

---

RAPPORT

# Sit - Nardovegen 12 og 14

---

OPPDRAAGSGIVER

Sit Tapir AS

EMNE

Geoteknisk vurdering - områdestabilitet

DATO / REVISJON: 01. juli 2020 / 03

DOKUMENTKODE: 10200644-06-RIG-RAP-002

---



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

OPPDRAG	<b>Sit - Nardovegen 12 og 14</b>	DOKUMENTKODE	10200644-06-RIG-RAP-002
EMNE	Geoteknisk vurdering - områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Sit Tapir AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Anders Samstad Gylland
KONTAKTPERSON	Oddhild Fausa, WSP	UTARBEIDET AV	Sivert Eidsmo
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 570870 NORD: 7031880	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	68 / 191 & 246 / - / Trondheim		

## SAMMENDRAG

Sit Tapir AS er i gang med omregulering av eiendommene Nardovegen 12 og 14 fra nærings- til boligformål. Multiconsult er engasjert for å utføre grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger. Multiconsult har i 2018 vurdert problemstillinger knyttet til kvikkleire for området. Vurderingene er vist i notat nr. 10200644-RIG-NOT-003\_rev02. Rambøll utførte uavhengig kvalitetssikring i henhold til NVEs veileder 7/2014 og godkjente notatet under forutsetning av at det i god tid før utarbeidelse av detaljerte planer utføres mer detaljerte grunnundersøkelser og beregninger for å kontrollere stabilitetsforholdene.

Foreliggende rapport inneholder stabilitetsberegninger og vurderinger knyttet til kvikkleire og områdestabilitet basert på nye grunnundersøkelser. Det er i tillegg gitt innledende vurderinger av fundamenteringsmetoder for ny bebyggelse på området.

Det er regnet stabilitet i fire profiler. Profil A-A og C-C vurderes som representativt for skråningen fra Nardovegen mot eksisterende bebyggelse øst/vest. Resultatene viser at skråningen i dagens situasjon har dårlig stabilitet, med svært liten sikkerhet mot udrenerte lastpåvirkninger. Det er gjort beregninger som viser stabiliteten ved riving vil føre til en midlertidig forverring av stabiliteten. Nardoveien 12 kan derfor ikke rives uten at det først utføres stabiliserende tiltak. *Profil B-B vurderes som mest kritisk for skråningen i nord/sør-retning, parallelt med Nardovegen og Torbjørn bratts veg. Resultatene viser at stabiliteten i nord/sør-retning også må hensyntas i detaljprosjekteringen, men at det i utgangspunktet kreves mindre omfattende tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet enn i Profil A-A. Alle stabilitetssituasjoner vurderes å være relatert til lokalstabilitet.*

Som stabiliserende tiltak for riving av bebyggelsen vurderes det som mest hensiktsmessige å legge ut en motfylling i kjelleren til eksisterende bebyggelse i Nardovegen 12. Fyllinga må legges ut til tomtegrense i nord. Stabiliseringstiltaket må detaljprosjekteres og det vil være behov for rekkefølgebestemmelser i forbindelse med sikringsarbeidet.

Etter stabilisering av skråningen er det flere alternativer for fundamentering av ny bebyggelse i skråninga langs Nardovegen: 1) De to øverste etasjene i Nardovegen 12 rives. Videre fundamenteres nytt bygg på peler som bores gjennom fylling og kjellerens gulvkonstruksjon til berg. 2) Stabilisering av skråningen med kalk/semment, før fylling i kjeller fjernes og hele bygget rives. 3) Benytte deler av eksisterende bebyggelse i ny utbygging.

For øvrige deler av tiltaksområdet vurderes det generelt at bygg opp til 6 etasjer og kjeller kan fundamenteres direkte. Bygg over 6 etasjer bør fundamenteres på peler til berg. Generelt vil tomte for Nardoveien 14 være best egnet for kompensert direktefundamentering.

Vurderingene om stabilitet må underlegges uavhengig kvalitetssikring etter NVE 7/2014.

*Rapporten er revidert etter kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring. Revidert tekst for rev 01 er skrevet i kursiv. Revidert tekst for rev 02 er skrevet med understrek. Revidert tekst for rev 03 inneholder mindre korreksjoner og er ikke separert ut med egen teksttype.*

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
03	01.07.2020	Mindre feilrettinger	Sivert Eidsmo	Anders Gylland	Anders Gylland
02	24.06.2020	Revidert etter kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring	Sivert Eidsmo	Anders Gylland	Håvard Narjord
01	08.06.2020	Revidert etter kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring	Sivert Eidsmo	Anders Gylland	Håvard Narjord
00	30.04.2020	Utsendt rapport	Sivert Eidsmo	Anders Gylland	Håvard Narjord

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlag</b> .....	<b>5</b>
2.1	Grunnundersøkelser .....	5
<b>3</b>	<b>Områdebeskrivelse</b> .....	<b>6</b>
3.1	Topografi og bebyggelse.....	6
3.2	Grunnforhold .....	7
3.3	Kvikkleiresoner.....	7
<b>4</b>	<b>Planlagt utbygging</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Geoteknisk vurdering</b> .....	<b>8</b>
5.1	Problemstillinger.....	8
5.2	Krav til sikkerhet .....	8
5.3	Stabilitetsberegninger.....	9
5.3.1	Profil A-A.....	9
5.3.2	Profil B-B .....	9
5.3.3	Profil C-C .....	10
5.3.4	Profil D-D.....	10
5.4	Stabiliserende tiltak .....	11
5.4.1	Profil A-A og profil C-C .....	11
5.4.2	Profil B-B .....	12
5.5	Vurdering av fundamentering for ny bebyggelse ved skråning fra Nardovegen .....	13
5.5.1	Pelefundamentering gjennom fylling og kjeller .....	13
5.5.2	Kalk/semestabilisering av skråningen.....	14
5.5.3	Benytte deler av eksisterende bebyggelse .....	14
5.6	Vurdering av fundamentering for øvrige deler av tiltaksområdet .....	14
<b>6</b>	<b>Oppsummering</b> .....	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>16</b>

## TEGNINGER

10200644-06-RIG-TEG	<u>-002 rev02</u>	<u>Situasjonsplan</u>
	-500.5	CPTU BP.1, Prekonsolideringstrykk
	-500.6	CPTU BP.1, Overkonsolidering
	-500.7	CPTU BP.1, Tolket skjærfasthet
	-500.8	CPTU BP.1, Bæreevnemfaktorer
	-501.5	CPTU BP.2, Prekonsolideringstrykk
	-501.6	CPTU BP.2, Overkonsolidering
	-501.7	CPTU BP.2, Tolket skjærfasthet
	-501.8	CPTU BP.2, Bæreevnemfaktorer
	-503.5	CPTU BP.4, Prekonsolideringstrykk
	-503.6	CPTU BP.4, Overkonsolidering
	-503.7	CPTU BP.4, Tolket skjærfasthet
	-503.8	CPTU BP.4, Bæreevnemfaktorer
	-700	Tolket lagdeling med sonderingsresultat – Profil A-A
	-701	Tolket lagdeling med sonderingsresultat – Profil B-B
	-800.1	Stabilitetsberegninger dagens situasjon – Profil A-A
	-800.2	Stabilitetsberegninger ny bebyggelse – Profil A-A
	-801.1	<i>Stabilitetsberegninger dagens situasjon – Profil B-B</i>
	-801.2	<i>Stabilitetsberegninger dagens situasjon – Profil B-B</i>
	-802.1	<u>Stabilitetsberegninger dagens situasjon – Profil C-C</u>
	-802.2	<u>Stabilitetsberegninger dagens situasjon – Profil C-C</u>
	-803.1	<u>Stabilitetsberegninger dagens situasjon – Profil D-D</u>
	-803.2	<u>Stabilitetsberegninger dagens situasjon – Profil D-D</u>

## VEDLEGG

Vedlegg A Beregningsforutsetninger stabilitet

## 1 Innledning

Sit Tapir AS er i gang med omregulering av eiendommene Nardovegen 12 og 14 fra nærings- til boligformål. Multiconsult er engasjert for å utføre grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger.

Multiconsult har i 2018 vurdert problemstillinger knyttet til kvikkleire for området. Vurderingene er vist i notat nr. 10200644-RIG-NOT-003\_rev02[1]. Rambøll utførte uavhengig kvalitetssikring i henhold til NVEs veileder 7/2014 og godkjente notatet under forutsetning av at det i god tid før utarbeidelse av detaljerte planer utføres mer detaljerte grunnundersøkelser og beregninger for å kontrollere stabilitetsforholdene.

Foreliggende rapport inneholder stabilitetsberegninger og vurderinger knyttet til kvikkleire og områdestabilitet NVEs veileder nr. 7/2014 basert på nye grunnundersøkelser. Det er i tillegg gitt innledende vurderinger av fundamenteringsmetoder for ny bebyggelse på området.

*Notatet er revidert etter kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring. Revidert tekst er skrevet i kursiv. Revidert tekst for rev 02 er skrevet med understrek.*

## 2 Grunnlag

### 2.1 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser for prosjektet er utført av Multiconsult i januar og februar 2020. Resultater er gjengitt i geoteknisk datarapport nr. 10200644-06-RIG-RAP-001 [2].

Trondheim kommune og Kummeneje har tidligere utført grunnundersøkelser i området. Rapporter fra grunnundersøkelsene er vist i Tabell 2-1. Relevante undersøkelser er vist i situasjonsplan, tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-002.

