

Oppdragsgiver  
**Statsbygg**

Dokumenttype  
**Geoteknisk notat**

Dato  
**25.01.2022**

# **NTNU CAMPUSSAMLING**

## **GEOTEKNISK VURDERING FOR DETALJREGULERING AV TOMT 9.B.1 OG 9.B.2**



## NTNU CAMPUSSAMLING DELOMRÅDE 5 – TOMT 9.B.1 OG 9.B.2

### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
00	14.12.2021	
01	25.01.2022	Etter kommentarer fra uavhengig kontroll v/SINTEF

# NOTAT

Oppdragsnavn **NTNU programmering og prosjektering**  
Prosjekt nr. **1350041580**  
Kunde **Statsbygg**  
Notat nr. **010**  
Versjon **01**  
Dokumentkode **NCS-H001-G-NO-00008**  
Til **Statsbygg v/Merete Ihler**  
Fra **Rambøll v/Even Øiseth**  
Kopi  
Utført av **Synnøve Bergslid**  
Kontrollert av **Aleksander Worren**  
Godkjent av **Even Øiseth**

Dato 25.01.2022

## NTNU CAMPUSSAMLING GEOTEKNISK VURDERING FOR DETALJREGULERING AV TOMT 9.B.1 OG 9.B.2

### SAMMENDRAG

NTNU Campussamling (NCS) ønsker å utnytte tomtearealet på tomt 9.B.1 og 9.B.2 i delområde 5 til logistikksentral. Rambøll er en del av prosjekteringsgruppa engasjert av Statsbygg, og har ansvar for geoteknisk prosjektering av utbyggingsområdene som inngår i NCS.

Foreliggende notat inneholder geoteknisk vurdering for detaljregulering av tomt 9.B.1 og 9.B.2. Det er i denne fasen lagt vekt på skråningsstabilitet for vurdering av byggharhet på aktuelt område med bakgrunn i planlagte tiltak.

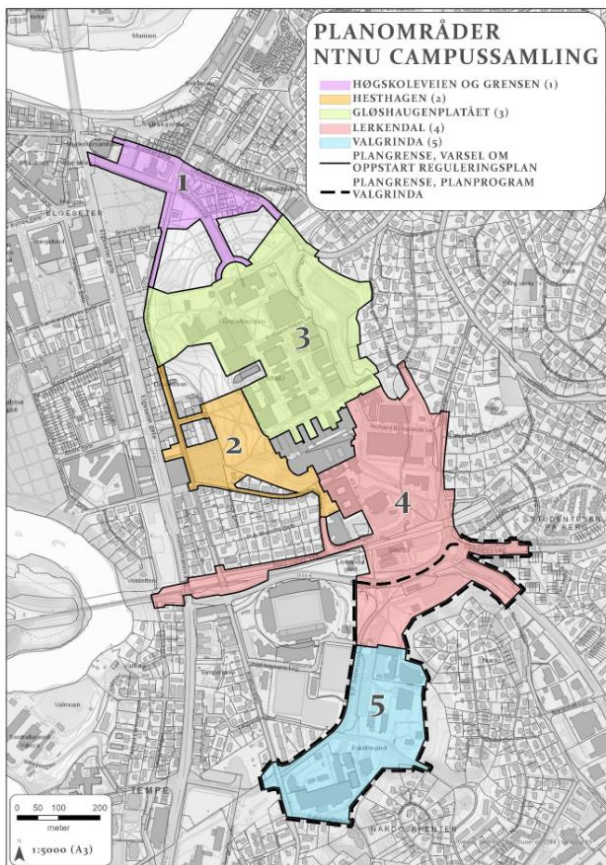
Grunnforholdene på området preges hovedsakelig av sand med innhold av silt og grus over leire. Stabilitetsberegninger utført i ett profil som strekker seg fra Nardo-plataået og ned til planområdet viser tilstrekkelig sikkerhet iht. gjeldende regelverk for planlagt tiltak.

Rambøll  
Kobbegate 2  
PB 9420 Torgarden  
N-7493 Trondheim

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

## 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.

Dette notatet inneholder geoteknisk vurdering for detaljregulering av NCS-tomtene 9.B.1 og 9.B.2 med bakgrunn i planlagte tiltak som inngår i delområde 5 Valgrinda. Plassering av 9.B.1 og 9.B.2 framkommer av Figur 2. Det er i denne fasen lagt vekt på skråningsstabilitet for vurdering av byggharhet på området, samt øvrige geotekniske anbefalinger for videre faser.

Øvrige tomter på delområde 5 inngår i NTNU Campusutvikling (NCU). Se rapport 10215021-RIG-RAP-002 for områdestabilitetsvurdering iht. NVEs veileder 1/2019 av NCU-tomtene ved delområde 5, ref. /12/.

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



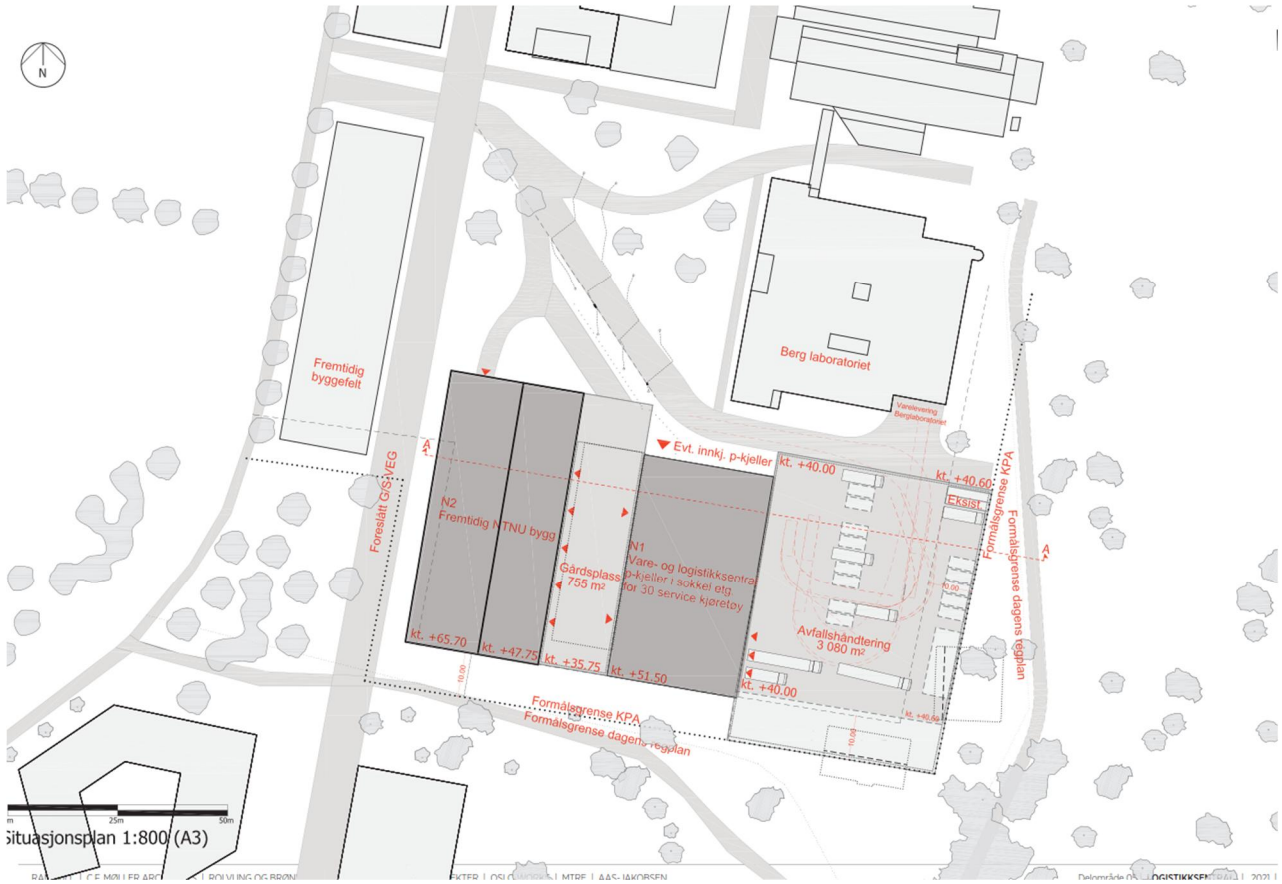
Figur 2: Deler av delområde 5 som viser de aktuelle NCS-tomtene 9.B.1 og 9.B.2.

## 2. GRUNNLAG

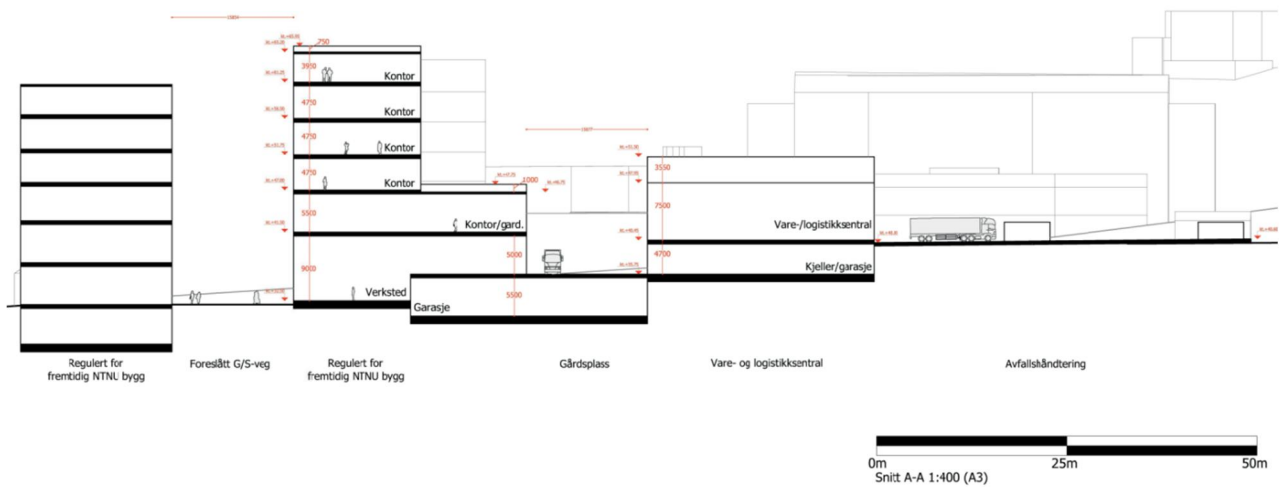
### 2.1 Planer

Tomtearealene 9.B.1 og 9.B.2 på delområde 5 skal reguleres til utbygging av NTNUs logistikkentral. Planlagte tiltak framkommer av Figur 3 og Figur 4. Østre del av området, området nærmest skråning i øst, skal benyttes som anlegg for avfallshåndtering med muligheter for plassering av containere. Tiltak på vestre del av området innebærer to nye bygg med sokkeletasjer for parkeringskjeller i begge bygg. Området imellom de to byggene skal benyttes som gårds plass for varelevering, ref. /10/.





