

Oppdragsgiver  
**Statsbygg**

Rapporttype  
**Geoteknisk rapport**

Dato  
**05.01.2022**

# **NTNU CAMPUSSAMLING**

## **OMRÅDESTABILITETSUTREDNING**

### **AV DELOMRÅDE 2**



## NTNU CAMPUSSAMLING DELOMRÅDE 2

Oppdragsnavn **NTNU Campussamling**  
Prosjekt nr. **1350041580**  
Oppdragsgiver **Statsbygg**  
Dokument type **Geoteknisk rapport**  
Dokument nr. **G-rap-002 1350041580**  
Versjon **01**  
Dato **05.01.2022**  
Utført av **Synnøve Bergslid**  
Kontrollert av **Eirin Husdal**  
Godkjent av **Even Øiseth/Eirin Husdal**

Rambøll  
Kobbegate 2  
PB 9420 Torgarden  
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00  
<https://no.ramboll.com>

### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
00	08.10.2021	
01	05.01.2022	Etter kommentar fra uavhengig kontrollør v/SINTEF

## SAMMENDRAG

NTNU Campussamling (NCS) innebærer en samling av NTNUs fagmiljøer i Trondheim til en samlet campus i området rundt Gløshaugen. Rambøll er engasjert av Statsbygg som en del av prosjekteringsgruppa for NCS, og har ansvaret for geoteknisk prosjektering for områdene som inngår i NCS. Foreliggende rapport innebærer områdestabilitetsutredning av delområde 2 med hensyn til planlagte tiltak på tomt 6A, 6B, 6C og 6D. Utredninger er utført i henhold til NVEs veileder 1/2019 samt Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering.

I forbindelse med utredningen er det utført supplerende grunnundersøkelser på delområde 2 i juni 2021.

Utførte stabilitetsberegninger viser at planlagt tiltak på 6A kan utføres som planlagt i forhold til områdestabilitetssituasjonen. Stabilitetsberegninger for tiltak på 6B, hvor utgraving for planlagt tiltak er den kritiske situasjonen, viser at tiltak kan utføres som planlagt forutsatt at bygget ikke trekkes lenger inn mot skråningen samt maks utgraving 5 m under dagens terreng.

Planlagt utbygging på tomt 6D krever sikringstiltak for å ivareta områdestabiliteten iht. NVEs veileder 1/2019. Det er beregnet at en trappevis avlastning til kote +42,5 ut mot skråningskant og til kote +45 for indre del av 6D kreves for at tiltak på 6D kan utføres. Det forutsettes samtidig at planlagt tiltak på 6D kompenseres.

Planlagt tiltak med oppføring av gangbru på 6C kan utføres forutsatt at fundamenter og linjevalg utformes og plasseres slik at konstruksjonslastene ikke fører til en forverring av områdestabiliteten. Områdets stabilitetssituasjon legger også føringer for bruas landingspunkt på Gløshaugplatået. Ved utførelse av sikringstiltak på 6D kan brua lande inn mot 6D. Dersom det ikke utføres sikringstiltak på 6D må brua lande inn mot IT-byggets sydfløy/A4.

Samtlige prinsipper og forutsetninger presentert i foreliggende rapport må ivaretas ved videre detaljering av planlagte tiltak.

## INNHALDSFORTEGNELSE

	<b>Sammendrag</b>	<b>1</b>
<b>1.</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>6</b>
2.1	Planer	6
2.2	Kartgrunnlag	7
2.3	Grunnundersøkelser	7
2.4	Tidligere arbeid	7
<b>3.</b>	<b>Topografi og grunnforhold</b>	<b>9</b>
3.1	Topografi	9
3.2	Kvartærgeologisk kart og marin grense	9
3.3	Grunnforhold	10
3.4	Kvikkleiras utbredelse	11
<b>4.</b>	<b>Regelverk og krav</b>	<b>12</b>
4.1	Tiltakskategori og krav til sikkerhet iht NVEs retningslinjer	12
4.2	Krav til sikkerhet iht. Eurokode 7	12
<b>5.</b>	<b>Grunnlag for stabilitetsvurderinger</b>	<b>13</b>
5.1	Kritiske snitt for stabilitetsberegninger	13
5.2	Aktuelle skredmekanismer	13
5.3	Analysemetoder	14
5.4	Laster	14
<b>6.</b>	<b>Lagdelling og materialparametere</b>	<b>15</b>
6.1	Lagdelling	15
6.2	Grunnvannstand og poretrykksforhold	15
6.3	Overkonsolideringsgrad	15
6.4	Romvekt	16
6.5	Udrenert skjærfasthet	16
6.6	Effektiv skjærfasthet	17
6.7	Kvalitet av grunnundersøkelser	17
6.8	Oppsummering av benyttede materialparametere	18
<b>7.</b>	<b>Stabilitetsvurderinger</b>	<b>19</b>
7.1	Resultat fra stabilitetsberegninger	19
7.2	Profil 2B	19
7.2.1	Sikkerhetskrav	19
7.2.2	Resultat	19
7.2.3	Vurdering av resultater og tiltak	19
7.3	Profil 2C	20
7.3.1	Sikkerhetskrav	20
7.3.2	Resultat	20

7.3.3	Vurdering av resultater og tiltak	20
<b>8.</b>	<b>Soneavgrensning</b>	<b>21</b>
8.1	Avgrensning av løsne- og utløpsområde	21
8.2	Klassifisering av faresone	21
<b>9.</b>	<b>Vurdering av planlagte tiltak</b>	<b>22</b>
9.1	Tomt 6A	22
9.2	Tomt 6B	22
9.3	Tomt 6C	22
9.4	Tomt 6D	23
<b>10.</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>24</b>
<b>11.</b>	<b>Referanser</b>	<b>25</b>

## TEGNINGER

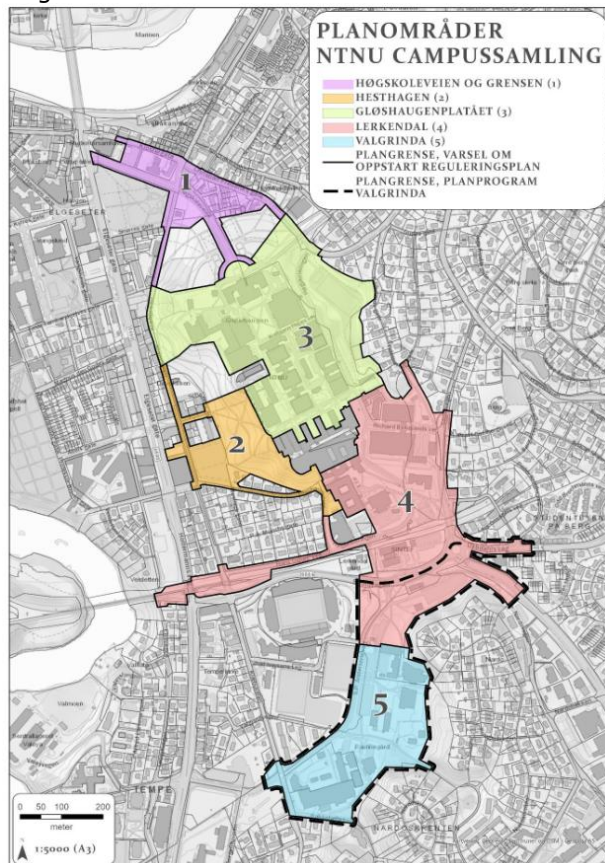
Tegning nr.	Rev.	Tittel
201		Situasjonsplan
202		Situasjonsplan med kvikkleiremarkeringer
203		Lagdelling profil 2B
204		Lagdelling profil 2C
205		Stabilitetsberegning 2B dagens situasjon, udrenert
206		Stabilitetsberegning 2B dagens situasjon, drenert
207		Stabilitetsberegning 2B med tiltak, udrenert
208	01	Stabilitetsberegning 2B med tiltak, drenert
209		Stabilitetsberegning 2C dagens situasjon, udrenert
210		Stabilitetsberegning 2C dagens situasjon, drenert
211		Stabilitetsberegning 2C med tiltak og avlastning, udrenert
212		Stabilitetsberegning 2C med tiltak og avlastning, drenert

## BILAG

Bilag nr.	Rev.	Tittel
1	01	Tolking av CPTU
2		Tolking av treaksialforsøk
3		Tolking av ødometerforsøk
4		Poretrykksmålinger og poretrykksforhold
5		Kvalitetsskjema CPTU
6		ROS-analyse

# 1. BAKGRUNN

NTNU Campussamling (NCS) innebærer at man fram mot 2029 skal samle NTNUs fagmiljøer i Trondheim i en bynær campus i området rundt Gløshaugen. Rambøll er en del av prosjekteringsgruppa engasjert av Statsbygg, og har ansvar for geoteknisk prosjektering av utbyggingsområdene som inngår i NCS. Områdene er delt inn i totalt 5 ulike delområder som vist i Figur 1.



**Figur 1: Kart som viser delområdene 1-5 som inngår i NTNU Campussamling.**

Denne rapporten inneholder geoteknisk utredning av områdestabiliteten i delområde 2 med bakgrunn i planlagte tiltak på området.

*Dette er revisjon 01 av rapporten, og rapporten er revidert etter kommentarer og tilbakemeldinger fra uavhengig kontrollør ved SINTEF Community. Endringer er markert i kursiv.*

## 2. GRUNNLAG

### 2.1 Planer

Delområde 2 strekker seg fra Elgesetergate til Sem Sælands vei og universitetsbebyggelsen, og omfatter blant annet Hesthagen og deler av Vestskråningen. Det er lagt til rette for fire utbyggingsområder (Figur 2):

- 6A – Mellom Elgesetergate og Klæbuveien
- 6B – Kvartalsbebyggelse på Hesthagen
- 6C – Innebygget gangbroforbindelse gjennom parken
- 6D – Tilbygg til Kjemiblokkene



Figur 2: Oversikt over fire utbyggingsområder i delområde 2 ref. /13/.

Foreliggende planer per 1.7.2021 for utbygging av hvert utbyggingsområde er beskrevet nedenfor. Disse planene er utgangspunktet for videre vurderinger av områdestabilitetsutredningen, og er hentet fra felles prosjektmapper og samhandlingsløsninger ref. /12/, ref. /13/, ref. /14/.

På tomt 6A Klæbuveien er det foreslått et bygg i fire-fem etasjer med én kjelleretasje. Bygget blir en forlengelse av eksisterende bygninger i nord, og fullfører dermed eksisterende kvartalsstruktur.

På tomt 6B Hesthagen er det foreslått en ny kvartalsstruktur på eksisterende parkeringsplass. Bebyggelsen planlegges som en opptrapping fra to til seks etasjer med én kjelleretasje.

På tomt 6C (Vestskråningen/del av Høgskoleparken) er det foreslått en gangbruforbindelse gjennom parken, der brua består av en innelukket og en åpen del (tak) med søylefundamenter i skråninga. Brua planlegges å strekke seg fra 6B opp til Gløshaugplatået med landing mellom 6D og A4 (IT-bygget syd).

På tomt 6D er det foreslått et nybygg som fungerer som en forlengelse av Kjemiblokkene med en avrundning mot parken/skråningskanten. Planlagt fotavtrykk er vist på situasjonsplan i tegning 201. Fotavtrykket er i samråd med geotekniker i tidligere faser redusert og trukket inn på platået i forhold til plangrunnlag per 1.7.2021, denne rapporten tar utgangspunkt i dette fotavtrykket.

Det bemerkes at det pågår en kontinuerlig prosess for å videreutvikle utbyggingsplanene. Foreliggende rapport vil legge føringer på enkelte løsninger for utnyttelse av tomteareal med bakgrunn i stabilitetssituasjonen for kritiske skråninger.



## 2.2 Kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag er lastet ned fra prosjekthotell, Interaxo. Det er benyttet høydesystem N2000. Merk at eldre boringer kan være utført i høydesystem Trondheim Lokal, dette er tilpasset i terrengprofil.

## 2.3 Grunnundersøkelser

Det er utført en rekke grunnundersøkelser på og ved delområde 2. En oppsummering av tilgjengelige tidligere grunnundersøkelser vises i Tabell 1. Disse er benyttet som grunnlag for vurderinger av grunnforhold videre i rapporten.

**Tabell 1: Oppsummering av grunnundersøkelser utført på og ved delområde 2.**

Rapportnr.	Eier/utførende	Årstall	Oppdragsnavn
1350046011	Rambøll	2021	NTNU Campussamling
o.0248	Rambøll	1963	NTH interesseområde
6060021	Rambøll	2006	Kjemiblokk I
6120027	Rambøll	2012	REN Elgeseter 55-57
R.0997-2	Trondheim kommune	1998	Gløshaugen - Hesthagen - Nidelva
10215021	Multiconsult	2020	NTNU, vurdering av byggbarhet
00208-2	NGI	1955	NTH, Grunnundersøkelser syd for nybygg kjemi
RIS.11	NGI/RIS		Klæbuveien 65
o.268-2	NGI	1956	Supplerende grunnundersøkelser på vestsiden av Gløshaugplatået
5175072-RIG03	Norconsult	2019	SINTEF Energi geoteknisk datarapport
5175072-RIG13	Norconsult	2020	SINTEF Energi geoteknisk datarapport - supplerende grunnundersøkelser

Sommeren 2021 utførte Rambøll supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med NTNU Campussamling. Hensikten med grunnundersøkelsene var å få en mer detaljert oversikt over utbredelse og mektighet av sprøbruddmateriale (kvikk- og sensitiv leire), grunnvannstand og poretrykksforhold, samt fasthetsparametere for stabilitetsberegninger. Resultatene fra disse undersøkelsene er presentert i Rambølls rapport G-rap-001 1350046011.

Samtlige utførte grunnundersøkelser er presentert på situasjonsplan i tegning 201.

## 2.4 Tidligere arbeid

Det er tidligere utført flere geotekniske vurderinger på og ved delområde 2, i forbindelse med utbygging av NTNU campus og andre prosjekter. I forbindelse med innledende faser av NTNU Campussamling, deriblant vurderinger av byggbarhet på enkelte tomter (mai 2020), er det utført innledende beregninger av skråningsstabilitet for å undersøke gjennomførbarheten av utbygging på A4 og 6D ref. /6/. Det er også utført områdestabilitetsutredning i forbindelse med utbygging av SINTEF Horizon ved SINTEF Energis lokaler på Gløshaugen i Trondheim, like nord for delområde 2. Områdestabilitetsutredning og regulering av planlagt tiltak ble utført juni 2020, og omfatter nordre del av Vestskråningen ref. /10/.

Tidligere vurderinger er hovedsakelig utført med hensyn til gammelt regelverk for utbygging i kvikkleireområder, NVEs veileder 7/2014. I slutten av 2020 ble dette regelverket oppdatert, NVEs veileder 1/2019 ref. /3/. Foreliggende vurderinger utføres derfor med hensyn til nytt regelverk.

Multiconsults arbeid med utbygging på 6D viste at skråningen mot sør-vest hadde tilstrekkelig stabilitet for en drenert situasjon. Det ble ikke oppnådd tilstrekkelig stabilitet for en udrenert situasjon, og det ble derfor foreslått en rekke tiltaksalternativer for at tomta skal kunne utbygges. Vurderingene utført i forbindelse med utbygging på A4 viste at skråningen nedenfor hadde tilfredsstillende stabilitet i udrenert situasjon. Det ble oppnådd god stabilitet for en drenert situasjon ref. /6/.

Daværende gjeldende regelverk, NVEs veileder 7/2014, tillot at en skråning med noe overkapasitet kan belastes så lenge man ikke går under sikkerhetskravet. Ifølge nytt regelverk, NVEs veileder 1/2019, stilles det høyere krav til oppnådd sikkerhetsfaktor når stabilitetssituasjonen forverres. Regelverket presenteres nærmere i kapittel 4.

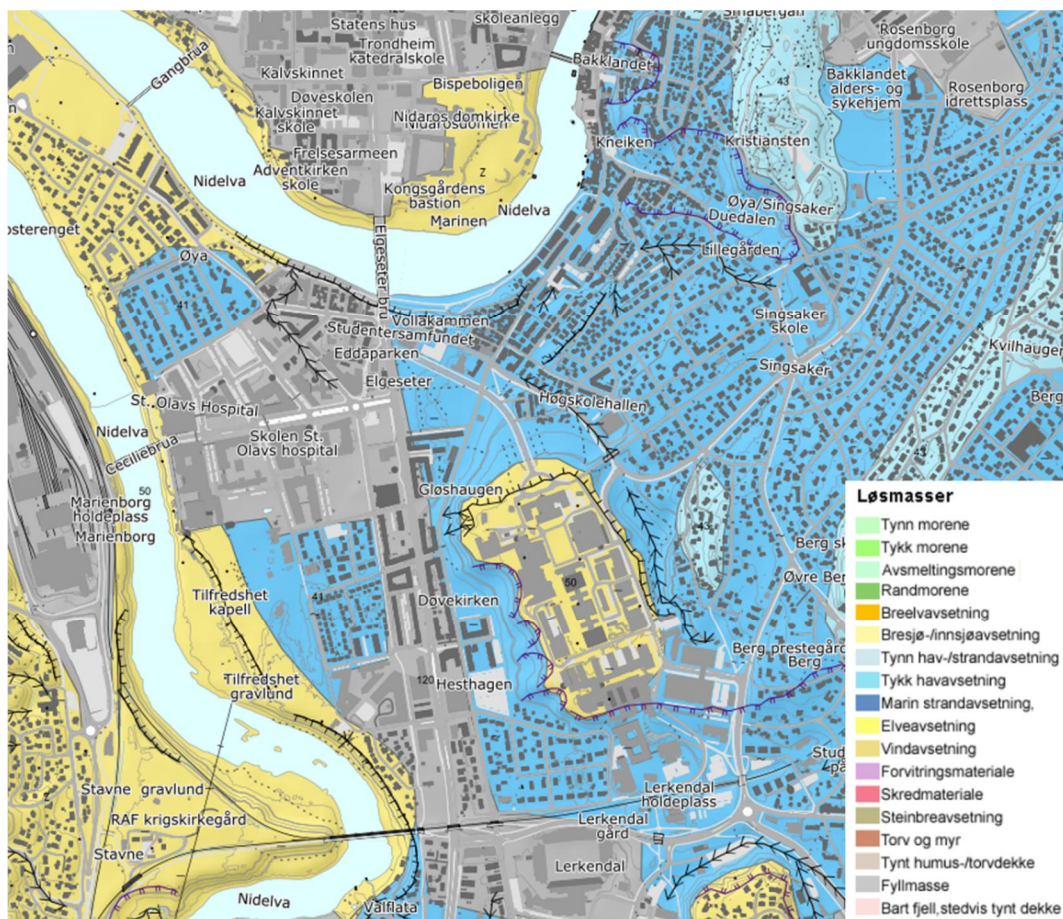
### 3. TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

#### 3.1 Topografi

Terrenget på 6A stiger svakt fra kote +23 ved Elgeseter gate i vest til kote +24,5 mot Klæbuveien i øst. Terrenget ved 6B/Hesthagen ligger flatt på cirka kote +25, og stiger videre opp langs Vestskråninga/Høgskoleparken til Gløshaugplatået og 6D på cirka kote +47 - +48 i øst. Gjennomsnittlig helning opp Vestskråninga er 1:3, med bratteste helning på omtrent 1:2 i sørvestlig retning.

#### 3.2 Kvartærgeologisk kart og marin grense

Kvartærgeologisk kart i Figur 3 viser at løsmassene på området består av havavsetninger med tykk mektighet. Merk at kvartærgeologisk kart kun beskriver øvre løsmasselag, og løsmassene i dybden kan derfor ikke entydig vurderes ut ifra kartet. I skråningskanten mellom Gløshaugplatået og Vestskråninga er det også registrert gamle skredkanter. Hele delområde 2 ligger under marin grense.



Figur 3: Kvartærgeologisk kart fra NTNU campus-området og områdene i rundt (kart fra ngu.no).

### 3.3 Grunnforhold

#### Tomt 6A

Grunnforholdene på vestsiden av Klæbuveien, like ved tomt 6A, består av leire ned til minst 16-17 meters dybde, med innslag av sand på enkelte områder. Leira har varierende skjærfasthet i dybden, men klassifiseres hovedsakelig som middels fast til fast. Det antas at deler av massene her er gamle rasmasser som preges av enkelte små planterester. Det er ikke registrert berg på tomta, og det forventes store dybder til berg. Tidligere målinger viser grunnvannstand cirka 5-6 meter under terreng.

#### Tomt 6B

Løsmassene her antas å bestå av cirka 1 meter sandige fyllmasser/rasmasser over friksjonsmateriale med innslag av tørrskorpeleire til dybde 6-7 meter. Deretter påtreffes et fastere lag av antatt sand med omtrent 3 m mektighet inn mot Vestskråningen og med økende mektighet i vestlig retning ved Klæbuveien til cirka 6 meter. Videre viser sonderinger at massene blir mer finkornige og homogene, sannsynligvis bestående av silt og leire i dybden. Fastheten antas å øke i dybden i de finkornige massene. Den dypeste sonderingen viser løsmasser ned til 62 meter under terreng, og det forventes store dybder til berg på hele området. Grunnvannstanden på tomt 6B er registrert til 4-5 meter under terreng inn mot Vestskråningen.

#### 6C – Vestskråningen/Høgskoleparken

Lagdelingen i Vestskråningen ligger forholdsvis horisontalt, og mektigheten av lagene varierer i skråningen. Tidligere grunnundersøkelser viser at løsmassene består hovedsakelig av sand og silt ned til omtrent 14 meter under terreng øverst i skråningen. Dette sandlaget kiler ut i bunnen av Vestskråningen. Videre påtreffes mer finkornige masser cirka på kote +22 som vedvarer til minst 30 meter under terreng. Det er også påvist sprøbruddmateriale i Vestskråninga som antas å være sammenhengende med tidligere påvist lag under Gløshaugplatået. Sprøbruddmaterialelaget avtar i mektighet fra skråningstopp og ut skråninga. Det er påvist et tynt lag cirka 12 meter under terreng med antatt 1-2 meter mektighet i skråningsbunn. Grunnvannstanden her antas å følge skråningen cirka 4 meter under terreng, og poretrykksforholdet er registrert til noe lavere enn hydrostatisk.

For den sørvestlige delen av Vestskråningen, dvs. området mellom 6D og Gløshaugveien, er lagdelingen forholdsvis lik med sand og silt ned til cirka kote +25. I skråningsbunn preges de øverste 3 meterne av sand og silt før løsmassene går over til bløte masser med liten fasthet helt ned til 17 meter under terreng. Prøvetakinger viser at dette er kvikkleire og leire med sprøbruddegenskaper. Videre blir leira noe fastere med dybden ned til 30 meter under terreng. Det antas også her store dybder til berg.

Poretrykksregistreringer fra den sørvestlige delen av Vestskråninga viser antatt grunnvannstand i terrengnivå med hovedsakelig hydrostatisk/delvis lavere enn hydrostatisk poretrykkfordeling i dybden. Dette kan tyde på drenerende lag i dybden, samt vannførende lag i skråningen.

#### Tomt 6D

Grunnforholdene på selve tomt 6D består hovedsakelig av sandige og siltige masser ned til 20-25 meters dybde, med unntak av et lag med siltig leire fra 5 til 8 meter under terreng som ligger horisontalt og kiler dermed ut i skråninga. Videre er det registrert kvikkleire. Kvikkleira ligger dypt og horisontalt rundt 23-25 m under terrenget på 6D.

Like øst for Kjemiblokk I er berg lokalisert cirka 80 meter under terreng, mens på toppen av skråningen er det boret over 100 meter i løsmasser uten at berg er registrert.

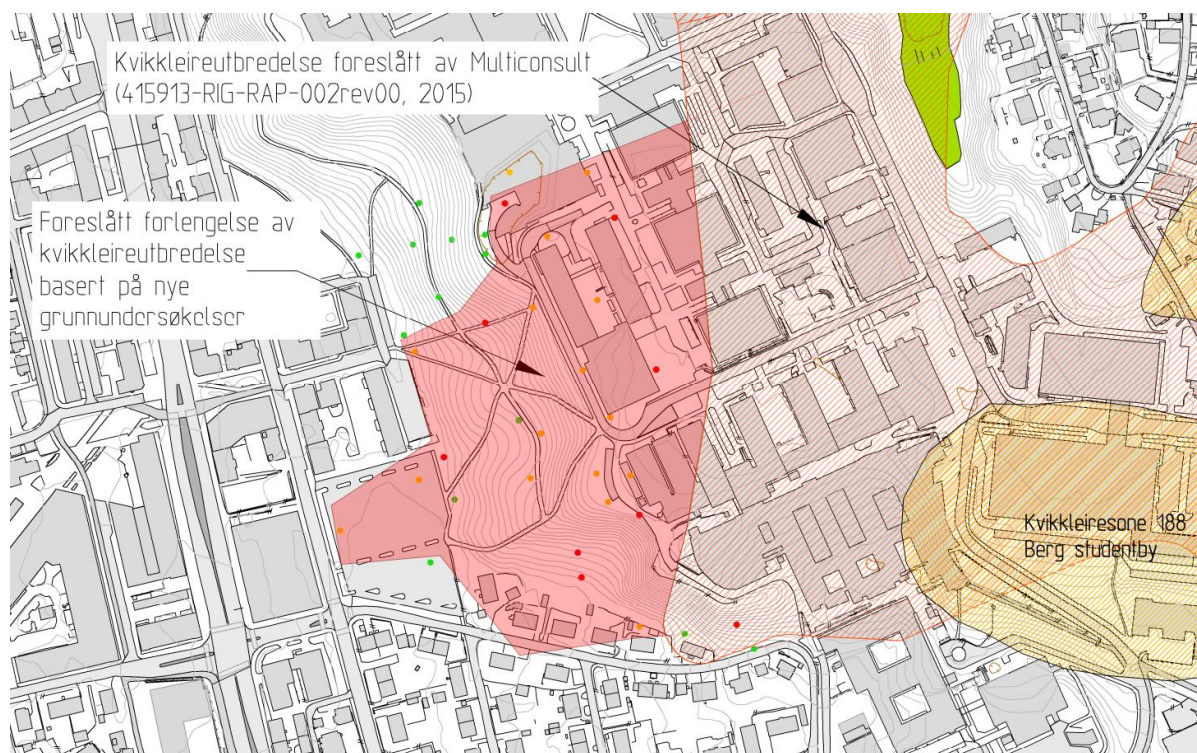
Poretrykksmålinger fra toppen av skråningskanten indikerer en grunnvannstand omtrent på kote +34, dvs. cirka 13 meter under terrenget.

### 3.4 Kvikkleiras utbredelse

Vurdering av nye og tidligere undersøkelsespunkt med tanke på kvikkleireforekomst er vist på tegning 202. Grønn markering vil si at det ikke er påvist kvikkleire eller at sondering ikke indikerer kvikkleire. Rød markering viser at det er påvist kvikkleire. Gul markering gjelder punkter der det ikke er påvist kvikkleire, men at sondering kan indikere kvikkleire. Fargemarkeringene sier ingenting om mektigheten av påviste/antatte kvikkleirelag.

Multiconsult har tidligere presentert kvikkleireutbredelse for Gløshaugen-Bakklandet i rapport 415913-RIG-RAP-002rev00, 2015. I 2020 ble forekomsten foreslått utvidet langs Vestskråninga basert på nye grunnundersøkelser, ref. /6/. Det er i denne rapporten, basert på supplerende grunnundersøkelser, foreslått en revidert utvidelse som vist i Figur 4.

Figur 4 viser foreslått utbredelse av kvikkleire i områdene rundt Vestskråninga/Høgskoleparken samt vestlig del av Gløshaugplatået. Kvikkleira antas å ligge omtrent 20-25 meter under Gløshaugplatået med mektighet på cirka 15 meter. Mektigheten avtar i stor grad under Vestskråninga/Høgskoleparken og antas å kile ut i sør og i vest.



**Figur 4: Foreslått forlengelse av kvikkleireutbredelse basert på nye grunnundersøkelser er markert i rødt på og ved delområde 2.**

## 4. REGELVERK OG KRAV

Alle tiltak underlagt plan- og bygningsloven (PBL) skal tilfredsstillende krav til sikkerhet iht. PBL §28-1 som omhandler dokumentasjon av sikker byggegrunn ref. /1/. TEK17 \2\ §7-3 *Sikkerhet mot skred* ref. /2/ henviser til Norges vassdrags- og energidirektorats (NVE) veileder nr. 1/2019 ref. /3/ som beskriver metodikken for geotekniske utredninger og dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet mot områdeskred. Områdeskred kjennetegnes av at en relativt liten hendelse, som for eksempel en liten utglidning, kan utvikle seg til et skred som omfatter et stort område. Det betyr at ved funn av kvikkleire eller annet sprøbruddmateriale skal områdestabiliteten utredes.

### 4.1 Tiltakskategori og krav til sikkerhet iht NVEs retningslinjer

Samling av NTNU campus innebærer større tilflytting av personer samt personopphold. Tiltak på delområde 2 havner derfor innenfor **tiltakskategori K4** iht. NVEs veileder nr. 1/2019 ref. /3/. Det betyr at områdestabilitet på de aktuelle tomtene må utredes.

Krav til beregningsmessige sikkerhetsfaktorer for tiltak i område med fare for områdeskredfare avhenger av hvordan selve tiltaket påvirker stabiliteten. For tiltak som *ikke forverrer* stabiliteten, for eksempel ved hjelp av kompensert fundamentering, er kravet til sikkerhet

- $F_{cu} \geq 1,40$  for udrenerte stabilitetsanalyser
- $F_{c\phi} \geq 1,25$  for drenerte stabilitetsanalyser.

For tiltak som *forverrer* stabilitetssituasjonen i skråninga skal det tas hensyn til effekt av sprøbrudd. Det medfører at kravet til sikkerhet er

- $F_{cu} \geq 1,61$  for udrenerte stabilitetsanalyser
- $F_{c\phi} \geq 1,25$  for drenerte stabilitetsanalyser.

Ved lavere sikkerhet enn angitte krav må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVEs veileder nr. 1/2019 ref. /3/. Krav til prosentvis forbedring avhenger av faregrad samt beregnet sikkerhetsfaktor  $F$  før tiltak.

Kravene til sikkerhet differensieres avhengig av hvor tiltaket ligger i faresonen. En skråning vurderes som upåvirket av tiltaket så lenge det ikke bygges i eller nært skråningen – i så fall ligger skråningen utenfor *influensområdet* til tiltaket. Skråningen defineres som utenfor influensområdet til tiltaket så lenge

- tiltaket ligger i avstand større enn  $2H$  bak fra skråningstopp eller
- tiltaket ligger foran foten (i utløpsområdet) av skråningen, gitt at stabiliteten ikke forverres pga. graving, peleramming etc.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$  for drenerte stabilitetsanalyser, samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,2$  for udrenerte stabilitetsanalyser.

For K4-tiltak skal uavhengig foretak gjennomføre kvalitetssikring av utførte vurderinger og beregninger.

### 4.2 Krav til sikkerhet iht. Eurokode 7

Krav til lokalstabilitet for nye konstruksjoner følger regelverket iht. Eurocode 7 (NS-EN 1997-1+A1:2013+NA:2020) ref. /4/. Det er i EC7 gitt krav om følgende materialfaktorer:

- $F_{cu} \geq 1,40$  for udrenerte stabilitetsanalyser
- $F_{c\phi} \geq 1,25$  for drenerte stabilitetsanalyser.

## 5. GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER

### 5.1 Kritiske snitt for stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger i to snitt, profil 2B og profil 2C, som vurderes som kritiske og representative for skråningene som inngår i planområdet. Se tegning 201 for plassering av snitt.

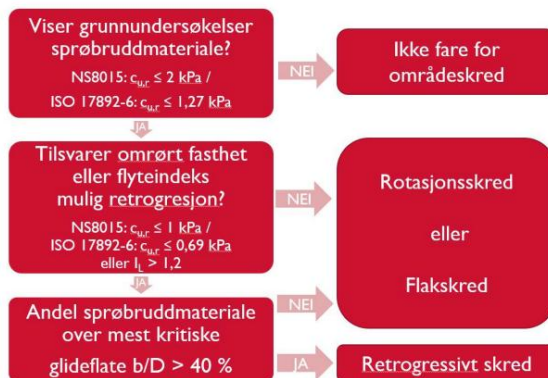
Profil 2B strekker seg fra B-rekka (Sentralbyggene) på Gløshaugplatået, forbi A4-tomta/IT-bygget og ned like forbi tomt 6D/Hesthagen. Profil 2B representerer kritisk snitt i skråningen som strekker seg fra sør til nord i vestlig retning fra Gløshaugplatået mot Høgskoleparken.

Profil 2C vurderes som kritisk snitt for tiltak på tomt 6D, og strekker seg fra Gløshaugplatået via tomt 6D og ned Høgskoleparken mot Gløshaugveien.

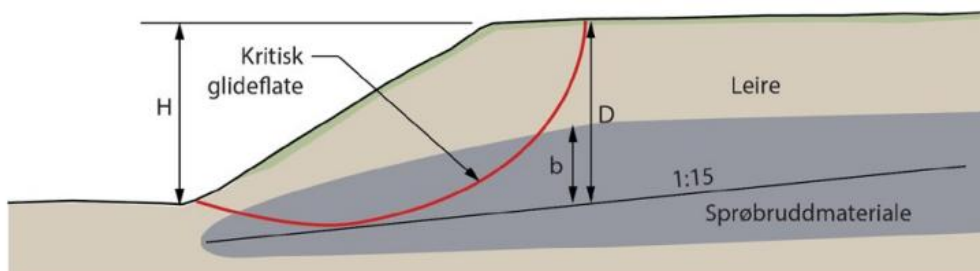
### 5.2 Aktuelle skredmekanismer

Det er påvist sprøbruddmateriale på store deler av delområde 2.

Aktuelle skredmekanismer i sprøbruddmateriale er blant annet avhengig av terrengforhold, sprøbruddmaterialets mektighet og utbredelse, og leiras omrørte fasthet. NVEs veileder 1/2019 presenterer metodikken for bestemmelse av aktuell skredmekanisme, som vist i flytskjema i Figur 5 og Figur 6.



Figur 5: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, utsnitt fra \3\.



Figur 6: Prinsipp for vurdering av b/D for skråninger med tilsvarende topografi, utsnitt fra \3\.

Aktuell skredmekanisme i forbindelse med tiltak på delområde 2 er vurdert for to skråninger representert med de to snittene; profil 2B og 2C. Skredmekanismene er vurdert ut ifra kritisk glideflate. Beregningene av kritisk glideflate er vist på tegning 205-212 og omtales nærmere i kapittel 7.

#### Vestskråningen/Profil 2B:

Prøvetakinger fra Vestskråningen viser omrørt fasthet som ikke medfører mulighet for retrogressivt skred. Med bakgrunn i antatt lagdeling, terrengoverflate og kvikkleireforekomst i forhold til overflate, vurderes rotasjonsskred som mest aktuell skredmekanisme.

#### Tomt 6D-Gløshaugveien/Profil 2C:

Beregninger av kritiske snitt viser dype glideflater for profil 2C, profilet som går fra tomt 6D og ned mot Gløshaugveien. Det medfører at starten av 1:15-linja legges  $0,25 \times H$  under skråningsfot. Prøvetakinger viser lav omrørt fasthet, men andelen sprøbruddmateriale over 1:15-linja er liten. Det er dermed vurdert at et skred her ikke vil få en retrogressiv utvikling. Rotasjonsskred er derfor vurdert som mest sannsynlig skredmekanisme for skråninga representert ved profil 2C.

### **5.3 Analysemetoder**

Stabilitetsberegningene er utført med dataprogrammet GeoSuite Stability som er en del av GeoSuite pakken versjon 16.1.5.0 med beregningsmetode Beast 2003. GeoSuite Stability baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater.

Stabilitetssituasjonen er vurdert ut ifra utførte totalsennings- og effektivspenningsanalyser. Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for en langtidssituasjon. Beregningene er utført for dagens situasjon og situasjonen med kritiske faser av planlagte tiltak. Det er i tidligere faser lagt vekt på å gi innspill til utforming av tiltak slik at krav til sikkerhet kan tilfredsstilles. Det er beregnet sirkulære og plane glideflater i alle profil. Beregningsprofilene er vist i tegning 205-212.

### **5.4 Laster**

For vurdering av kompensering og beregninger med konstruksjonslaster fra eksisterende bygg er det tatt utgangspunkt i en bruddlast lik 15 kPa per etasje.