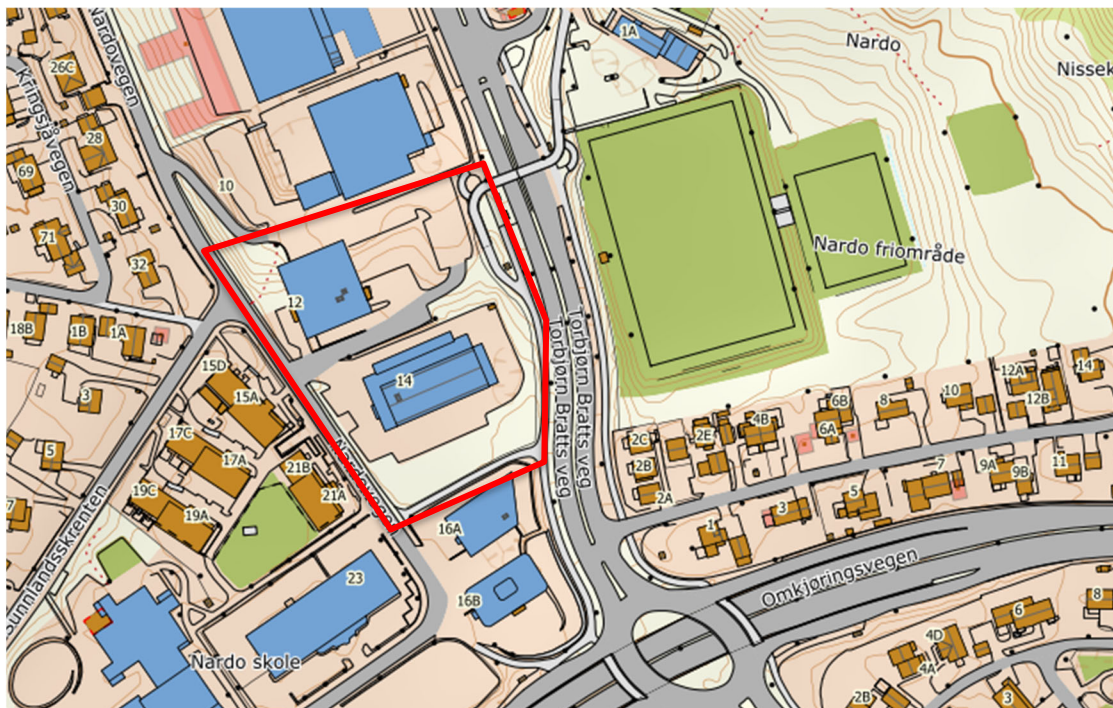
Tabell 2-1 Tidligere utførte grunnundersøkelser.

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på sit.plan
[3]	R.732	Trondheim kommune	1988	Statens Vegvesen, Sør- Trøndelag	Bru, Torbjørn Bratts veg	-002
[4]	O.1648	Ottar Kummeneje	1973	A/S Beslagco	A/S Beslagco, Nardovegen 12	-002
[5]	O.1310	Ottar Kummeneje	1973	Anker Batterifabrikk A/S	Anker Batterifabrikk A/S, Nardovegen 14	-002

### 3 Områdebeskrivelse

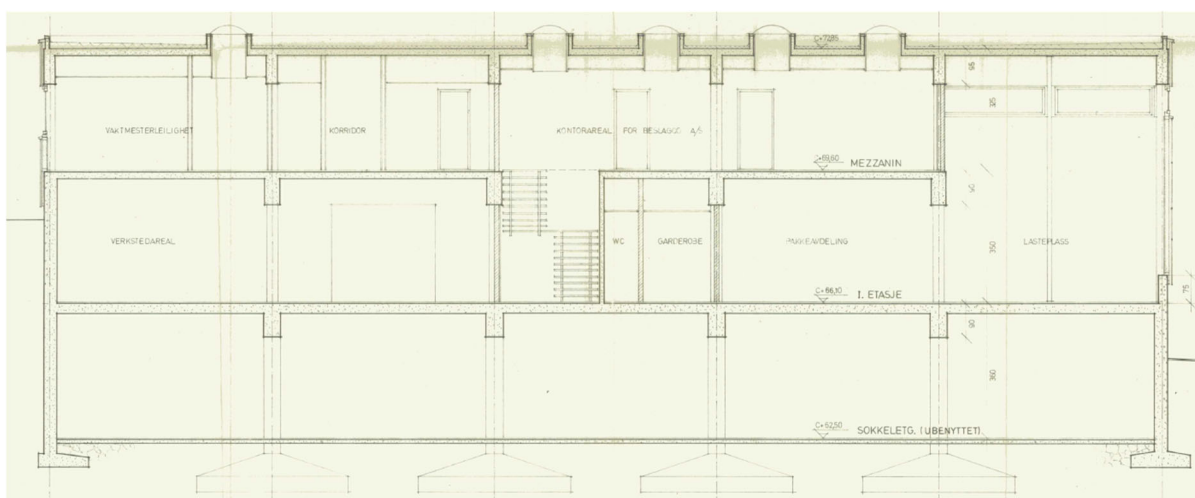
#### 3.1 Topografi og bebyggelse

Det aktuelle området ligger mellom Torbjørn Bratts veg og Nardovegen, rett nord for Omkjøringsvegen. Området ligger på ca. kote +65 og skrår noe av mot nord. Området er i dag bebygget med næringsbygg og parkeringsplasser. Terrenget er tilpasset bebyggelsen i trappeform. Området er vist i Figur 3-1.



Figur 3-1 Oversiktskart over området. Utsnitt fra [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no).

Nordvest i området heller terrenget ned fra Nardovegen på ca. kote +68,5 til ca. kote +61,5. Bebyggelsen ved Nardovegen 12 består av 3 etasjer, der overkant gulf i underetasjen er på ca. samme nivå som terrenget nord for bygget (ca. kote +61,5). Vest for bygget, mot Nardovegen er terrenget bygget opp til tilnærmet samme nivå som gulf i øverste etasje, på ca. kote +67.



Figur 3-2 Utsnitt fra Tegning Fasade sør, snitt øst-vest fra Arkitekt Knut Bergersen, datert 20.12.1973

### 3.2 Grunnforhold

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene på området i hovedsak består av fyllmasser over tørrskorpeleire og leire. Utførte CPTU-sonderinger antyder overgang til sensitiv eller kvikk leire ca. 3-7 m under terreng over store deler av området. I sørvestre hjørne av området antyder undersøkelsene ikke-sensitiv løsmasser. Langs Torbjørn Bratts veg er det påvist ikke-sensitiv leire ved tidligere utførte grunnundersøkelser[3]. Både nye og eldre relevante undersøkelser er vist på situasjonsplan, tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-002.

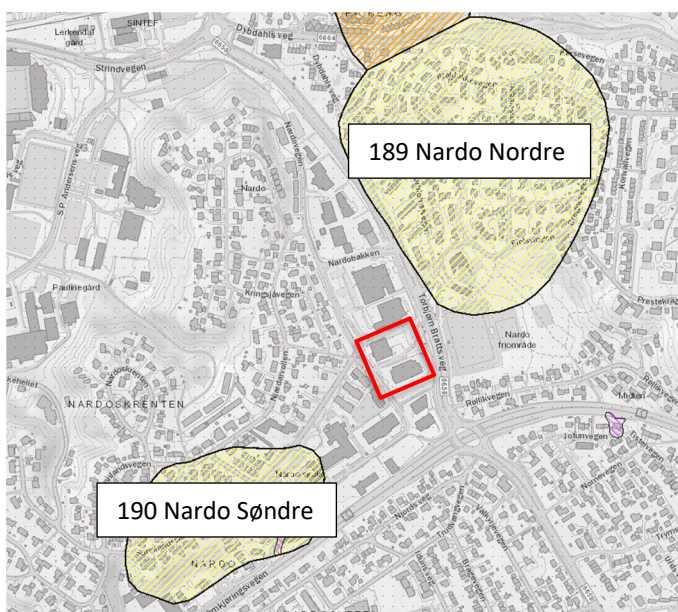
Nordvest på området, i borpunkt 1 er det påvist kvikkleire ved prøvetaking fra ca. 7 m til 18 m under terreng. CPTU-sondering antyder kvikk/ sensitiv leire til avsluttet sondering ca. 30 m under terreng. Sonderingen antyder også tynne lag med noe grovere materialer i dybden. I borpunkt 2 er det påvist fyllmasser med leire/ tørrskorpeleire til 5 m under terreng. Videre er det påvist kvikkleire 8-9 m under terreng. Sondering i punktet antyder sensitiv leire til avsluttet sondering ca. 20 m under terreng.

Prøveserier i borpunkt 1 og 2 viser at vanninnholdet i kvikkleira er mellom 30-50%. Vanninnholdet ser ut til å avta med dybden. Enaksial- og konusforsøk på kvikkleira viser udrenert skjærfasthet mellom 12 kPa og ca. 70 kPa. Omrørt skjærfasthet ligger rundt 0,1 kPa i borpunkt 1 og rundt 0,3 kPa i borpunkt 2.

Det er sondert til antatt berg i 3 punkter. I borpunkt 5 er det boret 2,9 m i antatt berg. Langs Torbjørn Bratts veg varierer dybde antatt berg fra ca. 12 m til 15 m (ca. kote +55 i sør og +45 i nord). Midt på tiltaksområdet er antatt bergdybde ca. 20 m under terreng på kote +44. Løsmassemektigheten ser ut til å øke mot vest og i borpunkt 1 ved Nardovegen er det sondert 30 m (til ca. kote +38) uten å påtreffe berg. I Trondheim kommunes karttjeneste [6] er det mulig å se utførte boringer og i hvilke boringer det er påvist fjellkontakt. Omtrent 50 m sør for Nardovegen 12 er det sondert 2 meter i antatt berg ca. 45 m under terreng.

### 3.3 Kvikkleiresoner

Området ligger ikke i en kartlagt kvikkleiresone i henhold til NVE Atlas [7]. Figur 3-3 viser registrerte kvikkleiresoner i nærheten av området. Nardovegen 12 og 14 ligger mellom kvikkleiresone nr. 189 Nardo Nordre og 190 Nardo Søndre. Begge kvikkleiresonene har lav faregrad.



Figur 3-3 Utsnitt fra atlas.nve.no viser registrerte kvikkleiresoner i nærheten av området.

## 4 Planlagt utbygging

Det foreligger foreløpig ingen konkrete planer for utbyggingen, men tiltakshaver ønsker 650+ boenheter på området. Et sammenlignbart prosjekt i nærheten er Lerkendal studentby, som består av blokker med 5 til 7 etasjer.

