

Oppdragsgiver
Statsbygg

Rapporttype
Geoteknisk rapport

Dato
12.10.2021

NTNU CAMPUSSAMLING OMRÅDESTABILITET DELOMRÅDE 1



NTNU CAMPUSSAMLING DELOMRÅDE 1

Oppdragsnavn **NTNU campussamling**
Prosjekt nr. **1350041580**
Oppdragsgiver **Statsbygg**
Dokument type **Geoteknisk rapport**
Dokument nr. **G-rap-001 1350041580**
Versjon **00**
Dato **12.10.2021**
Utført av **Kristian Børve Ask**
Kontrollert av **Eirin Husdal**
Godkjent av **Even Øiseth**

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	12.10.2021	

SAMMENDRAG

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.

Det er i foreliggende rapport utført en vurdering av områdestabiliteten for de planlagte tiltakene på delområdet 1, tomt 1B (Trekanttomta) og tomt 2 (Fengselstomta). Det er sett på skråningsstabilitet mot nord, nordøst og sørøst for planområdet.

Stabilitetsforholdene mot Nidelva i nord er tidligere forbedret med sikringstiltak i form av ei motfylling i Nidelva. Områdestabilitetsvurdering og prosjektering av sikringstiltak er utført etter NVEs veileder 7/2014, denne veilederen er nå erstattet av versjon 1/2019 [1]. Det er i denne rapporten vurdert og konkludert med at disse arbeidene også tilfredsstillende krav i ny kvikkleireveileder (NVE 1/2019).

Stabiliteten mot nordøst er også vurdert tidligere, hvor det ble konkludert med at et eventuelt retrogressivt skred utløst av et initialscred på Bakklandet ikke vil kunne påvirke delområde 1. På grunnlag av supplerende grunnundersøkelser er det utført en ny vurdering av stabiliteten og et eventuelt løsneområde i denne retningen. Det er vurdert at retrogressivt skred ikke vil gripe inn i planlagte tiltak på delområde 1.

For en vurdering av stabilitetsforholdene mot sørøst er det utført stabilitetsberegninger. Det er tilfredsstillende stabilitet for dagens situasjon, for en utgravings situasjon er det gitt føringer for begrensning av utgraving.

Planlagte tiltak tilfredsstillende krav til områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019 under forutsetning av at kjellerutgraving på tomt 1B reduseres som angitt. Dette kan evt. optimaliseres i en detaljeringsfase med evt. flere grunnundersøkelser og beregninger.

INNHALDSFORTEGNELSE

Sammendrag	1
1. Bakgrunn	4
2. Grunnlag	5
2.1 Planer	5
2.2 Kartgrunnlag	7
2.3 Grunnundersøkelser	7
2.4 Tidligere utførte vurderinger	8
3. Topografi og grunnforhold	9
3.1 Topografi og grunnforhold	9
3.2 Grunnforhold	9
3.3 Kvikkleiresoner	10
4. Regelverk og krav	12
4.1 Tiltakskategori og krav til sikkerhet iht NVEs veileder	12
4.2 Krav til sikkerhet iht. Eurokode 7	13
4.3 Endringer i ny kvikkleireveileder	13
4.4 Sikkerhetsfaktorer for delområde 1	13
5. Grunnlag for stabilitetsvurderinger	15
5.1 Kritiske profil for stabilitetsvurderinger	15
5.2 Aktuelle skredmekanismer	16
5.3 Analysemetoder	17
5.4 Laster	17
5.5 3D effekter	17
6. Lagdeling og Materialparametere	18
6.1 Lagdelinger	18
6.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold	18
6.3 Overkonsolideringsgrad	18
6.4 Romvekt	18
6.5 Udrenert skjærfasthet	18
6.6 Effektiv skjærfasthet	19
6.7 Kvalitet av grunnundersøkelser	19
6.8 Oppsummering av benyttede materialparametere	20
7. Stabilitetsvurderinger	21
7.1 Resultater fra stabilitetsberegninger	21
7.2 Profil 1C	21
7.3 Profil Ø1	22
7.4 Profil 1 og 2	23
8. Soneavgrensning	24
8.1 Avgrensning av løsne- og utløpsområde	24
8.2 Klassifisering av faresone	24
9. Vurdering av planlagte tiltak	25
9.1 Tomt 1B	25
9.2 Tomt 2	25
10. Konklusjon	26
Referanser	27

TEGNINGER

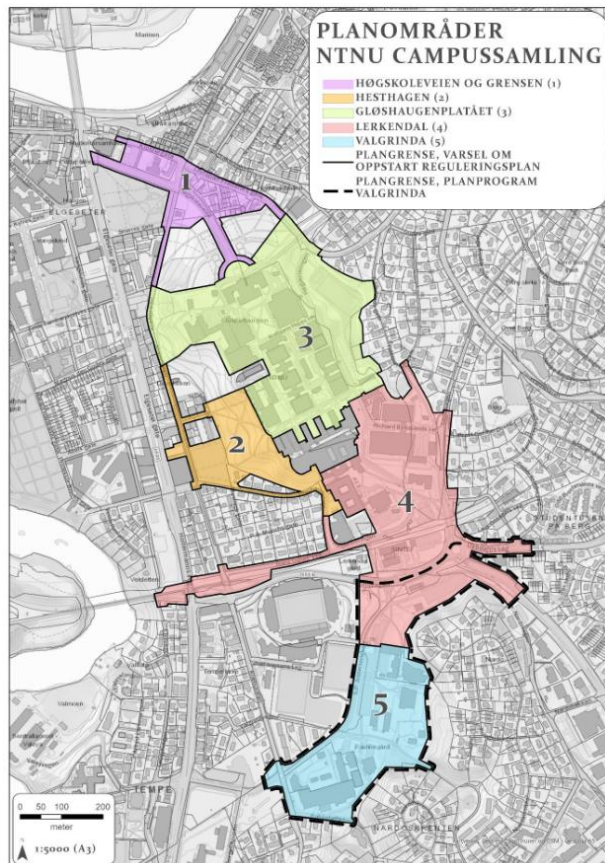
Tegning nr.	Rev.	Tittel
101	0	Situasjonsplan
102	0	Profil 1C, lagdeling
103	0	Profil Ø1, lagdeling
104	0	Profil 1C, stabilitetsberegning, dagens situasjon
105	0	Profil 1C, stabilitetsberegning profil, situasjon med utgraving
106	0	Markering av område for redusert utgraving, 1B

BILAG

Bilag nr.	Rev.	Tittel
1 A-C	0	Tolkning CPTU
2 A-G	0	Tolkning treaksialforsøk
3 A-C	0	Tolkning ødometerforsøk
4 A-D	0	Poretrykksmålinger
5 A-C	0	Kvalitetsskjema CPTU
6	0	ROS-analyse faresone
7 A-E	0	Tidligere utførte stabilitetsberegninger

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 [2]

Foreliggende rapport inneholder geoteknisk utredning av områdestabilitet for delområde 1, også omtalt som KAMD/Høgskoleveien, med bakgrunn i planlagte tiltak på området.

2. GRUNNLAG

2.1 Planer

Planområde 1 strekker seg fra Studentersamfundet og oppover mot Gresen og består av tiltak på tomt 1B (Trekanttomba) og tomt 2 (Fengselstomba). Tomtenes plassering er illustrert i Figur 2. Planene innebærer oppføring av nybygg på begge tomtene [3]. Vurdering av områdestabilitet i denne rapporten er utført med utgangspunkt i grunnlag for H001 datert 24.09.2021.

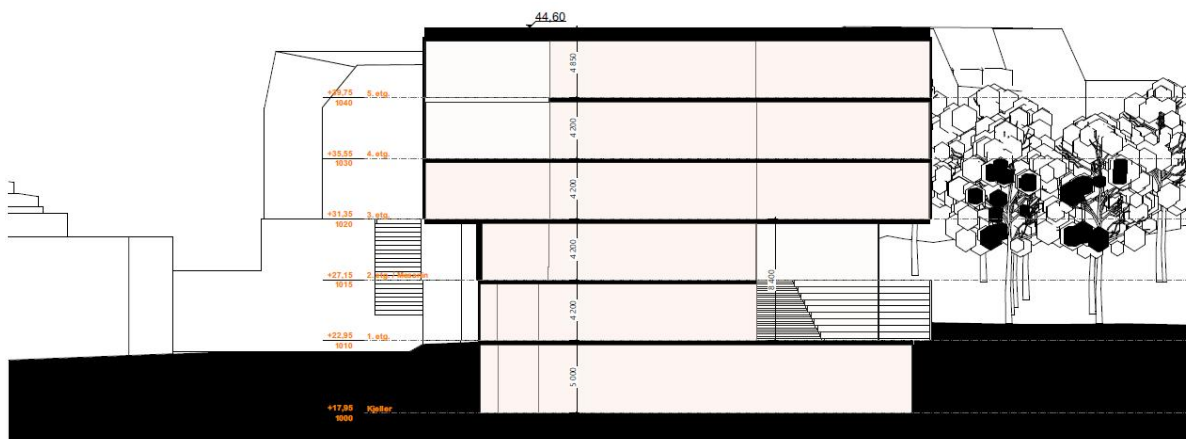
Det bemerkes at det pågår en kontinuerlig prosess for å videreutvikle utbyggingsplanene. Foreliggende rapport vil legge føringer på enkelte løsninger for utnyttelse av tomteareal med bakgrunn i stabilitetssituasjonen for kritiske skråninger.



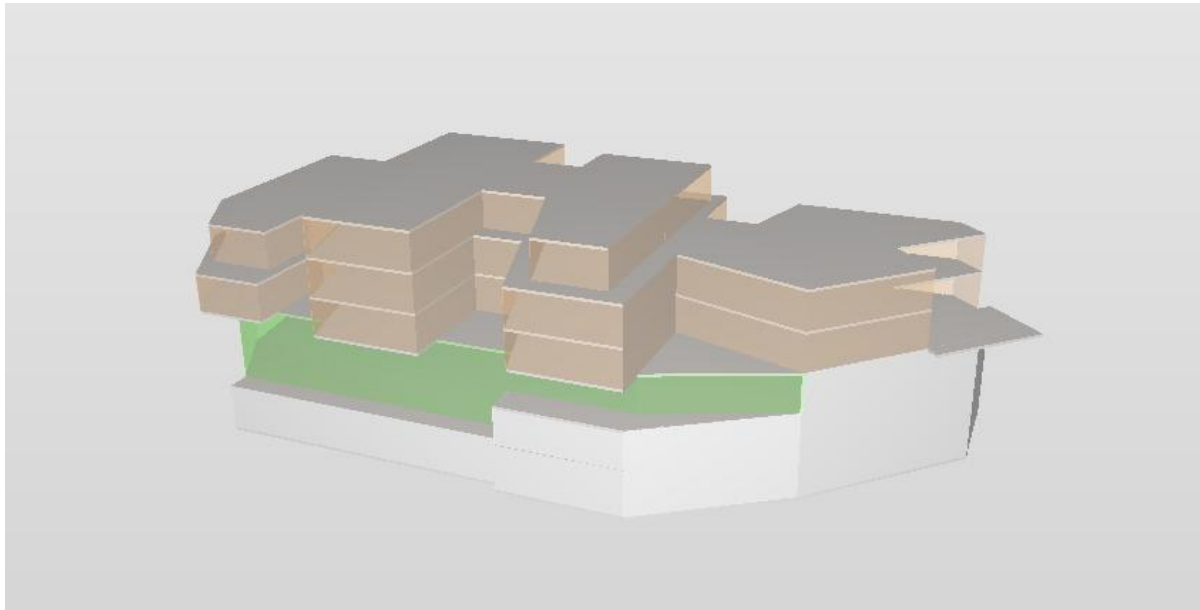
Figur 2: Oversikt over tomter som inngår i delområde 1 [3]

2.1.1 Tomt 1B

Planlagte tiltak på tomt 1B innebærer nybygg med inntil 5 etasjer med kjeller. Tiltaket er illustrert i snitt på Figur 3 og utsnitt fra modell i Figur 4.



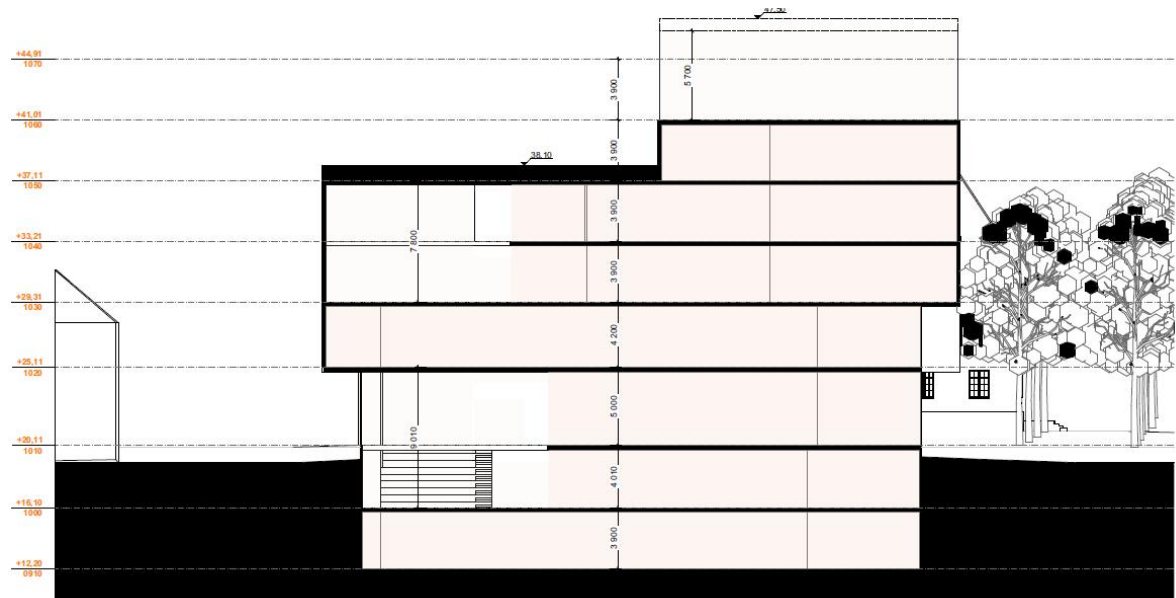
Figur 3: Planlagte bygg på tomt 1B [3]



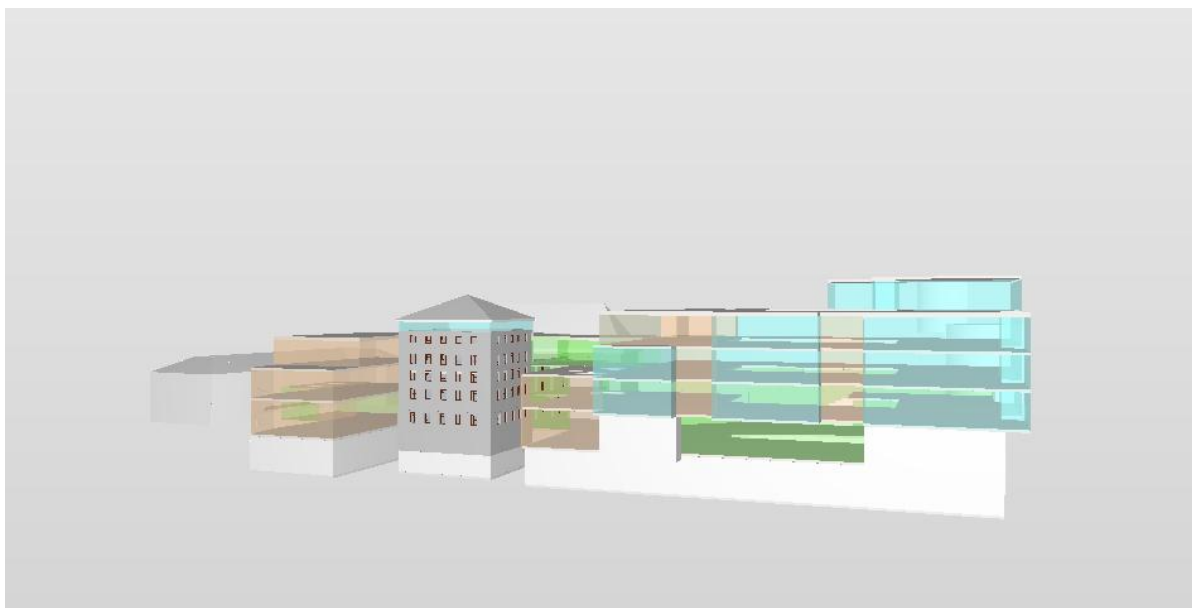
Figur 4: Modell av planlagt tiltak på tomt 1B [4]

2.1.2 Tomt 2

Planlagt tiltak på tomt 2 innebærer nybygg med inntil 5 etasjer med kjeller. Hoveddelen av Tomt 2 er planlagt med 2 kjelleretasjer, lengst mot øst er bygget planlagt med 1 kjeller som vist i Figur 5. Tiltaket medfører også bygging inntil, samt ombygging av, Statsarkivet og Vollan gård. Se snitt på skisse i Figur 5 og utsnitt fra modell i Figur 6.



Figur 5: Planlagte tiltak på tomt 2 [3]



Figur 6: Modell av planlagte tiltak på tomt 2B [5]

2.2 Kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag er lastet ned fra prosjekthotell for prosjektet, Interaxo. Det er benyttet koordinatsystem NTM 10 og høydesystem N2000. Merk at eldre boringer kan være utført i høydesystem Trondheim Lokal. Disse boringene er tilpasset til NN2000 i terrengprofilene.

2.3 Grunnundersøkelser

2.3.1 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er tidligere utført en rekke grunnundersøkelser på og ved delområde 1. En oppsummering av tilgjengelige tidligere grunnundersøkelser vises i Tabell 1.

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

Rapportnr.	Eier/utførende	Årstall	Oppdragsnavn
o.195	Rambøll	1963	Idrettsbygg ved NTH
600002	Rambøll	2000	Nedre Singsakerslette
600002-3A	Rambøll	2000	Nedre Singsakerslette
600002-5	Rambøll	2000	Nedre Singsakerslette
o.0248	Rambøll	1963	NTH interesseområde
640039A	Rambøll	2005	NTNU idrettsbygg
6100099	Rambøll	2010	Regulering av Samfundet-Nidelven
o.0185-2	Rambøll	1964	Schives gate-Nidelven
00643	Rambøll	1967	Studentsamskipnaden
660200	Rambøll	2006	Utvidelse av Studentersamfundet
R.0997-3	Trondheim kommune	1999	Gløshaugen-Elgeseter
R.0075	Trondheim kommune	1963	Klostergata-Schives gate
R.0366	Trondheim kommune	1975	Klostergata 20
R.0008	Trondheim kommune	1893	Klostergata-Vollakammen

R.09496-2	Trondheim kommune	1982	Avskjærende ledning Singsaker-Elgeseter
415913	Multiconsult	2014	Gløshaugen-Bakklandet kvikkleireområde
416869	Multiconsult	2014	Studentersamfundet i Trondheim
418290	Multiconsult	2016	NTNU campusutvikling
10200316-03	Multiconsult	2019	Prosjektering av fylling i Nidelva

2.3.2 Supplerende undersøkelser

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 G-rap-001 1350046011 [6].

Utførte grunnundersøkelser er presentert på situasjonsplan, tegning 101. Plassering, sonderingsmetode og boret dybde framgår av planen.

2.4 Tidligere utførte vurderinger

Det er tidligere utført flere geotekniske vurderinger av områdestabilitet på og ved delområde 1. I forbindelse med innledende faser av NTNU Campussamling, ble det i 2017 utført en geoteknisk utredning av byggbarheten til Fængselstomta og Trekanttomta med hensyn på stabiliteten mot Nidelva og Bakklandet [7]. Som følge av utredningen ble det prosjektert og anlagt ei motfylling i Nidelva for å øke stabiliteten for fængselstomta. Det ble også gjort en vurdering av stabiliteten for Trekanttomta i den forbindelse.

Dokumentasjon på tidligere områdestabilitetsvurdering samt prosjektering av sikringstiltak er gitt i rapporter og notater listet opp i Tabell 2.

Tabell 2: Oppsummering av vurderinger av områdestabilitet relevante for delområde 1.

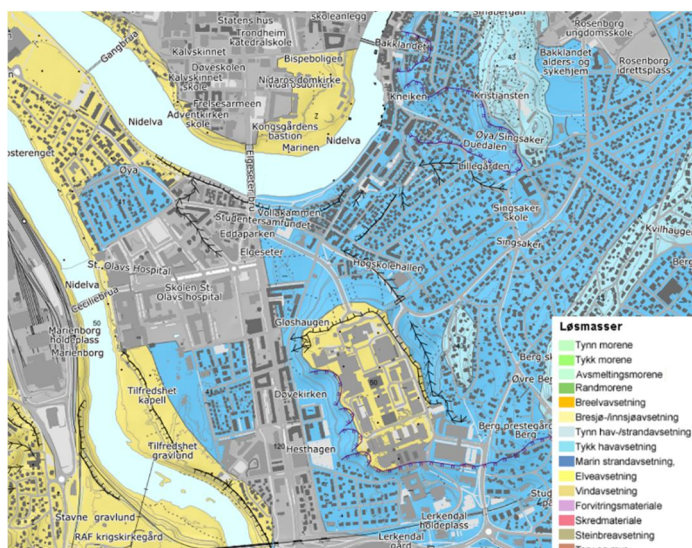
Rapportnr.	Eier/utførende	Årstall	Oppdragsnavn
414871-001	Multiconsult	2011	Gløshaugen – Bakklandet kvikkleireutredning
415913	Multiconsult	2014	Gløshaugen-Bakklandet kvikkleireområde
418290	Multiconsult	2017	NTNU campusutvikling
10200316-03	Multiconsult	2019	Prosjektering av fylling i Nidelva

3. TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

3.1 Topografi og grunnforhold

Terrenget rundt delområde 1 stiger med varierende helning fra Nidelva, som ligger omtrent i havnivå, og opp mot Gløshaugen-plataet, som ligger på cirka kote +46 - +52. Delområde 1 omfatter områdene bak Studentersamfundet og oppover mot Grensen/Høgskoleparken. Terrenget er forholdsvis flatt mellom Studentersamfundet og Volla gård før det stiger slakt mot trehusbebyggelsen ved Grensen. Videre fra Grensen og opp mot Hovedbygget på Gløshaugen-plataet, øker noe. Gjennomsnittlig helning for dette partiet er cirka 1:20.

Kvartærgeologisk kart i Figur 7 viser at løsmassene på området består av havavsetninger med tykk mektighet. Det bemerkes at kvartærgeologisk kart kun beskriver øvre løsmasselag, og at løsmassene i dybden derfor ikke kan vurderes entydig ut ifra kartet. Delområde 1 ligger under marin grense.



Figur 7: Kvartærgeologisk kart (kart fra ngu.no)

3.2 Grunnforhold

Generelt sett består grunnforholdene på delområde 1 av et øvre lag med friksjonsmasser, bestående av vekselvise lag av sand, grus og grov silt. Videre i dybden påtreffes store mektigheter av først silt og videre leire. Leira viser i hovedsak økende boremotstand med dybden i utførte sonderinger, og er registrert som middels fast til fast. Det er ikke registrert berg på eller ved delområde 1.

Deler av området består også av en del fyllmasser i øvre del av grunnen. Dette gjelder særlig i tilknytning til en tidligere dalsenkning langs dagens Christian Frederiks gate, i bekkeløpet til tidligere Elgeseter bekk. Fra cirka tidlig 1900-tallet ble bekken lagt i kulvert og dalsenkningen ble gjenfylt.

Det er registrert kvikkleire/sprøbruddmateriale på nedre del av Fengselstomta, ved Volla-fallet og videre ned mot Nidelva. I tillegg er det registrert kvikkleire ved SiT-boligene mellom Chr. Frederiks gate og Singsakerbakken.

