttede konsolideringsspenninger, σ'_{ac} og σ'_{rc} (K_0'), og in-situ vertikal effektivspenning, p'_{0v}. I beregningen av in-situ vertikalspenning er det medtatt bidrag fra skråningseffekter, der dette er relevant. Dette er basert på Plaxis-analyser. I sammenstillingen er skråningens prosentvise bidrag beskrevet, der det er aktuelt. Det vises til kap. 4.5.5 for nærmere beskrivelse av dette temaet.

Prøvekvaliteten er vurdert iht. kriterier gitt i NGF-melding 11, /26/. Kriteriene er gjengitt i Figur 4-10.

Prøvekvaliteten avhenger av OCR. I vurderingen av prøvekvalitet er OCR hentet fra tolkning- og sammenstillingsplott fra tilhørende CPT-sondering, som baserer seg på ødometerforsøk og den generelle trenden for prekonsolidering i området, ref. Figur 3-3 og kap. 3.5.

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

Figur 4-10: Tabell 6 fra NGF-melding 11, /26/

Det er ikke vurdert prøvekvalitet fra DSS-forsøk. Innvirkningen og betydningen av prøvekvalitet på udrenert fasthet er imidlertid ansett å være mindre for DSS-forsøk, enn for aktive treaksialforsøk, /27/. Arbeidskurvene for DSS-forsøk er gitt i vedlegg 3.8. De fleste kurvene har en fin form, og antas å ha god til akseptabel prøvekvalitet. Unntaket er forsøket fra CBZ_302 som har en mye seigere bruddutvikling og oppnår peak skjærfasthet ved høy bruddtøyning. Dette forsøket antas å være noe forstyrret, selv om utpresset porevann under konsolideringen ikke skiller seg negativt ut, sammenlignet med øvrige DSS-forsøk.

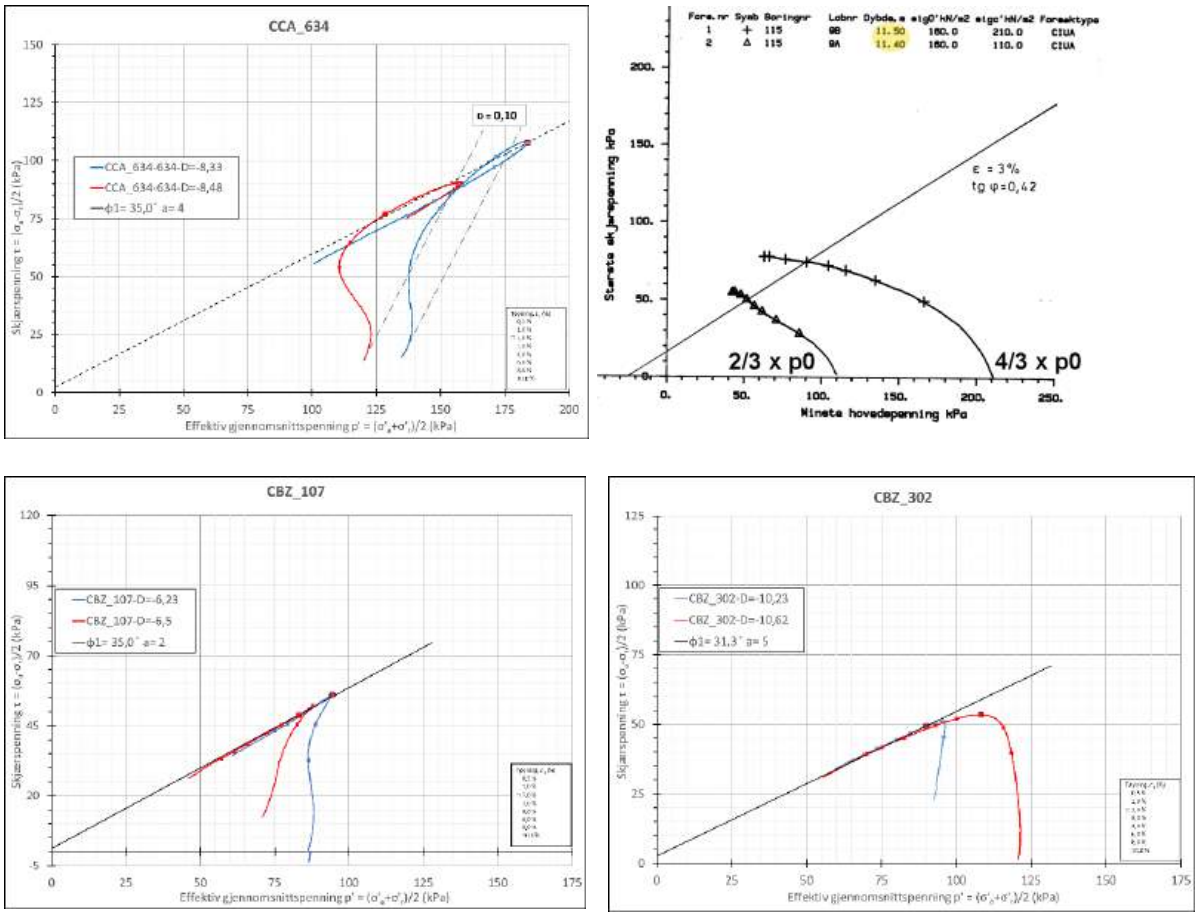
4.5.3 Valg av konsolideringsspenninger

For at udrenerte treaksialforsøk skal oppnå riktig skjærfasthet, er det avgjørende å velge riktige konsolideringsspenninger. Det vil si, så nært in-situ spenningstilstand som mulig, /15/.

Hviletrykkskoeffisienten, K_0', for bestemmelse av horisontal effektivspenning i treaksforsøk er generelt bestemt iht. formelverk utarbeidet av Jean-Sébastien L'Heureux, /13/. Hviletrykkskoeffisienten bestemmes med utgangspunkt i jordens overkonsolidering. Det er av den grunn utført et stort antall ødometerforsøk. Horisontal effektivspenning vil også påvirkes av effekter av skråningen, som i noen tilfeller bidrar til vesentlig høyere K_0', enn overkonsolideringen tilsier. Dette er nærmere omtalt i kap. 4.5.5.

Ved fastsettelse av vertikal in-situ spenningstilstand benyttes laveste målte poretrykk i måleperioden, som redegjort for i kap. 4.2.2. Treaksialforsøkene ble imidlertid bestilt og utført før man hadde detaljert kunnskap om sesongmessige poretrykksvariasjoner, og det vil derfor være avvik mellom reell in-situ spenningstilstand, og den som er benyttet ved konsolidering i treaksialforsøkene. Treaksialforsøkene ble samtidig bestilt før man hadde den fulle og hele oversikten over lagdeling og tyngdetetthet i skråningen. Dette har også bidratt i noen grad til avvik mellom benyttede og faktiske effektivspenninger ved konsolidering av treaksialforsøkene.

Konsekvensen av for lave konsolideringsspenninger er at oppnådd skjærfasthet i treaksialforsøkene sannsynligvis blir noe for lave. Tilsvarende vil for høye konsolideringsspenninger kunne gi for høye skjærfastheter i treaksforsøk. Denne påvirkningen kan både oppstå ved avvik i vertikal konsolideringsspenning (p'_{0v}), og ved avvik i horisontal konsolideringsspenning, her betegnet K_0' (hviletrykkskoeffisient). Figur 4-11 viser flere eksempler på treaksialforsøk utført med variasjon i konsolideringsspenninger, og det er tydelig hvordan dette påvirker spenningsstiene. Forklaring til plottene er gitt etter figuren.



Figur 4-11: Eksempel på betydning av konsolideringsspenning på oppnådd skjærfasthet

- **Øverst til venstre**: Treaksforsøk utført på sylinder fra 8-9 meter dybde, ved faresone Ruinparken/Roligheden på Borregaard, /20/. Rød spenningssti viser treaksforsøk konsolidert til 0,90 x p'_{0v}. Blå spenningssti er konsolidert til 1,0 x p'_{0v}. K_0' er lik i begge forsøkene (0,80). Oppnådd skjærfasthet (peak $S_{u,A}$) ligger 11 % lavere i forsøket med for lave konsolideringsspenninger. Poretrykksparameteren D er tegnet inn i plottet, som referanse.

- **Øverst til høyre:** Treaksforsøk utført på sylinder fra 11-12 meter dybde, ved Lodalen i Oslo, /21/. Forsøkene er konsolidert til 0,67 x p'_{0v} og 1,33 x p'_{0v}. K_0' er lik i begge forsøkene (1,0). Det er stor forskjell i oppnådd skjærfasthet mellom de to forsøkene.

- **Nederst til venstre:** Treaksforsøk utført på sylinder fra 6-7 meter dybde, i borpunkt CBZ_107 ved faresone Helgeby, /19/. Begge forsøkene er konsolidert til 1,0 x p'_{0v}, men det er forskjeller i horisontal konsolideringsspenning. Rød spenningssti er konsolidert med K_0' = 0,70. Blå spenningssti er konsolidert med antatt riktig hviletrykkskoeffisient, K_0' = 1,10. Oppnådd skjærfasthet (peak $S_{u,A}$) ligger 7,5 % lavere i forsøket med for lav horisontal konsolideringsspenning.

- **Nederst til høyre:** Treaksforsøk utført på sylinder fra 10-11 meter dybde, i borpunkt CBZ_302 ved faresone Helgeby, /19/. Begge forsøkene er konsolidert til 1,0 x p'_{0v}, men det er forskjeller i horisontal konsolideringsspenning. Blå spenningssti er konsolidert med tilnærmet riktig hviletrykkskoeffisient, K_0' = 0,60 (antatt riktig verdi er K_0' = 0,70). Rød spenningssti er konsolidert med K_0' = 1,0. Oppnådd skjærfasthet (peak $S_{u,A}$) ligger 4,5 % høyere i forsøket med for høy horisontal konsolideringsspenning.

Som det fremgår av Figur 4-11, kan feil valg av konsolideringsspenninger påvirke oppnådd skjærfasthet i treaksialforsøkene. For disse konkrete eksemplene synes avvik i vertikal konsolideringsspenning å ha størst betydning, og påvirkningen anses å være markant. Avvik i horisontal konsolideringsspenning ser ut til å ha mindre påvirkning, men er ikke neglisjerbar ved store avvik i K_0'.

4.5.4 Korrigering av tolket skjærfasthet fra aktive treaksialforsøk

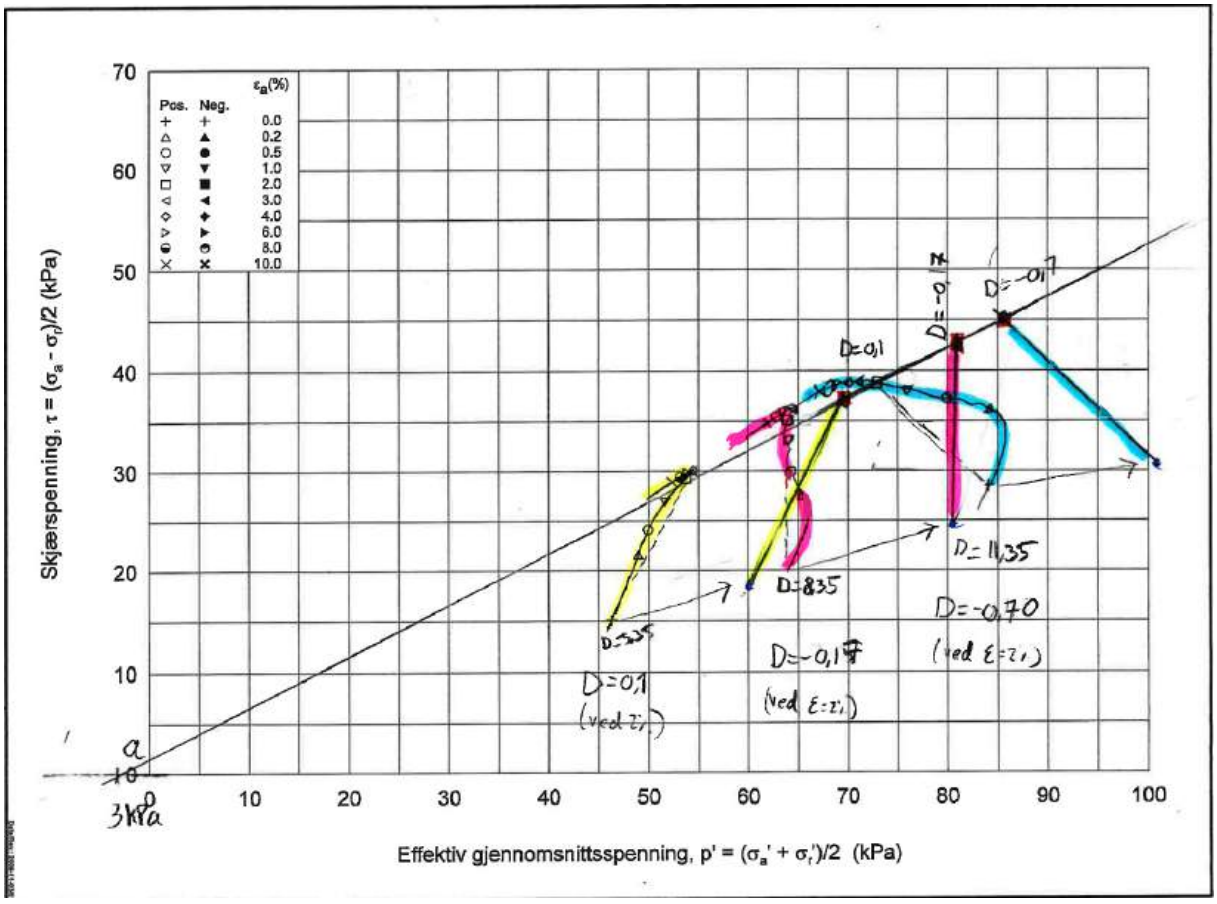
Betydningen av feil konsolideringsspenninger fremgår særlig tydelig i eksempelet fra Lodalen i Oslo, utført av Oslo kommune Geoteknisk kontor i 1989, /21/. I en tidsperiode på slutten av 1980-tallet var det vanlig prosedyre hos Geoteknisk kontor å utføre flere aktive treaksialforsøk fra samme prøvesylinder/dybde, med variasjon i konsolideringsspenningene. Dette ble først og fremst utført for å bestemme effektivspenningsparametere, med bruddtak som oftest ble definert ved 2 % tøyning. En annen praksis var at man bestemte poretrykksparameteren D for disse spenningsstiene, definert som en rett linje fra spenningsstiens startpunkt til dennes krysning av bruddtaket (se eksempel i Figur 4-11, øverst til venstre). Det var antatt at parameteren D var forholdsvis konstant for treaksforsøkene i et geografisk område, så lenge man var i den samme avsetningen. Ved å kjenne bruddtaket (φ og a), kunne man deretter anslå skjærfastheten i ulike dybder, forutsatt at man kjente in-situ spenningstilstand i grunnen. Det vises også til Vegdirektoratets internrapport nr. 1261 fra 1986, som delvis viser det samme prinsippet, /23/.

Når et bruddtak er definert for en gitt avsetning, kan man *flytte* spenningsstiene, og på den måten tenke seg å korrigere for avvik i vertikal konsolideringsspenning, σ'_a. Eksempel på slik korrigering er vist i Figur 4-12. Slik korrigering er utført for flere av treaksforsøkene som er tolket som del av denne rapporten, fordi det er benyttet for lave konsolideringsspenninger. Det er redegjort for korrigeringen under kapitlene om tolkning av totalspenningsparametere, som del av beregningskapitlene, i de tilfellene slik korrigering er utført. Korrigeringen foregår da ved at den forenklede spenningsstien tegnes som en rett strek fra spenningsstienes startpunkt (konsolideringsspenning), til peak $S_{u,A}$, eller til der spenningsstiene treffer bruddtaket. Denne forenklede spenningsstien betegnes som poretrykksparameteren D (se også eksempel i Figur 4-11, øverst til venstre). Ved korrigering flyttes deretter den forenklede spenningsstien for å korrigere for feil konsolideringsspenninger i treaksforsøkene. Korrigert skjærfasthet finnes der den flyttede spenningsstien treffer bruddtaket. Prinsippet er vist for flere spenningsstier i Figur 4-12, som er et eksempel fra et tidligere Geovita-prosjekt (E16 Sandvika-Wøyen, 2014).

Korrigeringen av tolket skjærfasthet fra treaksforsøk er i denne rapporten ikke ment å angi en påstått reell skjærfasthet. Det foreligger ikke faglitteratur eller nok erfaring til å forsvare en slik korrigering. Formålet med den utførte korrigeringen er heller å synliggjøre et mulig utfallsrom for skjærfastheten, som konsekvens av feil konsolideringsspenninger. Dette benyttes i noen tilfeller til å argumentere for at valgt profil for skjærfasthet legges høyere enn de ukorrigerte resultatene fra treaksialforsøk tilsier. Slike vurderinger foregår imidlertid etter en helhetlig vurdering, der også andre forhold innvirker på valgt profil for skjærfasthet, slik som CPT-korrelasjoner, SHANSEP, prøvekvalitet fra treaksforsøk, resultater fra nærliggende borhull etc.

Det er kun valgt å korrigere for avvik i vertikal konsolideringsspenning, σ'_a. Det er ikke utført korrigering for avvik i horisontal konsolideringsspenning, siden effekten av denne er mer usikker og uansett antas å være mindre vesentlig.

Det er også tilfeller der passive treaksialforsøk og DSS-forsøk har for lave konsolideringsspenninger, men disse er gjennomgående konsolidert etter eksakt samme forutsetninger (konsolideringsspenninger) som de tilhørende aktive treaksialforsøkene. Anisotropiforholdet anses derfor å ikke være påvirket av for lave konsolideringsspenninger, selv om det i utgangspunktet også må antas at oppnådd $S_{u,P}$ og $S_{u,D}$ fra disse forsøkene er for lave.



Figur 4-12: Eksempel på korrigering/flytting av spenningsstier fra treaksforsøk

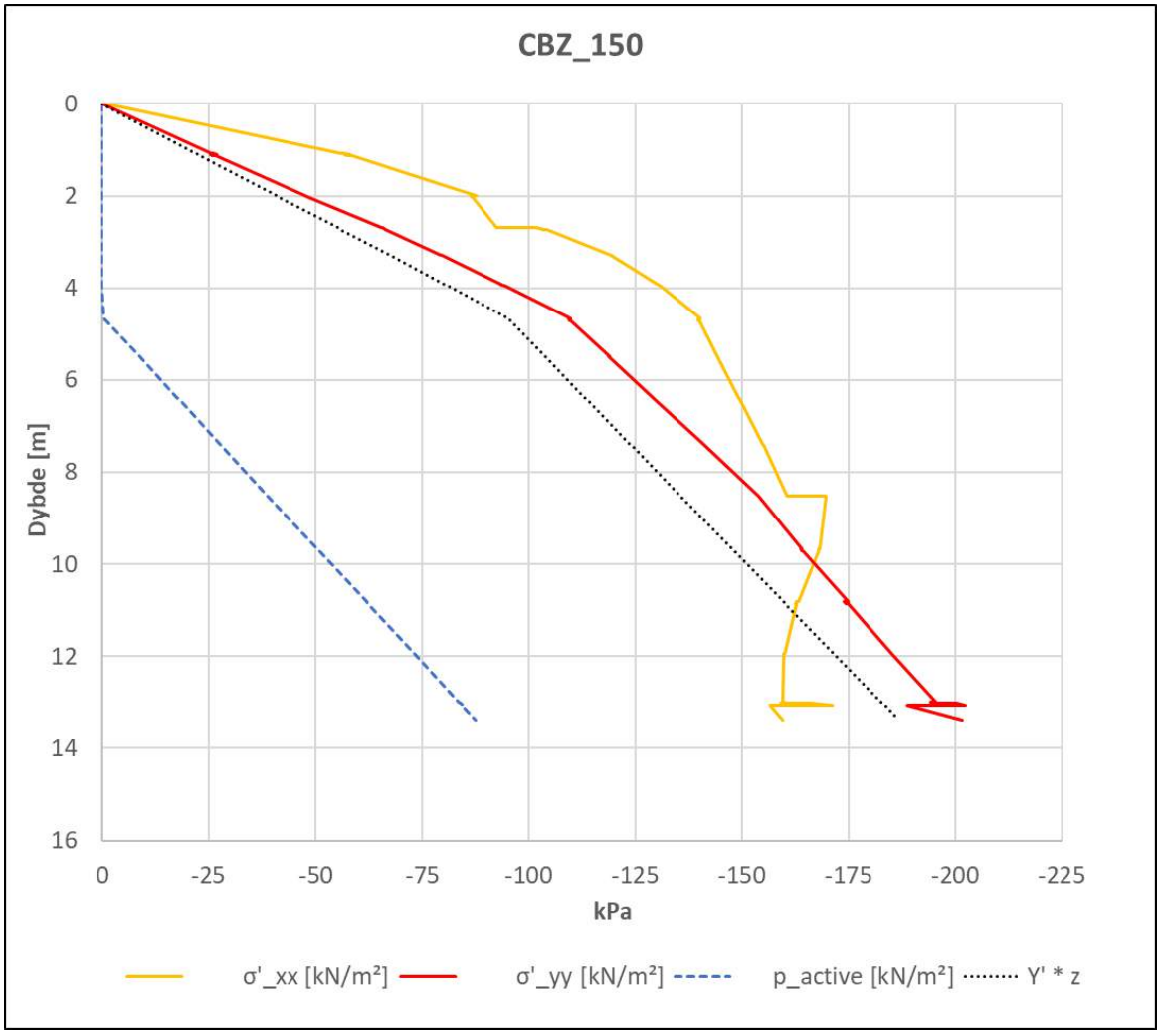
4.5.5 Påvirkning fra skråning og hellende terreng

En annen faktor som spiller inn ved valg av konsolideringsspenninger i treaksforsøkene, er påvirkning fra skråning og hellende terreng. Flere av treaksialforsøkene er utført på prøveserier i bunnen av skråningen ned mot Glomma. I disse borhullene vil den vertikale effektivspenningen, p'_{0v}, være høyere enn det som defineres av jordens tyngdetetthet og målt poretrykk ($\gamma' \cdot z$). Det skyldes at man også har bidrag fra skråningen. I flere av beregningssnittene er det derfor utført overslagsberegninger i Plaxis for å bestemme *tilleggsjordtrykket* fra skråningen, som grunnlag for å definere konsolideringsspenninger for treaksforsøk og DSS-forsøk.

Figur 4-13 viser eksempel på effekt av skråning i borhull CBZ_150, i nedre del av skråningen, i beregningssnitt F. Sort prikket linjen viser effektiv vertikalspenning bestemt på tradisjonelt vis, $\gamma' \cdot z$. Rød linje viser beregnet reell effektiv vertikalspenning, σ'_{yy}, bestemt i Plaxis. Forskjellen i dette borpunktet er typisk 15 % i dybde 4 m, og avtar til rundt 10 % i dybde 10 m.

Den høye skråningen påvirker også horisontal effektivspenning i skråningen og ved skråningsbunn, altså K_0'. Skråningens bidrag på hviletrykkskoeffisienten er for noen prøveserier vesentlig. For prøveserien CBZ_150, vist i Figur 4-13, har man for eksempel en OCR i dybde 10 m på rundt 2,6 (se vedlegg 3.7). Dette gir K_0' = 0,83 iht. anbefalinger i /13/. Analyser i Plaxis gir derimot K_0' = 1,00. Ved valg av konsolideringsspenninger er det for dette eksempelet valgt en verdi K_0' = 1,00. For andre dybder og for andre borhull har skråningen enda større påvirkning på K_0'. Eksempelvis, som vist i Figur 4-13, er K_0' i dybde 4 meter i størrelsesorden 1,40. Årsaken til at Plaxis gir såpass høye horisontalspenninger skyldes at skråningen er forholdsvis bratt, og at skråningen ligger med begrenset stabilitet. Dette påvirker spenningstilstanden og hovedspenningsretninger i skråningen, noe som ikke er hensyntatt for anbefalte erfaringsparametere for K_0' (/13/).

Skråningens påvirkning på de effektive vertikalspenningene ved ulike treaksforsøk, er kort beskrevet i dokumentasjonen av oppnådd prøvekvalitet for treaksialforsøkene, gitt i vedlegg 3.7. Forholdet er også kommentert i forbindelse med tolkningen av skjærfasthet under beregningskapitlene, der det er relevant.



Figur 4-13: Vertikal og horisontal effektivspenning i borpunkt CBZ_150

4.5.6 SHANSEP

Skjærfasthet etter SHANSEP er presentert i alle CPT-tolkningene. Gjennomgang av CPT-tolkninger og treaksforsøk viser at SHANSEP-parameterne α = 0,29 og m = 0,70, er det som gir best samsvar med resultater fra treaksforsøk. Følgelig er det disse parameterne som legges til grunn.

4.5.7 Tolkning av trykksonderinger (CPTu)

Utførte trykksonderinger har gjennomgående god kvalitet, og alle trykksonderingene har oppnådd kvalitetsklasse 1. Enkelte trykksonderinger har likevel noe helningsavvik. Dette er nærmere beskrevet ved tolkningen av de enkelte sonderingene, i kap. 5.1 til 5.7.

Ved tolkning av skjærfasthet ved Helgeby er det utført rikelig med treaksialforsøk, og disse tillegges normalt størst vekt ved bestemmelse av profil for skjærfasthet. CPT-sonderinger benyttes hovedsakelig som støtte i tolkningen, men i enkelte borpunkt baseres skjærfasthet hovedsakelig på CPT-tolkning, i kombinasjon med SHANSEP, og dels rutineundersøkelser.

Det er benyttet CPT-tolkningsark til å tolke trykksonderingene, og til å sammenstille og presentere tolket skjærfasthet fra de forskjellige undersøkelsesmetodene i de enkelte borhullene. Det er benyttet regneark utviklet av Statens vegvesen, CPTu regneark versjon v.2023.02.

Alle resultater fra rutineundersøkelser er mottatt som digitale data, slik som konusforsøk, enaksiale trykkforsøk, tyngdetetthet, vanninnhold og plastisitet. Disse verdiene er lagt inn i tolkningsarkene som input. Ved tolkning av CPT-sonderinger, er det benyttet rutinedata fra tilhørende borhull, i den grad dette foreligger. Der det er benyttet data fra andre borhull, er dette forklart i teksten, og det fremgår av CPT-tolkningene. Der det er benyttet data fra andre borhull, er disse dybdejustert for å hensynta forskjeller i terrengnivå. Den generelle trenden for tyngdetetthet benyttes som støtte, og i de tilfellene det ikke er utført prøvetaking. Det vises til Figur 4-8 og Tabell 4-1. Effekt fra skråning på in-situ spenningstilstand, p'_{0v}, er ikke hensyntatt ved tolkning av trykksonderinger.

Ved plotting av skjærfasthet fra konusforsøk og enaksiale trykkforsøk i CPT-samleplott, plottes verdiene som aktiv skjærfasthet, basert på anisotropiforhold iht. NIFS, /14/. Selv om det foreligger egne anisotropiforhold ved faresone Helgeby, se kap. 4.6, er dette ikke hensyntatt i CPT-regnearket. Rutineundersøkelsene benyttes uansett i liten grad til å fastsette profil skjærfasthet, og er hovedsakelig vist til orientering.

I CPT-tolkningene er det angitt prekonsolidering for hvert borhull. Benyttet prekonsolidering tar utgangspunkt i trendlinjen fra Figur 3-3, men det gjøres lokale tilpasninger når resultatene fra ødometerforsøkene i det enkelte borhullet tilsier dette. I CPT-tolkningene i vedlegg er det plottet både graf for prekonsolidering (p_c') og for overkonsolidering (OCR). Tolkede ødometerforsøk er generelt vist i disse plottene. Der det er benyttet ødometerforsøk fra nærliggende borhull, er ødometerforsøk ofte ikke presentert i plott for OCR. Det skyldes i disse tilfellene høydeforskjell mellom borpunktene, og at tolket OCR fra ødometerforsøk blir misvisende når de dybdejusteres.

Videre er det lagt inn tolket skjærfasthet fra treaksialforsøk i CPT-samleplottene. For noen borhull er det også vist korrigert skjærfasthet fra treaksforsøk, ref. beskrivelse av korrigering i kap. 4.5.4.

Ved tolkning av CPT-sonderingene er det gjort innledende forsøk på å utarbeide stedsspesifikke og tilpassede N-faktorer (N_{kt}, N_{ke} og $N_{\Delta u}$), med utgangspunkt i den omfattende mengden av treaksialforsøk som foreligger for området. Dataene viser imidlertid stor spredning, og det har ikke lyktes med å etablere pålitelige N-faktorer. Dette antas å være forårsaket av stor variasjon i forutsetningene for CPT-sonderingene og treaksforsøkene. Noen borhull er utført ved skråningstopp, der grunnforholdene er tilnærmet normalkonsolidert. Andre borhull er utført i skråningen eller ved skråningsbunn, der det er høy overkonsolidering, og samtidig stor påvirkning fra skråningen (p'_{0v}, K_0' og hovedspenningsretningen). Videre er det usikkerhet rundt betydningen av avvik i konsolideringsspenninger, og prøvekvaliteten i treaksforsøkene spiller naturligvis også en rolle.

Siden det ikke har lyktes å etablere egne CPT-korrelasjoner, er det benyttet standard CPT-korrelasjoner som inngår i regnearket, etter Lunne (1990) og Karlsrud (2005). I tolkningsarkene er det generelt presentert korrelasjonene for N_{kt} og $N_{\Delta u}$. Korrelasjonene basert på friksjon er ikke medtatt i tolkningsarket, siden disse erfaringsmessig viser større spredning. For faresone Helgeby viser disse også dårligere samsvar med treaksresultater. Dette gjelder generelt også korrelasjonen Larsson 2007, som for de fleste tolkningene ligger aller lavest. CPT-korrelasjonen Larsson 2007 er derfor i utgangspunktet heller ikke presentert i plottene.

Generelt er det for CPT-korrelasjonene etter Karlsrud 2005, anbefalt å basere seg på korrelasjonen for $N_{\Delta u}$. Korrelasjonene N_{kt}, N_{ke} er anbefalt for verifisering av tolkningen. Det vises eksempelvis til /24/ og til /25/. Det vises også til NIFS-rapport 77/2014, /15/. I NIFS-rapporten fremheves også tolkninger etter $N_{\Delta u}$, men ikke nødvendigvis ved lave verdier for B_q.

For faresone Helgeby synes det som resultater fra treaksforsøk ved skråningstopp gir best samsvar mot CPT-korrelasjonene $N_{\Delta u,K}$ og $N_{kt,L}$. Dette er underbygget med flere gode prøveserier, og det vises til tolkning av CPT i CBZ_303 (vedlegg 13.1), CBZ_349 (vedlegg 11.1), CBZ_379 (vedlegg 10.1), og dels CBZ_302 (vedlegg 13.3). Se kap. 5 for beskrivelse av tolkning for nevnte sonderinger. Når de nevnte korrelasjonene viser liten spredning, og korrelasjonene samsvarer med SHANSEP, viser korrelasjonene også god overensstemmelse ved resultater fra treaksforsøk. Øvrige CPT-korrelasjoner viser typisk lavere skjærfasthet. Det er likevel variasjoner, og noen CPT-tolkninger viser større spredning i CPT-korrelasjonene enn eksemplene som er nevnt her. Tolkningene ved skråningstopp synes likevel å være dem som gir klart minst spredning blant CPT-korrelasjonene, noe som trolig skyldes at forholdene ved skråningstopp generelt er oversiktlige, samtidig som avsetningene er tilnærmet normalkonsolidert.

CPT-sonderinger som er utført ved skråningsbunn er i større grad utført i grunnforhold som er mer sammensatt og variert, og med høyere OCR. Flere av disse CPT-sonderingene viser større spredning mellom tolket skjærfasthet fra de ulike CPT-korrelasjoner, og korrelasjonene samsvarer generelt ikke like godt med treaks og SHANSEP. For flere av CPT-sonderingene som er utført i det nedre leirlaget (under kt. +1), ser det dessuten ut til at CPT-korrelasjonen Larsson 2007 er den som samsvarer best med resultater fra treaksialforsøk. De øvrige CPT-korrelasjoner gir forholdsvis samstemt tolkning, som indikerer markant høyere skjærfasthet. Det vises her til tolkning av CBZ_107 (vedlegg 13.8 og 13.9) og CBZ_150 (vedlegg 13.4 og 13.5), gitt i kap. 5.6.3. For disse sonderingene er Larsson-korrelasjonen derfor inkludert i tolkningen.

Flere andre CPT-sonderinger utført ved skråningsbunn, slik som CBZ_103 (vedlegg 11.10), CBZ_105 (vedlegg 12.3 og 12.4) og CBZ_124 (vedlegg 11.9) har sammenlignbare tendenser. Disse sonderingene er utført kun i det nedre leirlaget, som er overkonsolidert i noen grad. De forskjellige CPT-korrelasjonene viser ganske godt samsvar i tolket skjærfasthet og ligger langt høyere enn SHANSEP. Larsson skiller seg ut og ligger markant lavere, nært SHANSEP. For disse sonderingene er også CPT-korrelasjonen Larsson inkludert i tolkningen, og denne korrelasjonen er vektlagt ved fastsettelse av profil for skjærfasthet. Det er dermed kun ved skråningsbunn at korrelasjonen Larsson er presentert i tolkningene.

4.5.7.1 Sensitivitets betydning ved tolkning av CPT-sonderinger

Korrelasjonene fra Karlsrud (2005) har ulike N-faktorer ved sensitivitet over og under 15. Det påpekes her at det refereres til sensitivitet iht. gammel konusstandard, NS 8015:1988, siden korrelasjonene er utarbeidet i 2005. Borprofilene for de nye prøveseriene oppgir sensitivitet etter ny konusstandard, NS-ISO 17892-7:2017. Sensitivitet presentert i borprofilene ligger derfor 15-40 % høyere enn etter gammel konusstandard, med hovedvekt i størrelsesorden 25-35 %. I tolkningen av CPT-sonderingene er det benyttet sensitivitet etter gammel konusstandard (NS 8015), mottatt som digitale rådata fra labben.

Sensitivitetskriteriet vil i utgangspunktet føre til at noen CPT-tolkninger fremstår hakkete og med markante sprang i de relevante CPT-korrelasjonene. Dette gjelder i tilfeller der målt sensitivitet varierer fram og tilbake rundt kriteriet $S_t \approx 15$. I tolkningene er det derfor brukt faglig skjønn og vurderinger knyttet til bruken av sensitivitet, basert på korrelasjon mot treaksforsøk og CPT-korrelasjonene etter Lunne. For borhull med kvikkleire eller høy sensitivitet er det generelt benyttet $S_t > 15$ i tolkningene. Der sensitiviteten varierer rundt størrelsesorden $S_t \approx 15$, er det valgt enten $S_t > 15$ eller $S_t < 15$ ved tolkning av sonderingen. Valg av sensitivitet i CPT-tolkningene er kommentert under tolkningen av den enkelte CPT-sondering, der det er relevant.

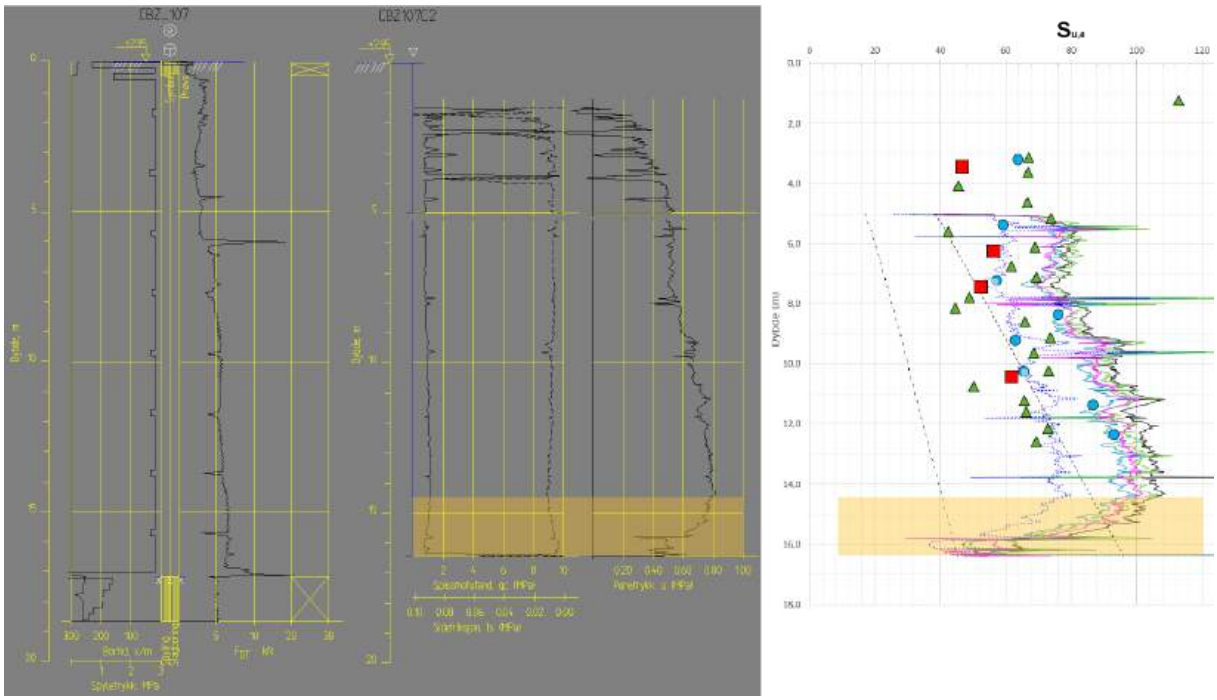
4.5.8 Identifisering av svake lag

Gjennomgangen og tolkningen av grunnundersøkelsene har avdekket et svakt lag ved overgangen til berg i flere av grunnundersøkelsene, ved skråningsbunn. Det er redegjort for betydningen av påvist svakt lag ved overgangen til berg i etterfølgende avsnitt.

For de øvrige grunnundersøkelsene og tolkede CPT-sonderinger, er det kun unntaksvis påvist lokale dropp i tolket skjærfasthet. Dette er ikke gjennomgående lag, og i de tilfellene enkelte CPT-sonderinger indikerer lokale dropp i skjærfastheten, har det ikke vært mulig å påvise tilsvarende dropp i andre nærliggende borhull. Eksempel på sondering med mulig lokalt fall i skjærfasthet, er CBZ_349 (vedlegg 11.1).

Når det gjelder svakt lag over berg er dette noe som er påvist i en rekke CPT-sonderinger. I noen tilfeller indikerer også totalsonderinger svakt lag, i form av reduksjon i matekraft/bormotstand, men dette er generelt vanskeligere å påvise. Figur 4-14 viser eksempel på respons i CPT-sondering fra svakt lag over berg, inkludert tolkning med CPT-korrelasjoner til høyre i figuren. Som det fremgår av figuren, viser CPT-sonderingen et tydelig fall i poretrykket. I tillegg er det fall i sidefriksjon og spissmotstanden. Dette medfører et markant fall i tolket skjærfasthet for alle CPT-korrelasjonene. Forholdet observeres i overgangen mot berg, inntil 2 meter ovenfor bergnivå.

Det er ikke utført prøvetaking i noen av dybdeintervallene der CPT-sonderinger eller totalsonderinger indikerer svakt lag over berg. Man kan derfor ikke støtte seg på prøvetaking for å forstå eller tolke denne oppførselen. Det er forsøkt bruk av jordartsklassifisering for flere av de aktuelle CPT-sonderingene, men det er ikke funnet tegn på uregelmessigheter i grunnforholdene som kan forklare oppførselen. Jordartsklassifiseringene er derfor ikke medtatt i rapporten. Det informeres likevel om at disse indikerer leire til siltig leire også nært berg, på samme måte som høyere opp i sonderingene. Jordartsklassifiseringene indikerer økt sensitivitet og mulig kvikkleire i dybdeintervallene med redusert skjærfasthet ved berg.



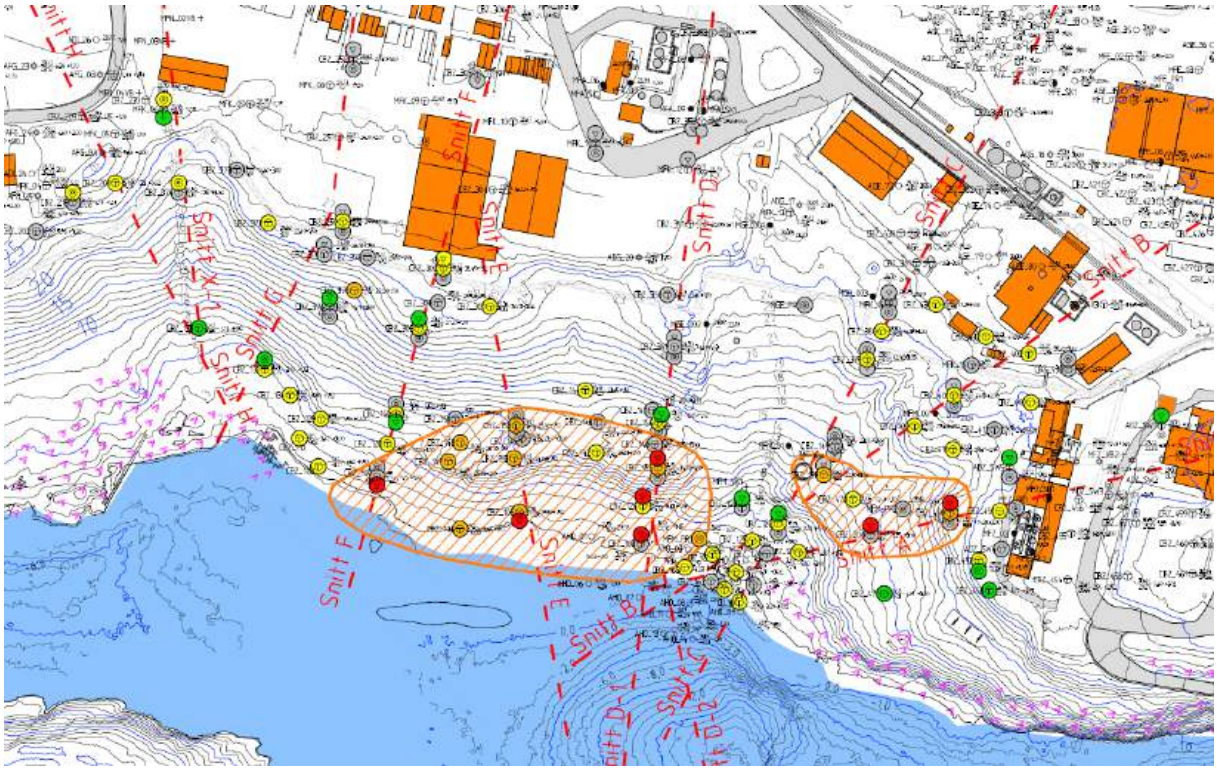
Figur 4-14: Eksempel på CPT og tolkning ved svakt lag over berg i CBZ_107 (oransje skravur)

Innledningsvis ble responsen som er vist i Figur 4-14 antatt å være forårsaket av mer sandholdige og permeable masser ved overgangen til berg, og det ble videre antatt at fallet i skjærfasthet som CPT-

korrelasjonene antyder, var misvisende. Den beskrevne oppførselen er imidlertid påvist i et forholdsvis stort antall borpunkt, og det synes klart at det forekommer et vedvarende svakt lag over berg i deler av faresonen, som har redusert skjærfasthet.

Figur 4-15 viser en oversikt over faresone Helgeby, med markering av borpunkter som viser eller indikerer svakt lag over berg. Se også vedlegg 7.

Ved tolkning og vurdering av utbredelsen av det svake laget, er det CPT-sonderingene som er den beste indikatoren. Det skyldes at CPT-sonderingene er kontinuerlige, og at denne undersøkelsesmetoden er spesielt sensitiv. For å påvise svakt lag, har det vært en forutsetning at CPT-sonderingene viser en åpenbar reduksjon i tolket skjærfasthet. Videre er det kun CPT-sonderinger som er utført helt ned til berg som er medtatt i vurderingen av forekomst av svakt lag. I dette inngår CPT-sonderinger som er avsluttet maksimalt 1 m over berg, fordi CPT-sonderingene hovedsakelig viser at det svake laget begynner 2 meter over berg, se eksempelvis Figur 4-14. Prøveserier er også en indikator for å avgrense utbredelsen av det svake laget, men det er utført lite prøveserier helt ned mot berg, fordi bergdybden for det meste er forholdsvis stor. Samtidig viser rutineundersøkelser fra prøveserier vanligvis en del spredning, og det kan derfor være vanskelig å fastslå hva som er naturlig spredning, og hva som er et faktisk fall i skjærfasthet. Totalsonderinger er delvis benyttet som vurderingsgrunnlag, men denne undersøkelsesmetoden er lite sensitiv, og for de fleste totalsonderingene er det vanskelig å tolke forekomst av svakt lag.



Figur 4-15: Tolket utbredelse av vedvarende svakt lag over berg (utsnitt fra vedlegg 7)

Som det fremgår av figuren, er det påvist at grunnundersøkelsene med tolket fall i skjærfastheten ved berg danner to sammenhengende svake lag (vedvarende svake lag). Dette forekommer ved skråningsbunn langs store deler av skråningen, samt i et lokalt område i skråningen ved snitt A, der bergdybden er beskjeden.

Kvartærgeologien i området tilsier at det svake laget ikke kan relateres til forskjeller i prekonsolidering, som er definert av historisk terrengnivå. Videre er det vanskelig å se for seg at styrkereduksjonen

skyldes variasjoner i avsetningen i disse lokale områdene, og det er heller ikke indikasjoner på at leiren har en annen struktur eller sammensetning enn avsetningen for øvrig.

Den reduserte skjærfastheten nært berg antas å være forårsaket av grunnvannsstrømning og resulterende utvasking av saltioner fra den marint avsatte leiren. Antagelsen om påvirkning fra grunnvannsstrømning synes plausibel fordi strømning av grunnvann normalt er større ved overgangen til berg, og fordi gradientene er størst ved skråningsbunn. Tilsvarende gjelder ved snitt A, der bergdybden er beskjeden og permeabelt lag over berg må antas å forårsake strømning, noe som underbygges av poretrykksmålingene i CBZ_450 som viser store forskjeller i potensialnivå i ulike dybder i dette borpunktet.

Oppførsel med vedvarende svake lag som er antatt å være forårsaket av grunnvannsstrømning og saltutvasking, er også observert lengre vest på Borregaard, nært Melløs. Der ligger imidlertid det svake laget i tilknytning til et antatt permeabelt lag av silt/finsand som ligger midt i avsetningen, og ikke ved berg. Dette er påvist i CPT-sonderinger fra 1978, underbygget med vingeboring og rutinedata som indikerer fall i skjærfasthet, se Figur 4-16. Rosa skravur angir lag av silt og finsand. Gul skravur angir lag der CPT-sonderinger, vingeboring og labundersøkelser indikerer redusert skjærfasthet. Det er også utført nyere CPT-sonderinger i det samme området som viser et markant fall i skjærfasthet i overgangen til dette laget, /33/.



Figur 4-16: Utsnitt av grunnundersøkelser med redusert skjærfasthet nært permeabelt lag, /32/

Utvasking av leirer er det som forårsaker dannelsen av kvikkleire, noe som har vært kjent siden dette ble påvist av Rosenqvist i 1946, /30//29/. At utvaskingen også kan påvirke leirers mekaniske egenskaper, slik som uomrørt skjærfasthet, synes imidlertid å være mindre kjent. På 1950-tallet utførte Bjerrum laboratorieforsøk på kunstig avsatte leirer (dannet ved sedimentasjon i store glassylindere i laboratorium). Disse viste at saltutvaskingen påvirket leirens uomrørte skjærfasthet, og at leirens skjærfasthet kunne reduseres med flere titalls-prosent når saltinnholdet ble særlig lavt, /29/. På 1970-tallet ble det utført flere labforsøk på opptatte prøveserier fra Drammen som ble utsatt for saltutvasking i laboratorium. Disse viste dessuten at saltutvasking av overkonsoliderte marine leirer, førte til en vesentlig reduksjon av leirens prekonsolidering når saltinnholdet blir særlig lavt. Det ble også utført forsøk som viste reduksjon i leirens skjærfasthet på rundt 20 %, /30/. Årsaken til reduksjon i leirens prekonsolideringstrykk og skjærfasthet antas å skyldes at kornstrukturen i leiren svekkes som følge av svekkede forbindelser mellom leirpartiklene når saltet i porevannet vaskes ut. Det vises videre til Helle 2017, /31/, for detaljert redegjørelse rundt leirers mineralogi, porevannskjemi, og disse faktorenes påvirkning på leirers oppførsel.

Med påvist forekomst av et svakt lag over berg, må dette nødvendigvis hensyntas i stabilitetsberegningene. I stabilitetsberegningene er dette løst ved å legge inn et separat lag, med redusert skjærfasthet over berg, med mektighet på rundt 1 meter. Skjærfastheten i dette svake laget benytter de samme profilene for skjærfasthet som øvrige leirlag, men det er lagt inn en prosentvis reduksjon av skjærfastheten basert på gjennomgang og tolkning av CPT-sonderingene i svakt lag.

I Tabell 4-3 er det vist en oppsummering av alle CPT-sonderingene hvor det er påvist svakt lag over berg, med angivelse av tolket prosentvis reduksjon i skjærfastheten nært berg. Tabellen viser at reduksjonen i skjærfasthet er i størrelsesorden 17 – 32 %, men med hovedvekt rundt 25 – 30 %.

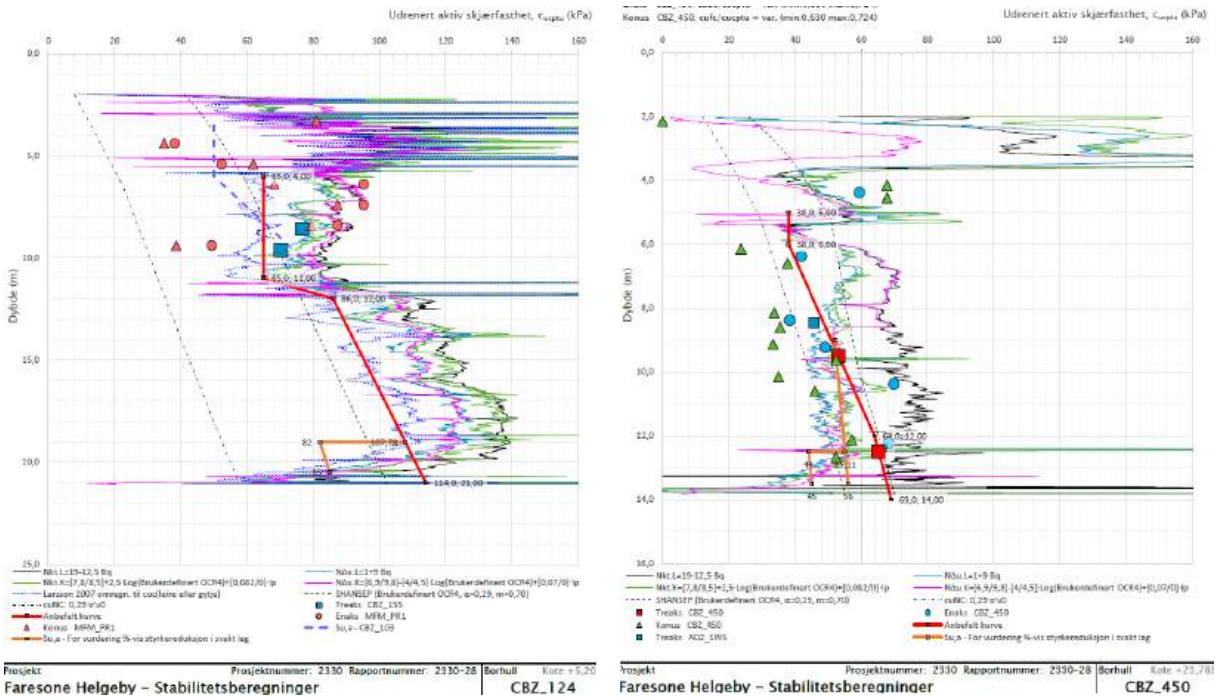
Tabell 4-3: Sammenstilling styrkereduksjon for CPT-sonderinger i svakt lag over berg

Snitt	Borhull	Vedlegg	Prosentvis reduksjon, $S_{u,A}$
Snitt A	CBZ_200	Vedlegg 8.3	29 – 32 %
Snitt A	CBZ_450	Vedlegg 8.1	20 %
Snitt D	CBZ_103	Vedlegg 11.10	28 – 29 %
Snitt D	CBZ_124	Vedlegg 11.9	24 – 25 %
Snitt D	CBZ_155	Vedlegg 11.8	25 %
Snitt E	CBZ_105	Vedlegg 12.4	30 %
Snitt F	CBZ_107	Vedlegg 13.9	17 – 19 %

Tolkningen av styrkereduksjonen er vurdert noe ulikt for de forskjellige sonderingene. Det er redegjort for tolkningen av de enkelte sonderingene i kap. 5, men det er også gitt et eksempel og forklaring i etterfølgende avsnitt.

I Figur 4-17 er det vist utsnitt fra to ulike tolkninger. I tolkningen av CBZ_124, til venstre i figuren, er det tegnet ut en reduksjon i skjærfasthet i de nedre to meterne (oransje linje). I tolkningen av CBZ_124 følger profilet for skjærfasthet (rød linje) i utgangspunktet CPT-korrelasjonen Larsson-2007. Det er da mulig å anslå reduksjonen i skjærfasthet i det svake laget basert på reduksjonen av denne korrelasjonen. I dette tilfellet, 24 – 25 %, som angitt i Tabell 4-3.

For tolkningen av CPT-sonderingen i CBZ_450, til høyre i figuren, er valgt profil for skjærfasthet basert på treaksresultater og profilet (rød linje) følger derfor ikke CPT-korrelasjonene. For å anslå den prosentvise reduksjonen i skjærfasthet i det svake laget er det derfor tegnet ut en oransje linje for skjærfasthet basert på CPT-korrelasjonene, som ikke hensyntar fall i skjærfasthet ved berg. Det er også tegnet ut en oransje linje som hensyntar reduksjon av skjærfasthet nært berg. Den prosentvise reduksjonen vurderes da basert på forskjellen mellom de oransje linjene, og ikke med utgangspunkt i valgt skjærfasthetsprofil (rød linje).



Figur 4-17: Utsnitt av CPT-tolkninger med svakt lag over berg, CBZ_124 og CBZ_450

4.6 Anisotropiforhold

Normalt velges anisotropiforhold iht. anbefalingene i NIFS-rapport 14/2014, /14/. Anbefalingene baserer seg på et datagrunnlag som har stor spredning, og det er kjent at dette datagrunnlaget og anbefalte verdier kan være konservative, særlig ved stabilitetsberegninger i naturlige skråninger.

Det er av den grunn utført flere statisk direkte skjærforsøk (DSS) og passive treaksialforsøk (CAUP) som del av grunnundersøkelsene ved faresone Helgeby. Sammen med de aktive treaksialforsøkene (CAUA) danner disse grunnlag for å fastsette lokale anisotropiforhold for skråningen. Totalt er det utført 10 DSS-forsøk og 12 passive treaksialforsøk. Forsøkene ble bestilt fortløpende under feltarbeidet, før man hadde inngående kjennskap til lagdeling i området. Noen av forsøkene er derfor utført på moreneleire. Forsøk på moreneleire er ikke medtatt i vurderingen av anisotropiforhold, fordi moreneleiren er håndtert som en friksjonsjordart i stabilitetsberegningene. Det vises til kap. 4.1.1.

De passive treaksforsøkene og DSS-forsøkene er utført på prøver fra samme prøvesylinder som det er utført aktive skjærforsøk, og forsøkene er konsolidert tilsvarende de aktive treaksialforsøkene fra samme prøvesylinder.

For noen av de aktive treaksialforsøkene har de vertikale konsolideringsspenningene vært for lave. Dette er beskrevet i kap. 4.5.3 og 4.5.4. Videre er det redegjort for dette under tolkningen av skjærfasthet i beregningskapitlene, se kap. 5.1 til 5.7. I de tilfellene konsolideringsspenningene har vært for lave, er dette tilfellet for både CAUA-, CAUP- og DSS-forsøkene, som alle er konsolidert med samme konsolideringsspenninger. Det er derfor rimelig å anta at anisotropiforholdene som finnes fra sammenligning mellom de ulike avanserte forsøkene, ikke er påvirket av for lave konsolideringsspenninger.

Oppsummering av utførte DSS-forsøk er vist i Tabell 4-4. Vanninnhold (w) for de avanserte forsøkene er oppgitt i tabellen, siden denne parameteren kan være beskrivende for jordart ved sammenligning av prøver (se Figur 4-3). Plott av DSS-forsøk med tolkning er gitt i vedlegg 3.8. Plott over aktive treaksialforsøk er gitt i vedlegg 3.5. Oppsummering av prøvekvalitet for treaksforsøk følger av vedlegg 3.7.

Oppsummering av utførte passive treaksialforsøk er vist i Tabell 4-5. Plott for de passive treaksialforsøkene med tolkning inngår i vedlegg 3.5 sammen med plott for aktive treaksialforsøk.

Sammenstilling over anisotropiforholdene for $S_{u,D}$ / $S_{u,A}$ og $S_{u,P}$ / $S_{u,A}$ fra de enkelte forsøkene er presentert i Figur 4-18, sammen med valgte verdier for faresone Helgeby. I figuren er det også vist anbefalte verdier fra NIFS-rapport 14/2014, /14/.

Tabell 4-4: Sammenstilling over utførte DSS-forsøk med tilhørende CAUA-forsøk

Borpunkt CBZ_149					
Dybde: 9,5 m	Kote: +5,7	CAUA: 62,8 kPa w = 30,1 %	DSS: 51,9 kPa w = 28,3 %	Prøvemateriell: **Siltig, sandig leire**	DSS/CAUA: 0,83
Dybde: 10,5 m	Kote: +4,7	CAUA: 66,1 kPa w = 28,8 %	DSS: 56,9 kPa w = 31,2 %	Prøvemateriell: **Siltig, sandig leire**	DSS/CAUA: 0,86
Borpunkt CBZ_302					
Dybde: 17,5 m	Kote: +8,9	CAUA: 61,5 kPa w = 23,9 %	DSS: 47,2 kPa w = 26,3 %	Prøvemateriell: **Siltig, sandig leire**	DSS/CAUA: 0,77[1]
Borpunkt CBZ_303					
Dybde: 9,55 m	Kote: +13,9	CAUA: 54,3 kPa w = 47,0 %	DSS: 44,7 kPa w = 45,0 %	Prøvemateriell: **Midtre leire**	DSS/CAUA: 0,82
Dybde: 12,4 m	Kote: +11,1	CAUA: 56,6 kPa w = 19,0 %	DSS: 44,6 kPa w = 32,6 %	Prøvemateriell: **Siltig, sandig leire**	DSS/CAUA: (0,79)[2]
Borpunkt CBZ_376					
Dybde: 7,5 m	Kote: +10,1	CAUA: 40,5 kPa w = 26,0 %	DSS: 32,2 kPa w = 22,7 %	Prøvemateriell: **Siltig, sandig leire**	DSS/CAUA: 0,80
Dybde: 14,5 m	Kote: +3,1	CAUA: 63,3 kPa w = 35,8 %	DSS: 61,2 kPa w = 35,8 %	Prøvemateriell: **Nedre leire**	DSS/CAUA: (0,97) / 0,92[3]
Borpunkt CBZ_450					
Dybde: 9,5 m	Kote: +14,3	CAUA: 53,0 kPa w = 32,4 %	DSS: 49,7 kPa w = 32,9 %	Prøvemateriell: **Midtre leire**	DSS/CAUA: 0,94
Dybde: 12,5 m	Kote: +11,3	CAUA: 65,1 kPa w = 39,9 %	DSS: 60,4 kPa w = 37,6 %	Prøvemateriell: **Midtre leire**	DSS/CAUA: 0,93

[1] Borpunkt CBZ_302. Dette DSS-forsøket fremstår forstyrret, basert på arbeidskurven (se vedlegg 3.8). Forsøket vektlegges i mindre grad ved valg av anisotropiforhold.

[2] Borpunkt CBZ_303, dybde 12,4 meter: Prøver er utført på forskjellig prøvemateriale, noe som fremgår av vanninnholdet i Tabell 4-4. Forsøket hensyntas ikke ved fastsettelse av anisotropiforhold.

[3] Borpunkt CBZ_376, dybde 14,5 meter: Forholdstall mellom resultater fra CAUA og DSS er 0,97. I CPT-tolkningen er valgt profil for skjærfasthet lagt noe over verdier fra treaksforsøk. Forholdstall mellom DSS og valgt aktiv skjærfasthet, er 0,92. Høyt anisotropiforhold for denne sylinderen (0,97) skyldes trolig at aktiv skjærfasthet ligger lavt som følge av dårlig prøvekvalitet eller andre forhold som har påvirket det aktive treaksialforsøket.

For anisotropiforholdet $S_{u,D}$ / $S_{u,A}$, synes det å være lite spredning i resultatene, bortsett fra verdiene som ligger over 0,90, samt den laveste verdien på 0,77, ref. kommentarer under tabellen. Ved å utelate disse verdiene fastsettes anisotropiforholdet $S_{u,D}$ / $S_{u,A}$ til 0,82, uavhengig av jordlag, se Figur 4-18. Dette forholdstallet legges generelt til grunn i stabilitetsberegningene. Der det benyttes andre anisotropiforhold i stabilitetsberegningene, er dette begrunnet.

Tabell 4-5: Sammenstilling over utførte CAUP-forsøk med tilhørende CAUA-forsøk

Borpunkt CBZ_107					
Dybde: 10,5 m	Kote: -7,6	CAUA: 61,7 kPa w = 39,1 %	CAUP: 38,0 kPa w = 44,4 %	Prøvemateriell: **Nedre leire**	CAUP/CAUA: 0,62
Borpunkt CBZ_122					
Dybde: 4,4 m	Kote: +0,8	CAUA: 40,6 kPa w = 32,4 %	CAUP: 26,5 kPa w = 33,6 %	Prøvemateriell: **Nedre leire**	CAUP/CAUA: (0,65) / 0,56[1]
Dybde: 6,4 m	Kote: -1,2	CAUA: 59,6 kPa w = 37,1 %	CAUP: 28,0 kPa w = 34,3 %	Prøvemateriell: **Nedre leire**	CAUP/CAUA: 0,47
Borpunkt CBZ_150					
Dybde: 9,5 m	Kote: -1,1	CAUA: 79,2 kPa w = 22,6 %	CAUP: 44,4 kPa w = 22,4 %	Prøvemateriell: **Nedre leire**	CAUP/CAUA: 0,56
Dybde: 10,5 m	Kote: -2,1	CAUA: 88,0 kPa w = 34,2 %	CAUP: 43,3 kPa w = 35,4 %	Prøvemateriell: **Nedre leire**	CAUP/CAUA: 0,49[2]
Borpunkt CBZ_155					
Dybde: 16,5 m	Kote: -3,3	CAUA: 76,5 kPa w = 33,7 %	CAUP: 42,0 kPa w = 35,4 %	Prøvemateriell: **Nedre leire**	CAUP/CAUA: 0,55
Dybde: 17,5 m	Kote: -4,3	CAUA: 70,0 kPa w = 35,8 %	CAUP: 45,7 kPa w = 33,7 %	Prøvemateriell: **Nedre leire**	CAUP/CAUA: (0,65) / 0,56[3]
Borpunkt CBZ_302					
Dybde: 13,4 m	Kote: +13,0	CAUA: 51,2 kPa w = 34,4 %	CAUP: 28,4 kPa w = 35,6 %	Prøvemateriell: **Midtre leire**	CAUP/CAUA: 0,55
Dybde: 17,5 m	Kote: +8,9	CAUA: 61,5 kPa w = 23,9 %	CAUP: 33,4 kPa w = 25,5 %	Prøvemateriell: **Siltig, sandig leire**	CAUP/CAUA: 0,54

[1] Borpunkt CBZ_122, dybde 4,4 meter: Forholdstall mellom resultater fra CAUA og CAUP er 0,65. I CPT-tolkningen er valgt profil for skjærfasthet lagt noe over verdier fra treaksforsøk. Forholdstall mellom CAUP og valgt aktiv skjærfasthet, er 0,56.

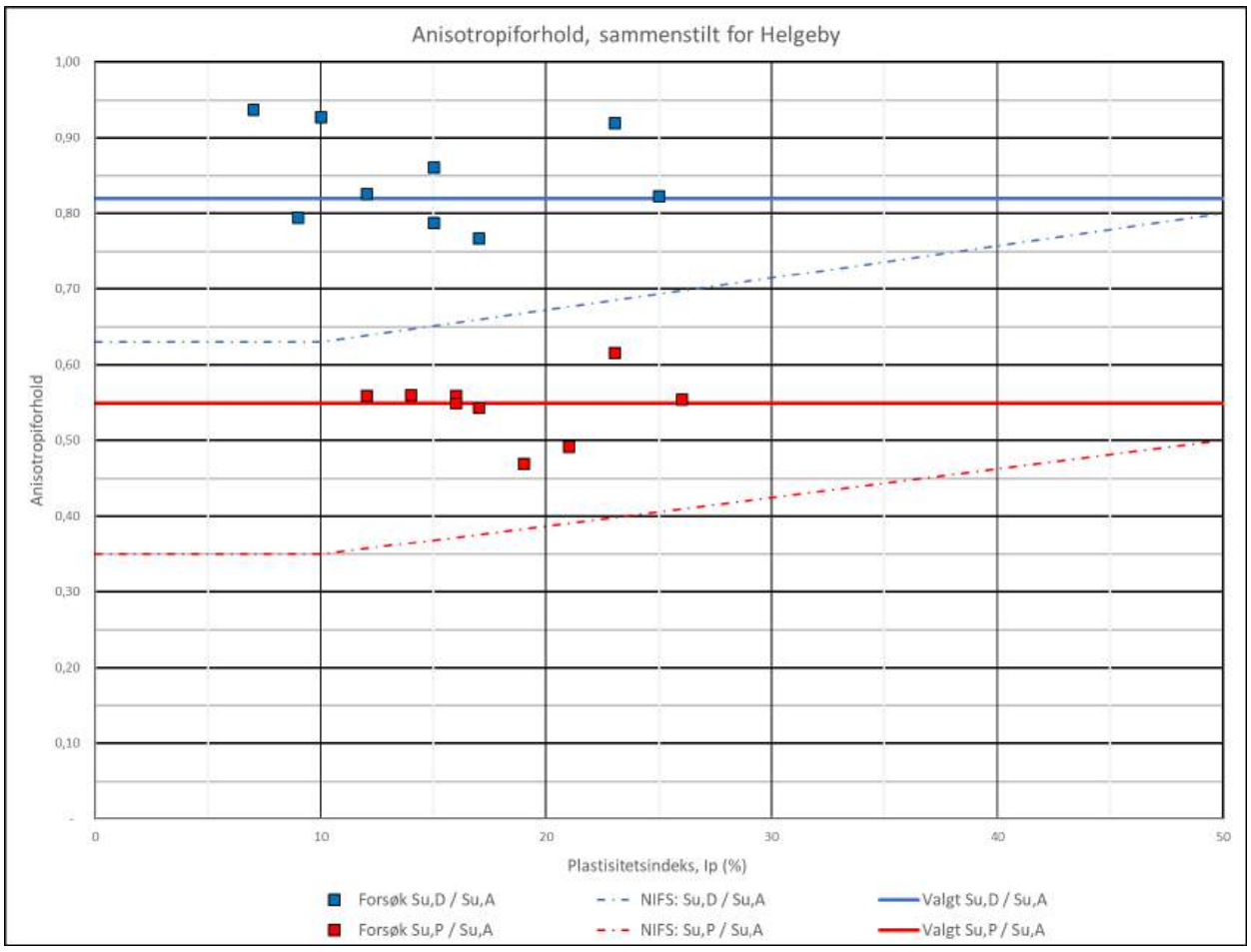
[2] Borpunkt CBZ_150, dybde 10,5 meter: Det passive treaksforsøket fremstår forstyrret og har prøvekvalitet som ligger på grensen til *veldig dårlig*. Det vises til oppsummering av prøvekvalitet, gitt i vedlegg 3.7. Den dårlige prøvekvaliteten for passivt forsøk antas å være årsaken til lavt anisotropiforhold i denne prøvesylinderen, og dette forsøket vektlegges i mindre grad.

[3] Borpunkt CBZ_155, dybde 17,5 meter: Forholdstall mellom resultater fra CAUA og CAUP er 0,65. I CPT-tolkningen er valgt skjærfasthet lagt noe over verdier fra treaksforsøk. Forholdstall mellom CAUP og valgt aktiv skjærfasthet, er 0,56.

For anisotropiforhold $S_{u,P}$ / $S_{u,A}$, synes resultatene å være entydige. Resultatet fra CBZ_107 ligger høyt, samtidig som det dypeste forsøket fra CBZ_150 ligger særlig lavt. Sistnevnte er redegjort for ovenfor. Videre viser resultatene fra CBZ_122 noe spredning. Dette borpunktet har spesielle forhold med treaksialforsøk som er utført med særlige høye hviletrykkskoeffisienter. Videre viser treaksialforsøkene noe variasjon i oppførselen. Øvrige resultater presentert i Tabell 4-5 viser entydig et anisotropiforhold $S_{u,P}$ / $S_{u,A}$ i størrelsesorden 0,54 til 0,56, og forholdet fastsettes til 0,55. De passive treaksforsøkene er hovedsakelig utført på prøveserier fra nedre leirlag, men resultatene fra CBZ_302 indikerer at anisotropiforholdet er uavhengig av jordlag.

Anisotropiforhold $S_{u,P}$ / $S_{u,A}$ lik 0,55 legges generelt til grunn i stabilitetsberegningene. Der det benyttes andre anisotropiforhold i stabilitetsberegningene, er dette begrunnet.

De valgte anisotropifaktorene er vist i Figur 4-18. I figuren er resultatene plottet mot plastisitet, siden NIFS anbefaler anisotropifaktorer som funksjon av plastisitet, /14/. For faresone Helgeby er det ingen tegn på slik korrelasjon.



Figur 4-18: Anisotropiforhold ved Helgeby, samt anisotropiforhold etter NIFS, /14/

Tabell 4-6 viser oppsummering av valgte anisotropifaktorer for stabilitetsberegninger for faresone Helgeby. Dem bemerkes at anisotropifaktorene er høye, og ligger langt over faktorene som følger av NIFS-rapport 14/2014, /14/. Grunnlaget for valg av anisotropifaktorer ved faresone Helgeby er forholdsvis omfattende og entydig, og det er ikke funnet grunnlag for å betvile disse. Med forholdsvis høye og bratte skråninger, og med hovedspenningsretninger som er påvirket av nettopp dette faktum, er det naturlig at anisotropifaktorene fraviker datagrunnlaget i NIFS-rapporten. Videre har skråningen høy OCR og ofte høy K_0'. Kanskje er dette også medvirkende årsaker til høye anisotropiforhold.

Tabell 4-6: Oppsummering av valgte anisotropifaktorer

Anisotropiforhold:	
$S_{u,D}$ / $S_{u,A}$	0,82
$S_{u,P}$ / $S_{u,A}$	0,55

5 STABILITETSBEREGNINGER

Det er utført stabilitetsberegninger for syv beregningssnitt ved faresone Helgeby, for å undersøke stabilitetsforholdene i faresonen. Plassering av snittlinjene er vist i oversiktstegning i vedlegg 2.2.

Beregningene er utført for langtidsstabilitet (effektivspenningsparametere). Det er også utført beregninger for korttidsstabilitet, med totalspenningsparametere, for de jordlagene der det er aktuelt. Beregningene er utført med programmet Geosuite Stability, versjon 24.0.8.0.

I etterfølgende kapitler er beregningene gjennomgått og presentert, med redegjørelse for valgte forutsetninger. I dette inngår gjennomgang og beskrivelse av konkrete forhold knyttet til poretrykk og grunnvannstand i beregningssnittet, og tolkning av totalspenningsparametere for hvert enkelt beregningssnitt. Andre spesielle forhold beskrives der dette er relevant, slik som nyttelaster fra bygninger og anisotropiforhold.

Beregningssnittene er gjennomgått i stigende rekkefølge, fra snitt A til snitt G. Snitt A til snitt C ligger forholdsvis tett, og tolkning og gjennomgang av disse tre beregningssnittene kunne vært presentert samlet. Det er likevel valgt å presentere dem hver for seg.

Stabilitetsberegningene er presentert i vedlegg 15.1 til vedlegg 15.7. Beregningsresultatene er oppsummert og drøftet avslutningsvis, i kap. 6.

Under hvert av beregningsvedleggene følger to plott med beregningsresultater, for hhv. effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse. For de beregningssnittene hvor det er påvist svakt lag over berg følger det også ett tredje plott med beregningsresultater, der svakt lag over berg er hensyntatt med redusert skjærfasthet.

I stabilitetsberegningene håndteres poretrykksforholdene ved å legge inn poretrykksprofiler, som kombineres med linje for grunnvannsspeil. Poretrykksprofilene baseres på poretrykksmålinger. Som forklart i kap. 4.2.2, benyttes høyeste poretrykk fra måleperioden. Geosuite interpolerer poretrykket mellom disse poretrykksprofilene. I tillegg støtter Geosuite seg på linjen for grunnvannsspeil, ved at programmet legger inn egne poretrykksprofil der det er knekkpunkter (noder) i linjen for grunnvannsspeilet. Dette medfører en mulig feilkilde ved interpolering av poretrykksforhold. Av den grunn er linjene for grunnvannstand i størst mulig grad tegnet som rette linjer mellom punkter med sikker kjennskap til poretrykksforholdene. Den forenklede opptegningen av linjer for grunnvannstand medfører at grunnvannsspeilet i noen tilfeller kan fremstå litt unaturlig. Dette har ikke betydning for stabilitetsberegningene med dype skjærflater siden poretrykket i dybden uansett er riktig interpolert, basert på poretrykksprofilene. For å kontrollere og verifisere at Geosuite interpolerer riktig, er det gjort kontroller der ISO-linjer for poretrykk er tegnet ut i Geosuite. Dette er gjort for kontroll og er ikke medtatt i rapporten. Eksempel på slik kontroll er vist i Figur 5-1.



Figur 5-1: ISO-linjer for poretrykk vist med lilla linjer (fra beregningssnitt F)

I stabilitetsberegningene er svakt lag hensyntatt ved at alle ADP-faktorene i inputfanen er redusert for det svake laget. På denne måten reduseres aktiv, direkte og passiv skjærfasthet med samme prosentvise reduksjon. Gjennomgangen i kap. 4.5.8 viser en reduksjon i skjærfasthet i størrelsesorden 17 – 32 %. I stabilitetsberegningene er det likevel lagt inn en lavere reduksjon. Det skyldes at forholdene i skråningen ikke tilsier plan tøyning, fordi bergoverflaten er kupert med dels store variasjoner i bergdybden. Det er redegjort nærmere for valg av reduksjonsfaktor under beregningskapitlene, for det enkelte beregningssnitt.

5.1 Snitt A

Stabilitetsberegninger fra snitt A er presentert i vedlegg 15.1.

5.1.1 Last fra bygninger

Bygninger ved skråningstopp er i hovedsak fundamentert til berg på peler, og dels pilarer. Unntaket er en tank, kalt «veratank», som ligger i en bygning på rundt 12 x 12 meter. Tanken er plassert akkurat i snitt A og er markert i snittet, med nivå underkant tank i kt. +23,1. I korrespondanse mellom Noteby og Borregaard fra 1991, fremgår det av geotekniske vurderinger at tanken er fundamentert med kompensert fundamentering, og at tanken gir mindre belastning på grunnen enn de avgravde massene, /16/. Faktisk belastning fra tanken framkommer ikke av korrespondansen. I stabilitetsberegningen for snitt A er det derfor valgt å benytte det tidligere terrengnivået uten å hensynta vekten av tanken, siden dette er til konservativ side. Terrengnivået ved tanken er bestemt ved interpolering av terrengnivå rundt tanken, etter dagens kartgrunnlag. Dette antas å være omtrentlig samme nivå som før byggingen av tanken. Denne antagelsen har støtte i det historiske terrengnivået fra 1907, som også er vist i snittet.

5.1.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstand og poretrykk baseres hovedsakelig på utførte poretrykksmålinger i CBZ_450 i øvre del av skråningen, og borpunkt CBZ_122 ved skråningsbunn.

I CBZ_450 nært skråningstopp ligger grunnvannstanden i dybde 3 m. Poretrykksmåler i 10 m dybde viser en gradient på 5 kPa/m mellom dybde 5 og 10 m. Grunnundersøkelsene viser samtidig et permeabelt lag over berg, slik at det er rimelig å anta tilsvarende poreundertrykk og gradient videre til

berg. Som følge av manglende målinger er det likevel lagt inn et forsiktig antatt poretrykk, med gradient på 7 kPa/m under poretrykksmåler i 10 m dybde.

Ved skråningstopp antas grunnvannstand i nivå med underkant av eksisterende konstruksjoner (tankfarm), siden disse må antas å være bygget på et sjikt med drenerende masser og med drensledning. Det antas at poretrykket har en gradient på 7 kPa/m.

Midt i skråningen, nedenfor CBZ_450, antas en grunnvannstand i rundt 2 m dybde. Poretrykksmålere i CBZ_149 som ligger rundt 50 m unna snitt A, viser grunnvannstand i omtrent 1 m dybde, og tilnærmet hydrostatisk poretrykk (svakt poreundertrykk med dybden). I skråningen ved snitt A er topografien brattere enn det som er tilfellet ved måler CBZ_149, og bergdybden er i tillegg mindre, noe som gir større effekt av drenasje fra permeable lag over berg. Disse forholdene tilsier lavere grunnvannstand enn målingene fra CBZ_149, og er årsaken til valgt grunnvannstand i 2 meter dybde. Det legges til grunn hydrostatisk poretrykk, basert på målingene i CBZ_149.

Ved skråningsfoten baseres grunnvannstand og poretrykk på poretrykksmålere i borpunkt CBZ_122. Målingene viser et artesisk poretrykk, med potensialnivå varierende fra 1 til 2 m over terreng, tilsvarende en gradient på omtrent 12 kPa/m. Grunnvannstanden settes likt terrengnivå. Foran skråningsfoten i CBZ_122 antas poreovertrykk med tilsvarende gradient som målt i CBZ_122, og det antas grunnvannstand i nivå med terreng.

5.1.3 Totalspenningsparametere (skjærfasthet)

Det er tolket og utarbeidet profil for skjærfasthet for flere borpunkter langs beregningssnitt A. I tillegg er det flere borpunkter like i nærheten, langs snitt B og snitt C, som også er relevante ved bestemmelse av totalspenningsparametere.

Langs snitt A er det to totalstasjoner som er spesielt godt dokumentert med prøveserier, avanserte forsøk, trykksonderinger og poretrykksmålinger. Det gjelder CBZ_122 ved skråningsbunn og CBZ_450 nært skråningstopp. Videre er det utført en trykksondering ved skråningsbunn i CBZ_123, som støtte til totalstasjon i CBZ_122. Det er også utført en trykksondering i CBZ_200, midt i skråningen, som har støtte i prøveserie og poretrykksmåling i CBZ_149 (snitt C). Tett på skråningstopp foreligger det også en prøveserie og trykksondering, ADZ_SW5, utført av Sweco i 2020. Bakenfor skråningstopp finnes ytterligere prøveserier, men disse er ikke relevante fordi bergdybden i snitt A er liten ved skråningstopp og de kritiske skjærflatene avgrenses av dette forholdet. Det vises til beregningssnitt i vedlegg 15.1.

Tolkede CPT-sonderinger med valgte profiler for skjærfasthet er presentert i vedlegg 8.1 til vedlegg 8.5.

Tolkning av CPT i CBZ_450 følger av vedlegg 8.1. I tolkningen er det benyttet ødometerforsøk fra nærliggende borhull MFZ_PR1 og CBZ_149 for fastsettelse av prekonsolidering. I tolkningen av CBZ_450 er det valgt å benytte OCR-tolkning framfor prekonsolideringstrykk, siden boringen befinner seg ved skråningstopp i snitt A, i et område som har noe avvik i de generelle trendene og lagdelingen, sammenlignet med øvrige beregningssnitt. Det vises til kap. 4.

I tolkningen av skjærfasthet viser CPT-korrelasjonen for $N_{\Delta u,K}$ et dropp ved 8,5 meter, som følge av endret sensitivitet, som øker til over 15. Ved å fastholde sensitivitet på 15 eller lavere i hele dybden, ville CPT-korrelasjonen $N_{\Delta u,K}$ fulgt korrelasjonen $N_{Kt,L}$, slik den for øvrig gjør ned til 8,5 m dybde.

Tolkningen i CBZ_450 er lagt på treaksforsøk fra samme borhull, med støtte i treaks fra nærliggende borhull ADZ_SW5. Det bemerkes at særlig treaks fra dybde 9,5 meter ligger godt under SHANSEP, noe som delvis kan skyldes at treaksforsøkene er konsolidert til rundt 10 % under in-situ spenningstilstand (p_0'). Det er ikke utført korrigering av treaksresultater i dette borhullet.

Under treaks i dybde 12,5 meter er profil for skjærfasthet i utgangspunktet lagt like under SHANSEP. I det samme dybdeintervallet, i bunn av profilet, indikerer imidlertid CPT-korrelasjonene et markant fall i skjærfasthet. Dette er tolket å være et vedvarende svakt lag, som beskrevet i kap. 4.5.8 og vist i Figur 4-15. I vurderingen av den prosentvise styrkereduksjonen i dette laget er det tatt utgangspunkt i CPT-korrelasjonene $N_{\Delta u,K}$, og vurdert hvor stor reduksjonen er. Dette er tegnet ut med egne tolkningslinjer i vedlegget (vedlegg 8.1).

CPT i ADZ_SW5 er utført av Sweco i april 2020. Kalibreringsarket som foreligger i datarapporten fra grunnundersøkelsene er 18 måneder gammelt på tidspunktet for sonderingen. Det er ikke utført poretrykksmålinger i borpunktet, og porerykket antas derfor med utgangspunkt i målinger i CBZ_450. Disse målingene viser at grunnvannstand ligger 6-7 meter under terreng, og at det er poreundertrykk med dybden. Ved tolkning av ADZ_SW5 er det forsiktig antatt en grunnvannstand i 4 m dybde, og tilsvarende poretrykksgradient som i CBZ_450 (5 kPa/m). Tolkningen følger av vedlegg 8.2. Fra seks meter dybde er sensitiviteten særlig høy, og dette er også benyttet i tolkningen. Ved bruk av sensitivitet på 15 eller lavere, ville CPT-korrelasjonen $N_{\Delta u,K}$ fulgt korrelasjonen $N_{Kt,L}$. Flere av CPT-korrelasjonene gir lav styrke, som ligger godt under SHANSEP. Dette er samme tendens som observeres i nærliggende borhull, CBZ_450, der treaksforsøk i dybde 12,5 meter viser en del høyere styrke enn CPT, og som ligger nærmere SHANSEP. Valgt profil for skjærfasthet i ADZ_SW5 er likevel lagt nær CPT-korrelasjonen for $N_{\Delta u,K}$, og begrenses nedad til 0,29 x p'_0.

CPT i CBZ_200, i skråningen, tolkes med utgangspunkt i tyngdetetthet og rutineundersøkelser fra prøveserie MFM_PR2 som ligger like ved. Tolkningen følger av vedlegg 8.3. I CPT-tolkningen antas grunnvannstanden i 2 m dybde, og det legges til grunn hydrostatisk poretrykk. Dette anses å være konservativt på grunn av permeabelt lag over berg, og fordi poretrykksmåler i CBZ_450 viser en spesielt lav grunnvannstand i kombinasjon med et markant poreundertrykk med dybden. I mangel på poretrykksmålinger i borpunkt CBZ_200 forutsettes derfor konservative verdier, basert på poretrykksmålinger i CBZ_149.

Treaksforsøk fra borpunkt CBZ_149 er benyttet som støtte i tolkningen. Det er presentert både korrigerte og ukorrigerte verdier for aktiv skjærfasthet fra CBZ_149, og valgt profil for skjærfasthet legges midt mellom de korrigerte og ukorrigerte verdiene. Se kap. 5.3.2 for nærmere beskrivelse og redegjørelse om korrigering av tolket skjærfasthet for treaksialforsøk i borpunkt CBZ_149. Valgt profil ligger noe under SHANSEP, generelt under CPT-korrelasjonen for $N_{\Delta u,K}$ og $N_{kt,L}$, og generelt også lavere enn rutineundersøkelsene fra MFM_PR2 tilsier. I bunn av profilet, like over berg, indikerer alle CPT-korrelasjonene et markant fall i skjærfasthet, på grunn av det svake laget over berg. Dette er tilsvarende oppførsel som i CBZ_450. I vurderingen av den prosentvise styrkereduksjonen i dette laget er det, i likhet med tolkningen av CBZ_450, tatt utgangspunkt i CPT-korrelasjonene $N_{\Delta u,K}$, og vurdert hvor stor reduksjonen er. Dette er tegnet ut med egne tolkningslinjer i vedlegget. Alle CPT-korrelasjonene indikerer i tillegg et ytterligere fall i skjærfasthet under 9 meter dybde. Dette skyldes trolig effekter av permeable masser ved overgangen til berg, og er ikke hensyntatt.

Tolkning av trykksondering i borpunkt CBZ_122 ved skråningsbunn er presentert i vedlegg 8.4. Trykksondering i CBZ_123 er presentert i vedlegg 8.5.

Borpunkt CBZ_122 har variasjon i sensitivitet, men for det meste ligger sensitiviteten over 15. I tolkningen er det konsekvent benyttet $S_t > 15$, da det gir best samsvar mellom de ulike CPT-korrelasjonene, og med treaks. Alternativt, med $S_t < 15$, ville særlig korrelasjonen $N_{\Delta u,K}$ vist vesentlig høyere skjærfasthet.

Det er målt poretrykk i flere nivåer i CBZ_122, og det er utført avanserte forsøk. Ved fastsettelse av konsolideringsspenninger for treaksforsøk i CBZ_122, er det utført Plaxis-beregninger. Dette for å bestemme reelle in-situ effektivspenninger, der effekt av skråningen hensyntas. Den høye skråningen påvirker både de vertikale effektivspenningene, så vel som de horisontale. Som det fremgår av sammenstillingen av prøvekvalitet i vedlegg 3.7, er treaksialforsøkene generelt konsolidert for lavt,

med vertikale konsolideringsspenninger (σ'_a) rundt 15 – 20 % under in-situ spenningstilstand (p'_{0v}). Dette skyldes at bestillingen av avanserte forsøk ble utført før man hadde tilstrekkelig kjennskap til poretrykksforholdene. I vurderingen av vertikal effektivspenning viser Plaxis-analysen at bidraget fra den overliggende skråningen medfører en økning på 15 %.

Som følge av lave konsolideringsspenninger i treaksforsøkene i CBZ_122, er det valgt å korrigere tolket skjærfasthet. Dette er utført for aktive treaksforsøk i dybde 4,23 m og 6,23 m. Korrigeringen er utført ved å «flytte» spenningsstien, etter prinsippet som er beskrevet i kap. 4.5.4 og illustrert i Figur 4-12. Plot over spenningsstier fra borpunkt CBZ_122 er vist i vedlegg 8.6. I vedlegget er det samtidig vist korrigering og «flytting» av spenningsstiene, samt korrigert tolket skjærfasthet. I korrigeringen for treaksforsøk i dybde 6,23 m, er det tatt utgangspunkt i treaksialforsøkenes bruddtak, definert ved 2 % tøyning. D-parameteren (tilnærming av spenningssti) er her tegnet gjennom punktet for 2 % tøyning, framfor spenningsstienes bruddtak (peak). Dette skyldes at spenningsstien har en dilaterende trend («grisehaleforsøk»). Korrigeringen er av den grunn forsiktig, sammenlignet med å tegne D-parameteren gjennom spenningsstienes bruddtak. Korrigeringen er oppsummert i Tabell 5-1 og Tabell 5-2. I CPT-tolkningen for CBZ_122 (vedlegg 8.4), er det vist både korrigert og ukorrigert skjærfasthet fra treaksforsøk.

Som følge av høy overkonsolidering, er det benyttet høye verdier for K_0' i treaksforsøkene. Plaxis-analysene indikerer dessuten at faktisk K_0' er enda høyere enn det som er benyttet.

Tabell 5-1: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_122, dybde 4,23 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{u,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	31,3 kPa	35,2 kPa	- 3,9 kPa	40,6 kPa
Korrigert tolkning av treaks	40,3 kPa	45,3 kPa	- 5,0 kPa	51,0 kPa

Tabell 5-2: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_122, dybde 6,23 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{u,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	45,3 kPa	46,4 kPa	- 1,1 kPa	59,6 kPa (peak)
Korrigert tolkning av treaks	54,4 kPa	55,8 kPa	- 1,4 kPa	65,0 kPa (2 %)

Valgt profil for skjærfasthet i CBZ_122 er lagt på SHANSEP i toppen av profilet, mellom verdi for korrigert og ukorrigert treaksforsøk. Med dybden er profilet lagt på ukorrigert treaks. Skjærfastheten fra treaksialforsøkene fremstår lav sammenlignet med verdier fra enaks- og konusforsøk, selv for korrigert treaks. Det er imidlertid greit samsvar mellom korrigert treaks og flere av CPT-korrelasjonene. Unntaket er korrelasjonen $N_{\Delta u,K}$, som ligger noe høyere. Valgt profil for skjærfasthet anses å ligge til sikker side, spesielt med økende dybde.

Det er utført ytterligere en CPT-sondering ved skråningsbunn, CBZ_123, omtrent 20 meter unna CBZ_122. Tolkning av CPT-sonderingen følger av vedlegg 8.5. Som støtte i tolkningen er det benyttet resultater fra rutineundersøkelser for ytterligere ett borhull, MFM_PR1. I tolkningen er det også vist

resultater fra treaksforsøk fra prøveserier CBZ_155 og CBZ_156. De to sistnevnte borhullene ligger høyere i terrenget, og i en avstand på 50 – 60 meter fra CBZ_123. Dybder for treaksforsøkene fra CBZ_155 og CBZ_156 er justert for forskjell i terrenghøyde på ca 8,5 meter. Det dypeste treaksforsøket fra CBZ_155 har dårlig prøvekvalitet og det ses bort i fra dette. Det vises til kap. 5.4.3 (snitt D), for nærmere redegjørelse og tolkning av CBZ_155 og CBZ_156.

Det er benyttet sensitivitet over 15 i tolkningen av CPT i CBZ_123. Dette gjelder for hele profilet. Alle CPT-korrelasjonene i CBZ_123 indikerer skjærfasthet som ligger høyt over valgt styrkeprofil, som er tilsvarende som for CBZ_122. Verdier fra enaks- og konusforsøk viser også høyere skjærfasthet enn valgt profil. Det er i tillegg god overensstemmelse mellom flere av CPT-korrelasjonene og treaksforsøk i borpunkt CBZ_156. Det valgte profilet for skjærfasthet følger likevel treaksforsøkene fra CBZ_122, samt treaks fra CBZ_155.

Vår oppfatning er at valgt styrkeprofil ved skråningsbunn er lavt (CBZ_122 og CBZ_123), og at reell skjærfasthet sannsynligvis er høyere. Dette gjelder spesielt for tolkningen i CBZ_123. Plasseringen og omfanget av avanserte forsøk har imidlertid ikke vært tilstrekkelig til å dokumentere dette.

Det bemerkes at det også er utført en vingeboring rett ved siden av CBZ_123, navngitt MFM_VB1. Denne er kun utført ned til 5 m dybde og har stans i moreneleiren, omtrent i kt. +2. Vingeboringen gir av den grunn ingen nytte i tolkningen av skjærfasthet ved skråningsbunn.

5.1.4 Anisotropiforhold

Det er utført to DSS-forsøk i borpunkt CBZ_450 i snitt A. Forsøkene viser enda høyere anisotropiforhold, enn det som er valgt generelt for området. Det vises til Tabell 4-4 med gjennomgang av utførte forsøk. Med bakgrunn i DSS-forsøkene i CBZ_450, er det valgt høyere anisotropiforhold for $S_{u,D}$ / $S_{u,A}$ for snitt A, og det settes $S_{u,D}$ / $S_{u,A}$ lik 0,90, som er noe i underkant av resultat fra de utførte forsøkene. Det spesifikke valget for økte anisotropifaktorer gjøres for materialene «Leire, midt», og «Leire, bunn». Anisotropiforholdet $S_{u,P}$ / $S_{u,A}$ holdes uendret.

5.1.5 Innvirkning av svakt lag over berg

I stabilitetsberegningene i vedlegg 15.1 er det presentert en separat stabilitetsberegning med totalspenningsparametere, der det svake laget over berg er hensyntatt. Det svake laget er vist med blå farge i stabilitetsberegningen. Av Tabell 4-3, og av valgt profil for skjærfasthet for CBZ_200 og CBZ_450, fremgår det at reduksjonen i skjærfasthet er i størrelsesorden 20 – 32 % i det svake laget, i snitt A.

Det er forholdsvis store variasjoner i bergdybdene i området ved beregningssnitt A, og berget faller forholdsvis bratt på tvers av snittet. Innenfor en *korridor* på 20 meter bedde, er variasjon i bergdybde på mellom 7 og 10 meter. Dette er vist i beregningssnittet som inkluderer det svake laget, ved at det er tegnet inn linjer for bergnivå 10 m til hver side for selve snittet.

Fordi bergtopografien varierer mye, er det urimelig å legge inn den faktiske reduksjonen i skjærfasthet i stabilitetsberegningene, fordi de reelle forholdene i skråningen ikke tilsier plan-tøyning, slik beregningsmodellen forutsetter. Det er dessuten diskutabelt om det i det hele tatt er riktig å hensynta svakt lag over berg, når bergforløpet varierer såpass mye. Det er likevel valgt å hensynta en reduksjon av skjærfasthet i det svake laget, men det benyttes en lavere reduksjon i skjærfasthet enn det tolkningene i Tabell 4-3 tilsier. Den faktiske reduksjonen baseres på skjønn, og det er valgt å legge inn en reduksjon på 15 % i skjærfastheten for svakt lag over berg i snitt A. Det benyttes dermed reduserte ADP-faktorer, 0,85 / 0,77 / 0,47 i stabilitetsberegningene for det svake laget (istedenfor 1,00 / 0,90 / 0,55).

5.2 Snitt B

Stabilitetsberegninger fra snitt B er presentert i vedlegg 15.2.

5.2.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Ved skråningsfoten baseres grunnvannstand og poretrykk på poretrykksmålere i borpunkt CBZ_122, tilsvarende som for beregningssnitt A. Foran skråningsfoten i CBZ_122 antas grunnvannstand i nivå med terreng, og poreovertrykk med gradient som målt i CBZ_122 (12 kPa/m).

I nedre del av skråningen viser CBZ_149 en grunnvannstand i omtrent 1,5 m dybde. Målere i dybde 10 m og 14 m viser et svakt poreovertrykk med dybden.

I øvre del av skråningen baseres grunnvannstand og poretrykk på målinger utført i CBZ_379, i snitt C. Målingene i CBZ_379 viser en grunnvannstand i 2,8 m dybde, og svakt poreundertrykk med dybden, ned til dypeste måler i dybde 15 m. Under dette antas hydrostatisk poretrykk, som følge av mangel på måledata. Til sammenligning viser poretrykksmåler CBZ_450 i snitt A, en grunnvannstand i dybde 3 m.

Ved skråningstopp benyttes måledata fra CBZ_381, også denne i snitt C. Poretrykksmålerne viser grunnvannstand i ca 2,2 m dybde. Ved det permeable siltlaget i 9 meter dybde er det et fall i potensialnivået. Målere i 9,2 m og 14,2 m dybde viser begge potensialnivå, rundt 1,5 m lavere enn grunnvannstanden.

Videre bakenfor skråningstopp antas grunnvannstand i omtrent 1,5 m dybde med hydrostatisk poretrykk.

5.2.2 Totalspenningsparametere (skjærfasthet)

I nedre del av snitt B benyttes totalspenningsparametere fra tolkningene som er utført for snitt A i kap. 5.1.3. Se redegjørelse for tolkning av borpunkt CBZ_122 og CBZ_123 (vedlegg 8.4 og vedlegg 8.5).

I midtre del av skåningen baseres totalspenningsparametere på tolkning av borpunkt CBZ_149 og CBZ_159. CPT i borpunkt CBZ_149 er utført i to omganger på grunn av stans i stein eller hardt lag ved første forsøk. Tolkede CPT-sonderinger fra borpunkt CBZ_149 følger av vedlegg 9.1 og vedlegg 9.2. Tolket CPT-sondering fra borpunkt CBZ_159 følger av vedlegg 9.4. I CPT-tolkningen av CBZ_149 og CBZ_159, er det benyttet sensitivitet høyere enn 15, ned til dybde 12-13 meter. Dette iht. utførte konusforsøk. Under denne dybden er det benyttet sensitivitet lavere enn 15.

Ved tolkning av CPT i CBZ_149 er det lagt vekt på resultater fra treaksforsøk. To av treaksialforsøkene har god til brukbar prøvekvalitet, og det dypeste treaksforsøket oppnår veldig god til utmerket prøvekvalitet.

Ved fastsettelse av konsolideringsspenninger for treaksforsøk i CBZ_149, er det utført Plaxis-beregninger. Dette for å bestemme reelle in-situ effektivspenninger, der effekt av skråningen hensyntas. Som det fremgår av sammenstillingen av prøvekvalitet i vedlegg 3.7, har konsolideringsspenningene truffet forholdsvis godt, men de benyttede konsolideringsspenningene ($\sigma'_{a)}$ ligger likevel rundt 10 % under in-situ spenningstilstand (p'_{0v}). Benyttet K_0' ligger rundt 5 til 15 % lavere enn in-situ K_0', bestemt iht. /13/, og iht. Plaxis-analysene. Som følge av noe lave konsolideringsspenninger i treaksforsøket ($\sigma'_{a),}$ er det valgt å korrigere tolket skjærfasthet. Korrigeringen er utført ved å «flytte» spenningsstien, etter samme metodikk som er beskrevet i kap. 4.5.4, og som utført for treaksforsøk i borpunkt CBZ_122. Plot over spenningsstier fra borpunkt

CBZ_149 er vist i vedlegg 9.3. I vedlegget er det samtidig vist korrigering og «flytting» av spenningsstiene, samt korrigert tolket skjærfasthet.

Alle treaksialforsøkene i CBZ_149 viser kontraktant bruddoppførsel. I korrigeringen er det tatt utgangspunkt i treaksialforsøkenes bruddtak, definert ved 2 % tøyning. D-parameteren (tilnærming til spenningssti) er tegnet gjennom punktet for peak-S_u. Korrigeringen er oppsummert i Tabell 5-3, Tabell 5-4 og Tabell 5-5. Benyttede og faktiske in-situspenninger følger av sammenstillingen av prøvekvalitet, gitt i vedlegg 3.7.

Tabell 5-3: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_149, dybde 5,27 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	64,1 kPa	61,5 kPa	2,6 kPa	49,1 kPa
Korrigert tolkning av treaks	69,4 kPa	66,6 kPa	2,8 kPa	52,0 kPa

Tabell 5-4: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_149, dybde 9,53 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	101,3 kPa	92,7 kPa	8,6 kPa	62,8 kPa
Korrigert tolkning av treaks	110,5 kPa	101,1 kPa	9,4 kPa	67,0 kPa

Tabell 5-5: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_149, dybde 10,53 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	110,8 kPa	100,3 kPa	10,5 kPa	66,1 kPa
Korrigert tolkning av treaks	119,4 kPa	108,0 kPa	11,3 kPa	71,0 kPa

I CPT-tolkningen for CBZ_149 er det vist både korrigert og ukorrigert skjærfasthet fra treaksforsøk. Skjærfasthet i treaksforsøkene ligger lavere enn CPT-korrelasjonene, og noe under verdier fra SHANSEP. Siden treaksforsøkene har god kvalitet legges tolkningen på treaks, omtrent midt mellom verdier fra korrigerte og ukorrigerte treaksforsøk. Under laget med moreneleire legges profilet nært SHANSEP, som vil si godt under CPT-korrelasjonene som oftest har best samsvar med treaks, $N_{kt,L}$ og $N_{\Delta u,K}$.

CPT i CBZ_159 (vedlegg 9.4) tolkes med støtte i prøveserien og poretrykksmålingene fra CBZ_149, som ligger rundt 15 meter lenger opp i skråningen. Dybden for prøvedata fra CBZ_149 er korrigert for å hensynta forskjellen i terrengnivå på 1,5 m mellom de to punktene. Ved tolkning av CPT i CBZ_159 antas hydrostatisk poretrykk, basert på målingene i CBZ_149, som viser tilnærmet hydrostatisk

poretrykk. Siden CBZ_159 ligger nærmere en bratt skråning på flere høydemeter, antas en lavere grunnvannstand og potensialnivå enn det som er målt lenger bakenfor skråningen. Grunnvannstand antas i dybde 2,5 m, altså 1 m lavere enn det som er målt i borpunkt CBZ_149. CPT-korrelasjon $N_{\Delta u,K}$ i CBZ_159 benytter sensitivitet over 15 ned til 12 m dybde, basert på prøveserie CBZ_149. Under 12 meter dybde antas lav sensitivitet. Tolkningen av CPT i CBZ_159 legges noe under SHANSEP og samsvarer greit med CPT-korrelasjonene for $N_{\Delta u,K}$ og $N_{kt,L}$.

I øvre del av skråningen er det utført prøvetaking og CPT i borpunkt CBZ_401. Tolkning av CPT-sonderingen er presentert i vedlegg 9.5. Tolkningen av CBZ_401 støtter seg på borpunkt CBZ_379, der det er utført poretrykksmåling og avanserte forsøk. CPT-sonderingen i CBZ_401 har avvik i helning, med største helningsgrad på 18,8 º. Som det fremgår av tolkningen, er helningsavviket ved 15 m dybde omtrent 10 º. Ved 20 m dybde er helningsavviket omtrent 14 º. Helningsavviket påvirker ikke tolkningen eller bruken av sonderingen.

Ved tolkning av CPT i CBZ_401 antas grunnvannstand og poretrykksfordeling med utgangspunkt i CBZ_379. Borpunkt CBZ_401 ligger omtrent 2 m høyere i terrenget, men i samme område i skråningen, og med sammenlignbar topografi. Poretrykket i CBZ_379 er omtrent 5 kPa i 5 m dybde, på tidspunktet for CPT-sonderingen. Korrigert for terrengforskjell gir dette i utgangspunktet en grunnvannstand i dybde 6,5 m i borpunkt CBZ_401. Til sammenligning ligger grunnvannstanden i CBZ_450 (snitt A), også i dybde 6,5 m, på tidspunktet for utført CPT-sondering i CBZ_401. I CPT-tolkningen velges det grunnvannstand i 6,0 m dybde. Videre viser CBZ_379 svakt poreundertrykk ved dybden. Dette er ikke hensyntatt i tolkningen av CPT i CBZ_401, og det er dermed lagt til grunn hydrostatisk poretrykk i CPT-tolkningen. Dette er konservativt.

Videre i tolkningen av skjærfasthet ved borpunkt CBZ_401, benyttes treaksforsøk fra borpunkt CBZ_379 (dybde 10,47 m). Det er presentert både korrigert og ukorrigert verdi for aktiv skjærfasthet fra CBZ_379. Se kap. 5.3.2 for omtale av korrigering av tolket skjærfasthet for treaksialforsøk i borpunkt CBZ_379.

Tolkningen av CBZ_401 viser forholdsvis høy skjærfasthet i toppen (over siltlaget). Dette skyldes lav grunnvannstand som gir høye effektivspenninger, samtidig som forvitringseffektene strekker seg noe dypere enn normalt. Dette er igjen forårsaket av det tidligere ravinelandskapet i dette området, med dype bekkedaler, som ikke lenger er synlig i terrenget. Ravinene som nå er gjenfylt med antatt permeable masser antas også å være årsaken til den lave grunnvannstanden og det lave poretrykket i dette området.

Valgt profil for skjærfasthet i CBZ_401 følger SHANSEP som i stor grad samsvarer med CPT-korrelasjonene $N_{\Delta u,K}$ og $N_{kt,L}$, og samtidig har støtte i treaksforsøk fra CBZ_379.

Bakenfor skråningstopp baseres leirens skjærfasthet på tolket CPT-sondering i borpunkt ADZ_SW1, som ligger nært snitt A. Borpunktet ligger oppe på flaten bakenfor skråningstopp, og er den prøveserien som ligger nærmest snitt B, hvor det samtidig er utført CPT av god kvalitet, og hvor det også er utført avanserte forsøk (treaks). Tolkning av CPT i ADZ_SW1 følger av vedlegg 9.6. Boringen er utført av Sweco i april 2020. Kalibreringsarket som foreligger i datarapporten fra grunnundersøkelsene er 18 måneder gammelt på tidspunktet for sonderingen. Det er ikke utført poretrykksmålinger i nærheten av borpunktet. I tolkningen er poretrykket antatt hydrostatisk, med grunnvannstand i dybde 2 m. CPT-sonderingen er kun utført til 9 m dybde, mens det i snitt B er bergdybder på over 30 m. Under 10 m dybde antas videre økning i $S_{u,A}$ på 2,5 kPa/m, tilsvarende en videre økning av skjærfastheten på 0,29 x p'_0 (OCR = 1,0). Dette er konservativt, men har ingen påvirkning på stabilitetsforholdene, siden de kritiske skjærflatene har begrenset dybde ved skråningstopp. Det vises til stabilitetsberegningene i vedlegg 15.2.

5.2.3 Innvirkning av svakt lag over berg

Det svake laget ved berg er ikke påvist i snitt B, men fra totalsondering CBZ_159 er det tolket å være et lokalt område hvor det svake laget også kan påvirke stabilitet av dette beregningssnittet.

I stabilitetsberegningene i vedlegg 15.2 er det presentert en separat stabilitetsberegning med totalspenningsparametere, der det antatt svake laget over berg er hensyntatt. Det svake laget er vist med blå farge i stabilitetsberegningen.

Snitt B ligger nært snitt A, og har også forholdsvis store variasjoner i bergdybder, spesielt i området hvor det er tolket svakt lag over berg. I dette området faller berget forholdsvis bratt på tvers av snittet. I beregningssnittet som inkluderer det svake laget, er det tegnet inn linjer for bergnivå 20 m til hver side for selve snittet. Disse viser en forskjell på hhv. 9 og 6 meter i bergdybde i forhold til bergnivå i selve snittet, noe som gir en samlet forskjell i bergdybde på 15 meter innenfor en korridor på 40 meter.

Siden forutsetningene for snitt B er sammenlignbare med snitt A, benyttes en reduksjon på 15 % i skjærfastheten for svakt lag over berg i snitt B, tilsvarende som for snitt A. Det benyttes dermed reduserte ADP-faktorer, 0,85 / 0,70 / 0,47 i stabilitetsberegningene for det svake laget (istedenfor 1,00 / 0,82 / 0,55).

5.3 Snitt C

Stabilitetsberegninger fra snitt C er presentert i vedlegg 15.3.

5.3.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstand og poretrykksdata er særlig godt dokumentert i dette beregningssnittet, med fire borpunkter i snittet, som alle har målepunkt i flere dybder. Dette gjelder borpunkt CBZ_122, CBZ_149, CBZ_379 og CBZ_381. De samme målingene er tidligere beskrevet for snitt A og snitt B, se kap. 5.1.2 og 5.2.1.

5.3.2 Totalspenningsparametere (skjærfasthet)

Det er tolket og utarbeidet profil for skjærfasthet i flere borpunkter langs beregningssnitt C. Det er tre totalstasjoner med prøveserier, avanserte forsøk, trykksonderinger og poretrykksmålinger i flere dybder. Det gjelder CBZ_122 ved skråningsbunn, CBZ_149 i skråningen og CBZ_379 ved skråningstopp. I tillegg er det utført trykksondering i CBZ_123 ved skråningsbunn, og trykksondering CBZ_159 i nedre del av skråningen.

Det foreligger også en prøveserie og trykksondering ved skråningstopp, MFK_14. Dette borpunktet er utført av Multiconsult i 2020. Borpunktet gir imidlertid liten verdi ved bestemmelse av skjærfasthet i dybden, fordi prøveserien ikke inneholder avanserte forsøk, og fordi CPT-sonderingen har dårlig poretrykksrespons (dårlig metning). CPT-sonderingen er av den grunn ikke egnet til tolkning av skjærfasthet.

Ved skråningsbunn benyttes totalspenningsparametere fra tolkningene som er utført for snitt A i kap. 5.1.3. Se redegjørelse for tolkning av borpunkt CBZ_122 og CBZ_123 (vedlegg 8.4 og vedlegg 8.5).

I midtre del av skåningen benyttes totalspenningsparametere fra tolkningene av borpunkt CBZ_149 og CBZ_159, som er utført for snitt B i kap. 5.2.2 (vedlegg 9.1 til vedlegg 9.4).

Ved skråningstopp baseres skjærfasthet på prøveserie og CPT i borpunkt CBZ_379. Tolkningen av CPT-sonderingen er gitt i vedlegg 10.1. Første CPT-forsøk fikk stans i siltlaget i dybde 5,8 m. Over

siltlaget består grunnforholdene av tørrskorpeleire som har overgang til siltlaget. Den første CPT-sonderingen er av den grunn ikke tolket eller medtatt i rapporten, siden materialet kun består av friksjonsmateriale. Det andre CPT-forsøket er utført fra ca 6 m dybde, til stans i moreneleiren i 23 m dybde.

Det er utført to relevante treaksialforsøk i CBZ_379. Treaksforsøket i dybde 14,34 m er utført i laget av siltig, sandig Leire, men materialet viser samme bruddoppførsel som moreneleiren. Trolig skyldes dette et lag eller lomme med slikt materiale, eller annet friksjonsmateriale. Treaksforsøket oppnår prøvekvalitet dårlig. Treaksforsøket i dybde 14,34 m anses ikke representativt for tolkning av skjærfasthet, og er ikke medtatt i sammenstillingen med CPT-tolkningen. Treaksialforsøk i dybde 10,47 m er derimot representativt for leiren, og oppnår prøvekvalitet *veldig god til utmerket*.

Benyttet konsolideringsspenning (σ'_a) i treaksforsøket i dybde 10,47 m ligger omtrent 8 % under in-situ spenningstilstand (p'_{0v}). Som følge av noe lav konsolideringsspenning i treaksforsøket er det valgt å korrigere tolket skjærfasthet. Korrigeringen er utført ved å «flytte» spenningsstien, etter samme metodikk som er beskrevet tidligere. Plot over spenningsstier fra borpunkt CBZ_379 er vist i vedlegg 10.2. I vedlegget er det samtidig vist korrigering og «flytting» av spenningsstien, samt korrigert tolket skjærfasthet. I korrigeringen er det tatt utgangspunkt i treaksialforsøkets bruddtak, definert ved 2 % tøyning. D-parameteren (tilnærming til spenningssti) er tegnet gjennom punktet for peak-S_u. Korrigeringen er oppsummert i Tabell 5-6. Benyttede og faktiske in-situspenninger følger av sammenstillingen av prøvekvalitet, gitt i vedlegg 3.7.

Tabell 5-6: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_379, dybde 10,47 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	122,9 kPa	102,0 kPa	20,9 kPa	55,3 kPa
Korrigert tolkning av treaks	133,8 kPa	111,0 kPa	22,7 kPa	60,0 kPa

Videre i tolkningen av CBZ_379 er det benyttet rutinedata (konusforsøk og enaksforsøk) fra prøveserien MFK_14, for å bestemme skjærfasthet i øvre del av dybdeprofilet (0 til 6 m dybde). I det aktuelle borpunktet, CBZ_379, består disse massene av tørrskorpeleire som ikke skal betraktes med totalspenningsparametere. Det er likevel nødvendig å bestemme skjærfasthet for øvre del av profilet, siden dette styrkeprofilet vil benyttes for det øvre leirlaget som ligger over siltlaget, bakenfor skråningstopp. Det vises til beregningssnitt i vedlegg 15.3.

Valgt profil for skjærfasthet i CBZ_379 er lagt mellom verdier fra enaksforsøk og konusforsøk i toppen av profilet (2 – 6 m dybde). Under siltlaget i 6 m dybde er profil for skjærfasthet lagt nært SHANSEP, og på verdi for ukorrigert treaks i dybde 10,5 meter. Valgt profil for skjærfasthet samsvarer generelt godt med CPT-korrelasjonene, og særlig korrelasjonene $N_{kt,L}$ og $N_{\Delta U,K}$. Videre med dybden viser de ulike korrelasjonene et dropp i skjærfasthet mellom dybde 17,5 m og 20 m. Dette er i laget av *siltig, sandig, Leire*, og droppet antas å skyldes påvirkning på spissen fra stein eller fast lag i dybde 17 m. Se også eksempel på slik respons i CPT i ADZ_SW1, beregningssnitt B (vedlegg 9.6). Også her indikerer CPT-korrelasjonene et markant fall i skjærfastheten like etter stein eller fast lag, ved dybde 6,8 meter. Treaksforsøk i samme dybde viser at dette fallet ikke er reelt. I tolkningen av CPT_379 er valgt skjærfasthet likevel redusert noe sammenlignet med SHANSEP og den generelle trenden fra CPT-korrelasjonene, for å ta høyde for at det potensielt kan være noe lavere styrke i dette dybdeintervallet.

5.3.3 Innvirkning av svakt lag over berg

Det svake laget er ikke påvist i snitt C, men fra totalsondering CBZ_159 er det tolket å være et lokalt område hvor det svake laget også kan påvirke stabilitet av dette beregningssnittet. Det vises til oversikt over utbredelse av svakt lag ved berg i vedlegg 7. I snitt C behandles det svake laget som for snitt B, siden disse to snittene er nær identiske i området med antatt svakt lag.

I stabilitetsberegningene i vedlegg 15.3 er det presentert en separat stabilitetsberegning med totalspenningsparametere, der det antatt svake laget over berg er hensyntatt. Det svake laget er vist med blå farge i stabilitetsberegningen.

5.4 Snitt D

Stabilitetsberegninger fra snitt D er presentert i vedlegg 15.4.

5.4.1 Gjenfylt ravinedal

Ved skråningstopp krysser beregningssnittet gjennom deler av de gamle ravinedalene som ble gjenfylt på 1950-tallet. Historisk terreng er vist i snittet etter gamle og nøyaktige detaljkart. Se snitt D i vedlegg 2.3 for markering av historisk terrengnivå, og beregningssnittet i vedlegg 15.4 for lagdeling. Fyllmassene i den gamle ravinen består angivelig av byfyll og rivningsmasser. Blant annet skal restene etter den nær 75 meter høye teglsteinpipen til Cellullfabrikken ha blitt deponert i ravinen, etter at den raste under oppføring i juni 1943 (i Figur 3-4 kan man for øvrig se den ferdigstilte teglsteinpipen, etter gjenoppbyggingen). Se kap. 3.5.1 for nærmere omtale av ravinen, og Figur 3-5 som viser mektighet av fyllmassene i området.

Totalsonderinger og trykksonderinger langs snitt D viser tørrskorpeleire under fyllmassene i ravinen. Mektigheten av tørrskorpeleiren ser ut til å ha en tykkelse på typisk 3 m, og i MFK_12 indikerer CPT-sonderingen at tørrskorpeleiren ligger helt ned til siltlaget i kt. +19.

Geotekniske dimensjoneringsparametere for disse fyllmassene er ikke omtalt i kap. 4.3, siden fyllmassene kun gjelder et lokalt område, bakenfor skråningstopp, i ett enkelt snitt. Fyllmassene håndteres som en friksjonsjordart. Det antas tyngdetetthet, γ = 18 kN/m^3. Videre antas friksjonsvinkel φ = 38 º og attraksjon, a = 10 kPa.

5.4.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstanden og poretrykket i snitt D er dokumentert med poretrykksmålere i borpunkt CBZ_349 ved skråningstopp, og i borpunkt CBZ_156, midt i skråningen. Begge poretrykksmålerne viser at nivået for grunnvannstanden har store årstidsvariasjoner og er sensitivt for nedbør. Ved skråningstopp (CBZ_349), økte grunnvannstanden for eksempel med tre meter under den nedbørsrike perioden med mildvær i januar 2024. Tilsvarende oppførsel ses også i flere andre poretrykksmålere fra snitt D og videre til snitt G, og er tydeligere langs denne delen av faresonen sammenlignet med det som er tilfellet ved snitt A til snitt C (unntatt måler i CBZ_450).

Det er imidlertid bare i toppmassene slik kraftig respons observeres, og særlig i siltlaget ved kt. +19. Underliggende leirlag er ikke permeable og responderer generelt ikke på nedbør eller årstidsvariasjoner på den samme måten.

Ved skråningstopp viser poretrykksmålere i CBZ_349 en grunnvannstand i 3 m dybde, i nedbørsrike perioder. Under dette legges det til grunn et poretrykk med potensialnivå i dybde 6,5 m, basert på de dypereliggende poretrykksmålingene. Dette potensialnivået tilsvarer en stigehøyde i nivå med siltlaget (kt. +18).

Bak skråningstopp baseres poretrykket på målinger i borpunkt CBZ_381 som ligger langs snitt C. Selve grunnvannsspeilet er likevel lagt noe dypere i snitt D som følge av fyllmassene i ravinen, men poretrykket (potensialnivået) med dybden er iht. målingene i CBZ_381, med stigehøyde i kt. +24.

Poretrykket i nedre del av skråningen er dokumentert med målinger i CBZ_156. Målingene viser generelt hydrostatisk poretrykksfordeling, med et potensialnivå i 2-2,5 m dybde. Ved kraftig nedbør viser poretrykksmåler i 5 m dybde en økning i poretrykket og grunnvannstanden i toppmassene, til en grunnvannstand i dybde 0,5 m. Poretrykket i dybden blir i mindre grad påvirket (måler i 10 m dybde), og det forutsettes derfor hydrostatisk poretrykk i dybden med potensialnivå i 2 m dybde.

Det er ingen poretrykksmålere ved skråningsfoten i denne delen av skråningen. Det antas grunnvannstand i nivå med terreng, og med noe artesisk poreovertrykk. Det legges til grunn et potensialnivå 1 m over terreng, fra 5 m dybde og dypere, selv om målingene i CBZ_156, nært skråningsbunn, ikke gir indikasjoner på slikt poreovertrykk. Målere i CBZ_107, ved snitt F, viser normalt heller ikke poreovertrykk, men har ved enkelte anledninger vist et potensialnivå 1 m over terreng. Dette har imidlertid vært knyttet til perioder med stor vannføring i elva, der vannstanden (Glomma) har stått inntil 1,5 m over terrengnivå i borpunktet.

5.4.3 Totalspenningsparametere (skjærfasthet)

Det er tolket og utarbeidet profil for skjærfasthet for flere borpunkter langs beregningssnitt D. Det er to totalstasjoner som er spesielt godt dokumentert med prøveserier, avanserte forsøk, trykksonderinger og poretrykksmålinger. Det gjelder CBZ_349 ved skråningstopp og CBZ_156 i skråningen. Videre er det utført prøvetaking og trykksondering i CBZ_155, også dette i skråningen, og det er utført trykksondering ved skråningsbunn, i borpunkt CBZ_124 og CBZ_103. Bakenfor skråningstopp er det utført CPT og prøvetaking i CBZ_352.

Tolkede CPT-sonderinger med valgte profiler for skjærfasthet er presentert i vedlegg 11.1 til vedlegg 11.10.

Ved skråningstopp baseres totalspenningsparametere på borpunkt CBZ_349. Borpunktet er godt dokumentert med CPT, omfattende prøveserie med avanserte forsøk samt poretrykksmåling i flere nivåer. Tolkning av CPT-sonderingen følger av vedlegg 11.1.

Det er utført fem aktive treaksialforsøk i CBZ_349. Fire av forsøkene er relevante for tolkning av skjærfasthet. Forsøket fra 20,43 m dybde er utført på moreneleire, og er derfor ikke relevant (friksjonsjordart). De relevante treaksialforsøkene har kvalitet u*tmerket* og *god/brukbar*.

De vertikale konsolideringsspenningene i treaksforsøkene (σ'_a) ligger noe lavt, i størrelsesorden 10 % under in-situ spenningstilstand, med unntak av forsøket i 5,46 meter dybde som er konsolidert til 19 % under in-situ spenningstilstand. De valgte K_0'-verdiene samsvarer imidlertid godt med K_0' bestemt iht. /13/.

Som følge av noe lav konsolideringsspenning i treaksforsøkene er det valgt å korrigere tolket skjærfasthet. Korrigeringen er utført etter samme metodikk som er beskrevet i kap. 4.5.4, og tidligere utført for CBZ_122 og CBZ_379. Plot over spenningsstier fra borpunkt CBZ_349 er vist i vedlegg 11.2. I vedlegget er det samtidig vist korrigering og «flytting» av spenningsstien, samt korrigert tolket skjærfasthet. I korrigeringen er det tatt utgangspunkt i treaksialforsøkets bruddtak, definert ved 2 % tøyning. D-parameteren (tilnærming til spenningssti) er tegnet gjennom punktet for peak-S_u. Korrigeringen er oppsummert i Tabell 5-7 til Tabell 5-10. Benyttede og faktiske in-situspenninger følger av sammenstillingen av prøvekvalitet, gitt i vedlegg 3.7.

Tabell 5-7: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_349, dybde 5,46 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	82,9 kPa	80,8 kPa	2,1 kPa	48,7 kPa
Korrigert tolkning av treaks	102,1 kPa	99,5 kPa	2,6 kPa	60,0 kPa

Tabell 5-8: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_349, dybde 9,47 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	126,1 kPa	108,4 kPa	17,7 kPa	70,6 kPa
Korrigert tolkning av treaks	145,5 kPa	125,1 kPa	20,4 kPa	75,0 kPa

Tabell 5-9: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_349, dybde 11,43 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	146,0 kPa	121,2 kPa	24,8 kPa	61,0 kPa
Korrigert tolkning av treaks	160,2 kPa	133,0 kPa	27,2 kPa	67,0 kPa

Tabell 5-10: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_349, dybde 17,53 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	194,4 kPa	153,6 kPa	40,8 kPa	71,0 kPa
Korrigert tolkning av treaks	217,4 kPa	171,7 kPa	45,7 kPa	80,0 kPa

Tolkning av CPT-sondering i CBZ_349 følger av vedlegg 11.1. CPT-sonderingen har helningsavvik under 16 m, som følge av at sonderingen treffer grus/stein eller fast lag ved 15,5 m dybde, og får en retningsendring. Like under dette laget viser alle CPT-korrelasjonene samtidig et markant dropp i tolket skjærfasthet, men skjærfastheten bygger seg raskt opp, fram til overgang til moreneleiren ved 20 m dybde. Det er vanskelig å si om CPT-korrelasjonene viser reell skjærfasthet i dybdeintervallet 16-20 meter, eller om oppførselen kun er en konsekvens av stein eller eventuelt også retningsendringen som opptrer i 16 m dybde. Treaksforsøket i 17,53 m dybde samsvarer godt med korrelasjonene, men spenningsstien i dette treaksforsøket fremstår noe slapp og treaksforsøket er

samtidig konsolidert noe lavt (spenningssti fremgår av vedlegg 11.2). Valgt skjærfasthet er lagt slik at den samsvarer med CPT-korrelasjonene i det usikre området, selv om det trolig også ville vært akseptabelt å velge en middelverdi for dette partiet. Videre med dybden velges skjærfasthet slik at den ligger noe under SHANSEP, med støtte i treaksforsøk fra prøveserie i CBZ_302 fra beregningssnitt F.

I toppen av CPT-sonderingen er valgt skjærfasthet lagt noe over ukorrigert verdi for øverste treaksforsøk, siden denne er konsolidert lavt og fordi CPT-korrelasjonene entydig indikerer høyere fasthet, som også underbygges av resultater fra enaks og konus. Betydningen av valgt skjærfasthet i toppen av styrkeprofilet er uansett liten eller neglisjerbar, fordi de kritiske skjærflatene ligger adskillig dypere ved borpunkt CBZ_349.

Bakenfor skråningstopp er det utført prøvetaking og CPT i borpunkt CBZ_352. Tolkning av CPT følger av vedlegg 11.3. Det er ikke utført treaksforsøk i dette borpunktet, og det er heller ikke utført poretrykksmålinger. I tolkning av CPT antas hydrostatisk poretrykk, med potensialnivå i dybde 3,5 meter. Det lave potensialnivået skyldes stor mektighet av fyllmasser i den gjenfylte ravinen. For eksempel viser poretrykksmålere i CBZ_381 et potensialnivå i 4-4,5 m dybde, så sannsynligvis ligger faktisk grunnvannstand og potensialnivå enda lavere enn valgt nivå. Tolket skjærfasthet er lagt nært SHANSEP, som også samsvarer godt med CPT-korrelasjonene. Det valgte profilet for skjærfasthet samsvarer for øvrig også godt med borpunkt CBZ_302 i beregningssnitt F, som er et egnet borpunkt for sammenligning, siden borpunktet også ligger i noe avstand bakenfor skråningstopp. Det valgte styrkeprofilet fra CBZ_352 antas også å gjelde nærmere skråningstopp, og i beregningssnittet er det lagt inn et S_u-profil like bakenfor borpunkt CBZ_350, med samme styrke som tolket i CBZ_352. Dette for å sikre en interpolering av skjærfasthet i Geosuite i tråd med antatt reell skjærfasthet.

På mellomnivået i nedre del av skråningen er det to borpunkt hvor det er utført prøveserier og trykksonderinger, CBZ_156 og CBZ_155. I borpunkt CBZ_156 er det også satt ned poretrykksmålere i to nivåer.

Ved fastsettelse av konsolideringsspenninger for treaksforsøk i CBZ_156, er det utført Plaxis-beregninger. Dette for å bestemme reelle in-situ effektivspenninger, der effekt av skråningen hensyntas. Den høye skråningen påvirker både de vertikale effektivspenningene, så vel som de horisontale. Som det fremgår av sammenstillingen av prøvekvalitet for treaksforsøk i vedlegg 3.7, har konsolideringsspenningene truffet forholdsvis godt. Unntaket er treaksforsøk i dybde 9,4 m og 14,57 m, der den vertikale konsolideringsspenningen, σ'_a, ligger noe lavt. For de øvrige forsøkene har konsolideringsspenningene truffet godt, og det er derfor ikke utført noen korrigering av spenningsstiene for borpunkt CBZ_156. Valgt K_0' i treaksforsøkene ligger noe høyere enn det overkonsolideringen tilsier. Dette skyldes at K_0' i CBZ_156 også er bestemt ved Plaxis-beregninger, og derfor hensyntar effekter av skråningen.

Spenningsstier for treaksialforsøk i CBZ_156 er sammenstilt i vedlegg 11.4. De to treaksforsøkene i dybde 9,4 og 10,37 meter viser oppførsel som leire, selv om prøvene er utført i dybdeintervall som tilsier lag av moreneleire. Videre tilsier også leirinnhold og vanninnhold at materialet er moreneleire, eller materiale som ligger i grensen mot moreneleire. I lagdelingen i beregningssnitt D (vedlegg 15.4), er materialet behandlet som moreneleire, basert på de helhetlige vurderingene og tolkningene av lagdeling i området. Lokale variasjoner forekommer, og CBZ_156 ser ut til å være et eksempel på dette. I tolkningen og bestemmelsen av profil for skjærfasthet er det tolket og bestemt skjærfasthet for dette laget, men i beregningssnittet er det lagt til grunn moreneleire ned til 11 m dybde.

CPT-tolkninger fra borhull CBZ_156 følger av vedlegg 11.5 og vedlegg 11.6. Det er utført to CPT-sonderinger i CBZ_156. Den første sonderingen, CBZ_156-1, er utført fra 1 m dybde til berg ved 19 meter dybde, inkludert gjennom moreneleire med mye grus og sten. Sonderingen har noe helningsavvik (15° ved 14 meter). Det er derfor utført en ny sondering, CBZ_156-2, der det er forboret gjennom moreneleiren, til 10 meter dybde.

I tolkningene av CPT i CBZ.156 (og CBZ_155) er det noe utfordrende å fastsette prekonsolidering og OCR. Dette som følge av variasjoner i tolket prekonsolidering fra ødometerforsøk, der noen av forsøkene avviker fra den generelle trenden for området. Ødometerforsøkene som viser høyest prekonsolidering er vektlagt i tolkningen. Disse samsvarer også med den generelle trenden for avsetningene i området, som er presentert i sammenstillingen i kap. 3.5 og Figur 3-3.

Trendene i CPT-korrelasjonene for skjærfasthet samsvarer generelt med trendene i resultater fra treaksforsøk, men verdiene fra treaks ligger i det nedre sjiktet av CPT-korrelasjonene, og en del lavere enn korrelasjonene $N_{kt,L}$ og $N_{\Delta u,K}$. Under dybde 13 meter viser CPT-korrelasjonene en markant økning i skjærfasthet. Dette gjelder begge CPT-sonderingene i borpunktet, og økningen er også verifisert med treaksforsøk i dybde 14,5 meter, som har prøvekvalitet *utmerket*. Treaksforsøket i dybde 14,5 meter er likevel konsolidert lavt, rundt 13 % under in-situ vertikalspenning. Det antas derfor at faktisk skjærfasthet ligger enda høyere enn det som er påvist i treaksforsøket. Treaksresultater fra CBZ_155 er også vist i CPT-tolkningen for CBZ_156, men vektlegges ikke. Det dypeste av disse forsøkene har for øvrig oppnådd prøvekvalitet *dårlig*.

Valgt profil for skjærfasthet i CBZ_156 legges på resultater fra treaksforsøkene. Under treaksforsøk i dybde 14,5 meter antas videre styrkeøkning å følge tilnærmet samme trend som SHANSEP. Valgt profil ligger da godt under CPT-korrelasjonene.

Borpunkt CBZ_155 ligger med rundt 20 m avstand fra borpunkt CBZ_156. Borpunktet ligger nærmere Glomma, men i samme terrenghøyde. Det er utført CPT og avanserte forsøk i borpunktet. Det er ikke utført poretrykksmålinger. I CPT-tolkningen antas grunnvannstanden å ligge i 4 m dybde. Poretrykket antas hydrostatisk, basert på målingene i CBZ_156.

Konsolideringsspenningene for treaksforsøkene i CBZ_155 har truffet godt (σ'_a,). Utført Plaxis-beregning viser dessuten at skråningene ikke påvirker in-situspenningene i området for prøveserien. Benyttet hviletrykkskoeffisient i konsolideringen samsvarer godt med K_0' bestemt etter OCR iht. /13/. Plaxis-beregningene viser også at skråningen ikke påvirker in-situ K_0' i særlig grad.

Spenningsstiene fra treaksforsøkene er sammenstilt i vedlegg 11.7. Som det fremgår av vedlegget, fremstår to av spenningsstiene slappe. Det dypeste treaksforsøket har oppnådd prøvekvalitet *dårlig*.

CPT-tolkninger fra borhull CBZ_155 følger av vedlegg 11.8. I det nedre leirlaget, under 14-15 meter dybde, viser CPT-korrelasjonene en del lavere skjærfasthet enn i borpunkt CBZ_156. Det er også en god del spredning mellom de ulike CPT-korrelasjonene. Valgt profil for skjærfasthet legges på SHANSEP. Det vil si at valgt profil legges noe over treaks i dybde 16,5 meter, som har prøvekvalitet *god til brukbar*. Dette med støtte i treaks fra borhull CBZ_156, som har bedre prøvekvalitet. Det dypeste treaksforsøket i CBZ_155 har dårlig prøvekvalitet og vektlegges ikke.

Det valgte profilet for skjærfasthet ligger omtrent 20 kPa lavere enn valgt styrkeprofil i CBZ_156 (vedlegg 11.5 og 11.6). Profilet avviker også fra sammenlignbare tolkninger i skråningen, slik som CBZ_149 (vedlegg 9.1 og 9.2), CBZ_159 (vedlegg 9.4) og CBZ_158 (vedlegg 12.1 og 12.2).

Videre er det påvist svakt lag over berg i CBZ_155, og CPT-korrelasjonene indikerer et tydelig fall i skjærfasthet. I vurderingen av den prosentvise styrkereduksjonen i dette laget er det tatt utgangspunkt i CPT-korrelasjonene $N_{\Delta u,K}$, og vurdert hvor stor reduksjonen er. Dette er tegnet ut med egne tolkningslinjer i vedlegget.

Ved skråningsbunn er det utført to CPT-sonderinger, i borpunkt CBZ_103 og CBZ_124. CPT-tolkninger følger av vedlegg 11.9 og 11.10. Det bemerkes at CPT i CBZ_124 har noe helningsavvik, men dette er begrenset og er derfor ikke hensyntatt i tolkningen.

Det er ikke utført prøvetaking eller poretrykksmåling i disse borpunktene, men det foreligger en gammel prøveserie like ved, MFM_PR1. Prøveserien er utført av Noteby i 1976, og det er tatt prøver ned til 8 m dybde. Denne prøveserien benyttes som støtte til tolkning. Basert på denne prøveserien benyttes sensitivitet på over 15 i CPT-tolkningen for begge sonderingene CBZ_103 og CBZ_124. Videre benyttes de generelle trendene for tyngdetetthet, se kap. 4.3.1 og vedlegg 5.1, samt den generelle trenden for prekonsolidering, beskrevet i kap.3.5. Videre benyttes ødometerforsøk fra CBZ_122 og CBZ_155 som støtte i tolkningen av prekonsolidering.

I CPT-tolkningene antas poretrykket å være hydrostatisk med grunnvannstand i dybde 0,5 meter. Dette baseres på poretrykksmålinger ved skråningsbunn i borpunkt CBZ_107, i beregningssnitt F, der poretrykksmålingene i tidspunktet for CPT-sonderingen, viser hydrostatisk poretrykk i 0,5 m dybde. Poretrykksmålinger fra CBZ_122 som viser artesisk poretrykk hensyntas ikke. Det skyldes at borpunkt CBZ_122 har mindre dybde til berg i kombinasjon med antatt permeable masser over berg. Ved CBZ_124 og CBZ_103 er CPT-sonderingene hovedsakelig utført i nedre leire som er homogen og har forholdsvis stor mektighet, samtidig som poretrykksmålingene i CBZ_156 tilsier at den overliggende moreneleiren ikke har poreovertrykk.

I tolkningene av CBZ_103 og CBZ_124 er det få relevante treaksialforsøk å støtte seg på, og tolkningene baseres på CPT-korrelasjonene. CPT i CBZ_124 viser samme tendens som CBZ_156, med en tilsynelatende konstant skjærfasthet like under moreneleiren (dybde 5-11 m i CBZ_124), før skjærfastheten øker markant ved dybde 11-12 meter. Dette er tilsvarende oppførsel som i CBZ_156, hvor denne økningen i skjærfasthet er verifisert med treaksialforsøk. I CBZ_103 er det ikke indikasjon på tilsvarende sprang i skjærfastheten. I begge sonderingene viser de forskjellige CPT-korrelasjonene lite spredning, og indikerer en jevn økning i styrke i hele dybden. Begge CPT-sonderingene viser dessuten svakt lag over berg.

Ved tolkning av skjærfasthet i CBZ_103 og CBZ_124 er det valgt å inkludere CPT-korrelasjonen Larsson-2007 i plottene. Denne CPT-korrelasjonen ser ut til å vise best samsvar med antatt reell skjærfasthet for de CPT-sonderingene som er utført ved skråningsbunn, fra snitt D til snitt F. Helt konkret vil det si CBZ_103 (vedlegg 11.10), CBZ_105 (vedlegg 12.3 og 12.4), CBZ_107 (vedlegg 13.8 og 13.9), CBZ_124 (vedlegg 11.9) og CBZ_150 (vedlegg 13.4 og 13.5). CPT-korrelasjonene i disse tolkningene viser generelt samme trend, der korrelasjonene fra Lunne og Karlsrud har forholdsvis liten spredning og ligger med jevn styrkeøkning med dybden, med fasthet som er en del høyere enn SHANSEP. Korrelasjonen Larsson skiller seg ut fra de øvrige korrelasjonene. Formen og trenden samsvarer, men verdien er en del lavere. Generelt ligger Larsson et sted mellom SHANSEP og de øvrige CPT-korrelasjonene som ligger godt over SHANSEP. For de nevnte CPT-sonderingene ved skråningsbunn er det utført treaksforsøk i CBZ_107 og CBZ_150, som viser godt samsvar med korrelasjonen Larsson. Det vises til beregningssnitt F, kap. 5.6.3, og tolkning av disse sonderingene i vedlegg 13.9 og vedlegg 13.5. Basert på denne argumentasjonen legges valgt profil for skjærfasthet ved korrelasjonen Larsson-2007, i både CBZ_103 og CBZ_124.

Valgt skjærfasthet ligger dermed noe høyere enn SHANSEP, men samtidig godt under verdier fra rutineundersøkelser i den nærliggende prøveserien MFM_PR1. Valgt skjærfasthet ligger også noe under treaksforsøket fra CBZ_155 med prøvekvalitet *god til brukbar* (den øverste av de to treaksforsøkene som er vist i tolkningene). Det nedre av treaksforsøkene fra CBZ_155 har oppnådd prøvekvalitet *dårlig*, og det ses bort ifra dette forsøket. At valgt profil for skjærfasthet ligger såpass mye lavere enn det brukbare treaksforsøket er fornuftig, siden terrenget ved borpunkt CBZ_103 og CBZ_124 ligger 8-10 meter lavere enn ved borpunkt CBZ_155.

I det svake laget ved berg er det tolket en reduksjon i skjærfasthet med utgangspunkt i fallet i CPT-korrelasjonen Larsson-2007, som profilet for skjærfasthet støtter seg på. Helt i bunnen av CPT-sonderingene indikerer CPT-korrelasjonene særlig lave verdier for skjærfasthet. Disse laveste

verdiene antas å skyldes effekter fra underliggende permeable masser, og hensyntas ikke. Eventuelt valg av enda lavere skjærfasthet synes dessuten urimelig.

5.4.4 Innvirkning av svakt lag over berg

I stabilitetsberegningene i vedlegg 15.4 er det presentert en separat stabilitetsberegning med totalspenningsparametere, der det svake laget over berg er hensyntatt. Det svake laget er vist med blå farge i stabilitetsberegningen. Av Tabell 4-3, og av valgt profil for skjærfasthet for CBZ_155, CBZ_124 og CBZ_103, fremgår det at reduksjonen i skjærfasthet er i størrelsesorden 24 – 29 % i det svake laget, i snitt D.

Også for snitt D er det variasjoner i bergdybdene i området med svakt lag, i likhet med beregningssnittene A til C. Beregningssnitt D krysser en markant dyprenne i området hvor det er påvist svakt lag over berg, og denne dyprennen krysser på skrå gjennom beregningssnittet. Dette fremgår av beregningssnittet som inkluderer det svake laget, ved at det er tegnet inn linjer for bergnivå 20 m til hver side for selve snittet.

Slik det er argumentert for i beregningssnitt A, er det urimelig å legge inn den fulle reduksjonen i skjærfasthet i stabilitetsberegningene, fordi de reelle forholdene i skråningen ikke tilsier plan-tøyning, slik beregningsmodellen forutsetter. Den benyttes derfor en lavere reduksjon i skjærfastheten enn det som er funnet i tolkningene som er oppsummert i Tabell 4-3. For beregningssnitt D er det valgt å legge inn en reduksjon på 20 % i skjærfastheten for svakt lag. Det benyttes dermed reduserte ADP-faktorer, 0,80 / 0,66 / 0,44 i stabilitetsberegningene for det svake laget (istedenfor 1,00 / 0,82 / 0,55).

5.5 Snitt E

Fra oppstart av faresoneutredningen for Helgeby, har intensjonen vært at snitt E skal benyttes som et «hjelpesnitt» i vurderingen av skredmekanisme i faresonen, og som et hjelpesnitt ved vurdering av faresonens utbredelse. Det har i utgangspunktet ikke vært intensjonen at snitt E skal inngå i stabilitetsberegninger, fordi snitt D og snitt F har antatt mer kritisk topografi. For å oppnå en best mulig forståelse av stabilitetsforholdene i faresonen, er det likevel valgt å inkludere snitt E i stabilitetsberegningene, selv om det av nevnte årsak er utført mindre grunnundersøkelser i dette snittet enn i andre snitt.

Stabilitetsberegninger fra snitt E er presentert i vedlegg 15.5.

5.5.1 Last fra bygninger

Det ligger to eksisterende bygninger bakenfor skråningstopp i snitt E og snitt F. Figur 5-2 viser et skråfoto av disse bygningene som består av et gammelt lagerskur oppført på 1970-tallet og et lagertelt som er oppført rundt 2020. Lagerskuret er en enkel bygning av stenderverk med trekledning. Lagerteltet er bygget av et lett fagverk med vegger og tak av plastmateriell, se Figur 5-3. Begge bygningene er direktefundamentert.

Geovita har befart begge bygningene. Lagerskuret benyttes til oppbevaring av bygningsmateriell, slikt som stillasdeler. Lagerteltet benyttes til oppbevaring av dunker med produktet Softacid. Av produktemballasjen på softacid-dunkene fremgår det at hver tank veier totalt 1311 kg. Ved befaring i januar 2025 var det lagret totalt 280 dunker med softacid i lagerteltet, fordelt over bygningens flate på 600 m^2. Det tilsvarer en jevnt fordelt last på 5,6 kPa, for bygningen som helhet. Siden det kan tenkes at lagringsomfanget til tider er større enn på tidspunktet for befaringen, og fordi det vil være variasjon i lastkonsentrasjonen innad i «bygningen», benyttes en dimensjonerende nyttelast på 13 kPa for lagerteltet. Tilsvarende last benyttes også for lagerskuret.



Figur 5-2: Skråfoto fra 1881.no av bygningene ved skråningstopp



Figur 5-3: Foto innvendig i lagertelt. Oppbevaring av dunker med Softacid

5.5.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Snitt E er plassert like oppstrøms stryket i Glomma (se kap. 3.3), og i stabilitetsberegningene benyttes dermed vannstand i kt. +1,5, iht. Tabell 3-1.

Grunnvannstanden og poretrykket i snitt E baseres på poretrykksmålinger langs snitt F, med støtte i målingene fra CBZ_156 i snitt D.

Poretrykk og vannstand ved skråningstopp antas tilsvarende som for snitt F. Midt i skråningen, på mellomnivået i omtrent kt. +10, antas grunnvannstand i dybde 0,5 meter, basert på målinger i CBZ_156 (snitt D) og CBZ_150 (snitt F). Videre antas noe poreundertrykk med dybden, tilsvarende et potensialnivå 1,5 meter under terreng, ved dybde 10 meter. Også dette basert på målinger i nevnte borhull.

Ved skråningsbunn antas grunnvannstand tilnærmet i nivå med terreng og hydrostatisk poretrykk, basert på poretrykksmålinger i CBZ_107 i snitt F.

5.5.3 Totalspenningsparametere (skjærfasthet)

Ved skråningstopp benyttes tolkede profiler for skjærfasthet fra borpunkt CBZ_302 og CBZ_303, fra snitt F. Redegjørelse for tolkning og valgte profiler for skjærfasthet fra nevnte borpunkter følger av kap. 5.6.3.

I nedre del av skråningen er det utført trykksondering og opptak av prøveserie i CBZ_158. Videre er det utført trykksondering ved skråningsbunn, i borpunkt CBZ_105. Det er ikke utført avanserte forsøk eller poretrykksmåling i disse to borhullene.

I CBZ_158 er det utført to CPT-sonderinger. Den første sonderingen, CBZ_158-1, er utført fra 1 m dybde til stans i fast lag eller stein ved 10 m. Sonderingen har samtidig noe avvik fra 8 meter dybde på grunn av stein. Den andre sonderingen, CBZ_158-2, er utført fra 5 meter dybde til 20 meter dybde. De to CPT-tolkningene fra borhull CBZ_158 følger av vedlegg 12.1 og vedlegg 12.2.

CBZ_158 ligger på mellomnivået i skråningen, omtrent midt mellom CBZ_150 og CBZ_156. Alle de tre prøveseriene ligger i omtrentlig samme høyde i skråningen, på kt. +10, pluss minus tre meter. Prøveseriene CBZ_150 og CBZ_156 antas derfor å være representative også for CBZ_158, og tolkningen og valg av profil for skjærfasthet utføres derfor med støtte i prøveseriene CBZ_150 (kap. 5.6.3) og CBZ_156 (kap. 5.4.3). I disse borpunktene er det utført ødometerforsøk og treaksialforsøk. Dybder for treaksforsøkene og ødometerforsøk er justert i tolkningen, for å hensynta forskjellen i terrenghøyde mellom borpunktene. For borpunkt CBZ_150 er det kun vist ukorrigerte resultater fra treaksforsøkene. Videre benyttes de generelle trendene for tyngdetetthet, se kap. 4.3.1 og vedlegg 5.1, samt den generelle trenden for prekonsolidering, beskrevet i kap. 3.5. Poretrykk ved CPT-tolkningen baseres på målinger fra CBZ_150 og CBZ_156.

I lagdelingen for snitt E er det tolket moreneleire mellom dybde 6 og 11 meter. Tolkningen av lagdeling i borpunkt CBZ_158 er basert på borprofil fra opptatt prøveserie, som tilsier moreneleire. Av CPT-sonderingene ser det heller ut som laget av moreneleire begynner i dybde 8 meter. Dette skyldes lokale variasjoner, og har uansett ingen innvirkning på stabilitetsberegningene siden de kritiske skjærflatene uansett går langt dypere, eller høyere. Valgt overgang for moreneleiren beholdes derfor i dybde 6 meter, men i CPT-tolkningene er det likevel tolket skjærfasthet ned til dybde 8 meter, der CPT-sonderingene tilsier overgang til moreneleiren.

Over moreneleiren er valgt profil for skjærfasthet lagt i nedre sjikt av CPT-korrelasjonene. Det vises til tolkningen av både CBZ_158-1 og CBZ_158-2 (vedlegg 12.1 og vedlegg 12.2). Det er kun borhullet

CBZ_156 som har treaksforsøk fra dette dybdeintervallet. Forsøkene samsvarer imidlertid dårlig med CPT-korrelasjonene, med unntak av treaks i dybde 2,4 meter (dybdejustert). Treaksforsøkene er i mindre grad hensyntatt, siden begge CPT-sonderingene er forholdsvis samstemt og viser lite spredning i CPT-korrelasjonene. Valgt skjærfasthet over moreneleiren har uansett begrenset betydning for stabilitetsberegningene, da skråningens kritiske skjærflater går dypere.

Valgt skjærfasthet i det nedre leirlaget, som starter i dybde 11 meter, legges omtrent midt mellom treaksresultatene ved dybde 11-13 meter. Det påpekes her at treaks fra CBZ_156 i dybde 11,6 m (dybdejustert), har prøvekvalitet *utmerket*, men at forsøket har noe lave konsolideringsspenninger. Det vises til kap. 5.4.3. Treaksforsøkene fra CBZ_150 i omtrent samme dybde, har dårligere prøvekvalitet og lave konsolideringsspenninger. Ved valg av skjærfasthet vektlegges derfor treaks fra CBZ_156, men profilet legges likevel noe lavere for å hensynta at terrenget i borpunktet CBZ_158 ligger lavere enn terrengnivået i CBZ_156. Videre i dybden (under treaksforsøkene ved 11-13 meter), viser CPT-korrelasjonene $N_{kt,L}$ og $N_{\Delta u,K}$ samme styrkeøkning med dybden som SHANSEP. Valgt profil for skjærfasthet legges omtrent midt mellom SHANSEP og disse CPT-korrelasjonene.

Det bemerkes at alle CPT-korrelasjonene indikerer et dropp i skjærfastheten på rundt 10 kPa ved 15 m dybde. Tilsvarende dropp i skjærfasthet observeres ikke i andre nærliggende CPT-sonderinger (CBZ_150 og CBZ_105). Trolig er droppet forårsaket av effekter fra totalsonderingen i samme borpunkt, som har benyttet slag og spyling i det samme dybdeintervallet for å forsere en blokk, eventuelt fast lag. Skulle droppet i skjærfasthet faktisk være reelt, vil det uansett være lokalt og påvirker dermed ikke stabiliteten av skråningen. Droppet er følgelig ikke hensyntatt.

Ved skråningsbunn er det valgt profil for skjærfasthet basert på tolkning av CPT-sondering i borpunkt CBZ_105. Også denne CPT-sonderingen er utført i to omganger. Den første sonderingen, CBZ_105-1, er utført fra 3 m dybde til stans i fast lag eller stein ved ca 10 m. Den andre sonderingen, CBZ_105-2, er utført fra 11 meter dybde til omtrent 18 meter dybde. De to CPT-tolkningene fra borhull CBZ_105 følger av vedlegg 12.3 og vedlegg 12.4.

I tolkningen av CPT-sonderingene antas grunnvannstand og porerykk basert på poretrykksmålinger fra CBZ_107. Videre benyttes den generelle trenden for tyngdetetthet i området, iht. kap. 4.3.1, samt indeksdata og avanserte forsøk fra CBZ_107. Det er benyttet sensitivitet på over 15 i tolkningen av begge sonderingene i CBZ_105. Totalsonderingen i CBZ_105 viser riktignok ikke indikasjon på sensitivt materiale, og prøveserie CBZ_107 har en sensitivitet på rundt 15. Høy sensitivitet er likevel lagt til grunn, da det gir minst spredning av de ulike CPT-korrelasjonene, og dermed ser ut til å gi en mest troverdig tolkning. Ved eventuell bruk av sensitivitet under 15, ville CPT-korrelasjonen $N_{\Delta u,K}$ ligget en del høyere, og korrelasjonen $N_{kt,K}$ ligget noe lavere.

Ved valg av profil for skjærfasthet er det valgt å fokusere på CPT-korrelasjonen Larsson-2007, i likhet med tolkningen av CPT-sonderingene CBZ_103 og CBZ_124 (se kap. 5.4.3). Dette fordi denne korrelasjonen ser ut til å vise best samsvar med relevante treaksforsøk ved skråningsbunnen (CBZ_107 og CBZ_150, se kap. 5.6.3). Temaet er også omtalt i kap. 4.5.7. Valgt profil for skjærfasthet legges nært CPT-korrelasjonen fra Larsson-2007. Profilet legges noe over treaksresultatene fra CBZ_107, med støtte i CPT-korrelasjonene. Begrunnelsen for dette er at valgt profil i CBZ_107 følger CPT-korrelasjonen for Larsson 2007. Tilsvarende legges også tolkningen i CBZ_105 på CPT-korrelasjonen for Larsson 2007.

CPT-sonderingen i CBZ_105 viser tydelig fall i skjærfasthet nært berg, som følge av det svake laget over berg. I det svake laget er det tolket en reduksjon i skjærfasthet med utgangspunkt i fallet i CPT-korrelasjonen Larsson-2007, som profilet for skjærfasthet støtter seg på.

5.5.4 Innvirkning av svakt lag over berg

I stabilitetsberegningene i vedlegg 15.5 er det presentert en separat stabilitetsberegning med totalspenningsparametere, der det svake laget over berg er hensyntatt. Det svake laget er vist med blå farge i stabilitetsberegningen. Av Tabell 4-3, og av valgt profil for skjærfasthet for CBZ_105, fremgår det at reduksjonen i skjærfasthet er 30 % i det svake laget, i snitt E, basert på tolkningen av CPT i CBZ_105.

Den tolkede reduksjonen i skjærfasthet på 30 % i CBZ_105 er blant de høyeste verdiene for reduksjon i skjærfasthet som er tolket i det svake laget. Det virker urimelig å benytte såpass høy reduksjon i skjærfasthet, basert på én enkelt tolkning. Det benyttes derfor en noe lavere reduksjon i skjærfasthet, og for beregningssnitt E er det valgt å legge inn en reduksjon på 25 % i skjærfastheten for svakt lag. Dette er høyere enn for de andre beregningssnittene og skyldes at bergforløpet har lite variasjon i dette området. Årsaken til dette er at beregningssnitt E er tatt normalt på berghelningen, noe som ikke er tilfellet for de andre snittene i faresonen.

Det benyttes følgelig ADP-faktorer, 0,75 / 0,62 / 0,41 i stabilitetsberegningene for det svake laget (istedenfor 1,00 / 0,82 / 0,55).

5.6 Snitt F

Stabilitetsberegninger fra snitt F er presentert i vedlegg 15.6.

5.6.1 Last fra bygninger

Terrenglast fra bygninger ved skråningstopp i snitt F er tidligere beskrevet i kap. 5.5.1, for snitt E. Det benyttes en dimensjonerende nyttelast på 13 kPa for lagerskuret.

5.6.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Snitt F er plassert nedenfor stryket i Glomma, og det benyttes derfor kt. 0,0 som dimensjonerende vannstand i elven, iht. Tabell 3-1.

Grunnvannstanden og poretrykket i snitt F er dokumentert med poretrykksmålere i borpunkt CBZ_303 ved skråningstopp og i CBZ_302 like bakenfor skråningstopp. Rundt 100 meter bakenfor skråningstopp er det utført poretrykksmåling i borpunkt CBZ_305. I nedre del av skråningen er det utført poretrykksmåling i CBZ_150 og ved skråningsbunn er det målt poretrykk i CBZ_107.

Ved skråningstopp viser CBZ_303 en grunnvannstand i 2,5 m dybde, i nedbørsrike perioder, basert på poretrykksmåler i 5,5 m dybde. Visere viser poretrykksmålerne poreundertrykk i dybden. De to dypeste målerne har begrenset historikk, men poretrykksmåler i dybde 9 meter indikerer et potensialnivå i dybde 4,5 meter, og måler i dybde 15 meter indikerer et potensialnivå 5,5 meter under terreng. Dette tilsier en gradient på rundt 8,5 kPa/meter mellom måleren i 9 m og 15 m dybde. Under 15 meter dybde antas likevel hydrostatisk poretrykk med dybden.

Bak skråningstopp baseres poretrykket på målinger i borpunkt CBZ_302. Målingene viser grunnvannstand i dybde 0,5 meter (i nedbørsrike perioder). Under siltlaget i kt. +19 er poretrykket tilnærmet hydrostatisk, med et potensialnivå omtrent 3,5 meter under terreng (kt. +23,0).

Lenger bakenfor skråningstopp viser CBZ_305 grunnvannstand i 1 meter dybde, med svakt poreundertrykk med dybden.

Poretrykket i nedre del av skråningen er dokumentert med målinger i CBZ_150. Det bemerkes at grunnvannstanden og poretrykket har store årstidsvariasjoner i denne delen av skråningen, der grunnvannstanden synker til over 6 m dybde i noen perioder. I beregningene benyttes imidlertid de høyeste måleresultatene, iht. føringer i NVE-veilederens kap. 5.3.2 og 7.2.2, /2/. Grunnvannstanden ligger i perioder tilnærmet i terreng, med et potensialnivå som er noe avtagende med dybden. I dybde 9 meter ligger potensialnivået på det høyeste 1,5 meter under terreng, noe som gir en gjennomsnittlig gradient tilsvarende 7,5 kN/m, fra poretrykket målt i 3 m dybde. Under laveste poretrykksmåler legges det likevel til grunn et hydrostatisk poretrykk i stabilitetsberegningene.

Poretrykkforholdene ved skråningsfoten er dokumentert med poretrykksmåler i CBZ_107. Basert på målingene antas en grunnvannstand 0,5 meter under terreng, og hydrostatisk poretrykk med dybden. Det bemerkes at måleren i perioder viser poretrykk som overstiger dette, med målt grunnvannstand og poretrykk tilsvarende stigehøyde 1,5 meter over terreng. Dette skyldes imidlertid høy flomvannsføring i Glomma, der vannstanden stiger opp mot kt. +5, altså rundt 2 meter over terrengnivå i målepunktet. Det er urimelig å benytte det høyest målte poretrykket i grunnen, forårsaket av flom i Glomma, i kombinasjon med laveste tenkelige vannstand i elven. Derfor legges det til grunn poretrykk som beskrevet her, altså hydrostatisk poretrykk med grunnvannstand i 0,5 m dybde, i kombinasjon med vannstand i Glomma i kt. 0,0.

Fra måleren i CBZ_107 og videre ut mot elvebredden, antas også hydrostatisk poretrykk, med grunnvannstand tilnærmet i terrengnivå.

5.6.3 Totalspenningsparametere (skjærfasthet)

Det er tolket og utarbeidet profil for skjærfasthet i flere borpunkter langs beregningssnitt F. Det er fire totalstasjoner som er spesielt godt dokumentert med prøveserier, avanserte forsøk, trykksonderinger og poretrykksmålinger i flere dybder. Det gjelder CBZ_107 ved skråningsbunn, CBZ_150 i skråningen, CBZ_303 nært skråningstopp og CBZ_302 like bakenfor skråningstopp.

Tolkede CPT-sonderinger med valgte profiler for skjærfasthet er presentert i vedlegg 13.1 til vedlegg 13.9.

Ved skråningstopp baseres totalspenningsparametere på tolkning av borpunkt CBZ_303. Tolket CPT-sondering fra borpunkt CBZ_303 følger av vedlegg 13.1 CPT-sonderingen har noe helningsavvik, med maks helning 17,2 º ved maksdybde på 27 m. Dette påvirker ikke bruken og tolkningen av CPT-sonderingen.

Ved tolkning av CPT i CBZ_303 er det lagt vekt på resultater fra treaksforsøk. Treaksialforsøket i dybde 12,48 fremstår forstyrret og forsøket oppnår prøvekvalitet dårlig. Ved bestemmelse av skjærfasthet i CBZ_303 hensyntas ikke resultatet fra dette forsøket. De to øvrige treaksialforsøkene av leire og sandig leire har god til veldig god prøvekvalitet.

Benyttede konsolideringsspenninger ($\sigma'_{a)}$ ligger 11-12 % under in-situ spenningstilstand (p'_{0v}). Benyttet K_0' samsvarer godt med K_0', bestemt iht. /13/. Som følge av noe lave konsolideringsspenninger i treaksforsøket ($\sigma'_{a),}$ er det valgt å korrigere tolket skjærfasthet. Korrigeringen er utført ved å flytte spenningsstien, etter samme metodikk som er beskrevet i kap. 4.5.4, og tidligere utført for treaksforsøk i flere borpunkt. Plot over spenningsstier fra borpunkt CBZ_303 er vist i vedlegg 13.2. I vedlegget er det samtidig vist korrigering og flytting av spenningsstiene, samt korrigert tolket skjærfasthet.

Alle relevante treaksialforsøk i CBZ_303 viser kontraktant bruddoppførsel. I korrigeringen er det tatt utgangspunkt i treaksialforsøkenes bruddtak, definert ved 2 % tøyning. D-parameteren (tilnærming til spenningssti) er tegnet gjennom punktet for peak-S_u. Korrigeringen er oppsummert i Tabell 5-11,

Tabell 5-12 og Tabell 5-13. Benyttede og faktiske in-situspenninger følger av sammenstillingen av prøvekvalitet, gitt i vedlegg 3.7.

Tabell 5-11: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_303, dybde 9,48 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	122,1 kPa	103,2 kPa	18,9 kPa	54,3 kPa
Korrigert tolkning av treaks	139,5 kPa	117,9 kPa	21,6 kPa	62,0 kPa

Tabell 5-12: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_303, dybde 12,48 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	146,8 kPa	119,6 kPa	27,2 kPa	56,6 kPa
Korrigert tolkning av treaks	164,3 kPa	133,9 kPa	30,4 kPa	63,0 kPa

Tabell 5-13: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_303, dybde 15,48 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	172,7 kPa	138,2 kPa	34,5 kPa	69,5 kPa
Korrigert tolkning av treaks	195,9 kPa	156,7 kPa	39,2 kPa	76,0 kPa

I CPT-tolkningen for CBZ_303 er det vist både korrigert og ukorrigert skjærfasthet fra treaksforsøk. De ukorrigerte treaksforsøkene samsvarer godt med CPT-korrelasjonene, og både de ukorrigerte treaksforsøkene og CPT-korrelasjonene ligger nært SHANSEP ned til moreneleiren, som i dette borhullet ligger mellom dybde 17,5 meter og 22,5 meters dybde. Valgt skjærfasthet legges nært SHANSEP, omtrent på $S_{U,A}$ fra ukorrigerte treaksforsøk. Treaksforsøket i dybde 12,48 fremstår altså forstyrret, og hensyntas ikke ved valg av profil for skjærfasthet. Under moreneleiren viser alle CPT-korrelasjonene en markant økning i skjærfasthet. CPT i CBZ_302 viser ikke tilsvarende økning (vedlegg 13.3). Selv om vi ikke har grunn til å betvile styrkeøkningen som CPT-korrelasjonene indikerer, er profil for skjærfasthet lagt nærmere SHANSEP og i nedre sjikt av CPT-korrelasjonene. Det innebærer skjærfasthet noe høyere enn det treaks fra CBZ_302 i dybde 24,5 m tilsier (dybdejustert), med det er også naturlig som følge av høyere effektivspenninger i CBZ_303 (lavere poretrykk).

Tolkning av CPT i CBZ_302, like bak skråningstopp, følger av vedlegg 13.3. Sonderingen har helningsavvik, men det er først ved stor dybde. Ved 20 m dybde er helningen 6 º. Ved 25 m dybde er

helningen økt til 15 º og ved avsluttet sondering i 31 m dybde er helningen 22 º. Dette påvirker ikke bruken eller tolkningen av sonderingen.

Det er utført hele seks aktive treaksialforsøk i CBZ_302. Treaksialforsøkene har generelt kvalitet *god til brukbar*, og to av forsøkene oppnår også prøvekvalitet *utmerket*. Videre er det godt samsvar mellom benyttede konsolideringsspenninger og in-situ spenningstilstand (p'_{0v}). Dette følger av sammenstillingen av prøvekvalitet, gitt i vedlegg 3.7. Benyttet K_0' samsvarer også godt med K_0' bestemt iht. /13/.

Ved valg av skjærfasthet legges det særlig vekt på treaksialforsøk i dybde 10,23 m som har prøvekvalitet *utmerket*, i kombinasjon med riktig valg av konsolideringsspenninger. Mellom dybde tre og åtte meter legges styrkeprofilet noe over treaks i dybde 5,37 meter, som følge av noe lave konsolideringsspenninger i dette treaksforsøket. Tolkningen i dette dybdeintervallet har samtidig støtte i rutineundersøkelsene som viser langt høyere skjærfasthet enn både treaksforsøk og CPT-korrelasjonene. Videre med dybden legges styrkeprofilet på treaks i dybde 17,37 meter og treaks i dybde 27,43 meter. Det valgte profilet for skjærfasthet ligger generelt tett på SHANSEP.

I nedre del av skråningen er det tolket profil for skjærfasthet i borpunkt CBZ_150. CPT i borpunkt CBZ_150 er utført i to omganger. Tolkede CPT-sonderinger fra borpunkt CBZ_150 følger av vedlegg 13.4 og vedlegg 13.5. Første forsøk (vedlegg 13.4) er utført utelukkende gjennom topplag og moreneleire, og sonderingen har stans i stein eller faste masser ved 8,2 meter. Siden sonderingen kun er utført gjennom materiale som betegnes som effektivspenningsmateriale, er det ikke tolket skjærfasthet i denne sonderingen. Ved andre forsøk i CBZ_150 ble det forboret gjennom moreneleiren, og sonderingen starter i 9 m dybde.

Det er utført en rekke treaksforsøk i dette borpunktet, men det er bare to av forsøkene som er utført på leire og som er relevante for tolkning av skjærfasthet. Øvrige treaksforsøk i dette borhullet er utført på moreneleire mellom 4,5 m og 7,5 m dybde. Spenningsstier for treaksialforsøk i CBZ_150 er sammenstilt i vedlegg 13.6. Sammenstilling over treaksforsøk med vurdering av prøvekvalitet følger av vedlegg 3.7. For de to aktive treaksforsøkene på leire er prøvekvaliteten vurdert som god til brukbar. Disse er utført i dybde 9,55 meter og 10,62 meter. For forsøket i dybde 9,55 meter, ligger prøvekvaliteten likevel tett på grensen til dårlig prøvekvalitet.

Ved fastsettelse av konsolideringsspenninger for treaksforsøk i CBZ_150, er det utført Plaxis-beregninger. Dette for å bestemme reelle in-situ effektivspenninger, der effekt av skråningen hensyntas. Den høye skråningen påvirker både de vertikale effektivspenningene, så vel som de horisontale. Som det fremgår av sammenstillingen med vurdering av prøvekvalitet i vedlegg 3.7, har konsolideringsspenningene truffet forholdsvis godt for treaksforsøket i 9,55 m dybde, men de ligger likevel rundt 10 % for lavt. For treaksforsøket i dybde 10,45 meter ligger den vertikale konsolideringsspenningen, σ'_a, omtrent 20 % for lavt. Valgt K_0' i treaksforsøkene ligger noe høyere enn det overkonsolideringen tilsier. Dette skyldes at K_0' i CBZ_150 også er bestemt ved Plaxis-beregninger, og derfor hensyntar effekter av skråningen.

Som følge av lave konsolideringsspenninger i treaksforsøkene (σ'_a), er det valgt å korrigere tolket skjærfasthet. Plot over spenningsstier med korrigering er vist i vedlegg 13.7, inkludert korrigert tolket skjærfasthet. Korrigeringen er utført forsiktig, ved at D-parameteren (tilnærming til spenningssti) er tegnet gjennom punktet for 2 % tøyning, framfor peak-S_u. Korrigeringen er oppsummert i Tabell 5-14 og Tabell 5-15. Benyttede og faktiske in-situspenninger følger av sammenstillingen av prøvekvalitet i vedlegg 3.7.

Tabell 5-14: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_150, dybde 9,55 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	153,8 kPa	153,8 kPa	0 kPa	79,2 kPa
Korrigert tolkning av treaks	167,8 kPa	167,8 kPa	0 kPa	85,0 kPa

Tabell 5-15: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_150, dybde 10,62 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	142,2 kPa	141,5 kPa	0,7 kPa	88,0 kPa
Korrigert tolkning av treaks	173,0 kPa	172,1 kPa	0,9 kPa	102,0 kPa

I CPT-tolkningen for CBZ_150 (vedlegg 13.5), er det vist både korrigert og ukorrigert skjærfasthet fra treaksforsøk. Valgt profil for skjærfasthet legges nært de ukorrigerte treaksforsøkene, men marginalt høyere, som følge av lave konsolideringsspenninger. Det valgte profilet samsvarer best med CPT-korrelasjonen Larsson-2007. Dette er en tendens som også observeres for andre borhull ved skråningsbunn. Under det dypeste treaksforsøket i dybde 10,5 meter, følger styrkeprofilet CPT-korrelasjonen Larsson-2007.

Ved skråningsbunn er det utført CPT, poretrykksmåling og prøvetaking i borpunkt CBZ_107. CPT-sondering er utført i to omganger fordi første forsøk stanset i stein ved 5 m dybde. Tolkede CPT-sonderinger fra borpunkt CBZ_107 følger av vedlegg 13.8 og vedlegg 13.9.

Borpunkt CBZ_107 har en lagdeling i dybdeintervallet 3 m til 5,5 m som kan tolkes på ulike måter. I beregningssnittet er det tolket moreneleire til 3 m dybde, deretter leire. Materialet mellom 3 m og 5,5 m ligger i grensjiktet mellom leire og moreneleire, og det kan også argumenteres for at skillet i lagdeling ligger dypere, ved rundt 5,5 m dybde. Av CPT-sonderingen fremstår dybdeintervallet som lagdelt, med leire og fastere lag. Det er utført en sensitivitetsanalyse for å undersøke betydningen av den valgte lagdelingen i borpunkt CBZ_107. Analysen viser at valgt lagdeling er til konservativ side, men effekten er samtidig begrenset. Sensitivitetsanalysen er ikke medtatt i rapporten.

Det bemerkes videre at tolket prekonsolidering i borpunkt CBZ_107 fraviker den generelle trenden som er forholdsvis entydig for de øvrige borpunktene i faresonen. Det vises til sammenstilling over ødometerforsøk i Figur 3-3. Prekonsolideringsspenningene fra ødometerforsøk i CBZ_107 ligger markant lavere enn resultater fra andre borhull i samme kote, og tilsier dermed et historisk terrengnivå som ligger vesentlig lavere i dette punktet enn hva som har vært tilfellet. Dette kan ikke være reelt, siden borpunktet ligger i avstand på rundt 35 meter fra CBZ_150, der ødometerforsøkene viser samme trend for prekonsolidering som for de øvrige borpunktene i faresonen. Videre er stigningen i prekonsolideringstrykket i CBZ_107 på rundt 20-25 kPa/m, altså over det dobbelte av effektiv tyngdetetthet. Den avvikende og spesielle spenningshistorikken for borpunkt CBZ_107 kan ikke forklares med utgangspunkt i vår forståelse og tolkning av kvartærgeologien i området. Det kan derimot spekuleres i om det lokalt lavere prekonsolideringstrykket skyldes effekter av saltutvasking, ref. kap. 4.5.8 og referansen /30/, som viser at saltutvaskingen kan redusere marine leirers

prekonsolideringstrykk. Prekonsolideringen er for øvrig godt dokumentert med 4 ødometerforsøk, som alle viser samme trend. Disse dataene er tydelige, og samsvarer også greit med CPT-korrelasjonene for OCR og prekonsolidering i CPT-tolkningen for CBZ_107. Ved tolkning av skjærfasthet fra CPT-sondering i CBZ_107 benyttes følgelig prekonsolidering fra ødometerforsøkene i CBZ_107.

Det er utført en rekke treaksialforsøk i CBZ_107, der fire forsøk er aktive skjærforsøk som er relevante for tolkning av skjærfasthet. Sammenstilling av konsolideringsspenninger og vurdering av prøvekvalitet er gitt i vedlegg 3.7. Som det fremgår av sammenstillingen, oppnår de fleste forsøkene utmerket prøvekvalitet.

Konsolideringsspenninger for treaksforsøkene i CBZ_107, er bestemt med støtte i Plaxis-beregninger. Dette for å bestemme reelle in-situ effektivspenninger, der effekt av skråningen hensyntas. Plaxis-analysen viser at skråningen i begrenset grad påvirker de vertikale effektivspenningene i borpunktet. De horisontale effektivspenningene påvirkes i større grad av skråningen, og Plaxis-beregningen viser en hviletrykkskoeffisient, K_0', avtagende fra 1,6 i 3 m dybde til 1,25 i 8 m dybde, og 1,0 i 11 m dybde. Benyttet K_0' i treaksforsøkene ligger omtrent midt mellom verdier fra Plaxis-analysen, og verdier bestemt iht. /13/. De vertikale konsolideringsspenningene har truffet godt og ligger nært in-situ vertikalspenning.

Prøveserie CBZ_107 har en sensitivitet på rundt 15. Høy sensitivitet er lagt til grunn i CPT-tolkningen da det gir minst spredning av CPT-korrelasjonene. Ved eventuell bruk av sensitivitet under 15, ville CPT-korrelasjonene $N_{\Delta u,K}$ ligget en del høyere, og korrelasjonen $N_{kt,K}$ ligget noe lavere. Som for borpunkt CBZ_150 er det CPT-korrelasjonen Larsson-2007 som gir best samsvar med utførte treaksforsøk. Øvrige CPT-korrelasjoner ligger samlet, og en god del høyere, slik det også er observert for flere andre CPT-sonderinger ved skråningsbunn, slik som CBZ_103, CBZ_105, CBZ_124 og nevnte CBZ_150.

Valgt profil for skjærfasthet i CBZ_107 følger resultatene fra treaks, som er vurdert med utmerket prøvekvalitet. Under dypeste treaksforsøk følger styrkeprofil CPT-korrelasjonen Larsson-2007, som ligger noe under SHANSEP. Ved overgangen til berg indikerer alle CPT-korrelasjonene et tydelig fall i skjærfasthet, som følge av det svake laget over berg. I det svake laget er det tolket en reduksjon i skjærfasthet med utgangspunkt i fallet i CPT-korrelasjonen Larsson-2007, som profilet for skjærfasthet støtter seg på.

5.6.4 Anisotropiforhold

Det er utført ett passivt treaksialforsøk på nedre leirlag i borpunkt CBZ_107 i beregningssnitt F. Forsøket viser høyere anisotropiforhold enn det som er valgt for området generelt. Det vises til Tabell 4-5 med oppsummering av utførte forsøk. Med bakgrunn i det passive treaksforsøket i CBZ_107, er det valgt høyere anisotropiforhold for $S_{u,P}$ / $S_{u,A}$ for snitt F. Både det aktive og passive treaksforsøket er vurdert med veldig god prøvekvalitet, ref. sammenstilling av prøvekvalitet i vedlegg 3.7. Samtidig har konsolideringspenningen truffet godt. Det er ikke funnet grunn til å betvile det høyere anisotropiforholdet, som for eksempel kan skyldes at profil for aktiv skjærfasthet ligger forholdsvis lavt ved borpunkt CBZ_107, sammenlignet med andre profiler for skjærfasthet ved skråningsbunn. $S_{u,P}$ / $S_{u,A}$ settes lik 0,62. Det spesifikke valget for økt anisotropifaktor gjøres kun for materialet *nedre leirlag*.

Videre er det utført DSS-forsøk i borpunkt CBZ_376, i beregningssnitt G, som ligger 35 meter til siden for beregningssnitt F. Med bakgrunn i DSS-forsøket som er utført på *nedre leirlag*, kunne det vært argumentert for høyere anisotropiforhold $S_{u,D}$ / $S_{u,A}$, også for beregningssnitt F. Det er likevel valgt å ikke gjøre slik oppjustering da det er usikkert om borpunkt CBZ_376 er representativt for beregningssnitt F. Anisotropiforholdet $S_{u,D}$ / $S_{u,A}$ holdes derfor uendret.

5.6.5 Innvirkning av svakt lag over berg

I stabilitetsberegningene i vedlegg 15.6 er det presentert en separat stabilitetsberegning med totalspenningsparametere, der det svake laget over berg er hensyntatt. Det svake laget er vist med blå farge i stabilitetsberegningen. Av Tabell 4-3, og av valgt profil for skjærfasthet for CBZ_107, fremgår det at reduksjonen i skjærfasthet er 17-19 % i det svake laget.

Som det fremgår av beregningssnitt F i vedlegg 15.6, ligger det svake laget i skråningsfoten, med en slik beliggenhet at det vanskelig kan påvirke stabilitetsforholdene i skråningen. Det er likevel utført en stabilitetsberegning der dette laget er hensyntatt. Det er lagt inn en reduksjon på 15 % i skjærfasthet i dette laget. Det er noe lavere enn tolkningen av CBZ_107 tilsier, og begrunnes med variasjoner i bergdybden ved skråningsfoten, slik det er vist i beregningssnittet. Valgt reduksjon på 15 % gir ADP-faktorer, 0,85 / 0,70 / 0,53 i stabilitetsberegningene for det svake laget (istedenfor 1,00 / 0,82 / 0,62).

5.7 Snitt G

Stabilitetsberegninger fra snitt G er presentert i vedlegg 15.7.

I beregningssnitt G er laget med moreneleire mindre fremtredende enn i de øvrige snittene, der laget med moreneleire typisk ligger mellom kt. +1 og kt. +6. I snitt G indikerer totalsonderinger og trykksonderinger at laget med moreneleire ligger fra kt. +7,5 og ned til kt. +4,5, med noen mindre variasjoner. Det vil si at mektigheten av moreneleiren er rundt halvparten av det som er tilfellet for de øvrige beregningssnittene (med unntak av snitt A, som ikke har moreneleire), og at overgangen til underliggende leire ligger noe høyere. Videre er moreneleiren ikke påtruffet i grunnundersøkelsene bakenfor skråningstopp. Disse lokale forholdene er hensyntatt i lagdelingen i beregningssnitt G, siden de synes å være konsistente.

Det er ikke indikasjoner på vedvarende svakt lag over berg i beregningssnitt G, slik det er for de øvrige beregningssnittene.

5.7.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Ved skråningsbunn antas grunnvannstanden å ligge omtrent i terrengnivå, med tilnærmet hydrostatisk poretrykk. Dette basert på poretrykksmålingene i CBZ_107 og CBZ_150 i snitt F, se kap. 5.6.2.

Midt i skråningen benyttes poretrykksmålinger fra borpunkt CBZ_376. Målingene tilsier en grunnvannstand 0,5 m under terreng, basert på poretrykksmåler i 5 m dybde. Poretrykket er avtagende med dybden og poretrykksmåler i 14 meter dybde viser en stigehøyde 2,5 meter under terreng. Dette tilsier en gradient på 7,3 kPa/m, mellom 5 og 14 m dybde.

Ved skråningstopp baseres poretrykket på målinger i CBZ_302, fra beregningssnitt F.

5.7.2 Totalspenningsparametere (skjærfasthet)

Ved skråningstopp er det utført trykksondering og prøvetaking i CBZ_250, og det er utført trykksondering i CBZ_371. Omtrent midt i skråningen er det utført prøvetaking og trykksondering i borpunkt CBZ_376, samt måling av poretrykk. Ved skråningsbunn er det liten bergdybde. Det er likevel utført en prøveserie i borpunkt CBZ_131 med rutineundersøkelser.

Prøveserien CBZ_131 ved skråningsbunn gir alene ikke tilstrekkelig grunnlag for å bestemme representativt profil for skjærfasthet. Det skyldes at bergdybden er knappe 3 meter, og rutineundersøkelsene (enaks og konus) i noen grad er påvirket av forvitringseffekter. Ved skråningsbunn benyttes derfor valgt profil for skjærfasthet som er tolket fra borpunkt CBZ_107, i

beregningssnitt F. Borpunktene ligger på tilnærmet samme høydekote i skråningen, og CBZ_107 kan av den grunn antas å gi representative verdier for skjærfasthet også ved skråningsbunn i beregningssnitt G. Samtidig indikerer det begrensede omfanget av rutineundersøkelser i CBZ_131 samme fasthet som for CBZ_107. Det vil si $S_{U,D}$ fra konus og enaks i størrelsesorden 30 kPa til 45 kPa. Det fremstår dermed fornuftig å benytte profil for skjærfasthet fra CBZ_107, og dette legges til grunn i stabilitetsberegningene. Det vises til kap. 5.6.3 for tolkning av CBZ_107.

Tolkning av CPT i CBZ_376, midt i skråningen, følger av vedlegg 14.1. Sonderingen har noe helningsavvik som følge av grus eller stein ved dybde 10 m. Helningsavviket passerer 15 º ved 16 meter dybde, og er på 16 º ved avsluttet sondering. Helningsavviket er begrenset og hensyntas ikke ved tolkning av CPT-sonderingen.

Det er utført fire treaksforsøk i dette borpunktet. Tre av forsøkene er utført på leire og er relevante for tolkning av skjærfasthet. Det øverste treaksforsøket i dette borhullet er utført på tørrskorpeleire. Spenningsstier for treaksialforsøk i CBZ_376 er sammenstilt i vedlegg 14.2. Sammenstilling over treaksforsøk med vurdering av prøvekvalitet følger av vedlegg 3.7. Prøvekvaliteten for treaksforsøkene er generelt vurdert som god til veldig god.

Ved fastsettelse av konsolideringsspenninger for treaksforsøk i CBZ_376, er det utført Plaxis-beregninger. Dette for å bestemme reelle in-situ effektivspenninger, der effekt av skråningen hensyntas. Borpunktet ligger midt i en forholdsvis bratt skråning, som påvirker både de vertikale effektivspenningene, så vel som de horisontale. Som det fremgår av sammenstillingen med vurdering av prøvekvalitet i vedlegg 3.7, ligger konsolideringsspenningene generelt for lavt. For treaksforsøket i dybde 7,43 meter ligger den vertikale konsolideringsspenningen, σ'_a, omtrent 10 % for lavt. For de to dypeste treaksforsøkene ligger den vertikale konsolideringsspenningen, σ'_a, omtrent 15 % for lavt.

Valgt K_0' i treaksforsøket i dybde 7,43 meter ligger noe lavere enn overkonsolideringen tilsier. Dette skyldes at K_0' i CBZ_376 også er bestemt ved Plaxis-beregninger, og derfor hensyntar effekter av skråningen. Siden borpunktet ligger midt i skråningen, gir det en lavere K_0', enn det som bestemmes etter /13/. For de to dypeste treaksforsøkene gir Plaxis og metodikken i referanse /13/, omtrent sammenfallende K_0'. Treaksforsøkene er konsolidert med riktig K_0' i henhold til disse.

Som følge av lave konsolideringsspenninger i treaksforsøkene (σ'_a), er det valgt å korrigere tolket skjærfasthet. Plot over spenningsstier med korrigering er vist i vedlegg 14.2, inkludert korrigert tolket skjærfasthet. Korrigeringen er oppsummert i Tabell 5-16, Tabell 5-17 og Tabell 5-18. Benyttede og faktiske in-situspenninger følger av sammenstillingen av prøvekvalitet, gitt i vedlegg 3.7.

Tabell 5-16: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_376, dybde 7,43 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	77,0 kPa	67,4 kPa	9,6 kPa	40,5 kPa
Korrigert tolkning av treaks	83,6 kPa	73,2 kPa	10,5 kPa	43 kPa

Tabell 5-17: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_376, dybde 14,50 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	149,8 kPa	127,3 kPa	22,5 kPa	63,3 kPa
Korrigert tolkning av treaks	172,6 kPa	146,7 kPa	25,9 kPa	71,0 kPa

Tabell 5-18: Korrigering av treaksforsøk i CBZ_376, dybde 16,32 m

Lag	p'_{0v}	$p' = (\sigma'_a + \sigma'_r)/2$	$\tau = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$	Tolket $S_{U,A}$
Benyttet konsolidering i treaks	166,2 kPa	141,3 kPa	24,9 kPa	65,5 kPa
Korrigert tolkning av treaks	192,9 kPa	164,0 kPa	28,9 kPa	75,0 kPa

I CPT-tolkningen for CBZ_376 (vedlegg 14.1), er det vist både korrigert og ukorrigert skjærfasthet fra treaksforsøkene. Resultater fra de ukorrigerte treaksforsøkene ligger generelt lavt, og en del under SHANSEP. Dette gjelder særlig treaksresultatene fra dybde 14,5 og 16,32 meter. Resultatene fra de korrigerte treaksresultatene samsvarer i større grad, og fremstår riktigere. Videre ligger CPT-korrelasjonene en god del høyere enn både SHANSEP og treaks. Valgt profil for skjærfasthet legges noe under SHANSEP, og mellom verdiene for korrigerte og ukorrigerte treaksialforsøk.

Bak skråningstopp er det utført prøvetaking og trykksondering i borpunkt CBZ_250. Tolkning av CPT-sonderingen følger av vedlegg 14.3.

Det er ikke utført avanserte forsøk eller poretrykksmåling i CBZ_250. Poretrykket i CPT-tolkningen baseres på målingene i CBZ_302 (snitt F), som ligger i samme terrengkote, noe bak skråningstopp. CBZ_250 ligger likevel nærmere skråningstoppen enn det som er tilfellet for CBZ_302. Det antas derfor en grunnvannstand og et potensialnivå som ligger 1 m lavere i CBZ_250, enn det som er målt i CBZ_302. Videre benyttes ødometerforsøk fra CBZ_302 og CBZ_376 som støtte ved tolkning av prekonsolideringstrykk.

Valgt profil for skjærfasthet i CBZ_250 følger SHANSEP, og samsvarer samtidig godt med treaksresultatene fra CBZ_302.

Det er også utført en trykksondering ved skråningstopp, CBZ_371. Tolkning av CPT-sonderingen følger av vedlegg 14.4. I tolkningen benyttes de generelle trendene for tyngdetetthet, se kap. 4.3.1, samt den generelle trenden for prekonsolidering, beskrevet i kap. 3.5. Videre benyttes ødometerforsøk fra CBZ_302, CBZ_303 og CBZ_376, som alle er utført i nærheten av CPT-sonderingen. Poretrykket i CPT-sonderingen baseres på målingene i CBZ_303, som ligger i tilnærmet samme terrengkote, ved skråningstopp.

Som det fremgår av tolkningen i vedlegg 14.4 ligger alle CPT-korrelasjonene lavt. Typiske verdier ligger godt under SHANSEP, og ned mot 0,3 x p_0'. De ulike tolkningene ligger også langt under de ukorrigerte treaksresultater fra borpunkt CBZ_303, som er naturlig å sammenligne med. CPT-korrelasjonene har imidlertid lite sprik og samsvarer greit med rutineundersøkelsene fra borpunkt

CBZ_250. Det er ikke funnet grunn til å betvile denne CPT-sonderingen selv om poretrykksresponsen framstår noe slapp. Valgt profil for skjærfasthet legges nært CPT-korrelasjonene med fokus på korrelasjon $N_{\Delta u,K}$. Valgt profil begrenses samtidig nedad av linjen for 0,29 x p_0', da det virker urimelig at skjærfastheten vil ligge lavere enn dette. Droppet i CPT-korrelasjonene mellom dybde 14 og 17 meter hensyntas ikke. Dette droppet er unaturlig lavt og skyldes etter all sannsynlighet at CPT-sonden har krysset gjennom borhullet fra totalsonderingen. Det vises til foredrag av Kåsin, /28/, som tidligere har dokumentert tilsvarende oppførsel.

5.7.3 Anisotropiforhold

Det er utført to direkte skjærforsøk i borpunkt CBZ_376 i snitt G. Ett av forsøkene er utført på *nedre leirlag* og viser høyere anisotropiforhold enn det som er valgt for området generelt. Det vises til Tabell 4-4 med oppsummering av utførte forsøk. Med bakgrunn i DSS-forsøket fra nedre leire i borpunkt CBZ_376, er det valgt høyere anisotropiforhold for $S_{u,D}$ / $S_{u,A}$ for beregningssnitt G. Anisotropiforholdet $S_{u,D}$ / $S_{u,A}$ settes lik 0,92. Det spesifikke valget for økt anisotropifaktor gjøres kun for materialet nedre leirlag.

Det gjøres også spesifikke justeringer i anisotropiforholdet $S_{u,P}$ / $S_{u,A}$. Skjærfasthet ved skråningsfot i beregningssnitt G er basert på valgt skjærfasthet fra borpunkt CBZ_107 i beregningssnitt F. Det er dermed dette borhullet som definerer skjærfastheten i passiv sone for kritiske skjærflater. Som det er begrunnet i kap. 5.6.4, for beregningssnitt F, benyttes det høyere anisotropiforhold for nedre leire, basert på utførte passive treaksialforsøk i borpunkt CBZ_107. Anisotropiforholdet $S_{u,P}$ / $S_{u,A}$ settes lik 0,62.

5.8 Snitt X1 og snitt H

Det foreligger ikke tilstrekkelig med grunnundersøkelser til å kunne utføre stabilitetsberegninger for snitt H og snitt X1. Det skyldes at det var for krevende å oppnå tilkomst for geoteknisk borrigg. Siden bergdybden er liten i dette området, og fordi det foreligger tilstrekkelig med grunnundersøkelser ved skråningstopp for å avgrense faresonen, ble det ikke prioritert å forsøke å oppnå tilkomst og prøvetaking i selve skråningen. Det er av den grunn ikke utført stabilitetsberegninger for snitt X1 og snitt H. Det må derfor antas og legges til grunn at beregningsresultatene fra snitt G, også er gjeldende for snitt X1 og snitt H.

6 BEREGNINGSRESULTATER OG OPPSUMMERING

Det er gjennomført stabilitetsberegninger for faresone Helgeby på Borregaard, for å dokumentere skråningsstabiliteten for eksisterende situasjon. Skråningsstabiliteten er bestemt for den stasjonære tilstanden (langtidstilstanden), ved effektivspenningsanalyse. Det er også utført beregninger for å bestemme korttidsstabiliteten, med totalspenningsparametere, for de jordlagene der det er aktuelt.

Stabilitetsberegningene for faresone Helgeby er ikke utført for et konkret prosjekt eller tiltak. Formålet er å kartlegge skråningsstabiliteten for eksisterende situasjon, men det er også en forutsetning at stabilitetsberegningene kan legges til grunn for utvikling og framtidig utbygging på Borregaard. I dette inngår potensiell framtidig utbygging av K4-tiltak, uten at det på nåværende tidspunkt foreligger planer om slike tiltak innenfor eller i nærheten av faresonen.

Det er i tillegg utført innledende stabilitetsberegninger for å undersøke nødvendig omfang av stabilitetsforbedrende tiltak for å kunne gjennomføre K4-tiltak i de delene av faresonen som har for lav stabilitet for K4-tiltak i dagens situasjon. Disse beregningene er beskrevet i kap. 7.

6.1 Relevante krav til sikkerhet ved eventuell framtidig utbygging

Krav til skråningssikkerhet ved eventuell framtidig utbygging følger innledningsvis av kap. 2.8, som er en oppsummering av kravene i NVE-veileder nr. 1/2019, /2/. I tillegg må man også forholde seg til Eurokodens krav ved geoteknisk prosjektering, herunder krav til partialfaktor (sikkerhetsfaktor) for jord, /8/. Disse er spesielt relevante ved bygging tett på, eller i, skråninger.

Faresone Helgeby har *faregrad lav* iht. NVE-veilederen, ref. detaljert soneutredning av faresone Helgeby, /1/. Faregrad lav innebærer at det kan gjennomføres tiltak i tiltakskategori K0 til K3 i faresonen, uten at NVE-veilederen stiller absolutte krav til sikkerhetsfaktor for skråningene i faresonen. Det er likevel en forutsetning at slike tiltak ikke forverrer stabilitetsforholdene.

For eventuelle tiltak i tiltakskategori K4 stilles det i utgangspunktet krav til sikkerhet, $F_{cu} \geq 1{,}40$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$ iht. NVE-veilederen, forutsatt at tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Ved eventuell lavere sikkerhet kan prinsippet om prosentvis forbedring benyttes.

I tilfeller der tiltaket ligger i større avstand enn 2 x skråningshøyden (H) bak fra skråningstopp, gjelder et redusert krav til sikkerhet, $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1{,}20$, iht. NVE-veilederen. Prinsippet kan også benyttes dersom tiltaket ligger foran foten av skråningen, så lenge tiltaket ikke omfatter gravearbeider eller peleramming som kan forverre stabiliteten. Dette «snillere» kravet er likevel ikke relevant for faresone Helgeby, siden faresonen i all hovedsak ligger innenfor grensen på 2 x skråningshøyden bak skråningstopp (se Figur 6-1). Det er også vanskelig å se for seg at det i framtiden vil være ønskelig, eller mulig, å gjennomføre K4-tiltak foran foten av skråningen.

Kravene til skråningssikkerhet gjelder for øvrig for de deler av faresonen som er relevant for tiltaket. Skredmekanismen i faresone Helgeby er rotasjonsskred, og det er derfor ikke fare for progressiv bruddutvikling, eller at et eventuelt initialbrudd kan forplante seg langsetter høydekotene i skråningen. Ved vurdering av mulighet for eventuell framtidig gjennomføring av tiltak i faresonen, vil skråningens stabilitet/sikkerhet derfor fastsettes basert på beregningsresultater i nærliggende beregningssnitt. Det er ikke nødvendig å hensynta eventuell lavere stabilitet/sikkerhet i andre deler av faresonen, fordi eventuelle skred andre steder i faresonen ikke vil forplante seg sideveis. Det vises til kap. 4.8 i NVE-veilederen, /2/.

I tillegg til NVE-veilederens krav, som er oppsummert i de foregående avsnittene, må man også tilfredsstille Eurokodens krav til absolutt sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet. Kravene etter Eurokoden gjelder for tiltak i alle tiltakskategorier, men gjelder kun for korte skjærflater som berører tiltaket.

Kravene er særlig aktuelle ved bygging nært skråningstopp, eller ved bygging i selve skråningen. Sikkerhetskravet i Eurokoden γ_{cu} = 1,4 og γ_{φ}' = 1,25, /8/, er tilsvarende som NVE-veilederens krav for K4-tiltak (forutsatt ikke forverring). Eurokoden åpner imidlertid ikke for prosentvis forbedring, slik NVE-veilederen gjør. Videre er sikkerhetskravene etter Eurokoden betegnet som $F_{cu} \geq 1,4$ og $F_{c\varphi} \geq 1,25$.

6.2 Resultater stabilitetsberegninger faresone Helgeby

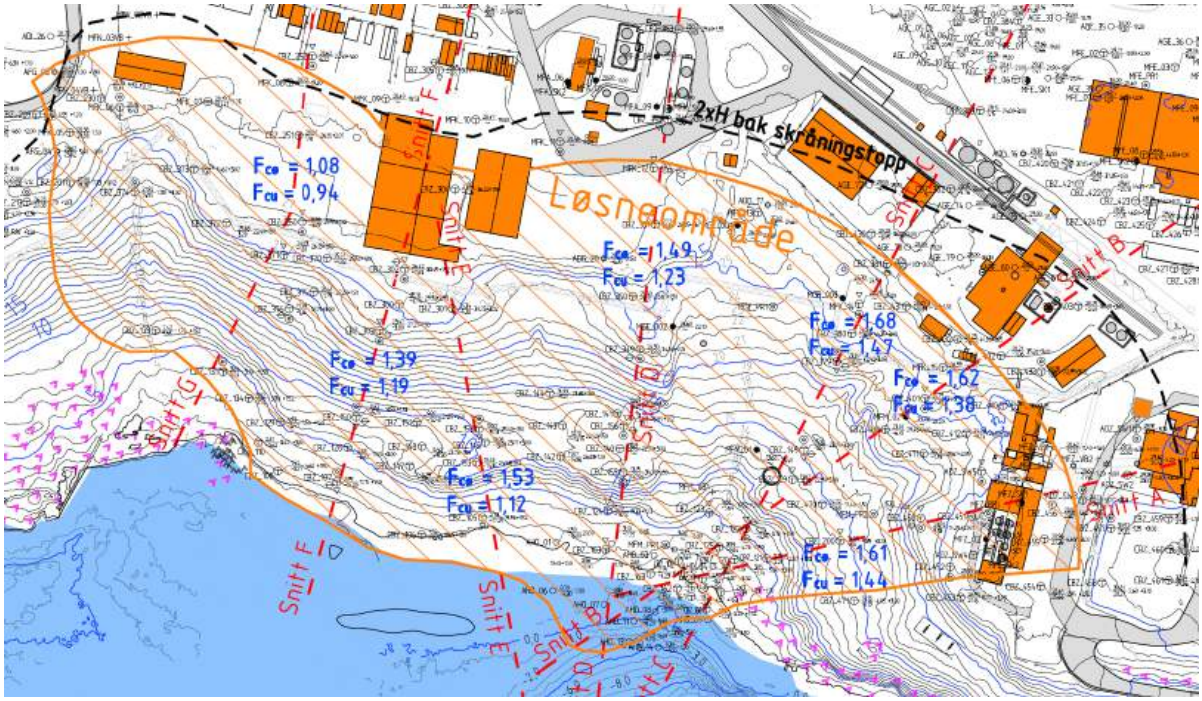
Beregningsresultatene for faresone Helgeby er oppsummert i Tabell 6-1. I vedlegg 16 er det vist en oversikt over faresonen med beregningsresultater. Figur 6-1 viser et utsnitt av dette vedlegget. Figuren og vedlegget inkluderer også linjen for 2 x skråningshøyden (H) bak skråningstopp, som referanse.

Gjennomgang av resultatene følger av kapittel 6.2.1 til 6.2.3. I gjennomgangen er faresonen delt inn i områder, tilpasset resultatene. I disse kapitelene er det hovedsakelig fokus på beregningsresultatene, og faglig vurdering av dagens stabilitetsforhold. Beregnet sikkerhet sammenlignes kort mot NVE-veilederens krav.

Videre drøfting og oppsummering av beregningsresultatene i lys av NVE-veilederens krav til sikkerhet følger av kap. 6.3, med vurdering av byggbarhet i faresonen.

Tabell 6-1: Resultater stabilitetsberegning faresone Helgeby

Lag	Effektivspenning	Totalspenning	Totalspenning med svakt lag
Beregningssnitt A	1,61	1,58	1,44
Beregningssnitt B	1,62	1,46	1,38
Beregningssnitt C	1,68	1,52	1,47
Beregningssnitt D	1,49	1,32	1,23
Beregningssnitt E	1,53	1,23	1,12
Beregningssnitt F	1,39	1,20	1,19
Beregningssnitt G	1,08-1,17	0,94	-



Figur 6-1: Oversikt over faresone Helgeby med beregningsresultater (vedlegg 16)

6.2.1 Beregningssnitt A til C

For snitt A til snitt C er skråningen forholdsvis slak, og har en helning rundt 1:5.

Stabilitetsberegningene viser at skråningen har god sikkerhet. Dette gjelder særlig for langtidsstabilitet ($F_{c\varphi} \geq 1,25$), men også for korttidsstabiliteten vurderes sikkerheten som god.

Beregnet sikkerhet på totalspenningsbasis varierer fra $F_{cu} = 1,38$ til $F_{cu} = 1,47$, når man hensyntar vedvarende svakt lag ved berg. For beregningene som ikke hensyntar vedvarende svakt lag over berg, varierer beregnet sikkerhet mellom $F_{cu} = 1,46$ og $F_{cu} = 1,58$.

Kravet i NVE-veilederen for bygging av K4-tiltak er $F_{cu} \geq 1,40$ (forutsatt ikke forverring). For snitt B ligger beregnet sikkerhet marginalt under dette ($F_{cu} = 1,38$). For skråningen som helhet vurderes sikkerheten likevel som tilfredsstillende, fordi skråningen har 3D-effekter ved at snitt A og snitt C viser høyere sikkerhet. Videre ligger beregningssnittene i en «skålformet» skråning, med et smalt utløp ved skråningsfoten. Dette antas å gi vesentlige 3D-effekter. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for K4-tiltak i snitt B, $F_{cu} \geq 1,40$, må 3D-effektene være i størrelsesorden 1,5 %. Med redegjørelsen ovenfor fremstår det åpenbart at 3D-effektene langt overstiger denne størrelsesorden. Det påpekes også at bergforløpet i beregningssnitt B er veldig skrått (på tvers av snittet), og at det derfor framstår urimelig å hensynta svakt lag over berg. Dette er det delvis tatt høyde for i beregningen med svakt lag, ref. kap. 5.1.5, men realiteten er nok likevel at dype skjærflater som følger det svake laget over berg synes usannsynlig for snitt B som har såpass bratt bergforløp på tvers av snittet. Dersom svakt lag ikke hensyntas i snitt B, er beregnet sikkerhet $F_{cu} = 1,46$.

Beregningssnitt A, B og C vurderes dermed å ha sikkerhet på totalspenningsbasis som samlet sett tilfredsstiller kravet $F_{cu} \geq 1,40$ iht. NVE-veilederen. Snittene har dermed tilfredsstillende sikkerhet for bygging av K4-tiltak, forutsatt at tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Stabiliteten for dagens situasjon betegnes for øvrig som god.

At beregningssnitt A til C viser god sikkerhet betyr også at den gjenfylte ravinen mellom snitt C og D, har god sikkerhet. Dette området er klassifisert som et deponi med forurensede masser, som

beskrevet i kap. 3.5.1, og vist til høyre i Figur 3-5 med rosa omriss. Det er derfor nyttig kunnskap at beregningene viser god sikkerhet for dette området.

Beregningssnittene A til C anses å være gjeldende for hele østre del av faresonen, fram til like før beregningssnitt D, der topografien blir markant brattere. Det vises også til oversikten i Figur 6-3 som viser oppsummering av resultatene.

6.2.2 Beregningssnitt D til F

Fra beregningssnitt D blir skråningen markant brattere, og beregningene viser generelt lavere sikkerhet enn det som er tilfellet for snitt A til snitt C.

Alle beregningssnittene fra snitt D til snitt F viser god sikkerhet for langtidsstabilitet for dagens situasjon ($F_{c\varphi} \geq 1{,}25$).

Når det gjelder korttidsstabiliteten er resultatene mer varierende, med beregnet skråningsstabilitet i størrelsesorden $F_{cu} = 1{,}12$ til $F_{cu} = 1{,}23$. Snitt D og snitt F har en beregnet korttidsstabilitet som ligger henholdsvis like over og like under robusthetskravet i NVE-veilederen ($F_{cu} \geq 1{,}20$). Robusthetskravet kan benyttes som en størrelsesorden for hva som kan betegnes som akseptabel sikkerhet i dagens situasjon. Snitt E viser en beregnet sikkerhet som ligger en del lavere enn dette.

For beregningssnitt D og E har det svake laget over berg betydning på skråningsstabiliteten, ved at de dype bruddflatene skjærer ned i dette laget. Dersom det svake laget ikke hensyntas i beregningene, ligger korttidsstabiliteten noe høyere, fra $F_{cu} = 1{,}20$ til $F_{cu} = 1{,}32$, altså likt eller høyere enn robusthetskravet ($F_{cu} \geq 1{,}20$).

For snitt D anses korttidsstabiliteten å være akseptabel i dagens situasjon, men stabiliteten tilfredsstiller ikke kravene for bygging av K4-tiltak iht. NVE-veilederen ($F_{cu} \geq 1{,}40$). At stabiliteten likevel anses å være akseptabel for dagens situasjon begrunnes med at beregnet korttidsstabilitet er høyere enn $F_{cu} \geq 1{,}20$, samtidig som langtidsstabiliteten er god. Det er påvist et svakt lag over berg som er hensyntatt i beregningene. Det er likevel usikkert, eller kanskje heller usannsynlig, at det er riktig å hensynta dette svake laget, når det ligger såpass dypt, og når det er såpass store variasjoner i bergforløpet i området. Dersom det svake laget ikke hensyntas, ligger beregnet sikkerhet i snitt D på $F_{cu} = 1{,}32$, som er markant høyere, men fortsatt under kravet for bygging av K4-tiltak.

For snitt E er korttidsstabiliteten lav, med $F_{cu} = 1{,}12$, altså under robusthetskravet ($F_{cu} \geq 1{,}20$), og langt under kravet for bygging av K4-tiltak iht. NVE-veilederen ($F_{cu} \geq 1{,}40$). Også her er beregnet sikkerhet påvirket av det svake laget over berg.

Snitt E er orientert normalt på berghelningen i området, og det er årsaken til at det er lite variasjon i bergdybden/bergoverflaten for dette snittet. Selve bergforløpet gir dermed ikke grunn til å betvile bruddflaten i beregningen. Det er likevel slik at det svake laget over berg ligger dypt, og de kritiske skjærflatene i beregningene blir dype og lange. Det kan derfor likevel diskuteres hvorvidt disse bruddflatene faktisk er sannsynlige. For beregningen som ikke hensyntar svakt lag over berg blir beregnet korttidsstabilitet $F_{cu} = 1{,}23$, noe som kan betegnes som akseptabel sikkerhet for dagens situasjon.

Selv om stabiliteten i snitt E er forholdsvis lav ($F_{cu} = 1{,}12$), mener vi, basert på argumentasjonen ovenfor, at stabiliteten kan anses å være akseptabel i dagens situasjon. Her er det også et poeng at stabilitetsberegningene for snitt E er utført på lite grunnlag. Det er ikke utført avanserte forsøk i selve skråningen eller ved skråningsbunnen i dette snittet (treaks eller DSS), og det antas at skråningsstabiliteten er bedre enn beregningene viser. Eksempelvis er forskjellen i beregnet langtidsstabilitet og korttidsstabilitet særlig stor for snitt E, sammenlignet med de øvrige snittene. Det indikerer nettopp dette, at beregnet korttidsstabilitet (F_{cu}) er for lav, og at mer omfattende

grunnundersøkelser i dette området trolig ville dokumentert høyere skjærfasthet og høyere beregnet sikkerhet, F_{cu}. Som forklart i kap. 5.5 var det i utgangspunktet ikke planlagt at snitt E skulle benyttes for stabilitetsberegninger, og dette er altså årsaken til mindre omfang av avanserte forsøk for dette snittet.

For beregningssnitt F er den beregnede korttidsstabiliteten, F_{cu} = 1,19, og stabiliteten betegnes derfor som akseptabel for dagens situasjon. Beregnet sikkerhet ligger likevel godt under kravet for bygging av K4-tiltak iht. NVE-veilederen ($F_{cu} \geq 1,40$). I dette snittet er stabilitetsforholdene for øvrig ikke påvirket av det svake laget over berg.

Oppsummert for snitt D til snitt F, er den beregnede kortidsstabiliteten altså noe lav for snitt E, men for snitt D og snitt F ligger stabiliteten nært robusthetskravet ($F_{cu} \geq 1,20$). Den beregnede langtidsstabiliteten er imidlertid god, og ligger godt over kravene i NVE-veilederen ($F_{c\varphi} \geq 1,25$). Selv om beregningene tilsier at kortidsstabiliteten er noe lav for snitt E, mener vi likevel at skråningssikkerheten anses akseptabel for dagens situasjon for denne delen av skråningen som en helhet (snitt D til snitt F), fordi den beregnede langtidsstabiliteten er god for alle tre snittene, fordi snitt D har $F_{cu} \geq 1,20$ og fordi snitt F har $F_{cu} \approx 1,20$. Skråningsstabiliteten anses dessuten å være akseptabel for alle de tre snittene ($F_{cu} \geq 1,20$), dersom det svake laget ved berg ikke hensyntas i beregningene, noe det kan argumenteres for.

Uavhengig av om man velger å omtale stabiliteten som akseptabel/tilfredsstillende for dagens situasjon, eller ikke, er stabiliteten uansett for lav til å gjennomføre K4-tiltak i denne delen av faresonen, fordi sikkerheten er lavere enn NVE-veilederens krav til sikkerhet, $F_{cu} \geq 1,40$.

6.2.3 Beregningssnitt G

Beregningssnitt G skiller seg ut fra de øvrige beregningssnittene ved at skråningsstabiliteten er markant dårligere. Dette skyldes nok at skråningen er forholdsvis bratt, med en helning litt brattere enn 1:2,5, i kombinasjon med en grunnvannstand som antas å ligge høyt og med hydrostatisk poretrykk. Det er heller ingen gradvis overgang mellom skråning og skråningsbunn/skråningstopp, slik det er for de fleste andre beregningssnittene. Skråningen framstår derfor både høyere og brattere.

Innledningsvis må det sies at omfanget av grunnundersøkelser for snitt G er mindre enn for flere av de andre beregningssnittene i faresonen. For eksempel er det ikke utført avanserte forsøk eller poretrykksmålinger ved skråningstopp, eller ved skråningsbunn. Videre antas bergnivået i nedre del av skråningen å ligge noe høyere i virkeligheten, sammenlignet med det som er lagt til grunn i stabilitetsberegningen (bergmodellen). Eventuelle supplerende grunnundersøkelser har derfor potensiale til å kunne dokumentere noe høyere skråningsstabilitet, sammenlignet med det som er beregnet i denne rapporten, og som etterfølgende avsnitt baseres på.

For langtidsstabiliteten er beregnet sikkerhet lavere enn NVE-veilederens krav for K4-tiltak ($F_{c\varphi} < 1,25$). For korttidsstabiliteten (F_{cu}) er sikkerheten særlig lav, med beregnet sikkerhet under 1,0. Dette gjelder også for lengre skjærflater som strekker seg godt innenfor platået bakenfor rørgaten. At den beregnede korttidsstabiliteten er lavere enn 1,0 fremstår ikke riktig, men korttidsstabilitet anses først og fremst å være en indikator på skråningens robusthet.

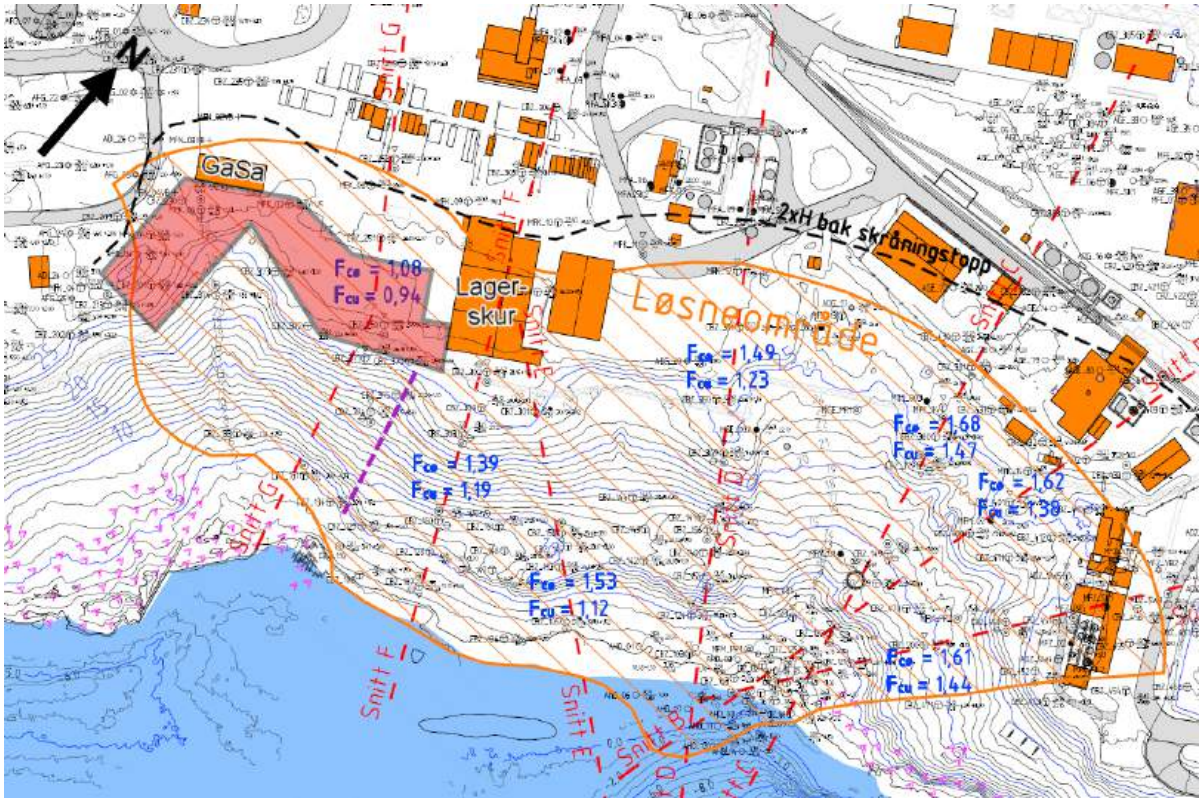
Beregningsresultatene tilsier uansett at denne delen av skråningen har dårlig stabilitet i dagens situasjon. Den lave sikkerheten anses likevel ikke å medføre noen akutt risiko for skred. Skråningen har stått stabil i dagens situasjon i lang tid, og det er ingen erosjon som påvirker stabilitetsforholdene i skråningen.

Som beskrevet i kap. 2.3, benyttes arealene bak skråningstopp i noen grad til lagring og oppbevaring av materialer og utstyr. Borregaard er et stort industriområde, hvor det til enhver tid pågår anleggsarbeider av ulik sort, og hvor det er mange aktører som har tilgang. Det er dermed en viss

risiko for at personell med manglende kjennskap og forståelse for grunnforhold og kvikkleire, forårsaker uønskede hendelser i dette utsatte området, slik som økt lagringsomfang, mellomlagring av masser og lignende, uten at dette er forespurt Borregaard eller geotekniker. Med såpass lav stabilitet og robusthet som påvist i dette området, mener vi at den eksisterende bruken av området til lagring av materiell og utstyr må opphøre. Videre mener vi området må skiltes med informasjon og varsel, og det bør plasseres ut sperringer som hindrer bruk og tilkomst til området for maskiner og kjøretøy. Ikke fordi det forbindes med fare å oppholde seg der, men for å sikre mot mulig utilsiktet overbelastning av området, som potensielt kan utløse skred.

Disse restriksjonene bør gjelde vest for lagerskuret (i snitt F), og til enden av faresonen i sør/vest. Vi mener at et belte med bredde på 30 meter bakenfor skråningstopp, målt fra rørgaten, er tilstrekkelig. Dette området er illustrert med rødlig skravur i Figur 6-2. Det er gjort tilpasninger mot lagerskuret ved snitt F for å sikre tilkomst til en kjøreåpning inn til bygningen. Det er også gjort tilpasninger mot et garderobe- og sanitærbygg (GaSa i figuren). Avgrensningen mot øst (oppstrøms) er lagt omtrent ved den lilla linjen i figuren, mellom snitt F og snitt G. Denne lilla linjen vurderes å være skillet mellom den delen av skråningen som defineres av beregningssnitt F, og den delen som defineres av beregningssnitt G. Dette baseres på endringer i topografi omtrent ved den lilla linjen. Oppstrøms lilla linje er det et «mellomnivå» i nedre del av skråningen (kt. +6 til + 10), samtidig som terrenget også er slakere ved skråningstopp. Dette medfører en gunstigere topografi, og det antas at beregningssnitt F, med akseptabel stabilitet, er representativt for skråningen oppstrøms den lilla linjen. Nedstrøms lilla linje antas beregningssnitt G å være representativt, og stabiliteten anses dermed å være dårlig. Denne vurderingen innebærer også at vi ikke ser behov for å anbefale endring i nåværende bruk av lagerskuret (lagring av materiell og utstyr). Med bygningens begrensede størrelse og takhøyde, og med bygningens avstand til skråningstopp, mener vi bruken kan videreføres.

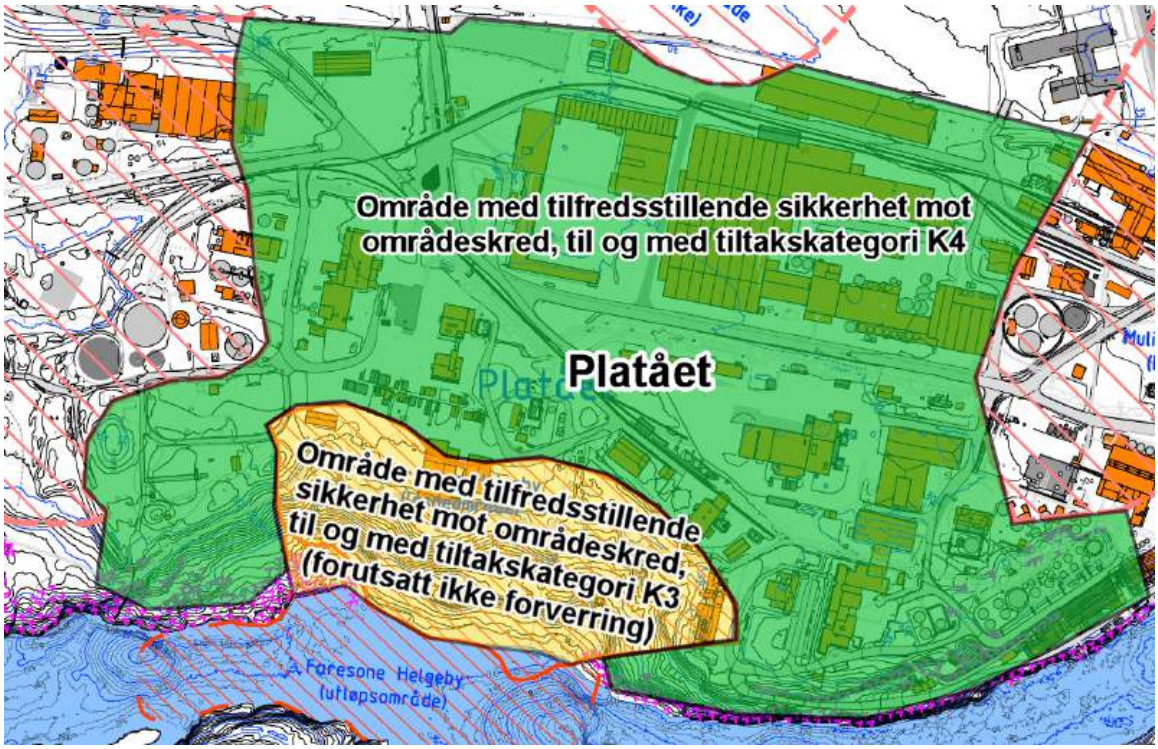
Det er ikke utført stabilitetsberegninger lenger vest i faresonen enn snitt G, i mangel på grunnundersøkelser. Resultatene fra beregningssnitt G anses dermed å være gjeldende for skråningen videre mot vest.



Figur 6-2: Oversikt over området hvor det anbefales restriksjoner, vist med rød skravur

6.3 Oppsummering stabilitetsforhold og byggbarhet i faresone Helgeby mhp. krav i NVE-veileder 1/2019

Arealer som ligger utenfor faresonen kan bebygges med tiltak til og med tiltakskategori K4, slik det er beskrevet og dokumentert i Geovitas rapport 2330-10, /1/. Se også Figur 6-3 som er gjengitt fra faresoneutredningen i nevnte referanse.



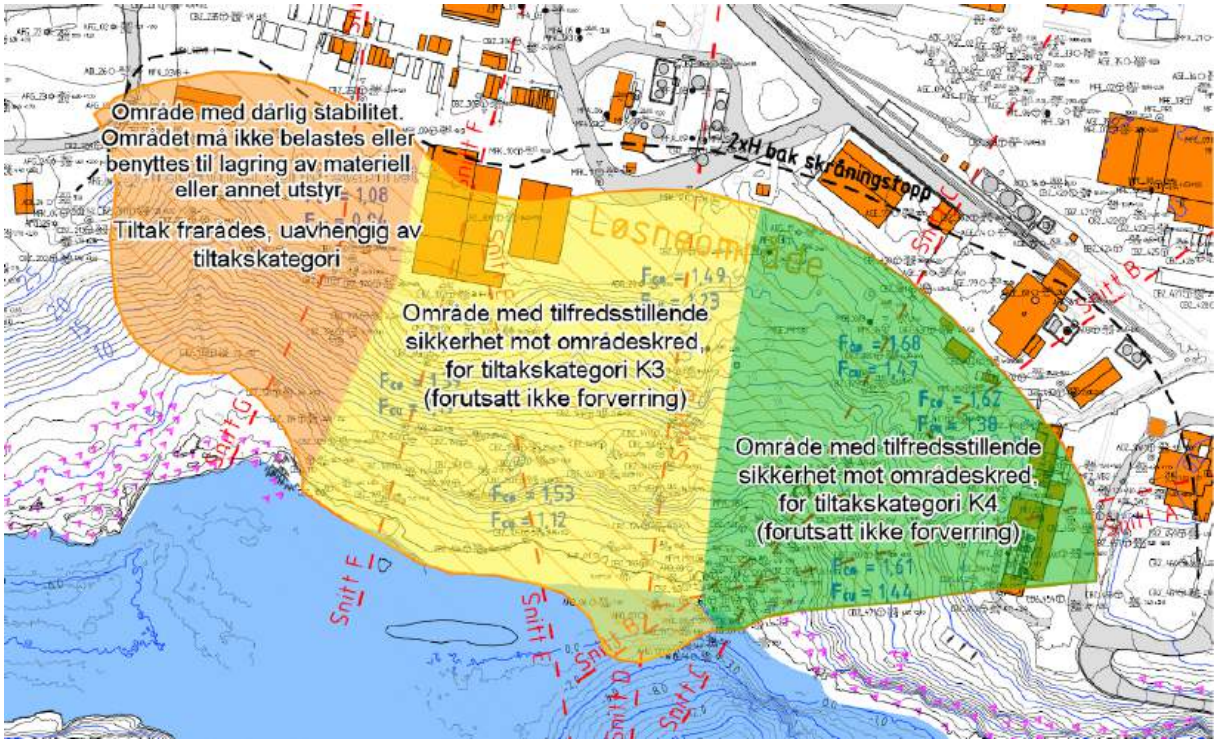
Figur 6-3: Oversikt over byggbarhet rundt faresone Helgeby (figur 0.2 i Geovita 2330-10, /1/)

I faresoneutredningen, /1/, ble det dokumentert at faresone Helgeby har tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av tiltak i tiltakskategori K3 (i faresonen), iht. kravene NVE-veileder 1/2019. Dette med bakgrunn i at faresonen er klassifisert med faregrad lav, og under forutsetning om at eventuelle tiltak ikke forverrer stabiliteten.

Beregningsresultatene som er gjennomgått i foregående kapittel viser at det også er mulig å gjennomføre tiltak i tiltakskategori K4 i deler av faresonen, forutsatt at tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Samtidig er det andre deler av faresonen som har spesielt dårlig stabilitet, hvor det anbefales å ikke gjennomføre noen form for tiltak, uten at stabilitetsforholdene forbedres.

I Figur 6-4 er det vist en oversikt over faresonen, delt inn i ulike farger, med vurdering av byggbarhet basert på kravene i NVE-veileder 1/2019, /2/. Utdypende beskrivelse er gitt i etterfølgende tekst, etter figuren.

Selv om deler av faresonen har for lav sikkerhet, vil det likevel være mulig å gjennomføre stabilitetsforbedrende tiltak som muliggjør eventuell framtidig utbygging, inkludert K4-tiltak, i hele faresonen. Dette er undersøkt og beskrevet nærmere i kap. 7.



Figur 6-4: Oppsummering av byggbarhet med dagens stabilitetsforhold, iht. NVE 1/2019

Grønn skravur i Figur 6-4 viser området som har tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av K4-tiltak, iht. NVE-veileder nr. 1/2019 ($F_{c\varphi} \geq 1{,}25$ og $F_{cu} \geq 1{,}40$). Det forutsettes at tiltaket gjennomføres på en slik måte at stabilitetsforholdene ikke forverres, i noen fase av gjennomføringen. Dette innebærer også skånsom utførelse av eventuelle fundamenteringsarbeider (peling), som må utføres på en slik måte at stabiliteten ikke påvirkes negativt.

Gul skravur i Figur 6-4 markerer et område som har tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av tiltak i tiltakskategori K3, iht. NVE-veilederen (faregrad lav), men det er en forutsetning at tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Sikkerheten i dagens situasjon er imidlertid for lav til at det kan gjennomføres K4-tiltak.

Oransje skravur i Figur 6-4 markerer et område som iht. NVE-veilederen har tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av tiltak i tiltakskategori K3, på lik linje med det gule området, men for lav sikkerhet i dagens situasjon til at det kan gjennomføres K4-tiltak. Fordi stabilitetsberegningene viser spesielt dårlig stabilitet i dette området av faresonen, er det likevel ikke tilrådelige å gjennomføre noen form for tiltak i det oransje området, uten at stabiliteten forbedres i forkant. Som følge av skråningens dårlige stabilitet i det oransje området, bør bruken av området begrenses for å sikre mot belastning bak skråningstopp, og for å sikre mot potensiell utilsiktet/uønsket lagring av masser eller tungt utstyr. Se Figur 6-2 for detaljert oversikt over arealer med restriksjoner.

6.4 Krav til kvalitetssikring av stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegningene i denne rapporten skal gjennomgå uavhengig kvalitetssikring, iht. kravene i NVE-veileder 1/2019, /2/, slik at rapporten kan benyttes som dokumentasjon for eventuell framtidig bygging av tiltak i faresonen, til og med tiltakskategori K4.

7 UNDERSØKELSE AV MULIGHETER FOR STABILITETSFORBEDRENDE TILTAK I FARESONEN

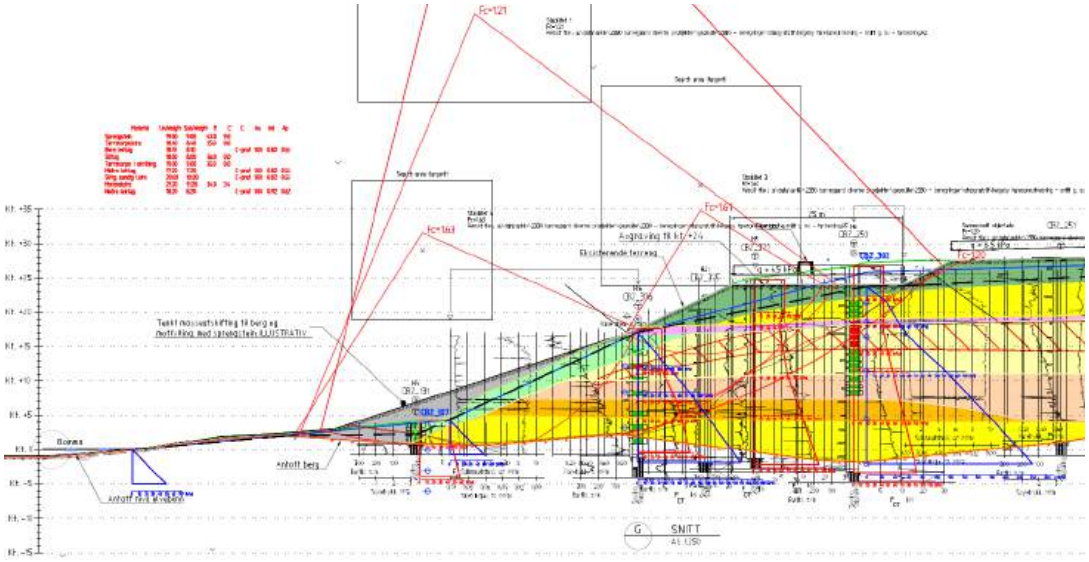
Hoveddelen av faresone Helgeby har for lav sikkerhet i dagens situasjon til gjennomføring av potensielle framtidige tiltak i tiltakskategori K4. Det har derfor vært ønskelig å estimere nødvendig omfang av stabilitetsforbedrende tiltak for å oppnå tilfredsstillende stabilitet for potensiell framtidig gjennomføring av K4-tiltak. Det er derfor utført beregninger med topografiske tiltak for kritiske beregningssnitt, i området med gul skravur i Figur 6-4, og i området med oransje skravur.

7.1 Området med oransje skravur

Selv om området med oransje skravur i Figur 6-4 har dårligst stabilitet i dagens situasjon, ligger forholdene likevel til rette for å gjennomføre stabilitetsforbedrende tiltak i denne delen av faresonen, som vil muliggjøre framtidige K4-tiltak, og som også vil gjøre det forsvarlig å gjennomføre K3-tiltak (føringene i NVE-veileder 1/2019 muliggjør bygging av K3-tiltak med dagens stabilitet, men den dårlige stabiliteten tilsier likevel at dette ikke er forsvarlig).

Ved skråningsbunn er det liten bergdybde, varierende fra 1 til 3 meter, samtidig som det er god avstand til Glomma. Området vurderes derfor som egnet for utlegging av støttefylling med stein, noe som vil bidra til å forbedre stabiliteten slik at det kan være mulig å gjennomføre potensiell utbygging også i denne delen av faresonen, inkludert tiltak i tiltakskategori K4. Fordi avstanden til Glomma er såpass stor, vil et slikt tiltak heller ikke havne i konflikt med vassdraget, og dermed antas vesentlig enklere byggesaksbehandling. I forbindelse med erosjonssikringsprosjektet som er utført i faresonen i perioden 2024-2025, (se kap. 1.2 og 4.6.5 i /1/), er det allerede etablert anleggsveier i faresonen, som kan benyttes for tilkomst for utlegging av slik støttefylling. I tillegg til utlegging av støttefylling ved skråningsbunn, vil det være nødvendig å senke terrenget ved skråningstopp.

Det er utført en innledende stabilitetsberegning i snitt G for å kontrollere effekten av en tenkt støttefylling ved skråningsfoten i området med oransje skravur i Figur 6-4. Videre er terrenget ved skråningstopp avgravd til kt. +24, i en bredde på 25 meter. Beregningen følger av vedlegg 17.1, og utsnitt fra beregningen er vist i Figur 7-1.



Figur 7-1: Eksempel på mulig støttefylling og avgraving i snitt G for å muliggjøre K4-tiltak

Ved å utføre seksjonsvis masseutskifting til berg ved skråningsfoten, og ved å legge ut steinfylling som vist, med helning 1:3 fra kt. +17 i skråningen og ned til skråningsbunn, i kombinasjon med avgraving av skråningstopp, kan stabiliteten forbedres slik at det kan gjennomføres K4-tiltak. NVE-veilederen stiller krav til minimum 10 % forbedring, se kap. 2.8.3 og Figur 2-4 (F_{cu} = 1,0 før forbedring). Vi vil likevel anbefale tiltak som sikrer høyere stabilitet enn minimumskravet, og vi mener $F_{cu} \geq 1,20$ er et fornuftig nivå. De topografiske tiltakene som er illustrert i Figur 6 4 vil tilfredsstille dette anbefalte sikkerhetsnivået.

Beregningen er utført med totalspenningsanalyse og med effektivspenningsanalyse. Beregningene viser sikkerhet F_{cu} = 1,20 og $F_{c\varphi} \geq 1,58$ med det nevnte tiltaket. Dette er godt over minimumskravet i NVE-veilederen for gjennomføring av K4-tiltak, ved prosentvis forbedring. Det er i tillegg utført en totalspenningsanalyse med økt dimensjonerende nyttelast (anleggslast), på 19,5 kPa, for kontroll av lokalstabilitet iht. Eurokode 7, /8/. Beregningen viser at tiltaket med motfylling i kombinasjon med avgraving av skråningstopp også gir en skråning med tilfredsstillende lokalstabilitet, $F_{cu} \geq 1,4$.

Det gjøres oppmerksom på at den utførte stabilitetsberegningen i praksis innebærer en prosentvis forbedring på 25 %, fordi beregnet sikkerhet i dagens situasjon er F_{cu} = 0,94. Ved en eventuell framtidig detaljprosjektering vil det være potensiale for optimalisering ved å justere jordartsparametere i beregningen, slik at én oppnår F_{cu} = 1,00 for dagens situasjon. Det vil gjøre det mulig å redusere det topografiske tiltaket i noen grad, ved at det anbefalte *kravet* til prosentvis forbedring vil være 20 %, istedenfor 25 %. Det vil også være mulig å arbeide med å optimalisere formen og høyden på steinfyllingen.

7.2 Området med gul skravur

Dersom det i framtiden skulle være ønskelig å forbedre stabilitetsforholdene i området med gul skravur i Figur 6-4 for å gjøre området byggbart for K4-tiltak, vil avlasting av skråningstopp være det eneste reelle alternativet.

Det er utført en stabilitetsberegning med totalspenningsanalyse (F_{cu}) for beregningssnitt E, som er det snittet med lavest stabilitet i gulskravert område i Figur 6-4. Dette for å undersøke nødvendig omfang avgraving av skråningstopp, som et stabilitetsforbedrende tiltak. Beregningen er utført med og uten svakt lag over berg, og beregningen er gitt i vedlegg 17.2. Skråningen har tilfredsstillende sikkerhet for K4-tiltak ved beregning med effektivspenningsanalyse i dagens situasjon, og det er derfor ikke utført kontroll med effektivspenningsanalyse som hensyntar avgravingen.

I beregningen er skråningstopp avgravd til kt. +24, i en bredde på 35 meter. I beregningen uten svakt lag er det lagt inn økt dimensjonerende nyttelast (anleggslast), på 19,5 kPa, for kontroll av lokalstabilitet iht. Eurokode 7. Det er likevel forutsatt en restriksjonssone på 8 meter uten nyttelast, nærmest skråningstopp.

NVE-veilederen stiller krav til minimum 7 % forbedring, for beregningen med svakt lag over berg (F_{cu} = 1,12 før forbedring). Dette gir dermed krav til sikkerhet F_{cu} = 1,20, etter forbedring. For beregningen uten svakt lag stilles det krav til minimum 4 % forbedring (F_{cu} = 1,23 før forbedring). Dette gir dermed krav til sikkerhet F_{cu} = 1,28, etter forbedring.

Beregningene i vedlegg 17.2 viser sikkerhet F_{cu} = 1,20 med svakt lag over berg, og F_{cu} = 1,29 uten svakt lag over berg (inkludert økt terrenglast på 19,5 kPa). Dette gir dermed tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av K4-tiltak med avgraving av skråningstopp, som vist i vedlegget. Beregningen med økt terrenglast viser også at avgravingen gir en skråning som har tilfredsstillende sikkerhet for lokalstabilitet iht. Eurokode 7, /8/, $F_{cu} \geq 1,4$.

7.3 Oppsummering av potensiale for stabilitetsforbedrende tiltak

Utførte beregninger viser at det er mulig å oppnå tilfredsstillende sikkerhet for gjennomføring av K4-tiltak i hele faresonen, og at skråningen, etter gjennomført tiltak, også vil ha tilfredsstillende sikkerhet for lokalstabilitet iht. Eurokode 7.

Området med grønn skravur i Figur 6-4 har allerede tilfredsstillende sikkerhet i dagens situasjon, og tilfredsstiller både NVE-veilederens krav, og Eurokodens krav til sikkerhet.

I området med gul skravur i Figur 6-4 kan tilfredsstillende sikkerhet for K4-tiltak oppnås ved avgraving av skråningstopp.

I området med oransje skravur i Figur 6-4 er det nødvendig med avgraving av skråningstopp, i kombinasjon med masseutskifting og utlegging av steinfylling ved skråningsbunn, for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet for K4-tiltak.

I vedlegg 18 er det vist en situasjonsplan med estimert omfang av stabilitetsforbedrende tiltak, basert på beregningene i snitt E og snitt G (kritiske snitt). Det gjøres oppmerksom på eksisterende VA-trasé (avløp sør) som er bygget i 2020. Over en strekning på rundt 100 meter ligger VA-traseen innenfor området med skissert nødvendig terrengsenking. VA-traseen består av to selvfallsledninger, bestående av én 1200DV-ledning og én 1400DV-ledning. Ledningene har begge innvendig bunn i omtrent kr. + 23,0 til +23,4. Avgravingen av terrenget må lokalt tilpasses disse ledningene. Det antas at dette kan løses ved å innskrenke nødvendig omfang eller dybde avgraving i området med konflikt, som følge av gunstigere topografi i denne delen av faresonen. Dette er imidlertid ikke undersøkt nærmere og må løses ved eventuell detaljprosjektering i framtiden, dersom det blir aktuelt å gjennomføre tiltak i denne delen av faresonen.

Det nødvendige omfanget avgraving av skråningstopp for gjennomføring av K4-tiltak er beregnet til rundt 22.000 m^3, samlet for områdene med gul og oransje skravur. Omfanget utgraving ved skråningsbunn er estimert til rundt 2000 m^3, og samlet volum utlagte steinmasser ved skråningsbunn er beregnet til 6500 m^3.

Dersom det kun er ønskelig å sikre gjennomføring av K4-tiltak i det gulskraverte området i Figur 6-3, vil nødvendig avgraving være i størrelsesorden 10.500 m^3.

Dersom det kun er ønskelig å sikre gjennomføring av K4-tiltak i området med oransje skravur i Figur 6-3, er estimert nødvendig avgraving i størrelsesorden 11.500 m^3. I tillegg kommer nødvendig utgraving ved skråningsbunn på rundt 2000 m^3, og utlegging av 6500 m^3 steinmasser.

Det påpekes at en eventuell framtidig utbygging eller gjennomføring av stabilitetsforbedrende tiltak, vil kreve detaljprosjektering. Stabiliserende tiltak i områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale skal normalt plasseres i tiltaksklasse 2 eller 3 for fagområdet geoteknikk iht. SAK10 § 9-4, og klassifiseres i pålitelighetsklasse 2 eller 3 iht. Eurokode 0. Det vil da stilles krav til uavhengig kontroll etter SAK10 og utvidet kontroll etter Eurokoden.

8 REFERANSER

/1/. Geovita notat nr. 2330-10. Utredning av områdeskredfare. Del 1 – Platået på Borregaard. Rev. 01. 21.05.2024.

/2/. NVE: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Veileder nr. 1. 2019.

/3/. Statens vegvesen: Vegnormal N200 Vegbygging. 05.07.2024.

/4/. Statens vegvesen: Veiledning, håndbok 016. Geoteknikk i vegbygging. Juni 2010. (tilbaketrukket)

/5/. Samferdselsdepartementet: Forskrift om nærmere bestemmelser om tillatte vekter og dimensjoner for offentlig veg. 15.01.2014.

/6/. Standard Norge: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.

/7/. Standard Norge: NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019. Eurokode 1: Laster på konstruksjoner. Del 1-1: Allmenne laster. Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger.

/8/. Standard Norge: NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler.

/9/. Statens vegvesen: Veiledning N-V220. Geoteknikk i vegbygging. 18.08.2023.

/10/. Statens vegvesen: Håndbok V221. Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. 2014.

/11/. Styvehavn AS. Oppdrag SHAS-339-01-222. Kotekart Melløs-Fossen. 23.05.2022

/12/. Norges Geoteknisk forening: Melding nr. 2. Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk. Identifisering og klassifisering av jord. 2011.

/13/. Jean-Sébastien L'Heureux. Bestemmelse av hviletrykk (K_0) i norske leirer – anbefalinger basert på en sammenstilling av Lab, - felt- og erfaringsdata. Geoteknikkdagen 2017.

/14/. NIFS: Rapport nr. 14/2014. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6. Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. 2014.

/15/. NIFS: Rapport nr. 77/2014. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6. Kvikkleire. Valg av karakteristisk cuA-profil, basert på felt- og laboratorieundersøkelser. 2014

/16/. Noteby: Oppdrags nr. 41132. Brev datert. 01.11.1991. BFC A/S – Prosesscann/renseanlegg. Fundament for veratanker. Geoteknisk vurdering. 01.11.1991.

/17/. Blaker, Carroll, R., Paniagua, P., DeGroot, D. J., and L'Heureux, J.-S. (2019). Halden research site: geotechnical characterization of a post glacial silt. volume 5, pages 184–228.

/18/. Kjell Karlsrud. Tolkning og fastlegging av jordartsparametere – Karakteristisk jordprofil. NGF-kurs, stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger. Rica Hell hotell. 20-22. mai 2003.

/19/. COWI: Rapport nr. A252183-RAP-RIG-001. Borregaard. Faresoneutredning Helgeby. Datarapport, geoteknisk grunnundersøkelser. 17.04.2024.

/20/. COWI: Rapport nr. A252183-002-RAP-RIG-001. Borregaard. Faresoneutredning Roligheden. Datarapport, geoteknisk grunnundersøkelser. 18.10.2024.

/21/. Oslo kommune, Geoteknisk kontor. Rapport R-1796-12. Ny Strømsvei, Galgebergforbindelse. Del 12. Datarapport, supplerende mark- og laboratorieundersøkelser. 17.08.1989

/22/. COWI: Rapport nr. 241223-RAP-RIG-001. Radiumhospitalet. OCCI Lamell 4. Geoteknisk datarapport. 11.08.2022.

/23/. Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Intern rapport nr. 1261. Spenningsstier. Tolkningssett for treaks. Februar 1986.

/24/. Sigurður Már Valsson. Tolkning av CPTu med hjelp av regneark. NGF Temadag - Geotekniske parametere, Trondheim 2024.

/25/. Kjell Karlsrud. Skjærstyrkegenskaper av leire og bruk i stabilitetsberegninger. NGF-kurs, stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger. Rica Hell hotell. 20-22. mai 2003.

/26/. Norges Geoteknisk forening: Melding nr. 11. Veiledning for prøvetaking. 2013.

/27/. NIFS: Rapport nr. 41/2013. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6. Kvikkleire. State-of-the-art: Blokkprøver. 2013.

/28/. Kristoffer Kåsin. CPTU crossing existing boreholes in the soil. ISSMGE. Geotechnical and Geophysical Site Characterisation 5, Lehane 2016.

/29/. Laurits Bjerrum. Norske marine leirers geotekniske egenskaper. NGI-publikasjon nr. 7. 1955.

/30/. J. K. Torrance. A laboratory investigation of the effect of leaching on the compressibility and shear strength of Norwegian marine clays. Géotechnique, Volume 24 Issue 2. 1974.

/31/. Tonje Eide Helle. Quick-clay landslide mitigation using potassium chloride. Doctoral theses at NTNU, 2017:234.

/32/. Noteby: Rapport nr. 17943-1. Teglverksområdet på Melløs. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering. 14. september 1978.

/33/. COWI: Rapport nr. A240573-RAP-RIG-001. Borregaard GU. Avløpsledning Melløs til spraytørke. Geoteknisk datarapport. 29.04.2022.

/34/. Gunnar Aas og Suzanne Lacasse. Shear strength of Soft Clay in Terms of Effective Stresses. NGI-publikasjon nr. 209. 2022.

/35/. Gunnar Aas og Suzanne Lacasse. Yield stresses in Soft Contracting Clays. NGI-publikasjon nr. 209. 2022.

/36/. Statens vegvesen: Håndbok 016. Geoteknikk i vegbygging. Juni 2010.

/37/. Vidar Gjeldsvik. Fasthetsegenskaper av leire. NGF-kurs, stabilitetsseminar. Gardermoen 24-25 mars, 2022.

/38/. Rolf Sandven. Geoteknikk materialegenskaper. Utstyr, prosedyrer og parameterbestemmelser. Kompendium i emne TBA 4110. NTNU.

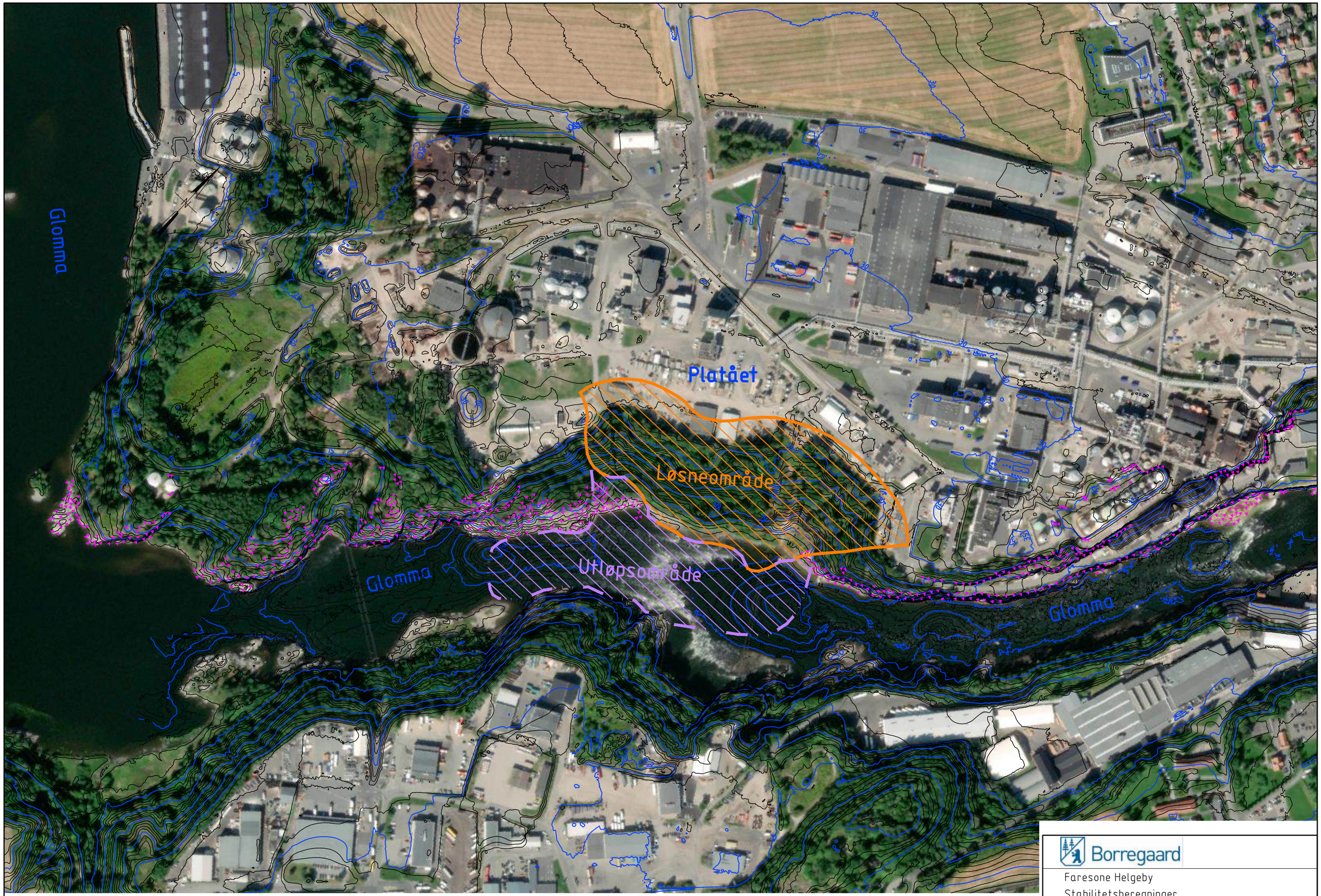
/39/. NIFS: Rapport nr. 8/2016. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6. Kvikkleire. Grense mellom local- og områdestabilitet. 2016.

/40/. NVE: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Veileder nr. 7. 2014.

/41/. NIFS- Rapport nr. 80/2012. Naturfareprosjektet: Likestilling mellom bruk av absolutt materialfaktor og prosentvis forbedring? 2012.

/42/. NGU: Rapport nr. 89.137. Geokjemisk undersøkelse av avfallsfylling ved Borregaard Ind.Ltds svovelsyrefabrikk. Prosjekt nr. 42.2487.18. 1989.

VEDLEGG 1: OVERSIKT PLATÅET PÅ BORREGAARD MED FARESONE HELGEBY



A PLAN
A1: 1:2000, A3: 1:4000

Borregaard

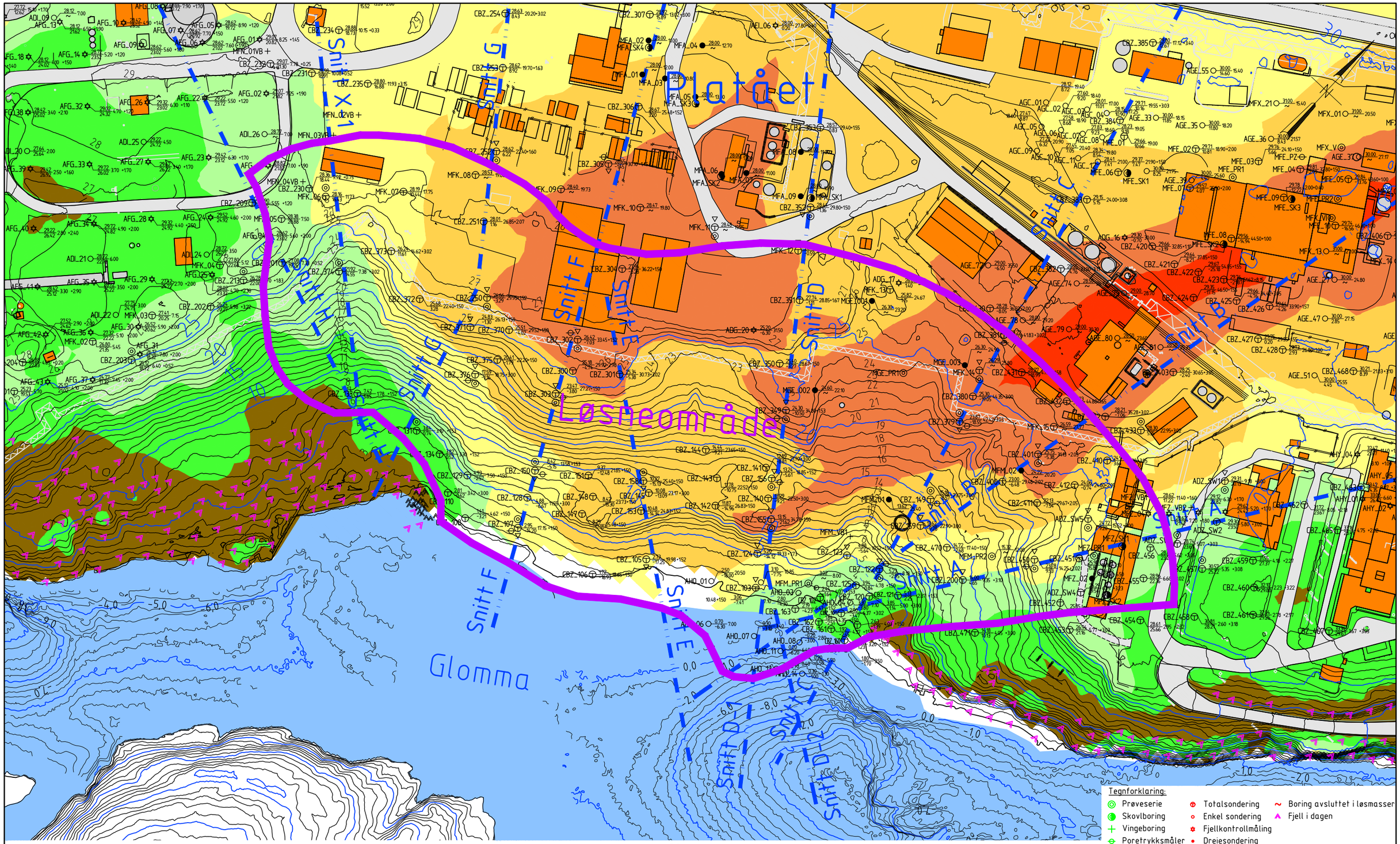
Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Oversikt faresone

REV.DATO:
REV.:

GEOVITA
DATO: 2024.07.09
DOK.NR.:

VEDLEGG 2.1: FARESONE HELGEBY – LØSMASSEMEKTIGHET



Løsmassemektighet (dybde til berg):

- 0 – 1 m
- 1 – 5 m
- 5 – 10 m
- 10 – 20 m
- 20 – 30 m
- 30 – 45 m
- 45 – 75 m

A PLAN
A1: 1:750, A3: 1:1500

Terrengkote / Antatt bergkote — Boret dybde + Boret i berg

Tegnforklaring:

- Prøveserie
- Skovlboring
- Vingeboring
- Poretrykksmåler
- Trykksondering
- Totalsondering
- Enkel sondering
- Fjellkontrollmåling
- Dreiesondering
- Dreietrykksondering
- Boring avsluttet i løsmasser
- Fjell i dagen
- Kritiske snitt

Navngivning av borpunkter:

ADF_	110751	Grøner	Forbrenningsanlegg for bark og slam. 1993
ADG_	88.203	NGU	Kloralkaliefabrikken, løsmassestratigrafi. 1989
ADI_	-	Leca Borge	Grunnundersøkelser ved Svovelsyrefabrikken. 1983
ADZ_	10217616-1	Sweco	Fabrikk FA07, grunnforhold. 2020
AFG_	0.466.48	Borregaard	Renseanlegg. 1990
AGC_	0.370.81	Borregaard	Ny pipe, Cellullfabrikken. 1943.
AGE_	0.370.83	Borregaard	Sonderboringer for Cellullfabrikken. 1943
AHO_	47.688.4	Borregaard	Cellulose 3, grunnboring v Glomma. 1977
CBZ_	A252183-1	COWI	Borregaard, Faresonueutredning Helgeby. 2024
GEA_	65065-1	NGI	Grunnundersøkelser for Kislager. 1966
GHA_	20061286-1	NGI	Avfallsforbrenningsanlegg, Sarpsborg. 2006
MFA_	41189-1	Noteby	Svovelsyrefabrikk. 1991
MFD_	512020-1	Multiconsult	Exilva-prosjektet. 2014
MFE_	511077-1	Multiconsult	Avfallsenergi Borregaard. 2007
MFF_	101209-1	Multiconsult	Sarpsborg Energigjenvinning. 2000
MFK_	10218416-1	Multiconsult	Søndre avløp. 2020
MFL_	511640-1	Multiconsult	Ny anaerob. 2011
MFM_	17226-1	Noteby	Utfylling mot Glomma ved Fatlager. 1976
MFN_	41217	Noteby	Renseanlegg, utglidning og vurdering. 1993
MFO_	45506-1	Noteby	Renseanlegg, trinn 1. 1994
MFX_	783-1	Noteby	Cellullfabrikk, Grunnundersøkelser. 1941
MFZ_	41132-1	Noteby	Fatlager og tankfarm. 1990
MGE_	41223-1	Noteby	Utfylling syd for fatlager. 1993

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK: Løsmassemektighet

REV.DATO:

REV.:

GEOVITA

DATO: 2024.07.17

DOK.NR.:

VEDLEGG 2.2: FARESONE HELGEBY – OVERSIKT MED VURDERING SPRØBRUDDMATERIALE

Platået

Løsneområde

Utløpsområde

Snitt A

Snitt B

Snitt C

Snitt D

Snitt E

Snitt F

Snitt G

Bemerkninger:
Oversikt med angivelse av forekomster sprøbruddmateriale

- Bekreftet IKKE sprøbruddmateriale
- Tolket IKKE sprøbruddmateriale
- Ikke tolket
- Tolket sprøbruddmateriale
- Påvist sprøbruddmateriale

A PLAN
A1: 1:750, A3: 1:1500

Terrengkote / Antatt bergkote — Boret dybde + Boret i berg

Navngivning av borpunkter:

ADF_	110751	Grøner	Forbrenningsanlegg for bark og slam. 1993
ADG_	88.203	NGU	Kloralkaliefabrikken, løsmassestratigrafi. 1989
ADI_	-	Leca Borge	Grunnundersøkelser ved Svovelsyrefabrikken. 1983
ADZ_	10217616-1	Sweco	Fabrikk FA07, grunnforhold. 2020
AFG_	0.466.48	Borregaard	Renseanlegg. 1990
AGC_	0.370.81	Borregaard	Ny pipe, Cellullfabrikken. 1943.
AGE_	0.370.83	Borregaard	Sonderboringer for Cellullfabrikken. 1943
AHO_	47.688.4	Borregaard	Cellulose 3, grunnboring v Glomma. 1977
CBZ_	A252183-1	COWI	Borregaard, Faresonueutredning Helgeby. 2023
GEA_	65065-1	NGI	Grunnundersøkelser for Kislager. 1966
GHA_	20061286-1	NGI	Avfallsforbrenningsanlegg, Sarpsborg. 2006
MFA_	41189-1	Noteby	Svovelsyrefabrikk. 1991
MFD_	512020-1	Multiconsult	Exilva-prosjektet. 2014
MFE_	511077-1	Multiconsult	Avfallsenergi Borregaard. 2007
MFF_	101209-1	Multiconsult	Sarpsborg Energigjenvinning. 2000
MFK_	10218416-1	Multiconsult	Søndre avløp. 2020
MFL_	511640-1	Multiconsult	Ny anaerob. 2011
MFM_	17226-1	Noteby	Utfylling mot Glomma ved Fatlager. 1976
MFN_	41217	Noteby	Renseanlegg, utglidning og vurdering. 1993
MFO_	45506-1	Noteby	Renseanlegg, trinn 1. 1994
MFX_	783-1	Noteby	Cellullfabrikk, Grunnundersøkelser. 1941
MFZ_	41132-1	Noteby	Fatlager og tankfarm. 1990
MGE_	41223-1	Noteby	Utfylling syd for fatlager. 1993

Tegnforklaring:

- Prøveserie
- Skovlboring
- Vingeboring
- Poretrykksmåler
- Trykksondering
- Totalsondering
- Enkel sondering
- Fjellkontrollmåling
- Dreiesondering
- Dreietrykksondering
- Boring avsluttet i løsmasser
- Fjell i dagen
- Kritiske snitt

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

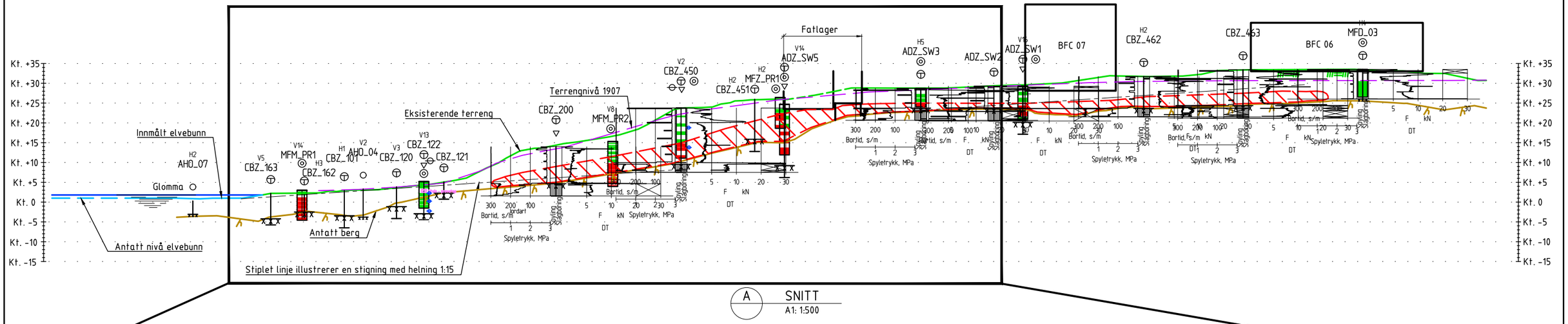
SAK.
Opptegnet faresone

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

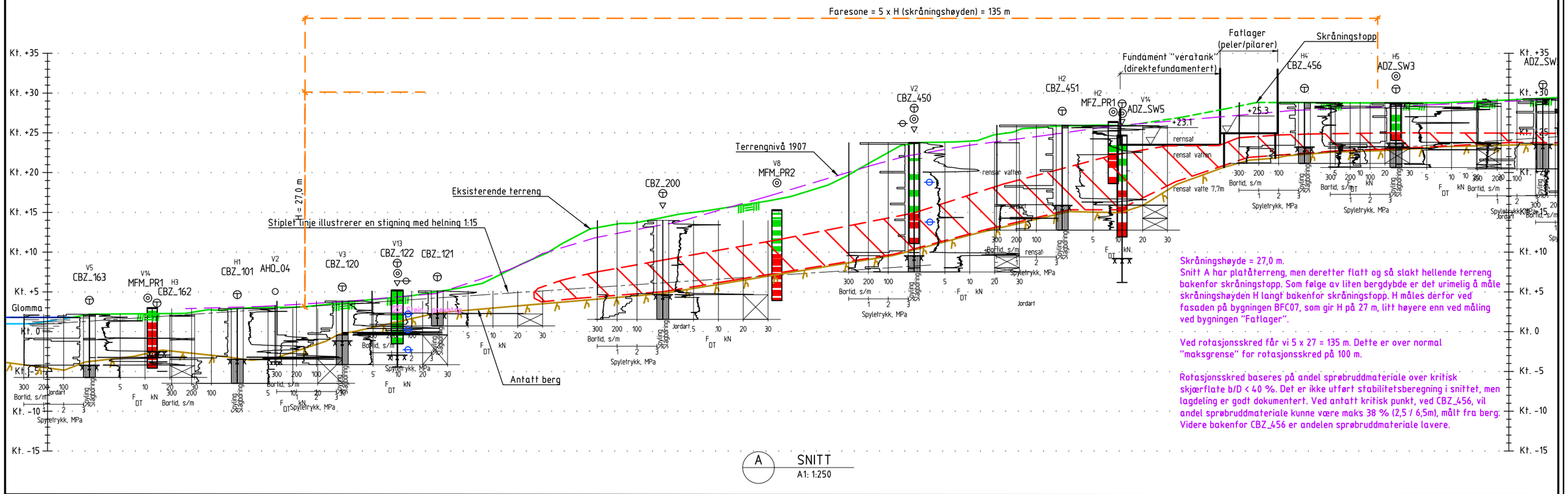
GEOVITA
DATO: 2024.07.17

VEDLEGG 2.3: FARESONE HELGEBY – KRITISKE SNITT

Vedlegget er gjengitt fra faresoneutredningens Vedlegg 10.3, /1/



A SNITT
A1: 1:500

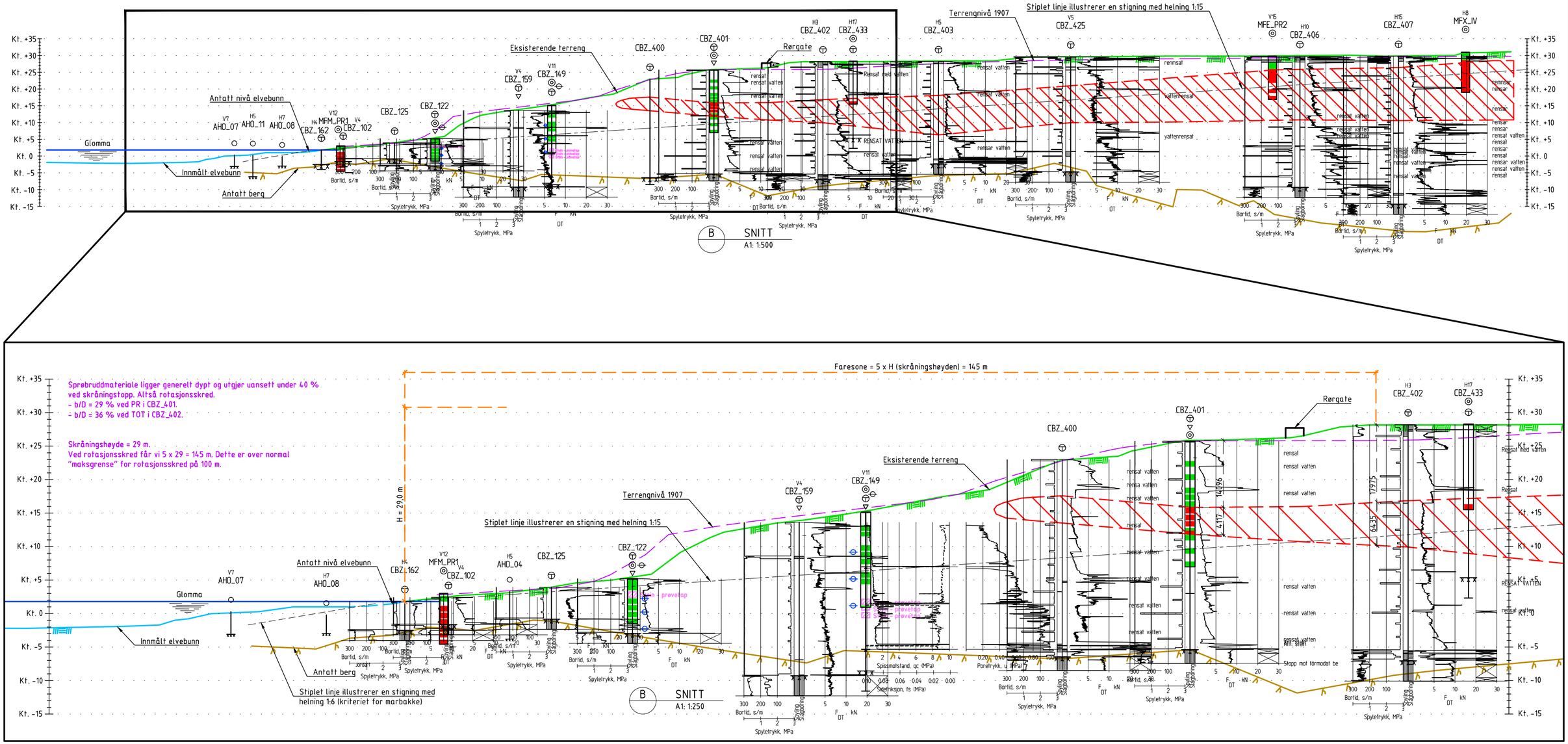


A SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Utredning av områdeskredfare
Del 1. Platået på Borregaard

SAK. Løsneområde Helgeby Snitt A		REV.DATO: 2024.02.23 REV.: 01
GEOVITA	DATO: 2023.01.07	DOK.NR.:



Borregaard

Utredning av områdeskredfare

Del 1. Platået på Borregaard

SAK: Løsneområde Helgeby	REV.DATO: 2024.02.23
Snitt B	REV.: 01
GEOVITA	DATO: 2023.01.07
	DOK.NR.:

Faresone på land = 5 x H (skråningshøyden) = 141 m

Sprøbruddmateriale ligger generelt dypt og utgjør uansett under 40 % ved skråningstopp. Altså rotasjonsskred.
- b/D = 29 % ved PR i CBZ_379.
- b/D = 36 % ved PR i MFK_14.
- b/D = 32 % ved PR i CBZ_381.

Skråningshøyde = 28,2 m
Ved rotasjonsskred får vi 5 x 28,2 = 141 m. Dette er over normal "maksgrense" for rotasjonsskred på 100 m.

H = 28,2 m

Kt. +35 / Kt. +30 / Kt. +25 / Kt. +20 / Kt. +15 / Kt. +10 / Kt. +5 / Kt. 0 / Kt. -5 / Kt. -10 / Kt. -15

Glomma

Innmålt elvebunn

Stiplet linje illustrerer en stigning med helning 1:6 (kriteriet for marbakke)

Stiplet linje illustrerer en stigning med helning 1:15

Antatt berg

Eksisterende terreng

Terrengnivå 1907

Rørgate

V11 AHO_12

H3 CBZ_160 / AHO_09

H2 CBZ_100

V5 AHO_04

H1 CBZ_120

CBZ_122

H6 CBZ_159

H5 CBZ_149

CBZ_379

V3 MFK_14

CBZ_381

Avløp sør

CBZ_380

H7 CBZ_382

H3 CBZ_383

CBZ_384

V4 CBZ_385

H5 CBZ_386

Borhull, s/m

Spyletrykk, MPa

Sigevann

DT

F kN

Spissmotstand, qc (MPa)

Sidefriksjon, fs (MPa)

Poretrykk, u (MPa)

rensar vatten

rensat vatten

rensat

Rensing Vatten

STANGBRUDD

RENSKET

C SNITT
A1: 1:500

C SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Utredning av områdeskredfare
Del 1. Platået på Borregaard

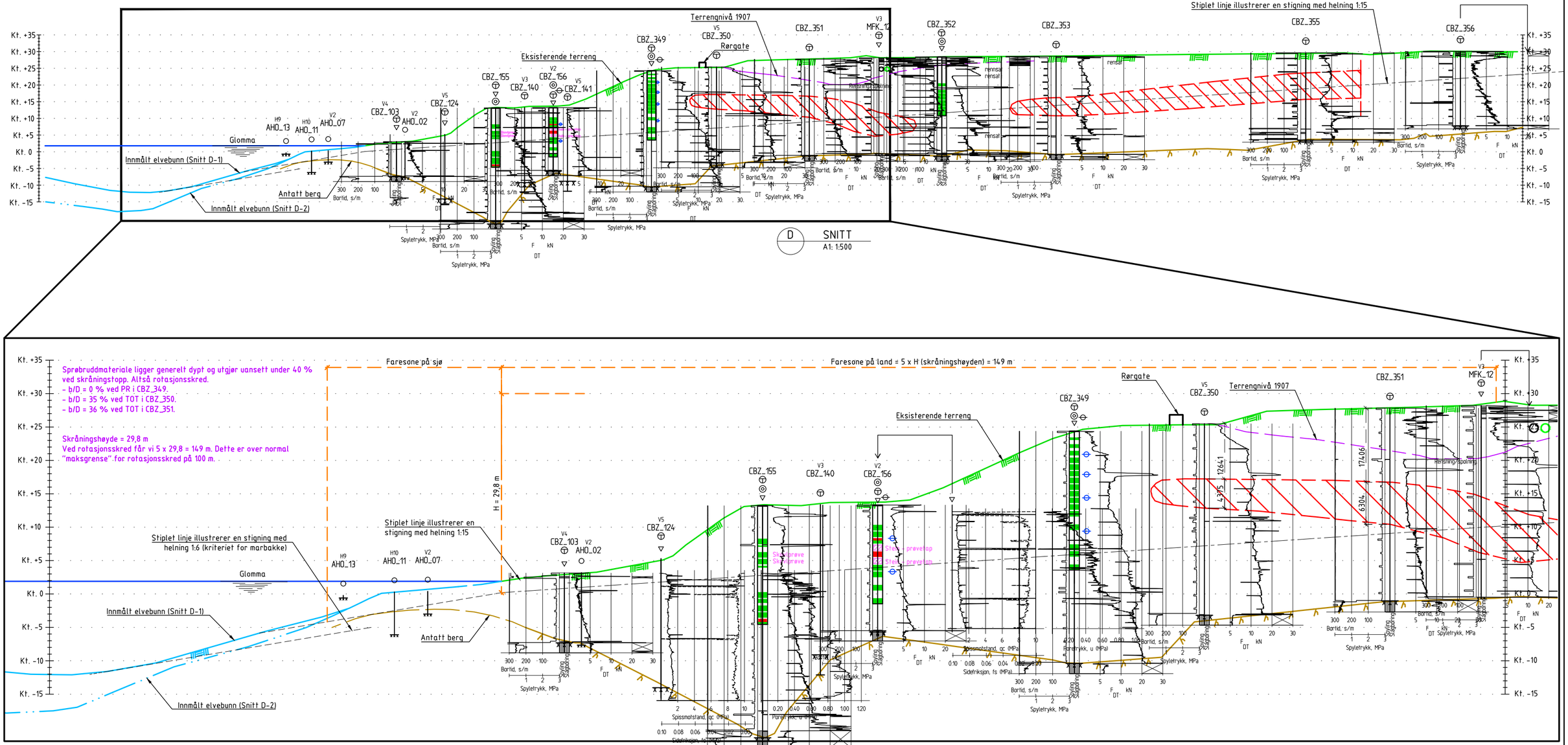
SAK: Løsneområde Helgeby
Snitt C

REV.DATO: 2024.02.23
REV.: 01

GEOVITA

DATO: 2023.01.07

DOK.NR.:

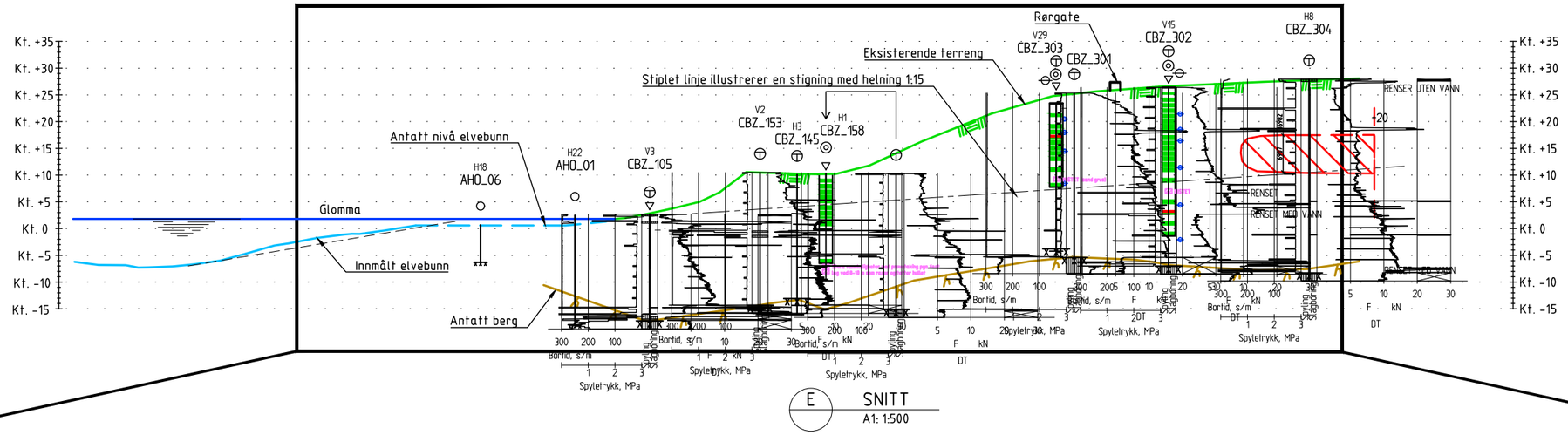


Borregaard

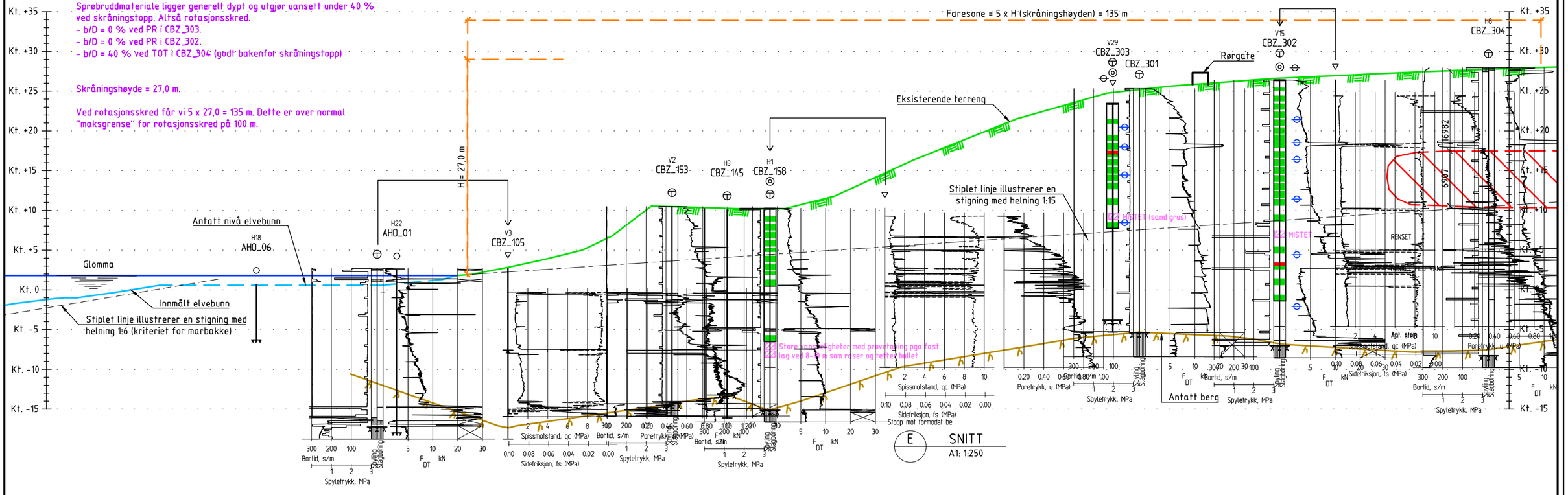
Utredning av områdeskredfare

Del 1. Platået på Borregaard

SAK: Løsneområde Helgeby		REV.DATO:	2024.02.23
		REV.:	01
GEOVITA	DATO: 2023.01.07	DOK.NR.:	



E SNITT
A1: 1:500

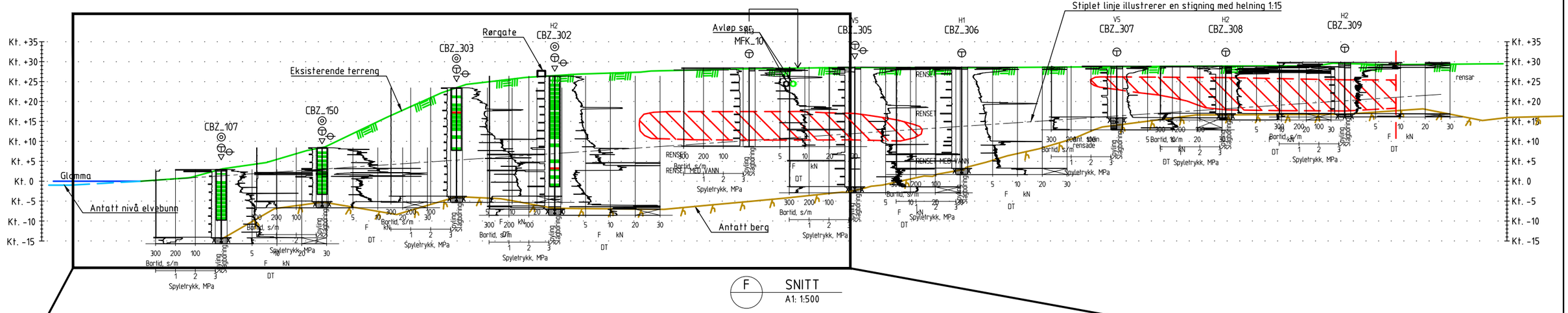


E SNITT
A1: 1:250

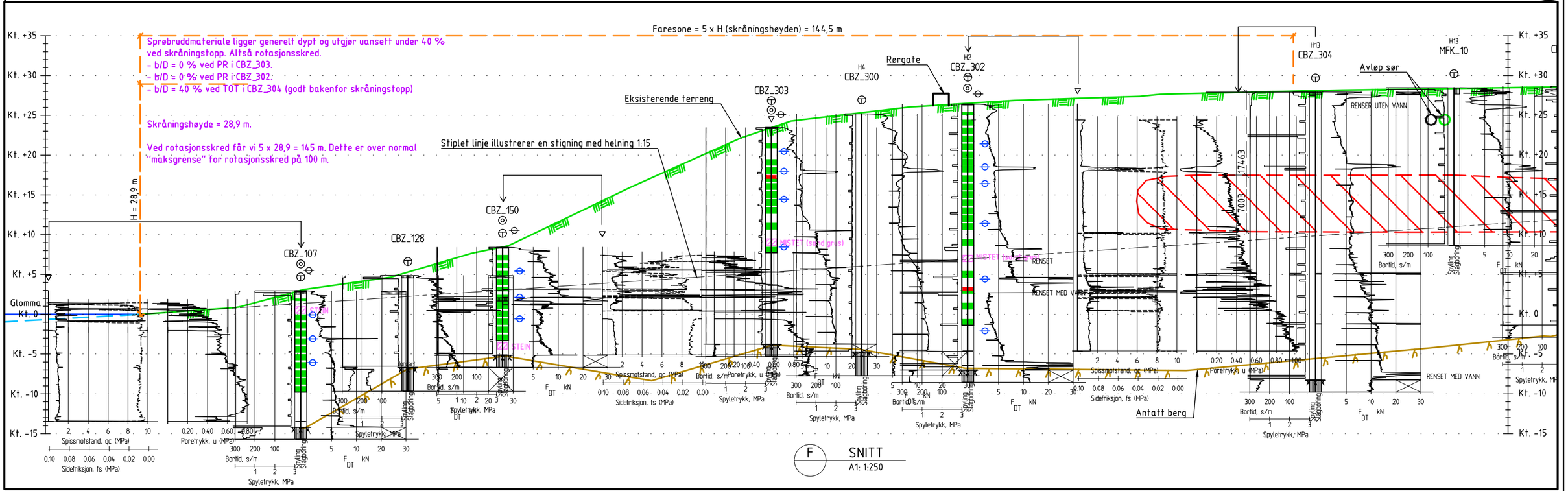
Borregaard

Utredning av områdeskredfare
Del 1. Platået på Borregaard

SAK. Løsneområde Helgeby Snitt E		REV.DATO: 2024.02.23 REV.: 01
GEOVITA	DATO: 2023.01.07	DOK.NR.:



F SNITT
A1: 1:500

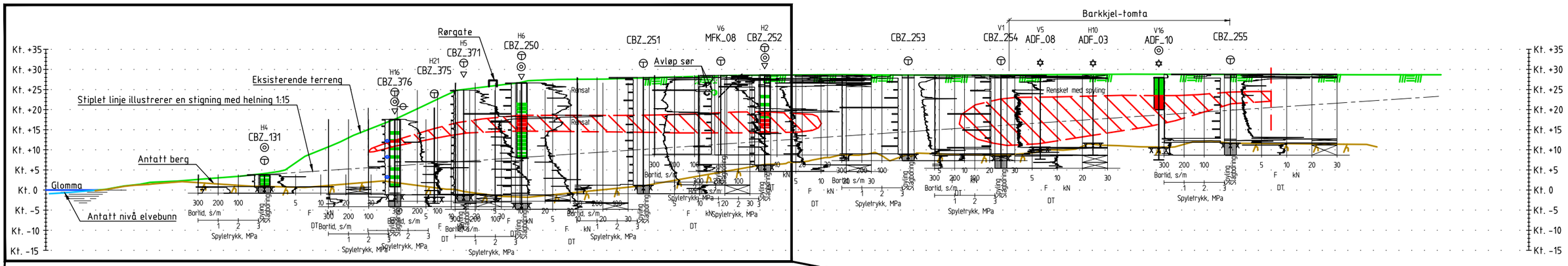


F SNITT
A1: 1:250

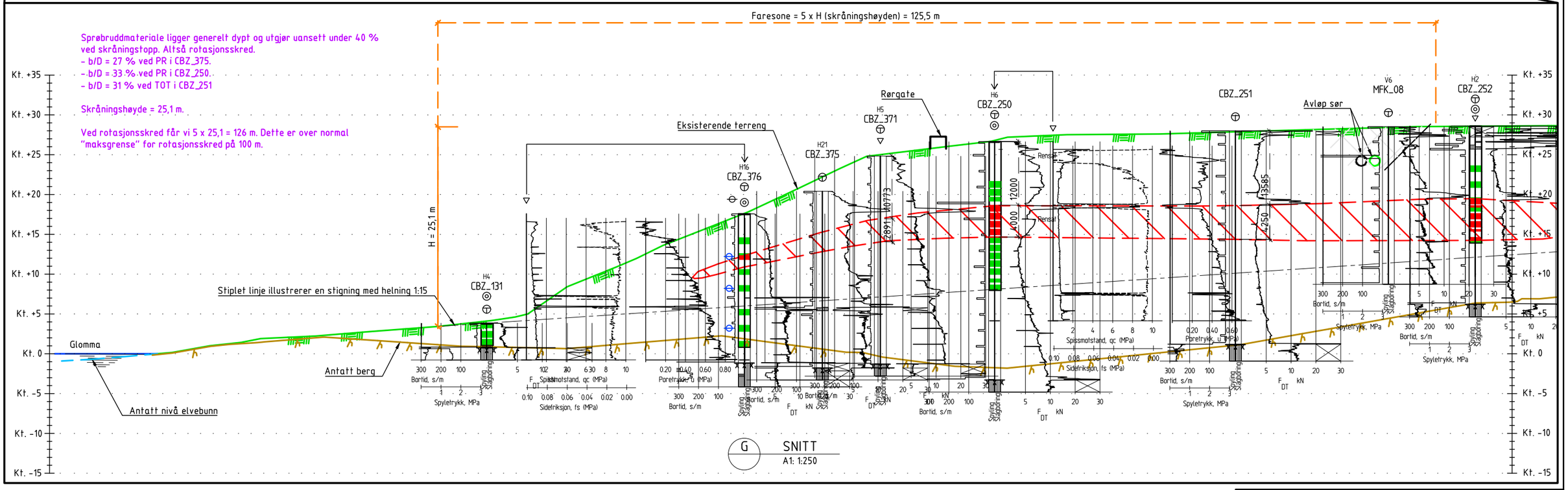
Borregaard

Utredning av områdeskredfare
Del 1. Platået på Borregaard

SAK. Løsneområde Helgeby Snitt F		REV.DATO: 2024.02.23 REV.: 01
GEOVITA	DATO: 2023.01.07	DOK.NR.:



G SNITT
A1: 1:500

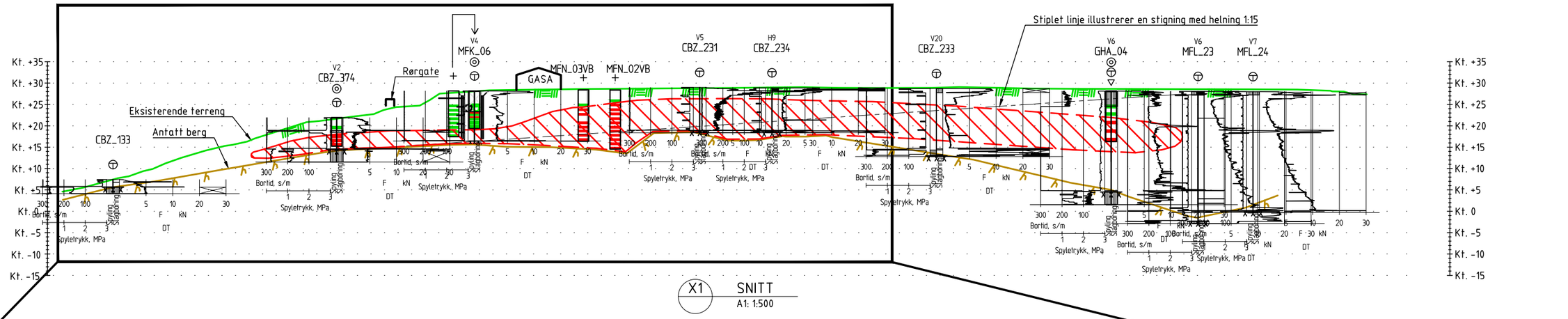


G SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Utredning av områdeskredfare
Del 1. Platået på Borregaard

SAK. Løsneområde Helgeby Snitt G		REV.DATO: 2024.02.23 REV.: 01
GEOVITA	DATO: 2023.01.07	DOK.NR.:



Sprøbruddmateriale ligger generelt dypt og utgjør vanskelig å anslå under 40 % ved skråningstopp. Altså rotasjonsskred.

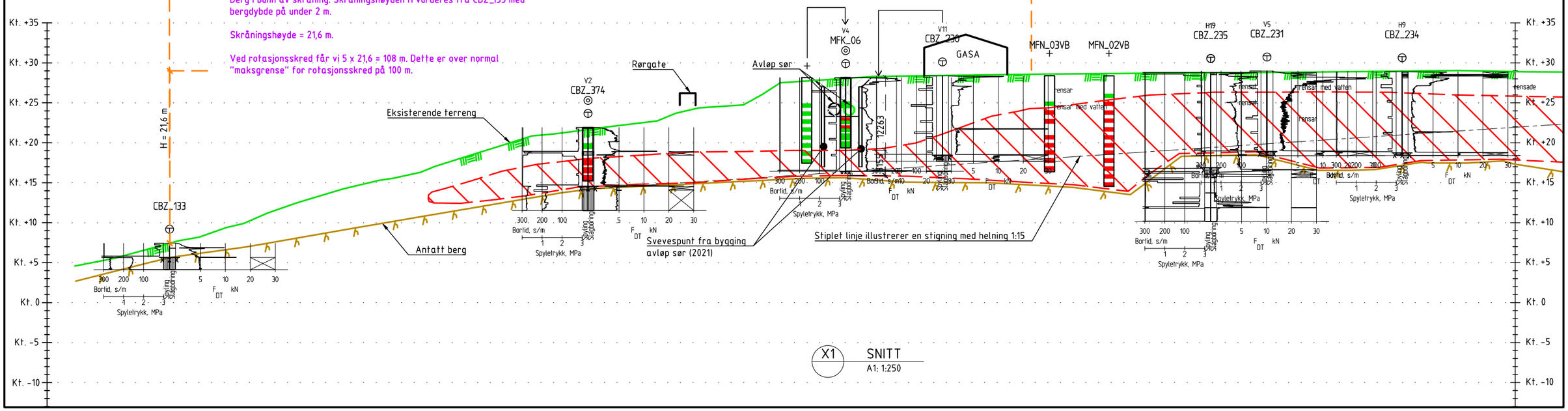
- b/D = 26 % ved PR i MFK_06. Noen % mer om man også hensyntar enkeltkonus ved 5-6 m.

Faresone = 5 x H (skråningshøyden) = 108 m

Berg i bunn av skråning. Skråningshøyden H vurderes fra CBZ_133 med bergdybde på under 2 m.

Skråningshøyde = 21,6 m.

Ved rotasjonsskred får vi 5 x 21,6 = 108 m. Dette er over normal "maksgrense" for rotasjonsskred på 100 m.