**Figur 3: Plantegning med planlagt tiltak på tomt 9.B.1 (vestre del) og 9.B.2 (østre del), ref. /10/.**



**Figur 4: Snittegning med planlagt tiltak på tomt 9.B.1 og 9.B.2, ref. /10/.**

## 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 flere grunnundersøkelser på og ved delområde 5. En oppsummering av tilgjengelige tidligere grunnundersøkelser relevant for vurdering av grunnforhold på utbyggingsområde 9.B.1 og 9.B.2 vises i Tabell 1.

**Tabell 1: Oppsummering av grunnundersøkelser utført på og ved delområde 5.**

Rapportnr.	Eier/utførende	Årstall	Oppdragsnavn
1350046011	Rambøll	2021	NTNU Campussamling
o.0248	Rambøll	1963	NTH interesseområde
10848	Rambøll	1995	NTH Strømningsteknisk laboratorium
10201939	Multiconsult	2018	NTNU Valgrinda nybygg

Høsten 2021 utførte Rambøll andre runde med supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med NTNU Campussamling. Grunnundersøkelsene ble gjennomført på delområde 4 og 5 samt deler av delområde 3. Hensikten med grunnundersøkelsene var å få en mer detaljert oversikt over utbredelse og mektighet av sprøbruddmateriale (kvikk- og sensitiv leire), dybde til fjell, grunnvannstand og poretrykksforhold, samt fasthetsparametere for stabilitetsberegninger. Resultatene fra disse undersøkelsene er presentert i Rambølls rapport G-rap-002 1350046011. Første runde med supplerende grunnundersøkelser ble utført på delområde 1 og 2 samt deler av delområde 3.

Utførte grunnundersøkelser på og ved tomt 9.B.1 og 9.B.2, både nye og tidligere, er presentert på situasjonsplan i tegning 1001.

## 3. TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

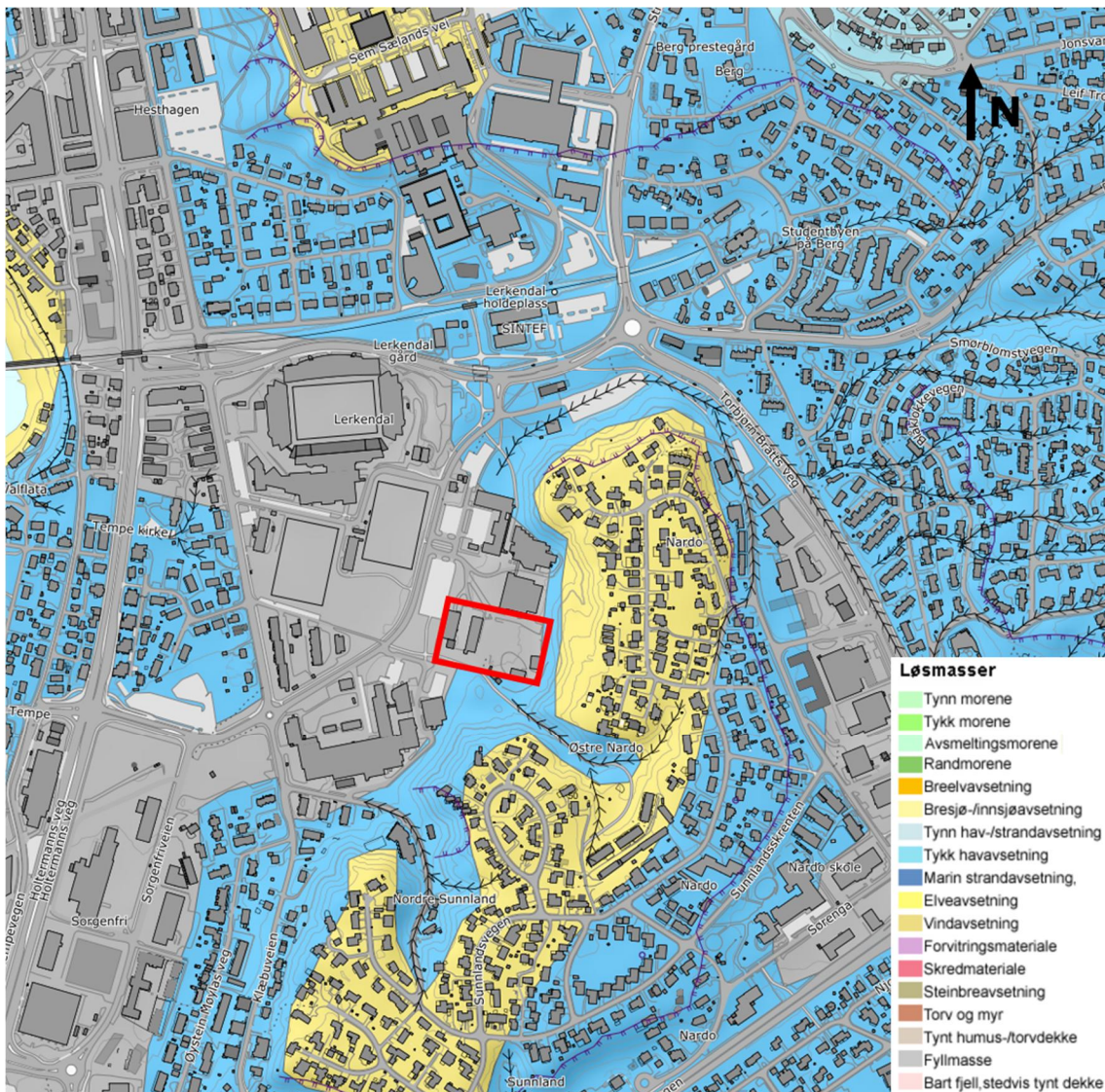
### 3.1 Topografi

Terrenget på tomt 9.B.2, området som reguleres for avfallshåndtering, ligger forholdsvis flatt på kote +40. Videre vestover heller terrenget slakt ned til kote +33 for vestre del av tomt 9.B.1. Øst for tomt 9.B.2 stiger terrenget bratt opp mot Nardo-plataået med en gjennomsnittlig helning på 1:2. Den bratteste delen av skråninga er nærmere 1:1,4.

### 3.2 Kvartærgeologisk kart og marin grense

Kvartærgeologisk kart i Figur 5 viser at løsmassene på området består av fyllmasser. Området for øvrig preges stort sett av tykk havavsetning samt elveavsetning som har dannet Nardo-plataået. Merk at kvartærgeologisk kart kun beskriver øvre løsmasselag, og løsmassene i dybden kan derfor ikke entydig vurderes ut ifra kartet.

Hele delområde 5 med tomt 9.B.1 og 9.B.2 ligger under marin grense.



Figur 5: Kvartærgeologisk kart som viser øvre løsmasselag i området (kart fra ngu.no).

### 3.3 Grunnforhold

Grunnforholdene på tomt 9.B.1 og 9.B.2 består i all hovedsak av et øvre lag av friksjonsmasser med sand og silt med innslag av grus til cirka 10-20 m dybde. Innholdet av finstoff i friksjonsmassene varierer en god del på området. På østre del av området, ved 9.B.2, viser sonderinger at det øvre laget av friksjonsmasser er noe fastere enn ellers i området. Videre påtreffes det et leirlag fra cirka 15 m dybde med mektighet på omtrent 20 m før det påtreffes faste masser igjen. På vestre del av området, ved 9.B.1, påtreffes fastere masser fra cirka 20 m dybde.

I forbindelse med tidligere aktiviteter har det foregått en del grave- og fyllingsarbeider på området, blant annet i forbindelse med tidligere drift av grustak. Massene i de øvre lagene må derfor forventes å være inhomogene med mulig innhold av organisk materiale.

Det er ikke påtruffet berg i noen av sonderingene. Dypeste sondering er avsluttet cirka 50 m under terrenget.



Grunnvannstanden antas å variere noe lokalt på planområdet. Poretrykksmålere registrerte grunnvannstand cirka 2 m under terreng øst på området inn mot skråningsfoten. Lenger vest på området viser tidligere grunnundersøkelser grunnvannstand cirka 6-7 m under terreng.

Det er ikke registrert kvikkleire eller sprøbruddmateriale i området.

### 3.4 Naturfare

I henhold til NVEs karttjeneste NVEs Atlas ligger ikke planområdet innenfor registrert flomsone eller innenfor aktsomhetsområdet for flom. Planområdet ligger heller ikke innenfor registrert faresone for stein-, snø-, sørpe- eller løsmasseskred eller innenfor aktsomhetsområde for snøskred, steinsprang eller jord- og flomskred.

*Tomt 9.B.1 og 9.B.2 ligger under marin grense.* Det er registrert flere kvikkleiresoner, dvs. faresoner for kvikkleire, rundt planområdet. Nærmest er kvikkleiresone 190 *Nardo Søndre* som ligger cirka 350 m sør og kvikkleiresone 189 *Nardo Nordre* som ligger cirka 450 m øst for planområdet. Basert på topografi og grunnforhold vurderes det at planområdet ligger utenfor og upåvirket av faresoner og aktsomhetsområder for kvikkleire.