## 6. LAGDELING OG MATERIALPARAMETERE

### 6.1 Lagdelinger

Lagdeling er tolket fra sonderinger og prøvetaking samt konservative antagelser der det ikke er tilstrekkelig grunnlag. Sprøbruddmateriale er framhevet i profilene med rød skravur. Lagdelinga er vist i tegning 203 og 204 samt på stabilitetsberegninger i tegning 205-212.

### 6.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Det er utført poretrykksmålinger i forbindelse med flere utredninger og vurderinger av grunnforholdene på og ved Gløshaugen. Målinger og tolkning fra poretrykksmålerne er vist i bilag 4.

Det er installert poretrykksmålere i to dybder i to punkt langs Vestskråningen nedenfor IT-byggets sydfly, samt ett punkt like ovenfor (profil 2B). I tillegg er det installert totalt tre poretrykksmålere i to punkt på tomt 6D. To av målerne ble installert av Multiconsult i 2020, ref. /9/, hvorav den grunneste var tørr. Det ble dermed supplert med en dypere poretrykksmåler like ved for å undersøke poretrykksfordelingen med dybden. Det er også installert to elektriske poretrykksmålere i ett punkt i skråninga sør-vest for 6D (profil 2C).

Generelt viser registrerte målinger på Gløshaugplatået at poretrykksforholdet stort sett er noe lavere enn hydrostatisk i dybden. Grunnvannstanden er tolket til å ligge ca. 13-14 m under terreng med antatt hydrostatisk poretrykksfordeling over grunneste måler. Poretrykksfordelingen langs Vestskråningen og i skråninga sør-vest for 6D er registrert til å ligge 4-5 m under terreng, og målingene her viser også lavere enn hydrostatisk fordeling i dybden.

For stabilitetsberegningene er det antatt hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden under antatt grunnvannsstand, som vist i bilag 4. Dette vurderes som noe konservativt basert på registrerte målinger.

### 6.3 Overkonsolideringsgrad

Overkonsolideringsgrad (OCR) er tolket fra utførte ødometerforsøk. OCR varierer fra omtrent normalkonsolidert oppe på platået til noe mer overkonsolidert i bunnen av skråningen. Tolkede ødometerforsøk som grunnlag for vurdering av skjærfasthet er vist i bilag 3 samt presentert i Tabell 2. Pga. dype prøveserier er kvaliteten av utførte ødometerforsøk noe varierende. Dette er hensyntatt ved vurdering av representativ OCR som beregningsgrunnlag.

Tabell 2: Tolkinger av ødometerforsøk.

Punkt	Kote [moh]	Dybde prøve [m]	Kote prøve [moh]	p'0 [kPa]	p'c [kPa]	OCR [-]	Kommentar
203	35,9	21,5	14,5	326	400	1,2	Noe dårlig kvalitet
208	48,2	28,5	19,7	404	440	1,1	Noe dårlig kvalitet
209	32,8	17,3	15,5	166	240	1,4	-
209	32,8	20,3	12,5	195	275	1,4	-
211	35,5	24,4	11,1	279	300	1,1	Noe dårlig kvalitet
MC20-30	29,3	8,5	20,9	81	220	2,7	-
MC20-30	29,3	11,5	17,9	110	460	4,2	-

Som grunnlag for tolkning av CPTU-sonderinger fra Gløshaugplatået og øvre del av Høgskoleparken er det antatt tilnærmet normalkonsoliderte masser. For å hensynta blant annet tidseffekt og aldring er det vurdert at en OCR lik 1,2 er representativt for løsmassenes spenningssituasjon for denne øvre delen av delområde 2. For tolkning av skjærfasthet fra CPTU-sonderinger på øvrige deler av delområde 2 er OCR basert på antatt tidligere terreng med tilhørende grunnvannstand.

#### 6.4 Romvekt

Løsmassenes romvekt er i stabilitetsberegningene hovedsakelig vurdert ut ifra utførte laboratorieundersøkelser, samt erfaringsverdier. Benyttet romvekt er vist på tegning 205-212. Tabell 4 viser en sammenfatning av benyttede materialparametere.

#### 6.5 Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet er valgt på grunnlag av utførte CPTU-sonderinger og laboratorieundersøkelser. Tolkede CPTU er vist i tolkningsdiagrammet, se bilag 1. Benyttede skjærfasthetsprofil i stabilitetsberegningene er vist i beregningene for udrenert analyse, se tegning 204-212. For vurdering av skjærfasthetsprofil er det lagt vekt på resultater fra treaksialforsøk med hensyn til oppnådd prøve kvalitet (se 6.7 for vurdering av prøve kvalitet), SHANSEP og CPTU-korrelasjoner etablert på grunnlag av høykvalitetsprøver.

Udrenert skjærfasthet i det øvre laget med silt/leire under Gløshaugplatået er hovedsakelig basert på tolking av direkte skjærstyrke fra konus- og enaksialforsøk. Resultatene viser stort sett ingen tydelig økning i skjærstyrke med dybden i dette laget, og det er derfor antatt en konstant skjærfasthet. Skjærfasthet tolket fra enaks- og konusforsøk er vurdert som tilsvarende direkteverdier og er derfor omregnet til aktivverdier basert på anisotropiforholdet mellom direkte og aktiv skjærfasthet. Benyttet konstantverdi er vist i Tabell 4 og i beregningsprofil for udrenerte analyser.

C-profilene er samtolket med CPTU-sonderinger fra tilsvarende terrengnivå på delområde 2. CPTU i punkt NC2-8 (5175072-RIG13, Norconsult), som ble stoppet ca. 50 m under terreng, er benyttet for å vurdere udrenert skjærfasthet i dypere liggende lag. CPTU i MC20-30 er samtolket og kontrollert opp imot CPTU i 207. De sammenlignbare CPTU-sonderingene fra tilsvarende terrengnivå ser ut til å stemme godt overens.

Stabilitetsberegningene for totalspenningsanalyse tar hensyn til leiras spenningsanisotropi, dvs. det er utført en ADP-analyse med utgangspunkt i tolkede verdier for udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{UA}$ , for leire og siltig leire. Direkte,  $c_{UD}$ , og passiv,  $c_{UP}$ , skjærfasthet er beregnet ut ifra anisotropiforholdet basert på anbefaling for prosjektering av norske, lavplastiske leirer i NIFS-rapport 14/2014, ref. /7/, og har følgende sammenheng:

$$c_{UD} = 0,63 * c_{UA}$$

$$c_{UP} = 0,35 * c_{UA}$$

NVEs veileder 1/2019 introduserer en oppdatert metode for å hensynta sprøbruddoppførselen i sprøbruddmaterialer/kvikkleire ved at det ikke skal foretas noen reduksjon av aktiv skjærfasthet for å ta høyde for sprøbruddeffekt. I stedet skal det gjøres en reduksjon av resulterende sikkerhetsfaktor for hele glideflaten, selv om kun deler av glideflaten passerer eller tangerer sprøbruddmateriale. Denne korreksjonen skal ikke foretas dersom stabilitetssituasjonen forbedres eller forblir uendret etter planlagt tiltak.

## 6.6 Effektiv skjærfasthet

For effektivspenningsparameterne er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksialforsøk. Ved tolkning av treaksialforsøk er effektivspenningsparametere anslått for tøyninger til cirka 1%. Tolkede treaksialforsøk er vist i bilag 2, og benyttede verdier er vist i Tabell 4 og Tabell 5 samt i beregningsprofilene for effektivspenningsanalyser. Øvrige effektivspenningsparametere er basert på erfaringsparametere fra Statens Vegvesens håndbok V220, ref. /5/.

## 6.7 Kvalitet av grunnundersøkelser

54 mm stålsylindere av sensitiv/kvikk leire vurderes generelt å ligge i kvalitetsklasse 1-2 iht. NGFs veileder for prøvetaking, ref. /15/.

Prøvekvalitet av treaksialforsøk kan måles ut ifra endring i prøvens volum ved rekonsolidering til in-situ-spenninger under konsolideringsfasen. Tabell 3 viser klassifiseringen av prøvekvalitet basert på anbefalinger i Statens vegvesens håndbok V220, ref. /5/.

Utpresset porevann cm <sup>3</sup>	Utpresset porevann volum % *	Klassifisering
0 – 5	0– 2	Godt forsøk
5 – 10	2 – 4	Akseptabelt forsøk
>10	>4	Dårlig forsøk

Figur 7: Utklipp av prøvekvalitetsklassifisering mht. utpresset porevann, tabell hentet fra ref. /5/. \*Tallene gjelder 54 mm prøver med ca. 10 cm høyde.

En annen metode for vurdering av prøvekvalitet er å se på endring i poretall ved rekonsolideringen under et treaksialforsøk, ref. /8/. Tabellen er et utklipp fra Statens vegvesens håndbok V220.

Klassifisering	OCR	$\Delta e / e_0$	Prøvekvalitet <sup>1</sup>
1	1 - 2 2 - 4	< 0,04 < 0,03	Meget god
2	1 - 2 2 - 4	0,04 - 0,07 0,03 - 0,05	God til bra
3	1 - 2 2 - 4	0,07 - 0,14 0,05 - 0,10	Dårlig
4	1 - 2 2 - 4	> 0,14 > 0,10	Meget dårlig

Figur 8: Utklipp av prøvekvalitetsklassifisering mht. endring i poretall basert på Lunne et.al ref. /8/, tabell hentet fra håndbok V220 ref. /5/.

Tabell 3: Vurdering av prøvekvalitet av treaksialforsøkene.

Punkt	Dybde [m]	Treaksialforsøk	dV [%]	de/e <sub>0</sub>	OCR [-]	Kvalitet	
						Iht. Lunne et.al ref. /8/	Iht. V220 ref. /5/
203	21,50	CAUA	4,2	0,113	1,2	3 – Dårlig	Dårlig
205	12,5	CAUA	2,1	0,055	2,1	3 – Dårlig	Akseptabelt
205	18,5	CAUA	1,7	0,042	1,3	2 – God til bra	Godt
208	28,6	CAUA	3,7	0,092	1,1	3 – Dårlig	Akseptabelt
209	15,3	CAUA	2,2	0,054	1,5	2 – God til bra	Akseptabelt

209	21,3	CAUA	2,7	0,047	1,4	2 - God til bra	Akseptabelt
211	24,5	CAUA	2,8	0,071	1,2	3 - Dårlig	Akseptabelt

Prøvekvaliteten for treaksialforsøkene er til dels varierende med bakgrunn i dype prøveserier. Basert på Statens vegvesens håndbok V220 er prøvekvaliteten stort sett *akseptabel*.

Kvalitet av utførte trykksonderinger (CPTU) tilfredsstillende anvendelsesklasse 1, Dokumentasjon for måledata er gitt i bilag 5.

### 6.8 Oppsummering av benyttede materialparametere

Tabell 4 og Tabell 5 viser en oppsummering av benyttede materialparametere for stabilitetsberegninger.

#### Profil 2B

Tabell 4: Materialparametere for profil 2B.

Materiale	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Sand, øvre	18,0	33	0	-	-	-	-
Silt/leire	19,0	25	2,3	48	1,00	0,63	0,35
Sand	18,0	34	6,7	-	-	-	-
Silt	19,0	32	6,2				
Siltig leire, øvre	20,8	25	9,3	C-profil	1,00	0,63	0,35
Fast sand	18,0	36	10,9	-	-	-	-
Siltig leire	20,8	25	9,3	C-profil	1,00	0,63	0,35
Sprøbruddmateriale	20,8	25	4,7	C-profil	1,00	0,63	0,35
Leire	20,0	25,5	7,6	C-profil	1,00	0,63	0,35

#### Profil 2C

Tabell 5: Materialparametere for profil 2C.

Materiale	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Fyllmasser	19,0	40	0	-	-	-	-
Sand, øvre	18,0	33	0	-	-	-	-
Silt/leire	19,0	25	2,3	48	1,00	0,63	0,35
Sand	18,0	34	6,7	-	-	-	-
Siltig leire	20,8	25	9,3	C-profil	1,00	0,63	0,35
Sprøbruddmateriale	20,8	25	4,7	C-profil	1,00	0,63	0,35
Leire	20,0	25,5	7,6	C-profil	1,00	0,63	0,35

## 7. STABILITETSVURDERINGER

### 7.1 Resultat fra stabilitetsberegninger

Resultater fra stabilitetsberegningene er presentert i Tabell 6 under. En mer detaljert beskrivelse av resultat for hvert profil er gitt i 7.2 og 7.3.

Tabell 6: Resultater fra stabilitetsberegninger.

	Tegning	Krav $\gamma_M$	Beregnet $\gamma_M$
Profil 2B, dagens situasjon, udrenert	205	1,4	1,42
Profil 2B, dagens situasjon, drenert	206	1,25	2,19
Profil 2B, situasjon med tiltak, udrenert	207	1,4 (uforandret), 1,61 (forverring)	1,33/ 1,46*
Profil 2B, situasjon med tiltak, drenert	208	1,25	2,15
Profil 2C, dagens situasjon, udrenert	209	1,4	1,22
Profil 2C, dagens situasjon, drenert	210	1,25/tilstrekkelig forbedring	1,55
Profil 2C, situasjon med tiltak, udrenert	211	1,4	1,40
Profil 2C, situasjon med tiltak, drenert	212	1,25/tilstrekkelig forbedring	1,69

\*inkludert sideeffekter

### 7.2 Profil 2B

#### 7.2.1 Sikkerhetskrav

For dagens situasjon vil krav til sikkerhet iht NVEs veileder og EC7 være  $F_{cu} \geq 1,40$  for udrenerte stabilitetsanalyser og  $F_{cp} \geq 1,25$ .

Utgraving av kjeller på 6B-tomta vil bli kritisk situasjon for tiltaket på 6B. Ved forverring av stabilitet vil krav til sikkerhet iht NVEs veileder bli  $F_{cu} \geq 1,61$  for udrenerte stabilitetsanalyser og  $F_{cp} \geq 1,25$  for drenerte stabilitetsanalyser.

Ved uforandret stabilitetssituasjon vil krav til sikkerhet bli  $F_{cu} \geq 1,4$ . Dette vurderes å være situasjonen etter at utbygging på tomta er ferdigstilt.

#### 7.2.2 Resultat

Utførte stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet for dagens situasjon, dvs.  $F_{cu} \geq 1,4$  som vist i tegning 205 og 206. Stabilitetsanalysen inkluderer bruddlast på 30 kPa fra IT-byggets sydfly.

Stabilitetssituasjonen med utgraving for 6B er presentert i tegning 207 og 208. I henhold til foreliggende planer skal uk kjeller graves 5 m under dagens terreng med et areal på ca. 65x65 m. Med bakgrunn i utgravingas relativt korte utstrekning i forhold til skråningens utstrekning vurderes det som hensiktsmessig å inkludere 3D-effekter for beregningene.

Beregningsresultatene presenteres både uten og med sideeffekter (SE) med 15% utnyttelsesgrad av sidefriksjonen. Sirkulære glideflater gir mest kritisk beregningsresultat. Beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet for drenert stabilitetsanalyse.

#### 7.2.3 Vurdering av resultater og tiltak

Kritisk glideflate ( $F_{cu} = 1,42$ ) før tiltak forblir upåvirket av utgraving for 6B da glideflaten ikke strekker seg i byggegropa. Kritiske glideflater uten sideeffekt etter tiltak resulterer i sikkerhetsfaktor 1,33-1,34 med glideflater som går ut i byggegrop. De samme glideflatene viser sikkerhetsfaktorer 1,46-1,51 for beregningene utført med sideeffekter etter utgraving. Stabilitetsberegninger viser at glideflatene blir marginalt dårligere i utgravingfasen. Det vurderes

at stabilitetssituasjonen for skrånninga representert ved profil 2B er tilnærmet uforandret før og etter utgraving på 6B da disse glideflatene fremdeles ikke blir de som er kritiske for skrånningen. Det vil si at tiltak på 6B vurderes til å ha svært liten påvirkning på skråningsstabiliteten, og tiltaket krever derfor sikkerhetsfaktorer  $> 1,4$  for kritisk situasjon med bakgrunn i *ikke forverring* iht. NVEs veileder 1/2019. Det er dermed oppnådd tilstrekkelig sikkerhet for utgraving av planlagt tiltak.

Ferdig situasjon for planlagt tiltak tilfredsstillende krav til sikkerhet ettersom stabilitetssituasjonen vil bli uforandret.

### **7.3 Profil 2C**

#### **7.3.1 Sikkerhetskrav**

Det er planlagt å utforme bygg på toppen av skrånningen (6D-tomta) med kompensert fundamentering slik at tiltaket ikke medfører forverring. Krav iht. NVEs veileder er dermed  $F_{cu} \geq 1,40$  for udrenerte stabilitetsanalyser og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  for drenerte stabilitetsanalyser. NVEs veileder åpner for forbedring dersom skråningsstabiliteten ikke er tilfredsstillende. Iht. EC7 tabell NA. A. 4, ref. /4/, vil det være krav om absolutt sikkerhet for skjærflater som går inn under planlagt bygg, det vil si  $F_{cu} \geq 1,40$  for udrenerte stabilitetsanalyser og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ .

#### **7.3.2 Resultat**

Det er utført stabilitetsberegninger av glideflater som oppnår sikkerhetsfaktor 1,22 for udrenert analyse av dagens situasjon. Det er dermed ikke tilfredsstillende sikkerhet før tiltak. Utførte beregninger for et tilpasset tiltak som innebærer kompensering for å forbedre stabiliteten viser sikkerhetsfaktor  $\geq 1,4$ . Beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet for drenert stabilitetsanalyse.

#### **7.3.3 Vurdering av resultater og tiltak**

Planlagte tiltak i form av nytt bygg på 6D og bru på 6C krever at skråningsstabiliteten i profil 2C forbedres i forhold til dagens stabilitetssituasjon som viser sikkerhet  $F_{cu} < 1,40$ . Det er tidligere vurdert en rekke alternativer for å stabilisere skrånninga presentert ved profil 2C. Etter diskusjon av alternative løsninger med uavhengig kontrollør samt geoteknisk ekspertgruppe er det konkludert med at topografiske tiltak vil være det best egnede konseptet for stabiliserende tiltak av skrånninga, noe som NVEs veileder også påpeker som godt egnet tiltak. For å oppnå tilfredsstillende skråningsstabilitet er det derfor foreslått en avlastning av terrenget på toppen av skrånningen som medfører tilstrekkelige resultater for samtlige kritiske glideflater. Beregningene viser at en trappevis avlastning av skråningstopp er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for alle kritiske glideflater.

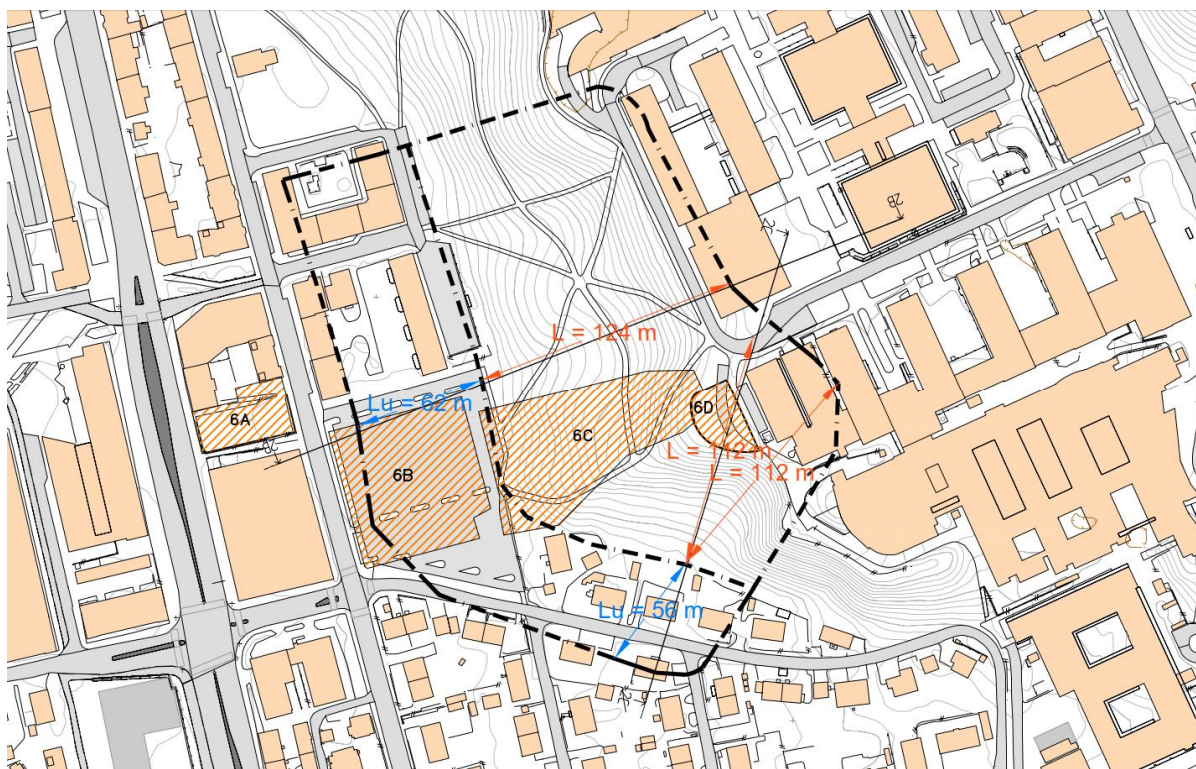
## 8. SONEAVGRENSNING

### 8.1 Avgrensning av løсне- og utløpsområde

Lengden av løснеområdet,  $L$ , for rotasjonsskred er i henhold til prosedyren i NVEs veileder definert som  $5 \times$  skråningshøyden,  $H$ , og lengden av utløpsområdet,  $L_u$ , er definert som  $0,5 \times L$ . Det medfører at løснеområdet for sør-vestlig skråning, representert ved profil 2C, beregnes til en lengde 112 m målt fra skråningsfot. Utløpsområdet beregnes dermed til 56 m fra skråningsfot mot sør-vest. Det betyr at både 6D og deler av Kjemiblokkene inngår i det som defineres som løснеområdet.

Løснеområde for Vestskråningen beregnes å ha en lengde cirka lik 124 m målt fra skråningsfot mot skråningstopp og inn på plataet. Beregnet lengde av utløpsområde blir dermed omtrent 62 m fra skråningsfot i Vestskråningen og et stykke inn på eksisterende parkering på Hesthagen.

Bredden av løснеområdet er vurdert ut ifra topografi, grunnforhold og utstrekning av sprøbruddmateriale. Figur 9 viser vurdert løсне- og utløpsområde med bakgrunn i planlagte tiltak på de ulike tomtene. Empiriske data viser at bredden for løсне- og utløpsområde er omtrent like stor når utløpet er i åpent terreng, ref. /3/.



Figur 9: Vurdert løсне- og utløpsområde iht. NVEs veileder 1/2019.

### 8.2 Klassifisering av faresone

Ved en eventuell soneutredning skal faresonen klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse. Det er dermed utført ROS-analyse for delområde 2, presentert i bilag 6, som viser *middels faregradsklasse* og *meget alvorlig skadekonsekvensklasse*. Denne kombinasjonen gir *risikoklasse 4*.

## 9. VURDERING AV PLANLAGTE TILTAK

### 9.1 Tomt 6A

Det er ikke registrert kvikkleire på tomt 6A og det er ikke fare for at et områdeskred skal utvikle seg fra selve tomta. Tomt 6A ligger utenfor vurderte løsne-/utløpsområde for et eventuelt områdeskred. Se skisse i Figur 9. Det er planlagt et bygg med en kjeller, og utgraving for kjeller her vil ikke påvirke stabiliteten i Vestskråningen. Tiltak kan utføres som planlagt.

### 9.2 Tomt 6B

Tomt 6B ligger innenfor vurderte løsne-/utløpsområde for et eventuelt områdeskred, se Figur 9. Stabilitetsberegninger i profil 2B viser tilfredsstillende sikkerhet for dagens situasjon. Det er også dokumentert med stabilitetsberegninger at planlagte utgraving for kjeller i svært liten grad vil påvirke stabiliteten i Vestskråningen. *I tillegg er kvikkleireforekomsten i skråninga liten.* Tiltak kan derfor utføres som planlagt iht. foreliggende planer pr. 01.07.2021.

### 9.3 Tomt 6C

Det foreligger ikke en detaljert plassering av bru og brufundamenter. Det vurderes at brua må utformes slik at den gir en jevnt fordelt belastning i skråningen og at den dermed ikke vil påvirke områdestabiliteten av betydning. Det forutsettes at brufundamentene belastes med omtrent samme grunntrykk og plasseres slik at det blir tilsvarende belastning i nedre og øvre del av skråningen. Landingspunktet på Gløshaugplatået må fundamenteres kompensert, dette er ivare tatt i foreliggende planer. For utformingen av brua forutsettes det at linjevalget for brua langs høydekotene begrenses i øvre del av skråningen.

*Videre antas det at lastene fra brufundamentene kan betraktes som punktlaster for vurdering av bruas påvirkning på skråningsstabiliteten. Som følge av at de kritiske glideflatene for profil 2B er lange og dype, bør lastene fra brufundamentene betraktes med 3D-effekter for å oppnå en realistisk lastsituasjon for stabilitetsberegningene. Bruas påvirkning i skråninga antas dermed å utgjøre en neglisjerbar forskjell på oppnådd sikkerhetsfaktor for kritiske glideflater.*

Forutsatt at tiltaket utformes som beskrevet og dermed ikke medfører forverring av skråningsstabiliteten er krav iht NVEs veileder  $F_{cu} \geq 1,40$  for udrenerte stabilitetsanalyser og  $F_{cp} \geq 1,25$  for drenerte stabilitetsanalyser.

Stabilitetsberegninger i profil 2B (tegning 205-208) viser tilfredsstillende sikkerhet iht. regelverket med forutsetning om at landingspunktet oppføres kompensert. Stabilitetsberegninger for dagens situasjon i profil 2C viser at sikkerheten for tiltak på 6D ikke er tilfredsstillende. Forutsatt at skråningsstabiliteten forbedres med planlagt avlastning på tomt 6D tilfredsstillende planlagte tiltak på 6C krav til områdestabilitet, som vist i stabilitetsberegninger for profil 2C (tegning 209-212). Ved etablering av brua uten at det gjennomføres avlastning på 6D må brua derfor ha landingspunkt nordøst for Sem Sælunds vei/inn mot IT-byggets sydfløy for at skråningsstabiliteten i profil 2C kan dokumenteres som tilfredsstillende iht. NVEs veileder, dvs  $F_{cu} \geq 1,40$ .

Det påpekes at områdestabiliteten må ivaretas under detaljering av tiltaket mht. foreliggende premisser og forutsetninger.



#### 9.4 Tomt 6D

På tomt 6D er det foreslått et nybygg som fungerer som en forlengelse av Kjemiblokkene med en avrunding mot Høgskoleparken/skråningskanten. Det foreligger pd. et nedskalert volum som forslag til utbygging på 6D. Tidligere utførte geotekniske vurderinger viste at det var nødvendig å trekke byggets fotavtrykk innenfor det som er dagens kote +47 i tillegg til terrengavlastning for å sikre krav til stabilitet.

Stabilitetsberegninger viser at det er nødvendig med en terrengavlastning for å sørge for tilstrekkelig skråningsstabilitet. I tillegg til avlastning for å bedre stabilitetsforholdene forutsettes det at planlagte bygg på tomt 6D fundamenteres slik at laster fra konstruksjonen kompenseres. Det betyr at den totale utgravingen av stedlige masser har to formål; forbedre skråningsstabiliteten ved terrengsenkning samt kompensere for konstruksjonslaster fra planlagte bygg. Beregninger viser at nødvendig avlastning for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet uten konstruksjonslaster er senkning av terrenget i to nivåer derav 5 m til kote +42,5 i ytre del av 6D (mot skråningskant), og 3 m til kote +45 i indre del. Ved oppføring av nytt bygg på 6D og dermed konstruksjonslaster kreves ytterligere utgraving for å sørge for kompensert fundamentering. Dette vurderes som et prinsipielt konsept, og byggets utforming skal dermed tilpasses foreliggende vurderinger. For videre detaljering må det tas høyde for at byggets utforming og konstruksjonslaster legger føringer for krav til kompensering.

## 10. KONKLUSJON

Planlagte tiltak på 6A og 6B kan utføres som planlagt uten nødvendige sikringstiltak iht. regelverket. Det forutsettes maksimalt 5 m utgraving for kjelleretasje på tomt 6B samt at byggets plassering ikke trekkes nærmere skrånningen i forhold til foreliggende planer.

Planlagte bru på tomt kan 6C etableres forutsatt at fundamenter utformes og plasseres slik at konstruksjonslastene ikke fører til en forverring av områdestabiliteten. Planlagt bru må dermed utformes som følger:

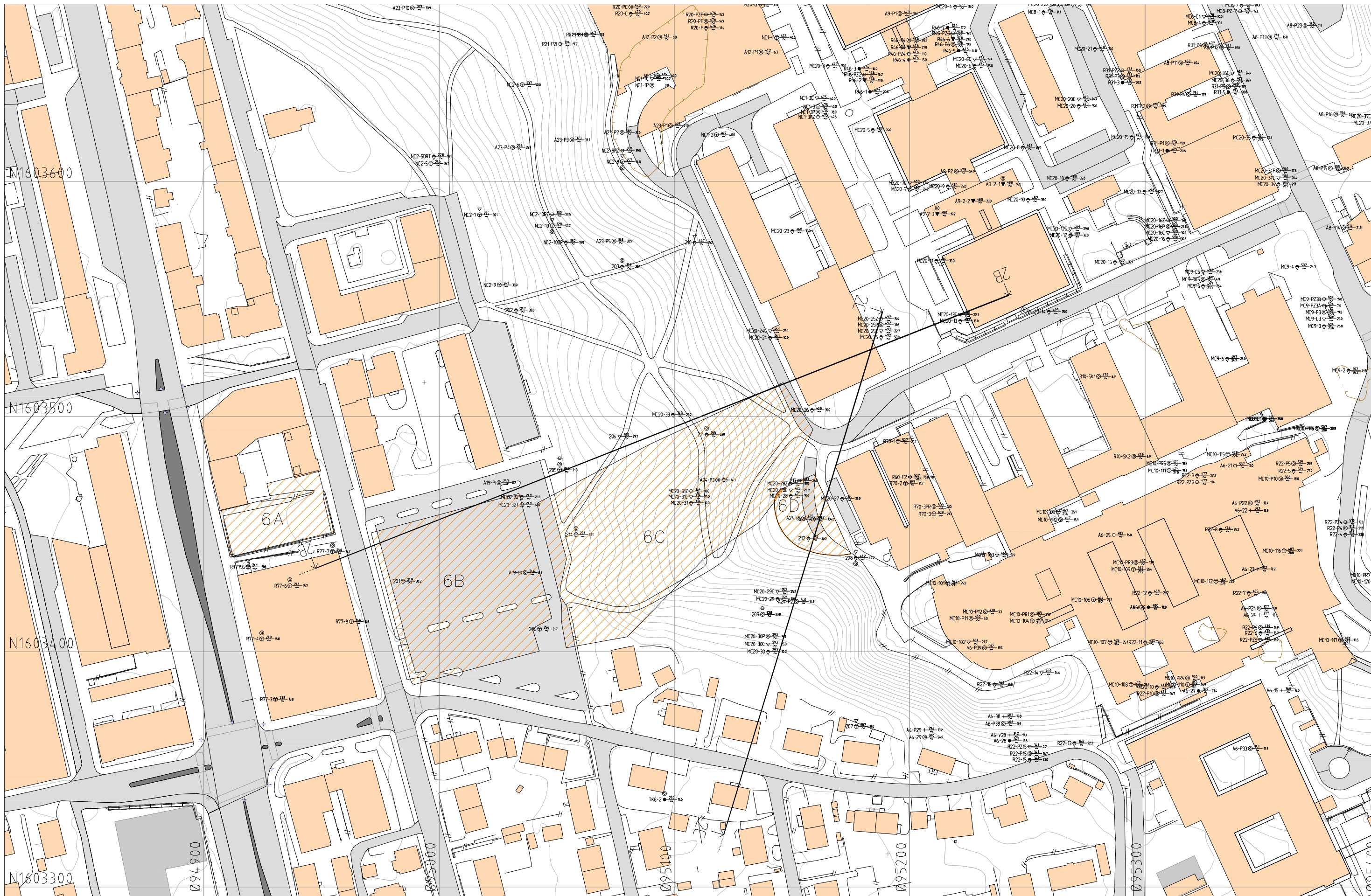
- Brufundamenter belastes med omtrent samme grunntrykk og plasseres slik at det blir tilsvarende belastning i nedre og øvre del av skrånningen.
- Bruas linjevalg langs høydekotene begrenses i øvre del av skrånninga for å unngå en forverring av stabilitetssituasjonen for nedenforliggende skrånning.
- Landingspunktet på Gløshaugplatået kompenseres for å unngå en forverring av stabilitetssituasjonen.
- Ved avlastning på 6D kan brua ha landingspunkt inn mot 6D. Dersom det ikke utføres stabiliserende tiltak på 6D må landingspunktet legges nordøst for Sem Sælands vei og inn mot IT-byggets sydfly.

For å oppnå tilfredsstillende områdestabilitet for tomt 6D må planlagte bygg utformes som følger:

- Topografiske tiltak i form av terrengavlastning må gjennomføres før det etableres nybygg på tomt 6D. Beregninger viser at en terrengavlastning tilsvarende 5 m (til kote +42,5) i forkant mot skråningskant og 3 m (til kote +45) i indre del av 6D er nødvendig.
- Nytt bygg må oppføres kompensert, dvs. tiltaket kan ikke medføre en tilleggsbelastning på skrånninga etter utført topografisk tiltak.
- Det poengteres at en utgraving ikke må undergrave fundamentene for Kjemiblokk I.

## 11. REFERANSER

- ref. /1/ *Plan- og bygningsloven (PBL)*. Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 27.06.2008, sist endret 01.07.2021.
- ref. /2/ Direktoratet for byggkvalitet (DIBK), *Byggteknisk forskrift (TEK17)*, Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2017
- ref. /3/ Norges vassdrags- og energidirektorat: *Sikkerhet mot kvikkleireskred*. Veileder 1/2019, desember 2020.
- ref. /4/ Eurokode 7: *Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler*, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016
- ref. /5/ Statens vegvesen: *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging*, 2018.
- ref. /6/ COWI/Multiconsult: *NTNU Campussamling – Vurdering av byggharhet på utvalgte eiendommer*. A130839-101, 28.05.2020.
- ref. /7/ NIFS-rapport 14/2014: *En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer*. ISBN: 978-82-410-0962-4, 30.01.2014.
- ref. /8/ Lunne, T., Berre, T. & Strandvik, S., *Sample disturbance effects in soft low plasticity Norwegian clay, Recent Developments in Soil and Pavement Mechanics*, Almeida (ed.), 1997, Balkema: Rotterdam.
- ref. /9/ Multiconsult: *NTNU Vurdering av byggharhet – Datarapport, geotekniske grunnundersøkelser*. 10215021-RIG-RAP-001, 29.06.2020.
- ref. /10/ Norconsult: *SINTEF Horizon – områdestabilitetsutredning av Gløshaugens vestskråning ved EFI*. 5175072-RIG12 versjon 1, 24.06.2020.
- ref. /11/ Rambøll: *Geoteknisk vurdering av konsept 6D per 1.juli 2021*. 1350041580 G-not-007, 15.09.2021
- ref. /12/ Rambøll, C.F. Møller Architects, Rolvung og Brøndsted Arkitekter, FABEL Arkitekter, Oslo works, mtre og Aas Jakobsen (NCS Prosjekterings- og programmeringsgruppe H002): *Notat Transformasjon av 6D*. PGNCS-PGK-ST-NOT-003, rev02 25.6.2021.
- ref. /13/ Statsbygg: *Konsekvensutredning for planområde 2 Hesthagen og del av Høyskoleparken (1.utkast)*. 21.05.2021.
- ref. /14/ Rambøll, C.F. Møller Architects, Rolvung og Brøndsted Arkitekter, FABEL Arkitekter, Oslo works, mtre og Aas Jakobsen (NCS Prosjekterings- og programmeringsgruppe H001): *Delområde 2 Hesthagen/Vestskråningen – Basisprosjekt 2+ status d. 24-09-2021*. 24.09.2021.
- ref. /15/ Norsk Geoteknisk Forening: *Veiledning for prøvetaking*. Melding nr. 11, utgitt 1997, revidert 2013.