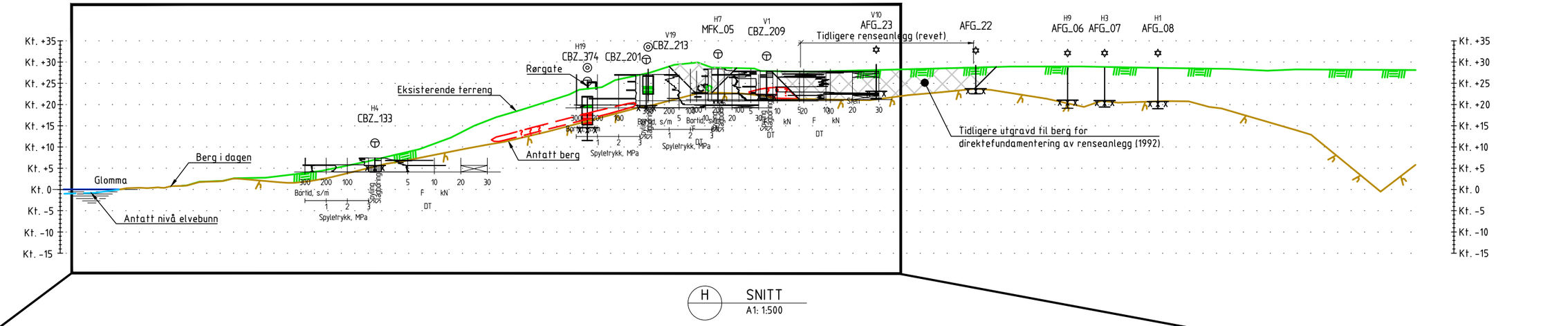


Borregaard

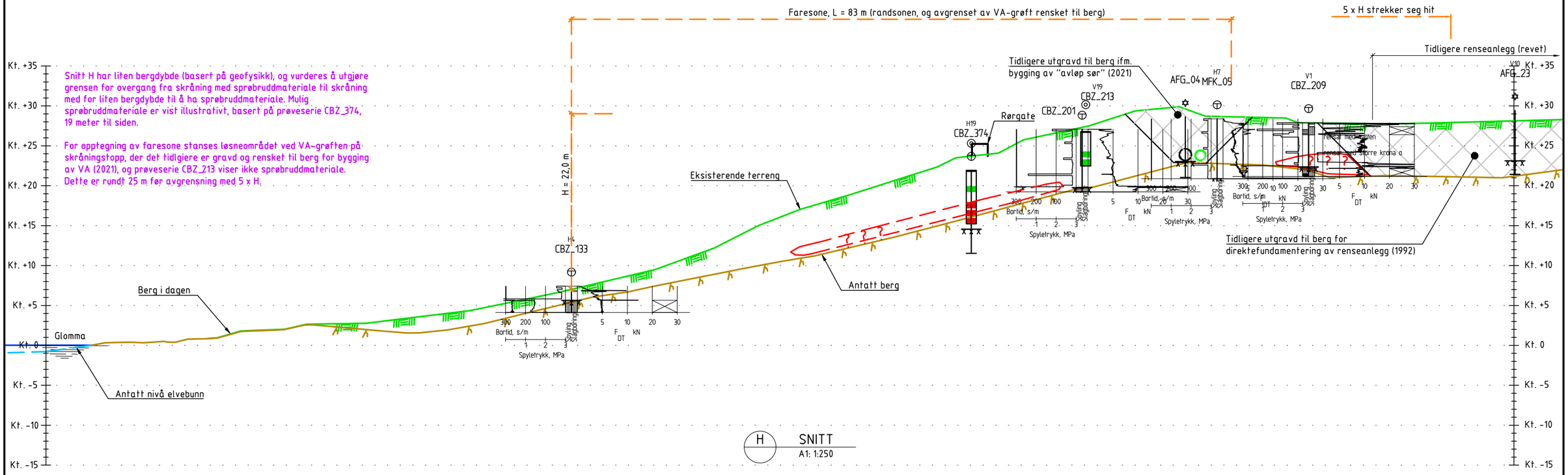
Utredning av områdeskredfare

Del 1. Platået på Borregaard

SAK. Løsneområde Helgeby		REV.DATO: 2024.02.23
Snitt X1		REV.: 01
GEOVITA	DATO: 2023.03.20	DOK.NR.:



H SNITT
A1: 1:500



H SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Utredning av områdeskredfare
Del 1. Platået på Borregaard

SAK.
Løsneområde Helgeby
Snitt H

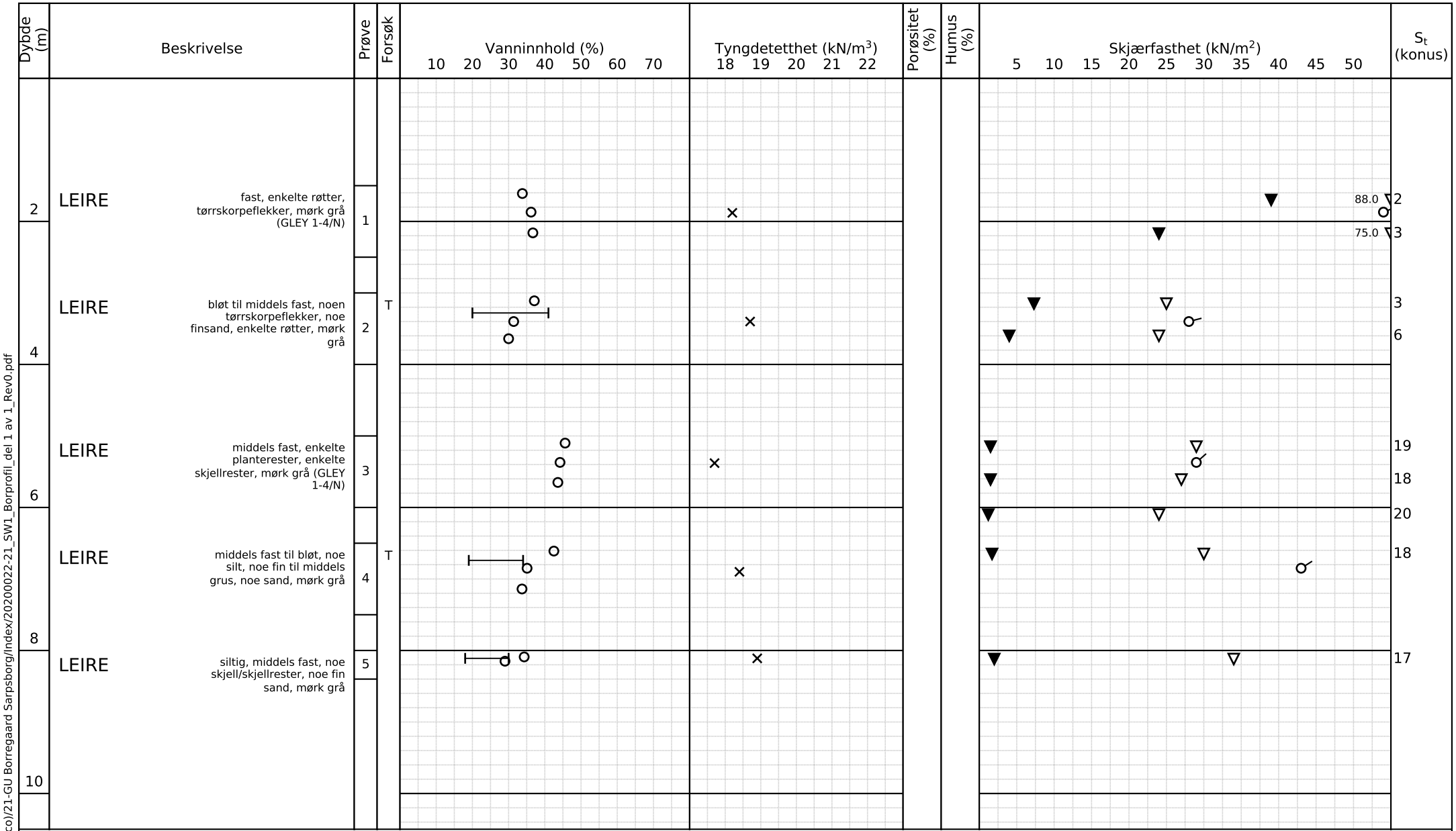
REV.DATO: 2024.02.23
REV.: 01

GEOVITA

DATO: 2023.01.07

DOK.NR.:

VEDLEGG 3.1: BORPROFILER (PRØVESERIER) OG VINGEBORINGER



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

Software version Alpha, 2020-02-14

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 0 / 15 / 10 / 5 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- S_t Sensitivitet
- T = Treaksialforsøk
- Konusforsøk, uforstyrret
- Ø = Ødometerforsøk
- K/S = Kalk/Sement stabilisering
- Konusforsøk, omrørt
- P = Permeabilitetsforsøk
- D = Direkte skjærforsøk (DSS)
- Vingeboring
- K = Korngraderingsanalyse

10217616 GU Borregaard Sarpsborg

Borprofil del 1 av 1

Borpunkt nr.: SW1

ADZ_SW1

Prøvetype:

Terrengkote (moh):

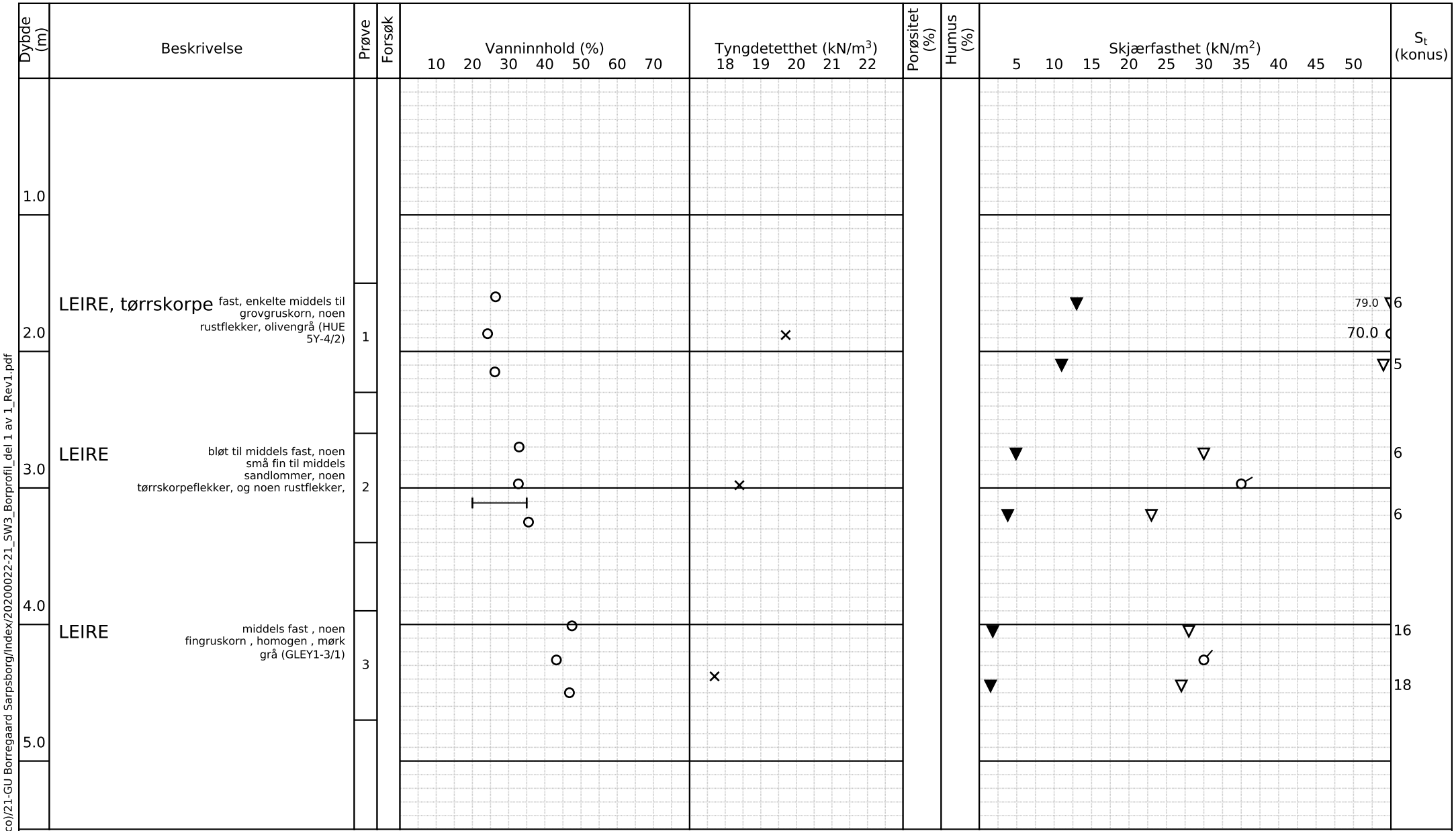
Grunnvannstand (m):

Dato boret:

Dokument nr.	
20200022-21-01-R	
Figur nr.	
1.1	
Dato	Tegnet av
2020-06-11	JRo

NGI

H:/LABDATA/2020/20200022 (Sweco)/21-GU Borregaard Sarpsborg/Index/20200022-21_SW1_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 0 / 15 / 10 / 5 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- S_t Sensitivitet
- T = Treaksialforsøk
- Konusforsøk, uforstyrret
- Ø = Ødometerforsøk
- K/S = Kalk/Sement stabilisering
- Konusforsøk, omrørt
- P = Permeabilitetsforsøk
- D = Direkte skjærforsøk (DSS)
- Vingeboring
- K = Korngraderingsanalyse

Software version Alpha, 2020-02-14

10217616 GU Borregaard Sarpsborg

Dokument nr.: 20200022-21-01-R

Figur nr.: 1.1

Dato: 2020-06-17

Tegnet av: JRo

Borprofil del 1 av 1

Borpunkt nr.: SW3

ADZ_SW3

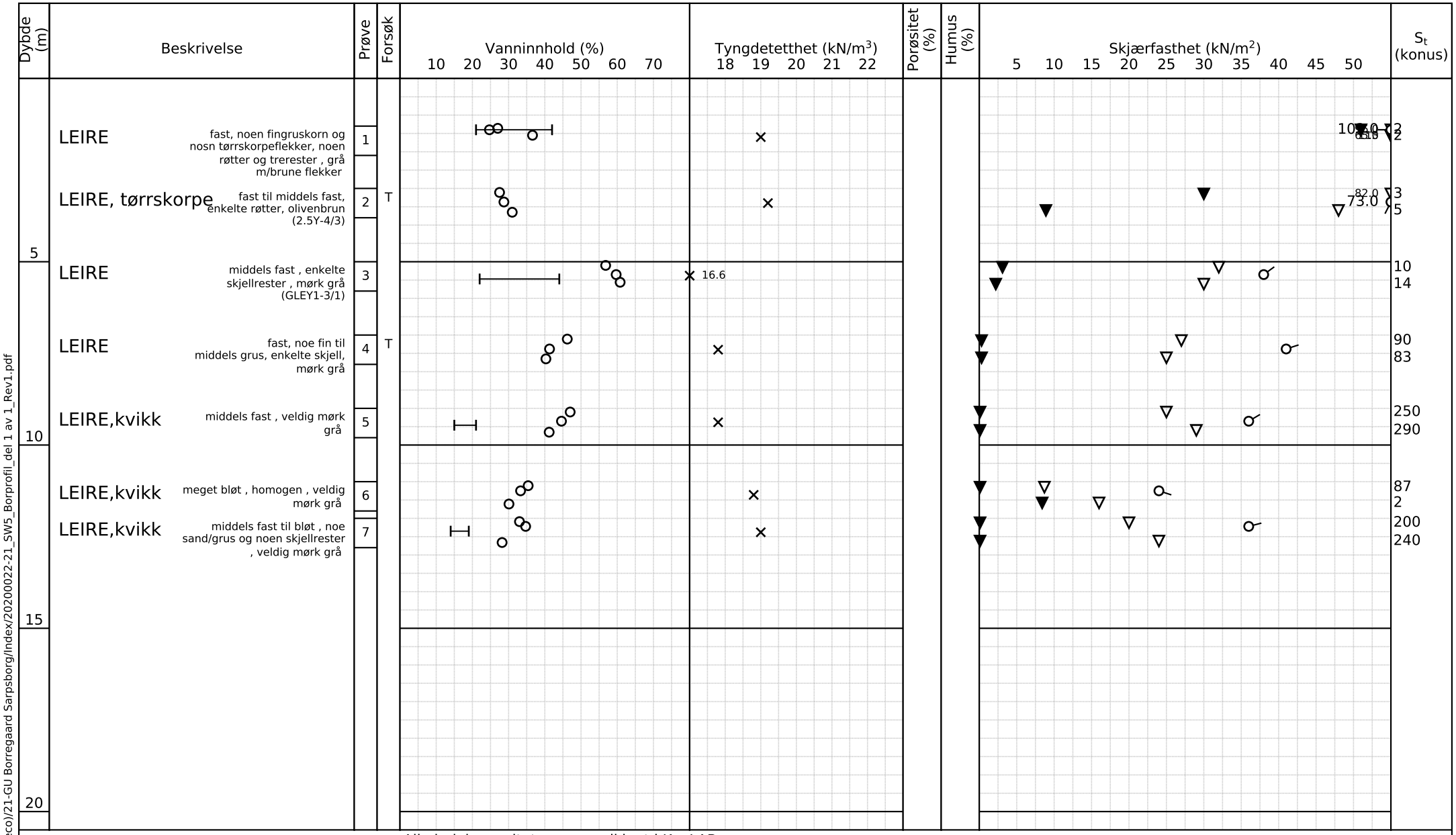
Prøvetype:

Terrengkote (moh):

Grunnvannstand (m):

Dato boret:

H:/LABDATA/2020/20200022 (Sweco)/21-GU Borregaard Sarpsborg/Index/20200022-21_SW3_Borprofil_del 1 av 1_Rev1.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 0 / 15 / 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- S_t Sensitivitet
- T = Treaksialforsøk
- Konusforsøk, uforstyrret
- Ø = Ødometerforsøk
- K/S = Kalk/Sement stabilisering
- Konusforsøk, omrørt
- P = Permeabilitetsforsøk
- D = Direkte skjærforsøk (DSS)
- Vingeboring
- K = Korngraderingsanalyse

Software version Alpha, 2020-02-14

10217616 GU Borregaard Sarpsborg

Dokument nr.: 20200022-21-01-R

Figur nr.: 1.1

Dato: 2020-06-17

Tegnet av: JRo

Borprofil del 1 av 1

Borpunkt nr.: SW5

ADZ_SW5

Prøvetype:

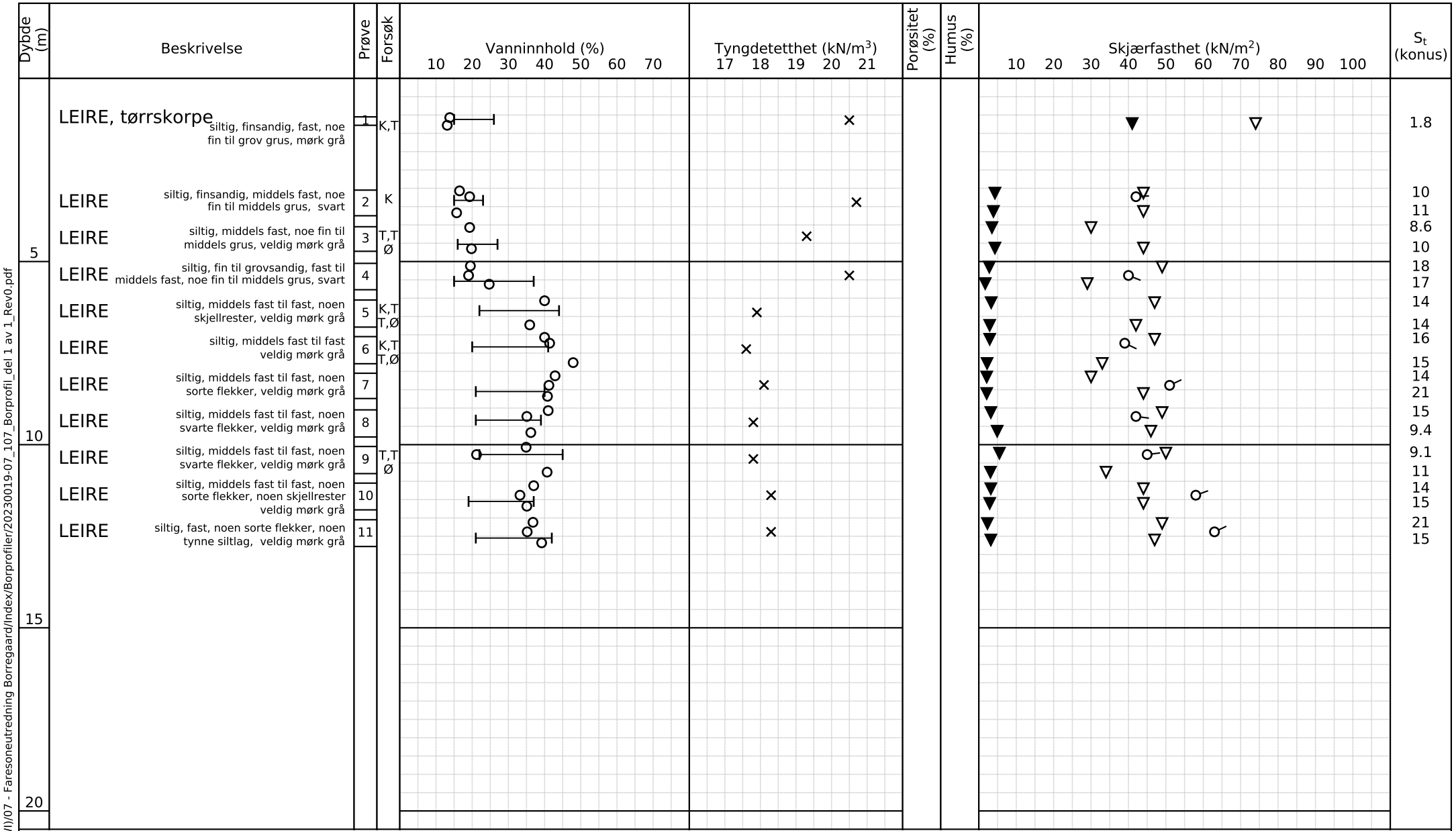
Terrengkote (moh):

Grunnvannstand (m):

Dato boret:

NGI

H:/LABDATA/2020/20200022 (Sweco)/21-GU Borregaard Sarpsborg/Index/20200022-21_SW5_Borprofil_del 1 av 1_Rev1.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ∇ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

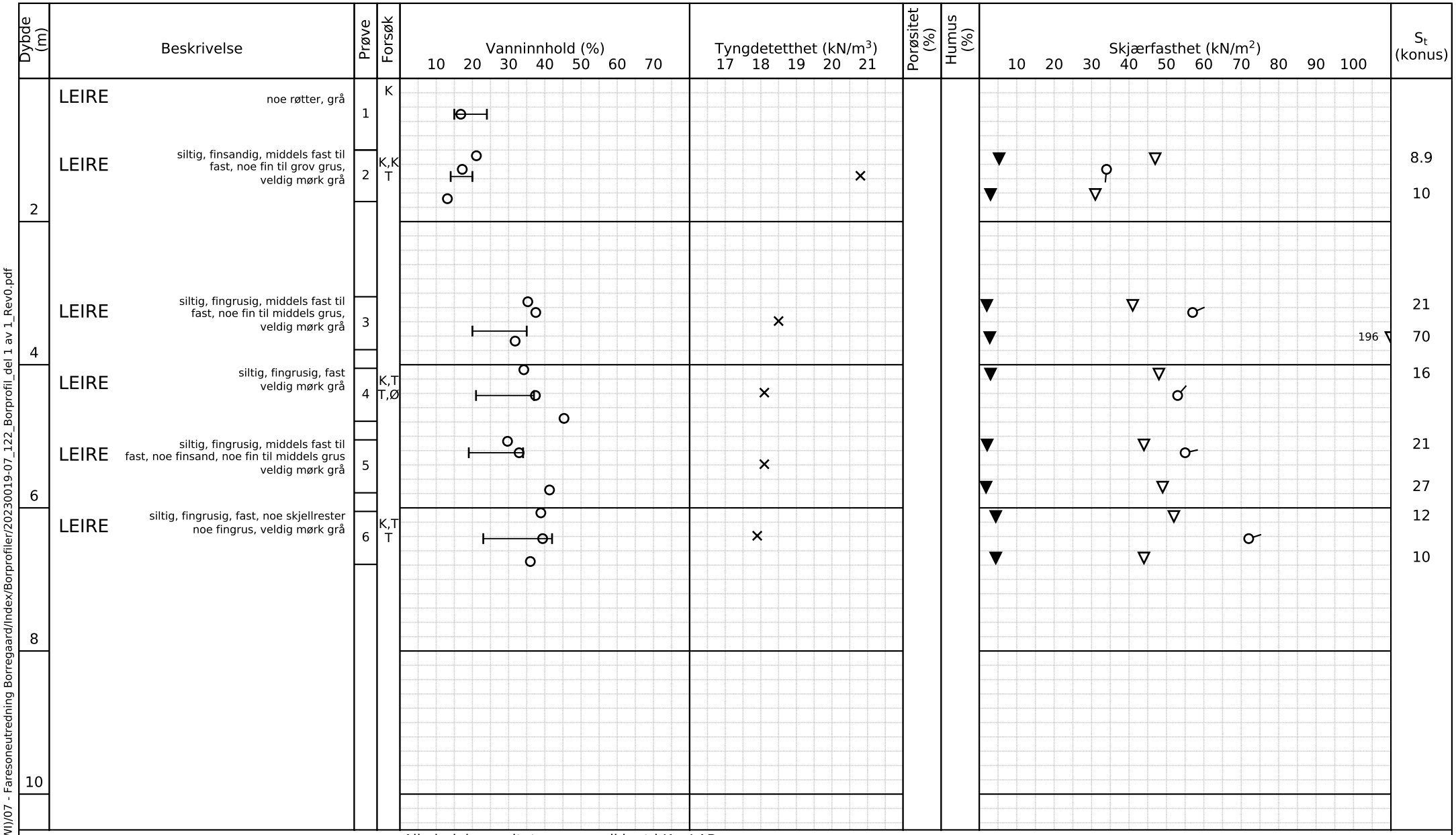
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 107
CBZ_107

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 2.948
Grunnvannstand (m): 0.3
Dato boret: 2023-03-07

Dato: 2023-04-17
Tegnet av: ATe

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_107_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

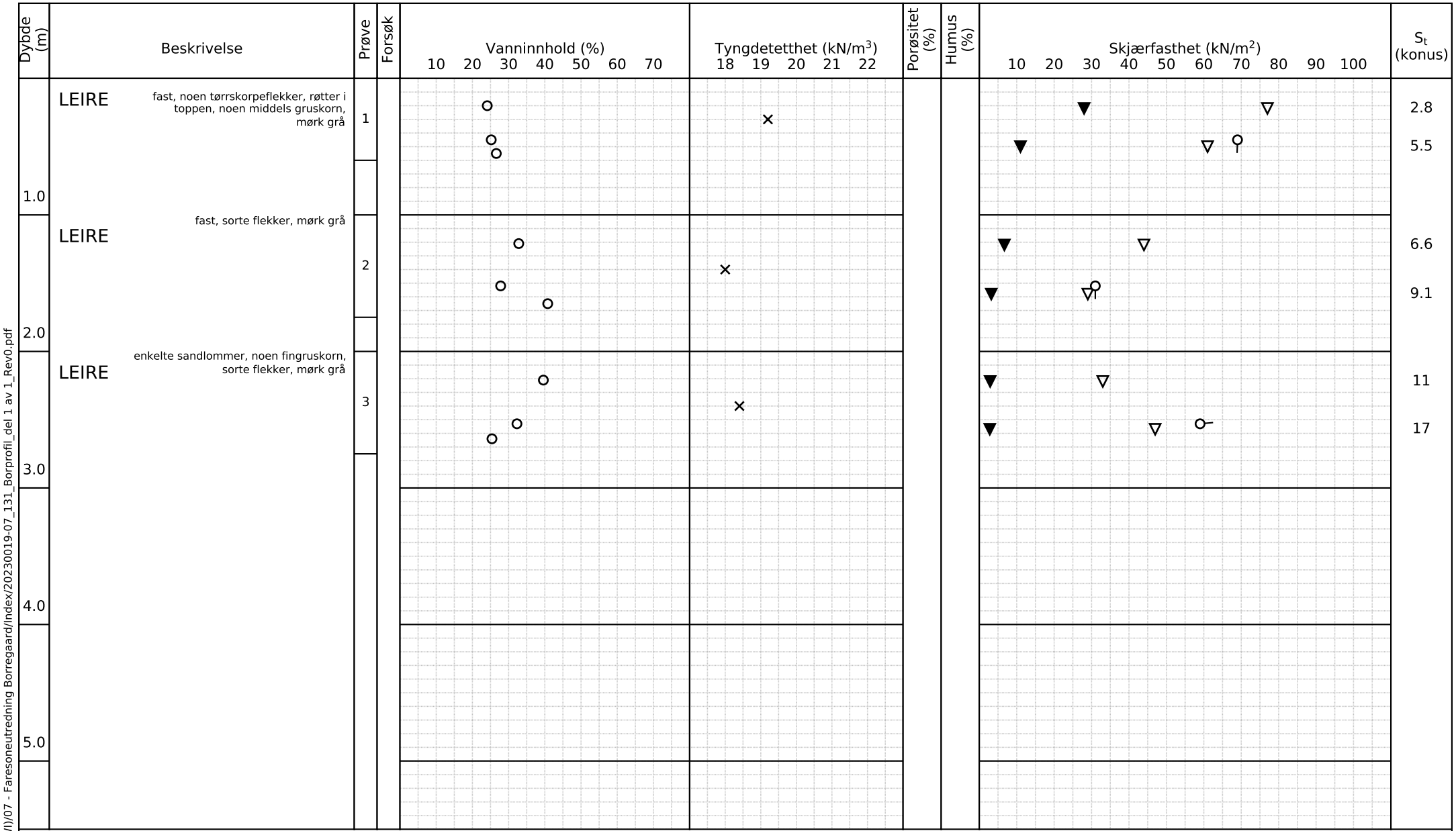
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 122
CBZ_122

Prøvetype: poser / 75 mm
Terrengkote (moh): 5.23
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-03-15

Dato: 2023-04-17
Tegnet av: ATe

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_122_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ∇ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

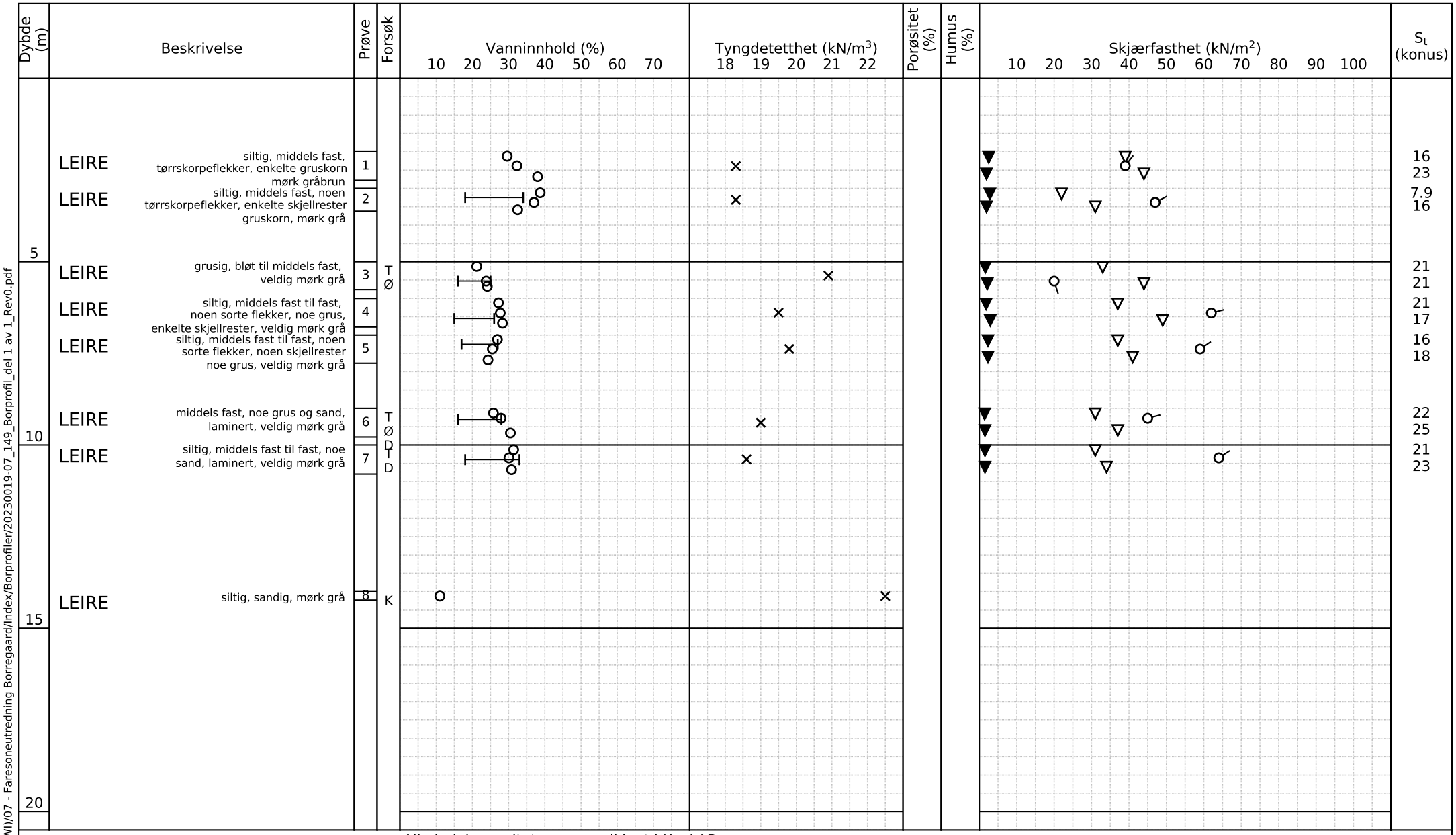
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 131
CBZ_131

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 3.836
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-03-02

Dato: 2023-03-09
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/20230019-07_131_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

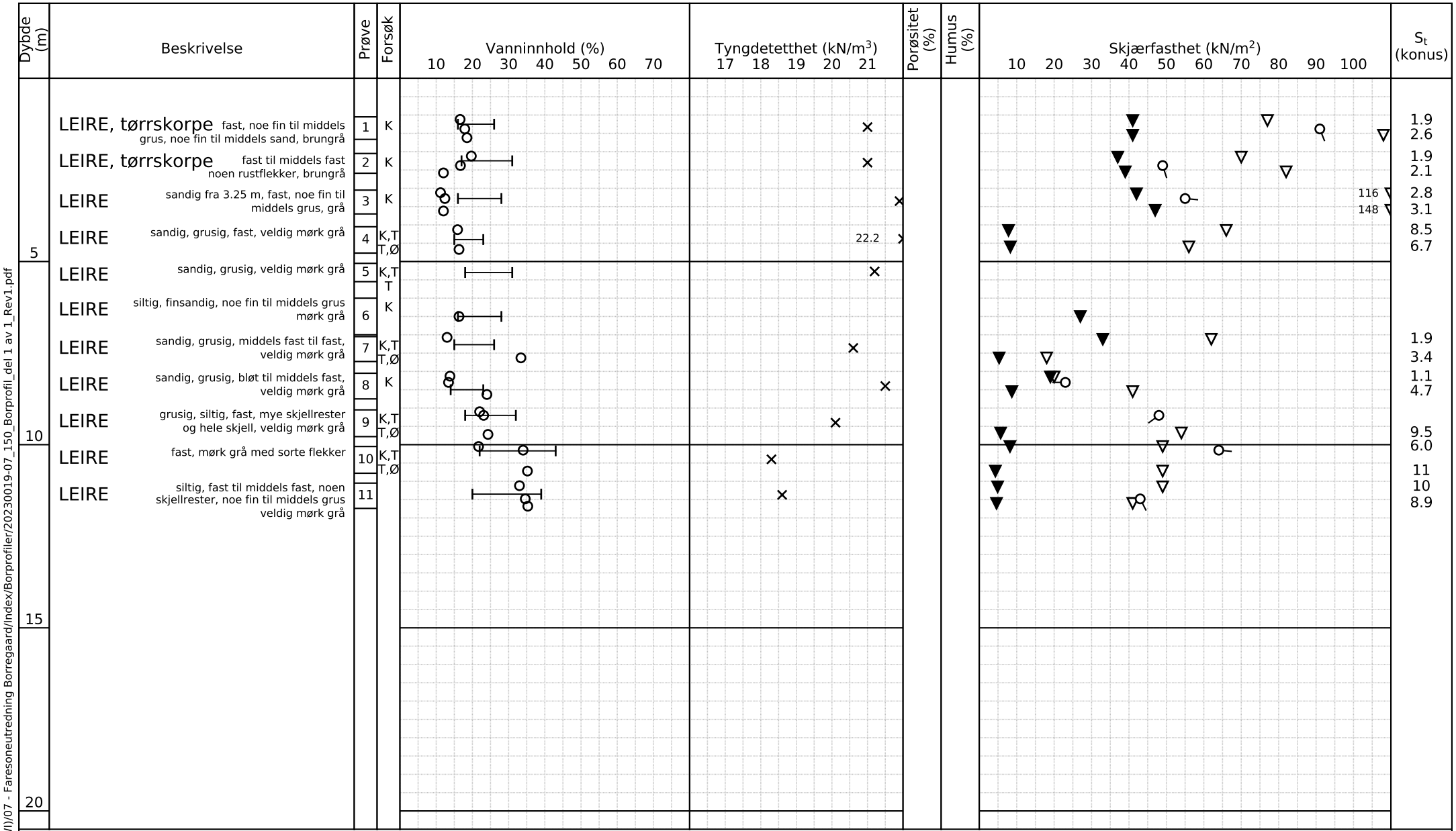
Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 149
CBZ_149

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 15.182
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-05-05

Dato: 2023-06-13
Tegnet av: ThV

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_149_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

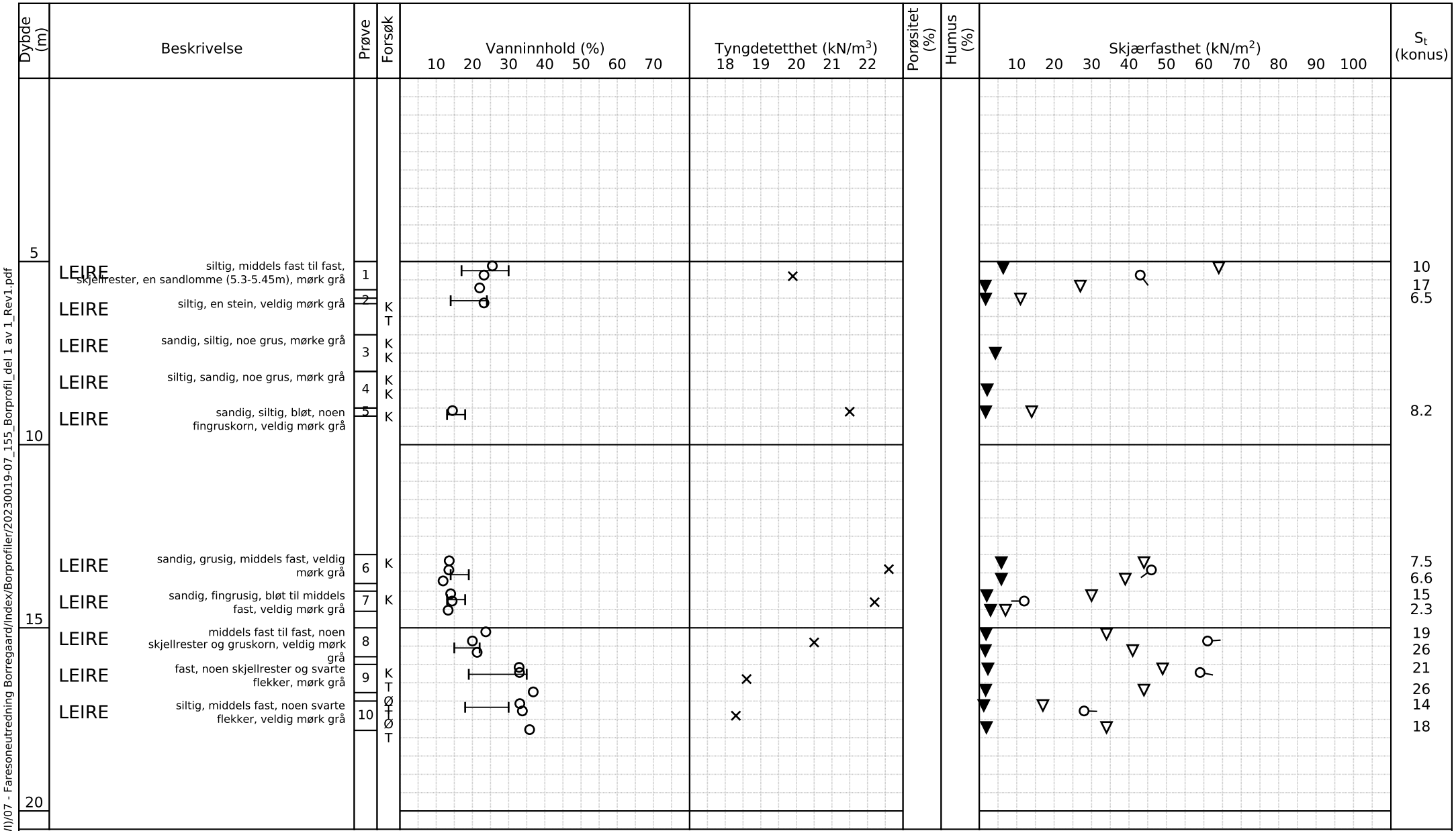
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 150
CBZ_150

Prøvetype:	75 mm / poser
Terrengkote (moh):	8.424
Grunnvannstand (m):	0.3
Dato boret:	2023-03-09

Dato: 2023-04-17
Tegnet av: ATe

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_150_Borprofil_del 1 av 1_Rev1.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

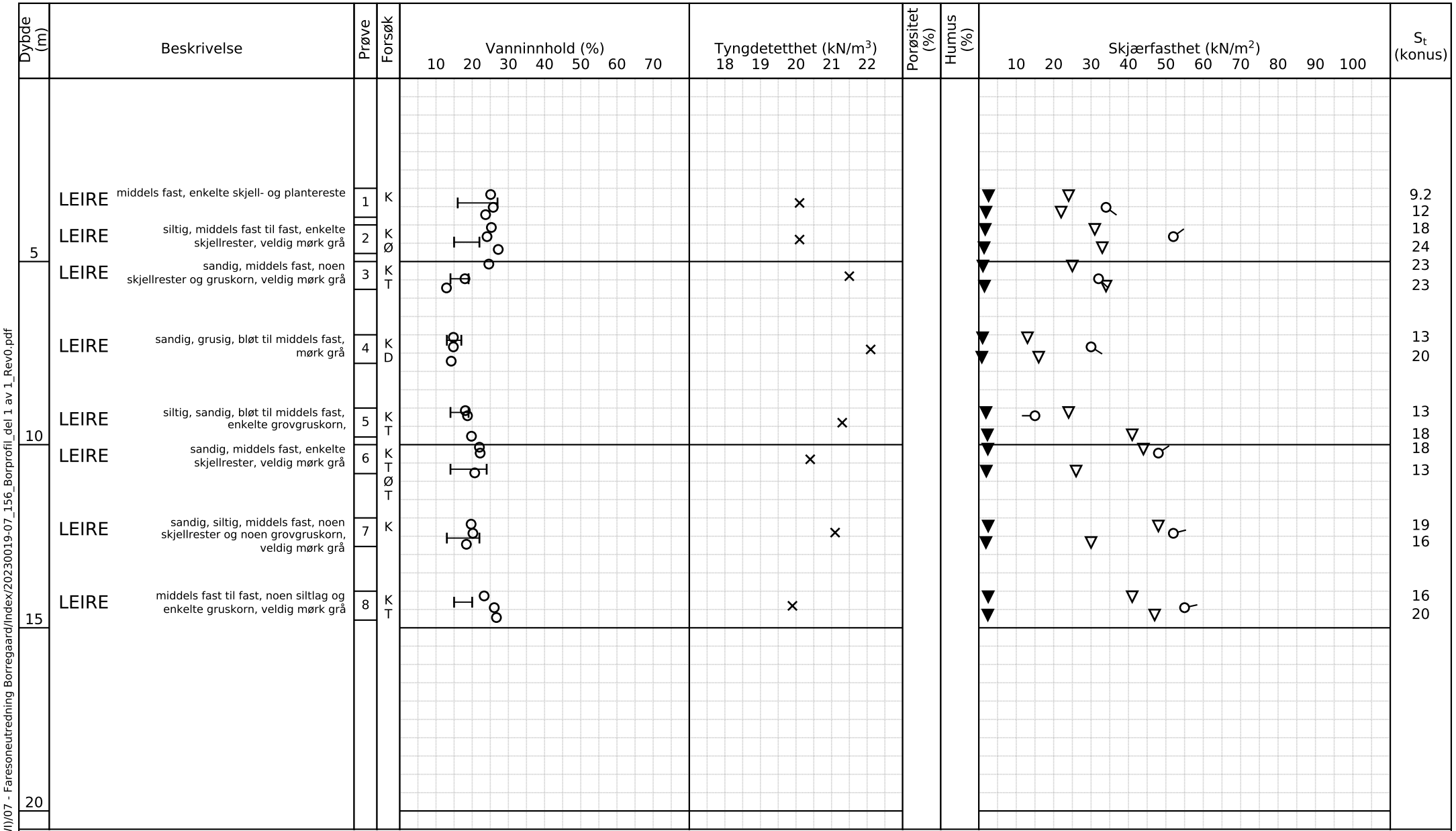
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 155
CBZ_155

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 13.151
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-05-22

Dato: 2024-02-28
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_155_Borprofil_del 1 av 1_Rev1.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

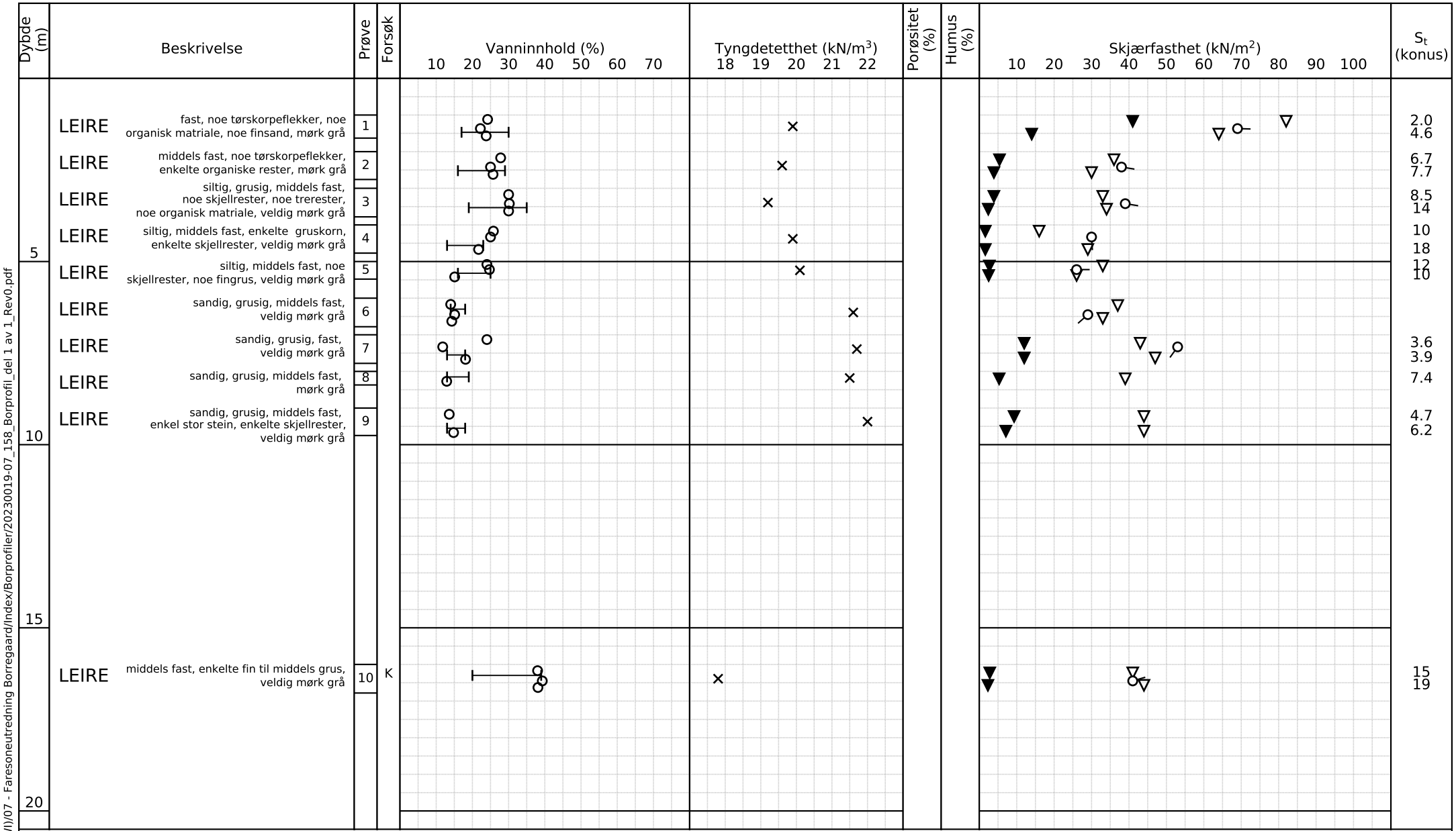
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 156
CBZ_156

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 13.241
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-05-11

Dato: 2023-08-17
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/20230019-07_156_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

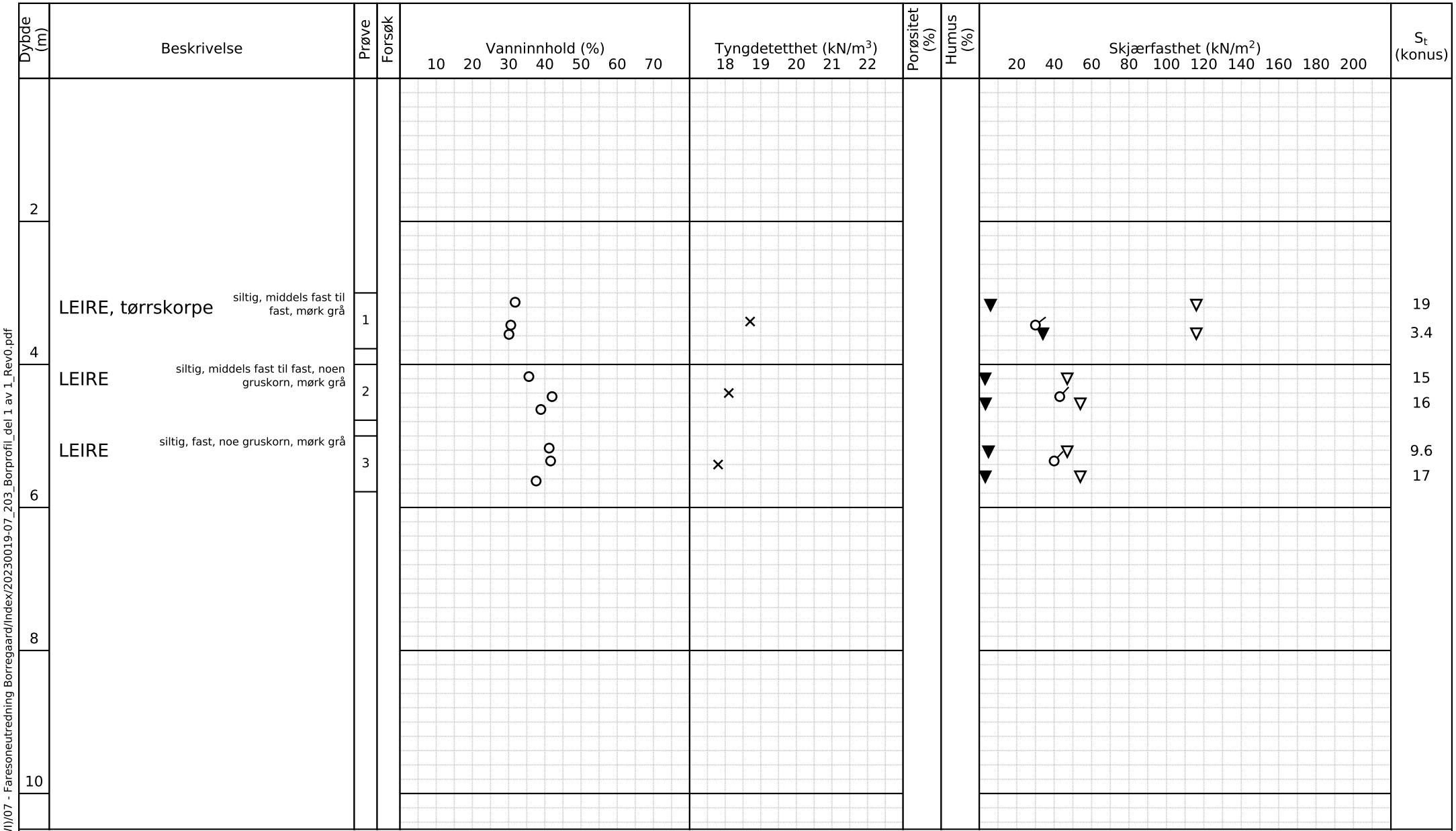
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 158
CBZ_158

Prøvetype:	75 mm
Terrengkote (moh):	10.274
Grunnvannstand (m):	0.5
Dato boret:	2023-03-20

Dato: 2023-04-26
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_158_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ∇ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

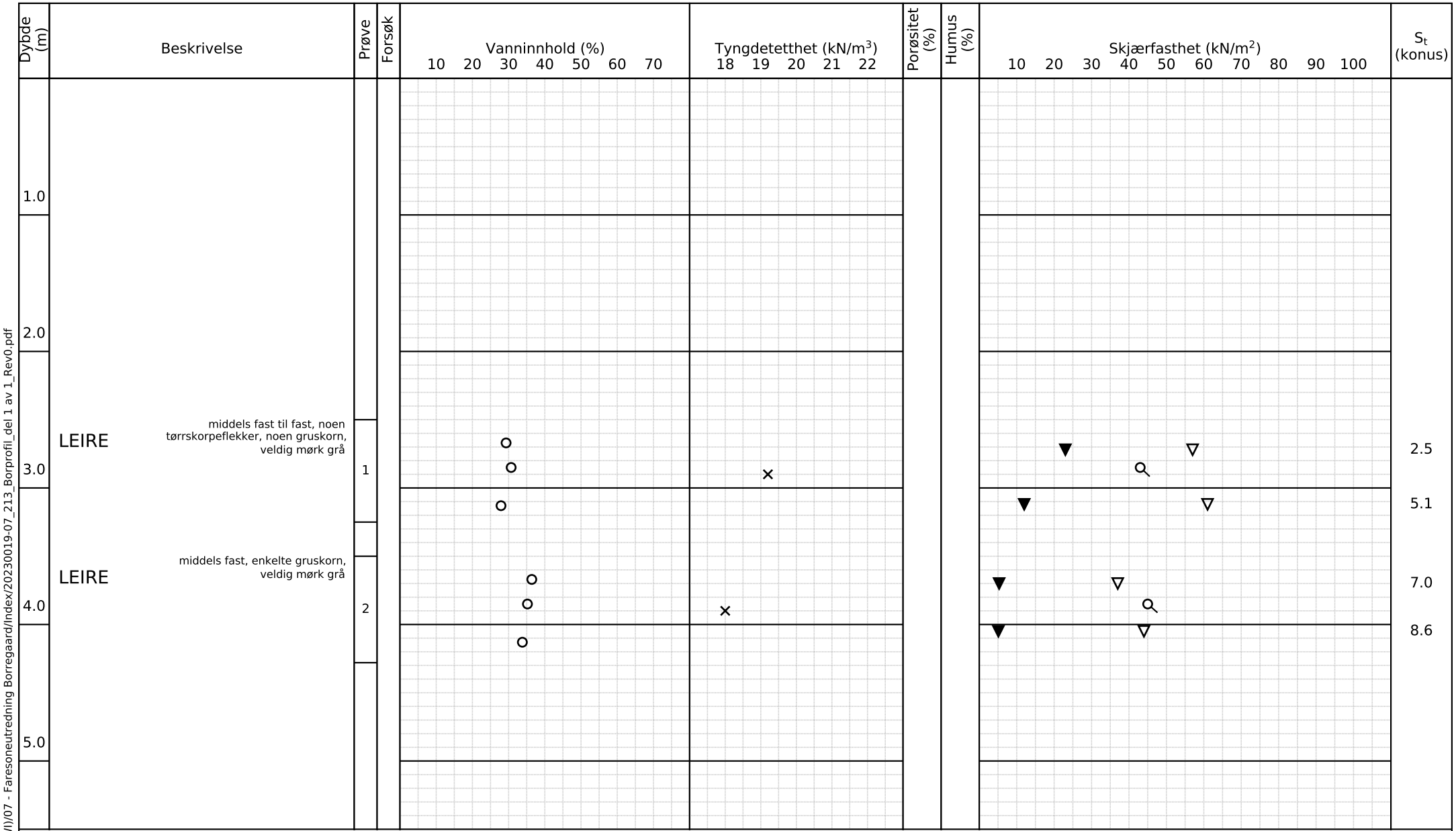
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 203
CBZ_203

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 25.124
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-03-28

Dato: 2023-04-11
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/20230019-07_203_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

Software version 2023-01-24/V6.7

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ∇ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

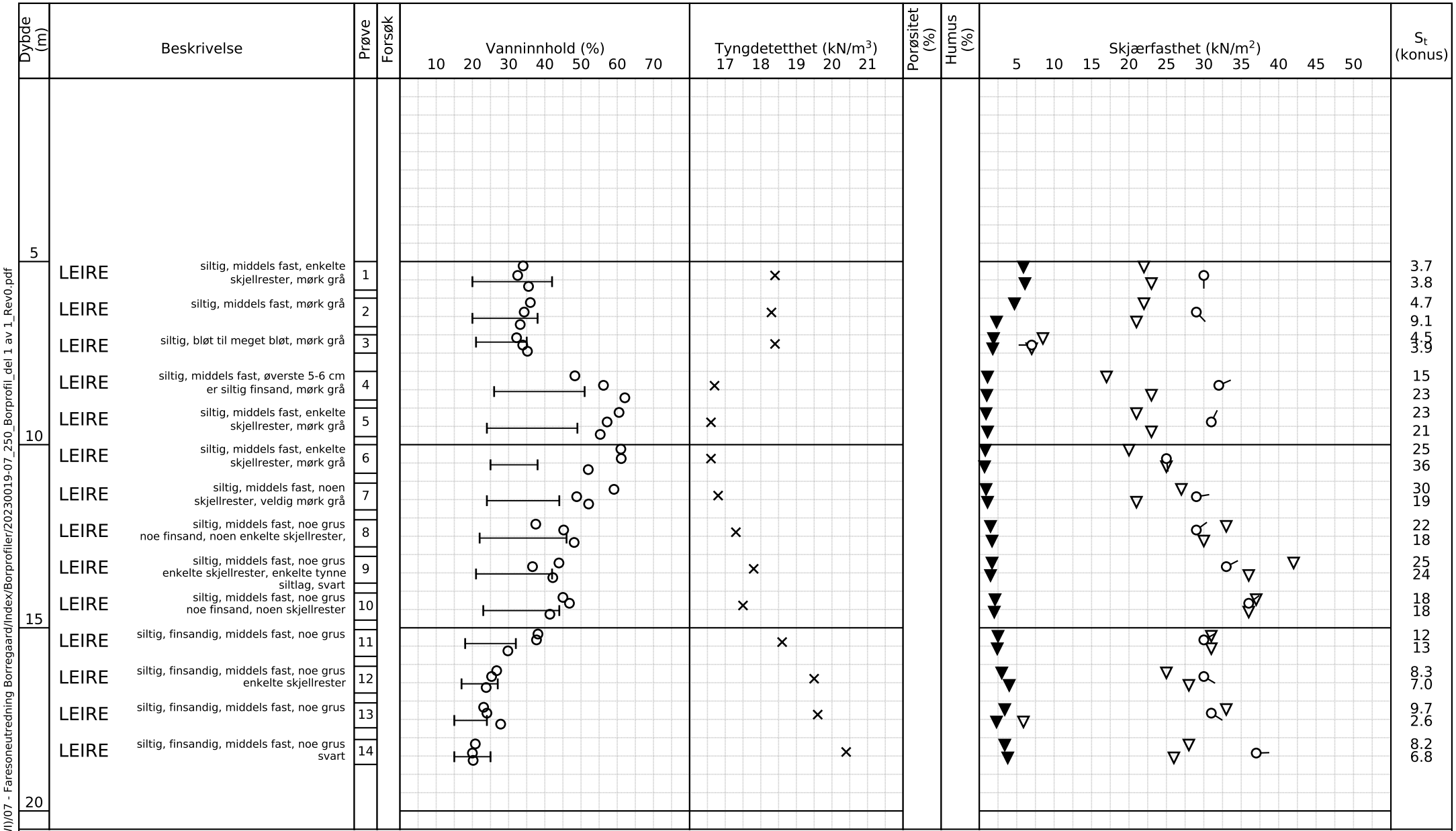
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 213
CBZ_213

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 26.779
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-03-28

Dato: 2023-04-03
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/20230019-07_213_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

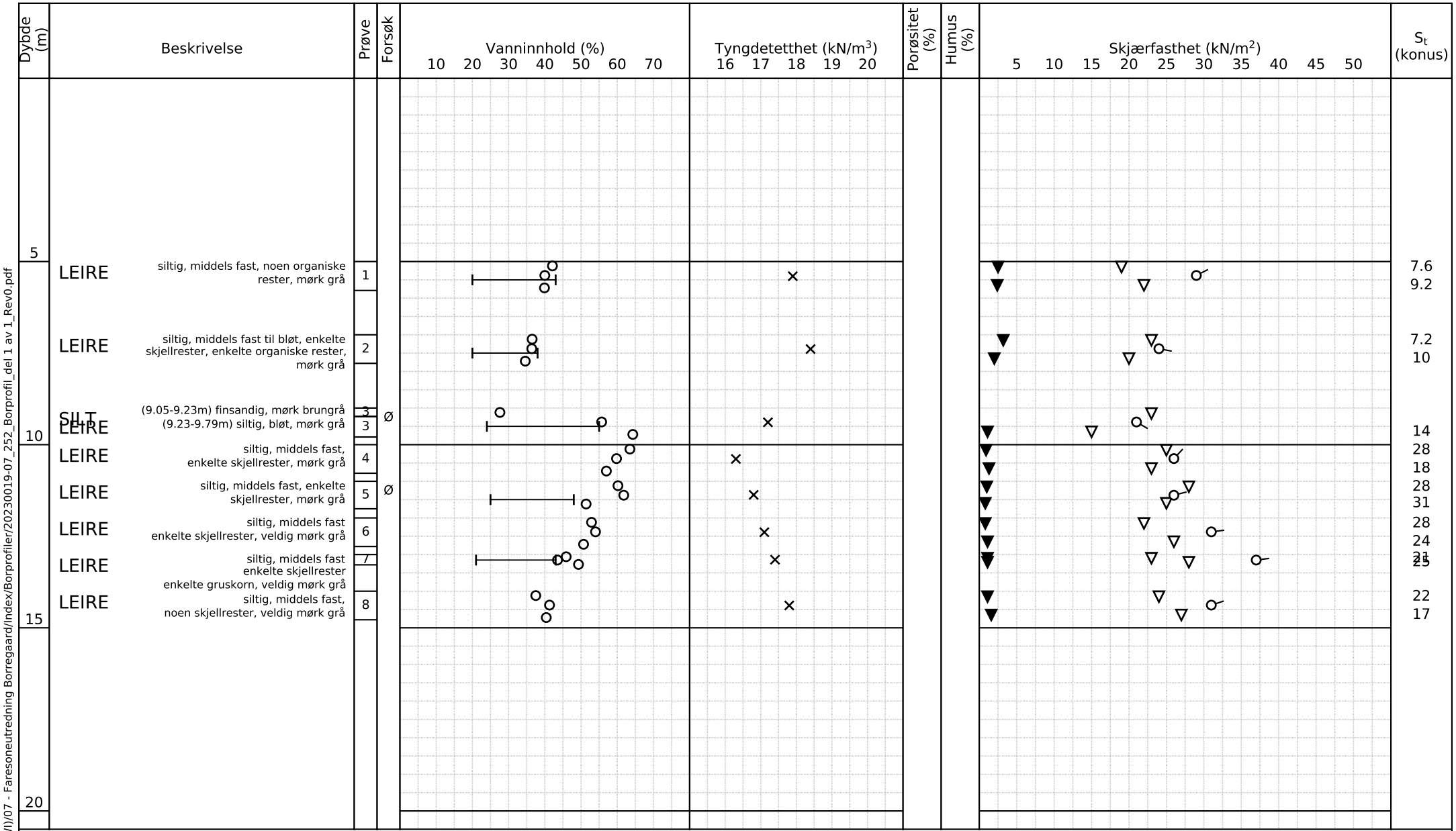
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 250
CBZ_250

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 26.665
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-03-28

Dato: 2023-05-30
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_250_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

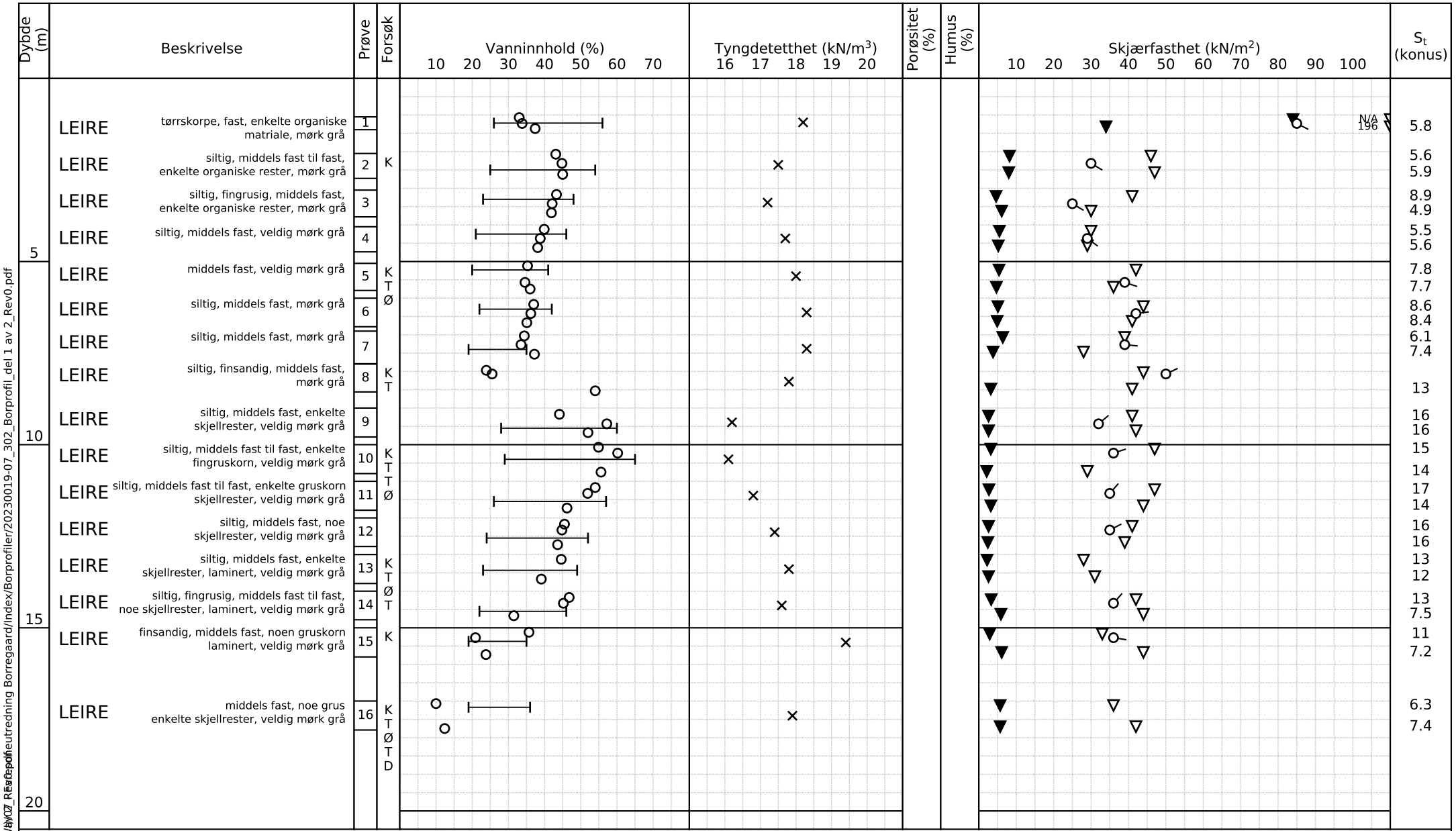
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 252
CBZ_252

Prøvetype: 54 mm
Terrengkote (moh): 28.624
Grunnvannstand (m): 2
Dato boret: 2023-04-12

Dato: 2023-05-04
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_252_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

Borprofil del 1 av 2
Borpunkt nr.: 302

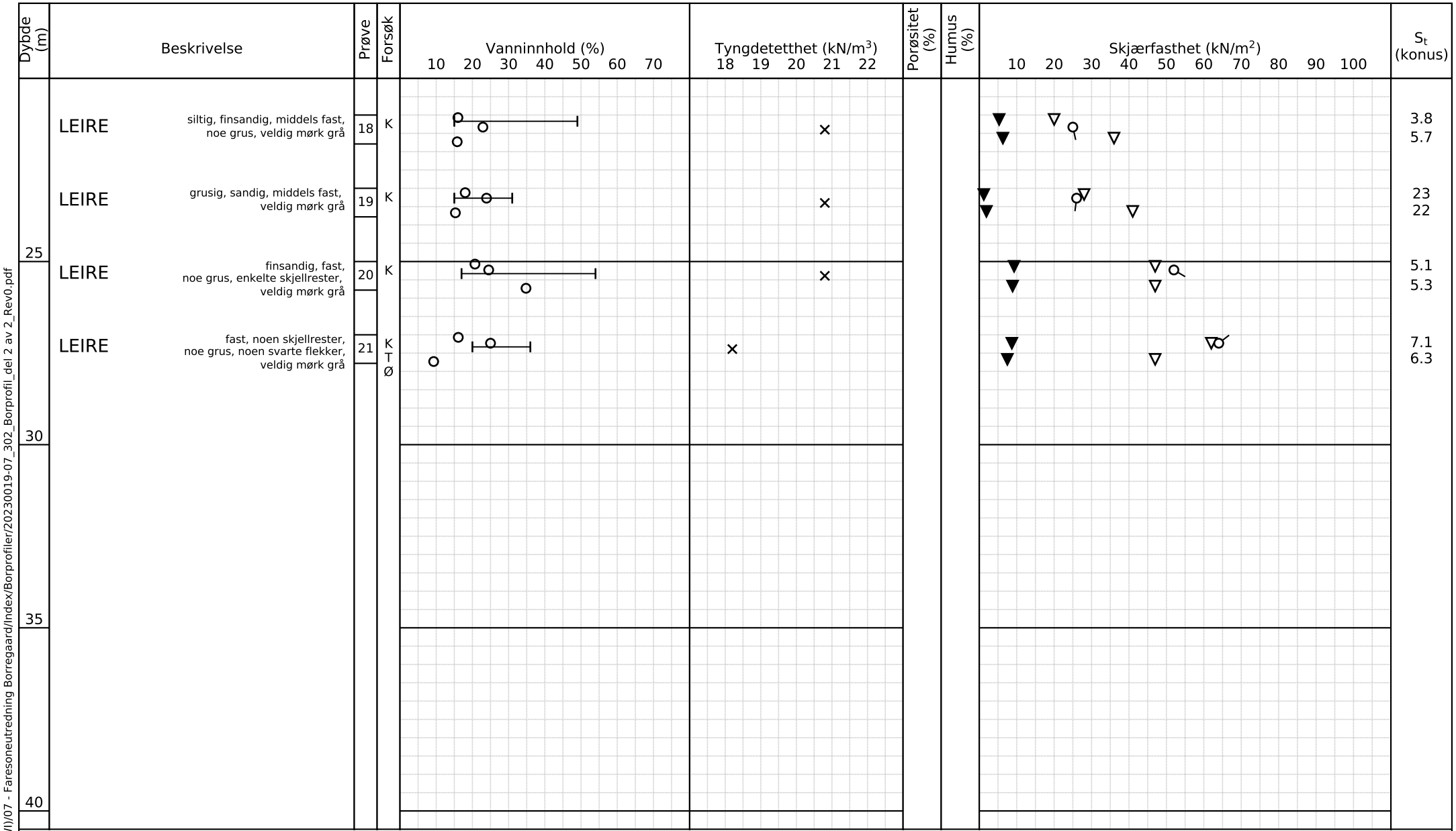
Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 26.419
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-03-07

CBZ_302 del 1 av 2

Dato: 2023-05-03
Tegnet av: ThV

NGI

20230019-07-01-R_Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_302_Borprofil_del 1 av 2_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.

Figur nr.

Borprofil del 2 av 2

Borpunkt nr.: 302

CBZ_302 del 2 av 2

Prøvetype:

Terrengkote (moh):

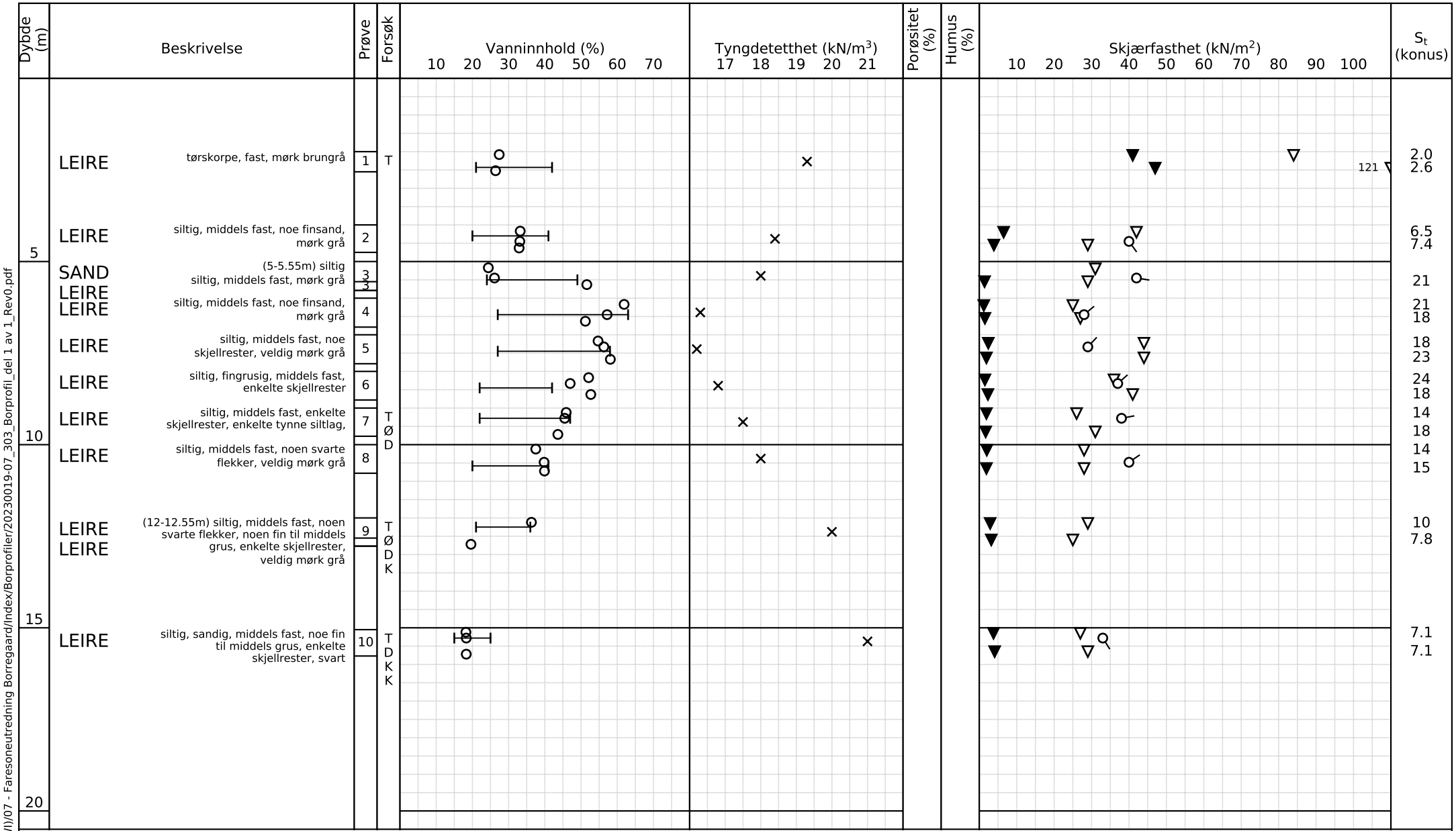
Grunnvannstand (m):

Dato boret:

Dato: 2023-05-10

Tegnet av: ThV

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_302_Borprofil_del 2 av 2_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ∇ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07-01-R
Figur nr.

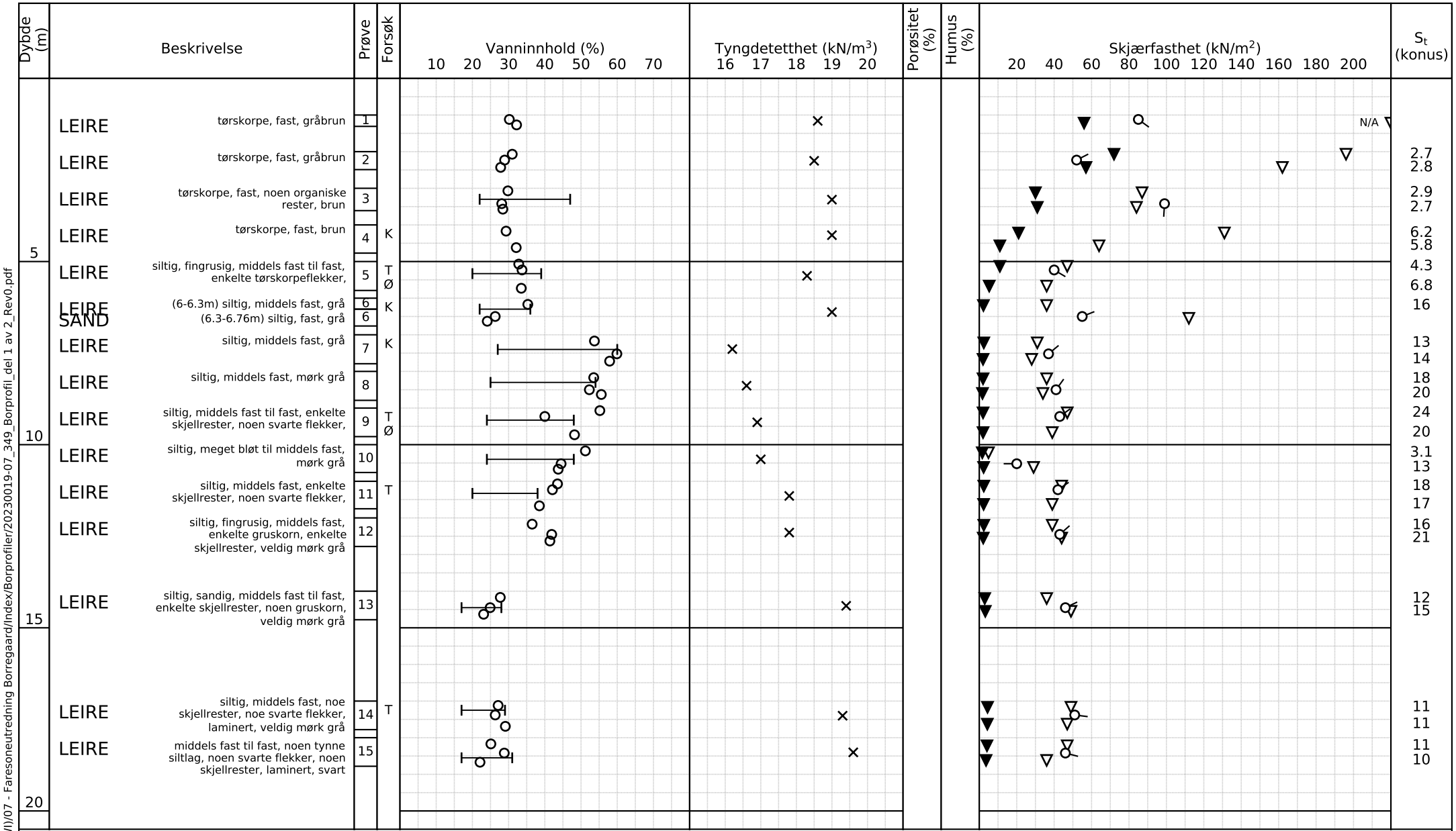
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 303
CBZ_303

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 23.472
Grunnvannstand (m): 1.3
Dato boret: 2023-04-19

Dato 2023-05-05
Tegnet av ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_303_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

Software version 2023-01-24/V6.7

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ∇ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

Borprofil del 1 av 2
Borpunkt nr.: 349
CBZ_349 del 1 av 2

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 23.304
Grunnvannstand (m): 1.5
Dato boret: 2023-04-26

Dato: 2023-05-11
Tegnet av: ThV

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_349_Borprofil_del 1 av 2_Rev0.pdf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk	Vanninnhold (%) 10 20 30 40 50 60 70	Tyngdetetthet (kN/m³) 16 17 18 19 20	Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærfasthet (kN/m²) 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200	S_t (konus)
	LEIRE siltig, bløt til middels fast, enkelte grus, noe svarte flekker, noe skjellrester, veldig mørk grå	16	K T						3.6 11
25									
30									
35									
40									

Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

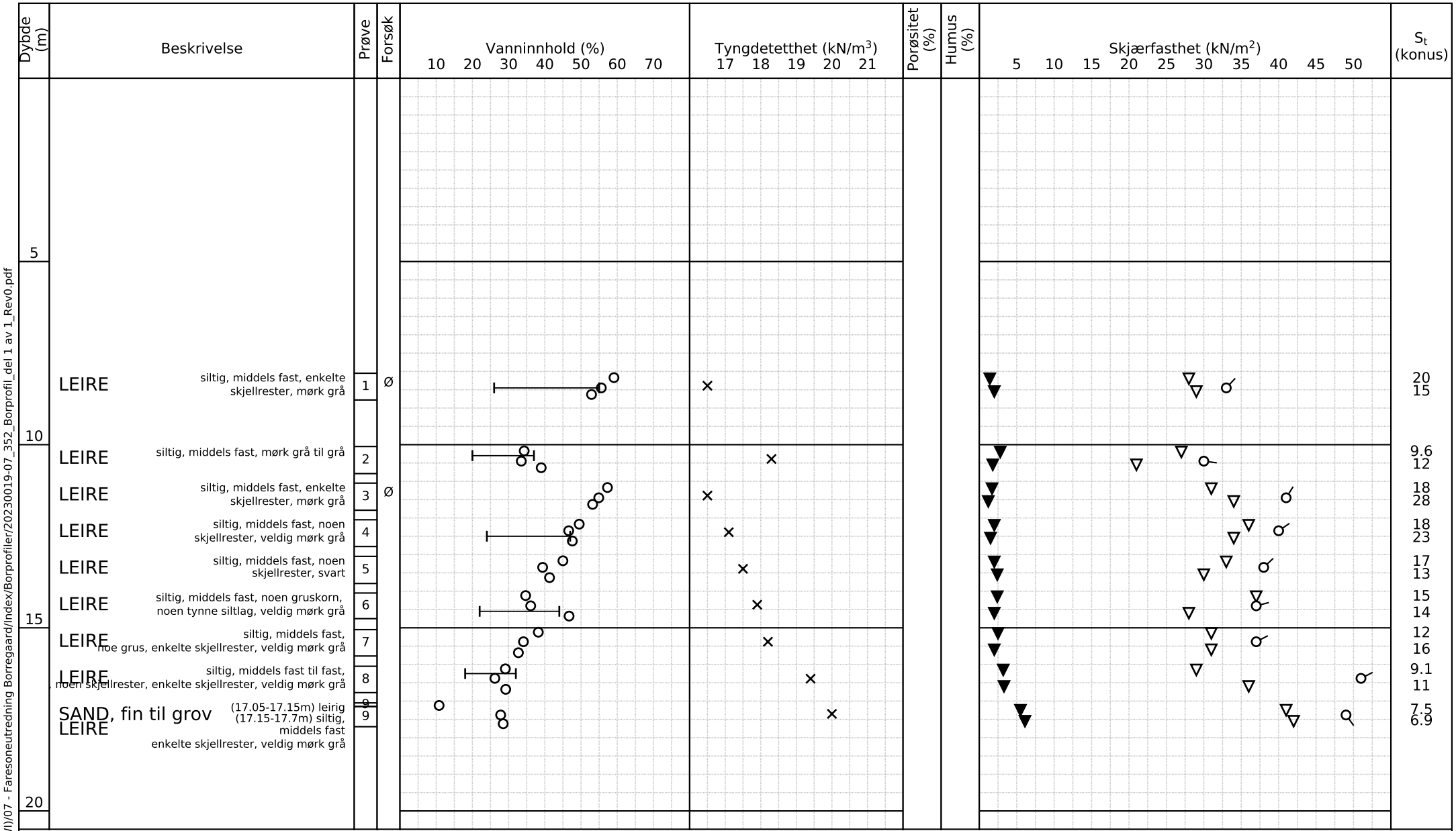
Borprofil del 2 av 2
Borpunkt nr.: 349
CBZ_349 del 2 av 2

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 23.304
Grunnvannstand (m): 1.5
Dato boret: 2023-04-26

Dato: 2023-05-11
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_349_Borprofil_del 2 av 2_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.

Figur nr.

Borprofil del 1 av 1

Borpunkt nr.: 352

CBZ_352

Prøvetype:

Terrengkote (moh):

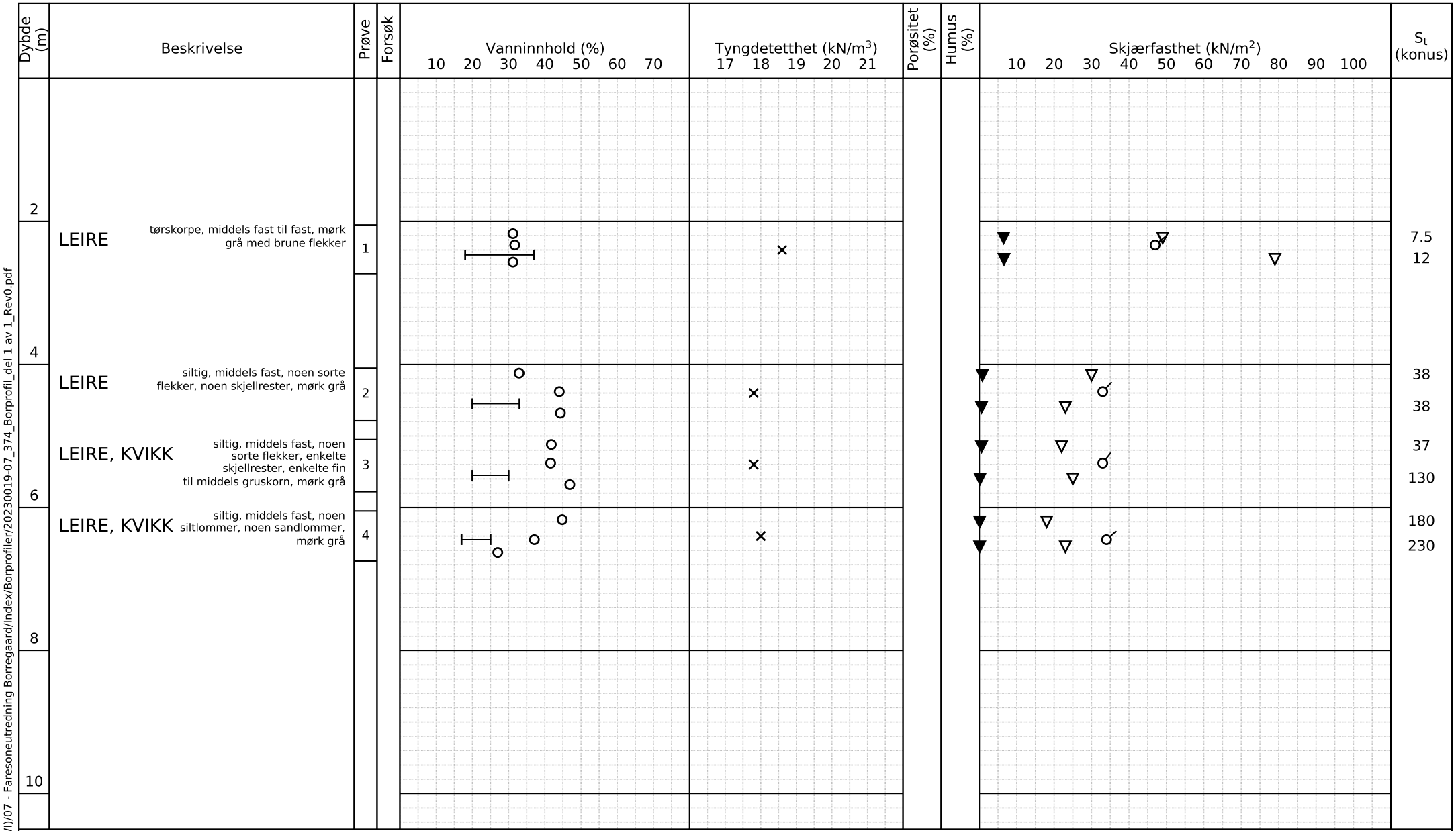
Grunnvannstand (m):

Dato boret:

Dato: 2023-04-26

Tegnet av: ThV

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_352_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ∇ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

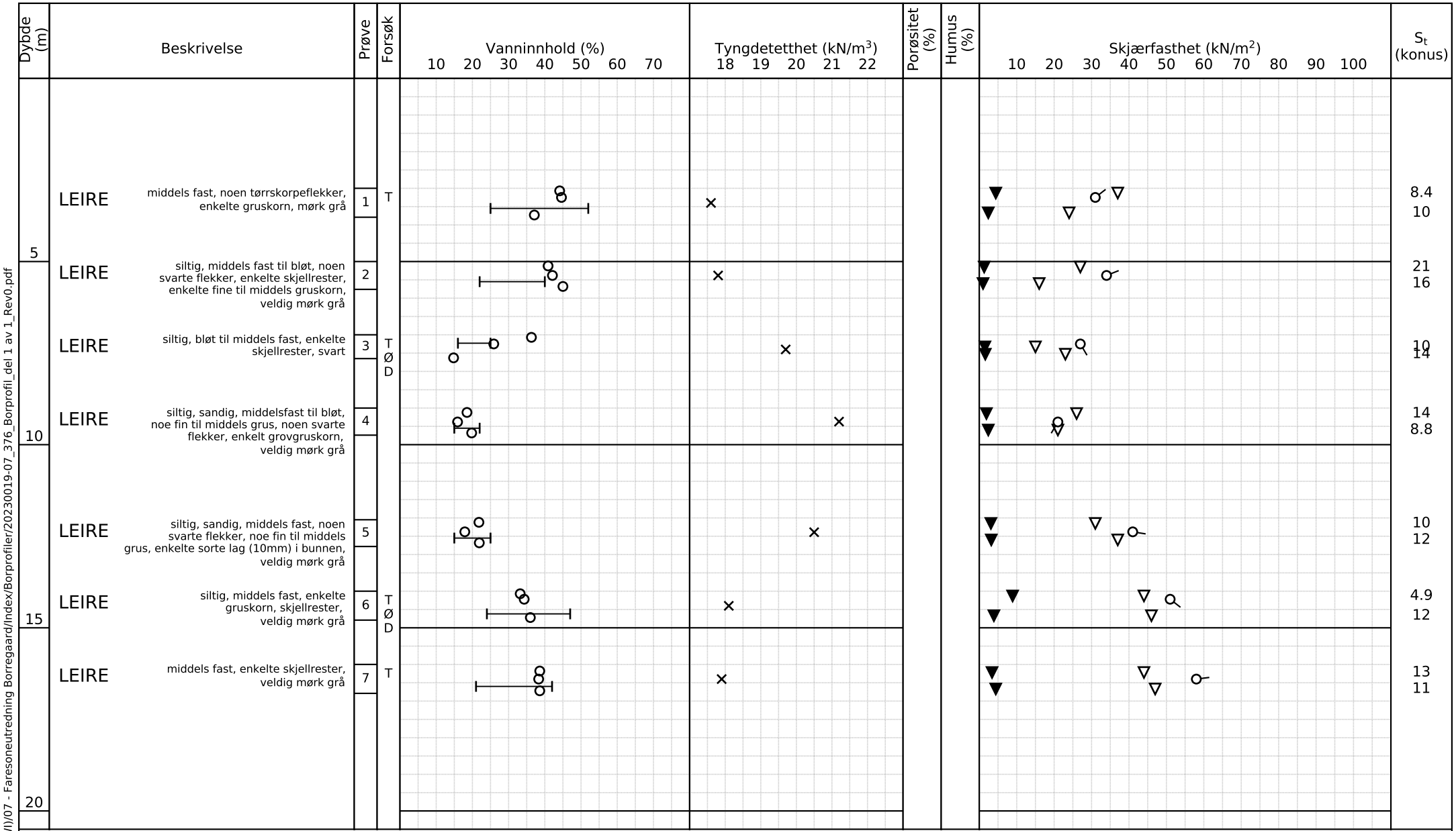
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 374
CBZ_374

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 21.294
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-04-17

Dato: 2023-05-05
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_374_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

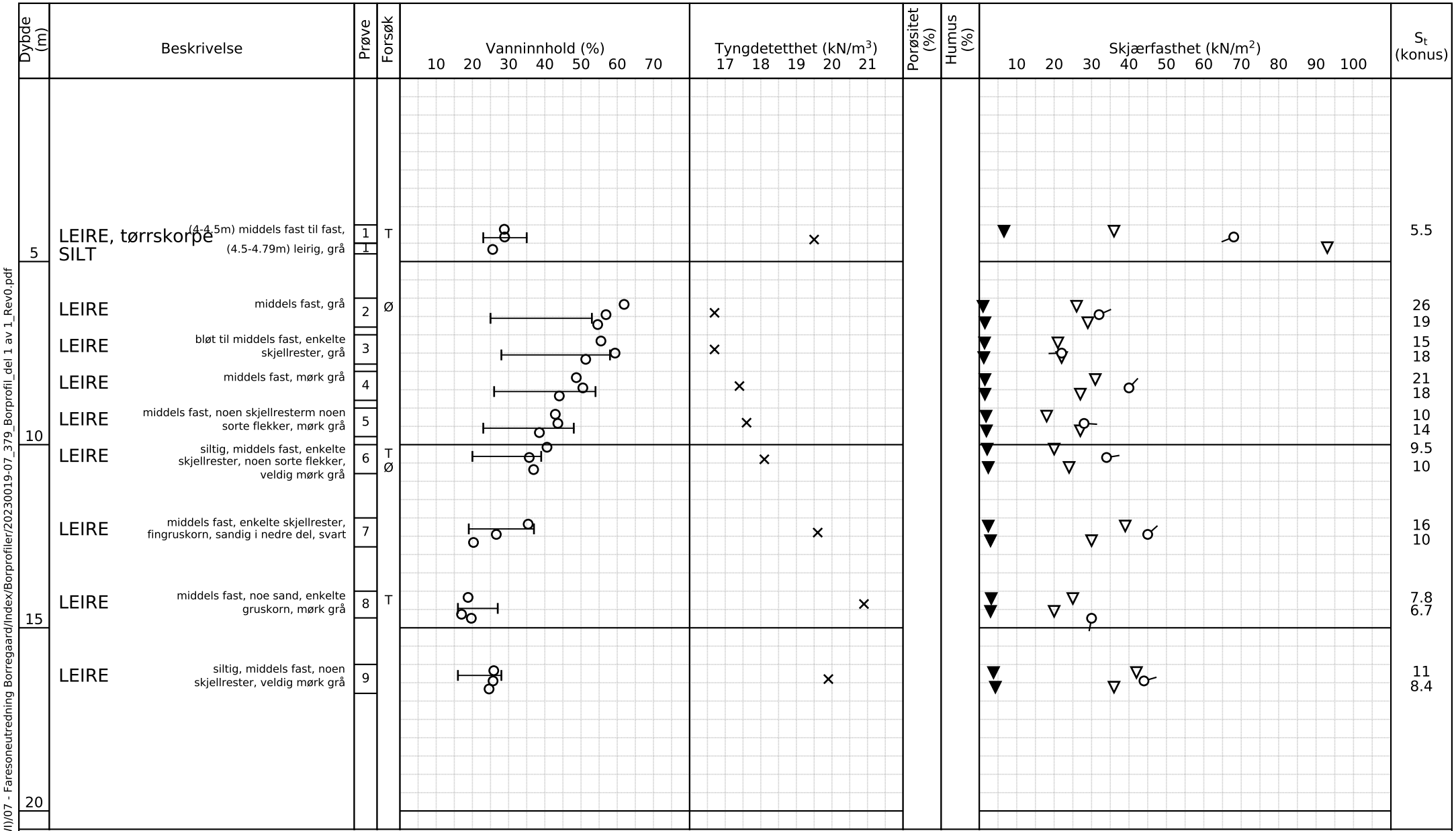
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 376
CBZ_376

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 17.592
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-04-18

Dato: 2023-05-10
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_376_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

Software version 2023-01-24/V6.7

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ∇ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

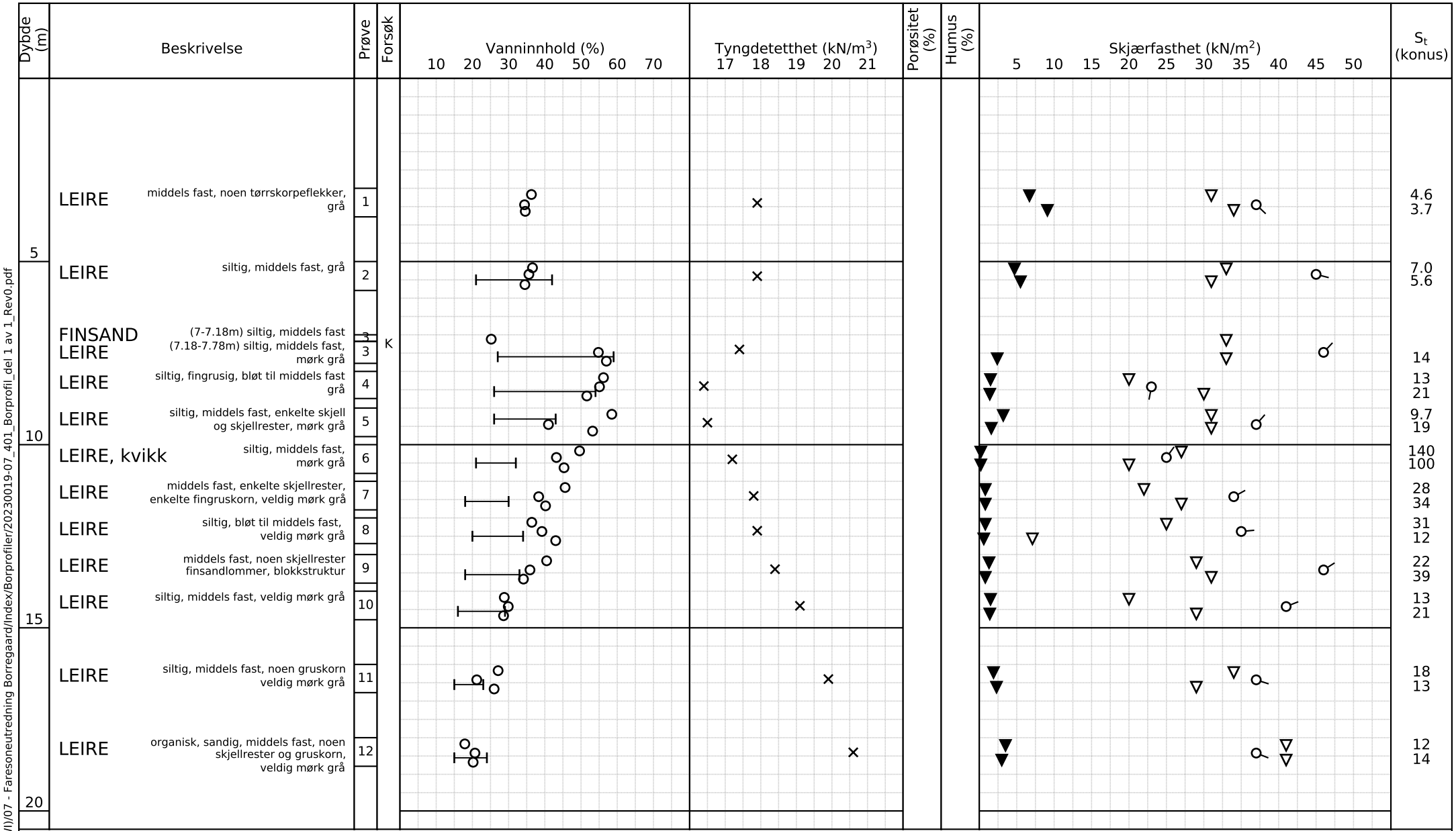
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 379
CBZ_379

Prøvetype: 72 mm
Terrengkote (moh): 23.87
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-05-09

Dato: 2023-06-13
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_379_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

Software version 2023-01-24/V6.7

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

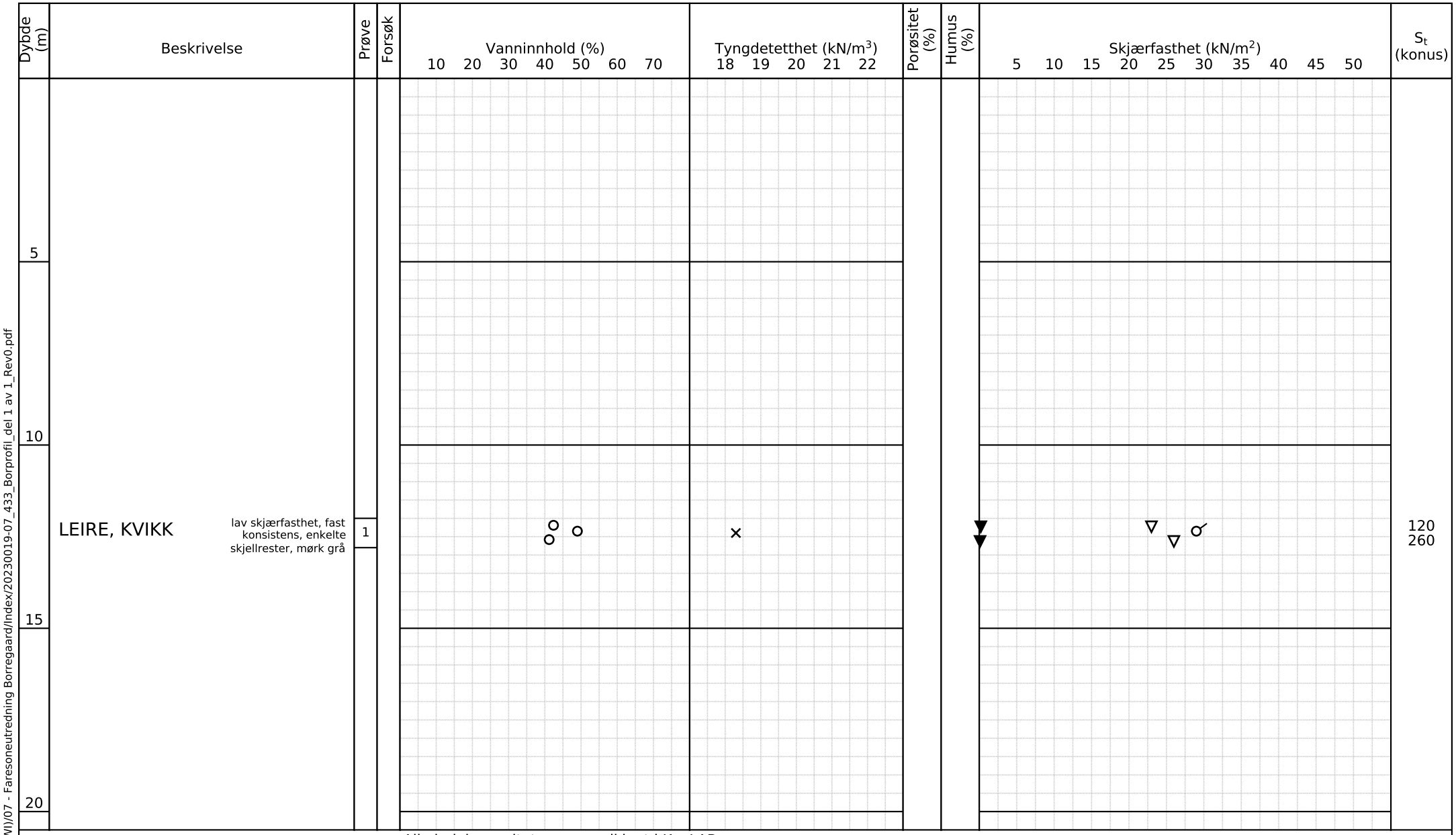
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 401
CBZ_401

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 25.746
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-04-11

Dato: 2023-05-31
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_401_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.

Figur nr.

Borprofil del 1 av 1

Borpunkt nr.: 433

CBZ_433

Prøvetype:

Terrengkote (moh):

Grunnvannstand (m):

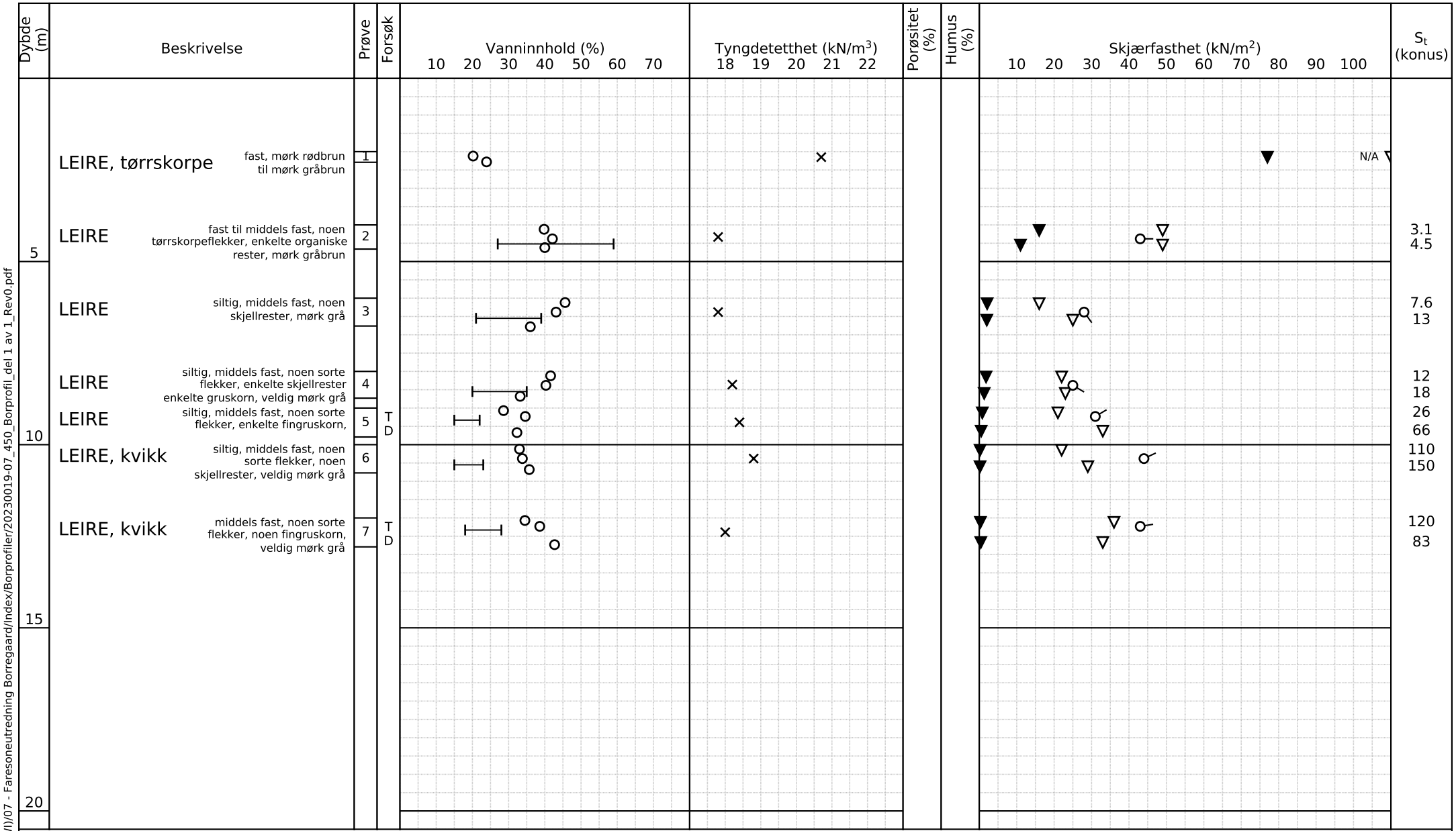
Dato boret:

Dato: 2023-08-16

Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/20230019-07_433_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

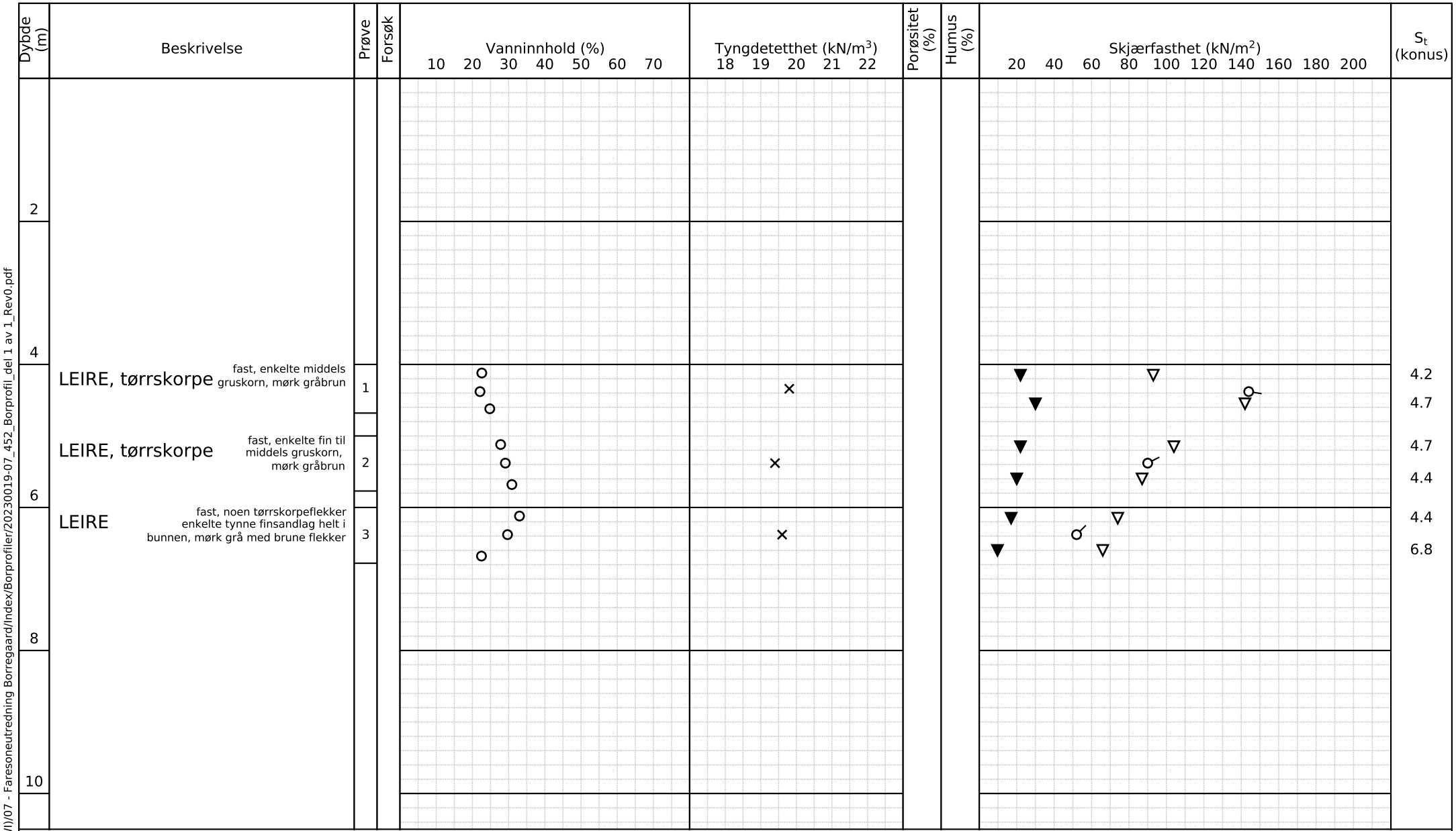
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 450
CBZ_450

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 23.783
Grunnvannstand (m): 5.5
Dato boret: 2023-05-02

Dato: 2023-05-23
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_450_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

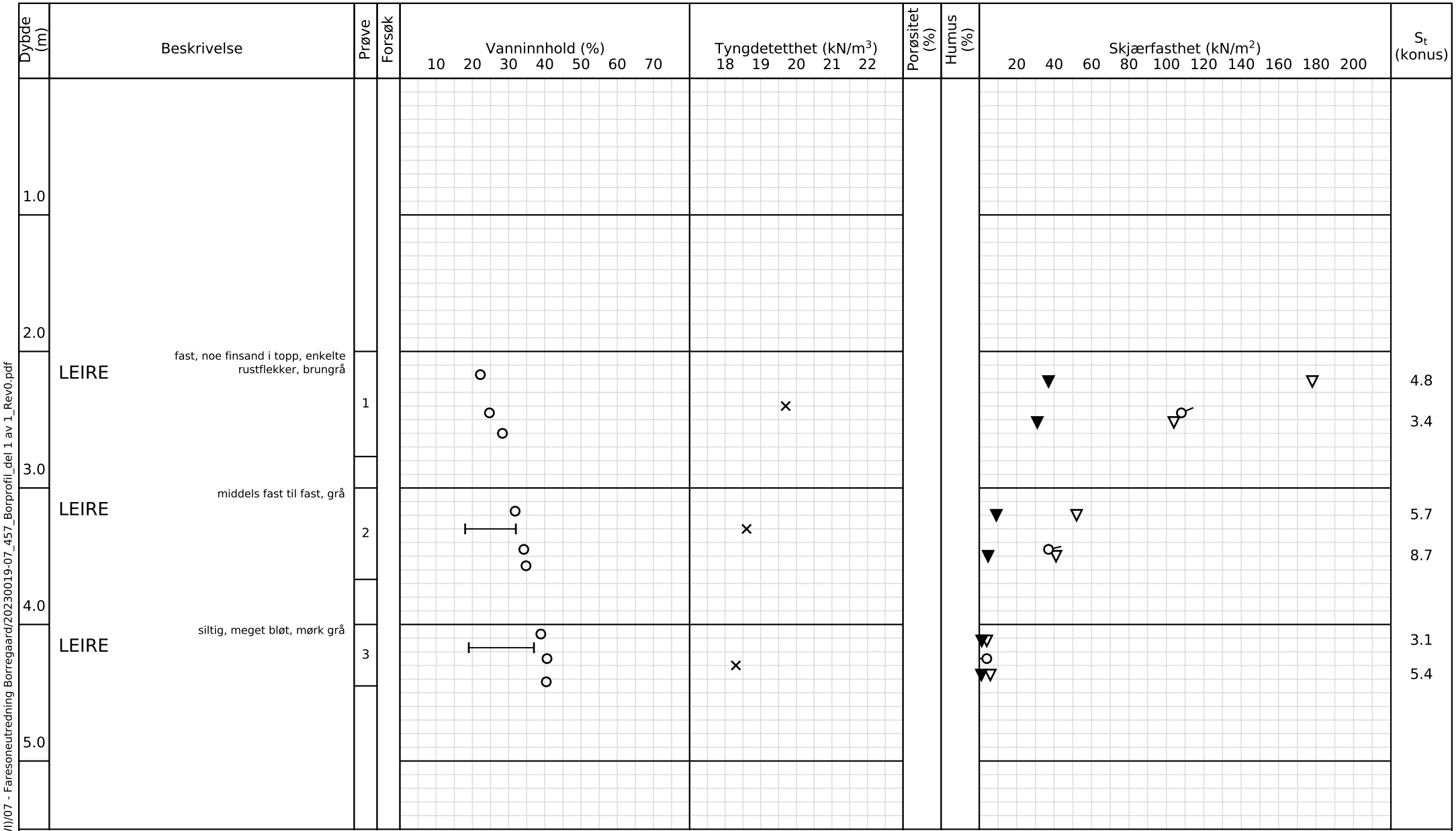
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 452
CBZ_452

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 25.852
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-05-09

Dato: 2023-05-23
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/Index/Borprofiler/20230019-07_452_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense (NS-ISO 17892-12:2018, NS-ISO 17892-1:2014)
- 0 / 15 – 5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd (NS-ISO 17892-7:2017)
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret (NS-ISO 17892-6:2017)
- ▼ Konusforsøk, omrørt (NS-ISO 17892-6:2017)
- S_t Sensitivitet (NS-ISO 17892-6:2017)

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse
T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2023-01-24/V6.7

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Figur nr.:

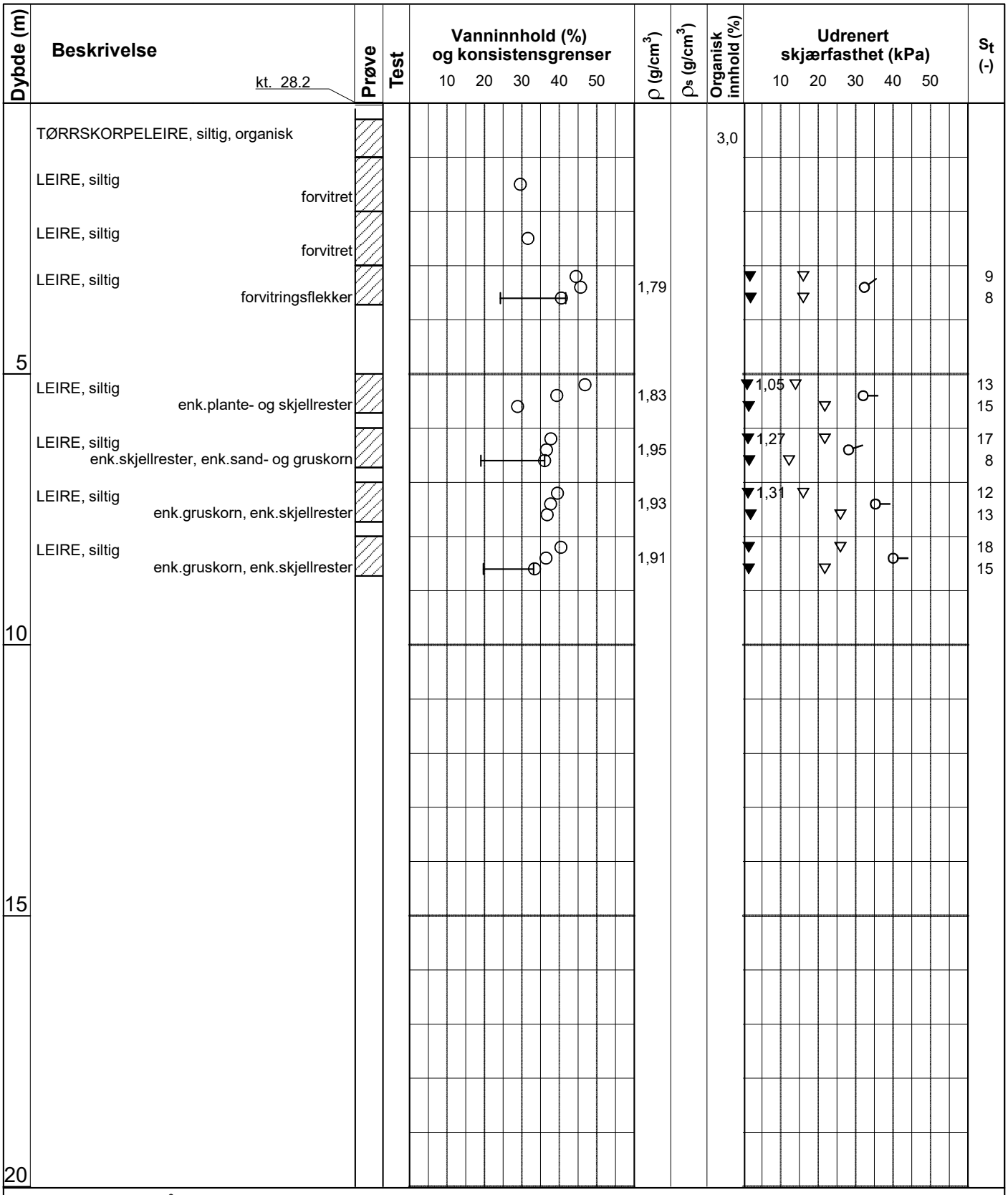
Borprofil del 1 av 1
Borpunkt nr.: 457
CBZ_457

Prøvetype: 75 mm
Terrengkote (moh): 30.572
Grunnvannstand (m):
Dato boret: 2023-05-09

Dato: 2024-02-08
Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2023/20230019 (COWI)/07 - Faresoneutredning Borregaard/20230019-07_457_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf



Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

Vanninnhold
Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017
Omrørt konus
Uomrørt konus

ρ = Densitet
ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: 2,0 m
Borbok: Digital

PRØVESERIE

Borhull: **MFK_06**

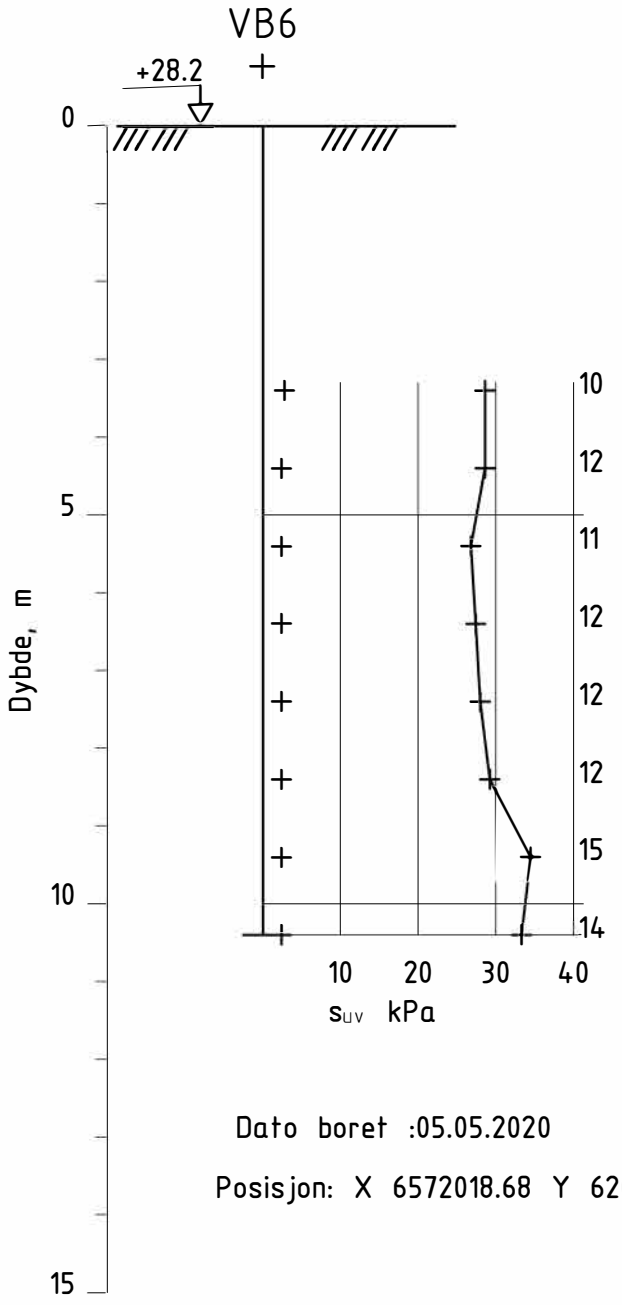
Borregaard AS

Søndre Avløp

Dato: 2020-05-19

Multiconsult
www.multiconsult.no

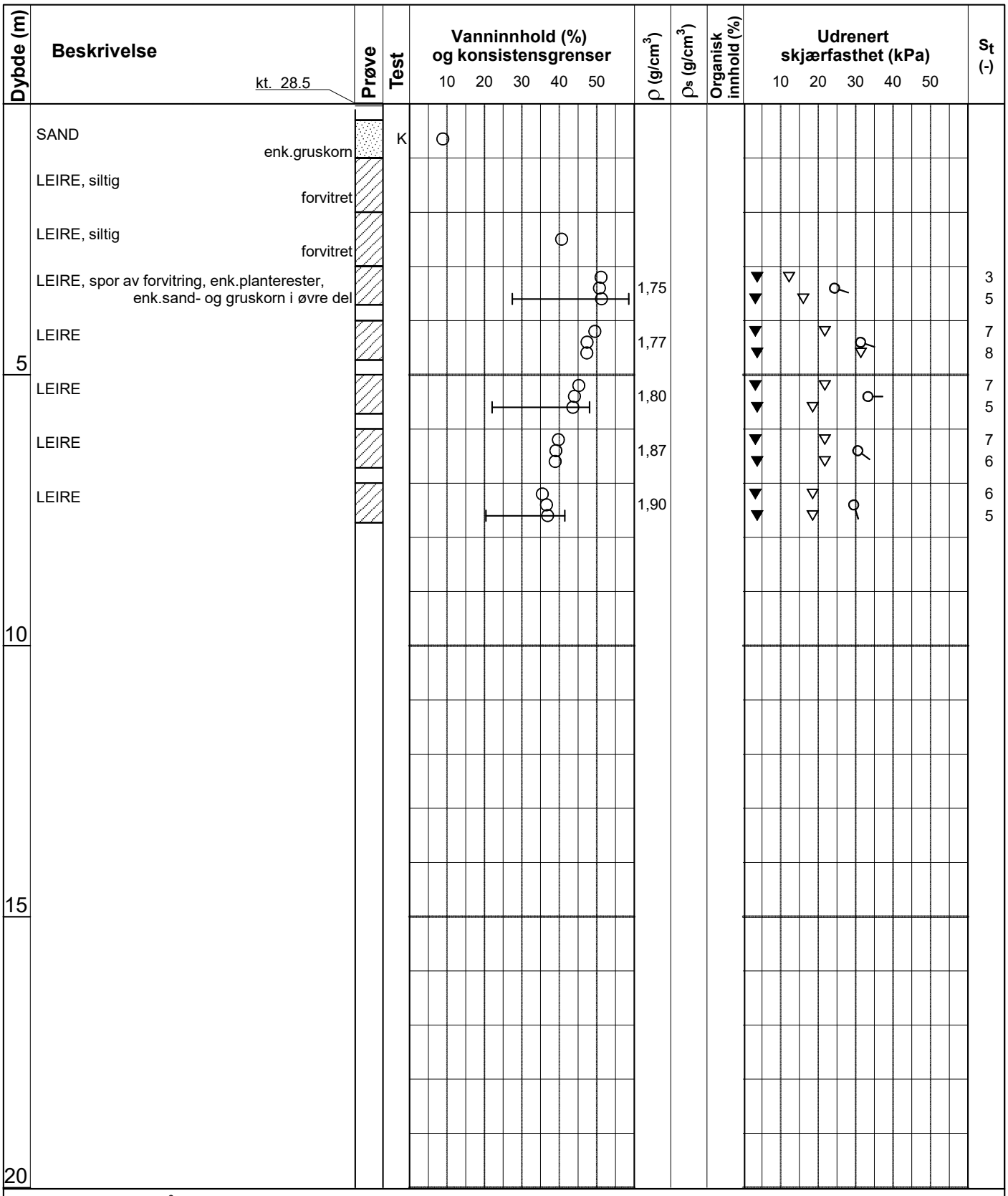
Konstr./Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
GEO	ANNM	DEJ
Oppdragsnummer:	**Tegningsnr.:**	**Rev. nr.:**
10218416	RIG-TEG-200	00



Dato boret :05.05.2020

Posisjon: X 6572018.68 Y 620451.92

VINGEBORING V/6 MFK_06 VB			Original format A4	Fag RIG
BORREGAARD AS SØNDRE AVLØP			Målestokk 1:100	
Multiconsult www.multiconsult.no	Dato 2020-05-06	Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert DEJ	Godkjent DEJ
	Oppdragsnr. 10218416	Tegningsnr. RIG-TEG-203		Rev. 00



Symboler:

15 0 5 10 — Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

Vanninnhold

Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017

Omrørt konus

Uomrørt konus

ρ = Densitet

ρ_s = Korndensitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: 3,0 m

Borbok: Digital

PRØVESERIE

Borhull: **MFK_11**

Borregaard AS

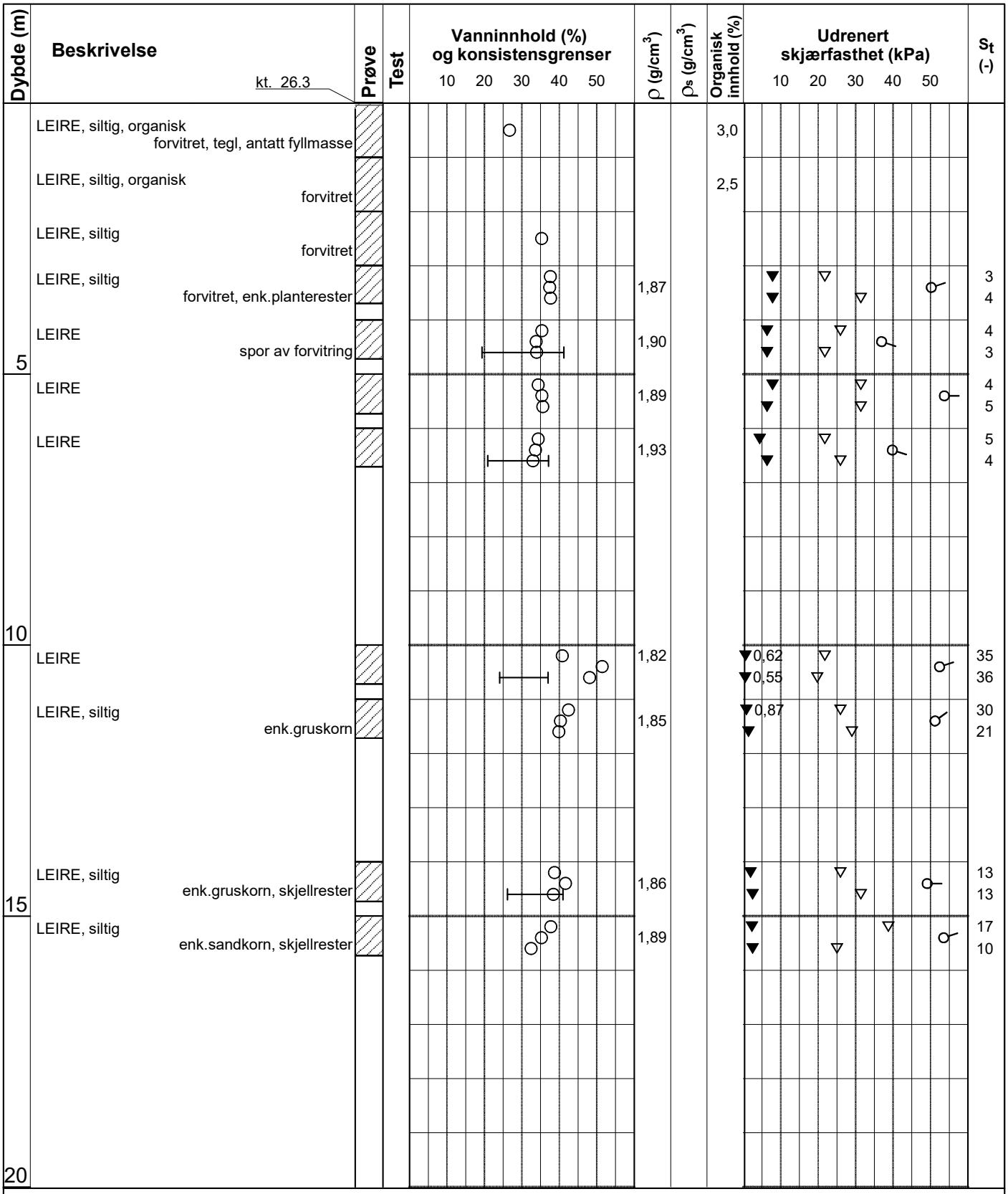
Søndre Avløp

Dato: 2020-05-19

Multiconsult

www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
GEO	ANNM	DEJ
Oppdragsnummer:	**Tegningsnr.:**	**Rev. nr.:**
10218416	RIG-TEG-201	00



Symboler:

Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

Vanninnhold
Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017
Omrørt konus
Uomrørt konus

ρ = Densitet
ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
Borbok: Digital

PRØVESERIE

Borhull: **MFK_14**

Borregaard AS

Søndre Avløp

Dato: 2020-05-27

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
ANNM	GEO	DEJ
Oppdragsnummer:	**Tegningsnr.:**	**Rev. nr.:**
10218416	RIG-TEG-202	01

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S

BORREGAARD A/S, SARPSBORG
OPPFYLLING MOT GLOMMA SYD FOR FATLAGER

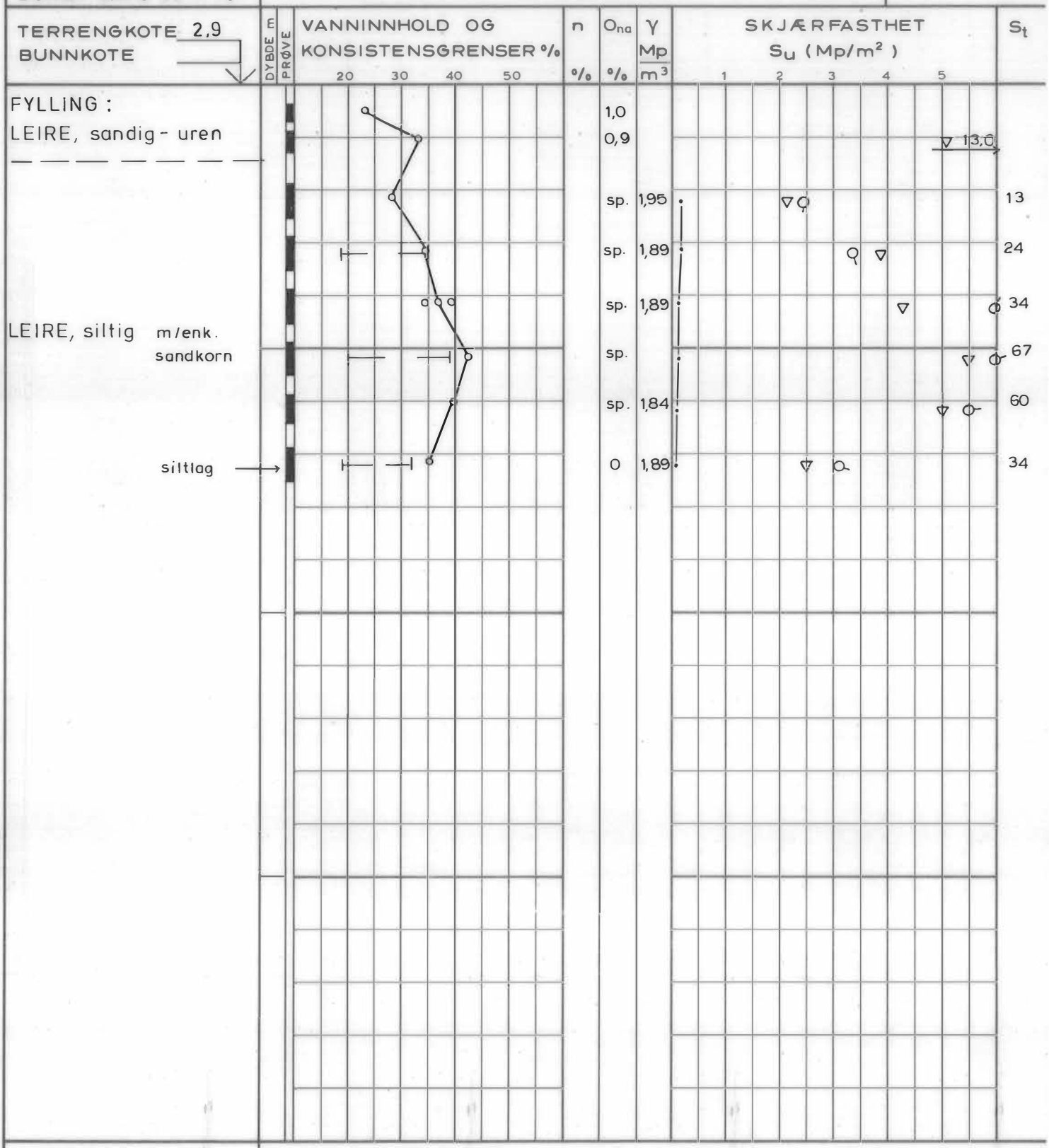
MFM_PR1

BORING NR. PR. I
BORET DATO 22.7.76.

GEOTEKNISKE DATA

BORPLAN NR.

TERRENGKOTE 2,9
BUNNKOTE



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

o NATURLIG VANNINNHOLD
⊣ (W_F) FINHETSTALL ELLER (W_L) FLYTEGRENSE
⊢ (W_P) UTRULLINGSGRENSE ELLER (W) KONUSGRENSE

n = PORØSITET
$O_{n\bar{a}}$ HUMUSINNHOLD (NATRONLUT MET.)
γ = TOTAL ROMVEKT
γ_d = TØRR ROMVEKT

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-○-5 DEFORMASJON VED BRUDD %
10
\+ VINGEBORING
· OMRØRT SKJÆRFASTHET
St SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TRIAKSIALFORSØK

4000-515	KONTR. Y.H.	TEGNET LEK	DATO 17.8.76.	MÅL 1:100	SAK NR. 17226	TEGN. NR. 10	REV.

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S

BORREGAARD A/S, SARPSBORG
OPPFYLLING MOT GLOMMA SYD FOR FATLAGER

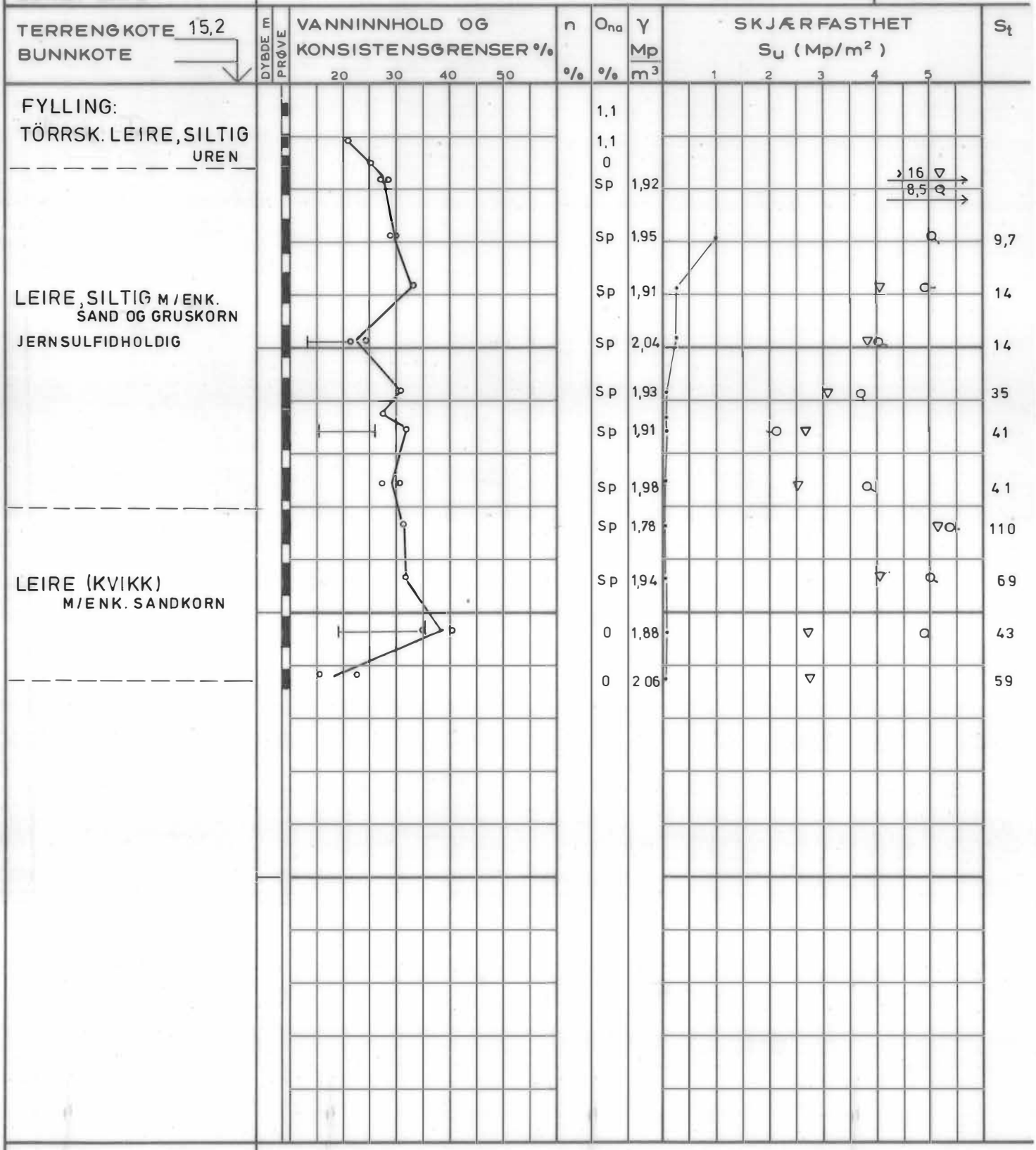
MFM_PR2

BORING NR. PR. II
BORET DATO

GEOTEKNISKE DATA

BORPLAN NR.

TERRENGKOTE 15,2
BUNNKOTE



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

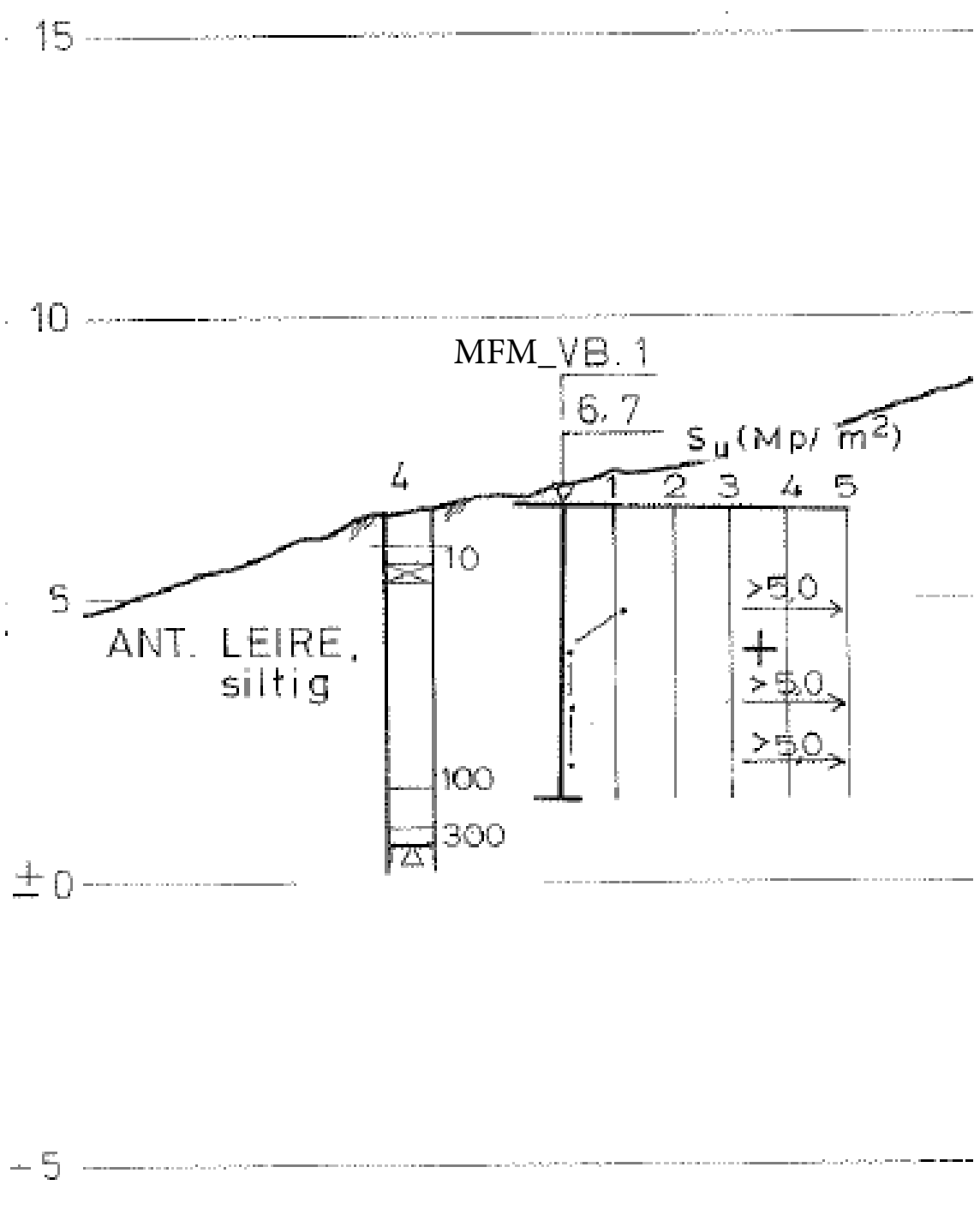
o NATURLIG VANNINNHOLD
(WF) FINHETSTALL ELLER
(WL) FLYTEGRENSE
(Wp) UTRULLINGSGRENSE
ELLER (W) KONUSGRENSE

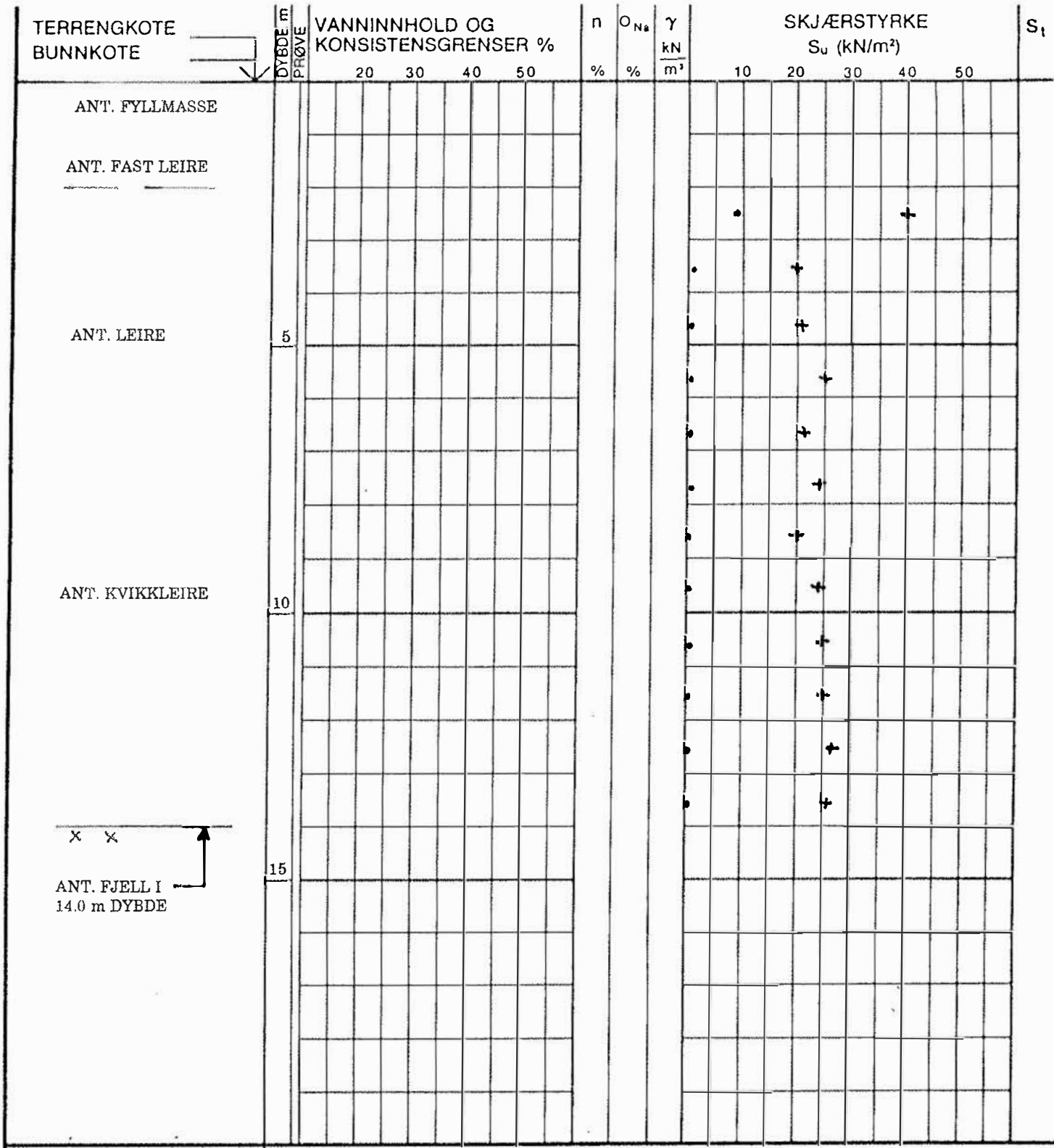
n = PORØSITET
Ona HUMUSINNHOLD (NATRONLUT MET.)
γ = TOTAL ROMVEKT
γd = TØRR ROMVEKT

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-○-5 DEFORMASJON VED BRUDD %
10
+ VINGEBORING
· OMRØRT SKJÆRFASTHET
St SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TRIAKSIALFORSØK

4000-515	KONTR. Y.H.	TEGNET EJ	DATO 17.8.76.	MÅL 1:100	SAK NR. 17226	TEGN. NR. 11	REV.


15
10
5
±0
-5
MFM_VB. 1
6.7
s_u (Mp/ m²)
4
1 2 3 4 5
10
100
300
>5.0
+
>5.0
>5.0
ANT. LEIRE,
siltig



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

o NATURLIG VANNINNHOLD
W_L FLYTEGRENSE
W_F — * — KONUSMETODE
W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
• OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

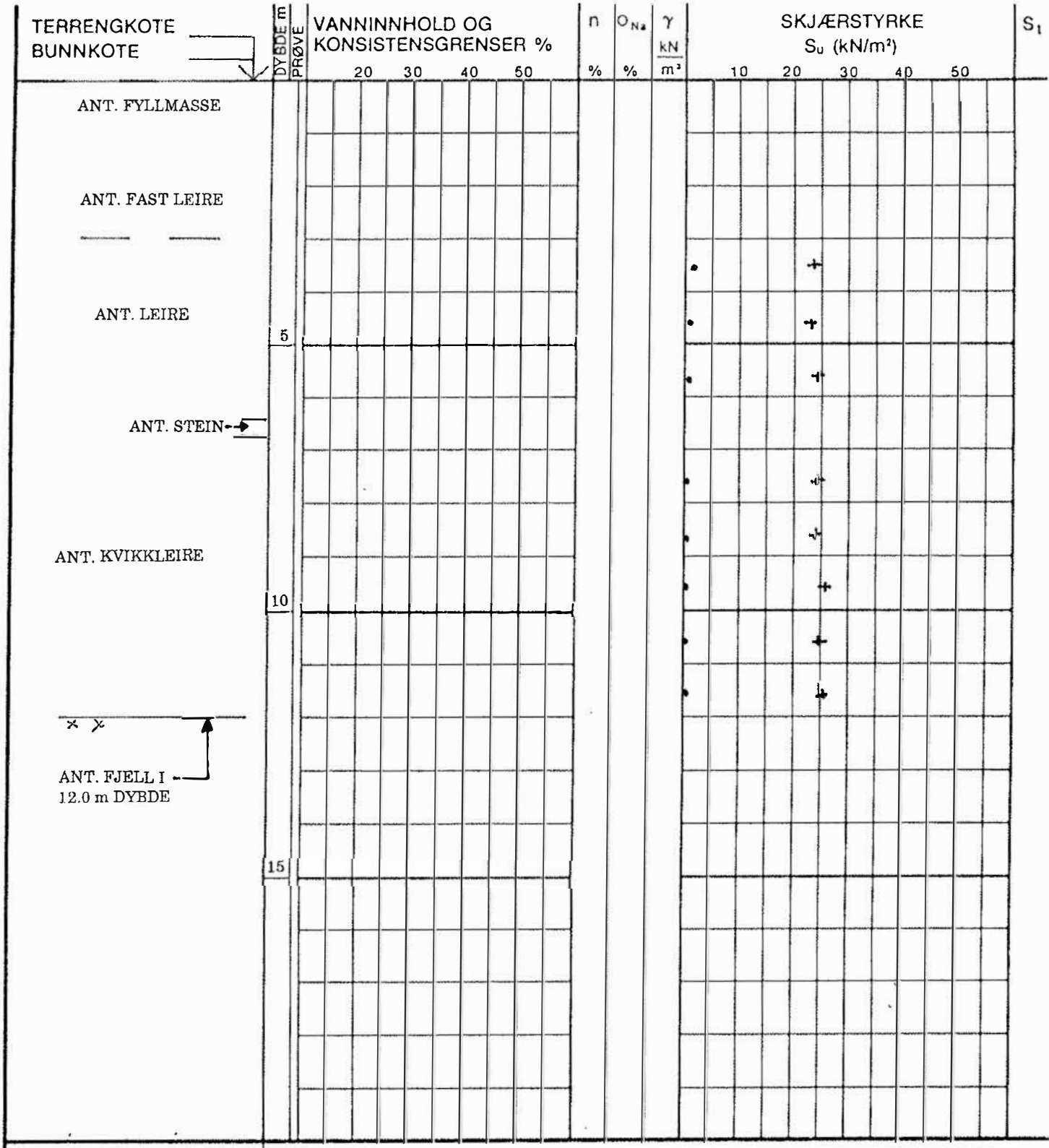
SELMER A.S.
BORREGAARD RENSEANLEGG

BORING NR.	TEGNET	REV.
MFN_VB2	DEJ	
BORPLAN NR. 41217-1	KONTR.	KONTR.
BORET DATO	DATO 27/1-93	DATO

OPPDRAG NR.	TEGN. NR.	REV.	SIDE
41217	11		

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

4000 - 515 b



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

o NATURLIG VANNINNHOLD
W_L FLYTEGRENSE
W_F — * — KONUSMETODE
W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
• OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

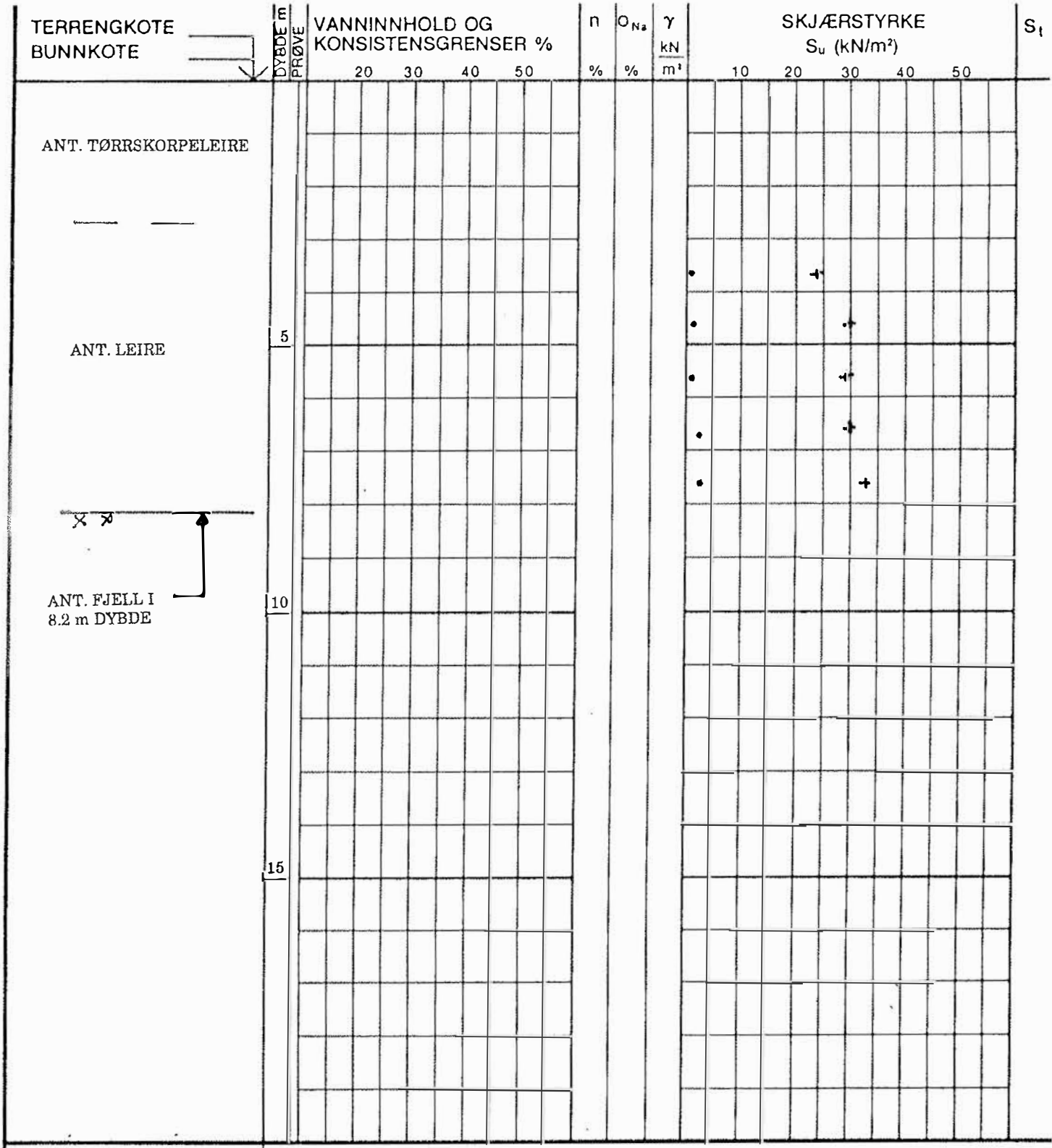
SELMER A.S.
BORREGAARD RENSEANLEGG

BORING NR.	TEGNET	REV.
MFN_VB3		
BORPLAN NR. 41217-1	KONTR.	KONTR.
BORET DATO	DATO	DATO

NOTEBY NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

OPPDRAG NR.	TEGN. NR.	REV.	SIDE
41217	12		

4000 - 515 b



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

o NATURLIG VANNINNHOLD
W_L FLYTEGRENSE
W_F — * — KONUSMETODE
W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15 ◇ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
• OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

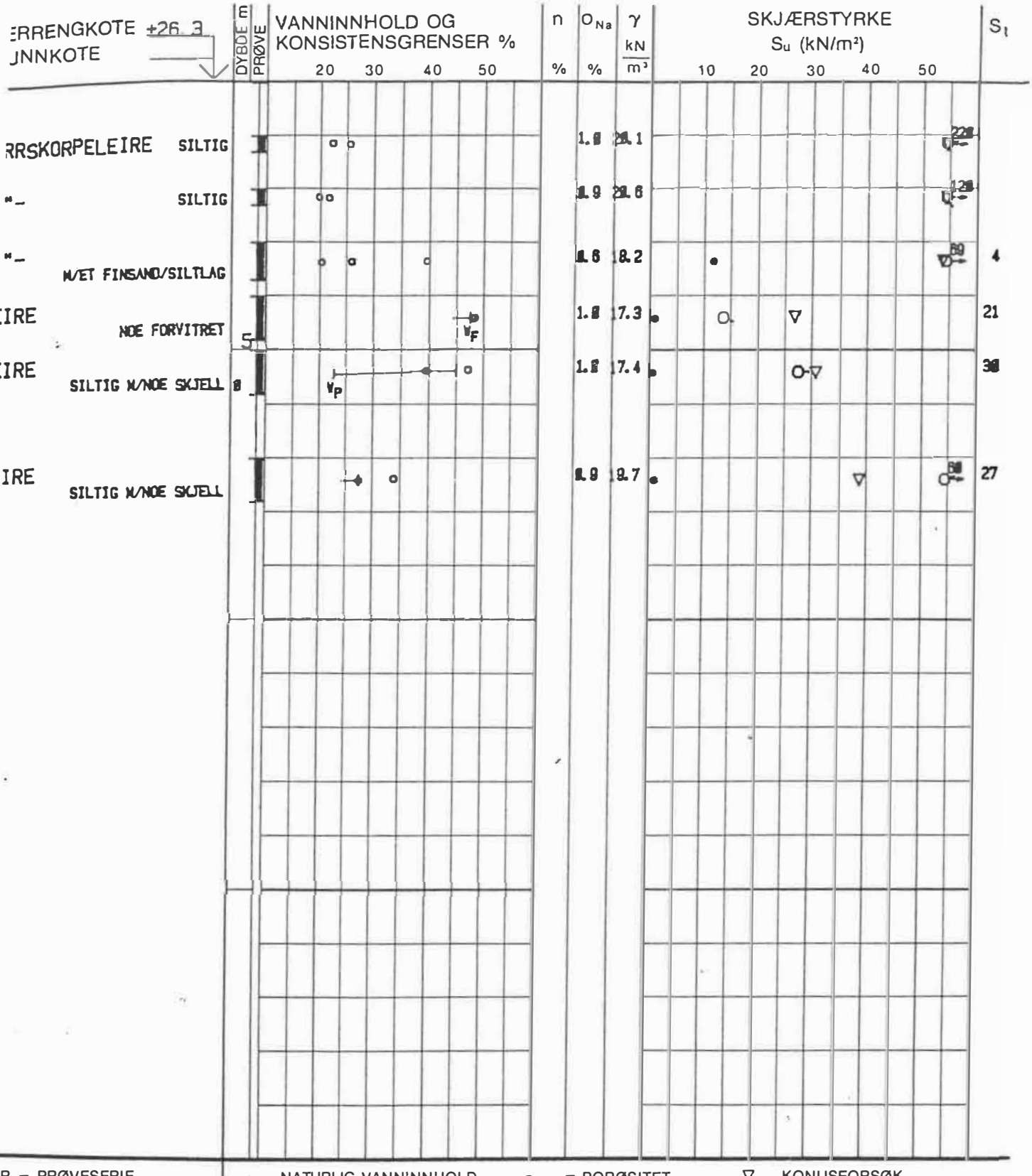
GEOTEKNISKE DATA

SELMER A.S.
BORREGAARD RENSEANLEGG

BORING NR. MFN_VB4	TEGNET DEJ	REV.	
BORPLAN NR. 41217-1	KONTR.	KONTR.	
BORET DATO	DATO 27/1-93	DATO	
OPPDRAG NR. 41217	TEGN. NR. 13	REV.	SIDE

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

4000 - 515 b



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

BORBOK NR. 18385
LAB. BOK NR. 1511 (S. 29-34)

o NATURLIG VANNINNHOLD
W_L FLYTEGRENSE
W_F —»— KONUSMETODE
W_P PLASTISITETSGRENSE

n = POROSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ_{pg} = TYNGDETETTHET
ρ = TOTAL DENSITET
g = 9.81 kN/t

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
● OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK (I [illegible])

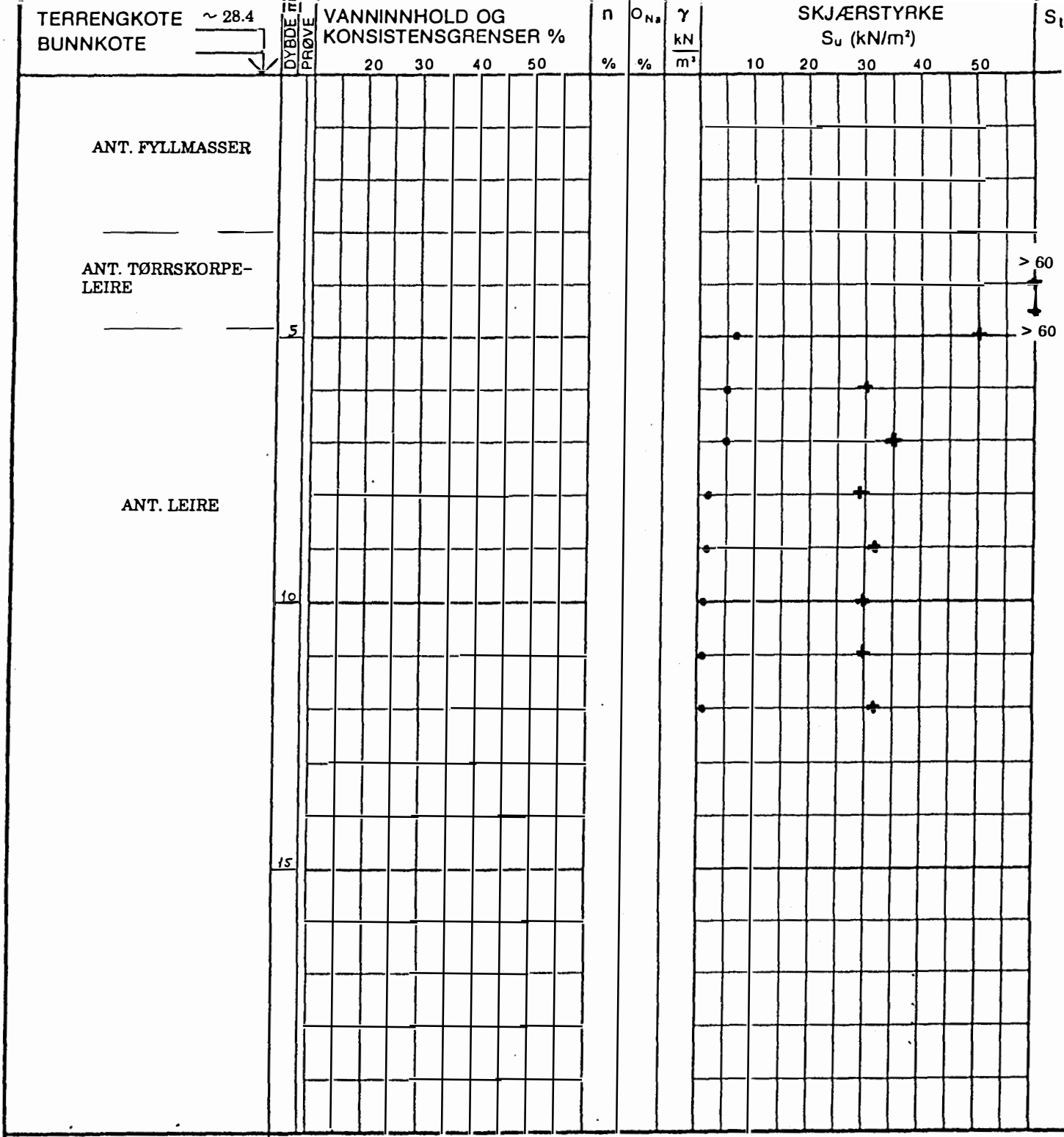
GEOTEKNISKE DATA

BORREGAARD FINE CHEMICALS A.S
FATLAGER OG TANKFARM

BORING NR.	TEGNET	REV.
PR. I	ÅS/ÅS	
BORPLAN NR.	KONTR.	KONTR.
MFZ_PR1		
BORET DATO	DATO	DATO
6/7-90	10/7-90	

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

OPPDRAG NR.	TEGN. NR.	REV.	SIDE
41132	10		



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

o NATURLIG VANNINNHOLD
W_L FLYTEGRENSE
W_F — * — KONUSMETODE
W_P PLASTISITETSGRENSE

n = POROSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETTHET

∇ KONUSFORSØK
O TRYKKFORSØK
15 ◇ 5 % DEFORMASJON VED BRUD
+ VINGEBORING
OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

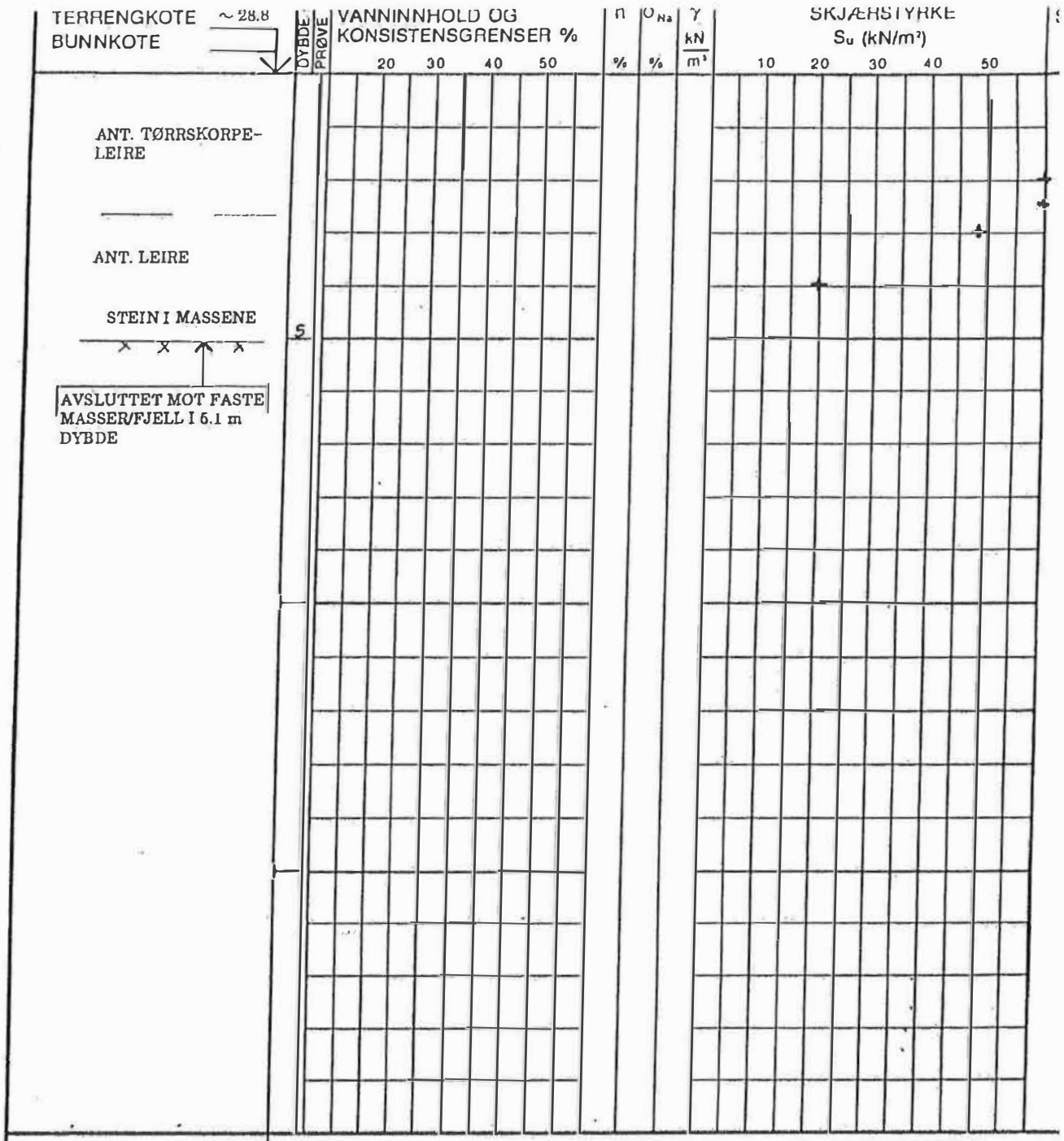
GEOTEKNISKE DATA

BORREGAARD FINE CHEMICALS A.S
FABRIKK 07

BORING NR.	TEGNET	REV.
MFZ_VB1	DEJ	
BORPLAN NR. 41132-2	KONTR.	KONTR.
BORET DATO	DATO 26/4-93	DATO
OPPDRAG NR. 41132	TEGN. NR. 13	REV. / SIDE

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

4000 - 515 b



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

o NATURLIG VANNINNHOLD
W_L FLYTEGRENSE
W_r KONUSMETODE
W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK
O TRYKKFORSØK
% DEFORMASJON VED BRUD
+ VINGEBORING
OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

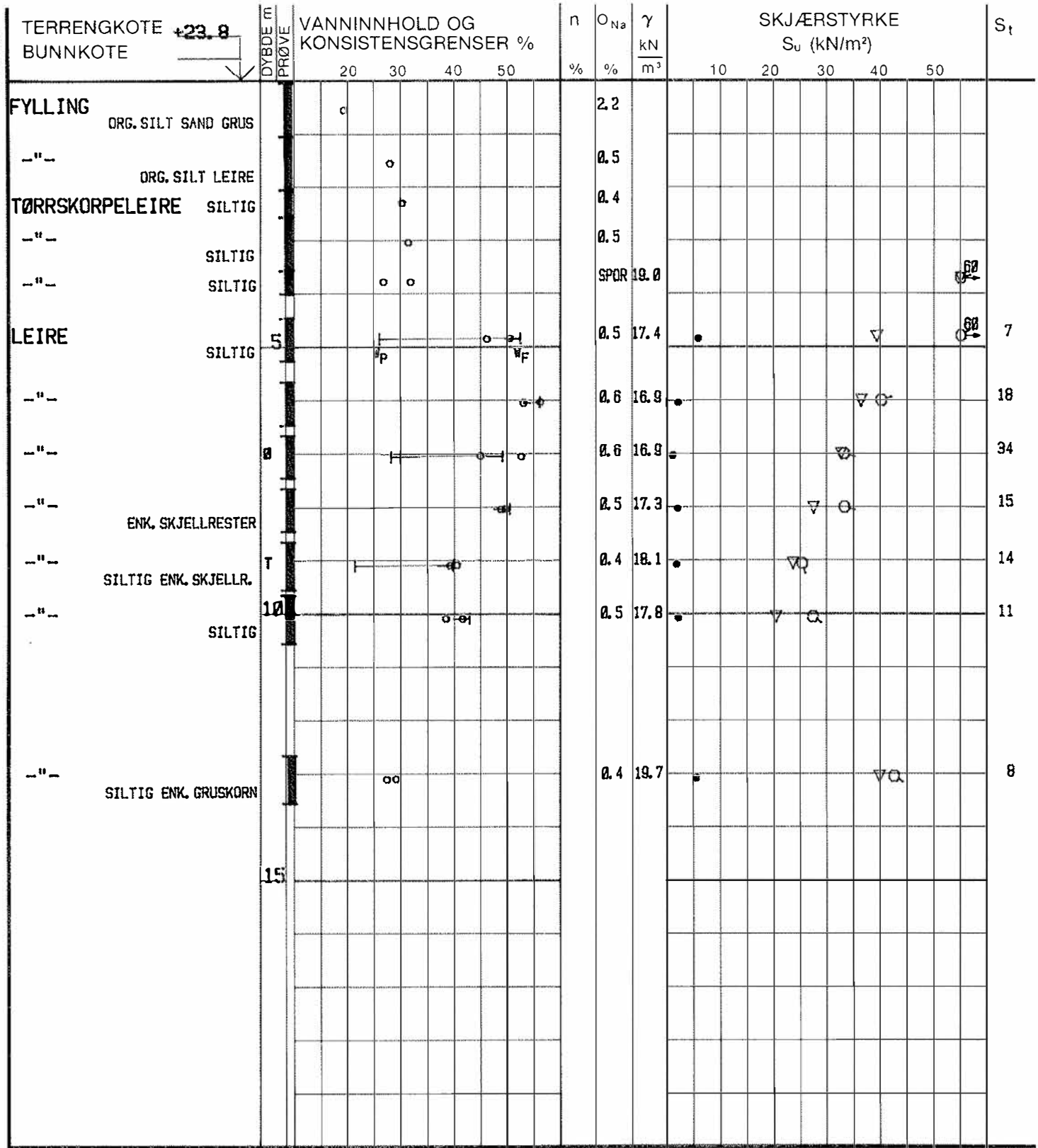
GEOTEKNISKE DATA

BORREGAARD FINE CHEMICALS A.S
FABRIKK 07

BORING NR.	TEGNET	REV.
MFZ_VB2	DE	
BORPLAN NR. 41132-2	KONTR.	KONTR.
BORET DATO	DATO 26/4-93	DATO
OPPDRAG NR. 41132	TEGN. NR. 14	REV. / SIDE

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

4000 - 515 b



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

BORBOK NR. 11615
I AR ROK NR. 1532 (S. 42-59)

o NATURLIG VANNINNHOLD
W_L FLYTEGRENSE
W_F — » — KONUSMETODE
W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
$\gamma = \rho g$ = TYNGDETETTHET
ρ = TOTAL DENSITET
g = 9.81 kN/t

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
● OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK (I DYBDEKOLONNE)

FIL: KS 58/TRK Ø/F 13

GEOTEKNISKE DATA

BORREGAARD
UTFYLLING SYD FOR FATLAGER

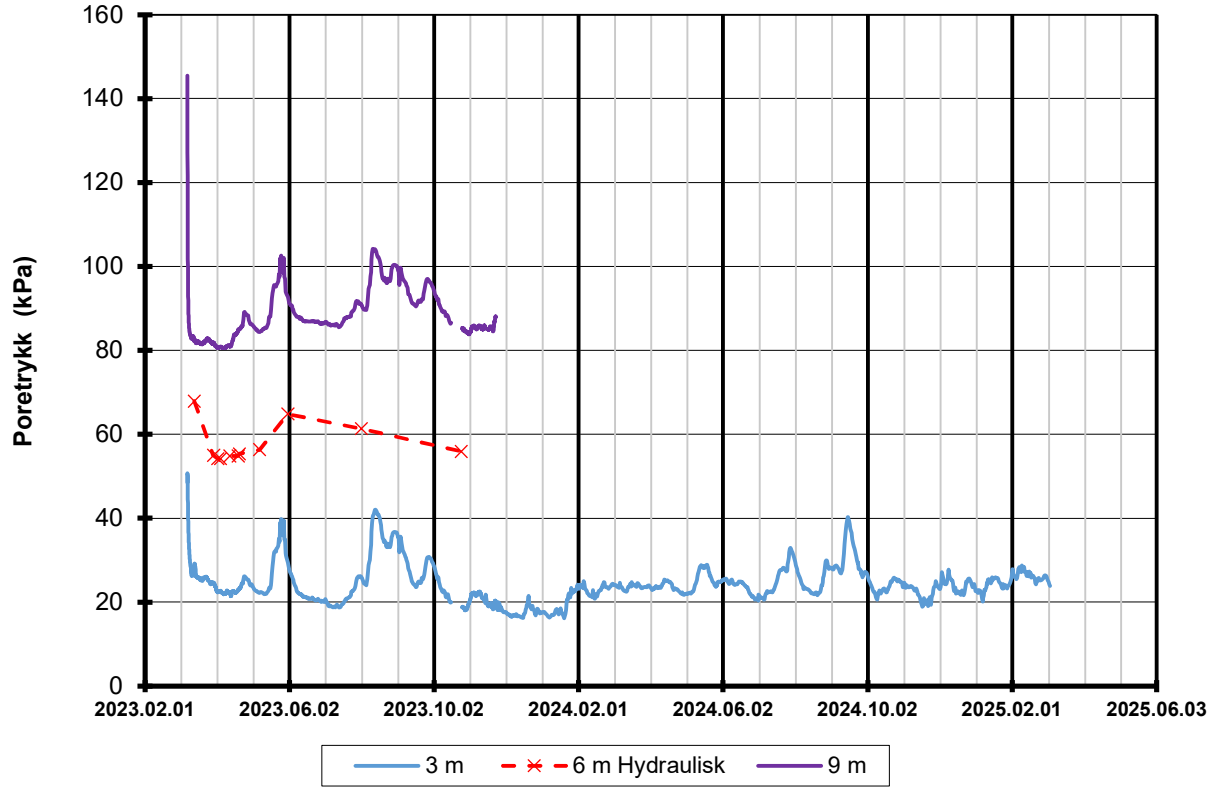
BORING NR.	TEGNET	REV.
MGE_PR1	ÅS/ÅS	
BORPLAN NR.	KONTR.	KONTR.
41223-1		
BORET DATO	DATO	DATO
12.07.93	14.07.93	

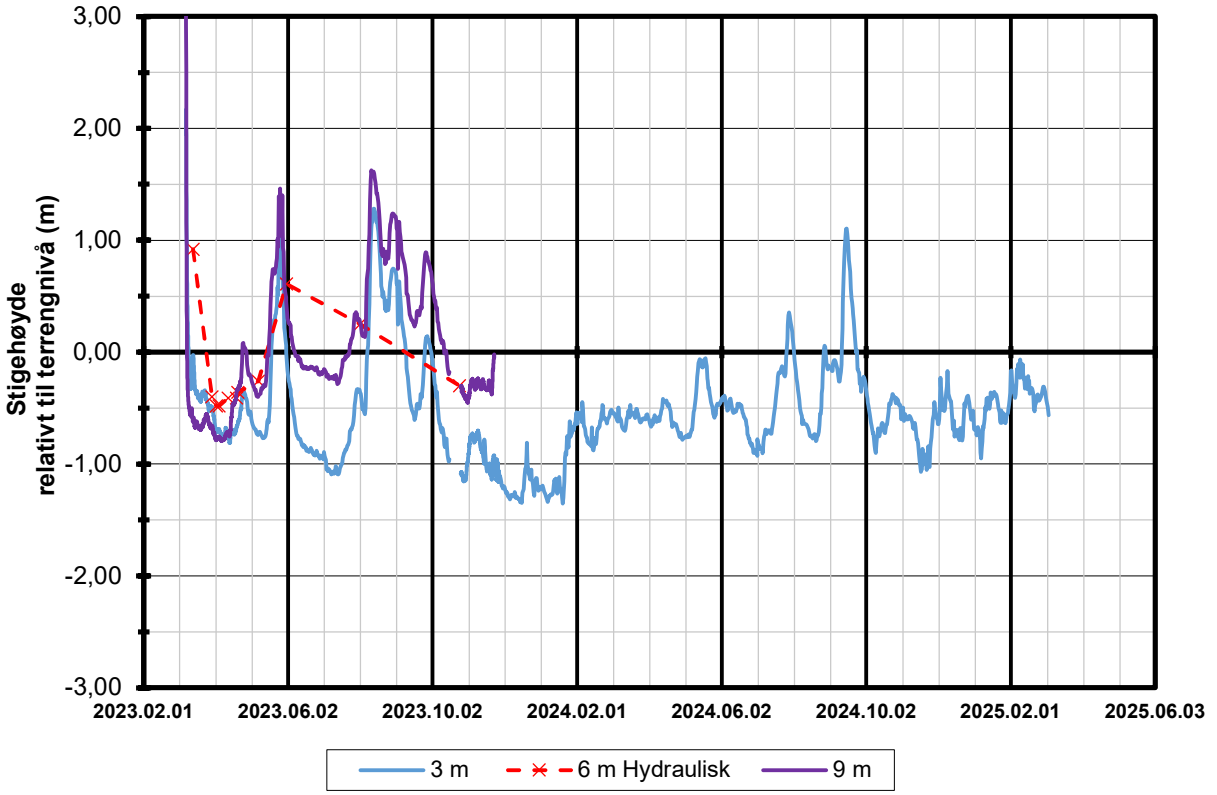
NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

OPPDRAG NR.	TEGN. NR.	REV.	SIDE
41223	10		

4000.515 b

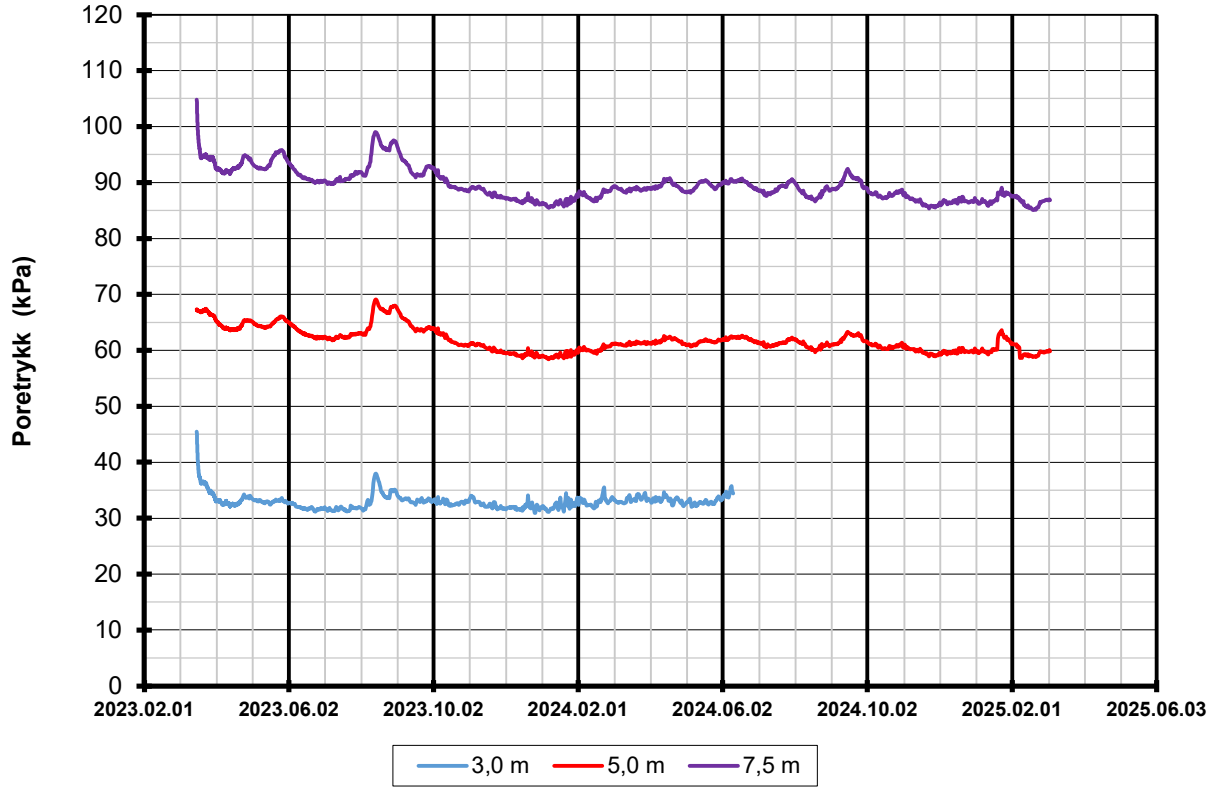
VEDLEGG 3.2: PORETRYKKSMÅLINGER

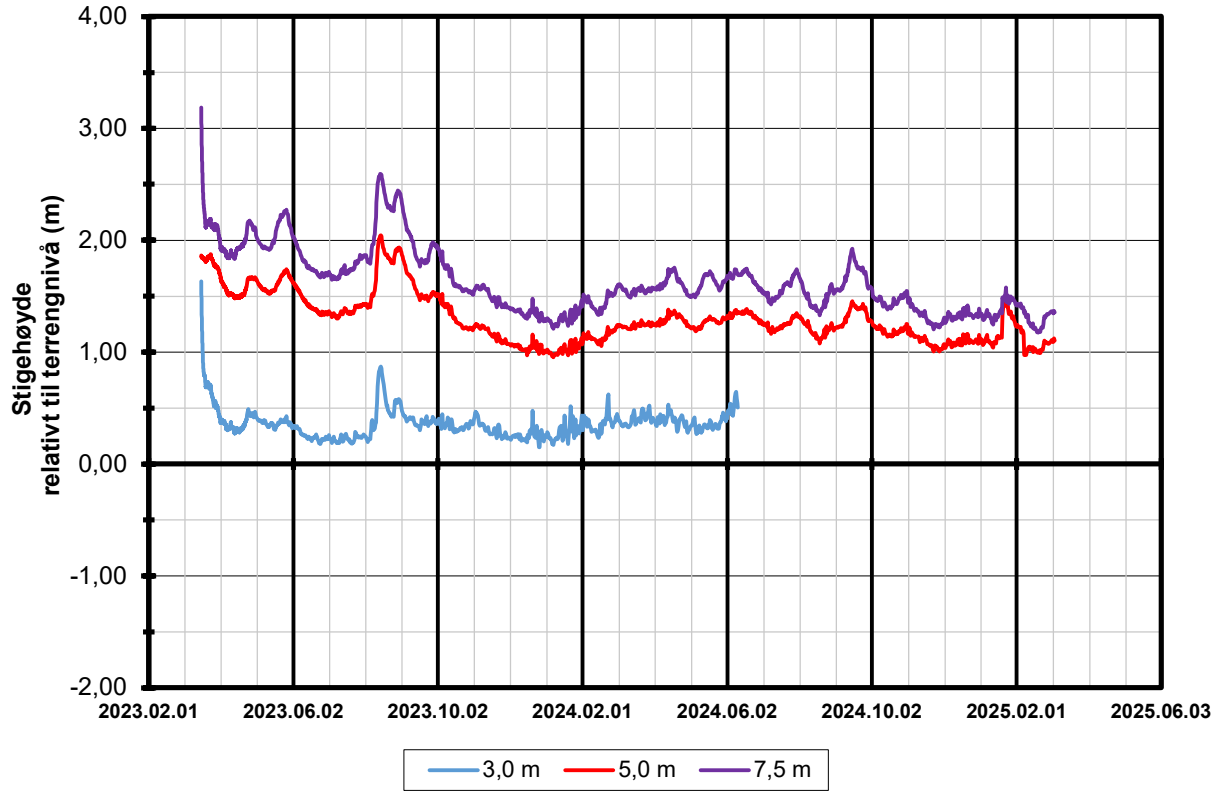




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[107 PZ Avlesninger.xlsx

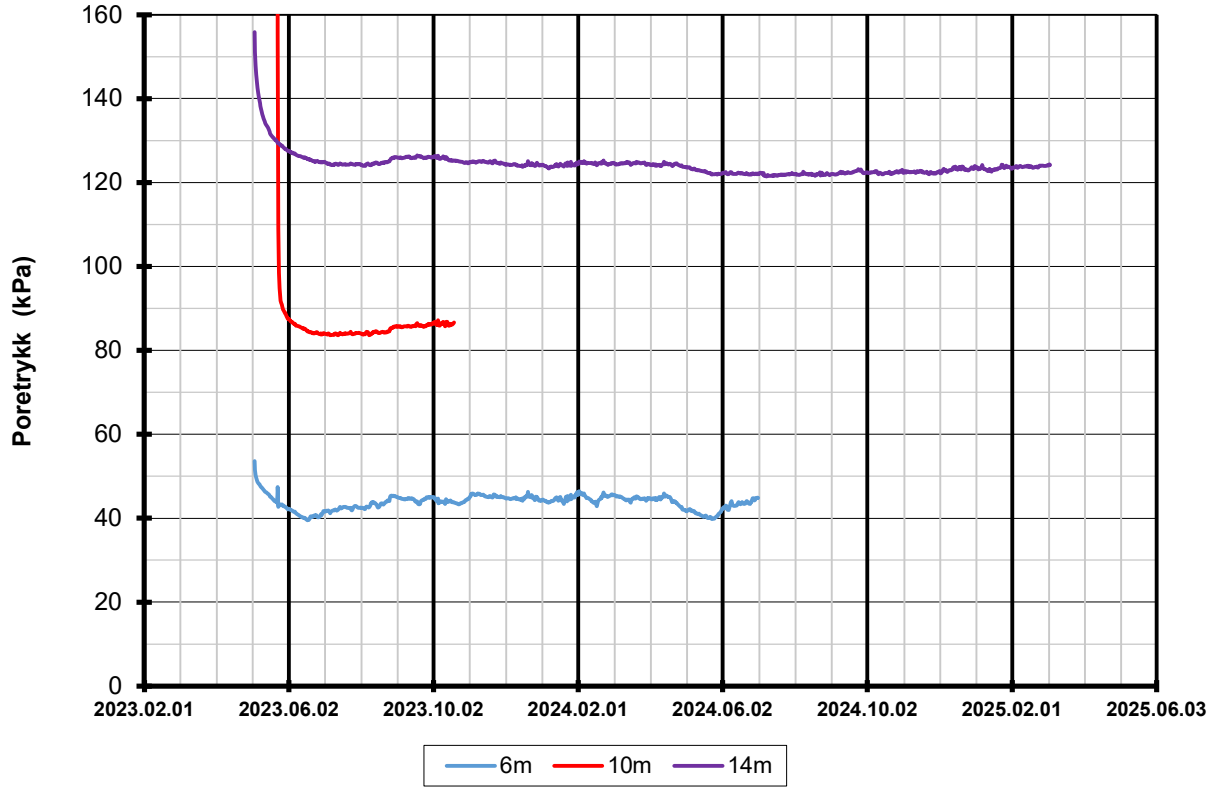
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_107 Terrengkote målere: 2,85 moh NN2000 Dato for installasjon: 8.3.23	Tegner AAU Kontrollert Godkjent	Dato 05.03.2025 GEO VITA

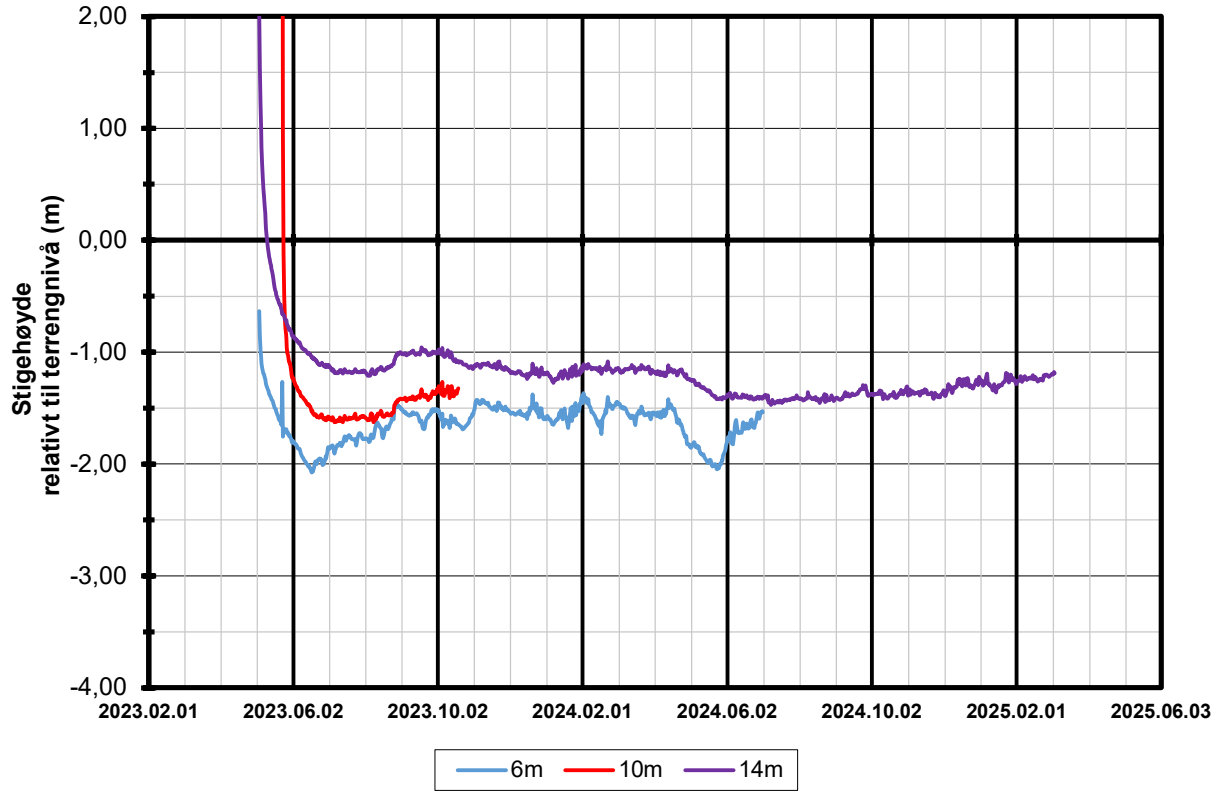




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[122 PZ Avlesninger.xlsx

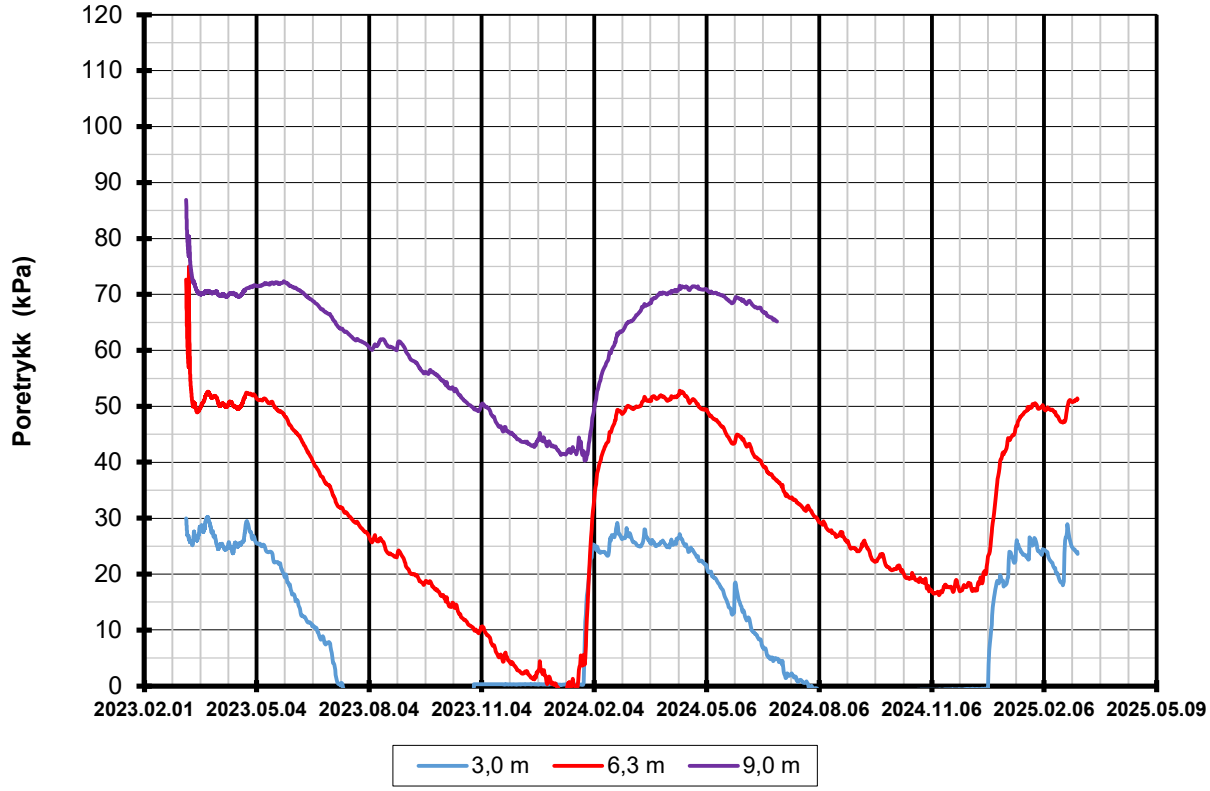
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_122 Terrengkote målere: 5,46 moh NN2000 Dato for installasjon: 15.3.23	Tegner AAU Kontrollert Godkjent	Dato 05.03.2025 GEO VITA

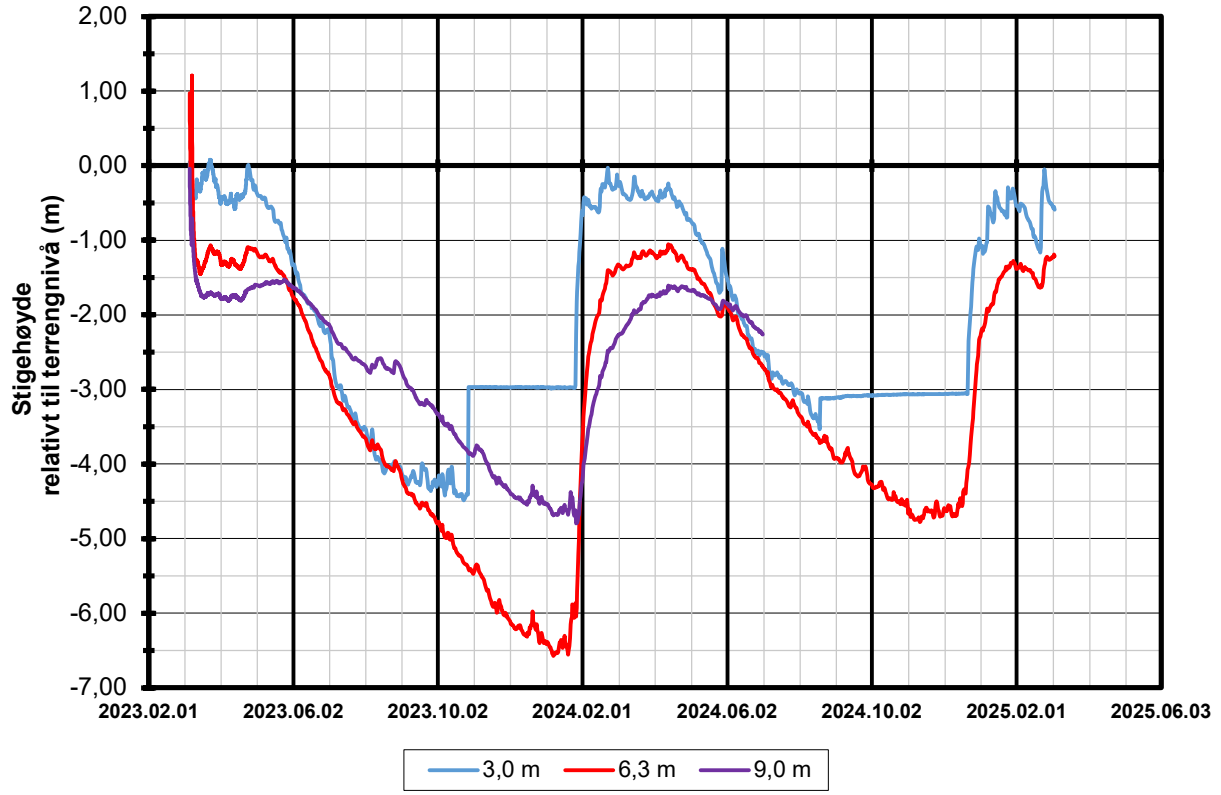




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[149 PZ Avlesninger.xlsx

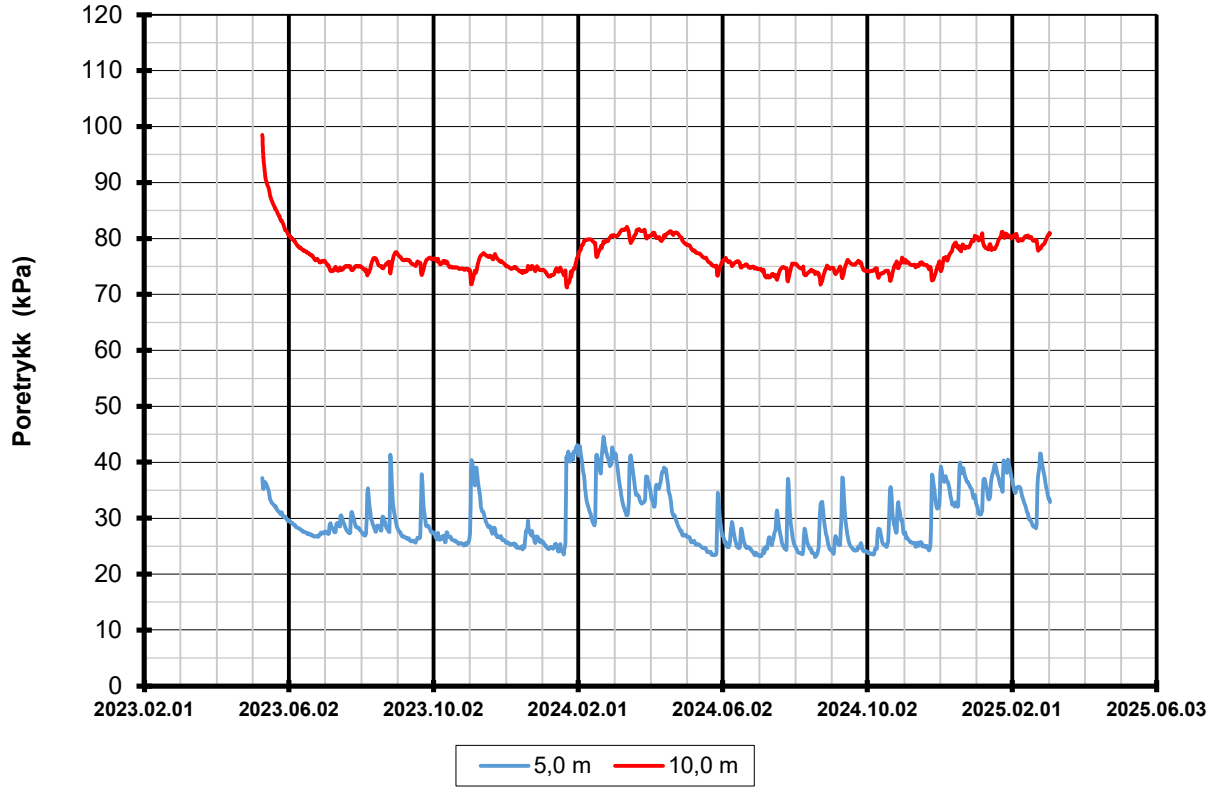
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_149 Terrengkote målere: 15,15 moh NN2000 Dato for installasjon: 3.5.23	Tegner AAU	Dato 05.03.2025
	Kontrollert	GEO VITA
	Godkjent	

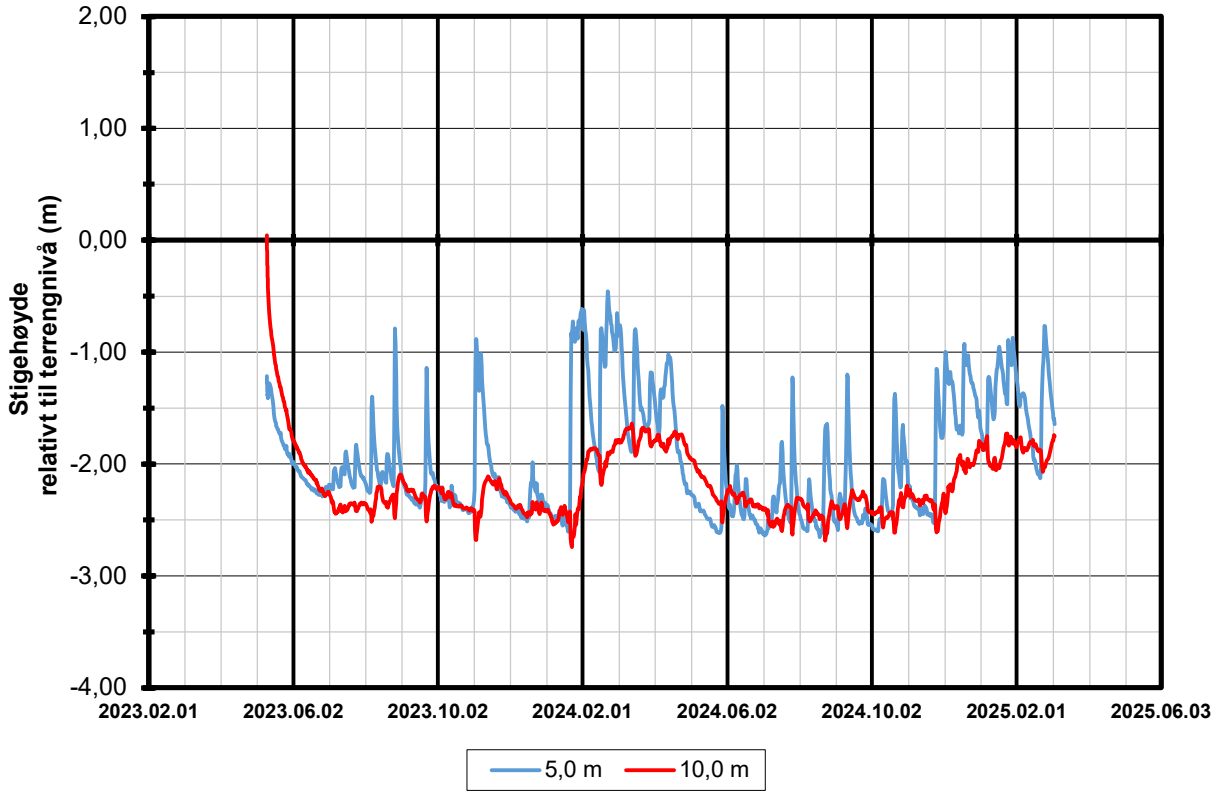




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[150 PZ Avlesninger.xlsx

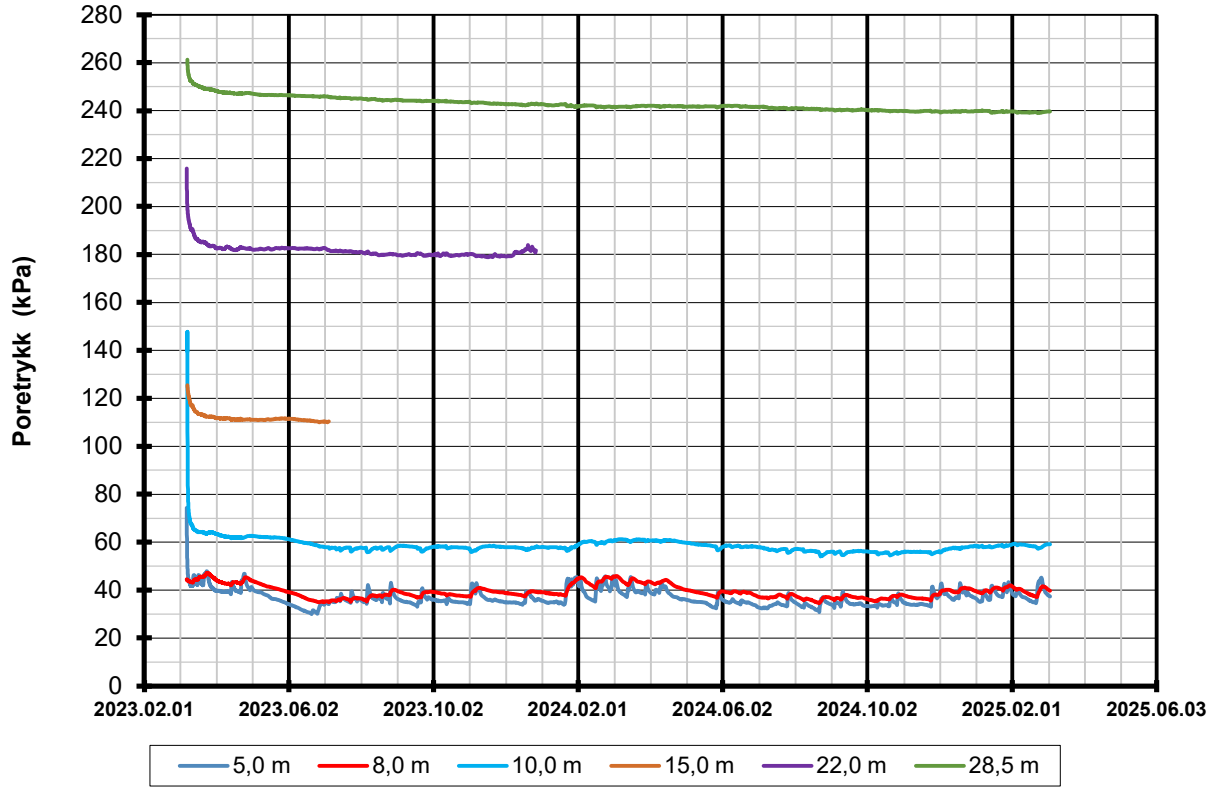
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_150 Terrengkote målere: 8,80 moh NN2000 Dato for installasjon: 6.3.23	Tegner AAU	Dato 05.03.2025
	Kontrollert	GEO VITA
	Godkjent	

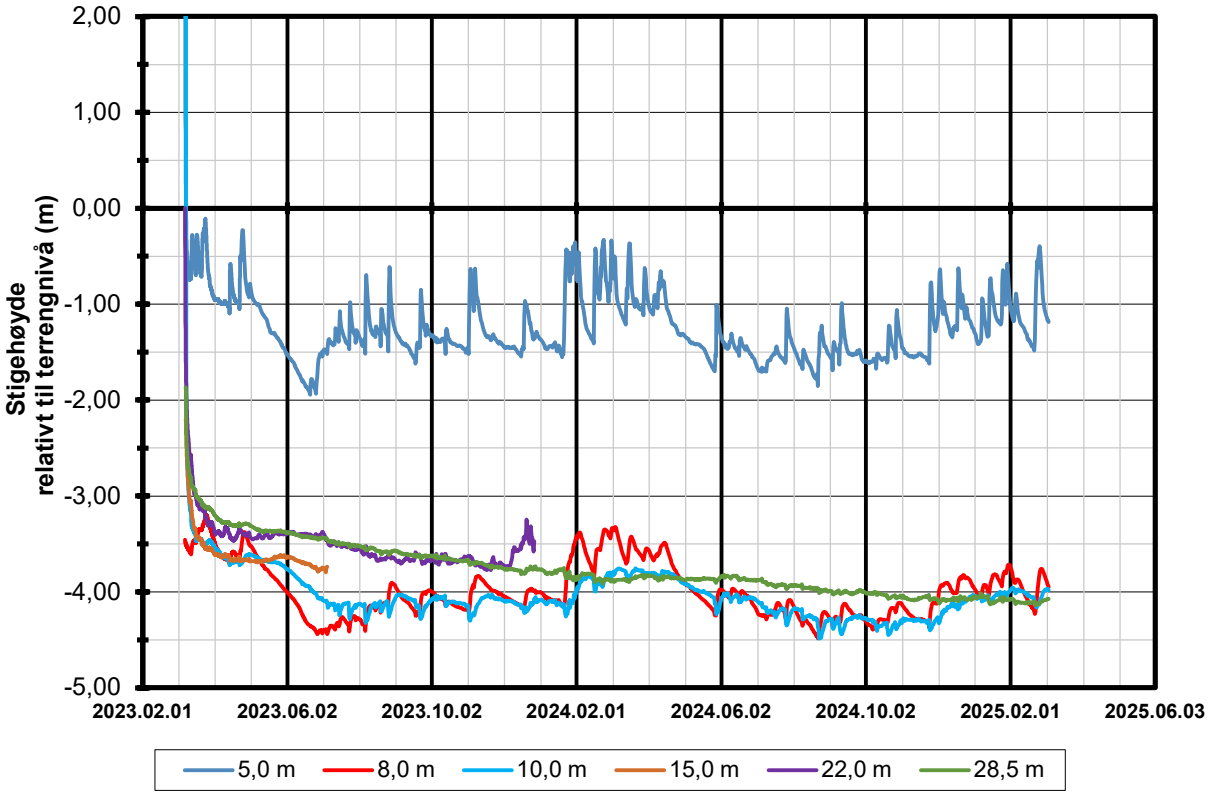




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[156 PZ Avlesninger.xlsx

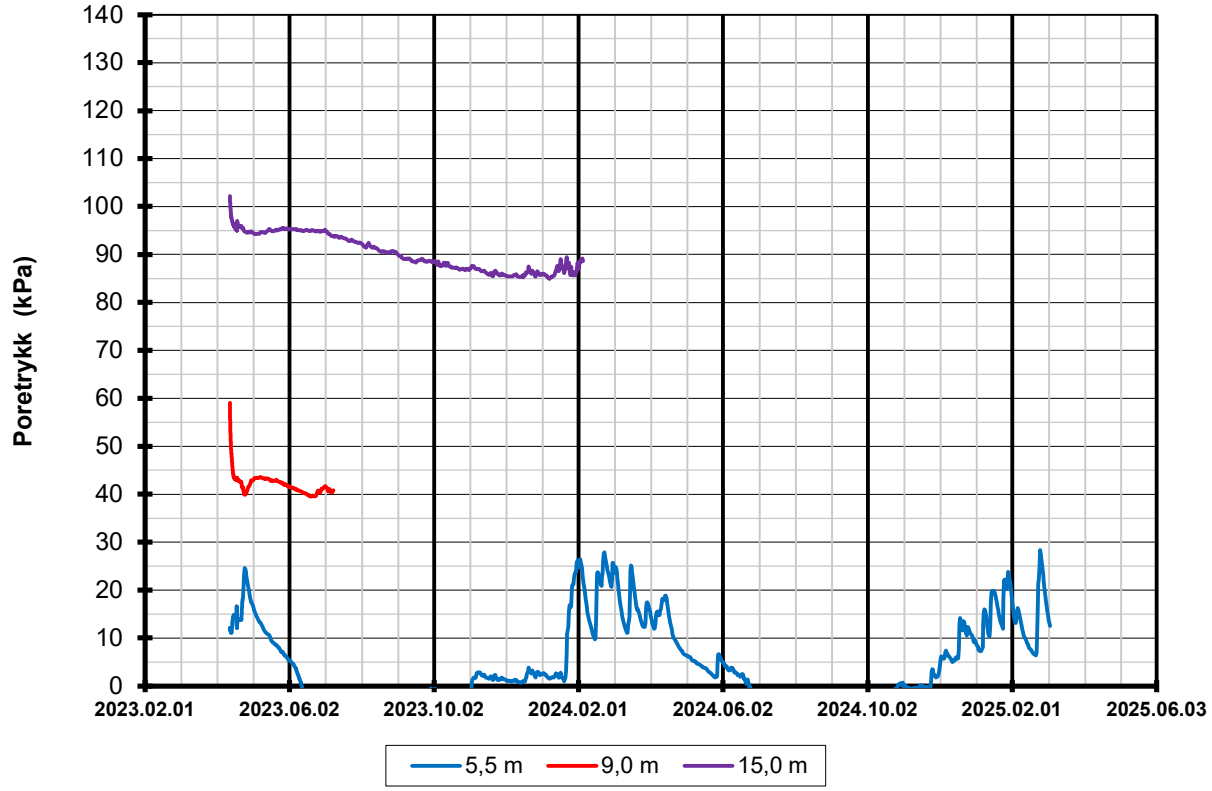
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_156 Terrengkote målere: 13.271 moh NN2000 Dato for installasjon: 10.5.23	Tegner AAU	Dato 05.03.2025
	Kontrollert	GEO VITA
	Godkjent	

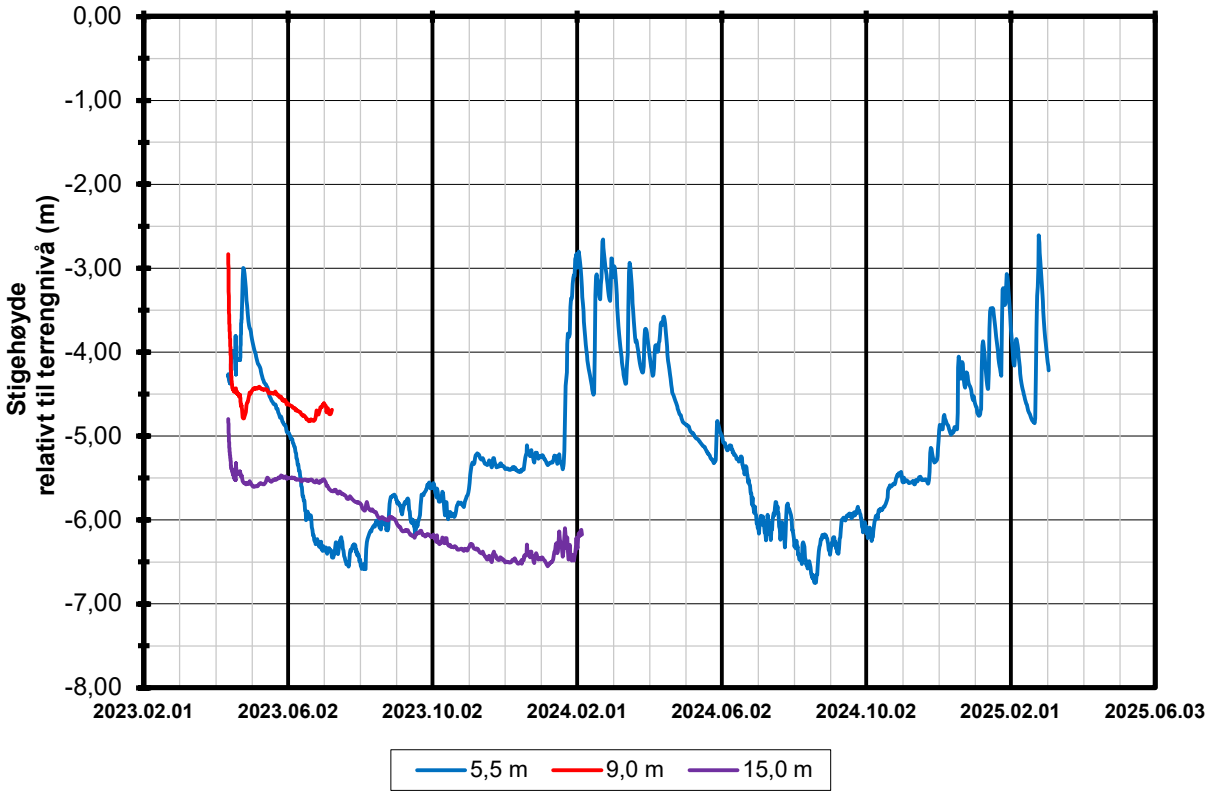




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[302 PZ Avlesninger.xlsx

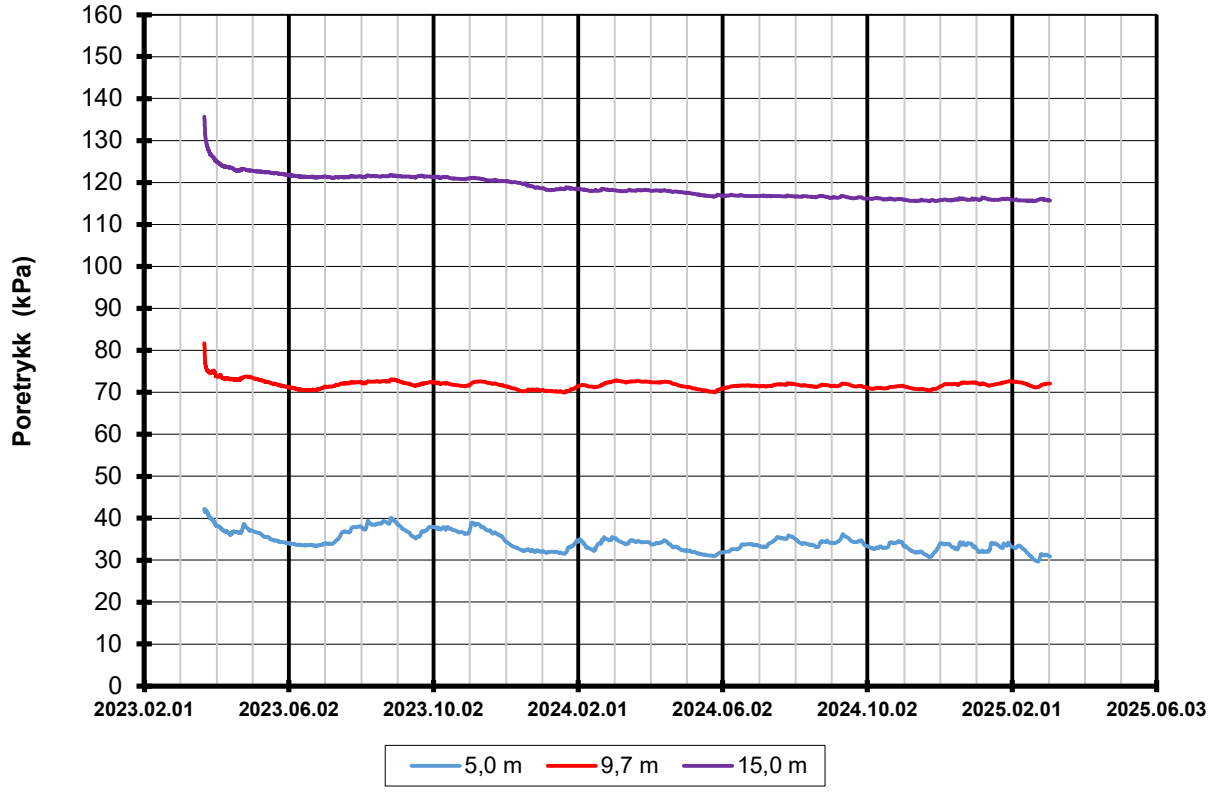
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_302 Terrengkote målere: 26,44 moh NN2000 Dato for installasjon: 8.3.23	Tegner AAU	Dato 05.03.2025
	Kontrollert	GEO VITA
	Godkjent	

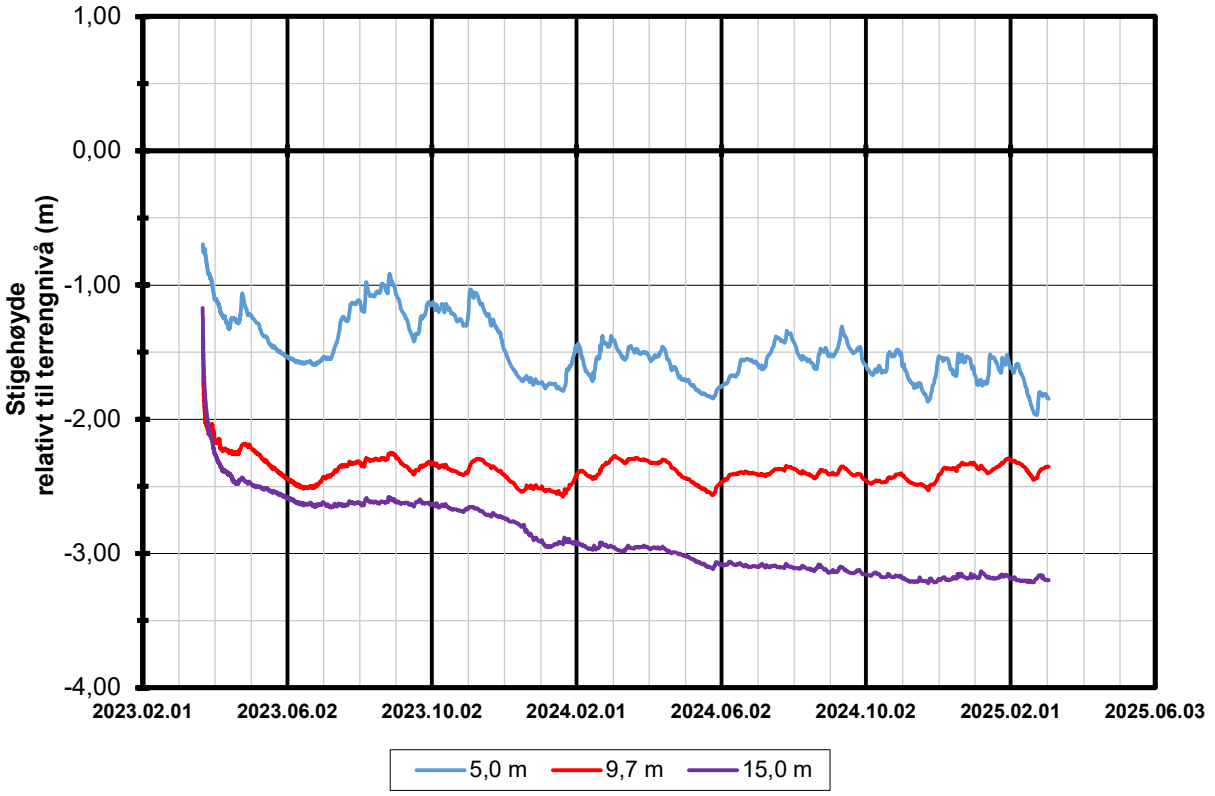




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[303 PZ Avlesninger.xlsx

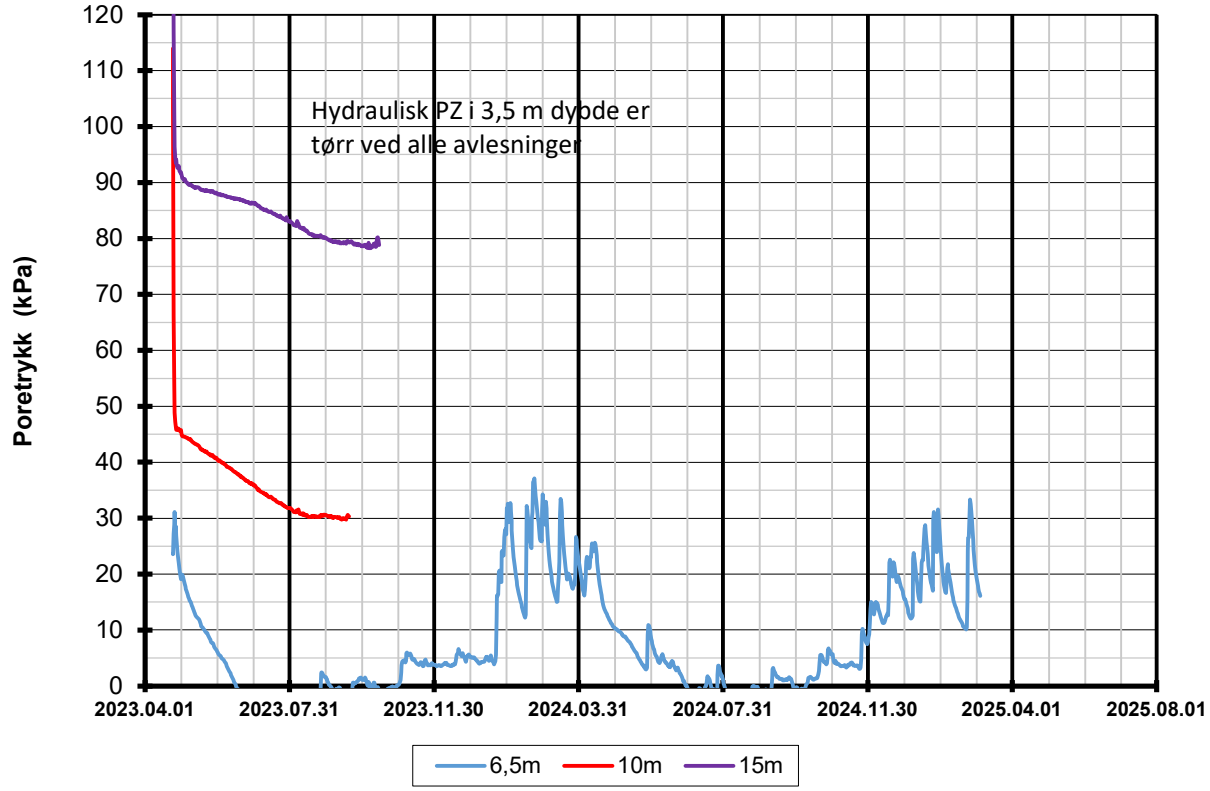
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_303 Terrengkote målere: 23,41 moh NN2000 Dato for installasjon: 12.4.23	Tegner AAU	Dato 05.03.2025
	Kontrollert	GEO VITA
	Godkjent	

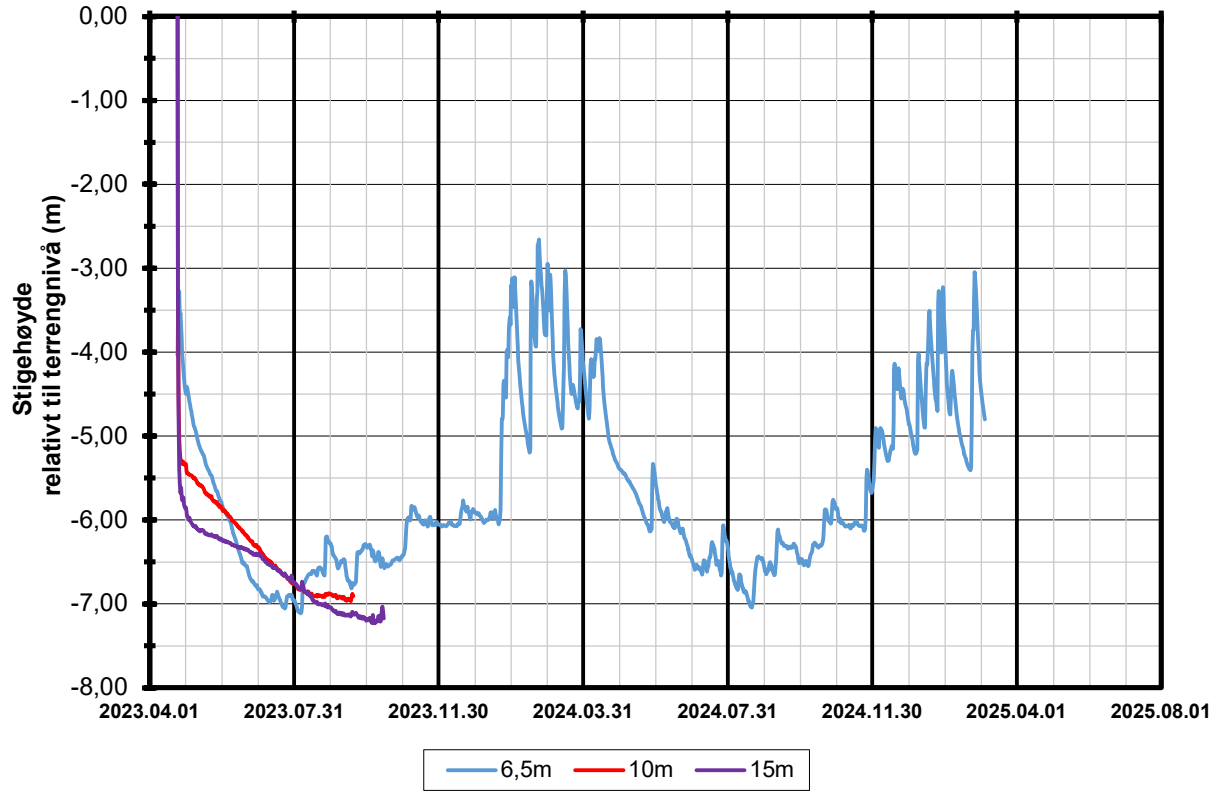




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[305 PZ Avlesninger.xlsx

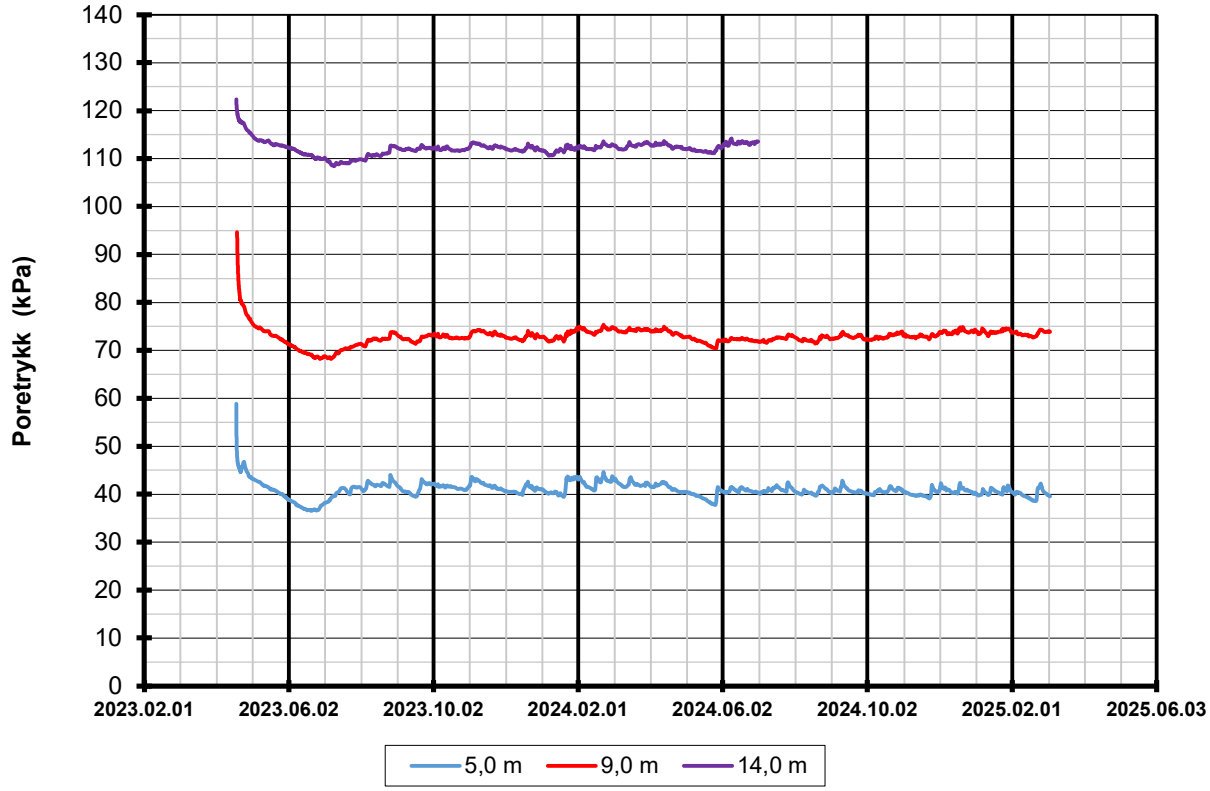
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_305 Terrengkote målere: 28,64 moh NN2000 Dato for installasjon: 22.3.23	Tegner AAU Kontrollert Godkjent	Dato 05.03.2025 GEO VITA

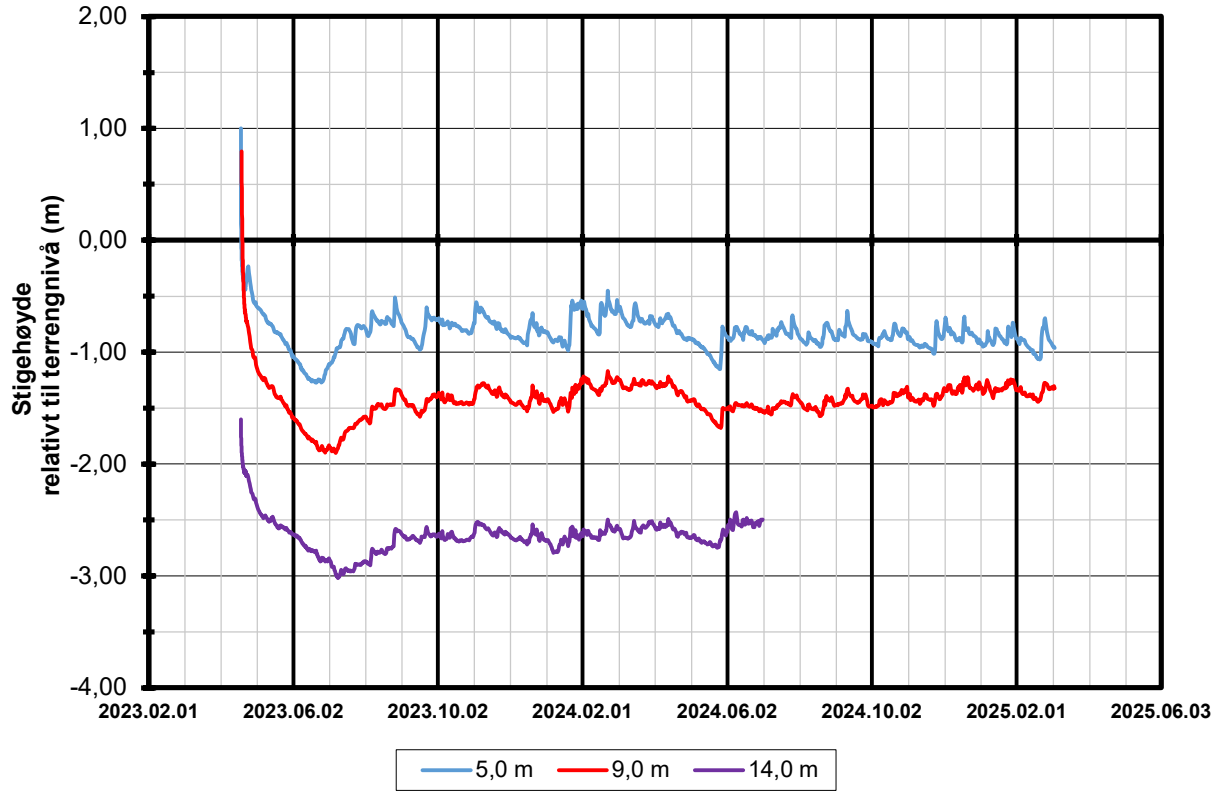




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[349 PZ Avlesninger.xlsx

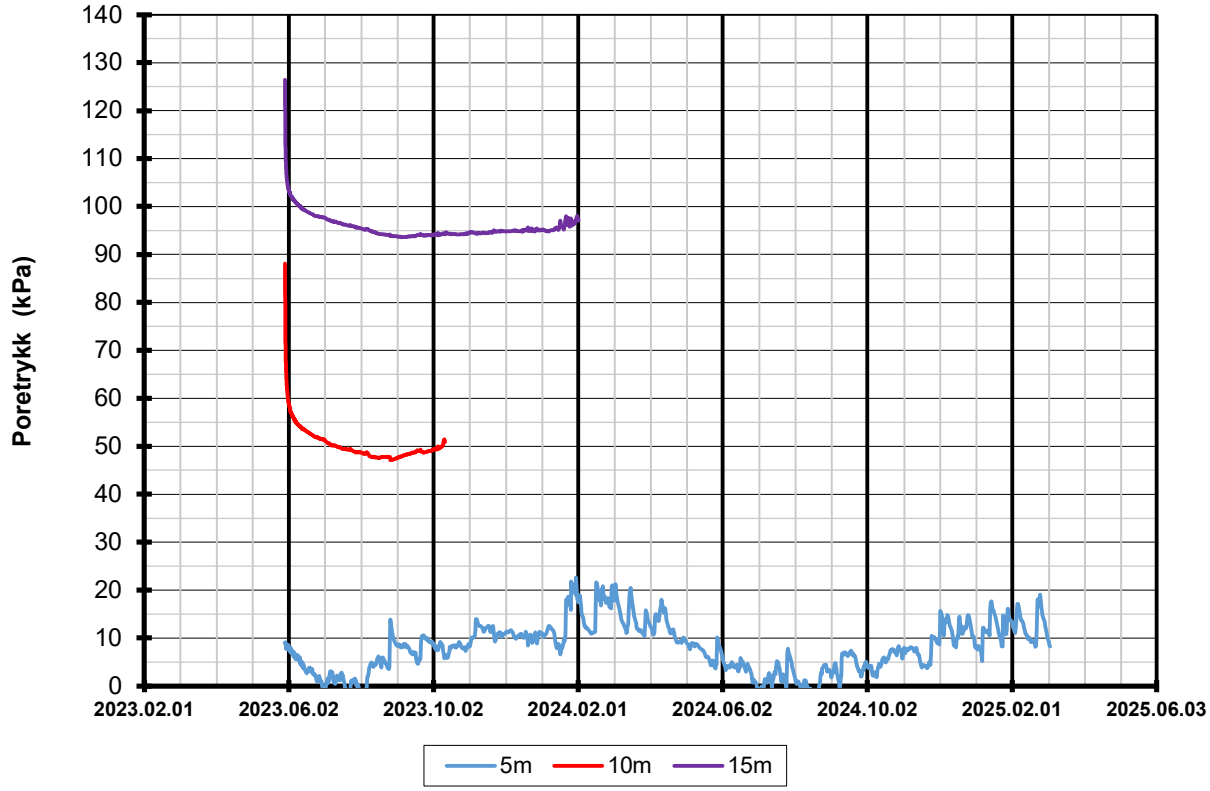
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_349 Terrengkote målere: 24,20 moh NN2000 Dato for installasjon: 24.4.23	Tegner AAU	Dato 05.03.2025
	Kontrollert	GEO VITA
	Godkjent	

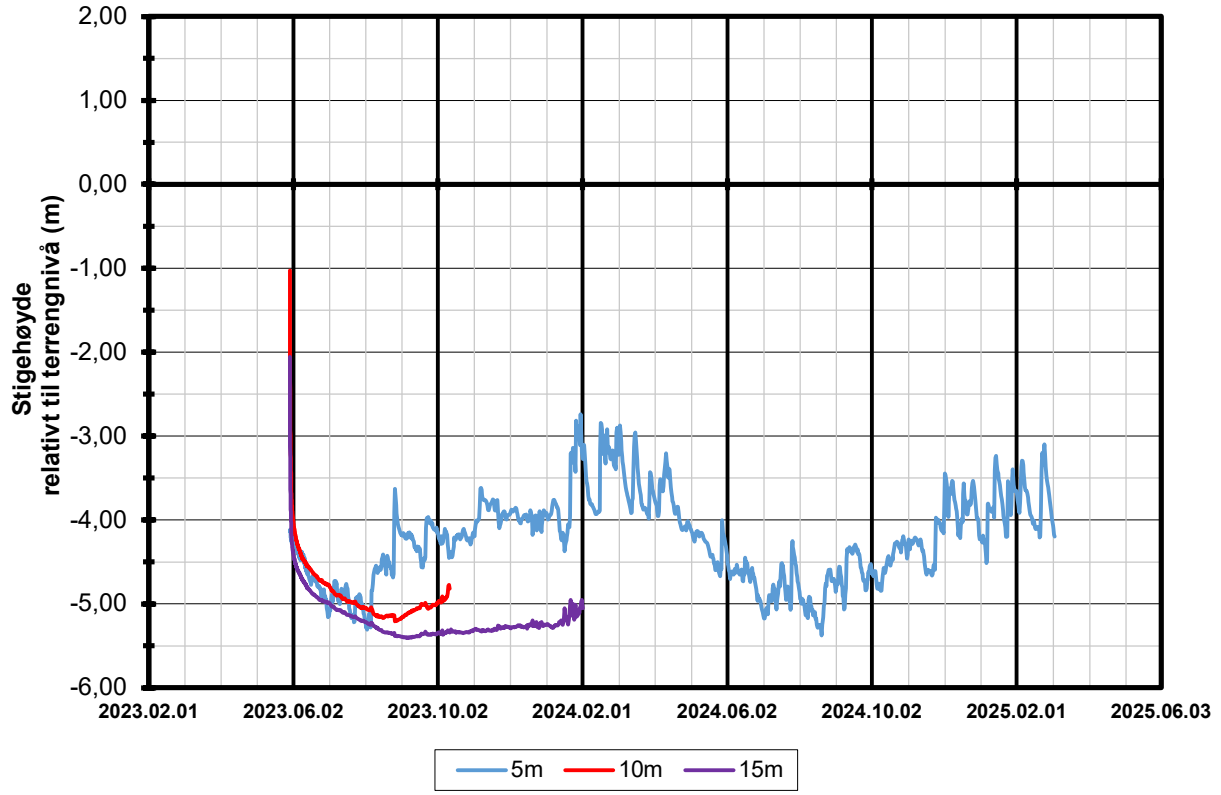




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[376 PZ Avlesninger.xlsx

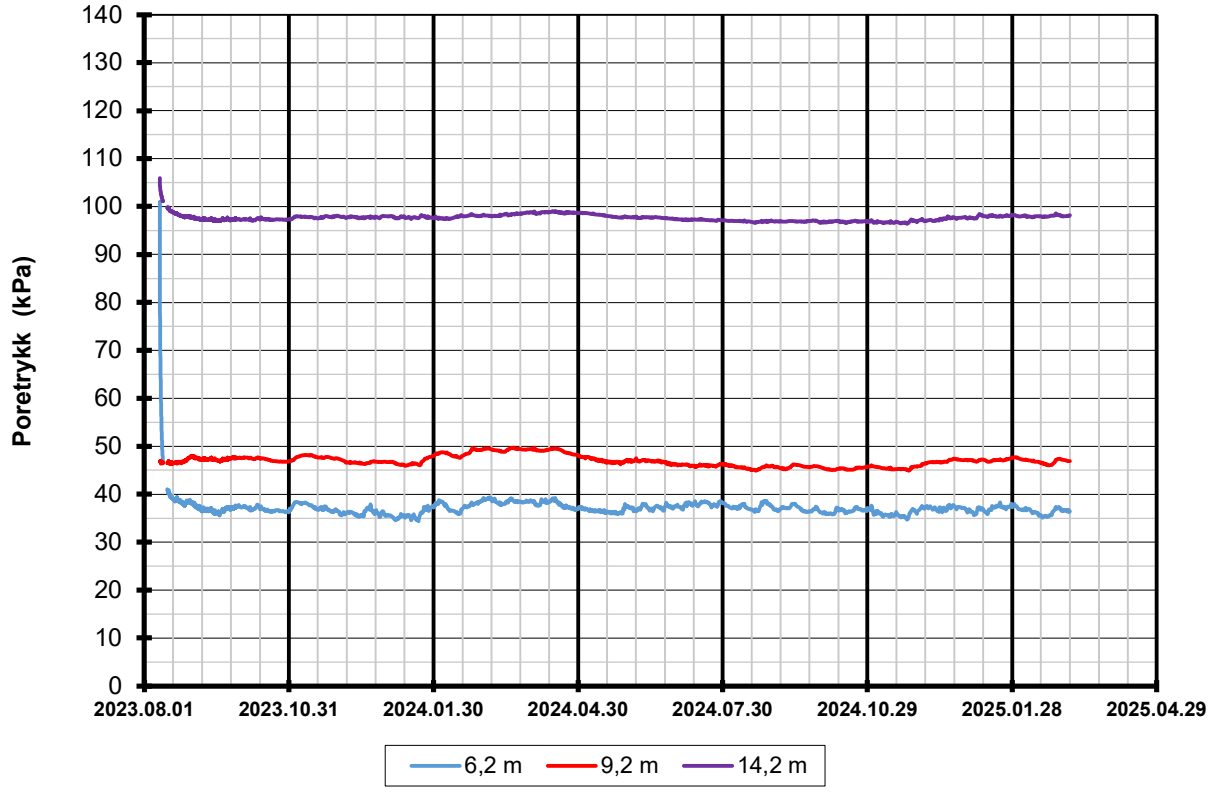
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_376 Terrengkote målere: 17,21 moh NN2000 Dato for installasjon: 19.04.2023	Tegner AAU Kontrollert Godkjent	Dato 05.03.2025 GEO VITA

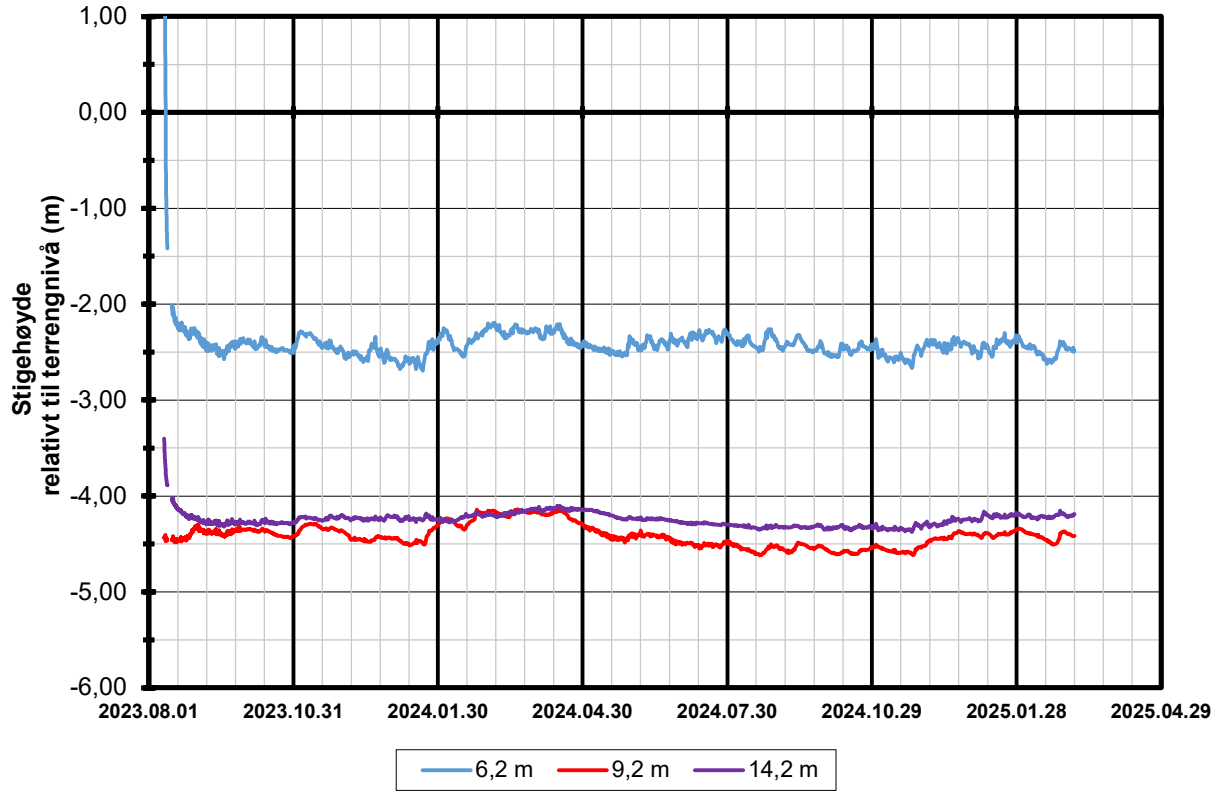




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[379 PZ Avlesninger.xlsx

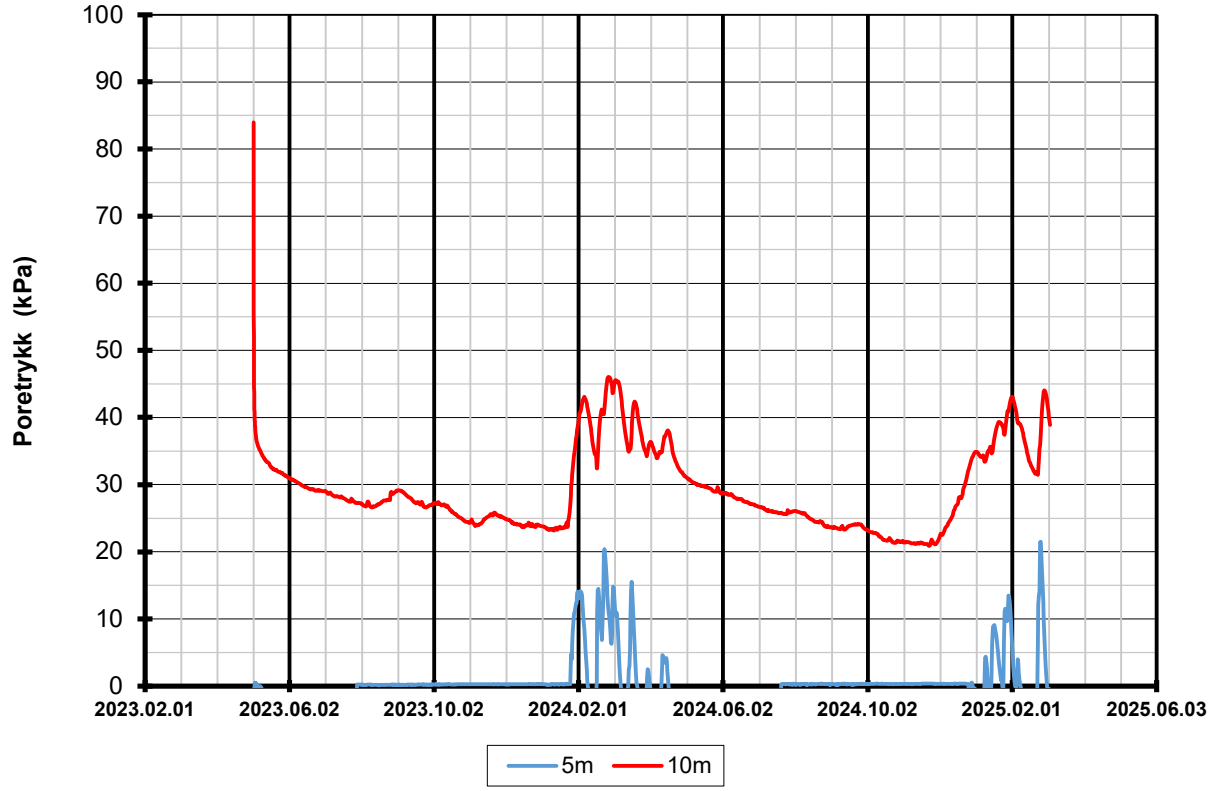
Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_379 Terrengkote målere: 23,54 moh NN2000 Dato for installasjon: 30.5.23	Tegner AAU	Dato 05.03.2025
	Kontrollert	GEO VITA
	Godkjent	

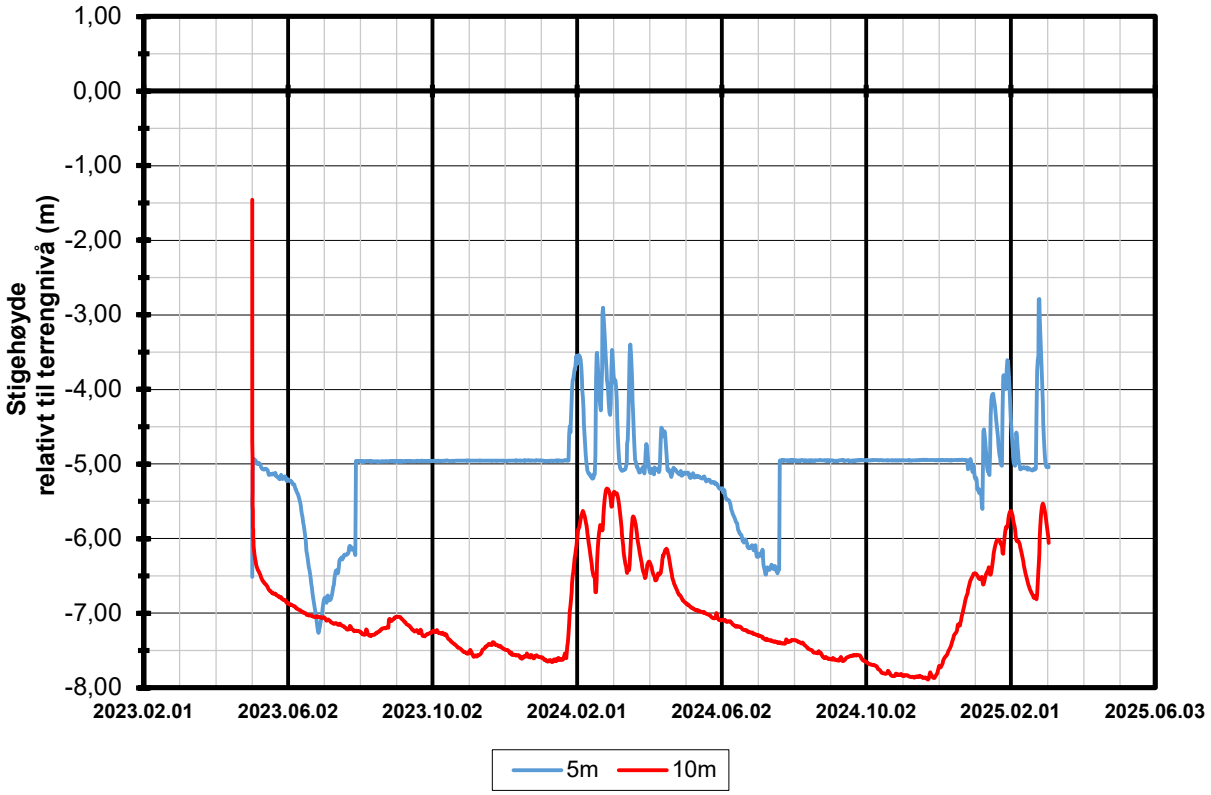




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[381 PZ Avlesninger.xlsx

Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_381 Terrengkote målere: 28,17 moh NN2000 Dato for installasjon: 10.8.23	Tegner AAU	Dato 05.03.2025
	Kontrollert	GEO VITA
	Godkjent	

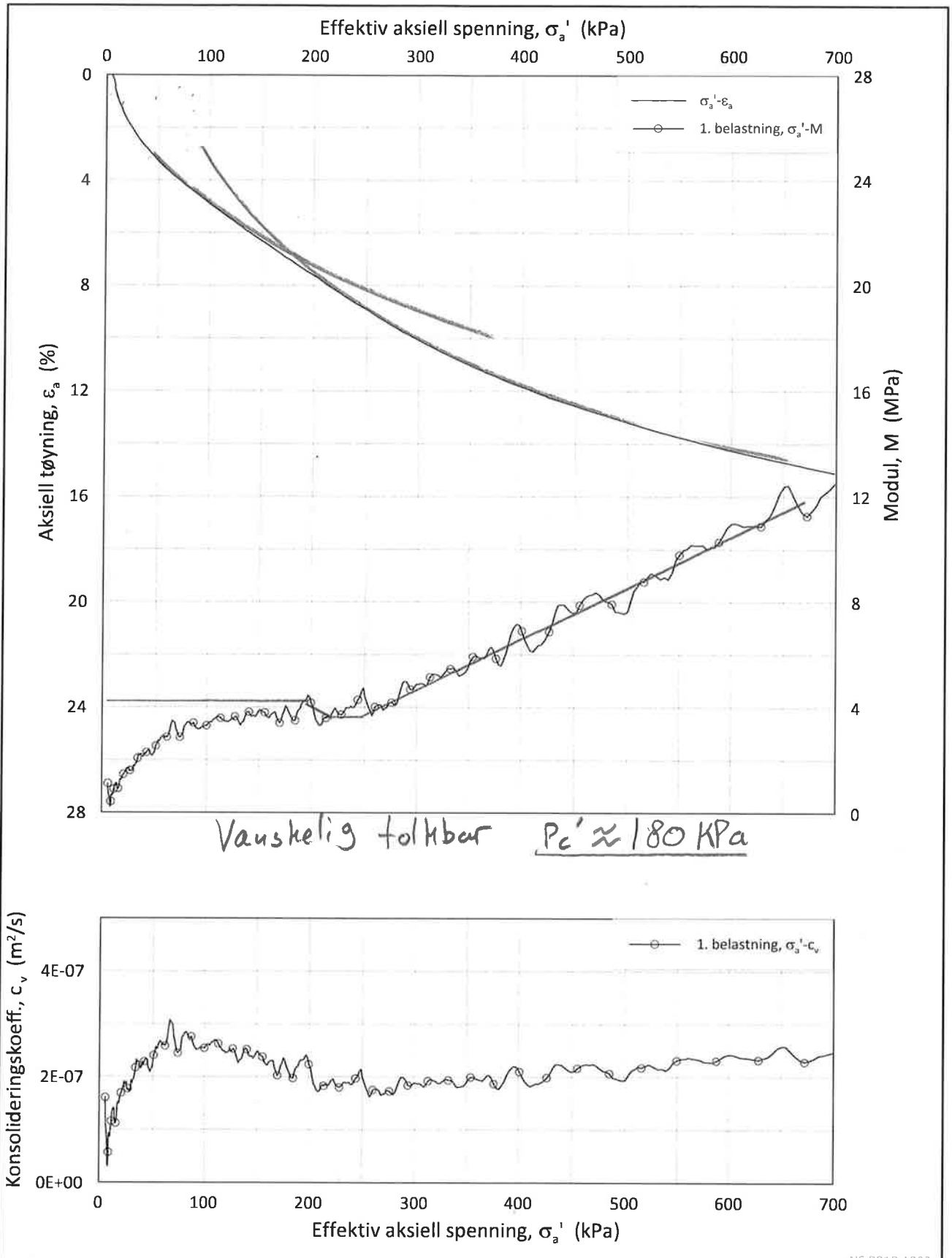




O:\Data\Grunnundersøkelser\Geosuite\ØSTFOLD\A252183-1 Helgeby faresoneutredning\STACK\Poretrykksmålere\[450 PZ Avlesninger.xlsx

Borregaard - faresoneutredning: Barkkjeltomta	Rapport nr. 2330	Figur nr. 1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: CBZ_450 Terrengkote målere: 23,69 moh NN2000 Dato for installasjon: 03.05.2023	Tegner AAU	Dato 05.03.2025
	Kontrollert	GEO VITA
	Godkjent	

VEDLEGG 3.3: ØDOMETERFORSØK, CBZ-SERIEN (2023)

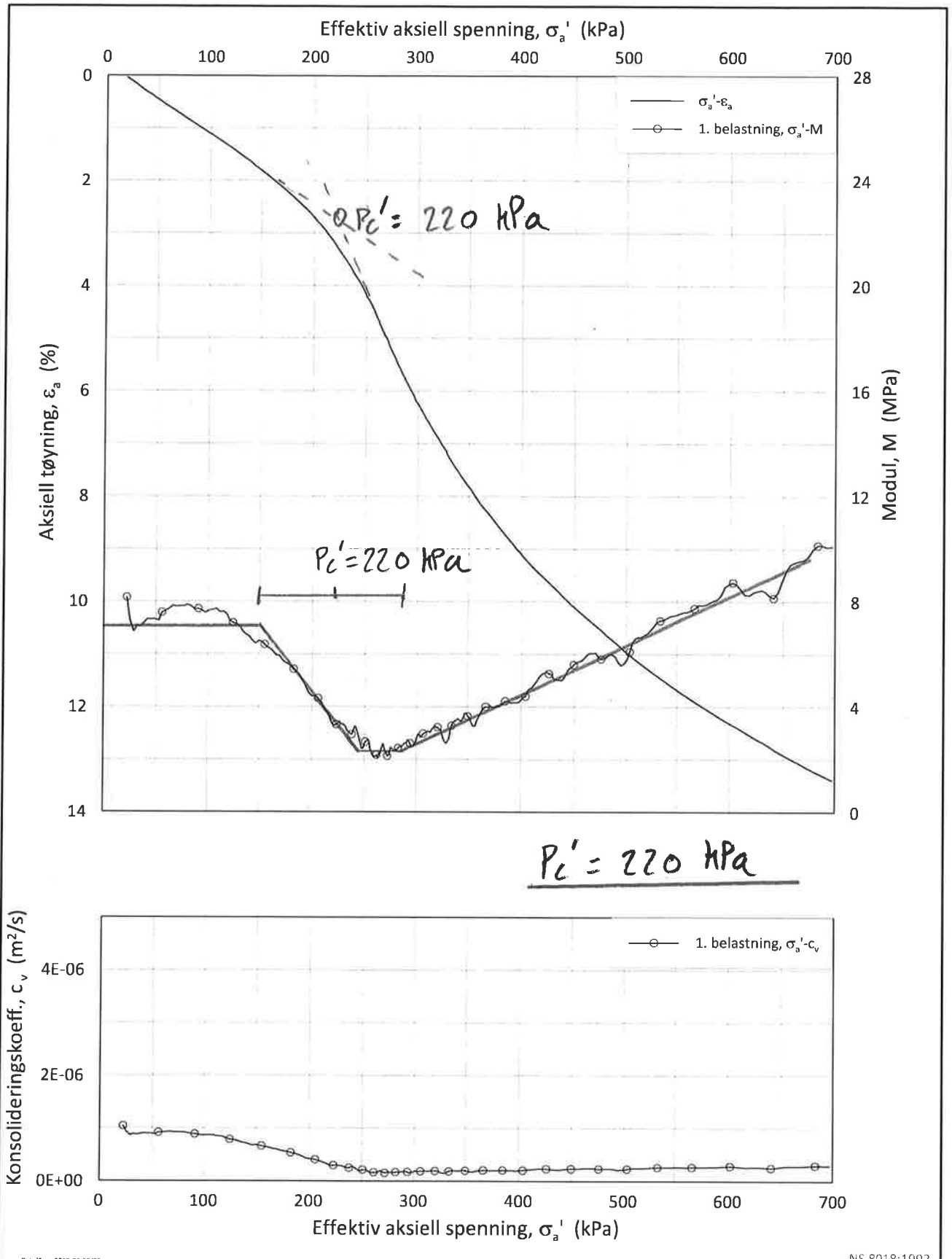


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr.: 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **107**		Figur nr.: X.XX
Sylinder: **3**	Dybde = **4.38** m		Dato: 2023-04-18 / Tegnet av: FP
Del: **A**	p_0' = **60.0** kPa		
Test: **3**	w_i = **32.3** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **19.1** kN/m³		NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_107_3-A-3_LIN2.grf

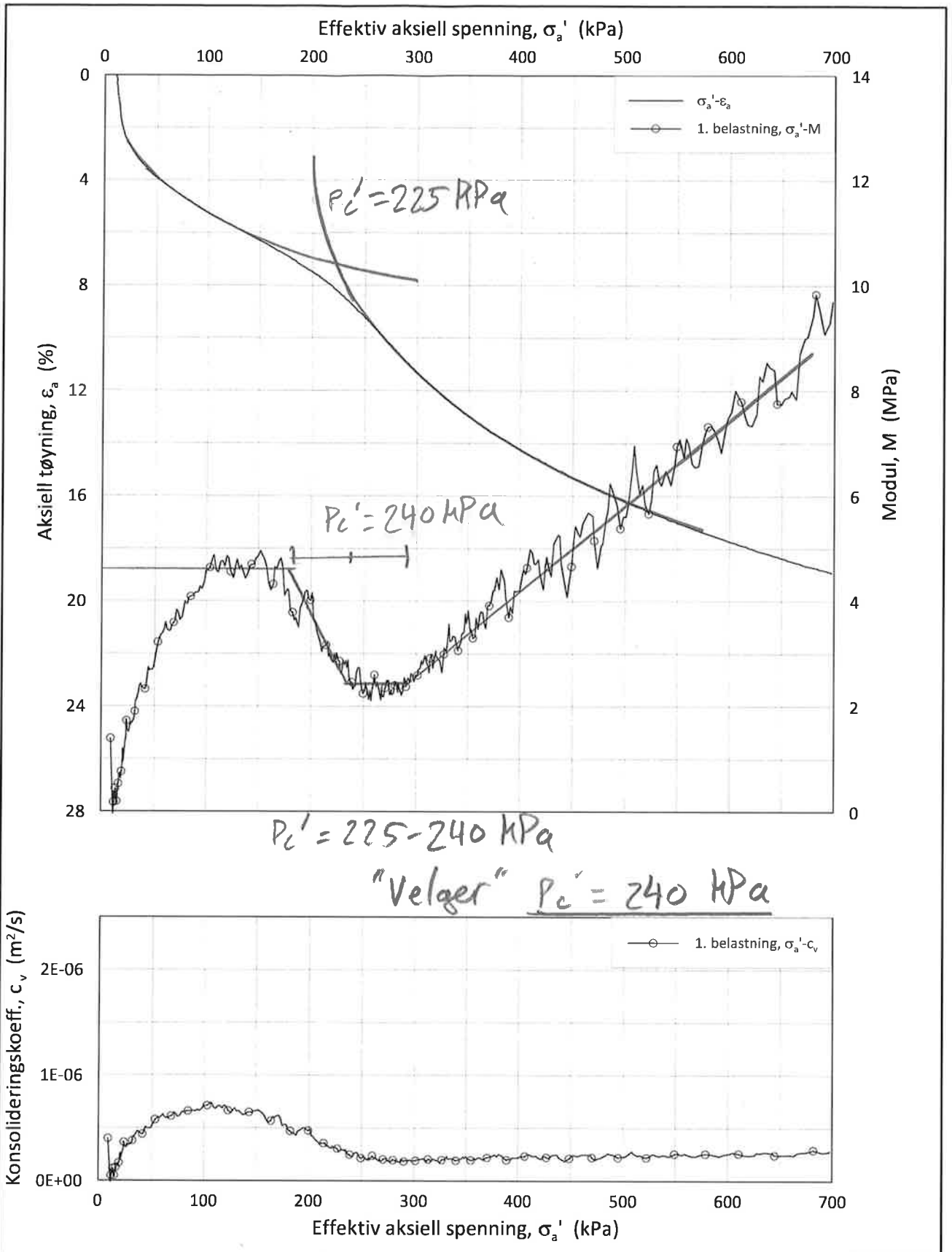


Date/Rev.: 2019-03 07/02

NS 8018:1993

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_107_5-A-3_LIN2.grf

A252183 - Faresoneutredning Borregaard					Dokument nr. 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **107**				Figur nr. X.XX
Sylinder: **5**	Dybde = **6.58**	m			Dato 2023-04-18 / Tegnet av FP
Del: **A**	p_0' = **82.0**	kPa			
Test: **3**	w_i = **36.9**	%			
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.7**	kN/m³			

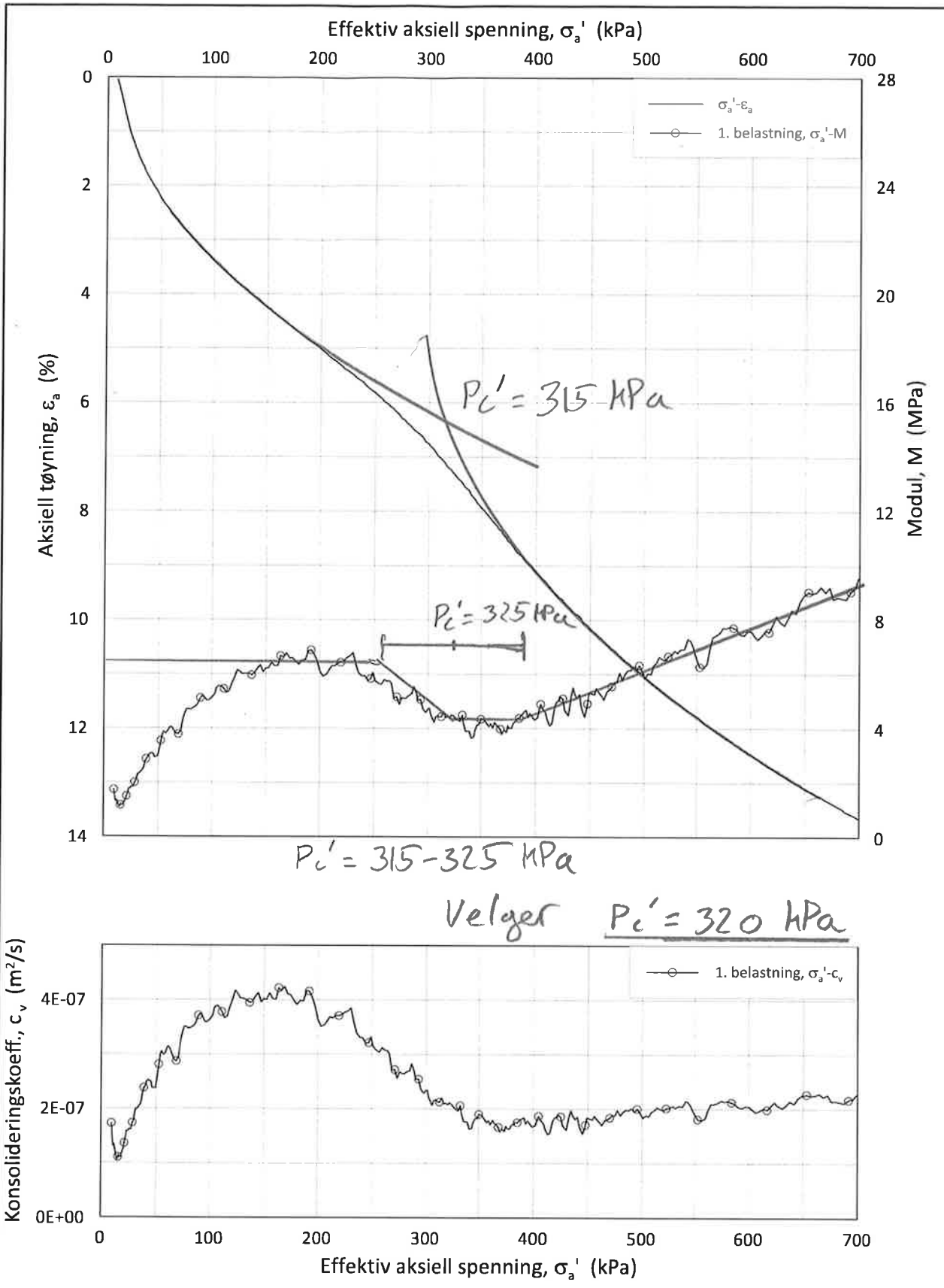


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr.: 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **107**		Figur nr.: X.XX
Sylinder: **6**	Dybde = **7.55** m		Dato: 2023-04-13 / Tegnet av: EvS
Del: **A**	p_0' = **91.7** kPa		
Test: **3**	w_i = **38.4** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.2** kN/m³		

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_107_6-A-3_LIN2.grf

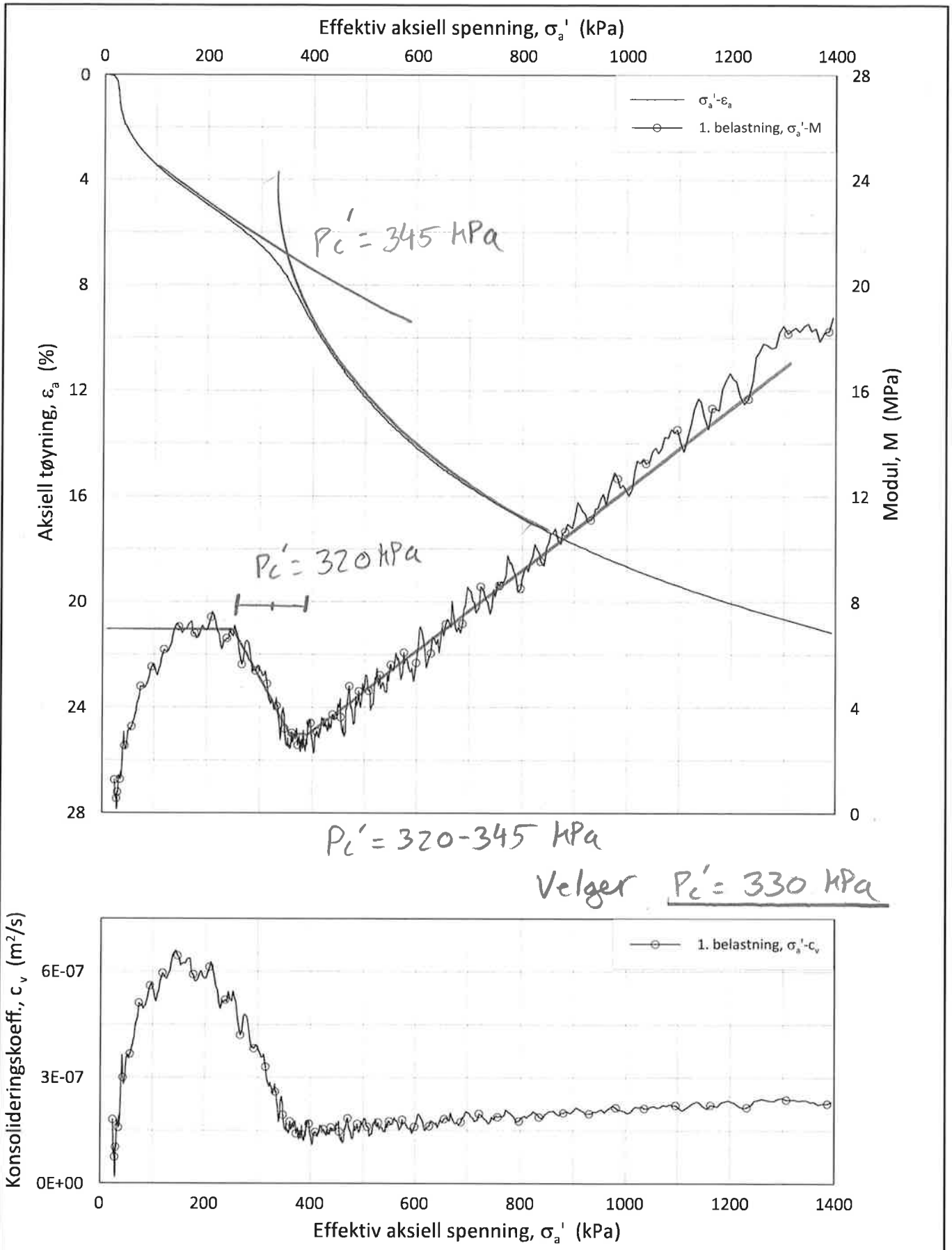


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr.: 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **107**		Figur nr.: X.XX
Sylinder: **9**	Dybde = **10.17** m		Dato: 2023-04-13 / Tegnet av: EvS
Del: **A**	p_0' = **121.5** kPa		
Test: **3**	w_i = **36.8** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.5** kN/m³		NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_107_9-A-3_LIN2.grf

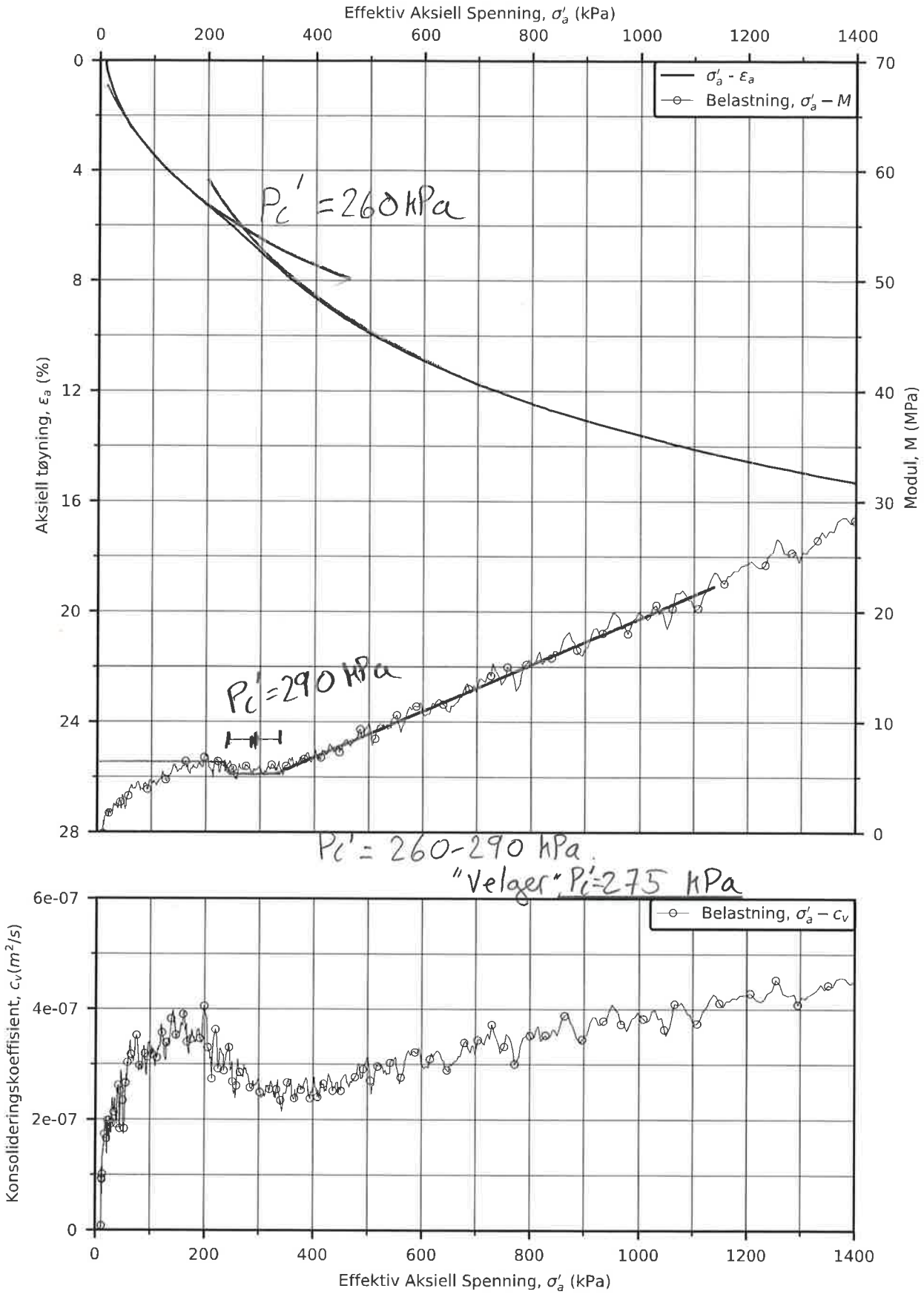


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

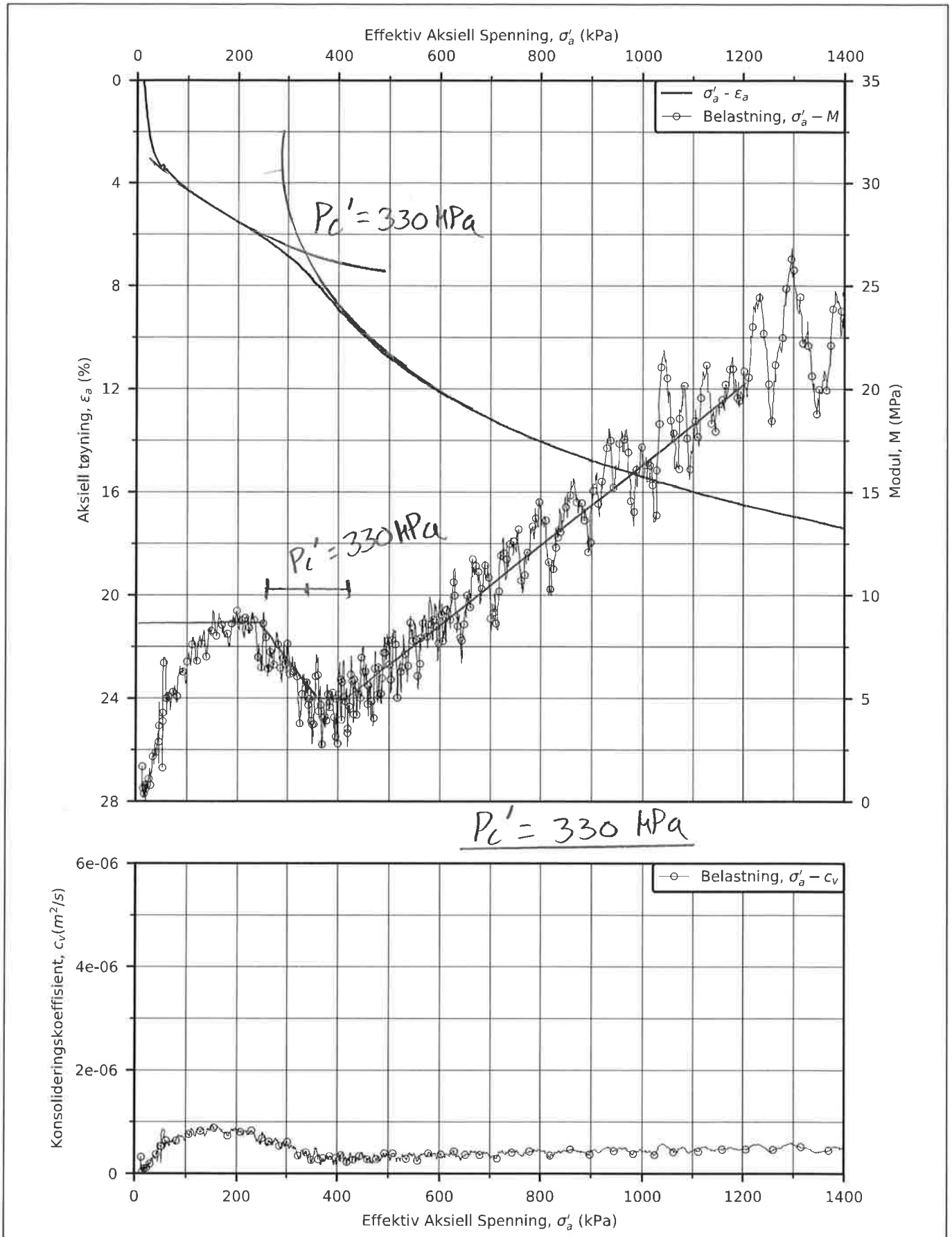
Borregaard - faresoneutredning			Dokument nr. 20230019-07-01-R
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **122**		Figur nr. X.XX
Sylinder: **4** Del: **A** Test: **3** Lab.: **NGI Oslo**	Dybde = **4.69** m p_0' = kPa w_i = **42.0** % γ_i = **17.8** kN/m³		Dato 2023-04-26 / Tegnet av FP

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\03_Completed\20230019-07_122_4-A-3\20230019-07_122_4-A-3_UN2.grf



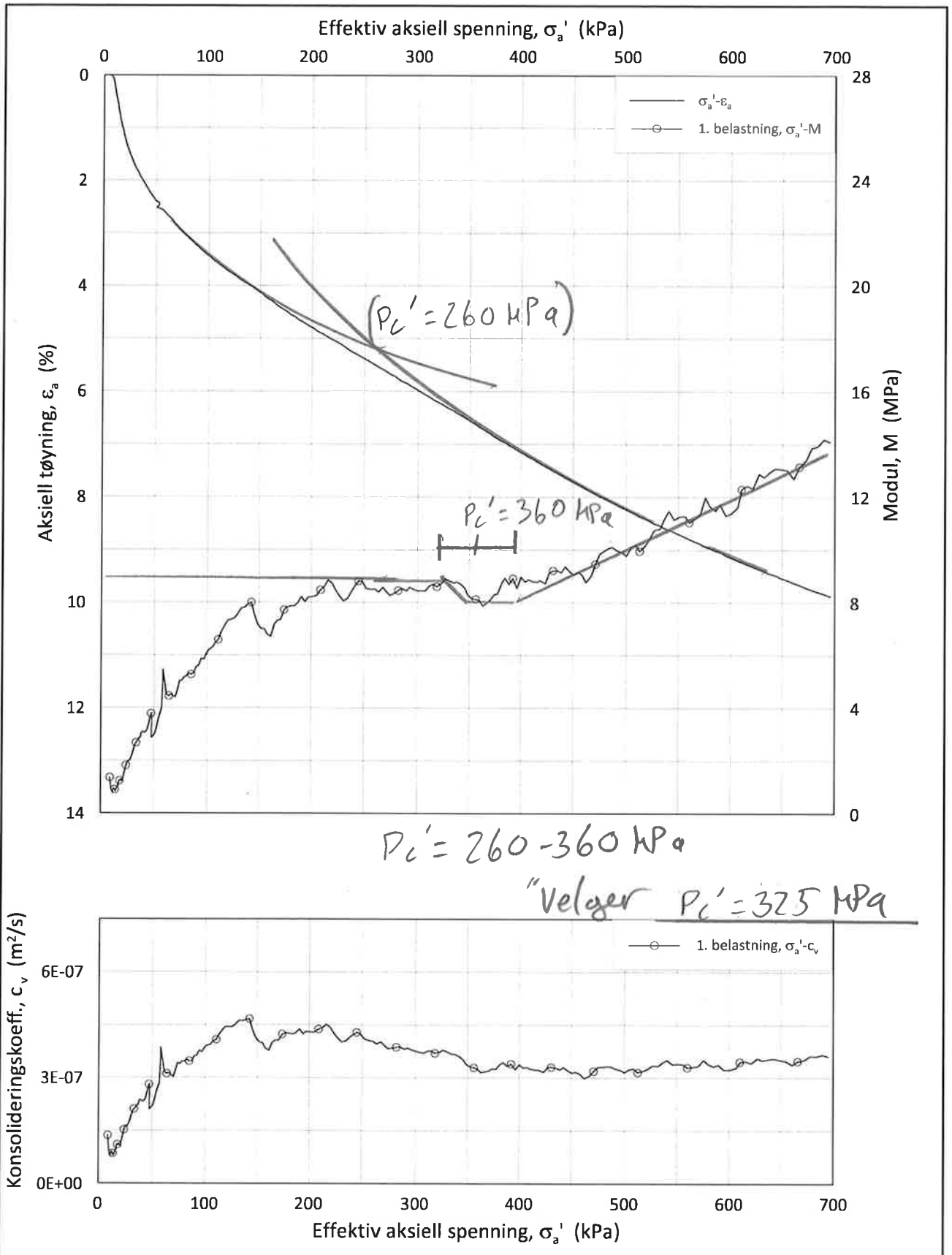
A252183 - Faresoneutredning Borregaard					Dokument nr. 20230019-07	
Test type: CRS	Borehull: 149				Figur nr. X.x	
Sylinder: 3	Dybde	=	5.37	m	Dato 2023-05-30	Tegnet av FrP
Del: A	p_0'	=	-	kPa		
Test: 2	w_i	=	25.3	%		
Lab: NGI Oslo	γ_i	=	20.0	kN/m^3		

2023-03-31/04 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard					Dokument nr.: 20230019-07
Test type: CRS	Borehull: 149				Figur nr.: X.x
Sylinder: 6	Dybde	= 9.42	m		Dato: 2023-05-31 / Tegnet av: EvS
Del: A	p_0'	= -	kPa		
Test: 2	w_i	= 28.0	%		
Lab: NGI Oslo	γ_i	= 19.7	kN/m^3		

2023-03-31/04 - Rev01

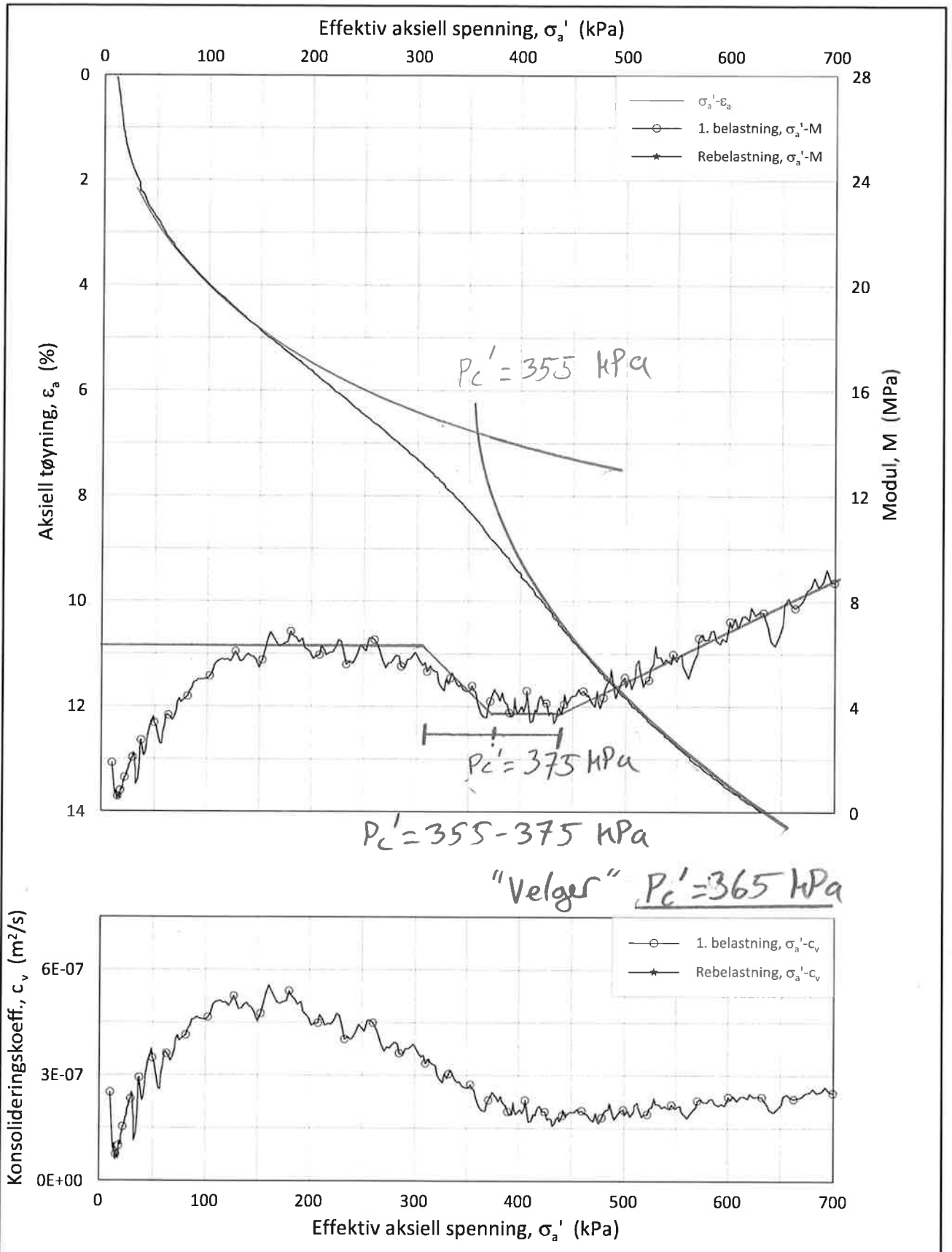


Date/Rev : 2019 03 07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr.: 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **150**		Figur nr.: X.XX
Sylinder: **9**	Dybde = **9.30** m		Dato: 2023-03-31 / Tegnet av: EvS
Del: **A**	p_0' = **153.8** kPa		
Test: **3**	w_i = **22.0** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **20.8** kN/m³		NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_150_9-A-3_LIN2.grf

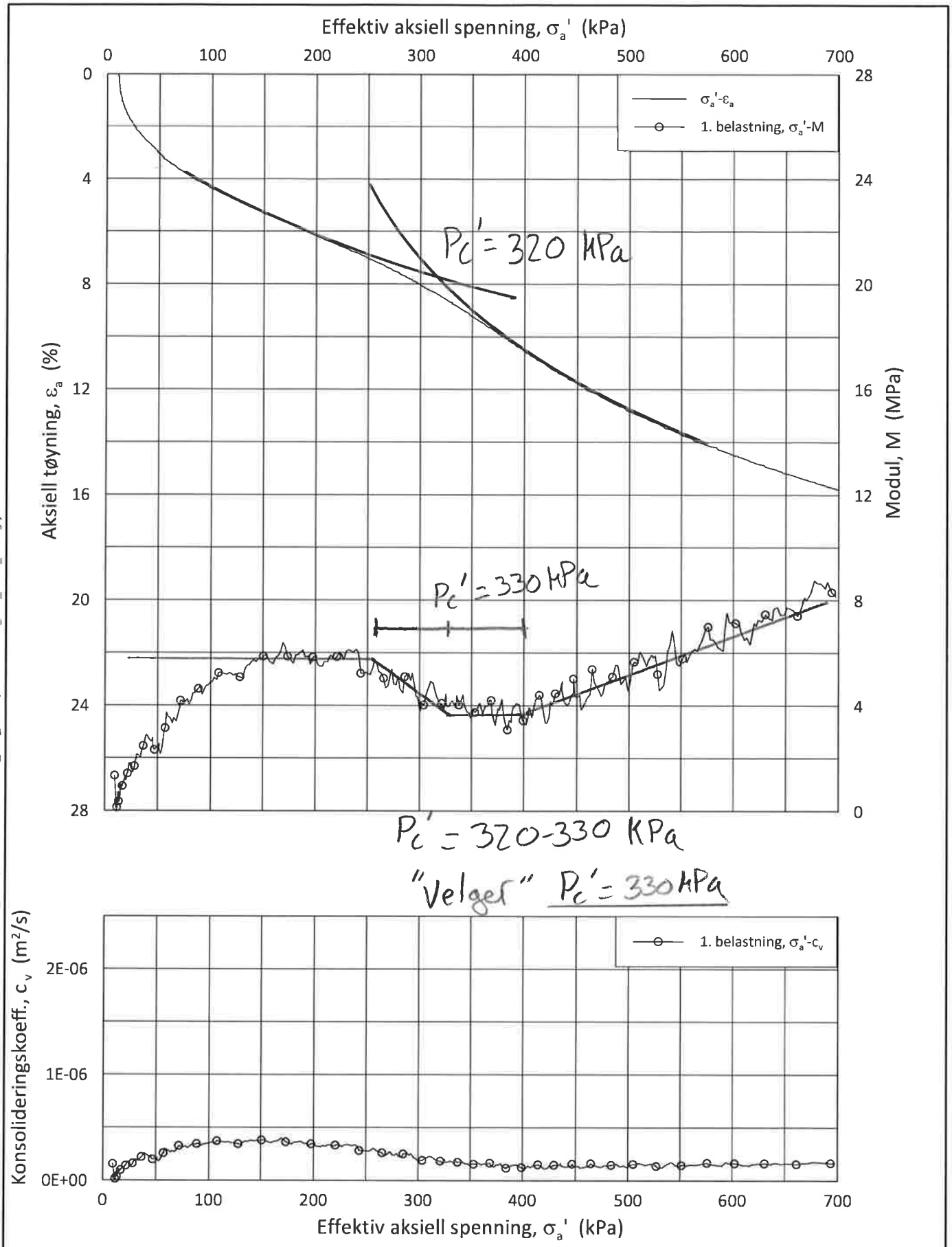


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_150_10-A-3_LIN2.grf

A252183 - Faresoneutredning Borregaard				Dokument nr.: 20230019-07	
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **150**			Figur nr.: X.XX	
Sylinder: **10**	Dybde = **10.50** m			Dato: 2023-04-05	Tegnet av: EvS
Del: **A**	p_0' = **167.0** kPa				
Test: **3**	w_i = **36.5** %				
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.3** kN/m³			NGI	

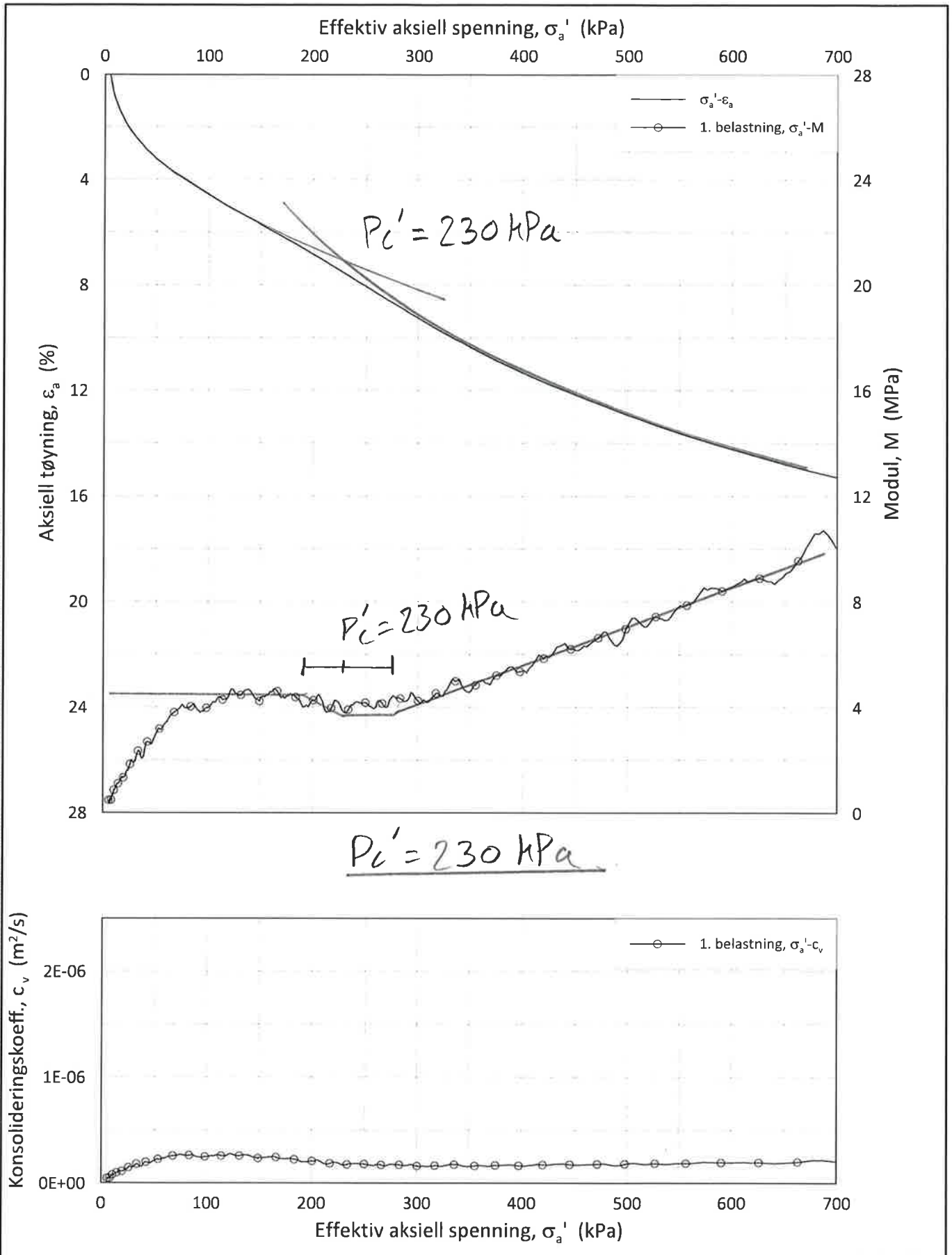


Date/Rev.: 2019 03 07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr. 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **155**		Figur nr. X.XX
Sylinder: **9**	Dybde = **16.62** m		Dato 2023-06-12 / Tegnet av EvS
Del: **A**	p_0' = - kPa		
Test: **3**	w_i = **36.3** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.3** kN/m³		

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\02_ReadyForQA\20230019-07_155_9-A-3\20230019-07_155_9-A-3_LIN2.gpf

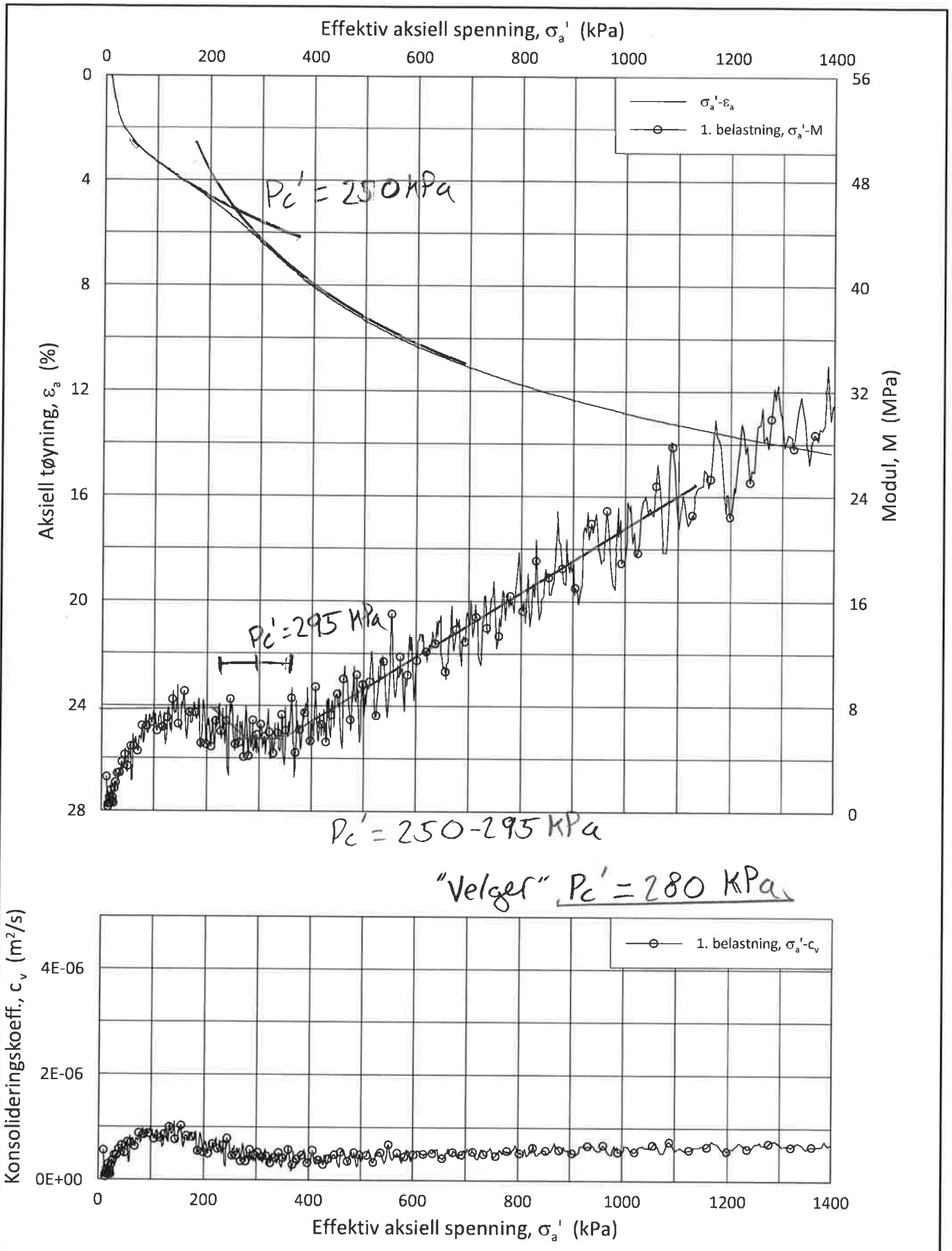


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr. 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **155**		Figur nr. X.XX
Sylinder: **10**	Dybde = **17.68** m		Dato 2023-06-16 / Tegnet av FP
Del: **A**	p_0' = **-** kPa		
Test: **3**	w_i = **36.4** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.5** kN/m³		

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\03_Completed\20230019-07_155_10-A-3\20230019-07_155_10-A-3_UN2.grf

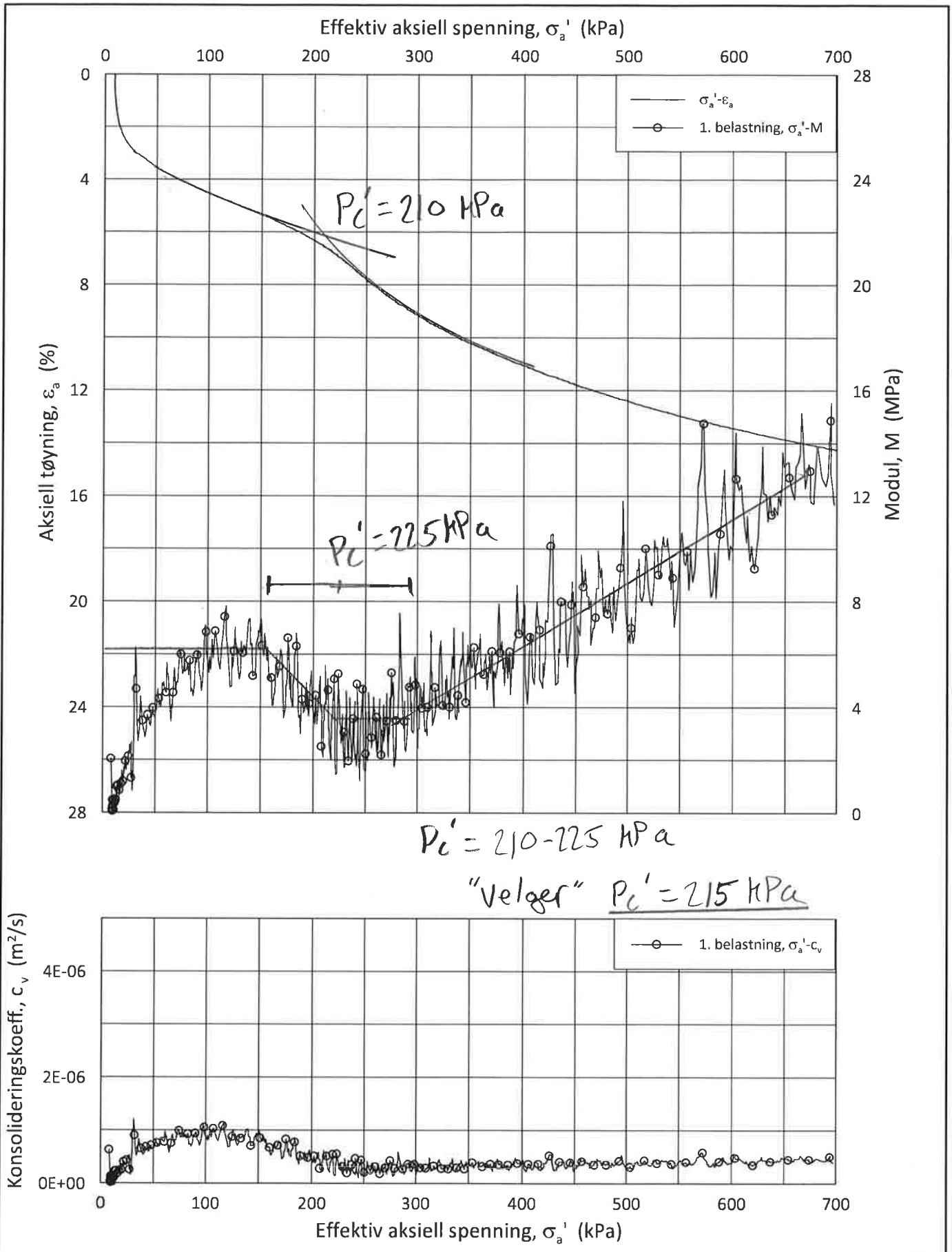


Date/Rev.: 2019.03.07/02

NS 8018:1993

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\03_Completed\20230019-07_156-2-A-2\20230019-07_156_2-A-2_LIN2.grf

A252183 - Faresoneutredning Borregaard				Dokument nr. 20230019-07	
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **156**			Figur nr. X.XX	
Sylinder: **2**	Dybde = **4.57**	m		Dato 2023-06-01	Tegnet av EvS
Del: **A**	p_0' = **68.7**	kPa			
Test: **2**	w_i = **25.0**	%			
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **20.0**	kN/m³			

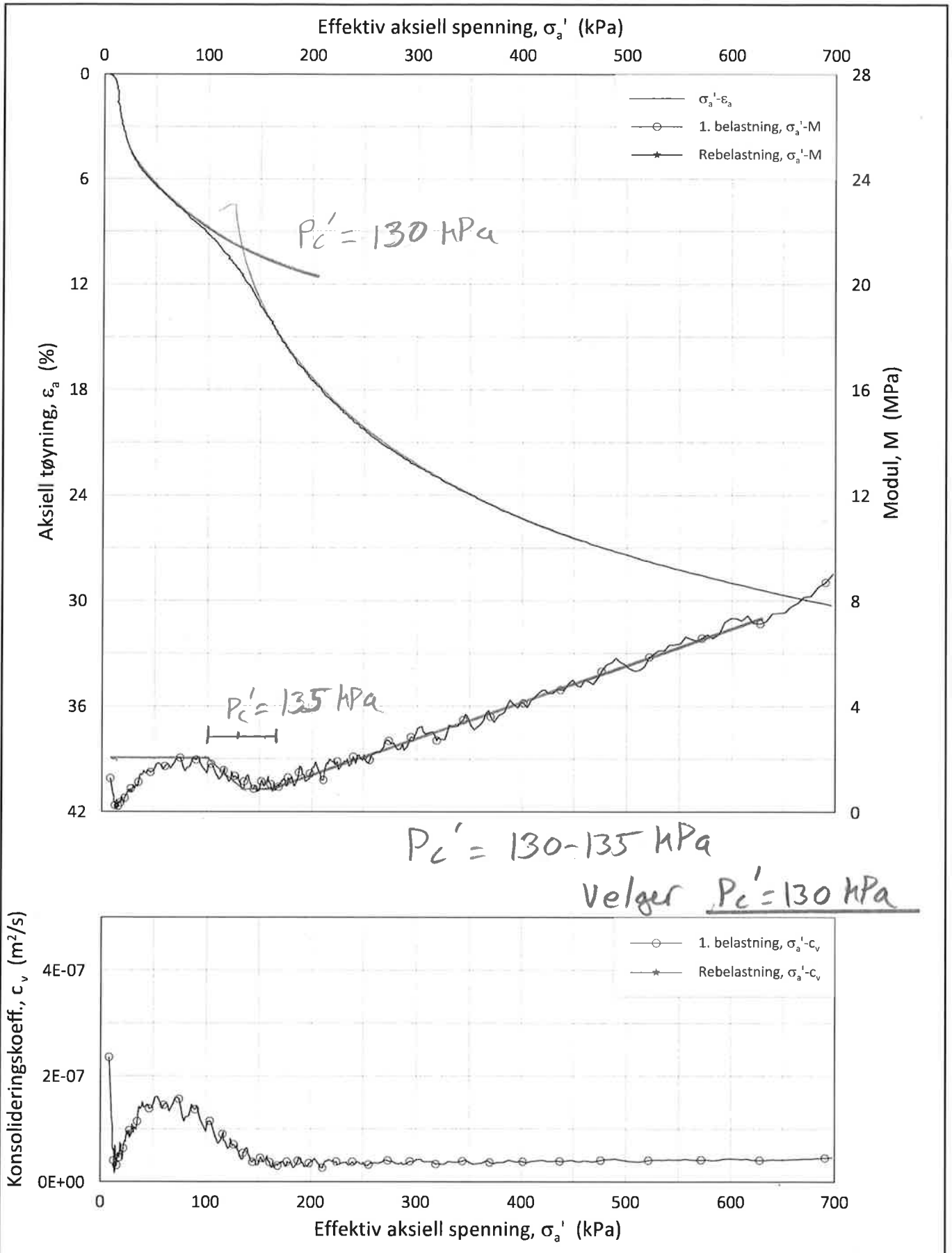


Date/Rev.: 2019 03 07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr. 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **156**		Figur nr. X.XX
Sylinder: **6**	Dybde = **10.62** m		Dato 2023-06-12 / Tegnet av EvS
Del: **A**	p_0' = **137.1** kPa		
Test: **3**	w_i = **25.6** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **20.0** kN/m³		

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_156_6-A-3_LIN2.grf

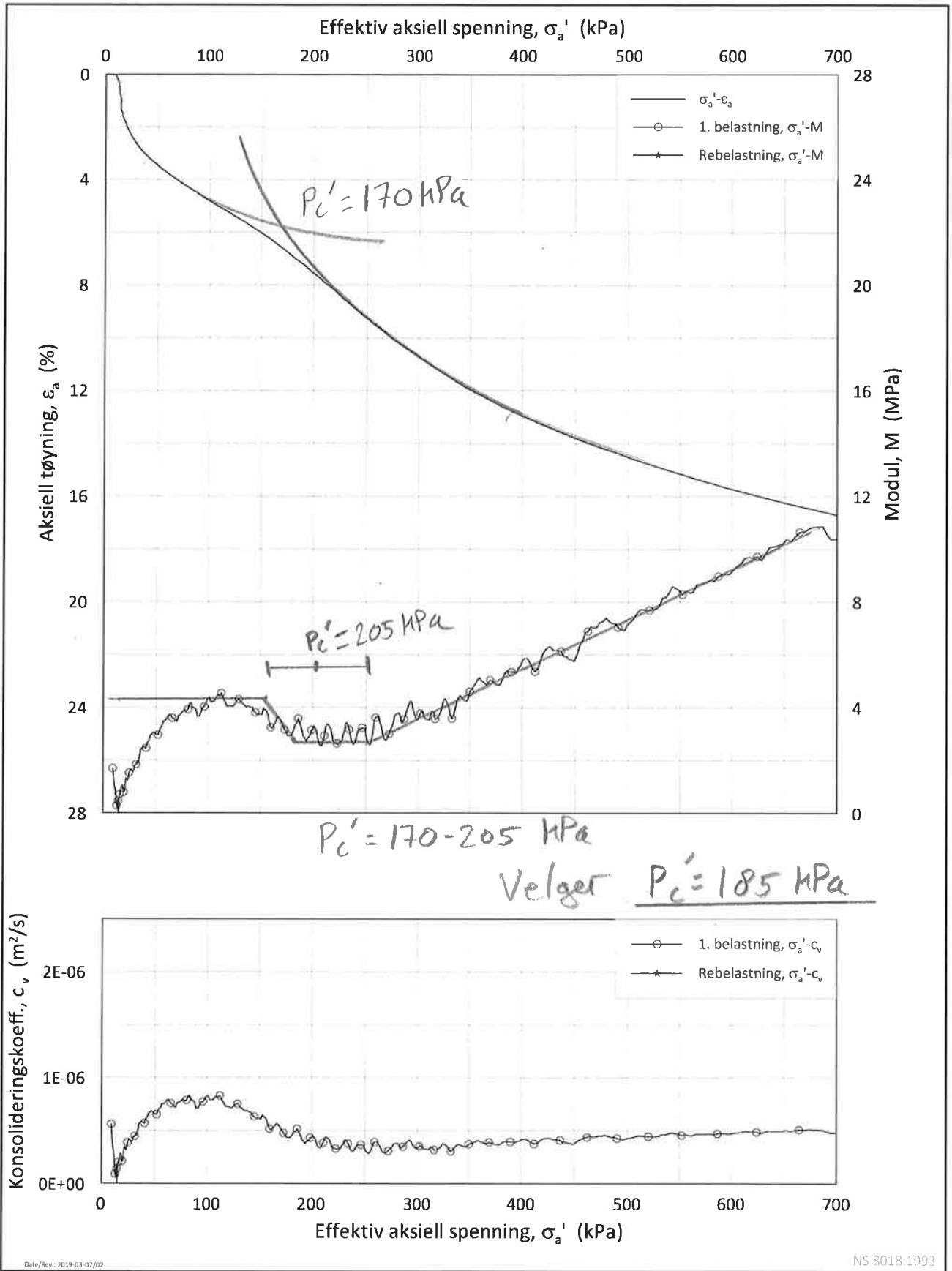


Date/Rev.: 2019 03-07/02

NS 8018:1993

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_252_3-A-1_LIN2.grf

Faresoneutredning Borregaard					Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **252**				Figur nr.: X.XX
Sylinder: **3**	Dybde = **9.58**	m			Dato: 2023-04-26 / Tegnet av: FP
Del: **A**	p_0' =	kPa			
Test: **1**	w_i = **61.1**	%			
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **16.3**	kN/m³			

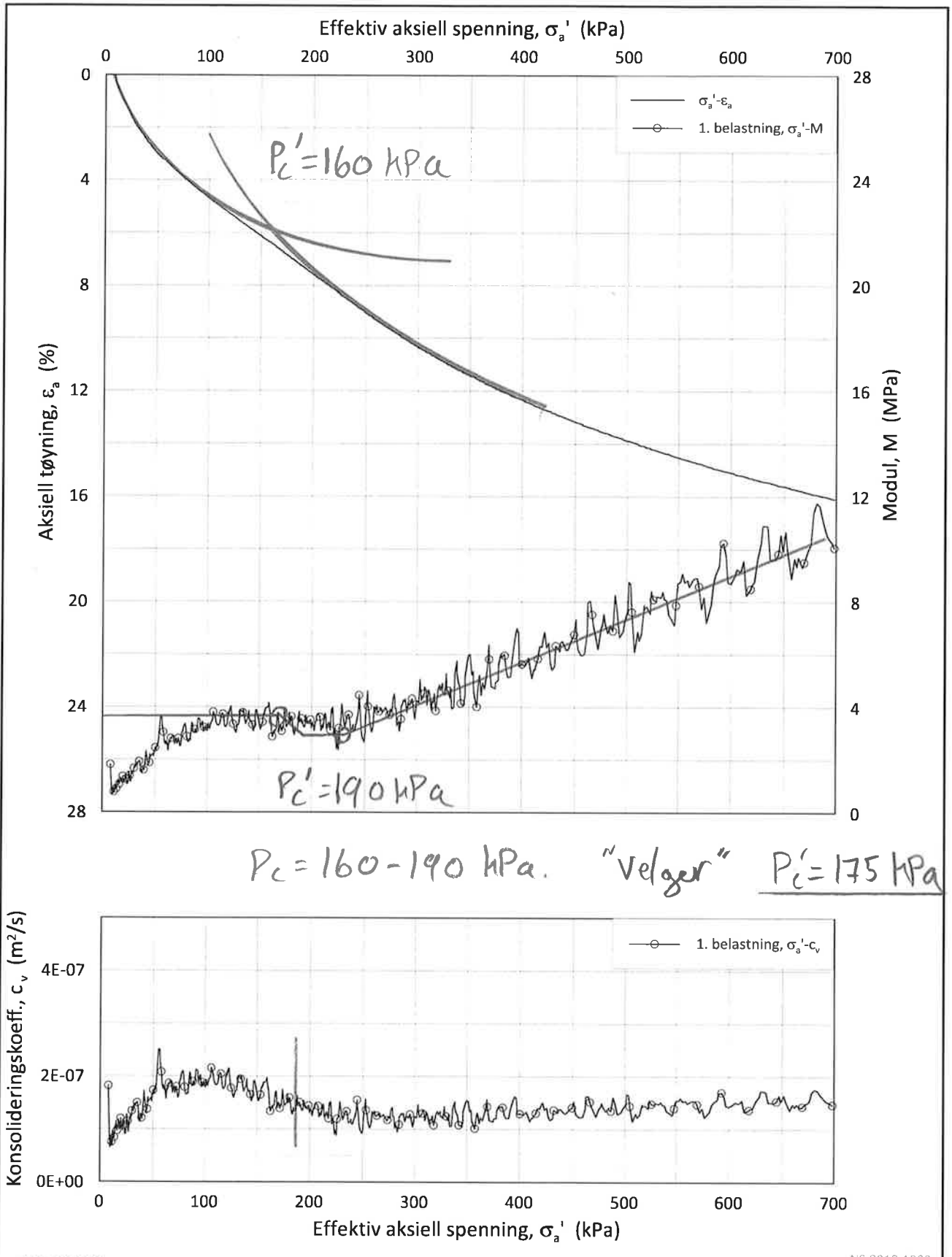


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr.: 20230019-07-01-R
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **252**		Figur nr.: X.XX
Sylinder: **5**	Dybde = **11.58** m		Dato: 2023-04-27 / Tegnet av: FP
Del: **A**	p_0' =	kPa	
Test: **1**	w_i = **42.6**	%	
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **17.7**	kN/m³	

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_inProgress\20230019-07_252_5-A-1_LIN2.grf

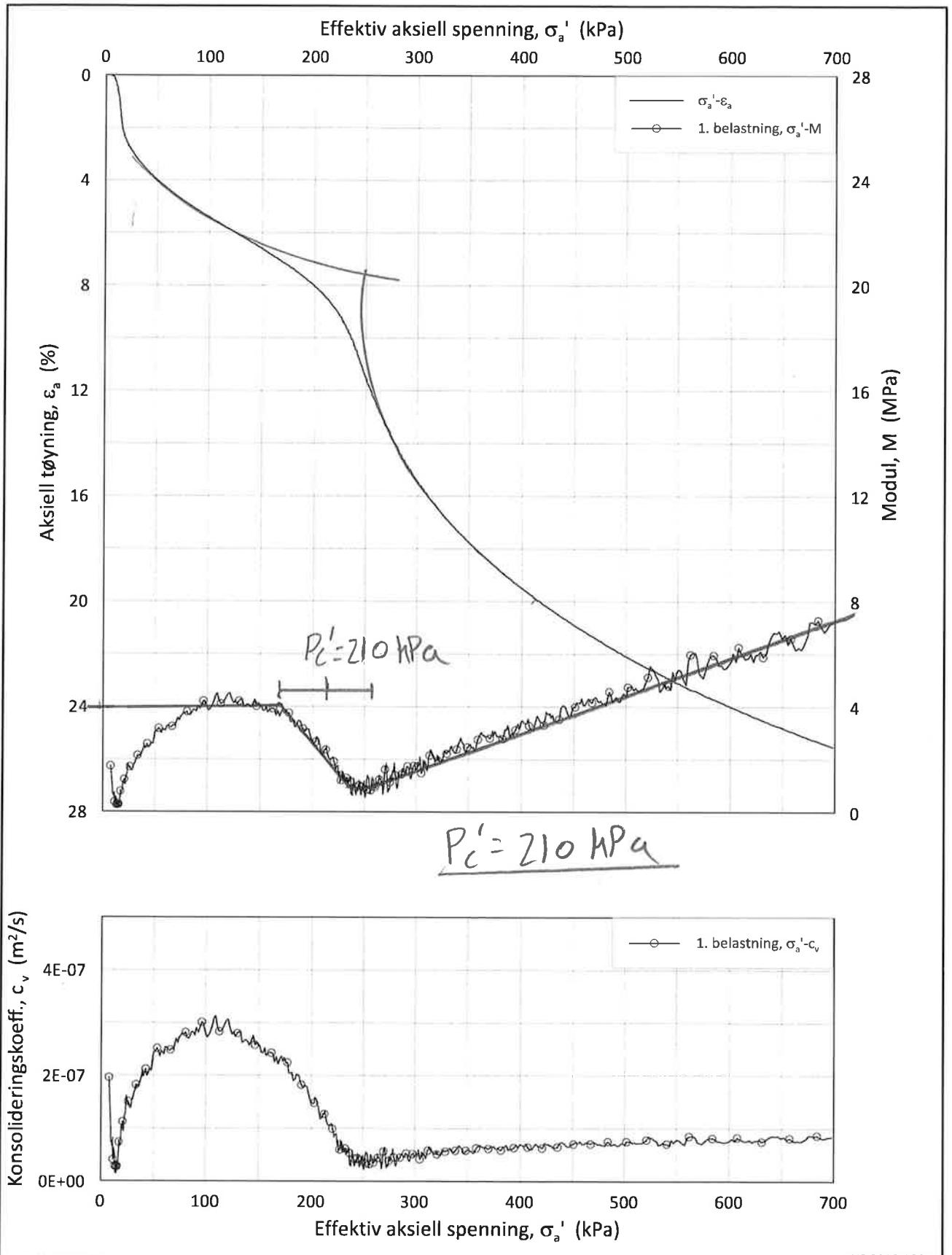


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_302_5-A-2_LIN2.grf

A252183 - Faresoneutredning Borregaard					Dokument nr.: 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **302**				Figur nr.: X.XX
Sylinder: **5**	Dybde = **5.49**	m			Dato: 2023-03-30 / Tegnet av: EvS
Del: **A**	p_0' = **53.5**	kPa			
Test: **2**	w_i = **33.7**	%			
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.6**	kN/m³			NGI

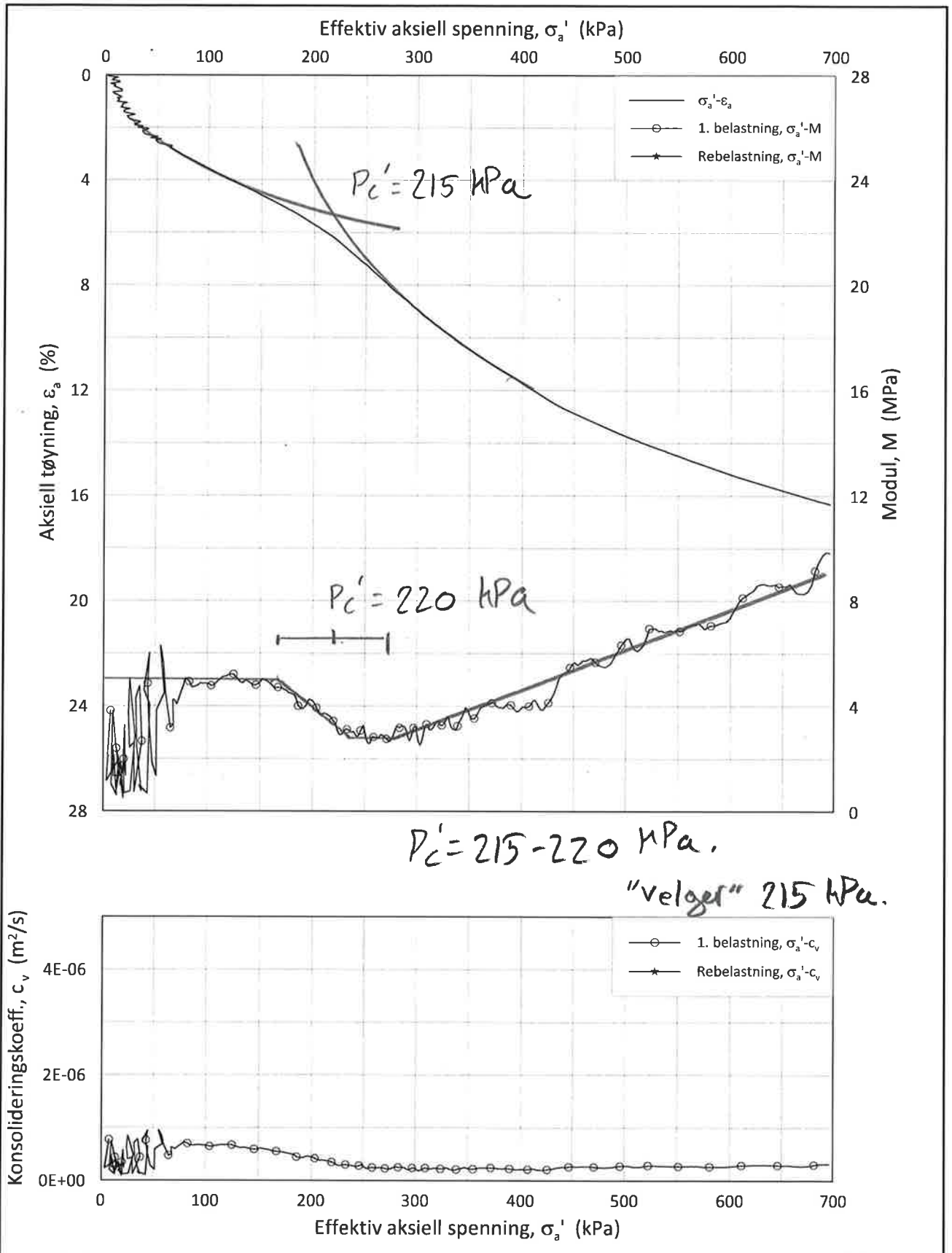


Date/Rev.: 2019-03 07/02

NS 8018:1993

H:\LABDATA\2023\20230019 (COW)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\02_ReadyForQA\20230019-07_302_10-A-3_LIN2.gpf

A252183 - Faresoneutredning Borregaard				Dokument nr.: 20230019-07	
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **302**			Figur nr.: X.XX	
Sylinder: **10**	Dybde = **10.50** m			Dato: 2023-03-27	Tegnet av: EvS
Del: **A**	p_0' = **119.0** kPa				
Test: **3**	w_i = **59.0** %				
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **16.3** kN/m³			NGI	

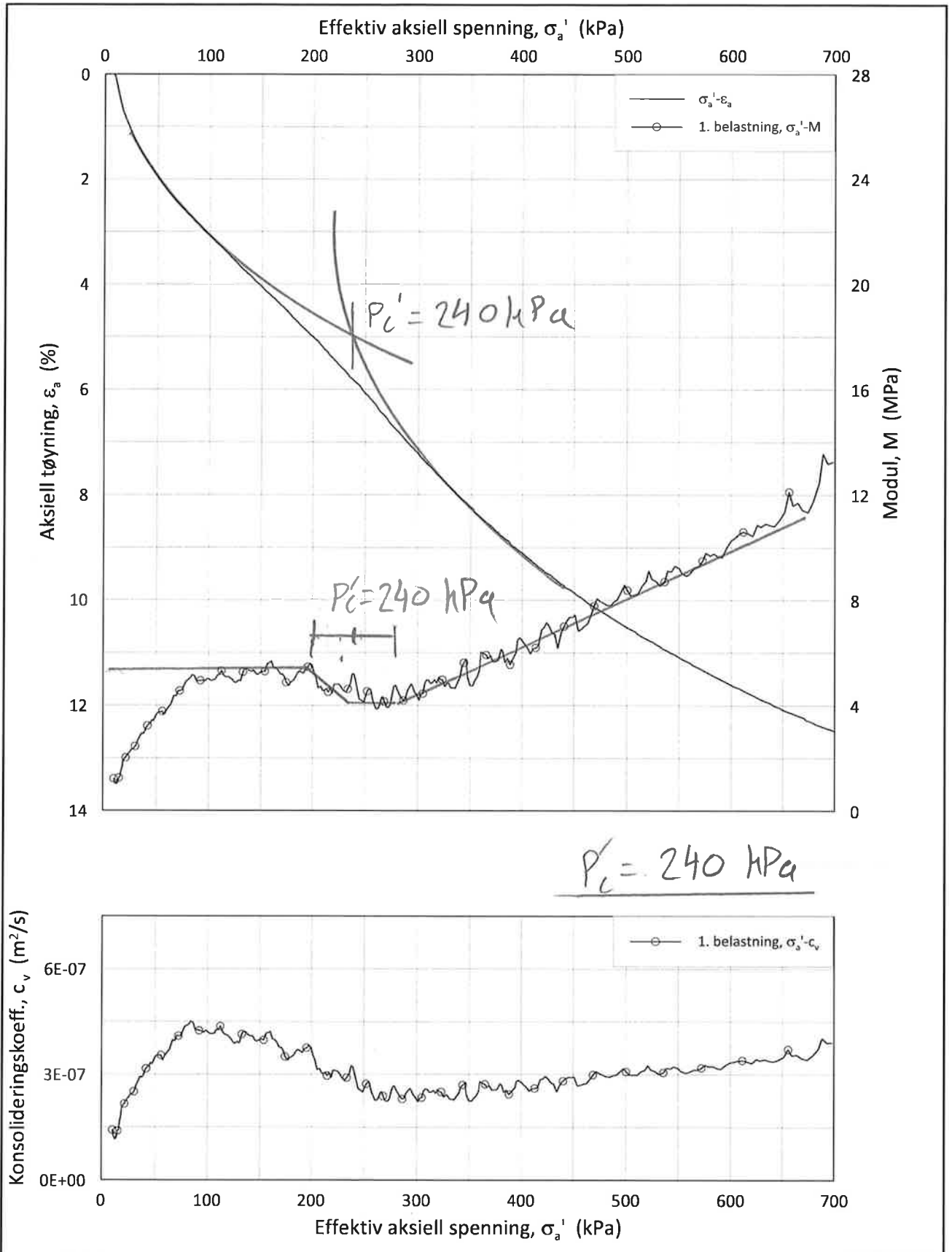


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr.: 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **302**		Figur nr.: X.XX
Sylinder: **13**	Dybde = **13.37** m		Dato: 2023-03-27 / Tegnet av: EvS
Del: **A**	p_0' = **142.7** kPa		
Test: **3**	w_i = **37.7** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.2** kN/m³		

H:\LABDATA\2023\20230019 (COW)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_302_13-A-3_LIN2.gif

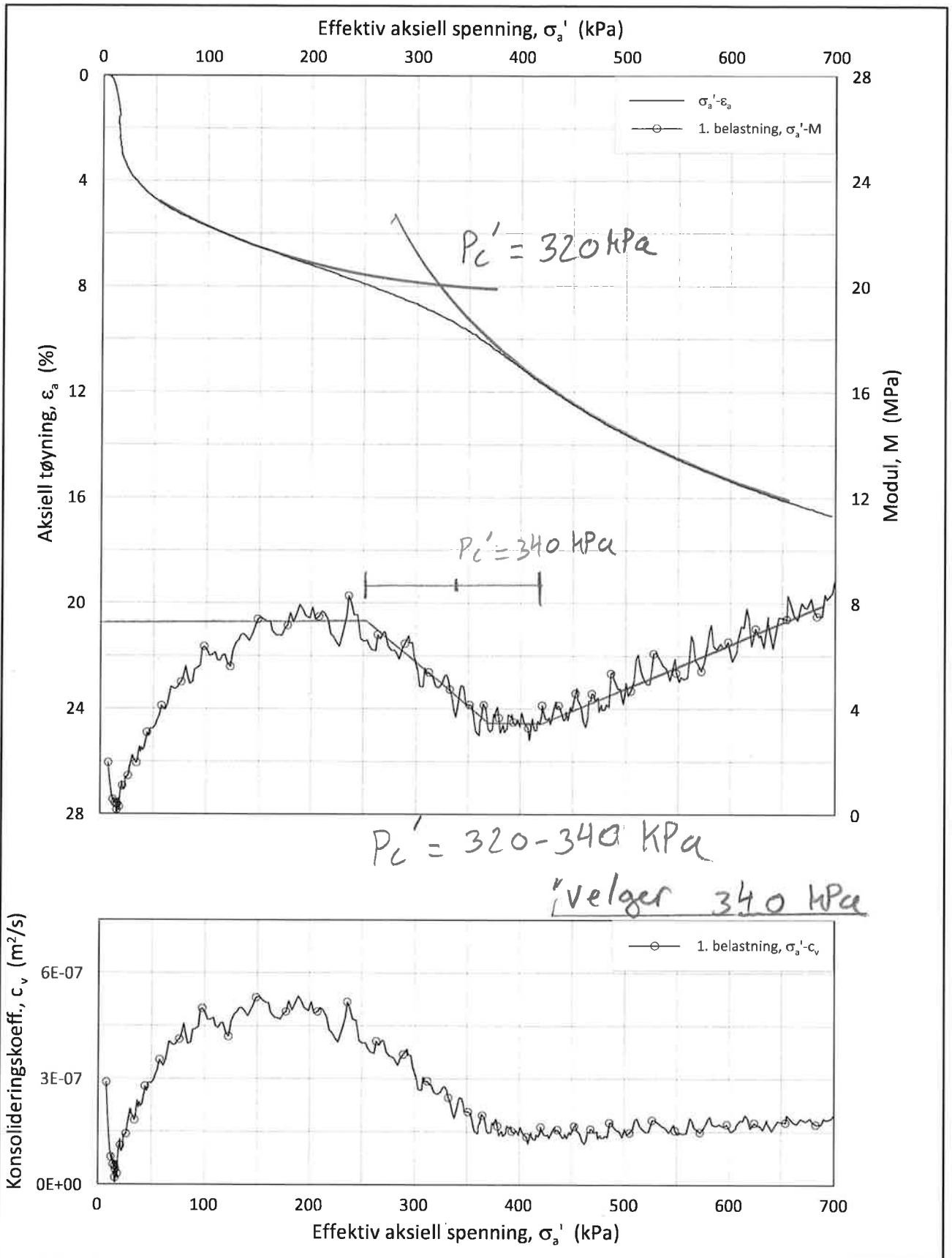


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr.: 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **302**		Figur nr.: X.XX
Sylinder: **16**	Dybde = **17.50** m		Dato: 2023-03-29 / Tegnet av: EvS
Del: **A**	p_0' = **174.3** kPa		
Test: **3**	w_i = **26.4** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **19.6** kN/m³		NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_302_16-A-3_LIN2.grf

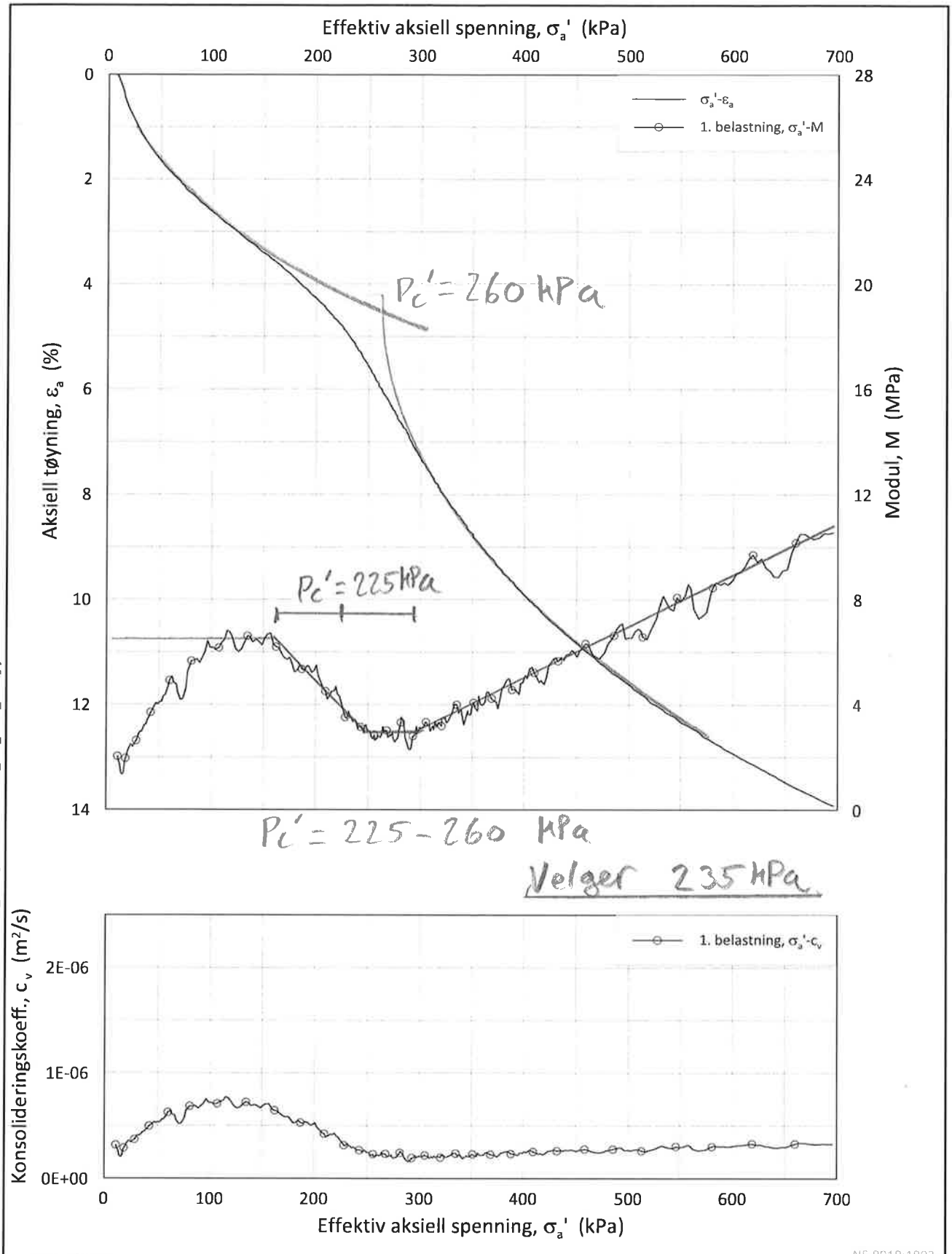


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr.: 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **302**		Figur nr.: X.XX
Sylinder: **21** Del: **A** Test: **2** Lab.: **NGI Oslo**	Dybde = **27.63** m p_0' = **253.3** kPa w_i = **36.3** % γ_i = **18.4** kN/m³		Dato: 2023-03-30 Tegnet av: EvS

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\02_ReadyForQA\20230019-07_302_21-A-2\20230019-07_302_21-A-2_LIN2.grf

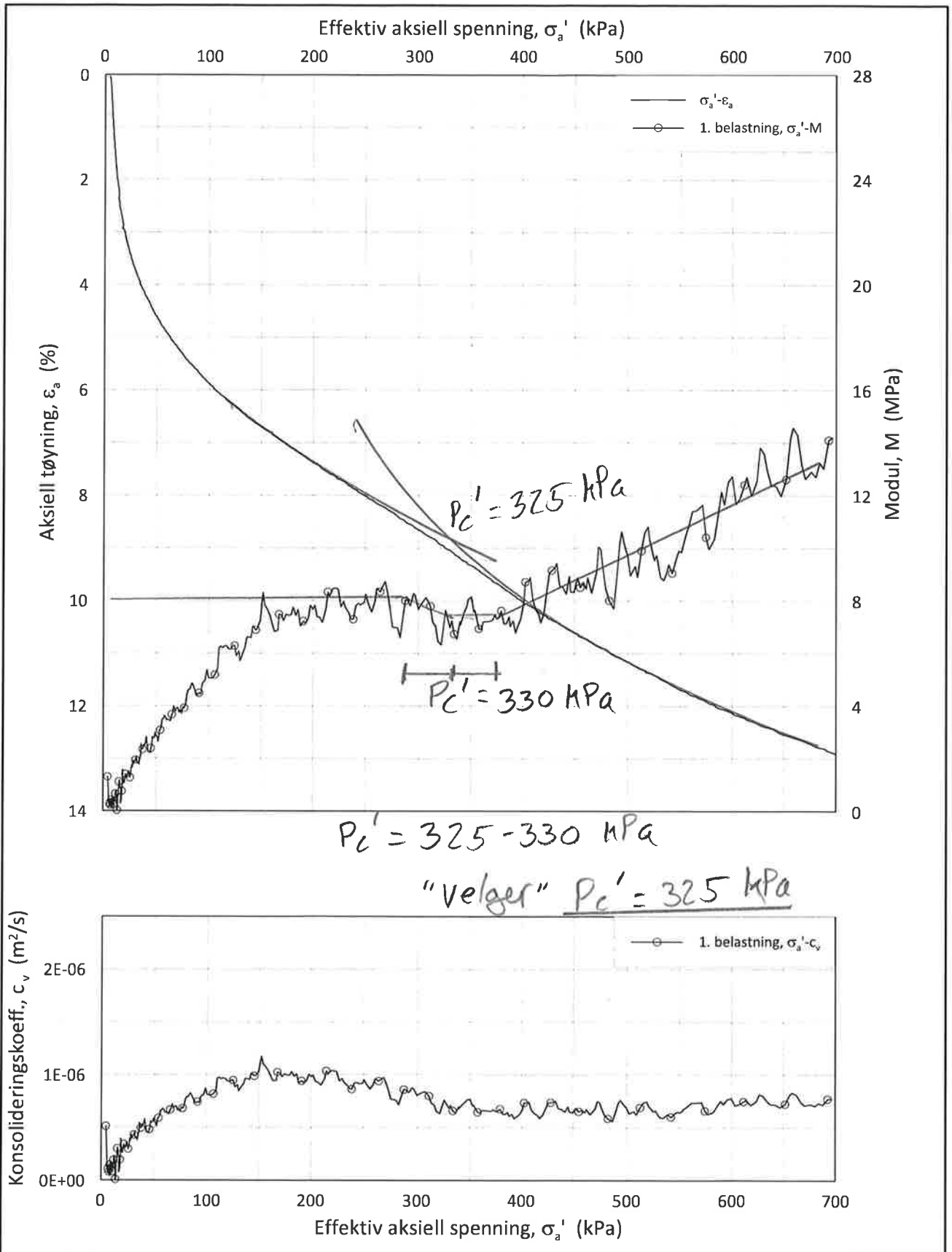


Date/Rev.: 2019 03 07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr.: 202300109-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **303**		Figur nr.: X.XX
Sylinder: **7**	Dybde = **9.38** m		Dato: 2023-05-09 / Tegnet av: FP
Del: **A**	p_0' = **122.1** kPa		
Test: **1**	w_i = **35.0** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.8** kN/m³		

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_303_7-A-1_LIN2.grf

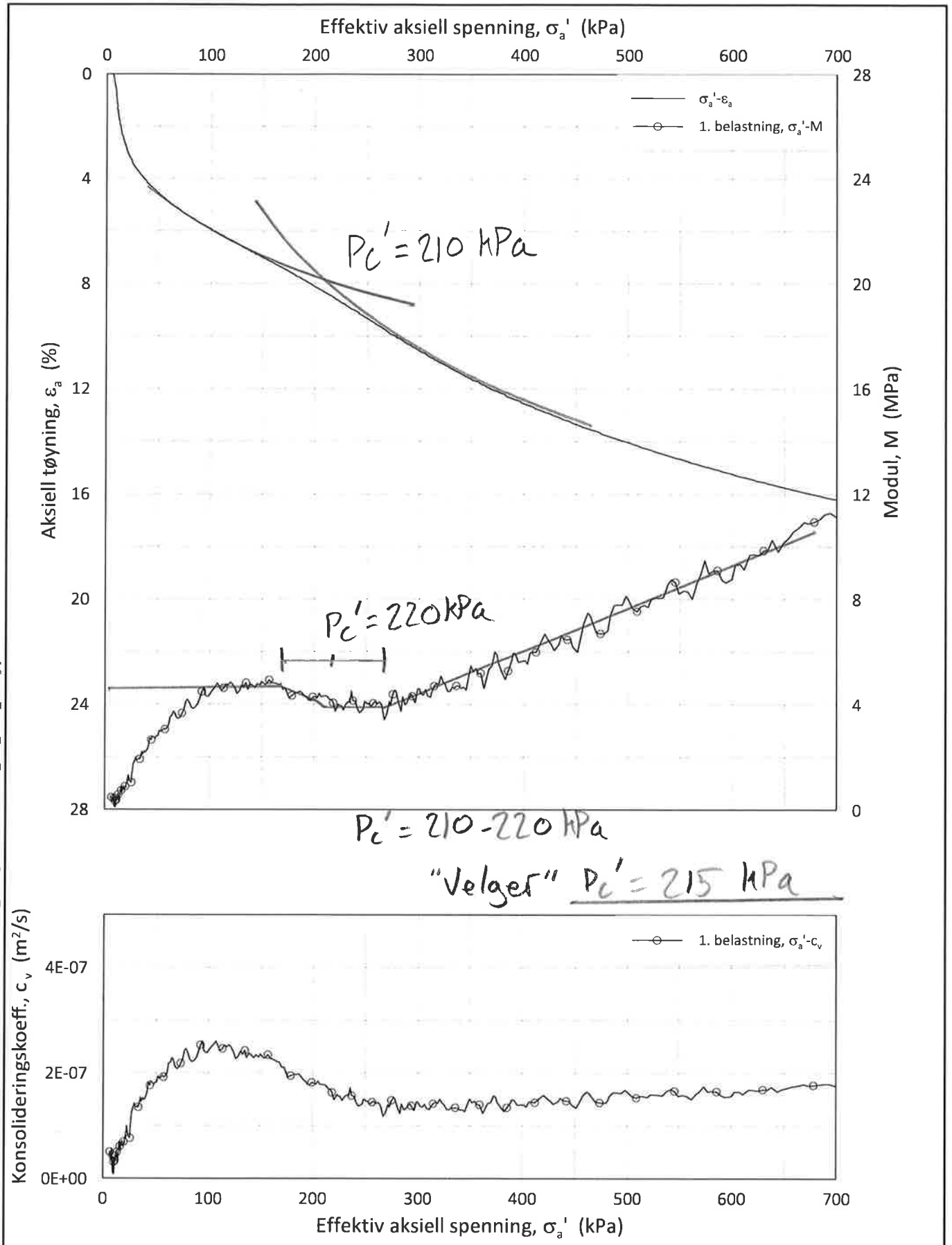


Date/Rev.: 2019 03 07/02

NS 8018:1993

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\02_ReadyForQA\20230019-07_303_9-A-1\20230019-07_303_9-A-1_LIN2.grf

A252183 - Faresoneutredning Borregaard				Dokument nr. 202300109-07	
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **303**			Figur nr. X.XX	
Sylinder: **9**	Dybde = **12.38** m			Dato 2023-05-12	Tegnet av FP
Del: **A**	p_0' = **147.0** kPa				
Test: **1**	w_i = **22.6** %				
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **20.1** kN/m³				

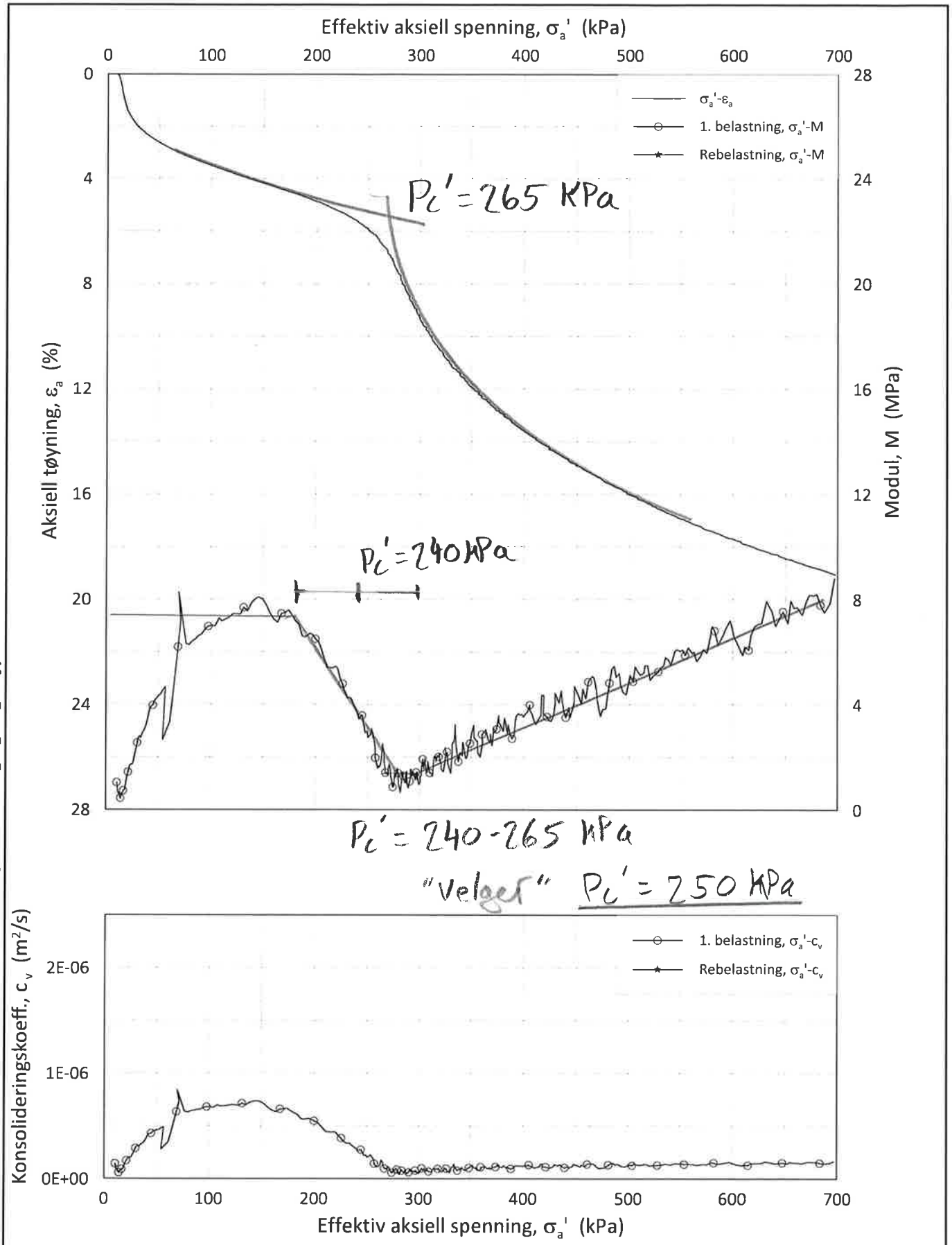


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr. 202300109-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **349**		Figur nr. X.XX
Sylinder: **5**	Dybde = **5.37** m		Dato 2023-05-12 / Tegnet av FP
Del: **A**	p_0' = **82.9** kPa		
Test: **2**	w_i = **33.0** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.9** kN/m³		

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_349_5-A-2_LIN2.grf

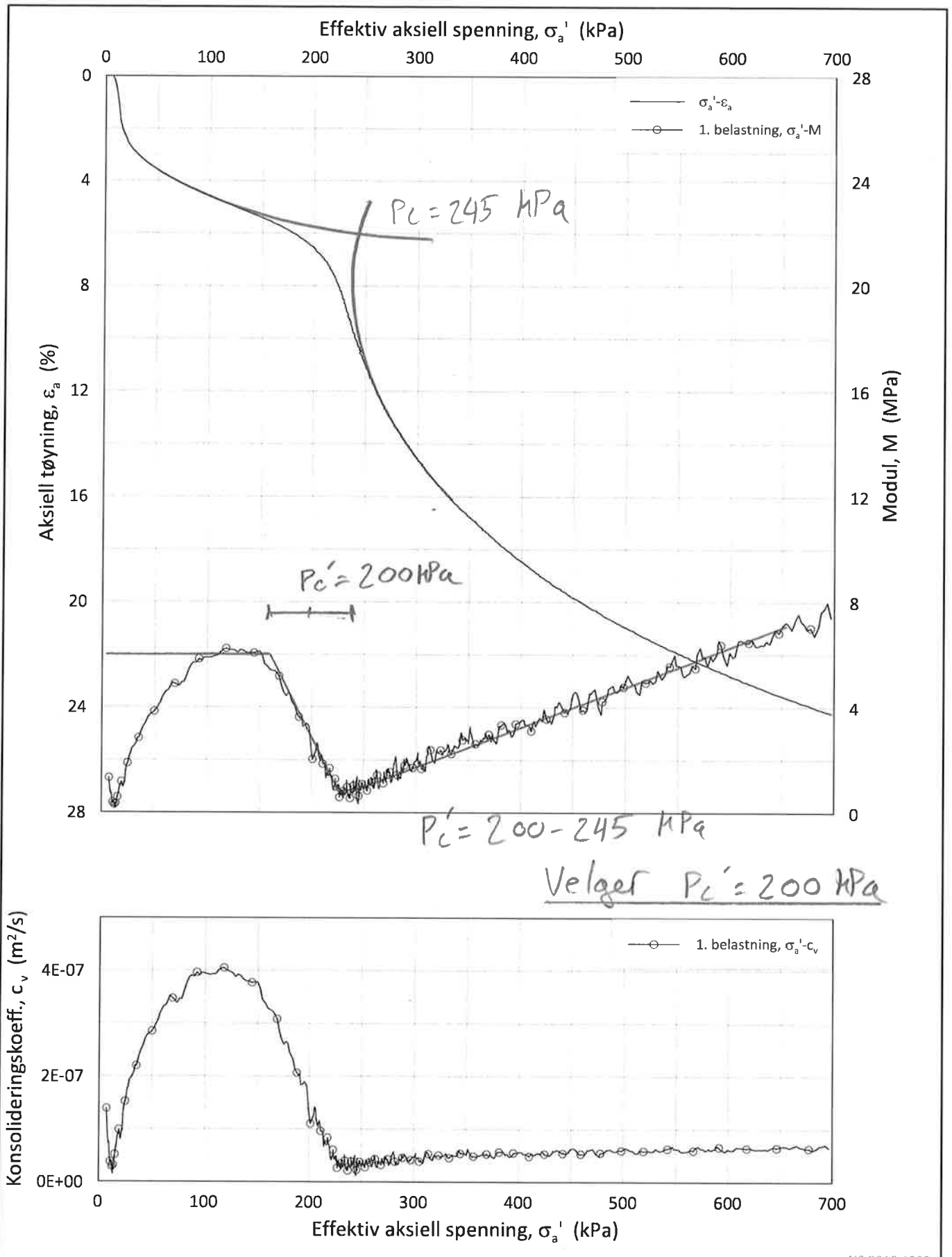


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr. 202300109-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **349**		Figur nr. X.XX
Sylinder: **9**	Dybde = **9.37** m		Dato 2023-05-15 / Tegnet av FP
Del: **A**	p_0' = **126.1** kPa		
Test: **2**	w_i = **51.5** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **17.0** kN/m³		

H:\LABDATA\2023\20230019 (COW)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_349_9-A-2_LIN2.gpf

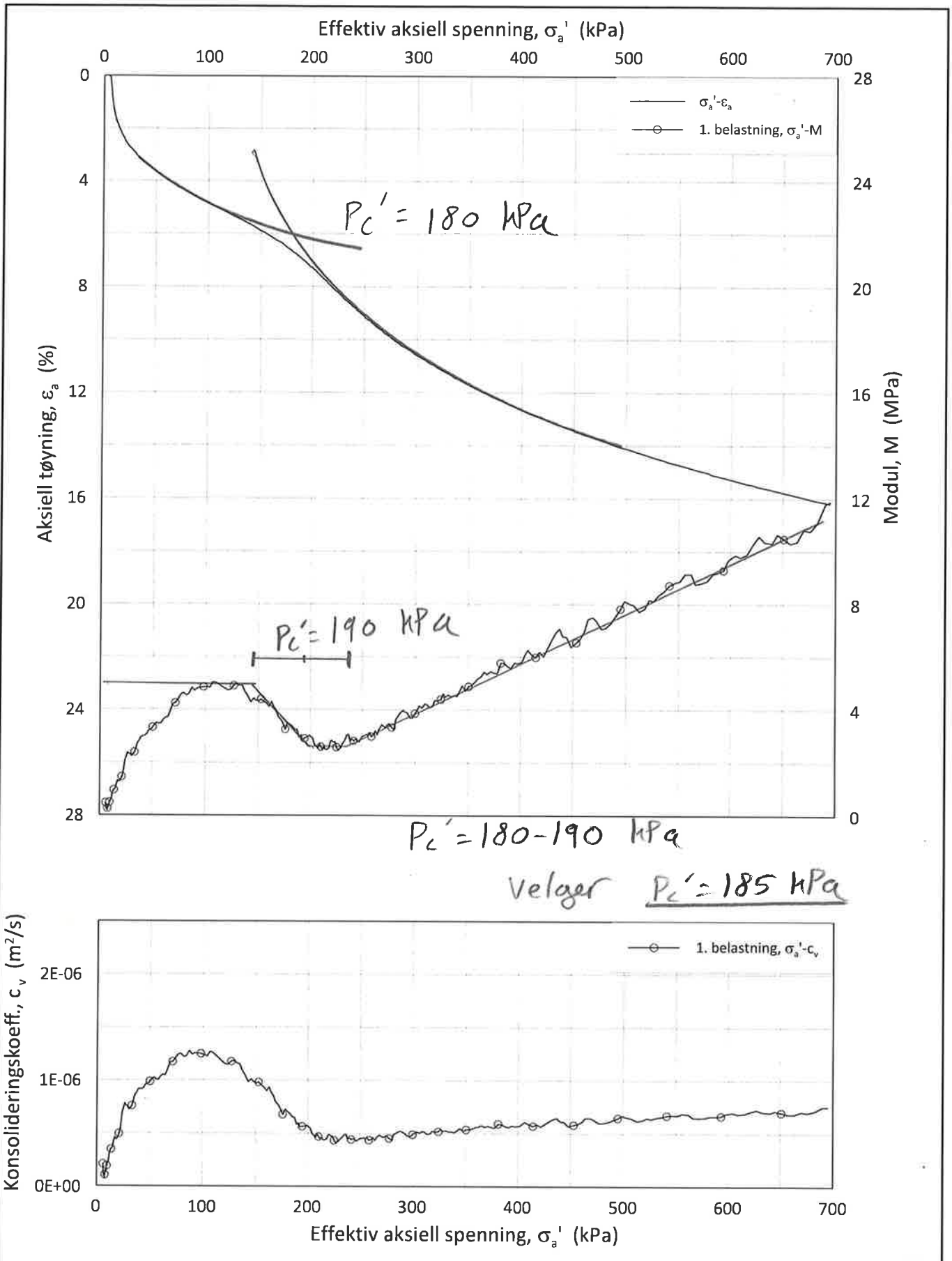


Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr. 20230019-07-01-R
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **352**		Figur nr. X.XX
Sylinder: **1** Del: **A** Test: **1** Lab.: **NGI Oslo**	Dybde = **8.28** m p_0' = kPa w_i = **58.2** % γ_i = **16.5** kN/m³		Dato 2023-04-26 / Tegnet av FP

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\03_Completed\20230019-07_352_1-A-1\20230019-07_352_1-A-1_LIN2.grf



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07-01-R

Oedometer test: **CRS**

Borhull: **352**

Figur nr.: X.XX

Sylinder: **3**

Del: **A**

Test: **1**

Lab.: **NGI Oslo**

Dybde = **11.52** m

p_0' = kPa

w_i = **39.7** %

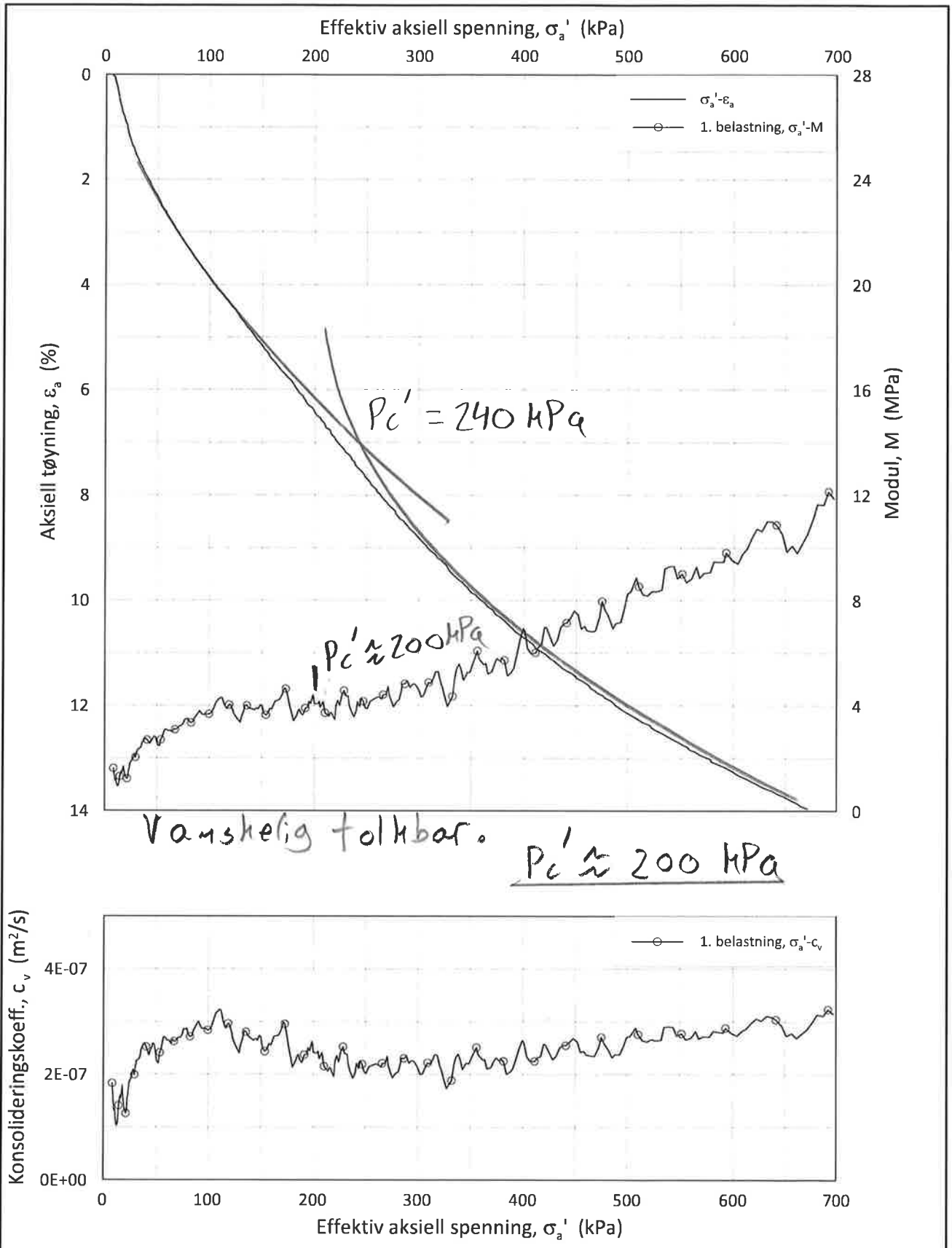
γ_i = **18.3** kN/m³

Dato: 2023-04-26

Tegnet av: FP

NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\03_Completed\20230019-07_352_3-A-1\20230019-07_352_3-A-1_LIN2.gpf

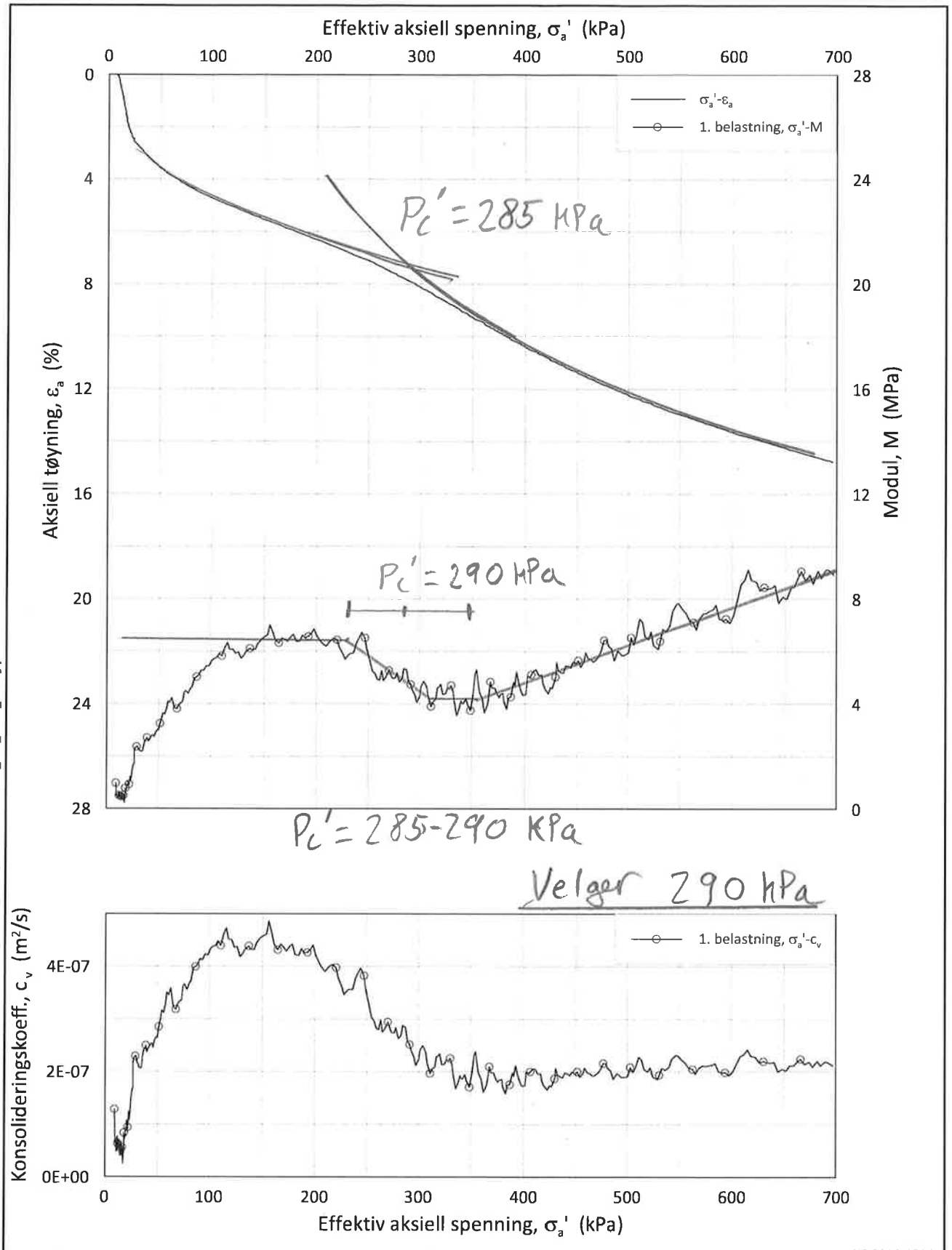


Date/Rev.: 2019 03 07/02

NS 8018:1993

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_376_3-A-1_LIN2.grf

A252183 - Faresoneutredning Borregaard					Dokument nr. 202300109-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **376**				Figur nr. X.XX
Sylinder: **3**	Dybde = **7.13**	m			Dato 2023-05-12 / Tegnet av FP
Del: **A**	p_0' = **77.7**	kPa			
Test: **1**	w_i = **31.0**	%			
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **19.2**	kN/m³			

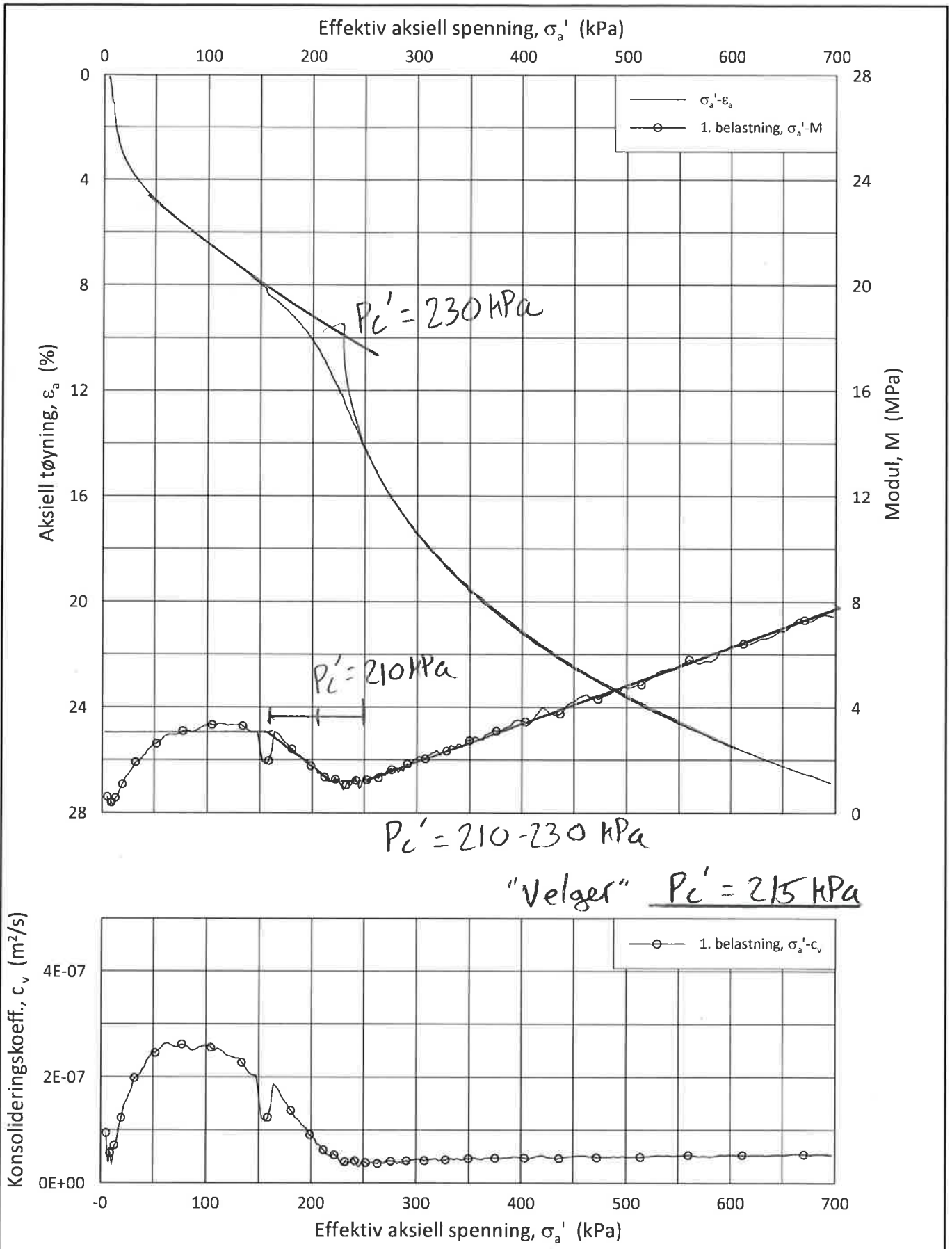


Date/Rev.: 2019 03 07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr. 202300109-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **376**		Figur nr. X.XX
Sylinder: **6**	Dybde = **14.34** m		Dato 2023-05-09 / Tegnet av FP
Del: **A**	p_0' = **149.8** kPa		
Test: **1**	w_i = **33.0** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **19.0** kN/m³		NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\01_InProgress\20230019-07_376_6-A-1_LIN2.grf



Date/Rev. 2019 03 07/02

NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Oedometer test: **CRS**

Borhull: **379**

Figur nr. X.XX

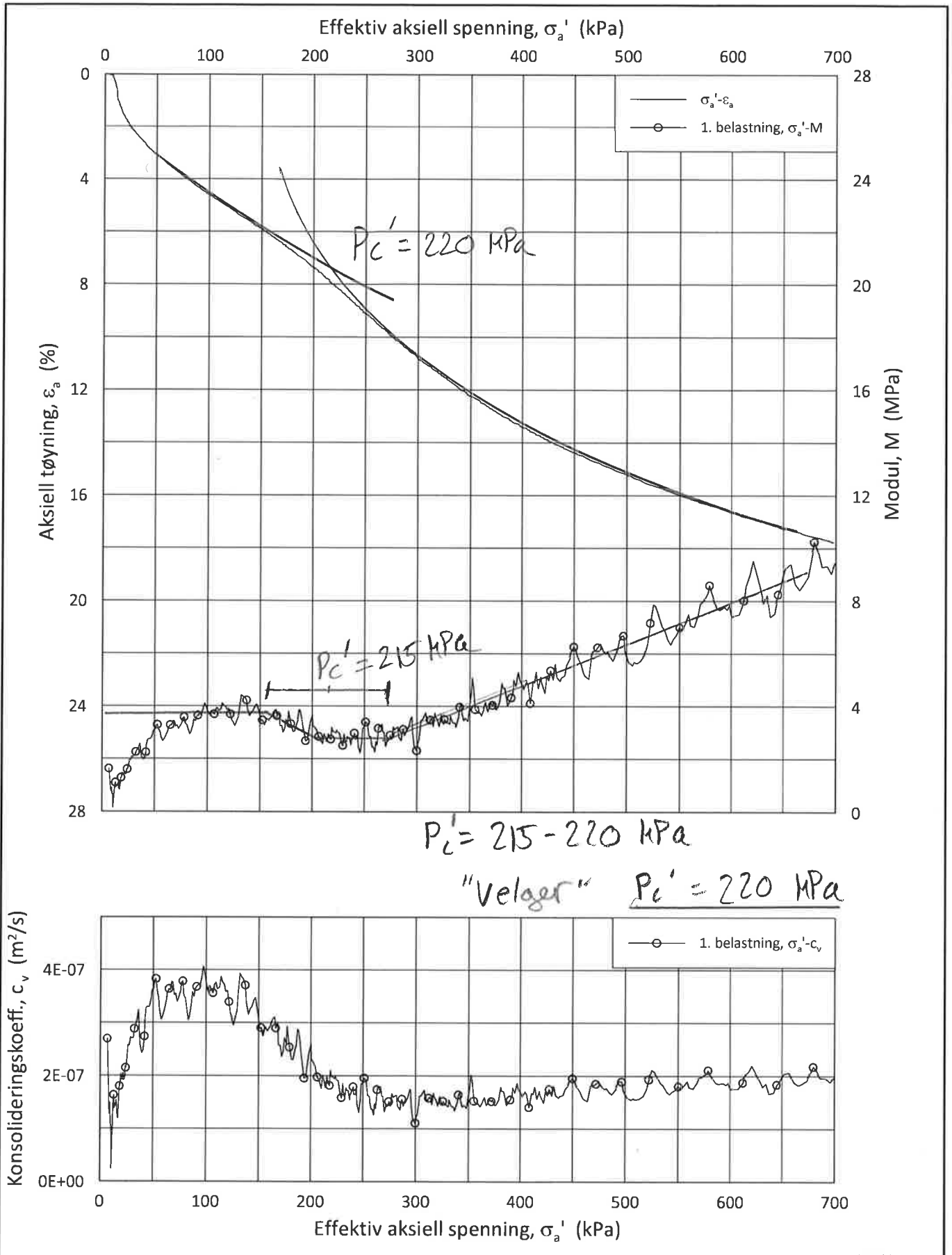
Sylinder:	**2**	Dybde =	**6.63**	m	
Del:	**A**	p_0' =	**-**	kPa	
Test:	**1**	w_i =	**54.4**	%	
Lab.:	**NGI Oslo**	γ_i =	**16.8**	kN/m³	

Dato: 2023-06-16

Tegnet av: FP

NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\03_Completed\20230019-07_379_2-A-2\20230019-07_379_2-A-1_LIN2.grf



Date/Rev.: 2019-03-07/02

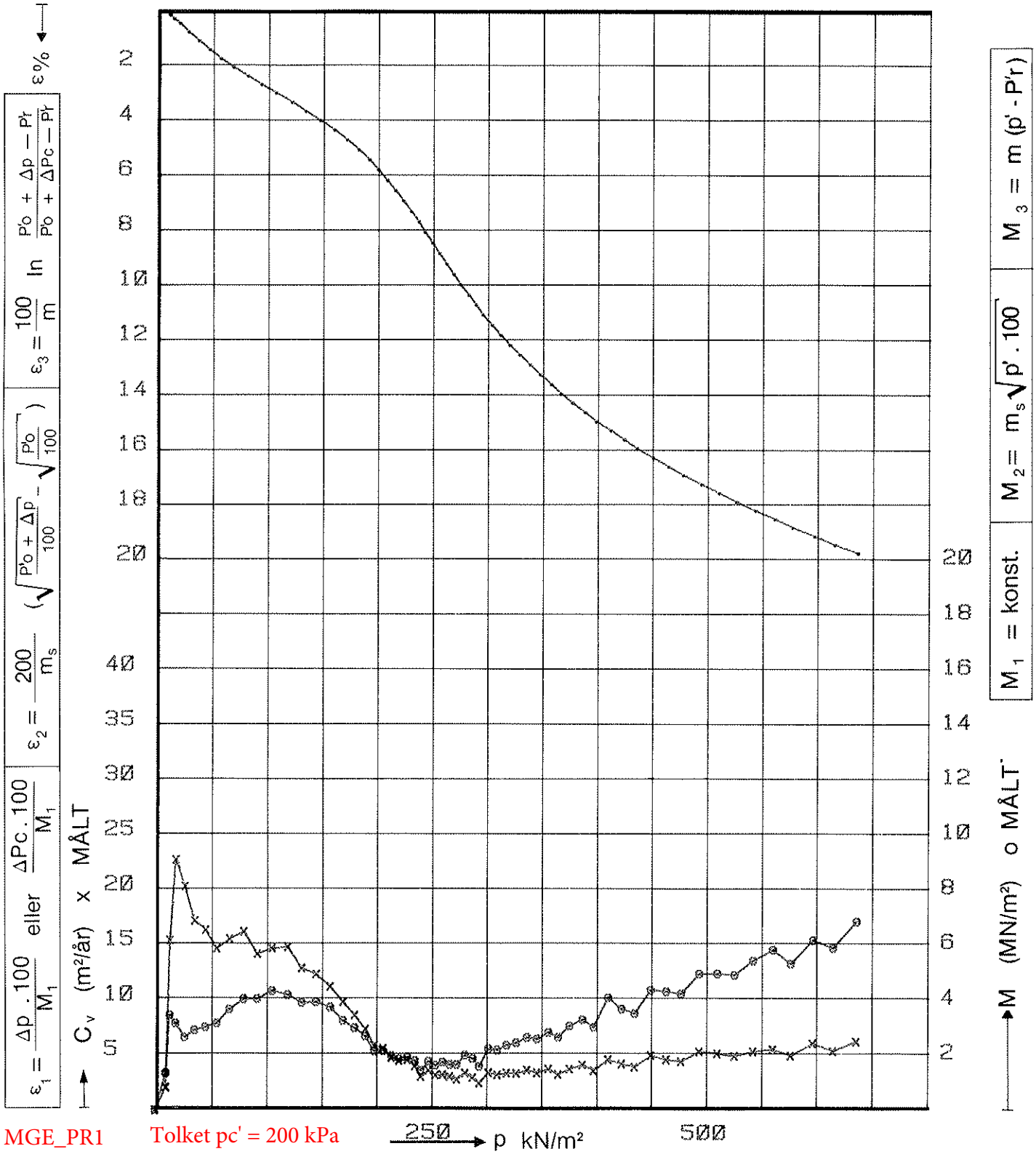
NS 8018:1993

A252183 - Faresoneutredning Borregaard			Dokument nr. 20230019-07
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **379**		Figur nr. X.XX
Sylinder: **6**	Dybde = **10.58** m		Dato 2023-06-16 / Tegnet av FP
Del: **A**	p_0' = - kPa		
Test: **2**	w_i = **37.1** %		
Lab.: **NGI Oslo**	γ_i = **18.4** kN/m³		

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\01_Oed\01_CRS\03_Completed\20230019-07_379_6-A-2\20230019-07_379_6-A-2_LIN2.grf

VEDLEGG 3.4: ØDOMETERFORSØK, ELDRE FORSØK

MGE_PR1



MGE_PR1 Tolket pc' = 200 kPa

PRØVE	PRØVE-SERIE	DYBDE (KOTE)	JORDART	W %	n %	P'o kN/m²	P'c kN/m²	P'r kN/m²	m I REGNE-MODELL NR.	
A	PR. 1	7.Ø	LEIRE	45.1	55	11Ø	250	100	12	3

ØDOMETERFORSØK – ØDOTREAKSFORSØK

BORREGAARD

UTFYLLING SYD FOR FATLAGER

BORING NR. PR. 1

TEGNET AS

KONTR.

