
RAPPORT

NTNU Campusutvikling - Områdeplaner

OPPDRAGSGIVER

COWI

EMNE

Områdestabilitetsvurdering iht. NVE 1/2019,
Delområde 4

DATO / REVISJON: 21. januar 2022 / 01

DOKUMENTKODE: 10215021-06-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	NTNU Campusutvikling - Områdeplaner	DOKUMENTKODE	10215021-06-RIG-RAP-001
EMNE	Områdestabilitetsvurdering iht. NVE 1/2019, Delområde 4	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	COWI	OPPDRAAGSLEDER	Anders Gylland
KONTAKTPERSON	Einar Kristoffersen Skei, COWI	UTARBEIDET AV	Petter Boge Kjønnås
KOPI	Bjørn Letnes, NTNU	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
KOORDINATER	SONE: 32N ØST: 570430 NORD: 7032550		
GNR./BNR./SNR.	59 / 1 / 68 / m.fl. Trondheim		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert for å utføre en vurdering av områdestabiliteten for en planlagt utvidelse av NTNU campus på Gløshaugen. Gjeldende plannivå er områderegulering, men med flere elementer i retning av detaljregulering. I tillegg til områdestabiliteten, tar utredningen også høyde på å avdekke sentrale geotekniske problemstillinger som kan være avgjørende for videre utforming av prosjektet.

Planlagt utbygging ligger innenfor kvikkleiresone 188 Berg Studentby eller i utløpsområdet til et eventuelt områdeskred i sonen. Skråningene vest i faresonen er vurdert nærmere i denne utredningen, mens skråningene øst i faresonen, som ligger utenfor influensområdet for den planlagte utbyggingen er vurdert å ha tilfredsstillende områdestabilitet iht. NVEs veileder nr. 1/2019, basert på tidligere utredning utført av Rambøll.

Vurderingene viser at stabiliteten i dagens situasjon for skråningen øst for tomt 7.B.2 ikke er tilfredsstillende, og at det må utføres tiltak for å kunne bygge ut tomten. Et bygg på tomten kan ikke utføres med kjeller, og bygget anbefales fundamentert på peler til berg.

Vurderingene viser at skråningen øst for tomt 7.B.1 har tilfredsstillende sikkerhet i dagens situasjon, men et bygg på tomten må etableres uten kjeller for å ha tilfredsstillende sikkerhet under anleggsfasen. Et bygg på tomten må pelefunderes til berg.

Beregningene viser at utbyggingen på tomt F.4.2 begrenses av områdestabiliteten i skråningen nordøst for tomten. Bygget må utformes og tilpasses eksisterende terreng slik at inngrep i skråningen begrenses til et minimum. På grunn av byggets utforming og varierende dybder til berg under bygget, bør dette fundamenteres på peler til berg.

Tomt 7.C.1b er ikke berørt av kvikkleireproblematikk, og kan etableres med en kjelleretasje. To kjelleretasjer kan være mulig under hele eller deler av bygget. Bygget kan fundamenteres direkte på grunn, eller med en pelet løsning.

Vurderingene for tomt 7.C.2 viser at områdestabiliteten ved en utgraving for 2 kjelleretasjer er tilfredsstillende, men nærheten til Strindvegen og jernbanen begrenser muligheten for å ha 2 kjelleretasjer under hele bygget. 1 kjelleretasje er vurdert å ikke skulle påvirke jernbanen. Bygget kan fundamenteres direkte eller med en pelet løsning avhengig av antall etasjer. Ved peling må pelemetode vurderes opp mot påvirkning av jernbanen. Grunnvannssenkning må unngås.

Tomt 7.D er ikke berørt av kvikkleireproblematikk. Det kan være mulig med en og to kjelleretasjer for planlagt bygg, men dette må vurderes opp mot avstand til Strindvegen og jernbanen, samt muligheten for oppstøtting under anleggsfasen. Bygg kan fundamenteres enten direkte eller med en pelet løsning, men ved peling må pelemetode vurderes opp mot påvirkning av jernbanen. Grunnvannssenkning må unngås.

Gjennomførbarheten av tomt F.4.1 og 7.C.1a vurderes av Rambøll i deres notat nr. 1350041580 G-not-009.

Løsningene som her er skissert som mulige løsninger for utbyggingen, må vurderes og detaljeres i en senere detaljprosjekteringsfase. *Utførte grunnundersøkelser er tilstrekkelig for detaljregulering.* I en detaljprosjekteringsfase kan det være aktuelt med supplerende grunnundersøkelser for optimalisering av foreslåtte tiltak og fundamenteringsløsninger.

Rev 01: Revidert tekst er markert med kursiv.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	21.01.2022	Endring av SHANSEP-formulering i Vedlegg A og tilføyning av tekst	Petter Boge Kjønnås	Guro T. Vassenden	Anders Gylland
00	10.12.2021		Petter Boge Kjønnås	Guro T. Vassenden	Anders Gylland

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn for prosjektet	6
1.2	Tiltakskategorier og relevante steg	7
2	Regelverk og krav	9
2.1	Relevant regelverk	9
2.2	Sikkerhetskrav	9
2.3	Uavhengig kvalitetssikring	9
3	Grunnlag	10
3.1	Topografi	10
3.2	Kvartærgeologisk kart og marin grense	11
3.3	Registrerte kvikkleiresoner	12
3.4	Grunnforhold	14
3.4.1	Tidligere utførte grunnundersøkelser	14
3.4.2	Supplerende grunnundersøkelser	15
3.4.3	Løsmasser	17
3.4.4	Berg	17
4	Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løseområde	18
4.1	Grunnlag for valg av profiler	19
4.1.1	Profil 4A	19
4.1.2	Profil 4B og 4C	19
4.1.3	Profil 4D og 4E	20
4.1.4	Profil 4F	20
5	Vurdering av områdestabilitet i DO4	21
5.1	Profil 4B (tomt 7.B.2)	21
5.2	Profil 4C (tomt 7.B.1)	21
5.3	Profil 4D (tomt 7.C.2 og F.4.2)	21
5.4	Profil 4E (tomt F.4.2)	21
6	Utløpsproblematikk	22
6.1	Kvikkleiresone 188 Berg Studentby, øst for Berg prestegård	22
6.2	Kvikkleiresone 189 Nardo Nordre	22
7	Gjennomførbarhet	23
7.1	Tomt 7.B.2	23
7.2	Tomt 7.B.1	23
7.3	Tomt F.4.1	23
7.4	Tomt F.4.2	23
7.5	Tomt 7.C.1a	23
7.6	Tomt 7.C.1b	23
7.7	Tomt 7.C.2	23
7.8	Tomt 7.D	24
7.9	Stavne-Leangenbanen	24
8	Videre arbeid	26
9	Referanser	27

Tegninger

10215021-06-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001.1	Borplan
	-700 t.o.m. -705	Lagdeling Profil A
	-701	Lagdeling Profil B
	-702	Lagdeling Profil C
	-703	Lagdeling Profil D
	-704	Lagdeling Profil E
	-705	Lagdeling Profil F
	-801.1	Stabilitetsberegninger Profil B, Dagens situasjon
	-801.2	Stabilitetsberegninger Profil B, Motfylling

-801.3	Stabilitetsberegninger Profil B, KC-stabilisering og motfylling
-802.1	Stabilitetsberegninger Profil C, Dagens situasjon
-803.1	Stabilitetsberegninger Profil D, Dagens situasjon
-803.2	Stabilitetsberegninger Profil D, Utgraving for F.4.2
-803.3	Stabilitetsberegninger Profil D, Utgraving for 7.C.2
-804.1	Stabilitetsberegninger Profil E, Dagens situasjon

Vedlegg

- A - Stabilitetsberegninger
- B - Tolkning av laboratorieforsøk og CPTU
- C - Tidligere utførte grunnundersøkelser

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for prosjektet

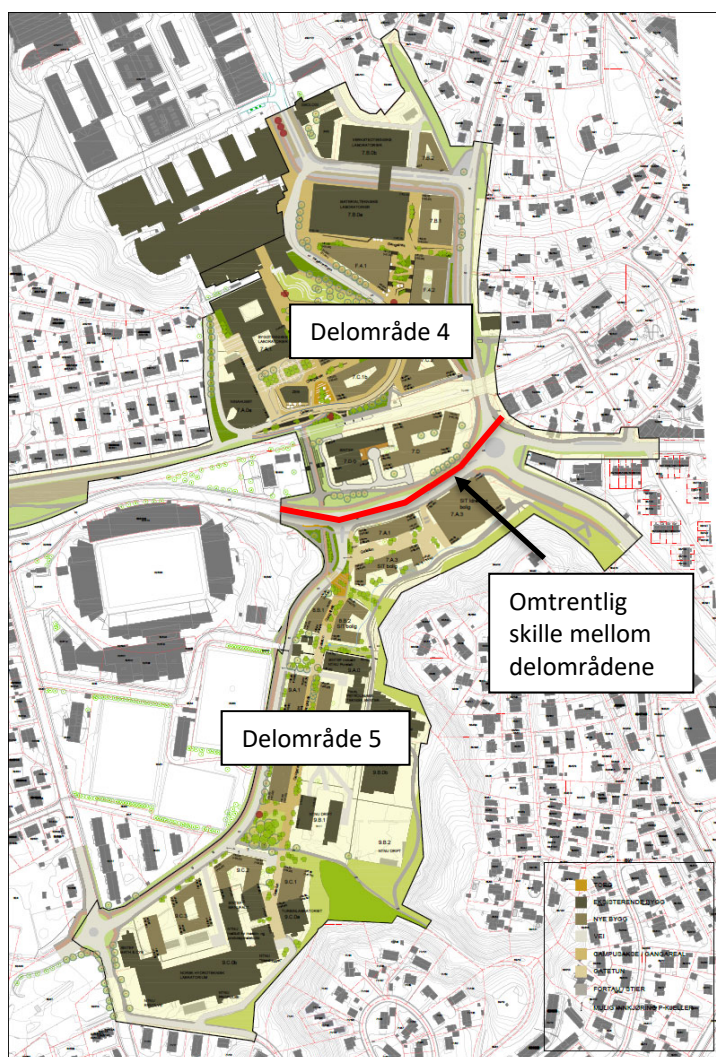
NTNU planlegger for en langsiktig utvikling av campus Gløshaugen. Utviklingen innebærer blant annet etablering av en rekke universitetsbygg innenfor to delområder, delområde 4 og delområde 5. Figur 1-1 viser de to delområdene.

Delområde 4 (DO4) er avgrenset av Richard Birkelands vei og Realfagsbygget i nord, Gløshaugveien og Lerkendal gård i vest og Strindvegen i øst og sør.

Delområde 5 (DO5) er avgrenset av Strindvegen i nord, skråningene opp mot Nardo og Nordre Sunnland i øst og sør og S.P. Andersens veg og Klæbuveien i vest.

Multiconsult er engasjert til å utføre en vurdering av områdestabiliteten i forbindelse med den planlagte utviklingen.

Foreliggende rapport omfatter vurderinger av områdestabilitet etter NVEs veileder nr. 1/2019 for områdeplan for delområde 4. Vurderingene har et detaljeringsnivå tilsvarende reguleringsplan. Figur 1-2 viser en oversikt med navn på de ulike tomtene innad i DO4.



Figur 1-1: Oversiktsbilde som viser området for den planlagte utviklingen (Bakgrunnskart mottatt på mail fra Asplan Viak den 24. september 2021)



Figur 1-2: Oversiktsbilde over DO4 med tomtenevner.

1.2 Tiltakskategorier og relevante steg

Utviklingen omfatter en rekke universitetsbygg, og utredningen plasseres i tiltakskategori K4 i henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 [1].

Gjeldende plannivå er områderegulering, men med flere elementer i retning av detaljregulering. Arbeidet vil undersøke muligheter og begrensninger i plassering av ønskede bygningsvolumer sett ut fra problemstillinger knyttet til områdestabilitet. Det er ikke utført en ny soneutredning. Arbeidet tar dermed for seg steg 4-7 samt steg 10 beskrevet i tabell 3.1 i NVEs veileder nr. 1/2019 [1], se Figur 1-3. Punkt 10 vil utredes på et overordnet nivå og må dokumenteres på nytt i en detaljregulering for det aktuelle bygg.

	Steg i prosedyren	Anbefalt detaljeringsnivå for arealplaner	Kommuneplan	Områderegulering	Detaljregulering
AKTSOMHETS-OMRÅDER	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	X	X	X
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	X	X	X
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	(x)	X	X
UTREDNING AV FARESONER	4	Bestem tiltakskategori	(x)	X	X
	5	Gjennomgang av grunnlag	(x)	(x)	X
	6	Befaring		(x)	X
	7	Gjennomfør grunnundersøkelser		(x)	X
	8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder		(x)	X
	9	Klassifiser faresoner		(x)	X
	10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet		(x)	X
	11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser		(x)	X

Figur 1-3: Prosedyre for utredning av områdeskredfare iht. tabell 3.1 i NVEs veileder nr. 1/2019 [1].

2 Regelverk og krav

2.1 Relevant regelverk

Den planlagte utbyggingen av området må tilfredsstille følgende regelverk med hensyn til skredfare:

- TEK17 § 7-3 Sikkerhet mot skred
- TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet

Kravene stilt i gjeldende regelverk med tanke på skredfare kan anses som tilfredsstilt der områdestabilitetsvurderinger er utført i henhold til NVEs retningslinjer nr. 2/2011 med tilhørende veileder nr. 1/2019 [2, 1].

I prinsippet skal lokalstabilitet av byggegrop/fundamentering etter Eurokode 7 [3] dokumenteres i byggesak, men det vil omtales her for enkelte tomter etter ønske fra oppdragsgiver og der det er spesielt relevant knyttet til gjennomføring av utbygging i plangrunnet.

2.2 Sikkerhetskrav

Vurderingen omfatter utbygging av universitetsbygninger og er plassert i tiltakskategori K4. Sikkerhetskrav som listet opp under gjelder både for midlertidige og permanente faser.

For tiltak plassert i tiltakskategori K4, og som forverrer stabiliteten, stilles det krav til en absolutt sikkerhetsfaktor $F_{CU} \geq 1,4 \cdot f_s$ i udrenert tilstand og $F_{C\phi} \geq 1,25$ i drenert tilstand. Her er $f_s = 1,15$ og representerer sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekten i udrenerte beregninger der det er sprøbruddmateriale/kvikkleire.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten stilles det krav til sikkerhet på $F_{CU} \geq 1,4$ i udrenert tilstand og $F_{C\phi} \geq 1,25$ i drenert tilstand, innenfor skråningens influensområde. Disse kravene sammenfaller med krav til lokalstabilitet etter Eurokode 7 [3].

Dersom beregnet sikkerhet er lavere enn kravene kreves det økning av sikkerhetsfaktoren, fortrinnsvis til det gjeldende absolutte sikkerhetsnivå. Prosentvis økning basert på faregrad og beregnet sikkerhet kan også benyttes i enkelte tilfeller.

Der skråninger i faresonen ligger utenfor tiltakets influensområde, stilles det krav til langtidsstabilitet og robusthet på henholdsvis $F_{C\phi} \geq 1,25$ og $F_{CU} \geq 1,2$ for skråningen. Dersom beregnet sikkerhet er lavere enn krav til langtidsstabilitet og robusthet kreves det prosentvis økning basert på faregrad og beregnet sikkerhet.

Erosjon i området må forebygges dersom dette kan utløse skred som igjen kan ramme tiltaket. Det skal her gjøres en vurdering av alle relevante løsnings- og utløpsområder for skråninger hvor erosjon kan utløse skred.

2.3 Uavhengig kvalitetssikring

I tiltakskategori K4 stilles det krav til uavhengig kvalitetssikring av vurderingene etter NVEs veileder nr. 1/2019.

3 Grunnlag

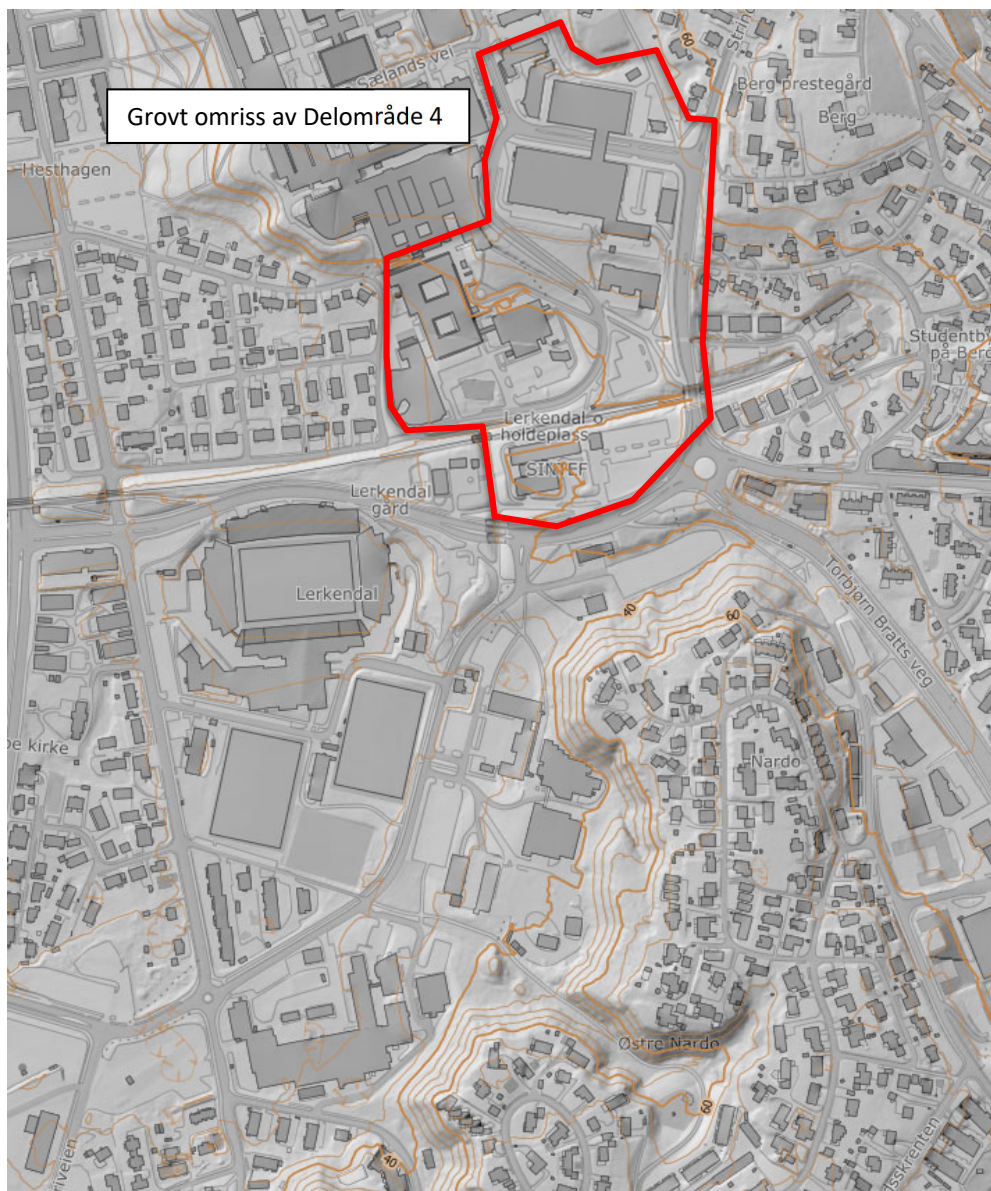
3.1 Topografi

Delområde 4 strekker seg fra nord for Richard Birkelands vei til Strindvegen i sør. Området avgrenses av Strindvegen i øst og Gløshaugveien i vest. Generelt har terrenget en helning fra Richard Birkelands vei i nord og ned mot Strindvegen i sør. Området er terrassert, med et platå rundt Richard Birkelands vei og et platå rundt Lerkendalsbygget/NINA-bygget. Mellom platåene ligger en skråning med helning på omtrent 1:2. Rundt jernbanen er terrenget tilnærmet flatt med unntak av noen mindre høydeforskjeller i forbindelse med jernbanetraséen.

Øst-nordøst for delområdet, stiger terrenget med en helning på omtrent 1:2 fra Strindvegen og opp mot Prost Castbergs veg. Deretter flater terrenget noe ut til en helning på 1:16 opp mot Berg prestegård.

Mot sør, på andre siden av Strindvegen, ligger delområde 5. For en beskrivelse av dette området vises det til vår rapport 10215021-06-RIG-RAP-002 [4].

Rambøll utfører en vurdering for tomt nummer F.4.1, som vist i Figur 1-2. Vurderingen omfatter også Byggtekniske laboratorier, NINA-bygget, ZEB laboratoriet samt tomt 7.C.1a. Vurderingen er presentert i Rambøll sitt notat nr. 1350041580 G-not-009 [5].



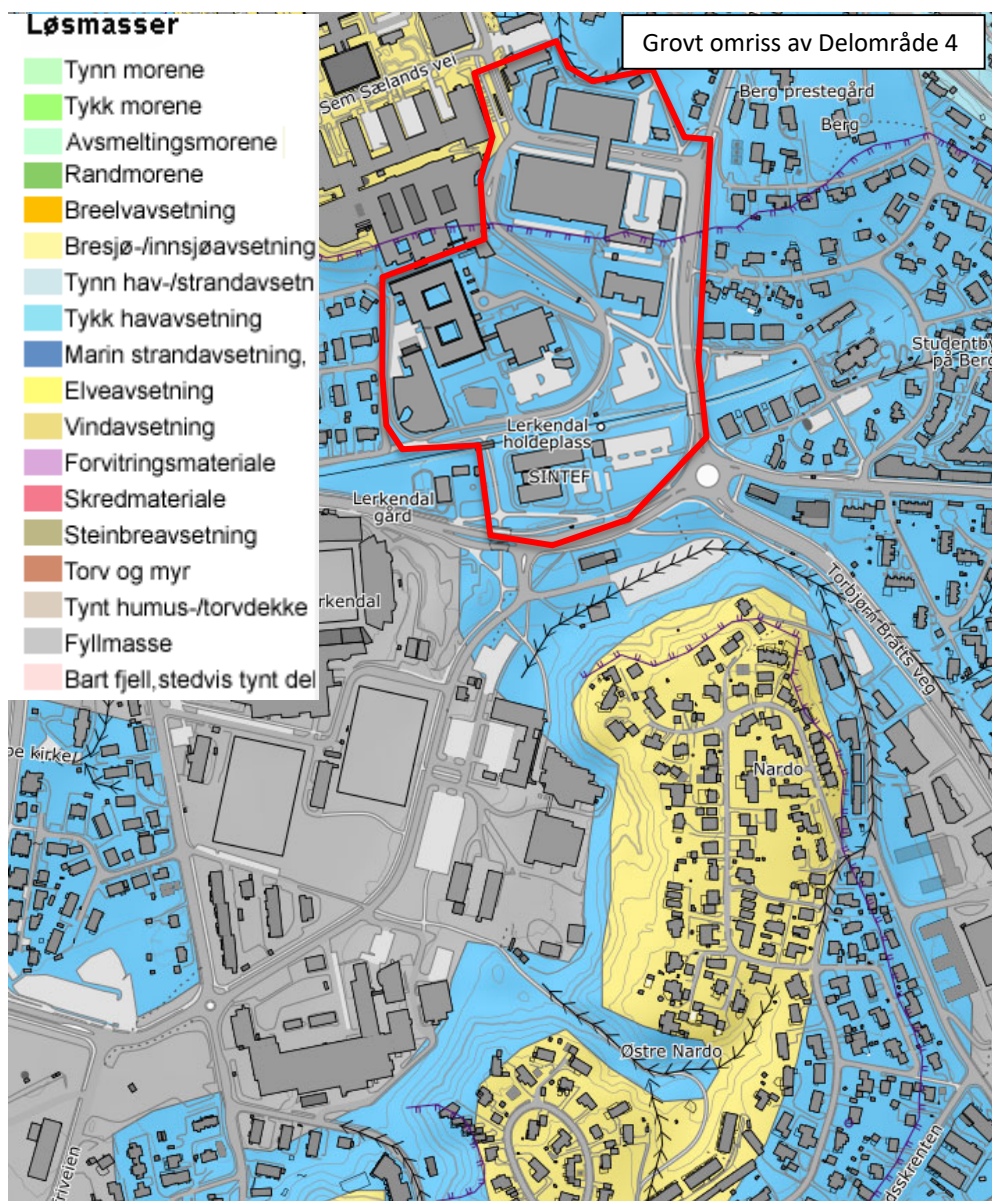
Figur 3-1: Oversiktsbilde over området, hentet fra Høydedata.no [6]. Rød linje skisserer et grovt omriss av Delområde 4.

3.2 Kvartærgeologisk kart og marin grense

Det kvartærgeologiske kartet over området, se Figur 3-2, viser at massene i området for den planlagte utbyggingen består hovedsakelig av marine avsetninger. I områder hvor det er markert marine avsetninger kan det forventes å finne finkornige masser som silt og leire.

Det bes merke at det kvartærgeologiske kartet i liten grad er basert på utførte grunnundersøkelser og derfor ikke inneholder informasjon om løsmassenes art i dybden.

Begge delområdene for den planlagte utbyggingen ligger under marin grense. Kvikkleire og sprøbruddmateriale kan forekomme i marine avsetninger under marin grense.



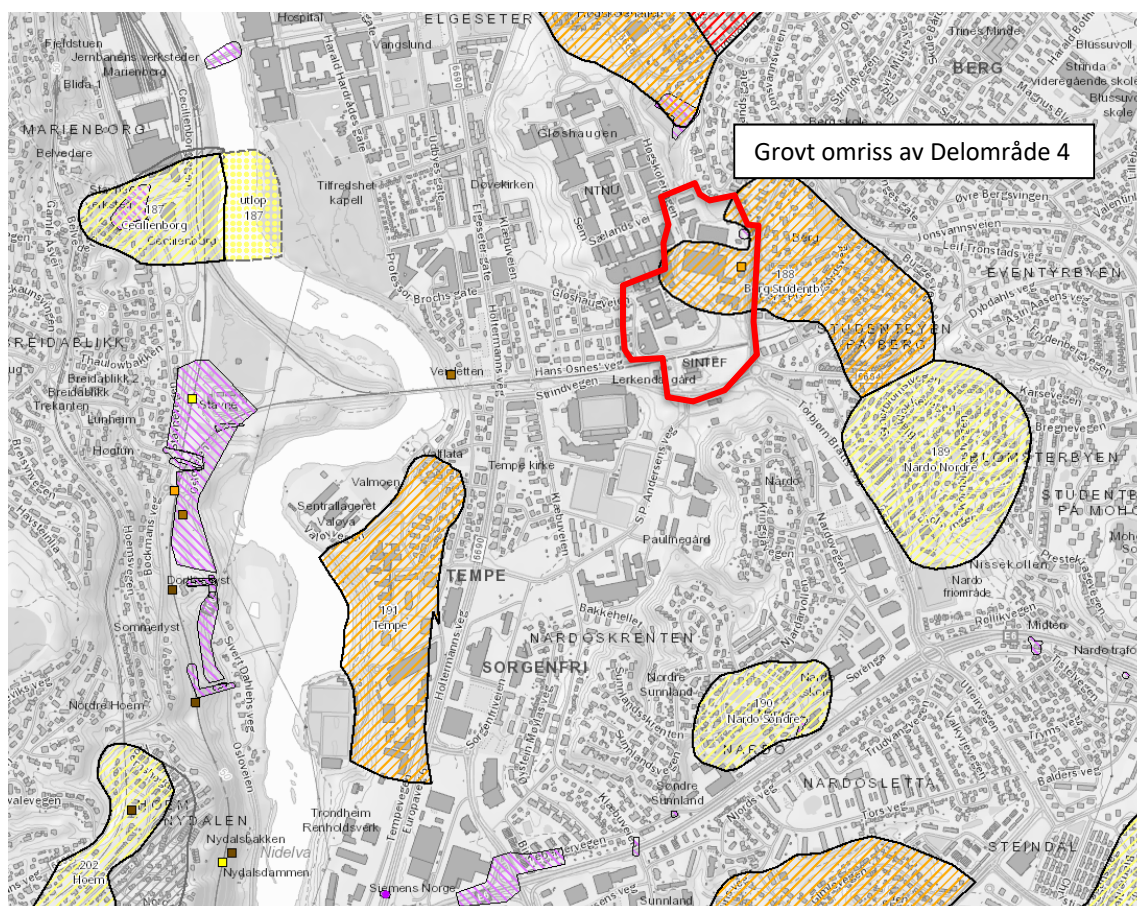
Figur 3-2: Kvartærgeologisk kart over området, hentet fra NGUs løsmassekart [7]. Rød linje skisserer et grovt omriss av Delområde 4.

3.3 Registrerte kvikkleiresoner

Ifølge NVE Temakart, som vist i Figur 3-3, ligger deler av delområde 4 innenfor faresone 188 Berg studentby, med faregrad «Middels», konsekvens «Meget Alvorlig» og risikoklasse 4. Sørøst for delområdet, grensende mot faresone 188, ligger faresone 189 Nardo Nordre med faregrad «Lav», konsekvens «Alvorlig» og risikoklasse 3.

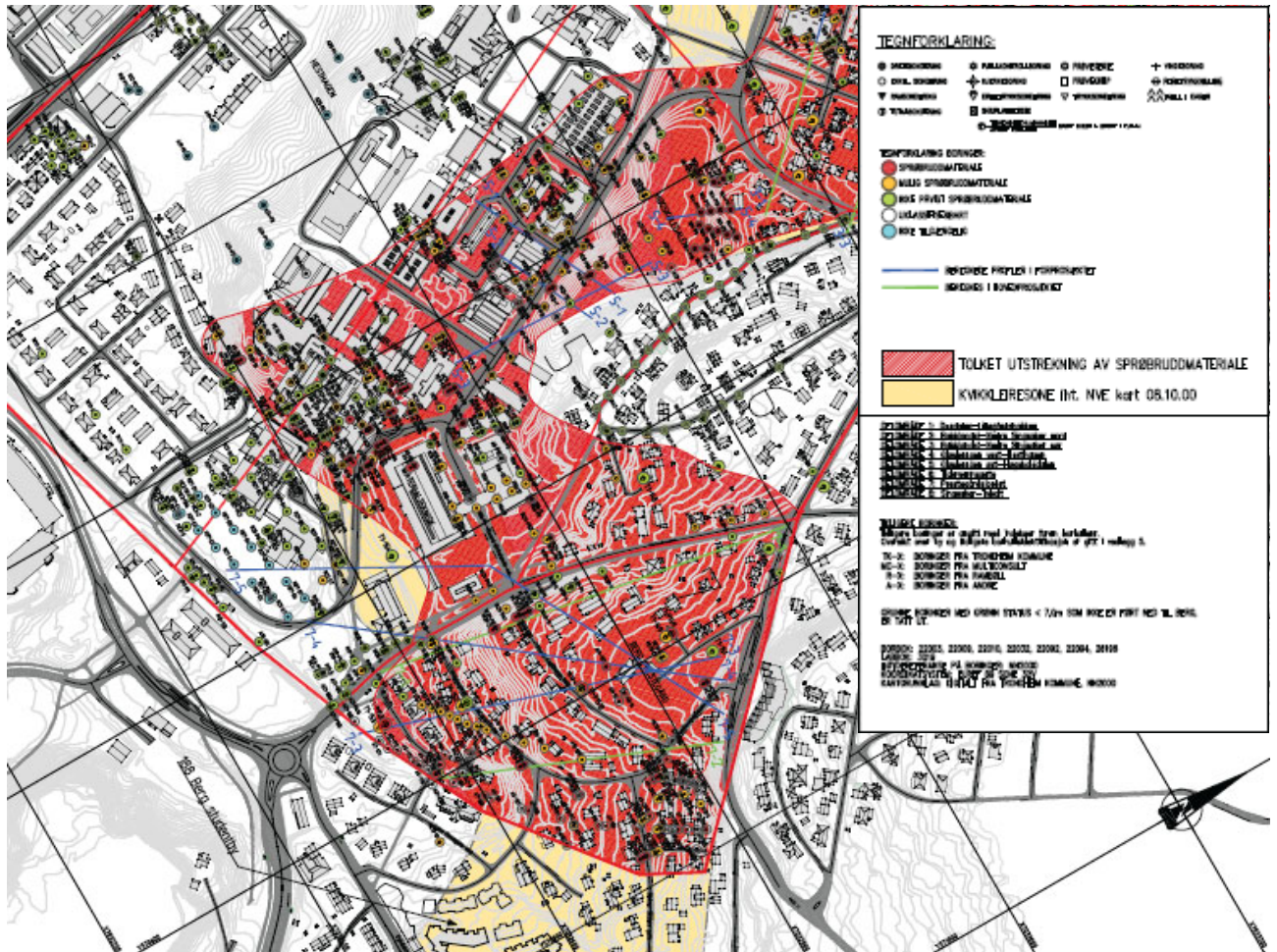
Kvikkleiresone 188 Berg Studentby ble utredet med tanke på kvikkleireproblematikk og områdestabilitet etter NVEs daværende retningslinjer. Utredningen er utført av Rambøll for østre del av sonen i deres rapport nr. 6070721 [8], og kvalitetssikret av Multiconsult i oppdrag nr. 413408 [9]. Se Rambøll sin rapport for detaljer rundt denne utredningen. Vestre del av sonen utredet av Multiconsult i rapport nr. 413642-2 revisjon nr. 2 [10] og Multiconsult rapport nr 10200155-RIG-RAP-002 revisjon nr. 1 [11].

Figur 3-3 viser at det tidligere har gått et skred i området. I beskrivelsen av skredet står det at det tok plass i Orkanger, og det er derfor sett bort ifra denne oppføringen i kartløsningen.



Figur 3-3: Kartlagte faresoner for kvikkleireskred, registrerte kvikkleirepunkter og tidligere skredhendelser, hentet fra NVE Temakart [12]. Rød linje viser et grovt, skissert omriss av Delområde 4.

Multiconsult utførte i 2014 en vurdering av kvikkleireområdet Gløshaugen-Bakklandet på oppdrag for Trondheim kommune, Studentsamskipnaden i Trondheim og NTNU. Vurderingen innebar en utredning av områdestabiliteten i området, og det ble i den sammenheng utført en detaljert utredning av forekomsten av kvikkleire ut fra alt tilgjengelig grunnlag. Resultatene fra denne utredningen er presentert i Multiconsult rapport nr. 415913-RIG-RAP-002 [13], og et utsnitt fra tegning nr. 415913-RIG-TEG-005 som viser tolket utstrekning av kvikkleire i området er vist i Figur 3-4.



Figur 3-4: Utsnitt fra tegning nr. 415913-RIG-TEG-005 som viser tolket utstrekning av kvikkleire.

3.4 Grunnforhold

3.4.1 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Tidligere utførte grunnundersøkelser i området er listet opp i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Tidligere utførte grunnundersøkelser i delområde 4.

Firma	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn	Oppdragsnummer	Dato	Ref.
Rambøll	Statens bygge- og eiendomsdirektorat	Orienterende grunnundersøkelser i NTH's interesseområde	0.248	6. desember 1963	[14]
Rambøll	Statens bygge- og eiendomsdirektorat	Nybygg Bygningsingeniør-avdelingen NTH, Trondheim.	0.669	8. mai 1968	[15]
Rambøll	Statens bygge- og eiendomsdirektorat	Bygningsingeniøravdelingen NTH, Omlegging av kloakkledning	0.669-2	21. april 1969	[16]

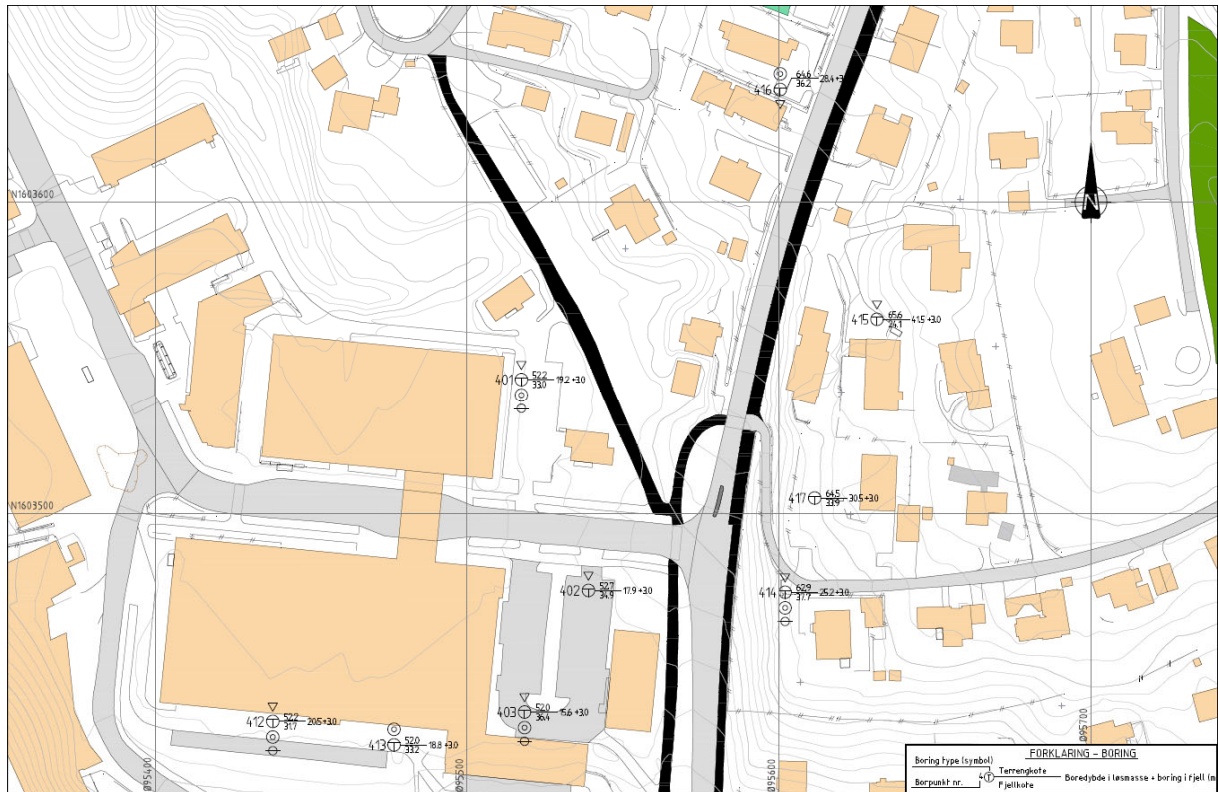
Rambøll	SINTEF	Administrasjonsbygg Lerkendal.	O. 2588	14. november 1978	[17]
Rambøll	Statens bygge- og eiendomsdirektorat	NTH – Fellesarbeider. Forgjengerkrysning av Stavne - Leangenbanen	O.3068	15. mai 1979	[18]
Trondheim kommune	-	Strindvegen	R.974	13. august 1996	[19]
Trondheim kommune	-	Strindvegen	R.974-4	2. juli 2001	[20]
Trondheim kommune	-	Strindvegen	R.1481	11. mai 2010	[21]
Trondheim kommune	-	Høgskoleringen - Strindvegen	R.1677	10. juli 2016	[22]
NGI	SINTEF	Grunnundersøkelser for Materialteknisk Institutt, Blokk B, NTH, Trondheim	O.208.3	29. august 1956	[23]

3.4.2 Supplerende grunnundersøkelser

Rambøll utførte supplerende grunnundersøkelser i uke 39-44/2021. Hovedfokus ved de supplerende undersøkelsene har vært å avdekke kvikkleireforekomster og andre forhold som kan påvirke den planlagte utbyggingen. Resultatene av de utførte supplerende grunnundersøkelsene er vist i Rambøll sin rapport nr. G-rap-002-1350046011 [24].

Borplan

Plasseringen av de supplerende grunnundersøkelsene er vist i Figur 3-5 og Figur 3-6.



Figur 3-5: Supplerende grunnundersøkelser nord i DO4. Hentet fra Rambøll tegning nr. 203 i deres datarapport nr. G-rap-002-1350046011 [24].



Figur 3-6: Supplerende grunnundersøkelser sør i DO4. Hentet fra Rambøll tegning nr. 204 i deres datarapport nr. G-rap-002-1350046011 [24].

Utførte grunnundersøkelser

Det er utført totalsonderinger med innboring i berg der antatt berg er påtruffet før sonderingene er avsluttet. Videre er det utført CPTU sonderinger og prøveserier, samt at det er satt ned hydrauliske piezometere. For en grundigere beskrivelse av de utførte undersøkelsene, samt en oversikt over hvilke undersøkelser som er utført hvor, vises det til Rambøll sin datarapport nr. G-rap-002-1350046011 [24].

Kvalitet av utførte grunnundersøkelser

For en vurdering av kvaliteten på de utførte undersøkelsene vises det til Rambøll sin datarapport nr. G-rap-002-1350046011 [24].

3.4.3 Løsmasser

Fra området ved Richard Birkelands vei og ned mot NTNU Driftssentralen, ved 7.B tomtene, viser utførte grunnundersøkelser at løsmassene består av et topplag med tørrskorpeleire og sand ned til mellom 1,5 m og 4 m dybde. Under dette følger et lag med leire med mektighet på mellom 2-3 m, etterfulgt av et tynt lag med sprøbruddmateriale med mektighet på omtrent 1 m. Under laget med sprøbruddmateriale følger et lag av leire med mektighet på mellom 1,5 m og 3 m over et lag med sprøbruddmateriale til berg.

Løsmassene i området fra NTNU Driftssentralen og ned mot jernbanen, fra tomt F.4.2 ned til tomt 7.C1b og 7.C.2, består generelt av et øvre lag med sand og tørrskorpeleire ned til omtrent 3-4 m dybde. Derunder følger et lag med leire iblandet enkelte gruskorn og sandlag med mektighet på ca. 4,5-5,5 m etterfulgt av sprøbruddmateriale med mektighet 1-10 meter over berg. Nærmest jernbanen er det påvist et øvre lag med fyllmasser ned til omtrent 5 m dybde etterfulgt av et lag med tørrskorpeleire med mektighet på omtrent 2 m. Derunder er det påvist leire til avsluttede prøveserier.