3.2.1 Tomt 1B

For tomt 1B består grunnen av et topplag av sand og grus over siltig leire/leire. Videre påtreffes om lag 10 meter med sprøbruddmateriale over homogen leire til stor dybde.

3.2.2 Tomt 2

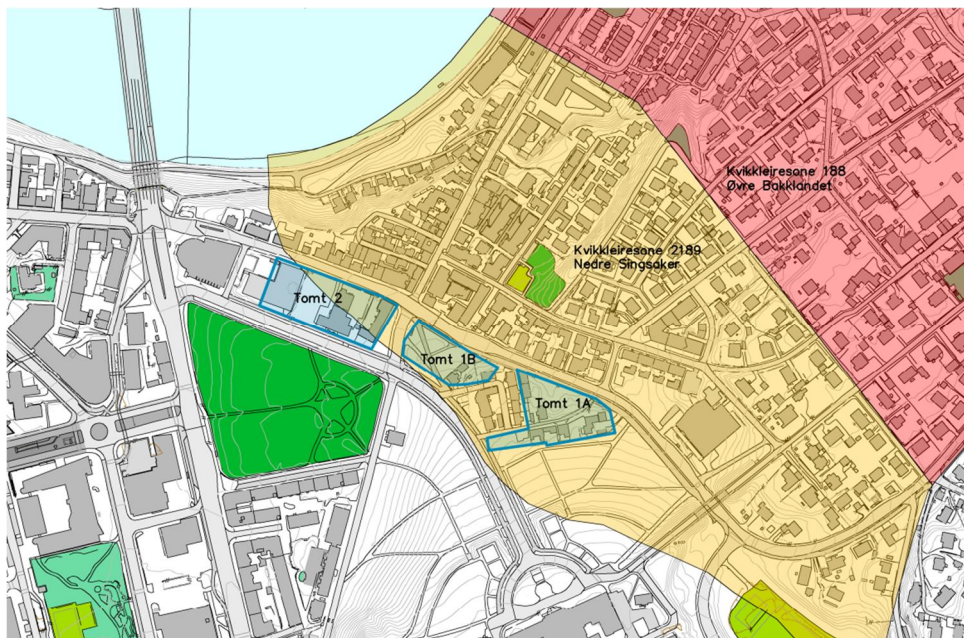
For tomt 2 består grunnen av et topplag på om lag 8 – 10 meter med grus med innslag av noe sand og fyllmasser. Videre nedover følger ca 10 meter med silt og siltig leire. Under dette laget påtreffes ca. 10 meter med kvikkleire. Deretter går det over i leire for søndre del av tomta og faste friksjonsmasser for nordre del av tomta.

3.2.3 Skråning mot Hovedbygget

Supplerende sonderinger i skråningen mellom Trekanttomba og Hovedbygget, 103-106, viser at grunnen her i hovedsak består av sand over siltig leire over leire. Sondering 104 på Grensen, viser imidlertid et ca. 10 meter mektig lag med sprøbruddmateriale og kvikkleire i øvre del av leira. Dette laget antas å være sammenhengende med kvikkleira som er funnet nordøst for Grensen. Boring 106 viser også et lite lag av sprøbruddmateriale, og det antas at dette er sammenhengende med boring 104. Basert på at sprøbruddmateriale ikke ble funnet i boring 105 antas det at vestre del av skråningen er uten sprøbruddmateriale.

3.3 Kvikkleiresoner

NVEs faresonekart [8] viser at store deler av delområde 1 ligger innenfor kvikkleiresone 2189 *Nedre Singsaker*, som igjen grenser til kvikkleiresone 188 *Øvre Bakklandet*. Kvikkleiresone 2189 er registrert til å ha *middels* faregrad og *meget alvorlig* konsekvens. Tomtenes beliggenhet mht. kvikkleiresonene er illustrert i Figur 8.



Figur 8: Kvikkleiresoner og planlagte tomter i delområde 1 (tomt 1A utgår), utsnitt fra tegning i [8].

3.3.1 Antatt utbredelse av sprøbruddmateriale/kvikkleire

Basert på tidligere og nye grunnundersøkelser vurderes det til at det er et sammenhengende lag av sprøbruddmateriale fra Nidelva opp til Fengselstomta og fra Nidelva og opp til litt forbi tomt 1B. Det er i supplerende grunnundersøkelser funnet sprøbruddmateriale utenfor foreslåtte soneavgrensning iht. [9]. Dette er vist i tegning 202.

En tolkning av grunnundersøkelsene på området med tanke på kvikkeleire er vist på situasjonsplan, tegning 101. Grønn markering vil si at det ikke er påvist kvikkeleire eller at sondering ikke indikerer kvikkeleire. Rød markering viser punkter med påvist kvikkeleire. Gul markering gjelder punkter hvor sondering kan indikere kvikkeleire, men uten at dette er påvist.

4. REGELVERK OG KRAV

Alle tiltak underlagt plan- og bygningsloven [10] skal tilfredsstillende krav til sikkerhet iht. PBL §28-1 som omhandler dokumentasjon av sikker byggegrunn. TEK17 [11] §7-3 *Sikkerhet mot skred* henviser til Norges vassdrags- og energidirektorats (NVE) veileder nr. 1/2019 [1] 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 eller overbelastning på en skråningstopp, kan utvikle seg til et skred som omfatter et stort område. Det betyr at ved funn av kvikkleire eller annet sprøbruddmateriale skal alle mulige skredfarer identifiseres, og deretter utredes videre for å vurdere eventuelle løsne- og utløpssoner som enten kan påvirke eller bli påvirket av tiltaket. Dersom kravene til sikkerhet ikke er tilfredsstillende må det i utgangspunktet gjennomføres nødvendige stabiliserings- og sikringsarbeider for at tiltakene kan tillates igangsatt.

4.1 Tiltakskategori og krav til sikkerhet iht NVEs veileder

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 [1]. Det betyr at områdestabilitet på de aktuelle tomtene må utredes.

Krav til beregningsmessige sikkerhetsfaktorer for tiltak i område med fare for områdeskredfare avhenger av selve tiltaket. 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 må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVEs veileder nr. 1/2019 \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 tabell NA.A.4 [12]
Det er i EC7 gitt krav om følgende absolutte materialfaktorer:

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

I fotnote d) i tabell NA.A.4 står det videre

- Ved stabilitetsanalyse av en skråning uten prosjektert tiltak vil det være tilfeller der en for større områder kan ha en lavere beregnet sikkerhetsfaktor enn partialfaktoren i tabellen. Med større områder menes et område som kan rase ut, som er større enn området det planlagte tiltaket dekker, hvis det går et initialskred. Dersom sikringstiltak for å oppnå stabilitet i henhold til verdier i tabellen ikke er praktisk gjennomførbare eller utløser uforholdsmessige inngrep, kan det vurderes om det er forsvarlig å legge til grunn et prinsipp om prosentvis forbedring for området i stedet for krav til gjeldende partialfaktor

4.3 Endringer i ny kvikkleireveileder

NVEs kvikkleireveileder nr. 1/2019 ble utgitt desember 2020 og erstatter tidligere veileder nr. 7/2014. For å vurdere om tidligere utførte stabiliserende tiltak i Nidelva tilfredsstiller dagens regelverk er det sett på følgende relevante ulikheter mellom ny og gammel veileder.

- 7/2014 krever forbedring av mest kritiske etter stabiliserende tiltak sammenlignet med den mest kritiske initielt, uavhengig av om dette er samme glideflate. 1/2019 krever forbedring for *alle potensielle glideflater* som har lavere sikkerhet enn kravet.
- 1/2014 krever reduksjon av aktiv skjærfasthet i sprøbruddmateriale der denne er tolket fra CPTU. 1/2019 krever ikke denne reduksjonen, men ivaretar i stedet dette forholdet ved korrigerende av sikkerhetsfaktoren (noe som ikke er aktuelt for beregninger med prosentvis forbedring).

Kravene til minimum prosentvis forbedring er imidlertid uendret i ny veileder.

4.4 Sikkerhetsfaktorer for delområde 1

Det er lagt til grunn at planlagte nybygg skal etableres med kompensert fundamentering, og dermed vil ikke byggene utgjøre noen tilleggslast på terrenget. Dette medfører imidlertid behov for å grave forholdsvis dypt under byggene for å etablere kjeller. Dette vil forverre stabiliteten i skråningen i overkant av utgravingen. Sikkerhetsfaktorer for delområdet er vurdert under.

Skråning mot nord (ned mot Nidelva)

Skråningen er utenfor tiltakets influensområde. Kompensert fundamentering medfører at stabiliteten ikke forverres. Med bakgrunn i dette vurderes det til at skråningen ikke omfattes av absolutte krav til materialfaktor iht. EC7 og at prinsippet om prosentvis forbedring kan benyttes. Krav til sikkerhetsfaktor blir

- $F_{cu} \geq 1,20 / F_{c\phi} \geq 1,25$.

Skråning mot sørøst (opp mot Hovedbygget)

Skråningens er innenfor tiltakets influensområde. Utgraving i skråningsfoten medfører forverring av stabiliteten. Krav til sikkerhetsfaktor blir

- $F_{cu} \geq 1,61 / F_{c\phi} \geq 1,25$.

Skråning mot nordøst (ned mot Bakklandet)

Skråningen ligger utenfor tiltakets influensområde. Krav til sikkerhetsfaktor blir

- $F_{cu} \geq 1,20 / F_{c\phi} \geq 1,25$.

5. GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER

5.1 Kritiske profil for stabilitetsvurderinger

Det er påvist sprøbruddmateriale på store deler av delområde 1 og mektigheten av dette øker fra tomtene og ned mot Nidelva i nordlig og nordøstlig retning. Det vurderes at relevante skråninger med hensyn til områdestabilitet er fra planområdet og ned mot nord og nordøst samt skråningen ovenfor planområdet opp mot Hovedbygget i sørøst.

Det er tatt utgangspunkt i fire profil for å vurdere områdestabiliteten - profil 1,2, 1C og Ø1. Profilenes plassering framgår av situasjonsplan, tegning 101. Profilene er vurdert som kritiske for planområdet basert på topografi og forekomst av sprøbruddmateriale.

Stabilitet for skråning mot Nidelva i nord, profil 1 og 2

Stabiliteten for skråninga ned mot Nidelva nord for tomt 1B og tomt 2 er utredet i rapport [13] hvor det er utført stabilitetsberegninger i profil 1 og 2. Det ble som følge av utredningen prosjektert et sikringstiltak i form av en motfylling i Nidelva. Motfyllinga er prosjektert og 3.partskontrollert iht. NVE veileder 7/2014. Det er ikke utført nye beregninger for disse profilene. Det har imidlertid kommet en ny kvikkleireveileder siden motfyllinga ble prosjektert med noe endrede krav til forbedring av stabilitet. Dette er nærmere kommentert i kapittel 7.4.

Stabilitet for skråning mot Hovedbygget, profil 1C

Profil 1C er representativt for stabilitetsforholdene i skråninga opp mot hovedbygget på Gløshaugen fra tomt 1B og tomt 2. Det er utført stabilitetsberegninger for dette profilet, beregningsresultatene er presentert i kapittel 7. I beregninger for utgraving er det forutsatt avstivet byggegrop med for eksempel spunt som tvinger bruddet minimum 6 m under graveplanum.

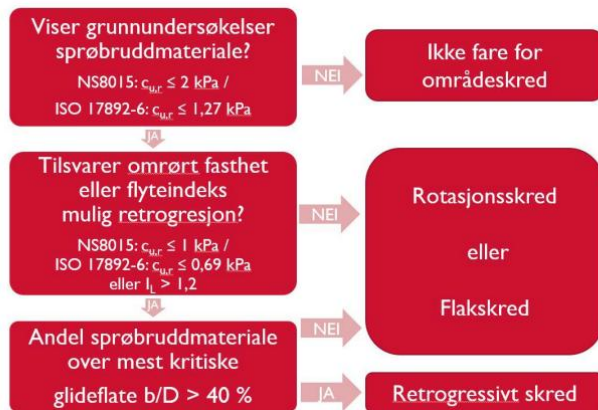
Stabilitet mot Nidelva ved Nedre Singsaker, profil 1Ø

Profil 1Ø representerer stabilitetsforholdene fra delområdet ned mot Baklandet i nordøst. Det er ikke utført stabilitetsberegninger for dette profilet, men det er gjort vurderinger med hensyn på om et retrogressivt skred med utgangspunkt i et initialscred på Baklandet vil kunne påvirke tomtene på planområdet.

Det er tidligere vurdert at et slikt skred ikke vil involvere Trekanttomta og Fængselstomta [14]. Med bakgrunn i nye grunnundersøkelser og revidert kvikkleireveileder er det utført en ny vurdering av dette i denne rapporten.

5.2 Aktuelle skredmekanismer

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 9.



Figur 9: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, utsnitt fra [1]

Aktuell skredmekanisme i forbindelse med tiltak på delområde 1 er vurdert for de tre identifiserte skråningene i tilknytning til området. Skredmekanismene er vurdert ut ifra kritisk glideflate, topografi og omfang av sprøbruddmateriale. Vurderinger og beregninger av kritisk glideflate er vist på tegning 104 og 105 samt beregningsprofil i bilag 7.

Stabilitet for skråning mot Hovedbygget

For dagens situasjon ligger terrenget slakere enn 1:20 og topografien tilsier at det ikke er fare for at et områdeskred skal oppstå her. Beregninger for situasjon med utgraving i profil 1C viser at kritisk glideflate i sin helhet ligger over sprøbruddlaget. Det er også lite sprøbruddmateriale oppover skråningen. Rotasjonsskred vurderes derfor som mest sannsynlig skredmekanisme.

Stabilitet for skråning mot Nidelva i nord

Det er tidligere vurdert at et initialskred her vil kunne ha en retrogressiv skredutvikling inn mot Fængselstomta. Dette vurderes fremdeles å være gjeldende skredmekanisme for denne skråningen.

Skråning mot Nidelva ved Nedre Singsaker

Det er tidligere vurdert at et retrogressivt skred er mest sannsynlig skredmekanisme for dette området. Dette vurderes fremdeles å være gjeldende.

Profil 3-1, se bilag 7, går fra NTNUI idrettsbygget og ned mot Bakklandet. Stabilitetsberegninger i profilet viser kritiske glidesirkler som går inn i kvikkleirelaget. Skråningen vurderes å være en platåskråning. Andelen sprøbruddmateriale bestemmes da i bakkant av kritisk glideflate, det medfører at starten av 1:15-linja legges 0,25 x H under skråningsfot. [1] Prøvetakinger viser lav omrørt fasthet og andelen sprøbruddmateriale over 1:15-linja er betydelig. Retrogressivt skred er derfor vurdert som mest sannsynlig skredmekanisme for skråninga

5.3 Analysemetoder

Stabilitetsberegningene er utført med dataprogrammet GeoSuite Stability. Programmet er en del av GeoSuite-pakken versjon 16.1.5.0 og utfører beregninger basert på en likvektsbetraktning av potensielle bruddflater gjennom beregningsprogrammet Beast 2003.

Det er utført totalspenningsanalyse for udrenert tilstand og effektivspenningsanalyse for drenert tilstand. 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 situasjon med planlagte tiltak. Det er beregnet sirkulære og plane glideflater.

5.4 Laster

Det er inkludert last fra eksisterende trehusbebyggelse i bakkant av tomt 1B. Lasten er skjønnsmessig satt til 15 kPa.

5.5 3D effekter

Sidefriksjon angis i GeoSuite Stability etter følgende formel:

$$\text{Sidefriksjon} = \frac{2}{\text{Skråningsbredde}}$$

Ved å sette inn den faktiske skråningsbredden, antas full utnyttelse av sidefriksjonen. Det anbefales imidlertid i V220 [15] å være varsom med bruken av 3D-effekter i stabilitetsberegninger. Det er angitt i beregningsprofilene hvilke beregninger det er inkludert 3D-effekter i. Størrelsen på benyttet 3D-effekt er angitt i prosent og kommer fra uttrykket

$$\text{Sidefriksjon} = \frac{2}{\text{Skråningsbredde}} * (\% \text{ utnyttet sidefriksjon})$$

6. LAGDELING OG MATERIALPARAMETERE

I dette kapitlet presenteres grunnlag for valgte lagdelinger for profil 1C og Ø1 og materialparametere for profil 1C.

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 tegning 102 og 103, samt i stabilitetsberegninger i 104 og 105.

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.

Valgt poretrykksprofil er basert på utførte poretrykksmålinger. Dette gjelder poretrykksmålinger utført i punkt 102-104, samt MC19-1PZ. Målingene indikerer tilnærmet hydrostatisk poretrykksfordeling med grunnvannet i ca. 6 meters dybde ved trekanttomta og ca 8 – 13 meters dybde ved nedre del av Fengselstomta.

6.3 Overkonsolideringsgrad

Grunnens spenningshistorikk er vurdert fra utførte relevante ødometerforsøk og CPTU-korrelasjoner. Forsøkene indikerer at grunnen i delområdet er noe overkonsolidert. Tolkede ødometerforsøk som grunnlag for vurdering av skjærfasthet er vist i bilag 3 samt presentert i Tabell 3.

Tabell 3: Tolkning ødometerforsøk

Punkt	Kote terreng [moh]	Dybde prøve [m]	Kote prøve [moh]	p'0 [kPa]	p'c [kPa]	OCR [-]	Kommentar
104	27,9	11,6	16,3	134	380	2,8	God prøvekvailitet
MC19-3	23,5	14,5	9,0	191	320	1,7	God prøvekvailitet
MC19-3	23,5	16,35	7,2	207	400	1,9	God prøvekvailitet

6.4 Romvekt

Løsmassenes romvekt er i stabilitetsberegningene hovedsakelig vurdert ut ifra utførte laboratorieundersøkelser, samt erfaringsverdier. Benyttet romvekt er vist på tegning 104-105. Tabell 5 viser en sammenfatning av benyttede materialparametere.

6.5 Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet er valgt på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU) og laboratorieundersøkelser. Tolkede CPTU er vist i tolkningsdiagrammene, se bilag 1. For vurdering av skjærfasthetsprofil er det tatt hensyn til treaksialresultater vektet med hensyn til oppnådd prøvekvailitet (se kapittel 6.7 for vurdering av prøvekvailitet), SHANSEP og CPTU-korrelasjoner etablert på grunnlag av høykvalitetsprøver. Skjærstyrke fra rutineundersøkelser (konus- og enaksialforsøk) korrigeret for ekvivalent anisotropi er også vist i tolkningsdiagrammene, men er tillagt lite vekt i tolkningene. [16]

For SHANSEP er det benyttet samme parametere som for tidligere utredninger i området ($\alpha = 0,35$, $b = 0,75$) [13]. Det vurderes at parametere samsvarer med tolkning av supplerende trykksonderinger.

For de empiriske korrelasjonene er den poretrykksbaserte vektet i hovedsak. Tolkningene med valgte designlinjer og vurderingsgrunnlag er presentert bilag 1. Valgt OCR profil er basert på CPTU-sondering og utførte ødometerforsøk der dette er tilgjengelig.

For CPTU 103 er det benyttet samme designlinje som tolket i CPTU MC19-3AC, som er utført på omtrent samme plassering. Designlinja viser godt samsvar med CPTU 103.

For CPTU 104 er designlinja lagt inn med samme stigning som SHANSEP-linja, men noe under denne. Dette fører til at designlinja blir liggende over de utførte treaksialforsøkene. Dette vurderes å være ok med hensyn på at forsøkene ikke har høyeste kvalitet, samt at det dypeste forsøket basert på korrelasjonskurvene synes å være tatt i et lokalt svakere sjikt som antas å ikke være representativt for leirelaget i sin helhet.

For CPTU 105 er designlinja også lagt inn med samme stigning som SHANSEP-linja, men noe under.

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, [17], 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. Nytt av ny veileder er 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 leirlagene er det benyttet effektivspenningsparameterne fra utførte treaksialforsøk. Tolkede treaksialforsøk er vist i bilag 2.

For friksjonsmassene er benyttet effektivspenningsparametere valgt med utgangspunkt i SVVs håndbok V220 [15], samt erfaringer fra lignende grunnforhold.

6.7 Kvalitet av grunnundersøkelser

CPTU

Utførte CPTU-sonderinger i punkt 103-105 tilfredsstillende alle anvendelsesklasse 1, se bilag 5.

Treaksialforsøk

Prøve kvalitet av treaksialforsøk kan vurderes ut ifra endring i prøvens volum ved rekonsolidering til in-situ-spenninger under konsolideringsfasen. Tabell 4 viser klassifiseringen av prøve kvalitet basert på anbefalinger i Statens vegvesens håndbok V220, [15].

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

Figur 10: Utklipp av prøve kvalitetsklassifisering mht. utpresset porevann, tabell hentet fra [15]. *Tallene gjelder 54 mm prøver med ca. 10 cm høyde.

En annen metode for vurdering av prøve kvalitet er å se på endring i porevann ved rekonsolideringen under et treaksialforsøk, [18] Tabellen er et utklipp fra Statens vegvesens håndbok V220 [15].

Klassifisering	OCR	$\Delta e / e_0$	Prøve kvalitet ¹
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 11: Utklipp av prøve kvalitetsklassifisering mht. endring i porevann basert på Lunne et.al [18] , tabell hentet fra håndbok V220 [15]

Tabell 4 viser vurdert prøve kvalitet for utførte treaksialforsøk i punkt 104. Begge forsøkene klassifiseres som akseptable iht. SVVs håndbok V220.

Tabell 4: Vurdering av prøve kvalitet av treaksialforsøkene.

Punkt	Dybde [m]	Tre aksialforsøk	dV [%]	de/e ₀	OCR [-]	Kvalitet	
						Iht. Lunne et.al [18]	Iht. V220 [15]
104	11,45	CAUA	3,1	0,055	2,8	2 – God til bra	Akseptabelt
104	15,6	CAUA	2,5	0,060	-	-	Akseptabelt

6.8 Oppsummering av benyttede materialparametere

Materialparametere benyttet i stabilitetsberegningene for profil 1C er oppsummert i Tabell 5. Parameterne fremgår også av stabilitetsberegningene, tegning 104 og 105.

Tabell 5: Materialparametere benyttet i stabilitetsberegninger i profil 1C

Materialie	γ [kN/m ³]	Φ [°]	c' [kPa]	c_{uA} [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Grus/fyllmasse	19	38	0	-	-	-	-
Sand	19	36	0	-	-	-	-
Silt	19	31	0	-	-	-	-
Silt/leire	19	27	5	C-profil	1,00	0,63	0,35
Leire	20	27	5	C-profil	1,00	0,63	0,35
Sprøbrudd	20	27	5	C-profil	1,00	0,63	0,35
Leire	20	27	5	C-profil	1,00	0,63	0,35
Faste masser	19	38	0	-	-	-	-

7. STABILITETSVURDERINGER

7.1 Resultater fra stabilitetsberegninger

Resultater fra stabilitetsberegningene i profil C er vist i tegning 103 og 104, hvor kritiske glideflater og tilhørende sikkerhetsfaktorer fremgår av tegningen. En oppsummering av sikkerhetsfaktorene er presentert i Tabell 6 under. En mer detaljert beskrivelse av resultat for hvert profil er gitt i kap 7.2-7.4.

Tabell 6: Resultater fra stabilitetsberegninger

Beregning	Tegning	Krav γ_M	Beregnet γ_M
Profil 1C, dagens situasjon, udrenert	104	1,40	2,38
Profil 1C, dagens situasjon, drenert	104	1,25	4,95
Profil 1C, utgravd situasjon, udrenert	105	1,61*/1,40	1,70**/1,49***
Profil 1C, utgravd situasjon, drenert	105	1,25	1,93

*gjelder kritiske skjærflater som berører kvikkleire

**kritisk skjærflate i kvikkleire, inkl 25% sideeffekt pga begrenset utgraving

***kritisk skjærflate som ikke berører kvikkleire

7.2 Profil 1C

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 $F_{c\phi} \geq 1,25$.