DATO 14.Ø7.93

REV.

KONTR.

DATO

NOTEBY NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

OPPDRAG NR. 41223

TEGN. NR. 75

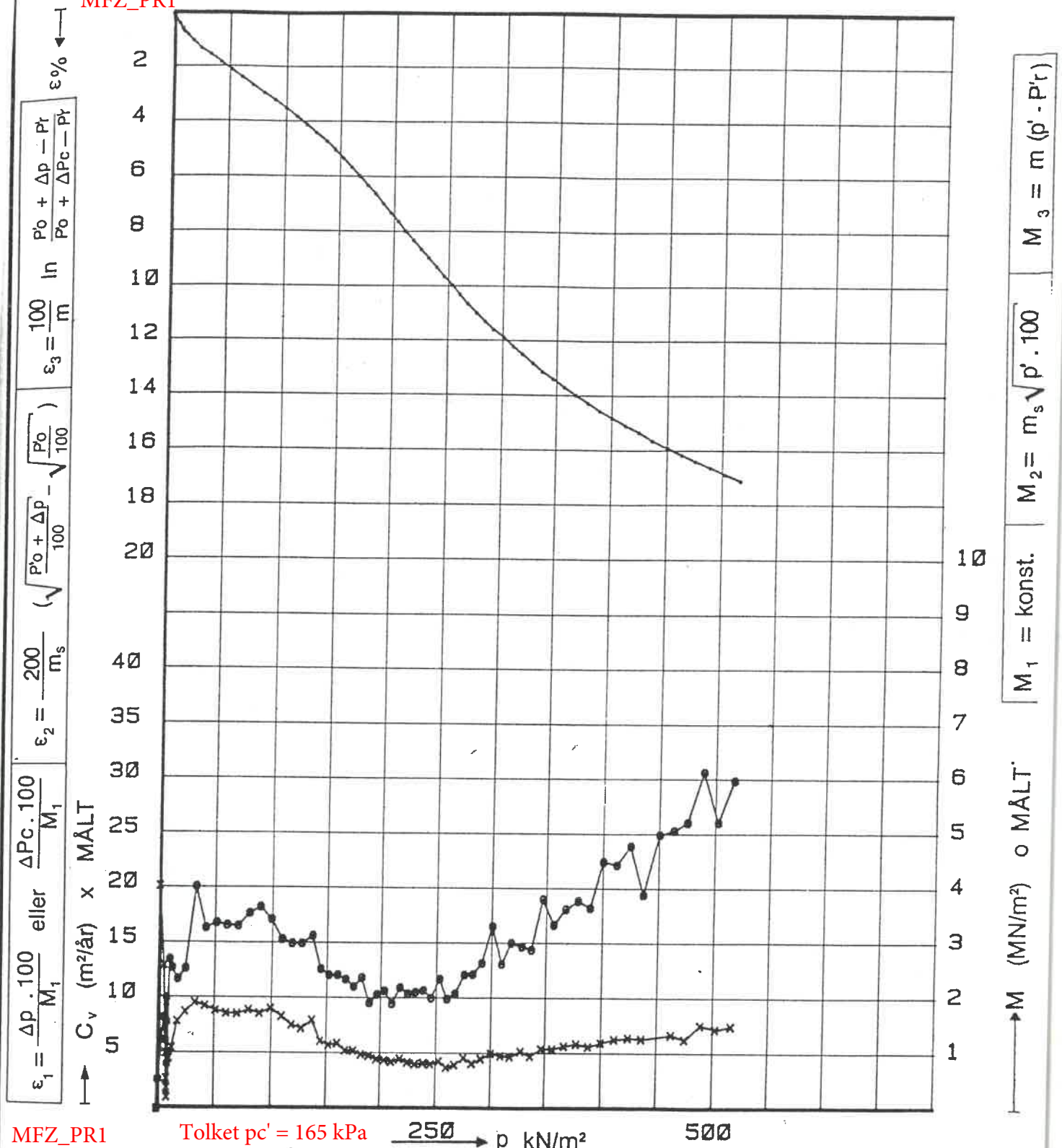
REV.

SIDE

DATA LAGRET: Nos Ø

4000-732 a

MFZ_PR1



MFZ_PR1 Tolket pc' = 165 kPa 250 p kN/m² 500

PRØVE	PRØVE-SERIE	DYBDE (KOTE)	JORDART	W %	n %	P'o kN/m²	P'c kN/m²	P'r kN/m²	m I REGNE-MODELL NF	
A	PR. I	5. 4	LEIRE SILTIG	43. 2	53	70	200	0	10	3

ØDOMETERFORSØK – ØDOTREAKSFORSØK

BORREGAARD FINE CHEMICALS A. S

FATLAGER OG TANKFARM

BORING NR. PR. I

TEGNET SK

KONTR.

DATO 5/7-90

REV.

KONTR.

DATO

NOTEBY NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

OPPDRAG NR. 41132

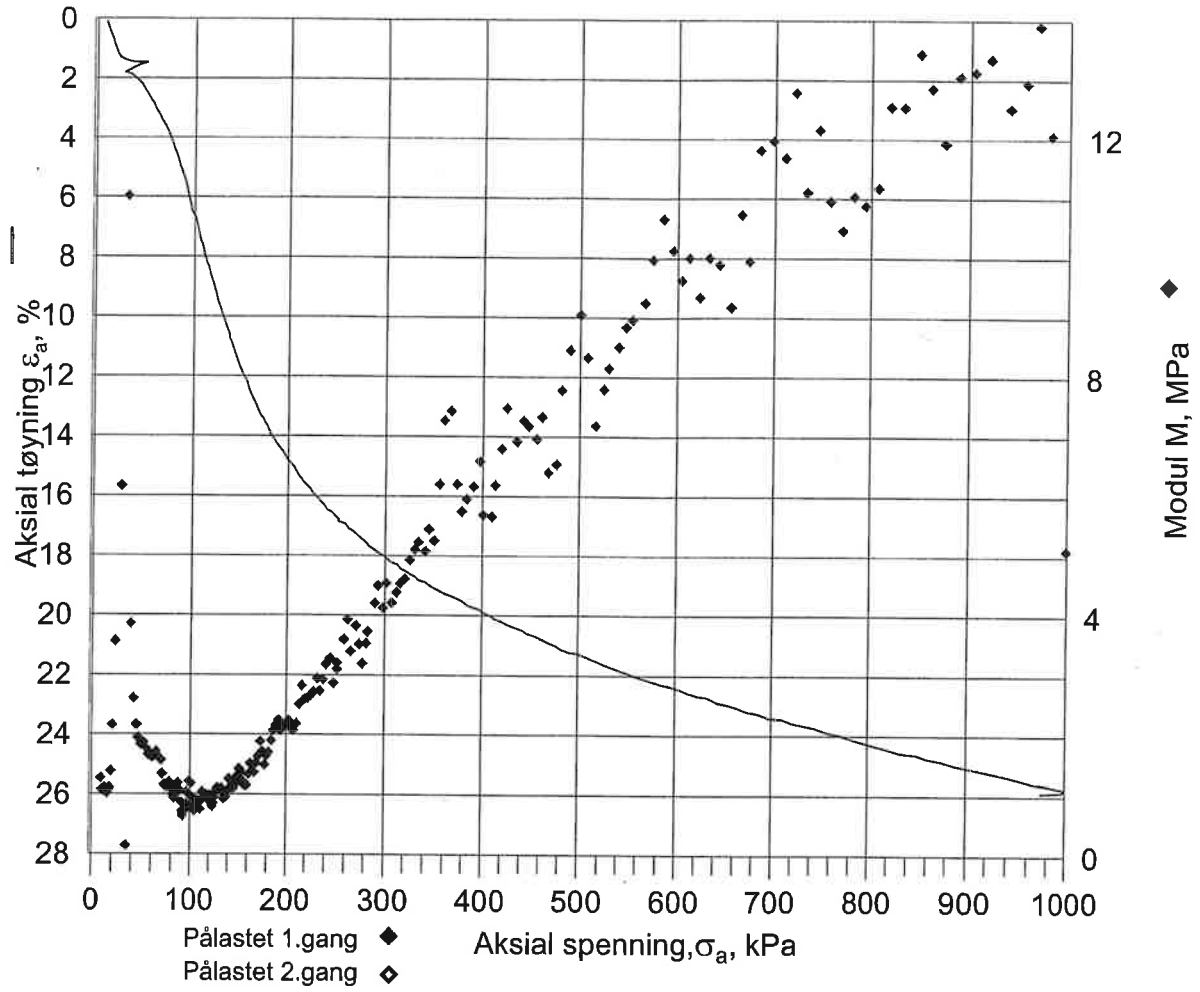
TEGN. NR. 75

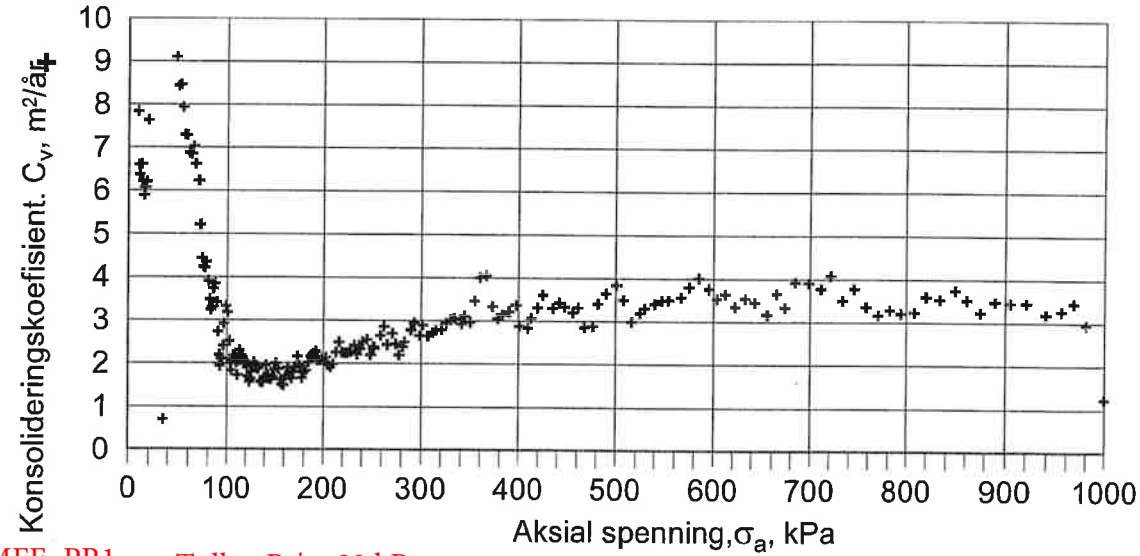
REV.

SIDE

4000-732 a

MFE_PR1





MFE_PR1 Tolket Pc' = 80 kPa

Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	ε-vol %	P'_o kPa	P'_c kPa	P'_r kPa	m	m_r	M
PR.1	1A	3,55	54,7	1,43						

KONTINUERLIG ØDOMETER (CRS)

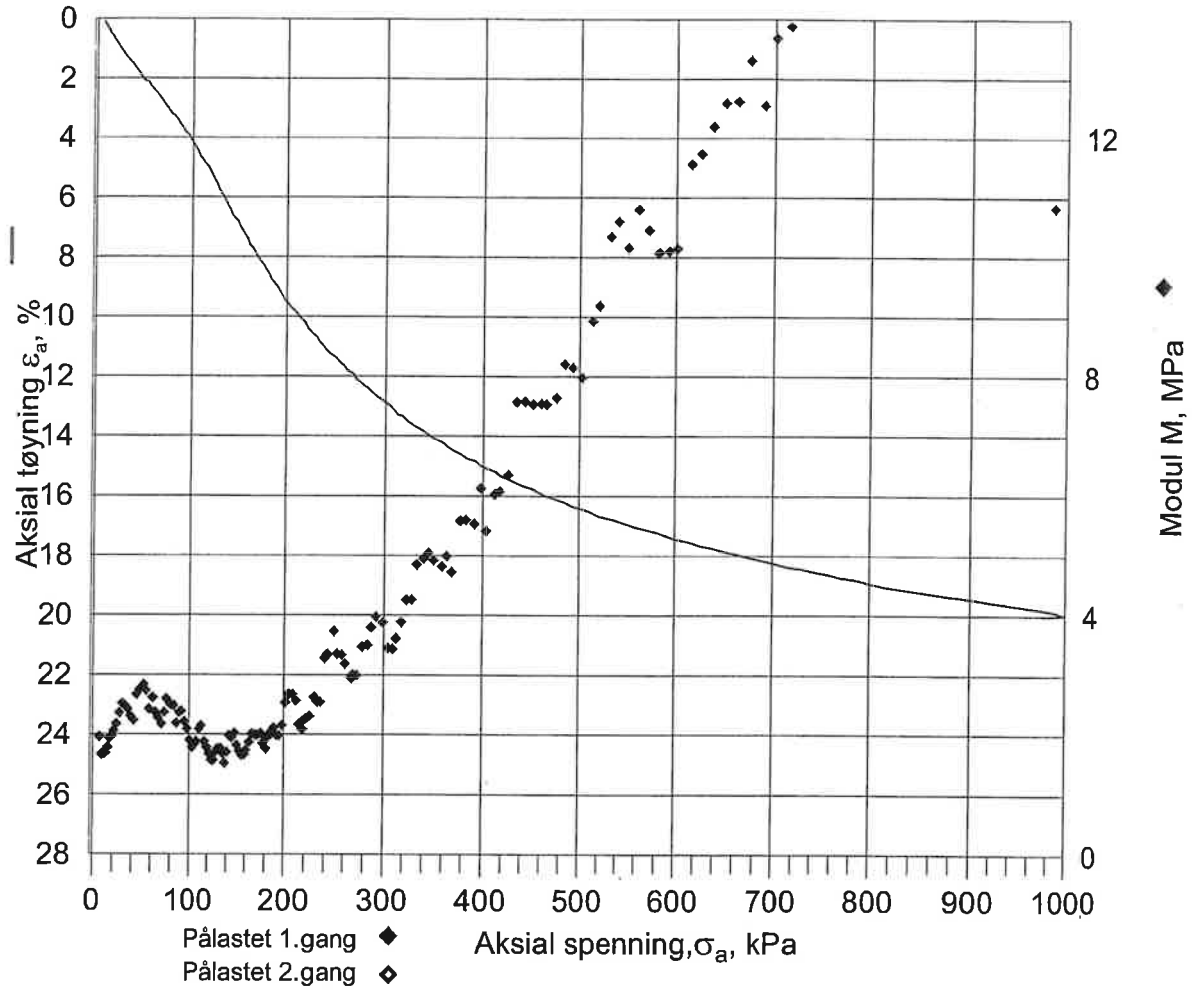
HAFSLUND VARME OG INFRASTRUKTUR AS
AVFALLSENERGI BORREGAARD

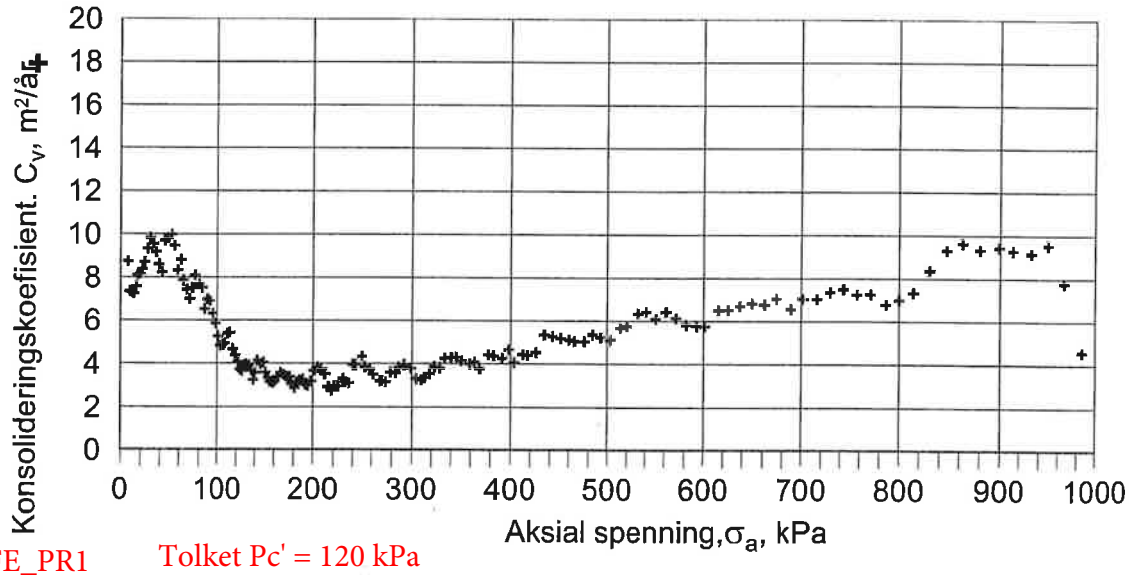
MULTICONSULT AS
Hoffsveien 1 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20.11.2007	SK	DEJ	DEJ
Oppdrag nr. 511077	Tegningsnr. 75		Rev.

Fil: d:\grapher\cpt1.grf

MFE_PR1





MFE_PR1 Tolket Pc' = 120 kPa

Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	ε-vol %	P'_o kPa	P'_c kPa	P'_r kPa	m	m_r	M
PR.1	1B	6,6	36,8	0,94						

KONTINUERLIG ØDOMETER (CRS)

HAFSLUND VARME OG INFRASTRUKTUR AS
AVFALLSENERGI BORREGAARD

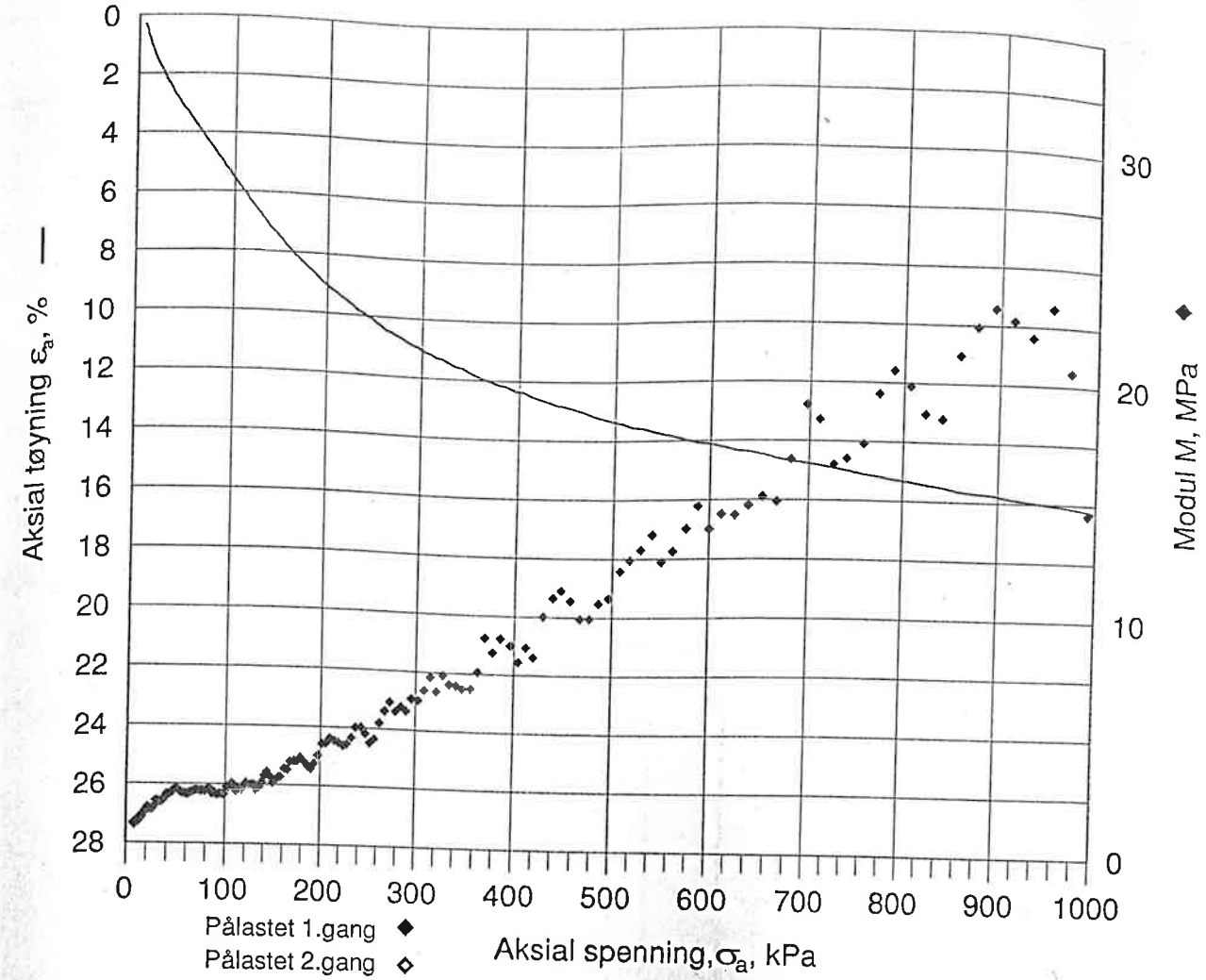
MULTICONSULT AS
Hoffsveien 1 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

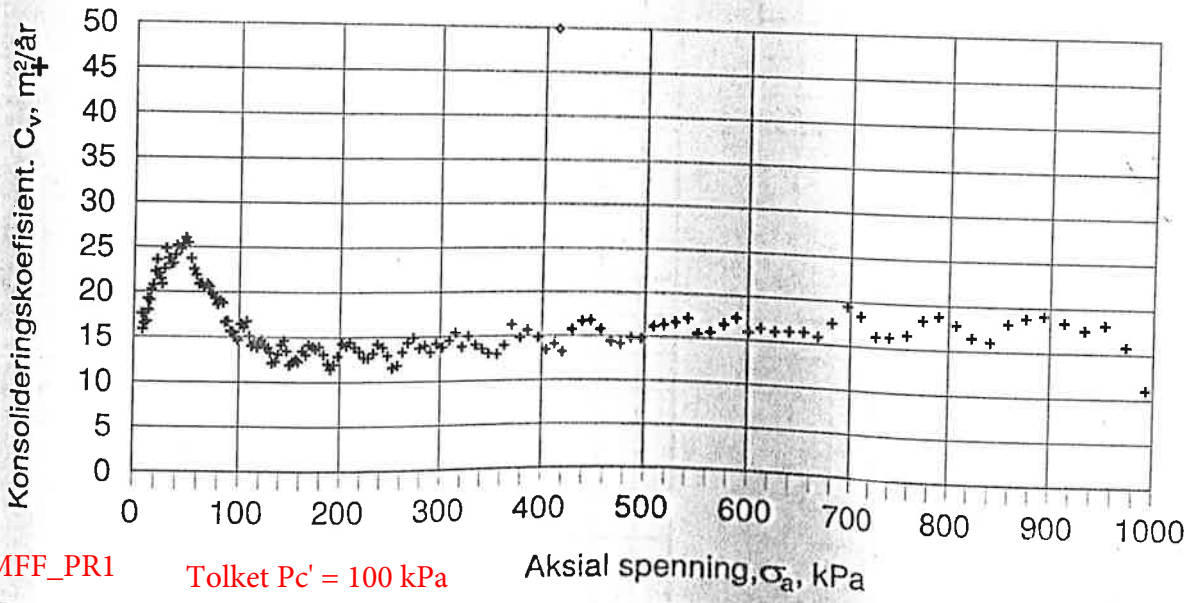
Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20.11.2007	SK		

Oppdrag nr.	Tegningsnr.	Rev.
511077	76	

Fil: d:\grapher\cpt1.grf

MFF_PR1





MFF_PR1 Tolket Pc' = 100 kPa

Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	ε-vol %	P'o kPa	P'c kPa	P'r kPa	m	m_r	M
PR.1	1	3,3	29,6	0,78						

KONTINUERLIG ØDOMETER (CRS)

ENERGOS ASA

SARPSBORG ENERGIGJENVINNING

NOTEBY AS

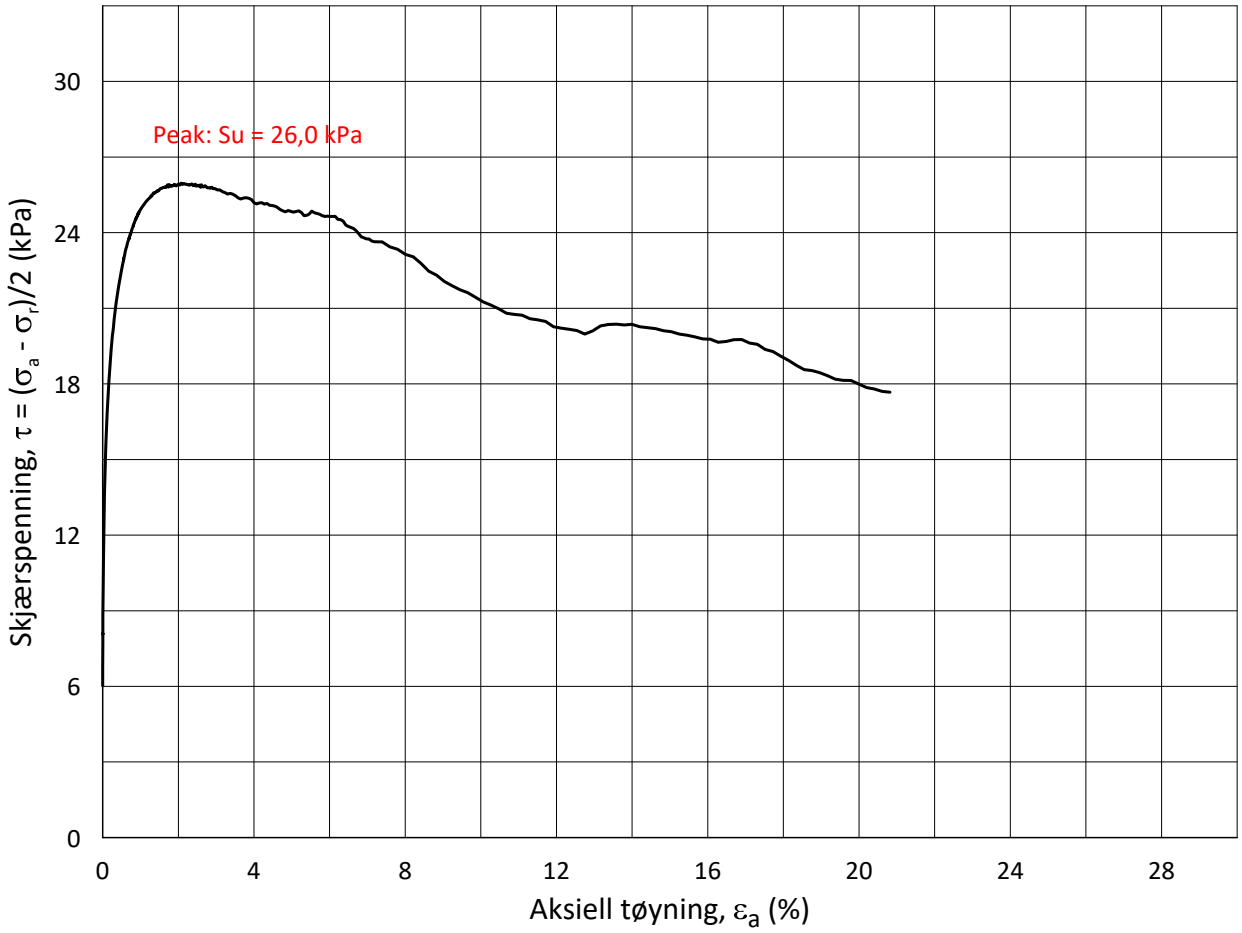
Hoffsveien 1 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO

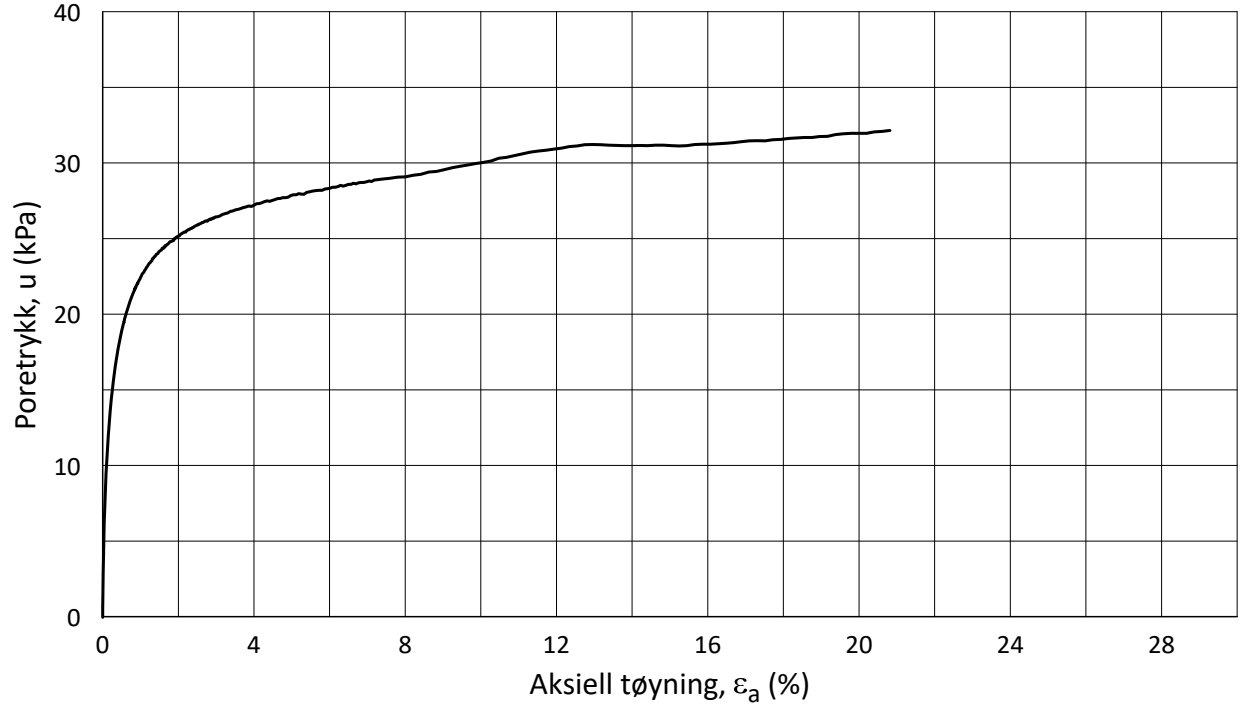
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrolert	Godkjent
02.11.2000	SK		
Oppdrag nr.	Tegningsnr.		Rev.
101209	75		

MULTICONSULT

VEDLEGG 3.5: TREAKSIALFORSØK, MED TOLKNING (ARBEIDSKURVER)





Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

GU Borregård Sarpsborg

Dokument nr. 20200022-21-.

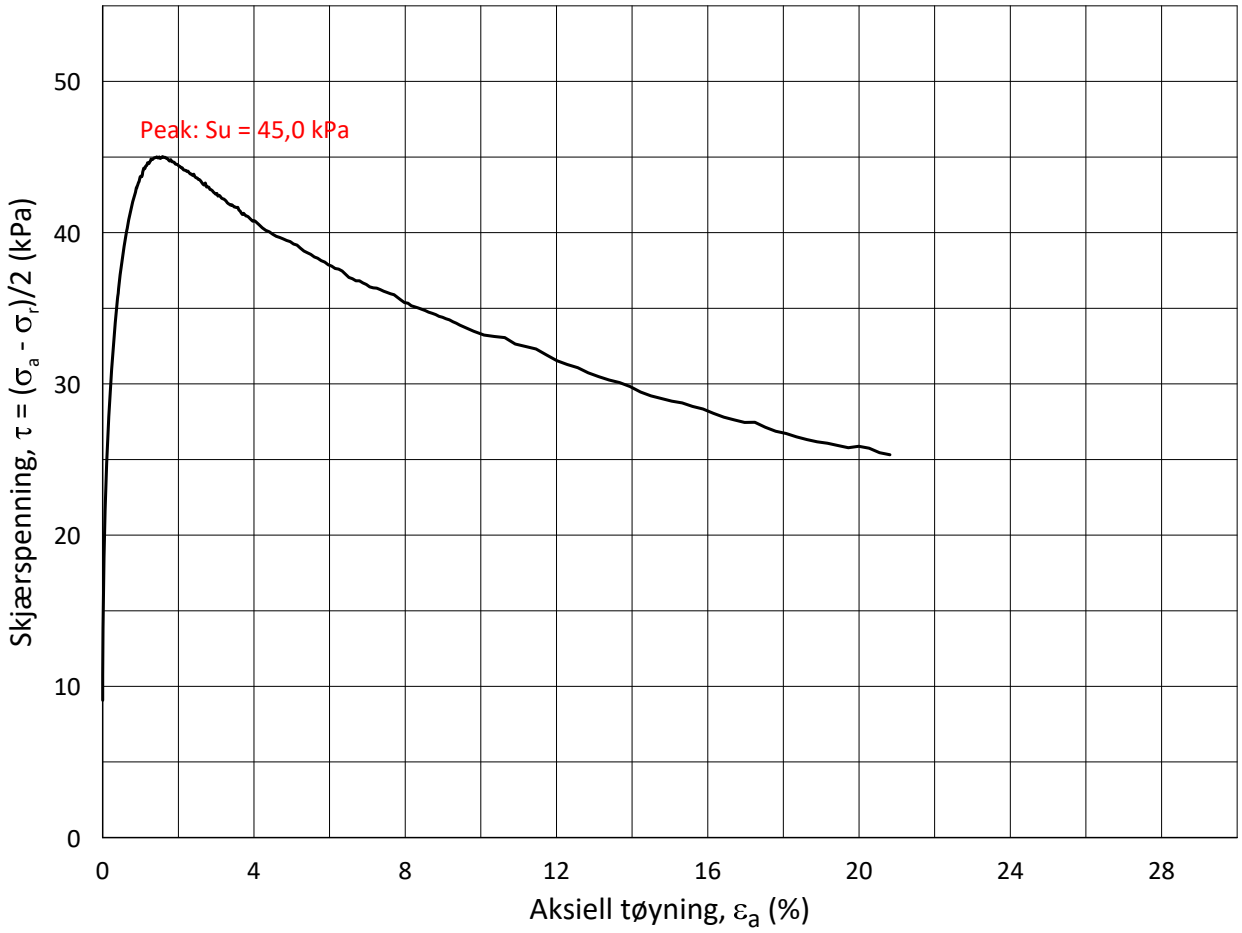
Triaksial test: **CAUA** | Borhull: **ADZ_SW1**

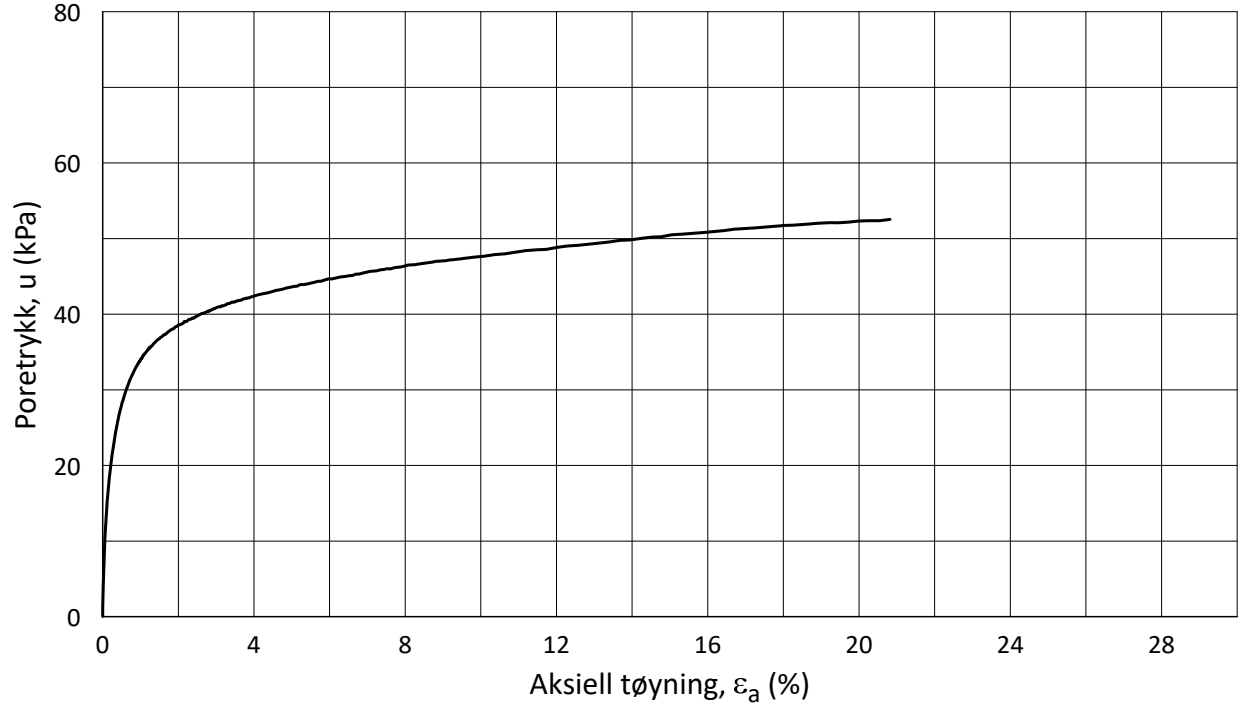
Figur nr. 1.1

Sylinder:	**2**	Dybde =	**3.52**	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	**A**	p_0' =	**58.4**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**1**	w_i =	**31.4**	%	σ_{ac}' =	-	-	**58.4**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**30.1**	%	σ_{rc}' =	-	-	**46.7**

Dato 2020-06-11 | Tegnet av ThV

H:\LABDATA\2020\20200022 (Sweco)\21-GU Borregaard Sarpsborg\AdvancedTest\03_TX\01_InProgress\20200022-21_SW1_2-A-1_StressStrain.grf





Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

GU Borregård Sarpsborg

Dokument nr. 20200022-21-.

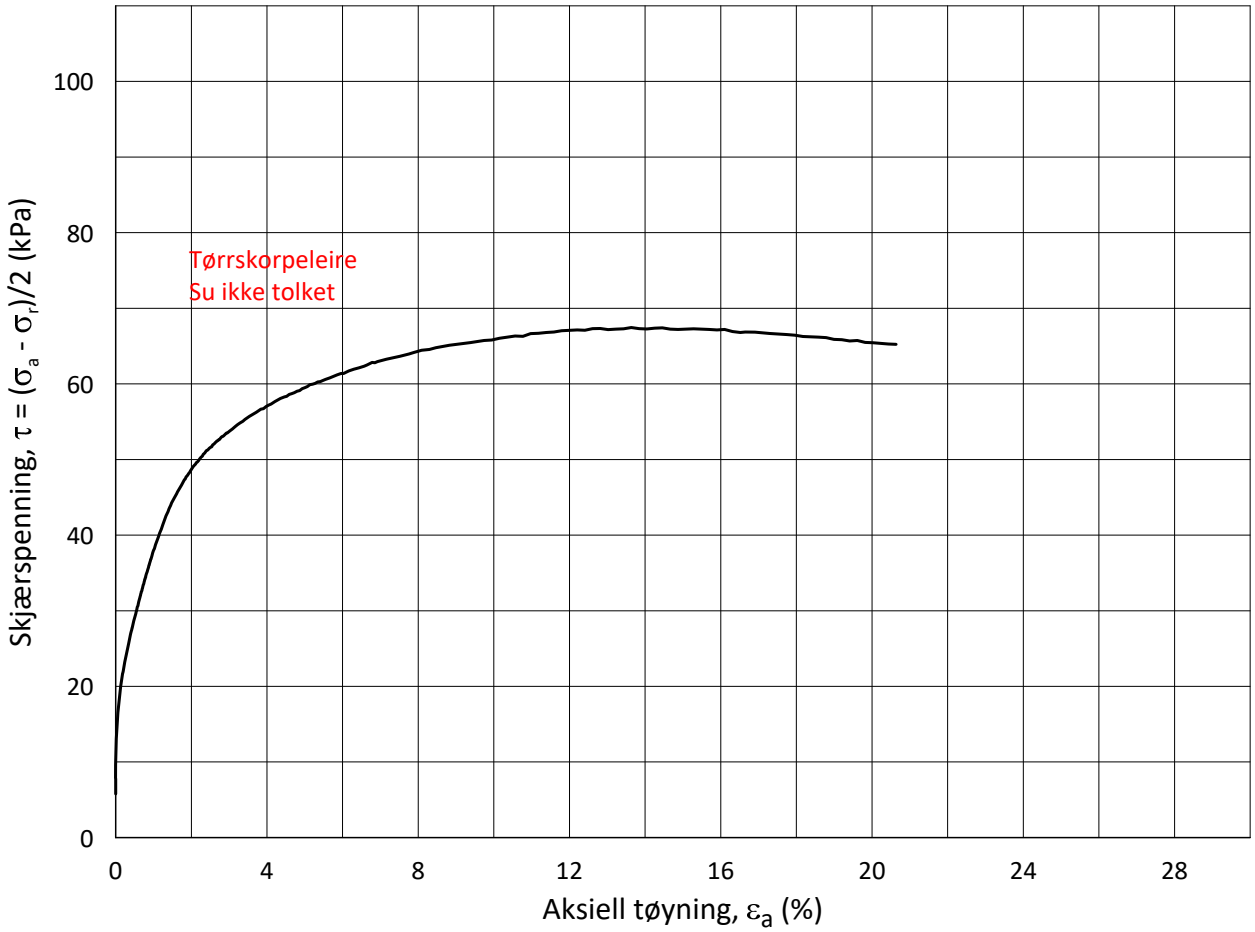
Triaksial test: **CAUA** | Borhull: **ADZ_SW1**

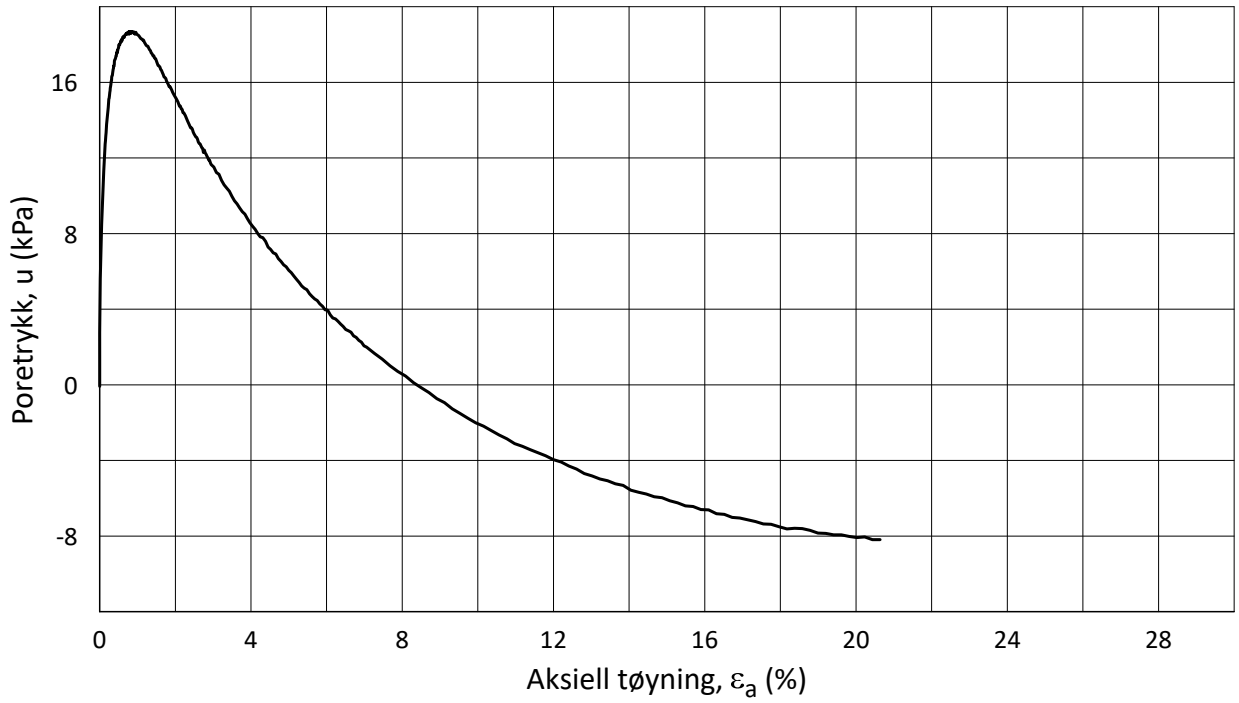
Figur nr. 1.1

Sylinder:	**4**	Dybde =	**7.00**	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	**A**	p_0' =	**91.5**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**1**	w_i =	**34.6**	%	σ_{ac}' =	-	-	**91.5**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**33.4**	%	σ_{rc}' =	-	-	**73.2**

Dato 2020-06-11 | Tegnet av ThV

H:\LABDATA\2020\20200022 (Sweco)\21-GU Borregaard Sarpsborg\AdvancedTest\03_TX\01_InProgress\20200022-21_SW1_4-A-1_StressStrain.grf



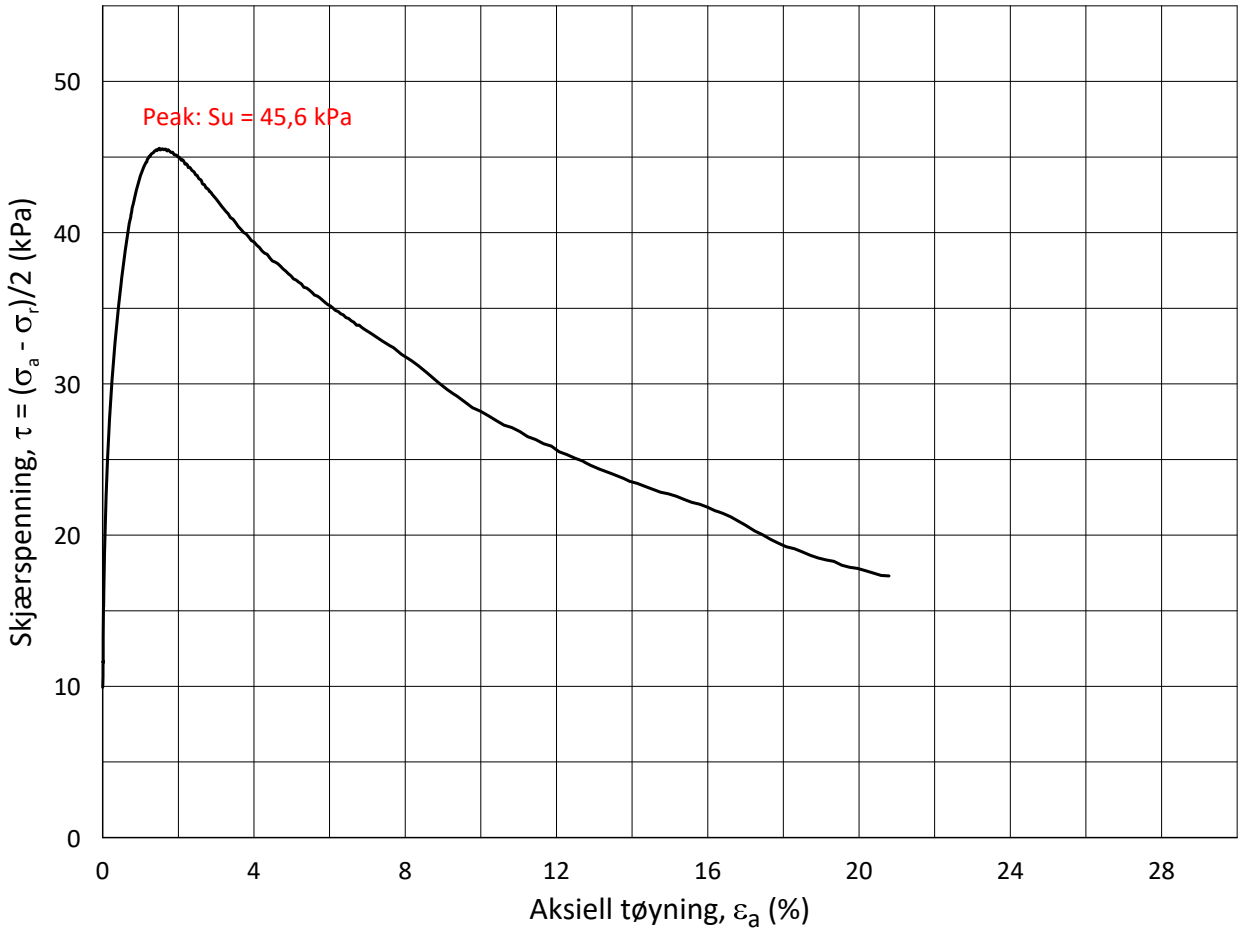


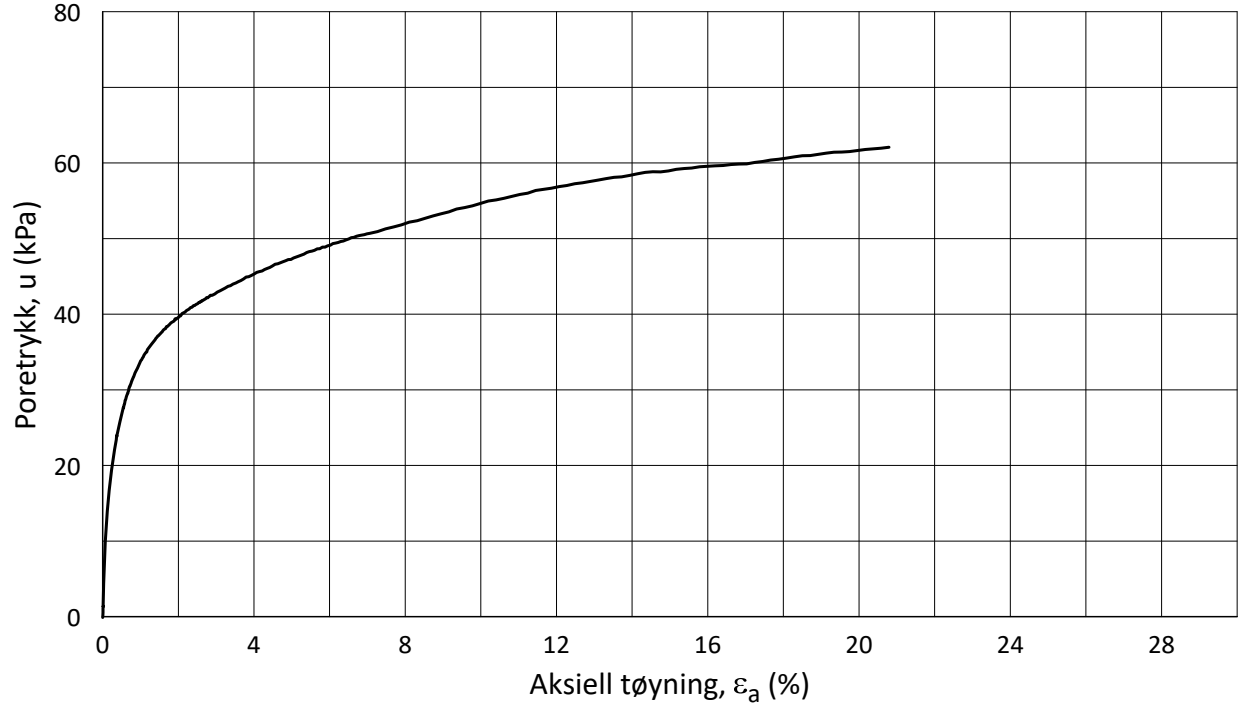
Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

GU Borregård Sarpsborg						Dokument nr. 20200022-21-.	
Triaksial test: **CAUA**	Borhull: **ADZ_SW5**					Figur nr. 1.1	
Sylinder: **2**	Dybde = **3.50** m	Konsolideringsspenninger				Dato 2020-06-11	Tegnet av ThV
Del: **A**	p_0' = **58.3** kPa	(kPa)	max.	min.	final		
Test: **1**	w_i = **29.2** %	σ_{ac}' =	-	-	**58.1**		
Lab.: **NGI Oslo**	w_c = **28.9** %	σ_{rc}' =	-	-	**46.6**		

H:\LABDATA\2020\20200022 (Sweco)\21-GU Borregaard Sarpsborg\AdvancedTest\03_TX\01_InProgress\20200022-21_SW5_2-A-1_StressStrain.grf



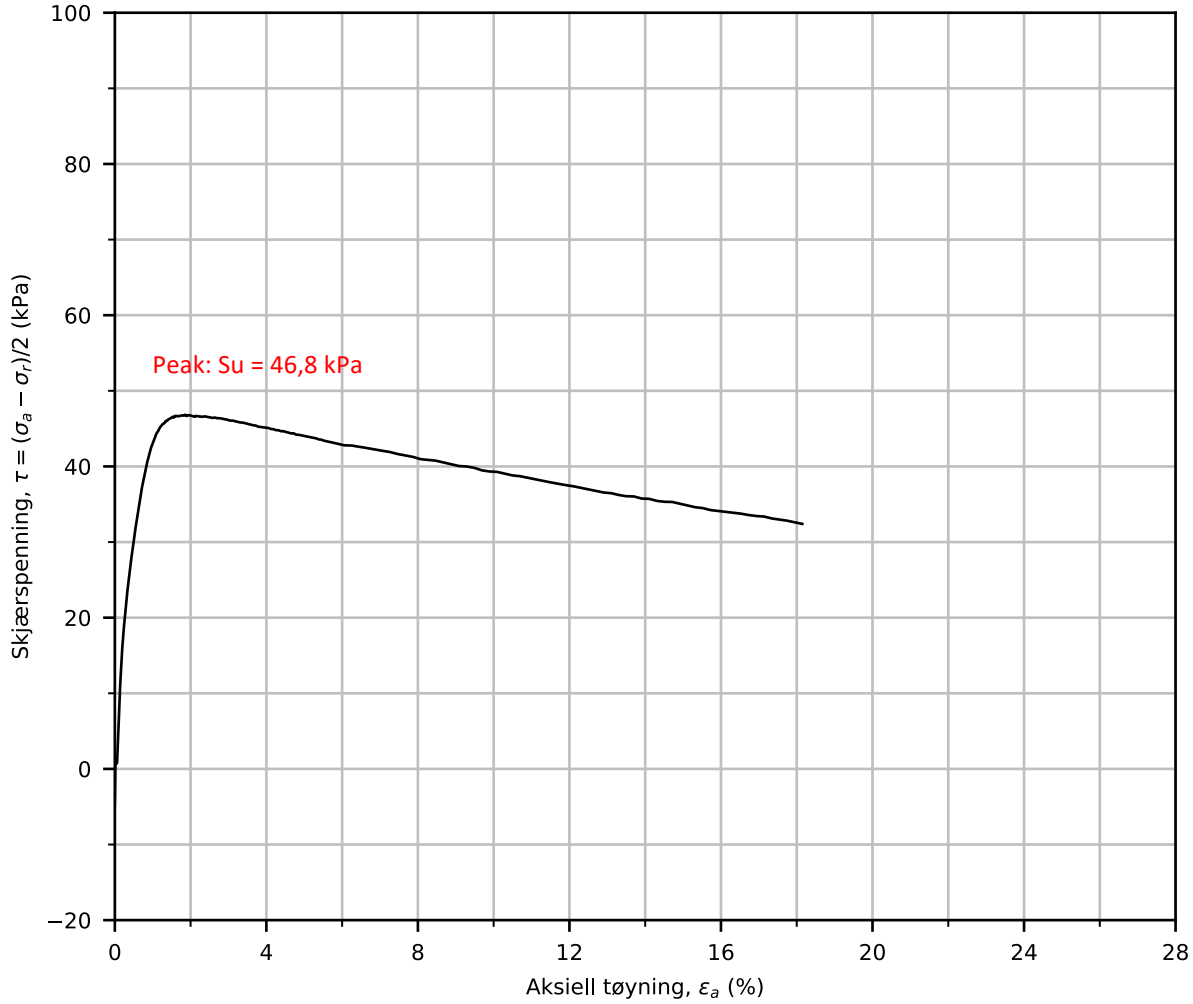


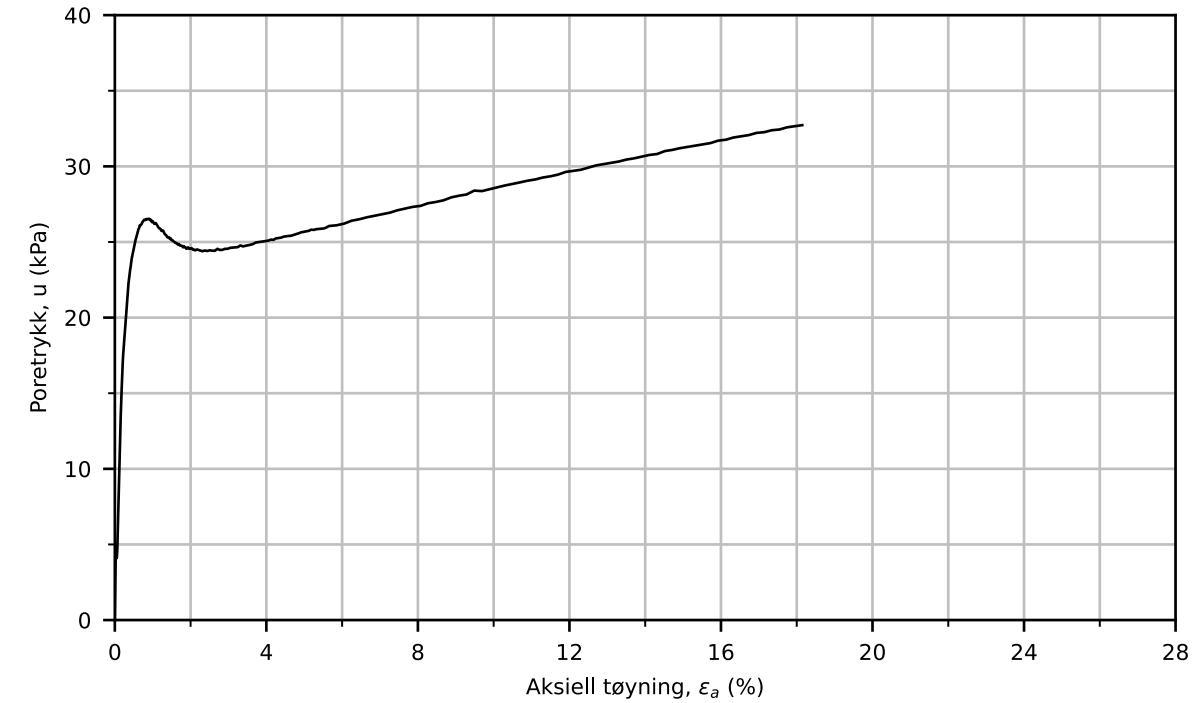
Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

GU Borregård Sarpsborg						Dokument nr. 20200022-21-.	
Triaksial test: **CAUA**	Borhull: **ADZ_SW5**					Figur nr. 1.1	
Sylinder: **4**	Dybde = **7.50** m	Konsolideringsspenninger				Dato 2020-06-15	Tegnet av ThV
Del: **A**	p_0' = **96.3** kPa	(kPa)	max.	min.	final		
Test: **1**	w_i = **44.5** %	σ_{ac}' =	-	-	**96.3**		
Lab.: **NGI Oslo**	w_c = **43.0** %	σ_{rc}' =	-	-	**77.0**		

H:\LABDATA\2020\20200022 (Sweco)\21-GU Borregaard Sarpsborg\AdvancedTest\03_TX\01_InProgress\20200022-21_SW5_4-A-1_StressStrain.grf

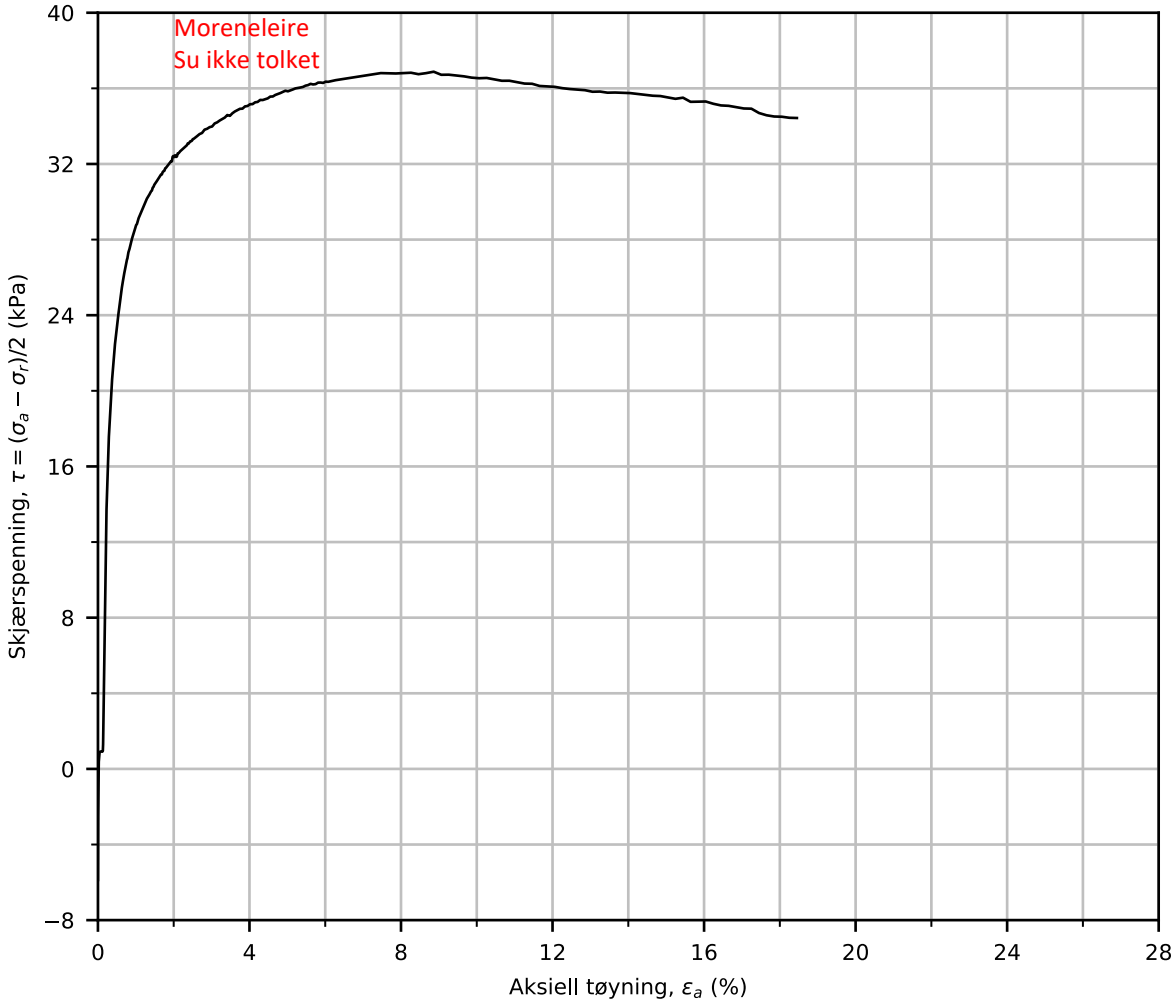


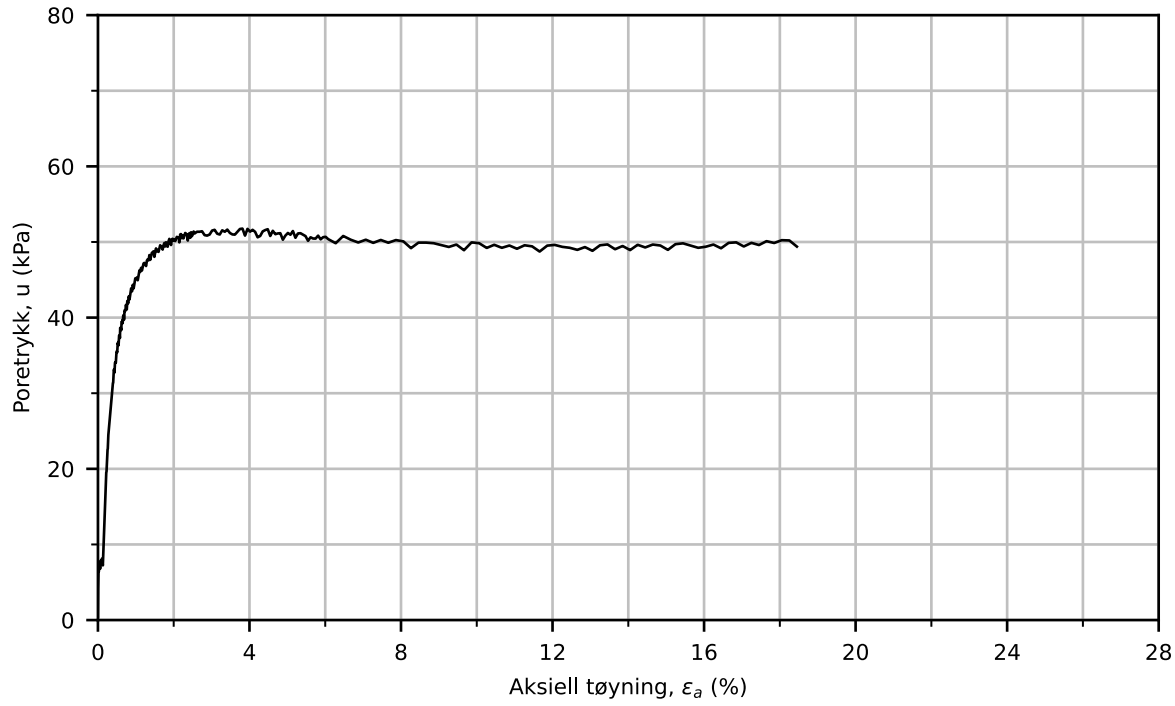


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_107					Figur nr.	X.x
Sylinder:	2	Dybde	= 3.43	m	Konsolideringsspenninger			Dato	Tegnet av
Del:	A	p_0'	= 47.9	kPa	(kPa)	max.	min.	final	2023-04-11	ThV
Test:	1	w_i	= 21.5	%	σ'_{ac}	59.2	-	47.9		
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 21.0	%	σ'_{rc}	57.4	-	57.5		





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

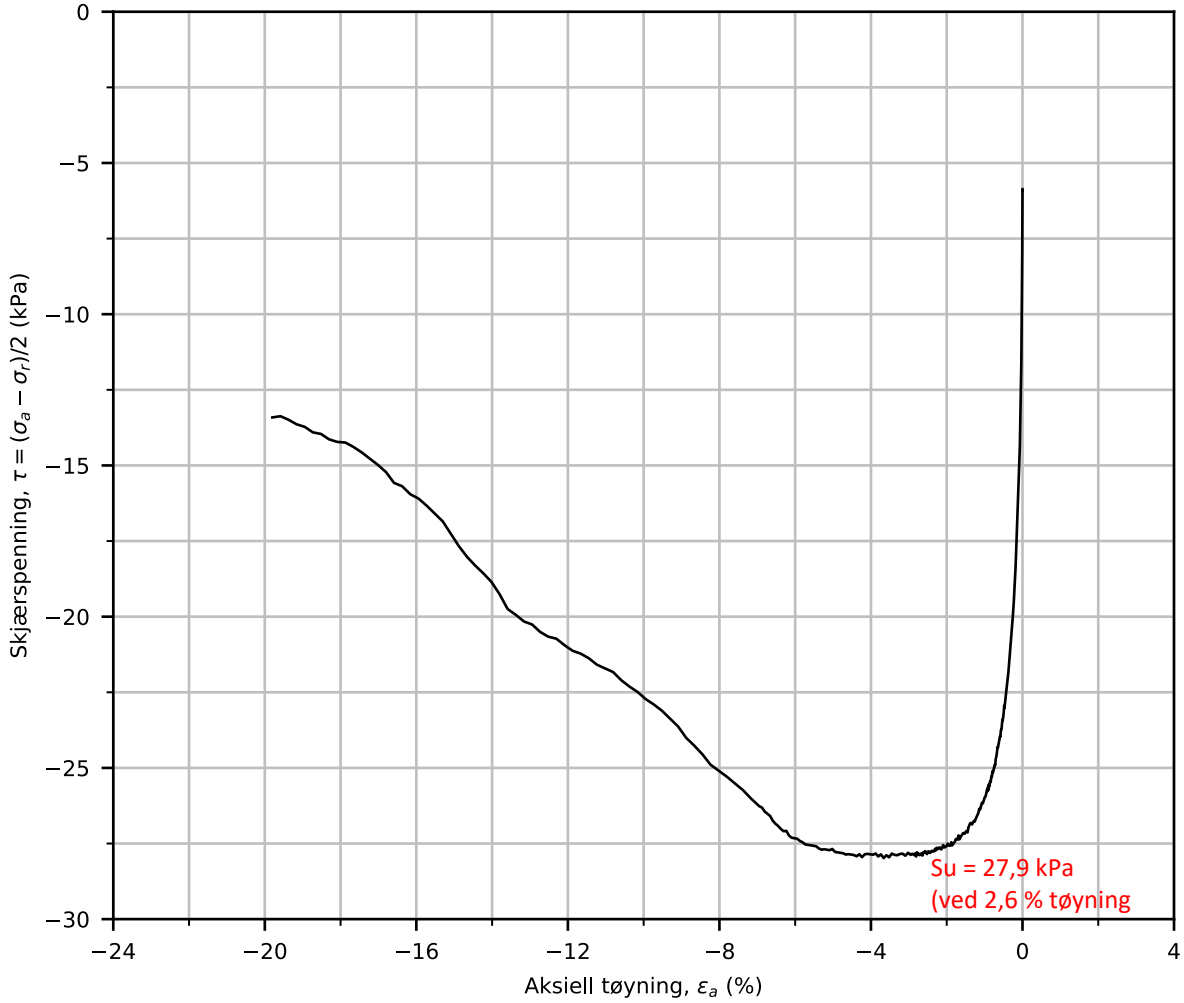
Borehull: CBZ_107

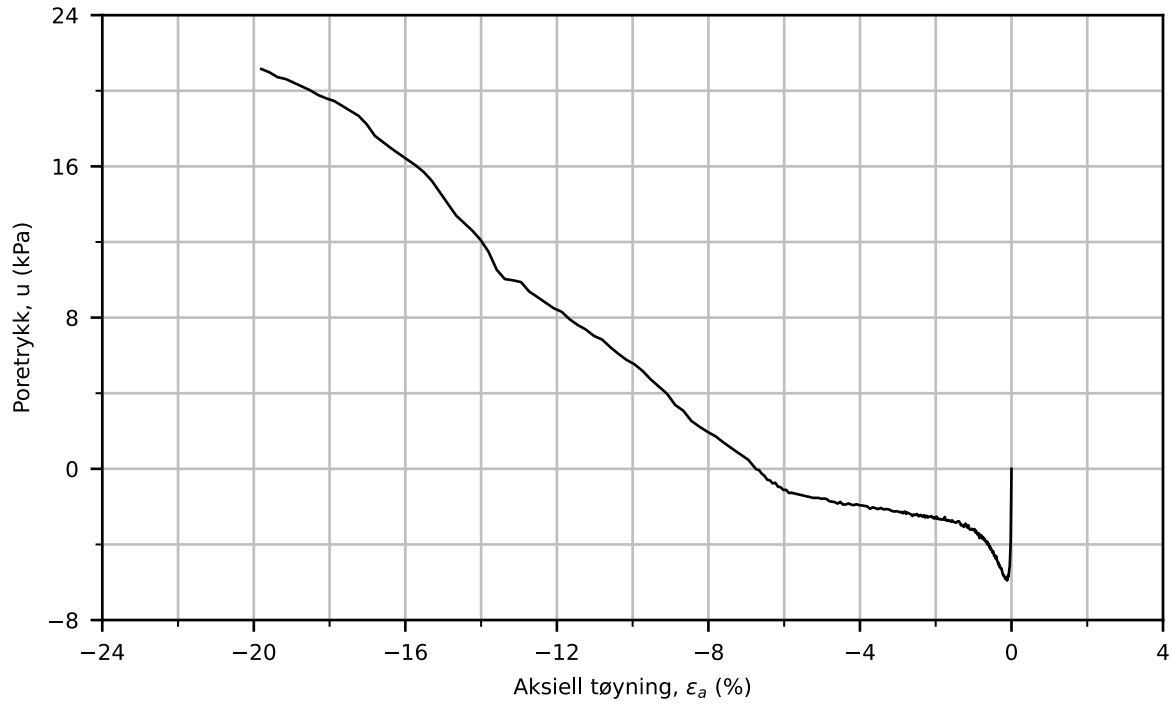
Figur nr. X.x

Sylinder:	3	Dybde	=	4.37	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	60.0	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	20.7	%	σ'_{ac}	73.7	-	60.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	19.3	%	σ'_{rc}	72.0	-	72.0

Dato 2023-04-24

Tegnet av ThV





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_107

Figur nr. X.x

Sylinder: 3
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	4.43	m
p_0'	=	60.0	kPa
w_i	=	32.7	%
w_c	=	32.0	%

Konsolideringsspenninger

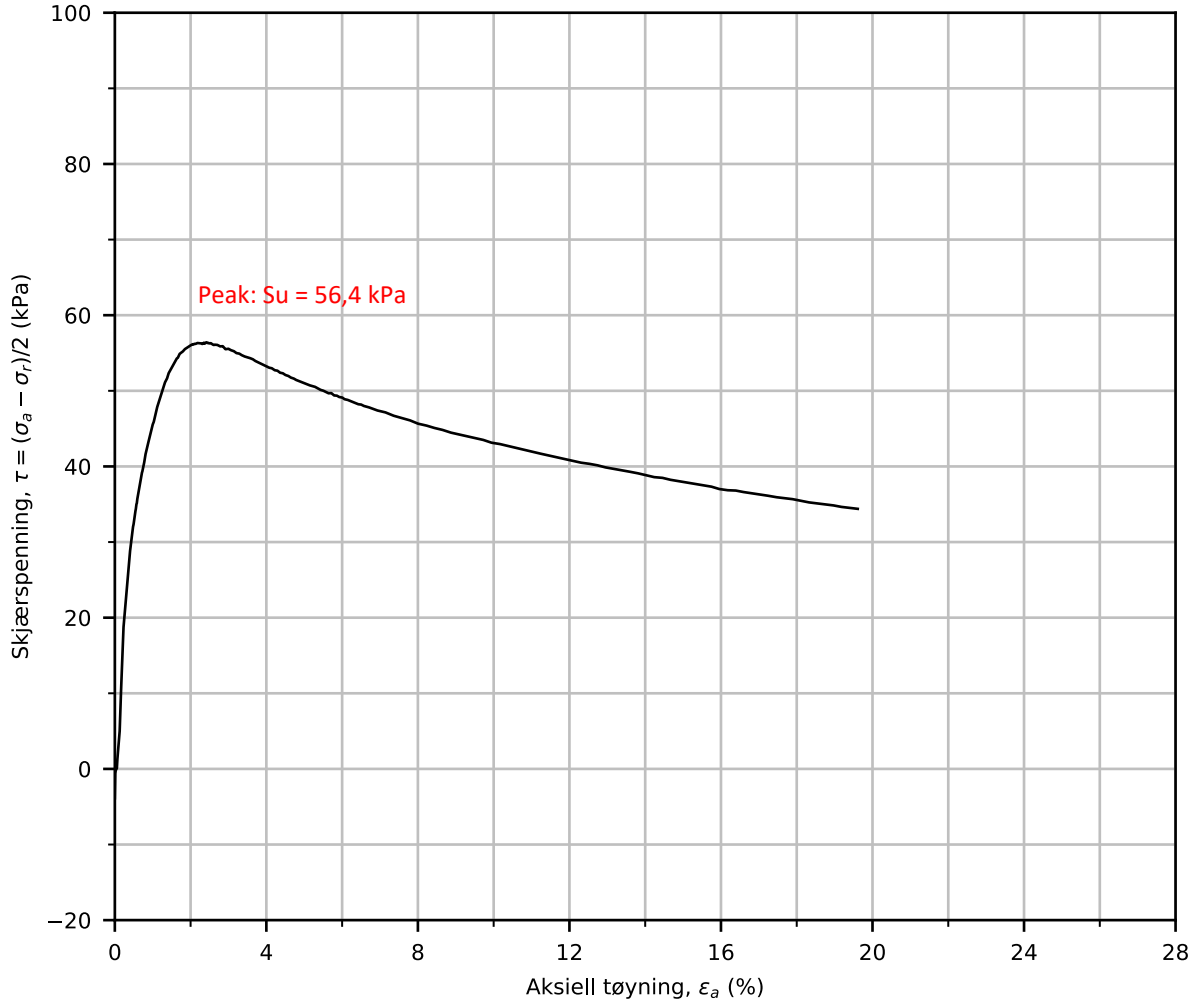
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	72.0	-	60.0
σ'_{rc}	72.0	-	72.0

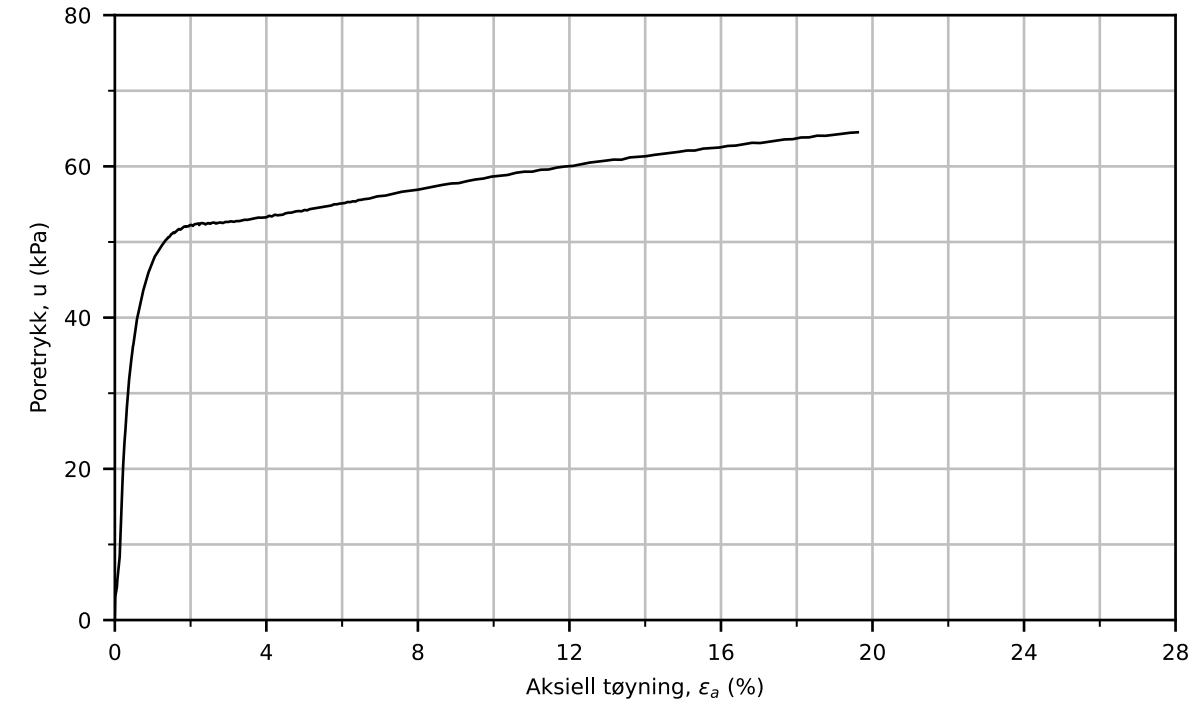
Dato 2023-04-14

Tegnet av PCa

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_107

Figur nr. X.x

Sylinder: 5
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	6.23	m
p_0'	=	82.4	kPa
w_i	=	34.8	%
w_c	=	33.9	%

Konsolideringsspenninger

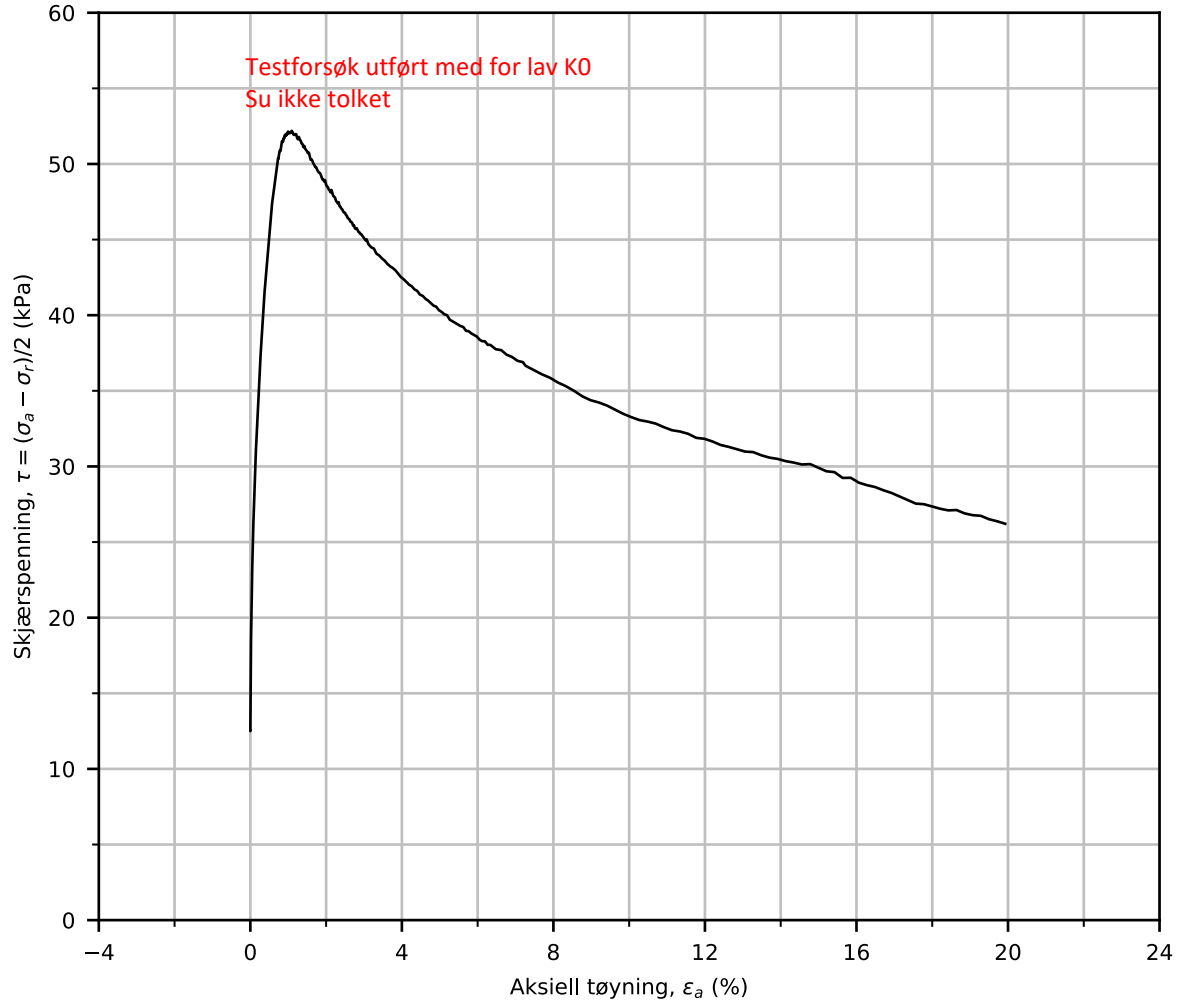
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	90.9	-	82.4
σ'_{rc}	90.5	-	90.6

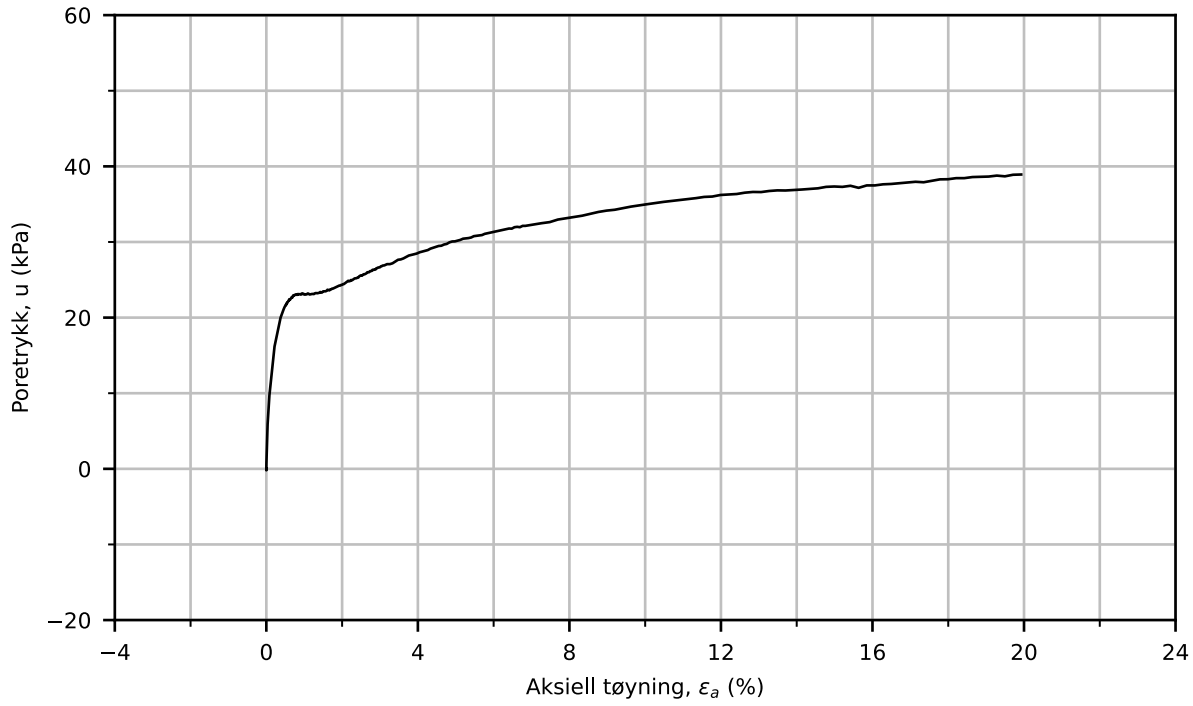
Dato 2023-04-26

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_107					
Sylinder:	5	Dybde	= 6.50	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 83.7	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	= 32.8	%	σ'_{ac}	-	-	83.7
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 32.1	%	σ'_{rc}	-	-	58.6

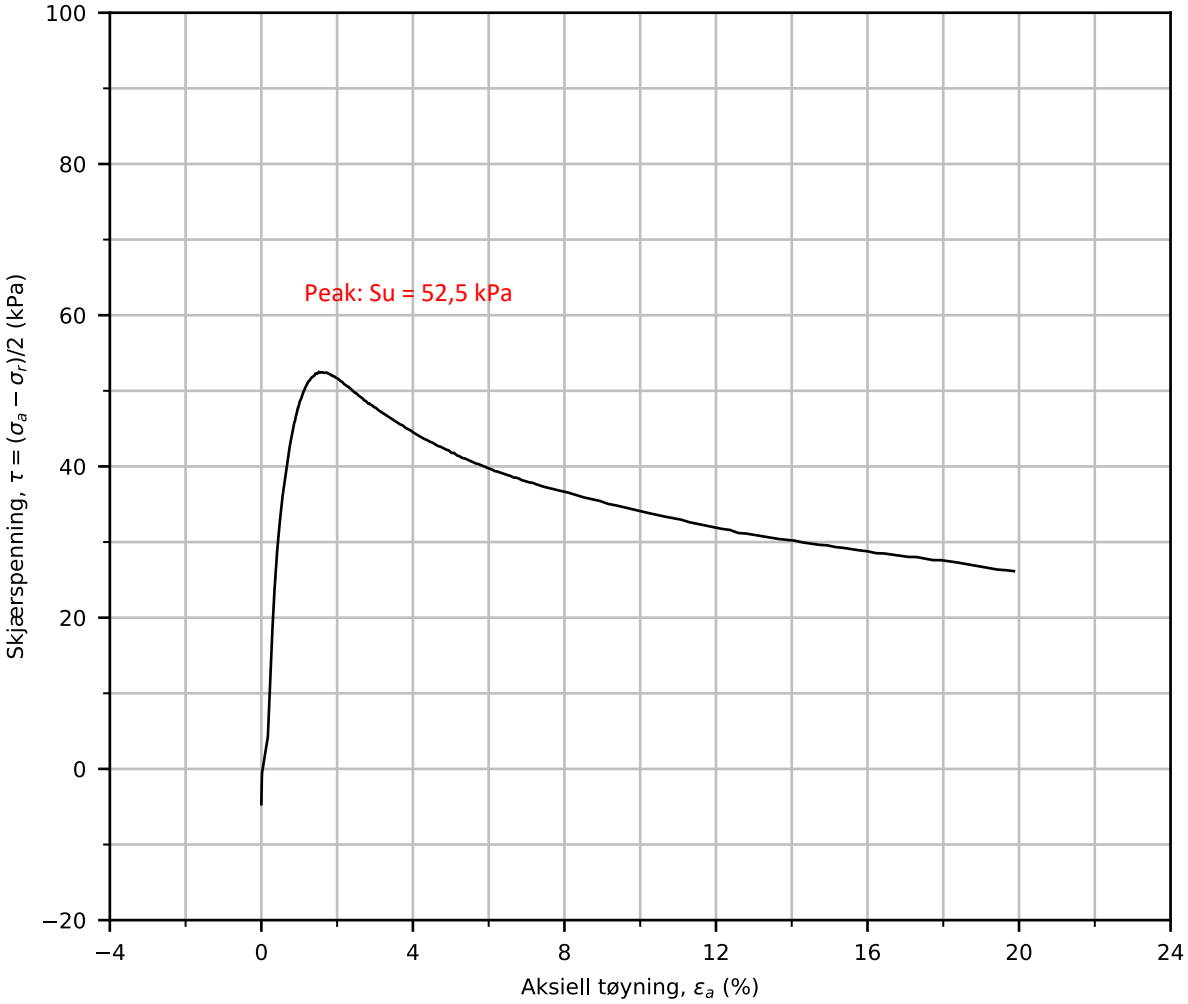
Dokument nr. 20230019-07

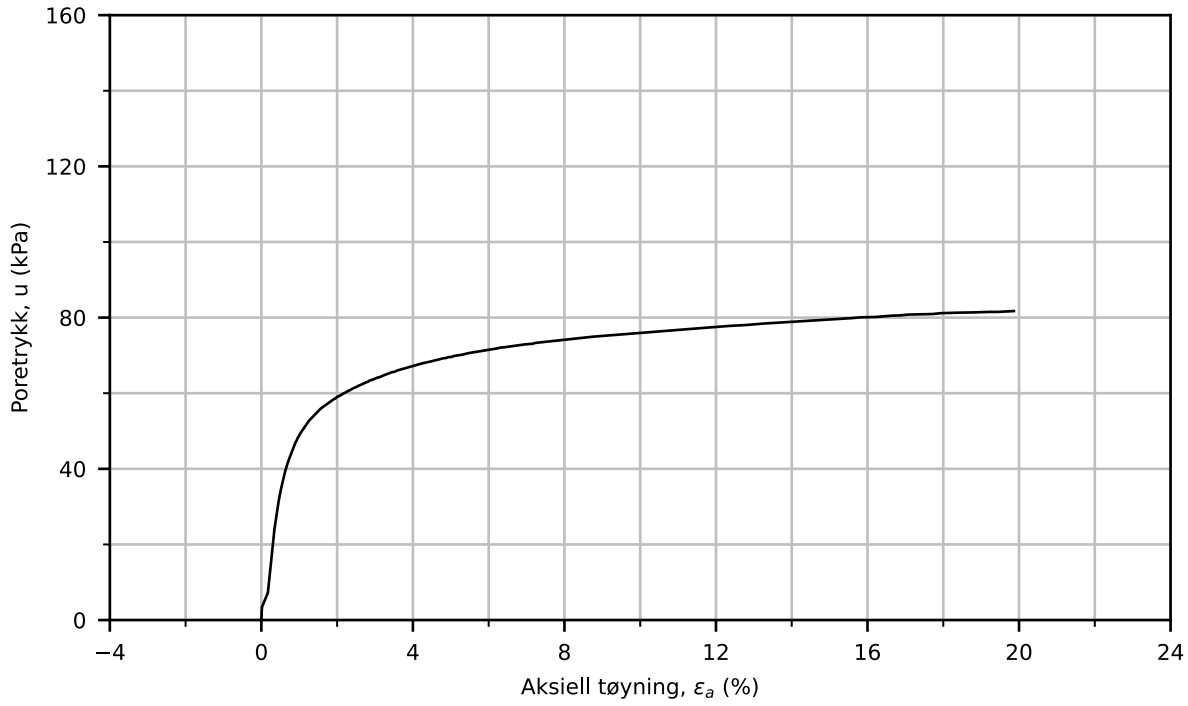
Figur nr. X.x

Dato 2023-04-17

Tegnet av YSu

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_107

Figur nr. X.x

Sylinder: 6
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	7.43	m
p_0'	=	91.7	kPa
w_i	=	45.9	%
w_c	=	44.7	%

Konsolideringsspenninger

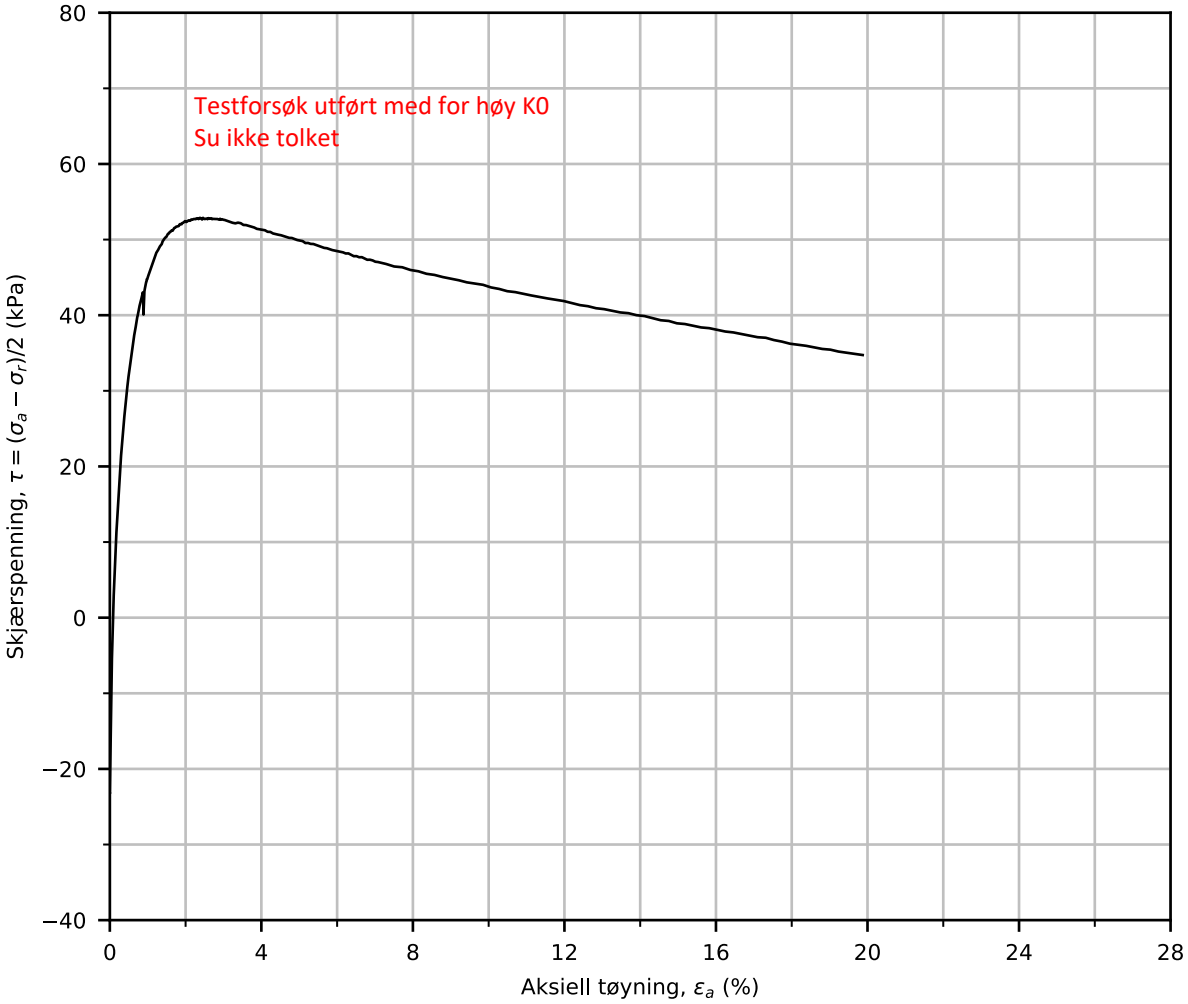
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	102.9	-	91.7
σ'_{rc}	100.9	-	100.9

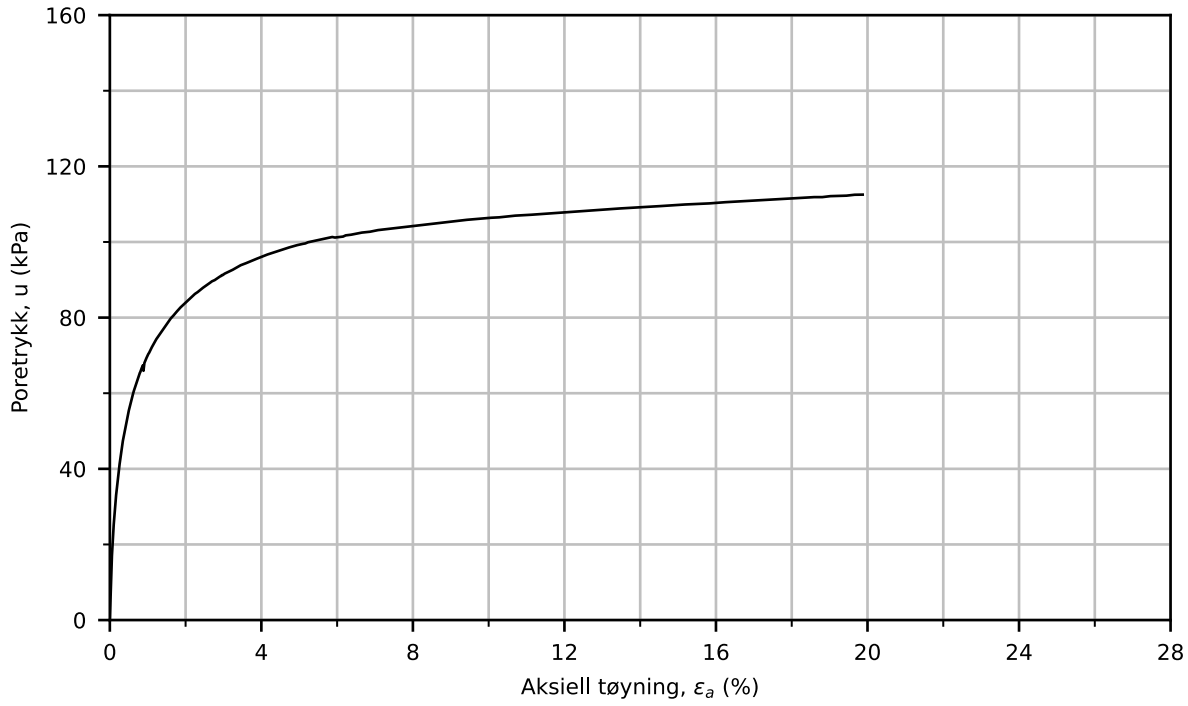
Dato 2023-04-14

Tegnet av PCa

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01

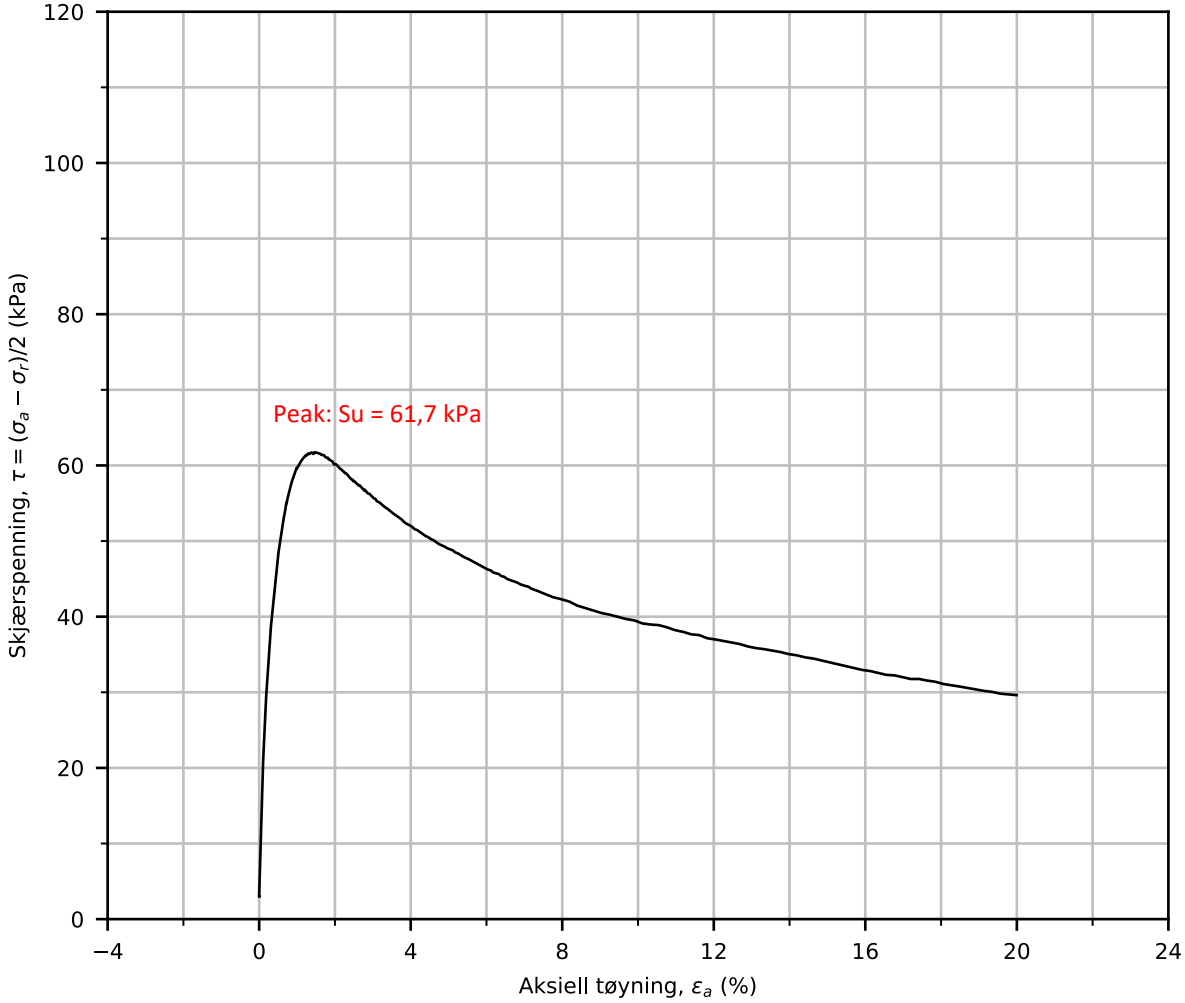


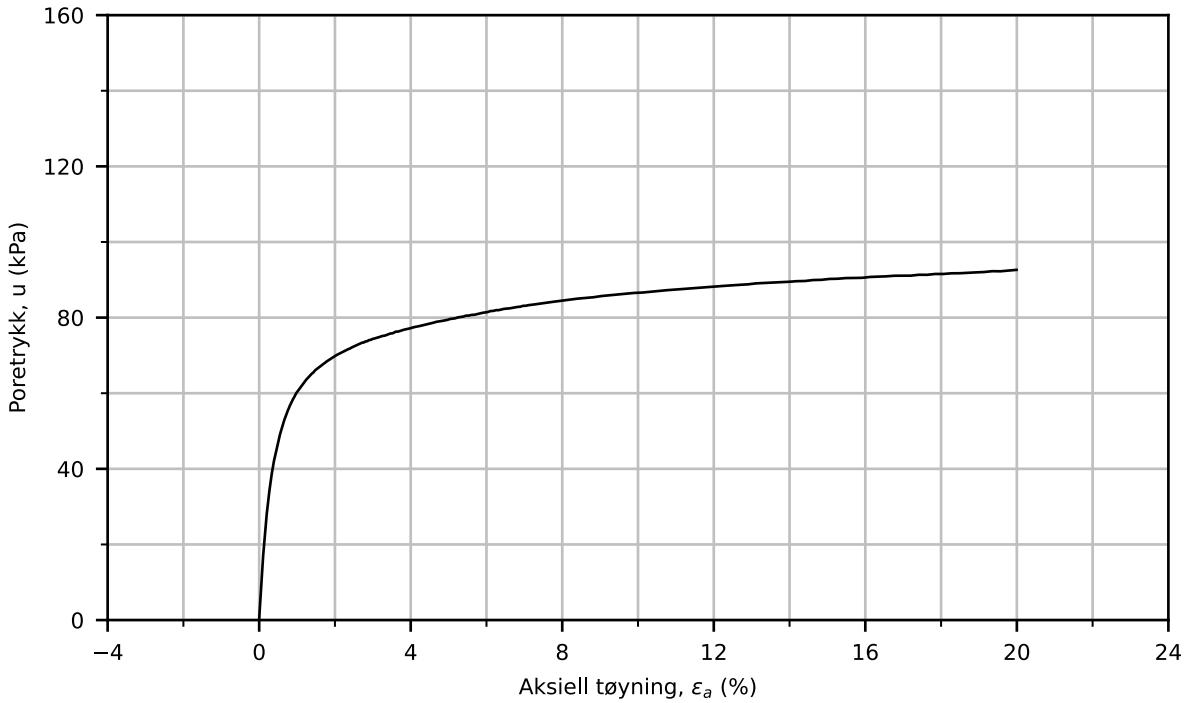


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_107					Figur nr.	X.x
Sylinder:	6	Dybde	=	7.65	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-11 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	93.2	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	=	38.9	%	σ'_{ac}	139.8	-	93.2
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	35.5	%	σ'_{rc}	139.8	-	139.8





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_107

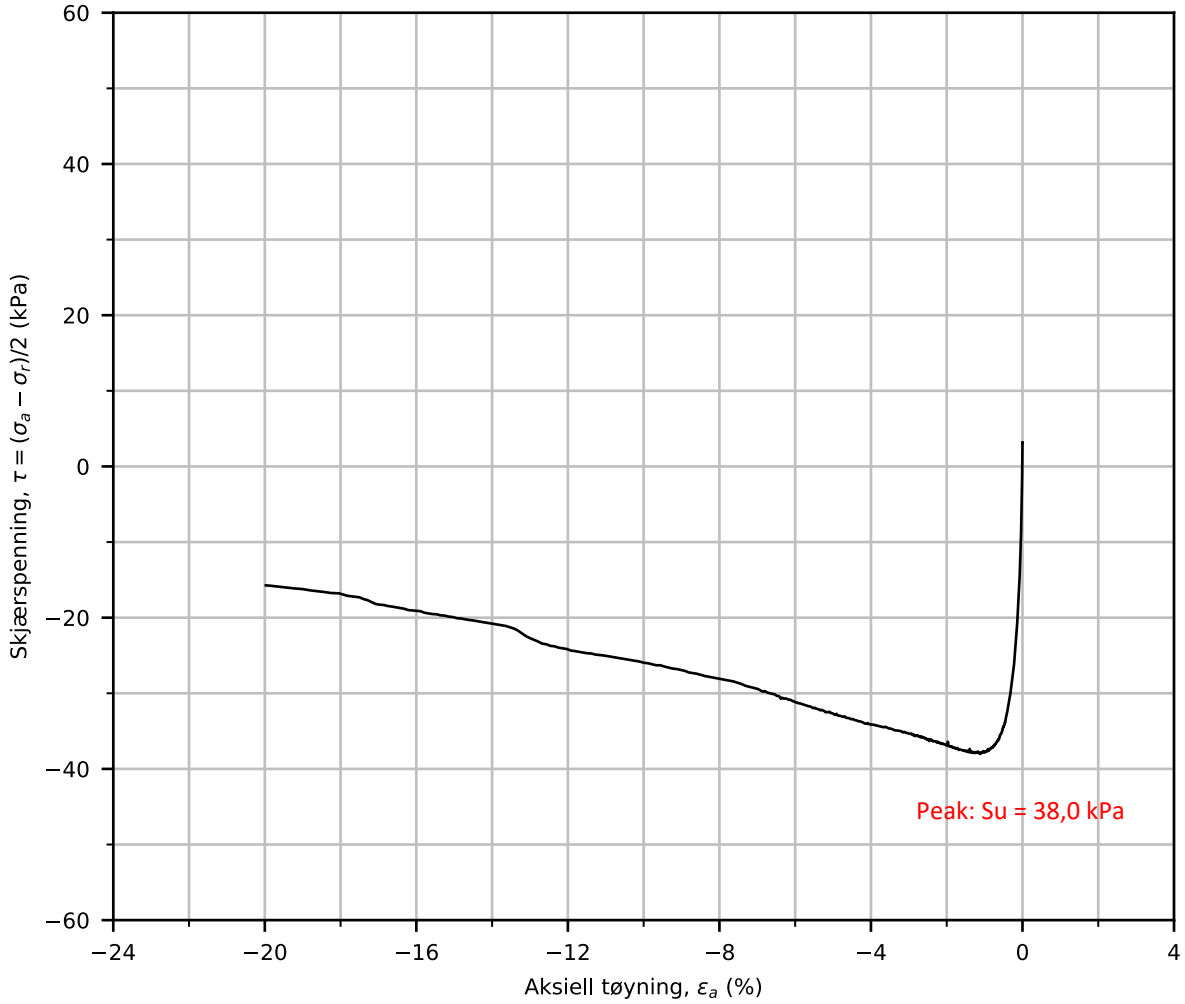
Figur nr. X.x

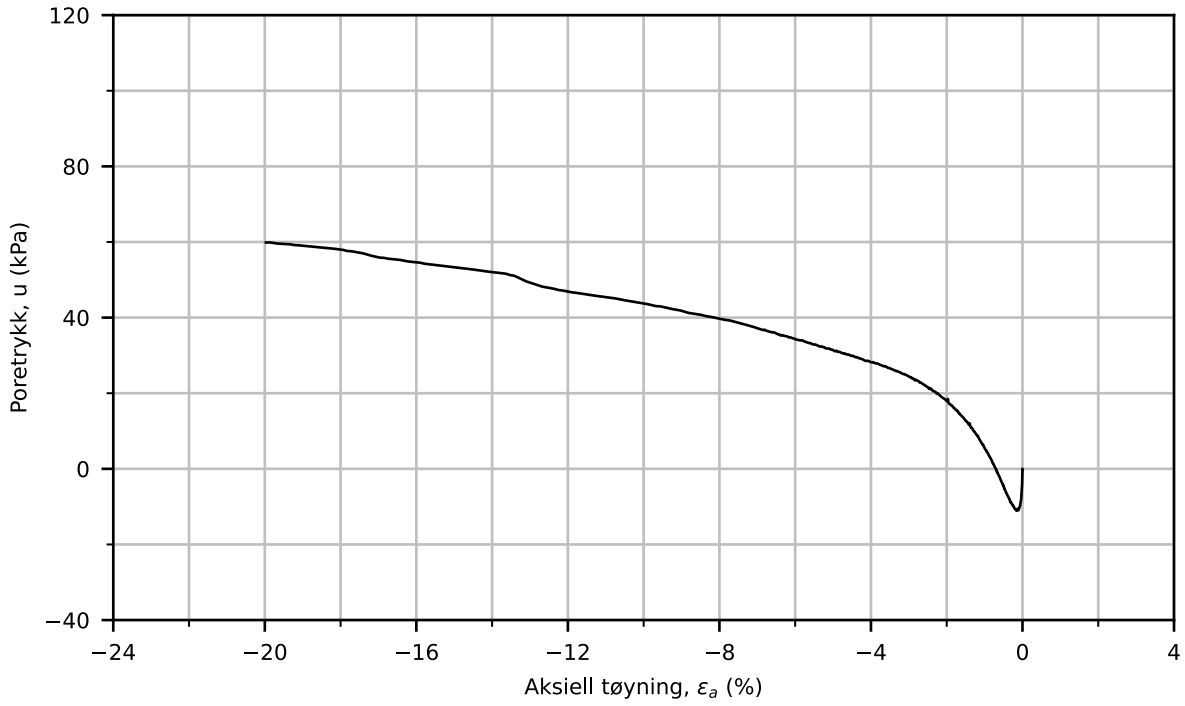
Sylinder:	9	Dybde	=	10.43	m	Konsolideringsspenninger	
Del:	A	p_0'	=	121.5	kPa	(kPa) max. min. final	
Test:	1	w_i	=	39.1	%	σ'_{ac} - - 121.5	
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	38.2	%	σ'_{rc} - - 115.4	

Dato 2023-04-14

Tegnet av PCa

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_107

Figur nr. X.x

Sylinder: 9
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	10.63	m
p_0'	=	123.0	kPa
w_i	=	44.4	%
w_c	=	43.2	%

Konsolideringsspenninger

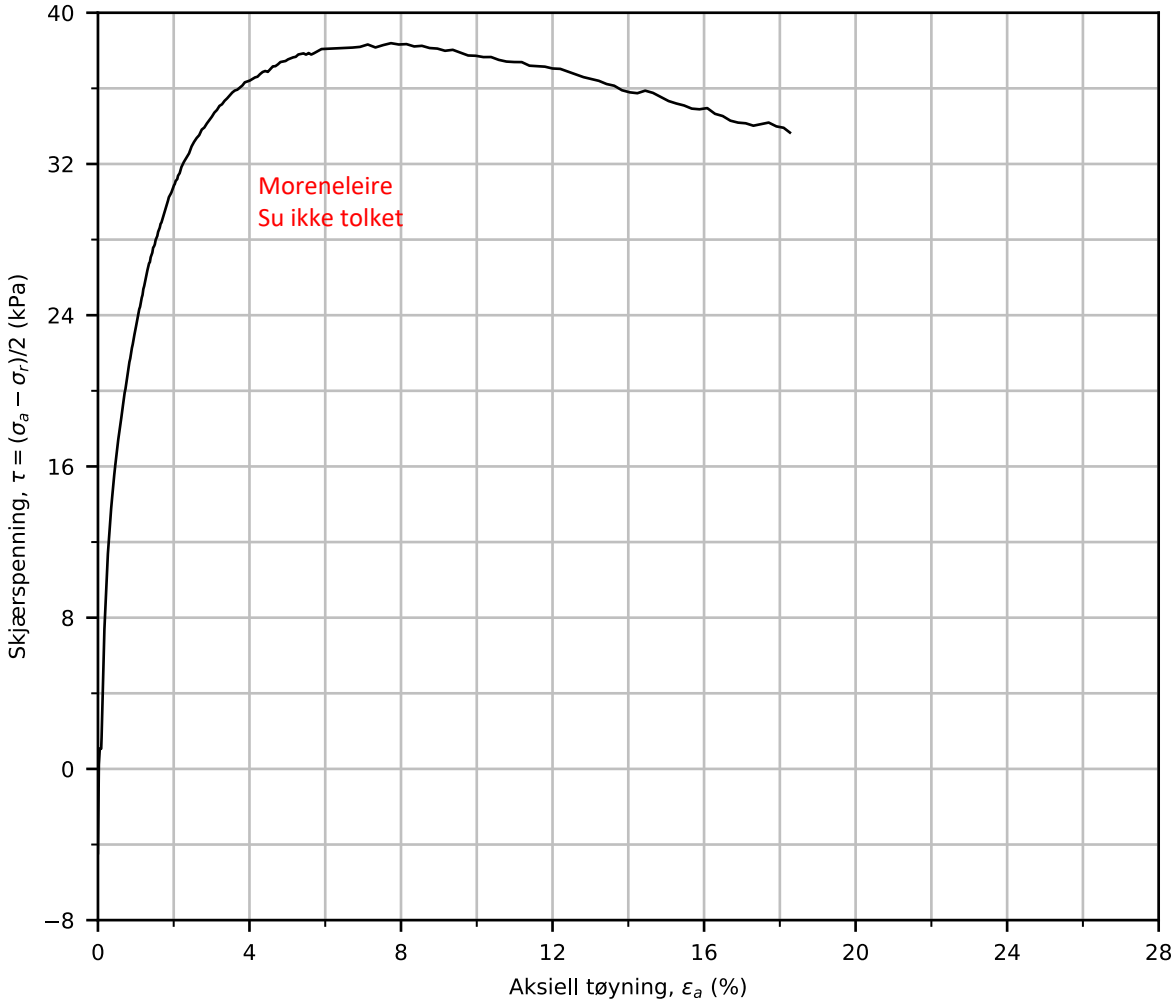
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	-	-	123.0
σ'_{rc}	-	-	116.9

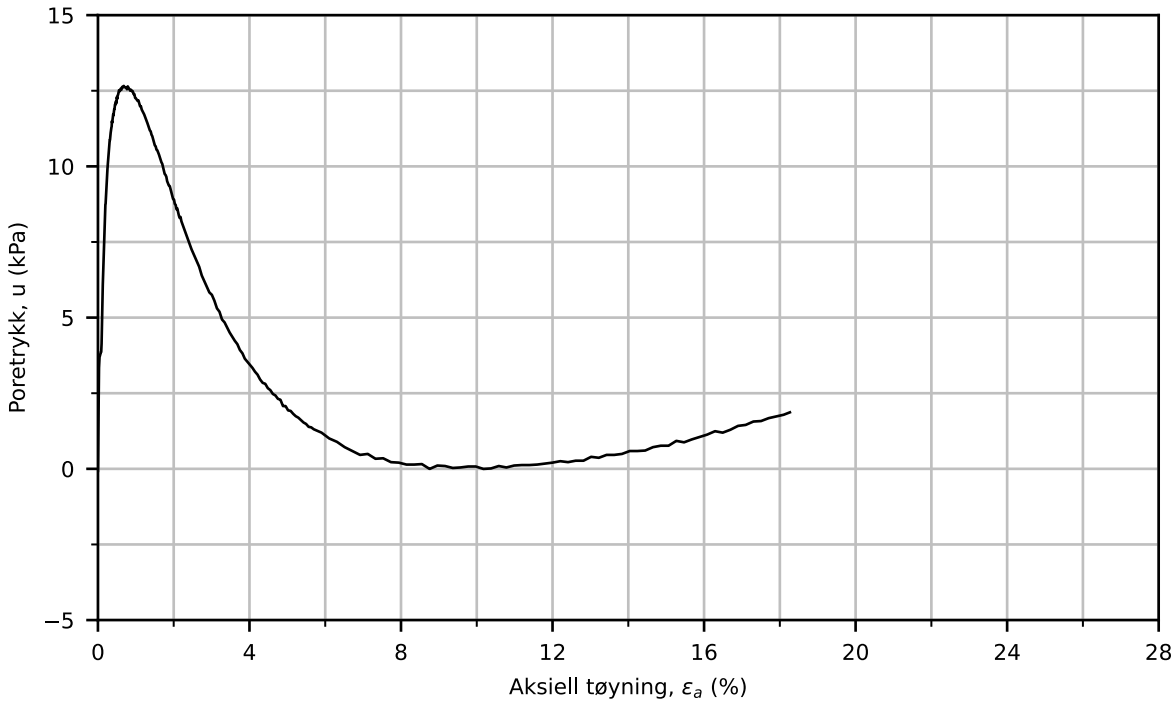
Dato 2023-04-14

Tegnet av PCa

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





Borregaard faresoneutredning

Test type: CAUA	Borehull: CBZ_122							
Sylinder: 2	Dybde = 1.50 m	Konsolideringsspenninger						
Del: A	p_0' = 18.3 kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.			
Test: 1	w_i = 17.7 %	σ'_{ac}	30.6	-	18.3			
Lab: NGI Oslo	w_c = 17.4 %	σ'_{rc}	27.5	-	27.5			

Dokument nr. 20230019-07-01-R

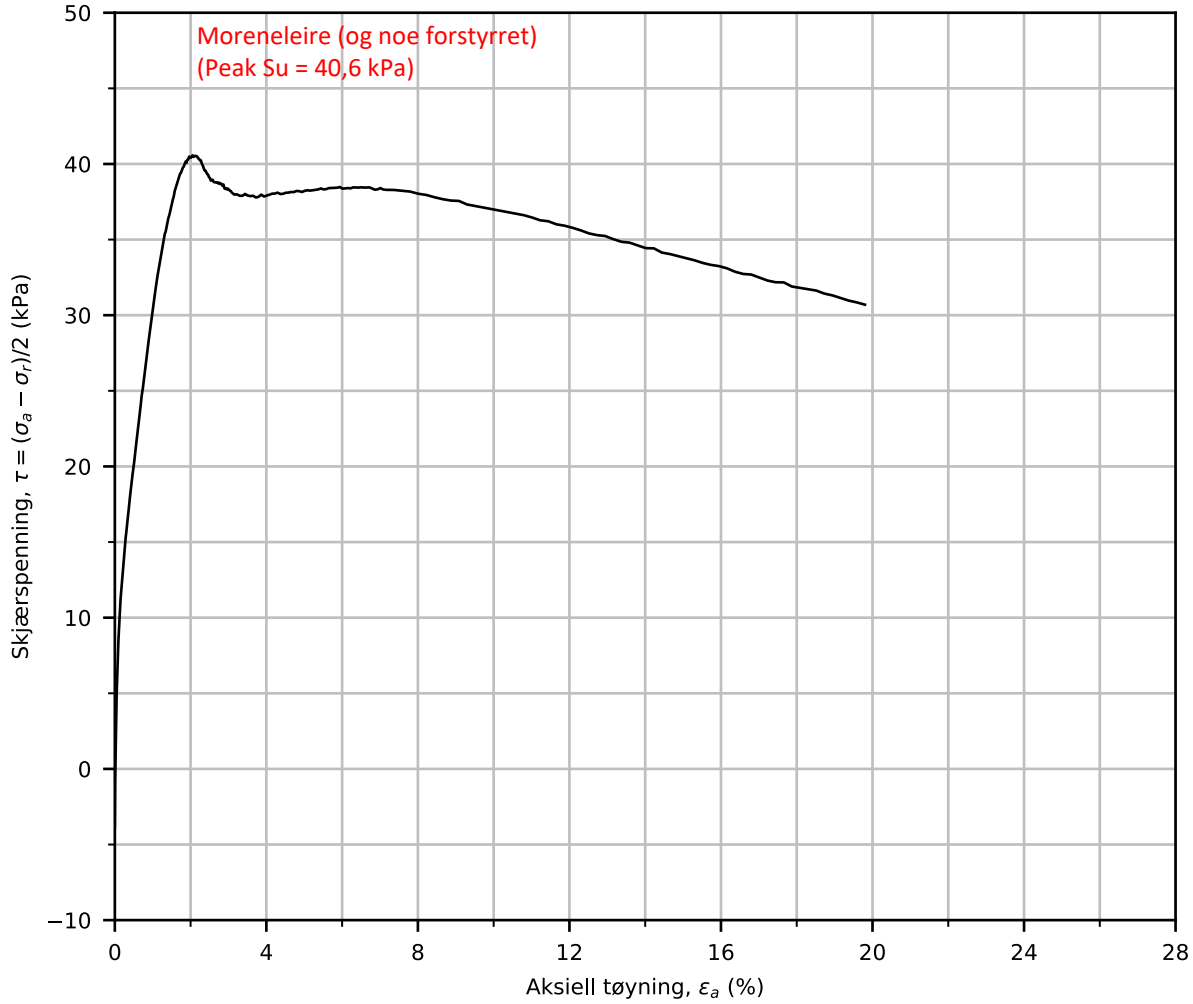
Figur nr. X.x

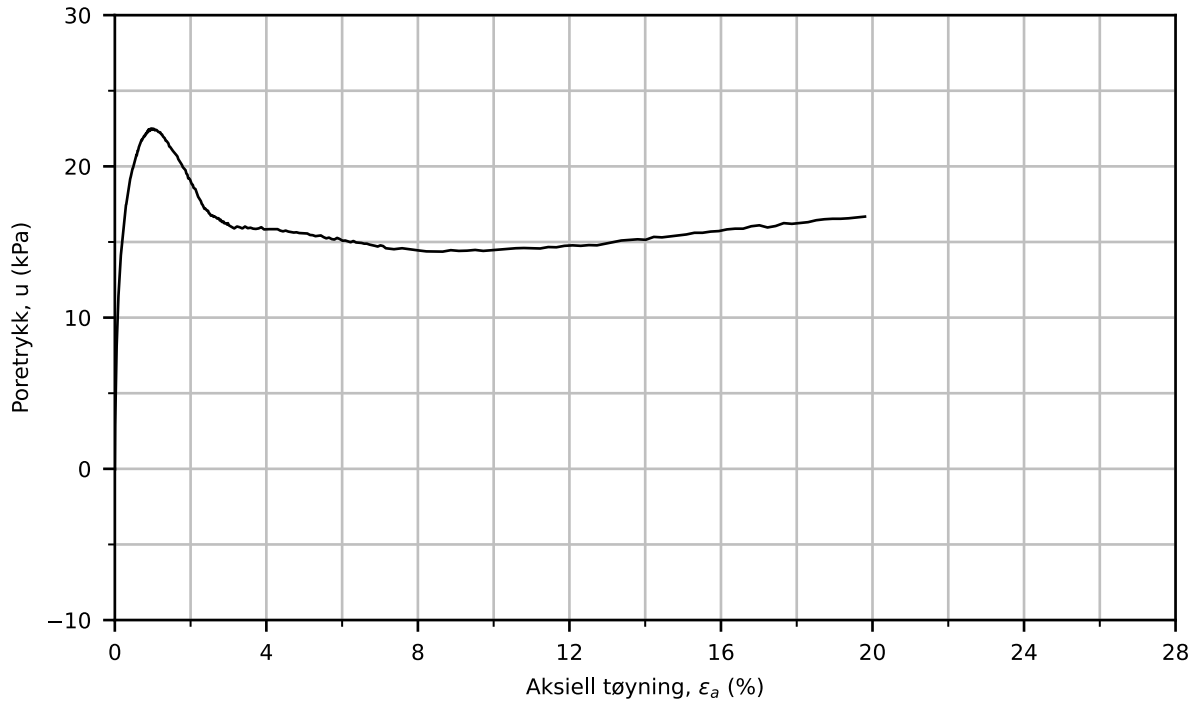
Dato 2023-05-08

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





Borregaard faresoneutredning

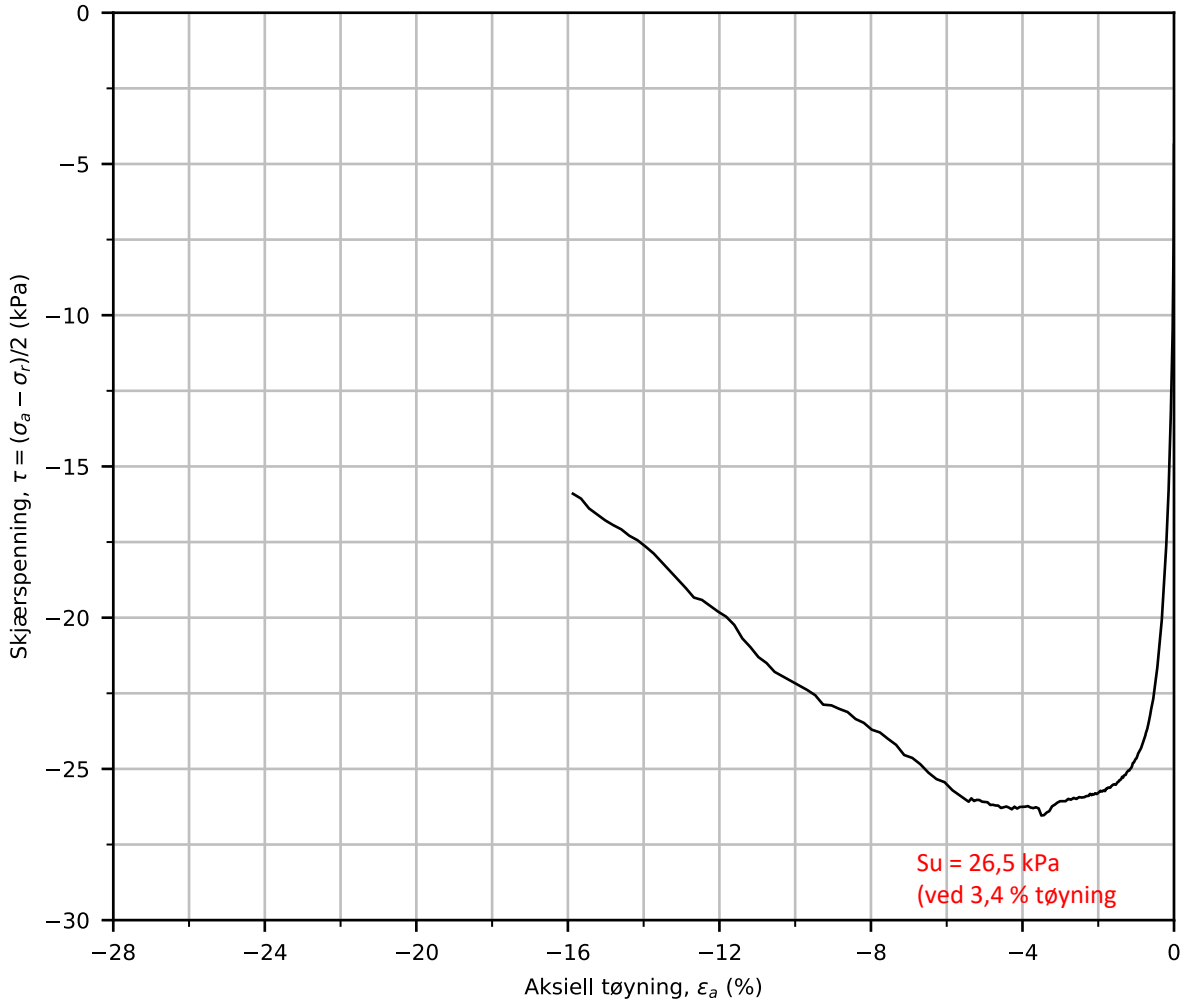
Dokument nr. 20230019-07-01-R

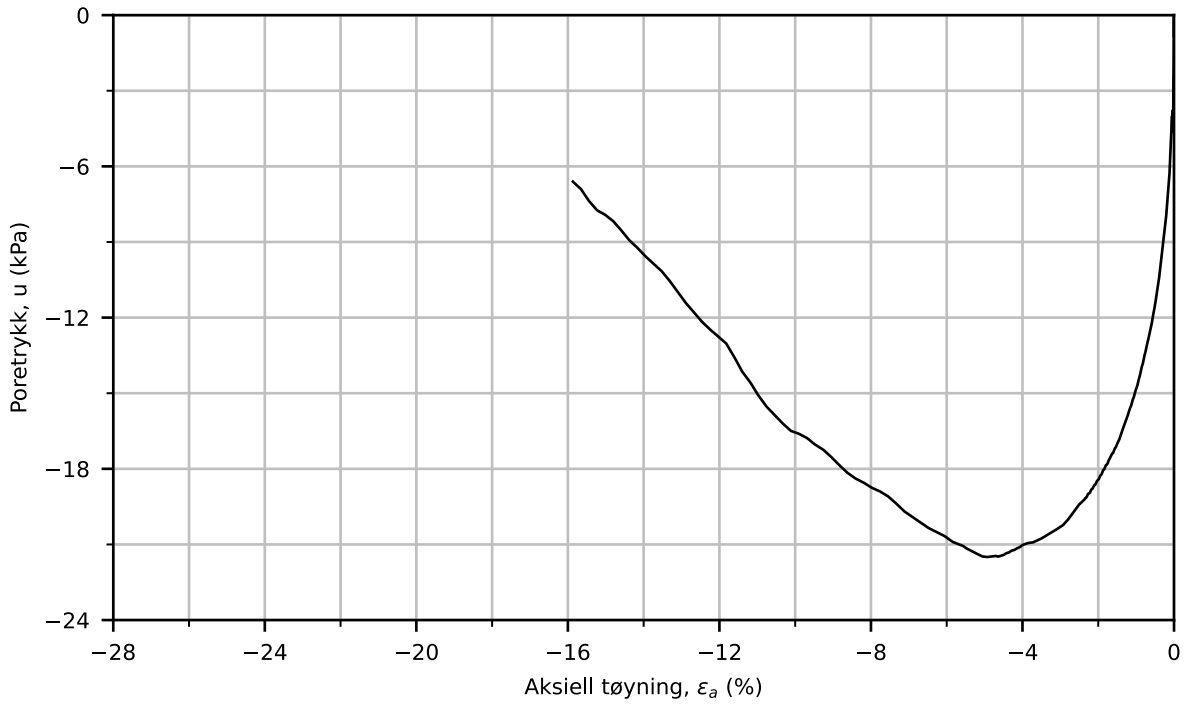
Figur nr. X.x

Dato 2023-04-27 | Tegnet av ThV

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_122					
Sylinder:	4	Dybde	=	4.23	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	31.2	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	32.4	%	σ'_{ac}	39.1	-	31.3
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	32.3	%	σ'_{rc}	37.1	-	39.1

2022-06-30\02_V24 - Rev01





Borregaard faresoneutredning

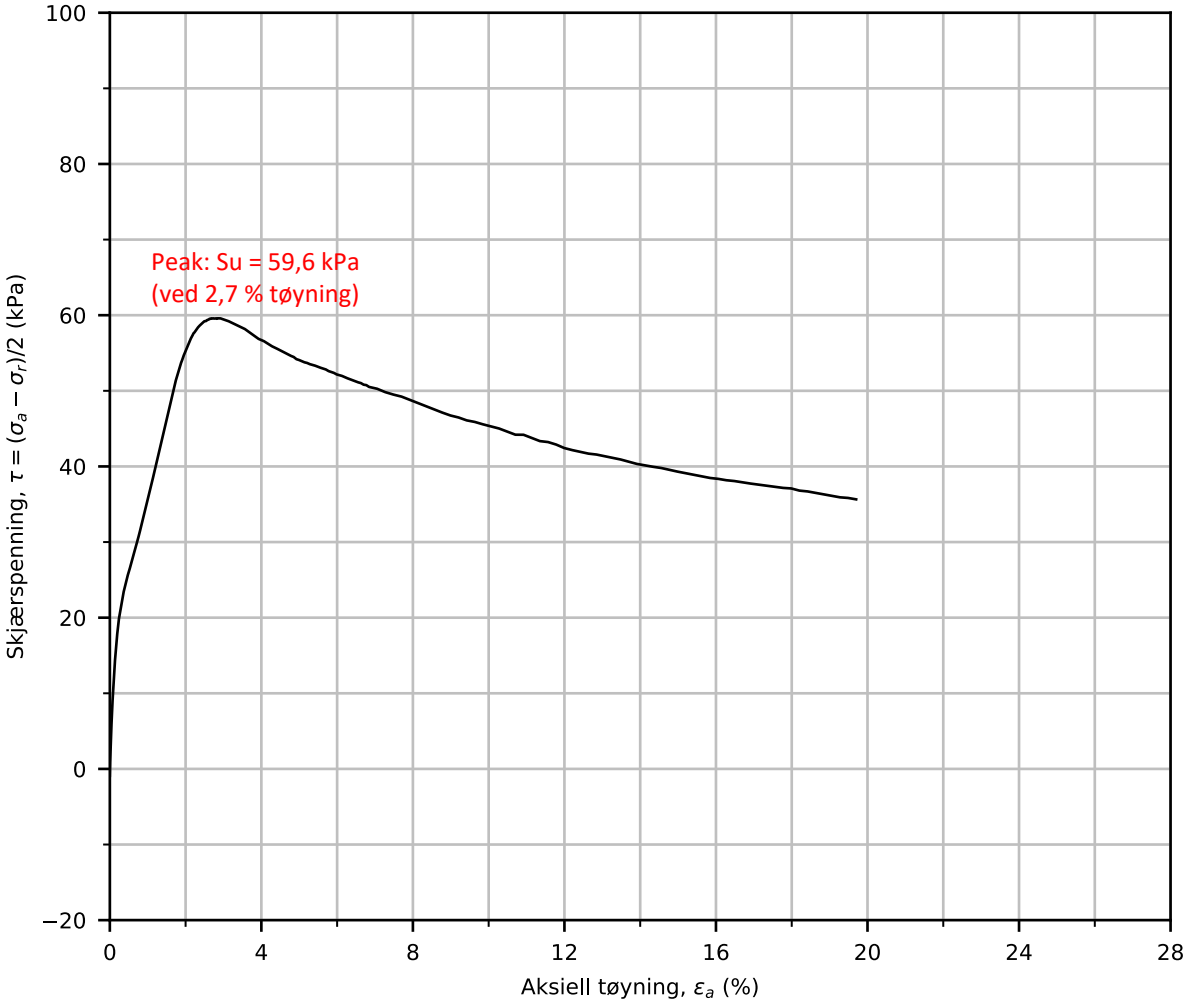
Dokument nr.: 20230019-07-01-R

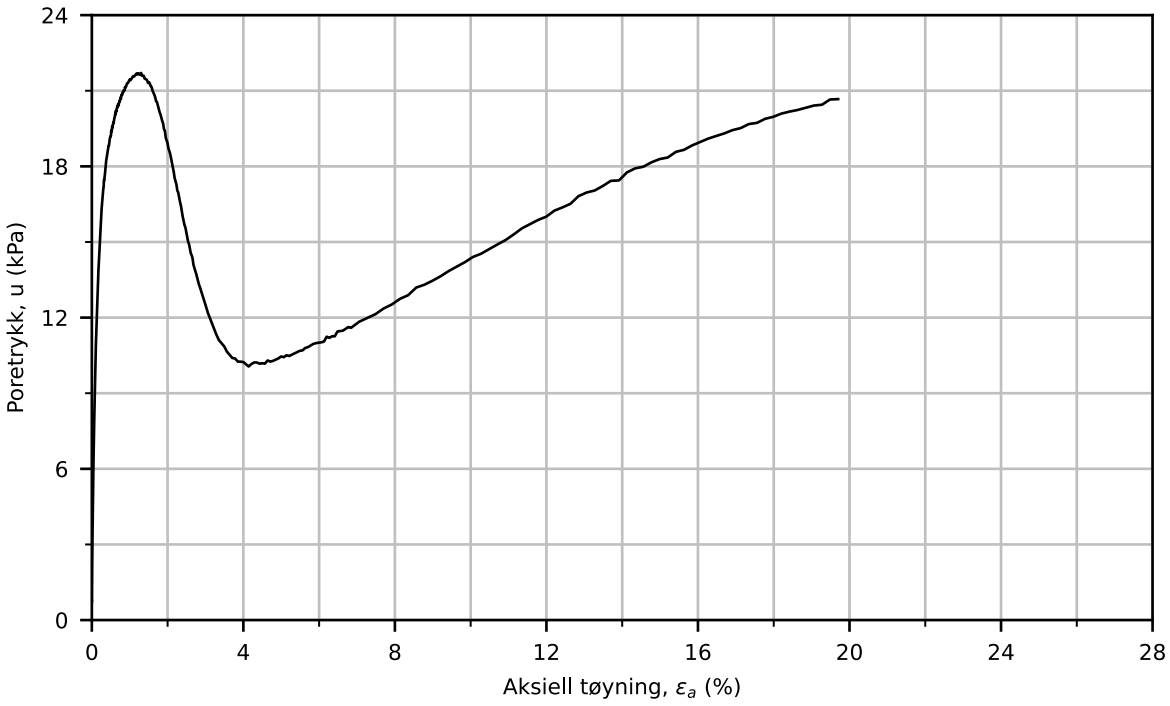
Figur nr.: X.x

Dato: 2023-05-15

Tegnet av: ThV

Test type:	CAUP	Borehull:	CBZ_122					
Sylinder:	4	Dybde	=	4.57	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	35.1	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	2	w_i	=	33.6	%	σ'_{ac}	46.8	-	35.1
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	33.4	%	σ'_{rc}	43.9	-	43.9





Borregaard faresoneutredning

Dokument nr.: 20230019-07-01-R

Figur nr.: X.x

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_122

Sylinder: 6
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	6.23	m
p_0'	=	45.3	kPa
w_i	=	37.1	%
w_c	=	36.9	%

Konsolideringsspenninger

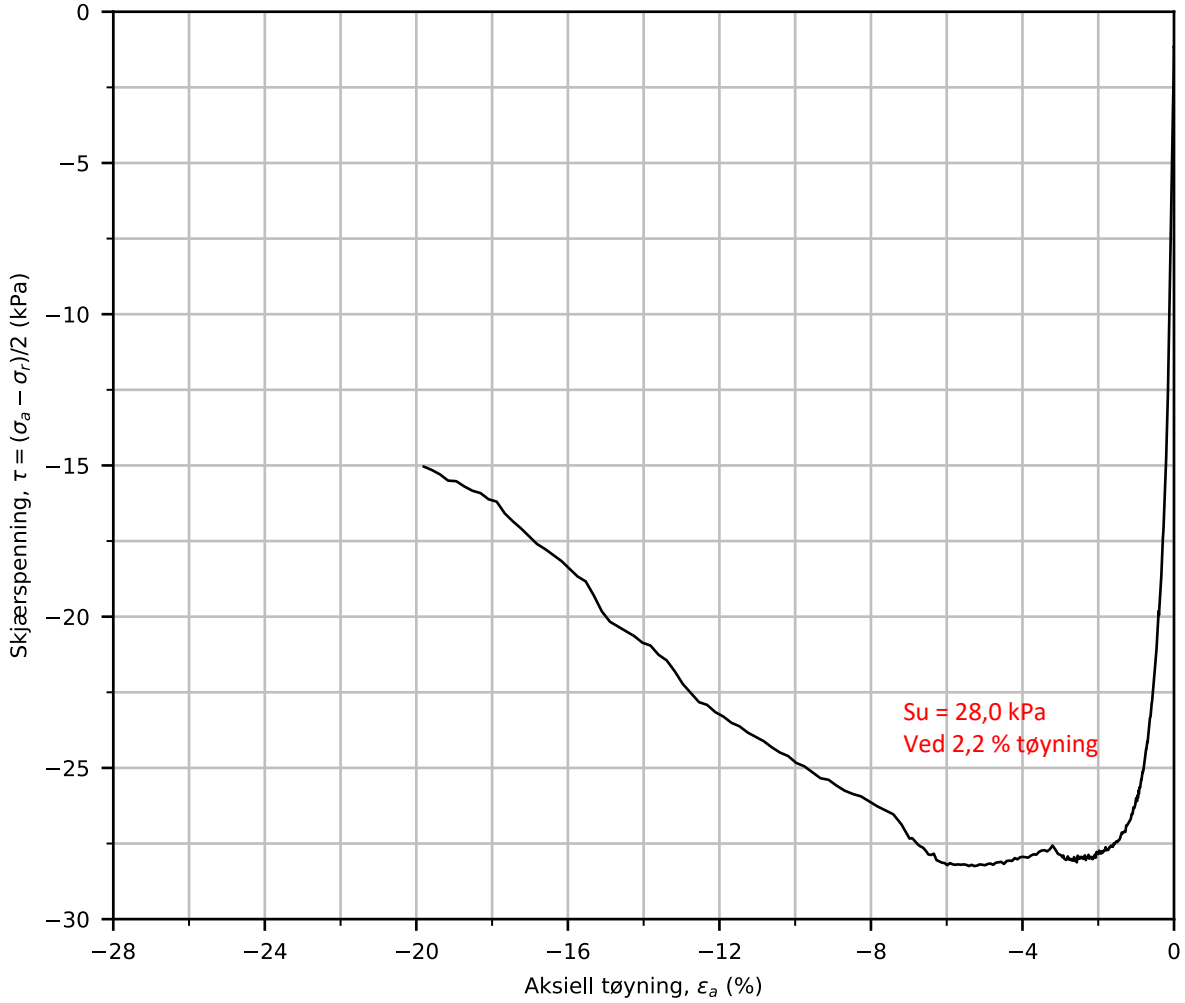
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	50.5	-	45.3
σ'_{rc}	47.5	-	47.6

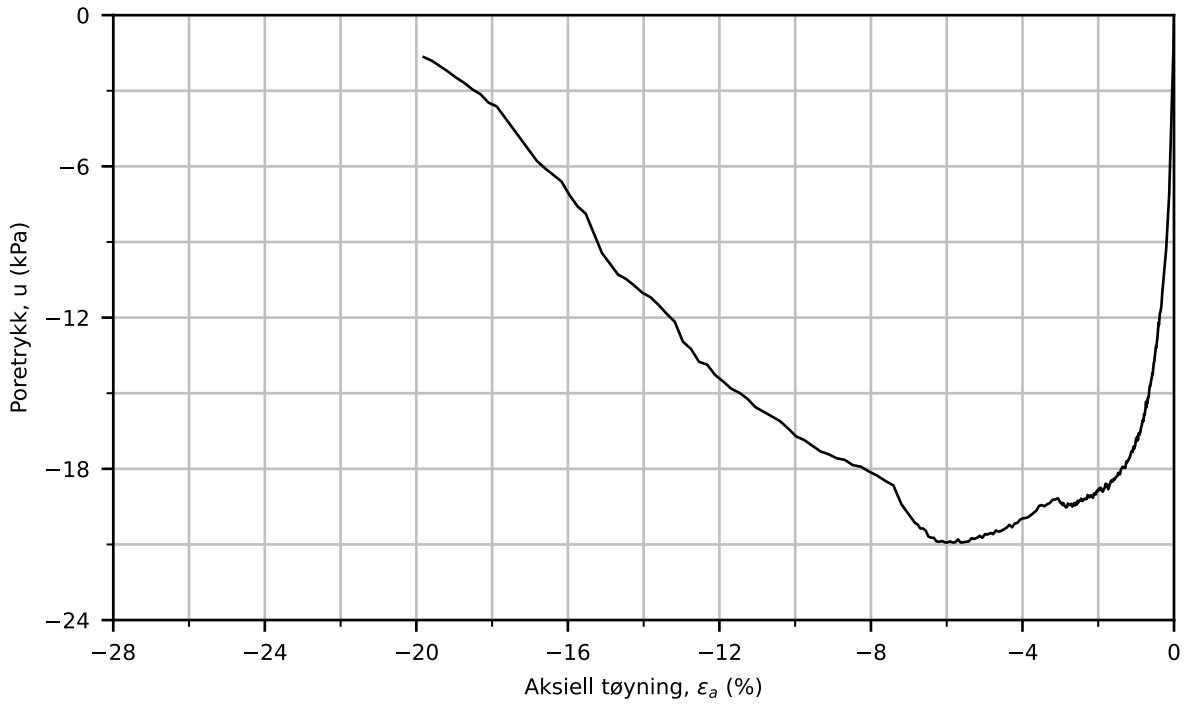
Dato: 2023-04-27

Tegnet av: ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





Borregaard faresoneutredning

Dokument nr.: 20230019-07-01-R

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_122

Figur nr.: X.x

Sylinder: 6
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	6.60	m
p_0'	=	49.2	kPa
w_i	=	34.3	%
w_c	=	34.1	%

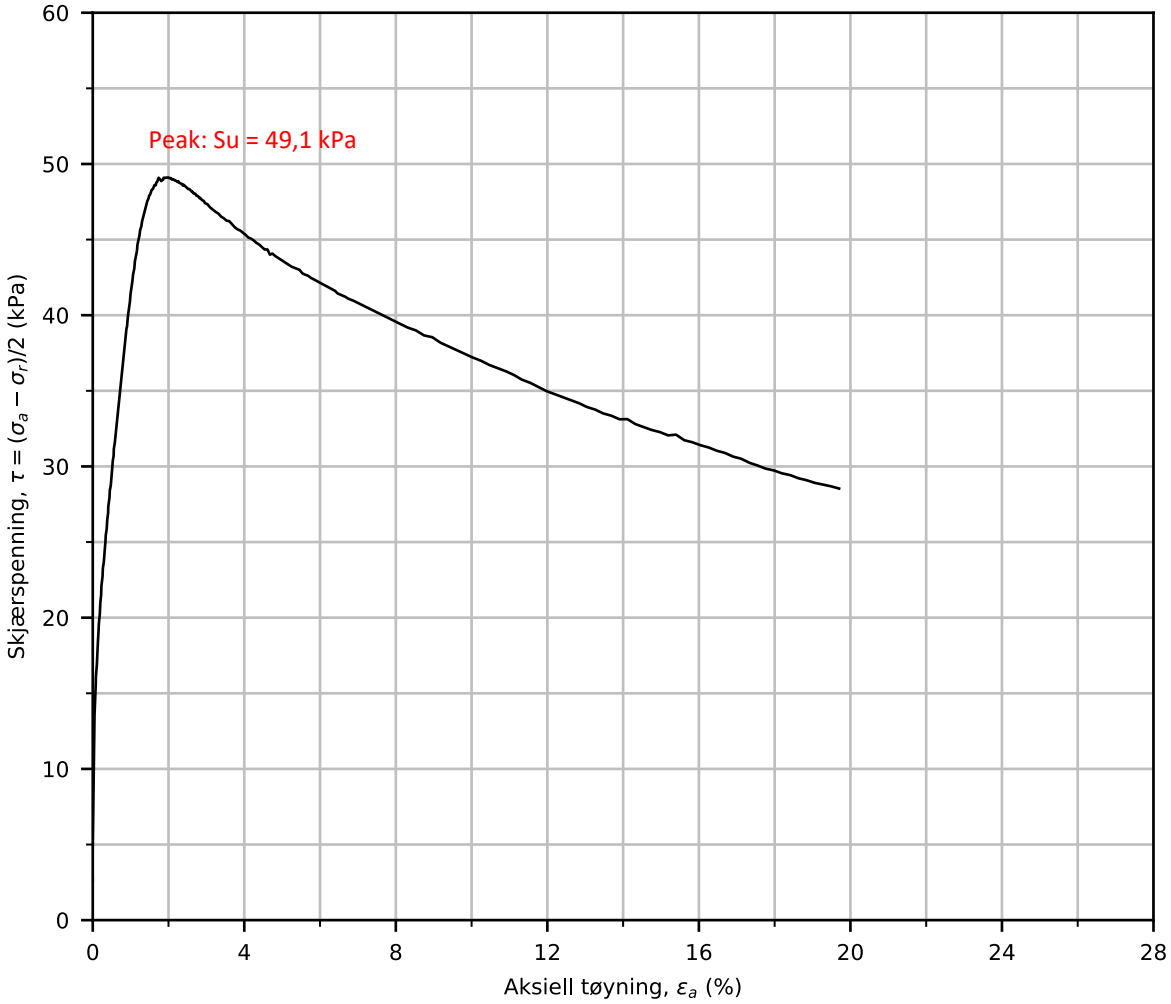
Konsolideringsspenninger

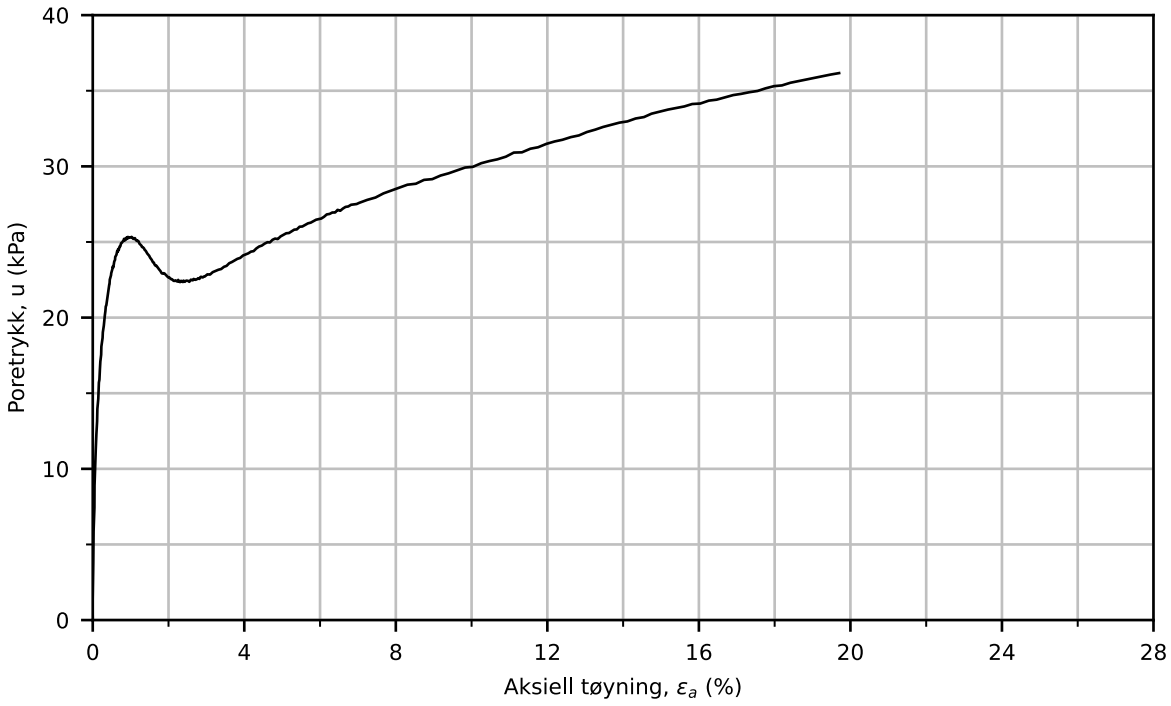
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	51.7	-	49.2
σ'_{rc}	51.7	-	51.7

Dato: 2023-04-27

Tegnet av: ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_149

Figur nr. X.x

Sylinder: 3
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	5.27	m
p_0'	=	64.1	kPa
w_i	=	23.7	%
w_c	=	23.2	%

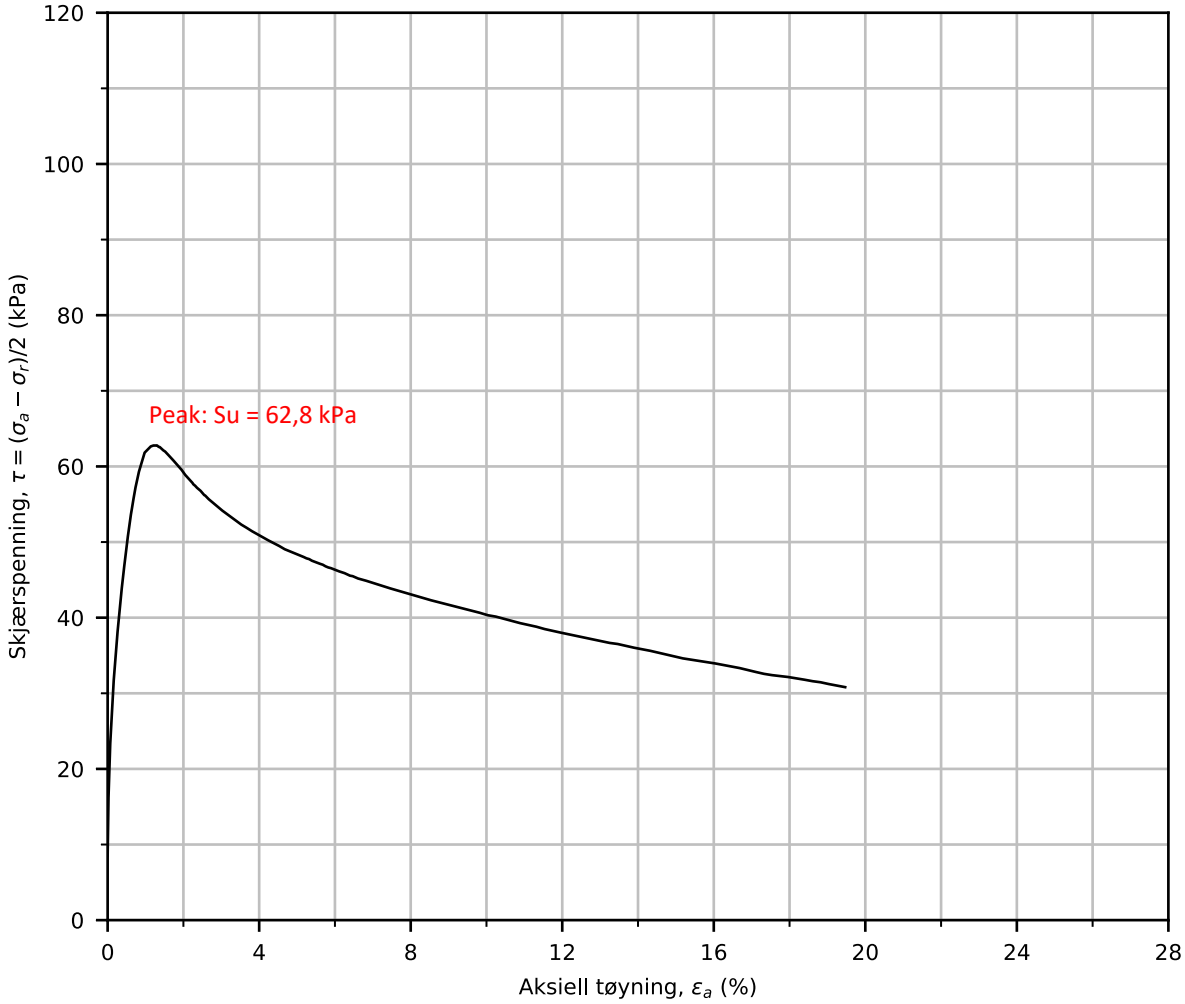
Konsolideringsspenninger

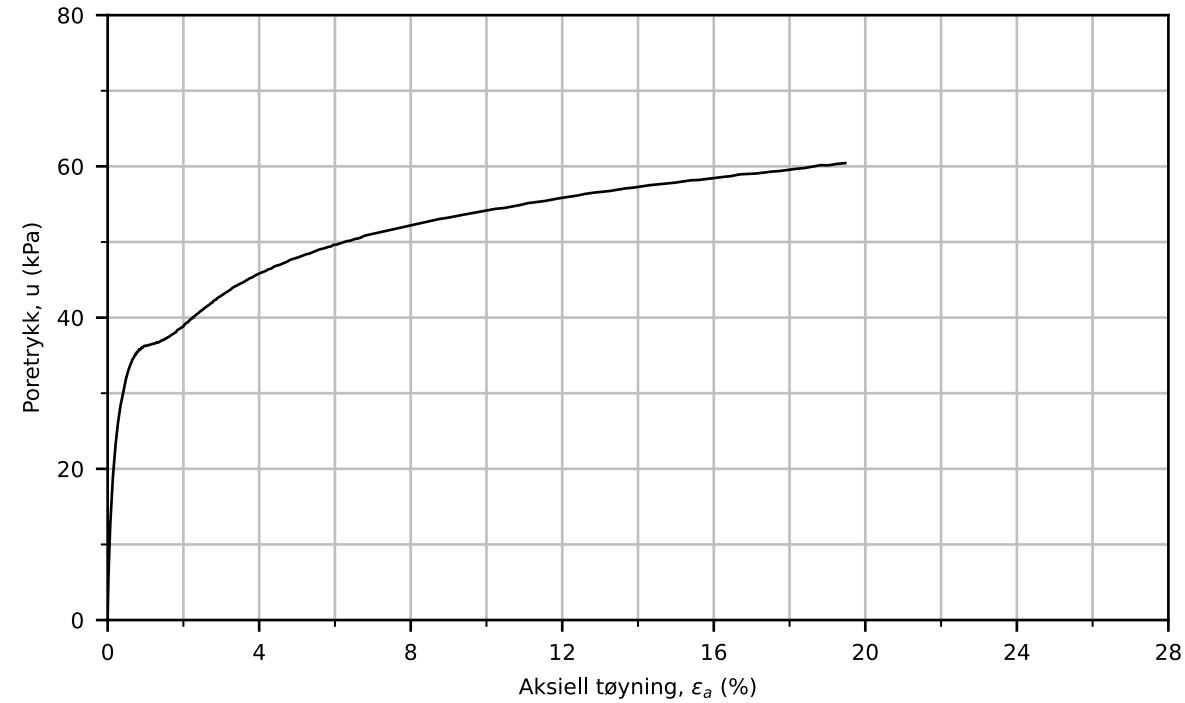
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	64.1
σ'_{rc}	-	-	59.0

Dato 2023-06-09

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_149

Figur nr. X.x

Sylinder: 6
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	9.53	m
p_0'	=	101.3	kPa
w_i	=	30.1	%
w_c	=	29.2	%

Konsolideringsspenninger

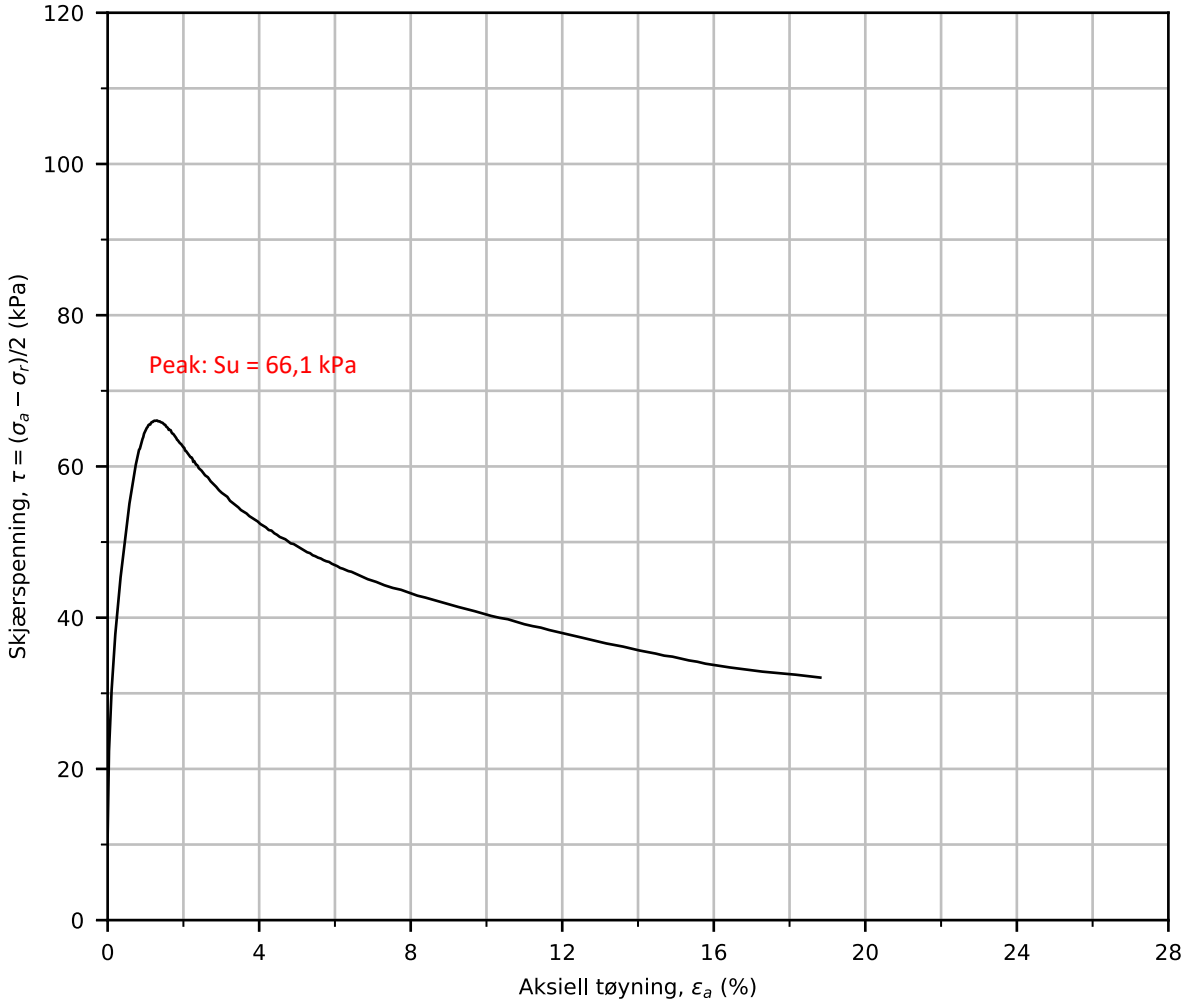
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	101.3
σ'_{rc}	-	-	84.4

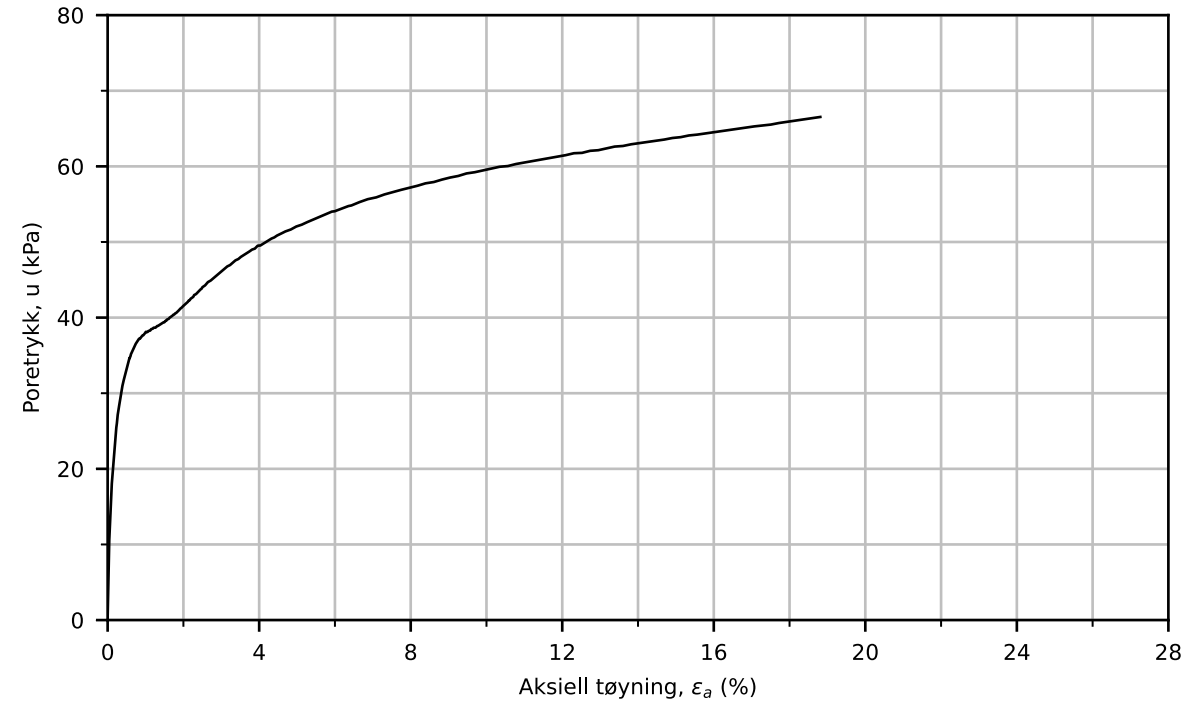
Dato 2023-06-12

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_149

Figur nr. X.x

Sylinder: 7
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	10.53	m
p_0'	=	110.8	kPa
w_i	=	28.8	%
w_c	=	28.1	%

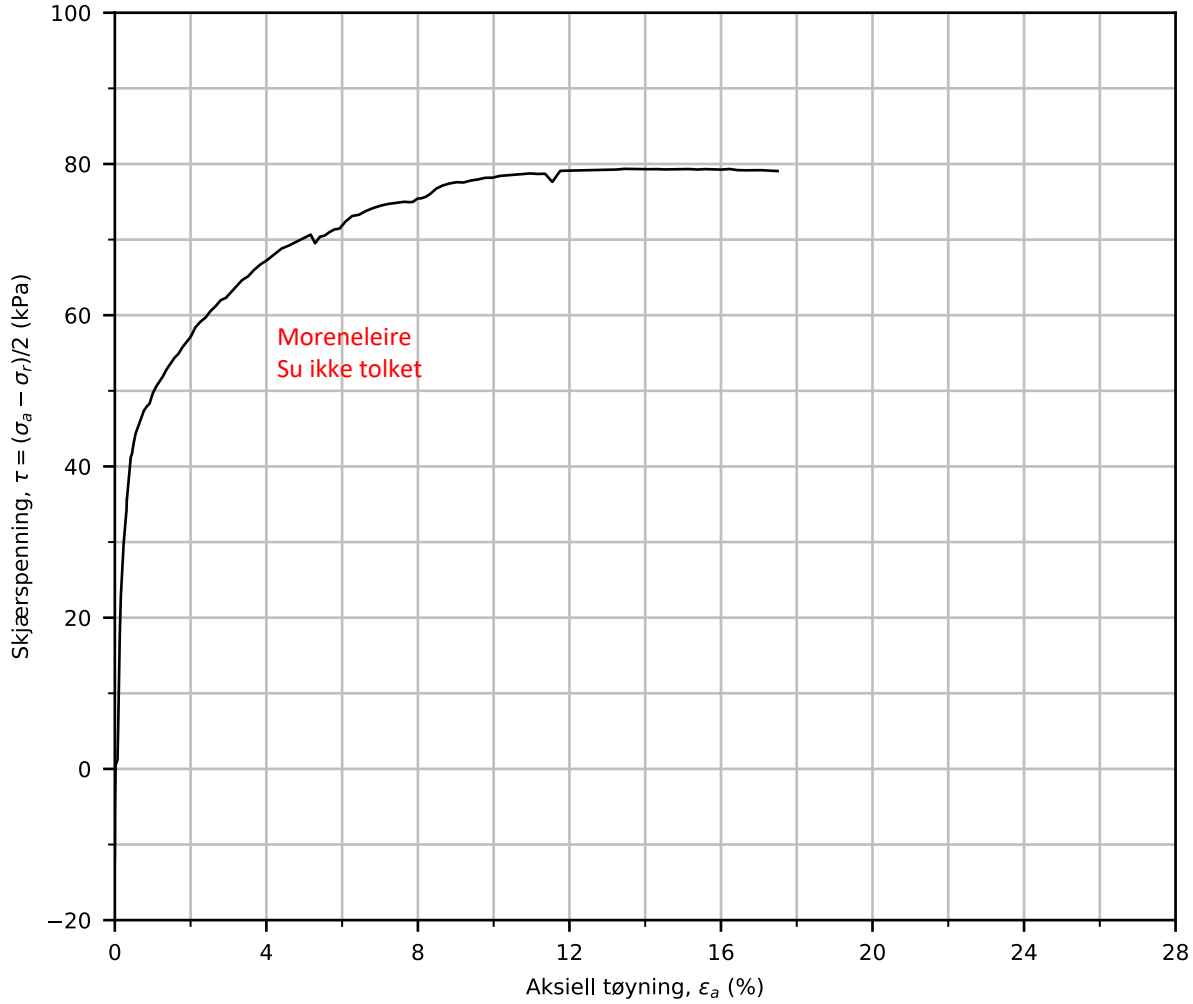
Konsolideringsspenninger

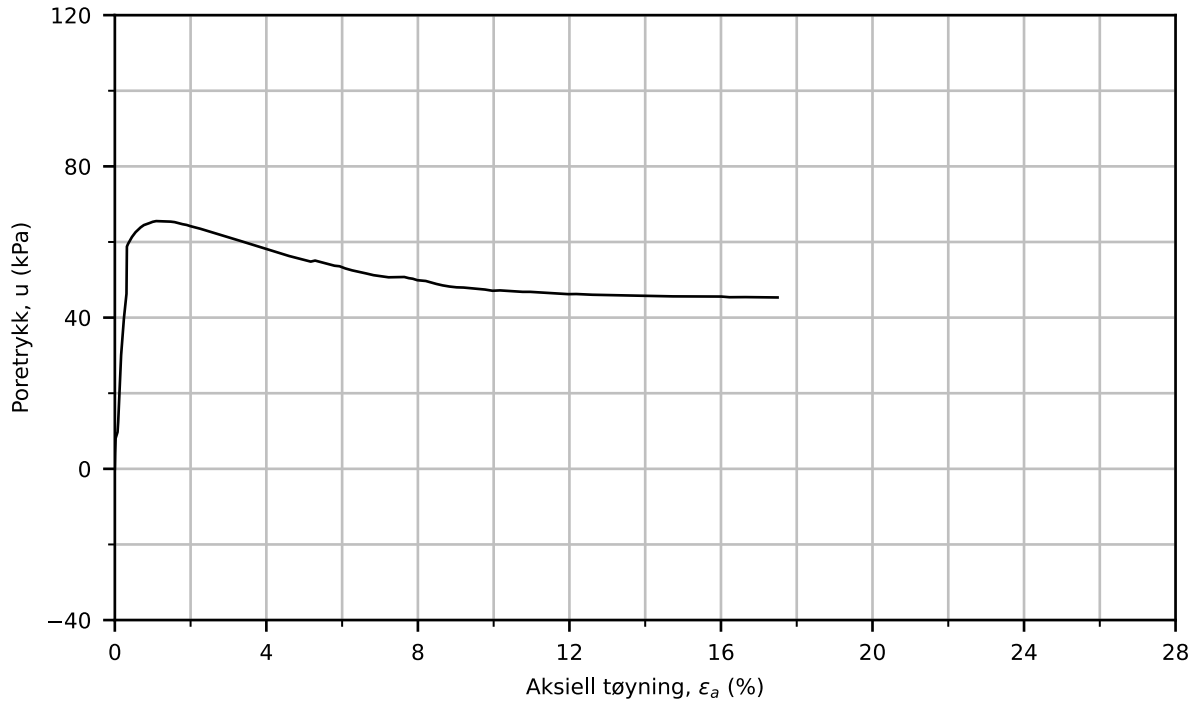
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	110.8
σ'_{rc}	-	-	89.7

Dato 2023-06-09

Tegnet av ThV

NGI

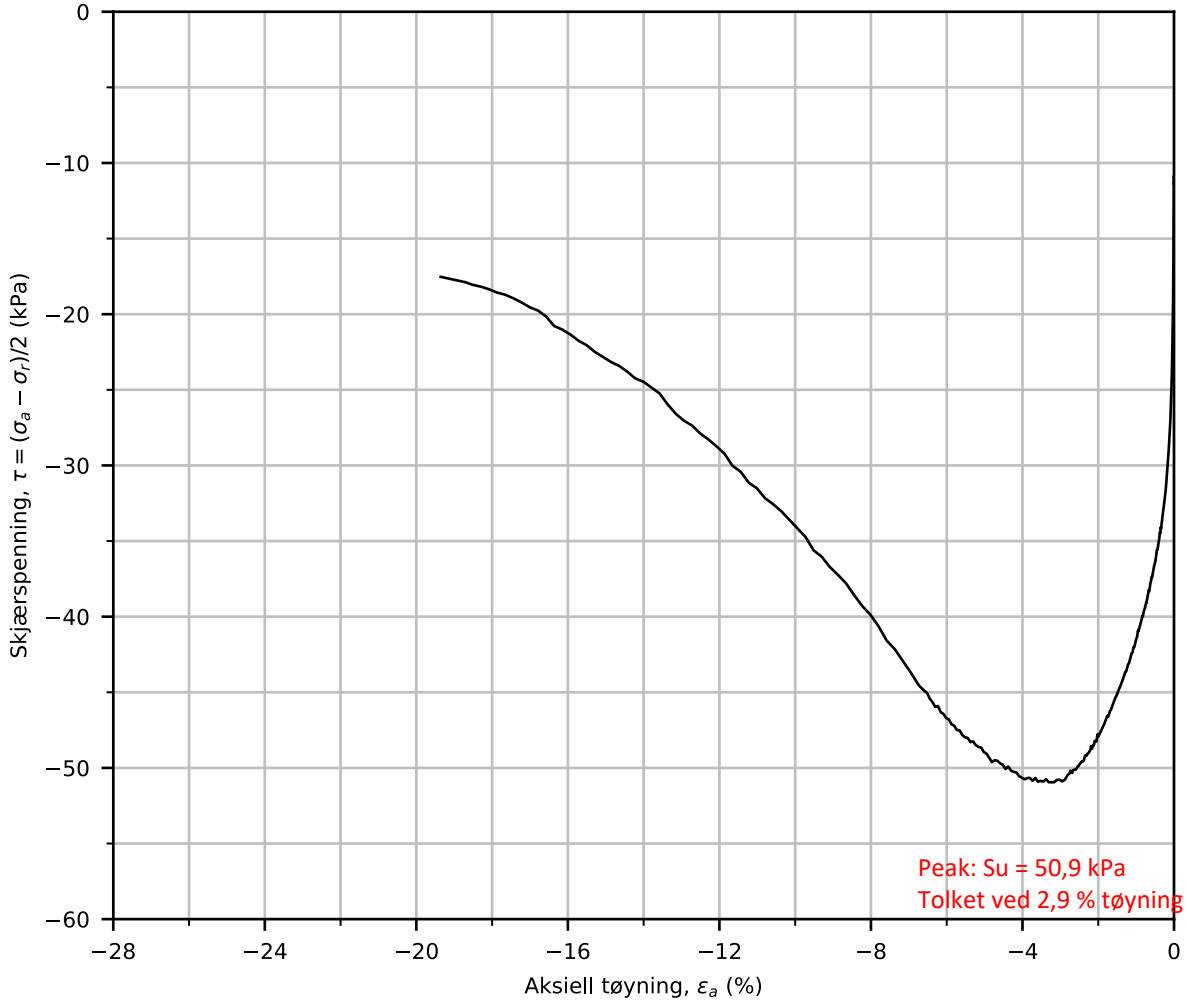


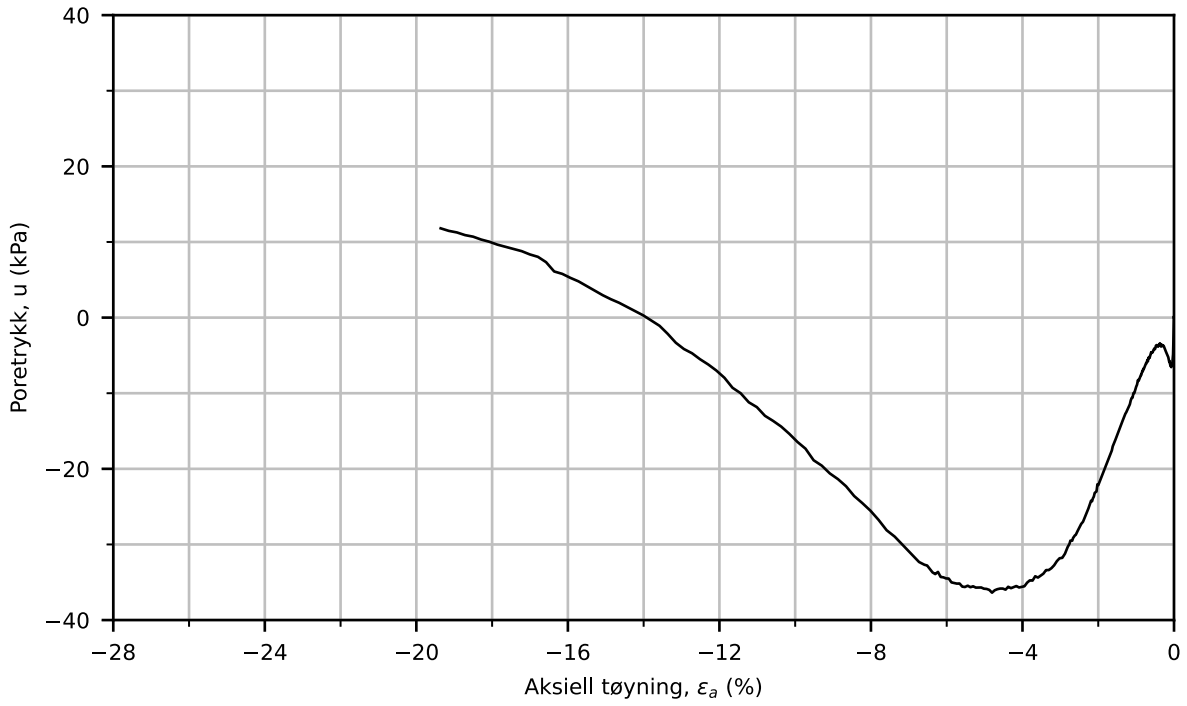


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_150					Figur nr.	X.x
Sylinder:	4	Dybde	=	4.53	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-11 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	79.5	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	11.6	%	σ'_{ac}	103.3	-	79.5
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	10.7	%	σ'_{rc}	103.2	-	103.3





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

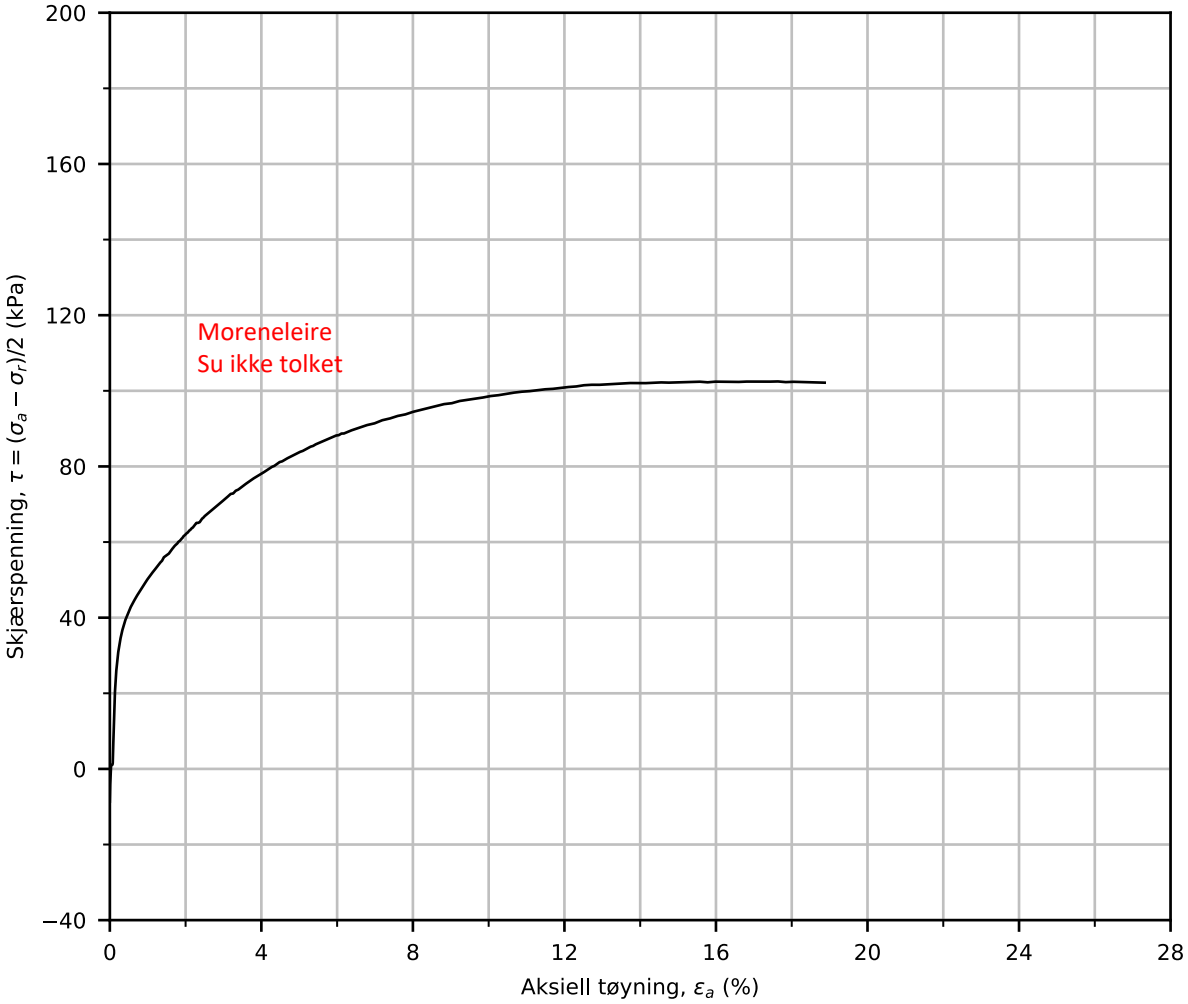
Dokument nr. 20230019-07

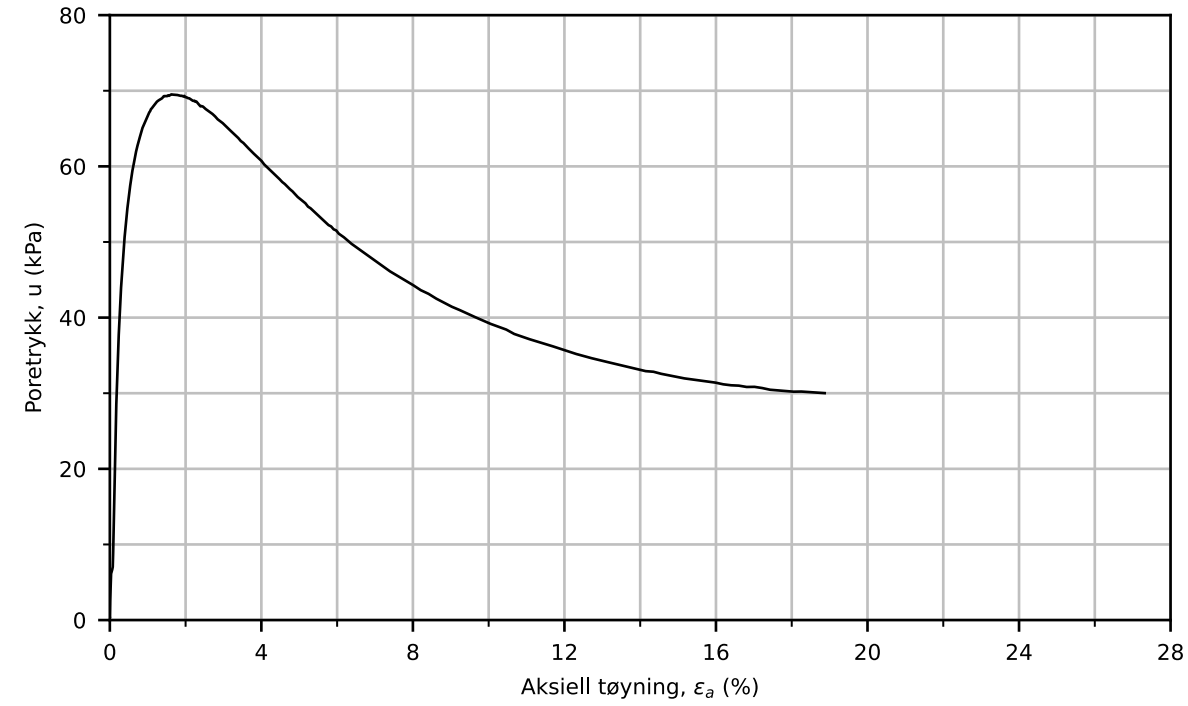
Triaksial:	CAUP	Borehull:	CBZ_150					
Sylinder:	4	Dybde	= 4.27	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 79.5	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	= 14.5	%	σ'_{ac}	99.9	-	76.9
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 13.9	%	σ'_{rc}	97.9	-	99.9

Figur nr. X.x

Dato 2023-04-11

Tegnet av ThV





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_150

Figur nr. X.x

Sylinder: 5
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

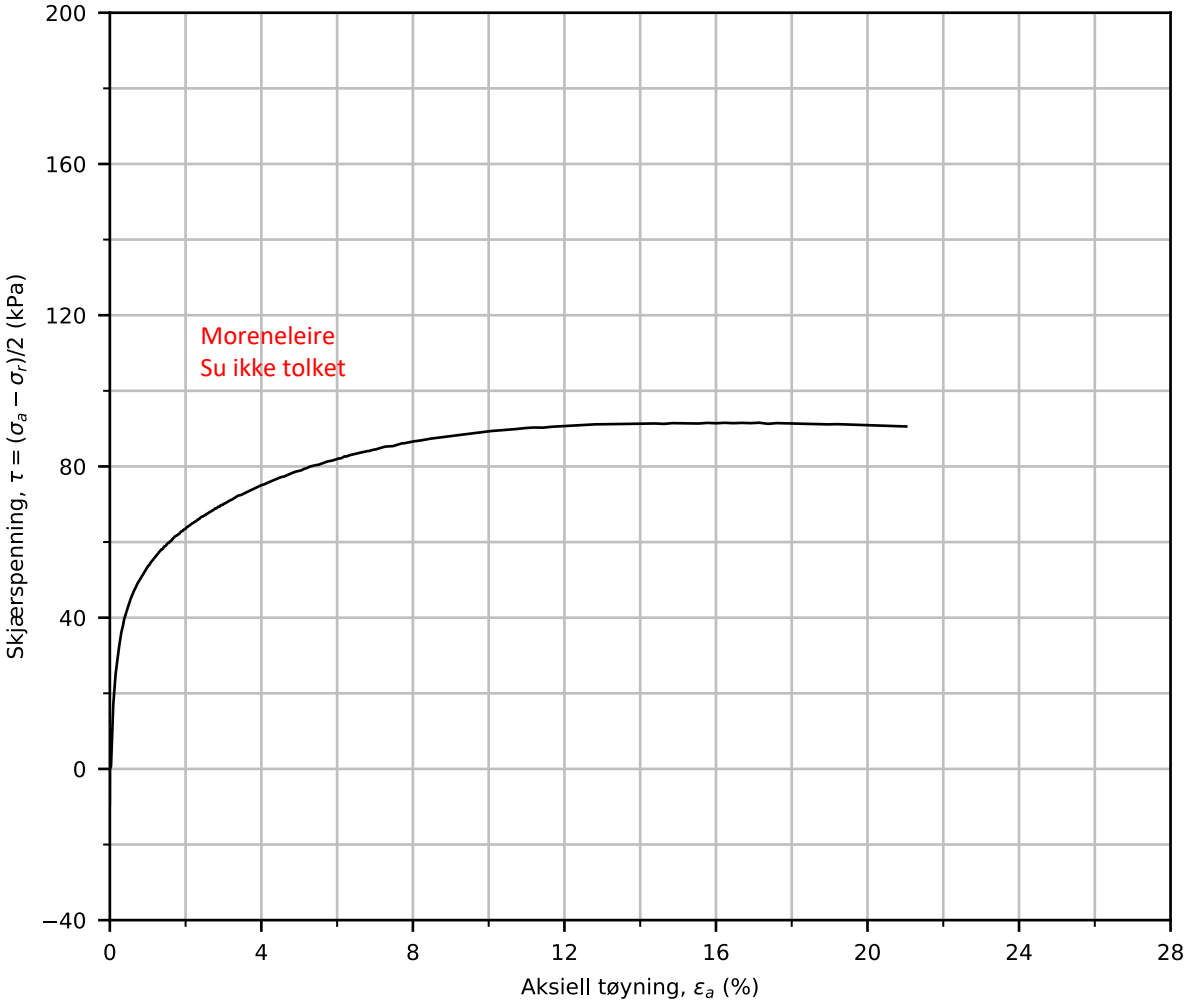
Dybde	=	5.17	m
p_0'	=	92.2	kPa
w_i	=	12.8	%
w_c	=	12.0	%

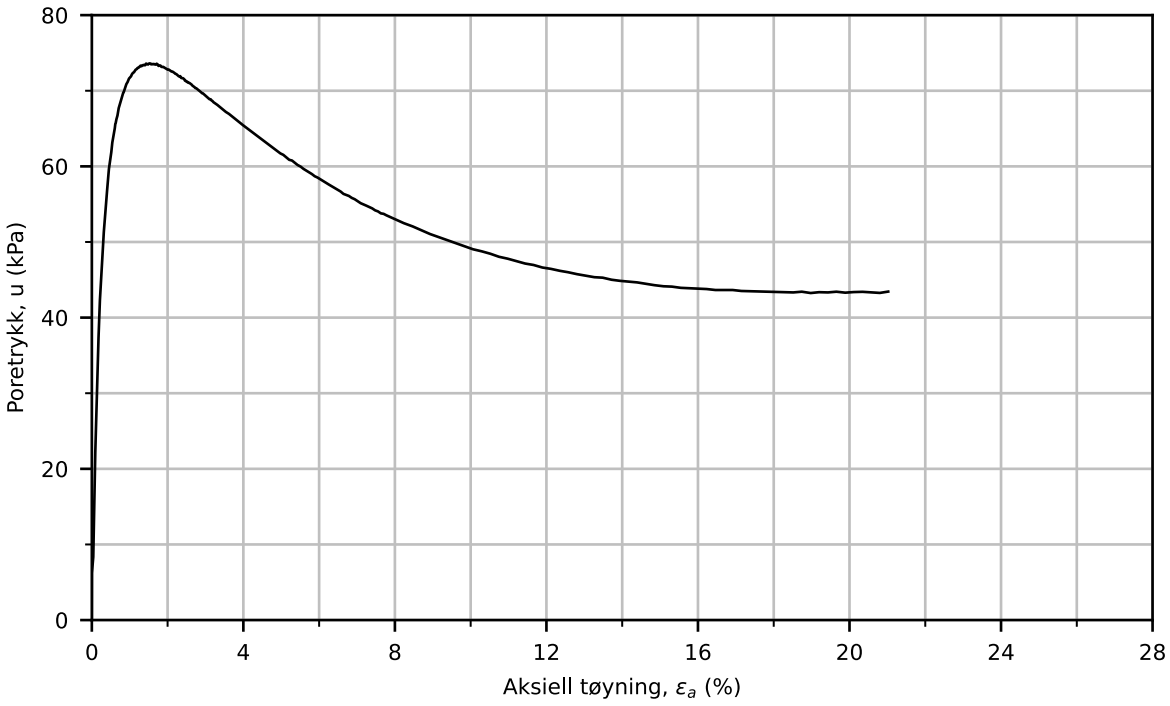
Konsolideringsspenninger (kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	113.9	-	92.1
σ'_{rc}	110.5	-	110.5

Dato 2023-04-26

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_150

Figur nr.: X.x

Sylinder: 5
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	5.43	m
p_0'	=	97.1	kPa
w_i	=	15.0	%
w_c	=	14.4	%

Konsolideringsspenninger

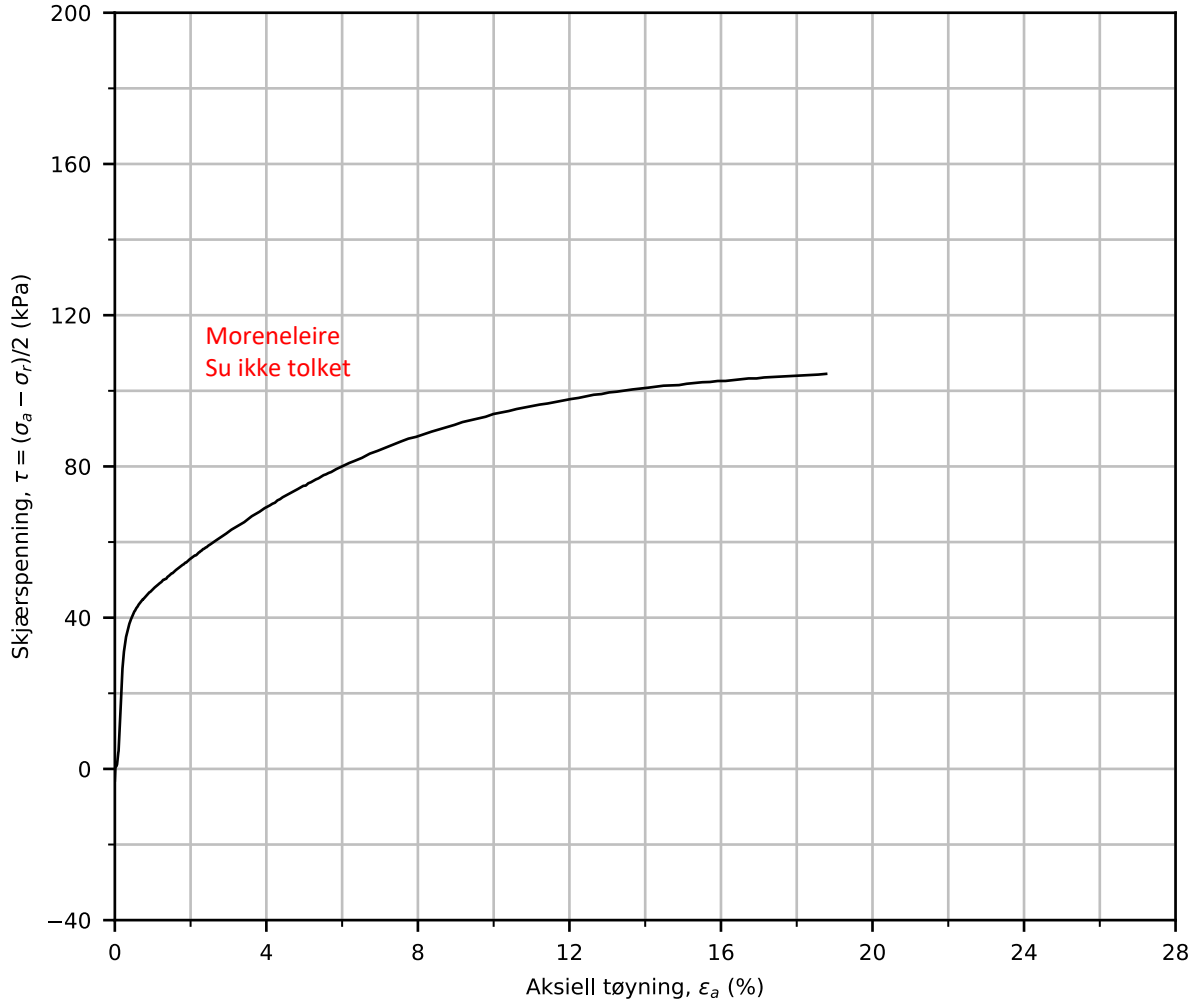
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	116.1	-	97.1
σ'_{rc}	116.4	-	116.5

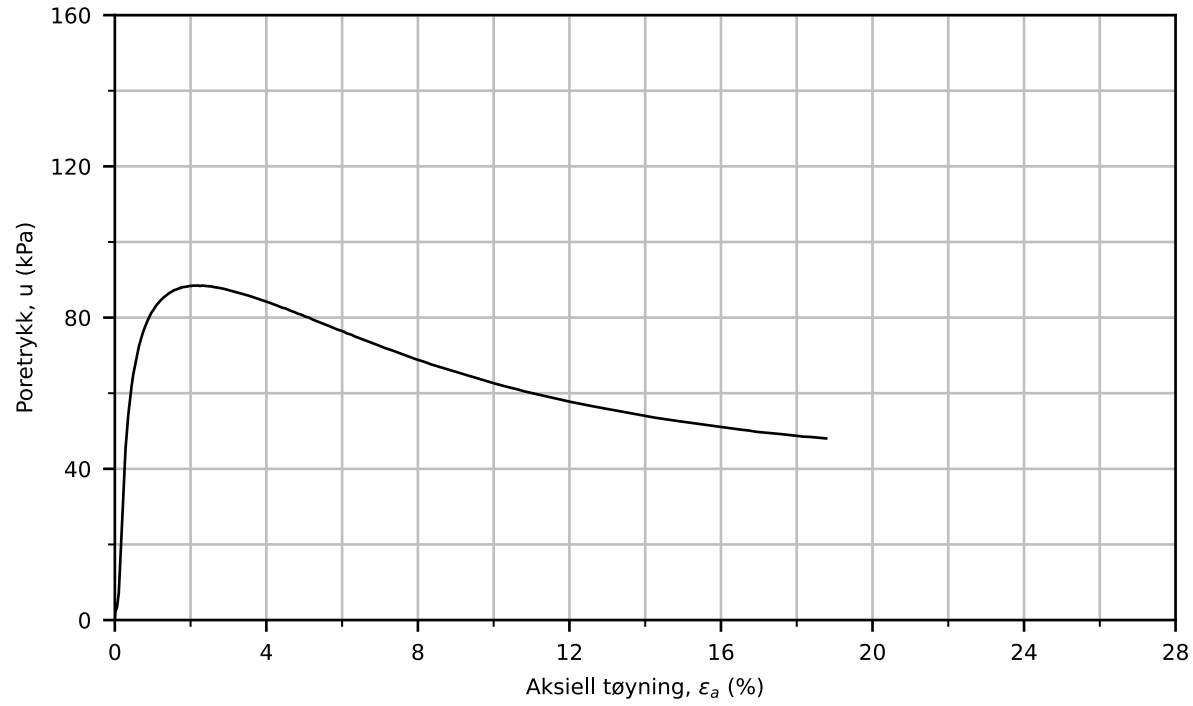
Dato: 2023-04-24

Tegnet av: ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

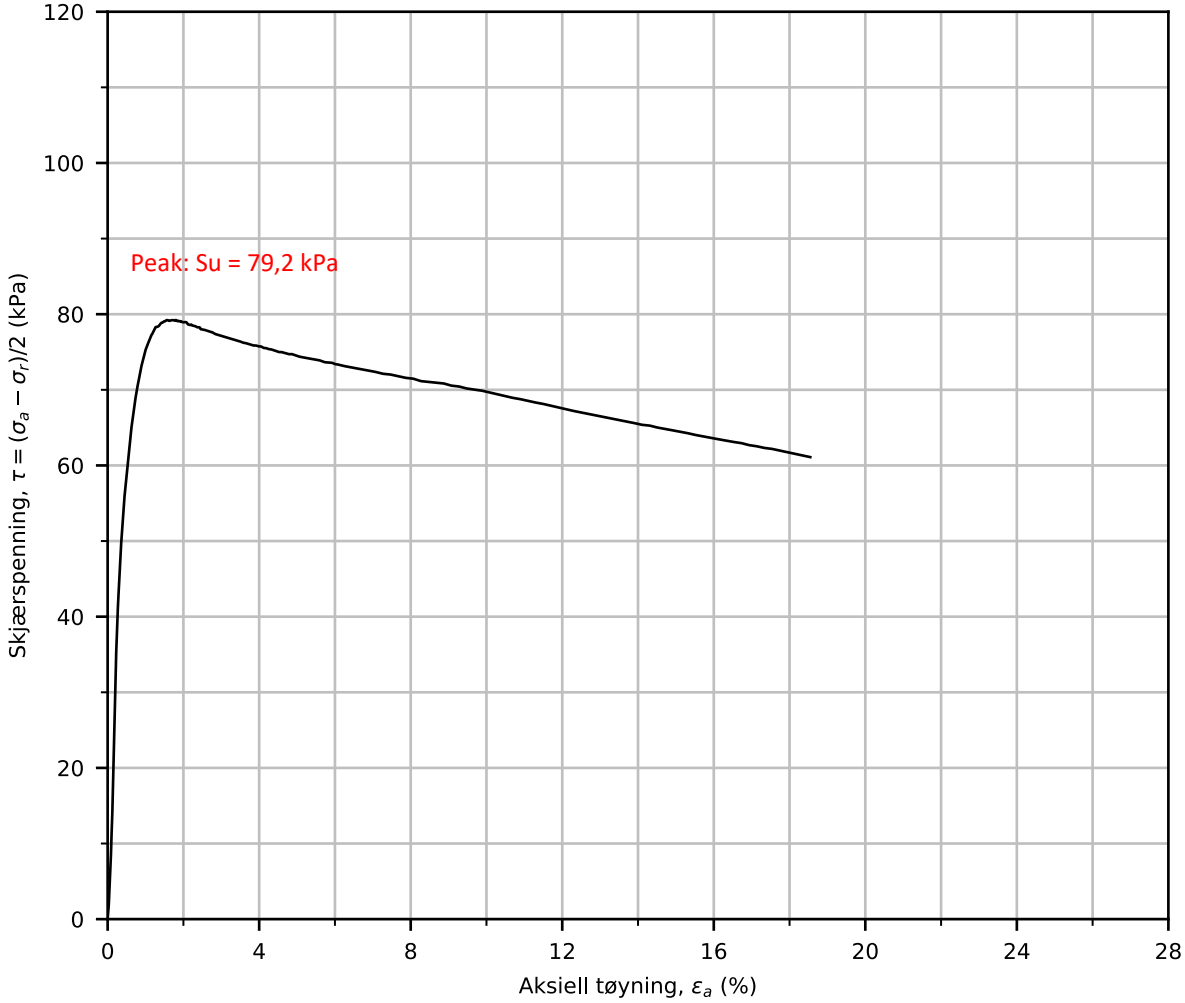
Dokument nr. 20230019-07

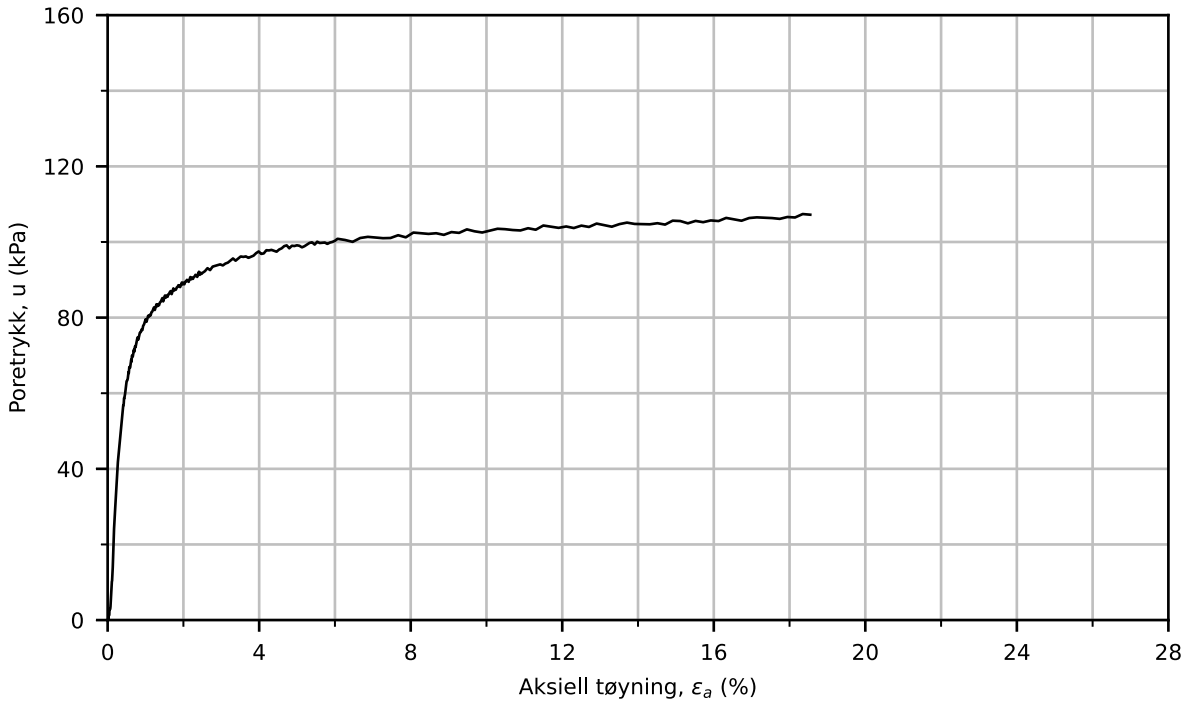
Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_150						
Sylinder:	7	Dybde	=	7.53	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	=	123.9	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	15.6	%	σ'_{ac}	129.5	-	123.9
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	13.7	%	σ'_{rc}	129.8	-	130.0

Figur nr. X.x

Dato 2023-04-11

Tegnet av ThV

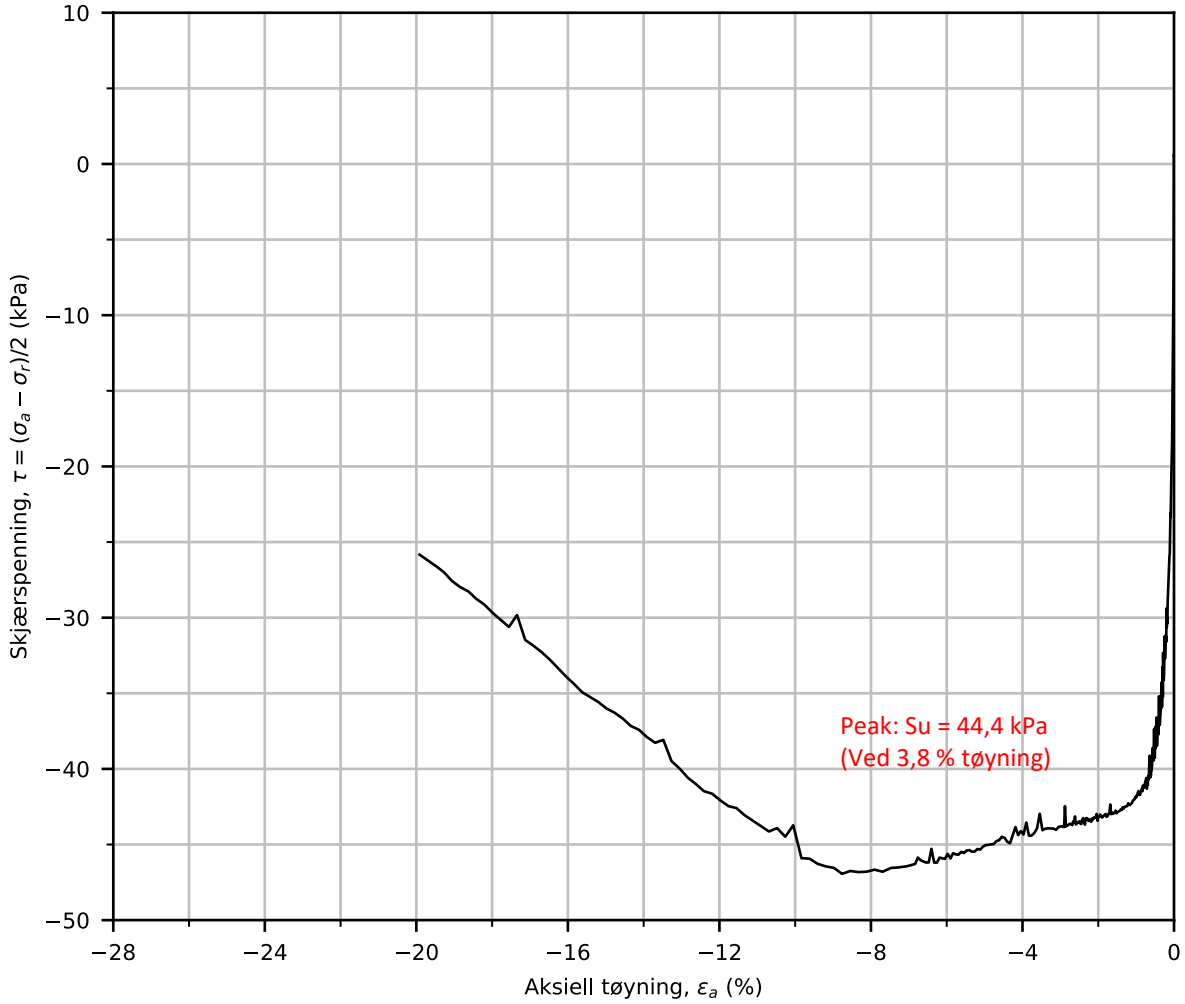


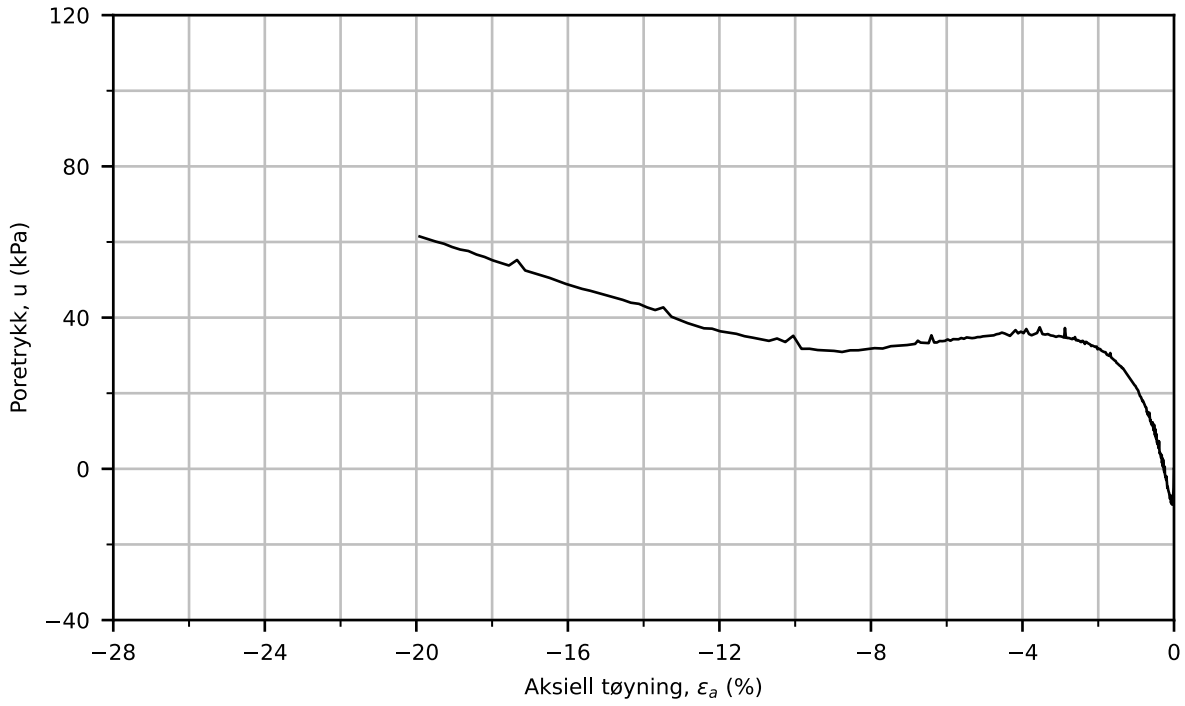


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_150					Figur nr. X.x	
Sylinder:	9	Dybde	=	9.55	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-11 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	153.8	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	22.6	%	σ'_{ac}	-	-	153.8
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	21.5	%	σ'_{rc}	-	-	153.8



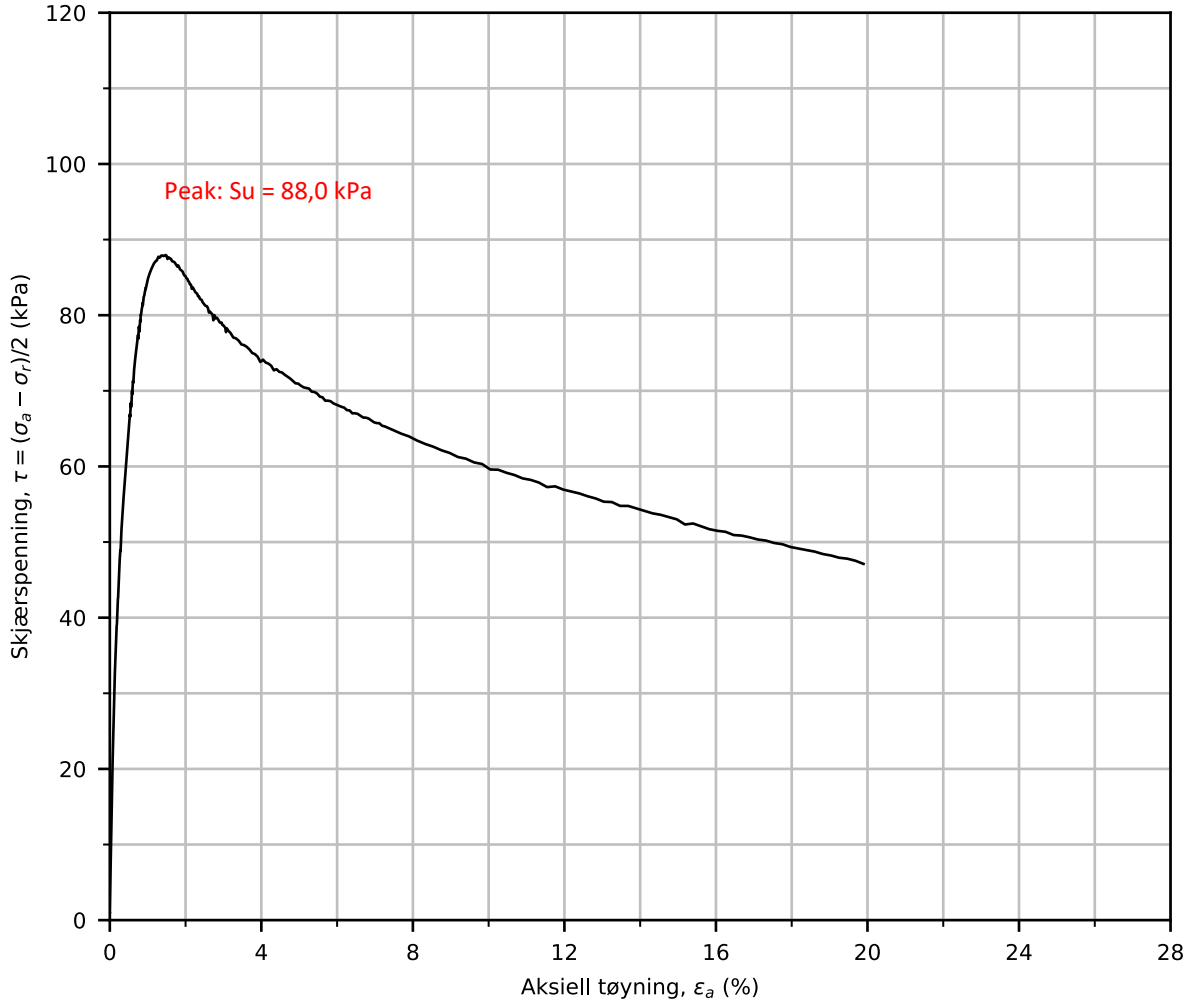


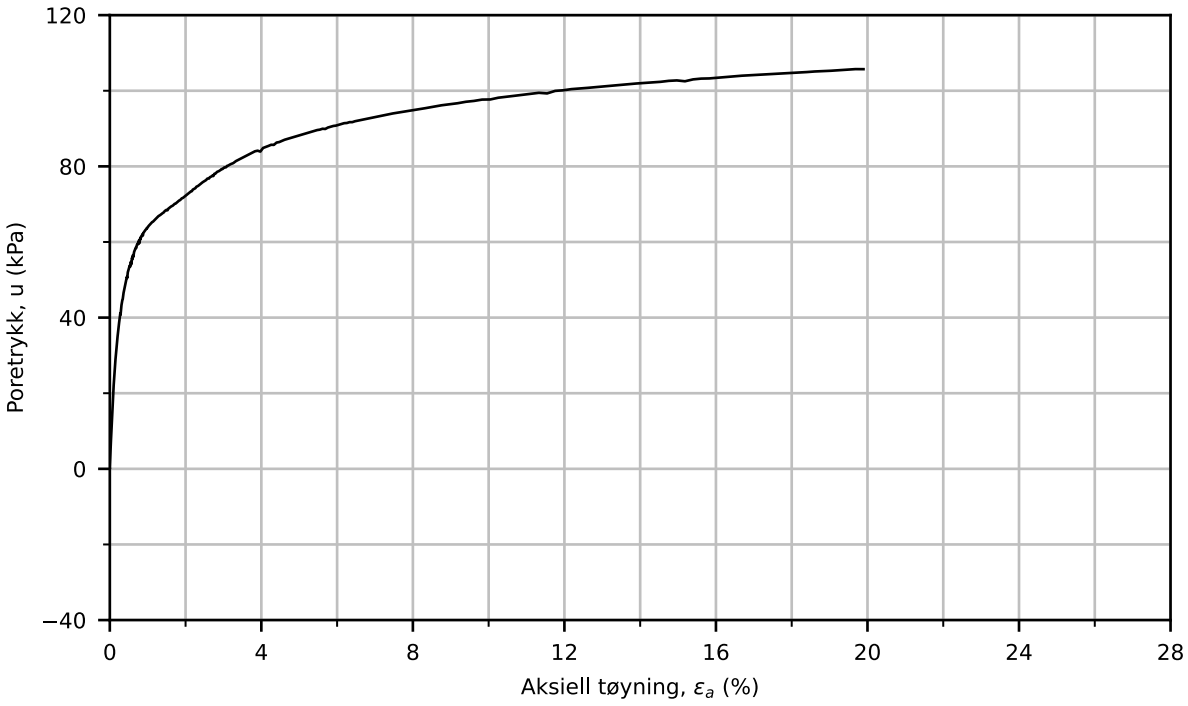
A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUP	Borehull:	CBZ_150					Figur nr.	X.x
Sylinder:	9	Dybde	=	9.40	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	=	153.8	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	=	22.4	%	σ'_{ac}	-	-	153.8
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	21.0	%	σ'_{rc}	-	-	152.8

Dato 2023-04-03 | Tegnet av ThV

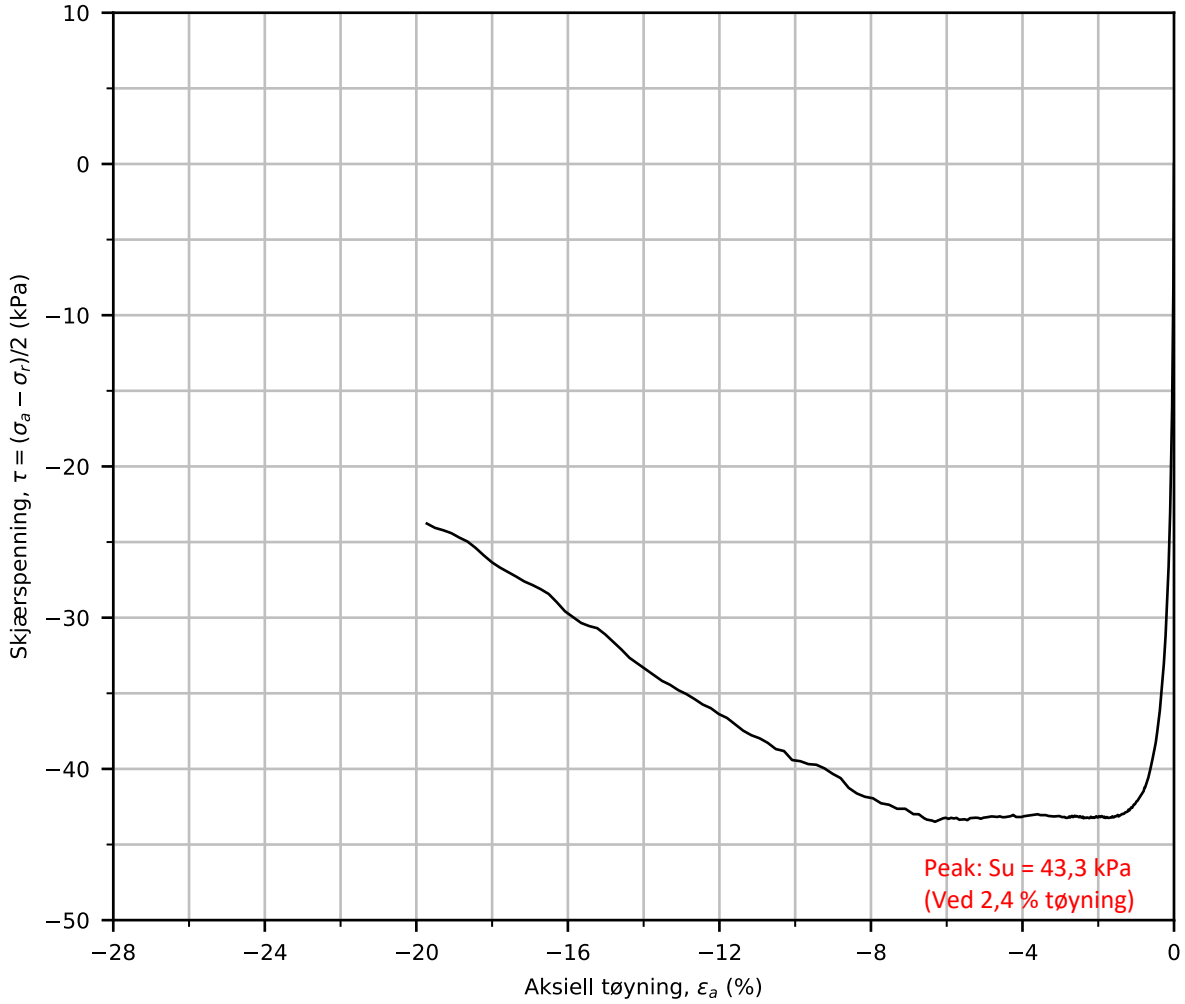


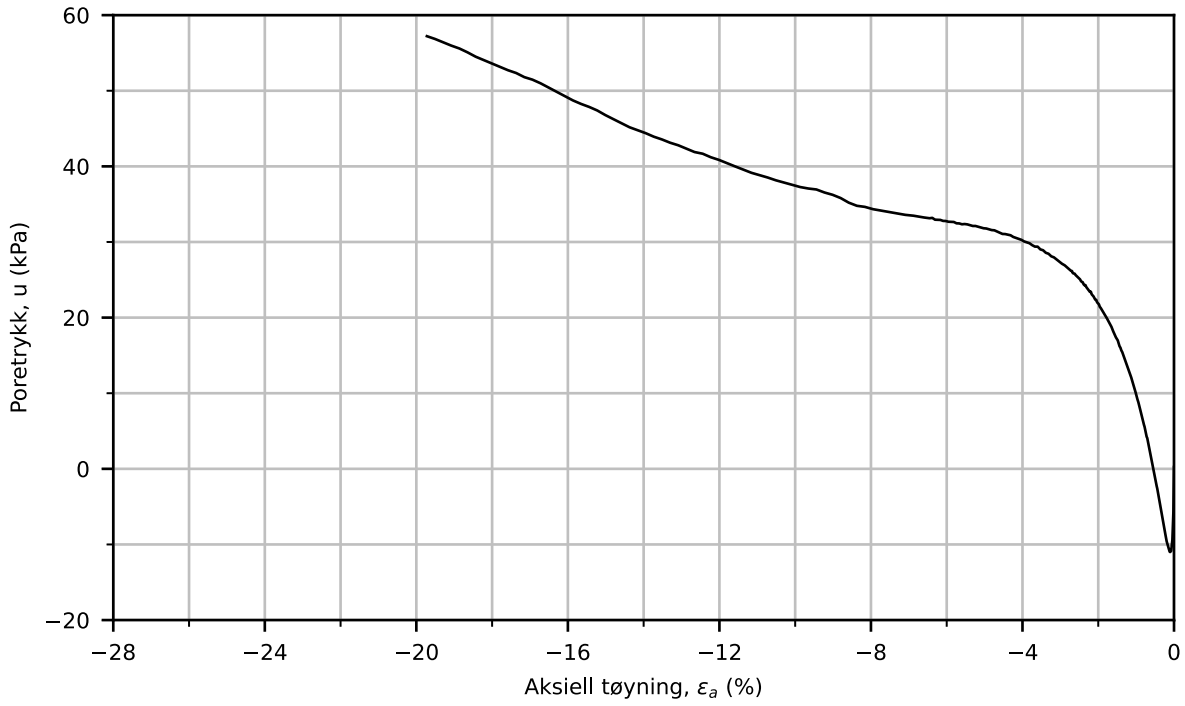


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

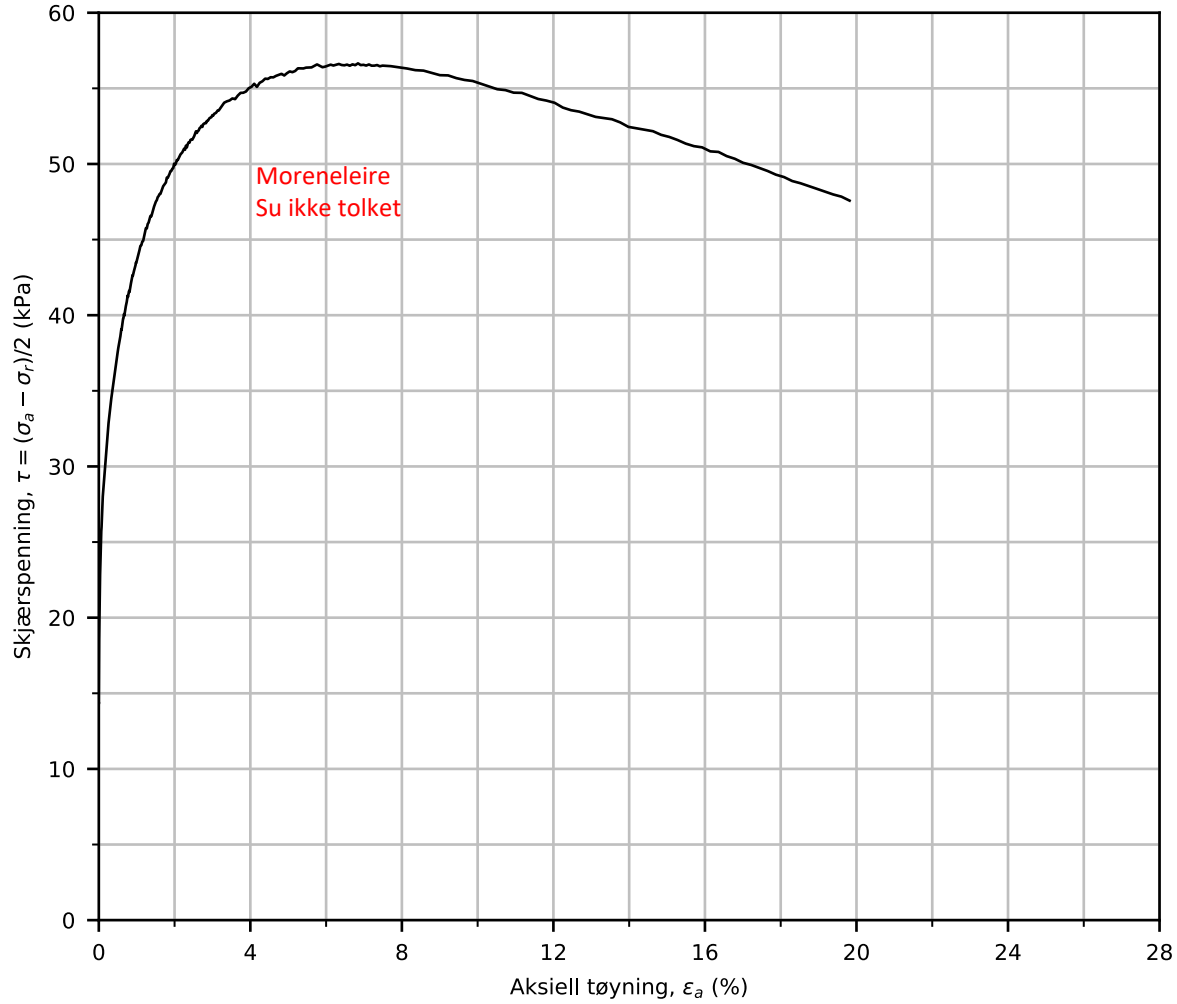
Dokument nr. 20230019-07

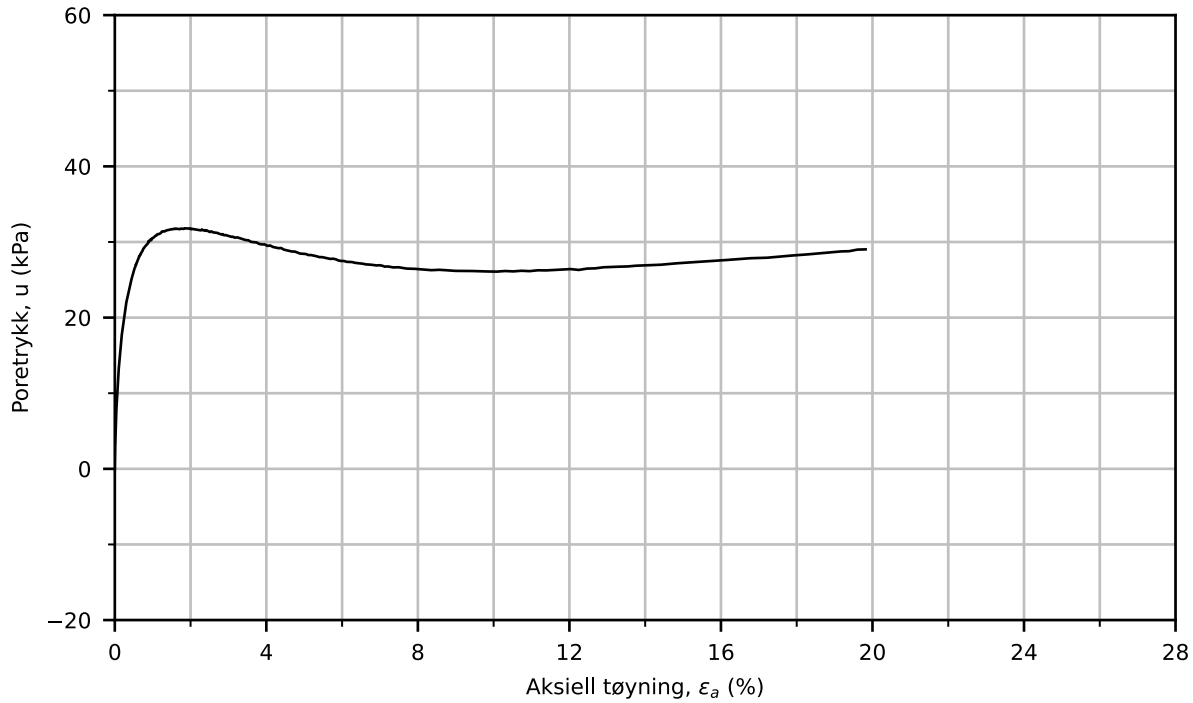
Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_150					Figur nr.	X.x
Sylinder:	10	Dybde	=	10.62	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-11 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	140.8	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	34.2	%	σ'_{ac}	167.0	-	142.2
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	32.9	%	σ'_{rc}	124.6	-	140.2





A252183 - Faresoneutredning Borregaard								Dokument nr. 20230019-07	
Triaksial:	CAUP	Borehull:	CBZ_150					Figur nr. X.x	
Sylinder:	10	Dybde	= 10.45	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-11	Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	= 140.1	kPa	(kPa)	max.	min.	final	
Test:	2	w_i	= 35.4	%	σ'_{ac}	-	-	140.1	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 31.9	%	σ'_{rc}	-	-	140.1	





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_155

Figur nr. X.x

Sylinder: 2
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	6.52	m
p_0'	=	96.0	kPa
w_i	=	23.1	%
w_c	=	21.8	%

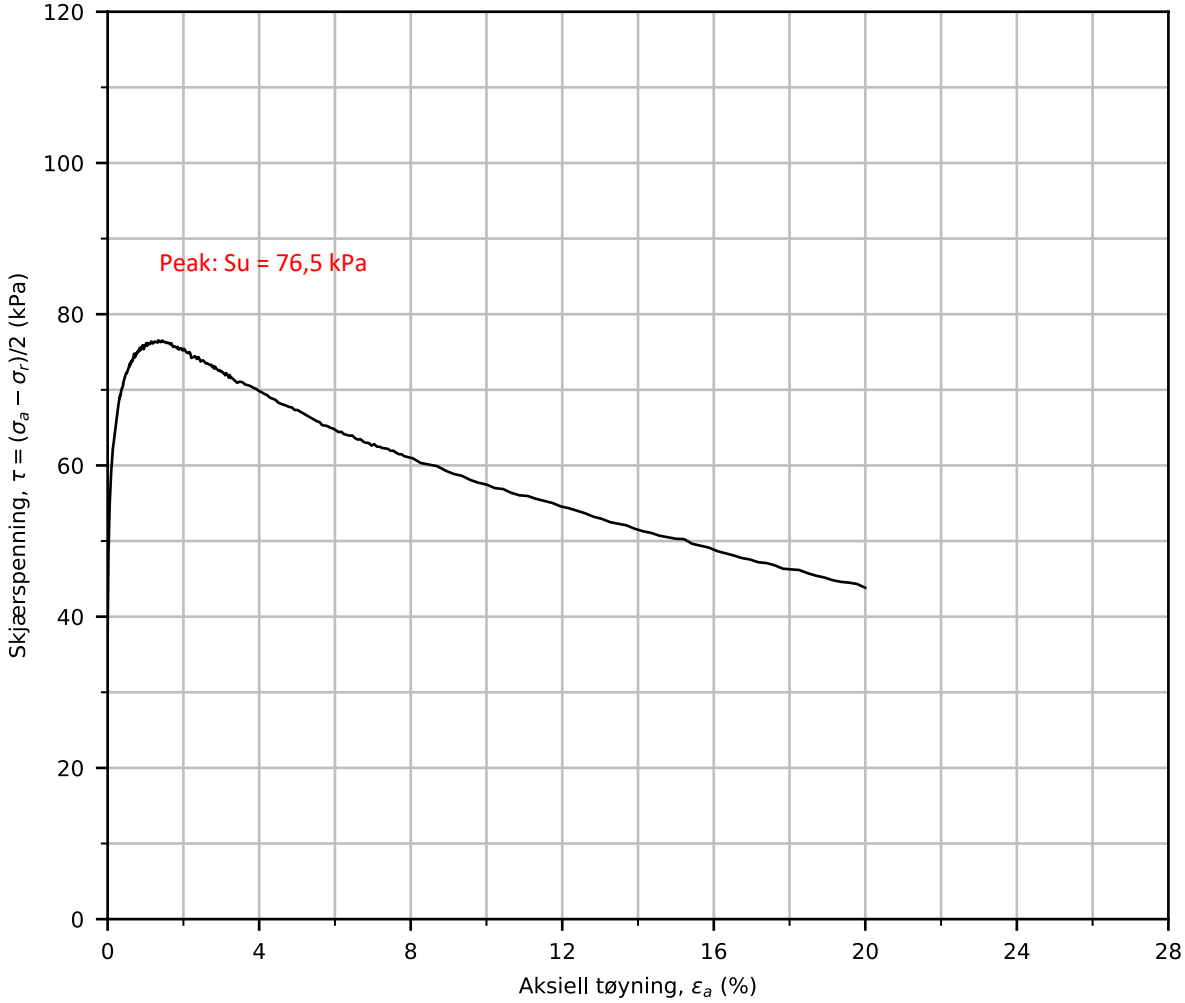
Konsolideringsspenninger (kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	96.0
σ'_{rc}	-	-	67.2

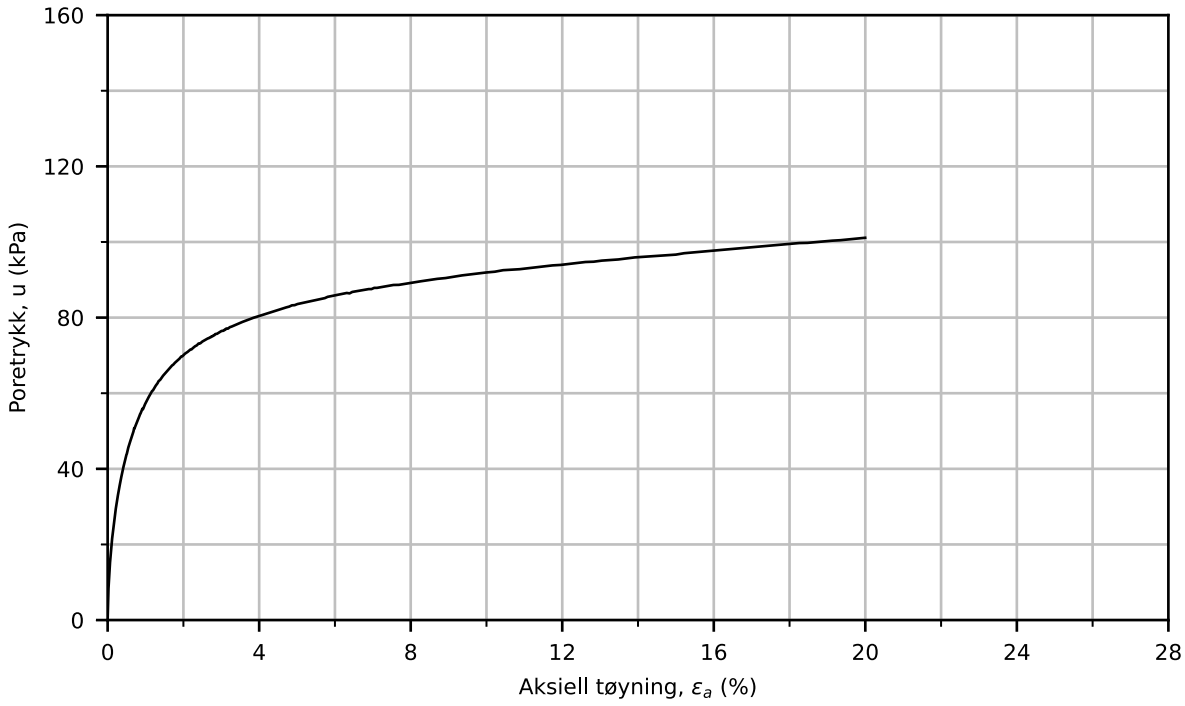
Dato 2023-06-16

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_155

Figur nr. X.x

Sylinder: 9
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	16.52	m
p_0'	=	213.5	kPa
w_i	=	33.7	%
w_c	=	31.9	%

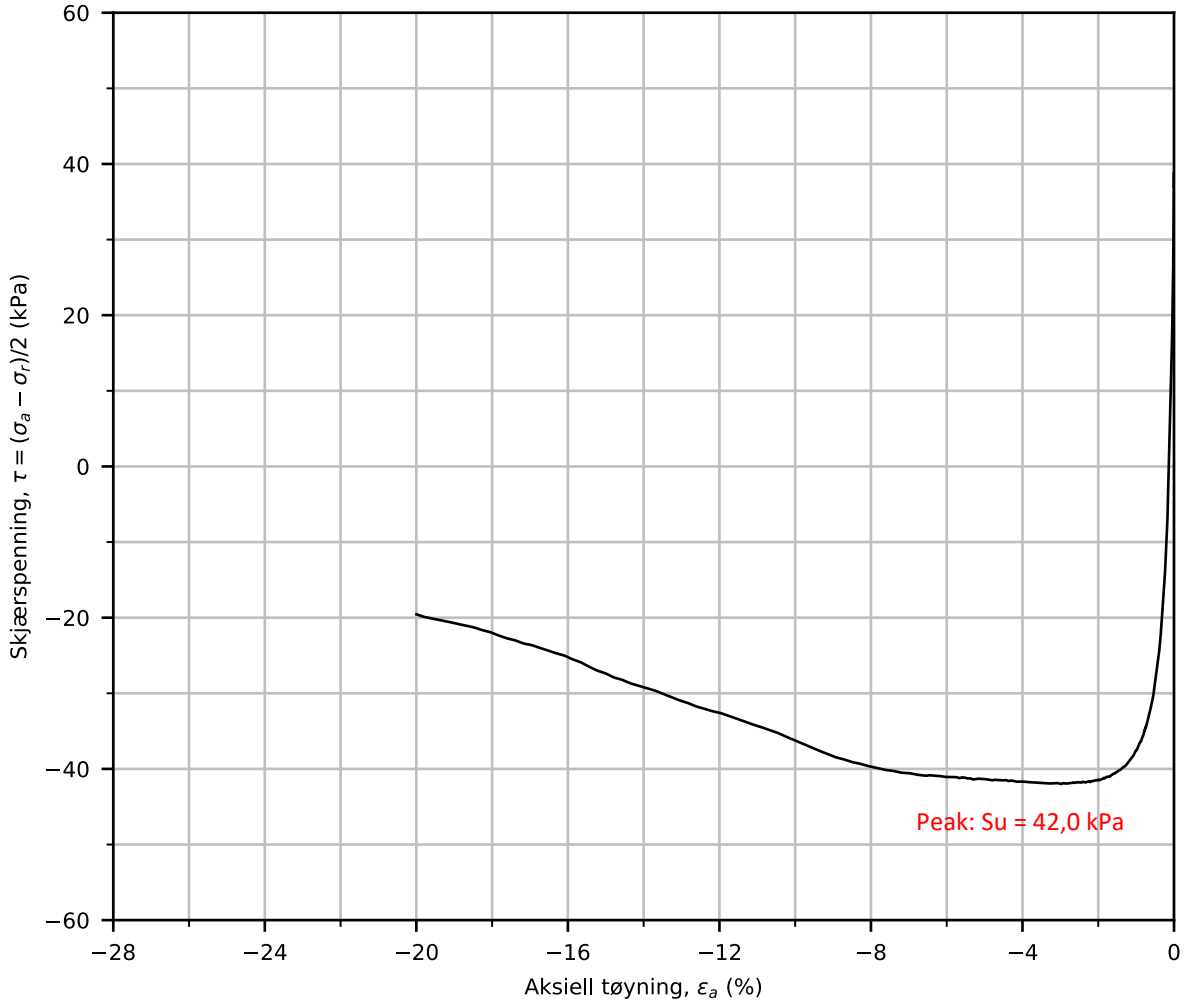
Konsolideringsspenninger

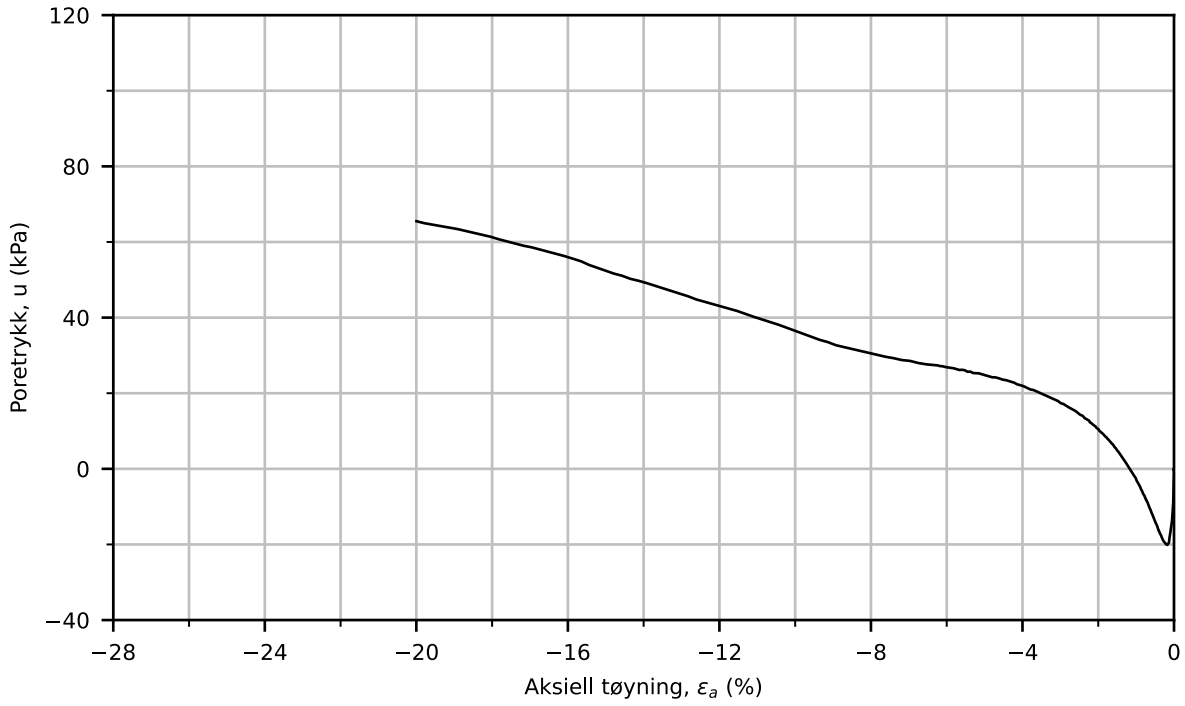
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	213.5
σ'_{rc}	-	-	138.8

Dato 2023-06-16

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_155

Figur nr. X.x

Sylinder: 9
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	16.37	m
p_0'	=	211.5	kPa
w_i	=	35.4	%
w_c	=	33.6	%

Konsolideringsspenninger

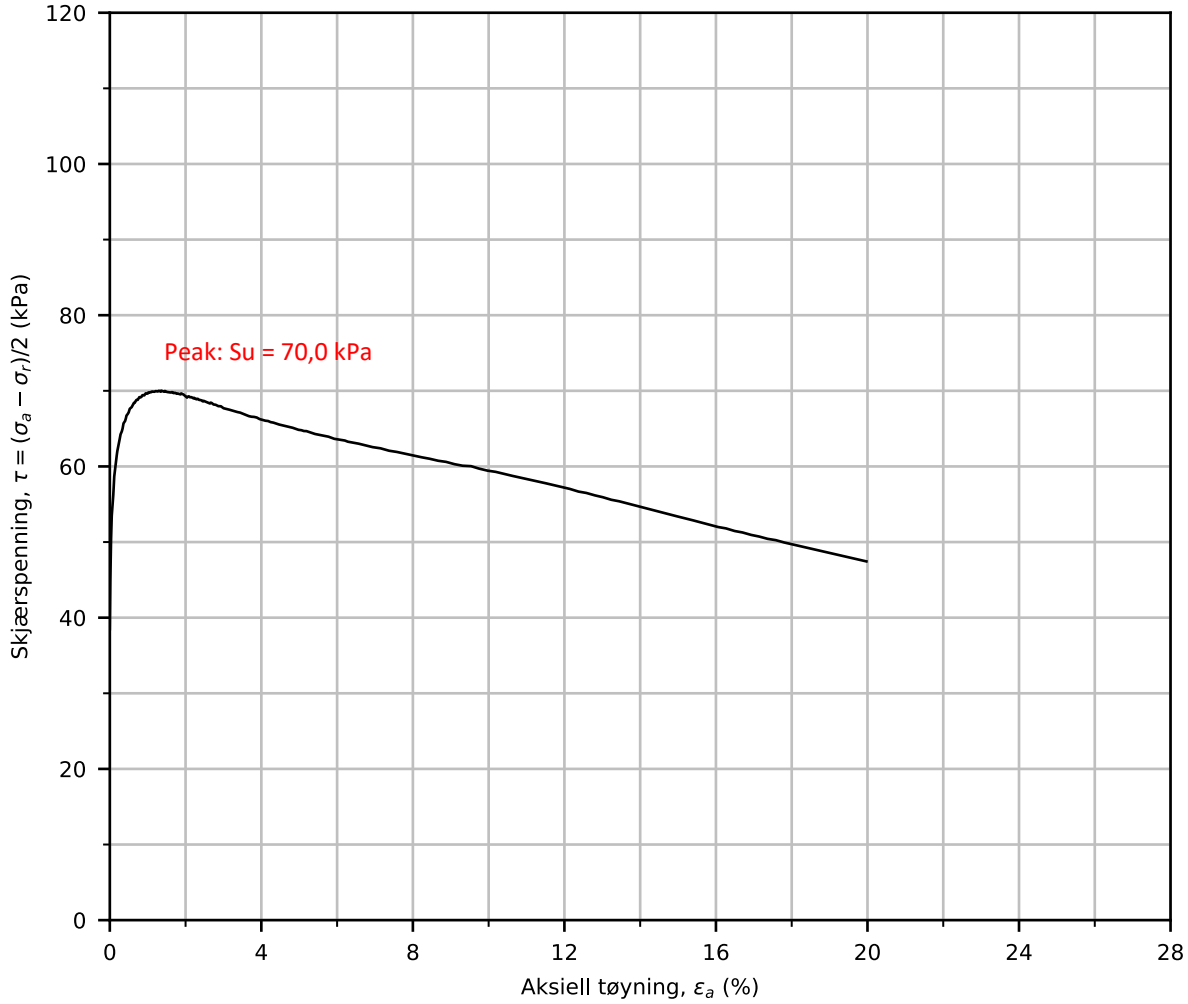
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	211.5
σ'_{rc}	-	-	137.5

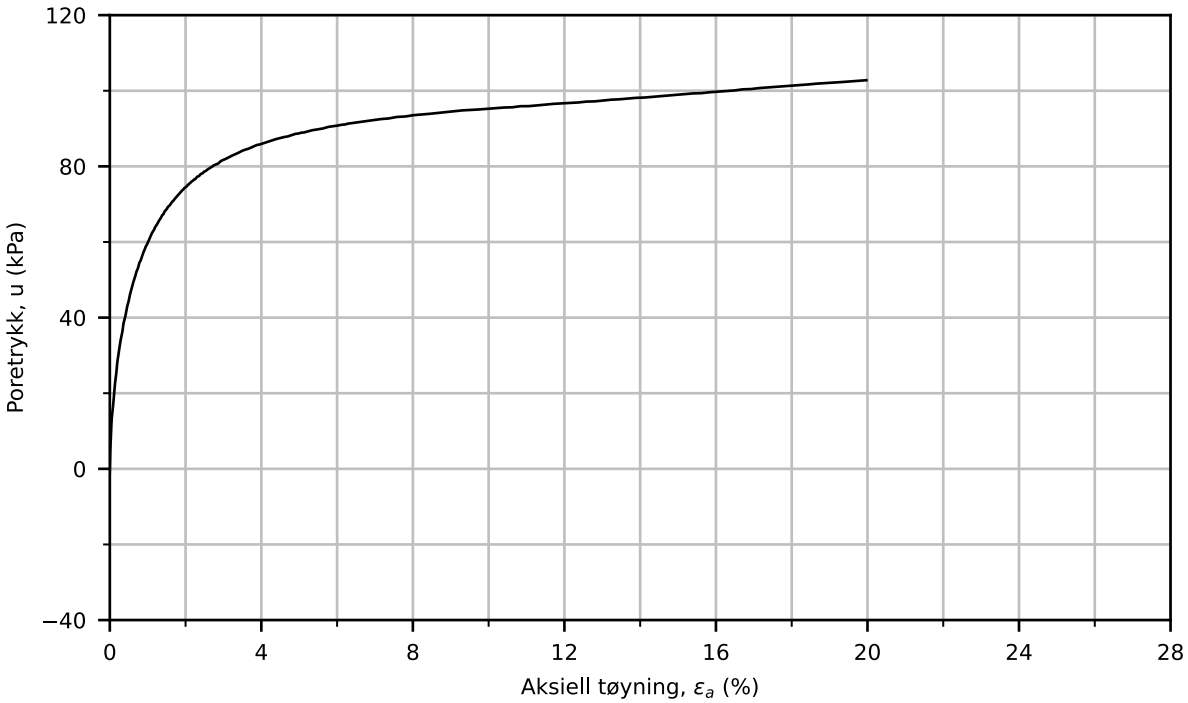
Dato 2023-06-15

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_155

Figur nr. X.x

Sylinder: 10
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	17.57	m
p_0'	=	220.5	kPa
w_i	=	35.8	%
w_c	=	32.6	%

Konsolideringsspenninger

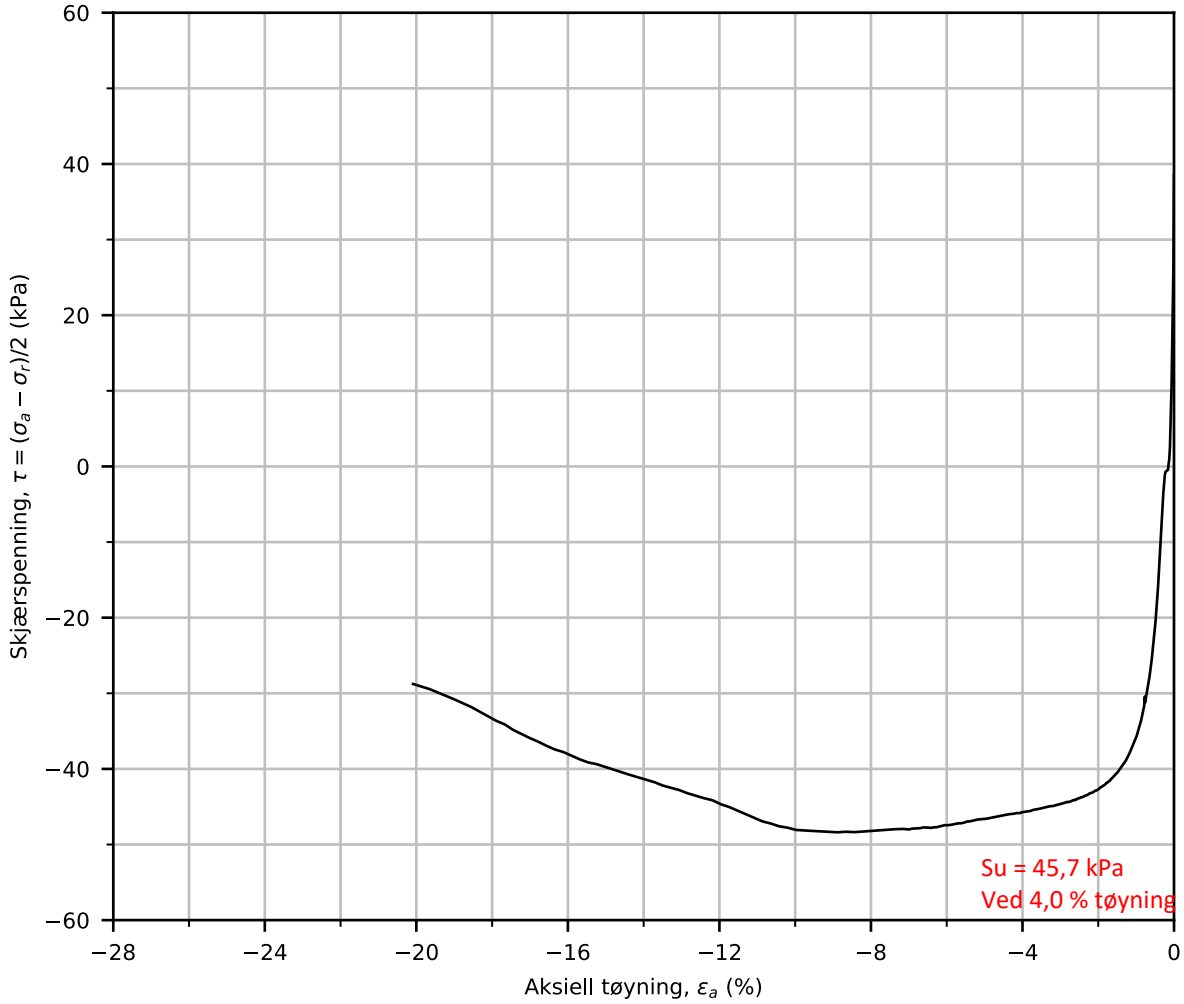
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	220.1
σ'_{rc}	-	-	143.3

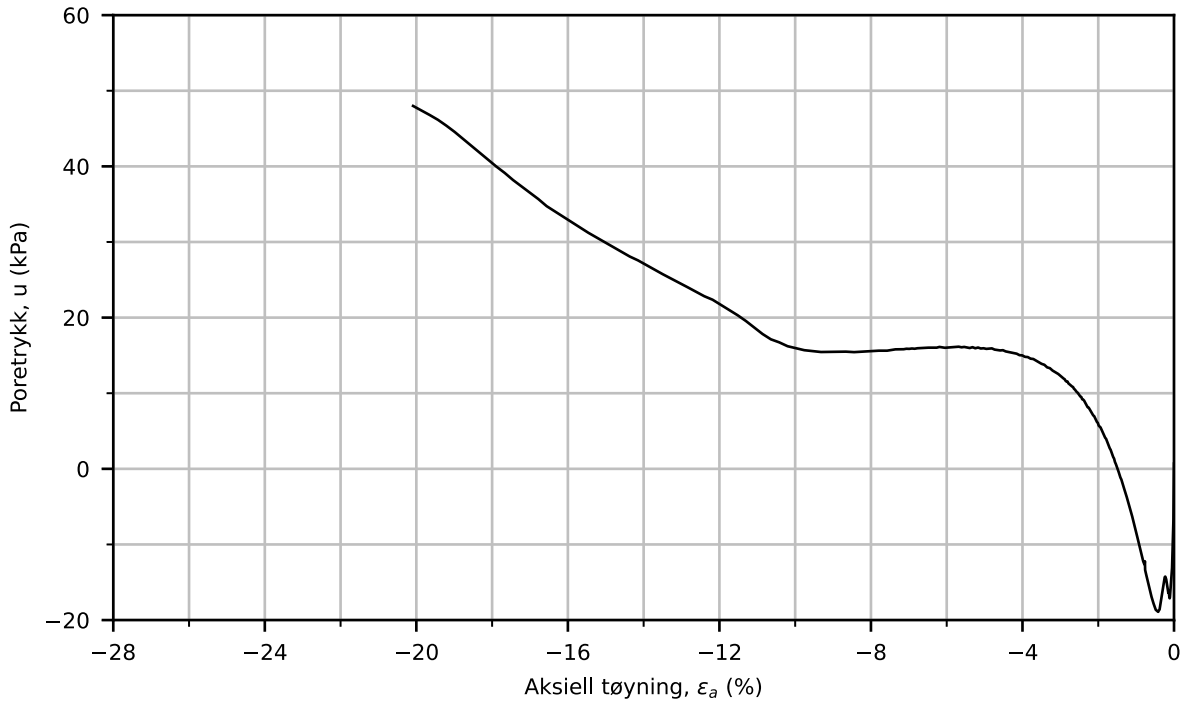
Dato 2023-06-15

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_155

Figur nr. X.x

Sylinder: 10
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	17.42	m
p_0'	=	220.5	kPa
w_i	=	33.7	%
w_c	=	30.0	%

Konsolideringsspenninger

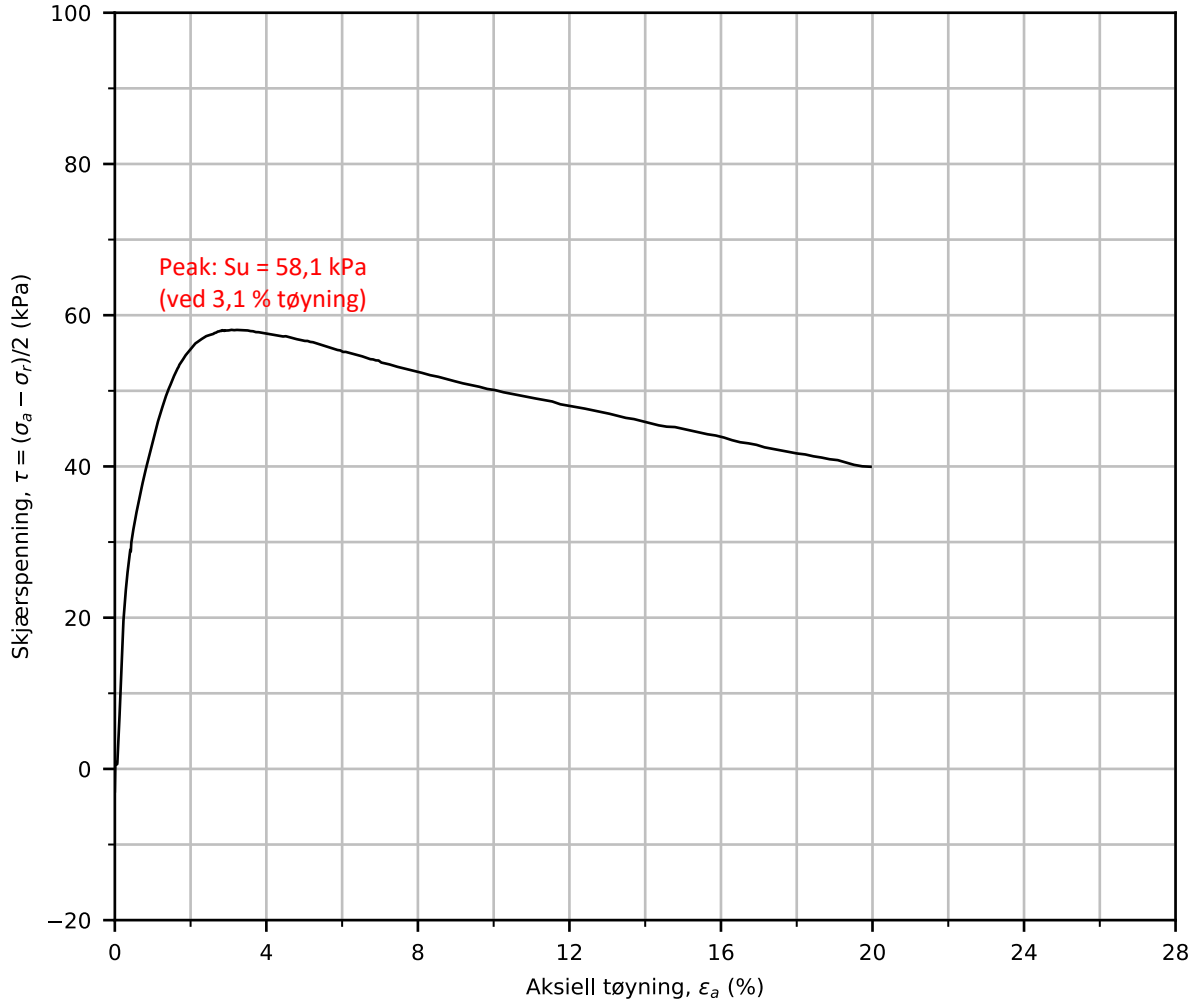
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	220.4
σ'_{rc}	-	-	143.2

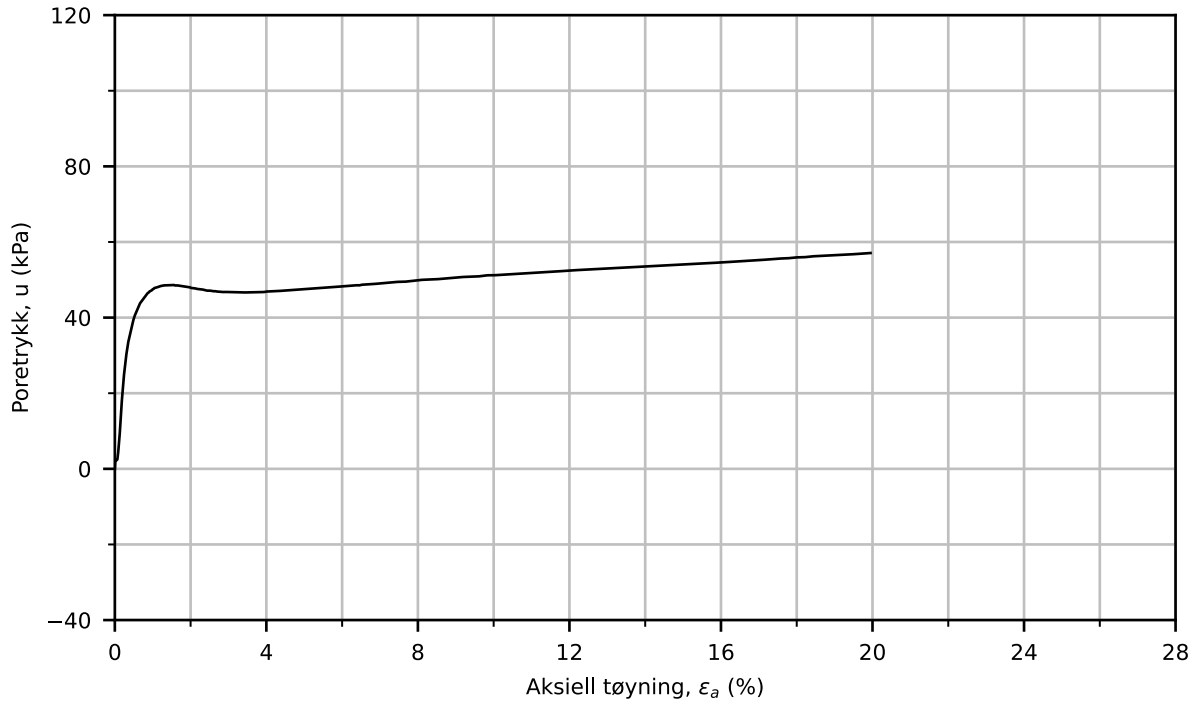
Dato 2023-06-16

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

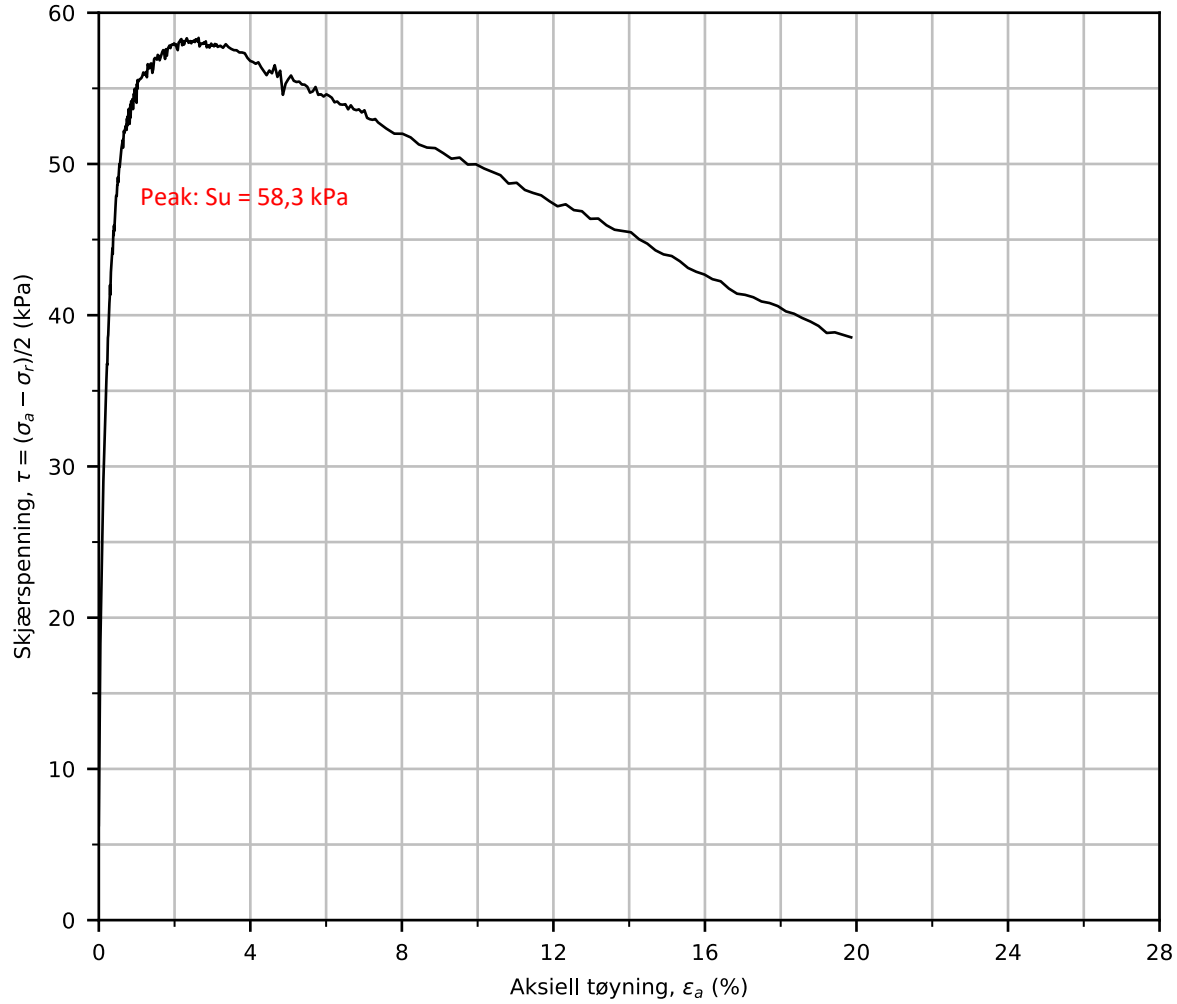
Test type: CAUA	Borehull: CBZ_156							
Sylinder: 3	Dybde = 5.33 m	Konsolideringsspenninger						
Del: A	p_0' = 85.4 kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.			
Test: 1	w_i = 17.7 %	σ'_{ac}	-	-	85.4			
Lab: NGI Oslo	w_c = 16.8 %	σ'_{rc}	-	-	89.7			

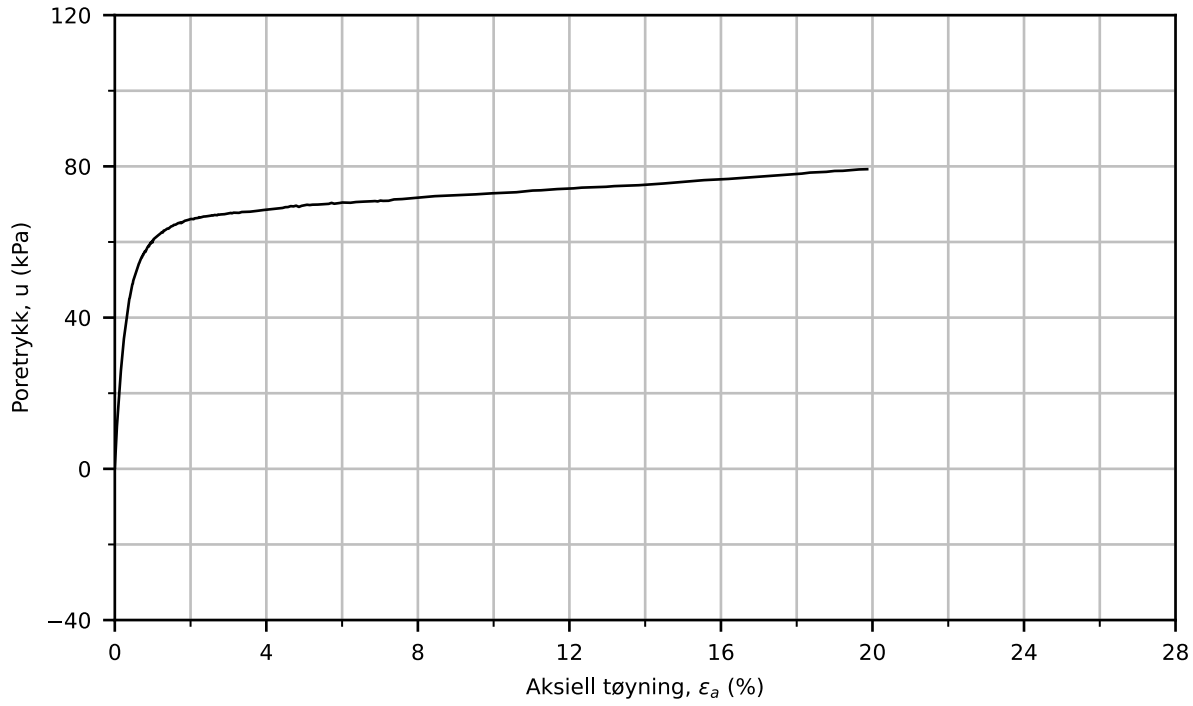
Dokument nr. 20230019-07

Figur nr. X.x

Dato 2023-06-06

Tegnet av ThV





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_156

Figur nr. X.x

Sylinder: 5
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	9.40	m
p_0'	=	124.9	kPa
w_i	=	17.5	%
w_c	=	16.5	%

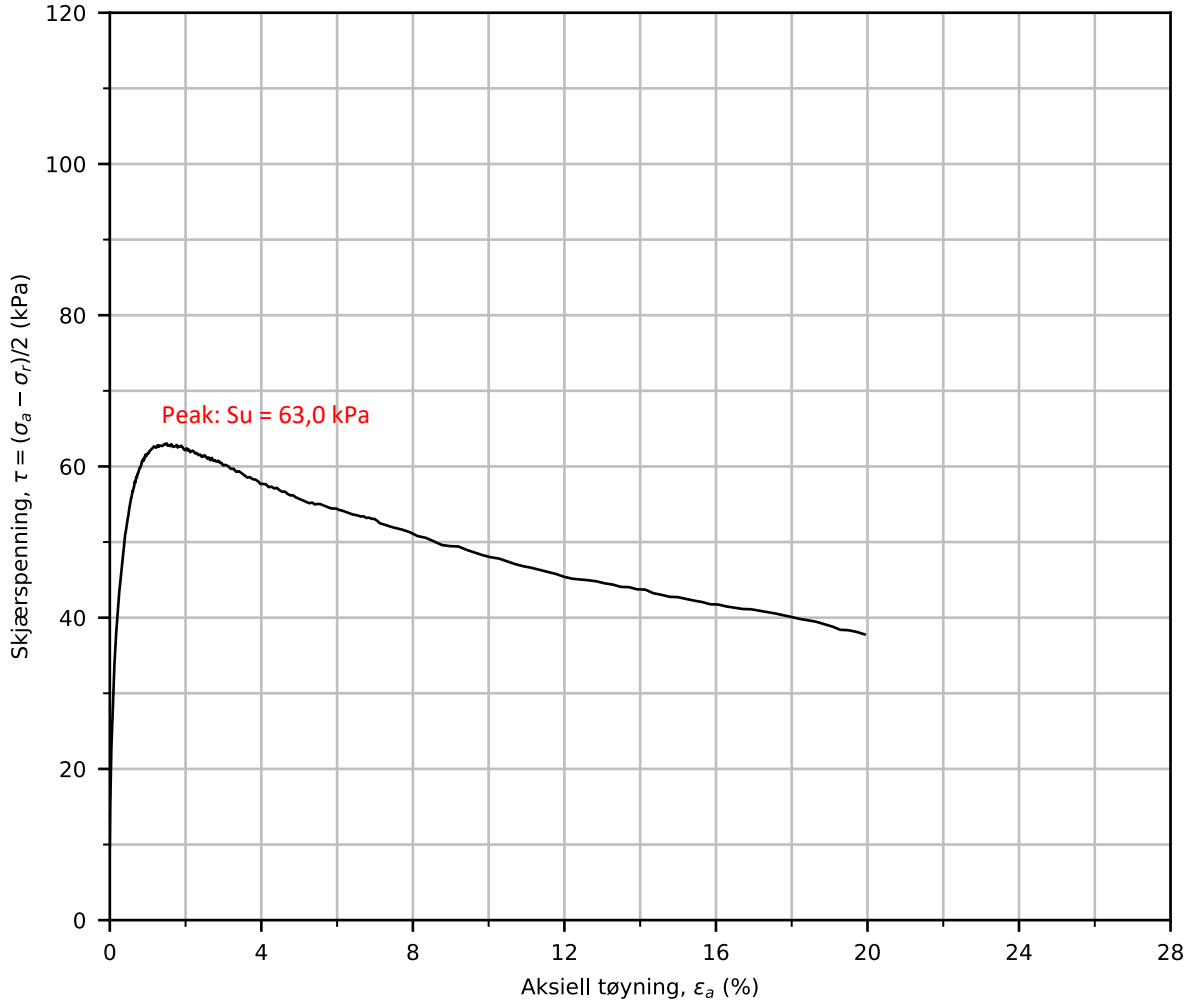
Konsolideringsspenninger

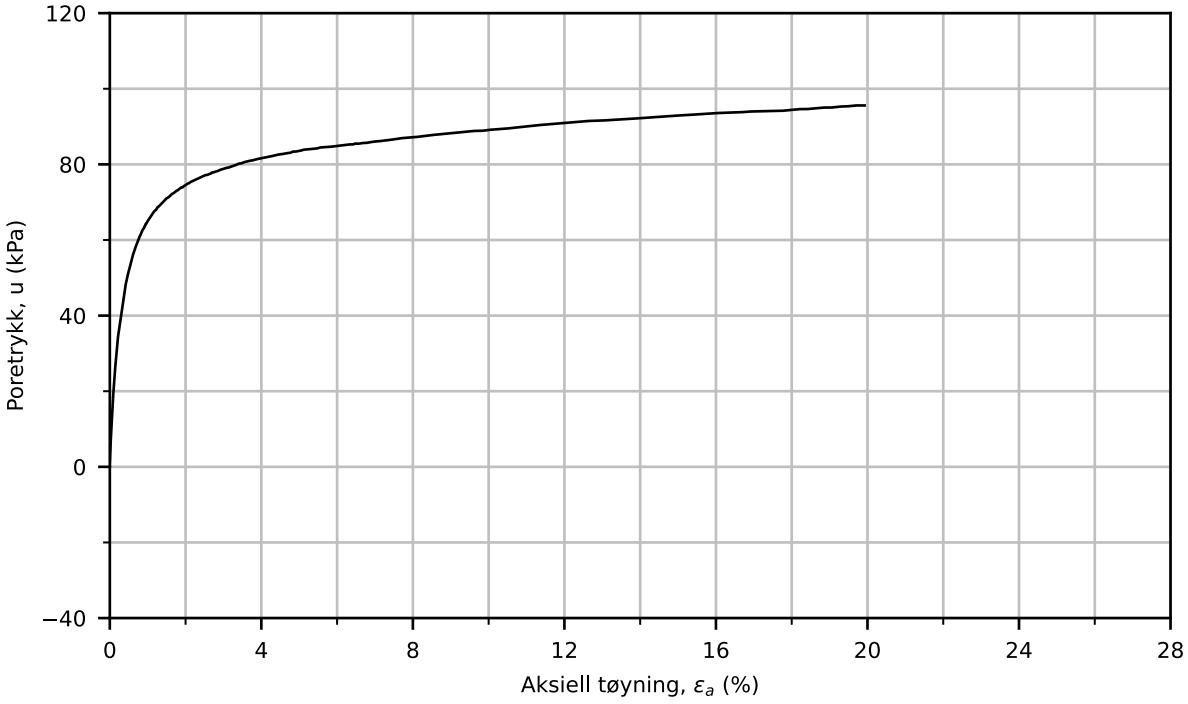
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	124.9
σ'_{rc}	-	-	112.4

Dato 2023-06-01

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_156

Figur nr. X.x

Sylinder: 6
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	10.37	m
p_0'	=	147.1	kPa
w_i	=	21.7	%
w_c	=	20.3	%

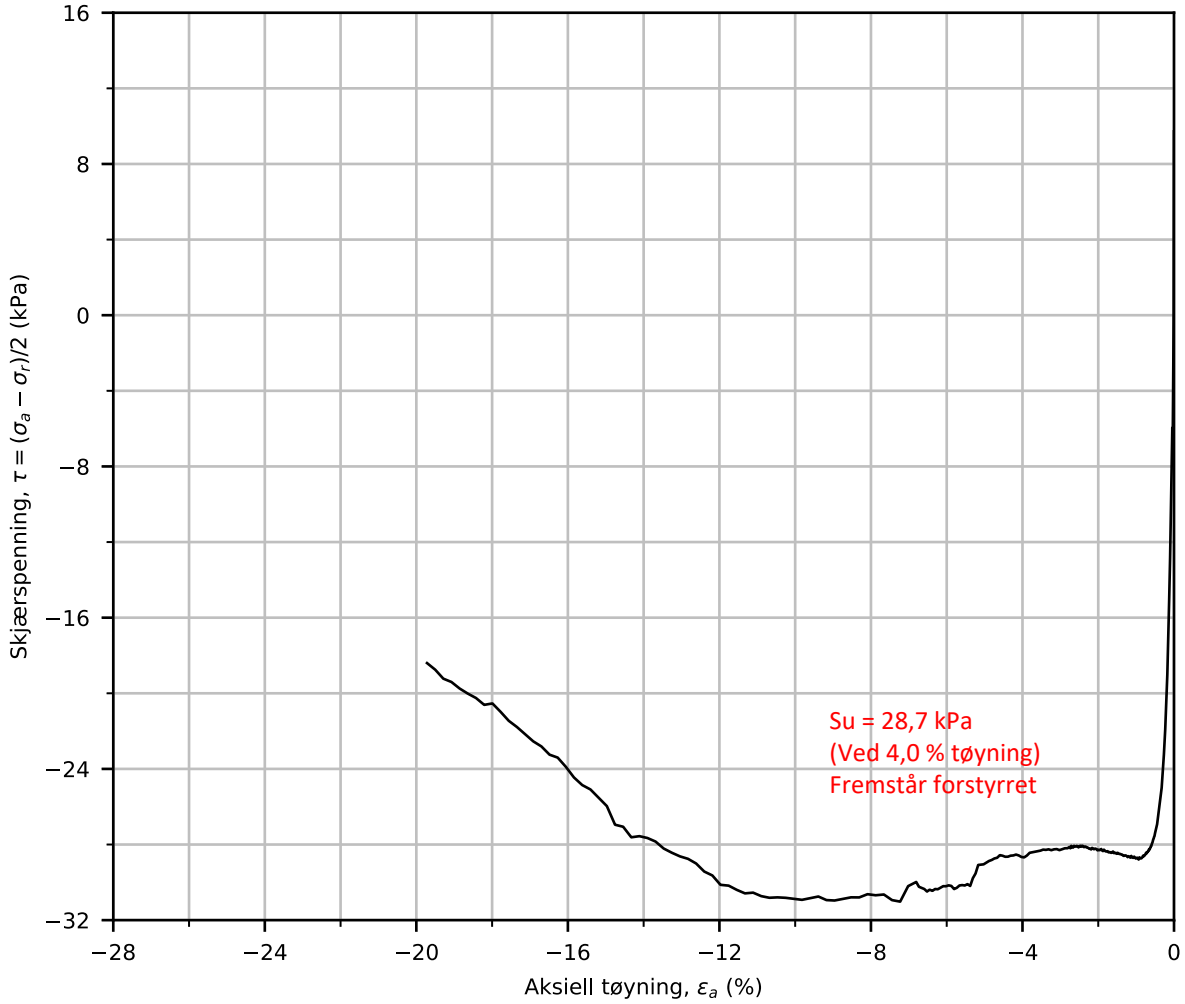
Konsolideringsspenninger

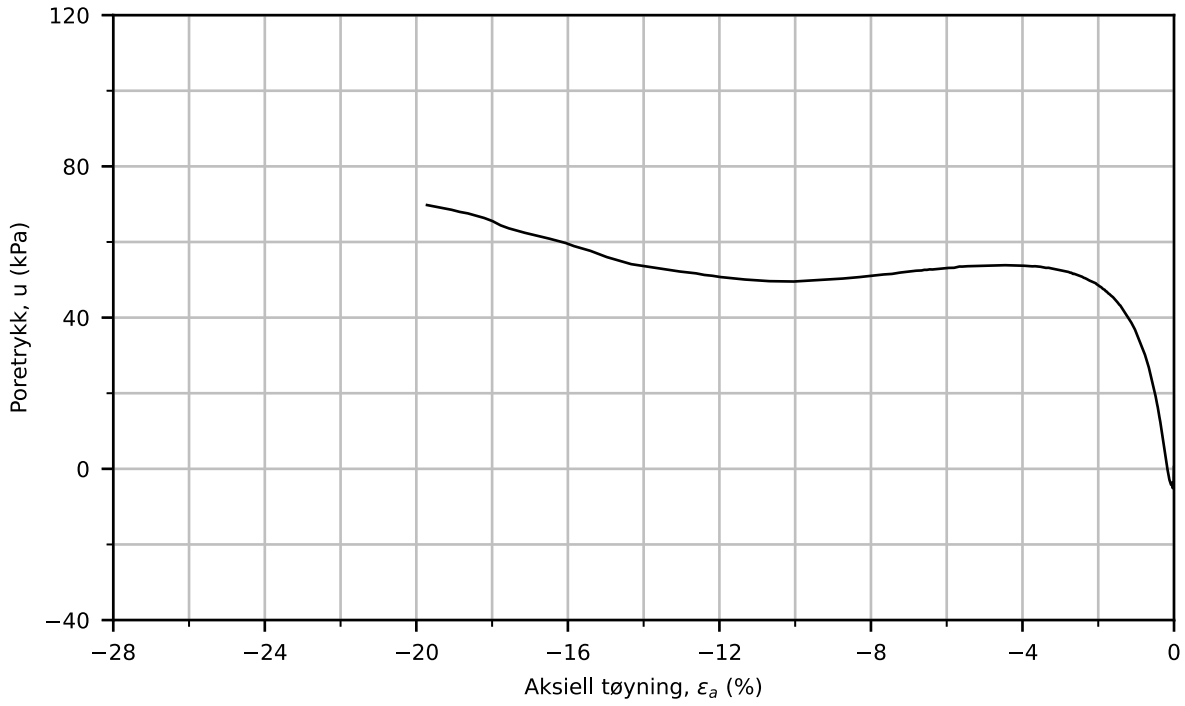
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	147.1
σ'_{rc}	-	-	127.9