På bakgrunn av dette tas det utgangspunkt i at det skal kunne etableres ny bebyggelse på hele området og at bebyggelsen vil være mellom 5 og 8 etasjer over bakken.

## 5 Geoteknisk vurdering

### 5.1 Problemstillinger

Ved vurdering av områdestabilitet knyttet til kvikkleireproblematikk etter NVEs veileder nr. 7/2014 [8] skal følgende verifiseres:

1. Bygging skal ikke utløse skred i kvikkleire
2. Bygg skal ikke bli involvert i et kvikkleireskred som starter et annet sted, men som deretter suksessivt utvider seg
3. Bygg skal ikke bli truffet av skredmasser fra et kvikkleireskred

For vurdering av punkt 2 og 3 vises det til notat nr. 10200644-RIG-NOT-003\_rev02 [1]. Det er vurdert at tiltaksområdet ikke står i fare for å bli involvert i skred som starter i nærliggende kvikkleiresoner, eller blir påvirket av skredmasser fra nærliggende kvikkleiresoner.

*Det er valgt å ikke utrede en kvikkleirefaresone for tiltaksområdet, selv om det er kvikkleire i området. Dette er knyttet til fravær av naturlige utløsende årsaker. Videre er det for lengre skjærflater som involverer planområdet, dokumentert tilfredsstillende sikkerhet i utredning for Nardoveien 3 utført av SWECO [9]. For den nærliggende utbyggingen i Nardoveien 2 er det heller ikke vurdert behov for å opprette en faresone i området, det er kun gjort en vurdering av faregrad for å kunne bestemme sikkerhetsnivå for lange skjærflater [10]. Stabilitetsmessige utfordringer for Nardoveien 12/14 relaterer seg til lokalstabilitet. Så lenge lokalstabilitet er ivaretatt, vil områdestabilitet også være ivaretatt.*

Utfordringen ved etablering av ny bebyggelse er punkt 1; å ikke utløse skred i kvikkleire. I hovedsak er det skråningen øst for Nardovegen, mot eksisterende bebyggelse ved Nardovegen 12 som er kritisk for utbyggingen. Eventuell riving av Nardoveien 12 vil medføre fjerning av den stabiliserende effekten lasten av bygget har, og dermed svekke stabiliteten til skråningen. Det må derfor vurderes både om skråningen har god nok stabilitet for etablering av ny bebyggelse og om riving av eksisterende bebyggelse er gjennomførbar. *Stabilitetsberegninger i nord-sør retning viser tilfredsstillende stabilitet (se avsnitt 5.3.2).*

### 5.2 Krav til sikkerhet

*Områdestabilitet relaterer seg til en skredhendelse i kvikkleire som kan utvikle seg suksessivt til å involvere et stort område. Hvis den aktuelle skråninga hvor et slikt skred kan initieres ligger utenfor tiltaksområdet, gjelder krav til sikkerhet iht. NVEs veileder nr 7/2014 [8]. I noen tilfeller kan skjærflater som går inn i planlagt tiltak også klassifiseres som områdestabilitet, særlig for lange skjærflater. Det er ikke identifisert slike situasjoner som kan påvirke Nardoveien 12/14 [1].*

*Lokalstabilitet defineres i NVE 7/2014 [8] som en «lokalt avgrenset stabilitetsstilstand med mulighet for brudd i grunnen. Bruddet avgrenses til det lokale påvirkningsområdet for spenningsendringen som*



har oppstått i skråningen. Typiske eksempler er lokalt grunnbrudd under fylling eller fundament, lokal utglidning ved graving i skråning i byggegrop eller i skjæring (..)»

Det er problemstillinger knyttet til lokalstabilitet som er gjeldende for en utbygging på Nardoveien 12/14. For alle stabilitetssituasjoner vil det dermed være Eurokode 7 [11] som gir føringer for sikkerhetskrav. Hvis kravene i Eurokode 7 [11] tilfredsstilles, så vil også krav i NVE 7/2014 [8] knyttet til kvikkleire være tilfredsstillt.

Krav til materialfaktor er gitt i Eurokode 7 [11] nasjonalt tillegg tabell NA.A.4. For friksjonsvinkel og effektiv kohesjon er kravet 1,25. For udrenert skjærfasthet er kravet 1,4.

Utbyggingen plasseres i tiltakskategori K4 og sikkerhetsfaktor  $F \geq 1,4$  tilfredsstillt krav gitt i NVEs veiledning 7/2014 [8].

### 5.3 Stabilitetsberegninger

Det er regnet stabilitet i fire profiler: profil A-A, profil B-B, profil C-C og profil D-D som vist på tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-002. Beskrivelse av beregningsverktøy og bakgrunn for parametervalg er gitt i Vedlegg A.

#### 5.3.1 Profil A-A

Profil A-A vurderes som representativt for skråningen fra Nardovegen mot eksisterende bebyggelse. Stabilitetsberegning (drenert og udrenert) for dagens situasjon er vist i tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-800.1. Resultatene er oppsummert i Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Beregningsresultater for udrenert og drenert bruddtype for dagens situasjon, Profil A-A.

Situasjon	Bruddtype	Materialfaktor	Krav til materialfaktor	Tegning nr.
Dagens	Drenert	1,82	-	-800.1
Dagens	Udrenert	0,99	-	-800.1

Resultatene viser at skråningen i dagens situasjon har dårlig stabilitet, med svært liten sikkerhet mot udrenerte lastpåvirkninger. Det er gjort beregninger som viser stabiliteten ved riving vil føre til en midlertidig forverring av stabiliteten. Bygget kan derfor ikke rives uten at det først utføres stabiliserende tiltak.

#### 5.3.2 Profil B-B

Profil B-B går i retning nord/sør-retning, parallelt med Nardovegen og Torbjørn Bratts veg. Profilet er lagt der det ved riving av bygg gir størst skråningshøyde, og vurderes som kritisk situasjon i nord/sør-retning. Lenger øst på tomte forventes tilsvarende eller bedre grunnforhold, og slakere terrenghelning enn i valgt profil. Stabilitetsberegning (drenert og udrenert) for dagens situasjon er vist i tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-801.1. Resultatene er oppsummert i Tabell 5-2.

Tabell 5-2 Beregningsresultater for udrenert og drenert bruddtype for dagens situasjon, Profil B-B

Situasjon	Bruddtype	Materialfaktor	Krav til materialfaktor	Tegning nr.
Dagens	Drenert	1,97	-	-801.1

Dagens	Udrenert	1,30	-	-801.1
Dagens	Drenert, lang skjærflate	4,31	-	-801.1
Dagens	Udrenert, lang skjærflate	2,86	-	-801-1

### 5.3.3 Profil C-C

Profil C-C viser stabilitetsforholdene rett nord for dagens bygg på Nardovegen 12. Profilet ligger tilnærmet parallelt med profil A-A og dekker stabiliteten i øst-vest retning over Nardoveien. Stabilitetsberegning (drenert og udrenert) for dagens situasjon er vist i tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-802.1. Resultatene er oppsummert i Tabell 5-3

Tabell 5-3 Beregningsresultater for udrenert og drenert bruddtype for dagens situasjon, Profil C-C

Situasjon	Bruddtype	Materialfaktor	Krav til materialfaktor	Tegning nr.
Dagens	Drenert	1,55	=	-802.1
Dagens	Udrenert	1,18	=	-802.1
Dagens	Drenert, lang skjærflate	2,63	=	-802.1
Dagens	Udrenert, lang skjærflate	1,33	=	-802-1

Resultatene viser at skråningen i dagens situasjon har dårlig stabilitet og at det må utføres stabiliserende tiltak som del av en utbygging.

### 5.3.4 Profil D-D

Profil D-D undersøker om en motfylling som stabiliserende tiltak i bunn av skråningen fra Nardovegen (Profil A og C) medfører for dårlig stabilitet nordover mot naboeiendommen Nardovegen 10. Resultatene er oppsummert i Tabell 5-4.

Tabell 5-4 3 Beregningsresultater for udrenert og drenert bruddtype for dagens situasjon og etter utførte stabiliseringstiltak, Profil D-D.

Situasjon	Bruddtype	Materialfaktor	Krav til materialfaktor	Tegning nr.
Dagens	Drenert	1,96	=	-803.1
Dagens	Udrenert	1,50	=	-803.1
Dagens	Drenert, lang skjærflate	3,04	=	-803.1
Dagens	Udrenert, lang skjærflate	1,93	=	-803.1

Etter tiltak	Drenert	<u>1,96</u>	$\geq 1,25$	<u>-803.2</u>
Etter tiltak	Udrenert	<u>1,50</u>	$\geq 1,4$	<u>-803.2</u>
Etter tiltak	Drenert, lang skjærflate	<u>2,88</u>	$\geq 1,4$	<u>-803.2</u>
Etter tiltak	Udrenert, lang skjærflate	<u>1,83</u>	$\geq 1,4$	<u>-803.2</u>

Resultatene viser at en motfylling som stabiliserende tiltak for skråninga mot Nardoveien (profil A og C) gir en liten forverring av stabiliteten mot Nardovegen 12, men at krav til sikkerhet likevel er tilfredsstillt.

## 5.4 Stabiliserende tiltak

### 5.4.1 Profil A-A og profil C-C

Beregninger med stabiliserende tiltak som tilfredsstillt krav til sikkerhet for profil A-A er vist i 10200644-06-RIG-TEG-800.2. Tiltak i profil C-C er vist i 10200644-06-RIG-TEG-802.2. Resultatene er oppsummert i Tabell 5-5.

Tabell 5-5 Beregningsresultater for udrenert og drenert bruddtype etter stabiliserende tiltak, profil A-A og C-C.