00	08.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

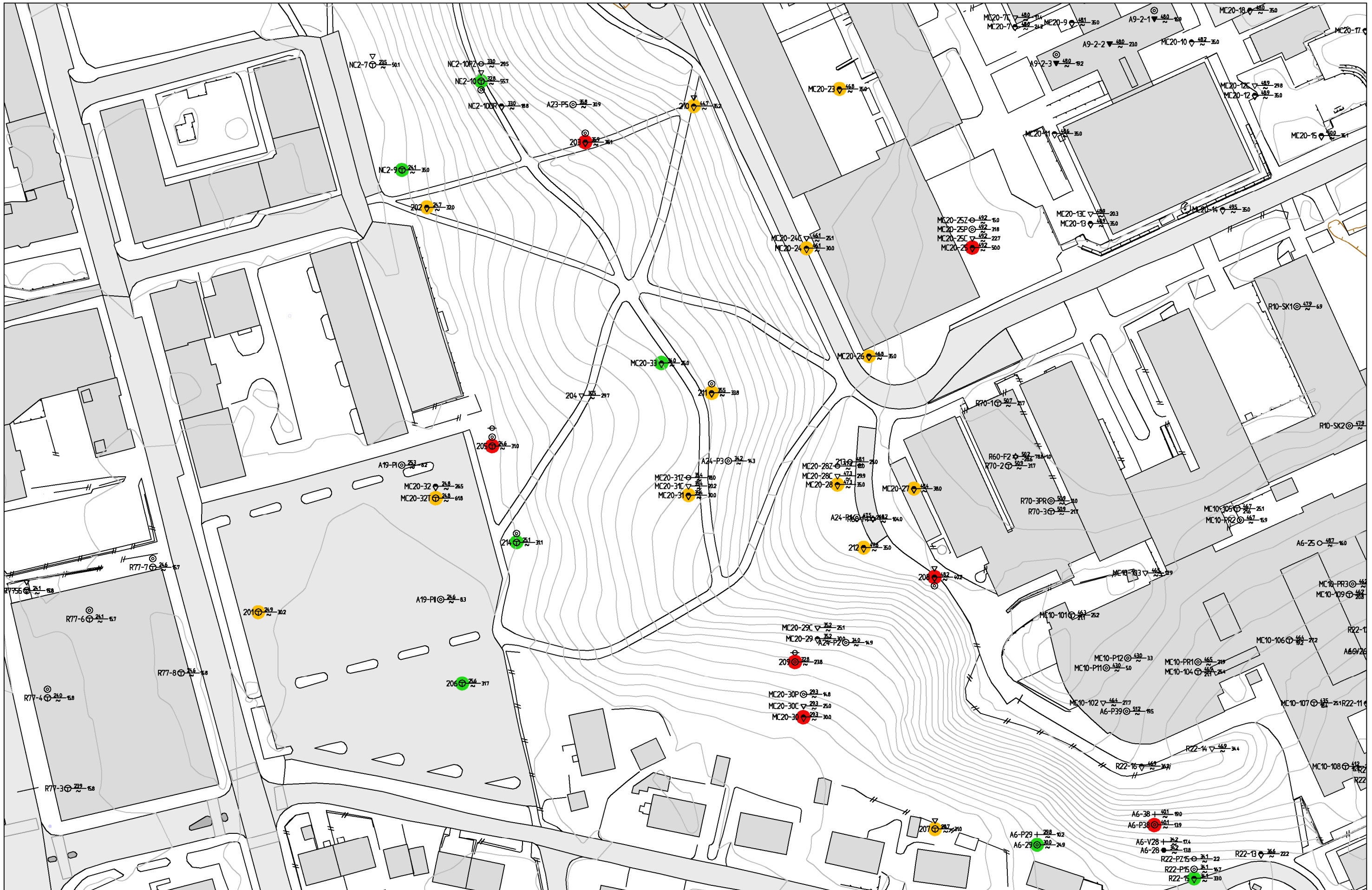
**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**

OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

INNHOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 Delområde 2  
 Alle borpunkt

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:1500	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 201		REV. 00	



00	05.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

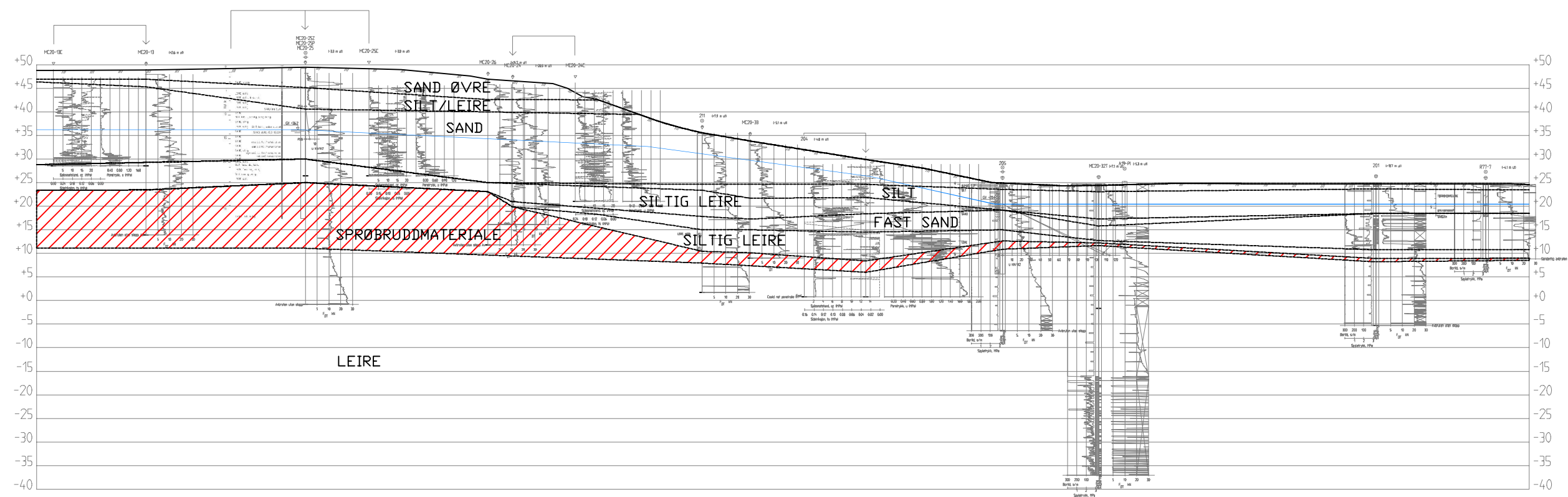
OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 Delområde 2

● Kvikkleire ikke påvist  
● Kvikkleire usikker  
● Kvikkleire påvist

Kvikkleire:  
 Cur < 1,27 (ISO)  
 Cur < 2,0 (NS)

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:1000	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 202		REV. 00	



00	06.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



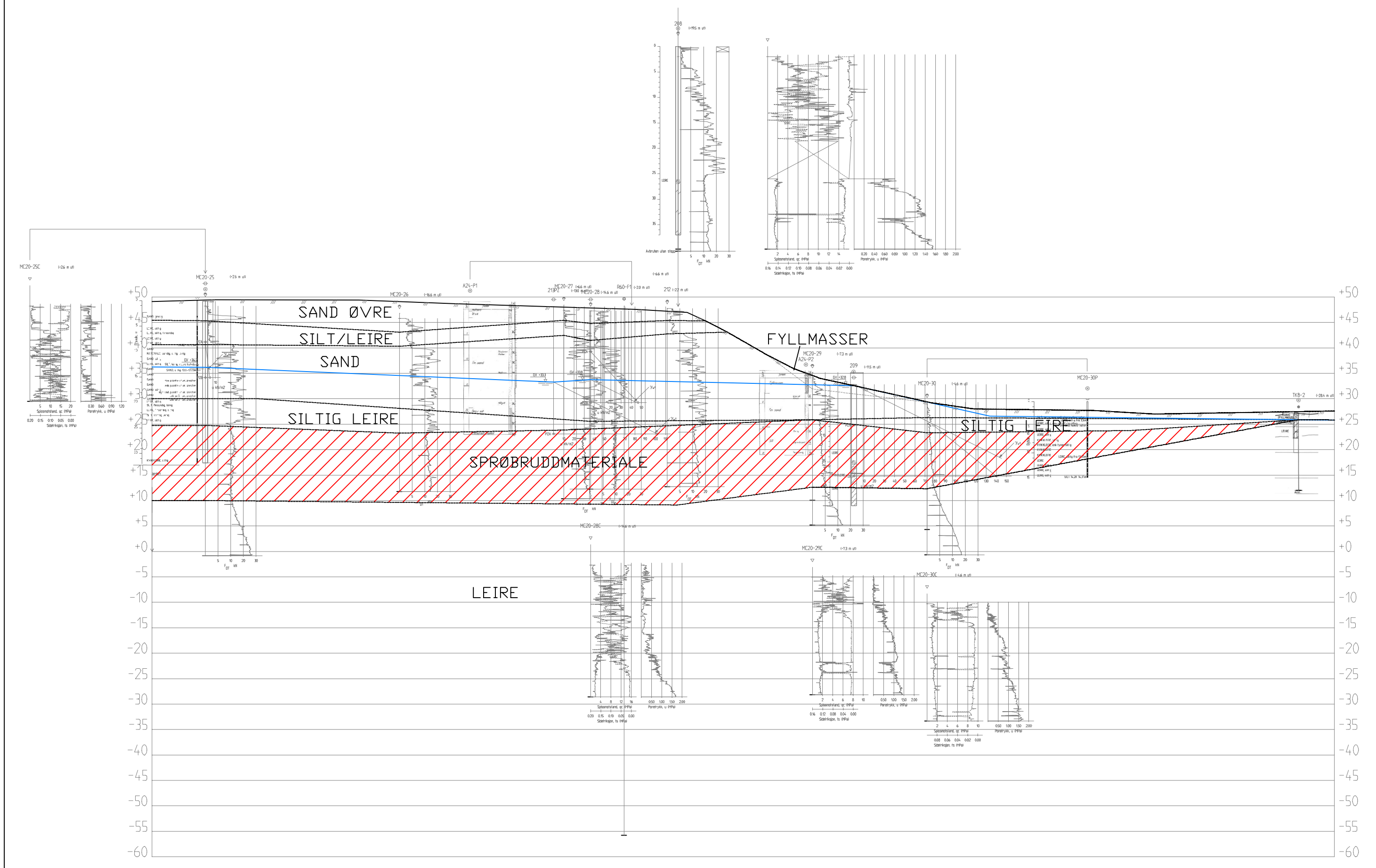
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**

OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

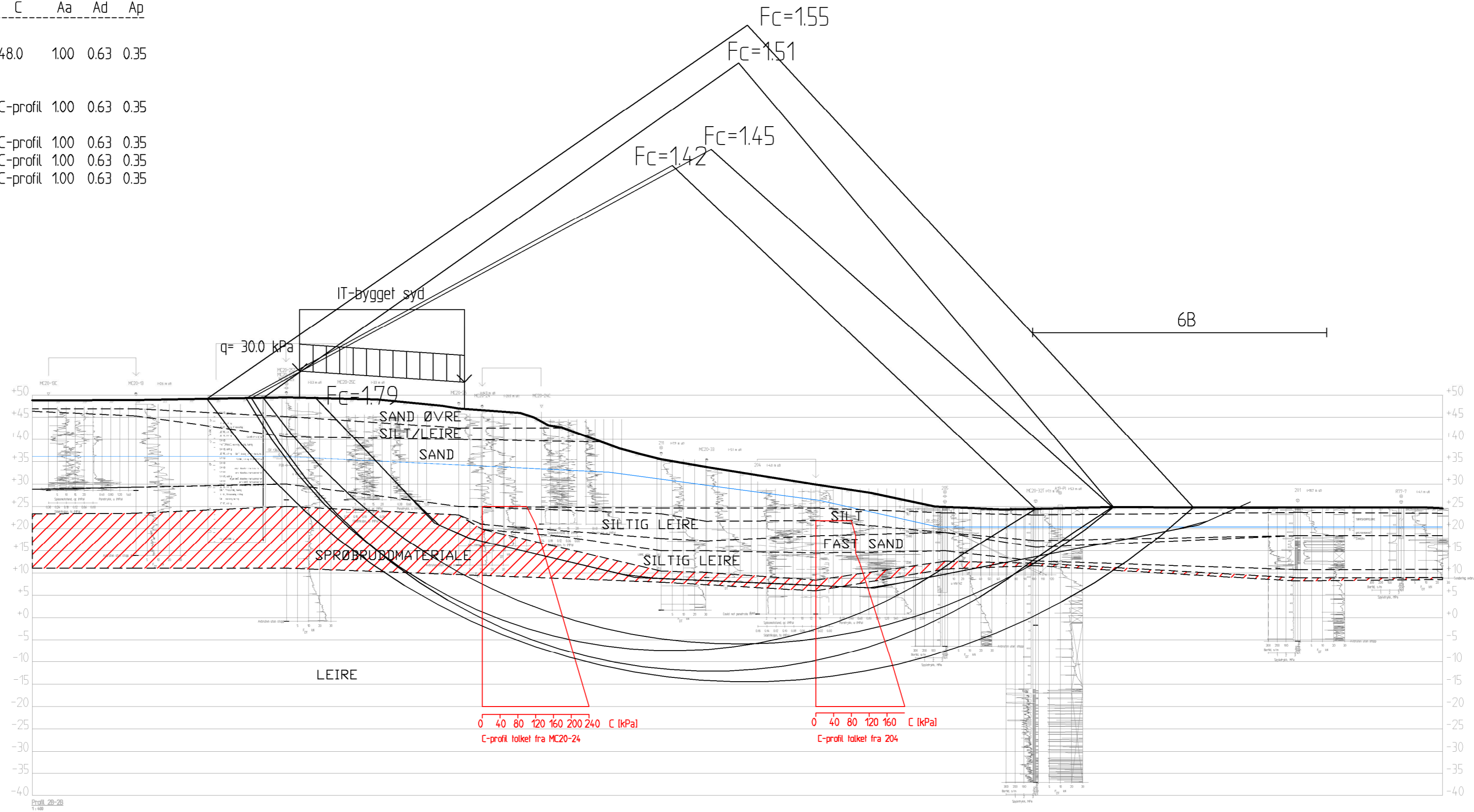
INNHOOLD  
**Lagdeling**  
Profil 2B

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:1000	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 203			REV. 00



			 Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no			OPPDRAG <b>NTNU Campussamling</b>		INNHOLD <b>Lagdeling</b> Profil 2C		OPPDRAG NR. <b>1350041580</b>	MÅLESTOKK <b>1:700</b>	BLAD NR. <b>01</b>	AV <b>01</b>
00 REV.	06.10.2021 DATO	ENDRING				SYBE TEGN	EHL KONTR	EHL GODKJ	OPPDRAGSGIVER <b>Statsbygg</b>		TEGNING NR. <b>204</b>		
TEGNINGSSTATUS													

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand, øvre	1	18.00	33.0	0.0				
Silt/leire	2	19.00	---	---	48.0	100	0.63	0.35
Sand	3	18.00	34.0	6.7				
Silt	4	19.00	32.0	6.2				
Siltig leire øvre	5	20.80	---	---	C-profil	100	0.63	0.35
Fast sand	6	18.00	36.0	10.9				
Siltig leire	7	20.80	---	---	C-profil	100	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	8	20.80	---	---	C-profil	100	0.63	0.35
Leire	9	20.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.35



00	06.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**

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

OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**

OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

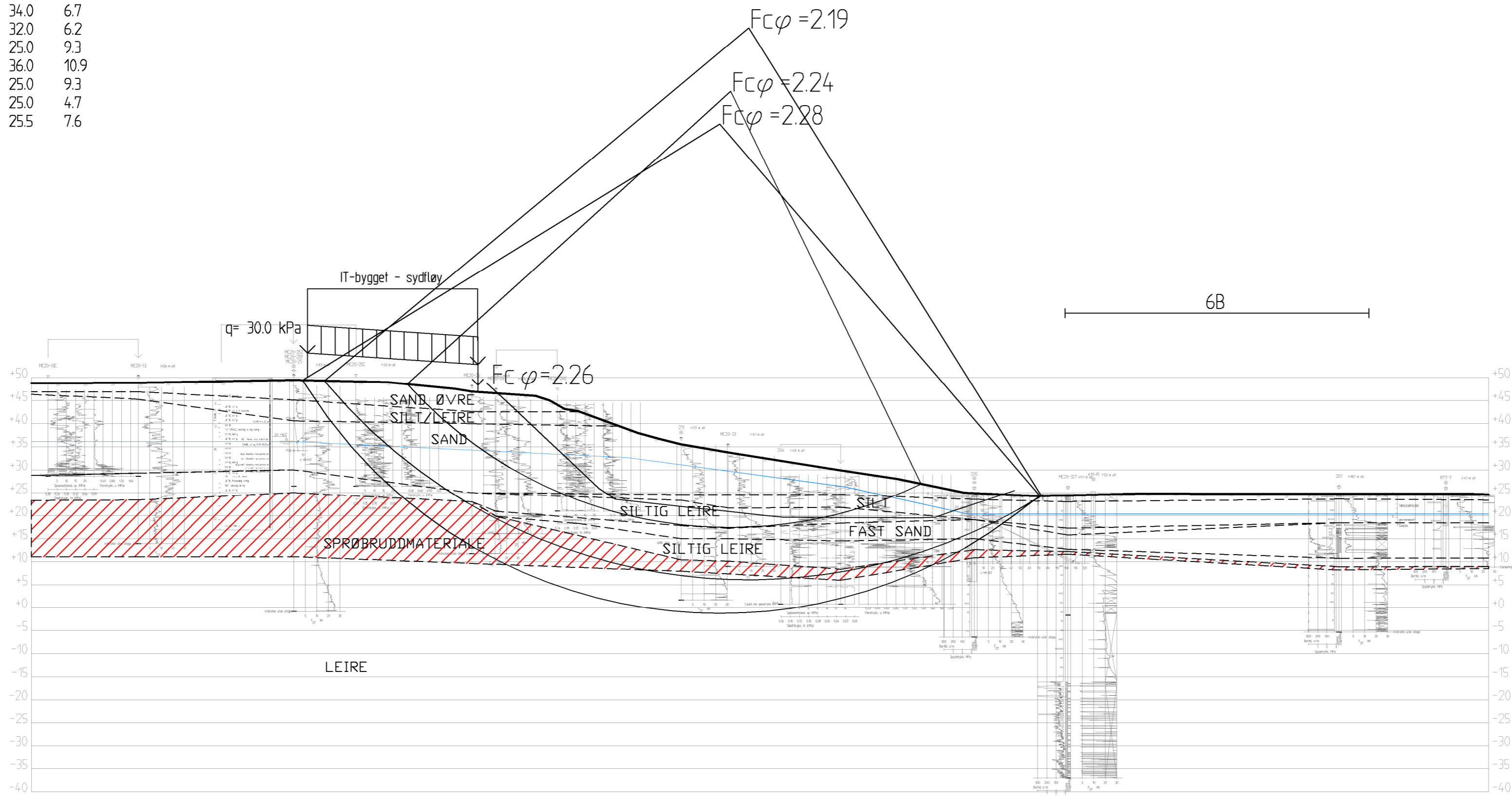
INNHOLD  
**Stabilitetsberegning**

Profil 2B  
Udrenert analyse  
Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:800	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 205			REV. 00



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand øvre	1	18.00	33.0	0.0				
Silt/leire	2	19.00	25.0	2.3				
Sand	3	18.00	34.0	6.7				
Silt	4	19.00	32.0	6.2				
Siltig leire øvre	5	20.80	25.0	9.3				
Fast sand	6	18.00	36.0	10.9				
Siltig leire	7	20.80	25.0	9.3				
Sprøbruddmateriale	8	20.80	25.0	4.7				
Leire	9	20.00	25.5	7.6				



00	06.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**  
OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

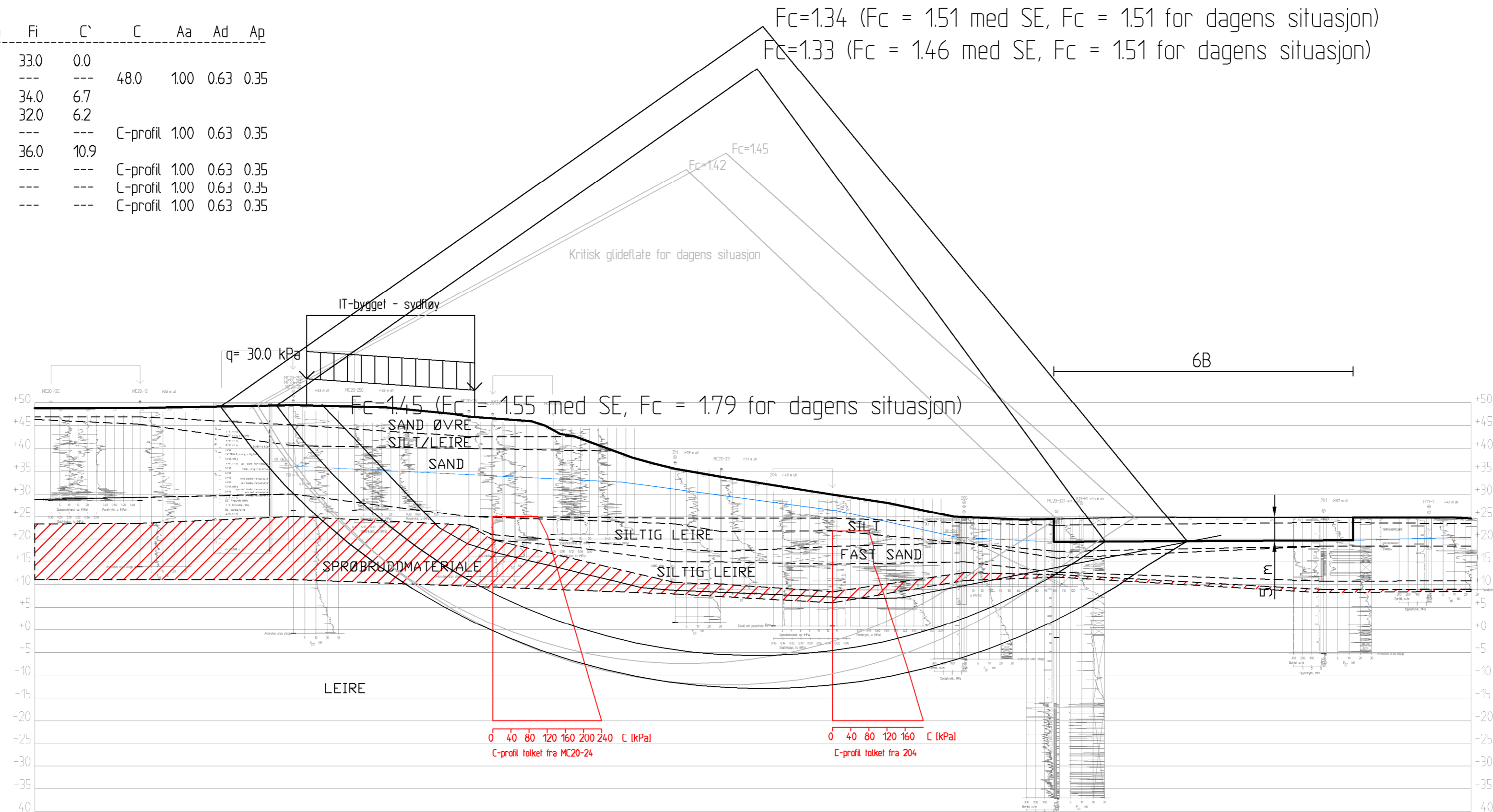
INNHOOLD  
**Stabilitetsberegning**  
**Profil 2B**  
**Drenert analyse**  
**Dagens situasjon**

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:800	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 206			REV. 00

Dybde kjellerutgraving 5 m (ned til kote +19.7)  
 Bredde B av kjellerutgraving = 65 m

Sideeffekt (SE):  
 $SE = 2/B * \text{sidefriksjon (SF)} = \frac{2}{65} * 15\% = 0.005$

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand øvre	1	18.00	33.0	0.0				
Silt/leire	2	19.00	---	---	48.0	1.00	0.63	0.35
Sand	3	18.00	34.0	6.7				
Silt	4	19.00	32.0	6.2				
Siltig leire øvre	5	20.80	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Fast sand	6	18.00	36.0	10.9				
Siltig leire	7	20.80	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	8	20.80	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Leire	9	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35



00	06.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

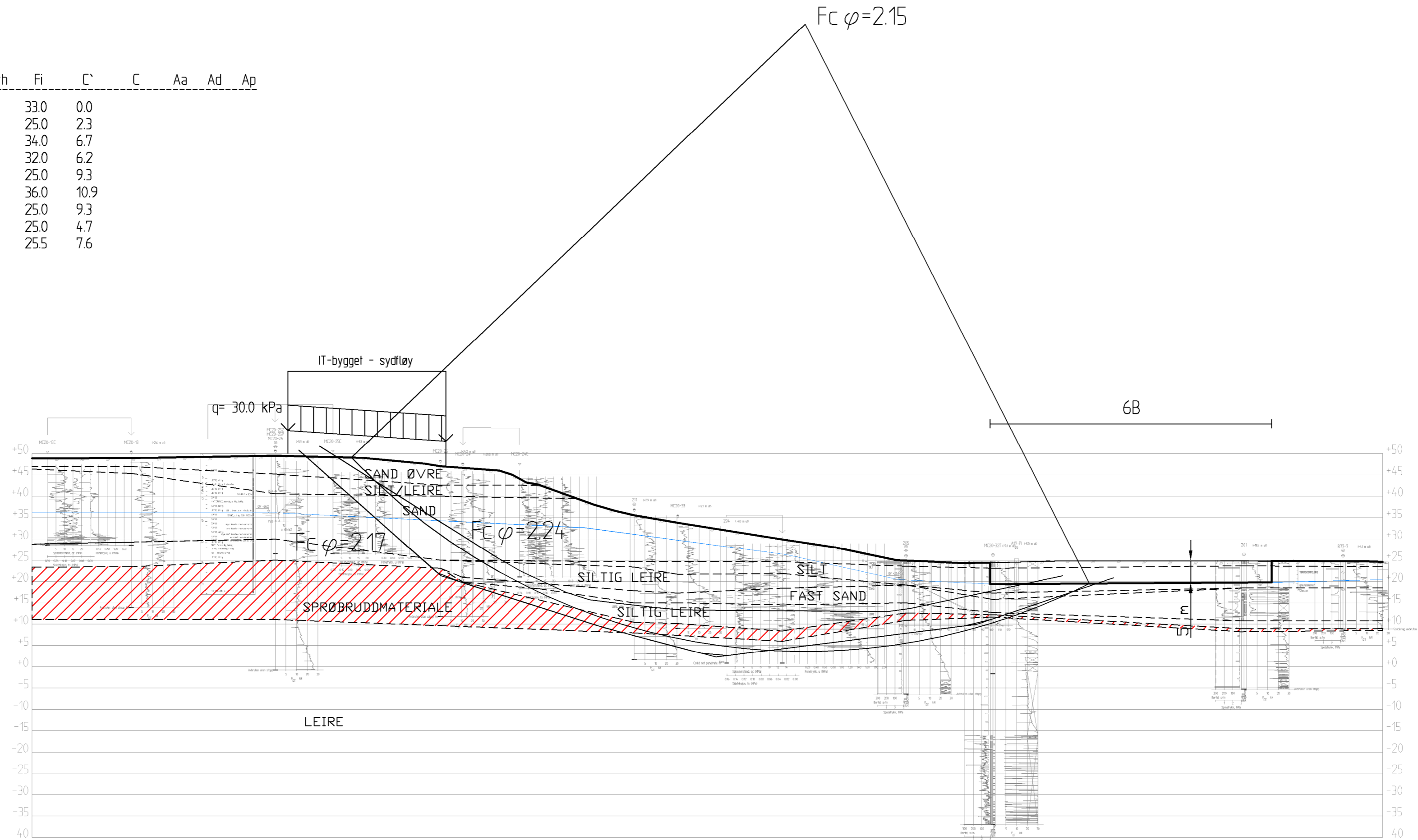
**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

INNHOLD  
**Stabilitetsberegning**  
 Profil 2B  
 Udrenert analyse  
 Med utgraving for kjelleretasje på 6B

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:800	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 207			REV. 00

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand øvre	1	18.00	33.0	0.0				
Silt/leire	2	19.00	25.0	2.3				
Sand	3	18.00	34.0	6.7				
Silt	4	19.00	32.0	6.2				
Siltig leire øvre	5	20.80	25.0	9.3				
Fast sand	6	18.00	36.0	10.9				
Siltig leire	7	20.80	25.0	9.3				
Sprøbruddmateriale	8	20.80	25.0	4.7				
Leire	9	20.00	255	7.6				



01	16.11.2021	Endret tittelfelt	SYBE	EHL	EHL
00	06.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

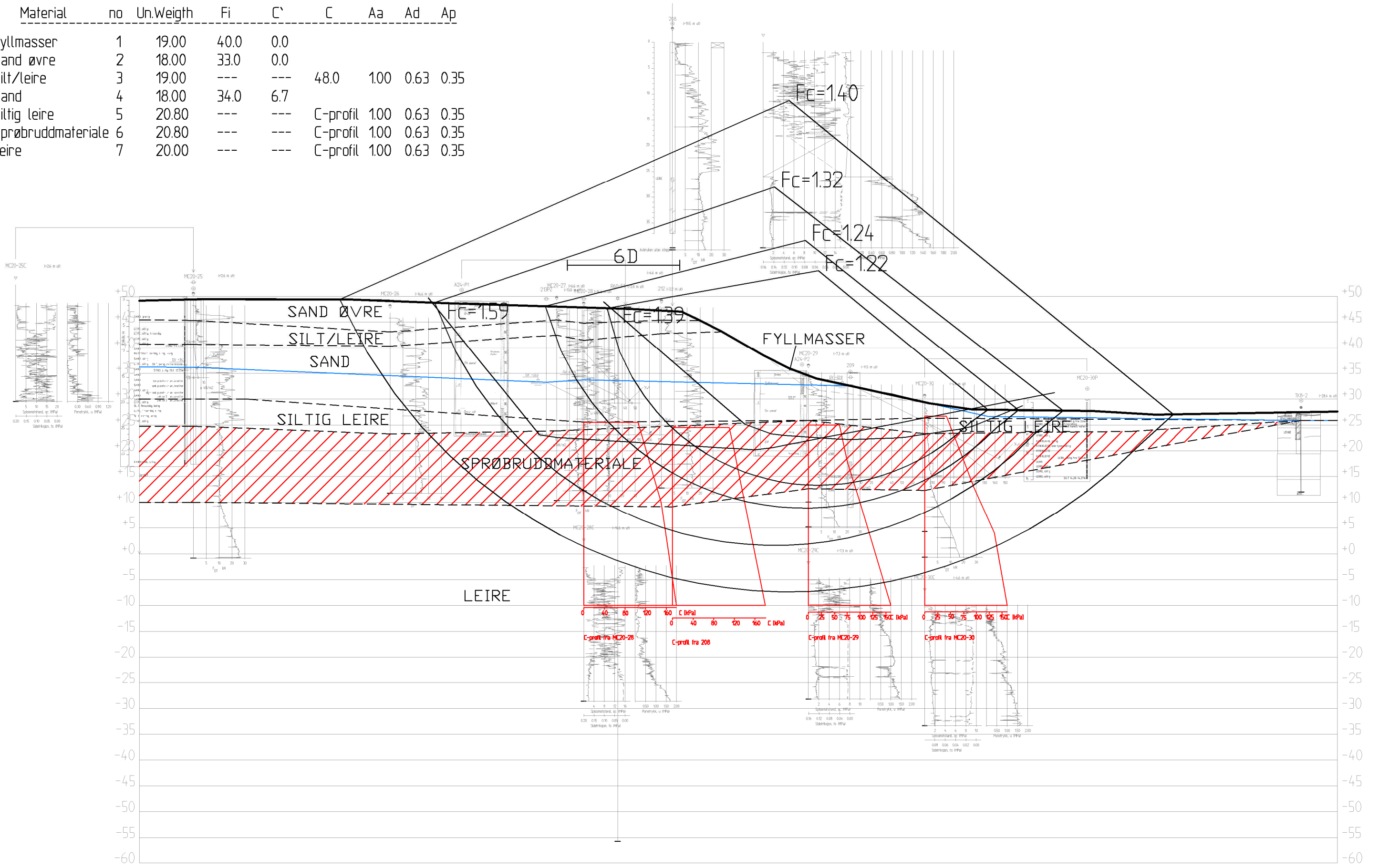
**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**  
OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

INNHOOLD  
**Stabilitetsberegning**  
Profil 2B  
Drenert analyse  
Med utgraving for kjelleretasje på 6B

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:800	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 208	REV. 01

Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	1	19.00	40.0	0.0				
Sand øvre	2	18.00	33.0	0.0				
Silt/leire	3	19.00	---	---	48.0	100	0.63	0.35
Sand	4	18.00	34.0	6.7				
Siltig leire	5	20.80	---	---	C-profil	100	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	6	20.80	---	---	C-profil	100	0.63	0.35
Leire	7	20.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.35



00	06.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

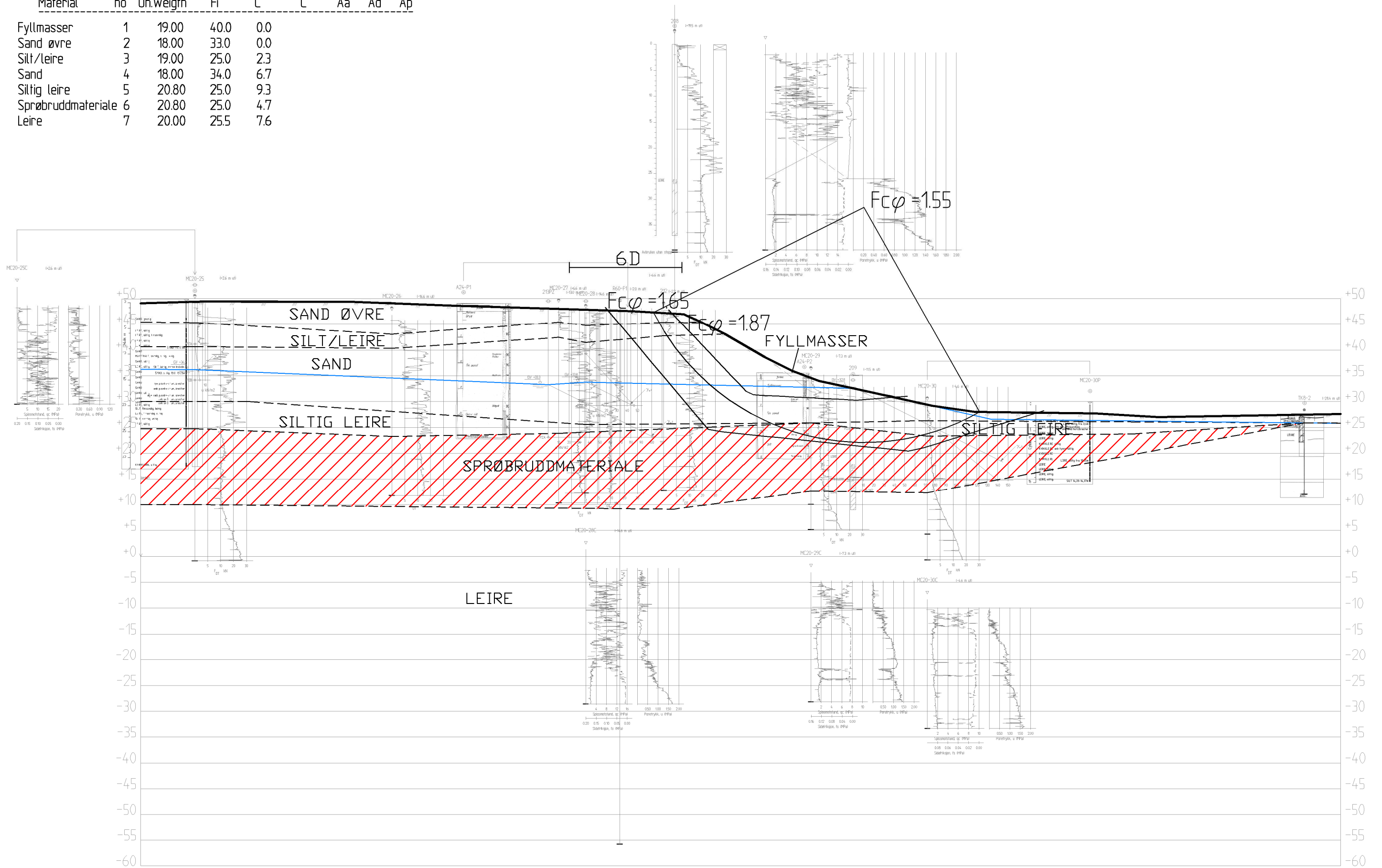
**RAMBOLL**  
Rambøll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**  
OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