Dato 2023-06-07

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_156

Figur nr. X.x

Sylinder: 6
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	10.50	m
p_0'	=	148.6	kPa
w_i	=	22.0	%
w_c	=	20.6	%

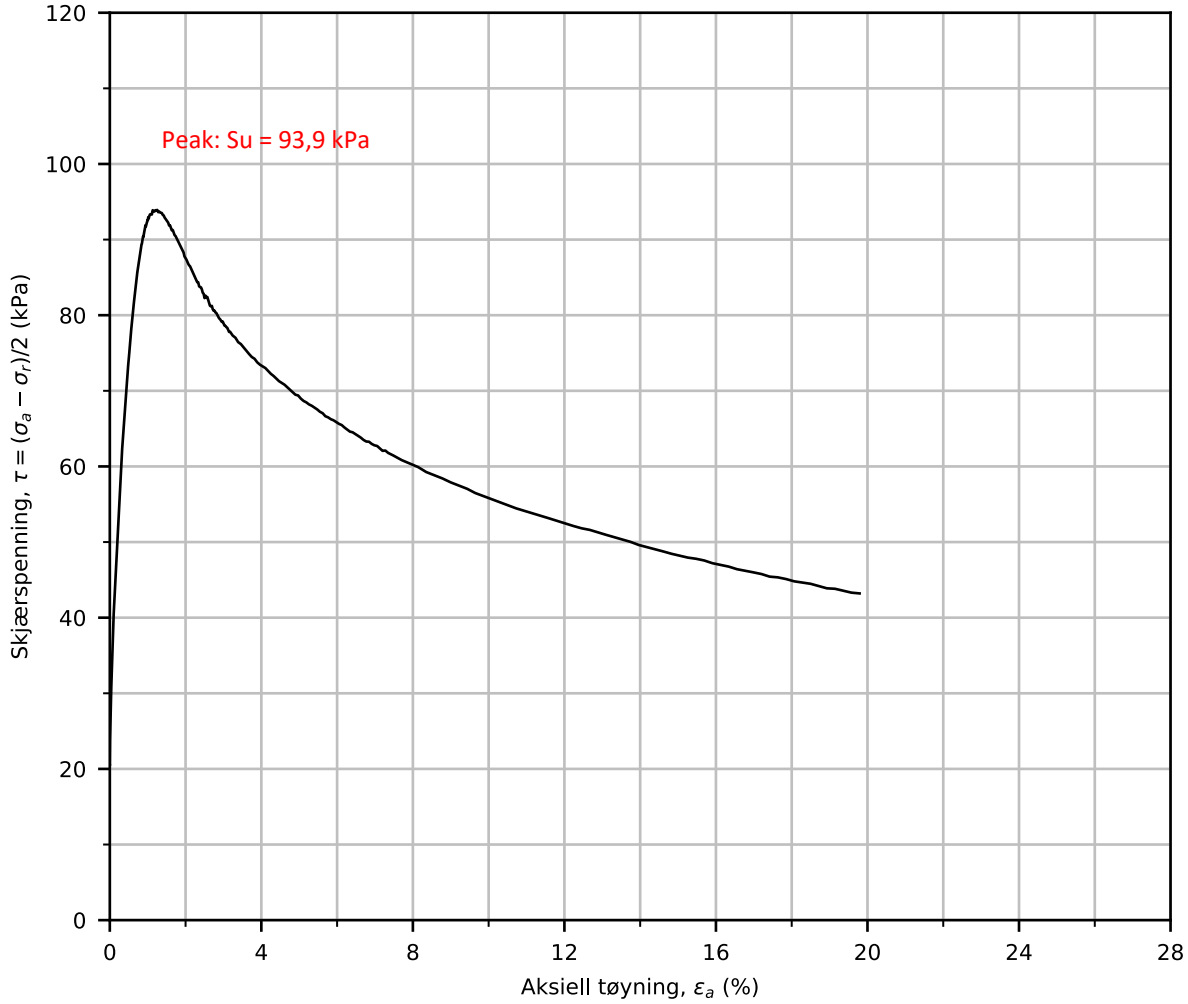
Konsolideringsspenninger

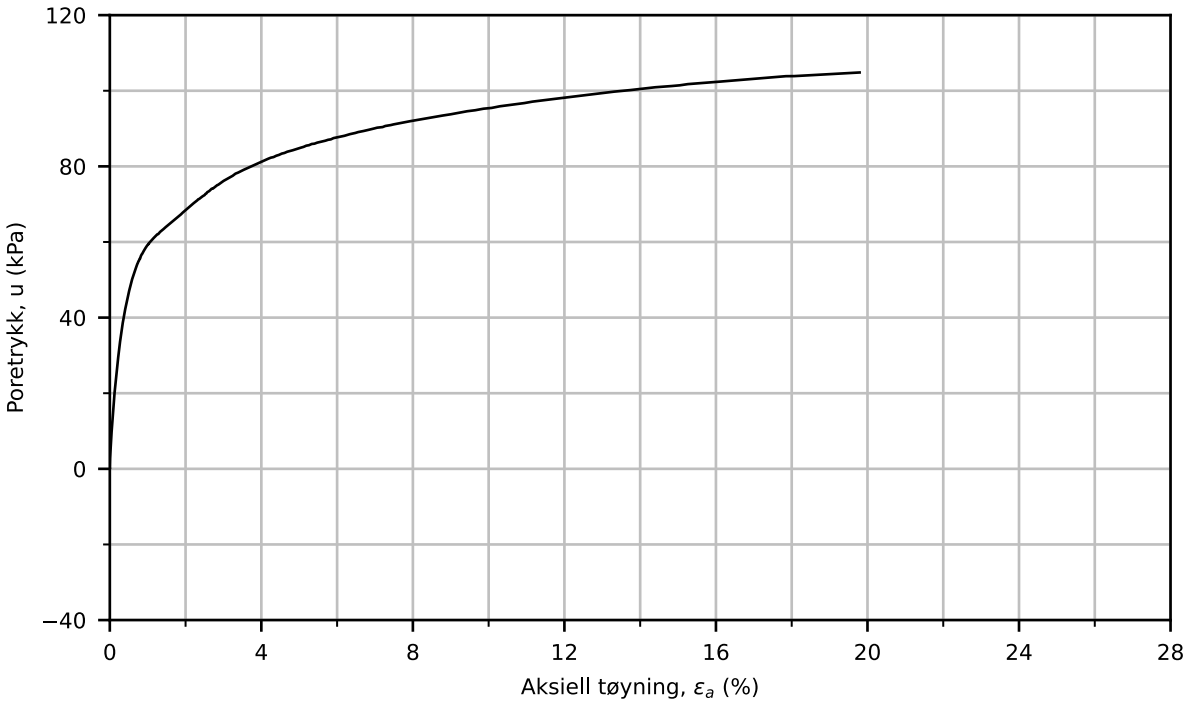
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	148.6
σ'_{rc}	-	-	129.3

Dato 2023-06-08

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_156

Figur nr. X.x

Sylinder: 8
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	14.57	m
p_0'	=	178.0	kPa
w_i	=	35.9	%
w_c	=	34.8	%

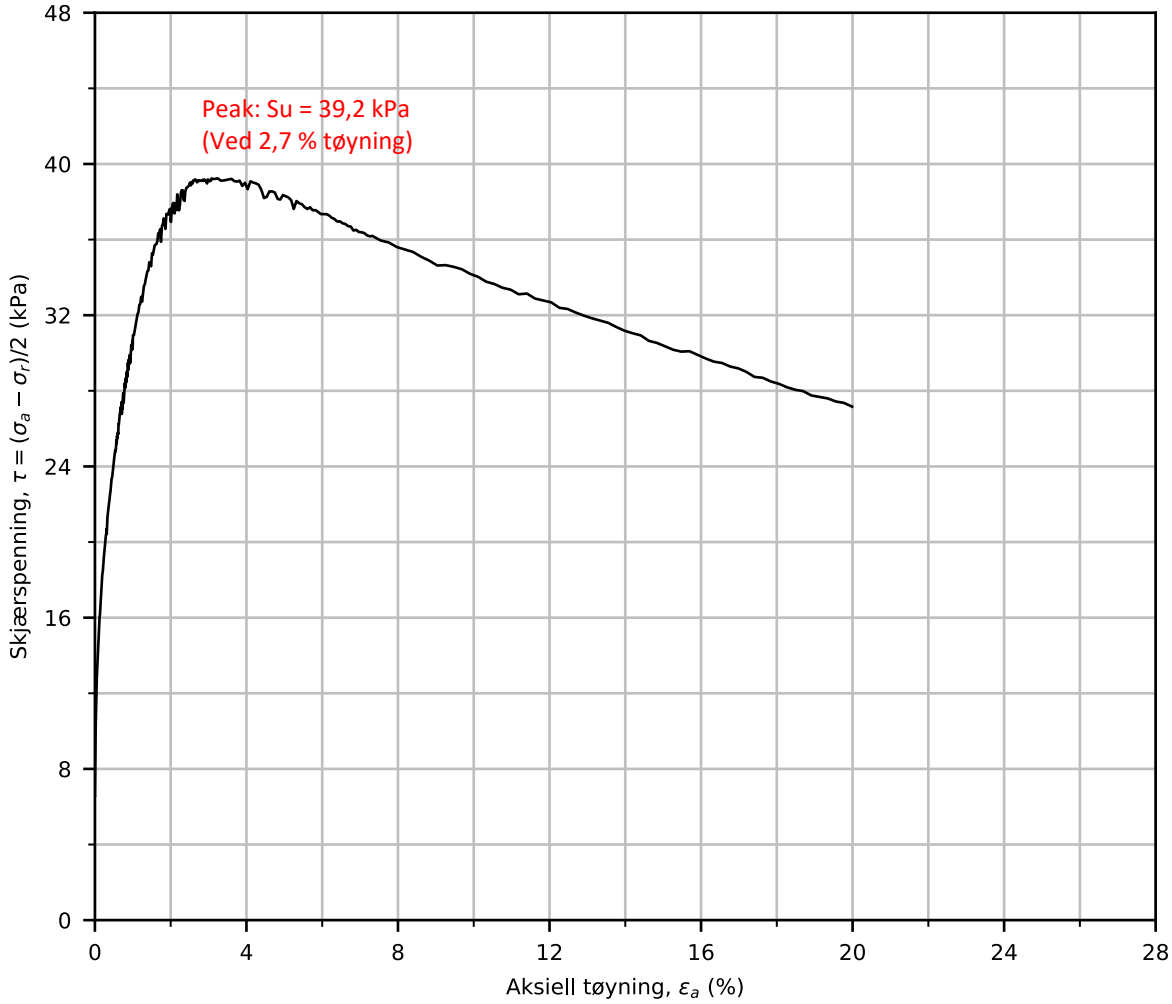
Konsolideringsspenninger

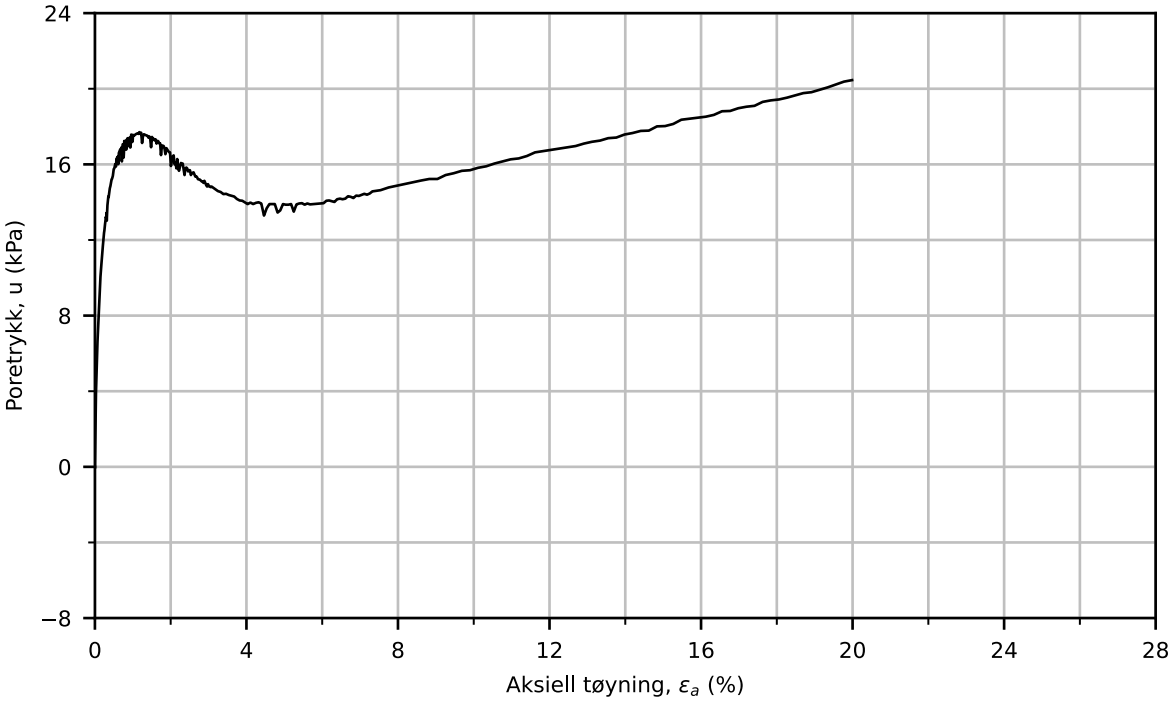
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	178.0
σ'_{rc}	-	-	137.0

Dato 2023-06-08

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

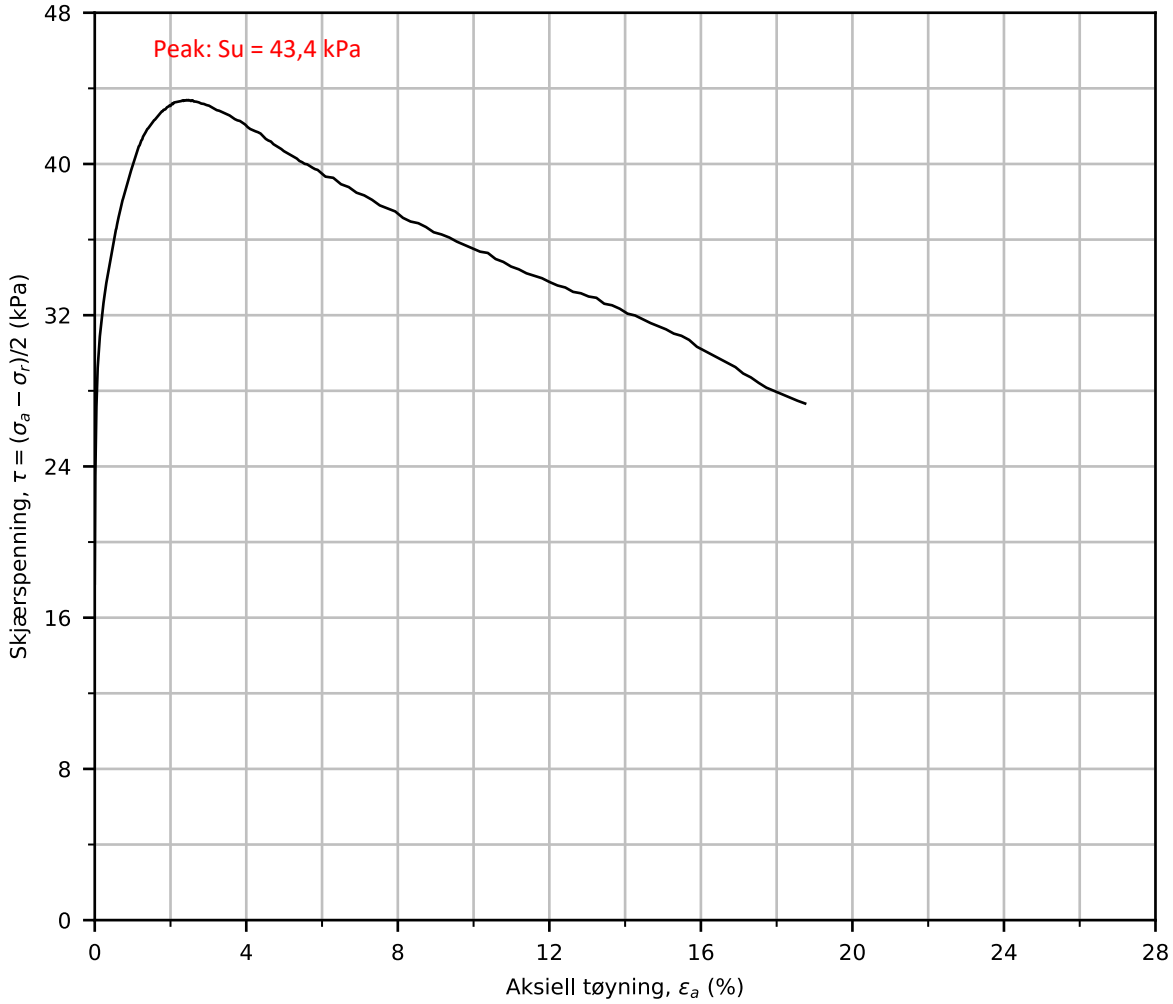
Dokument nr. 20230019-07

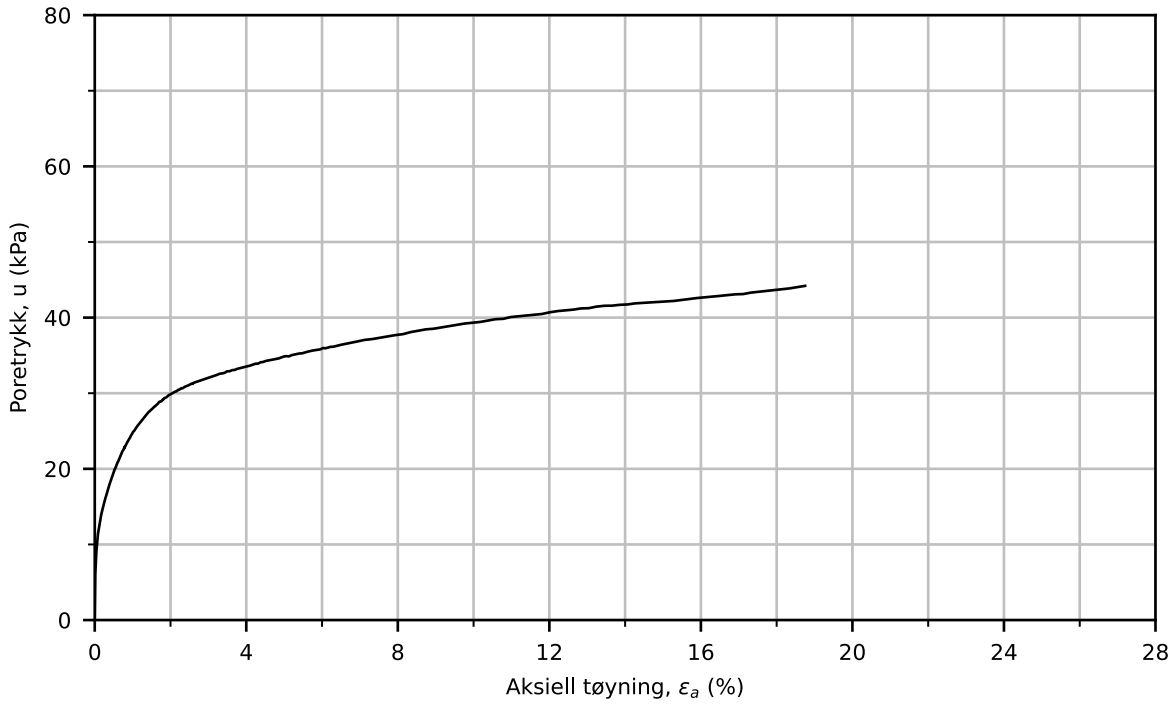
Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					
Sylinder:	5	Dybde	= 5.37	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 53.5	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	= 34.8	%	σ'_{ac}	-	-	52.4
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 33.9	%	σ'_{rc}	-	-	39.3

Figur nr. X.x

Dato 2023-03-28

Tegnet av ThV

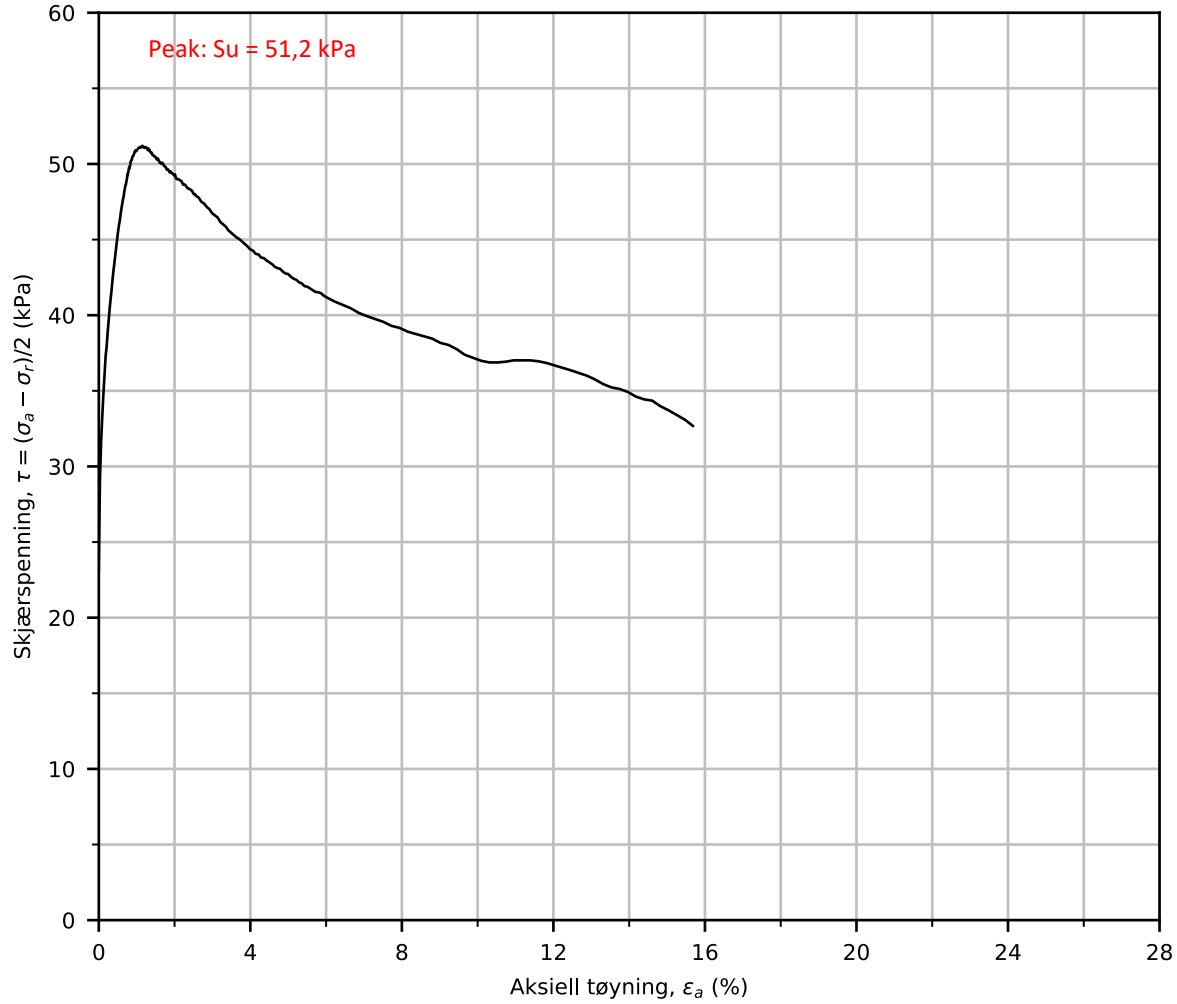


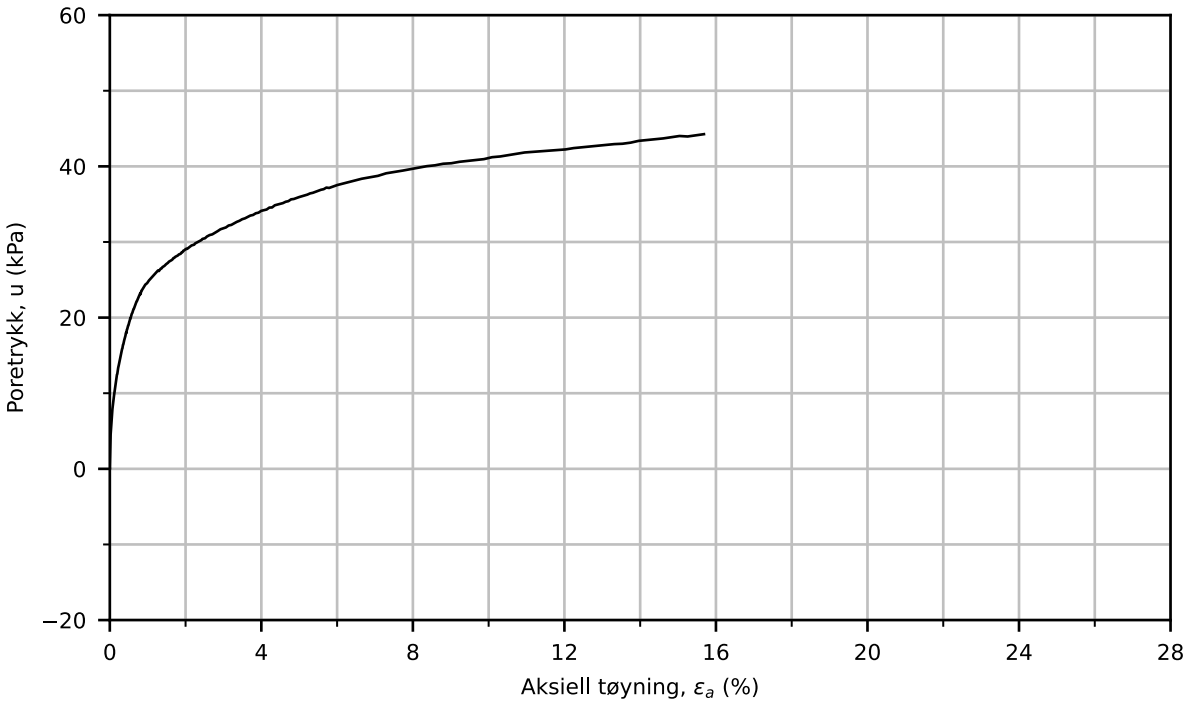


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					Figur nr. X.x
Sylinder:	8	Dybde	= 8.33	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-03-28 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	= 101.6	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	= 51.3	%	σ'_{ac}	-	-	101.6
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 48.7	%	σ'_{rc}	-	-	66.0

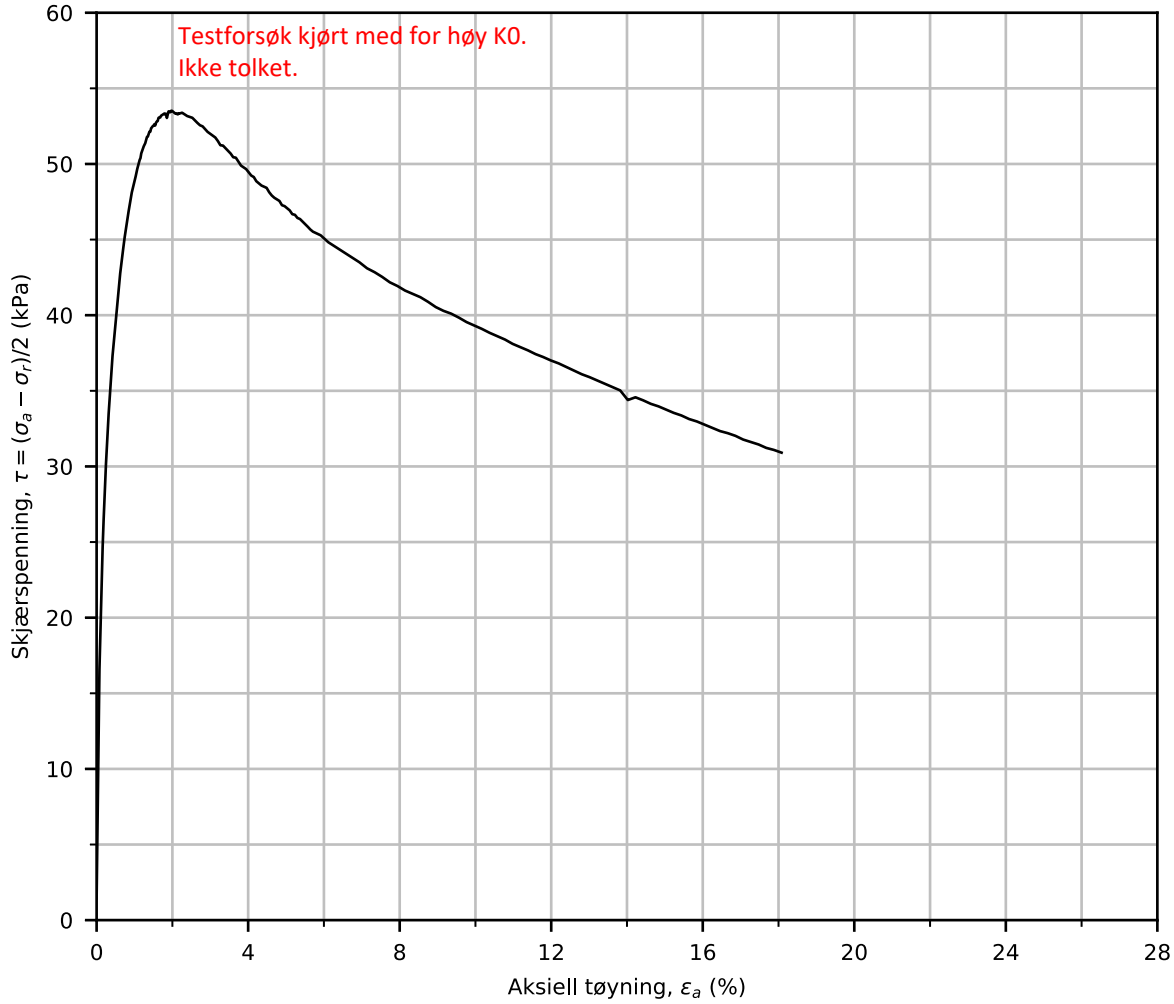


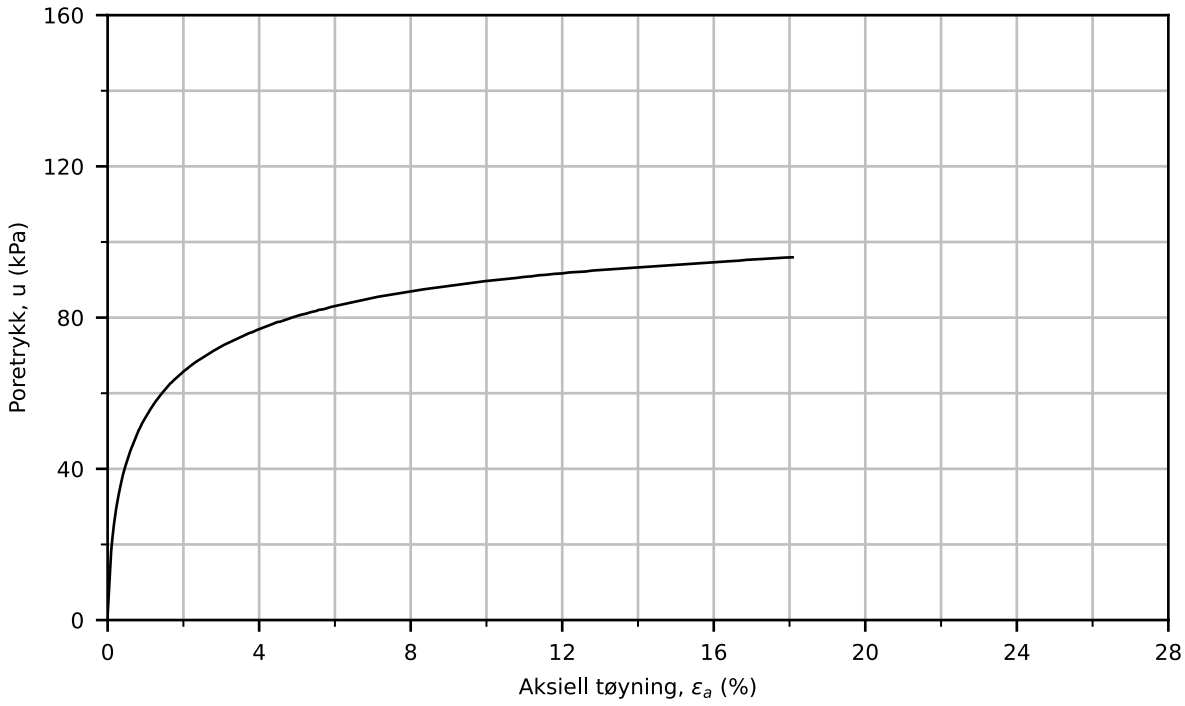


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					Figur nr.	X.x
Sylinder:	10	Dybde	=	10.23	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-03-28 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	116.0	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	55.9	%	σ'_{ac}	-	-	116.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	54.2	%	σ'_{rc}	-	-	69.6

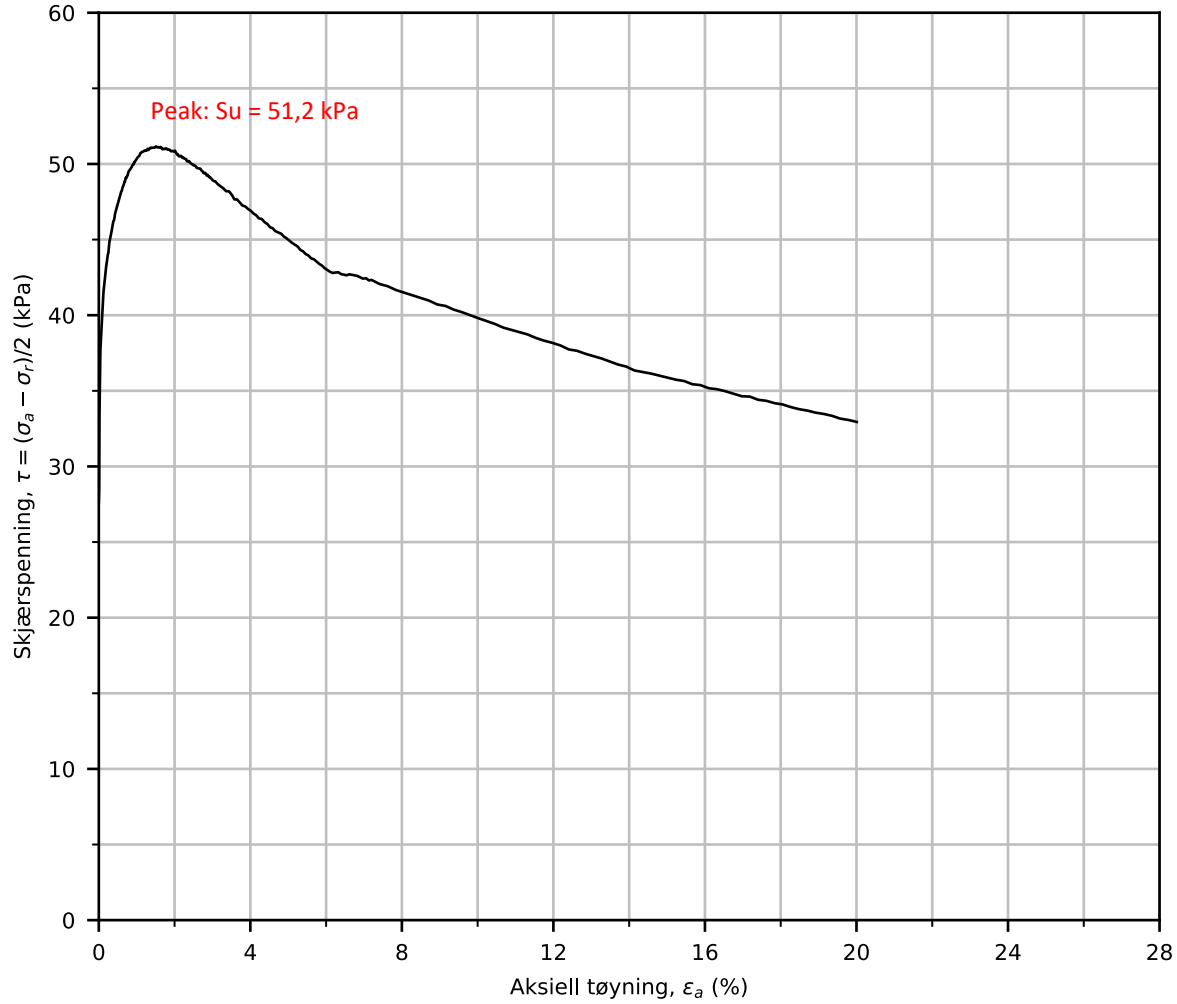


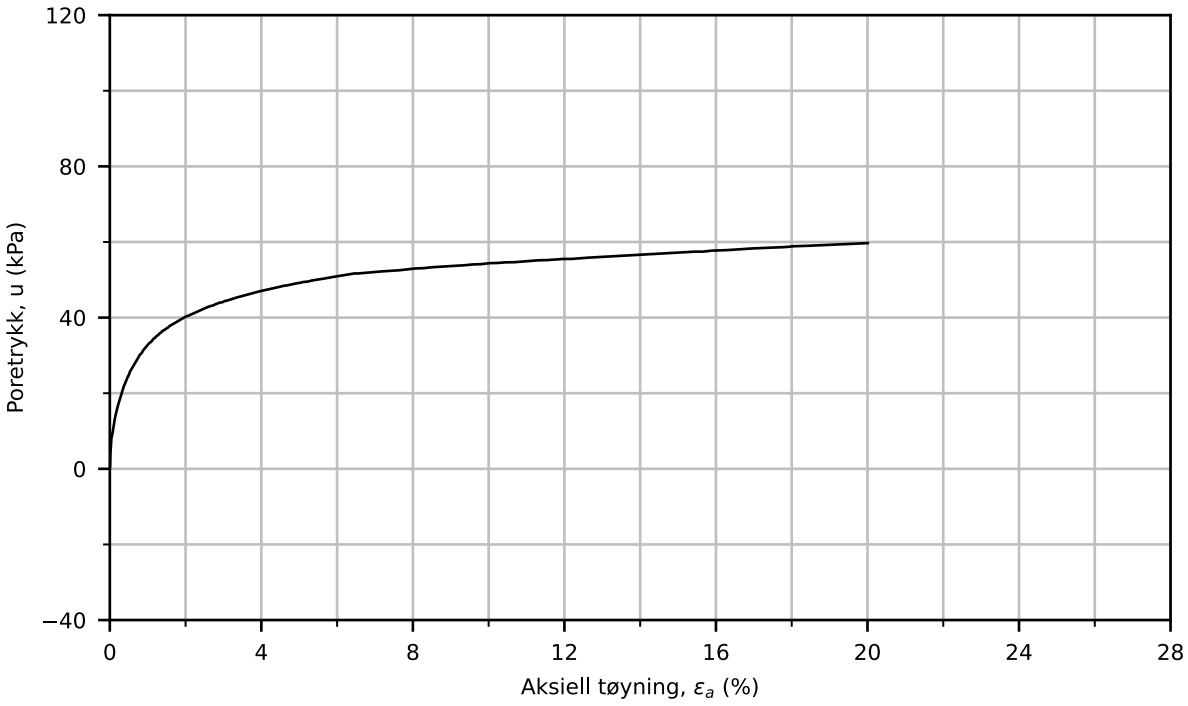


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					Figur nr.	X.x
Sylinder:	10	Dybde	=	10.62	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-03-29 / Tegnet av ARW
Del:	A	p_0'	=	120.4	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	=	57.9	%	σ'_{ac}	-	-	120.4
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	54.7	%	σ'_{rc}	-	-	120.4

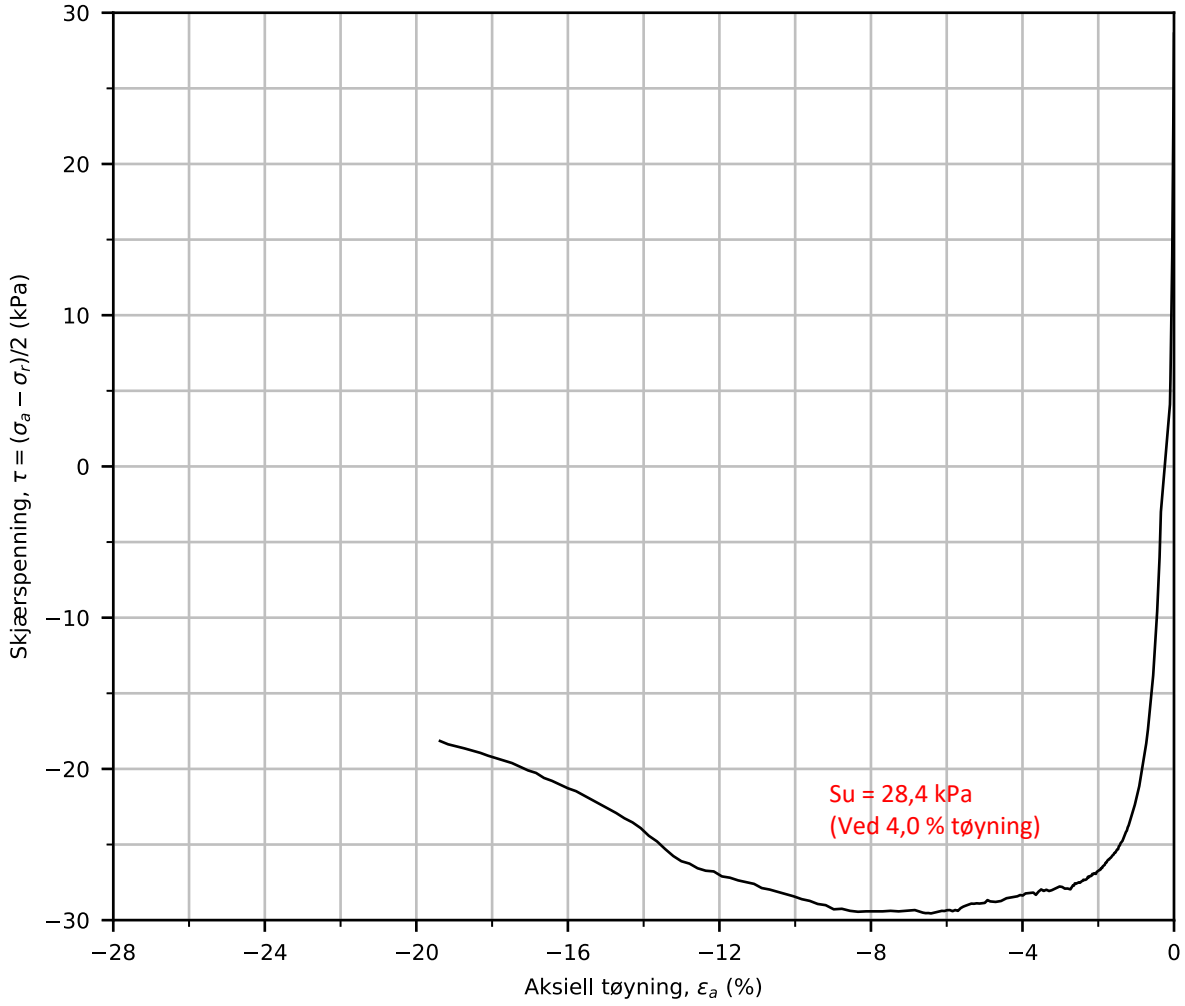


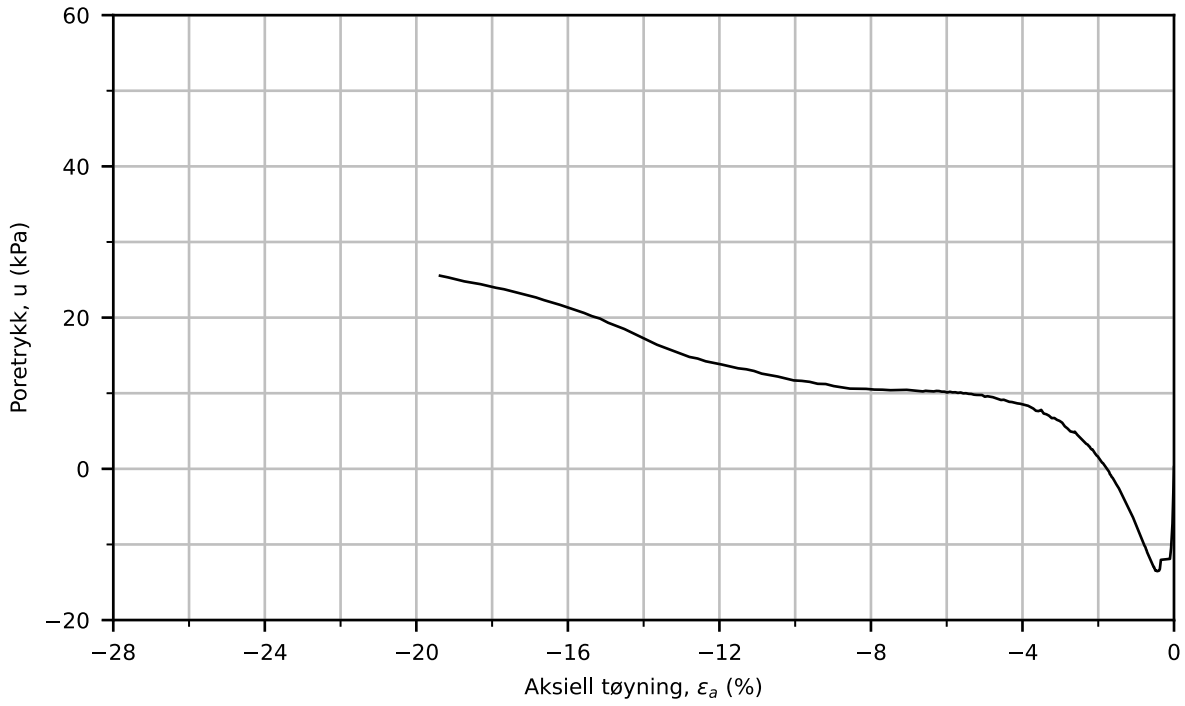


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					Figur nr.	X.x
Sylinder:	13	Dybde	=	13.27	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-03-28 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	140.3	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	34.4	%	σ'_{ac}	-	-	140.3
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	32.4	%	σ'_{rc}	-	-	84.2

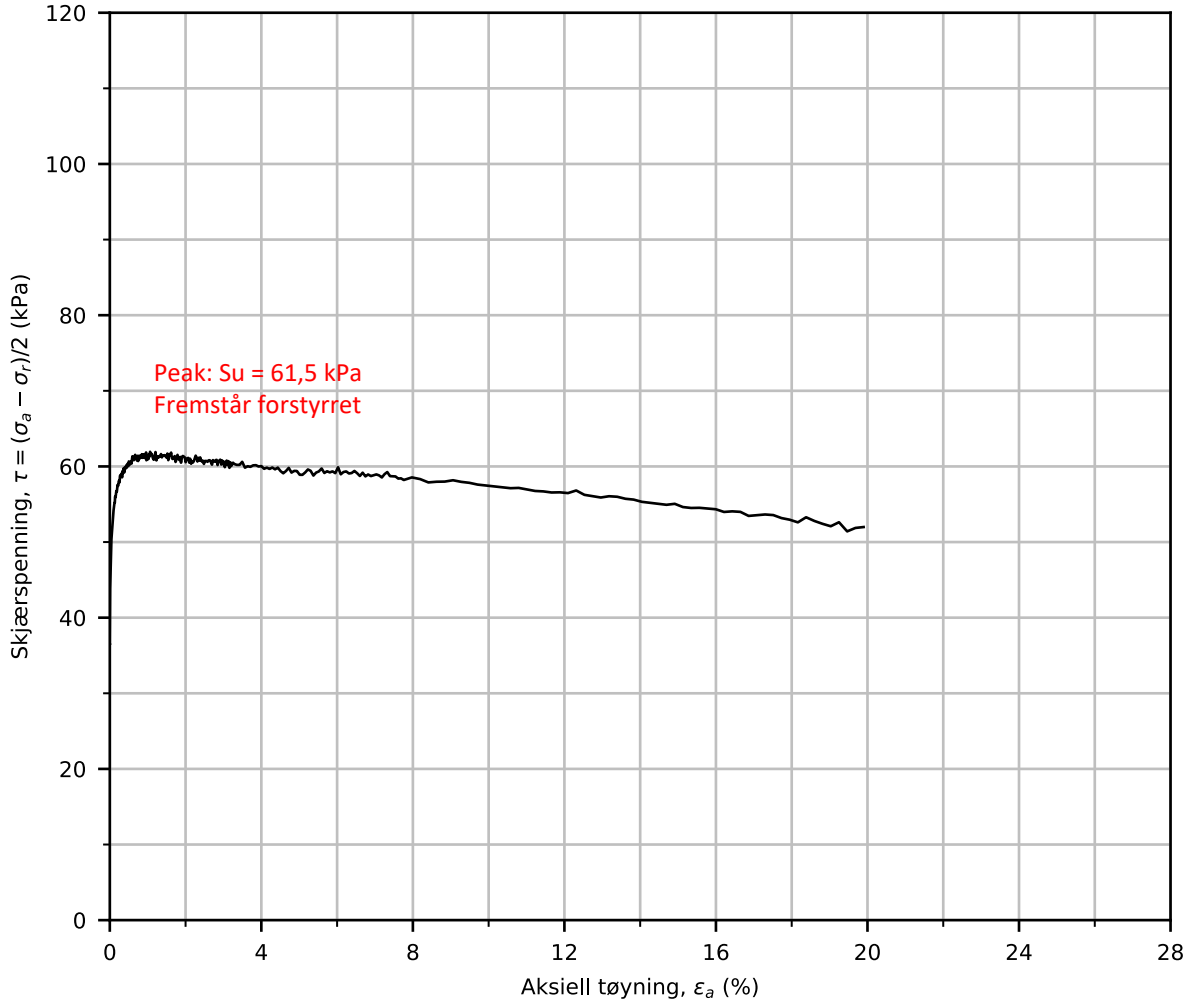


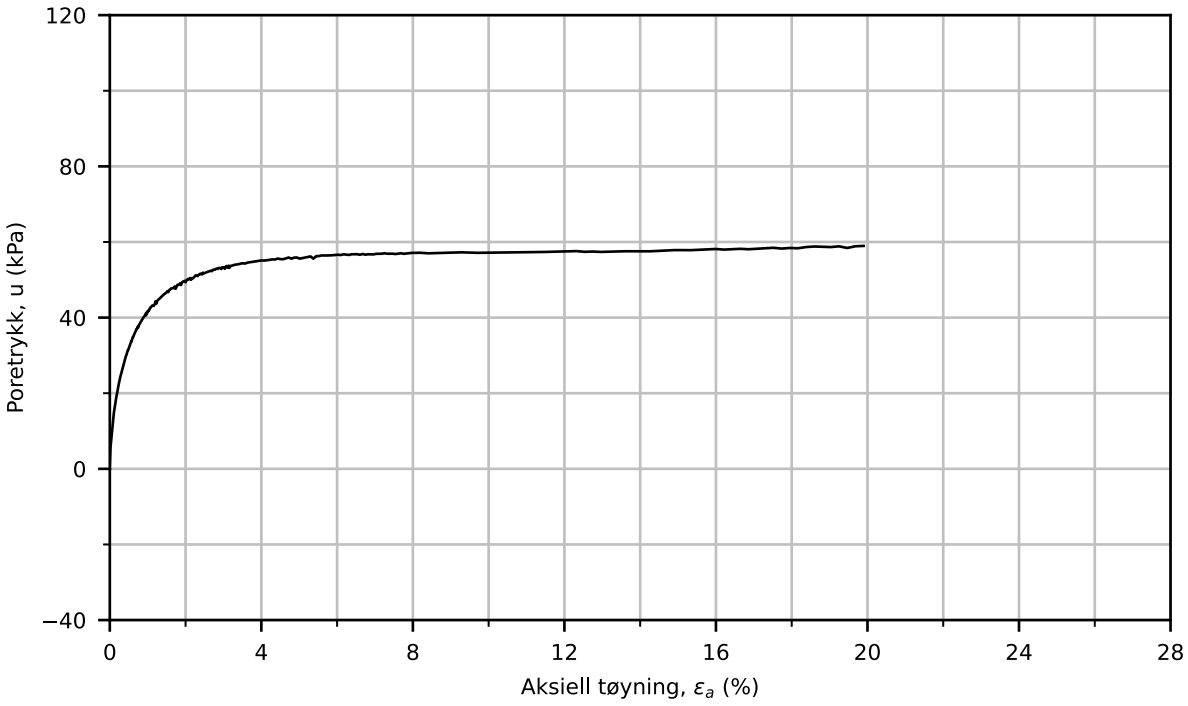


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUP	Borehull:	CBZ_302					Figur nr.	X.x
Sylinder:	13	Dybde	=	13.53	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-03 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	142.7	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	=	35.6	%	σ'_{ac}	-	-	142.7
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	33.6	%	σ'_{rc}	-	-	85.6

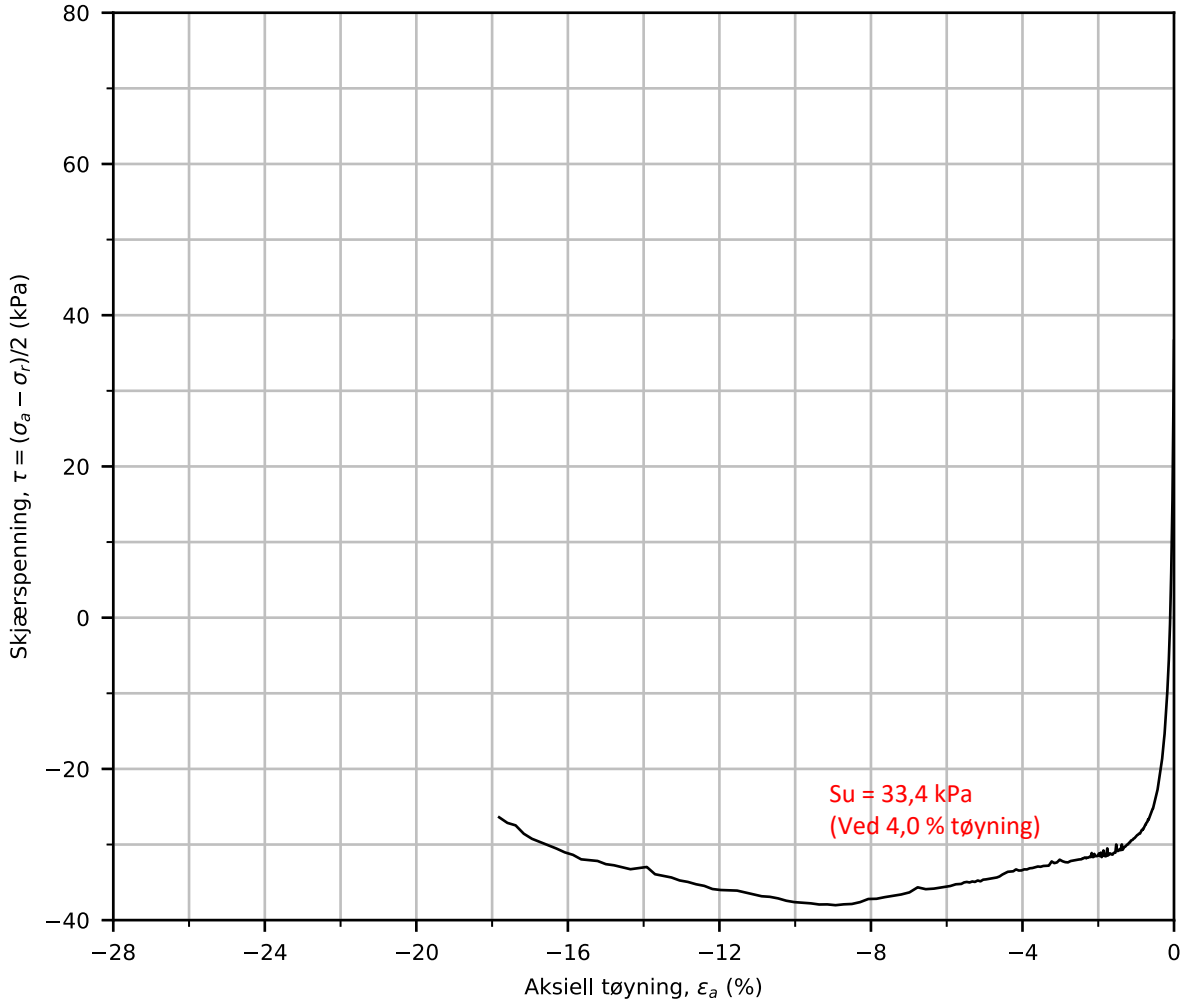


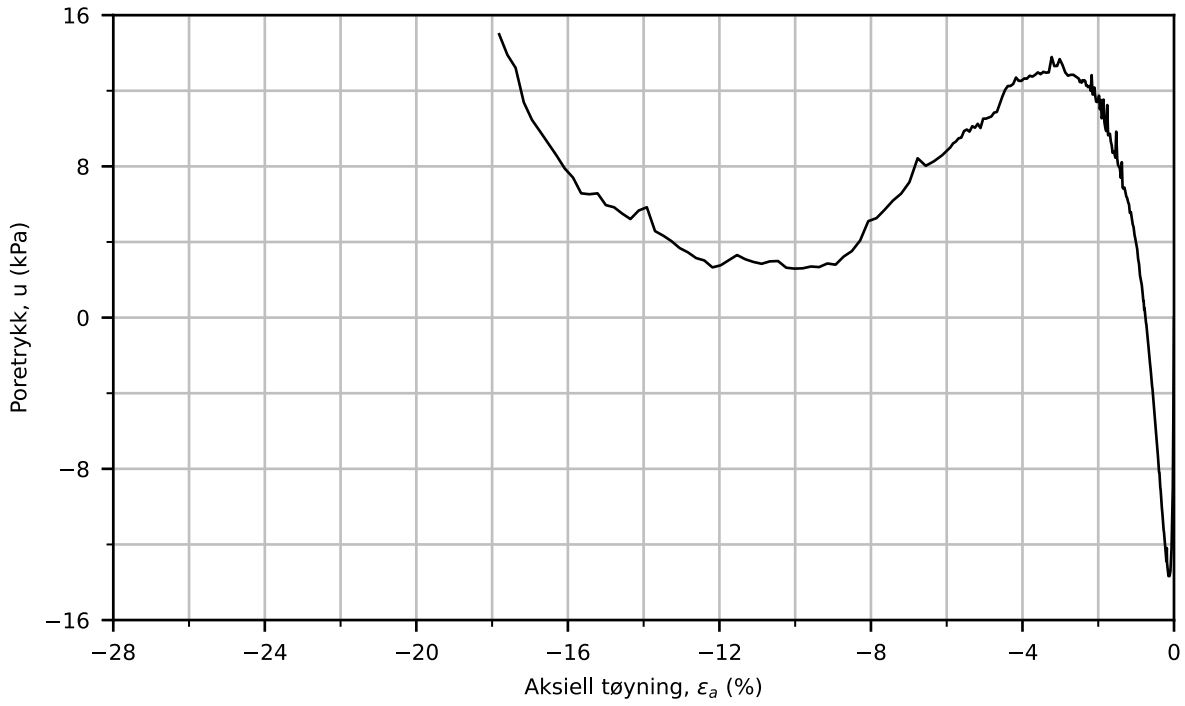


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					Figur nr. X.x
Sylinder:	16	Dybde	= 17.37	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-03-28 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	= 174.3	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	= 23.9	%	σ'_{ac}	-	-	173.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 22.2	%	σ'_{rc}	-	-	100.3





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_302

Figur nr. X.x

Sylinder: 16
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	17.59	m
p_0'	=	175.2	kPa
w_i	=	25.5	%
w_c	=	24.3	%

Konsolideringsspenninger

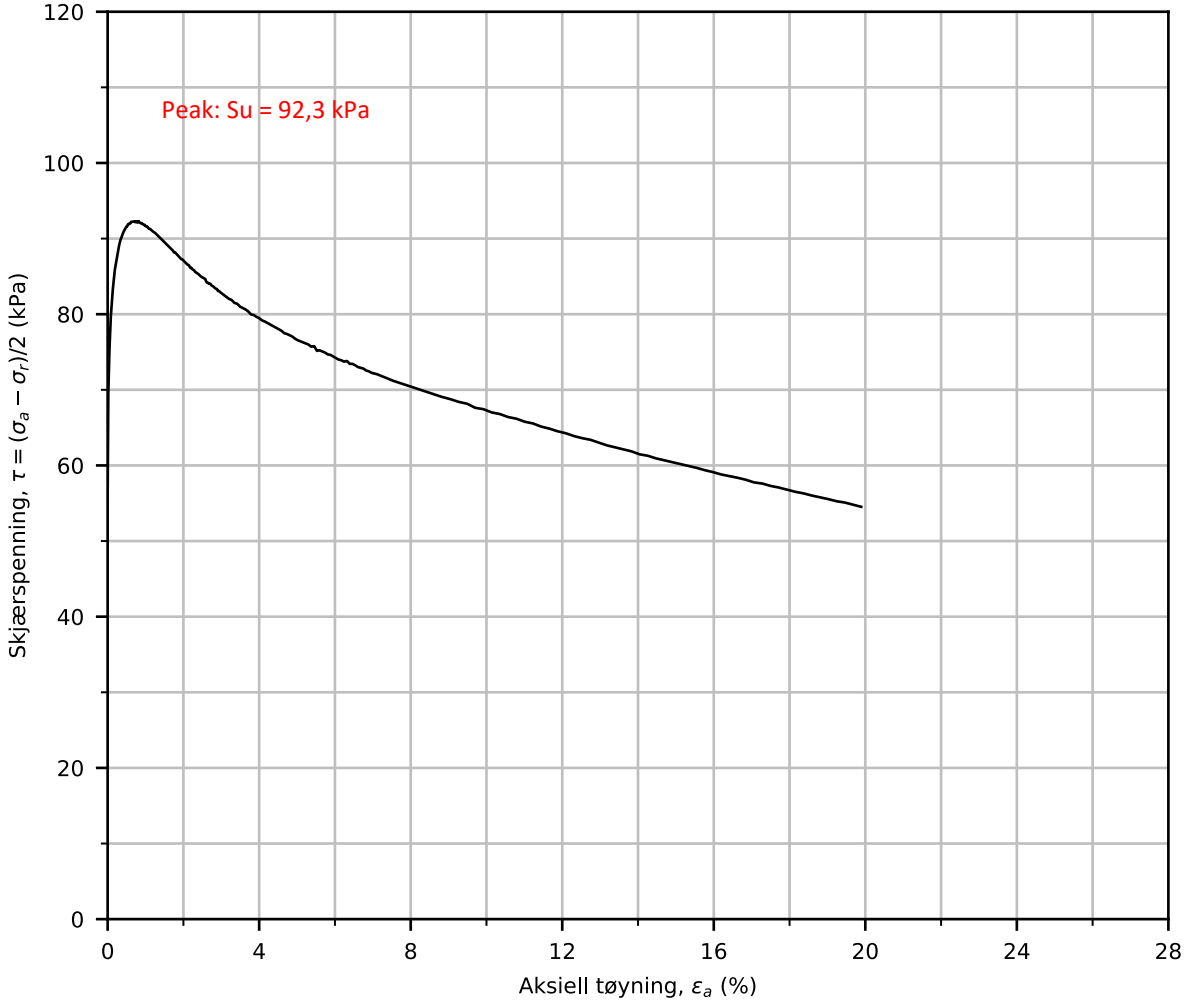
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	-	-	175.2
σ'_{rc}	-	-	101.6

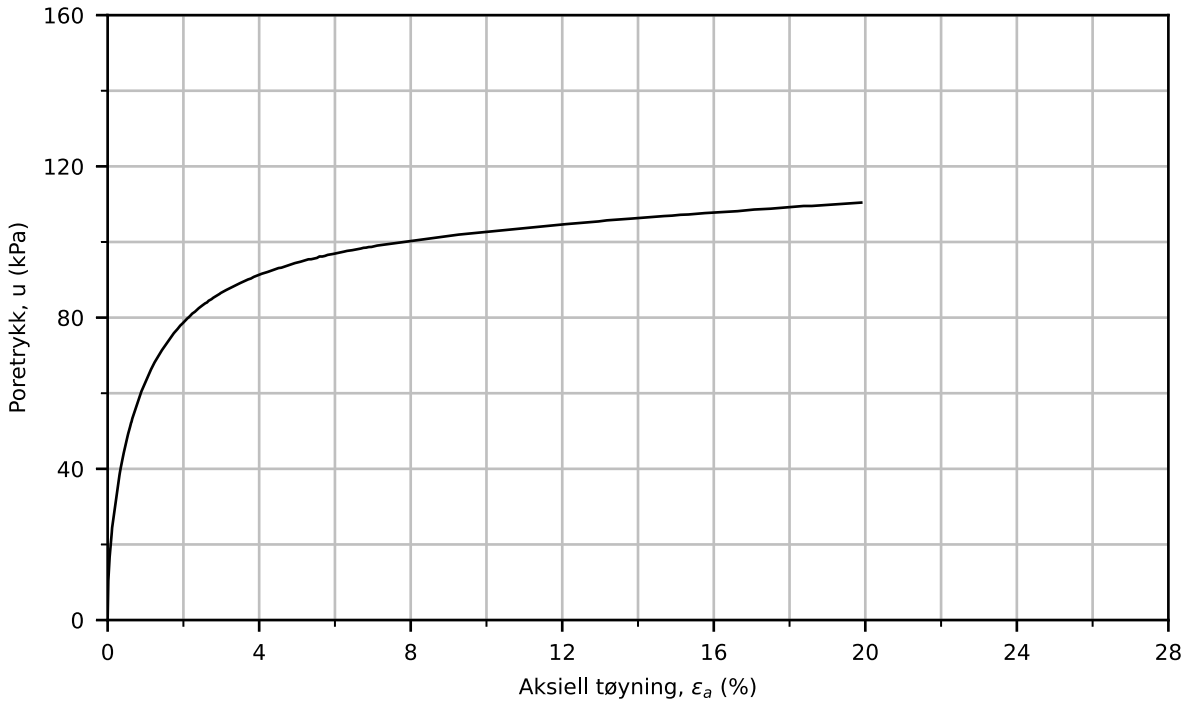
Dato 2023-04-27

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

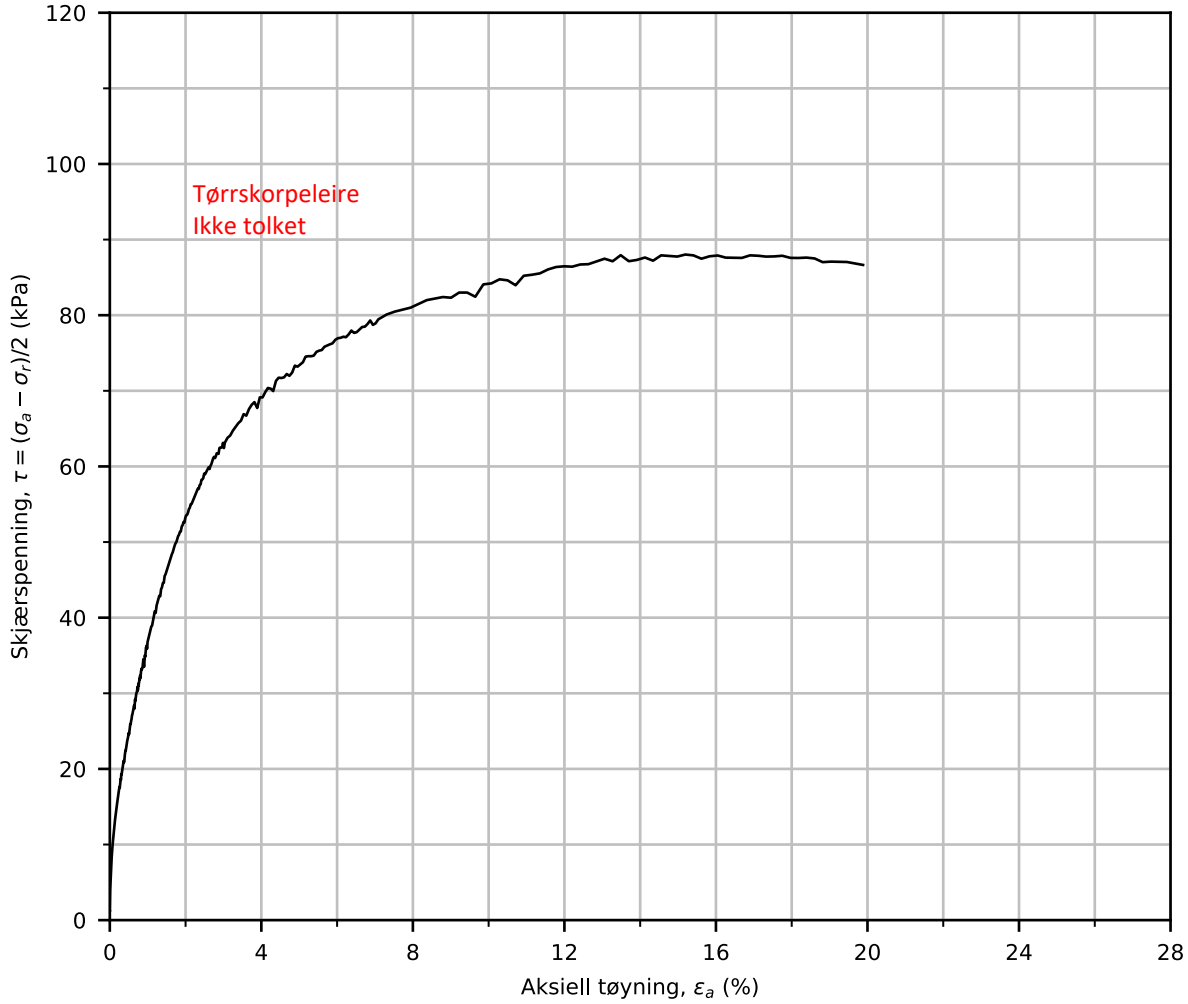
Dokument nr. 20230019-07

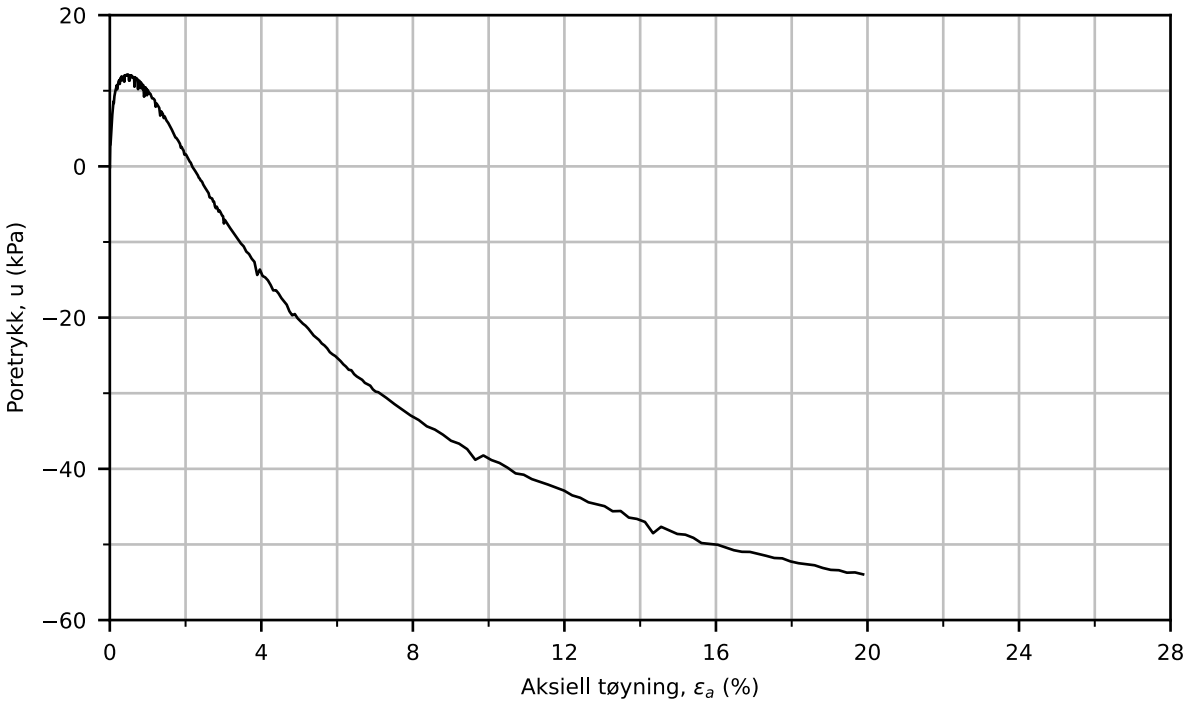
Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					
Sylinder:	21	Dybde	= 27.43	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 266.3	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	= 34.0	%	σ'_{ac}	-	-	266.3
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 32.2	%	σ'_{rc}	-	-	154.5

Figur nr. X.x

Dato 2023-04-12

Tegnet av YSu





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_303

Figur nr. X.x

Sylinder: 1
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	2.28	m
p_0'	=	30.1	kPa
w_i	=	27.4	%
w_c	=	27.5	%

Konsolideringsspenninger

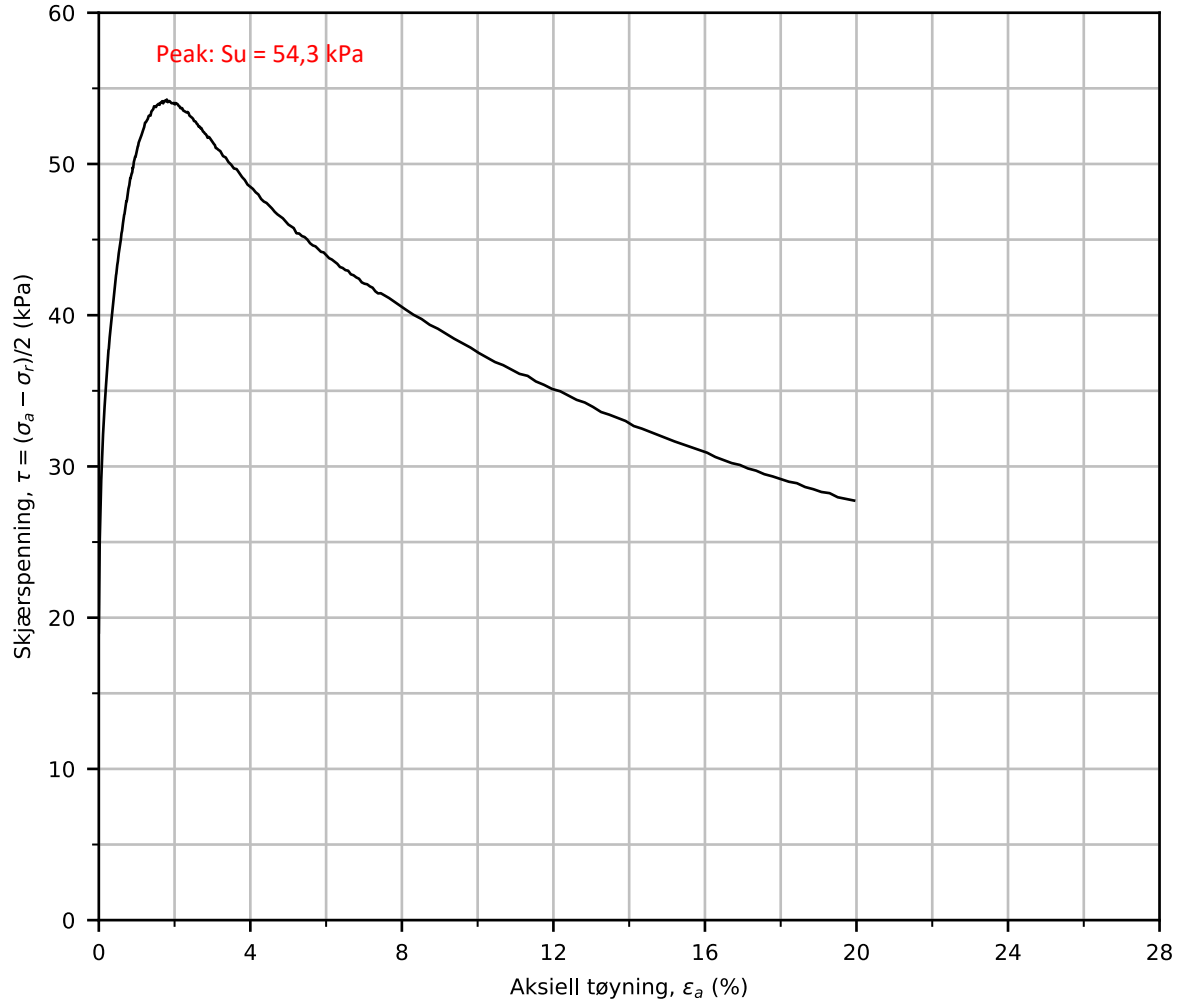
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	32.1
σ'_{rc}	-	-	30.1

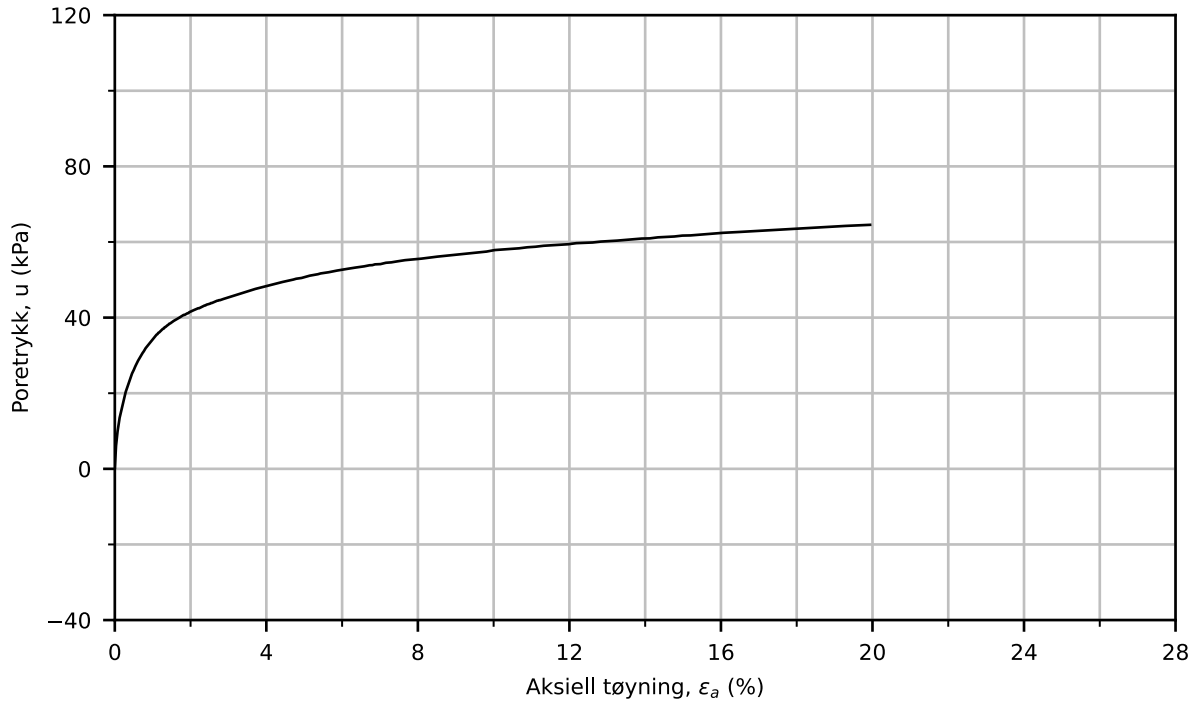
Dato 2023-05-15

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 0

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_303

Figur nr.: X.x

Sylinder: 7
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	9.48	m
p_0'	=	122.1	kPa
w_i	=	47.0	%
w_c	=	45.5	%

Konsolideringsspenninger

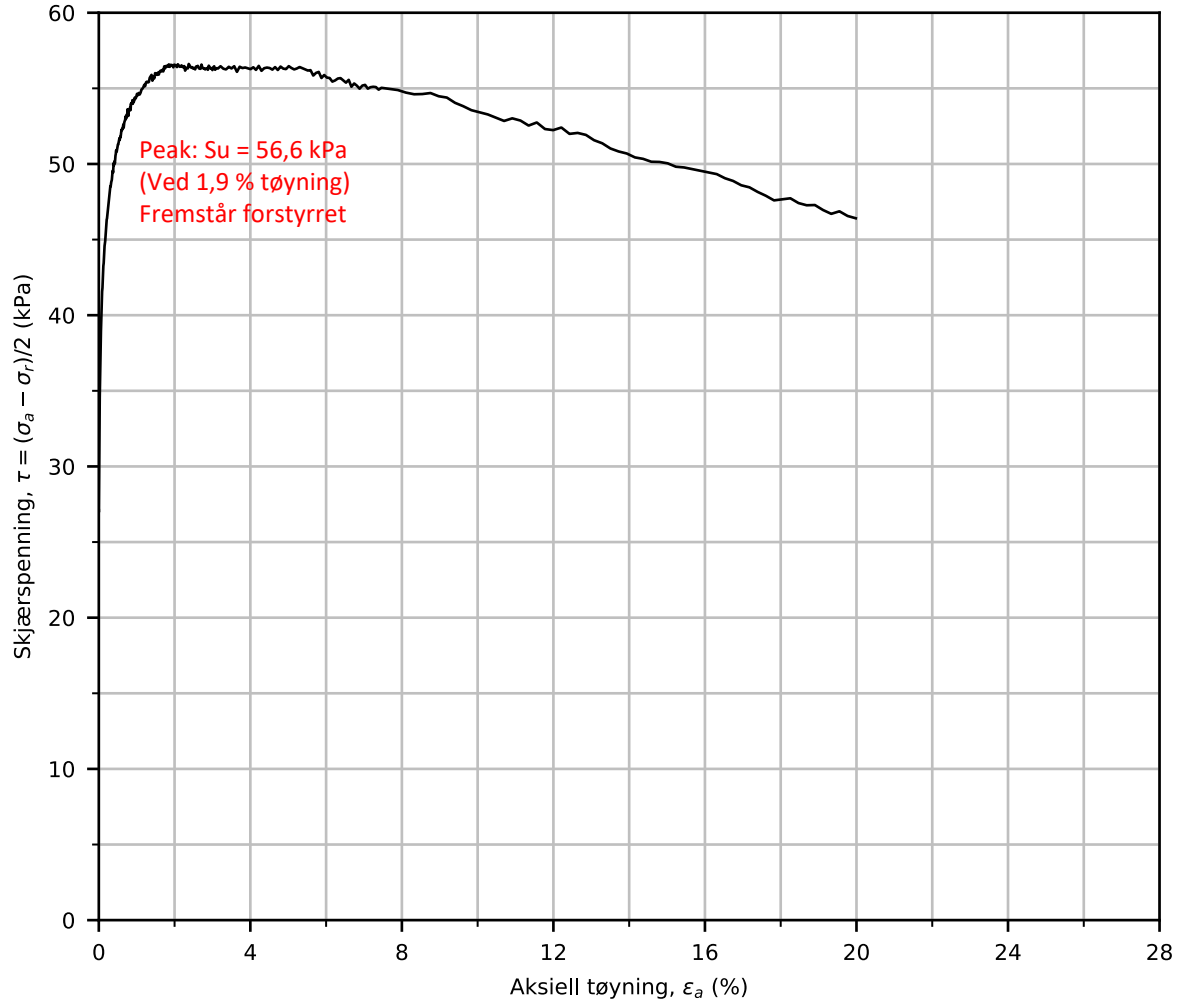
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	122.1
σ'_{rc}	-	-	84.2

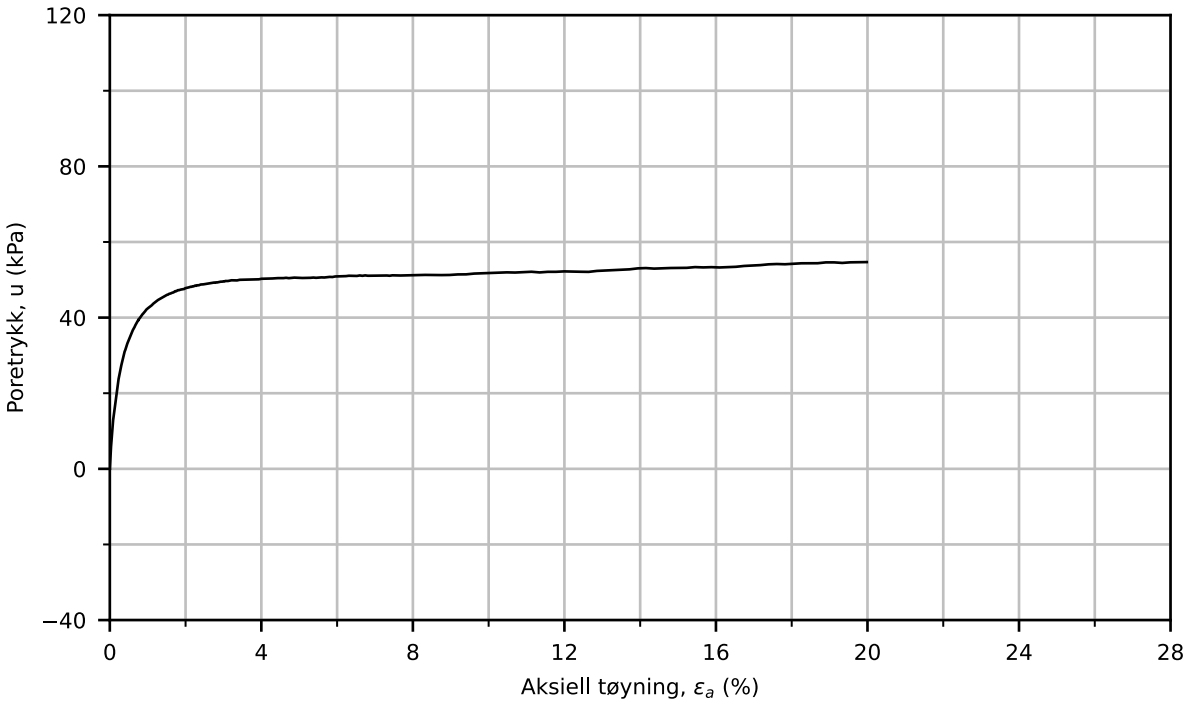
Dato: 2023-05-09

Tegnet av: ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 0

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_303

Figur nr.: X.x

Sylinder: 9
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	12.48	m
p_0'	=	147.0	kPa
w_i	=	19.0	%
w_c	=	17.7	%

Konsolideringsspenninger

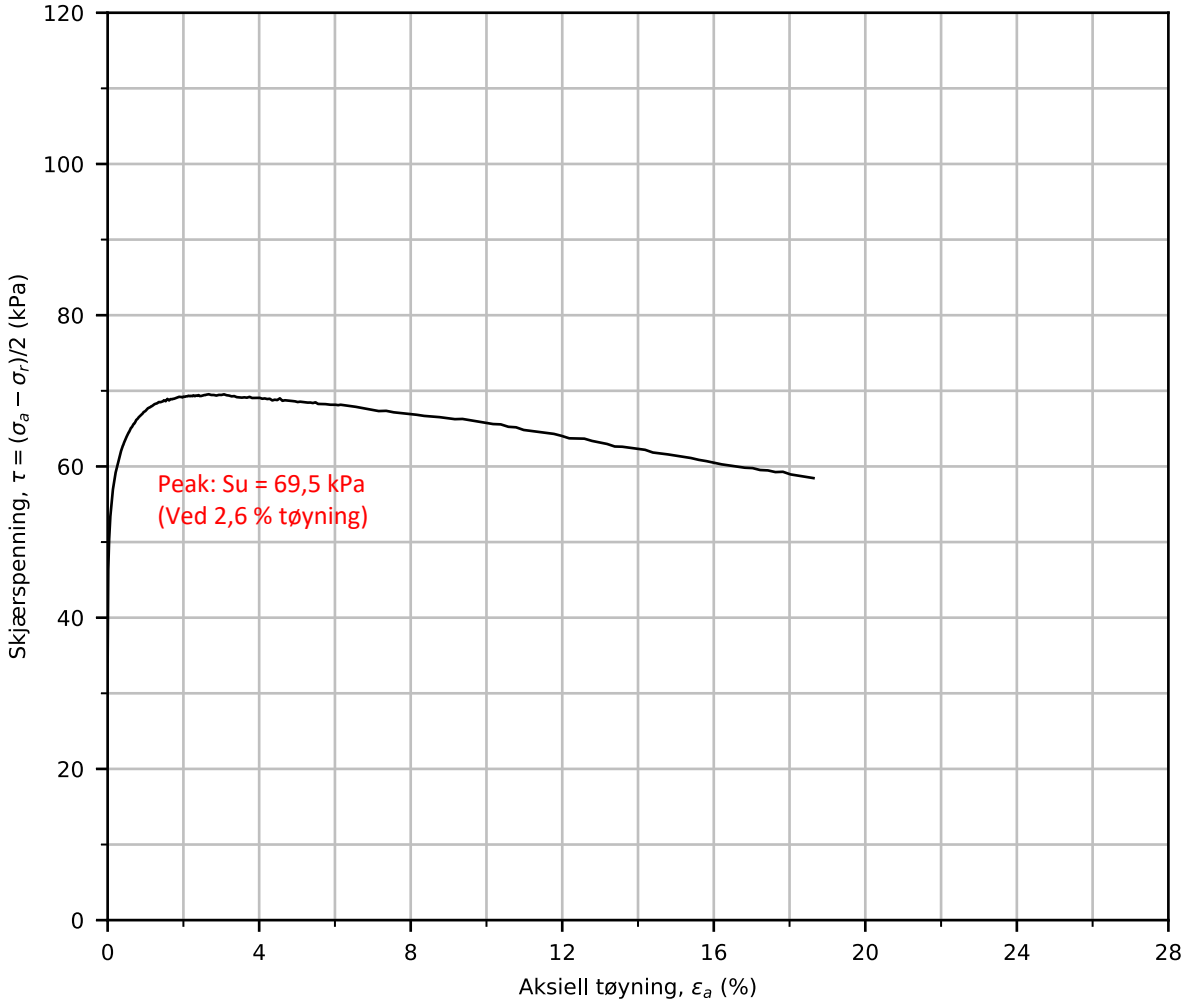
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	146.8
σ'_{rc}	-	-	92.5

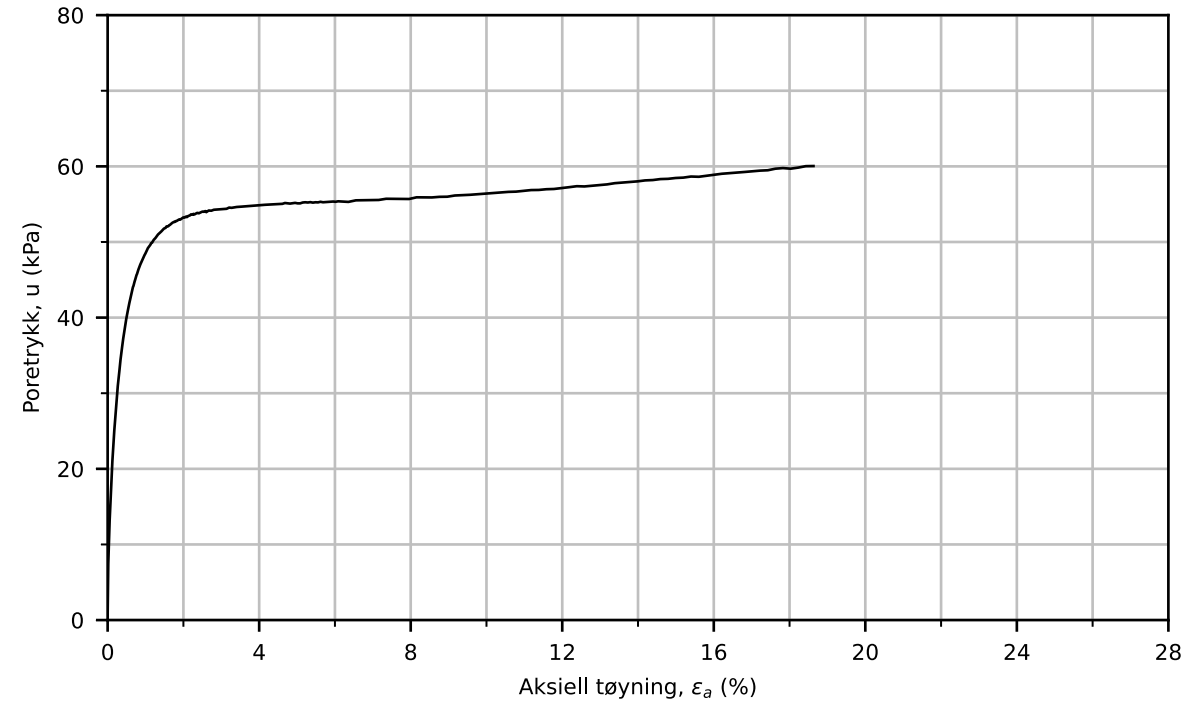
Dato: 2023-05-09

Tegnet av: ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 0

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_303

Figur nr.: X.x

Sylinder: 10
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	15.48	m
p_0'	=	172.8	kPa
w_i	=	16.7	%
w_c	=	15.7	%

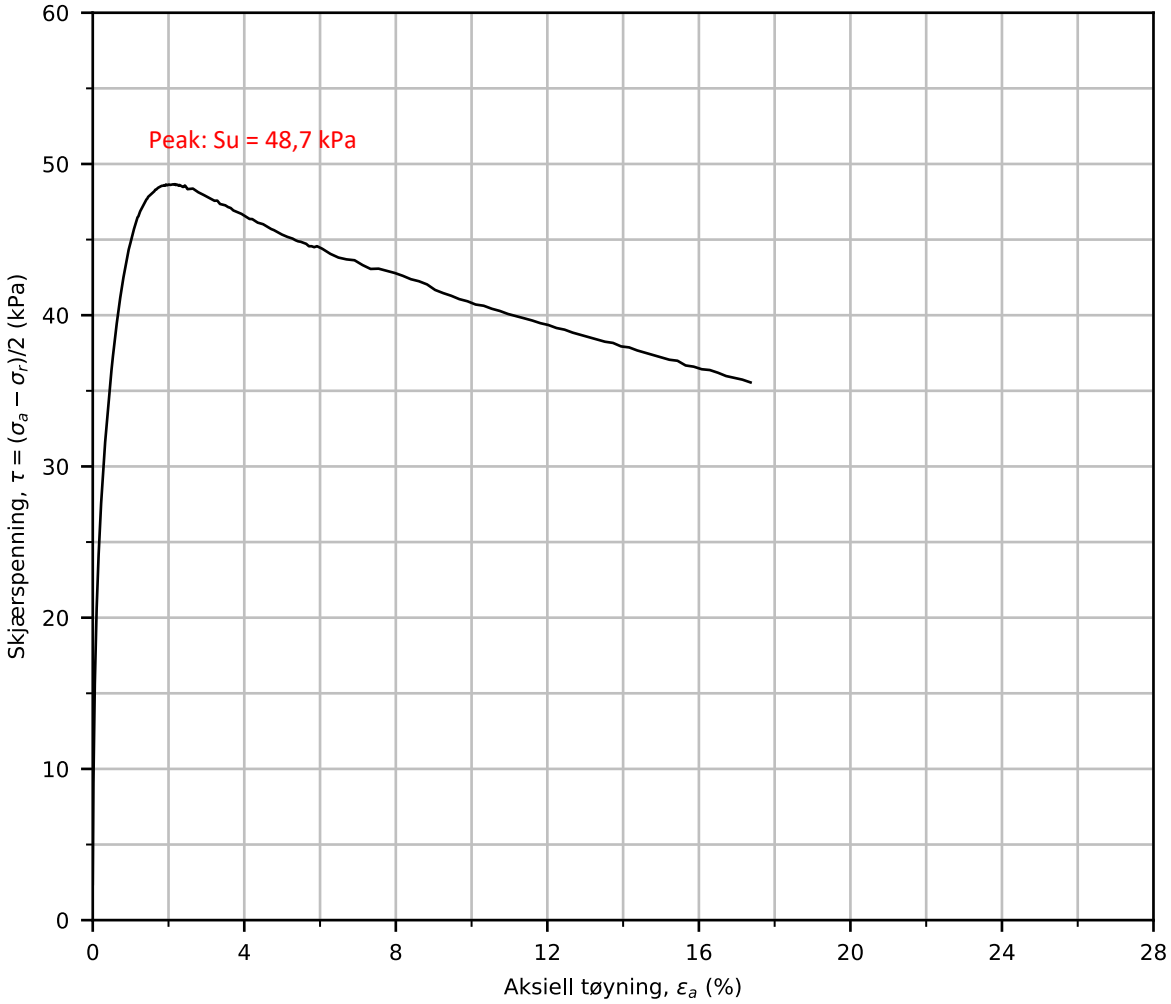
Konsolideringsspenninger

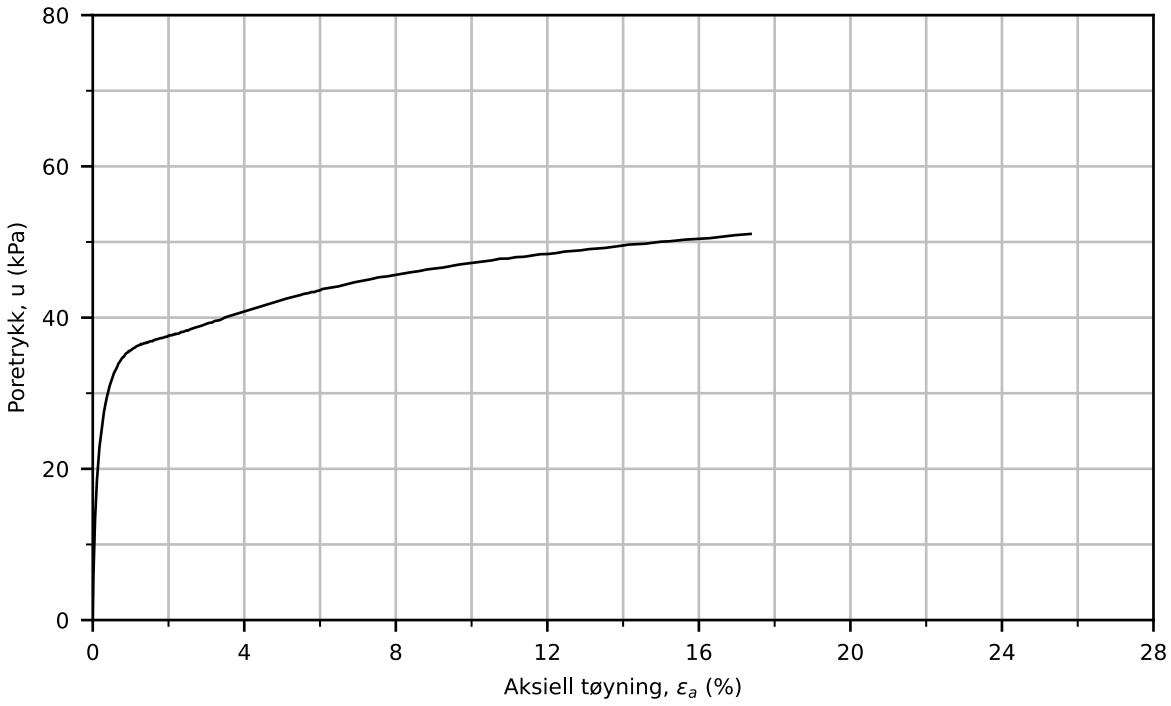
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	172.7
σ'_{rc}	-	-	103.7

Dato: 2023-05-16

Tegnet av: ThV

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type: CAUA	Borehull: CBZ_349							
Sylinder: 5	Dybde = 5.46 m	Konsolideringsspenninger						
Del: A	p_0' = 82.9 kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.			
Test: 1	w_i = 33.1 %	σ'_{ac}	-	-	82.9			
Lab: NGI Oslo	w_c = 32.4 %	σ'_{rc}	-	-	78.8			

Dokument nr. 20230019-07

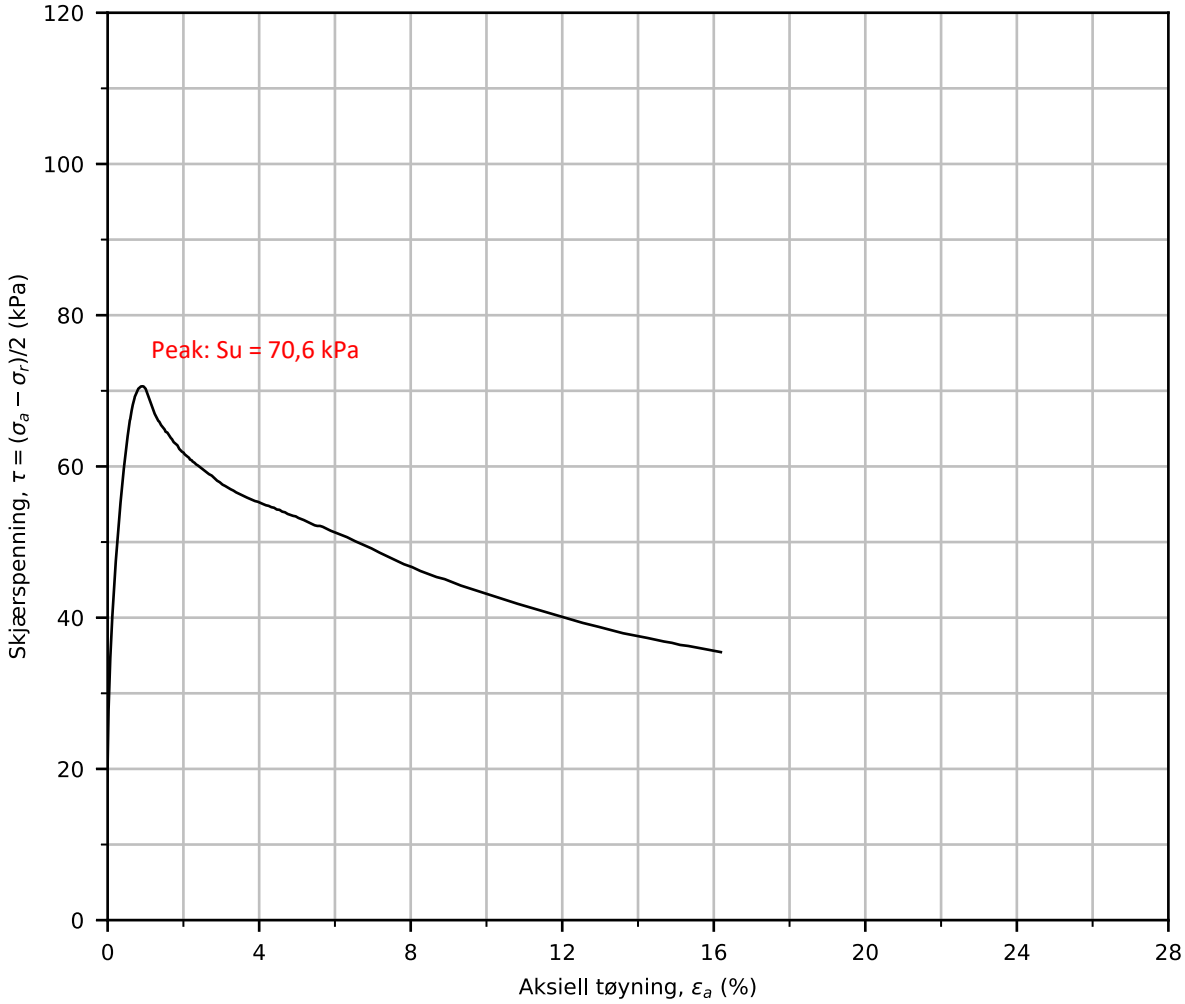
Figur nr. X.x

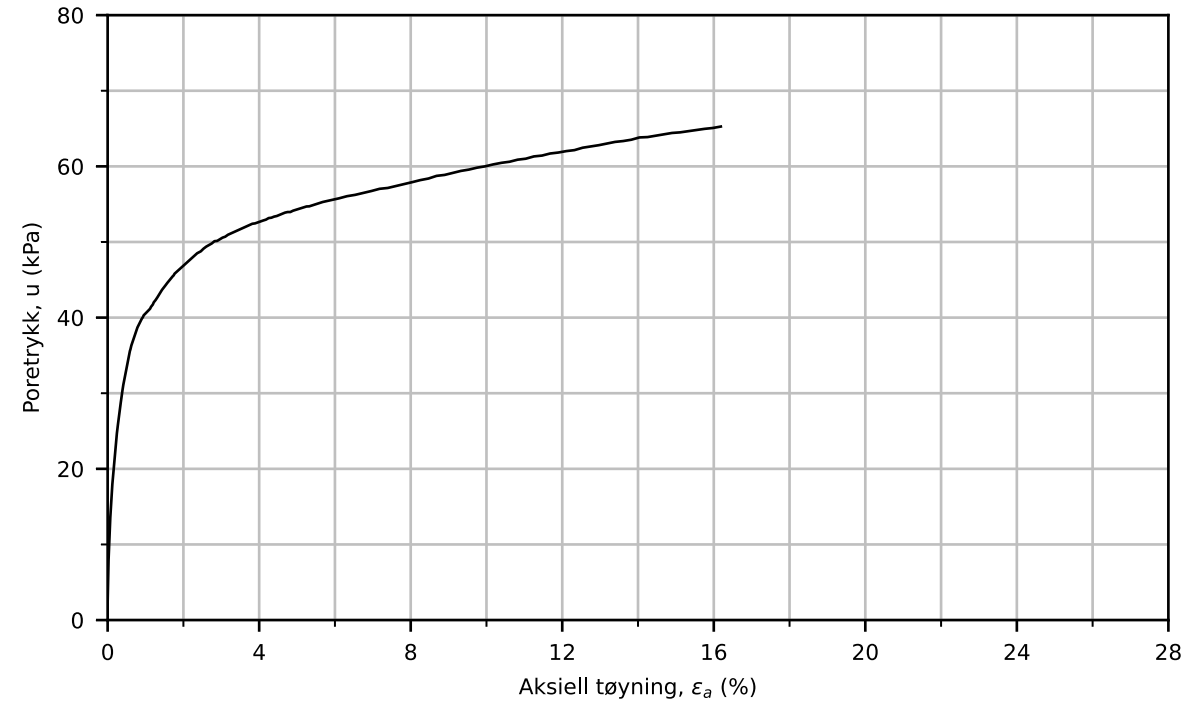
Dato 2023-05-15

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_349

Figur nr. X.x

Sylinder: 9
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	9.47	m
p_0'	=	126.1	kPa
w_i	=	50.2	%
w_c	=	49.2	%

Konsolideringsspenninger

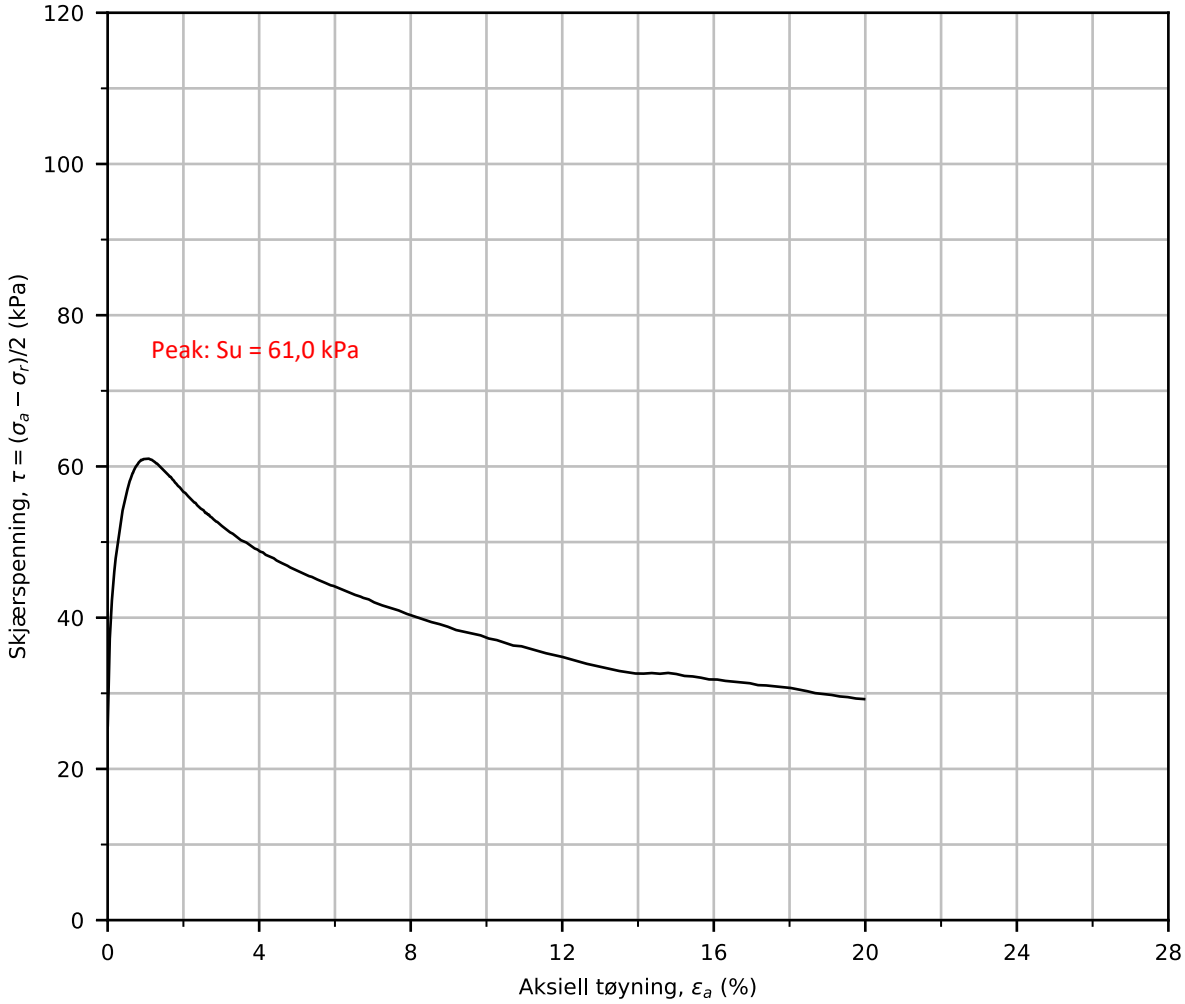
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	126.1
σ'_{rc}	-	-	90.8

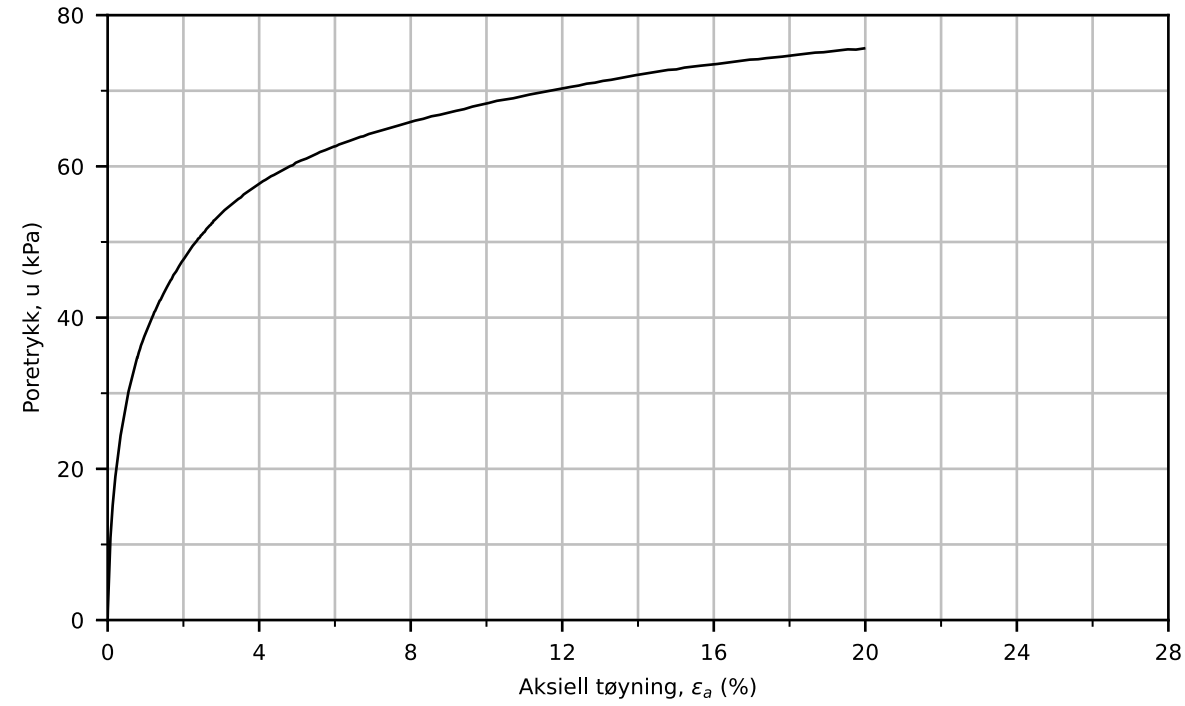
Dato 2023-05-15

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_349

Figur nr. X.x

Sylinder: 11
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	11.43	m
p_0'	=	144.7	kPa
w_i	=	41.9	%
w_c	=	40.8	%

Konsolideringsspenninger

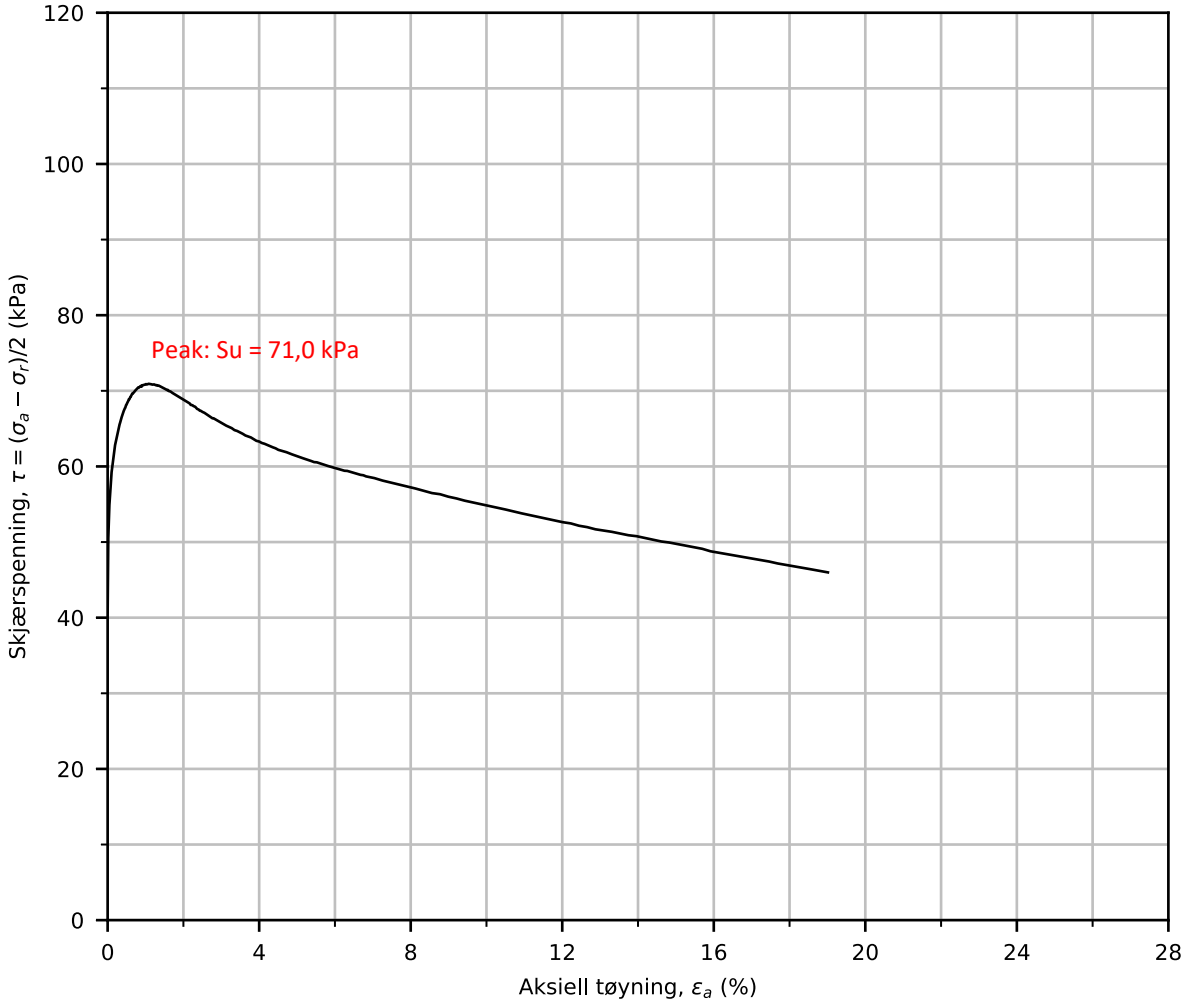
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	146.0
σ'_{rc}	-	-	95.7

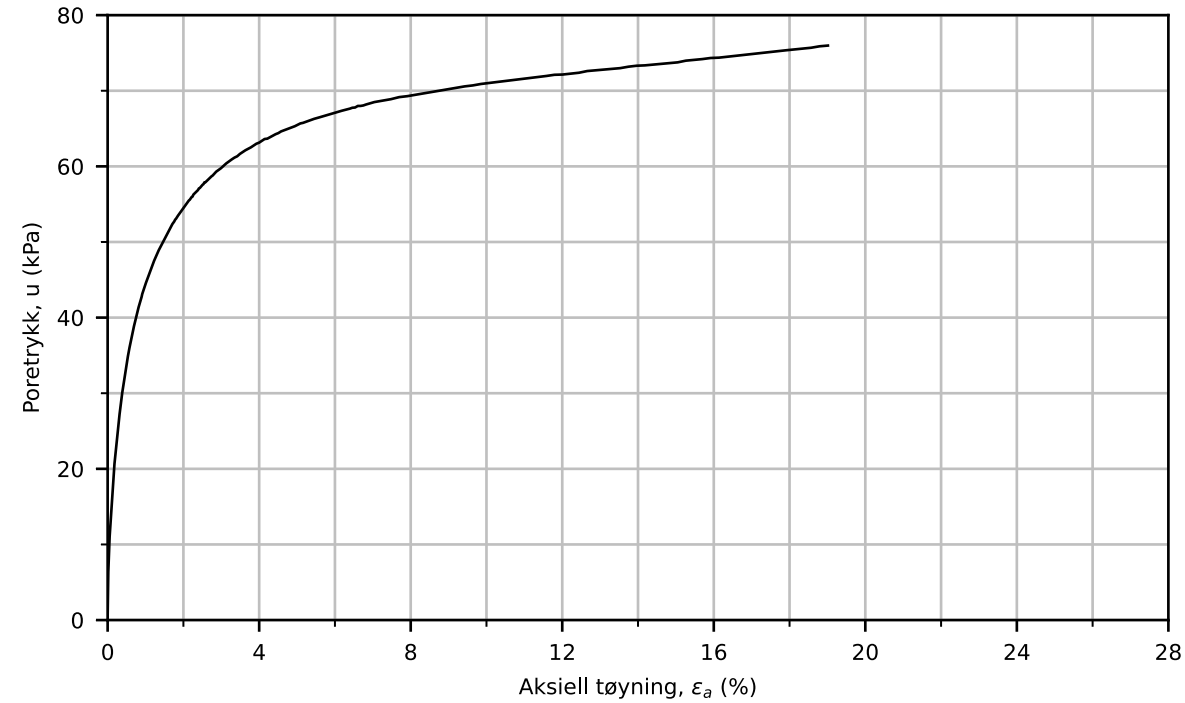
Dato 2023-05-24

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_349

Figur nr. X.x

Sylinder: 14
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	17.53	m
p_0'	=	197.5	kPa
w_i	=	26.2	%
w_c	=	24.9	%

Konsolideringsspenninger

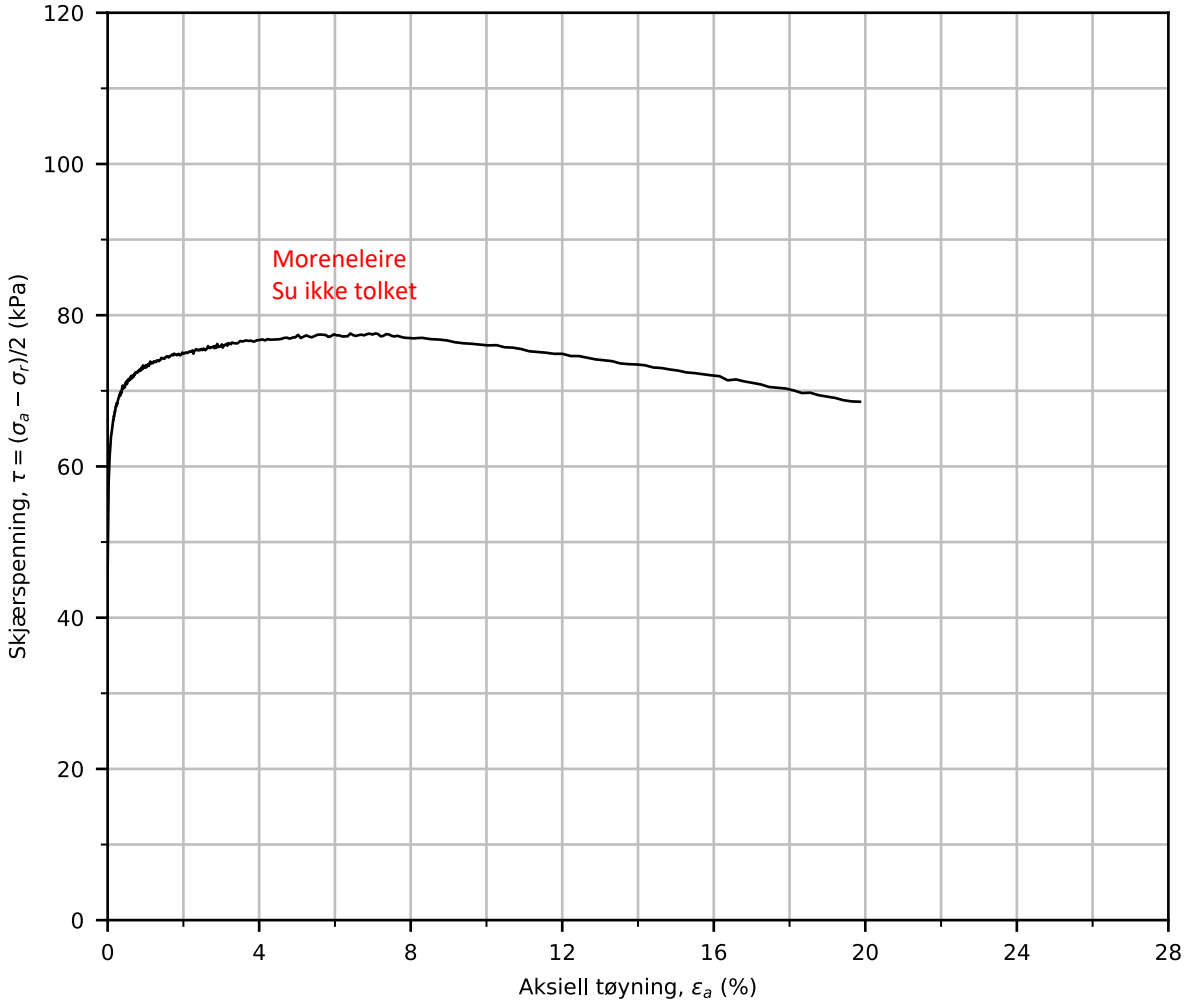
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	194.4
σ'_{rc}	-	-	112.8

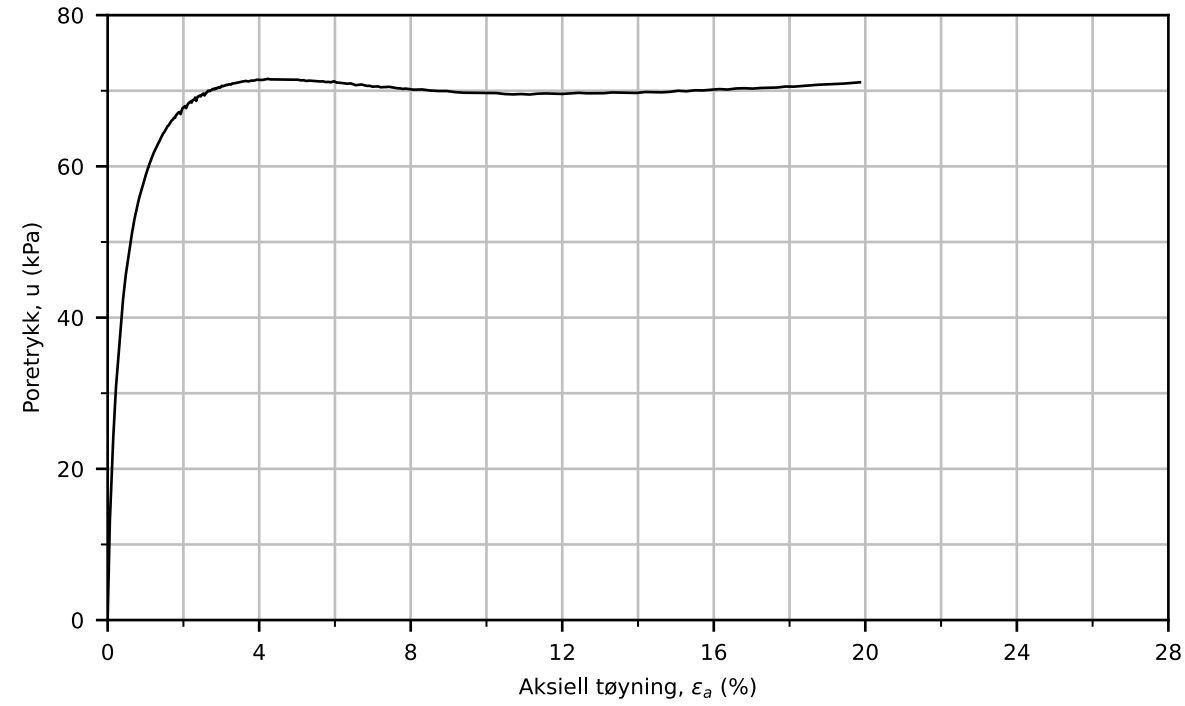
Dato 2023-05-22

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_349

Figur nr. X.x

Sylinder: 16
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	20.43	m
p_0'	=	219.4	kPa
w_i	=	20.6	%
w_c	=	18.7	%

Konsolideringsspenninger

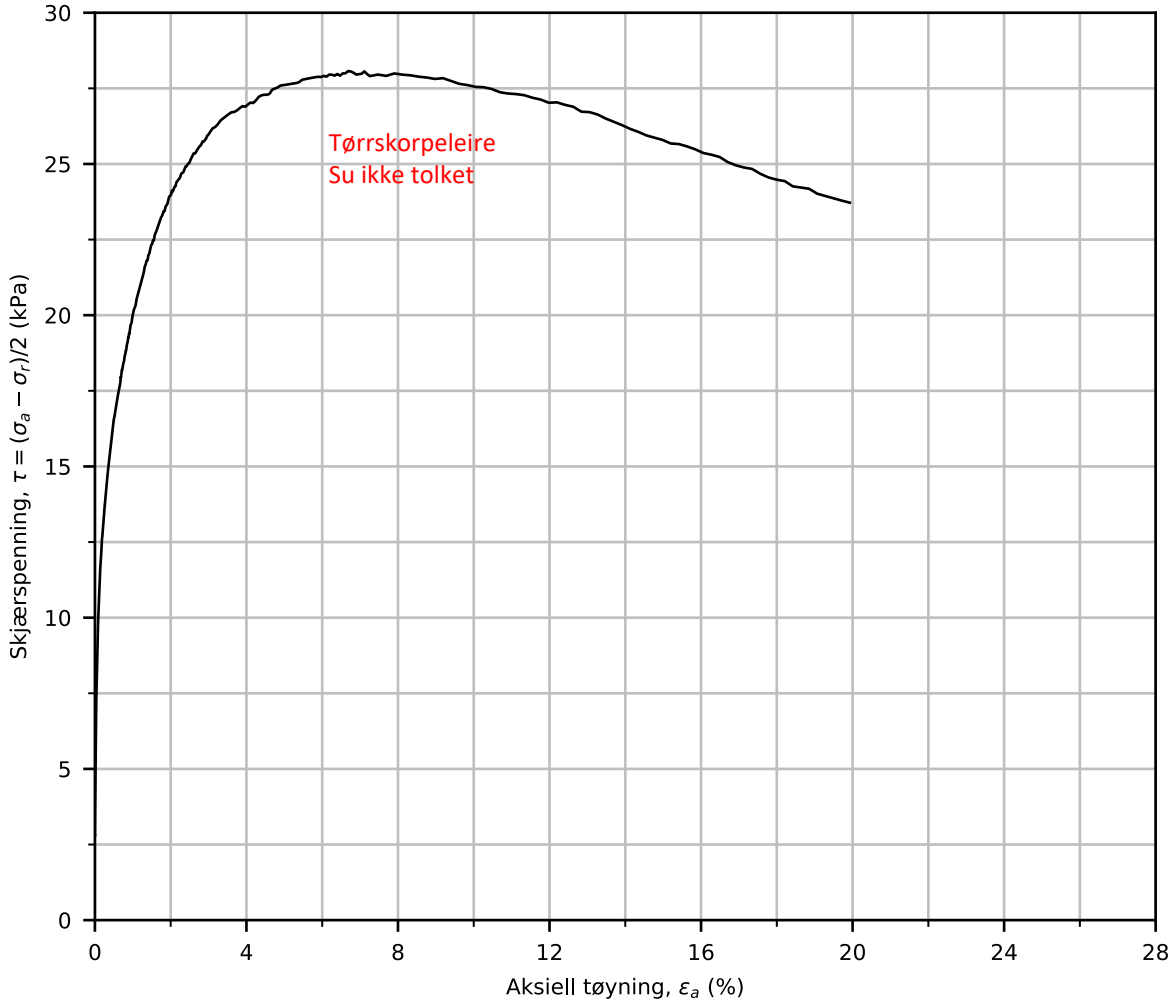
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	219.4
σ'_{rc}	-	-	127.3

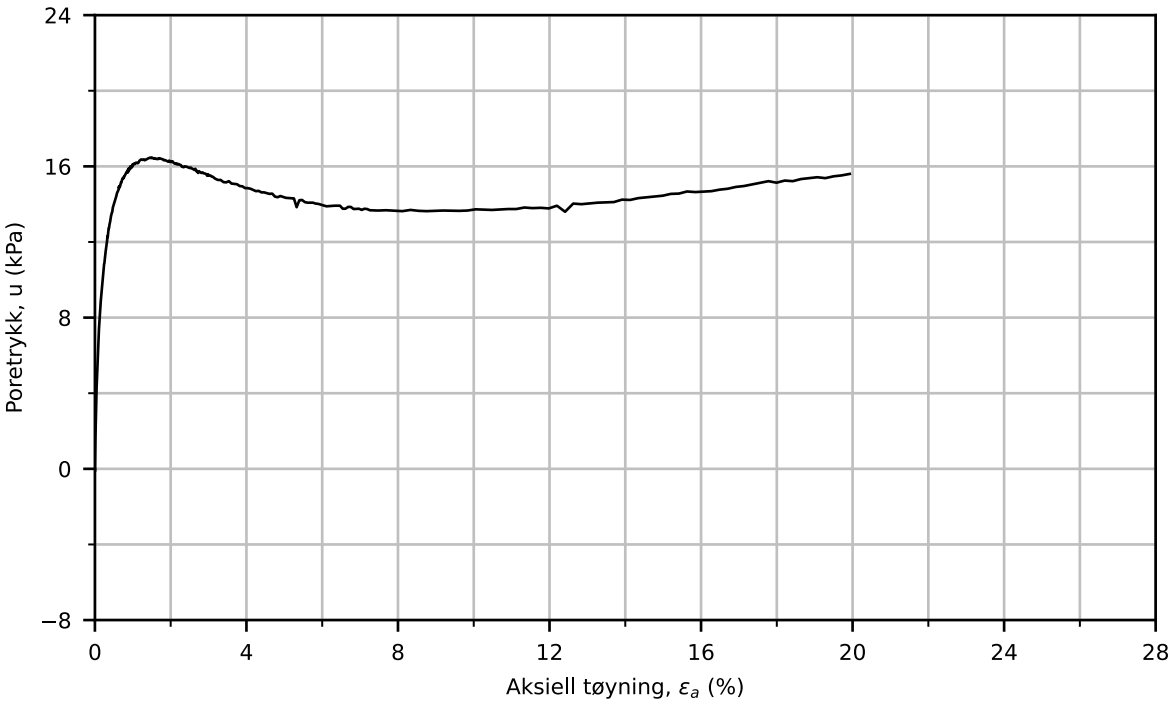
Dato 2023-05-15

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_376

Figur nr. X.x

Sylinder: 1
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	3.43	m
p_0'	=	39.3	kPa
w_i	=	44.3	%
w_c	=	43.4	%

Konsolideringsspenninger

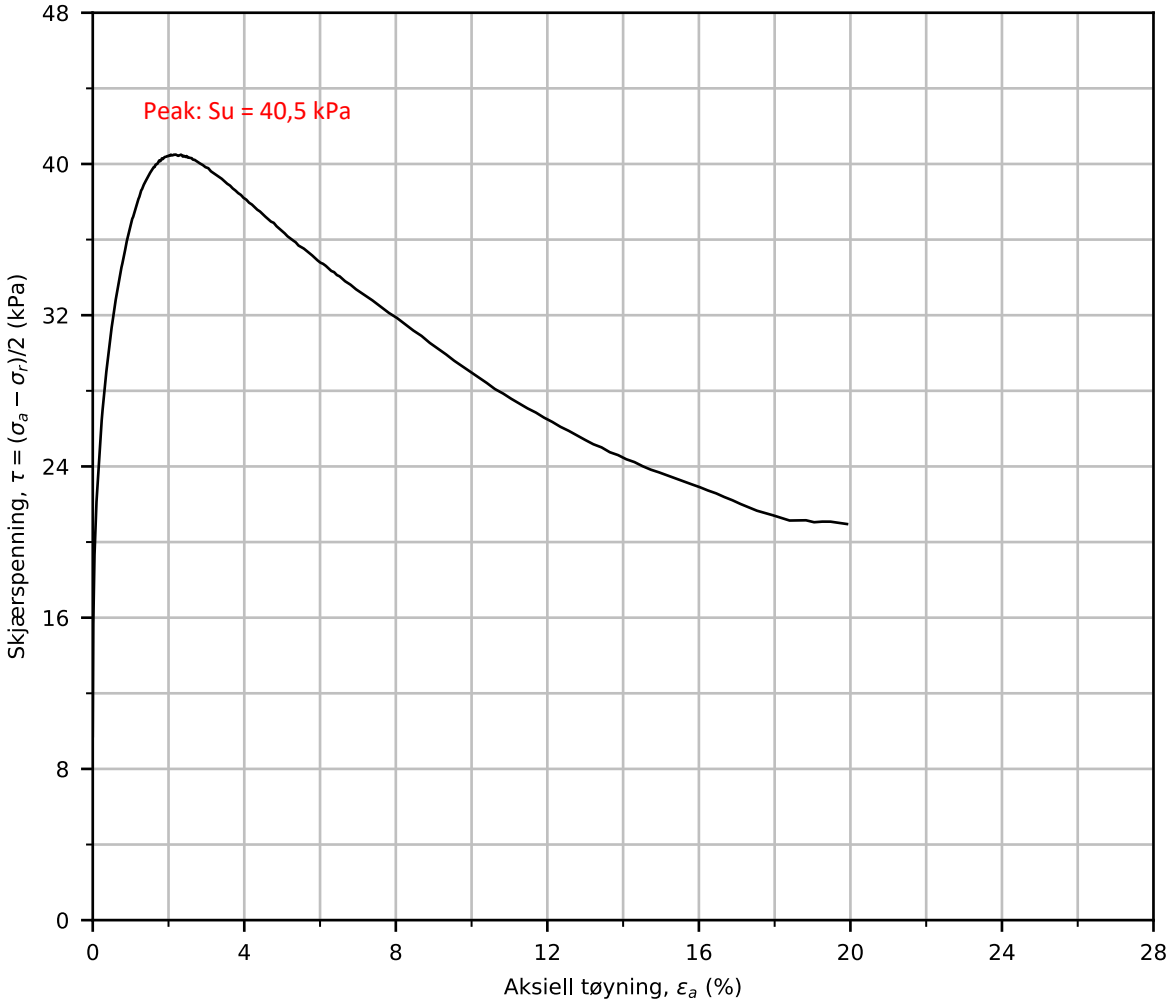
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	38.6
σ'_{rc}	-	-	32.8

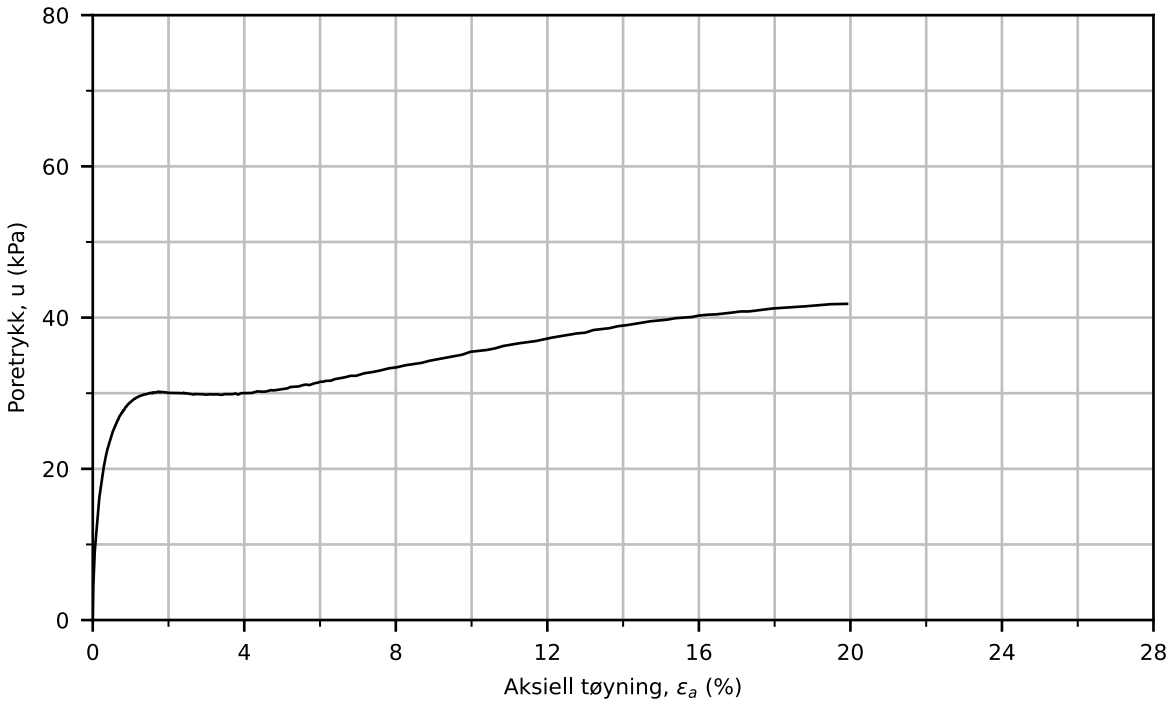
Dato 2023-05-09

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_376

Figur nr. X.x

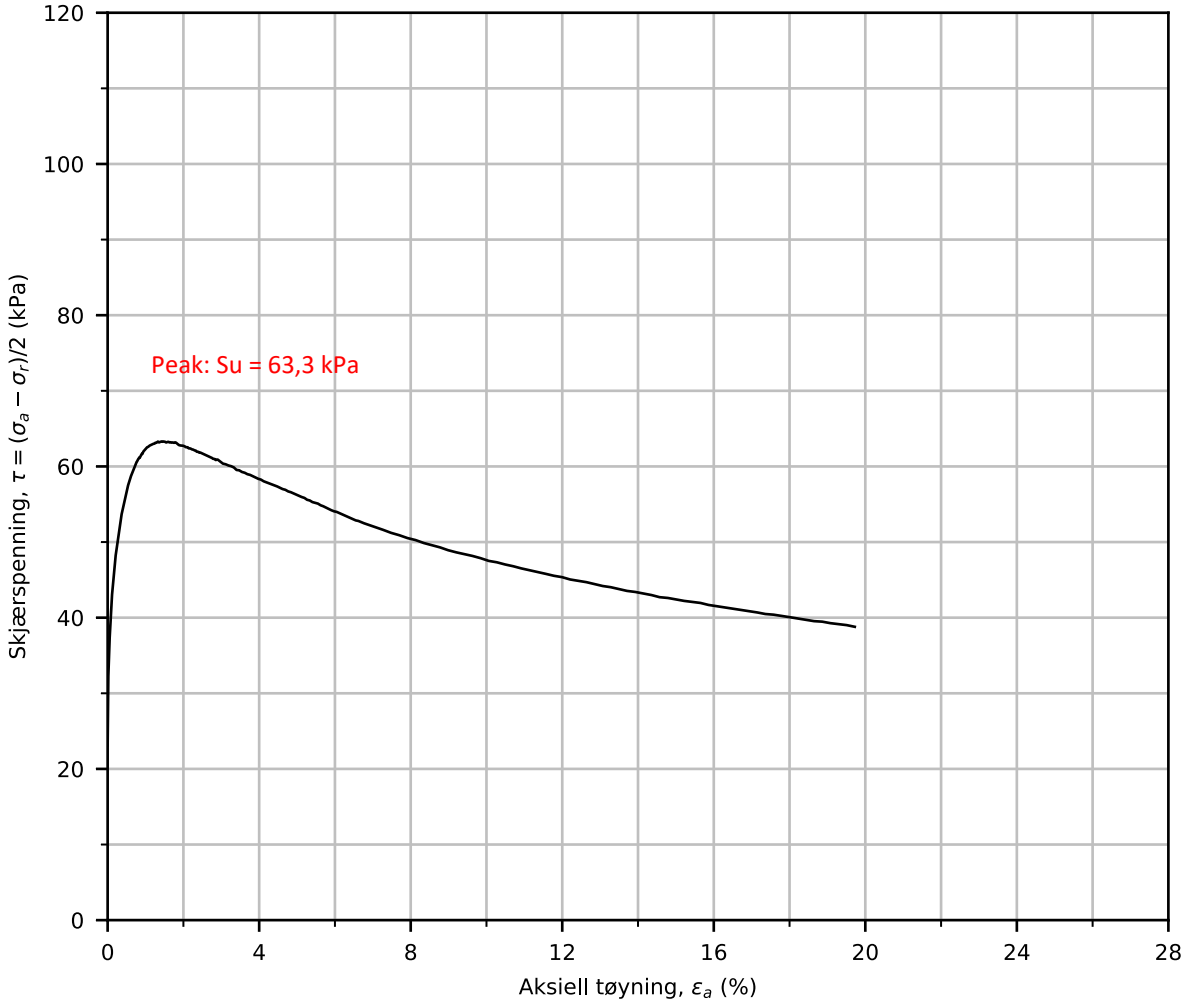
Dato 2023-05-22

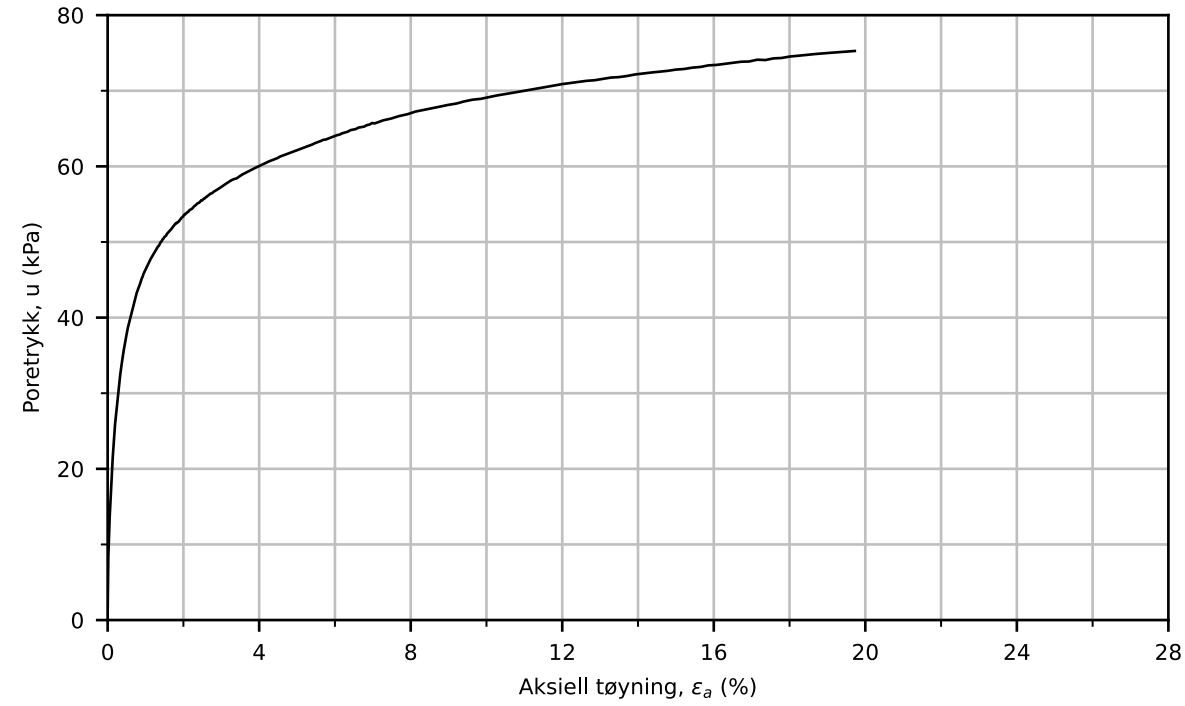
Tegnet av ThV

Sylinder:	3	Dybde	=	7.43	m	Konsolideringsspenninger	
Del:	A	p_0'	=	77.0	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	=	26.0	%	σ'_{ac}	-	-	77.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	25.0	%	σ'_{rc}	-	-	57.8

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_376

Figur nr. X.x

Sylinder: 6
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	14.50	m
p_0'	=	149.8	kPa
w_i	=	35.8	%
w_c	=	35.0	%

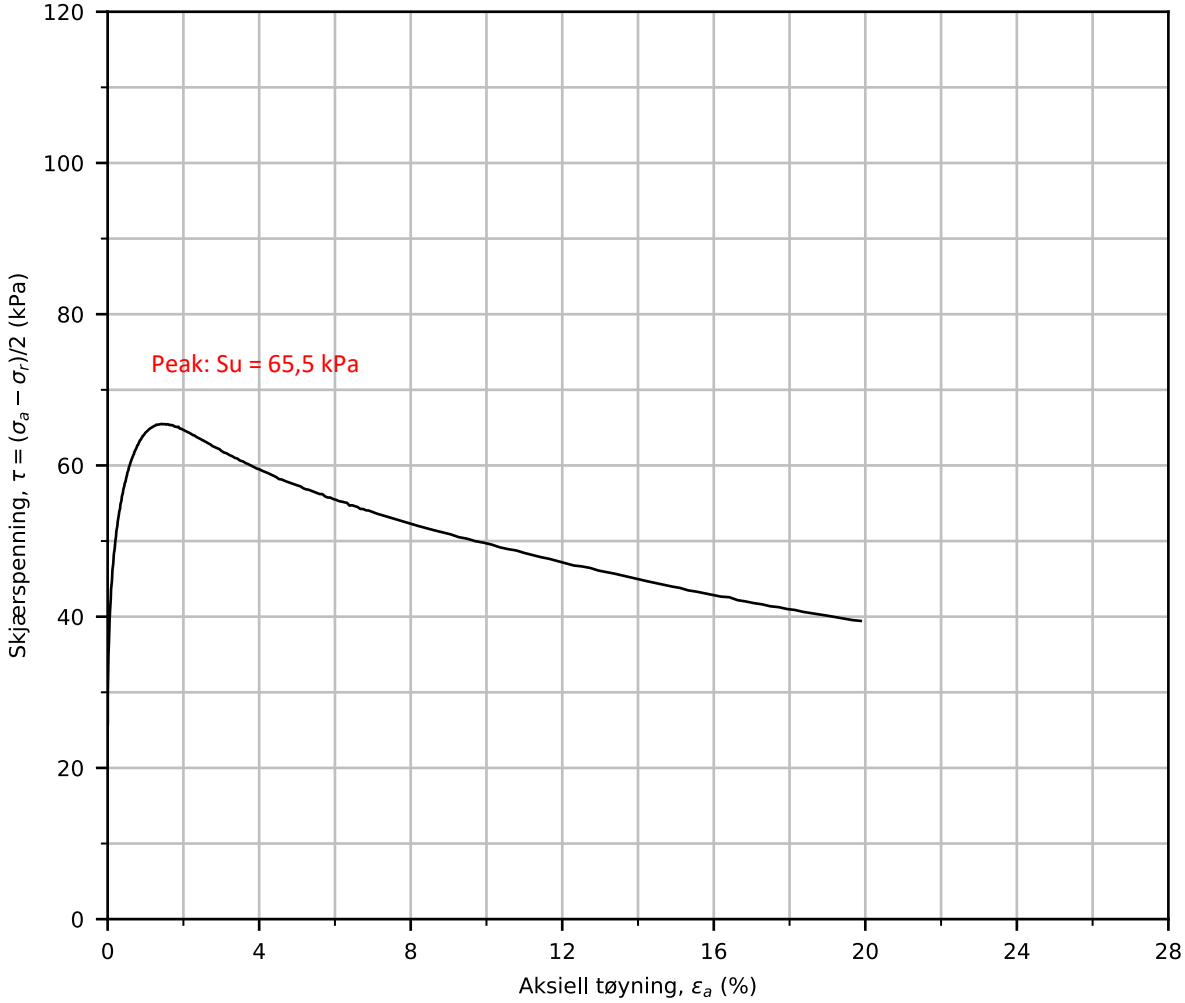
Konsolideringsspenninger

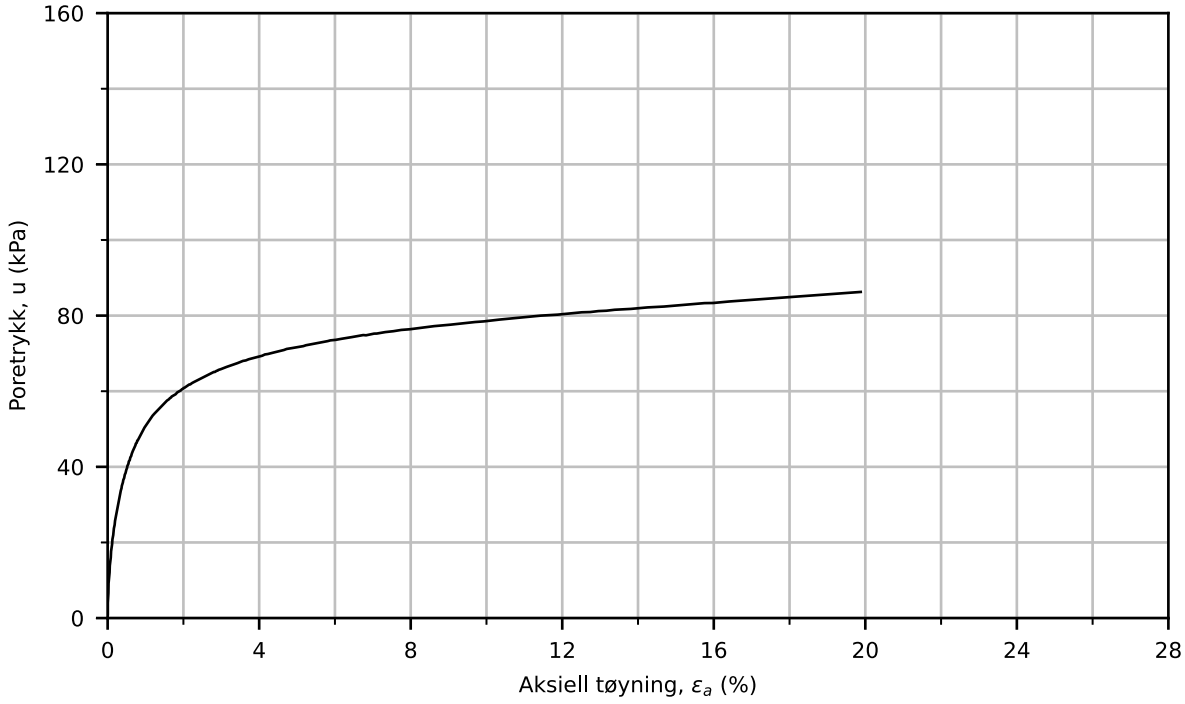
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	149.8
σ'_{rc}	-	-	104.9

Dato 2023-05-16

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_376

Figur nr. X.x

Sylinder: 7
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	16.32	m
p_0'	=	166.2	kPa
w_i	=	39.6	%
w_c	=	38.1	%

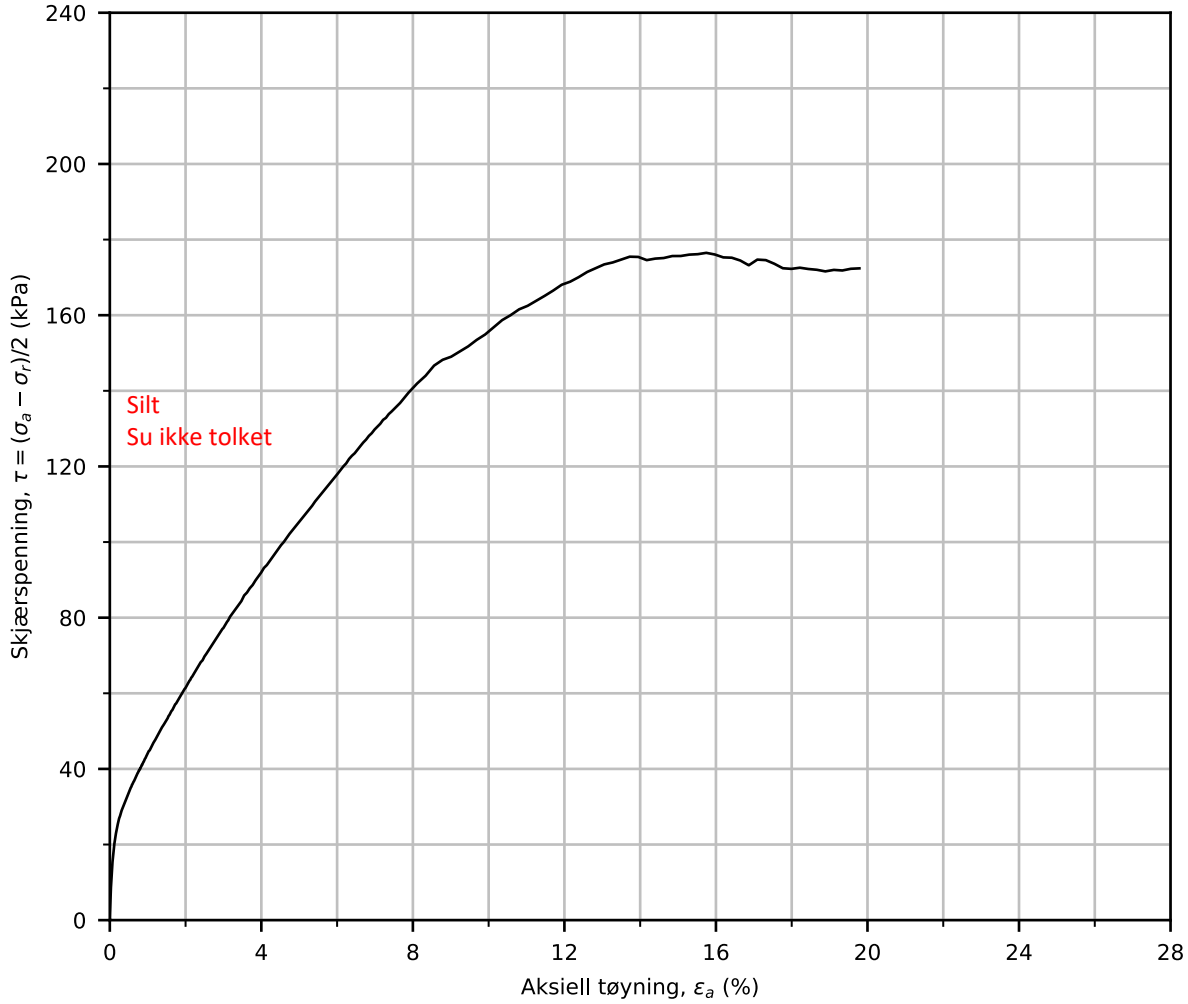
Konsolideringsspenninger

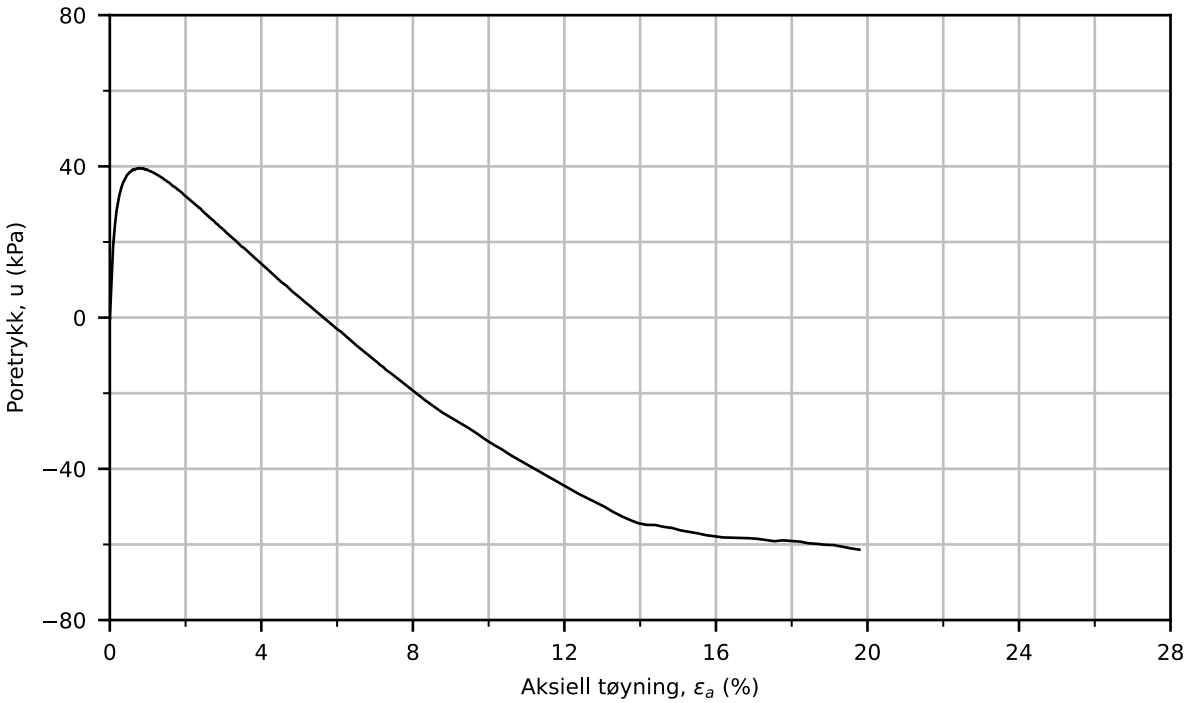
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	166.2
σ'_{rc}	-	-	116.3

Dato 2023-05-16

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_379

Figur nr. X.x

Sylinder: 1
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	4.46	m
p_0'	=	77.6	kPa
w_i	=	26.5	%
w_c	=	25.4	%

Konsolideringsspenninger

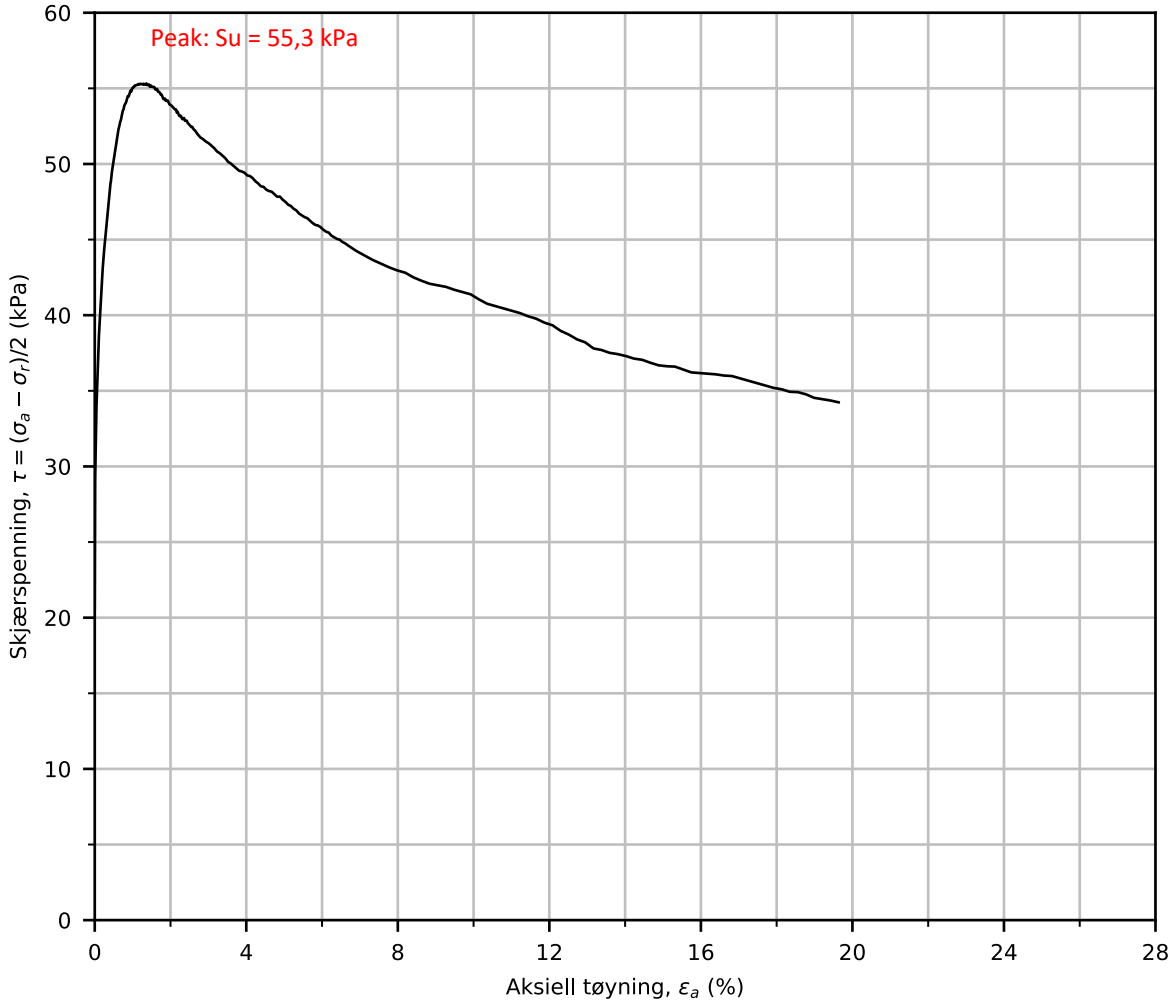
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	77.6
σ'_{rc}	-	-	77.6

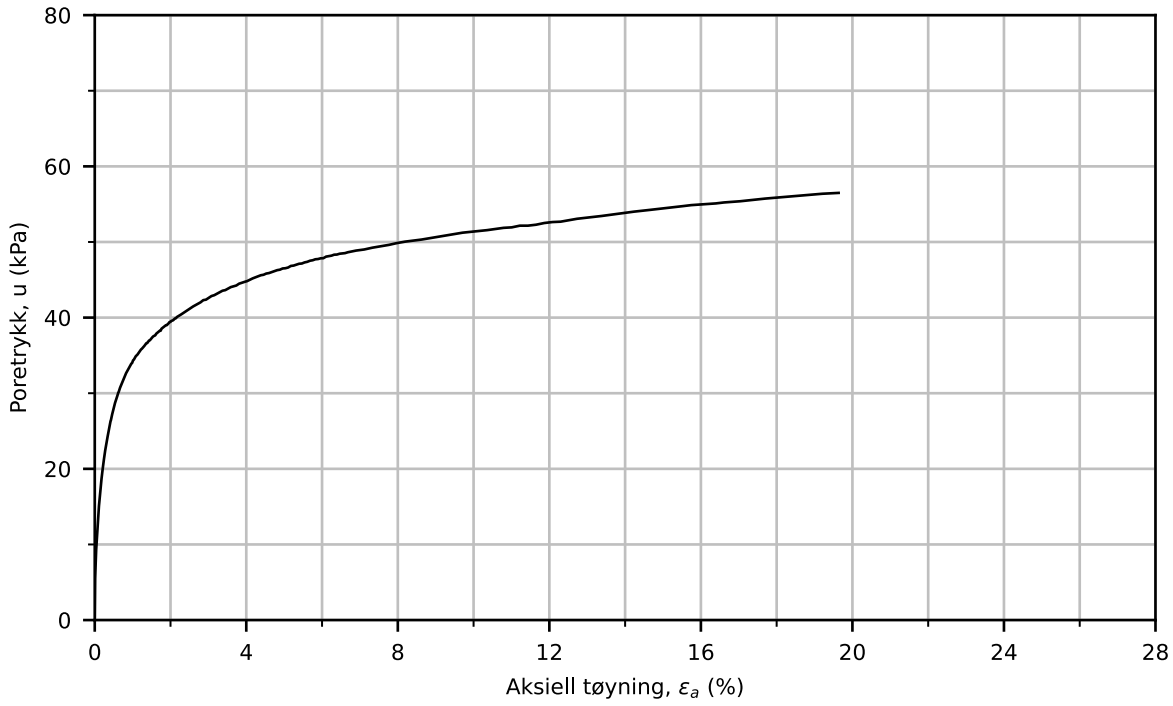
Dato 2023-06-12

Tegnet av ThS

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01

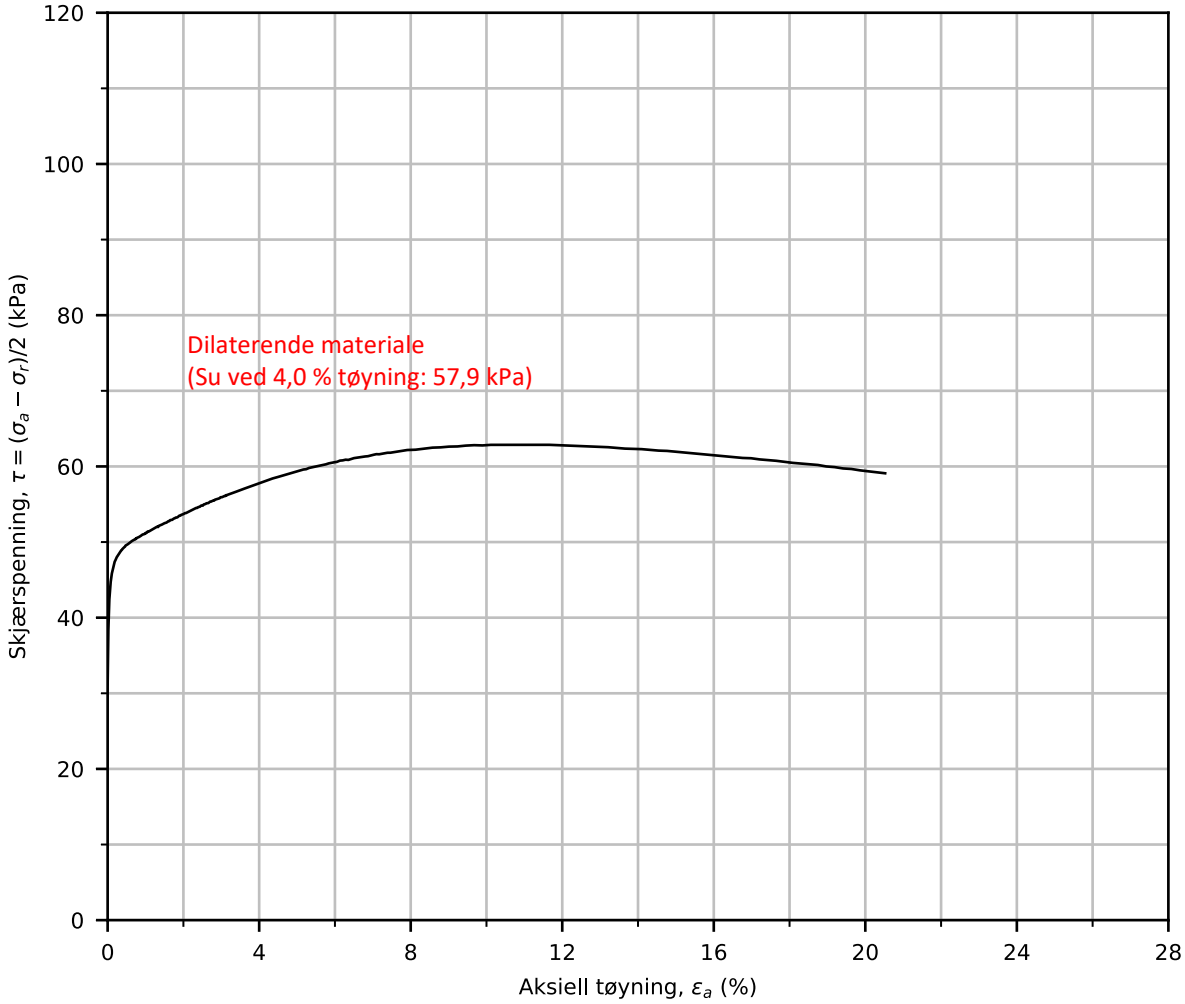


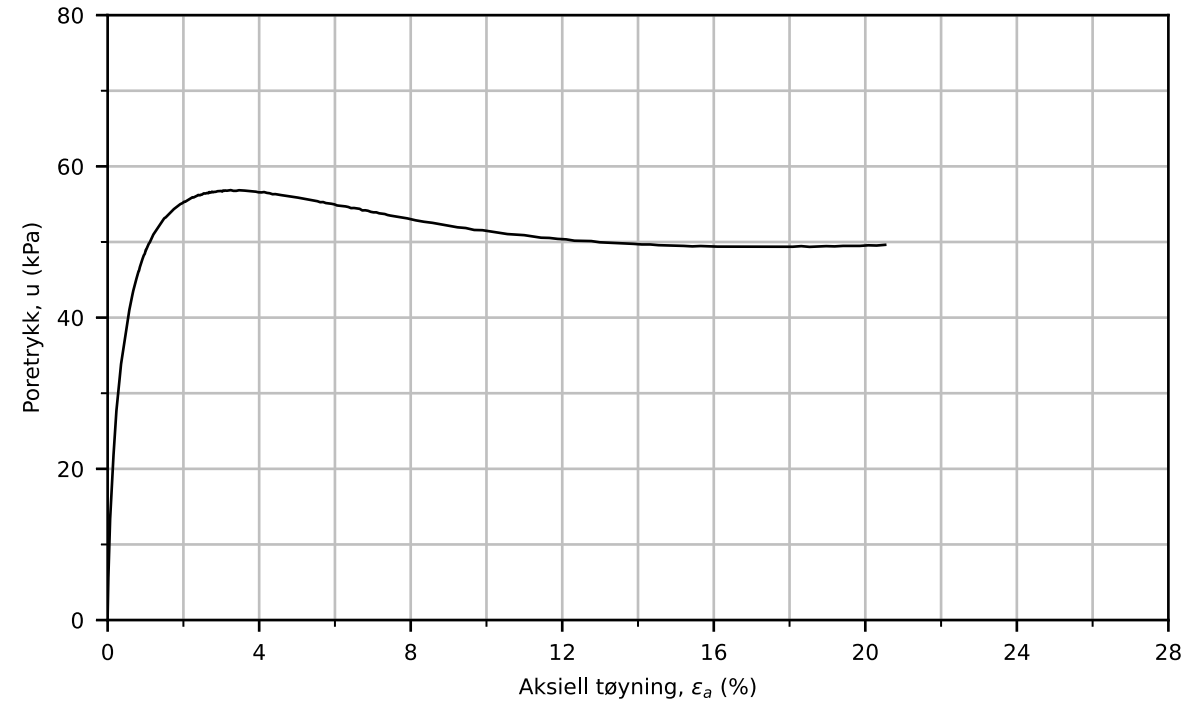


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA	Borehull: CBZ_379							Figur nr. X.x
Sylinder: 6	Dybde = 10.47 m	Konsolideringsspenninger						Dato 2023-06-29 / Tegnet av ThV
Del: A	p_0' = 122.9 kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.			
Test: 1	w_i = 37.0 %	σ'_{ac}	-	-	122.9			
Lab: NGI Oslo	w_c = 35.6 %	σ'_{rc}	-	-	81.1			





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_379

Figur nr. X.x

Sylinder: 8
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	14.34	m
p_0'	=	158.8	kPa
w_i	=	19.7	%
w_c	=	17.3	%

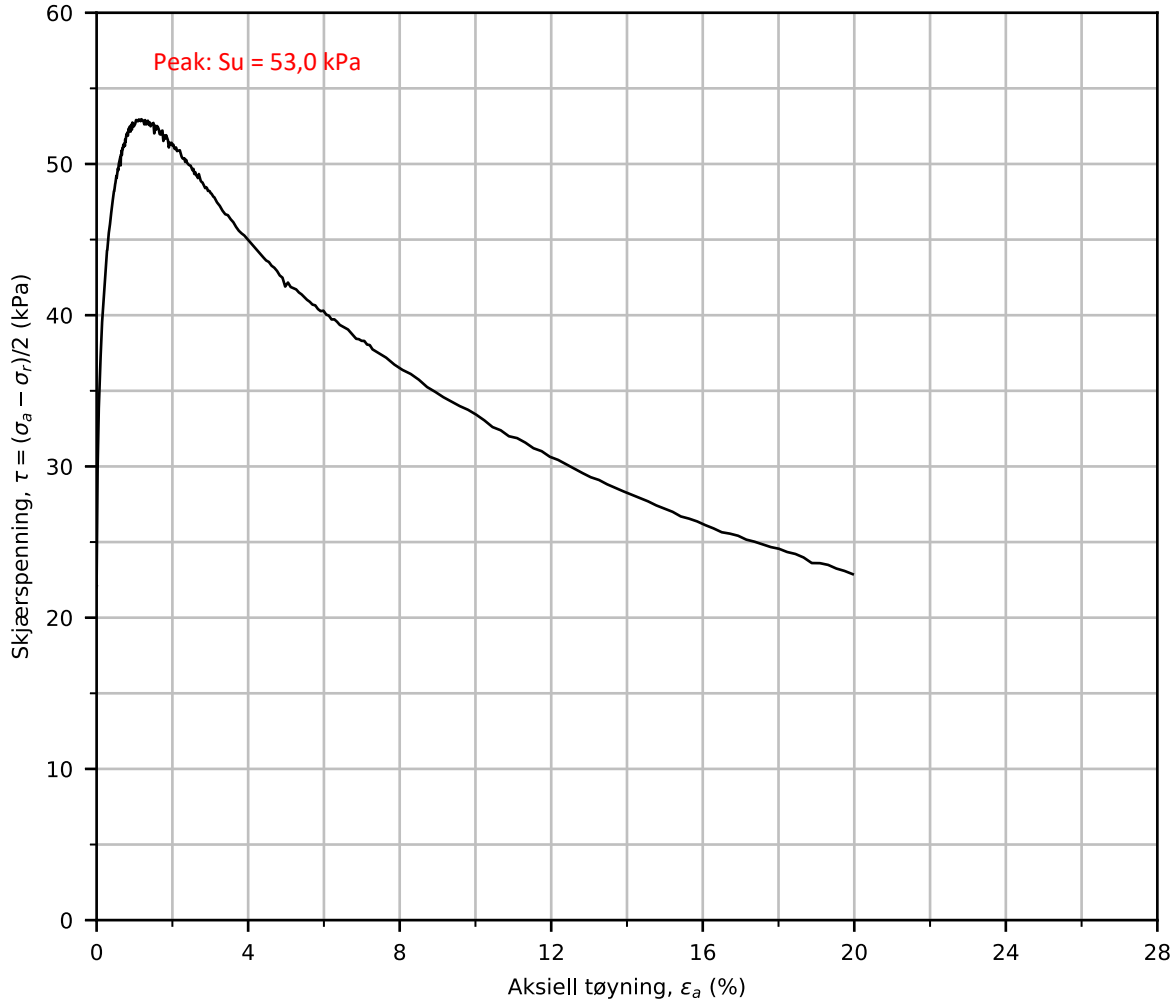
Konsolideringsspenninger

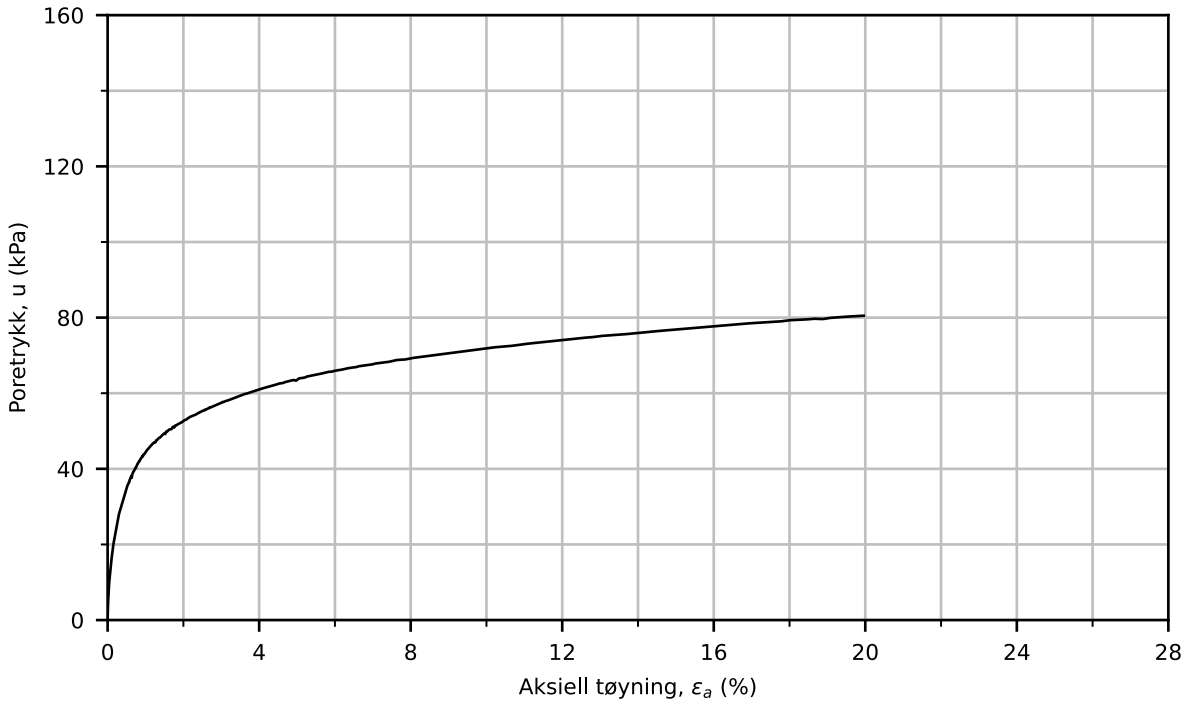
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	158.8
σ'_{rc}	-	-	98.5

Dato 2023-06-29

Tegnet av ThV

NGI





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_450

Figur nr. X.x

Sylinder: 5
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	9.50	m
p_0'	=	142.9	kPa
w_i	=	32.4	%
w_c	=	30.3	%

Konsolideringsspenninger

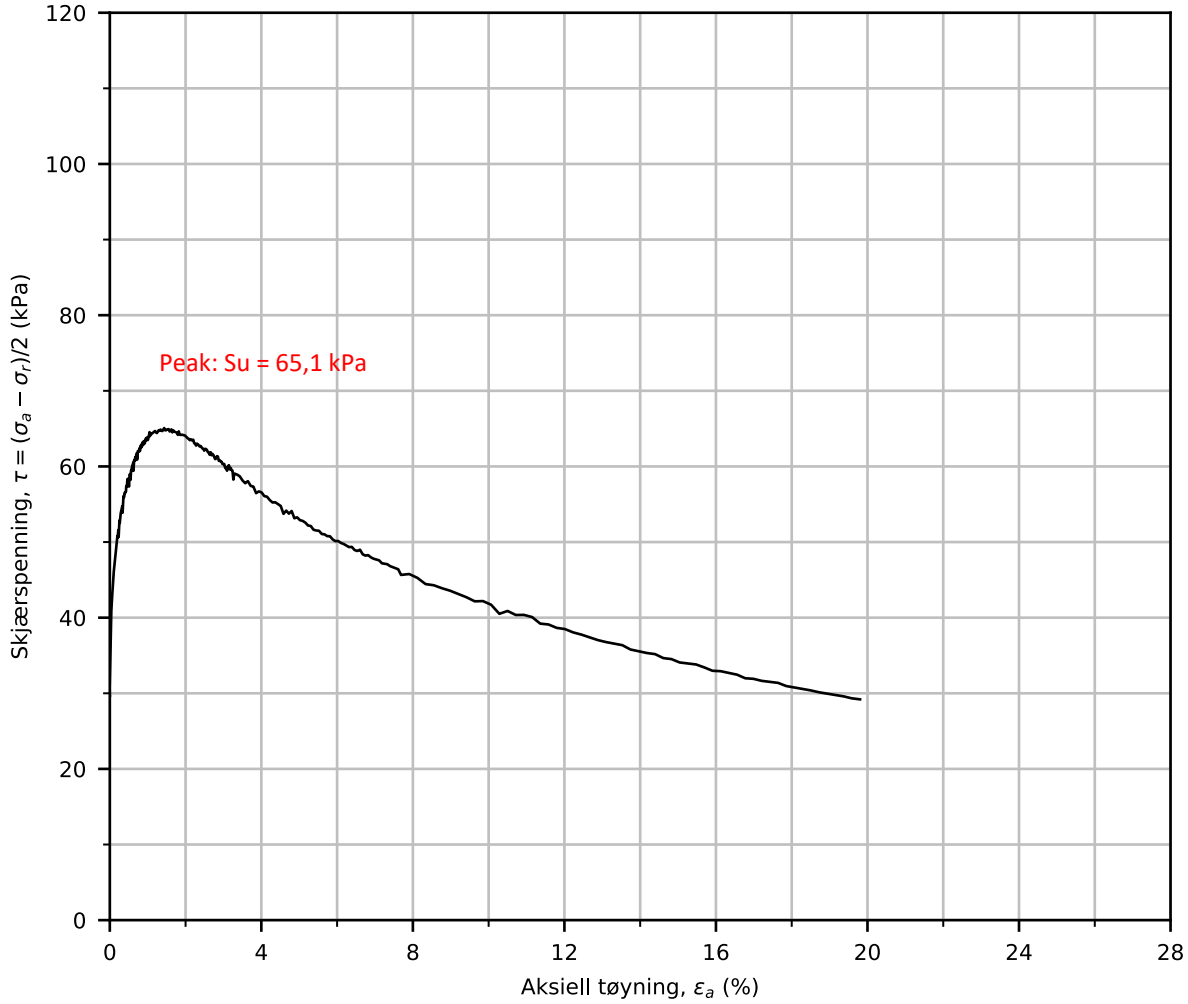
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	142.5
σ'_{rc}	-	-	98.3

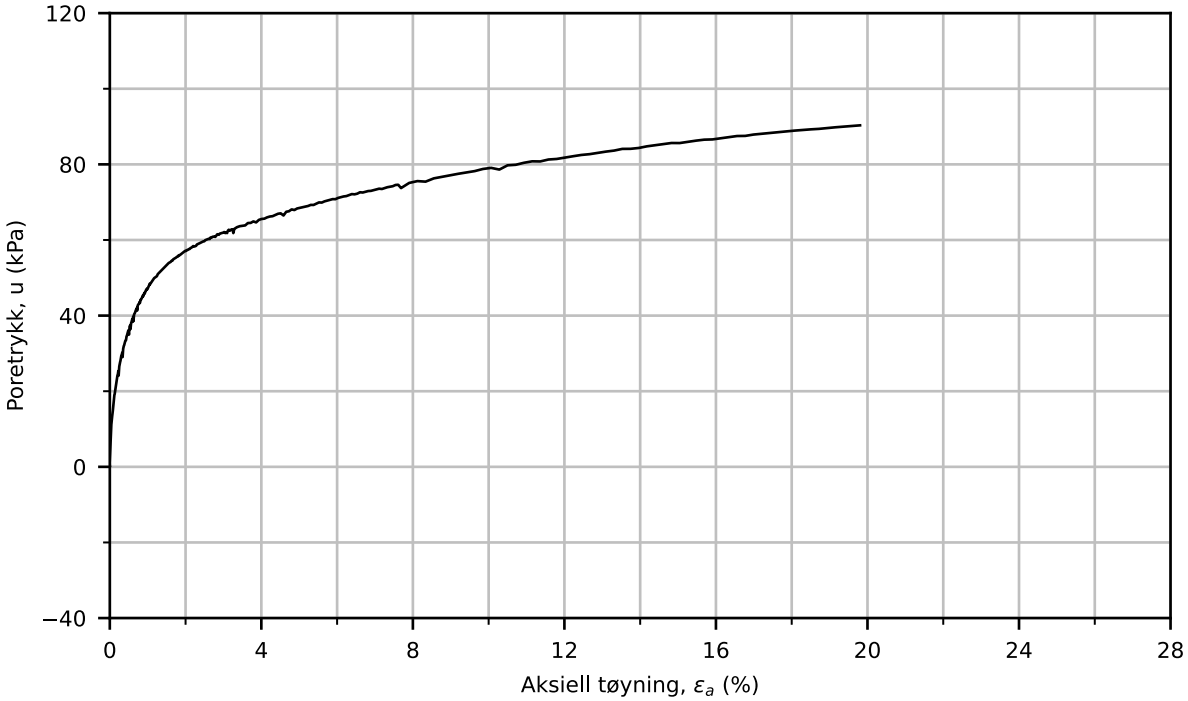
Dato 2023-05-22

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01





A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_450

Figur nr. X.x

Sylinder: 7
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	12.50	m
p_0'	=	173.8	kPa
w_i	=	39.9	%
w_c	=	37.7	%

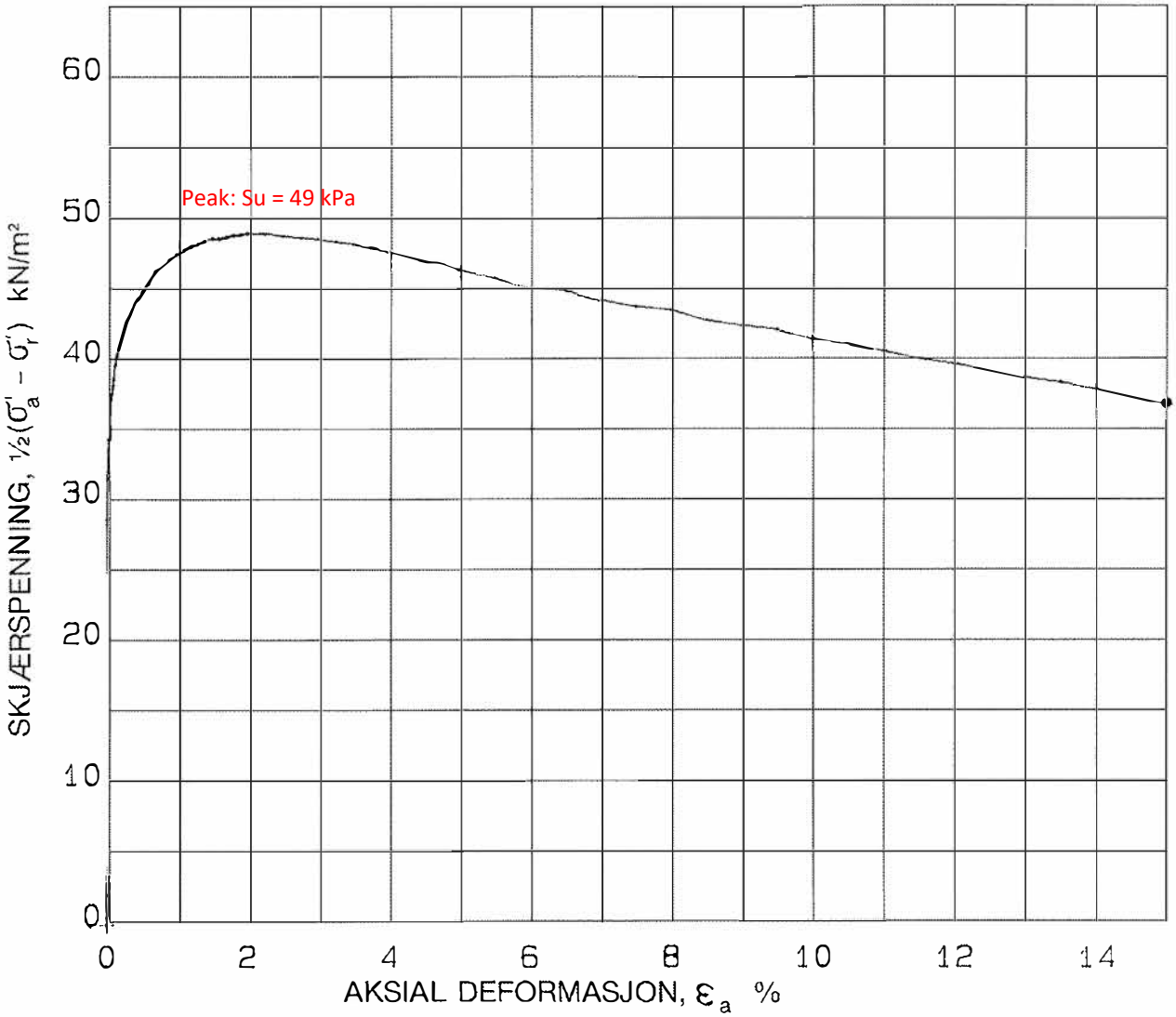
Konsolideringsspenninger

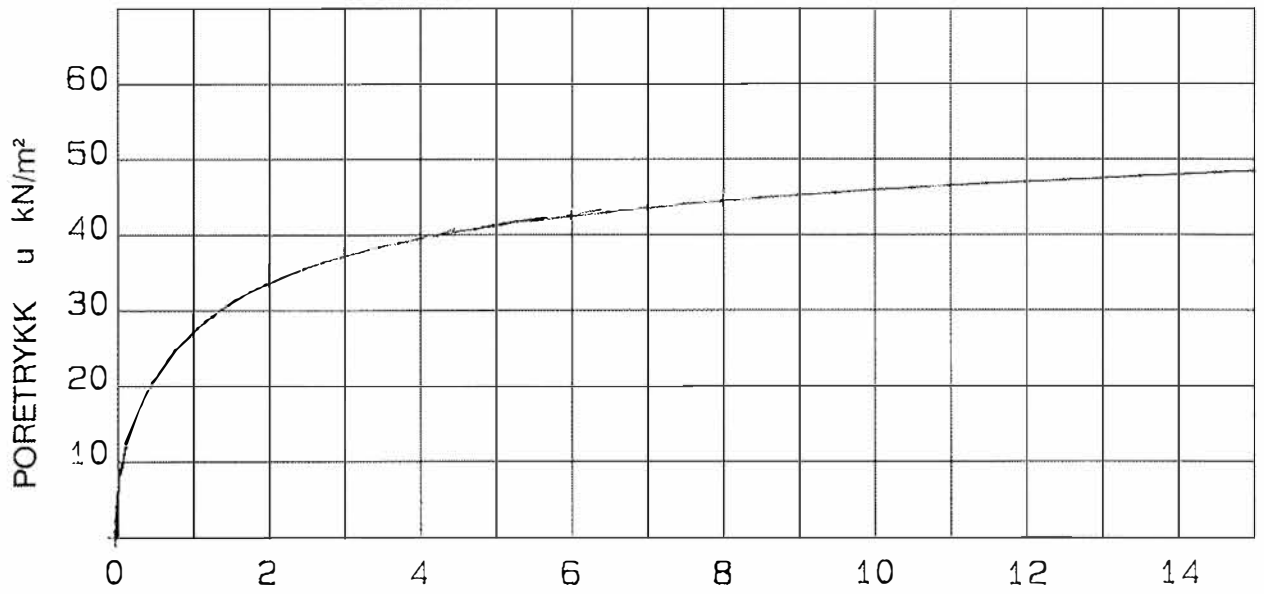
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	173.8
σ'_{rc}	-	-	114.7

Dato 2023-05-24

Tegnet av ThV

NGI





σ 'ac = 128 kN/m², σ 'rc = 76 kN/m², w_i = 43.1 % n = %

TREAKSIALFORSØK

ARBEIDSKURVE - PORETRYKK

BORREGAARD
UTFYLLING SYD FOR FATLAGER

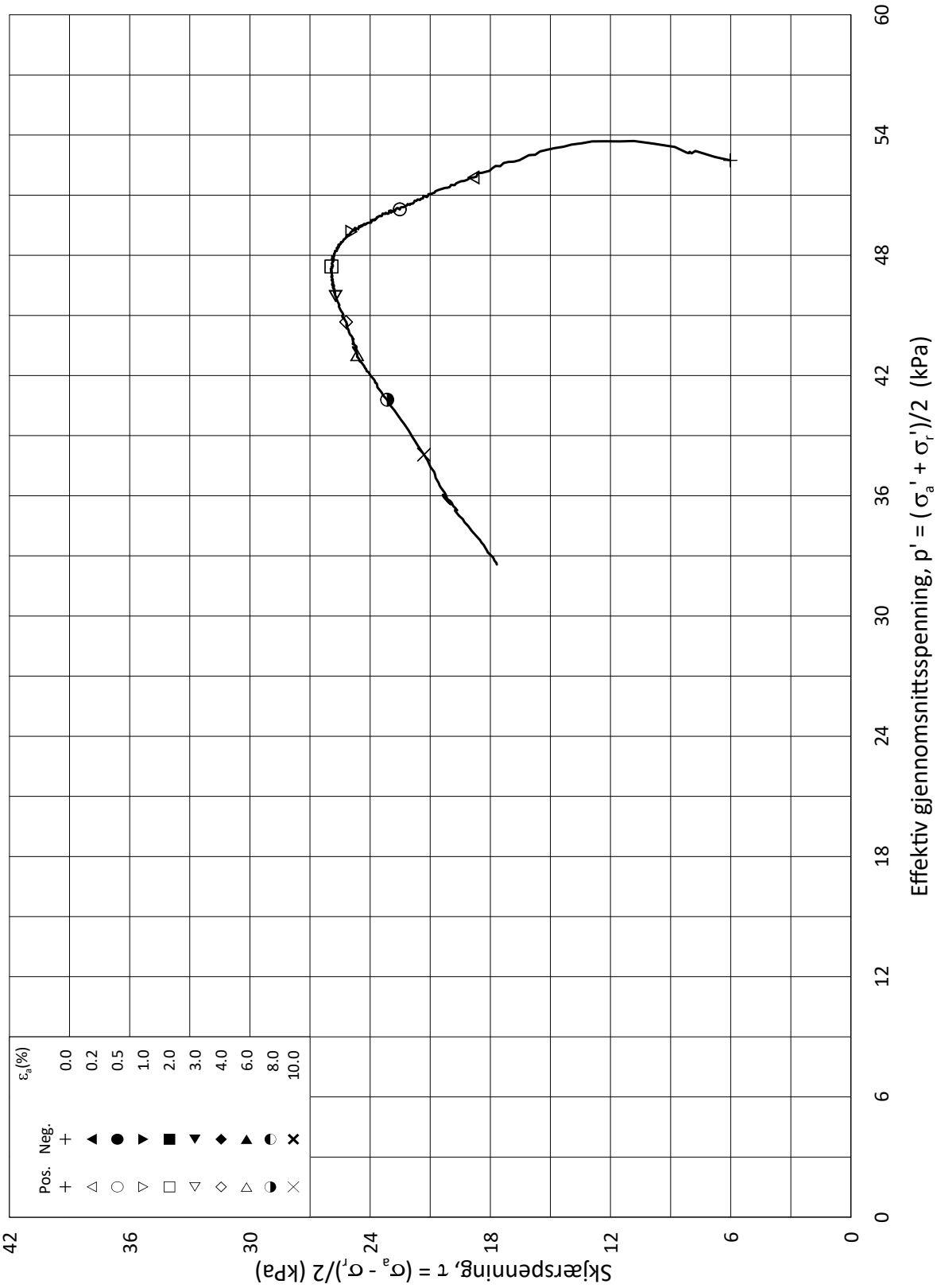
BORING NR.	TEGNET	REV.
MGE_PR.1		
DYBDE m (KOTE)	KONTR.	KONTR.
9.0		
PRØVE NR.	DATO	DATO
A	22 Jul. 1993	

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

OPPDRAG NR.	TEGN. NR.	REV.	SIDE
41223	77		

4000-793 - 1

VEDLEGG 3.6: TREAKSIALFORSØK, SPENNINGSSTIER

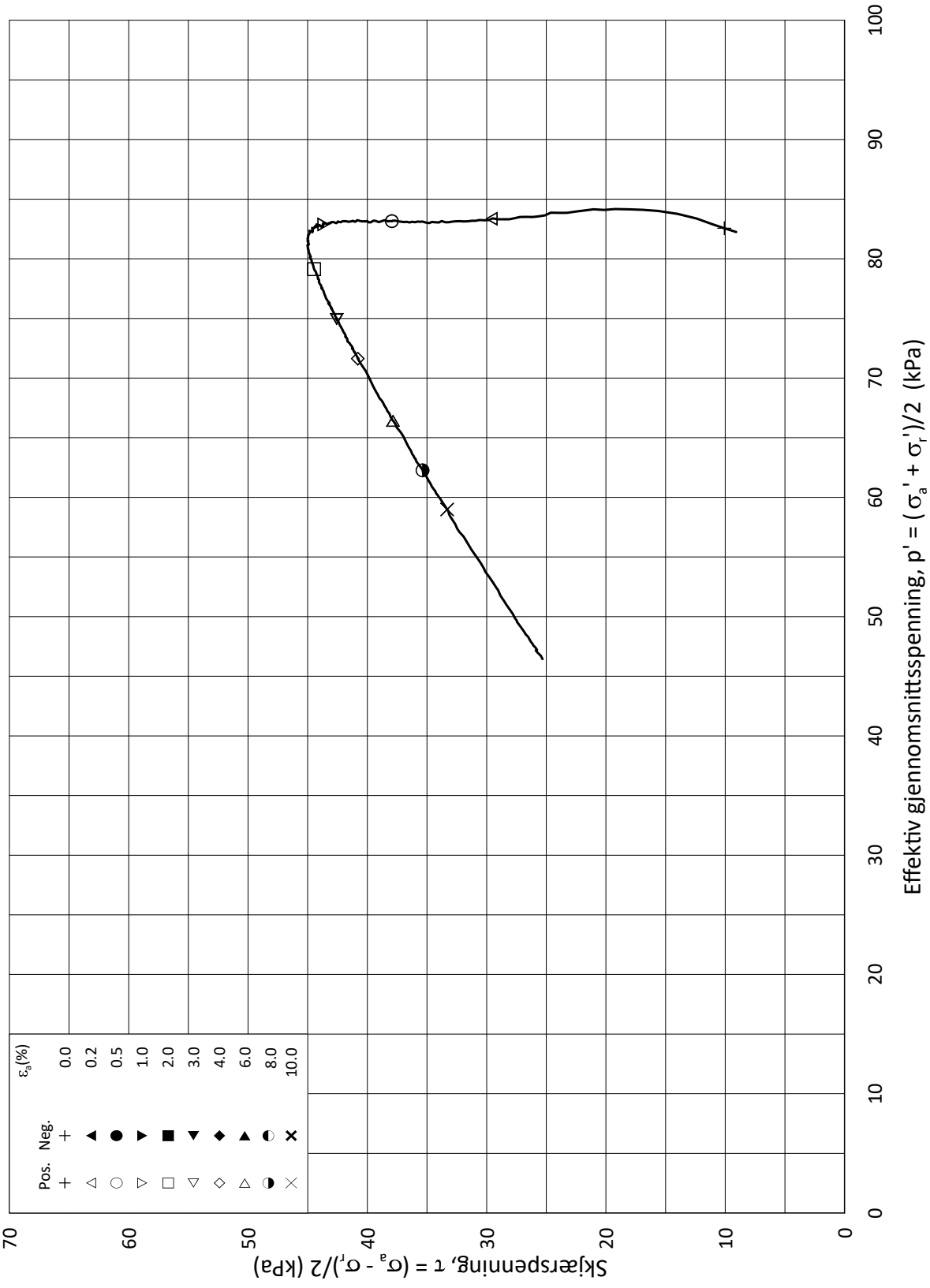


Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

GU Borregård Sarpsborg					Dokument nr. 20200022-21-.	
Triaksial test: **CAUA**	Borhull: **ADZ_SW1**				Figur nr. 1.2	
Sylinder: **2**	Dybde = **3.52** m	Konsolideringsspenninger			Dato 2020-06-11	Tegnet av ThV
Del: **A**	p_0' = **58.4** kPa	(kPa)	max.	min.	final	
Test: **1**	w_i = **31.4** %	σ_{ac}' =	-	-	**58.4**	
Lab.: **NGI Oslo**	w_c = **30.1** %	σ_{rc}' =	-	-	**46.7**	

H:\LABDATA\2020\20200022 (Sweco)\21-GU Borregaard Sarpsborg\AdvancedTest\03_TX\01_InProgress\20200022-21_SW1_2-A-1_StressPath.gpf

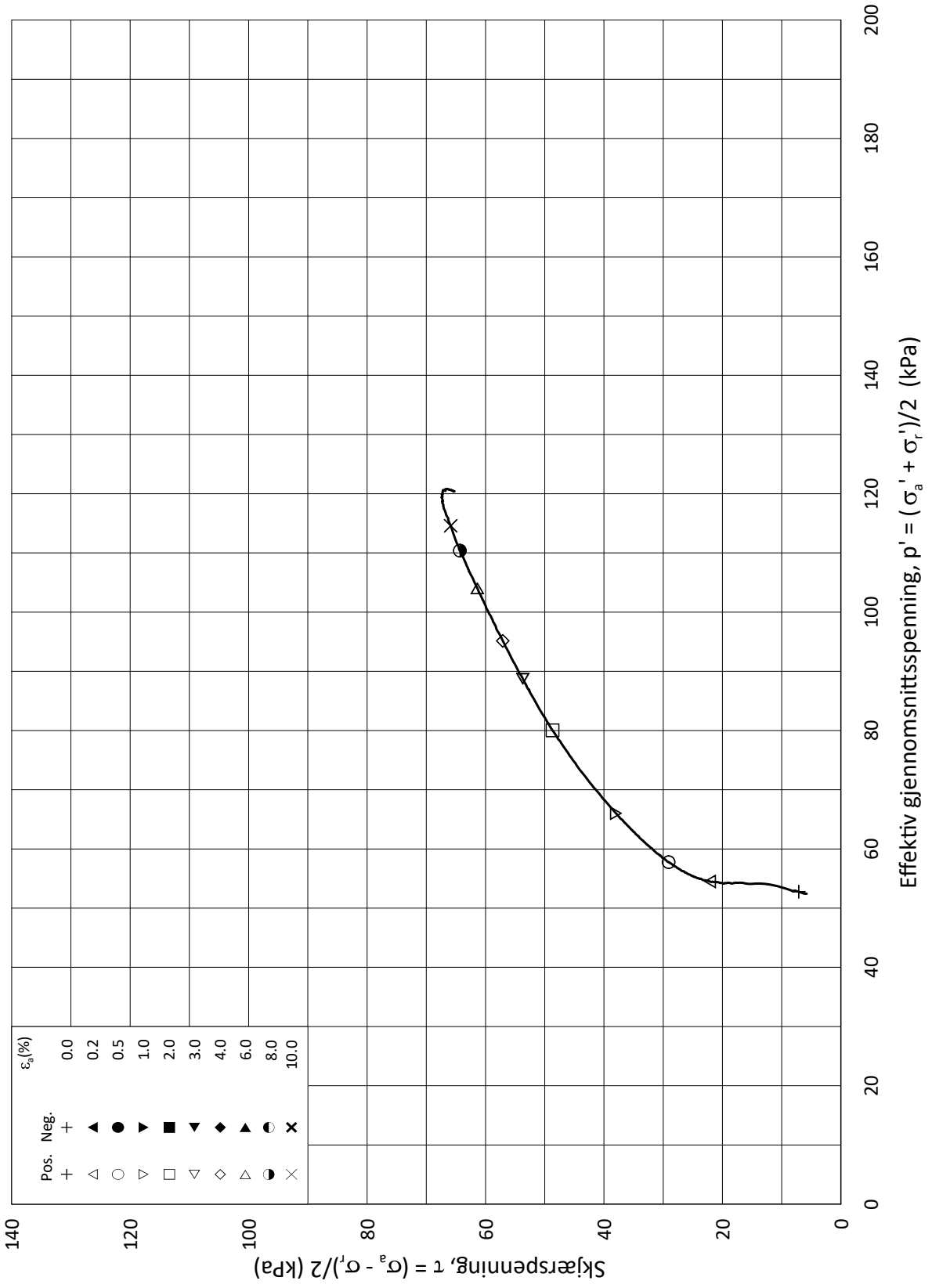


Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

GU Borregård Sarpsborg					Dokument nr. 20200022-21-.	
Triaksial test: **CAUA**	Borhull: **ADZ_SW1**				Figur nr. 1.2	
Sylinder: **4**	Dybde = **7.00** m	Konsolideringsspenninger			Dato 2020-06-11	Tegnet av ThV
Del: **A**	p_0' = **91.5** kPa	(kPa)	max.	min.	final	
Test: **1**	w_i = **34.6** %	σ_{ac}' =	-	-	**91.5**	
Lab.: **NGI Oslo**	w_c = **33.4** %	σ_{rc}' =	-	-	**73.2**	

H:\LABDATA\2020\20200022 (Sweco)\21-GU Borregaard Sarpsborg\AdvancedTest\03_TX\01_InProgress\20200022-21_SW1_4-A-1_StressPath.gpf

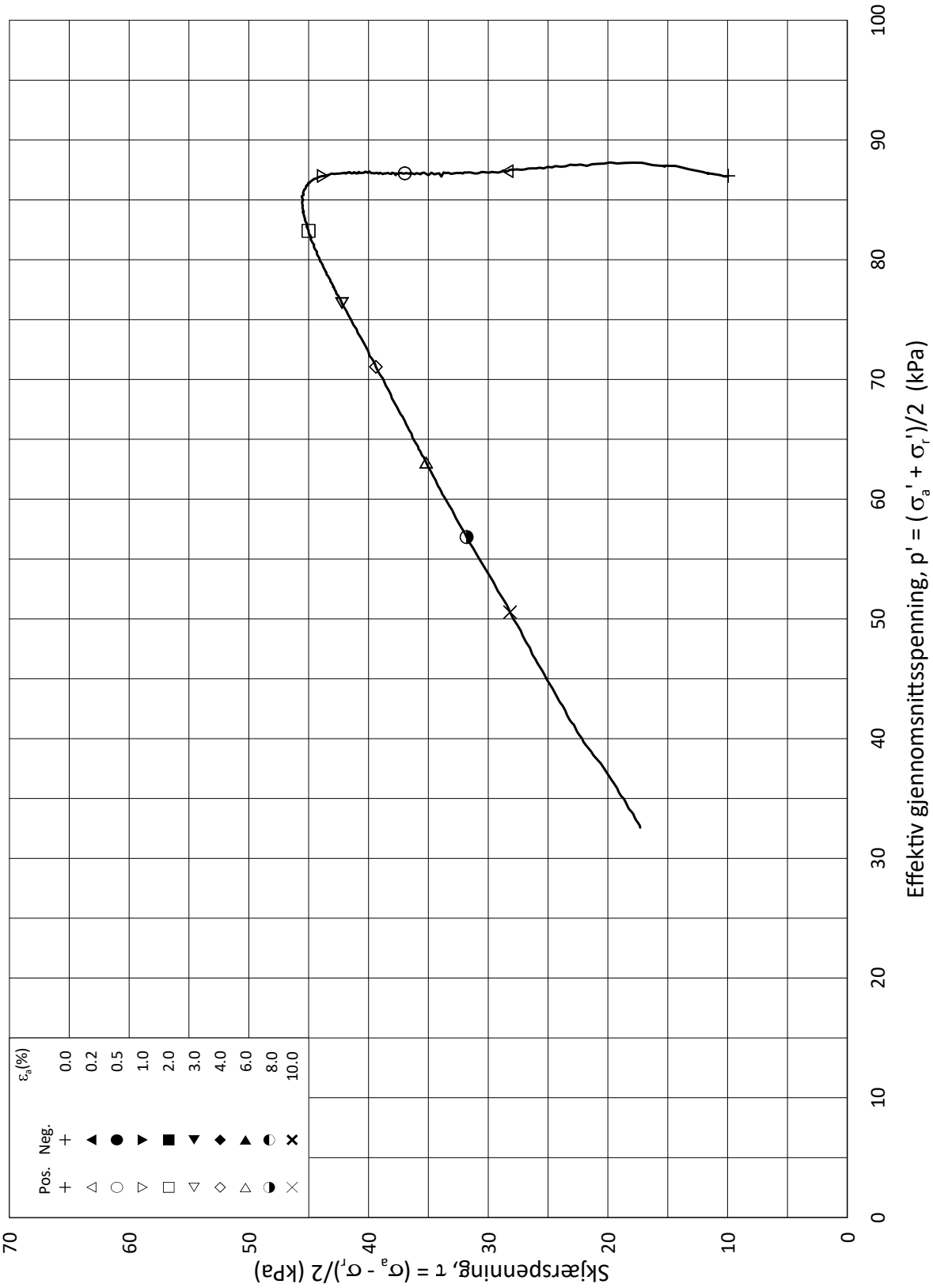


Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

GU Borregård Sarpsborg					Dokument nr. 20200022-21-.	
Triaksial test: **CAUA**	Borhull: **ADZ_SW5**				Figur nr. 1.2	
Sylinder: **2**	Dybde = **3.50** m	Konsolideringsspenninger			Dato 2020-06-11	Tegnet av ThV
Del: **A**	p_0' = **58.3** kPa	(kPa)	max.	min.	final	
Test: **1**	w_i = **29.2** %	σ_{ac}' =	-	-	**58.1**	
Lab.: **NGI Oslo**	w_c = **28.9** %	σ_{rc}' =	-	-	**46.6**	

H:\LABDATA\2020\20200022 (Sweco)\21-GU Borregaard Sarpsborg\AdvancedTest\03_TX\01_InProgress\20200022-21_SW5_2-A-1_StressPath.gpf

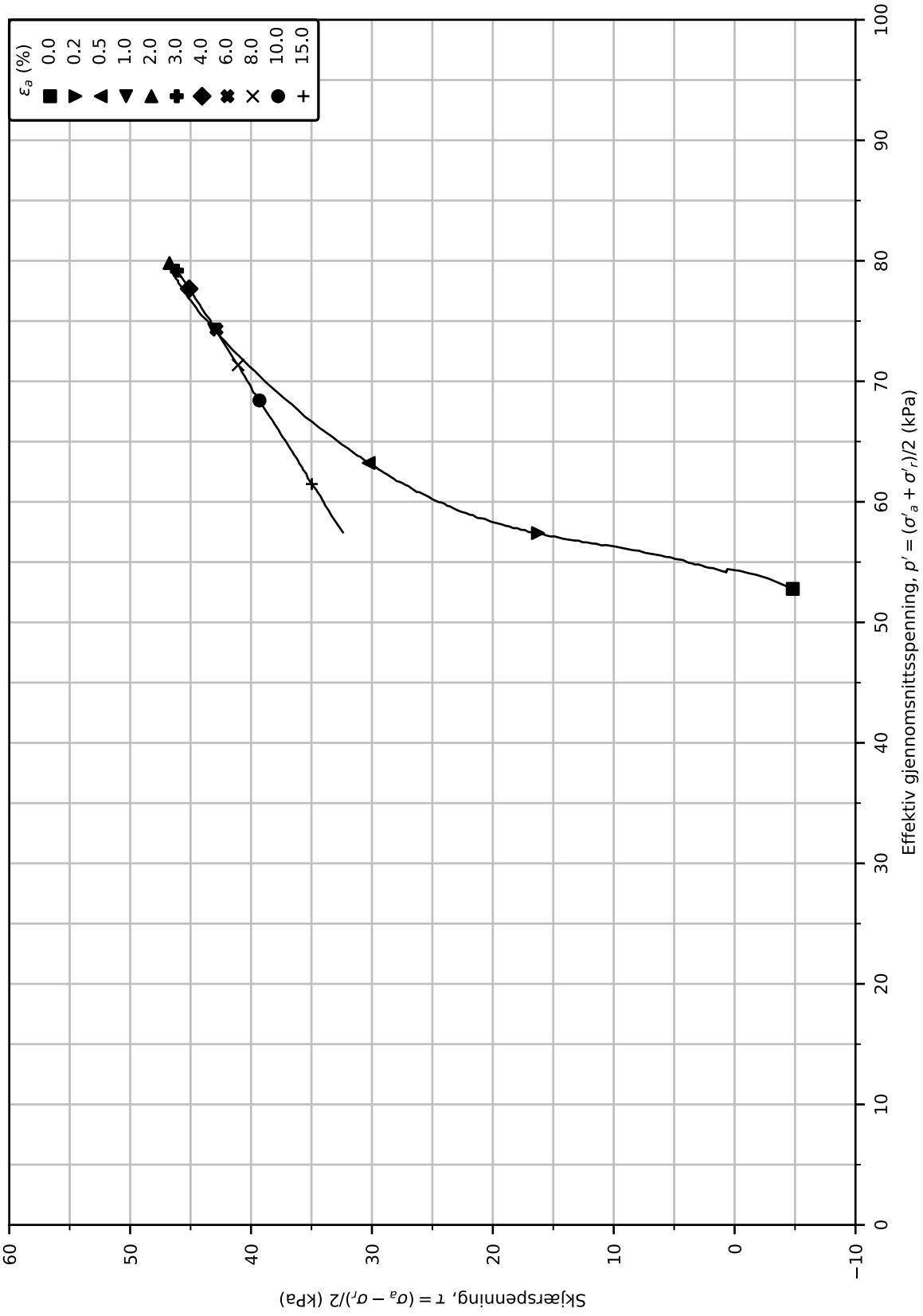


Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

GU Borregård Sarpsborg					Dokument nr. 20200022-21-.	
Triaksial test: **CAUA**	Borhull: **ADZ_SW5**				Figur nr. 1.2	
Sylinder: **4**	Dybde = **7.50** m	Konsolideringsspenninger			Dato 2020-06-15	Tegnet av ThV
Del: **A**	p_0' = **96.3** kPa	(kPa)	max.	min.	final	
Test: **1**	w_i = **44.5** %	σ_{ac}' =	-	-	**96.3**	
Lab.: **NGI Oslo**	w_c = **43.0** %	σ_{rc}' =	-	-	**77.0**	

H:\LABDATA\2020\20200022 (Sweco)\21-GU Borregaard Sarpsborg\AdvancedTest\03_TX\01_InProgress\20200022-21_SW5_4-A-1_StressPath.gpf

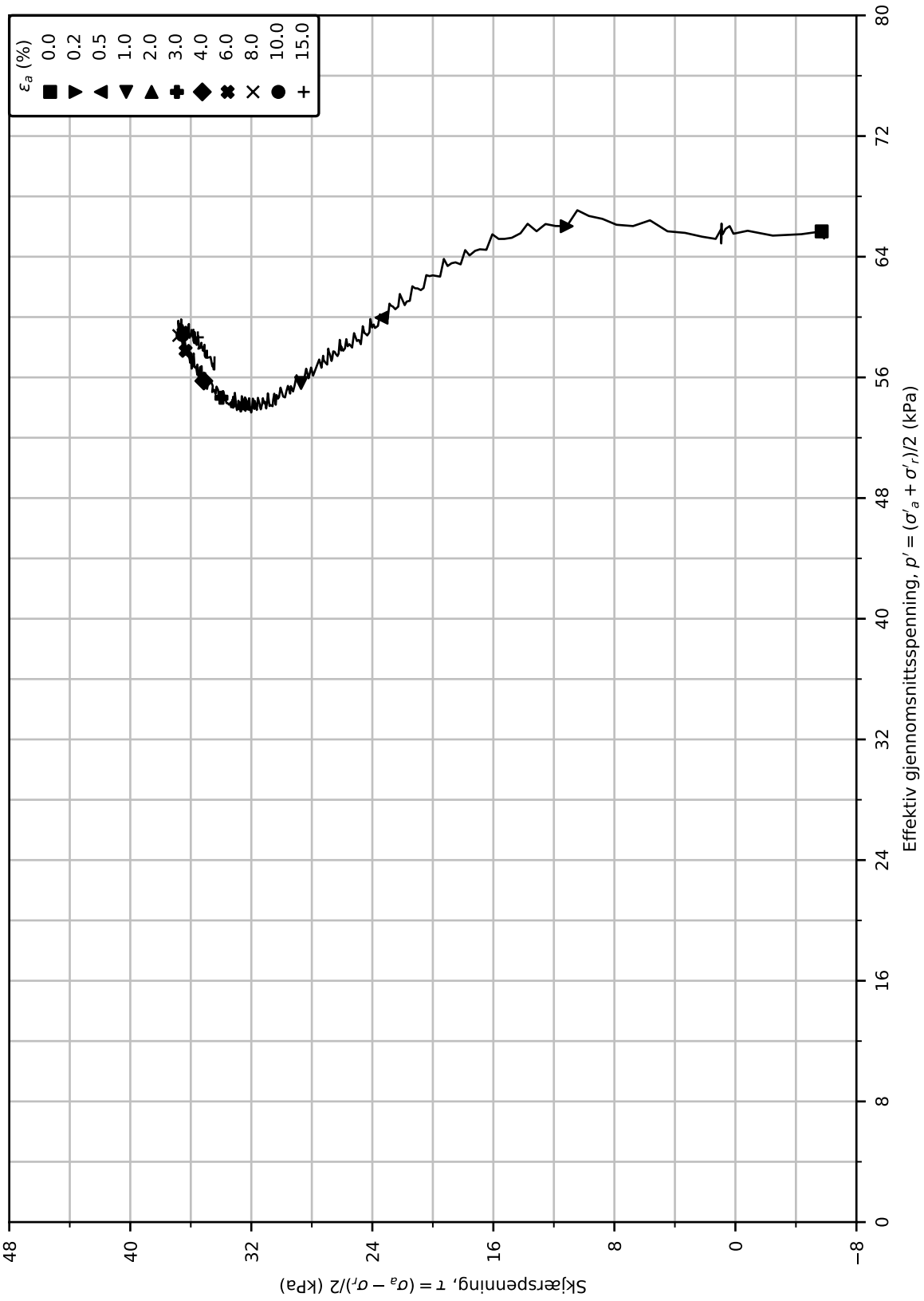


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_107					Figur nr.	X.x
Sylinder:	2	Dybde	=	3.43	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	=	47.9	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	21.5	%	σ'_{ac}	59.2	-	47.9
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	21.0	%	σ'_{rc}	57.4	-	57.5

Dato 2023-04-11 | Tegnet av ThV



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_107

Figur nr.: X.x

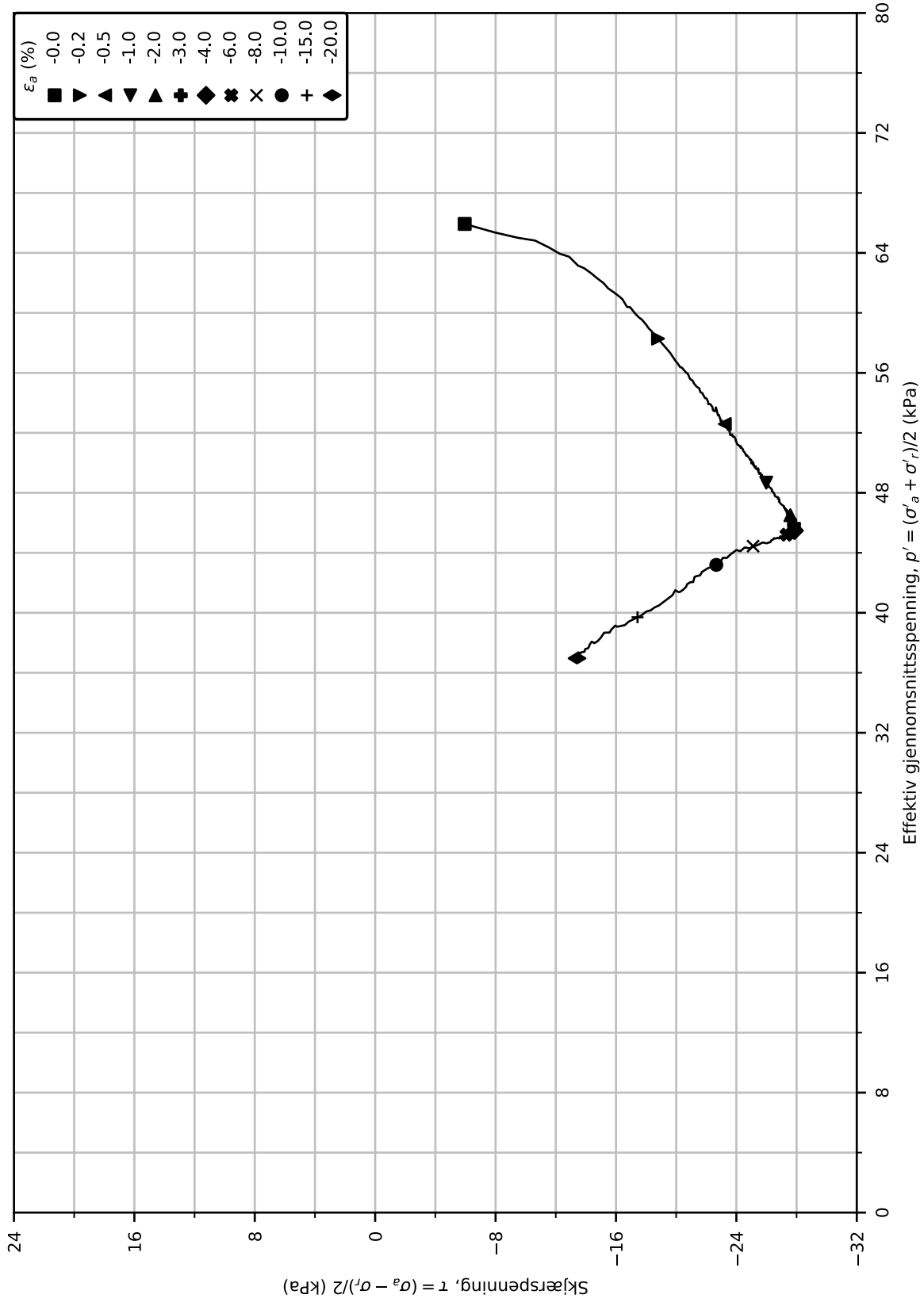
Dato: 2023-04-24

Tegnet av: ThV

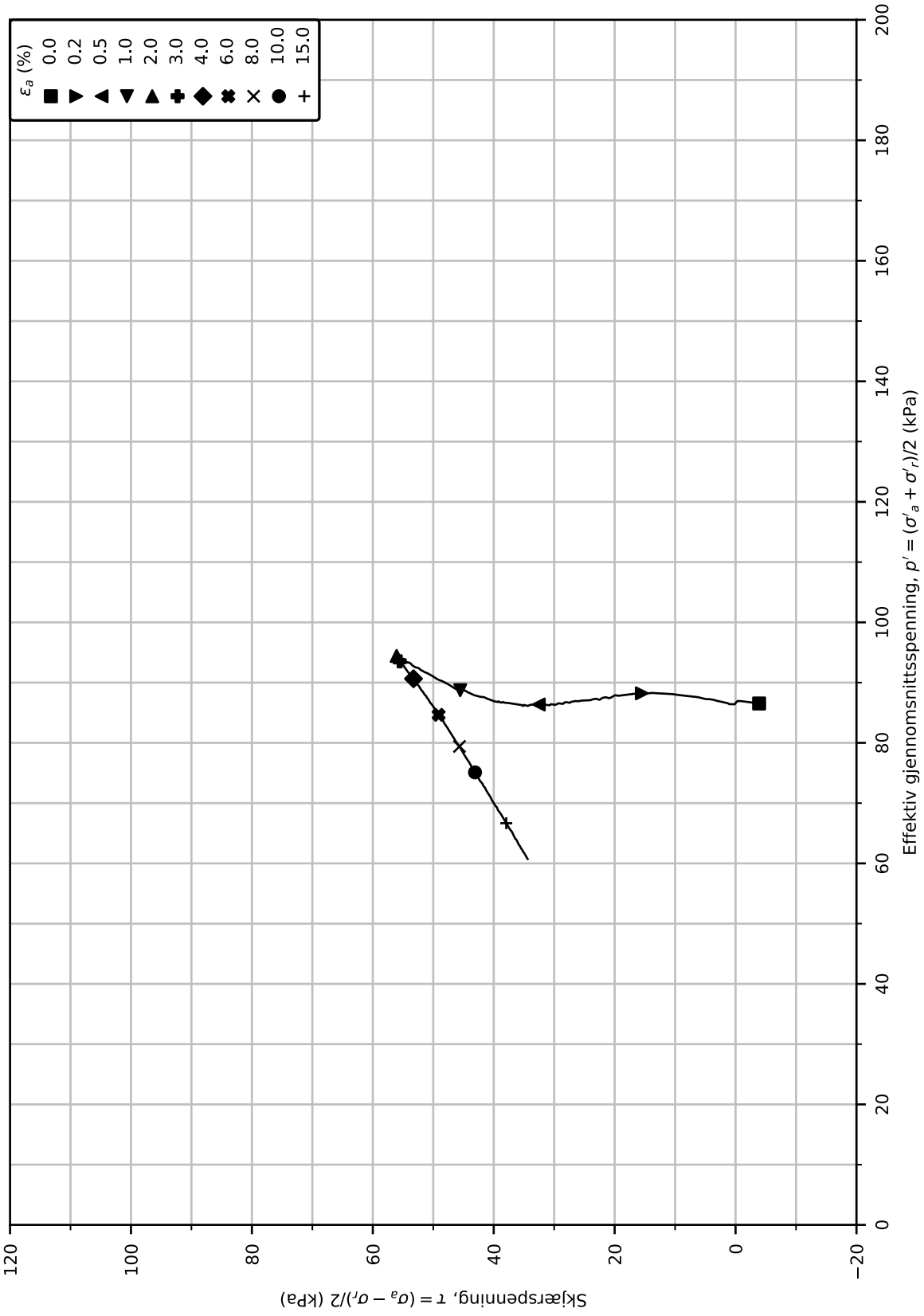
Sylinder:	3	Dybde	=	4.37	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	60.0	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	20.7	%	σ'_{ac}	73.7	-	60.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	19.3	%	σ'_{rc}	72.0	-	72.0

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard								Dokument nr. 20230019-07	
Test type: CAUP		Borehull: CBZ_107						Figur nr. X.x	
Sylinder: 3		Dybde	=	4.43	m	Konsolideringsspenninger		Dato 2023-04-14	Tegnet av PCa
Del: A		p_0'	=	60.0	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test: 2		w_i	=	32.7	%	σ'_{ac}	72.0	-	60.0
Lab: NGI Oslo		w_c	=	32.0	%	σ'_{rc}	72.0	-	72.0



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_107

Figur nr.: X.x

Sylinder: 5
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	6.23	m
p_0'	=	82.4	kPa
w_i	=	34.8	%
w_c	=	33.9	%

Konsolideringsspenninger

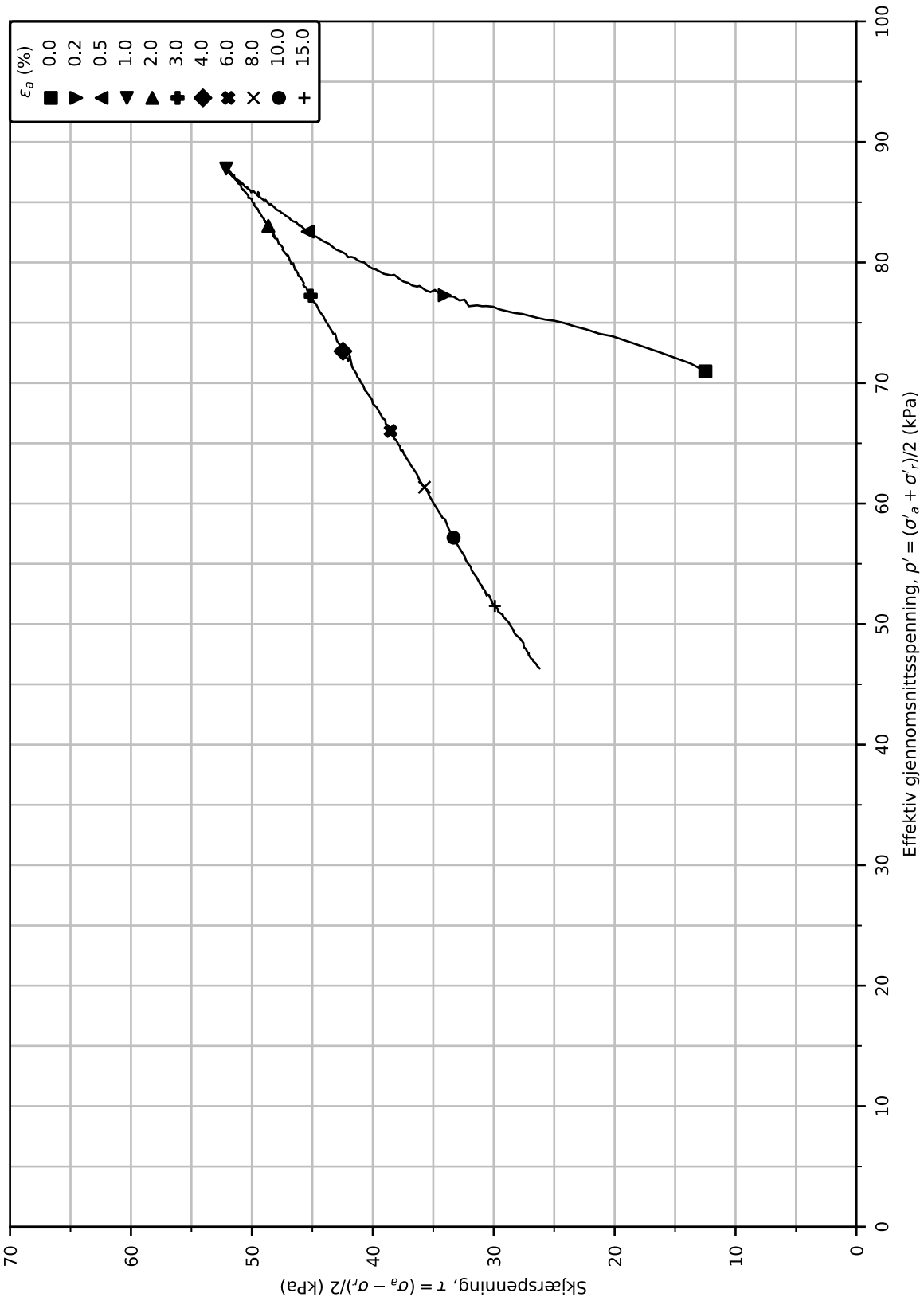
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	90.9	-	82.4
σ'_{rc}	90.5	-	90.6

Dato: 2023-04-26

Tegnet av: ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_107

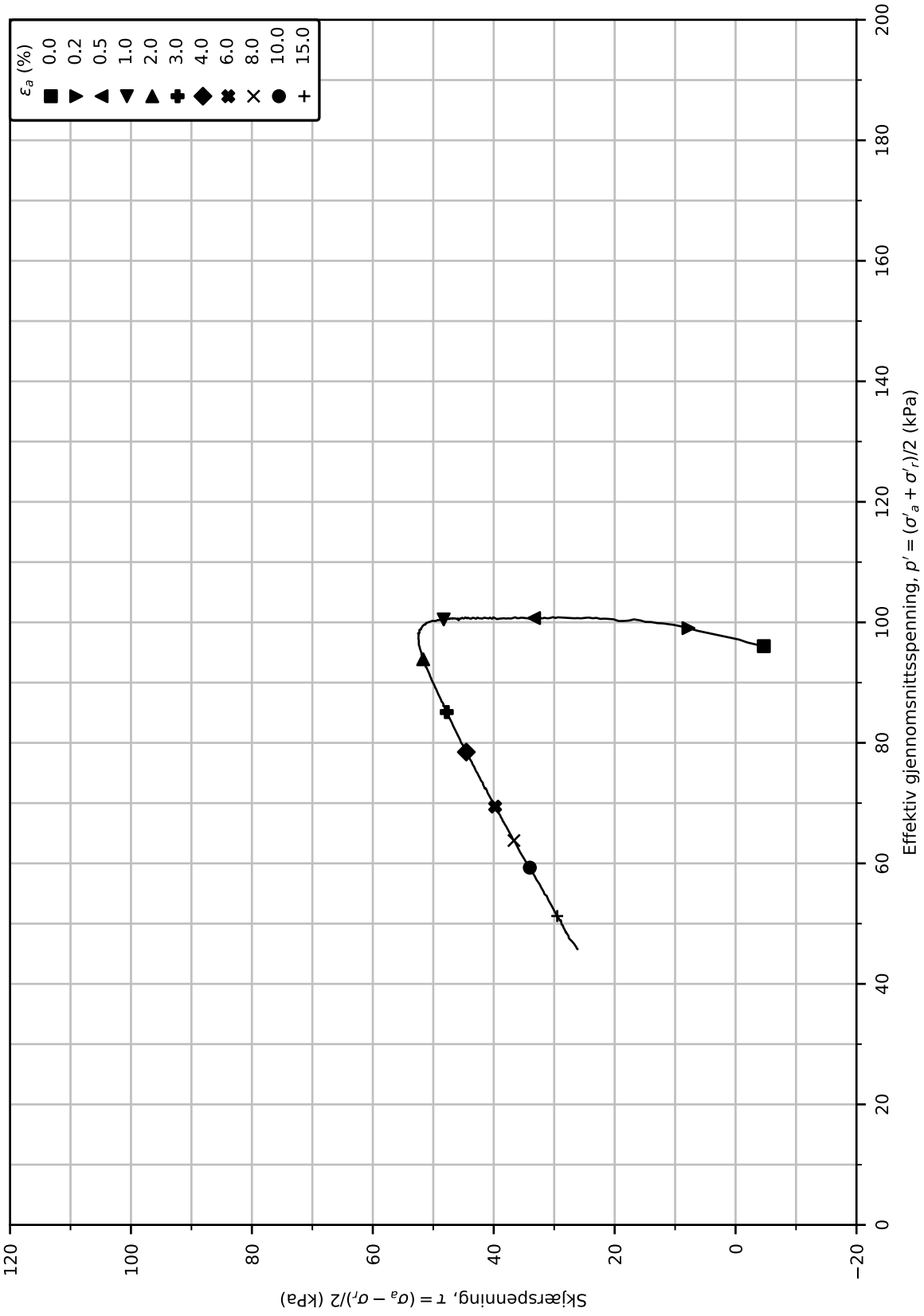
Figur nr.: X.x

Dato: 2023-04-17

Tegnet av: YSu

Sylinder:	5	Dybde	=	6.50	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	83.7	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	=	32.8	%	σ'_{ac}	-	-	83.7
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	32.1	%	σ'_{rc}	-	-	58.6

NGI



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_107

Figur nr. X.x

Sylinder: 6
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	7.43	m
p_0'	=	91.7	kPa
w_i	=	45.9	%
w_c	=	44.7	%

Konsolideringsspenninger

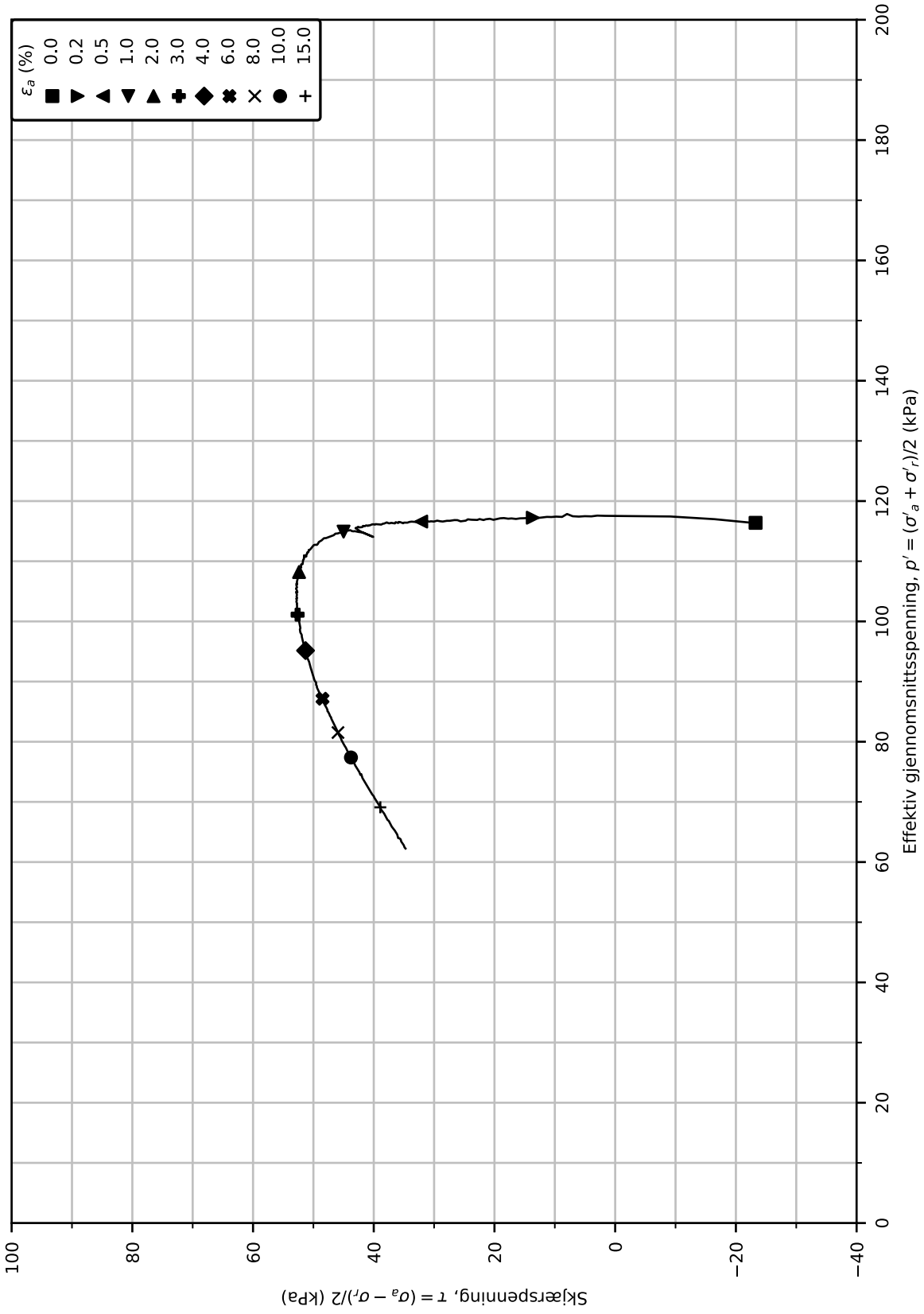
(kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	102.9	-	91.7
σ'_{rc}	100.9	-	100.9

Dato 2023-04-14

Tegnet av PCa

NGI

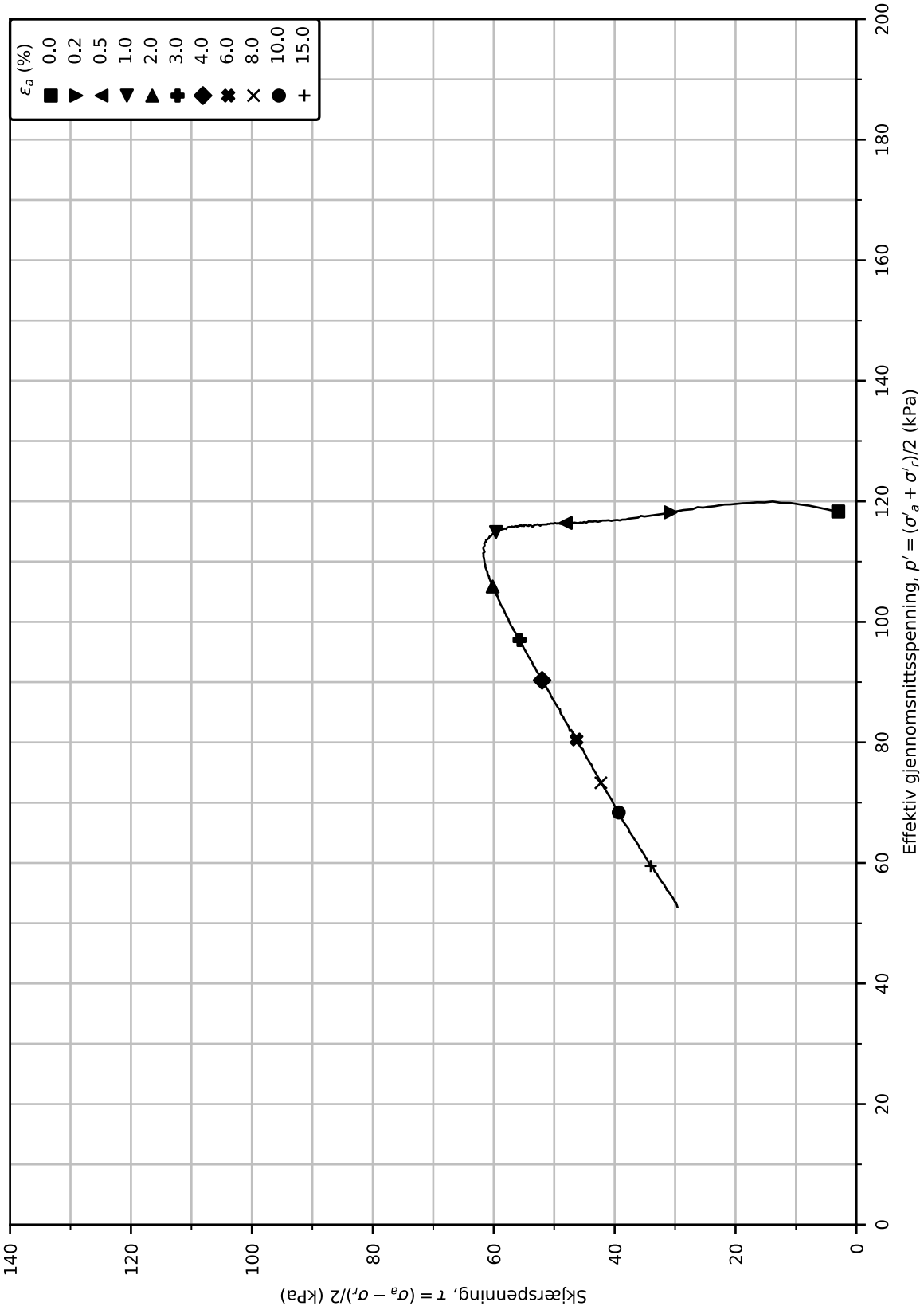
2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

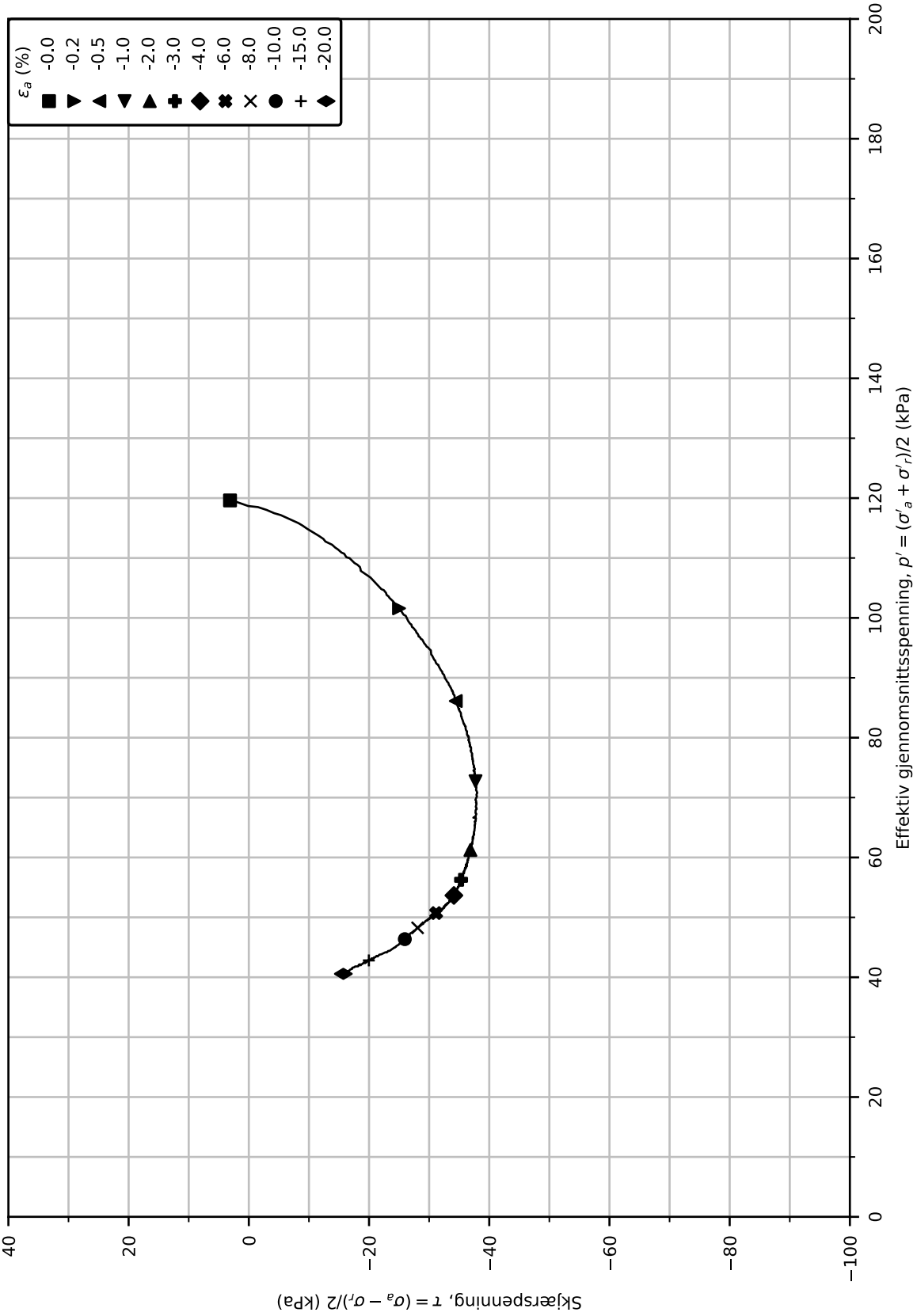
Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_107					Figur nr.	X.x
Sylinder:	6	Dybde	=	7.65	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-11 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	93.2	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	=	38.9	%	σ'_{ac}	139.8	-	93.2
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	35.5	%	σ'_{rc}	139.8	-	139.8



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_107					Dokument nr.	20230019-07
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	9	Dybde	= 10.43	m	Konsolideringsspenninger			Dato	Tegnet av
Del:	A	p_0'	= 121.5	kPa	(kPa)	max.	min.	final	2023-04-14 PCa
Test:	1	w_i	= 39.1	%	σ'_{ac}	-	-	121.5	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 38.2	%	σ'_{rc}	-	-	115.4	



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

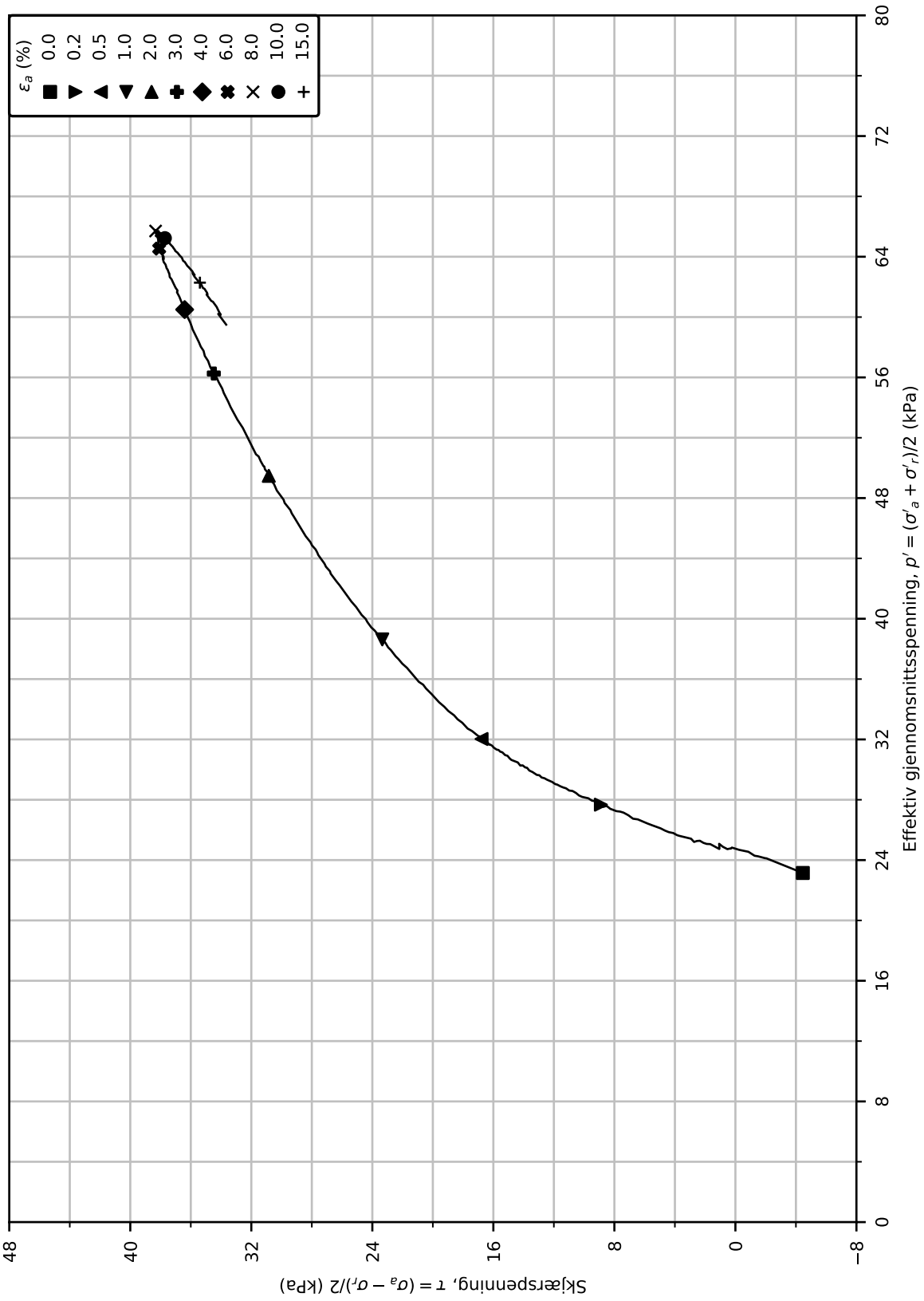
Dokument nr. 20230019-07

Test type:	CAUP	Borehull:	CBZ_107					
Sylinder:	9	Dybde	= 10.63	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 123.0	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	= 44.4	%	σ'_{ac}	-	-	123.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 43.2	%	σ'_{rc}	-	-	116.9

Figur nr. X.x

Dato 2023-04-14 | Tegnet av PCa

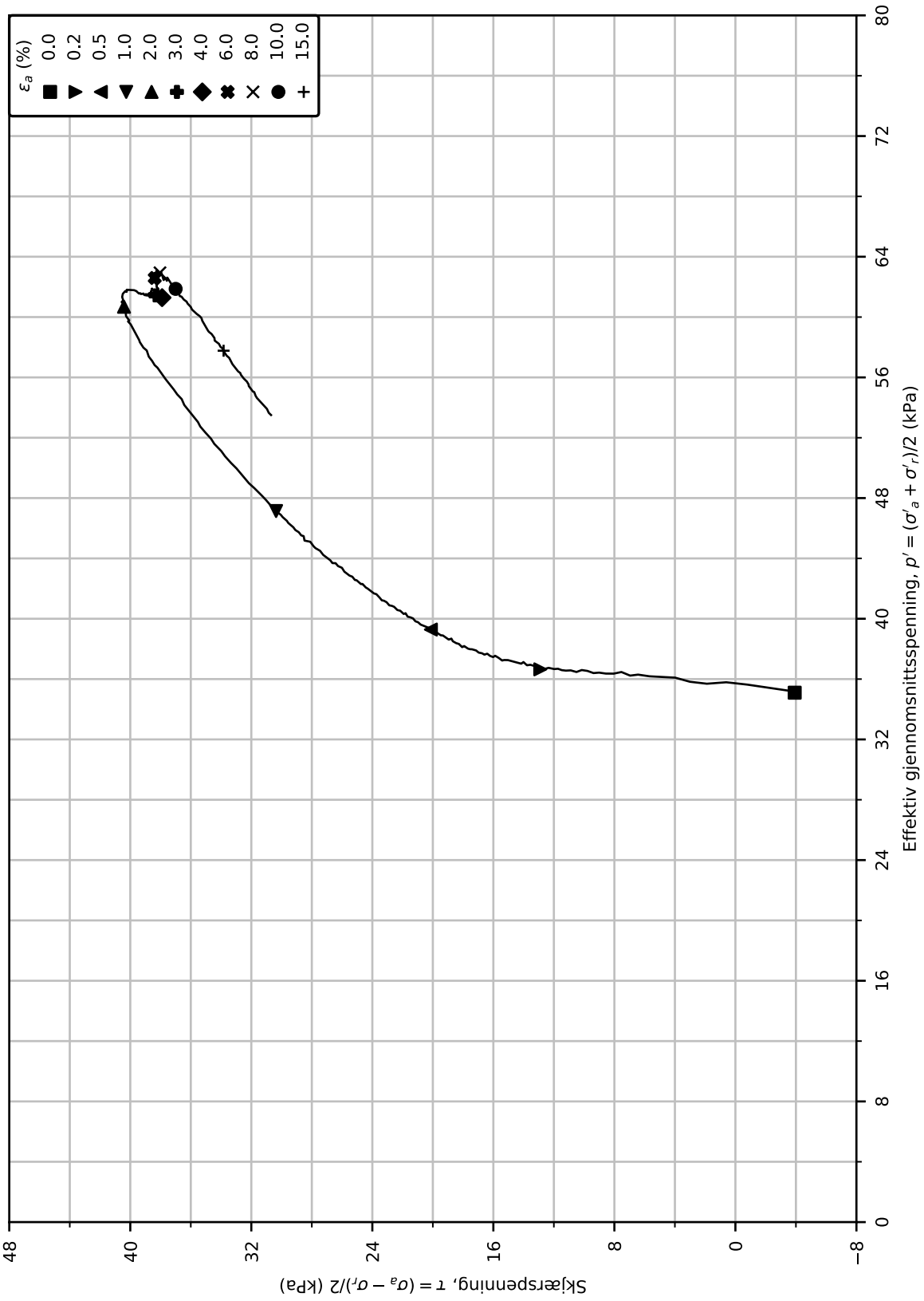
2022-06-30\02_V24 - Rev01



Borregaard faresoneutredning

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_122					Dokument nr.	20230019-07-01-R
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	2	Dybde	= 1.50	m	Konsolideringsspenninger			Dato	2023-05-08
Del:	A	p_0'	= 18.3	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.	Tegnet av ThV
Test:	1	w_i	= 17.7	%	σ'_{ac}	30.6	-	18.3	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 17.4	%	σ'_{rc}	27.5	-	27.5	

2022-06-30\02_V24 - Rev01



Borregaard faresoneutredning

Test type: CAUA	Borehull: CBZ_122							
Sylinder: 4	Dybde	=	4.23	m	Konsolideringsspenninger			
Del: A	p_0'	=	31.2	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test: 1	w_i	=	32.4	%	σ'_{ac}	39.1	-	31.3
Lab: NGI Oslo	w_c	=	32.3	%	σ'_{rc}	37.1	-	39.1

Dokument nr. 20230019-07-01-R

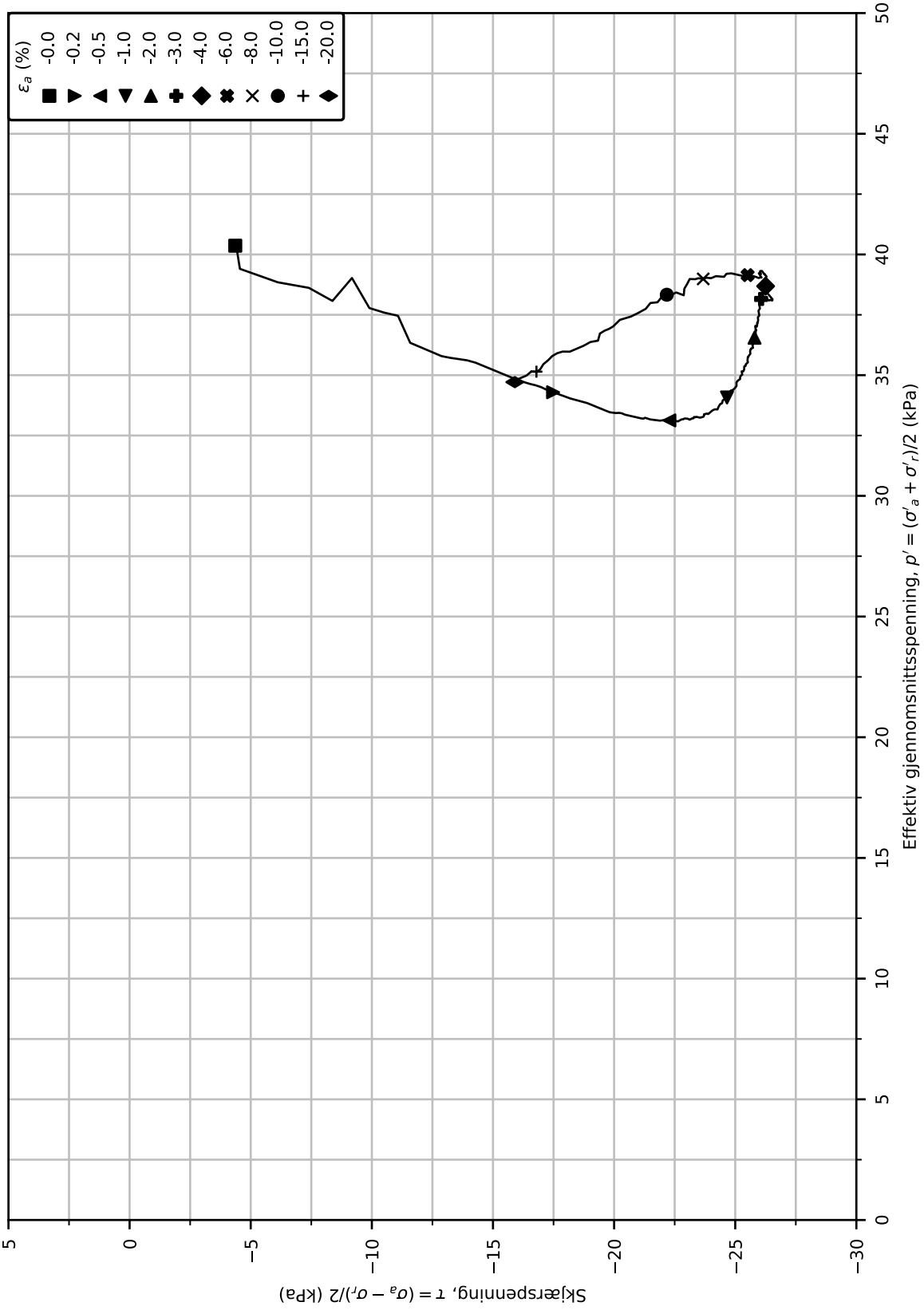
Figur nr. X.x

Dato 2023-04-27

Tegnet av ThV

NGI

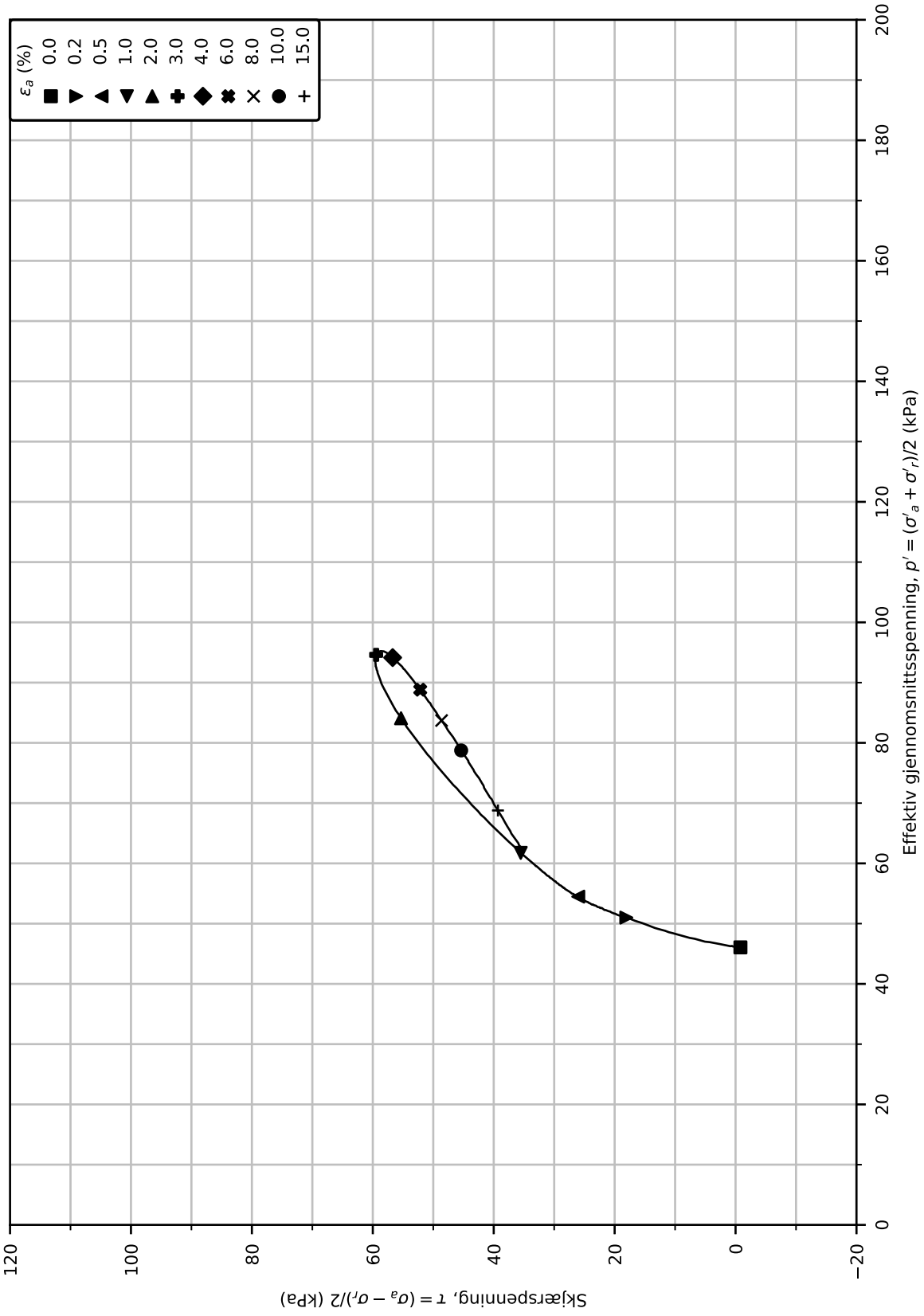
2022-06-30\02_V24 - Rev01



Borregaard faresoneutredning

Test type:	CAUP	Borehull:	CBZ_122					Dokument nr.	20230019-07-01-R
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	4	Dybde	= 4.57	m	Konsolideringsspenninger			Dato	2023-05-15
Del:	A	p_0'	= 35.1	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.	Tegnet av ThV
Test:	2	w_i	= 33.6	%	σ'_{ac}	46.8	-	35.1	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 33.4	%	σ'_{rc}	43.9	-	43.9	

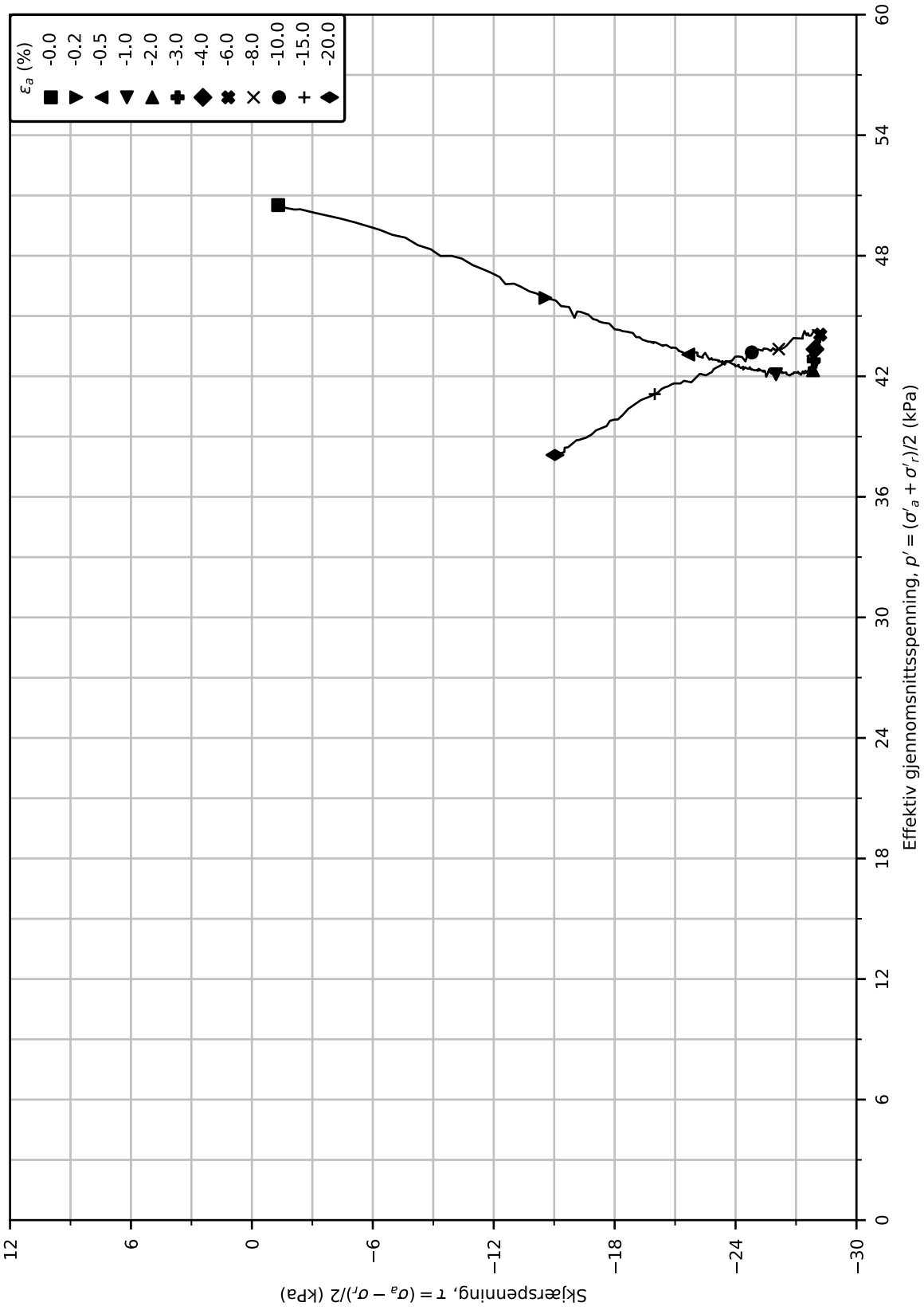
2022-06-30\02_V24 - Rev01



Borregaard faresoneutredning

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_122					Dokument nr.	20230019-07-01-R
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	6	Dybde	= 6.23	m	Konsolideringsspenninger			Dato	2023-04-27
Del:	A	p_0'	= 45.3	kPa	(kPa)	max.	min.	final	Tegnet av ThV
Test:	1	w_i	= 37.1	%	σ'_{ac}	50.5	-	45.3	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 36.9	%	σ'_{rc}	47.5	-	47.6	

NGI



Borregaard faresoneutredning

Dokument nr.: 20230019-07-01-R

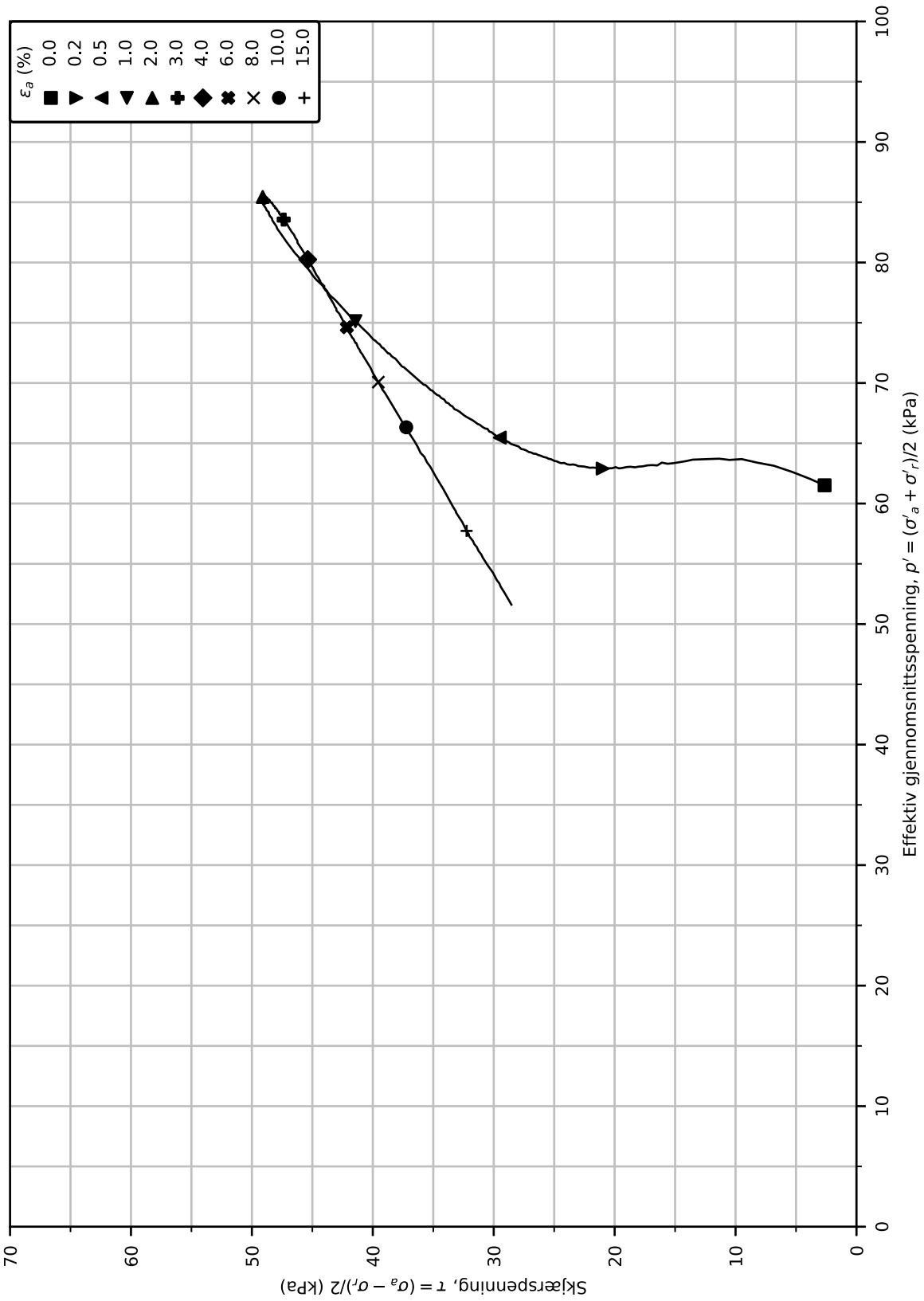
Figur nr.: X.x

Dato: 2023-04-27

Tegnet av: ThV

Test type:	CAUP	Borehull:	CBZ_122					
Sylinder:	6	Dybde	= 6.60	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 49.2	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	= 34.3	%	σ'_{ac}	51.7	-	49.2
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 34.1	%	σ'_{rc}	51.7	-	51.7

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_149

Figur nr.: X.x

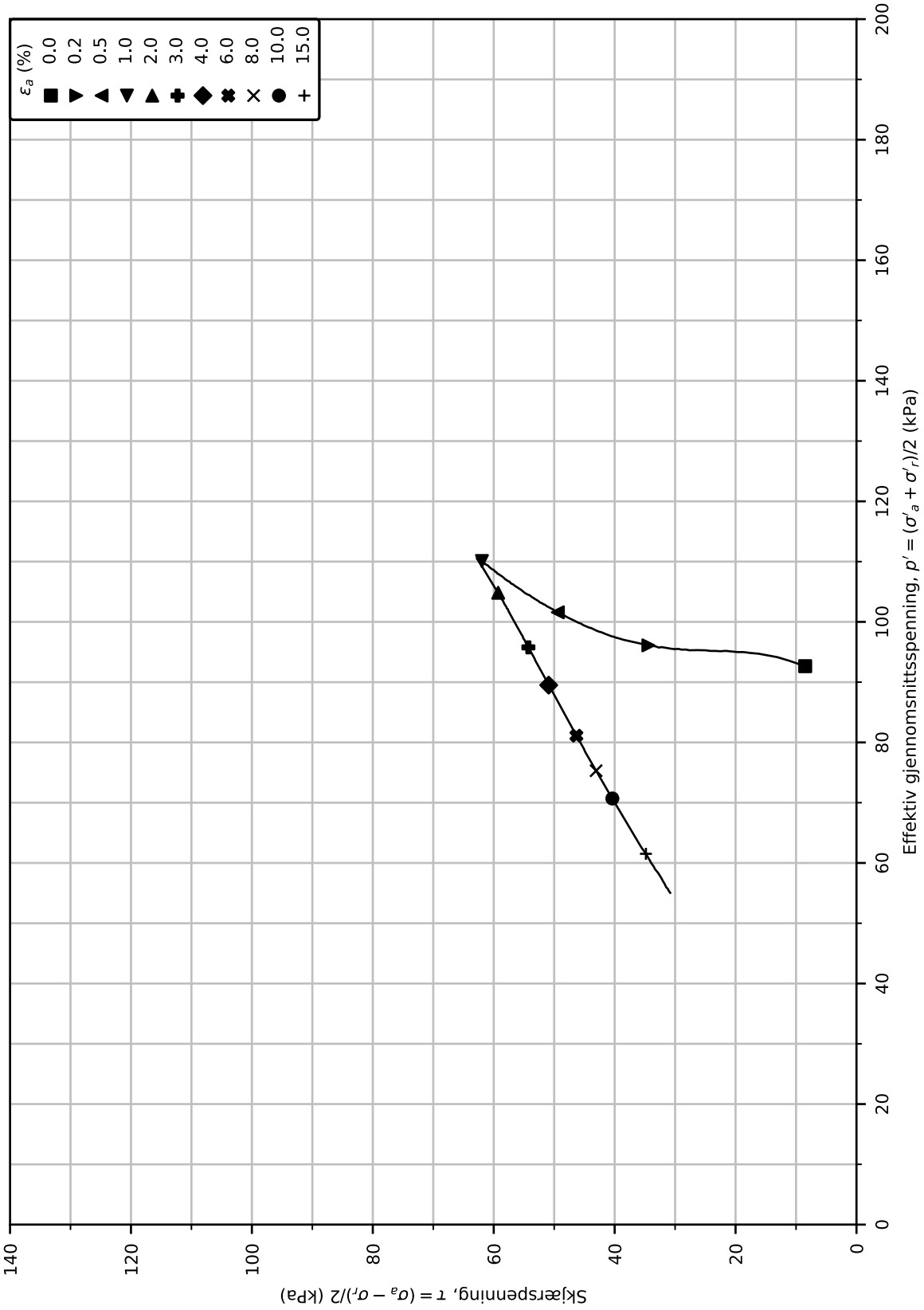
Sylinder:	3	Dybde	=	5.27	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	64.1	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	=	23.7	%	σ'_{ac}	-	-	64.1
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	23.2	%	σ'_{rc}	-	-	59.0

Dato: 2023-06-09

Tegnet av: ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_149					
Sylinder:	6	Dybde	= 9.53	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 101.3	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	= 30.1	%	σ'_{ac}	-	-	101.3
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 29.2	%	σ'_{rc}	-	-	84.4

Dokument nr. 20230019-07

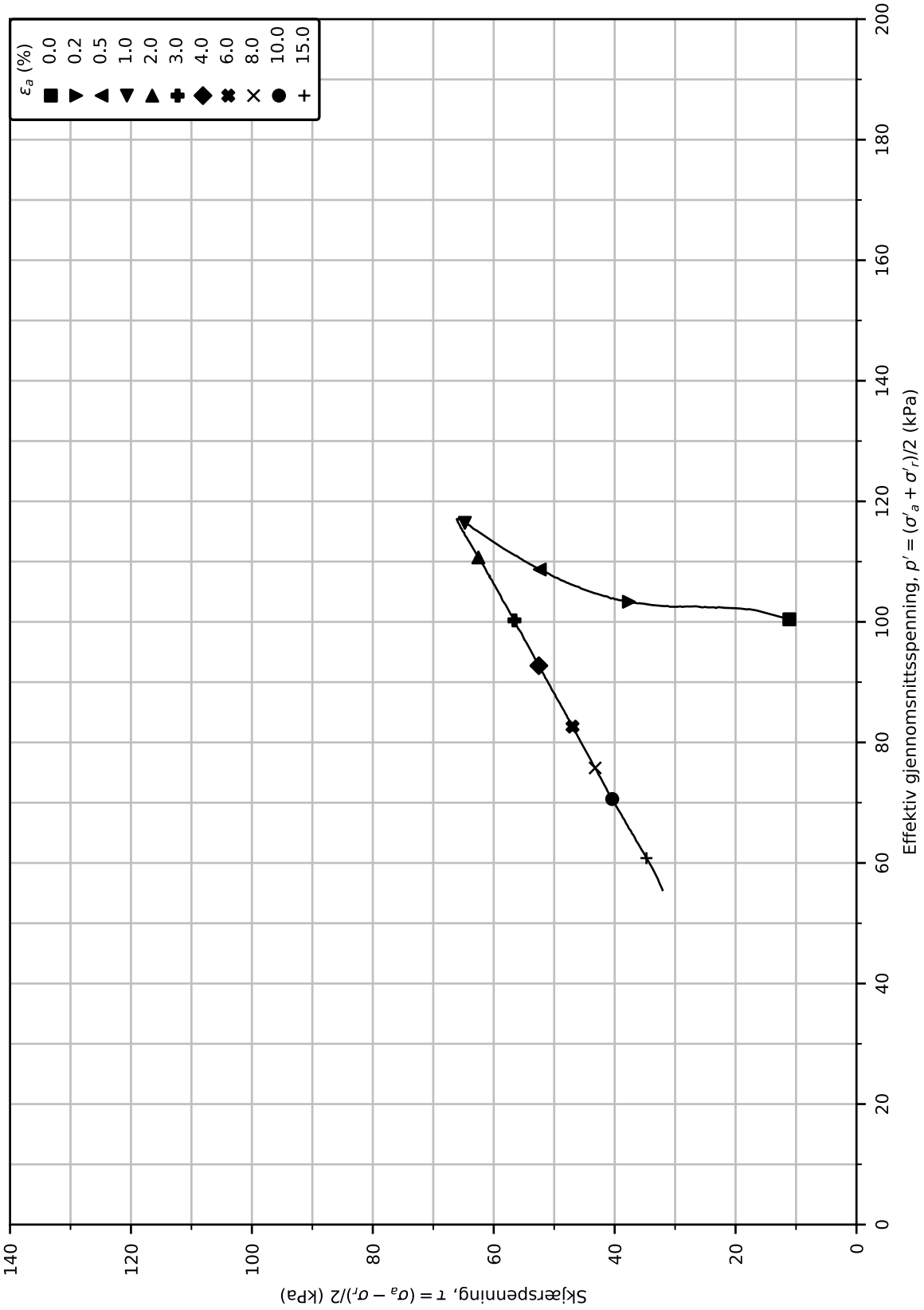
Figur nr. X.x

Dato 2023-06-12

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_149

Figur nr.: X.x

Sylinder: 7
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	10.53	m
p_0'	=	110.8	kPa
w_i	=	28.8	%
w_c	=	28.1	%

Konsolideringsspenninger

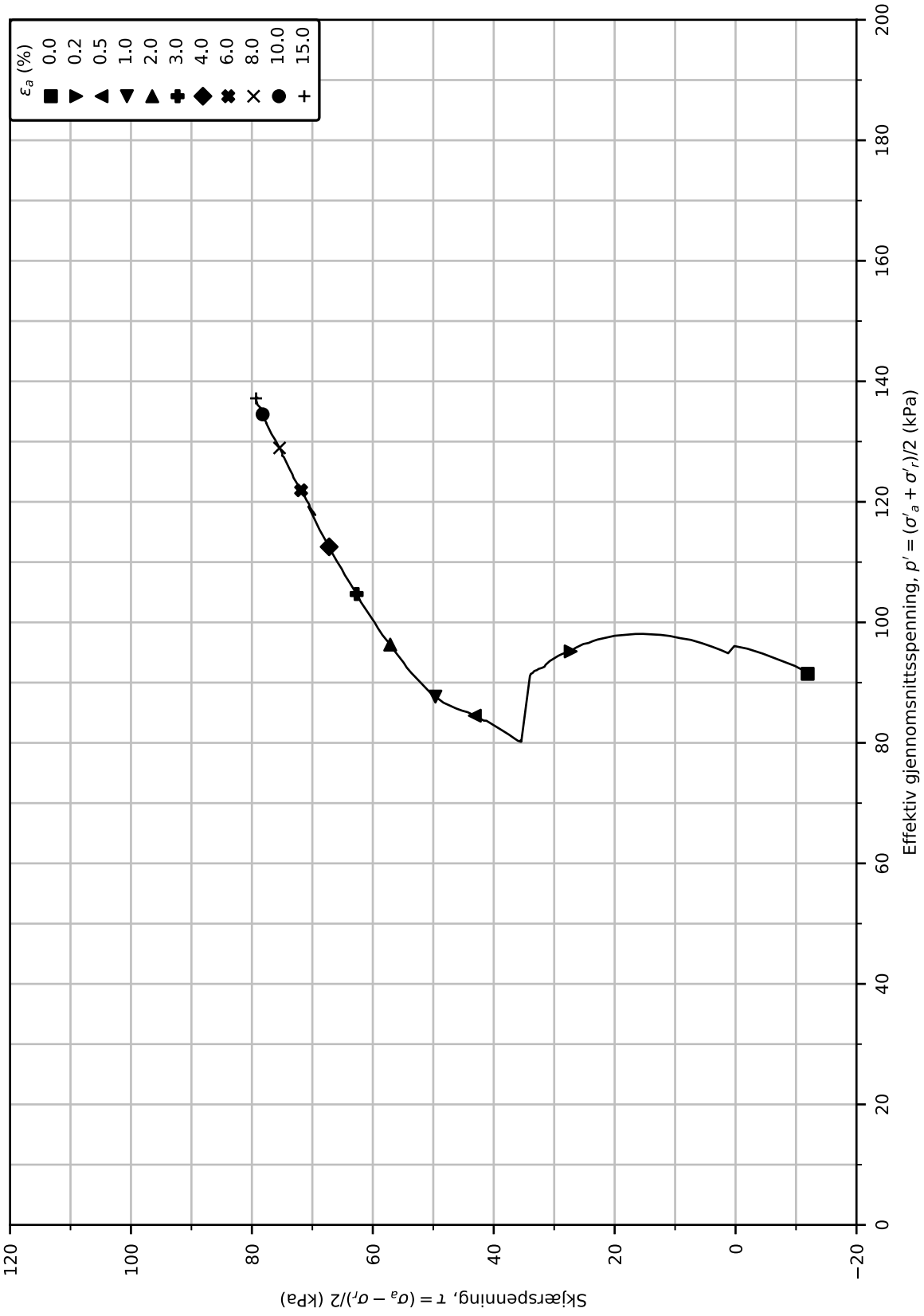
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	110.8
σ'_{rc}	-	-	89.7

Dato: 2023-06-09

Tegnet av: ThV

NGI

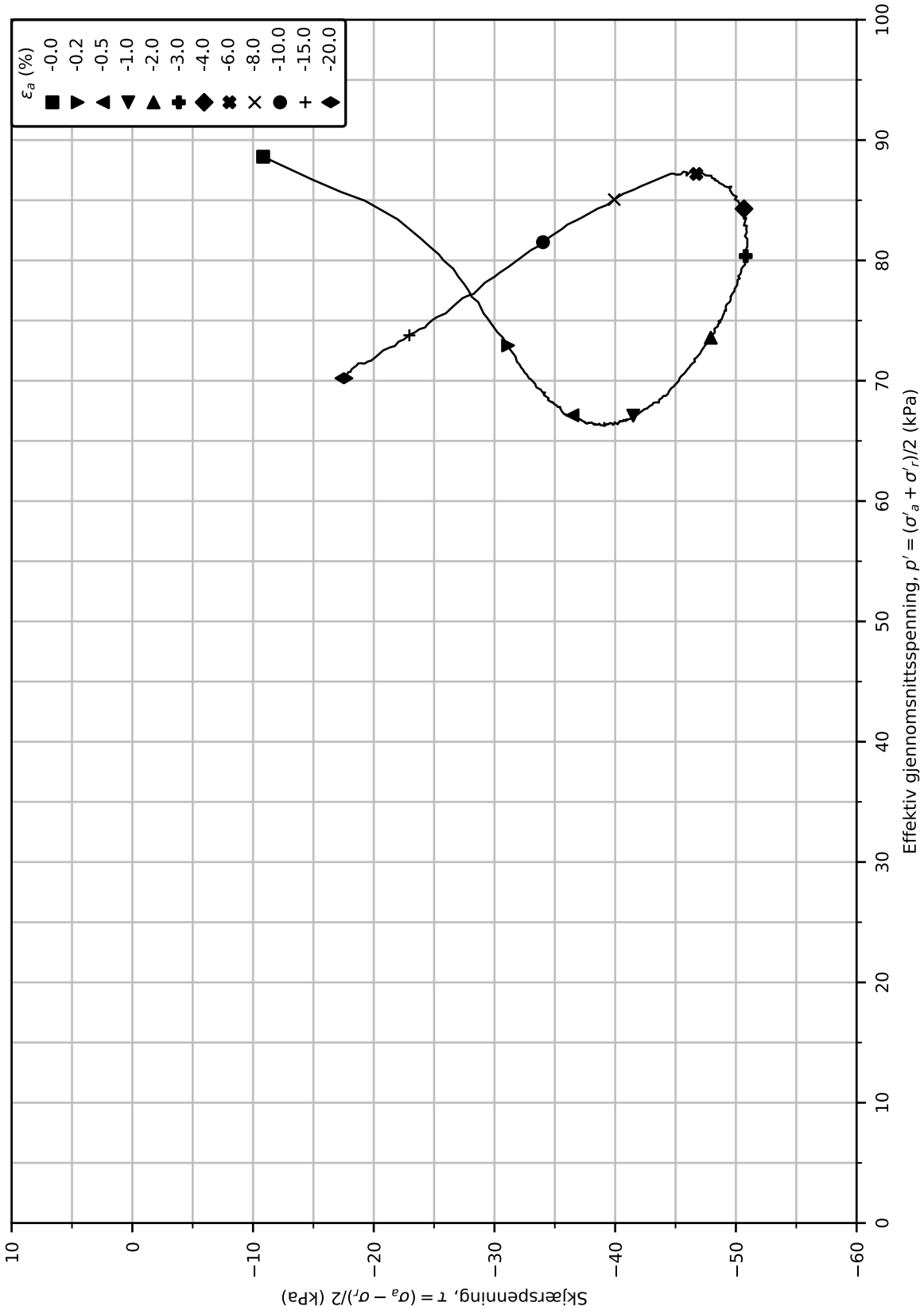
2022-06-30\02_V24 - Rev01



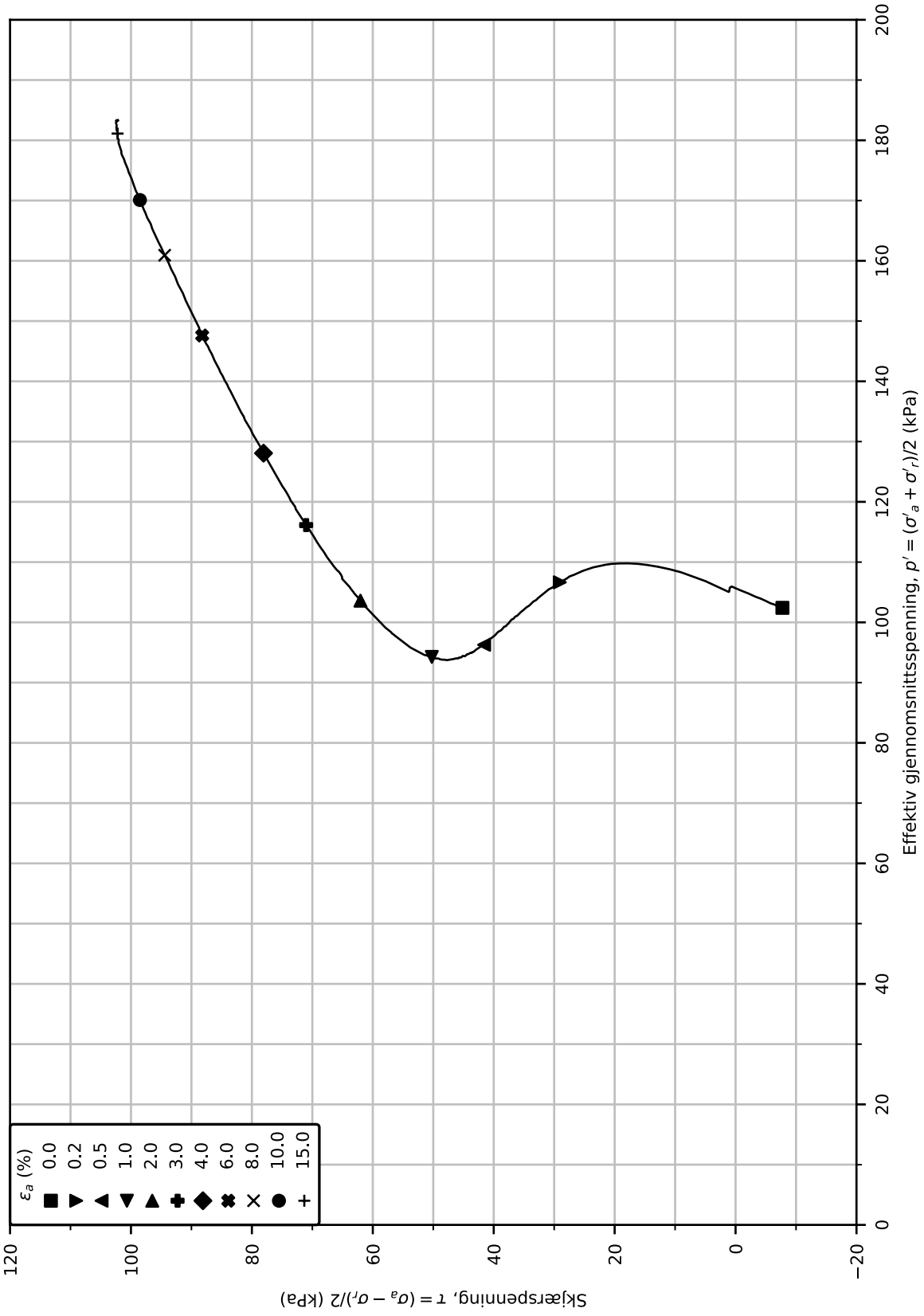
A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

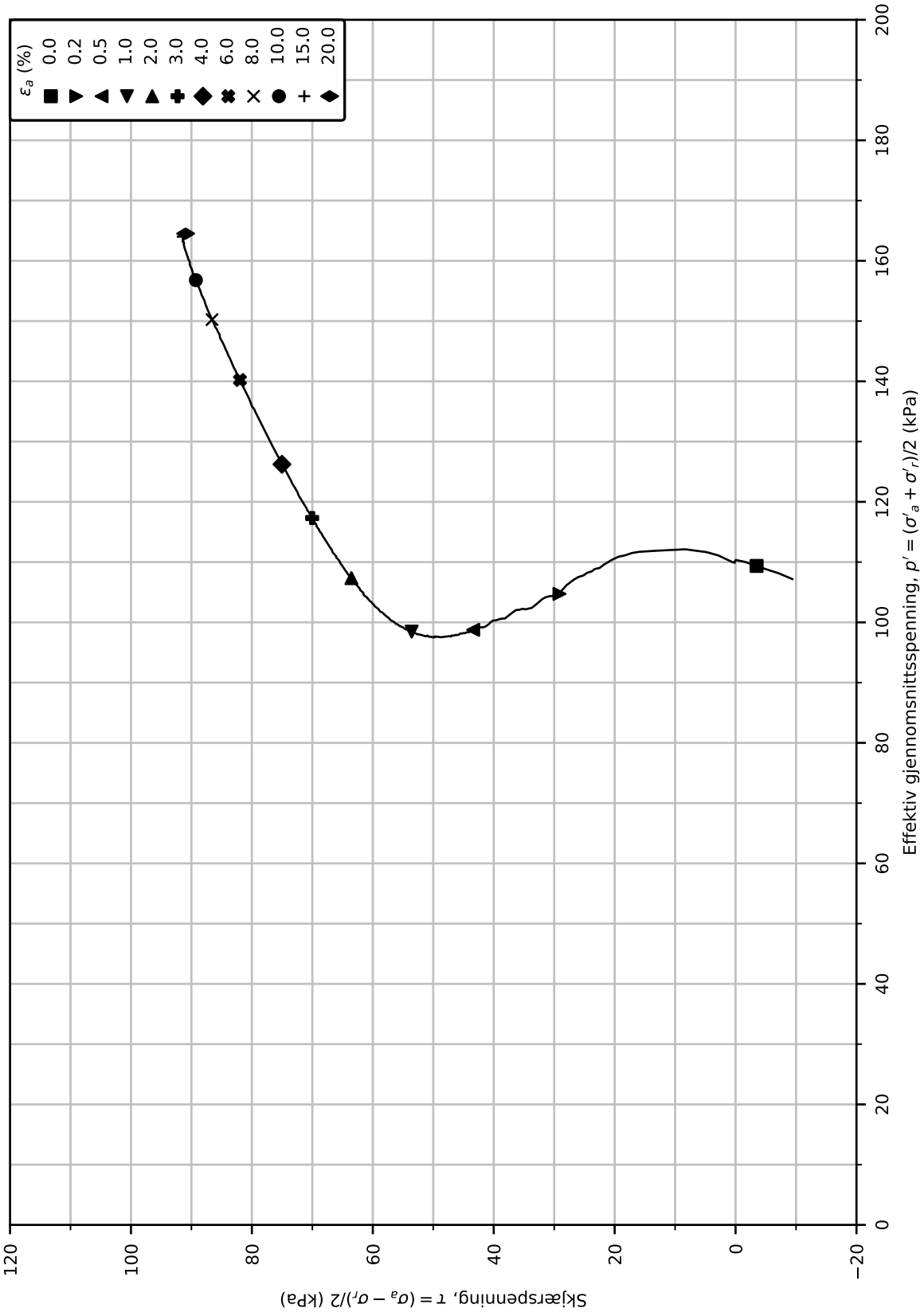
Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_150					Figur nr.	X.x
Sylinder:	4	Dybde	=	4.53	m	Konsolideringsspenninger			Dato: 2023-04-11 / Tegnet av: ThV
Del:	A	p_0'	=	79.5	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	11.6	%	σ'_{ac}	103.3	-	79.5
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	10.7	%	σ'_{rc}	103.2	-	103.3



A252183 - Faresoneutredning Borregaard								Dokument nr. 20230019-07	
Triaksial:	CAUP	Borehull:		CBZ_150				Figur nr. X.x	
Sylinder:	4	Dybde	=	4.27	m	Konsolideringsspenninger		Dato 2023-04-11	Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	79.5	kPa	(kPa)	max. min. final		
Test:	2	w_i	=	14.5	%	σ'_{ac}	99.9 - 76.9		
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	13.9	%	σ'_{rc}	97.9 - 99.9		



A252183 - Faresoneutredning Borregaard							Dokument nr. 20230019-07	
Test type: CAUA	Borehull: CBZ_150						Figur nr. X.x	
Sylinder: 5	Dybde = 5.17 m	Konsolideringsspenninger					Dato 2023-04-26	Tegnet av ThV
Del: A	p_0' = 92.2 kPa	(kPa)	max.	min.	final			
Test: 1	w_i = 12.8 %	σ'_{ac}	113.9	-	92.1			
Lab: NGI Oslo	w_c = 12.0 %	σ'_{rc}	110.5	-	110.5			



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_150

Figur nr. X.x

Sylinder: 5
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	5.43	m
p_0'	=	97.1	kPa
w_i	=	15.0	%
w_c	=	14.4	%

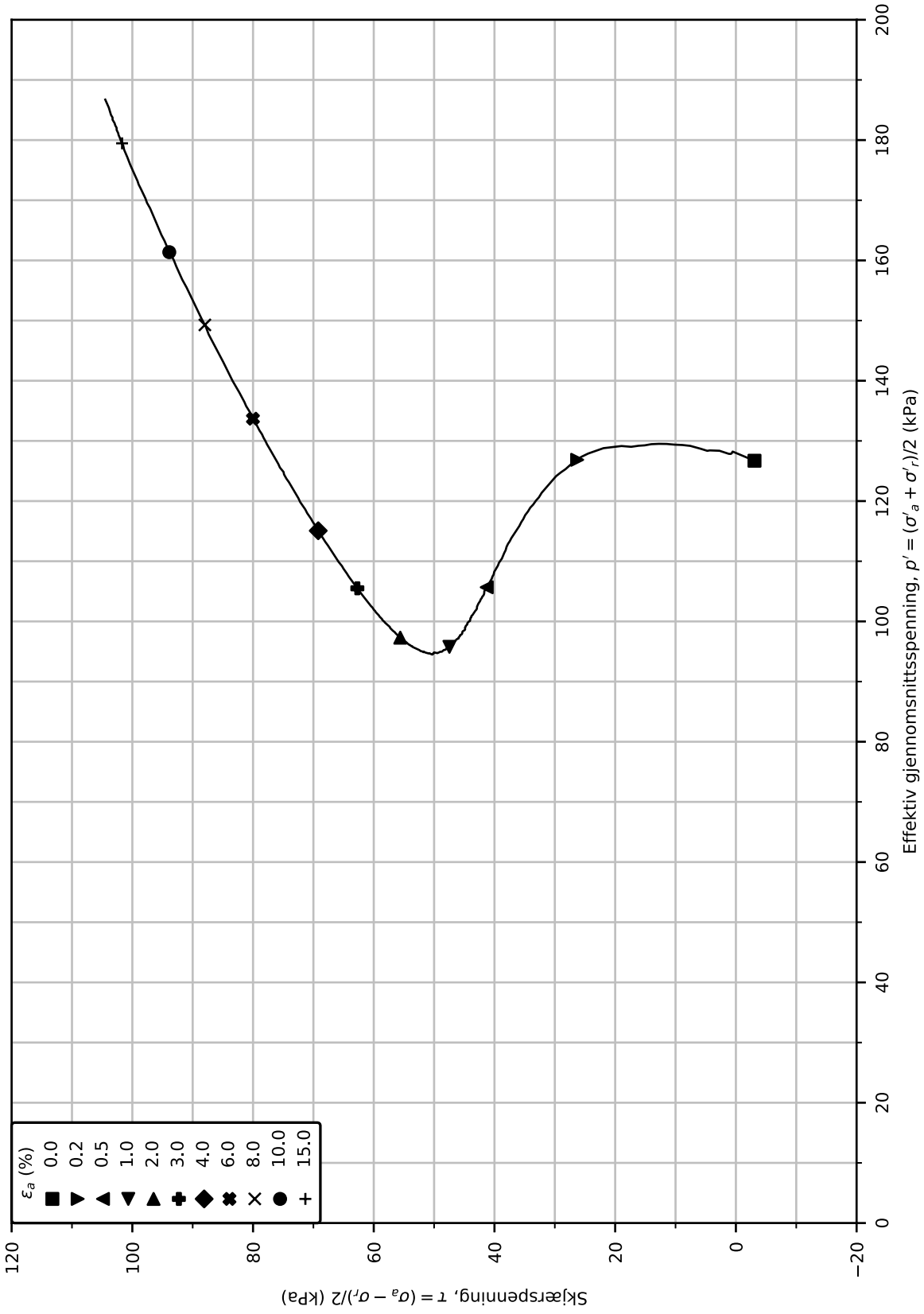
Konsolideringsspenninger (kPa)	max.	min.	final
σ'_{ac}	116.1	-	97.1
σ'_{rc}	116.4	-	116.5

Dato 2023-04-24

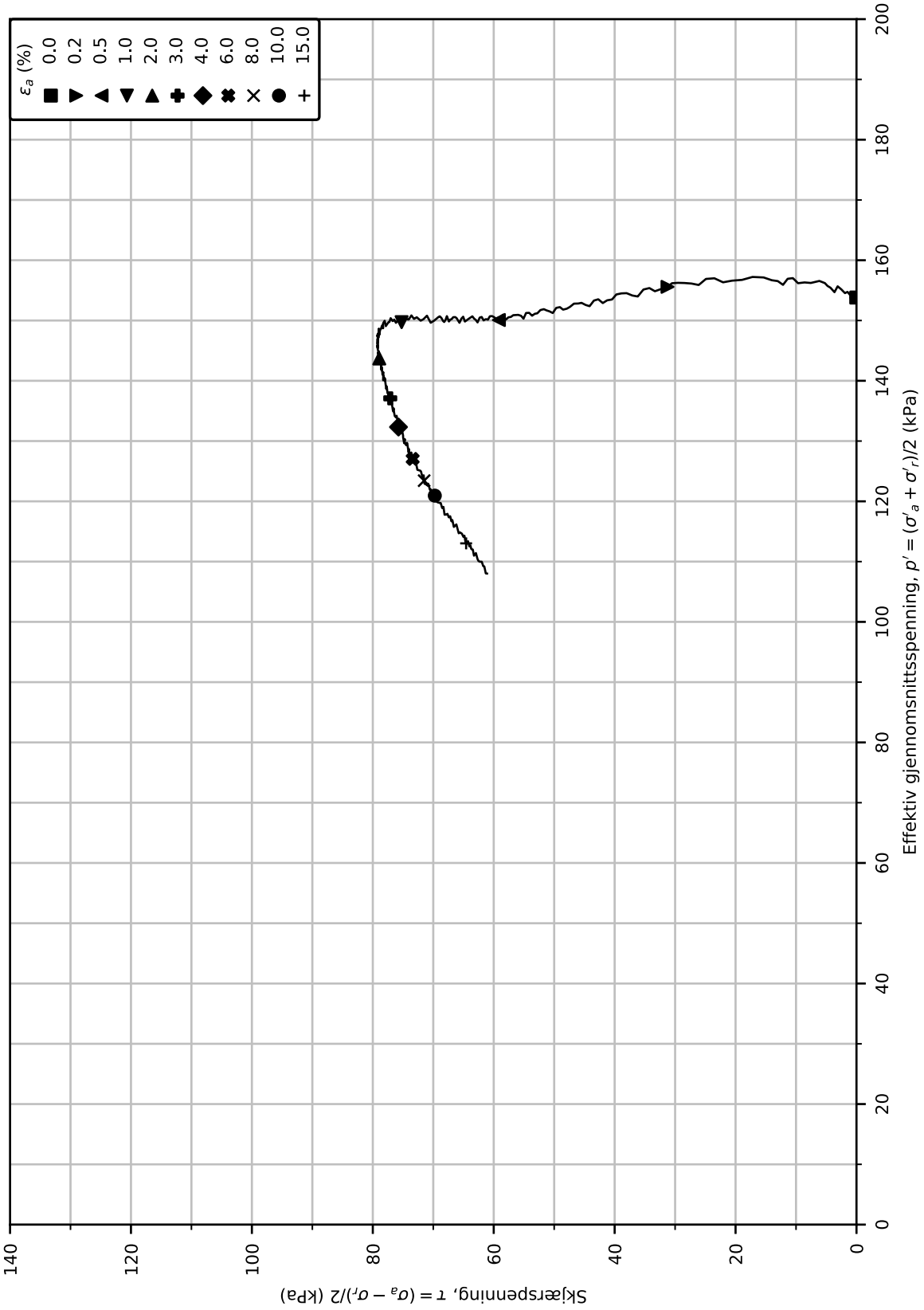
Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01

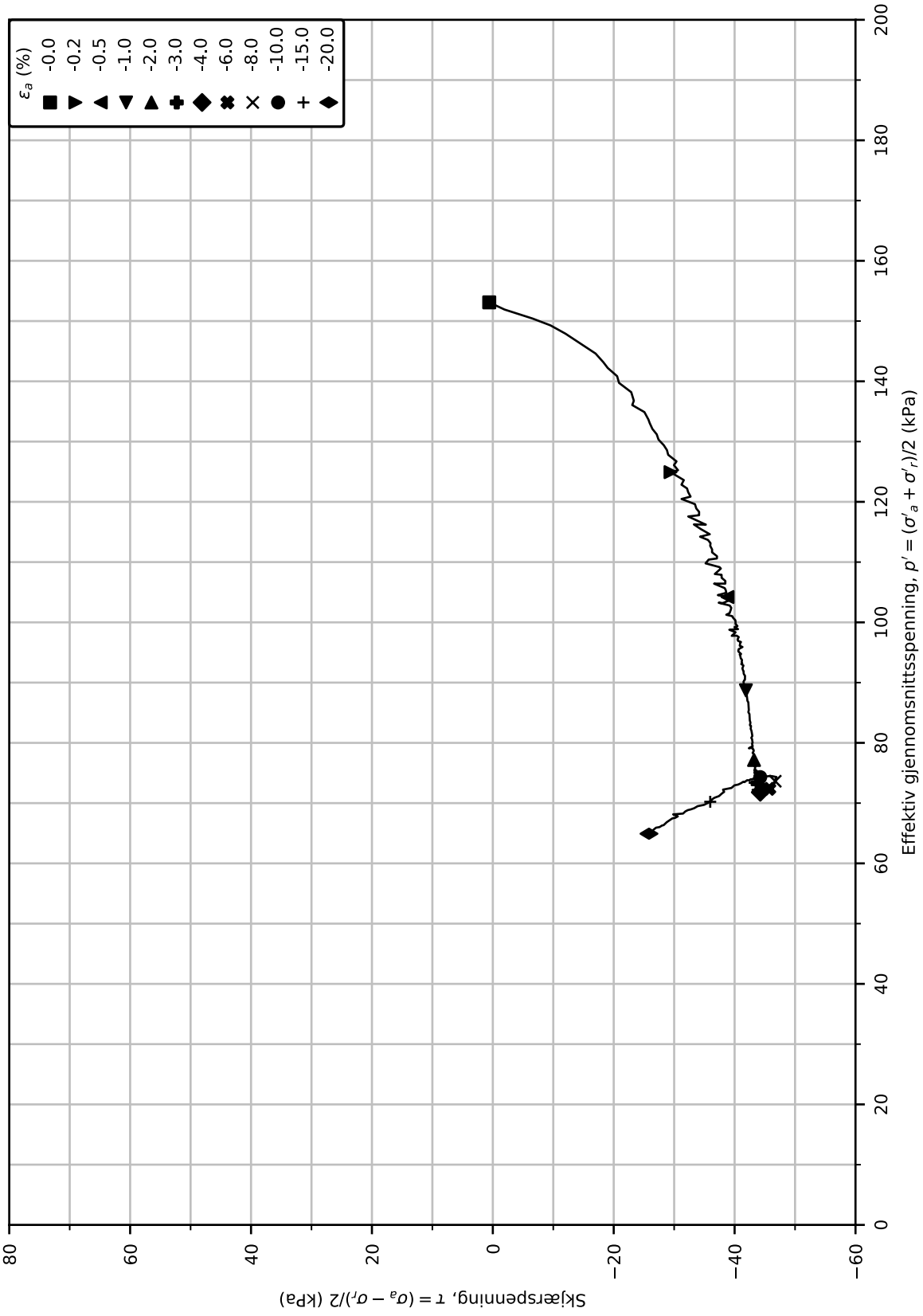


A252183 - Faresoneutredning Borregaard								Dokument nr. 20230019-07	
Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_150					Figur nr. X.x	
Sylinder:	7	Dybde	= 7.53	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-11	Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	= 123.9	kPa	(kPa)	max.	min.	final	
Test:	1	w_i	= 15.6	%	σ'_{ac}	129.5	-	123.9	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 13.7	%	σ'_{rc}	129.8	-	130.0	



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

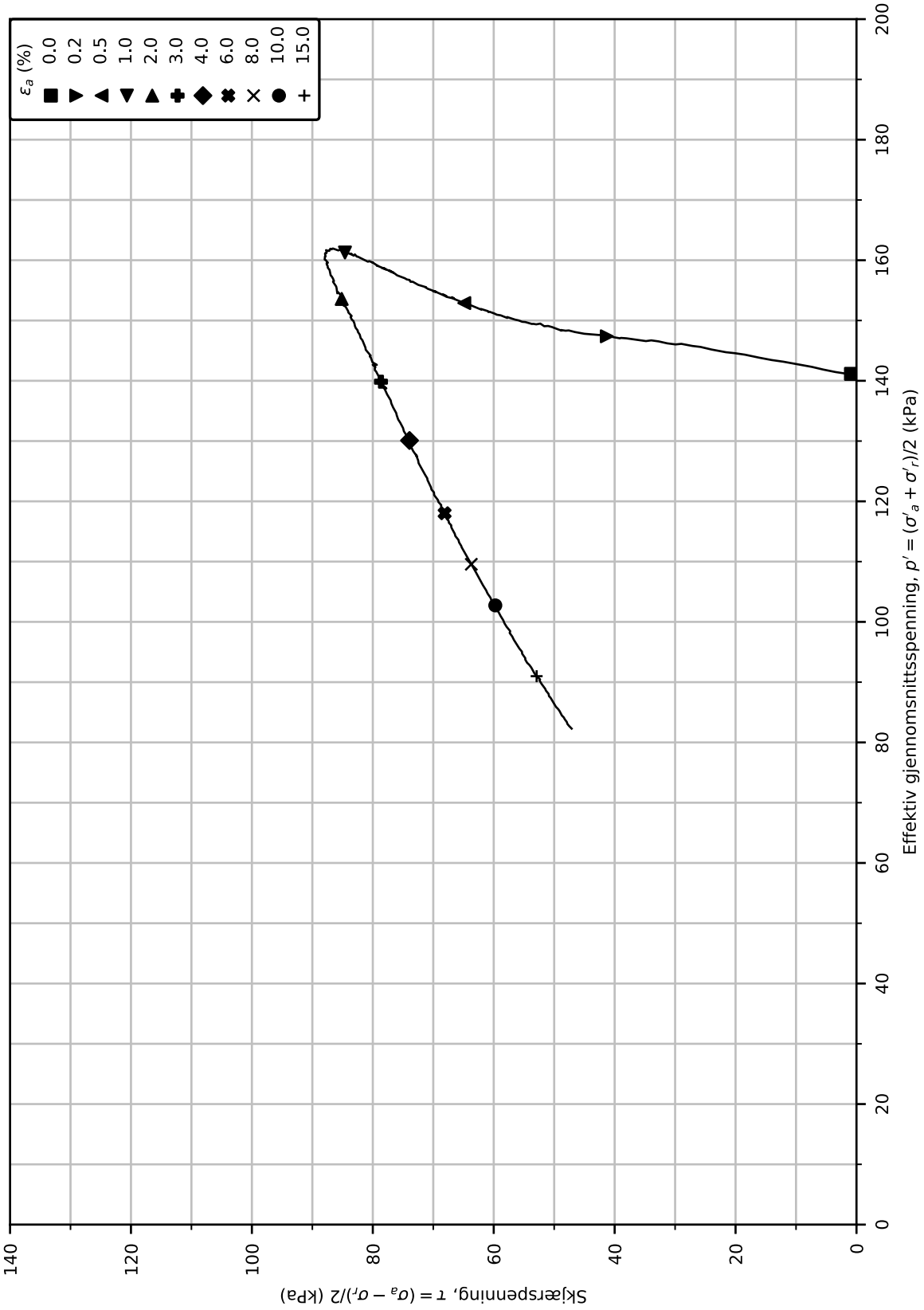
Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_150					Dokument nr. 20230019-07	
								Figur nr. X.x	
Sylinder:	9	Dybde	= 9.55	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-11	Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	= 153.8	kPa	(kPa)	max.	min.	final	
Test:	1	w_i	= 22.6	%	σ'_{ac}	-	-	153.8	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 21.5	%	σ'_{rc}	-	-	153.8	



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

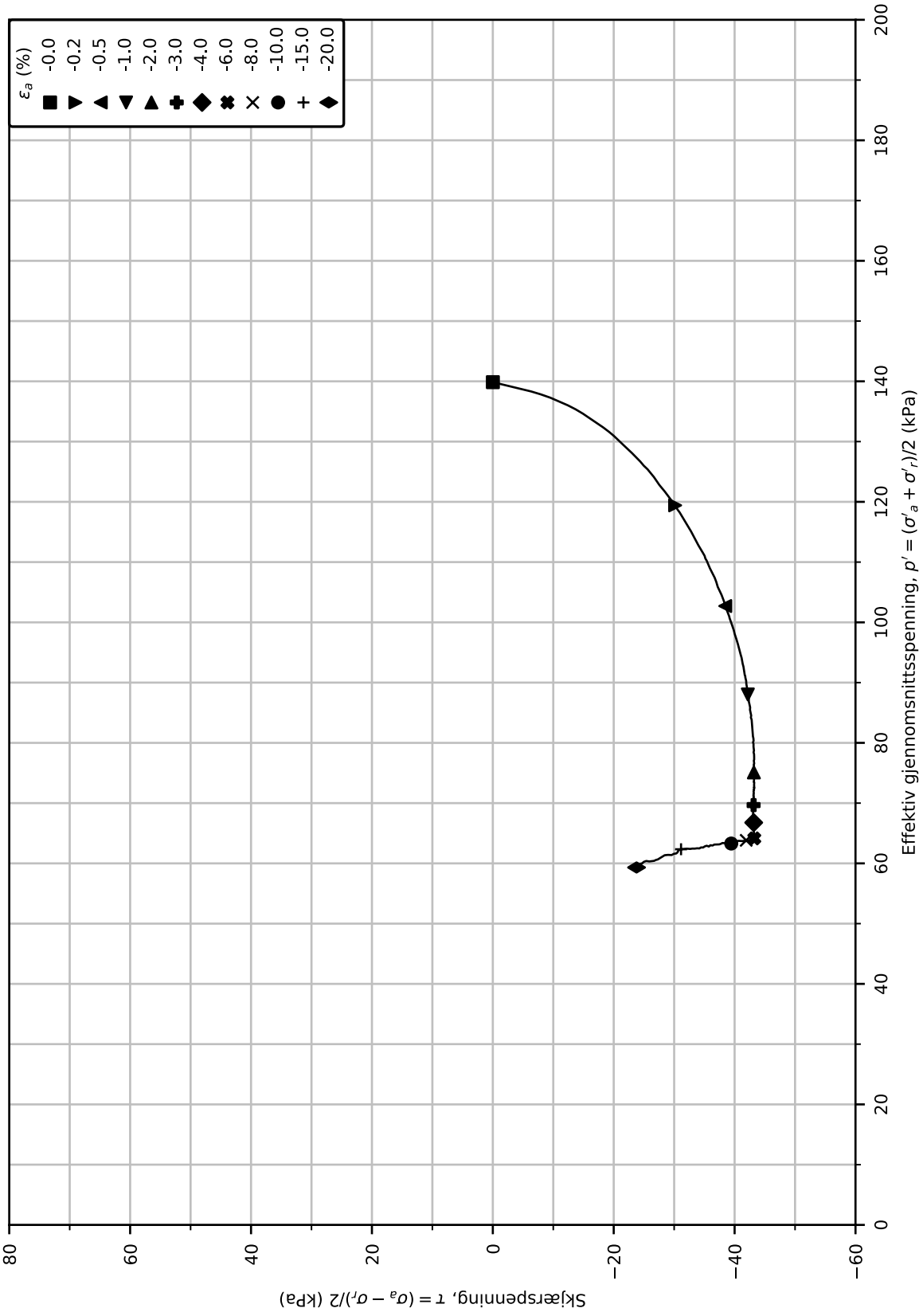
Triaksial:	CAUP	Borehull:		CBZ_150				Figur nr.	X.x
Sylinder:	9	Dybde	=	9.40	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-03 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	153.8	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	=	22.4	%	σ'_{ac}	-	-	153.8
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	21.0	%	σ'_{rc}	-	-	152.8