Situasjon	Profil	Bruddtype	Materialfaktor	Krav til materialfaktor	Tegning nr.
Ferdig terreng for ny bebyggelse	A-A	Drenert	2,09	$\geq 1,25$	-800.2
Ferdig terreng for ny bebyggelse	A-A	Udrenert	1,41	$\geq 1,4$	-800.2
Ferdig terreng for ny bebyggelse	<u>C-C</u>	<u>Drenert</u>	<u>2,04</u>	$\geq 1,25$	-802.2
Ferdig terreng for ny bebyggelse	<u>C-C</u>	<u>Udrenert</u>	<u>1,50</u>	$\geq 1,4$	-802.2
Ferdig terreng for ny bebyggelse	<u>C-C</u>	<u>Drenert, lang skjærflate</u>	<u>2,85</u>	$\geq 1,4$	-802.2
Ferdig terreng for ny bebyggelse	<u>C-C</u>	<u>Udrenert, lang skjærflate</u>	<u>1,43</u>	$\geq 1,4$	-802.2

For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for ny bebyggelse må terrenget i bunn av skråningen heves til kote +63,3. Eventuelt må ny bebyggelse bidra med tilsvarende stabiliserende last forutsatt at denne

bygglasten er «ubrennbar», eller på tilsvarende måte bestandig slik at den kan medregnes som en permanent stabiliserende last.

Som stabiliserende tiltak for riving av bebyggelsen vurderes det som mest hensiktsmessige å legge ut en motfylling i kjelleren til eksisterende bebyggelse i Nardovegen 12. Beregning i profil C viser at fyllinga må trekkes helt ut i eiendomsgrensen i nord. Dette kan føre til at grensesnitt mot dagens adkomstveg til Nardoveien 10 må avklares med naboeiendommens eier. Stabiliseringstiltaket er skissert i Figur 5-1 og må detaljprosjekteres. I tillegg viser beregningene i profil C-C at det er behov for en mindre utslaking, eller motfylling også lenger opp i skråningen mot Nardovegen 12.

Det vil være behov for rekkefølgebestemmelser i forbindelse med sikringsarbeidet og det forutsettes at anleggsarbeidene arbeider mot økt stabilitet i alle faser.

På grunn av svært bløte grunnforhold og mangel på mulighet for avstiving vurderes spunt som lite aktuelt i dette området. Stabilisering av skråningen med kalk/semestabilisering kan føre til midlertidig lavere stabilitet. På grunn av dårlig stabilitet i utgangspunktet vil det trolig ikke være mulig å sette kalk/semestpeler før skråningsstabiliteten er bedret ved motfylling i bunn av skråningen.

#### 5.4.2 Profil B-B

Beregninger med stabiliserende tiltak som tilfredsstiller krav til sikkerhet er vist i 10200644-06-RIG-TEG-801.2.

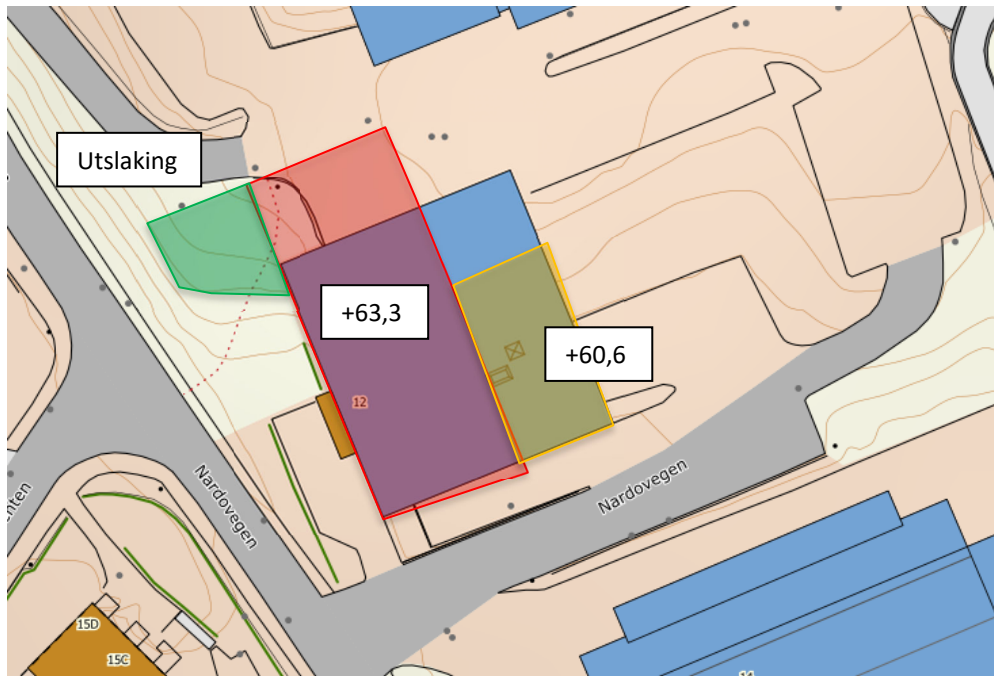
Tabell 5-6 Beregningsresultater for udrenert og drenert bruddtype etter stabiliserende tiltak, profil B-B

Situasjon	Bruddtype	Materialfaktor	Krav til materialfaktor	Tegning nr.
Ferdig terreng for ny bebyggelse	Drenert	1,55	≥1,25	-801.2
Ferdig terreng for ny bebyggelse	Udrenert	1,40	≥1,4	-801.2
Ferdig terreng for ny bebyggelse	Drenert, lang skjærflate	4,12	≥1,40	-801.2
Ferdig terreng for ny bebyggelse	Udrenert, lang skjærflate	3,55	≥1,4	-801.2

For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet uten belastning og støtte fra eksisterende bebyggelse må terrenget under dagens bygg ved Nardovegen 12 heves til minimum kote +60,6. Dette forutsetter graveskråning på 1:1,5, at bebyggelsen ved Nardovegen 14 rives før riving og utgraving av Nardoveien 12 samt at skråningstoppen ikke utsettes for trafikklast. Ønskes terreng tilbakeført til et bygg med sokkelkonstruksjon som tilsvarer dagens situasjon kan tilbakefylling mot kjellervegg utføres med lettmasser for å ivareta stabilitet. Dette vil også være gunstig med tanke på ensidig horisontalt jordtrykk og utfordringer med å ta opp disse kreftene i en eventuell pelet fundamenteringsløsning.

Stabilitet i nord/sør-retning vil måtte hensyntas i detaljprosjekteringen, men beregningen i Profil B-B viser at det i utgangspunktet kreves mindre omfattende tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet enn i Profil A-A. Ettersom profil B-B går i nord/sør-retning vil det også mulig å utføre terrenginngrep på toppen av skråninga sør for Nardovegen 12. Det vil si at man kan senke terrenget i stedet for å

heve nivå på kjellernivå. Evt. kan begge tiltak benyttes i kombinasjon. Nord-sør-situasjonen inn mot Nardoveien 12 har flere muligheter for tilpasning når planer for utbygging foreligger. En skissert løsning for utfylling i Nardoveien 12 er vist i Figur 5-1.



*Figur 5-1 Skissert minimumsromfang av stabiliserende fylling. Tall angir kotehøyde for topp av fylling. Andre muligheter kan være aktuelle, dette må prosjekteres i detaljeringsfase.*

## 5.5 Vurdering av fundamentering for ny bebyggelse ved skråning fra Nardovegen

Etter stabilisering av skråningen er det flere alternativer for fundamentering av ny bebyggelse i skråninga langs Nardovegen:

- De to øverste etasjene i Nardovegen 12 rives. Videre fundamenteres nytt bygg på peler som bores gjennom fylling og kjellerens gulvkonstruksjon til berg.
- Stabilisering av skråningen med kalk/sement, før fylling i kjeller fjernes og hele bygget rives.
- Benytte deler av eksisterende bebyggelse i ny utbygging.

Før det foreligger konkrete planer for utbyggingen er det vanskelig å sammenligne miljøpåvirkning og økonomi for de ulike løsningene. På generelt grunnlag er miljøpåvirkningen ved fundamentering på stålkjernerpeler og bruk av kalk/sementstabilisering stor.

### 5.5.1 Pelefundamentering gjennom fylling og kjeller

Fundamentering med stålkjernerpeler boret gjennom fylling og kjeller vil gi stor frihet i utforming av bebyggelse. Det vil være mulig å ivareta stabilitet i skråninger på en god måte, samtidig som setningsproblematikk unngås. Merk at problemstillinger med ensidig horisontal jordtrykk må ivaretas ved en slik løsning.

Utfyllingsarbeidene vil gi setninger som må hensyntas i prosjektering av fundamentering av bygg. Ett alternativ er å vente til setningene er ferdige, noe som kan ta i størrelsesorden år eller evt. påskyndes ved bruk av vertikaldren. Alternativt kan man prosjektere en pelefundamentering til å ta setningene som påhengslaster.

Det er noe usikkerhet i dybde til berg i området langs Nardovegen. Det er sonderet til 30 m under terreng uten å påtreffes berg. 50 m sør for dagens bebyggelse ved Nardovegen 12 er det påtruffet berg ca. 45 m under terreng. Det kan trolig forventes at dybde til berg er mellom 30 og 50 m.

### 5.5.2 Kalk/sementstabilisering av skråningen

Etter at det er lagt ut motfylling i underetasjen vil det være mulig å sette kalk/sementpeler for stabilisering av skråningen. Når stabilisert leire oppnår tilstrekkelig fasthet vil det være mulig å fjerne motfylling i kjeller og rive bebyggelsen. For å oppnå god nok stabilitet for ny bebyggelse må det trolig fylles opp noe fra kote + 60 (som er forutsatt fundamentnivå for eksisterende bebyggelse). Videre kan det etableres ny bebyggelse. Setningsproblematikk kan legge føringer for utforming av bebyggelse, evt. kan det bli behov for forbelastning av området som skal bebygges.

Løsningen krever omfattende detaljprosjektering og utførelsen kan være anleggsteknisk krevende.