## 4. REGELVERK OG KRAV

### 4.1 Tiltakskategori og områdestabilitet

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.

Som underlag til reguleringsarbeidet skal områdestabiliteten iht. *NVEs veileder nr. 1/2019* utredes og ivaretas med hensyn til planlagte tiltak *ettersom tiltaket ligger under marin grense. Samling av NTNU campus innebærer større tilflytting av personer samt personopphold. Tiltak på tomt 9.B.1 og 9.B.2 plasseres derfor i tiltakskategori K4 iht. NVEs veileder nr. 1/2019 ref. /3/.*

### 4.1 Lokalstabilitet

Krav til lokalstabilitet for nye konstruksjoner følger regelverket iht. Eurocode 7 NS-EN 1997-1+A1:2013+NA:2020 (EC7), 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. GEOTEKNISK GRUNNLAG FOR VURDERINGER

### 5.1 Kritisk snitt for stabilitetsberegninger

Med bakgrunn i planlagte tiltak på tomt 9.B.1 og 9.B.2 er det tatt ut et representativt profil, profil 5R, som vurderes som kritisk snitt for stabilitetsberegninger.

For stabilitetsberegningene er det tatt utgangspunkt i en situasjon med maksimal utgraving for samtlige planlagte tiltak på aktuelt planområde.

## 5.2 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 drenert langtidssituasjon. Beregningene er utført for dagens situasjon og situasjonen med kritiske faser av planlagte tiltak.

## 5.3 Lagdeling og materialparametere

Lagdeling er tolket fra både gamle og nye sonderinger og prøvetakinger fra området. Antatt lagdeling er vist i tegning 1002 samt på stabilitetsberegninger i tegning 1003-1004.

Løsmassenes romvekt er i stabilitetsberegningene hovedsakelig vurdert ut ifra utførte laboratorieundersøkelser samt erfaringsverdier. Benyttet romvekt er vist på tegning 1003-1004.

### Grunnvannstand og poretrykksforhold

Det er installert hydrauliske poretrykksmålere på skråningstopp og -bunn øst for planområdet. Poretrykksmålerne som er installert til 15 og 24 m dybde på skråningstopp var tørre. Avlesninger av poretrykksmålerne i bunnen av skråninga registrerte grunnvannstand cirka 2 m under terreng. Målerne her er installert til 5 og 8 m dybde, og poretrykksforholdet viste hydrostatisk fordeling med dybden.

### Overkonsolideringsgrad

Overkonsolideringsgrad (OCR) er tolket fra utførte ødometerforsøk og sett i sammenheng med CPTU-resultater fra skråningsbunn. Ødometerforsøk fra skråningsbunn viser at løsmassene her er overkonsolidert med OCR mellom 3 og 4 i prøver fra 18 til 20 m dybde. Vurdering av CPTU-resultatene ser ut til å stemme godt overens med tolkede OCR fra ødometerresultatene.

### Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthetsprofil (C-profil) er valgt på grunnlag av utførte CPTU-sonderinger og SHANSEP. Det er lagt liten vekt på treksialforsøket fra borpunkt 509 i skråningsbunn på bakgrunn av lav oppnådd prøve kvalitet. Tolkede CPTU-sonderinger og benyttede skjærfasthetsprofiler er vist i tolkningsdiagram i bilag 1. Benyttede skjærfasthetsprofil presenteres også i stabilitetsberegningene for udrenert analyse, se tegning 1003-1004.

Tolkningsdiagrammene for CPTU i bilag 1 viser aktiv skjærfasthet basert på CPTU-korrelasjoner. *Revisjon 01 av bilag 1 (tolkning av CPTU og C-profil) inkluderer flere oppdaterte og anbefalte CPTU-korrelasjoner iht. ref. /11/.* CPTU-korrelasjonene er utledet på grunnlag av høykvalitetsprøver, gitt i ref. /11/, og er i all hovedsak etablert i sammenheng med CPTU-sonderinger i leirmateriale som registrerer en god del lavere spissmotstand enn det som er registrert her. Det er derfor utvist forsiktighet ved CPTU-tolkninger på grunnlag av disse kjente CPTU-korrelasjonene, og det er dermed lagt størst vekt på SHANSEP-teori for bestemmelse av C-profil.

Vurdering av SHANSEP-konstantene  $\alpha$  og  $\beta$  er vurdert og bestemt ut ifra utførte CPTU-sonderinger i skråningsbunn, dvs. CPTU 504 og 509. C-profil for den dyptliggende leira under skråningstopp/Nardo-

platået er vurdert med bakgrunn i tilnærmet normalkonsolidert leire med OCR antatt lik 1,2. Tolkning av CPTU og benyttede SHANSEP-parametere presenteres i bilag 1.

Stabilitetsberegningene for udrenert analyse 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:

$$c_{uD} = 0,63 * c_{uA}$$

$$c_{uP} = 0,35 * c_{uA}$$

#### Effektiv skjærfasthet

For effektivspenningsparameterne er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksialforsøk. Ved tolkning av treaksialforsøk er effektivspenningsparameterne anslått for bruddtaket i spenningsplottet. Tolkede treaksialforsøk er vist i bilag 2, og benyttede verdier er vist i Tabell 1 samt i beregningsprofilene for drenerte analyser, se tegning 1003-1004. Øvrige effektivspenningsparametere er basert på erfaringsparametere fra Statens Vegvesens håndbok V220, ref. /5/.

#### **5.4 Kvalitet av grunnundersøkelser**

54 mm stålsylindere av leirer og fin silt vurderes generelt å ligge i kvalitetsklasse 1-2 iht. NGFs veileder for prøvetaking, ref. /9/.

Høykvalitetsprøver av leirer i området viser bruddtøyning på rundt 1% eller lavere. Basert på spenningsplottet for treaksialforsøket i 509 er prøve kvaliteten trolig noe dårlig, og det er derfor ikke lagt særlig stor vekt på resultatet fra dette forsøket for vurdering av udrenert skjærfasthet.

Kvalitet av utførte trykksonderinger (CPTU) tilfredsstillende anvendelsesklasse 1, dokumentasjon for måledata er gitt i bilag 4.

#### **5.5 Oppsummering av benyttede materialparametere**

Tabell 2 viser en oppsummering av benyttede materialparametere for stabilitetsberegninger.

**Tabell 2: Materialparametere for beregninger i profil 5R.**

Materiale	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Sand	18	33	0	-	-	-	-
Fast sand	18	36	3,6	-	-	-	-
Leire	20	27	12,7	C-profil	1,00	0,63	0,35
Fast leire	19	32	6,2	C-profil	1,00	0,63	0,35

## **6. VURDERING AV PLANLAGT TILTAK**

### **6.1 Områdestabilitet**

Ettersom det ikke er funnet sprøbruddmateriale på eller i nærheten av planområdet, kombinert med stor avstand til nærmeste kvikkleiresone, vurderes områdestabiliteten som ivaretatt for planlagt tiltak.

## 6.2 Lokalstabilitet

En oppsummering av resultatene fra stabilitetsberegninger med oppnådd sikkerhetsfaktor er vist i Tabell 3. Skråningsstabiliteten er basert på udrenerte og drenerte stabilitetsanalyser, og både sirkulære og sammensatte glideflater er undersøkt. Beregningsresultatene med tolket lagdeling og materialparametere presenteres i tegning 1003 og 1004.

**Tabell 3: Oppsummering av resultatene fra stabilitetsberegninger.**

	Tegning	Krav $\gamma_M$	Beregnet $\gamma_M$
Profil 5R, dagens situasjon, udrenert	1003	1,4	1,54
Profil 5R, dagens situasjon, drenert		1,25	1,26*/1,44**
Profil 5R, situasjon med tiltak på 9.B.1 og 9.B.2, udrenert	1004	1,4	1,53
Profil 5R, situasjon med tiltak 9.B.1 og 9.B.2, drenert		1,25	1,92

\*glideflater like utenfor planområdet

\*\*glideflater innenfor planområdet

Resultatene viser at skråningsstabiliteten for planlagt tiltak er tilstrekkelig iht. krav for lokalstabilitet.

Stabilitetsberegningene basert på drenert analyse viser at den bratte skråninga mot øst har noe anstrengt stabilitet for glideflatene som kiler ut i skråningsfoten. Det bør dermed ikke graves ut masser i skråningsfoten.

## 6.3 Utgraving av byggegrop

Det er tilsynelatende god avstand til nabobygg, og grunnforholdene er av den art at utgraving for kjeller og øvrig etablering av byggegrop kan utføres med frie graveskråninger. Det anbefales at rekkefølgen av utgraving for planlagte tiltak planlegges nærmere i detalj for å minimere eller unngå behovet for oppstøtting av byggegrop. Det vil i så fall være kostnadsbesparende i detaljering- og utførelsesfasen.

Rambøll er kjent med at grunnvannsforholdene har til dels vært et problem i forbindelse med tidligere dype utgravinger på området. Med antatte utgravingsnivåer er det sannsynlig at deler av traubunn kommer i kontakt med grunnvannstanden, og tiltak for vannhåndtering må dermed påregnes. Det anbefales en mer detaljert kartlegging av grunnvannsforholdene i området i senere faser av prosjektet.

## 6.4 Fundamentering

Aktuelle fundamenteringsmetoder for planlagte tiltak på 9.B.1 og 9.B.2 er direktefundamentering eller friksjonspeler, avhengig av omfang og størrelse av tiltak. Ved direktefundamentering bør det fundamenteres kompensert, og humusholdige lag på området bør kartlegges nærmere og eventuelt masseutskiftes. Dersom det planlegges større hus med lav eller ingen kjeller anbefales friksjonspeler som fundamenteringsmetode.