Utgraving for tomt 1B og tomt 2 vil medføre en midlertidig forverring av stabiliteten, det vil si at krav til sikkerhet, for kritiske glidesirkler i kvikkleira, iht. NVEs veileder blir $F_{cu} \geq 1,61$ for udrenerte stabilitetsanalyser og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for drenerte stabilitetsanalyser.

7.2.2 Resultat og vurdering

Stabilitetsberegningene viser tilstrekkelig stabilitet for dagens situasjon. Terrengets helning, slakere enn 1:20, tilsier også at det skal være tilstrekkelig stabilitet her.

Foreliggende planer medfører utgraving til ca. kt. +17 under hele bygget. Utførte stabilitetsberegninger viser at det ikke oppnås tilstrekkelig stabilitet for denne utgravingen.

Stabilitetsberegninger viser tilstrekkelig stabilitet for situasjon med utgraving forutsatt at utgraving for kjeller begrenses til kote +22 i bakre del av tomte mot sørøst (inn mot skråningen). Dette er vist i stabilitetsberegning på tegning 105. Stabilitetsberegninger viser at begrenset utgraving gir god sikkerhet i forhold til krav, utførte beregninger for 5 m dypere utgraving (1 kjelleretasje) gir ikke tilfredsstillende stabilitet. For å vurdere omfang av begrensnings av utgraving i planet er det sett skjønnsmessig på en 3D-situasjon. Det er i tillegg tatt hensyn til oppnådde sikkerhetsfaktorer i profilet. Nødvendig omfang av redusert utforming av kjellerplan kommer frem av tegning 106. Nødvendig reduksjon av utgraving kan optimaliseres i en detaljeringsfase med supplerende grunnundersøkelser og beregninger.

7.3 Profil Ø1

7.3.1 Sikkerhetskrav

Skråningen ned mot Nidelva mot nordøst ligger utenfor influensområdet til tiltaket. Krav til sikkerhetsfaktorer vil derfor være $F_{cu} \geq 1,20$ for udrenerte stabilitetsanalyser og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for drenerte stabilitetsanalyser iht. NVE 1/2019.

7.3.2 Vurdering

Det er utført stabilitetsberegninger for udrenert situasjon for skråningen i profil 3-1 i kvikkleireutredningen for Gløshaugen-Bakklandet [14]. Det oppnås i disse beregningene en sikkerhetsfaktor $F_{cu} = 0,96$ for skråningen ned mot Nidelva, og stabiliteten her er ikke innenfor kravet. Utlagt motfylling for stabilisering av Fengselstomta har trolig bedret sikkerheten noe, men motfyllingens utstrekning går ikke inn i profilet og stabiliserer dermed ikke skråningen direkte.

Det er vurdert i rapport [14] er at en skredhendelse i tilknytning til profil 3-1 vil ha en utstrekning med en skredkant inn mot Vollabakken/Søndre Jons gate og følgelig ikke strekke seg helt opp til Trekanttomta. I vurderingen er det lagt til grunn at det ikke er sprøbruddmateriale på Trekanttomta. Skredkanten er lagt slik at punkt R15-12 og R15-11 på Singsakerbakken 2 ikke inkluderes i skredet. Basert på sonderinger og prøvetaking i disse punktene samt at det er funnet noe sprøbruddmateriale på Trekanttomta, er det utført en ny vurdering av utbredelsen av et evt. retrogressivt skred fra Nidelva.

Det er gjort en vurdering av om Trekanttomta ligger innenfor løснеområdet for et retrogressivt skred i denne retningen. Vurderingen er basert på NGIs metodikk for bestemmelse av lengde på løśnieområde for retrogressive skred [13]. For bruk av metoden skal det utvises geoteknisk skjønn. Det er lagt en 1:15 linje i sprøbruddmaterialet og 1:3 linje i resterende masser. 1:15 linja skal legges maks $0,25H$, som i dette tilfellet tilsvarer 5 m, under terreng. Dette medfører at 1:15 linja ligger konservativt over sprøbruddmaterialet i starten av profilet. Det er i tillegg relativt liten mektighet med sprøbruddmateriale over 1:15 linja. Dette er vist i profil Ø1 på tegning 104. I profilet vises det at kritisk linje for løśnieområdet akkurat når tomt 1B ved utgravingsnivå for kjeller ved tomtgrense. Dette vurderes som tilstrekkelig basert på en samlet vurdering av forholdene. Tomt 1B vurderes dermed å ligge utenfor løśnieområdet i henhold til denne metodikken.

Basert på beliggenheten av sprøbruddlaget på Fengselstomta antas den samme vurderingen å være gjeldende her. I tillegg er Fengselstomta i større grad stabilisert av utlagt motfylling, slik at et eventuelt retrogressivt skred fra Bakklandet må gripe inn bak dette stabiliserte området.

7.4 Profil 1 og 2

Det er tidligere utført sikringstiltak for forbedring av områdestabilitet i skråningen fra fengselstomta ned mot Nidelva. Stabiliserende motfyllinger har blitt lagt ut i to omganger, først i 1960-årene og siden i 2020. Hensikten med siste motfylling var å forbedre skråningsstabiliteten i forbindelse med utbygging på Fengselstomta, tomt 2, med prosentvis forbedring. Det ble vurdert til at motfyllinga også gir tilstrekkelig forbedret stabilitet for tomt 1B.

Dette tiltaket er utredet, prosjektert og utført i henhold til den tidligere veilederen, nr. 7/2014. [19] [20] [21]

Kap 6.3 i veileder 1/2019 omhandler byggetiltak i faresoner som er utredet og eventuelt sikret. Det vises her til at tiltaket må prosjekteres slik at stabiliteten ikke forverres. Dette ivaretas med dagens planer om å fundamentere byggene kompensert. Det er i tillegg krav om at tidligere krav om dokumentasjon på at tidligere utførte sikringstiltak oppfyller krav til prosentvis forbedring for aktuelt tiltak. Rambøll vurderer at dette er ivare tatt av tidligere prosjekteringsrapporter med følgende begrunnelse:

- Det er i utførte beregninger (iht. 7/2014) oppnådd en forbedring i profil 1,2 og 3 på henholdsvis 12%, 14% og 12% for udrenert tilstand i Geosuite Stability. Kontrollberegning i Plaxis i profil 2 viser 10% forbedring. (For glidesirkler her med opprinnelig sikkerhetsfaktor lik 1 er kravet til prosentvis forbedring 10%.) [20] [21]

Det er vurdert i [19] vurdert at GeoSuite kan gi en noe høyere sikkerhetsfaktor enn reelt. Fyllinga er derfor dimensjonert slik at minimumskrav til forbedring overstiges. For effektivspenningssituasjon er det oppnådd tilstrekkelig sikkerhet.

- Topografi, lagdeling og utforming av motfyllinga tilsier at alle potensielle glidesirkler har fått en forbedring. Motfyllinga er lagt ut i 2 omganger og vil gi bedret stabilitet for både grunnere og dypere sirkler enn det som er vist i beregninger. Grunnere sirkler vil bevege seg opp og ut av sprøbruddmaterialet og vil etter hvert ikke ha et potensiale til å utløse et områdeskred.
- For profil 2 vil evt. reviderte beregninger utføres uten reduksjon av aktiv skjærfasthet i sprøbruddmaterialet. Det vil dermed bli høyere sikkerhetsfaktor for relevante glidesirkler og følgelig lavere krav til forbedring. Dette gjelder imidlertid ikke i profil 1 og 3 hvor styrkeparametere er økt for å oppnå 1 i sikkerhet for opprinnelig situasjon. I profil 1 og 3 er parameterne bestemt blant annet ved hjelp av Geosuite Stability (for å oppnå $F=1$ for opprinnelig situasjon). Krav til prosentvis forbedring vil da være uendret.

Det kan ikke dokumenteres at alle potensielle glidesirkler har tilfredsstillende prosentvis forbedring uten å utføre nye stabilitetsberegninger. Dette vurderes likevel som lite hensiktsmessig iht. ovenstående argumentasjon.

8. SONEAVGRENSNING

8.1 Avgrensning av løsne- og utløpsområde

En vurdering av løsneområde mtp. et initialskred fra Bakklandet er utført i kapittel 7.3.2. Løsneområdet sammenfaller med tidligere foreslåtte sonegrense i forbindelse med geoteknisk vurdering av fengselstomta [9] Det er med bakgrunn i dette, samt en vurdering av funn av sprøbruddmateriale i supplerende grunnundersøkelser, vurdert at det ikke er grunn til å foreslå en ytterligere revisjon av sonegrensene. Kvikkleiresonegrense og tidligere foreslått revidert avgrensning er vist på situasjonsplan i tegning 101.

Som en del av utredningsarbeidet skal det også angis et utløpsområde for kvikkleiresonen. Det er vurdert at skredmasser vil ha utløp mot Nidelva i nord/ nordvest og videre følge elvas løp.

8.2 Klassifisering av faresone

Det er utført en ROS-analyse for faresone 183 iht. [22]. Analysen er presentert i bilag 6. ROS-analysen gir beregnet skadekonsekvensklasse «meget alvorlig» og faregradsklasse «middels». Risikoklassen er beregnet til risikoklasse 5. Dette samsvarer med tidligere klassifisering for foreslått revidert sone [9].

9. VURDERING AV PLANLAGTE TILTAK

9.1 Tomt 1B

Foreliggende planer for utbygging av tomt 1B viser utgraving av kjeller til kote +17. Stabilitetsberegninger viser at dette ikke gir tilfredsstillende sikkerhet i utgravingsfasen. Ved å begrense utgravinga til kote +22 i bakre del av tomta (ca. 30 m fra bakkant) oppnås det beregningsmessig god nok sikkerhet. Dette er illustrert i stabilitetsberegning i tegning 105. Som en følge av dette vil omfang av kjelleretasjer måtte reduseres her. Tidligere og nye stabilitetsvurderinger viser tilstrekkelig stabilitet mot områdeskred mot nord og nordøst. Det er forutsatt at det benyttes kompensert fundamentering, dette ivaretas med foreliggende planer med utgraving av masser for kjelleretasje ned til ca. 5 meter under terreng. Det vil si at konstruksjonslaster fra bygget ikke vil gi en tilleggsbelastning på skråningen.

9.2 Tomt 2

Stabilitetsvurderinger viser at planlagte tiltak på tomt 2 har tilstrekkelig sikkerhet for områdeskred. Utgravingen av masser for kjelleretasjer (2 under deler av bygget og 1 under østre del av bygget) medfører at bygget fundamenteres kompensert og at konstruksjonslaster fra bygget ikke vil gi noen tilleggsbelastning på skråningen.

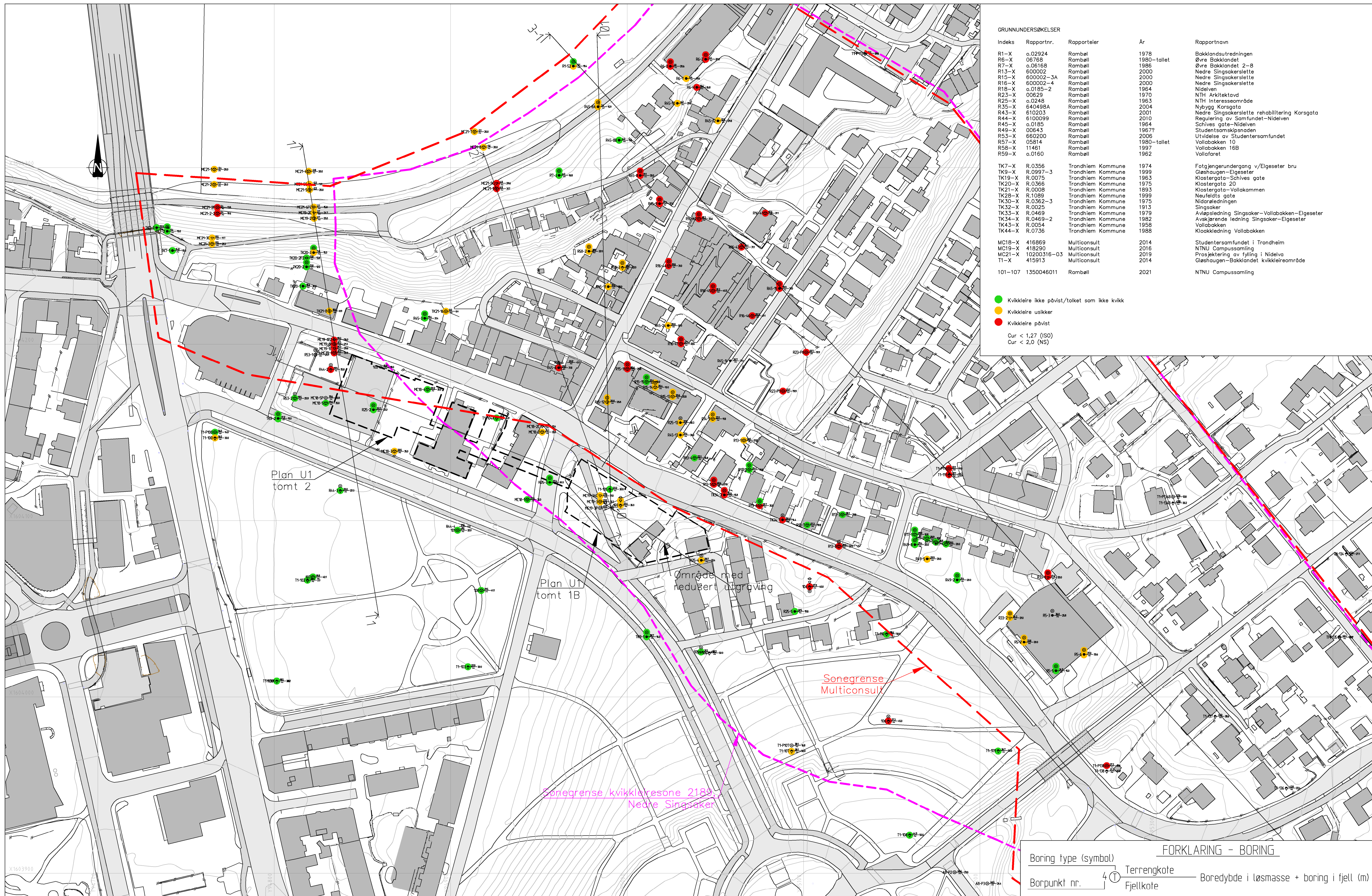
10. KONKLUSJON

Stabilitetsvurderinger viser at planlagte tiltak på tomt 2 har tilstrekkelig sikkerhet for områdeskred. For tomt 1B tilsier stabilitet i utgravings situasjon at planlagte utgraving for kjeller reduseres mot sørøst, dette er skissert på situasjonsplan i tegning 101 samt i en mer detaljert plan på tegning 106. Reduksjon av utgraving kan optimaliseres i mer detaljerte faser med supplerende grunnundersøkelser og beregninger. Tidligere og nye stabilitetsvurderinger viser tilstrekkelig stabilitet mot områdeskred mot nord og nordøst. Det er forutsatt at planlagte bygg fundamenteres kompensert på hele delområdet, dette er ivaretatt i foreliggende planer.

Det er avgjørende at stabiliteten ikke forverres i noen faser av prosjektet. Dette må ivaretas gjennom detaljering av planer i prosjekteringsfasen.

REFERANSER

- [1] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder 1/2019,» 2020.
- [2] «Helhedsplan Delområde 1 1-1500 vers 1-2 SPOR Alt 1-2 01072021».
- [3] C. M. A. R. o. B. a. f. a. o. m. A.-j. Rambøll, «DO1_120210924,» 2021.
- [4] «Utsnitt fra IFC-modell: KAMD spor 1.2 tomt 1B.ifc lastet ned fra interaxo 27.9.2021,» 2021.
- [5] «Utsnitt fra ifc modell: KAMD spor 1.2 tomt 2. ifc, lastet ned fra interaxo 27.9.2021».
- [6] Rambøll, «G-rap-001 1350046011 NTNU Campussamling, Grunnundersøkelser Datarapport,» 2021.
- [7] COWI/Multiconsult, «NTNU Campussamling – Vurdering av byggbarhet på utvalgte eiendommer. A130839-101.,» 2020.
- [8] NVE, «<https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>,» September 2021. [Internett].
- [9] Multiconsult, «10200316-RIG-NOT-002 rev02 Revisjon av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet-Nedre Singsaker,» 2018.
- [10] Plan- og bygningsloven.
- [11] K.-. o. moderniseringsdepartementet, Direktoratet for byggkvalitet (DIBK), Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017.
- [12] N. Standard, ref. /4/ Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016.
- [13] Multiconsult, «415913-RIG-RAP002 rev00 Geoteknisk vurdering - prinsipper for videre utredning av områdestabilitet,» 2014.
- [14] Multiconsult, «41487-001 Gløshaugen-Bakklandet kvikkleireutredning».
- [15] Vegdirektoratet, Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2018.
- [16] NIFS, «NIFS-rapport 77/2014: Valg av karakteristisk cuA – profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser. ISBN: 978-82-410-1028-6.,» 2015.
- [17] NIFS, «ref. /2/ NIFS-rapport 14/2014: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. ISBN: 978-82-410-0962-4,» 2014.
- [18] T. B. T. & S. S. Lunne, «Sample disturbance effects in soft low plasticity Norwegian clay,,» *Recent Developments in Soil and Pavement Mechanics, Balkema: Rotterdam.*, 1997.
- [19] Multiconsult, «10200316-03-RIG-NOT-002 Vurdering av områdestabilitet,» 2019.
- [20] Multiconsult, «10200316-03 RIG BER-001 Teknisk beregningshefte GeoSuite, Prosjektering av fylling i Nidelva,» 2019.
- [21] Multiconsult, «10200316-03 RIG BER-002 Teknisk beregningshefte Plaxis, Prosjektering av fylling i Nidelva,» 2019.
- [22] NGI, «NVE ekstern rapport 9/2020».
- [24] Multiconsult, «418290-RIG-RAP-002 Geoteknisk vurderingsrapport NTNU Campusutvikling,» 2017.



Indeks	Rapportnr.	Rapportører	År	Rapportnavn
R1-X	o.02924	Rambøll	1978	Bakklandsutredningen
R6-X	06768	Rambøll	1980-tallet	Øvre Bakklandet
R7-X	o.06168	Rambøll	1986	Øvre Bakklandet 2-8
R13-X	600002	Rambøll	2000	Nedre Singsakerstie
R15-X	600002-3A	Rambøll	2000	Nedre Singsakerstie
R16-X	600002-4	Rambøll	2000	Nedre Singsakerstie
R18-X	o.0185-2	Rambøll	1964	Nidølv
R23-X	00829	Rambøll	1970	NTH Arkitektavd
R25-X	o.0248	Rambøll	1963	NTH Interessområde
R35-X	640498A	Rambøll	2004	Nybygg Korsgata
R43-X	610203	Rambøll	2001	Nedre Singsakerstie rehabilitering Korsgata
R44-X	6100099	Rambøll	2010	Regulering av Samfundet-Nidølv
R45-X	o.0185	Rambøll	1964	Schives gate-Nidølv
R49-X	00643	Rambøll	1967	Studentsamfunnsnaden
R53-X	660200	Rambøll	2006	Utvidelse av Studentersamfundet
R57-X	05814	Rambøll	1980-tallet	Vollabakken 10
R58-X	11461	Rambøll	1997	Vollabakken 16B
R59-X	o.0160	Rambøll	1962	Vollafaret
TK7-X	R.0356	Trondheim Kommune	1974	Fatjangerundergang v/Elgeseter bru
TK9-X	R.0997-3	Trondheim Kommune	1999	Gleshaugen-Elgeseter
TK19-X	R.0075	Trondheim Kommune	1963	Klostergata-Schives gate
TK20-X	R.0366	Trondheim Kommune	1975	Klostergata 20
TK21-X	R.0008	Trondheim Kommune	1893	Klostergata-Vollakammen
TK28-X	R.1089	Trondheim Kommune	1999	Neufeldts gate
TK30-X	R.0362-3	Trondheim Kommune	1975	Nidølvledningen
TK32-X	R.0025	Trondheim Kommune	1913	Singsaker
TK33-X	R.0469	Trondheim Kommune	1979	Avkjøringsledning Singsaker-Vollabakken-Elgeseter
TK34-X	R.0469-2	Trondheim Kommune	1982	Avkjøringsledning Singsaker-Elgeseter
TK43-X	R.0054	Trondheim Kommune	1958	Vollabakken
TK44-X	R.0736	Trondheim Kommune	1968	Kvikkledning Vollabakken
MC18-X	416869	Multiconsult	2014	Studentersamfundet i Trondheim
MC19-X	418290	Multiconsult	2016	NTNU Campussamling
MC21-X	10200316-03	Multiconsult	2019	Prosjektering av fylling i Nidølv
T1-X	415913	Multiconsult	2014	Gleshaugen-Bakklandet kvikkleiresområde
101-107	1350046011	Rambøll	2021	NTNU Campussamling

- Kvikkleire ikke påvist/tolket som ikke kvikk
- Kvikkleire usikker
- Kvikkleire påvist
- Cur < 1,27 (ISO)
- Cur < 2,0 (NS)

FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Boringspunkt nr.	Fjellkote
	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)

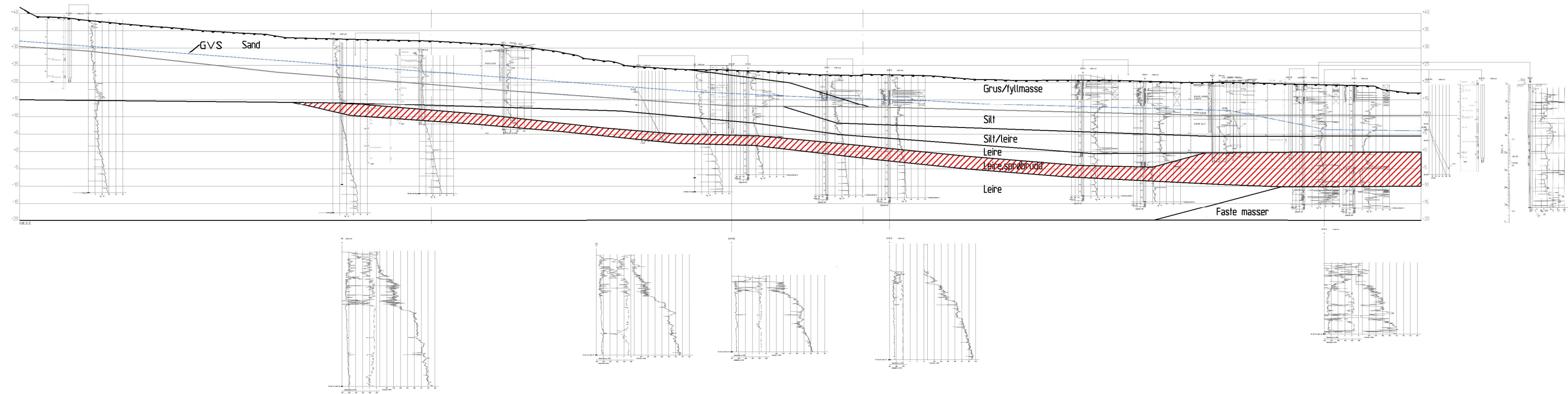
00	08.10.2021		KRAS	EHL	EOH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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 1
 ⊕ Totalsondering ⊖ Dreietrykksøndering
 ⊙ Prøvetaking ⊖ Piezometer
 ● Dreiesøndering ▽ Trykksøndering (CPTU)

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350041580	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
101		00	