INNHOOLD  
**Stabilitetsberegning**  
Profil 2C  
Udrenert analyse  
Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:700	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 209		REV. 00	

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	1	19.00	40.0	0.0				
Sand øvre	2	18.00	33.0	0.0				
Silt/leire	3	19.00	25.0	2.3				
Sand	4	18.00	34.0	6.7				
Siltig leire	5	20.80	25.0	9.3				
Sprøbruddmateriale	6	20.80	25.0	4.7				
Leire	7	20.00	25.5	7.6				



00	06.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

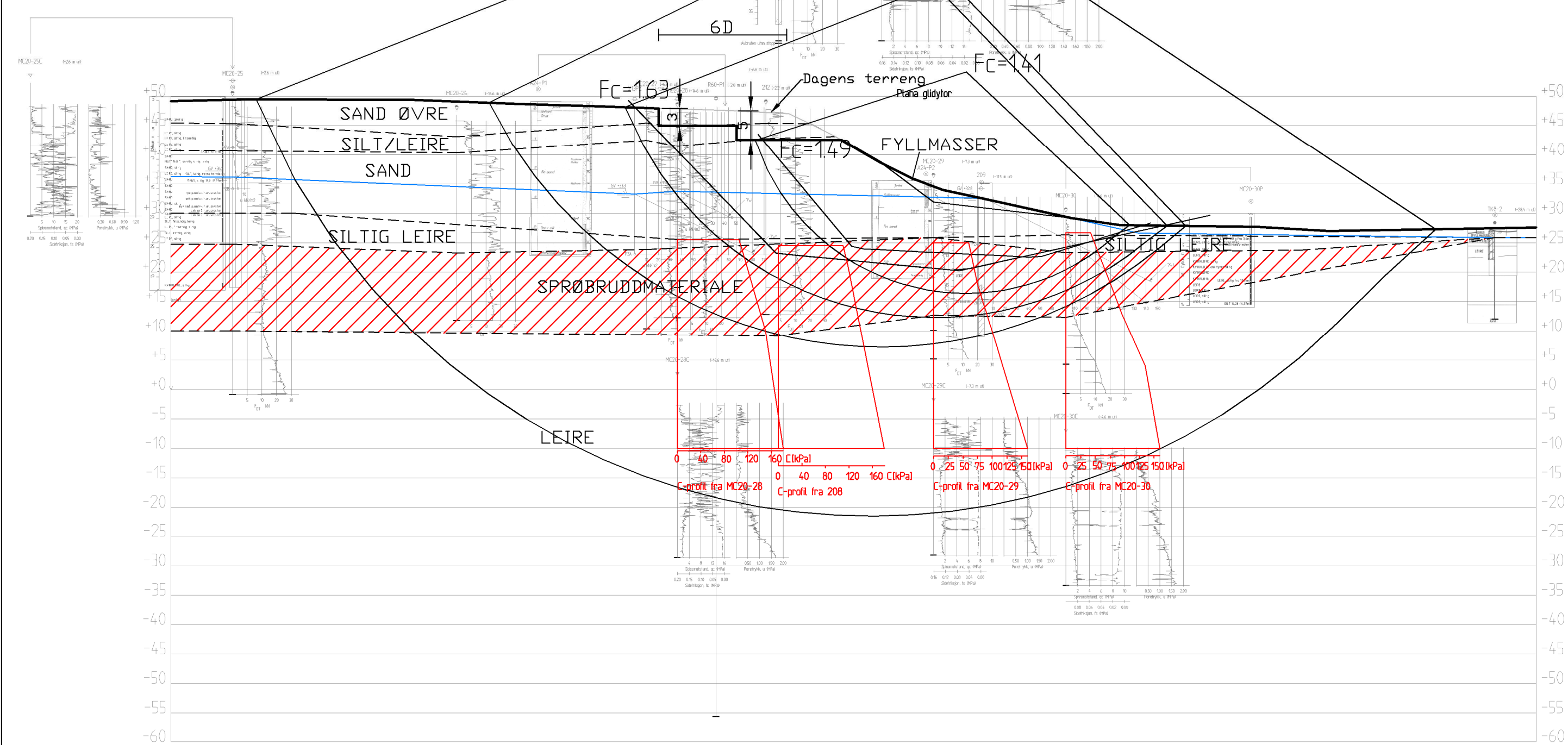
OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**

OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

INNHold  
**Stabilitetsberegning**  
**Profil 2C**  
**Drenert analyse**  
**Dagens situasjon**

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:700	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 210		REV. 00	

Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	1	19.00	40.0	0.0				
Sand øvre	2	18.00	33.0	0.0				
Silt/leire	3	19.00	---	---	48.0	1.00	0.63	0.35
Sand	4	18.00	34.0	6.7				
Siltig leire	5	20.80	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	6	20.80	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Leire	7	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35



00	06.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

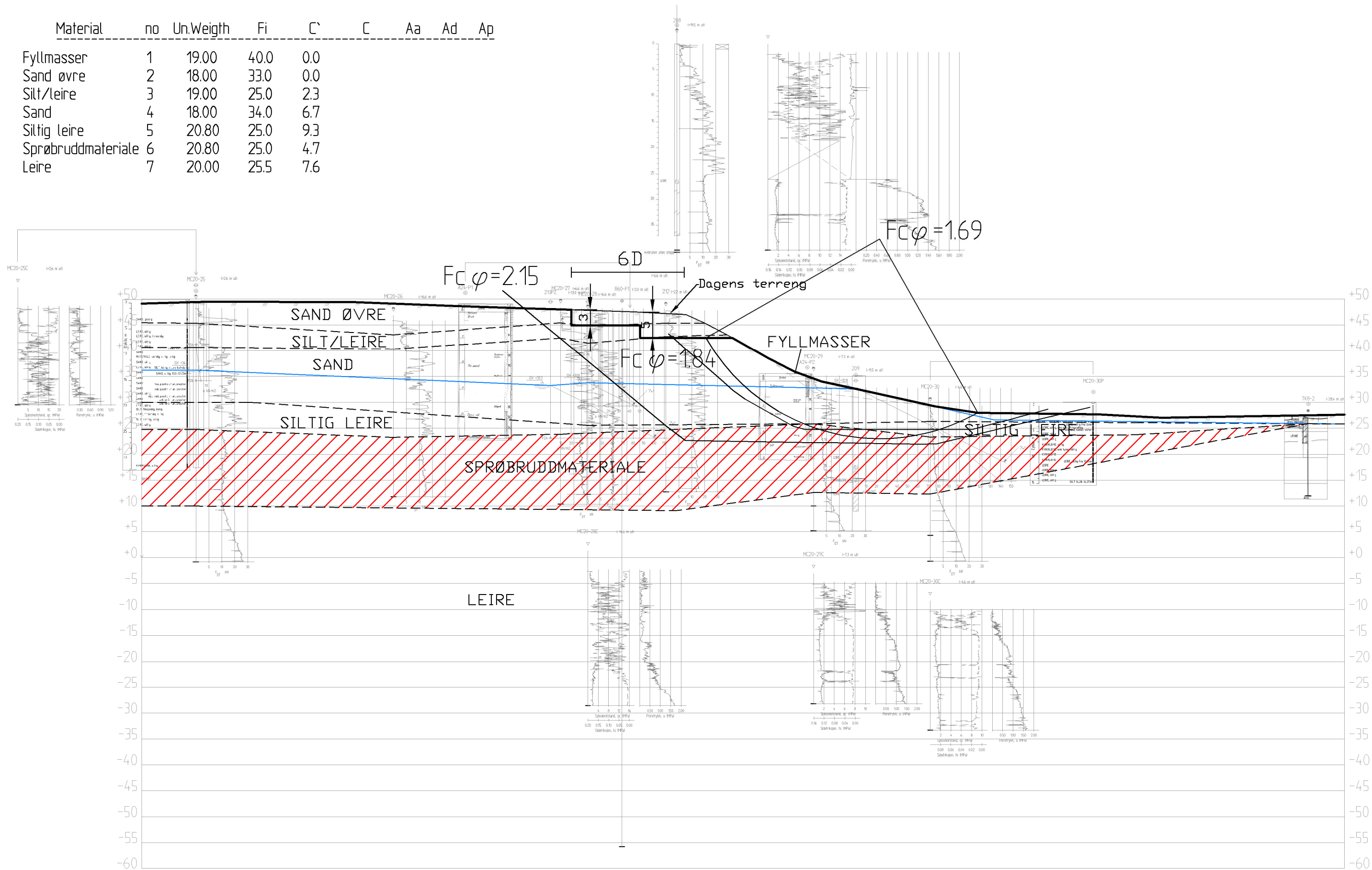
**RAMBOLL**  
Rambøll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**  
OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

INNHOOLD  
**Stabilitetsberegning**  
Profil 2C  
Udrenert analyse  
3-5 m avlasting på 6D

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:700	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 211		REV. 00	

Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	1	19.00	40.0	0.0				
Sand øvre	2	18.00	33.0	0.0				
Silt/leire	3	19.00	25.0	2.3				
Sand	4	18.00	34.0	6.7				
Siltig leire	5	20.80	25.0	9.3				
Sprøbruddmateriale	6	20.80	25.0	4.7				
Leire	7	20.00	25.5	7.6				



00	06.10.2021		SYBE	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

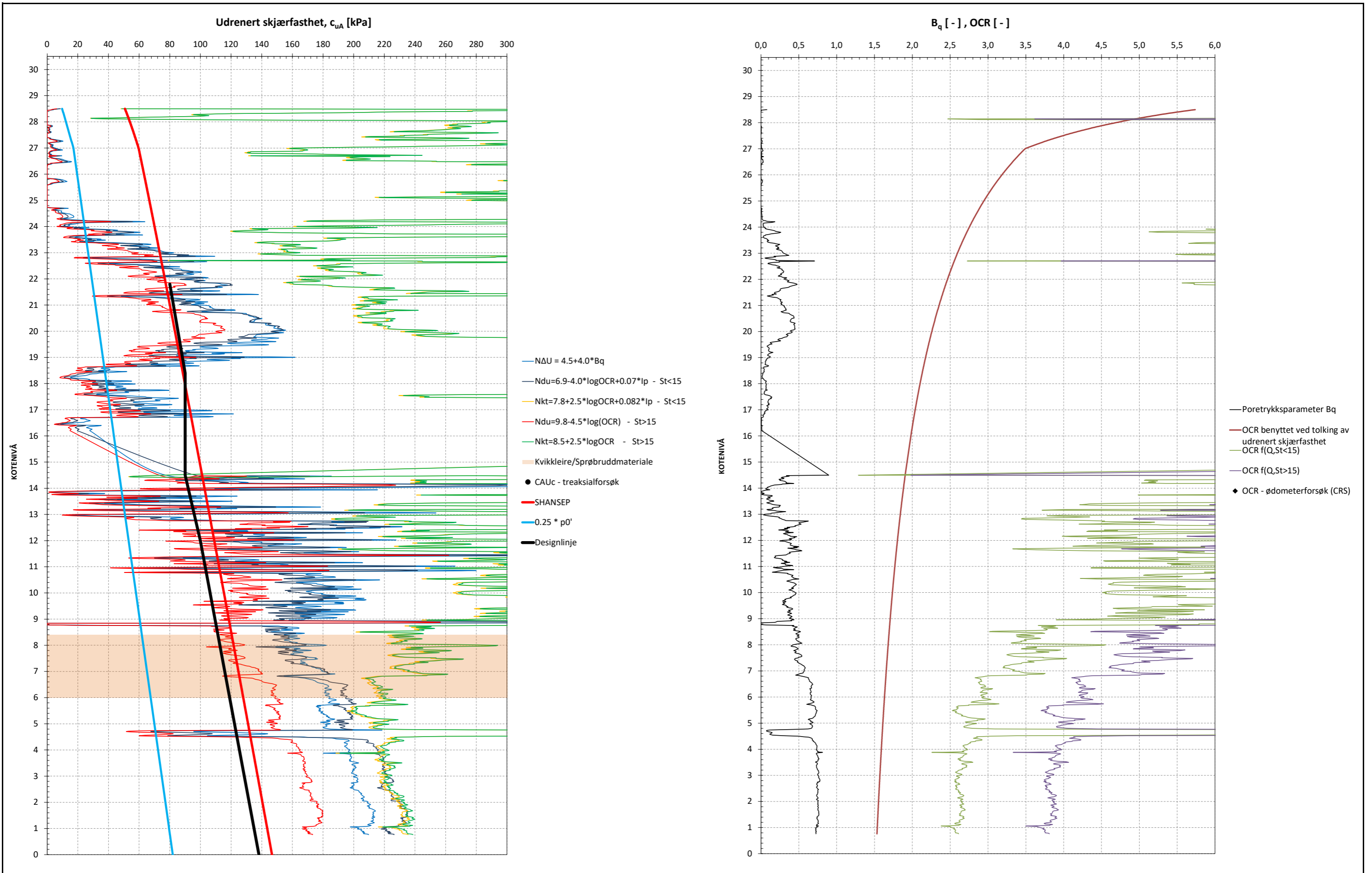
**RAMBOLL**  
Rambøll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**

OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

INNHOOLD  
**Stabilitetsberegning**  
Profil 2C  
Drenert analyse  
3-5 m avlastning på 6D

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:700	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 212	REV. 00



**Tolkningsgrunnlag**

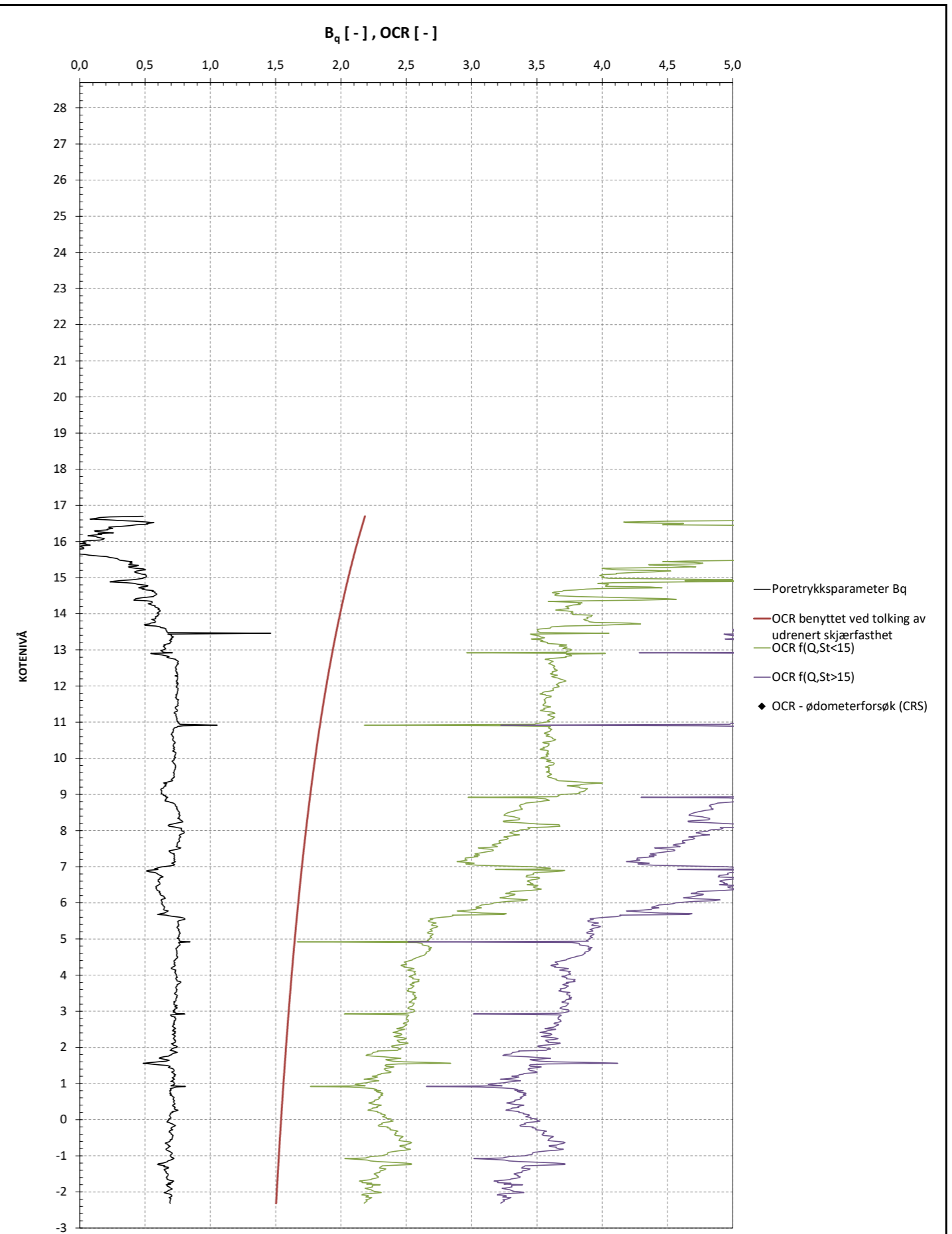
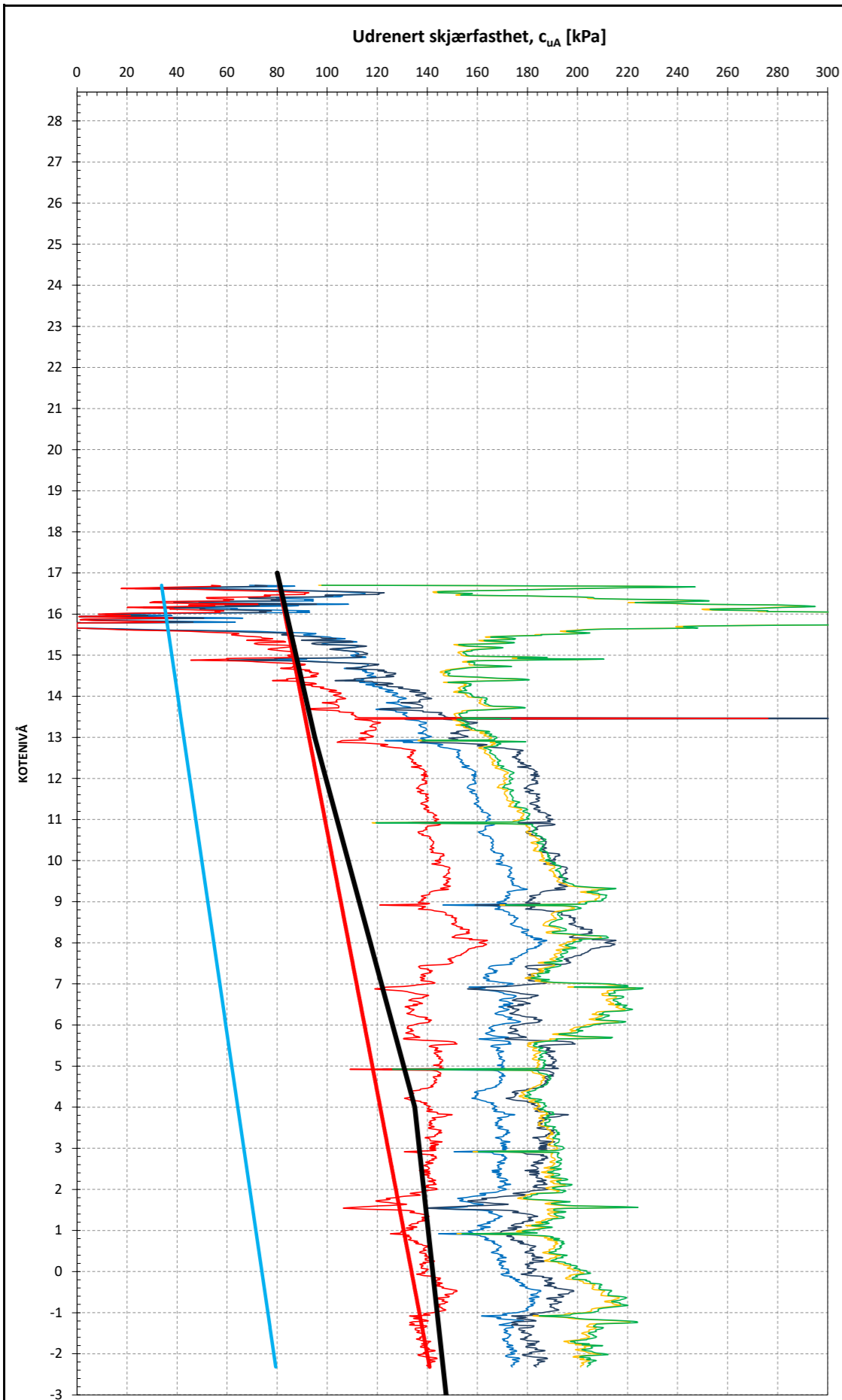
<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19.6 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	3.5 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0.32$ $\beta = 0.8$
<b>Overkonsolidering:</b>	Tidligere terreng kote +50, GV[z] = 4 m		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0.63$
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Konstant, $I_p = 10$		

Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
21.8	80.0
18.4	90.0
14.5	90.0
12.0	100.0
-10.0	170.0
-20.0	200.0



<b>Statsbygg</b>		Oppdrag	1350041580
NTNU Campussamling		Tegn./kontr.	Bilag 1
Borpunkt: 204	Terrengkote: 30,5	SYBE/EHL	
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato	05.10.2021
		Tegn. Nr.	-





**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19.6 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	2 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0.32$ $\beta = 0.8$
<b>Overkonsolidering:</b>	Tidligere terreng kote +44, GV[z] = 5 m		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Konstant, $I_p = 10$		Designlinje tilsvarende som i MC20-30

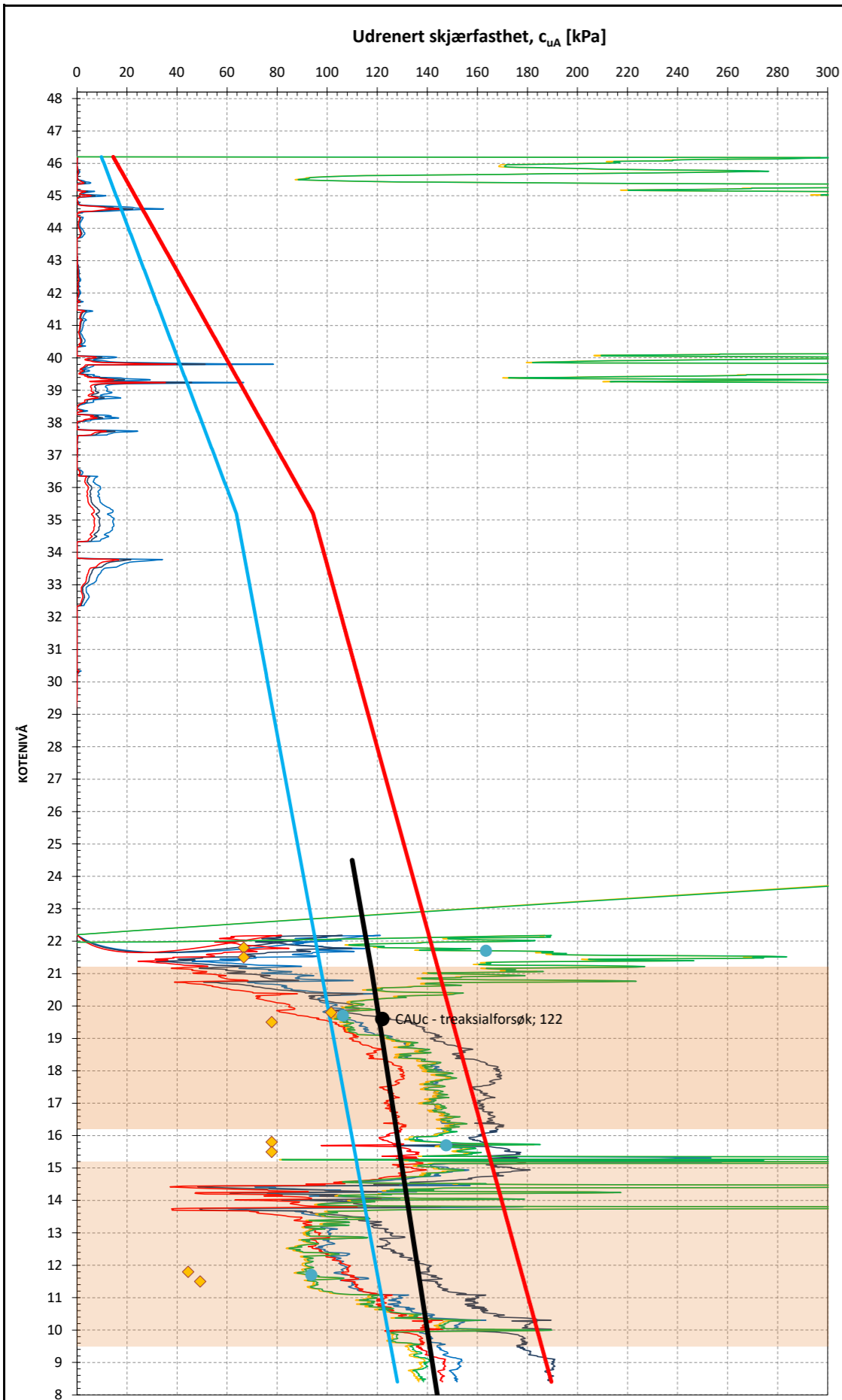
Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
17.0	80.0
13.0	95.0
4.0	135.0
-10.0	160.0



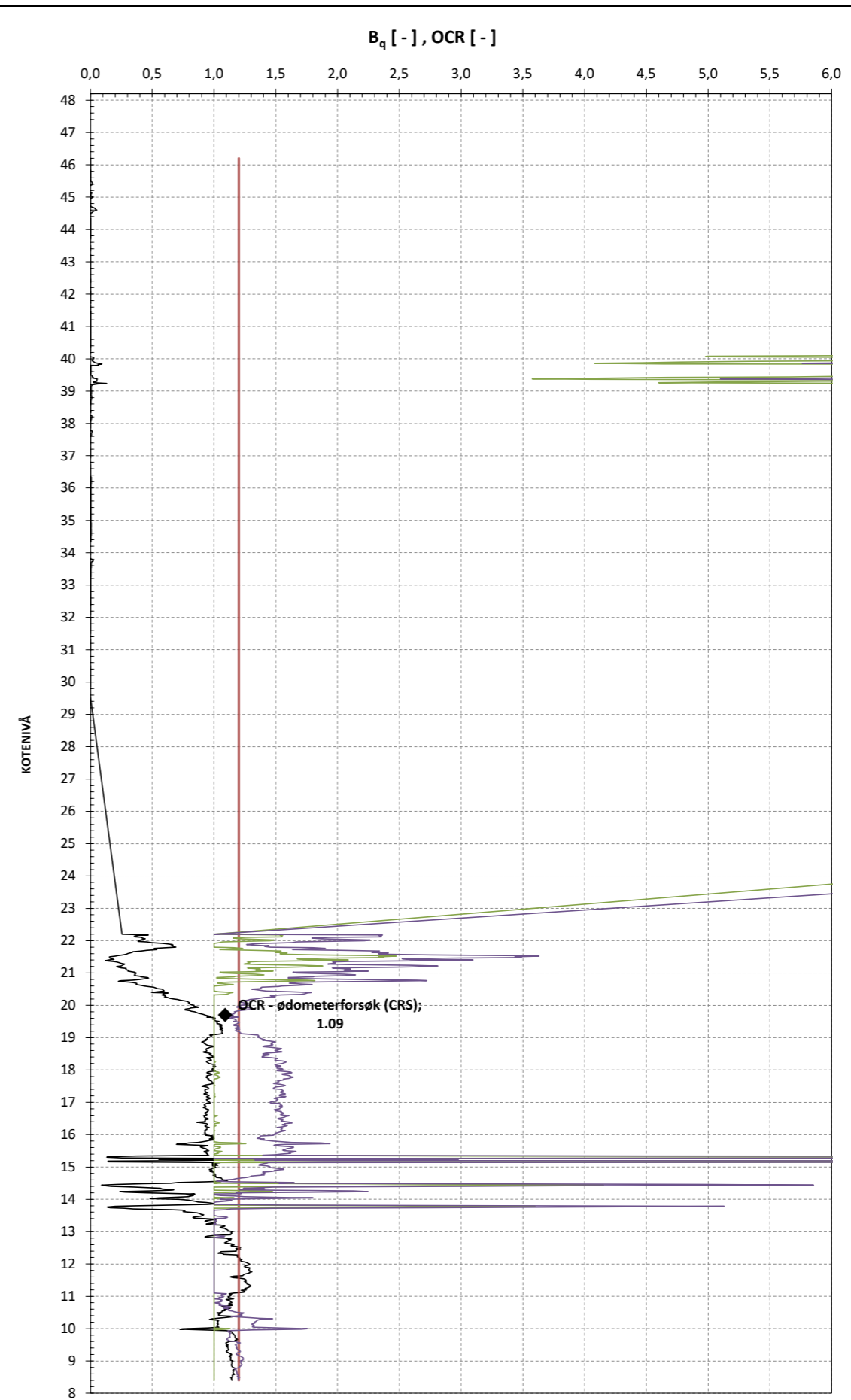
**Statsbygg**

<b>NTNU campussamling</b>	
Borpunkt: 207	Terrengekote: 28,7
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR	

	Oppdrag 1350041580
Tegn./kontr. SYBE/EHL	Bilag 1
Dato 05.10.2021	Tegn. Nr. -



- $N_{dU} = 4.5 + 4.0 * B_q$
- $N_{du} = 6.9 - 4.0 * \log(OCR) + 0.07 * I_p - St < 15$
- $N_{kt} = 7.8 + 2.5 * \log(OCR) + 0.082 * I_p - St < 15$
- $N_{du} = 9.8 - 4.5 * \log(OCR) - St > 15$
- $N_{kt} = 8.5 + 2.5 * \log(OCR) - St > 15$
- Kvikkleire/Sprøbrudmateriale
- CAUC - treaksialforsøk
- ◆ Konus\*CuA/CuD
- Enaks\*CuA/CuD
- SHANSEP
- $0.25 * p_0'$
- Designlinje



- Poretrykksparameter  $B_q$
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærfasthet
- OCR f(Q, St < 15)
- OCR f(Q, St > 15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19.6 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	13 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0.32 \quad \beta = 0.8$
<b>Overkonsolidering:</b>	Konstantverdi OCR = 1.2		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Konstant, $I_p = 10$		

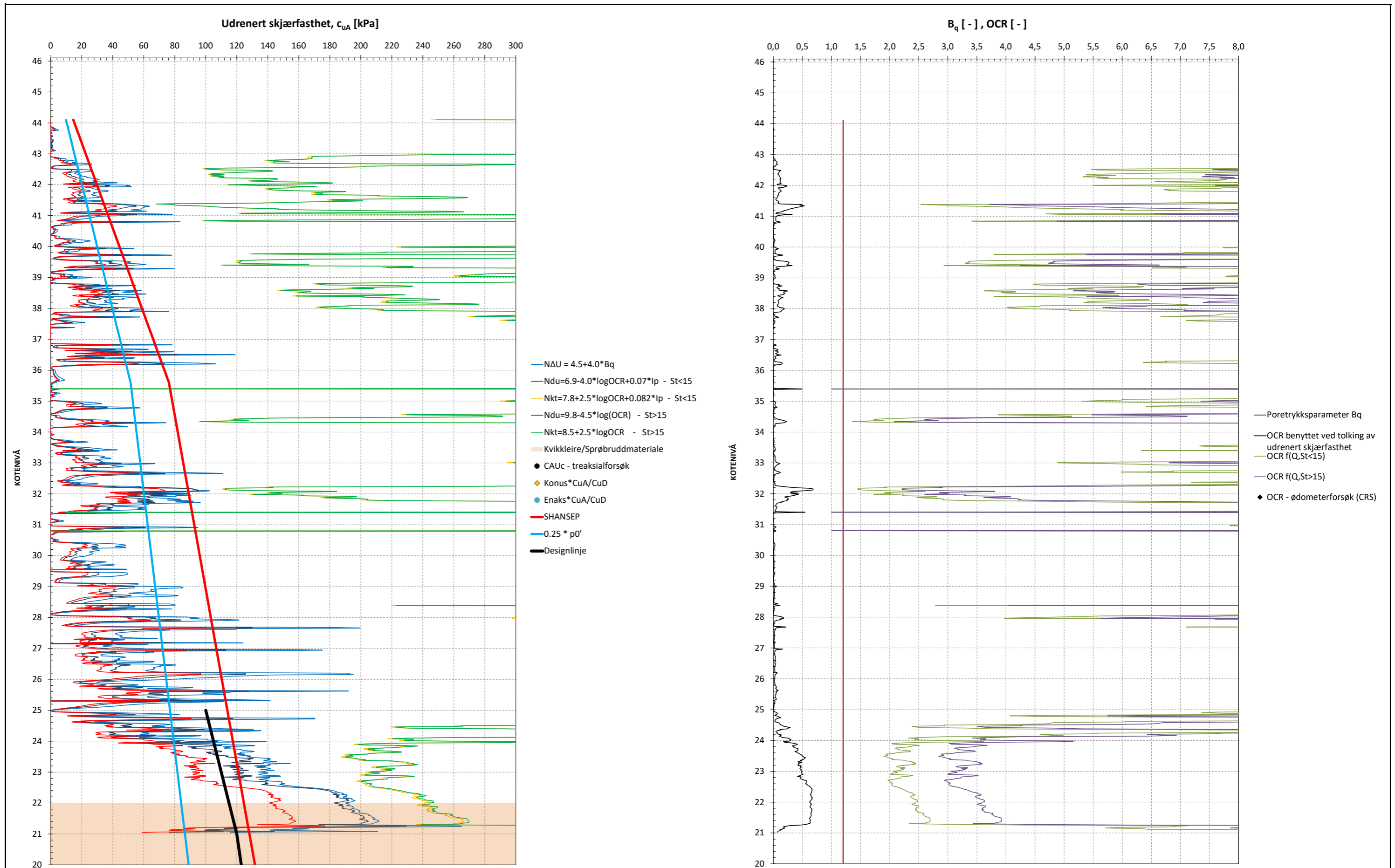
Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
24.5	110.0
21.0	118.0
-10.0	180.0



**Statsbygg**

<b>NTNU Campussamling</b>	
Borpunkt: 208	Terrengkote: 48,2
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR	