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

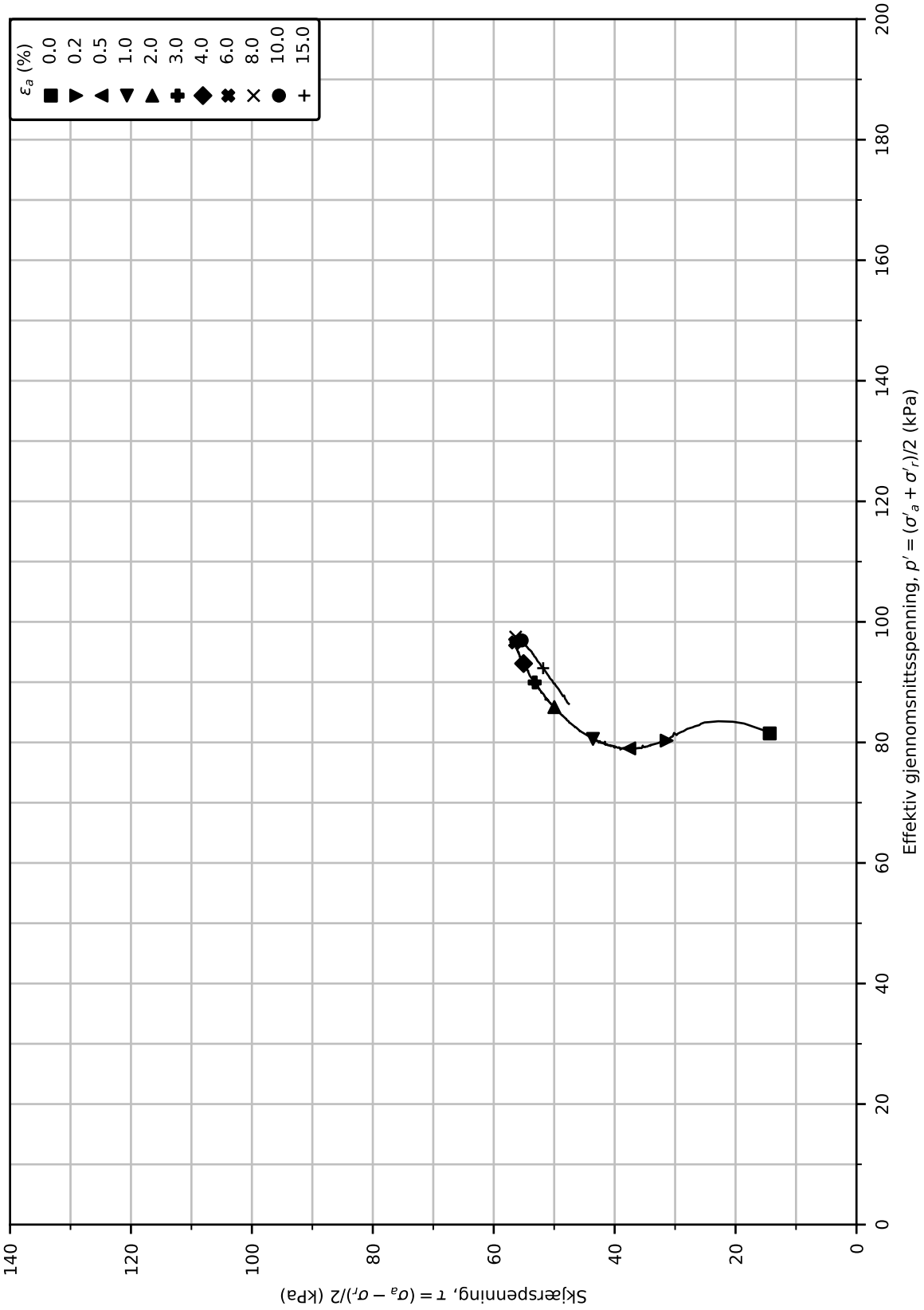
Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_150					Figur nr.: X.x	
Sylinder:	10	Dybde	=	10.62	m	Konsolideringsspenninger			Dato: 2023-04-11 / Tegnet av: ThV
Del:	A	p_0'	=	140.8	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	34.2	%	σ'_{ac}	167.0	-	142.2
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	32.9	%	σ'_{rc}	124.6	-	140.2



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUP	Borehull:	CBZ_150					Figur nr. X.x
Sylinder:	10	Dybde	=	10.45	m	Konsolideringsspenninger		Dato 2023-04-11 / Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	=	140.1	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	=	35.4	%	σ'_{ac}	-	-	140.1
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	31.9	%	σ'_{rc}	-	-	140.1



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_155					
Sylinder:	2	Dybde	= 6.52	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 96.0	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	= 23.1	%	σ'_{ac}	-	-	96.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 21.8	%	σ'_{rc}	-	-	67.2

Dokument nr. 20230019-07

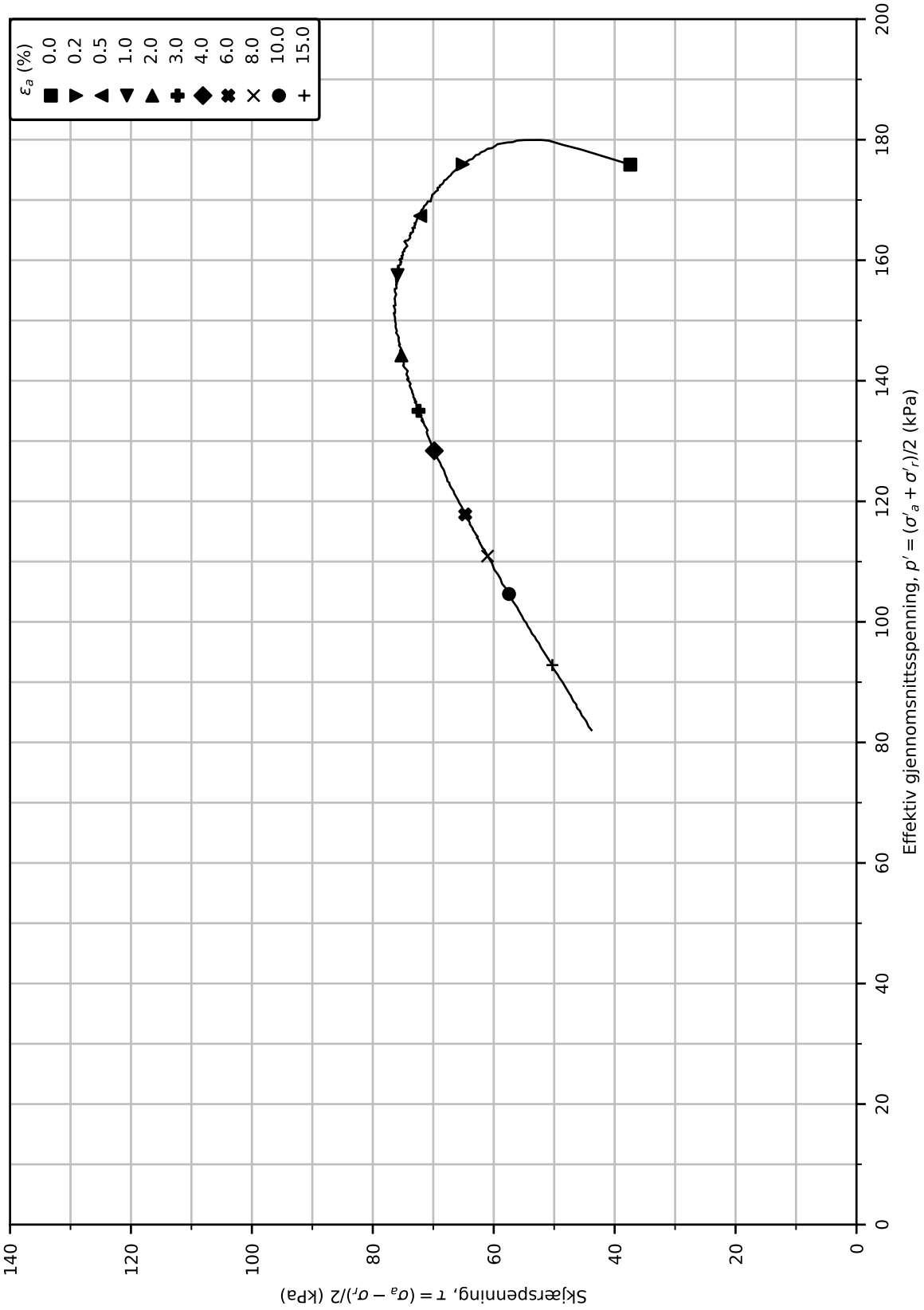
Figur nr. X.x

Dato 2023-06-16

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_155					
Sylinder:	9	Dybde	= 16.52	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 213.5	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	= 33.7	%	σ'_{ac}	-	-	213.5
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 31.9	%	σ'_{rc}	-	-	138.8

Dokument nr. 20230019-07

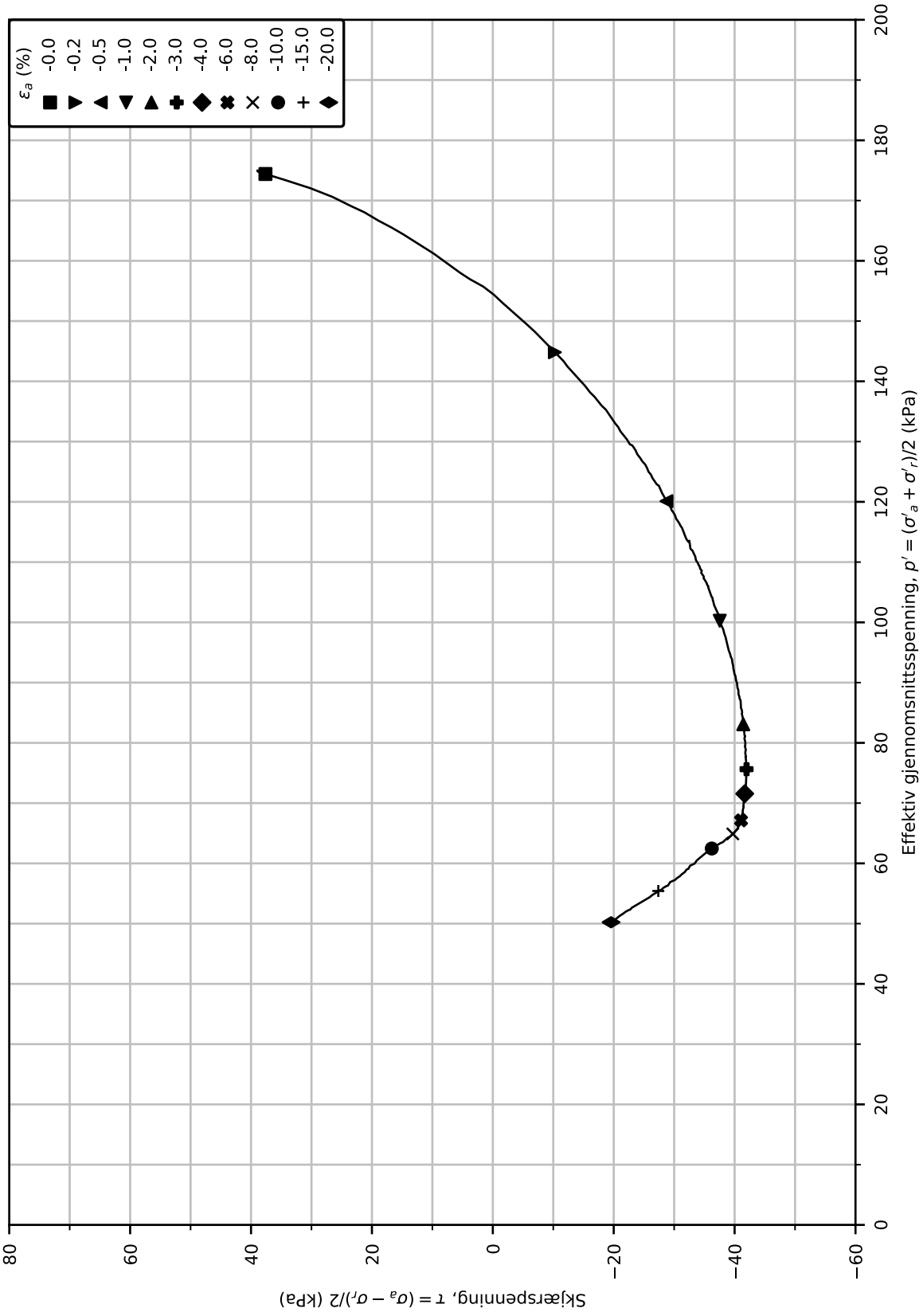
Figur nr. X.x

Dato 2023-06-16

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_155

Figur nr. X.x

Sylinder: 9
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	16.37	m
p_0'	=	211.5	kPa
w_i	=	35.4	%
w_c	=	33.6	%

Konsolideringsspenninger

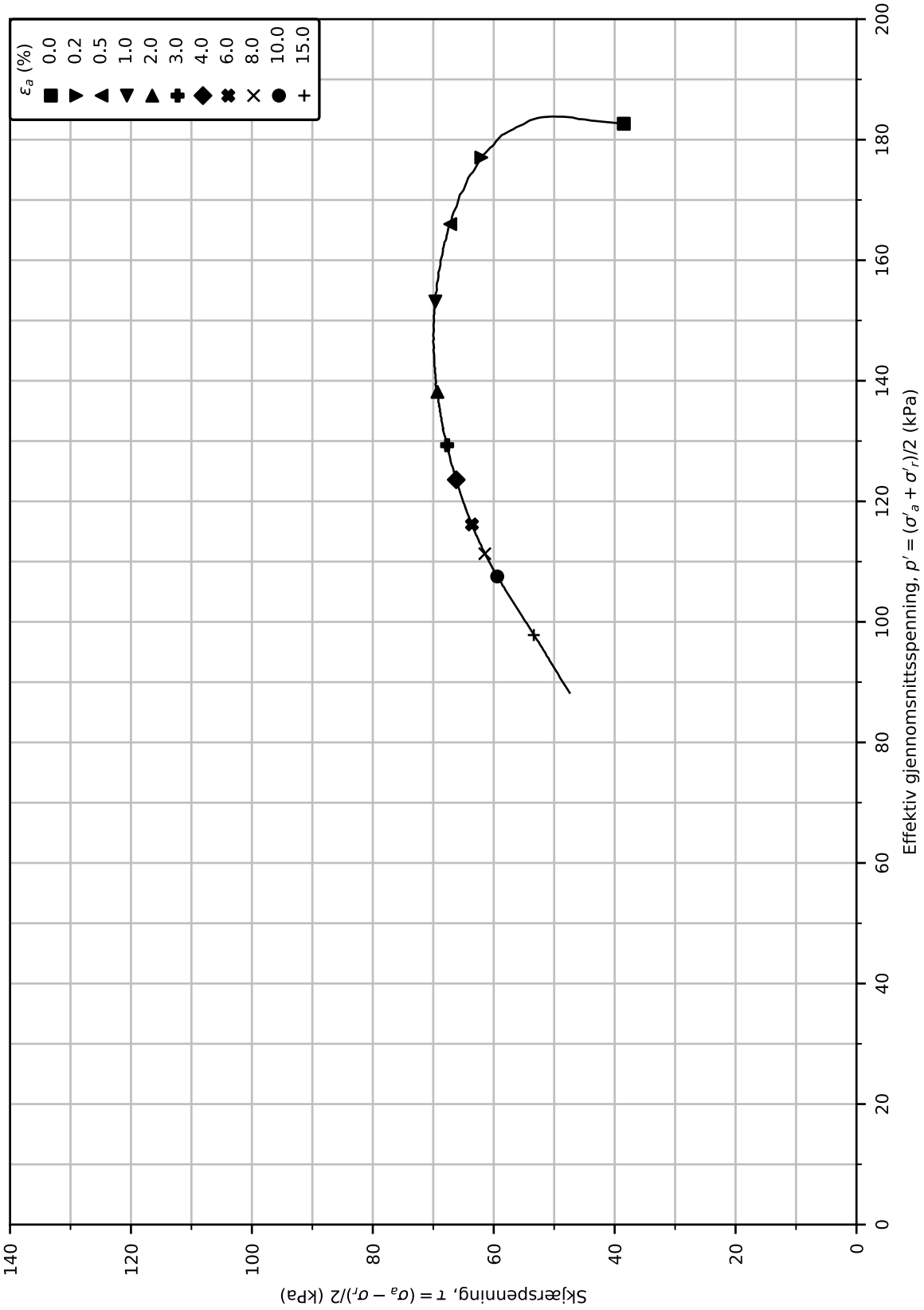
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	211.5
σ'_{rc}	-	-	137.5

Dato 2023-06-15

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_155					
Sylinder:	10	Dybde	= 17.57	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 220.5	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	= 35.8	%	σ'_{ac}	-	-	220.1
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 32.6	%	σ'_{rc}	-	-	143.3

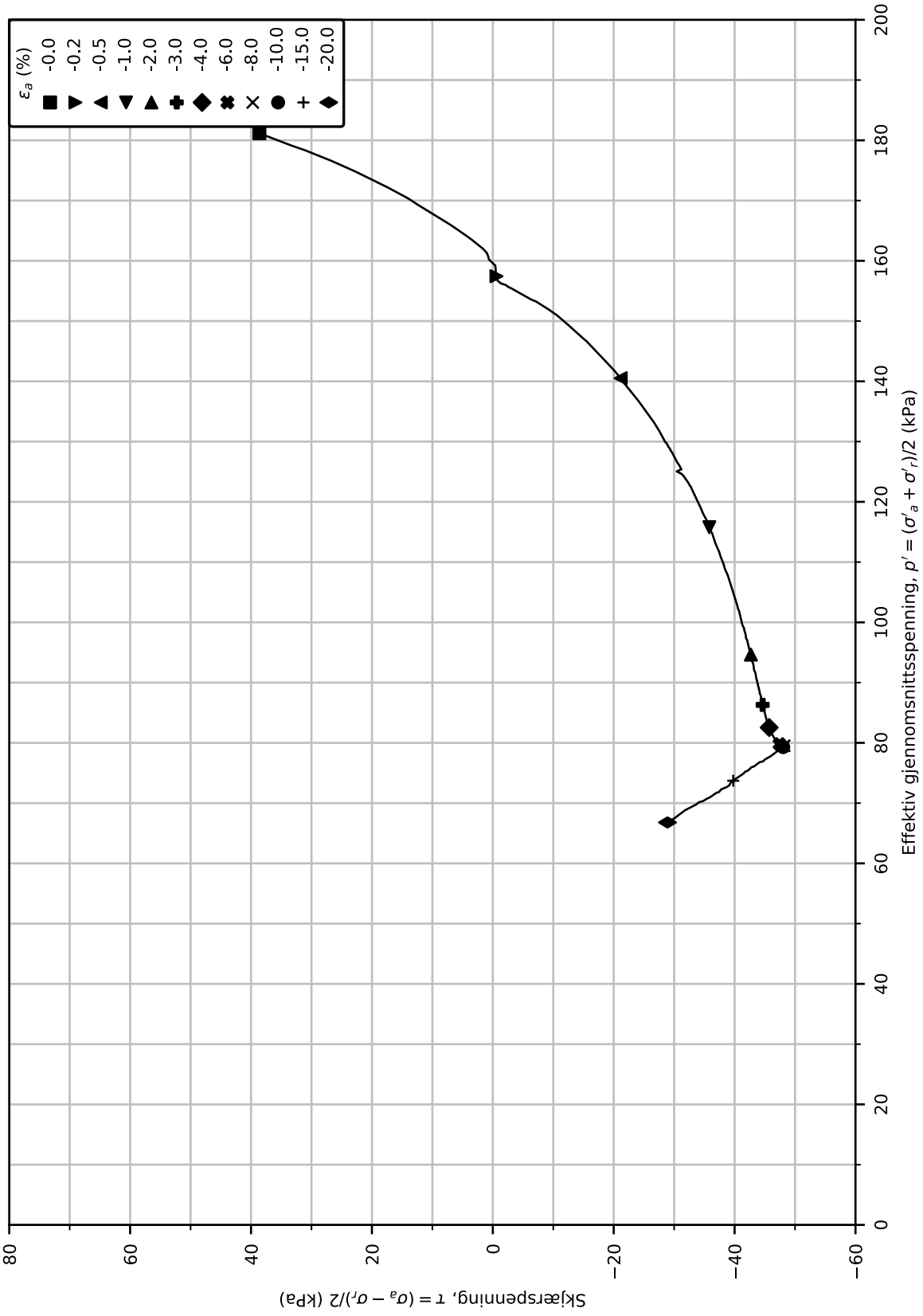
Dokument nr. 20230019-07

Figur nr. X.x

Dato 2023-06-15

Tegnet av ThV

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_155

Figur nr. X.x

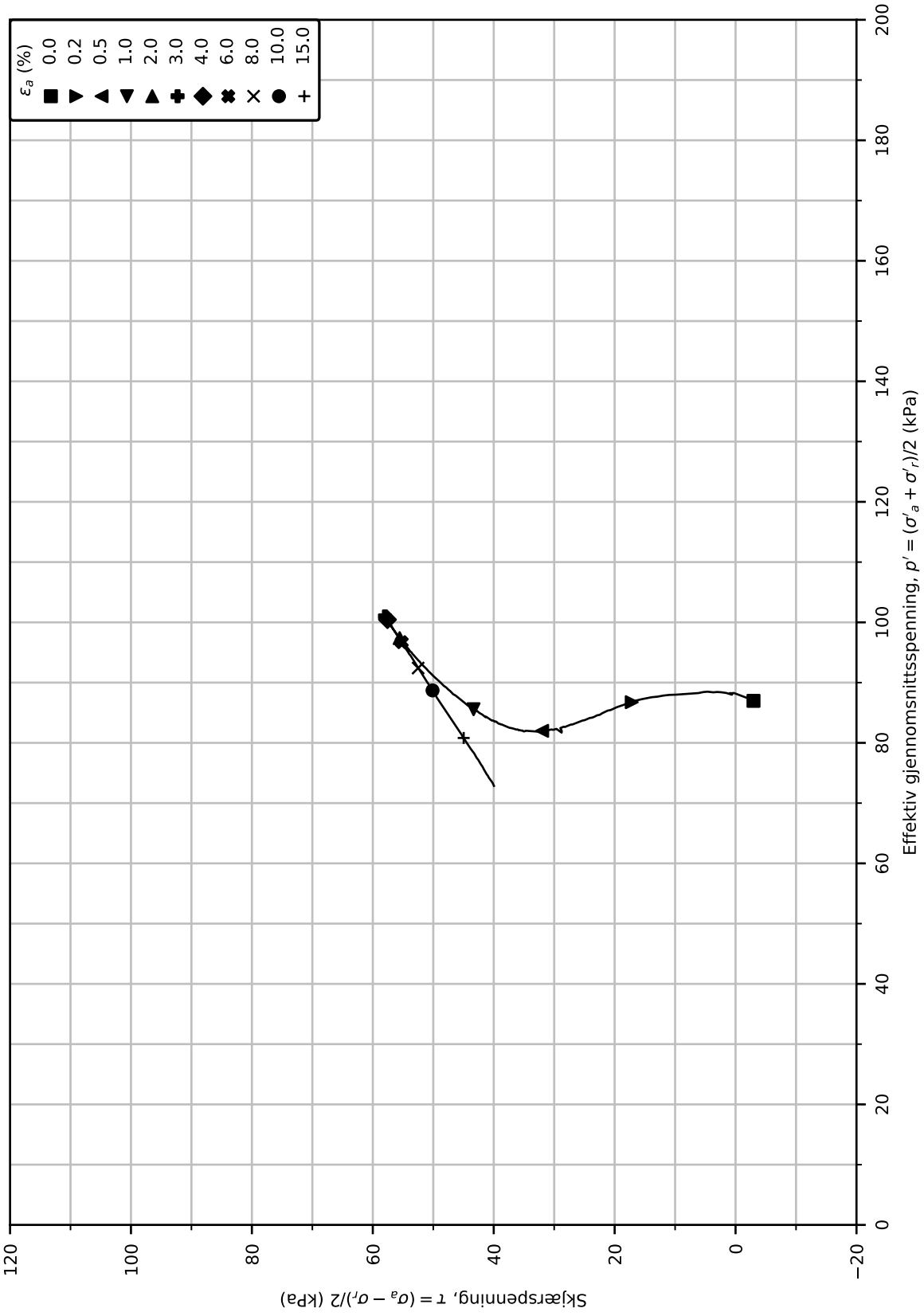
Sylinder:	10	Dybde	=	17.42	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	220.5	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	2	w_i	=	33.7	%	σ'_{ac}	-	-	220.4
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	30.0	%	σ'_{rc}	-	-	143.2

Dato 2023-06-16

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_156

Figur nr.: X.x

Sylinder: 3
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	5.33	m
p_0'	=	85.4	kPa
w_i	=	17.7	%
w_c	=	16.8	%

Konsolideringsspenninger

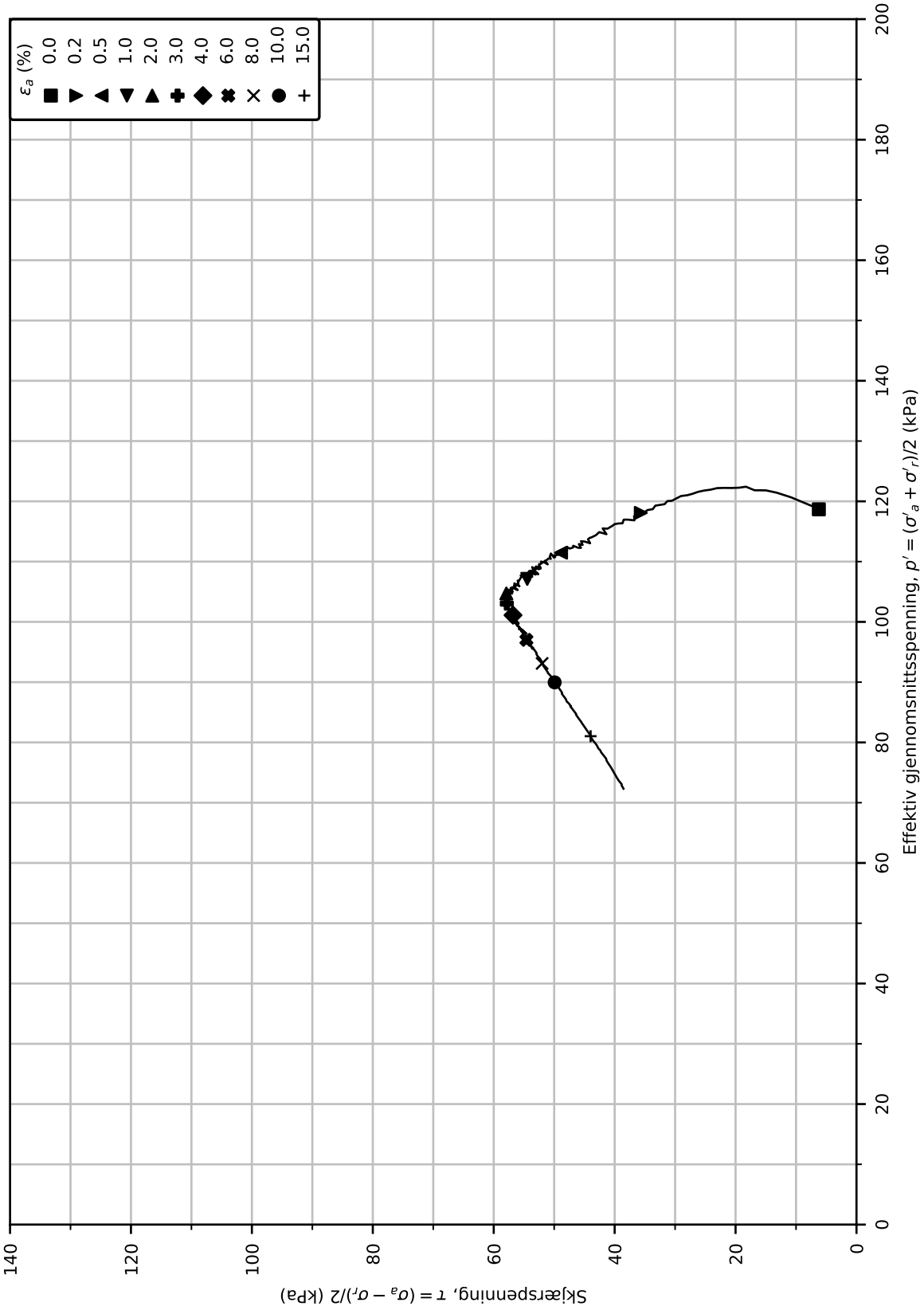
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	85.4
σ'_{rc}	-	-	89.7

Dato: 2023-06-06

Tegnet av: ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_156

Figur nr.: X.x

Sylinder: 5
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	9.40	m
p_0'	=	124.9	kPa
w_i	=	17.5	%
w_c	=	16.5	%

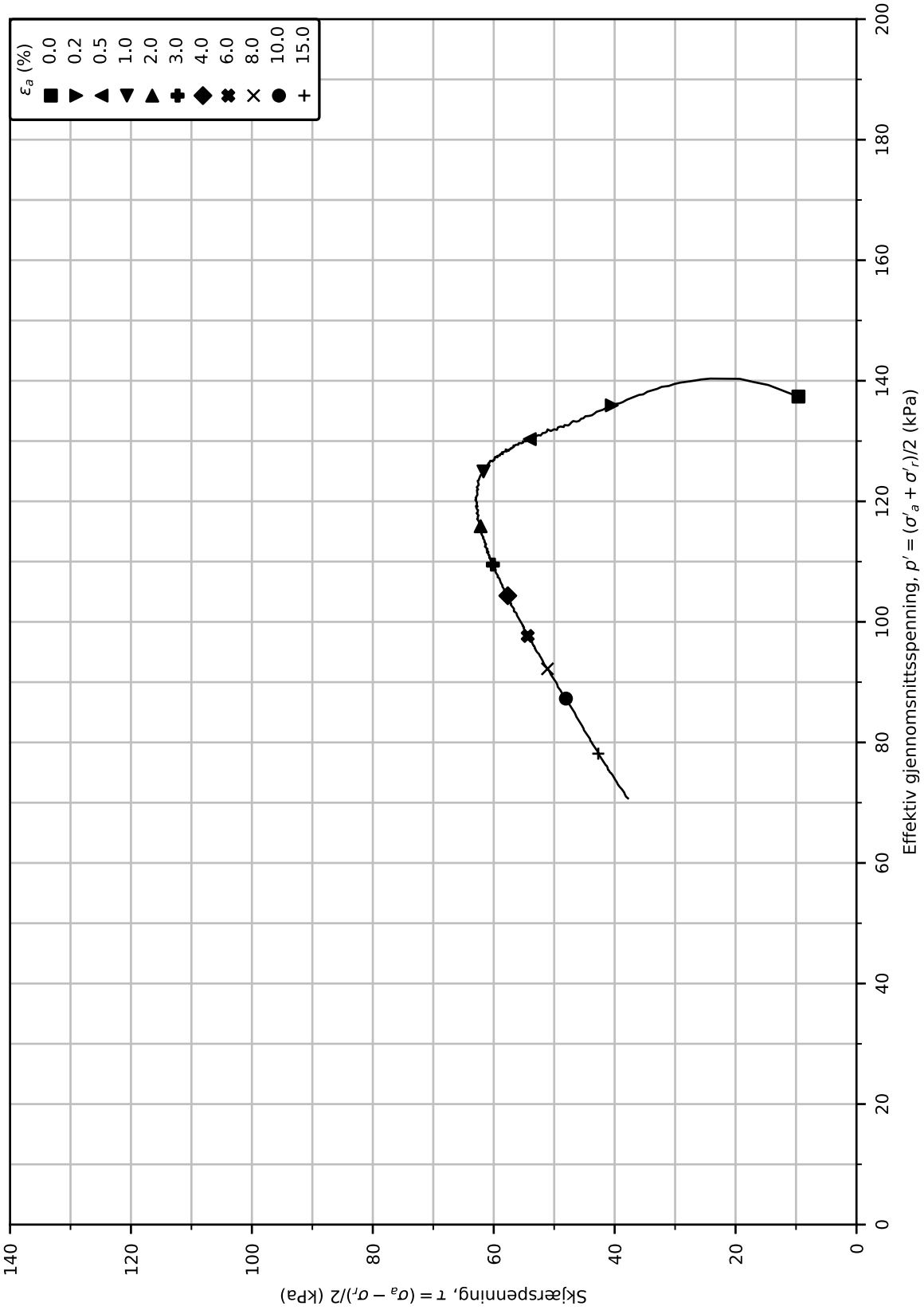
Konsolideringsspenninger

(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	124.9
σ'_{rc}	-	-	112.4

Dato: 2023-06-01

Tegnet av: ThV

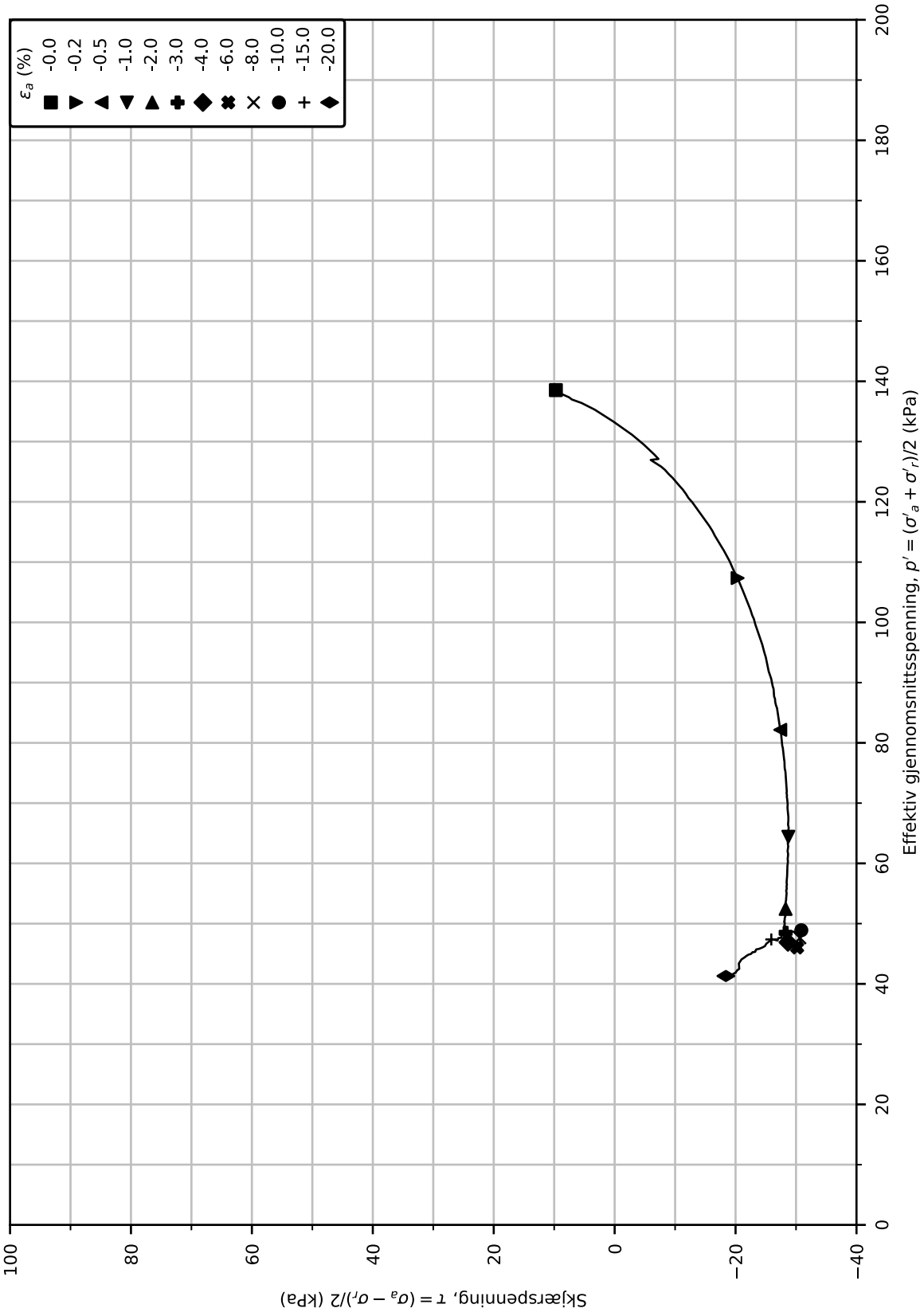
NGI



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_156				Dokument nr.	20230019-07
							Figur nr.	X.x
Sylinder:	6	Dybde	= 10.37 m	Konsolideringsspenninger			Dato	2023-06-07
Del:	A	p_0'	= 147.1 kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.	Tegnet av ThV
Test:	1	w_i	= 21.7 %	σ'_{ac}	-	-	147.1	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 20.3 %	σ'_{rc}	-	-	127.9	

NGI



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUP

Borehull: CBZ_156

Figur nr.: X.x

Sylinder: 6
Del: A
Test: 2
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	10.50	m
p_0'	=	148.6	kPa
w_i	=	22.0	%
w_c	=	20.6	%

Konsolideringsspenninger

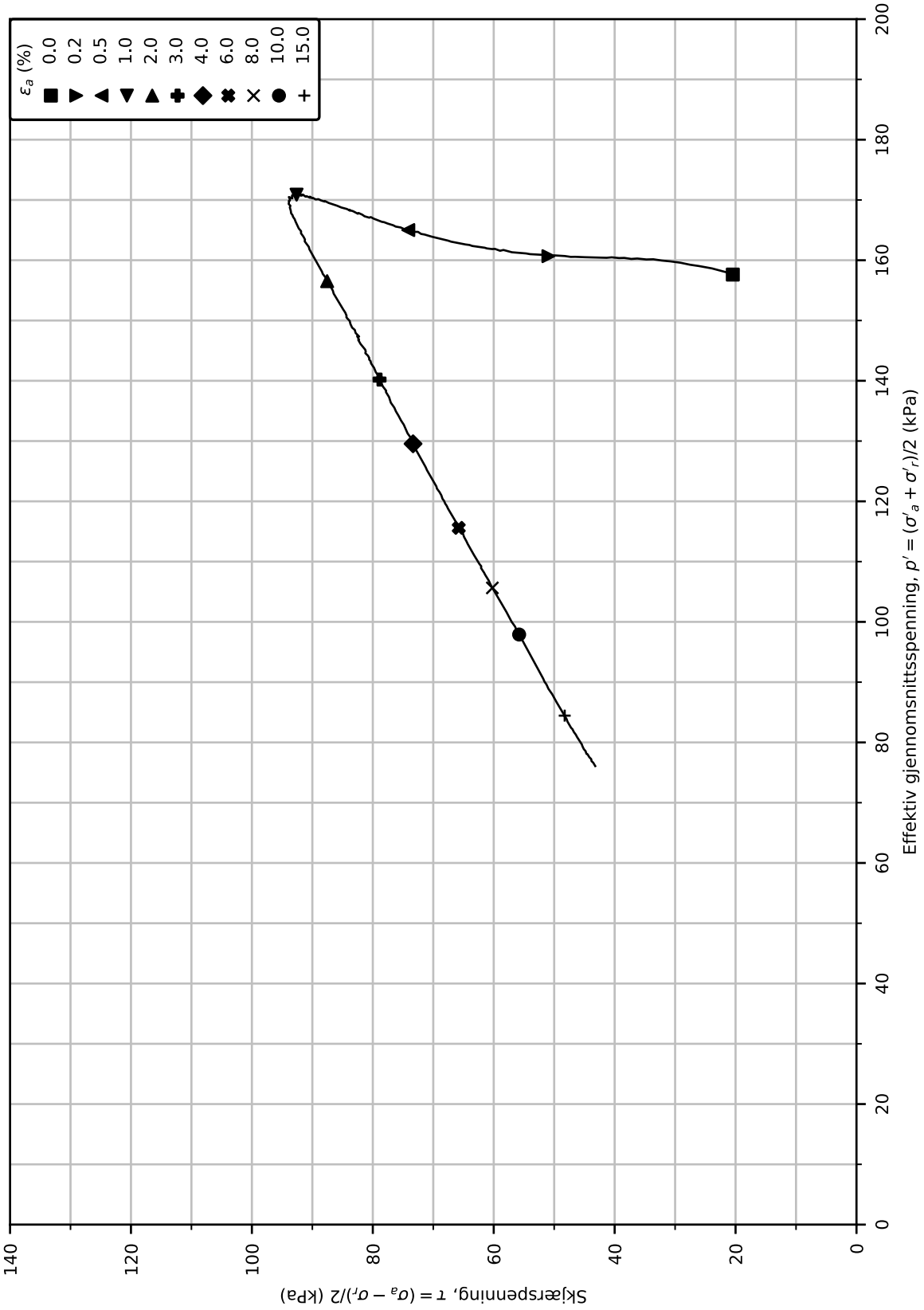
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	148.6
σ'_{rc}	-	-	129.3

Dato: 2023-06-08

Tegnet av: ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_156					
Sylinder:	8	Dybde	= 14.57	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 178.0	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	= 35.9	%	σ'_{ac}	-	-	178.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 34.8	%	σ'_{rc}	-	-	137.0

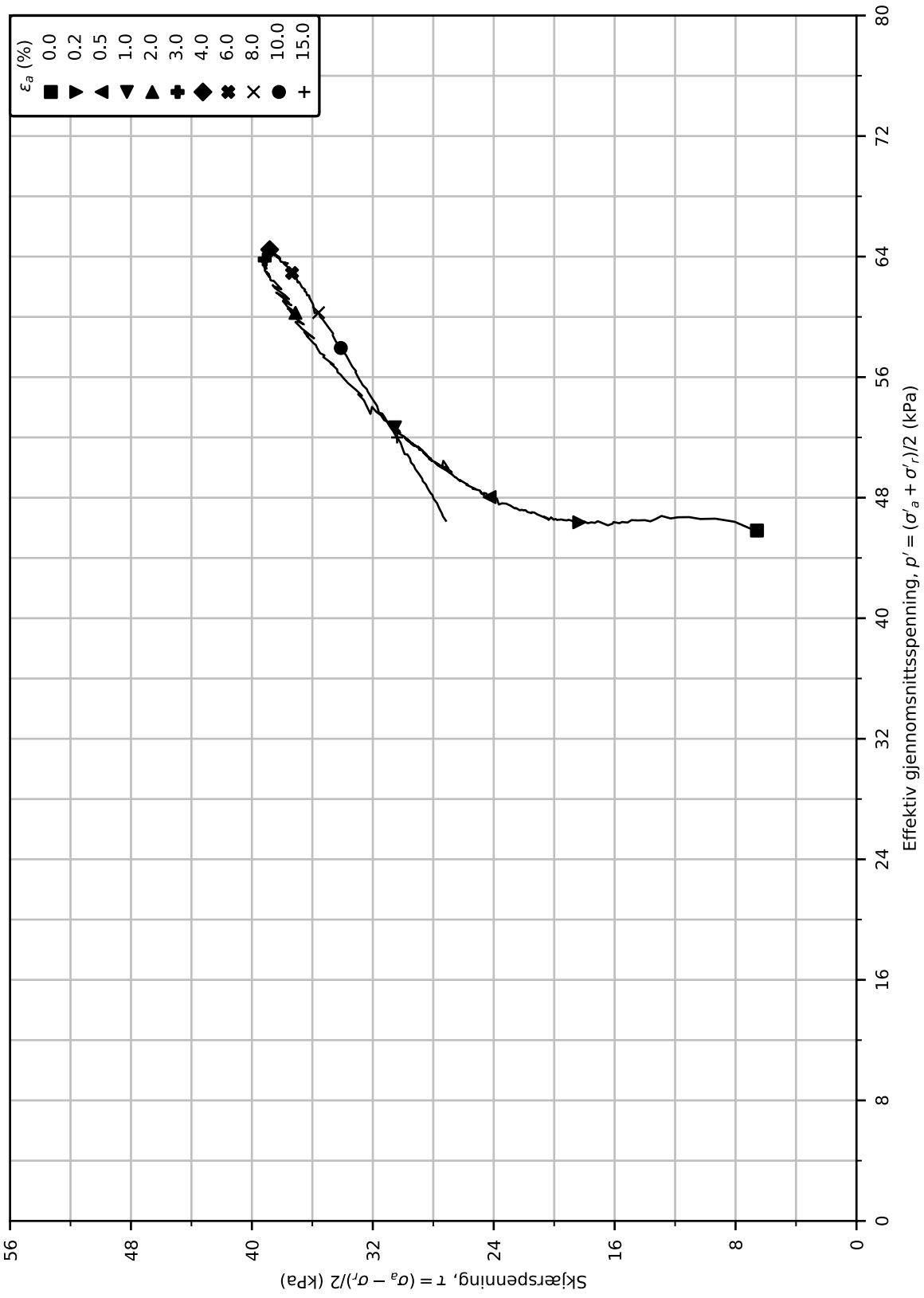
Dokument nr. 20230019-07

Figur nr. X.x

Dato 2023-06-08

Tegnet av ThV

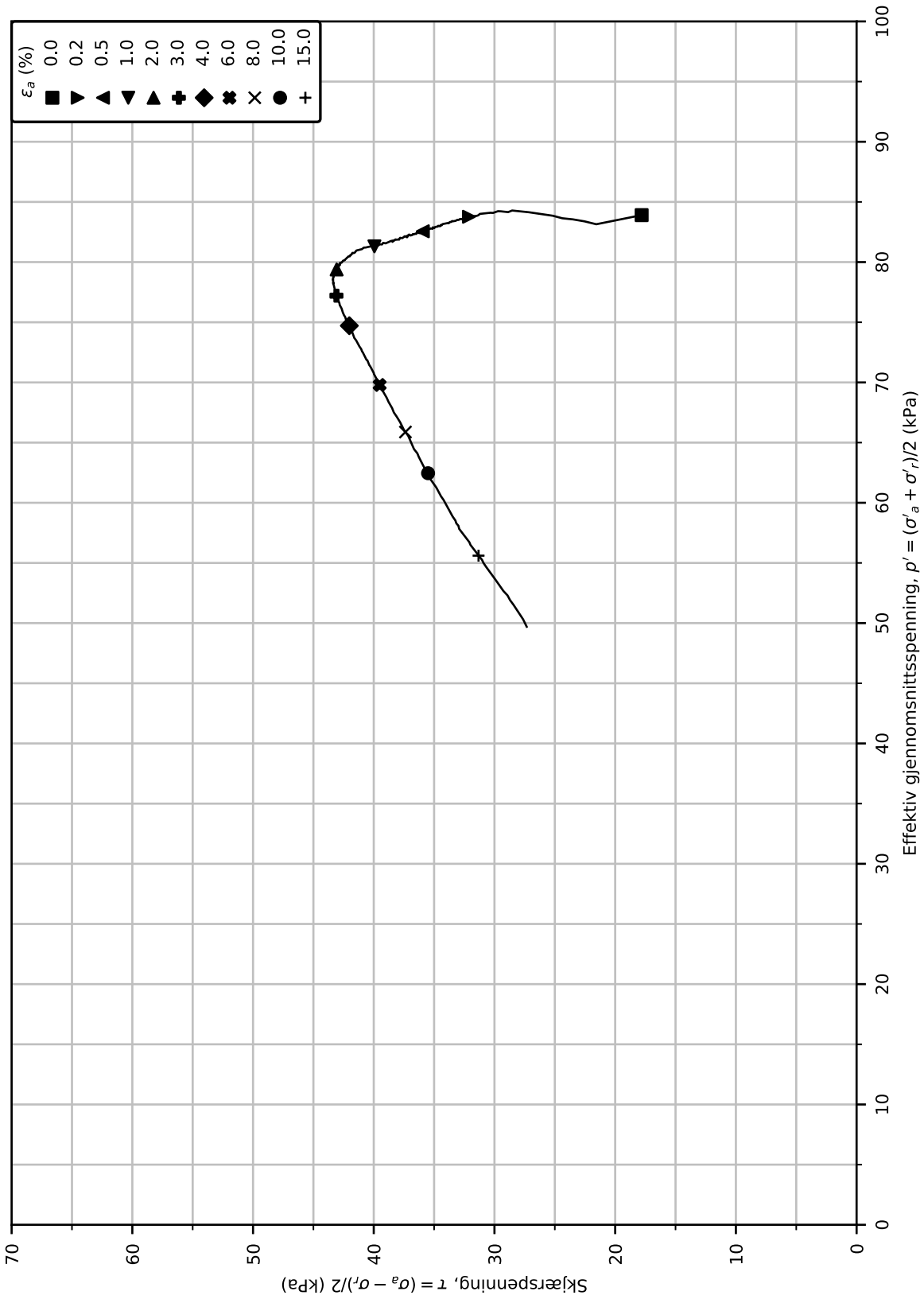
2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					Figur nr.	X.x
Sylinder:	5	Dybde	= 5.37	m	Konsolideringsspenninger			Dato	Tegnet av
Del:	A	p_0'	= 53.5	kPa	(kPa)	max.	min.	2023-03-28	ThV
Test:	1	w_i	= 34.8	%	σ'_{ac}	-	-	52.4	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 33.9	%	σ'_{rc}	-	-	39.3	

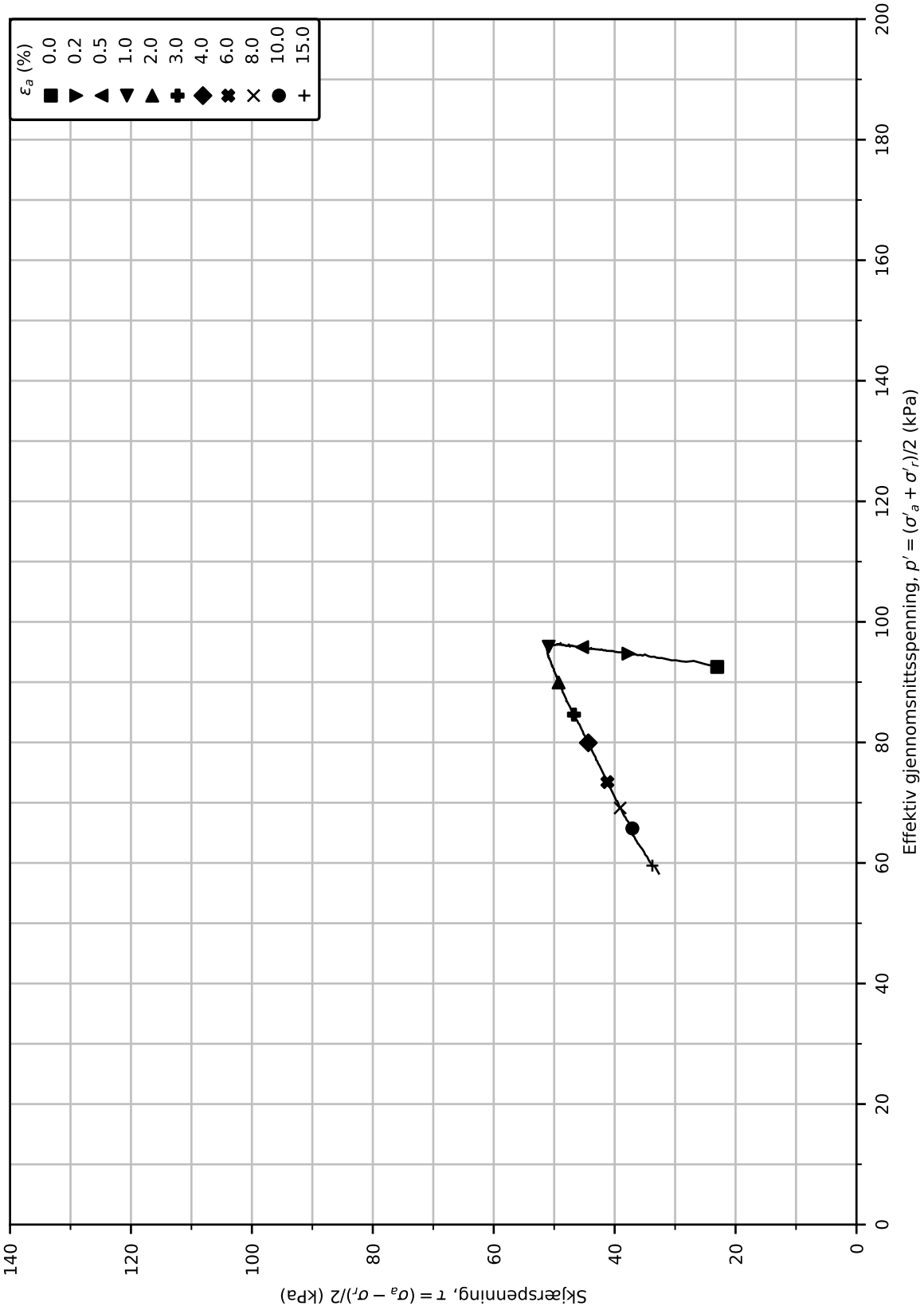


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					Figur nr.	X.x
Sylinder:	8	Dybde	=	8.33	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	=	101.6	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	51.3	%	σ'_{ac}	-	-	101.6
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	48.7	%	σ'_{rc}	-	-	66.0

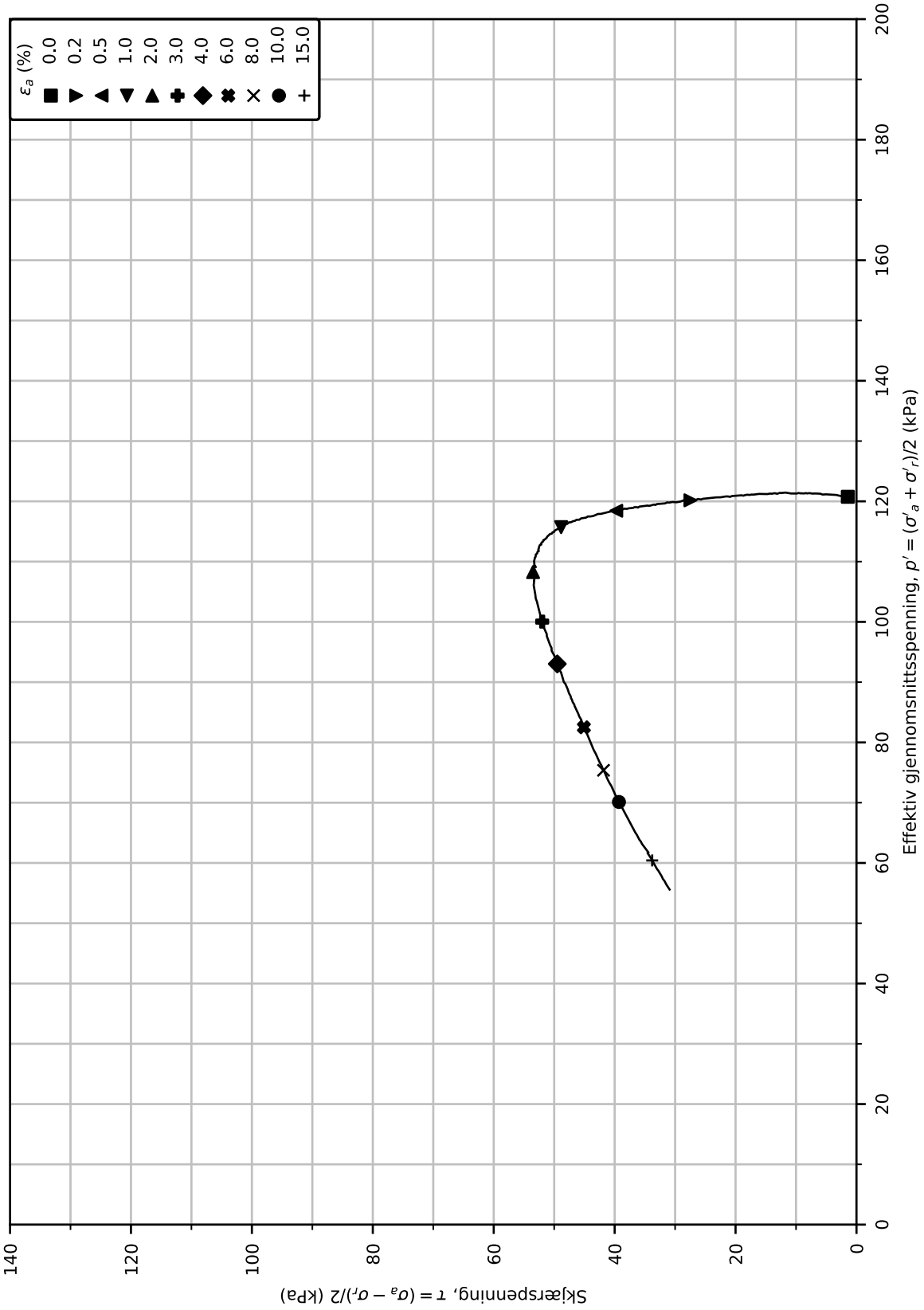
Dato 2023-03-28 | Tegnet av ThV



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

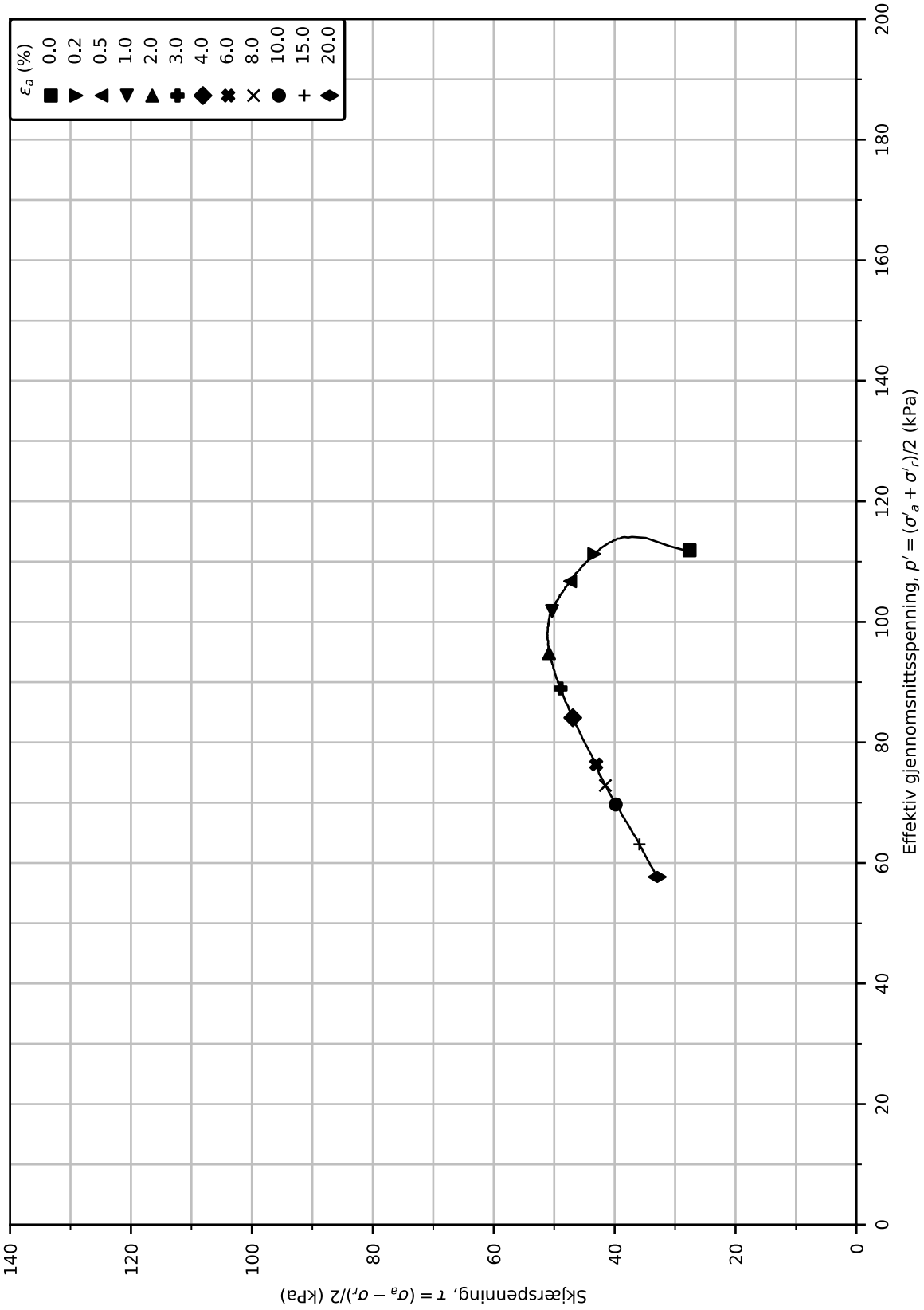
Triaksial:	CAUA	Borehull:		CBZ_302				Dokument nr.	20230019-07
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	10	Dybde	=	10.23	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	=	116.0	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	55.9	%	σ'_{ac}	-	-	116.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	54.2	%	σ'_{rc}	-	-	69.6

Dato	Tegnet av
2023-03-28	ThV



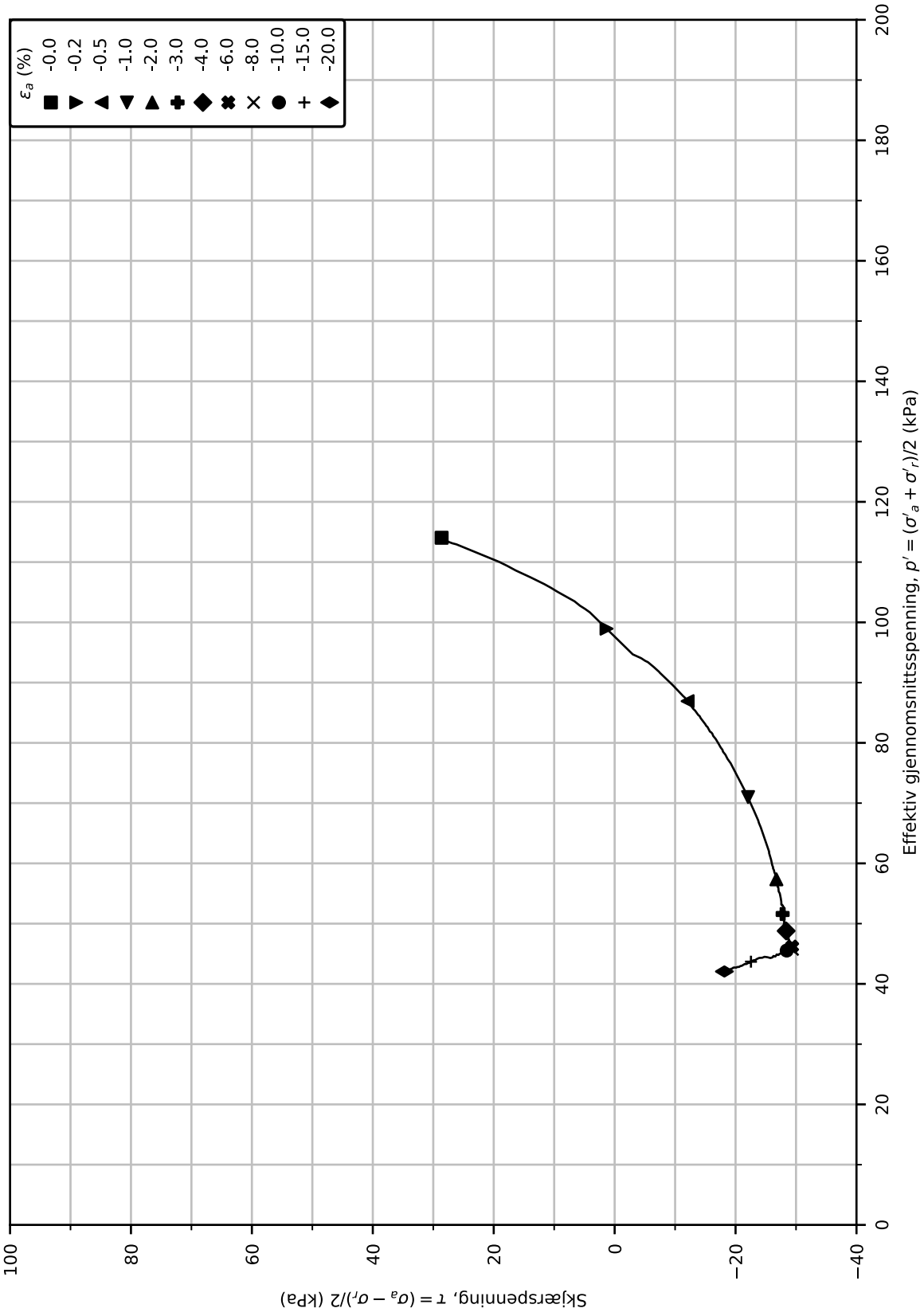
A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Triaksial:	CAUA	Borehull:		CBZ_302				Dokument nr.	20230019-07
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	10	Dybde	=	10.62	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-03-29 / Tegnet av ARW
Del:	A	p_0'	=	120.4	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	2	w_i	=	57.9	%	σ'_{ac}	-	-	120.4
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	54.7	%	σ'_{rc}	-	-	120.4

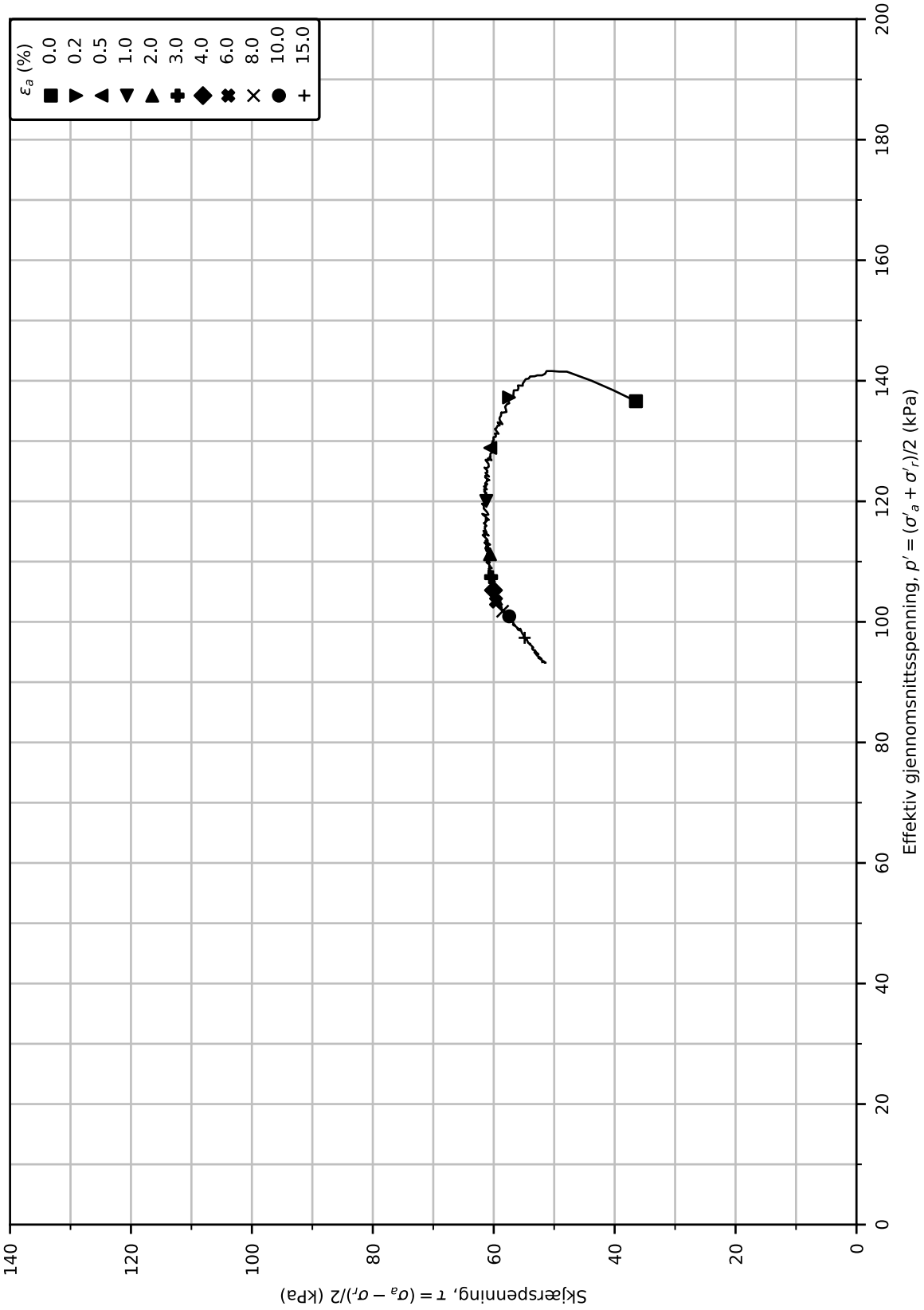


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Triaksial:	CAUA	Borehull:		CBZ_302				Dokument nr.	20230019-07
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	13	Dybde	=	13.27	m	Konsolideringsspenninger			Dato: 2023-03-28 / Tegnet av: ThV
Del:	A	p_0'	=	140.3	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	34.4	%	σ'_{ac}	-	-	140.3
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	32.4	%	σ'_{rc}	-	-	84.2



A252183 - Faresoneutredning Borregaard								Dokument nr. 20230019-07	
Triaksial:	CAUP	Borehull:	CBZ_302					Figur nr. X.x	
Sylinder:	13	Dybde	= 13.53	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-03	Tegnet av ThV
Del:	A	p_0'	= 142.7	kPa	(kPa)	max.	min.	final	
Test:	2	w_i	= 35.6	%	σ'_{ac}	-	-	142.7	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 33.6	%	σ'_{rc}	-	-	85.6	



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

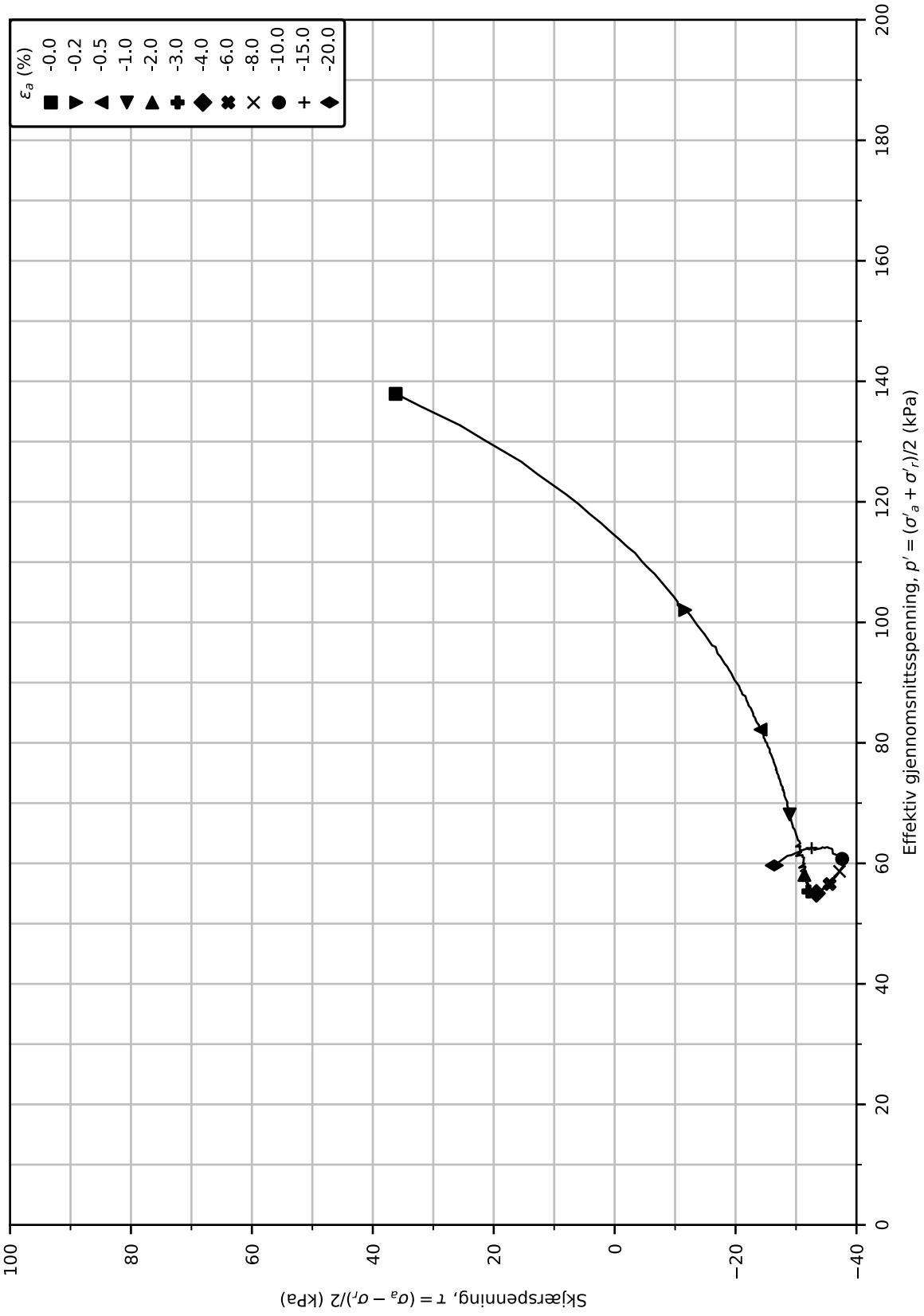
Triaksial:	CAUA	Borehull:		CBZ_302					
Sylinder:	16	Dybde	=	17.37	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	=	174.3	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	23.9	%	σ'_{ac}	-	-	173.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	22.2	%	σ'_{rc}	-	-	100.3

Dokument nr. 20230019-07

Figur nr. X.x

Dato 2023-03-28

Tegnet av ThV



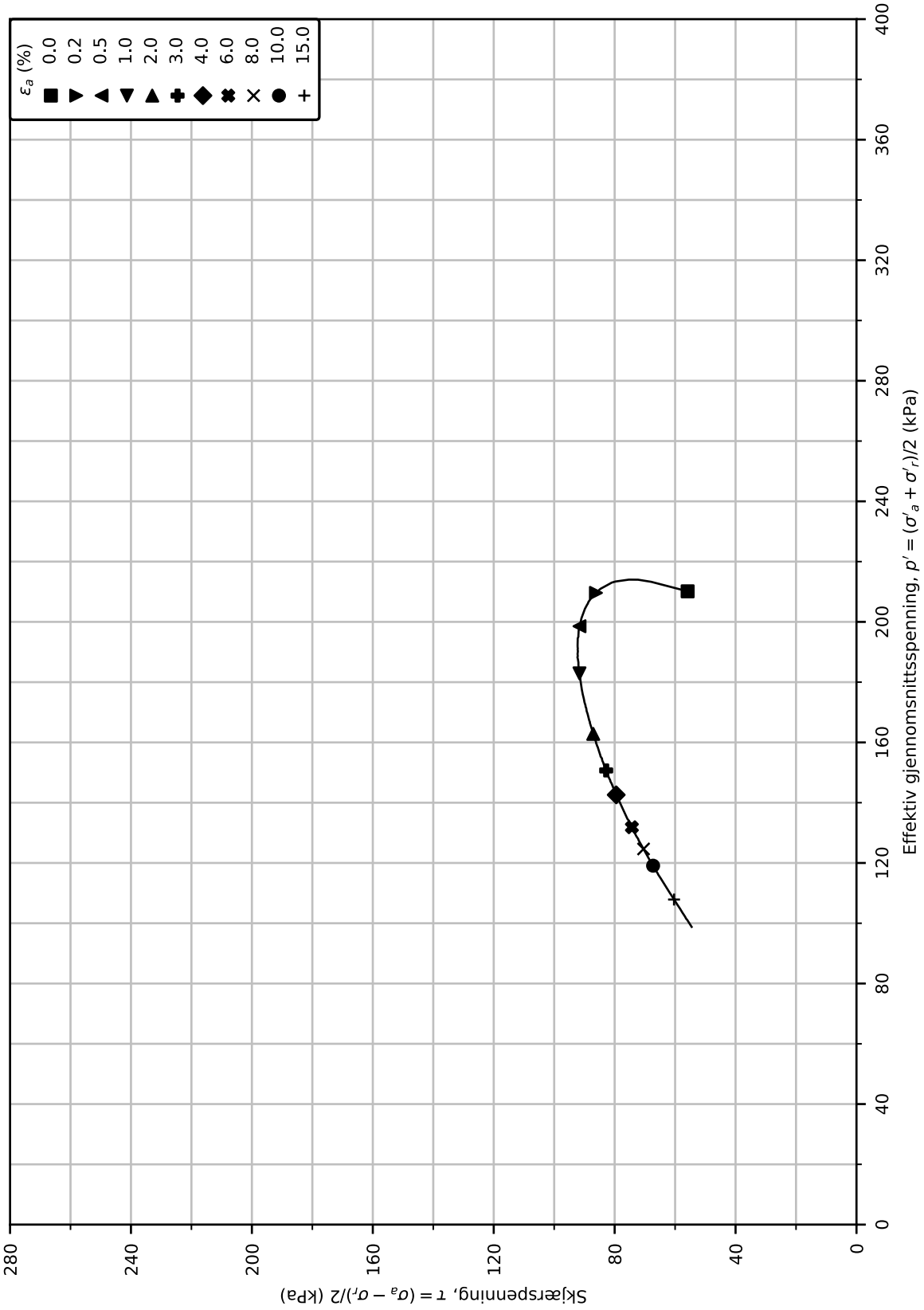
A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUP	Borehull: CBZ_302							Figur nr. X.x
Sylinder: 16	Dybde	=	17.59	m	Konsolideringsspenninger			Dato 2023-04-27 / Tegnet av ThV
Del: A	p_0'	=	175.2	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test: 2	w_i	=	25.5	%	σ'_{ac}	-	-	175.2
Lab: NGI Oslo	w_c	=	24.3	%	σ'_{rc}	-	-	101.6

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



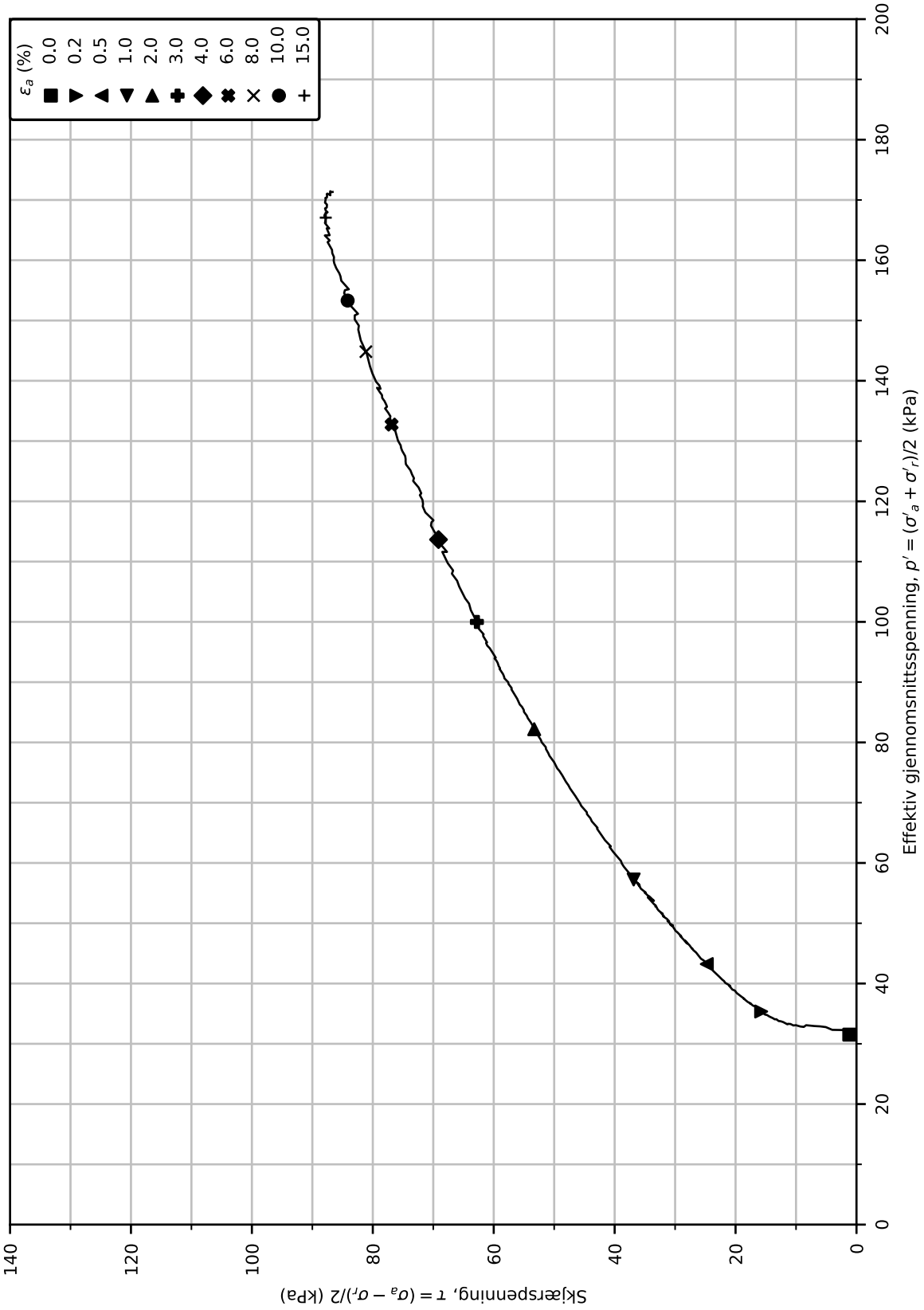
A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Triaksial:	CAUA	Borehull:	CBZ_302					Figur nr.	X.x
Sylinder:	21	Dybde	=	27.43	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	=	266.3	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	1	w_i	=	34.0	%	σ'_{ac}	-	-	266.3
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	32.2	%	σ'_{rc}	-	-	154.5

Dato: 2023-04-12 | Tegnet av: YSu

NGI



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_303

Figur nr.: X.x

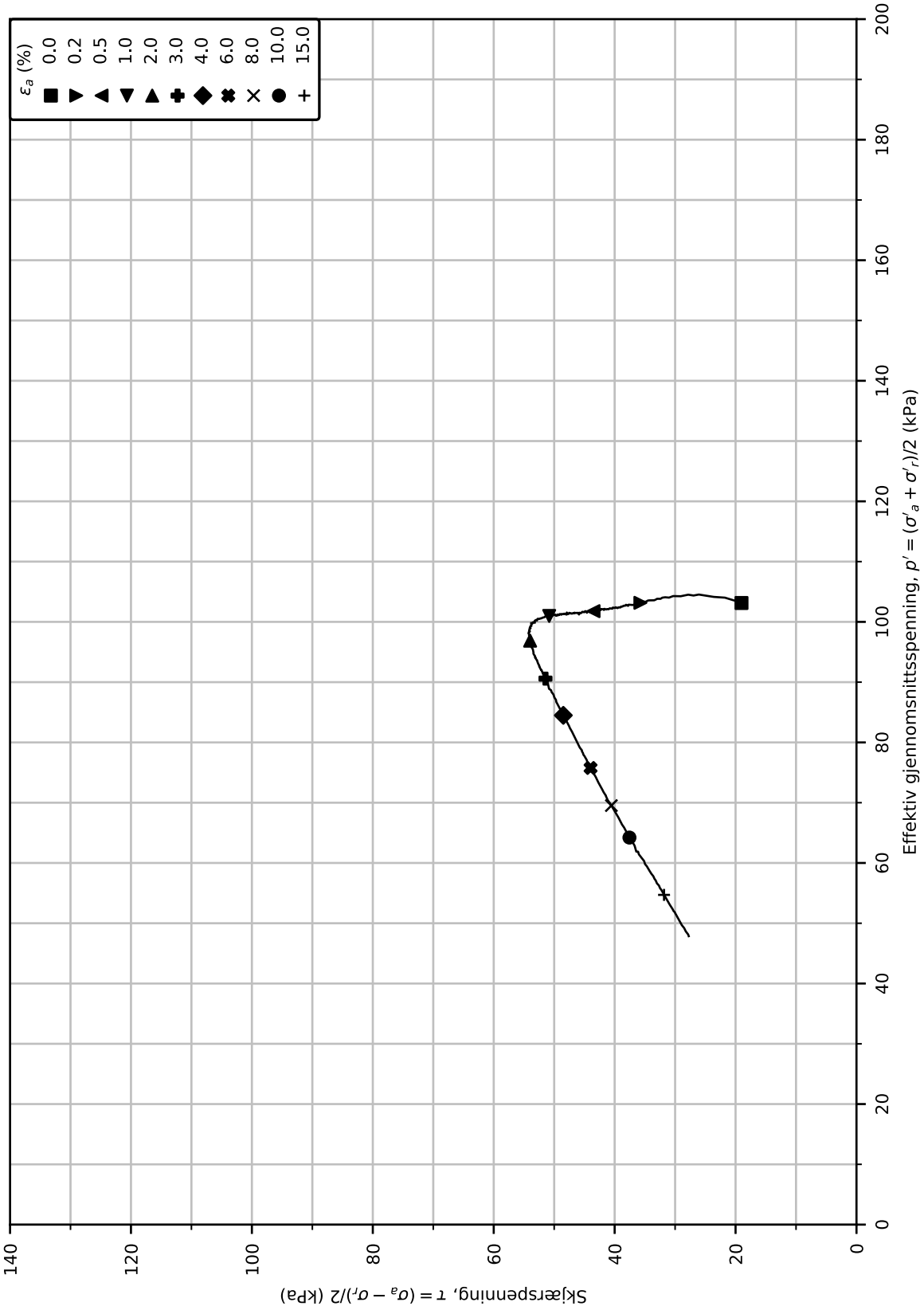
Sylinder:	1	Dybde	=	2.28	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	30.1	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	=	27.4	%	σ'_{ac}	-	-	32.1
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	27.5	%	σ'_{rc}	-	-	30.1

Dato: 2023-05-15

Tegnet av: ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



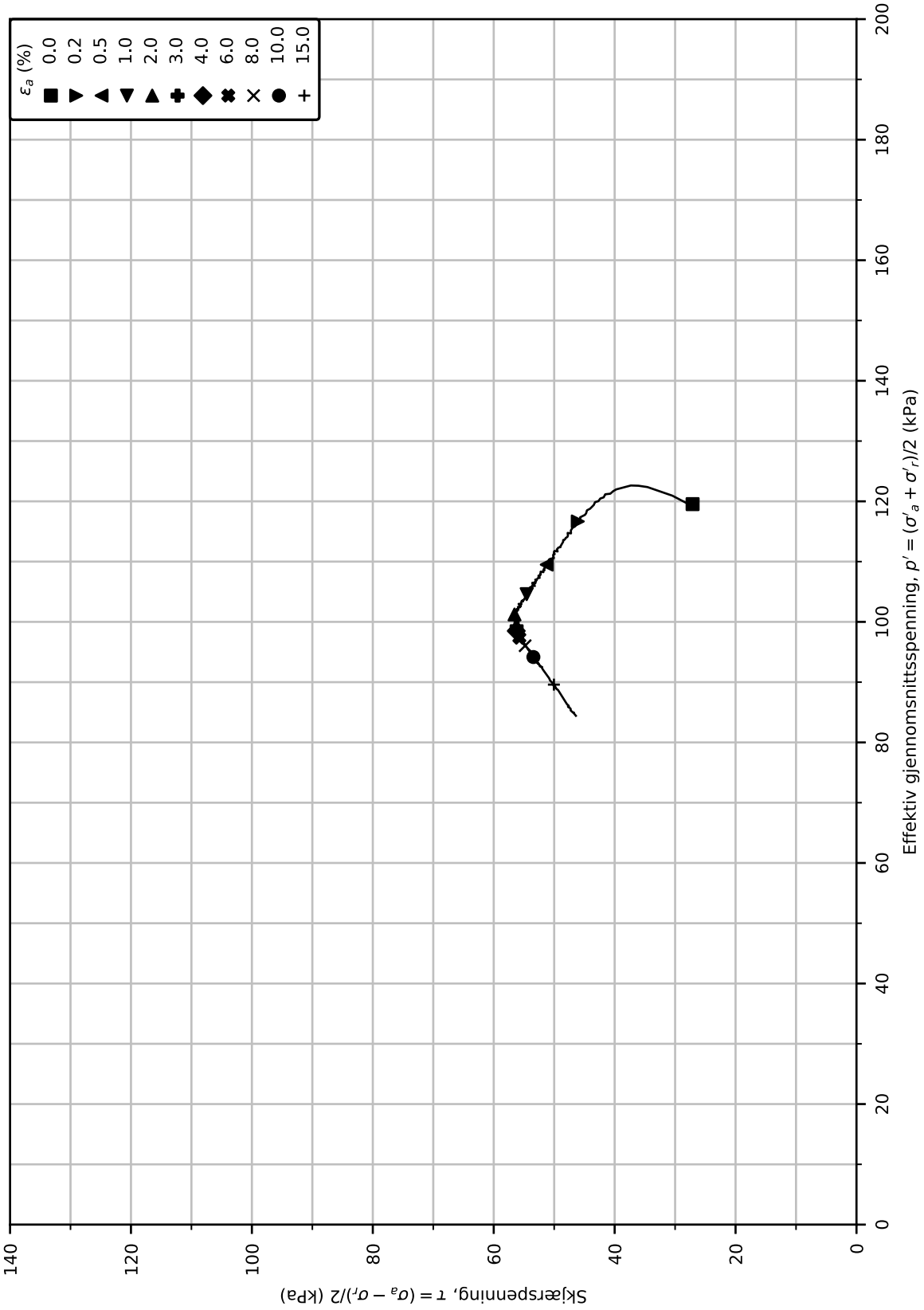
A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 0

Test type: CAUA	Borehull: CBZ_303							Figur nr.: X.x
Sylinder: 7	Dybde = 9.48 m	Konsolideringsspenninger						Dato: 2023-05-09 / Tegnet av: ThV
Del: A	p_0' = 122.1 kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.			
Test: 1	w_i = 47.0 %	σ'_{ac}	-	-	122.1			
Lab: NGI Oslo	w_c = 45.5 %	σ'_{rc}	-	-	84.2			

NGI

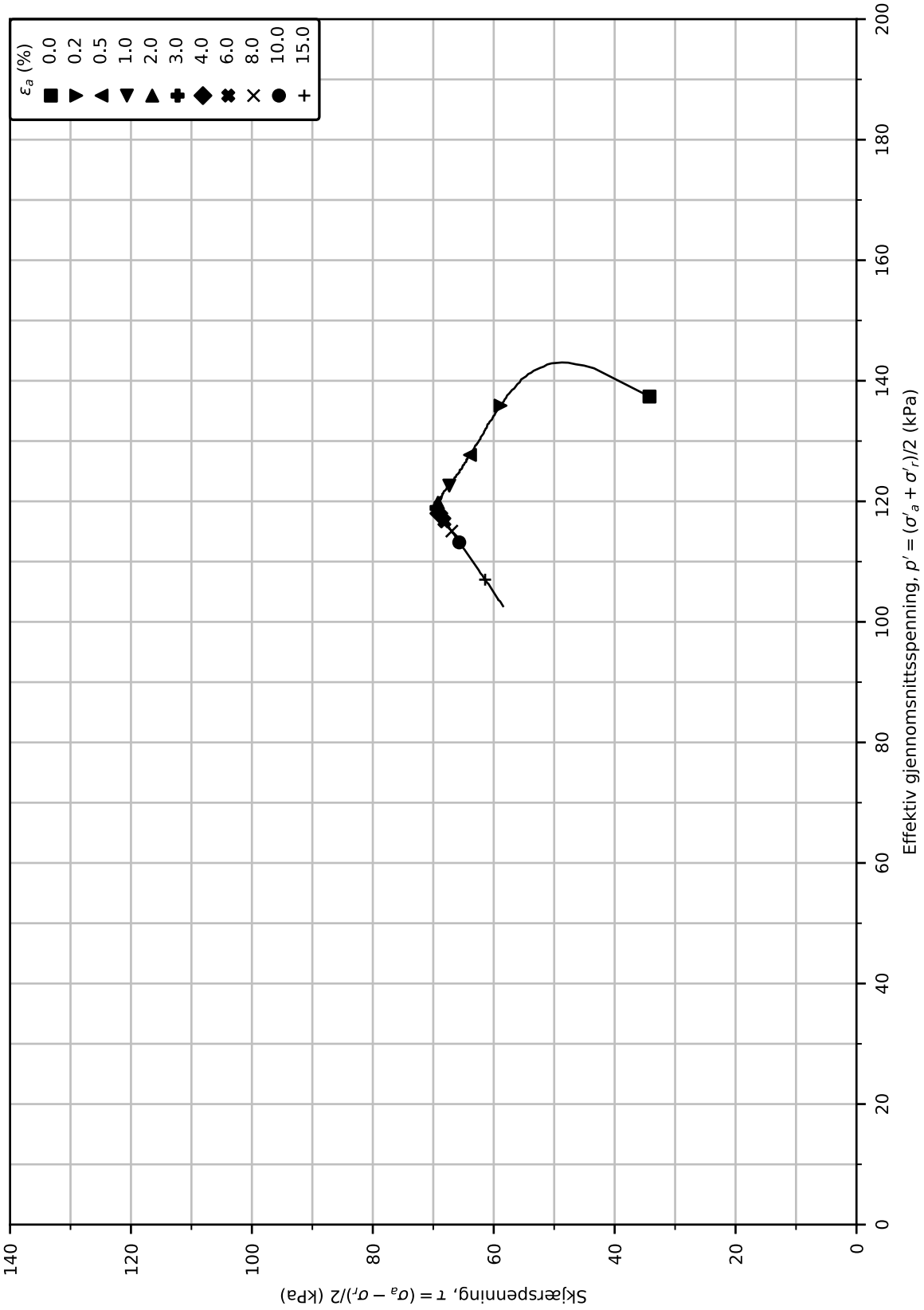
2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_303				Dokument nr.	0
							Figur nr.	X.x
Sylinder:	9	Dybde	= 12.48 m	Konsolideringsspenninger			Dato	2023-05-09
Del:	A	p_0'	= 147.0 kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.	Tegnet av ThV
Test:	1	w_i	= 19.0 %	σ'_{ac}	-	-	146.8	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 17.7 %	σ'_{rc}	-	-	92.5	

NGI



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_303					
Sylinder:	10	Dybde	= 15.48	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 172.8	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	= 16.7	%	σ'_{ac}	-	-	172.7
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 15.7	%	σ'_{rc}	-	-	103.7

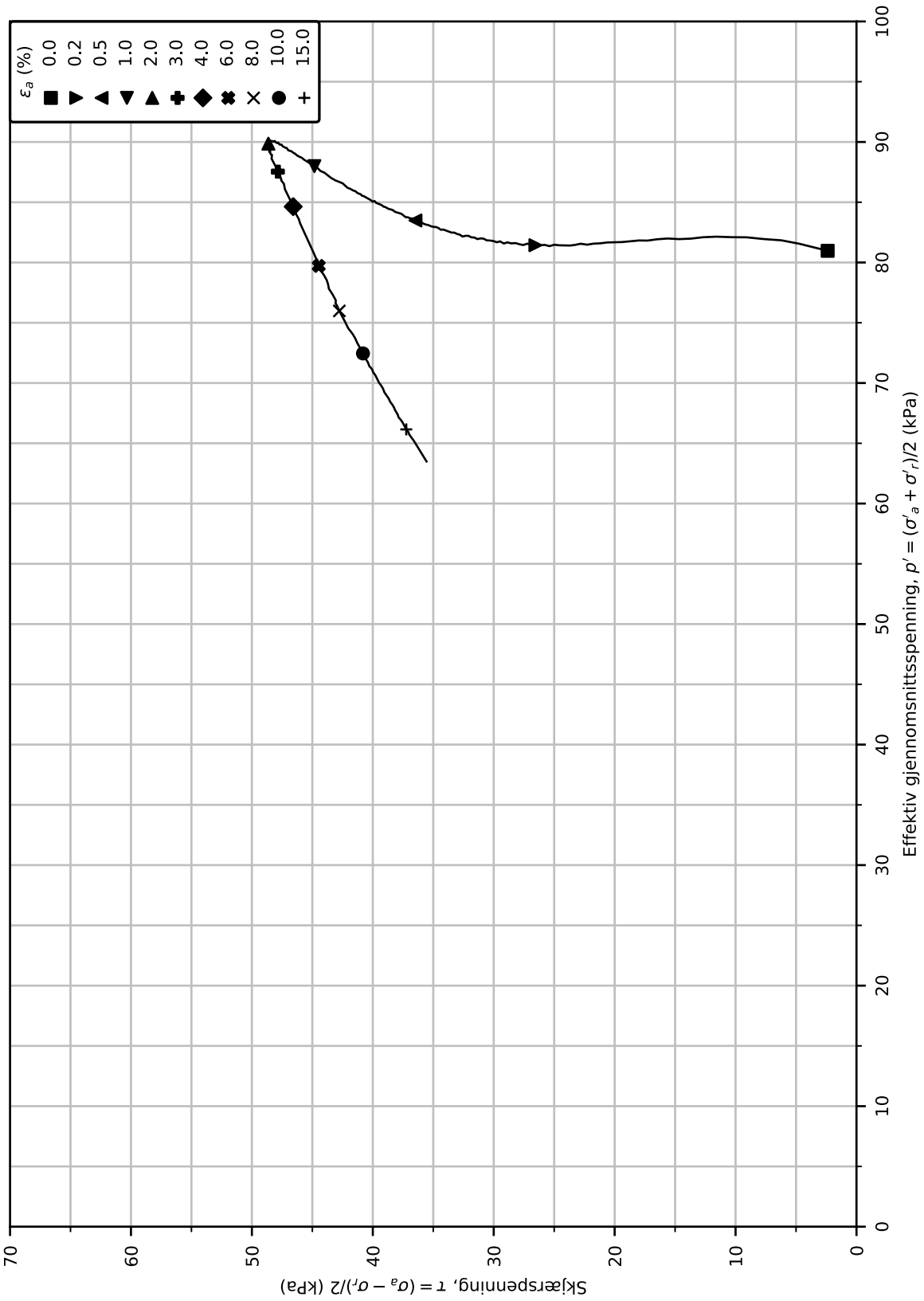
Dokument nr.: 0

Figur nr.: X.x

Dato: 2023-05-16

Tegnet av: ThV

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_349

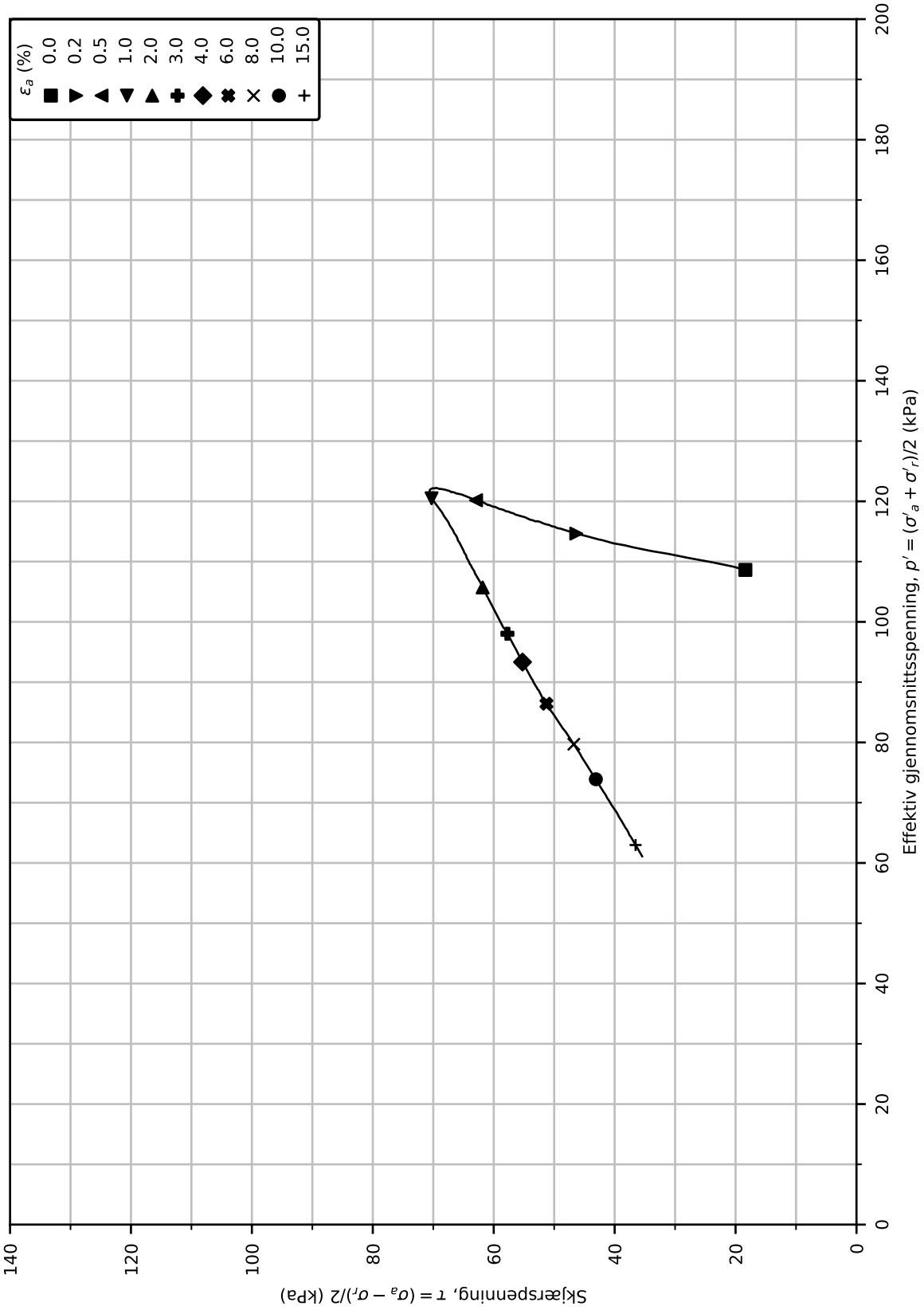
Figur nr.: X.x

Sylinder:	5	Dybde	=	5.46	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	82.9	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	=	33.1	%	σ'_{ac}	-	-	82.9
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	32.4	%	σ'_{rc}	-	-	78.8

Dato: 2023-05-15

Tegnet av: ThV

2022-06-30\02_V24 - Rev01

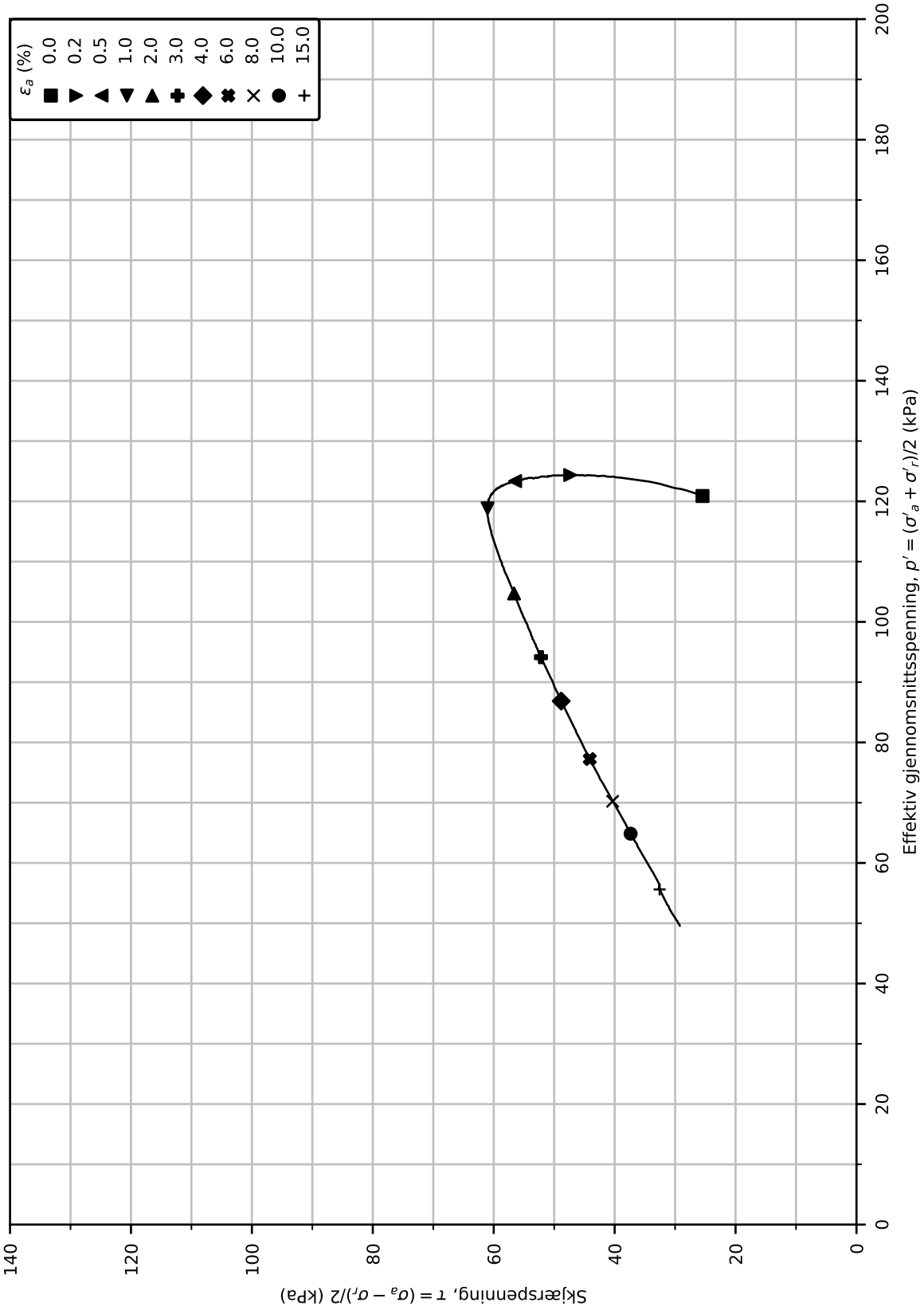


A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_349				Dokument nr.	20230019-07
							Figur nr.	X.x
Sylinder:	9	Dybde	= 9.47 m	Konsolideringsspenninger			Dato	2023-05-15
Del:	A	p_0'	= 126.1 kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.	Tegnet av ThV
Test:	1	w_i	= 50.2 %	σ'_{ac}	-	-	126.1	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 49.2 %	σ'_{rc}	-	-	90.8	

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_349

Figur nr. X.x

Sylinder: 11
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	11.43	m
p_0'	=	144.7	kPa
w_i	=	41.9	%
w_c	=	40.8	%

Konsolideringsspenninger

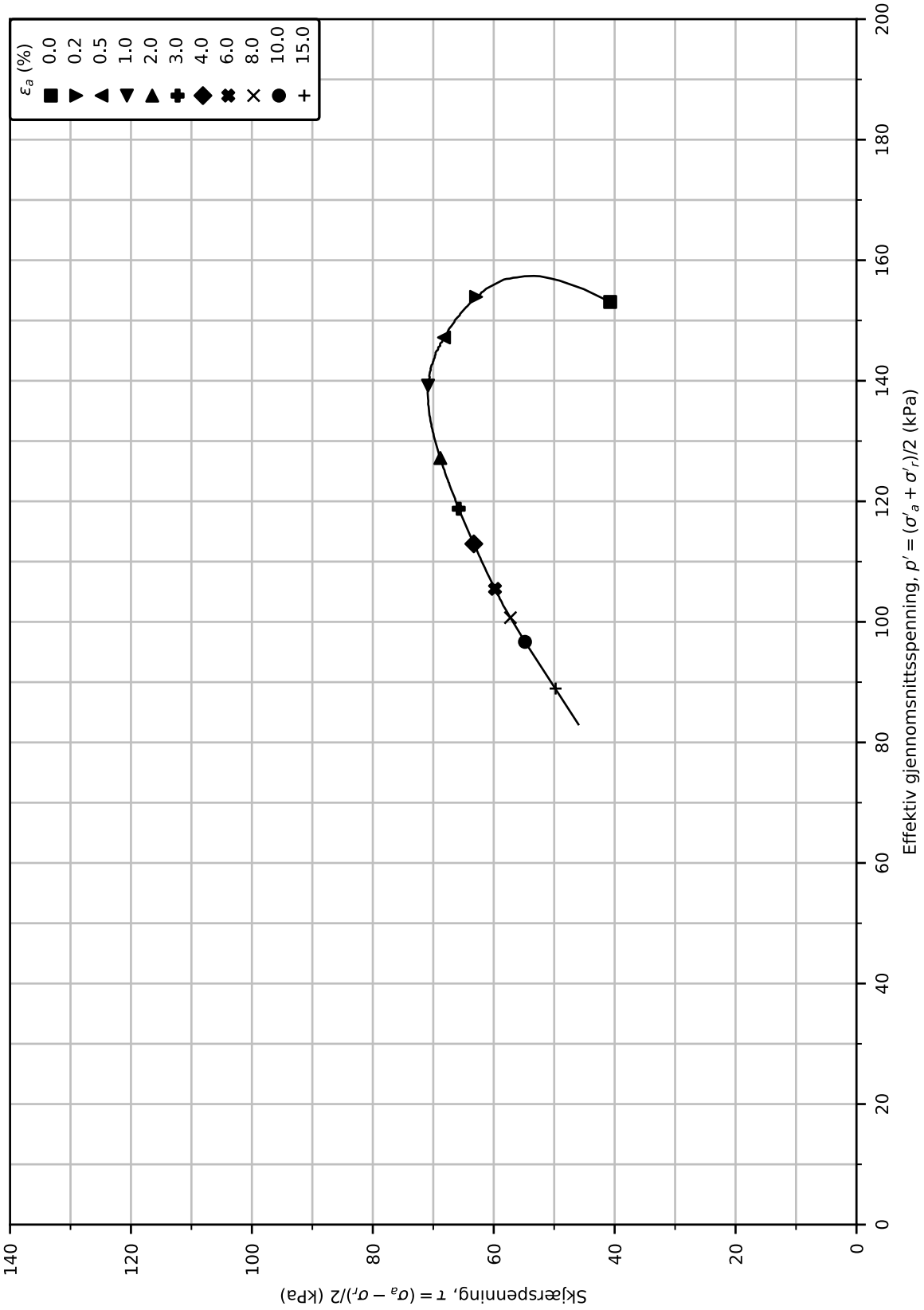
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	146.0
σ'_{rc}	-	-	95.7

Dato 2023-05-24

Tegnet av ThV

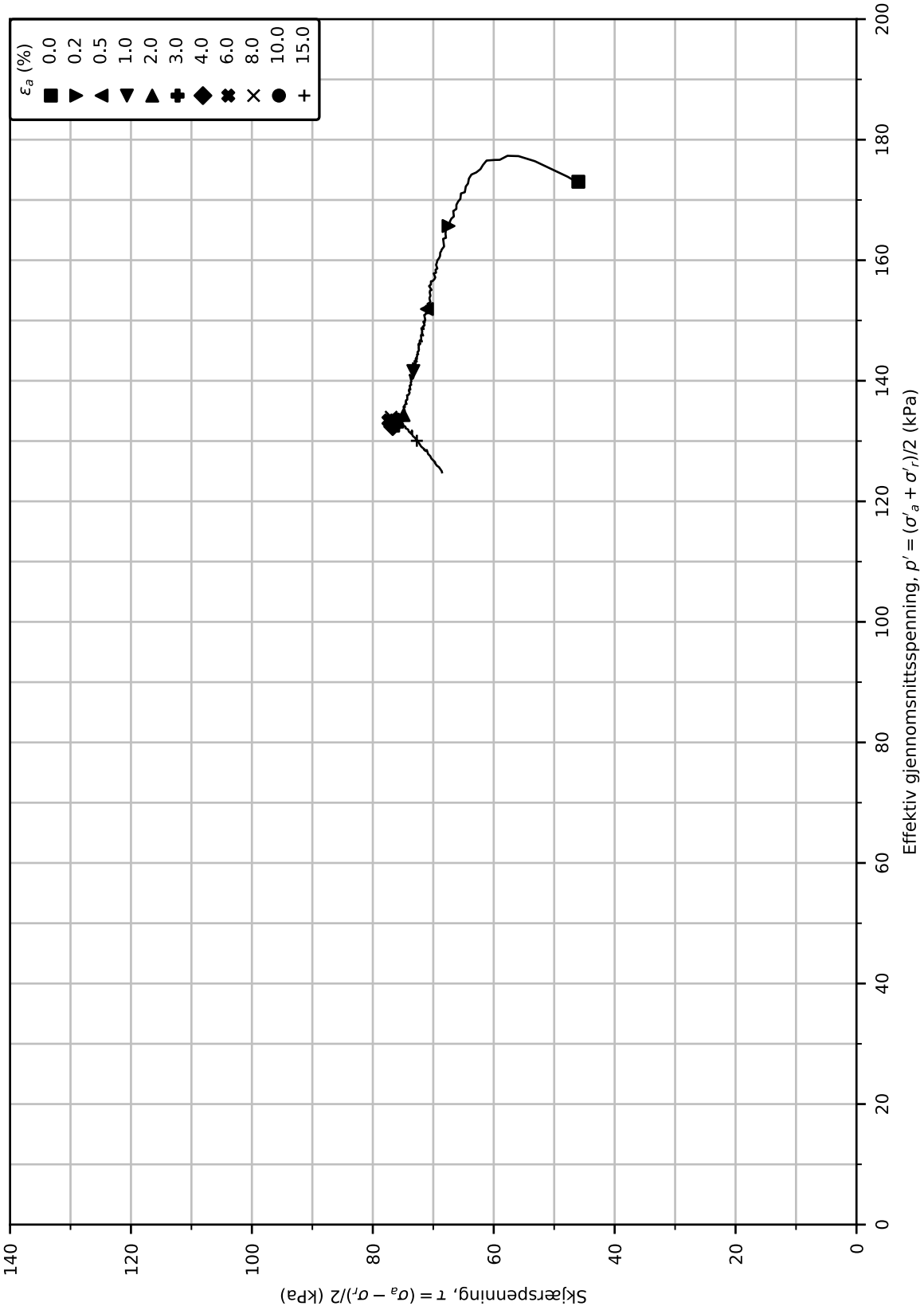
NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type: CAUA	Borehull: CBZ_349							Dokument nr. 20230019-07
								Figur nr. X.x
Sylinder: 14	Dybde = 17.53 m	Konsolideringsspenninger						Dato 2023-05-22 / Tegnet av ThV
Del: A	p_0' = 197.5 kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.			
Test: 1	w_i = 26.2 %	σ'_{ac}	-	-	194.4			
Lab: NGI Oslo	w_c = 24.9 %	σ'_{rc}	-	-	112.8			



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_349

Figur nr. X.x

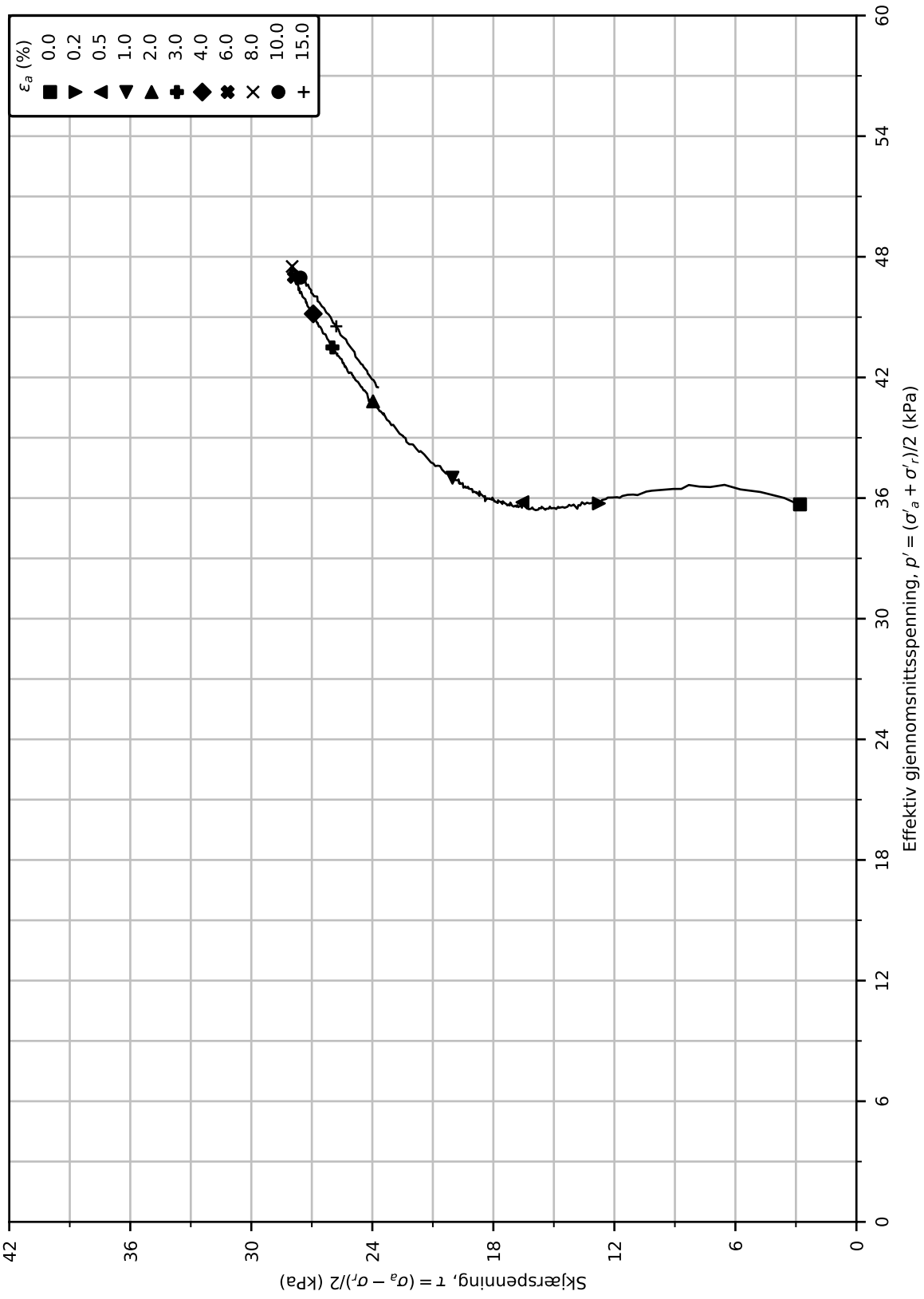
Sylinder:	16	Dybde	=	20.43	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	219.4	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	=	20.6	%	σ'_{ac}	-	-	219.4
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	18.7	%	σ'_{rc}	-	-	127.3

Dato 2023-05-15

Tegnet av ThV

NGI

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_376					
Sylinder:	1	Dybde	= 3.43	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 39.3	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	= 44.3	%	σ'_{ac}	-	-	38.6
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 43.4	%	σ'_{rc}	-	-	32.8

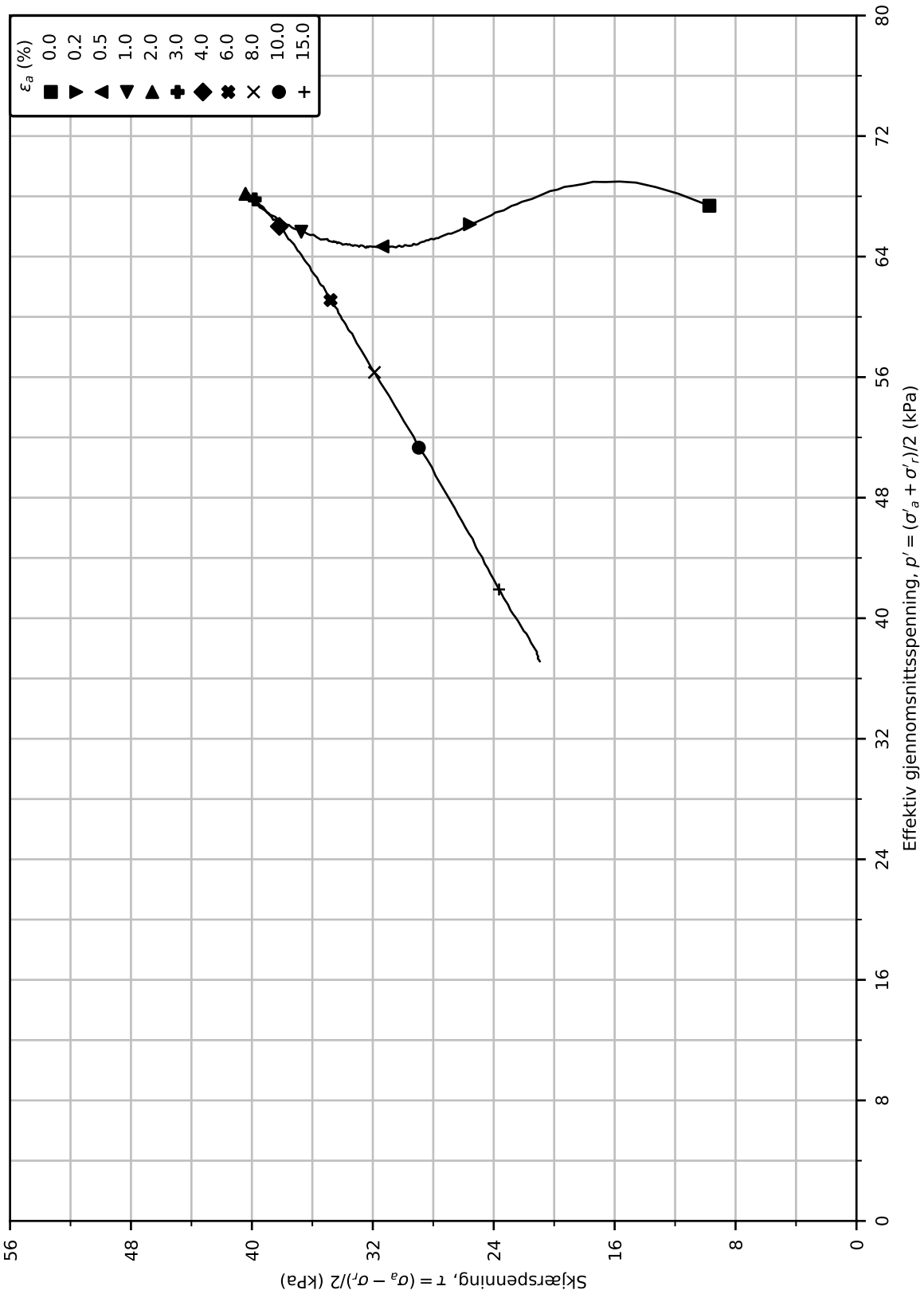
Dokument nr. 20230019-07

Figur nr. X.x

Dato 2023-05-09

Tegnet av ThV

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_376

Figur nr. X.x

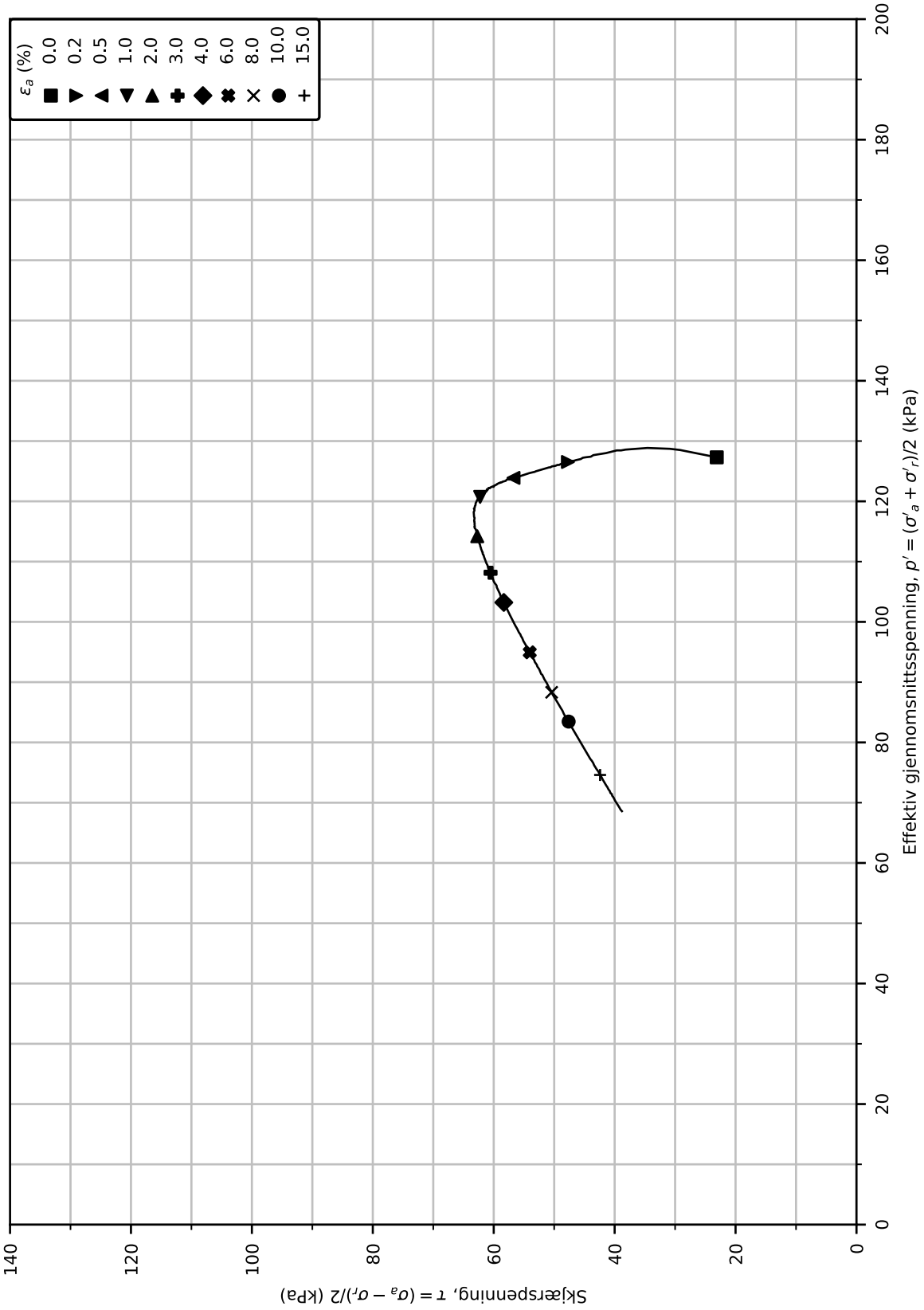
Sylinder:	3	Dybde	=	7.43	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	A	p_0'	=	77.0	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	=	26.0	%	σ'_{ac}	-	-	77.0
Lab:	NGI Oslo	w_c	=	25.0	%	σ'_{rc}	-	-	57.8

Dato 2023-05-22

Tegnet av ThV

NGI

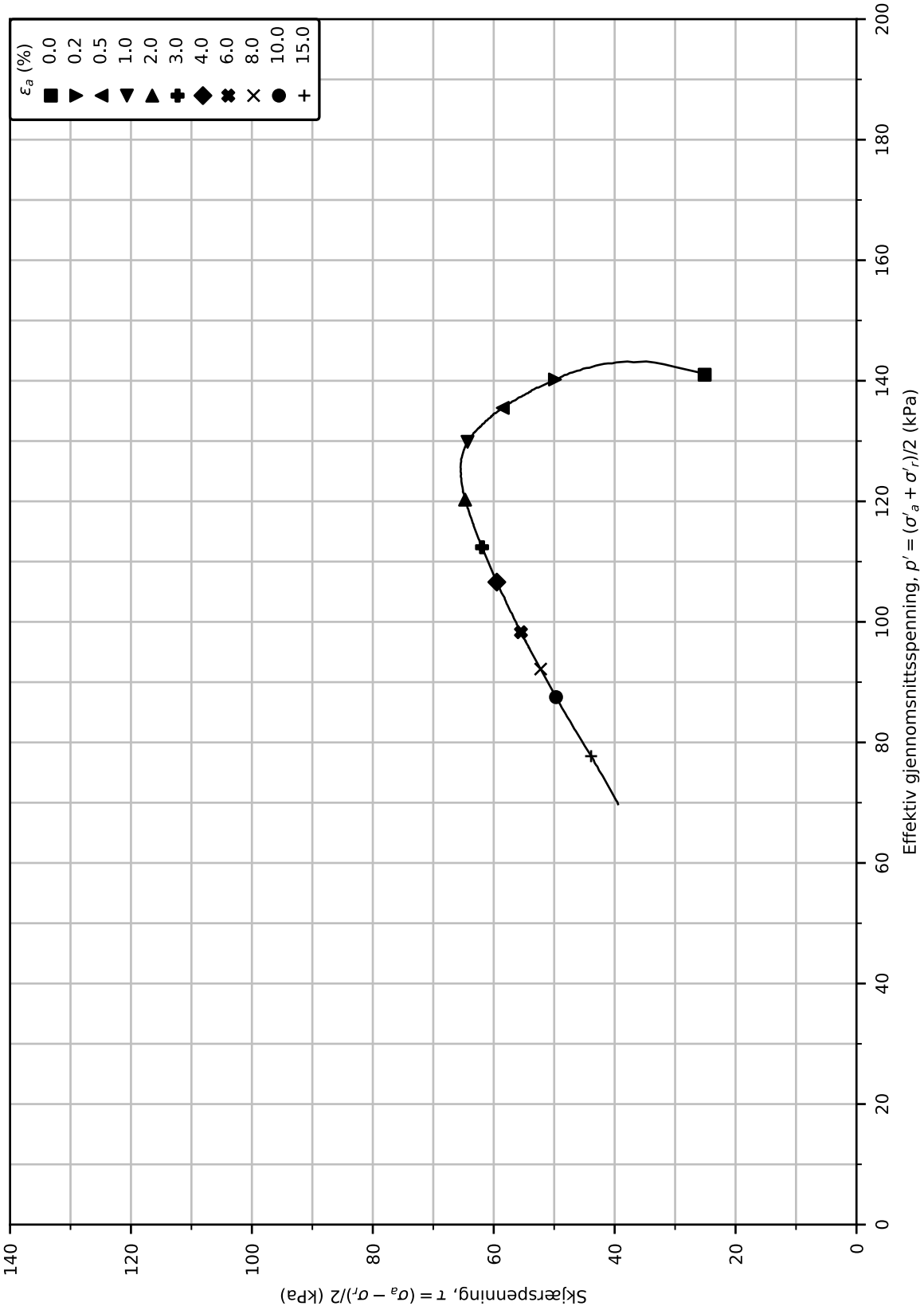
2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_376					Dokument nr.	20230019-07
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	6	Dybde	= 14.50	m	Konsolideringsspenninger			Dato	2023-05-16
Del:	A	p_0'	= 149.8	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.	Tegnet av ThV
Test:	1	w_i	= 35.8	%	σ'_{ac}	-	-	149.8	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 35.0	%	σ'_{rc}	-	-	104.9	

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_376					
Sylinder:	7	Dybde	= 16.32	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 166.2	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	= 39.6	%	σ'_{ac}	-	-	166.2
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 38.1	%	σ'_{rc}	-	-	116.3

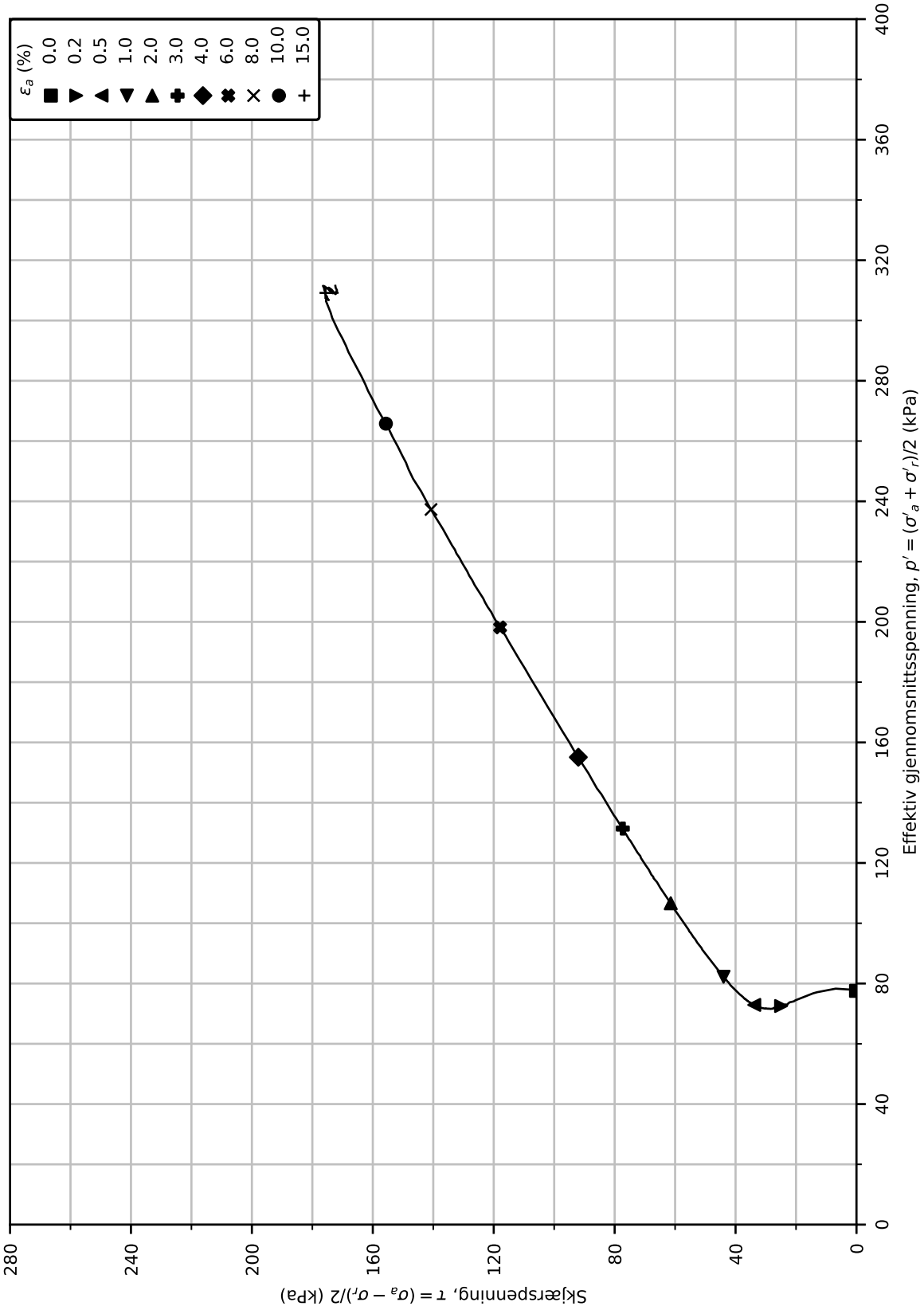
Dokument nr. 20230019-07

Figur nr. X.x

Dato 2023-05-16

Tegnet av ThV

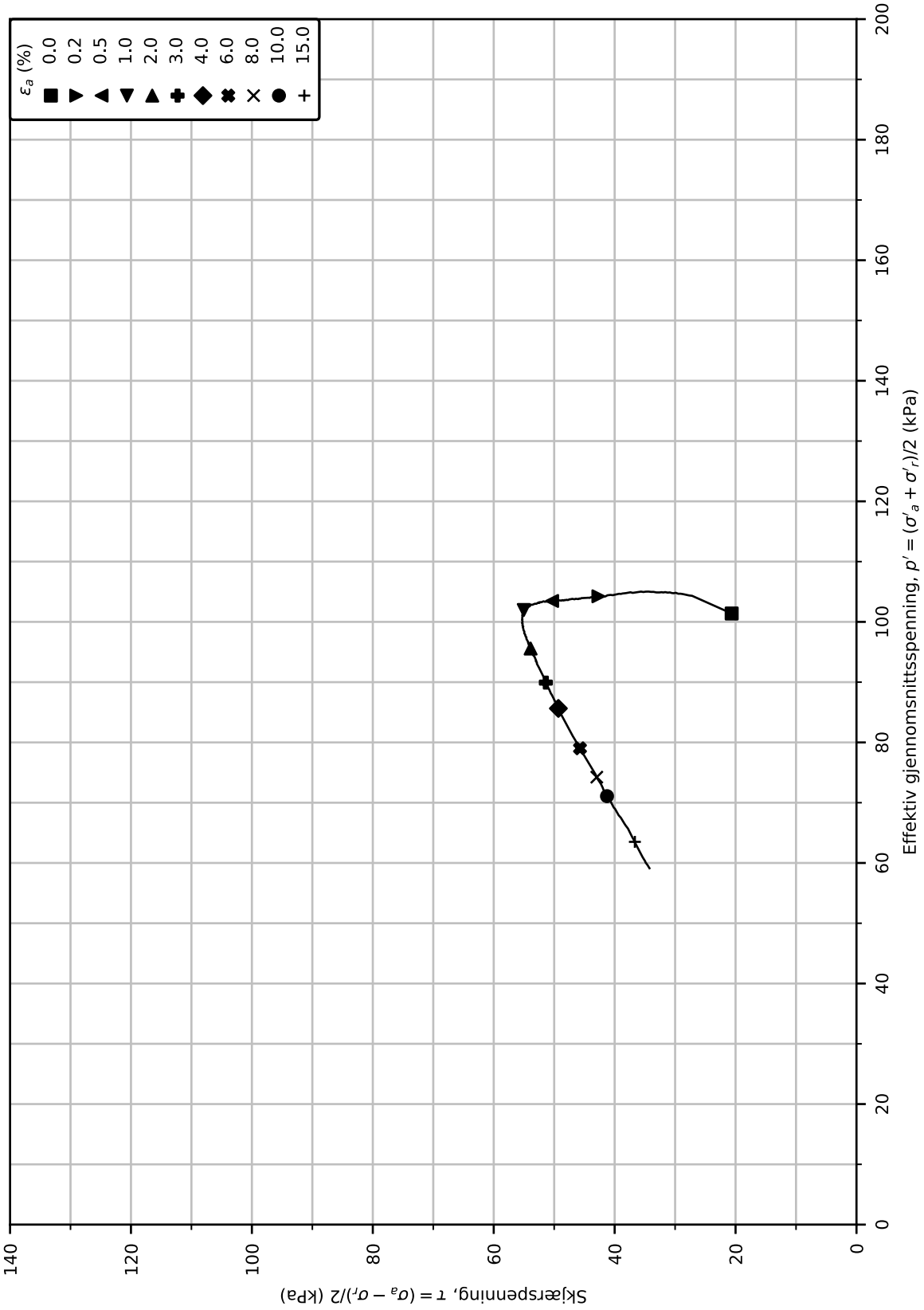
2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_379					Dokument nr.	20230019-07
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	1	Dybde	= 4.46	m	Konsolideringsspenninger			Dato	2023-06-12
Del:	A	p_0'	= 77.6	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.	Tegnet av ThS
Test:	1	w_i	= 26.5	%	σ'_{ac}	-	-	77.6	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 25.4	%	σ'_{rc}	-	-	77.6	

NGI



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_379

Figur nr.: X.x

Sylinder: 6
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	10.47	m
p_0'	=	122.9	kPa
w_i	=	37.0	%
w_c	=	35.6	%

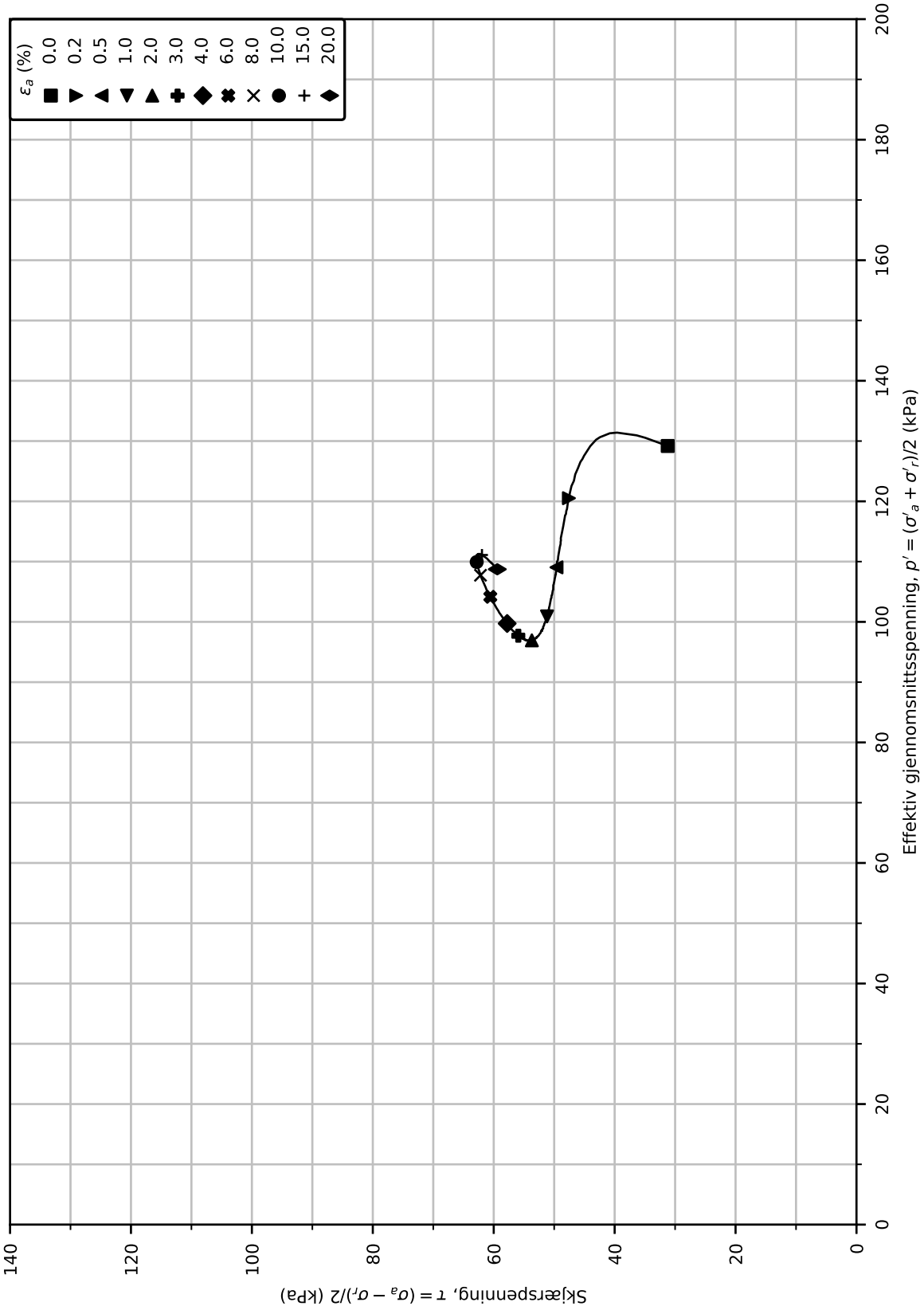
Konsolideringsspenninger

(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	122.9
σ'_{rc}	-	-	81.1

Dato: 2023-06-29

Tegnet av: ThV

NGI



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr.: 20230019-07

Test type: CAUA

Borehull: CBZ_379

Figur nr.: X.x

Sylinder: 8
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde	=	14.34	m
p_0'	=	158.8	kPa
w_i	=	19.7	%
w_c	=	17.3	%

Konsolideringsspenninger

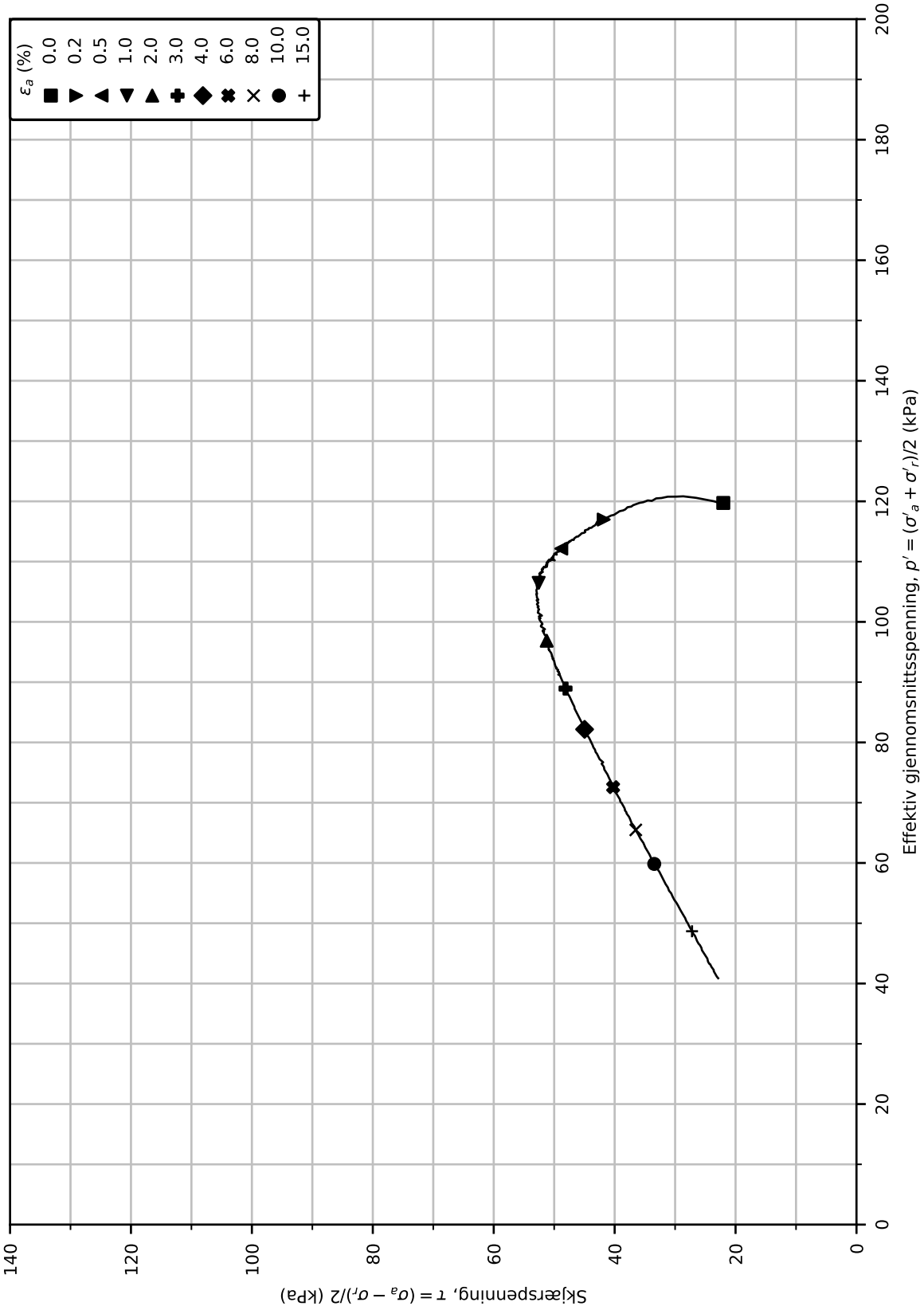
(kPa)	Max.	Min.	End.
σ'_{ac}	-	-	158.8
σ'_{rc}	-	-	98.5

Dato: 2023-06-29

Tegnet av: ThV

NGI

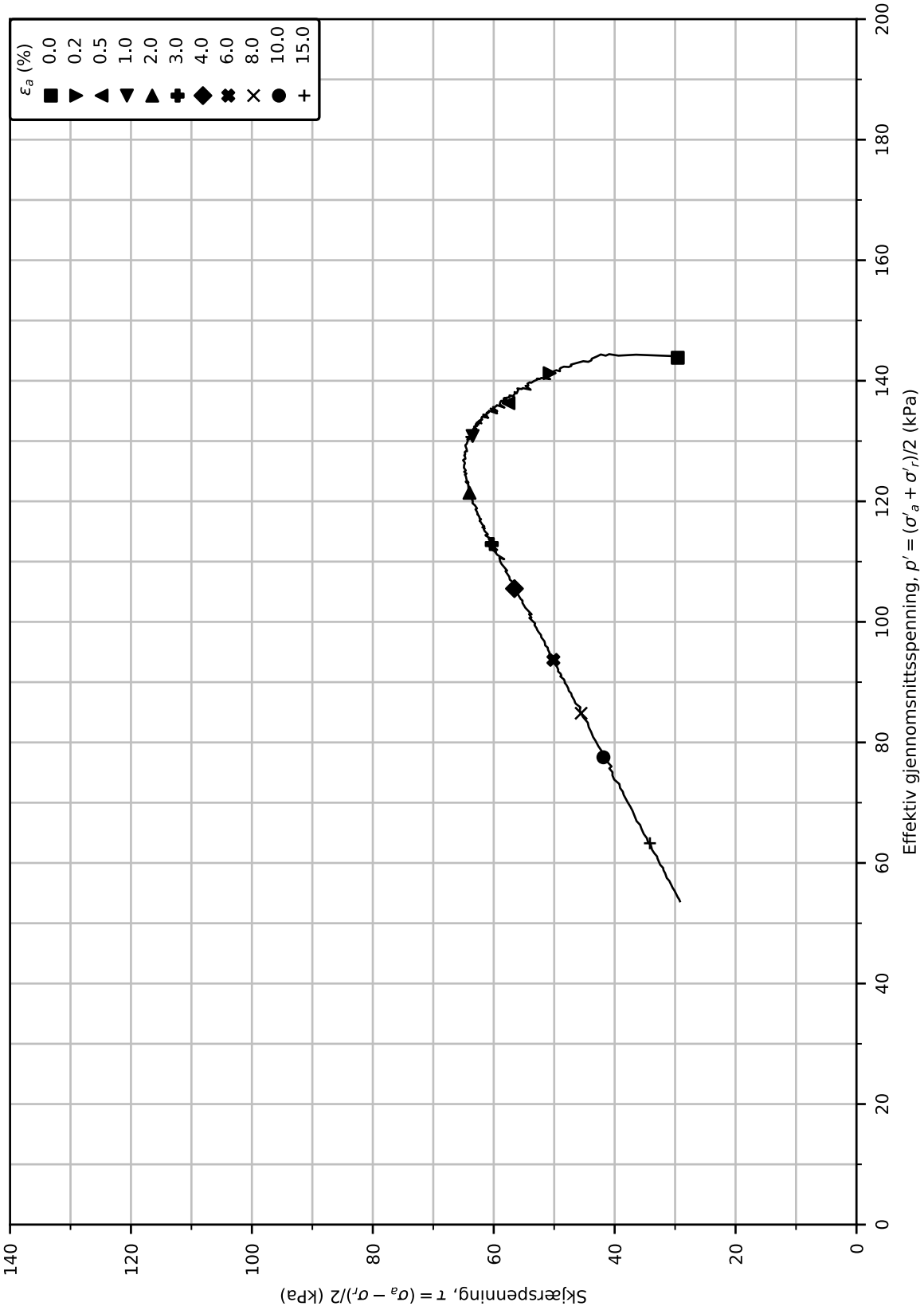
2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_450					Dokument nr.	20230019-07
								Figur nr.	X.x
Sylinder:	5	Dybde	= 9.50	m	Konsolideringsspenninger			Dato	Tegnet av
Del:	A	p_0'	= 142.9	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.	2023-05-22 ThV
Test:	1	w_i	= 32.4	%	σ'_{ac}	-	-	142.5	
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 30.3	%	σ'_{rc}	-	-	98.3	

2022-06-30\02_V24 - Rev01



A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Test type:	CAUA	Borehull:	CBZ_450					
Sylinder:	7	Dybde	= 12.50	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	A	p_0'	= 173.8	kPa	(kPa)	Max.	Min.	End.
Test:	1	w_i	= 39.9	%	σ'_{ac}	-	-	173.8
Lab:	NGI Oslo	w_c	= 37.7	%	σ'_{rc}	-	-	114.7

Dokument nr. 20230019-07

Figur nr. X.x

Dato 2023-05-24

Tegnet av ThV

2022-06-30\02_V24 - Rev01

TREAKSIALFORSØK

HOVEDSPENNINGSVEKTOR

BORREGAARD
UTFYLLING SYD FOR FATLAGER

BORING NR. MGE_PR.1	TEGNET	REV.	
DYBDE m (KOTE) 9.0	KONTR.	KONTR.	
PRØVE NR. A	DATO 22 Jul. 1993	DATO	
OPPDRAG NR. 41223	TEGN. NR. 76	REV.	SIDE

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

4000-795a

VEDLEGG 3.7: TREAKSIALFORSØK, PRØVEKVALITET OG KONSOLIDERINGSSPENNINGER

27.07.2024 **Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby**

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	**w_i**	**w_l**	**w_p**	**Ip**	**Leir Innh.**	**γ_{tot}**	**Type forsøk**	**p'_{0v}**	**σ'_{ac}**	**σ'_{rc}**	**K_0'**	**ε_{vol}**	**ε_{ac}**	**w_c**	**B**	**$\Delta e/e_0$**	**$\Delta e/e_0$**	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
ADZ_SW1	54	2-A-1	3,52	Leire	31,40	-	-	-	-	19,00	CAUA	55,1	58,4	46,7	0,80	2,00	0,55	30,10	99,7	0,043	0,041	3,00	God til brukbar
ADZ_SW1	54	4-A-1	7,00	Leire	34,60	-	-	-	-	18,60	CAUA	84,5	91,5	73,2	0,80	1,71	0,56	33,40	99,2	0,035	0,035	1,50	Veldig god til utmerket
ADZ_SW5	54	2-A-1	3,50	Tørrskorpeleire	29,20	-	-	-	-	19,30	CAUA	66,5	58,1	46,6	0,80	0,56	0,32	28,90	98,8	0,013	0,010	3,00	Veldig god til utmerket
ADZ_SW5	54	4-A-1	7,50	Leire	44,50	-	-	-	-	17,60	CAUA	112,2	96,3	77,0	0,80	1,92	0,61	43,00	98,8	0,035	0,034	1,70	Veldig god til utmerket

w_i	In-situ vanninnhold	Prøvekvalitet:	1 Meget god, utmerket
w_l	Flytegrense	NGF Melding 2	2 God, brukbar
w_p	Utrullingsgrense		3 Dårlig
Ip	Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$		4 Svært dårlig
p'_{0v}	In-situ vertikal effektivspenning		
σ'_{ac}	Vertikal konsolideringsspenning		
σ'_{rc}	Horisontal konsolideringsspenning		
ε_{vol}	Volumetrisk tøyning ved konsolidering		
ε_{ac}	Vertikal tøyning ved konsolidering		
B	Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$		
τ_f	Skjærspenning ved brudd		
u_f	Poretrykk i prøven ved brudd		
ε_f	Vertikal tøyning ved brudd		
$\Delta e/e_0$	$\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$		

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

19.01.2025 Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING											
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	w_i	w_l	w_p	**Ip**	**Leir Innh.**	γ_{tot}	**Type forsøk**	p'_{0v}	σ'_{ac}	σ'_{rc}	K_0'	ε_{vol}	ε_{ac}	w_c	**B**	$\Delta e/e_0$	$\Delta e/e_0$	**OCR**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_107	75	2-A-1	3,43	Leire	21,50	-	-	8,0	23,3	20,40	CAUA	46,1	47,9	57,4	1,20	0,84	0,28	21,00	99,0	0,022	0,023	3,70	Veldig god til utmerket
CBZ_107	75	3-A-1	4,37	Moreneleire	20,70	-	-	11,0	-	20,50	CAUA	56,2	60,0	72,0	1,20	2,42	0,48	19,30	98,8	0,067	0,068	3,50	Dårlig
CBZ_107	75	3-A-2	4,43	Leire	32,70	-	-	11,0	-	19,10	CAUP	56,8	60,0	72,0	1,20	1,02	0,30	32,00	99,4	0,022	0,021	3,50	Veldig god til utmerket
CBZ_107	75	5-A-1	6,23	Leire	34,80	-	-	22,0	40,2	18,50	CAUA	78,5	82,4	90,5	1,10	1,22	0,17	34,00	99,1	0,025	0,023	2,90	Veldig god til utmerket
CBZ_107	75	5-A-2	6,50	Leire	32,80	-	-	22,0	40,2	18,50	CAUA	80,9	83,7	58,6	0,70*	0,95	0,58	32,10	99,1	0,020	0,021	2,90	Veldig god til utmerket
CBZ_107	75	6-A-1	7,43	Leire	45,90	-	-	21,0	37,5	17,40	CAUA	88,4	91,7	100,9	1,10	1,52	0,46	44,70	99,3	0,027	0,026	2,90	Veldig god til utmerket
CBZ_107	75	6-A-2	7,65	Leire	38,90	-	-	21,0	37,5	18,20	CAUA	90,1	93,2	139,8	1,50*	4,51	0,05	35,50	100,0	0,087	0,087	2,90	Dårlig
CBZ_107	75	9-A-1	10,43	Leire	39,10	-	-	23,0	-	17,90	CAUA	118,6	121,5	115,4	0,95	1,19	0,61	38,20	98,8	0,023	0,023	3,00	Veldig god til utmerket
CBZ_107	75	9-A-2	10,63	Leire	44,40	-	-	23,0	-	17,80	CAUP	120,2	123,0	116,9	0,95	1,50	0,62	43,20	99,1	0,027	0,027	3,00	Veldig god til utmerket

w_i	In-situ vanninnhold
w_l	Flytegrense
w_p	Utrullingsgrense
Ip	Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$
p'_{0v}	In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac}	Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc}	Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol}	Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac}	Vertikal tøyning ved konsolidering
B	Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f	Skjærspenning ved brudd
u_f	Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f	Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$	$\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

NB: p'0v i sylinder 5 og 6 inkluderer 5 % påslag for å hensynta effekt av overliggende skråning. For sylinder 9 er påslaget 10 %. I sylinder 2 og 3 er det ingen effekt av skråning.

*** CAUA i dybde 6,50 og i dybde 7,65 m er utført som testforsøk med henholdsvis for lav og for høy K_0'**

Prøvekvalitet: NGF Melding 2

1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	**God til brukbar**	**Dårlig**	**Veldig dårlig**
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

28.07.2024 **Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby**

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	w_i	w_l	w_p	**Ip**	**Leir Innh.**	γ_{tot}	**Type forsøk**	p'_{0v}	σ'_{ac}	σ'_{rc}	K_0'	ε_{vol}	ε_{ac}	w_c	**B**	$\Delta e/e_0$	$\Delta e/e_0$	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_122	75	2-A-1	1,50	Leire	17,70	-	-	6,0	26,1	21,40	CAUA	19,3	18,3	27,5	1,50	0,61	0,11	17,40	99,1	0,019	0,017	15+	Veldig god til utmerket
CBZ_122	75	4-A-1	4,23	Leire	32,40	-	-	16,0	41,7	18,70	CAUA	40,3	31,3	39,1	1,25	0,21	0,28	32,30	99,4	0,005	0,003	10,00	Veldig god til utmerket
CBZ_122	75	4-A-2	4,57	Leire	33,60	-	-	16,0	41,7	18,80	CAUP	42,2	35,1	43,9	1,25	0,32	0,13	33,30	99,4	0,007	0,009	10,00	Veldig god til utmerket
CBZ_122	75	6-A-1	6,23	Leire	37,10	-	-	19,0	48,1	18,20	CAUA	54,4	45,3	47,6	1,05	0,30	0,27	36,90	99,5	0,006	0,005	8,00	Veldig god til utmerket
CBZ_122	75	6-A-2	6,60	Leire	34,30	-	-	19,0	48,1	18,50	CAUP	57,5	49,2	51,7	1,05	0,27	0,12	34,10	98,4	0,006	0,006	8,00	Veldig god til utmerket
										NB: For sylinder 4 og 6, inkluderer p'0v 15 % påslag for å hensynta effekt av overliggende skråning.												

w_i	In-situ vanninnhold
w_l	Flytegrense
w_p	Utrullingsgrense
Ip	Plastisitetsindeks, Ip = w_l - w_p
p'_{0v}	In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac}	Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc}	Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol}	Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac}	Vertikal tøyning ved konsolidering
B	Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f	Skjærspenning ved brudd
u_f	Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f	Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$	$\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

Prøvekvalitet: NGF Melding 2

1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	**God til brukbar**	**Dårlig**	**Veldig dårlig**
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

27.07.24 **Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby**

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	**w_i**	**w_l**	**w_p**	**Ip**	**Leir Innh.**	**γ_{tot}**	**Type forsøk**	**p'_{0v}**	**σ'_{ac}**	**σ'_{rc}**	**K_0'**	**ε_{vol}**	**ε_{ac}**	**w_c**	**B**	**$\Delta e/e_0$**	**$\Delta e/e_0$**	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_149	72	3-A-1	5,27	Leire	23,70	-	-	-	-	19,90	CAUA	69,4	64,1	59,0	0,92	0,82	0,38	23,20	99,3	0,021	0,021	4,50	God til brukbar
CBZ_149	72	6-A-1	9,53	Leire	30,10	-	-	-	-	19,10	CAUA	110,5	101,3	84,4	0,83	1,35	0,47	29,20	99,0	0,030	0,030	3,20	God til brukbar
CBZ_149	72	7-A-1	10,53	Leire	28,80	-	-	-	-	19,10	CAUA	119,4	110,8	89,7	0,81	0,98	0,50	28,10	99,1	0,022	0,024	3,00	Veldig god til utmerket
											NB: p'_{0v} inkluderer 5 % påslag for å hensynta effekt av overliggende skråning.												

w_i In-situ vanninnhold
w_l Flytegrense
w_p Utrullingsgrense
Ip Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$
p'_{0v} In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac} Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc} Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol} Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac} Vertikal tøyning ved konsolidering
B Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f Skjærspenning ved brudd
u_f Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$ $\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

Prøvekvalitet: NGF Melding 2

1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	**God til brukbar**	**Dårlig**	**Veldig dårlig**
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

09.01.2025 Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	**w_i**	**w_l**	**w_p**	**Ip**	**Leir Innh.**	**γ_{tot}**	**Type forsøk**	**p'_{0v}**	**σ'_{ac}**	**σ'_{rc}**	**K_0'**	**ε_{vol}**	**ε_{ac}**	**w_c**	**B**	**$\Delta e/e_0$**	**$\Delta e/e_0$**	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_150	75	4-A-1	4,53	Moreneleire	11,60	-	-	8,0	20,3	22,40	CAUA	112,0	79,5	103,3	1,30	1,76	0,54	10,70	95,4	0,073	0,078	5,50	Veldig dårlig
CBZ_150	75	4-A-2	4,27	Moreneleire	14,50	-	-	8,0	20,3	21,80	CAUP	105,6	76,9	99,9	1,30	1,25	0,49	13,90	98,9	0,044	0,041	5,80	Dårlig
CBZ_150	75	5-A-1	5,17	Moreneleire	12,80	-	-	13,0	-	22,30	CAUA	127,9	92,1	110,5	1,20	1,53	0,42	12,00	95,0	0,059	0,063	4,60	Dårlig
CBZ_150	75	5-A-2	5,43	Moreneleire	15,00	-	-	13,0	-	21,90	CAUA	134,2	97,1	116,5	1,20	1,15	0,46	14,40	95,8	0,039	0,040	4,20	Dårlig
CBZ_150	75	7-A-1	7,53	Moreneleire	15,60	-	-	11,0	11,4	21,80	CAUA	160,2	123,9	130,0	1,05	3,80	0,98	13,70	95,7	0,127	0,122	3,30	Veldig dårlig
CBZ_150	75	9-A-1	9,55	Leire	22,60	-	-	14,0	25,8	20,10	CAUA	167,8	153,8	153,8	1,00	1,77	0,48	21,50	97,1	0,046	0,049	2,70	God til brukbar
CBZ_150	75	9-A-2	9,40	Leire	22,40	-	-	14,0	25,8	20,00	CAUP	166,5	153,8	152,8	0,99	2,30	0,70	21,00	98,0	0,060	0,062	2,70	Dårlig
CBZ_150	75	10-A-1	10,62	Leire	34,20	-	-	21,0	37,1	18,40	CAUA	173,0	142,2	140,2	0,99	1,88	0,58	32,90	98,9	0,039	0,038	2,60	God til brukbar
CBZ_150	75	10-A-2	10,45	Leire	35,40	-	-	21,0	37,1	18,30	CAUP	171,7	140,1	140,1	1,00	4,86	0,23	31,90	98,6	0,098	0,099	2,60	Dårlig

w_i	In-situ vanninnhold
w_l	Flytegrense
w_p	Utrullingsgrense
Ip	Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$
p'_{0v}	In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac}	Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc}	Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol}	Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac}	Vertikal tøyning ved konsolidering
B	Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f	Skjærspenning ved brudd
u_f	Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f	Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$	$\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

NB: p'0v i sylinder 4 og 5 inkluderer 15 % påslag for å hensynta effekt av overliggende skråning. For sylinder 7, 9 og 10 er påslaget 10-13 %.

Prøvekvalitet: NGF Melding 2

1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	**God til brukbar**	**Dårlig**	**Veldig dårlig**
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

4.1.2025 **Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby**

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	**w_i**	**w_l**	**w_p**	**Ip**	**Leir Innh.**	**γ_{tot}**	**Type forsøk**	**p'_{0v}**	**σ'_{ac}**	**σ'_{rc}**	**K_0'**	**ε_{vol}**	**ε_{ac}**	**w_c**	**B**	**$\Delta e/e_0$**	**$\Delta e/e_0$**	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_155	75	2-A-1	6,52	Leire	23,10	-	-	10,0	27,0	20,20	CAUA	104,8	96,0	67,2	0,70	2,21	1,11	21,80	98,9	0,057	0,056	1,90	God til brukbar
CBZ_155	75	9-A-1	16,52	Leire	33,70	-	-	16,0	39,6	18,70	CAUA	219,1	213,5	138,8	0,65	2,65	1,78	31,90	99,3	0,055	0,053	1,50	God til brukbar
CBZ_155	75	9-A-2	16,37	Leire	35,40	-	-	16,0	39,6	18,70	CAUP	217,7	211,5	137,5	0,65	2,61	1,66	33,60	99,7	0,053	0,051	1,50	God til brukbar
CBZ_155	75	10-A-1	17,57	Leire	35,80	-	-	12,0	-	18,30	CAUA	227,8	220,1	143,3	0,65	4,48	1,99	32,60	100,0	0,090	0,089	1,40	Dårlig
CBZ_155	75	10-A-2	17,42	Leire	33,70	-	-	12,0	-	18,70	CAUP	226,7	220,4	143,2	0,65	5,36	2,40	30,00	99,2	0,111	0,110	1,40	Dårlig

w_i In-situ vanninnhold

w_l Flytegrense

w_p Utrullingsgrense

Ip Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$

p'_{0v} In-situ vertikal effektivspenning

σ'_{ac} Vertikal konsolideringsspenning

σ'_{rc} Horisontal konsolideringsspenning

ε_{vol} Volumetrisk tøyning ved konsolidering

ε_{ac} Vertikal tøyning ved konsolidering

B Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$

τ_f Skjærspenning ved brudd

u_f Poretrykk i prøven ved brudd

ε_f Vertikal tøyning ved brudd

$\Delta e/e_0$ $\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

Prøvekvalitet: NGF Melding 2

1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

03.01.2025 Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	Prøve diameter	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w_i	w_l	w_p	Ip	Leir Innh.	γ_{tot}	Type forsøk	p'_{0v}	σ'_{ac}	σ'_{rc}	K_0'	ε_{vol}	ε_{ac}	w_c	B	$\Delta e/e_0$	$\Delta e/e_0$	OCR fra CPT	Prøve kvalitet
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_156	75	3-A-1	5,33	Leire, sandig	17,70	-	-	5,0	24,2	21,20	CAUA	91,3	85,4	89,7	1,05	1,67	0,17	16,80	98,7	0,051	0,051	3,20	Dårlig
CBZ_156	75	5-A-1	9,40	Moreneleire	17,50	-	-	5,0	18,7	21,30	CAUA	140,9	124,9	112,4	0,90	1,90	0,64	16,50	99,0	0,058	0,057	2,10	Dårlig
CBZ_156	75	6-A-1	10,37	Moreneleire	21,70	-	-	10,0	17,3	20,50	CAUA	153,3	147,1	127,9	0,87	2,39	0,60	20,30	98,9	0,064	0,065	1,90	God til brukbar
CBZ_156	75	6-A-2	10,50	Moreneleire	22,00	-	-	10,0	17,3	20,40	CAUP	155,2	148,6	129,3	0,87	2,40	0,49	20,60	99,1	0,064	0,064	1,90	God til brukbar
CBZ_156	75	8-A-1	14,57	Leire	35,90	-	-	5,0	25,3	18,50	CAUA	205,0	178,0	137,0	0,77	1,50	0,92	34,80	98,7	0,030	0,031	1,60	Veldig god til utmerket
										NB: p'0v i sylinder 3 inkluderer 15 % påslag for å hensynta effekt av overliggende skråning. For sylinder 5 og 6 er påslaget 10 %. For sylinder 8 er påslaget 8 %												

w_i	In-situ vanninnhold
w_l	Flytegrense
w_p	Utrullingsgrense
Ip	Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$
p'_{0v}	In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac}	Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc}	Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol}	Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac}	Vertikal tøyning ved konsolidering
B	Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f	Skjærspenning ved brudd
u_f	Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f	Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$	$\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

Prøvekvalitet: NGF Melding 2

1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$ [4]			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

07.01.2025 Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	**w_i**	**w_l**	**w_p**	**Ip**	**Leir Innh.**	**γ_{tot}**	**Type forsøk**	**p'_{0v}**	**σ'_{ac}**	**σ'_{rc}**	**K_0'**	**ε_{vol}**	**ε_{ac}**	**w_c**	**B**	**$\Delta e/e_0$**	**$\Delta e/e_0$**	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_302	75	5-A-1	5,37	Leire	34,80	-	-	21,0	38,5	18,60	CAUA	64,6	52,4	39,3	0,75	1,18	0,64	33,90	99,4	0,024	0,026	3,10	Veldig god til utmerket
CBZ_302	75	8-A-1	8,33	Leire	51,30	-	-	-	18,5	17,00	CAUA	110,4	101,6	66,0	0,65	3,09	1,79	48,70	99,1	0,053	0,051	1,90	God til brukbar
CBZ_302	75	10-A-1	10,23	Leire	55,90	-	-	36,0	46,3	16,40	CAUA	121,2	116,0	69,6	0,60	1,78	1,27	54,20	100,0	0,029	0,030	1,80	Veldig god til utmerket
CBZ_302	75	10-A-2	10,62	Leire	57,90	-	-	36,0	46,3	16,50	CAUA	123,4	120,4	120,4	1,00	3,44	0,70	54,70	97,8	0,056	0,055	1,80	God til brukbar
CBZ_302	75	13-A-1	13,27	Leire	34,40	-	-	26,0	33,7	18,50	CAUA	140,5	140,3	84,2	0,60	2,79	1,69	32,40	99,2	0,057	0,058	1,60	God til brukbar
CBZ_302	75	13-A-2	13,53	Leire	35,60	-	-	26,0	33,7	18,30	CAUP	142,4	142,7	85,6	0,60	2,75	1,69	33,60	98,1	0,056	0,056	1,60	God til brukbar
CBZ_302	75	16-A-1	17,37	Leire	23,90	-	-	17,0	29,4	19,80	CAUA	176,4	173,0	100,3	0,58	2,77	1,58	22,20	98,7	0,070	0,071	1,40	Dårlig
CBZ_302	75	16-A-2	17,59	Leire	25,50	-	-	17,0	29,4	19,70	CAUP	178,7	175,2	101,6	0,58	2,02	1,47	24,30	98,3	0,049	0,047	1,40	God til brukbar
CBZ_302	75	21-A-1	27,43	Leire	34,00	-	-	17,0	40,4	18,60	CAUA	281,7	266,3	154,5	0,58	2,66	1,44	32,20	98,5	0,055	0,053	1,20	God til brukbar

w_i In-situ vanninnhold
w_l Flytegrense
w_p Utrullingsgrense
Ip Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$
p'_{0v} In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac} Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc} Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol} Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac} Vertikal tøyning ved konsolidering
B Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f Skjærspenning ved brudd
u_f Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$ $\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

Prøvekvalitet: NGF Melding 2
1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

NB: CAUA i 10-A-2 er utført som testforsøk med for høy K0, for å undersøke effekt av dette

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	**God til brukbar**	**Dårlig**	**Veldig dårlig**
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

07.01.2025 Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	**w_i**	**w_l**	**w_p**	**Ip**	**Leir Innh.**	**γ_{tot}**	**Type forsøk**	**p'_{0v}**	**σ'_{ac}**	**σ'_{rc}**	**K_0'**	**ε_{vol}**	**ε_{ac}**	**w_c**	**B**	**$\Delta e/e_0$**	**$\Delta e/e_0$**	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_303	72	1-A-1	2,28	Tørrskorpe	27,40	-	-	21,0	-	19,50	CAUA	42,0	32,1	30,1	0,94	-0,18	0,07	27,50	99,1	#####	-0,004	-	-
CBZ_303	72	7-A-1	9,48	Leire	47,00	-	-	25,0	-	17,30	CAUA	139,5	122,1	84,2	0,69	1,89	0,96	45,50	97,7	0,033	0,032	1,90	Veldig god til utmerket
CBZ_303	72	9-A-1	12,48	Sandig leire	19,00	-	-	15,0	-	20,90	CAUA	164,3	146,8	92,5	0,63	2,39	1,23	17,70	98,9	0,070	0,068	2,20	Dårlig
CBZ_303	72	10-A-1	15,48	Sandig leire	16,70	-	-	10,0	13,8	21,40	CAUA	195,9	172,7	103,7	0,60	1,82	1,08	15,70	95,0	0,058	0,060	1,50	God til brukbar

w_i	In-situ vanninnhold
w_l	Flytegrense
w_p	Utrullingsgrense
Ip	Plastisitetsindeks, Ip = w_l - w_p
p'_{0v}	In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac}	Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc}	Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol}	Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac}	Vertikal tøyning ved konsolidering
B	Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f	Skjærspenning ved brudd
u_f	Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f	Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$	$\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

Prøvekvalitet: NGF Melding 2

1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	**God til brukbar**	**Dårlig**	**Veldig dårlig**
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

05.08.2024 **Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby**

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	**w_i**	**w_l**	**w_p**	**Ip**	**Leir Innh.**	**γ_{tot}**	**Type forsøk**	**p'_{0v}**	**σ'_{ac}**	**σ'_{rc}**	**K_0'**	**ε_{vol}**	**ε_{ac}**	**w_c**	**B**	**$\Delta e/e_0$**	**$\Delta e/e_0$**	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_349	72	5-A-1	5,46	Leire	33,10	-	-	19,0	-	18,80	CAUA	102,1	82,9	78,8	0,95	0,93	0,24	32,40	98,8	0,020	0,021	2,40	Veldig god til utmerket
CBZ_349	72	9-A-1	9,47	Leire	50,20	-	-	24,0	-	17,00	CAUA	145,5	126,1	90,8	0,72	1,14	0,51	49,20	99,2	0,020	0,020	2,00	Veldig god til utmerket
CBZ_349	72	11-A-1	11,43	Leire	41,90	-	-	18,0	-	17,80	CAUA	160,2	146,0	95,7	0,66	1,39	0,93	40,80	99,1	0,026	0,026	1,70	Veldig god til utmerket
CBZ_349	72	14-A-1	17,53	Leire	26,20	-	-	12,0	-	19,70	CAUA	217,4	194,4	112,8	0,58	2,12	1,41	24,90	98,8	0,051	0,050	1,40	God til brukbar
CBZ_349	72	16-A-1	20,43	Moreneleir	20,60	-	-	7,0	19,6	21,00	CAUA	247,6	219,4	127,3	0,58	3,30	1,75	18,70	96,9	0,091	0,092	1,30	Dårlig

w_i	In-situ vanninnhold
w_l	Flytegrense
w_p	Utrullingsgrense
Ip	Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$
p'_{0v}	In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac}	Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc}	Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol}	Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac}	Vertikal tøyning ved konsolidering
B	Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f	Skjærspenning ved brudd
u_f	Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f	Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$	$\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

Prøvekvalitet: NGF Melding 2

1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$ [4]			
	Veldig god til utmerket	**God til brukbar**	**Dårlig**	**Veldig dårlig**
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

25.1.2025 Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	Prøve diameter	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w_i	w_l	w_p	Ip	Leir Innh.	γ_{tot}	Type forsøk	p'_{0v}	σ'_{ac}	σ'_{rc}	K_0'	ε_{vol}	ε_{ac}	w_c	B	$\Delta e/e_0$	$\Delta e/e_0$	OCR	Prøve kvalitet
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_376	75	1-A-1	3,43	Leire/tørrskorpe	44,30	-	-	27,0	-	17,90	CAUA	45,3	38,6	32,8	0,85	1,07	0,56	43,40	99,1	0,020	0,020	4,40	God til brukbar
CBZ_376	75	3-A-1	7,43	Leire	26,00	-	-	9,0	-	19,90	CAUA	83,6	77,0	57,8	0,75	1,48	0,78	25,00	99,2	0,036	0,038	3,00	God til brukbar
CBZ_376	75	6-A-1	14,50	Leire	35,80	-	-	23,0	-	18,40	CAUA	172,6	149,8	104,9	0,70	1,16	0,61	35,00	99,0	0,023	0,022	1,80	Veldig god til utmerket
CBZ_376	75	7-A-1	16,32	Leire	39,60	-	-	21,0	-	18,10	CAUA	192,9	166,2	116,3	0,70	1,87	1,15	38,10	98,8	0,036	0,038	1,70	Veldig god til utmerket

w_i In-situ vanninnhold
w_l Flytegrense
w_p Utrullingsgrense
Ip Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$
p'_{0v} In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac} Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc} Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol} Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac} Vertikal tøyning ved konsolidering
B Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f Skjærspenning ved brudd
u_f Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$ $\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

NB: p'0v i sylinder 1 inkluderer 18 % påslag for å hensynta effekt av overliggende skråning. For sylinder 3 er påslaget 11 %. For sylinder 6 og 7 er påslaget 7 %.

Prøvekvalitet: NGF Melding 2
1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$[4]			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

30.07.2024 **Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby**

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	w_i	w_l	w_p	**Ip**	**Leir Innh.**	γ_{tot}	**Type forsøk**	p'_{0v}	σ'_{ac}	σ'_{rc}	K_0'	ε_{vol}	ε_{ac}	w_c	**B**	$\Delta e/e_0$	$\Delta e/e_0$	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_379	72	1-A-1	4,46	Silt	26,50	-	-	12,0	-	19,80	CAUA	80,7	77,6	77,6	1,00	1,80	0,19	25,40	97,9	0,043	0,042	2,50	God til brukbar
CBZ_379	72	6-A-1	10,47	Leire	37,00	-	-	19,0	-	18,30	CAUA	133,8	122,9	81,1	0,66	1,93	0,84	35,60	99,1	0,038	0,038	1,60	Veldig god til utmerket
CBZ_379	72	8-A-1	14,34	Leire	19,70	-	-	11,0	-	20,50	CAUA	171,9	158,8	98,5	0,62	4,21	2,33	17,30	98,8	0,120	0,122	1,50	Dårlig

w_i In-situ vanninnhold
w_l Flytegrense
w_p Utrullingsgrense
Ip Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$
p'_{0v} In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac} Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc} Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol} Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac} Vertikal tøyning ved konsolidering
B Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f Skjærspenning ved brudd
u_f Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$ $\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

Prøvekvalitet: NGF Melding 2
1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$ [4]			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

26.07.2024 **Borregaard - Faresoneutredning Platået, del 1 - Helgeby**

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

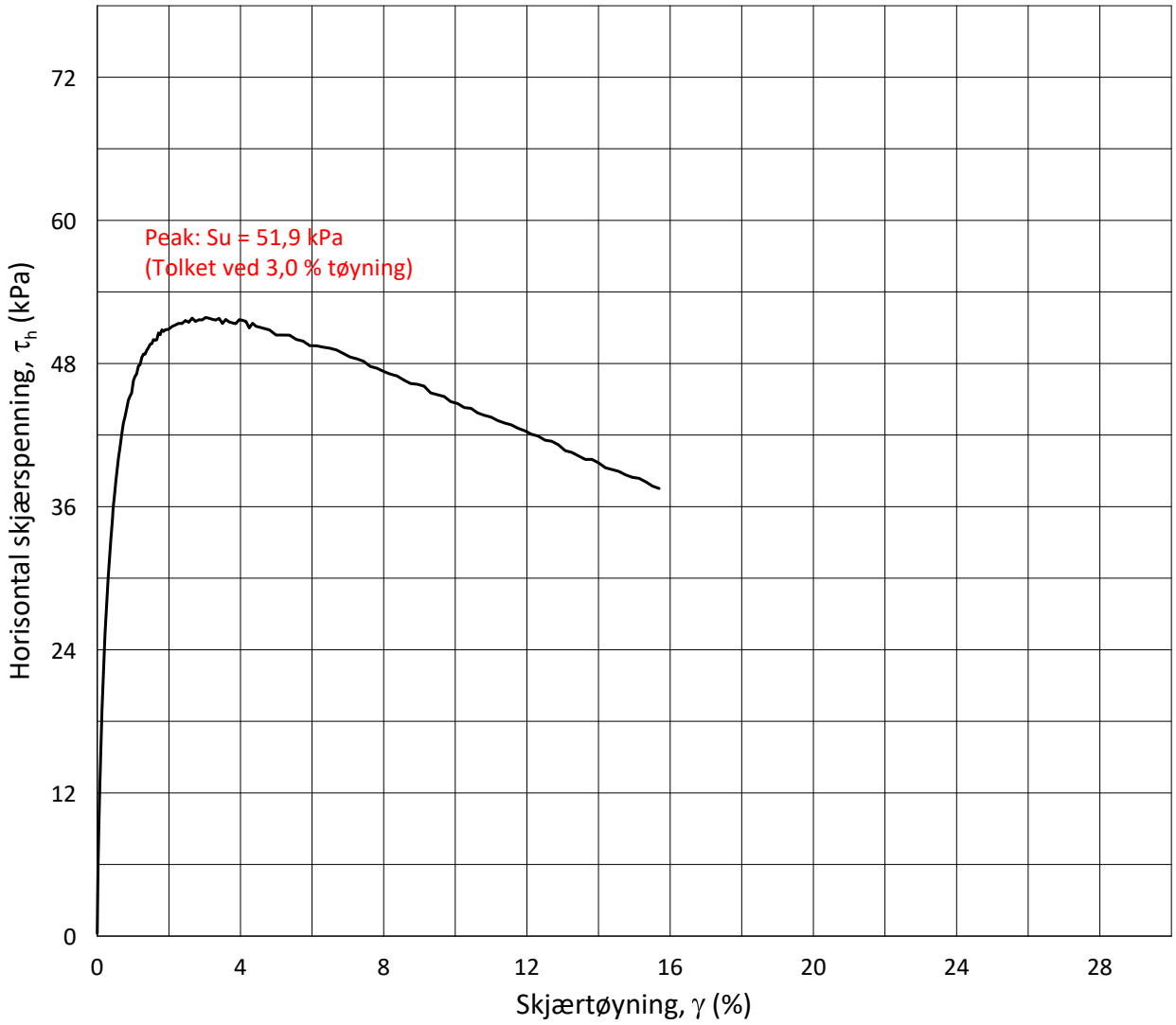
PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												
Hull nr.	**Prøve diameter**	**Sylinder Del**	**Dybde**	**Jordart**	w_i	w_l	w_p	**Ip**	**Leir Innh.**	γ_{tot}	**Type forsøk**	p'_{0v}	σ'_{ac}	σ'_{rc}	K_0'	ε_{vol}	ε_{ac}	w_c	**B**	$\Delta e/e_0$	$\Delta e/e_0$	**OCR fra CPT**	**Prøve kvalitet**
	mm		*m*		*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m³*		*kPa*	*kPa*	*kPa*		*%*	*%*	*%*	*%*				
CBZ_450	72	5-A-1	9,50	Leire	32,40	-	-	-	-	18,60	CAUA	158,6	142,5	98,3	0,69	2,97	1,09	30,30	99,3	0,063	0,065	1,60	God til brukbar
CBZ_450	72	7-A-1	12,50	Leire	39,90	-	-	-	-	18,00	CAUA	187,9	173,8	114,7	0,66	2,86	1,47	37,70	99,0	0,055	0,055	1,50	God til brukbar

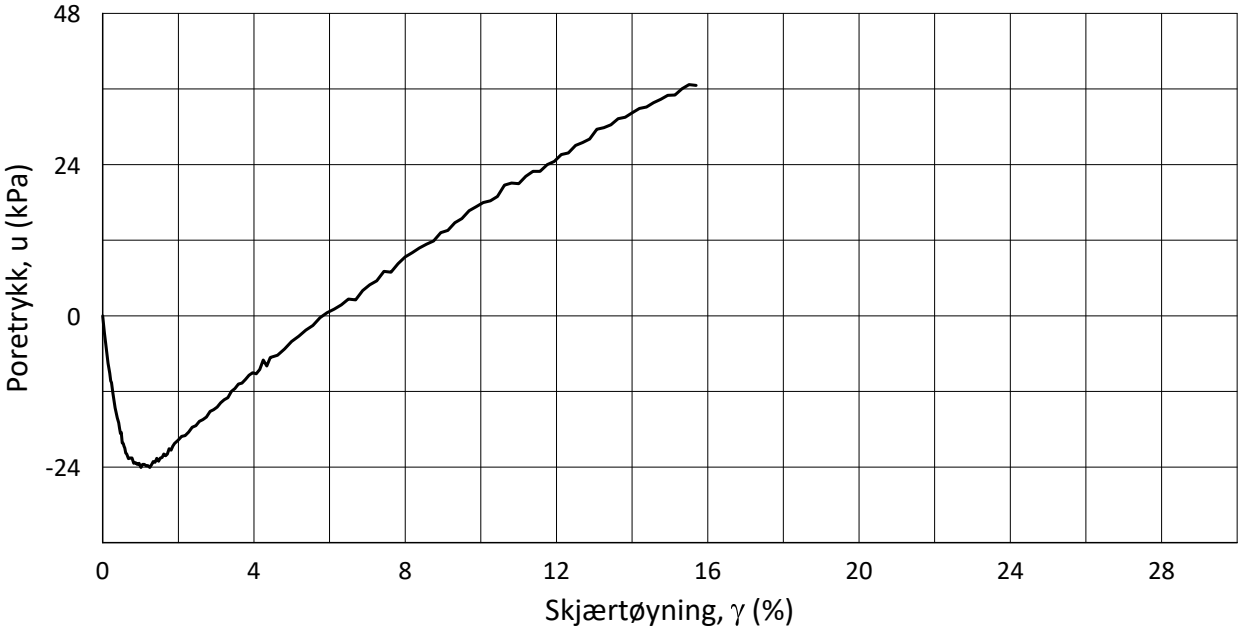
w_i In-situ vanninnhold
w_l Flytegrense
w_p Utrullingsgrense
Ip Plastisitetsindeks, $Ip = w_l - w_p$
p'_{0v} In-situ vertikal effektivspenning
σ'_{ac} Vertikal konsolideringsspenning
σ'_{rc} Horisontal konsolideringsspenning
ε_{vol} Volumetrisk tøyning ved konsolidering
ε_{ac} Vertikal tøyning ved konsolidering
B Skemptons poretrykksfaktor, $\Delta u/\sigma_m$
τ_f Skjærspenning ved brudd
u_f Poretrykk i prøven ved brudd
ε_f Vertikal tøyning ved brudd
$\Delta e/e_0$ $\Delta e = \varepsilon vol\ (1+e_i)$ og $e_i = 2.75 * w_i$

Prøvekvalitet: NGF Melding 2
1 Meget god, utmerket
2 God, brukbar
3 Dårlig
4 Svært dårlig

OCR	$\Delta e/e_0$ [4]			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1–2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2–4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4–6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

VEDLEGG 3.8: DSS-FORSØK, MED TOLKNING (ARBEIDSKURVER)





Standard: ASTM-D6528-17

Date/Rev.: 2015-01-21/01

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

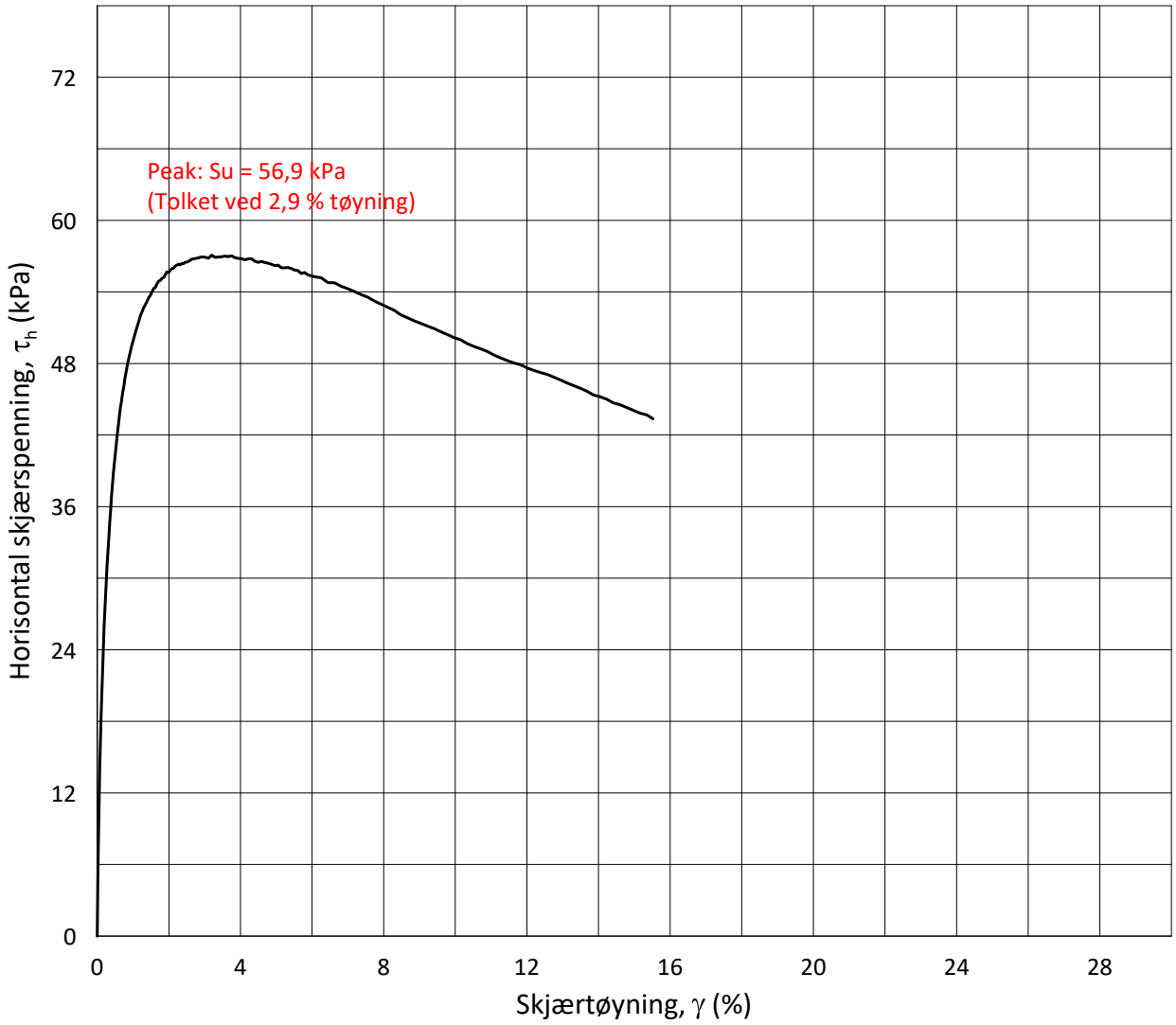
Figur nr.

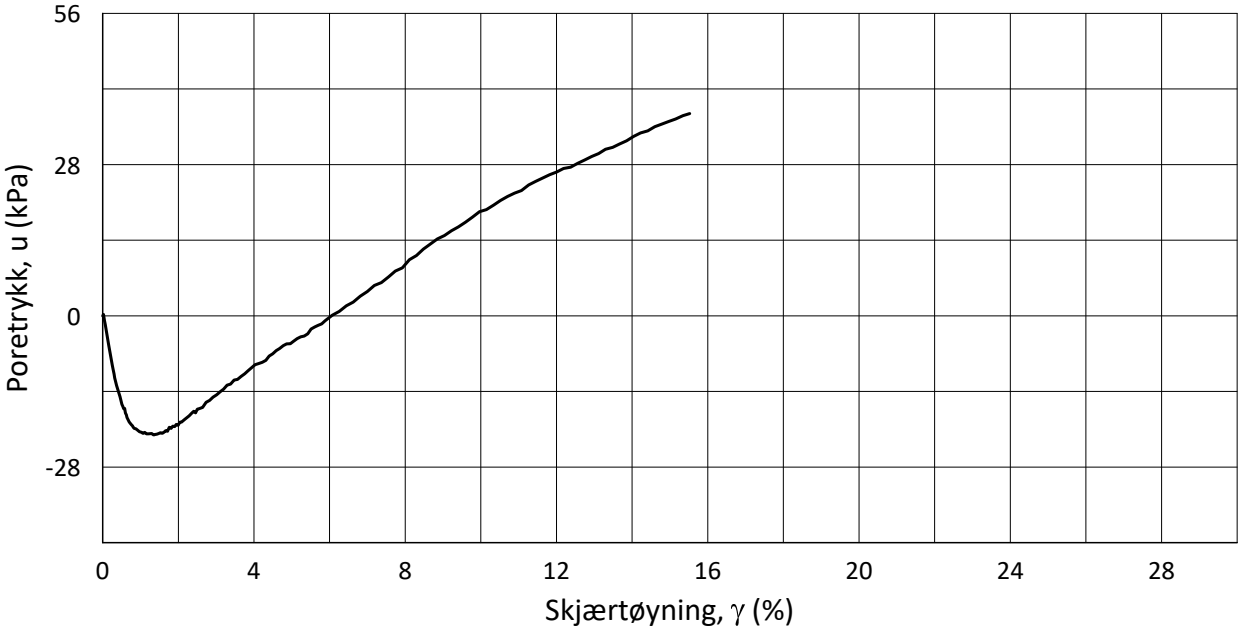
DSS test:	**DSS-CV**	Borhull:	**CBZ_149**				
Sylinder:	**6**	Dybde =	**9.50**	m	Konsolideringsspenninger		
Del:	**A**	p_0' =	**101.3**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**3**	w_i =	**28.3**	%	σ_{ac}' =	**263.4**	**0.0**	**101.7**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**24.8**	%	τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

Dato 2023-06-14 | Tegnet av JRB

NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\02_ReadyForQA\20230019-07_149_6-A-3\20230019-07_149_6-A-3_StressStrain.grf





Date/Rev.: 2015-01-21/01

Standard: ASTM-D6528-17

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

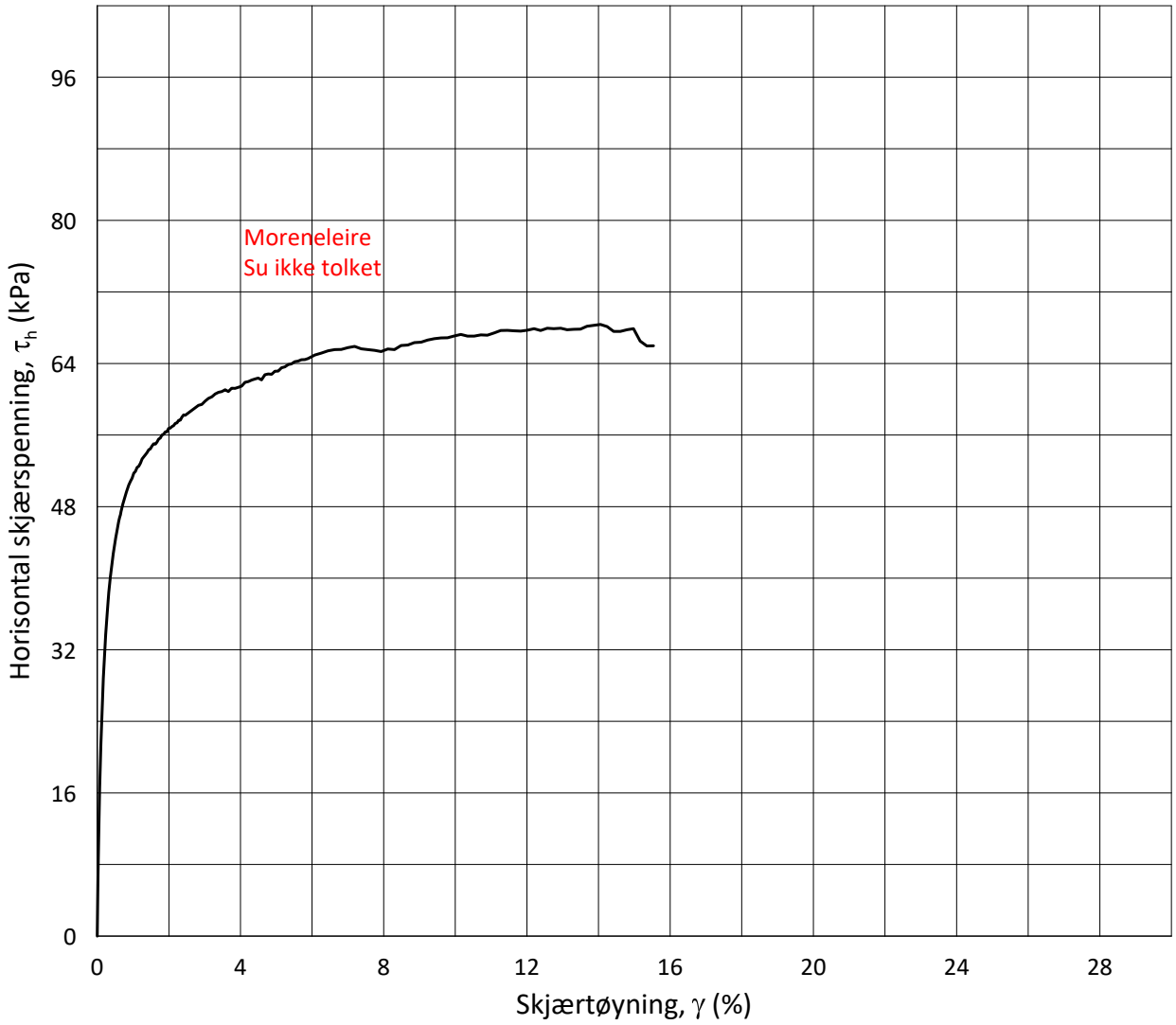
Figur nr.

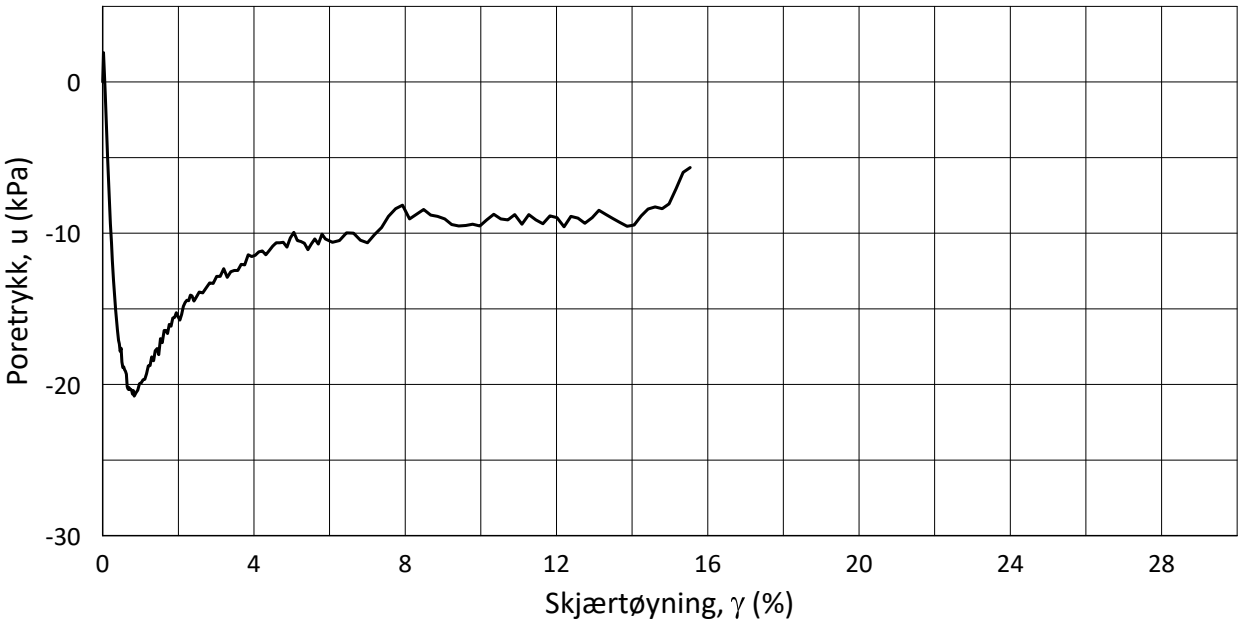
DSS test:	**DSS-CV**	Borhull:	**CBZ_149**					
Sylinder:	**7**	Dybde =	**10.50**	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	**A**	p_0' =	**110.8**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**2**	w_i =	**31.2**	%	σ_{ac}' =	**277.0**	**0.0**	**110.8**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**28.2**	%	τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

Dato 2023-06-19 | Tegnet av TAb

NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COW)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\01_InProgress\20230019-07_149_7-A-2\20230019-07_149_7-A-2_StressStrain.grf





Date/Rev.: 2015-01-21/01

Standard: N/A

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

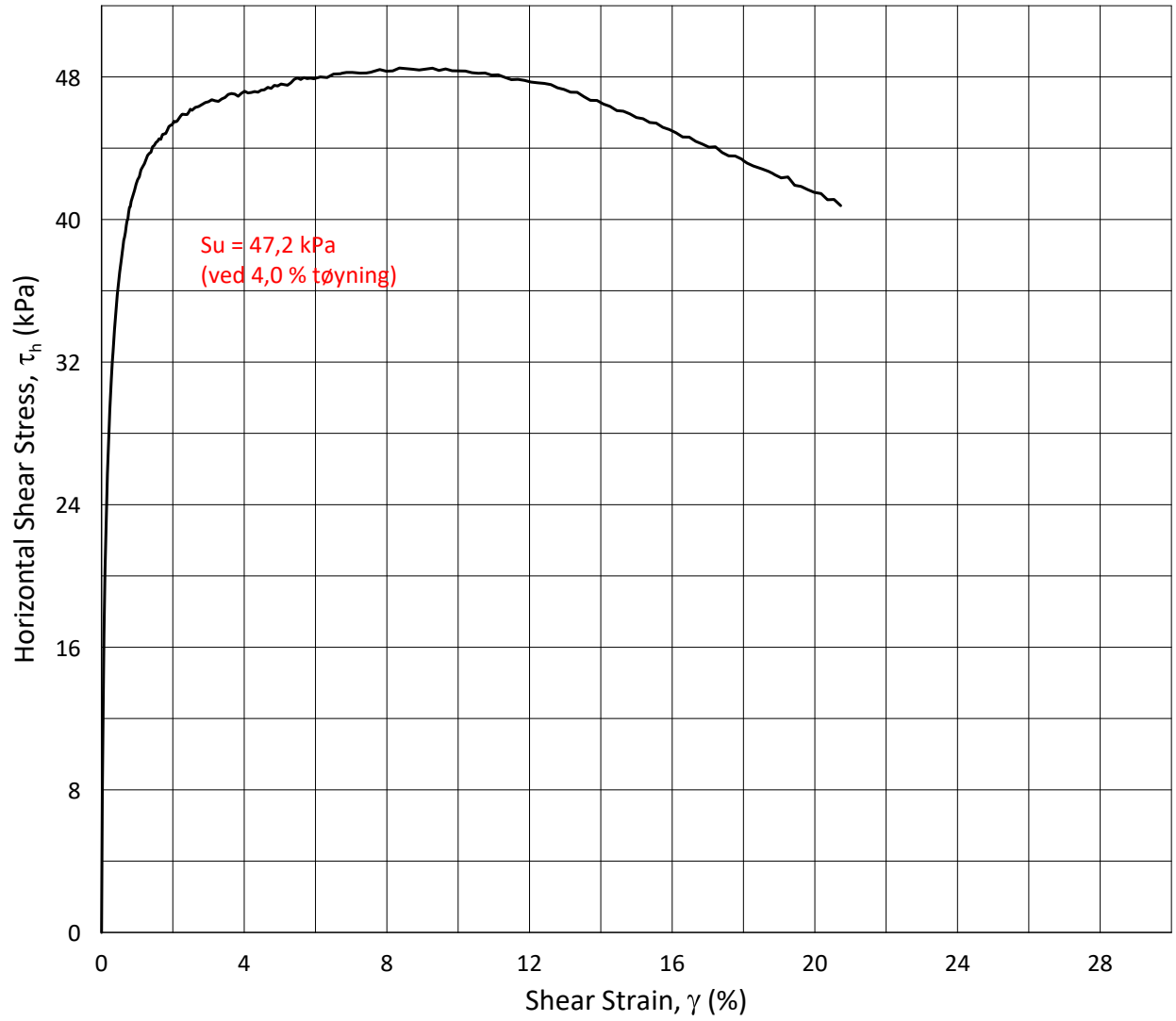
Figur nr.

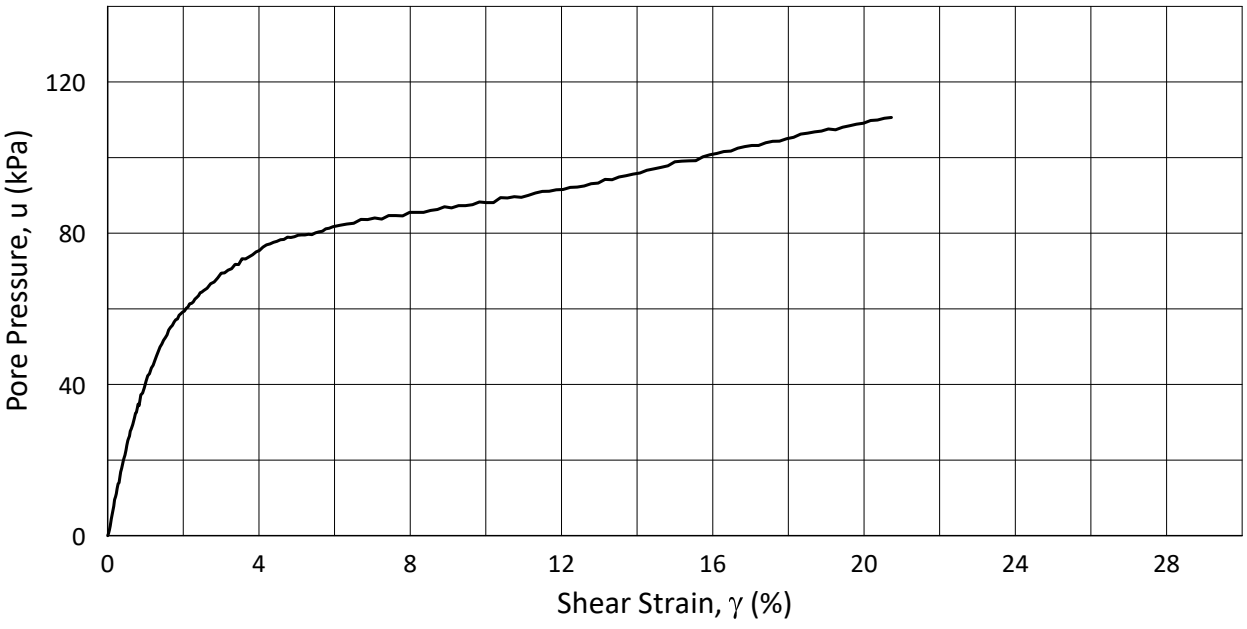
DSS test:	**DSS-CV**	Borhull:	**CBZ_156**					
Sylinder:	**4**	Dybde =	**7.50**	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	**A**	p_0' =	**105.3**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**2**	w_i =	**14.2**	%	σ_{ac}' =	**294.8**	**0.0**	**105.4**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**12.0**	%	τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

Dato 2023-06-13 | Tegnet av TAb

NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\02_ReadyForQA\20230019-07_156_4-A-2\20230019-07_156_4-A-2_StressStrain.grf





Standard: ASTM-D6528-17

Date/Rev.: 2019-03-22/02

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Document No. 20230019-07

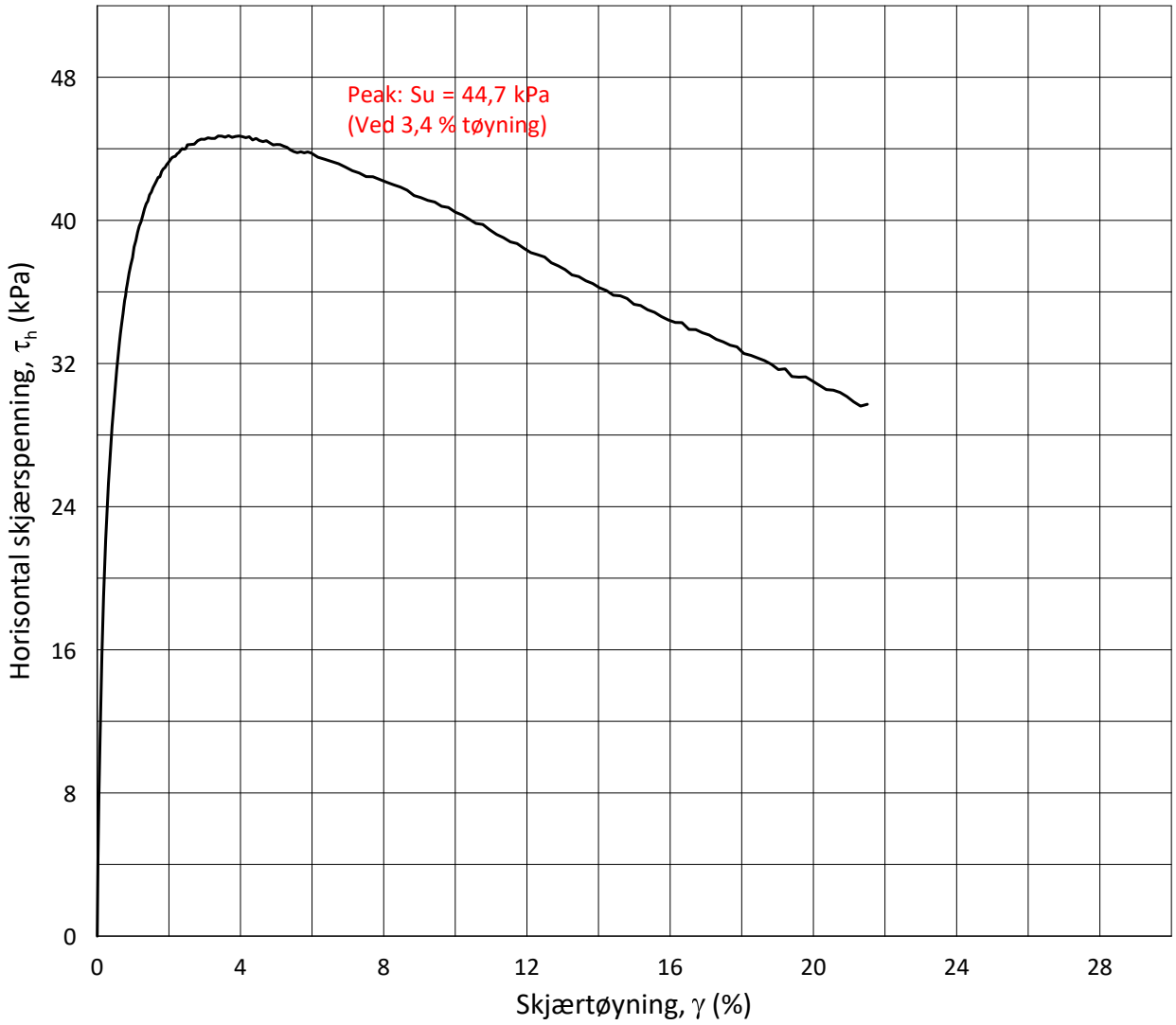
Figure No.

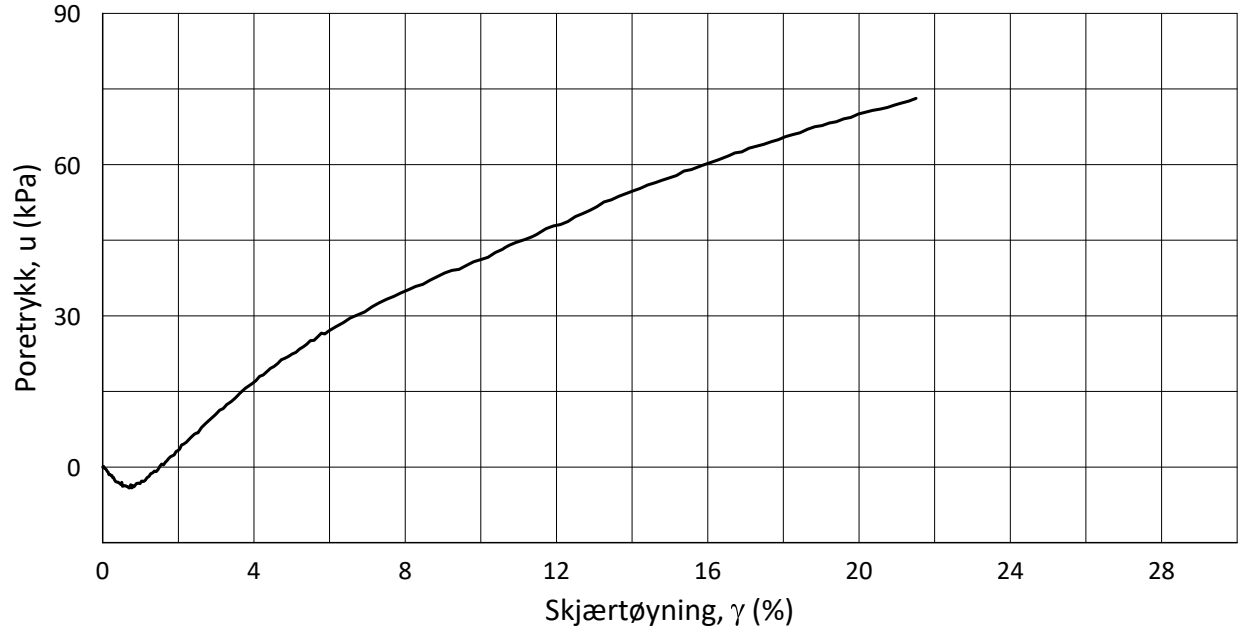
DSS test:	**DSS-CV**	Boring:	**CBZ_302**				
Tube:	**16**	Depth =	**17.50** m	Consolidation stresses			
Part:	**A**	p_0' =	**174.3** kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**4**	w_i =	**26.3** %	σ_{ac}' =	**209.2**	**0.0**	**174.5**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**24.7** %	τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

Date: 2023-03-28

Drawn by: JRB

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\01_InProgress\20230019-07_302_16-A-4\20230019-07_302_16-A-4_StressStrain.grf





Date/Rev.: 2015-01-21/01

Standard: ASTM-D6528-17

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

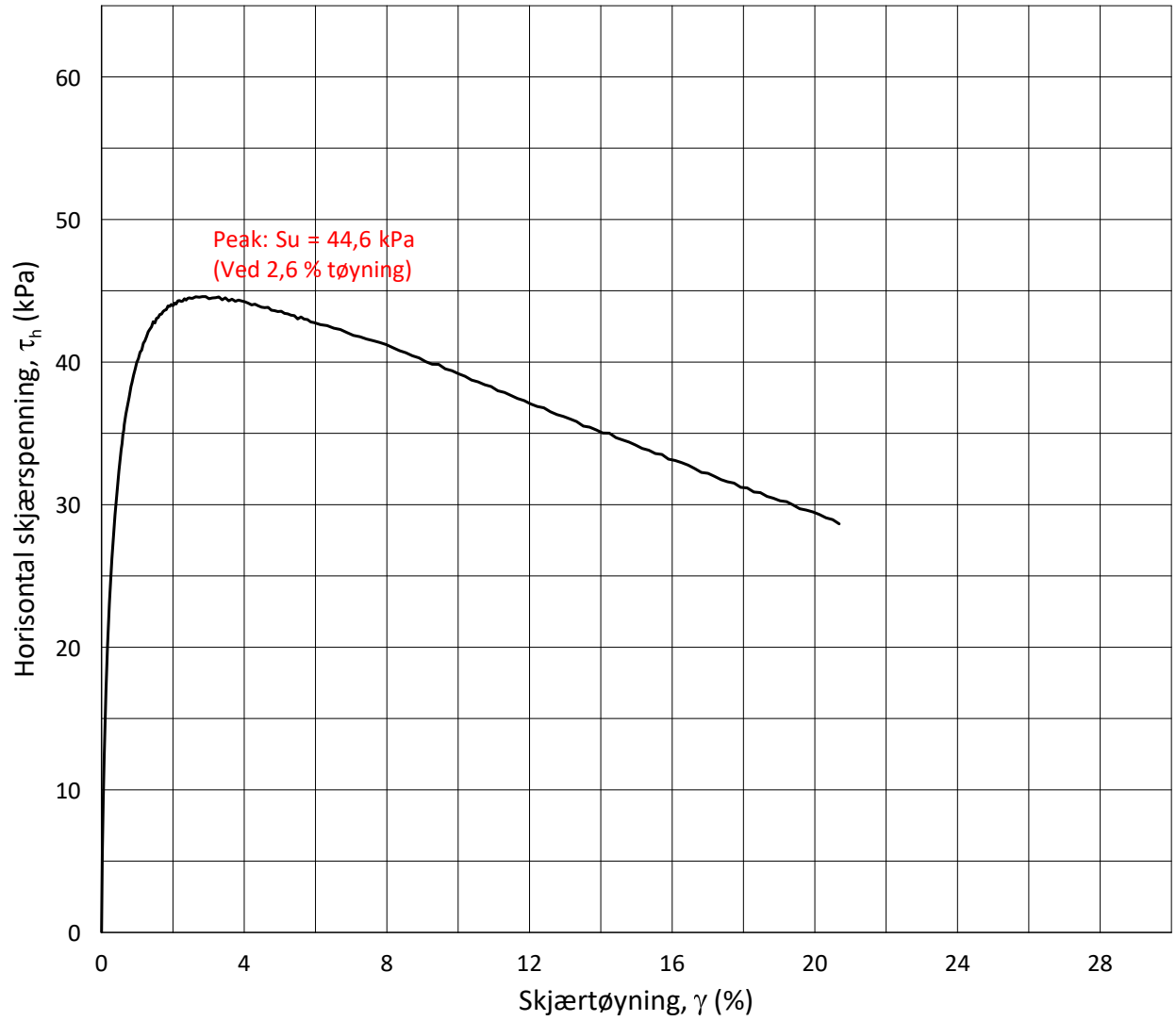
Dokument nr. 20230019-07

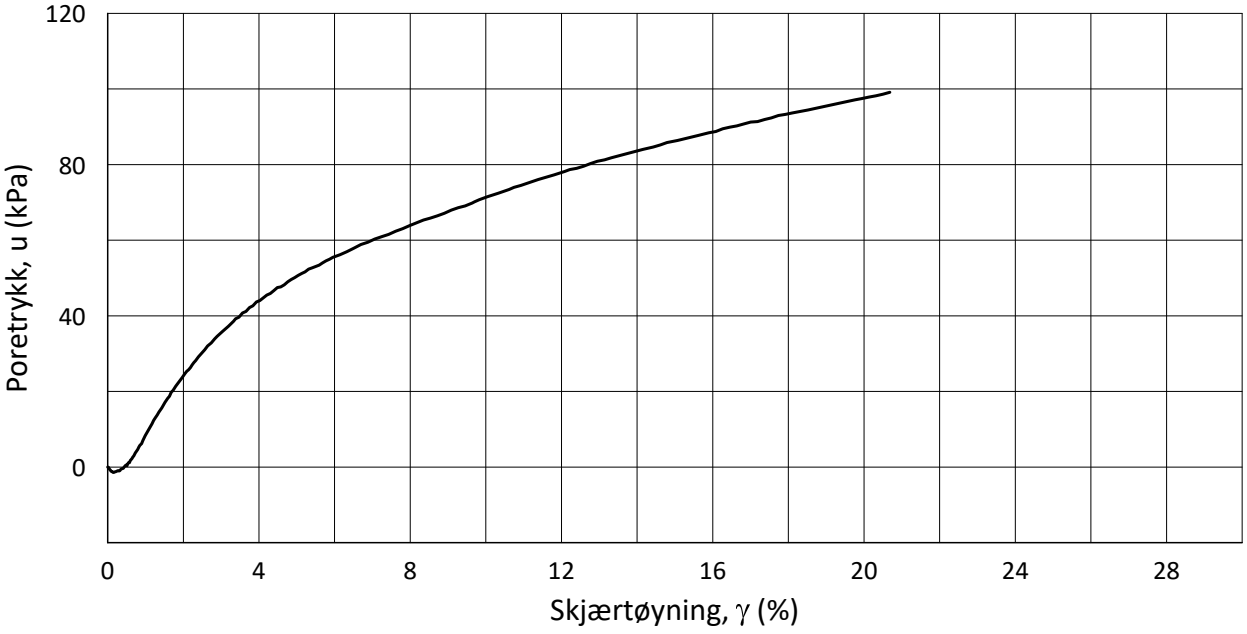
Figur nr.

DSS test:	**DSS-CV**	Borhull:	**CBZ_303**					
Sylinder:	**7**	Dybde =	**9.62**	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	**A**	p_0' =	**122.1**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**2**	w_i =	**45.0**	%	σ_{ac}' =	**213.7**	**0.0**	**122.1**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**38.8**	%	τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

Dato 2023-05-09 | Tegnet av TAb

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\01_InProgress\20230019-07_303_7-A-2\20230019-07_303_7-A-2_StressStrain.grf





Date/Rev.: 2015-01-21/01

Standard: ASTM-D6528-17

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

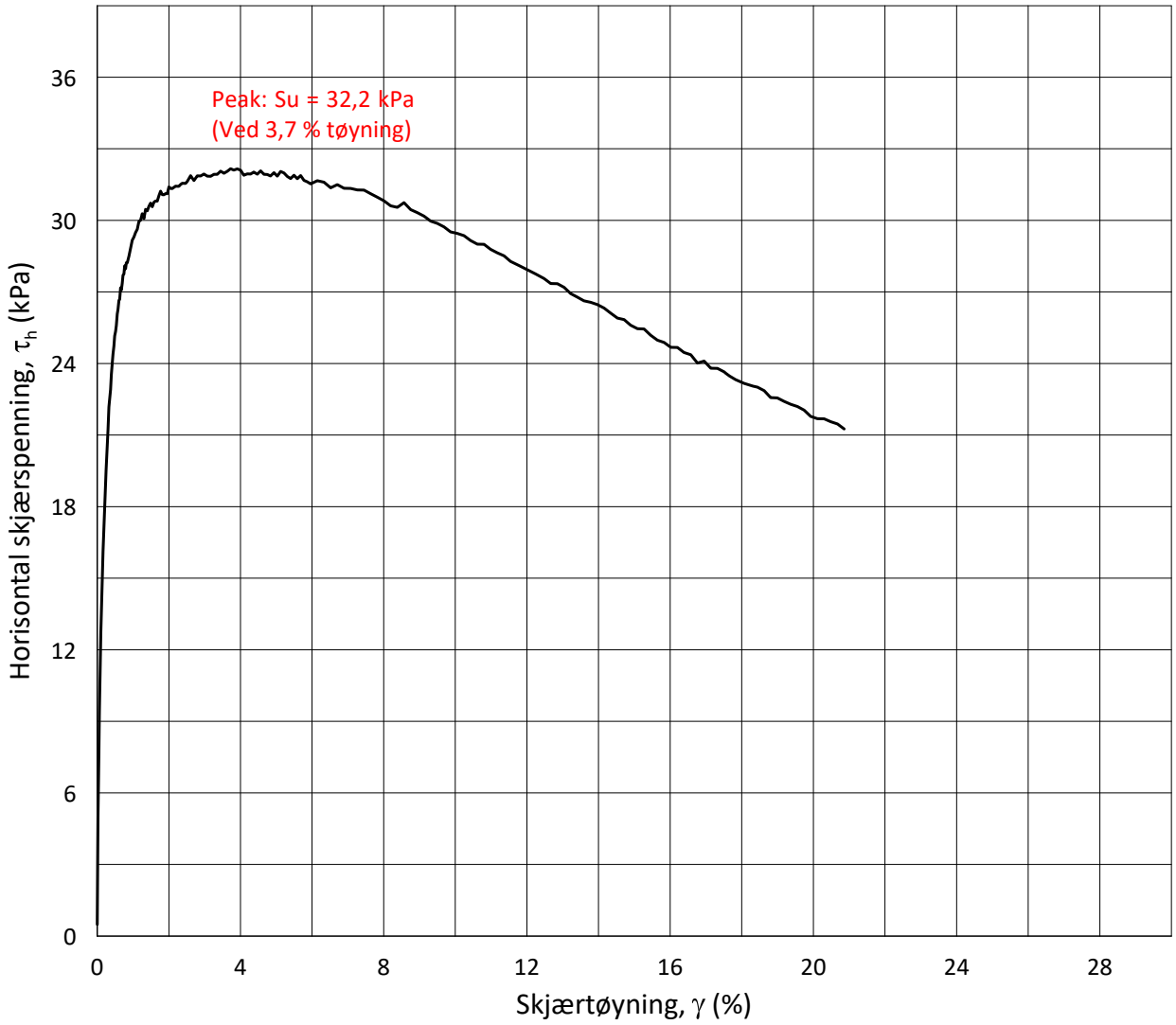
Figur nr.

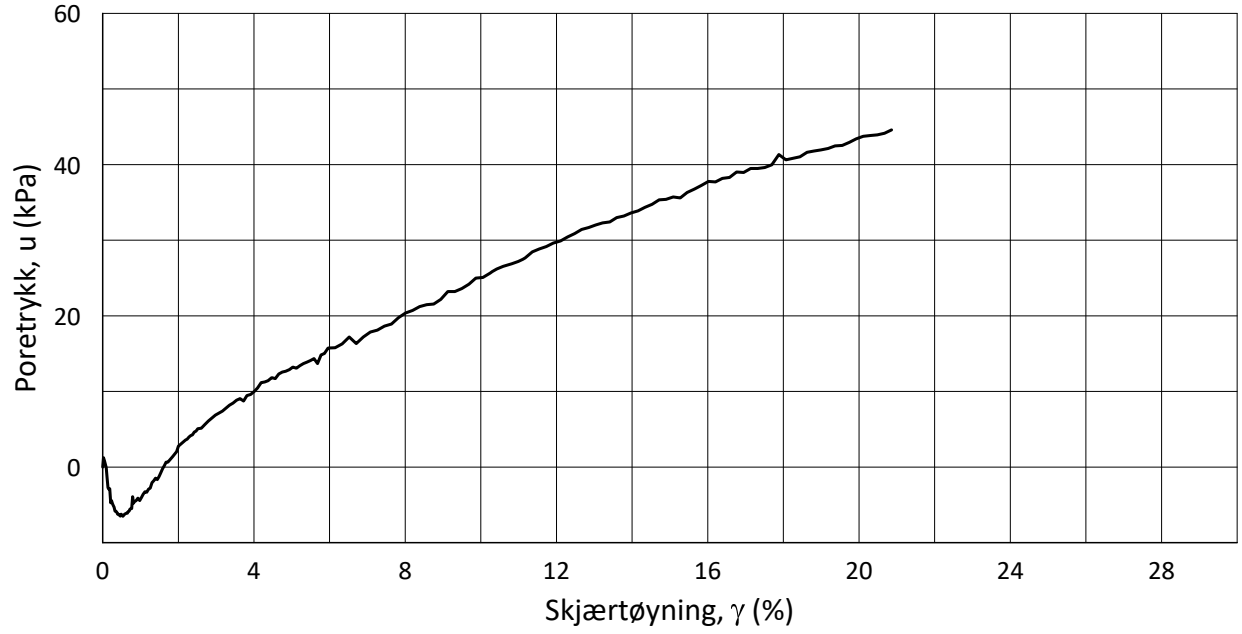
DSS test:	**DSS-CV**	Borhull:	**CBZ_303**					
Sylinder:	**9**	Dybde =	**12.33**	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	**A**	p_0' =	**147.0**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**2**	w_i =	**32.6**	%	σ_{ac}' =	**213.2**	**0.0**	**147.1**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**30.2**	%	τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

Dato: 2023-05-09

Tegnet av: TAb

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\02_ReadyForQA\20230019-07_303_9-A-2\20230019-07_303_9-A-2_StressStrain.grf





Date/Rev.: 2015-01-21/01

Standard: ASTM-D6528-17

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

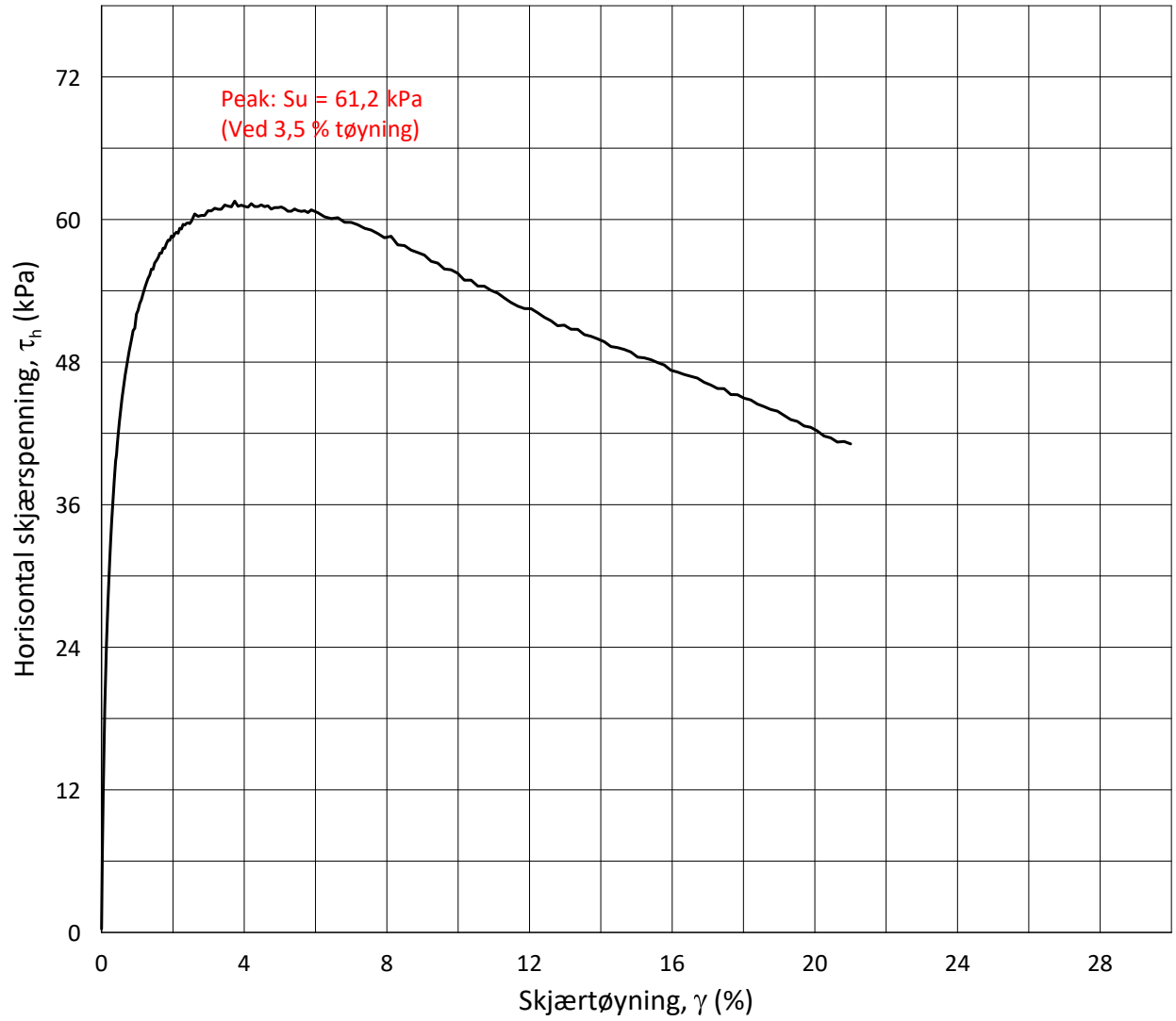
Figur nr.

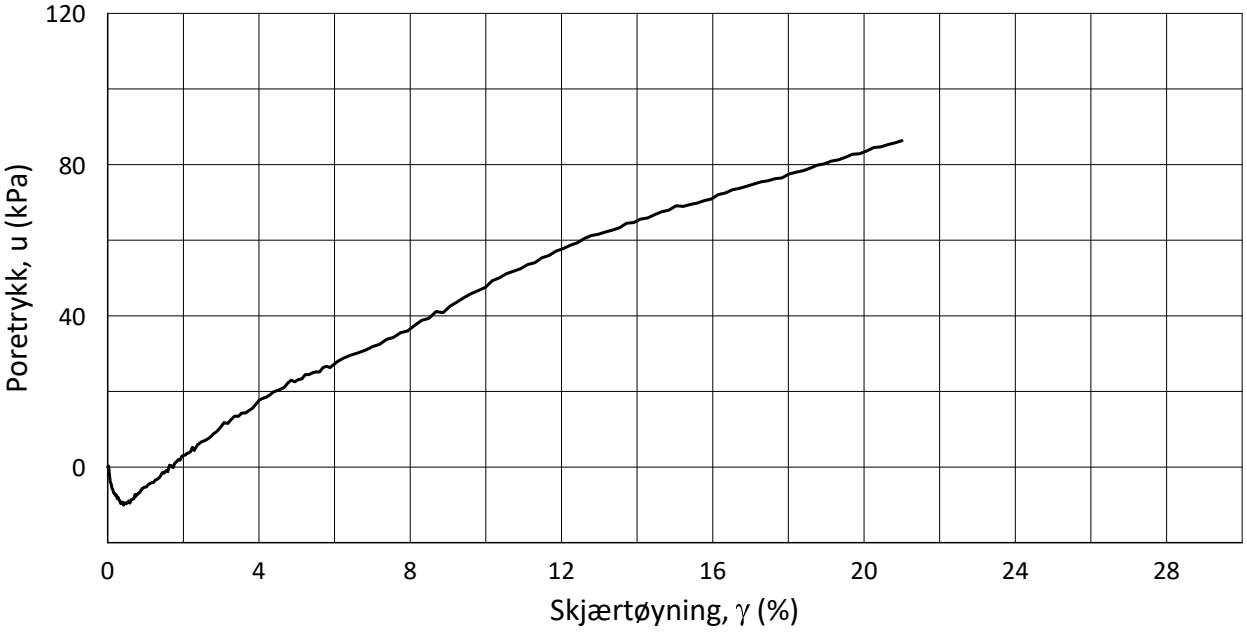
DSS test:	**DSS-CV**	Borhull:	**CBZ_376**					
Sylinder:	**3**	Dybde =	**7.50**	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	**A**	p_0' =	**77.7**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**2**	w_i =	**22.7**	%	σ_{ac}' =	**170.9**	**0.0**	**77.7**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**19.9**	%	τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

Dato 2023-05-09 | Tegnet av TAb

NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COW)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\02_ReadyForQA\20230019-07_376_3-A-2\20230019-07_376_3-A-2_StressStrain.grf





Standard: ASTM-D6528-17

Date/Rev.: 2015-01-21/01

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Figur nr.

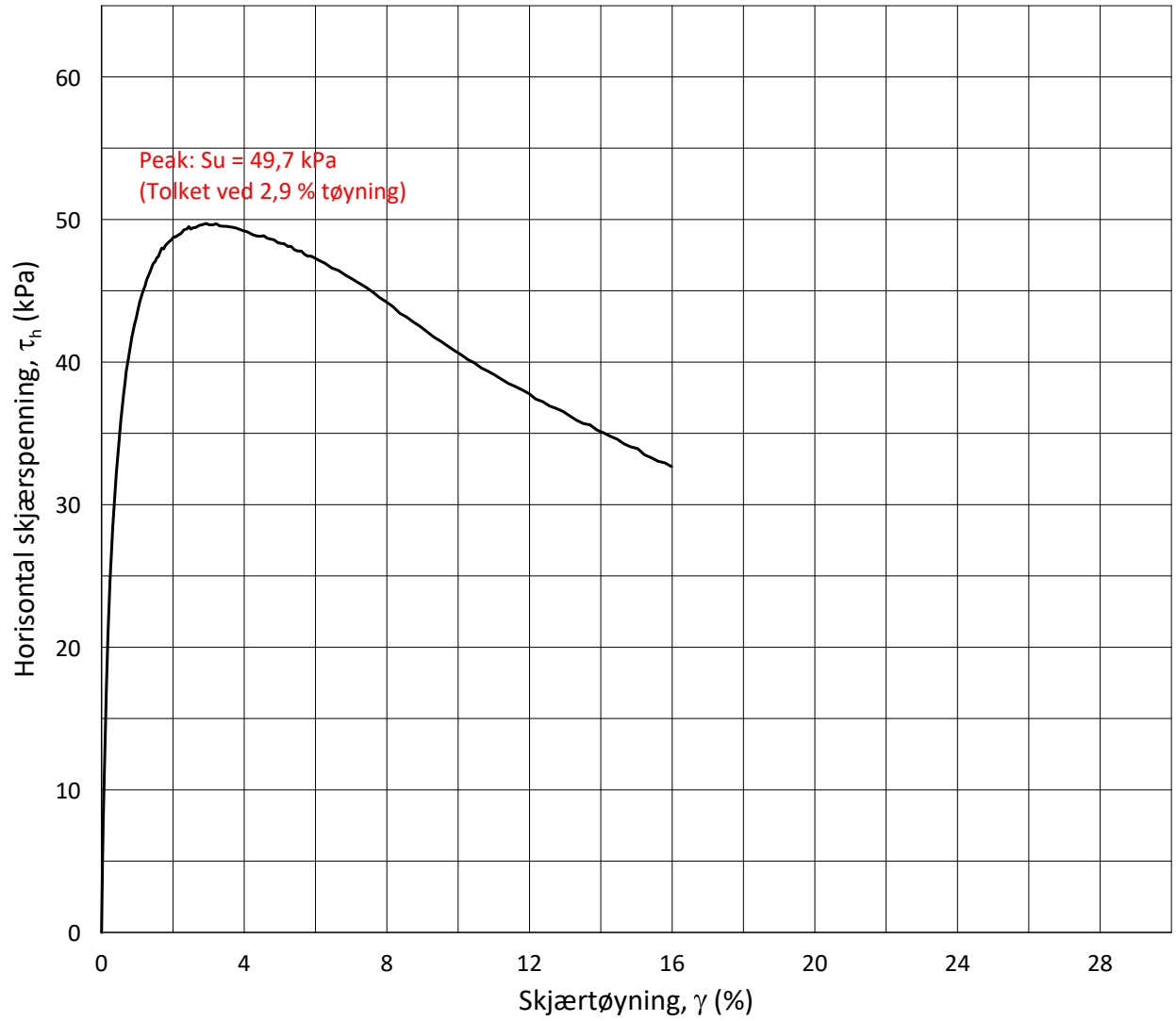
DSS test:	**DSS-CV**	Borhull:	**CBZ_376**					
Sylinder:	**6**	Dybde =	**14.41**	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	**A**	p_0' =	**149.8**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**2**	w_i =	**35.8**	%	σ_{ac}' =	**254.7**	**0.0**	**149.5**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**32.2**	%	τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

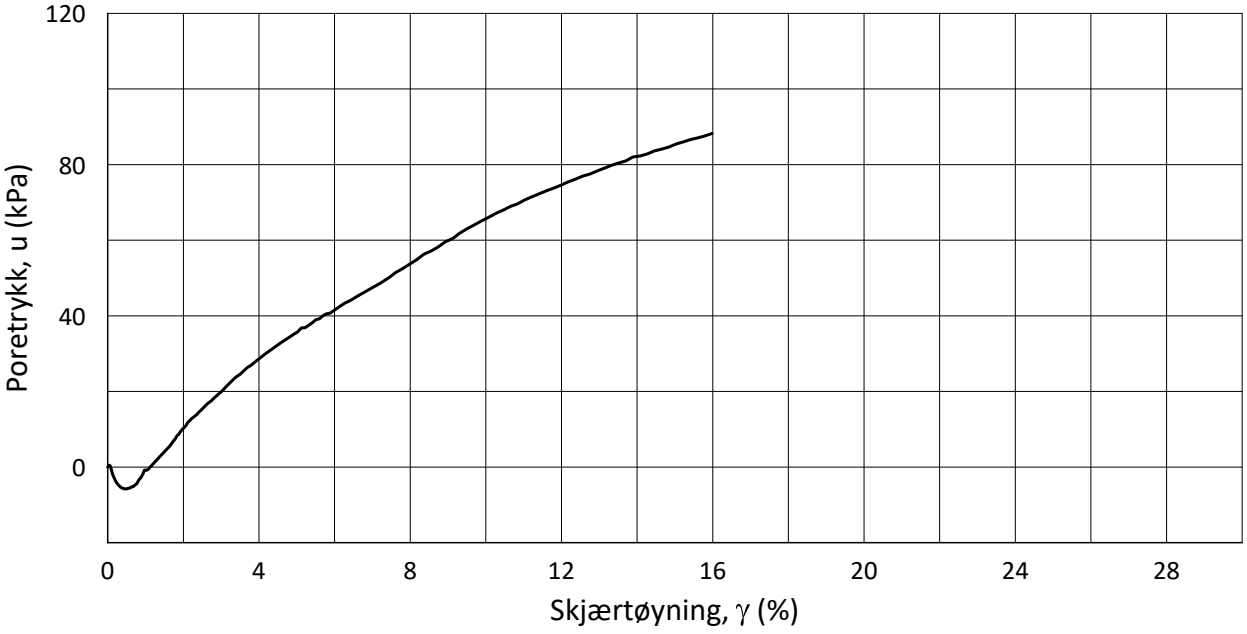
Dato: 2023-05-09

Tegnet av: TAb

NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\02_ReadyForQA\20230019-07_376_6-A-2\20230019-07_376_6-A-2_StressStrain.grf





Date/Rev.: 2015-01-21/01

Standard: ASTM-D6528-17

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

DSS test: **DSS-CV** | Borhull: **CBZ_450**

Figur nr.

Sylinder: **5**
Del: **A**
Test: **2**
Lab.: **NGI Oslo**

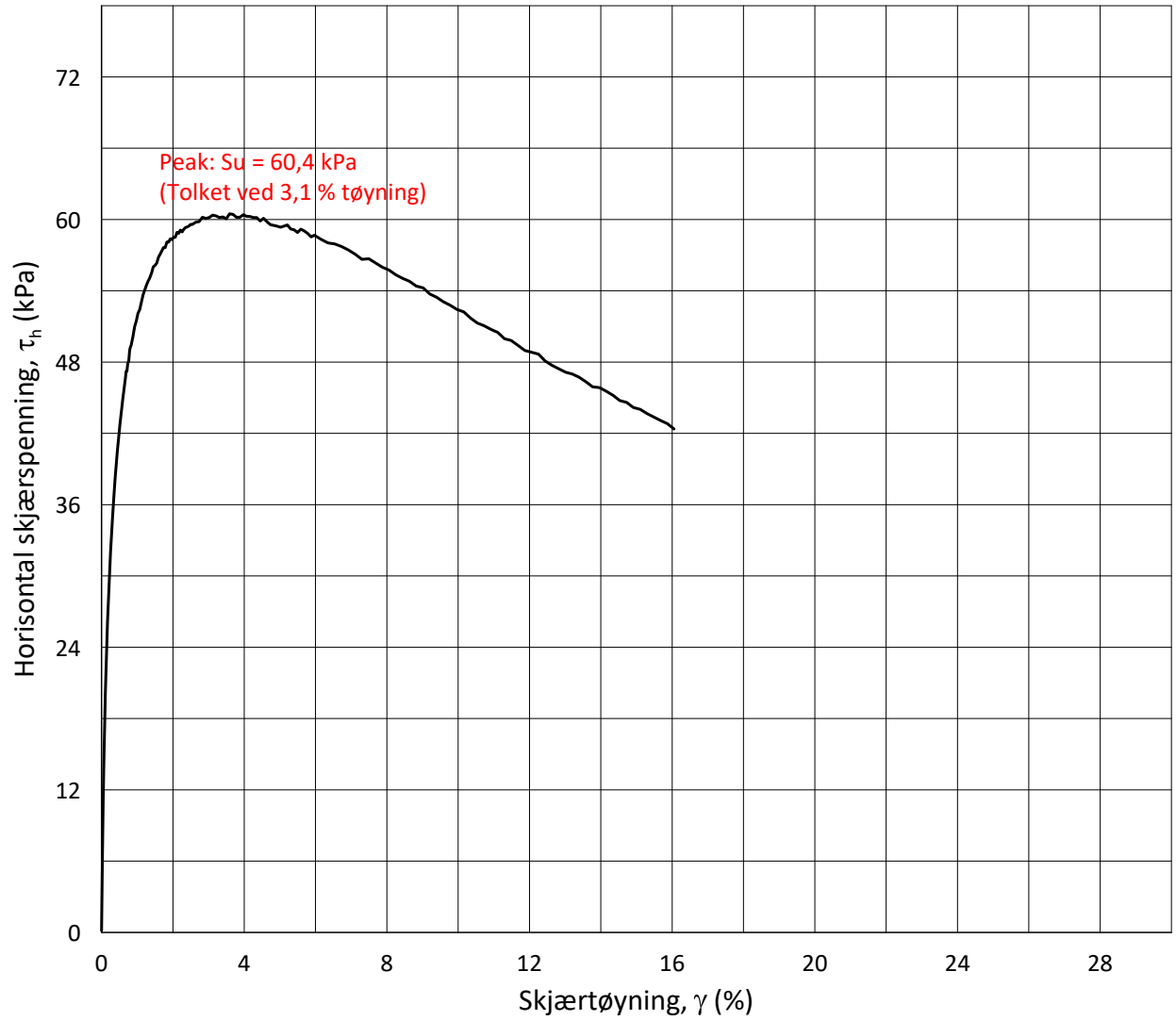
Dybde = **9.50** m
p_0' = **142.9** kPa
w_i = **32.9** %
w_c = **28.1** %

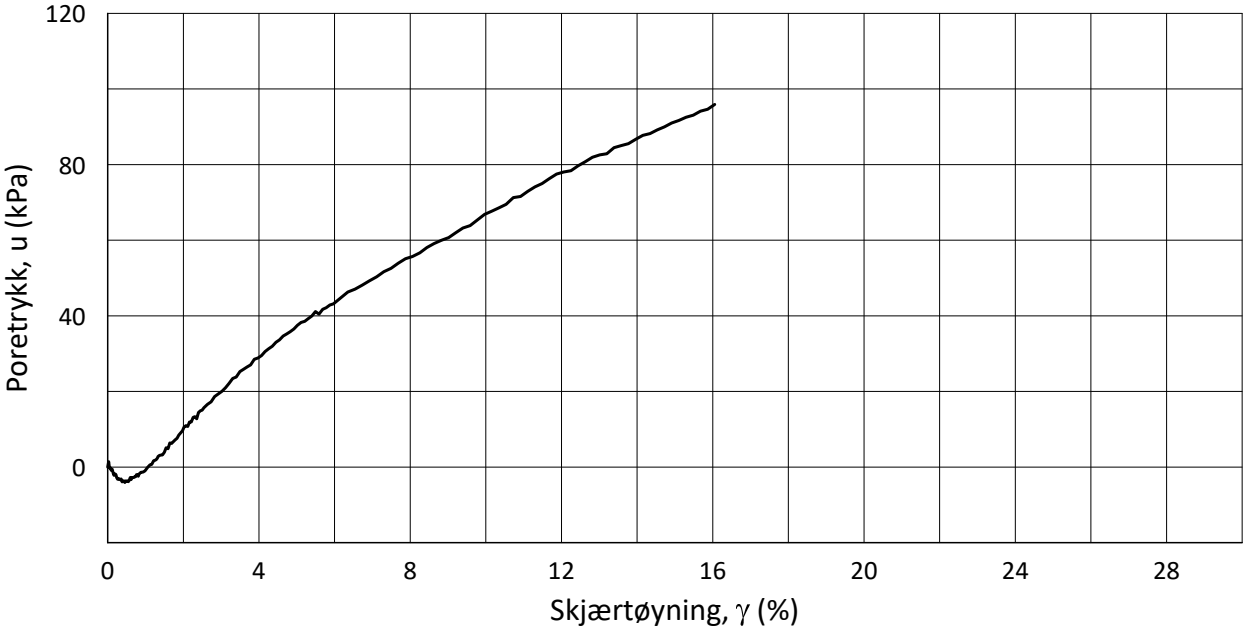
Konsolideringsspenninger (kPa)	max.	min.	final
σ_{ac}' =	**250.1**	**0.0**	**143.0**
τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

Dato: 2023-05-31 | Tegnet av: TAb

NGI

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\01_InProgress\20230019-07_450_5-A-2\20230019-07_450_5-A-2_StressStrain.grf





Standard: ASTM-D6528-17

Date/Rev.: 2015-01-21/01

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokument nr. 20230019-07

Figur nr.

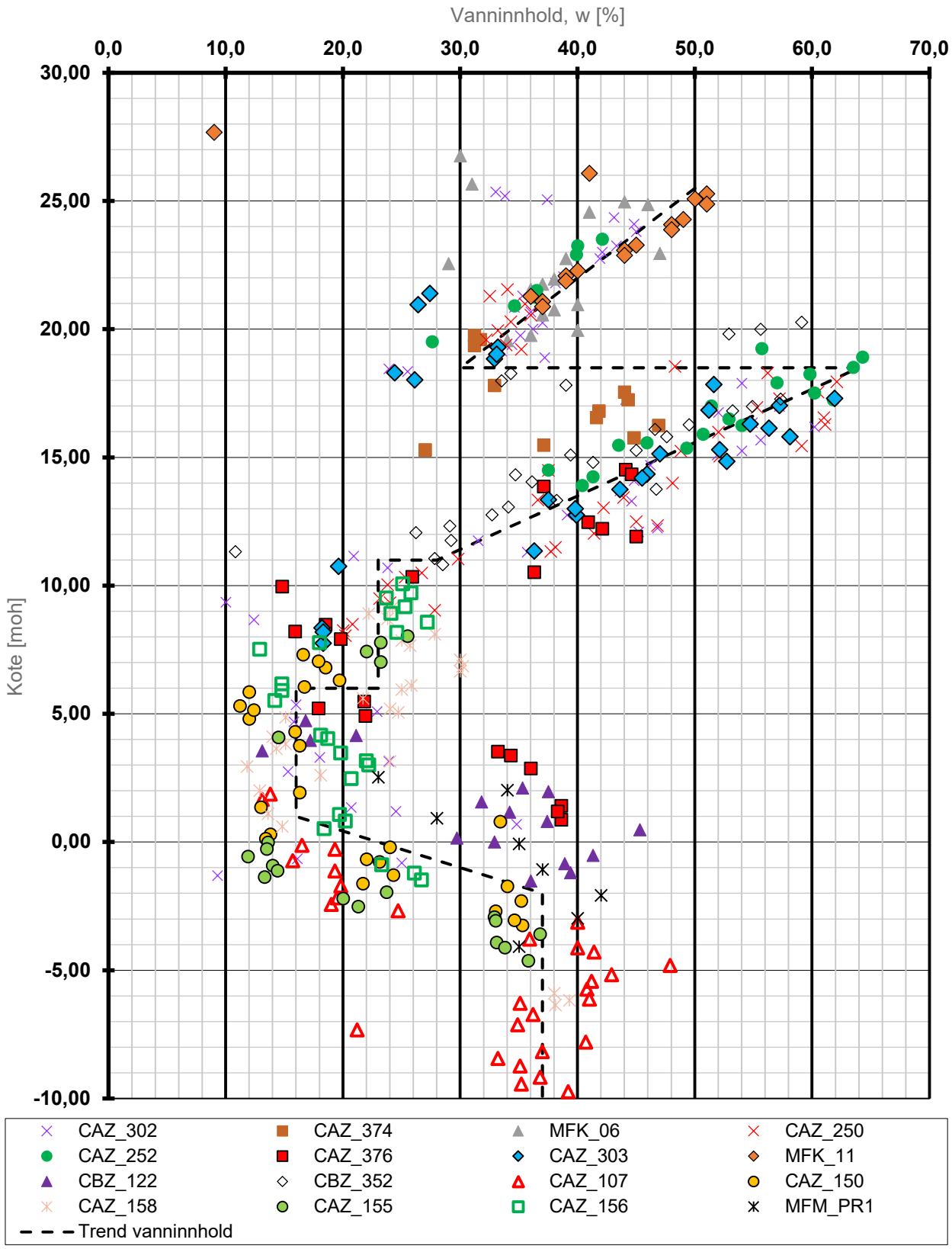
DSS test:	**DSS-CV**	Borhull:	**CBZ_450**					
Sylinder:	**7**	Dybde =	**12.50**	m	Konsolideringsspenninger			
Del:	**A**	p_0' =	**173.8**	kPa	(kPa)	max.	min.	final
Test:	**2**	w_i =	**37.6**	%	σ_{ac}' =	**278.1**	**0.0**	**173.3**
Lab.:	**NGI Oslo**	w_c =	**32.6**	%	τ_c' =	**0.0**	**0.0**	**0.0**

Dato 2023-06-02 | Tegnet av TAb

H:\LABDATA\2023\20230019 (COWI)\07 - Faresoneutredning Borregaard\AdvancedTest\02_DSS\01_InProgress\20230019-07_450_7-A-2\20230019-07_450_7-A-2_StressStrain.grf

VEDLEGG 4.1: VANNINNHOLD FRA PRØVESERIER, SAMMENSTILLING SNITT B – H

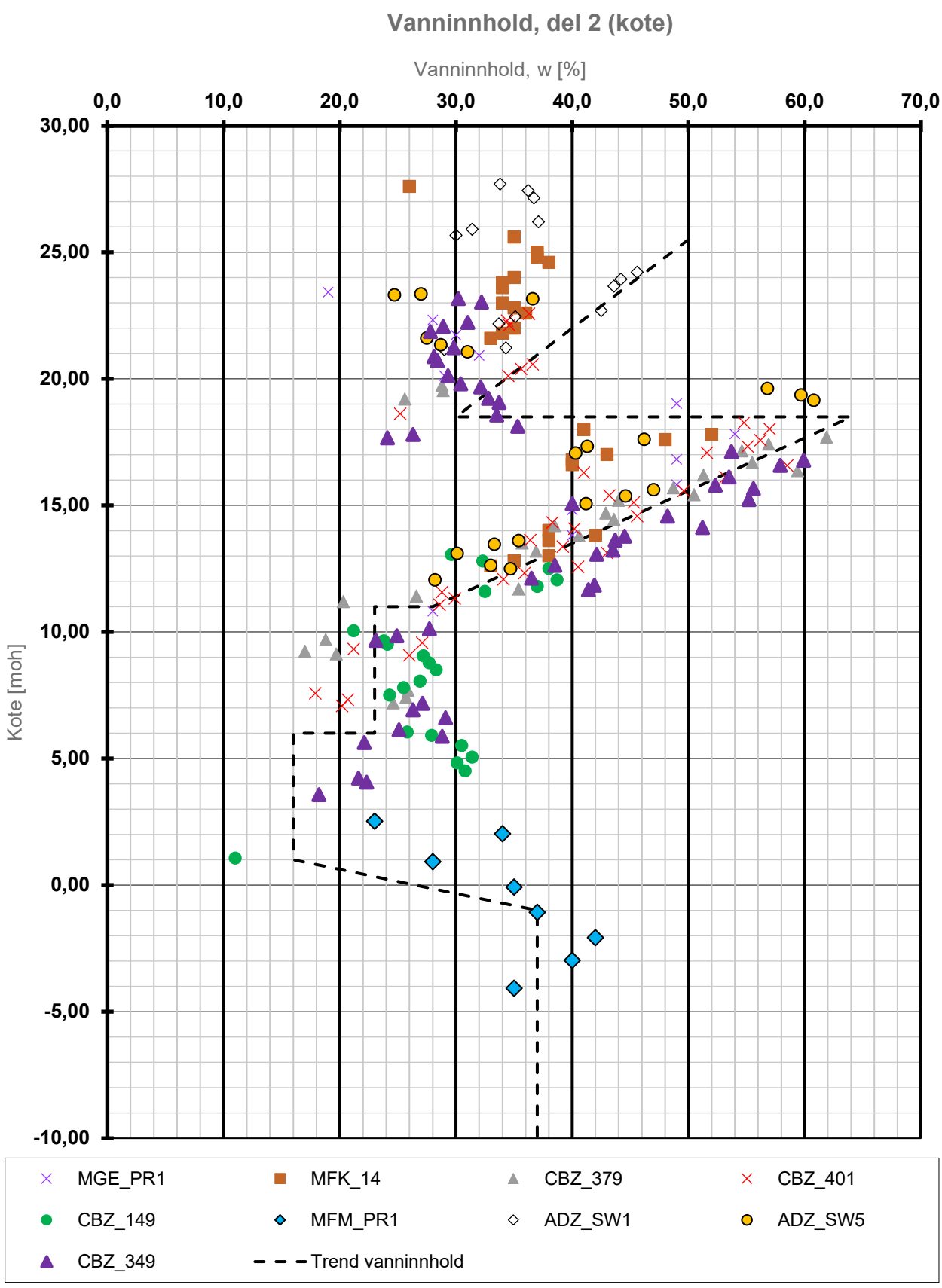
Sammenstillingen er fordelt på to plott som følge av mengden data



O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sa

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	02.07.2024

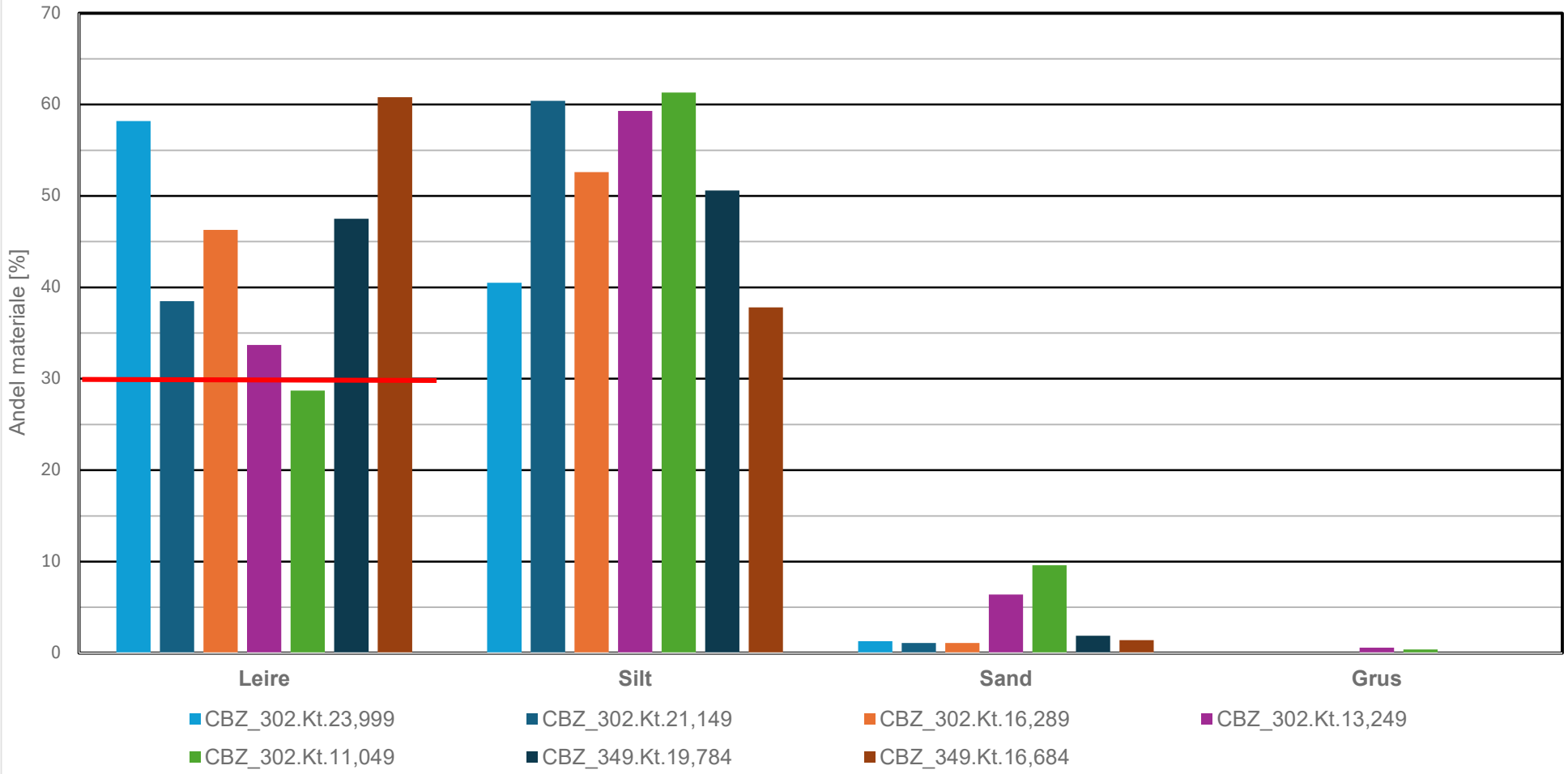


#I/T

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby				
Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	02.07.2024

VEDLEGG 4.2: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING ØVRE OG MIDTRE LEIRLAG

Kornfordelingsanalyser øvre leirlag (kt. +19 til +25) og midtre leirlag (kt. +11 til +18)

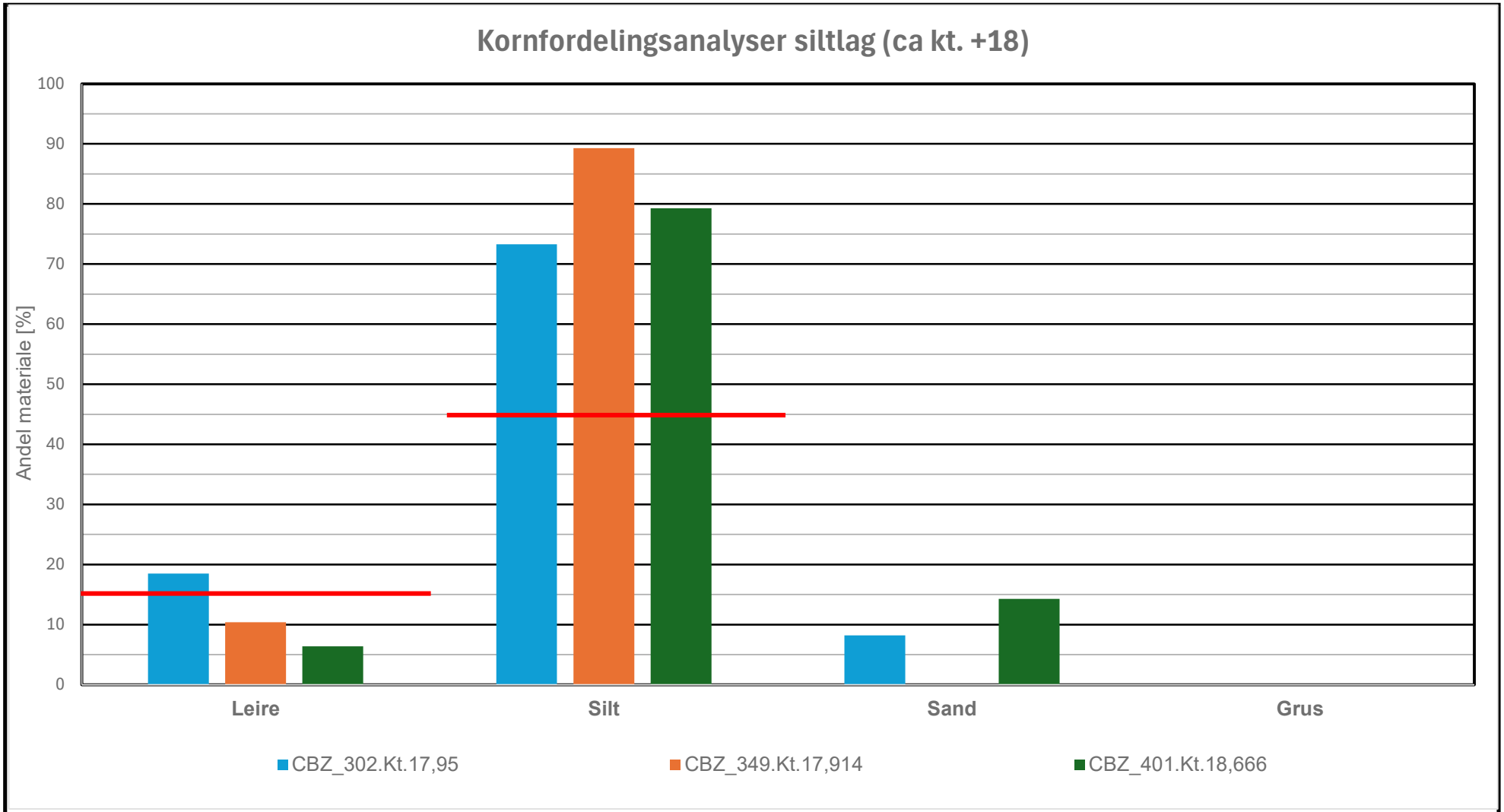


O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sammenstilling kornfordelinger.xlsx]Fane 1 - Øvre leire

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	22.07.2024

VEDLEGG 4.3: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING SILTLAG



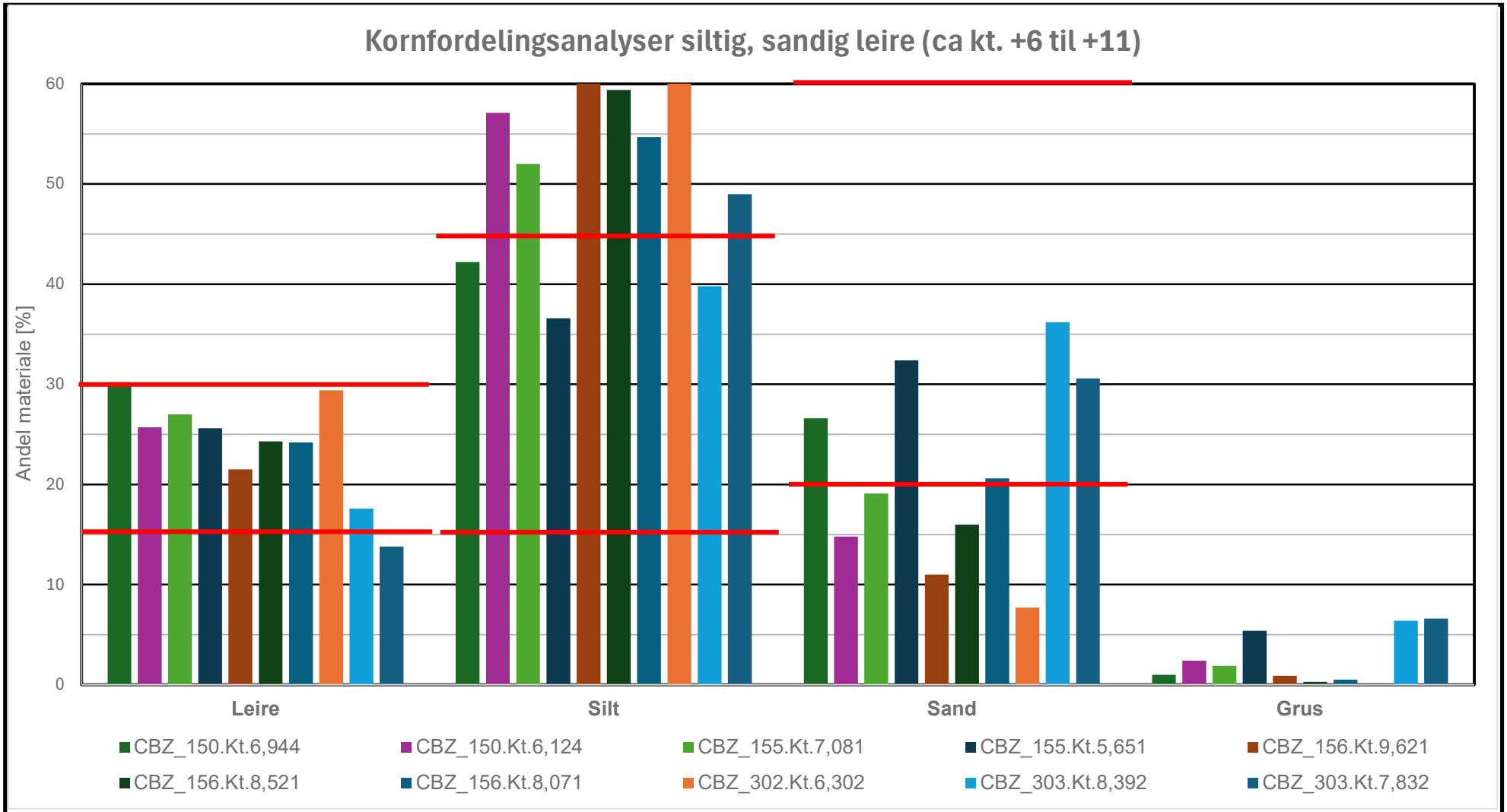
O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sammenstilling kornfordelinger.xlsx]Fane 2 - Siltlag

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	19.07.2024

VEDLEGG 4.4: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING SILTIG, SANDIG LEIRE

(Inkludert kornfordelingskurver)



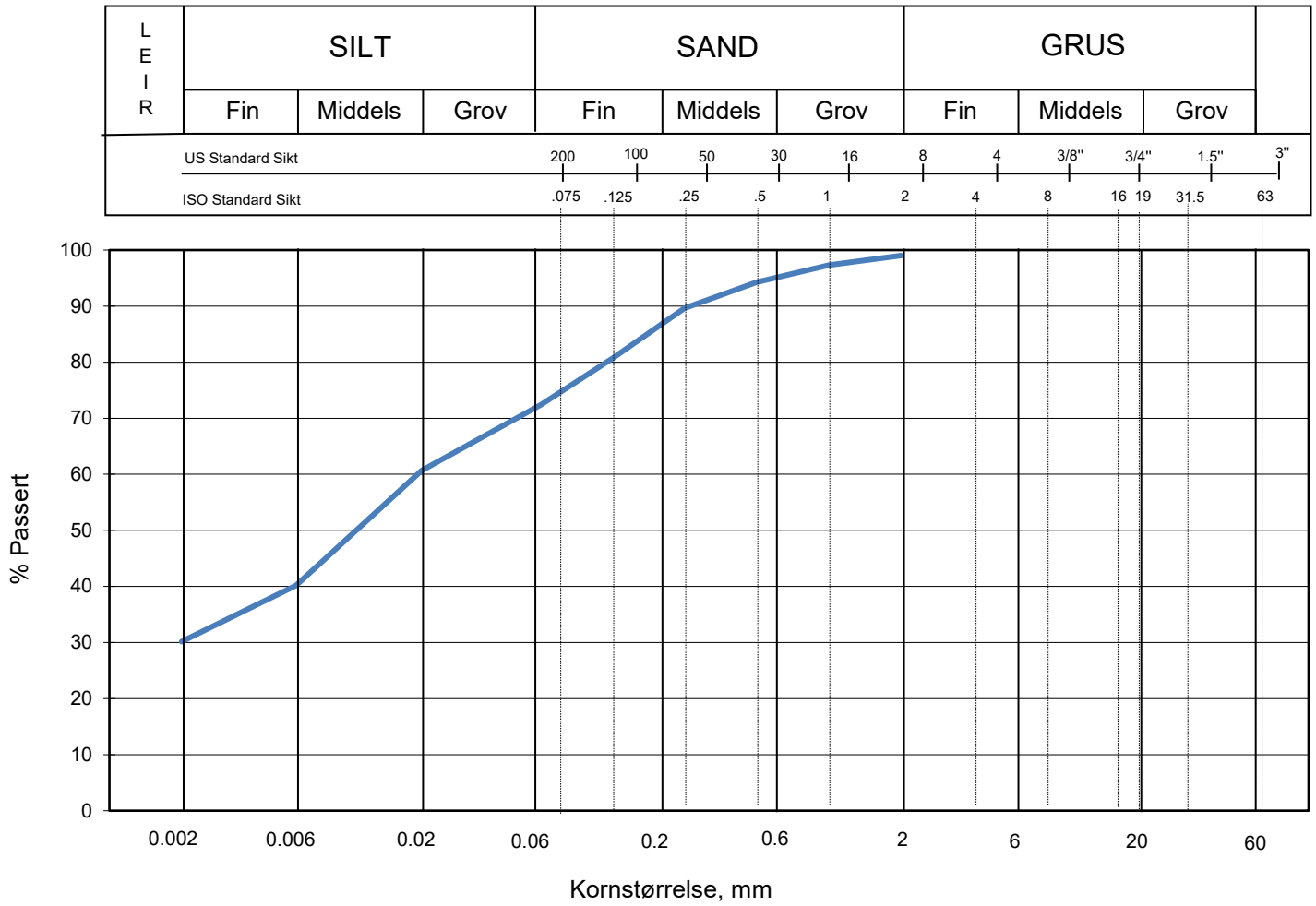
O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sammenstilling kornfordelinger.xlsx]Fane 2 - Siltlag

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	22.07.2024

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	99
1	97
0.5	94
0.25	90
0.125	81
0.063	72
0.020	61
0.006	40
0.002	30

Jordartsbetegnelse		LEIRE
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	1.0
Sand	26.6
Silt	42.2
Leire	30.2

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.019
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 150

Tube: 1

Dybde: 1.48 m

Figurnr.
XXX

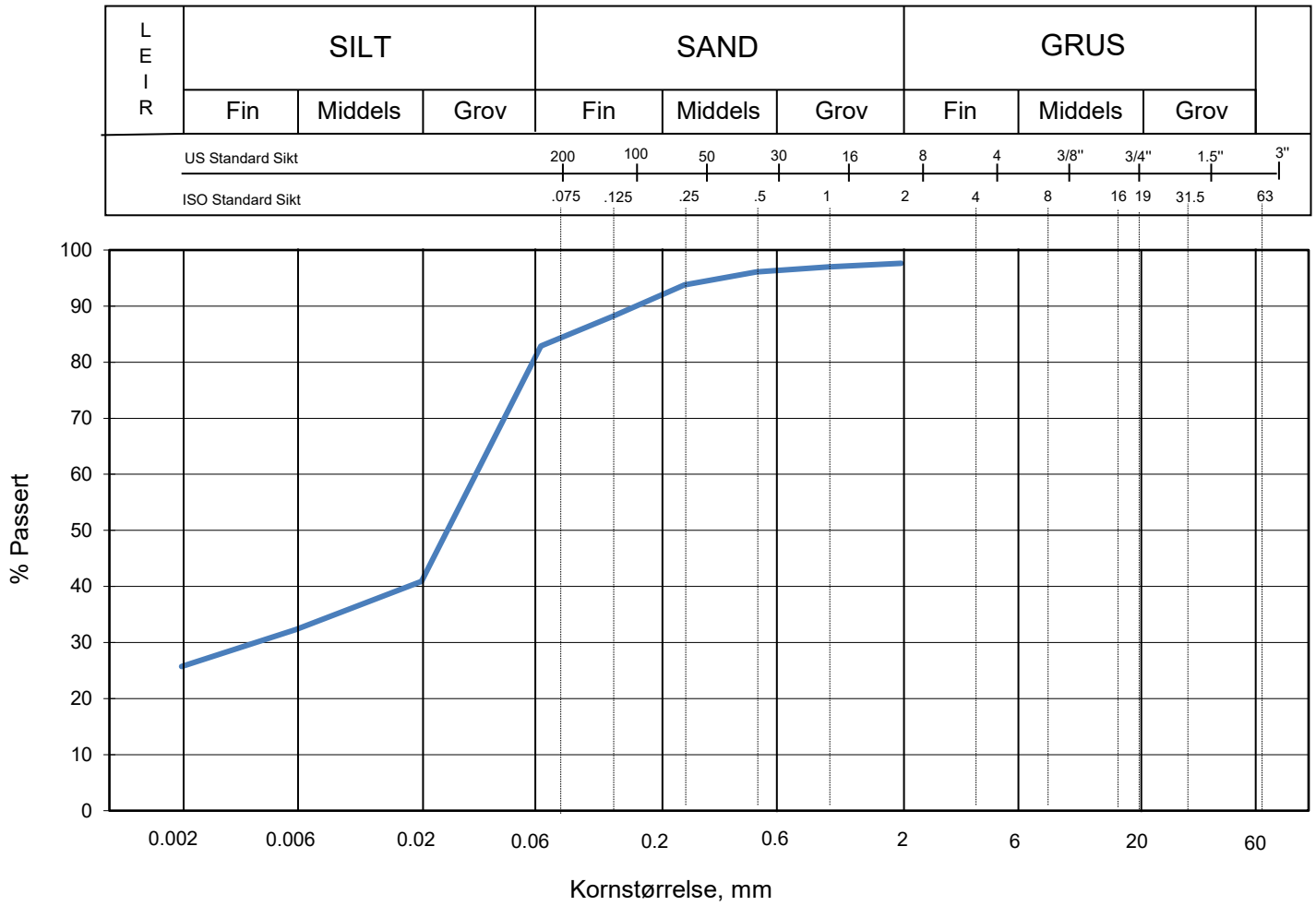
Dato	Tegnet/godkjent
20.04.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\7770a05d-12ce-49c9-aa2a-55ecd5b6c37a\PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 001

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	98
1	97
0.5	96
0.25	94
0.125	88
0.063	83
0.020	41
0.006	32
0.002	26

Jordartsbetegnelse		LEIRE, siltig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	2.4
Sand	14.8
Silt	57.1
Leire	25.7

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.034
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 150

Tube: 2

Dybde: 2.30 m

Figurnr.
XXX

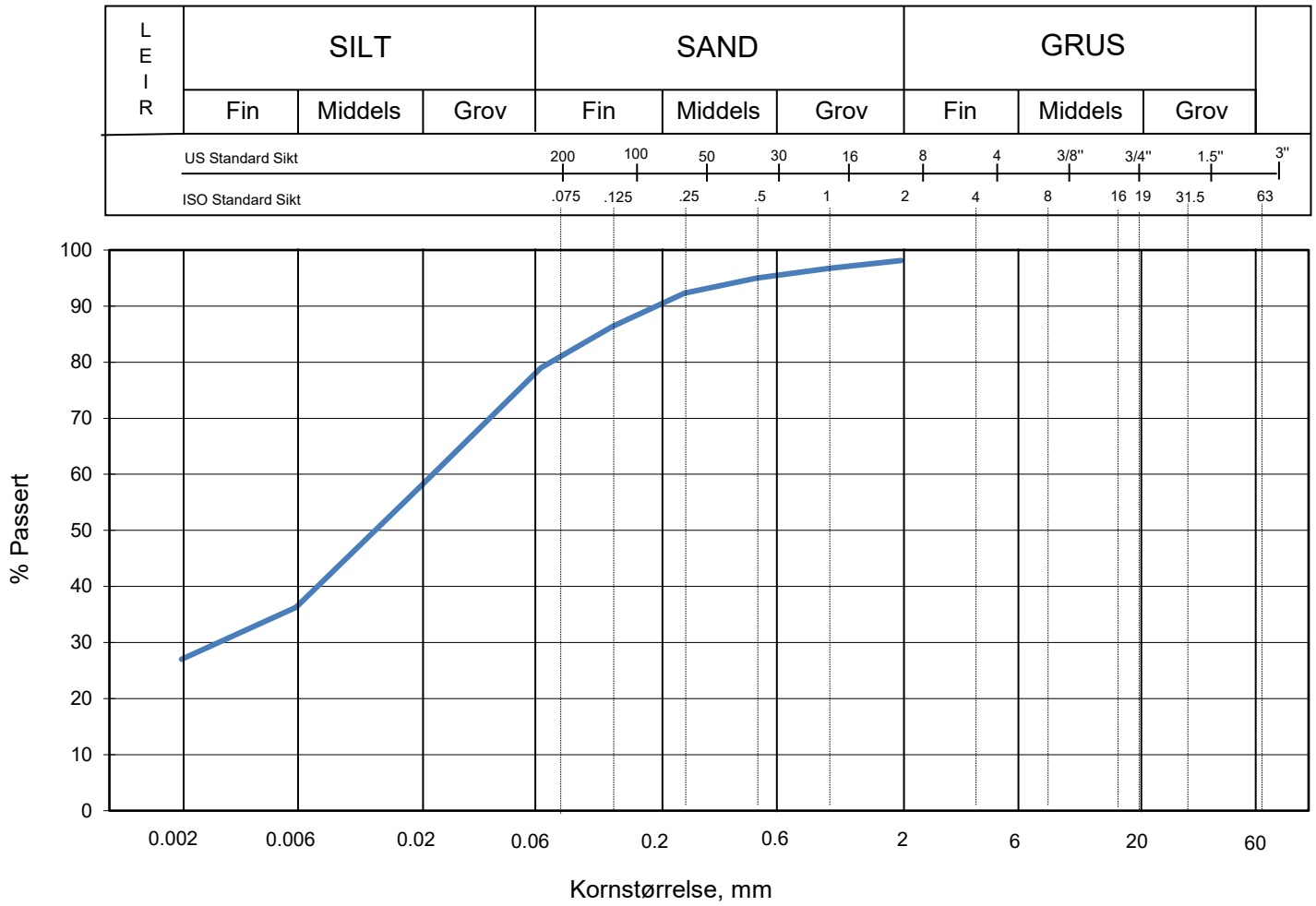
Dato	Tegnet/godkjent
20.04.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\7770a05d-12ce-49c9-aa2a-55ecd5b6c37a\PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 002

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	98
1	97
0.5	95
0.25	92
0.125	86
0.063	79
0.020	58
0.006	36
0.002	27

Jordartsbetegnelse		LEIRE
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	1.9
Sand	19.1
Silt	52.0
Leire	27.0

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.022
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 155

Tube: 2

Dybde: 6.07 m

Figurnr.
XXX

Dato
30.06.2023

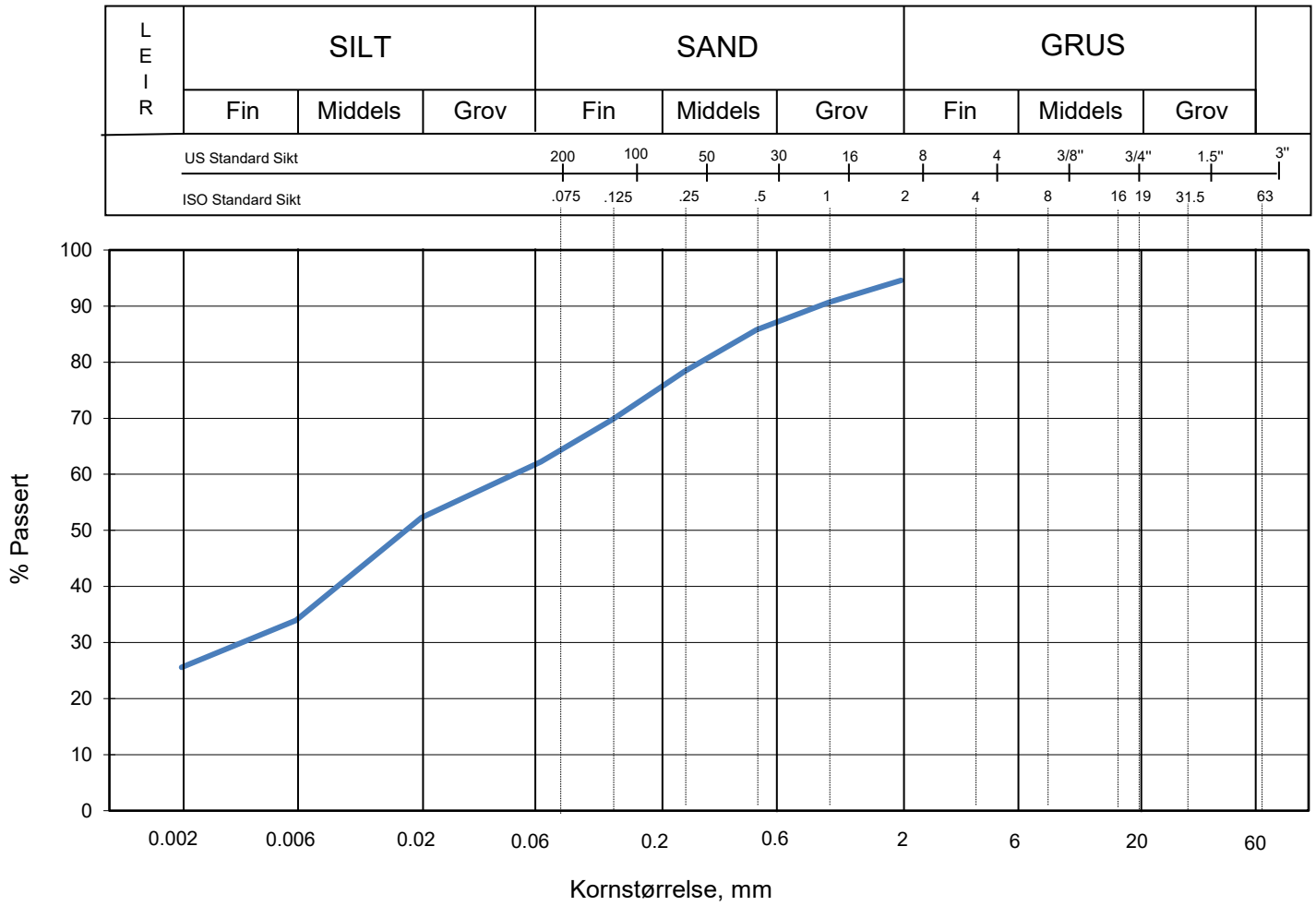
Tegnet/godkjent
FP/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\b8fef2c5-0aba-4c84-90a0-9fb91174e327\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 001

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	95
1	91
0.5	86
0.25	78
0.125	70
0.063	62
0.020	52
0.006	34
0.002	26

Jordartsbetegnelse		LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	5.4
Sand	32.4
Silt	36.6
Leire	25.6

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.049
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 155

Tube: 3

Dybde: 7.50 m

Figurnr.
XXX

Dato
30.06.2023

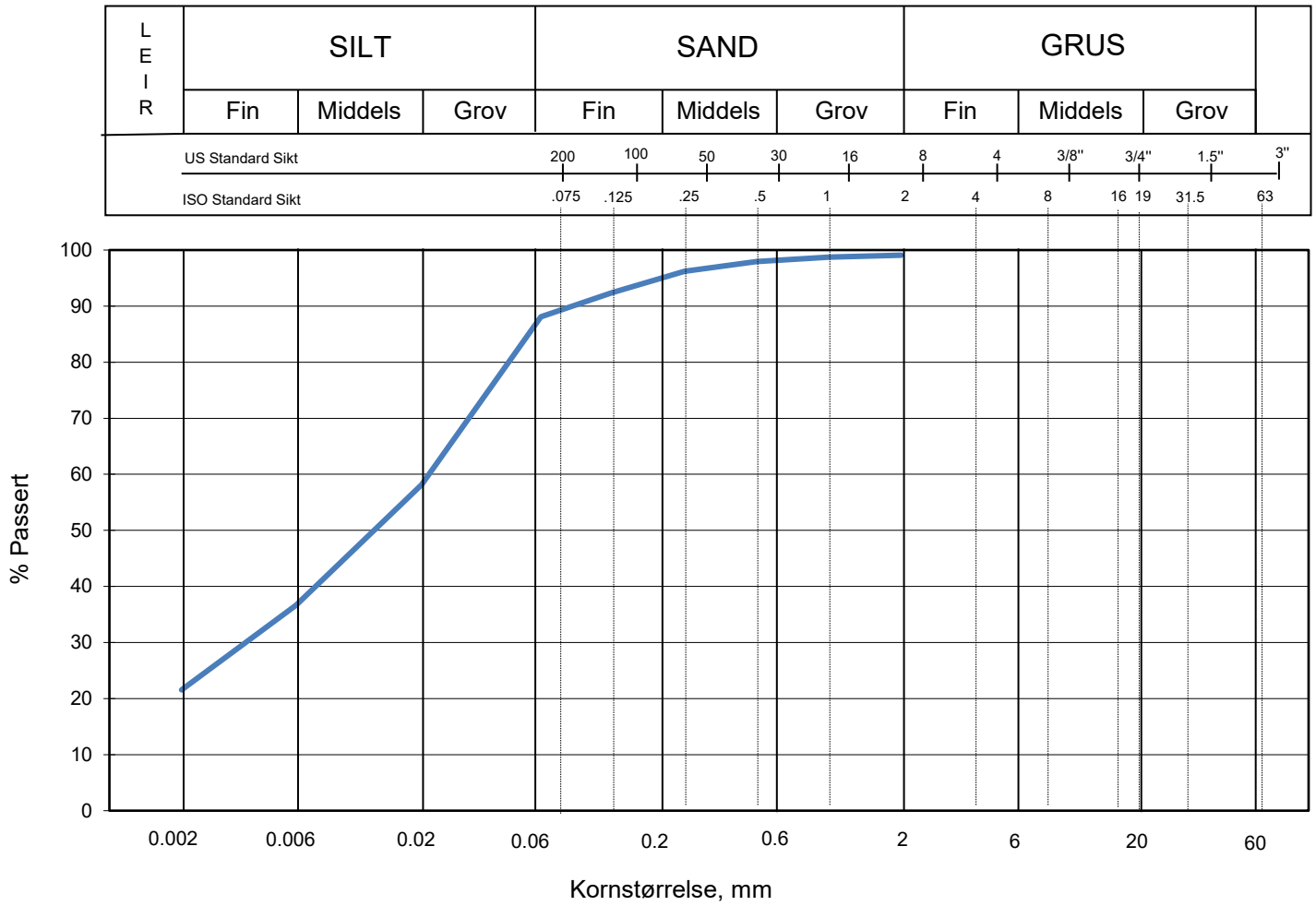
Tegnet/godkjent
GeA/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\b8fef2c5-0aba-4c84-90a0-9fb91174e327\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 002

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	99
1	99
0.5	98
0.25	96
0.125	92
0.063	88
0.020	58
0.006	37
0.002	22

Jordartsbetegnelse		LEIRE, siltig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	0.9
Sand	11.0
Silt	66.6
Leire	21.5

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.021
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 156

Tube: 1

Dybde: 3.62 m

Figurnr.
XXX

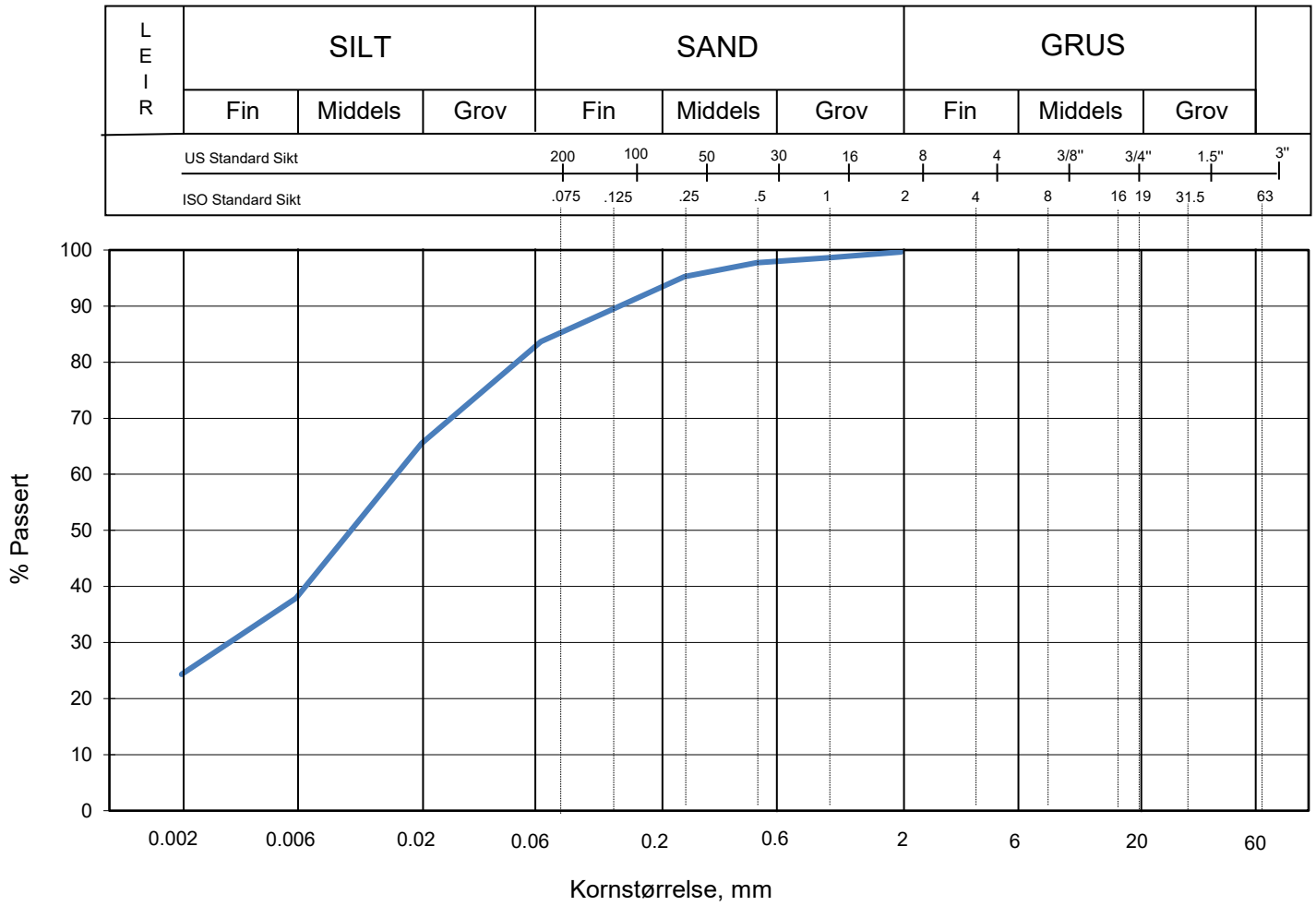
Dato	Tegnet/godkjent
30.06.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\{87e54c4-70bd-4654-818c-257ea07ceea7\{PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 001

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	100
1	99
0.5	98
0.25	95
0.125	89
0.063	84
0.020	65
0.006	38
0.002	24

Jordartsbetegnelse		LEIRE, siltig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	0.3
Sand	16.0
Silt	59.4
Leire	24.3

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.016
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 156

Tube: 2

Dybde: 4.72 m

Figurnr.
XXX

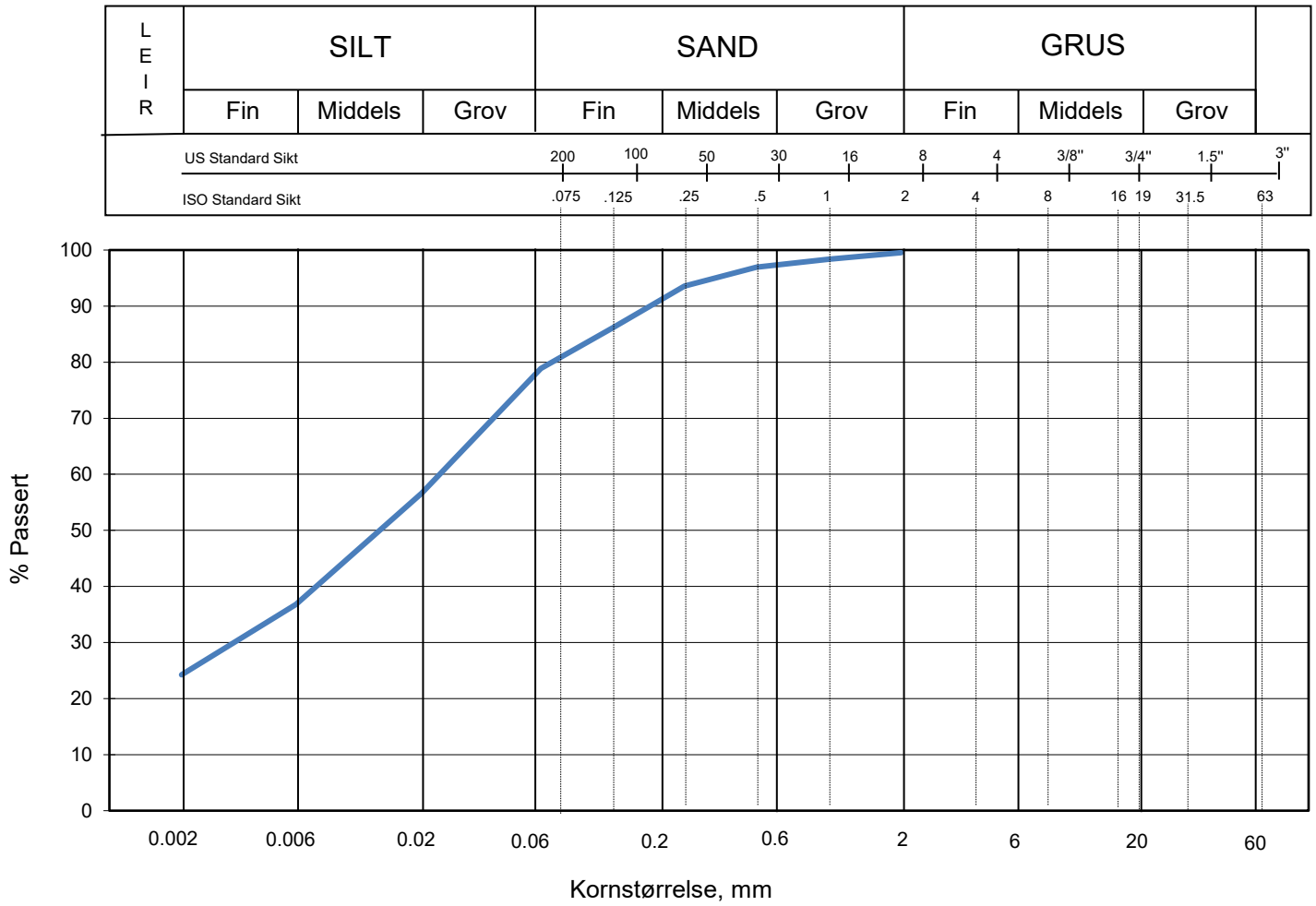
Dato	Tegnet/godkjent
30.06.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\{87e54c4-70bd-4654-818c-257ea07ceea7\{PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 002

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	100
1	98
0.5	97
0.25	94
0.125	86
0.063	79
0.020	57
0.006	37
0.002	24

Jordartsbetegnelse		LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	0.5
Sand	20.6
Silt	54.7
Leire	24.2

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.024
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 156

Tube: 3

Dybde: 5.17 m

Figurnr.
XXX

Dato
30.06.2023

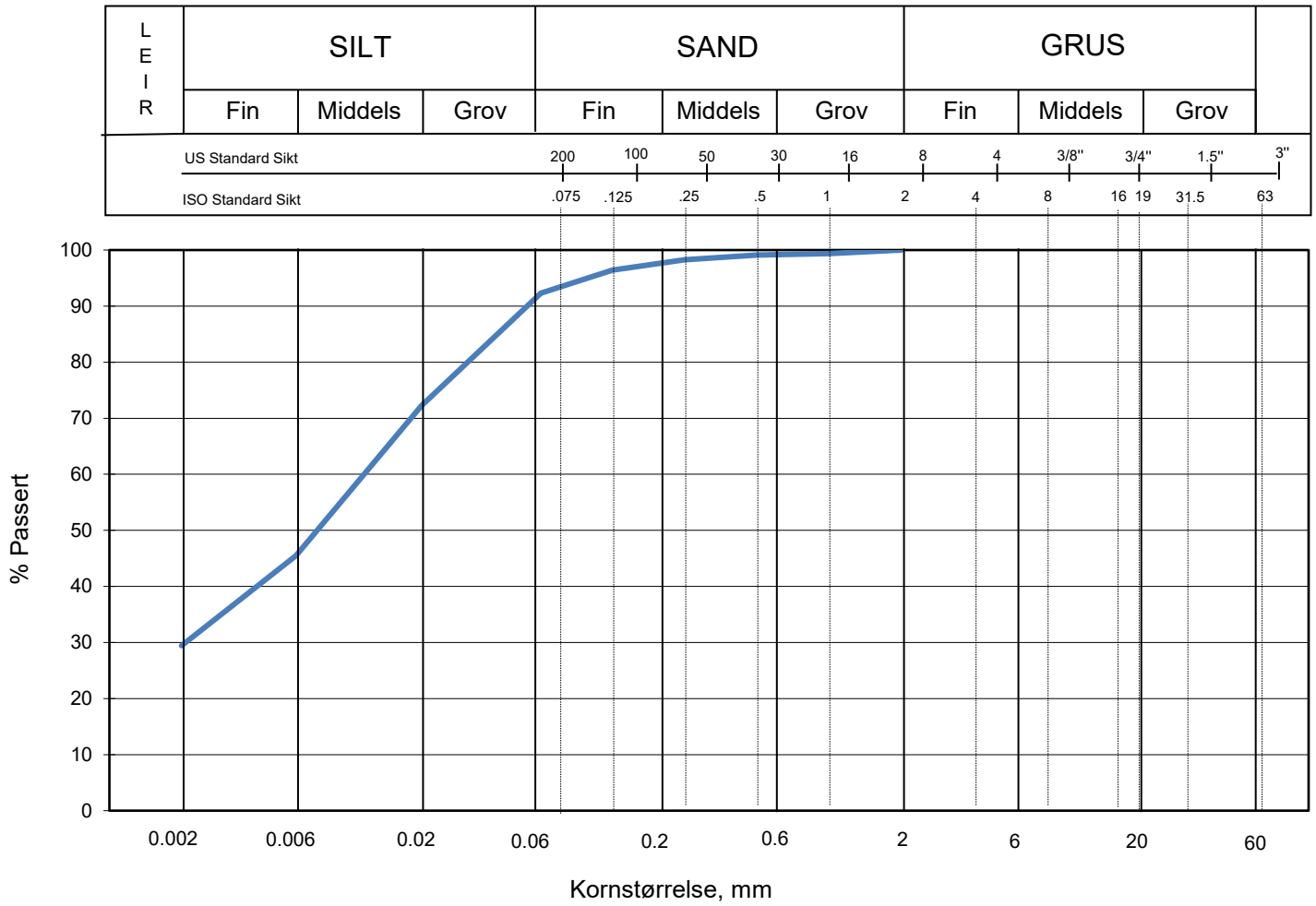
Tegnet/godkjent
EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\{87e54c4-70bd-4654-818c-257ea07ceea7\}[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 003

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	100
1	99
0.5	99
0.25	98
0.125	96
0.063	92
0.020	72
0.006	45
0.002	29

Jordartsbetegnelse	LEIRE, siltig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	0.0
Sand	7.7
Silt	62.9
Leire	29.4

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.012
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 302

Tube: 16

Dybde: 17.17 m

Figurnr.
XXX

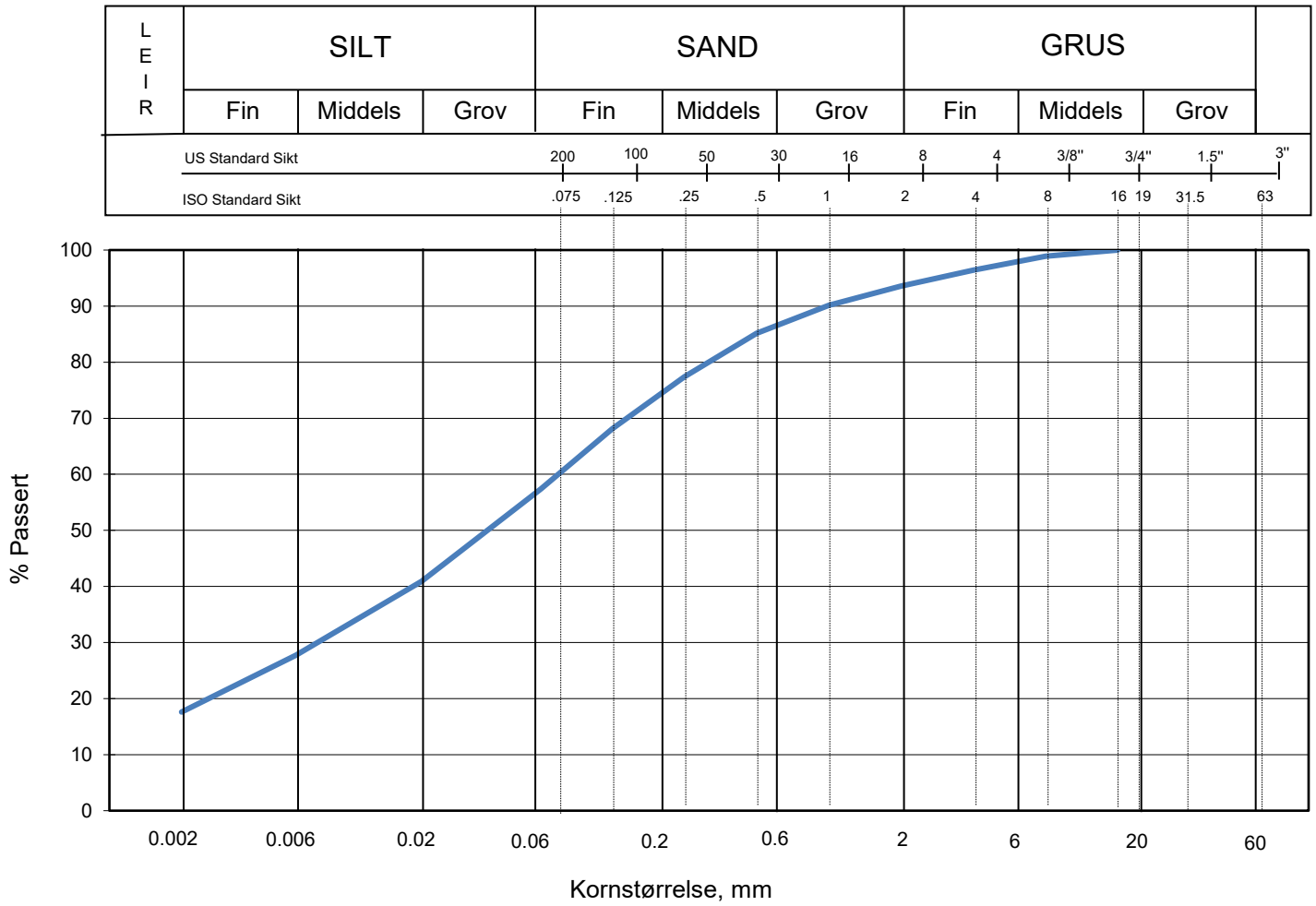
Dato	Tegnet/godkjent
20.04.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\2313b722-1d0b-46d5-81d0-da00affa915c\{PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 007

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. NS-EN 17892-4:2016 og laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	100
8	99
4	96
2	94
1	90
0.5	85
0.25	77
0.125	68
0.063	57
0.020	41
0.006	28
0.002	18

Jordartsbetegnelse	Jordmateriale siltig, sandig, leirig
Test metode(r)	våt sikting + falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	6.4
Sand	36.2
Silt	39.8
Leire	17.6

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.074
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 303

Tube: 10

Dybde: 15.08 m

Figurnr.
XXX

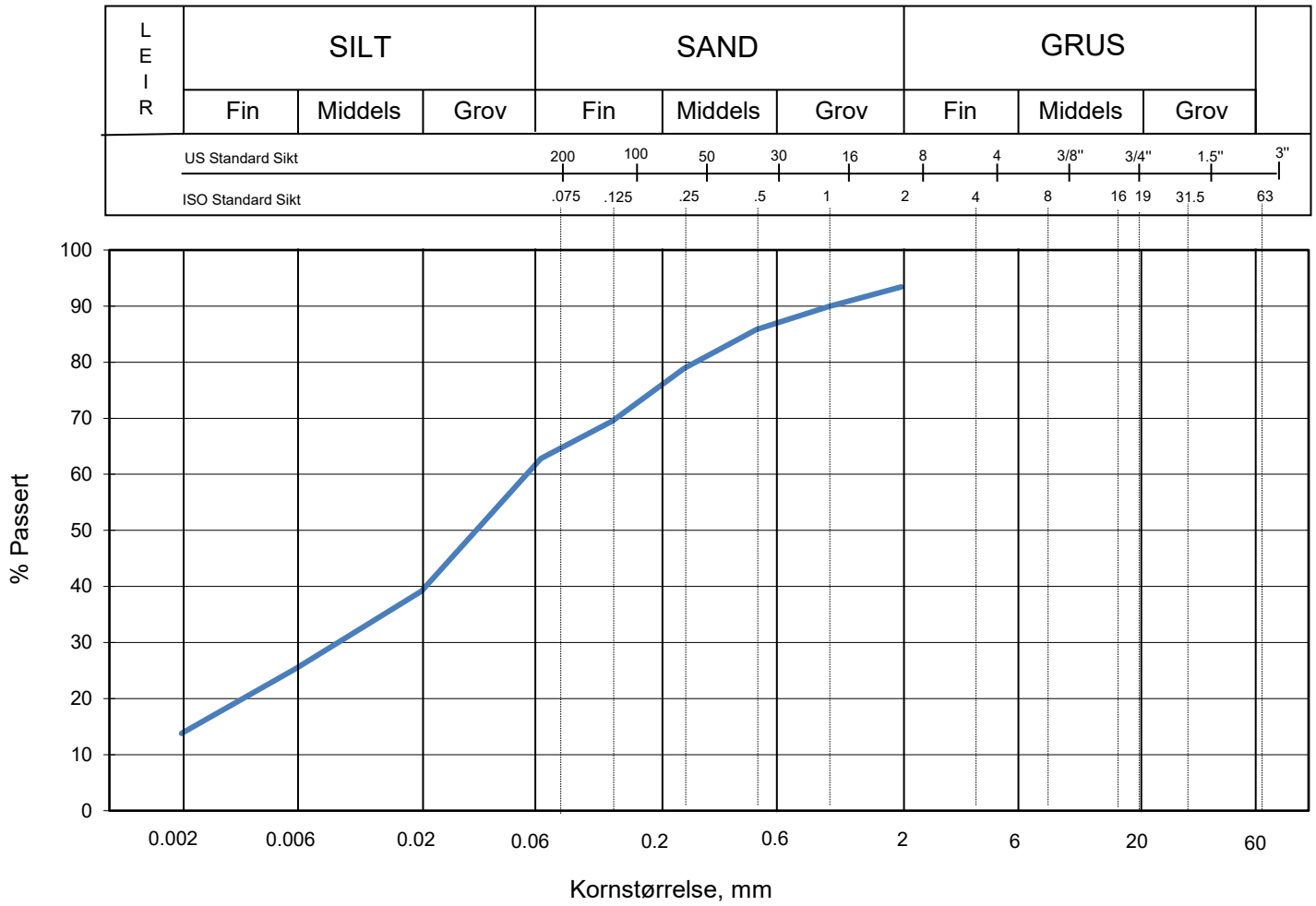
Dato	Tegnet/godkjent
09.05.2023	MCT/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\68\KeyLAB\9a66c162-d9bf-4768-903e-85e2ff1498ec\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 002

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	93
1	90
0.5	86
0.25	79
0.125	70
0.063	63
0.020	39
0.006	25
0.002	14

Jordartsbetegnelse	SILT, sandig, leirig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	6.6
Sand	30.6
Silt	49.0
Leire	13.8

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.055
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 303

Tube: 10

Dybde: 15.64 m

Figurnr.
XXX

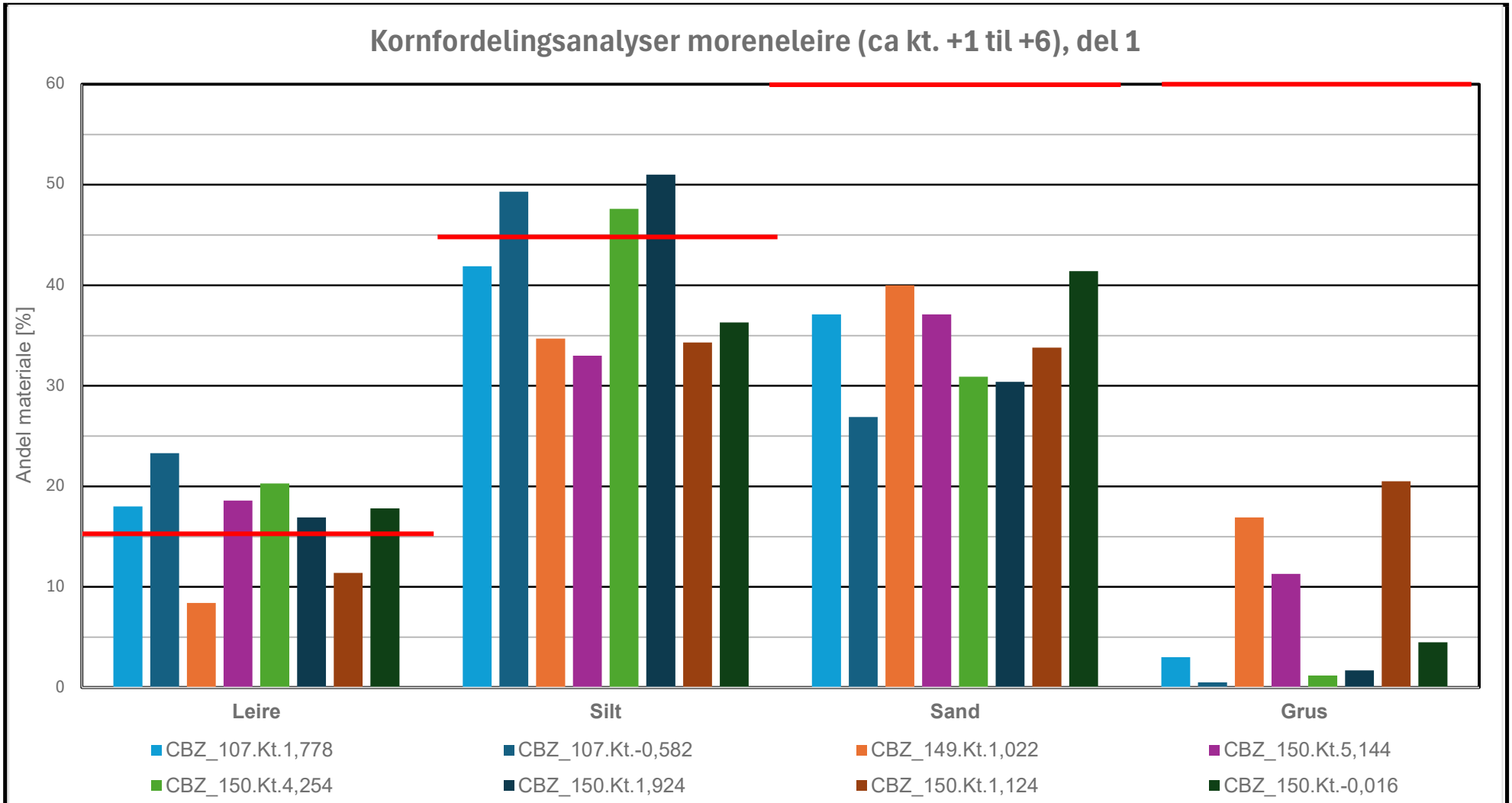
Dato	Tegnet/godkjent
09.05.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\68\KeyLAB\9a66c162-d9bf-4768-903e-85e2ff1498ec\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 003

VEDLEGG 4.5: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING MORENELEIRE

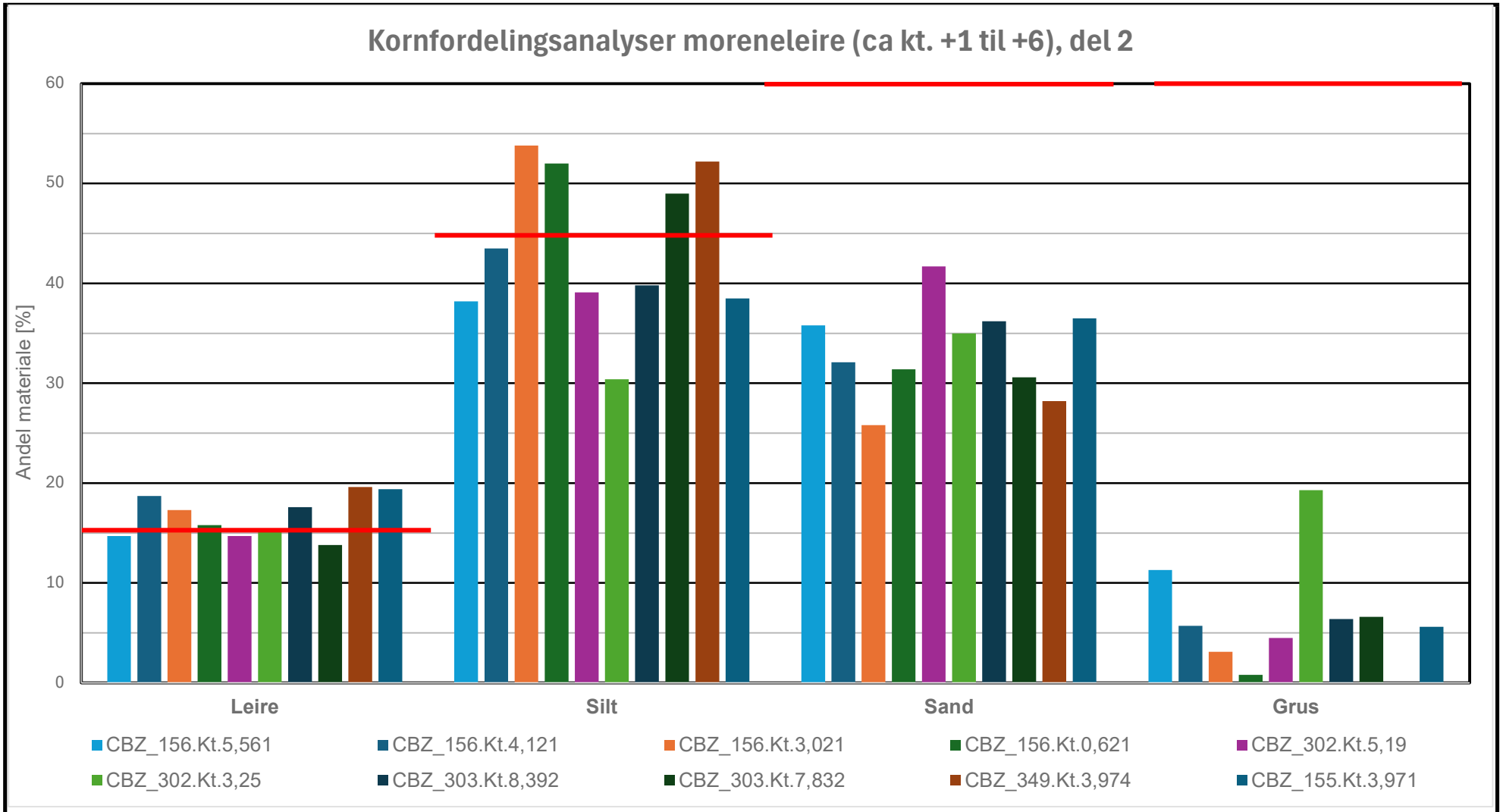
(Inkludert kornfordelingskurver)



O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sammenstilling kornfordelinger.xlsx]Fane 4 - Moreneleire1

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	18.07.2024



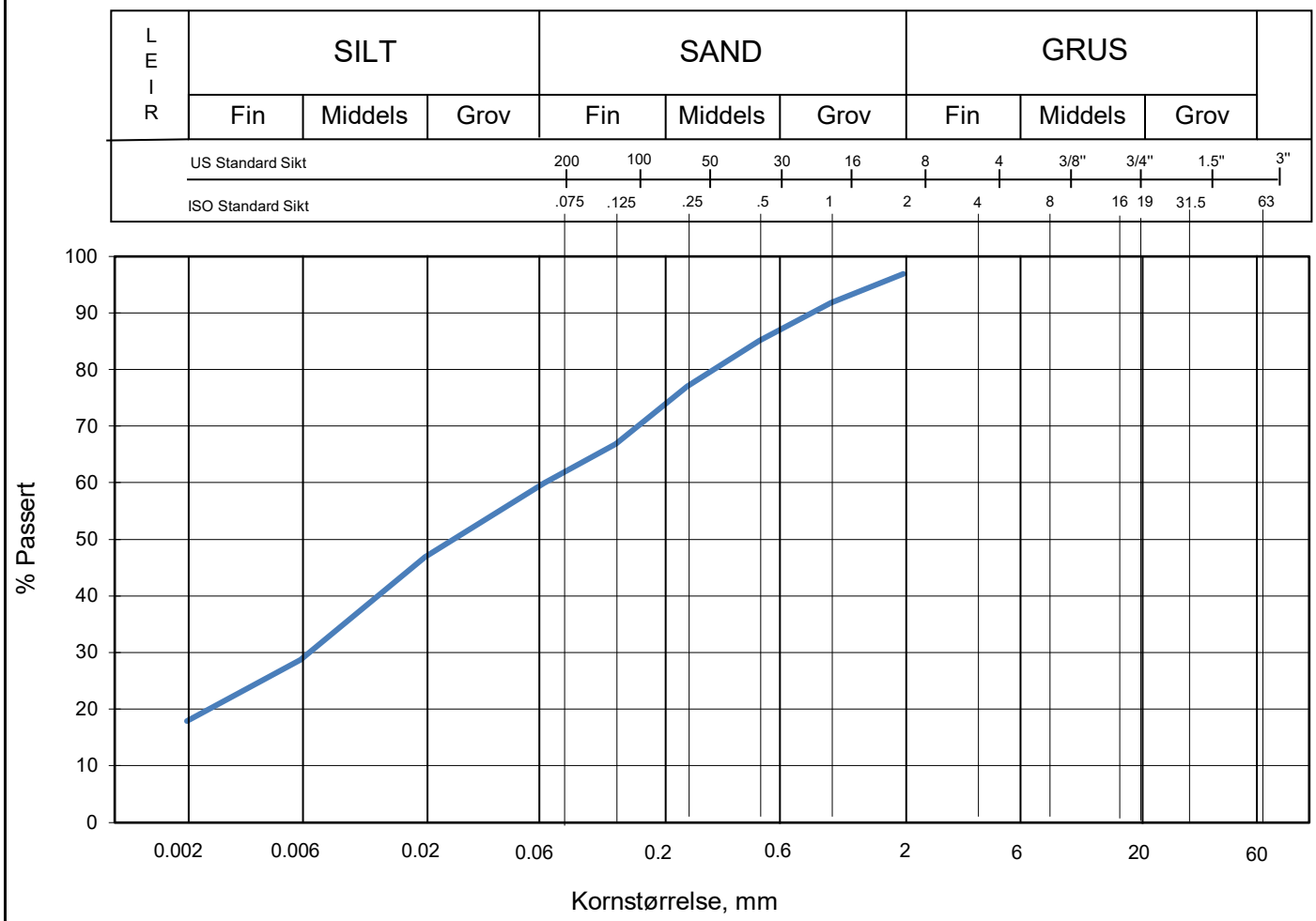
O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sammenstilling kornfordelinger.xlsx]Fane 5 - Moreneleire2