# 7. KONKLUSJON

Områdestabiliteten for tiltak på 9.B.1 og 9.B.2 vurderes som avklart og ivaretatt ettersom det ikke er funnet kvikkleire eller annet sprøbruddmateriale på området. Stabilitetsberegninger viser at lokalstabiliteten for skråninga i øst er tilstrekkelig og iht. regelverket med bakgrunn i planlagte tiltak. Eventuell utgraving inn mot skråningsfot må begrenses da skråninga er svært bratt og har noe anstrengt stabilitet.



Tiltakene anbefales enten direktefundamentert ved å kompensere for konstruksjonslastene, eller fundamentert med friksjonspeler.

## 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/ Statens vegvesen: *Vegnormal N200 Vegbygging*, 2021.
- 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/ Norsk Geoteknisk Forening: *Veiledning for prøvetaking*. Melding nr. 11, utgitt 1997, revidert 2013.
- ref. /10/ Rambøll, C.F. Møller Architects, Rolvung og Brøndsted Arkitekter, FABEL Arkitekter, Oslo works, mtre og Aas Jakobsen (NCS Prosjekterings- og programmeringsgruppe H001): *Delområde 5 Valgrinda – Logistikkcentralen Basisprosjekt V04 status d.23.11.2021*, 23.11.2021.
- ref. /11/ Paniagua, Priscilla & D'Ignazio, Marco & L'Heureux, Jean-Sebastien & Lunne, Tom & Karlsrud, Kjell. (2019). CPTU correlations for Norwegian clays: an update. AIMS Geosciences. 5. 82-103. 10.3934/geosci.2019.2.82.
- ref. /12/ Multiconsult: *NTNU Campussmaling – Områdeplaner Områdestabilitetsvurdering iht. NVE 1/2019*, delområde 4. 10215021-06-RIG-RAP-002, 10.12.2021.

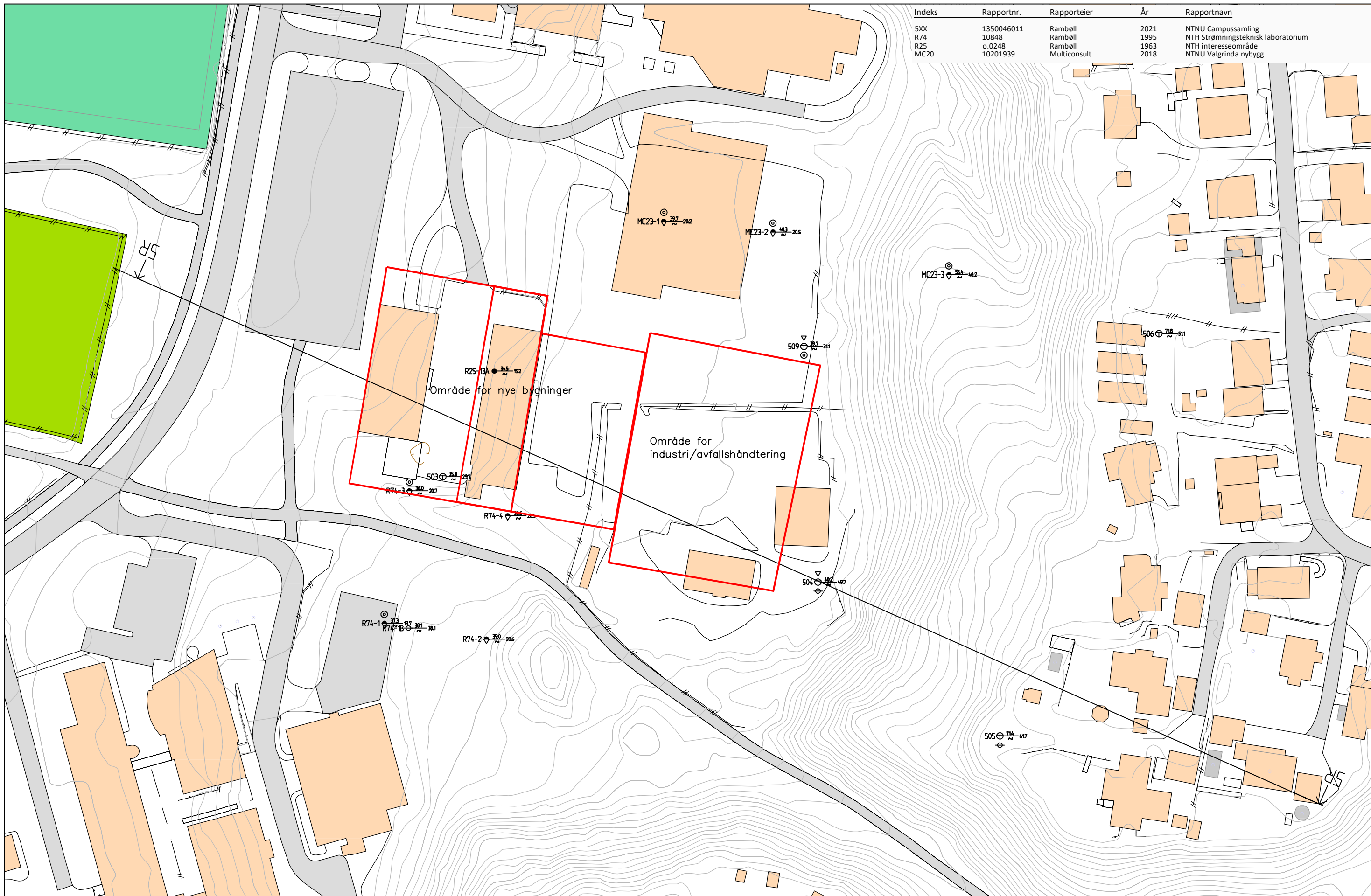
## TEGNINGER

Tegning nr.	Rev.	Tittel
1001		Situasjonsplan
1002		Lagdeling profil 5R
1003		Stabilitetsberegning for dagens situasjon
1004		Stabilitetsberegning for utgraving for tiltak

## BILAG

Bilag nr.	Rev.	Tittel
1	01	Tolkning av CPTU og udrenert skjærfasthetsprofil
2		Tolkning av treaksialforsøk
3		Tolkning av ødometerforsøk
4		Kvalitetsskjema CPTU

Indeks	Rapportnr.	Rapporteier	År	Rapportnavn
SXX	1350046011	Rambøll	2021	NTNU Campussamling
R74	10848	Rambøll	1995	NTH Strømingsteknisk laboratorium
R25	o.0248	Rambøll	1963	NTH interesseområde
MC20	10201939	Multiconsult	2018	NTNU Valgrinda nybygg



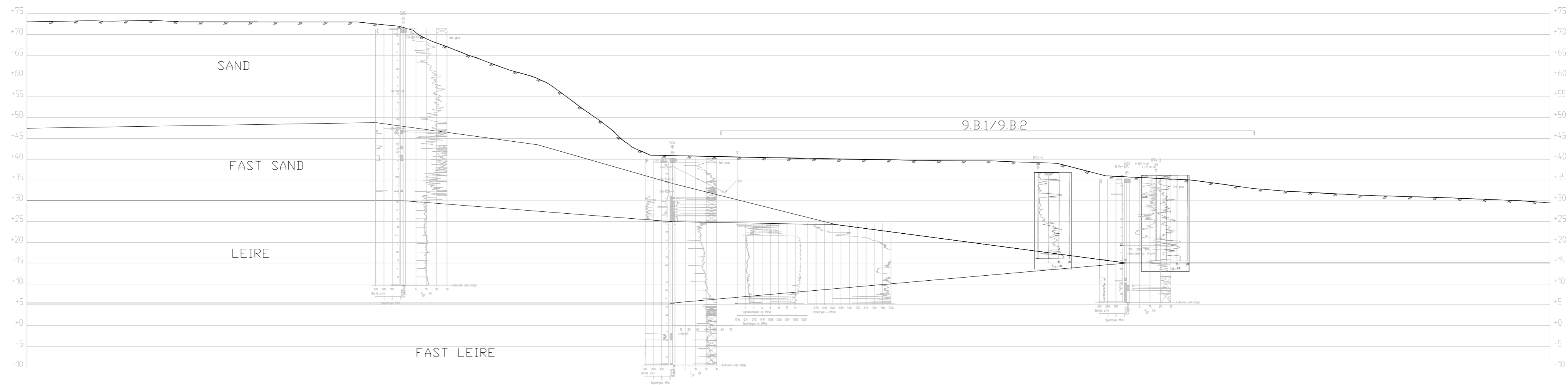
00	09.12.2021		SYBE	ALWO	EOH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**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 5  
 Aktuelle utbyggingsområder  
 er markert

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:1000	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 1001		REV. 00	



00	09.12.2021		SYBE	ALWO	EOH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

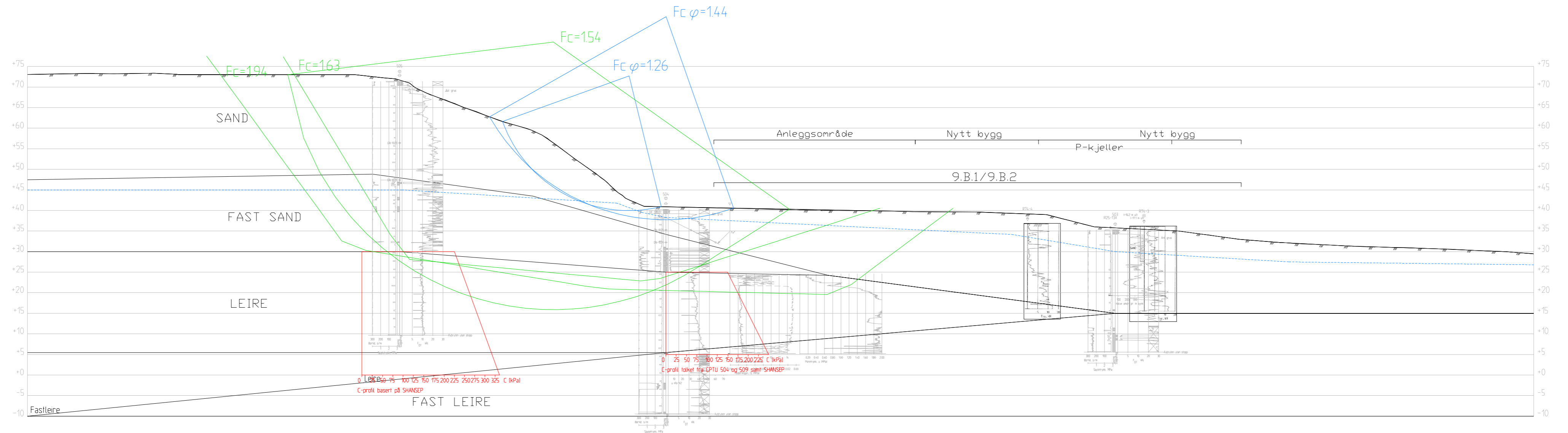
**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