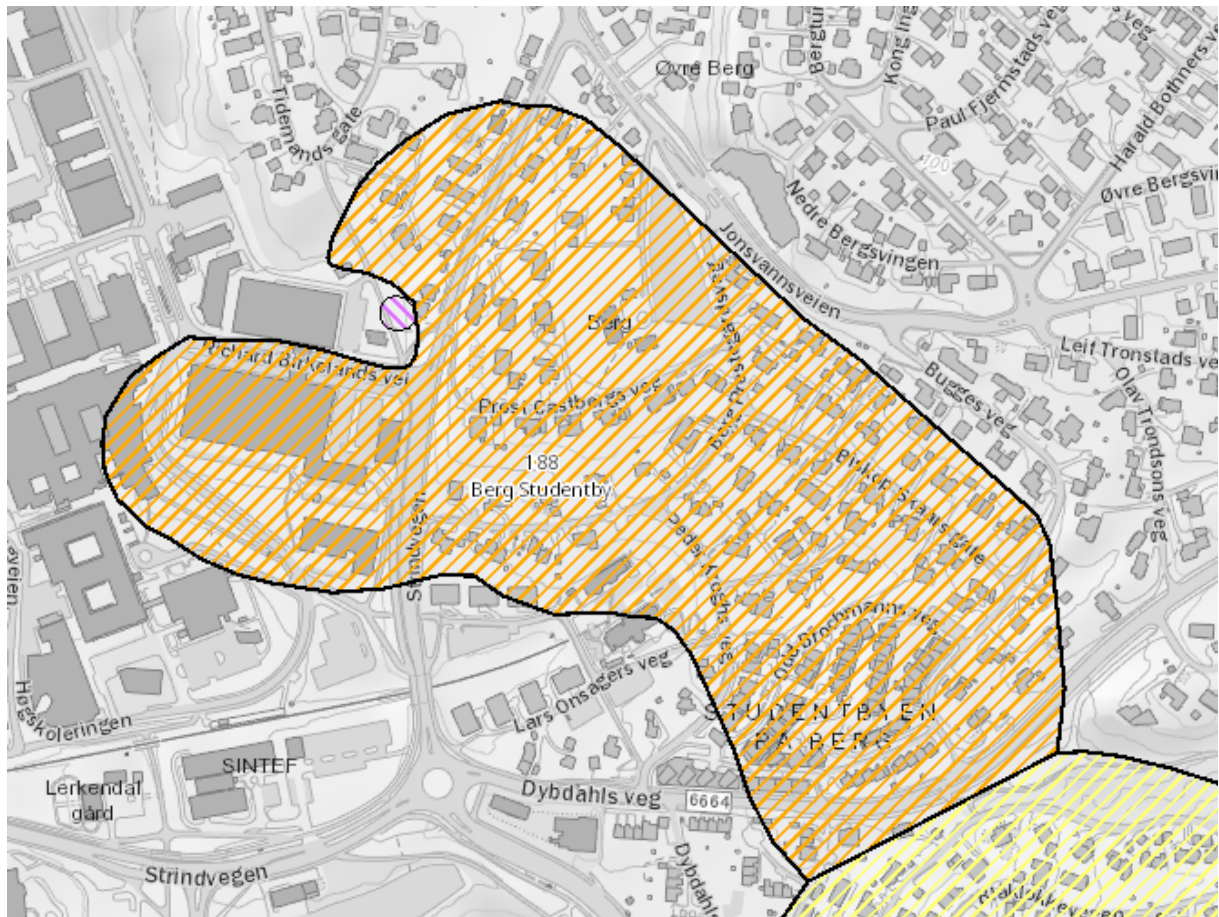
Sør for jernbanen og ned mot Strindvegen, ved tomt 7.D, viser tidligere utførte undersøkelser at grunnen generelt består av et øvre lag med tørrskorpeleire ned til 2-3 m dybde etterfulgt av fast leire med en mektighet på omtrent 2-4,5 m. Under leira er det påvist et lag med sand/silt. I den dypeste prøveserien er det fra 10 m dybde påvist et lag av fast leire under laget med sand/silt.

3.4.4 Berg

Nord i delområdet er bergoverflaten registrert ved ca. kote +35 i utførte sonderinger, før det avtar i sørlig retning til ca. kote +25. Sørvest i delområdet er det ikke påvist berg ved avsluttet sonderingsdybde rundt 30-35 m under terreng.

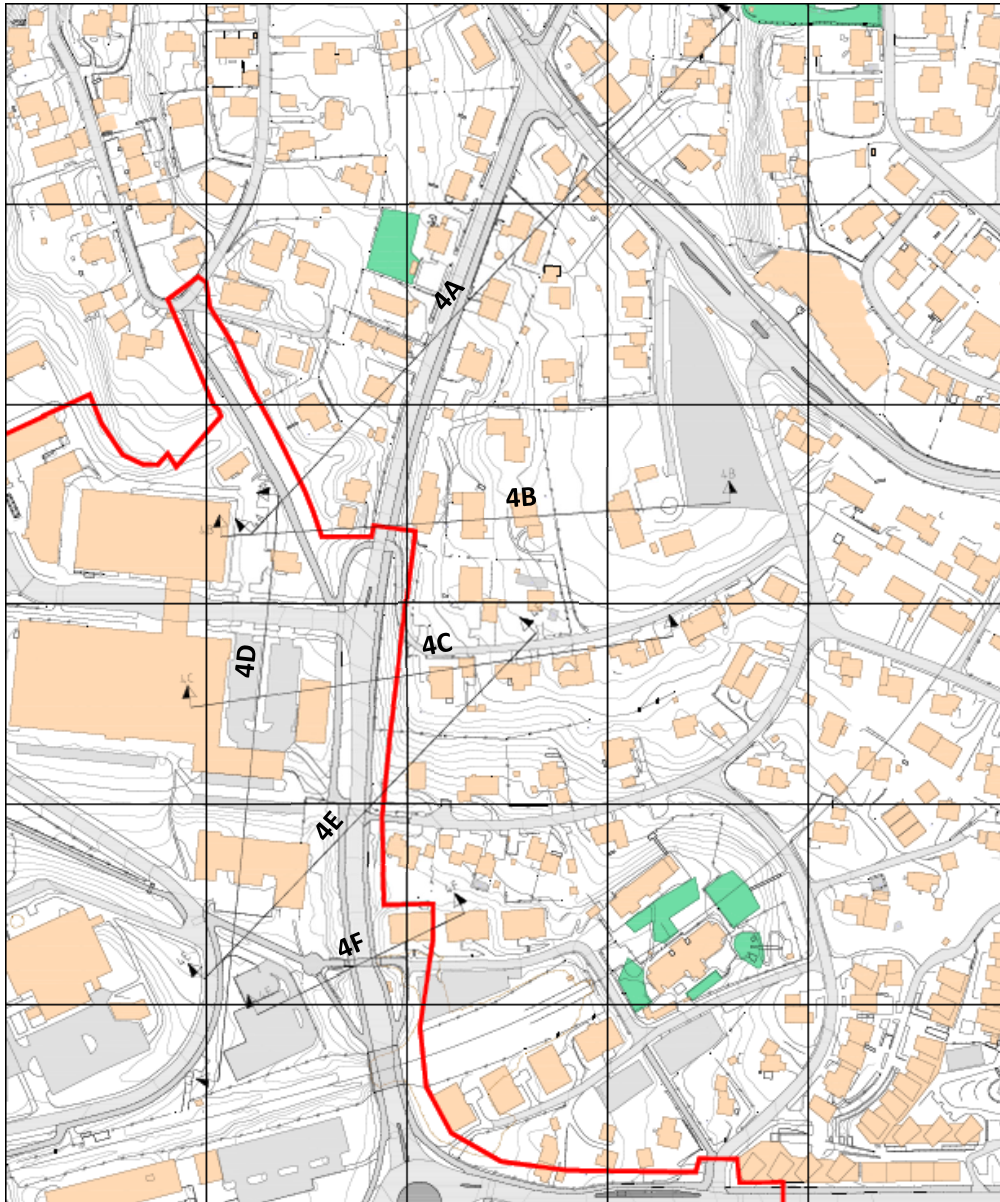
4 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

I henhold til kapittel 4.2 i NVEs veileder nr. 1/2019 skal det innledningsvis forutsettes at retrogressive skred kan forekomme [1]. Potensielt størst mulig løснеområde skal avgrenses basert på en maksimal lengde av løснеområdet tilsvarende 15 ganger skråningshøyden. Området er tidligere utredet med tanke på områdeskred, og faresonen opprettet brukes som utgangspunkt for videre utredning i denne rapporten.



Figur 4-1: Tidligere utredet kvikkleiresone 188 Berg Studentby for bruk av videre utredning.

For å tilfredsstillere kravene i den nye kvikkleireveilederen til NVE, skal det utføres nye vurderinger i henhold til gjeldende regelverk. Profilene tegnet ut for vurdering er vist i Figur 4-2 og på tegning 10215021-06-RIG-TEG-001.1. Profilene dekker den vestre delen av faresonen som vil kunne påvirkes direkte av den planlagte utbyggingen av NTNU campus. NVEs veileder nr. 1/2019 legger også vekt på at skråninger innenfor faresonen, men som ikke kan påvirkes direkte av det planlagte tiltaket, også skal ha tilfredsstillende robusthet og langtidssikkerhet. Dette må ivaretas for skråningene i den østlige delen av faresonen hvor det ikke er lagt nye profiler.



Figur 4-2: Nye profiler for vurdering av områdestabilitet i DO4.

4.1 Grunnlag for valg av profiler

4.1.1 Profil 4A

Profil 4A er valgt som et representativt profil for skråningen fra Verkstedtekniske laboratorier på NTNU og langs Strindvegen mot Berg skole i nord. Det er ikke utført stabilitetsberegninger i profilet da profil B er vurdert å være det kritiske profilet for området (tomt 7.B.2).

4.1.2 Profil 4B og 4C

Profil 4B og 4C er valgt som kritiske profiler for stabilitetsforholdene ved Berg prestegård, og ned mot utbyggingen av henholdsvis tomt 7.B.2 og 7.B.1. Profilene tar ut kritiske høydeforskjeller i topp av skråningen øst for Strindvegen.

4.1.3 Profil 4D og 4E

Profil 4D og 4E er valgt som representative profiler for stabilitetsforholdene henholdsvis fra Richard Birkelandsvei mot jernbanen i sør, innad i området for de planlagte utbyggingene, og fra Berg Prestegårdsveg og mot NTNUs driftsbygning i sørvest, med planlagt utgraving for bygg F.4.2. Profilene tar ut representative høyder og skrån timerhelninger, samt innvirkningen fra de planlagte utbyggingene.

4.1.4 Profil 4F

Profil 4F er valgt som et representativt profil for å belyse eventuelle problemstillinger forbundet med utgraving for 7.C.2 mot Strindvegen. Det er ikke utført stabilitetsberegninger i profilet.

5 Vurdering av områdestabilitet i DO4

Det er utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon i utvalgte profiler presentert i kap. 4. På bakgrunn av dette er stabiliteten vurdert opp mot krav iht. NVEs veileder nr. 1/2019, og eventuelle behov for tiltak. En sammenstilling av krav til sikkerhet og beregnet sikkerhet for dagens situasjon og for situasjon med nødvendige tiltak er presentert i tabell 2-1 i Vedlegg A.

Vurdering av tiltak og begrensninger for utbygging på de ulike tomtene/profilene er omtalt i kap. 7.

5.1 Profil 4B (tomt 7.B.2)

Stabilitetsberegninger viser at stabiliteten mot øst ikke er tilfredsstillende for dagens situasjon ($F_{CU} = 1,14$) og at det må utføres stabilitetsforbedrende tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet iht. NVEs veileder nr. 1/2019.

En streng fortolkning av regelverket krever at alle skjærflater inn på tomta fra skråninger utenfor tiltaket, må ha sikkerhetsfaktor $F_{CU} = 1,4$.

- For å tilfredsstille dette kravet må det gjennomføres et omfattende tiltak med kalk-sement-stabilisering samt noe terrengheving. Hele tomta, og også en del inn mot Strindvegen, må stabiliseres med blokk eller tette ribber.

En myk fortolkning av regelverket krever at skjærflater inn på tomta fra skråninger utenfor, må ha minimum sikkerhetsfaktor $F_{CU} = 1,2$ forutsatt at man ikke forverrer stabiliteten.

- Tilfredsstillende sikkerhet kan oppnås ved å etablere en motfylling som hever dagens terreng med 2,5 m fra Strindvegen og delvis inn på tomta. Videre detaljering må avdekke om tomta står frikoblet fra motfyllingen, eller om bygget må tilpasses et hevet terreng på deler av tomta.

Her legges den myke fortolkningen av regelverket til grunn for videre utvikling av tomta. Dette begrunnes i at det 1) er innenfor føringene i NVE 1/2019 og 2) at det reelt sett vurderes å være mindre risiko tilknyttet å stabilisere skråninga med et topografisk tiltak til 1,2, fremfor å gjennomføre en anleggsfase med K/S-stabilisering og alle usikkerheter knyttet til påvirkning av skråninga som det innebærer.

5.2 Profil 4C (tomt 7.B.1)

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon viser en sikkerhet på $F_{CU} = 1,41$ og 1,29, mot krav på $F_{CU} = 1,2$ for aktuell skredmekanisme (se tolkning av regelverk for tomt 7.B.2). Det må ikke utføres tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet iht. NVEs veileder nr. 1/2019, men stabiliteten kan ikke forverres i midlertidig eller permanent fase.

5.3 Profil 4D (tomt 7.C.2 og F.4.2)

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon viser en sikkerhet på $F_{CU} = 2,03$, mot krav på $F_{CU} = 1,4/1,61$. Det må ikke utføres tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet iht. NVEs veileder nr. 1/2019.

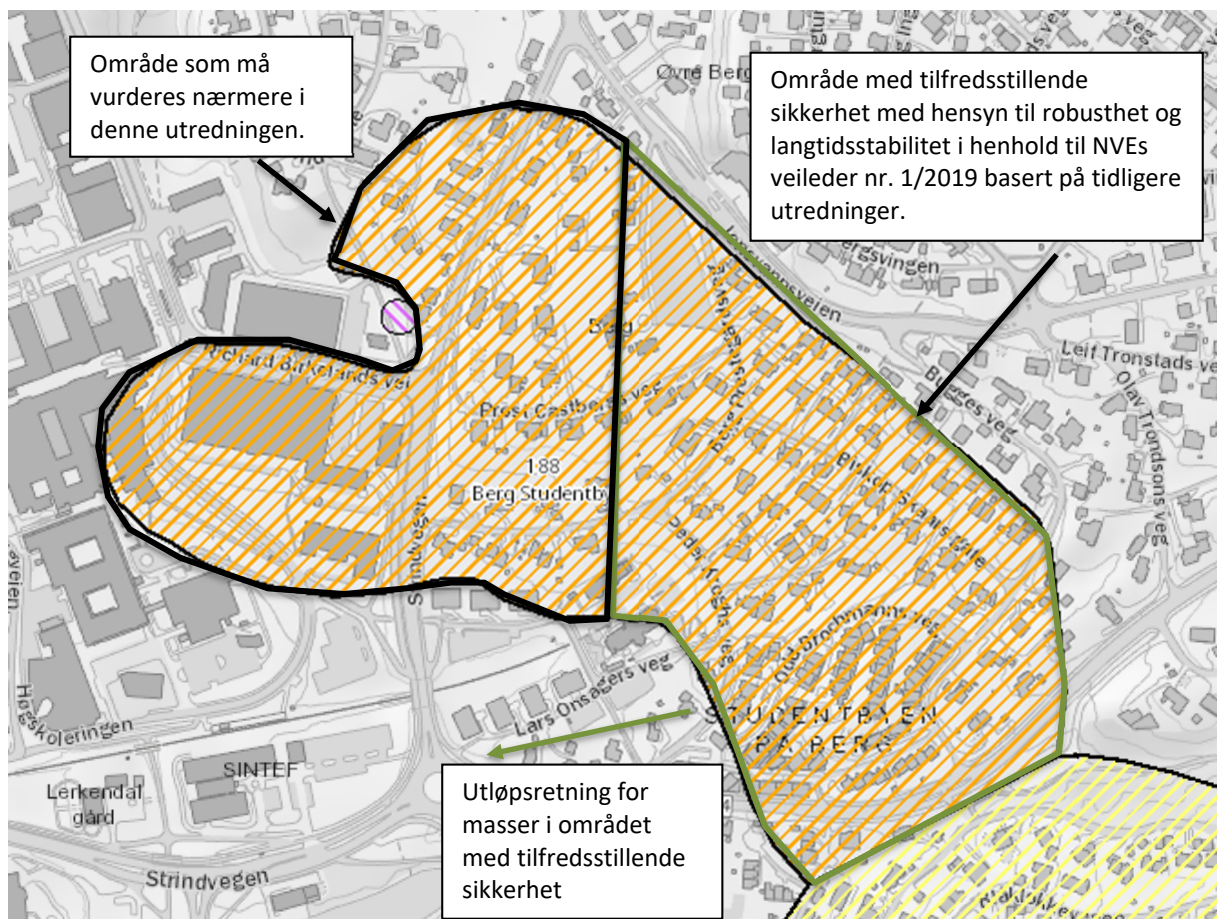
5.4 Profil 4E (tomt F.4.2)

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon viser en sikkerhet på $F_{CU} = 1,38$, mot krav på $F_{CU} = 1,2$ for aktuell skredmekanisme (se tolkning av regelverk for tomt 7.B.2). Det må ikke utføres tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet iht. NVEs veileder nr. 1/2019, men stabiliteten kan ikke forverres i midlertidig eller permanent fase.

6 Utløpsproblematikk

6.1 Kvikkleiresone 188 Berg Studentby, øst for Berg prestegård

Området øst for Berg prestegård, innenfor kvikkleiresone 188 Berg Studentby, ligger utenfor influensområdet fra den planlagte utvidelsen av NTNU campus. Stabiliteten i området er vurdert og funnet tilfredsstillende i henhold til NVEs veileder nr. 7/2014 [25] i Rambøll rapport nr. 6070721 [8], Multiconsult rapport nr. 413642-2 revisjon nr. 2 [10] og Multiconsult rapport nr 10200155-RIG-RAP-002 revisjon nr. 1 [11]. Denne veilederen er nå erstattet av NVEs veileder nr. 1/2019 [1], hvor stabilitetskravet for skråninger som ligger utenfor tiltakets influensområde i en faresone er senket fra $F_{cu}=1,4$ til $F_{cu}=1,2$, samt at reduksjonsfaktoren for udrenert skjærstyrke i sprøbruddmaterialer er fjernet. I tillegg er også sikkerhetskravet for drenerte beregninger senket fra $F_{c\phi}=1,4$ til $F_{c\phi}=1,25$. De utførte vurderingene er derfor vurdert tilfredsstillende i henhold til den nye veilederen, og det må ikke utføres tiltak i den delen av kvikkleiresone 188 Berg Studentby som ligger øst for Berg prestegård. En oppsummering av områdene som er friskmeldt og områdene som må vurderes nærmere, er gitt i Figur 6-1.



Figur 6-1: Oversikt over områder som tilfredsstillende krav til sikkerhet i henhold til NVEs veileder nr. 1/2019, og områder som må vurderes nærmere i denne utredningen.

6.2 Kvikkleiresone 189 Nardo Nordre

Utløpsområdet fra et potensielt skred i kvikkleiresone 189 Nardo Nordre er vurdert nærmere i vår rapport nr. 10215021-06-RIG-RAP-002. Området er vurdert å ha tilfredsstillende robusthet og langtidssikkerhet for en skråning utenfor tiltakenes influensområde, og stabiliserende tiltak må ikke utføres for sonen.

7 Gjennomførbarhet

7.1 Tomt 7.B.2

Stabilitetsberegninger viser at stabiliteten mot øst ikke er tilfredsstillende for dagens situasjon og at det må gjøres tiltak for å bebygge tomta. Tilfredsstillende sikkerhet kan oppnås ved å etablere en motfylling som hever dagens terreng med 2,5 m fra Strindvegen og delvis inn på tomta. Videre detaljering må avdekke om hele tomta står frikoblet fra motfyllingen, eller om bygget må tilpasses til et hevet terreng på deler av tomta.

For bygg på tomt 7.B.2 vil det ikke være mulig å etablere kjeller, og det anbefales at bygget fundamenteres på peler til berg. Det er ingen geoteknisk begrensning på antall etasjer om bygget fundamenteres som anbefalt. Dagens terreng må heves med omtrent 2,5 m for at motfyllingen skal ha nødvendig stabiliserende effekt.

Hvis det ikke er ønskelig å heve terrenget, kan et omfattende grunnforsterkningstiltak med kalksement-stabilisering være et alternativ.

7.2 Tomt 7.B.1

Dagens stabilitet mot øst er tilfredsstillende for dagens situasjon, men det er ikke rom for forverring i anleggsfasen i form av utgraving for en kjeller.

Det vil ikke være mulig å etablere kjeller for et bygg på tomta, og pelefundamentering til berg må påregnes. Med en slik fundamentering vil det ikke være noen fundamenteringstekniske utfordringer knyttet til antall etasjer på bygget.

7.3 Tomt F.4.1

Gjennomførbarheten av tomta er vurdert av Rambøll i deres rapport nr. 1350041580 G-not-009 [5].

7.4 Tomt F.4.2

Bygget ligger i en skråning med kvikkleire og stabilitet mot nord/øst legger klare begrensninger på utgraving i en anleggsfase. Bygget må utformes og plasseres inn i dagens terreng slik at det blir et minimum av gravearbeider i anleggsfasen. Bygget bør påregnes fundamentert på peler til berg. Med en slik fundamentering vil det ikke være noen fundamenteringstekniske utfordringer knyttet til antall etasjer på bygget.

7.5 Tomt 7.C.1a

Gjennomførbarheten av tomta er vurdert av Rambøll i deres rapport nr. 1350041580 G-not-009 [5].

7.6 Tomt 7.C.1b

Tomta er ikke berørt av problemstillinger knyttet til kvikkleire eller områdestabilitet. Direktefundamentering eller en pelet løsning kan velges. En kjelleretasje er gjennomførbart. To kjelleretasjer kan være mulig under hele eller deler av bygget.

7.7 Tomt 7.C.2

Det er sammenhengende kvikkleire fra tomta og nordover, men stabilitetsberegninger viser at det er mulig å grave ut for to kjelleretasjer og fortsatt ha tilfredsstillende områdestabilitet. Utgraving inn mot Strindvegen og jernbanen begrenser muligheten for antall kjelleretasjer mot hhv. øst og sør, men det vurderes at en kjelleretasje er gjennomførbart med tilstrekkelig oppstøttingstiltak i anleggsfase. Under deler av bygget mot vest kan det etableres to kjelleretasjer.

Avhengig av antall etasjer og kjelleretasjer kan bygget enten direktefundamenteres eller peles til berg.

7.8 Tomt 7.D

Tomta er ikke berørt av problemstillinger knyttet til kvikkleire eller områdestabilitet.

Direktefundamentering eller en pelet løsning kan velges, og en kjelleretasje er gjennomførbart. To kjelleretasjer kan være mulig under hele eller deler av bygget, men dette må ses opp mot avstand til jernbanen og oppstøttingsløsning i en anleggsfase.

7.9 Stavne-Leangenbanen

Tomt 7.C.2 og 7.D ligger inntil Stavne-Leangenbanen, se Figur 7-1. To profiler fra nord til sør gjennom byggene og jernbanen er vist i Figur 7-2 og Figur 7-3. Med *en* kjelleretasje på 7.C.2 og 7.D vurderes det at en utgraving i byggefase ikke påvirker jernbanen.

Nord for jernbanen, på tomt 7.C.2, er det fast leire/silt til ca. 8 m dybde. Under dette er det bløtere leire som stedvis klassifiseres som sprøbruddmateriale. Det bløte leirlaget ser ut til å kile ut fra tomta mot jernbanen i sør. Berg ligger på ca. 17-18 m dybde. Sør for jernbanen, på tomt 7D, er det tørrskorpeleire over fast leire. Berg ligger dypere enn 25 m.

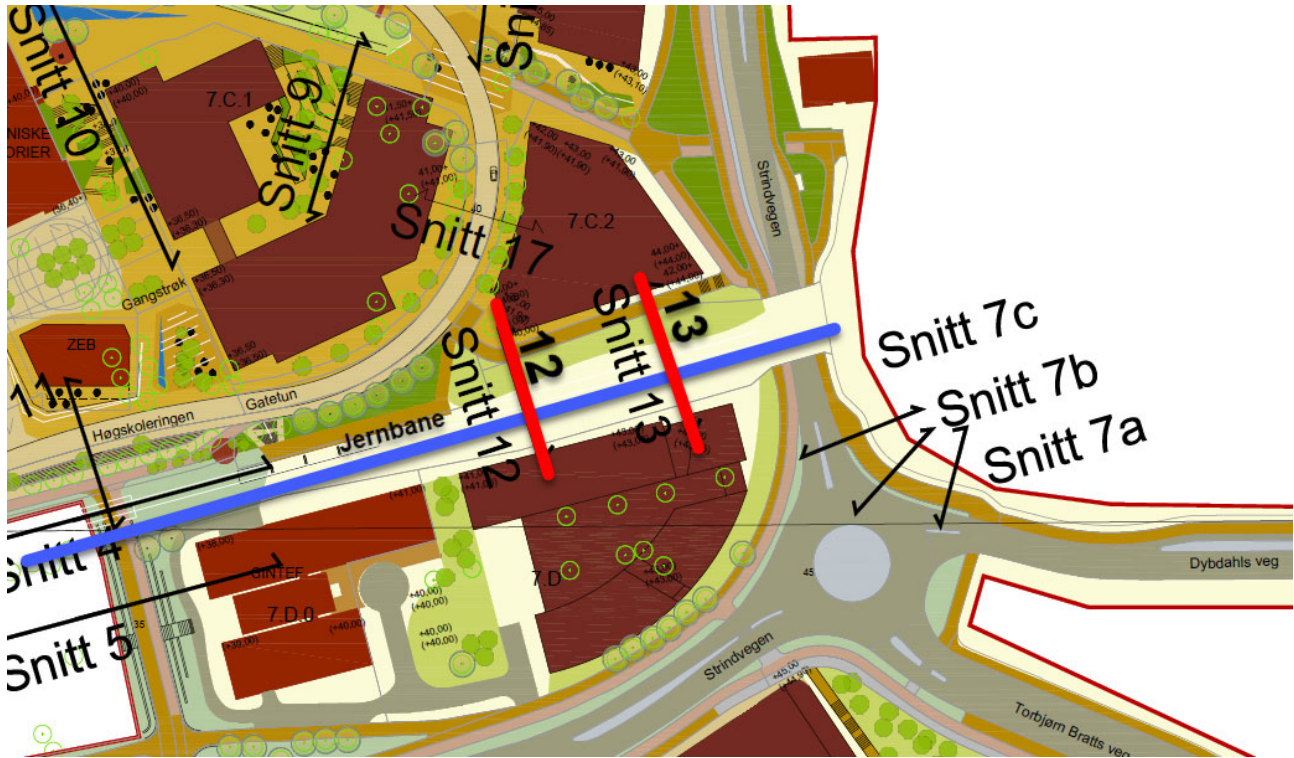
For tomt 7.C.2 er avstand til senter av sporet ca. 19 m, og utgraving for *en* kjelleretasje vil komme ca. 2 m under nivå for dagens spor. Avstand og begrenset utgraving gjør at sporet ikke blir påvirket.

Tomt 7D ligger ca. 15 m fra senter av sporet, og utgraving for *en* kjelleretasje vil komme ca. 2 m under nivå for dagens spor. Avstand og begrenset utgraving gjør at sporet ikke blir påvirket.

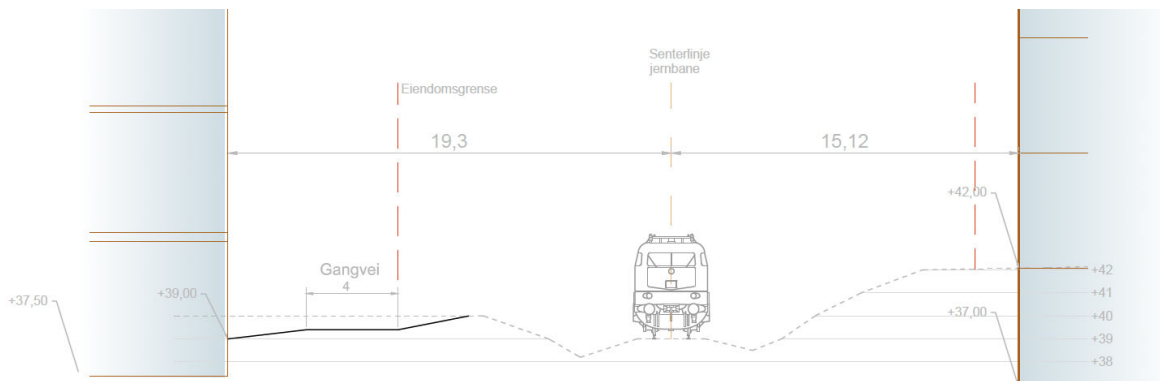
En utgraving for *to* kjelleretasjer i dagens byggegrens på tomtene innebærer en utgraving på ca. 6-7 m under dagens spor. Nærhet og utgravingsdyp gjør at det må påberegnes oppstøttingstiltak av byggegrop. Dette vurderes å være gjennomførbart med en innvendig avstiving. Ved utvendig avstiving må mulighet for deformasjoner på jernbanesporer hensyntas. Generelt vil dette være en komplisert utgraving med små toleransekrav knyttet til deformasjoner. Bygg med *en* kjelleretasje vil være vesentlig enklere i byggefase og vil ikke påvirke jernbanen.

Pelefundamentering av byggene vurderes som gjennomførbart sett opp mot nærhet til Stavne-Leangenbanen, men det må vurderes hvorvidt benyttet pelekonsept kan påføre deformasjoner på sporet.

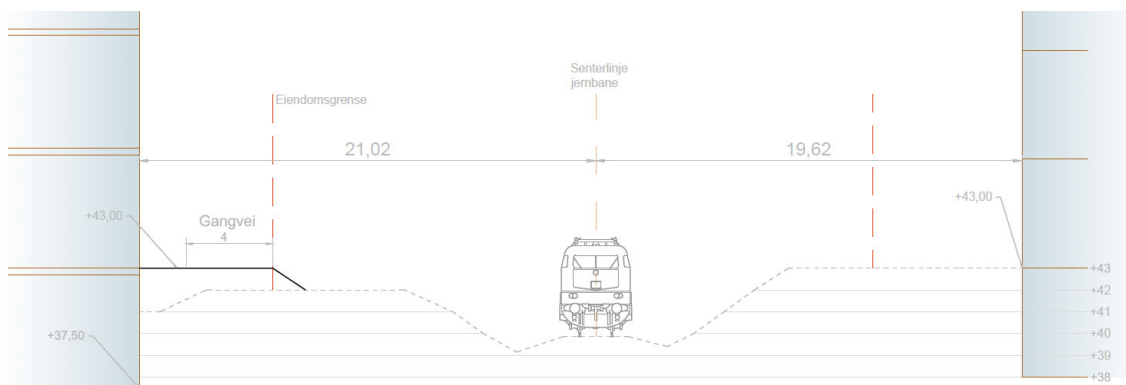
Generelt må grunnvannssenkning unngås.



Figur 7-1: Plassering av snitt 12 og 13 over jernbanen (figur fra Asplan Viak, datert 18.11.21)



Figur 7-2: Snitt 12 (figur fra Asplan Viak, datert 18.11.21)



Figur 7-3: Snitt 13 (figur fra Asplan Viak, datert 18.11.21)

8 Videre arbeid

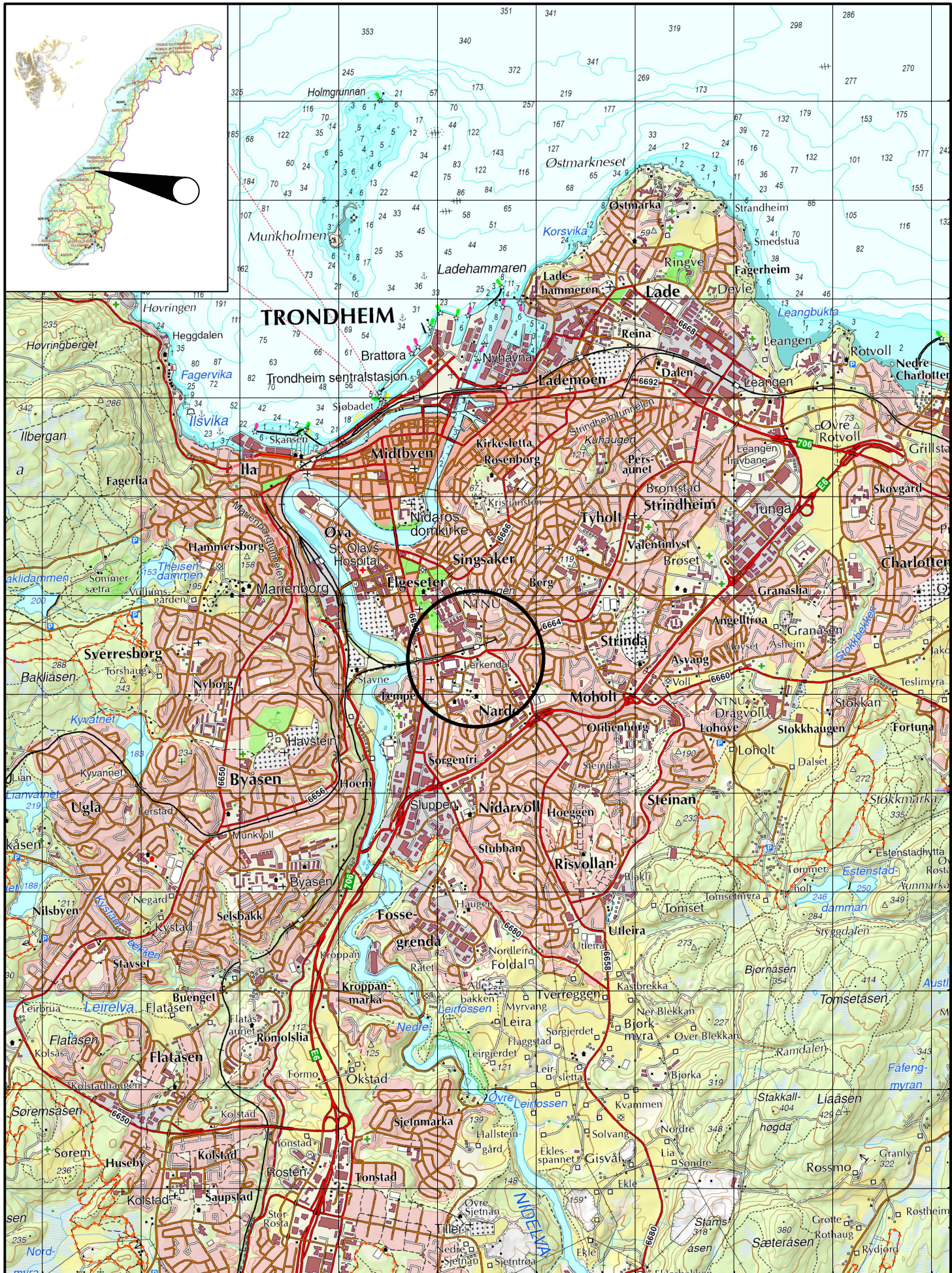
Løsningene som her er skissert som mulige løsninger for utbyggingen, må vurderes og detaljeres i en senere detaljprosjekteringsfase. Det kan her også anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser, med målsetning om å kunne optimalisere de nødvendige tiltakene og øke bærekraften i prosjektet.


Utførte grunnundersøkelser gir tilstrekkelig grunnlag for vurderinger til detaljreguleringsnivå.

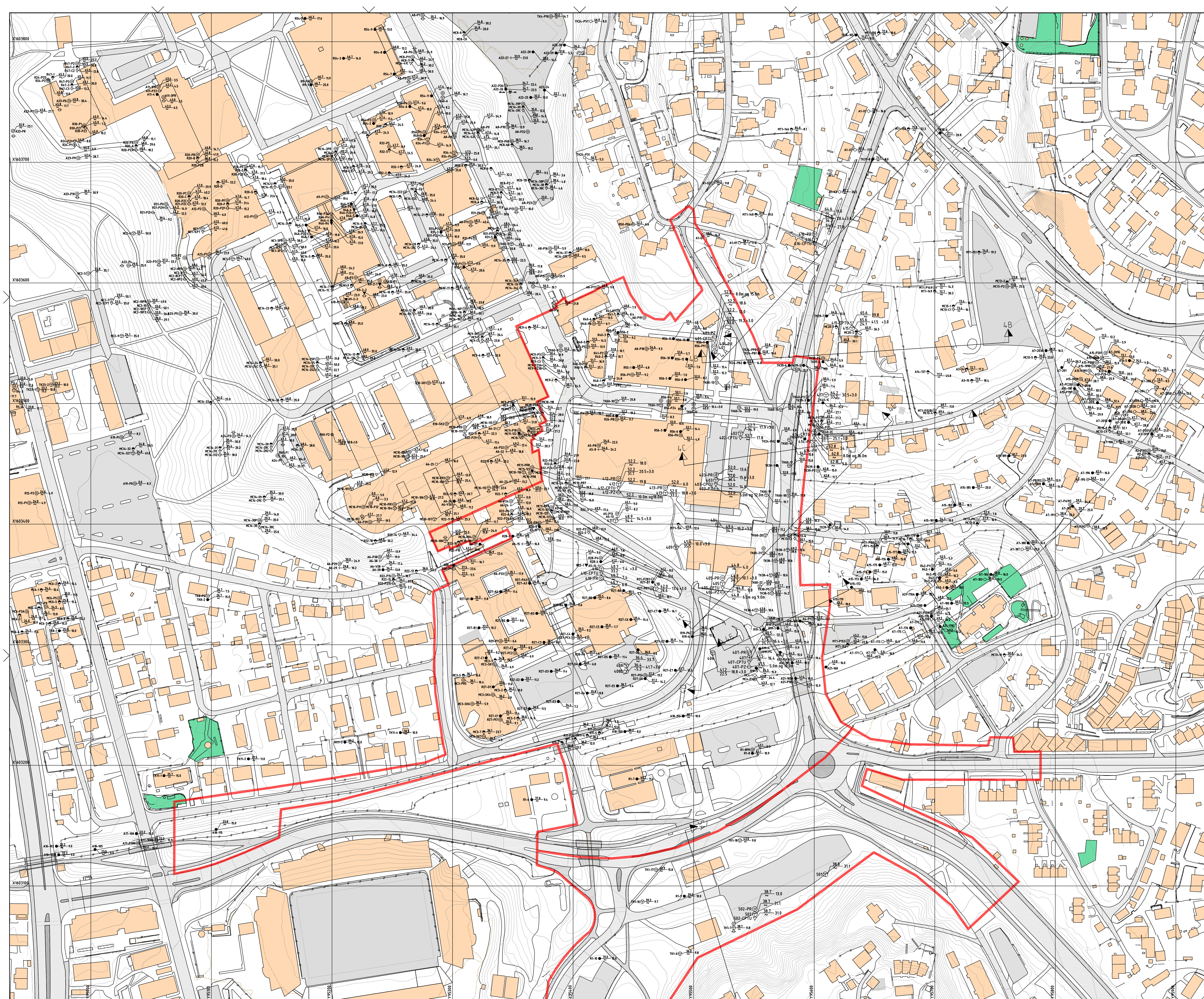
Videre må den planlagte utbyggingens lokale innvirkning på omkringliggende infrastruktur og eksisterende bebyggelse vurderes nærmere for hver enkelt utbygging.

9 Referanser

- [1] NVE, «Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2020.
- [2] NVE, «Retningslinjer nr. 2/2011: Flaum- og skredfare i arealplanar,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2014.
- [3] Standard Norge, *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler*, Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, 2004.
- [4] Multiconsult Norge AS, «10215021-06-RIG-RAP-002 Områdestabilitetsvurdering iht. NVE 1/2019, Delområde 5,» 2021.
- [5] Rambøll Norge AS, «1350041580 G-not-009 Geoteknisk vurdering for detaljregulering av tomt F.4.1,» 2021.
- [6] Høydedata, «Høydedata,» Kartverket, [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [7] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» NGU, [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [8] Rambøll, «6070721 Berg studentby. Reguleringsplan. Geoteknisk utredning rev 1.,» 2008.
- [9] Multiconsult Norge AS, «413408-Verifikasjonsskjema_rev02,» 2009.
- [10] Multiconsult Norge AS, «413642-2 Vurdering av områdestabilitet Gløshaugen - utredning av kvikkliesone Berg vest,» 2011.
- [11] Multiconsult Norge AS, «10200155-RIG-RAP-002_rev01 Geoteknisk vurdering områdestabilitet sørområdene,» 2018.
- [12] NVE, «NVE Temakart,» Norges Vassdrags- og energidirektorat, [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/>.
- [13] Multiconsult Norge AS, «415913-RIG-RAP-002 Gløshaugen-Bakklandet kvikkleireområde. Hovedprosjekt Trinn 1.,» 2014.
- [14] Rambøll, «O.248 Orienterende grunnundersøkelser i NTHs interesseområde,» 1963.
- [15] Rambøll, «O.669 Nybygg Bygningsingeniøravdelingen NTH, Trondheim,» 1968.
- [16] Rambøll, «O.669-2 Bygningsingeniøravdelingen NTH Omlegging av kloakk-ledning,» 1969.
- [17] Rambøll, «O.2588 SINTEF Administrasjonsbygg Lerkendal. Grunnundersøkelse,» 1978.
- [18] Rambøll, «O.3068 SBED. NTH-Fellesarbeider. Fotgjengerkryssing av Stavne-Leangenbanen,» 1979.
- [19] Trondheim kommune, «R.974 Strindvegen, Grunnundersøkelser datarapport,» 1996.
- [20] Trondheim kommune, «R.974-4 Strindvegen, Grunnundersøkelser datarapport,» 2001.
- [21] Trondheim kommune, «R.1481 Strindvegen,» 2010.
- [22] Trondheim kommune, «R.1677 Høgskoleringen - Strindvegen,» 2016.
- [23] NGI, «O.208.3 Grunnundersøkelser for Materialteknisk Institutt, Blokk B,» 1956.
- [24] Rambøll Norge AS, G-rap-002-1350046011 NTNU Campussamling, 2021.
- [25] NVE, «Veileder 7/2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2014.