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	18.07.2024

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	97
1	92
0.5	85
0.25	77
0.125	67
0.063	60
0.020	47
0.006	29
0.002	18

Jordartsbetegnelse	LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	3.0
Sand	37.1
Silt	41.9
Leire	18.0

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.064
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 107

Tube: 1

Dybde: 1.17 m

Figurnr.
XXX

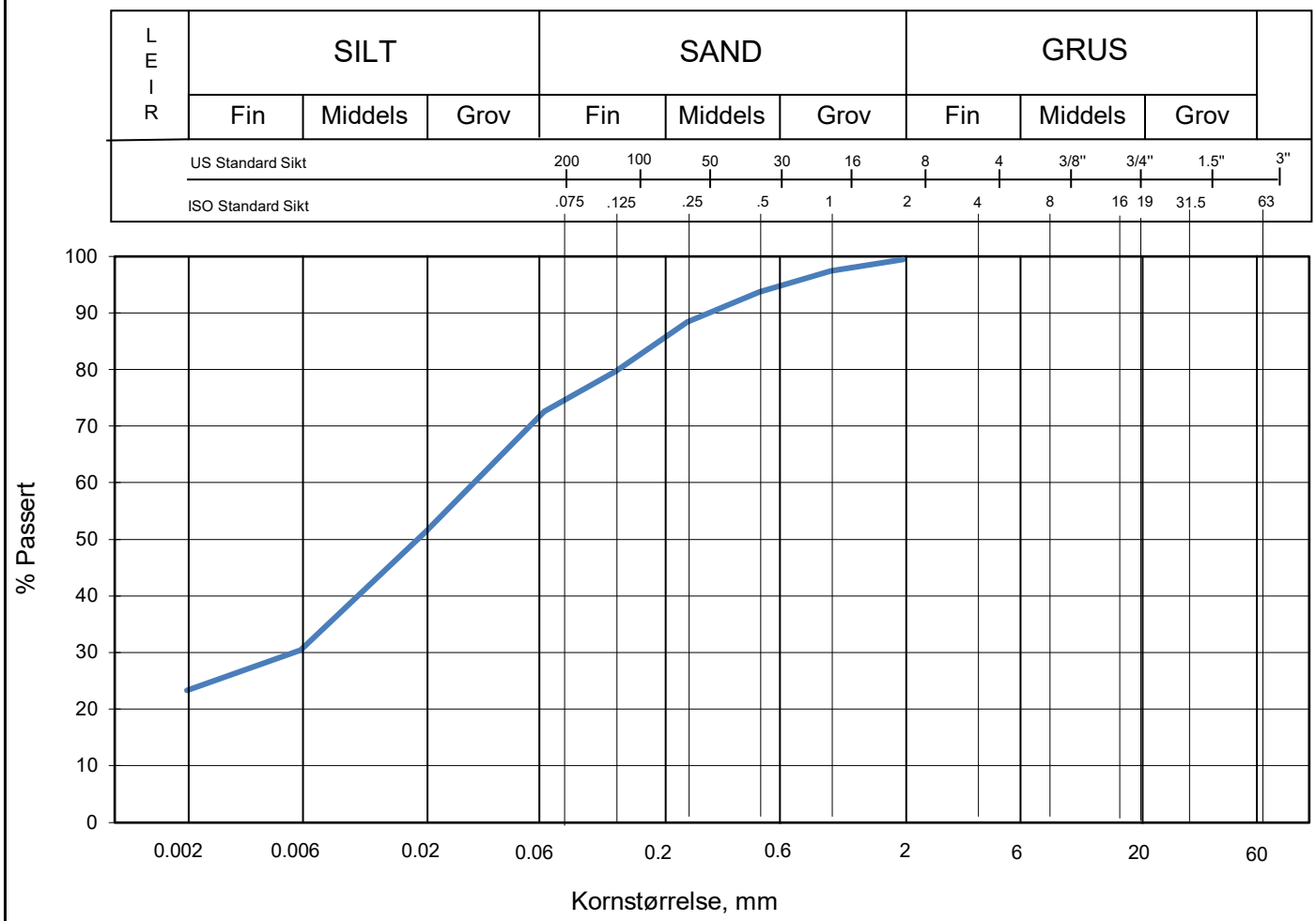
Dato	Tegnet/godkjent
17/04/2023	GeA/EvS

NGI

C:\Users\ATe\AppData\Local\Temp\KeyLAB\ac5fdef0-ffb8-4ae8-86ea-dc4fee065147\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 001

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	99
1	97
0.5	94
0.25	88
0.125	80
0.063	73
0.020	51
0.006	30
0.002	23

Jordartsbetegnelse	LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	0.5
Sand	26.9
Silt	49.3
Leire	23.3

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.032
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 107

Dybde: 3.53 m

Tube: 2

Figurnr.
XXX

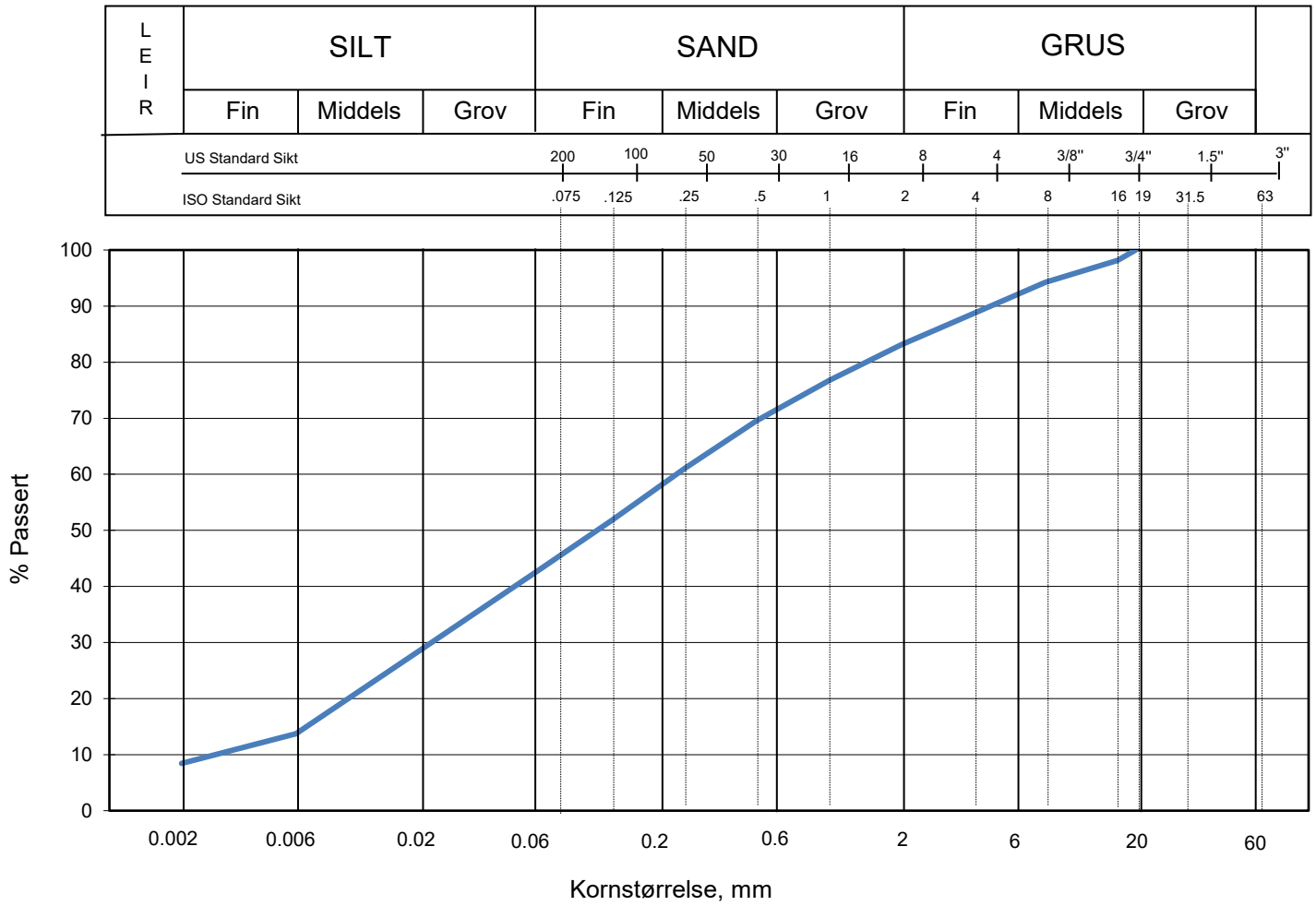
Dato	Tegnet/godkjent
17/04/2023	GeA/EvS

NGI

C:\Users\ATe\AppData\Local\Temp\KeyLAB\ac5fdef0-ffb8-4ae8-86ea-dc4fee065147\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 002

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. NS-EN 17892-4:2016 og laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	100
16	98
8	94
4	89
2	83
1	77
0.5	70
0.25	61
0.125	52
0.063	43
0.020	29
0.006	14
0.002	8

Jordartsbetegnelse		Jordmateriale, sandig, siltig, leirig
Test metode(r)		x sikting + falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	16.9
Sand	40.0
Silt	34.7
Leire	8.4

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.231
D10	(mm)	0.003
CU (D60/D10)		83.4
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 149

Tube: 8

Dybde: 14.16 m

Figurnr.
XXX

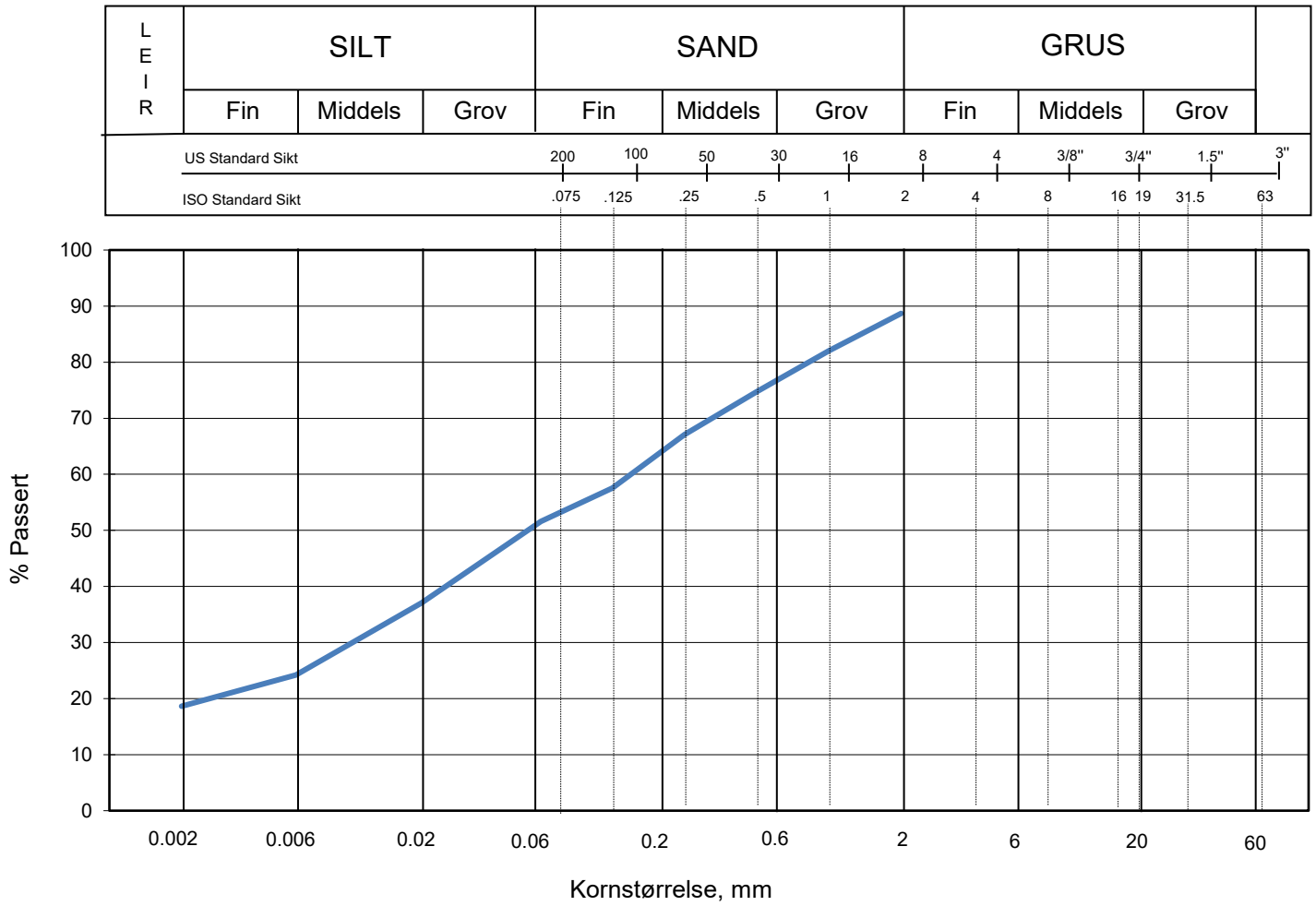
Dato	Tegnet/godkjent
13.06.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\45\KeyLAB\12ff094d-df79-4c02-84ec-ae7b84312409\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 001

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	89
1	82
0.5	75
0.25	67
0.125	58
0.063	52
0.020	37
0.006	24
0.002	19

Jordartsbetegnelse		LEIRE, sandig, siltig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	11.3
Sand	37.1
Silt	33.0
Leire	18.6

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.149
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 150

Tube: 3

Dybde: 3.28 m

Figurnr.
XXX

Dato
20.04.2023

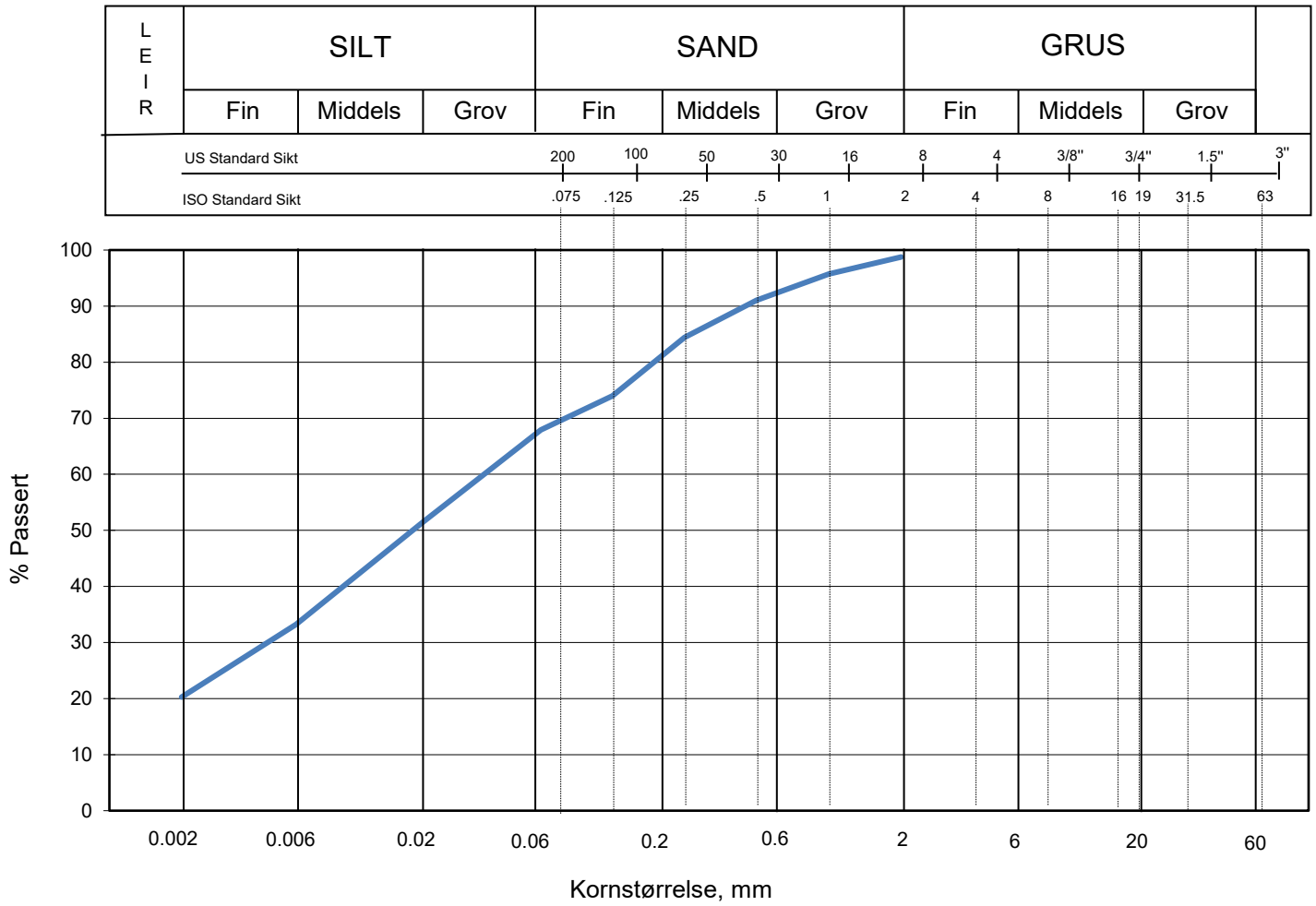
Tegnet/godkjent
EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\7770a05d-12ce-49c9-aa2a-55ecd5b6c37a\PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 003

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	99
1	96
0.5	91
0.25	84
0.125	74
0.063	68
0.020	51
0.006	33
0.002	20

Jordartsbetegnelse		LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	1.2
Sand	30.9
Silt	47.6
Leire	20.3

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.037
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 150

Tube: 4

Dybde: 4.17 m

Figurnr.
XXX

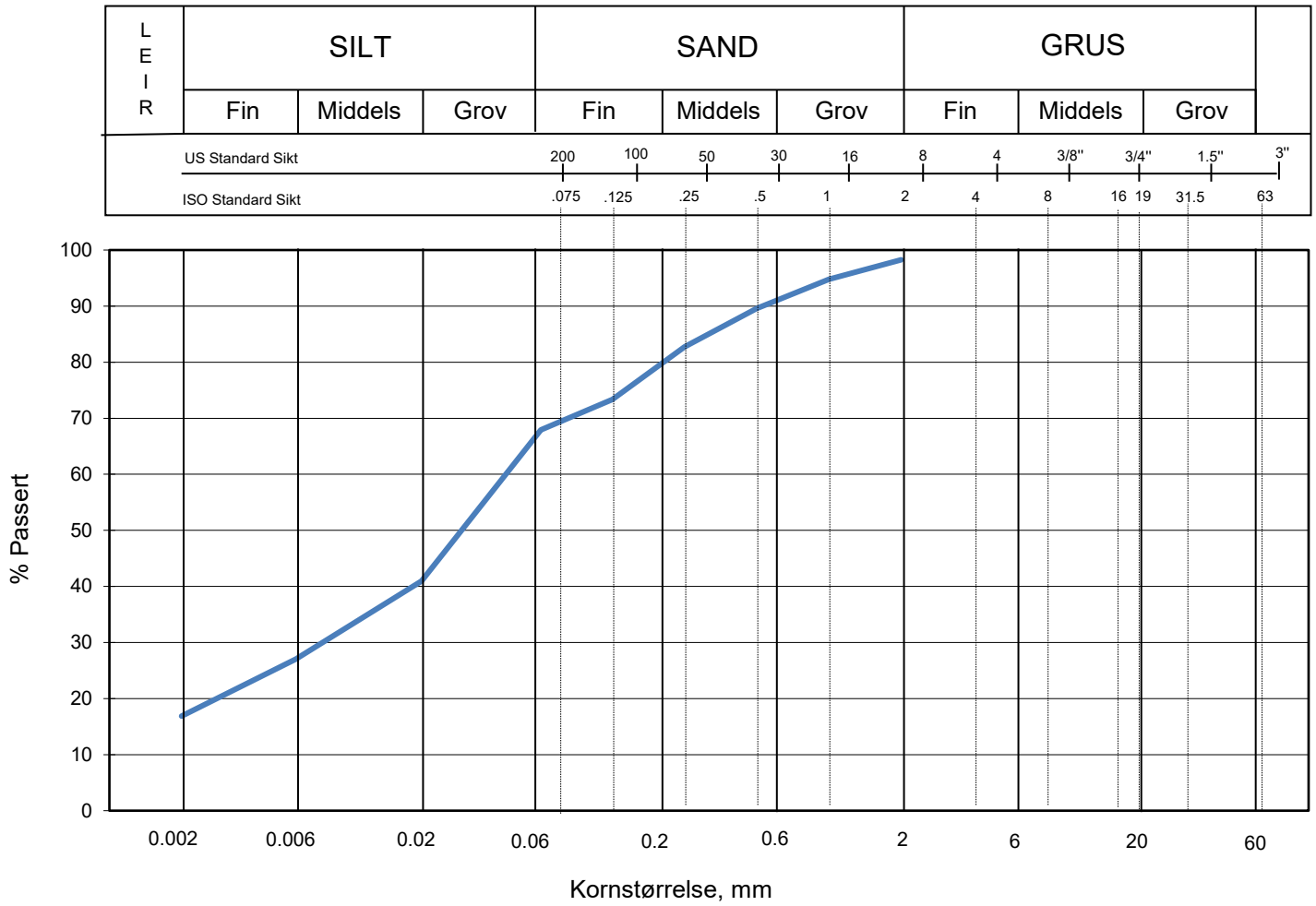
Dato	Tegnet/godkjent
20.04.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\7770a05d-12ce-49c9-aa2a-55ecd5b6c37a\PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 004

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	98
1	95
0.5	90
0.25	83
0.125	73
0.063	68
0.020	41
0.006	27
0.002	17

Jordartsbetegnelse		LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	1.7
Sand	30.4
Silt	51.0
Leire	16.9

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.045
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 150

Tube: 6

Dybde: 6.50 m

Figurnr.
XXX

Dato
20.04.2023

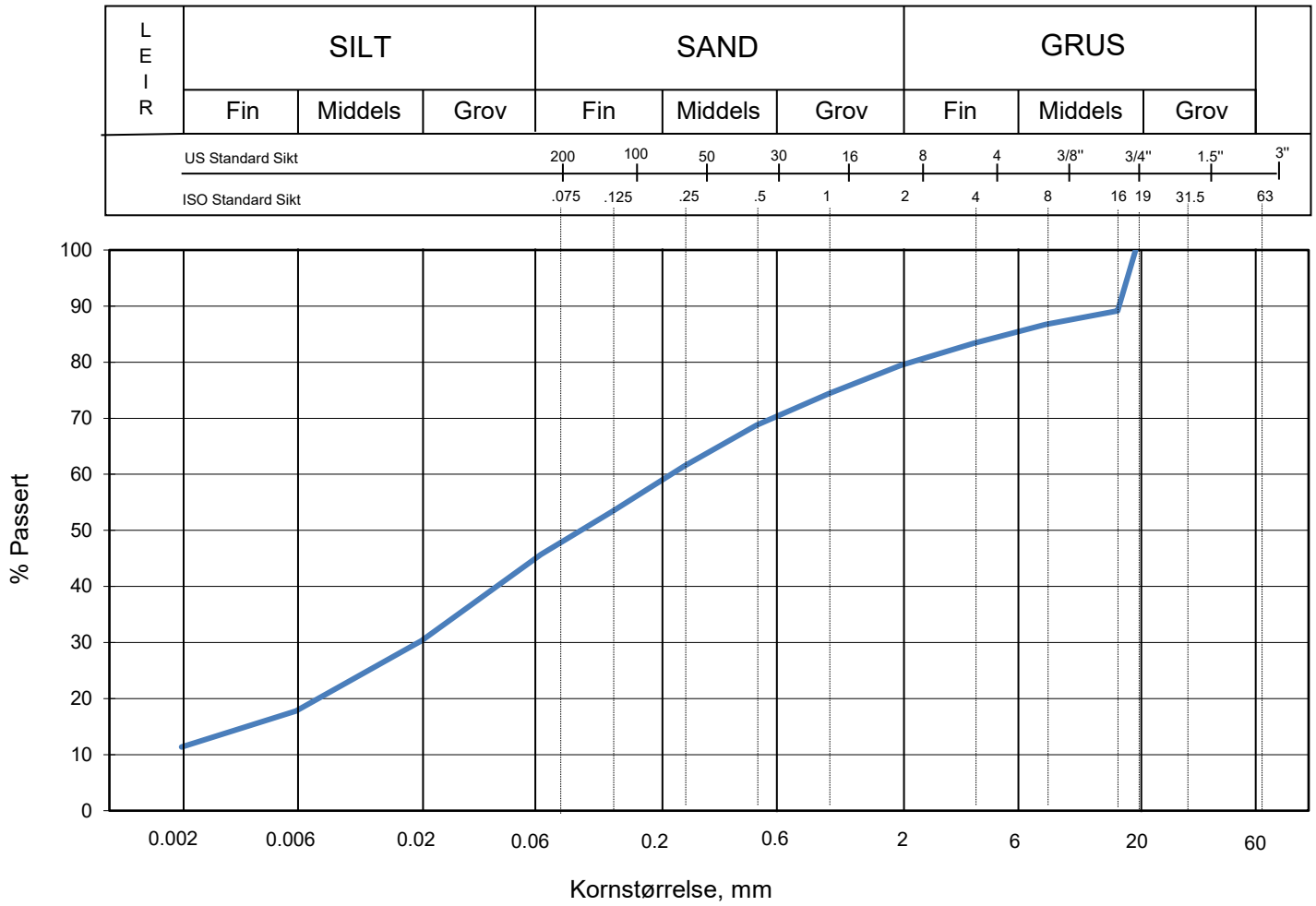
Tegnet/godkjent
EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\7770a05d-12ce-49c9-aa2a-55ecd5b6c37a\PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 006

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. NS-EN 17892-4:2016 og laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	100
16	89
8	87
4	83
2	79
1	74
0.5	69
0.25	62
0.125	53
0.063	46
0.020	30
0.006	18
0.002	11

Jordartsbetegnelse		Jordmateriale, siltig, sandig, grusig, leirig
Test metode(r)		våt sikting + falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	20.5
Sand	33.8
Silt	34.3
Leire	11.4

Anmerkning
Minimum total mengde ikke oppnådd

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.220
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 150

Tube: 7

Dybde: 7.33 m

Figurnr.
XXX

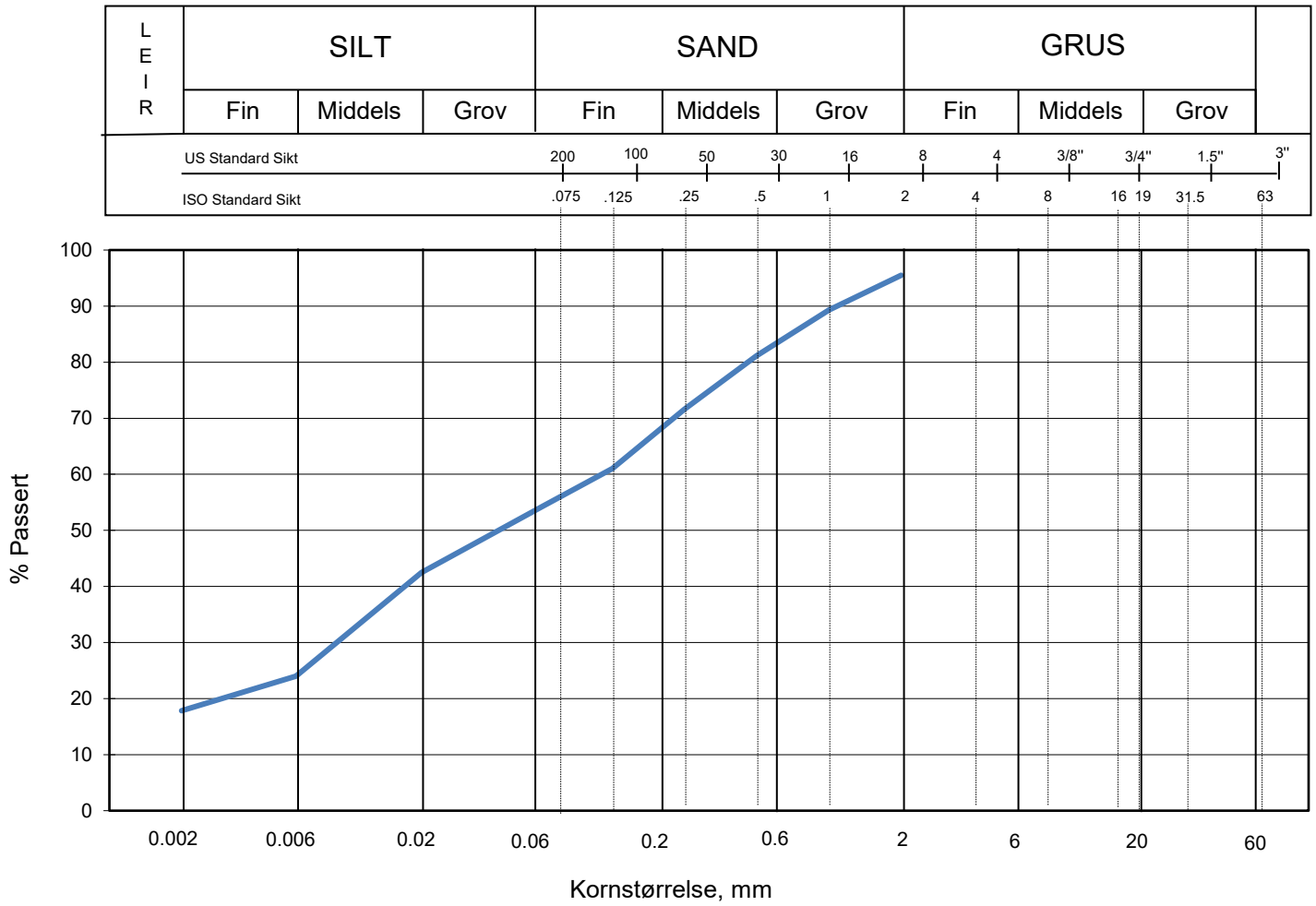
Dato	Tegnet/godkjent
20.04.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\7770a05d-12ce-49c9-aa2a-55ecd5b6c37a\PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 007

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	96
1	89
0.5	81
0.25	72
0.125	61
0.063	54
0.020	43
0.006	24
0.002	18

Jordartsbetegnelse	LEIRE, sandig, siltig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	4.5
Sand	41.4
Silt	36.3
Leire	17.8

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.113
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 150

Tube: 8

Dybde: 8.43 m

Figurnr.
XXX

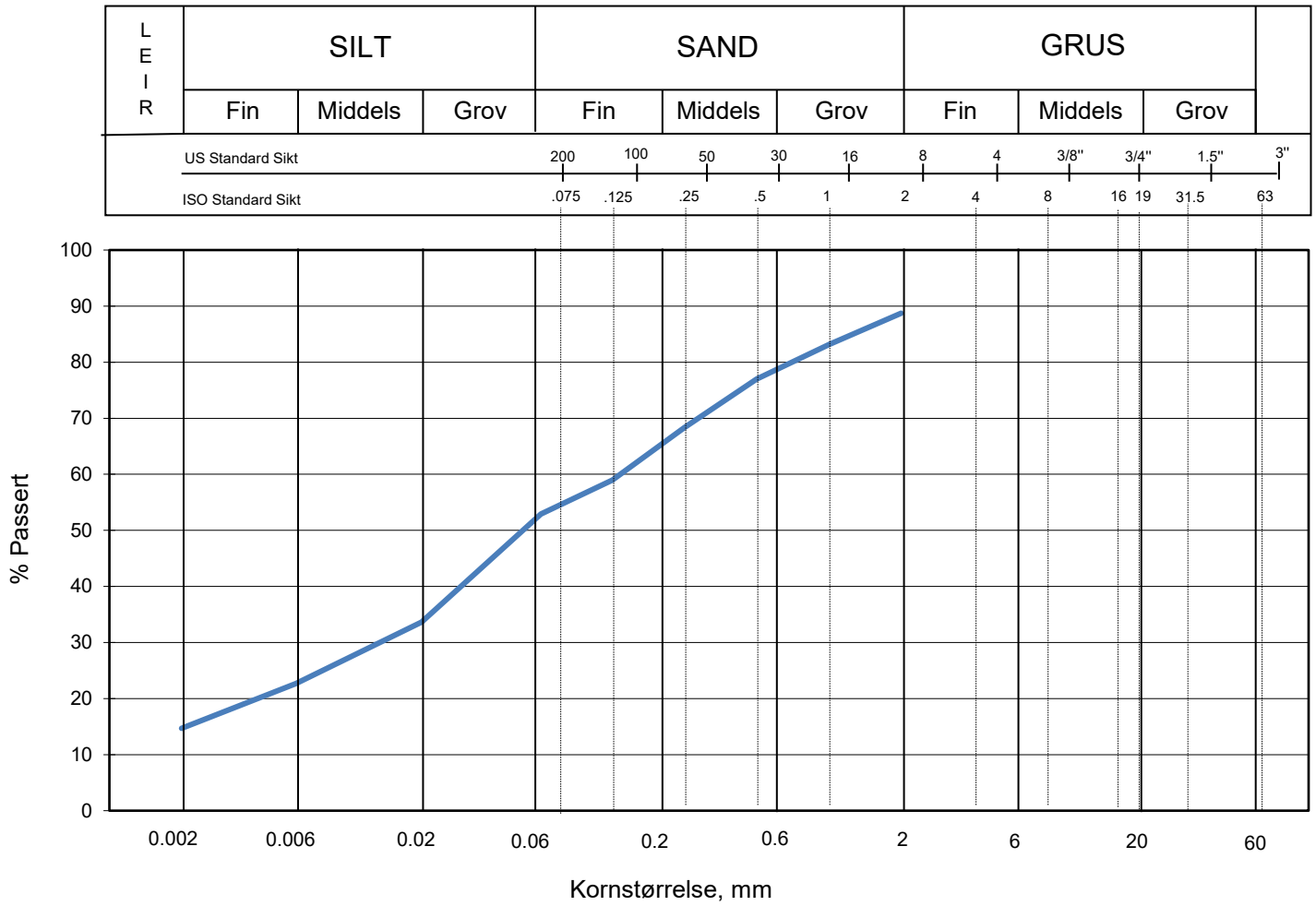
Dato	Tegnet/godkjent
20.04.2023	GeA/EvS

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\7770a05d-12ce-49c9-aa2a-55ecd5b6c37a\{PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 008

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	89
1	83
0.5	77
0.25	68
0.125	59
0.063	53
0.020	34
0.006	23
0.002	15

Jordartsbetegnelse		Jordmateriale, siltig, sandig, leirig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	11.3
Sand	35.8
Silt	38.2
Leire	14.7

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.135
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 156

Tube: 4

Dybde: 7.68 m

Figurnr.
XXX

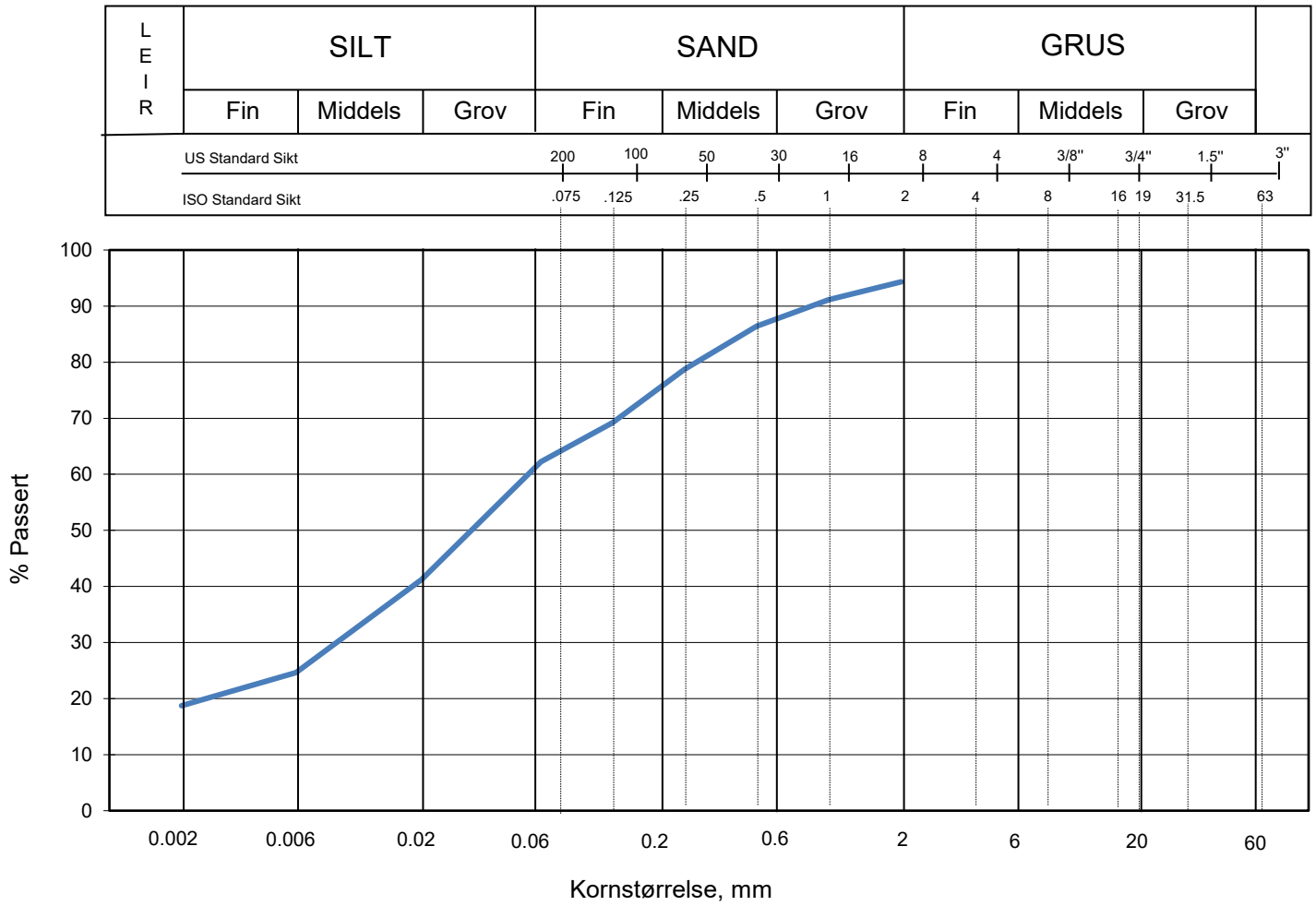
Dato	Tegnet/godkjent
30.06.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\{87e54c4-70bd-4654-818c-257ea07ceea7\{PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 004

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	94
1	91
0.5	86
0.25	79
0.125	69
0.063	62
0.020	41
0.006	25
0.002	19

Jordartsbetegnelse	LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	5.7
Sand	32.1
Silt	43.5
Leire	18.7

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.056
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 156

Tube: 5

Dybde: 9.12 m

Figurnr.: XXX

Dato: 30.06.2023

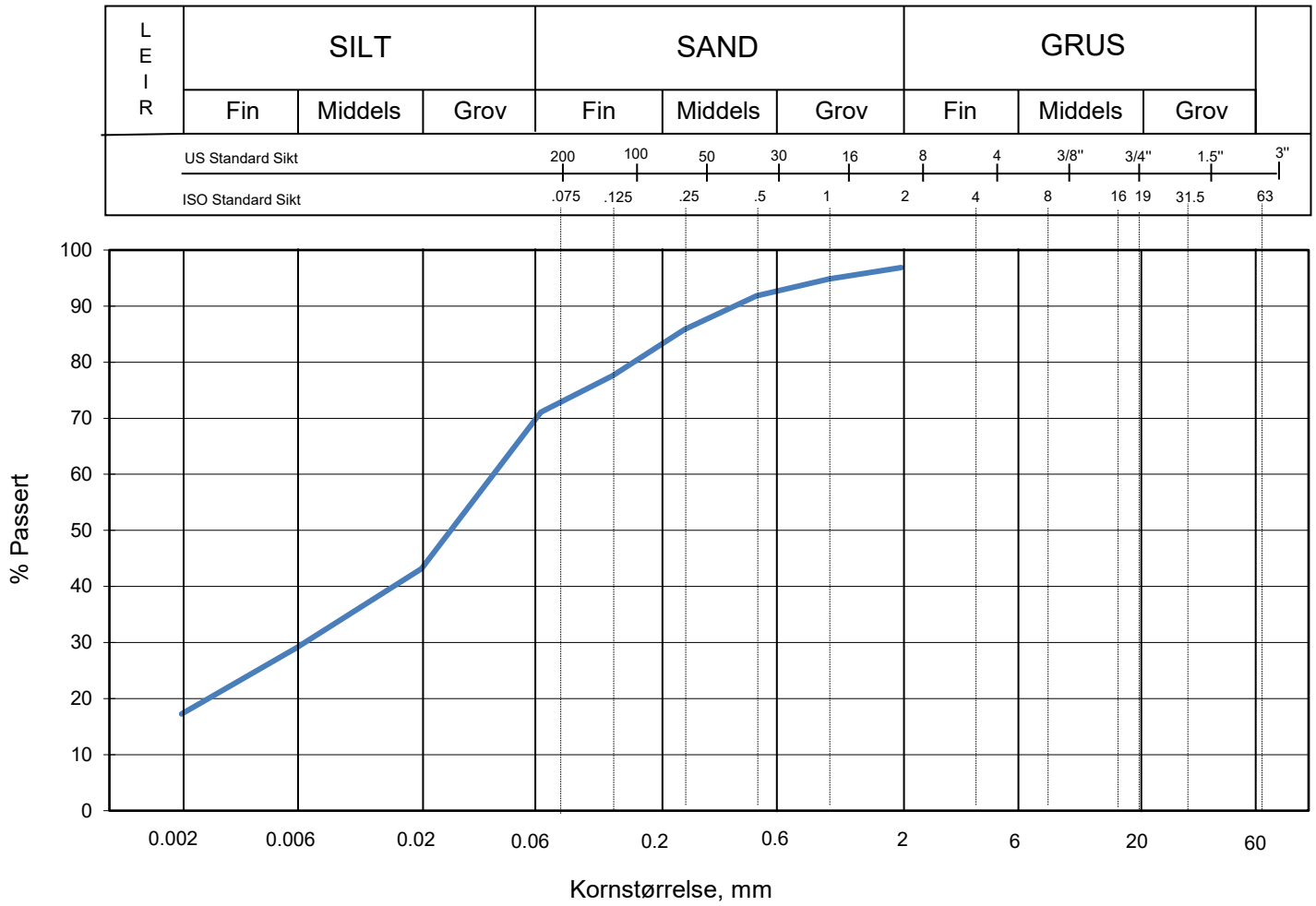
Tegnet/godkjent: EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\{87e54c4-70bd-4654-818c-257ea07ceea7\}[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 005

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	97
1	95
0.5	92
0.25	86
0.125	78
0.063	71
0.020	43
0.006	29
0.002	17

Jordartsbetegnelse		LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	3.1
Sand	25.8
Silt	53.8
Leire	17.3

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.040
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 156

Tube: 6

Dybde: 10.22 m

Figurnr.
XXX

Dato
30.06.2023

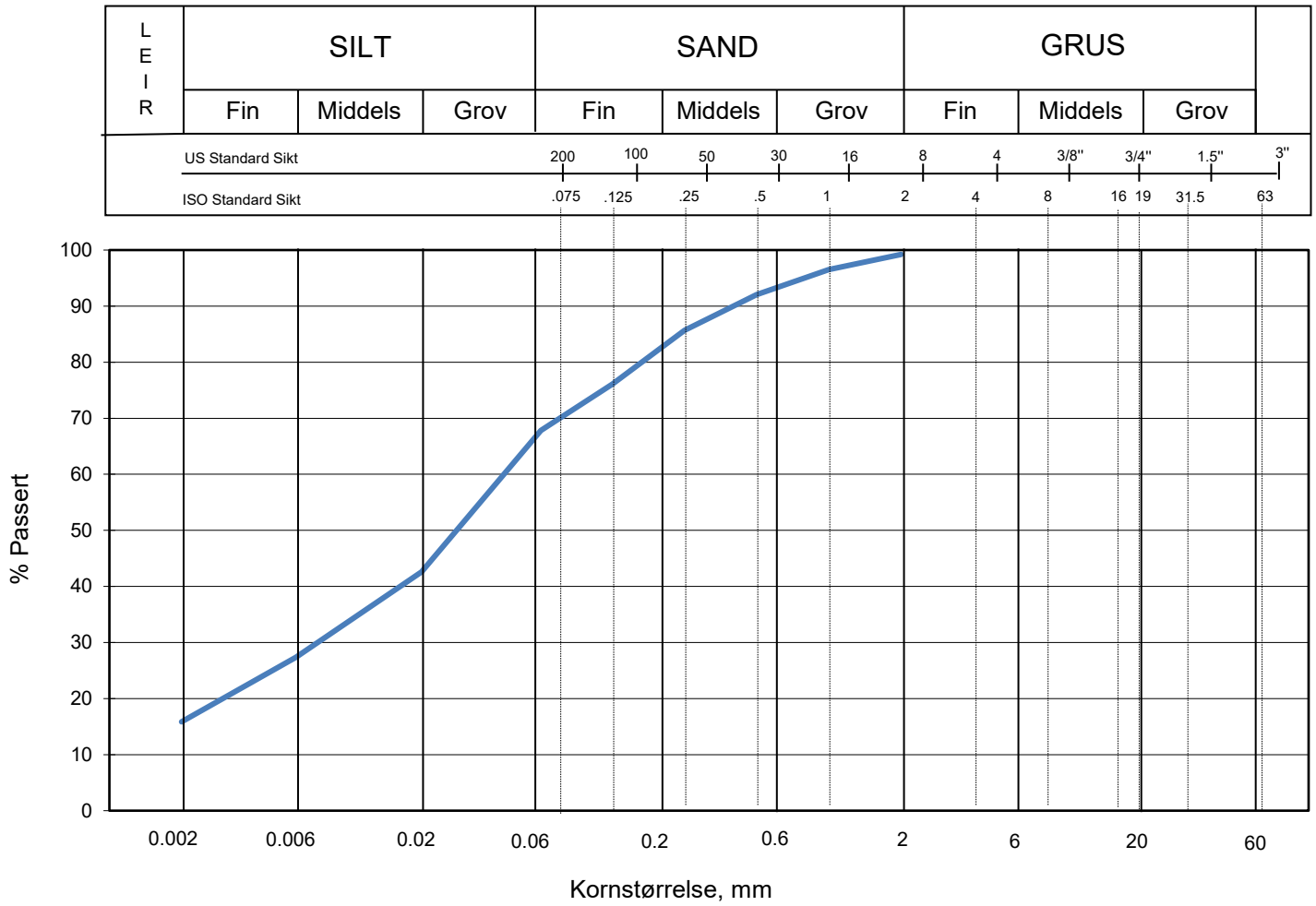
Tegnet/godkjent
EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\{87e54c4-70bd-4654-818c-257ea07ceea7\{PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 006

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	99
1	97
0.5	92
0.25	86
0.125	76
0.063	68
0.020	43
0.006	27
0.002	16

Jordartsbetegnelse	LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	0.8
Sand	31.4
Silt	52.0
Leire	15.8

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.044
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 156

Tube: 7

Dybde: 12.62 m

Figurnr.
XXX

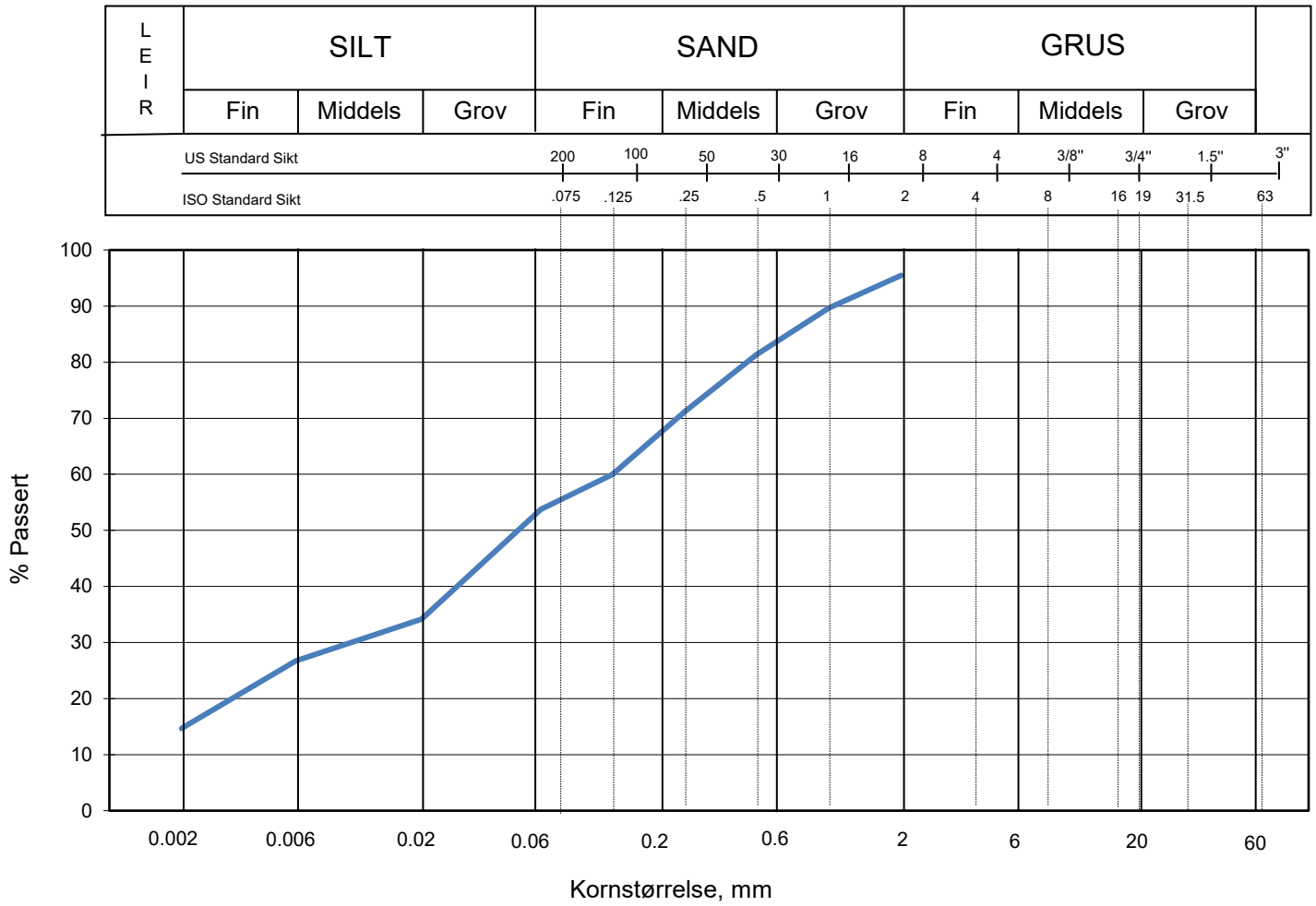
Dato	Tegnet/godkjent
30.06.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\{87e54c4-70bd-4654-818c-257ea07ceea7\{PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 007

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	95
1	90
0.5	81
0.25	71
0.125	60
0.063	54
0.020	34
0.006	27
0.002	15

Jordartsbetegnelse	Jordmateriale, sandig, siltig, leirig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	4.5
Sand	41.7
Silt	39.1
Leire	14.7

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.125
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 302

Tube: 18

Dybde: 21.23 m

Figurnr.
XXX

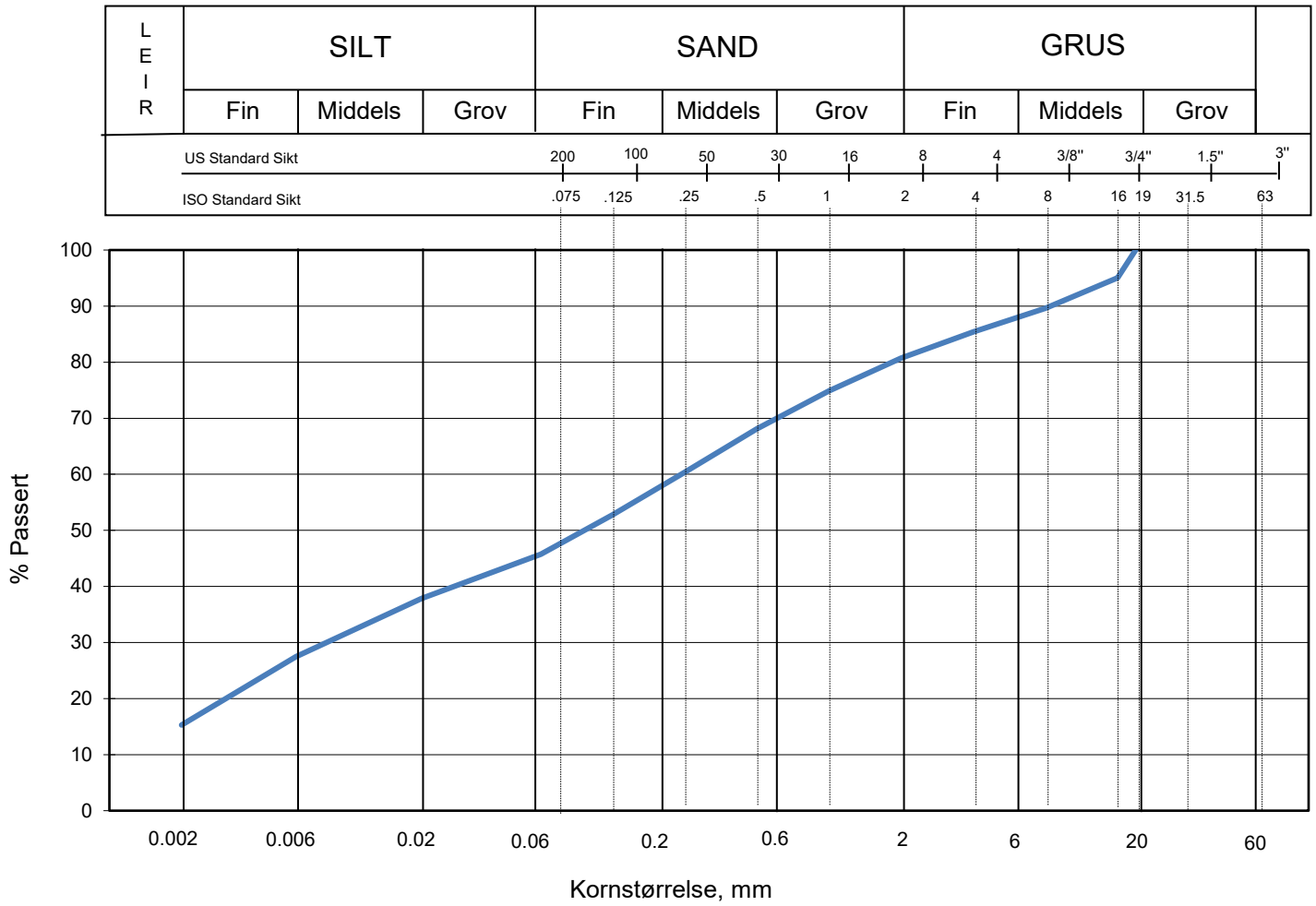
Dato	Tegnet/godkjent
20.04.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\2313b722-1d0b-46d5-81d0-da00affa915c\{PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 008

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. NS-EN 17892-4:2016 og laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	100
16	95
8	90
4	85
2	81
1	75
0.5	68
0.25	60
0.125	53
0.063	46
0.020	38
0.006	27
0.002	15

Jordartsbetegnelse		LEIRE, sandig, siltig
Test metode(r)		våt sikting + falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	19.3
Sand	35.0
Silt	30.4
Leire	15.3

Anmerkning
minimum total mengde ikke oppnådd

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.243
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 302

Tube: 19

Dybde: 23.17 m

Figurnr.
XXX

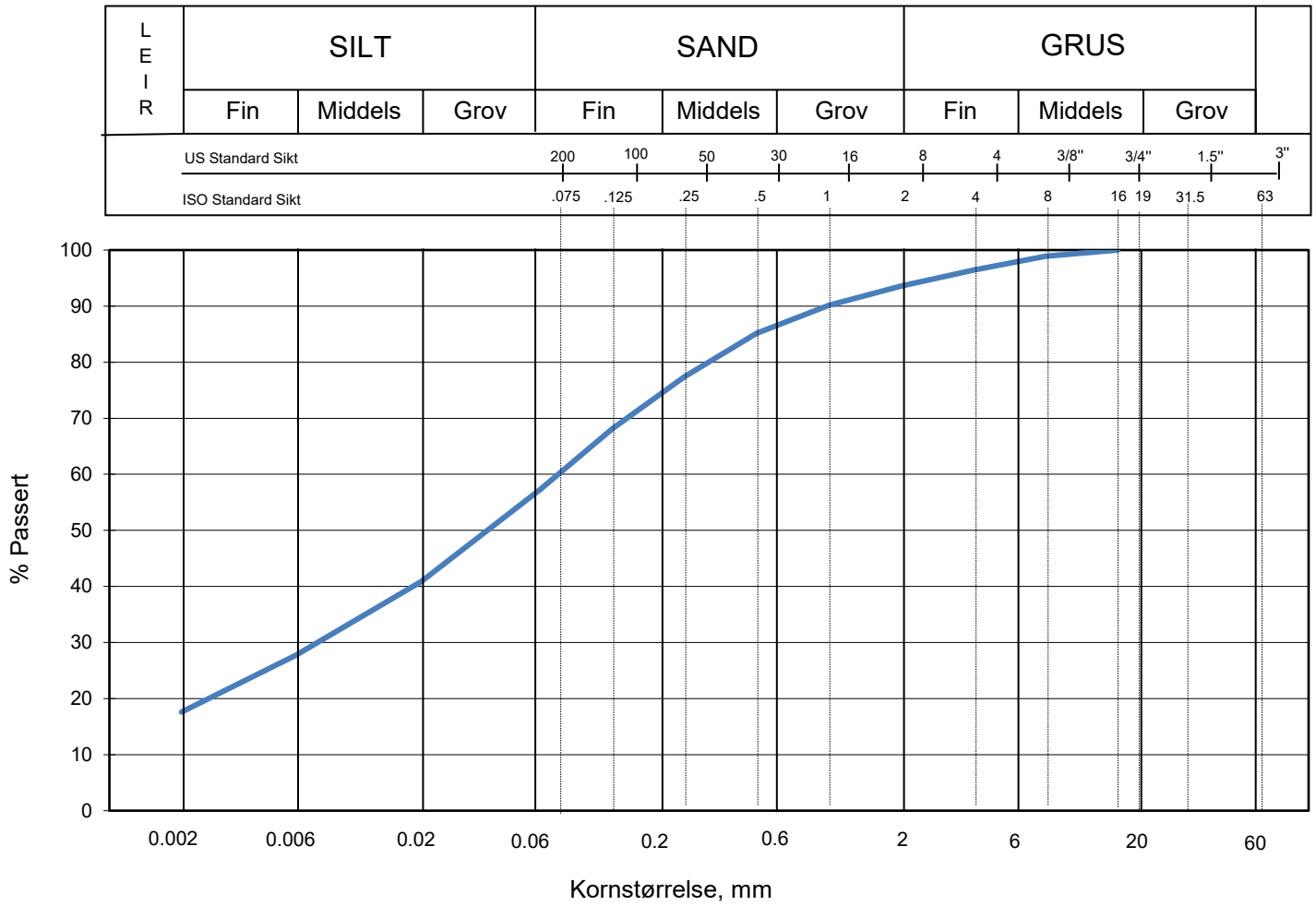
Dato	Tegnet/godkjent
20.04.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\89\KeyLAB\2313b722-1d0b-46d5-81d0-da00affa915c\{PSD Norsk forside.xlsm}Sheet 009

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. NS-EN 17892-4:2016 og laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	100
8	99
4	96
2	94
1	90
0.5	85
0.25	77
0.125	68
0.063	57
0.020	41
0.006	28
0.002	18

Jordartsbetegnelse	Jordmateriale siltig, sandig, leirig
Test metode(r)	våt sikting + falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	6.4
Sand	36.2
Silt	39.8
Leire	17.6

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.074
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 303

Tube: 10

Dybde: 15.08 m

Figurnr.
XXX

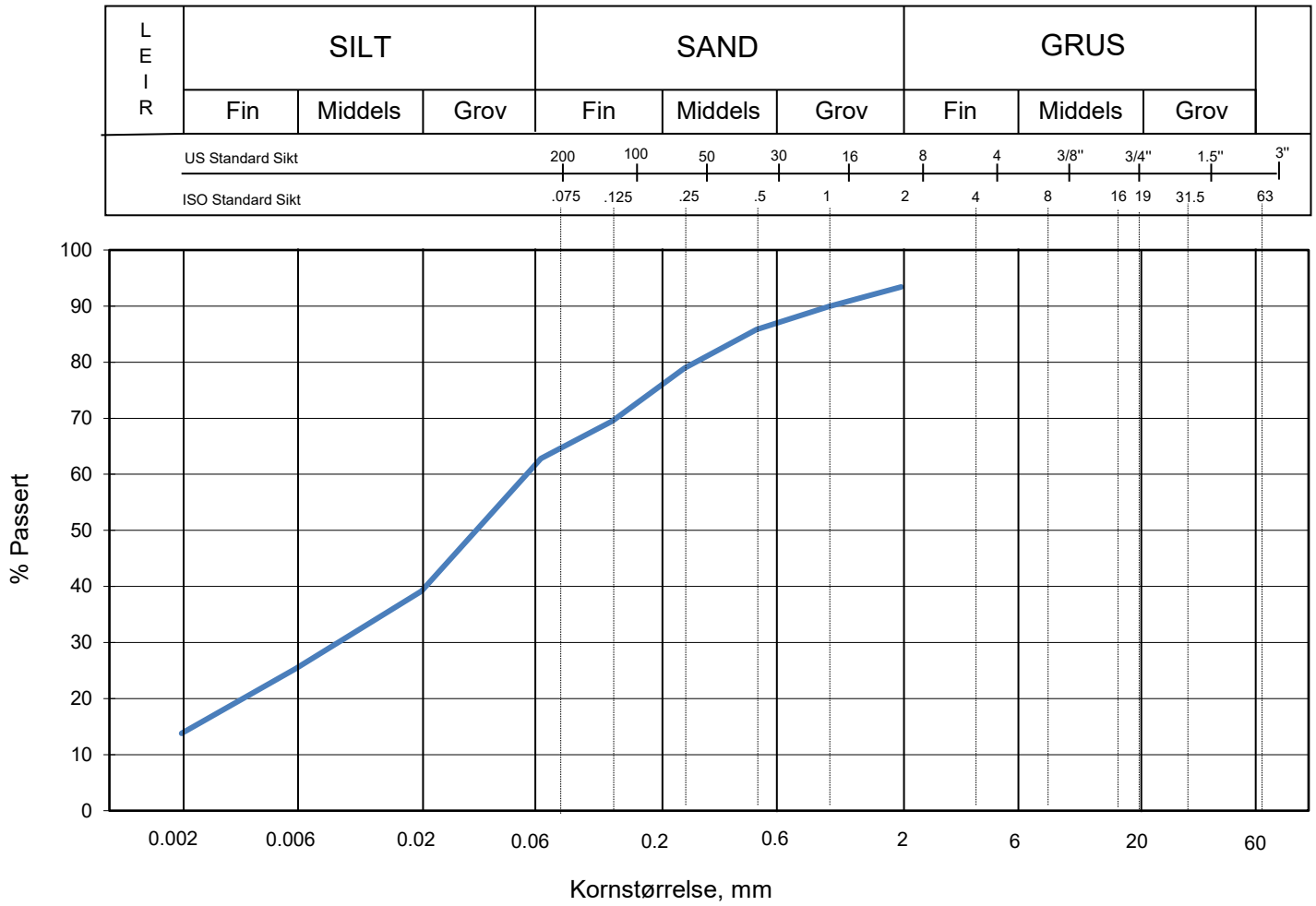
Dato	Tegnet/godkjent
09.05.2023	MCT/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\68\KeyLAB\9a66c162-d9bf-4768-903e-85e2ff1498ec\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 002

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	93
1	90
0.5	86
0.25	79
0.125	70
0.063	63
0.020	39
0.006	25
0.002	14

Jordartsbetegnelse	SILT, sandig, leirig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	6.6
Sand	30.6
Silt	49.0
Leire	13.8

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.055
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 303

Tube: 10

Dybde: 15.64 m

Figurnr.
XXX

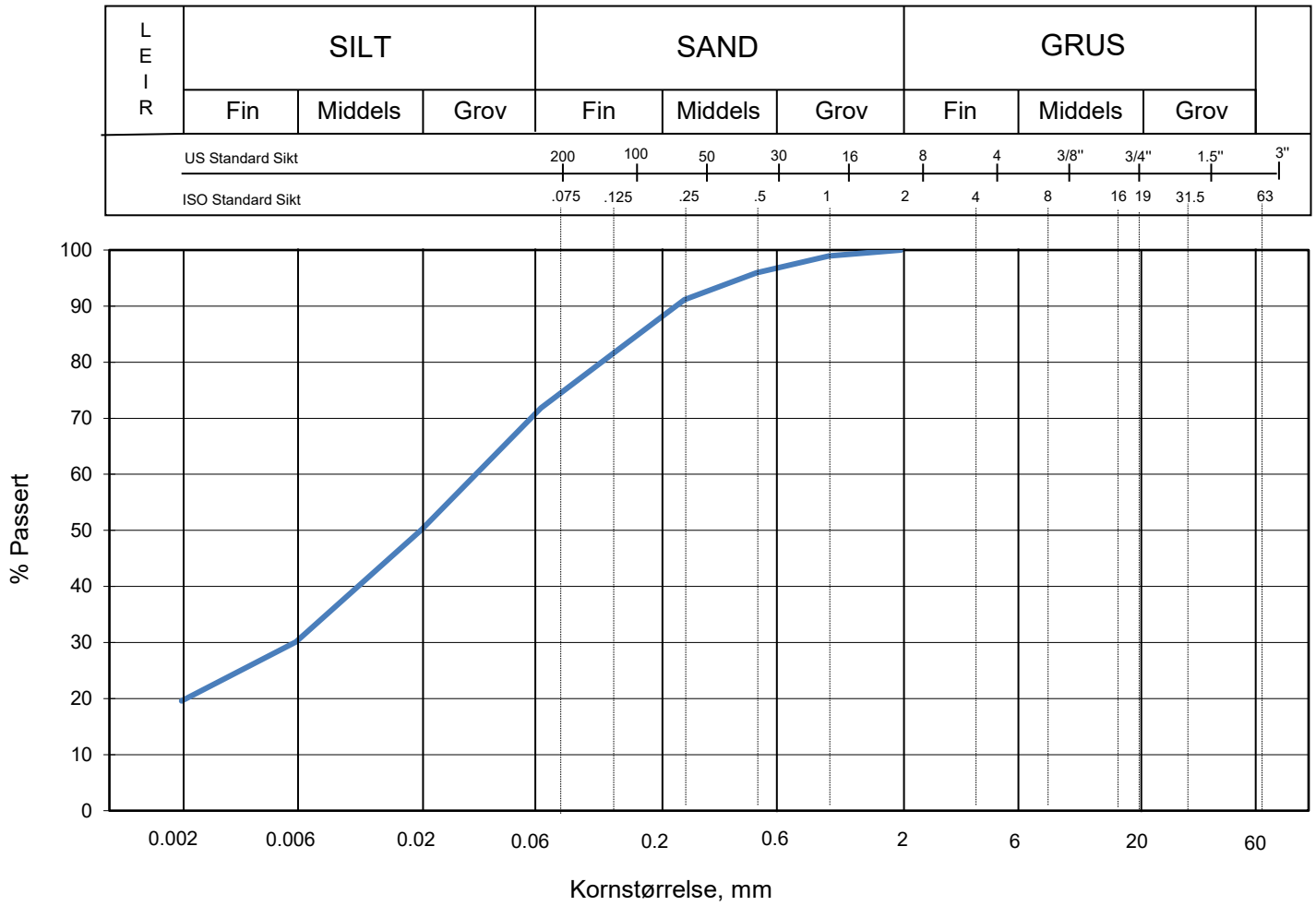
Dato	Tegnet/godkjent
09.05.2023	EvS/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\68\KeyLAB\9a66c162-d9bf-4768-903e-85e2ff1498ec\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 003

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	100
1	99
0.5	96
0.25	91
0.125	81
0.063	72
0.020	50
0.006	30
0.002	20

Jordartsbetegnelse		LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)		Falling drop
Antatt korndensitet	(Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	0.0
Sand	28.2
Silt	52.2
Leire	19.6

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.034
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 349

Tube: 16

Dybde: 20.33 m

Figurnr.
XXX

Dato
11.05.2023

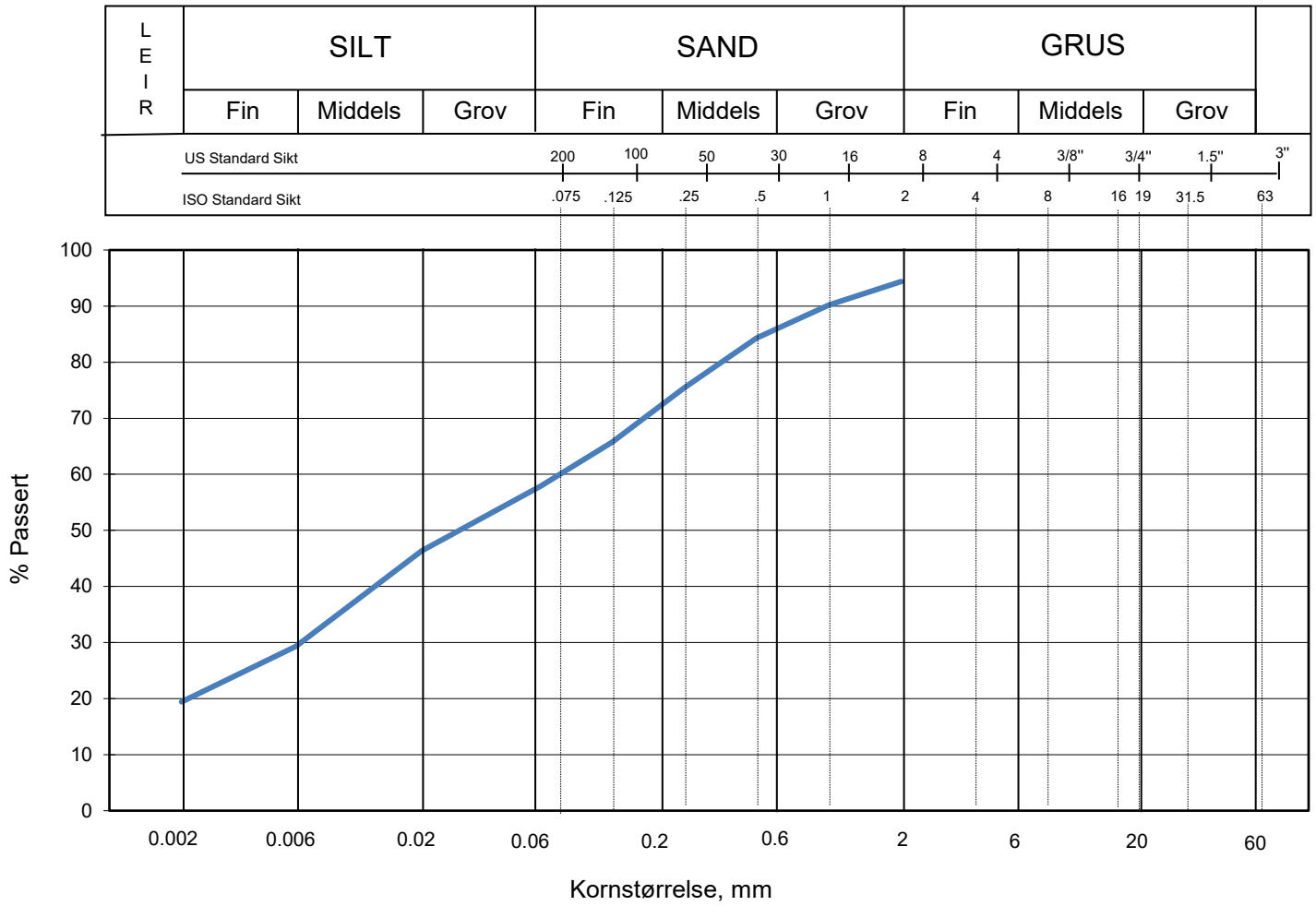
Tegnet/godkjent
FP/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\10\KeyLAB\90a93caa-e4b2-40c0-a022-10f63808fd62\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 004

KORNSTØRRELSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31.5	
19	
16	
8	
4	
2	94
1	90
0.5	84
0.25	75
0.125	66
0.063	58
0.020	46
0.006	29
0.002	19

Jordartsbetegnelse	LEIRE, siltig, sandig
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2.75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0.0
Grus	5.6
Sand	36.5
Silt	38.5
Leire	19.4

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe		
D60	(mm)	0.076
D10	(mm)	
CU (D60/D10)		
Telegruppe		T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

A252183 - Faresoneutredning Borregaard

Dokumentnr.

Boring: 155 Dybde: 9.18 m

Tube: 5

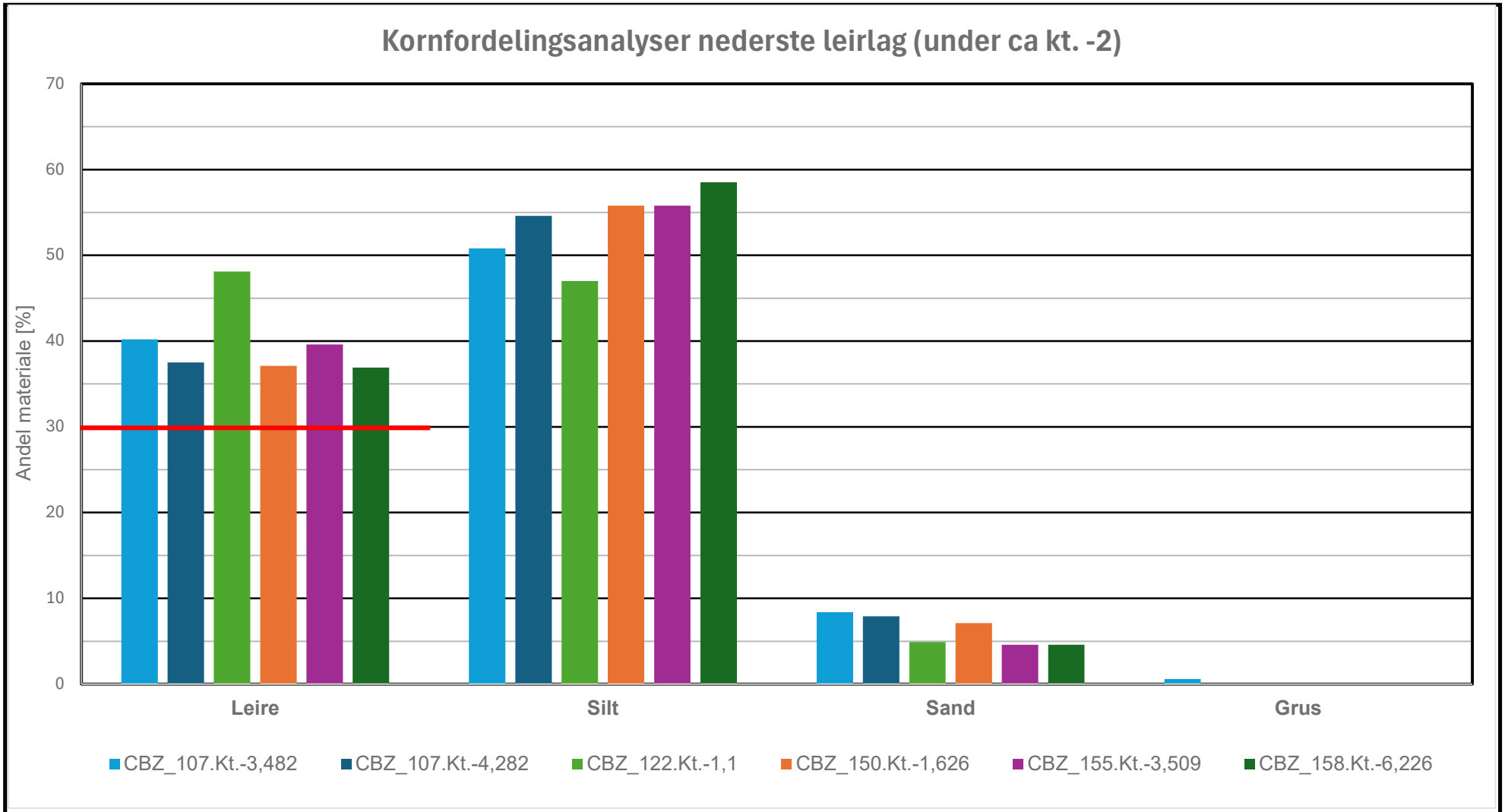
Figurnr.
XXX

Dato	Tegnet/godkjent
30.06.2023	FP/ThV

NGI

C:\Users\ThV\AppData\Local\Temp\82\KeyLAB\b8fef2c5-0aba-4c84-90a0-9fb91174e327\[PSD Norsk forside.xlsm]Sheet 006

VEDLEGG 4.6: KORNFORDELINGSANALYSER, SAMMENSTILLING NEDRE LEIRLAG



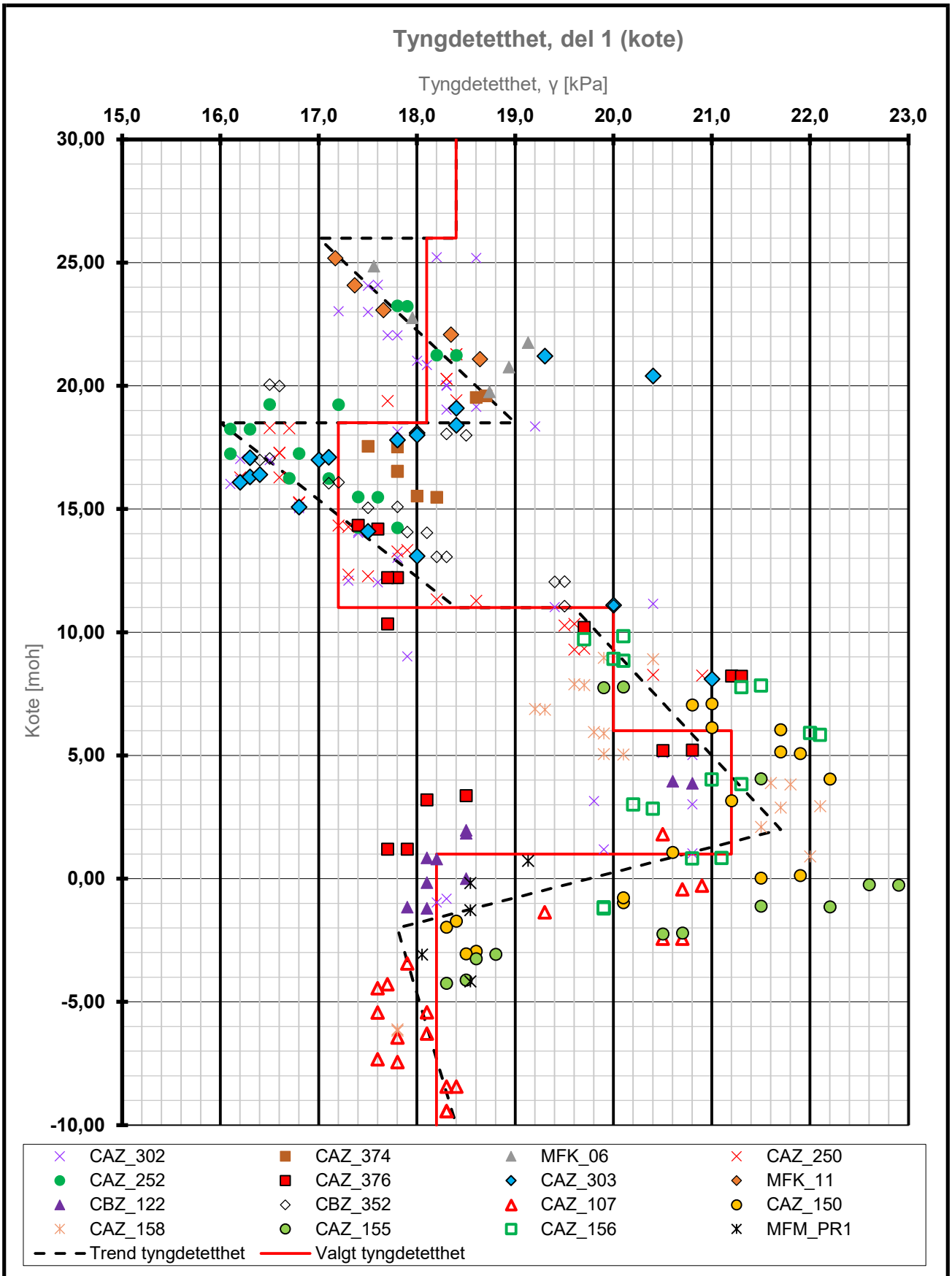
O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sammenstilling kornfordelinger.xlsx]Fane 2 - Siltlag

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	18.07.2024

VEDLEGG 5.1: SNITT B – H, SAMMENSTILLING TYNGDETETTHET

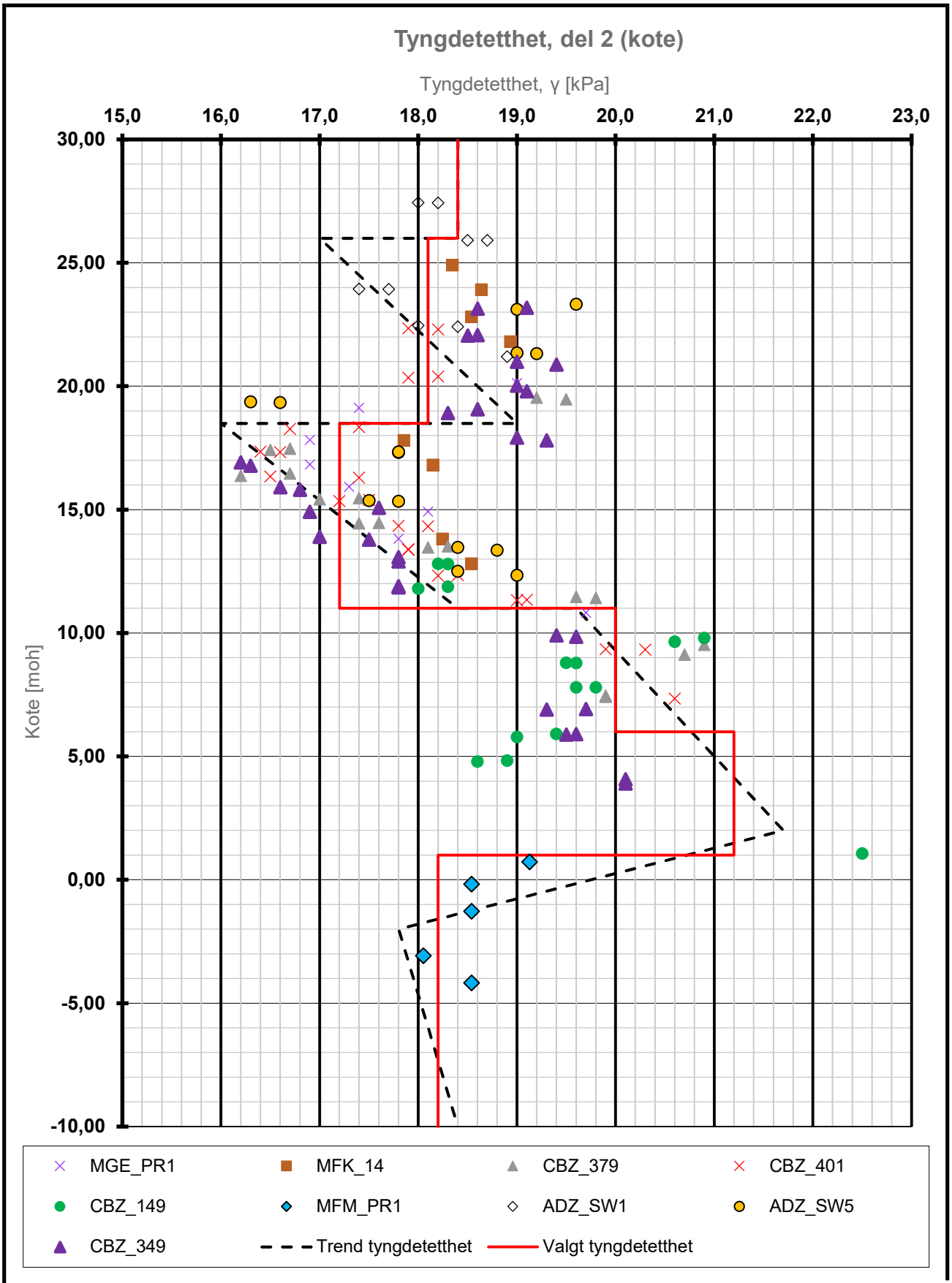
Sammenstillingen er fordelt på to plott som følge av mengden data



O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sa

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	02.07.2024

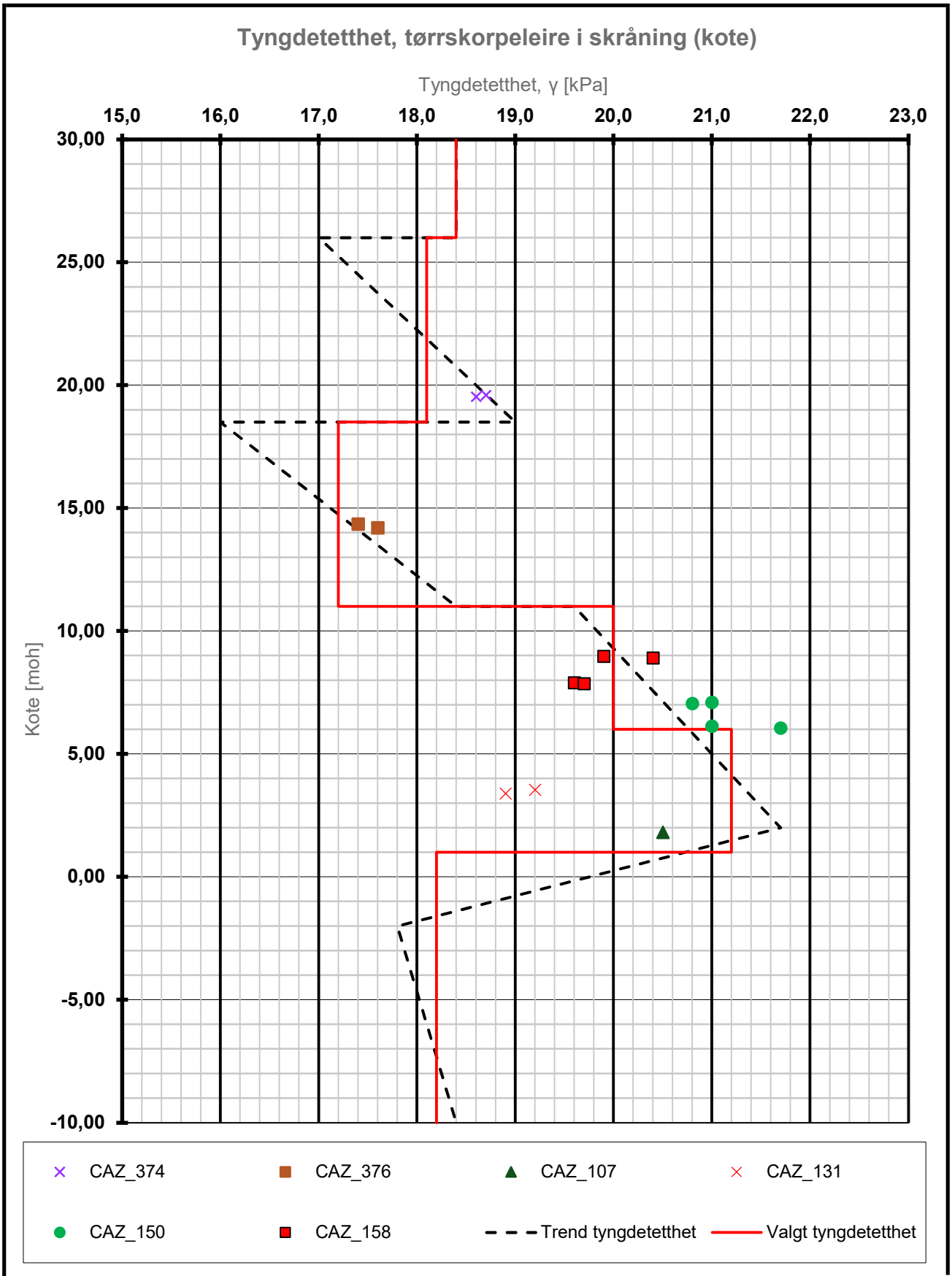


O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[S

Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	02.07.2024

VEDLEGG 5.2: SNITT B – H, SAMMENSTILLING TYNGDETETTHET TØRRSKORPELEIRE I SKRÅNINGEN

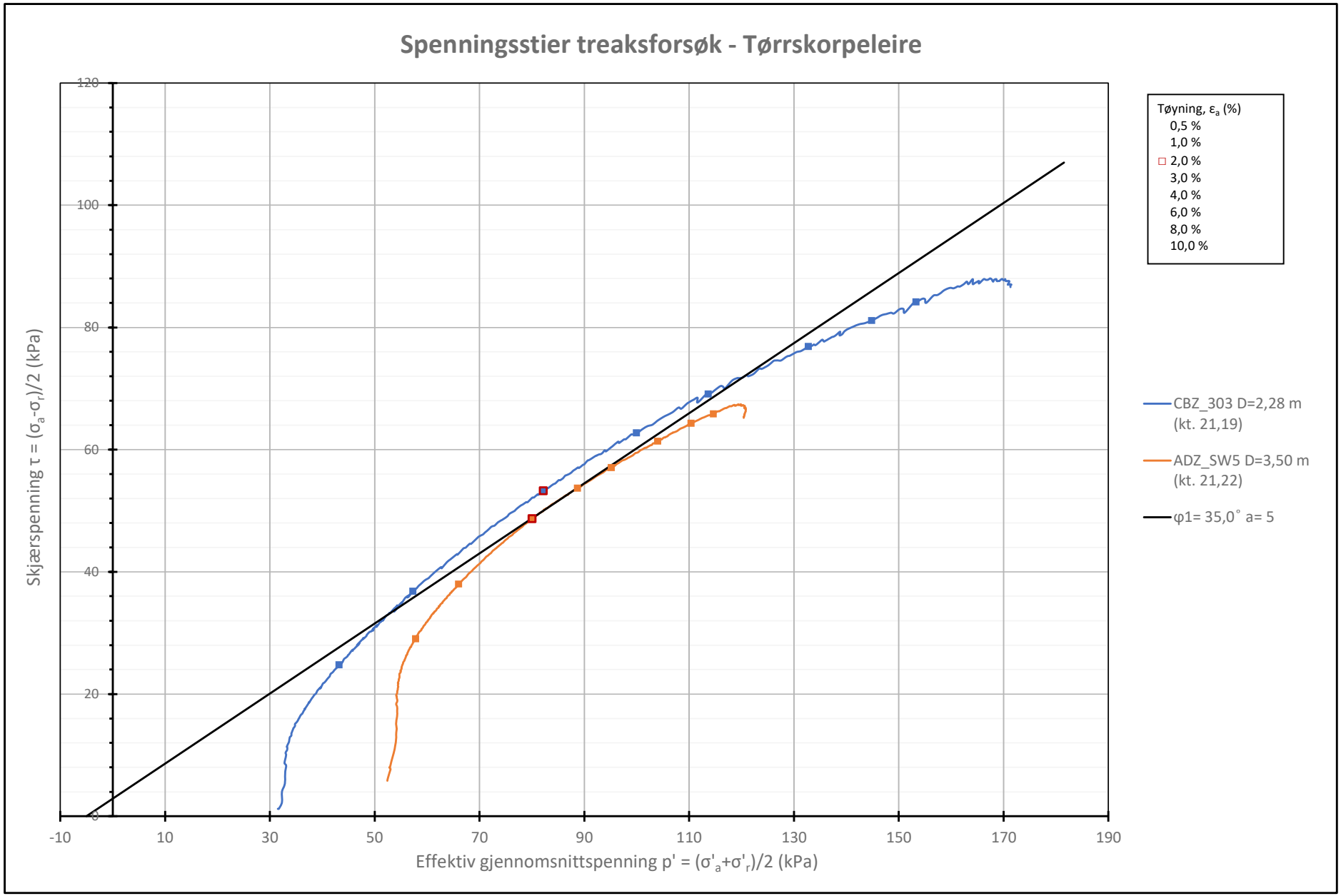


O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sa

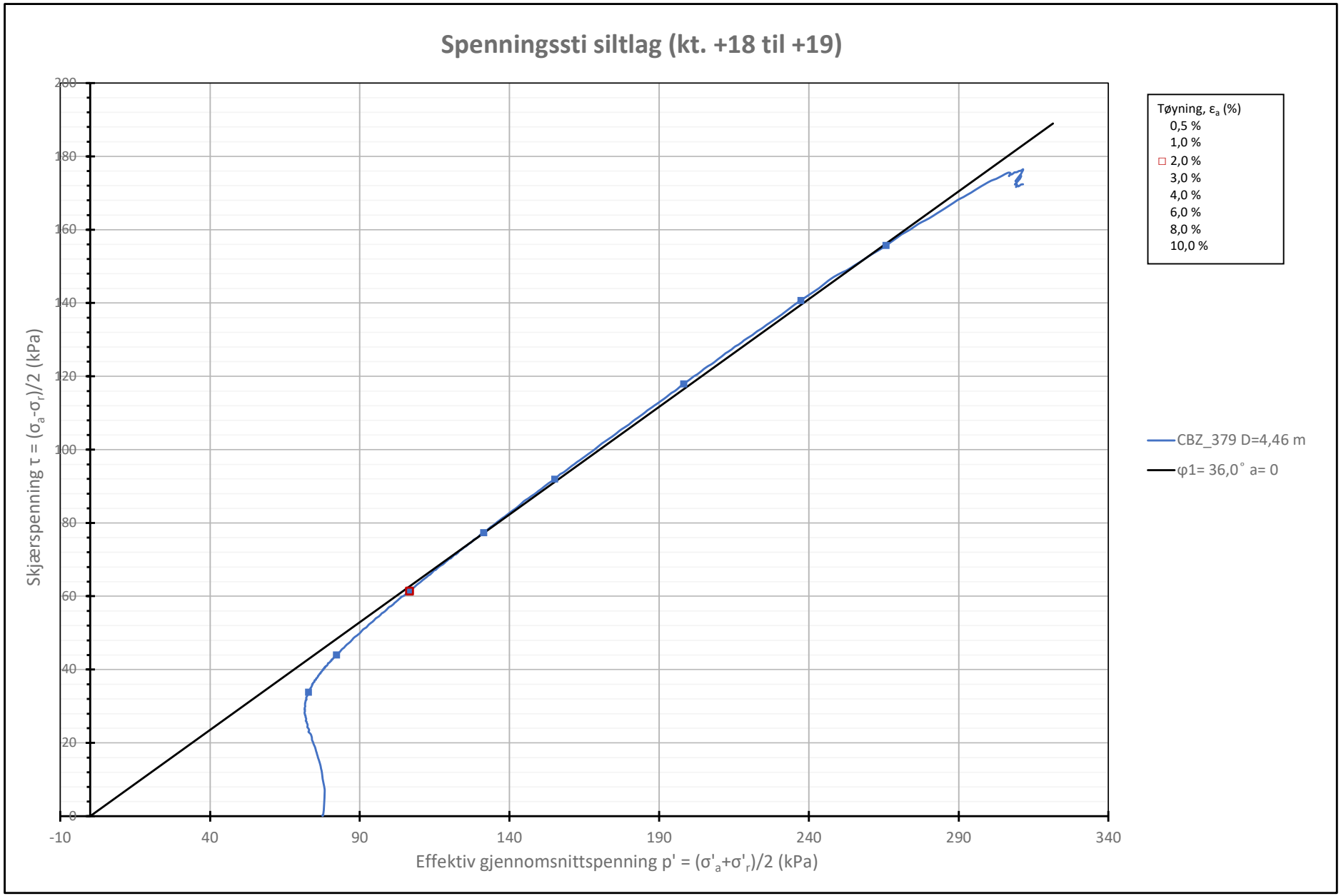
Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	02.07.2024

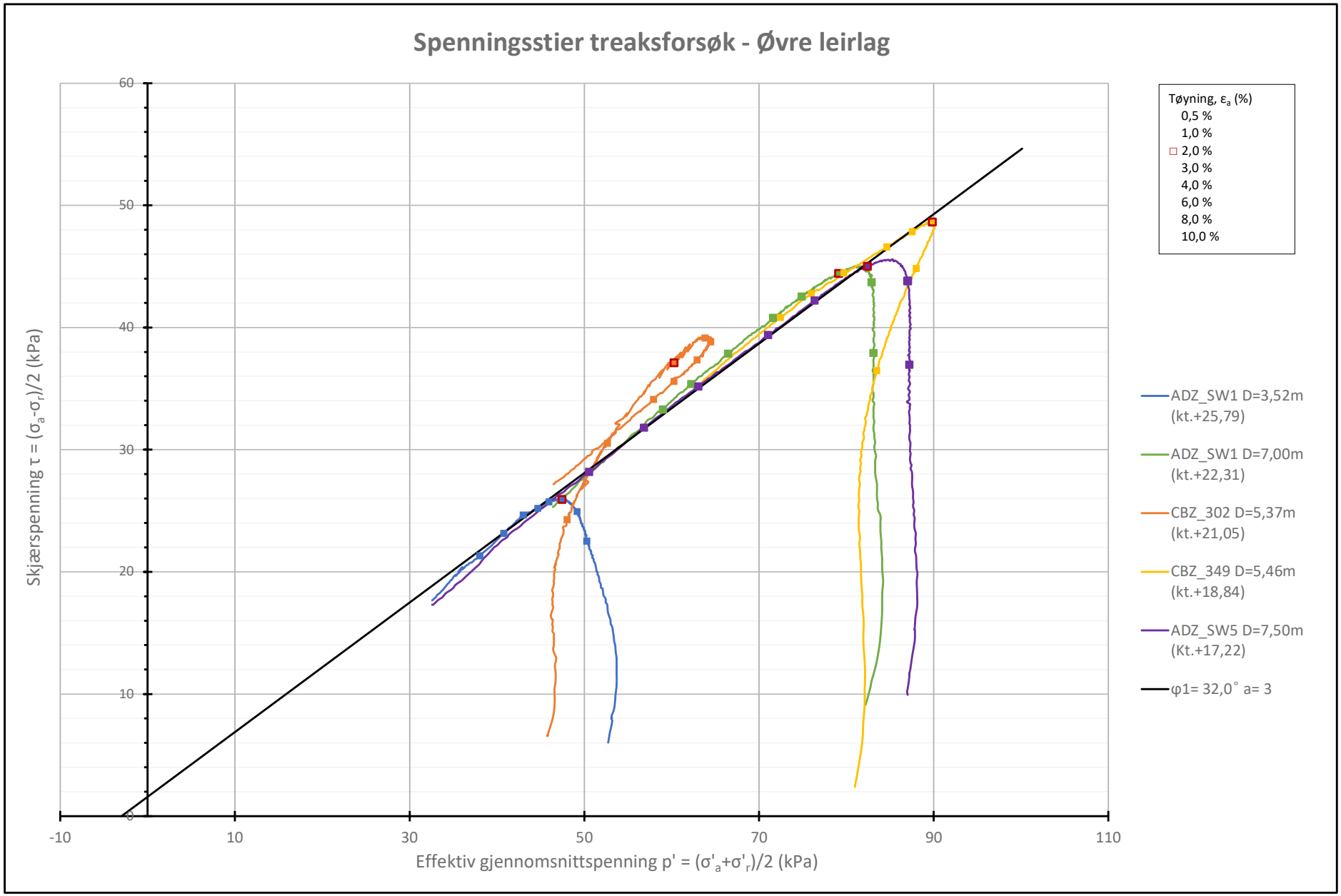
VEDLEGG 5.3: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK TØRRSKORPELEIRE


Spenningsstier treaksforsøk - Tørrskorpeleire
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
0
20
40
60
80
100
120
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
190
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_303 D=2,28 m (kt. 21,19)
ADZ_SW5 D=3,50 m (kt. 21,22)
φ1= 35,0° a= 5

VEDLEGG 5.4: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK SILTLAG

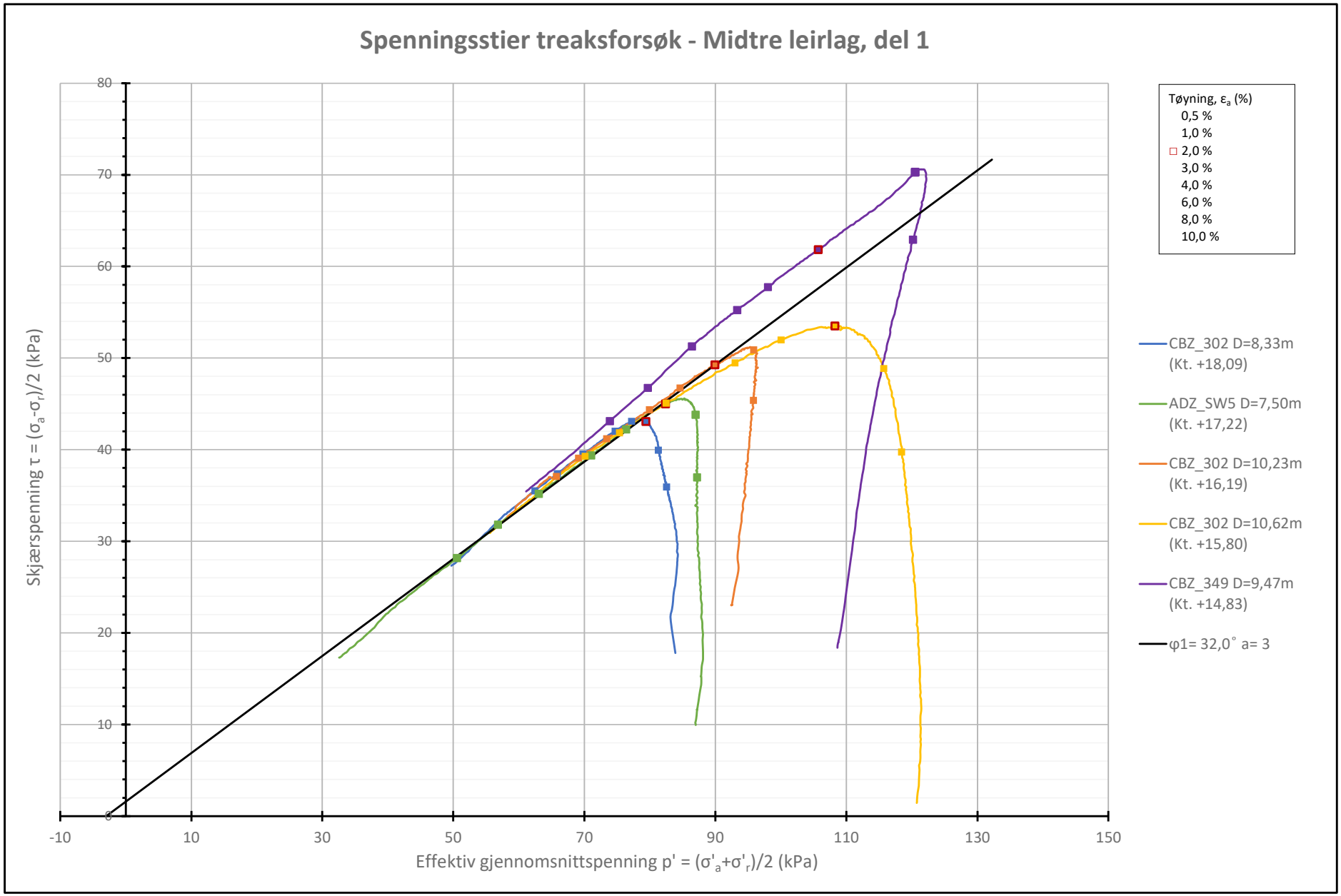

Spenningssti siltlag (kt. +18 til +19)
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
-10
40
90
140
190
240
290
340
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_379 D=4,46 m
φ1= 36,0° a= 0

VEDLEGG 5.5: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK ØVRE LEIRLAG


Spenningsstier treaksforsøk - Øvre leirlag
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
60
50
40
30
20
10
0
-10
10
30
50
70
90
110
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
ADZ_SW1 D=3,52m (kt.+25,79)
ADZ_SW1 D=7,00m (kt.+22,31)
CBZ_302 D=5,37m (kt.+21,05)
CBZ_349 D=5,46m (kt.+18,84)
ADZ_SW5 D=7,50m (Kt.+17,22)
φ1= 32,0° a= 3

VEDLEGG 5.6: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK MIDTRE LEIRLAG

Sammenstillingen er fordelt på to plott som følge av mengden data


Spenningsstier treaksforsøk - Midtre leirlag, del 1
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_302 D=8,33m (Kt. +18,09)
ADZ_SW5 D=7,50m (Kt. +17,22)
CBZ_302 D=10,23m (Kt. +16,19)
CBZ_302 D=10,62m (Kt. +15,80)
CBZ_349 D=9,47m (Kt. +14,83)
φ1= 32,0° a= 3

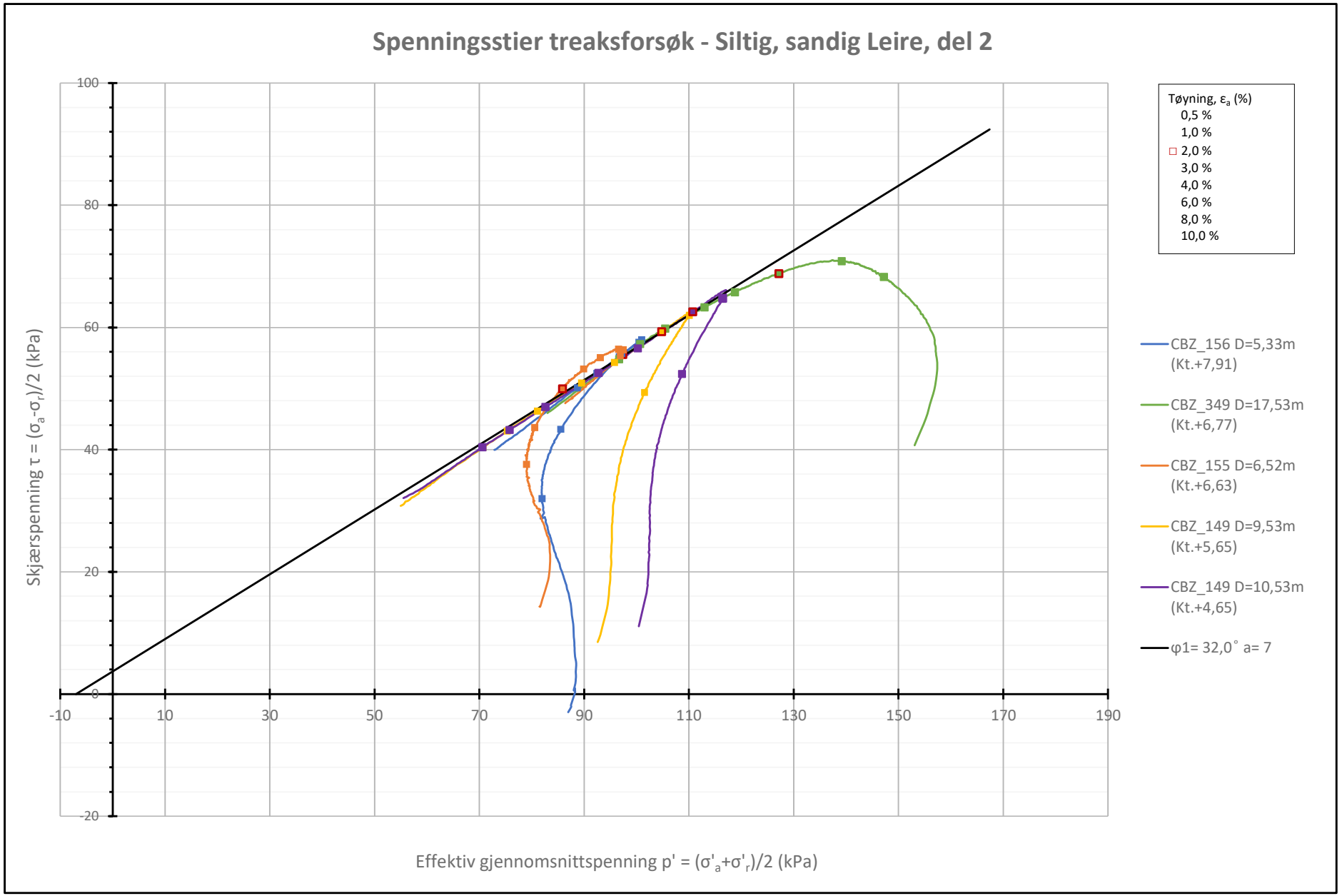

Spenningsstier treaksforsøk - Midtre leirlag, del 2
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_376 D=3,43m (Kt.+14,16)
CBZ_303 D=9,48m (Kt.+13,99)
CBZ_379 D=10,47m (Kt.+13,40)
CBZ_302 D=13,27m (Kt.+13,15)
CBZ_349 D=11,43m (Kt.+12,87)
φ1= 32,0° a= 3

VEDLEGG 5.7: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK SILTIG, SANDIG LEIRE

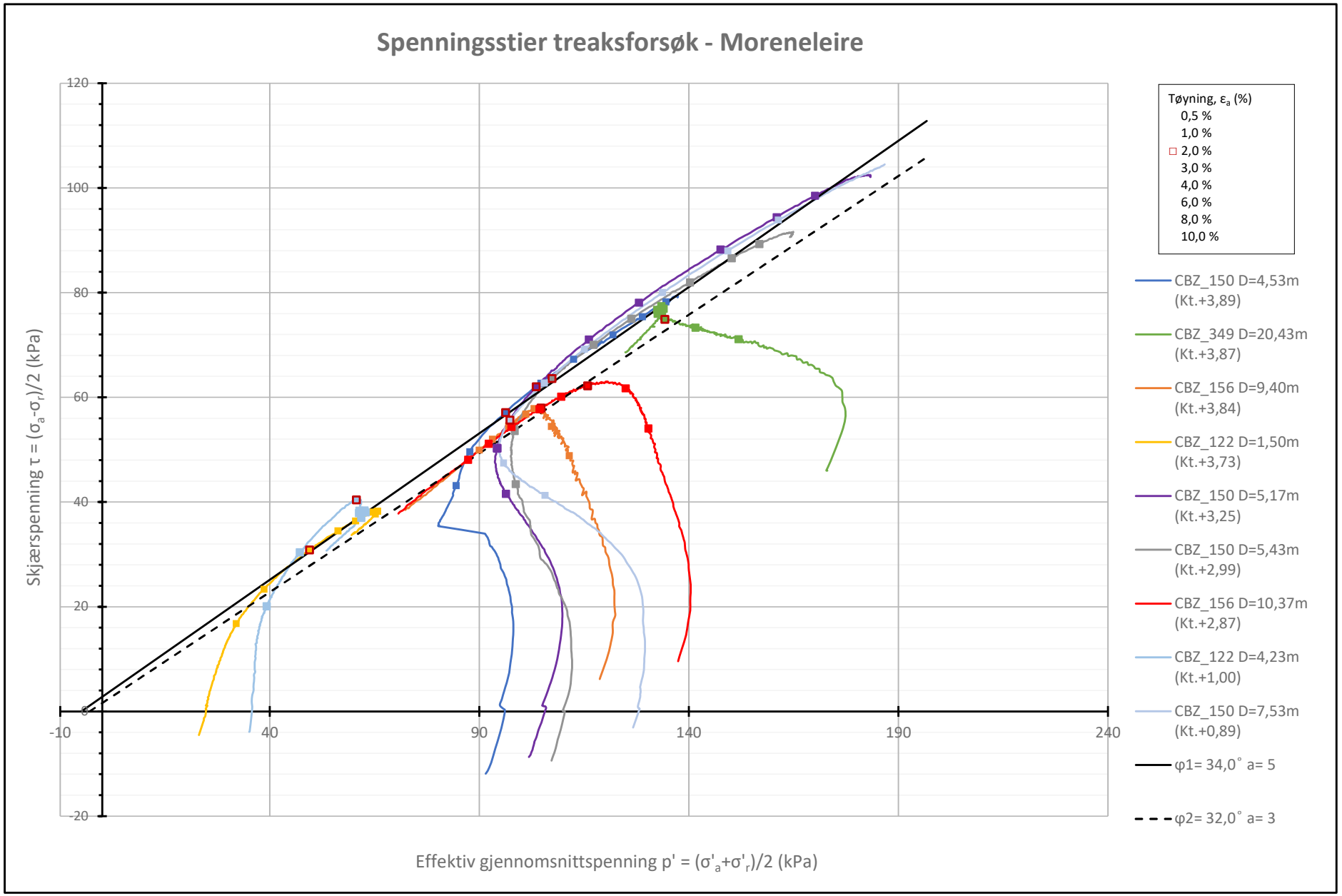
Sammenstillingen er fordelt på to plott som følge av mengden data


Spenningsstier treaksforsøk - Siltig, sandig Leire, del 1
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_303 D=12,48m (Kt.+10,99)
CBZ_376 D=7,43m (Kt.+10,16)
CBZ_149 D=5,27m (Kt.+9,91)
CBZ_379 D=14,34m (Kt.+9,53)
CBZ_302 D=17,37m (Kt.+9,05)
CBZ_303 D=15,48m (Kt.+7,99)
φ1= 32,0° a= 7

Spenningsstier treaksforsøk - Siltig, sandig Leire, del 2



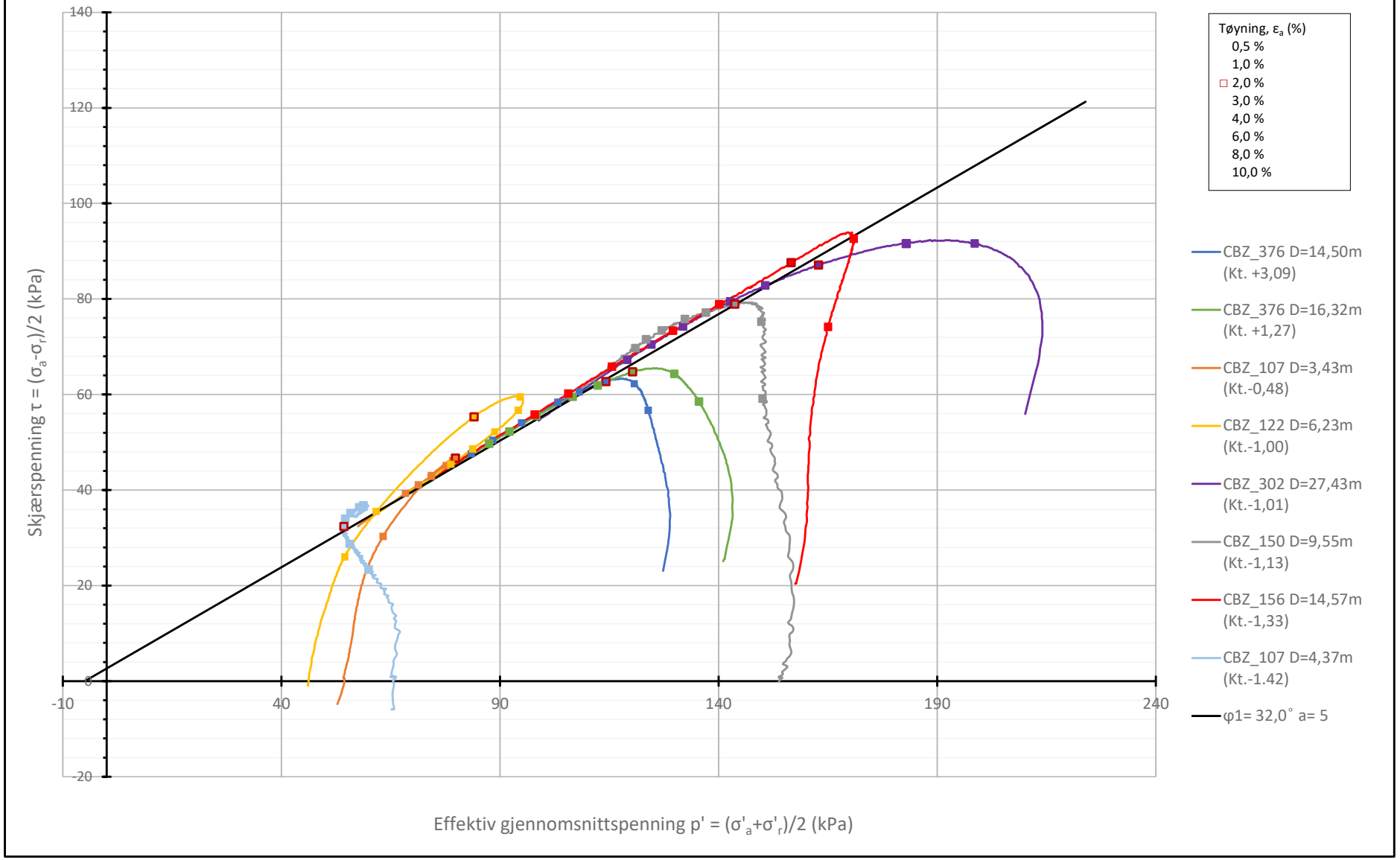
VEDLEGG 5.8: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK MORENELEIRE

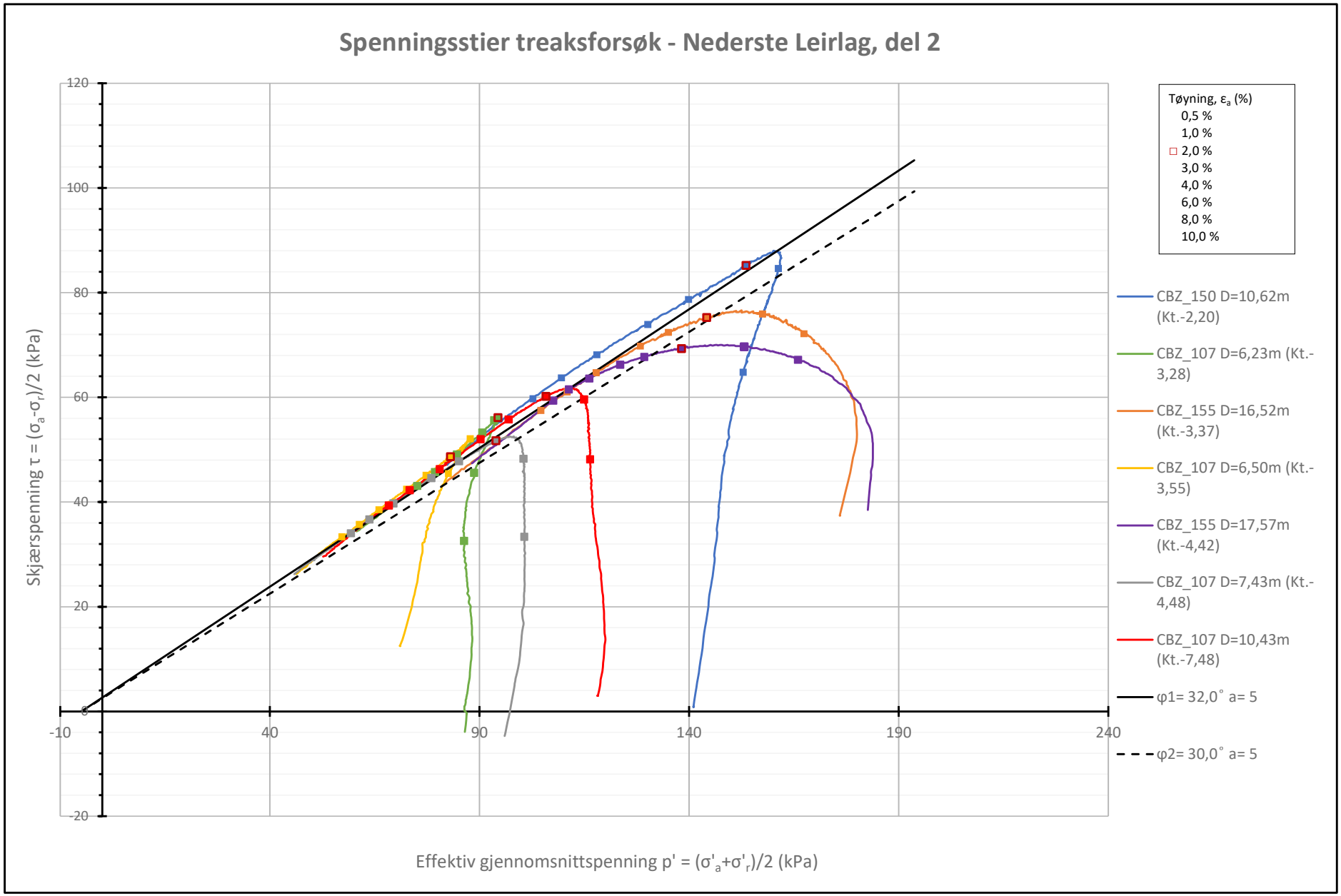

Spenningsstier treaksforsøk - Moreneleire
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
120
100
80
60
40
20
0
-20
-10
40
90
140
190
240
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_150 D=4,53m (Kt.+3,89)
CBZ_349 D=20,43m (Kt.+3,87)
CBZ_156 D=9,40m (Kt.+3,84)
CBZ_122 D=1,50m (Kt.+3,73)
CBZ_150 D=5,17m (Kt.+3,25)
CBZ_150 D=5,43m (Kt.+2,99)
CBZ_156 D=10,37m (Kt.+2,87)
CBZ_122 D=4,23m (Kt.+1,00)
CBZ_150 D=7,53m (Kt.+0,89)
φ1= 34,0° a= 5
φ2= 32,0° a= 3

VEDLEGG 5.9: SNITT B – H, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK NEDRE LEIRLAG

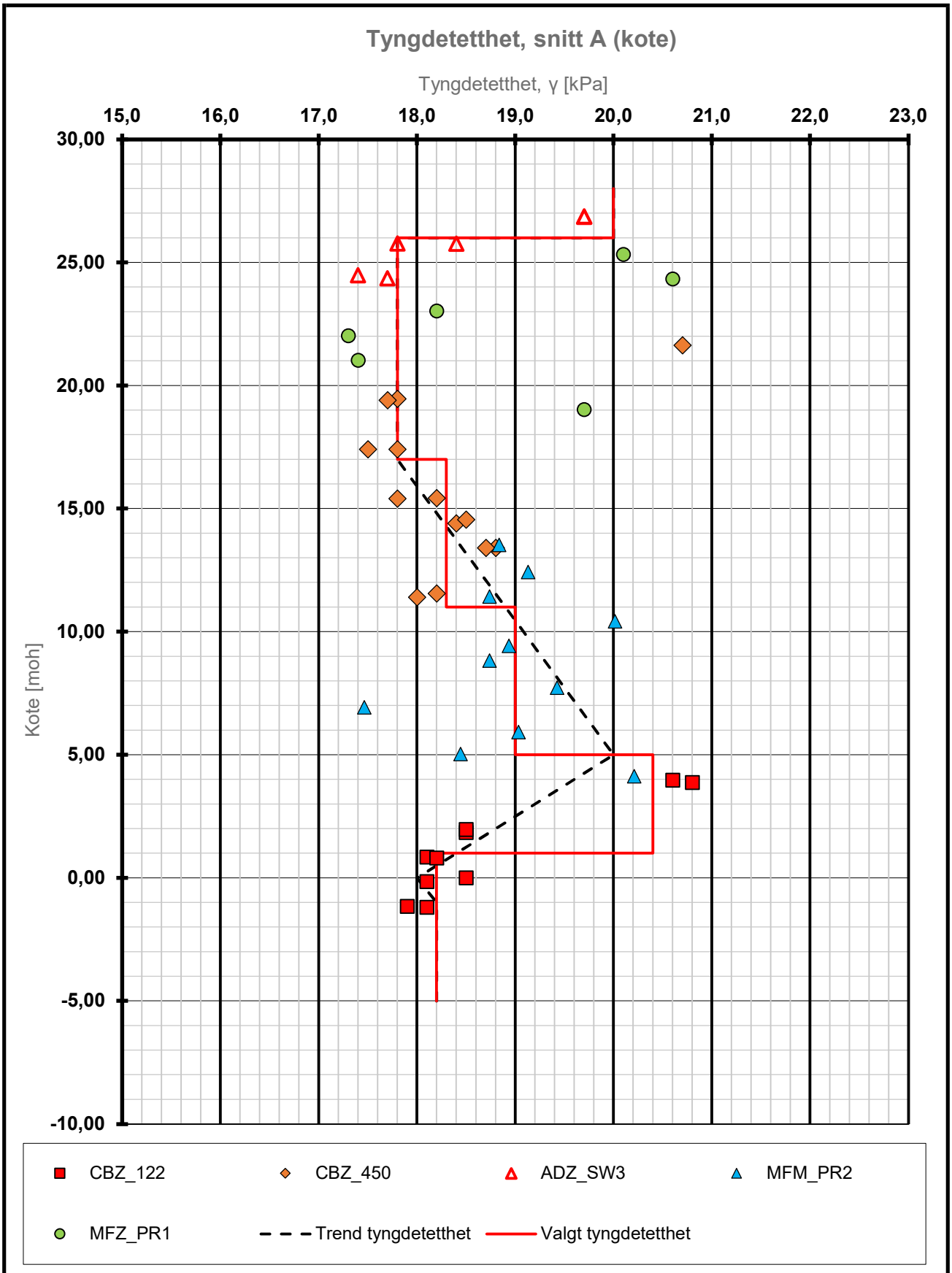
Sammenstillingen er fordelt på to plott som følge av mengden data

Spenningsstier treaksforsøk - Nederste Leirlag, del 1




Spenningsstier treaksforsøk - Nederste Leirlag, del 2
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
120
100
80
60
40
20
0
-20
-10
40
90
140
190
240
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_150 D=10,62m (Kt.-2,20)
CBZ_107 D=6,23m (Kt.-3,28)
CBZ_155 D=16,52m (Kt.-3,37)
CBZ_107 D=6,50m (Kt.-3,55)
CBZ_155 D=17,57m (Kt.-4,42)
CBZ_107 D=7,43m (Kt.-4,48)
CBZ_107 D=10,43m (Kt.-7,48)
φ1= 32,0° a= 5
φ2= 30,0° a= 5

VEDLEGG 6.1: SNITT A, SAMMENSTILLING TYNGDETETTHET

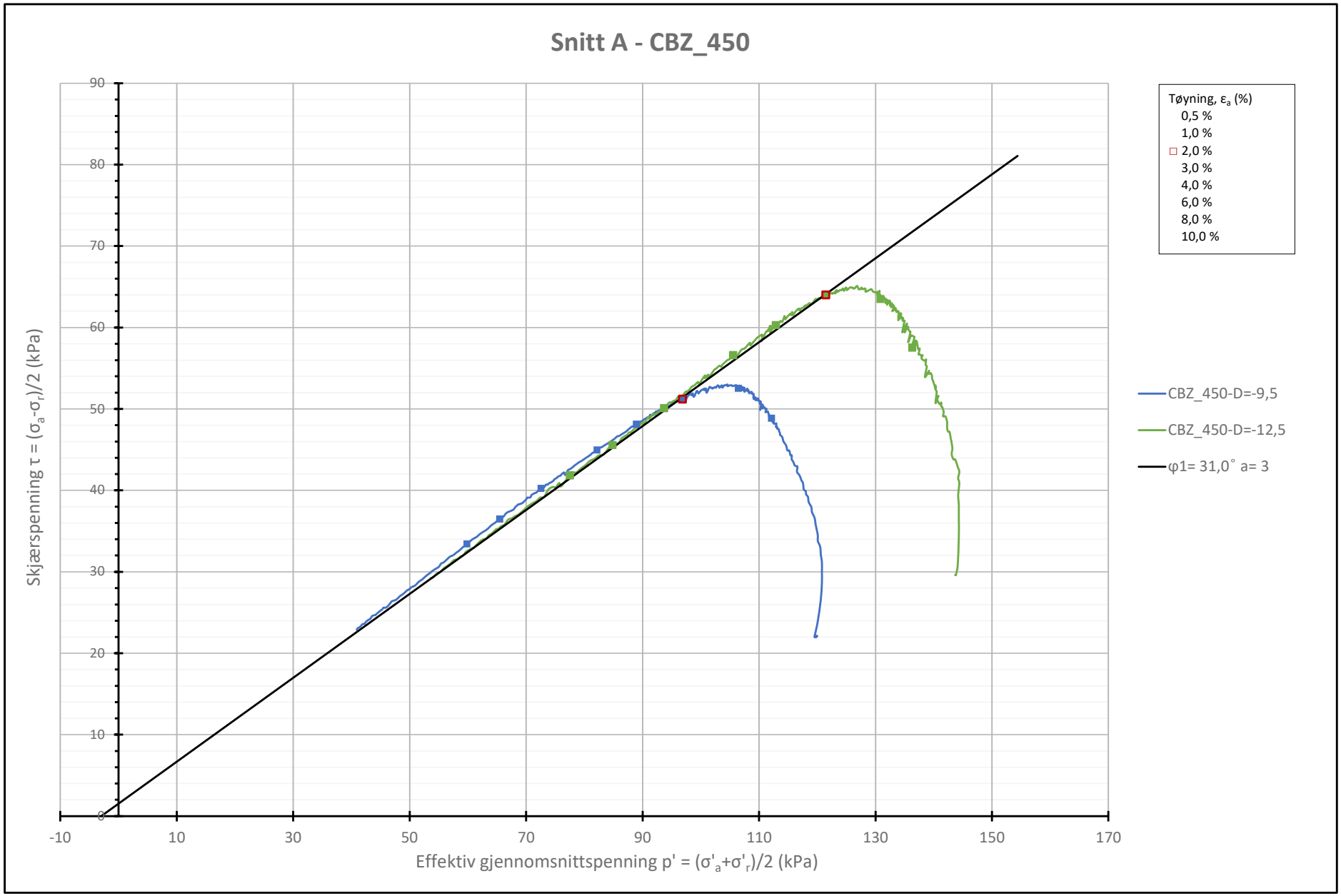


O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\[Sa

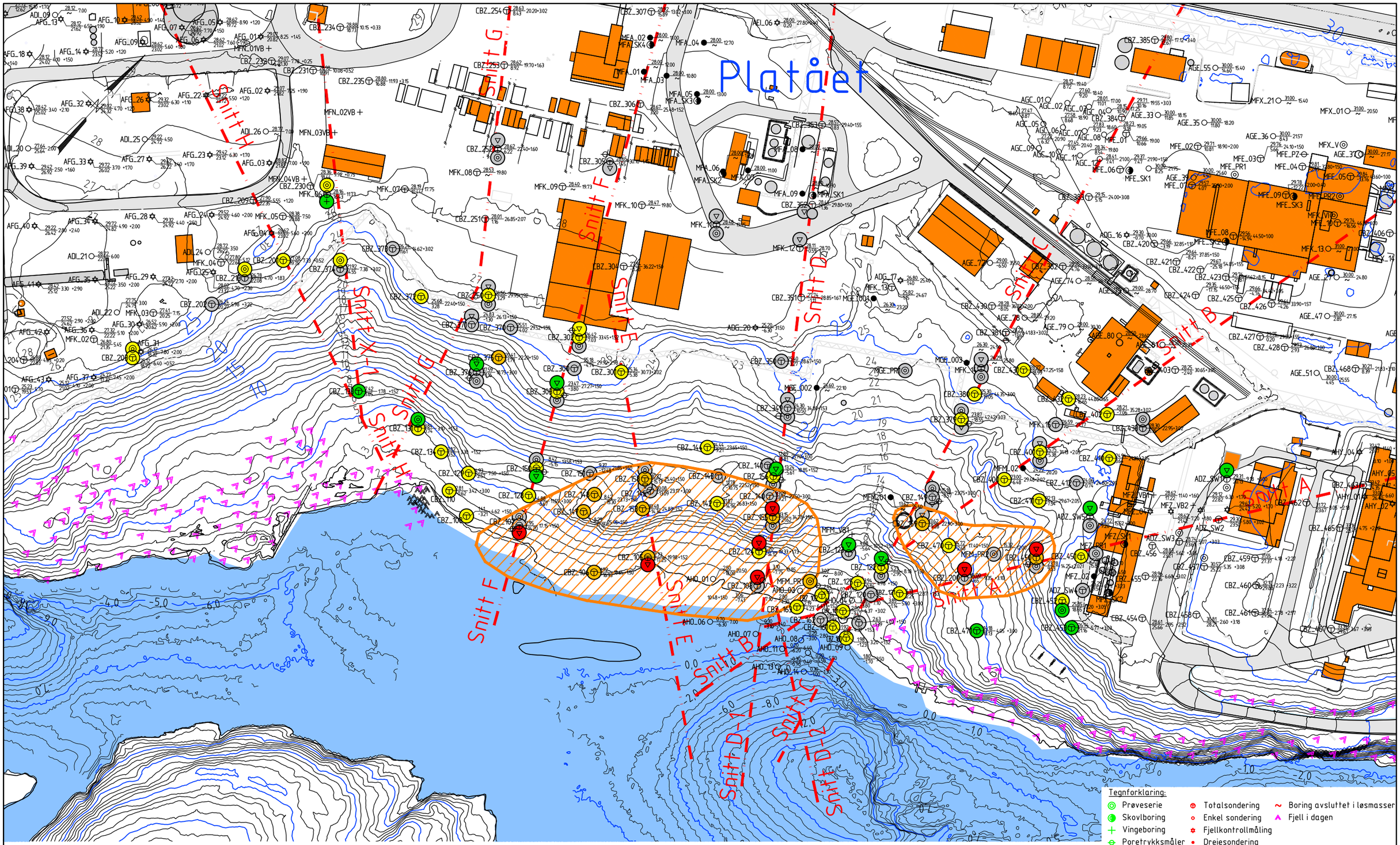
Borregaard - Faresoneutredning Helgeby

Tegner	Kontrollert	Godkjent	Prosjekt nr.	Dato
AAU			2330	02.07.2024

VEDLEGG 6.2: SNITT A, SAMLEPLOTT TREAKSIALFORSØK


Snitt A - CBZ_450
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_450-D=-9,5
CBZ_450-D=-12,5
φ1= 31,0° a= 3

VEDLEGG 7: SVAKT LAG OVER BERG, OVERSIKT UTBREDELSE



Bemerkninger:
Oversikt med angivelse av forekomst av svakt lag over berg:

- Sikker verifisering: IKKE svakt lag over berg
- Tolket IKKE svakt lag over berg
- Ikke tolkbar for svakt lag over berg
- Tolket svakt lag over berg
- Påvist svakt lag over berg
- Tolket utbredelse av svakt lag over berg

A PLAN
A1: 1:750, A3: 1:1500

Terrengkote / Antatt bergkote — Boret dybde + Boret i berg

Tegnforklaring:

- Prøveserie
- Skovlboring
- Vingeboring
- Poretrykksmåler
- Trykksondering
- Totalsondering
- Enkel sondering
- Fjellkontrollmåling
- Dreiesondering
- Dreietrykksondering
- Boring avsluttet i løsmasser
- Fjell i dagen
- Kritiske snitt

Navngivning av borpunkter:

ADF_	110751	Grøner	Forbrenningsanlegg for bark og slam. 1993
ADG_	88.203	NGU	Kloralkaliefabrikken, løsmassestratigrafi. 1989
ADI_	-	Leca Borge	Grunnundersøkelser ved Svovelsyrefabrikken. 1983
ADZ_	10217616-1	Sweco	Fabrikk FA07, grunnforhold. 2020
AFG_	0.466.48	Borregaard	Renseanlegg. 1990
AGC_	0.370.81	Borregaard	Ny pipe, Cellullfabrikken. 1943.
AGE_	0.370.83	Borregaard	Sonderboringer for Cellullfabrikken. 1943
AHO_	47.688.4	Borregaard	Cellulose 3, grunnboring v Glomma. 1977
CBZ_	A252183-1	COWI	Borregaard, Faresonueutredning Helgeby. 2023
GEA_	65065-1	NGI	Grunnundersøkelser for Kislager. 1966
GHA_	20061286-1	NGI	Avfallsforbrenningsanlegg, Sarpsborg. 2006
MFA_	41189-1	Noteby	Svovelsyrefabrikk. 1991
MFD_	512020-1	Multiconsult	Exilva-prosjektet. 2014
MFE_	511077-1	Multiconsult	Avfallsenergi Borregaard. 2007
MFF_	101209-1	Multiconsult	Sarpsborg Energigjenvinning. 2000
MFK_	10218416-1	Multiconsult	Søndre avløp. 2020
MFL_	511640-1	Multiconsult	Ny anaerob. 2011
MFM_	17226-1	Noteby	Utfylling mot Glomma ved Fatlager. 1976
MFN_	41217	Noteby	Renseanlegg, utglidning og vurdering. 1993
MFO_	45506-1	Noteby	Renseanlegg, trinn 1. 1994
MFX_	783-1	Noteby	Cellullfabrikk, Grunnundersøkelser. 1941
MFZ_	41132-1	Noteby	Fatlager og tankfarm. 1990
MGE_	41223-1	Noteby	Utfylling syd for fatlager. 1993

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Svakt lag over berg
Vurdering utbredelse

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.02.28

VEDLEGG 8.1: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING CBZ_450

Sonde og utførelse

Sondenummer	4599	Boreleder	MSBZ
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1,3
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	9,2
Dato sondering	02.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1677	3889	3748
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4549	0,0098	0,0204
Arealforhold	0,8350	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	29,554	0,333	1,18
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5600,3	123,3	259,2
Registrert etter sondering (kPa)	-22,7	0,3	-0,8
Avvik under sondering(kPa)	22,7	0,3	0,8
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,1	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	8985,9	97,0	1102,3

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

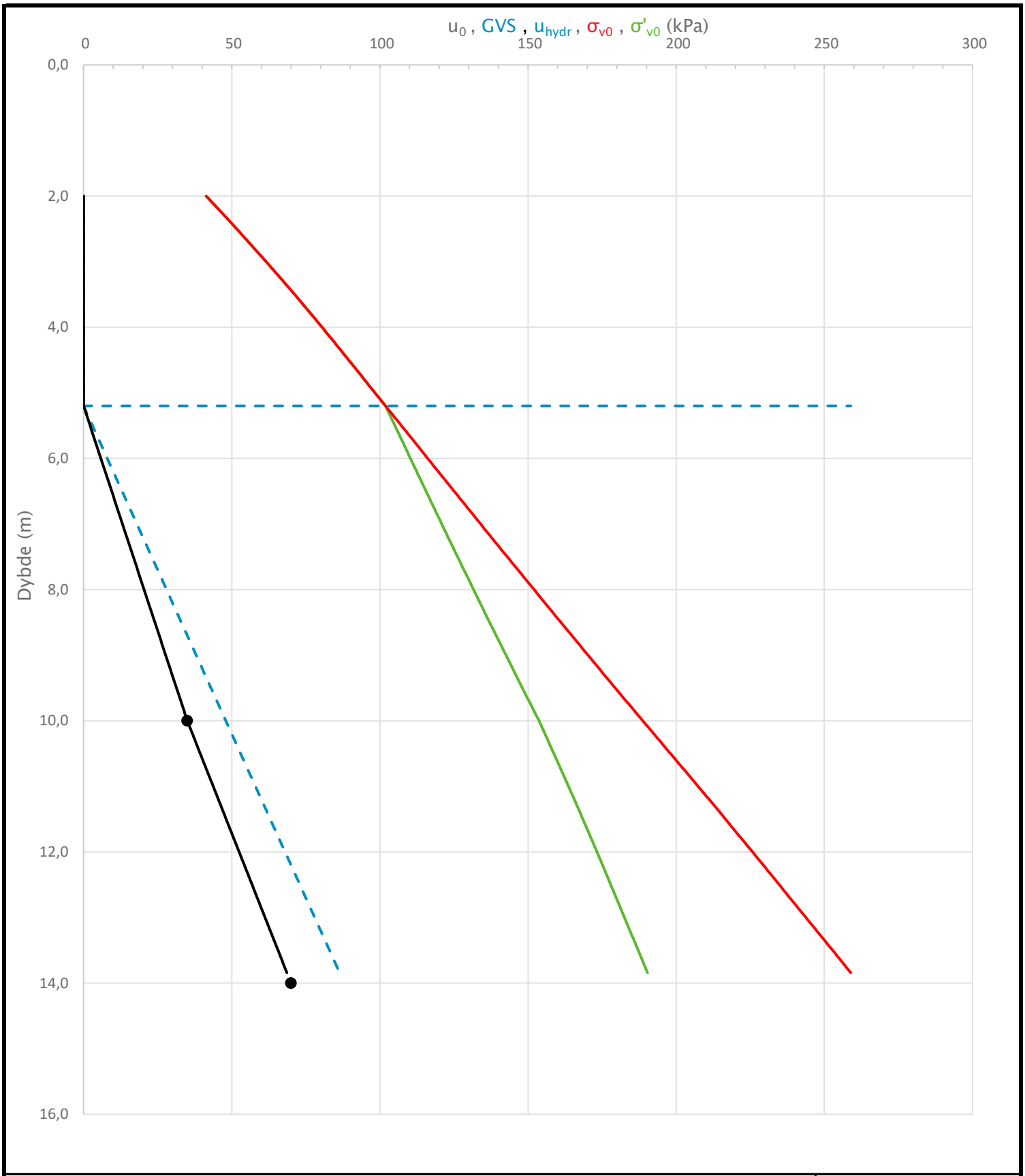
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**24,3**	**0,3**	**0,3**	**0,3**	**0,9**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

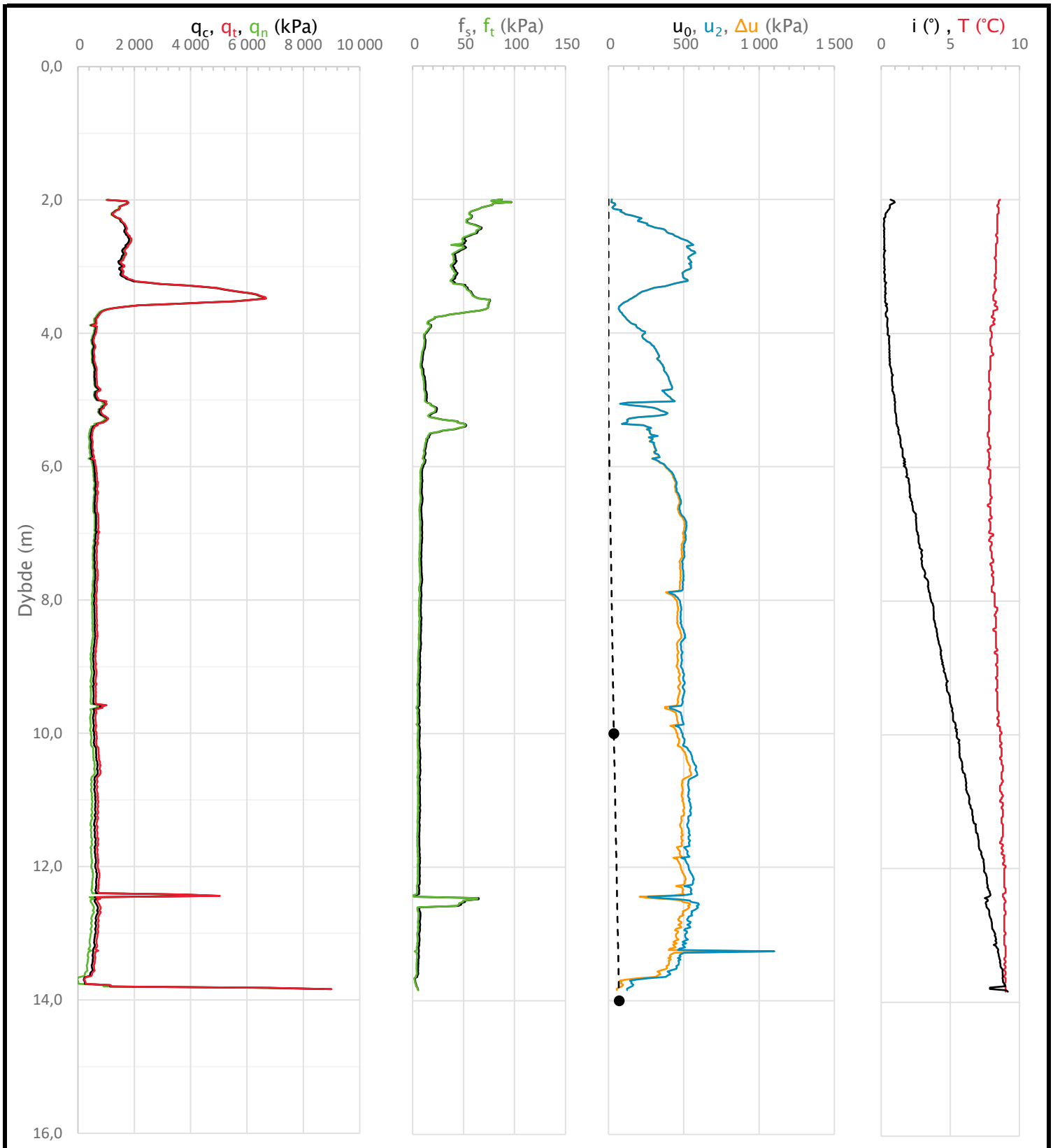
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

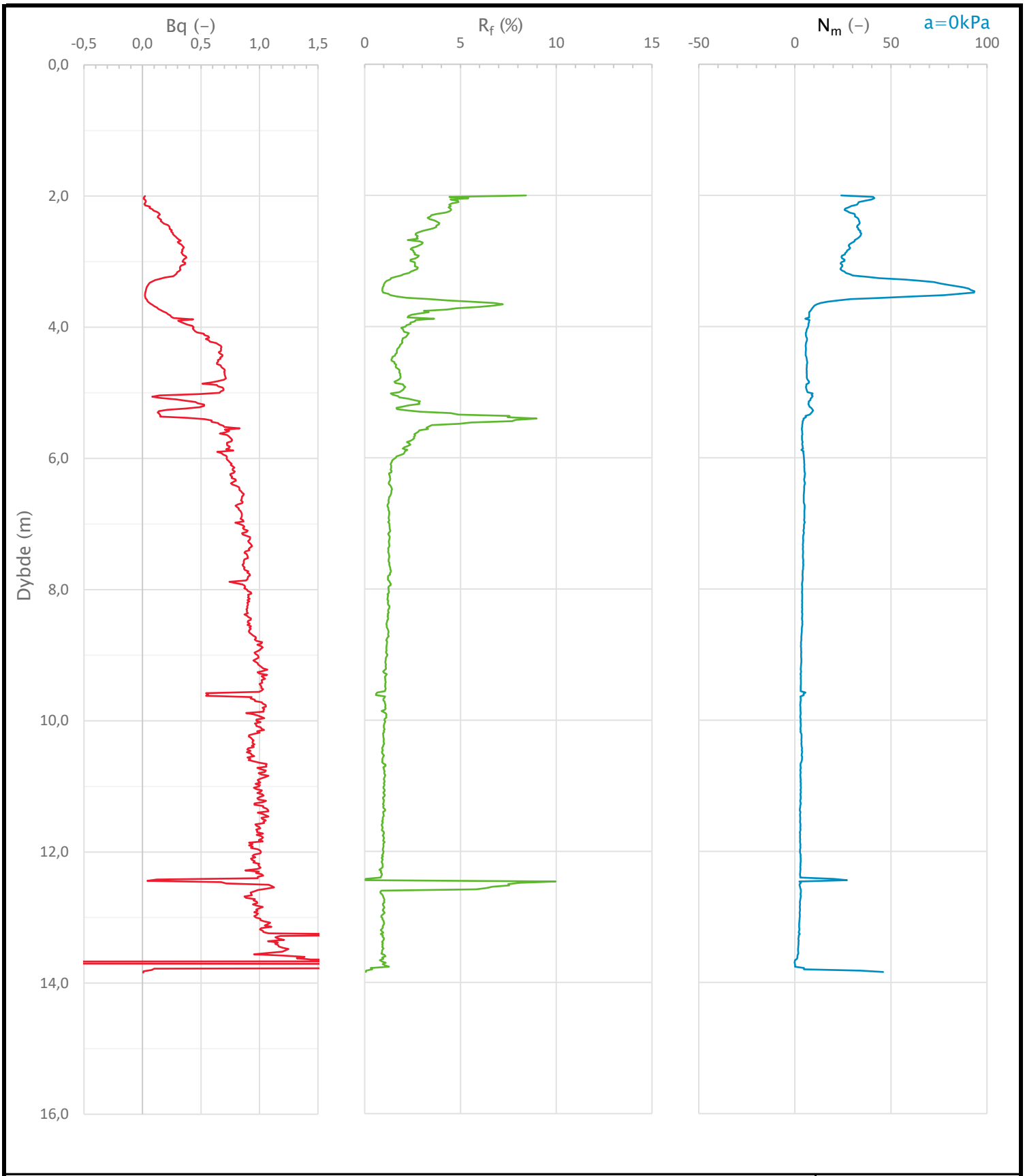
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull Kote +23,783: **CBZ_450**
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4599**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



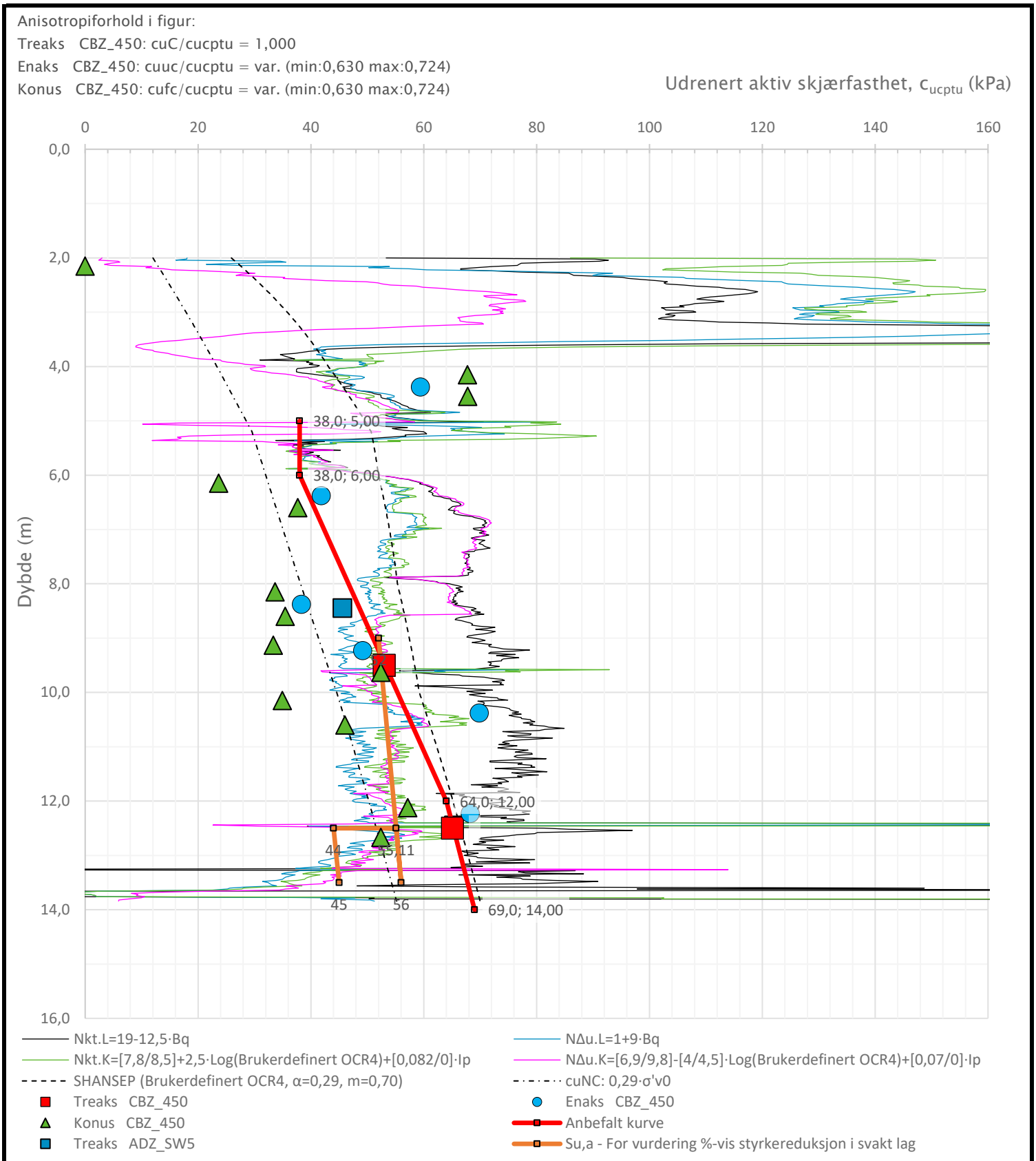
Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +23,783 **CBZ_450**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4599**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2



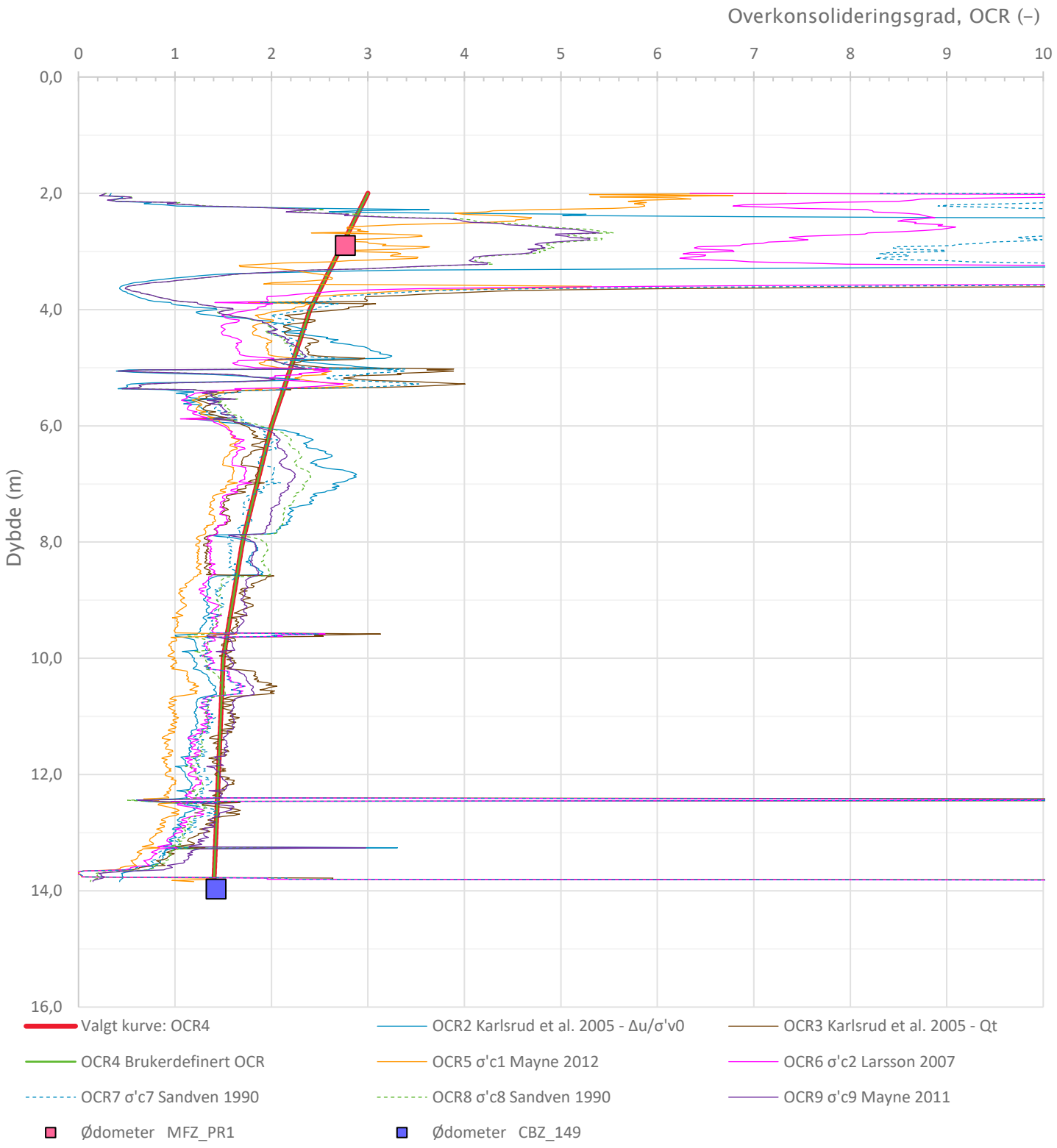
Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_450** Kote +23,783
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4599**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3



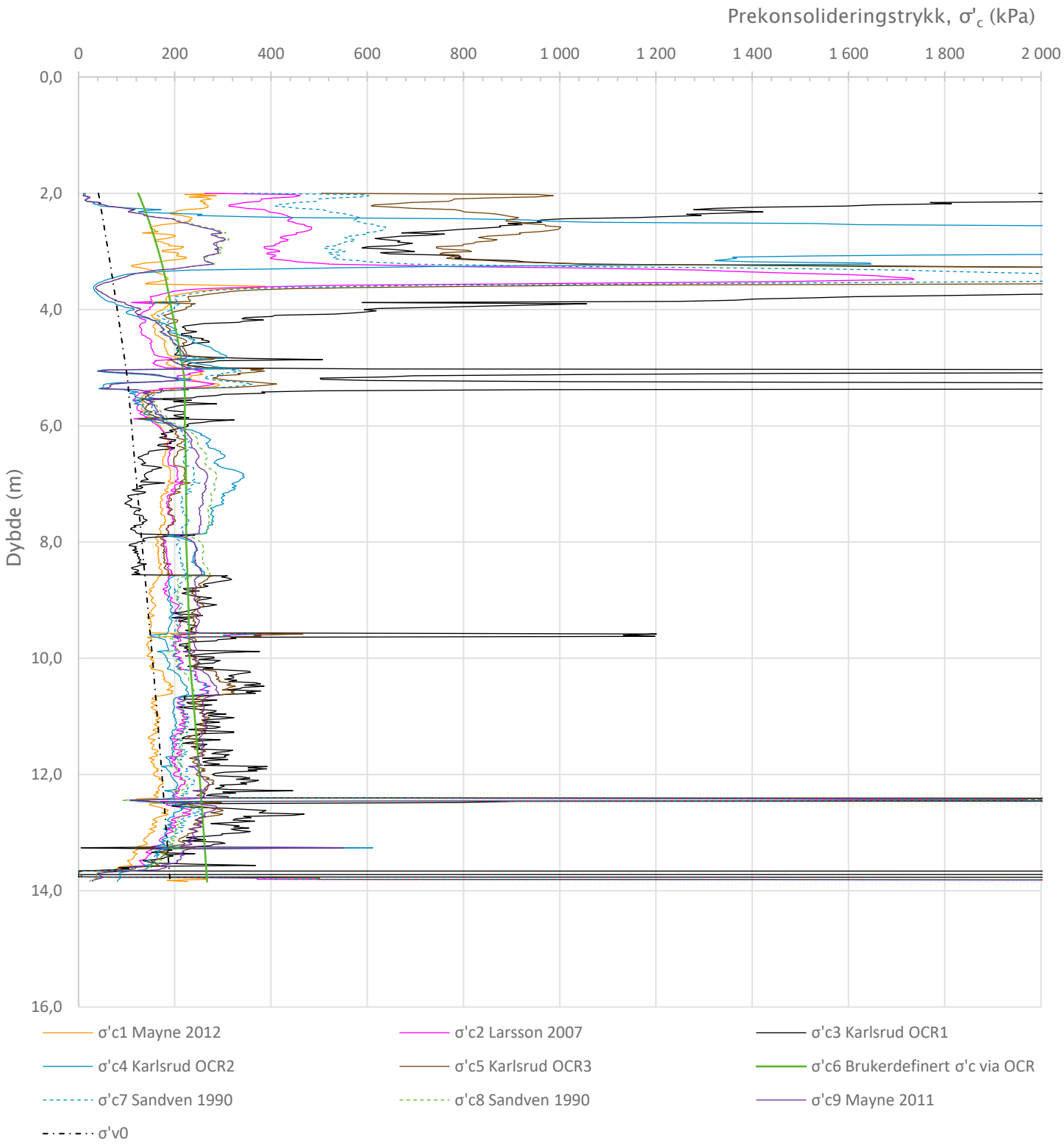
Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_450** Kote +23,783
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: **4599**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_450 (Kote +23,783)
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4599
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_450** Kote +23,783
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: **4599**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_450 Kote +23,783
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4599
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 8.2: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING ADZ_SW5

Sonde og utførelse

Sondenummer	5181	Boreleder	Tommy
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2,3
Kalibreringsdato	05.09.2018	Maks helning (°)	1,9
Dato sondering	29.04.2020	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1187	3884	3848
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,6427	0,0098	0,0198
Arealforhold	0,8460	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	30,191	0,677	0,554
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7996,3	127,6	239,3
Registrert etter sondering (kPa)	7,7	0,5	0,6
Avvik under sondering(kPa)	7,7	0,5	0,6
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,0	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	4668,8	20,7	685,8

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

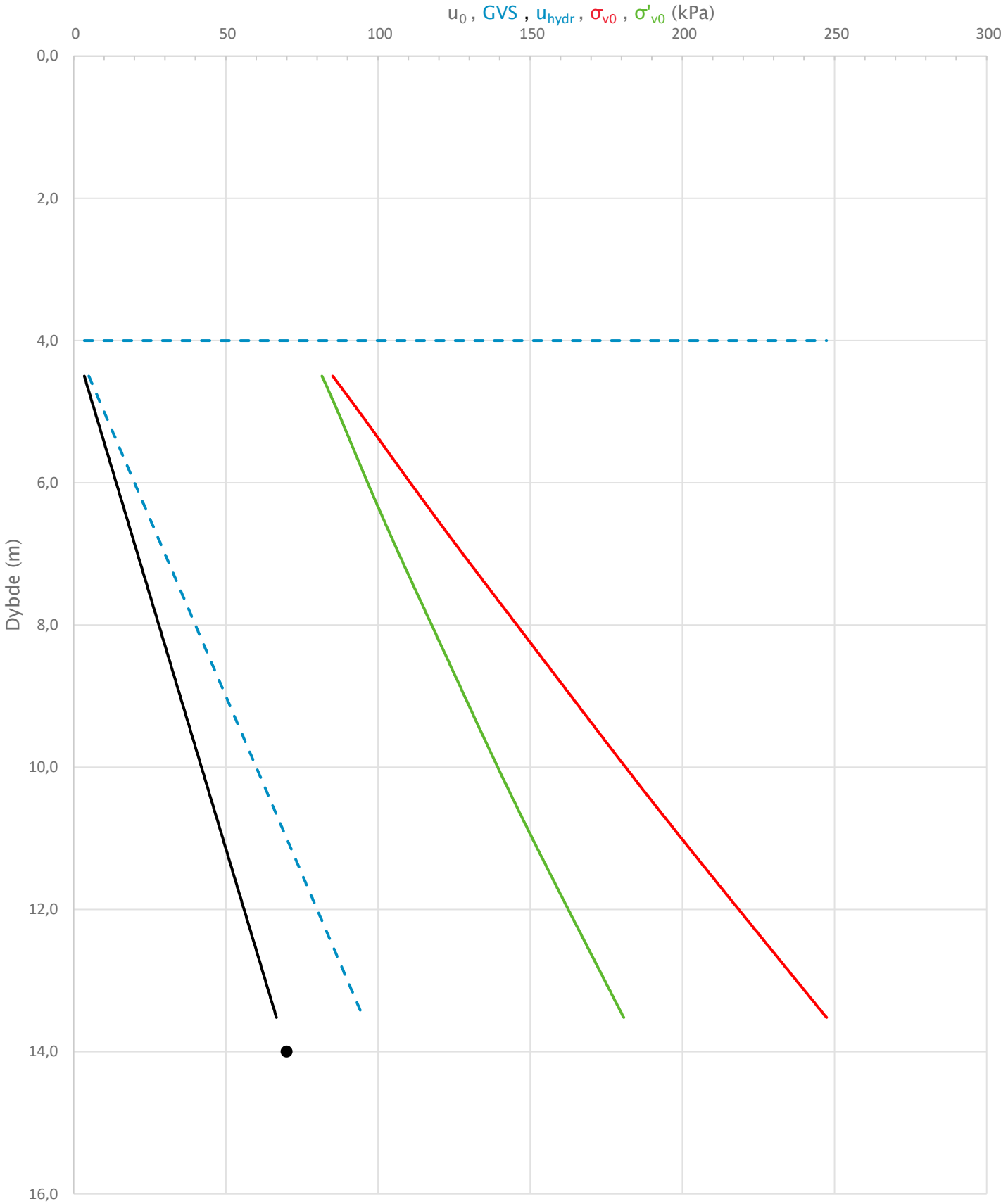
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**10,3**	**0,2**	**0,6**	**2,7**	**0,7**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

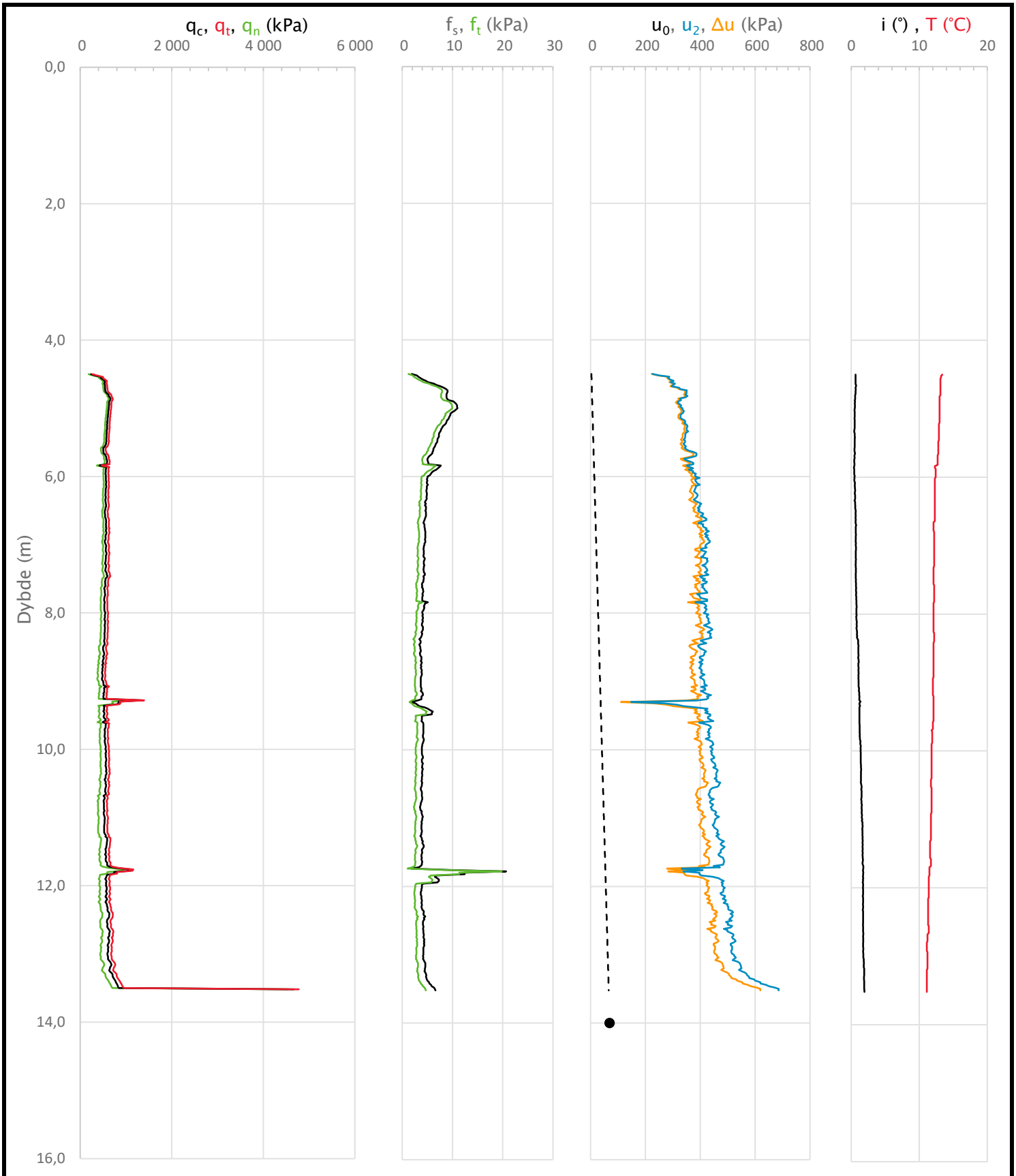
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

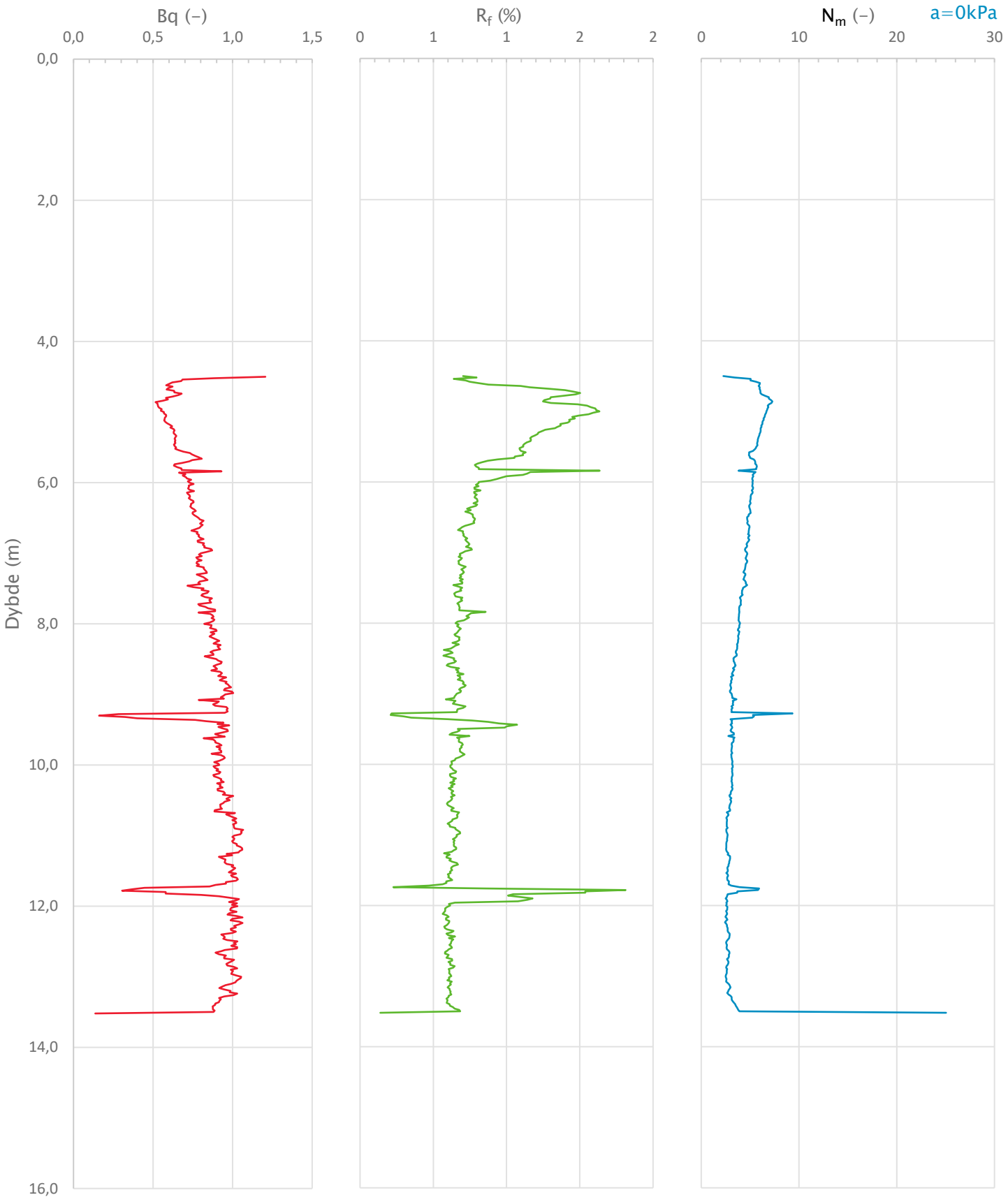
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull Kote +24,719: **ADZ_SW5**
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **5181**
	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 29.04.2020	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +24,719 **ADZ_SW5**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **5181**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 29.04.2020	Revisjon Rev. dato	Figur 2

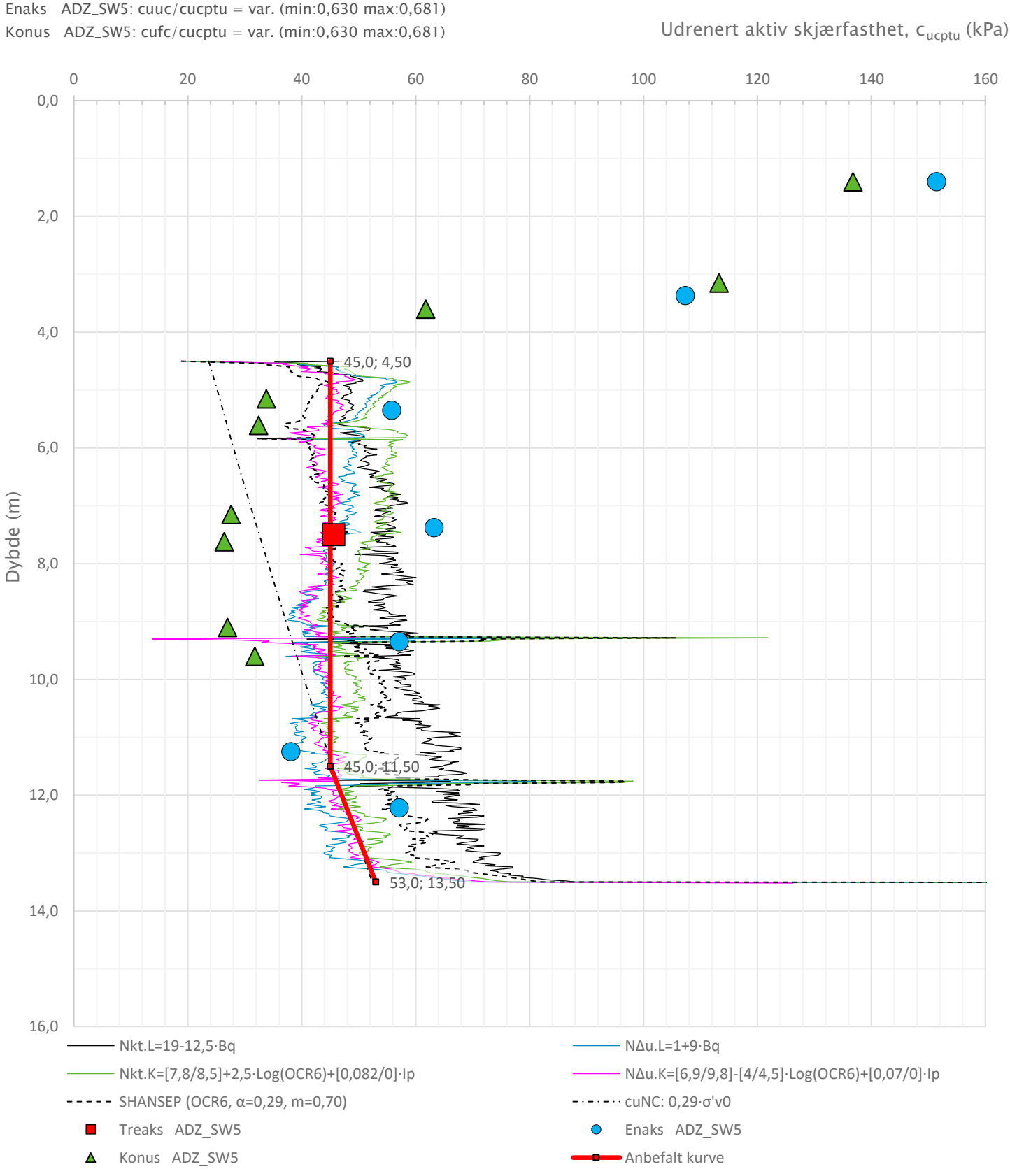


Prosjekt	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull	Kote +24,719
Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger				**ADZ_SW5**	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				**5181**	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AAU	MKR	AAU		1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	29.04.2020	Rev. dato		3

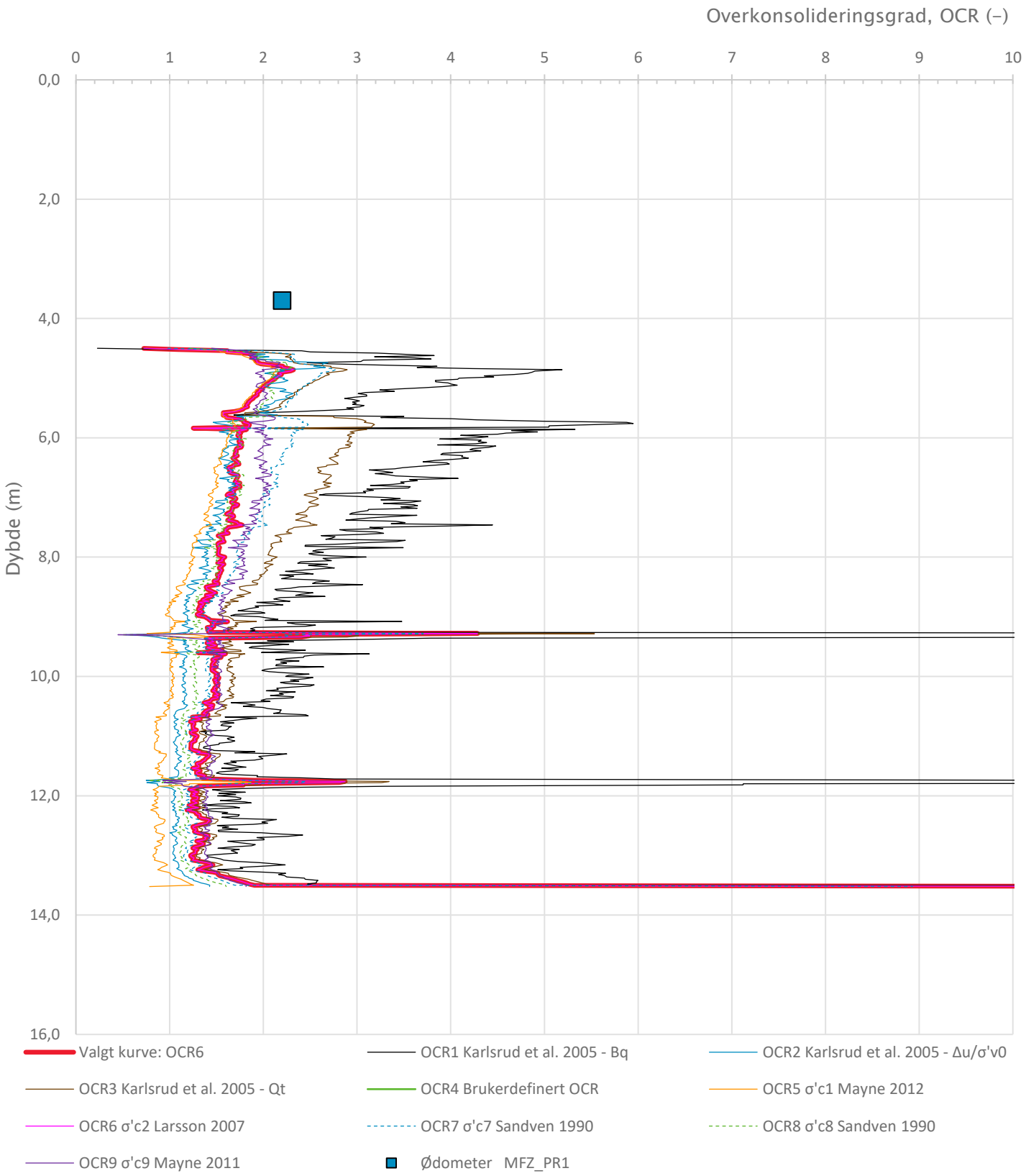


Prosjekt	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull	Kote +24,719
Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger				**ADZ_SW5**	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				**5181**	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AAU	MKR	AAU		1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	29.04.2020	Rev. dato		4

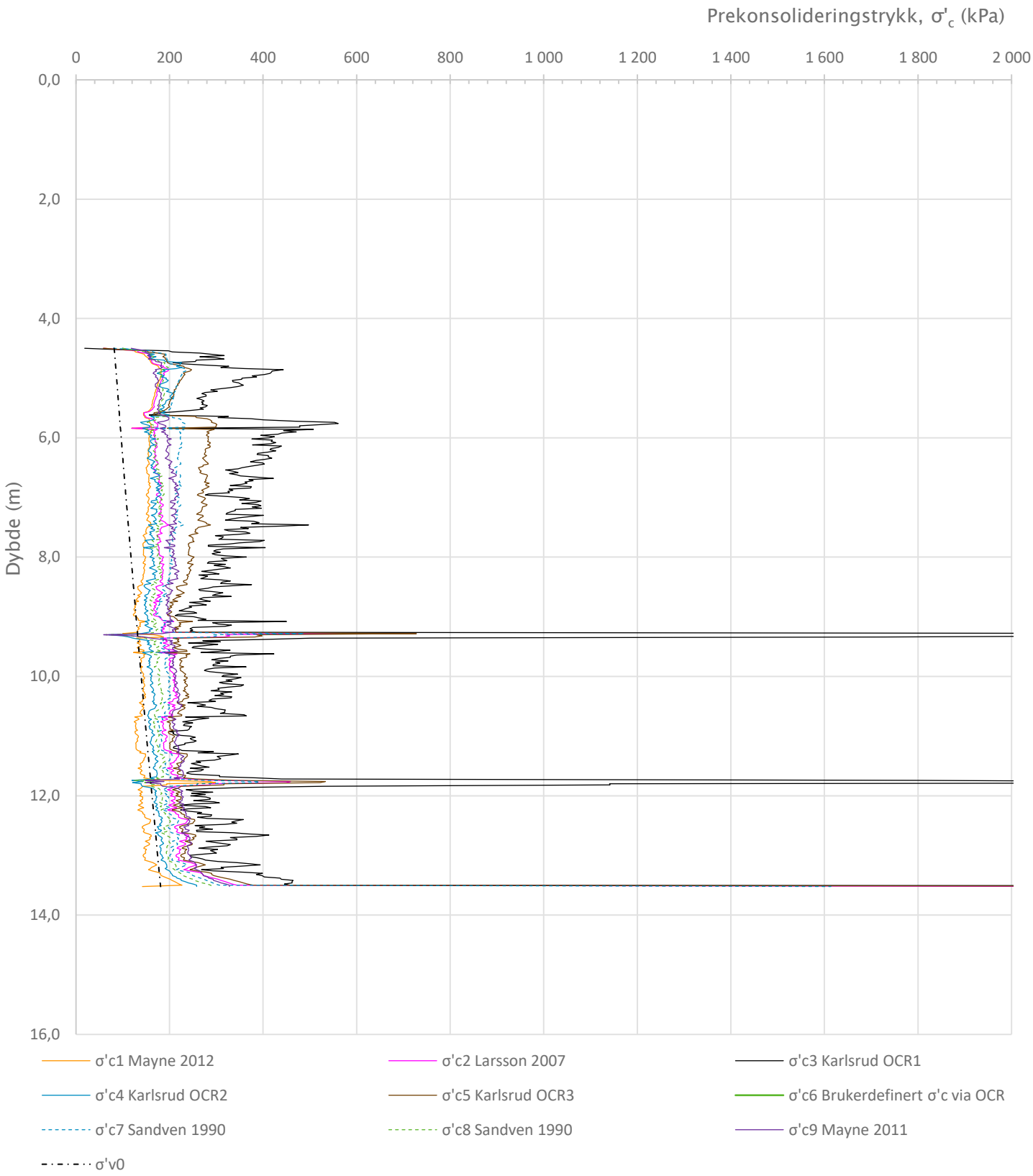
Anisotropiforhold i figur:
Treaks ADZ_SW5: cuC/cucptu = 1,000
Enaks ADZ_SW5: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,681)
Konus ADZ_SW5: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,681)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: ADZ_SW5 (Kote +24,719)
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 5181
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 29.04.2020	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +24,719 **ADZ_SW5**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **5181**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 29.04.2020	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: ADZ_SW5 (Kote +24,719)
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 5181
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 29.04.2020	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 8.3: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING CBZ_200

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	0,9
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	5,3
Dato sondering	09.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5574,2	128,0	251,2
Registrert etter sondering (kPa)	16,9	-0,3	-3,4
Avvik under sondering(kPa)	16,9	0,3	3,4
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,4	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	1916,2	13,1	507,2

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

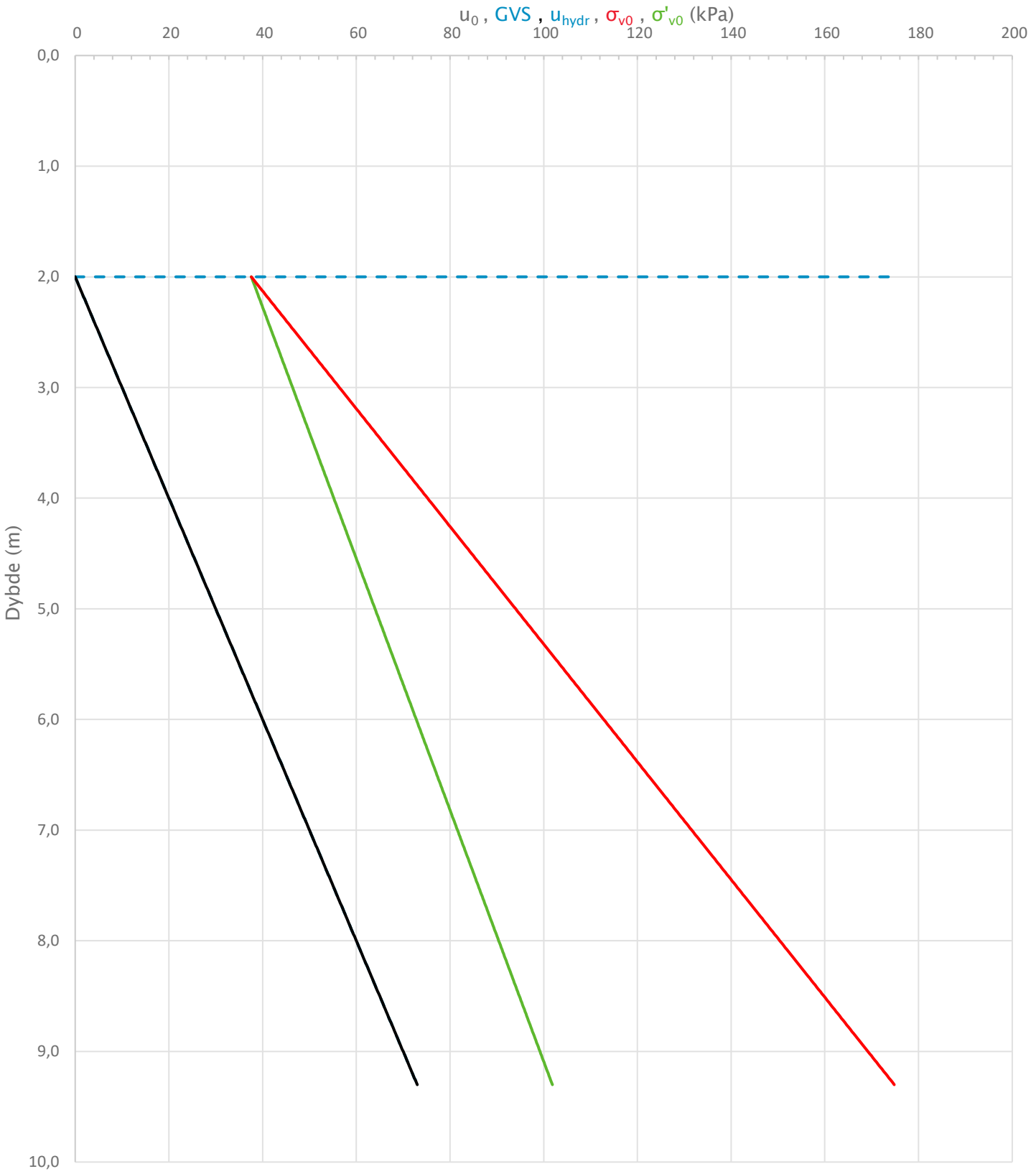
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**17,8**	**0,9**	**0,3**	**2,5**	**3,5**	**0,7**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

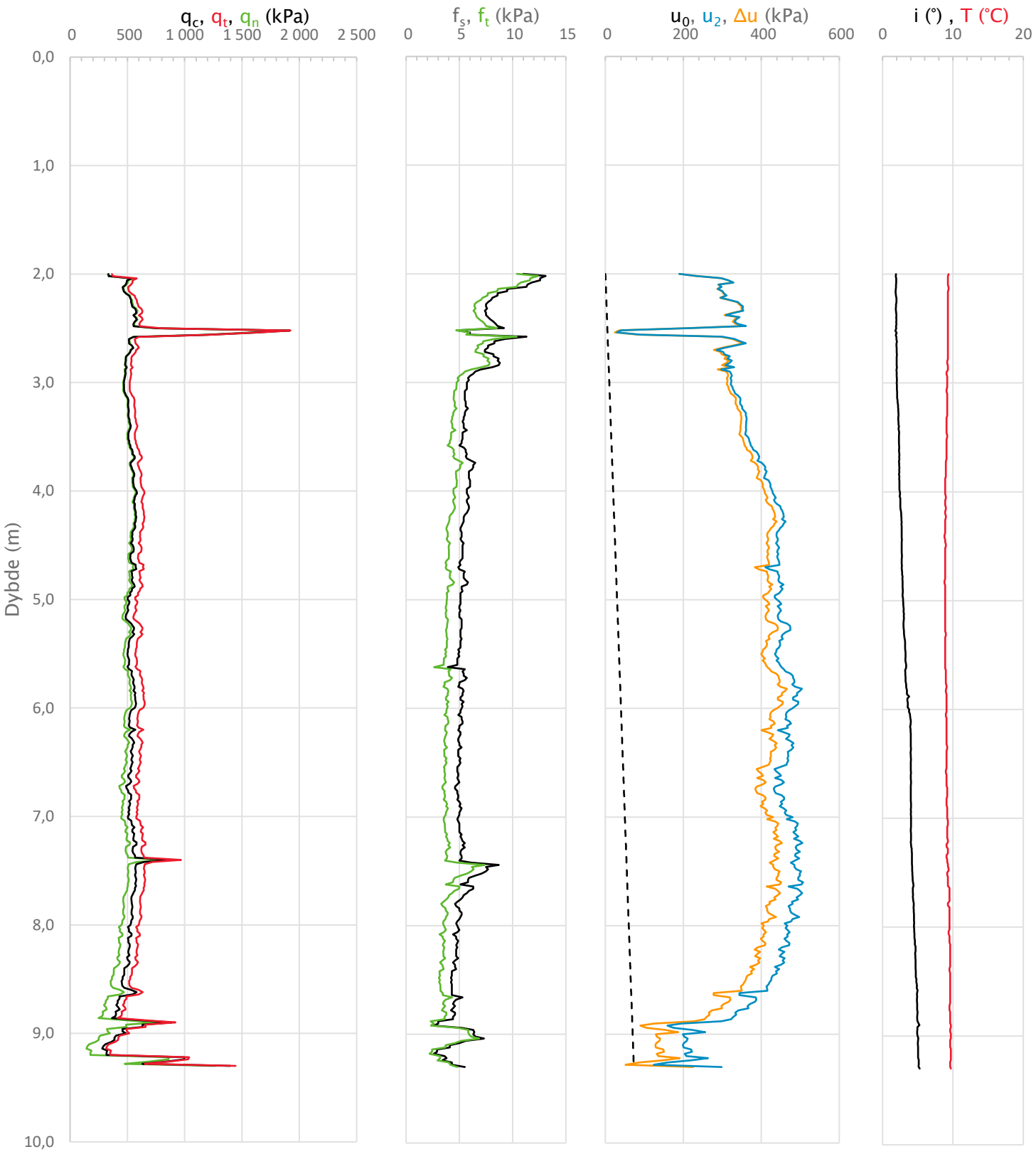
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

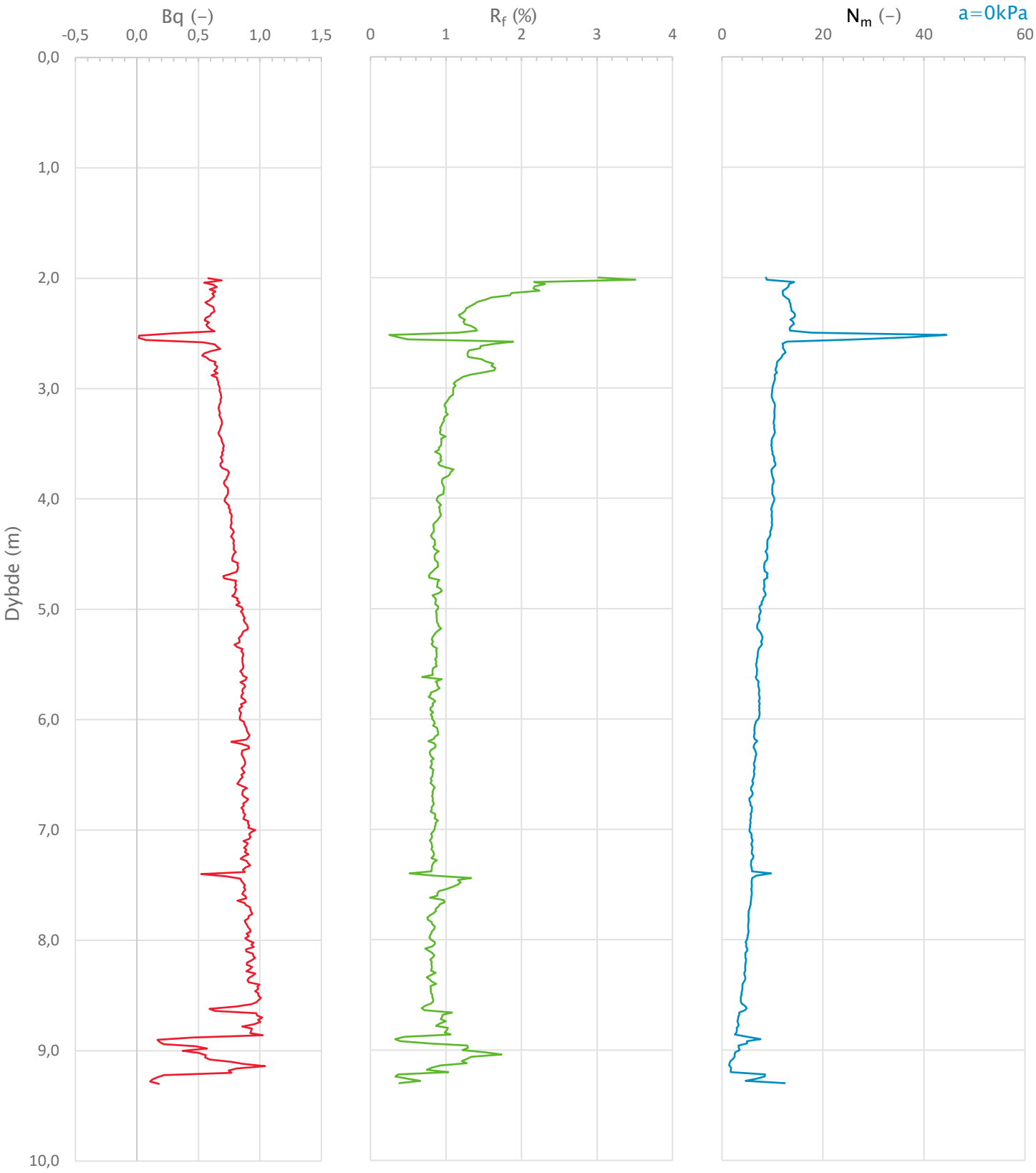
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,997: **CBZ_200**
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 09.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



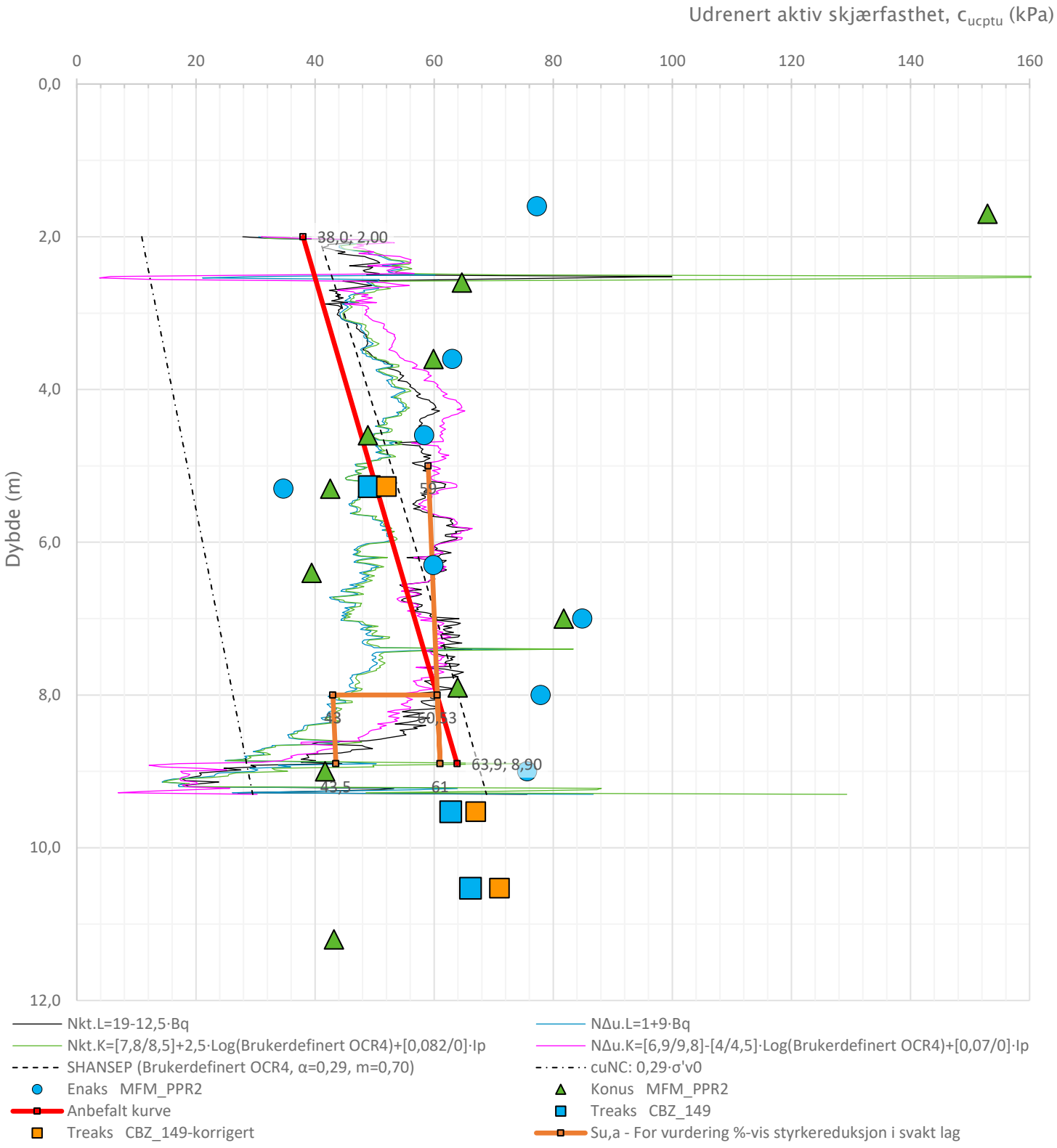
Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger** Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull Kote +13,997 **CBZ_200**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 09.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2



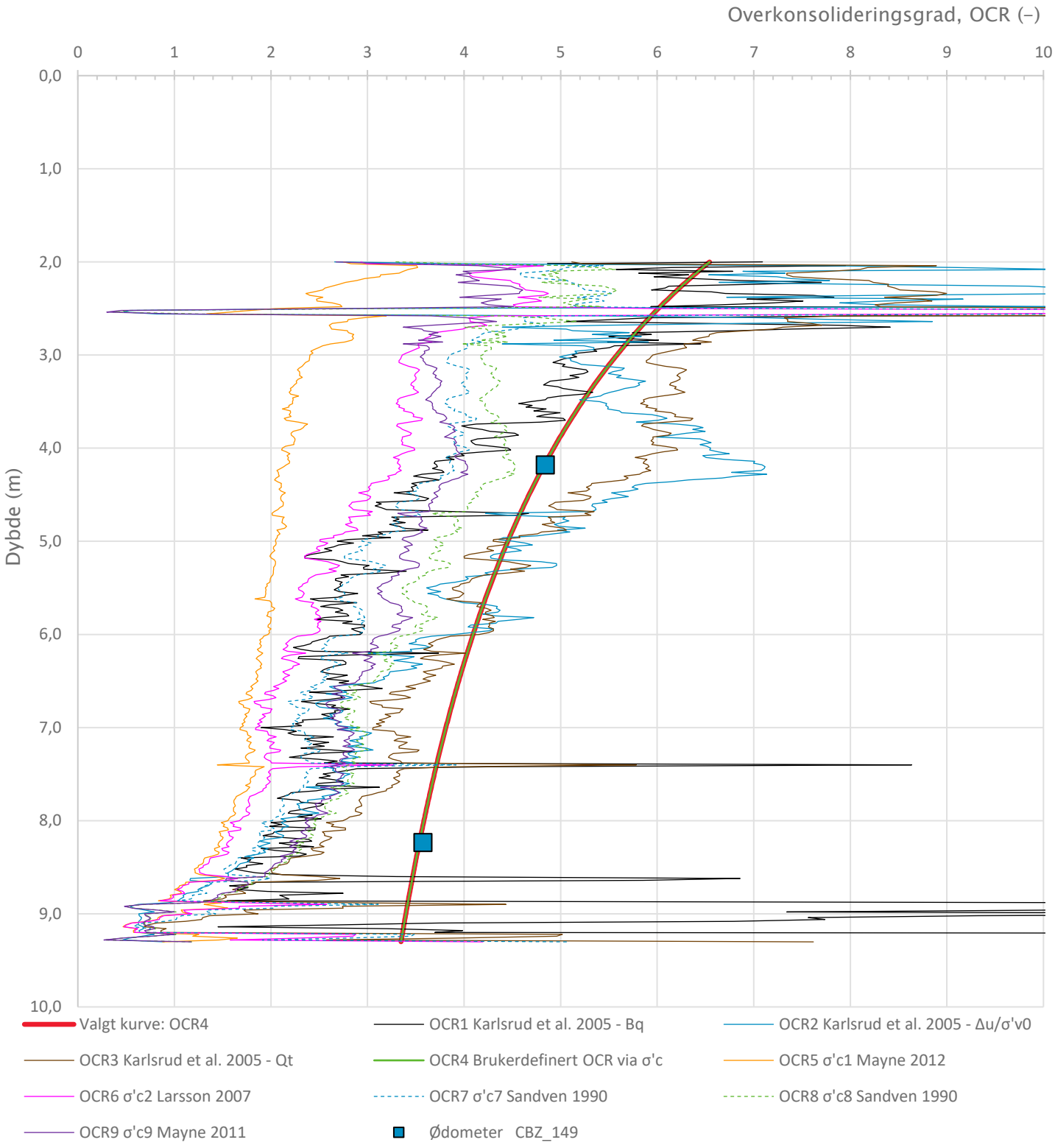
Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_200** (Kote +13,997)
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 09.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3



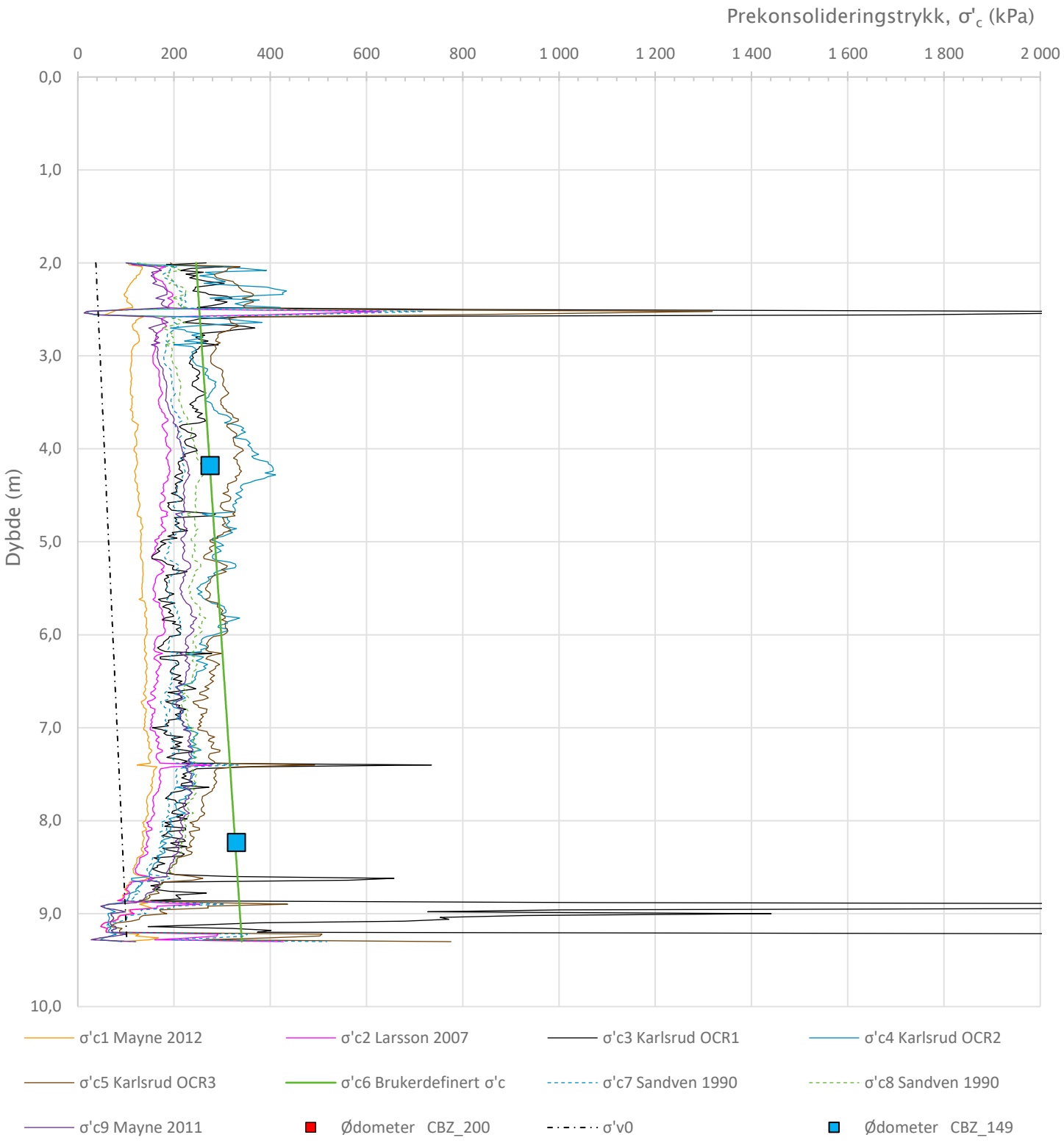
Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,997 **CBZ_200**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 09.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 4



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_200 Kote +13,997
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 09.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_200** Kote +13,997
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 09.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_200 (Kote +13,997)
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 09.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 8.4: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING CBZ_122

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	9,4
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	-66,0
Dato sondering	14.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5611,1	127,7	250,0
Registrert etter sondering (kPa)	-7,7	-1,2	0,8
Avvik under sondering(kPa)	7,7	1,2	0,8
Maksimal temperatureffekt (kPa)	4,6	0,1	0,3
Maksverdi under sondering (kPa)	6565,2	-30,2	632,0

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

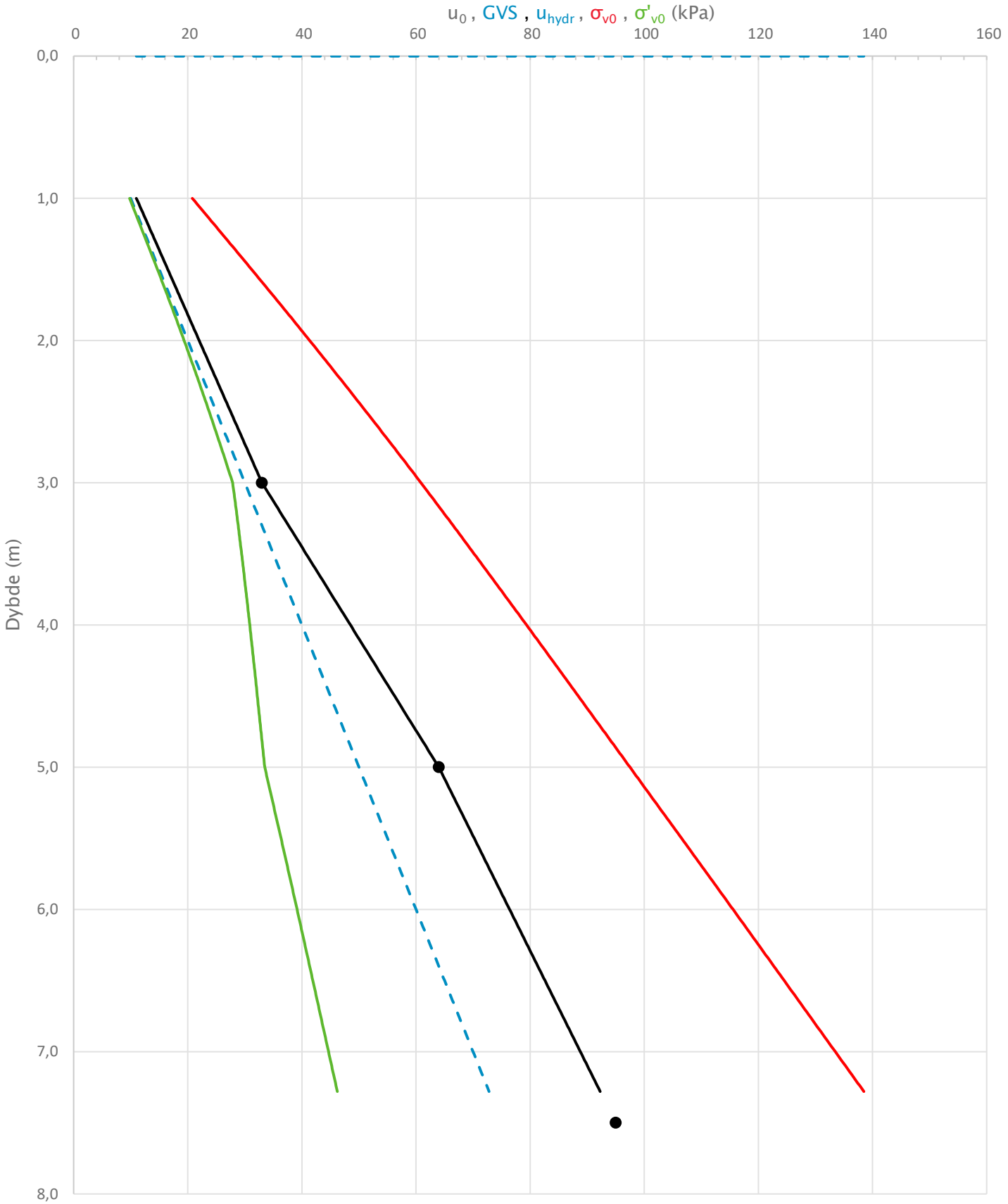
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**12,8**	**0,2**	**1,3**	**-4,3**	**1,1**	**0,2**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

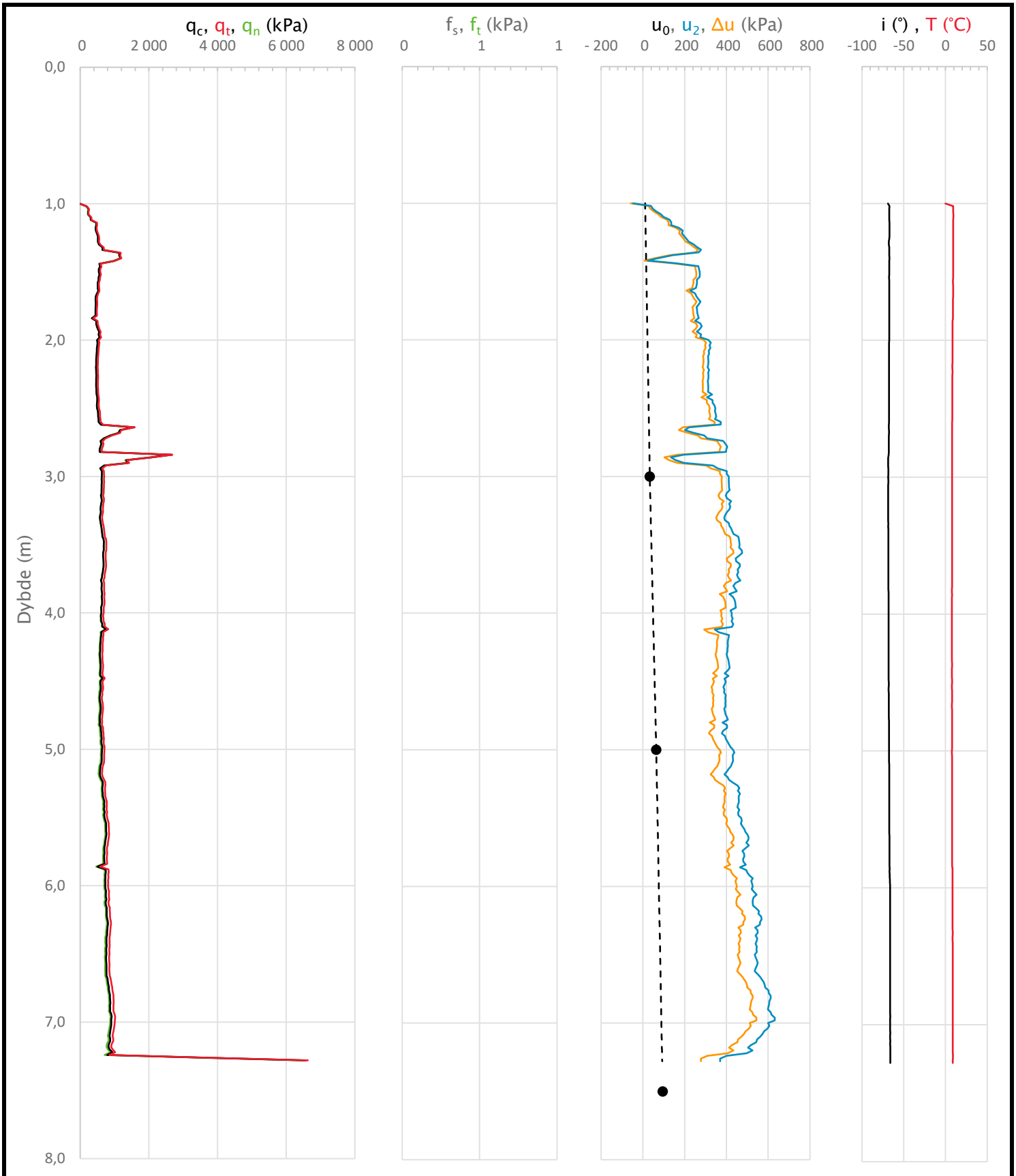
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

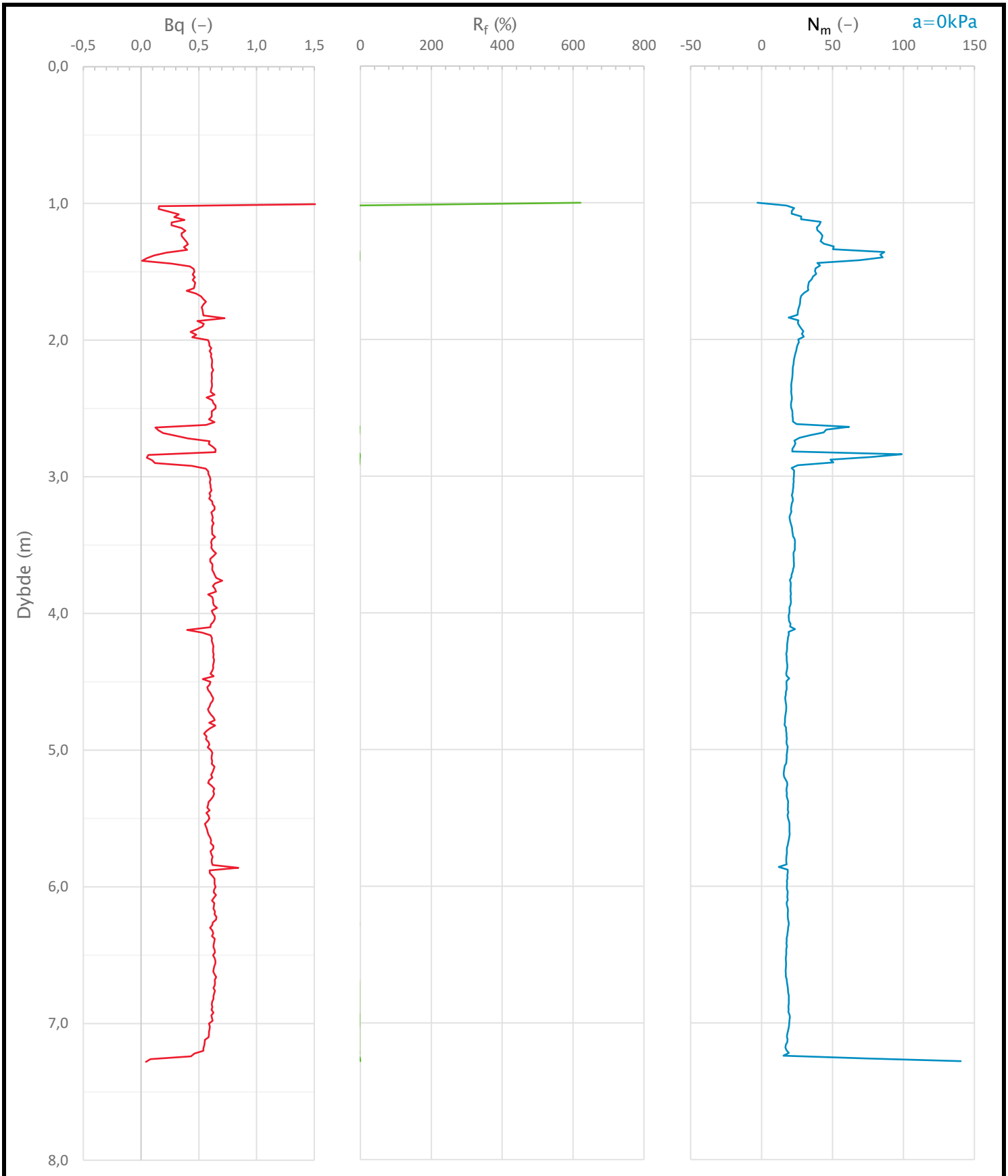
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_122** Kote +5,23
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +5,23 **CBZ_122**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

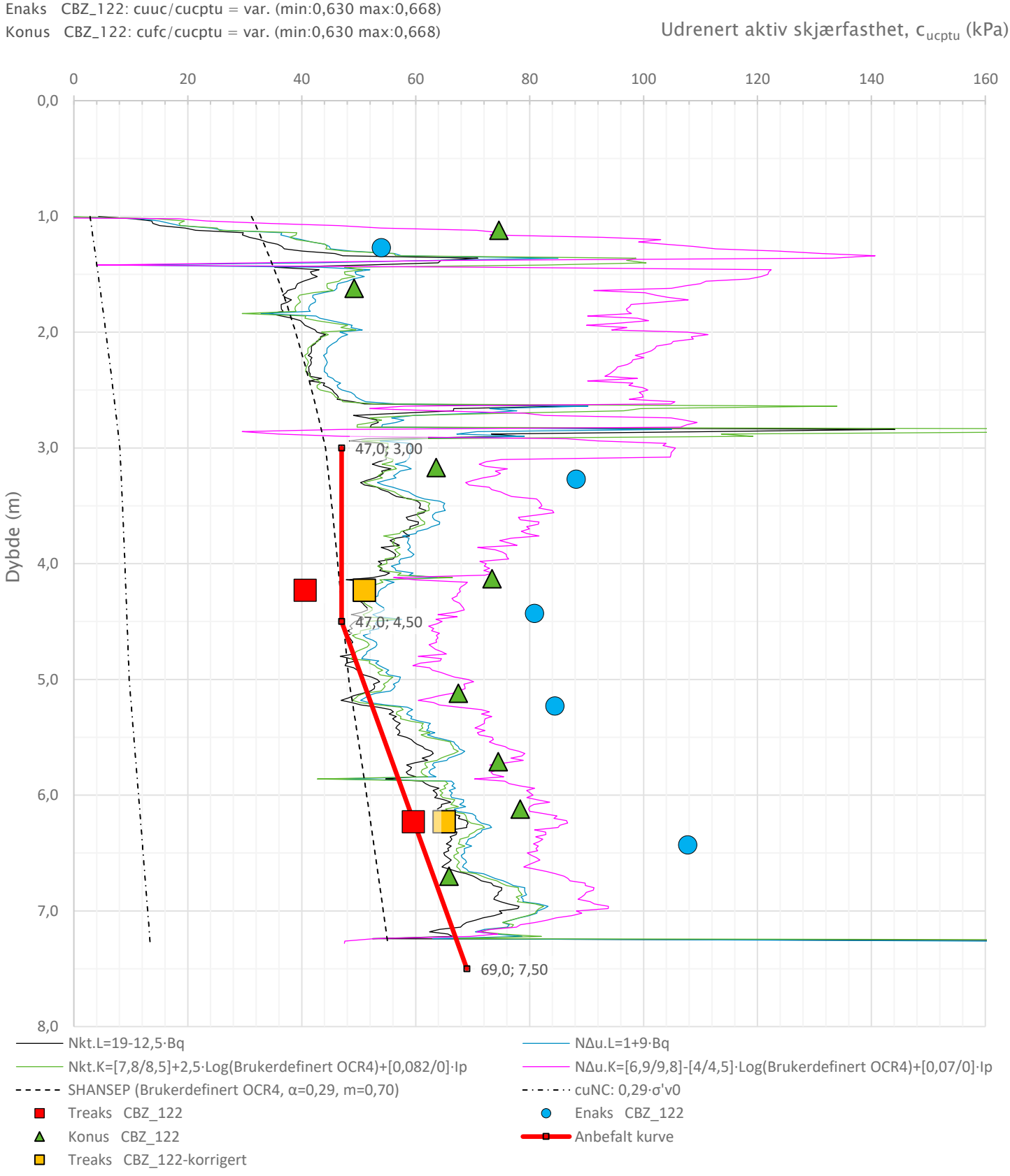


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +5,23 **CBZ_122**
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 3

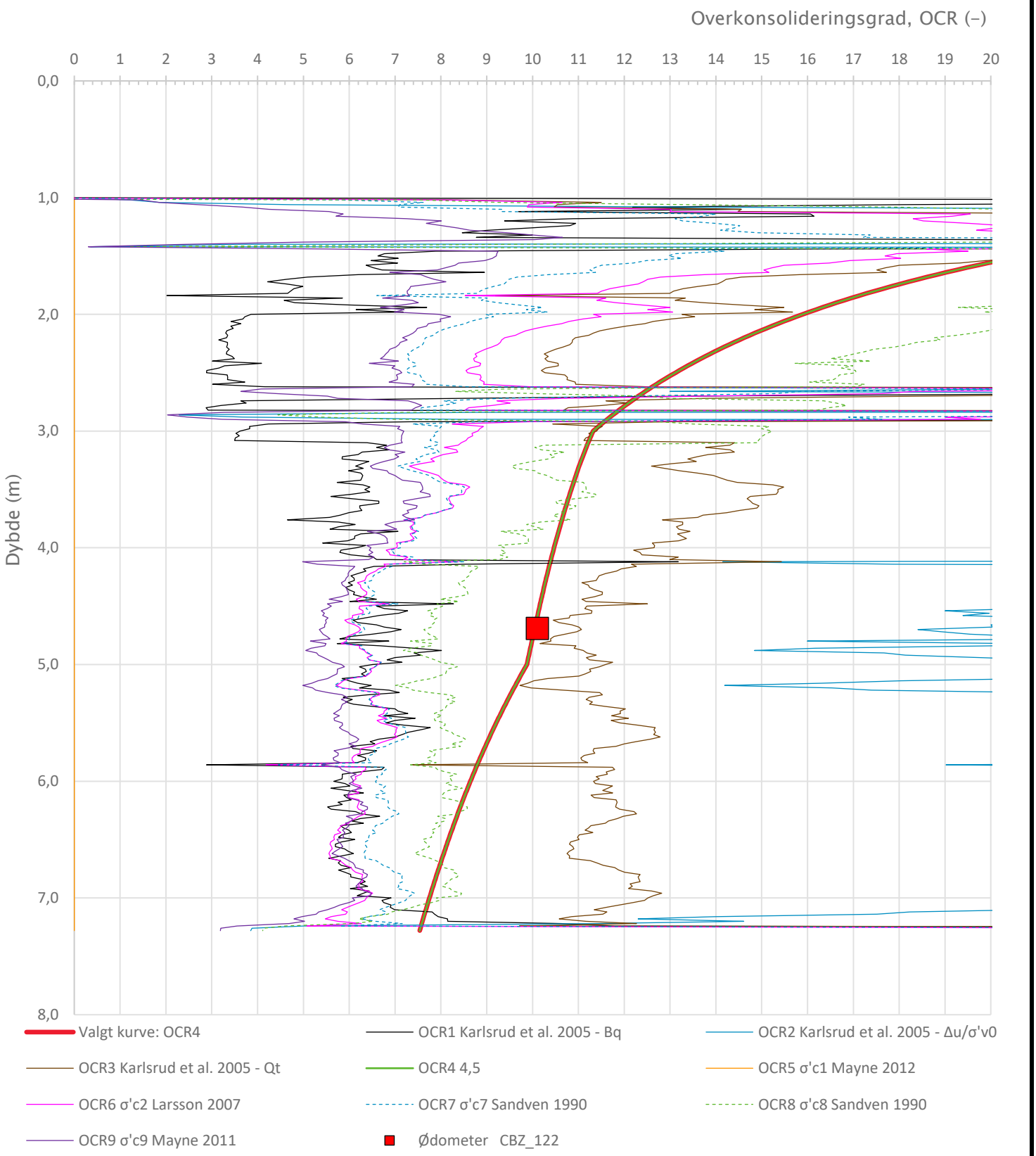


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +5,23 **CBZ_122**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold					Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.03.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 4

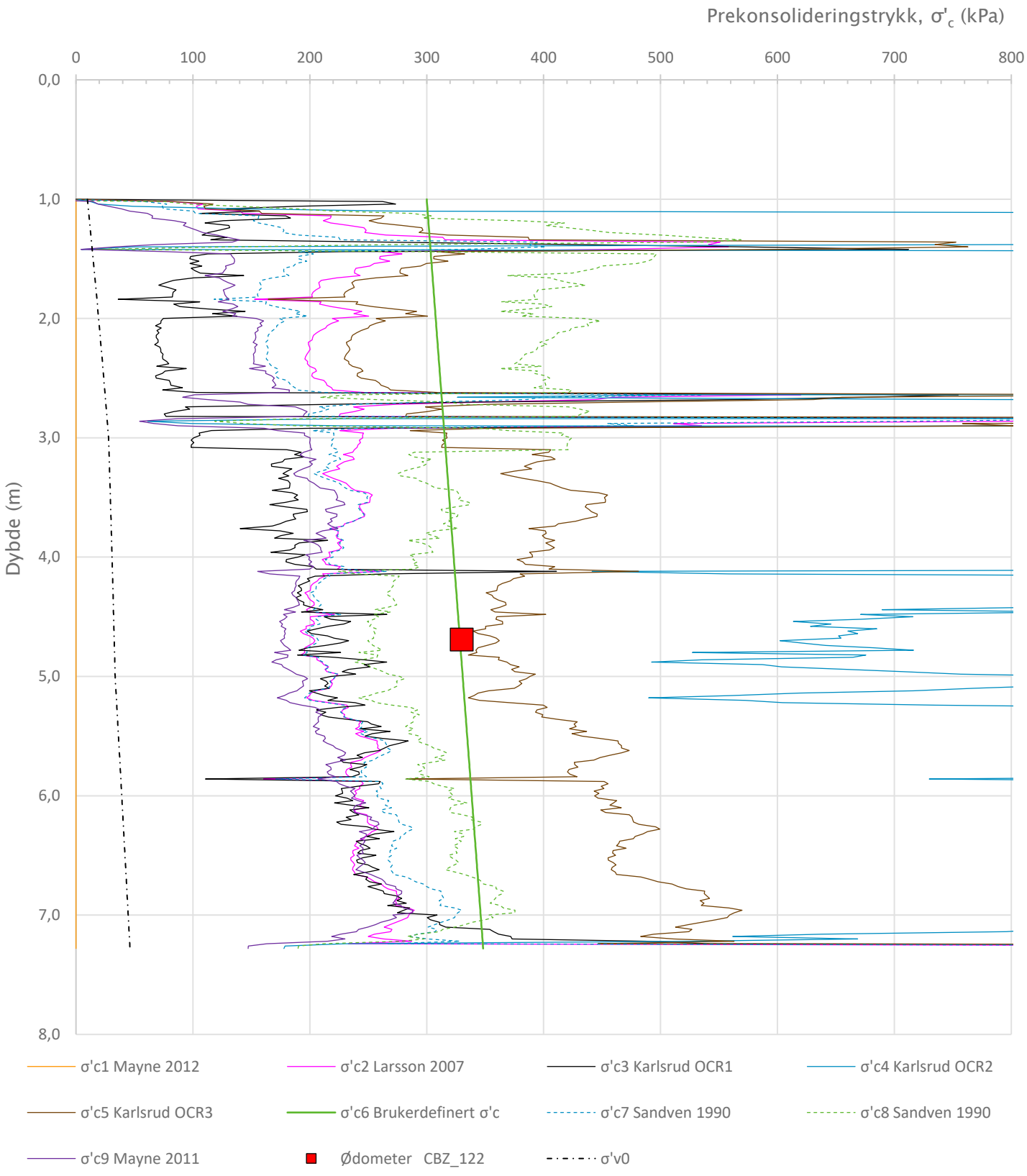
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_122: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_122: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,668)
Konus CBZ_122: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,668)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_122 Kote +5,23
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_122 Kote +5,23
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_122 Kote +5,23
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 8.5: TOLKNINGER SNITT A – CPT-SONDERING CBZ_123

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	3,1
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	5,1
Dato sondering	14.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5643,9	127,2	250,5
Registrert etter sondering (kPa)	-29,6	-0,5	0,5
Avvik under sondering(kPa)	29,6	0,5	0,5
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,5	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	7676,0	174,9	846,2

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

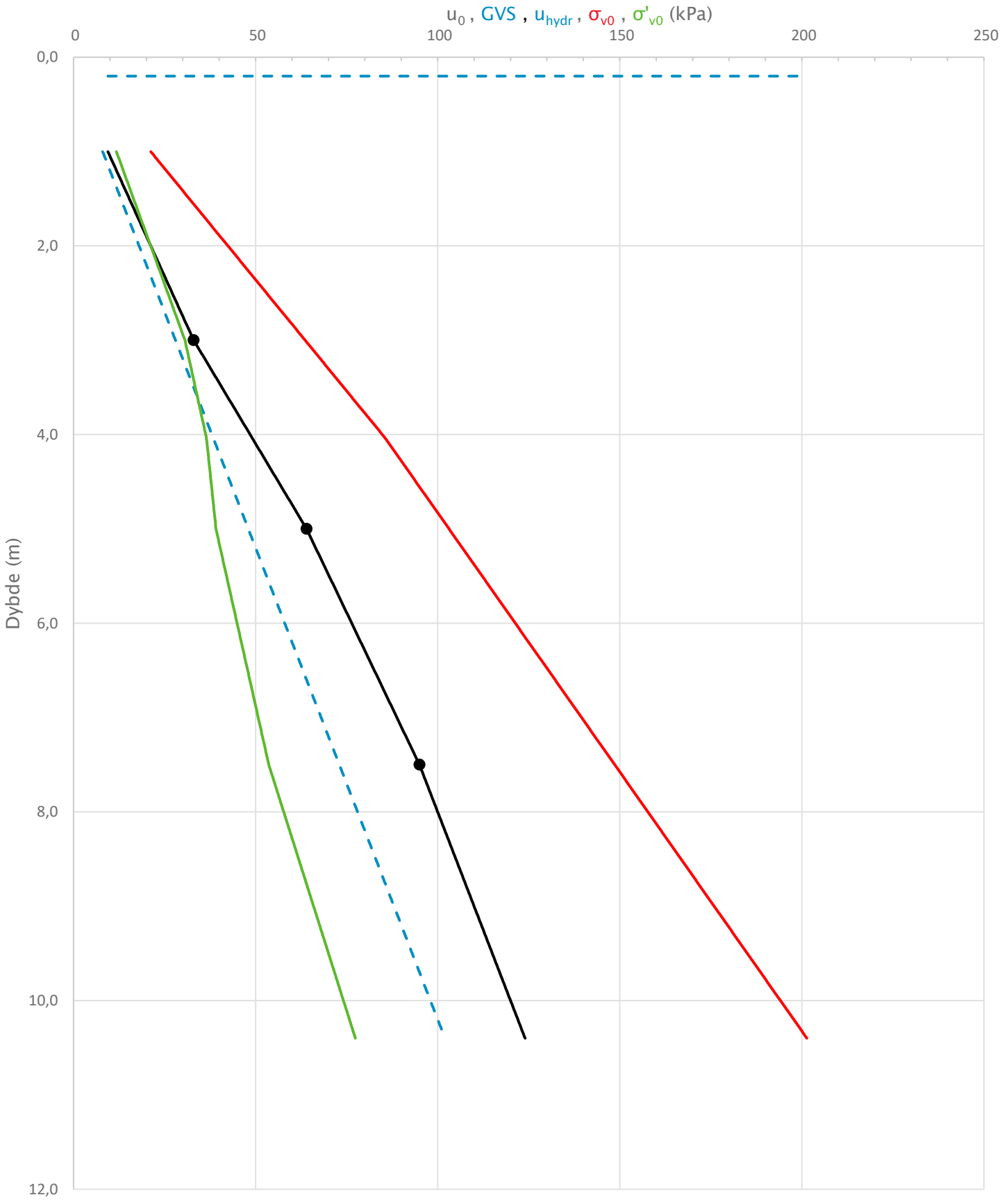
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**31,6**	**0,4**	**0,5**	**0,3**	**0,6**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

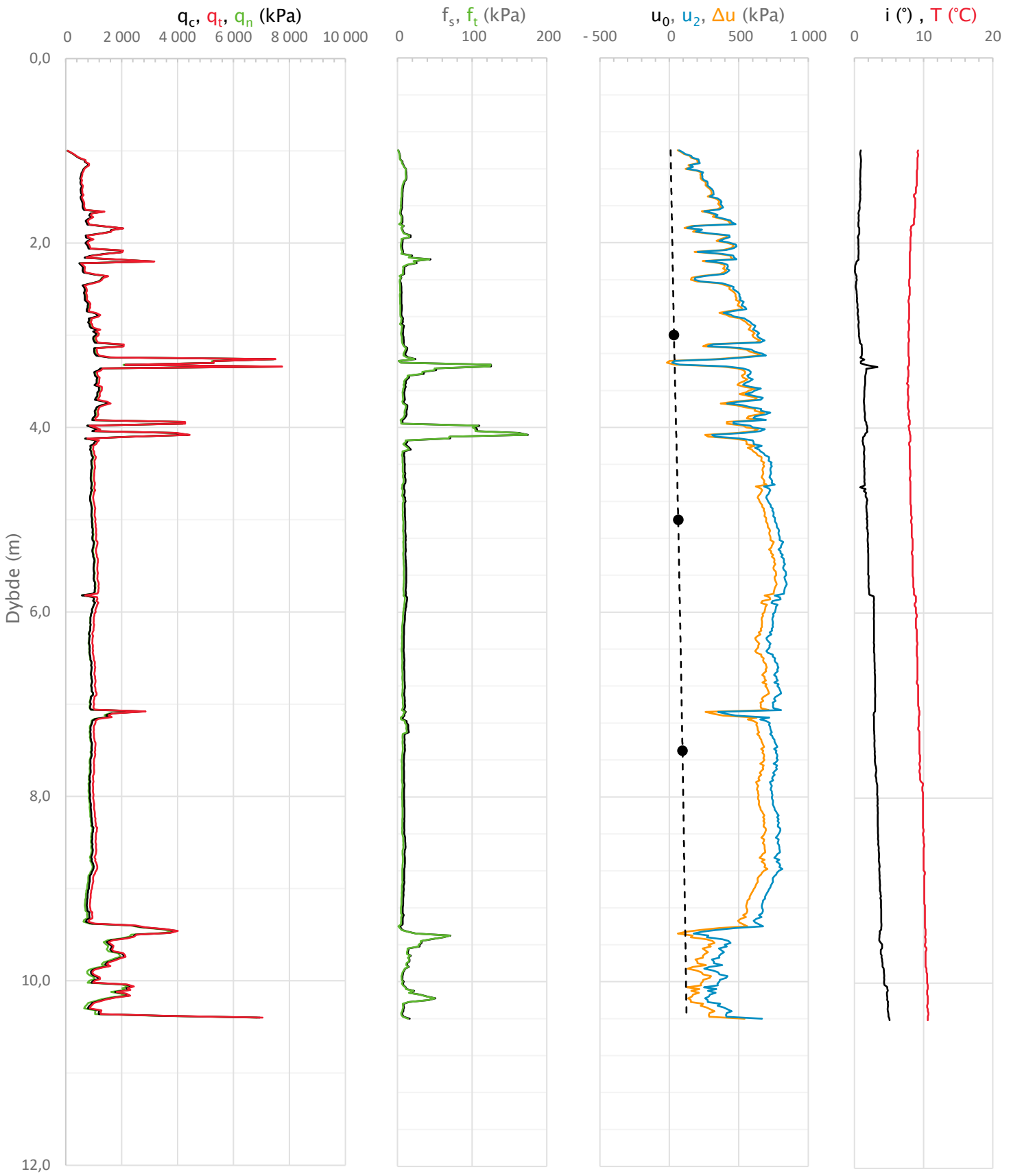
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

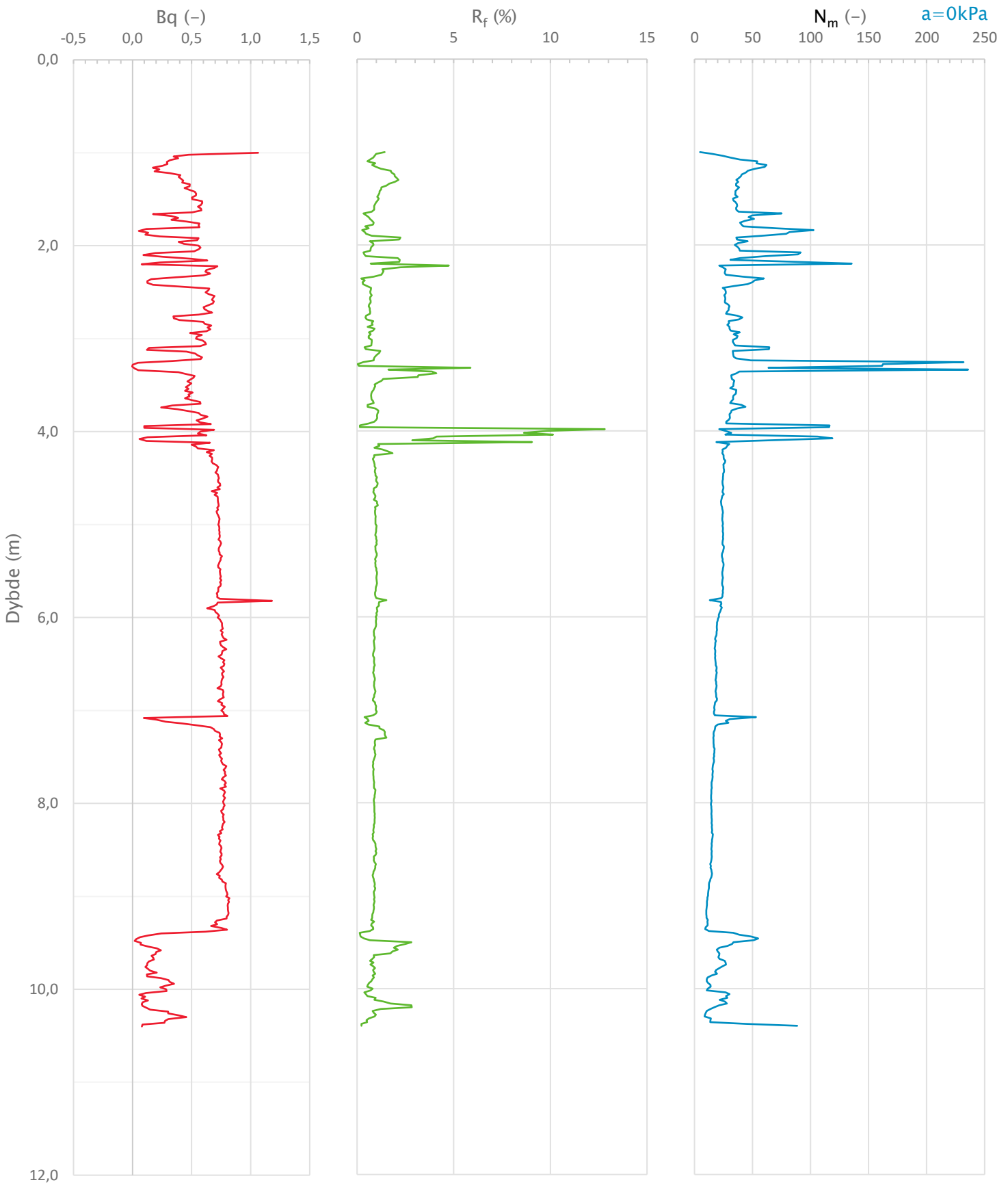
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_123** Kote +4,881
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: **1**
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: **1**



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger** Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull Kote +4,881 **CBZ_123**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

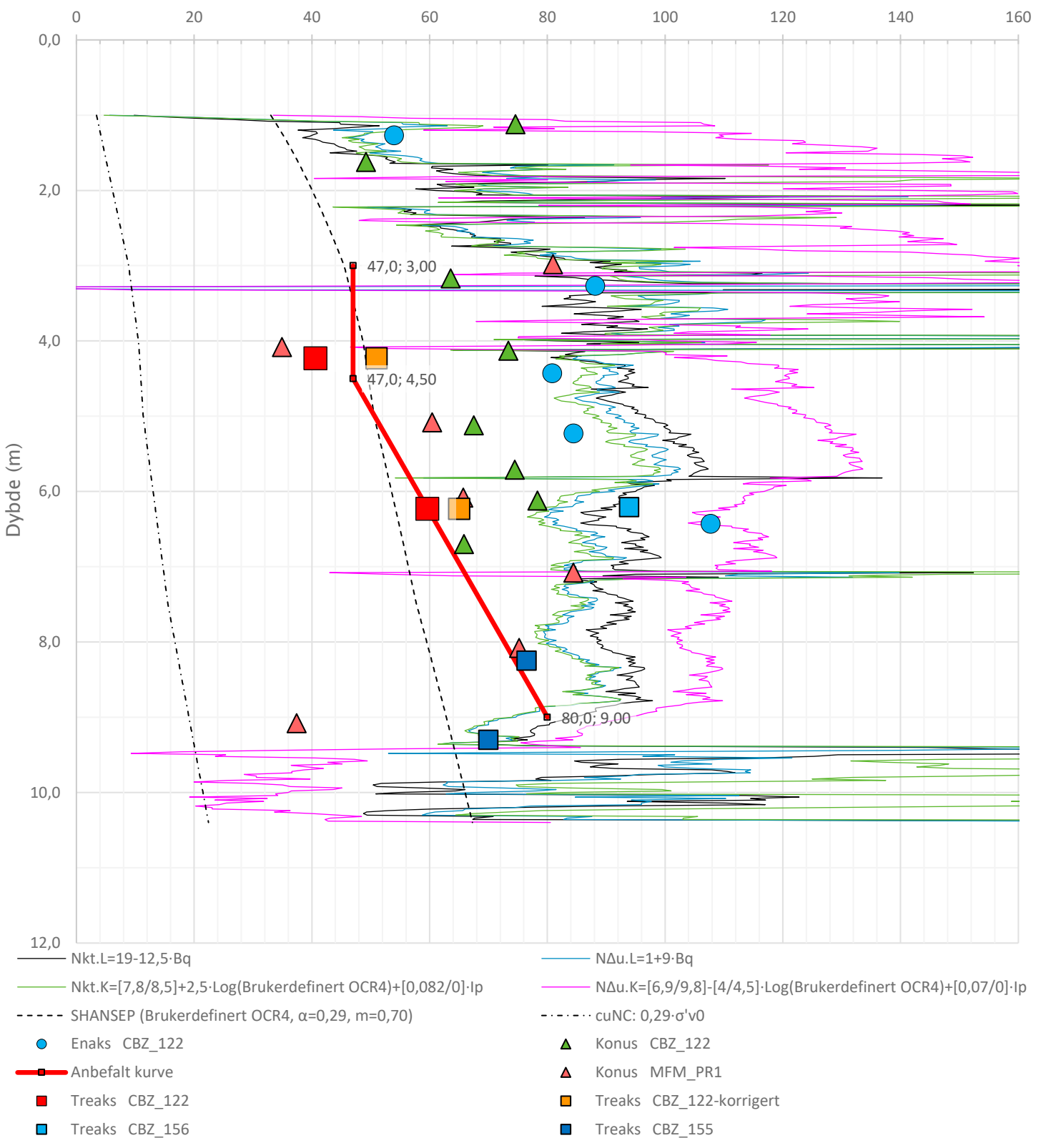


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_123 Kote +4,881
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3



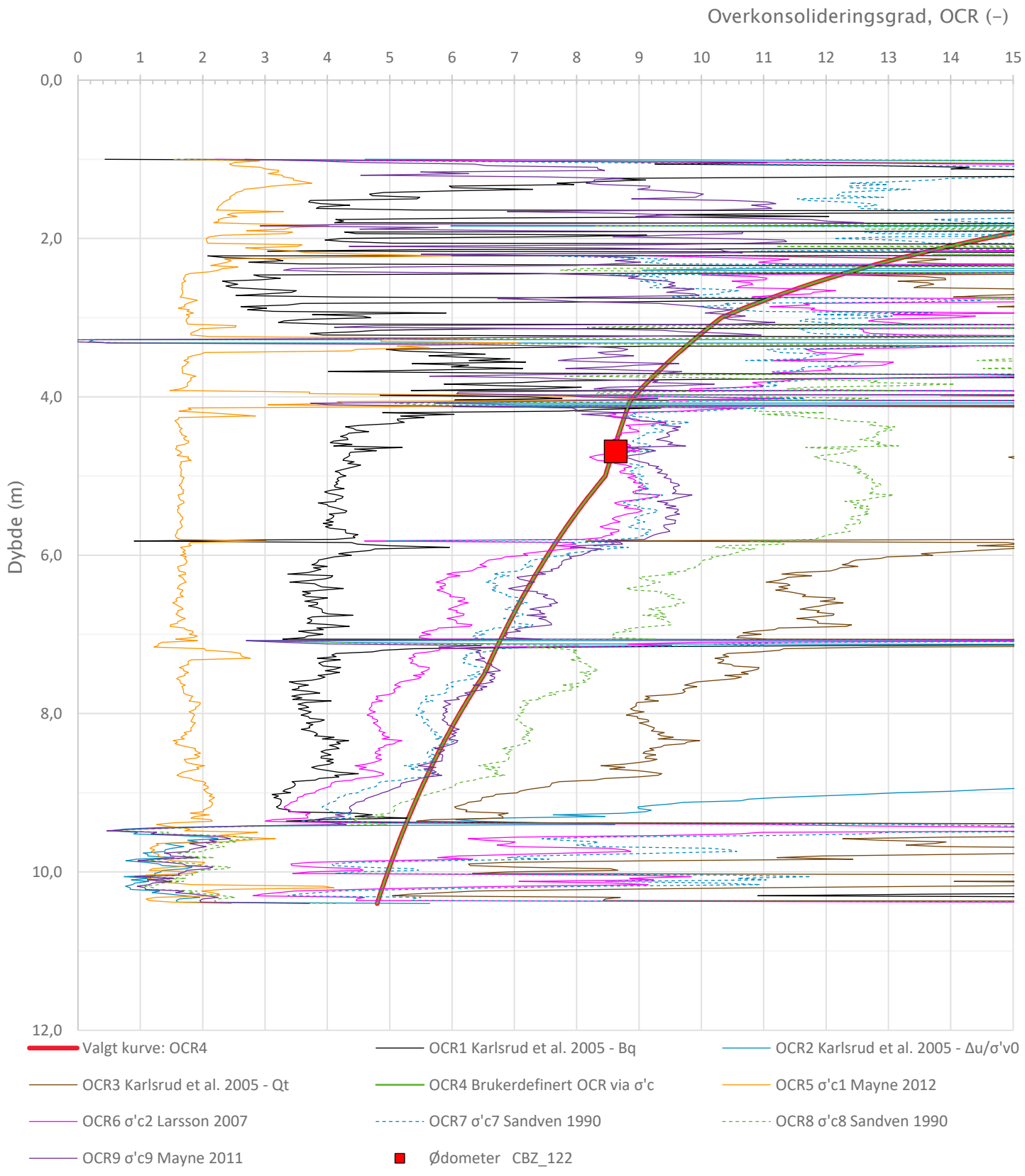
Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +4,881 **CBZ_123**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 4

Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_122: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_122: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,668)
Konus CBZ_122: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,668)

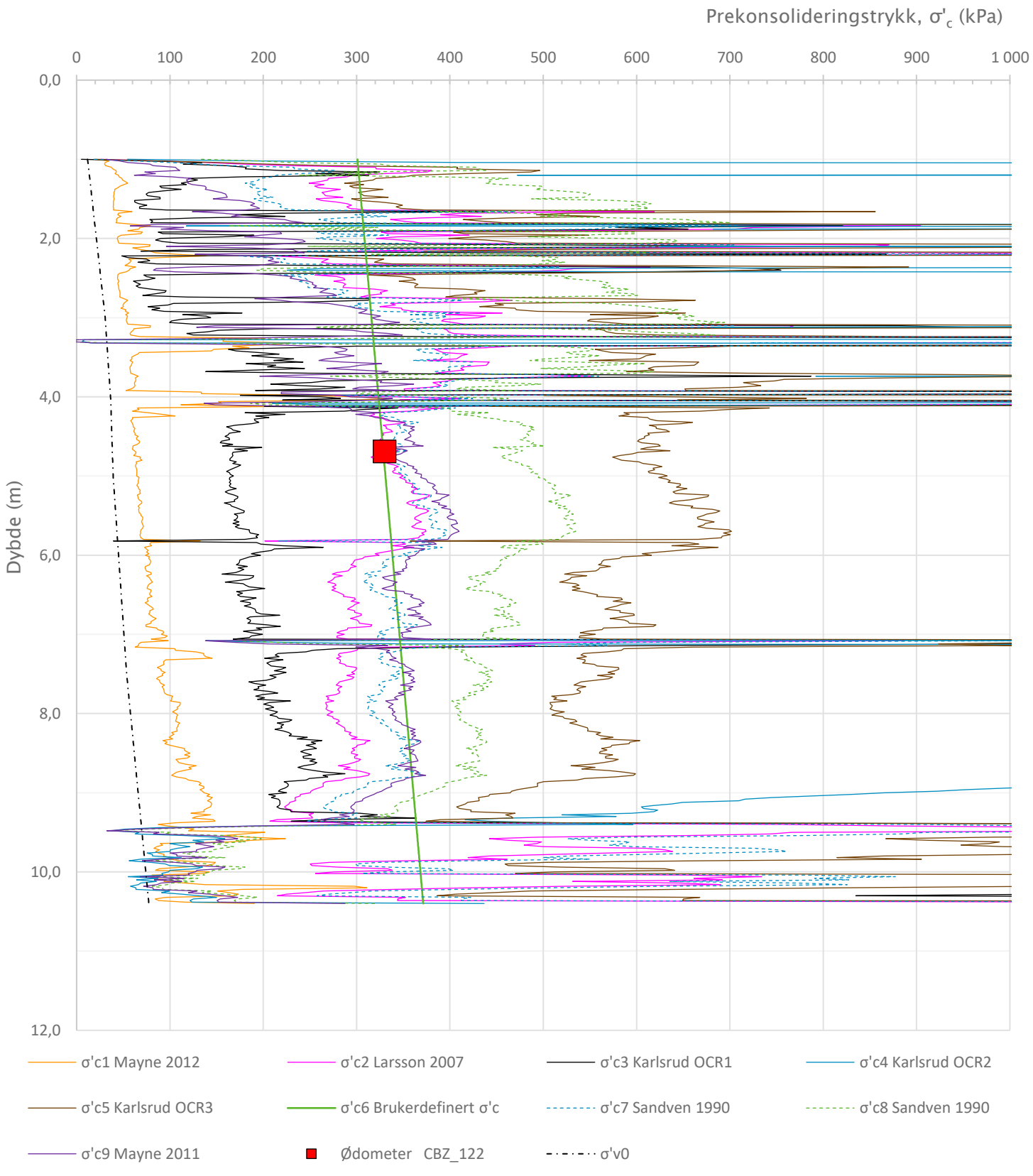


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_123** Kote +4,881
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_123_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm



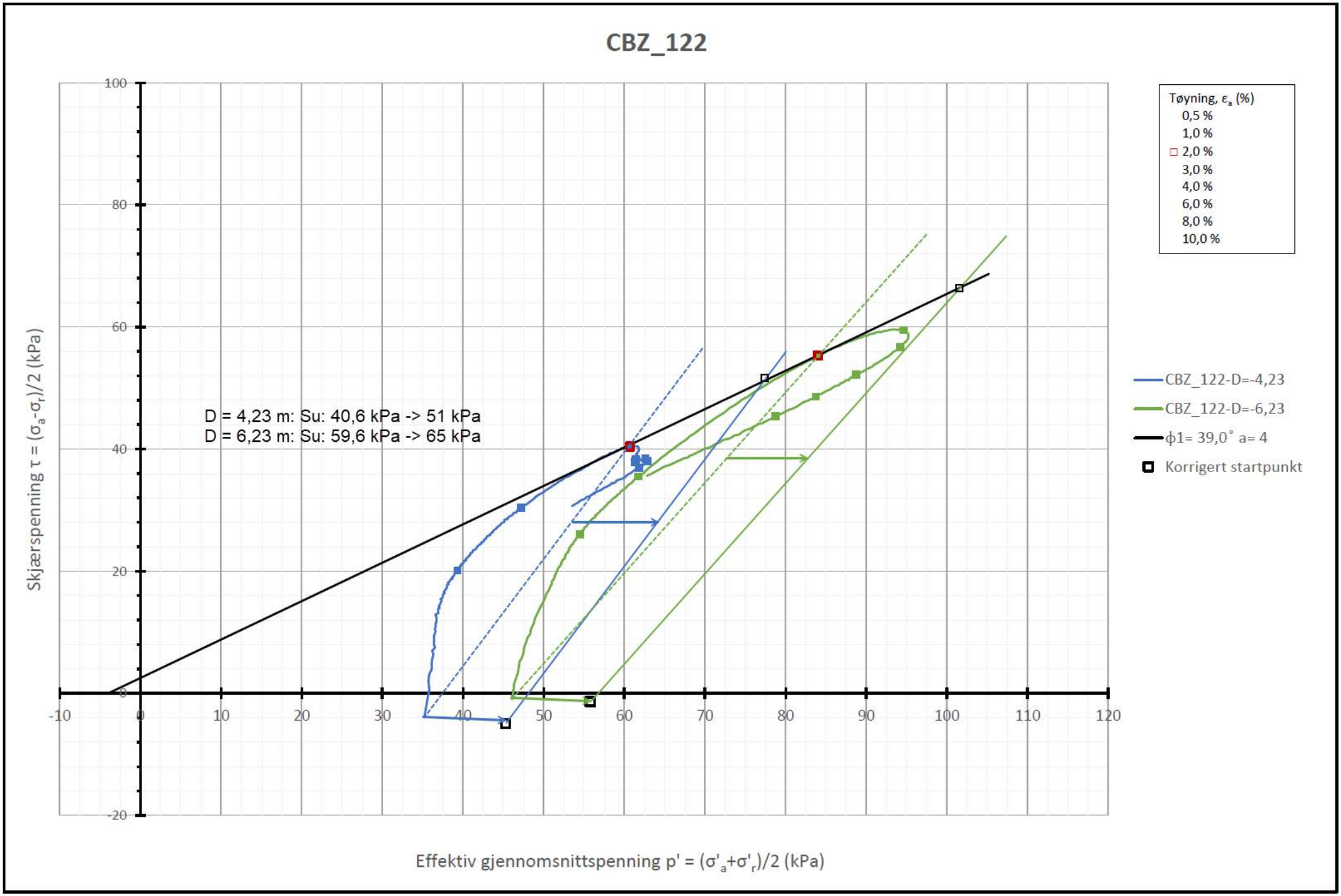
Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger** Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull Kote +4,881 **CBZ_123**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_123** Kote +4,881
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_123_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

VEDLEGG 8.6: TOLKNINGER SNITT A – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_122


CBZ_122
Tøyning, ε_a (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_122-D=-4,23
CBZ_122-D=-6,23
ϕ1= 39,0° a= 4
Korrigert startpunkt
D = 4,23 m: Su: 40,6 kPa -> 51 kPa
D = 6,23 m: Su: 59,6 kPa -> 65 kPa
Skjærspenning τ = $(\sigma_a-\sigma_r)/2$ (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = $(\sigma'_a+\sigma'_r)/2$ (kPa)
100
80
60
40
20
0
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120

VEDLEGG 9.1: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING CBZ_149-1

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1,7
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	5,6
Dato sondering	02.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5576,5	127,9	249,7
Registrert etter sondering (kPa)	27,7	-1,1	1,4
Avvik under sondering(kPa)	27,7	1,1	1,4
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,8	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	26592,1	56,4	676,4

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

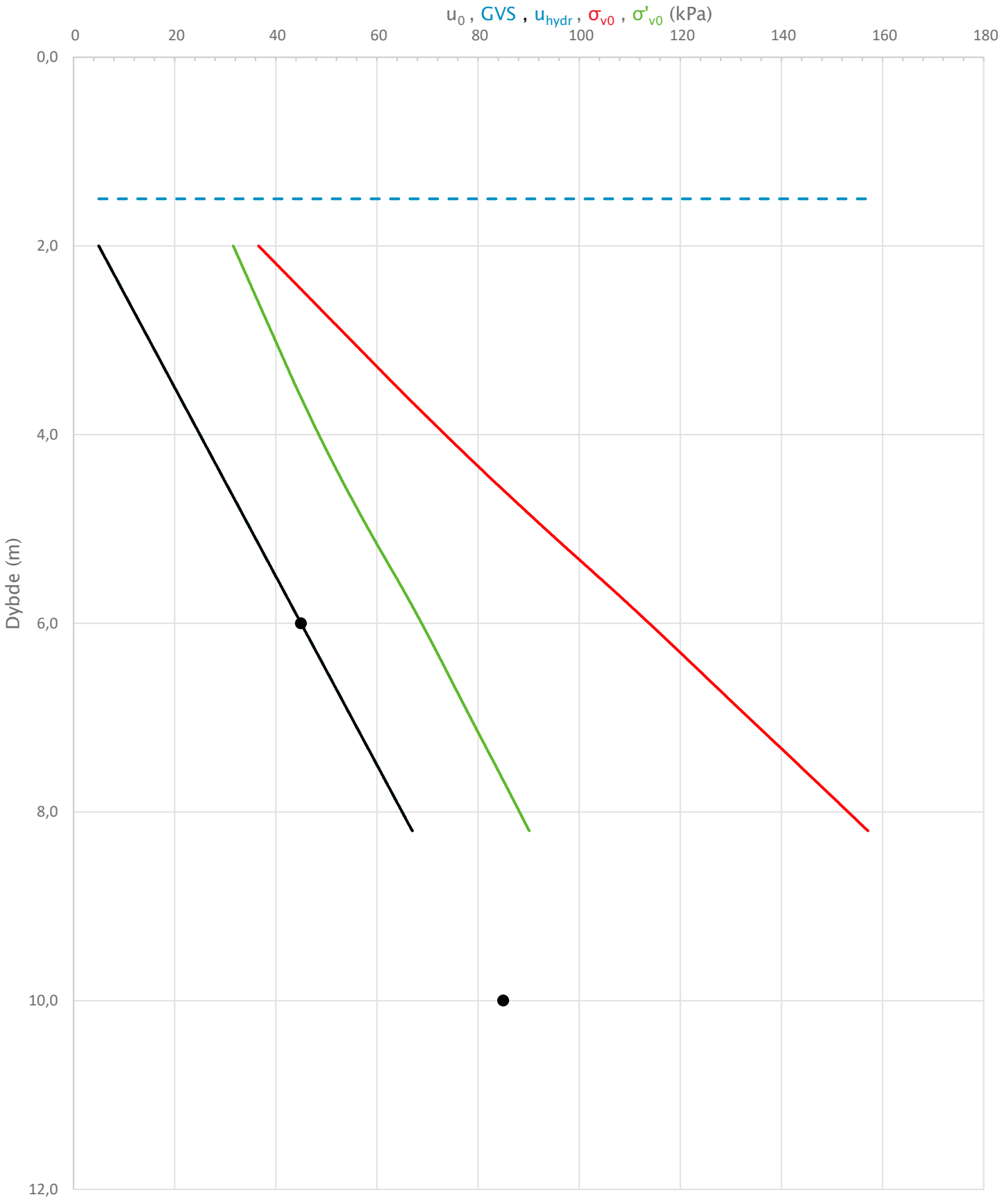
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**28,9**	**0,1**	**1,1**	**2,0**	**1,5**	**0,2**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

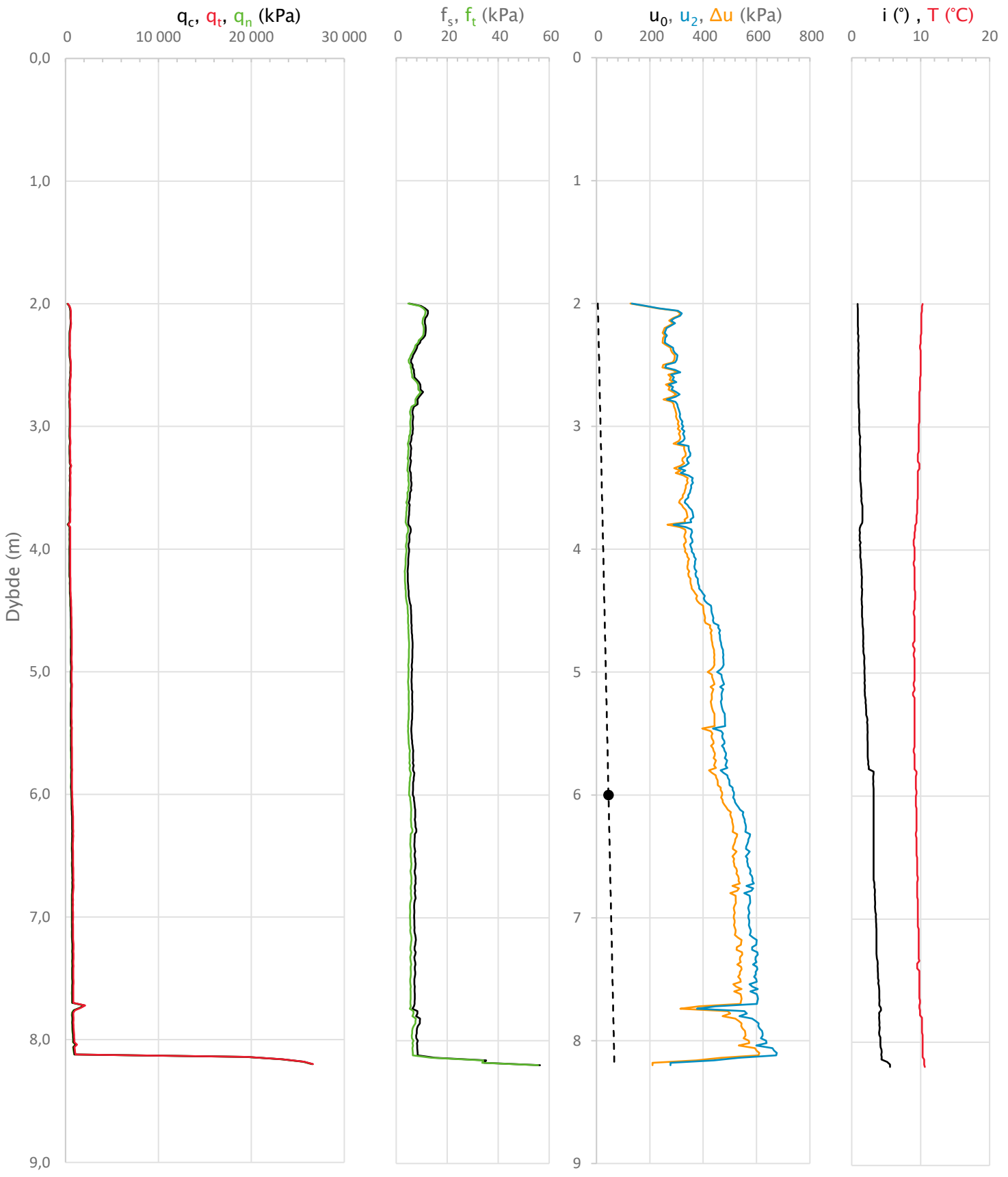
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

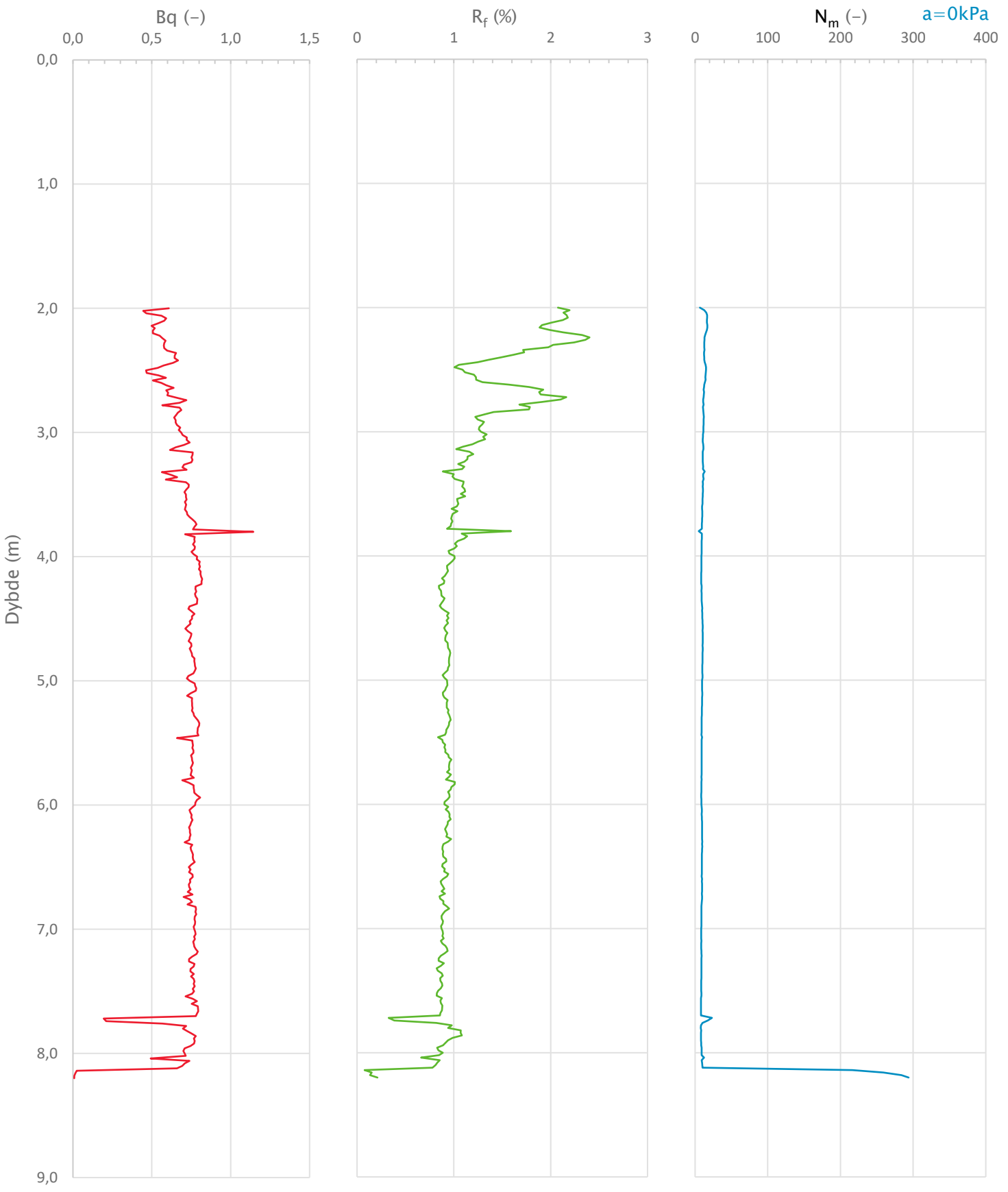
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_149-1** Kote +15,182
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +15,182 **CBZ_149-1**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +15,182 **CBZ_149-1**
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 3

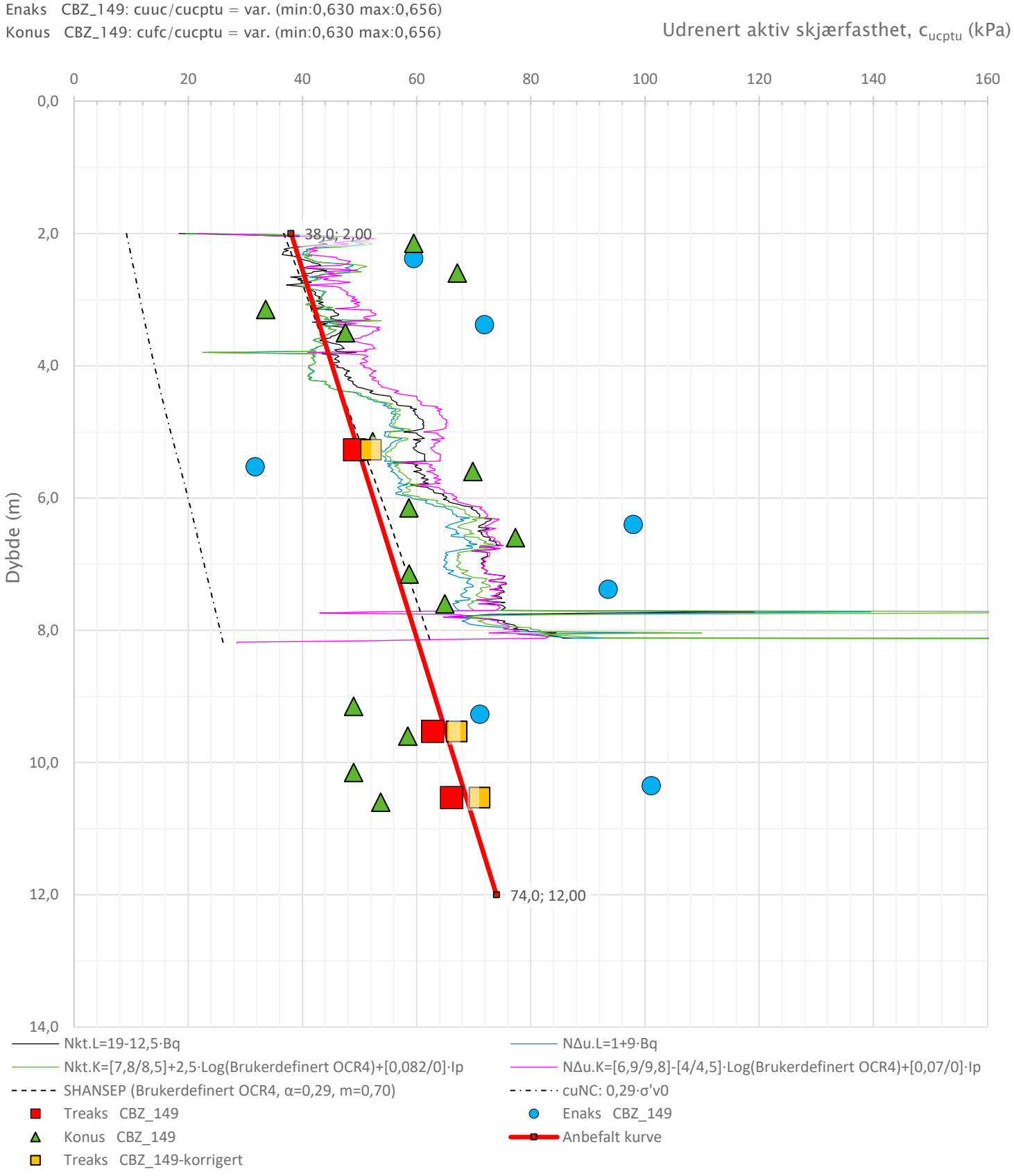


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_149-1 Kote +15,182
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

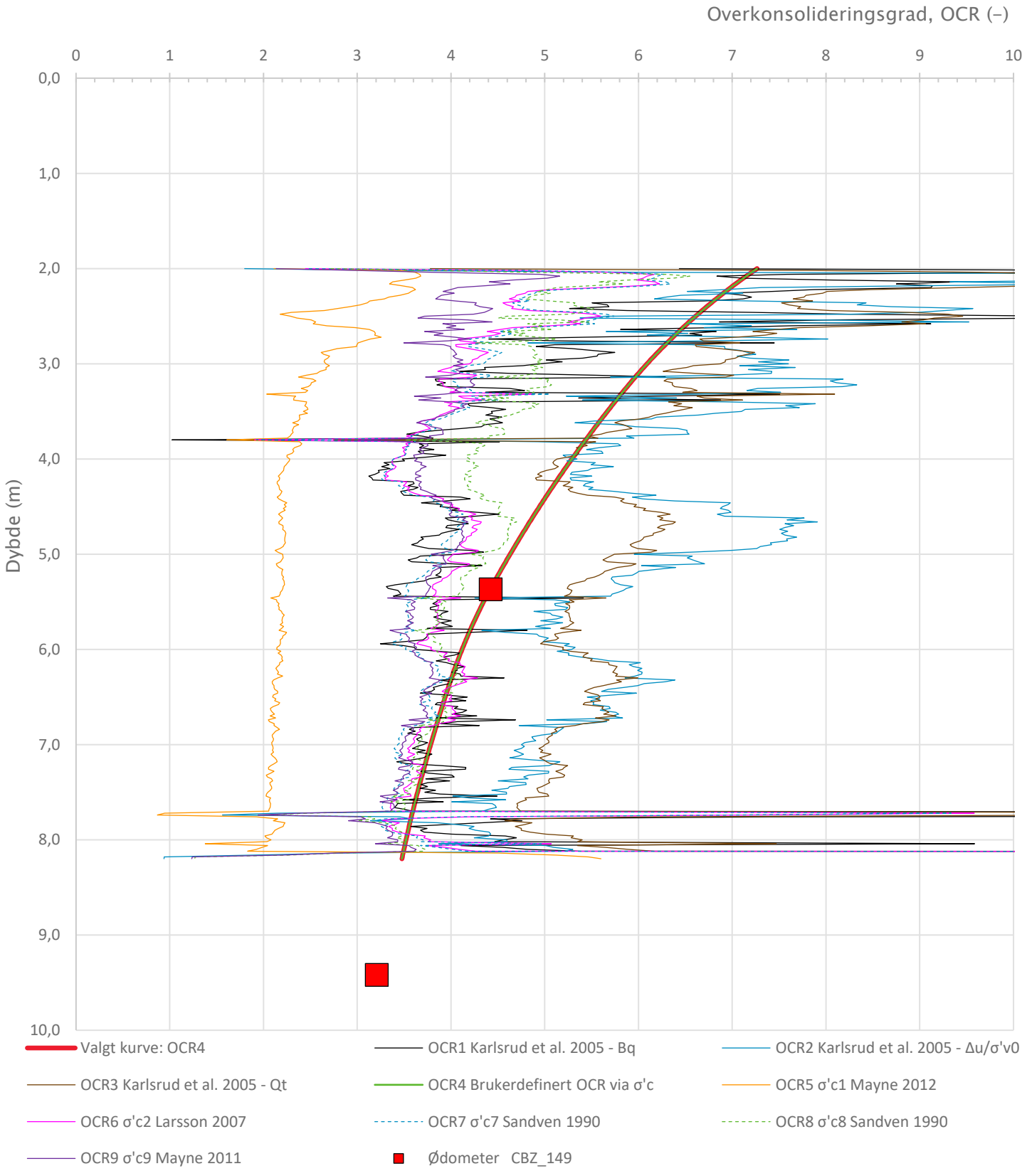
O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_149-1_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

CPTu v.2020.01

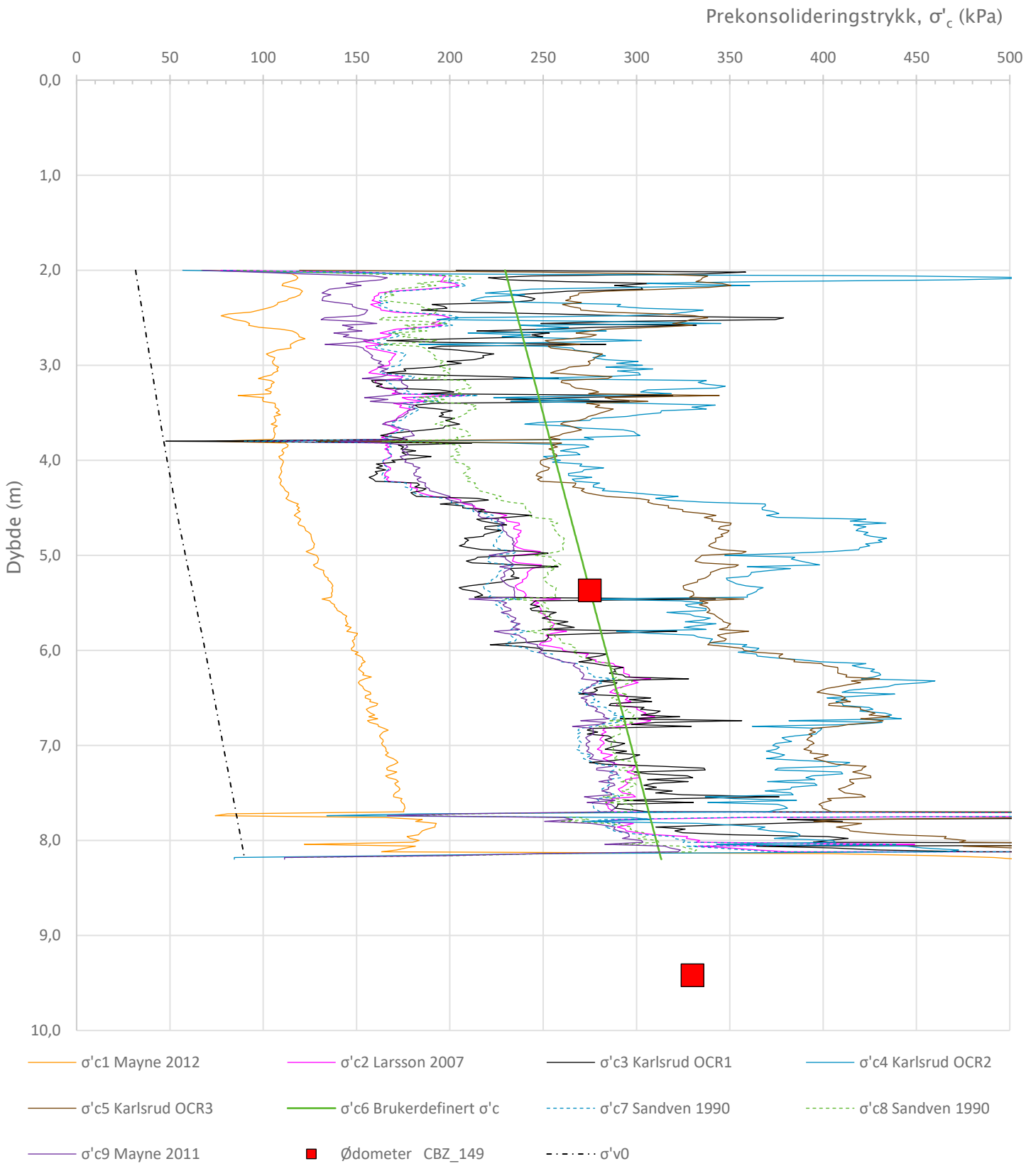
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_149: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_149: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,656)
Konus CBZ_149: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,656)



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_149-1** Kote +15,182
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger** Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull Kote +15,182 **CBZ_149-1**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_149-1 Kote +15,182
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 9.2: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING CBZ_149-2

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	0,8
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	7,1
Dato sondering	02.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5596,1	126,9	251,1
Registrert etter sondering (kPa)	-9,1	-0,8	-1,6
Avvik under sondering(kPa)	9,1	0,8	1,6
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,4	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	20196,3	195,1	1339,4

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

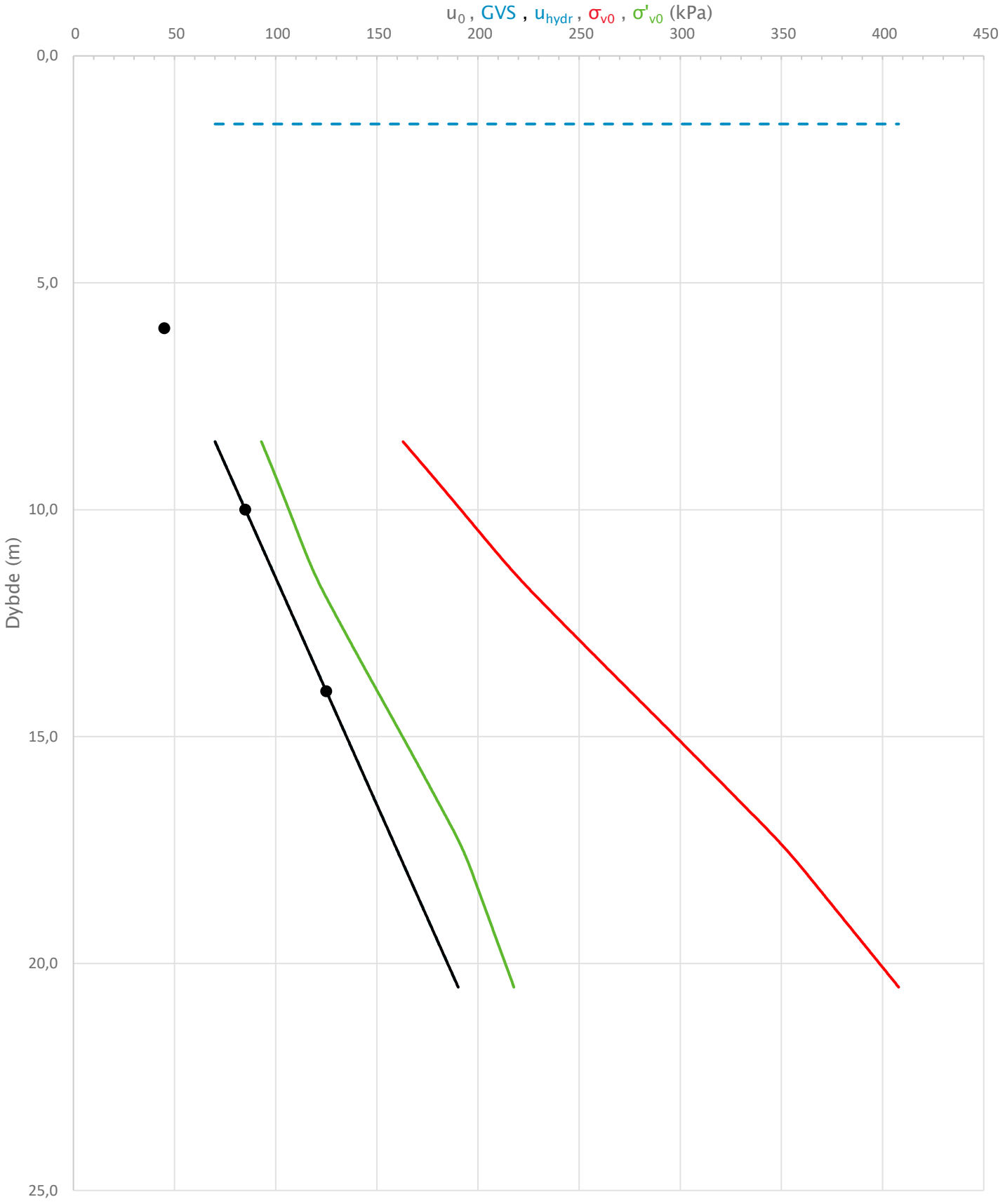
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**9,9**	**0,0**	**0,8**	**0,4**	**1,7**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

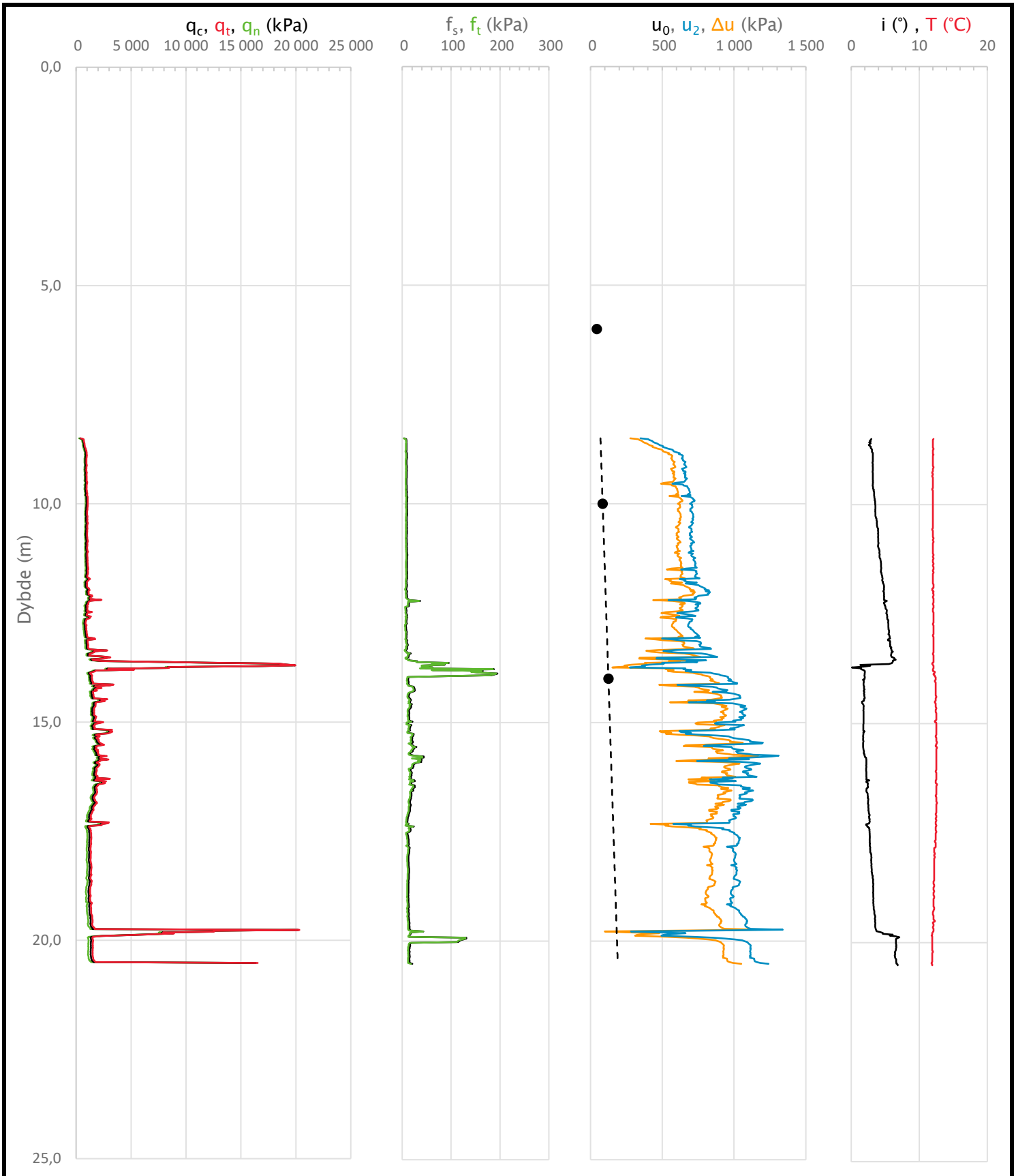
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

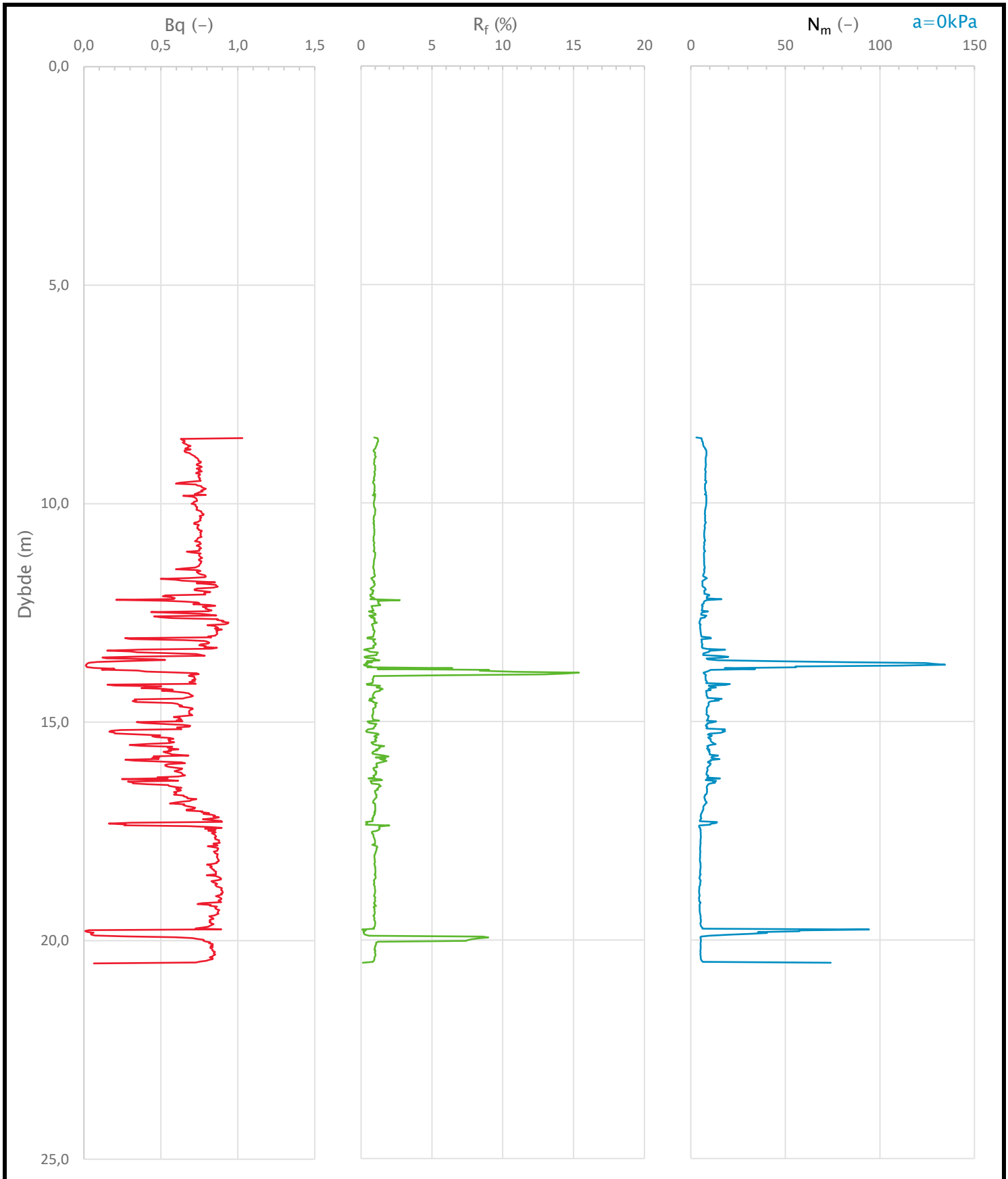
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_149-2** Kote +15,182
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_149-2 Kote +15,182
Innhold: In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 2

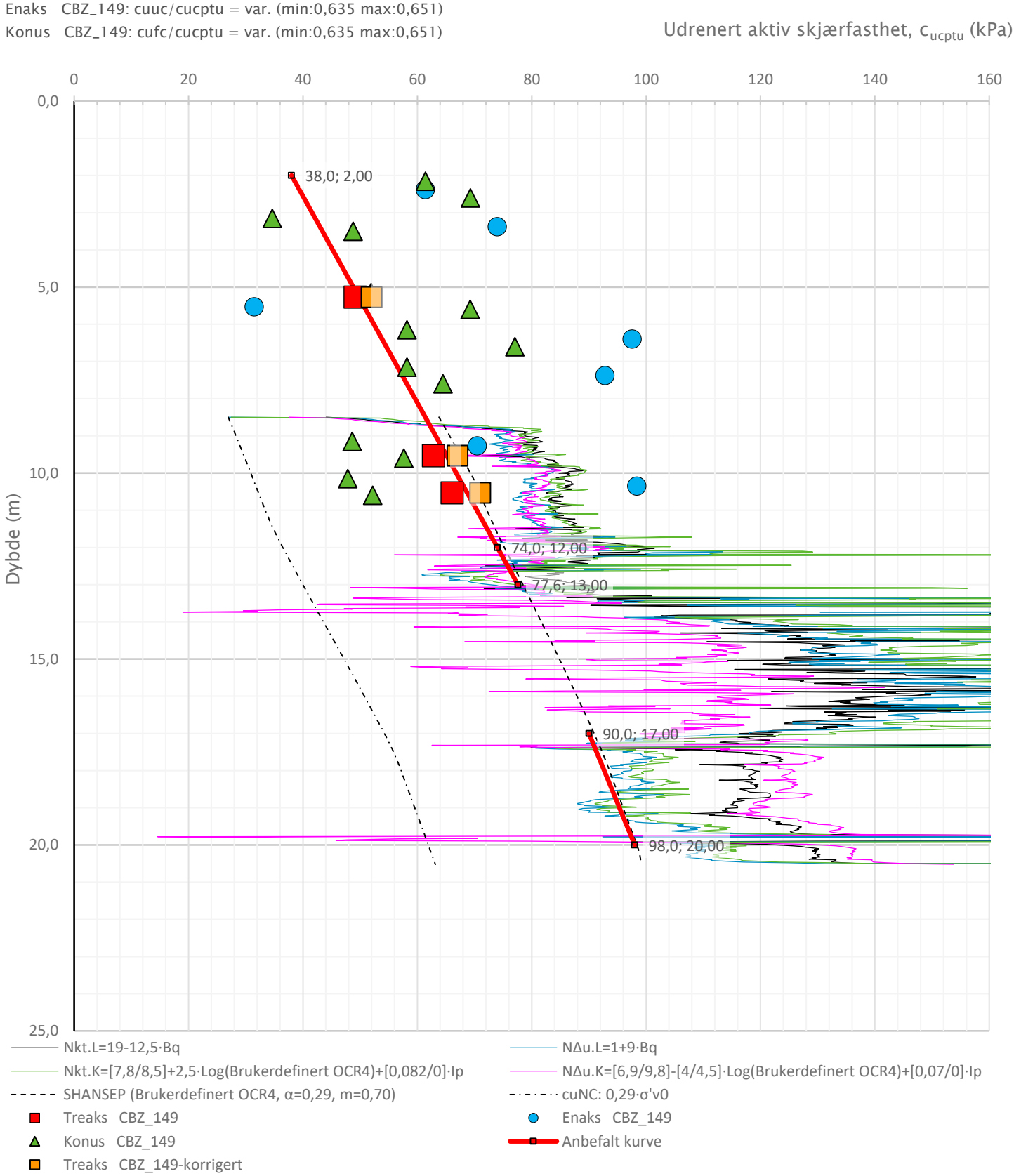


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_149-2 Kote +15,182
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

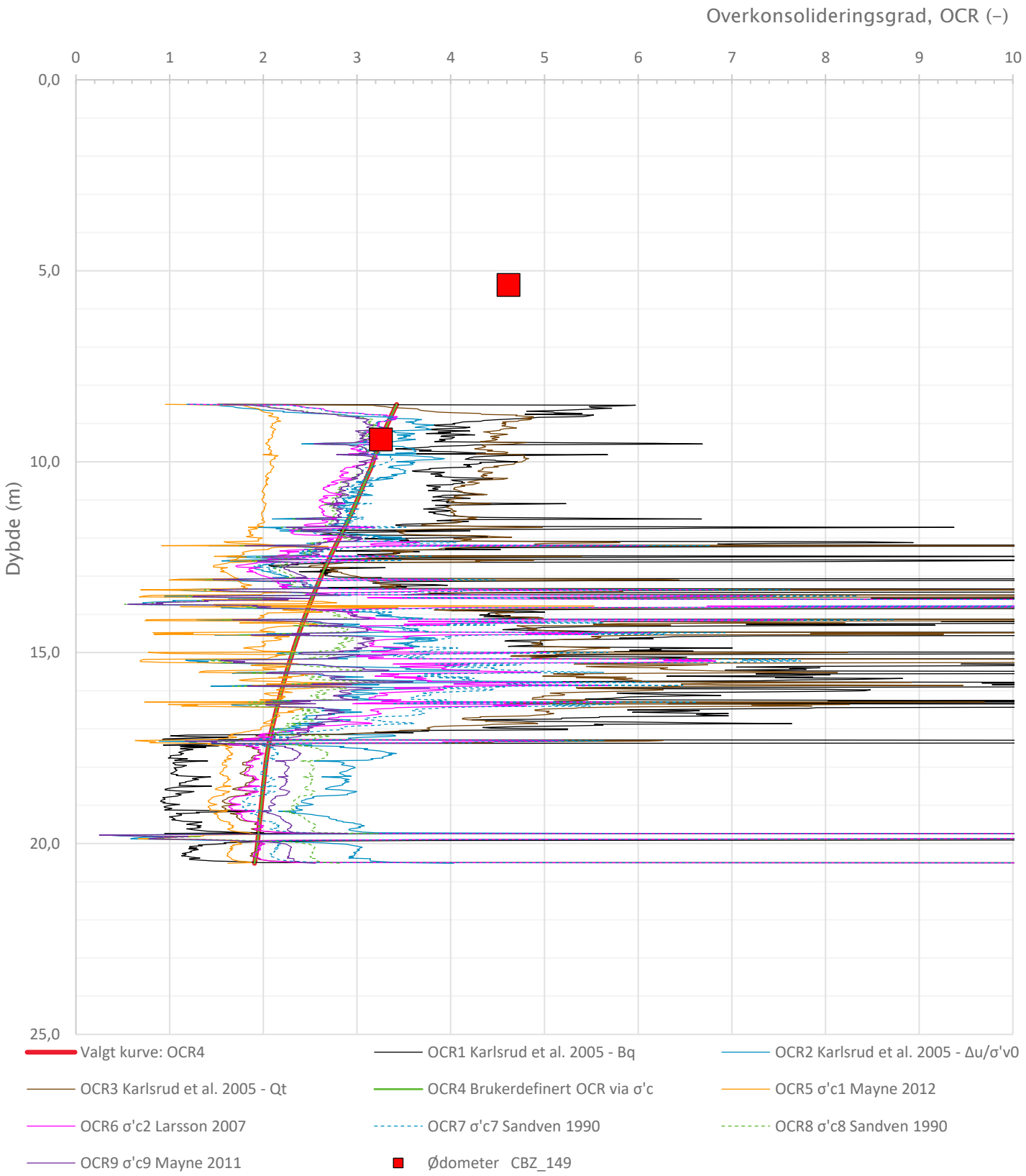


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +15,182 **CBZ_149-2**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold					Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.05.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 4

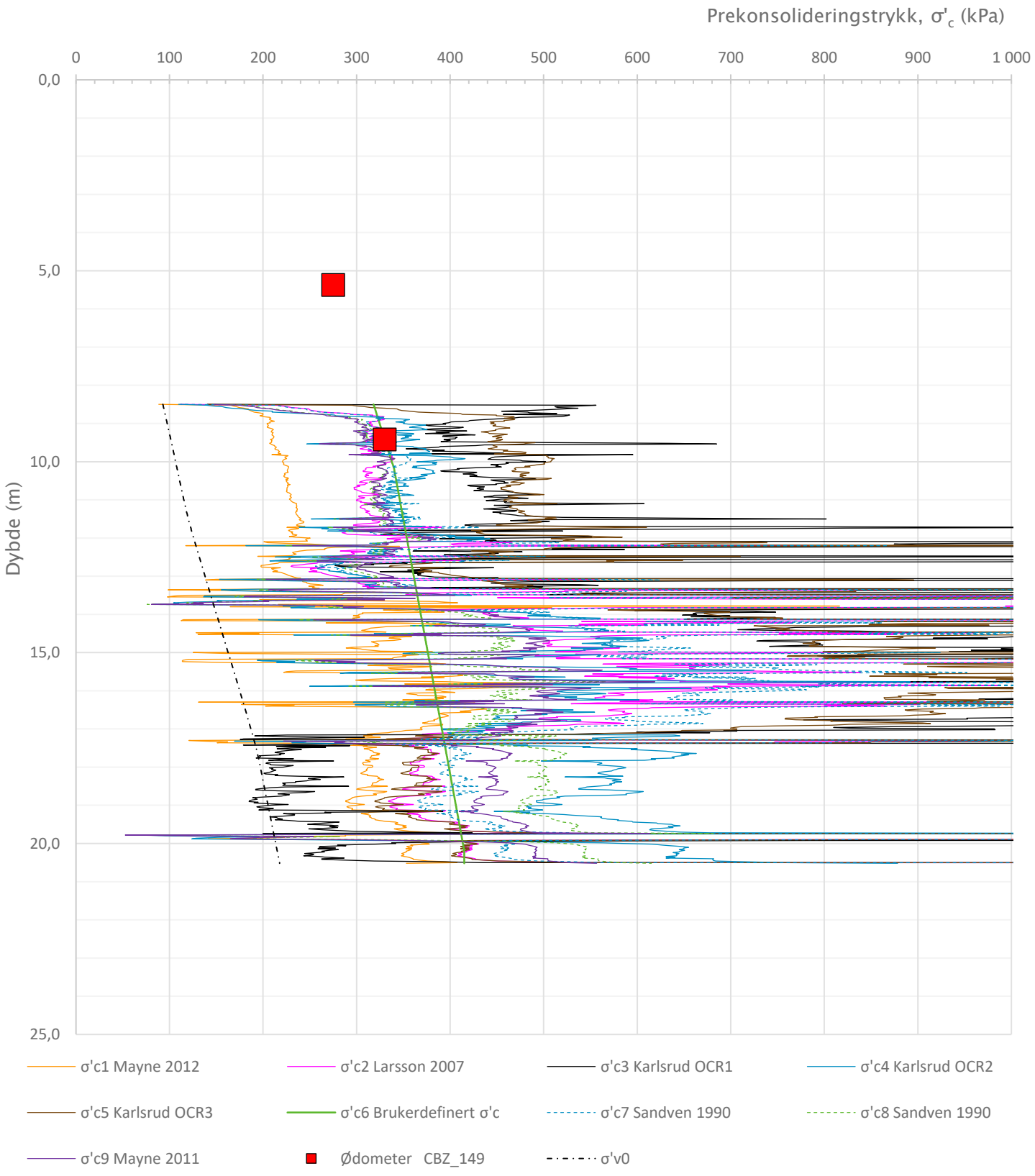
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_149: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_149: cuuc/cucptu = var. (min:0,635 max:0,651)
Konus CBZ_149: cufc/cucptu = var. (min:0,635 max:0,651)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_149-2 Kote +15,182
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



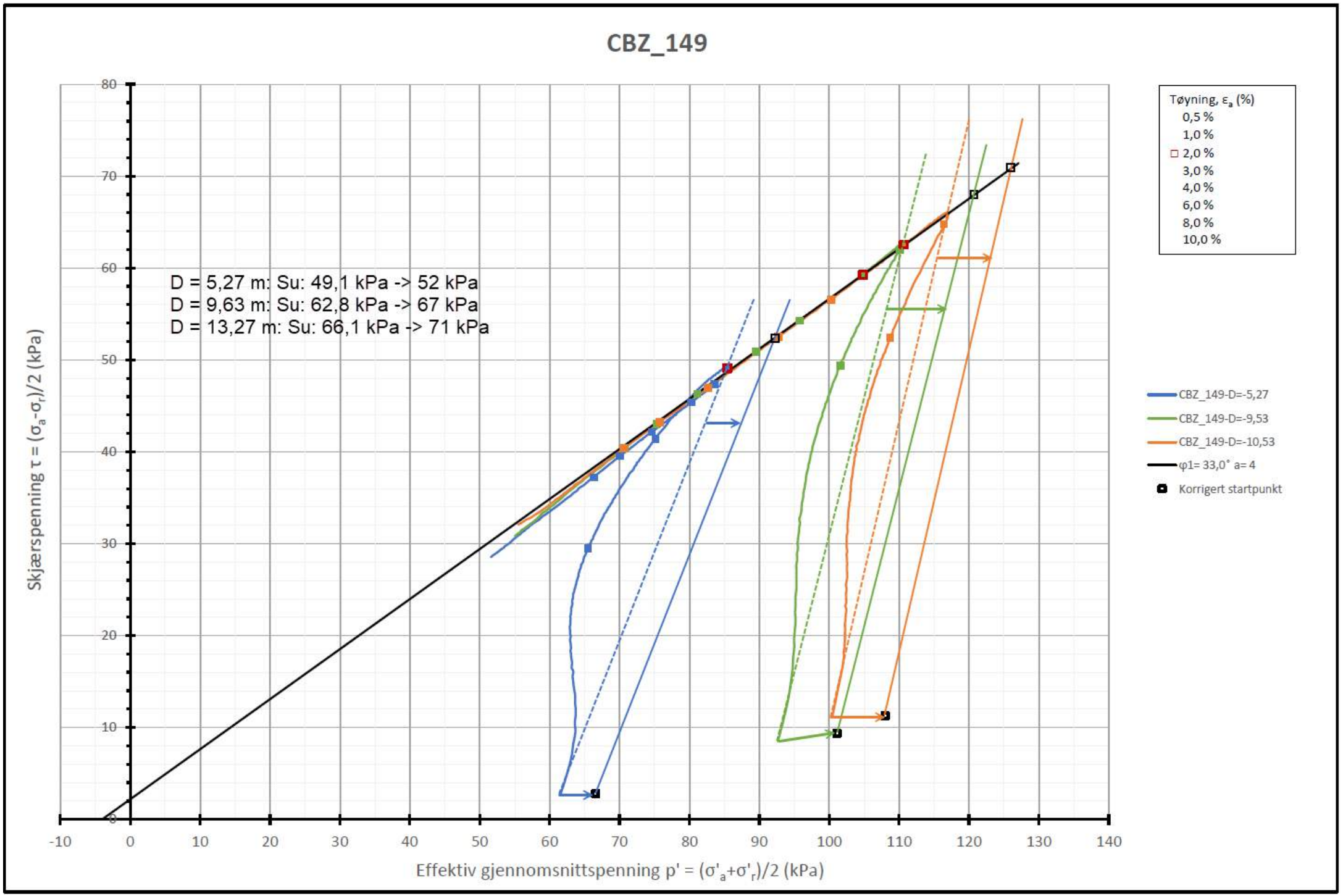
Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +15,182 **CBZ_149-2**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_149-2** Kote +15,182
Innhold: **Prekonsolideringstrykk, σ'c**				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 9.3: TOLKNINGER SNITT B – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_149

CBZ_149


D = 5,27 m: Su: 49,1 kPa -> 52 kPa
D = 9,63 m: Su: 62,8 kPa -> 67 kPa
D = 13,27 m: Su: 66,1 kPa -> 71 kPa
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_149-D=-5,27
CBZ_149-D=-9,53
CBZ_149-D=-10,53
φ1= 33,0° a= 4
Korrigert startpunkt

VEDLEGG 9.4: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING CBZ_159

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	14,1
Dato sondering	02.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5586,1	127,2	251,4
Registrert etter sondering (kPa)	20,4	-0,6	0,8
Avvik under sondering(kPa)	20,4	0,6	0,8
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,9	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	6075,9	102,5	1139,1

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

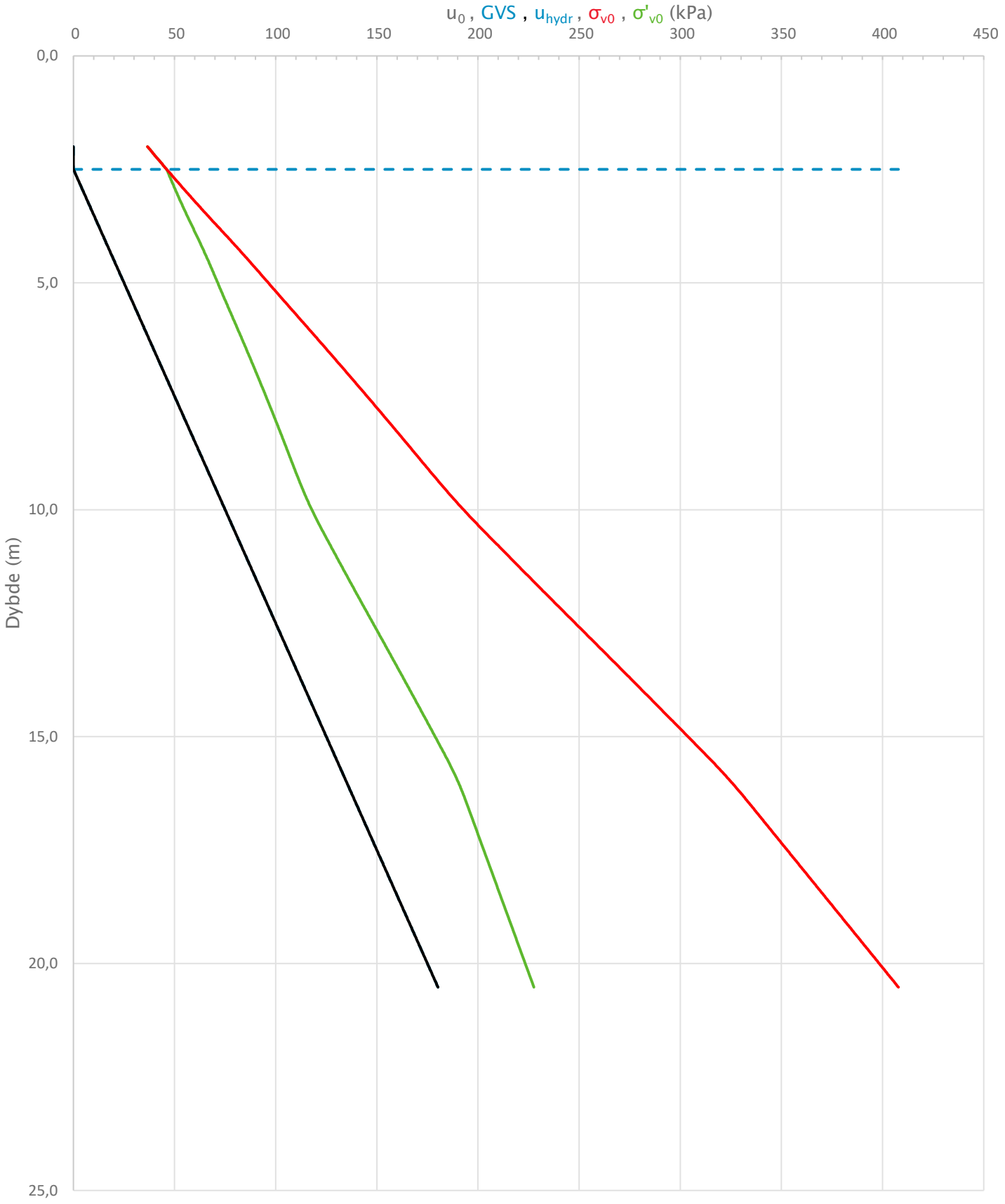
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**21,8**	**0,4**	**0,6**	**0,6**	**0,9**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

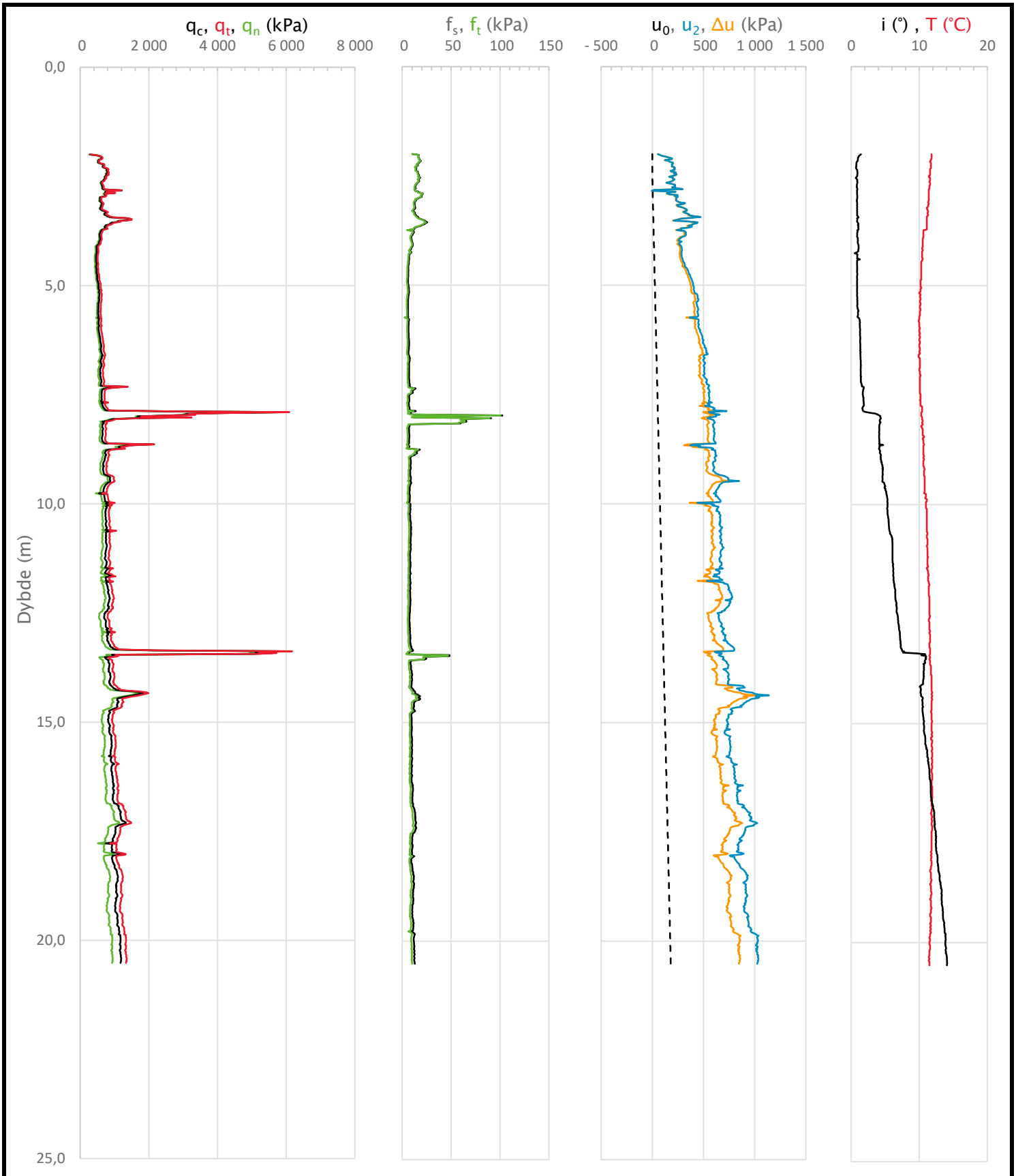
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

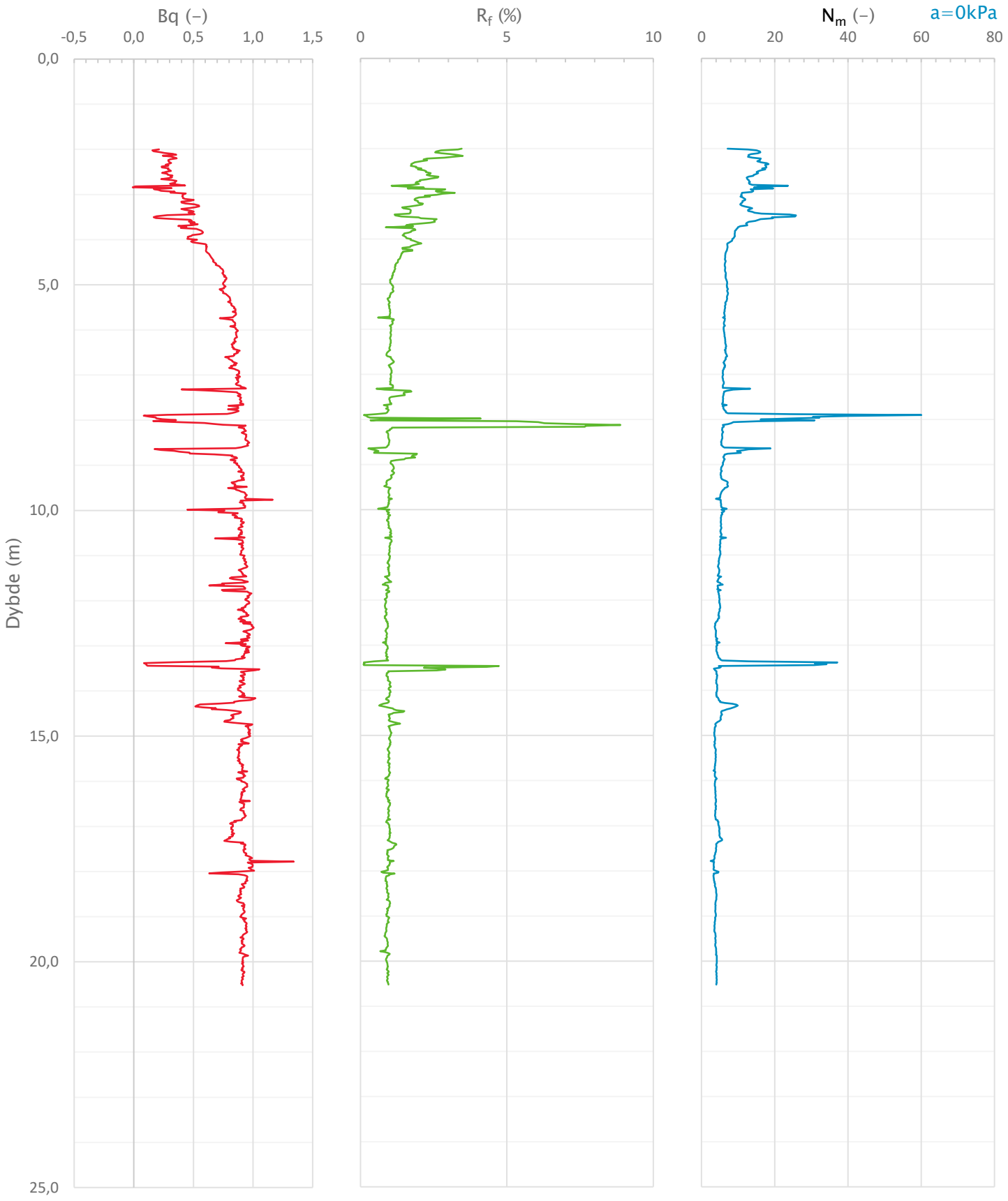
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_159** Kote +13,621
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,621 **CBZ_159**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