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

INNHOLD  
**LAGDELING**  
 Profil 5R

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:700	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 1002			REV. 00

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	18.00	33.0	0.0				
Fast sand	2	18.00	36.0	3.6				
Leire	3	20.00	27.0	12.7	C-profil	1.00	0.63	0.35
Fast leire	4	19.00	32.0	6.2	C-profil	1.00	0.63	0.35



00	10.12.2021		SYBE	ALWO	EOH
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

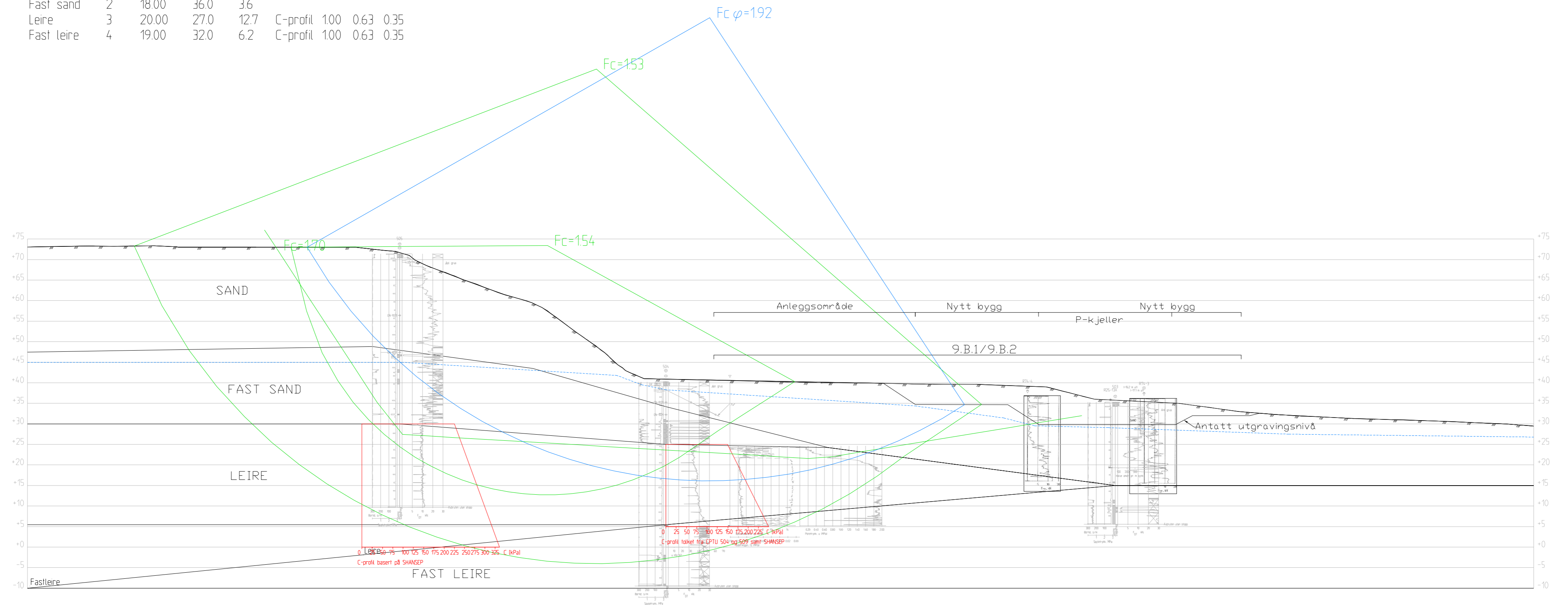
OPPDRAG  
**NTNU Campussamling**  
OPPDRAGSGIVER  
**Statsbygg**

INNHOOLD  
**STABILITETSBEREGNING**  
Profil 5R  
Dagens situasjon  
Udrenert og drenert analyse

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:700	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 1003	REV. 00



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	18.00	33.0	0.0				
Fast sand	2	18.00	36.0	3.6				
Leire	3	20.00	27.0	12.7	C-profil	1.00	0.63	0.35
Fast leire	4	19.00	32.0	6.2	C-profil	1.00	0.63	0.35



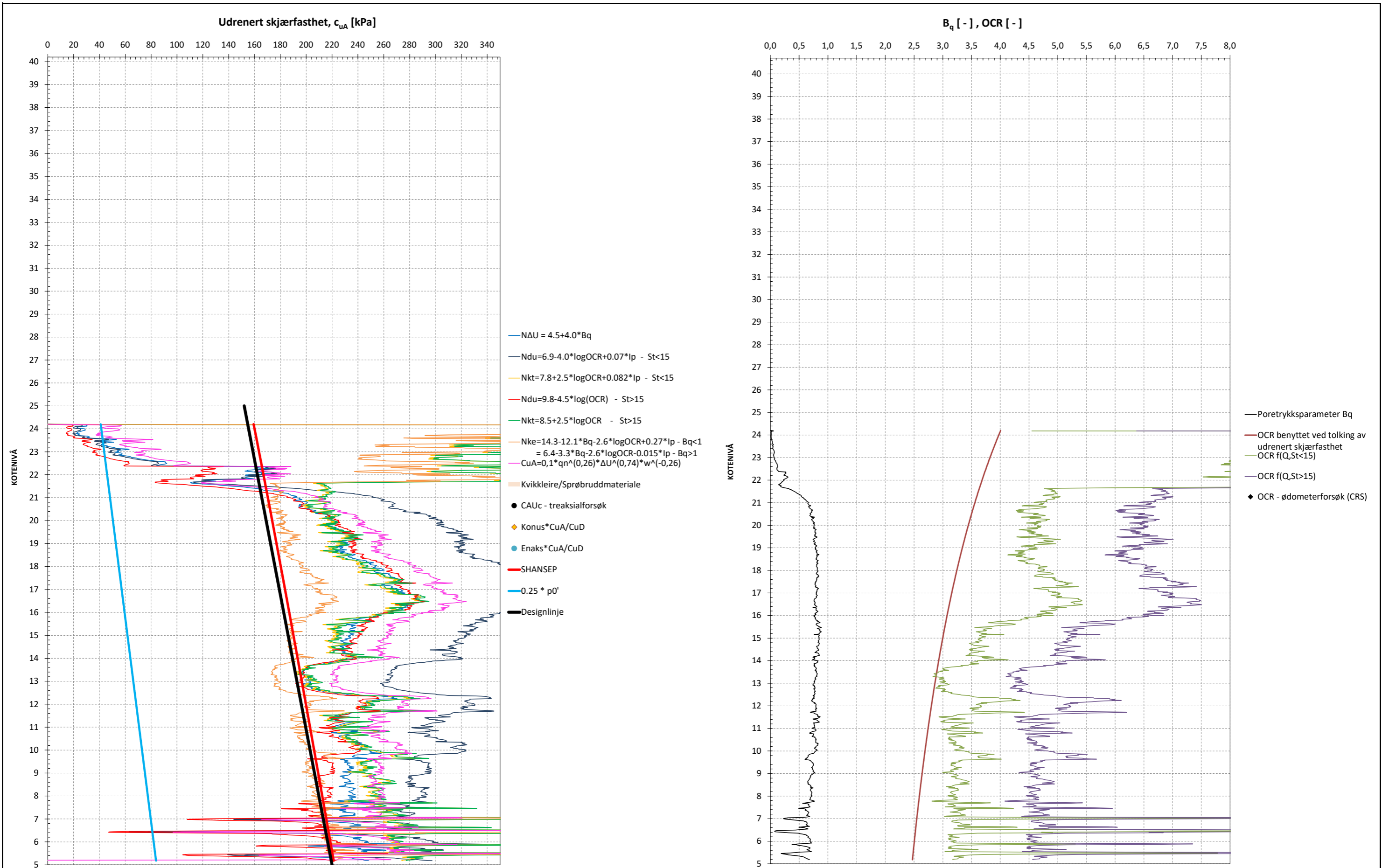
00	10.12.2021		SYBE	ALWO	EOH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRA  
**NTNU Campussamling**  
OPPDRA  
**Statsbygg**

INN  
**STABILITETSBEREGNING**  
**Profil 5R**  
Etter tiltak med utgraving for kjeller  
Udrenert og drenert analyse

OPPDRA NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350041580	1:700	01	01
TEGNING NR.			REV.
1004			00