 <p>www.multiconsult.no</p>	<p>COWI</p> <p>NTNU Campusutvikling - Områdeplaner</p> <p>Delområde 4 og 5</p> <p>Oversiktskart</p>	<p>Status: -</p> <p>Konstr./Tegnet: JKM</p> <p>Oppdragsnr.: 10215021-06</p>	<p>Fag: RIG</p> <p>Kontrollert: GURT</p> <p>Tegningsnr.: RIG-TEG-000</p>	<p>Format: A4</p> <p>Godkjent: ANG</p>	<p>Dato: 01.12.2021</p> <p>Målestokk: 1:50 000</p> <p>Rev.: 00</p>
---	--	---	--	--	--



- TEGNFORKLARING:**
- DREIESONDERING
 - ENKEL SONDERING
 - ▼ RAMSONDERING
 - ▽ TRYKKSONDERING
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - ⊙ PRØVESERIE
 - PRØVEGRUPP
 - ⊖ DREIE TRYKKSONDERING
 - ⊗ SKRUPPLATEFORSØK
 - + VINGEBORING
 - ⊙ PORETRYKKMÅLING
 - ⊕ KJERNEBORING
 - ⊗ FJELKONTROLLBORING
 - ⊗ BERG I DAGEN

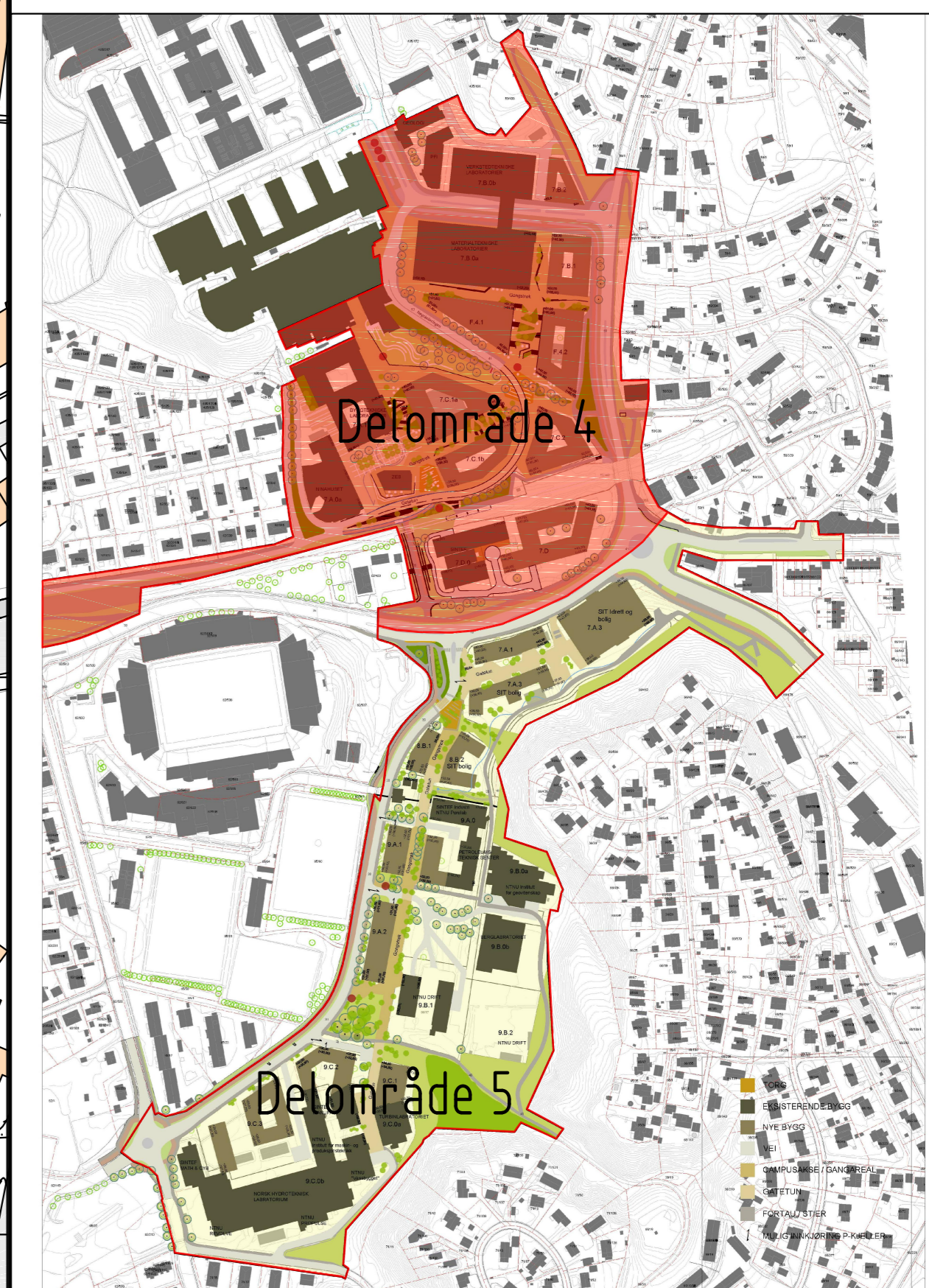
KARTGRAF AG
KORTINGSSYSTEM
HØYDEANGIVNING
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLERING
BØRSELINJE
LÅSBOK NR.

© 2021 by Kart Graf AG
Alle Rechte vorbehalten
© 2021 by Kart Graf AG
LÅSBOK NR.

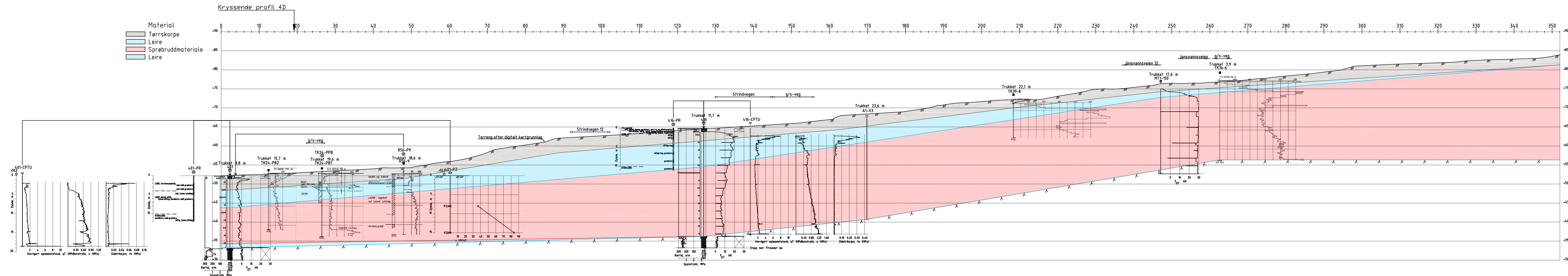
EXEMPEL
BP 1 (1) 433
22.7

TERRÄNGHÖJDSBANKNOTEN
1:500
BØRET DYBDE + BØRET I BERG
VANTATT BERGOTE

TIDLIGERE BORINGER:
Seen tidligere boringer er utpreget med svært høy og lav høyde nivå.
Tidligere boringer er riktig ned i underste ferske betong.
Linn over tidligere boringer er i tillegg 1.

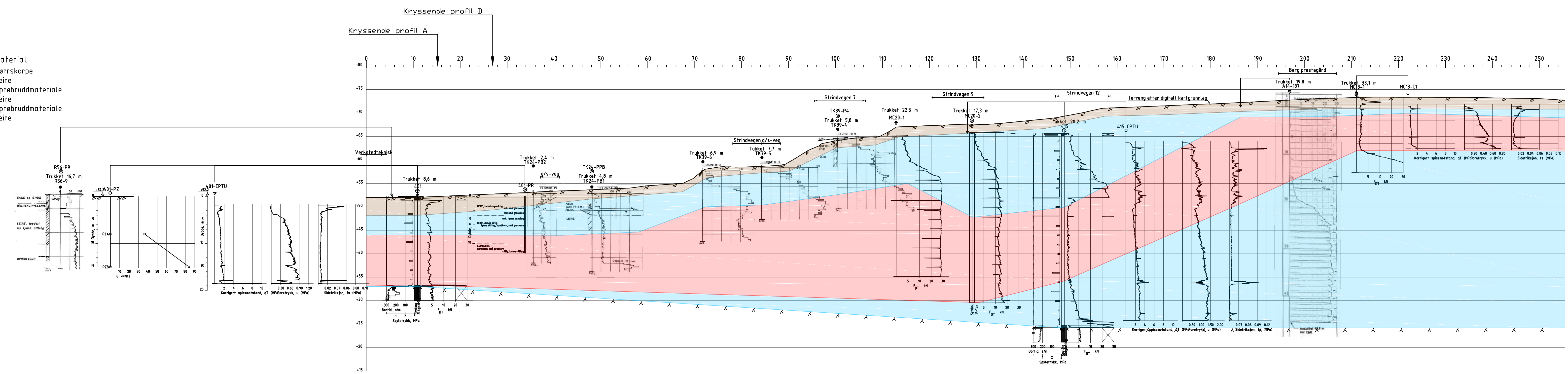


Rev.	Drømtid	Rev.	Drømtid	Rev.	Drømtid
1		1		1	
COWI		NTNU Campusutvikling - Områdeplaner		RIG-TEG-001.1	
Delområde 4		Borplan		1:1000	
Multiconsult		10215021-06		RIG-TEG-001.1	
www.multiconsult.no				00	



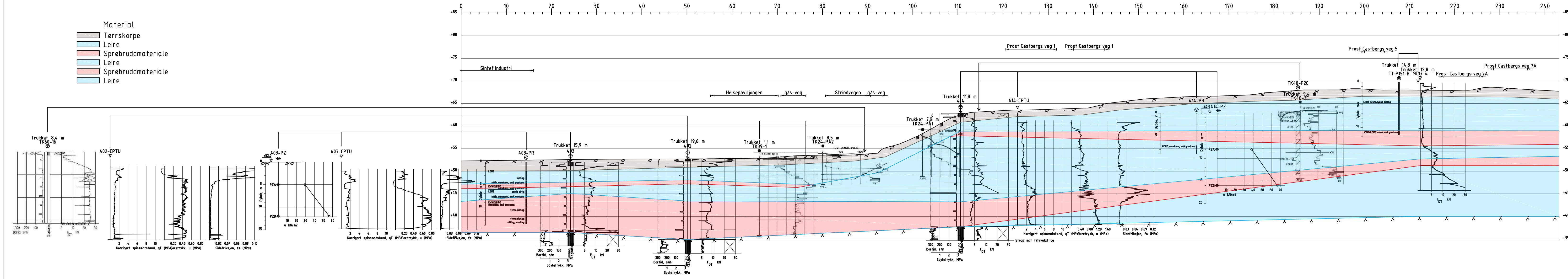
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00					
COWI NTNU Campusutvikling - Områdeplaner					Fag Geoteknikk
Delområde 4 Profil 4A Lagdeling					Format A3L Dato 26.11.2021
Multiconsult www.multiconsult.no					Status Oppdragsnr. 10215021-06
Konstr./Tegnet JKM/PBK			Kontrollert GURT	Godkjent ANG	Tegningsnr. RIG-TEG-700
					Rev. 00

- Material
- Tørrskorpe
 - Leire
 - Sprøbruddmateriale
 - Leire
 - Sprøbruddmateriale
 - Leire

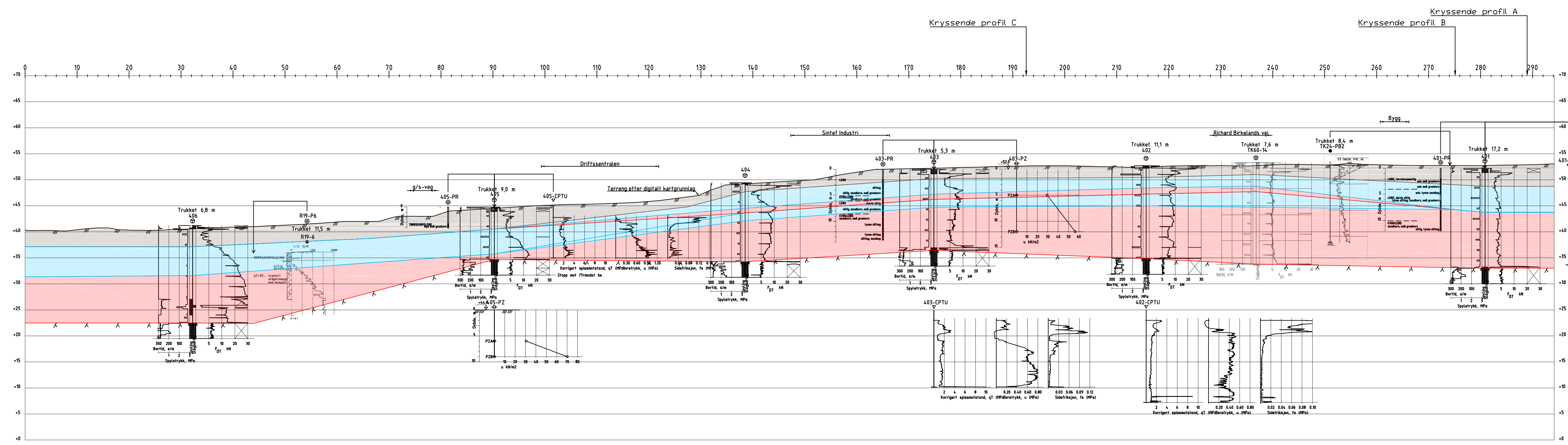


00					
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	COWI		Fag		Format
	NTNU Campusutvikling - Områdeplaner		Geoteknikk		A3L
	Delområde 4		Dato		25.11.2021
	Profil 4B		Format/Målestokk		1:400
	Lagdelling				
	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	Oppdragsnr. 10215021-06	JKM/PBK	GURT	ANG	
	Tegningsnr. RIG-TEG-701				Rev. 00

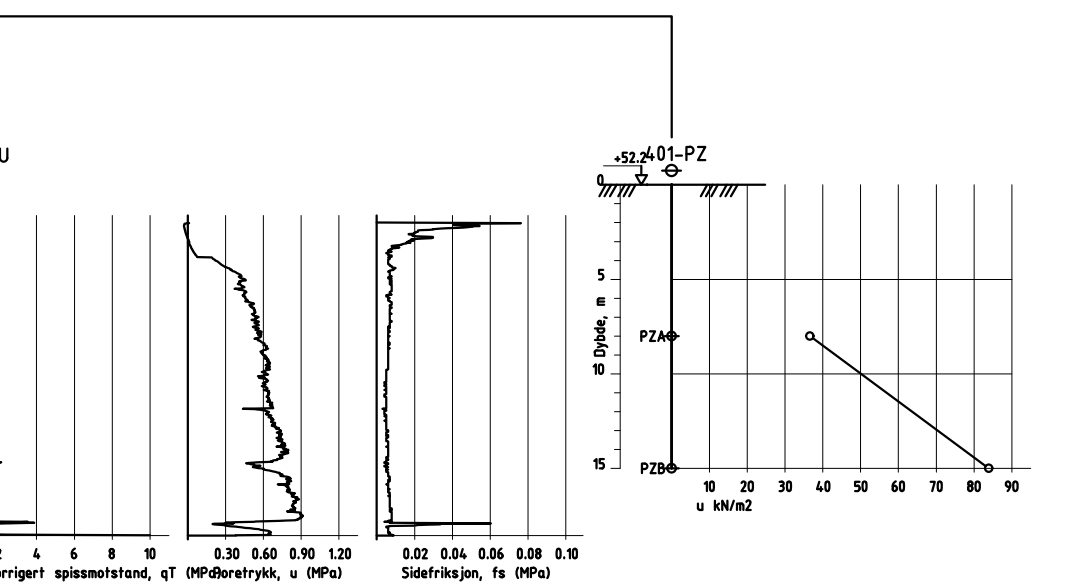
- Material
- Tørrskorpe
 - Leire
 - Sprøbruddmateriale
 - Leire
 - Sprøbruddmateriale
 - Leire



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
COWI NTNU Campusutvikling - Områdeplaner			Fag: Geoteknikk Format: A3L		
Delområde 4 Profil 4C Lagdeling			Dato: 30.11.2021 Format/Målestokk: 1:400		
Multiconsult www.multiconsult.no		Oppdragsnr.: 10215021-06	Tegningsnr.: RIG-TEG-702	Konstr./Tegnet: FRA Kontrollert: GURT Godkjent: ANG	Rev.: 00

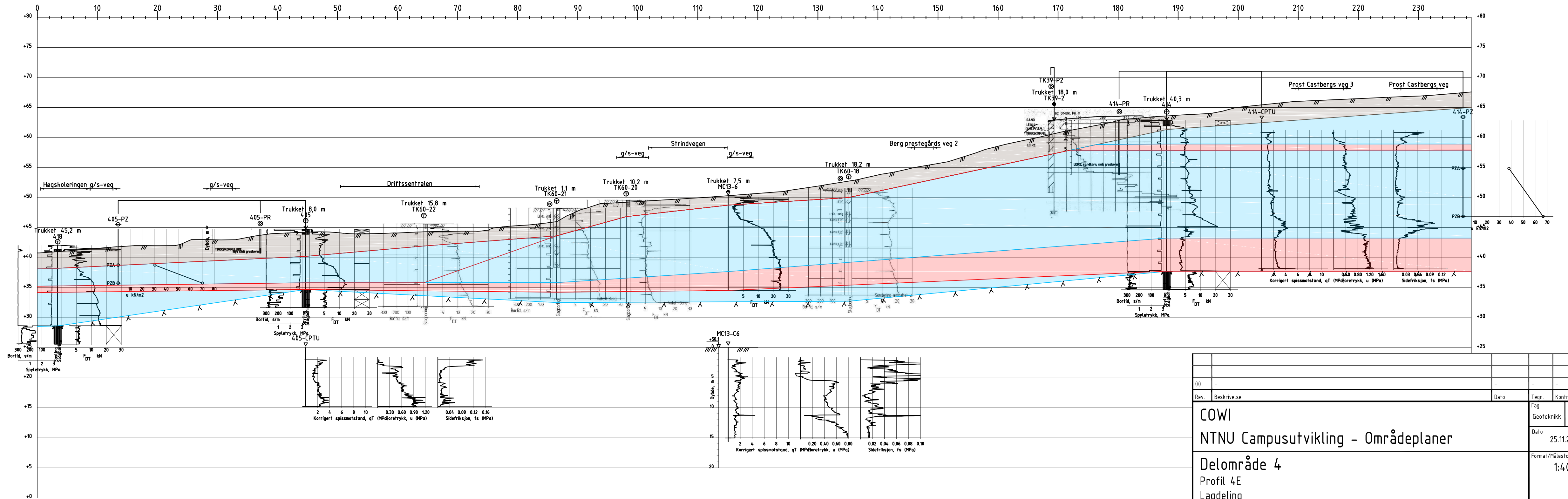


- Material
- Tørreskorpeleire
 - Leire
 - Sprøbruddmateriale
 - Leire, rasmasser
 - Leire
 - Sprøbruddmateriale

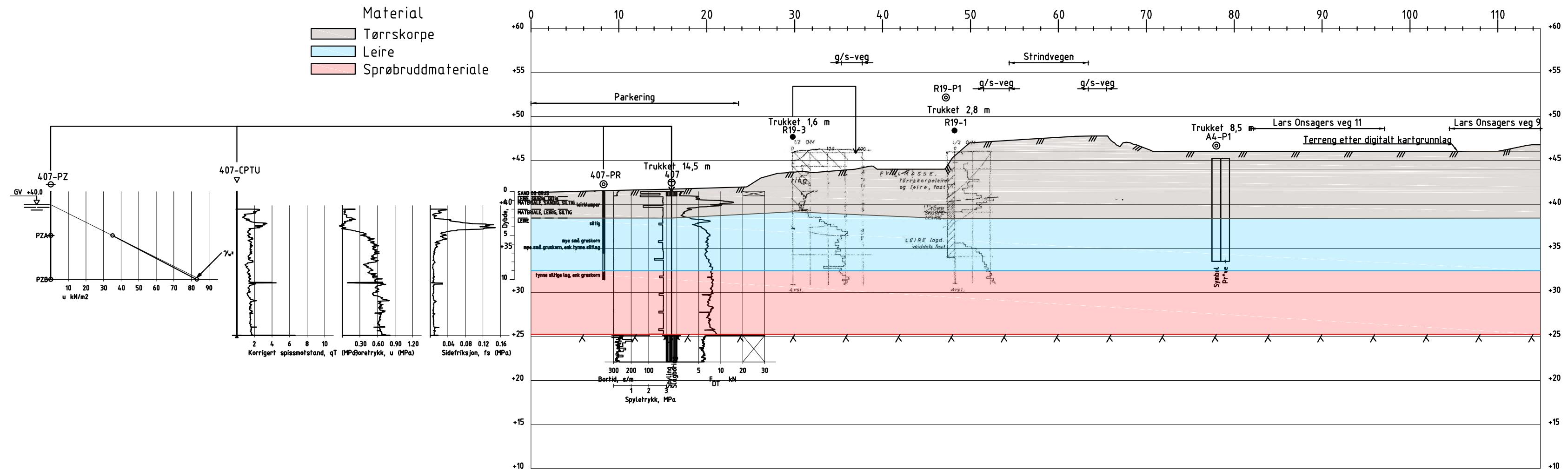


00				
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	COWI		Geoteknikk	Format A3L
	NTNU Campusutvikling - Områdeplaner		Dato	25.11.2021
	Delområde 4		Format/Målestokk	1:400
	Profil 4D			
	Lagdelling			
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
Oppdragsnr.	10215021-06	Tegningsnr.	JKM/PBK	GURT
			RIG-TEG-703	ANG
				Rev. 00

- Material
- Tørreskorpe
 - Leire
 - Sprøbruddmateriale
 - Leire, rasmasser
 - Leire
 - Sprøbruddmateriale
 - Leire

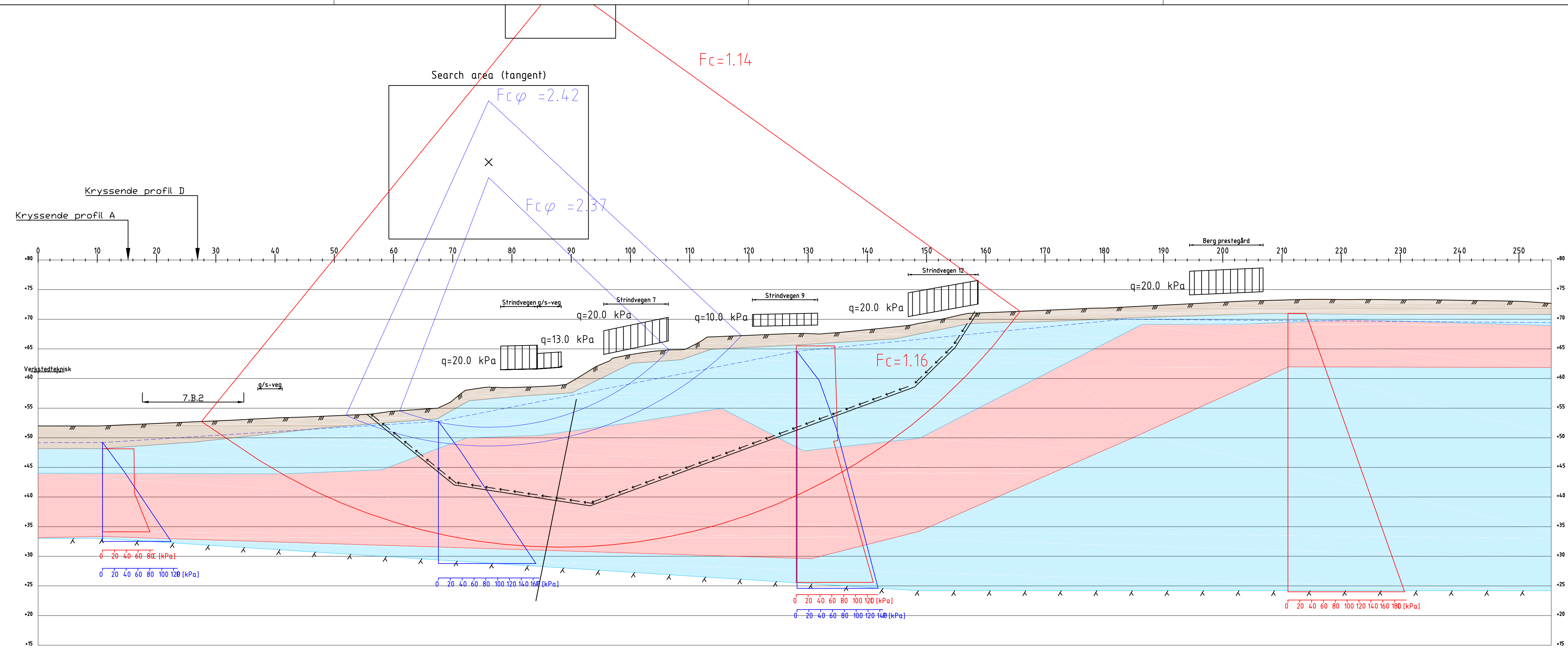


00	
Rev. Beskrivelse	Dato
Konstr./Tegnet COWI	Tegn. Kontr. Godkj.
Oppdragsnr. NTNU Campusutvikling - Områdeplaner	Format A3L
Tegningsnr. Delområde 4	Dato 25.11.2021
Lagdelling Profil 4E	Format/Målestokk: 1:400
Status Multiconsult	Konstr./Tegnet JKM/PBK
Oppdragsnr. 10215021-06	Kontrollert GURT
Tegningsnr. RIG-TEG-704	Godkjent ANG
www.multiconsult.no	Rev. 00



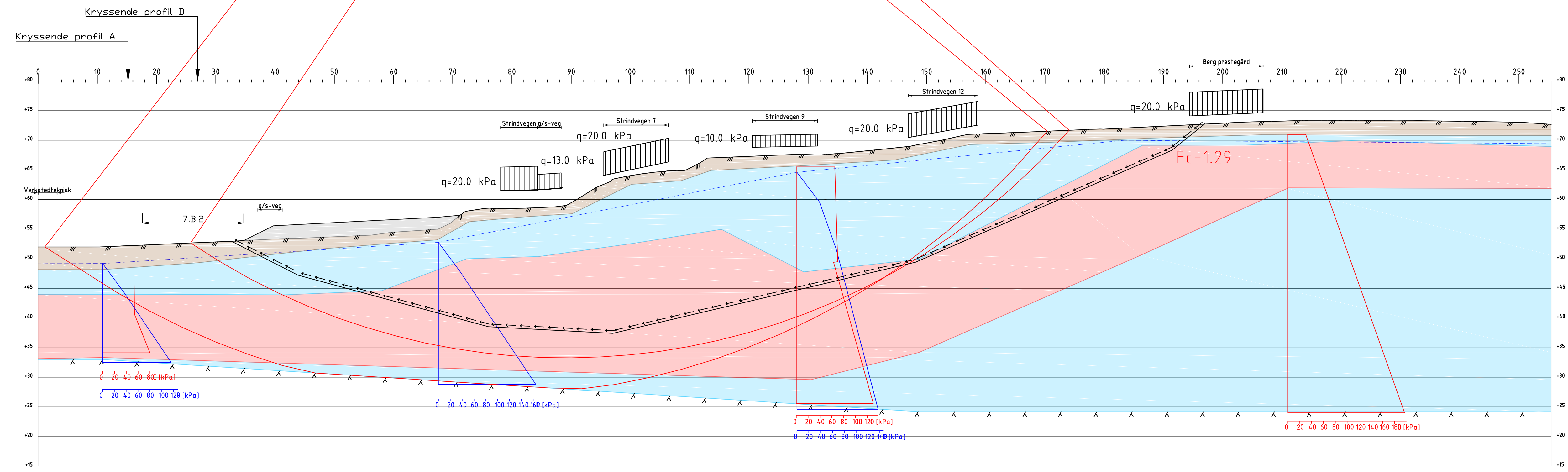
00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
COWI			Fag	Format	
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner			Geoteknikk	A3L	
Delområde 4			Dato	25.11.2021	
Profil 4F			Format/Målestokk:	1:400	
Lagdeling			Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
			Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Godkjent
www.multiconsult.no			10215021-06	RIG-TEG-705	ANG
			Rev.	00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35



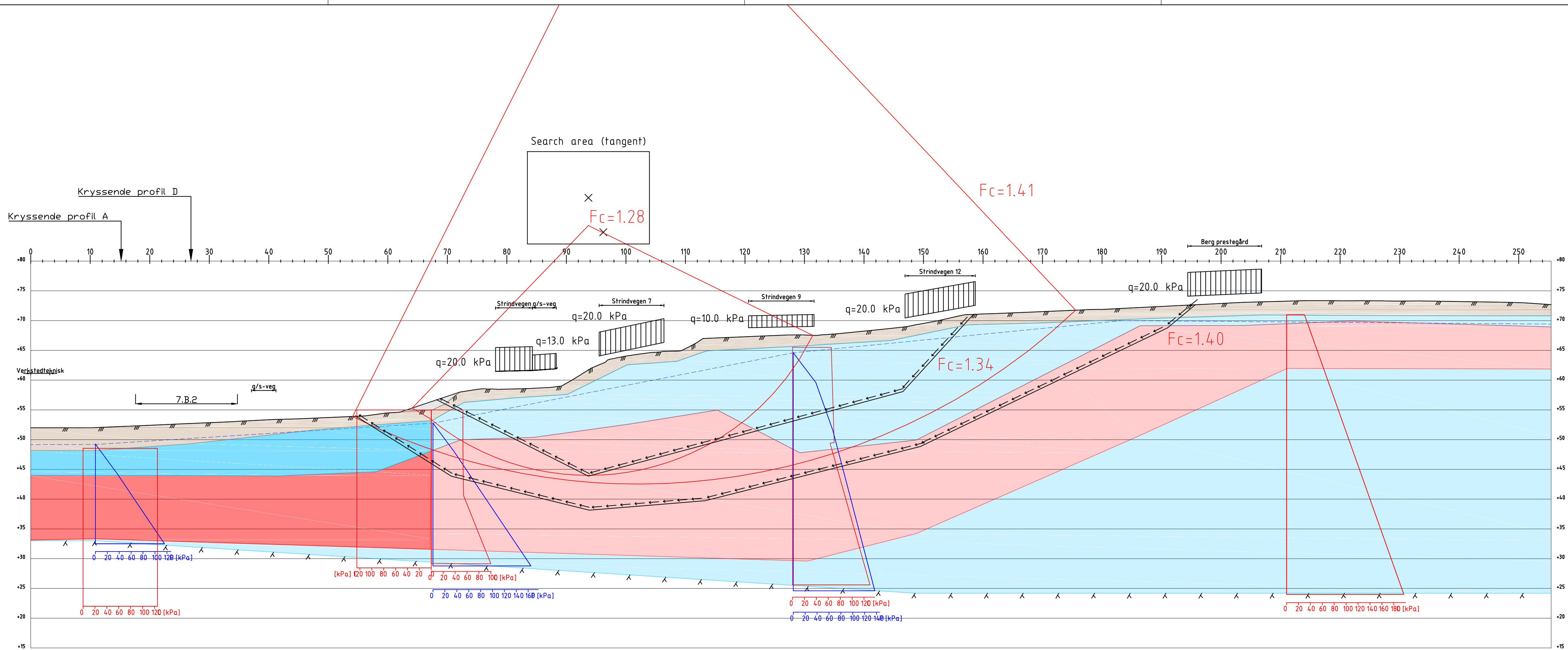
00					
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag		Format
			Geoteknikk		A3L
		Dato			
		25.11.2021			
		Format/Målestokk:			
		1:400			
COWI		NTNU Campusutvikling - Områdeplaner			
Delområde 4		Profil 4B			
Stabilitetsberegning - Dagens situasjon					
Status	Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Rev.
	10215021-06	PBK	GURT	ANG	
www.multiconsult.no		Tegningsnr.			
		RIG-TEG-801.1			
			00		

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35



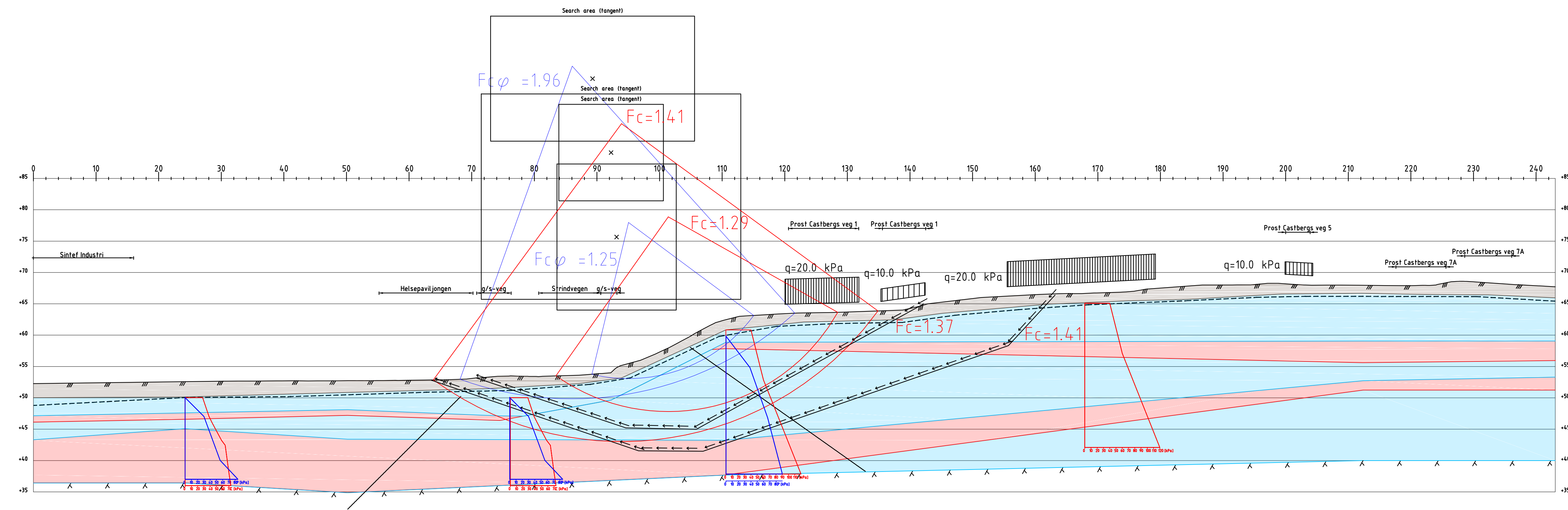
00					
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag		Format
			Geoteknikk		A3L
		Dato			
		25.11.2021			
		Format/Målestokk:			
		1:400			
COWI		NTNU Campusutvikling - Områdeplaner			
Delområde 4		Profil 4B			
Stabilitetsberegning - Med tiltak					
Status	Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Rev.
	10215021-06	PBK	GURT	ANG	
www.multiconsult.no		Tegningsnr.			
		RIG-TEG-801.2			00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire KC	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	1.00	1.00
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale KC	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	1.00	1.00
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35

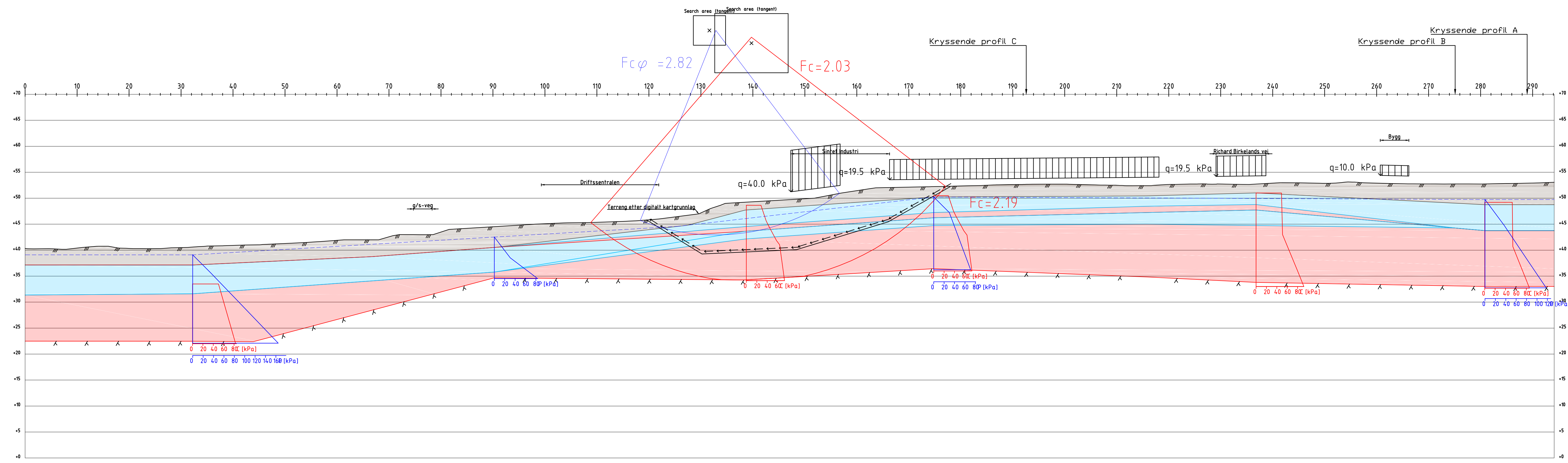


00					
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
COWI NTNU Campusutvikling - Områdeplaner					Fag Geoteknikk Format A3L
Delområde 4 Profil 4B Stabilitetsberegning - KC-stabilisering og moffylling					Dato 25.11.2021 Format/Målestokk 1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Oppdragsnr. 10215021-06	Konstr./Tegnet PBK Tegningsnr. RIG-TEG-801.3	Kontrollert GURT	Godkjent ANG Rev. 00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35



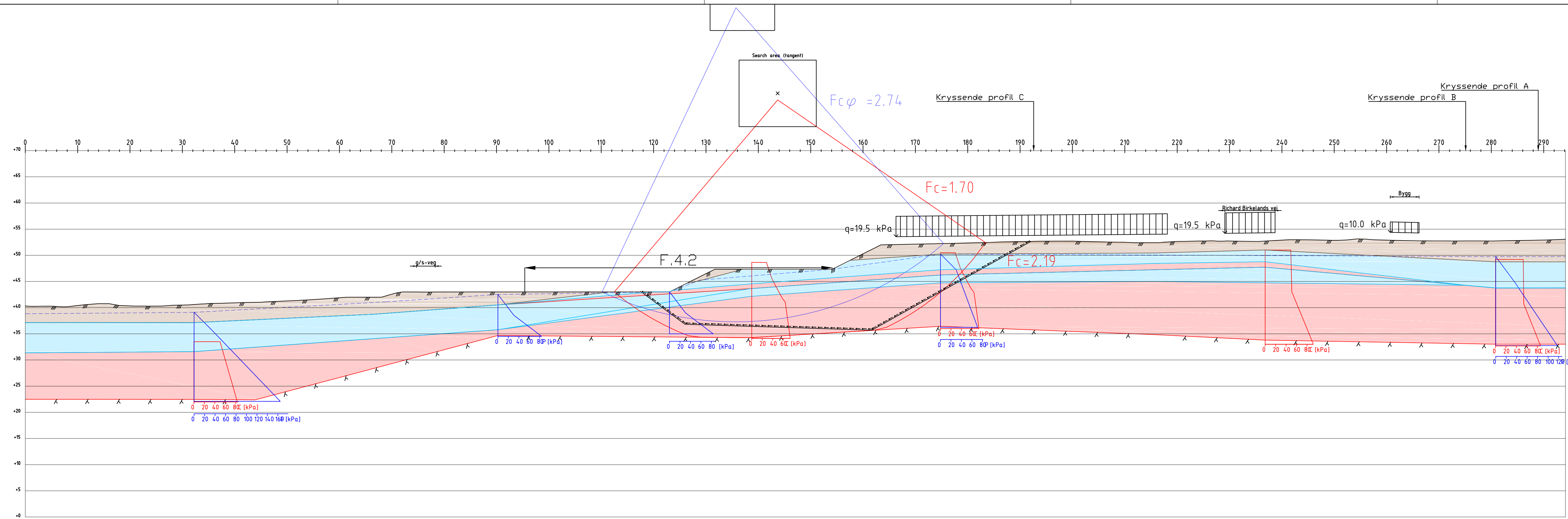
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
COWI NTNU Campusutvikling - Områdeplaner Delområde 4 Profil 4C Stabilitetsberegninger - Dagens situasjon					Fag Geoteknikk Format A3L Dato 30.11.2021 Format/Målestokk 1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Oppdragsnr. 10215021-06	Konstr./Tegnet FRA Tegningsnr. RIG-TEG-802.1	Kontrollert GURT	Godkjent ANG Rev. 00



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, rasmasser	20.00	10.00	29.0	4.4	67.0	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35

00					
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	COWI		Fag		Format
	NTNU Campusutvikling - Områdeplaner		Geoteknikk		A3L
	Delområde 4	Dato			
	Profil 4D	25.11.2021			
	Stabilitetsberegninger - Dagens situasjon	Format/Målestokk:			
		1:400			
	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	Oppdragsnr.	PBK	GURT	ANG	
	10215021-06	Tegningsnr.			Rev.
		RIG-TEG-803.1			00

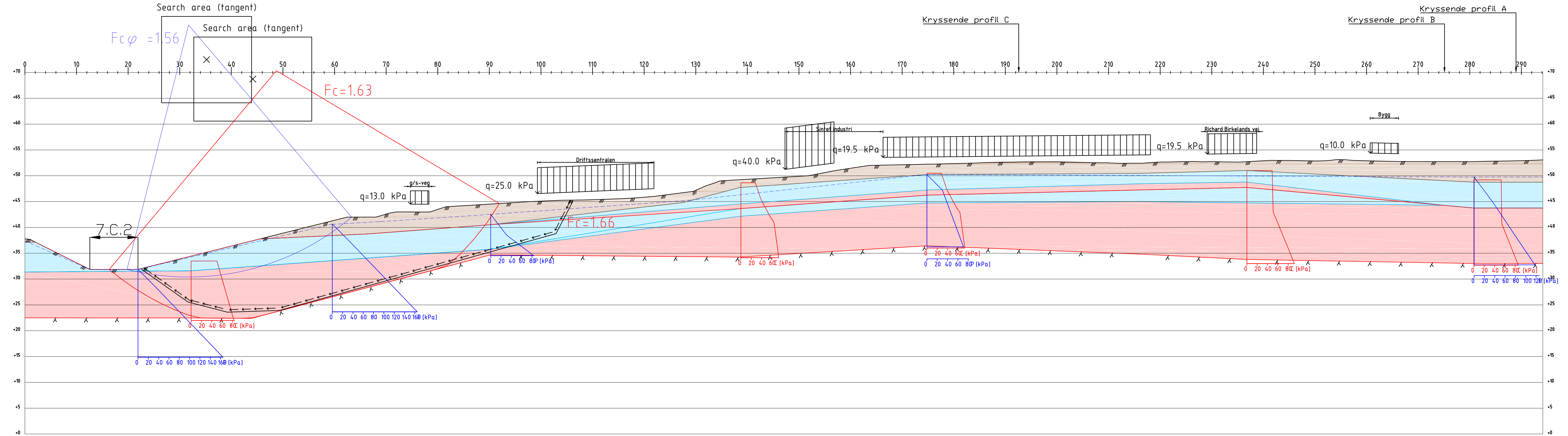
Multiconsult
www.multiconsult.no



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, rasmasser	20.00	10.00	29.0	4.4	67.0	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35

00					
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	COWI		Fag		Format
	NTNU Campusutvikling - Områdeplaner		Geoteknikk		A3L
	Delområde 4	Dato			
	Profil 4D	25.11.2021			
	Stabilitetsberegninger - Utgraving for bygg F.4.2	Format/Målestokk:			
		1:400			
	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	Oppdragsnr.	PBK	GURT	ANG	
	10215021-06	Tegningsnr.			Rev.
		RIG-TEG-803.2			00

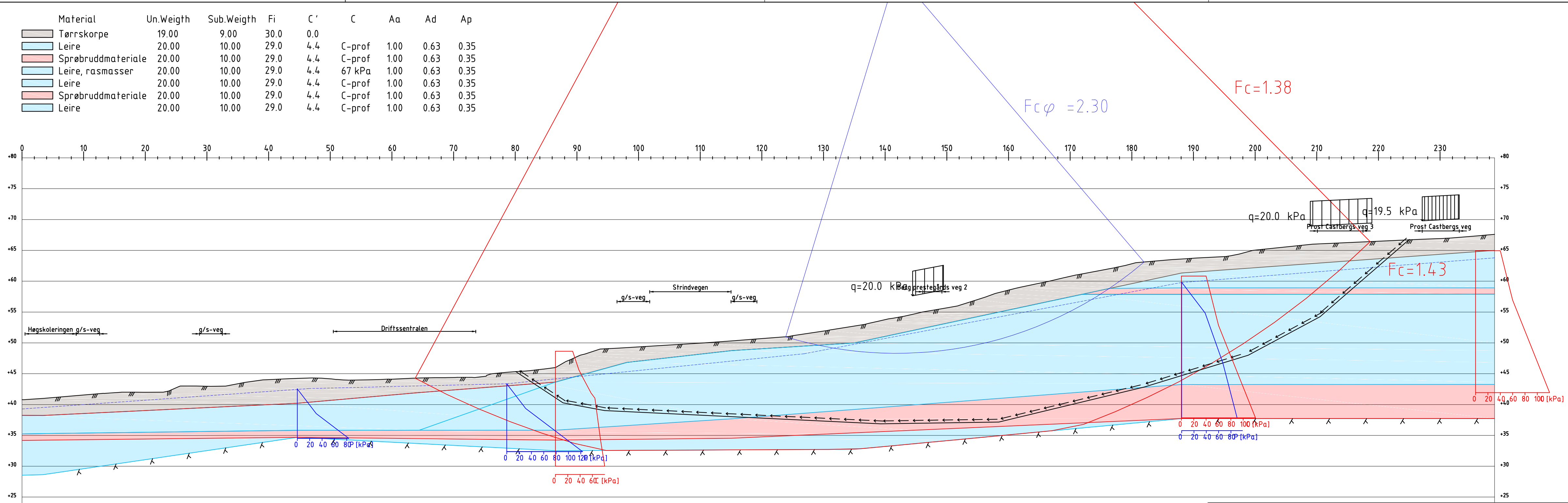
Multiconsult
www.multiconsult.no



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, rasmasser	20.00	10.00	29.0	4.4	67.0	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35

00						
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
	COWI		Fag			Format
	NTNU Campusutvikling - Områdeplaner		Geoteknikk			A3L
	Delområde 4	Dato				
	Profil 4D	26.11.2021				
	Stabilitetsberegninger - Utgraving for bygg 7.C.2	Format/Målestokk:				1:400
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		Oppdragsnr.	PBK	GURT	ANG	
		10215021-06				
		Tegningsnr.	RIG-TEG-803.3			
						Rev.
						00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, rasmasser	20.00	10.00	29.0	4.4	67 kPa	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00	29.0	4.4	C-prof	1.00	0.63	0.35



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	COWI		Fag		Format
	NTNU Campusutvikling - Områdeplaner		Geoteknikk		A3L
	Delområde 4		Dato		25.11.2021
	Profil 4E		Format/Målestokk:		1:400
	Stabilitetsberegninger - Dagens situasjon				
	Multiconsult	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	FRA/PBK	GURT	ANG	
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.
	10215021-06	RIG-TEG-804.1			00

Vedlegg A

Stabilitetsberegninger

Innholdsfortegnelse

A.1 Tolkning av beregningsparametere	1
A.1.1 Tyngdetetthet.....	1
A.1.2 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling.....	1
A.1.3 Tolkning av konsolideringsforhold.....	1
A.1.4 Tolkning av styrkeparametere.....	2
A.1.5 Anisotropifaktorer.....	3
A.2 Stabilitetsberegninger	3
A.2.1 Generelt.....	3
A.2.2 Beregningsverktøy.....	3
A.2.3 Laster.....	3
A.2.4 Grunnstabilisering.....	3
A.2.5 Beregningsresultater.....	4
A.3 Referanser	5

A.1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning er gjort på basis av utførte laboratorieundersøkelser på opptatte prøveserier og utførte CPTU sonderinger. Det er også benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220.