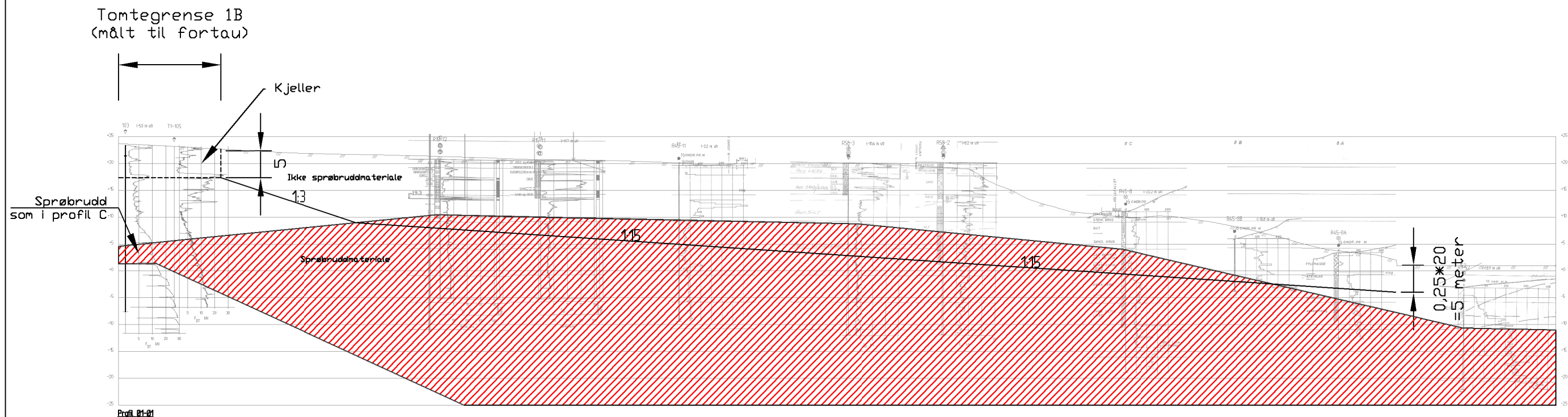
00	04.10.2021		AMHE	EHL	EOH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRA
NTNU Campussamling
 OPPDRAGSGIVER
Statsbygg

INNHold
Profil 1C
 Lagdeling

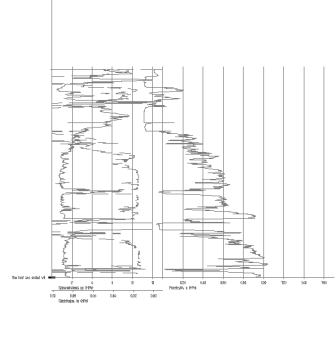
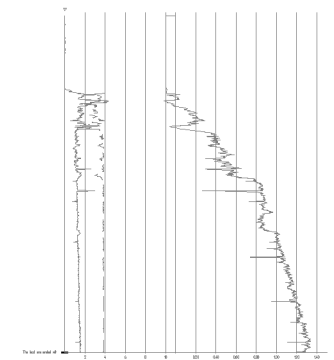
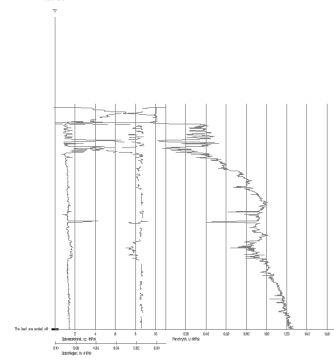
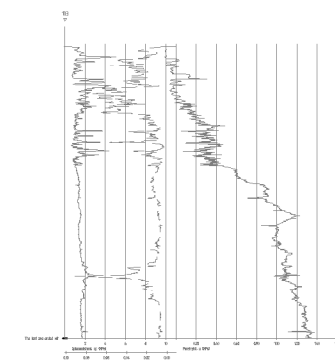
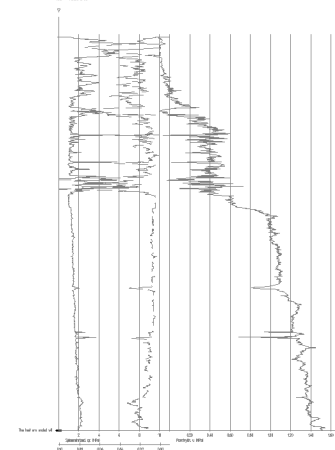
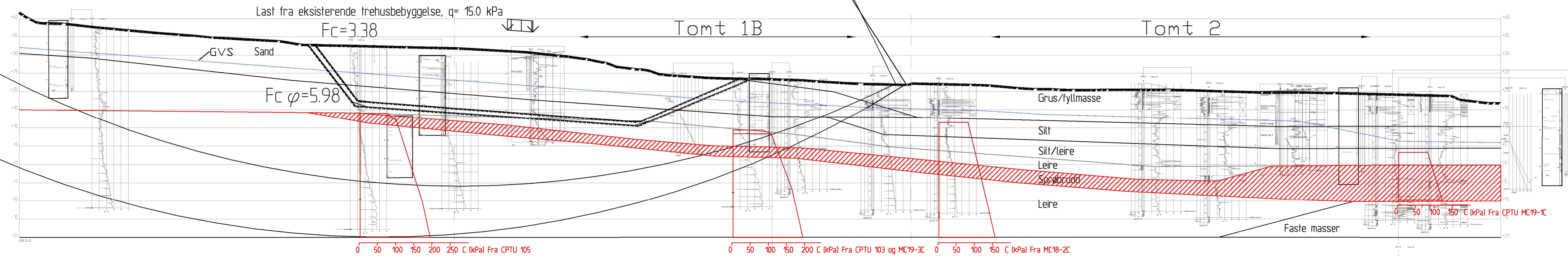
OPPDRA NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:1000	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 102			REV. 0



			RAMBOLL			OPPDRAG	INNHOOLD	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
00	07.10.2021		KRAS	EHL	EOH	NTNU Campussamling	Profil Ø1	1350041580	1:800	01	01
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	OPPDRAGSGIVER	Vurdering av løsneområde			TEGNING NR.	REV.
TEGNINGSSTATUS			Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no			Statsbygg			103		00

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Grus/fyllmasse	1	19.00	38.0	0.0					Grus/fyllmasse	1	19.00	38.0	0.0
Sand	2	19.00	36.0	0.0					Sand	2	19.00	36.0	0.0
Silt	3	19.00	31.0	0.0					Silt	3	19.00	31.0	0.0
Silt/leire	4	19.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35	Silt/leire	4	19.00	27.0	5.0
Leire	5	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35	Leire	5	20.00	27.0	5.0
Sprøbrudd	6	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35	Sprøbrudd	6	20.00	27.0	5.0
Leire	7	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35	Leire	7	20.00	27.0	5.0
Faste masser	8	19.00	38.0	0.0					Faste masser	8	19.00	38.0	0.0

$F_c = 2.38$ $F_c \varphi = 4.95$



00	04.10.2021		AMHE	EHL	EOH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

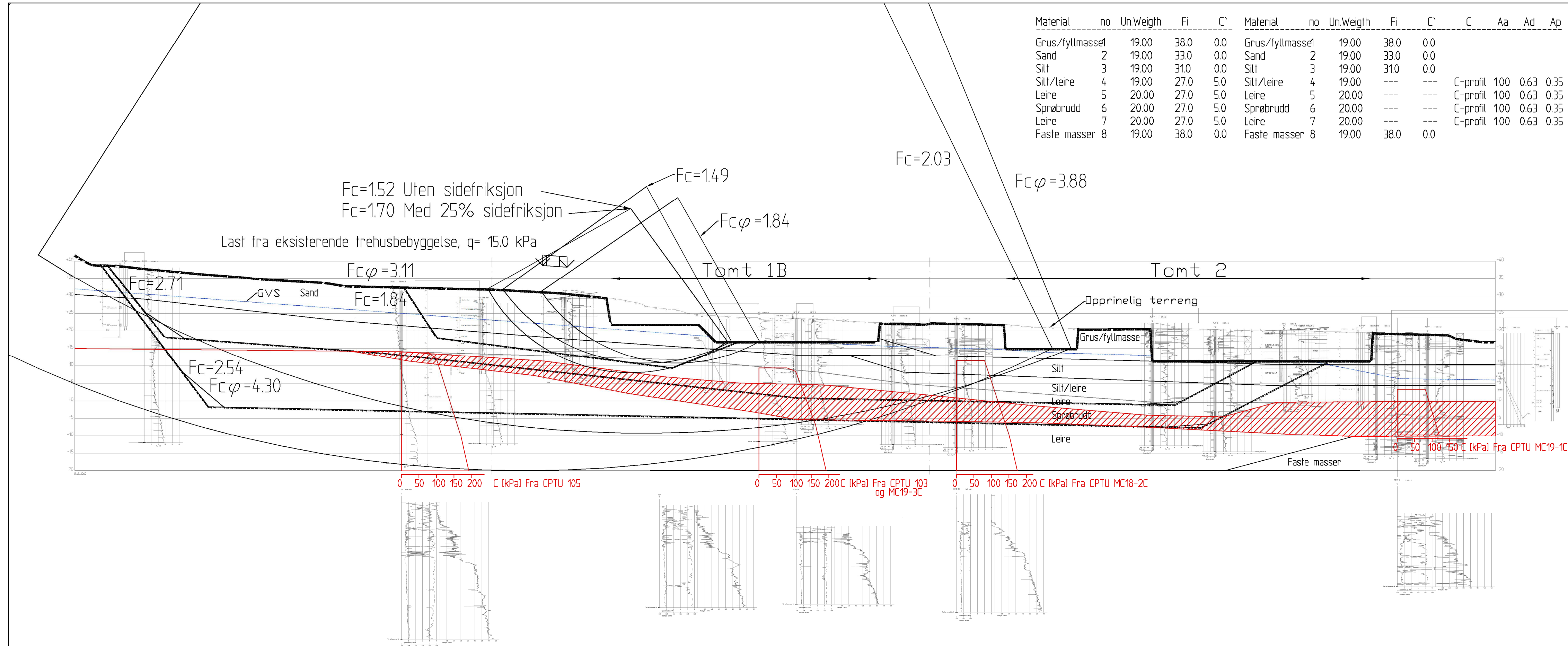
RAMBOLL
Ramboll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG
NTNU Campussamling
OPPDRAGSGIVER
Statsbygg

INNHOLD
Profil 1C
Stabilitetsberegning,
dagens situasjon,
total- og effektivspenningsanalyse

OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:750	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 104			REV. 0

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Grus/fyllmasse1	19.00	38.0	0.0		Grus/fyllmasse1	19.00	38.0	0.0					
Sand	2	19.00	33.0	0.0	Sand	2	19.00	33.0	0.0				
Silt	3	19.00	31.0	0.0	Silt	3	19.00	31.0	0.0				
Silt/leire	4	19.00	27.0	5.0	Silt/leire	4	19.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Leire	5	20.00	27.0	5.0	Leire	5	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	6	20.00	27.0	5.0	Sprøbrudd	6	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Leire	7	20.00	27.0	5.0	Leire	7	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Faste masser	8	19.00	38.0	0.0	Faste masser	8	19.00	38.0	0.0				



00	05.10.2021		AMHE	EHL	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

INNHOVD
Profil 1C
 Stabilitetsberegning,
 Situasjon med utgraving,
 total- og effektivspenningsanalyse

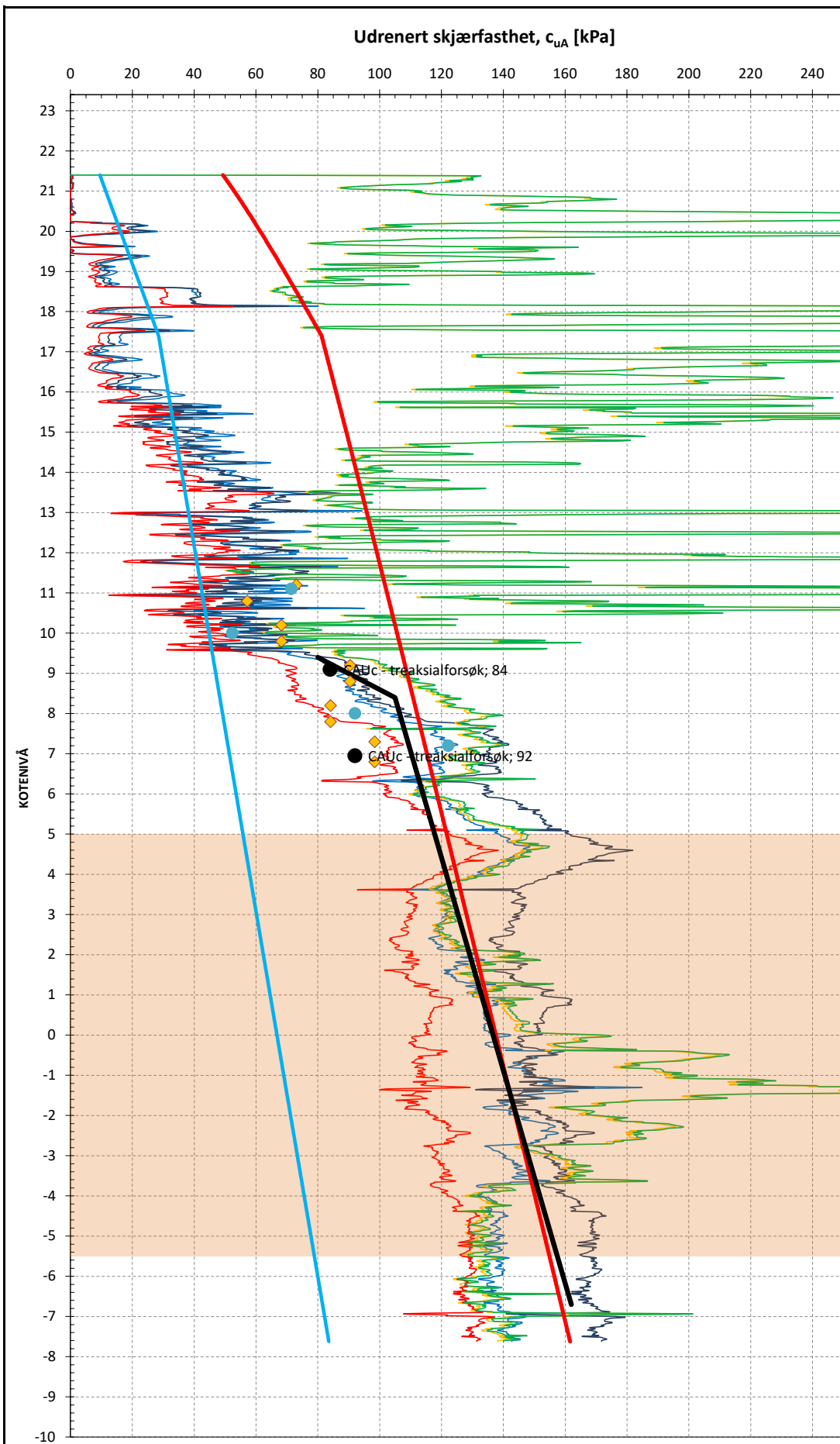
OPPDRAG NR. 1350041580	MÅLESTOKK 1:750	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 105	REV. 0



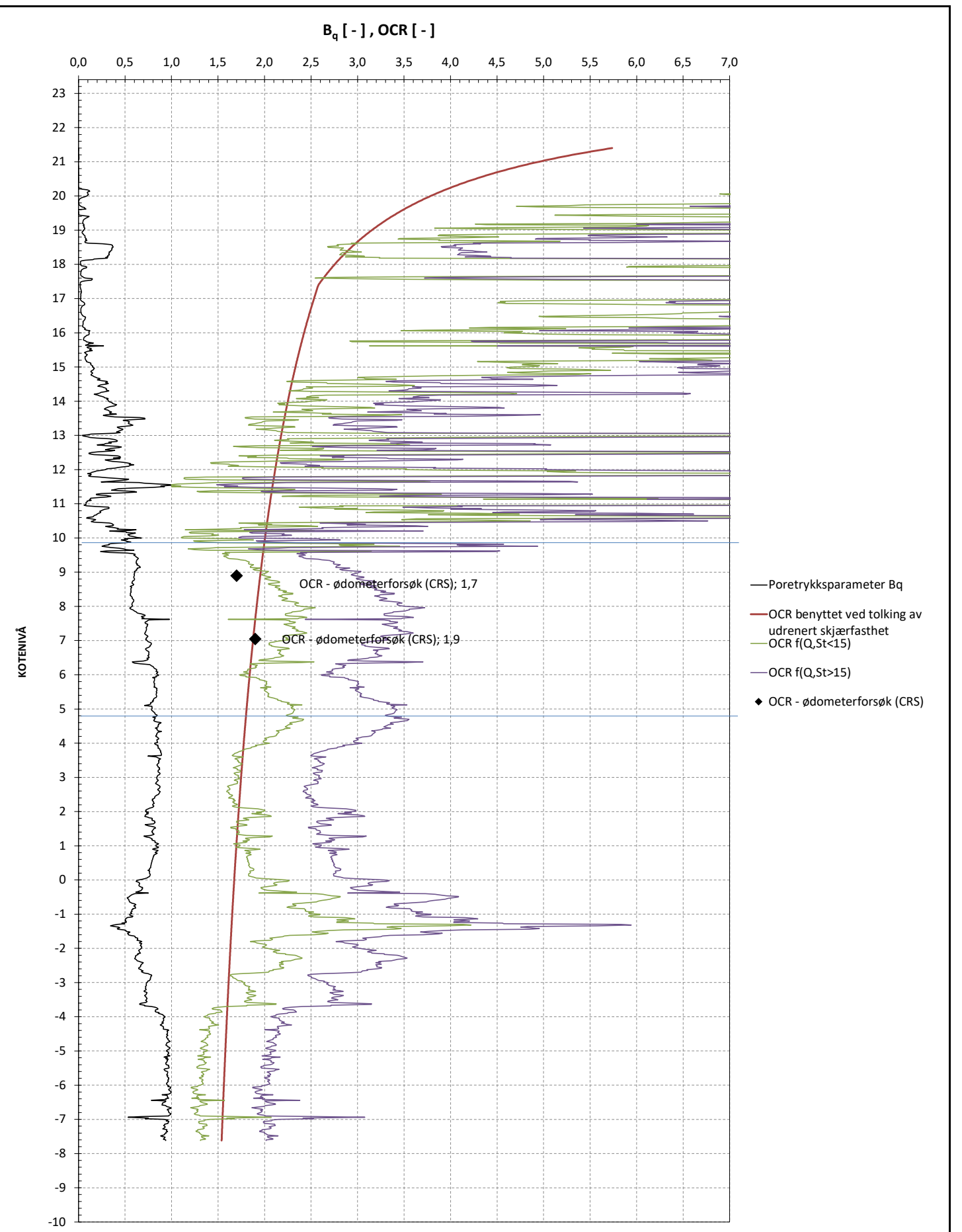
TEGNINGSSTATUS						OPPDRAG NTNU Campussamling		INNHOLD Område med redusert utgraving		OPPDRAG NR. 1350041580		MÅLESTOKK 1:400		BLAD NR. 01		AV 01	
00	08.10.2021		KRAS	EHL	EOH	OPPDRAGSGIVER Statsbygg						TEGNING NR. 106		REV. 00			
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no											

BILAG 1

Tolkning CPTU



- $N\Delta u = 4.5 + 4.0 * B_q$
- $Ndu = 6.9 - 4.0 * \log(OCR) + 0.07 * I_p - St < 15$
- $Nkt = 7.8 + 2.5 * \log(OCR) + 0.082 * I_p - St < 15$
- $Ndu = 9.8 - 4.5 * \log(OCR) - St > 15$
- $Nkt = 8.5 + 2.5 * \log(OCR) - St > 15$
- Kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- CAUC - treaksialforsøk
- ◆ Korus*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

In-situ poretrykk: 102 % hydrostatisk
 Grunnvannstand [Z]: 6 m
 Overkonsolidering: $\Delta p' = 180$ kPa
 Plastisitetsindeks, I_p : Konstant, $I_p = 10$

Romvekt: Konstant, 19 kN/m³
 SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0,35 \quad \beta = 0,75$
 Verdier for enaks/korus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0,63$