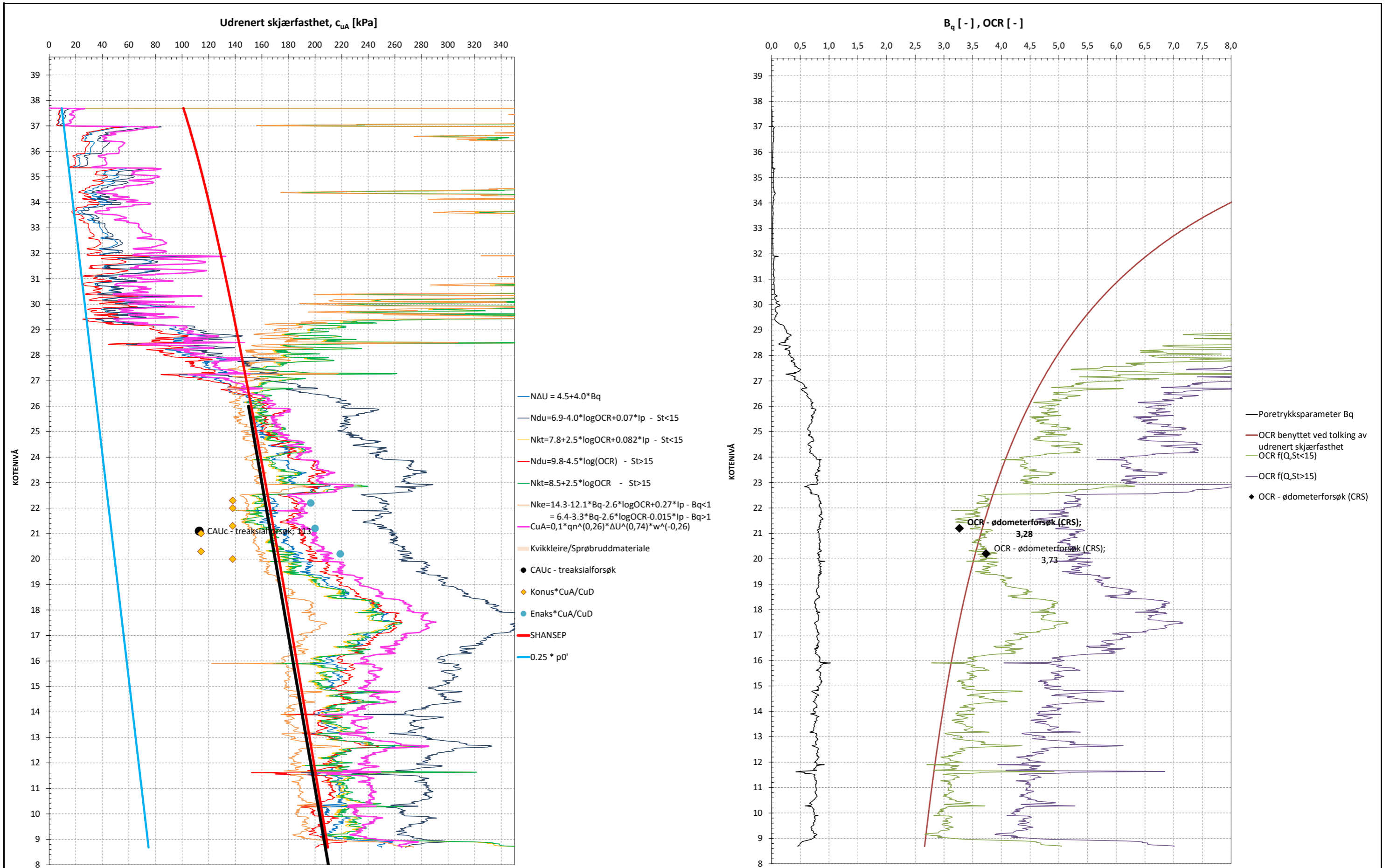


Tolkningsgrunnlag		
In-situ poretrykk:	Hydrostatisk	Romvekt: Konstant, 19 kN/m3
Grunnvannstand [Z]:	2 m	SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0,32 \quad \beta = 0,8$
Overkonsolidering:	Tidligere terreng kote +75, GV[z] = 20 m	Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
Plastisitetsindeks, I <sub>p</sub> :	Konstant, I <sub>p</sub> = 10	

Designlinje, c <sub>uA</sub>	
Kote	c <sub>uA</sub>
25,0	152,0
5,0	220,0



Statsbygg		Oppdrag
NTNU Campussamling		1350041580
Borpunkt: 504	Terrengkote: 40,2	Tegn./kontr. SYBE/ALWO
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 18.01.2022
		Tegn. Nr. I



### Tolkningsgrunnlag

<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19 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 +75, GV[z] = 20 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, $I_p = 10$		

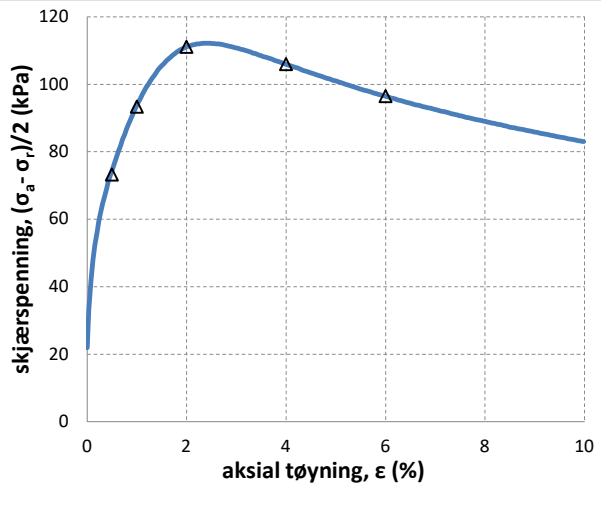
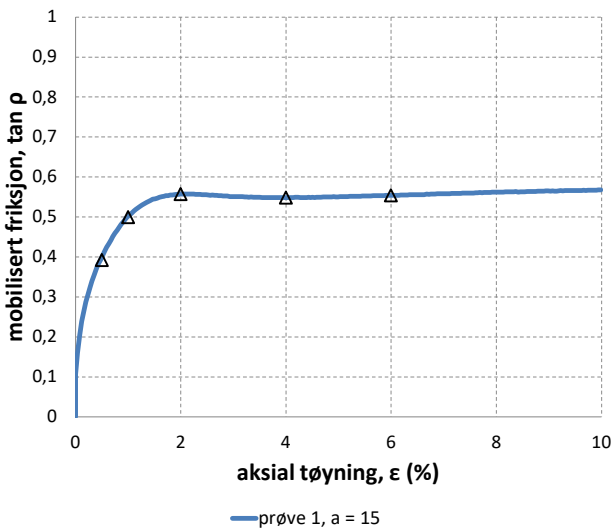
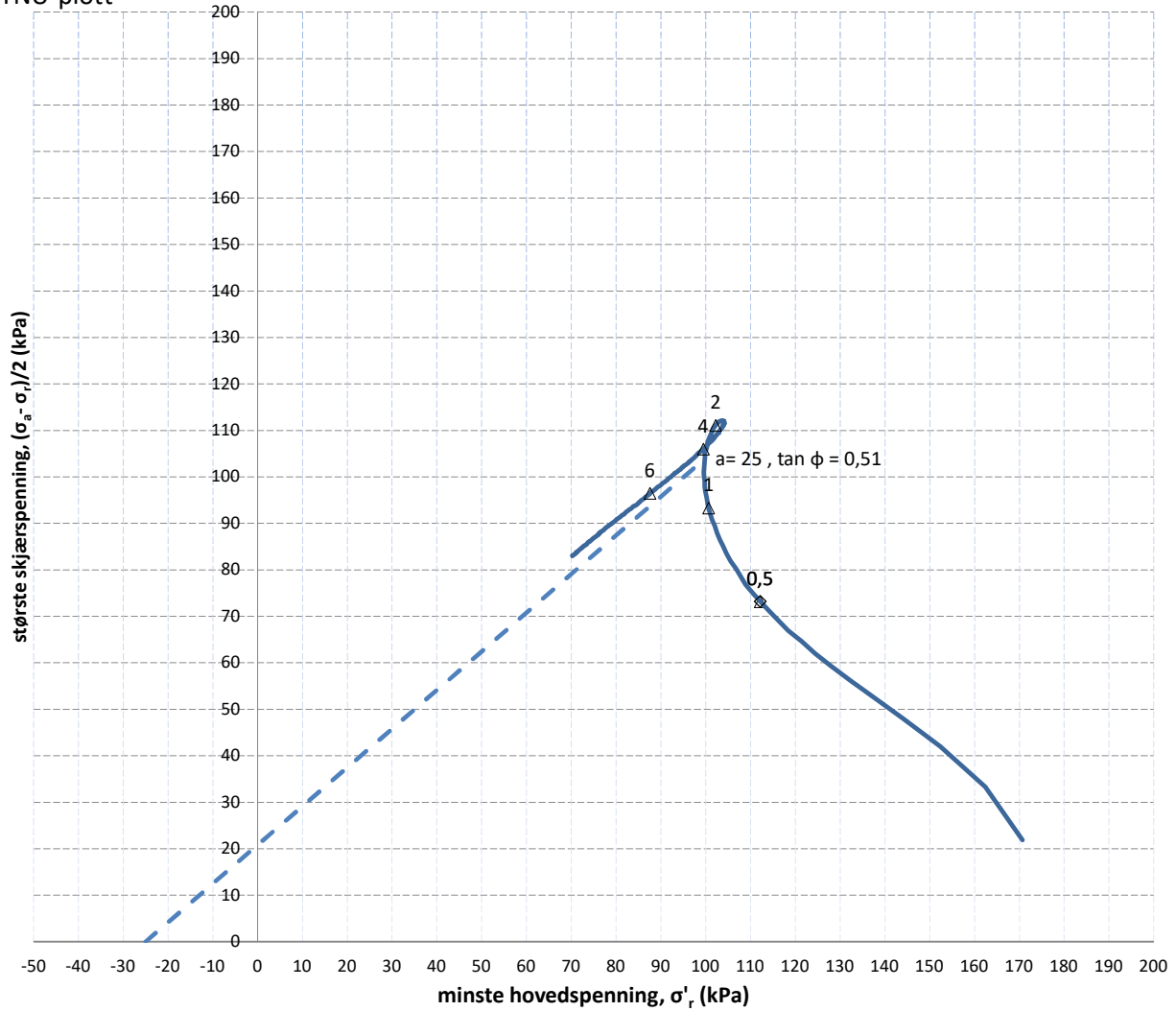
Designlinje, $c_{uA}$	Kote	$c_{uA}$
	25,0	150,0
	5,0	220,0



### Statsbygg

NTNU Campussamling		Tegn./kontr. SYBE/ALWO	Oppdrag 1350041580
Borpunkt: 509	Terrengekote: 39,7		Bilag 1
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 18.01.2022	Tegn. Nr. II