A.1.1 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver, både fra nye og tidligere grunnundersøkelser, er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet.

Se tegning nr. 10215021-06-RIG-TEG-801.1 t.o.m. 10215021-06-RIG-TEG-804.2 for geotekniske data som er benyttet i beregningene.

A.1.2 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling

Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling er modellert i henhold til utførte piezometeravlesninger.

I borhullene hvor det er registrert poreundertrykk i dybden, og hvor massene er homogene, er det antatt et poreundertrykk også over det øverste piezometeret.

Avlesningene av piezometerene er vist i Rambøll sin rapport nr. 1350046011 G-rap-02 [1].

A.1.3 Tolkning av konsolideringsforhold

Ødometerforsøkene brukes til å fremskaffe informasjon om prekonsolideringsspenninger og overkonsolideringsgrad for bruk i korrelasjonen mellom CPTU-sonderinger og treaksialforsøk. For tolkning av prekonsolideringsspenning i ødometerforsøkene er metoden, først presentert av Karlsrud [2], benyttet. Prekonsolideringsspenningen finnes her som gjennomsnittet av spenningen der tangentmodulen begynner å avta og spenningsnivået der helningen på den normalkonsoliderte linjen starter.

Tolkning av ødometerforsøkene er vist i vedlegg B.2, mens en vurdering av kvaliteten på de utførte ødometerforsøkene er gitt i Rambøll sin rapport nr. 1350046011 G-rap-02 [1].

A.1.4 Tolkning av styrkeparametere

Generelt skal karakteristisk skjærstyrkeprofil (S_{UA}) med aktive verdier tolkes ved hvert enkelt borpunkt der mulig. Med et godt datagrunnlag velges mest sannsynlig opptredende verdier for profilet. Dersom målte styrkeverdier viser store variasjoner i forhold til normal variasjon i området, velges profilene i henhold til anbefalinger i NIFS veileder nr. 77/2014 [3] med forsiktighet.

Generelt skal et S_{UA} -profil velges ut ifra følgende rangering:

1. Treksialforsøk av god kvalitet (Kvalitetsklasse 1)
2. CPTU (Anvendelsesklasse 1)
3. Erfaringsverdier (S_{UA}/P_0' , SHANSEP)
4. Konus/Enaks

Erfaringer beskrevet i NIFS veileder nr. 77/2014 [3] viser at karakteristisk skjærstyrkeprofil ikke bør ligge under $0,25 * p_0'$. Dette er lagt til grunn som en nedre terskelverdi for opptredende aktiv skjærstyrke.

Treksialforsøkene er tolket basert på en vurdering av tøyning ved brudd og kvalitet av forsøkene. For vurdering av de drenerte styrkeparametrene plottes radiell spenning mot opptredende skjærspenning, også kalt NTNU plott [4]. Friksjonsvinkelen kan her tolkes ut fra helningen på bruddlinjen og kan uttrykkes som:

$$\tan \phi = \frac{S_f}{\sqrt{1 + 2 * S_f}}$$

Hvor

S_f er stigningstallet på bruddlinjen

ϕ er friksjonsvinkelen

Tolkning av treksialforsøkene er vist i vedlegg B.1, mens en vurdering av kvaliteten på de utførte treksialforsøkene er gitt i Rambøll sin rapport nr. 1350046011 G-rap-02 [1]. For tørrskorpe er friksjonsvinkelen satt til 30° og attraksjonen satt til 0 kPa, i henhold til erfaringsverdier i SVV håndbok V220 [5].

For tolkning av CPTU-sonderingene lastes resultatene fra rutineundersøkelsene inn sammen med tolket prekonsolideringsspenning og overkonsolideringsgrad fra ødometerforsøkene. Prekonsolideringsspenningen funnet i ødometerforsøket sammenstilles med korrelasjonene funnet ved CPTU-sonderingene, og det utarbeides en linje som beskriver forløpet av prekonsolideringsspenninger og overkonsolideringsgrad med dybden. Styrkeprofilene tolkes så med hjelp av metodene beskrevet av Lunne m.fl. [6] og Karlsrud m.fl. [7] der de ulike metodene ligger innenfor det relevante arbeidsområdet. De beregnede styrkekorrelasjonene fra CPTU-sonderingene sammenstilles så med tolkede treksialforsøk for valg av skjærstyrkeprofil. Tolkning av aktive skjærstyrkeprofil er vist i vedlegg B.3, mens en vurdering av kvaliteten på de utførte treksialforsøkene er gitt i Rambøll sin rapport nr. 1350046011 G-rap-02 [1].

SHANSEP korrelasjonen beskrevet av Karlsrud og Hernandez-Martinez [8] er benyttet. Artikkelen beskriver en sammenheng mellom målt vanninnhold og overkonsolideringsgrad som følger:

$$\frac{S_{UC}}{\sigma_{v0}'} = S * OCR^m$$

Hvor

$$S = (0,27 + 0,10w)$$

$$m = 0,58 + 0,33w$$

S og m ligger normalt under en øvre grense på henholdsvis 0,35 og 0,75, og over en nedre grense på henholdsvis 0,25 og 0,65. Det er her benyttet $S = 0,30$ og $m = 0,68$ da dette gir godt samsvar med øvrige kilder til tolket udrenert skjærfasthet.

A.1.5 Anisotropifaktorer

Det er kun utført aktive treaksialforsøk i oppdraget, og korrelasjonene beskrevet i NIFS rapport nr. 14/2014 [9], og vist i tabell 1-1, legges derfor til grunn for vurdering av anisotropifaktorer.

Tabell 1-1: Omforent anbefaling av anisotropifaktorer (ADP-faktorer) hentet fra NIFS rapport nr. 14/2014 [9].

I_p	S_{UD}/ S_{UA}	S_{UP}/ S_{UA}
$I_p \leq 10\%$	0,63	0,35
$I_p > 10\%$	$0,63 + 0,00425 * (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 * (I_p - 10)$

Se tegning nr. 10215021-06-RIG-TEG-801.1 t.o.m. 10215021-06-RIG-TEG-804.2 for geotekniske data som er benyttet i beregningene.

A.2 Stabilitetsberegninger

A.2.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegning i 4 profiler; 4B, 4C, 4D og 4E. Det er utført beregninger både på effektiv- og totalspenningsbasis. Tolket lagdeling er vist i tegning nr. 10215021-06-RIG-TEG-700 t.o.m. 10215021-06-RIG-TEG-705. Plassering av profil er vist på situasjonsplan i tegning nr. 10215021-06-RIG-TEG-001.1.

A.2.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført i beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 22.0.0.0 med beregningsmetode «BEAST 2003». Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også søkt etter sammensatte skjærflater.

A.2.3 Laster

Ved stabilitetsberegningene er det benyttet en jevnt fordelt trafikklast på $F_{rep} = 15$ kPa på trafikkerte flater og $F_{rep} = 10$ kPa på gang- og sykkelveger, med lastkoeffisient 1,3. For bygninger er det lagt inn en last på 10 kPa per etasje, med fratrekke for bygg med kjeller.

Laster på terreng er kun benyttet der lastene gir en ugunstig lastvirkning.

A.2.4 Grunnstabilisering

Et alternativ for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot skred i profil 4B er å benytte kalksementpeler som grunnforsterkning. Pelene er innarbeidet ved at det er satt inn C-profiler i området som skal stabiliseres, og det er for enkelhetsskyld antatt at pelene er satt som blokk over hele området.

C-profilene er satt inn med en styrke på 125 kPa, hvilket er innenfor styrketaket for peler satt i blokk i henhold til «Figur 1-7-11» i Statens vegvesen håndbok V221 [10].

Vedlegg A - Stabilitetsberegninger

Anisotropifaktorene i den kalksementstabiliserte leira er satt til 1, både i aktiv, direkte og passiv tilstand. Dette er gjort da innblanding av kalk-sement medfører en total endring av kornstrukturen i materialet, og at det dannes nye bindinger i CSH-matrikset når sement og brent kalk reagerer med vannet i leira. Denne endringen vurderes å være helt uavhengig av tidligere overlaging og sedimenteringsprosess.

A.2.5 Beregningsresultater

Beregningsresultat er vist i tegning nr. 10215021-06-RIG-TEG-801.1 t.o.m. 10215021-06-RIG-TEG-804.2.

I dagens situasjon er laveste beregnede sikkerhet ved en udrenert analyse på 1,14 i profil 4B. Laveste beregnede sikkerhet for en drenert analyse i dagens situasjon er 1,20 i profil 4C. Alle skråninger vil etter utførte foreslåtte tiltak tilfredsstille relevante sikkerhetskrav iht. NVEs veileder nr. 1/2019.

Tabell 2-1: Beregningsresultater for stabilitetsberegninger i DO4.

Profil	Tegnings nr. RIG-TEG-	Analyse	Krav			Resultater - dagens		Resultater - tiltak	
			Forverring	Ikke forverring	Tiltak utenfor influensområdet	Innenfor influensområdet	Utenfor influensområdet	Forverring	Ikke forverring
4B	801.1/2/3	ADP	1.6	1.4	1.2	1.14	1.16	-	1.4*/1.20**
		afi	1.25	1.25	1.25	-	2.42***	-	-
4C	802.1	ADP	1.6	1.4	1.2	1.41	1.29	-	-
		afi	1.25	1.25	1.25	1.96	1.25*	-	-
4D	803.1/2/3	ADP	1.6	1.4	1.2	2.03	-	1.70*	-
		afi	1.25	1.25	1.25	2.82	-	2.74*	-
4E	804.1	ADP	1.6	1.4	1.2	1.38	-	-	-
		afi	1.25	1.25	1.25	2.30	-	-	-

- 4B * med tvungen skjærflate innenfor tomt, og ved bruk av KC-peler og motfylling
 ** med tvungen skjærflate innenfor tomt, og ved bruk av motfylling. Øvrige skjærflater i skråninga har $F_{cu} \geq 1,2$.
 *** med tvungen skjærflate gjennom kvikkleire
- 4C * med tvungen skjærflate gjennom kvikkleire
- 4D * utgraving for bygg F.4.2
 ** utgraving for bygg 7.C.2

A.3 Referanser

- [1] Rambøll Norge AS, «1350046011-G-rap-02 NTNU Campussamling. Datarapport,» 2021.
- [2] K. Karlsrud, «521500-6 Sammenstilling av noen erfaringer med prøvetaking og effekt av prøveforstyrrelse i norske marine leirer,» NGI, 1991.
- [3] NIFS, «Rapport 77/2014 Valg av karakteristisk CuA-profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser,» NVE, 2015.
- [4] NTNU, «Kompendium for TBA4110 Geotechnics Field and Laboratory investigations,» Geoteknisk avdeling, NTNU, 2017.
- [5] Statens vegvesen, Håndbok V220, Oslo: Vegdirektoratet, 2014.
- [6] T. Lunne, J. J. Powell og P. Robertson, «Cone penetration testing in geotechnical practice,» 1997.
- [7] K. Karlsrud, D. Kort, T. Lunne og S. Standvik, «CPTU correlations for clays. Proceedings of the 16th international conference on soil mechanics and geotechnical engineering,» 2005.
- [8] K. Karlsrud og F. G. Hernandez-Martinez, «Strength and deformation properties of Norwegian clays from laboratory tests on high-quality block samples,» *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 50, pp. 1273-1293, 2013.
- [9] NIFS, «Rapport nr. 14/2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» NVE, 2014.
- [10] Statens vegvesen, Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2014.

Vedlegg B

Tolkning av laboratorieforsøk og CPTU

B.1 – Treaksialforsøk

B.2 – Ødometerforsøk

B.3 – CPTU-tolkning

B.1 Treksialforsøk

Borpunkt 401 – Dybde 8,5 m

Borpunkt 401 – Dybde 11,5 m

Borpunkt 403 – Dybde 5,5 m

Borpunkt 403 – Dybde 9,5 m

Borpunkt 403 – Dybde 11,7 m

Borpunkt 403 – Dybde 13,4 m

Borpunkt 407 – Dybde 5,6 m

Borpunkt 407 – Dybde 9,6 m

Borpunkt 410 – Dybde 5,5 m

Borpunkt 412 – Dybde 6,6 m

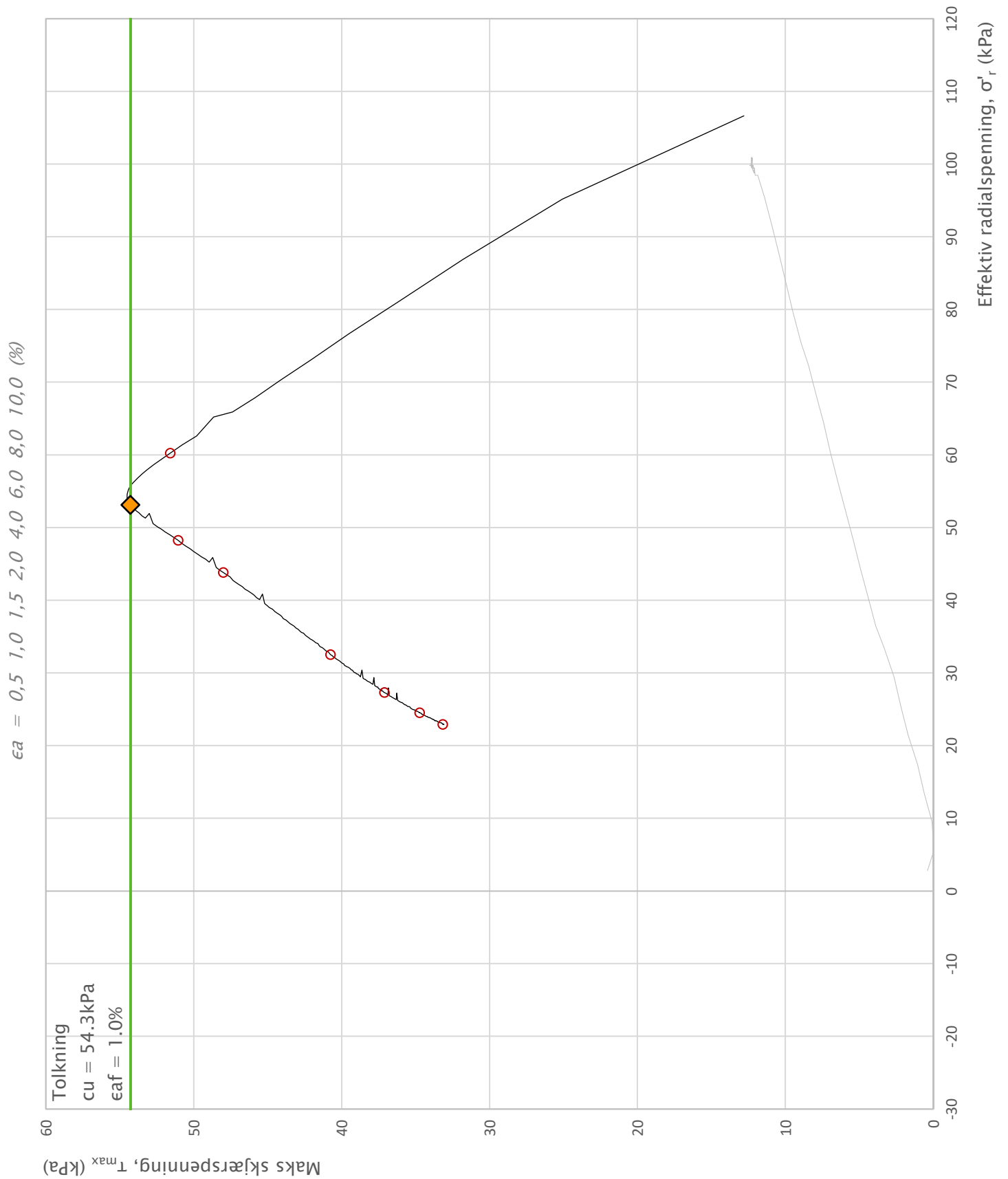
Borpunkt 412 – Dybde 10,4 m

Borpunkt 414 – Dybde 7,5 m

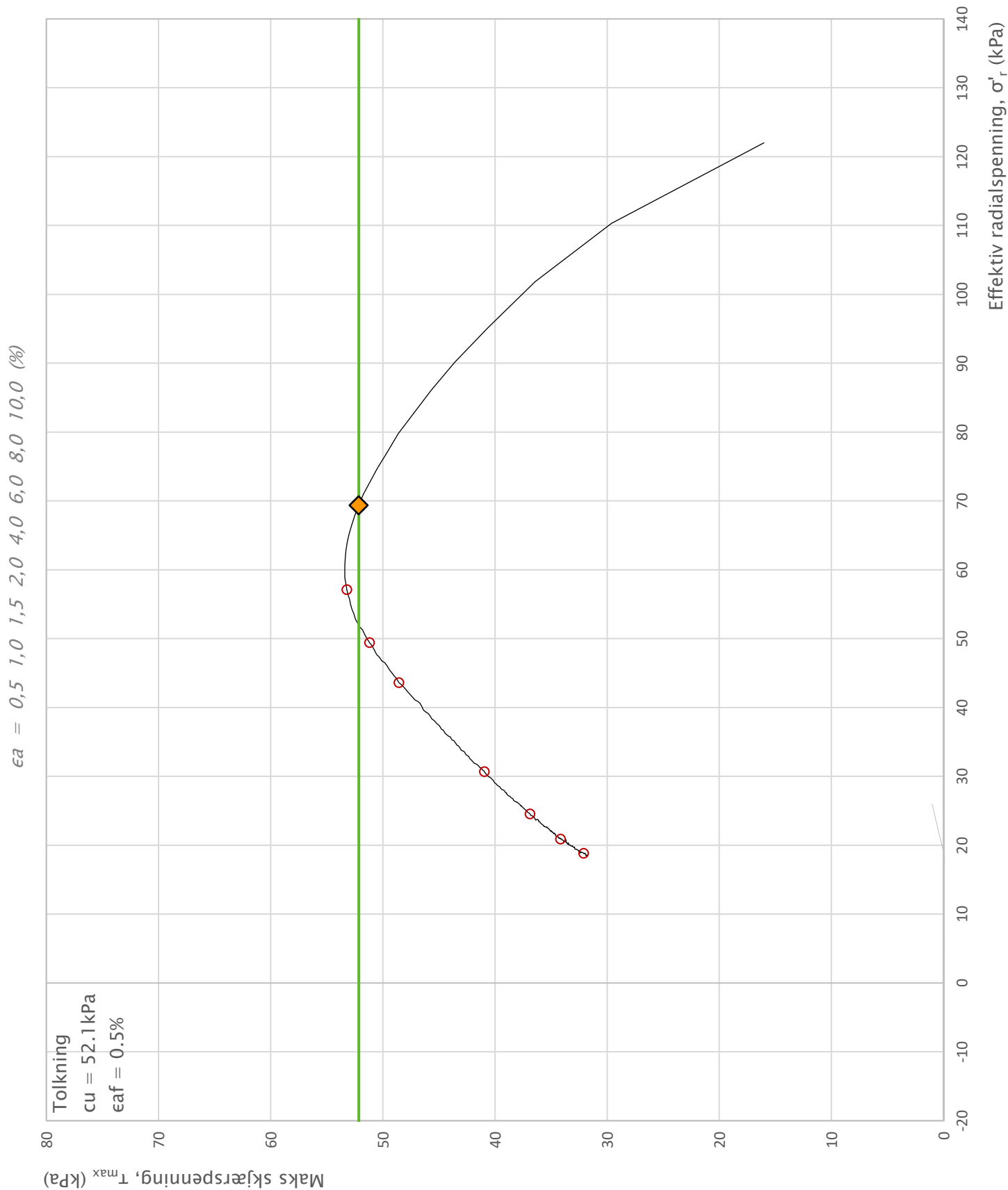
Borpunkt MC20-2 – Dybde 11,3 m

Samleplott – Borpunkt 401, 403 og 412

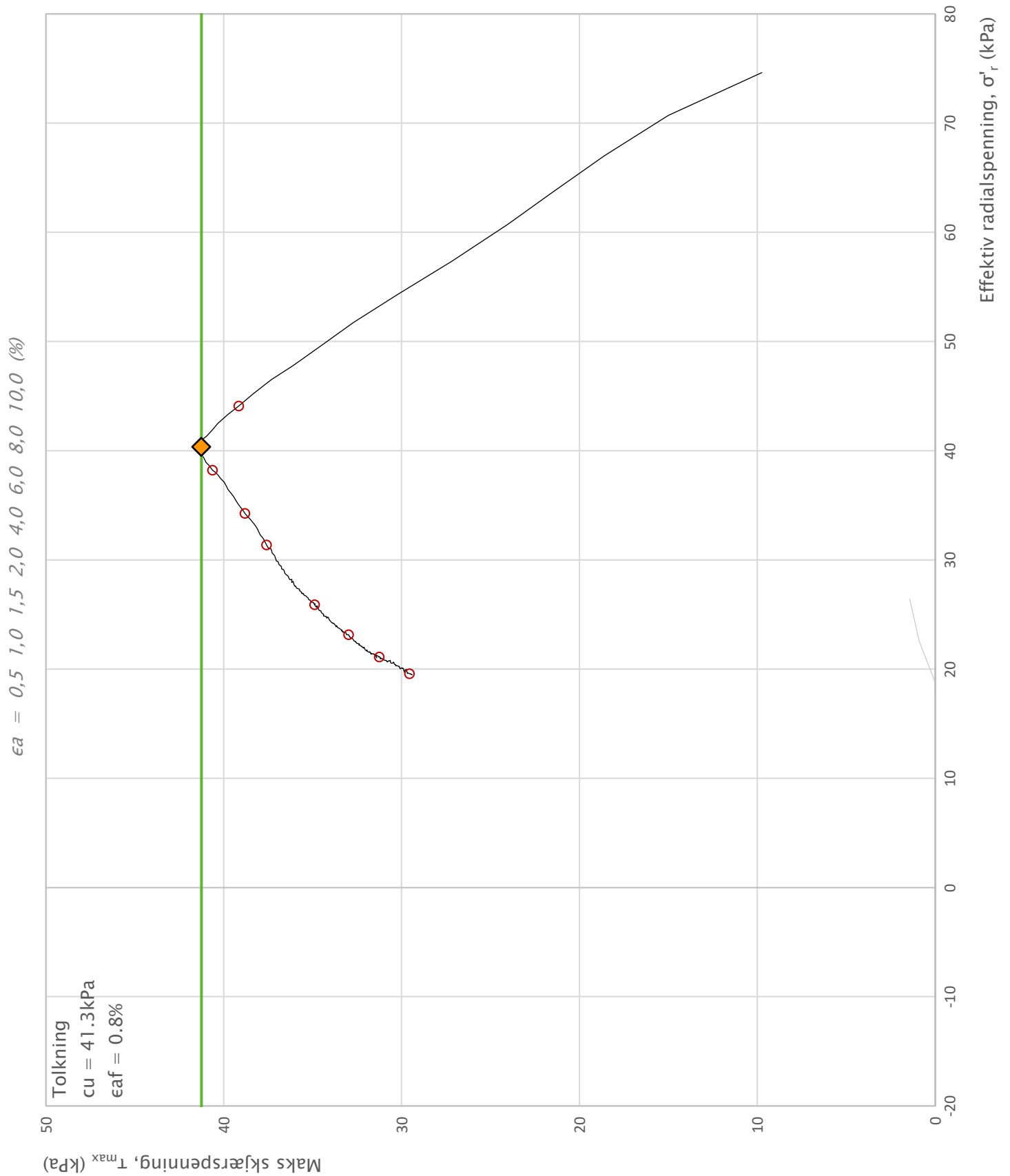
Samleplott – Borpunkt 407 og 410



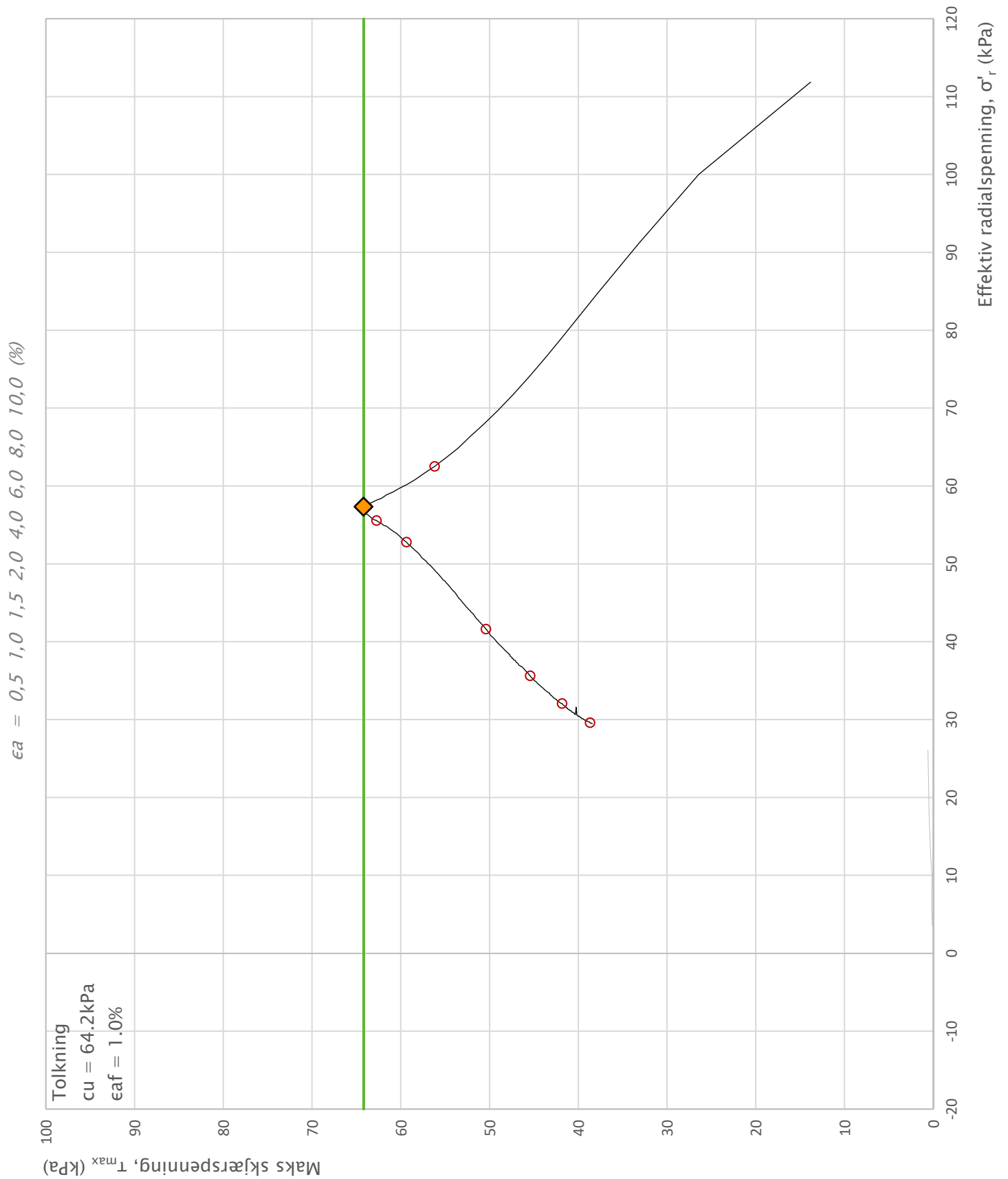
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull			
NTNU campussamling – områdeplaner					401			
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)			
					8.50			
Multiconsult	Utført	FRA/PBK	Kontrollert	GURT	Godkjent	ANG	Forsøkstype	CAUc
	Region	Midt	Utført av	Rambøll	Revisjon	0	Vedlegg	B.1
					Rev. dato	19.11.2021		



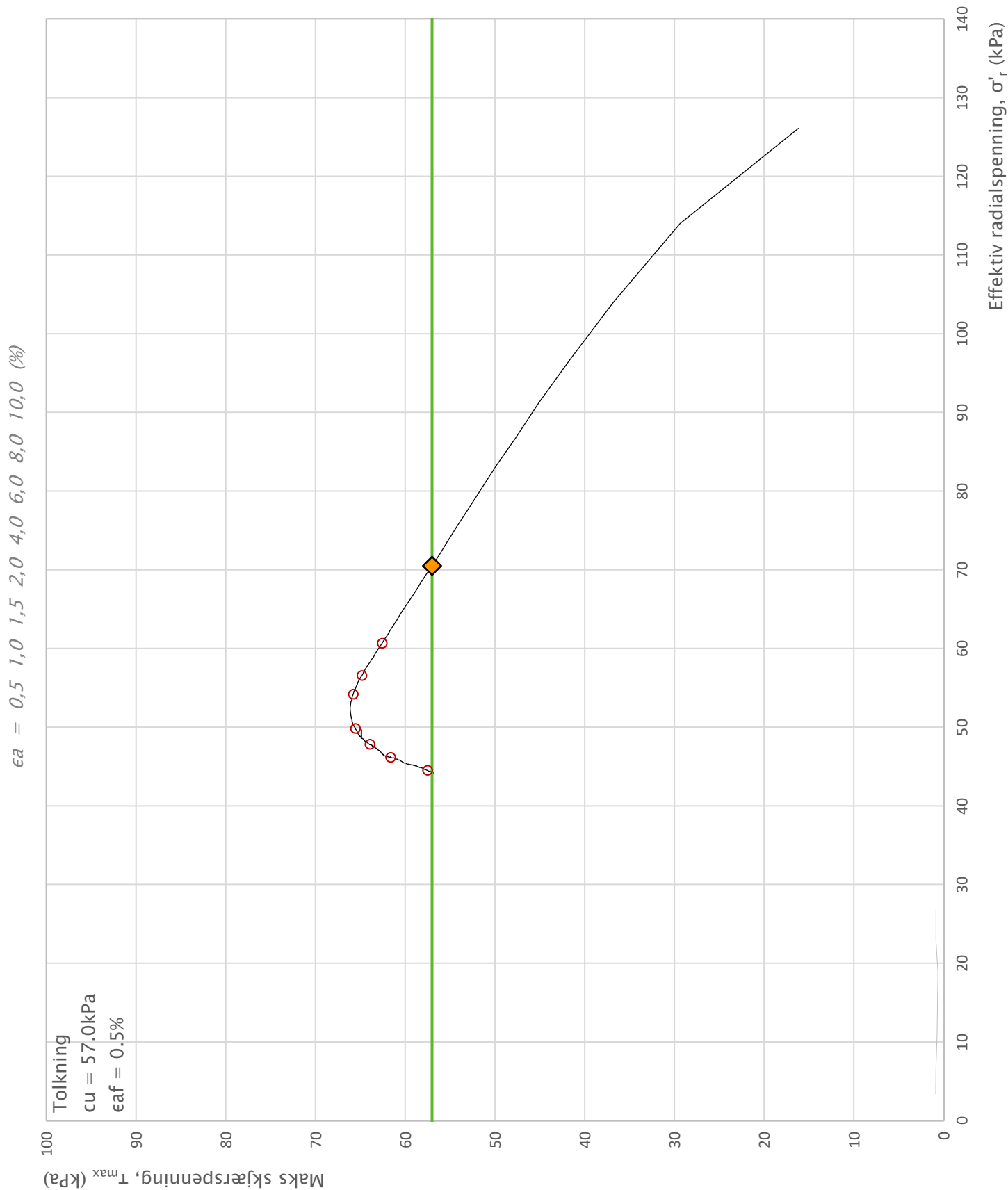
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					401
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					11.50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	0	Vedlegg
	Midt	Rambøll	Rev. dato	19.11.2021	B.1



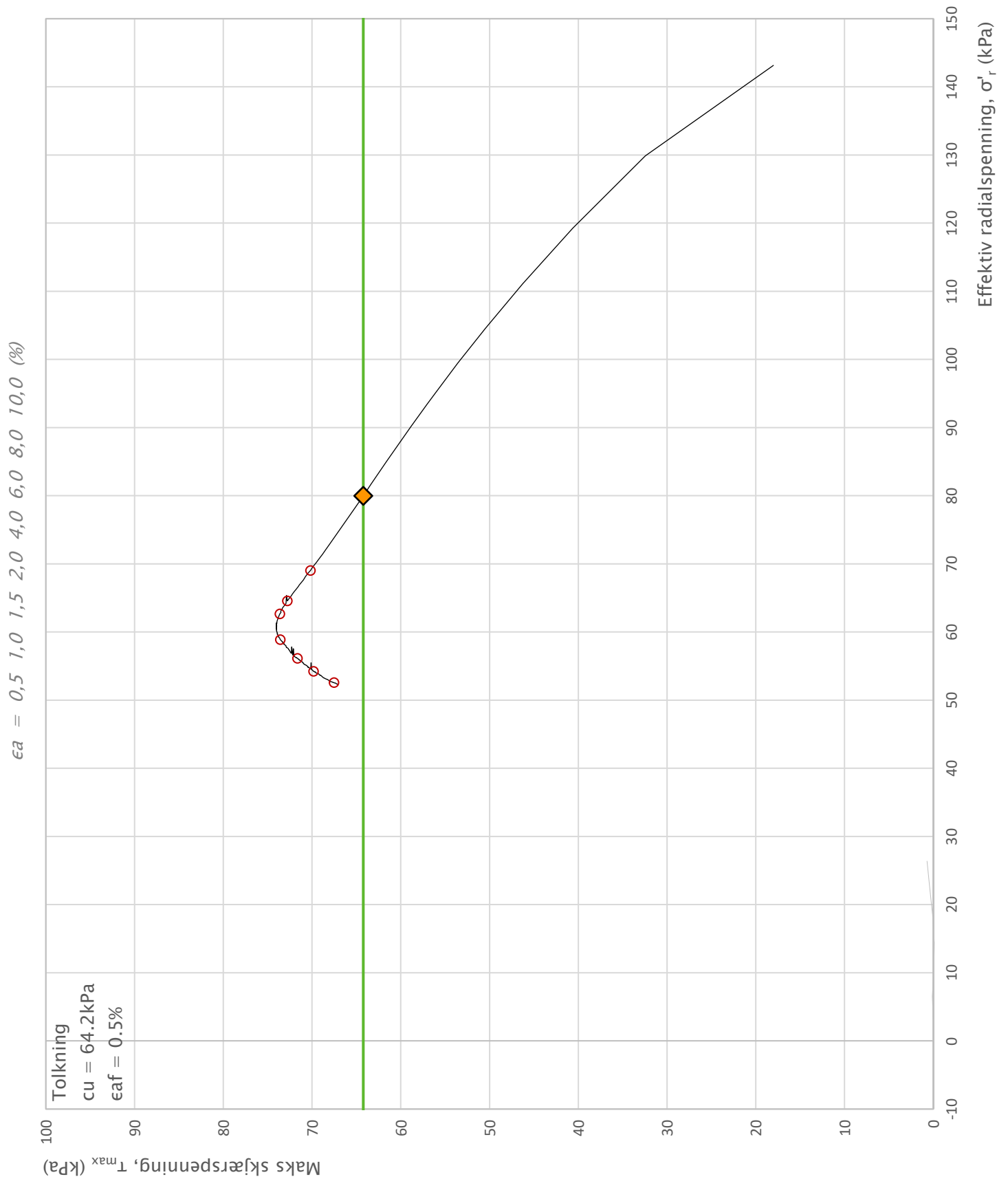
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					403
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					5.50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	0	Vedlegg
	Midt	Rambøll	Rev. dato	19.11.2021	B.1



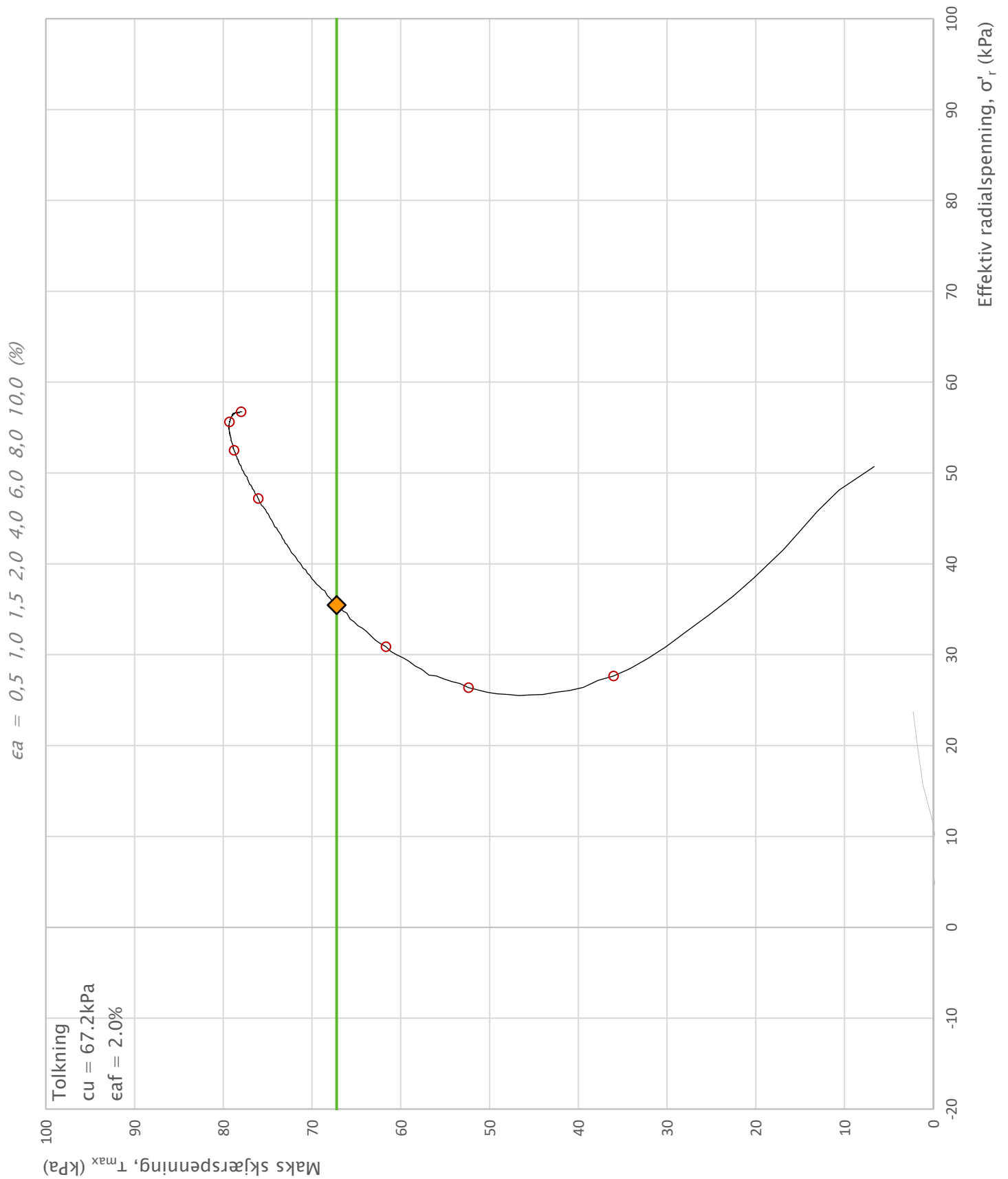
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull			
NTNU campussamling – områdeplaner					403			
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)			
					9.50			
Multiconsult	Utført	FRA/PBK	Kontrollert	GURT	Godkjent	ANG	Forsøkstype	CAUc
	Region	Midt	Utført av	Rambøll	Revisjon	0	Vedlegg	B.1
					Rev. dato	19.11.2021		