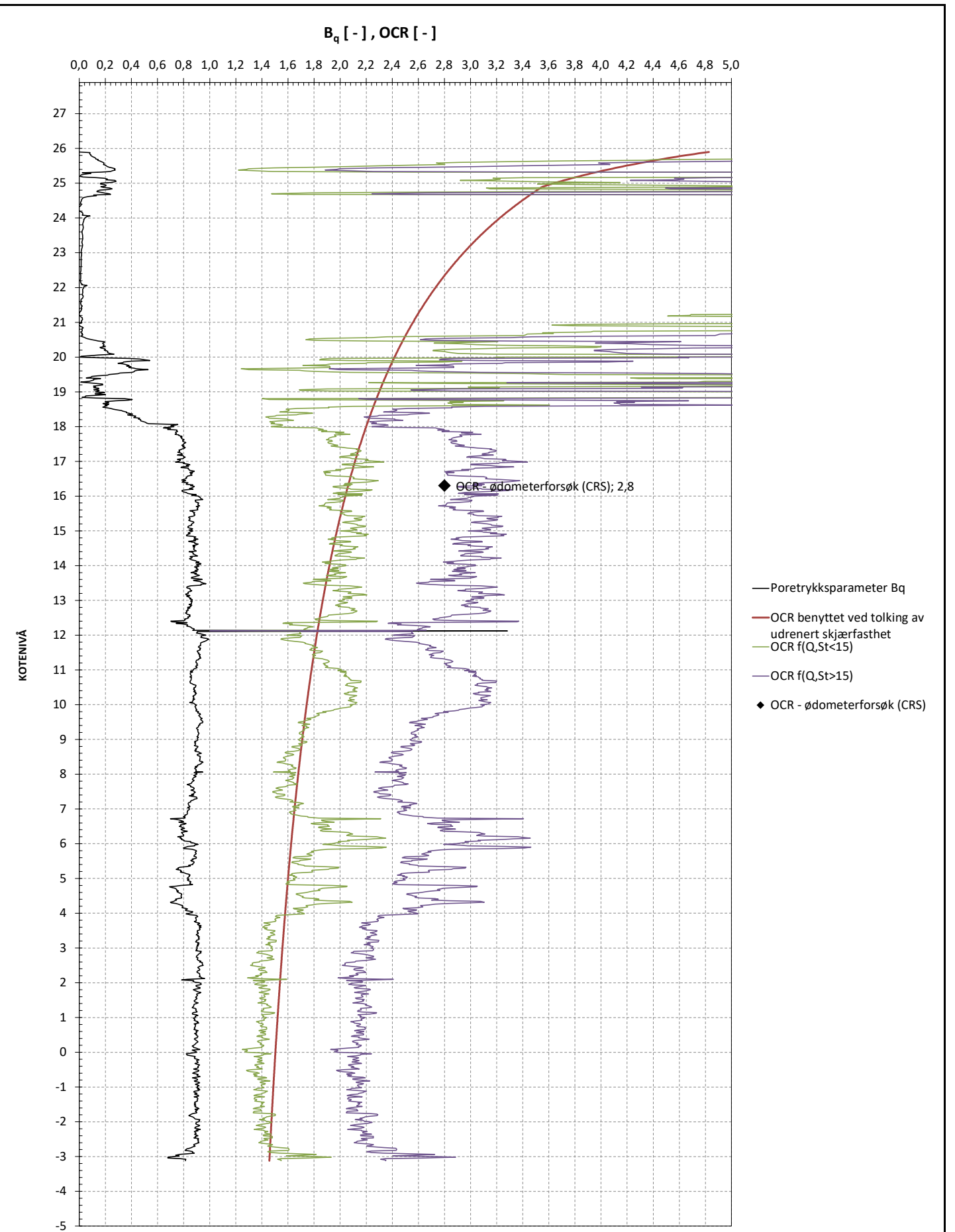
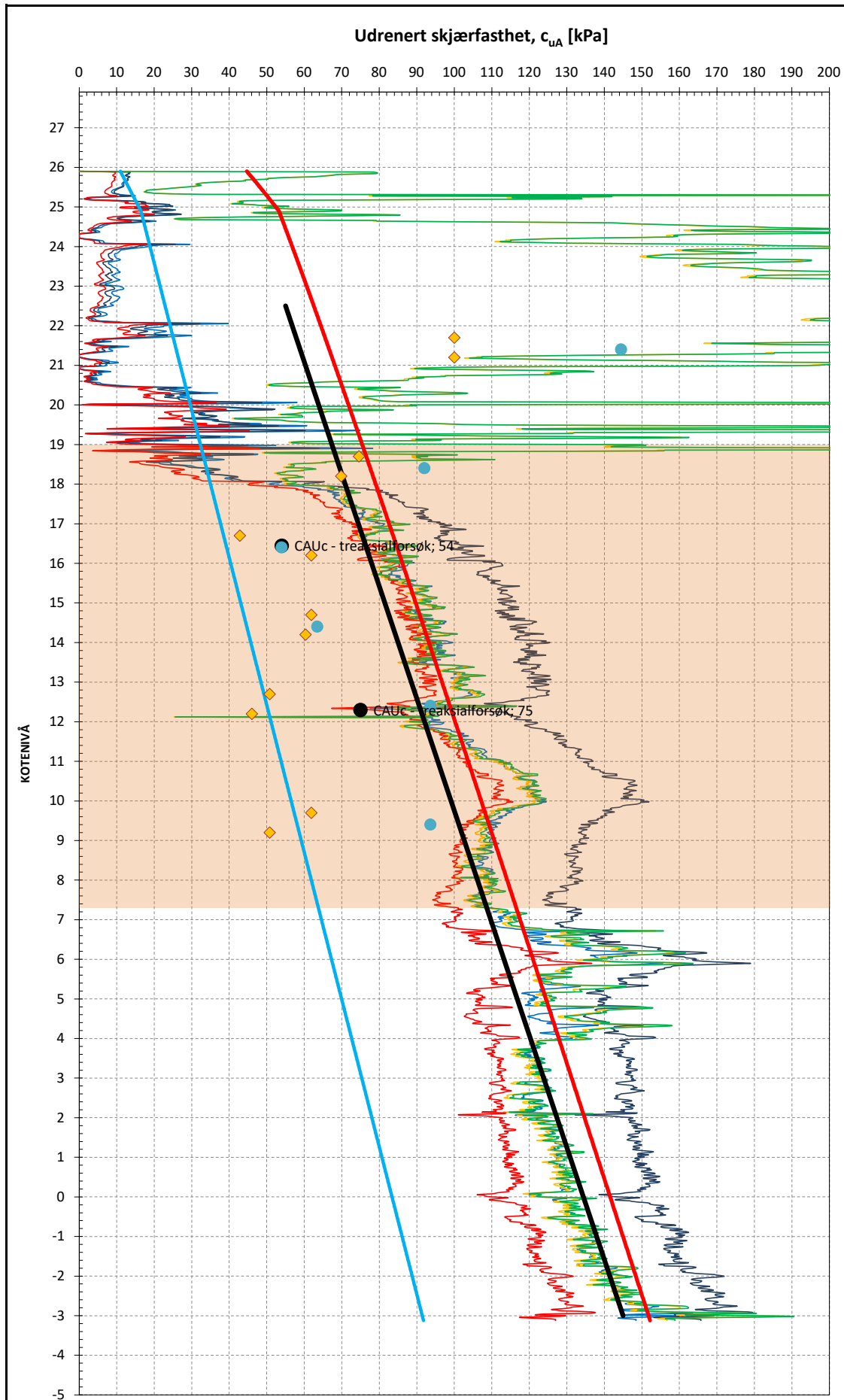
Designlinje, c_{uA}	
Kote	c_{uA}
9,4	80,0
8,4	105,0
-6,7	162,0



Statsbygg

NTNU campussamling
 Borpunkt: 103 | Terrengekote: 23,4
 Tolking/presentasjon av CPTU
 Udrenert skjærfasthet og OCR

Oppdrag 1350046011	Tegn./kontr. KRAS/EHL	Tegn. Nr. -
	Dato 07.10.2021	



Tolkningsgrunnlag

In-situ poretrykk: 100 % hydrostatisk
 Grunnvannstand [Z]: 3 m
 Overkonsolidering: $\Delta p' = 150$ kPa
 Plastisitetsindeks, I_p : Konstant, $I_p = 10$

Romvekt: Konstant, 19.6 kN/m³
 SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0,35$ $\beta = 0,75$
 Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0,63$

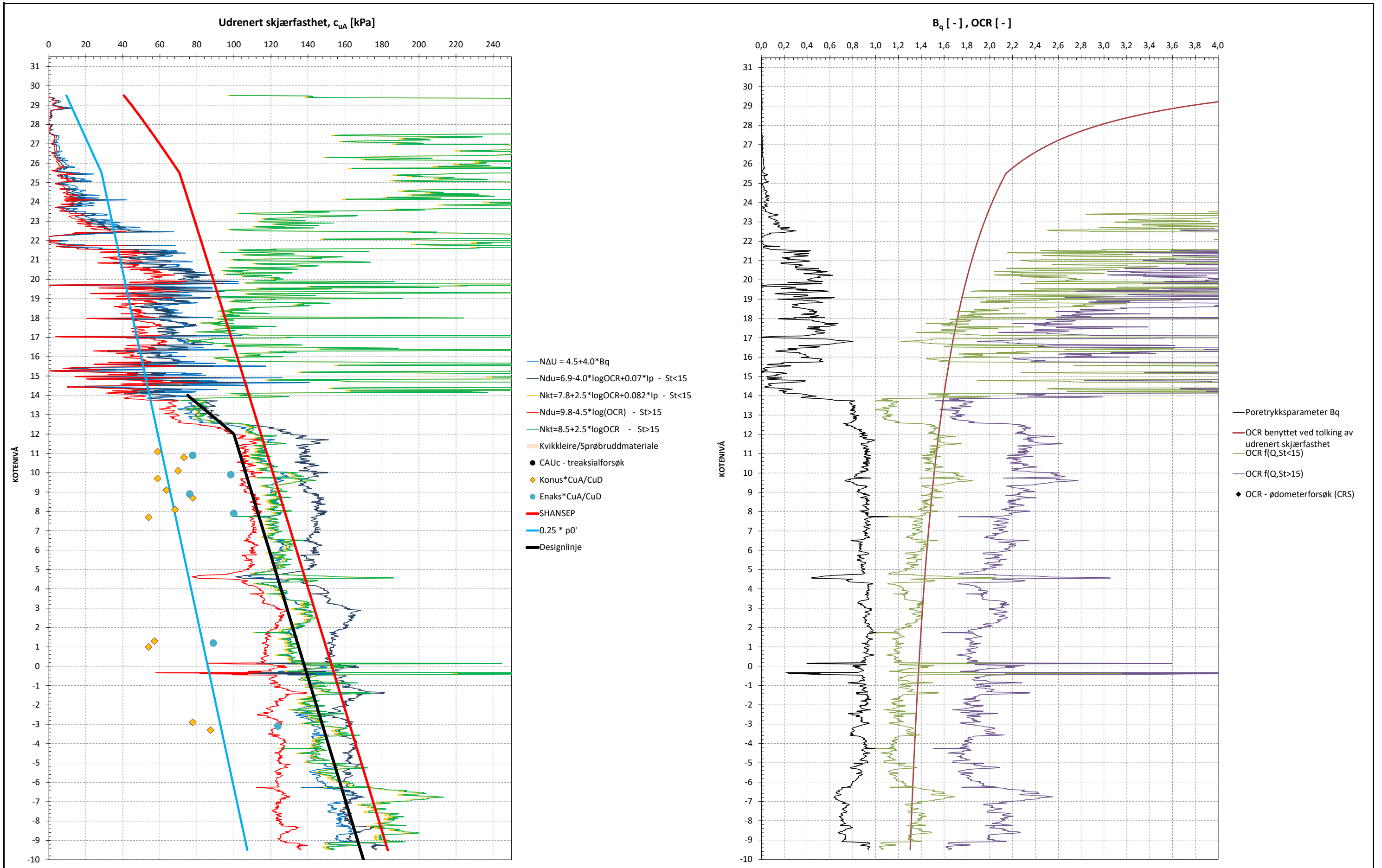
Designlinje, c_{uA}	
Kote	c_{uA}
22,5	55,0
-3,0	145,0



Statsbygg

NTNU campussamling
 Borpunkt: 104 | Terrenkote: 27,9
 Tolking/presentasjon av CPTU
 Udrenert skjærfasthet og OCR

	Oppdrag 1350046011
Tegn./kontr. KRAS/EHL	BILAG 1B
Dato 07.10.2021	Tegn. Nr. -



Tolkningsgrunnlag

In-situ poretrykk: Hydrostatisk
Grunnvannstand [Z]: 6 m
Overkonsolidering: $\Delta p' = 130$ kPa
Plastisitetsindeks, I_p : Konstant, $I_p = 10$

Romvekt: Konstant, 19 kN/m³
SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0,35$ $\beta = 0,75$
 Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0,63$

Designlinje, c_{uA} :	
Kote	c_{uA}
14,0	75,0
12,0	100,0
-10,0	170,0



Statsbygg

NTNU campussamling
 Borpunkt: 105 | Terrenkote: 31,5
 Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR

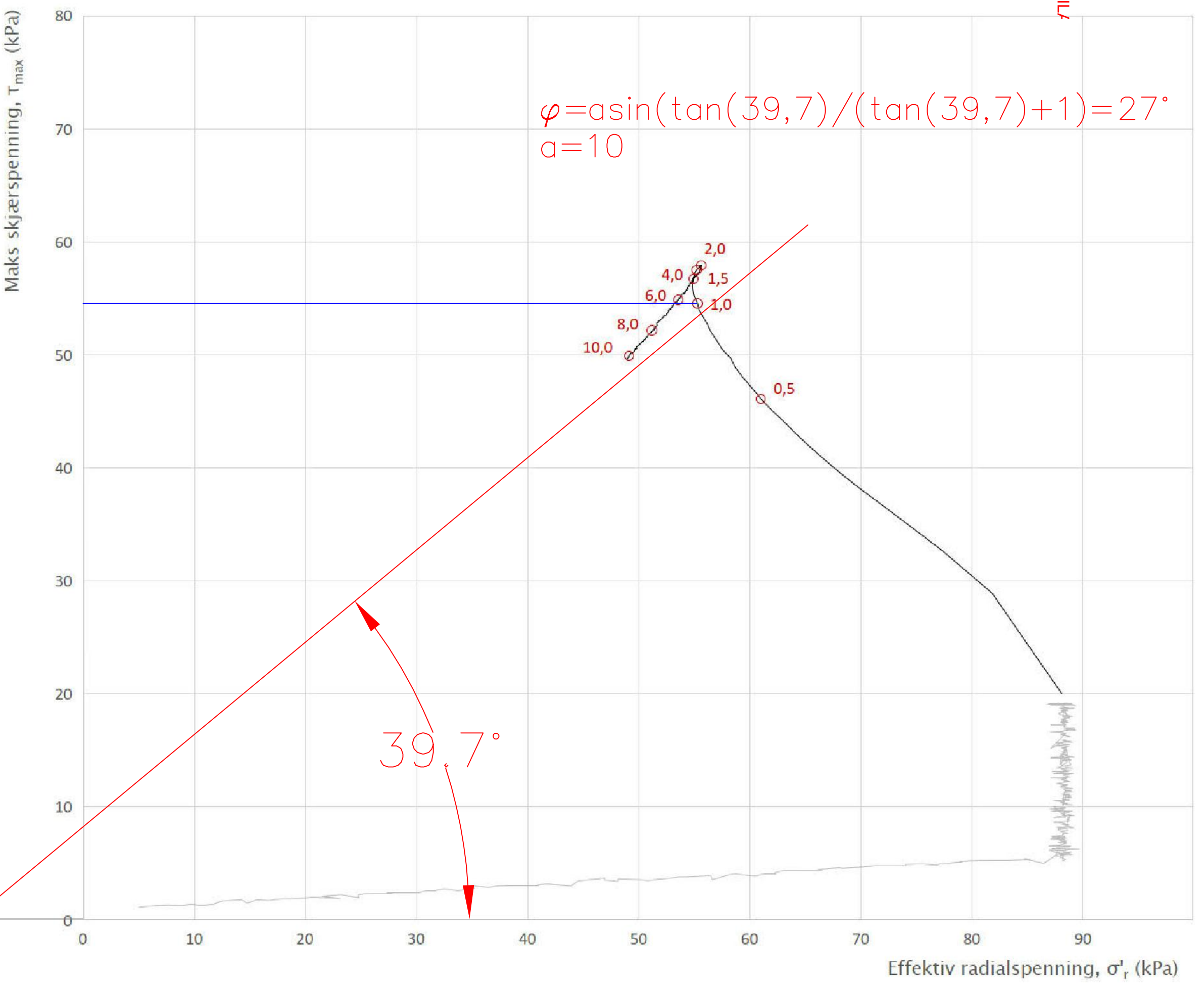
Oppdrag 1350046011	Tegn./kontr. KRAS/EHL	BILAG 1C
Dato 07.10.2021	Tegn. Nr. -	

BILAG 2

Tolkning treksialforsøk

$\epsilon a = 0,5 \ 1,0 \ 1,5 \ 2,0 \ 4,0 \ 6,0 \ 8,0 \ 10,0 \ (\%)$

BIL 4



$$\varphi = \arcsin(\tan(39,7) / (\tan(39,7) + 1)) = 27^\circ$$

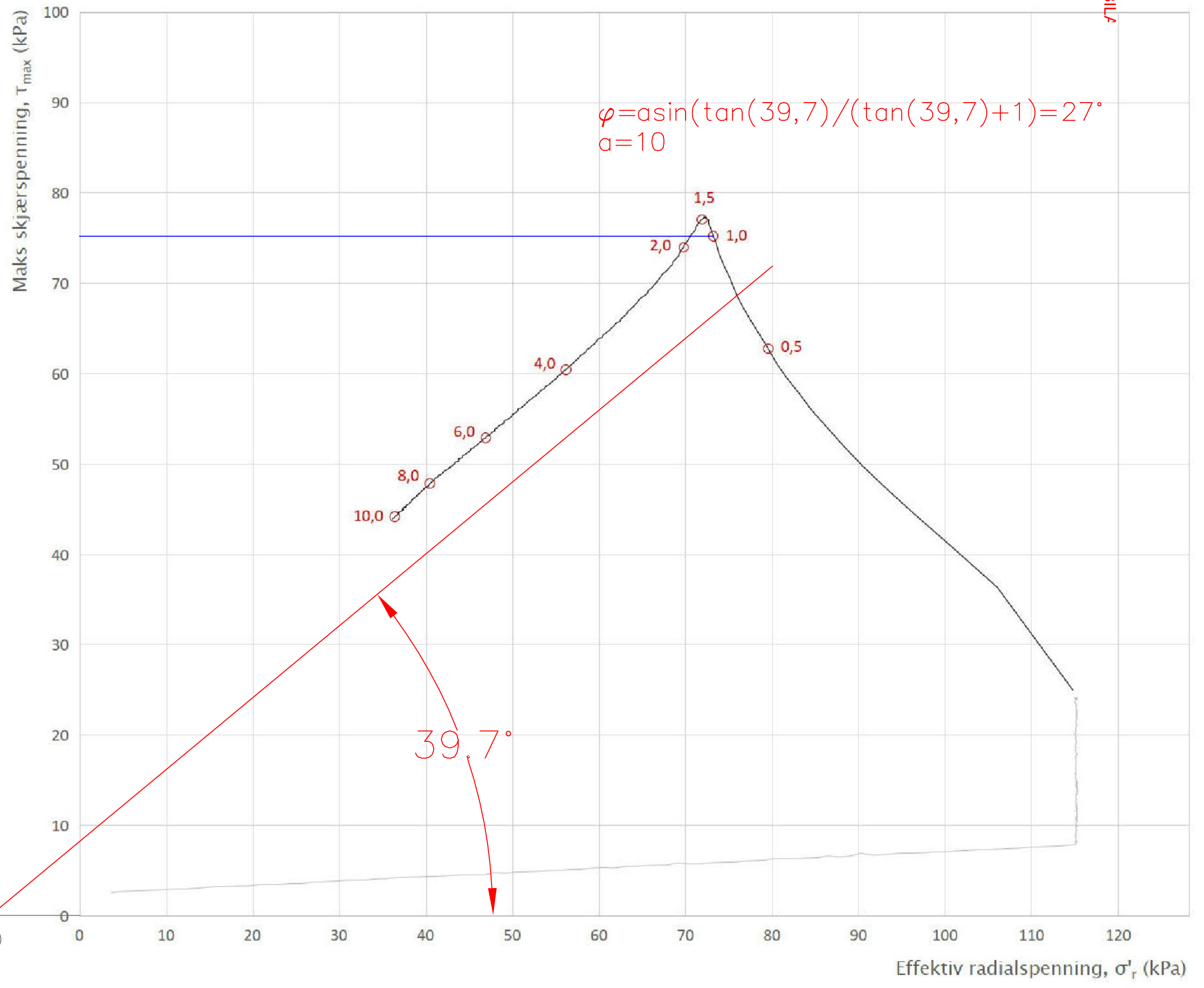
$$a = 10$$

39,7°

Projekt: **NTNU Campussamling**
 Innhold: **Spenningssti i skjærfase, σ'_r - T plott (NTNU)**
 Prosjektnummer: 10209145-07. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00
 Borhull: 104
 Dybde (m): 11,45
 Forsøksstype: CAUC
 Figur: 160-1

Multiconsult
 Utført: mash/vt
 Region: Midt
 Kontrollert: truk
 Dato utført: 08.07.2021
 Godkjent: MAGW
 Revision: 0
 Rev. dato: 12.07.2021

$\epsilon a = 0,5 \ 1,0 \ 1,5 \ 2,0 \ 4,0 \ 6,0 \ 8,0 \ 10,0 \ (\%)$

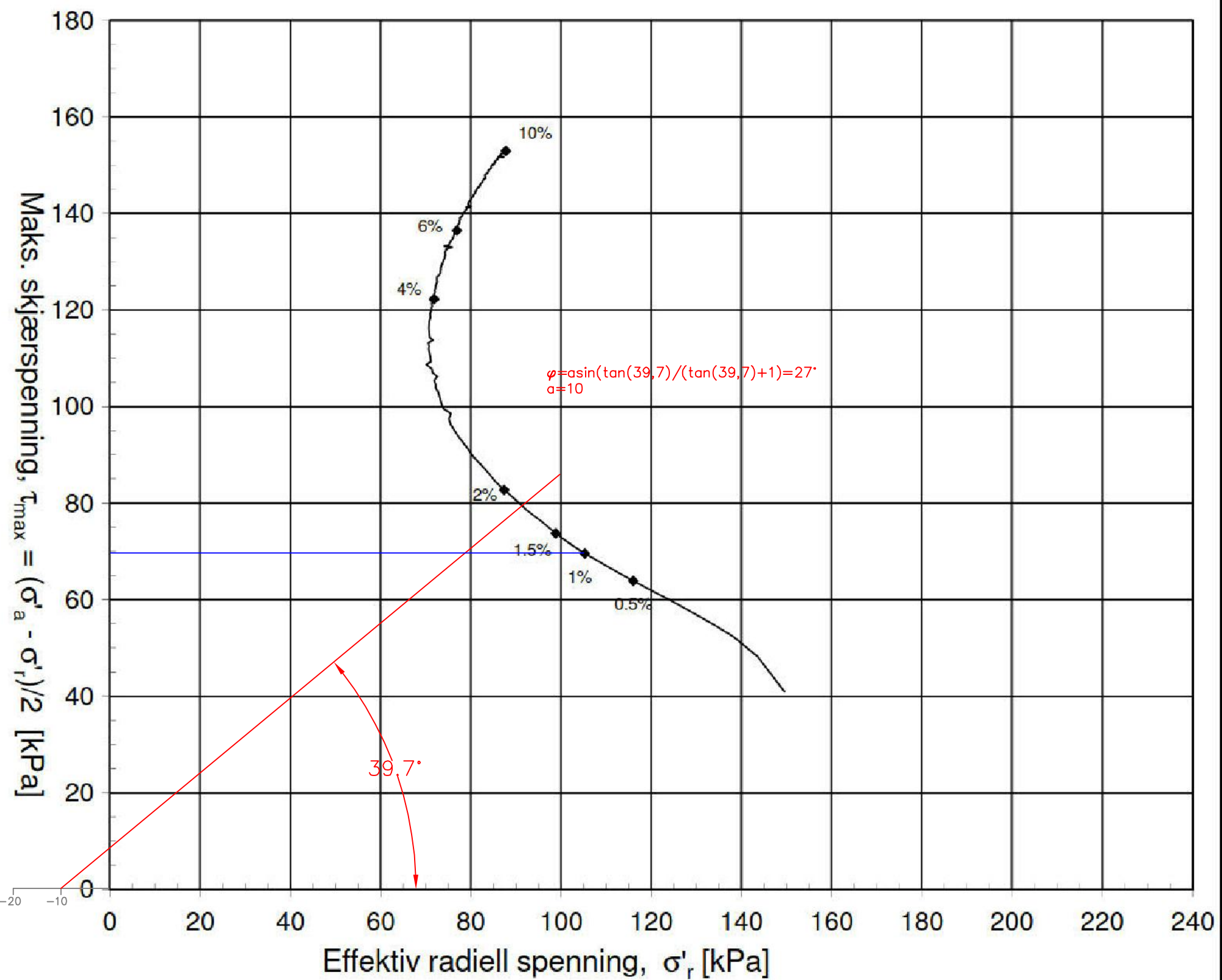


$\phi = \arcsin(\tan(39,7) / (\tan(39,7) + 1)) = 27^\circ$
 $a = 10$

39,7°

Prosjekt **NTNU Campussamling**
 Prosjektnummer: 10209145-07. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00
 Innhold
 Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)

Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøksstype
Midt	08.07.2021	12.07.2021	161-1
mash/vt		truk	MAGW
15,60		0	CAUC
104			



Konsolideringsspenning, aksial: σ'_{ac} (kPa): 231.47

Konsolideringsspenning, radial: σ'_{rc} (kPa): 149.54

Volumtøyning i konsolideringsfase: ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: 3.82

Baktrykk u_b (kPa): 500 B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.87

Vanninnhold w_l (%): 24.93 Densitet ρ_l (g/cm³): 2.02

$\Delta e/e_0$ (-): 0.10

NTNU Campusutvikling

Tegningens filnavn:

418290-RIG-TEG-090_h1.d17.2m

Fengselstomta

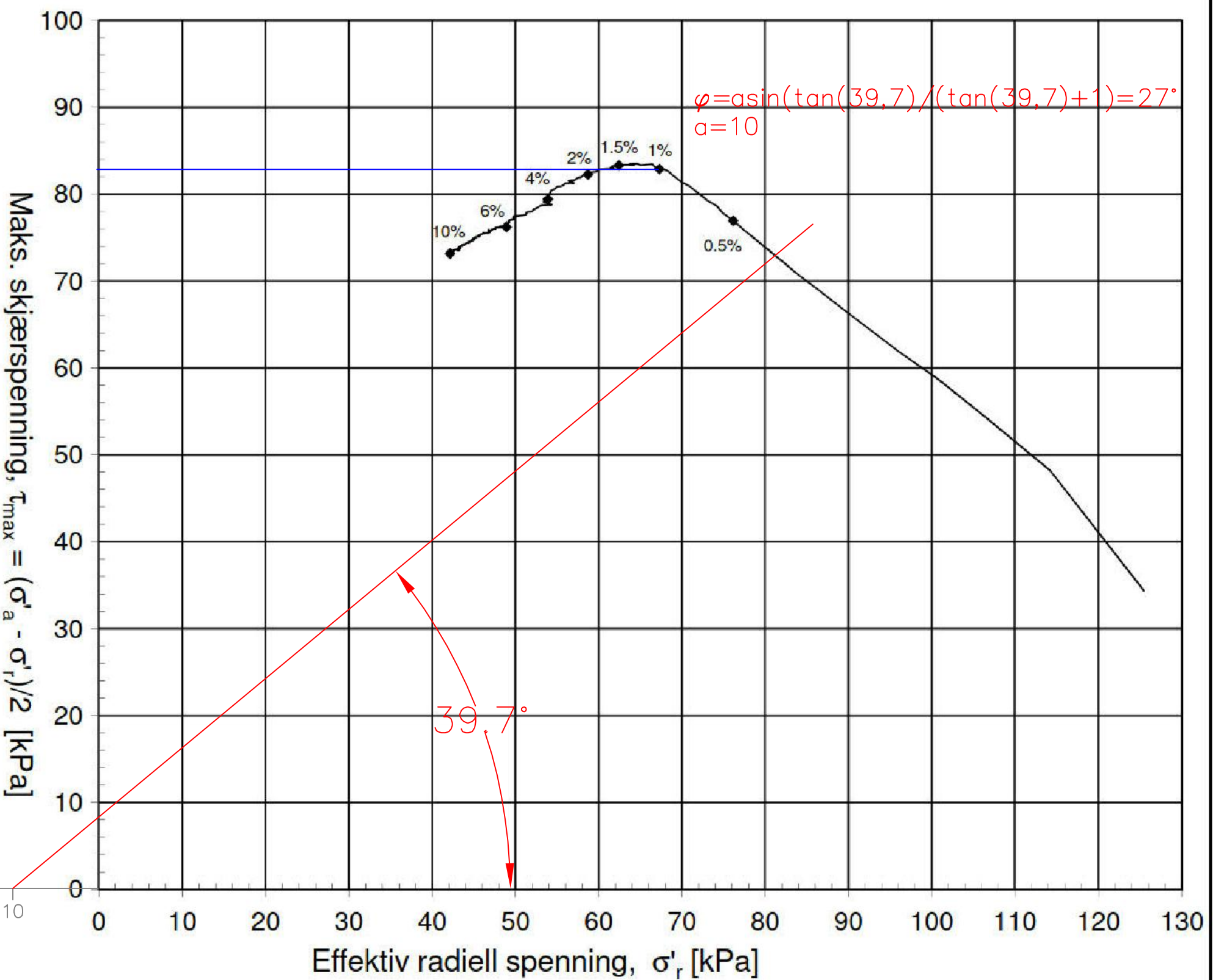
Treaksialforsøk. Deviatorspenningsssti. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

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

MULTI
consult

Forsøksdato:		Dybde, z (m):		Borpunkt nr.:	
16.11.2016		17.20		1	
Forsøk nr.:		Tegnet/kontrollert lab:		Kontrollert:	
1		vfk/it		konk	
Oppdrag nr.:		Tegning nr.:		Prosedyre:	
418290		RIG-TEG-090.1		CAUa	
Godkjent:		Programrevisjon:			
sr		15.12.2014			



Konsolideringsspenning, aksial: σ'_{ac} (kPa): 194.17

Konsolideringsspenning, radial: σ'_{re} (kPa): 125.45

Volumtøyning i konsolideringsfase: ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: 2.44

Baktrykk u_b (kPa): B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.85

Vanninnhold w_i (%): 25.36

Densitet ρ_l (g/cm³): 2.05

$\Delta e/e_0$ (-): 0.06

NTNU Campusutvikling

Tegningens filnavn:

418290-RIG-TEG-092_h3.d14.30m

Fengselstomta

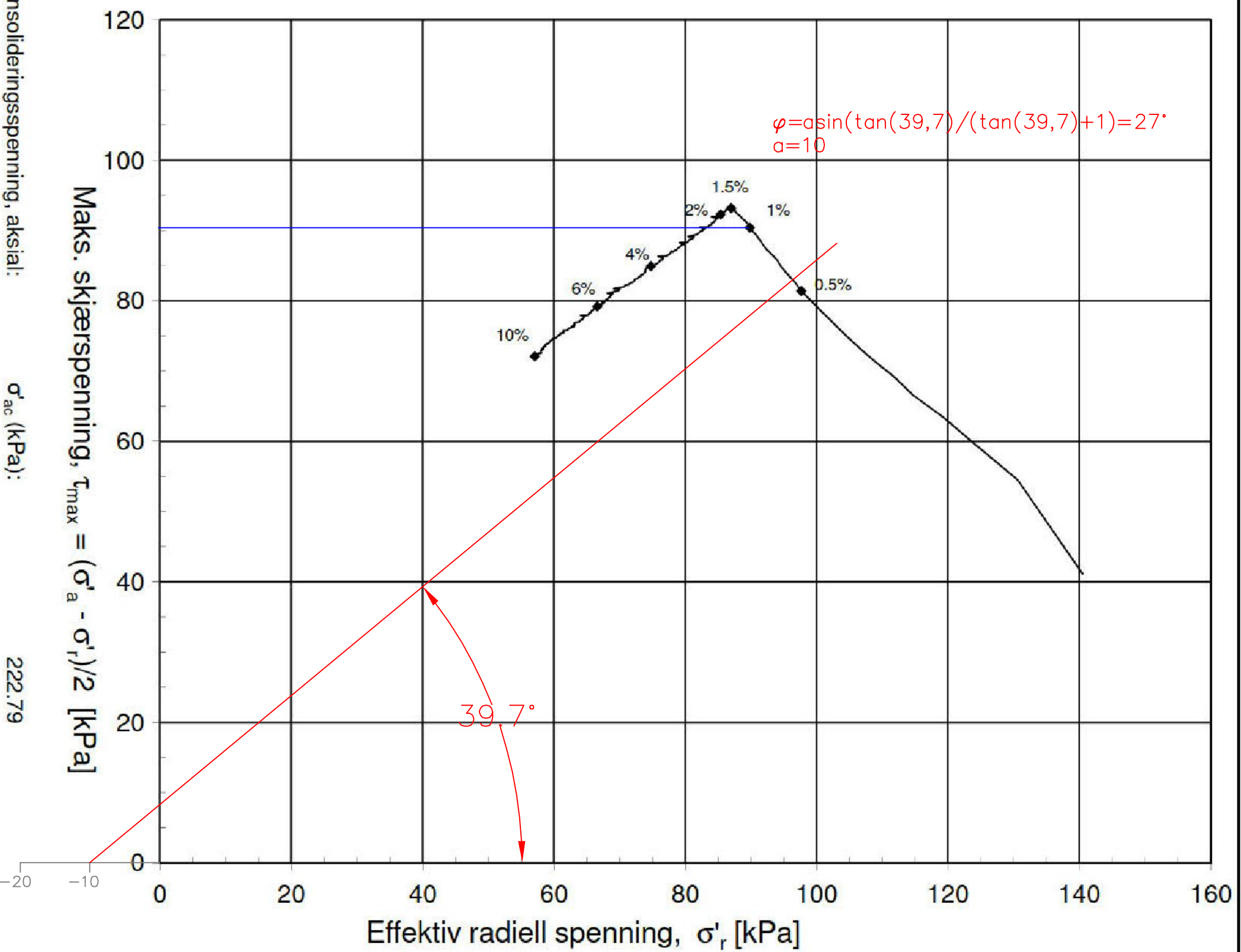
Treaksialforsøk. Deviatorspenningsssti. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

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

MULTI
consult

Forsøksdato:	18.11.2016	Dybde, z (m):	14.30	Borpunkt nr.:	3	Godkjent:	sr
Forsøk nr.:	3	Tegnet/kontrollert lab:	vt/kl	Kontrollert:	konk	Programrevisjon:	15.12.2014
Oppdrag nr.:	418290	Tegning nr.:	RIG-TEG-092.1	Prosedyre:	CAUa		



Konsolideringsspenning, aksial: σ'_{ac} (kPa): 222.79

Konsolideringsspenning, radial: σ'_{rc} (kPa): 140.53

Volumtøyning i konsolideringsfase: ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: 2.49

Baktrykk u_b (kPa): 500

Vanninnhold w_l (%): 37.17

B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.82

Densitet ρ_l (g/cm³): 1.92

$\Delta e/e_0$ (-): 0.05

NTNU Campusutvikling

Tegningens filnavn:

418290-RIG-TEG-091_h3.d16.45m

Fengselstomta

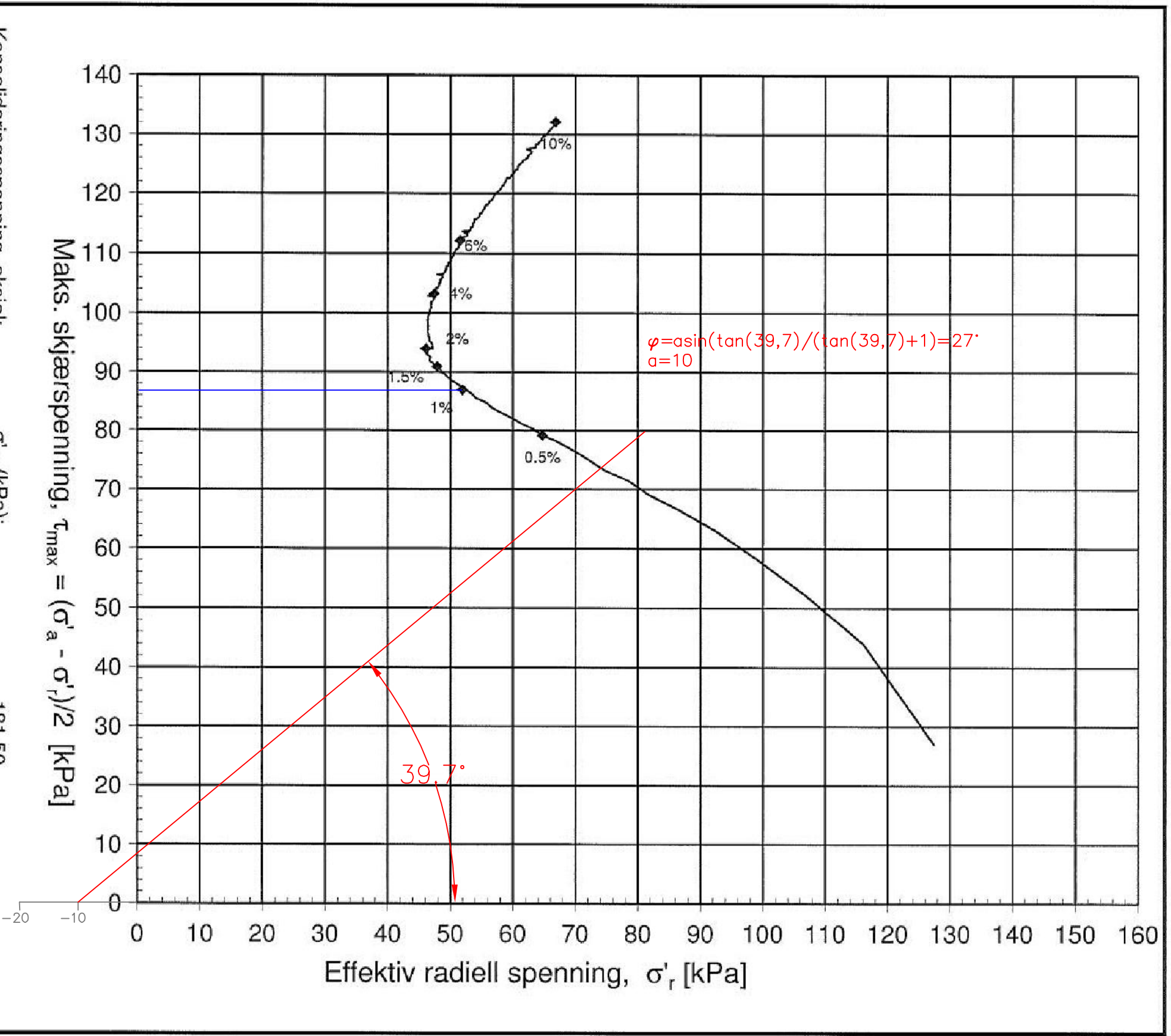
Treaksialforsøk. Deviatorspenningssiti. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

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

MULTI
consult

Forsøksdato:	21.11.2016	Dybde, z (m):	16.45	Borpunkt nr.:	3	Godkjent:	sr
Forsøk nr.:	2	Tegnet/kontrollert lab:	vt/kl	Kontrollert:	konk	Programrevisjon:	15.12.2014
Oppdrags nr.:	418290	Tegning nr.:	RIG-TEG-091.1	Prosedyre:	CAUa		



Konsolideringsspenning, aksial: σ'_{ac} (kPa): 181.50
 Konsolideringsspenning, radial: σ'_{rc} (kPa): 127.42
 Volumtøyning i konsolideringsfase: ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: 4.70
 Baktrykk u_b (kPa): 500 B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma'_c$ (-): 0.81
 Vanninnhold w_i (%): 24.77 Densitet ρ_i (g/cm³): 2.06

Studentersamfundet

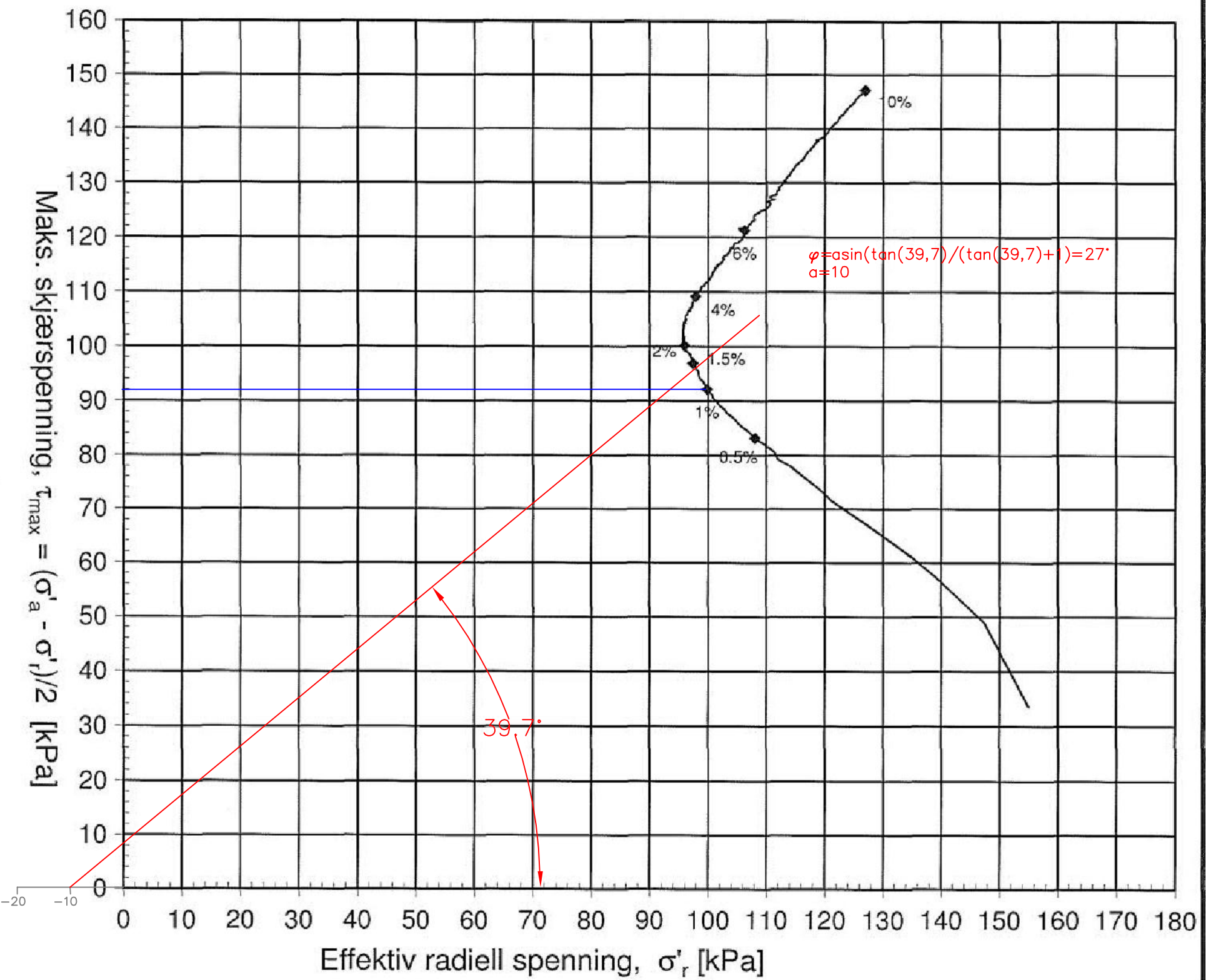
Tegningens filnavn:
 416869.CAUa.hull 5, 16.35m

Fengselstomten

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.



Multiconsult Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00		Forsøksdato: 27.10.2014		Dybde, z (m): 16.35		Borpunkt nr.: 5		Godkjent: ARV	
Forsøk nr.: 1		Tegnet/Kontrollert lab: Trukk/kit		Kontrollert: ROLS		Prosedyre: CAUa		Programrevisjon: 05.01.2014	
Oppdrag nr.: 416869		Tegning nr.: RIG-TEG-090.1		CAUa					



Konsolideringsspenning, aksial: σ'_{ac} (kPa): 222.27
 Konsolideringsspenning, radial: σ'_{re} (kPa): 155.00
 Volumtøyning i konsolideringsfase: ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: 2.92
 Baktrykk u_b (kPa): 500 B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma'_c$ (-): 0.47
 Vanninnhold w_i (%): 22.99 Densitet ρ_i (g/cm³): 2.07

Studentersamfundet

Tegningens filnavn:
416869-RIG-TEG-091_h5_20.5m

Fengselstomten

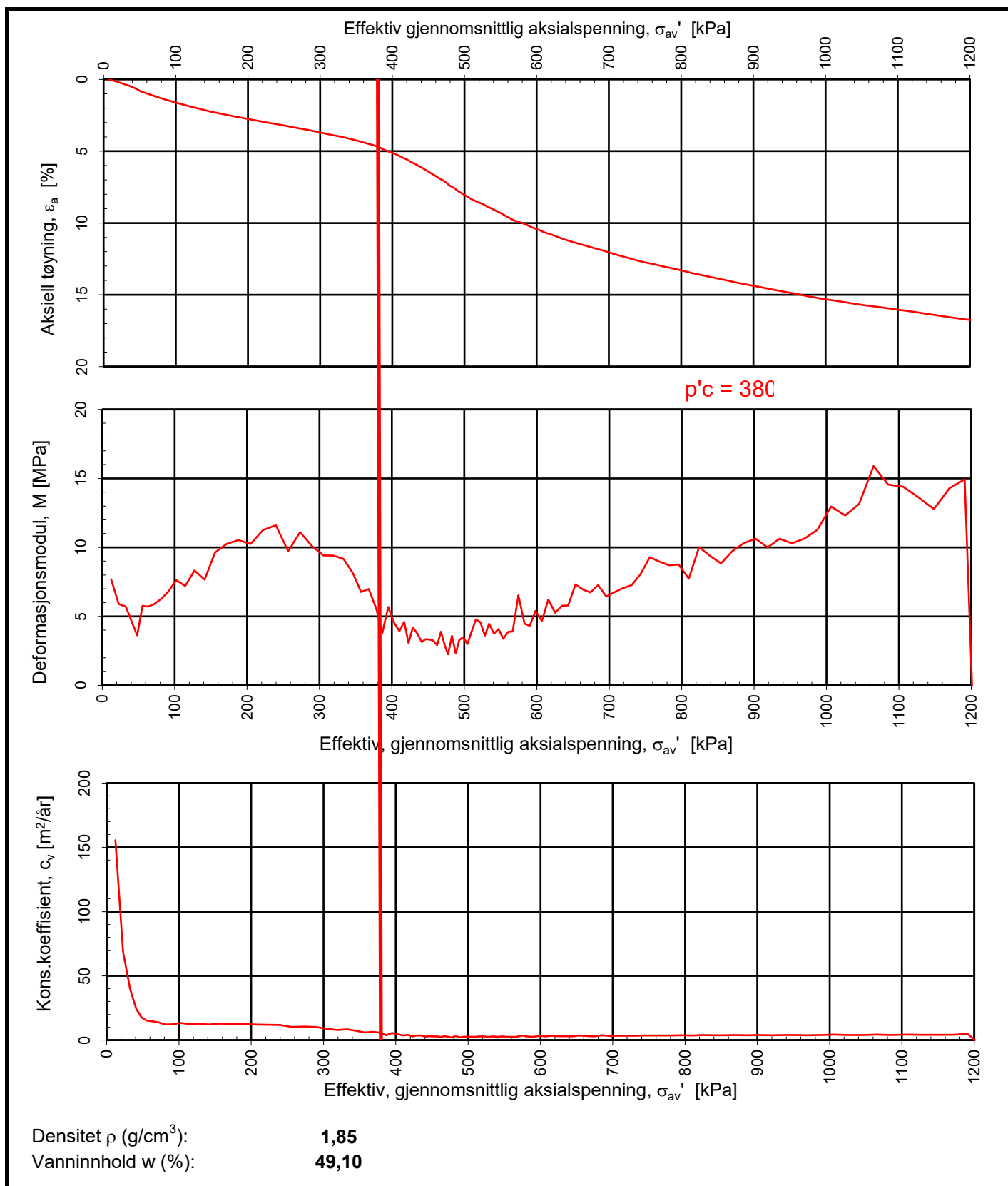


Treaksialforsøk. Deviatorspenningsslt. NTNU-plott.