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	509	110	18,60m	CAUA	42,1	2,1	0,035	187	214	171	Leire



NTNU Campus

TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.  
SYBE/ALWO

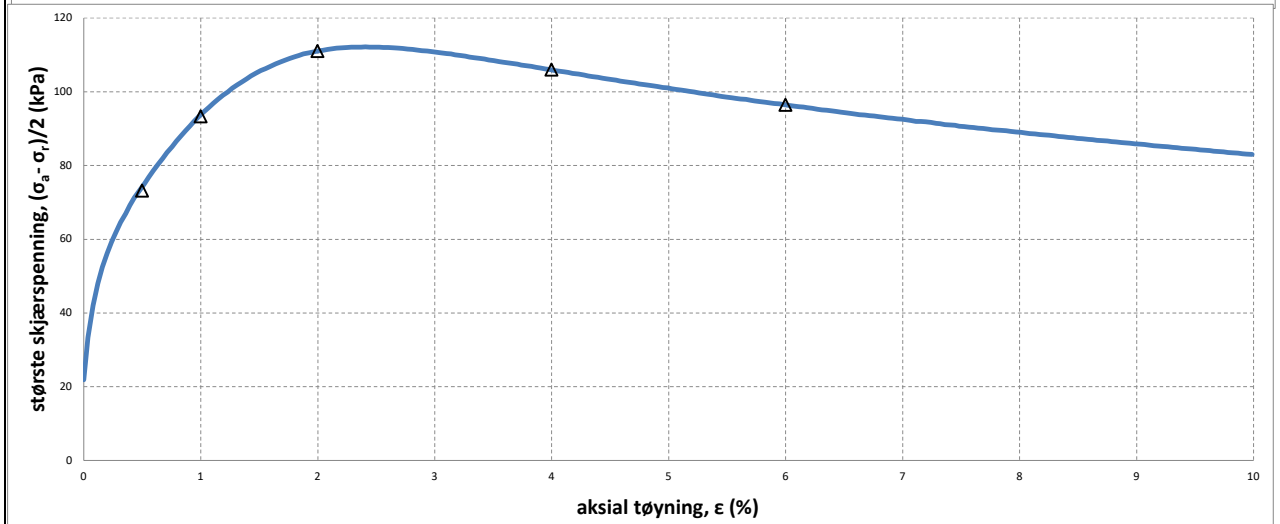
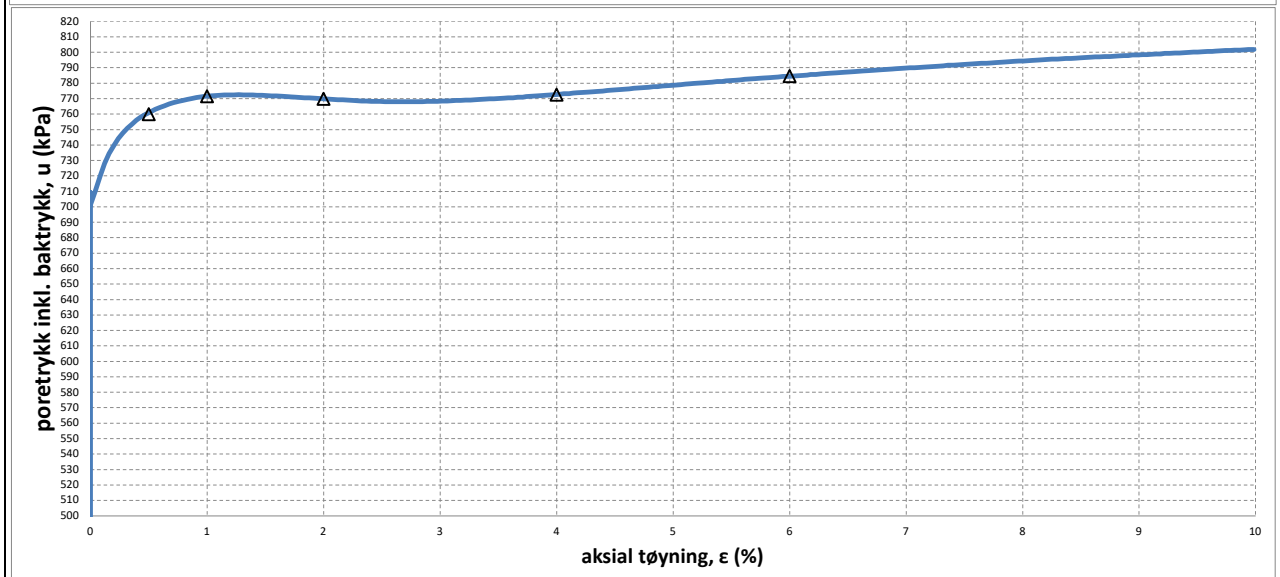
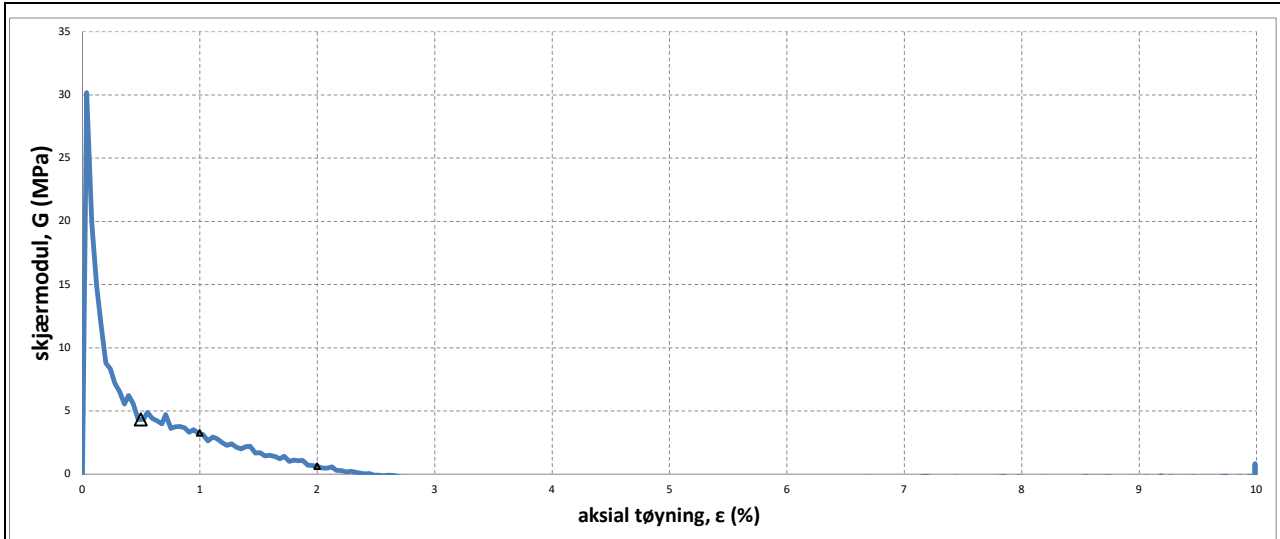
Dato  
29.10.2021

Oppdrag  
1350041580

Bilag  
2

Tegn. Nr.  
I





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>v</sub> ' (kPa)	
1	Δ	509	110	18,60m	CAUA	42,1	2,1	0,035	0	214	171	Leire