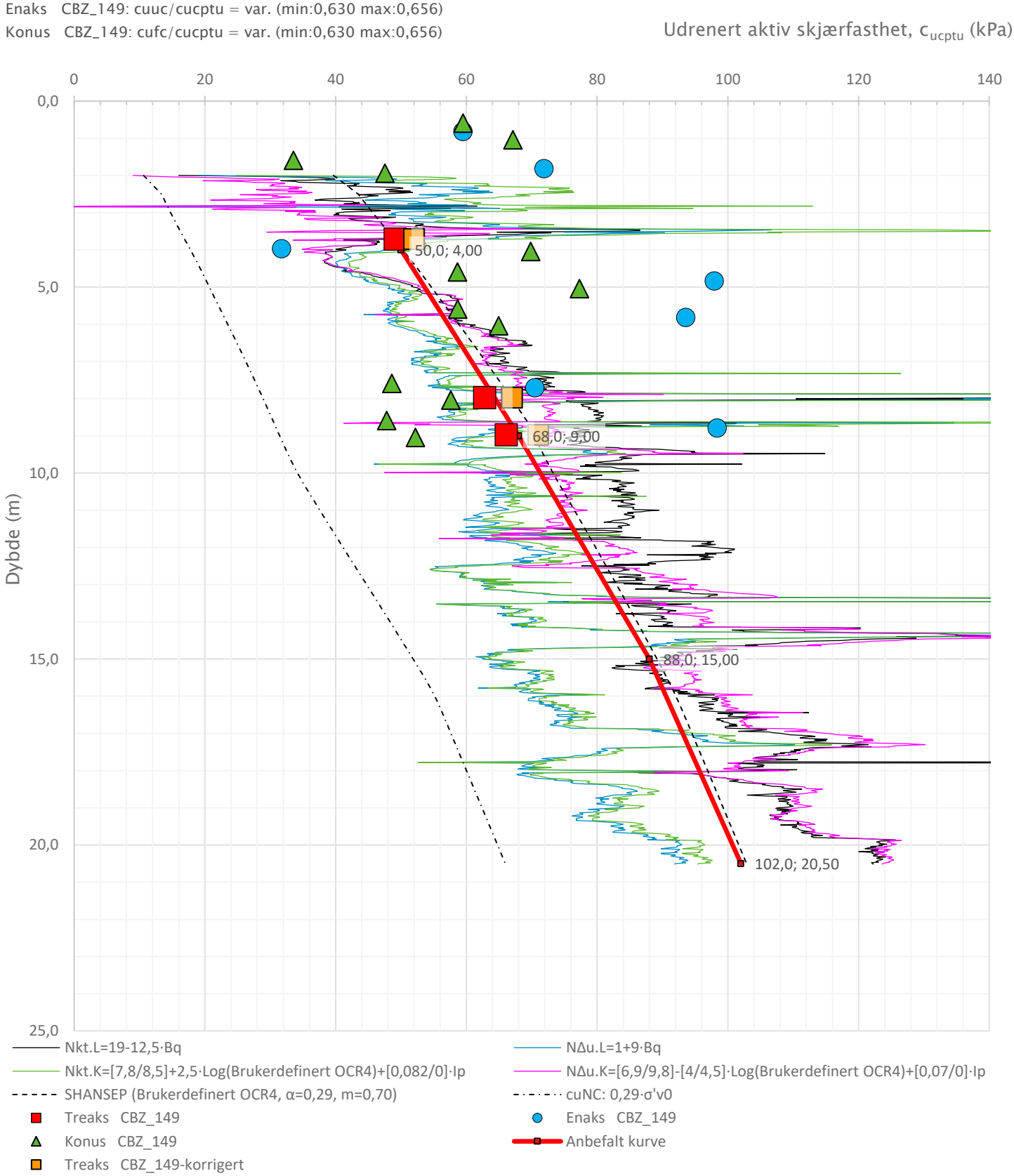


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_159** Kote +13,621
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier					Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU		Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon	Rev. dato	Figur: 3

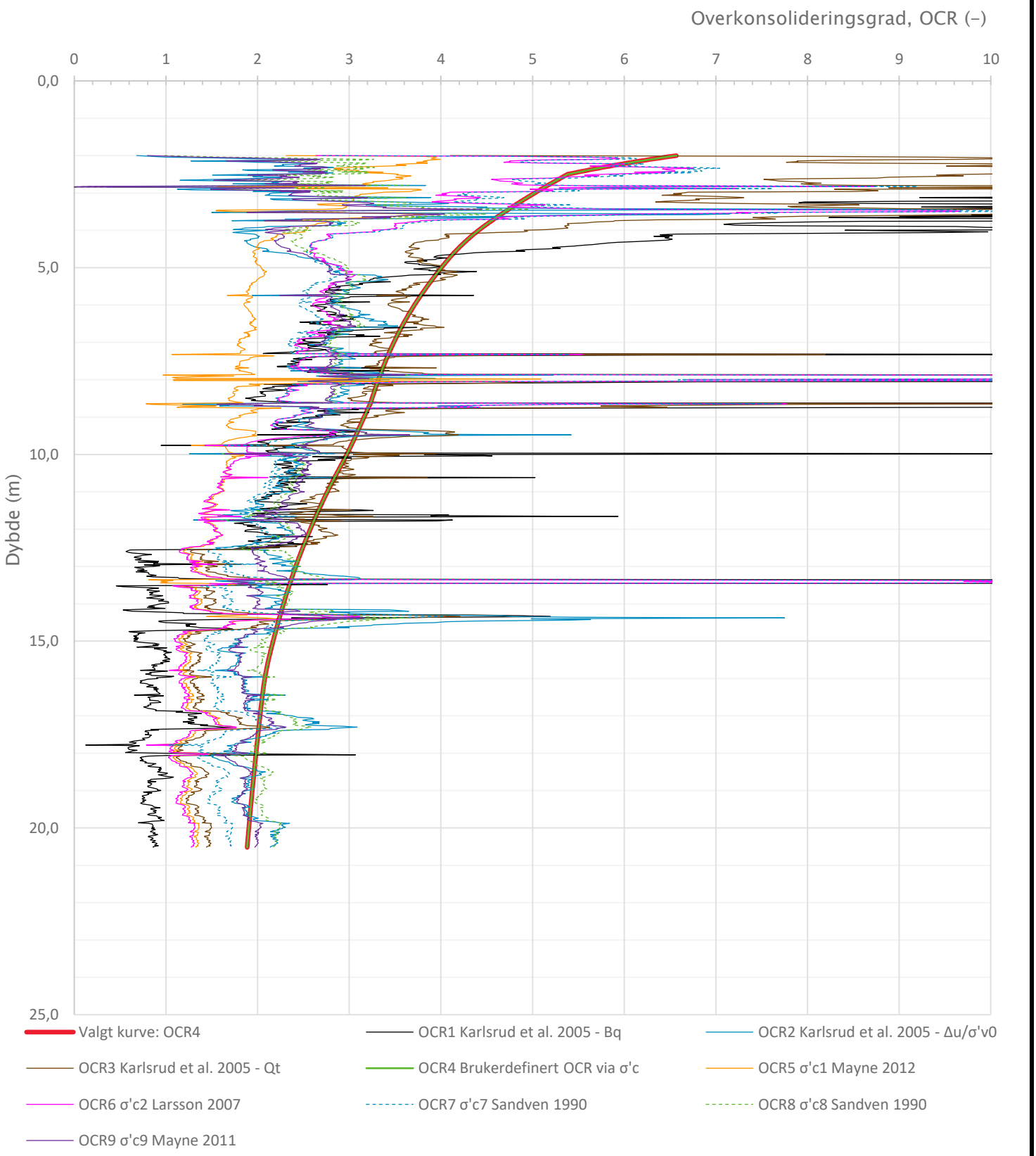


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_159 Kote +13,621
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

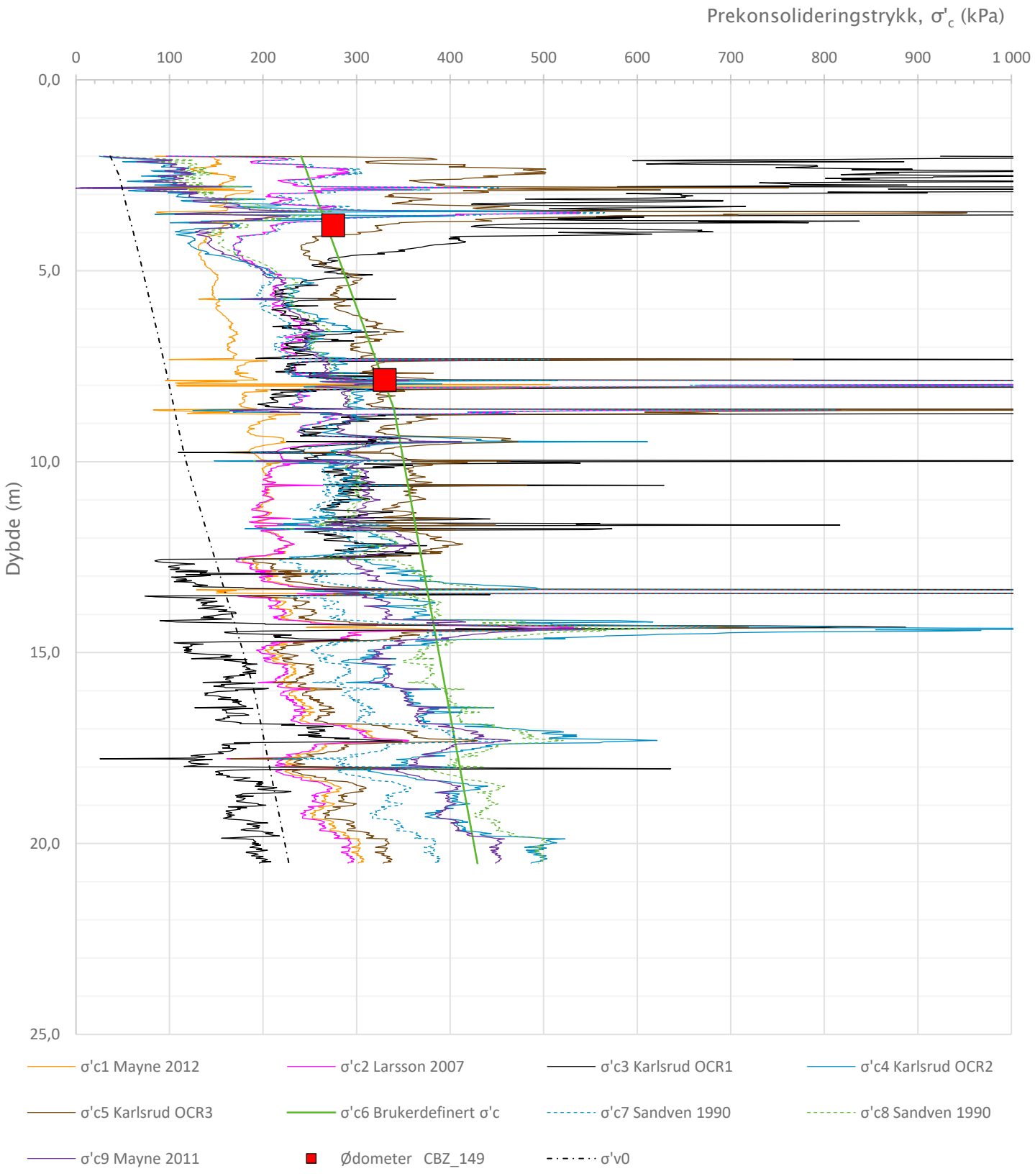
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_149: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_149: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,656)
Konus CBZ_149: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,656)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_159 Kote +13,621
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,621 **CBZ_159**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_159 Kote +13,621
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 9.5: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING CBZ_401

Sonde og utførelse

Sondenummer	4599	Boreleder	MSBZ
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2,5
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	18,8
Dato sondering	03.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1677	3889	3748
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4549	0,0098	0,0204
Arealforhold	0,8350	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	29,554	0,333	1,18
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5598,0	124,4	262,1
Registrert etter sondering (kPa)	-37,3	-1,5	3,0
Avvik under sondering(kPa)	37,3	1,5	3,0
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,1	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	16630,4	114,0	1086,3

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

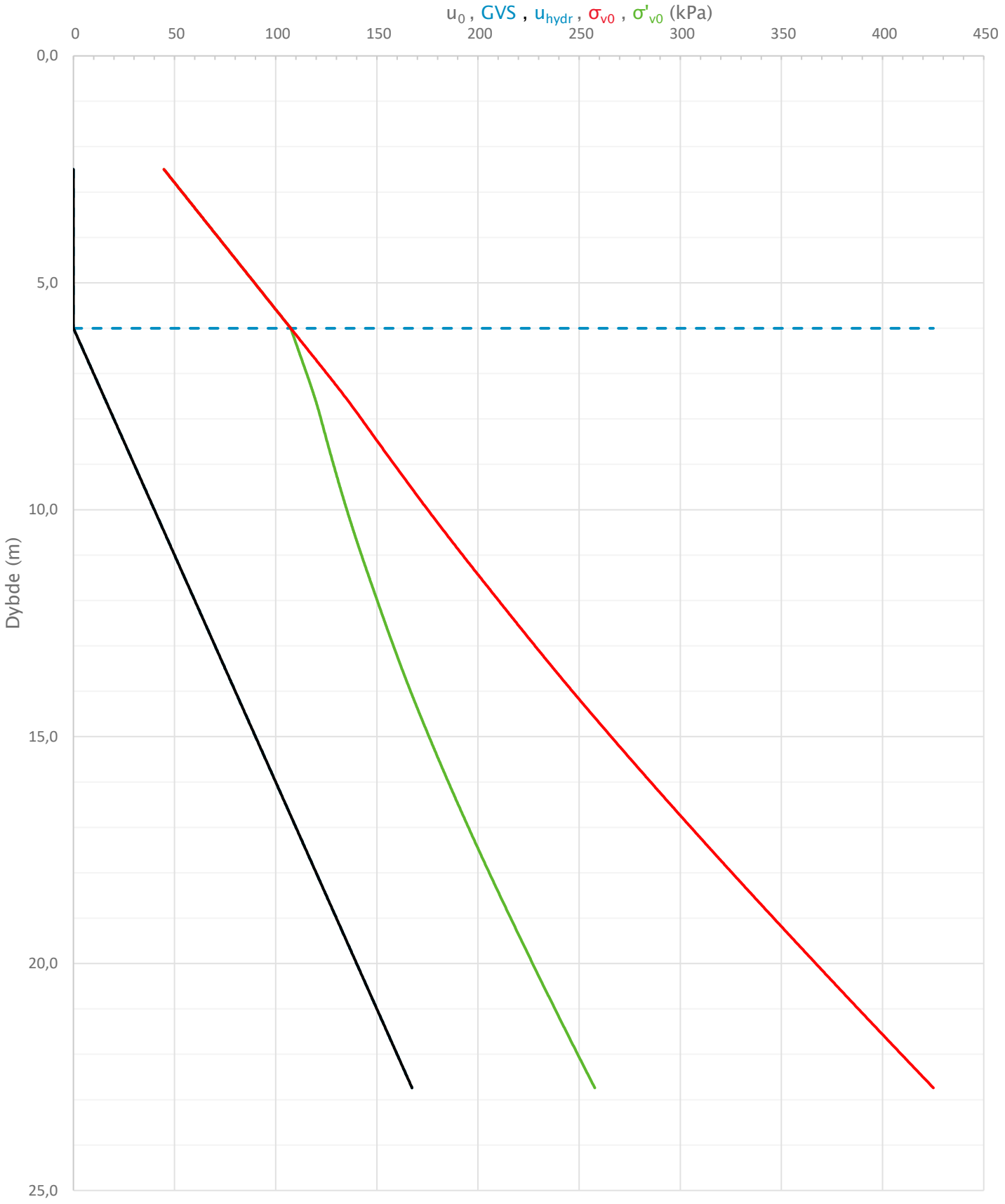
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**39,9**	**0,2**	**1,5**	**1,3**	**3,1**	**0,3**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

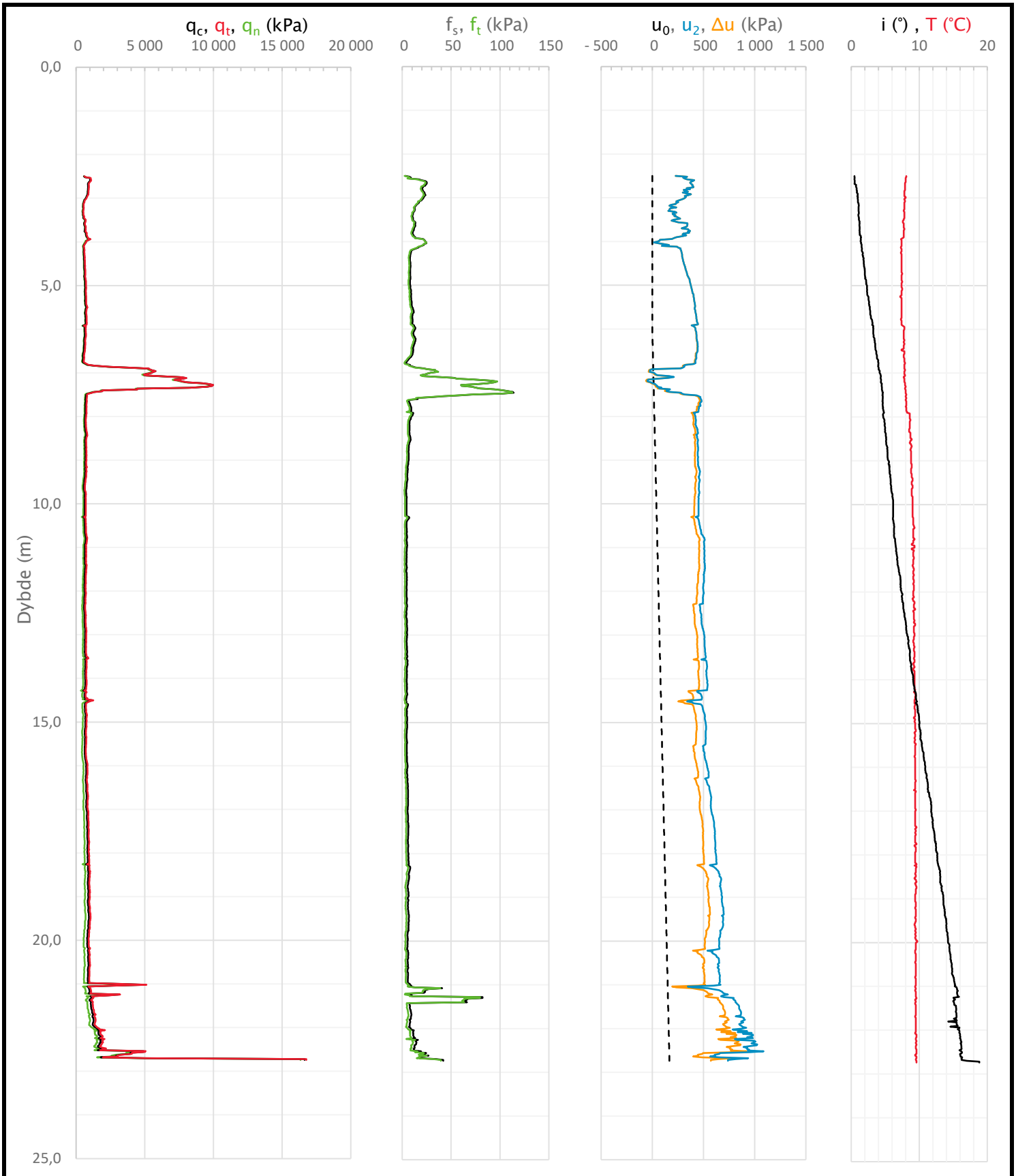
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	Ikke OK	OK

Kommentarer:

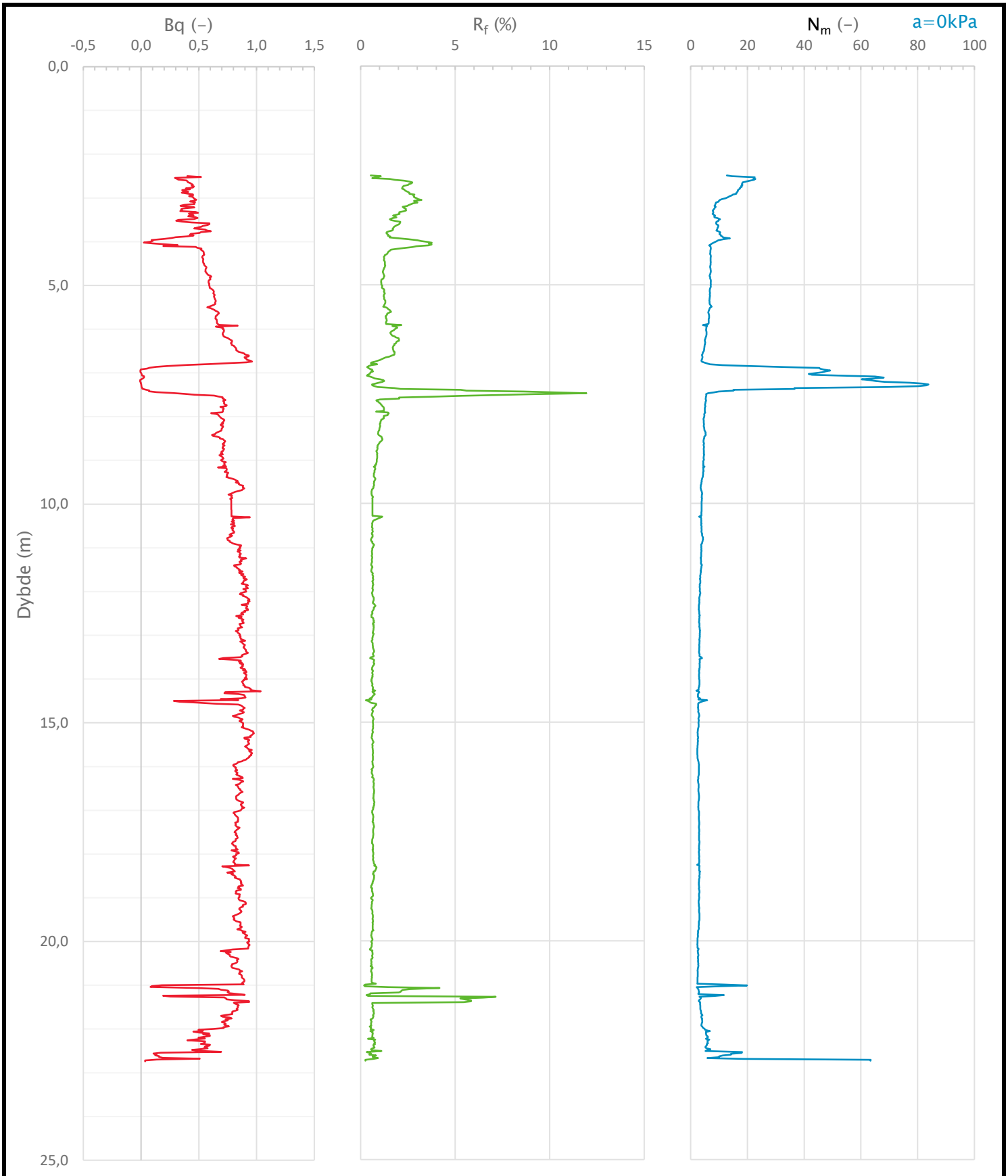
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_401** Kote +25,746
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4599**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 03.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +25,746 **CBZ_401**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4599**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 03.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

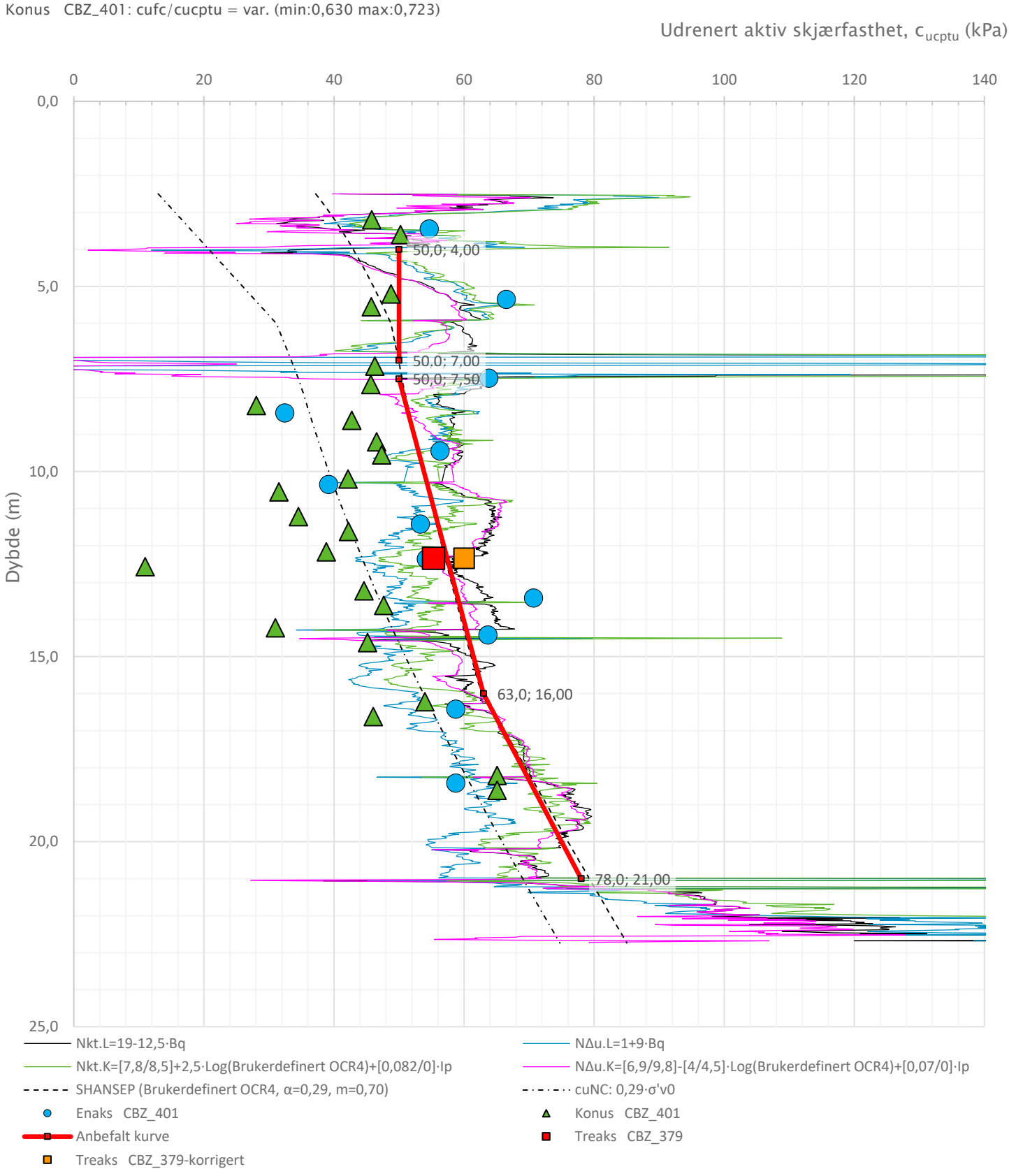


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_401** Kote +25,746
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier					Sondenummer: **4599**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU		Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 03.05.2023	Revisjon	Rev. dato	Figur: 3

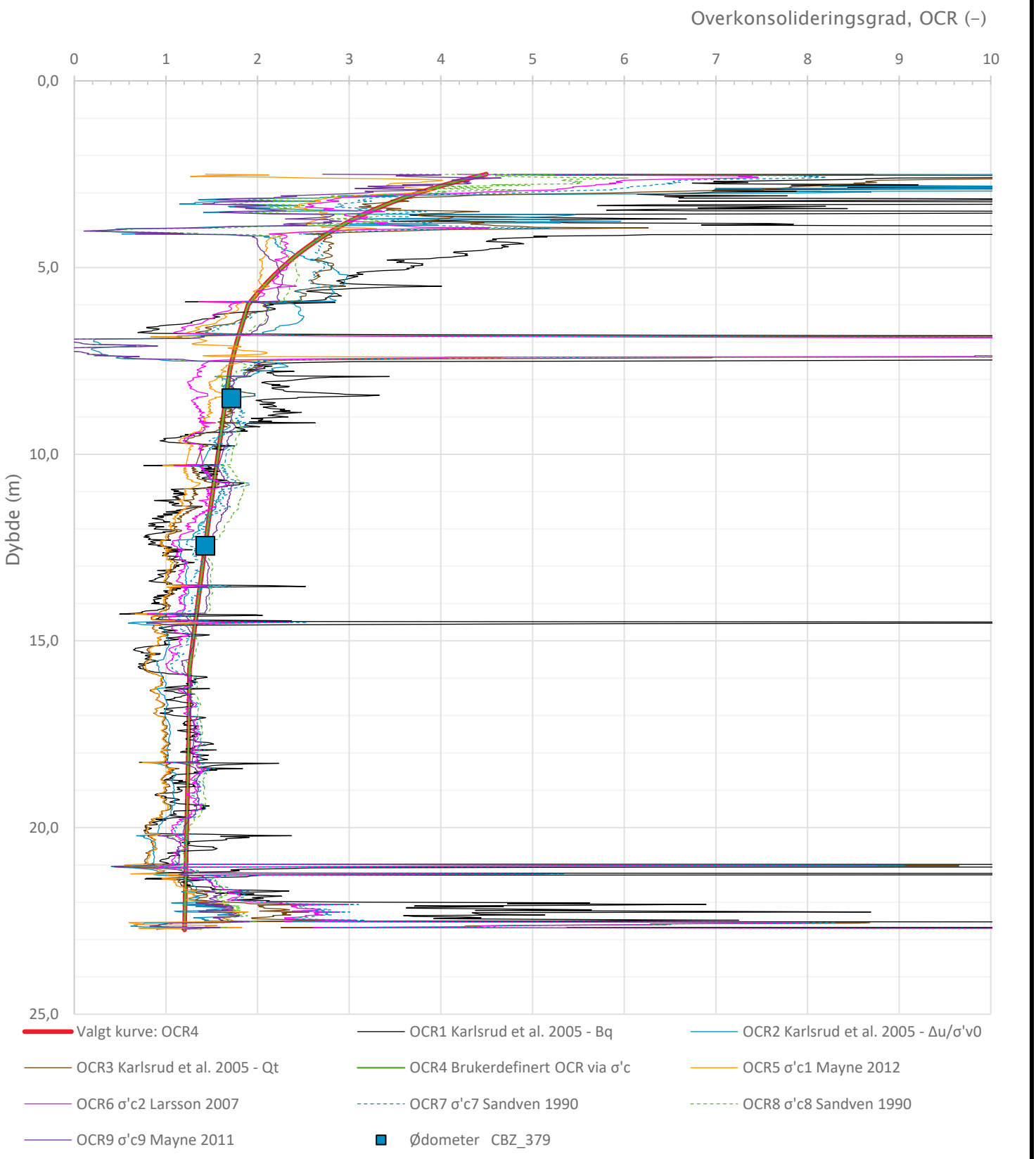


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_401 Kote +25,746
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4599
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 03.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

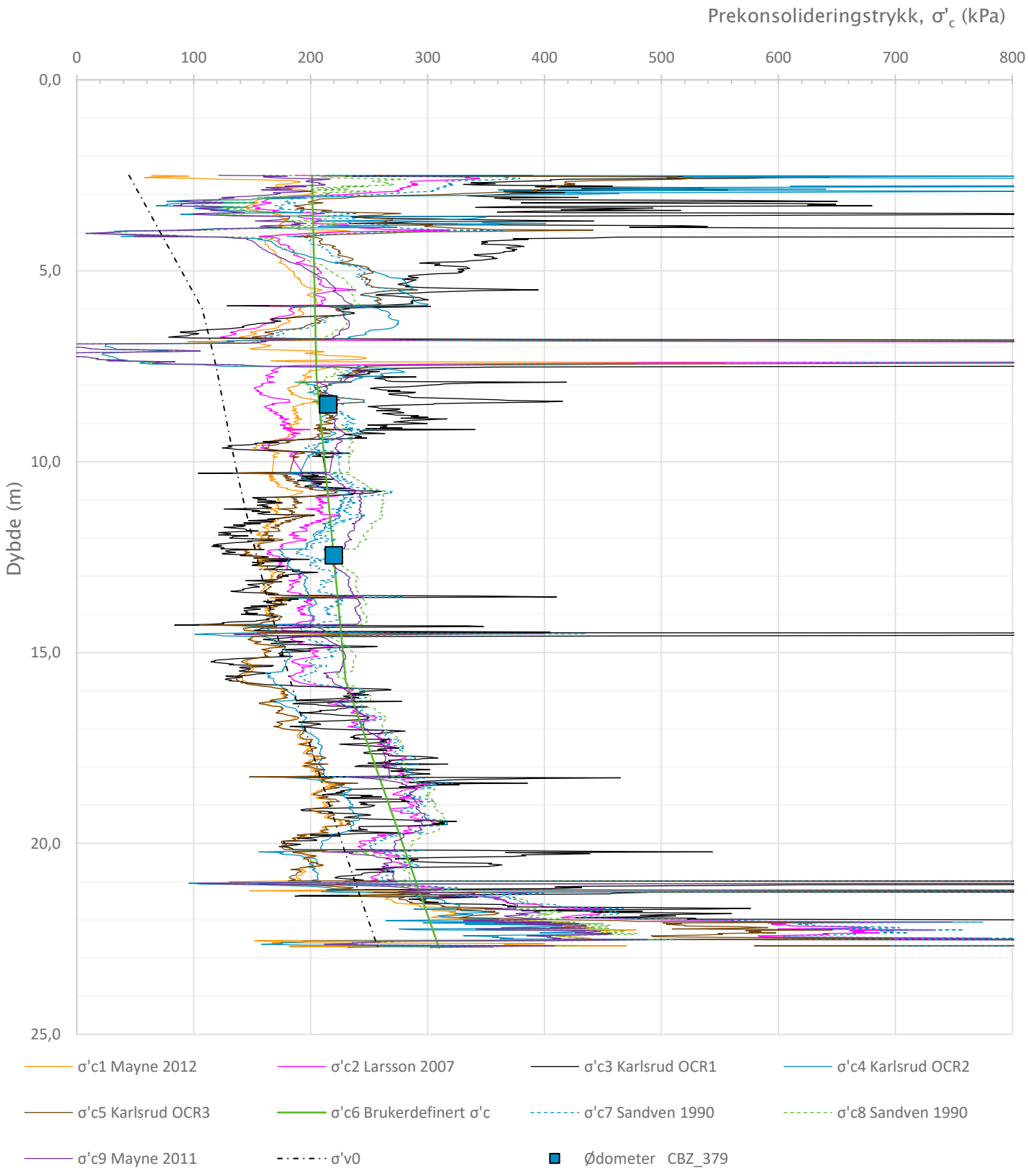
Anisotropiforhold i figur:
Enaks CBZ_401: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,721)
Konus CBZ_401: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,723)



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_401** Kote +25,746
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: **4599**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 03.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +25,746 **CBZ_401**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4599**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 03.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +25,746 **CBZ_401**
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer **4599**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 03.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 9

VEDLEGG 9.6: TOLKNINGER SNITT B – CPT-SONDERING ADZ_SW1

Sonde og utførelse

Sondenummer	5181	Boreleder	Tommy
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2
Kalibreringsdato	05.09.2018	Maks helning (°)	1,9
Dato sondering	30.04.2020	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1187	3884	3848
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,6427	0,0098	0,0198
Arealforhold	0,8460	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	30,191	0,677	0,554
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	8005,3	127,1	238,9
Registrert etter sondering (kPa)	-24,4	-0,8	0,5
Avvik under sondering(kPa)	24,4	0,8	0,5
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,7	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	6849,0	19,5	572,4

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

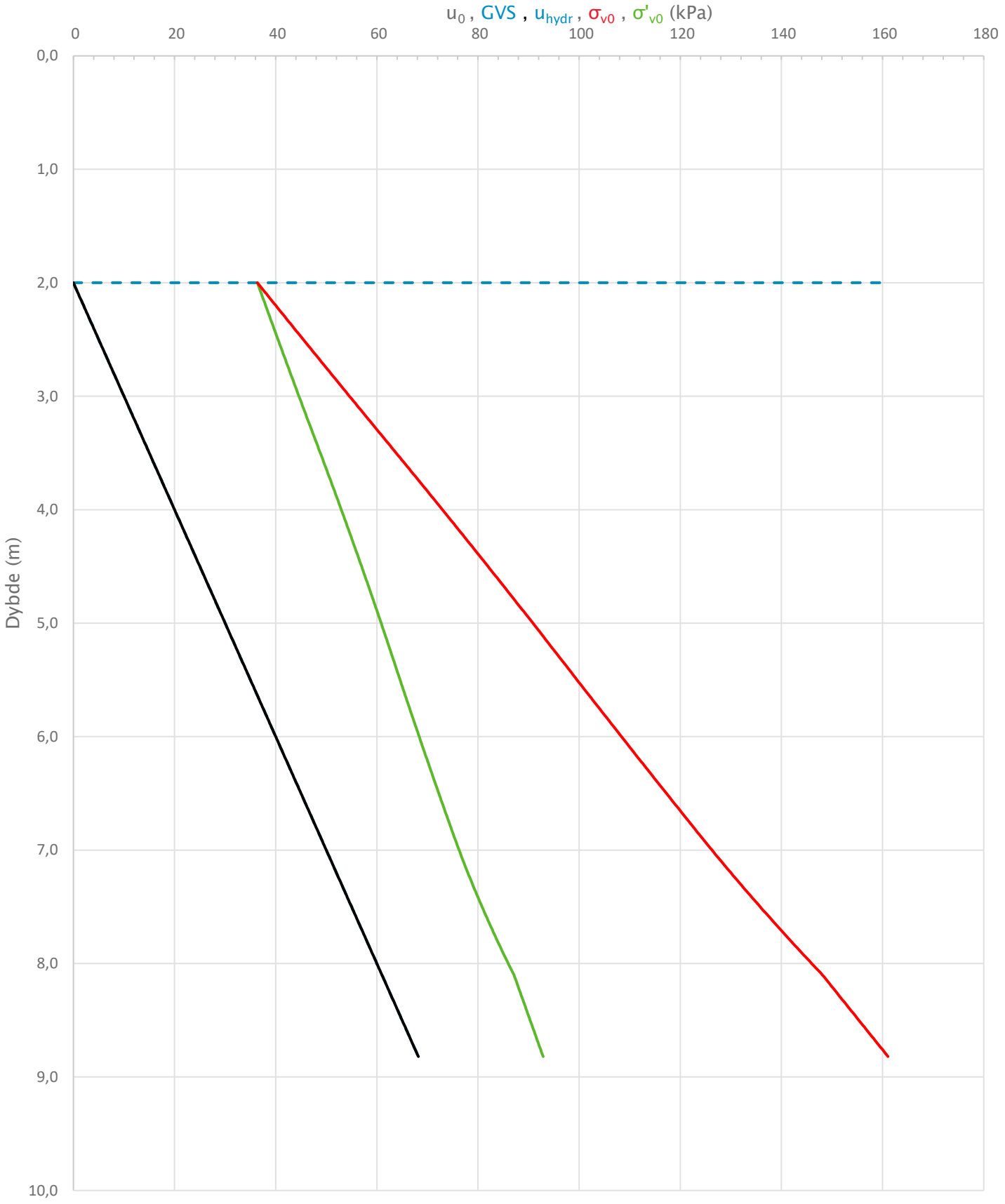
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**26,8**	**0,4**	**0,8**	**4,4**	**0,6**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

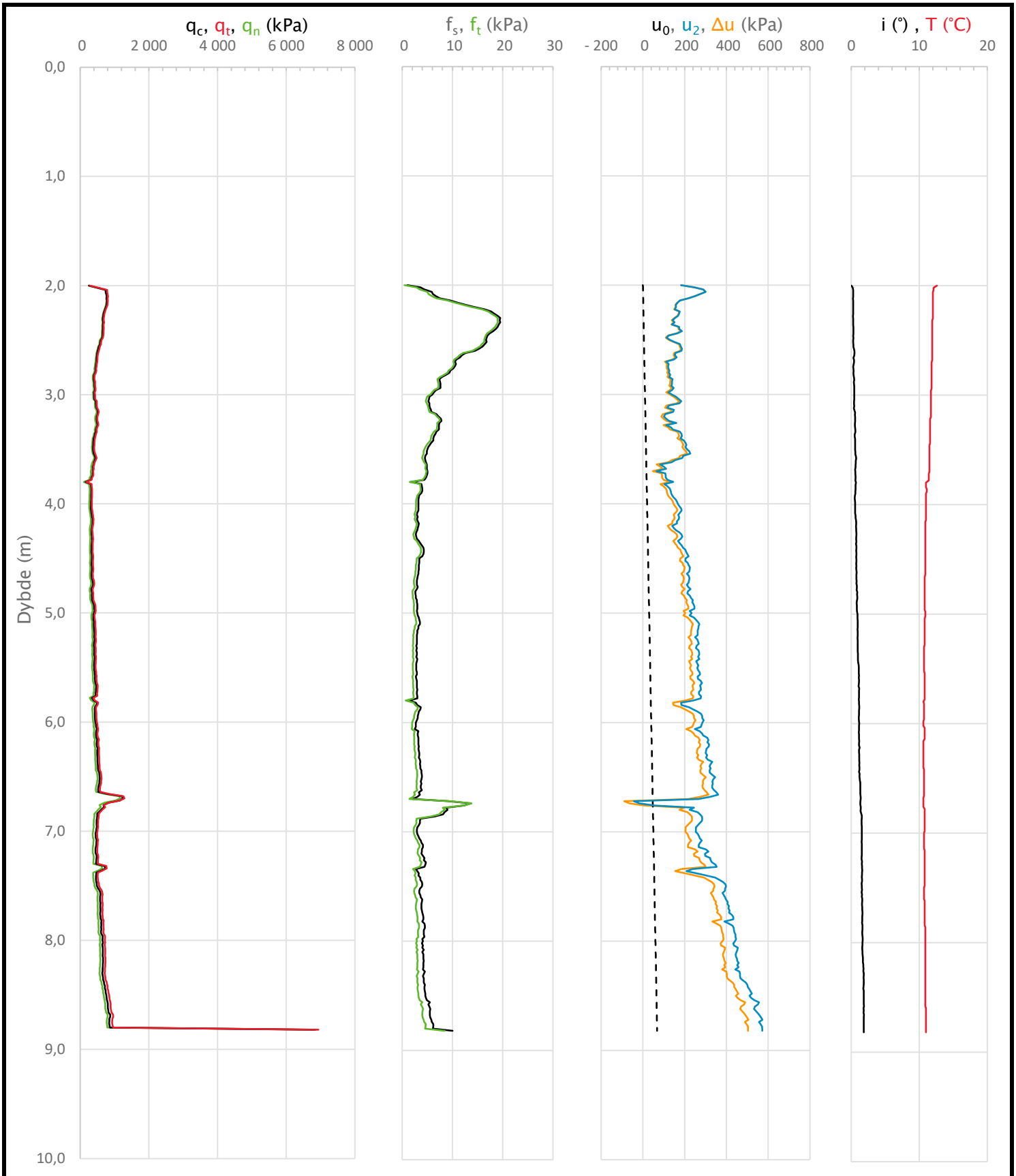
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

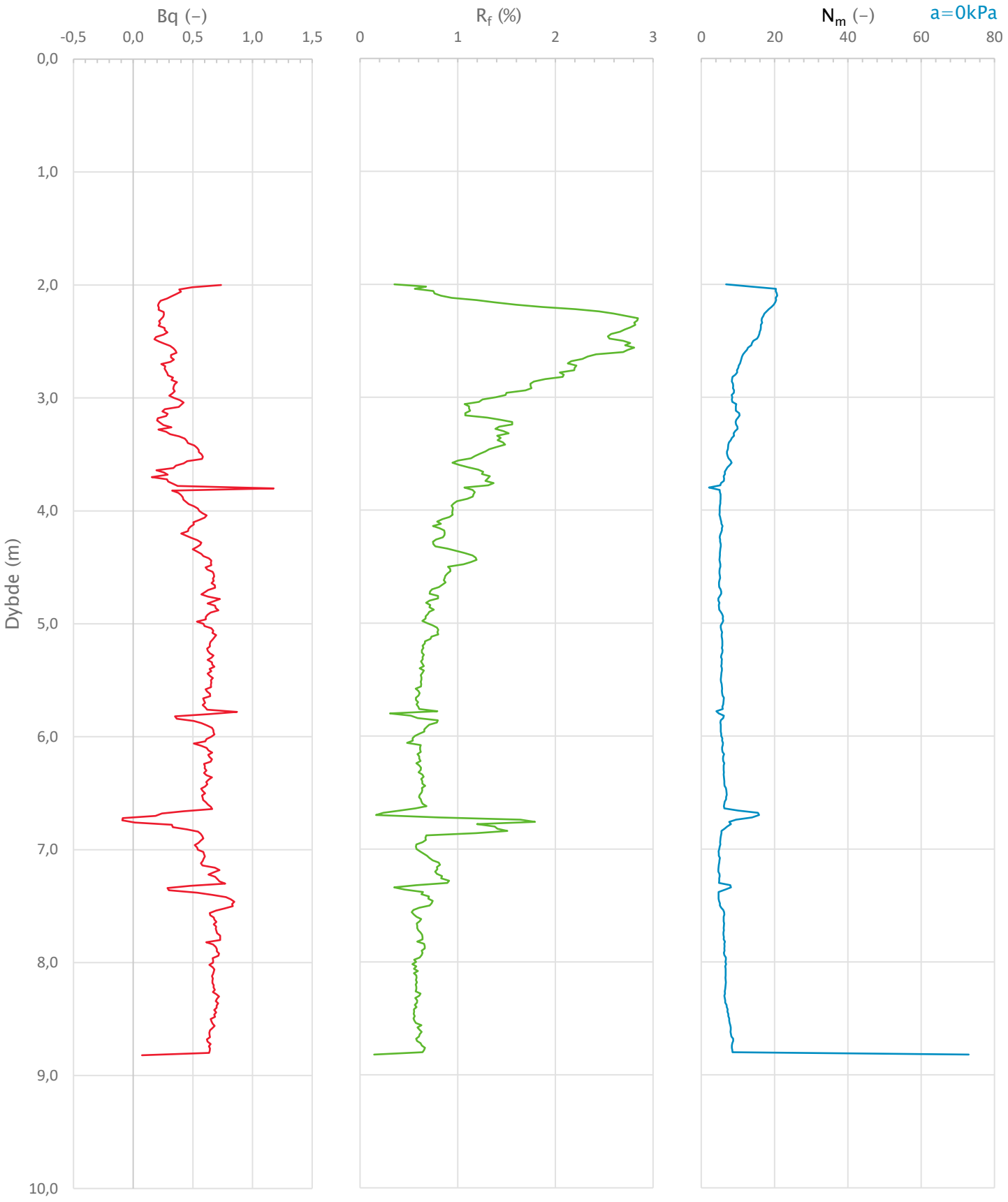
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **ADZ_SW1** Kote +29,31
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **5181**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 30.04.2020	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



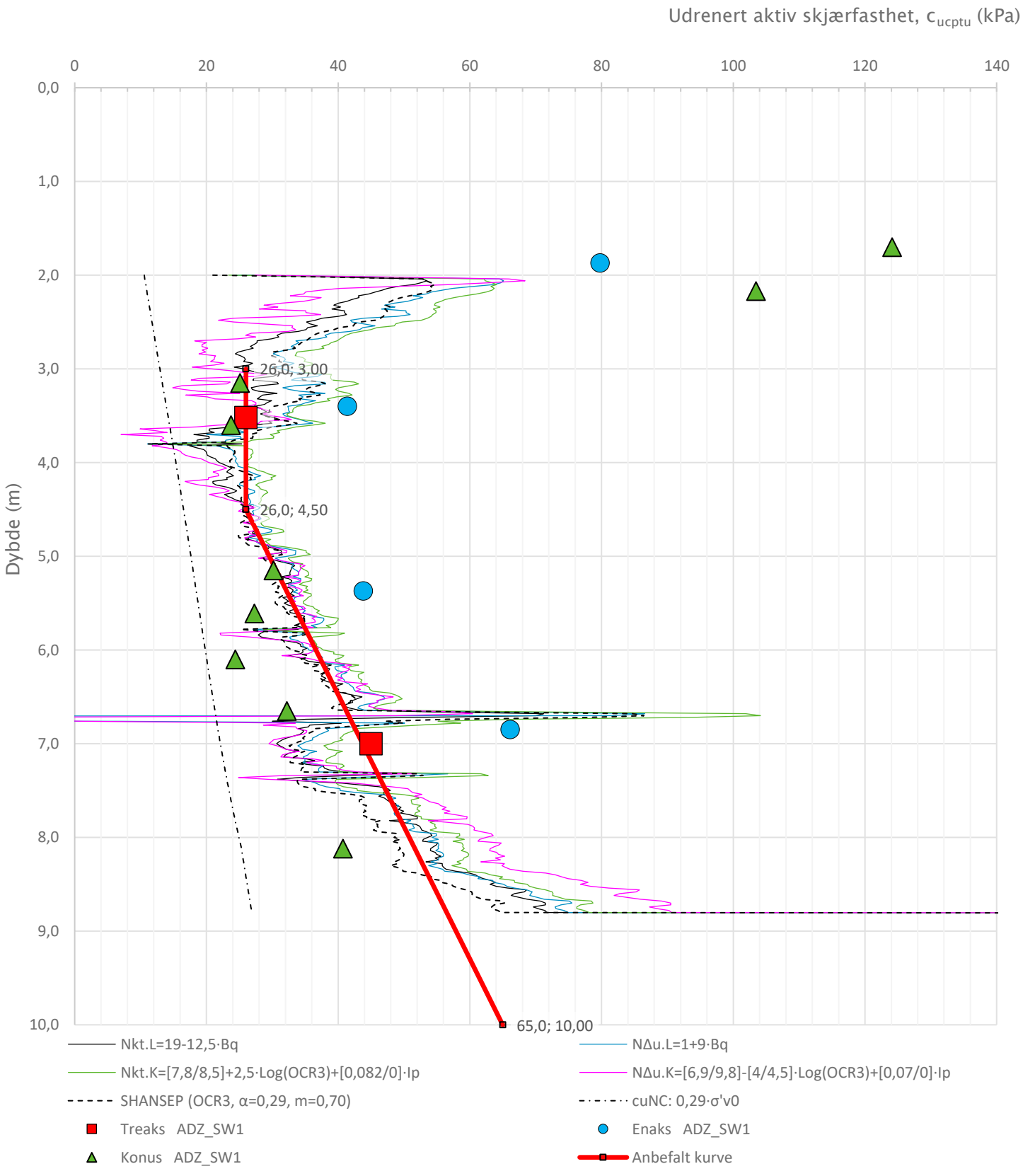
Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +29,31 **ADZ_SW1**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **5181**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 30.04.2020	Revisjon Rev. dato	Figur 2



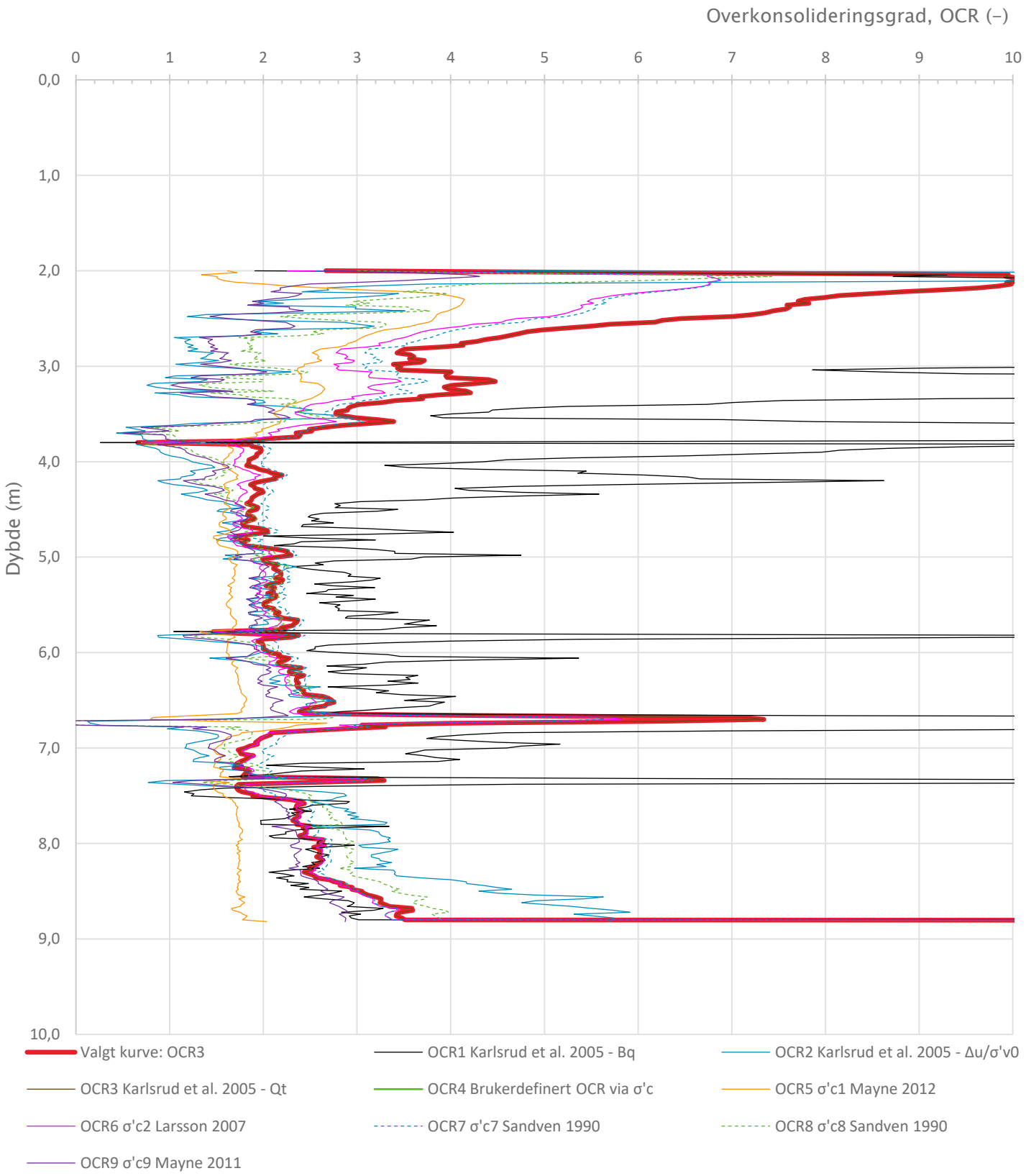
Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **ADZ_SW1** Kote +29,31
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **5181**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 30.04.2020	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3



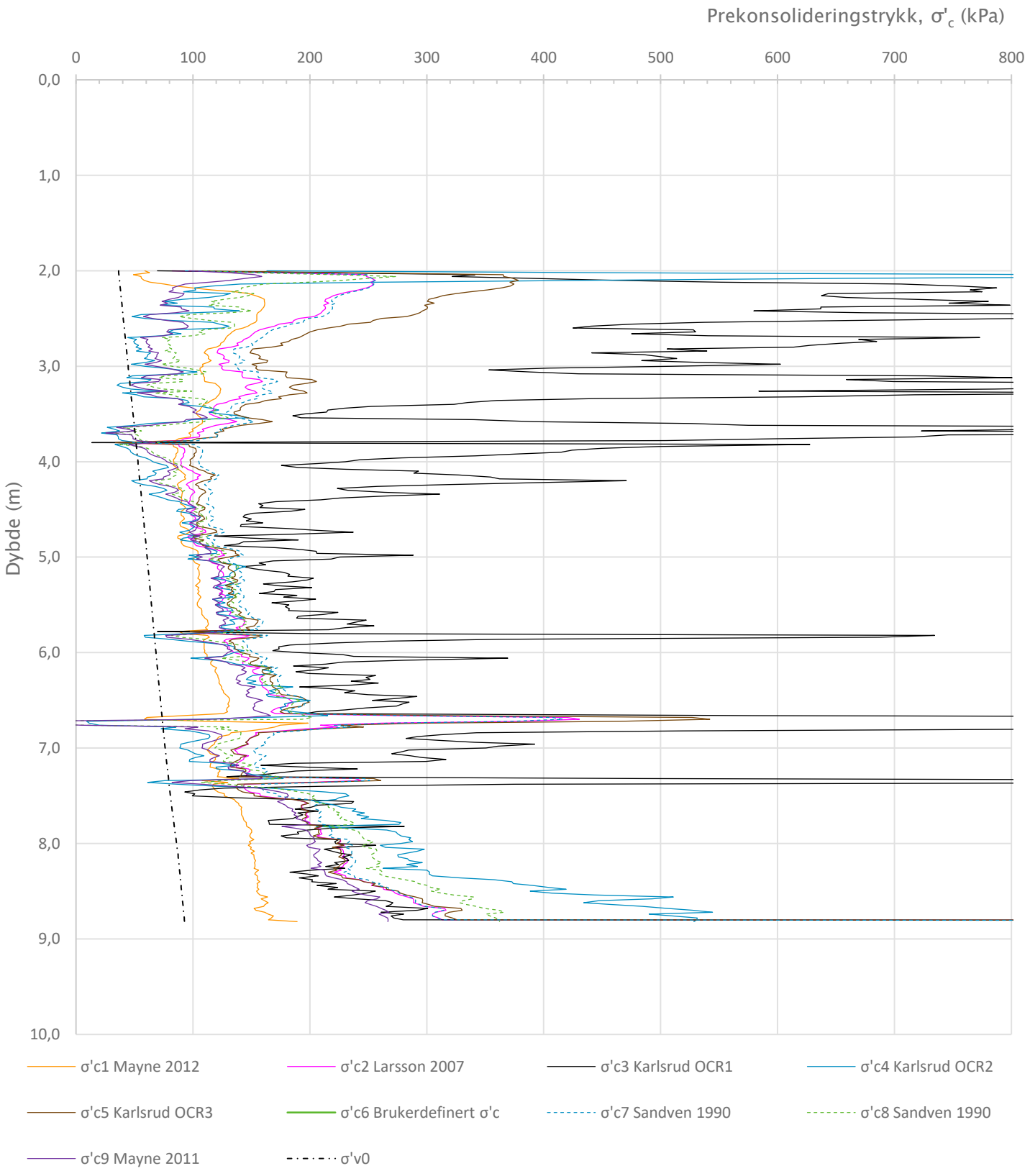
Prosjekt	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull	Kote +29,31
Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger				**ADZ_SW1**	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				**5181**	
GEO VITA	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AAU	MKR	AAU	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	30.04.2020	Rev. dato	4	



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +29,31 **ADZ_SW1**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **5181**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 30.04.2020	Revisjon Rev. dato	Figur 5



Prosjekt: Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull: ADZ_SW1 (Kote +29,31)
Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger				
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: 5181
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 30.04.2020	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: ADZ_SW1 Kote +29,31
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 5181
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 30.04.2020	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 10.1: TOLKNINGER SNITT C – CPT-SONDERING CBZ_379-2

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2,4
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	12,2
Dato sondering	30.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5611,5	127,0	254,0
Registrert etter sondering (kPa)	-15,0	-0,2	1,2
Avvik under sondering(kPa)	15,0	0,2	1,2
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,1	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	14818,8	272,5	1186,8

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

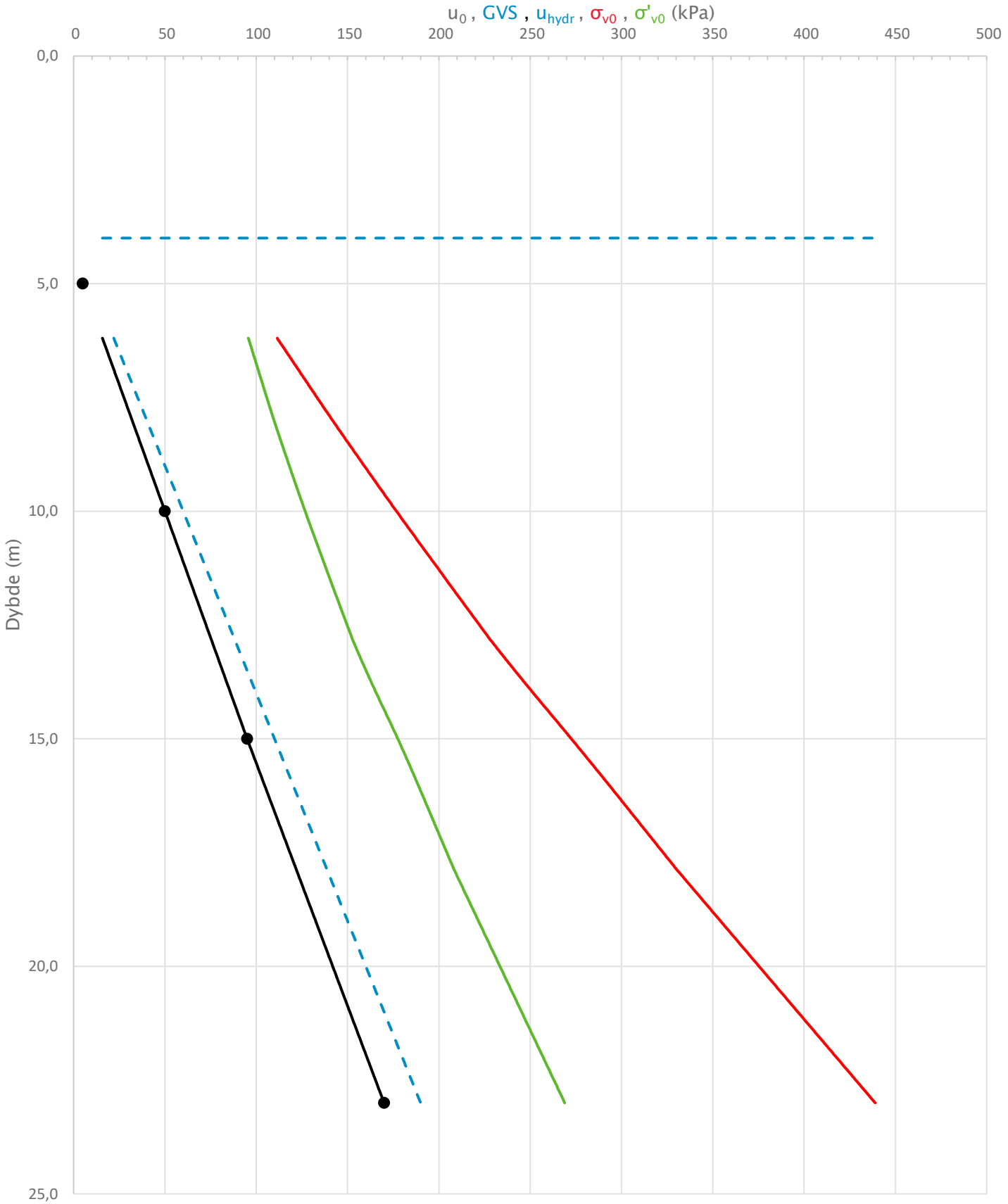
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**16,6**	**0,1**	**0,2**	**0,1**	**1,3**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

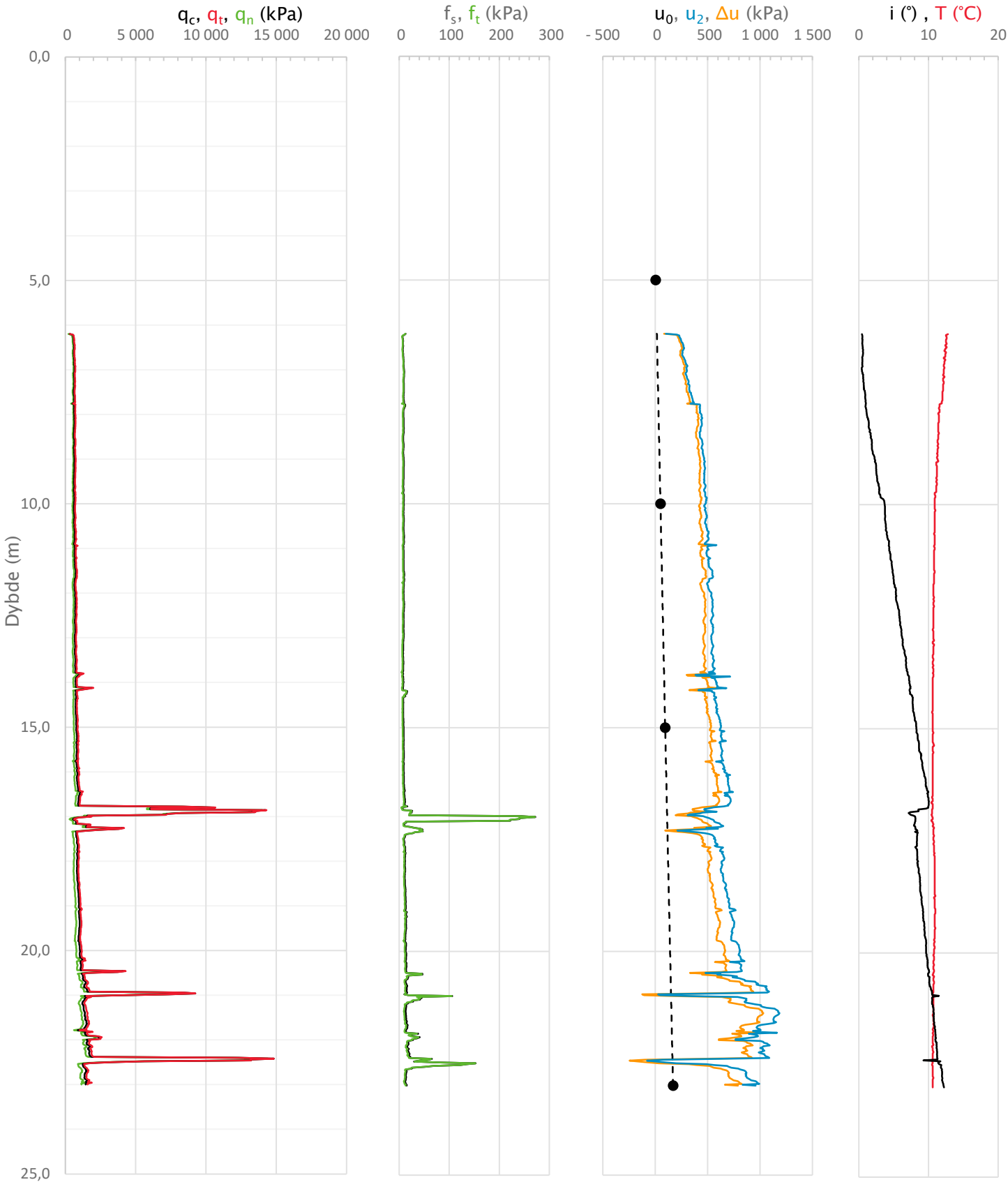
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

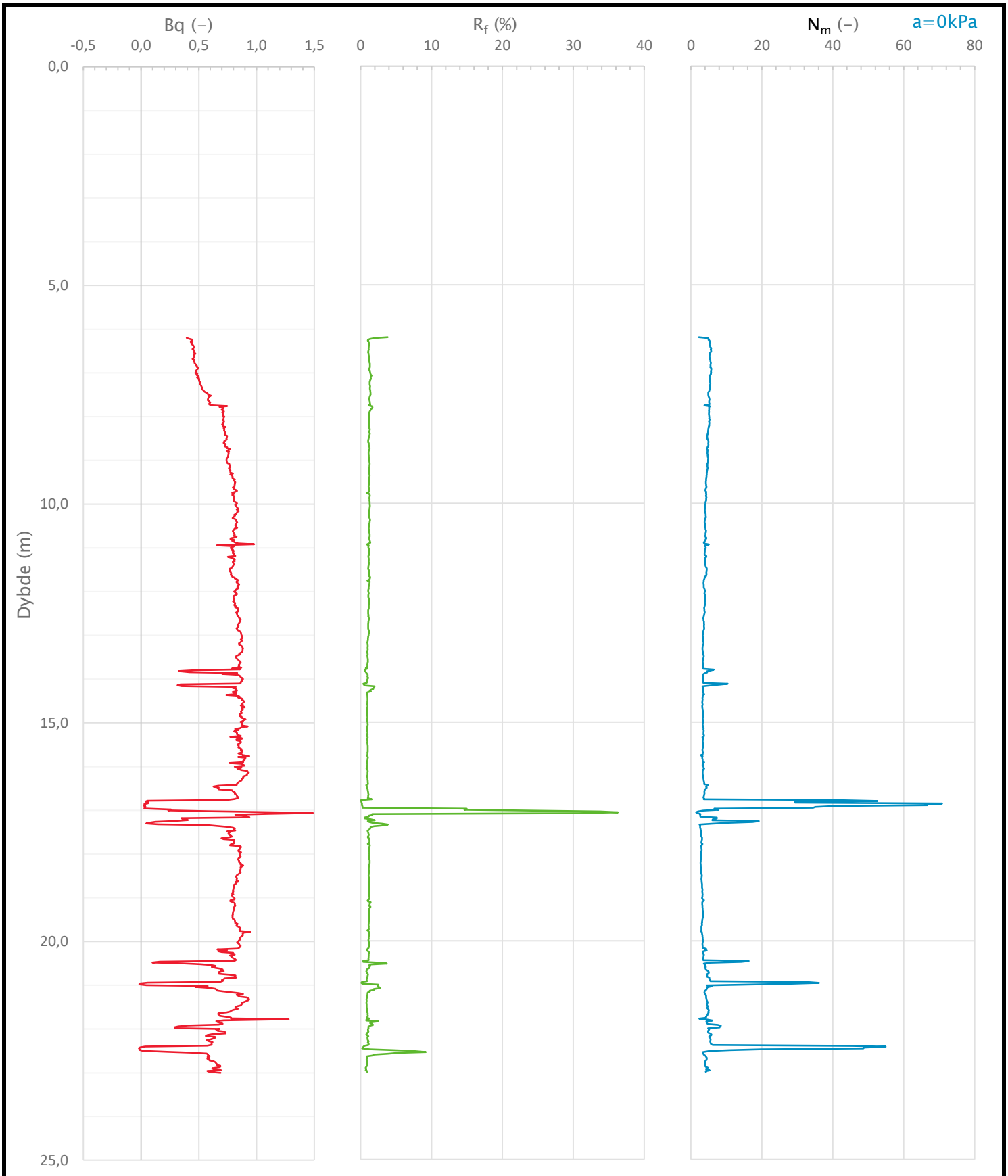
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_379-2** Kote +23,87
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 30.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_379-2** Kote +23,87
Innhold: In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 30.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 2

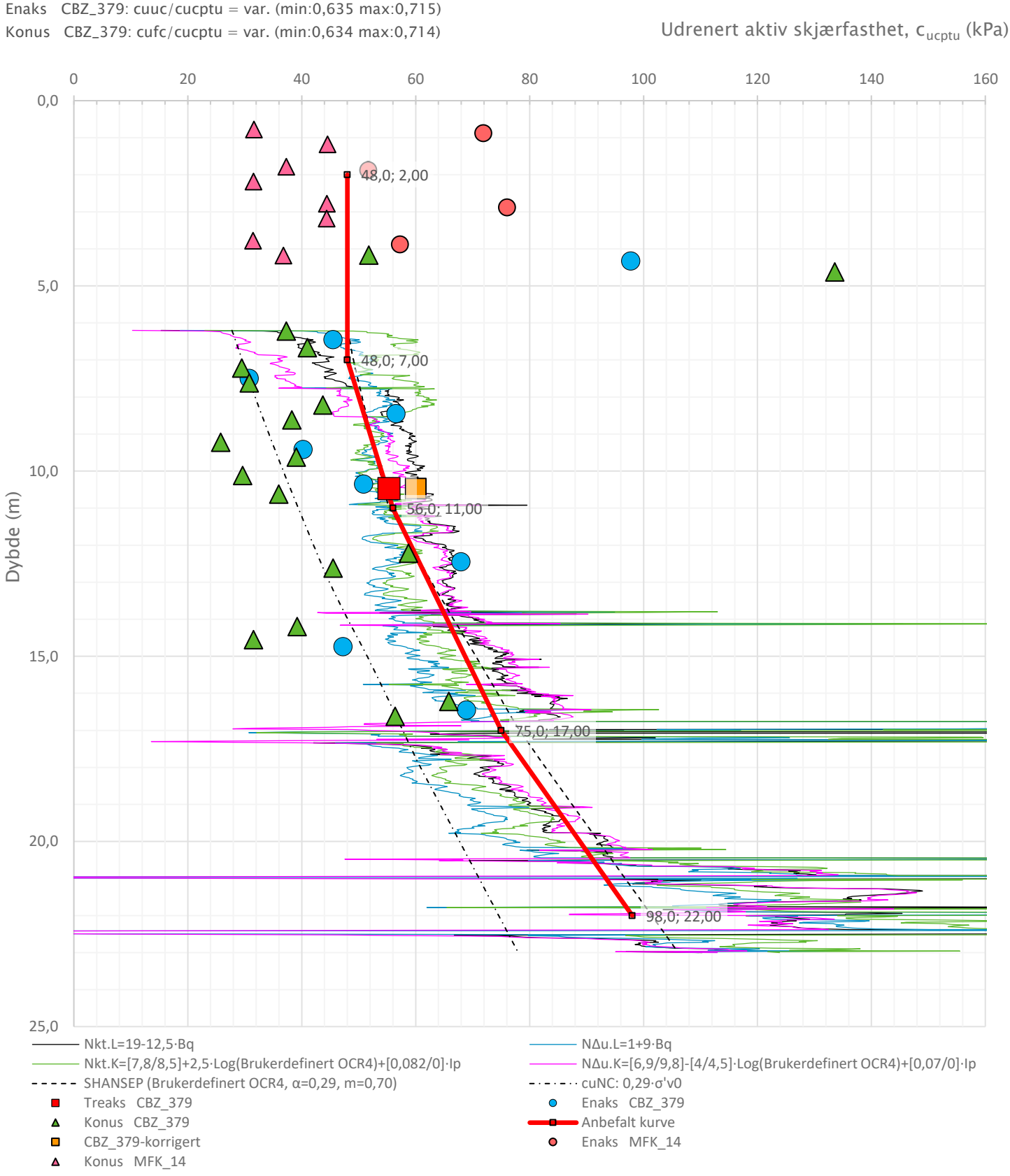


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +23,87 **CBZ_379-2**
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier					Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 30.05.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 3

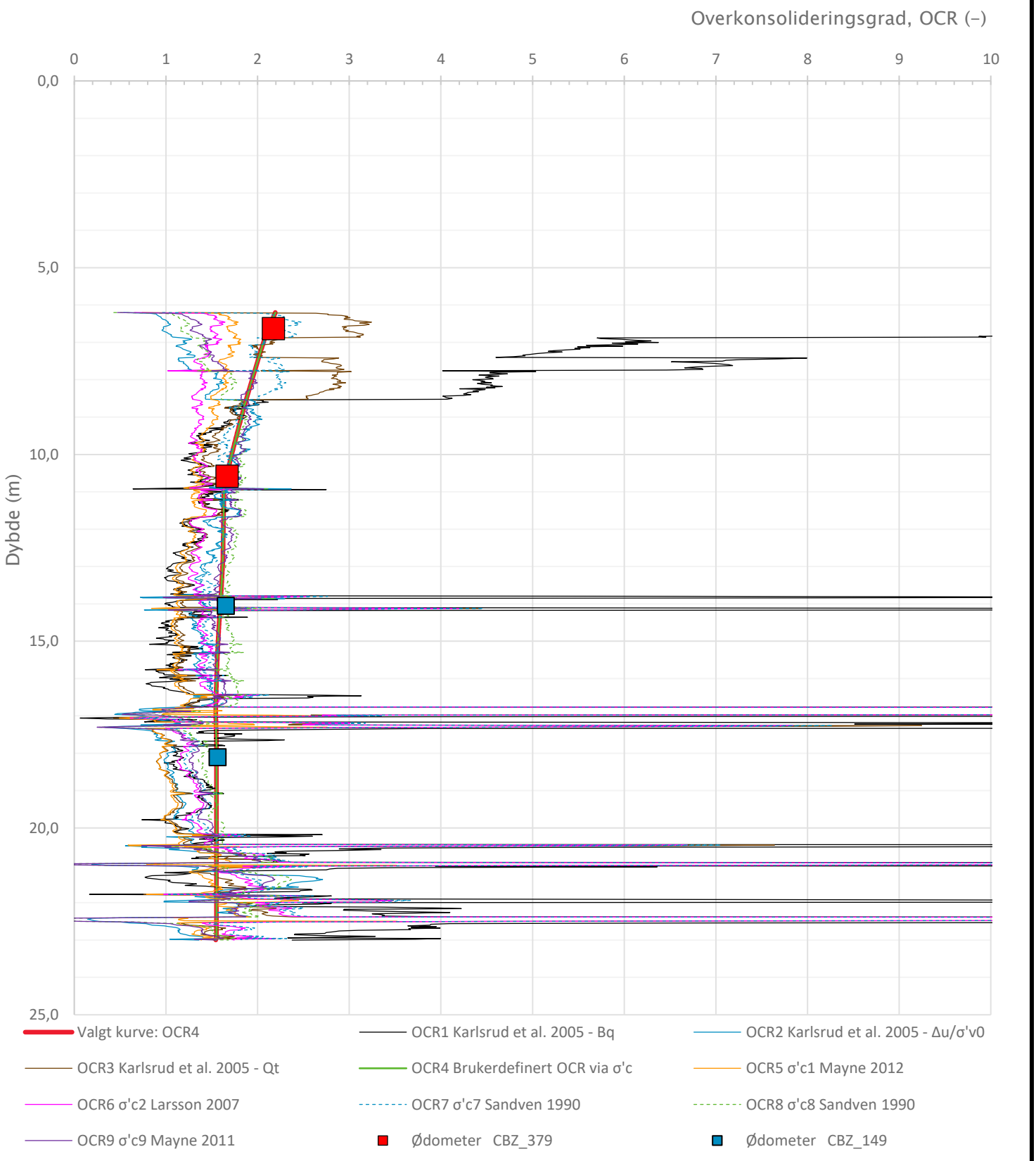


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_379-2 Kote +23,87
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 30.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

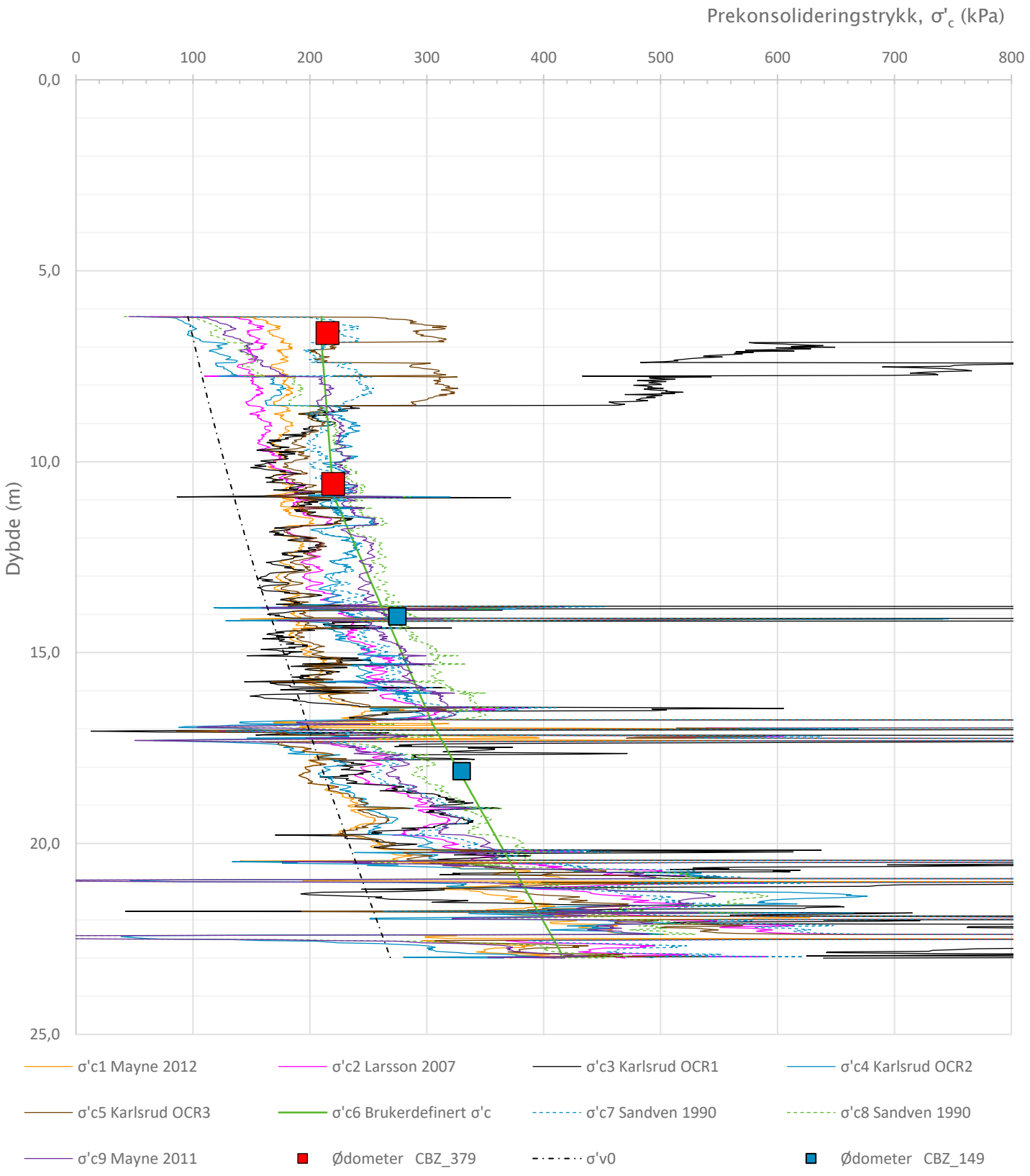
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_379: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_379: cuuc/cucptu = var. (min:0,635 max:0,715)
Konus CBZ_379: cufc/cucptu = var. (min:0,634 max:0,714)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_379-2 Kote +23,87
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 30.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5

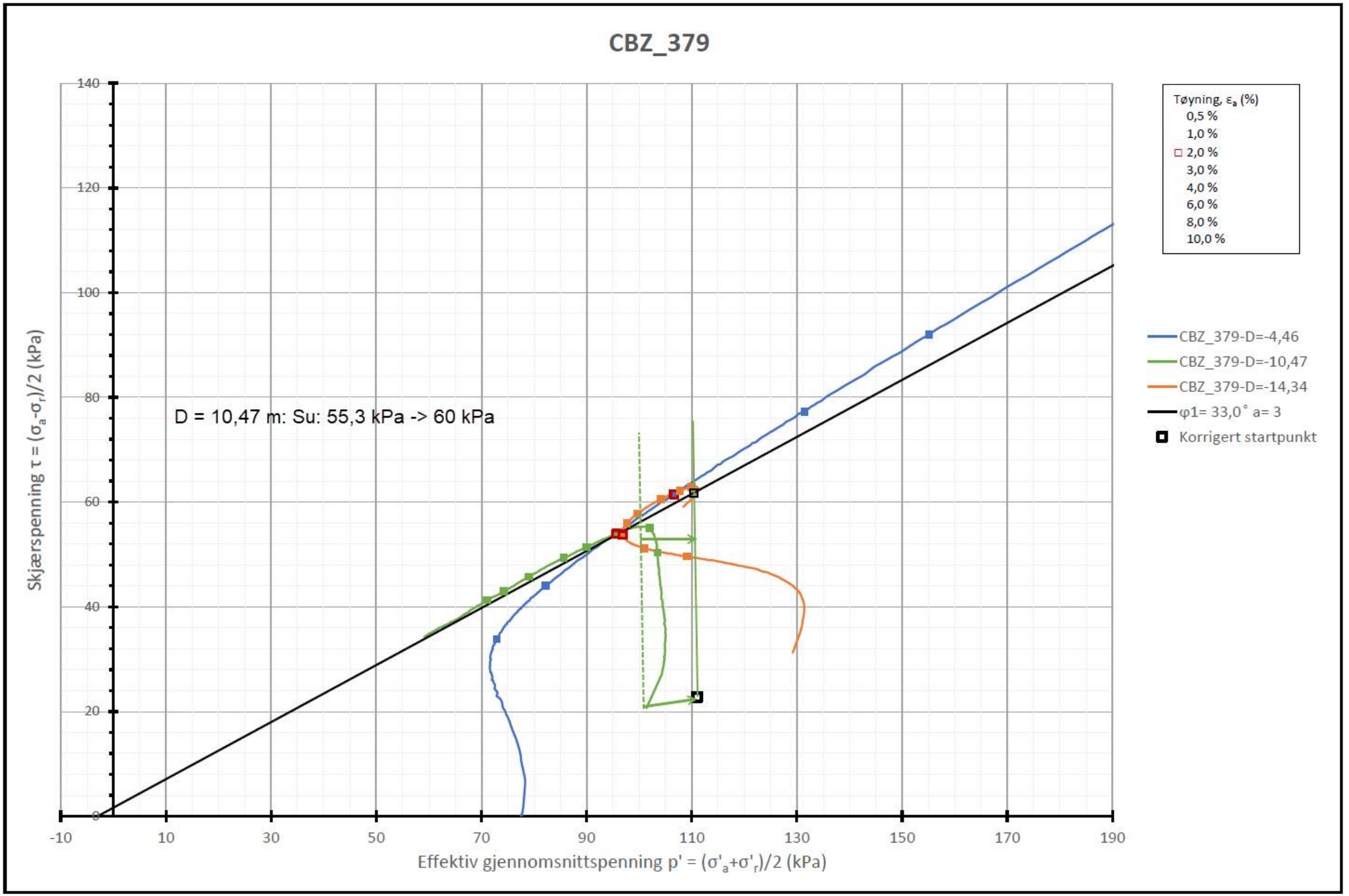


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +23,87 **CBZ_379-2**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 30.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_379-2 Kote +23,87
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 30.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 10.2: TOLKNINGER SNITT C – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_379


CBZ_379
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_379-D=-4,46
CBZ_379-D=-10,47
CBZ_379-D=-14,34
φ1= 33,0° a= 3
Korrigert startpunkt
D = 10,47 m: Su: 55,3 kPa -> 60 kPa
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
0
20
40
60
80
100
120
140
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
190

VEDLEGG 11.1: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_349

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2,5
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	26,8
Dato sondering	20.04.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5591,1	128,0	253,0
Registrert etter sondering (kPa)	26,8	0,0	5,2
Avvik under sondering(kPa)	26,8	0,0	5,2
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,2	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	16304,2	284,1	1060,1

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

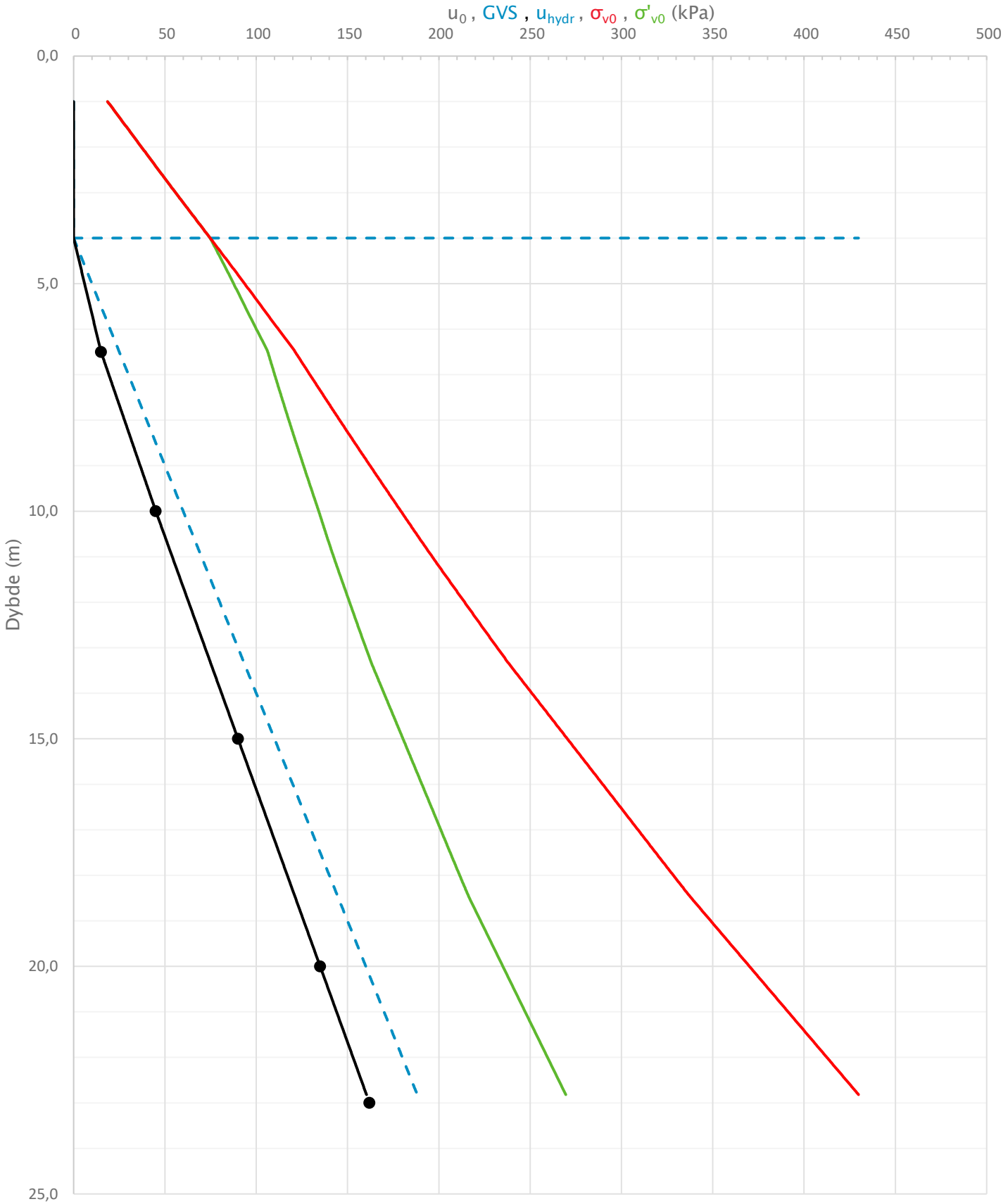
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**28,4**	**0,2**	**0,0**	**0,0**	**5,3**	**0,5**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

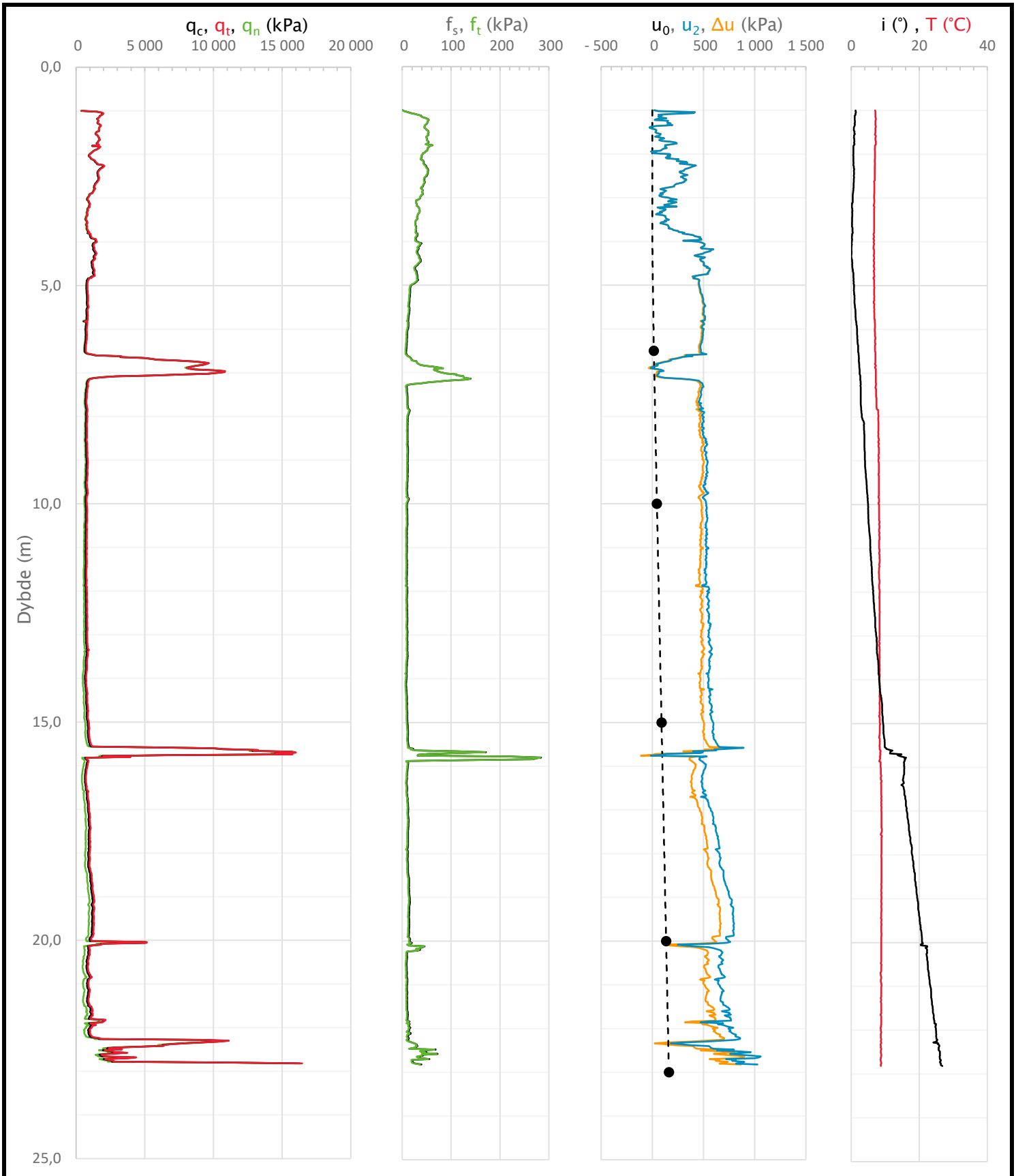
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	Ikke OK	OK

Kommentarer:

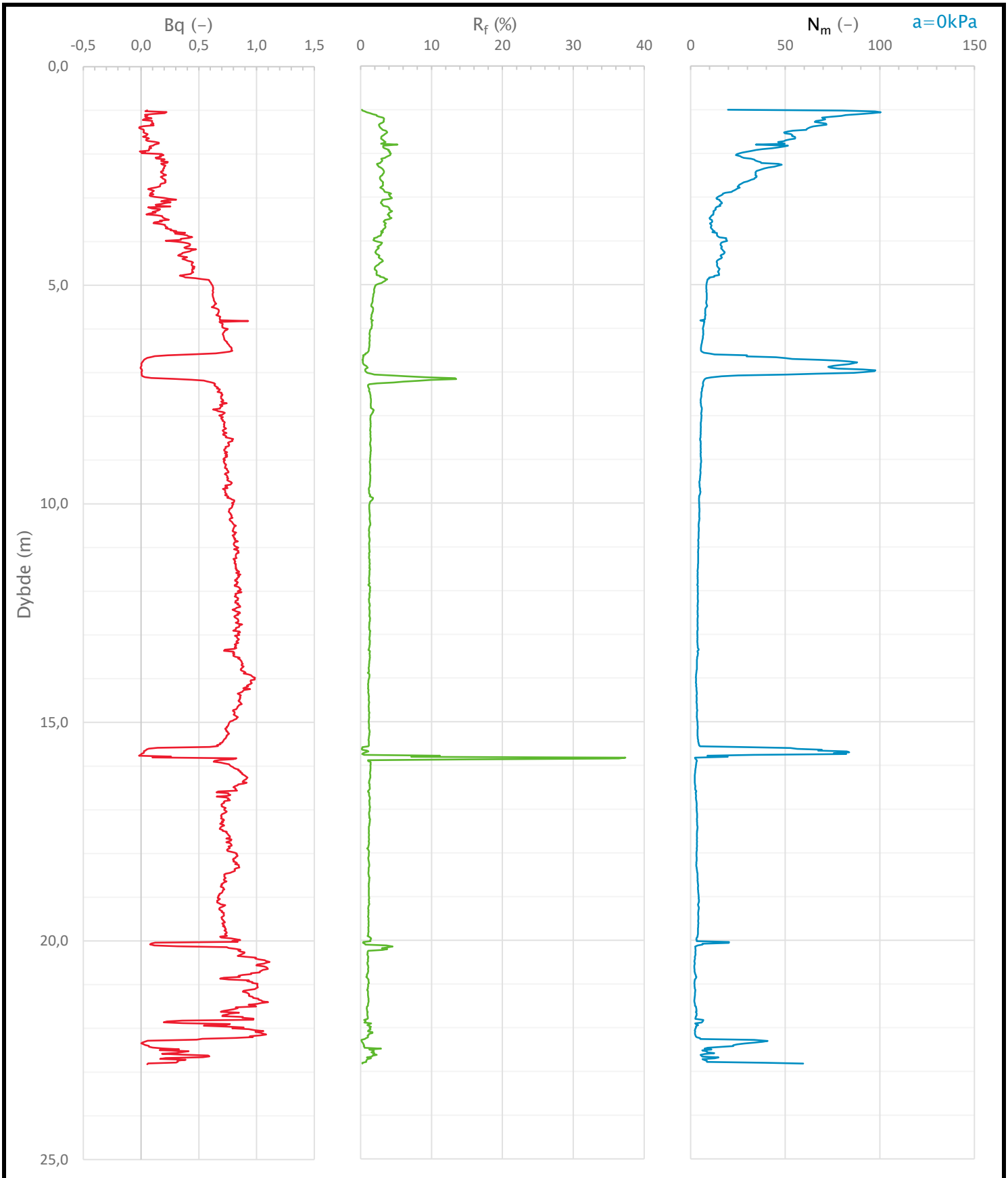
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_349** Kote +24,304
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +24,304 **CBZ_349**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 20.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

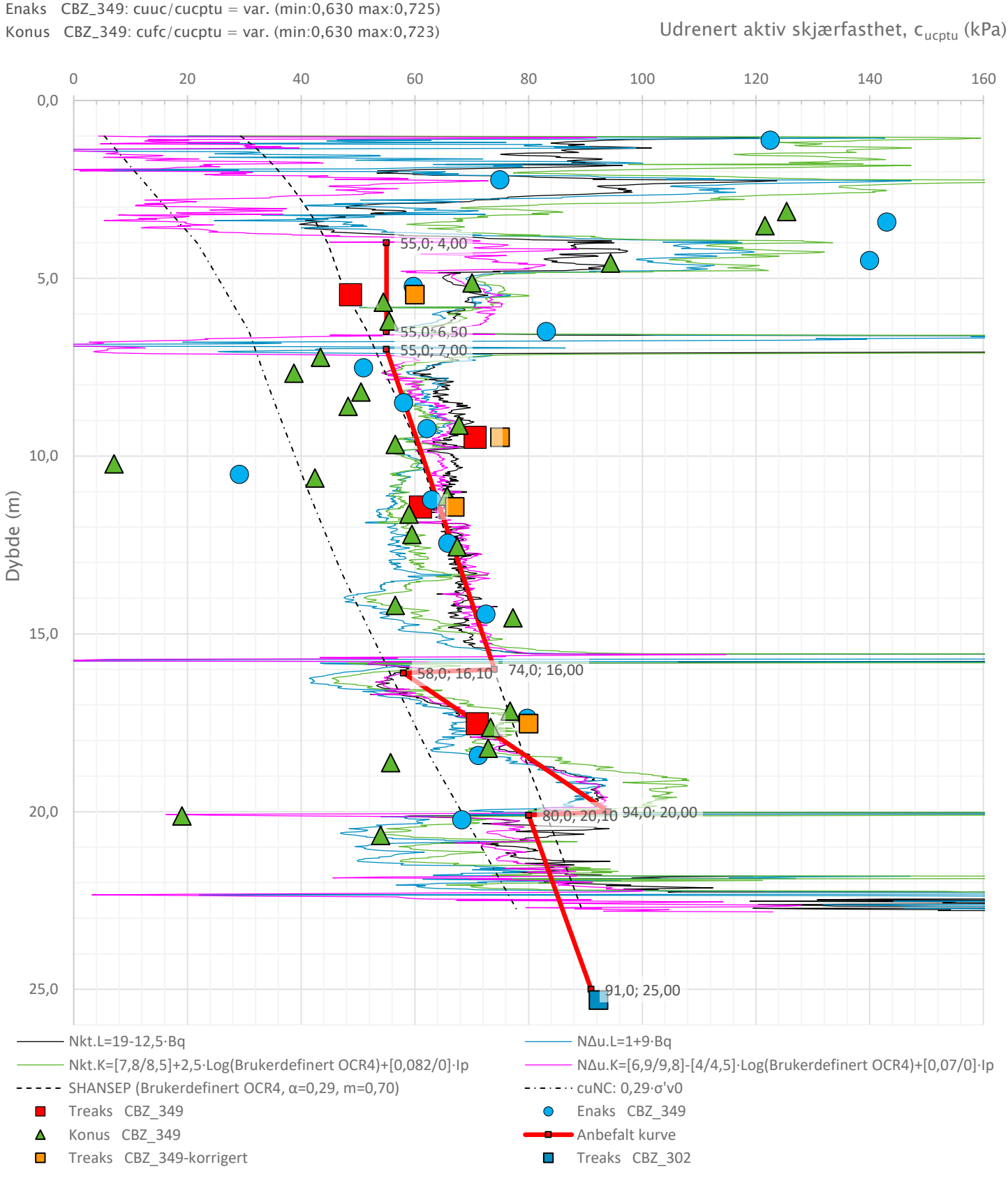


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_349** Kote +24,304
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier					Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU		Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.04.2023	Revisjon	Rev. dato	Figur: 3

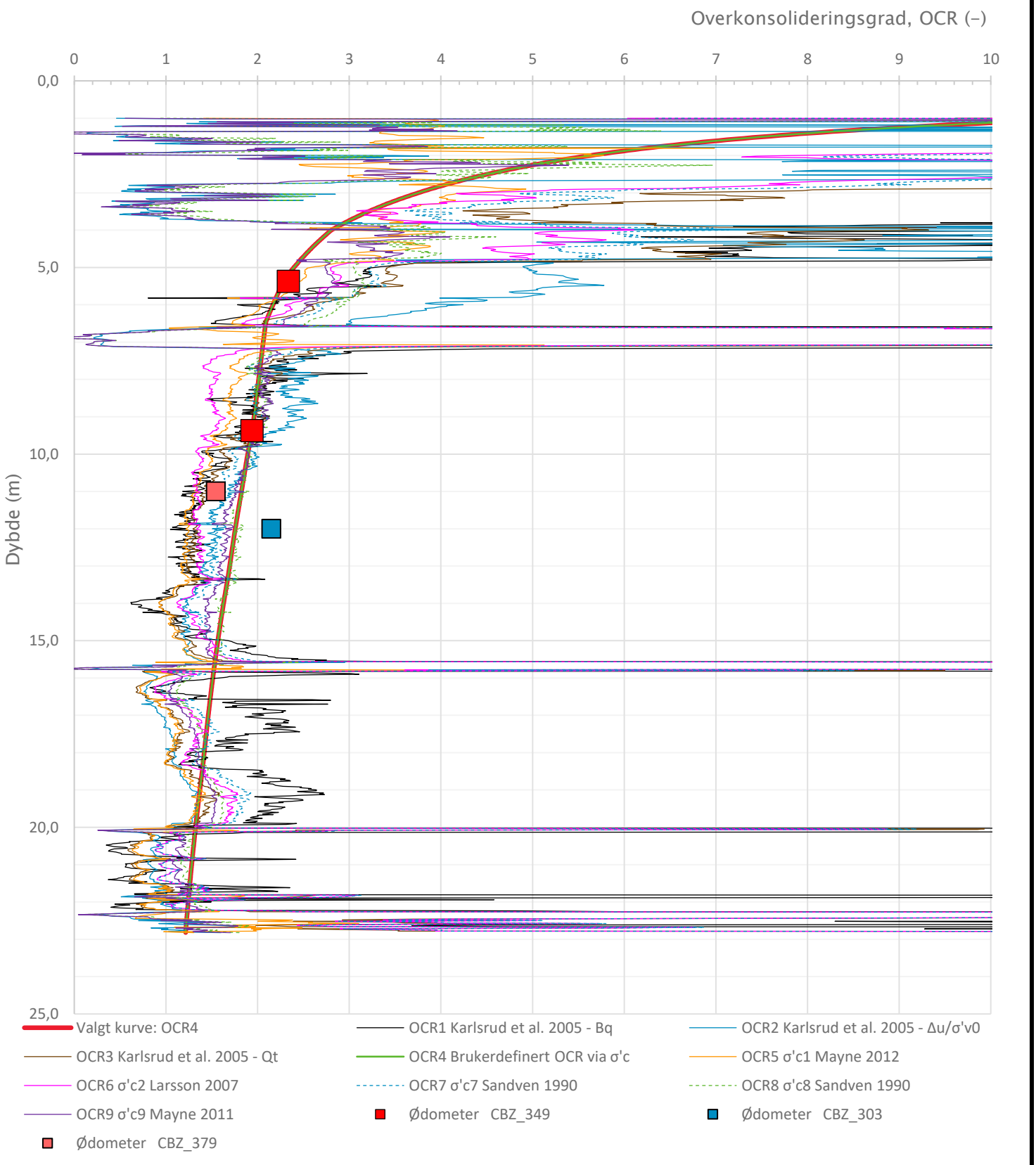


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +24,304 **CBZ_349**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold					Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 20.04.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 4

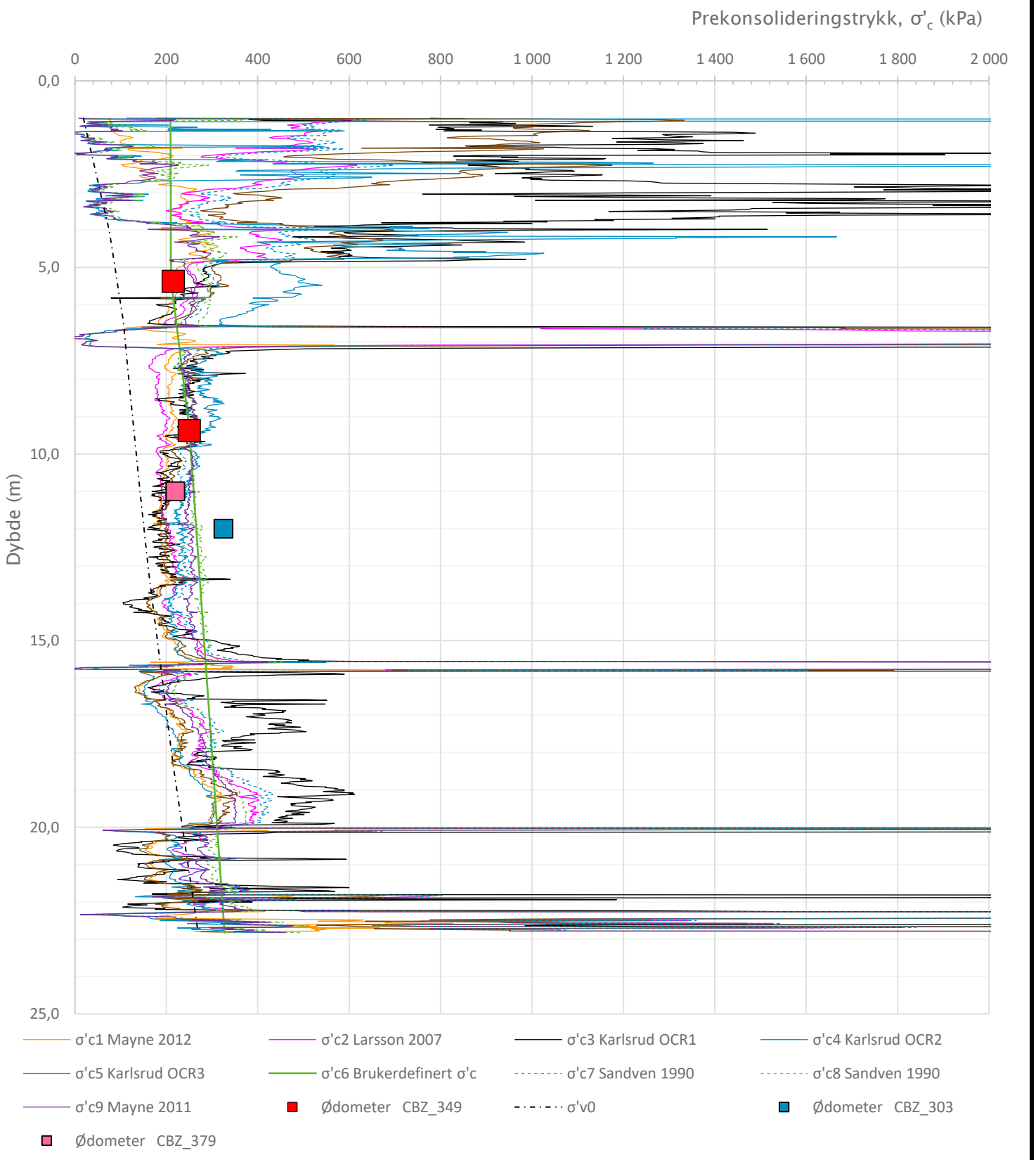
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_349: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_349: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,725)
Konus CBZ_349: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,723)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_349 Kote +24,304
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



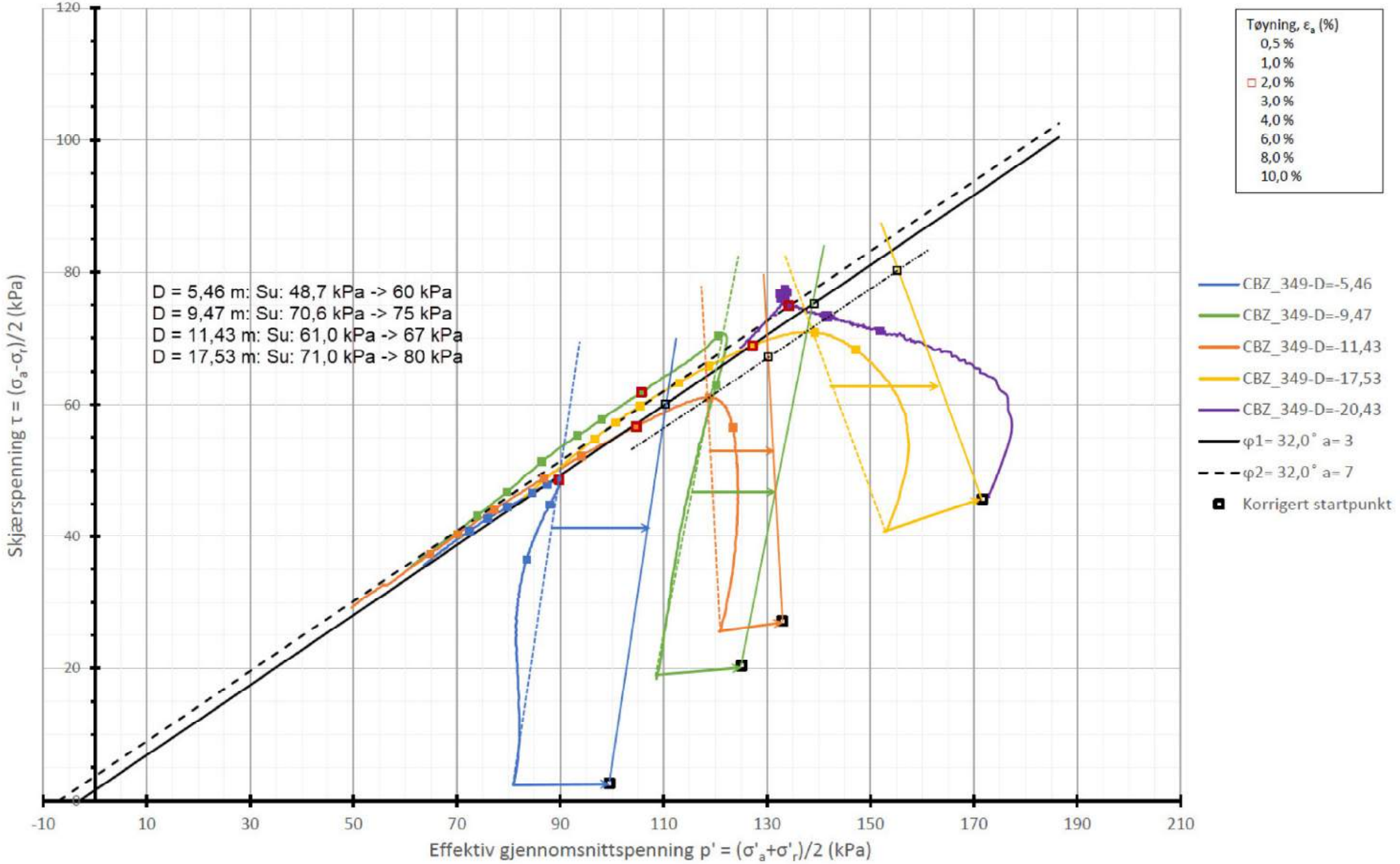
Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +24,304 **CBZ_349**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 20.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +24,304 **CBZ_349**
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 20.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 9

VEDLEGG 11.2: TOLKNINGER SNITT D – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_349

CBZ_349


D = 5,46 m: Su: 48,7 kPa -> 60 kPa
D = 9,47 m: Su: 70,6 kPa -> 75 kPa
D = 11,43 m: Su: 61,0 kPa -> 67 kPa
D = 17,53 m: Su: 71,0 kPa -> 80 kPa
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
120
100
80
60
40
20
0
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
190
210
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_349-D=-5,46
CBZ_349-D=-9,47
CBZ_349-D=-11,43
CBZ_349-D=-17,53
CBZ_349-D=-20,43
φ1= 32,0° a= 3
φ2= 32,0° a= 7
Korrigert startpunkt

VEDLEGG 11.3: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_352

Sonde og utførelse

Sondenummer	4898	Boreleder	MSBZ
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	4,2
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	5,8
Dato sondering	29.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1599	3616	3608
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4771	0,0105	0,0211
Arealforhold	0,8420	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	19,074	0,453	1,669
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5972,2	131,8	256,9
Registrert etter sondering (kPa)	6,7	-1,7	-2,0
Avvik under sondering(kPa)	6,7	1,7	2,0
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,3	0,1	0,2
Maksverdi under sondering (kPa)	9981,6	125,7	909,7

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

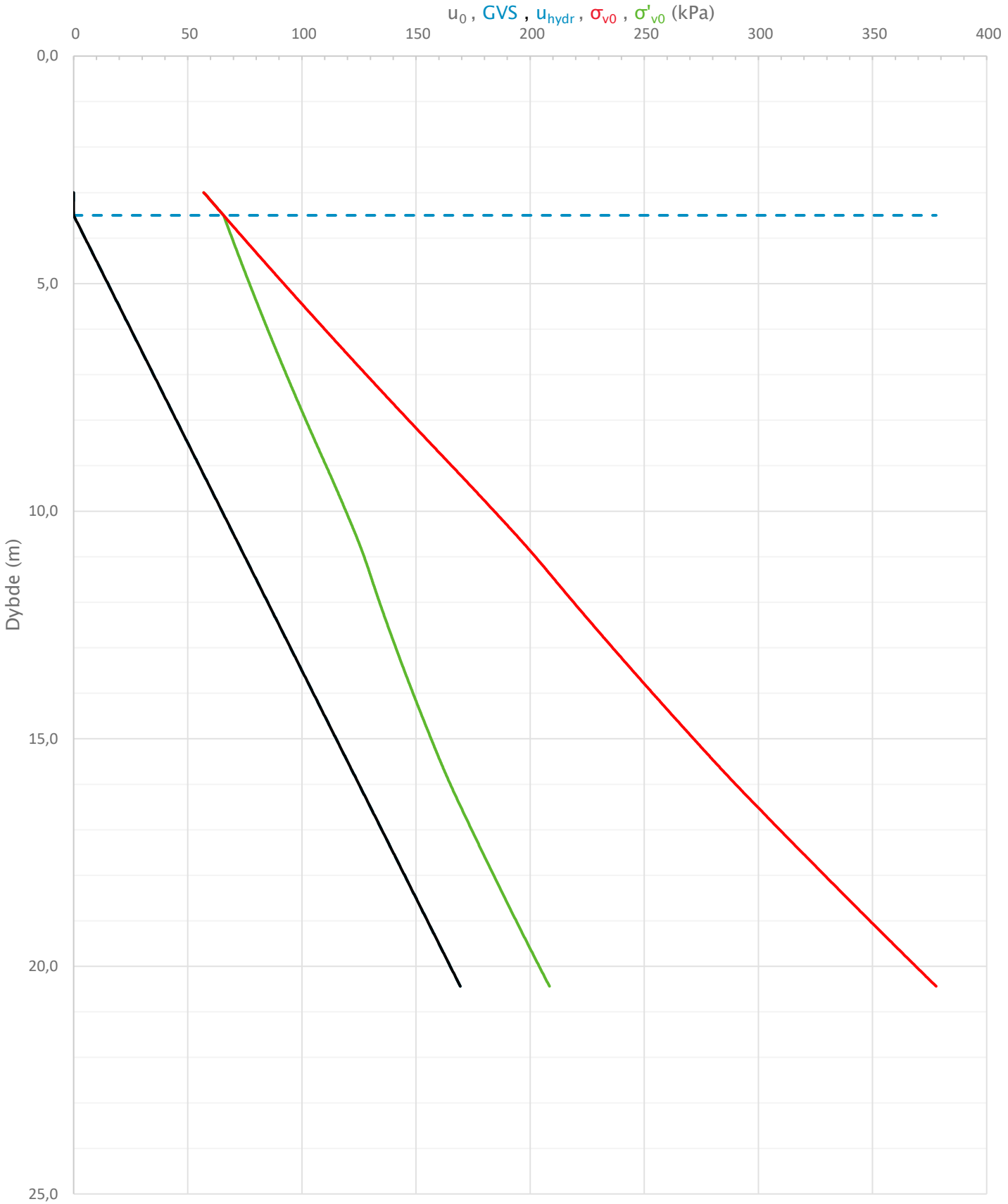
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**9,5**	**0,1**	**1,8**	**1,4**	**2,2**	**0,2**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

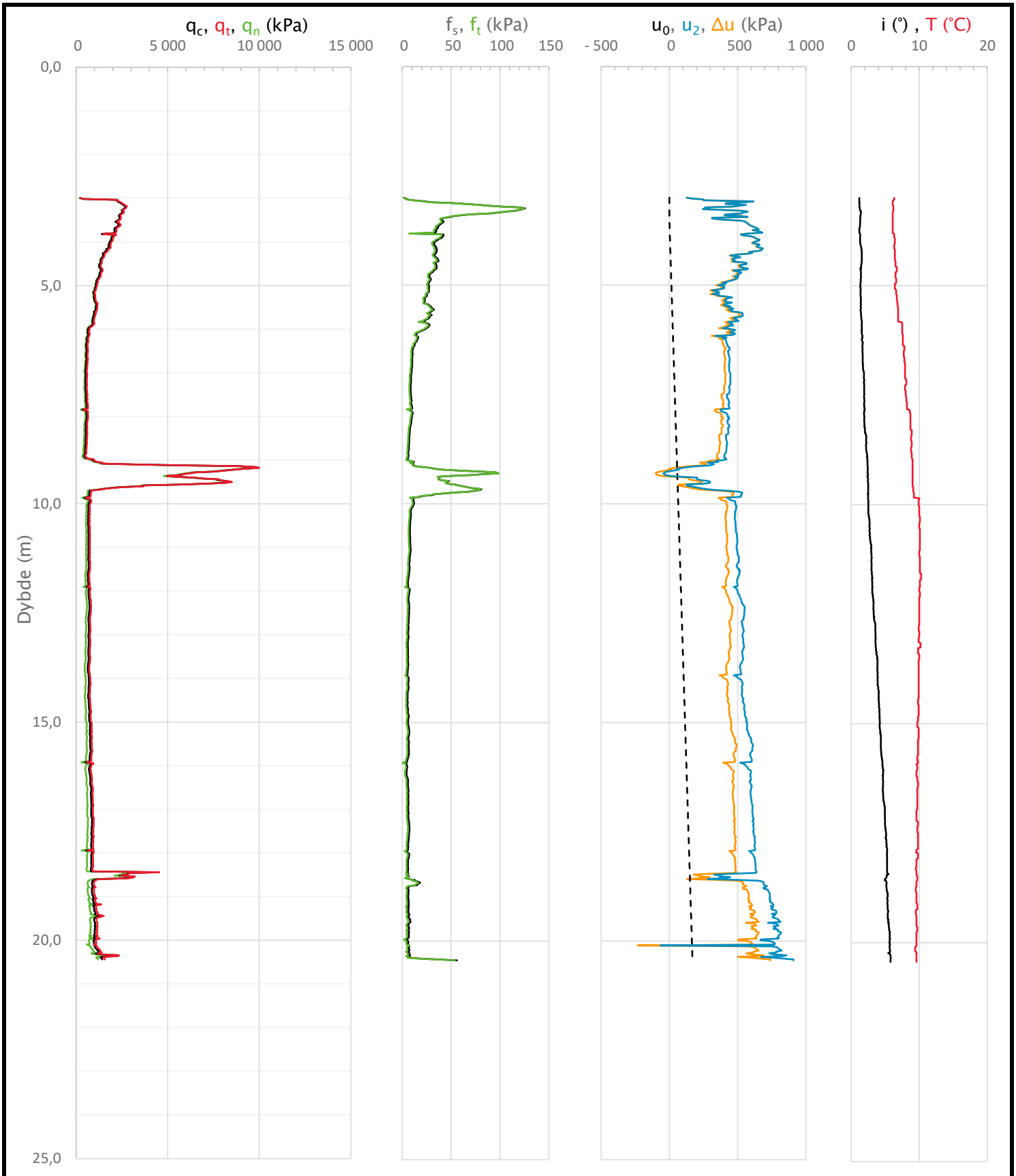
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

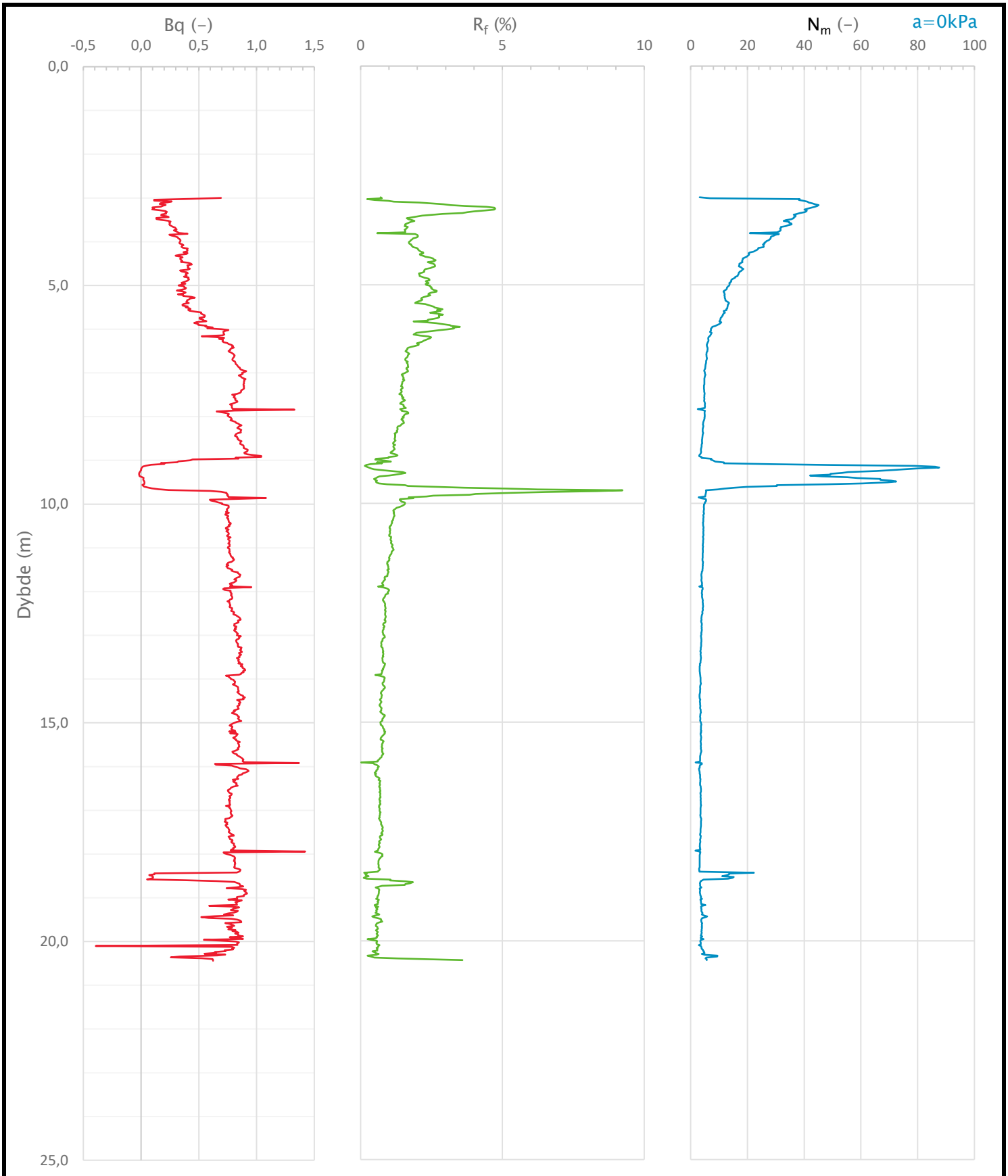
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_352** Kote +28,439
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4898**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 29.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +28,439 **CBZ_352**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4898**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 29.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

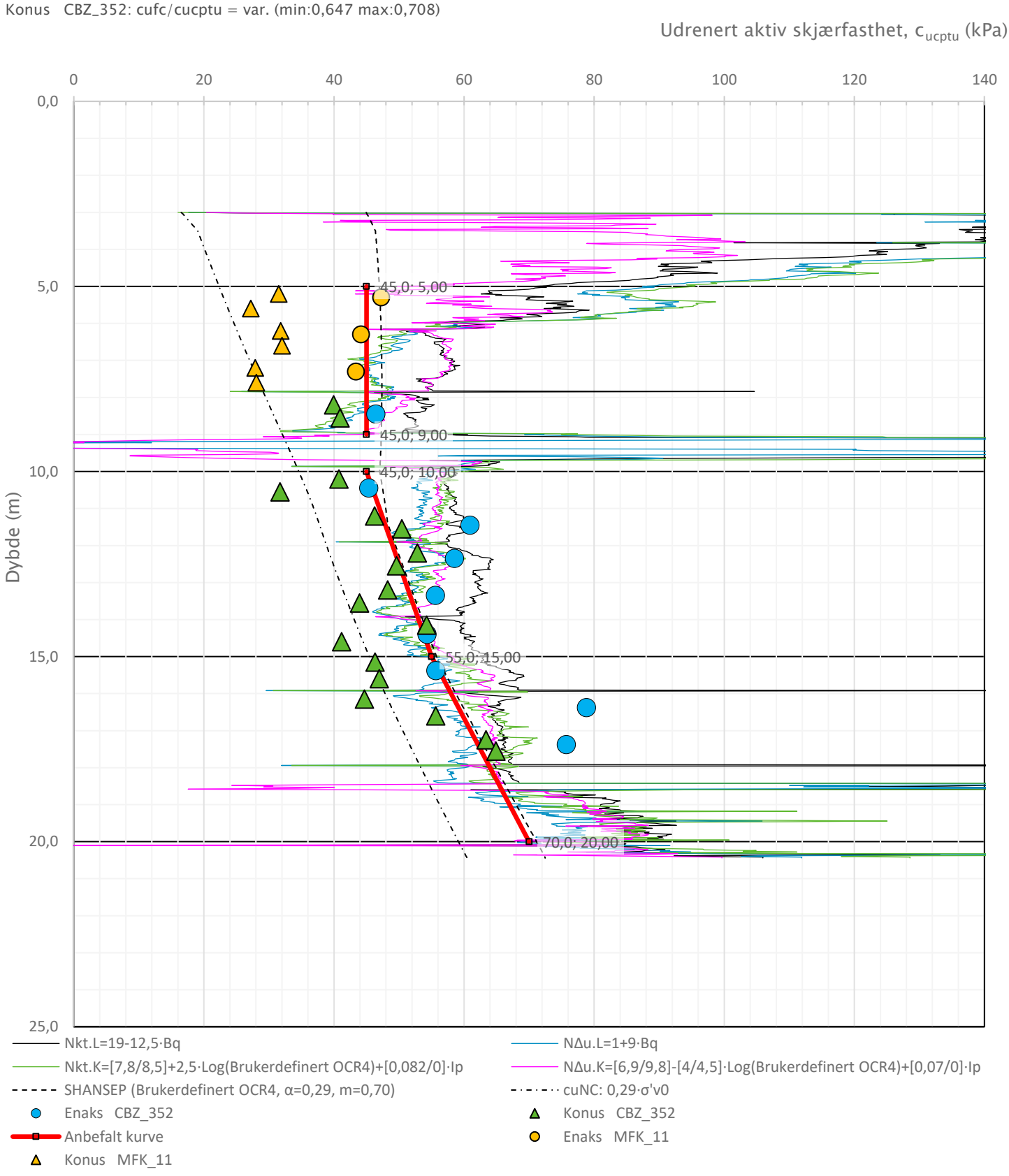


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_352 Kote +28,439
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier					Sondenummer: 4898
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU		Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 29.03.2023	Revisjon	Rev. dato	Figur: 3

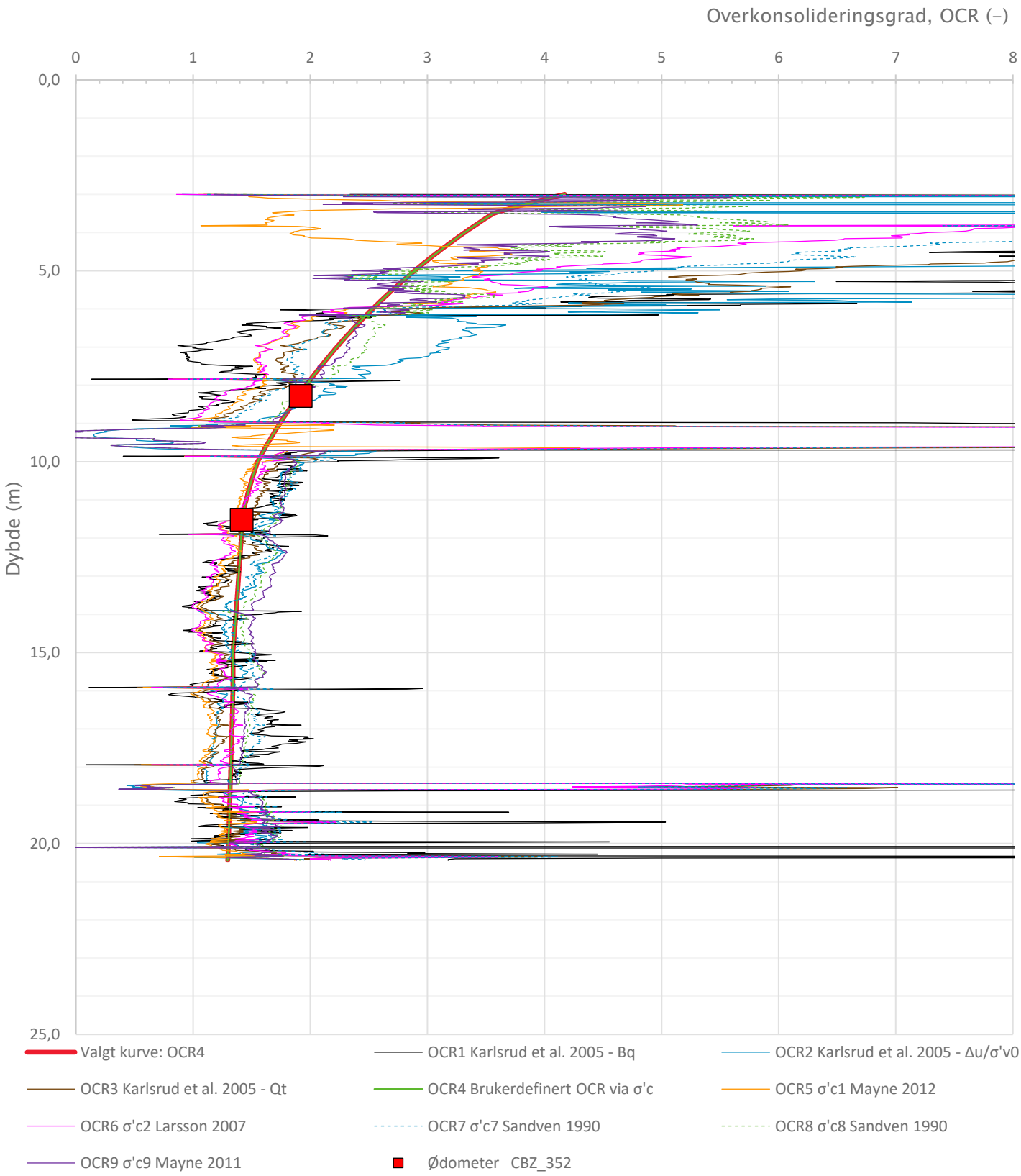


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_352 Kote +28,439
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4898
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 29.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

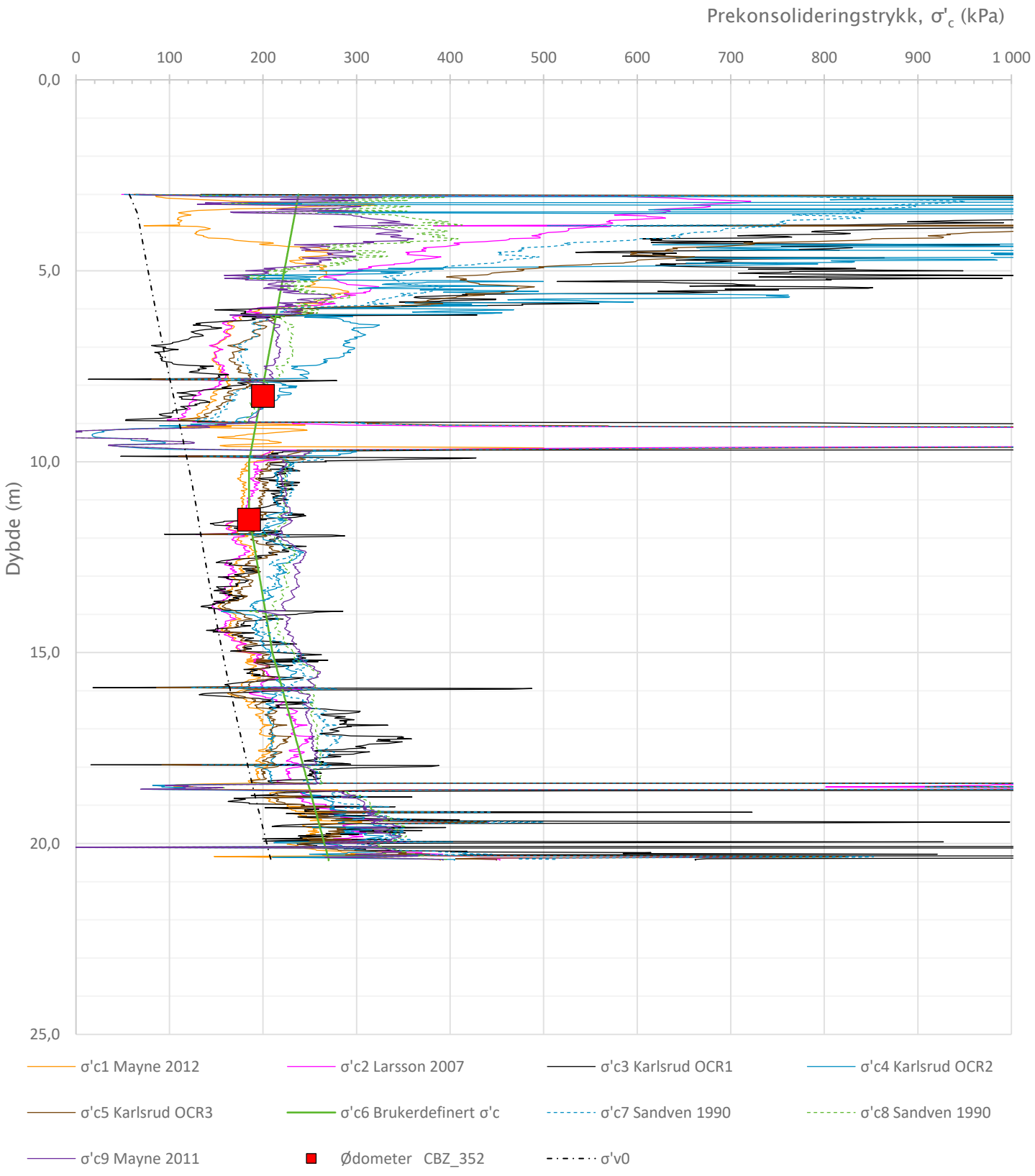
Anisotropiforhold i figur:
Enaks CBZ_352: cuuc/cucptu = var. (min:0,647 max:0,710)
Konus CBZ_352: cufc/cucptu = var. (min:0,647 max:0,708)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_352 Kote +28,439
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4898
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 29.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5

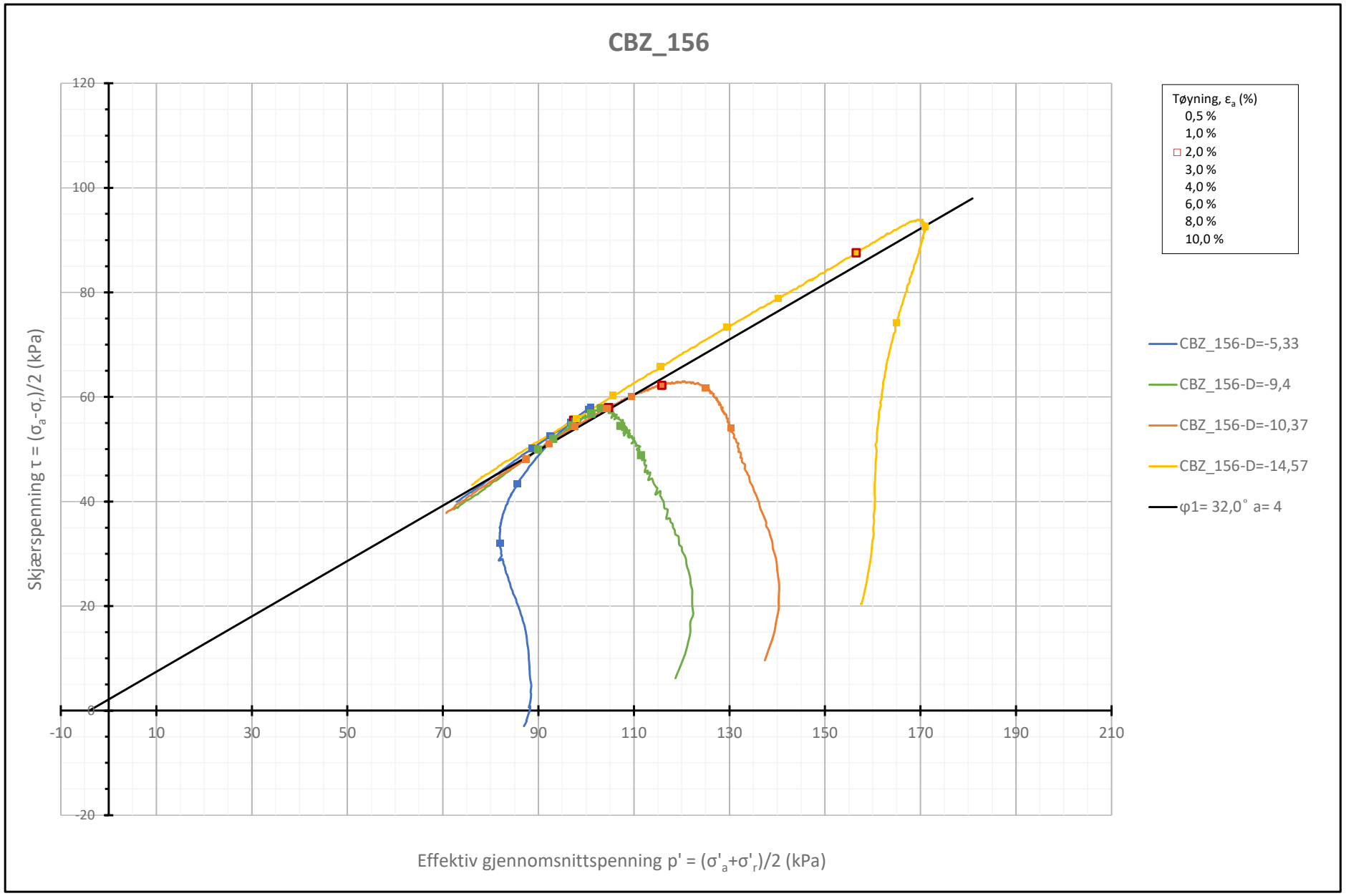


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_352 Kote +28,439
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: 4898
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 29.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_352 Kote +28,439
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4898
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 29.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 11.4: TOLKNINGER SNITT D – SAMLEPLOTT SPENNINGSSTIER TREAKS I CBZ_156


CBZ_156
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
120
100
80
60
40
20
0
-20
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
190
210
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_156-D=-5,33
CBZ_156-D=-9,4
CBZ_156-D=-10,37
CBZ_156-D=-14,57
φ1= 32,0° a= 4

VEDLEGG 11.5: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_156-1

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2,1
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	19,9
Dato sondering	09.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5582,0	128,1	251,1
Registrert etter sondering (kPa)	36,3	-1,4	0,3
Avvik under sondering(kPa)	36,3	1,4	0,3
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,0	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	20573,9	214,2	1273,1

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**37,7**	**0,2**	**1,4**	**0,7**	**0,4**	**0,0**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	Ikke OK	OK

Kommentarer:

Prosjekt — Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28

Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger

Borhull — Kote +13,241

CBZ_156-1

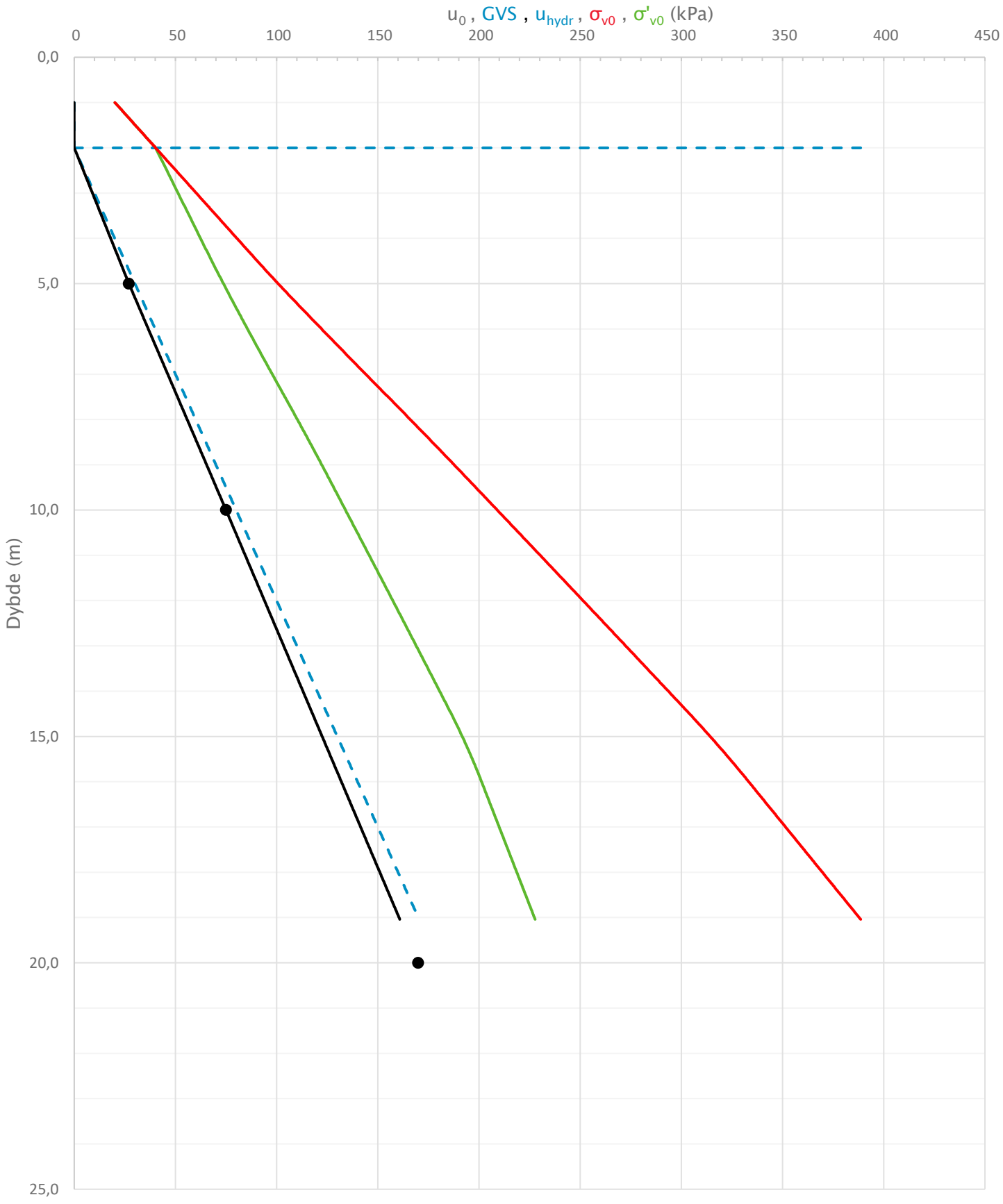
Innhold

Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet

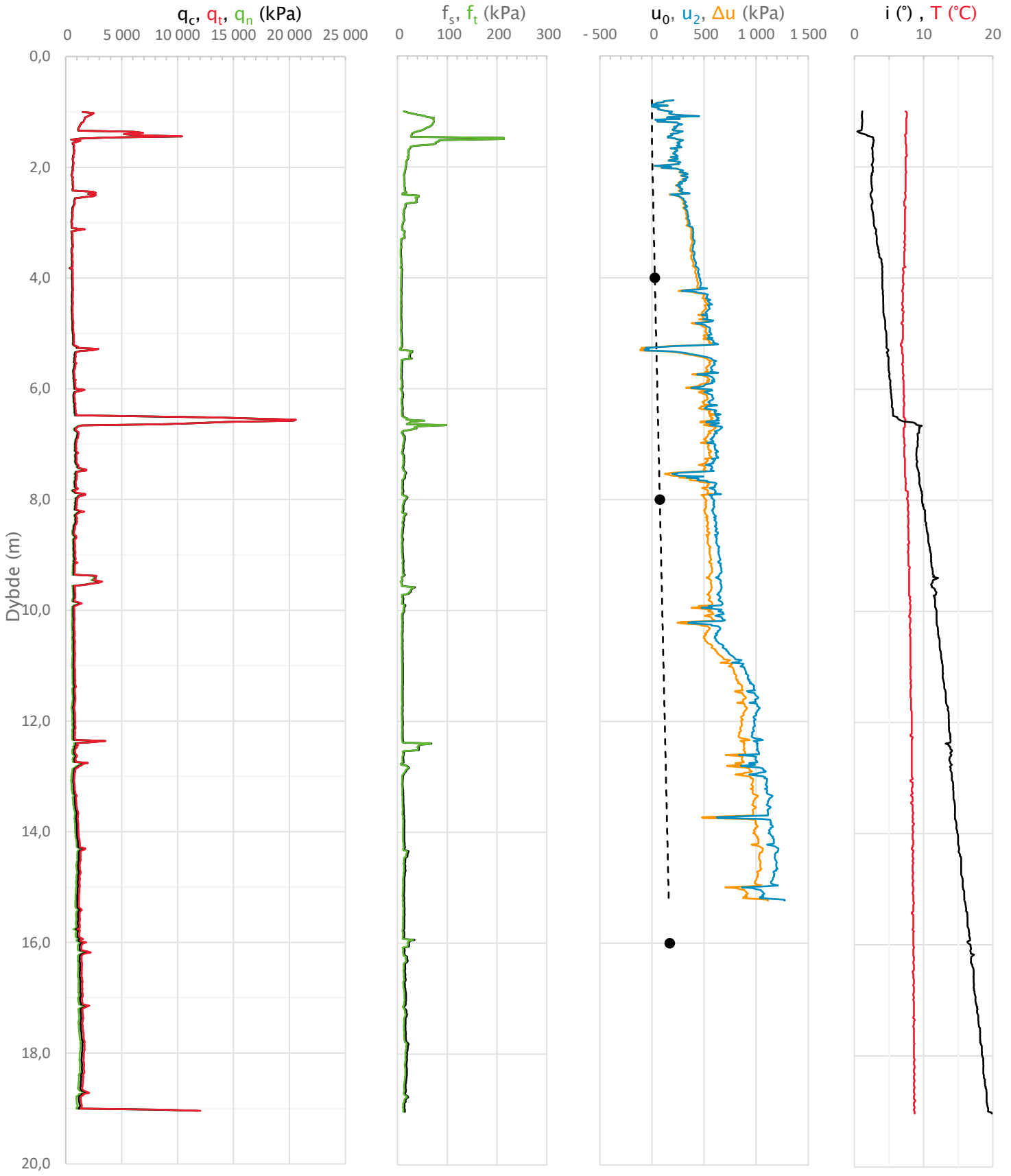
Sondenummer

4534

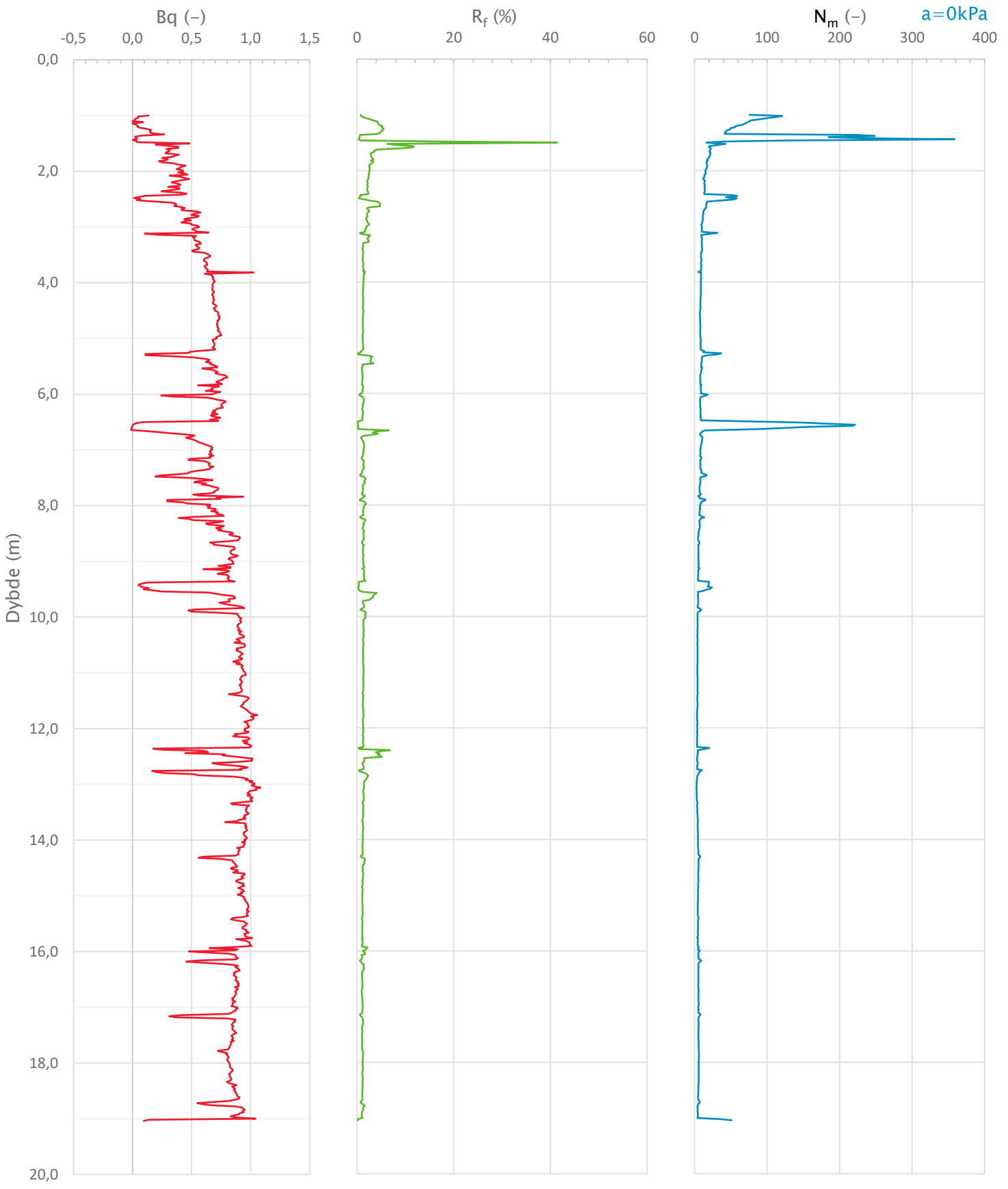
Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
AAU	MKR	AAU	1
Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 09.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,241 **CBZ_156-1**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 09.05.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 2



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_156-1** Kote +13,241
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 09.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

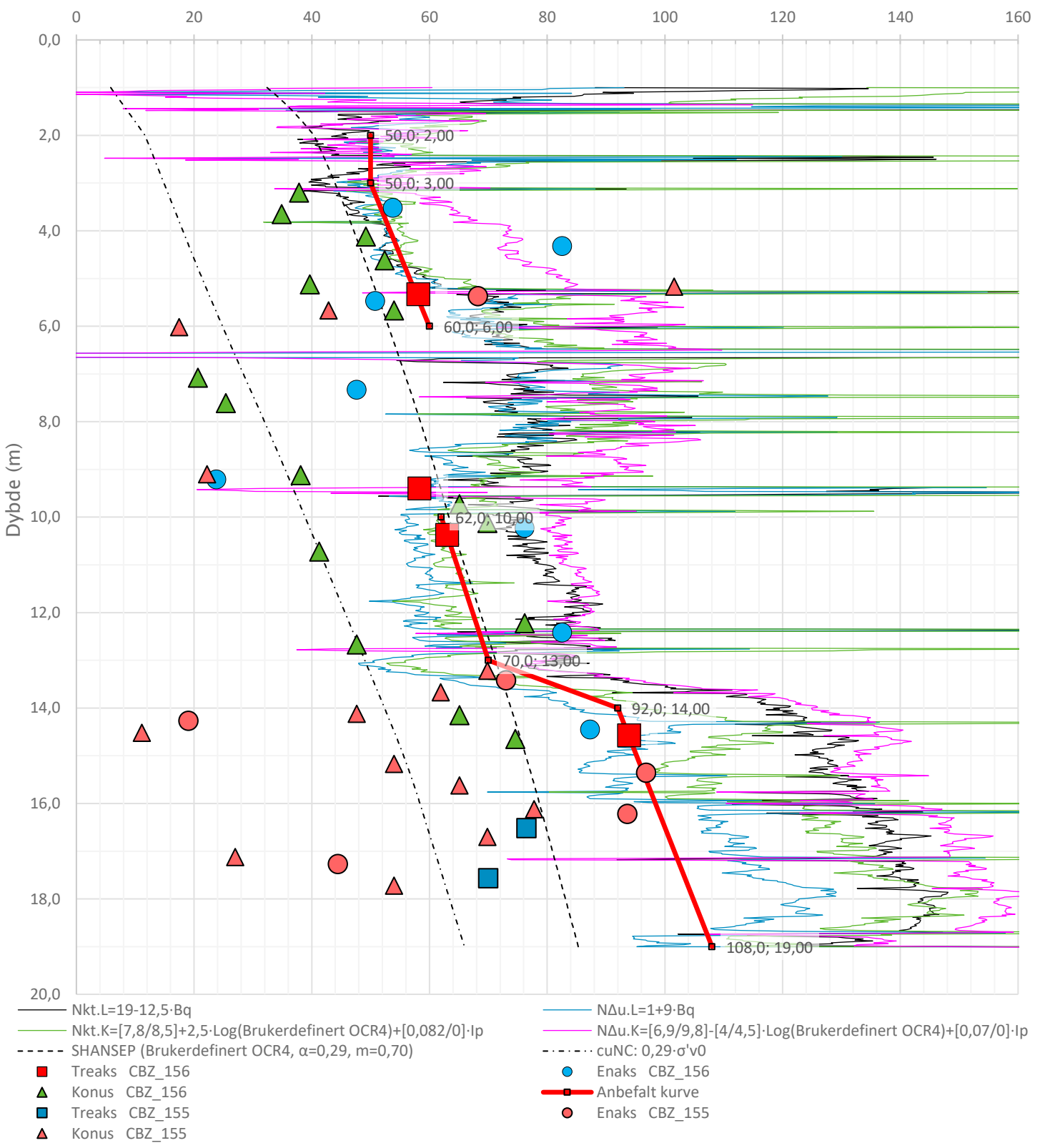


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_156-1** Kote +13,241
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 09.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_156-1_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

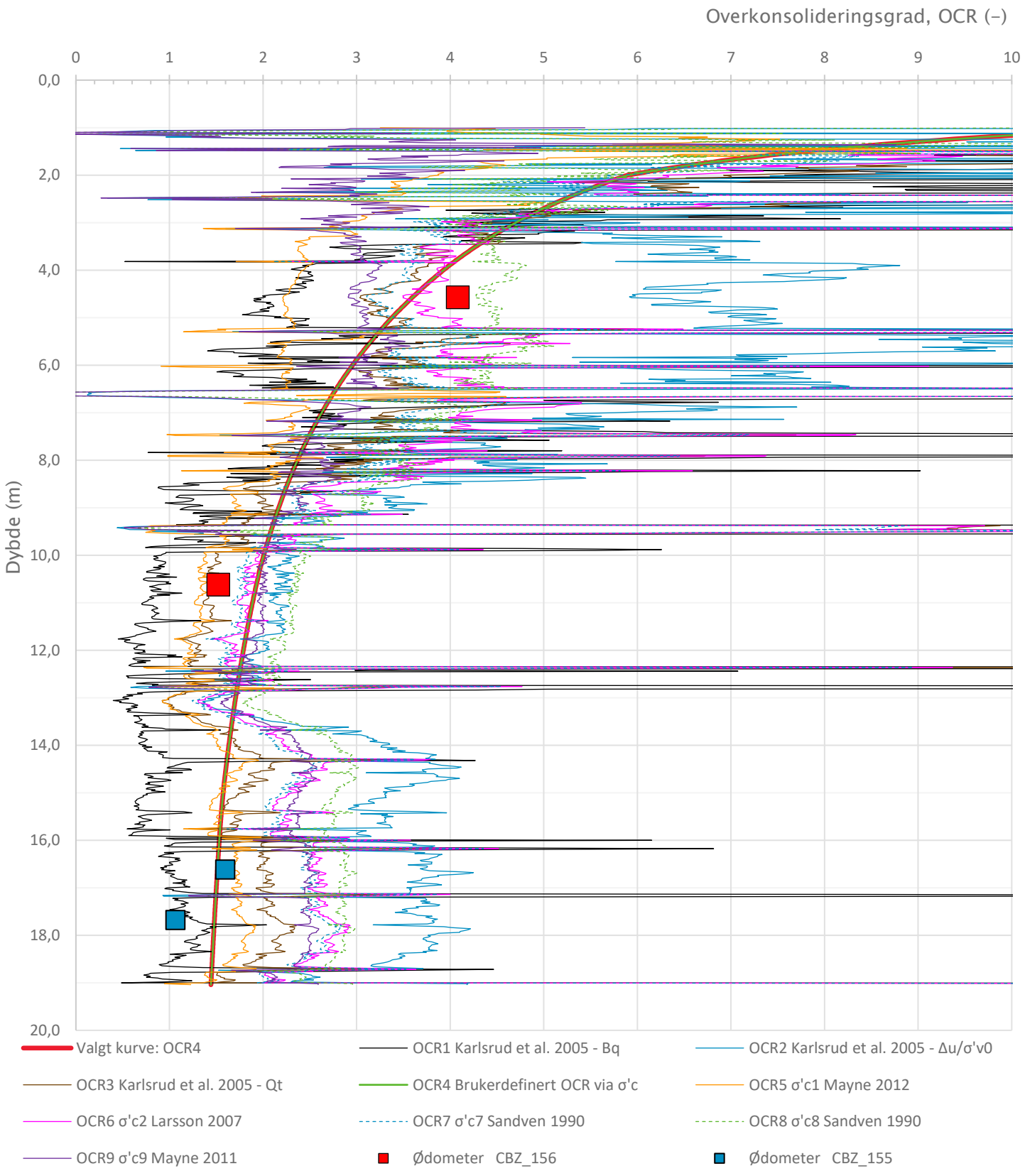
CPTu v.2020.01

Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_156: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_156: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,632)
Konus CBZ_156: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,634)



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,241 **CBZ_156-1**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 09.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 5

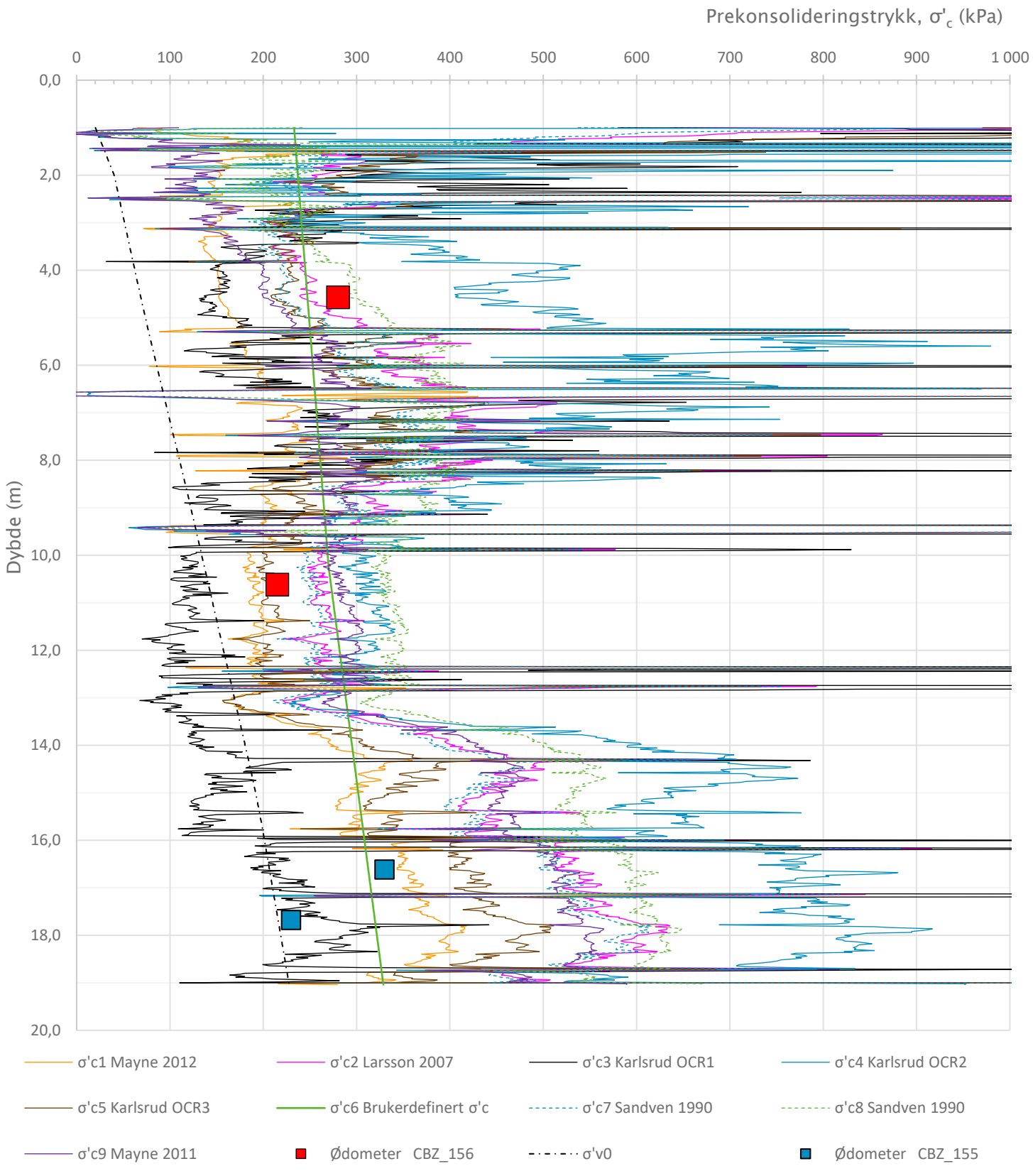
O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_156-1_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger** Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull Kote +13,241 **CBZ_156-1**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 09.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_156-1_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

CPTu v.2020.01



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,241 **CBZ_156-1**
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 09.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 9

VEDLEGG 11.6: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_156-2

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1,7
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	8,3
Dato sondering	10.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5581,1	128,8	250,0
Registrert etter sondering (kPa)	29,5	-1,9	-0,9
Avvik under sondering(kPa)	29,5	1,9	0,9
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,8	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	15398,1	69,2	1371,5

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

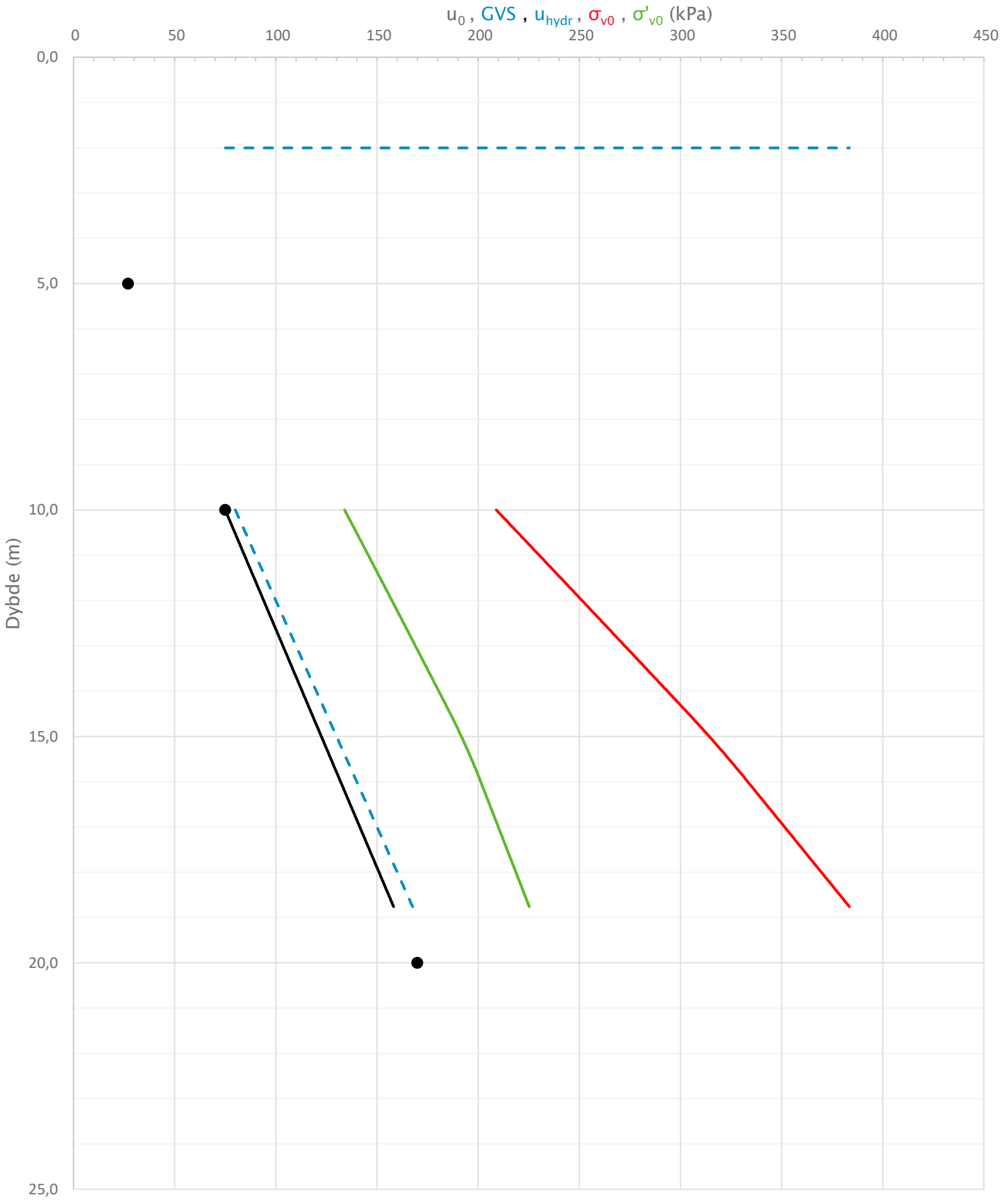
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**30,7**	**0,2**	**1,9**	**2,8**	**1,0**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

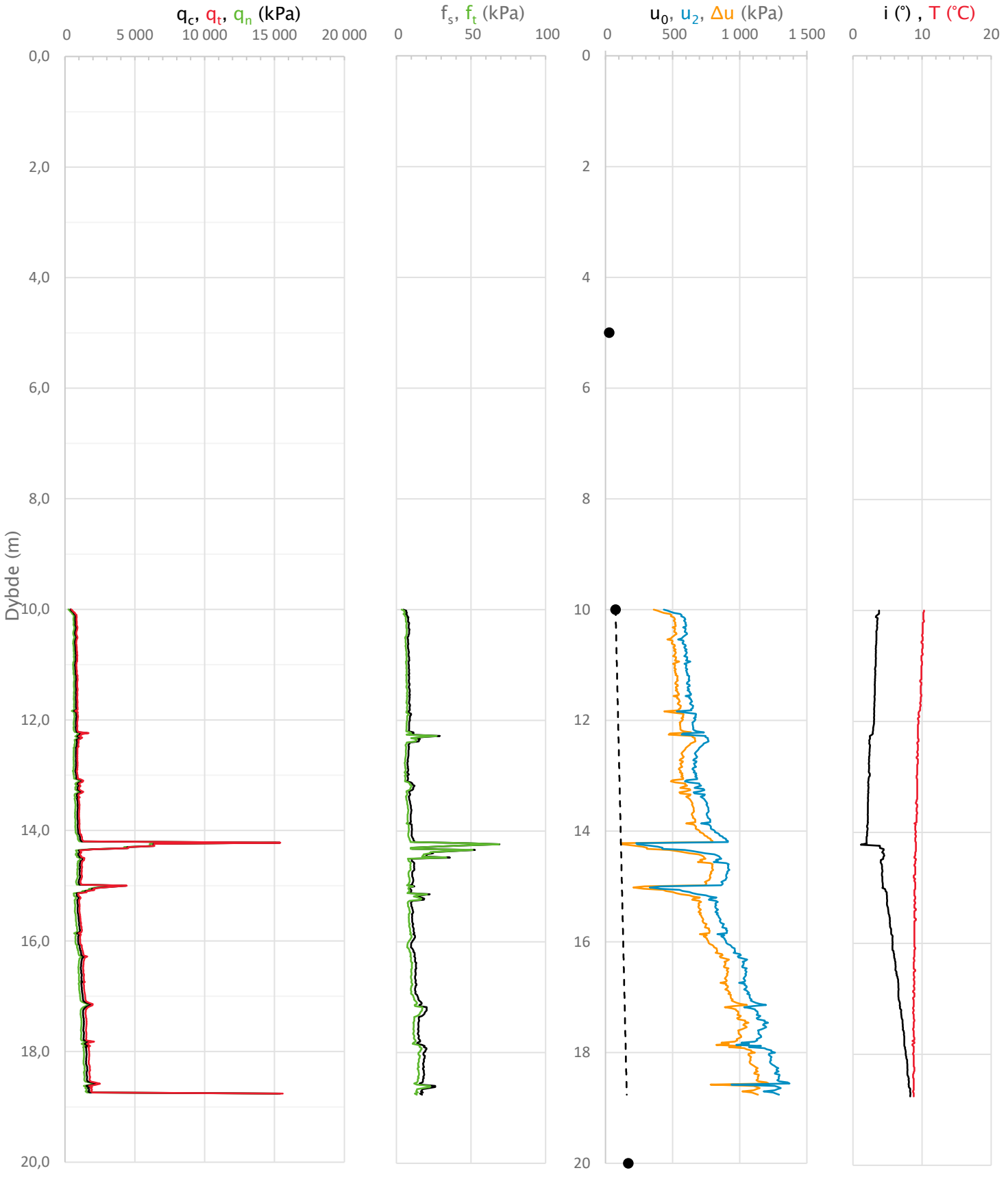
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

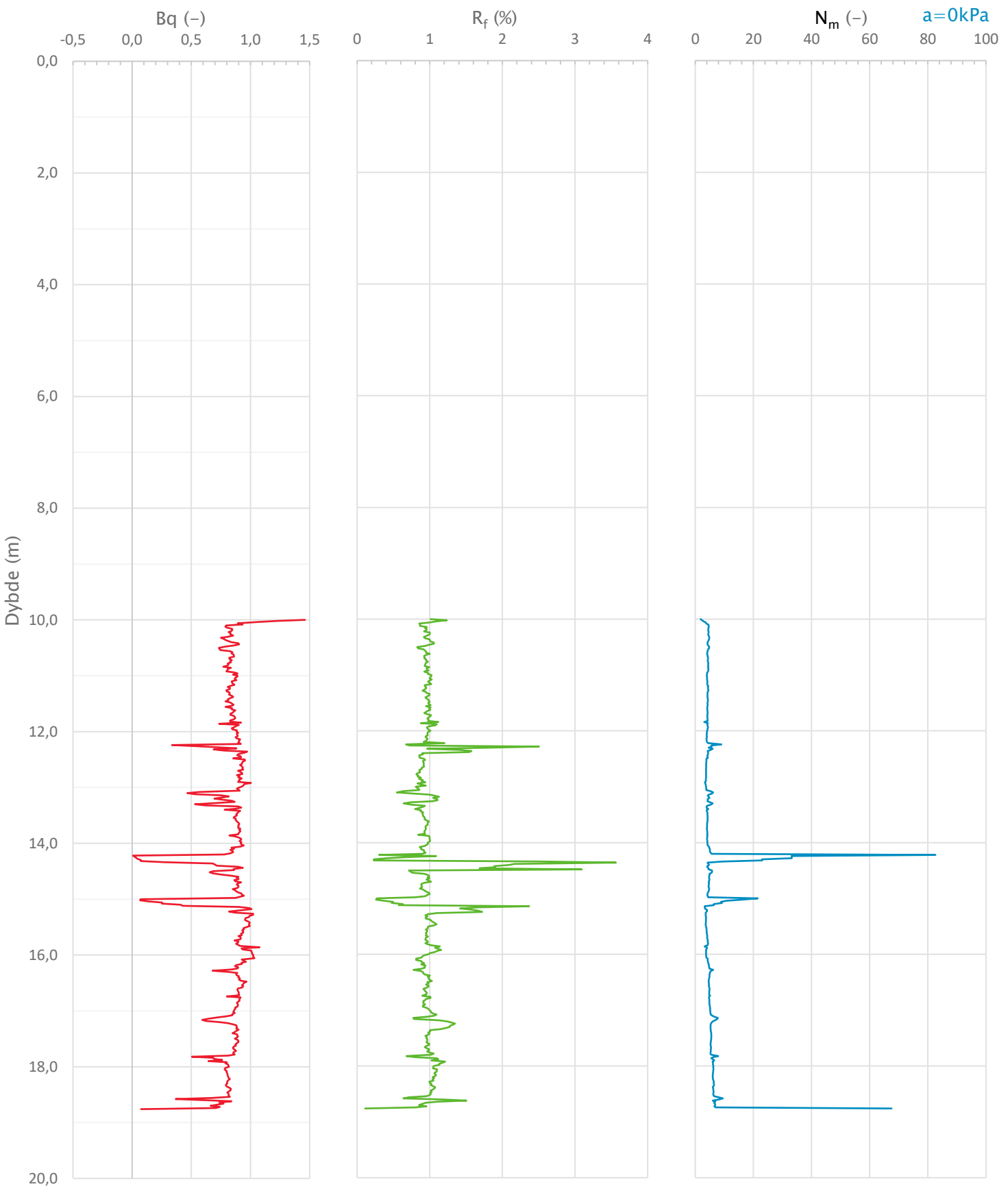
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_156-2** Kote +13,241
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 10.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,241 **CBZ_156-2**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 10.05.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 2

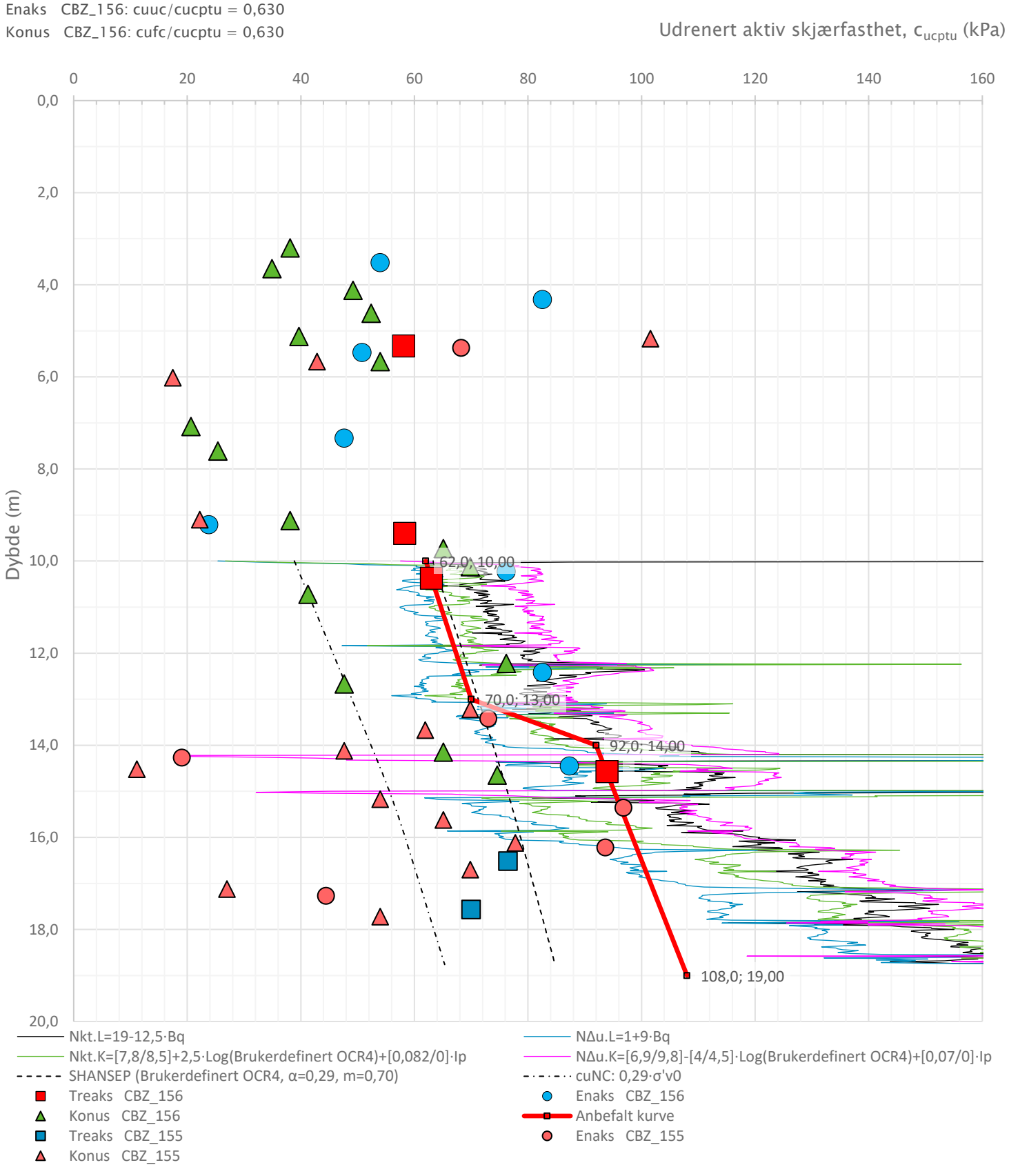


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28	Borhull: **CBZ_156-2**	Kote +13,241
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**	
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1	
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 10.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3	



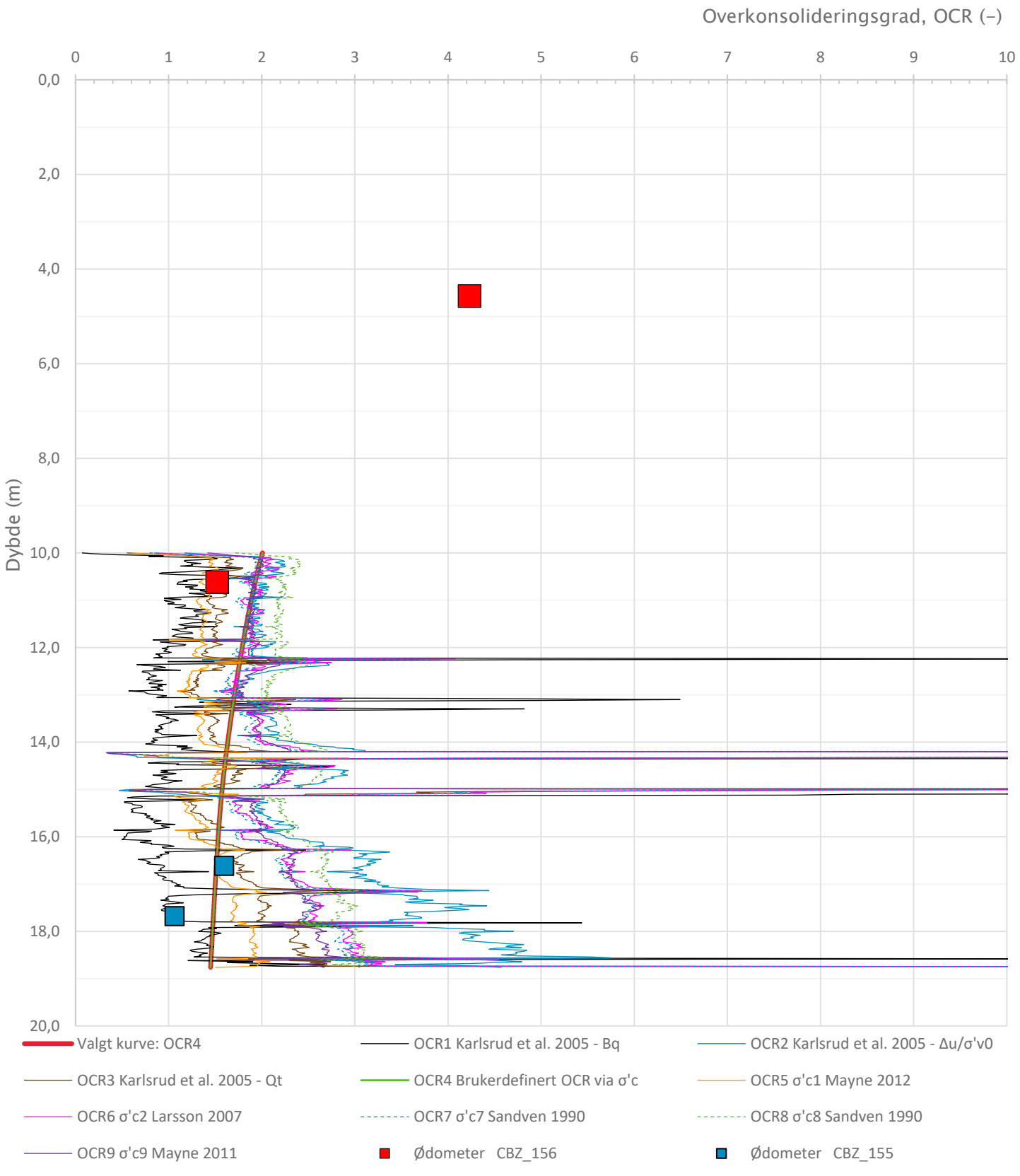
Prosjekt	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull	Kote +13,241
Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger				**CBZ_156-2**	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				**4534**	
GEO VITA	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AAU	MKR	AAU		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	4
	Ekstern konsulent	10.05.2023	Rev. dato		

Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_156: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_156: cuuc/cucptu = 0,630
Konus CBZ_156: cufc/cucptu = 0,630

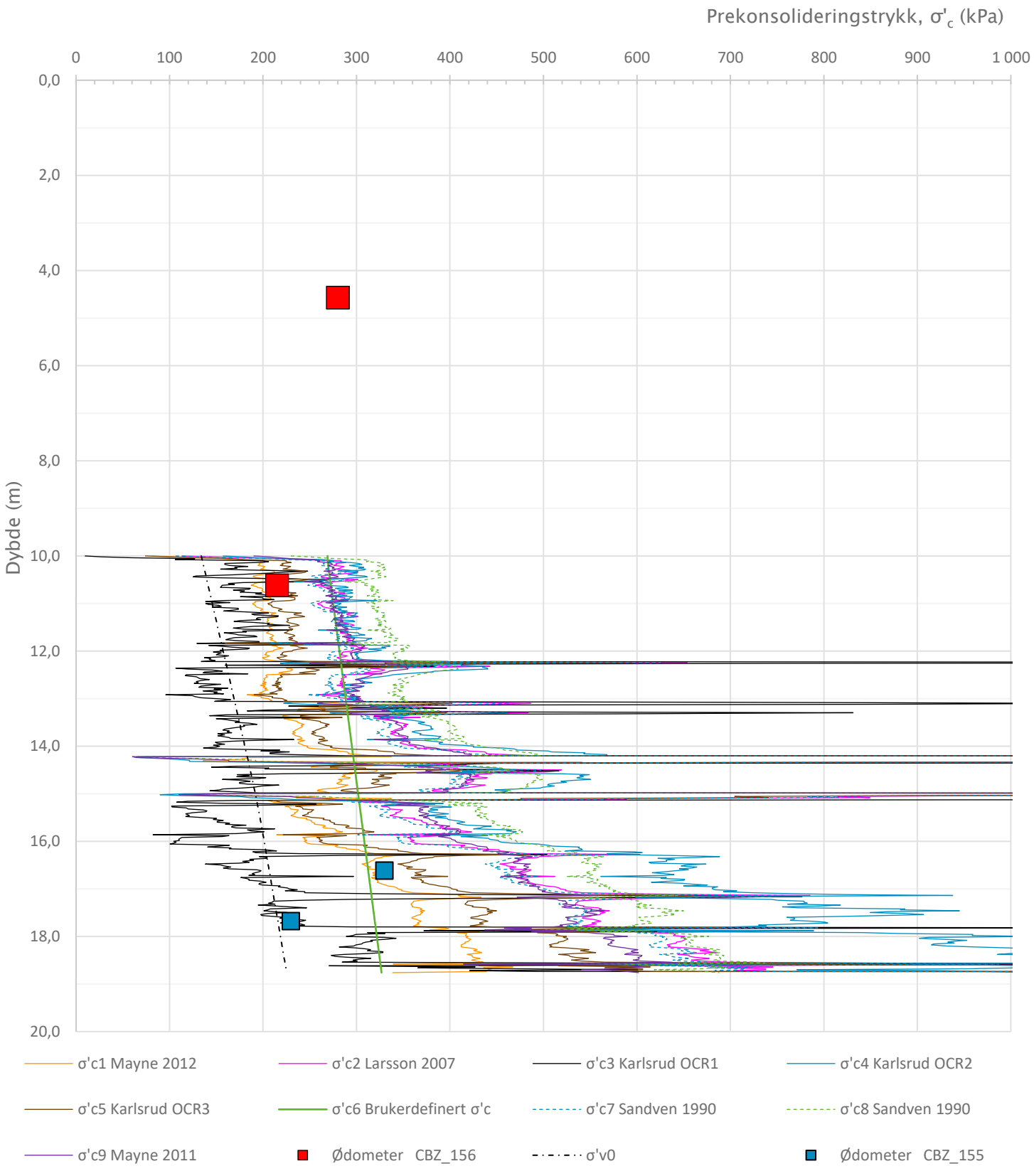


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_156-2** Kote +13,241
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 10.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_156-2_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger** Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull Kote +13,241 **CBZ_156-2**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 10.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8

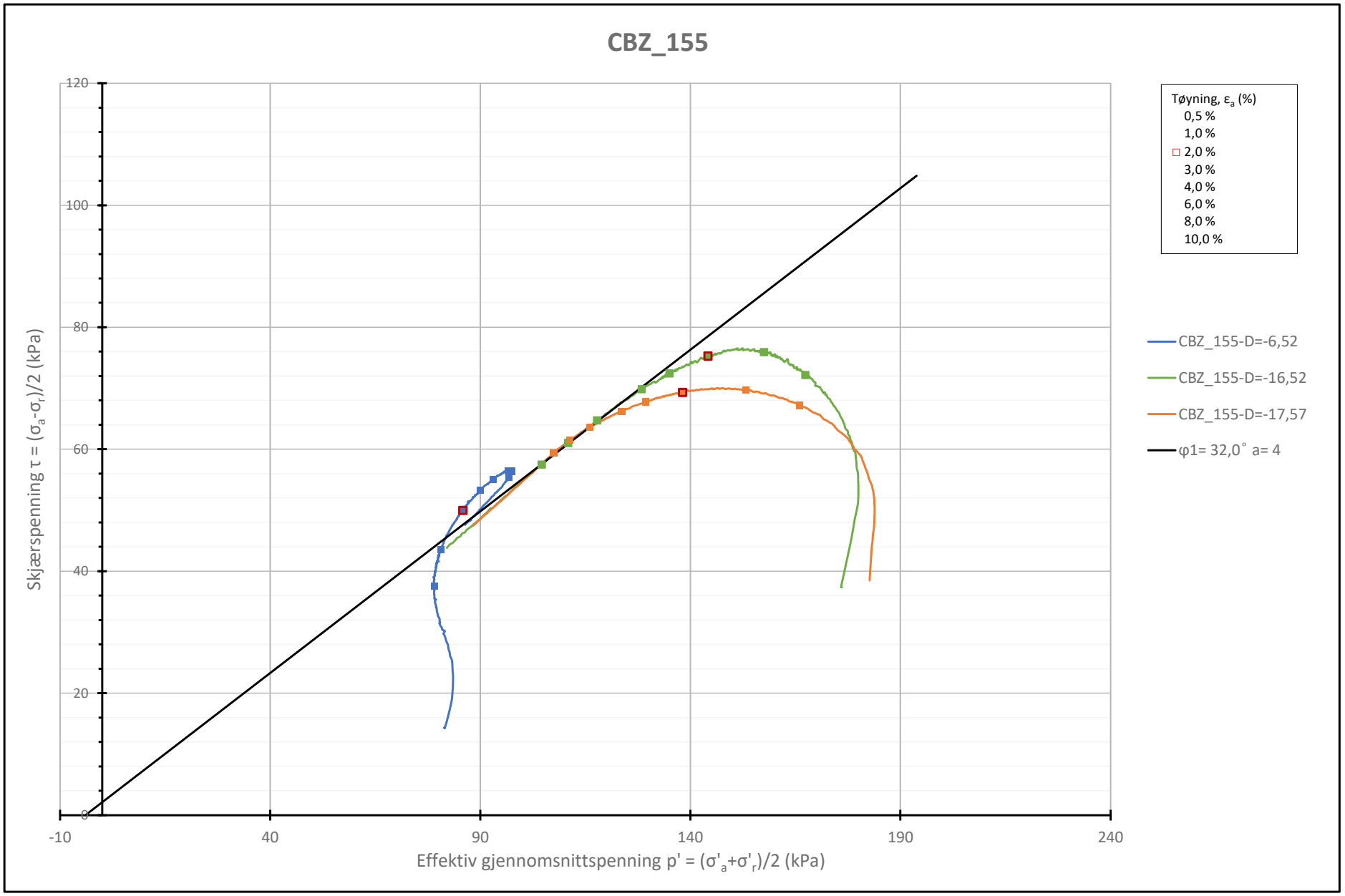


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_156-2 Kote +13,241
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 10.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_156-2_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

CPTu v.2020.01

VEDLEGG 11.7: TOLKNINGER SNITT D – SAMLEPLOTT SPENNINGSSTIER TREAKS I CBZ_155


CBZ_155
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
120
100
80
60
40
20
0
-10
40
90
140
190
240
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_155-D=-6,52
CBZ_155-D=-16,52
CBZ_155-D=-17,57
φ1= 32,0° a= 4

VEDLEGG 11.8: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_155

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	3,6
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	11,5
Dato sondering	11.05.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5582,0	129,2	250,8
Registrert etter sondering (kPa)	27,2	-1,6	1,9
Avvik under sondering(kPa)	27,2	1,6	1,9
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,7	0,0	0,2
Maksverdi under sondering (kPa)	15695,3	149,3	1300,7

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

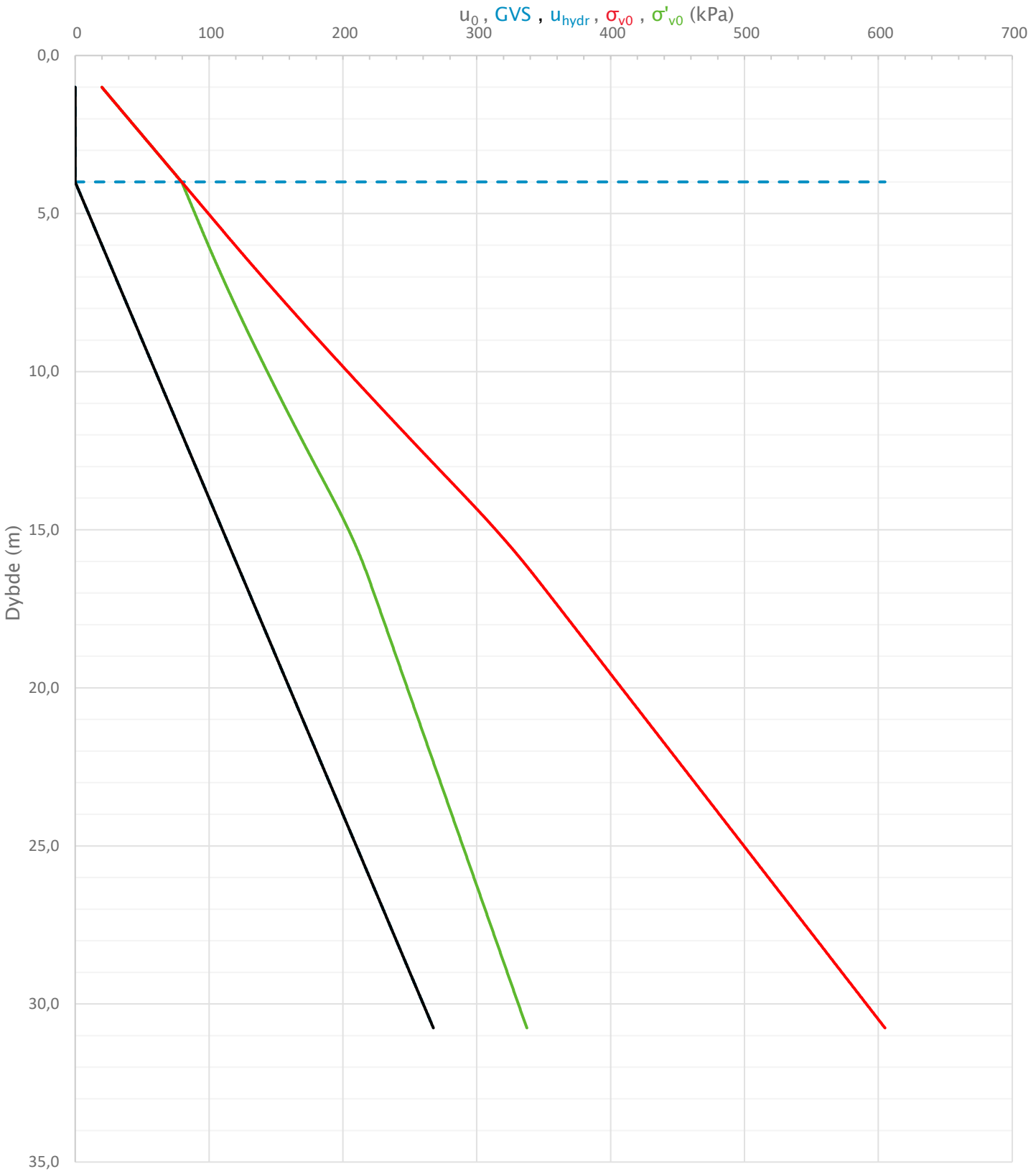
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**29,3**	**0,2**	**1,7**	**1,1**	**2,1**	**0,2**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

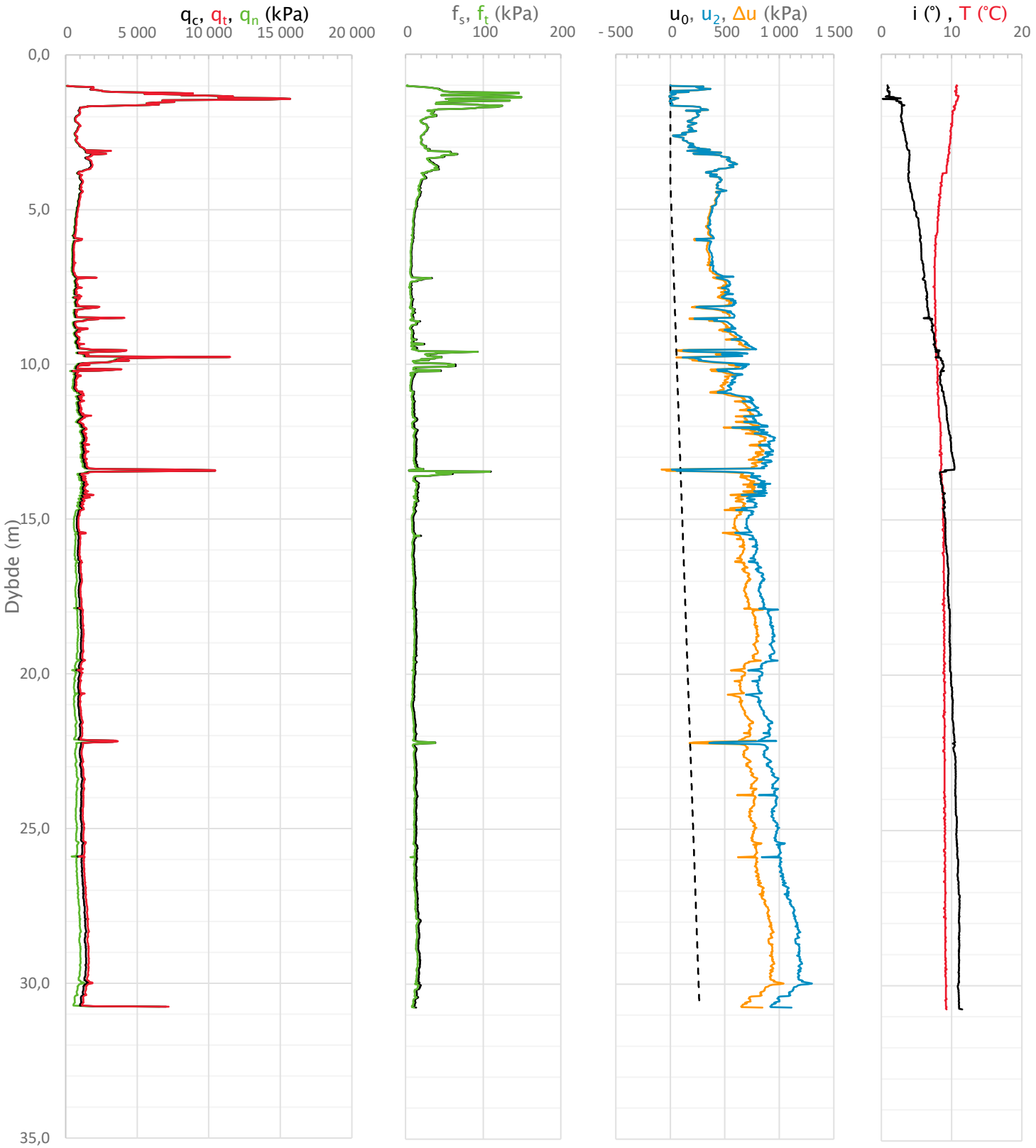
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

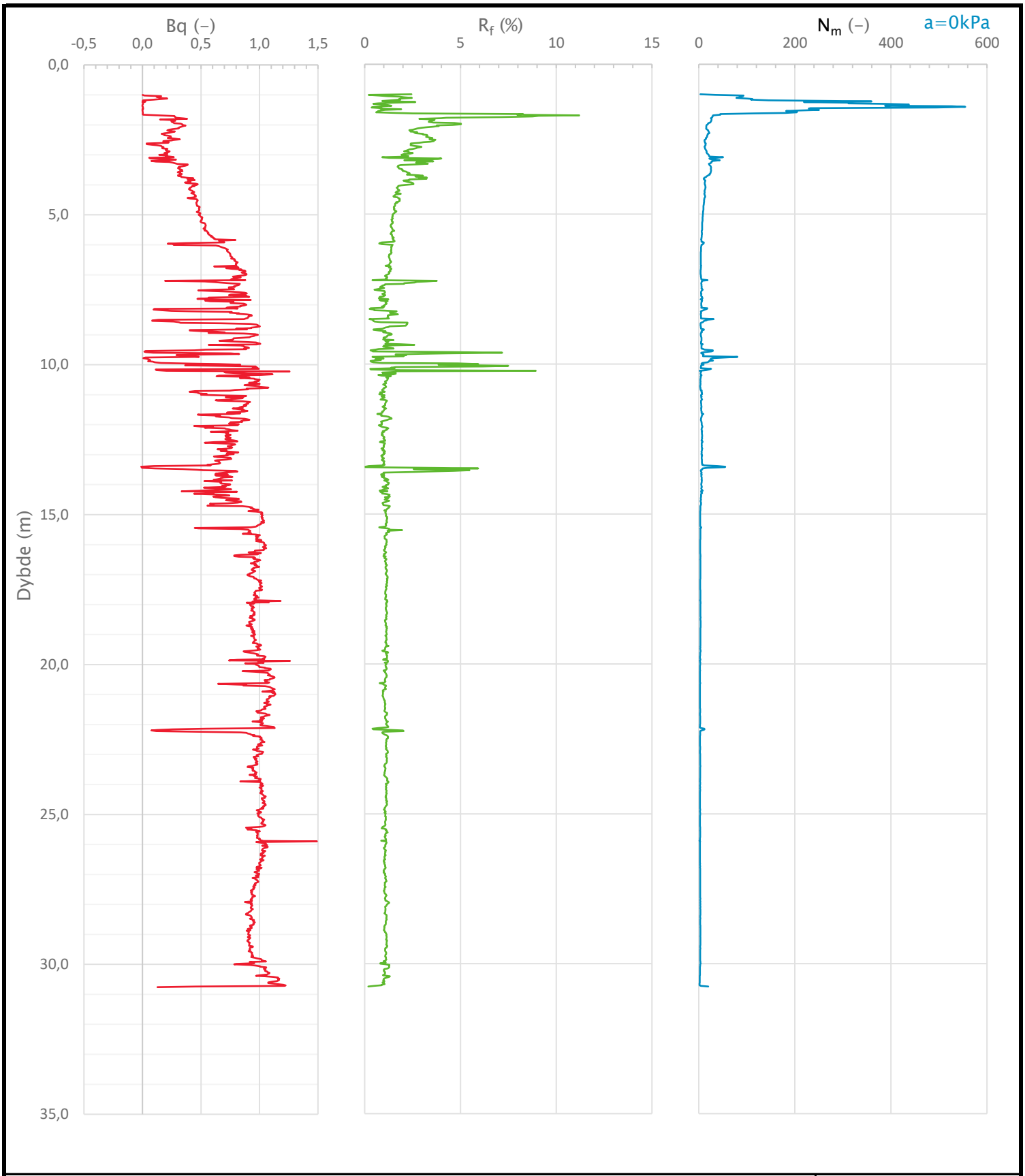
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull Kote +13,151: **CBZ_155**
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 11.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,151 **CBZ_155**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 11.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

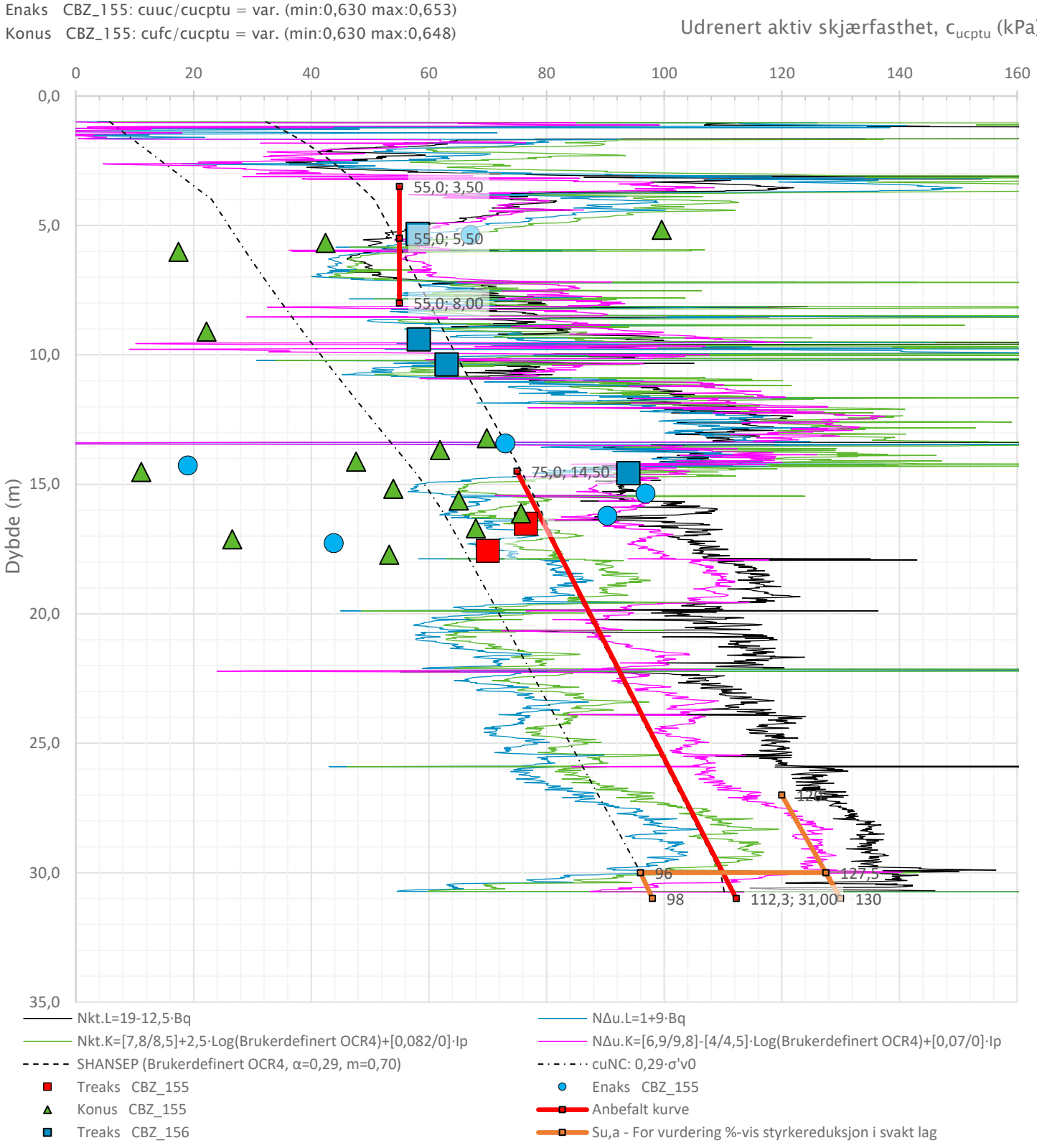


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_155** Kote +13,151
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 11.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

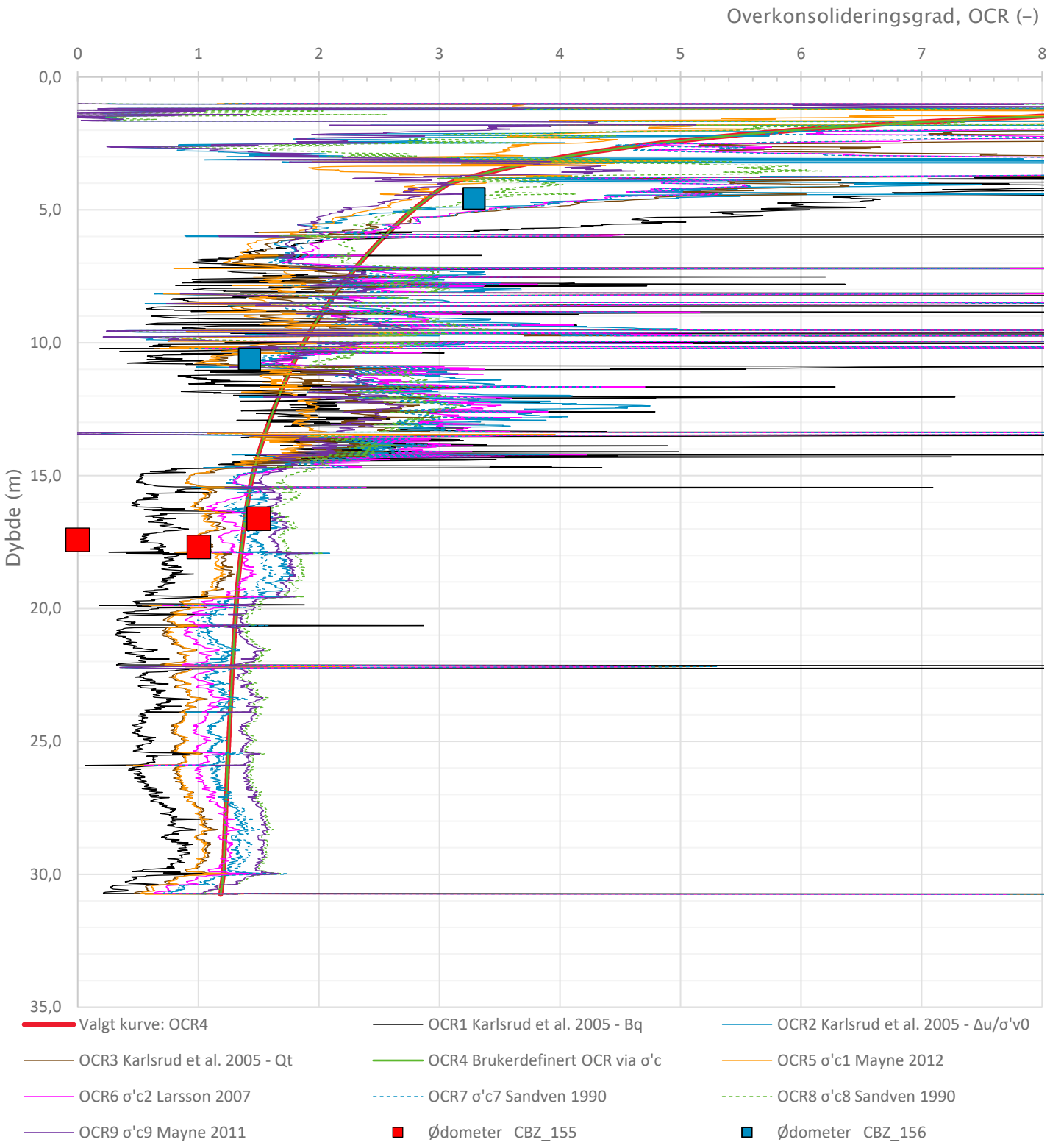


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +13,151 **CBZ_155**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 11.05.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 4

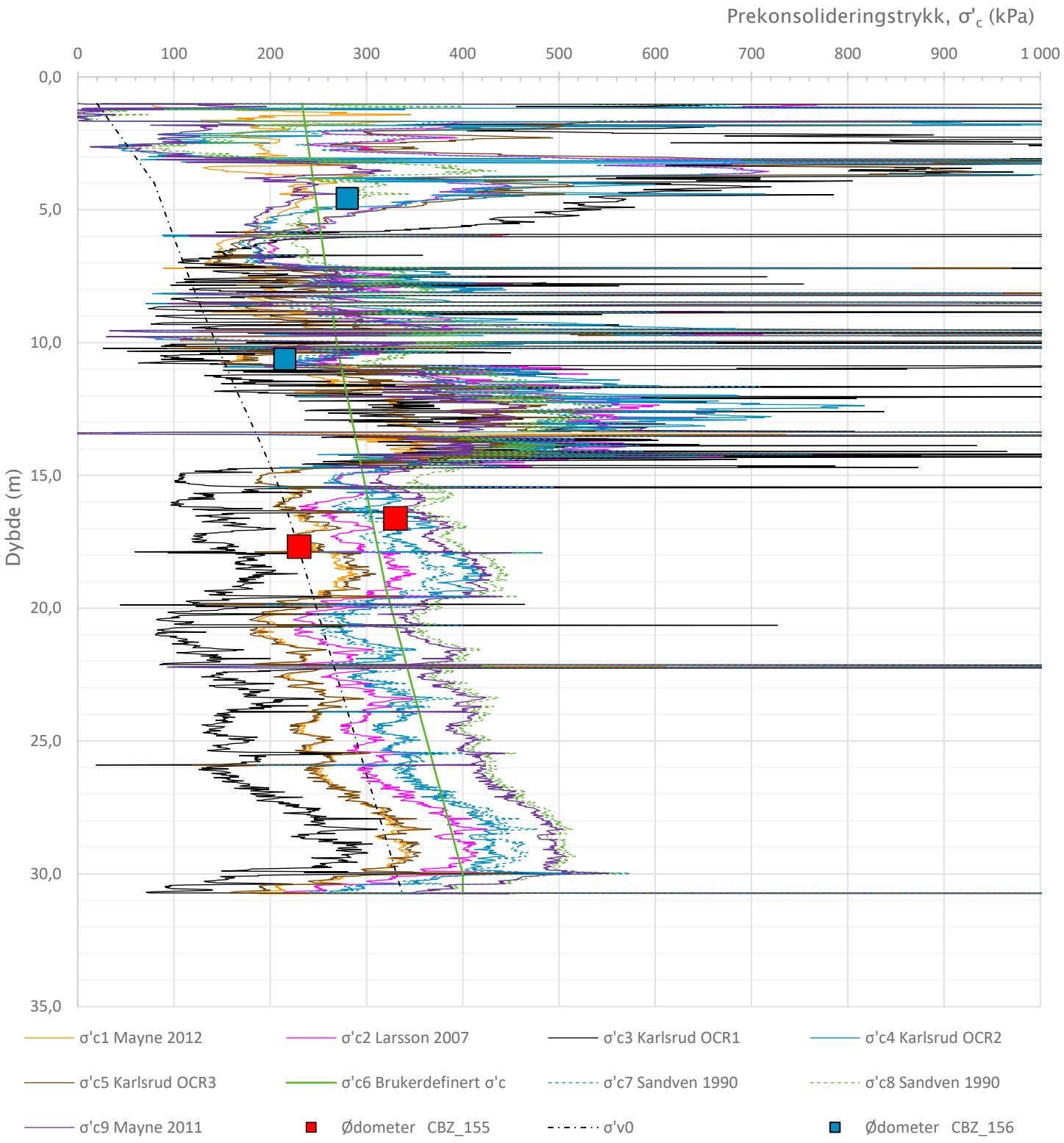
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_155: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_155: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,653)
Konus CBZ_155: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,648)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_155 Kote +13,151
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 11.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_155** Kote +13,151
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 11.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_155** Kote +13,151
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 11.05.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_155_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

CPTu v.2020.01

VEDLEGG 11.9: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_124

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	4,5
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	18,9
Dato sondering	13.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5610,2	127,4	247,9
Registrert etter sondering (kPa)	-6,8	0,0	-0,3
Avvik under sondering(kPa)	6,8	0,0	0,3
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,2	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	13447,3	190,7	1195,1

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

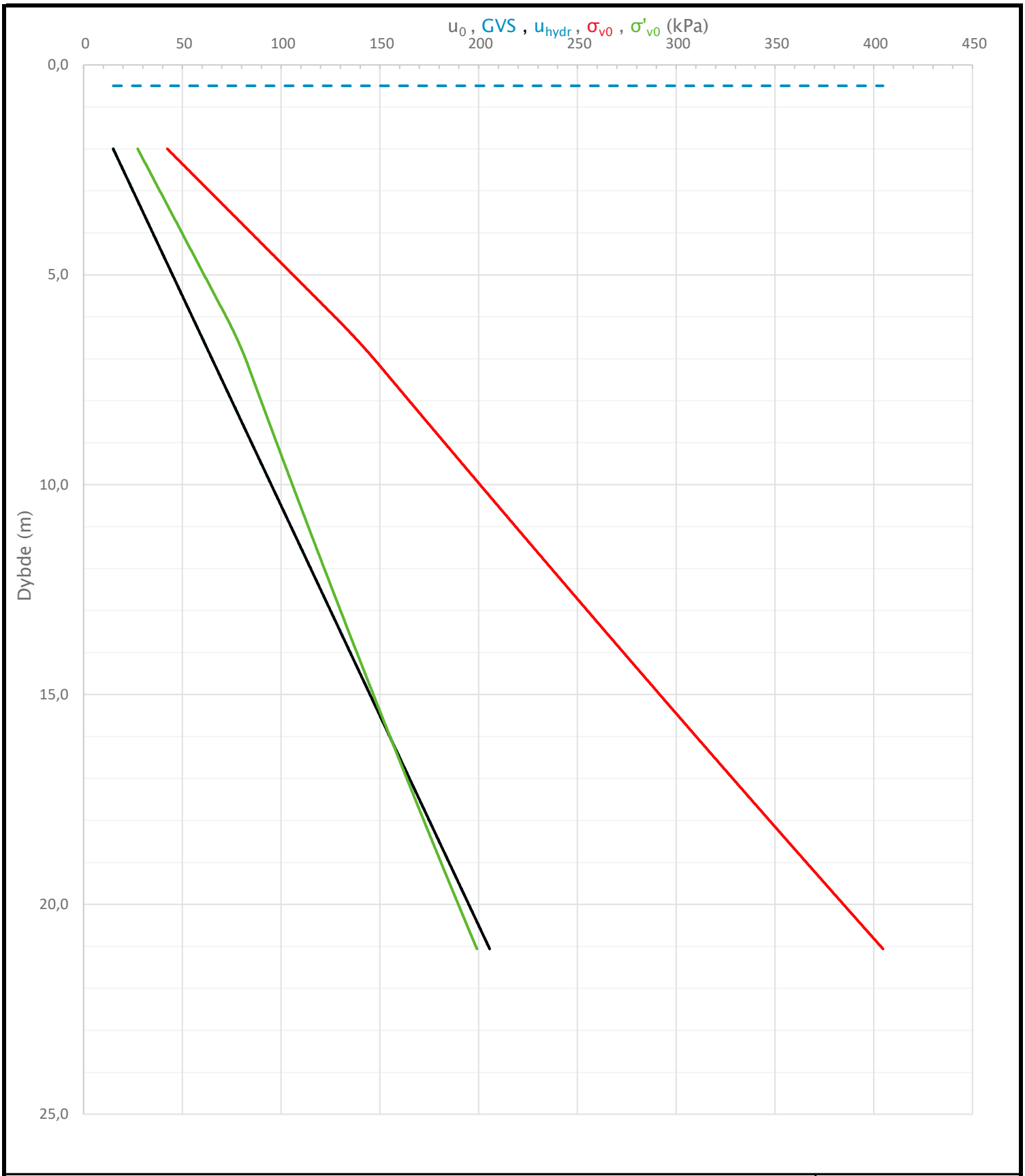
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**9,5**	**0,1**	**0,1**	**0,0**	**0,5**	**0,0**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

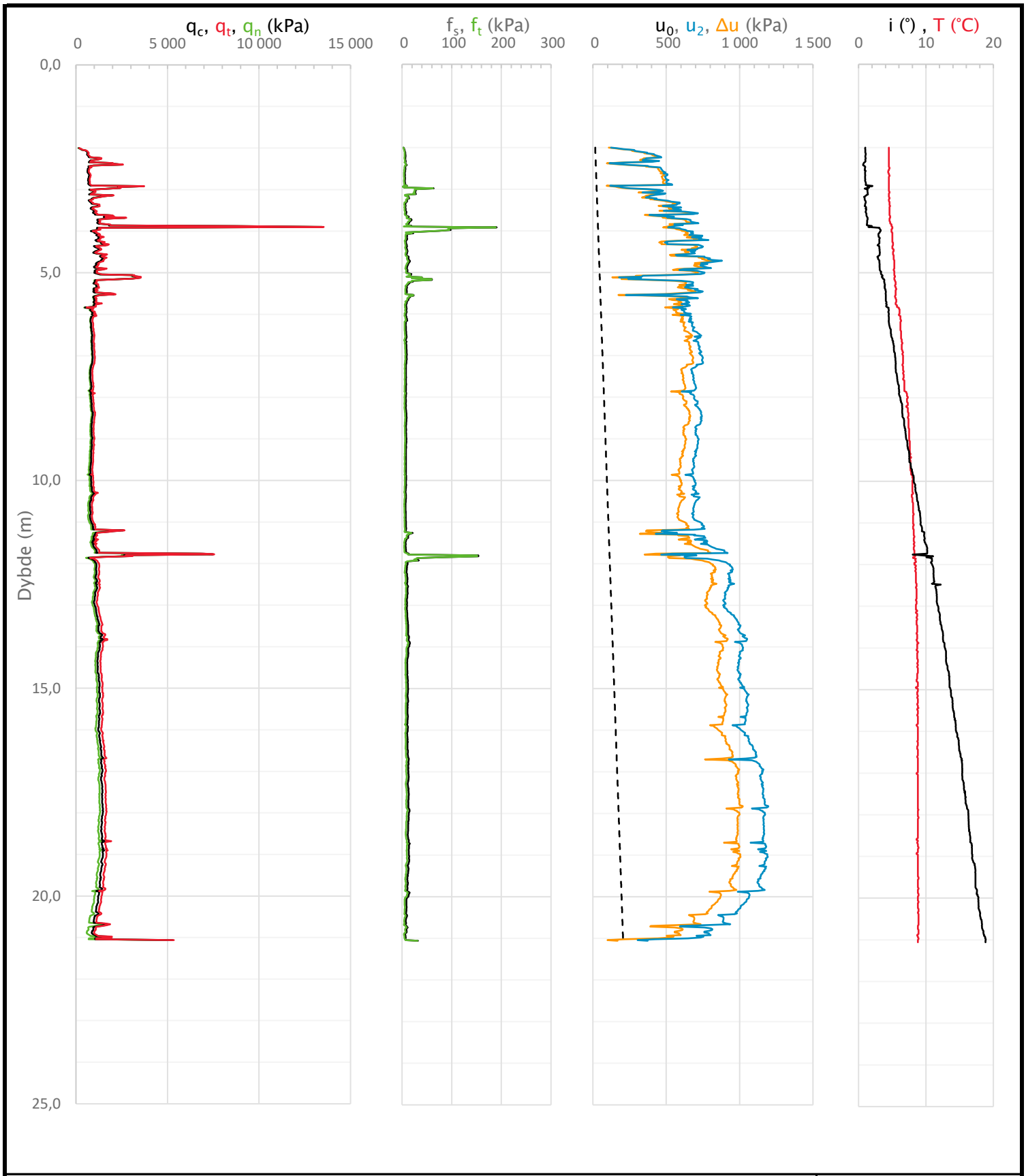
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	Ikke OK	OK

Kommentarer:

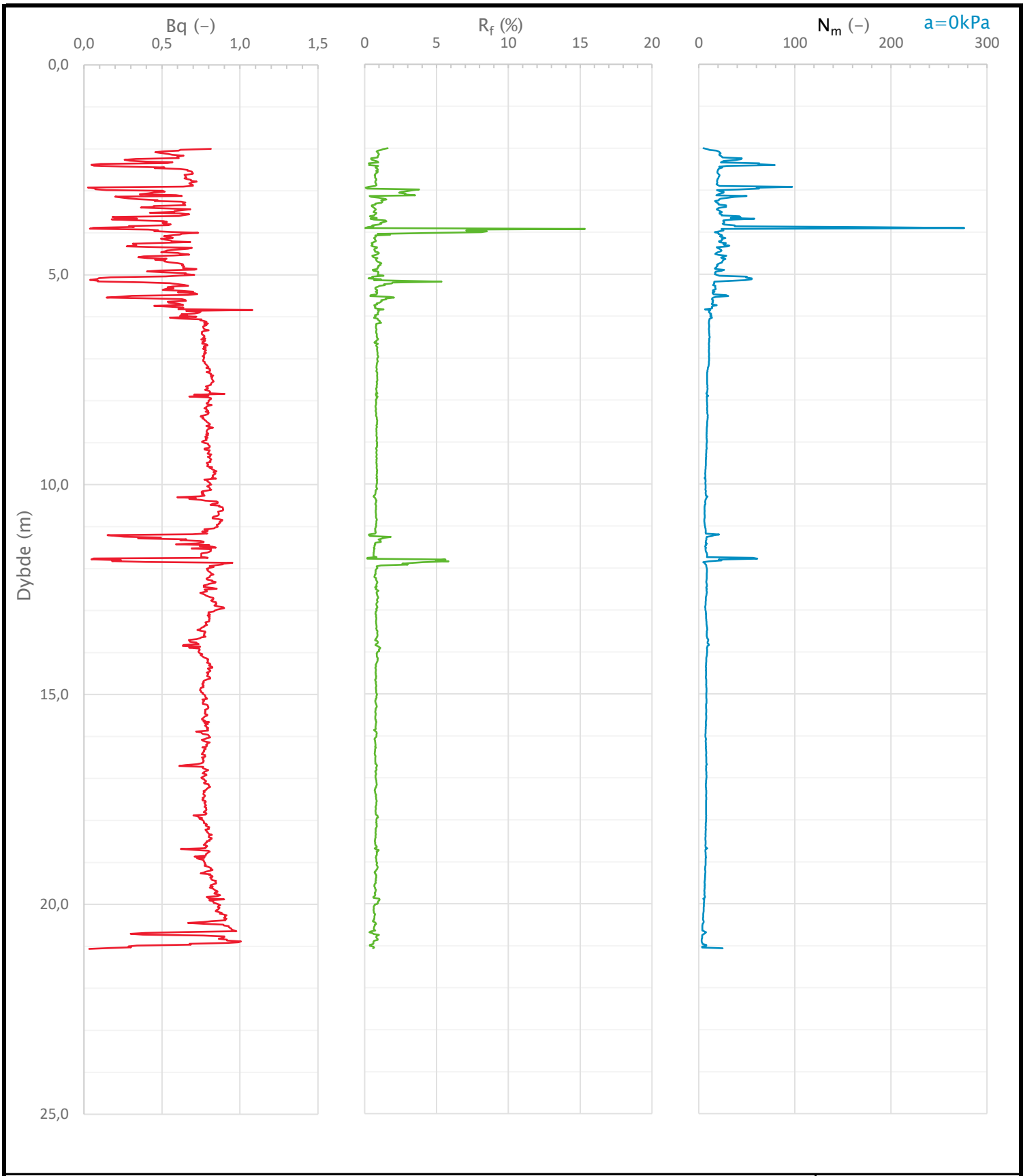
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_124** Kote +5,201
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_124 Kote +5,201
Innhold: In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 2

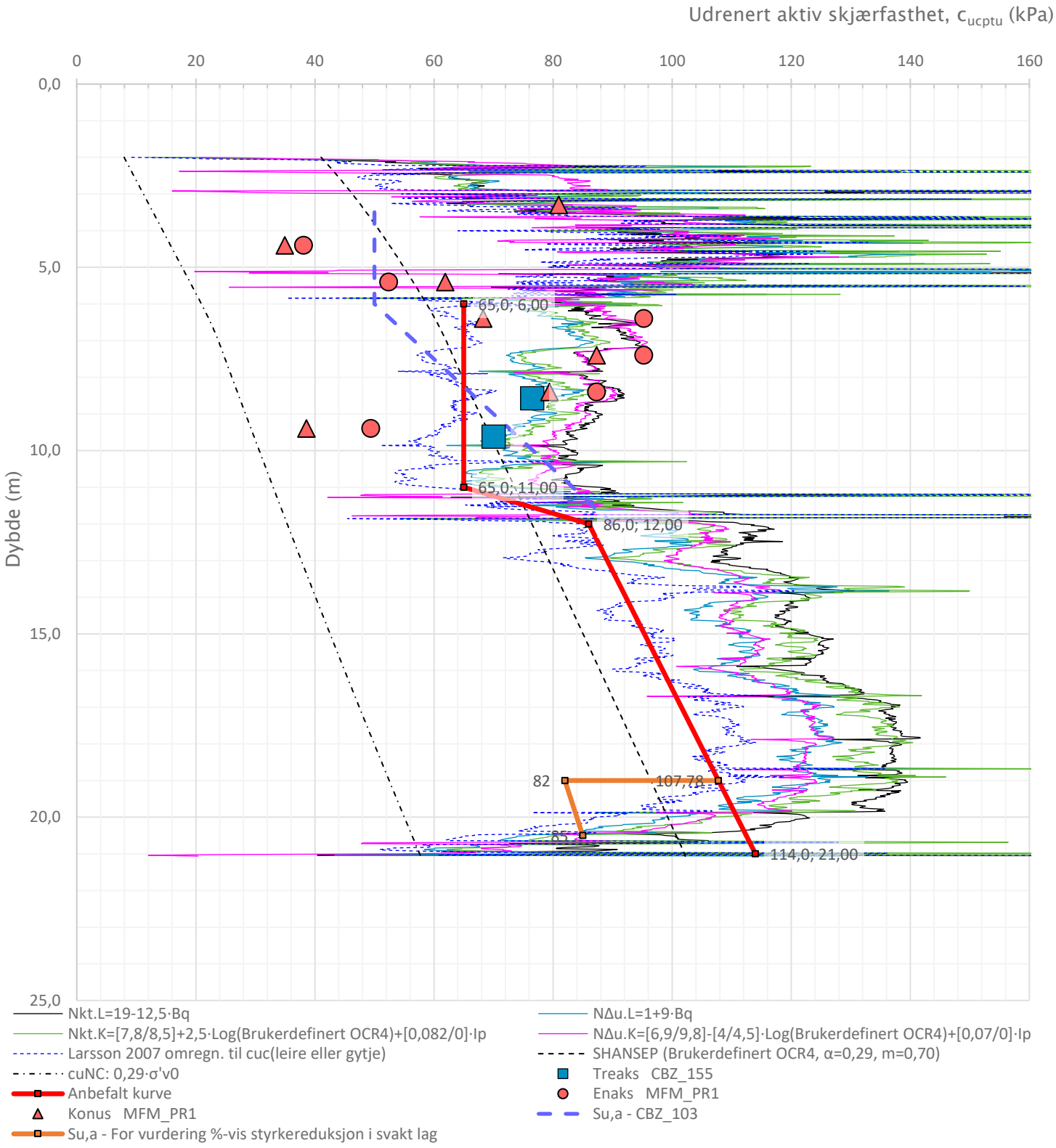


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_124** Kote +5,201
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

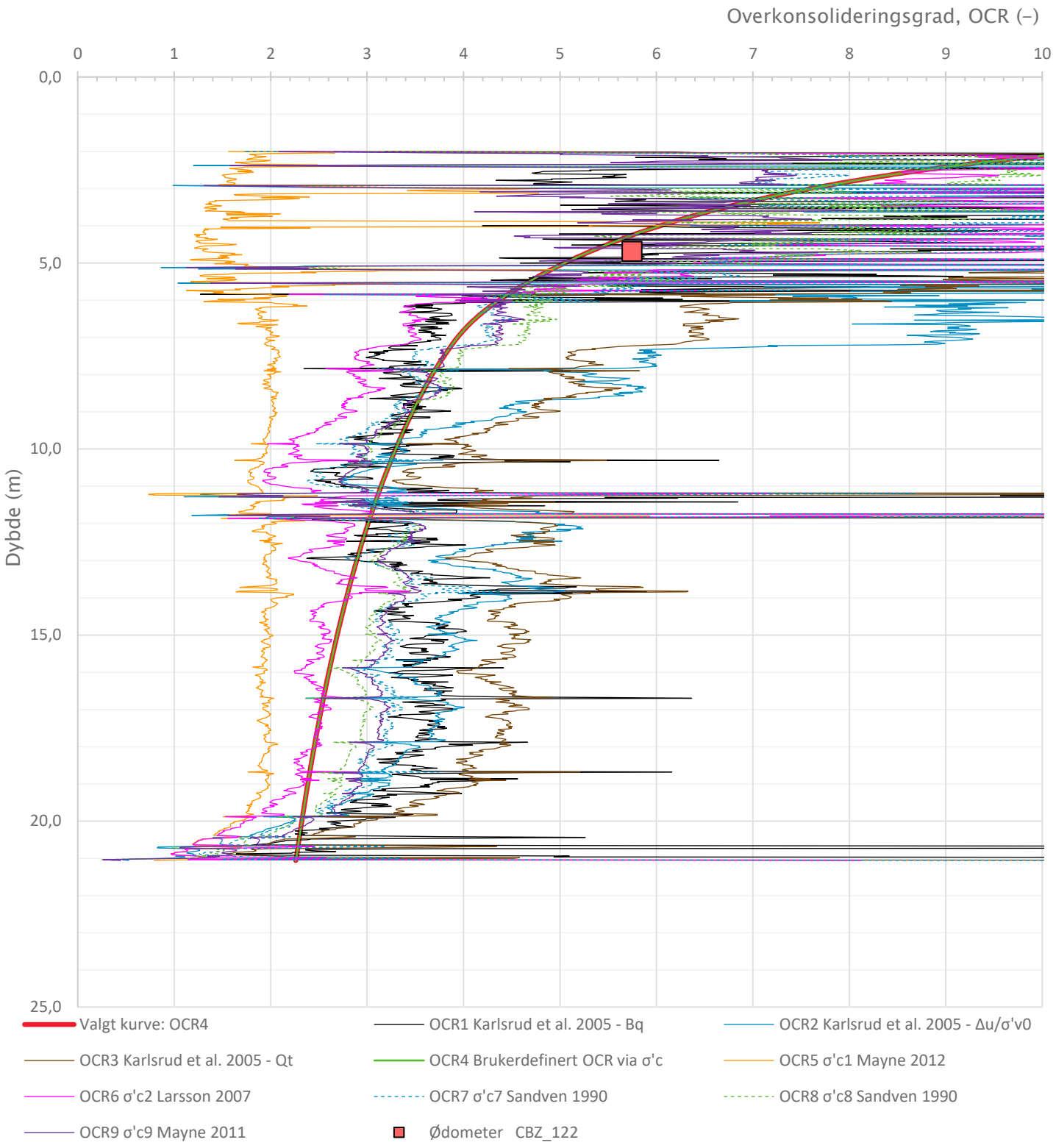


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_124 Kote +5,201
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

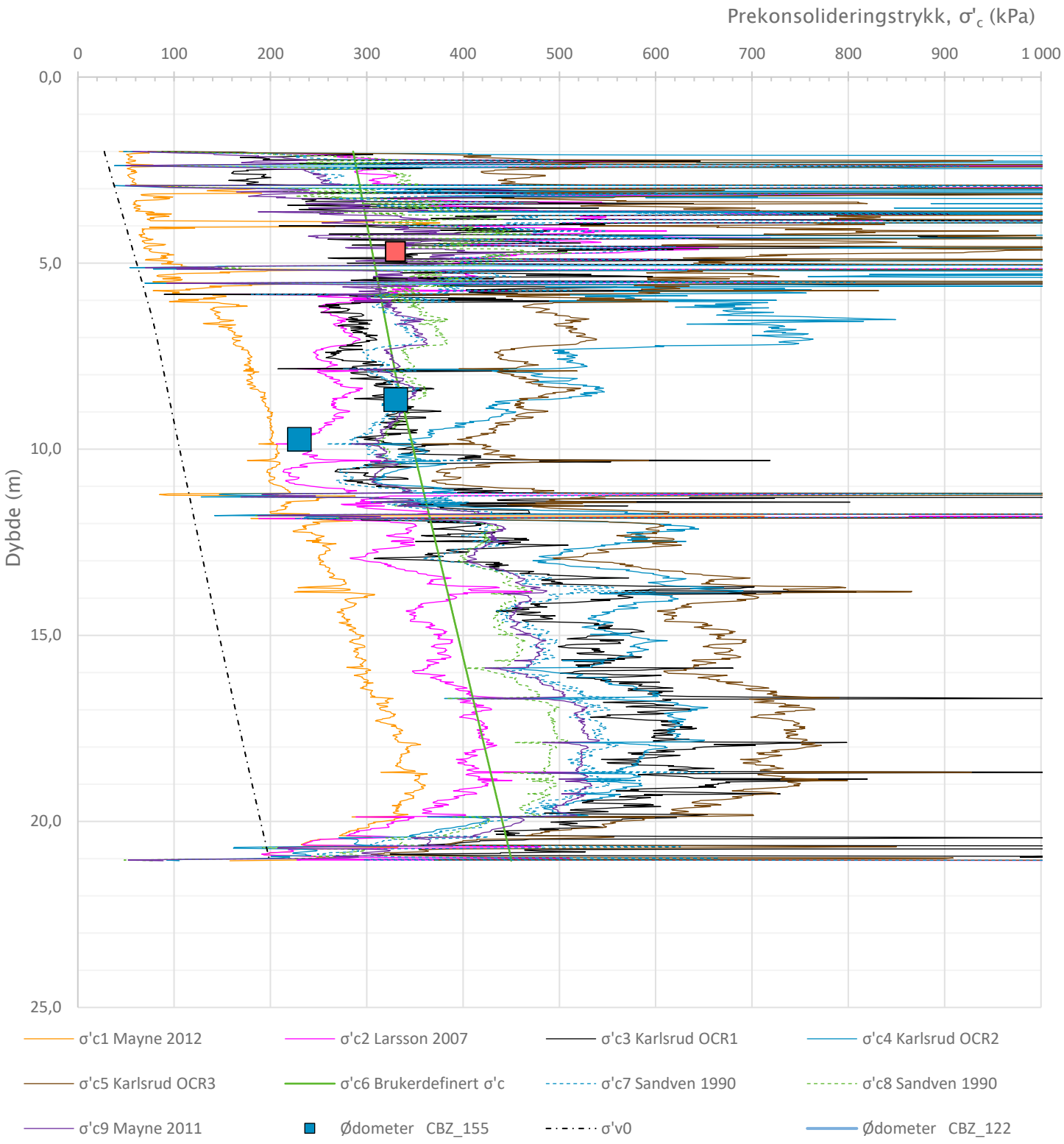
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_155: cuC/cucptu = 1,000



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_124 Kote +5,201
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_124** Kote +5,201
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +5,201 **CBZ_124**
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 9

VEDLEGG 11.10: TOLKNINGER SNITT D – CPT-SONDERING CBZ_103

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	3,7
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	6,9
Dato sondering	13.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5610,2	127,0	249,1
Registrert etter sondering (kPa)	14,5	-0,7	-2,9
Avvik under sondering(kPa)	14,5	0,7	2,9
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,8	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	4428,4	20,6	909,8

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

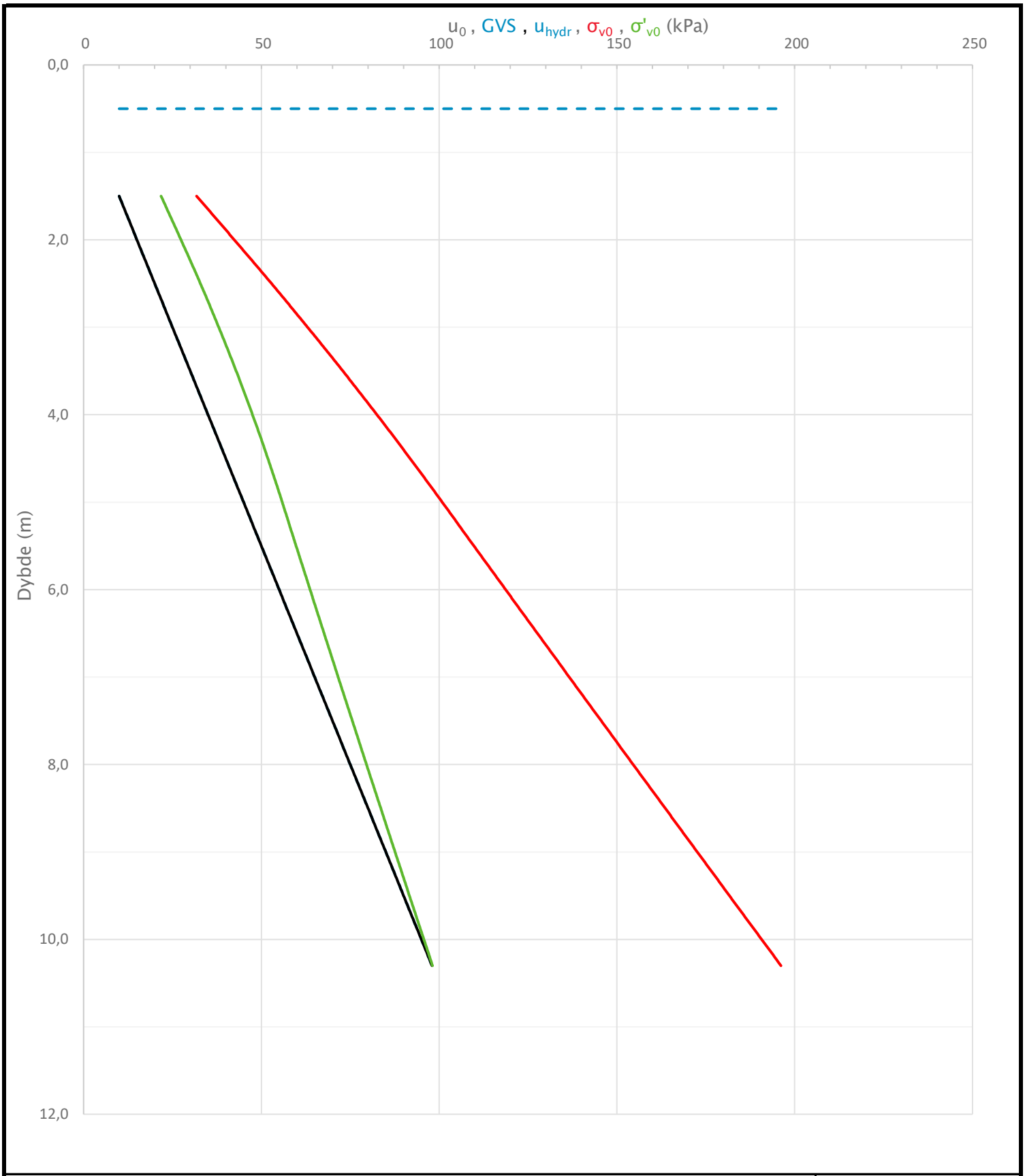
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**16,8**	**0,4**	**0,7**	**3,6**	**3,0**	**0,3**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

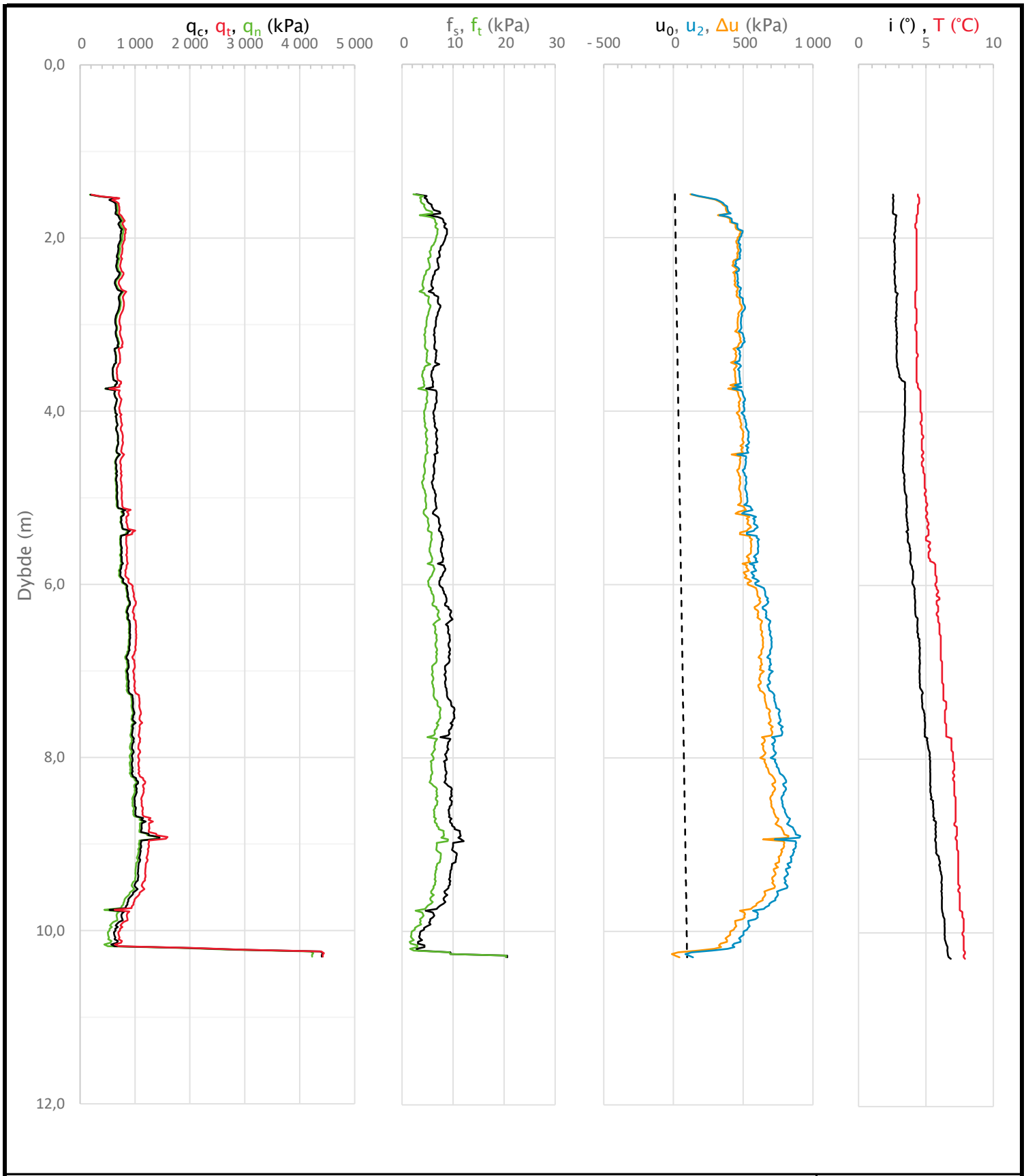
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

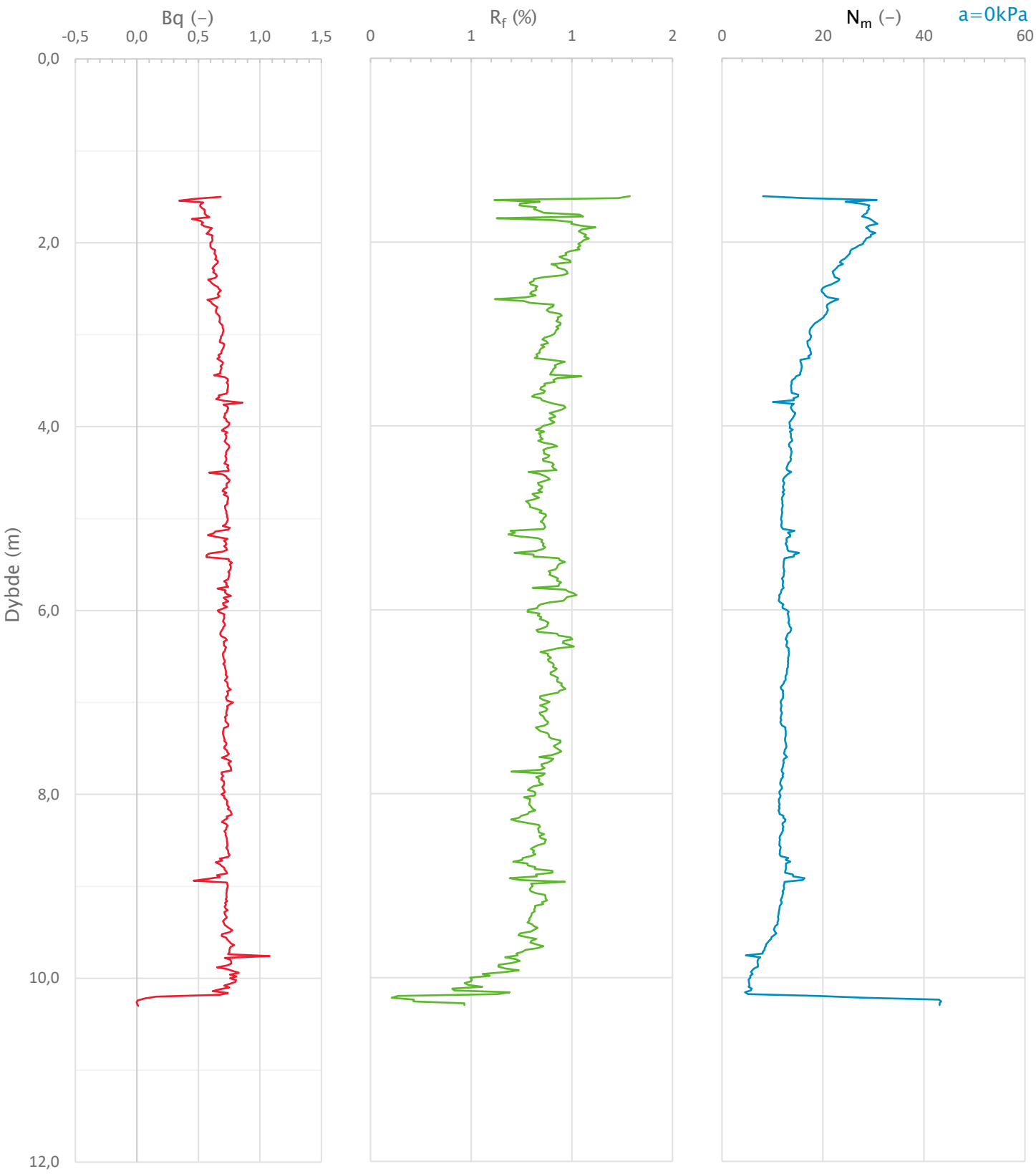
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull Kote +3,064: **CBZ_103**
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



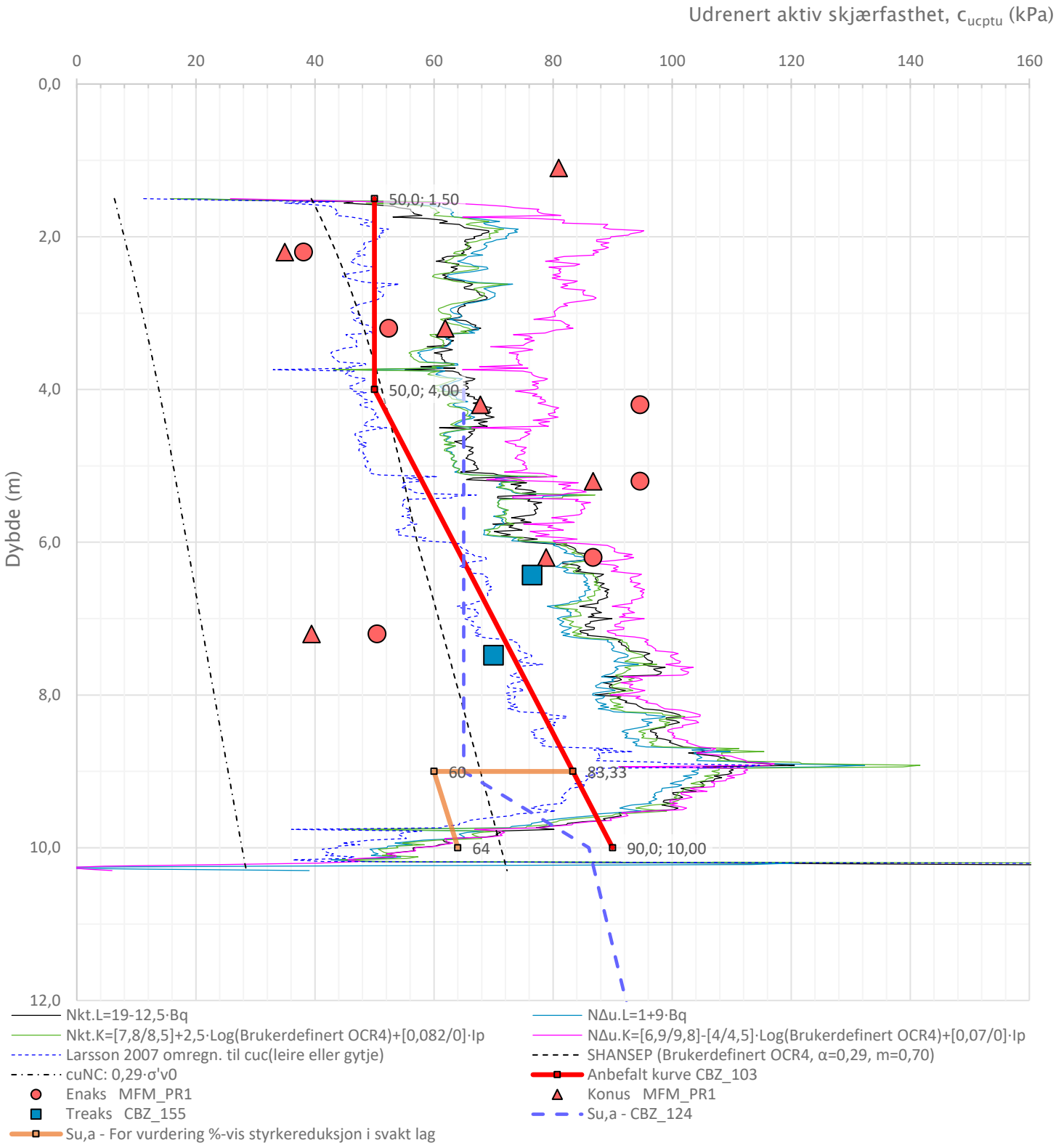
Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +3,064 **CBZ_103**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: CBZ_103 (Kote +3,064)
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

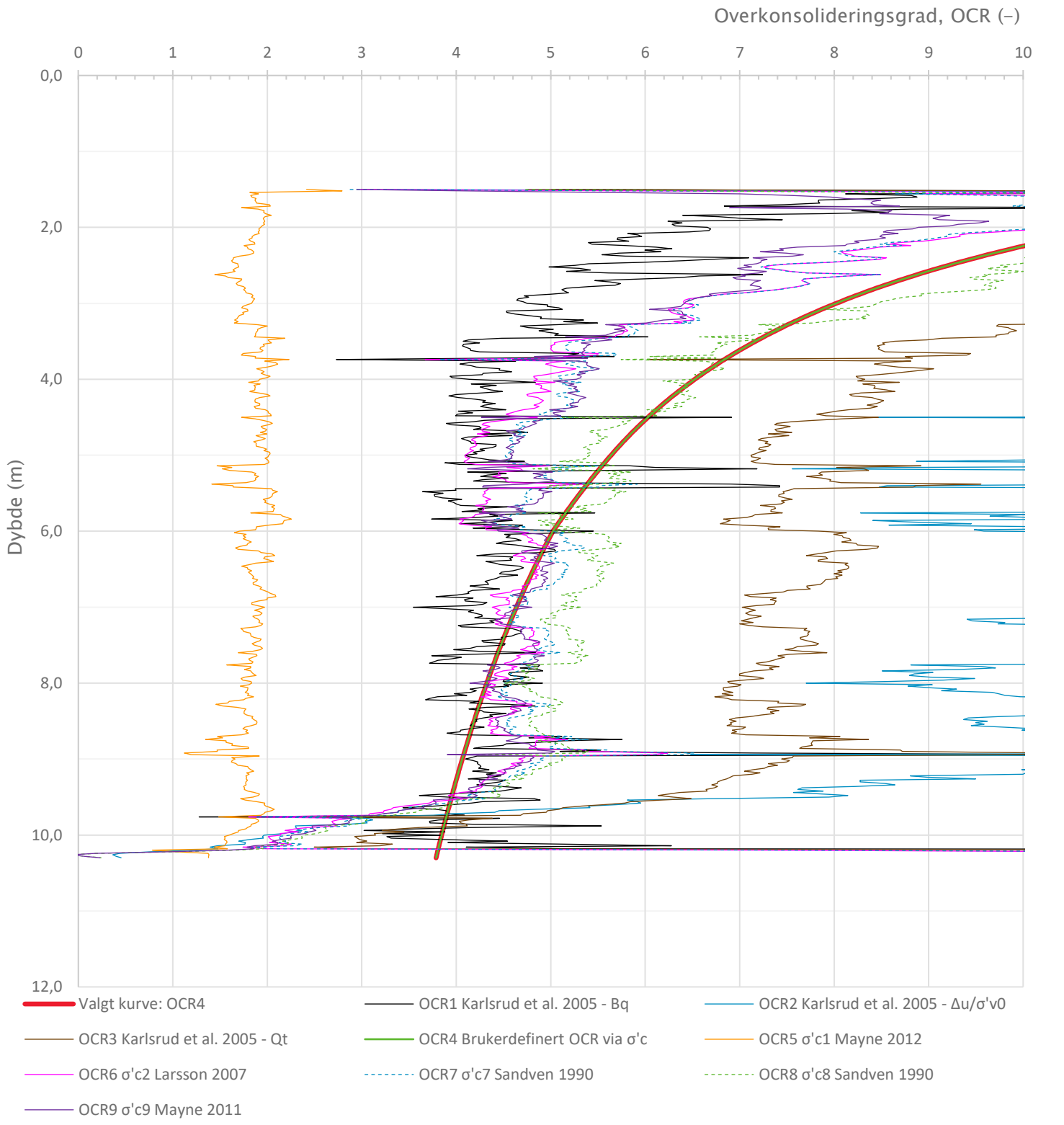


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_103 Kote +3,064
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

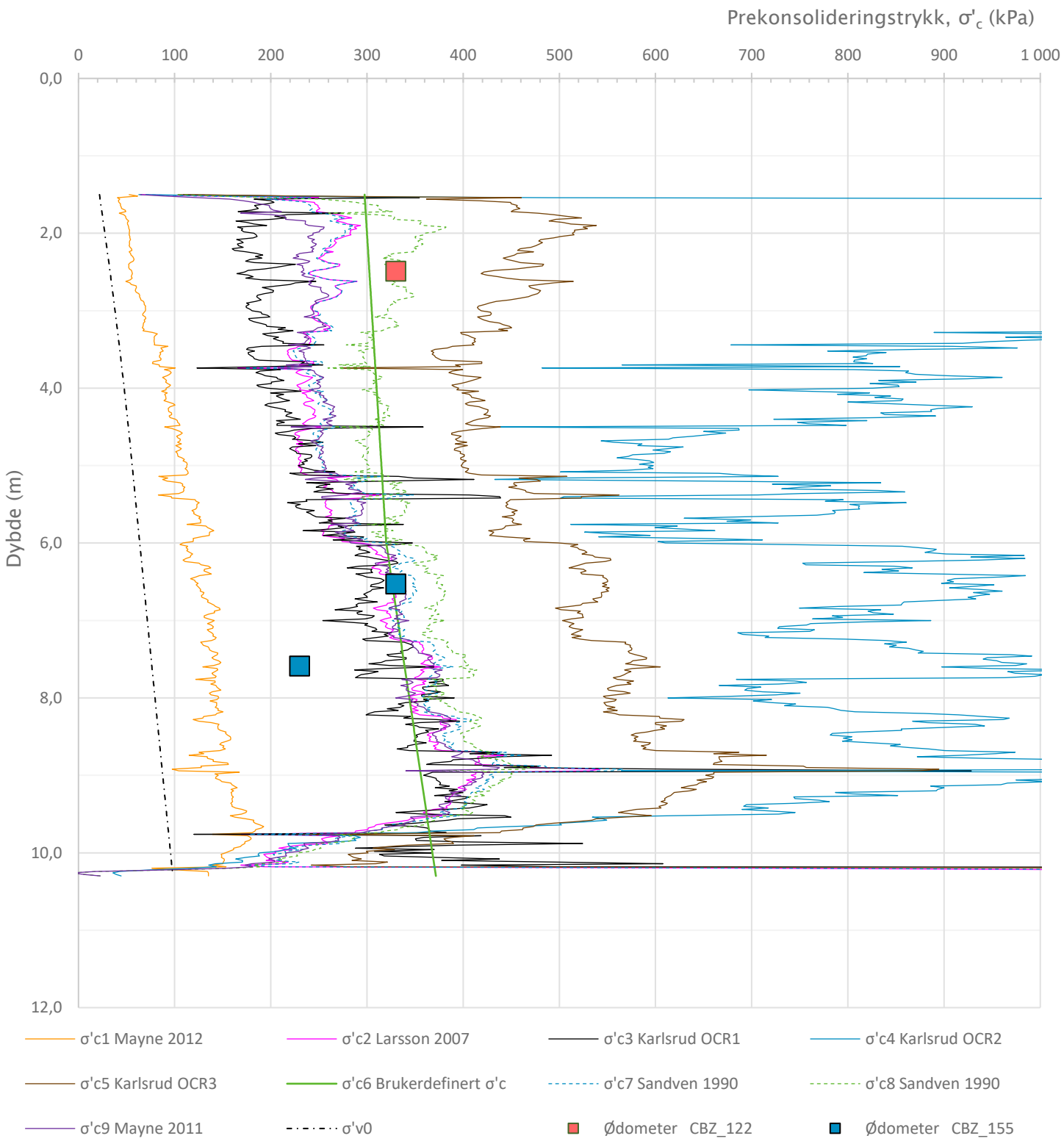


Prosjekt	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28	Borhull Kote +3,064
Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger		**CBZ_103**
Innhold		Sondenummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		**4534**

	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
GEO VITA	AAU	MKR	AAU	1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Ekstern konsulent	13.03.2023	Rev. dato	5



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger** Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull Kote +3,064 **CBZ_103**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_103 Kote +3,064
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 12.1: TOLKNINGER SNITT E – CPT-SONDERING CBZ_158-1

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1,6
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	17,6
Dato sondering	20.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5596,5	128,4	251,7
Registrert etter sondering (kPa)	-7,7	-1,9	0,8
Avvik under sondering(kPa)	7,7	1,9	0,8
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,8	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	21472,9	128,9	1205,8

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

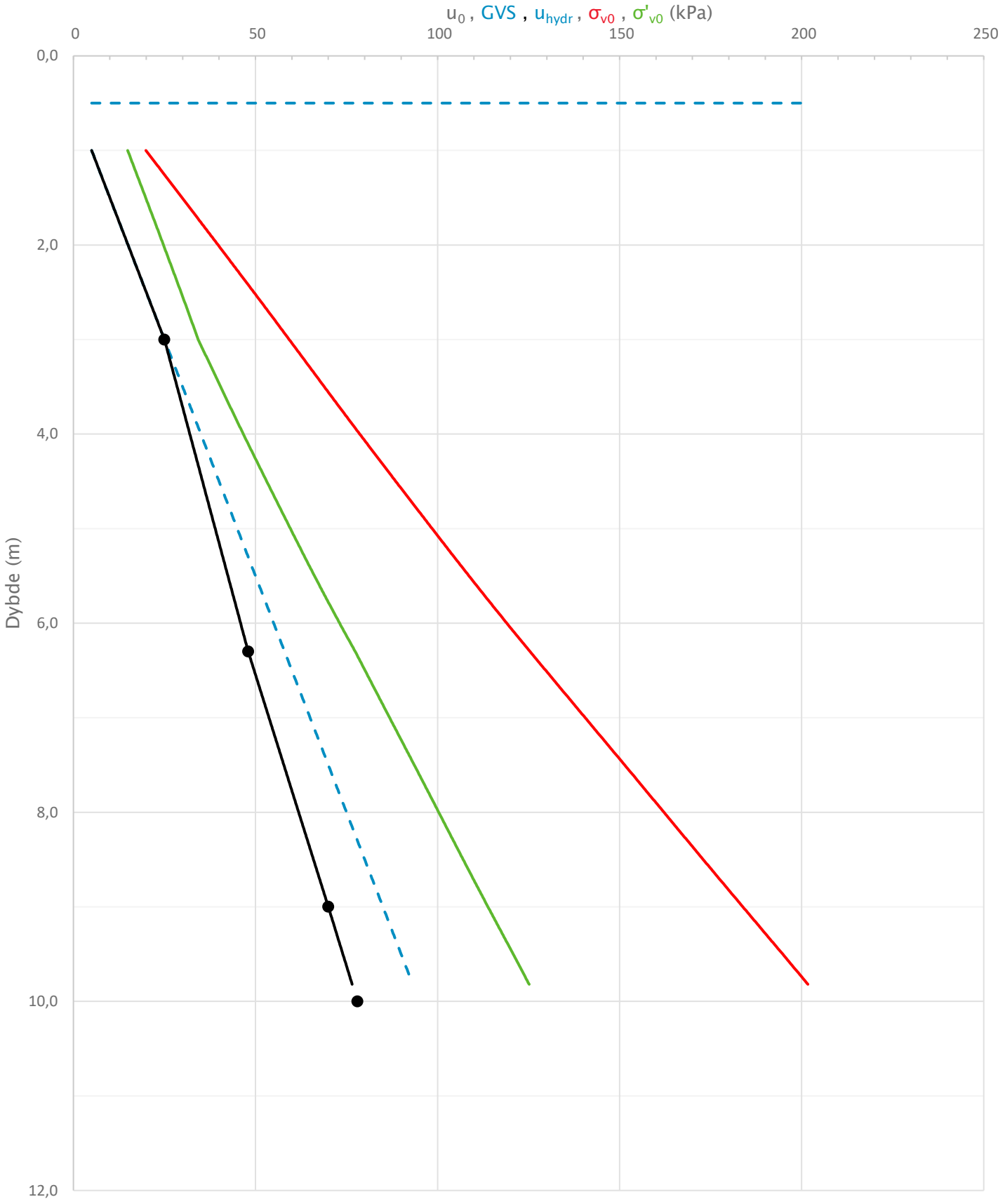
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**8,9**	**0,0**	**1,9**	**1,5**	**0,9**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

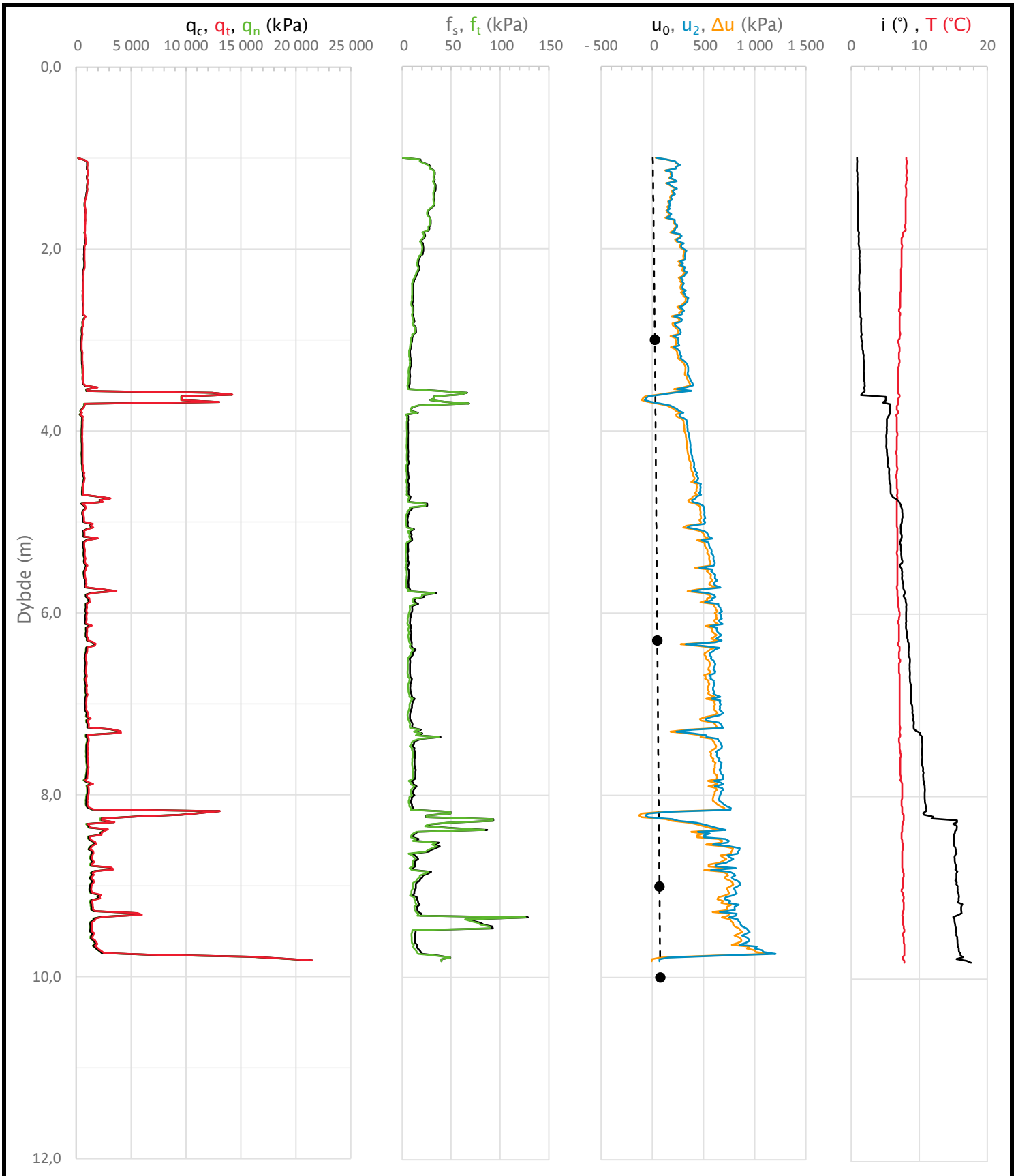
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	Ikke OK	OK

Kommentarer:

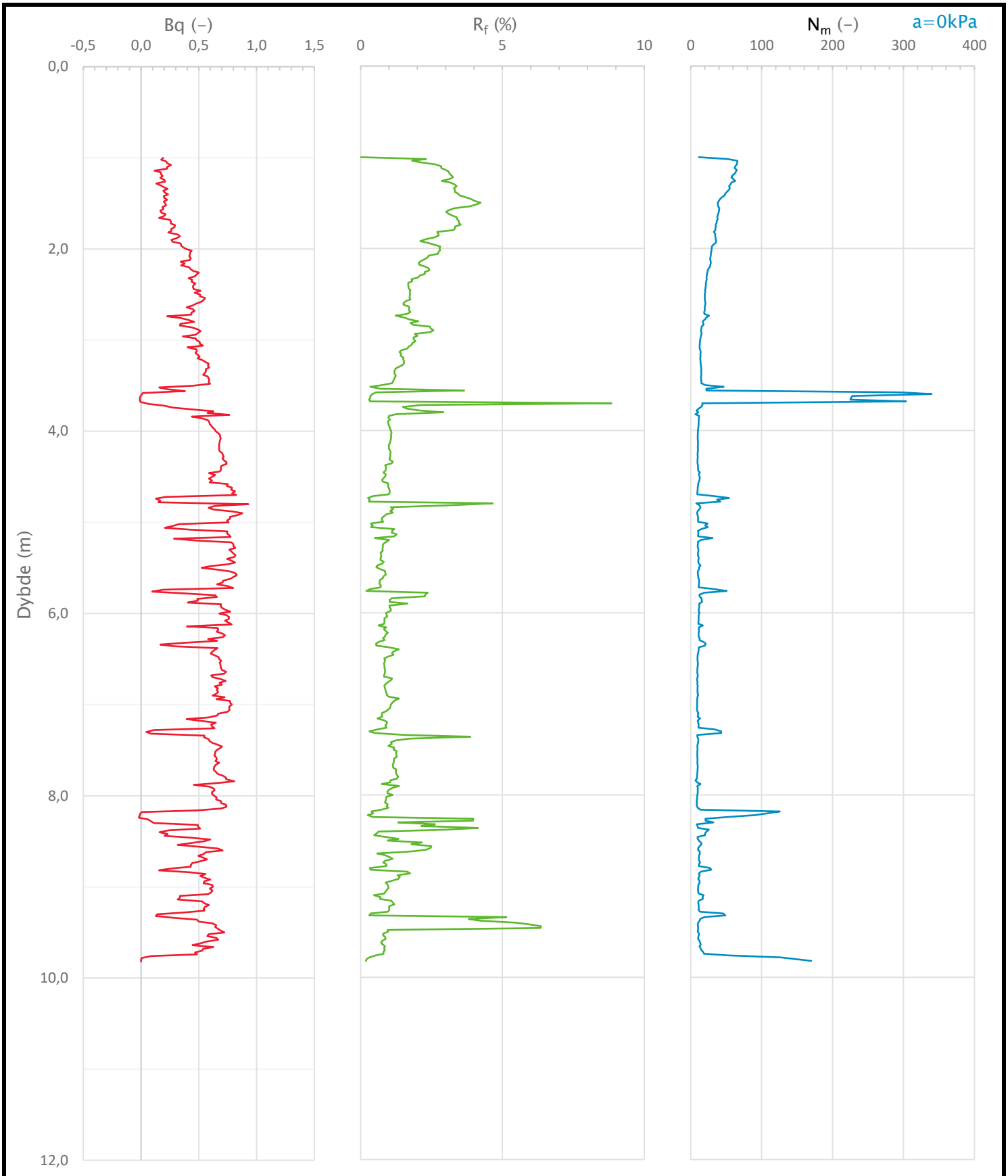
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_158-1** Kote +10,274
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +10,274 **CBZ_158-1**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 20.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

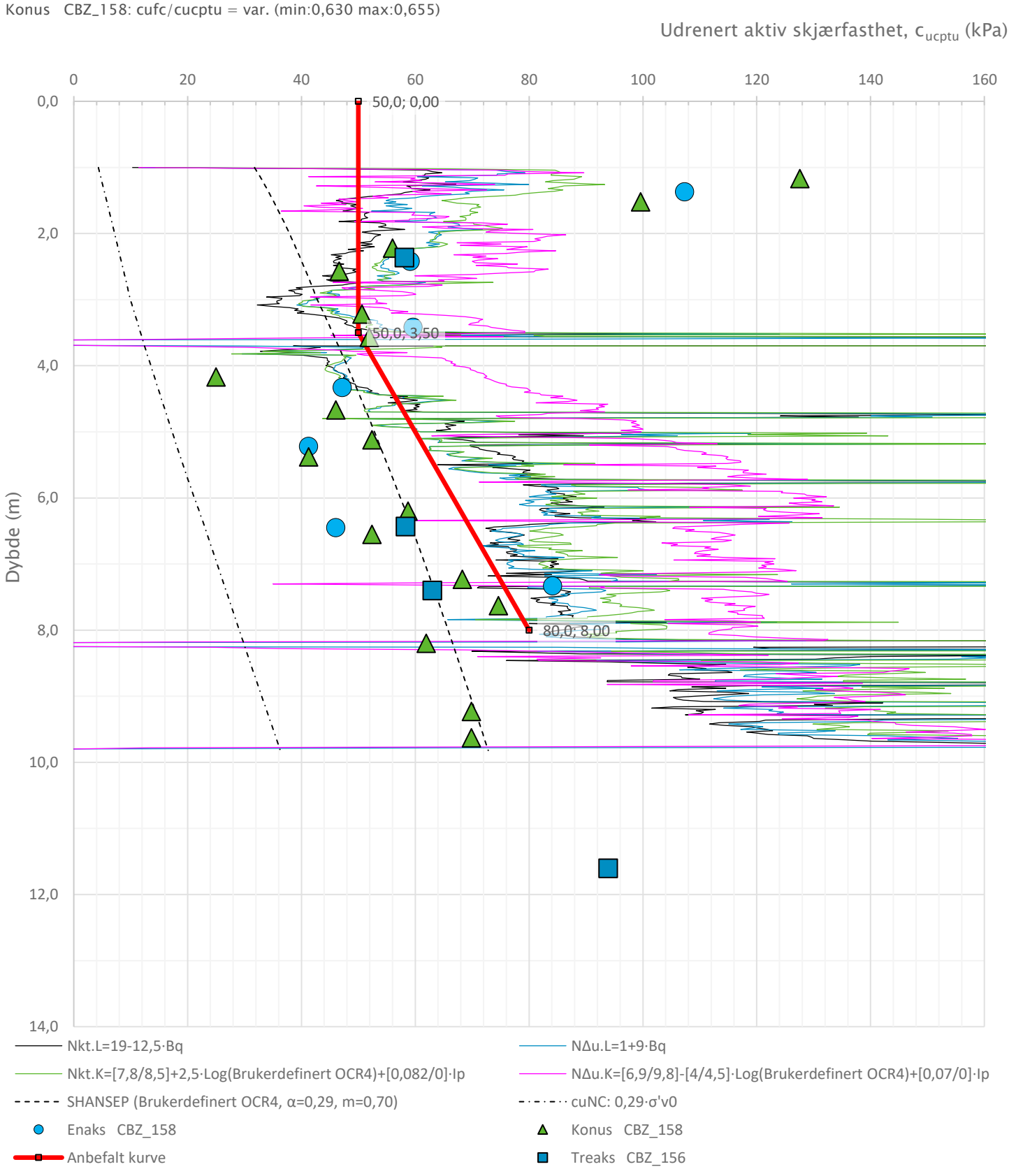


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_158-1 Kote +10,274
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

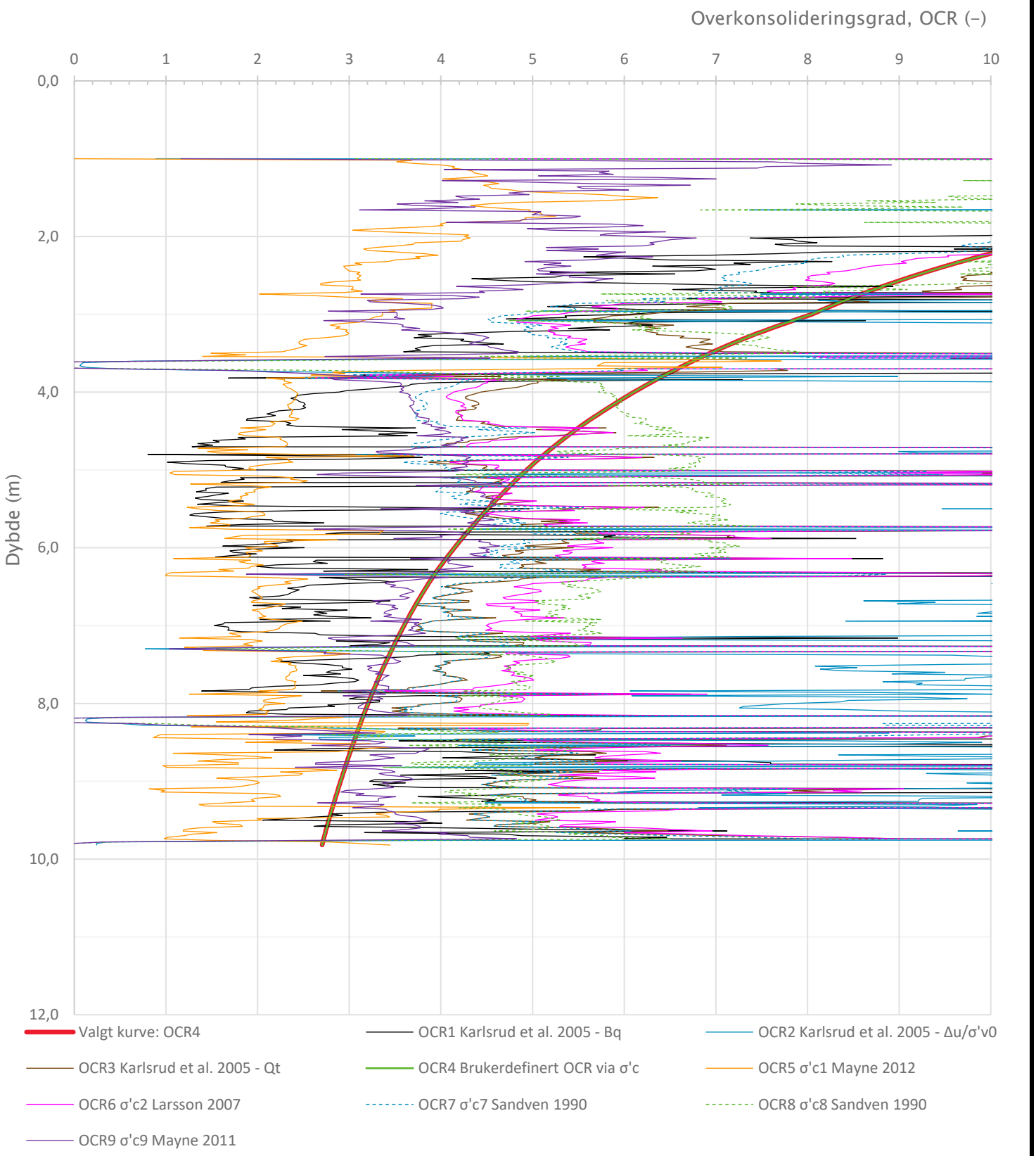


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +10,274 **CBZ_158-1**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 20.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 4

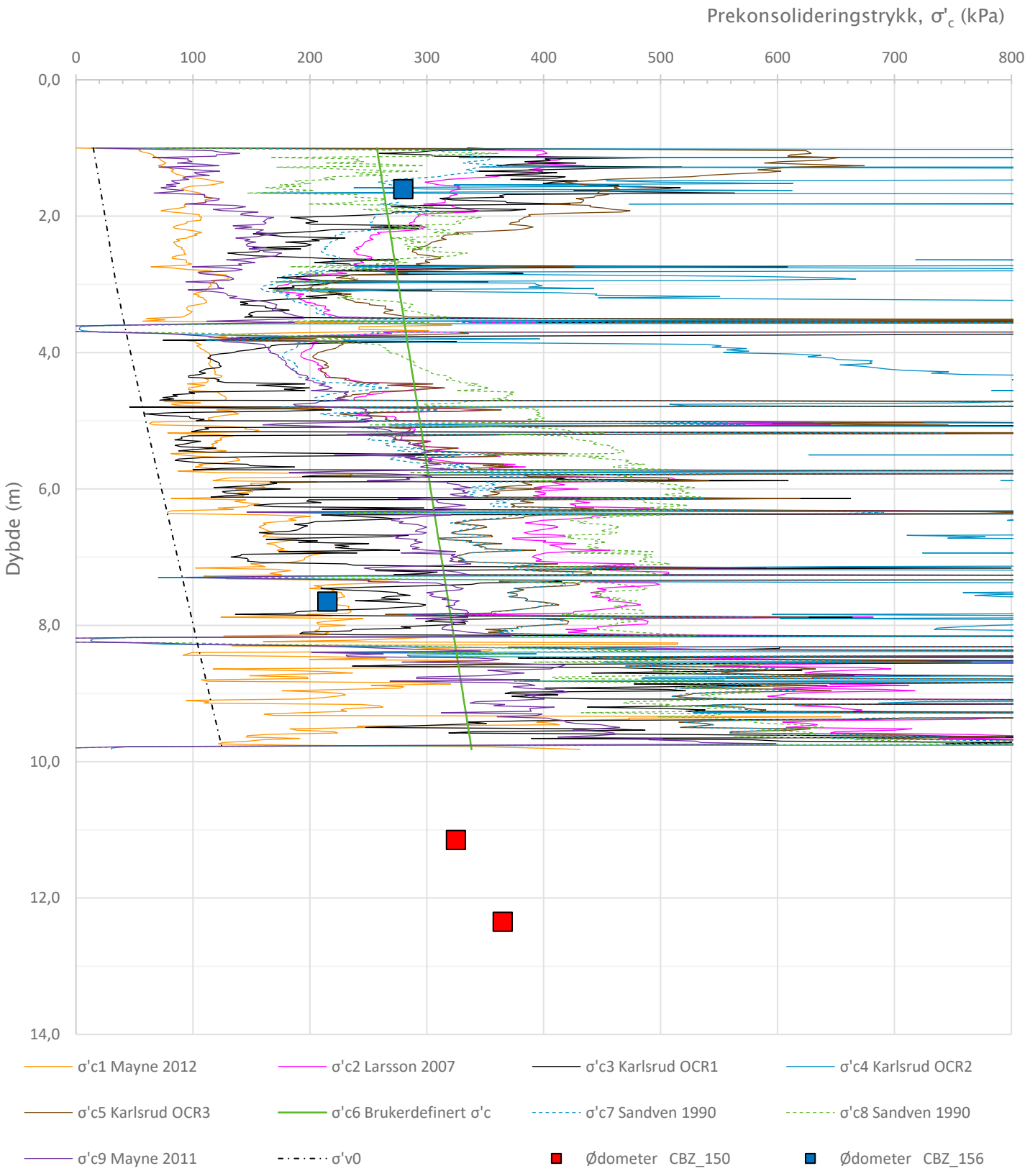
Anisotropiforhold i figur:
Enaks CBZ_158: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,654)
Konus CBZ_158: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,655)



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_158-1** Kote +10,274
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt: Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull: CBZ_158-1 (Kote +10,274)
Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger				
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_158-1 Kote +10,274
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 12.2: TOLKNINGER SNITT E – CPT-SONDERING CBZ_158-2

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1,4
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	5,3
Dato sondering	20.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5593,3	127,7	252,3
Registrert etter sondering (kPa)	-20,0	-1,3	-2,1
Avvik under sondering(kPa)	20,0	1,3	2,1
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,7	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	24910,3	356,8	1038,0

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

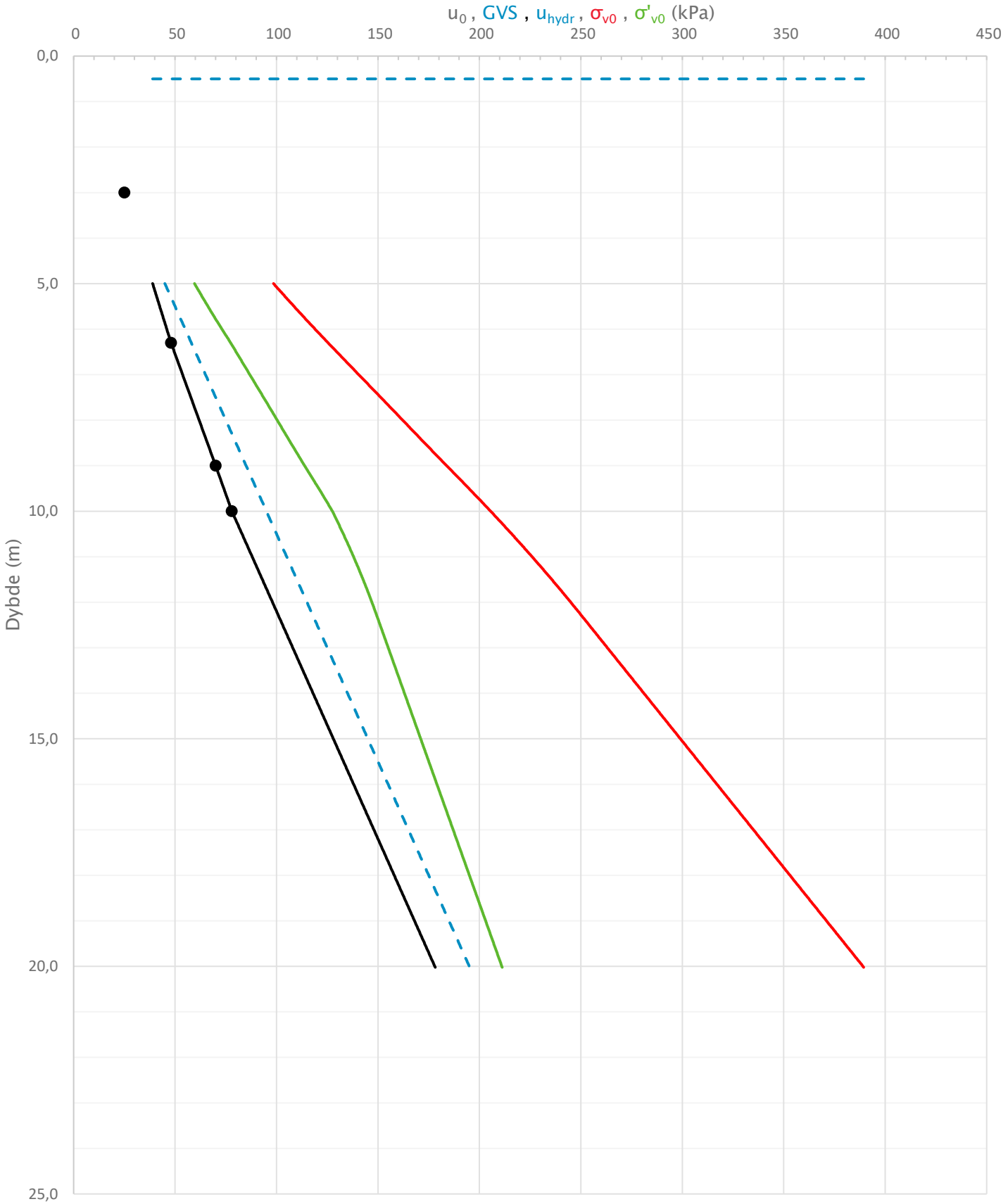
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**21,1**	**0,1**	**1,3**	**0,4**	**2,2**	**0,2**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

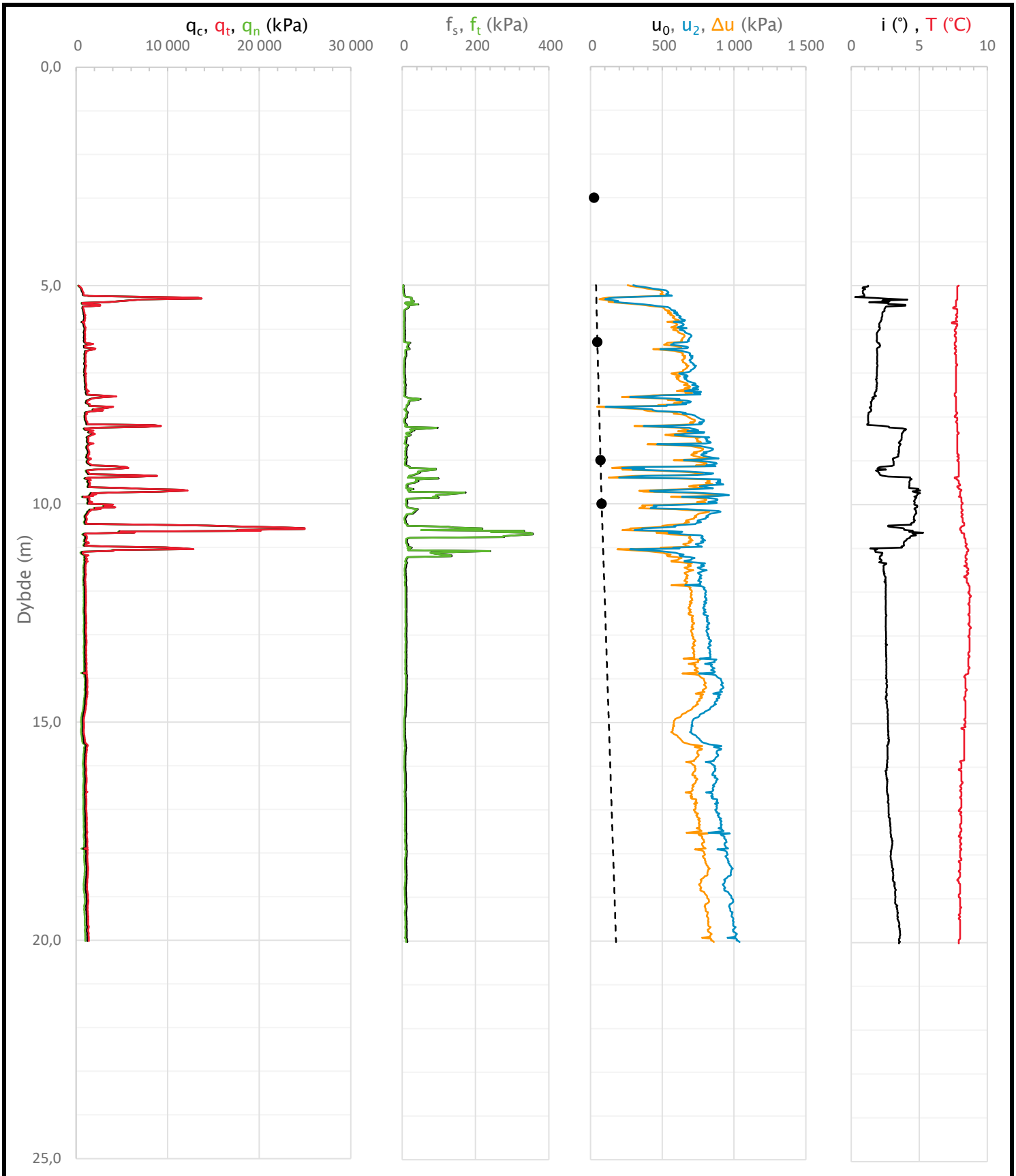
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

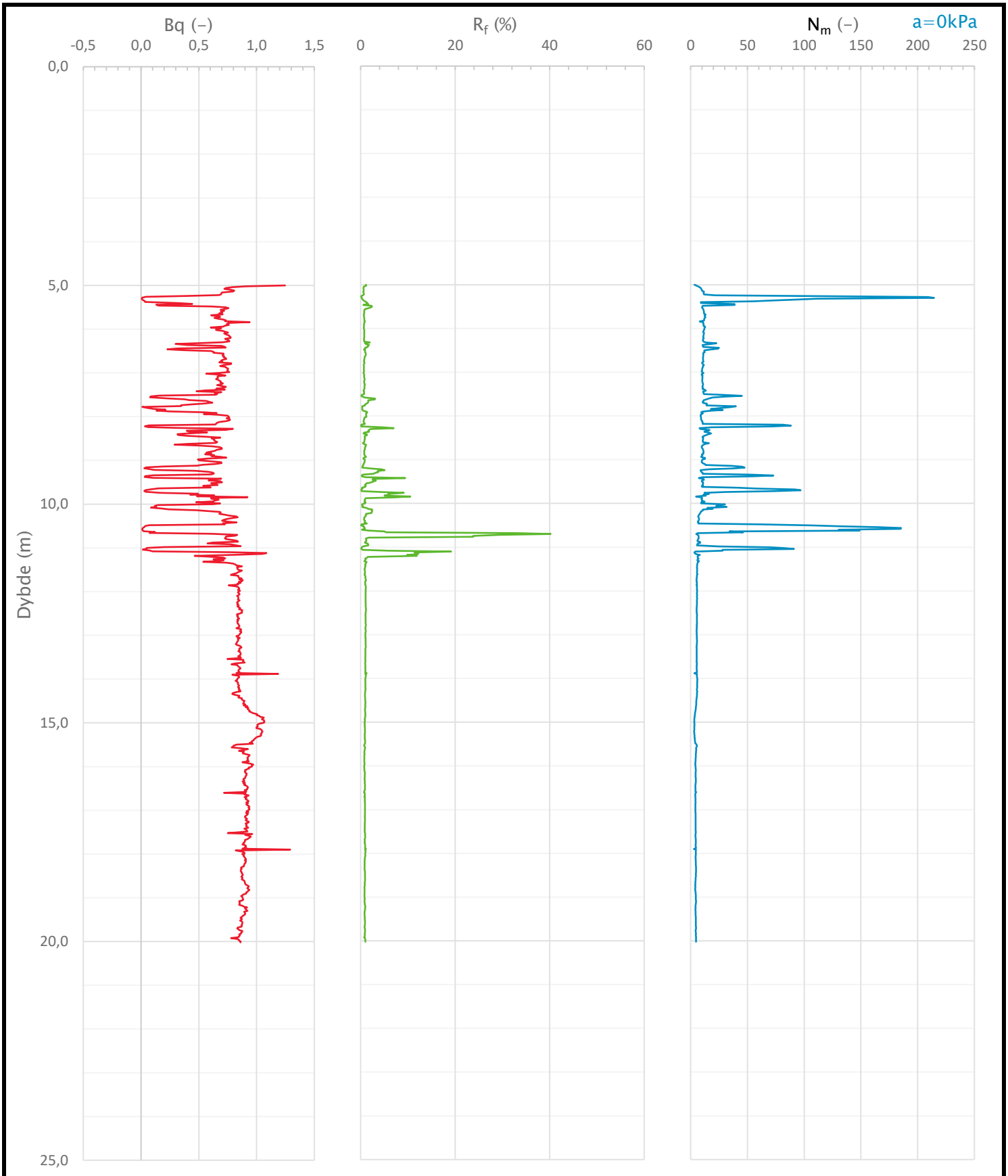
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_158-2** Kote +10,274
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



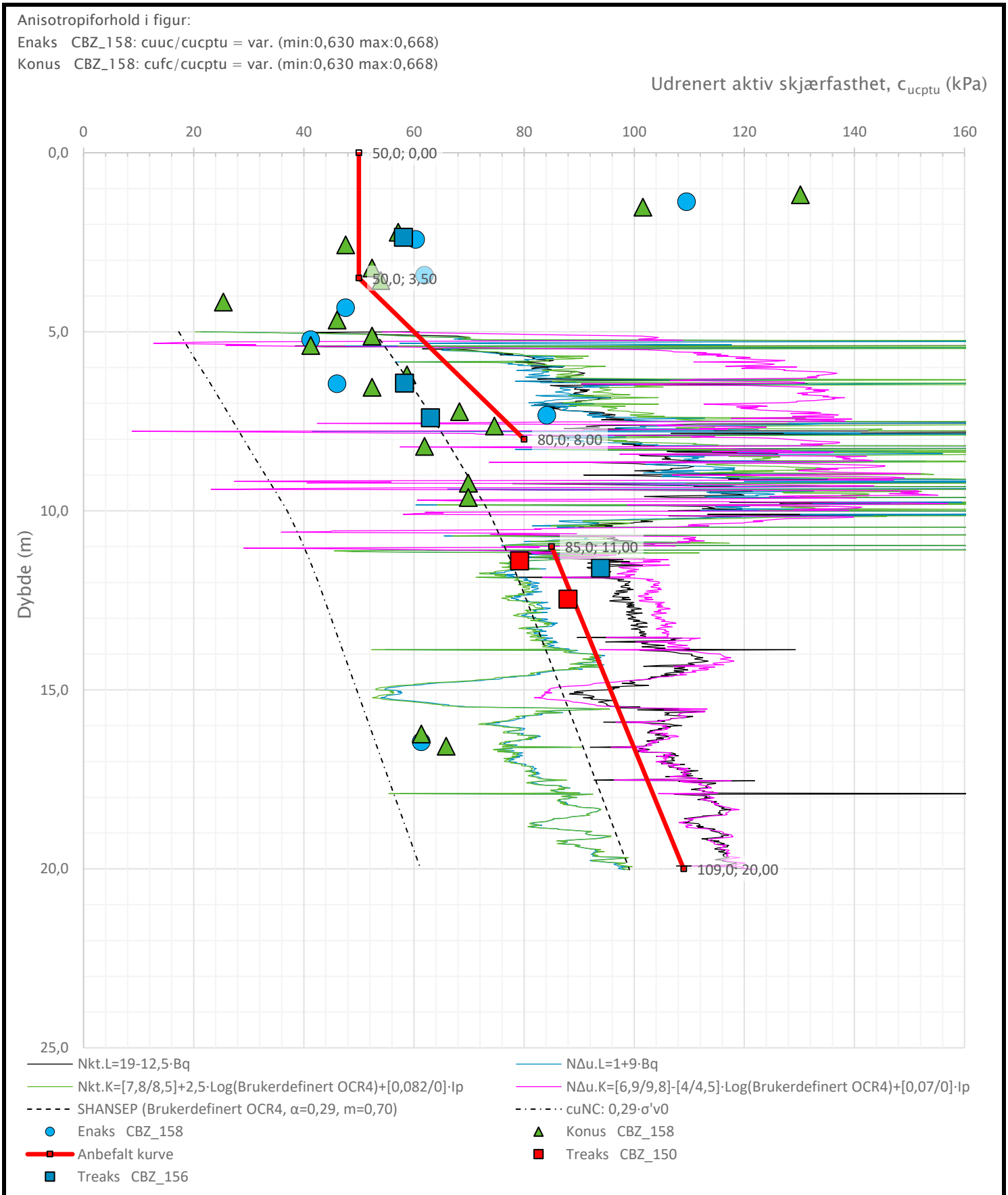
Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +10,274 **CBZ_158-2**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 20.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2



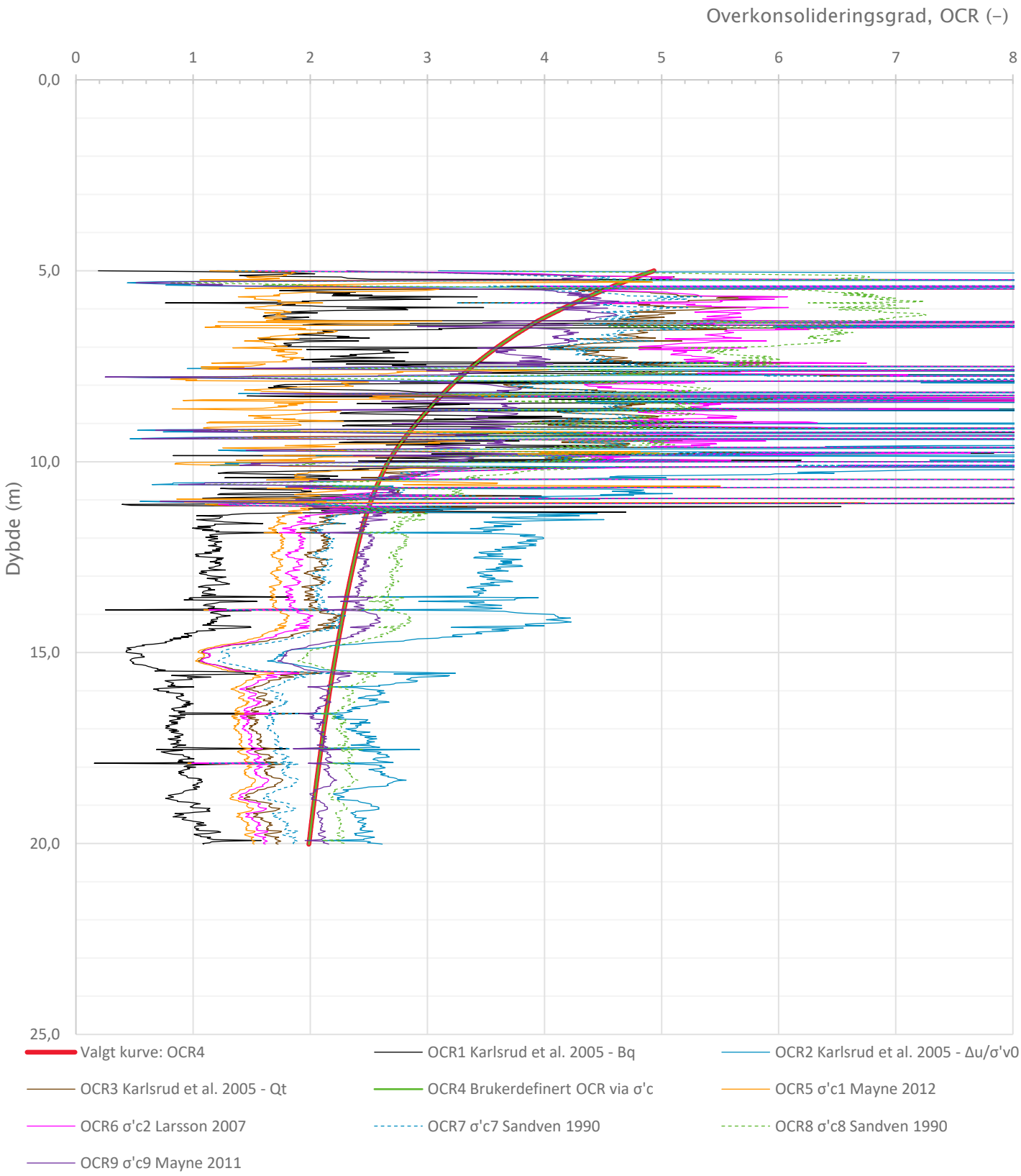
Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_158-2** Kote +10,274
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3



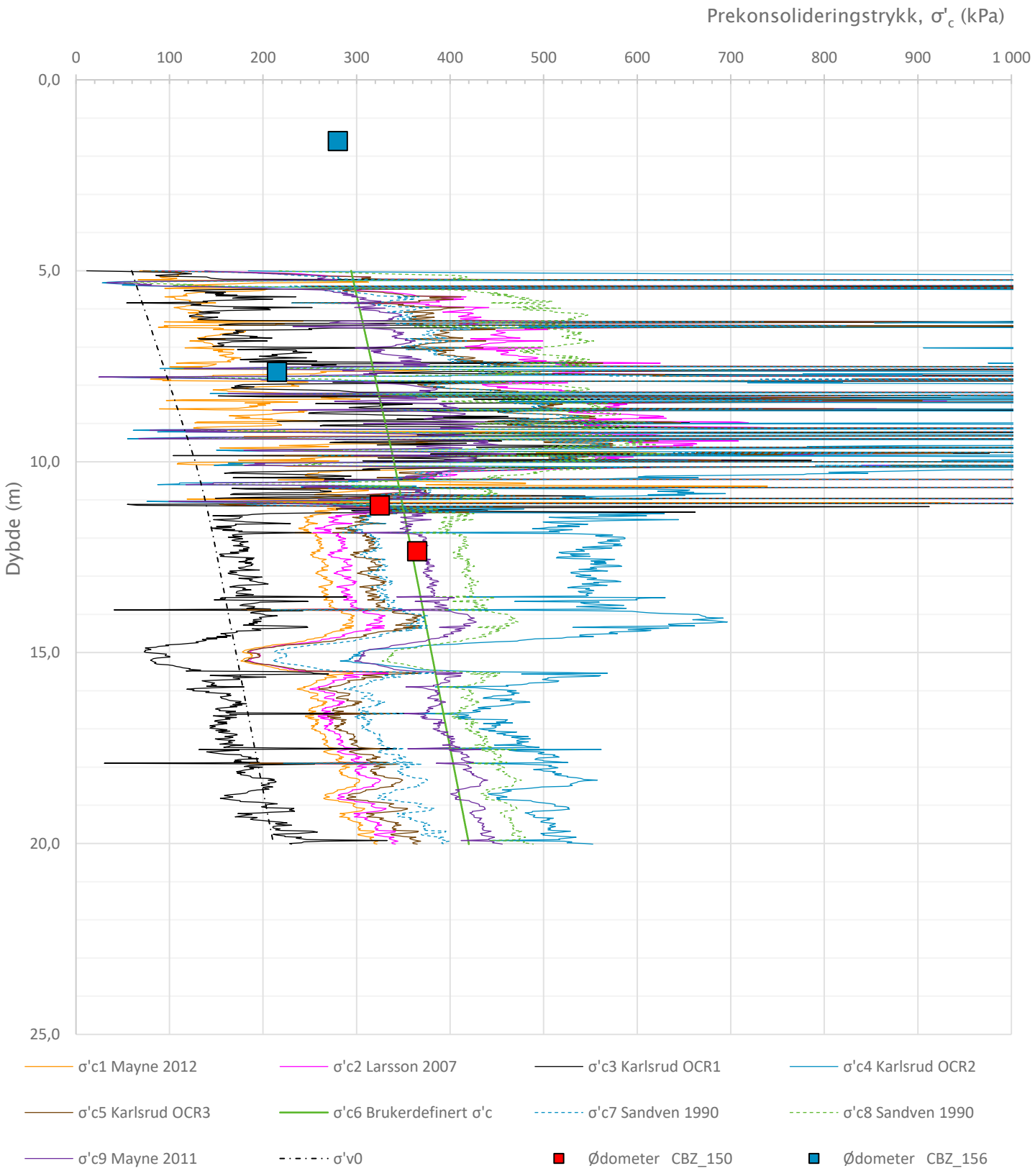
Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_158-2 Kote +10,274
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +10,274 **CBZ_158-2**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 20.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 5



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_158-2 Kote +10,274
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_158-2 Kote +10,274
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 20.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 12.3: TOLKNINGER SNITT E – CPT-SONDERING CBZ_105-1

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2,1
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	8,0
Dato sondering	13.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5597,4	127,7	247,9
Registrert etter sondering (kPa)	22,8	-0,1	0,5
Avvik under sondering(kPa)	22,8	0,1	0,5
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,0	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	31162,8	48,3	996,9

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

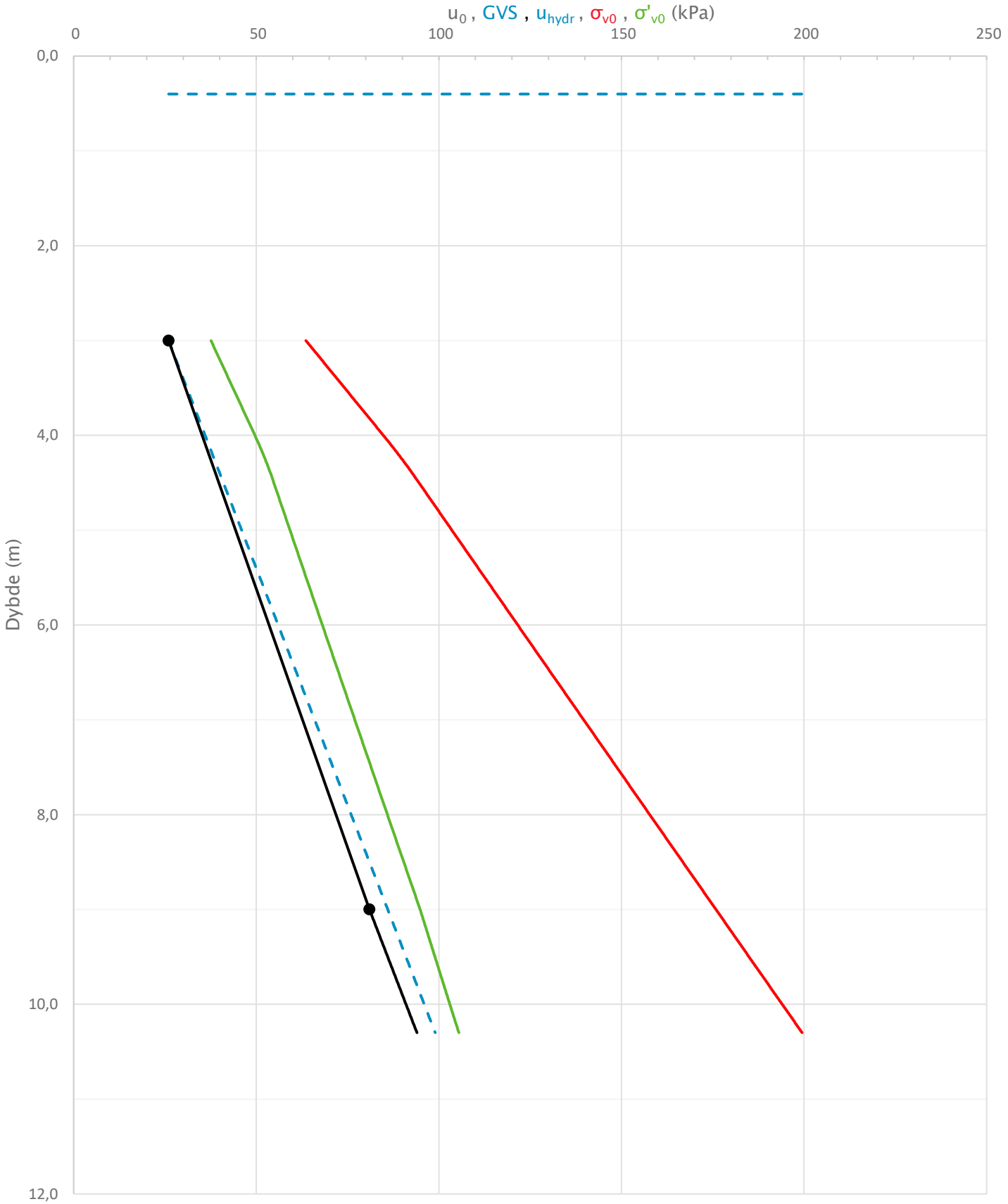
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**24,3**	**0,1**	**0,1**	**0,3**	**0,6**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

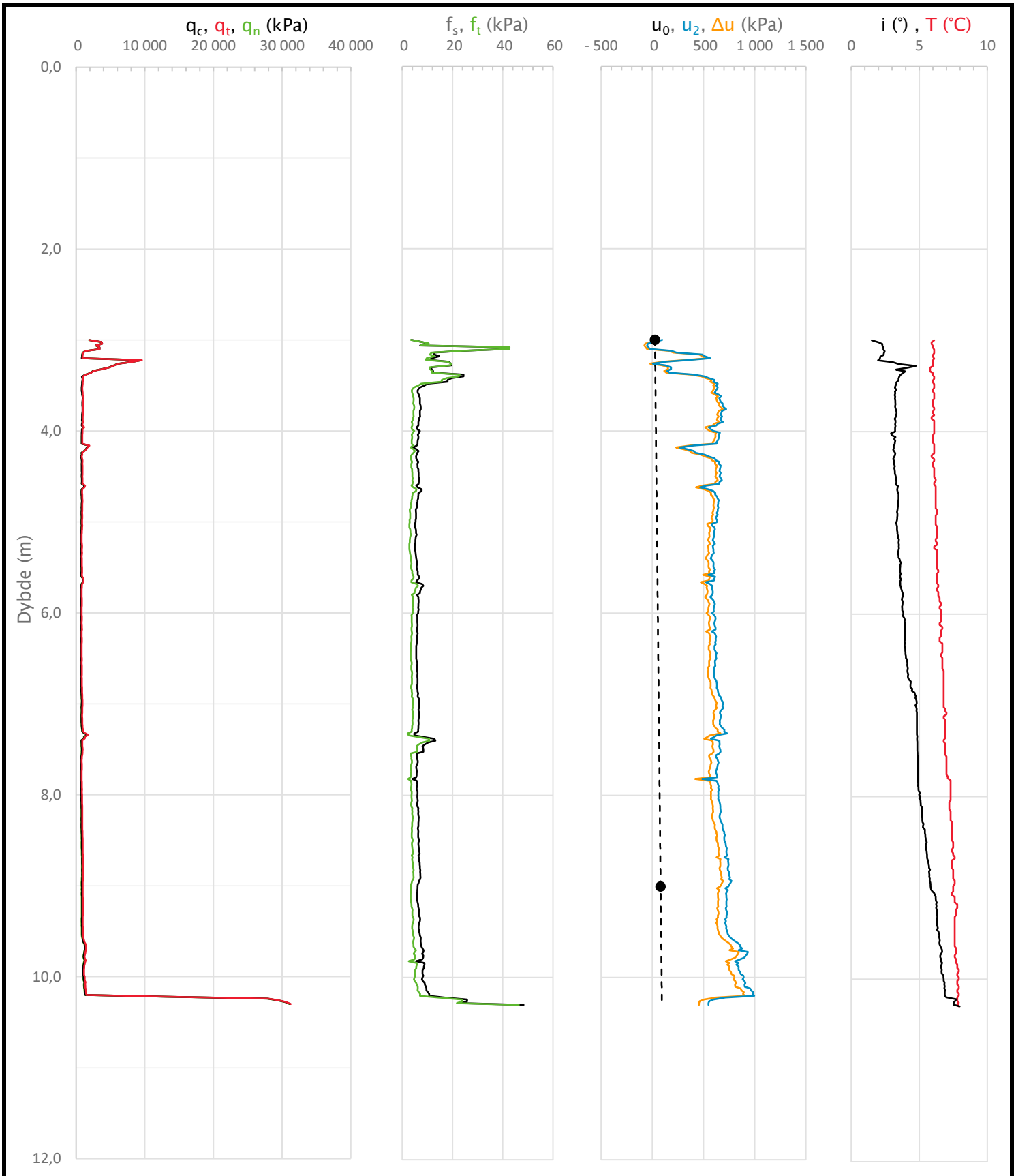
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

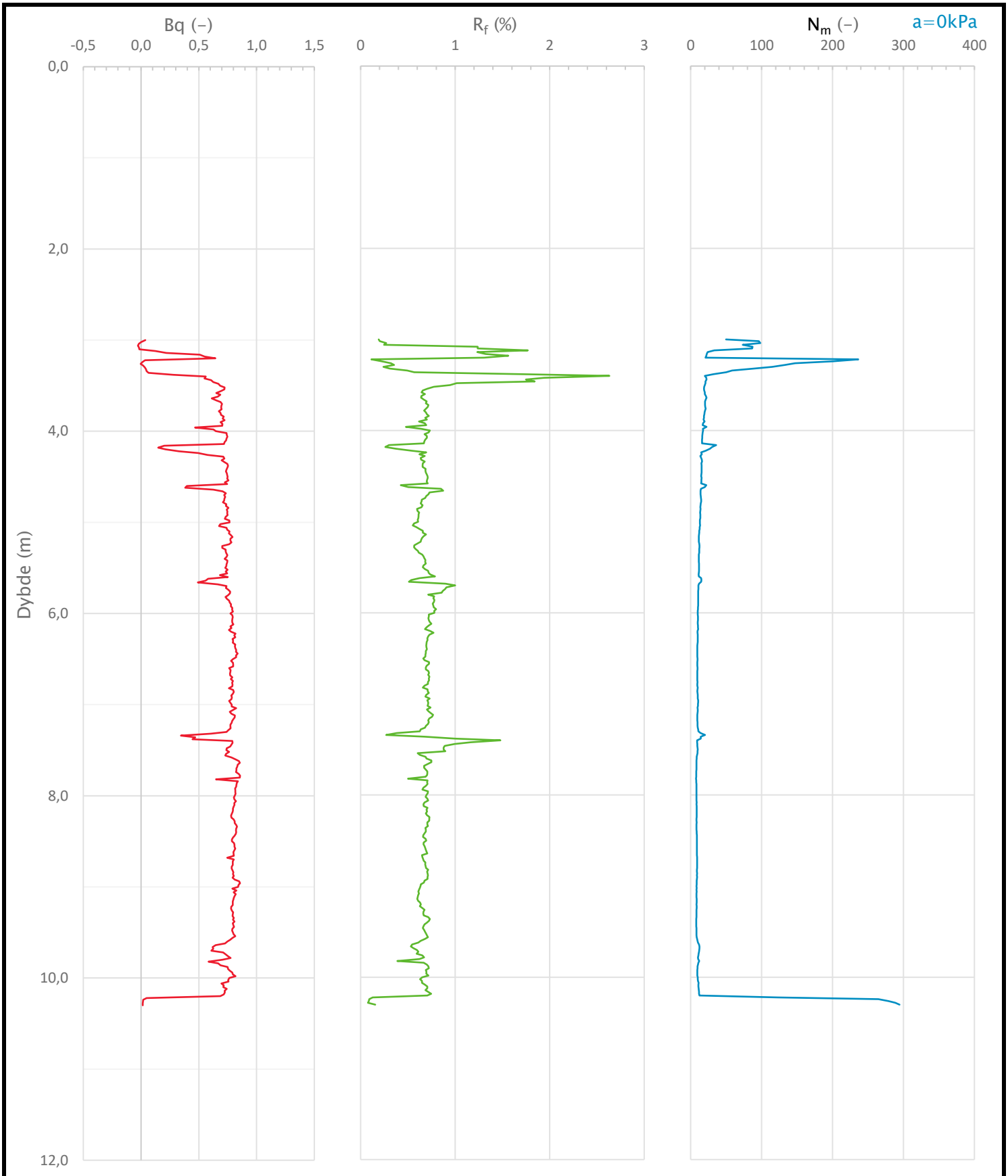
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_105-1** Kote +2,73
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_105-1 Kote +2,73
Innhold: In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 2