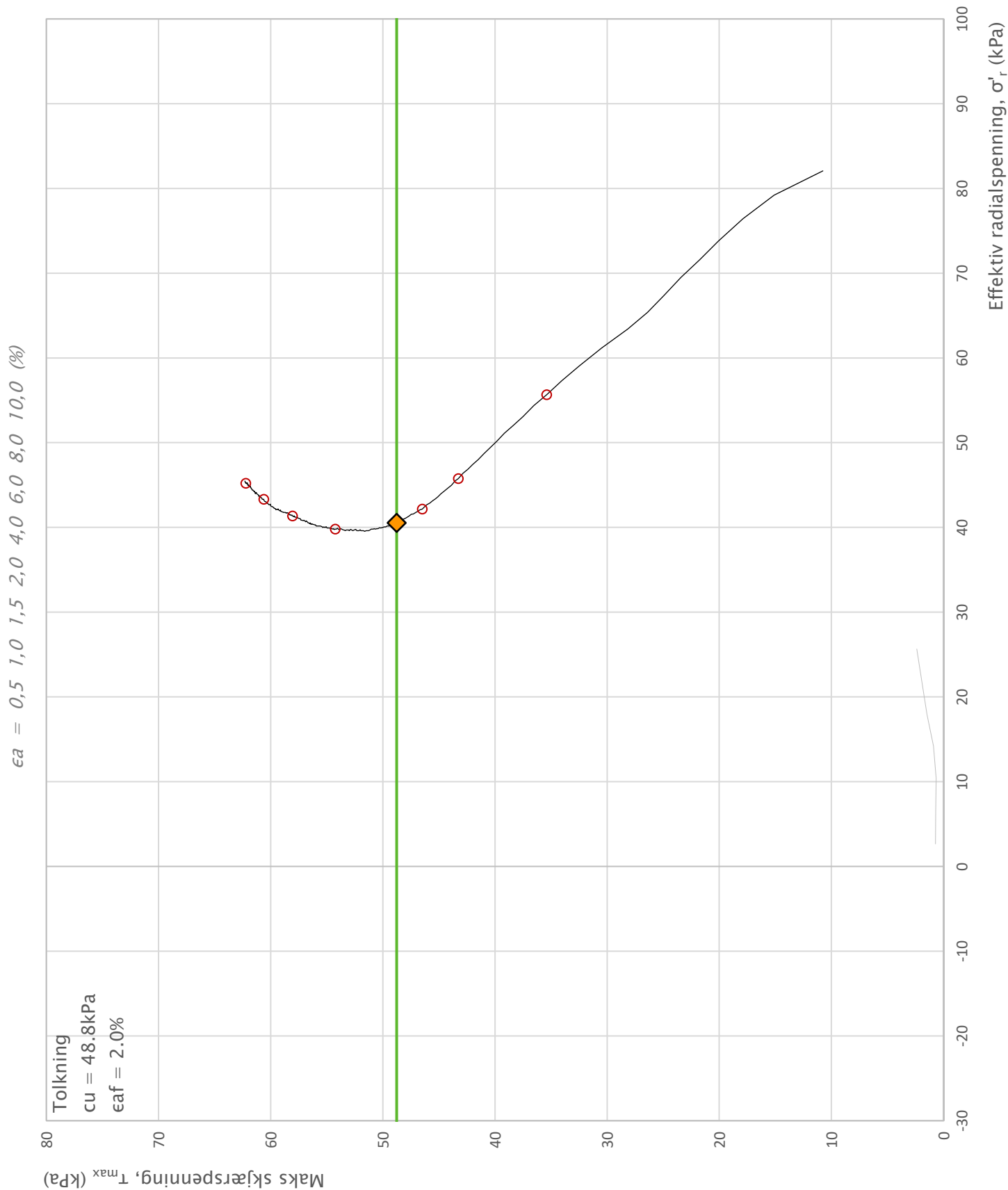
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					403
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					11.70
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	0	Vedlegg
	Midt	Rambøll	Rev. dato	19.11.2021	B.1



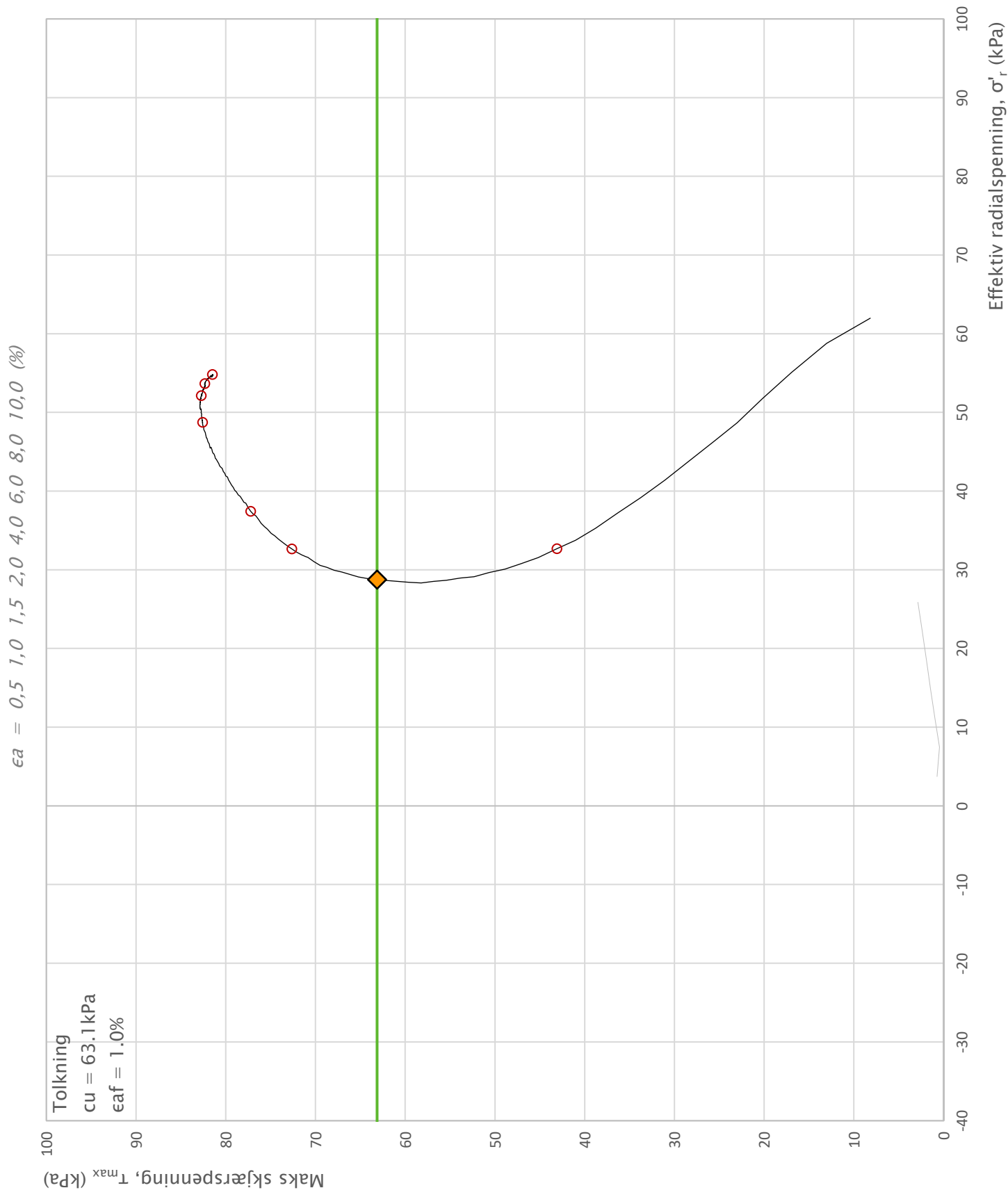
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					403
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					13.40
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	Rev. dato	Vedlegg
	Midt	Rambøll	0	19.11.2021	B.1



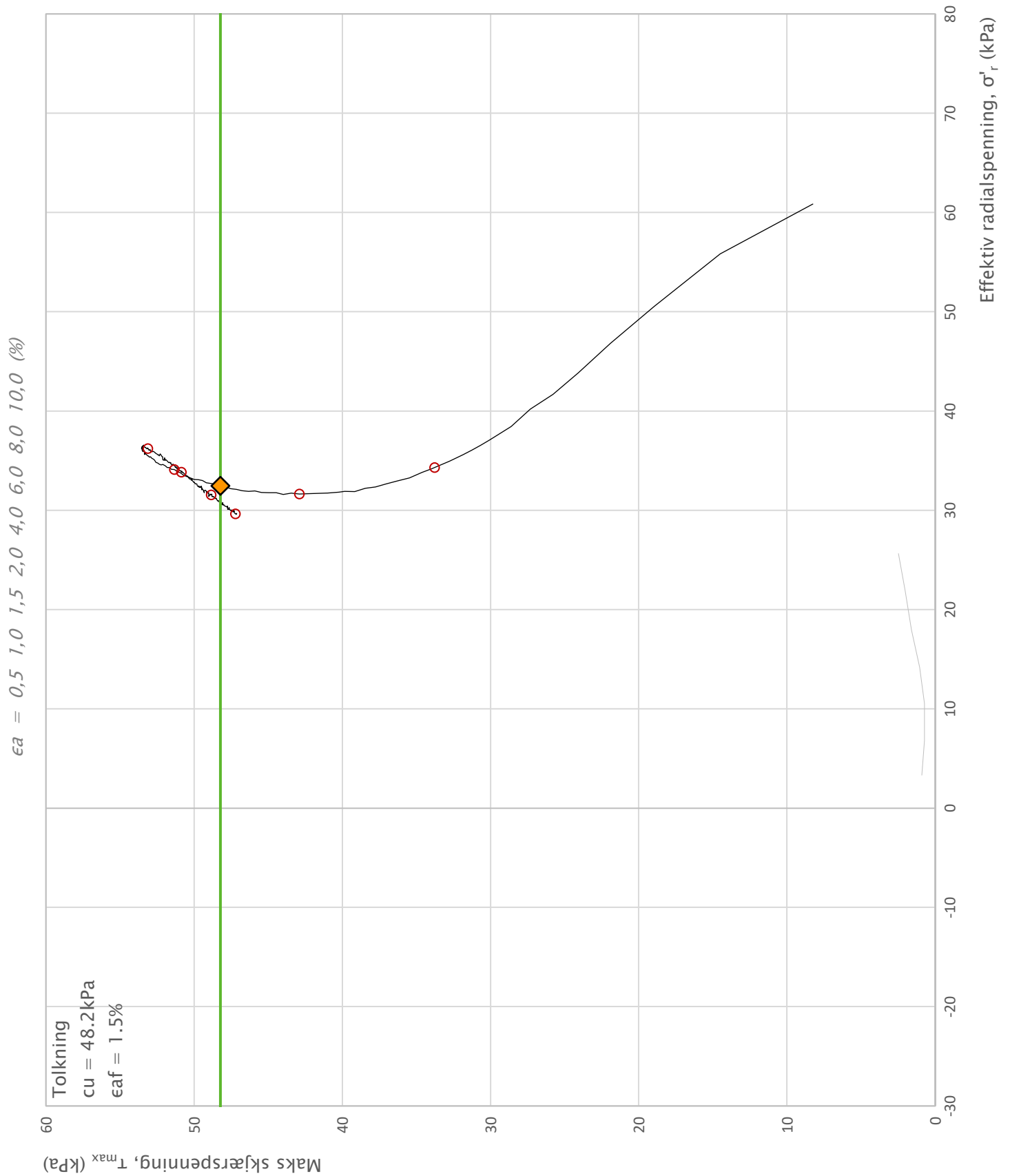
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					407
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					5.60
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	0	Vedlegg
	Midt	Rambøll	Rev. dato	19.11.2021	B.1



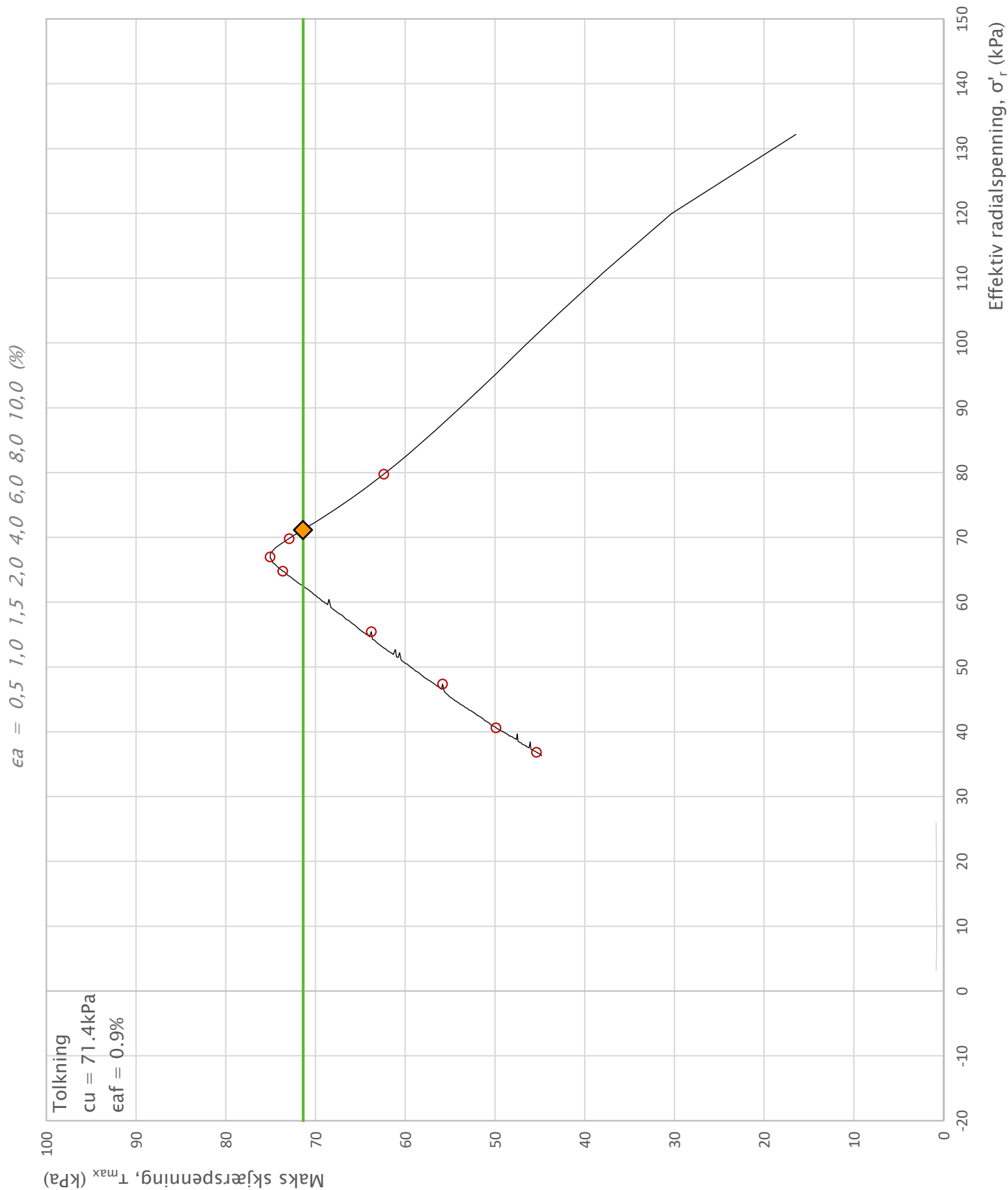
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					407
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					9.60
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	0	Vedlegg
	Midt	Rambøll	Rev. dato	19.11.2021	B.1



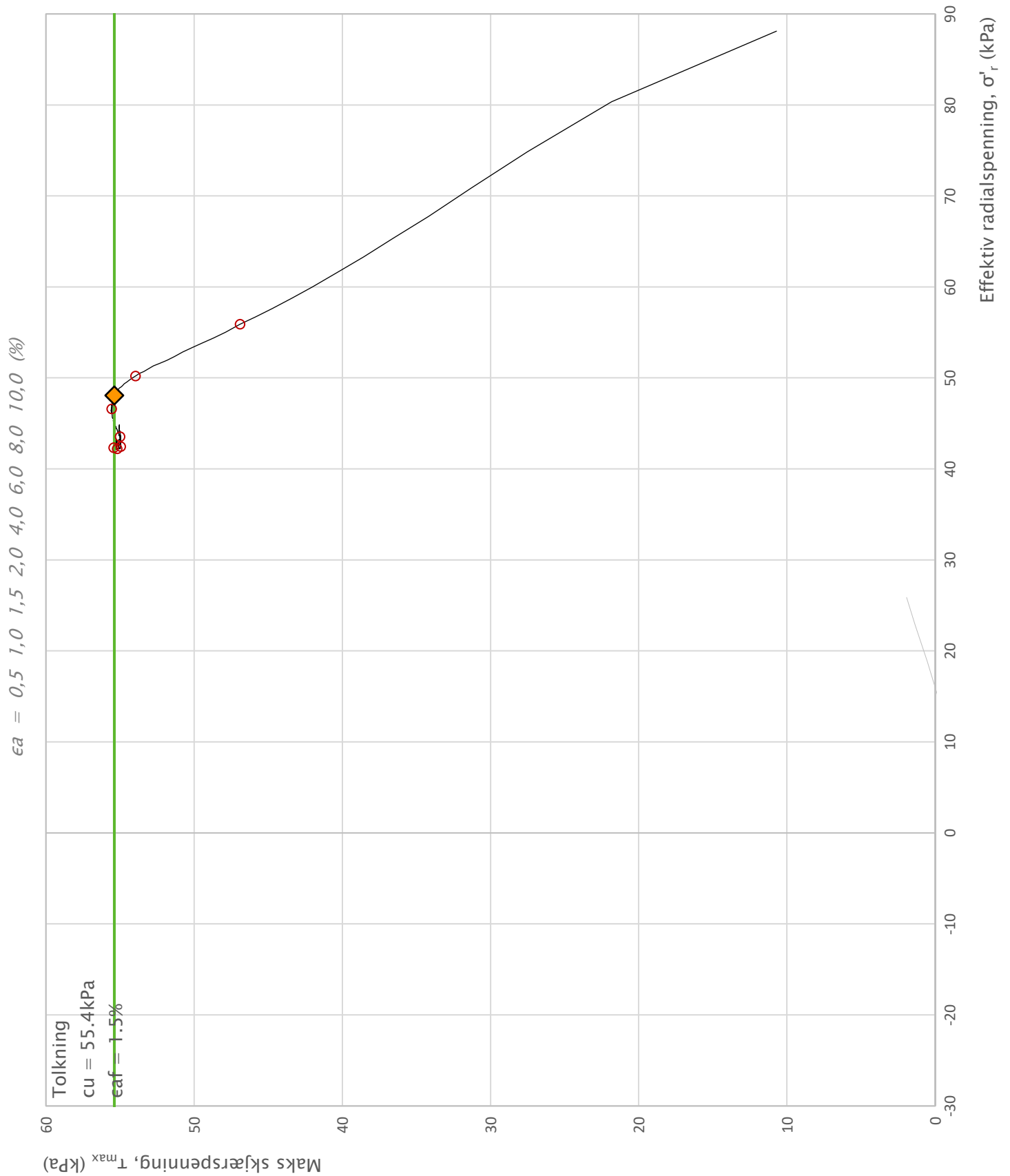
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					410
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					5.50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	0	Vedlegg
	Midt	Rambøll	Rev. dato	19.11.2021	B.1



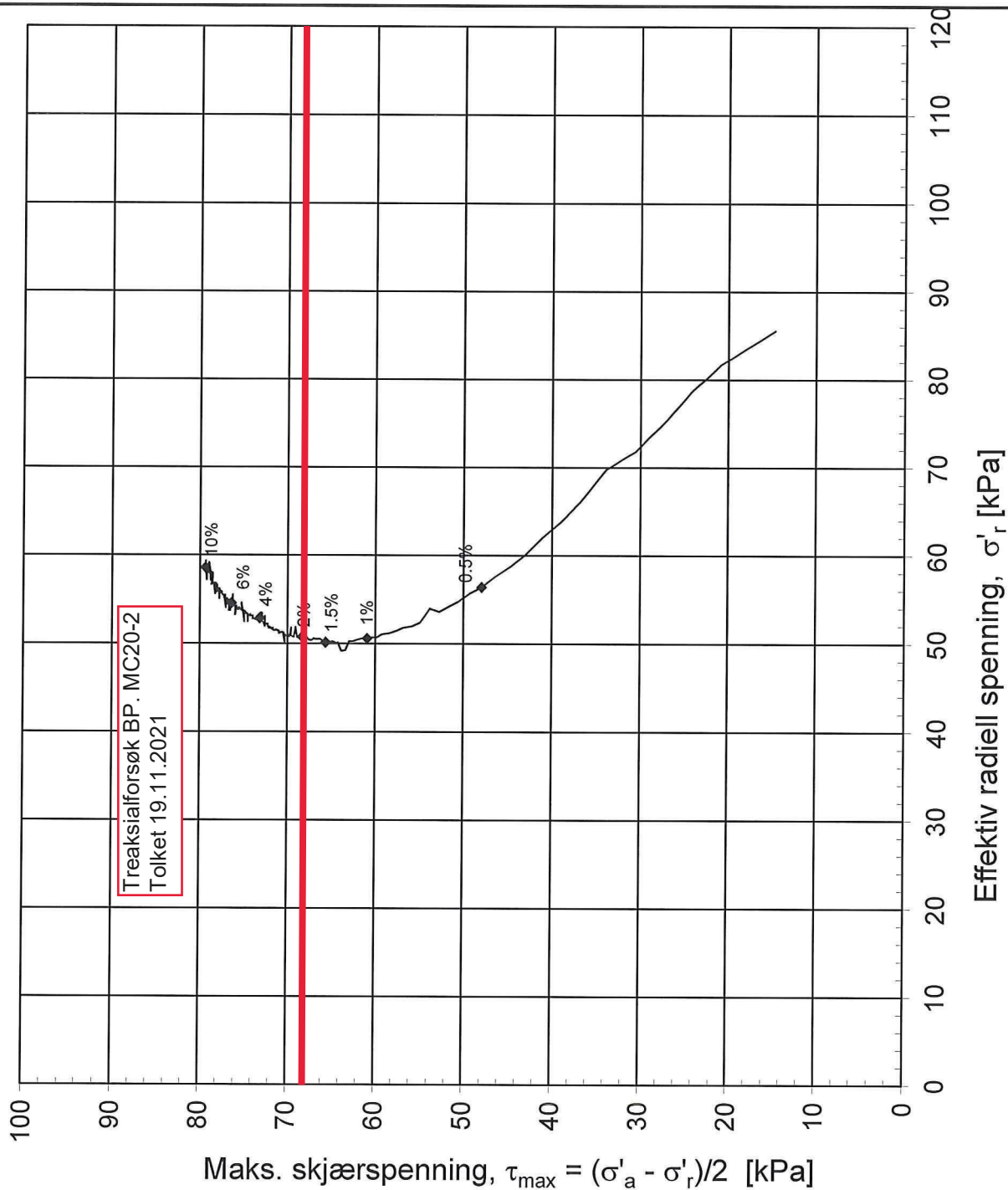
Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					412
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					6.60
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	0	Vedlegg
	Midt	Rambøll	Rev. dato	19.11.2021	B.1



Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					412
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					10.40
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	Vedlegg	
	Midt	Rambøll	0	B.1	
			Rev. dato	19.11.2021	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					414
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					7.50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	FRA/PBK	GURT	ANG		CAUc
	Region	Utført av	Revisjon	0	Vedlegg
	Midt	Rambøll	Rev. dato	19.11.2021	B.1



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	114,90
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	85,57
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	2,08
Baktrykk u_b (kPa):	400	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,82
Vanninnhold w_i (%):	22,12	Densitet ρ_i (g/cm ³): 2,09

Niels Parelius

Geoteknisk uttalelse Strindvegen 9

Treksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:

415683-RIG-TEG-090_h2,11.3m



MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
31.01.2013

Dybde, z (m):
11,30

Borpunkt nr.:
2

Forsøk nr.:
1

Tegnet:
truk

Kontrollert:
aes

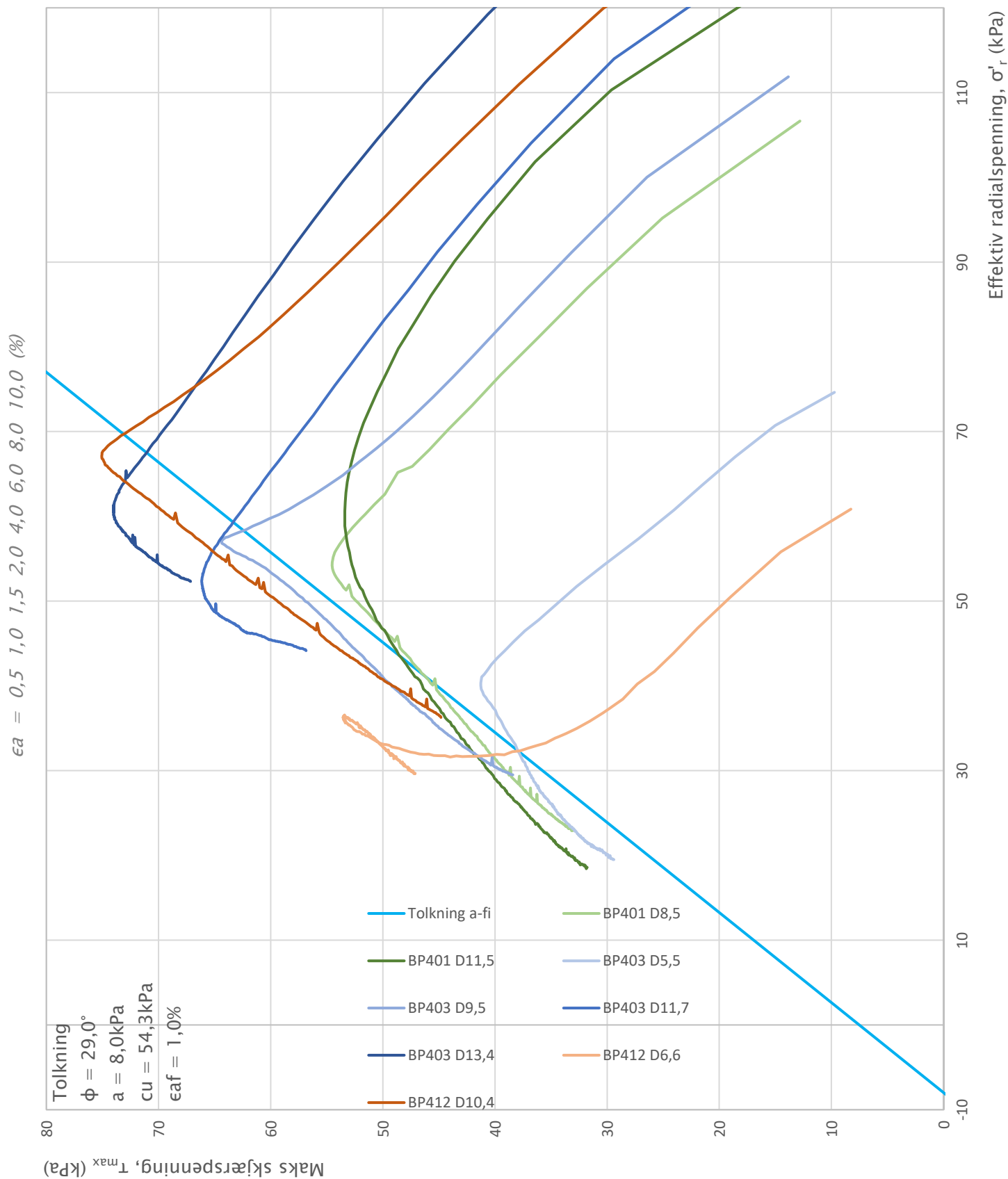
Godkjent:
rols

Oppdrag nr.:
415683

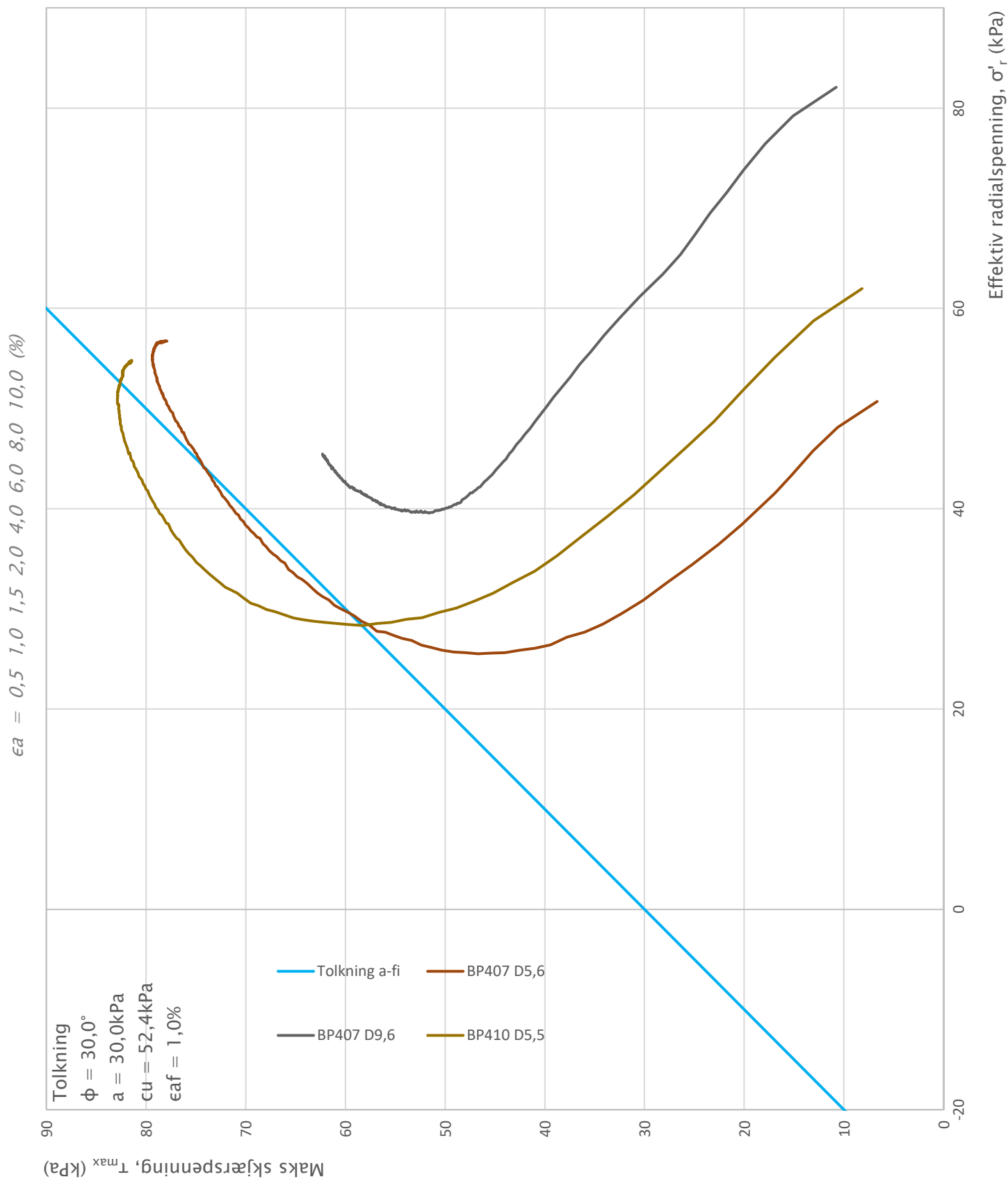
Tegning nr.:
RIG-TEG-90.1

Prosedyre:
CAUa

Programrevisjon:
02.02.2011



Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull			
NTNU campussamling – områdeplaner					Samleplott			
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)			
					-			
Multiconsult	Utført	FRA/PBK	Kontrollert	GURT	Godkjent	ANG	Forsøkstype	CAUc
	Region	Midt	Utført av	Rambøll	Revisjon	0	Vedlegg	B.1
					Rev. dato	19.11.2021		



Prosjekt			Prosjektnummer: 10215021-06. Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
NTNU campussamling – områdeplaner					Samleplott
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					-
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	FRA/PBK	GURT	ANG	CAUc	
	Region	Utført av	Revisjon	Vedlegg	
Midt	Rambøll	0	B.1		
			Rev. dato	19.11.2021	

B.2 Ødometerforsøk

Borpunkt 401 – Dybde 6,6 m

Borpunkt 401 – Dybde 8,6 m

Borpunkt 401 – Dybde 11,6 m

Borpunkt 403 – Dybde 9,6 m

Borpunkt 403 – Dybde 11,4 m

Borpunkt 403 – Dybde 13,3 m

Borpunkt 407 – Dybde 5,4 m

Borpunkt 407 – Dybde 9,5 m

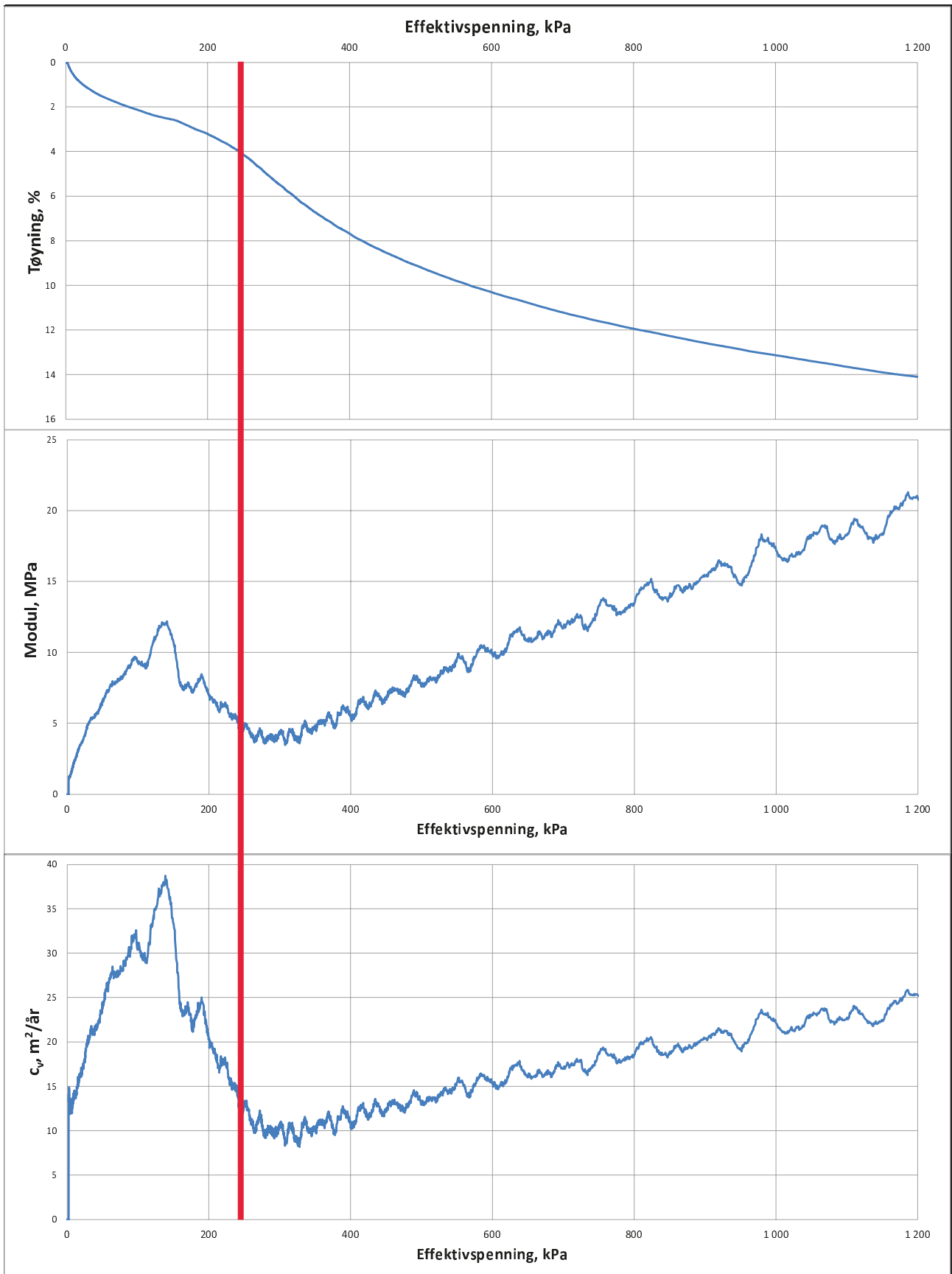
Borpunkt 410 – Dybde 5,4 m

Borpunkt 412 – Dybde 6,5 m

Borpunkt 414 – Dybde 7,65 m

Borpunkt 414 – Dybde 8,6 m

Borpunkt 416 – Dybde 8,4 m



pkt 401 lab 62 dybde 6,6 Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

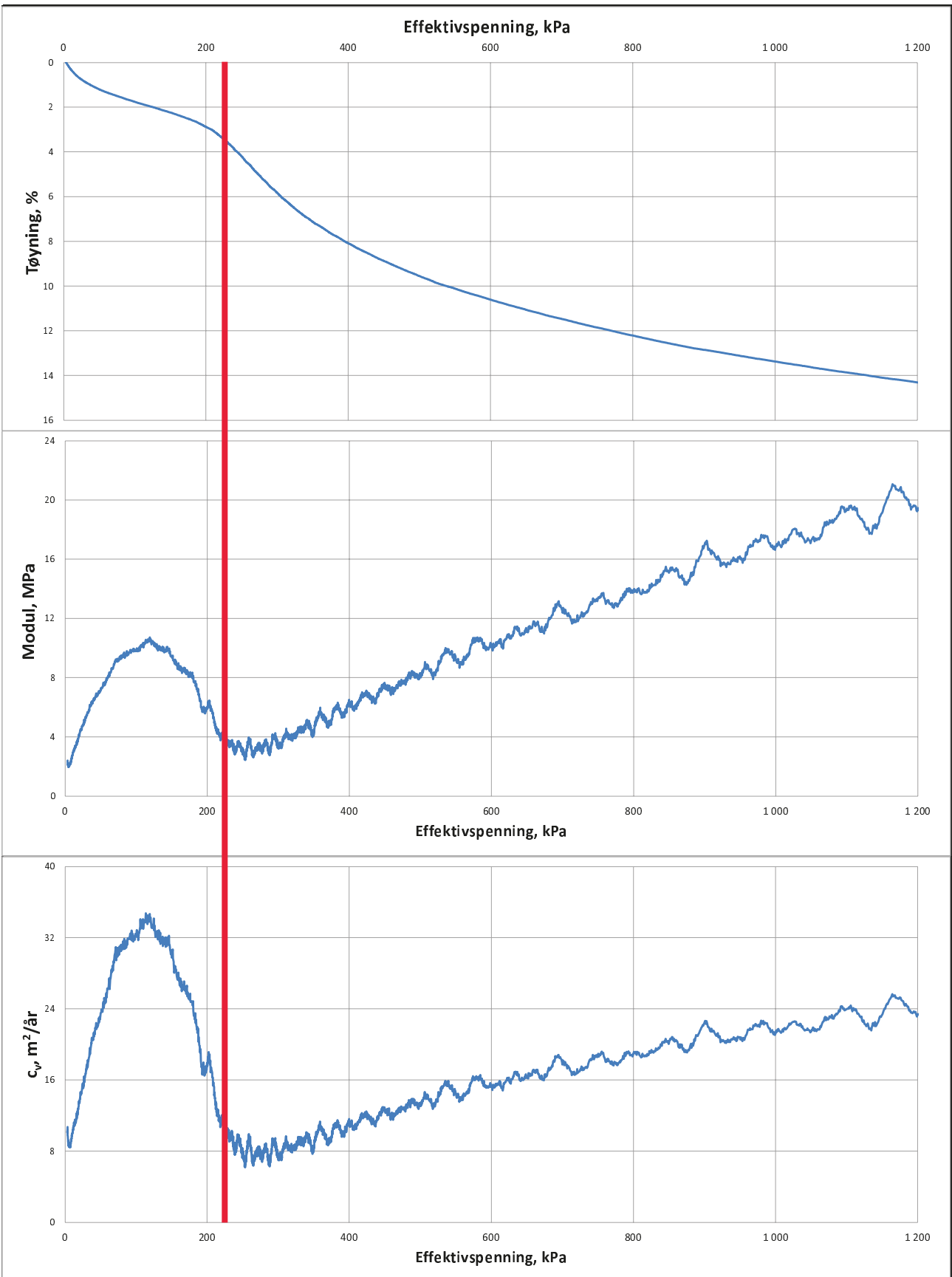
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX



pkt 401 lab 64 dybde 8,60m Leire, siltig



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

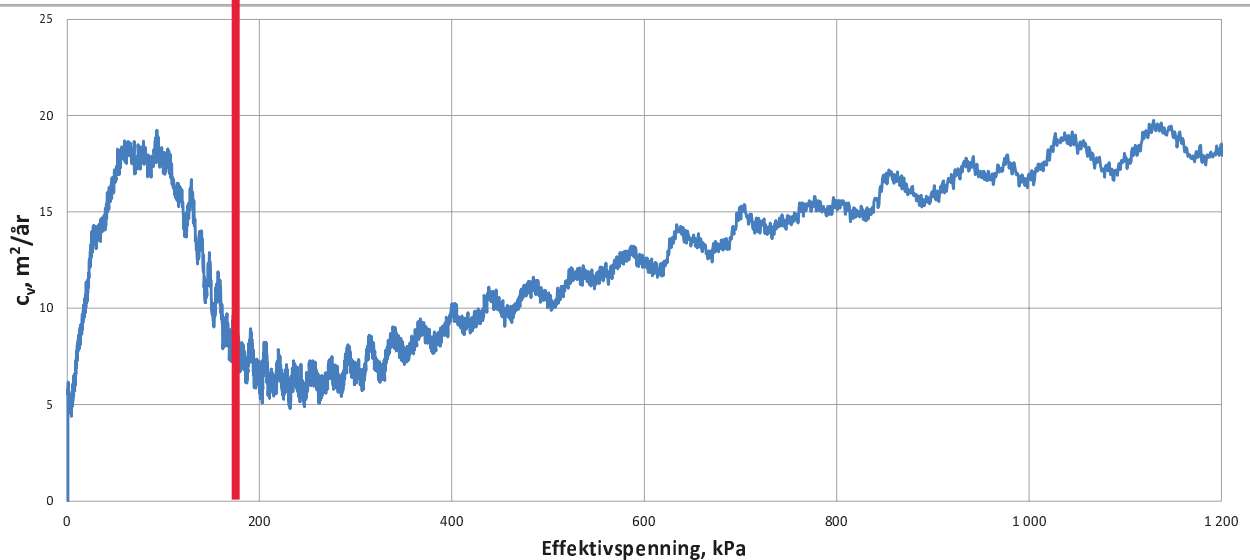
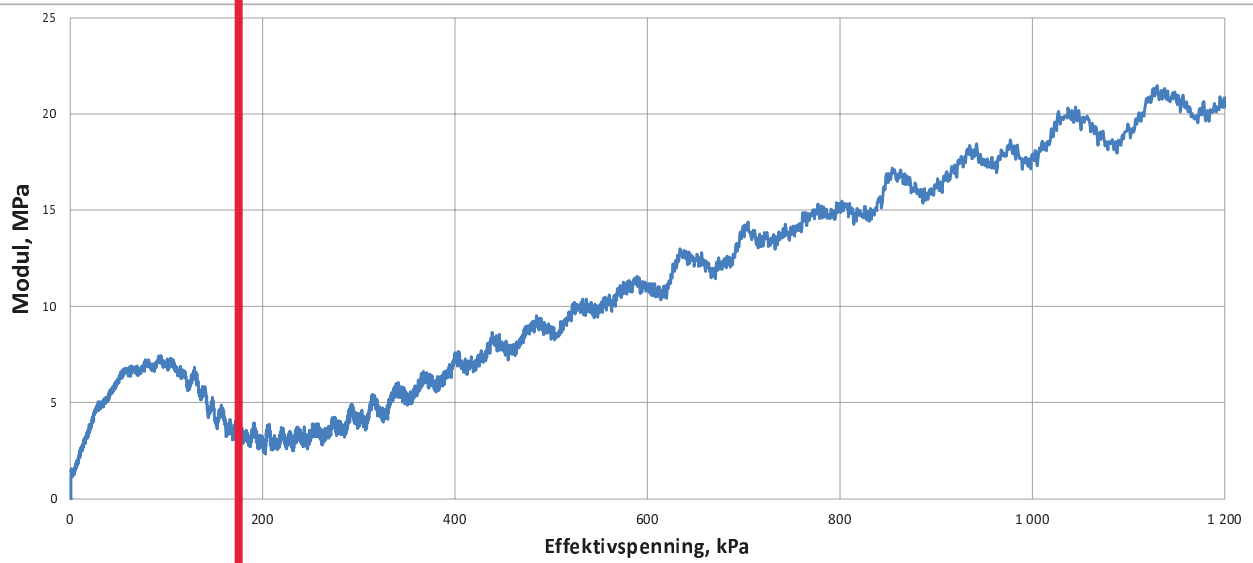
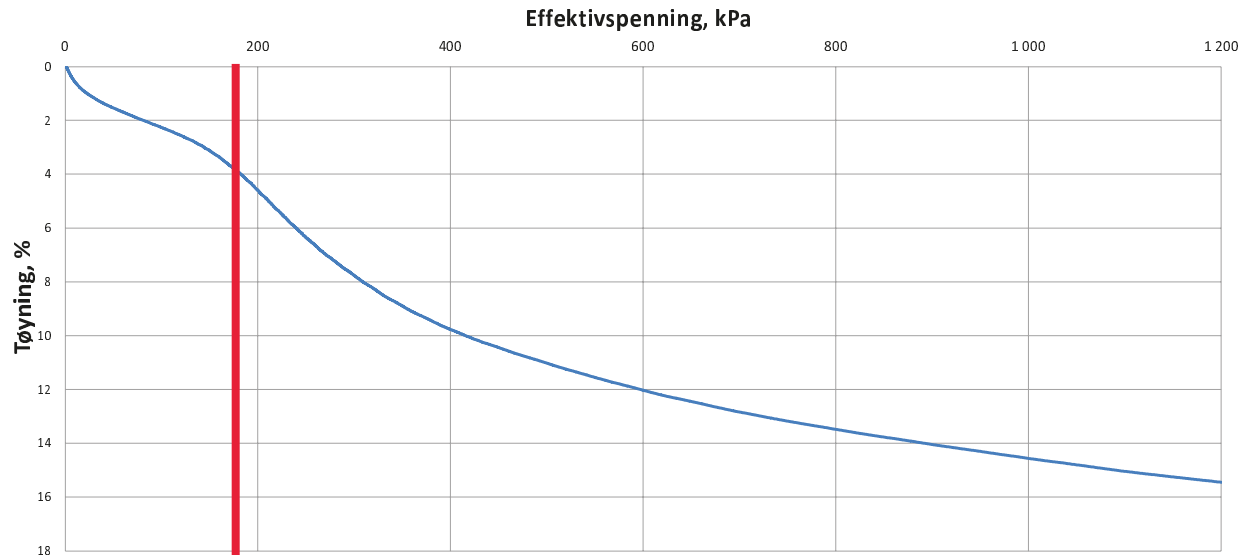
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX



pkt 401 lab 67 dybde 11,60m Kvikkleire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