### 5.5.3 Benytte deler av eksisterende bebyggelse

Etter at det er lagt ut motfylling i underetasjen vil det være mulig å benytte deler av bebyggelsen til nye formål. Byggets, og spesielt bæresystemets forfatning, må da vurderes og eventuelt forsterkes. Forsterkning av fundamenteringen kan også bli aktuelt. En geoteknisk utfordring med å benytte deler av bebyggelsen videre, er at det som følge av belastning fra fylling i underetasje og utvidelse av bygget vil kunne oppstå setningsproblematikk.

Det vil også være mulig å rive kun delen av bygget som ligger lengst øst. Hvor stor del av bygget som kan rives må undersøkes dersom løsningen blir aktuell.

Dette er en løsning med risikoelementer knyttet til forfatning av bæresystem i dagens bygg og samvirke med nye elementer, men løsningen vil trolig gi minst miljøpåvirkning av de foreslåtte tiltakene.

## 5.6 Vurdering av fundamentering for øvrige deler av tiltaksområdet

Utførte undersøkelser antyder at overgang til kvikkleire er mellom 3 og 7 meter under terreng. Det vil trolig være mulig å etablere kjeller i et nivå for hele tiltaksområdet. Generelt vurderes det at bygg på 5 til 6 etasjer med en kjelleretasje kan fundamenteres direkte kompensert. Etasjehøyde vil være avhengig av utgravingsdyp, nivå på grunnvannstand, byggematerialer og setningstoleranser. Ved direktefundamentering vil det være fordelaktig med lette bygg. Ved grunn kjeller og/eller tungt bygg kan kompensert direktefundamentering begrenses til 5 etasjer over bakken eller lavere.

Direktefundamentering som belaster grunnen bør unngås, både med tanke på setninger og negativ påvirkning av områdestabilitet.

Generelt er grunnforholdene slik at direktefundamenterte bygg vil være best egnet på tomte til Nardoveien 14. Avlastning, eller kompensert fundamentering, i dette området vil ikke påvirke områdestabiliteten negativt.

Det er bløt og kvikk leire på begge tomtene. Dybde til disse lagene varierer, men generelt bør det ikke graves under kote +60 for kjellere. Stabilitet av graveskråninger må vurderes særskilt. Avhengig av plassering av bygg på tomte og utgravingsdyp kan det bli aktuelt med oppstøttingsløsninger. Kalk/sement-stabilisering kan også være relevant.

Bygg over 6 etasjer bør fundamenteres på peler til berg. Dybde til berg på tiltaksområdet varierer fra ca. 12-15 m langs Torbjørn Bratts veg og øker trolig vestover mot Nardovegen til mellom 30-50 m. Gjennomsnittlig pelelengde vil variere med plassering av bebyggelse. Pelelengden vil være lavest om mesteparten av bebyggelsen på området plasseres øst på tiltaksområdet, langs Torbjørn Bratts veg.

## 6 Oppsummering

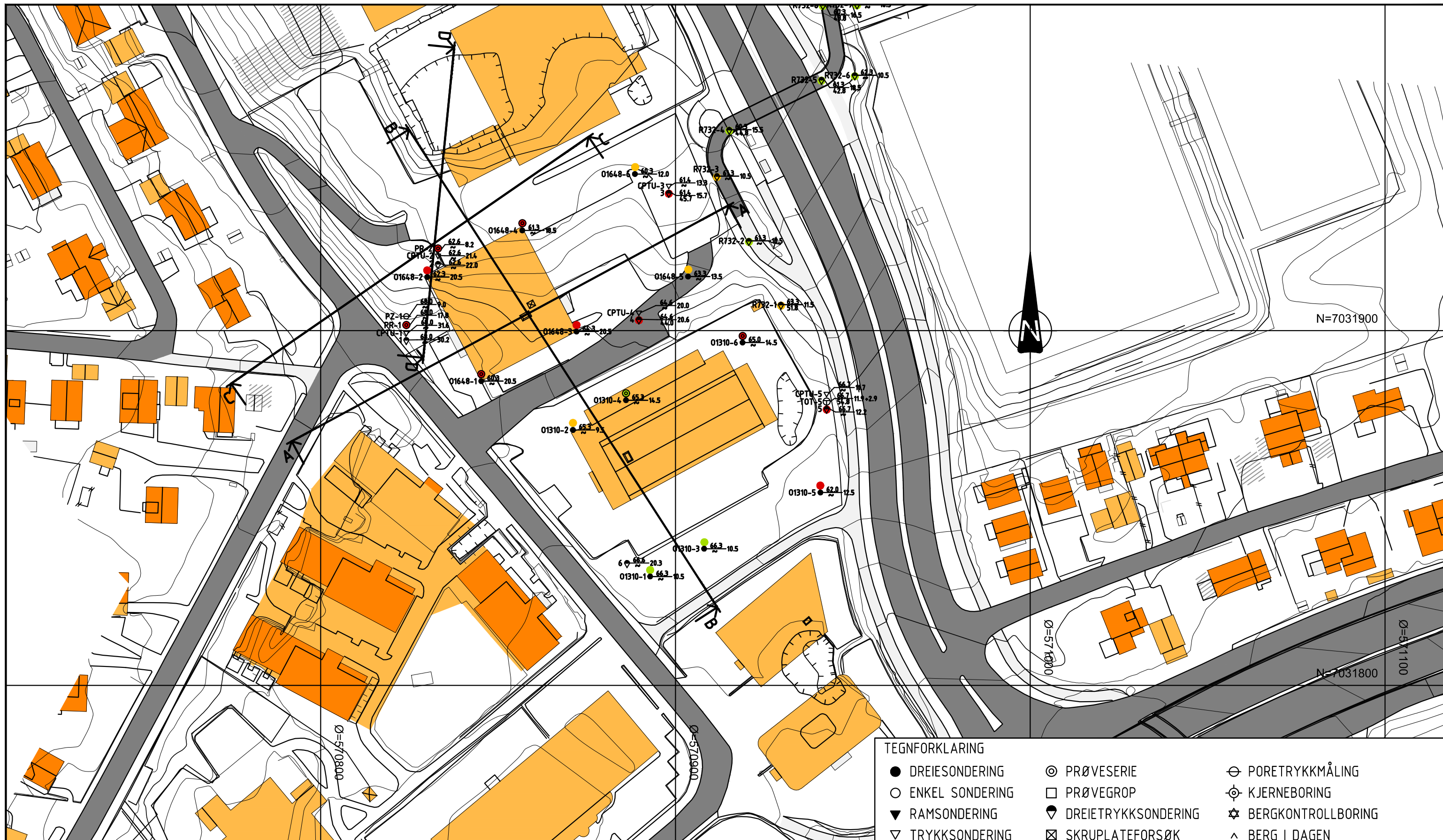
Det er gjort vurdering av stabilitetsforhold og fundamenteringsløsninger for Sit Tapir AS sine eiendommer ved Nardovegen 12 og 14 i Trondheim.

- Det er påvist svært dårlig stabilitet i skråninga fra Nardovegen mot eksisterende bebyggelse ved Nardovegen 12.
- Utbyggingen vurderes som gjennomførbar, men det må gjøres stabiliserende tiltak før eksisterende bebyggelse kan rives og ny bebyggelse kan etableres.
- Stabiliserende tiltak må detaljprosjekteres og det vil være behov for rekkefølgebestemmelser ved utførelse.
- Det er foreslått 3 alternativer for ny bebyggelse ved Nardovegen 12: Pelefundamentering gjennom eksisterende kjeller, kalk/semestabilisering av skråninga før riving, samt å benytte deler av eksisterende bebyggelse.
- For øvrige deler av tiltaksområdet er det vurdert at bygg opp mot 5 til 6 etasjer og kjeller kan direktefundamenteres kompensert, og at bygg som er høyere bør fundamenteres på peler til berg. Tomta for Nardoveien 14 er best egnet for kompensert direktefundamentering.
- Utgraving for kjelleretasje vil skje i bløt leire. Stabilitet av graveskråninger må vurderes særskilt i detaljeringsfase. Oppstøttingstiltak kan bli påkrevd.
- Vurderingene om stabilitet må underlegges uavhengig kvalitetssikring etter NVE 7/2014
- Øvrig videre geoteknisk prosjektering må følge krav etter Norsk Standard/Eurokode

## 7 Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS, «10200644-RIG-NOT-003\_rev02 Vurdering av områdestabilitet for tomter i Nardoveien».
- [2] Multiconsult Norge AS, «10200644-06-RIG-RAP-001 Sit - Nardovegen 12 og 14», Geoteknisk datarapport, mar. 2020.
- [3] Trondheim kommune, «R.732 Bru, Torbjørn Bratts veg», jun. 1988.
- [4] Ottar Kummeneje, «O.1648 A/S Beslagco, Nardovegen 12», aug. 1973.
- [5] Ottar Kummeneje, «O.1310 Anker Batterifabrikk A/S Nardovegen 14.», Grunnundersøkelse og fundamentering, apr. 1973.
- [6] Trondheim kommune, «Avansert kart».  
<https://kart5.nois.no/trondheim/Content/Main.aspx?layout=trondheim&time=637236596467210879&vwr=asv> (åpnet apr. 28, 2020).
- [7] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «NVE Atlas».
- [8] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred», Veileder nr. 7/2014, 2014.
- [9] SWECO, «576481 GEO-02», okt. 2014.
- [10] Rambll Norge AS, «G-RAP-002 1350020995 Nardobakken. Geoteknisk vurdering av områdestabilitet for reguleringsplan», mai 2017.
- [11] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler (NS-EN 1997-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004+NA:2016, nov. 2004. [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.standard.no/nettbutikk/sokeresultater/?search=1990&subscr=1>.