Oppdrag 1350041580	Tegn./kontr. SYBE/EHL	Bilag 1
Dato 05.10.2021		Tegn. Nr. -



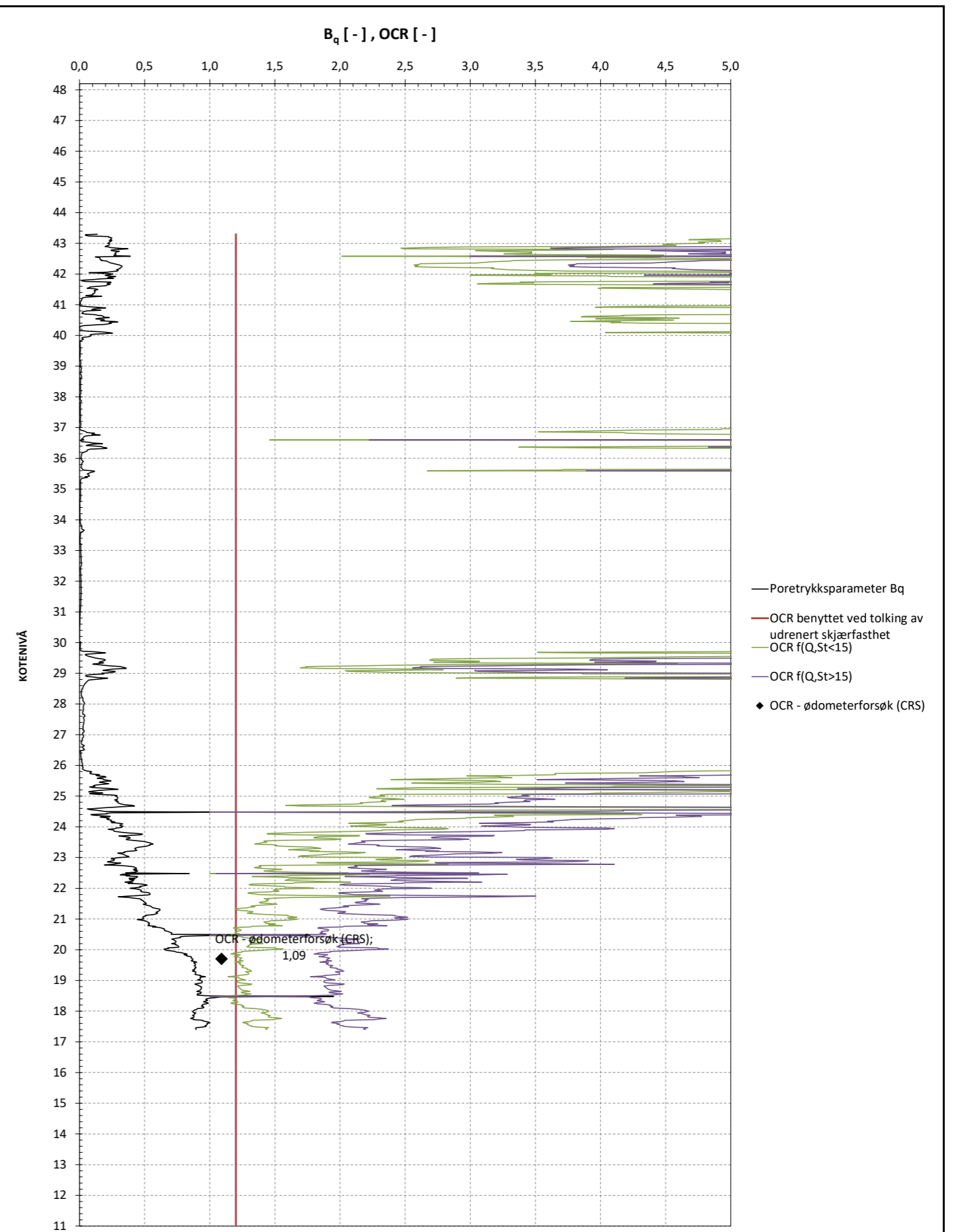
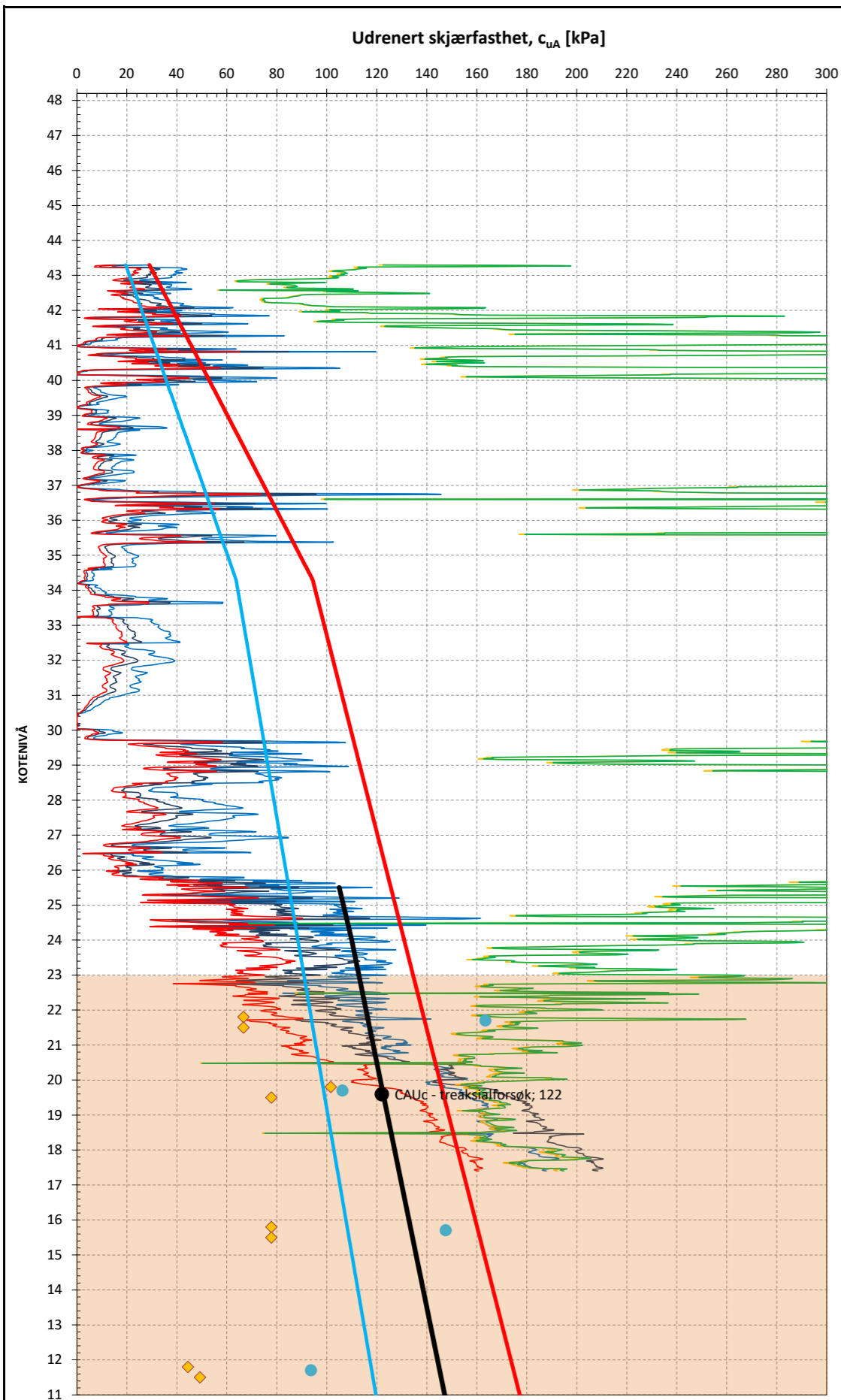
**Tolkingsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19.6 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	10.5 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0.32$ $\beta = 0.8$
<b>Overkonsolidering:</b>	Konstantverdi OCR = 1.2		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Konstant, $I_p = 10$		

Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
25,0	100,0
21,0	120,0
-10,0	210,0
-20,0	240,0



<b>Statsbygg</b>		Oppdrag 1350041580
<b>NTNU Campussamling</b>		Bilag 1
Borpunkt: MC20-24	Terrenkote: 46,1	Tegn./kontr. SYBE/EHL
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 05.10.2021
		Tegn. Nr. -



**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19.6 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	13 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0.32 \quad \beta = 0.8$
<b>Overkonsolidering:</b>	Konstantverdi OCR = 1.2		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Konstant, $I_p = 10$	<b>Laboratoriedata fra 208</b>	

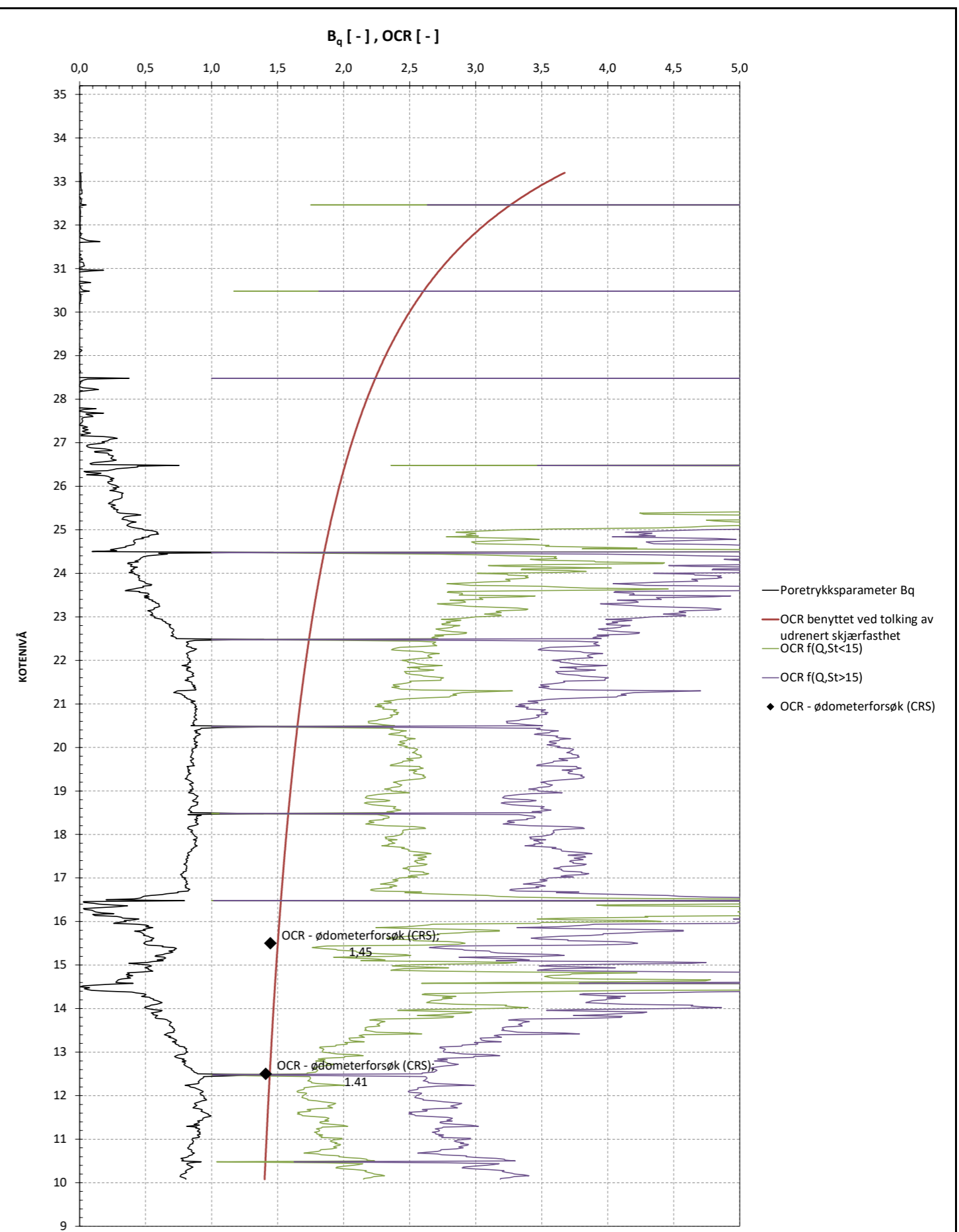
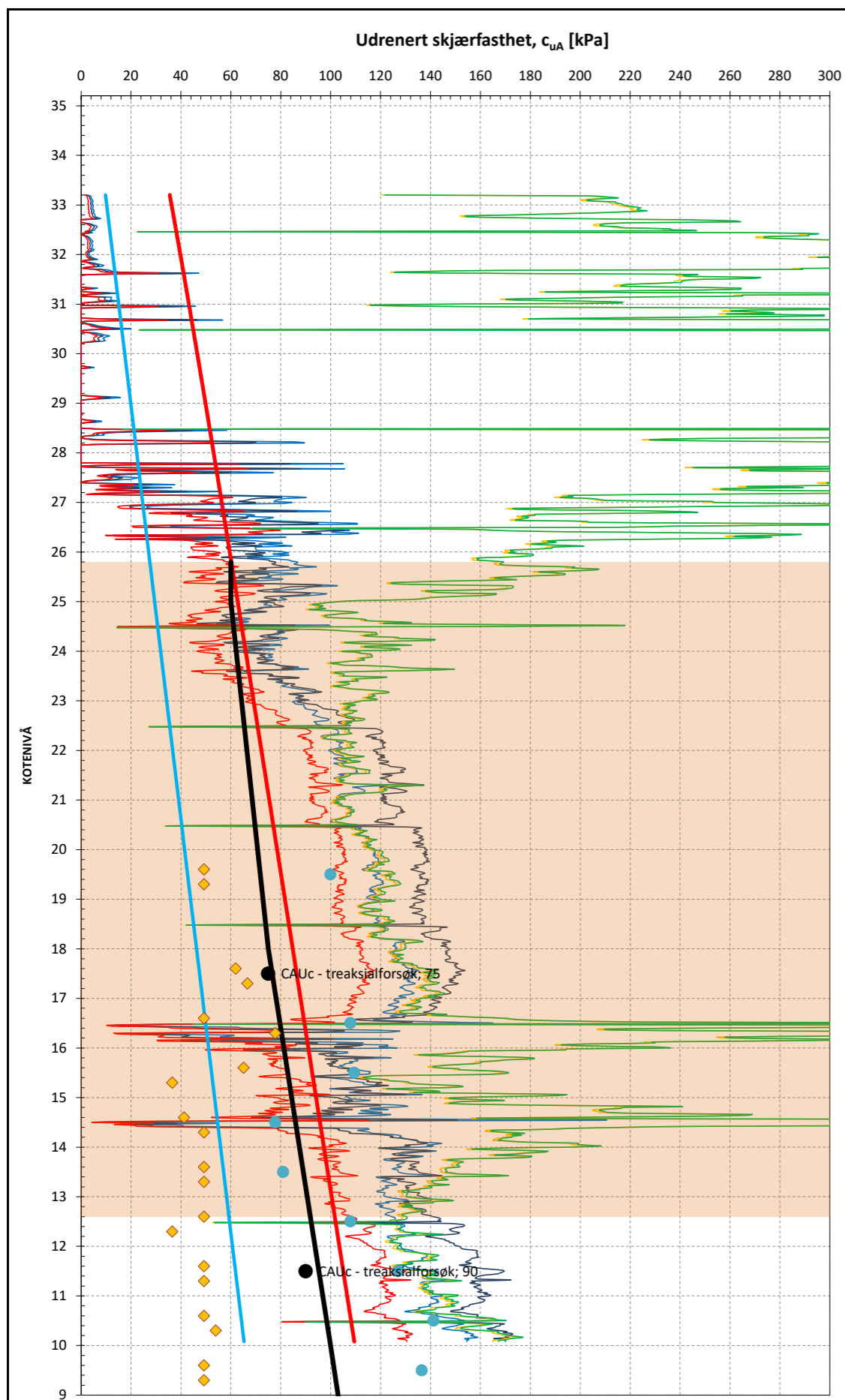
Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
25.5	105.0
24.0	110.0
10.0	150.0
-10.0	180.0



**Statsbygg**

<b>NTNU Campussamling</b>	
Borpunkt: MC20-28	Terrengkote: 47,3
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR	

Oppdrag	1350041580
Tegn./kontr.	SYBE/EHL
Dato	05.10.2021
Bilag	1
Tegn. Nr.	-



**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19.6 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	2 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0.32 \quad \beta = 0.8$
<b>Overkonsolidering:</b>	Tidligere terreng kote +44, GV[Z] = 5 m		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Konstant, $I_p = 10$		Laboratedata fra 209 (kote +32,8), verdier justert etter kotenivå

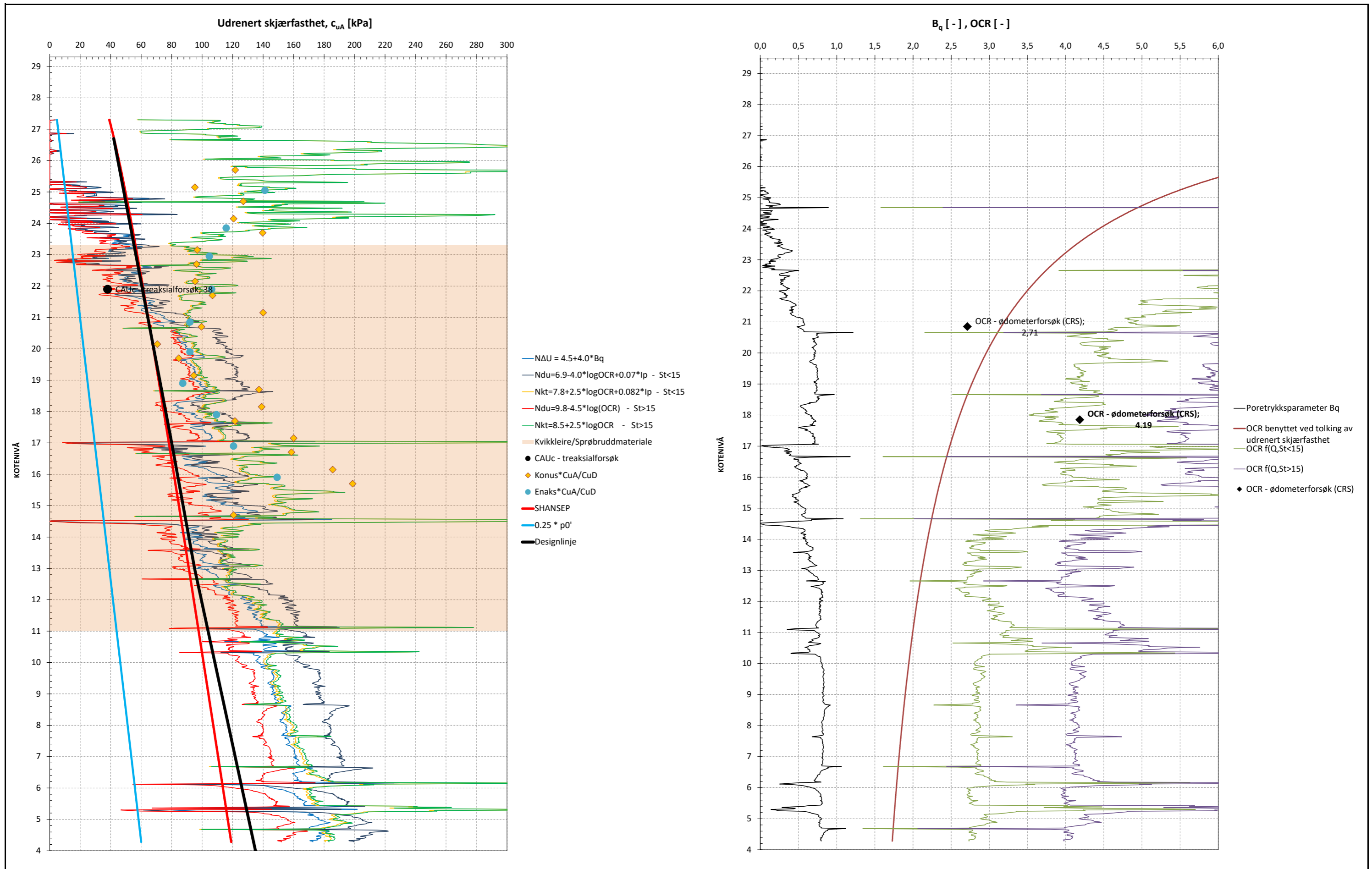
Version: 7, rev. dato: 10.6.2020 M:\2020-Oppdrag\1350041580 NTNU Programmering og prosjektering\7-PRODIG-Geoteknikk\BER\CPTU\MC20-29 Tolkningsark CPTU\_rev01.xlsm

Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
25,8	60,0
25,0	60,0
18,0	75,0
10,0	100,0
-10,0	160,0



**Statsbygg**

NTNU campussamling		Oppdrag	1350041580
Borpunkt: MC20-29	Terrengekote: 35,2	Tegn./kontr.	Bilag
Tolking/presentasjon av CPTU		SYBE/EHL	1
Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato	Tegn. Nr.
		05.10.2021	-



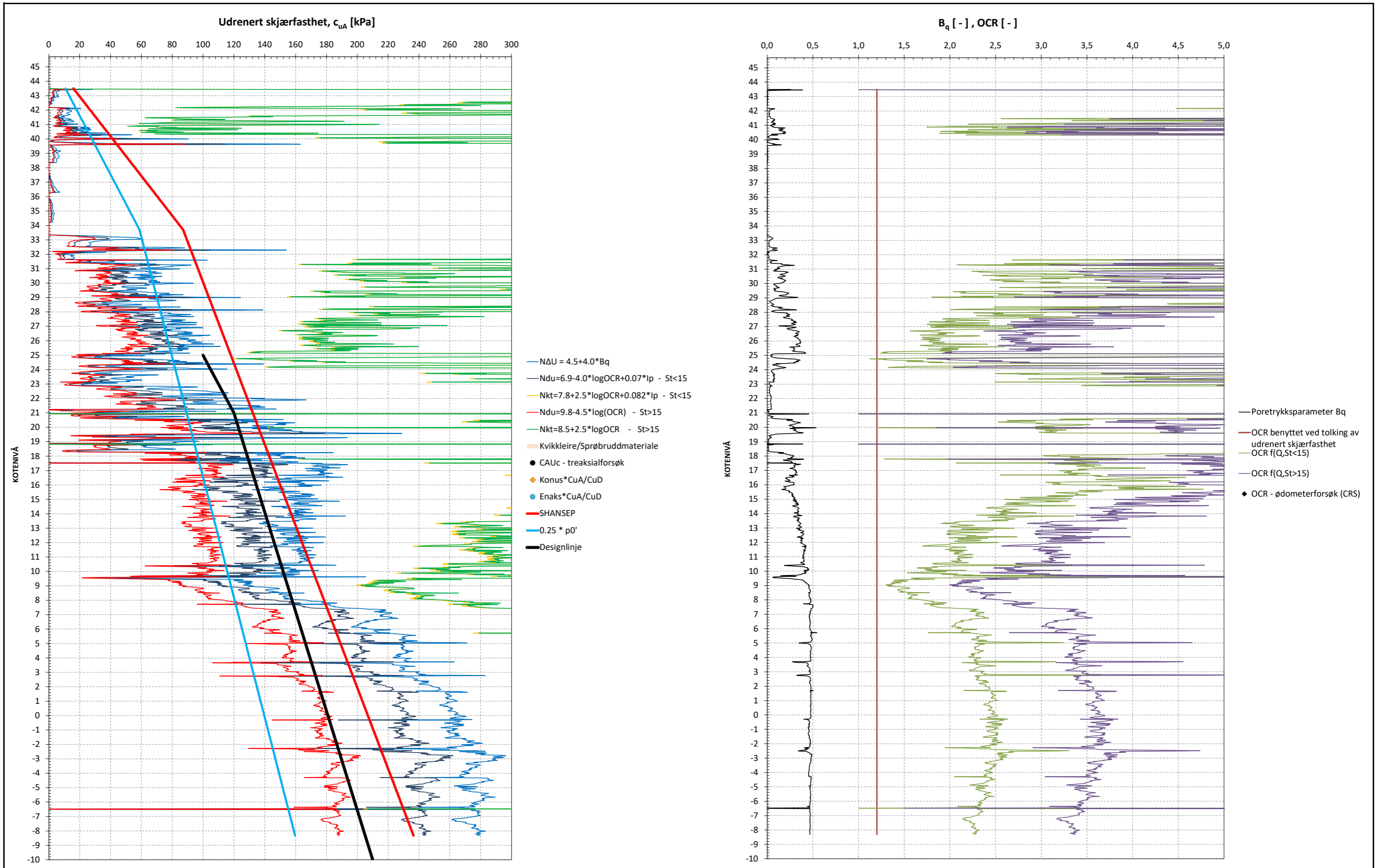
**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19.6 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	0 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0.32$ $\beta = 0.8$
<b>Overkonsolidering:</b>	Tidligere terreng kote +44, GV[z] = 5 m		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Konstant, $I_p = 10$		

Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
26.7	42.0
17.0	80.0
13.0	95.0
4.0	135.0
-10.0	160.0



<b>Statsbygg</b>		Oppdrag 1350041580
<b>NTNU Campussamling</b>		Tegn./kontr. EHL/EOH
Borpunkt: MC20-30   Terrengekote: 29,3		Bilag 1
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR	Dato 05.10.2021	Tegn. Nr. -



**Tolkningsgrunnlag**

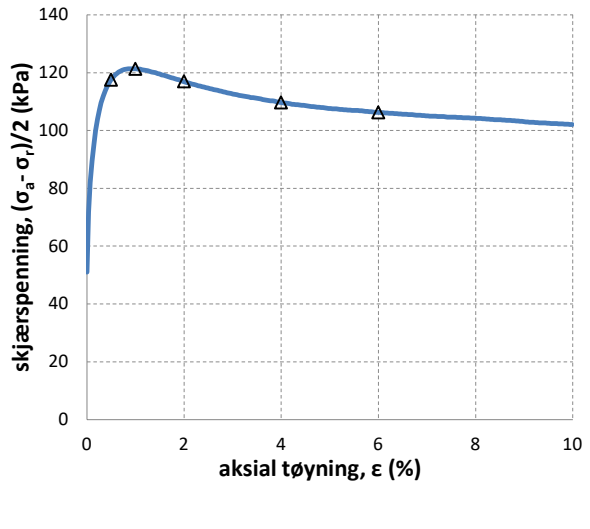
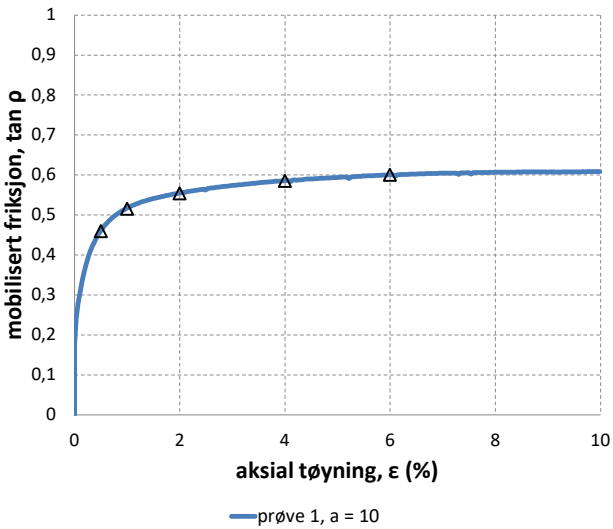
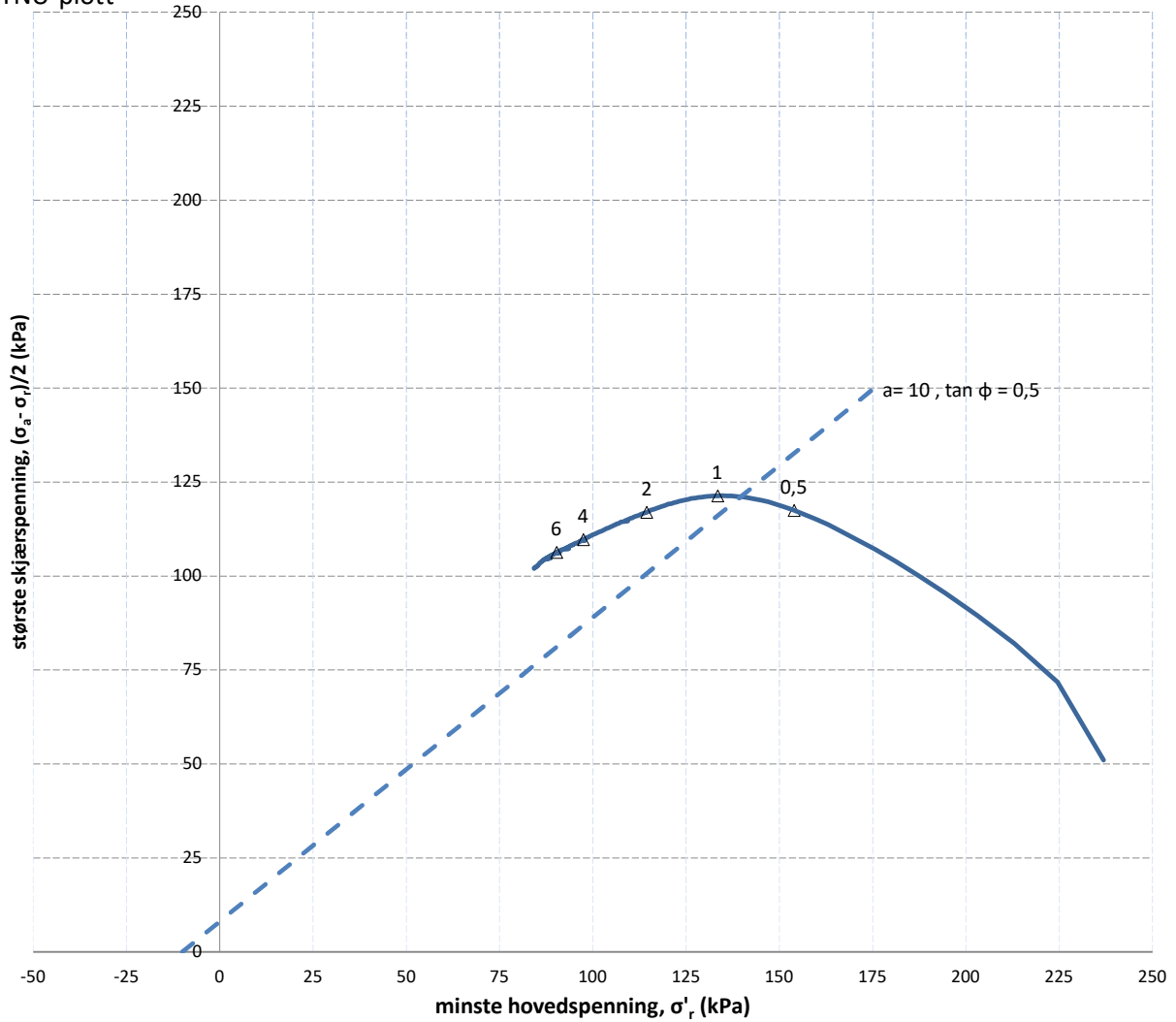
<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19.6 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	12 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0.32$ $\beta = 0.8$
<b>Overkonsolidering:</b>	Konstantverdi OCR = 1.2		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Konstant, $I_p = 10$		

Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
25.0	100.0
21.0	120.0
-10.0	210.0



<b>Statsbygg</b>		Oppdrag	1350041580
NTNU Campussamling		Tegn./kontr.	Bilag 1
Borpunkt: NC2-8	Terrengekote: 45,7	SYBE/EHL	
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato	05.10.2021
		Tegn. Nr.	-

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	203	25	21,50m	CAUA	20,8	4,2	0,113	338	338	237	Siltig, leirig



NTNU Campus

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350041580

Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

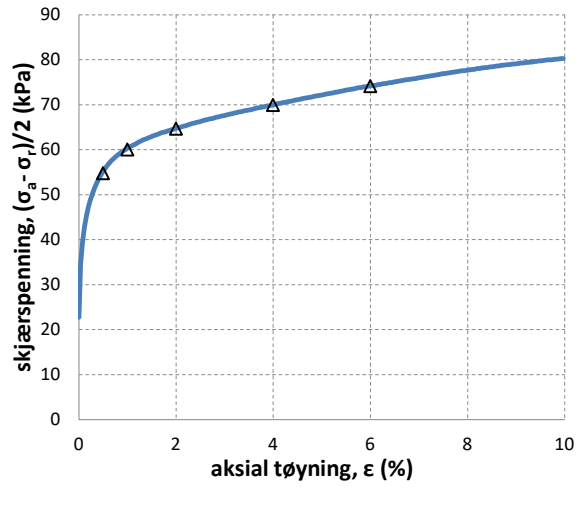
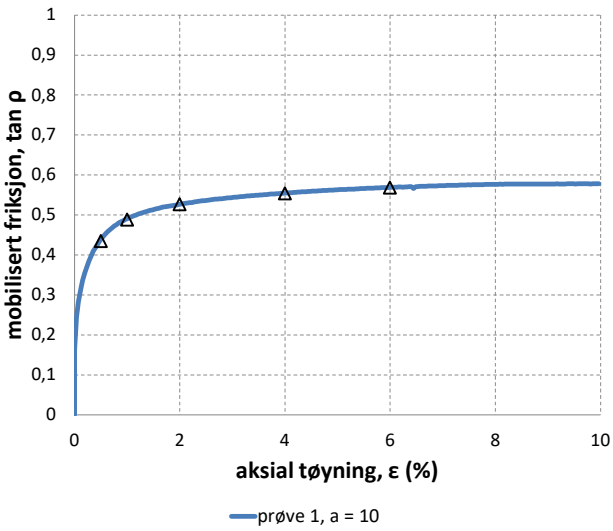
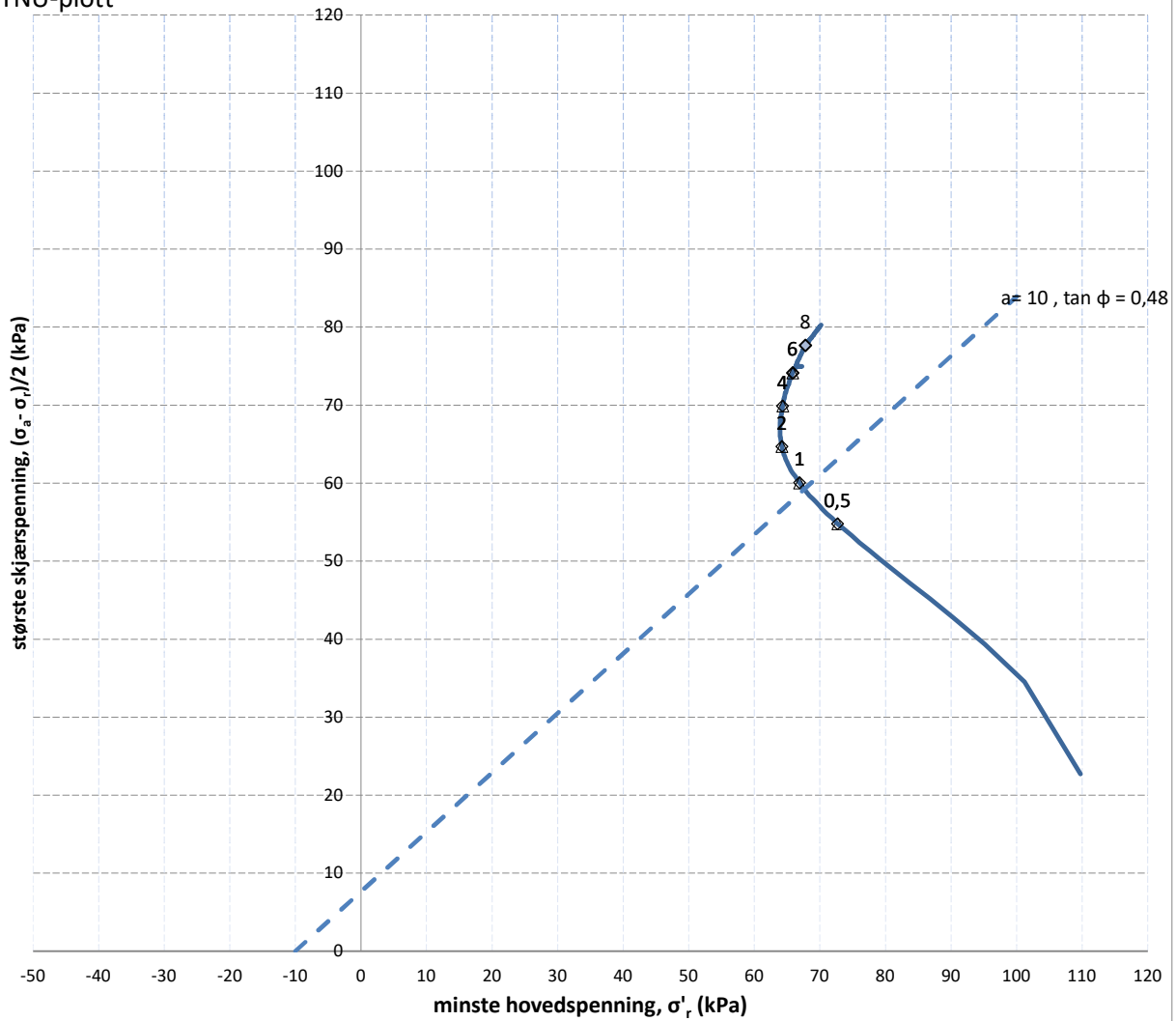
Dato  
30.09.2021

Bilag  
2

Tegn. Nr.



NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	205	35	12,50m	CAUA	21,9	2,1	0,055	152	155	110	Leire, siltig



NTNU Campus

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350041580

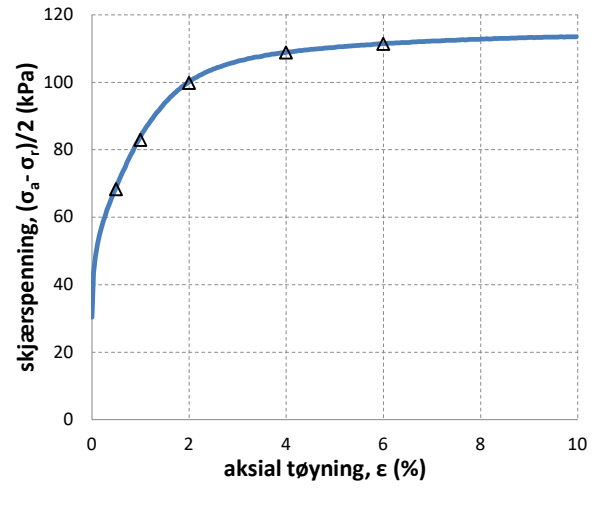
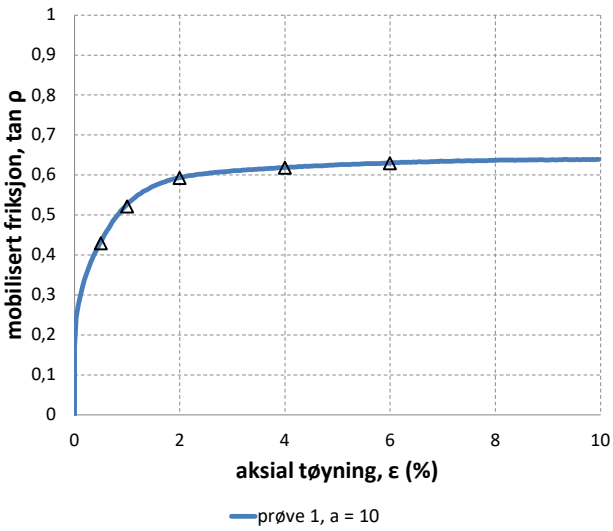
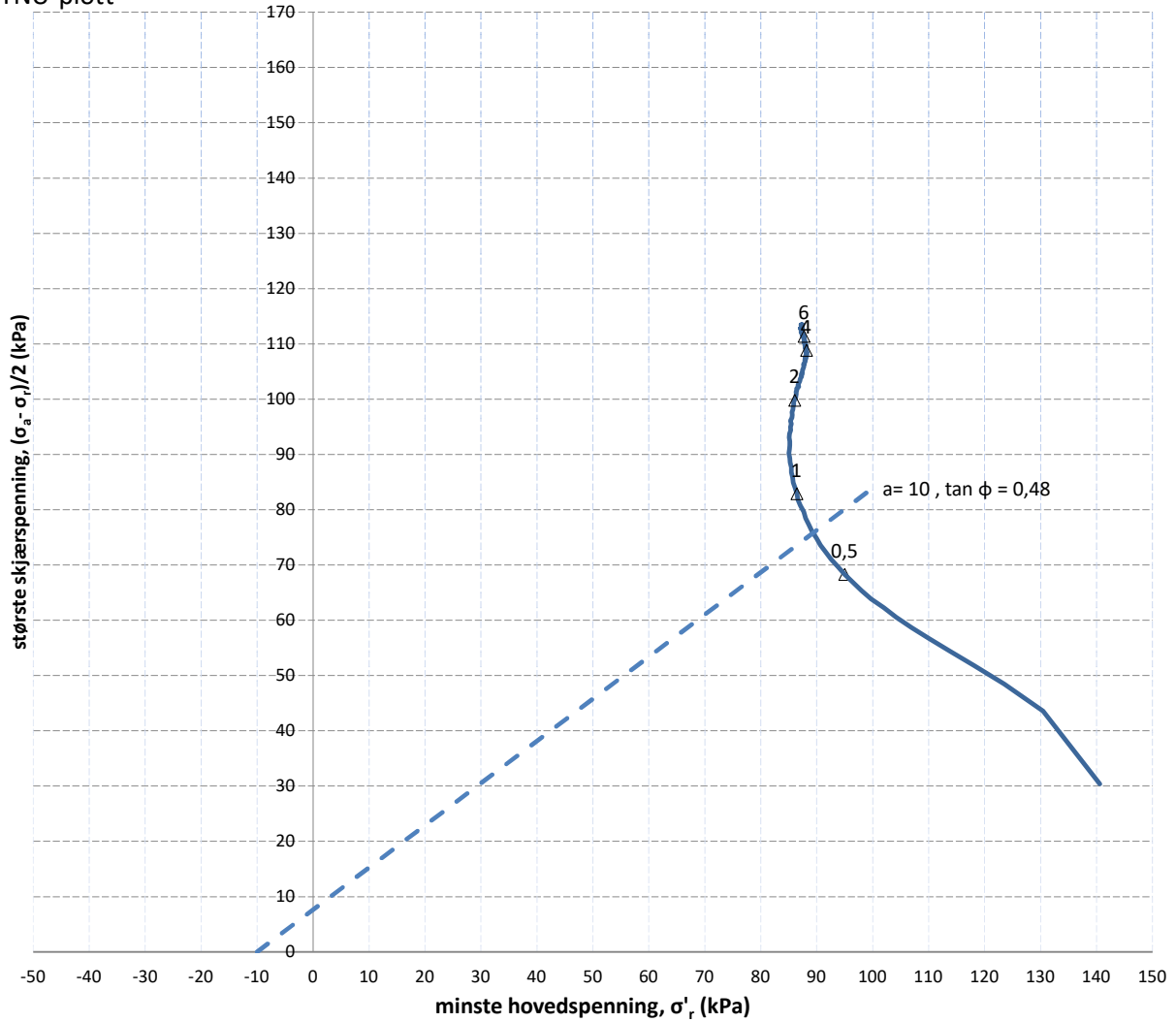
Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

Dato  
30.09.2021

Bilag  
2

Tegn. Nr.

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	205	36	18,50m	CAUA	25,1	1,7	0,042	202	201	141	Leire



NTNU Campus

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350041580

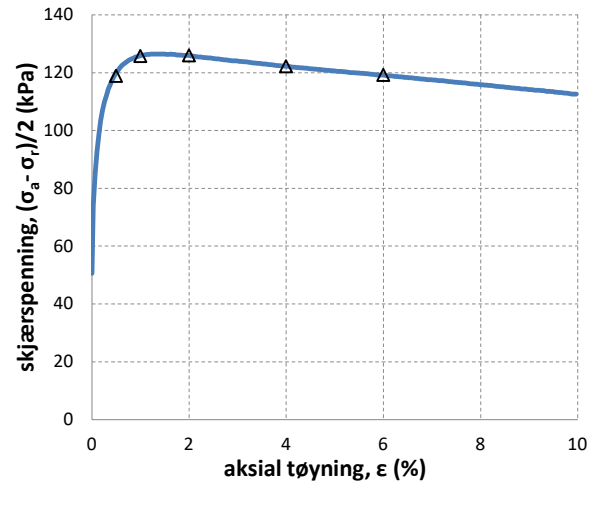
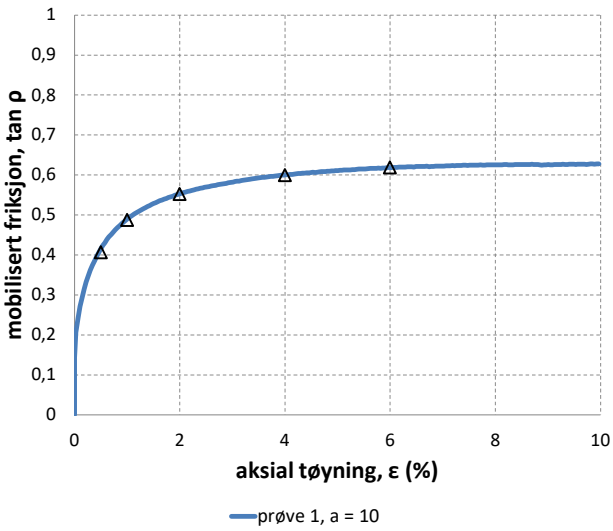
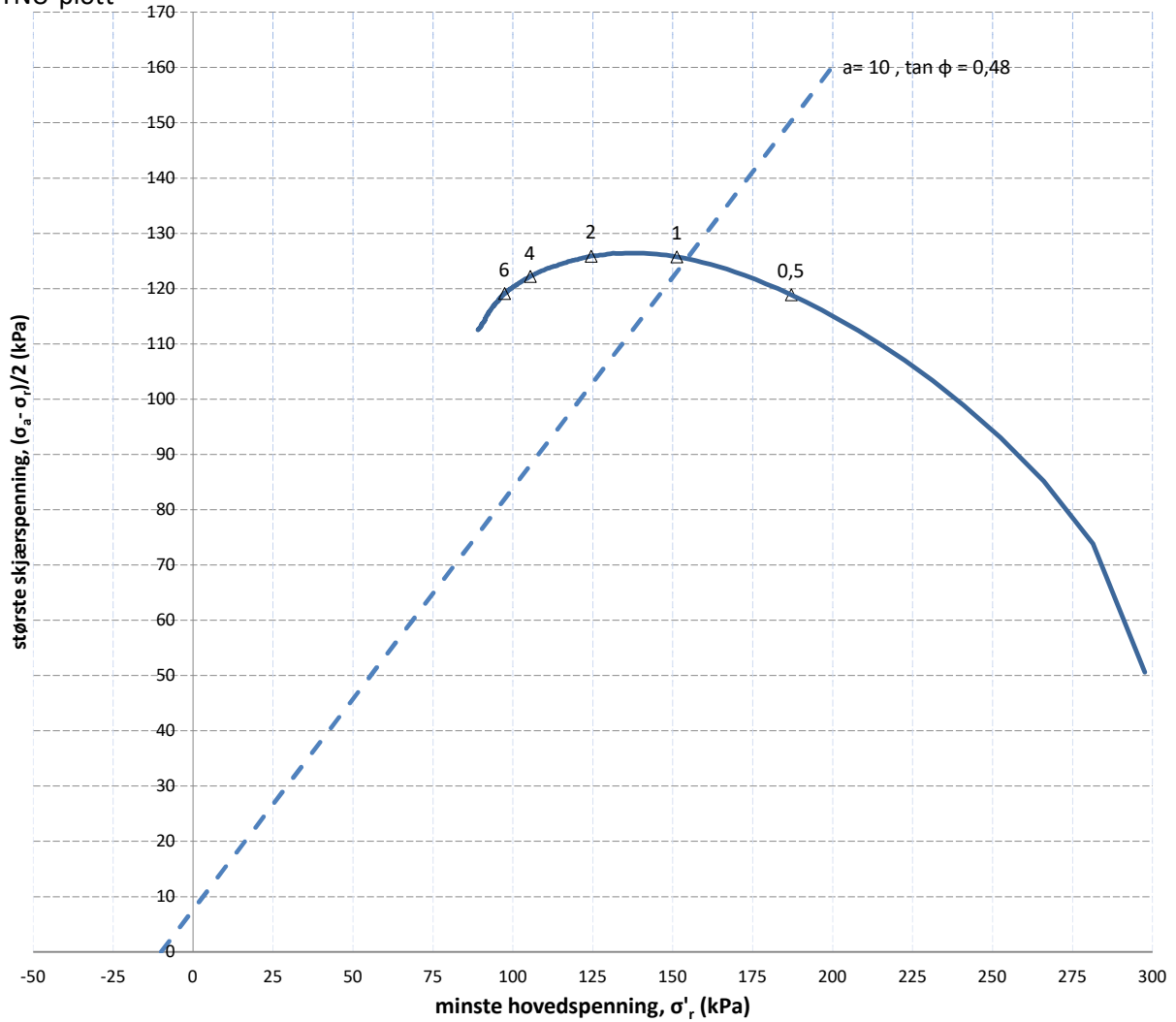
Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

Dato  
30.09.2021

Bilag  
2

Tegn. Nr.

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	208	38	28,60m	CAUA	23,7	3,7	0,092	398	397	297	Leire



NTNU Campus

TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

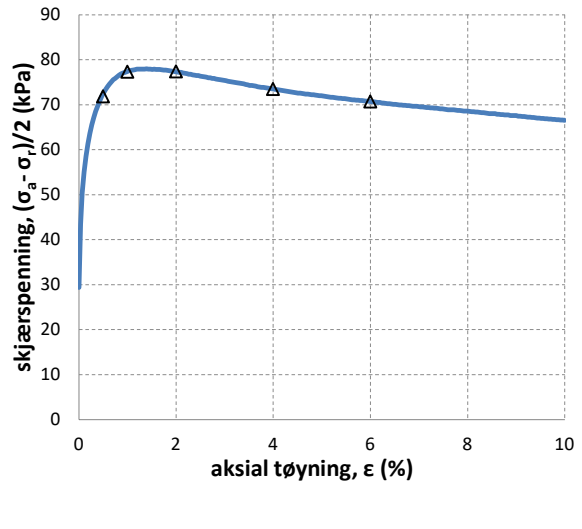
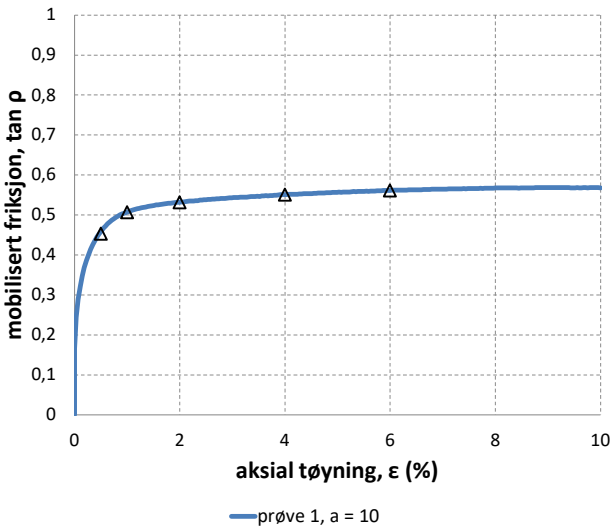
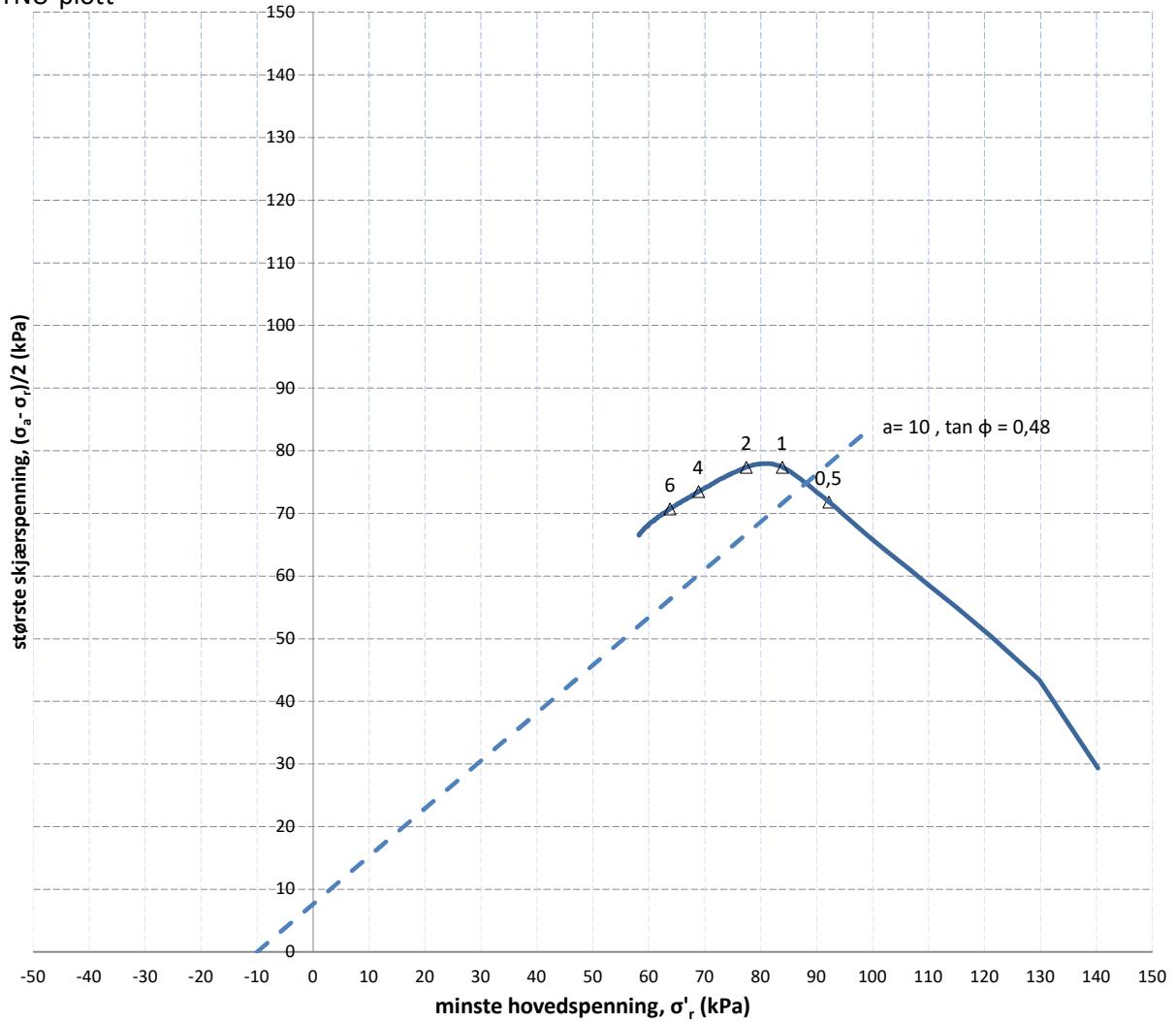
Dato  
30.09.2021

Oppdrag  
1350046011

Bilag  
2

Tegn. Nr.

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	209	42	15,30m	CAUA	23,9	2,2	0,054	186	198	140	Leire



NTNU Campus

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350041580

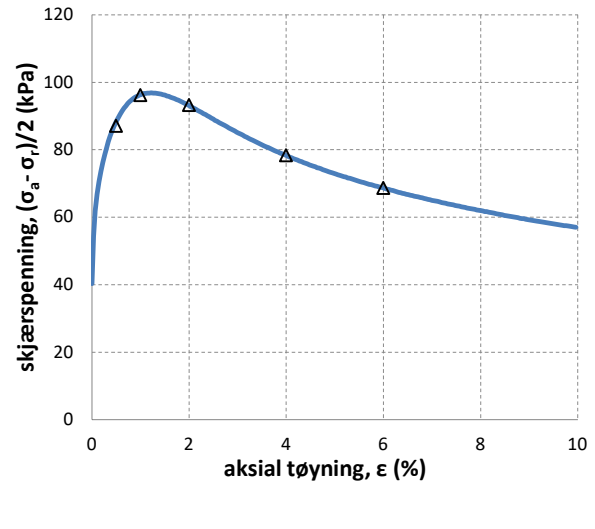
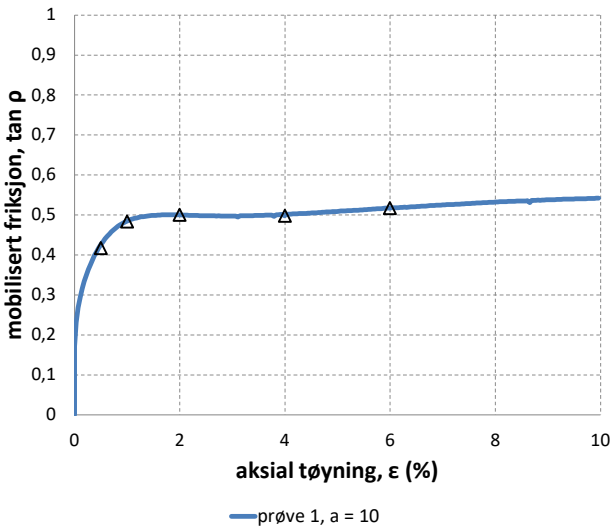
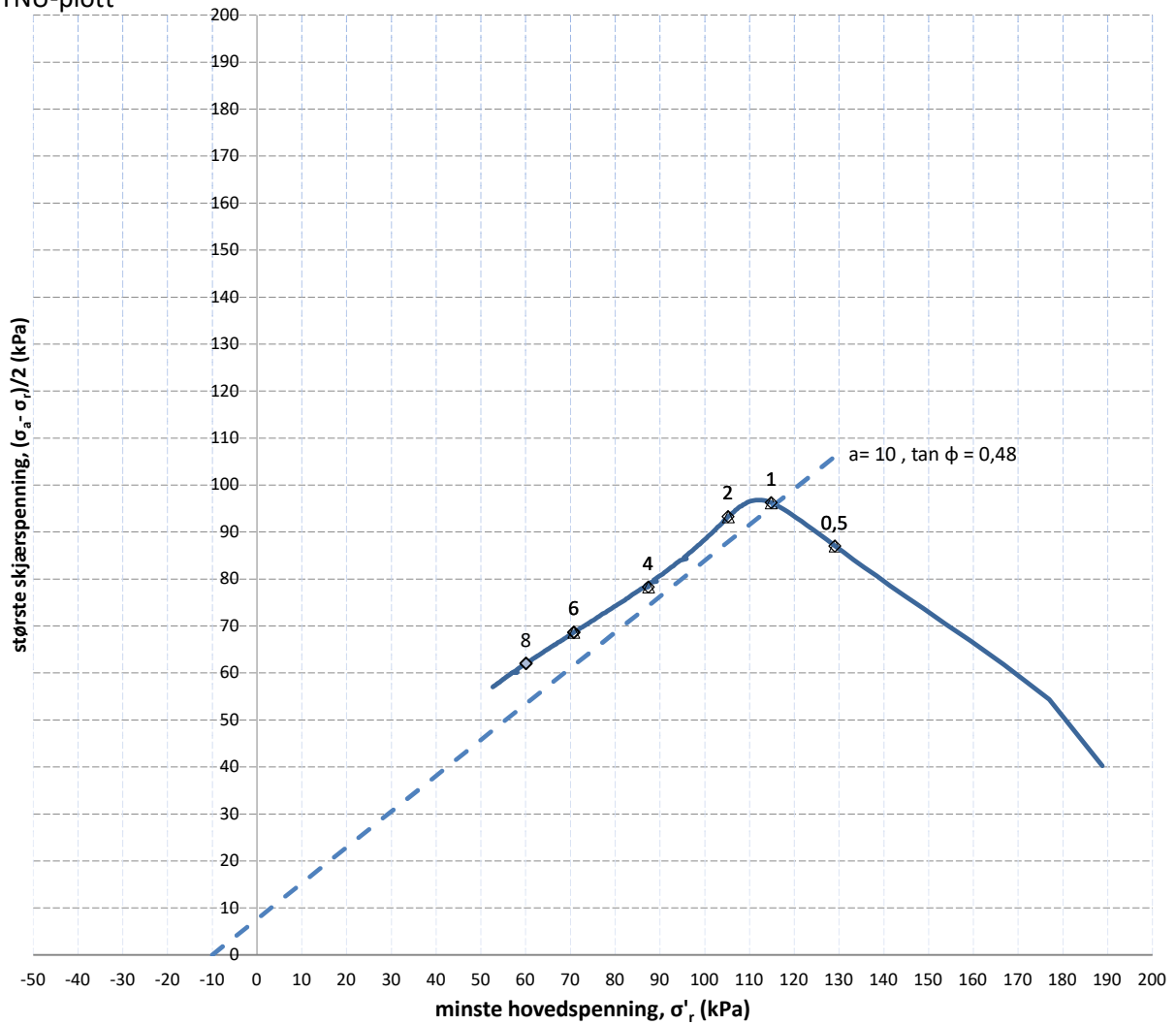
Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

Dato  
30.09.2021

Bilag  
2

Tegn. Nr.

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	209	48	21,30m	CAUA	46,1	2,7	0,047	256	268	189	Leire



NTNU Campus

TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

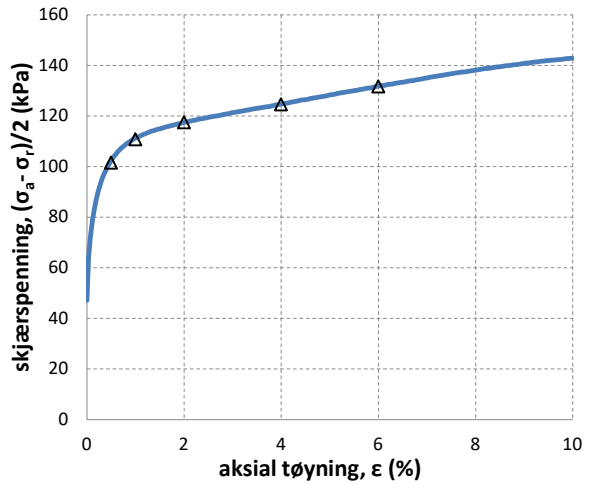
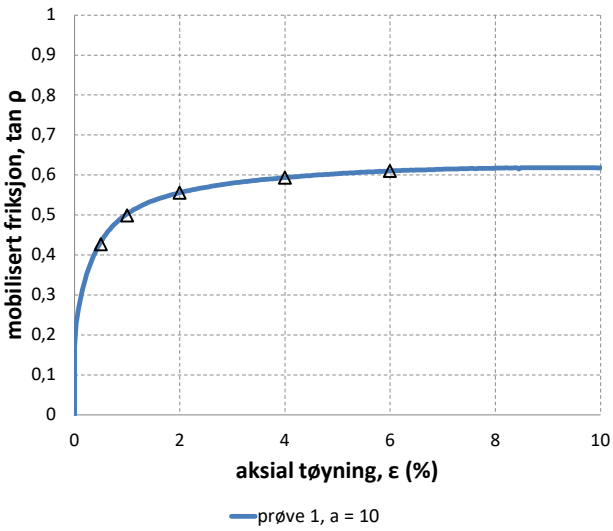
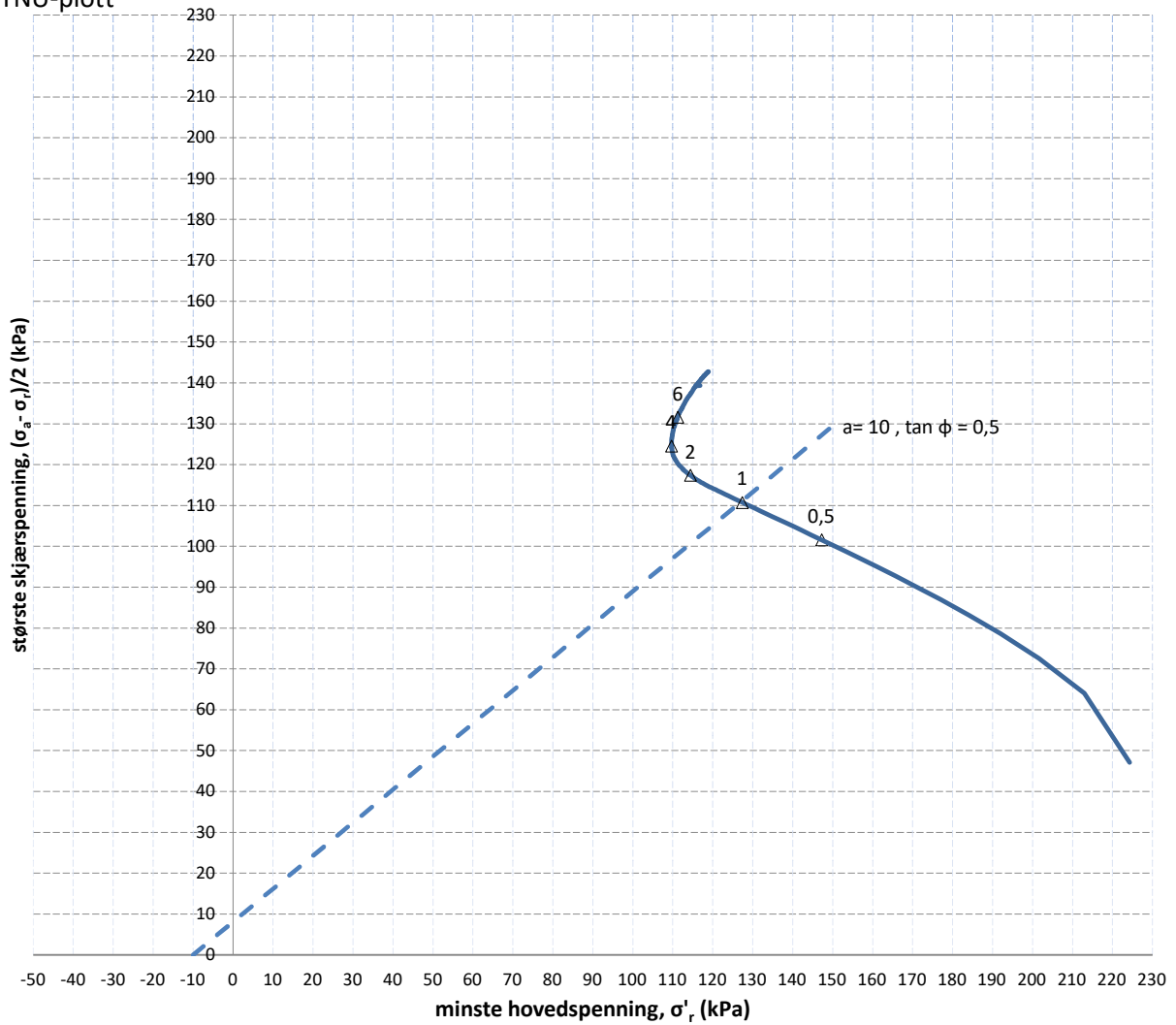
Dato  
30.09.2021

Oppdrag  
1350041580

Bilag  
2

Tegn. Nr.

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	211	52	24,50m	CAUA	22,1	2,8	0,071	312	318	224	Leire, siltig



NTNU Campus

TREAKSIALFORSØK

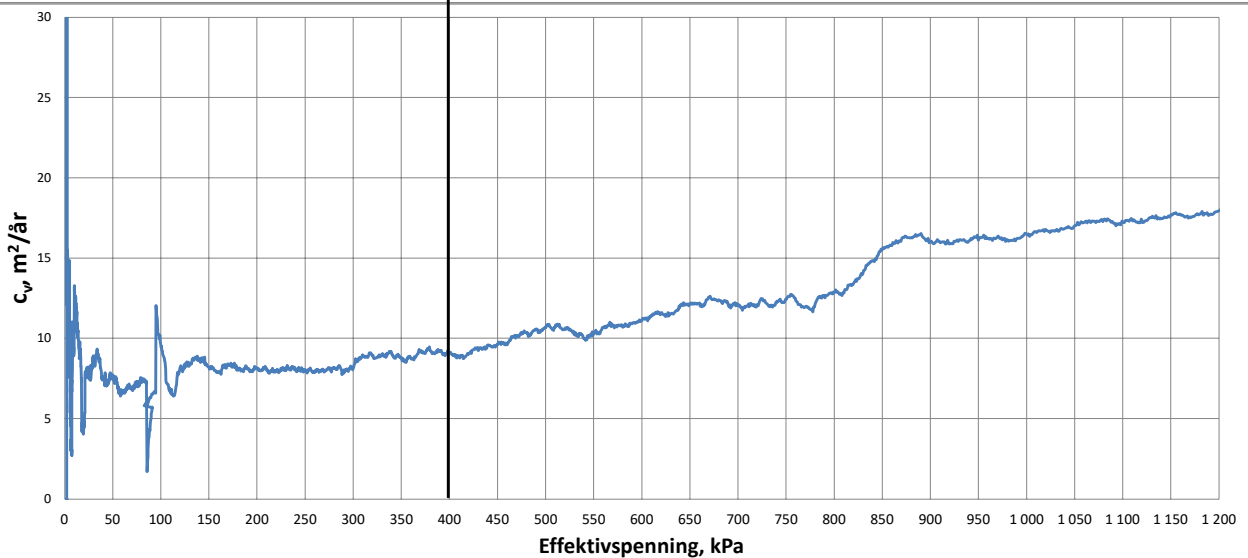
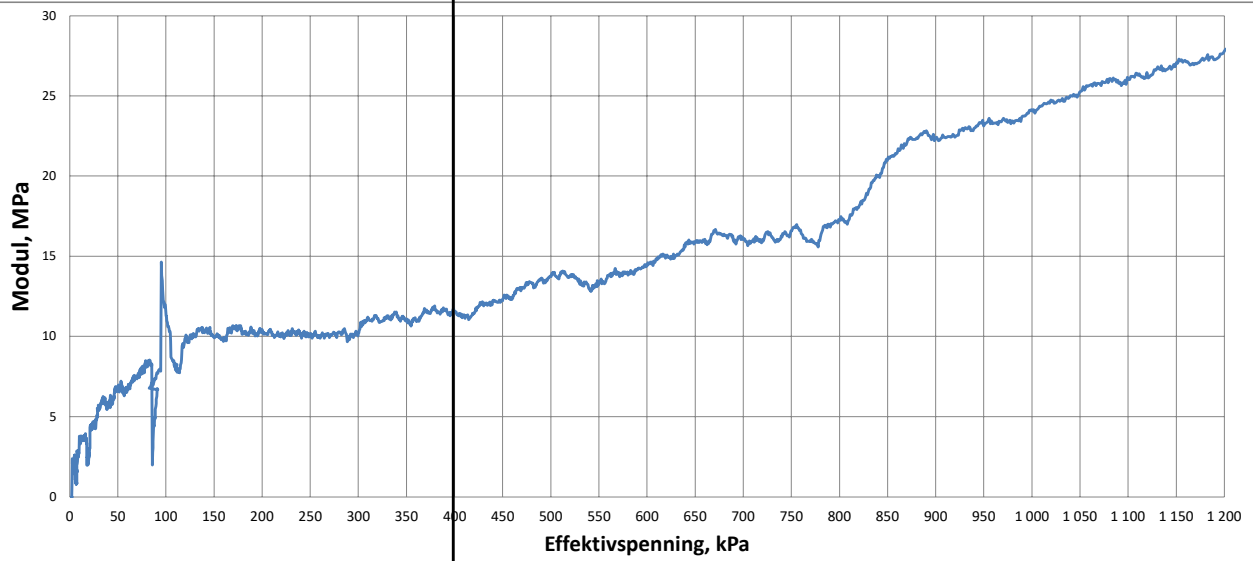
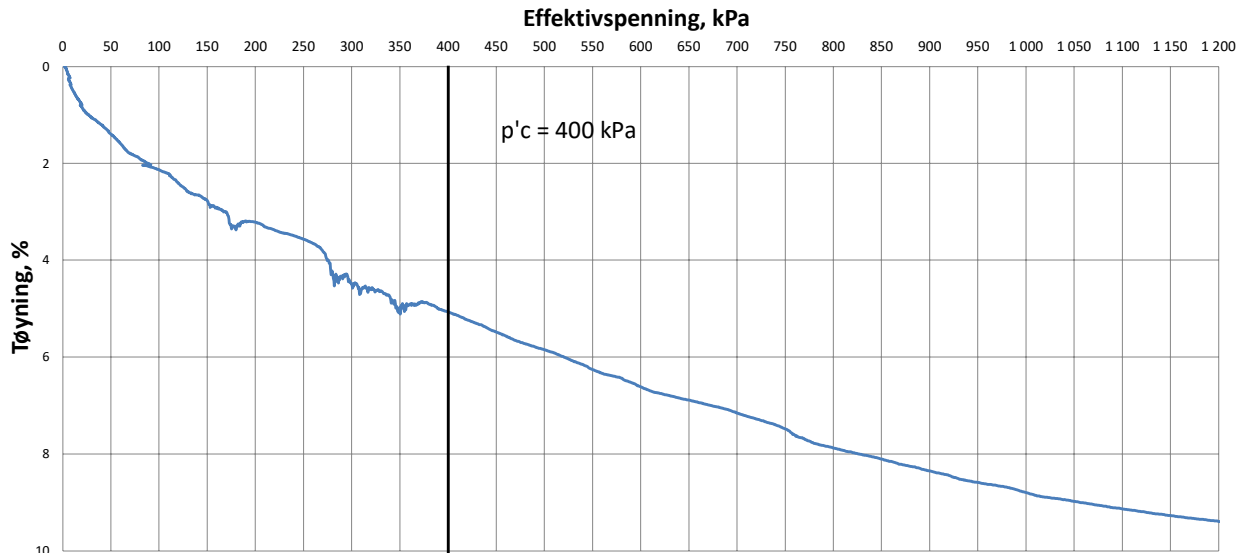
Oppdrag  
1350041580

Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

Dato  
30.09.2021

Bilag  
2

Tegn. Nr.