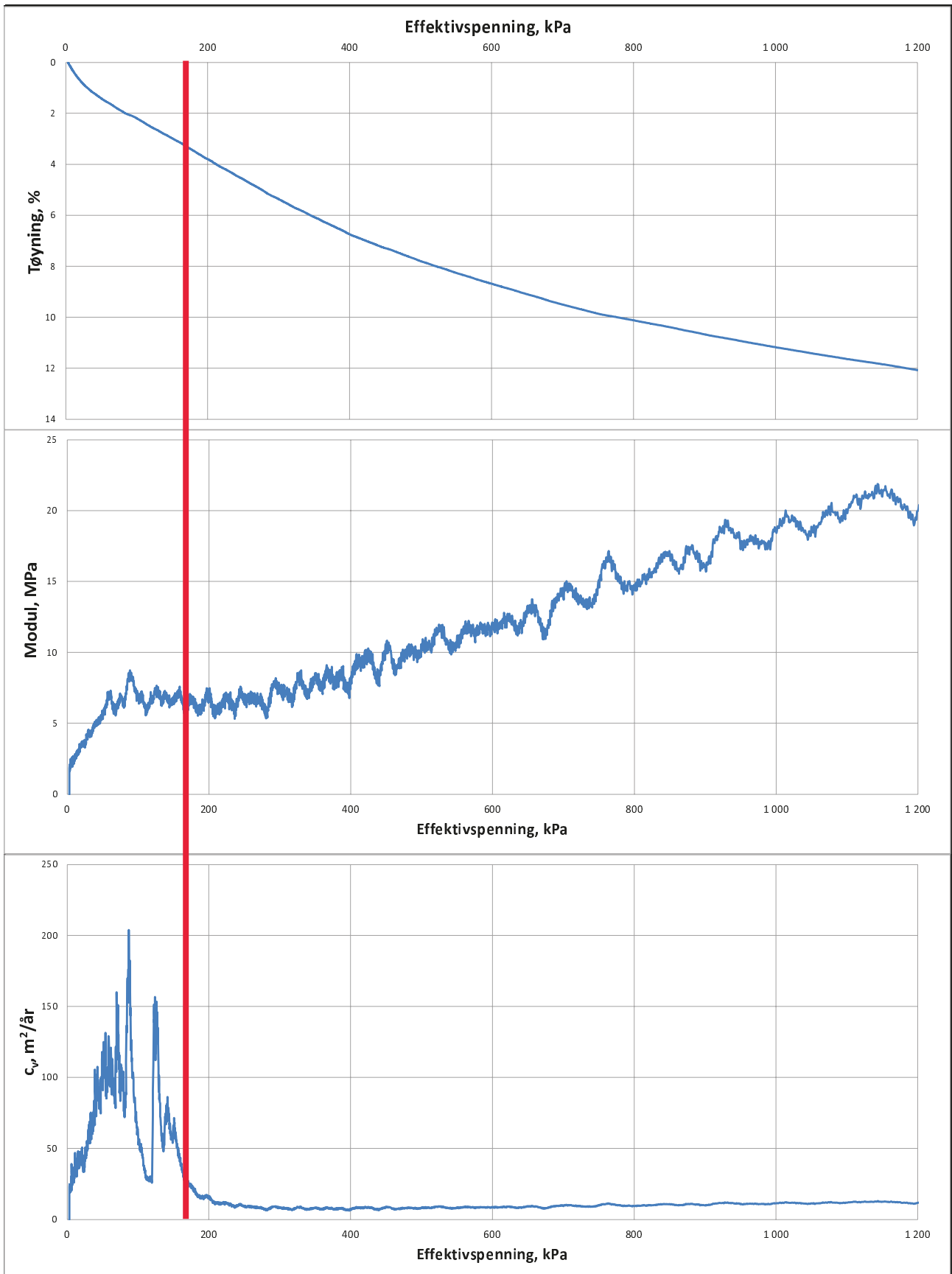
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX



pkt 403 lab 75 dybde 9,60m Kvikkleire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

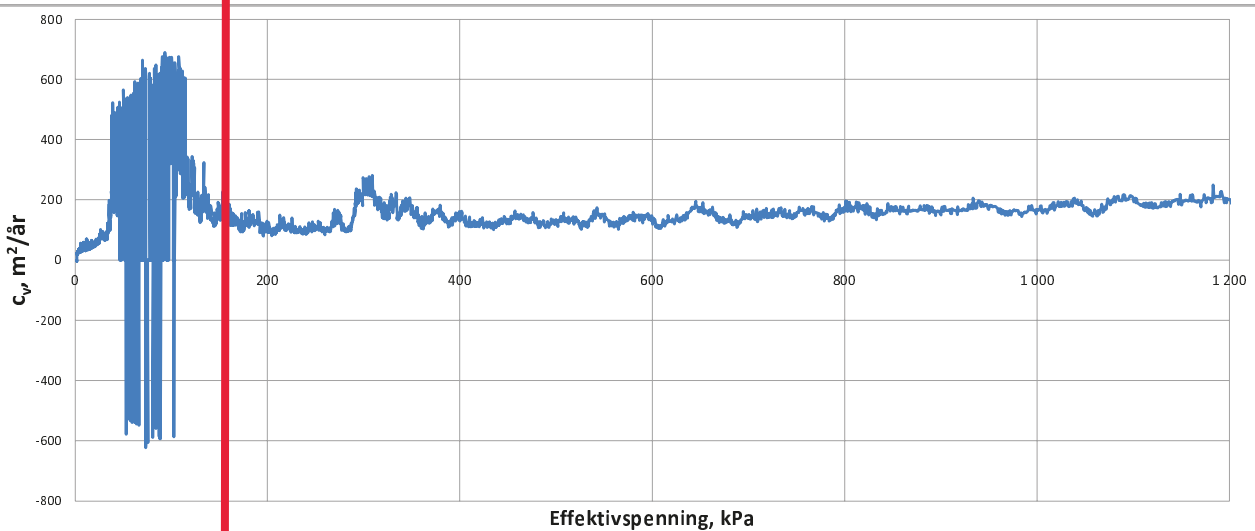
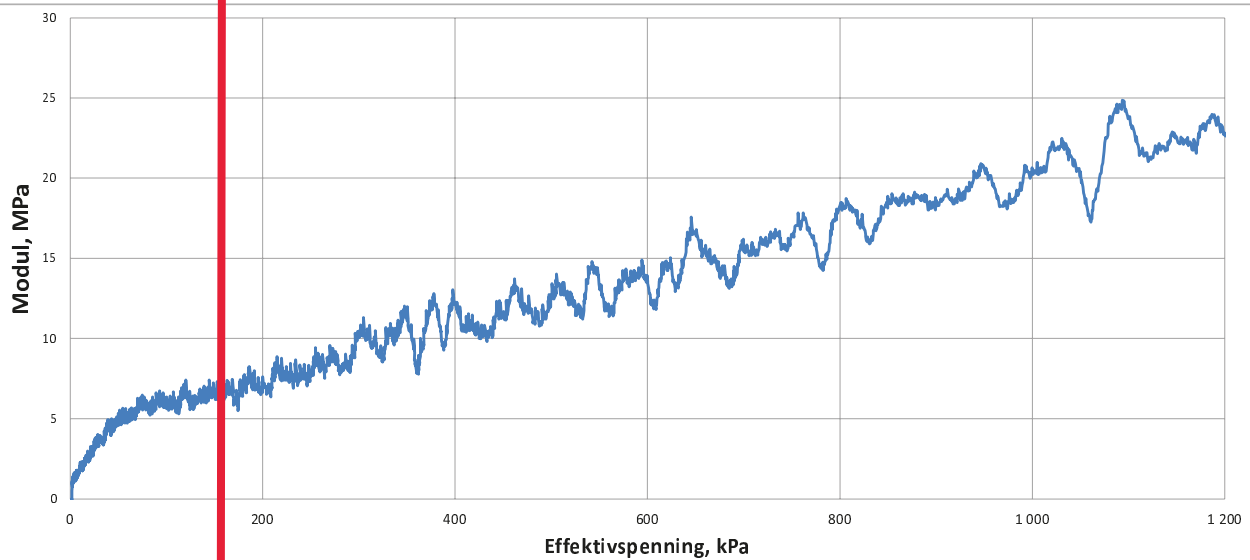
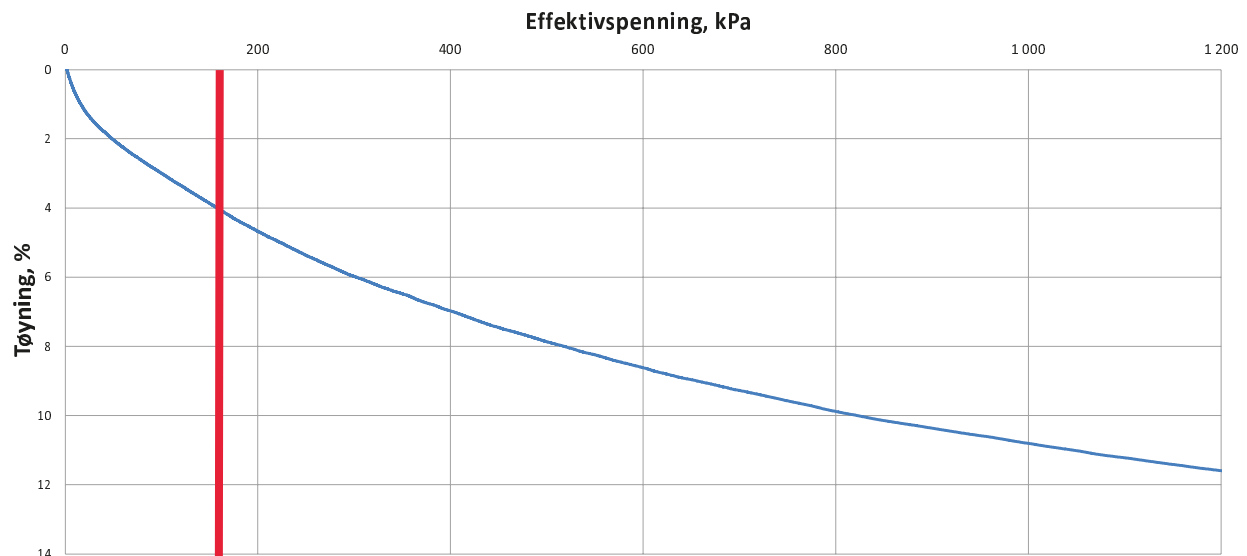
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX



pkt 403 lab 77 dybde 11,40m Kvikkleire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

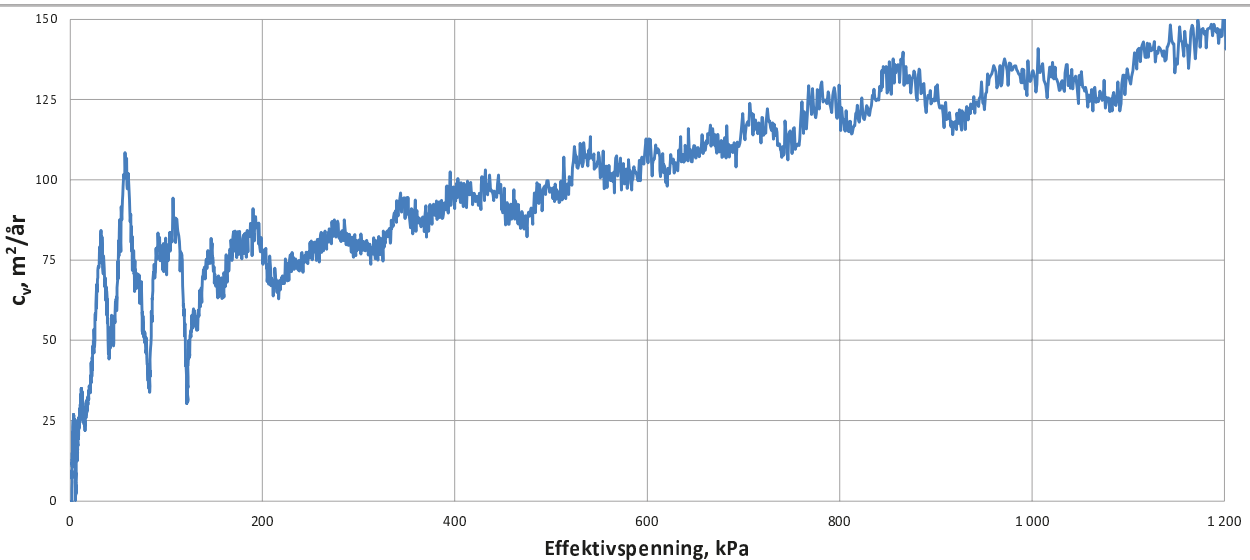
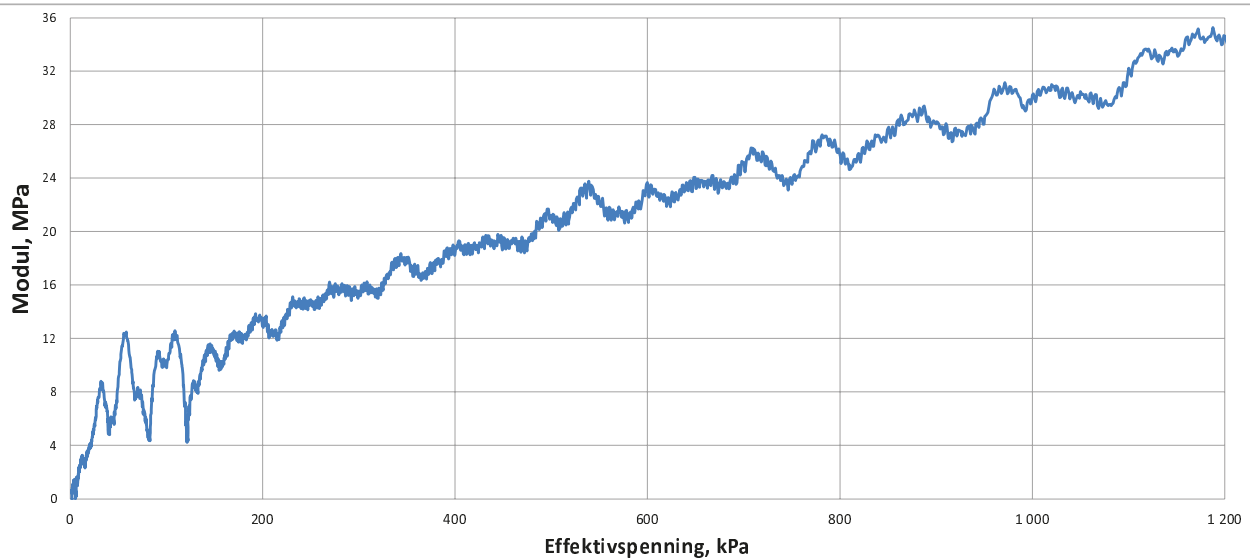
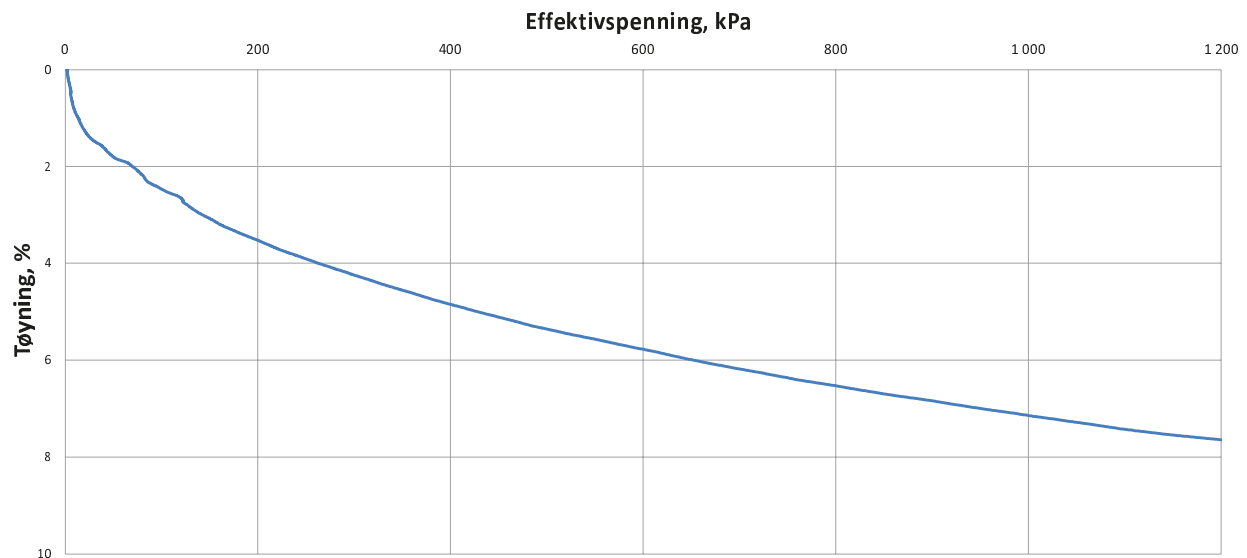
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
504



pkt 403 lab 79 dybde 13,30m Kvikkleire, siltlag



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

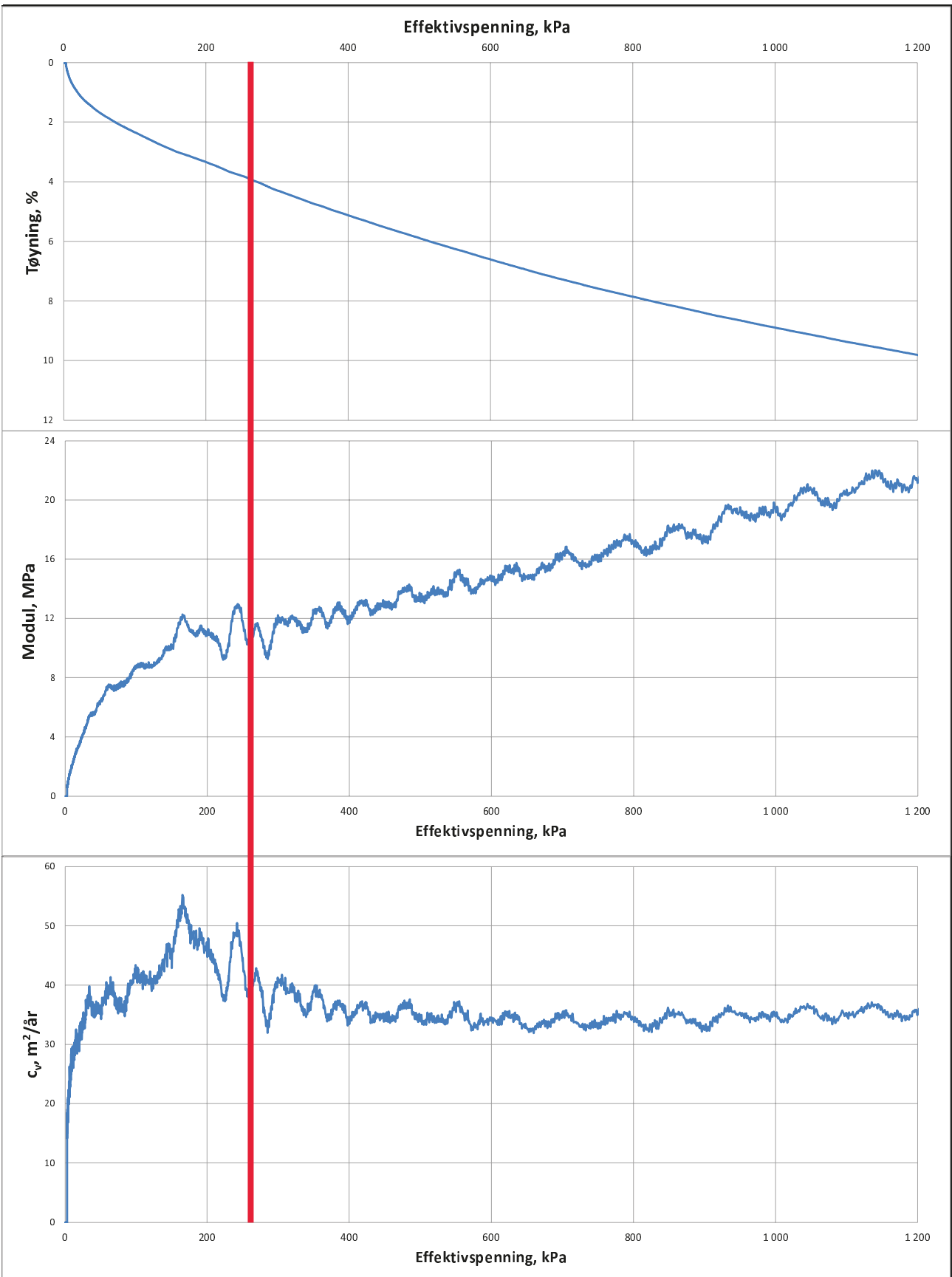
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX



pkt 407 lab 86 dybde 5,40m Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

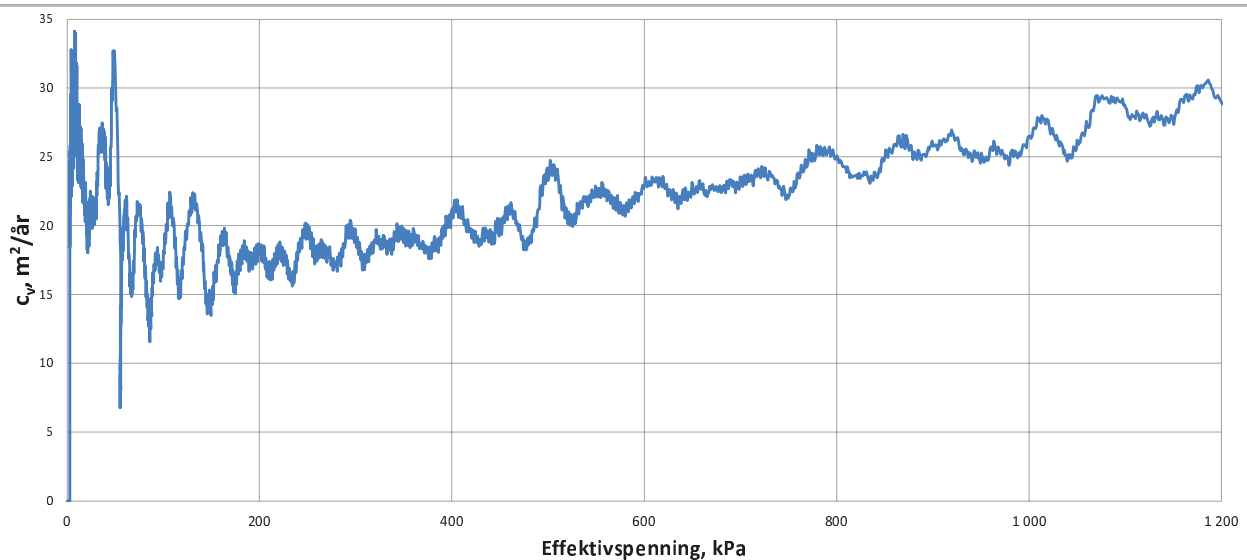
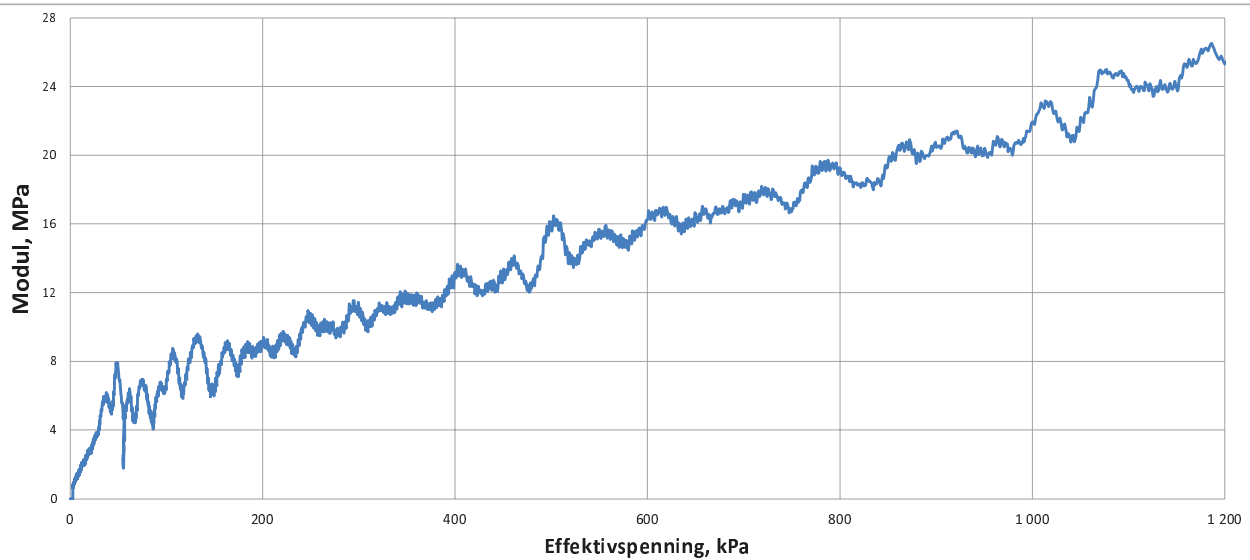
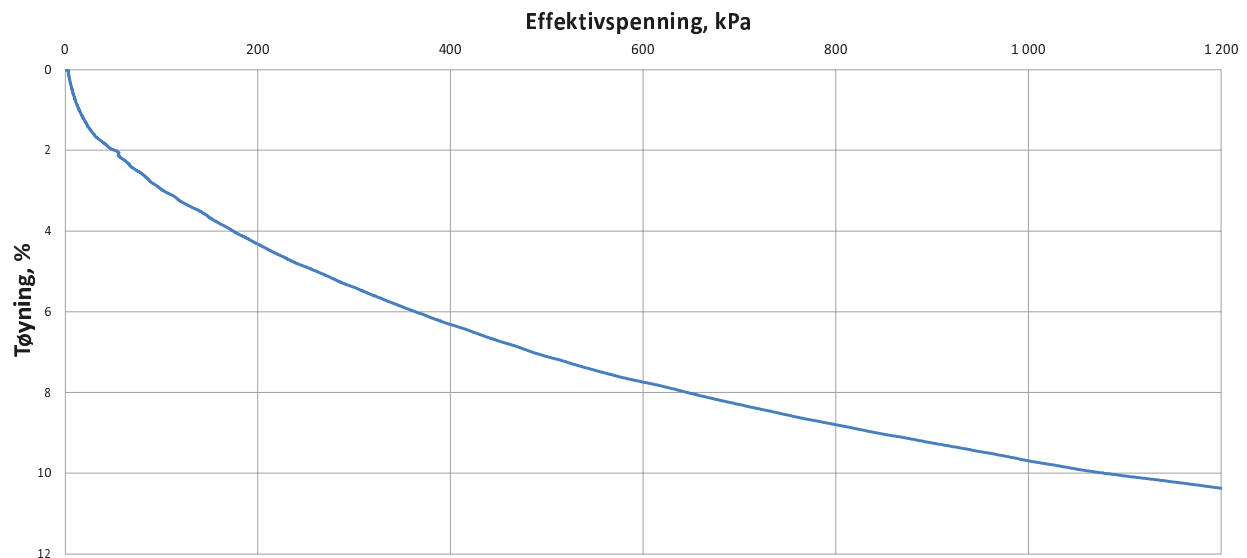
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX



pkt 407 lab 88 dybde 9,50m Leire

RAMBOLL

NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

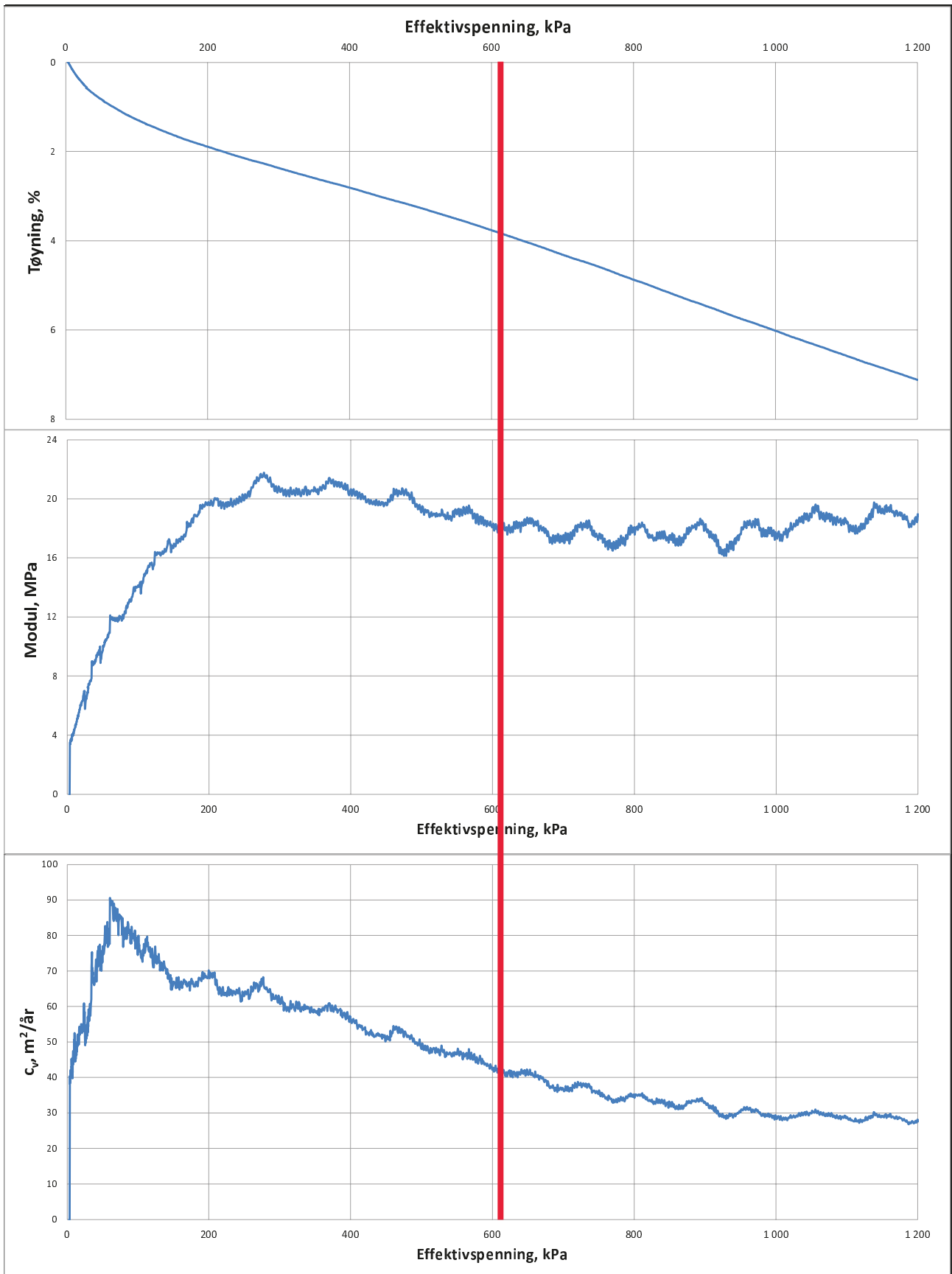
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX



pkt 410 lab 91 dybde 5,40m Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

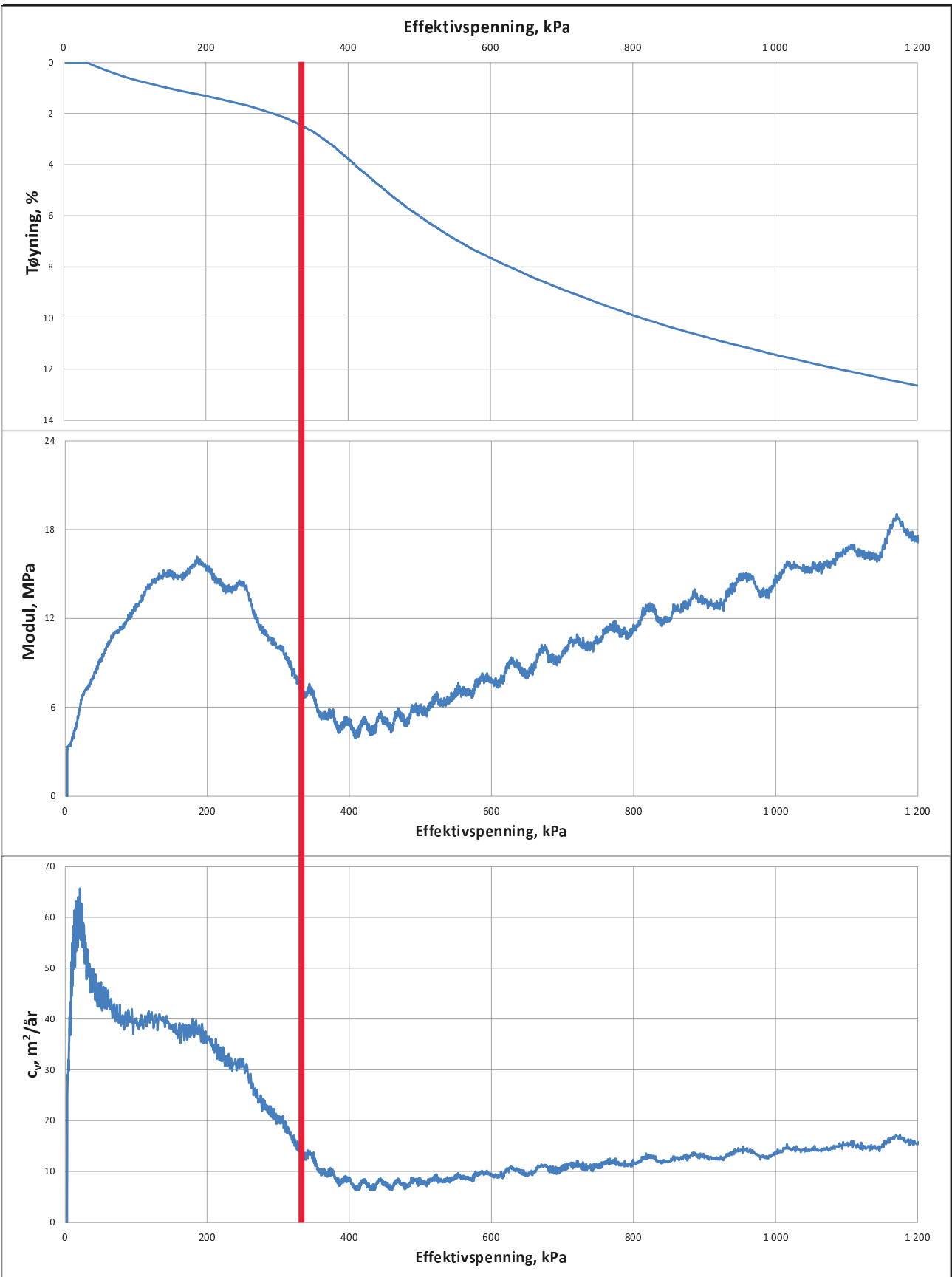
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX



pkt 412 lab 94 dybde 6,50m Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

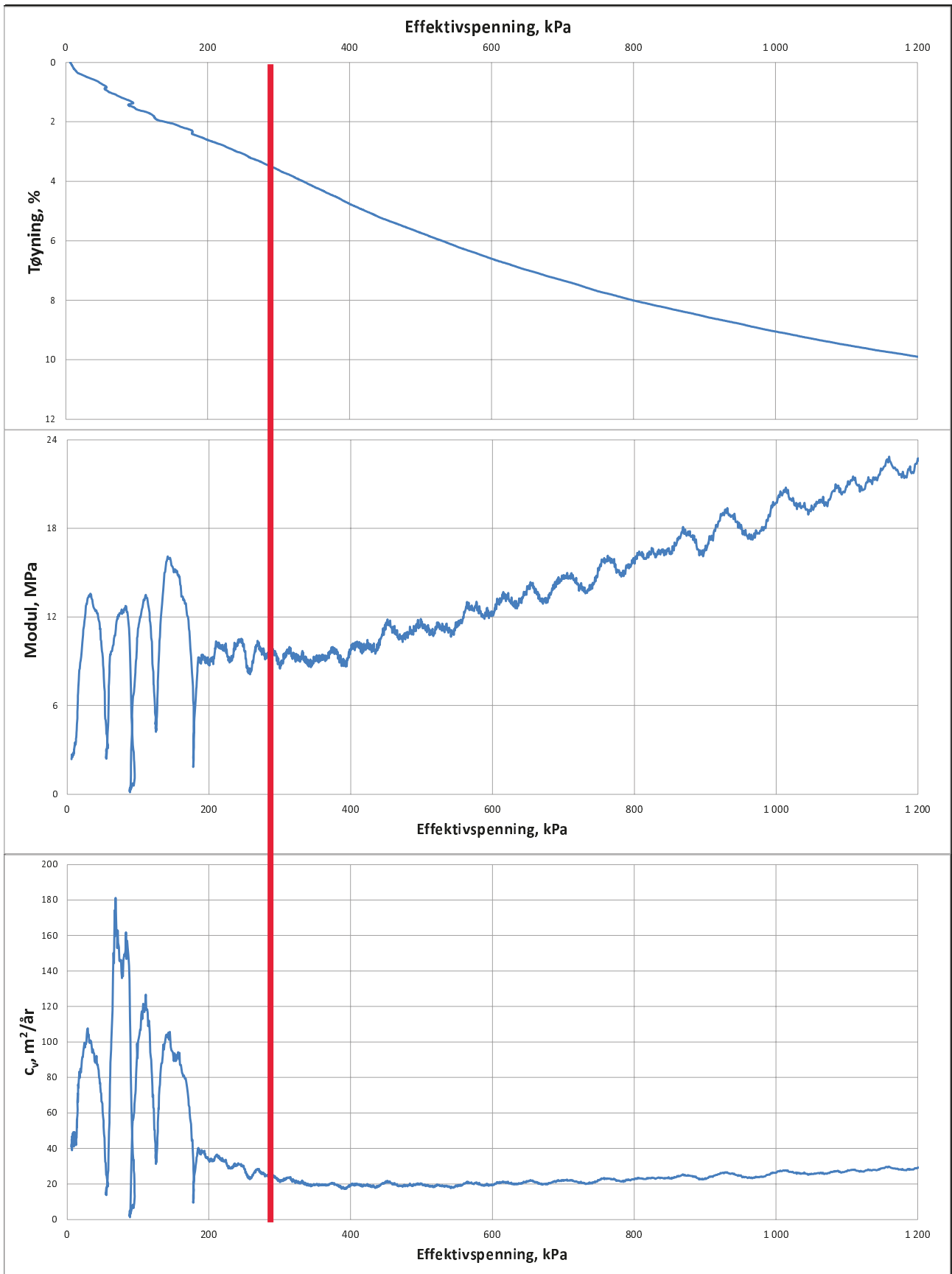
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
125