**TIDLIGERE UNDERSØKELSER:**  
 R732-X: Trondheim kommune rapport nr. R.732 Bru, Trobjørn Bratts veg  
 01648-X: Ottar Kummeneje rapport nr. 0.1648 A/S Beslagco, Nardovegen 12  
 01310-X: Ottar Kummeneje rapport nr. 0.1310 Anker Batterifabrikker A/S, Nardovegen 14

**KLASSIFISERING AV BORPUNKT:**  
 ● PÅVIST/TOLKET KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE  
 ○ MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE  
 ● IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

**TEGNFORKLARING**

● DREIESONDERING	⊙ PRØVESERIE	⊖ PORETRYKKMÅLING
○ ENKEL SONDERING	□ PRØVEGROP	⊕ KJERNEBORING
▼ RAMSONDERING	⬇️ DREIETRYKKSONDERING	⊗ BERGKONTROLLBORING
▽ TRYKKSONDERING	⊠ SKRUPLATEFORSØK	^ BERG I DAGEN
⊕ TOTALSONDERING	+ VINGEBORING	

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA SOSI  
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32  
 HØYDEREFERANSE: NN2000

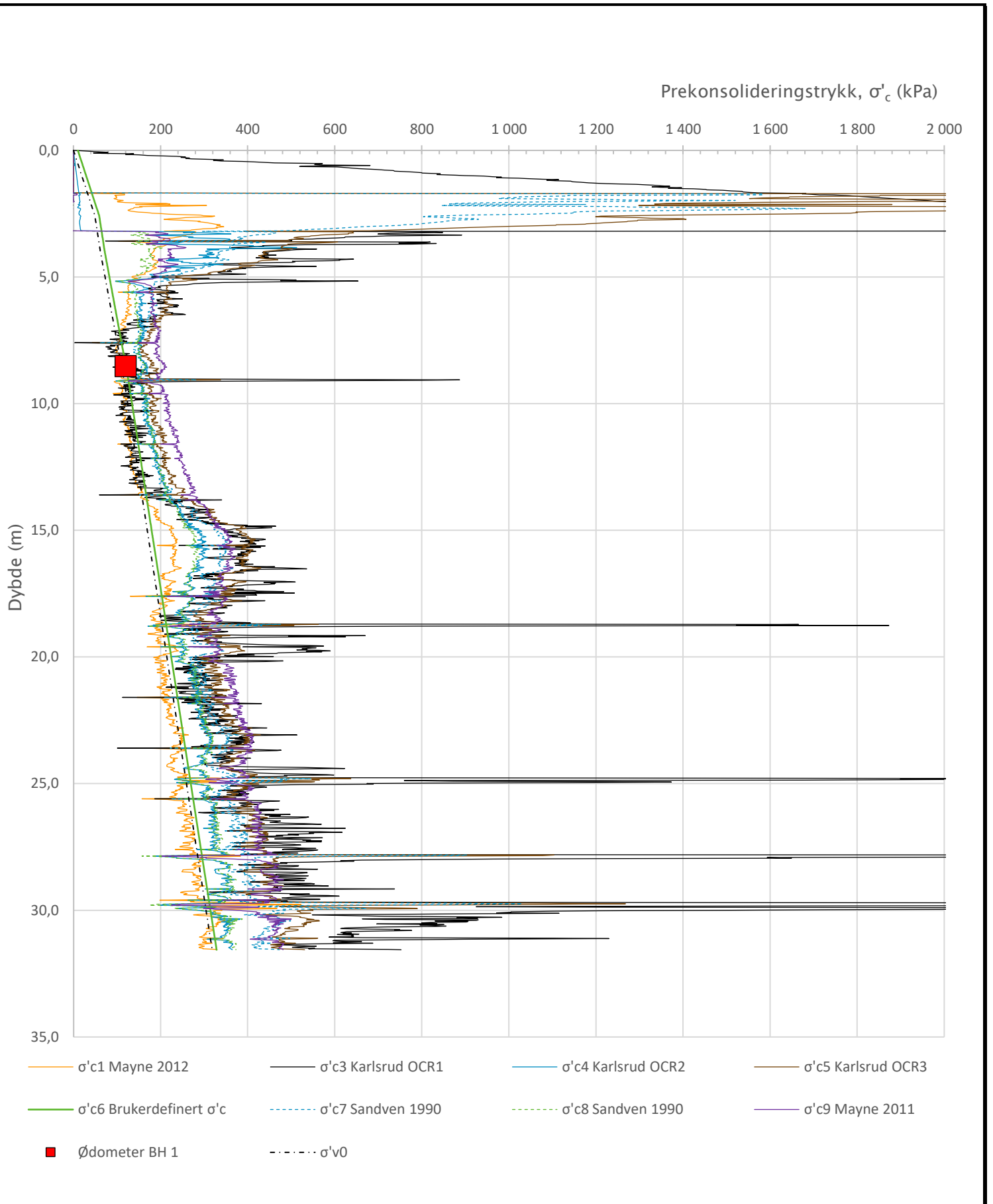
EKSEMPEL  
 BP 1 ⊕  $\frac{43.0}{28.2}$  TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE  
 14.8+2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
02	Revisjon inkluderer profil C og D		19.06.2020	SIE	ANG	HAN
01	Revisjon inkluderer klassifisering av borpunkt og profil B		03.06.2020	SIE	ANG	HAN
00	Første utsendelse		23.04.2020	SIE	ANG	HAN

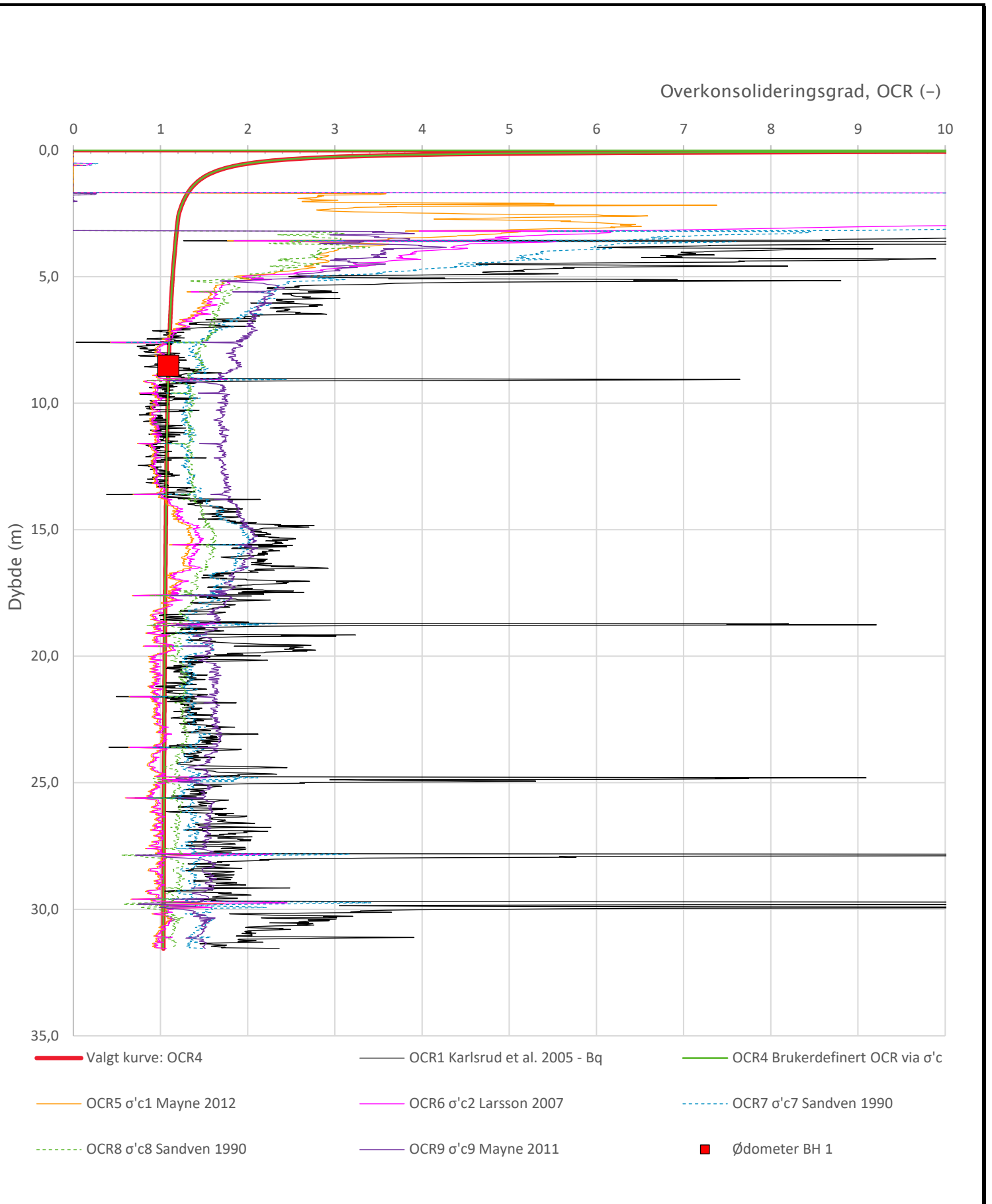
**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no

**Sit Tapir AS**  
 Sit - Nardovegen 12 og 14  
 Situasjonsplan

Status	Utsendt	Fag	RIG	Original format	Dato
Konstr./Tegnet	SIE	Kontrollert	ANG	A3	19.06.2020
Oppdragsnr.	10200644-06	Tegningsnr.	RIG-TEG-002	Målestokk	1:1000
Rev.					02