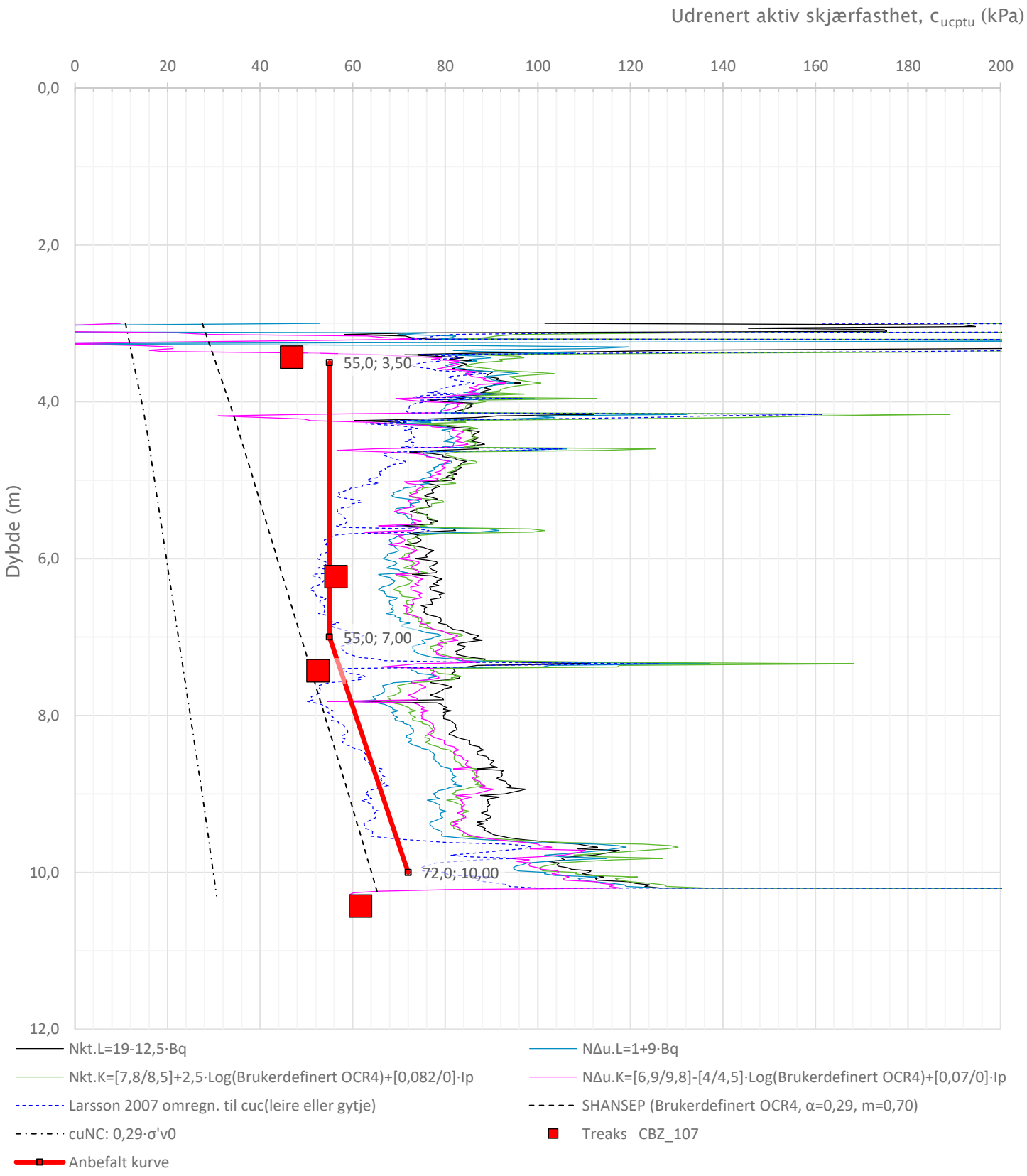


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: CBZ_105-1 (Kote +2,73)
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

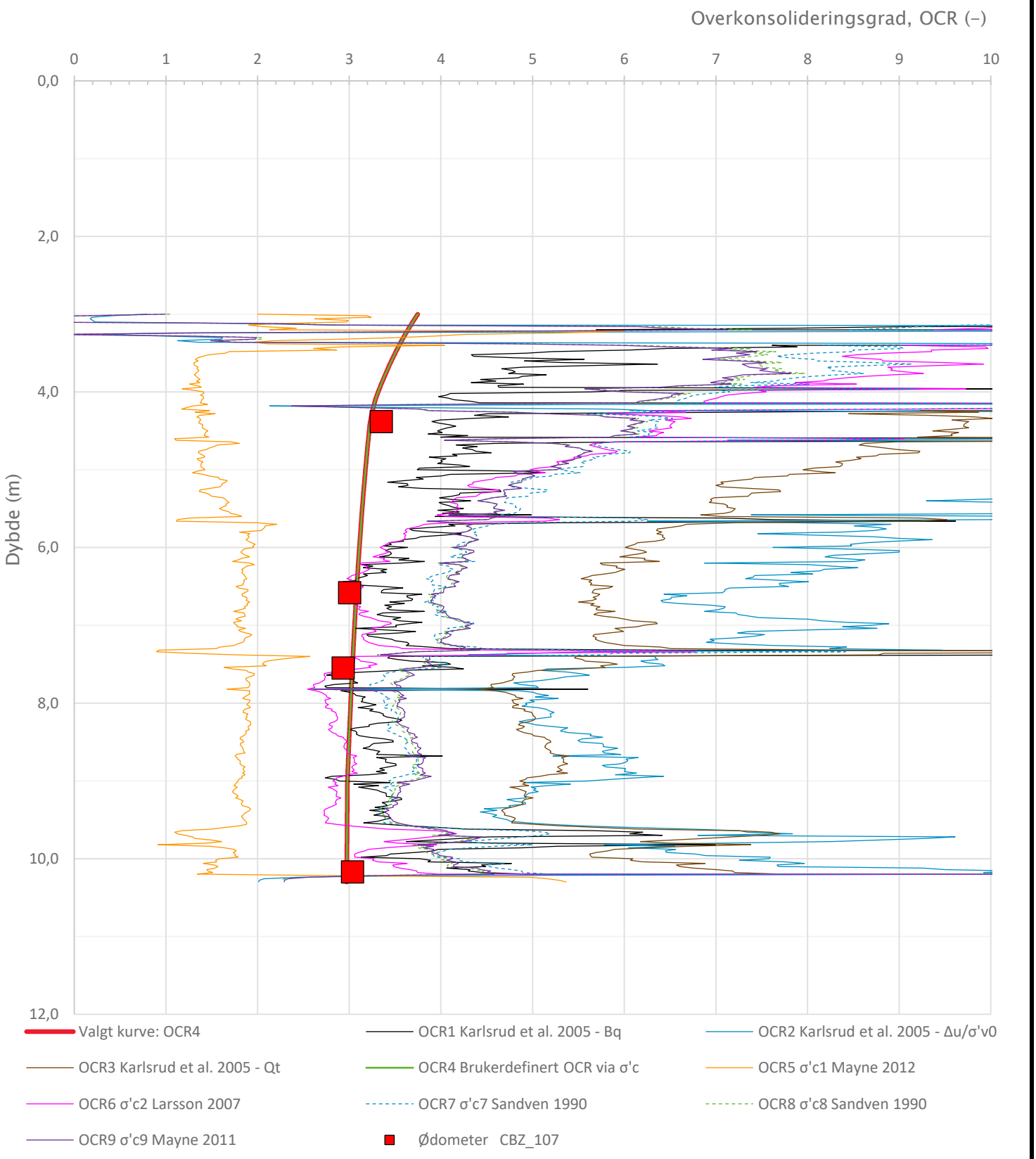


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_105-1 Kote +2,73
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

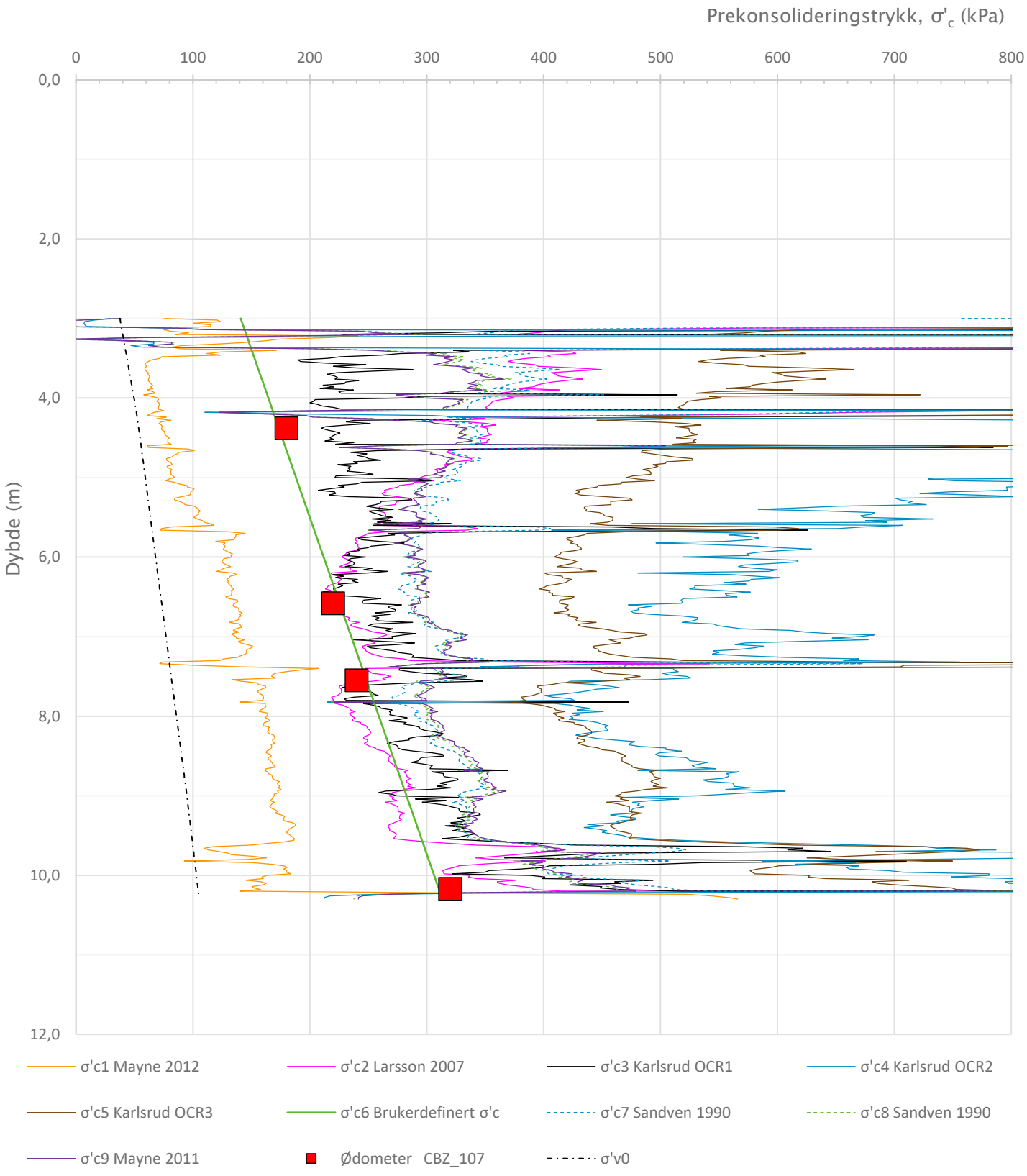
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_107: cuC/cucptu = 1,000



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_105-1 Kote +2,73
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_105-1 Kote +2,73
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +2,73 **CBZ_105-1**
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 9

VEDLEGG 12.4: TOLKNINGER SNITT E – CPT-SONDERING CBZ_105-2

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2,2
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	11,0
Dato sondering	14.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5591,5	129,7	248,8
Registrert etter sondering (kPa)	86,5	-3,7	0,0
Avvik under sondering(kPa)	86,5	3,7	0,0
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,1	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	17322,6	212,2	1292,7

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

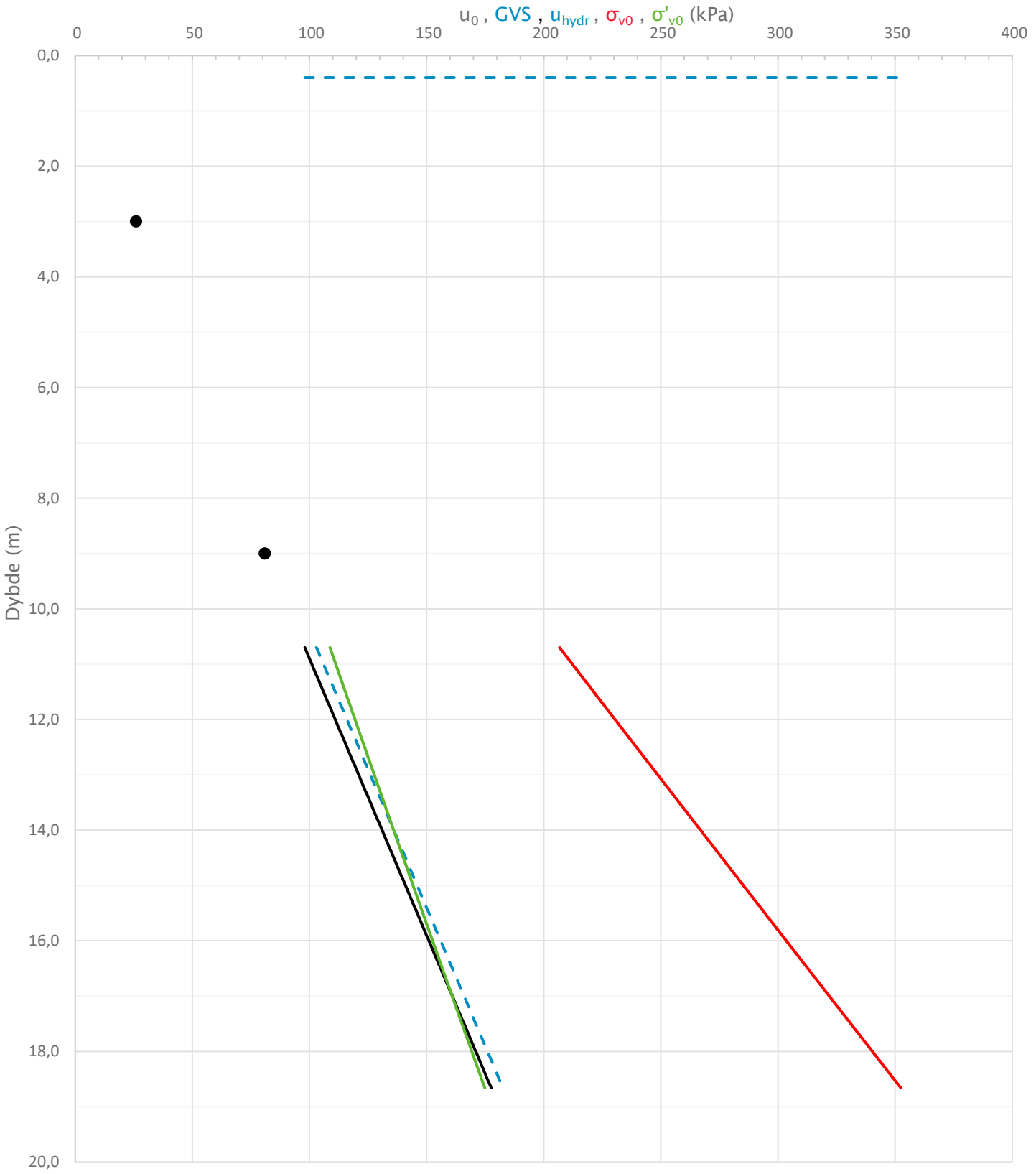
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**88,0**	**0,5**	**3,7**	**1,8**	**0,1**	**0,0**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

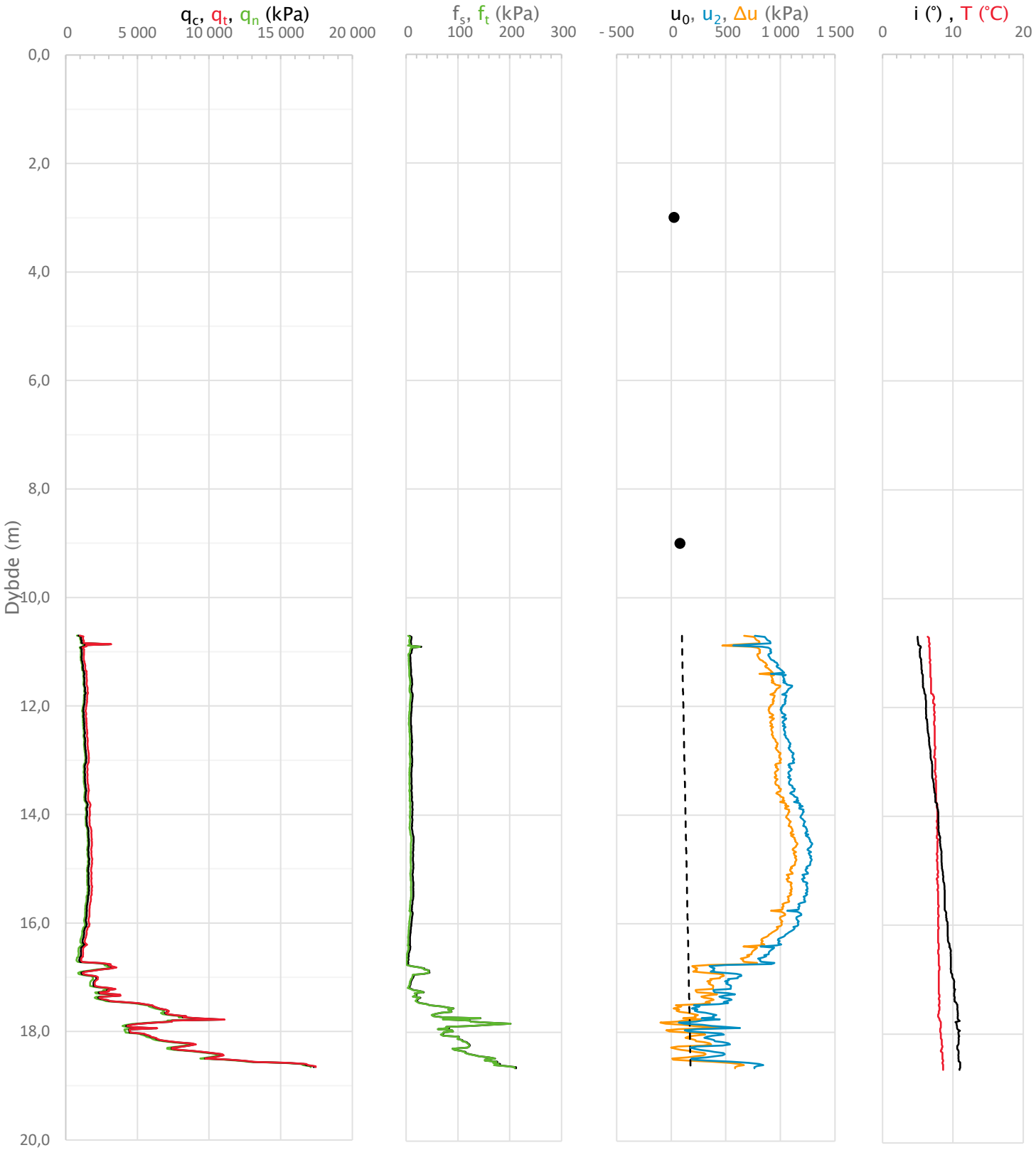
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

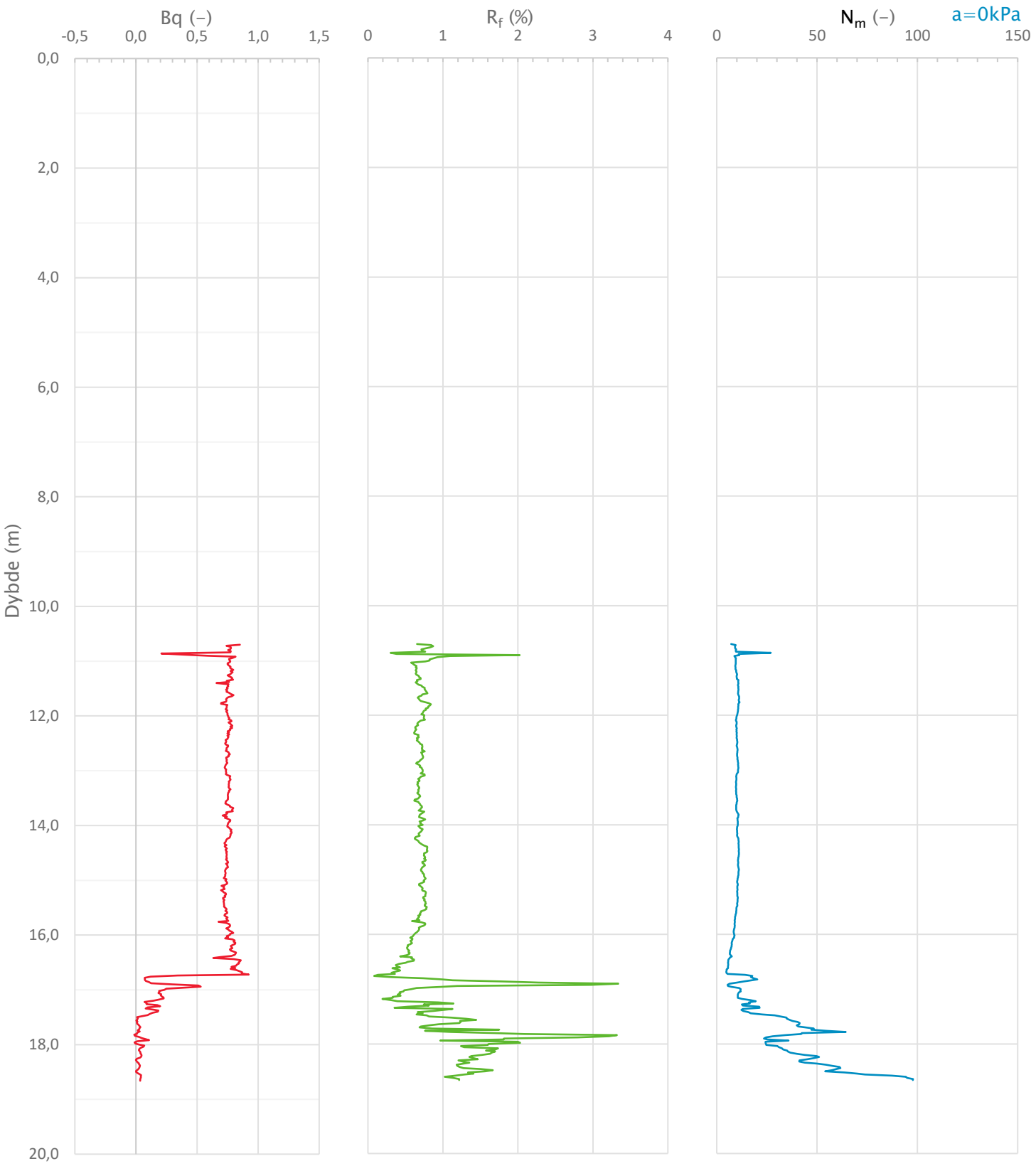
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_105-2** Kote +2,73
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



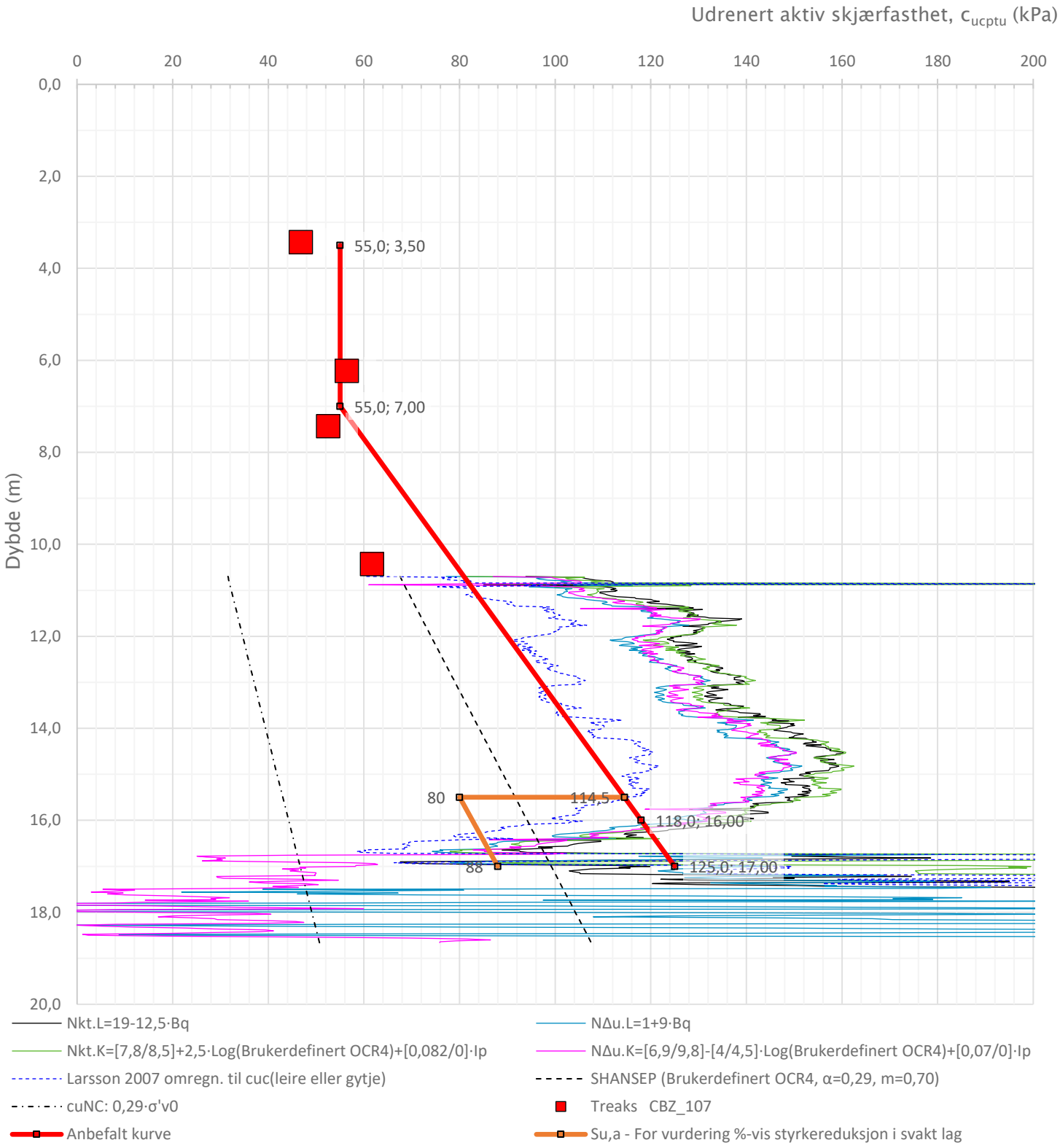
Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +2,73 **CBZ_105-2**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2



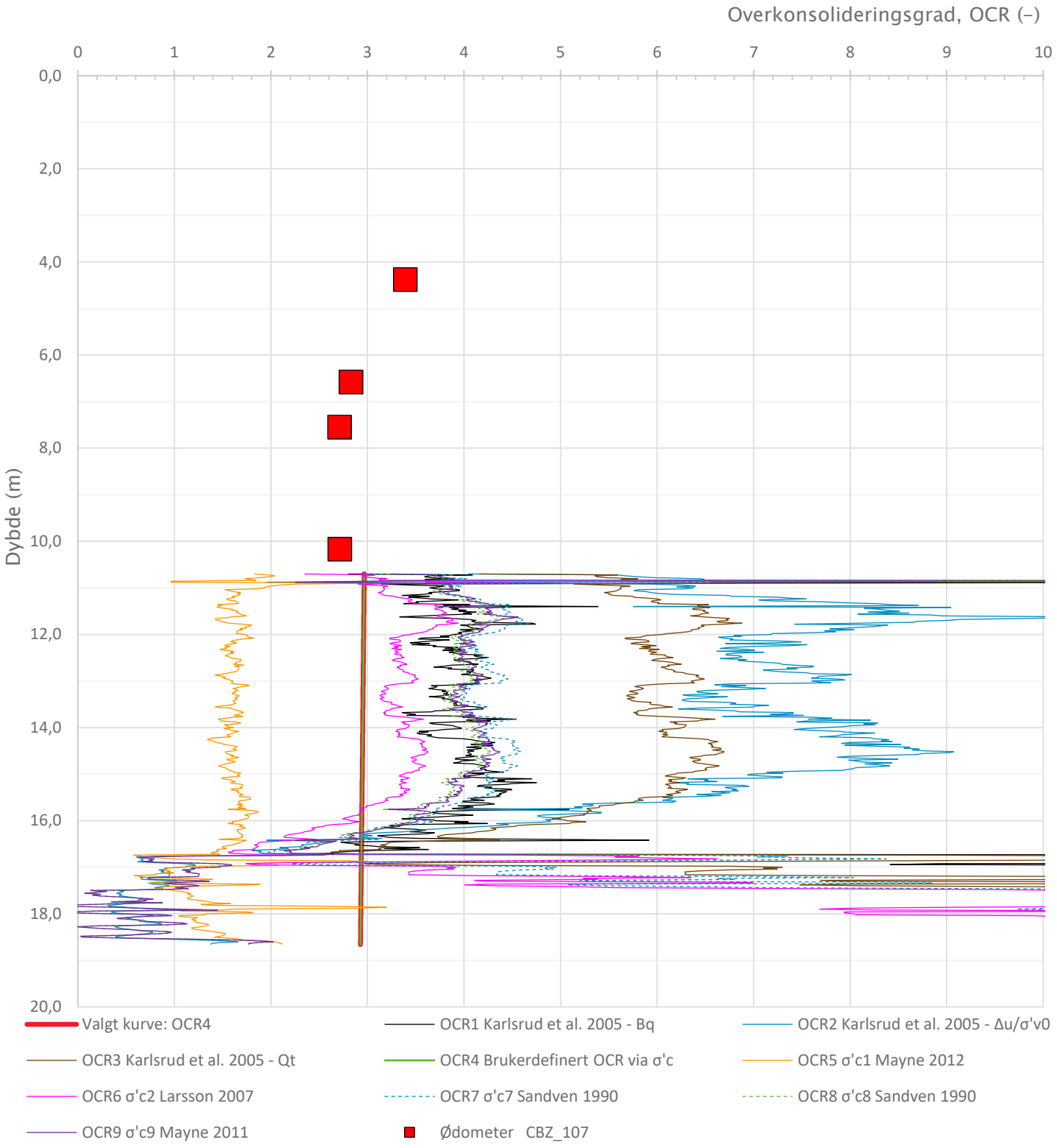
Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_105-2** Kote +2,73
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3



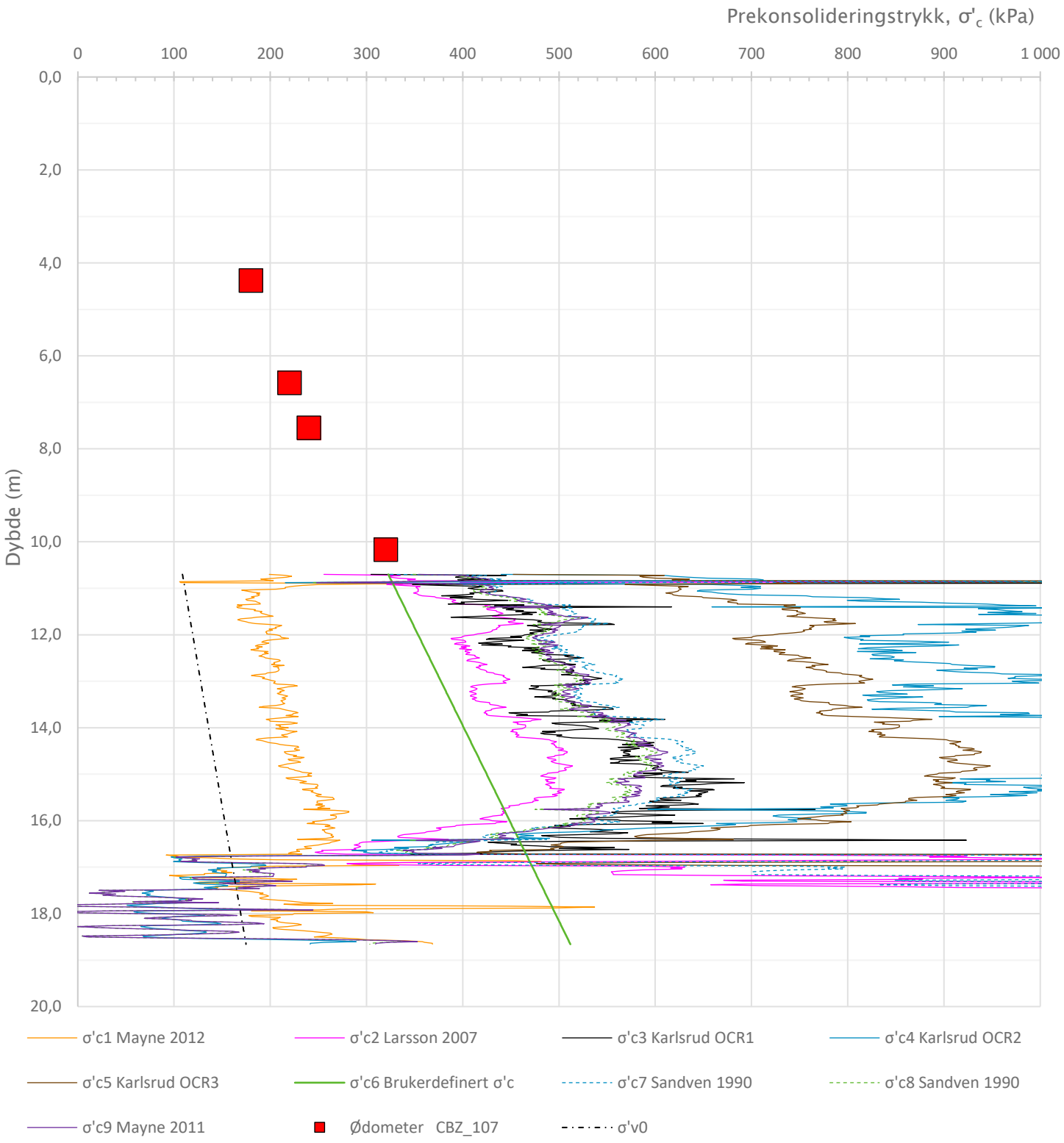
Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +2,73 **CBZ_105-2**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 4



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_105-2 Kote +2,73
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +2,73 **CBZ_105-2**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_105-2 Kote +2,73
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 14.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 13.1: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_303

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	3,6
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	17,2
Dato sondering	12.04.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5635,1	127,7	250,7
Registrert etter sondering (kPa)	-48,6	0,2	-0,4
Avvik under sondering(kPa)	48,6	0,2	0,4
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,7	0,0	0,2
Maksverdi under sondering (kPa)	20455,3	222,9	1227,2

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**50,7**	**0,2**	**0,3**	**0,1**	**0,6**	**0,0**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	Ikke OK	OK

Kommentarer:

Prosjekt — Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28

Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger

Borhull — Kote +23,472

CBZ_303

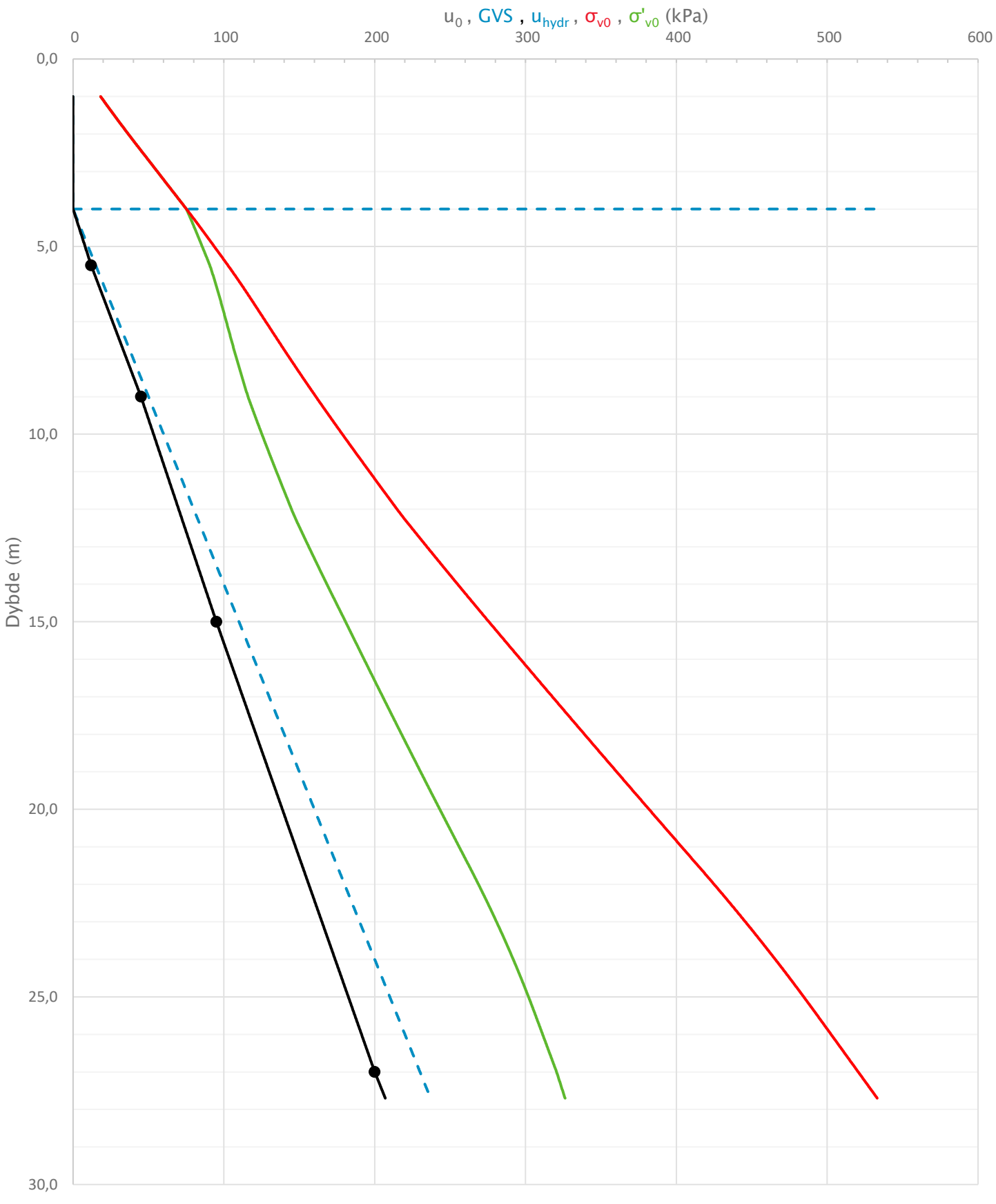
Innhold

Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet

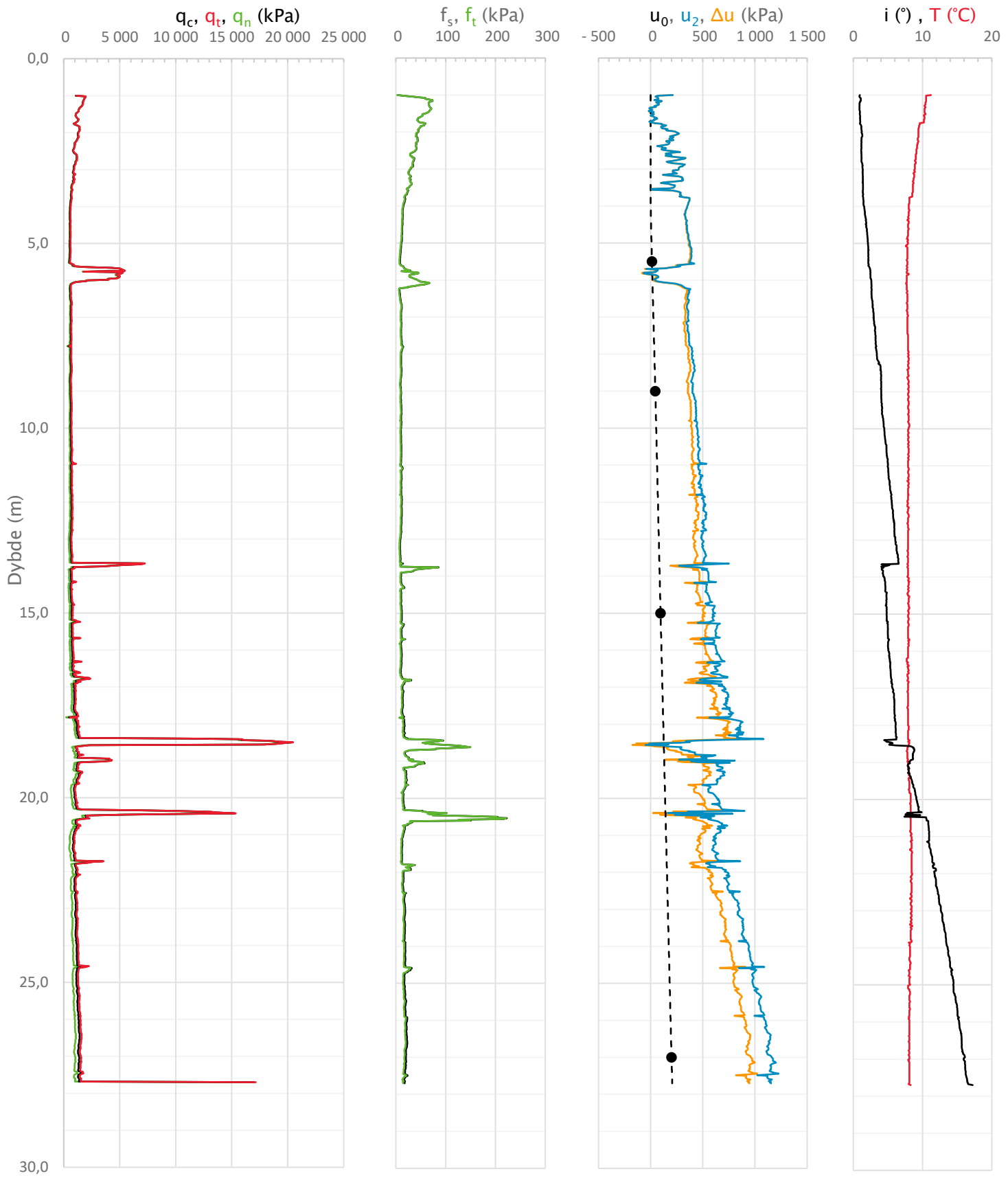
Sondenummer

4534

Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
AAU	MKR	AAU	1
Divisjon	**Dato sondering**	**Revisjon**	**Figur**
Ekstern konsulent	12.04.2023	Rev. dato	1

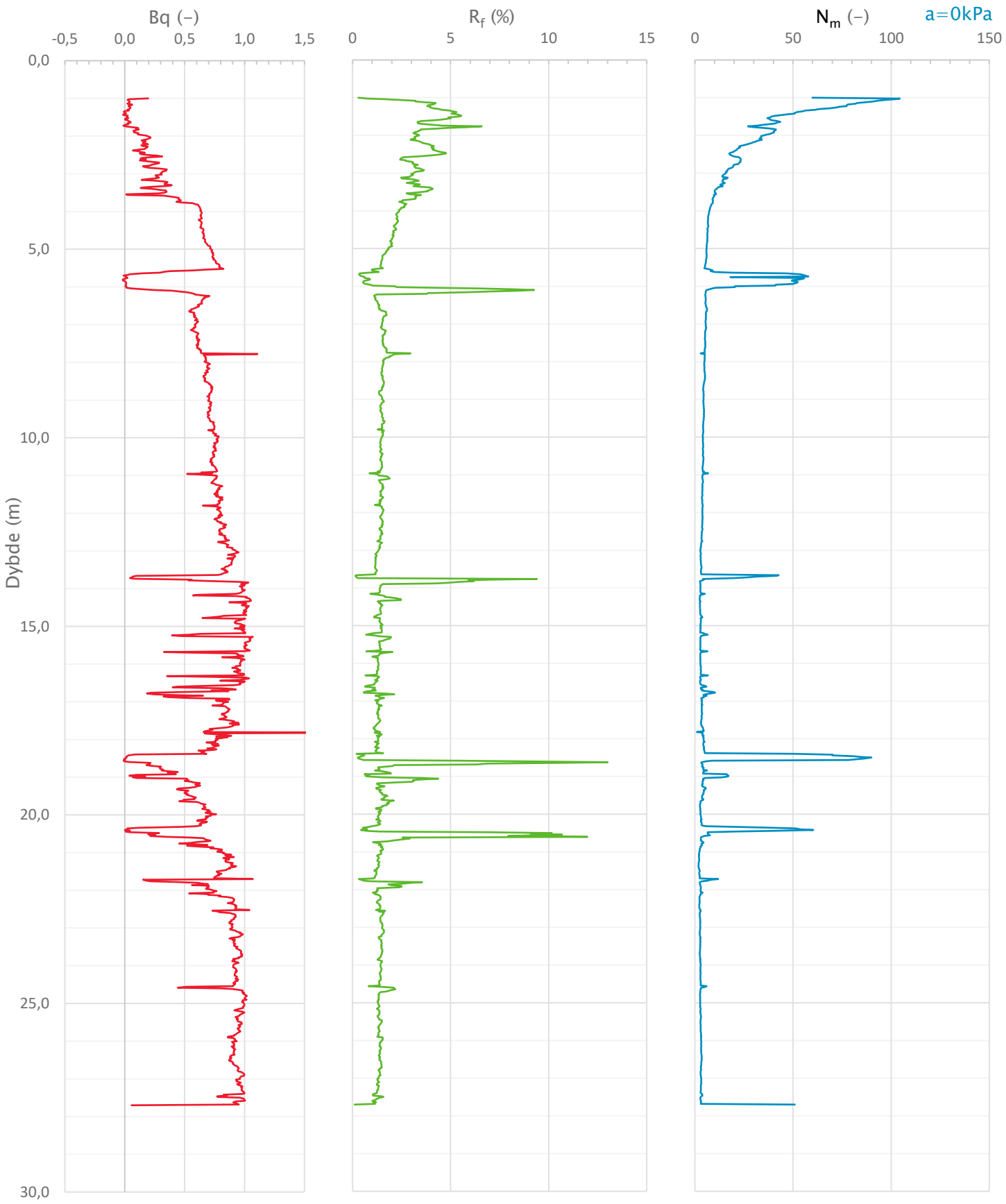


Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +23,472 **CBZ_303**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 12.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28	Borhull: **CBZ_303**	Kote +23,472
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**	
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1	
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 12.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3	

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_303_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

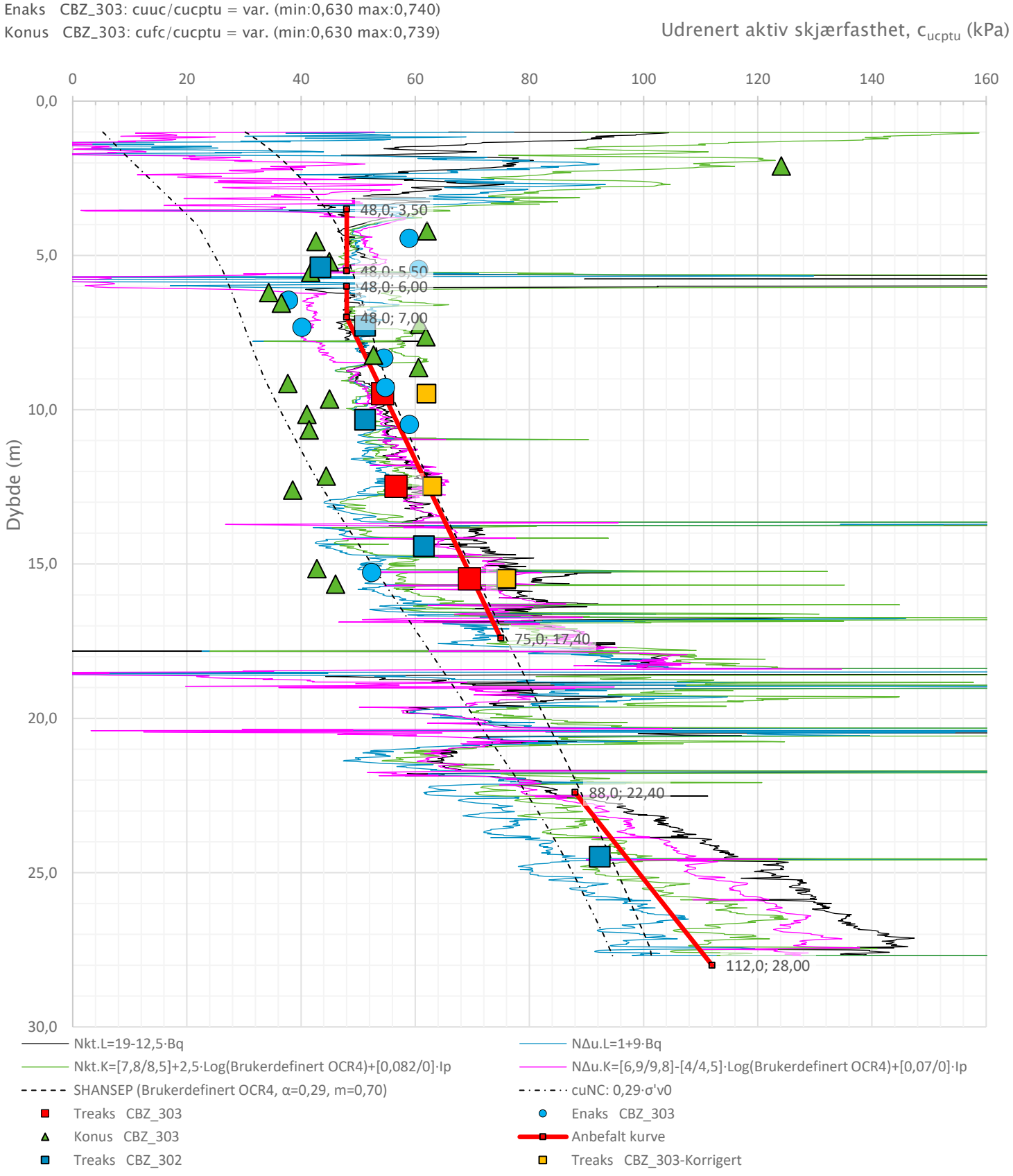


Prosjekt	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull	Kote +23,472
Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger				**CBZ_303**	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				**4534**	
GEO VITA	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AAU	MKR	AAU		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	4
	Ekstern konsulent	12.04.2023	Rev. dato		

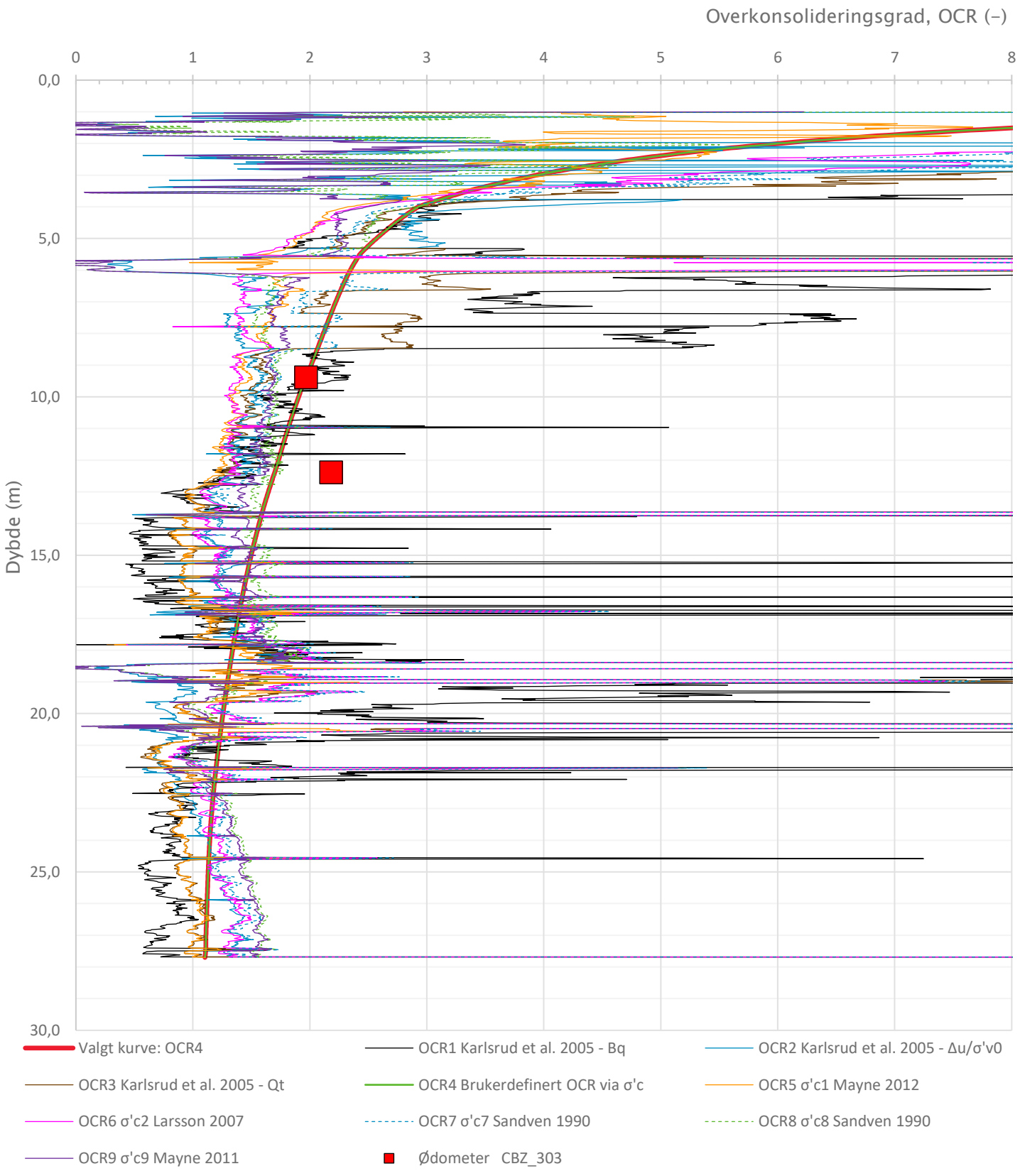
O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_303_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

CPTu v.2020.01

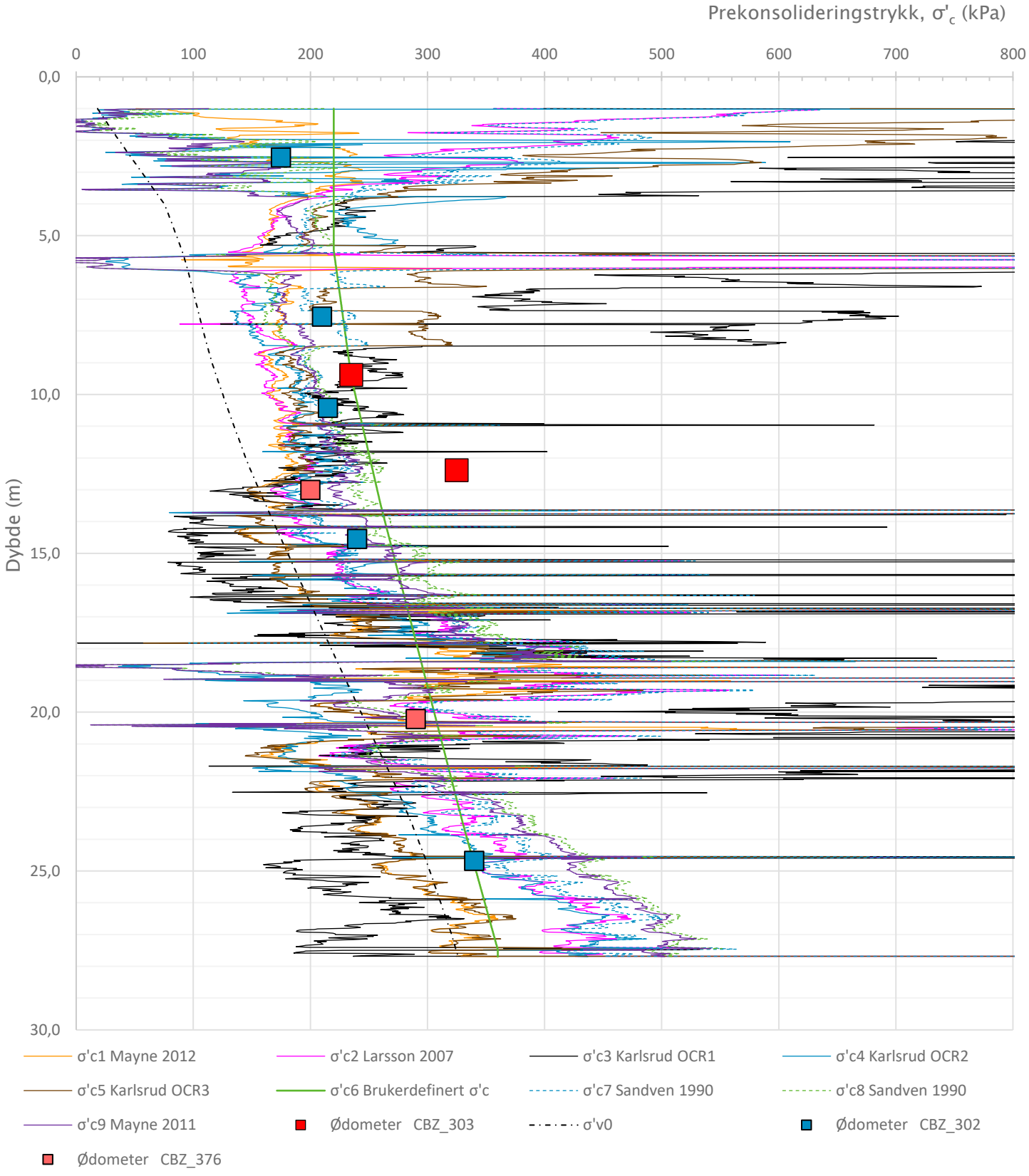
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_303: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_303: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,740)
Konus CBZ_303: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,739)



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_303** Kote +23,472
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 12.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger** Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull Kote +23,472 **CBZ_303**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 12.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



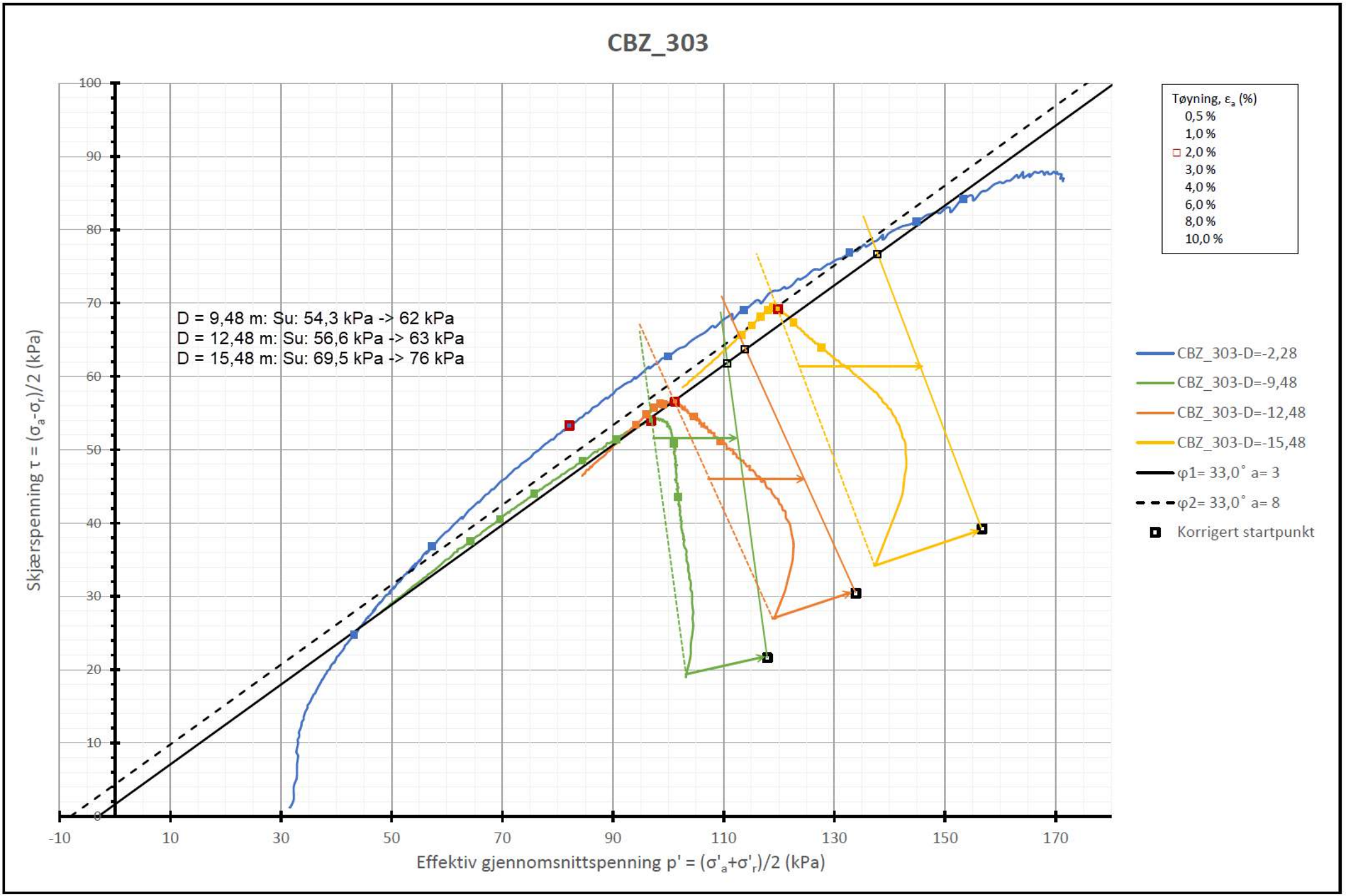
Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +23,472 **CBZ_303**
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 12.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 9

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_303_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

CPTu v.2020.01

VEDLEGG 13.2: TOLKNINGER SNITT F – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_303

CBZ_303


D = 9,48 m: Su: 54,3 kPa -> 62 kPa
D = 12,48 m: Su: 56,6 kPa -> 63 kPa
D = 15,48 m: Su: 69,5 kPa -> 76 kPa
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_303-D=-2,28
CBZ_303-D=-9,48
CBZ_303-D=-12,48
CBZ_303-D=-15,48
φ1= 33,0° a= 3
φ2= 33,0° a= 8
Korrigert startpunkt

VEDLEGG 13.3: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_302

Sonde og utførelse

Sondenummer	4898	Boreleder	MSBZ
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2,2
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	22,2
Dato sondering	02.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Porøst filter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1599	3616	3608
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4771	0,0105	0,0211
Arealforhold	0,8420	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	19,074	0,453	1,669
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	6028,0	127,2	259,0
Registrert etter sondering (kPa)	-46,3	0,0	-3,1
Avvik under sondering(kPa)	46,3	0,0	3,1
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,2	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	21027,2	402,5	1132,4

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

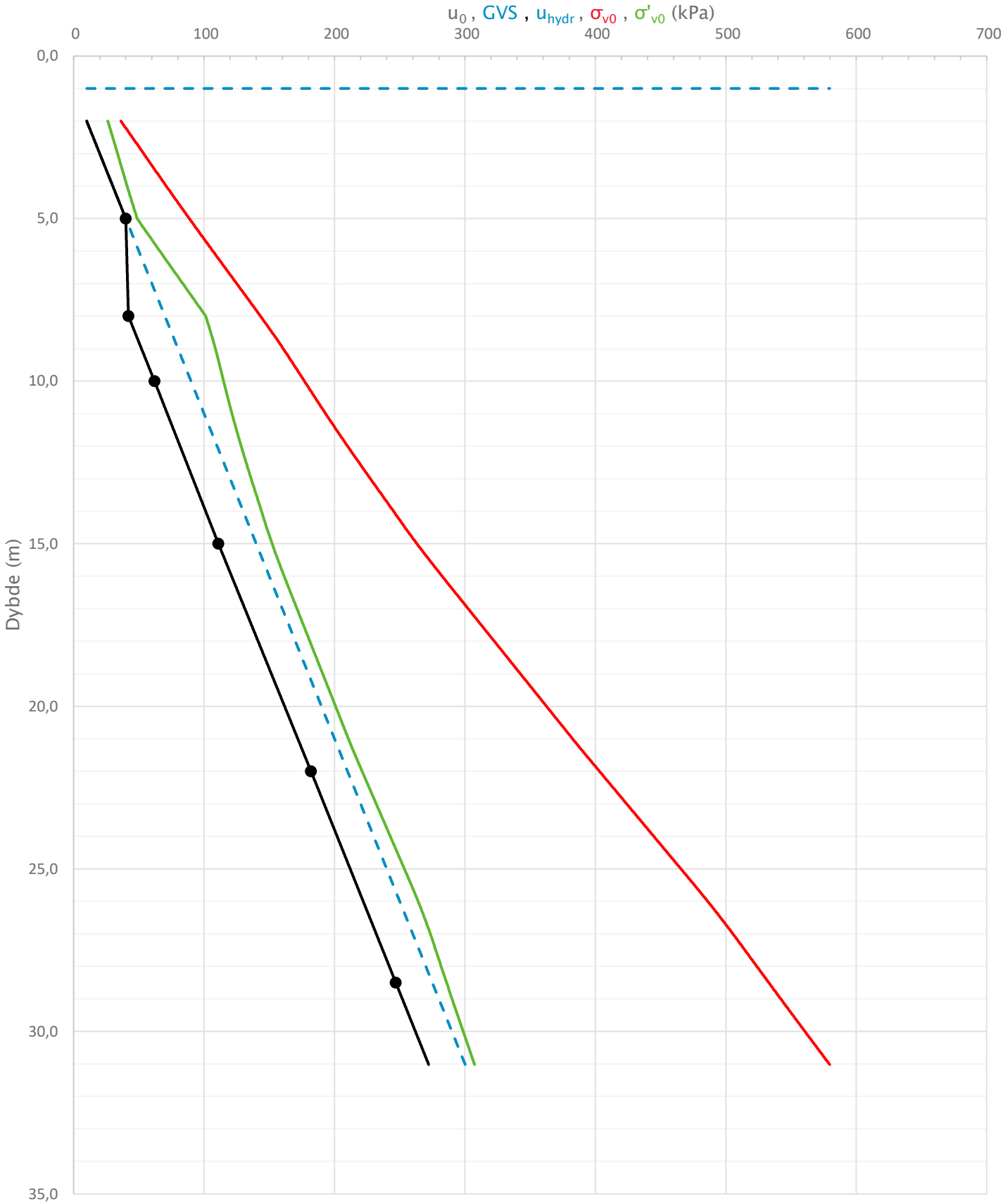
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**48,0**	**0,2**	**0,0**	**0,0**	**3,2**	**0,3**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

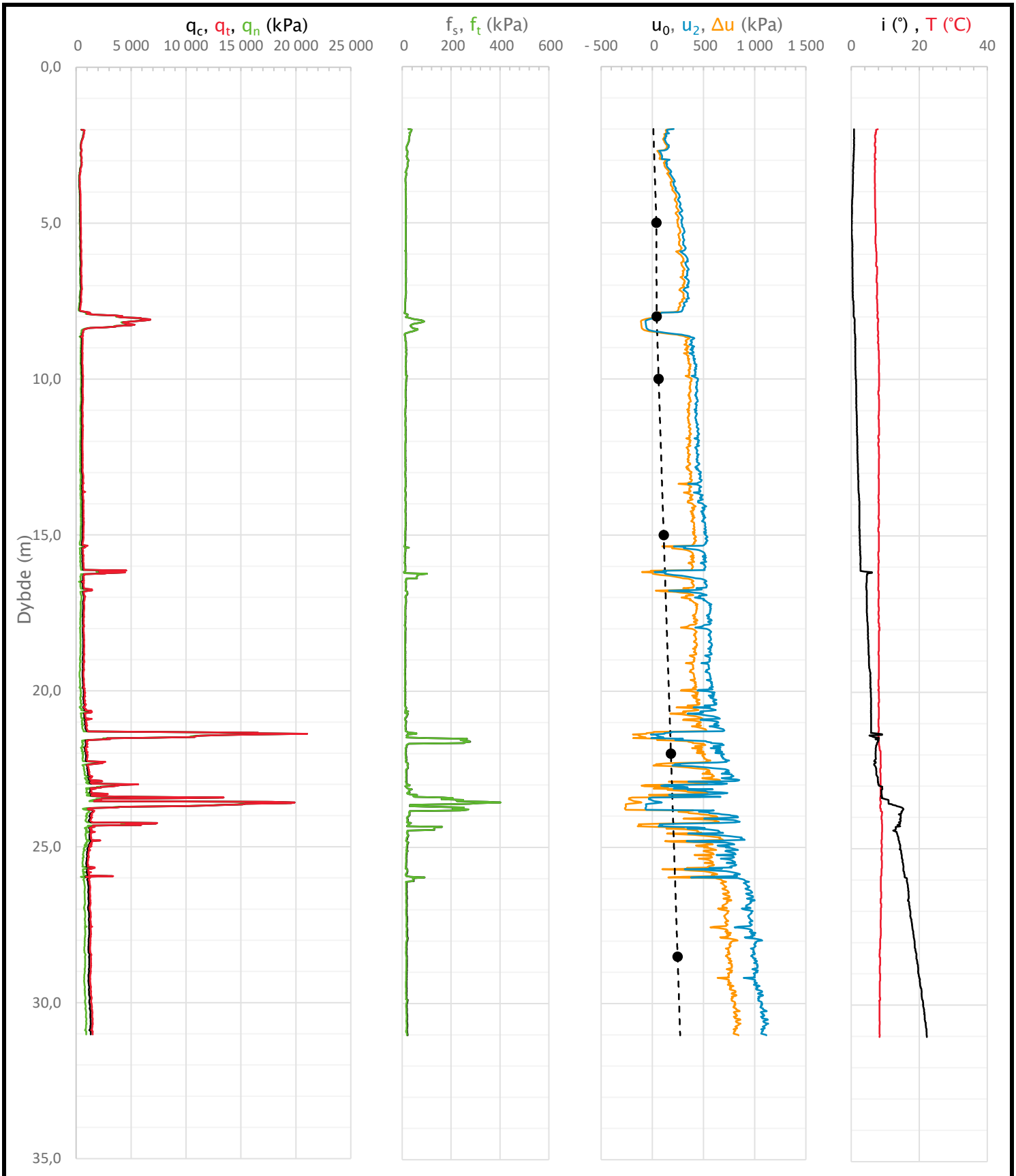
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	Ikke OK	OK

Kommentarer:

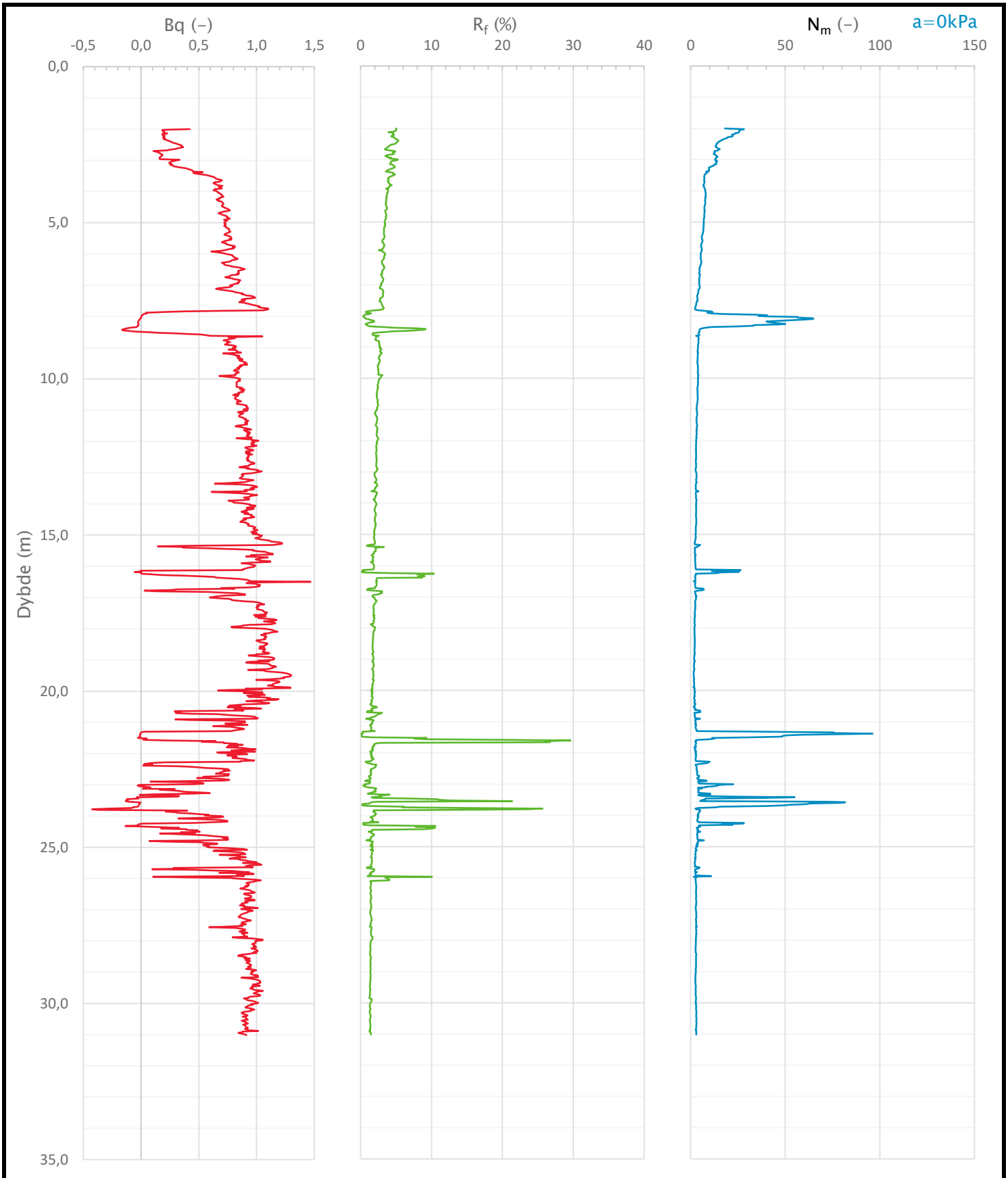
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_302** Kote +26,419
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4898**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +26,419 **CBZ_302**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4898**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

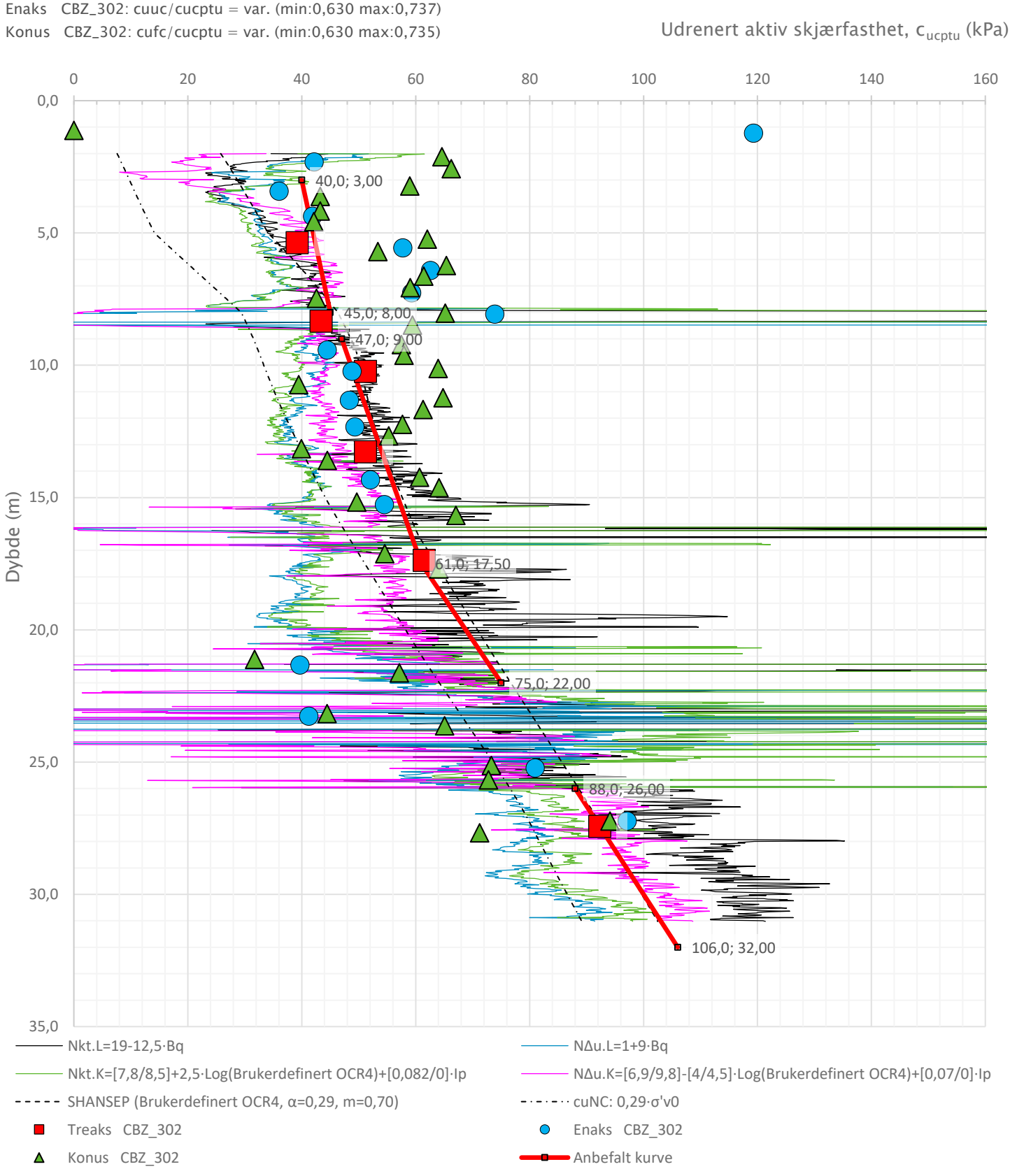


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +26,419 **CBZ_302**
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier					Sondenummer **4898**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 3

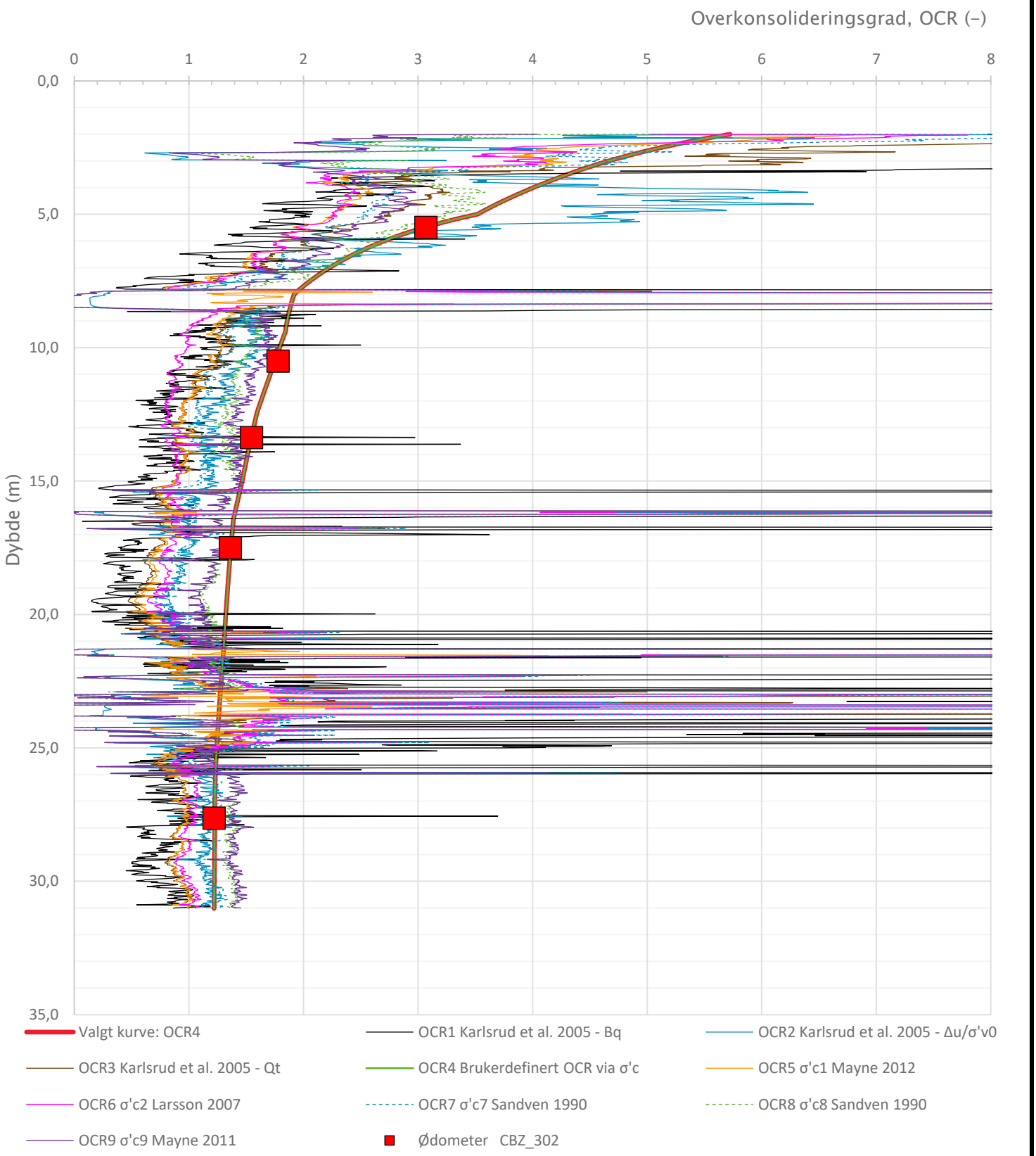


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +26,419 **CBZ_302**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **4898**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 4

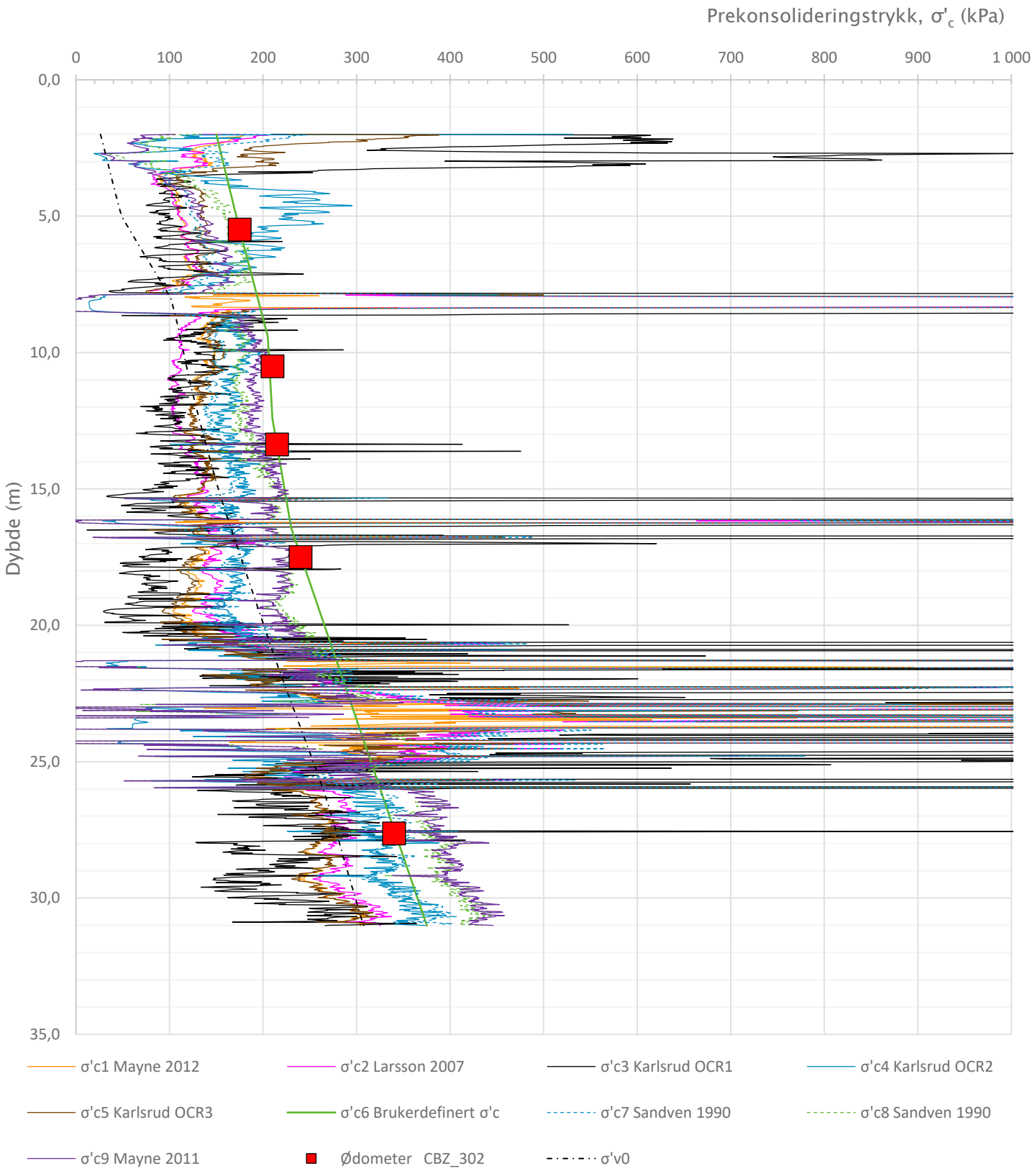
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_302: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_302: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,737)
Konus CBZ_302: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,735)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_302 Kote +26,419
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4898
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +26,419 **CBZ_302**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4898**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +26,419 **CBZ_302**
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer **4898**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 9

VEDLEGG 13.4: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_150-1

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	4,8
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	14,1
Dato sondering	02.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5609,3	128,0	254,0
Registrert etter sondering (kPa)	-13,7	-1,8	1,4
Avvik under sondering(kPa)	13,7	1,8	1,4
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,4	0,1	0,2
Maksverdi under sondering (kPa)	20560,6	237,8	1144,0

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

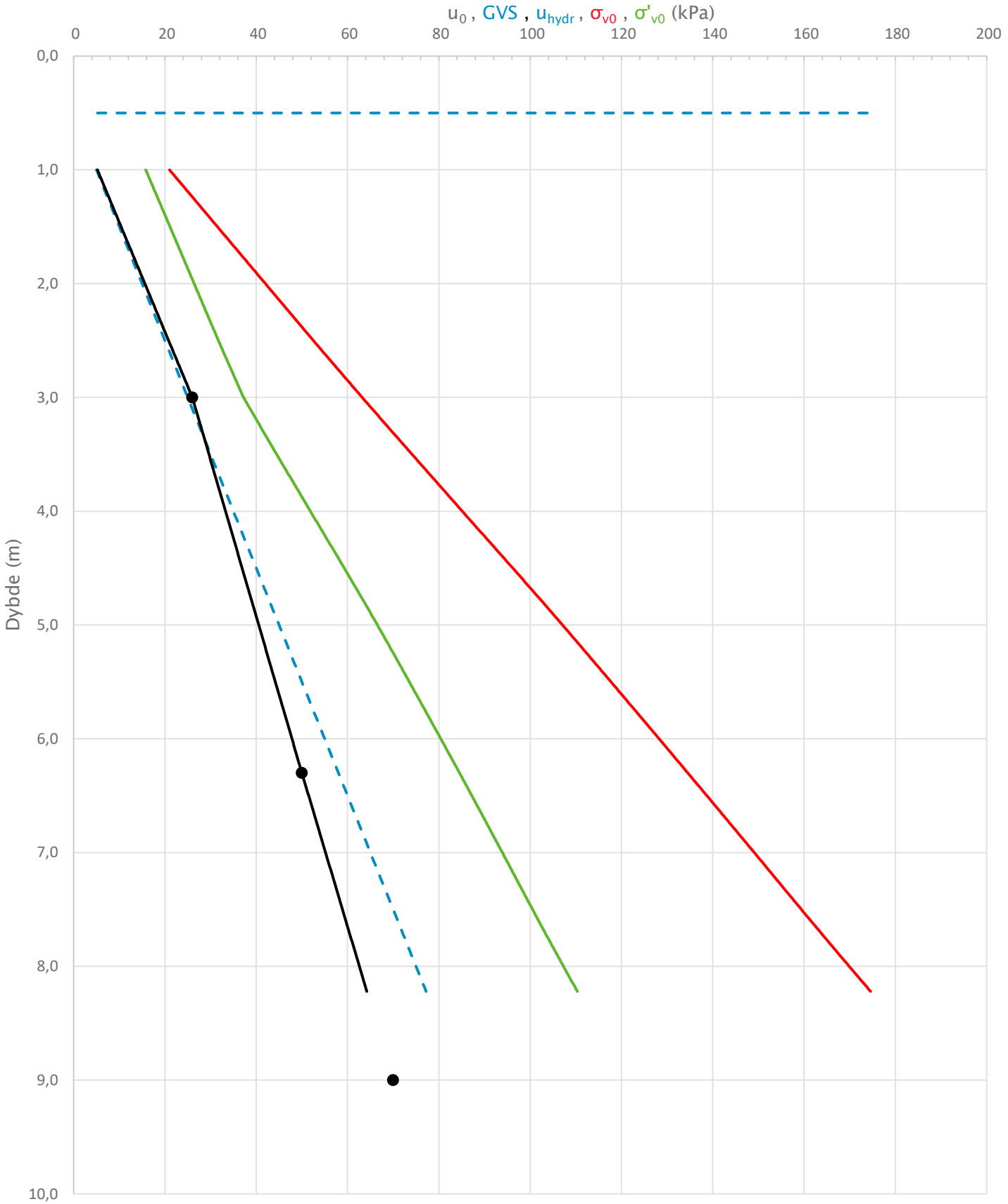
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**16,5**	**0,1**	**1,9**	**0,8**	**1,6**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

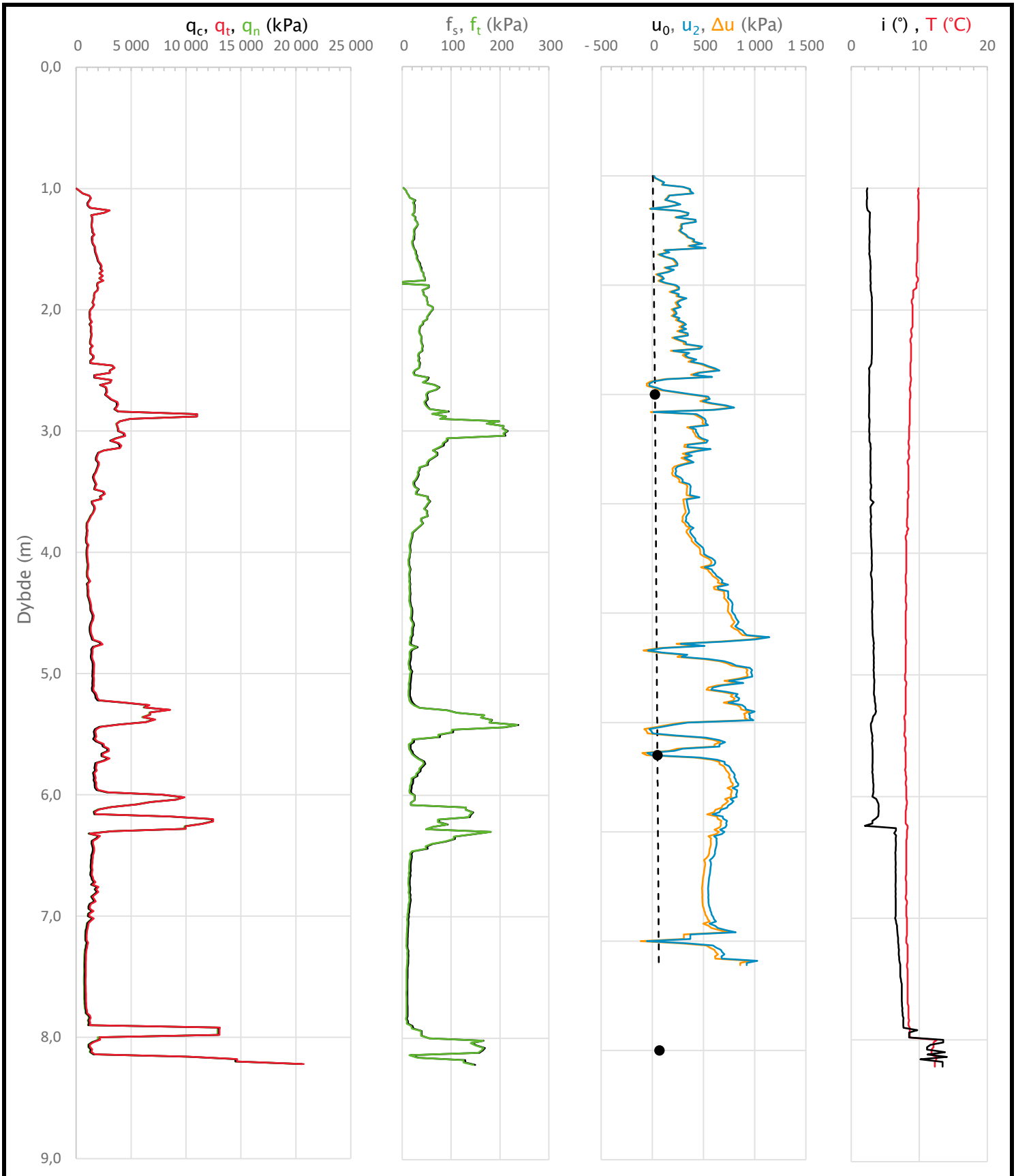
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

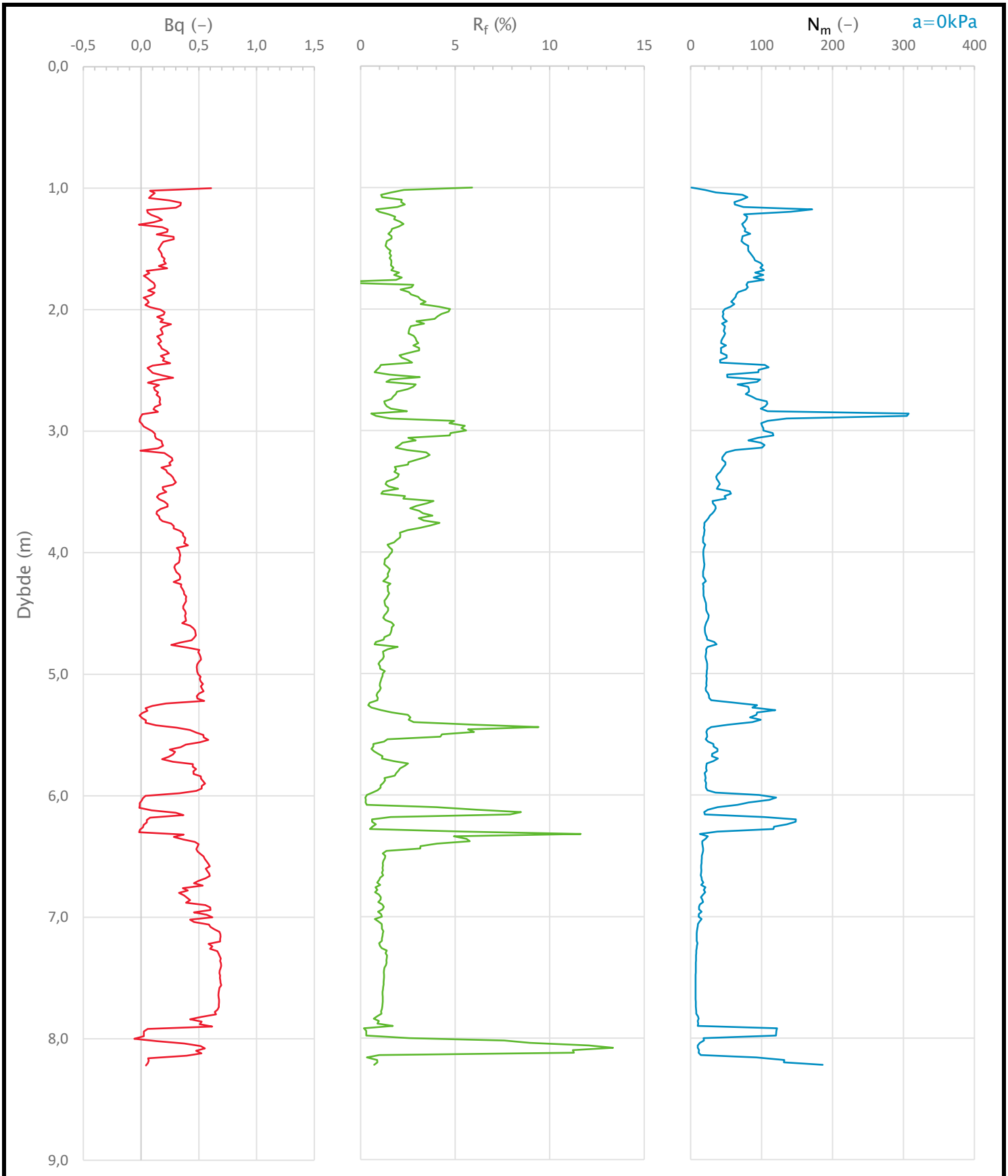
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_150-1** Kote +8,424
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull	Kote +8,424
Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger				**CBZ_150-1**	
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				**4534**	
GEO VITA	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AAU	MKR	AAU		1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	02.03.2023	Rev. dato		2

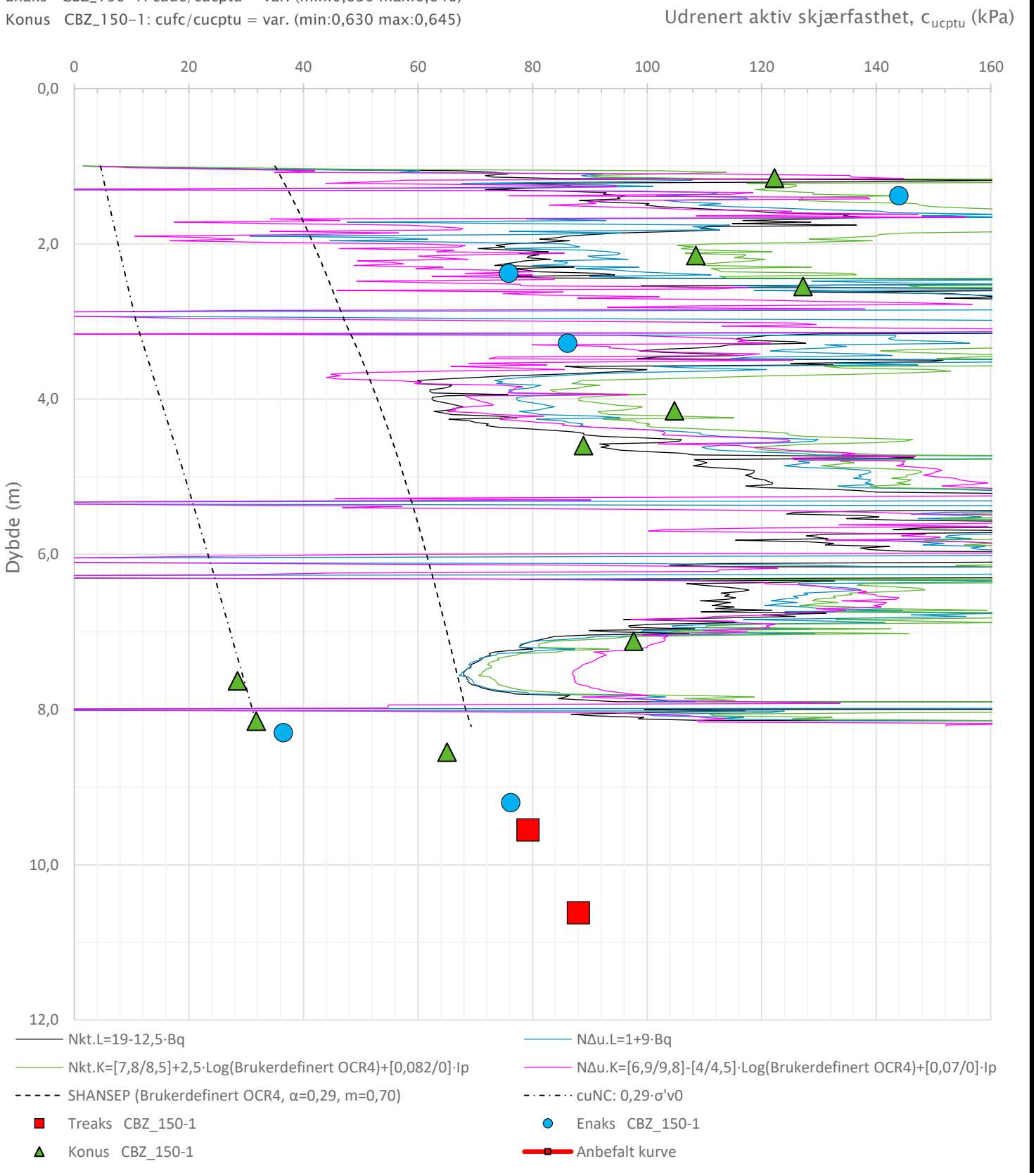


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_150-1 Kote +8,424
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

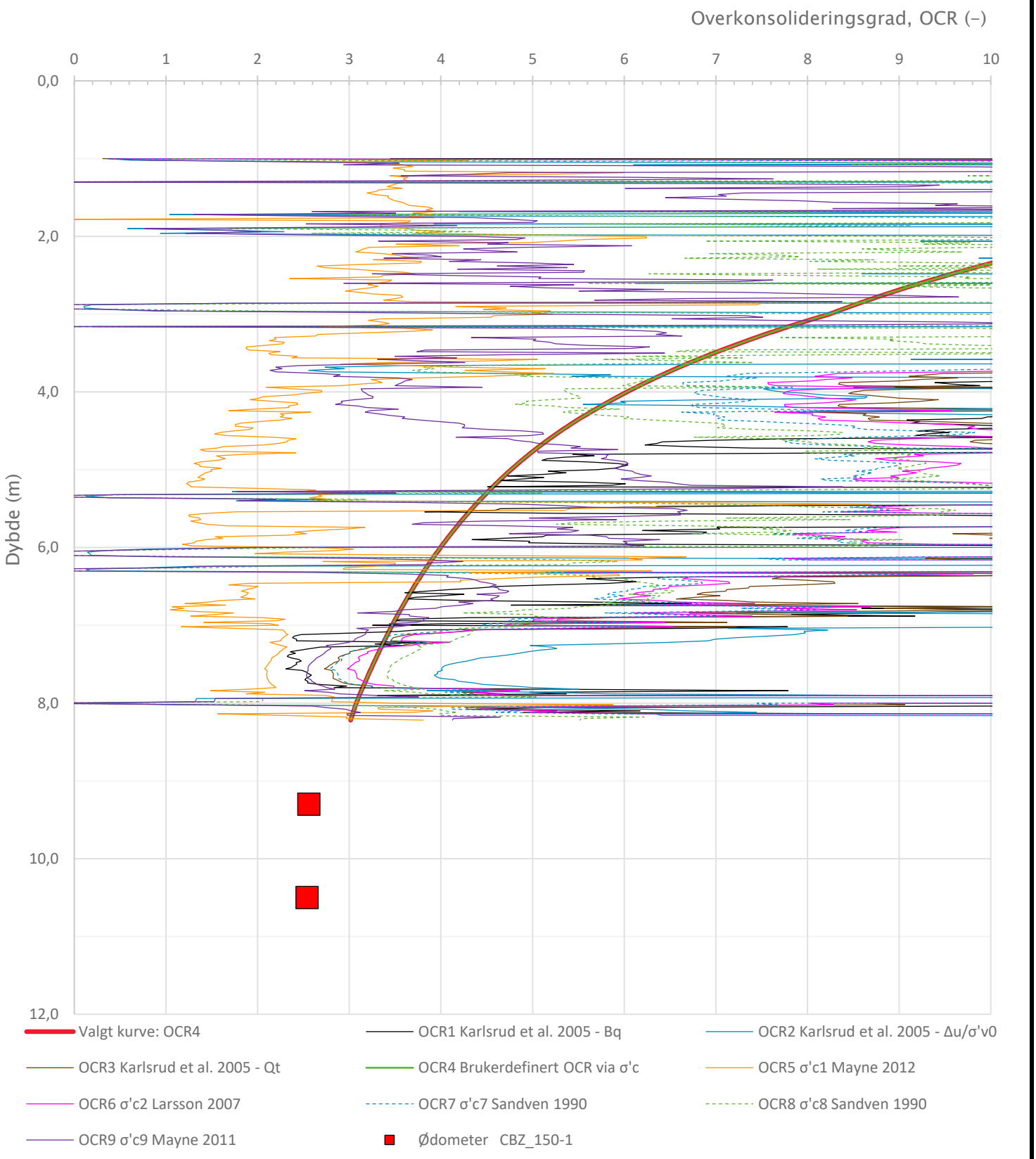


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_150-1** Kote +8,424
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

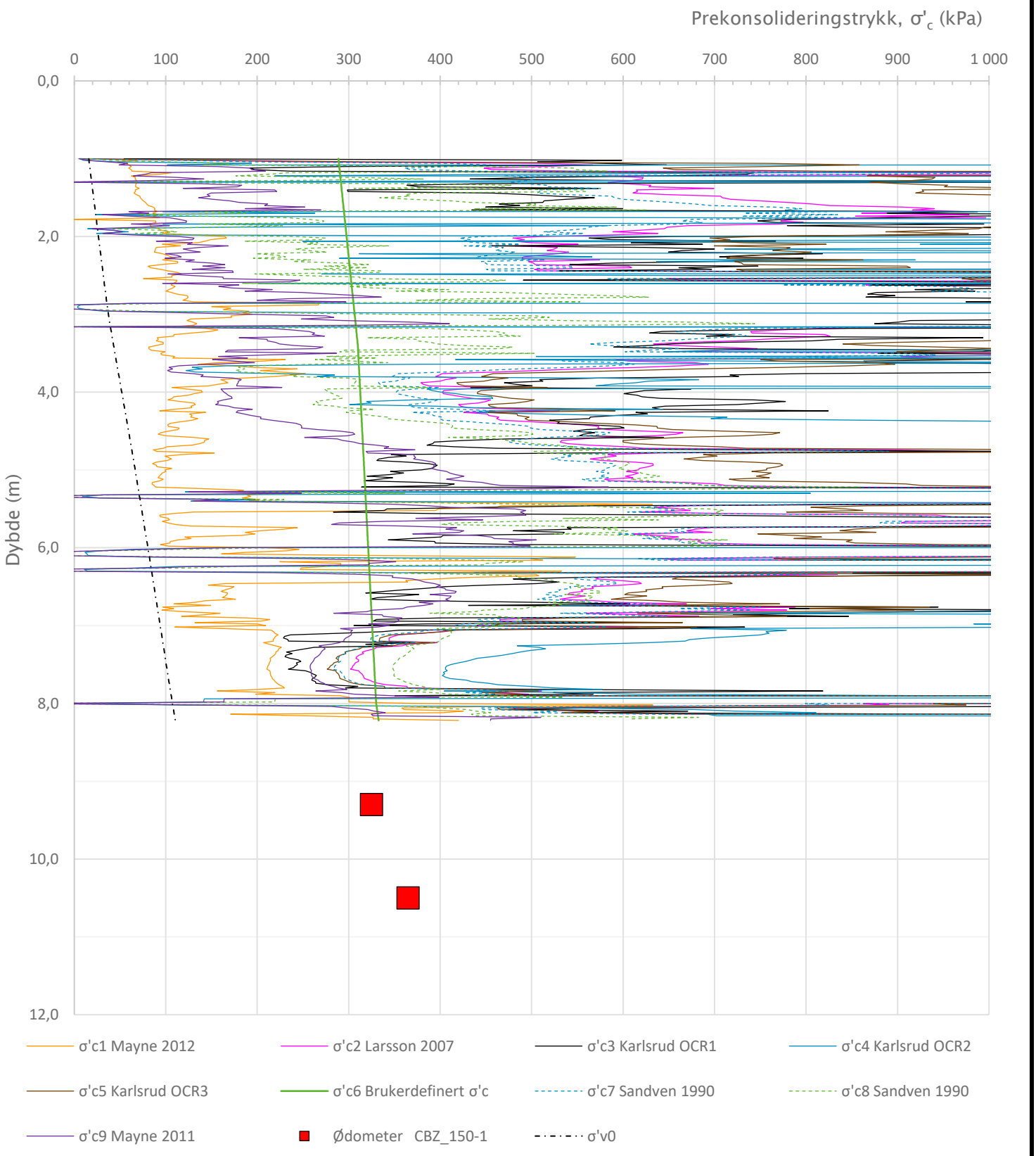
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_150-1: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_150-1: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,646)
Konus CBZ_150-1: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,645)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_150-1 Kote +8,424
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_150-1 Kote +8,424
Innhold: Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_150-1 Kote +8,424
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 13.5: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_150-2

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	0,3
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	3,5
Dato sondering	02.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5587,9	128,0	253,7
Registrert etter sondering (kPa)	44,1	-1,7	2,1
Avvik under sondering(kPa)	44,1	1,7	2,1
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,1	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	1662,5	13,1	1101,3

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

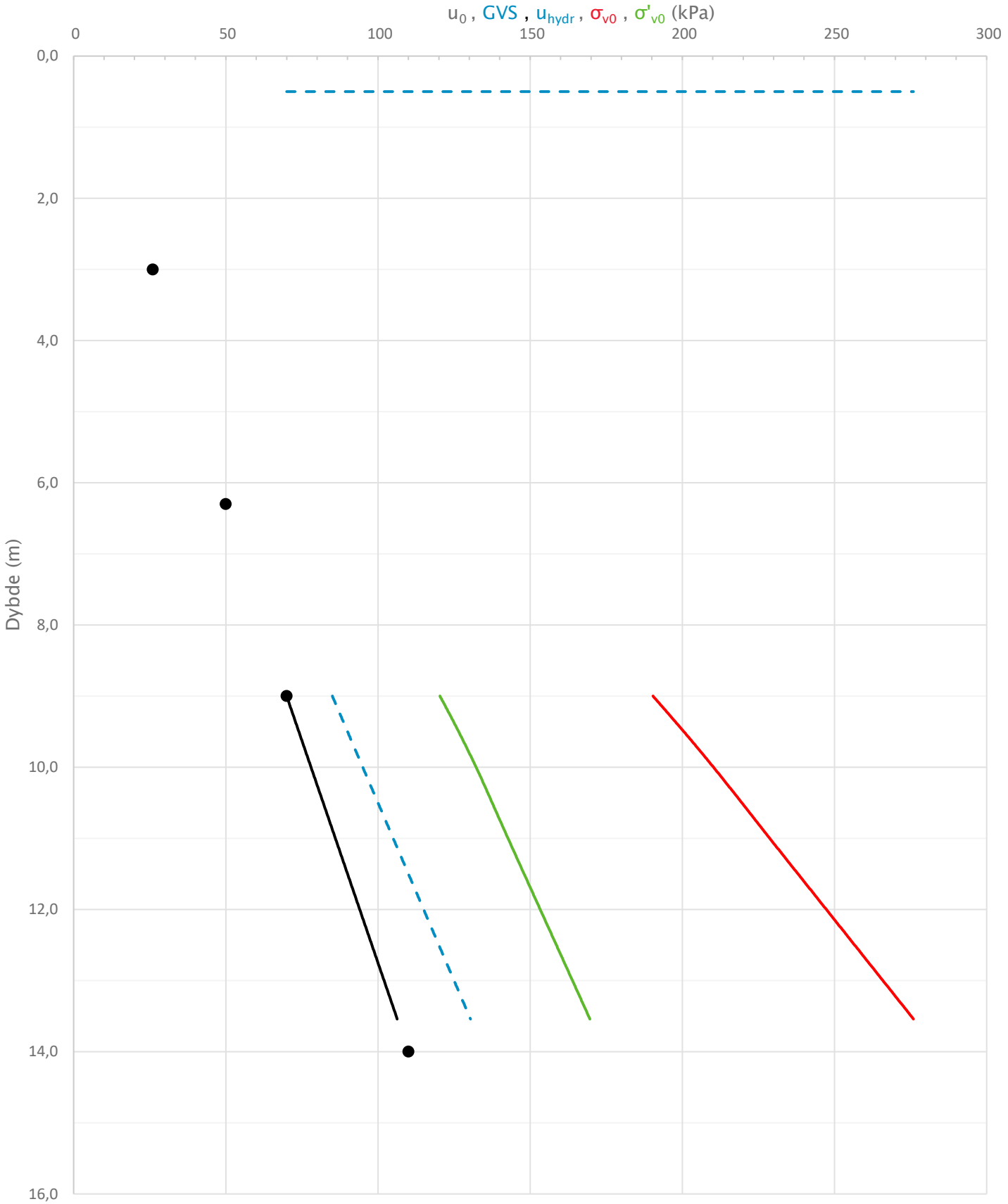
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**44,7**	**2,7**	**1,7**	**13,1**	**2,1**	**0,2**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	2	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					

Måleverdier under kapasitet/krav

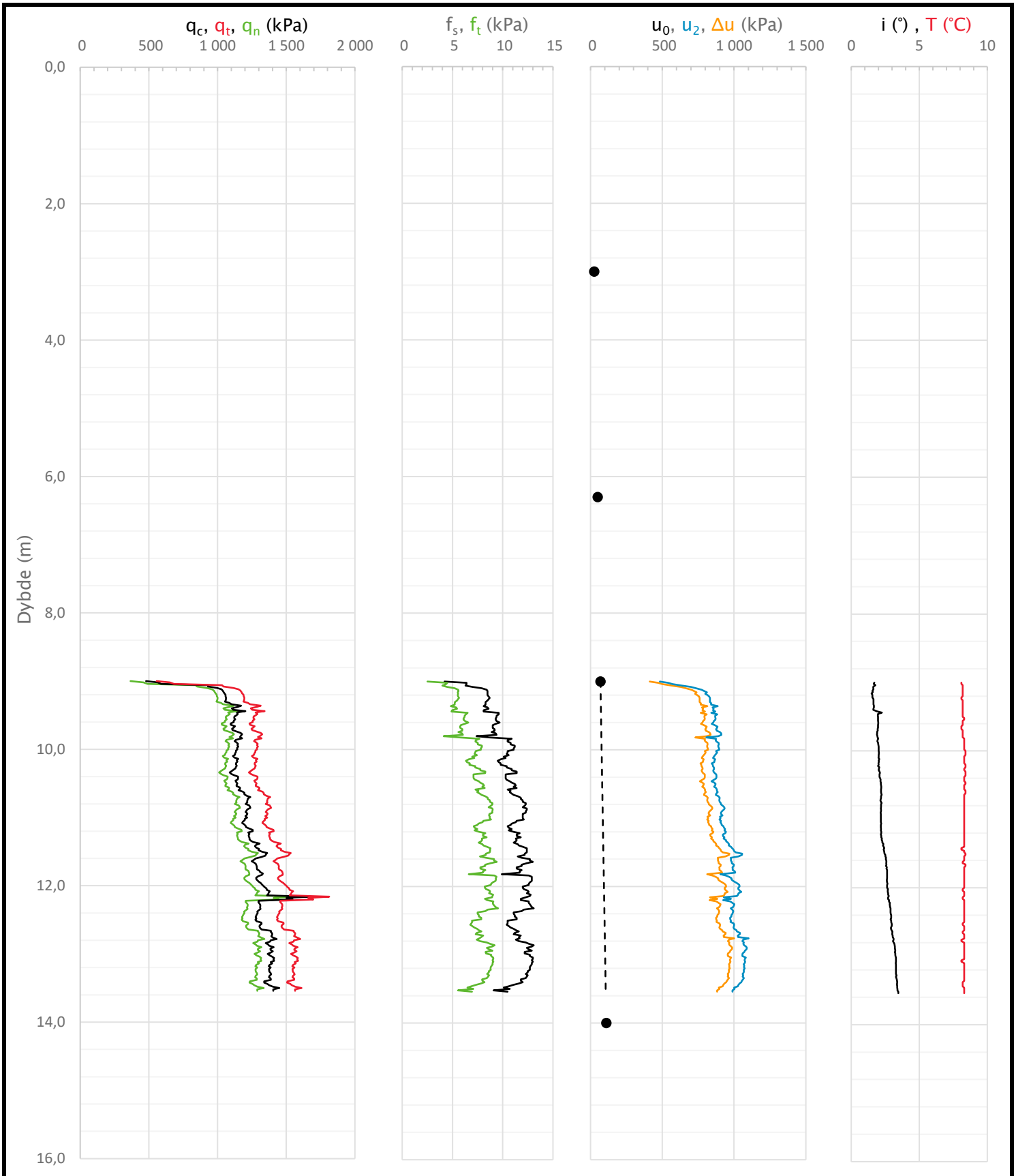
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

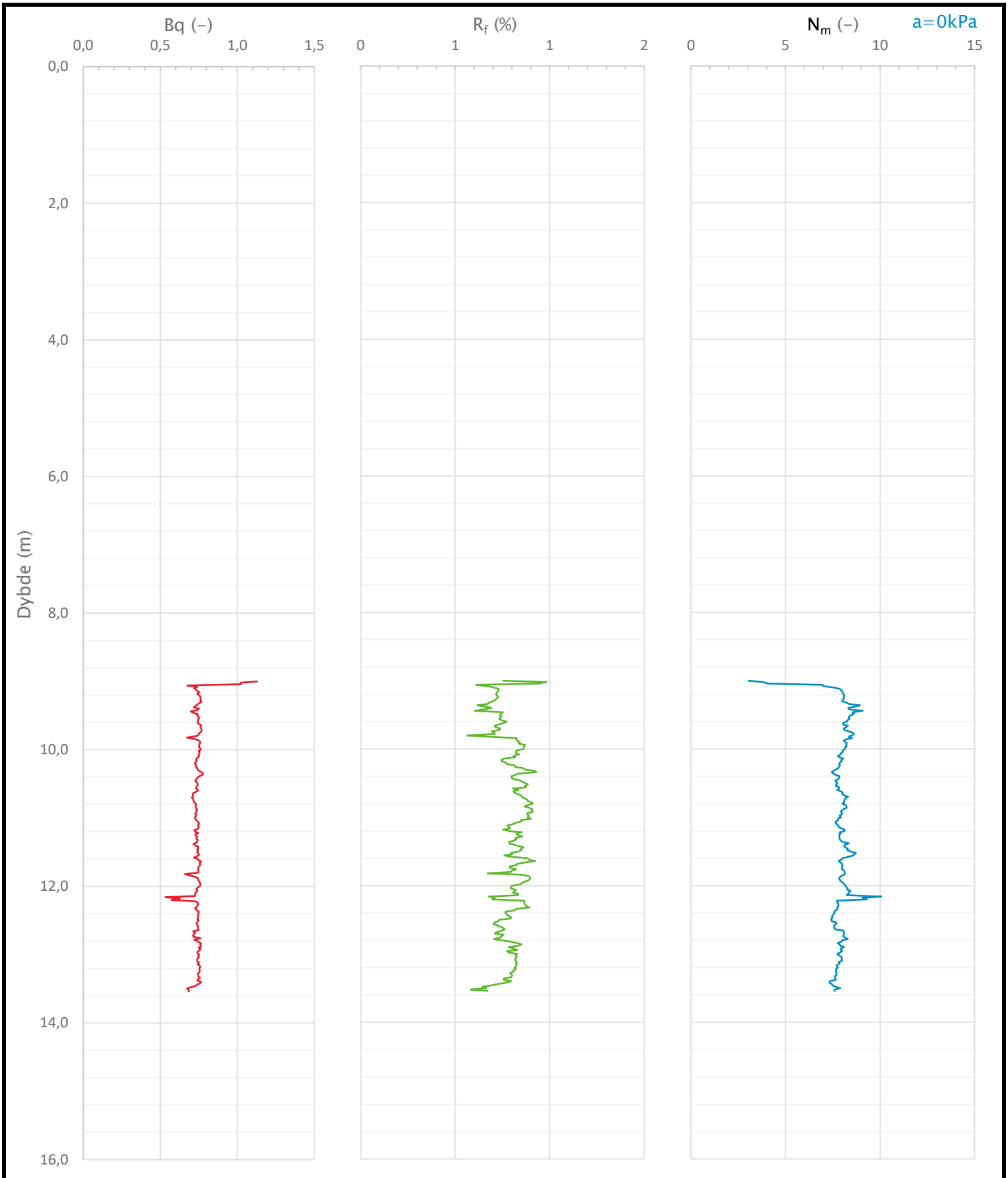
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_150-2** Kote +8,424
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +8,424 **CBZ_150-2**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

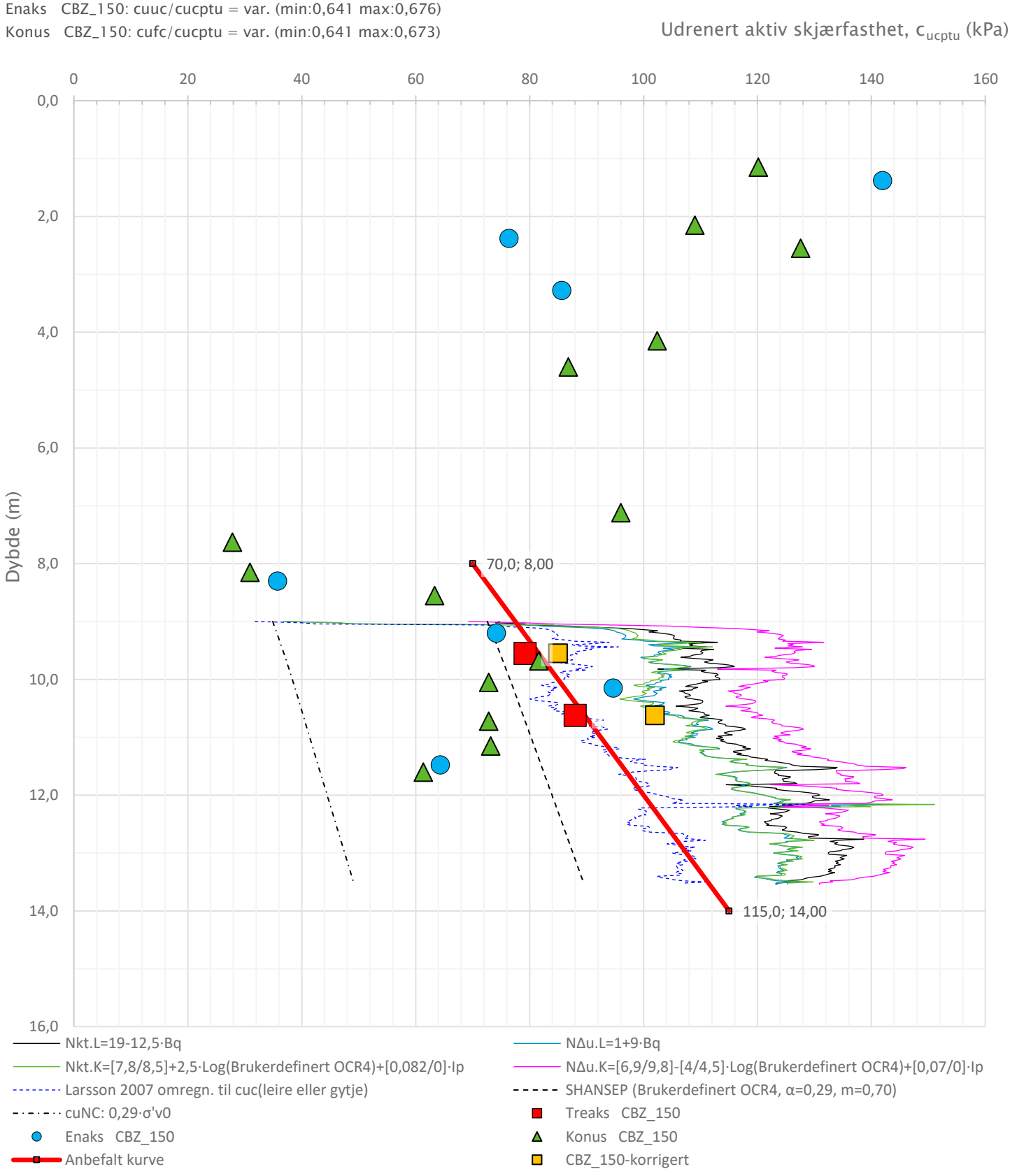


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: CBZ_150-2 (Kote +8,424)
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

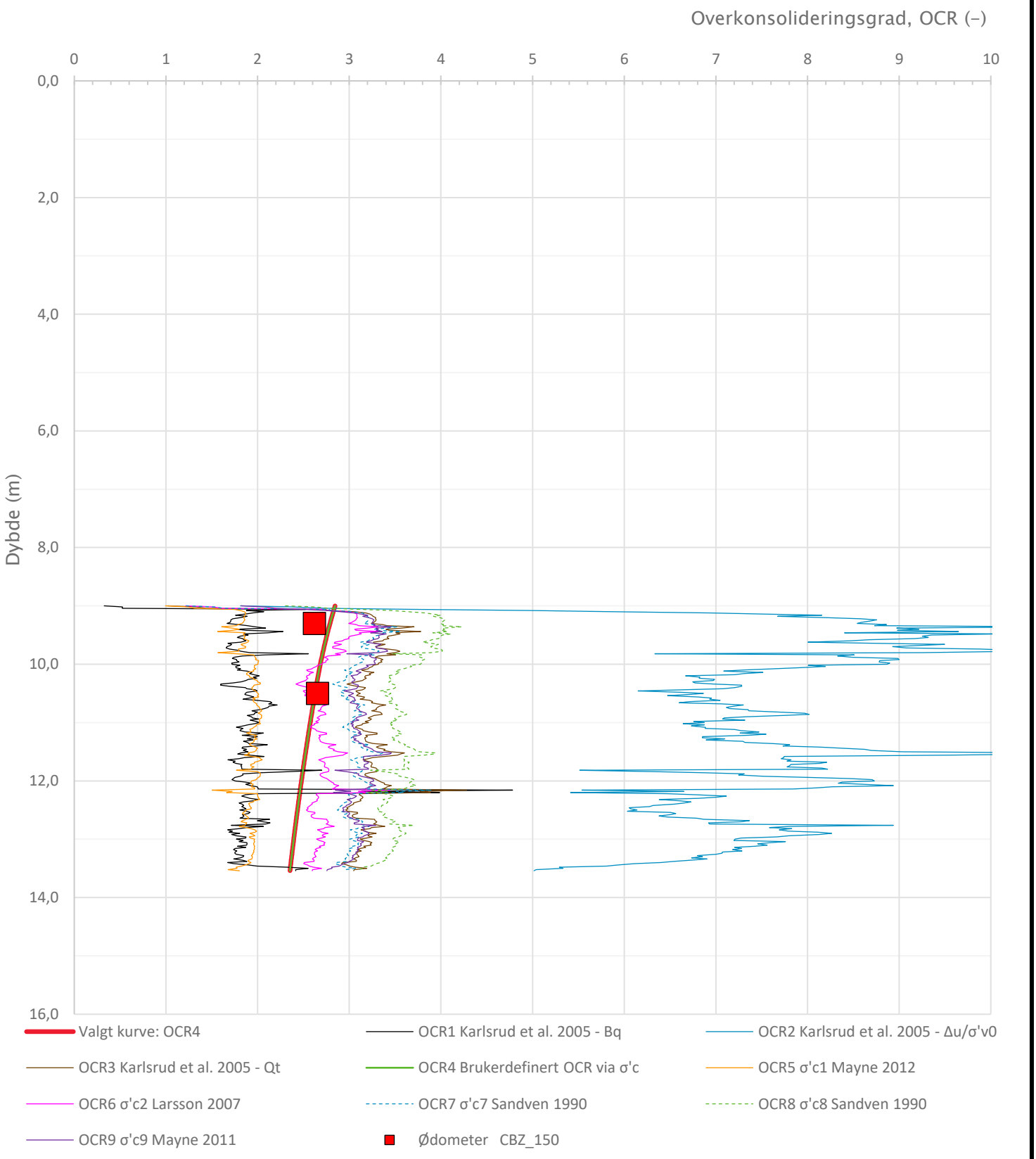


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_150-2** Kote +8,424
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

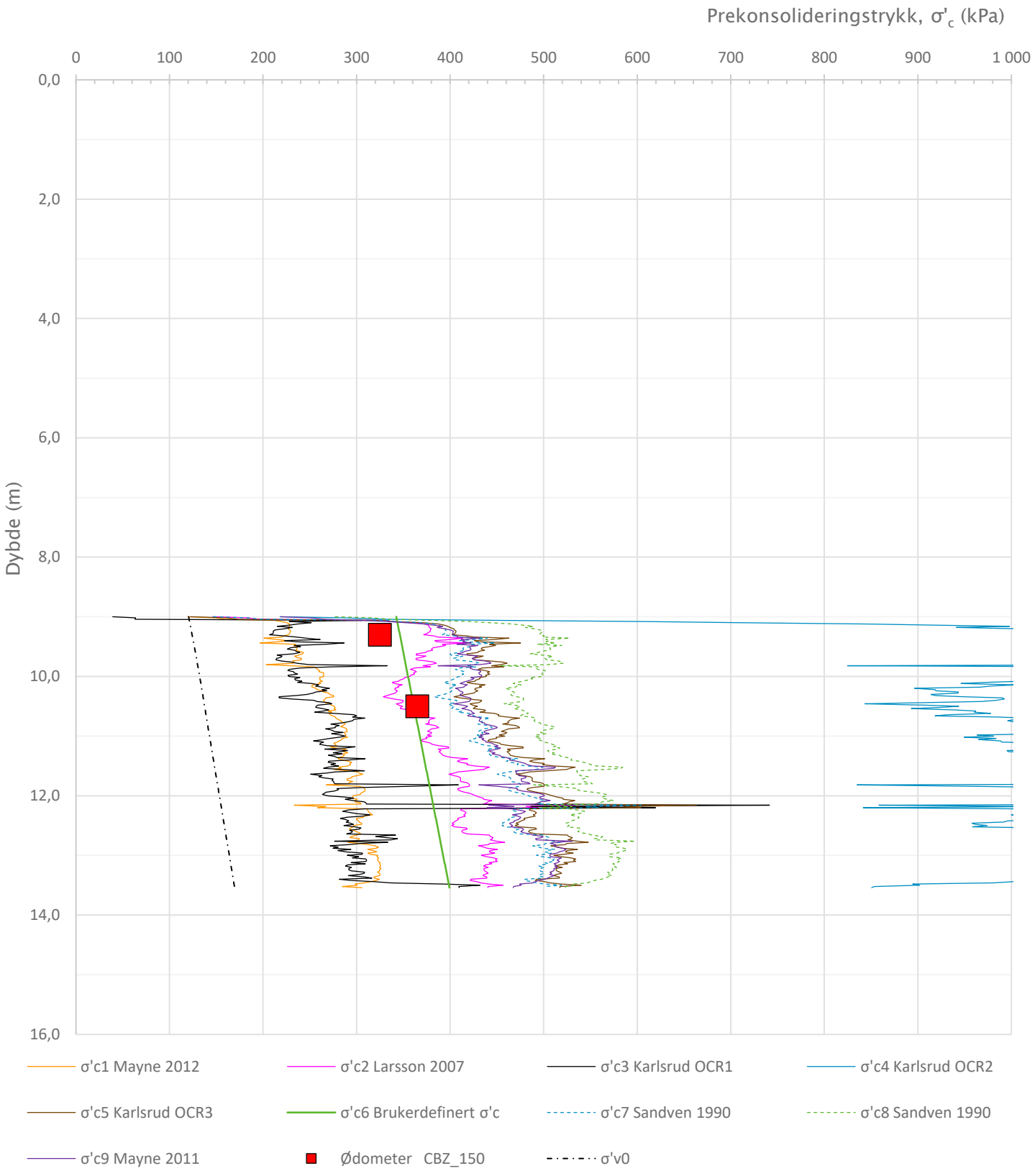
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_150: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_150: cuuc/cucptu = var. (min:0,641 max:0,676)
Konus CBZ_150: cufc/cucptu = var. (min:0,641 max:0,673)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_150-2 Kote +8,424
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5

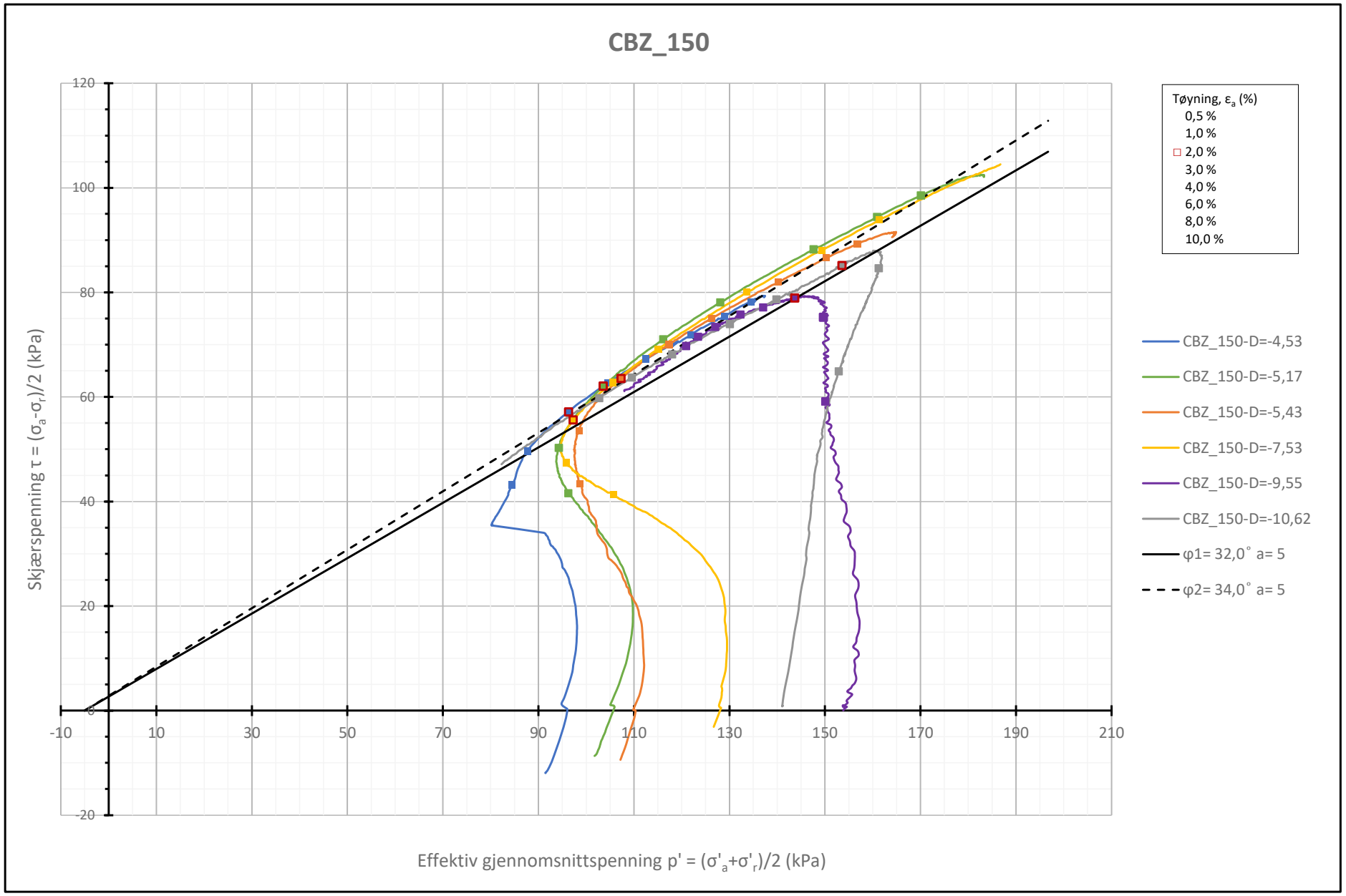


Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +8,424 **CBZ_150-2**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



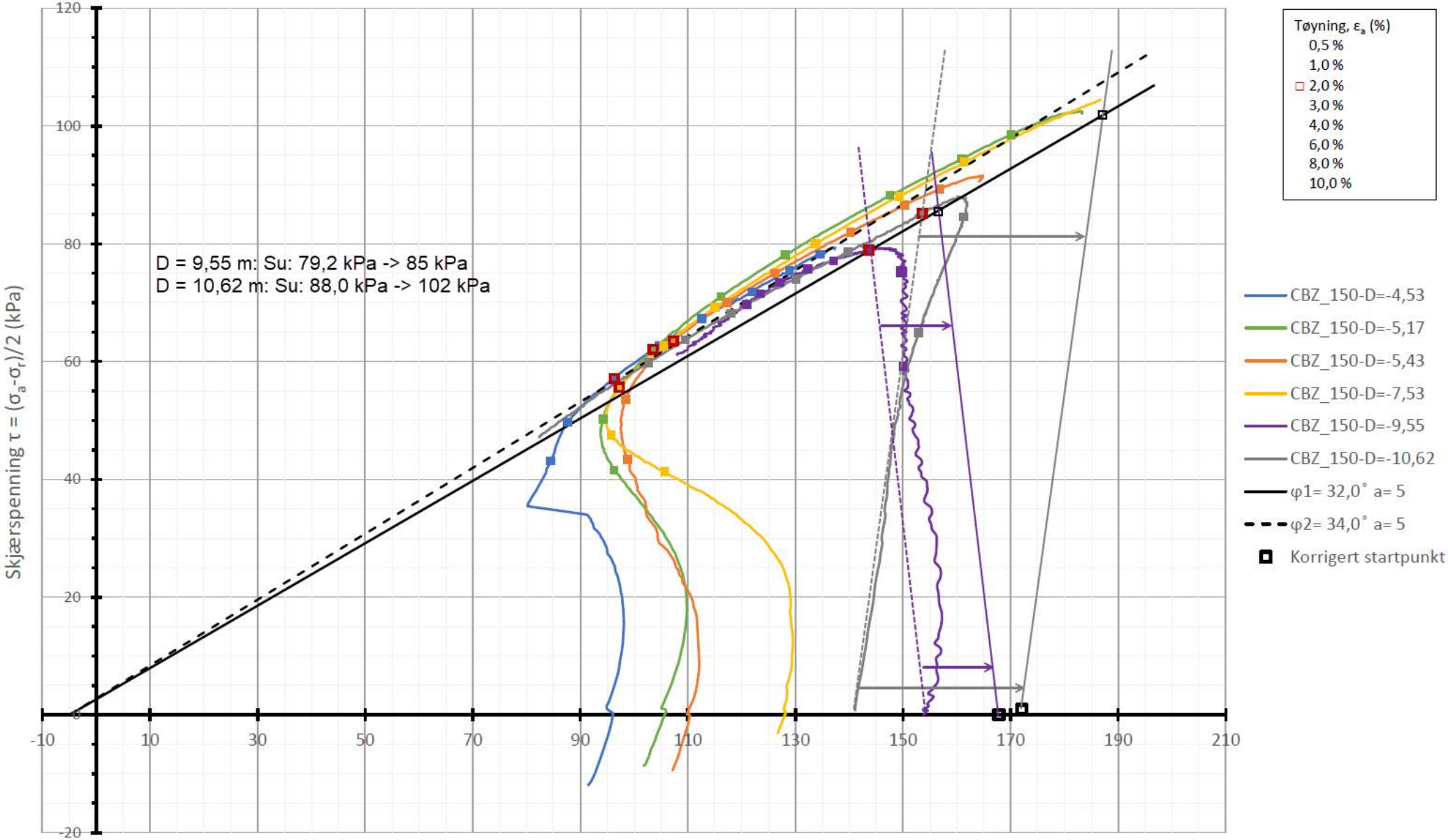
Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_150-2 Kote +8,424
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 02.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 13.6: TOLKNINGER SNITT F – SAMLEPLOTT SPENNINGSSTIER TREAKS I CBZ_150


CBZ_150
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
120
100
80
60
40
20
0
-20
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
190
210
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_150-D=-4,53
CBZ_150-D=-5,17
CBZ_150-D=-5,43
CBZ_150-D=-7,53
CBZ_150-D=-9,55
CBZ_150-D=-10,62
φ1= 32,0° a= 5
φ2= 34,0° a= 5

VEDLEGG 13.7: TOLKNINGER SNITT F – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_150

CBZ_150


D = 9,55 m: Su: 79,2 kPa -> 85 kPa
D = 10,62 m: Su: 88,0 kPa -> 102 kPa
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
120
100
80
60
40
20
0
-20
-10
10
30
50
70
90
110
130
150
170
190
210
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_150-D=-4,53
CBZ_150-D=-5,17
CBZ_150-D=-5,43
CBZ_150-D=-7,53
CBZ_150-D=-9,55
CBZ_150-D=-10,62
φ1= 32,0° a= 5
φ2= 34,0° a= 5
Korrigert startpunkt

VEDLEGG 13.8: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_107-1

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	11,0
Dato sondering	08.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5596,1	127,0	249,4
Registrert etter sondering (kPa)	25,0	-0,7	0,3
Avvik under sondering(kPa)	25,0	0,7	0,3
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,5	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	10176,5	110,1	644,4

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

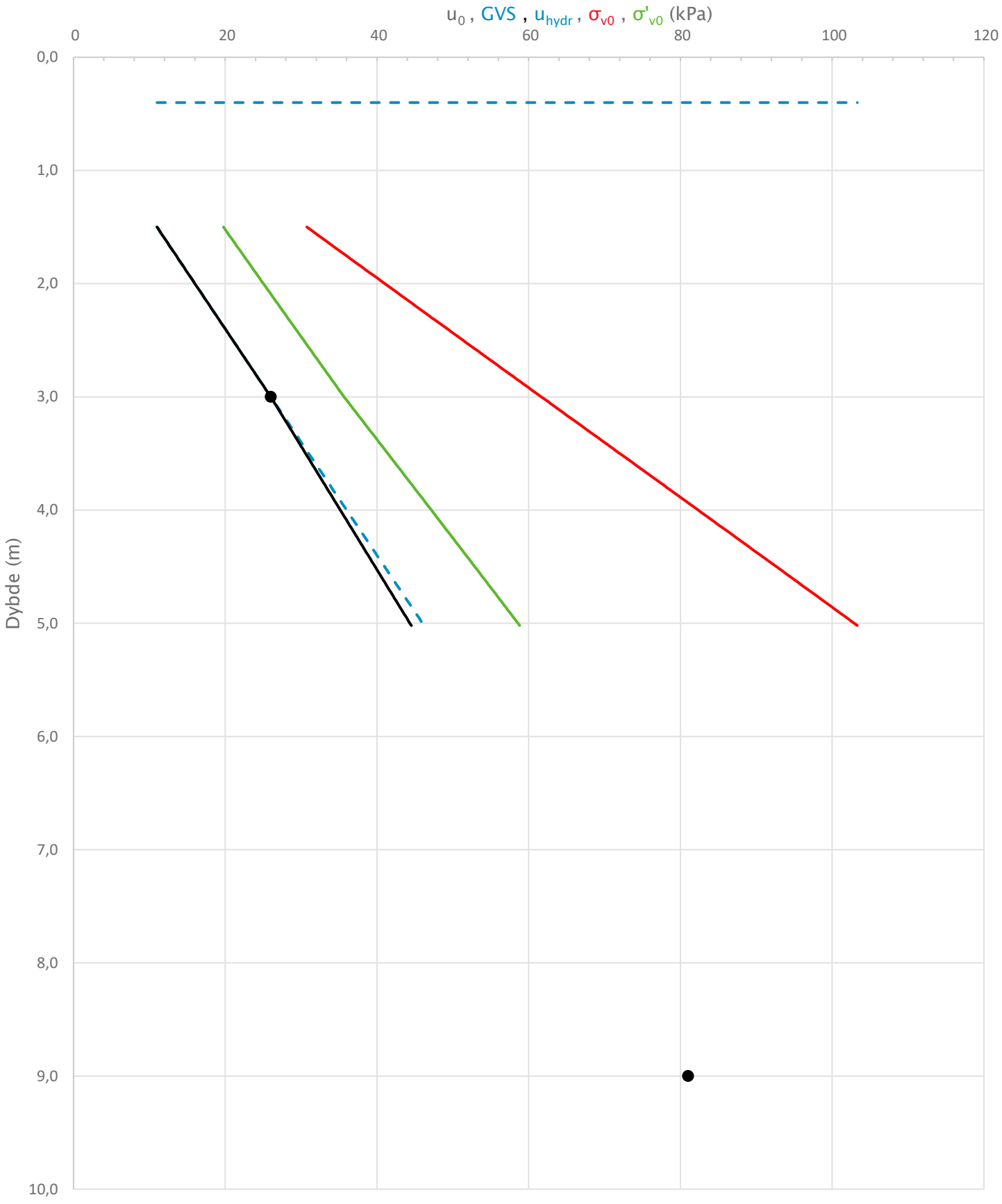
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**25,9**	**0,3**	**0,7**	**0,7**	**0,4**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

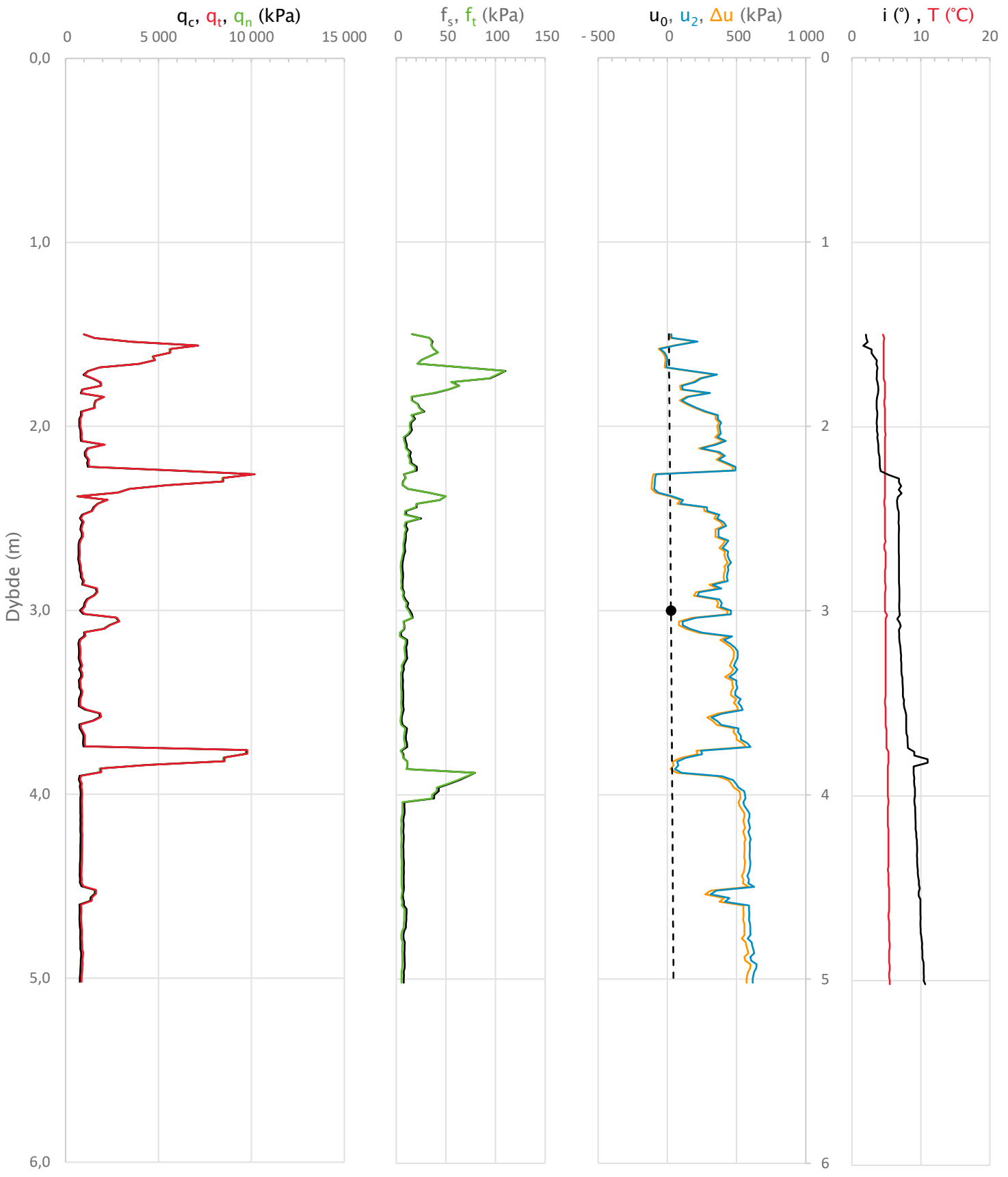
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_107-1** Kote +2,948
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 08.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



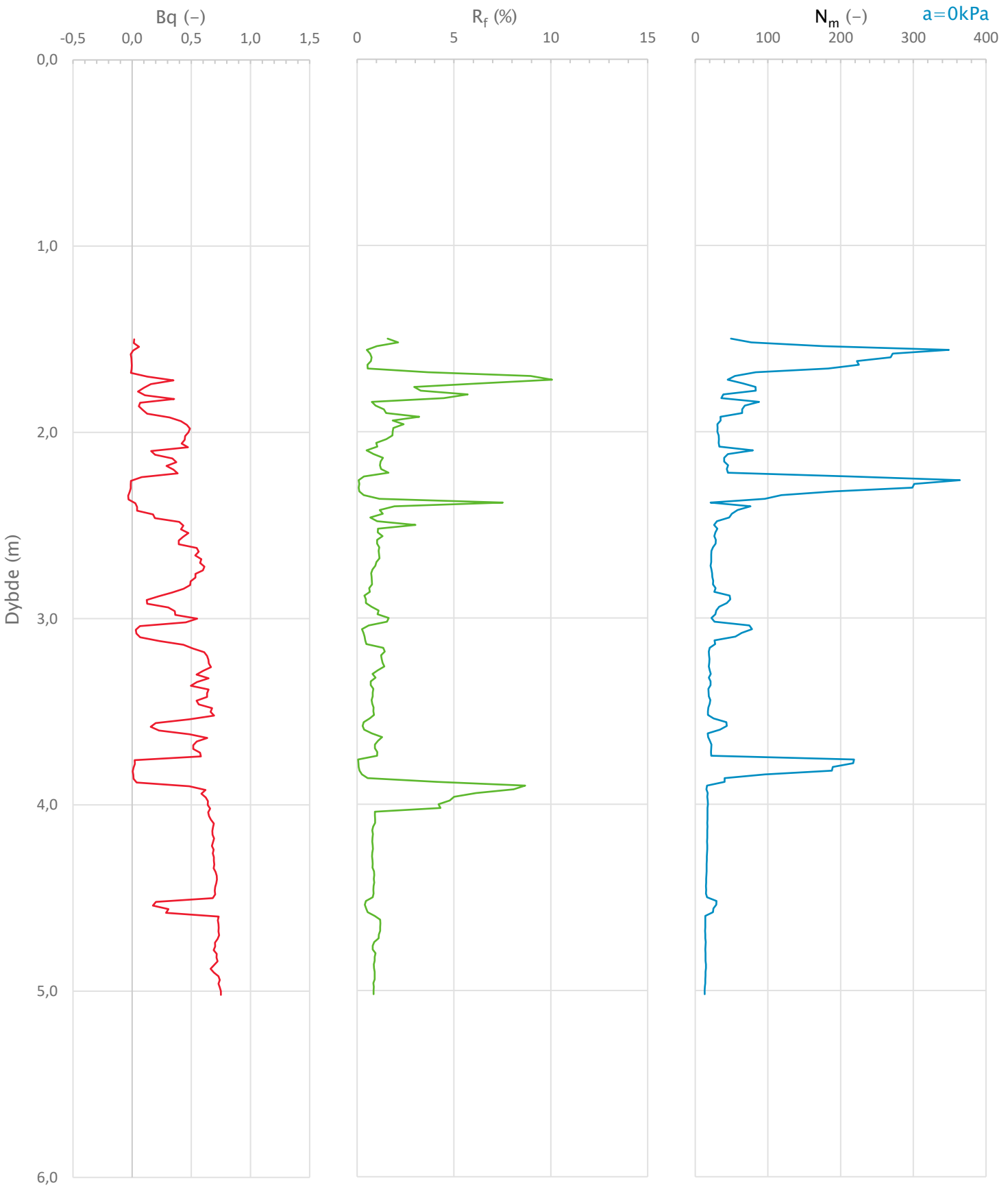
Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +2,948 **CBZ_107-1**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 08.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +2,948 **CBZ_107-1**
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier					Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 08.03.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 3

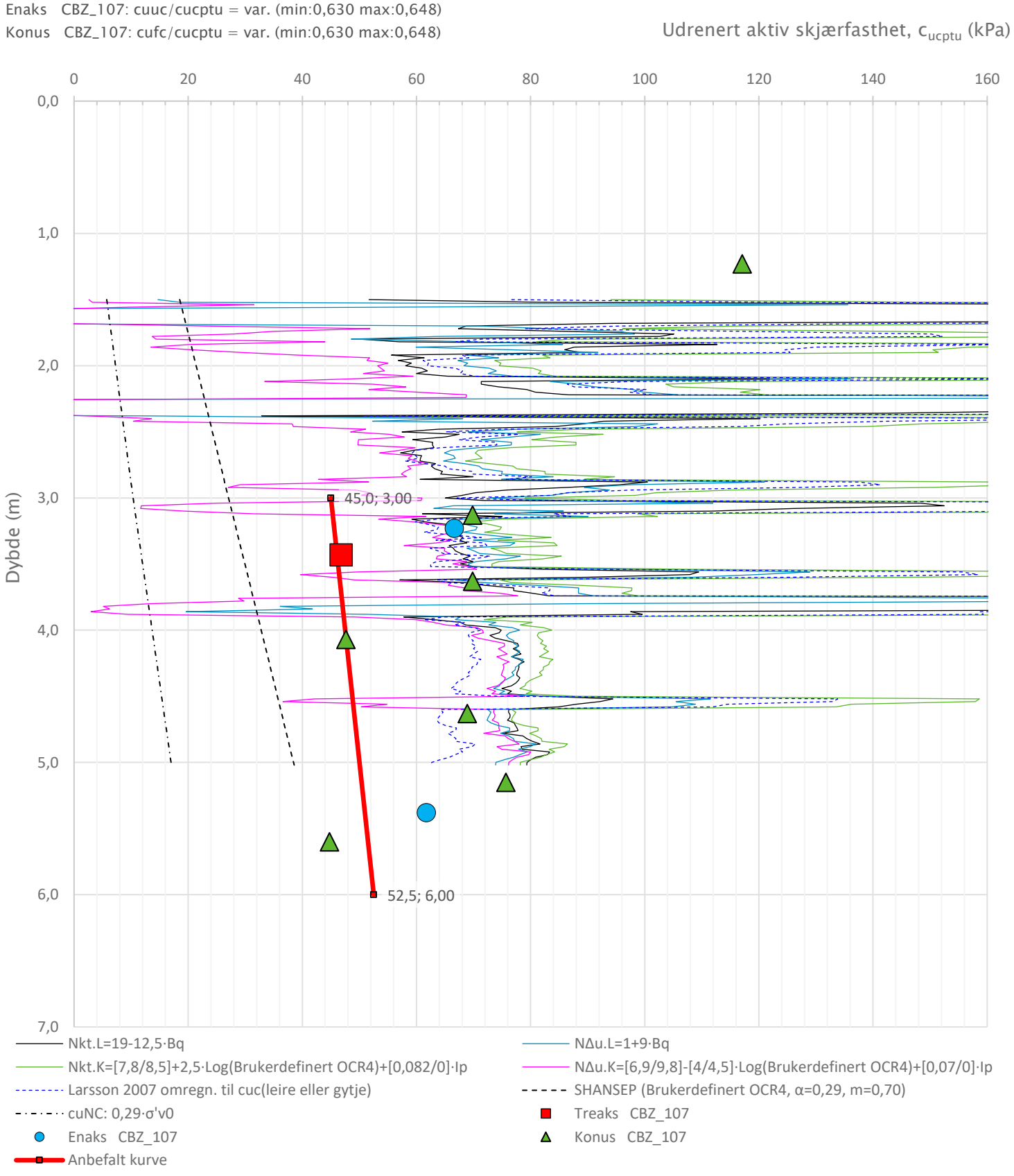
O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_107-1_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

CPTu v.2020.01



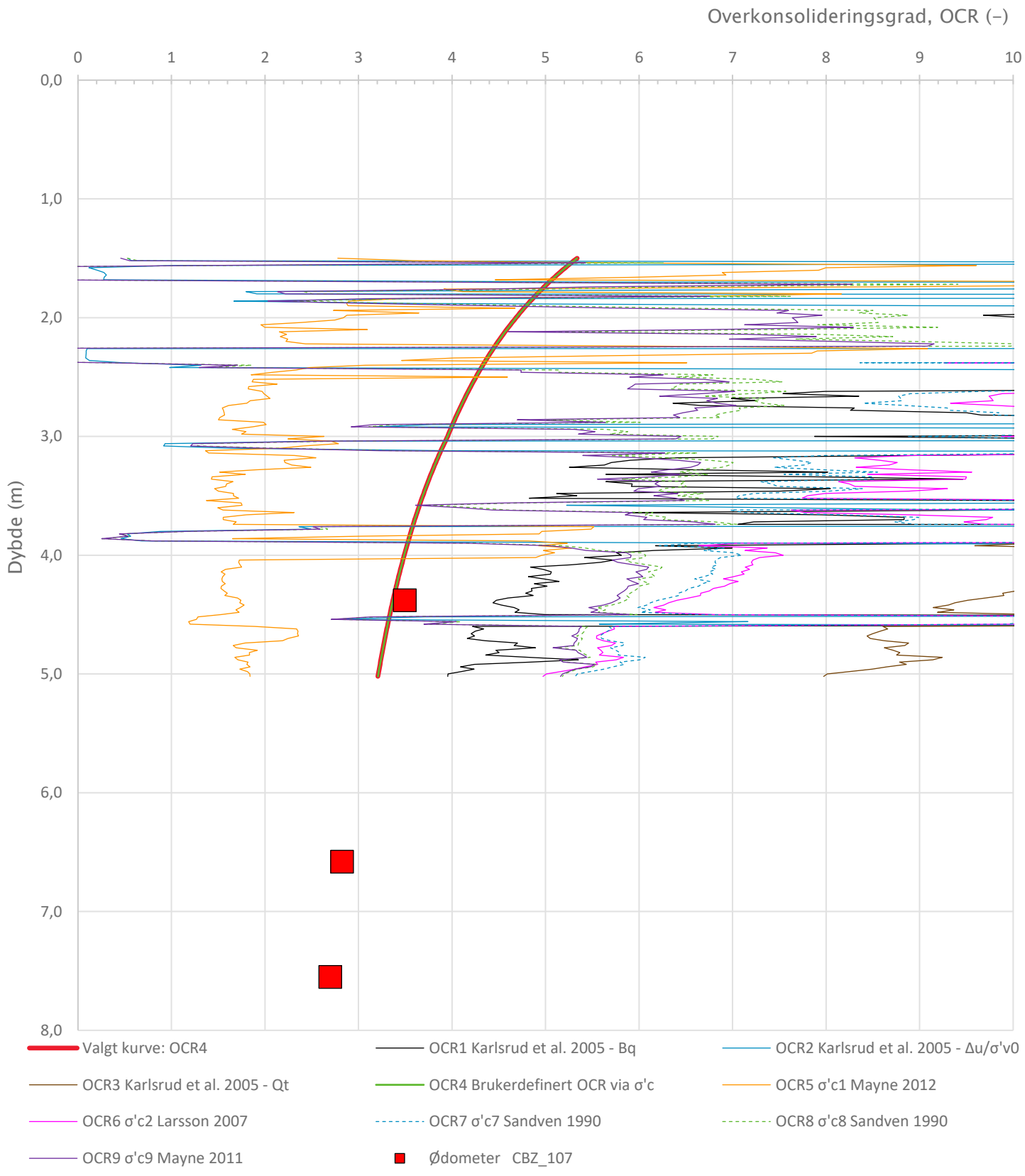
Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull Kote +2,948 **CBZ_107-1**	
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **4534**	
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse	1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 08.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur	4

Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_107: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_107: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,648)
Konus CBZ_107: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,648)



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_107-1** Kote +2,948
Innhold: **Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet**				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 08.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5

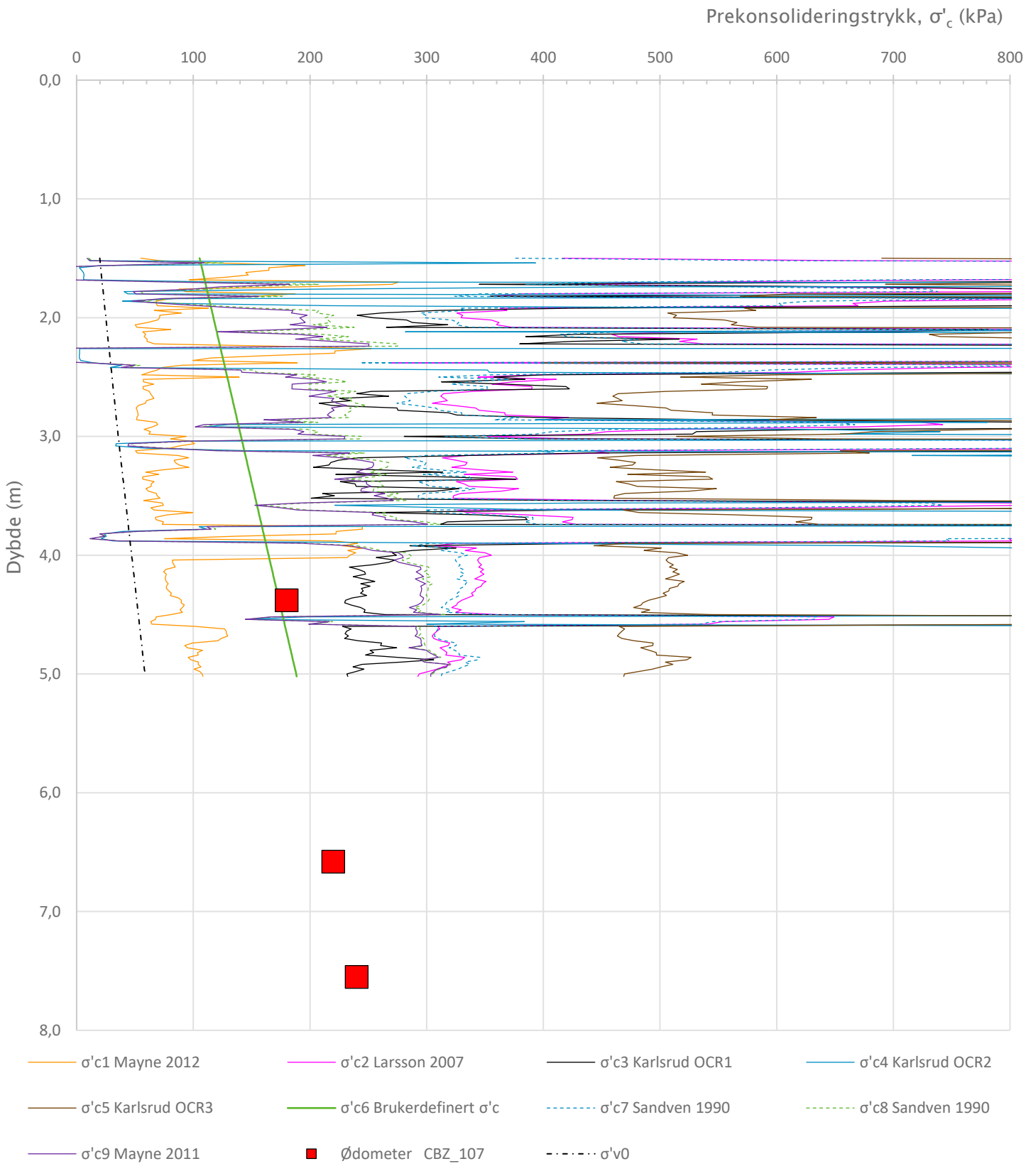
O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_107-1_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger** Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28				Borhull Kote +2,948 **CBZ_107-1**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 08.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_107-1_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

CPTu v.2020.01



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_107-1 Kote +2,948
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 08.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Beregninger\2330-50 Områdestabilitet Borregaard\Faresone Helgeby\Tolkning GU\CPT\CBZ_107-1_cptu-2023_02_GV-logo.xlsm

CPTu v.2020.01

VEDLEGG 13.9: TOLKNINGER SNITT F – CPT-SONDERING CBZ_107-2

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	0,8
Kalibreringsdato	02.11.2022	Maks helning (°)	7,8
Dato sondering	08.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1675	3712	3662
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4555	0,0103	0,0208
Arealforhold	0,8390	0,0010	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	17,298	0,369	1,103
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5607,9	128,2	249,9
Registrert etter sondering (kPa)	19,6	-2,0	0,0
Avvik under sondering(kPa)	19,6	2,0	0,0
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,4	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	11175,3	56,5	919,7

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

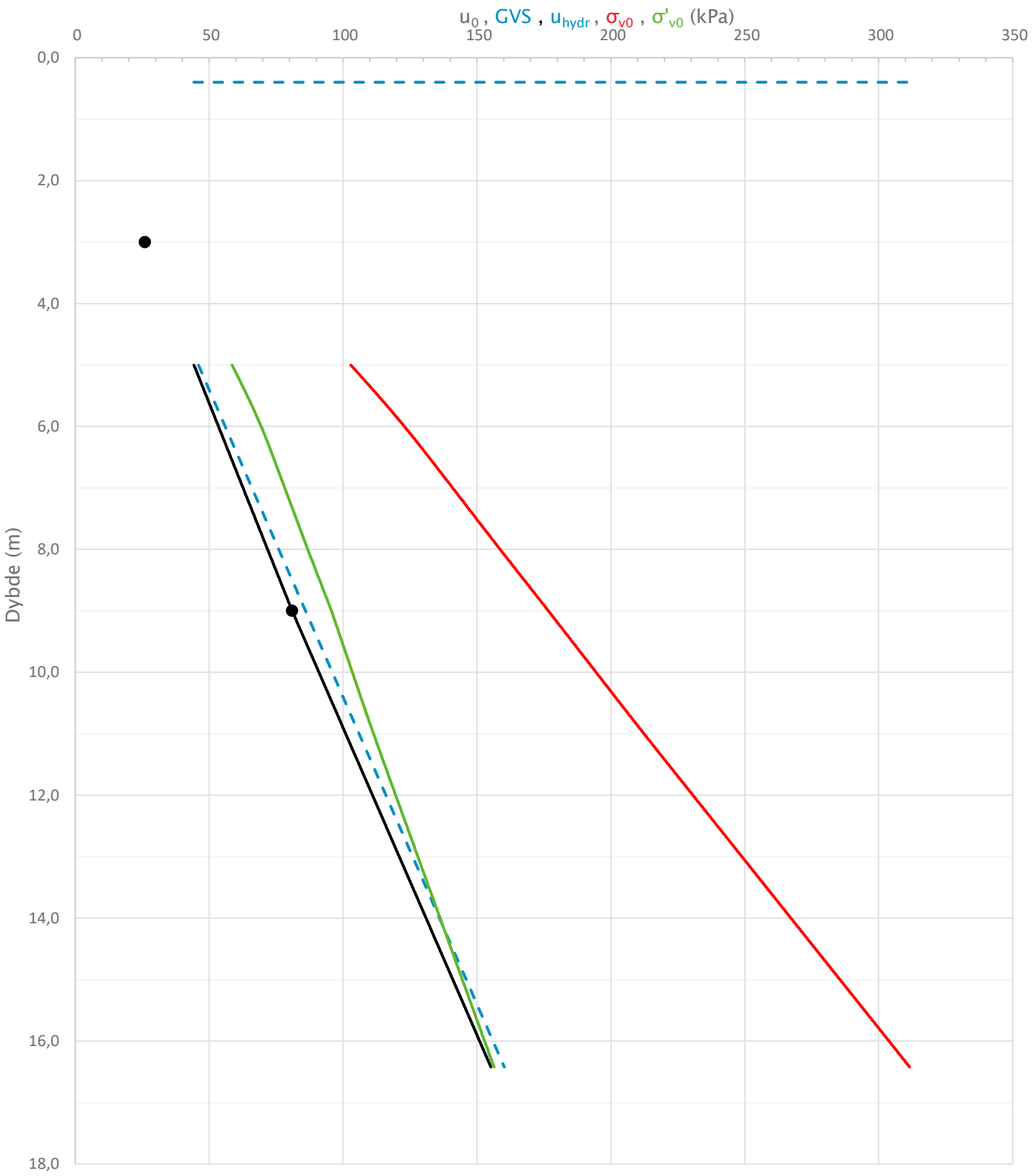
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**20,5**	**0,2**	**2,0**	**3,6**	**0,0**	**0,0**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

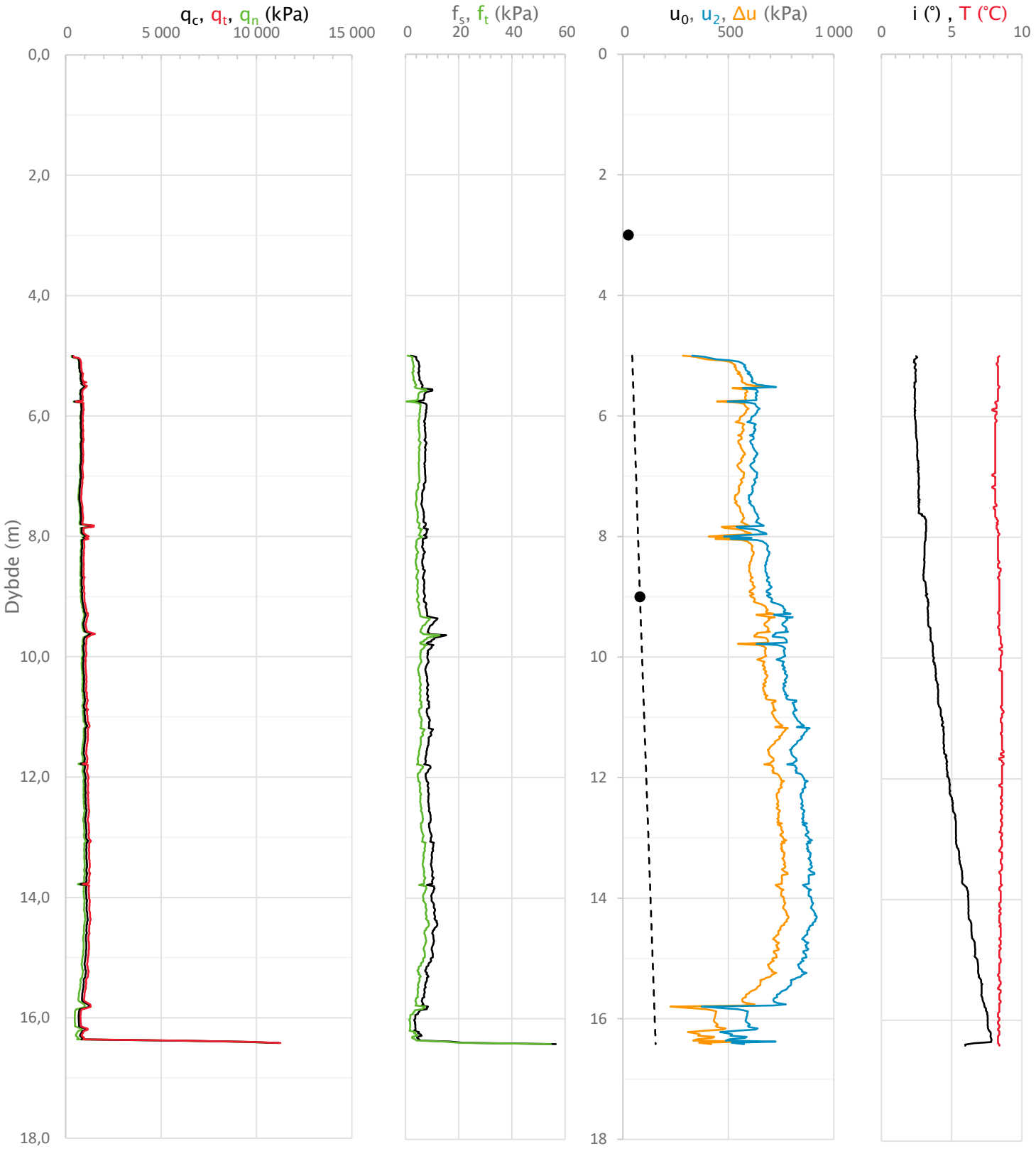
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

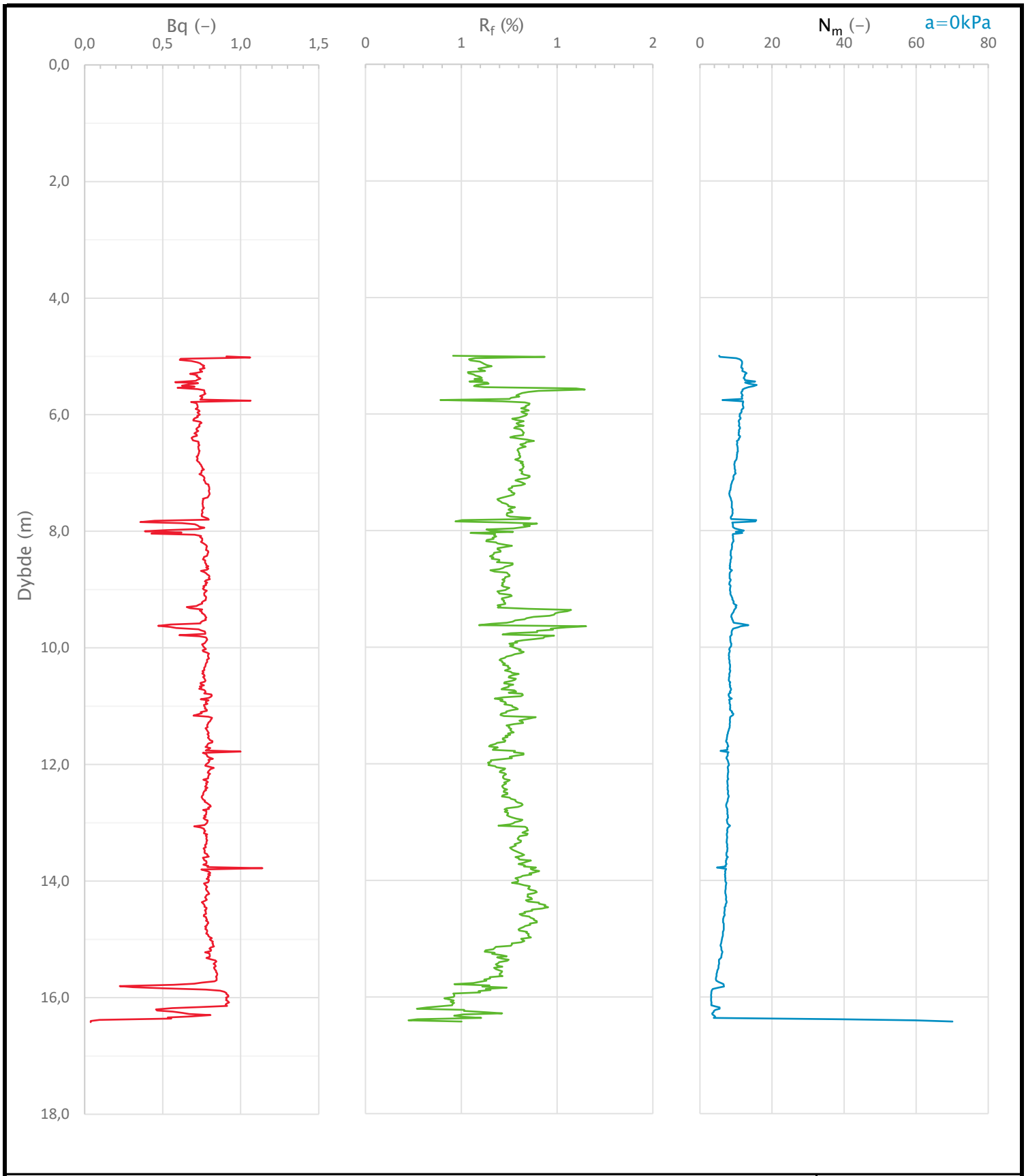
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull Kote +2,948: **CBZ_107-2**
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 08.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



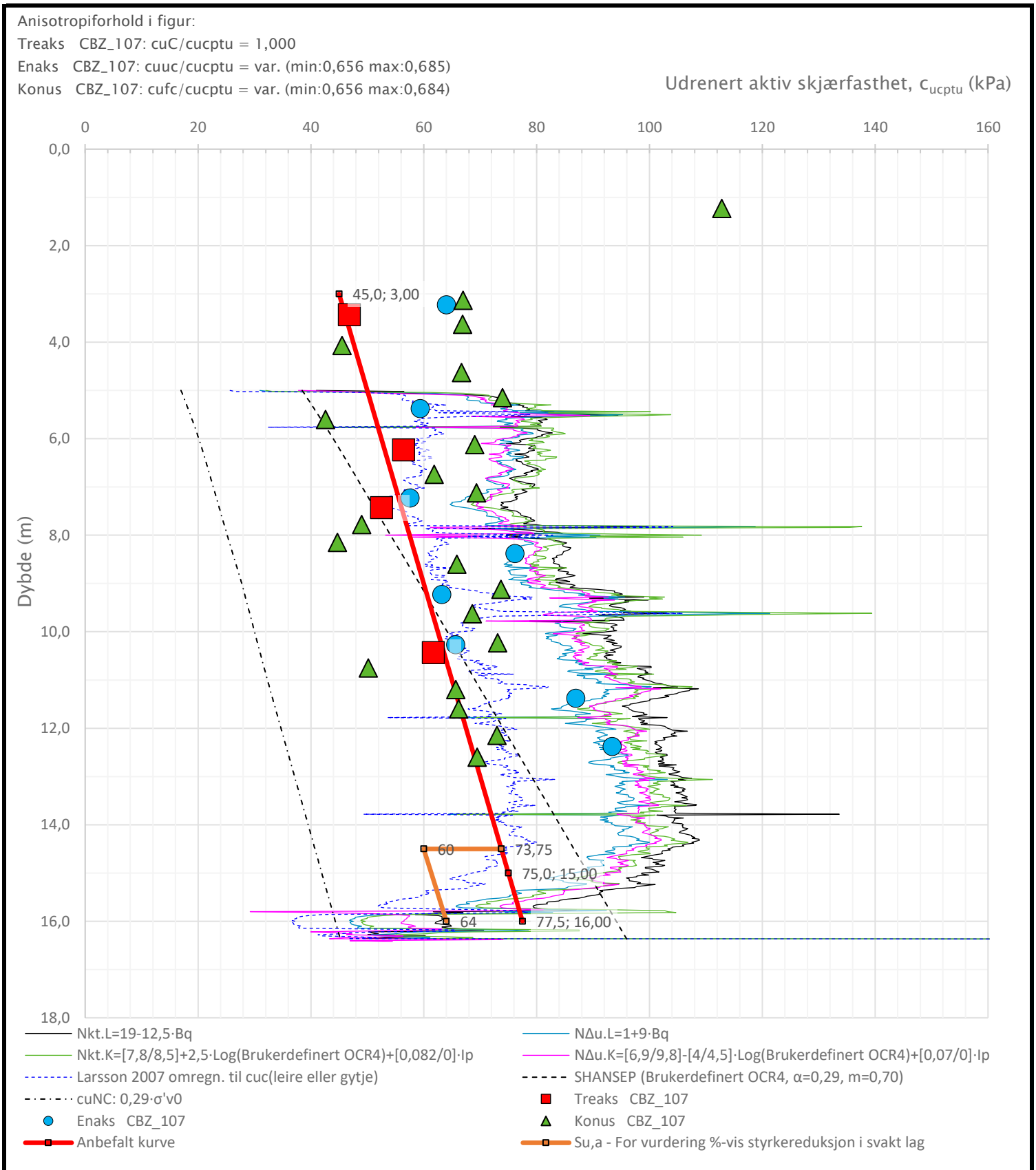
Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330	Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_107-2** Kote +2,948
Innhold: In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 08.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 2



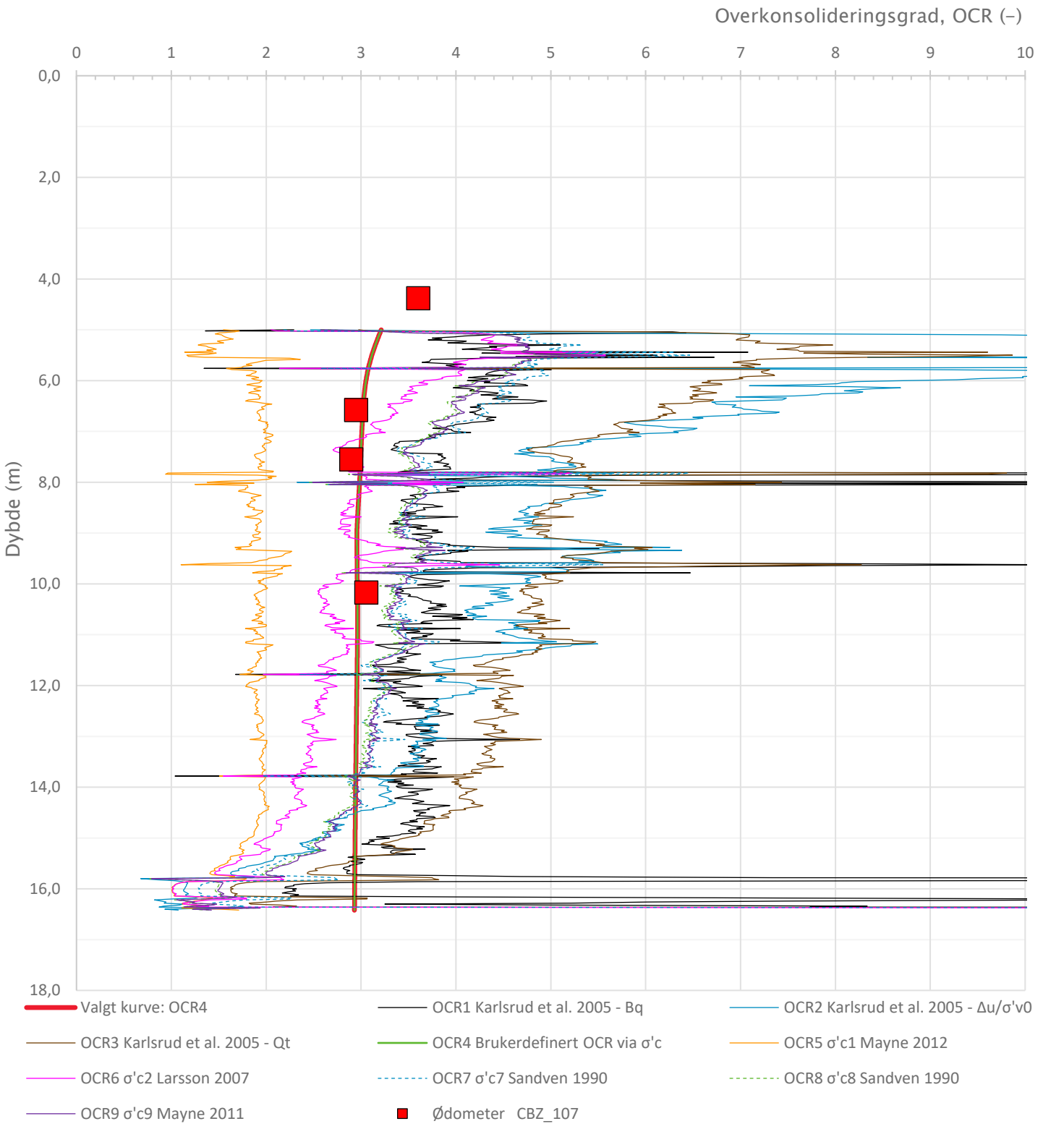
Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_107-2** Kote +2,948
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 08.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3



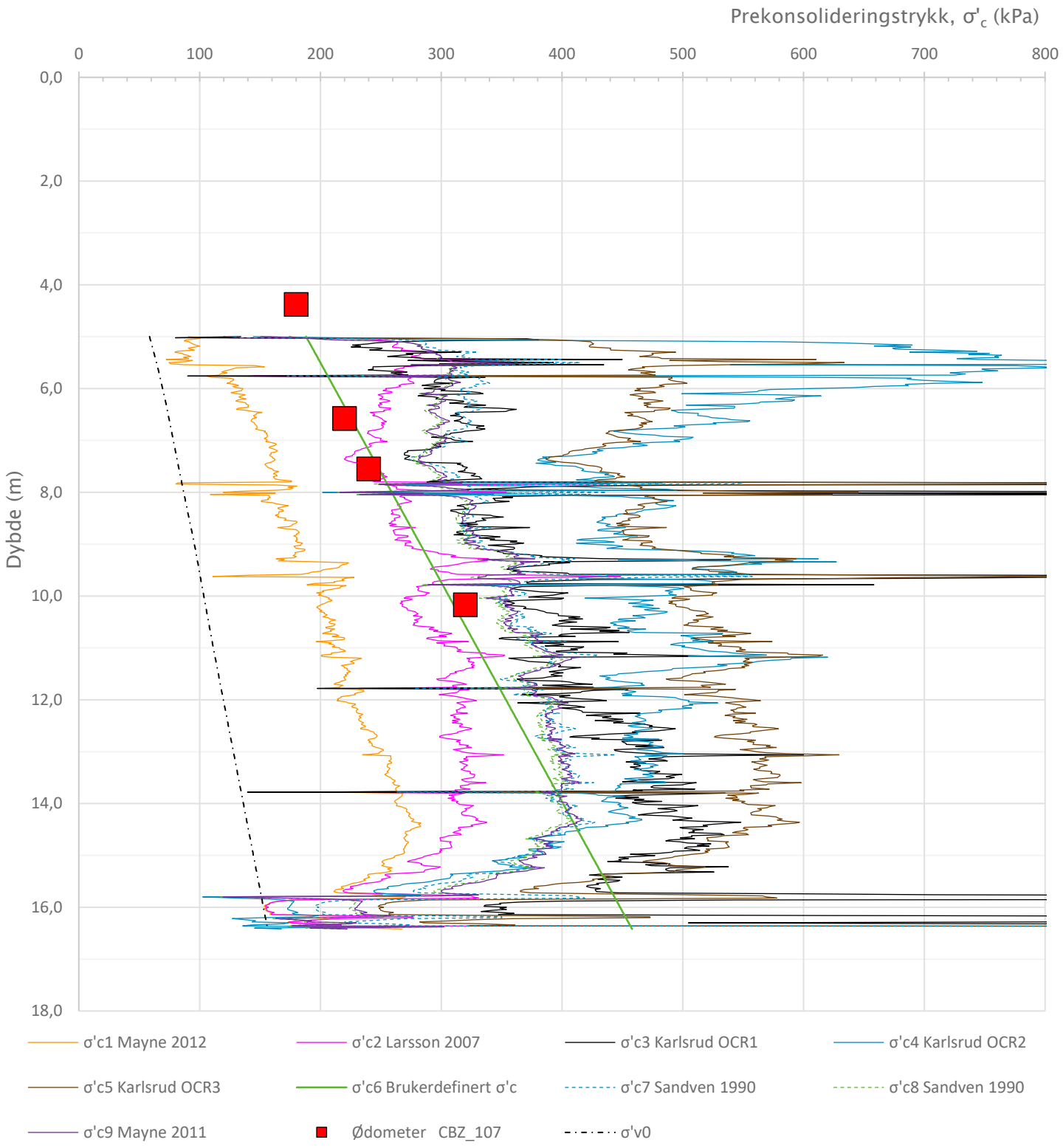
Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_107-2** Kote +2,948
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 08.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_107-2** Kote +2,948
Innhold: **Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet**				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 08.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +2,948 **CBZ_107-2**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 08.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_107-2** Kote +2,948
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 08.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 14.1: TOLKNINGER SNITT G – CPT-SONDERING CBZ_376

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1,6
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	16,3
Dato sondering	18.04.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5604,7	127,8	253,3
Registrert etter sondering (kPa)	8,2	-1,2	0,3
Avvik under sondering(kPa)	8,2	1,2	0,3
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,7	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	10012,5	71,2	1021,4

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

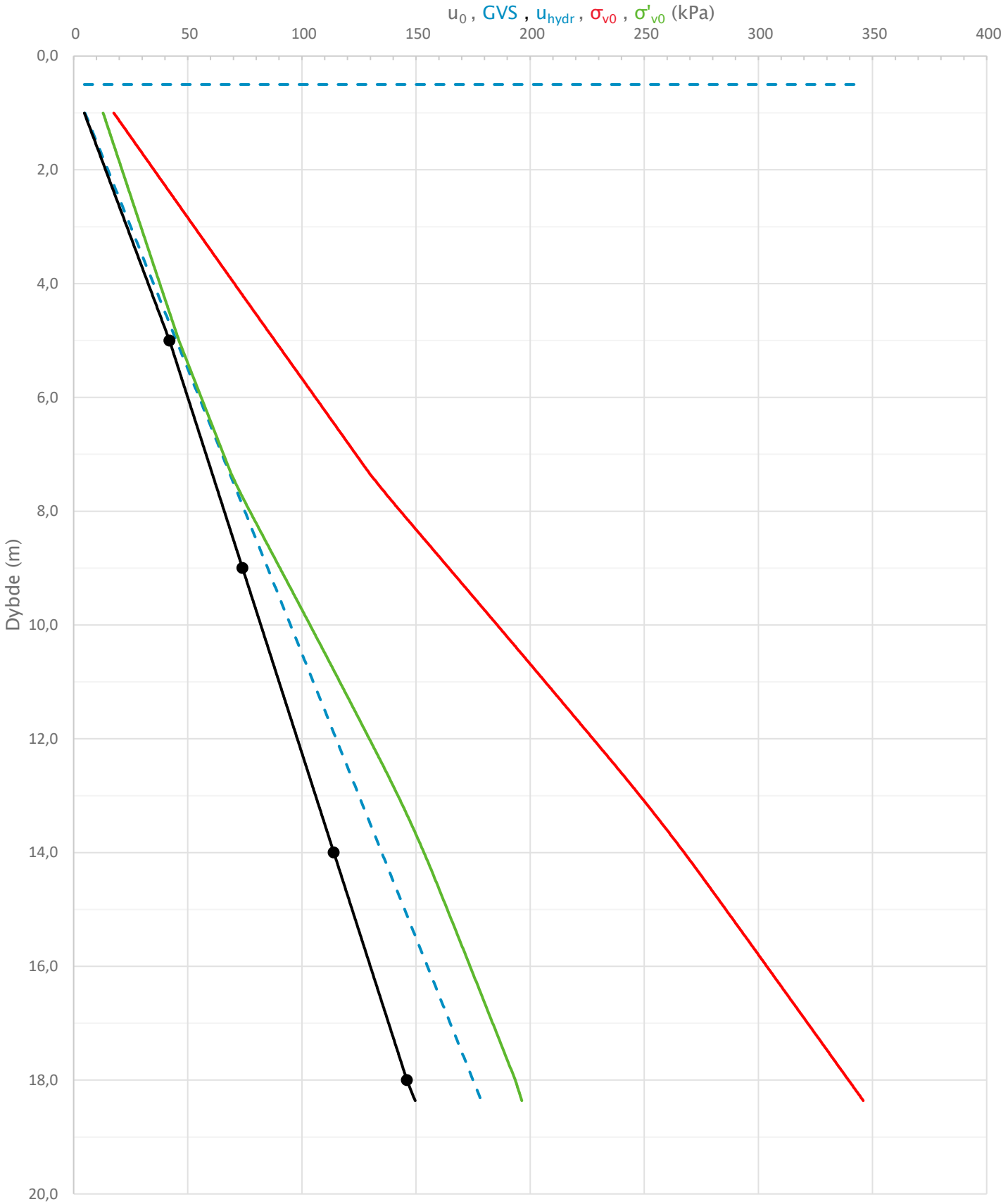
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**9,4**	**0,1**	**1,2**	**1,7**	**0,4**	**0,0**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

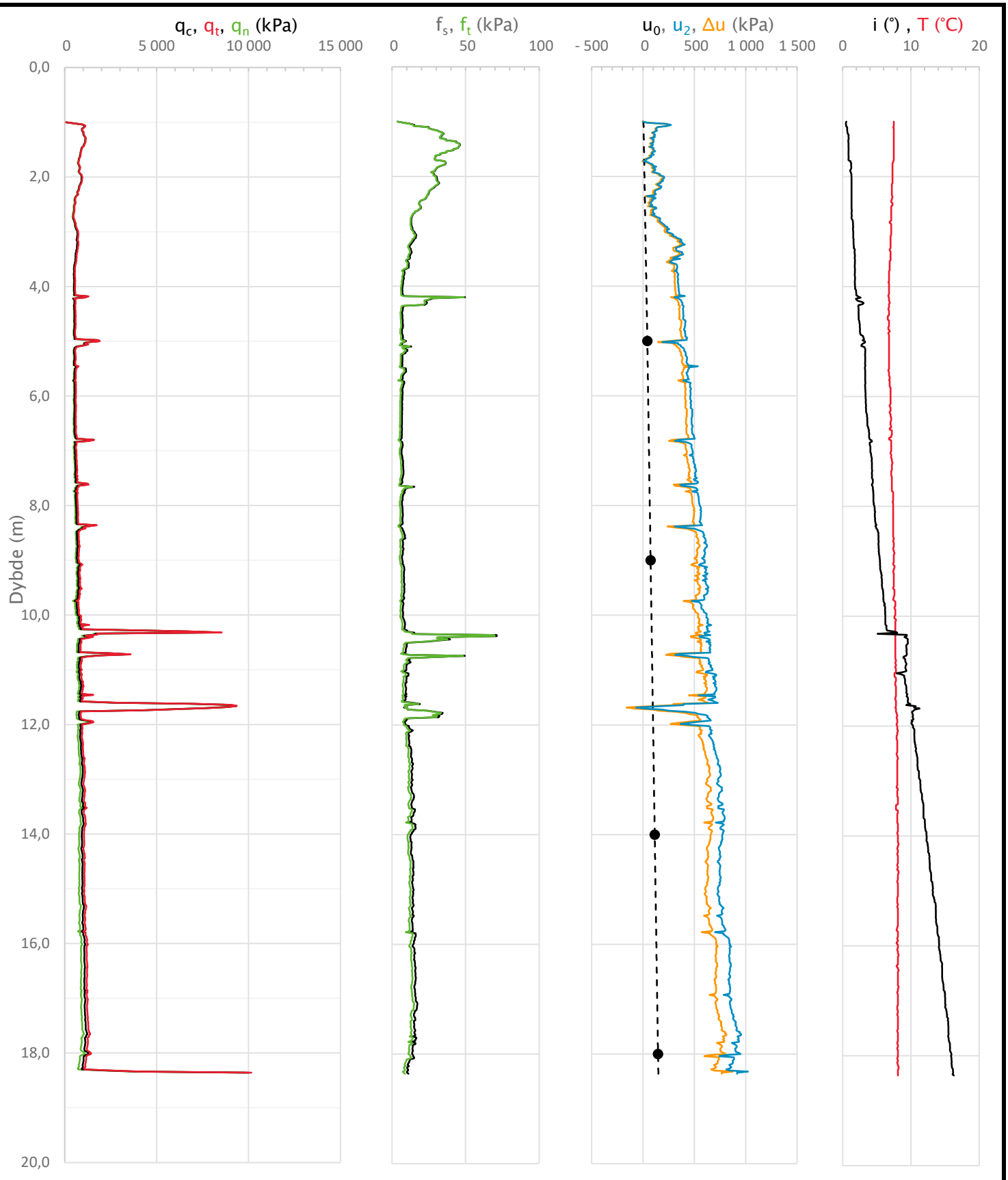
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	Ikke OK	OK

Kommentarer:

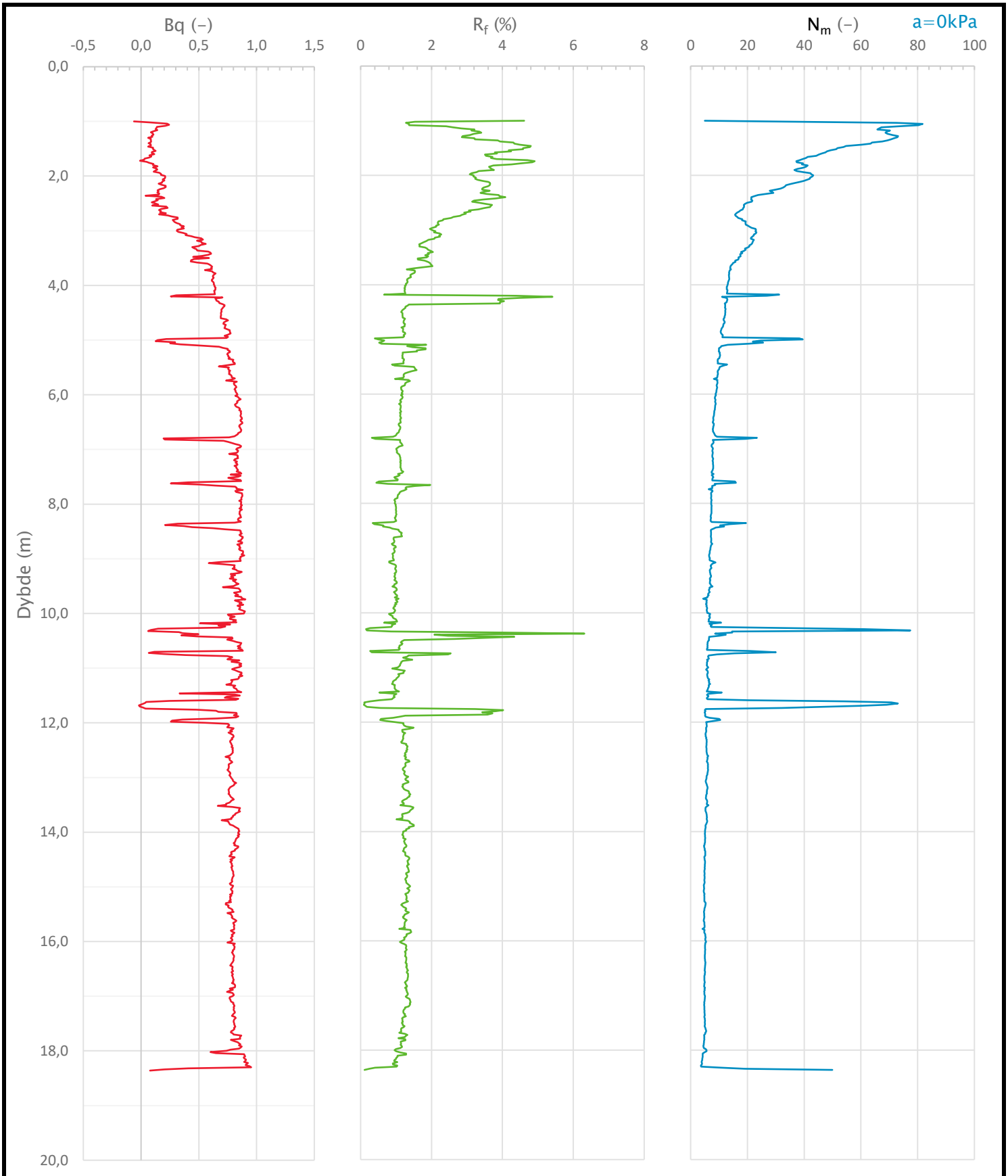
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_376** Kote +17,592
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 18.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_376** Kote +17,592
Innhold: In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 18.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 2

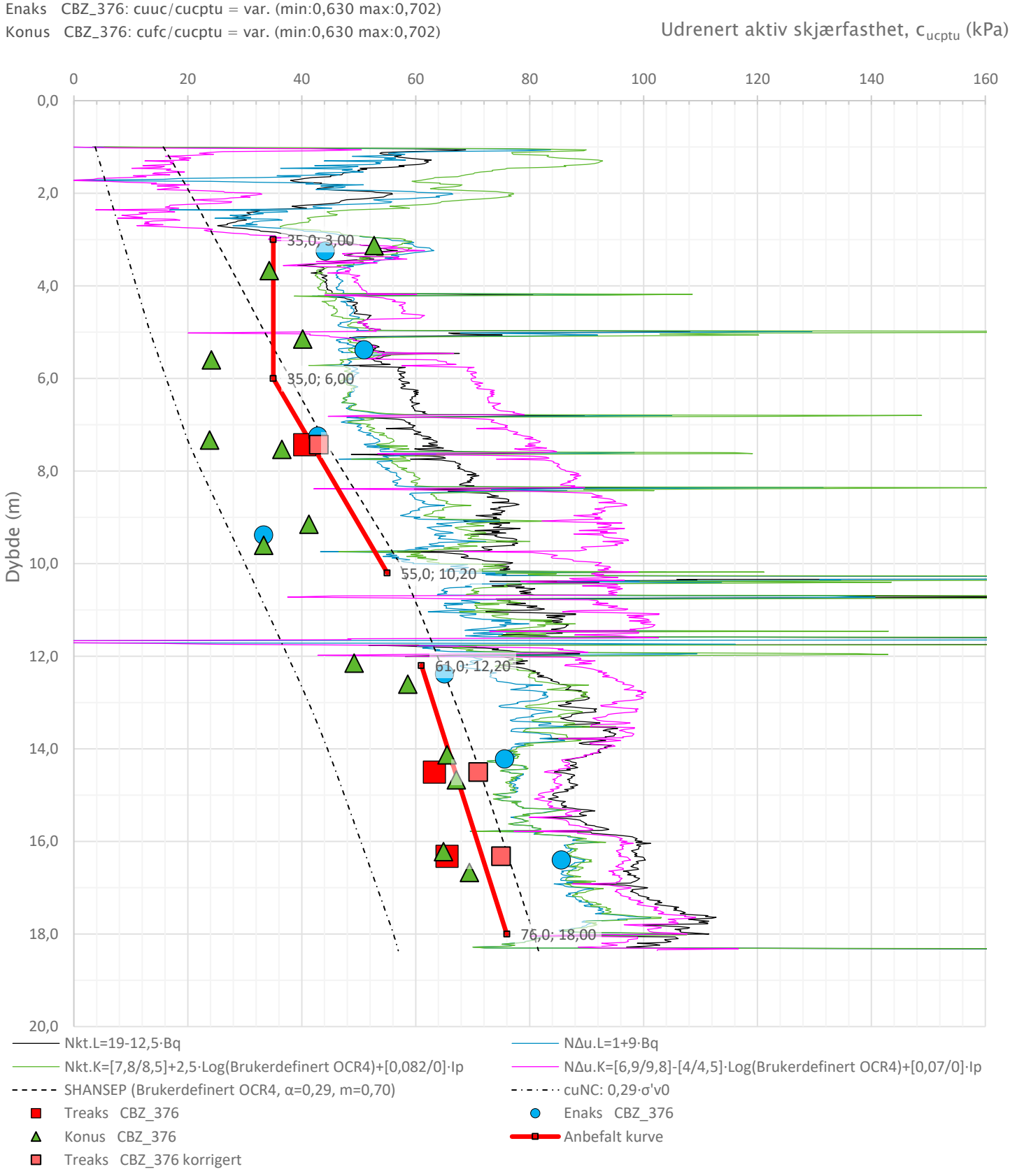


Prosjekt	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull	Kote +17,592
Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger				**CBZ_376**	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				**4534**	
GEO VITA	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AAU	MKR	AAU		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	3
	Ekstern konsulent	18.04.2023	Rev. dato		

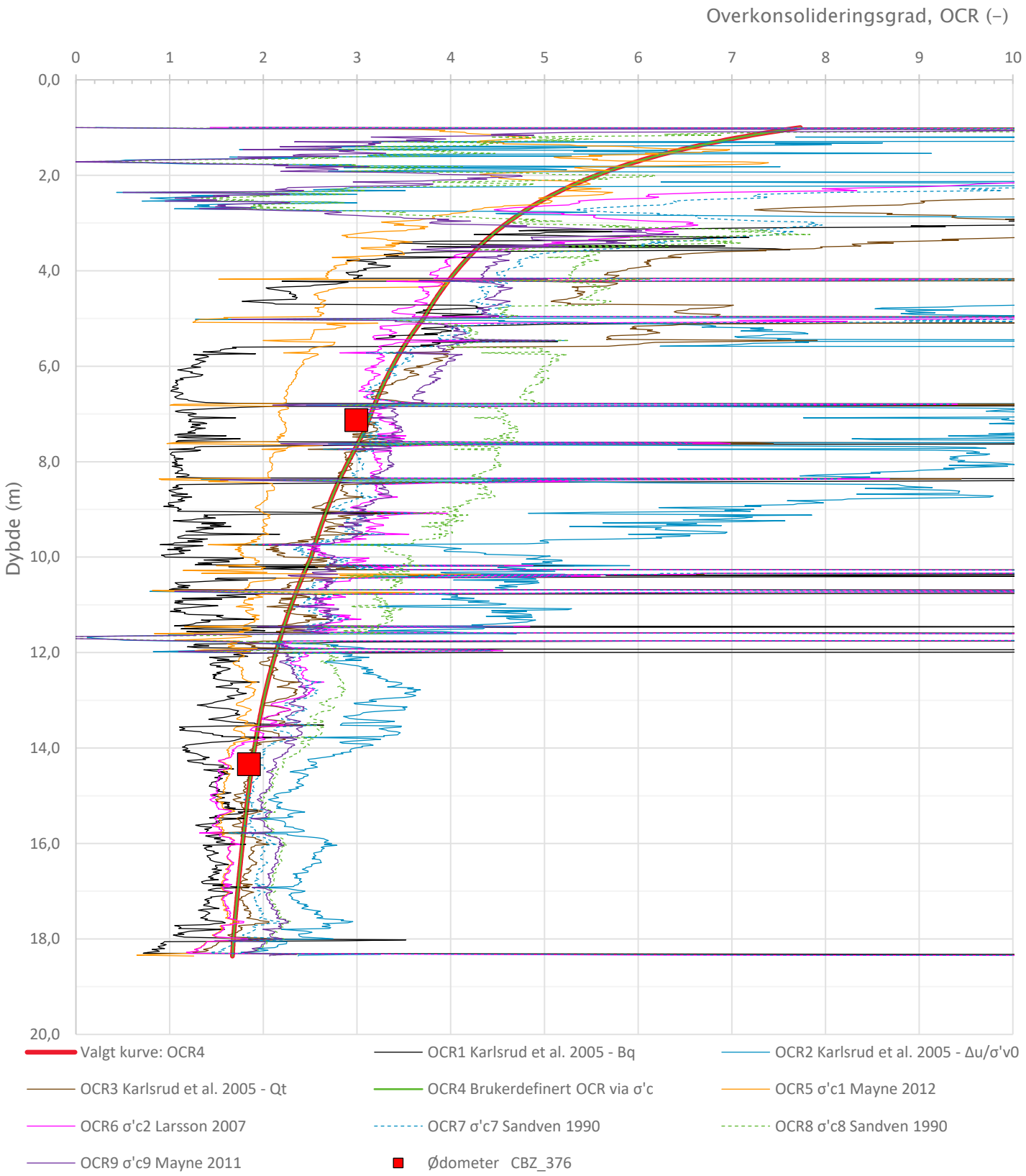


Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_376 Kote +17,592
Innhold: Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 18.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 4

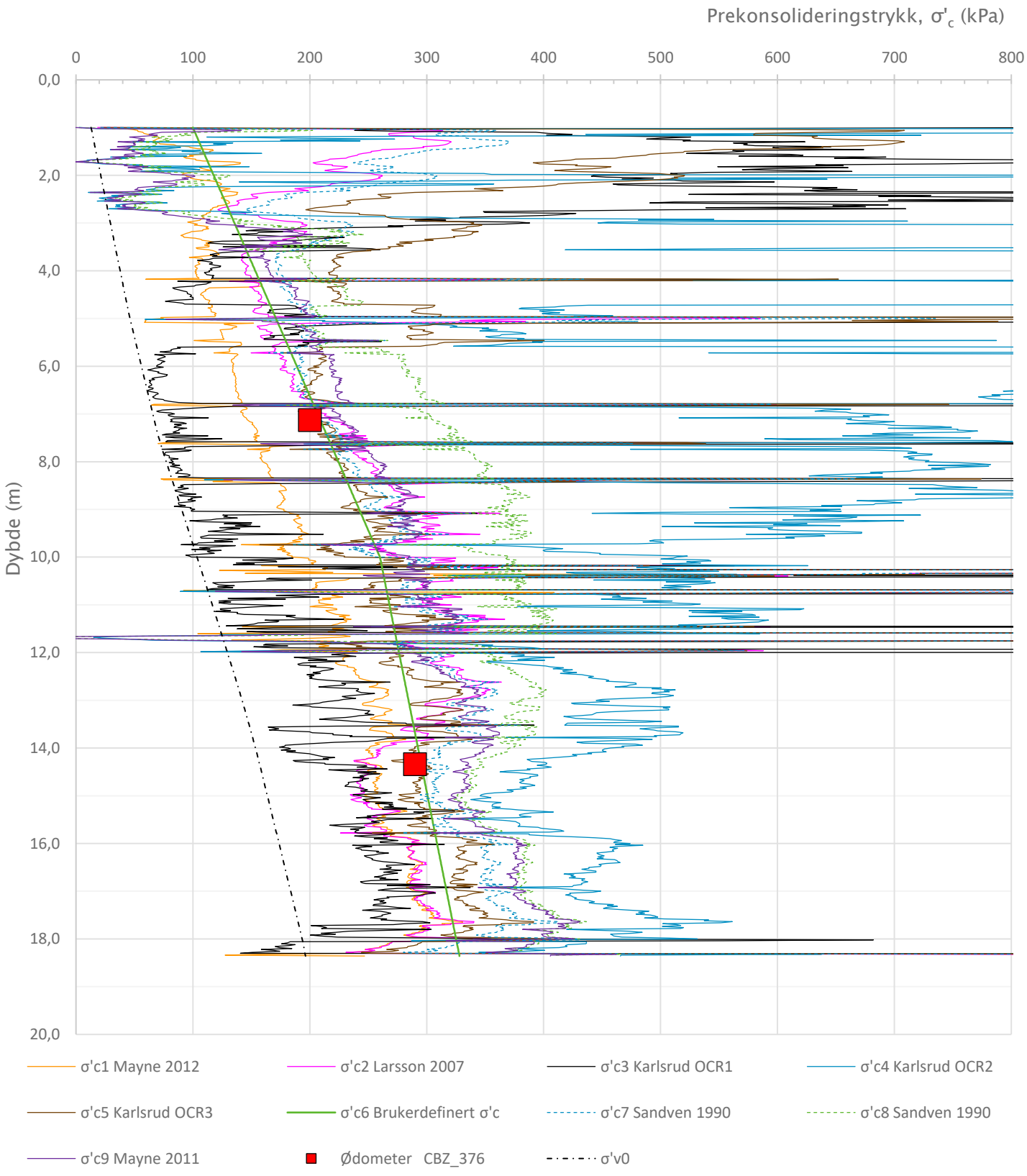
Anisotropiforhold i figur:
Treaks CBZ_376: cuC/cucptu = 1,000
Enaks CBZ_376: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,702)
Konus CBZ_376: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,702)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_376 Kote +17,592
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 18.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5

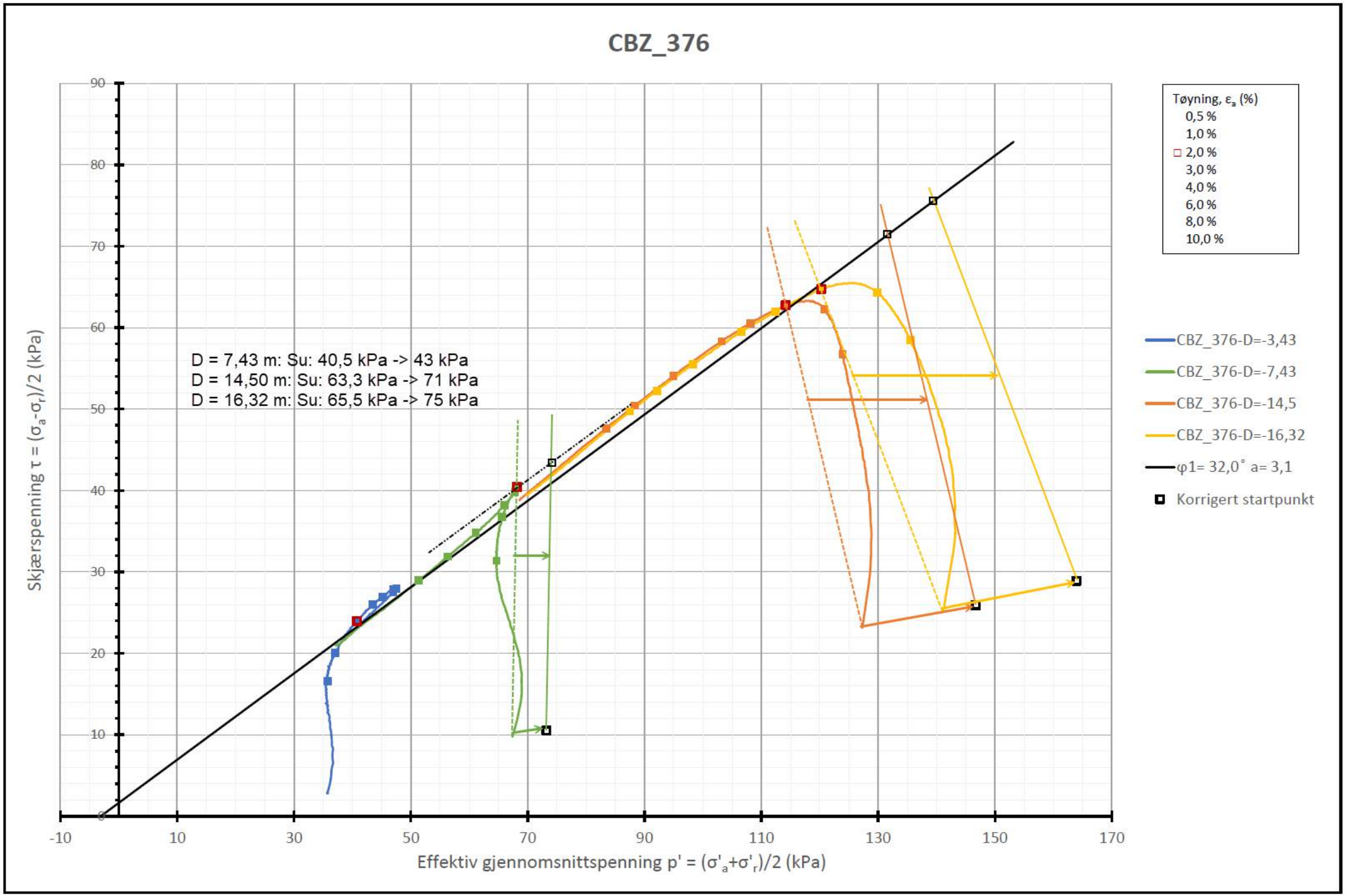


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +17,592 **CBZ_376**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 18.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_376 (Kote +17,592)
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 18.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 14.2: TOLKNINGER SNITT G – KORRIGERING TREAKSIALFORSØK CBZ_376


CBZ_376
D = 7,43 m: Su: 40,5 kPa -> 43 kPa
D = 14,50 m: Su: 63,3 kPa -> 71 kPa
D = 16,32 m: Su: 65,5 kPa -> 75 kPa
Skjærspenning τ = (σa-σr)/2 (kPa)
Effektiv gjennomsnittspenning p' = (σ'a+σ'r)/2 (kPa)
Tøyning, εa (%)
0,5 %
1,0 %
2,0 %
3,0 %
4,0 %
6,0 %
8,0 %
10,0 %
CBZ_376-D=-3,43
CBZ_376-D=-7,43
CBZ_376-D=-14,5
CBZ_376-D=-16,32
φ1= 32,0° a= 3,1
Korrigert startpunkt

VEDLEGG 14.3: TOLKNINGER SNITT G – CPT-SONDERING CBZ_250

Sonde og utførelse

Sondenummer	4599	Boreleder	MSBZ
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2,8
Kalibreringsdato	02.02.2023	Maks helning (°)	10,4
Dato sondering	23.03.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1680	3843	3748
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4541	0,0099	0,0204
Arealforhold	0,8390	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	25,416	0,406	0,996
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5549,5	123,4	245,2
Registrert etter sondering (kPa)	14,0	-0,7	0,4
Avvik under sondering(kPa)	14,0	0,7	0,4
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,0	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	8732,9	171,1	843,0

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

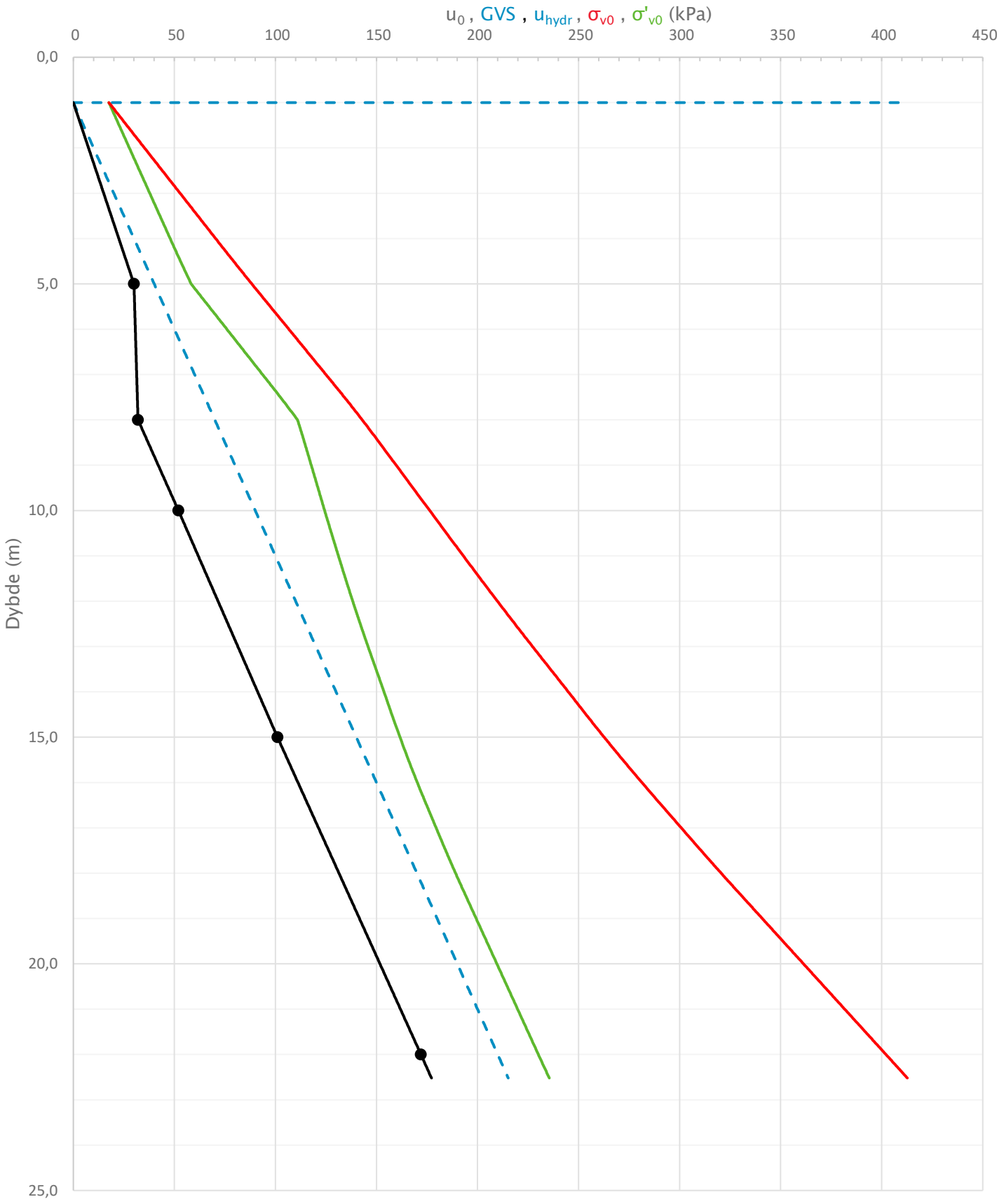
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**16,5**	**0,2**	**0,7**	**0,4**	**0,5**	**0,1**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

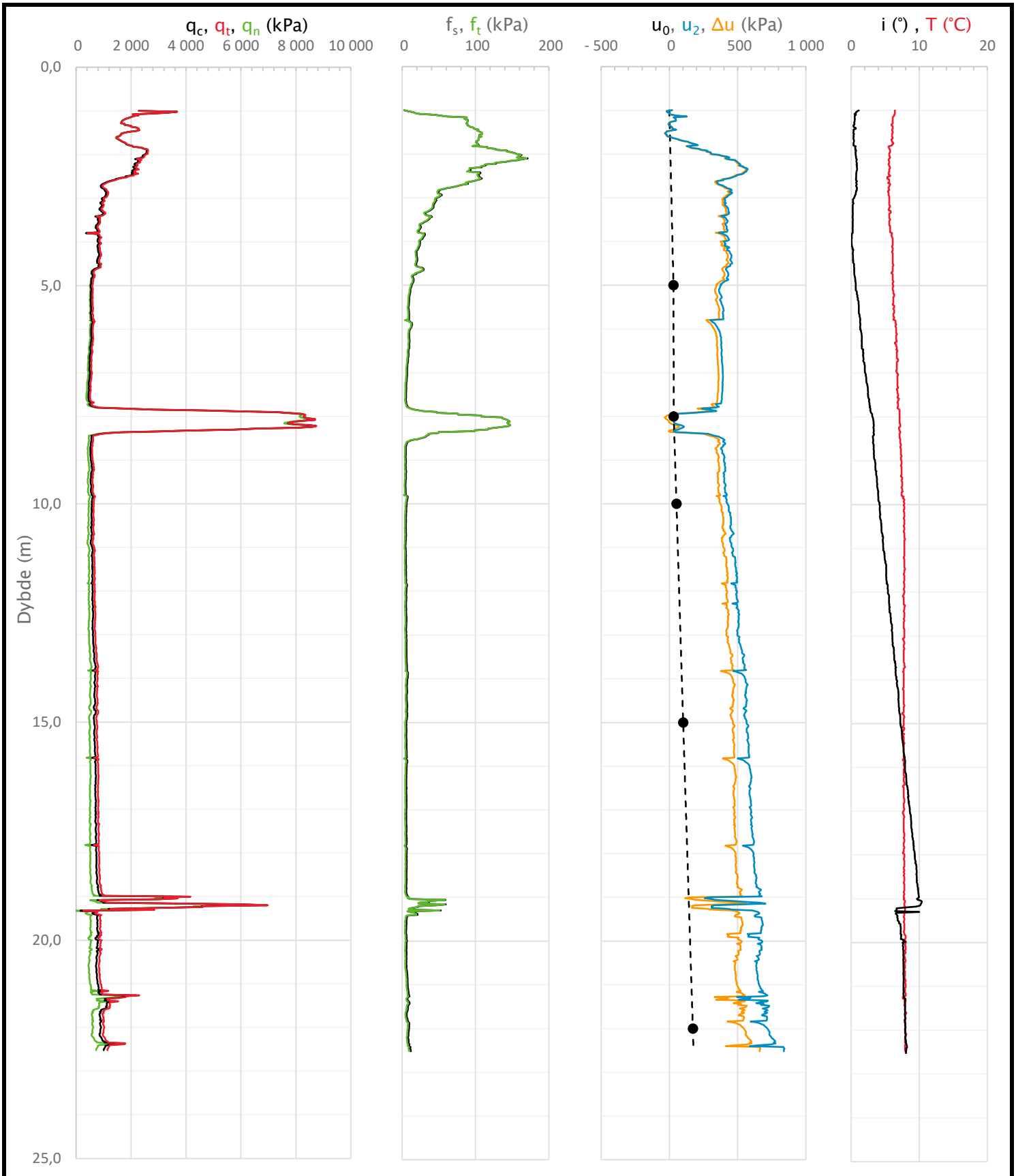
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

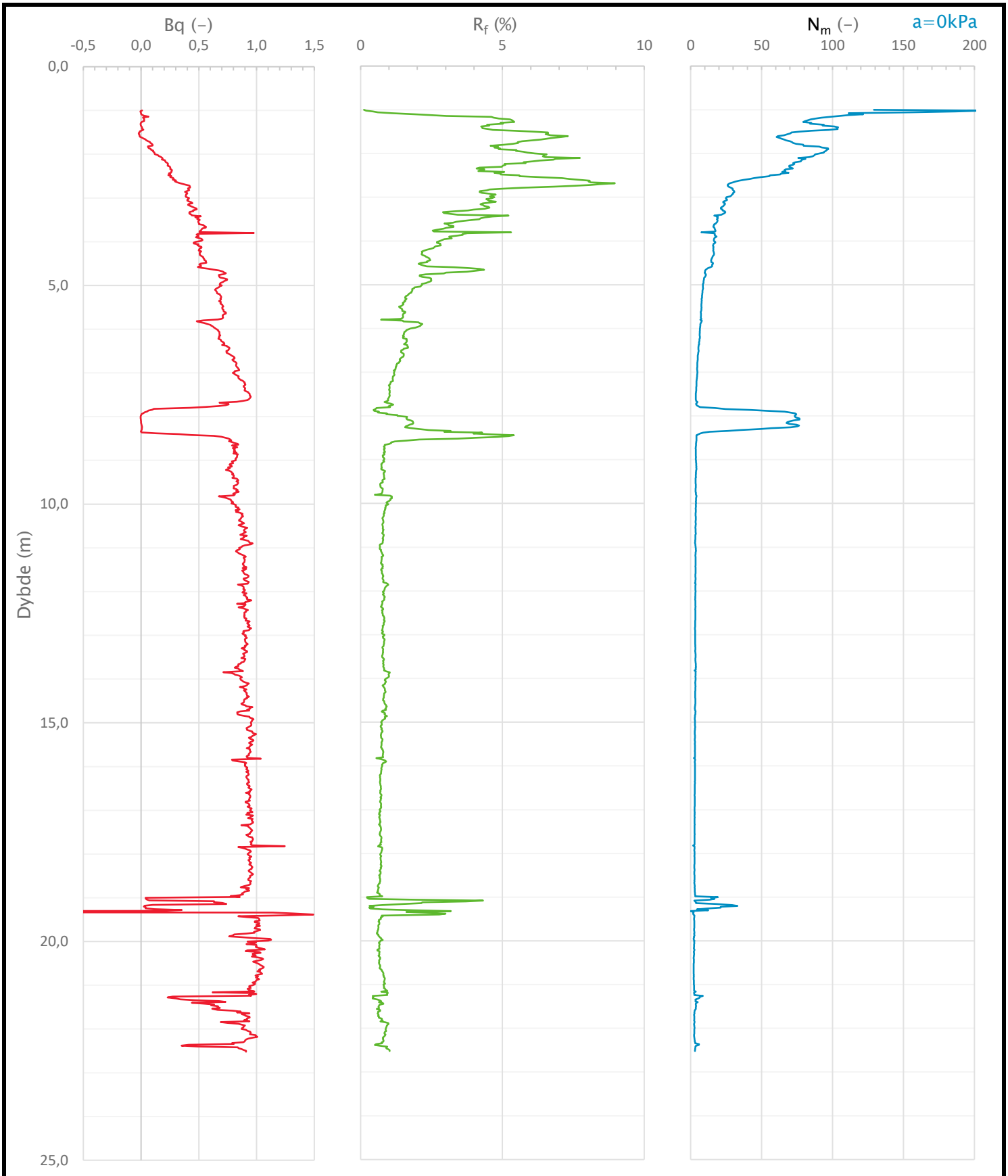
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_250** Kote +26,665
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4599**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 23.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +26,665 **CBZ_250**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4599**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

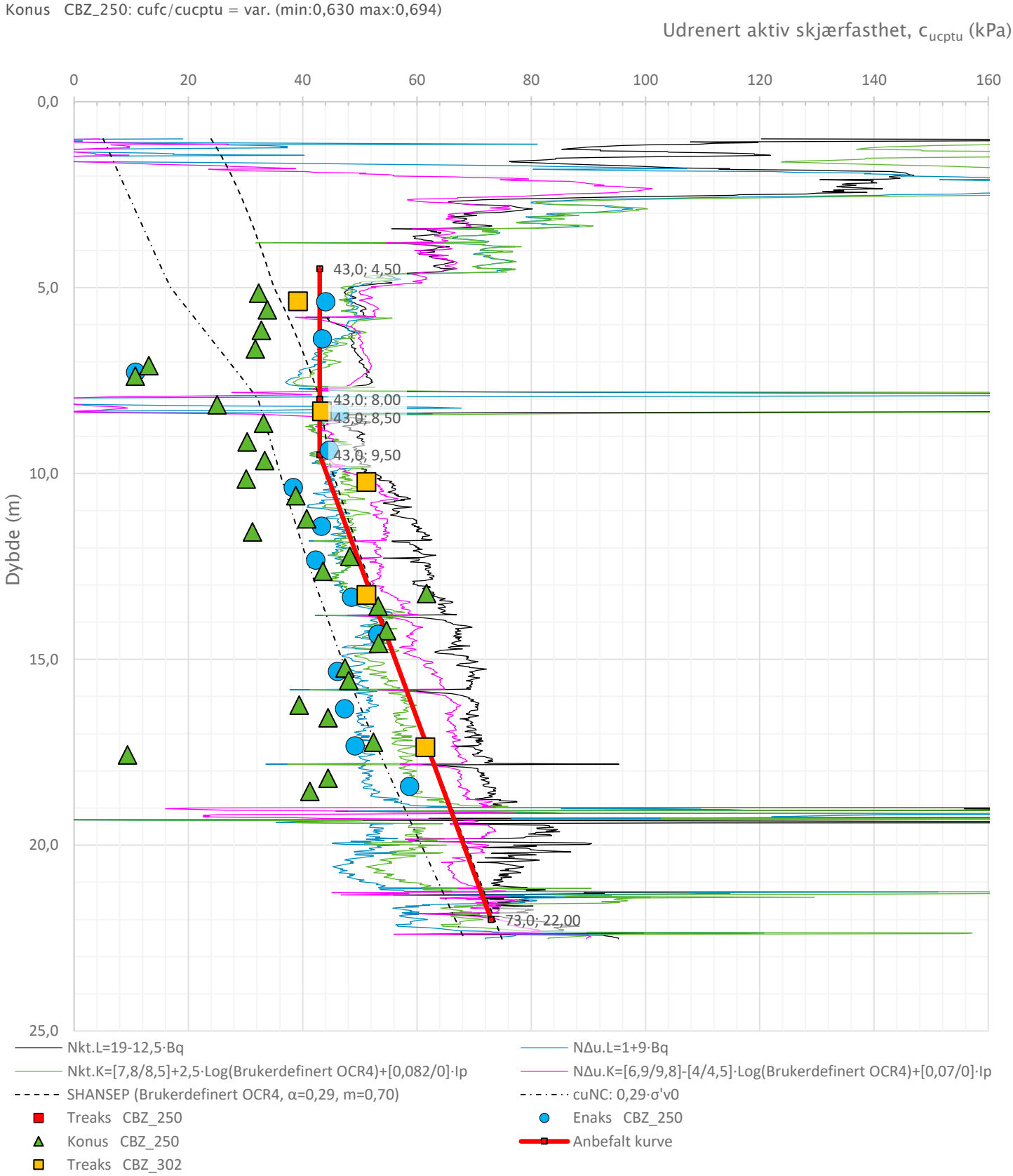


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**		Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +26,665 **CBZ_250**
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier					Sondenummer **4599**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23.03.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 3

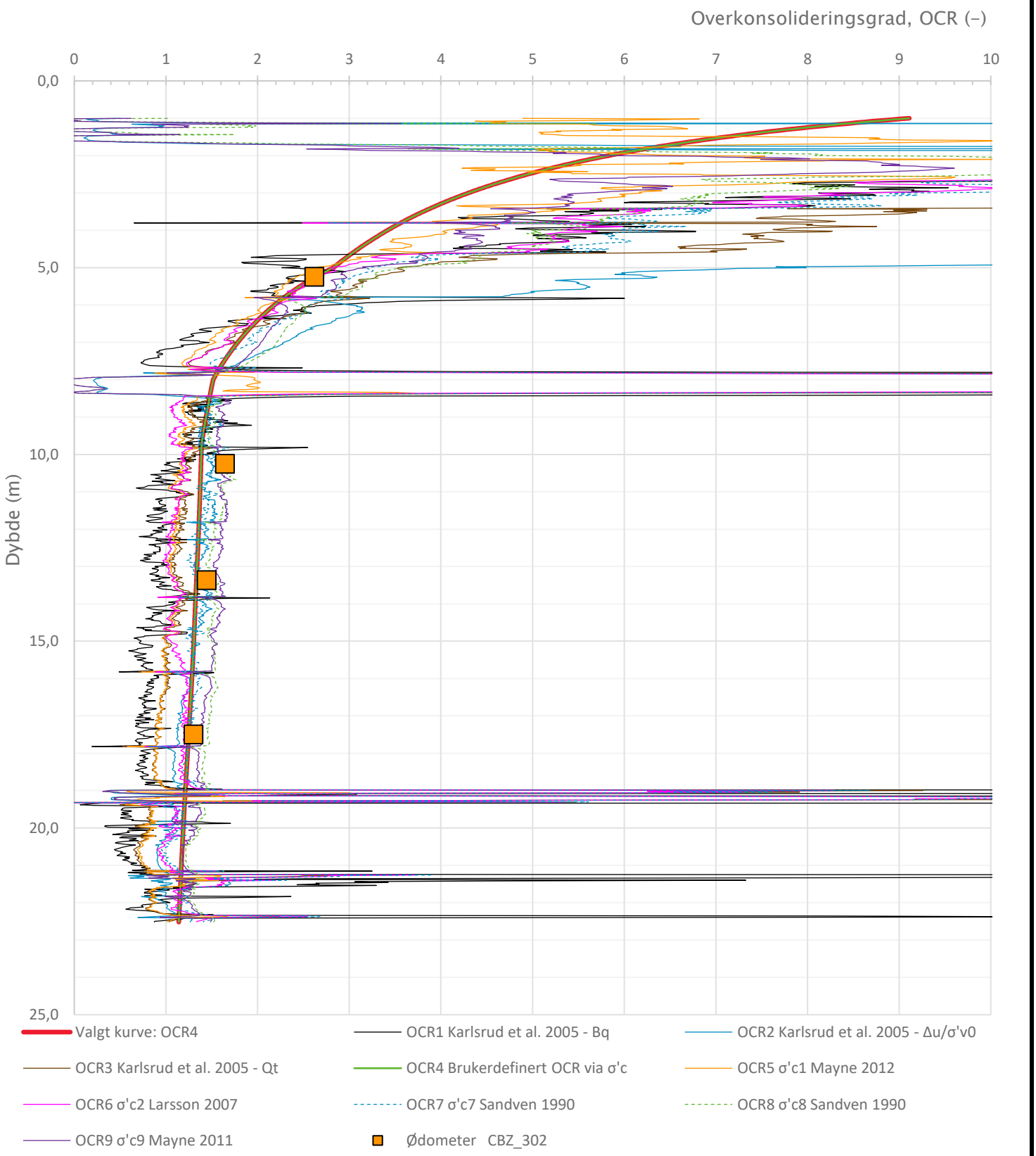


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +26,665 **CBZ_250**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **4599**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 4

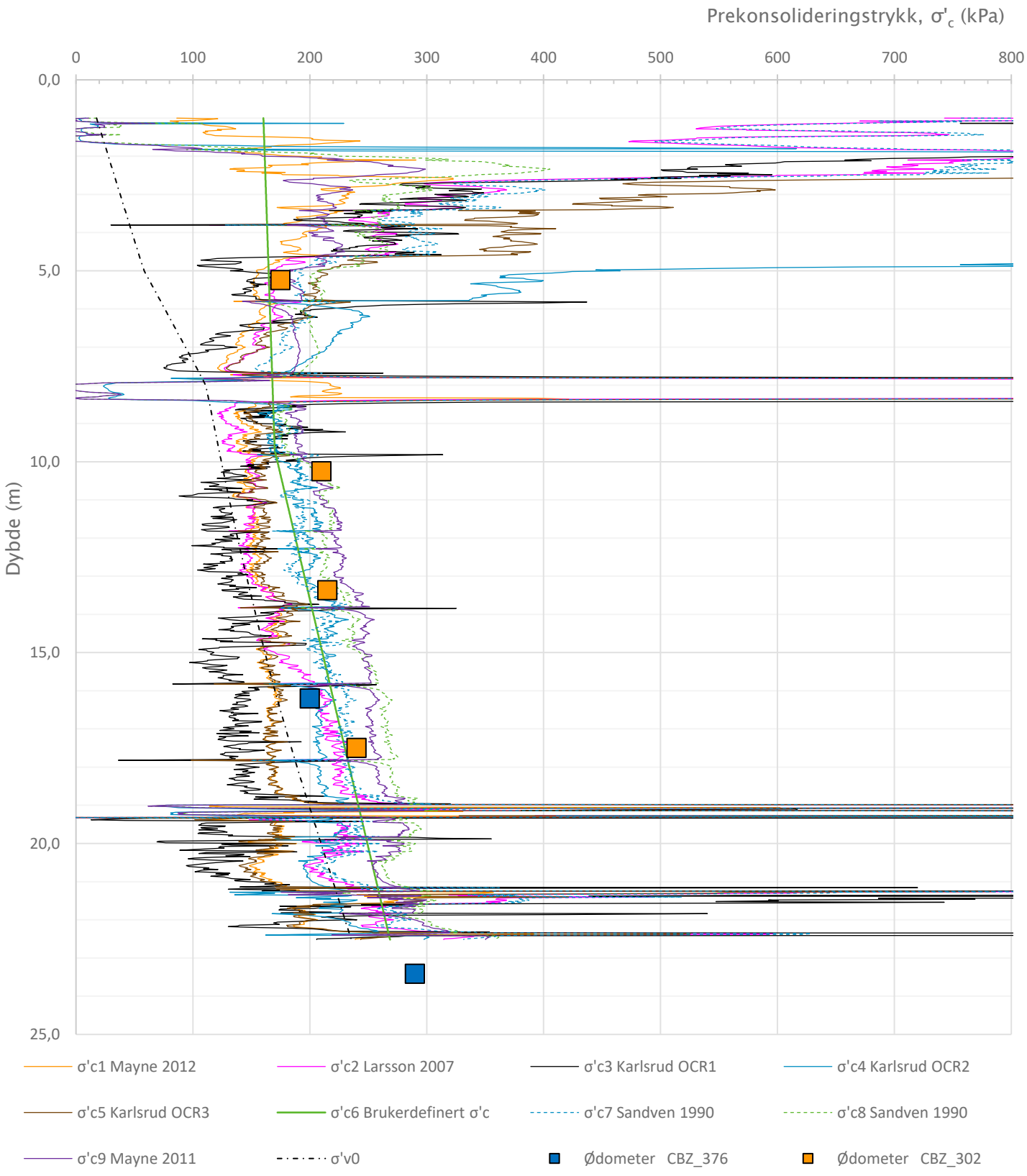
Anisotropiforhold i figur:
Enaks CBZ_250: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,694)
Konus CBZ_250: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,694)



Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_250** Kote +26,665
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: **4599**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 23.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +26,665 **CBZ_250**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4599**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23.03.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_250 Kote +26,665
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4599
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 23.03.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 14.4: TOLKNINGER SNITT G – CPT-SONDERING CBZ_371

Sonde og utførelse

Sondenummer	4534	Boreleder	ADKM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1,8
Kalibreringsdato	05.04.2023	Maks helning (°)	12,8
Dato sondering	13.04.2023	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1678	3706	3655
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,4547	0,0103	0,0209
Arealforhold	0,8450	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	16,358	0,421	1,606
Temperaturområde (°C)	35		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	5599,2	127,3	249,5
Registrert etter sondering (kPa)	39,6	-1,4	3,1
Avvik under sondering(kPa)	39,6	1,4	3,1
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,8	0,0	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	9207,3	144,2	712,4

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

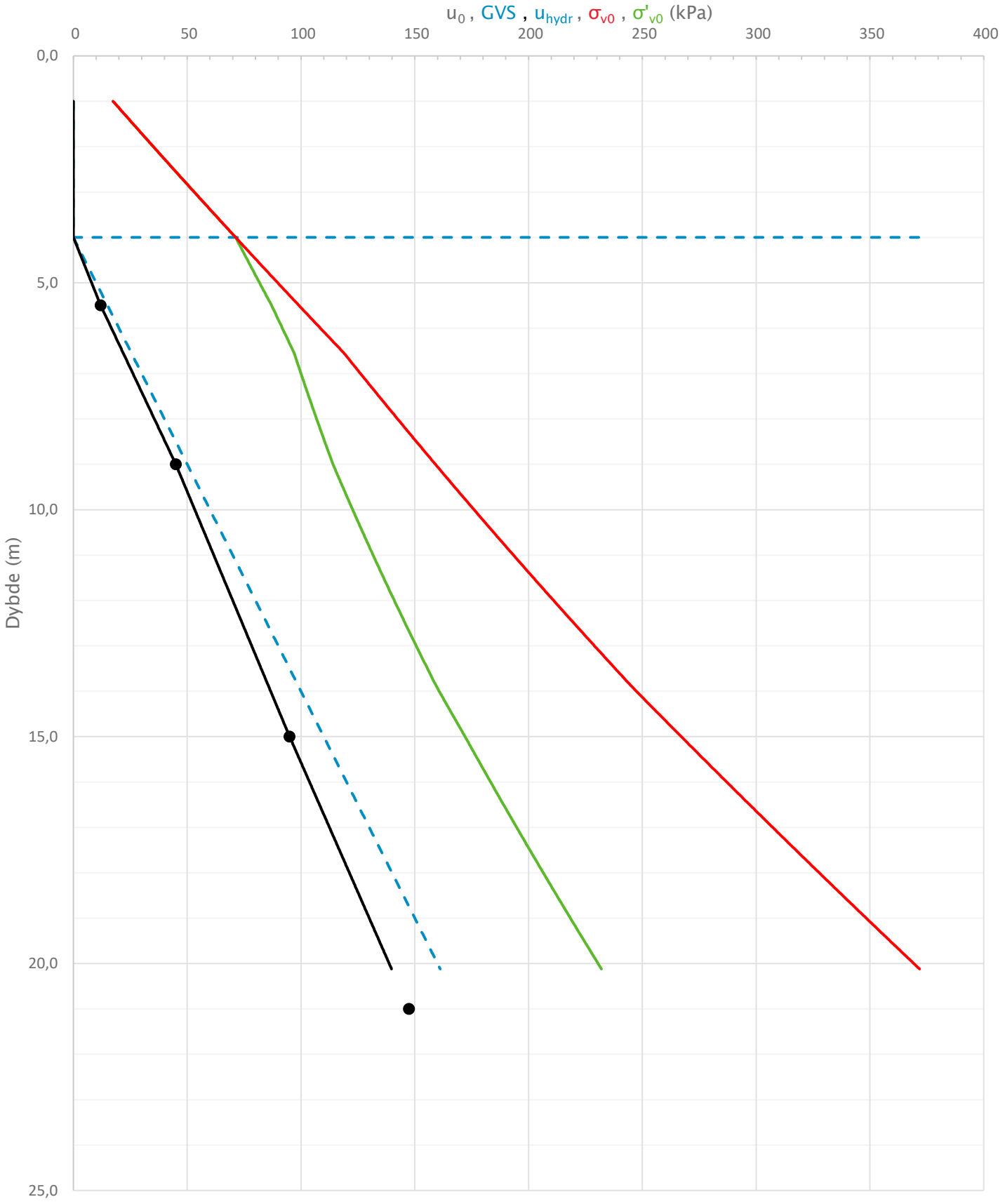
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**40,9**	**0,4**	**1,4**	**1,0**	**3,2**	**0,4**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					

Måleverdier under kapasitet/krav

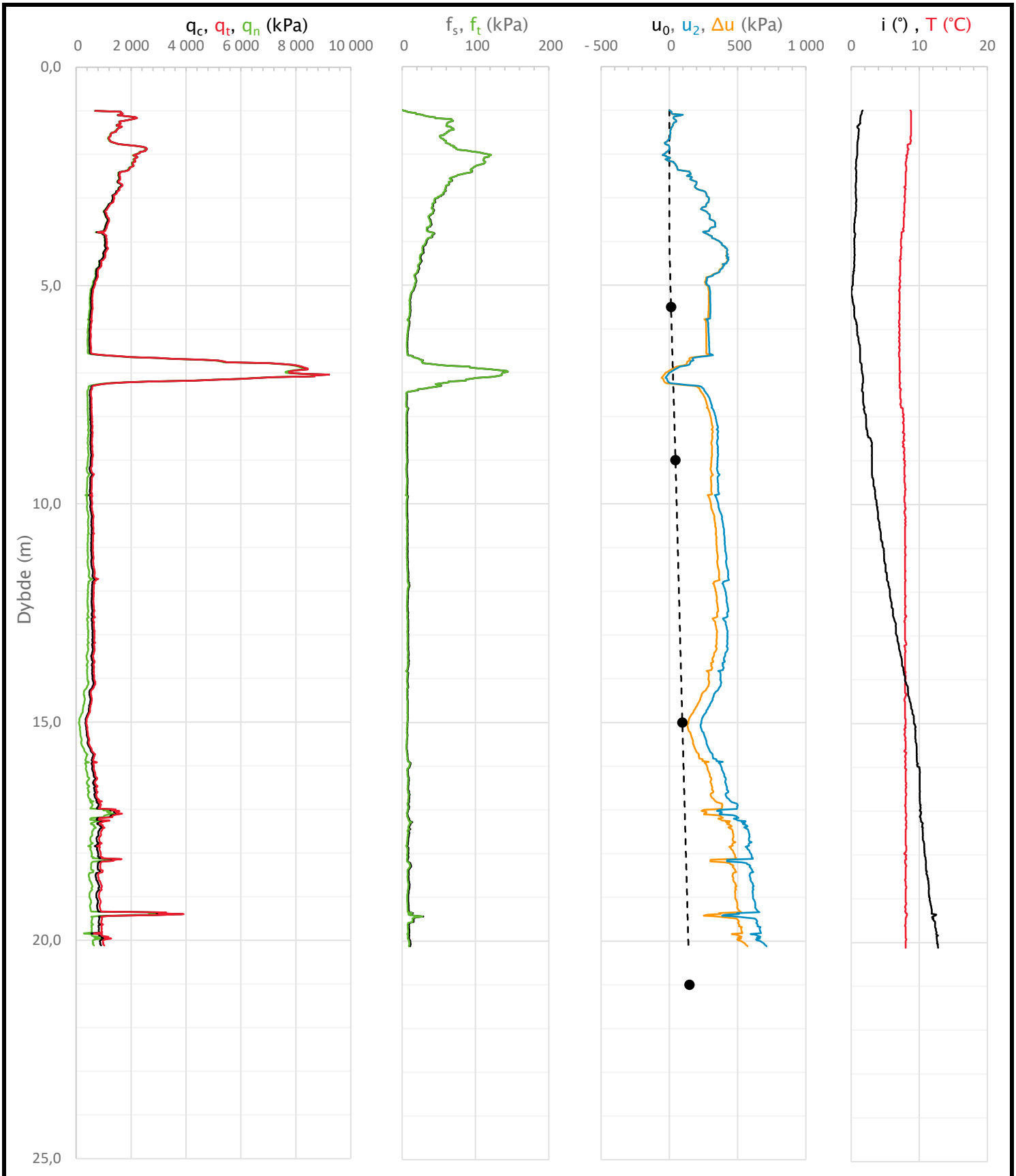
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

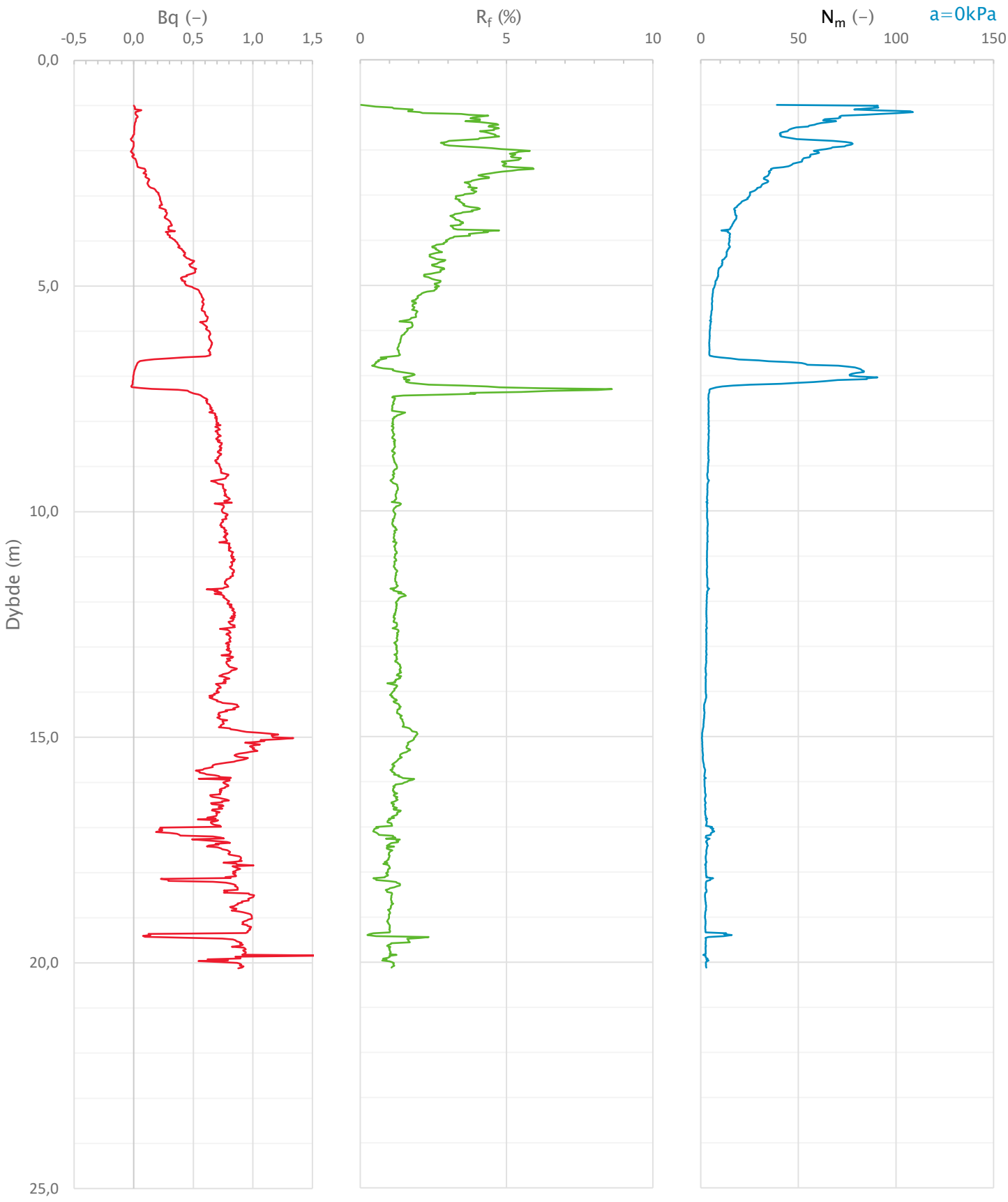
Prosjekt: **Faresone Helgeby - Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28		Borhull: **CBZ_371** Kote +24,829
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer: **4534**
	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 1



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +24,829 **CBZ_371**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2

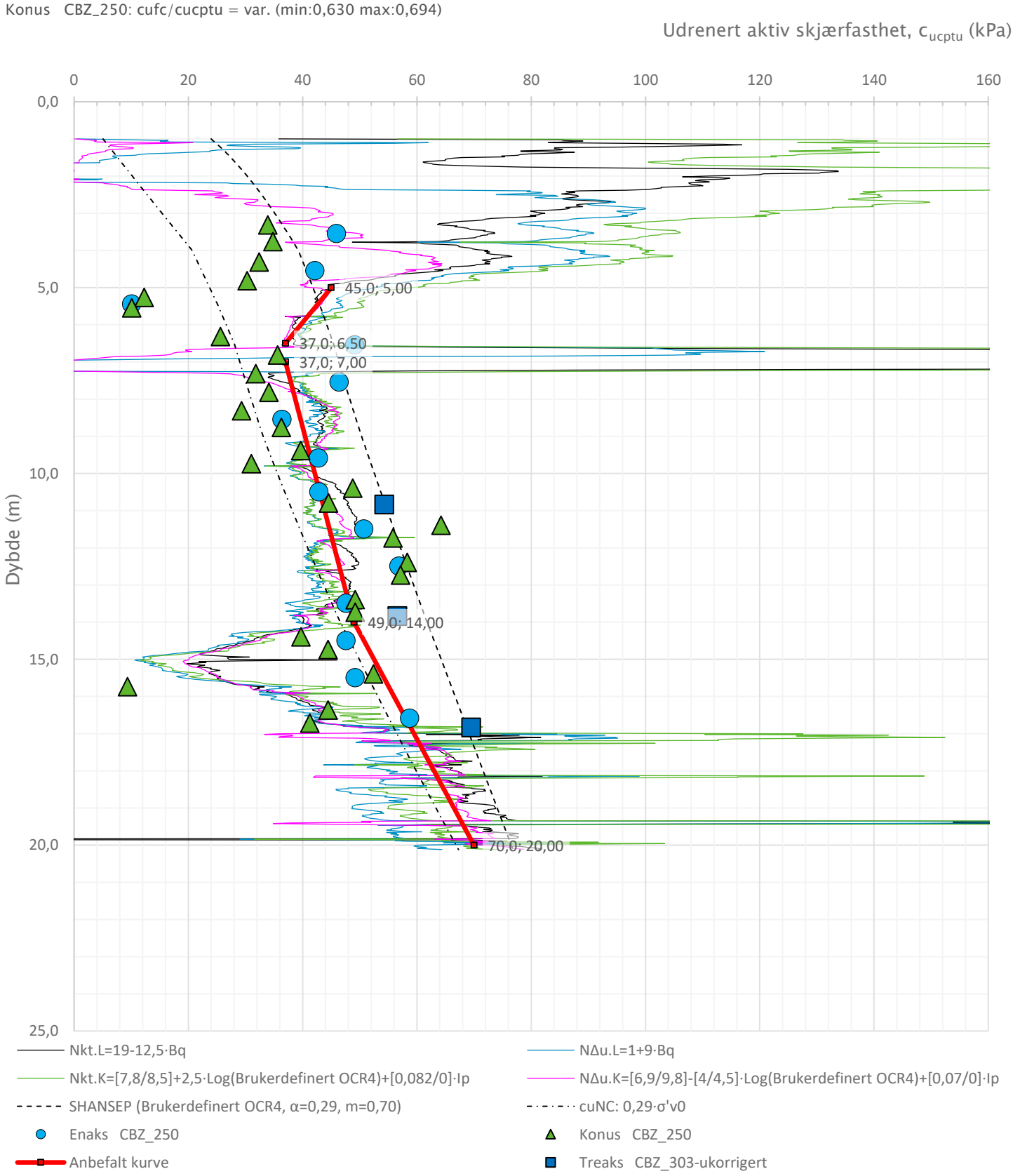


Prosjekt: **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: **CBZ_371** Kote +24,829
Innhold: Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer: **4534**
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 3

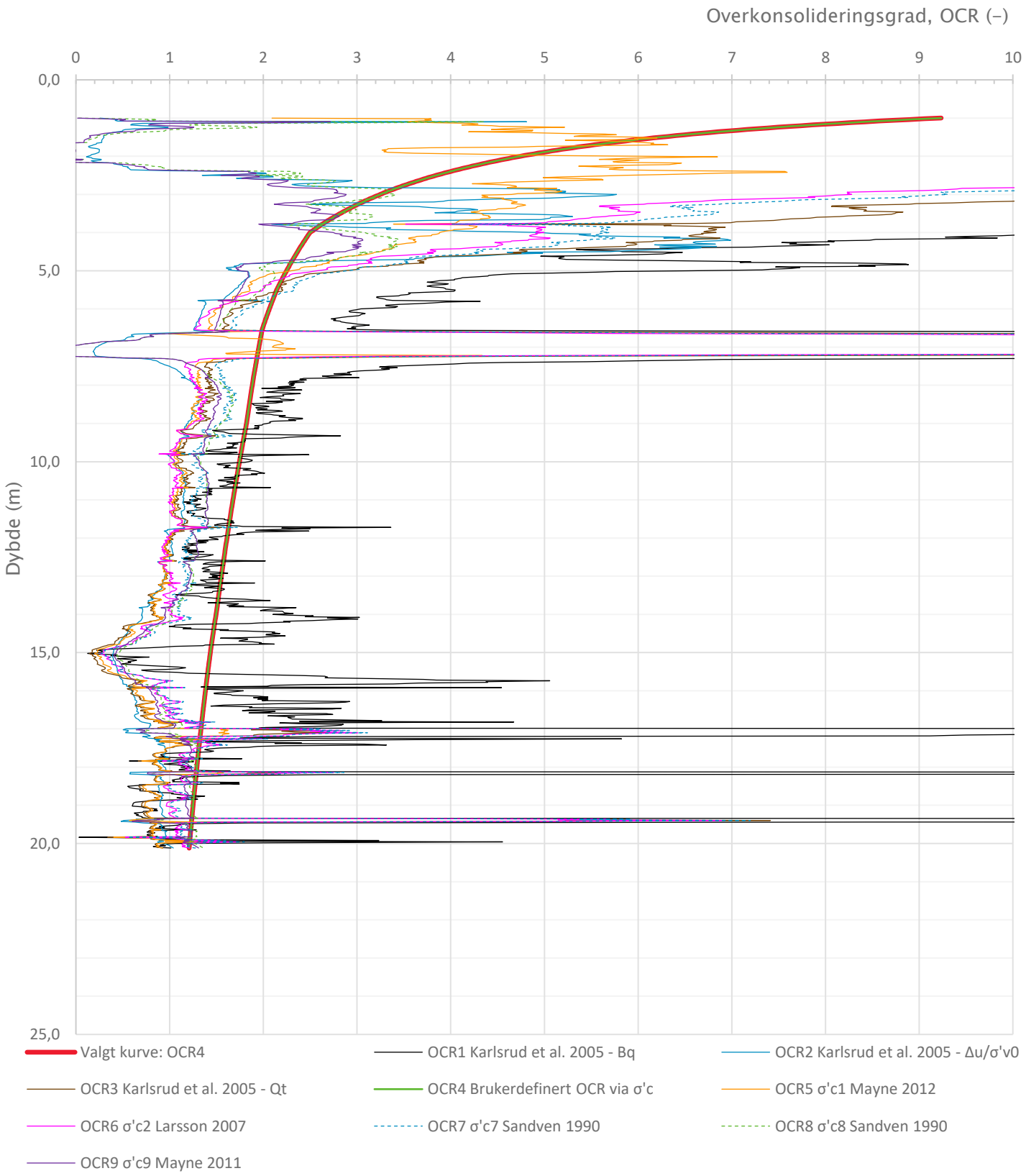


Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +24,829 **CBZ_371**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 4

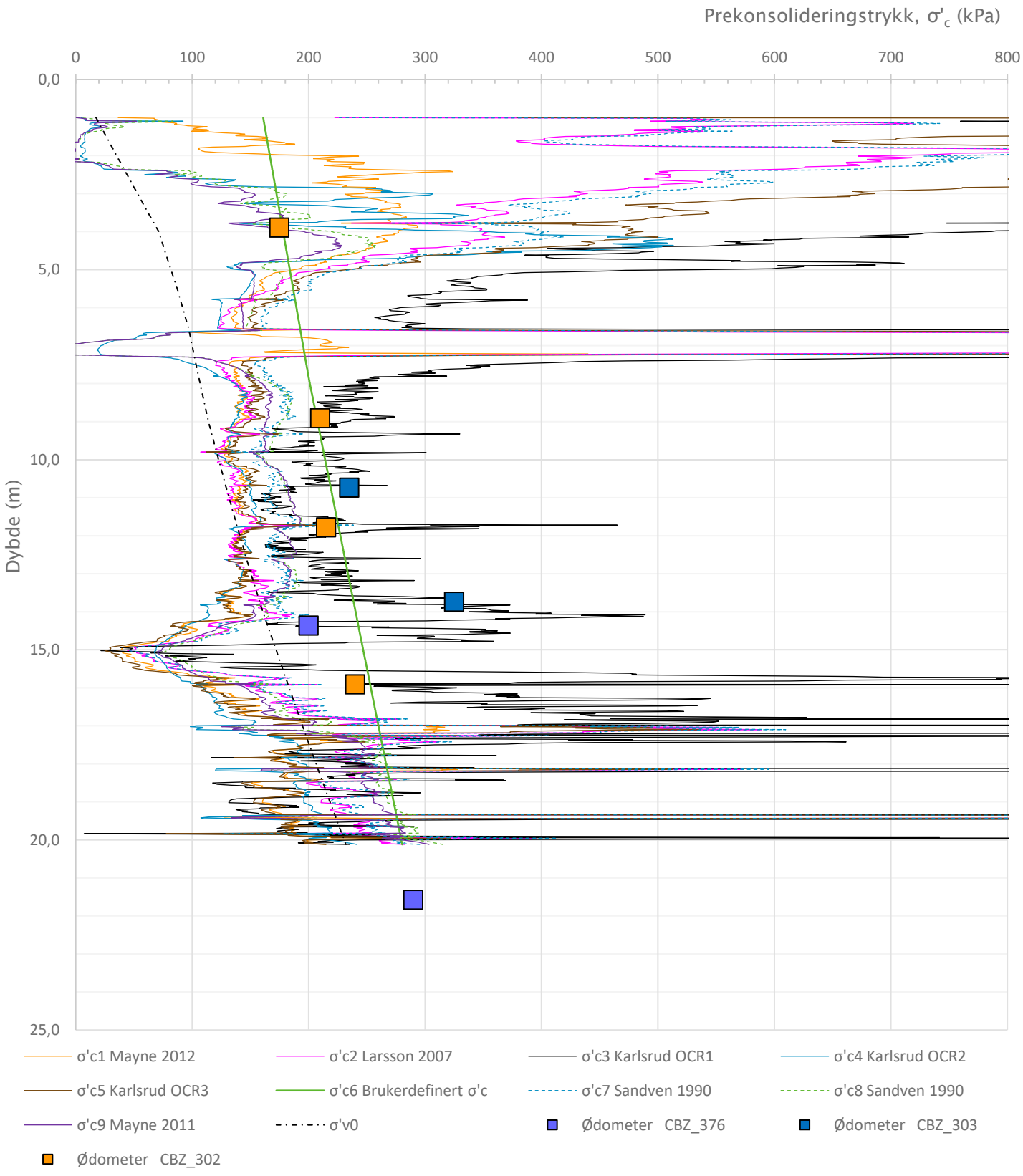
Anisotropiforhold i figur:
Enaks CBZ_250: cuuc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,694)
Konus CBZ_250: cufc/cucptu = var. (min:0,630 max:0,694)



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_371 Kote +24,829
Innhold: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 5



Prosjekt **Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger**	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull Kote +24,829 **CBZ_371**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4534**
GEO VITA	Utført AAU	Kontrollert MKR	Godkjent AAU	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.04.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8



Prosjekt: Faresone Helgeby – Stabilitetsberegninger	Prosjektnummer: 2330 Rapportnummer: 2330-28			Borhull: CBZ_371 Kote +24,829
Innhold: Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer: 4534
GEO VITA	Utført: AAU	Kontrollert: MKR	Godkjent: AAU	Anvend.klasse: 1
	Divisjon: Ekstern konsulent	Dato sondering: 13.04.2023	Revisjon / Rev. dato	Figur: 9

VEDLEGG 15.1: STABILTIETSBEREGNINGER SNITT A

Fcf =2.04

Stabilitet 1
Fcf=2.04
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt a, a-phiR4

Search area (tangent)

Fcf =1.61

Stabilitet 2
Fcf=1.61
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt a, a-phiR3

Search area (tangent)

Fcf =1.91

Stabilitet 3
F=1.91
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt a, a-phiR1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag skråningstopp	20.00	10.00	35.0	0.1				
Tørrskorpe i skråningen	17.80	7.80	35.0	0.1				
Leirtag, topp	17.80	7.80	31.0	1.8				
Leire, midt	18.30	8.30	31.0	1.8				
Leire, bunn	19.00	9.00	31.0	1.8				
Morenelære	20.40	10.40	34.0	3.4				
Nedre leirtag	18.20	8.20	32.0	3.1				
Sandlag over berg	20.40	20.40	34.0	3.4				

Fatlager
Fundament "veratank" (peler/pilarer)
(kompensert fundamentering)
(Noteby 41132, brev 01.11.1991)

Skråningstopp

Terrengnivå 1907

Antatt berg, 10 m høyre

Eksisterende terreng

Stiplet linje illustrerer en stigning med helning 1:15

Glomma

Antatt berg

Antatt berg, 10 m venstre

A SNITT
A1: 1:250

Borregaard	
Faresone Helgeby	
Stabilitetsberegninger	
SAK. Snitt A	REV.DATO:
Effektivspenningsanalyse	REV.:
GEOVITA DATO: 2025.01.02	DOK.NR.:

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag skråningstopp	20.00	10.00	35.0	0.1				
Terrskorpe i skråningen	17.80	7.80	35.0	0.1				
Leirlag, topp	17.80	7.80			C-prof	1.00	0.82	0.55
Leire, aktiv	18.30	8.30			C-prof	1.00	0.90	0.55
Leire, burn	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.90	0.55
Moreneleire	20.40	10.40	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Sandlag over berg	20.40	20.40	34.0	3.4				

Stabilitet 1
Fc=1.61
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt a, suR5

Search area (tangent)
Fc=1.65
Stabilitet 2
Fc=1.65
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt a, suR4

Search area (tangent)
Fc=1.81
Stabilitet 4
Fc=1.81
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt a, suR3

Search area (tangent)
Fc=1.86
Stabilitet 3
Fc=1.86
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt a, suR6

Sammensatt skjærflate
Fc=1.58
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt a, suR6

Fatlager
Fundament "veratank" (peler/pilarer)
(kompensert fundamentering)
(Noteby 41132, brev 01.11.1991)
Skråningstopp
Fc=1.58
q=6.5 kPa
Terrengnivå 1907
Plane shear surface
Eksisterende terreng
Stiplet linje illustrerer en stigning med helning 1:15
Antatt berg
Glomma
rensat vann
rensat vatten
Borhid, s/m
Spyletrykk, MPa
Jordart
Styling
Skjærfasthet, kPa
F kN
DT

CBZ_163 CBZ_162 CBZ_101 AH0_04 CBZ_120 CBZ_122 CBZ_121 CBZ_200 CBZ_450 CBZ_451 MFZ_PR1 ADZ_SW5 CBZ_456 ADZ_SW3 MFM_PR1 MFM_PR2

Kt. +35 Kt. +30 Kt. +25 Kt. +20 Kt. +15 Kt. +10 Kt. +5 Kt. 0 Kt. -5 Kt. -10 Kt. -15

A SNITT
A1: 1:250

Borregaard
Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.	REV.DATO:
Snitt A Totalspenningsanalyse	REV.:
GEOVITA DATO: 2025.01.28	DOK.NR.:

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag skråningstopp	20.00	10.00	35.0	0.1				
Tørrskorpe i skråningen	17.80	7.80	35.0	0.1				
Leirlag, topp	17.80	7.80			C-prof	1.00	0.82	0.55
Leire, midt	18.30	8.30			C-prof	1.00	0.90	0.55
Leire, bunn	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.90	0.55
Svakt leirlag ved berg	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.77	0.47
Moreneleire	20.40	10.40	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Sandlag over berg	20.40	20.40	34.0	3.4				

Search area (tangent)
Fc=1.50
Stabilitet 1
Fc=1.50
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt a, su med svakt lag over bergR1

Search area (tangent)
Fc=1.55
Stabilitet 2
Fc=1.55
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt a, su med svakt lag over bergR5

Search area (tangent)
Fc=1.72
Stabilitet 3
Fc=1.72
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt a, su med svakt lag over bergR4

Search area (tangent)
Fc=1.65
Stabilitet 4
Fc=1.65
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt a, su med svakt lag over bergR2

Sammensatt skjærflate
Fc=1.44
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - sn

Fc=1.44

Fatlager
Fundament "veratank" (peler/pilarer)
(kompensert fundamentering)
(Noteby 4.1132, brev 01.11.1991)

Skråningstopp

Terrengnivå 1907

Antatt berg, 10 m høyre

Eksisterende terreng

Stiplet linje illustrerer en stigning med helning 1:15

Glomma

Antatt berg

Antatt berg, 10 m venstre

Plane shear surface

rensat

rensat vatten

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

CBZ_163 CBZ_162 CBZ_101 AHO_04 CBZ_120 CBZ_122 CBZ_121 CBZ_200 MFM_PR2 CBZ_450 CBZ_451 MFZ_PR1 ADZ_SW5 CBZ_456 ADZ_SW3

Borrid, s/m
Spyletrykk, MPa
Jordart
Skyllingstopping
Skyllingstopping
F kN
DT

A SNITT
A1: 1:250

Borregaard
Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt A
Totalspenningsanalyse, m svakt lag

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.02.27

VEDLEGG 15.2: STABILITETSBEREGNINGER SNITT B

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10	32.0	1.9				
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20	32.0	1.9				
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00	32.0	4.4				
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20	32.0	3.1				

Stabilitet 1
Fcf=1.73
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.rit\helgeby faresoneutredning - snitt b, a-phR1

Stabilitet 3
Fcf=1.99
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.rit\helgeby faresoneutredning - snitt b, a-phR3

Search area (tangent)

Fcf =1.62

Stabilitet 2
Fcf=1.62
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.rit\helgeby faresoneutredning - snitt b, a-phR5

Sammensatt skjærflate
Fcf=2.08
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.rit\helgeby faresoneutredning - snitt b, a-phR2

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Eksisterende terreng
Plane shear surface
Terrengnivå 1907
Antatt nivå elvebunn
Glomma
Innmålt elvebunn
Antatt berg
Rensat vann
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
RENSAT VATTEN
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten
Rensat vatten

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	As	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	19.00	9.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltig, sandig leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Morenelaire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55

Search area (tangent)

Fc=146

Stabilitet 1
Fc=146
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt b, suR2

Search area (tangent)

Fc=147

Stabilitet 2
Fc=147
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt b, suR5

Search area (tangent)

Fc=174

Stabilitet 3
Fc=174
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt b, suR3

Sammensatt skjærflate
Fc=151
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning -

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Rørgate
Ø650/Ø800
2300
1500
CBZ_401
CBZ_400
CBZ_379
CBZ_402
CBZ_433
CBZ_403
H3
H17
H5
Fc=151
Eksisterende terreng
Plane shear surface
Terrengnivå 1907
V4
CBZ_159
V11
CBZ_149
V7
AHO_07
H7
AHO_08
Antatt nivå elvebunn
H4
CBZ_162
V12
MFM_PR1
V4
CBZ_102
H5
AHO_04
CBZ_125
CBZ_122
Glomma
Innmålt elvebunn
Antatt berg
rensat
rensat vatten
RENSAT VATTEN
Rensat med vatten
Anl. stein
Stopp mot fjellmodal be
Borhd, s/m
Spyletrykk, MPa
Spissmotstand, qc (MPa)
Sideriksjon, fs (MPa)
Poretrykk, U (MPa)
F kN
DT

B
SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt B
Totalspenningsanalyse

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.01.02

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Morenelaire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Svakt leirlag ved berg	18.20	8.20			C-prof	0.85	0.70	0.47

Search area (tangent)

Fc=1.38

Stabilitet 1
Fc=1.38
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAFRIT\Helgeby faresoneutredning - Snitt B, Su med svakt lag over berg.R4

Search area (tangent)

Fc=1.39

Stabilitet 2
Fc=1.39
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAFRIT\Helgeby faresoneutredning - Snitt B, Su med svakt lag over berg.R2

Search area (tangent)

Fc=1.62

Stabilitet 3
Fc=1.62
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAFRIT\Helgeby faresoneutredning - Snitt B, Su med svakt lag over berg.R5

Sammensatt skjærflate
Fc=1.40
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAFRIT\Helgeby faresoneutr

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Terrengnivå 1907
Glomma
Innmålt elvebunn
Antatt berg
Antatt nivå elvebunn
Eksisterende terreng
Plane shear surface
Rørgate
RENSAT VATTEN
Rensat med vatten
rensat vatten
Stopp mot fjellmodell be
Stopp mot fjellmodell
Antatt berg, 20 m høyre
Antatt berg, 20 m venstre

CBZ_379
CBZ_400
CBZ_401
CBZ_402
CBZ_403
CBZ_433
CBZ_149
CBZ_159
CBZ_122
CBZ_125
CBZ_162
CBZ_102
MFM_PR1
AH0_04
AH0_07
AH0_08

Fc=1.40

B
SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt B
Totalspenningsanalyse, m svakt lag

REV.DATO:
REV.:

GEOVITA

DATO: 2025.02.27

DOK.NR.:

VEDLEGG 15.3: STABILITETSBEREGNINGER SNITT C

Fc.f. =1.97

Search area (tangent)

Fc.f. =1.68

Stabilitet 1
Fc.f=1.68
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosulte\2330 - beregninger\stabgrafit\helgeby faresoneutredning - snitt c, a-phR3

Stabilitet 2
Fc.f=2.15
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosulte\2330 - beregninger\stabgrafit\helgeby faresoneutredning - snitt c, a-phR5

Stabilitet 3
Fc.f=1.97
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosulte\2330 - beregninger\stabgrafit\helgeby faresoneutredning - snitt c, a-phR2

Sammensatt skjærflate
Fc.f=2.04
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosulte\2330 - beregninger\stabgrafit\helgeby faresoneutredning - snitt c, a-phR1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10	32.0	1.9				
Stiltag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20	32.0	1.9				
Stilig, sandig Leire	20.00	10.00	32.0	4.4				
Morenelaire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20	32.0	3.1				

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Glomma
V1 AHO_12
H3 CBZ_160 AHO_09
H2 CBZ_100
V5 AHO_04
H1 CBZ_120
CBZ_122
H6 CBZ_159
H5 CBZ_149
CBZ_379
Rørgate
CBZ_380
V3 MFK_14
CBZ_381
H7 CBZ_382
Avlop sør
Nyttelast 6.5 kPa
Eksisterende terreng
Terrengnivå 1907
Plane shear surface
Innmålt elvebunn
Antatt berg
rensat vatten
rensaly vatten
rensat
Rensing Vatten
STANGBRUDD
RENSKET
Borrid, s/m
Spyletrykk, MPa
Spissmotstand, qc (MPa)
Poretrykk, u (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
F DT kN

C SNITT
A1: 1:250

Borregaard
Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger
SAK.
Snitt C
Effektivspenningsanalyse
REV.DATO:
REV.:
GEOVITA
DATO: 2025.01.02
DOK.NR.:

Stabilitet 1
Fc=1.54
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt c, suR1

Fc=1.54

Fc=1.55 Search area (tangent)

Stabilitet 3
Fc=1.55
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt c, suR4

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Silt lag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Silt/g. sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55

Search area (tangent)

Fc=1.81

Stabilitet 2
Fc=1.81
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt c, suR2

Sammensatt skjærflate
Fc=1.52
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt c, suR5

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Glomma
Innmålt elvebunn
Antatt berg
Eksisterende terreng
Terrengnivå før riving
Rørgate
Avløp sør
Nyttelast 6.5 kPa
Fc=1.52
Rensing Vatten
STANDBYGG
RENSKET
rensat vatten
rensat

V11 AHO_12
H3 AHO_09 CBZ_160
H2 CBZ_100
V5 AHO_04
H1 CBZ_120
CBZ_122
H6 CBZ_159
H5 CBZ_149
CBZ_379
CBZ_380
V3 MFK_14
CBZ_381
H7 CBZ_382

Borltd, s/m
Spyletrykk, MPa
Spyling
Slagtelling
F kN
DT
Spissmotstand, qc (MPa)
Friksjon, fs (MPa)
Poretrykk, u (MPa)

C SNITT
A1: 1:250

Borregaard
Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger
SAK.
Snitt C
Totalspenningsanalyse
REV.DATO:
REV.:
GEOVITA
DATO: 2025.01.02
DOK.NR.:

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Svakt leirlag ved berg	18.20	8.20			C-prof	0.85	0.70	0.47

Stabilitet 1
Fc=1.51
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt c, suR3

Stabilitet 3
Fc=1.50
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt c, suR2

Stabilitet 2
Fc=1.72
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt c, suR1

Sammensatt skjærflate 2
Fc=1.47
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt c, suR5

Sammensatt skjærflate 1
Fc=1.53
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt c, suR4

Fc=1.51 Fc=1.50 Fc=1.72 Fc=1.47 Fc=1.53

Search area (tangent) Search area (tangent)

Kt. +35 Kt. +30 Kt. +25 Kt. +20 Kt. +15 Kt. +10 Kt. +5 Kt. 0 Kt. -5 Kt. -10 Kt. -15

Glomma

Innmålt elvebunn

Eksisterende terreng

Terrengnivå 1907

Plane shear surface

Antatt berg

Antatt berg, 20 m venstre

Antatt berg, 20 m høyre

Rørgate

Avløp sø

Nyttelast 6.5 kPa

rensar vatten

rensat

Rensing Vatten

STANGBERG

RENSKET

Borregaard

Faresone Helgeby

Stabilitetsberegninger

SAK.

Snitt C

Totalspenningsanalyse, m svakt lag

REV.DATO:

REV.:

GEOVITA

DATO: 2025.02.27

DOK.NR.:

VEDLEGG 15.4: STABILITETSBEREGNINGER SNITT D

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	18.00	8.00	38.0	7.8				
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10	32.0	1.9				
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20	32.0	1.9				
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00	32.0	4.4				
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20	32.0	3.1				

Stabilitet 4
Fcf=1.77
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, a-phi.R2

Stabilitet 3
Fcf=1.77
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, a-phi.R4

Search area (tangent)

Fcf =1.49

Stabilitet 2
Fcf=1.49
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, a-phi.R3

Sammensatt skjærflate
Fcf=1.90
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, a-phi.R6

Fcf =1.90

Search area (tangent)

Fcf =1.53

Stabilitet 1
Fcf=1.53
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, a-phi.R1

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Glomma
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Rørgate
Eksisterende terreng
Terrengnivå 1907
Plane/shear surface
Stiplet linje illustrerer en stigning med helning 1:15
Antatt berg
Rensing/boring
Sprøytebetong
Sprøytebetong/fiber
Sprøytebetong/fiber/bolter
Stålspunt
Stålspunt/fiber
Stålspunt/fiber/bolter
Stålspunt/bolter
Stålspunt/fiber/bolter/anker
Stålspunt/anker
Stålspunt/bolter/anker
Stålspunt/fiber/anker
Stålspunt/fiber/bolter

Stabilitet 1
Fc=1.32
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, suR4

Stabilitet 2
Fc=1.35
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, suR5

Stabilitet 3
Fc=1.57
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, suR3

Stabilitet 4
Fc=1.49
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, suR2

Sammensatt skjærflate
Fc=1.34
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt d, suR6

Material	Unvekgth	Subvekgth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	18.00	8.00	38.0	7.8				
Terrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Silt lag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Terrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Silt, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55

Fc=1.32
Fc=1.35
Fc=1.49
Fc=1.57
Fc=1.34

Search area (tangent)

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Glomma
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Stiplet linje illustrerer en stigning med helning 1:15
Antatt berg
Plane shear surface
Eksisterende terreng
Rørgate
Terrengnivå 1907
Terrengnivå 2025
Fjellskjæring
Sprengt fjell
Morenemasser
Fyllmasser
Leire
Sand/grus
Sprengt fjell
Morenemasser
Fyllmasser
Leire
Sand/grus

H9 AHO_13
H10 AHO_11
V2 AHO_07
V4 CBZ_103
V2 AHO_02
V5 CBZ_124
V3 CBZ_140
V2 CBZ_156
CBZ_155
CBZ_349
V5 CBZ_350
CBZ_351
CBZ_381
V3 MFK_12
CBZ_352

Borhd, s/m
Spyletrykk, MPa
Spissmotstand, qc (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Porevannstrykk, u (MPa)
Sprengt fjell
Morenemasser
Fyllmasser
Leire
Sand/grus
F kN
DT

D SNITT
A1: 1:250

Borregaard
Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger
SAK.
Snitt D
Totalspenningsanalyse
REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:
GEOVITA
DATO: 2025.02.25

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	18.00	8.00	38.0	7.8				
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Svakt leirlag ved berg	18.20	8.20			C-prof	0.80	0.66	0.44

Stabilitet 1
Fc=1.23
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RT\Helgeby faresoneutredning - Snitt D, Su med svakt lag over berg.R3

Stabilitet 2
Fc=1.23
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RT\Helgeby faresoneutredning - Snitt D, Su med svakt lag over berg.R4

Stabilitet 3
Fc=1.55
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RT\Helgeby faresoneutredning - Snitt D, Su med svakt lag over berg.R5

Stabilitet 4
Fc=1.50
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RT\Helgeby faresoneutredning - Snitt D, Su med svakt lag over berg.R1

Sammensatt skjærflate
Fc=1.36
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RT\Helgeby faresoneutredning - Snitt D, Su med svakt lag over berg.R6

Search area (tangent)

Fc=1.23

Fc=1.55

Fc=1.50

Fc=1.36

Plane shear surface

Rørgate

Terrengnivå 1907

Stiplet linje illustrerer en stigning med helning 1:15

Antatt berg

Antatt berg, 20 m venstre

Antatt berg, 20 m høyre

Glomma

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

CBZ_349
CBZ_350
CBZ_351
CBZ_381
CBZ_352
CBZ_155
CBZ_140
CBZ_156
CBZ_124
CBZ_103
AHO_02
AHO_13
AHO_11
AHO_07
MFK_12

Borhd, s/m
Spyletrykk, MPa
Sidefriksjon, fs (MPa)
Poretrykk, u (MPa)
Spissmotstand, qc (MPa)

D SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt D
Totalspenningsanalyse, m svakt lag

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:
DATO: 2025.02.27

GEOVITA

VEDLEGG 15.5: STABILITETSBEREGNINGER SNITT E

Material	UnWeigth	SubWeigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10	32.0	19				
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20	32.0	19				
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00	32.0	4.4				
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20	32.0	3.1				

Stabilitet 1
Fcf=1.76
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt e, a-phiR2

Search area (tangent)
Fcf =1.53

Stabilitet 3
Fcf=1.53
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt e, a-phiR3

Search area (tangent)
Fcf =1.93

Stabilitet 2
Fcf=1.92
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nit\helgeby faresoneutredning - snitt e, a-phiR1

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Glomma
Innmålt elvebunn
Antatt nivå elvebunn
H18 AH0_06
H22 AH0_01
V3 CBZ_105
V2 CBZ_153
H3 CBZ_145
H1 CBZ_158
V29 CBZ_303
CBZ_301
V15 CBZ_302
H8 CBZ_304
Rørgate
Lagerskur
Eksisterende terreng
RENSER UTEN VANN
RENSET MED VANN
Antatt berg
6982

Borrtid, s/m
Spyletrykk, MPa
Stabilisering
Spyling
Stabilisering
F kN
DT
Spissmotstand, qc (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Stopp mot fremadal be
Poretrykk, u (MPa)
Apl. stein
Sidefriksjon, fs (MPa)

E
SNITT
A1: 1:250

Borregaard
Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.	REV.DATO:
Snitt E Effektivspenningsanalyse	REV.:
GEOVITA DATO: 2025.01.24	DOK.NR.:

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Terreskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Terreskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltig, sandig leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Morenelleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55

Fc=1.23

Stabilitet 1
Fc=1.23
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt e, suR4

Search area (tangent)

Fc=1.31

Stabilitet 2
Fc=1.31
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt e, suR2

Sammensatt skjærflate
Fc=1.24
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning -

Search area (tangent)

Fc=1.91

Stabilitet 3
Fc=1.91
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt e, suR3

Eksisterende terreng

Plane shear surface

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Antatt nivå elvebunn
Glomma
Innmålt elvebunn

H22 AH0_01
H18 AH0_06
V2 CBZ_153
H3 CBZ_145
H1 CBZ_158
V3 CBZ_105
V29 CBZ_303
CBZ_301
V15 CBZ_302
H8 CBZ_304
Rørgate
Lagerskur
RENSER UTEN VANN
RENSET MED VANN
Antatt berg
6982
6987

Spissmotstand, qc (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Stopp mot fôrmodal be
Poretrykk, u (MPa)
Bortid, s/m
Spyletrykk, MPa
Skyving
Slagboring
F kN
DT
Apt. stein

E
SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt E
Totalspenningsanalyse

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.01.24

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Slitlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Slitig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Morenelaire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Svakt leirlag ved berg	18.20	8.20			C-prof	0.75	0.62	0.41

Search area (tangent)

Stabilitet 1
Fc=1.12
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RIT\Helgeby faresoneutredning - Snitt E, Su med svakt lag over berg.R1

Fc=1.12

Search area (tangent)

Stabilitet 2
Fc=1.31
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RIT\Helgeby faresoneutredning - Snitt E, Su med svakt lag over berg.R4

Fc=1.31

Search area (tangent)

Stabilitet 3
Fc=1.91
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RIT\Helgeby faresoneutredning - Snitt E, Su med svakt lag over berg.R3

Fc=1.91

Sammensatt skjærflate
Fc=1.15
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.rit\helgeby faresoneutredning -

Fc=1.15

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Glomma
Innmålt elvebunn
Antatt nivå elvebunn
H18 AHO_06
H22 AHO_01
V3 CBZ_105
V2 CBZ_153
H3 CBZ_145
H1 CBZ_158
V29 CBZ_303
CBZ_301
V15 CBZ_302
H8 CBZ_304
Rørgate
Lagerskur
Eksisterende terreng
Plane shear surface
RENSER UTEN VANN
RENSET MED VANN
Antatt berg
Antatt berg, 20 m venstre
Antatt berg, 20 m høyre
Stopp mot fjellmodell

Bortid, s/m
Spyletrykk, MPa
Spissmotstand, qc (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Poretrykk, u (MPa)
Skjærstyrke, kPa
Sigdring
F KN
DT

E SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt E
Totalspenningsanalyse, m svakt lag

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.02.27

VEDLEGG 15.6: STABILITETSBEREGNINGER SNITT F

Search area (tangent)

Fcf =1.39

Stabilitet 1
Fcf=1.39
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt f, a-phiR2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10	32.0	1.9				
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20	32.0	1.9				
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00	32.0	4.4				
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20	32.0	3.1				

Fcf =1.47

Search area (tangent)

Stabilitet 2
Fcf=1.47
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt f, a-phiR1

Fcf =1.65

Sammensatt skjærflate
Fcf=1.65
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt f, a-phiR3

Eksisterende terreng

Plane shear surface

Rørgate

Lagerskur

Nyttelast 6.5 kPa

Anfatt berg

RENSER UTEN VANN

RENSET

RENSET MED VANN

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Glomma
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

CBZ_107
CBZ_128
CBZ_150
CBZ_303
H4 CBZ_300
H2 CBZ_302
H13 MFK_10
V5 CBZ_305

Spissmotstand, qc (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Poretrykk, u (MPa)
Borhd, s/m
Spyletrykk, MPa
F kN
DT

F SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt F
Effektivspenningsanalyse

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.01.07

Fc=1.20

Stabilitet 1
Fc=1.20
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.ril\helgeby faresoneutredning - snitt f, suR4

Search area (tangent)

Fc=1.28

Stabilitet 2
Fc=1.28
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.ril\helgeby faresoneutredning - snitt f, suR2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Morenelaire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.62

Sammensatt skjærflate
Fc=1.20
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.ril\helgeby faresoneutredning - snitt f, suR1

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Glomma

Eksisterende terreng

Plane shear surface

Rørgate

Lagerskur

Nyttelast 6.5 kPa

Fc=1.20

Anfatt berg

RENSER UTEN VANN

RENSET

RENSET MED VANN

H4 CBZ_300
H2 CBZ_302
H13 CBZ_304
H13 MFK_10
V5 CBZ_305
CBZ_303
CBZ_150
CBZ_107
CBZ_128

Spissmotstand, qc (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Poretrykk, u (MPa)
Borlid, s/m
Spyling
Spyletrykk, MPa
F kN
DT

F SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt F
Totalspenningsanalyse

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.01.17

Fc=1.19

Stabilitet 1
Fc=1,19
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.ril\helgeby faresoneutredning - snitt f, su med svakt lag over berg.R3

Search area (tangent)

Stabilitet 2
Fc=1.29
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.ril\helgeby faresoneutredning - snitt f, su med svakt lag over berg.R1

Fc=1.29

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirtag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirtag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Morenelelre	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirtag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.62
Svakt leirlag ved berg	18.20	8.20			C-prof	0.85	0.70	0.53

Sammensatt sjærflate
Fc=1.20
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.ril\helgeby faresoneutredning - snitt f, su med svakt lag over berg.R4

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Glomma
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Rørgate
Eksisterende terreng
Plane shear surface
Nyttelast 6,5 kPa
Fc=1.20
Lagerskur
RENSER UTEN VANN
RENSET
RENSET MED VANN
Antatt berg
Antatt berg, 20 m venstre
Antatt berg, 20 m høyre

CBZ_107
CBZ_128
CBZ_150
CBZ_303
H4 CBZ_300
H2 CBZ_302
H13 CBZ_304
H13 MFK_10
VS CBZ_305

Spissmotstand, qc (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Poretrykk, u (MPa)
Borhd, s/m
Spyletrykk, MPa
F kN
DT

F SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt F
Totalspenningsanalyse, m svakt lag

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:
DATO: 2025.02.27

GEOVITA

VEDLEGG 15.7: STABILITETSBEREGNINGER SNITT G

Search area (tangent)

Stabilitet 3
Fcf=1.31
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt g, a-phiR5

Stabilitet 2
Fcf=1.17
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt g, a-phiR3

Stabilitet 1
Fcf=1.08
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt g, a-phiR2

Stabilitet 4
Fcf=1.49
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt g, a-phiR4

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10	32.0	1.9				
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20	32.0	1.9				
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00	32.0	4.4				
Morenelaire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20	32.0	3.1				

Fcf =1.49
Fcf =1.31
Fcf =1.17
Fcf =1.08

Eksisterende terreng
Rørgate
Glomma
Antatt berg
Antatt nivå elvebunn
Renseanlegg
Renseanlegg

H6 CBZ_250
H5 CBZ_371
H21 CBZ_375
H16 CBZ_376
H4 CBZ_131
CBZ_107
CBZ_251
V6 MFK_08
H2 CBZ_252
CBZ_302
CBZ_305

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Bortid, s/m
Spyletrykk, MPa
Spissmotstand, qc (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Poretrykk, u (MPa)
F DT kN
Sviing
Dreiing

G SNITT
A1: 1:250

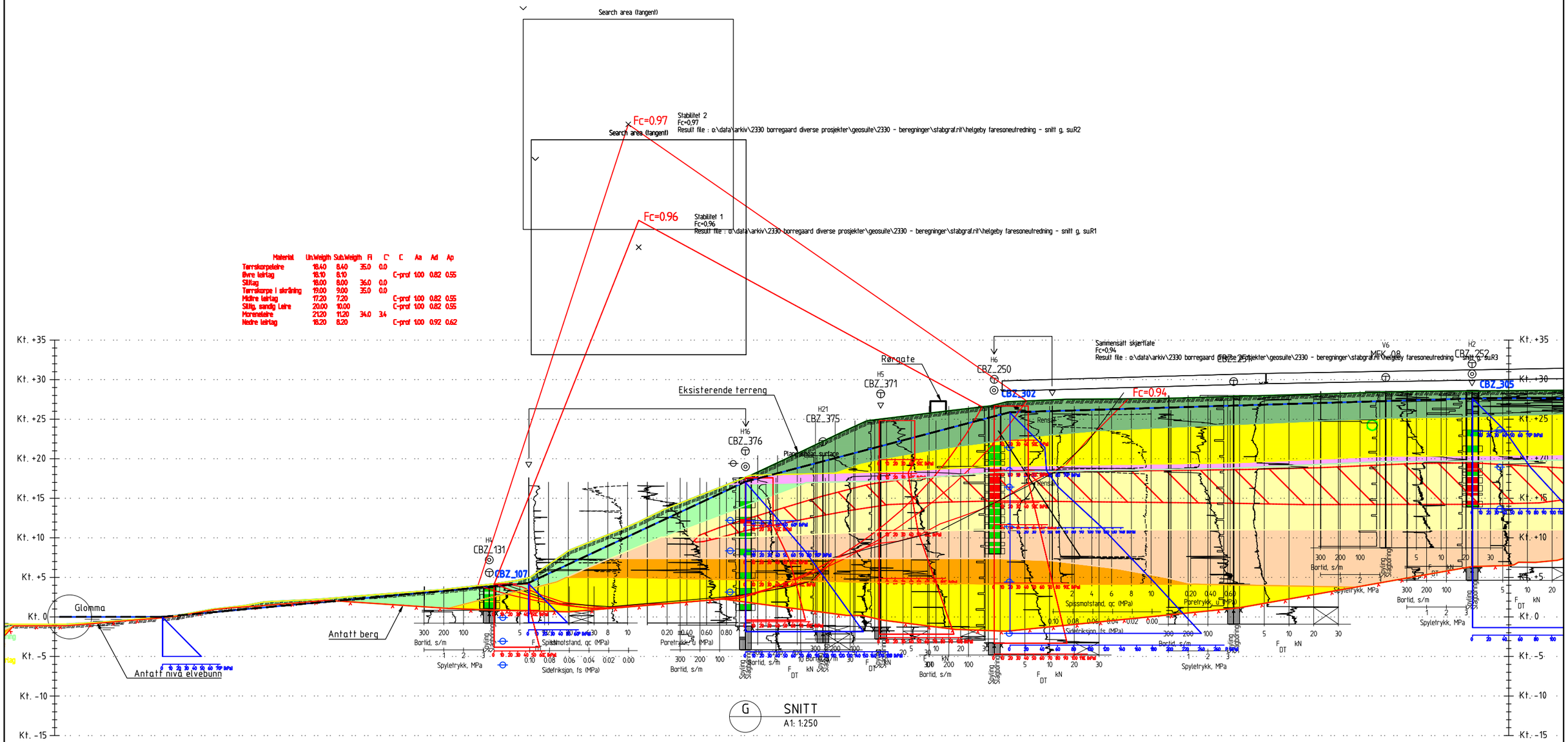
Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt G
Effektivspenningsanalyse

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:
DATO: 2025.01.24

GEOVITA



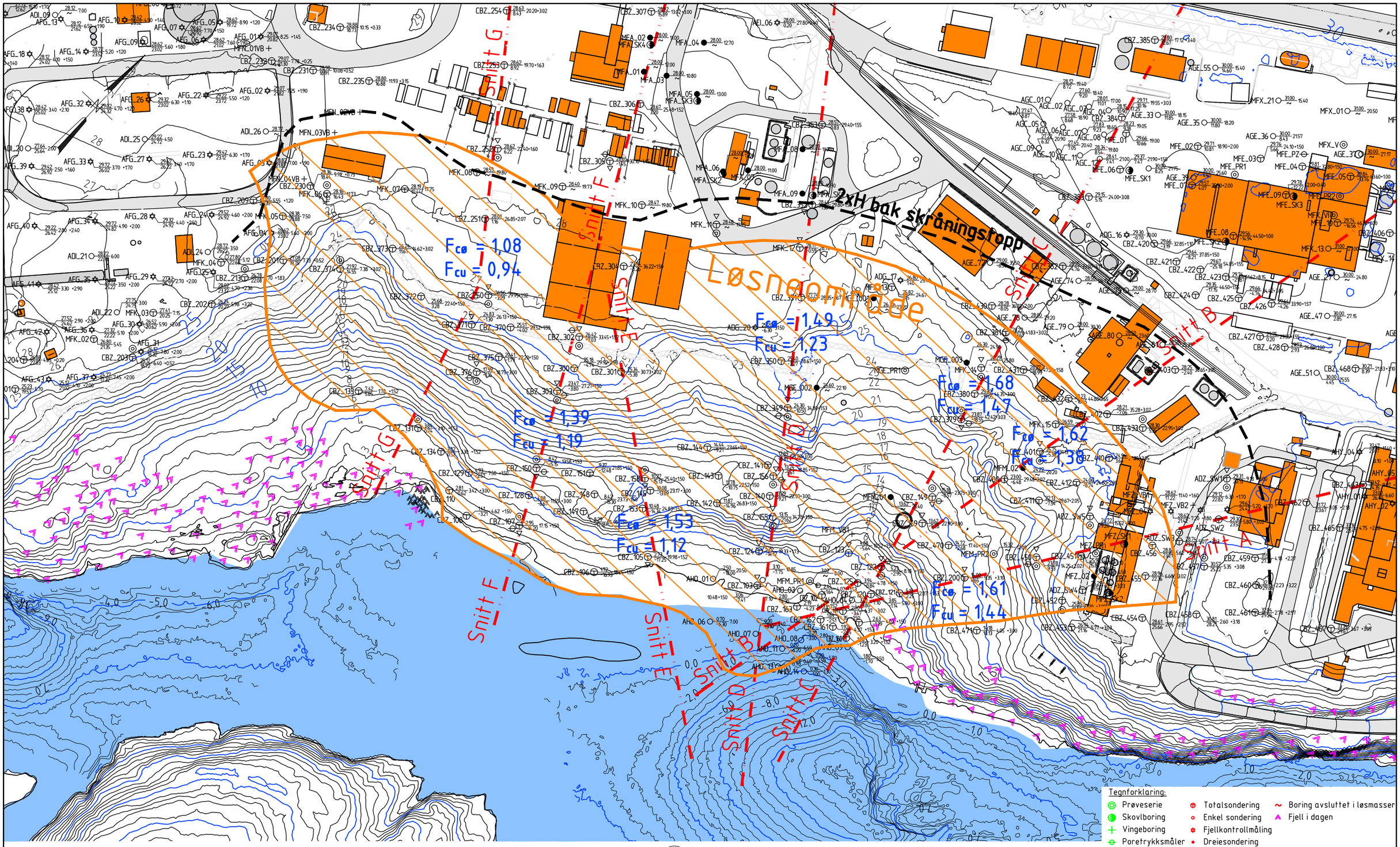
G SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK. Snitt G Totalspenningsanalyse		REV.DATO:
		REV.:
GEOVITA	DATO: 2025.01.24	DOK.NR.:

VEDLEGG 16: STABILITETSBEREGNINGER – OVERSIKT FARESONE MED BEREGNINGSRESULTATER



A PLAN
A1: 1:750, A3: 1:1500

Terrengkote
Antatt bergkote
Boret dybde + Boret i berg

Tegnforklaring:
- Prøveserie
- Skovlboring
- Vingeboring
- Poretrykksmåler
- Trykksondering
- Totalsondering
- Enkel sondering
- Fjellkontrollmåling
- Dreiesondering
- Dreietrykksondering
- Boring avsluttet i løsmasser
- Fjell i dagen
- Kritiske snitt

Navngivning av borpunkter:

ADF_	110751	Grøner	Forbrenningsanlegg for bark og slam. 1993
ADG_	88.203	NGU	Kloralkaliefabrikken, løsmassestratigrafi. 1989
ADI_	–	Leca Borge	Grunnundersøkelser ved Svovelsyrefabrikken. 1983
ADZ_	10217616-1	Sweco	Fabrikk FA07, grunnforhold. 2020
AFG_	0.466.48	Borregaard	Renseanlegg. 1990
AGC_	0.370.81	Borregaard	Ny pipe, Cellullfabrikken. 1943.
AGE_	0.370.83	Borregaard	Sonderboringer for Cellullfabrikken. 1943
AHO_	47.688.4	Borregaard	Cellulose 3, grunnboring v Glomma. 1977
CBZ_	A252183-1	COWI	Borregaard, Faresonueutredning Helgeby. 2023
GEA_	65065-1	NGI	Grunnundersøkelser for Kislager. 1966
GHA_	20061286-1	NGI	Avfallsforbrenningsanlegg, Sarpsborg. 2006
MFA_	41189-1	Noteby	Svovelsyrefabrikk. 1991
MFD_	512020-1	Multiconsult	Exilva-prosjektet. 2014
MFE_	511077-1	Multiconsult	Avfallsenergi Borregaard. 2007
MFF_	101209-1	Multiconsult	Sarpsborg Energigjenvinning. 2000
MFK_	10218416-1	Multiconsult	Søndre avløp. 2020
MFL_	511640-1	Multiconsult	Ny anaerob. 2011
MFM_	17226-1	Noteby	Utfylling mot Glomma ved Fatlager. 1976
MFN_	41217	Noteby	Renseanlegg, utglidning og vurdering. 1993
MFO_	45506-1	Noteby	Renseanlegg, trinn 1. 1994
MFX_	783-1	Noteby	Cellullfabrikk, Grunnundersøkelser. 1941
MFZ_	41132-1	Noteby	Fatlager og tankfarm. 1990
MGE_	41223-1	Noteby	Utfylling syd for fatlager. 1993

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Resultater skråningsstabilitet

REV.DATO:
REV.:

GEOVITA
DATO: 2025.02.28
DOK.NR.:

VEDLEGG 17.1: STABILITETSBEREGNINGER SNITT G, MED MOTFYLLING OG AVGRAVING

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	9.0				
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Slitlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Slitig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.92	0.62

Search area (tangent)

Fc=1.31

Stabilitet 2
Fc=1.31
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt g, su - forbedring.R6

Fc=1.21

Stabilitet 1
Fc=1.21
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt g, su - forbedring.R2

Search area (tangent)

Search area (tangent)

Stabilitet 3
Fc=1.61
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt g, su - forbedring.R4

Fc=1.61

Fc=1.63

Stabilitet 4
Fc=1.63
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt g, su - forbedring.R5

Fc=1.20

Sammensatt skjærflate
Fc=1.20
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt g, su - forbedring.R1

25 m

Avgraving til kt. +24

Eksisterende terreng

Tenkt masseutskifting til berg og
motfylling, med sprengstein. ILLUSTRATIV

Plane shear surface

Renset

Glomma

Antatt berg

Antatt nivå elvebunn

q = 6,5 kPa

CBZ_131
CBZ_107
CBZ_371
CBZ_375
CBZ_376
CBZ_250
CBZ_302
CBZ_251
MFK_08
CBZ_252
CBZ_305

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Bortid, s/m
Spyletrykk, MPa
Spissmotstand, qc (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Poretrykk, u (MPa)
F kN
DT
Sylinder
Skjærfasthet

G SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt G - med motfylling/avgraving
Totalspenningsanalyse

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA

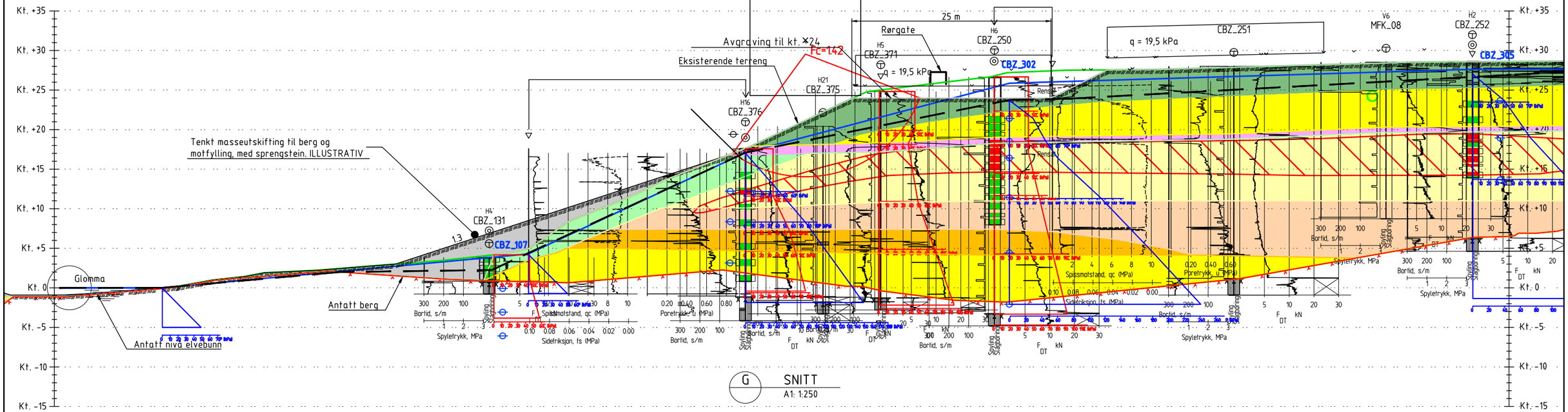
DATO: 2025.04.08

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	9.0				
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.92	0.62

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	9.0				
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.92	0.62

Search area (tangent)

Stabilitet 1
Fc=1.42
Result file : Q:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RIT\Helgeby faresoneutredning - Snitt G, Su - forbedring og anleggslast.R1



G SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt G - med motfylling/avgraving
Totalspenningsanalyse m anleggslast

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.04.08

Search area (tangent)

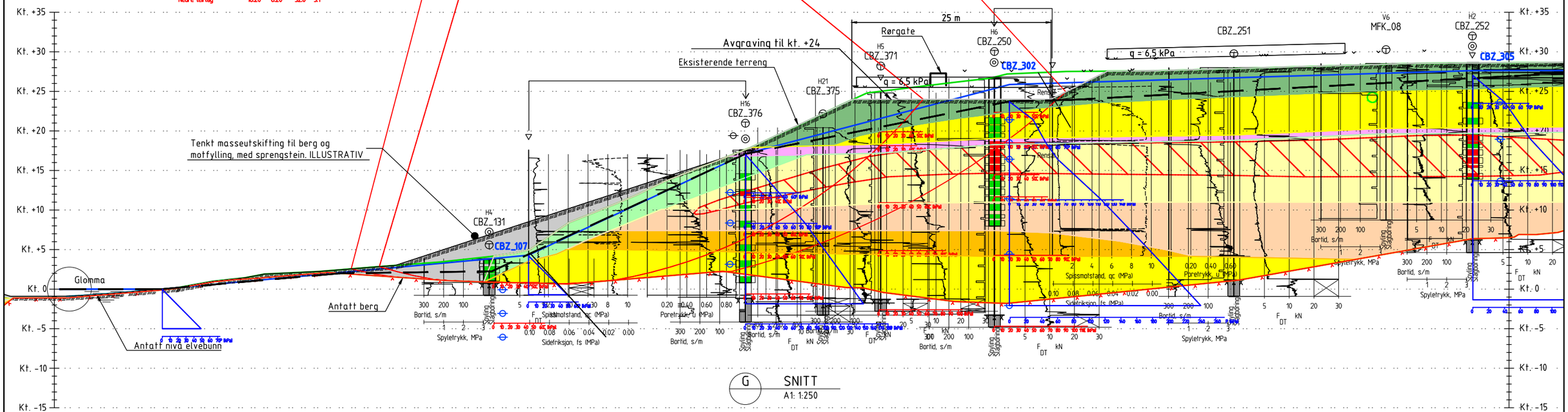
Fcf =1.72

Stabilitet 2
Fcf=1.72
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RIT\Helgeby faresoneutredning - Snitt G, A-Phi - forbedring.R3

Fcf =1.58

Stabilitet 1
Fcf=1.58
Result file : O:\Data\Arkiv\2330 Borregaard Diverse prosjekter\Geosuite\2330 - Beregninger\STABGRAF.RIT\Helgeby faresoneutredning - Snitt G, A-Phi - forbedring.R2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	9.0				
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10	32.0	1.9				
Siltlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20	32.0	1.9				
Siltig, sandig Leire	20.00	10.00	32.0	4.4				
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20	32.0	3.1				



G SNITT
A1: 1:250

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt G - med motfylling/avgraving
Effektivspenningsanalyse

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.04.08

VEDLEGG 17.2: STABILITETSBEREGNINGER SNITT E, MED AVGRAVING

Material	Un.Weigth	Sat.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirtag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Siltlag	19.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirtag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Sildig, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Moreneleire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirtag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55

Fc=1.33

Stabilitet 2
Fc=1.33
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt e, su, avgraving.R2

Search area (tangent)

Fc=1.29

Stabilitet 1
Fc=1.29
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt e, su, avgraving.R6

Search area (tangent)

Fc=1.48

Stabilitet 3
Fc=1.48
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt e, su, avgraving.R4

Search area (tangent)

Fc=1.92

Stabilitet 4
Fc=1.92
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning - snitt e, su, avgraving.R5

Lagerskur forutsettes
35 m revet

8 m
Avgraving til kt. +24

Sammensatt skjærflate
Fc=1.30
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nl\helgeby faresoneutredning

Fc=1.30

Lagerskur
q = 19,5 kPa

Rørgate
q = 19,5 kPa

Eksisterende terreng

Plane shear surface

Antatt nivå elvebunn

Glomma

Innmålt elvebunn

Antatt berg

Antatt berg, 20 m venstre

Antatt berg, 20 m høyre

RENSER UTEN VANN

RENSET MED VANN

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

CBZ_301
CBZ_302
CBZ_303
CBZ_304
CBZ_105
CBZ_145
CBZ_150
CBZ_153
CBZ_158
AHO_01
AHO_06

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Snitt E - med avgraving
Totalspenningsanalyse

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA

DATO: 2025.04.08

E SNITT
A1: 1:250

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	18.40	8.40	35.0	0.0				
Øvre leirlag	18.10	8.10			C-prof	1.00	0.82	0.55
Slitlag	18.00	8.00	36.0	0.0				
Tørrskorpe i skråning	19.00	9.00	35.0	0.0				
Midtre leirlag	17.20	7.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Stiv, sandig Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.82	0.55
Morenelaire	21.20	11.20	34.0	3.4				
Nedre leirlag	18.20	8.20			C-prof	1.00	0.82	0.55
Svakt leirlag ved berg	18.20	8.20			C-prof	0.75	0.62	0.41

Stabilitet 4
Fc=1.23
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt e, su med svakt lag, avgraving.R5

Stabilitet 1
Fc=1.21
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt e, su med svakt lag, avgraving.R3

Stabilitet 2
Fc=1.41
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt e, su med svakt lag, avgraving.R1

Stabilitet 3
Fc=2.03
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt e, su med svakt lag, avgraving.R2

Sammensatt skjærflate
Fc=1.20
Result file : o:\data\arkiv\2330 borregaard diverse prosjekter\geosuite\2330 - beregninger\stabgraf.nil\helgeby faresoneutredning - snitt e, su med s

Fc=1.23
Fc=1.21
Fc=1.41
Fc=2.03
Fc=1.20

Search area (tangent)
Search area (tangent)
Search area (tangent)

Lagerskur forutsettes revet
35 m
Avgraving til kt. +24
Rørgate
Lagerskur
q = 6,5 kPa
Eksisterende terreng
Plane shear surface
Antatt nivå elvebunn
Glomma
Innmålt elvebunn
Antatt berg
Antatt berg, 20 m venstre
Antatt berg, 20 m høyre
RENSER UTEN VANN
RENSET MED VANN

CBZ_301
CBZ_302
CBZ_303
CBZ_304
CBZ_145
CBZ_158
CBZ_153
CBZ_105
AHO_01
AHO_06

Kt. +35
Kt. +30
Kt. +25
Kt. +20
Kt. +15
Kt. +10
Kt. +5
Kt. 0
Kt. -5
Kt. -10
Kt. -15

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

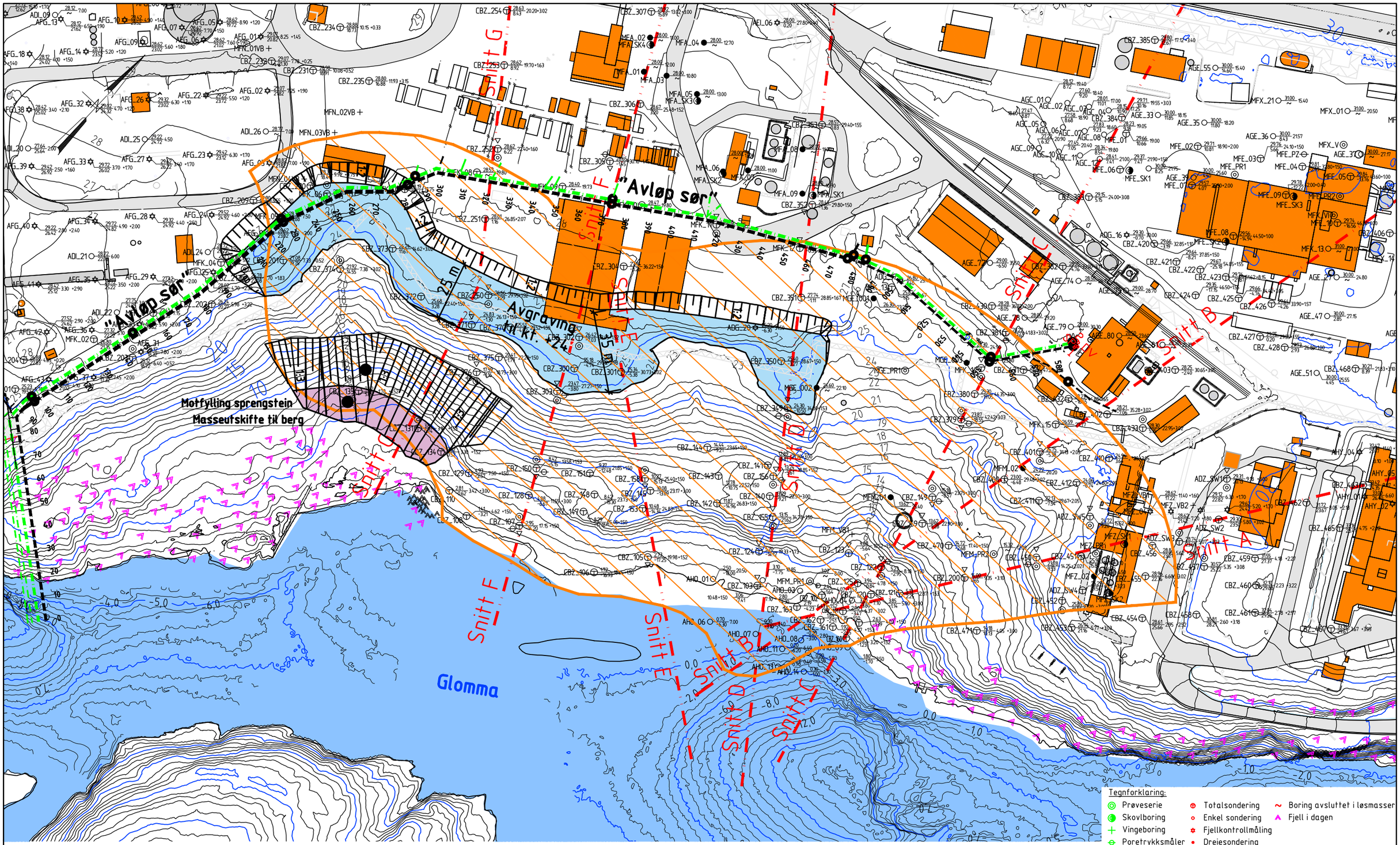
SAK.
Snitt E - med avgraving
Totalspenningsanalyse, m svakt lag

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.04.08

E SNITT
A1: 1:250

VEDLEGG 18: ESTIMERT OMFANG AV STABILITETSFORBEDRENDE TILTAK FOR K4-TILTAK



Tegnforklaring:

- Terreng ved skråningstopp som avgraves til kt. +24
- Område ved skråningsbunn (med liten bergdybde), der det masseutskiftes med sprengstein til berg

A PLAN
A1: 1:750, A3: 1:1500

Terrengkote / Antatt bergkote — Boret dybde + Boret i berg

Tegnforklaring:

- Prøveserie
- Skovlboring
- Vingeboring
- Poretrykksmåler
- Trykksondering
- Totalsondering
- Enkel sondering
- Fjellkontrollmåling
- Dreiesondering
- Dreietrykksondering
- Boring avsluttet i løsmasser
- Fjell i dagen
- Kritiske snitt

Navngivning av borpunkter:

ADF_	110751	Grøner	Forbrenningsanlegg for bark og slam. 1993
ADG_	88.203	NGU	Kloralkaliefabrikken, løsmassestratigrafi. 1989
ADI_	-	Leca Borge	Grunnundersøkelser ved Svovelsyrefabrikken. 1983
ADZ_	10217616-1	Sweco	Fabrikk FA07, grunnforhold. 2020
AFG_	0.466.48	Borregaard	Renseanlegg. 1990
AGC_	0.370.81	Borregaard	Ny pipe, Cellullfabrikken. 1943.
AGE_	0.370.83	Borregaard	Sonderboringer for Cellullfabrikken. 1943
AHO_	47.688.4	Borregaard	Cellulose 3, grunnboring v Glomma. 1977
CBZ_	A252183-1	COWI	Borregaard, Faresonueutredning Helgeby. 2023
GEA_	65065-1	NGI	Grunnundersøkelser for Kislager. 1966
GHA_	20061286-1	NGI	Avfallsforbrenningsanlegg, Sarpsborg. 2006
MFA_	41189-1	Noteby	Svovelsyrefabrikk. 1991
MFD_	512020-1	Multiconsult	Exilva-prosjektet. 2014
MFE_	511077-1	Multiconsult	Avfallsenergi Borregaard. 2007
MFF_	101209-1	Multiconsult	Sarpsborg Energigjenvinning. 2000
MFK_	10218416-1	Multiconsult	Søndre avløp. 2020
MFL_	511640-1	Multiconsult	Ny anaerob. 2011
MFM_	17226-1	Noteby	Utfylling mot Glomma ved Fatlager. 1976
MFN_	41217	Noteby	Renseanlegg, utglidning og vurdering. 1993
MFO_	45506-1	Noteby	Renseanlegg, trinn 1. 1994
MFX_	783-1	Noteby	Cellullfabrikk, Grunnundersøkelser. 1941
MFZ_	41132-1	Noteby	Fatlager og tankfarm. 1990
MGE_	41223-1	Noteby	Utfylling syd for fatlager. 1993

Borregaard

Faresone Helgeby
Stabilitetsberegninger

SAK.
Stabilitetsforbedrende tiltak
Estimert nødv. omfang for K4-tiltak

REV.DATO:
REV.:
DOK.NR.:

GEOVITA
DATO: 2025.04.10