Multiconsult Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00		Forsøksdato: 30.10.2014		Dybde, z (m): 20.50		Borpunkt nr.: 5	
Forsøk nr.: 2		Tegnet/kontrollert lab: truck/kl		Kontrollert: ROLS		Godkjent: ARV	
Oppdrag nr.: 416869		Tegning nr.: RIG-TEG-091.1		Prosedyre: CAUA		Programrevisjon: 05.01.2014	

BILAG 3

Tolkning ødometerforsøk



Rambøll Norge AS
NTNU Campussamling

Tegningens filnavn:

10209145-07-RIG-TEG-400_h104.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:

06.07.2021

Dybde, z (m):

11,60

Borpunkt nr.:

104

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

mash/vt

Kontrollert:

truk

Oppdrag nr.:

10209145-07

Tegning nr.:

150-1

Prosedyre:

CRS

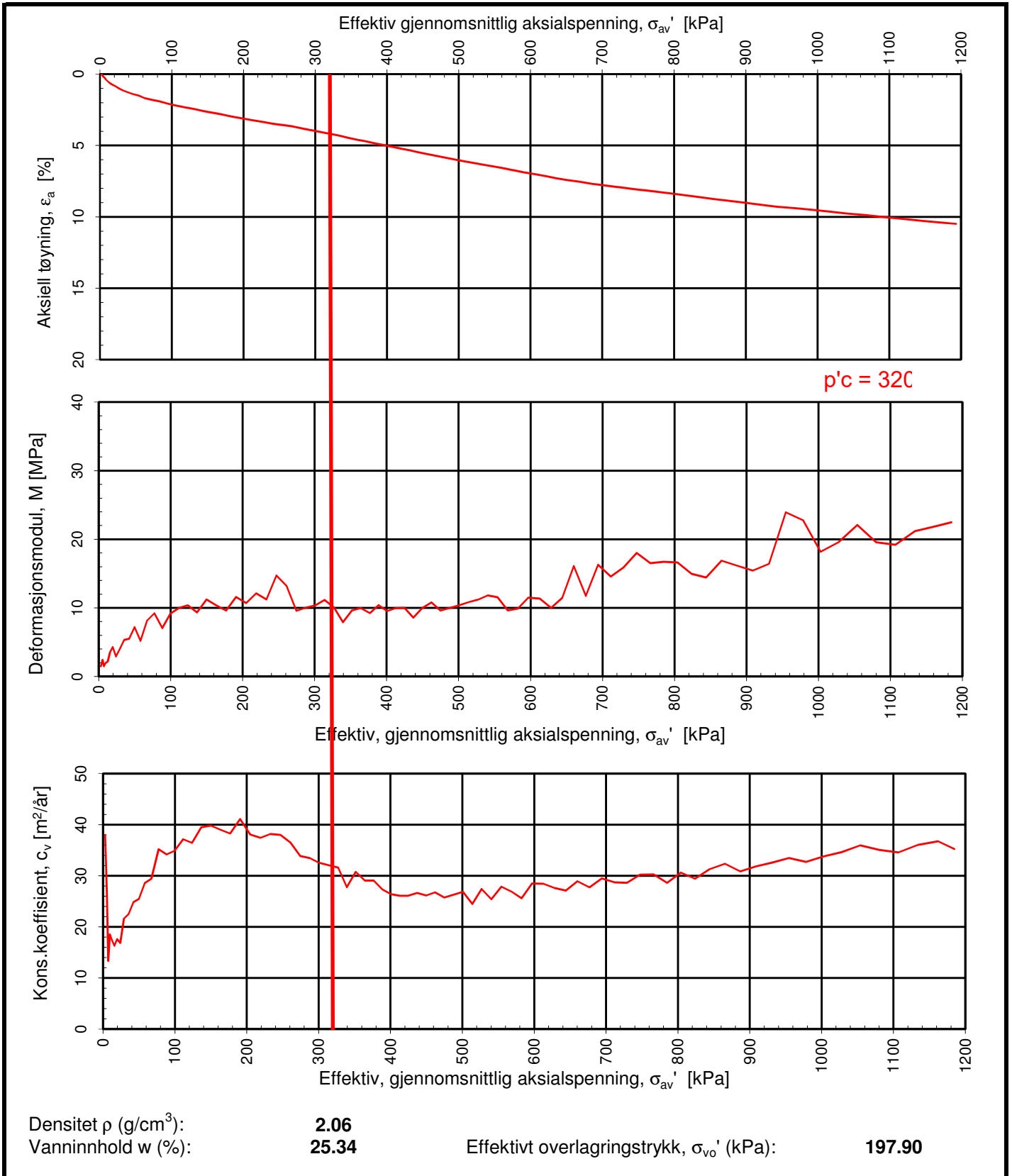
Godkjent:

MAGW

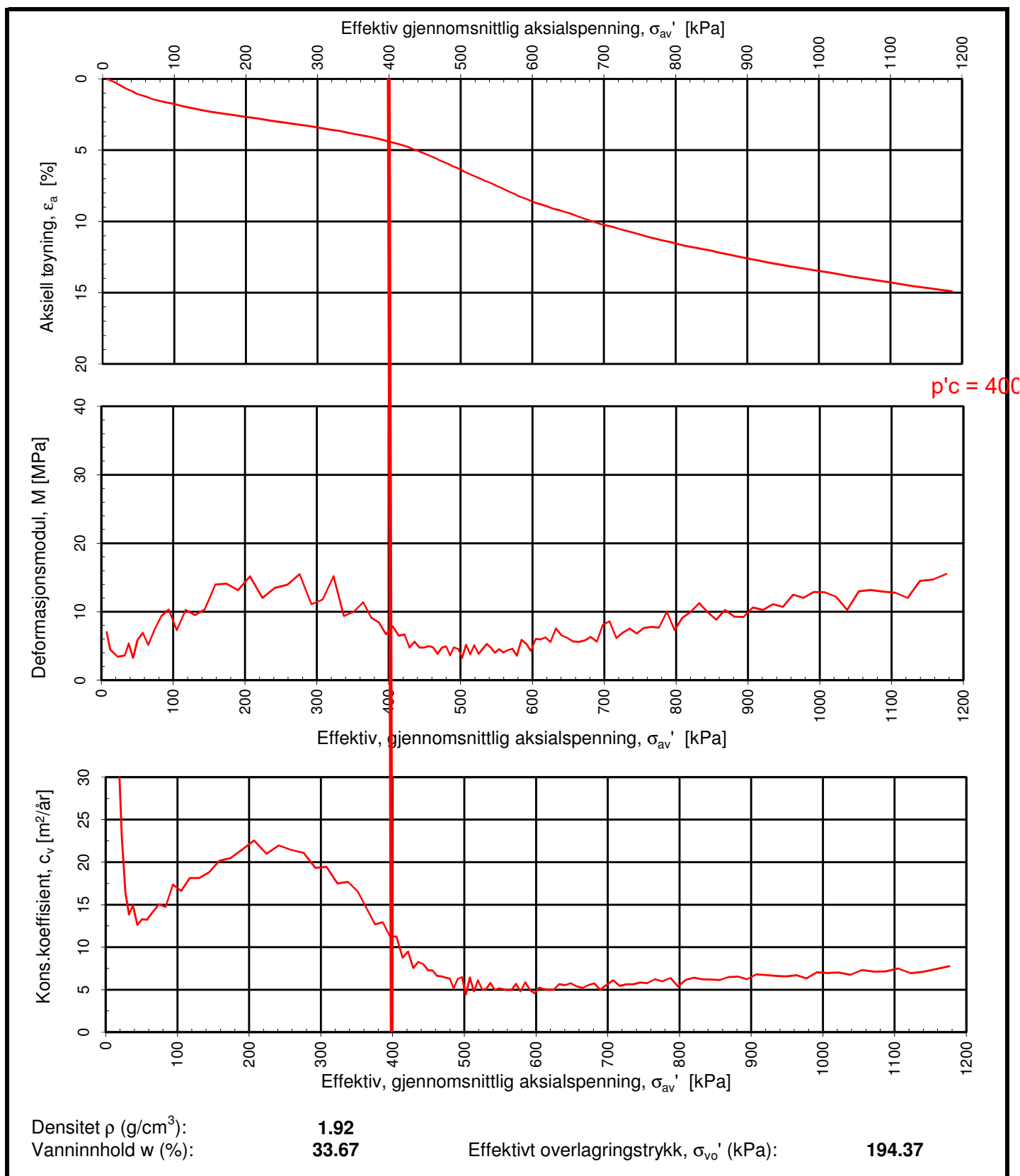
Programrevisjon:

16.07.2018

Multi
consult



NTNU Campusutvikling			Tegningens filnavn:
NTNU Campusutvikling			416290-RIG-TEG-073, d14,50m.xlsx
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, M og c_v .			
MULTICONSULT AS Sluppenveien 15 7037 Trondheim Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
	18.11.2016	14.50	3
	Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:
2	vt/kjt	konk	sr
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
416290	RIG-TEG-075.1	CRS	24.06.2016

 $p'_c = 400$

NTNU Campusutvikling

Fengselstomta

Tegningens filnavn:

416290-RIG-TEG-077_h3, d16,35m.xlsx

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

MULTICONSULT AS

Sluppenveien 15
7037 Trondheim
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

21.11.216

Dybde, z (m):

16.35

Borpunkt nr.:

3

Forsøknr.:

3

Tegnet av:

vt/

Kontrollert:

konk

Oppdrag nr.:

46290

Tegning nr.:

RIG-TEG-076.1

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

sr

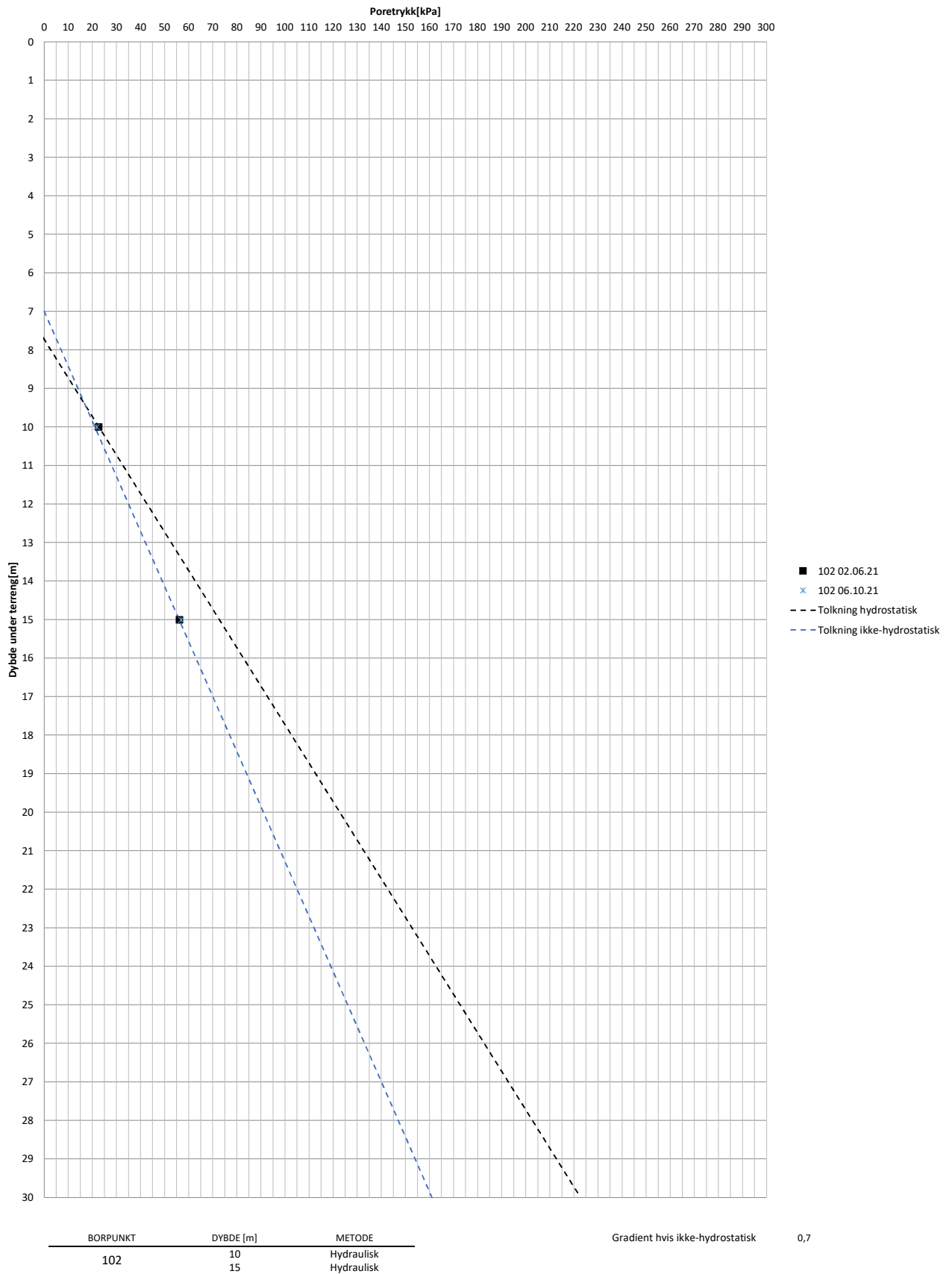
Programrevisjon:

24.06.2016

BILAG 4

Poretrykksmålinger

PORETRYKKSFORDELING MED DYBDEN



NTNU campussamling

Statsbygg

Poretrykk
Tolkning

OPPDR.NR
1350041580

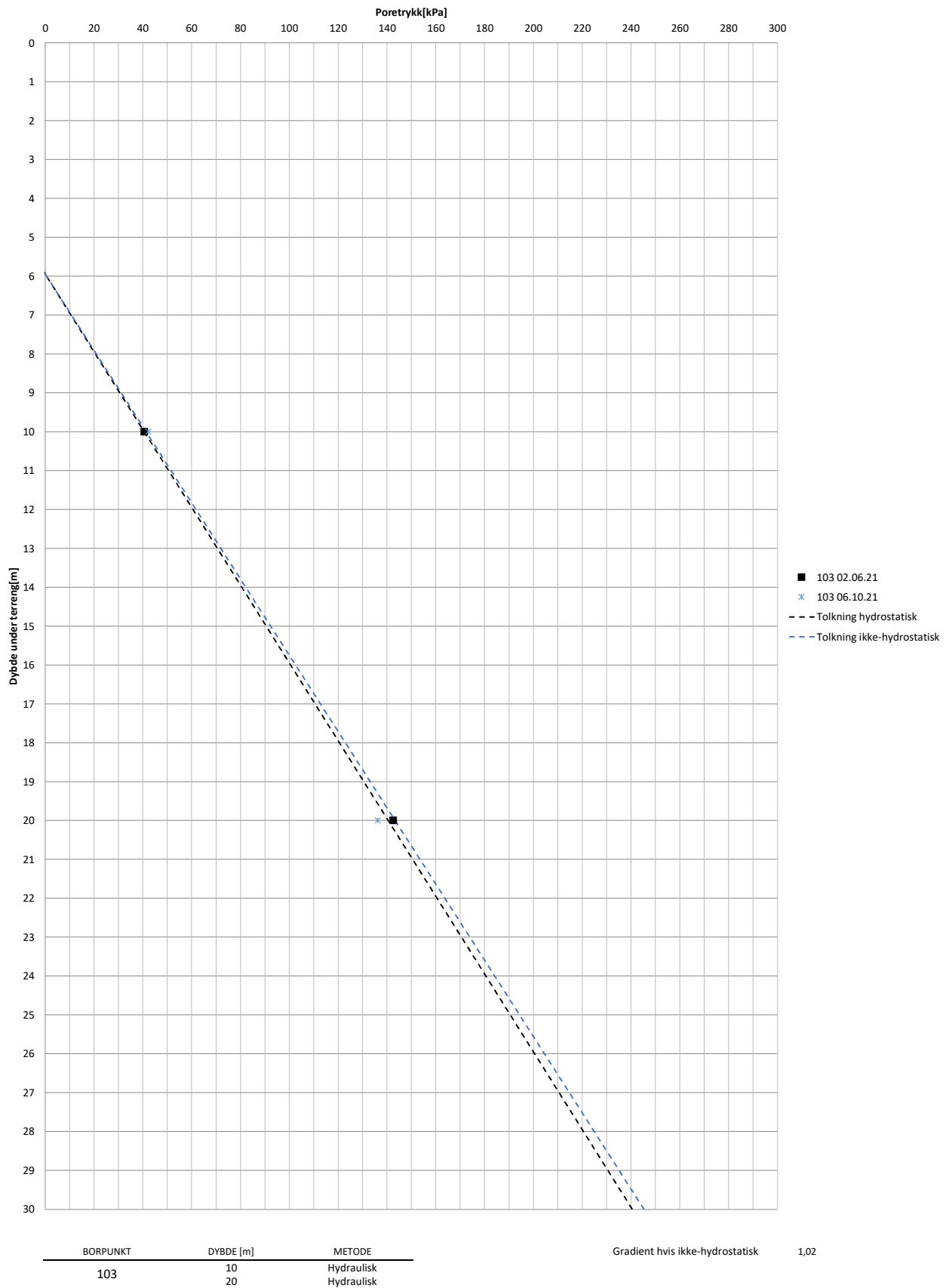
TEG./KONTR.
KRAS/EHL

VEDLEGG
4A

TEG.DATO
07.10.2021

TEG. NR
-

PORETRYKKSFORDELING MED DYBDEN



NTNU campussamling

Statsbygg

Poretrykk
Tolkning

OPPDR.NR
1350041580

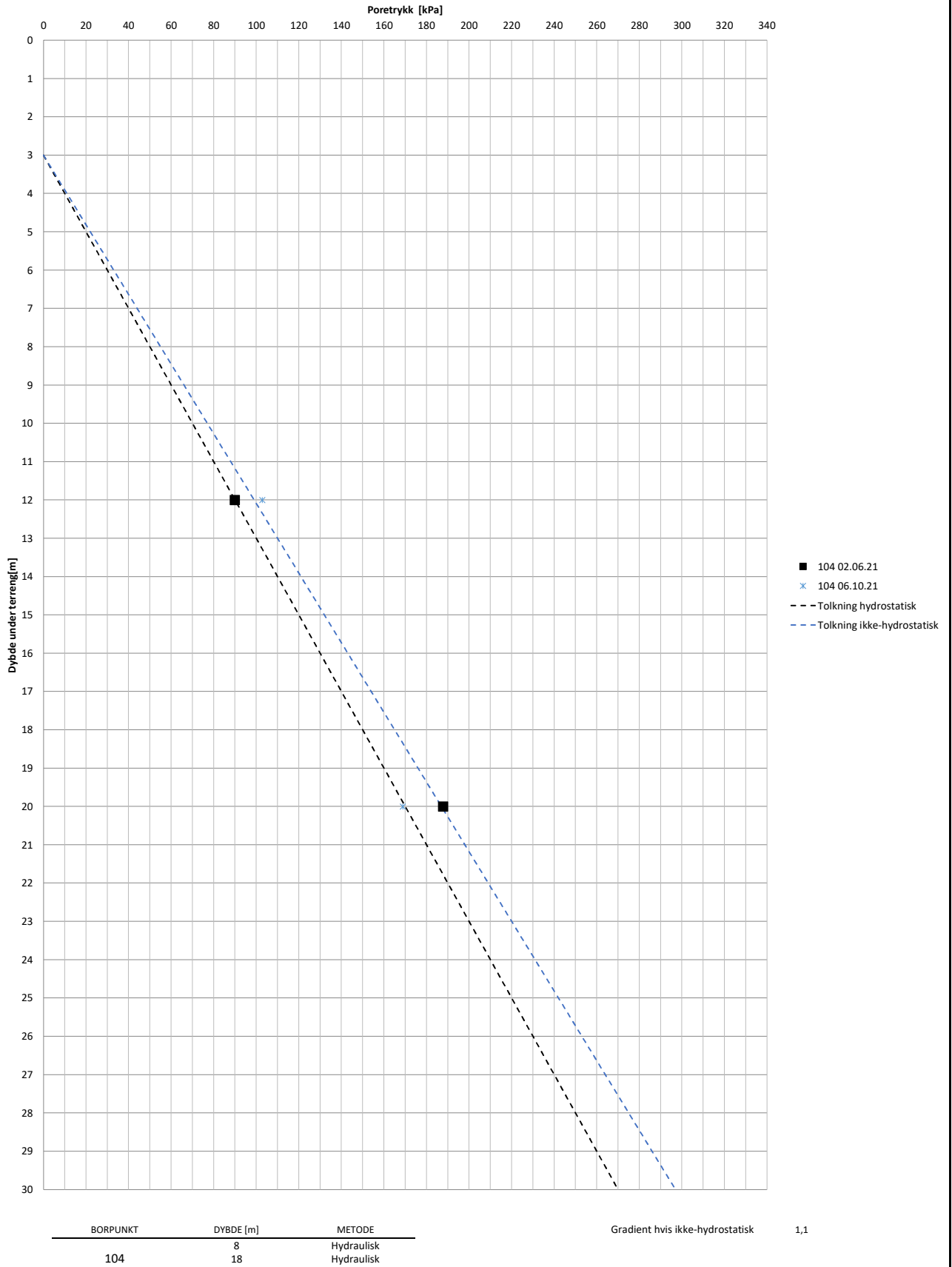
TEG./KONTR.
KRAS/EHL

BILAG
4B

TEG.DATO
07.10.2021

TEG. NR
-

PORETRYKKSFORDELING MED DYBDEN



NTNU campussamling

Statsbygg

Poretrykk
Tolkning

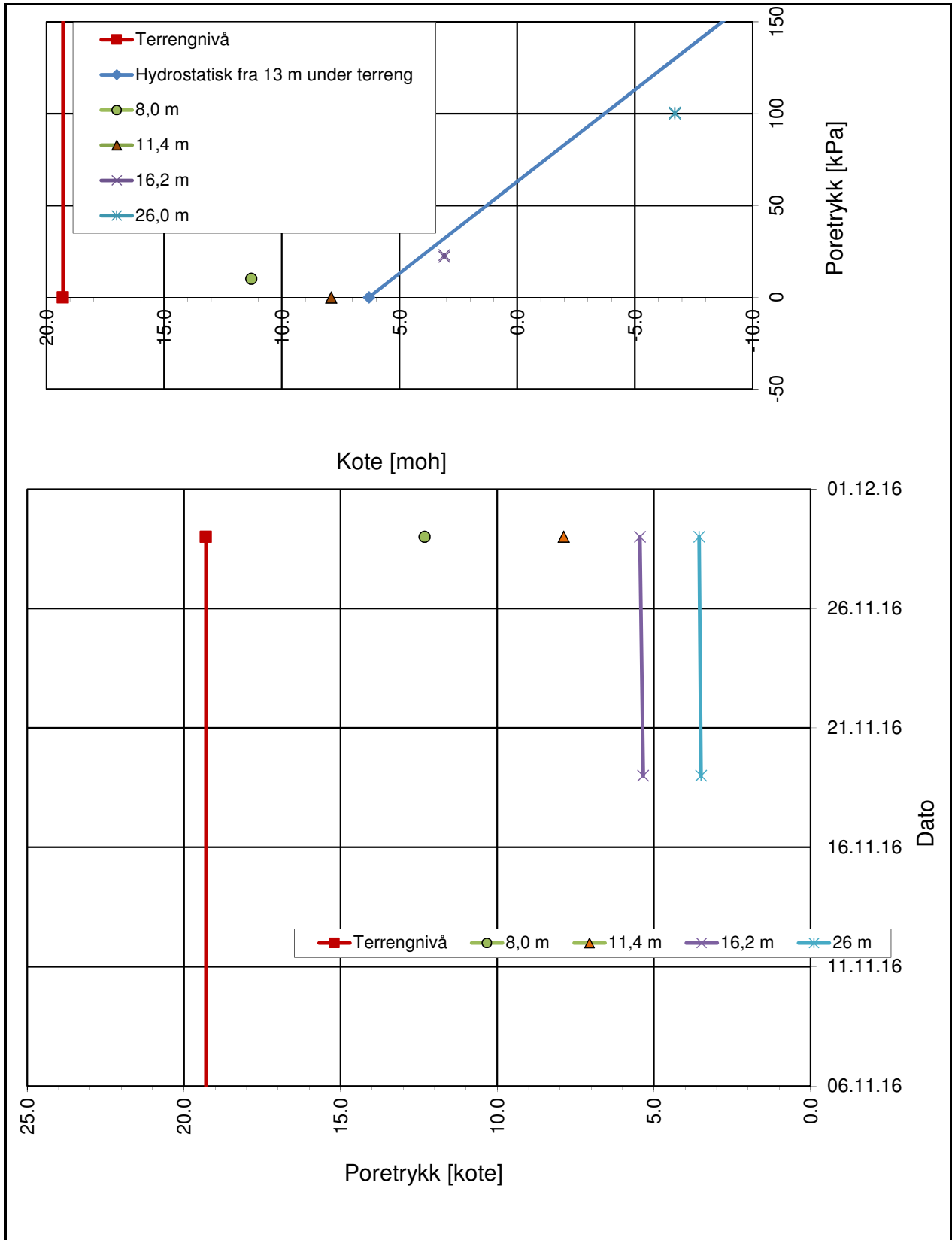
OPPDR.NR
1350041580

TEG./KONTR.
KRAS/EHL

BILAG
4C

TEG.DATO
08.10.2021

TEG. NR
-




PORETRYKKSMÅLING

Elektriske poretrykksmålere, BP. 1		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multi consult
NTNU Campusutvikling		ANG	KONK	
Fengselstomta		Dato	Godkjent	
Grunnundersøkelser		14.12.2016	SR	
Multi consult	OPPDRAG NR.	TEGN.NR.		REV.
	418290	RIG-TEG-251		0