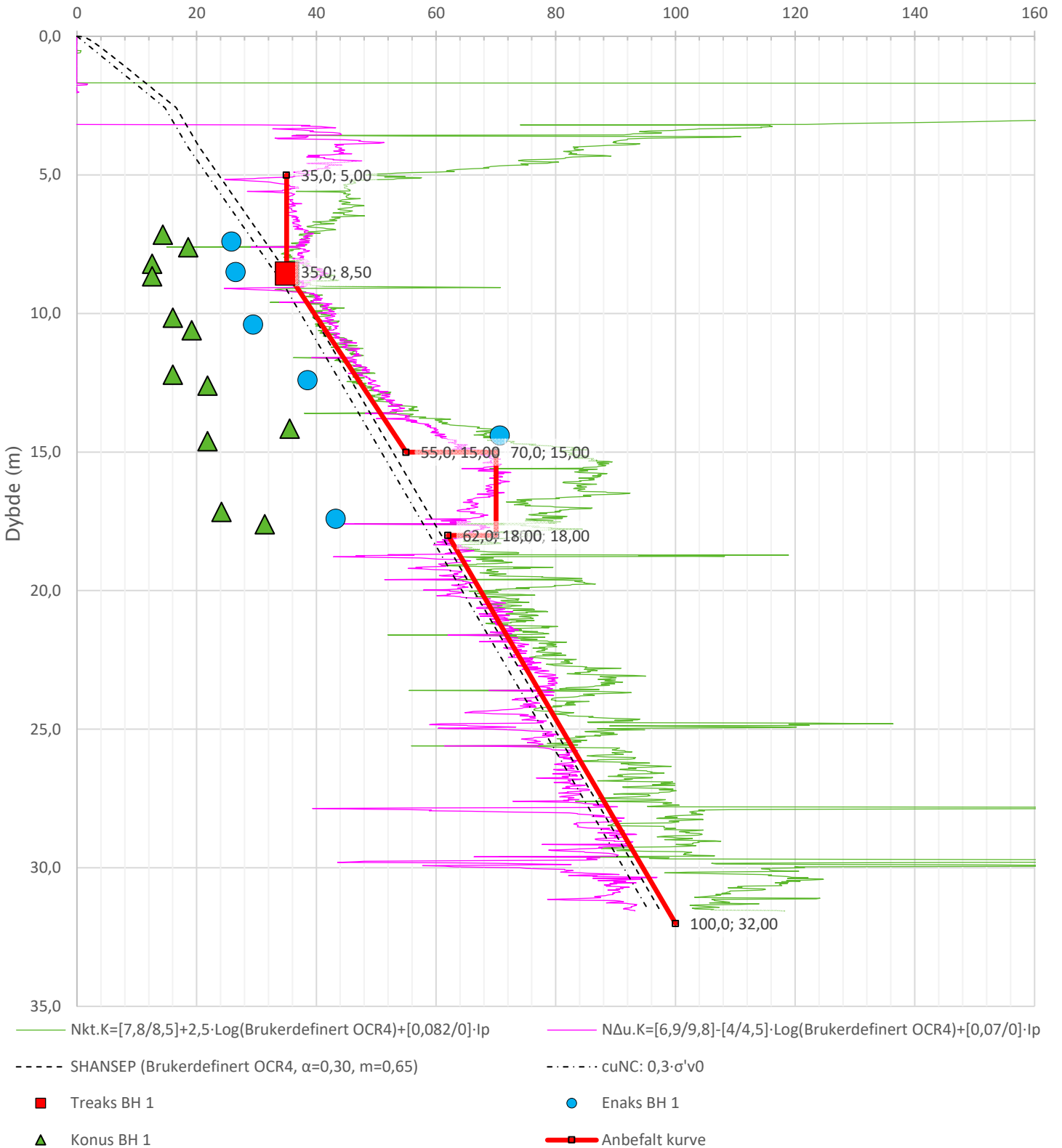
Prosjekt		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +68
<b>Sit - Nardovegen 12 og 14</b>				<b>1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'c$				<b>4354</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	SIE	ANG	HAN		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>500.5</b>
	Multiconsult	04.02.2020	0 Rev. dato 27.04.2020		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +68
<b>Sit - Nardovegen 12 og 14</b>				<b>1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>4354</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	SIE	ANG	HAN		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>500.6</b>
	Multiconsult	04.02.2020	0 Rev. dato 27.04.2020		

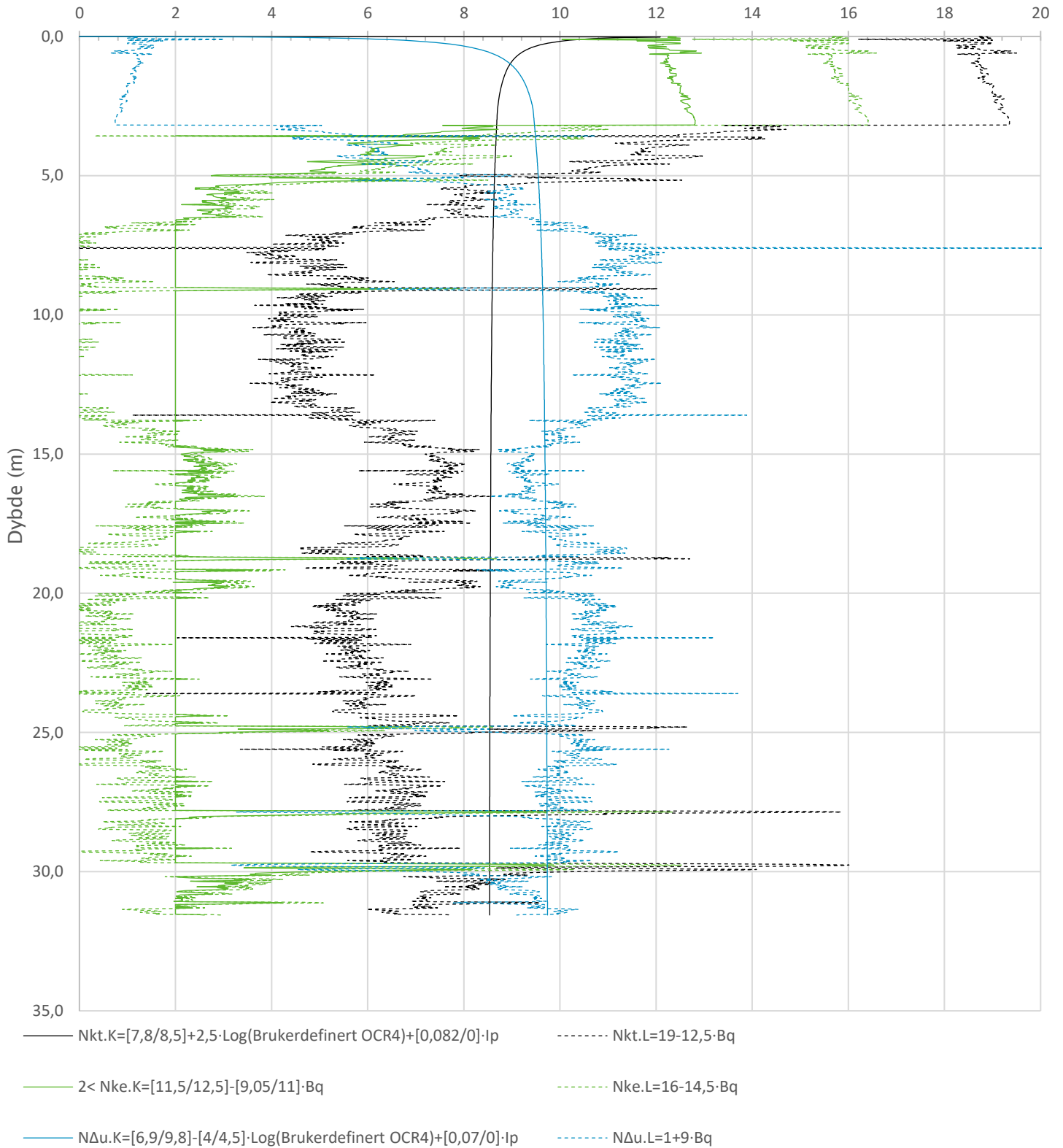
Anisotropiforhold i figur:  
 Treaks BH 1:  $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$   
 Enaks BH 1:  $c_{uuc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)

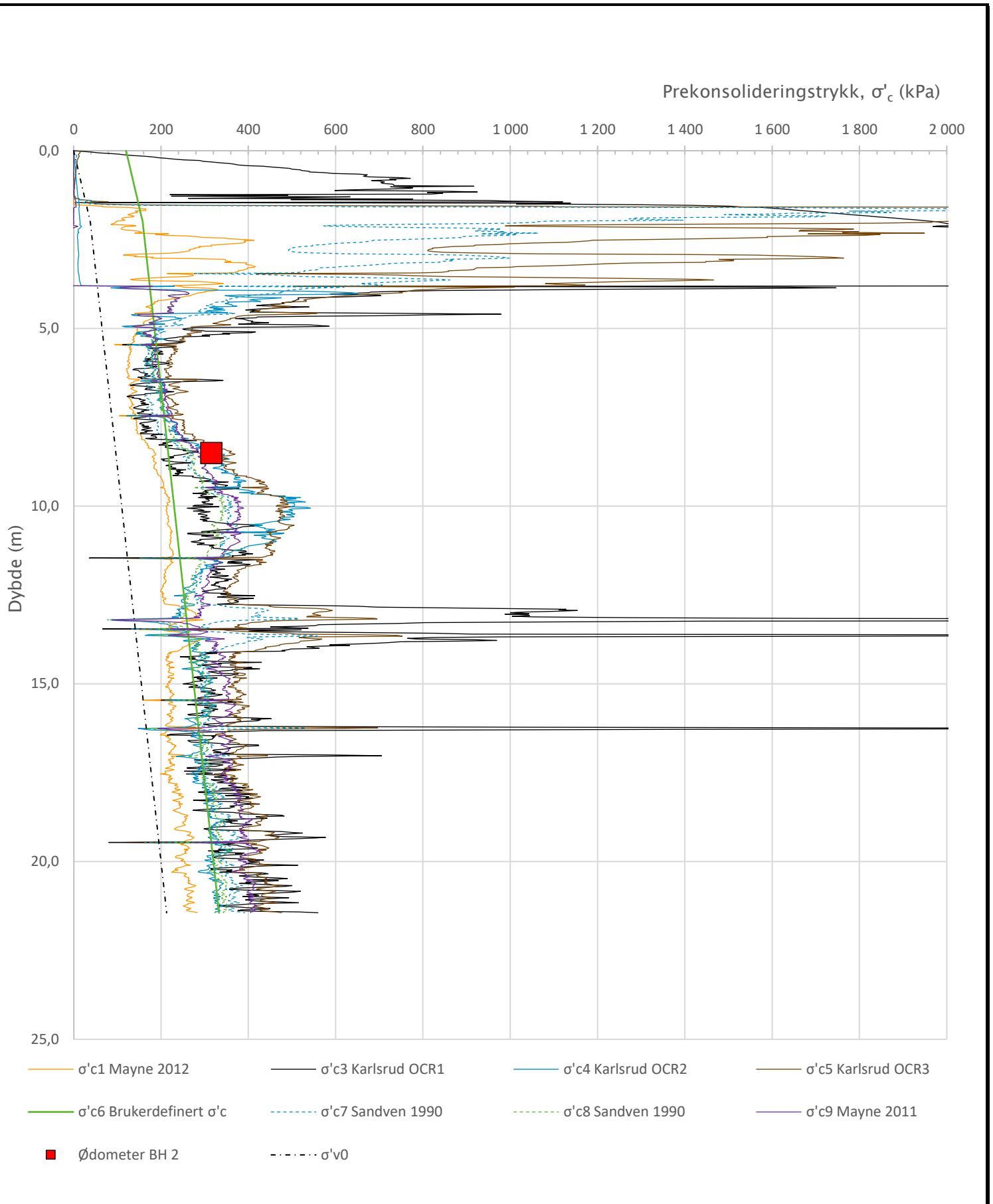


Prosjekt	Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +68
<b>Sit - Nardovegen 12 og 14</b>			<b>1</b>	
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	<b>4354</b>
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	SIE	ANG	HAN	<b>1</b>
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	04.02.2020	0	<b>500.7</b>
			Rev. dato	
			27.04.2020	