pkt 414 lab 89 dybde 7,65m Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

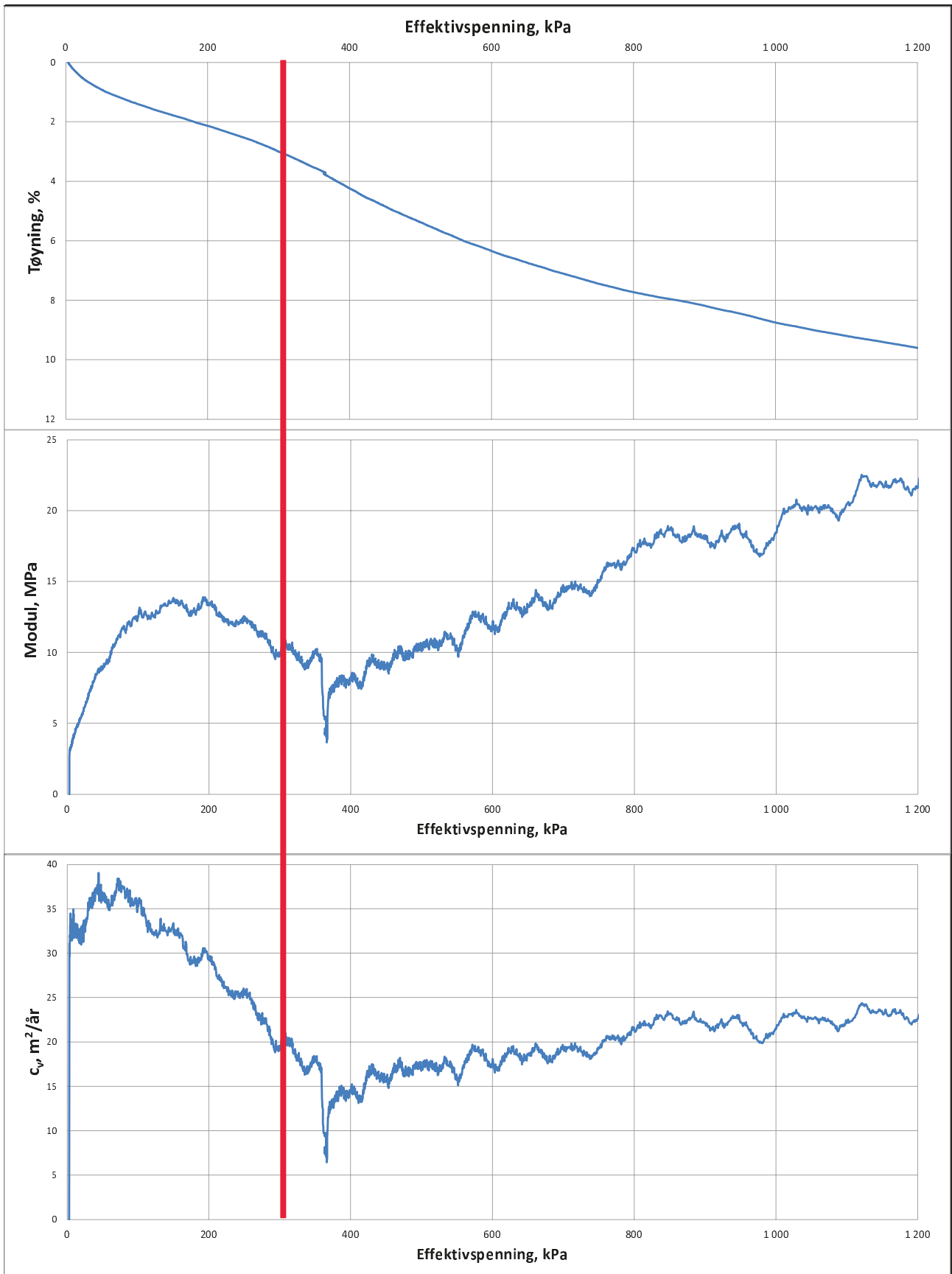
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
125



pkt 414 lab 90 dybde 8,60m Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

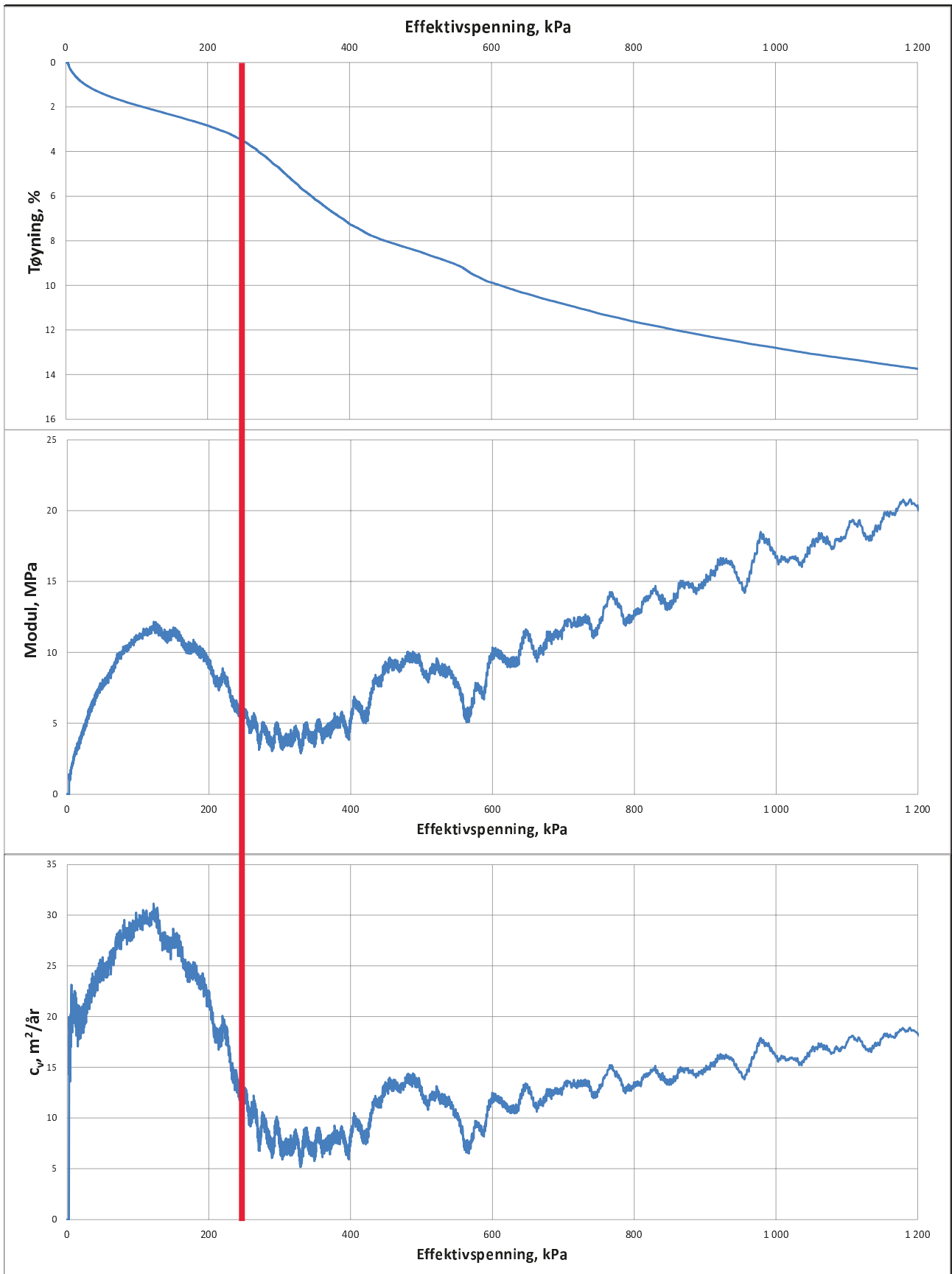
Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX



pkt 416 lab 107 dybde 8,40m Leire



NTNU Campussamling

Statsbygg

ØDOMETERFORSØK

Oppdrag
1350046011

Tegn./kontr.
KBH/AKM

Dato
20.10.2021

Bilag
-

Tegn. Nr.
XXX

B.3 CPTU sonderinger

CPTU 401

CPTU 402

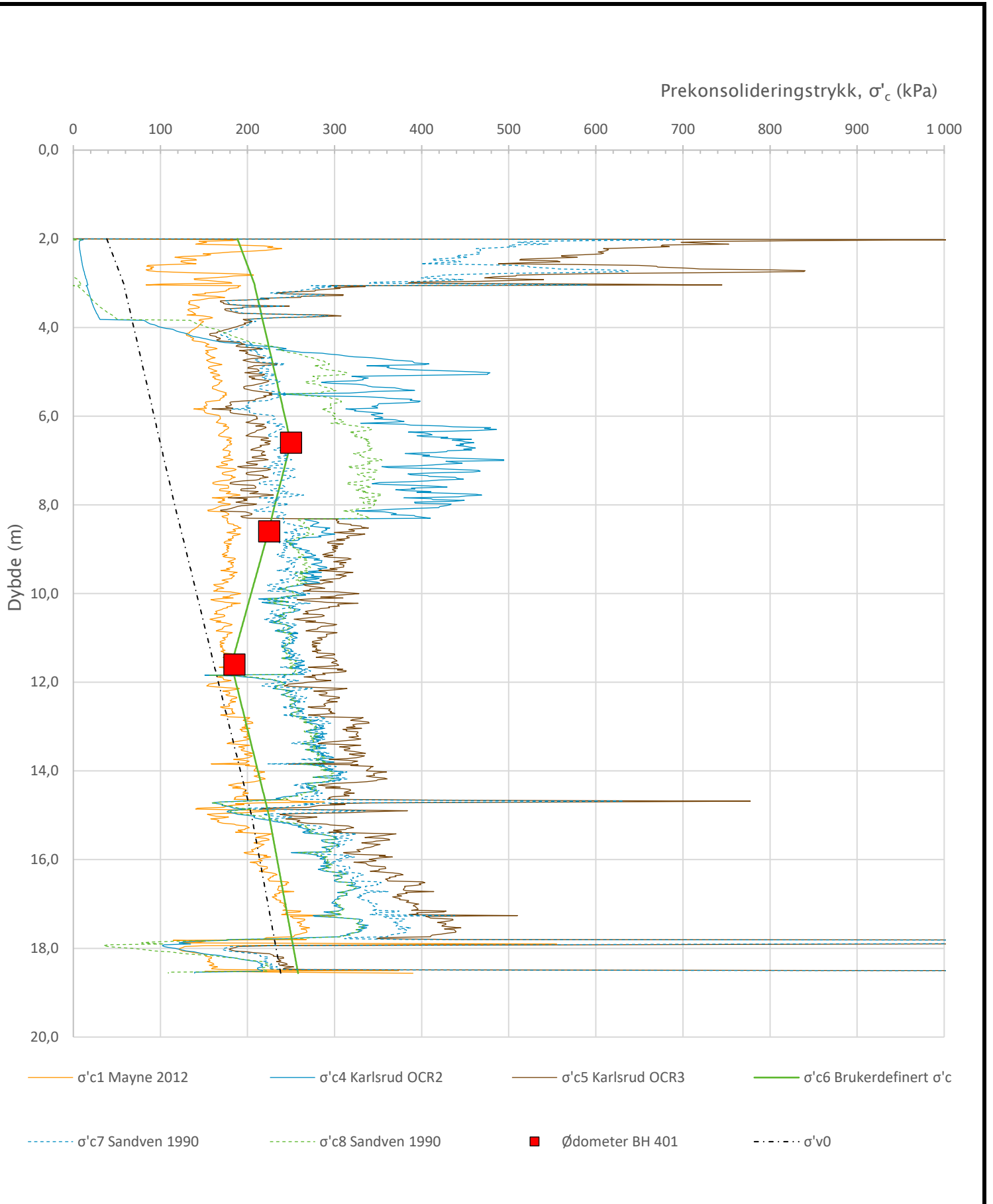
CPTU 405

CPTU 407

CPTU 414

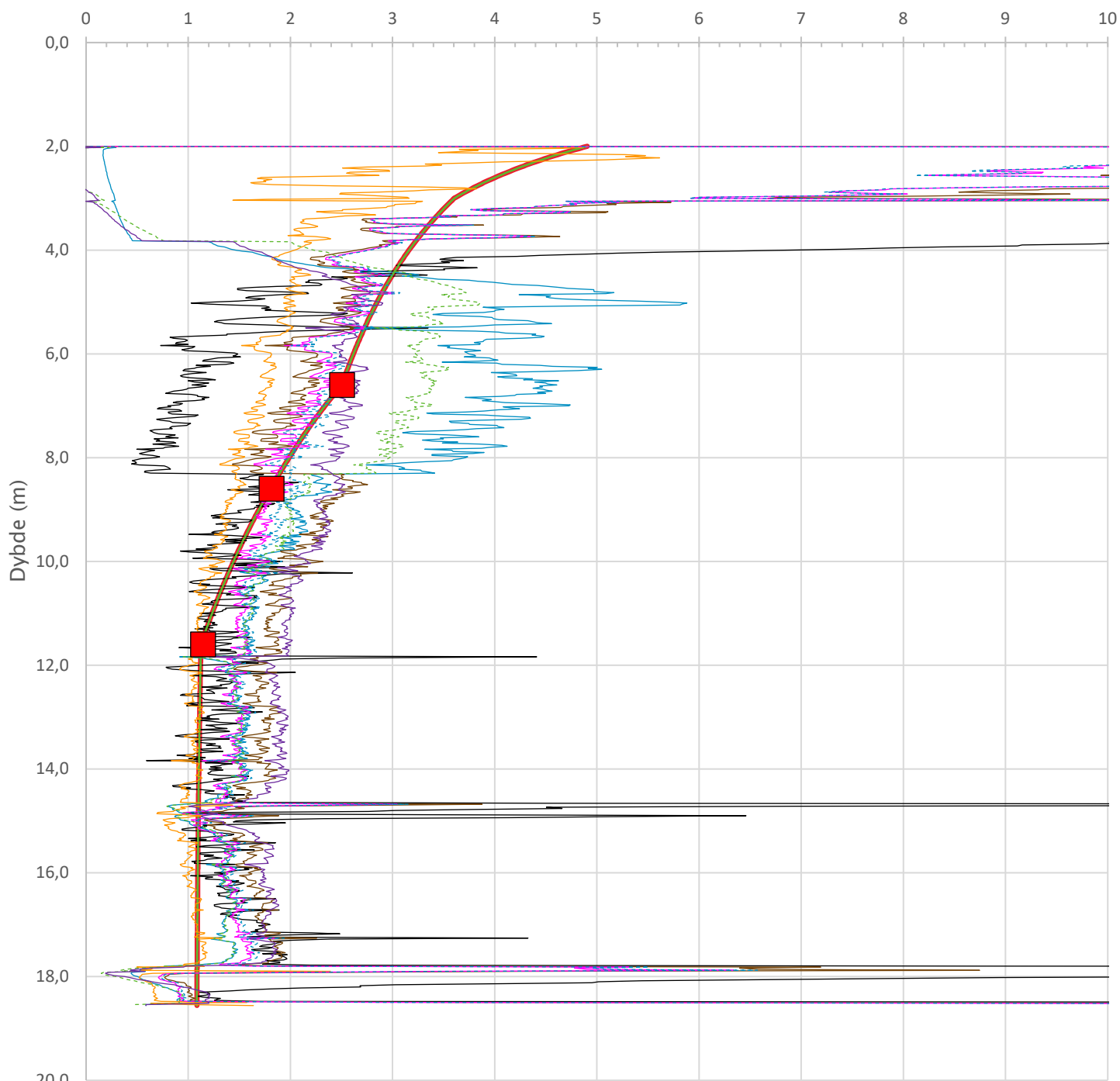
CPTU 415

CPTU 416



Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +52,2
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				401	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	30.09.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 401

Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +52,2
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				401	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	30.09.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

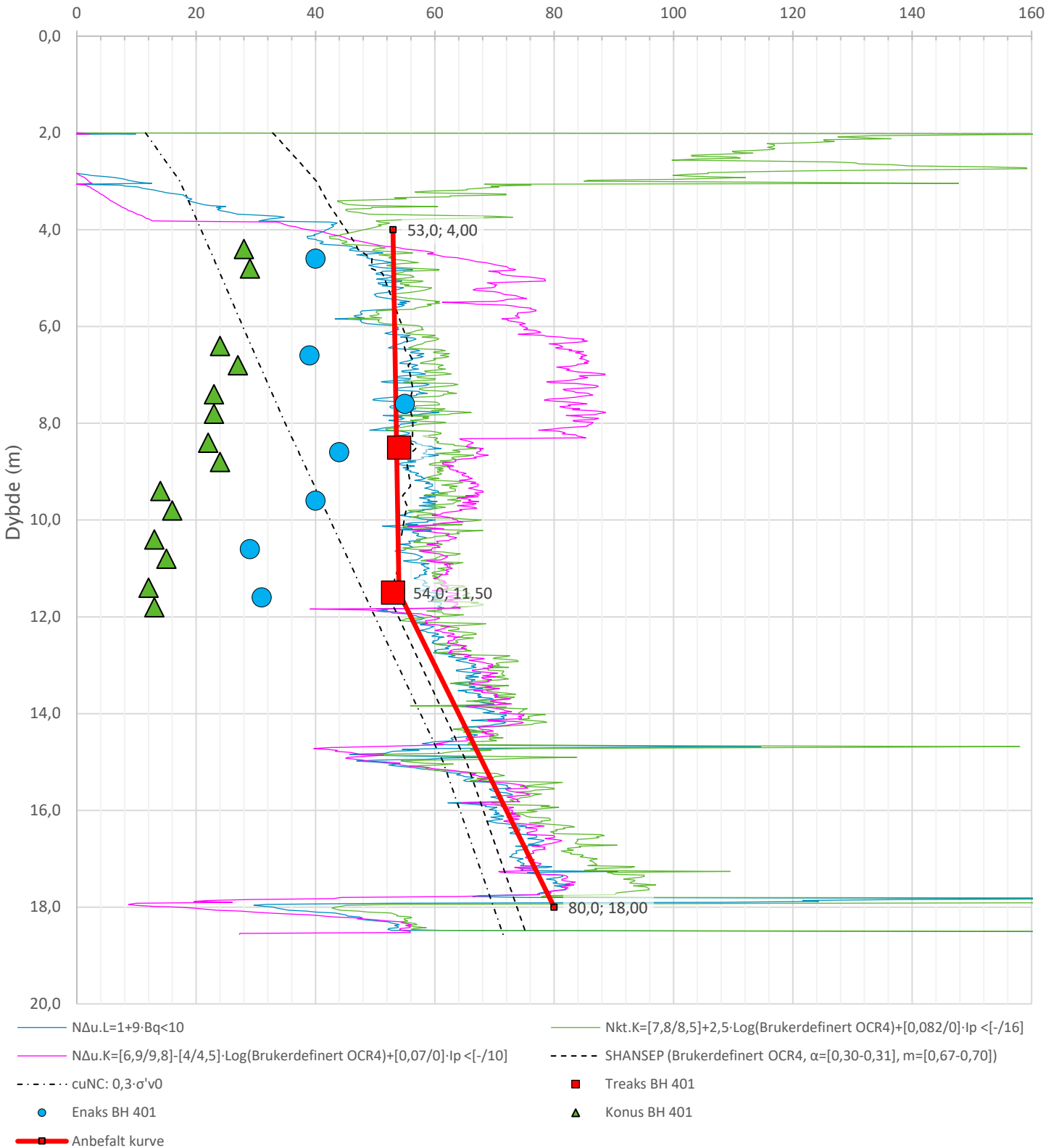
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 401: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 401: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 1,000$

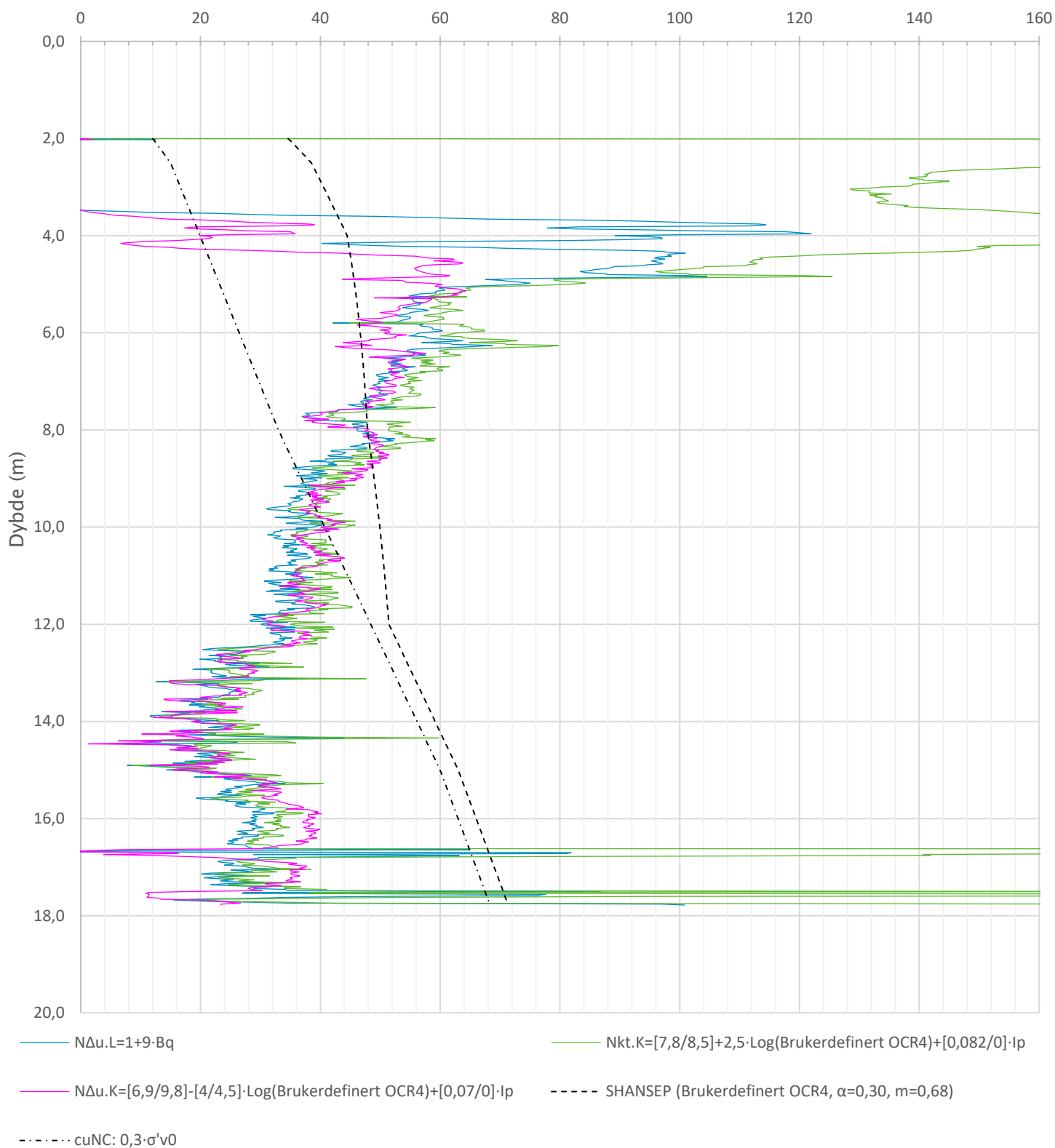
Konus BH 401: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt	Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +52,2
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner			401	
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	4224
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	FRA/PBK	GURT	ANG	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg
	Rambøll	30.09.2021	0	B.3
			Rev. dato	19.11.2021

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



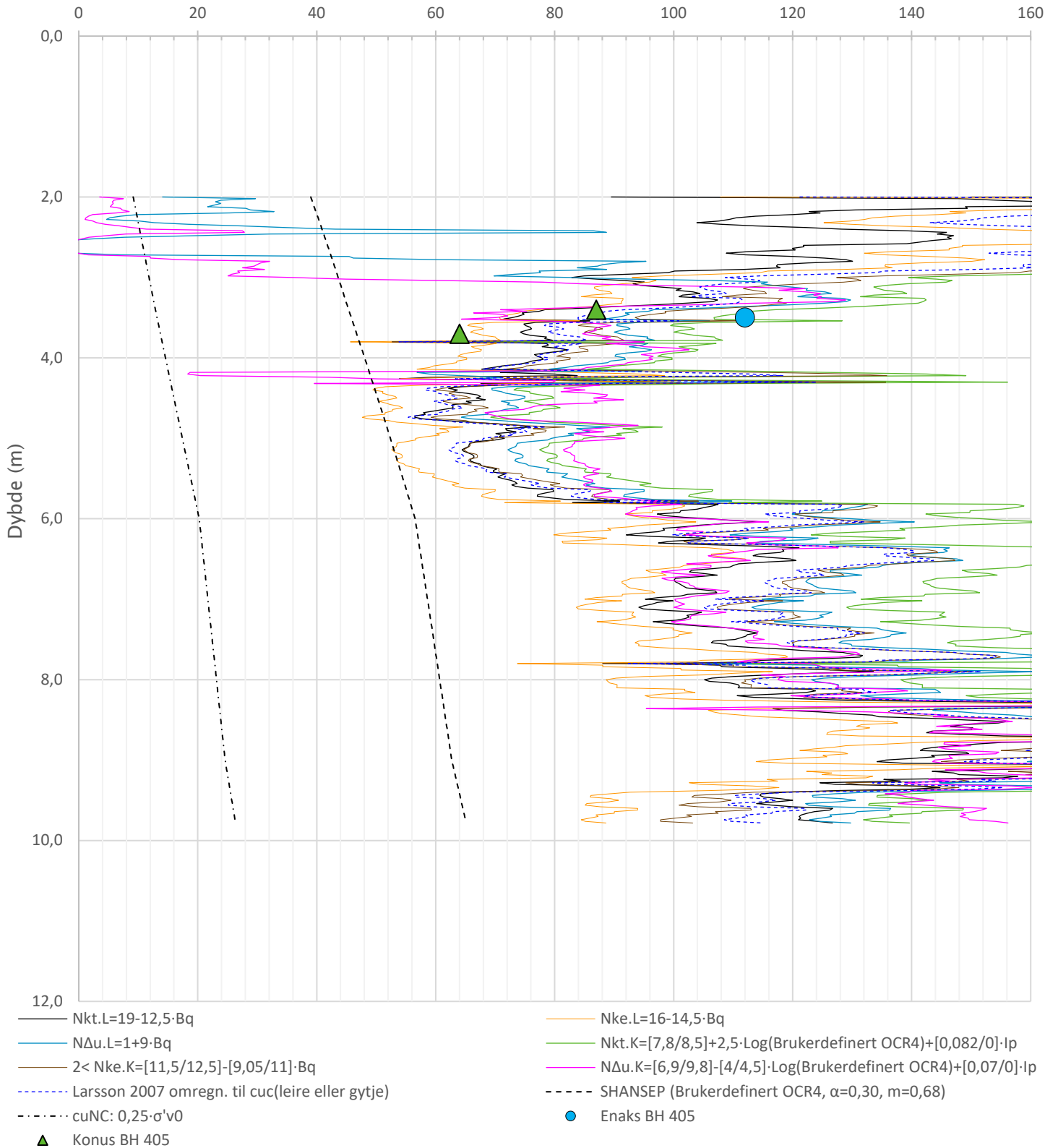
Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +52,7
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				402	
Innhold		Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	4224
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	04.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Anisotropiforhold i figur:

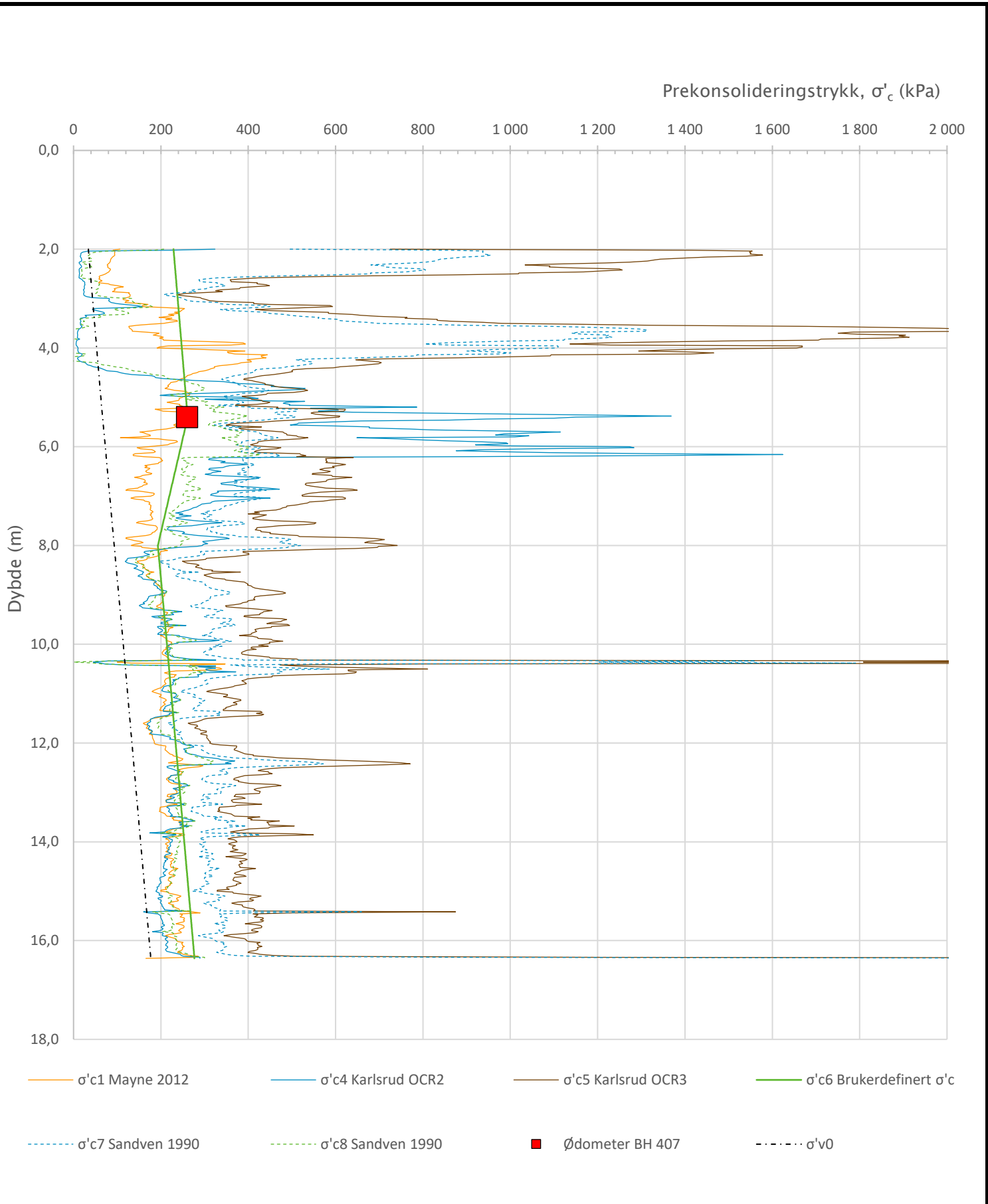
Enaks BH 405: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 1,000$

Konus BH 405: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

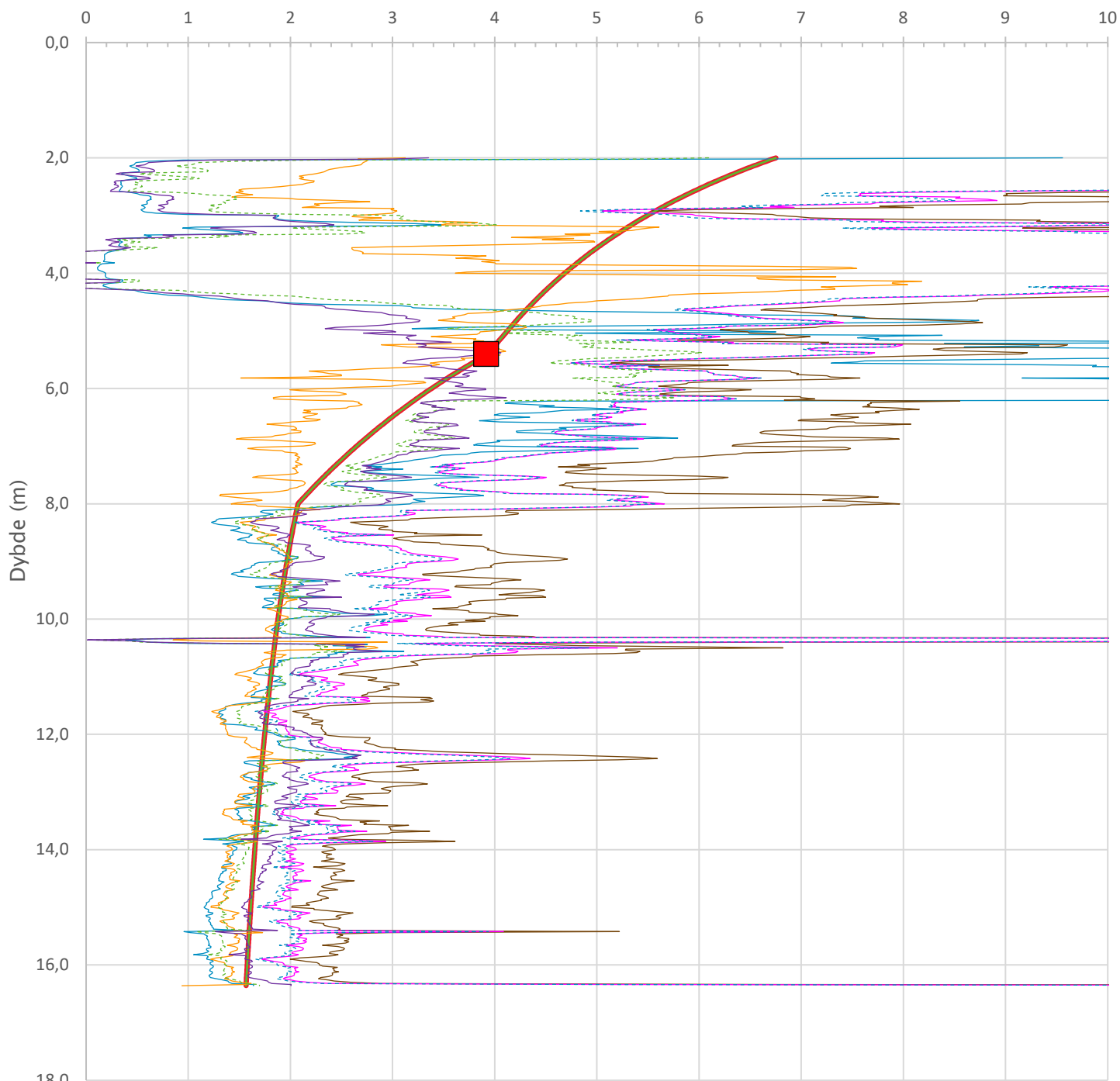


Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +44,8
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				405	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	11.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +41,5
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				407	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'c$				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	11.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



- Valgt kurve: OCR4
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 407

Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +41,5
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				407	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	FRA/PBK	GURT	ANG	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Rambøll	11.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

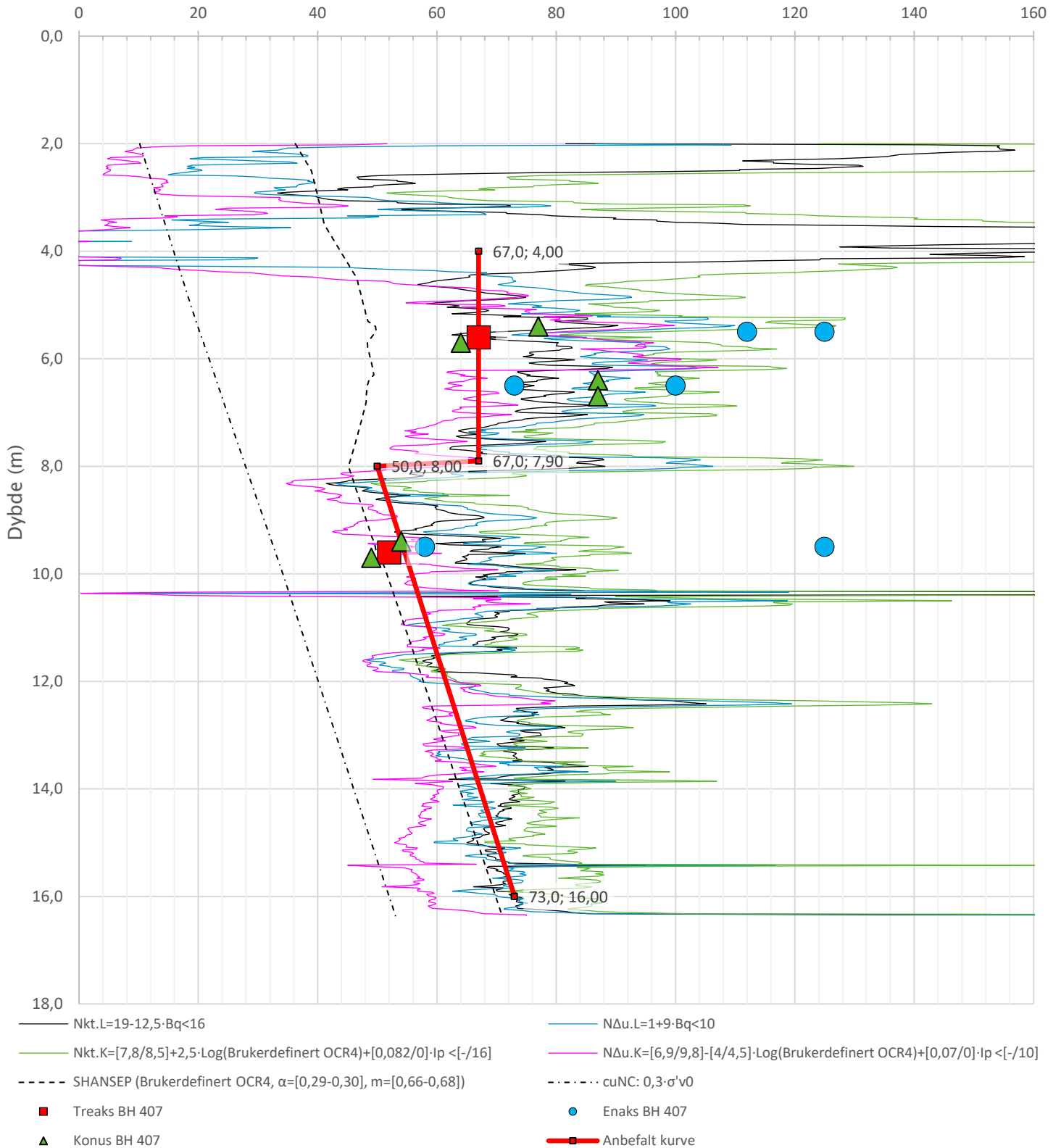
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 407: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

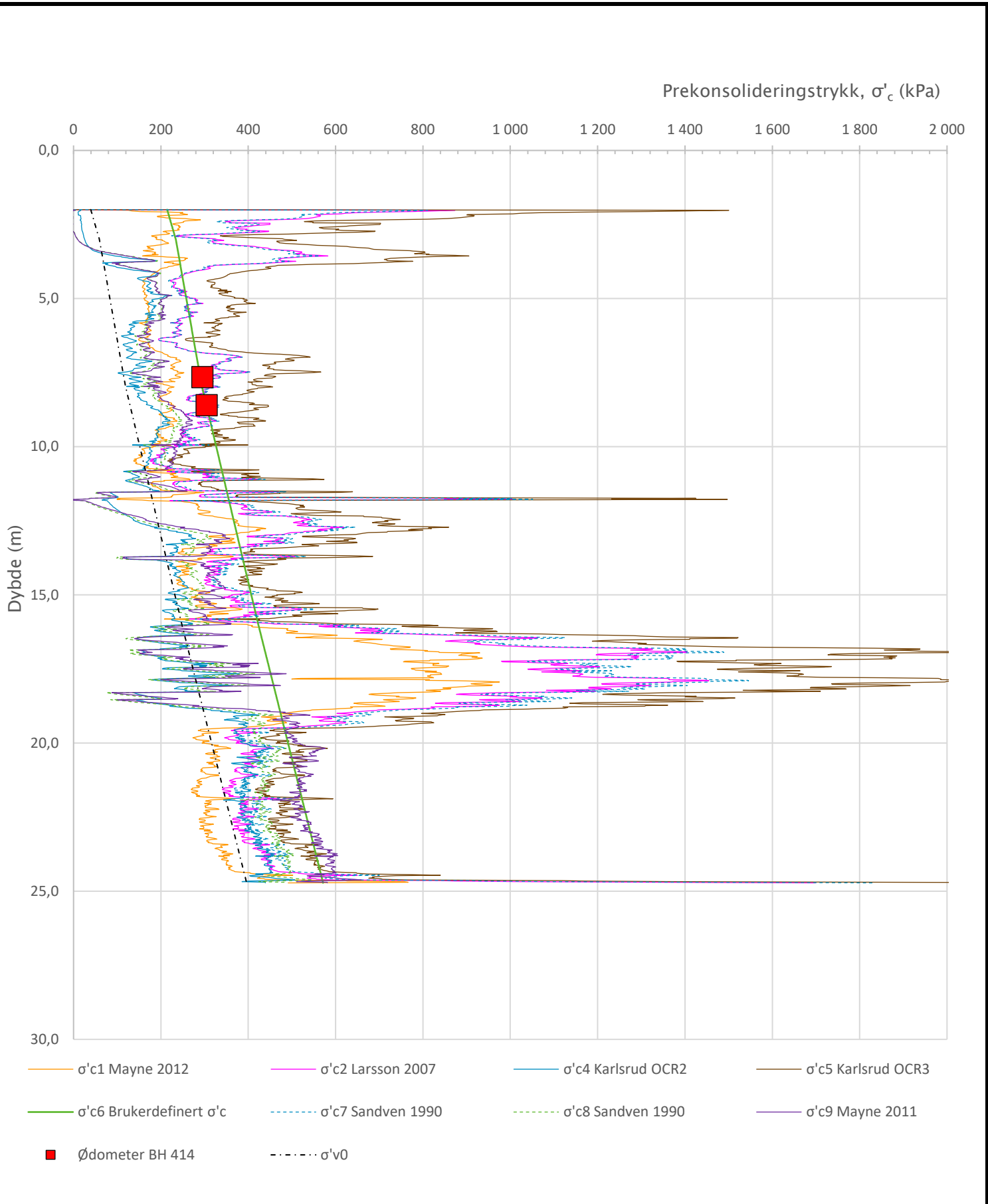
Enaks BH 407: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 1,000$