NTNU Campus

TREAKSIALFORSØK

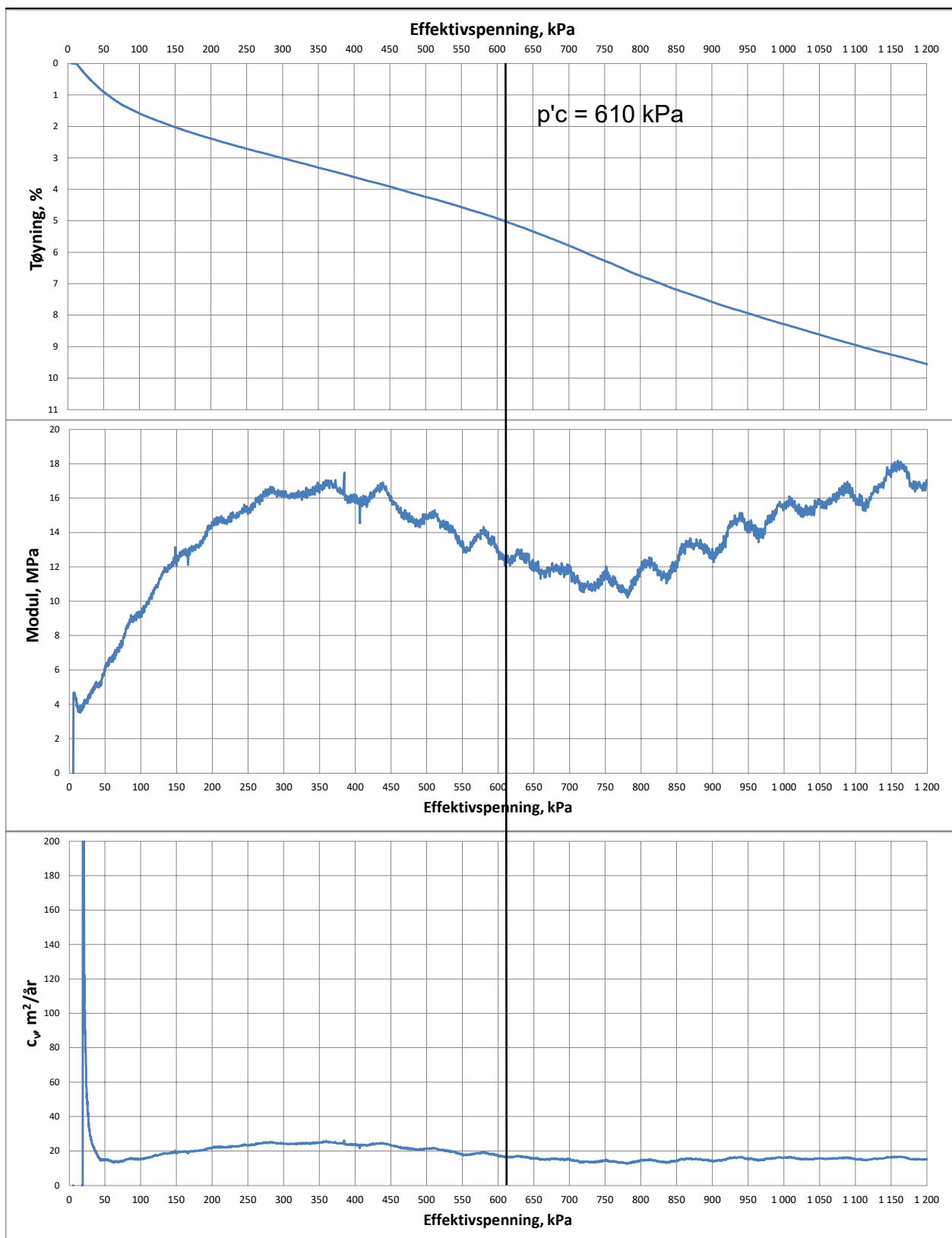
Tegn./kontr.  
SYBE/ALWO

Dato  
29.10.2021

Oppdrag  
1350041580

Bilag  
2

Tegn. Nr.  
II



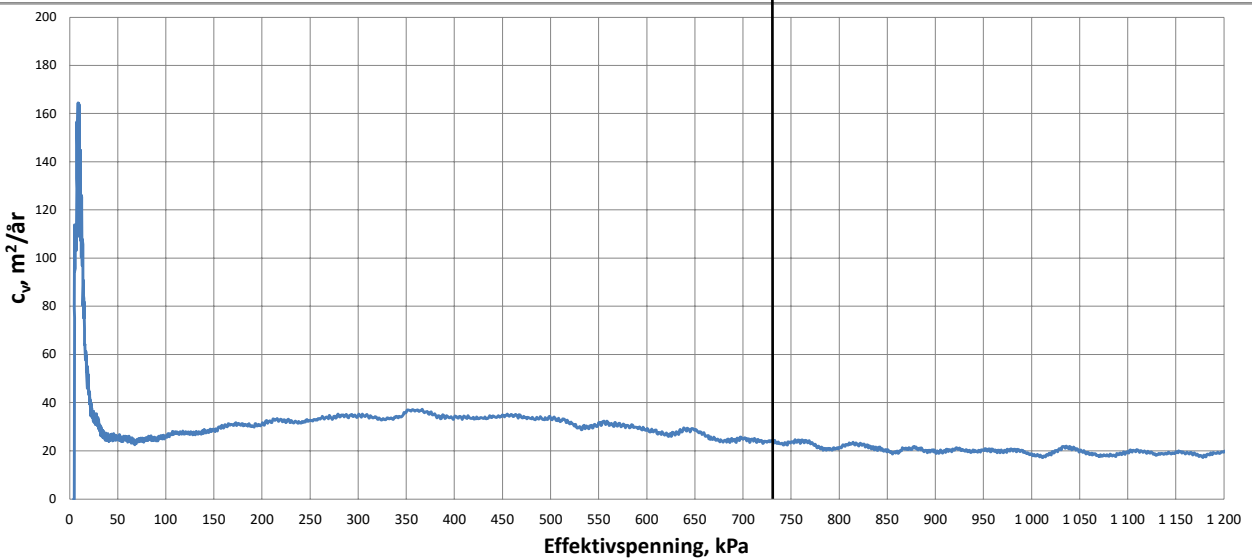
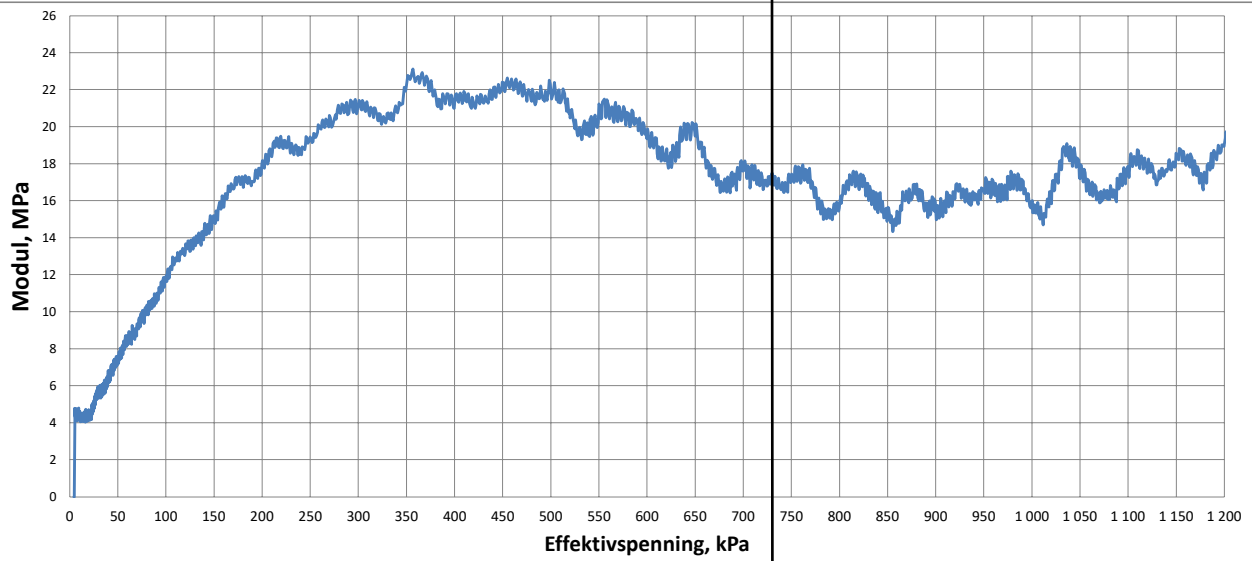
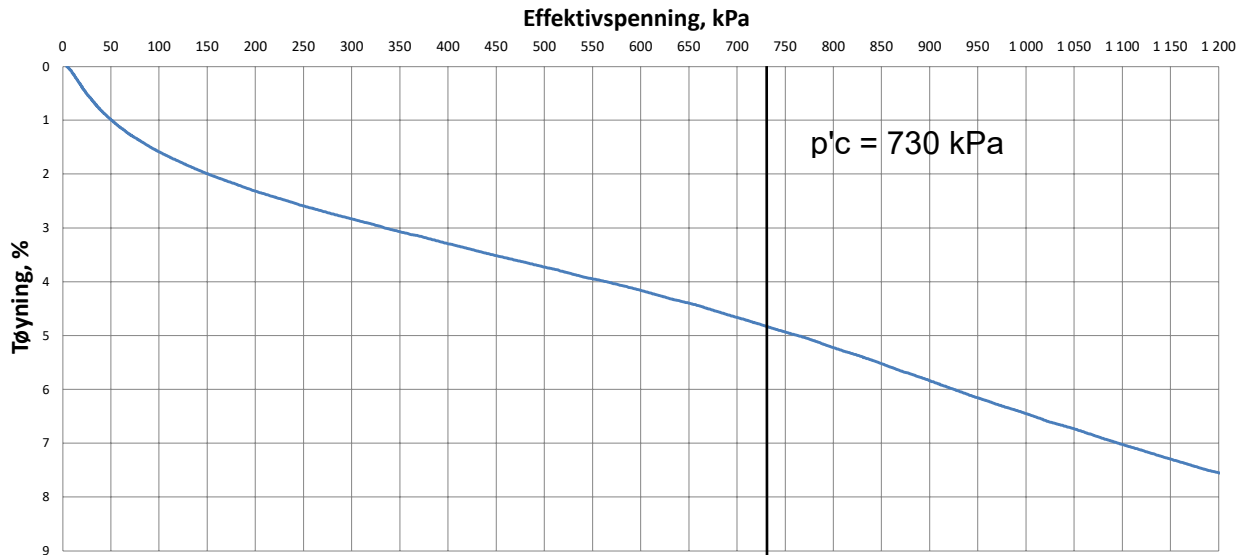
pkt 509 lab 110 dybde 18,50m Leire



NTNU Campussamling  
Statsbygg  
ØDOMETERFORSØK

Tegn./kontr.  
SYBE/ALWO  
Dato  
03.11.2021

Oppdrag  
1350046011  
Bilag  
3  
Tegn. Nr.  
I



pkt 509 lab 111 dybde 19,50m Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

Oppdrag  
1350046011


Tegn./kontr.  
SYBE/ALWO


Dato  
03.11.2021

Bilag  
3

Tegn. Nr.  
II

## DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,864	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.08.2021	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5438	0,0102	0,0212
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	11,956	0,376	0,466
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	504	Dato:	27.10.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Spaltefilter	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	10,9
Forboring [m]:	16	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,6
Sum boring [m]:	35,021	Kontroll skriver [m]:	35,02
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	5,2
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktskontroll:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	1,2853	0,0404	0,0501
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0168	0,1	-0,3
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	18,6291	0,1506	0,3713
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>504</b>	Sonde:	<b>4224</b>
	Dato: <b>27.10.2021</b>	Tegnet: <b>Svegård, Olav</b>	Kontrollert: <b>BKN</b>
	Oppdragsnr.: <b>1350046011</b>	Bilag nr.: <b>21</b>	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER			
Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,864	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.08.2021	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5438	0,0102	0,0212
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	11,956	0,376	0,466
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	509	Dato:	25.10.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Spaltefilter	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	13,2
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	6
Sum boring [m]:	31,024	Kontroll skriver [m]:	31,02
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	6,6
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktskontroll:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,1521	0,0677	0,0839
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0185	0,1	-0,3
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	21,1959	0,1779	0,4051
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>509</b>	Sonde:	<b>4224</b>
	Dato: <b>25.10.2021</b>	Tegnet: <b>Svegård, Olav</b>	Kontrollert: <b>BKN</b>
	Oppdragsnr.: <b>1350046011</b>	Bilag nr.: <b>2o</b>	