pkt 203 lab 25 dybde 21,45m Siltig, leirig



NTNU Campussamling

Statsbygg

Ødometerforsøk

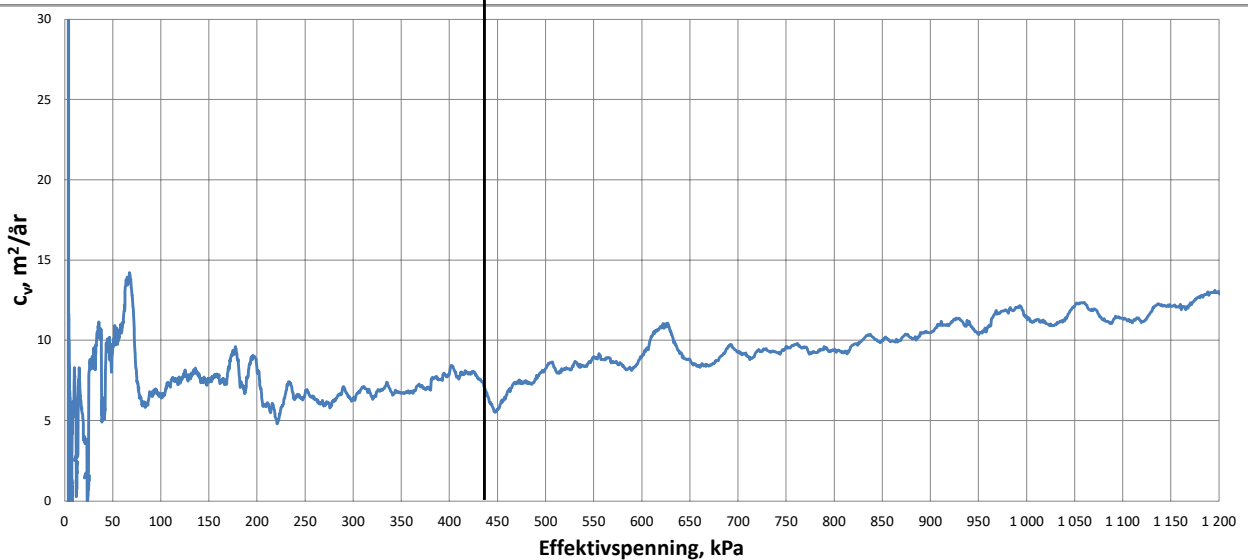
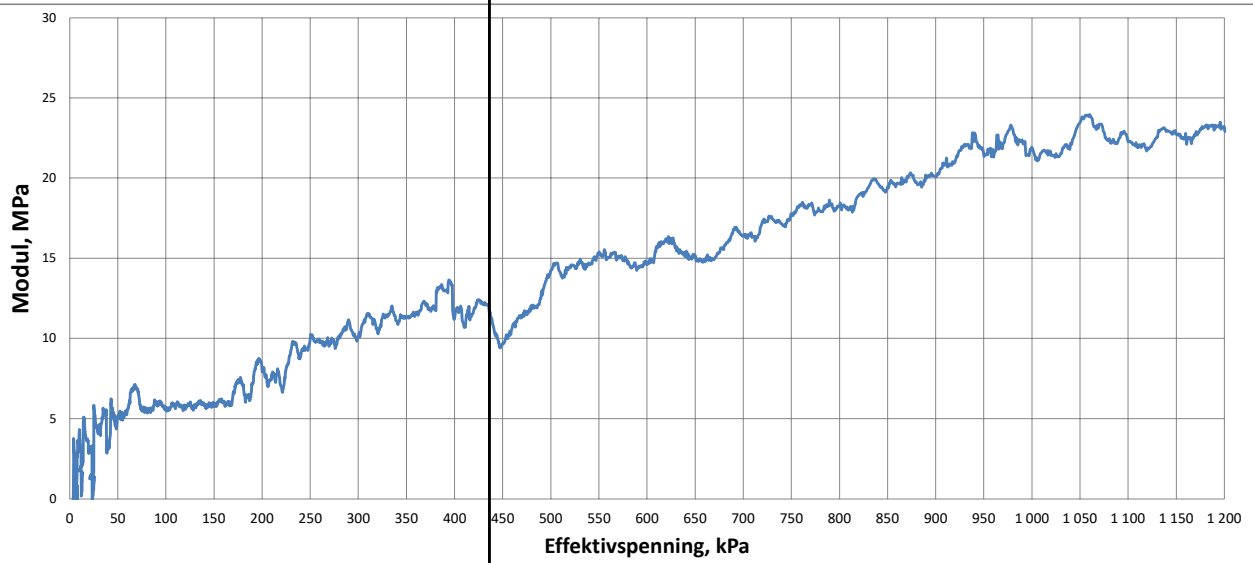
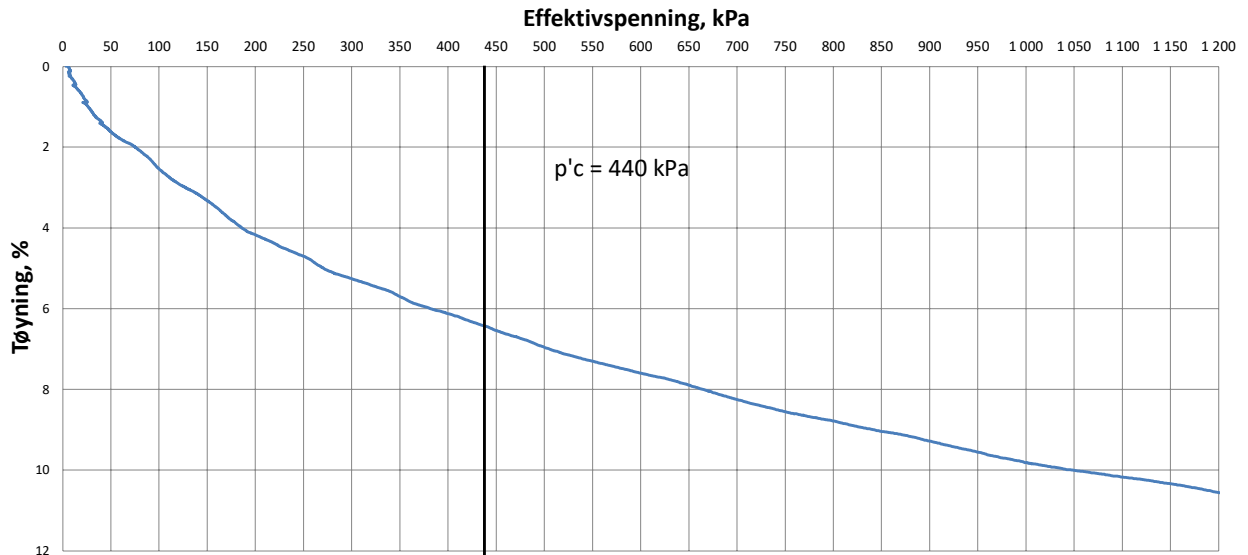
Oppdrag  
1350041580

Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

Dato  
03.10.2021

Bilag  
3

Tegn. Nr.  
-



pkt 208 lab 38 dybde 28,50m Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

Ødometerforsøk

Oppdrag  
1350041580

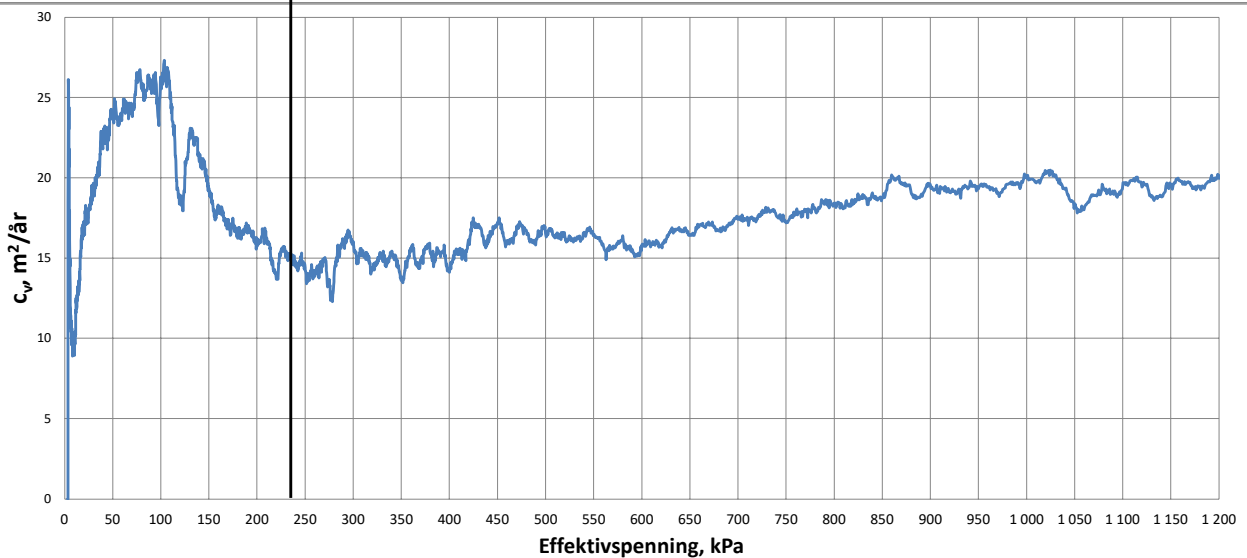
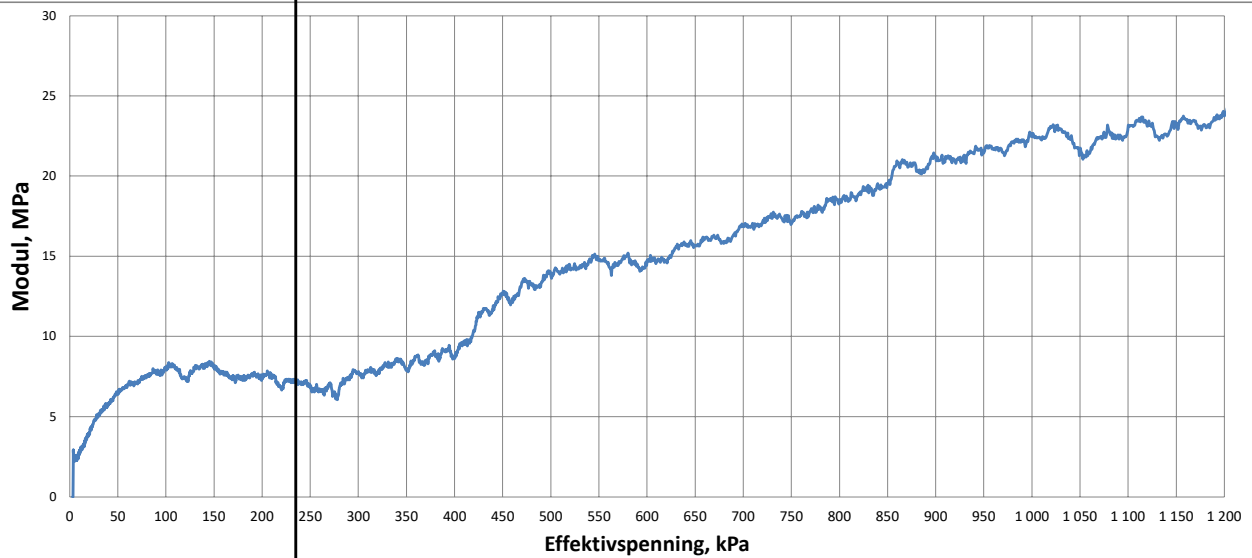
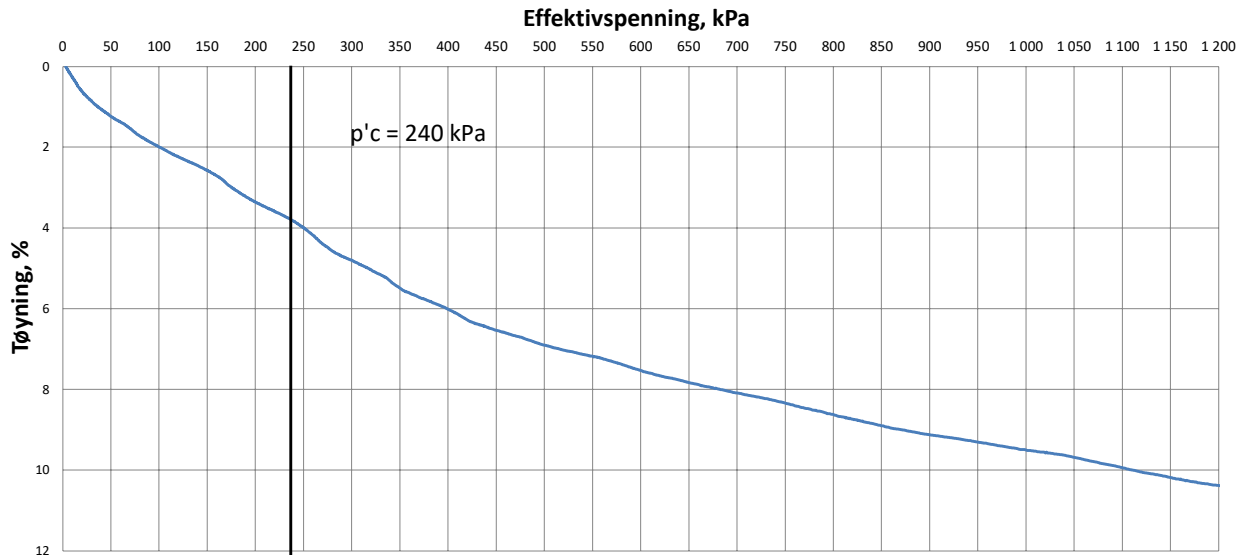
Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

Dato  
03.10.2021

Bilag  
3

Tegn. Nr.  
-





pkt 209 lab 44 dybde 17,30m Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

Ødometerforsøk

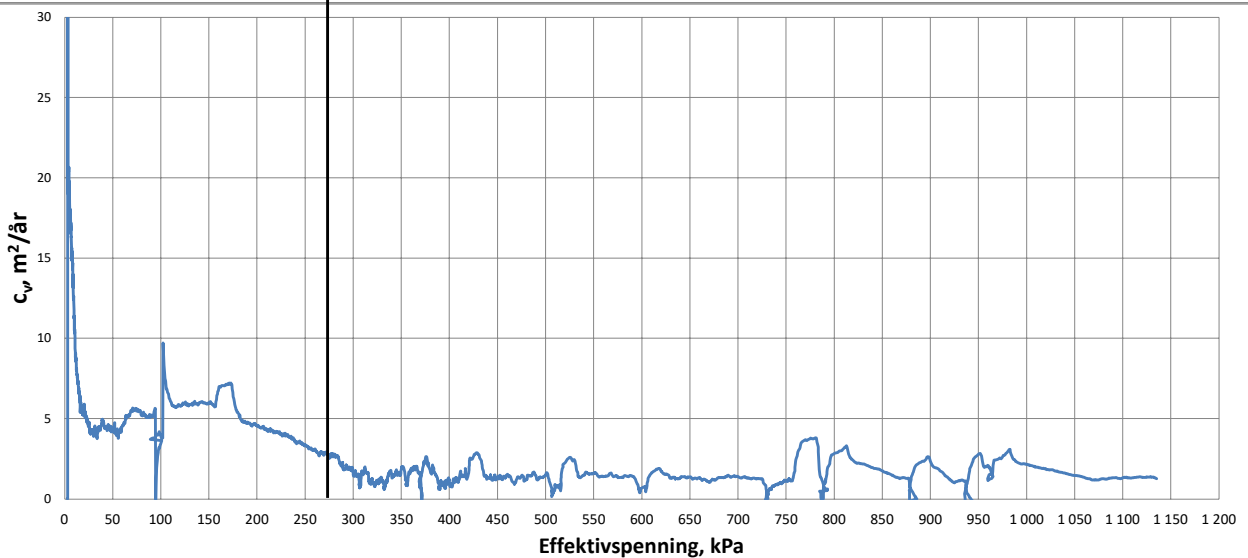
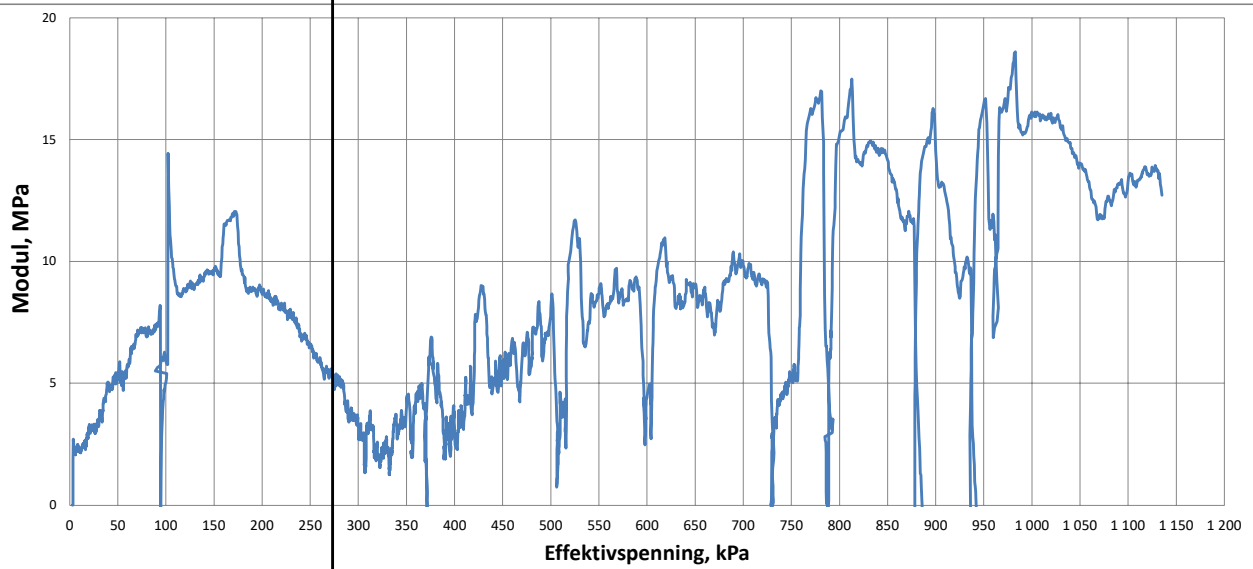
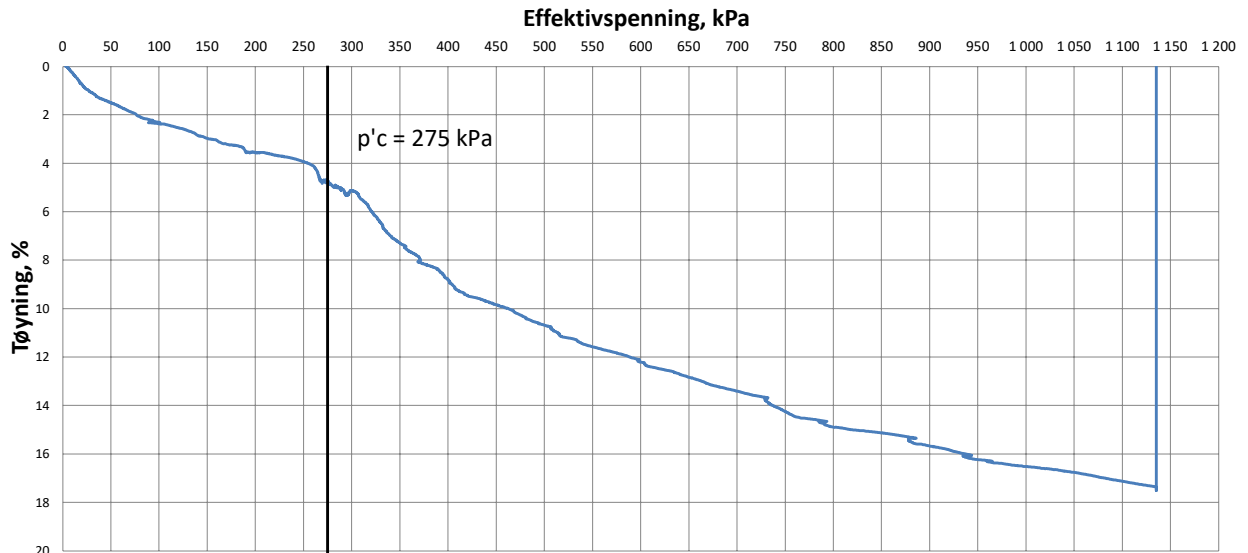
Oppdrag  
1350041580

Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

Dato  
03.10.2021

Bilag  
3

Tegn. Nr.  
-



pkt 209 lab 47 dybde 20,30m Leire



NTNU Campus

Statsbygg

Ødometerforsøk

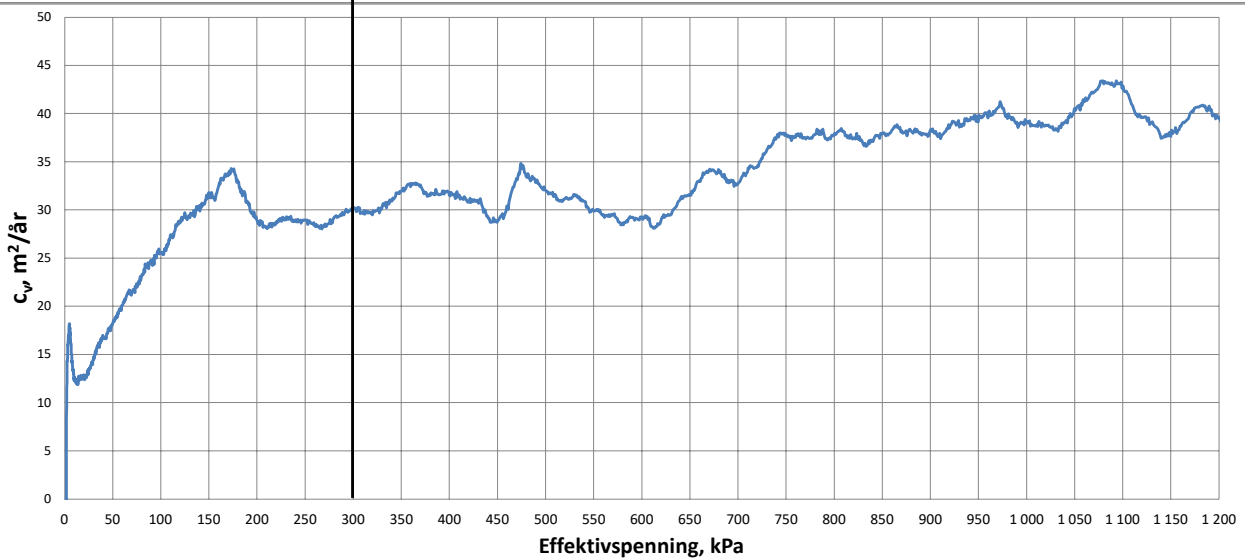
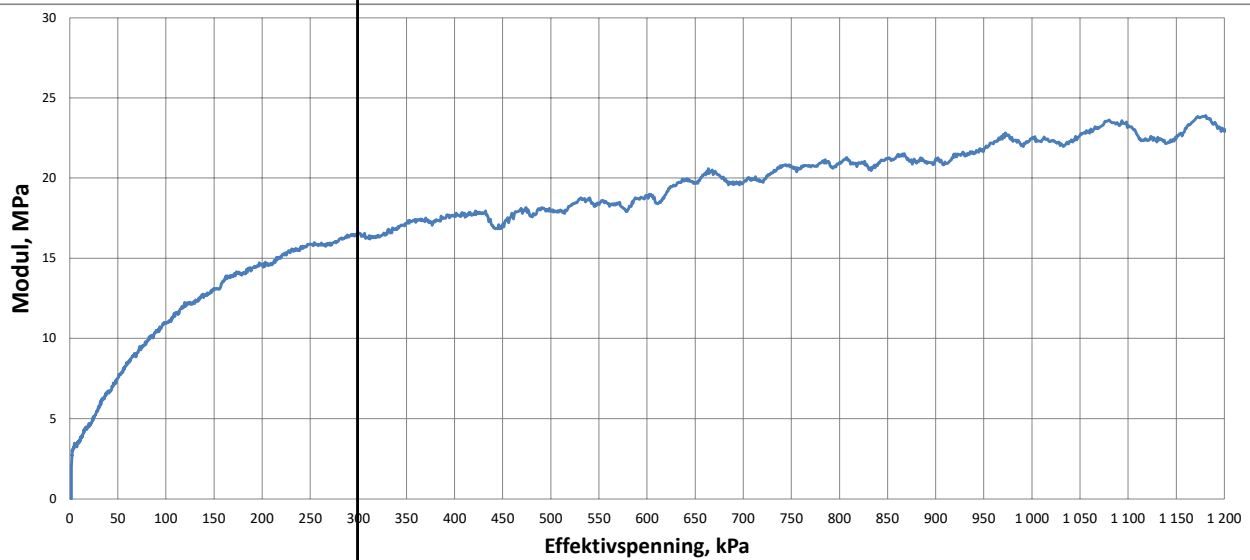
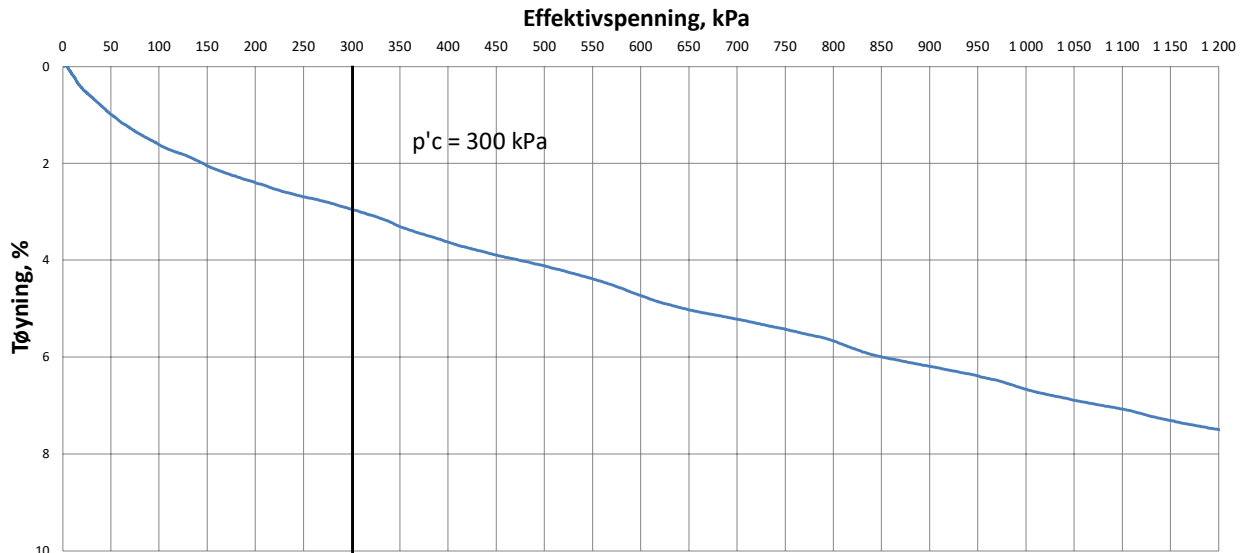
Oppdrag  
1350041580

Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

Dato  
03.10.2021

Bilag  
3

Tegn. Nr.  
-



pkt 211 lab 52 dybde 24,40m Leire, silltig



NTNU Campussamling

Statsbygg

Ødometerforsøk

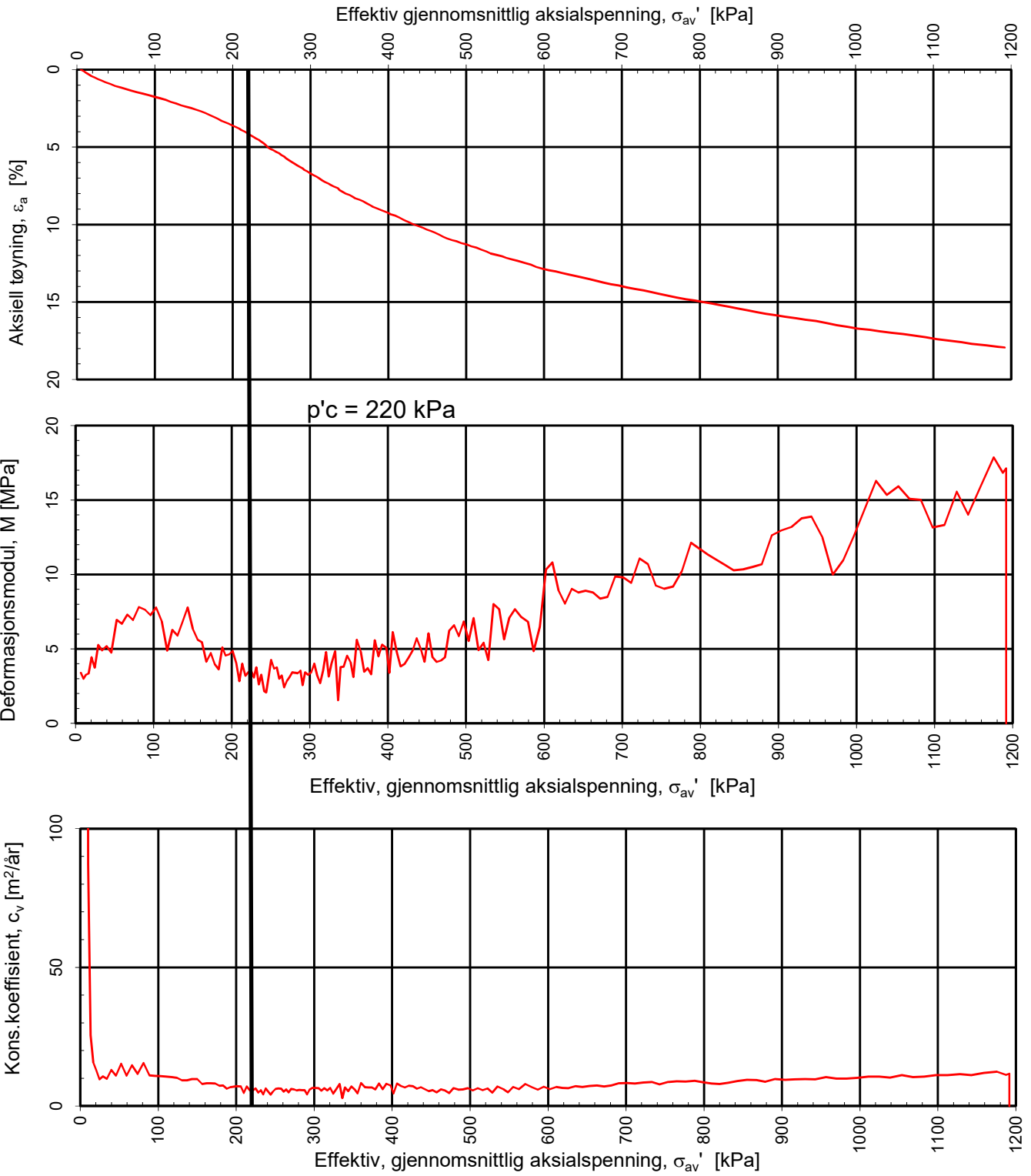
Oppdrag  
1350041580

Tegn./kontr.  
SYBE/EHL

Dato  
03.10.2021

Bilag  
3

Tegn. Nr.  
-



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): **2,07**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **25,40**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa): **87,04**

**COWI**  
**NTNU Vurdering av byggbarhet**

Tegningens filnavn:  
 10215021-RIG-TEG-407\_h30, d8,45m.xlsx

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

**MULTICONSULT**  
**NORGE AS**

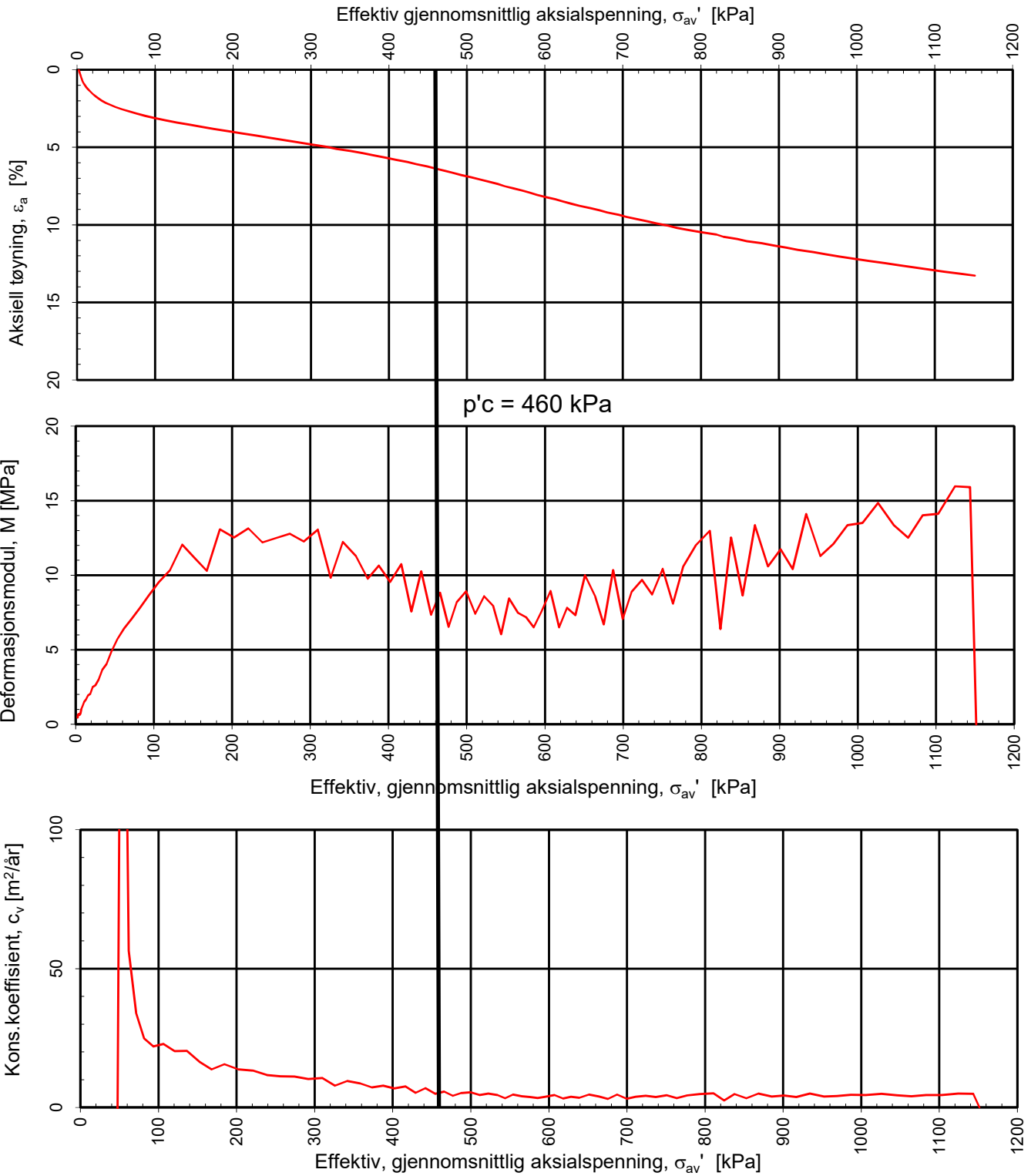
Sluppenvegen 15,  
 7486 TRONDHEIM  
 Tlf.: 73 10 62 00  
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato: 30.01.2020	Dybde, z (m): 8,45	Borpunkt nr.: 30
Forsøknr.: 8	Tegnet av: vt	Kontrollert: mash
Oppdrag nr.: 10215021	Tegning nr.: RIG-TEG-407.1	Prosedyre: CRS



Godkjent:  
**ANG**

Programrevisjon:  
 16.07.2018



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): **2,02**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **26,00**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa): **112,32**

**COWI**  
**NTNU Vurdering av byggbarhet**

Tegningens filnavn:  
 10215021-RIG-TEG-408\_h30, d11,45m.xlsx

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

**MULTICONSULT**  
**NORGE AS**

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

Forsøksdato: 30.01.2020	Dybde, z (m): 11,45	Borpunkt nr.: 30
Forsøknr.: 9	Tegnet av: vt	Kontrollert: mash
Oppdrag nr.: 10215021	Tegning nr.: RIG-TEG-408.1	Prosedyre: CRS