Konus BH 407: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

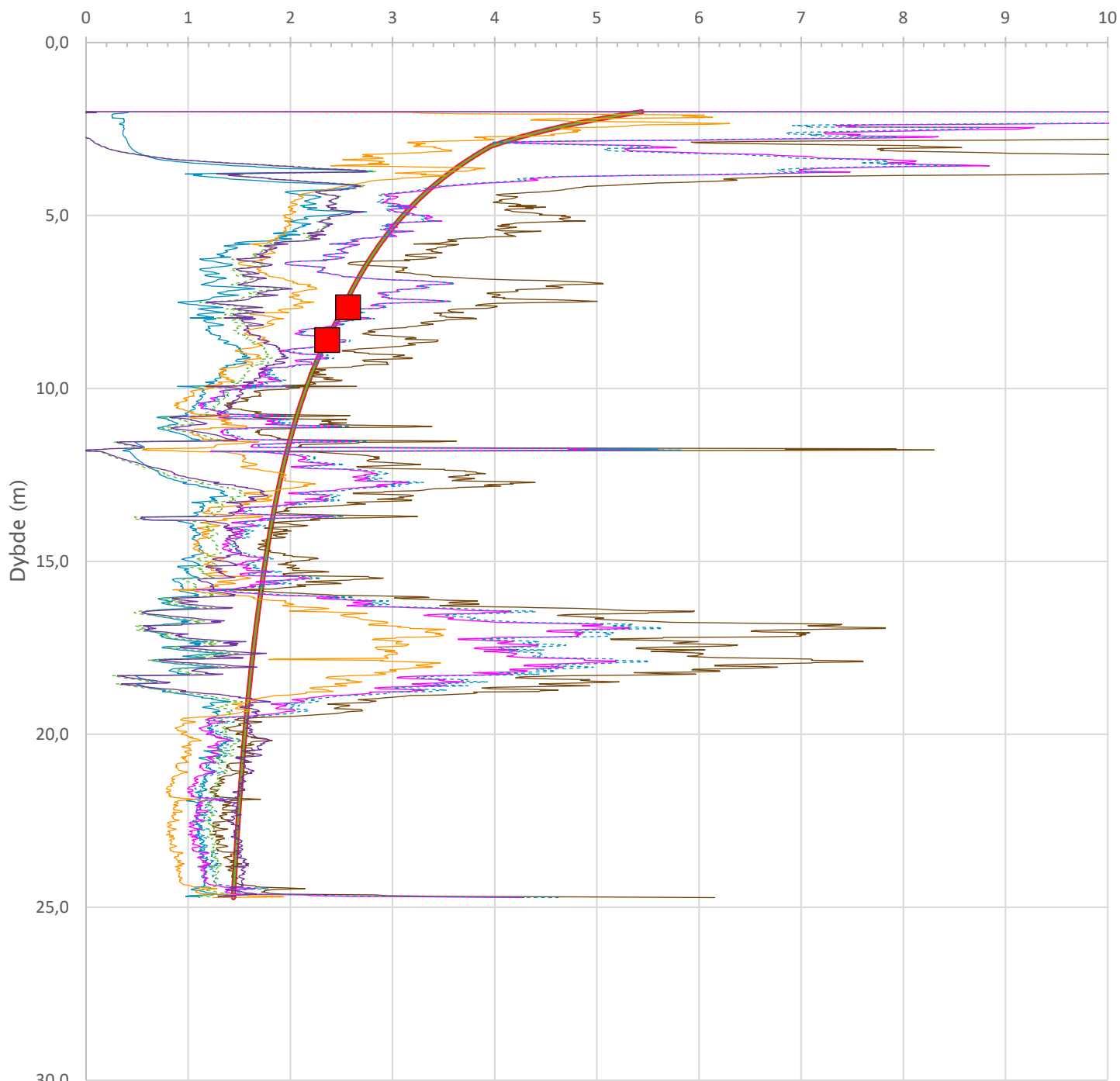


Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +41,5
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				407	
Innhold		Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	4224
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	11.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +62,8
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				414	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	12.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



- Valgt kurve: OCR4
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 414

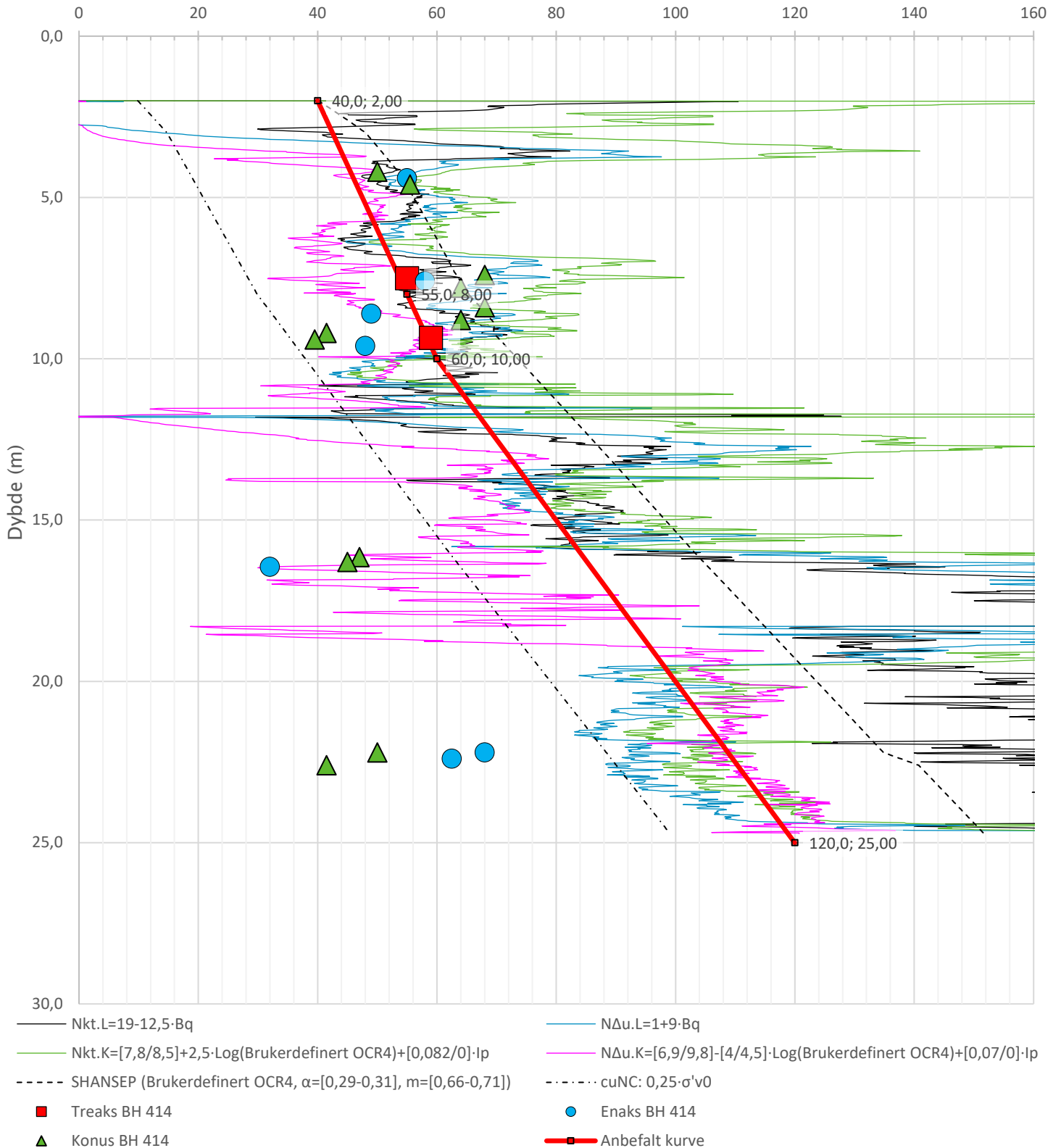
Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +62,8
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				414	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	12.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Anisotropiforhold i figur:

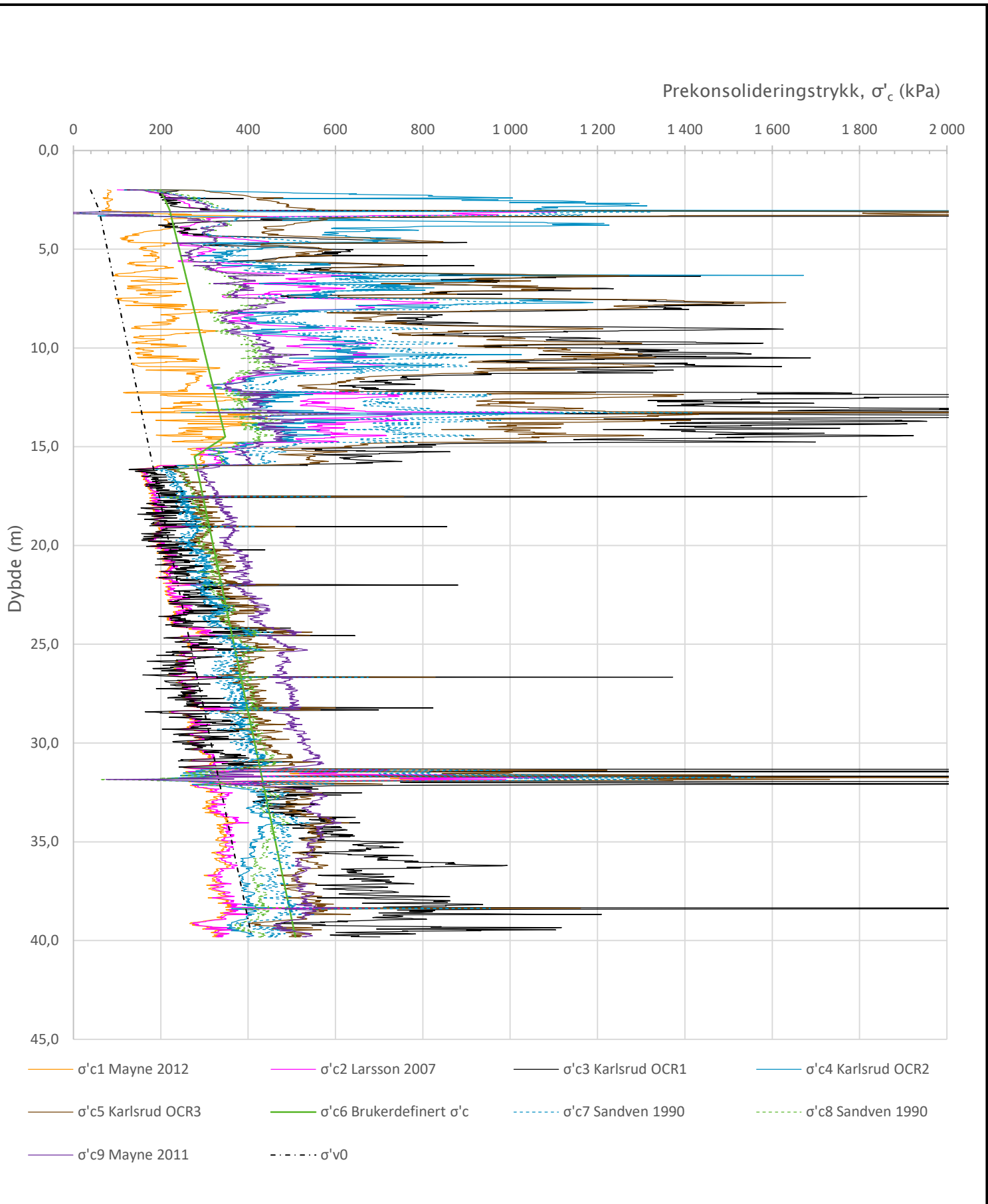
Treaks BH 414: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Konus BH 414: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

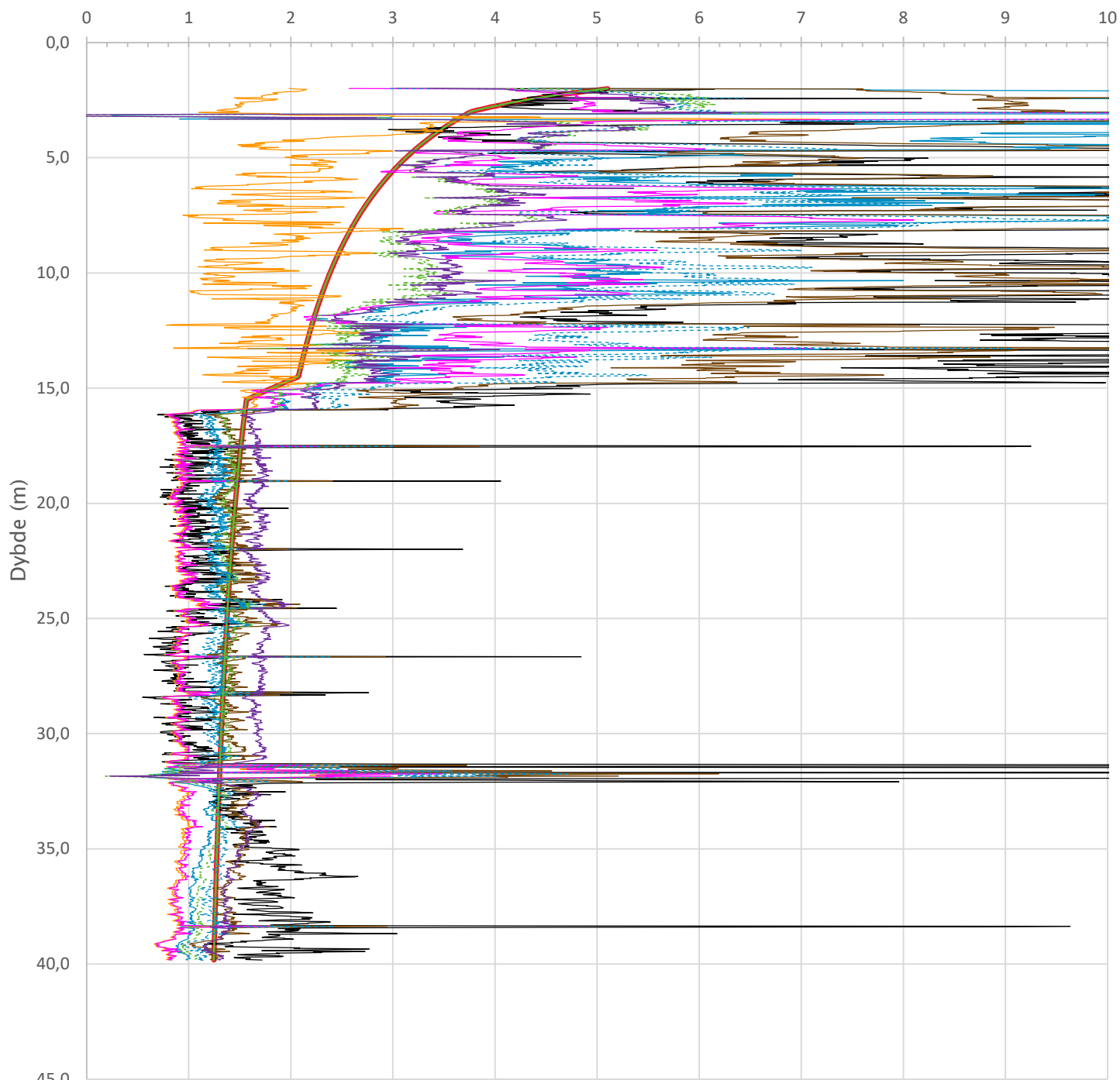


Prosjekt	Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +62,8
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner			414	
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	4224
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	FRA/PBK	GURT	ANG	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg
	Rambøll	12.10.2021	0	B.3
			Rev. dato	
			19.11.2021	



Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +65,6
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				415	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	14.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



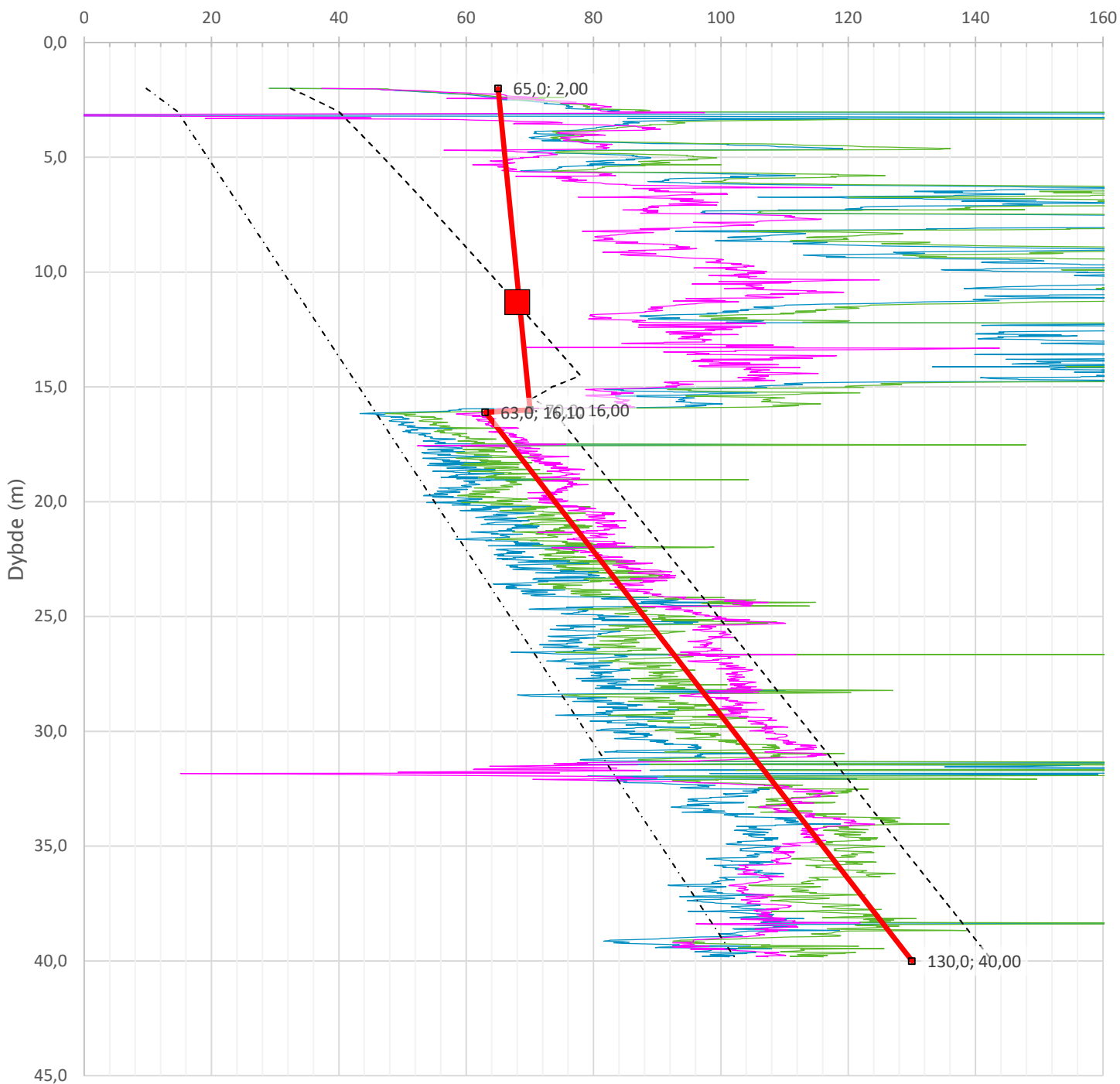
- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011

Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +65,6
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				415	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	14.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Anisotropiforhold i figur:

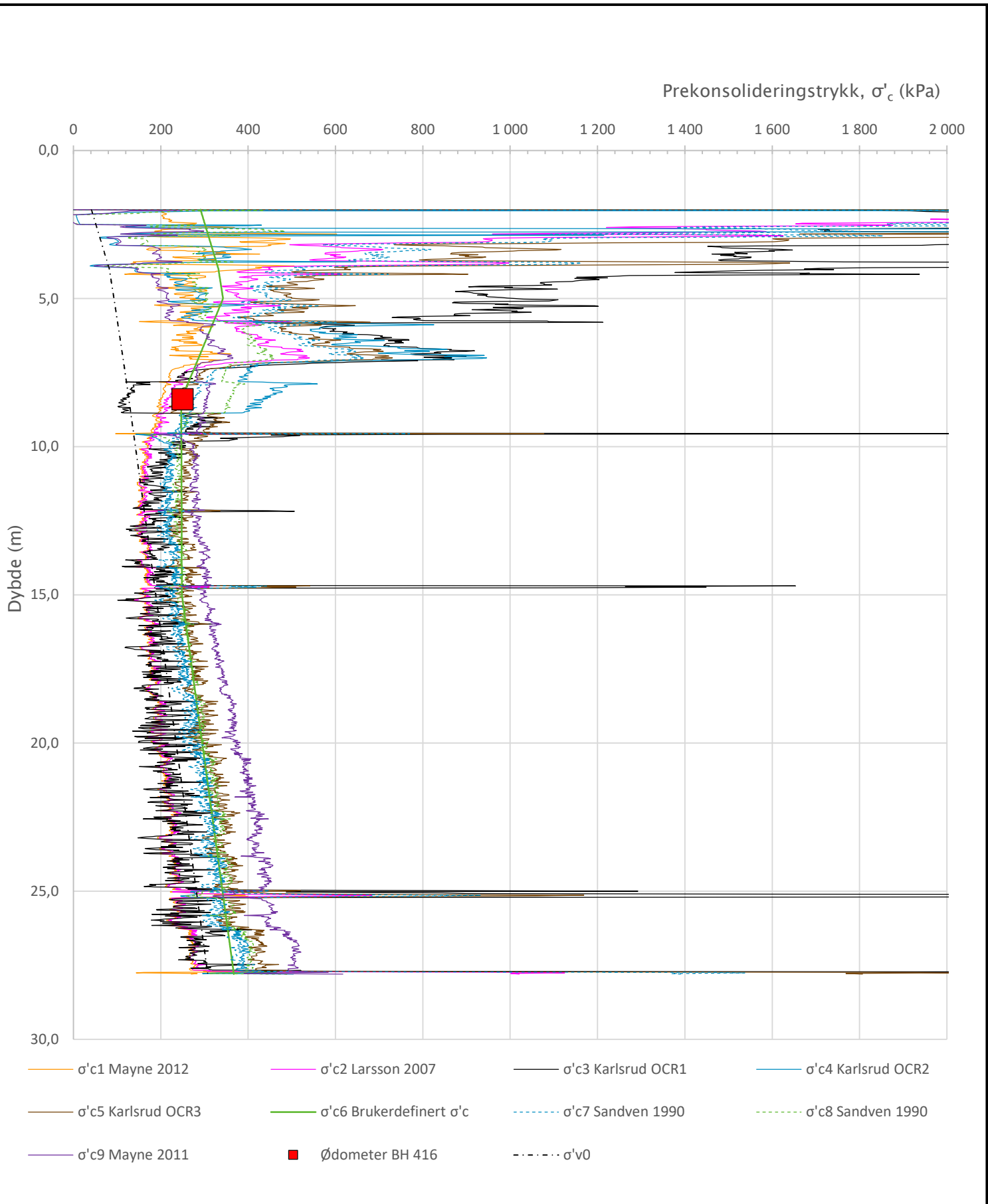
Treaks BH MC20-2: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



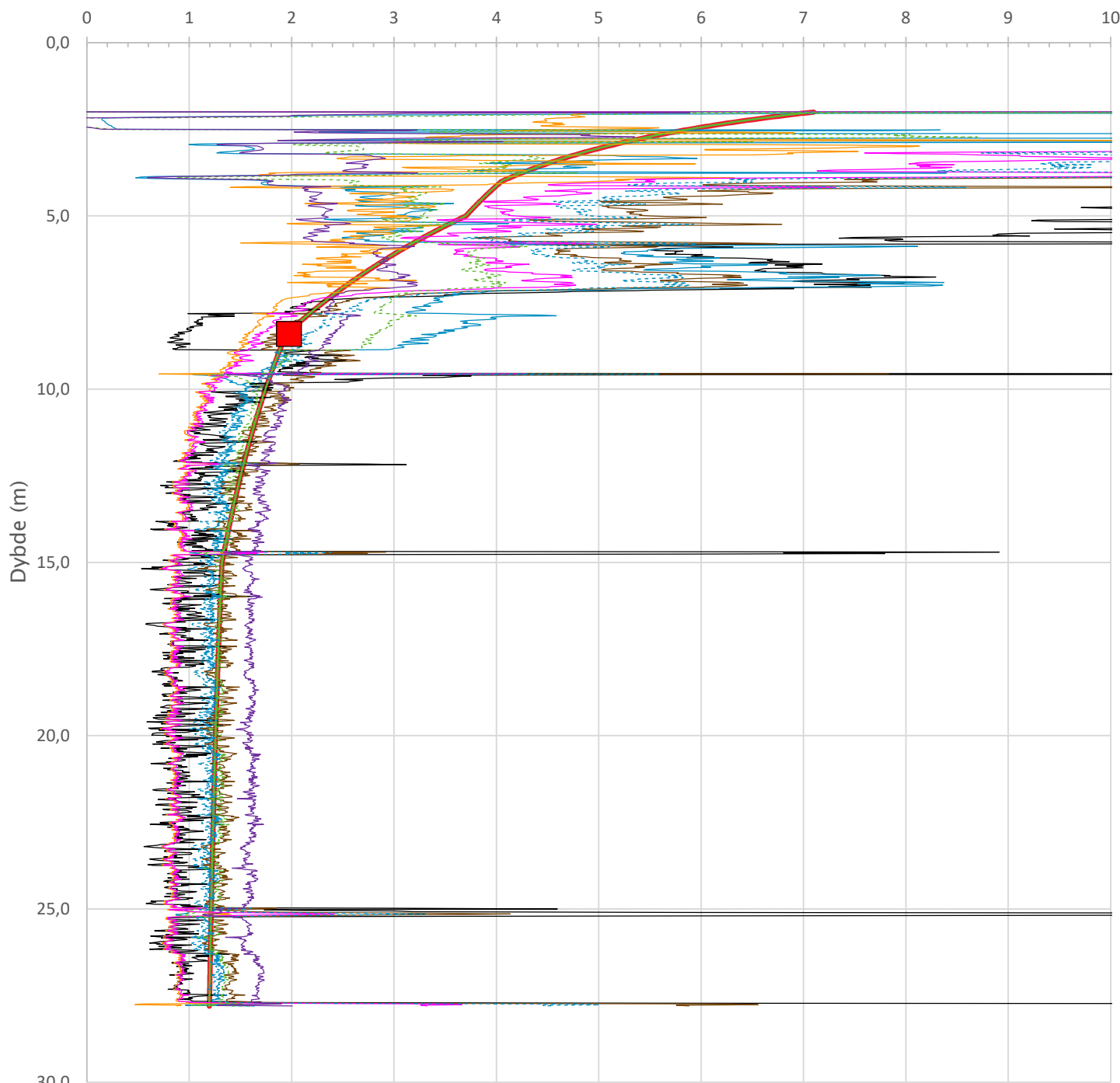
- $N\Delta u.L=1+9 \cdot Bq$
- $N\Delta u.K=[6,9/9,8]-[4/4,5] \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0,07/0] \cdot I_p$
- $Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5 \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0,082/0] \cdot I_p$
- - - - SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=[0,29-0,30]$, $m=[0,65-0,68]$)
- - - - $c_{uNC}: 0,25 \cdot \sigma'_{v0}$
- Treaks BH MC20-2
- ■ Anbefalt kurve

Prosjekt	Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001	Borhull	Kote +65,6
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner		415	
Innhold		Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	FRA/PBK	GURT	ANG
	Utførende	Dato sondering	Revisjon
	Rambøll	14.10.2021	0
		Rev. dato	19.11.2021
		Anvend.klasse	1
		Vedlegg	B.3



Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +65,5
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				416	
Innhold				Sondenummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	FRA/PBK	GURT	ANG	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Rambøll	19.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 416

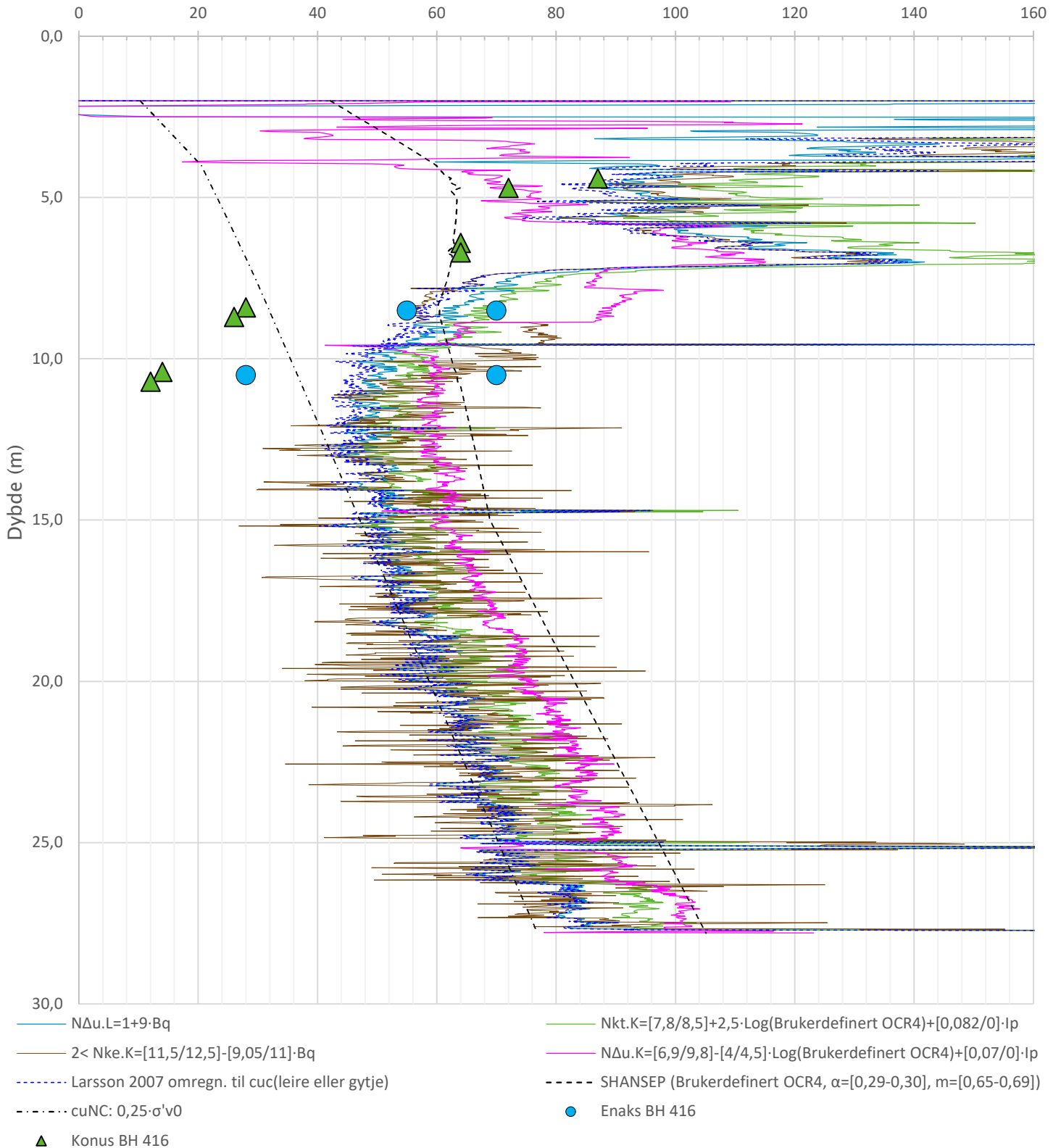
Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +65,5
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				416	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	19.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 416: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$

Konus BH 416: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10215021-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +65,5
NTNU Campusutvikling - Områdeplaner				416	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4224	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA/PBK	GURT	ANG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	B.3
	Rambøll	19.10.2021	0 Rev. dato 19.11.2021		

Vedlegg C

Tidligere utførte grunnundersøkelser

Oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser vist på tegning

10215021-06-RIG-TEG-001.1 og -001.2

DELOMRÅDE 4

Andre aktører

Prefix	Utførende firma	Rapport nr.	Rapport navn
A1-X	STV	Ud606A	Nord-Sørforbindelsen
A2-X	NGI	00190	Bakklandet
A3-X	SIN	NTH 1988	Berg Prestegård
A4-X	NTH	F.76.01	Barnehager, NTH
A5-X	NGI	00208	NTH, Gløshaugen
A6-X	NGI	00208-2	NTH, Gløshaugen
A7-X	NSB	Gk00508	Berg tunnel P168-208
A8-X	NGI	O.0378	NTH
A9-X	NGI	O.0487	NTH
A10-X	NGI	O.0487.2	NTH
A11-X	NGI	O.0268.4	NTH
A12-X	NGI	O.0268.5	NTH
A13-X	NGI	O.0415	Jonsvannsvegen
A14-X	NGI	84050	Kvikkleirekartlegging
A15-X	NSB	Gk00500	Tunnel Nedre Berg
A16-X	NSB	Gk00522	Holtermannsv. Underg
A17-X	NSB	Gk00523	Klæbuv. Undergang
A18-X	NSB	Gk00511	Lerkendal, fylling
A19-X	RIS	RIS.11	Klæbuveien 65
A20-X	NTH	NTH01	Hovedoppg. Bakklandet
A21-X	NSB	Gk00508a	Berg Tunnel P168-208
A22-X	NGI	O.0737	Høgskoledalen
A23-X	NGI	O.0268	NTH
A24-X	NGI	O.0268.2	NTH

Multiconsult

Prefix	Utførende firma	Rapport nr.	Rapport navn
MC1-X	GEO	30473	Brinken12 og 14
MC2-X	NOT	411308-1	Enebolig Lillegårdsbakken 30 B
MC3-X	NOT	413642	Gløshaugen. Nytt bygg
MC4-X	NOT	57274	Gløshaugen. Realfagbygget
MC5-X	NOT	412086-01	Maristuveien 11
MC6-X	GEO	07683	Nasjonalforeningen for folkehelsen
MC7-X	GEO	07683.02	Nasjonalforeningen for folkehelsen
MC8-X	NOT	414034	NTNU, Solbygget
MC9-X	NOT	413798	NTNU. Kjemihallen ombygging
MC10-X	NOT	57118	Realfagbygget på Gløshaugen
MC11-X	NOT	57118-2	Realfagbygget på Gløshaugen
MC12-X	GEO	30385	Petersborggate 6B
MC13-X	NOT	413642-3	Prestegårdsjordet
MC14-X	Multiconsult	10215021	NTNU, vurdering av byggbarhet
MC20-X	Multiconsult	415683	Fradeling av tomt Strindvegen 9
MT1-X	Multiconsult	415913	Bakklandet Nord

DELOMRÅDE 4

Norconsult

Prefix	Utførende firma	Rapport nr.	Rapport navn
NC1-X	Norconsult	5175072-RIG03	SINTEF Energi - Geoteknisk datarapport
NC2-X	Norconsult	5175072-RIG12	SINTEF Horizon- områdestabilitetsutredning

DELOMRÅDE 4

Rambøll

Prefix	Utførende firma	Rapport nr.	Rapport navn
R1-X	KUM	02924	Bakklandsutredningen
R2-X	KUM	670721	Berg studentby
R3-X	KUM	00282	Drosjeeiernes S.Lag
R4-X	KUM	690119	Elgesetergate 49
R5-X	KUM	00195	Idrettsbygg ved NTH
R6-X	KUM	06768	Øvre Bakklandet
R7-X	KUM	06168	Øvre Bakklandet 2-8
R8-X	KUM	690568	Øvre Bakklandet 33
R9-X	KUM	10665	Kjelhuset NTH
R10-X	KUM	00223	Kjemiavdeling NTH
R11-X	KUM	03068	Lerkendal. NTH
R12-X	KUM	01100-1	Mobil Oil AS
R13-X	KUM	600002	Nedre Singsakerslett
R14-X	KUM	600002-2	Nedre Singsakerslett
R15-X	KUM	600002-3A	Nedre Singsakerslett
R16-X	KUM	600002-4	Nedre Singsakerslett
R17-X	KUM	600002-5	Nedre Singsakerslett
R18-X	KUM	00185-2	Nidelven
R19-X	KUM	00669-2	NTH
R20-X	KUM	03493	NTH - Elektroteknisk
R21-X	KUM	05027	NTH - Elektroteknisk
R22-X	KUM	10495	NTH - Realfagbygg
R23-X	KUM	00629	NTH Arkitektavd
R24-X	KUM	00644	NTH Elektroblokk D
R25-X	KUM	00248	NTH Interesseområde
R26-X	KUM	00593	NTH Materialteknisk
R27-X	KUM	00669	NTH Nybygg
R28-X	KUM	00669-5	NTH Nybygg
R29-X	KUM	00669-8	NTH Nybygg
R30-X	KUM	00070-2	NTH, Akustisk Lab
R31-X	KUM	02460	NTH, Bergavdelingen
R32-X	KUM	11291	NTNU
R33-X	KUM	640039A	NTNU Idrettsbygg
R34-X	KUM	600271	NTNU. Bygg P15
R35-X	KUM	640498A	Nybygg Korsgata
R36-X	KUM	04569	Petersborg gt 6B
R37-X	KUM	07850	Petersborggt 1
R38-X	KUM	06440	Petersborggt 3
R39-X	KUM	01397	Petersborggt 4
R40-X	KUM	11238	PFI - NTNU
R41-X	KUM	11238-2	PFI - NTNU
R42-X	KUM	04503	Prestegårdsjordet
R43-X	KUM	610203	Rehabilitering Korsgata
R44-X	KUM	6100099	Samfundet/Fengselstomten
R45-X	KUM	00185	Schives gt - Nidelv
R46-X	KUM	00297	Sentralbygg II, NTH
R47-X	KUM	690090	SINTEF, Elektro H

DELOMRÅDE 4

R48-X	KUM	630020	Skrenten 27
R49-X	KUM	00643	Studentsamskipnaden
R50-X	KUM	630183A	Tidemands gate 22B
R51-X	KUM	00204	Trafo, Klæbuveien
R52-X	KUM	01275	Trh Aktieteglverk
R53-X	KUM	660200	Utvidelse av Student
R54-X	KUM	00090	Varmetekn Lab NTH
R55-X	KUM	06850	Verk.tekn.lab NTH
R56-X	KUM	00155	Verkstedtekn Lab NTH
R57-X	KUM	05814	Vollabakken 10
R58-X	KUM	11461	Vollabakken 16B
R59-X	KUM	00160	Vollafallet 12
R60-X	Rambøll	6060021	Kjemiblokk I

DELOMRÅDE 4

Trondheim kommune

Prefix	Utførende firma	Rapport nr.	Rapport navn
TK1-X	TRK	R.0158	Bakklandet barnehage
TK2-X	TRK	R.0419-3	Bakklandsutredningen
TK3-X	TRK	R.1111	Bergsbakken, nedre d
TK4-X	TRK	R.0061	Biskop Wekselsens gt
TK5-X	TRK	R.1006	Duedalen
TK6-X	TRK	R.0049	Duedalen
TK7-X	TRK	R.0356	Elgeseter bro
TK8-X	TRK	R.0997-2	Gløshaugen/Nidelva
TK9-X	TRK	R.0997-3	Gløshaugen/Nidelva
TK10-X	TRK	R.0900	Gudes gate 6
TK11-X	TRK	R.1074	Hans Osnes veg
TK12-X	TRK	R.0768	Høgskoleparken
TK13-X	TRK	R.0549	Ø Kristianstengt
TK14-X	TRK	R.0849-3	Jonsvannsv./Eidsvoll
TK15-X	TRK	R.0418	Jonsvannsvegen
TK16-X	TRK	R.0849	Jonsvannsveien
TK17-X	TRK	R.0849-2	Jonsvannsveien
TK18-X	TRK	R.1068	Jørgen Bjelkes gate
TK19-X	KUM	R.0075	Klostergata - Schive
TK20-X	TRK	R.0366	Klostergata 20
TK21-X	TRK	R.0008	Klostergt.-Vollakamm
TK22-X	TRK	R.1322	Kluvers gate
TK23-X	TRK	R.1172	Klæbuvegen 51
TK24-X	TRK	R.0715	Lerkendalsforbind
TK25-X	TRK	R.0840	Lillegårdsbakken
TK26-X	TRK	R.1243	Lillegårdsbakken
TK27-X	TRK	R.1283	Lillegårdsbakken 16
TK28-X	TRK	R.1089	Neufeldts Gate
TK29-X	TRK	R.0997-6	Neufeldts gate 11B
TK30-X	TRK	R.0362-3	Nidarøledningen
TK31-X	TRK	R.1110	Petersborg 8
TK32-X	TRK	R.0025	Singsaker
TK33-X	TRK	R.0496	Singsaker
TK34-X	TRK	R.0496-2	Singsaker- Elgeseter
TK35-X	TRK	R.1090	Skansegata
TK36-X	TRK	R.0028	Skansegt.-Øvre Bakkl
TK37-X	TRK	R.0028	Skansegt. Øvre Bakkl
TK38-X	TRK	R.0974-4	Strindvegen
TK39-X	TRK	R.0974	Strindvegen
TK40-X	TRK	R.0974-3	Strindvegen
TK41-X	TRK	R.1313	Tyholtveien 4 -8
TK42-X	TRK	R.0461	Vannledn. Petersborg
TK43-X	TRK	R.0054	Vollabakken
TK44-X	TRK	R.0736	Vollabakken. Kloakk
TK45-X	TRK	R.0953	Øvre Bakklandet
TK46-X	TRK	R.0953-2	Øvre Bakklandet 32-4
TK48-X	TRK	R.1577-1	Singsaker-Tyholt

DELOMRÅDE 4

TK49-X	TRK	R.1577-2	Singsaker-Tyholt
TK60-X	TRK	R.1677	Høgskoleringen-Strindvegen

DELOMRÅDE 5

Prefix	Utførende firma	Rapport nr.	Rapport navn
R1-X	KUM/Rambøll	O.248	Orienterende grunnundersøkelser I NTH's interesseområder
TK1-X	TRK	R.1790	Fossumdalen, etappe 7
MC1-X	Multiconsult	10201939	Valgrinda