BILAG 5

Kvailitetsskjema CPTU


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.:	103	Dato:	21.06.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Wang, Tom Robin
Filtertype:	Spaltefilter	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	13
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,8
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]:	2,6975	0,0552	0,0823
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0049	0,6	2,3
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	8,1417	0,6654	2,4036
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statsbygg Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: NTNU Campus		
Borpunkt nr:	103	Sonde:	4224
	Dato: 21.06.2021	Tegnet: Svegård, Olav	Kontrollert: SYBE
	Oppdragsnr.: 1350046011	Bilag 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 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]:	0,5442	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.:	104	Dato:	18.06.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Wang, Tom Robin
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	12
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,5
Sum boring [m]:	31,02	Kontroll skriver [m]:	31,02
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	8,5
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]:	2,3929	0,0490	0,0730
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0206	0,4	-2,5
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	23,5371	0,4592	2,5943
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statsbygg Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: NTNU Campus		
Borpunkt nr:	104	Sonde:	4224
	Dato: 18.06.2021	Tegnet: Svegård, Olav	Kontrollert: SYBE
	Oppdragsnr.: 1350046011	Bilag 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.:	105	Dato:	21.06.2021
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Wang, Tom Robin
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	13
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,7
Sum boring [m]:	41	Kontroll skriver [m]:	41
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	12,5
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]:	2,7410	0,0561	0,0836
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0104	1,3	5
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	13,6852	1,3663	5,1049
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statsbygg Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: NTNU Campus		
Borpunkt nr:	105	Sonde:	4224
	Dato: 21.06.2021	Tegnet: Svegård, Olav	Kontrollert: SYBE
	Oppdragsnr.: 1350046011	Bilag nr.: -	

BILAG 6

ROS-analyse

ref: " NVE ekstern rapport 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleirekred"

Skadekonsekvens Forklaring

vurdering:				Konsekvens, score					
Faktor	Vekttall	Analyse/tolkning	kommentar	Faktor	vektall	3	2	1	0
Boligheter	4	3	Tettbebygg	Boligheter, antall	4	Tett>5	Sprett >5	Sprett <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	3	NTNU, Samfundet	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	3		Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei	2	2		Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje	2	0	Ingen toglinjer	Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	1		Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	3		Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng (score x vektall):		35							

Beregnet skadekonsekvensklasse: **Meget Alvorlig**
 Skadekonsekvensindikator, S_i 78 %

Faregradsklasser (sannsynlighet) Forklaring

vurdering:				Faregrad, score					
Faktor	Vekttall	Analyse/tolkning	kommentar	Faktor	vektall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	3	Historiske skred i området	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	2	Ca. 22 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)	
Kvikkleiremektighet	2	3	Betydelig mektighet mot nordøst	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	3	St=43-280	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	3	Erosjon pågår	Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep, forverring	3	0		Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	
Inngrep, forbedring	-3	2	Motfylling har gitt noe bedre stabilitet	Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum poeng (score x vektall):		23							

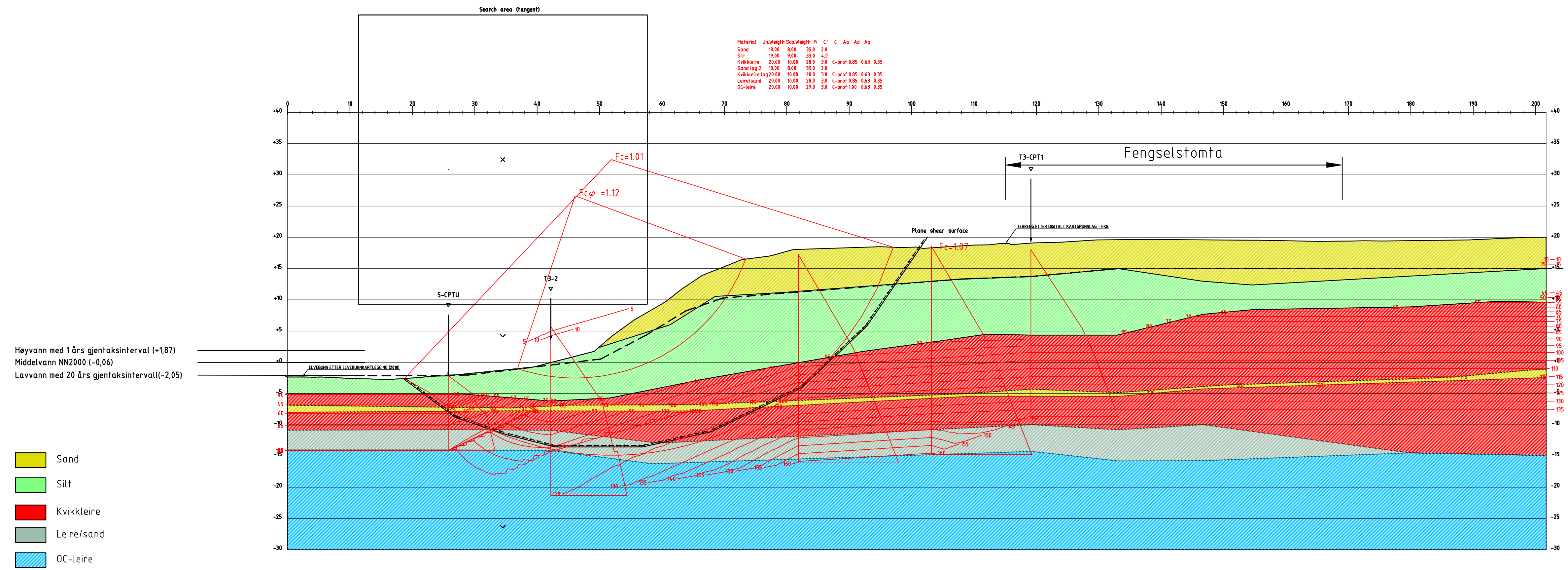
Beregnet faregradsklasse: **Middels**
 Faregradindikator, F_i 45 %

Risikoindikator, R_i (S_i x F_i) 3508

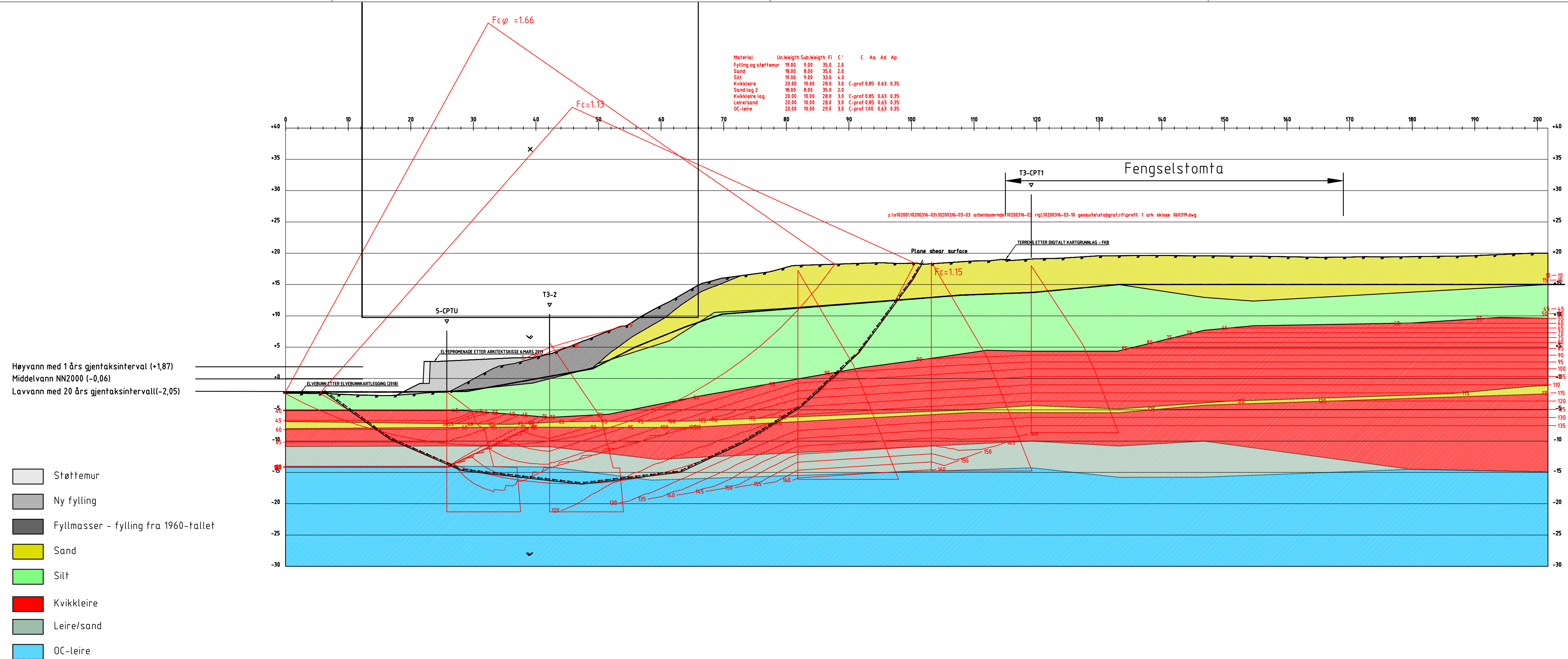
Risikoklasse: 5

BILAG 7

Tidligere stabilitetsberegninger



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00					
Studentersamfundet i Trondhjem Prosjektering av fylling i Nidelva					Fag: Geoteknikk Format: A3L
Profil 1-1 Stabilitetsberegninger - terreng før utfylling i 1960-årene ADP -og aφ-analyse					Dato: 21.02.2019 Format/Målestokk: 1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status: Utsendt Oppdragsnr.: 10200316-03	Konstr./Tegnet: SIVMH Tegningsnr.: RIG-TEG-800.1	Kontrollert: ANG	Godkjent: HAN Rev.: 00

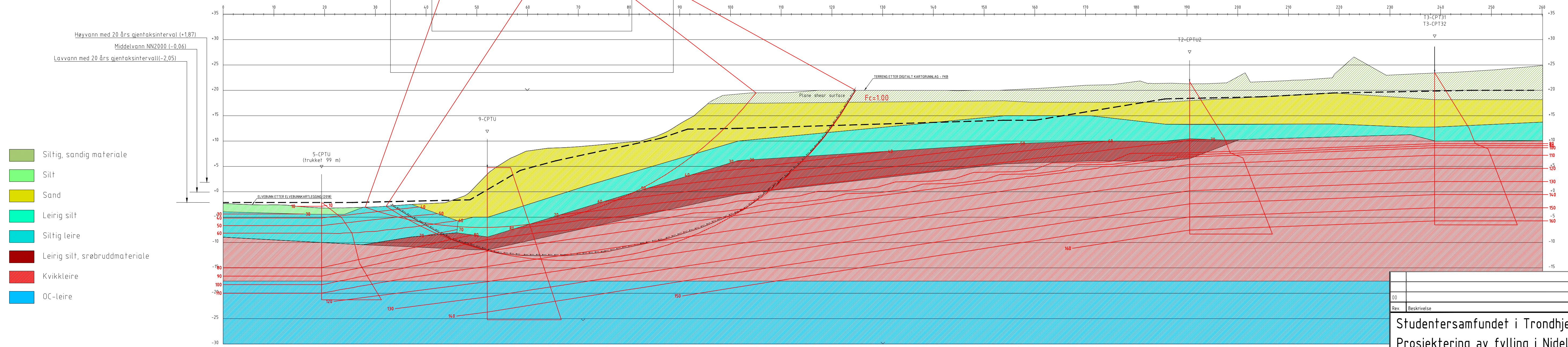


Høyvann med 1 års gjentaksintervall (+1,87)
 Middelvann NN2000 (-0,06)
 Lavvann med 20 års gjentaksintervall(-2,05)

- Støttemur
- Ny fylling
- Fyllmasser - fylling fra 1960-tallet
- Sand
- Silt
- Kvikkleire
- Leire/sand
- OC-leire

00							
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Fag	Format
	Studentersamfundet i Trondhjem					Geoteknikk	A3L
	Prosjektering av fylling i Nidelva					Dato	18.03.2019
	Profil 1-1					Format/Målestokk	1:400
	Stabilitetsberegninger - terreng som med planlagt fylling						
	ADP -og aφ-analyse						
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
www.multiconsult.no		Utsendt	SIVMH	ANG	HAN		
Oppdragsnr.		Tegningsnr.					Rev.
10200316-03		RIG-TEG-800.2					00

Material	Un	Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Siltig sandig	19.00	9.00	35.0	2.0					
Sand	18.00	8.00	35.0	2.0					
Siltig leire	18.00	8.00	28.0	3.0	C-prof	0.85	0.63	0.35	
Leirig silt	19.00	9.00	29.0	2.0					
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	28.0	3.0	C-prof	0.85	0.63	0.35	
Kvikkleire	20.00	10.00	28.0	3.0	C-prof	0.85	0.63	0.35	
OC-leire	20.00	10.00	29.0	3.0	C-prof	1.00	0.63	0.35	



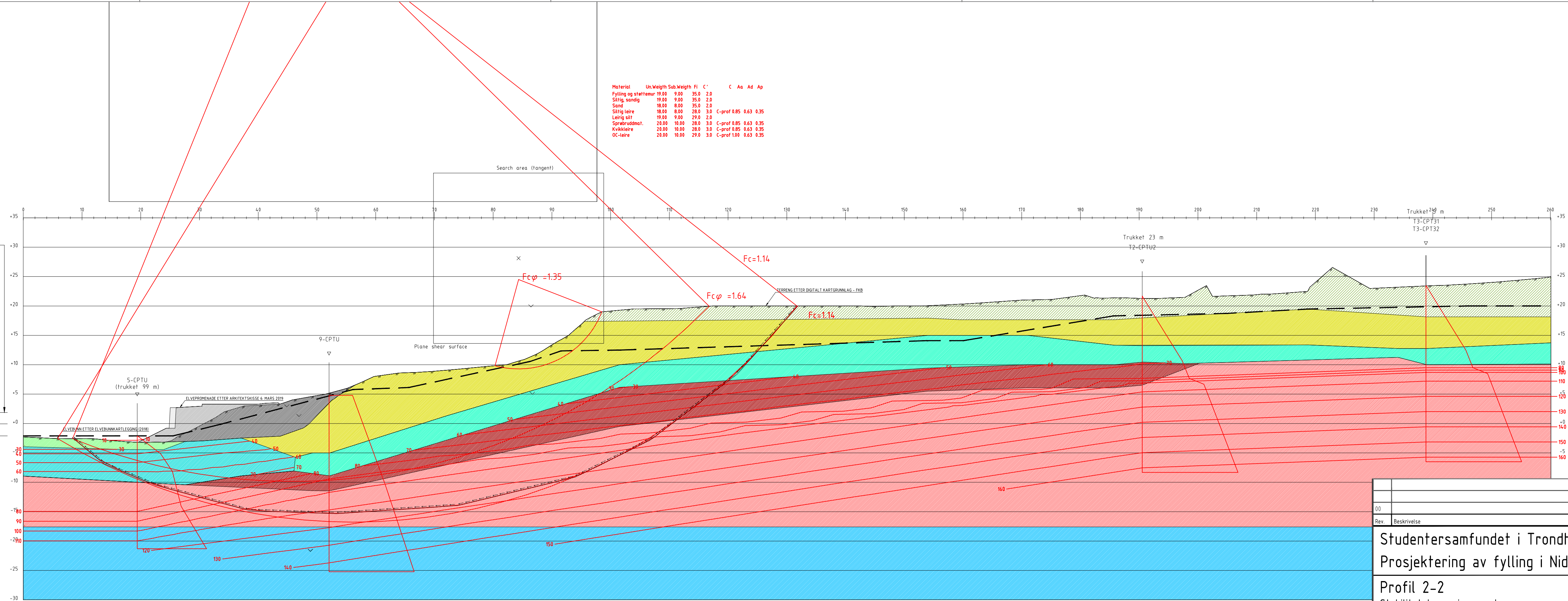
- Siltig, sandig materiale
- Silt
- Sand
- Leirig silt
- Siltig leire
- Leirig silt, srøbruddmateriale
- Kvikkleire
- OC-leire

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00					
Studentersamfundet i Trondhjem Prosjektering av fylling i Nidelva			Fag	Format	
			Geoteknikk	A3L	
			Dato	14.05.2019	
Profil 2-2 Stabilitetsberegninger - terreng før utfylling i 1960-årene ADP -og aφ-analyse			Format/Målestokk	1:400	
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr.		SIVMH	ANG	HAN	
10200316-03		Tegningsnr.	RIG-TEG-801.1	Rev.	
				00	

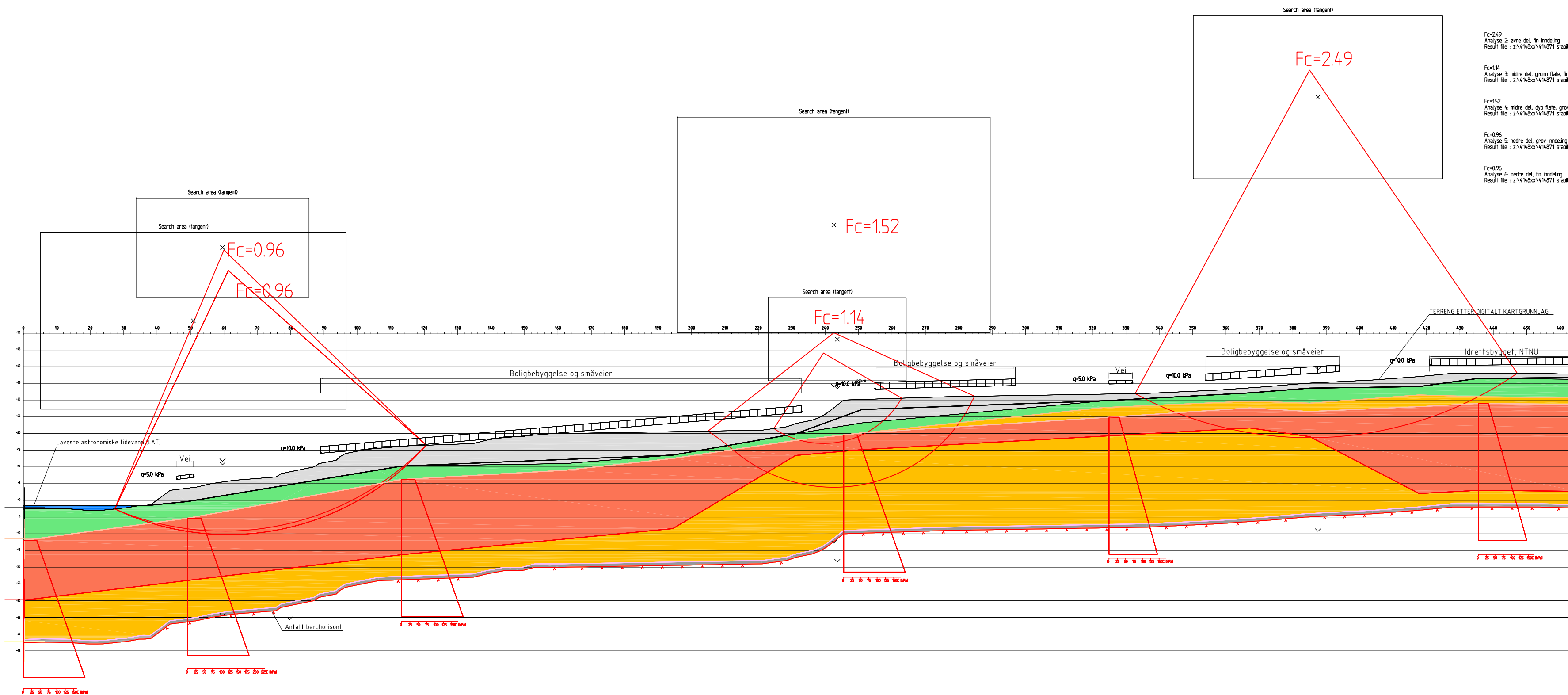
Material	Un	Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling og støttemur	19.00	9.00	35.0	2.0					
Siltig sandig	19.00	9.00	35.0	2.0					
Sand	18.00	8.00	35.0	2.0					
Siltig leire	18.00	8.00	28.0	3.0	C-prof	0.85	0.63	0.35	
Leirig silt	19.00	9.00	29.0	2.0					
Sprøbruddmat.	20.00	10.00	28.0	3.0	C-prof	0.85	0.63	0.35	
Kvikkleire	20.00	10.00	28.0	3.0	C-prof	0.85	0.63	0.35	
OC-leire	20.00	10.00	29.0	3.0	C-prof	1.00	0.63	0.35	

Høyvann med 20 års gjentakintervall (+1,87)
 Middelvann NN2000 (-0,06)
 Lavvann med 20 års gjentakintervall (-2,05)

- Støttemur
- Ny fylling
- Fyllmasser - fylling fra 1960-tallet
- Siltig, sandig materiale
- Silt
- Sand
- Leirig silt
- Siltig leire
- Leirig silt, sprøbruddmateriale
- Kvikkleire
- OC-leire



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00					
Studentersamfundet i Trondhjem Prosjektering av fylling i Nidelva					Fag: Geoteknikk Format: A3L
Profil 2-2 Stabilitetsberegninger - terreng som med planlagt fylling ADP -og aφ-analyse					Dato: 14.05.2019 Format/Målestokk: 1:400
Status: Utsendt Oppdragsnr.: 10200316-03		Konstr./Tegnet: SIMMH Tegningsnr.: RIG-TEG-801.2	Kontrollert: ANG	Godkjent: HAN	Rev.: 00
Multiconsult www.multiconsult.no					



Fc=2.49
Analyse 2 øvre del, fin inndeling
Result file : Z:\4871\4871\stabilitetsanalyser\gløshaugen - bakklandet\geosuite\stabgraf\profil_3-1.adp rev192

Fc=1.52
Analyse 3 midre del, grunn flate, fin inndeling
Result file : Z:\4871\4871\stabilitetsanalyser\gløshaugen - bakklandet\geosuite\stabgraf\profil_3-1.adp rev193

Fc=1.14
Analyse 4 midre del, dyp flate, grov inndeling
Result file : Z:\4871\4871\stabilitetsanalyser\gløshaugen - bakklandet\geosuite\stabgraf\profil_3-1.adp rev194

Fc=0.96
Analyse 5 nedre del, grov inndeling
Result file : Z:\4871\4871\stabilitetsanalyser\gløshaugen - bakklandet\geosuite\stabgraf\profil_3-1.adp rev195

Fc=0.96
Analyse 6 nedre del, fin inndeling
Result file : Z:\4871\4871\stabilitetsanalyser\gløshaugen - bakklandet\geosuite\stabgraf\profil_3-1.adp rev196

- Tegnforklaring:
- Sprøbruddmateriale
 - Fyllmasser, sand, grus, tørrskorpelag
 - Leire
 - Bunnmorene i overgang til fjell
 - Silt (grov, finsandig, leirig)
 - Nidelva

Material	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	30.0	0.0				
Silt	19.00			40.0	1.00	0.70	0.40
Leire 1	19.00			40.0	1.00	0.70	0.40
Sprøbruddmater	19.00			C-prof	1.00	0.60	0.30
Leire 2	19.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Bunnmorene	19.00	30.0	3.0				

Rev.		Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Trondheim kommune Gløshaugen – Bakklandet Kvikkleireutredning forprosjekt				Original format A2	Fag Geoteknikk		
Beregningsprofil 3-1 Stabilitetsanalyse dagens situasjon ADP analyse				Målestokk 1:1000			
MULTICONSULT AS		Dato	25.09.2011	Konstr./Tegnet	EriS	Kontrollert	ROLS
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr.	414871	Tegningsnr.	202	Godkjent	OAA
		Rev.					