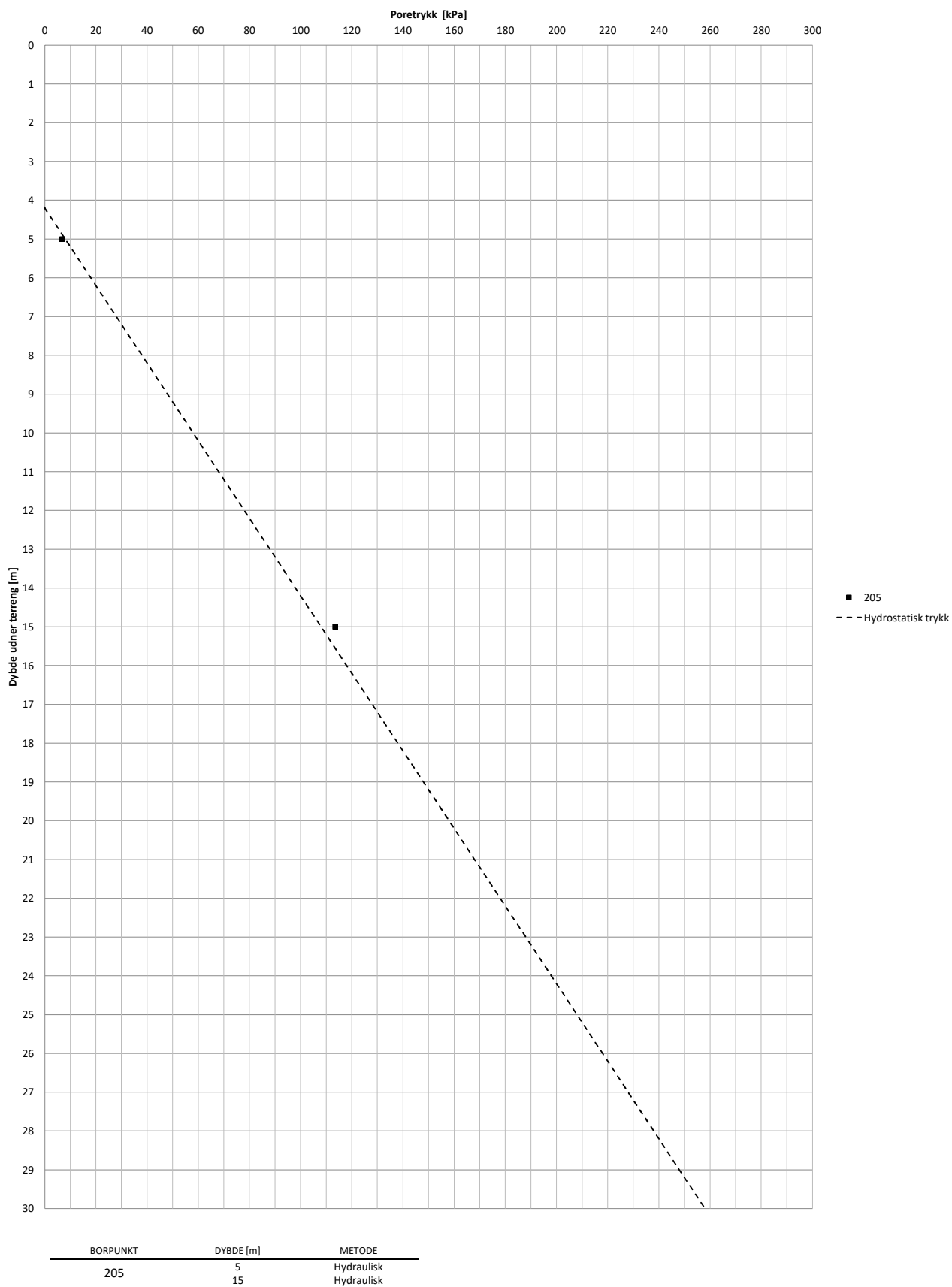
Godkjent:  
**ANG**

Programrevisjon:  
 16.07.2018

Oppsummering av tolkede prekonsolideringsspenninger og overkonsolideringsgrad (OCR) fra kontinuerlige ødometerforsøk:

<b>Punkt</b>	<b>Kote [moh]</b>	<b>Dybde prøve [m]</b>	<b>Kote prøve [moh]</b>	<b>p'<sup>0</sup> [kPa]</b>	<b>p'<sup>c</sup> [kPa]</b>	<b>OCR [-]</b>	<b>Kommentar</b>
203	35,9	21,5	14,5	326	400	1,2	<i>Noe dårlig kvalitet</i>
208	48,2	28,5	19,7	404	440	1,1	<i>Noe dårlig kvalitet</i>
209	32,8	17,3	15,5	166	240	1,4	
209	32,8	20,3	12,5	195	275	1,4	
211	35,5	24,4	11,1	279	300	1,1	<i>Noe dårlig kvalitet</i>
MC20-30	29,3	8,5	20,9	81	220	2,7	
MC20-30	29,3	11,5	17,9	110	460	4,2	

### PORETRYKKSFORDELING MED DYBDEN



BORPUNKT	DYBDE [m]	METODE
205	5	Hydraulisk
	15	Hydraulisk



NTNU campussamling

Statsbygg

Poretrykk  
Tolkning

OPPDR.NR  
1350041580

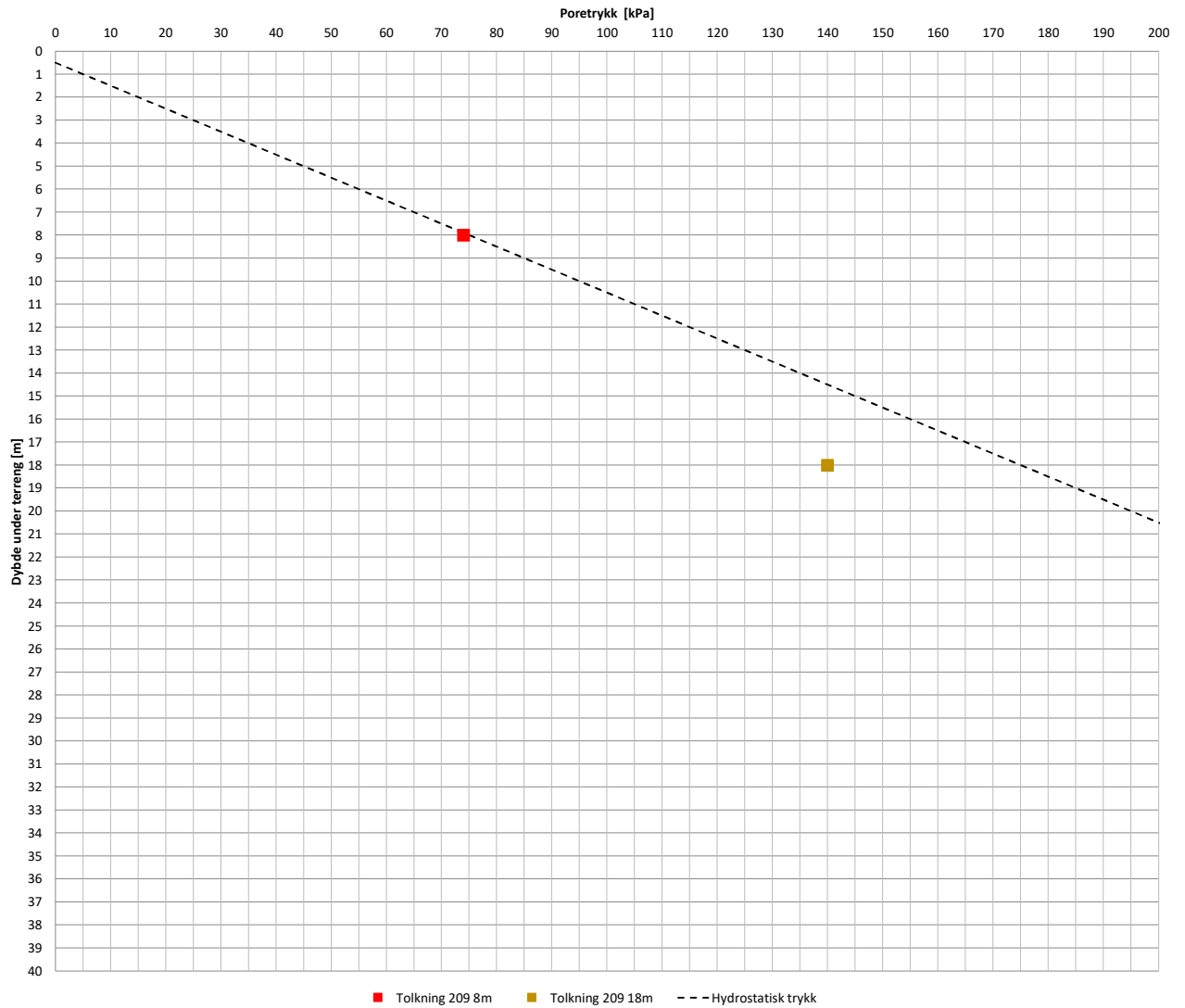
TEG./KONTR.  
SYBE/EHL

BILAG  
4

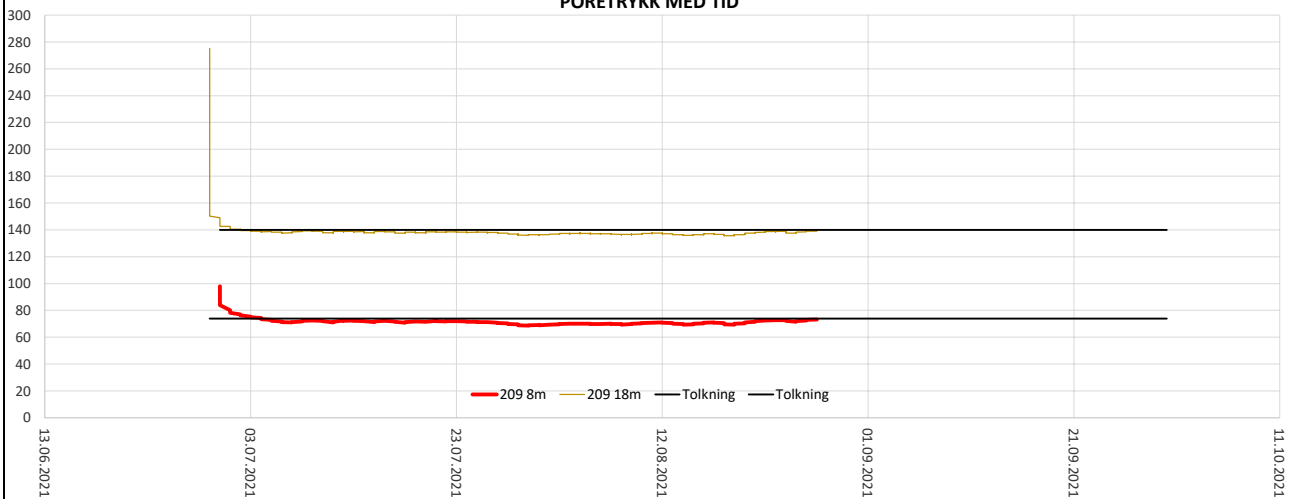
TEG.DATO  
30.09.2021

TEG. NR  
-

PORETRYKKSFORDELING MED DYBDEN



PORETRYKK MED TID



BORHULL	Dybde [m]	Metode
209	8	Elektrisk
	18	Elektrisk



Versjon: 2020-08-16

NTNU campussamling

Statsbygg

Poretrykk  
Tolkning

OPPDR.NR  
1350041580

TEG./KONTR.  
SYBE/EHL

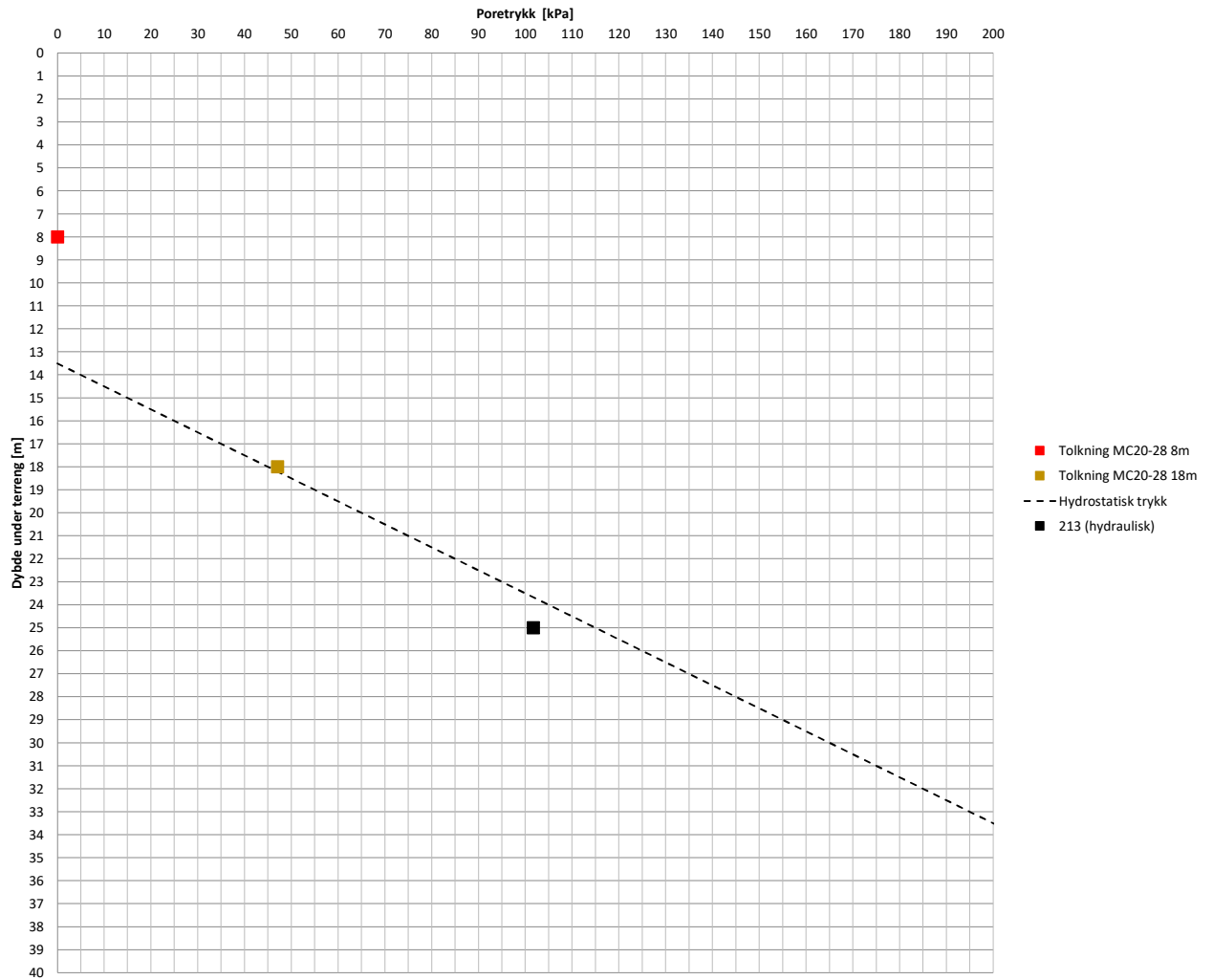
TEG.DATO  
30.09.2021

BILAG  
4

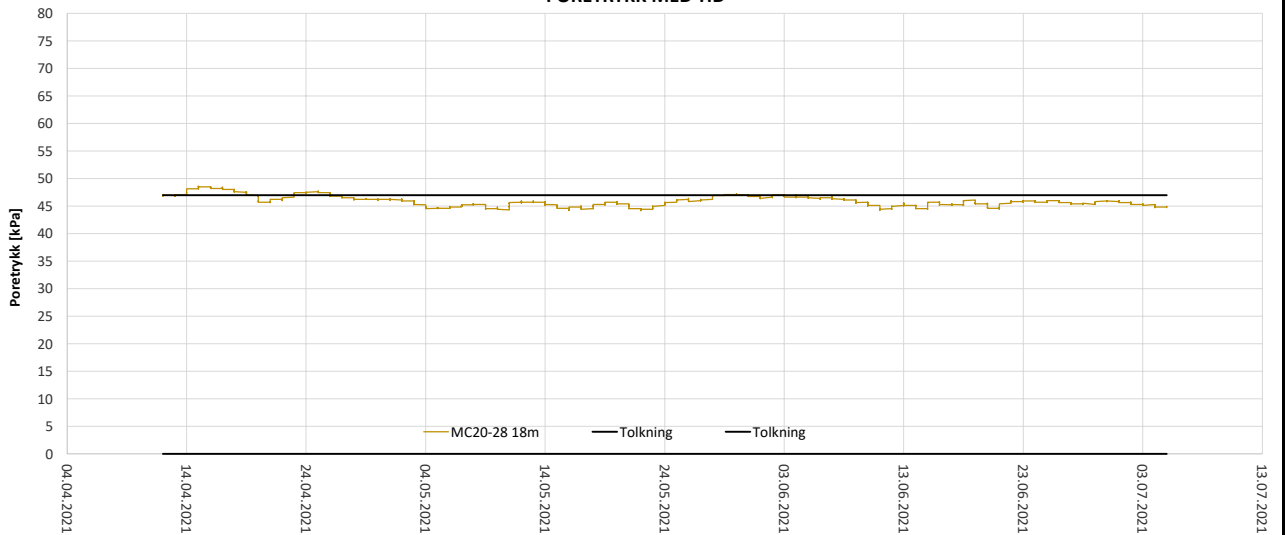
TEG. NR  
-



PORETRYKKSFORDELING MED DYBDEN



PORETRYKK MED TID



BORHULL	Dybde [m]	Metode
MC20-28	8 (tørr)	Elektrisk
MC20-28	18	Elektrisk
213	25	Hydraulisk



NTNU campussamling

Statsbygg

Poretrykk  
Tolkning

OPPDR.NR  
1350041580

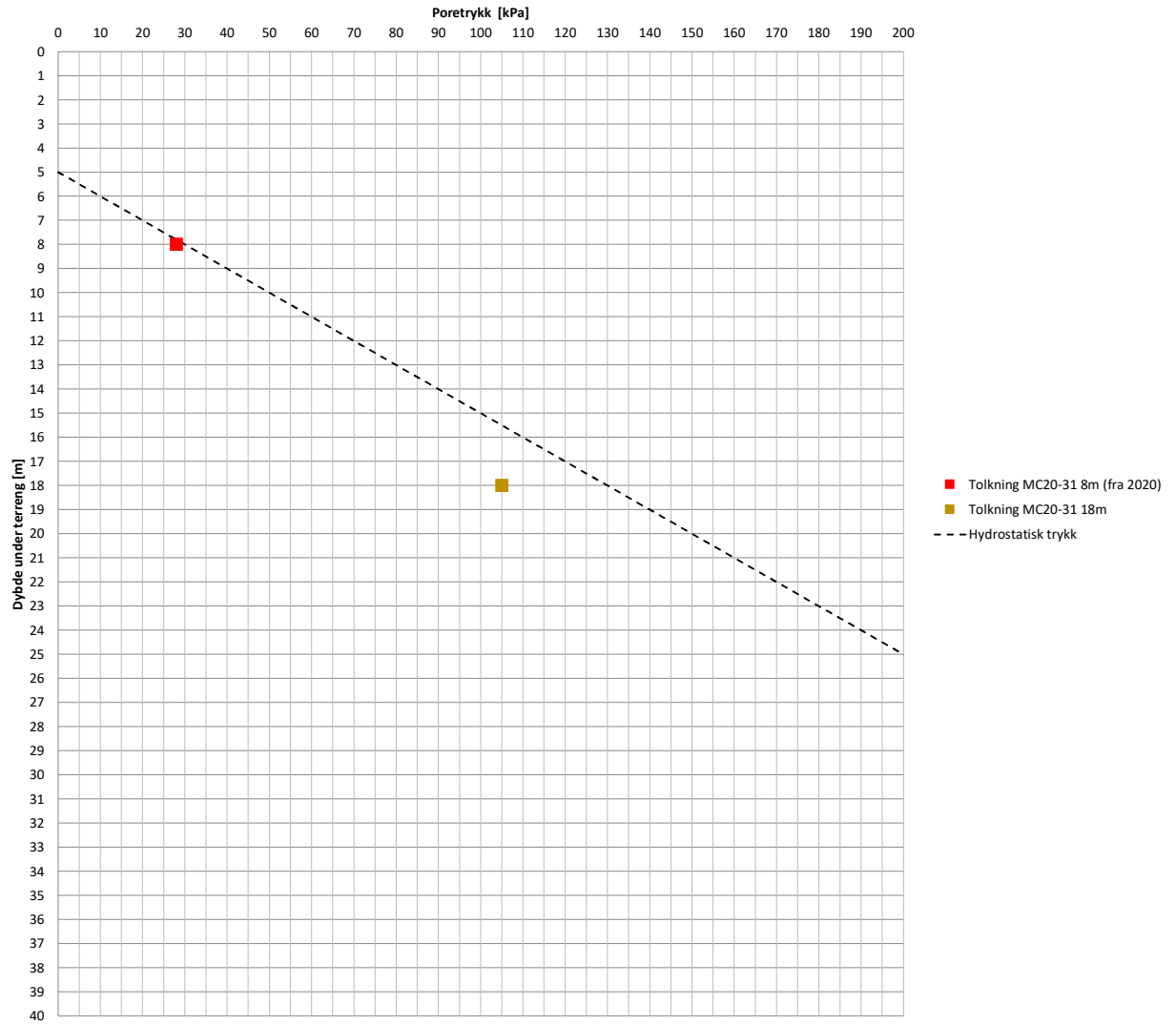
TEG./KONTR.  
SYBE/EHL

BILAG  
4

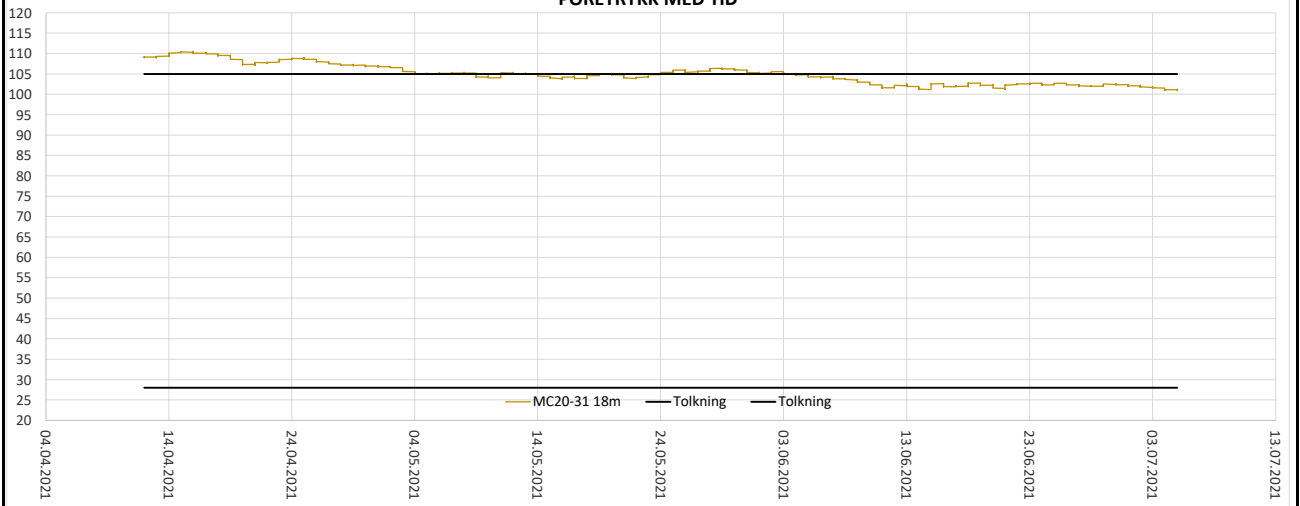
TEG.DATO  
30.09.2021

TEG. NR  
-

PORETRYKSFORDELING MED DYBDEN



PORETRYKK MED TID



BORHULL	Dybde [m]	Metode
MC20-31	8	Elektrisk
	18	Elektrisk



NTNU campussamling

Statsbygg

Poretrykk  
Tolkning

OPPDR.NR  
1350041580

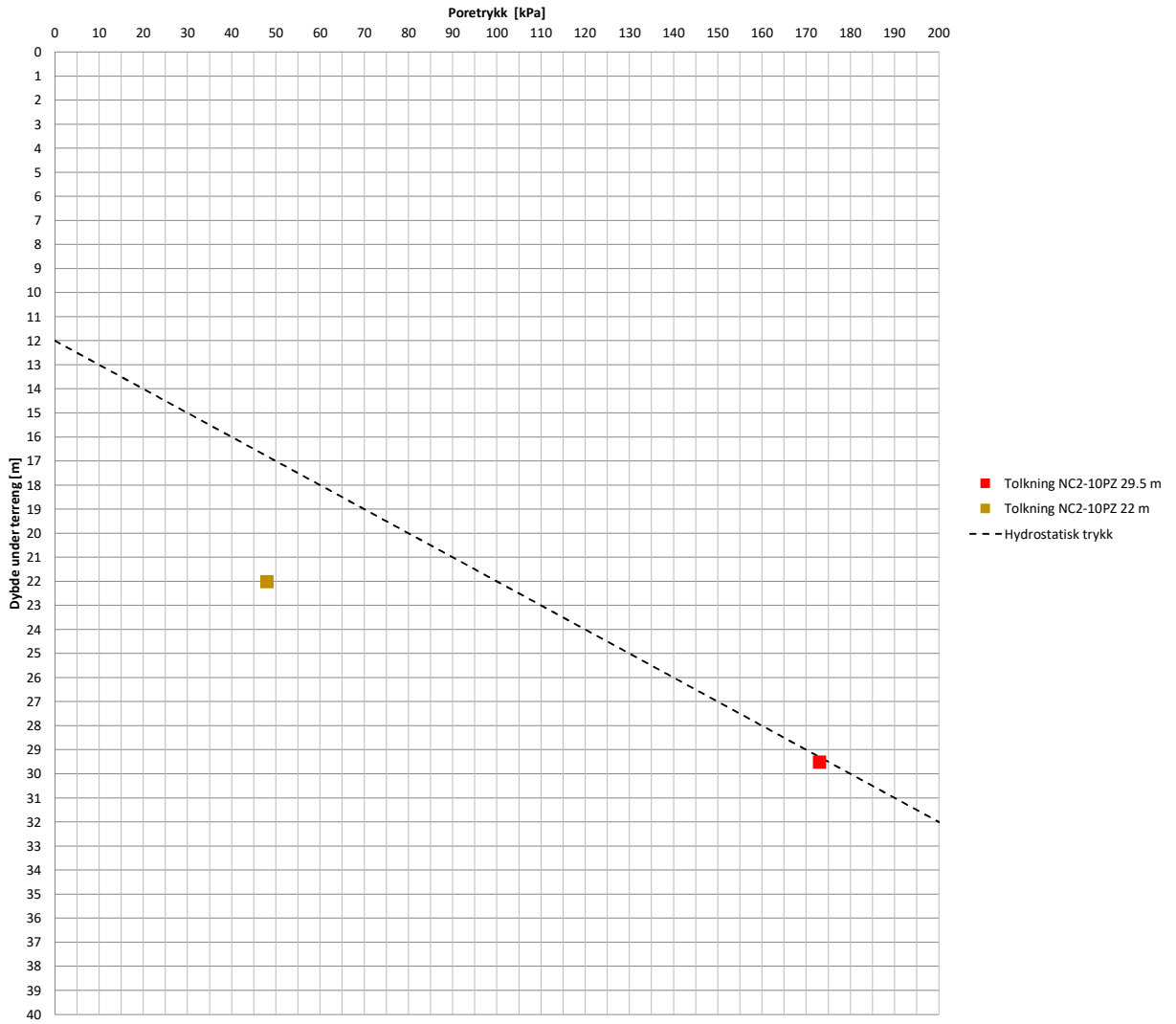
TEG./KONTR.  
SYBE/EHL

BILAG  
4

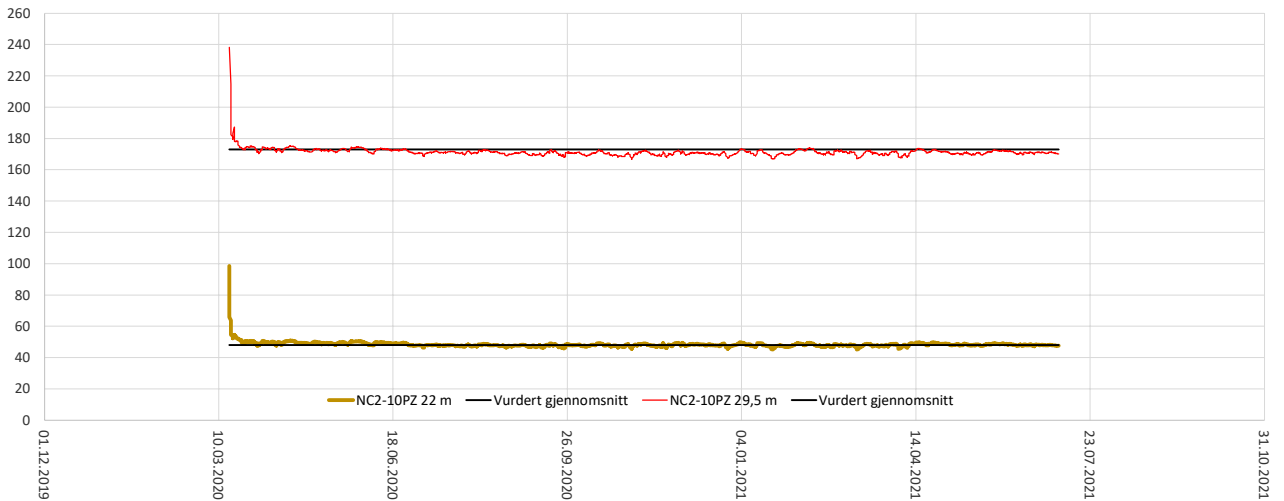
TEG.DATO  
30.09.2021

TEG. NR  
-

PORETRYKKSFORDELING MED DYBDEN



PORETRYKK MED TID



BORHULL	Dybde [m]	Metode
NC2-10PZ	22	Elektrisk
	29,5	Elektrisk



NTNU campussamling

Statsbygg

Poretrykk  
Tolkning

OPPDR.NR  
1350041580


TEG./KONTR.  
SYBE/EHL

BILAG  
4


TEG.DATO  
30.09.2021

TEG. NR  
-


# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONEDATA			
Arealforhold, a:	0,872	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	14.08.2020	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5442	0,0102	0,0213
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	17,403	0,356	0,531
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	208b	Dato:	03.06.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Krogstad, John Løvås
Filtertype:	Spaltefilter	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	12,9
Forboring [m]:	26	Sondetemperatur slutt [°C]:	8,8
Sum boring [m]:	39,8	Kontroll skriver [m]:	39,8
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	11,1
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?	Ja		
Merknad nullpunktstest:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	1,7838	0,0365	0,0544
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0223	0	-1,4
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	24,6280	0,0467	1,4757
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>Statsbygg</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>NTNU Campus</b>		
Borpunkt nr.:	<b>208b</b>	Sonde:	<b>4224</b>
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	<b>03.06.2021</b>	<b>Svegård, Olav</b>	<b>SYBE</b>
Oppdragsnr.:	<b>1350046011</b>	Bilag nr.:	<b>5</b>


# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,872	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	14.08.2020	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5442	0,0102	0,0213
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	17,403	0,356	0,531
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	208	Dato:	03.06.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Krogstad, John Løvås
Filtertype:	Spaltefilter	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	10
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	16,2
Sum boring [m]:	18,62	Kontroll skriver [m]:	18,62
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	4,5
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?	Ja		
Merknad nullpunktstest:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,6975	0,0552	0,0823
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0038	7,2	-0,5
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	7,0417	7,2654	0,6036
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	2	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>Statsbygg</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>NTNU Campus</b>		
Borpunkt nr.:	<b>208</b>	Sonde:	<b>4224</b>
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	<b>03.06.2021</b>	<b>Svegård, Olav</b>	<b>SYBE</b>
Oppdragsnr.:	<b>1350046011</b>	Bilag nr.:	<b>5</b>


# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONEDATA			
Arealforhold, a:	0,872	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	14.08.2020	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5442	0,0102	0,0213
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	17,403	0,356	0,531
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	204	Dato:	10.06.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Spaltefilter	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	10
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	9,8
Sum boring [m]:	14,3	Kontroll skriver [m]:	14,3
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	7,5
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?	Ja		
Merknad nullpunktstest:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	0,0870	0,0018	0,0027
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0027	0,2	0,1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	3,3312	0,2120	0,1240
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>Statsbygg</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>NTNU Campus</b>		
Borpunkt nr.:	<b>204</b>	Sonde:	<b>4224</b>
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	<b>10.06.2021</b>	<b>Svegård, Olav</b>	<b>SYBE</b>
Oppdragsnr.:	<b>1350046011</b>	Bilag nr.:	<b>5</b>

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONEDATA			
Arealforhold, a:	0,872	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	14.08.2020	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5442	0,0102	0,0213
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	17,403	0,356	0,531
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	204b	Dato:	10.06.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Spaltefilter	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	9,1
Forboring [m]:	16	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,6
Sum boring [m]:	29,74	Kontroll skriver [m]:	29,74
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	10,8
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?	Ja		
Merknad nullpunktstest:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	1,0877	0,0223	0,0332
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0223	0,3	-0,9
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	23,9319	0,3325	0,9545
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>Statsbygg</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>NTNU Campus</b>		
Borpunkt nr.:	<b>204b</b>	Sonde:	<b>4224</b>
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	<b>10.06.2021</b>	<b>Svegård, Olav</b>	<b>SYBE</b>
Oppdragsnr.:	<b>1350046011</b>	Bilag nr.:	<b>5</b>

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONEDATA			
Arealforhold, a:	0,872	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	14.08.2020	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5442	0,0102	0,0213
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	17,403	0,356	0,531
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	207	Dato:	11.06.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Wang, Tom Robin
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Metningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	8,3
Forboring [m]:	12	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,9
Sum boring [m]:	31,02	Kontroll skriver [m]:	31,02
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	11,6
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?	Ja		
Merknad nullpunktstest:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	0,6091	0,0125	0,0186
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0195	0,8	-1,1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	20,6533	0,8227	1,1399
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>Statsbygg</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>NTNU Campus</b>		
Borpunkt nr.:	<b>207</b>	Sonde:	<b>4224</b>
	Dato: <b>11.06.2021</b>	Tegnet: <b>Svegård, Olav</b>	Kontrollert: <b>SYBE</b>
	Oppdragsnr.: <b>1350046011</b>	Bilag nr.: <b>5</b>	



Skadekonsekvens				Forklaring						
vurdering:				Konsekvens, score						
Faktor	vektall	Analyse/tolkning	kommentar	Faktor	vektall	3	2	1	0	
Boligheter	4	3	NTNU	Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	
Næringsbygg, personer	3	3		Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	
Annen Bebyggelse, verdi	1	3		Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	
Vei	2	2		Basert på ÅDT i Klæbuveien (1700)	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje	2	0			Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	1		Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	
Oppdemming/flom	2	0	Ingen vassdrag i området	Oppdemming og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	
Poeng (score x vektall): 29										
<b>Beregnet skadekonsekvensklasse: Meget Alvorlig</b>										
Skadekonsekvens 0,64										
Faregradsklasser (sannsynlighet)				Forklaring						
vurdering:				Faregrad, score						
Faktor	vektall	Analyse/tolkning	kommentar	Faktor	vektall	3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	2	Historiske skred i området langs Høgskoleparken, ingen nyere skred	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	
Skråningshøyde	2	2		Ca. 22-25 m	Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	2	Noe overkonsolidert iht. ødometerforsøk	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	
Poretrykk, overtrykk	3	0	Tilnærmet hydrostatisk	Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	
Poretrykk, undertrykk	-3	0	Tilnærmet hydrostatisk	Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk	
Kvikkleiremektighet	2	3	Ca. 15 m mektighet under Gløshaugplatået	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	
Sensitivitet	1	3	St opp til 490 ca. 8 m under terreng	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	
Erosjon	3	0	Ingen vassdrag i området	Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen	
Inngrep, forverring	3	2	Området preges av bebyggelse, veier og parkeringsplasser samt park	Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	
Inngrep, forbedring	-3	0	Ingen kjennskap til forbedrende inngrep	Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	
Poeng (score x vektall): 25										
<b>Beregnet faregradsklasse: Middels</b>										
Faregrad 0,49										
Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 3159										
<b>Risikoklasse: 4</b>										