Bæreevnefaktorer, N (-)

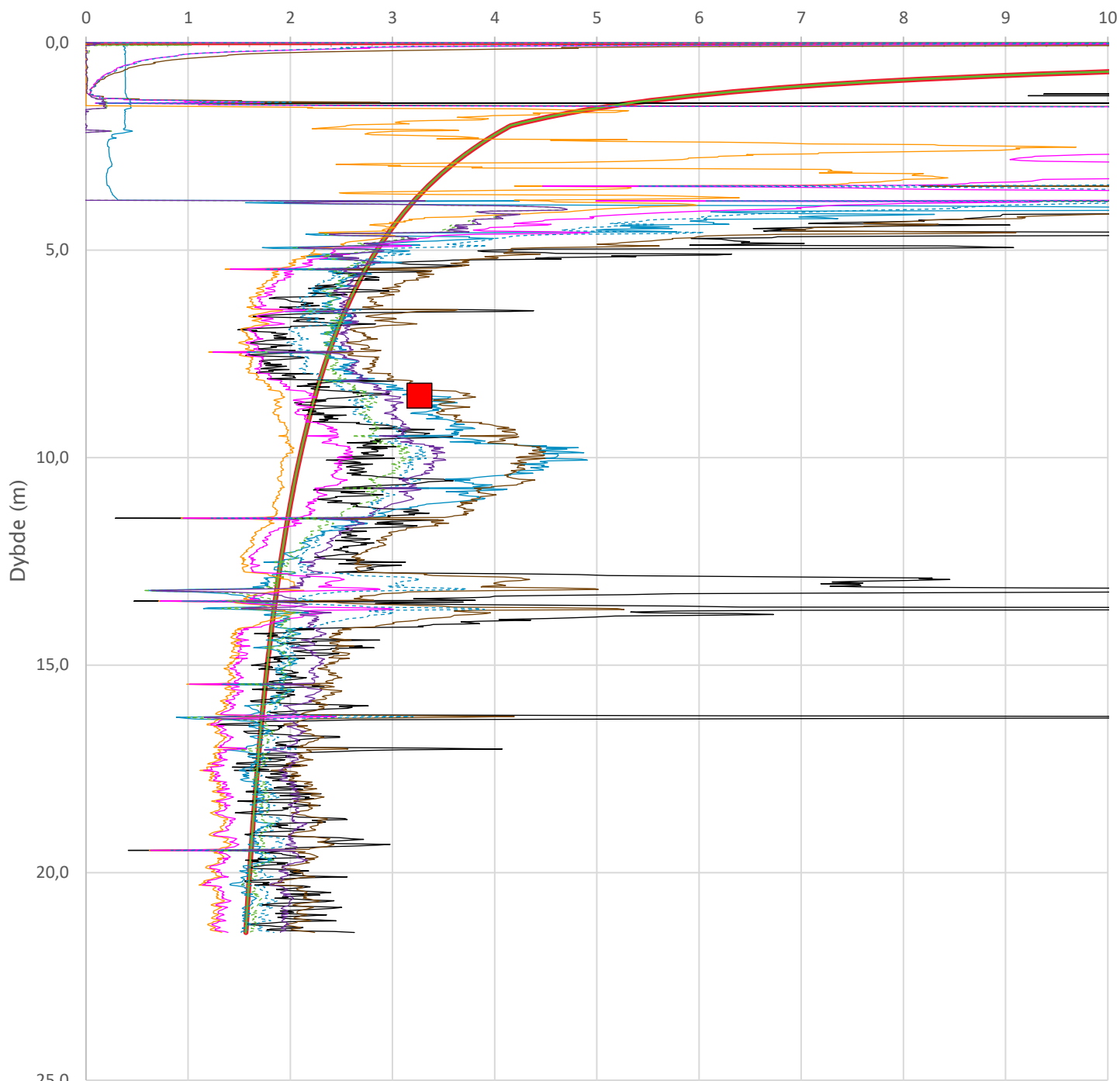


Prosjekt		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +68
<b>Sit - Nardovegen 12 og 14</b>				<b>1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet				<b>4354</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	SIE	ANG	HAN		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>500.8</b>
	Multiconsult	04.02.2020	0 Rev. dato 27.04.2020		



Prosjekt <b>Nardovegen 12 og 14</b>		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull <b>2</b>	Kote +62,6
Innhold Prekonsolideringstrykk, $\sigma'c$				Sondenummer <b>4354</b>	
<b>Multiconsult</b>	Tegnet SIE	Kontrollert ANG	Godkjent HAN	Anvend.klasse <b>1</b>	
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 04.02.2020	Revisjon 0 Rev. dato 27.04.2020	RIG-TEG <b>501.5</b>	

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

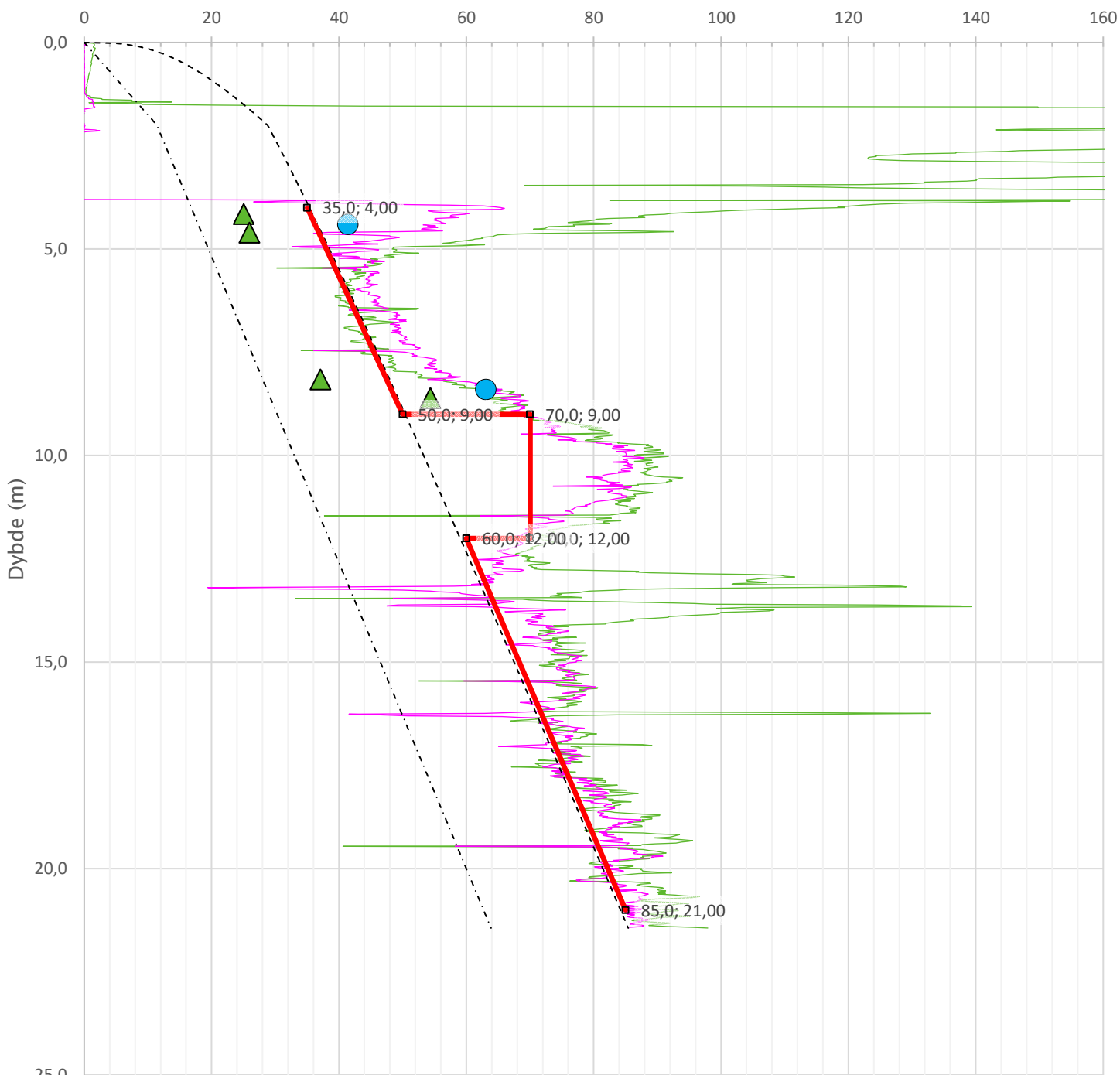


- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 -  $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via  $\sigma'c$
- OCR5  $\sigma'c1$  Mayne 2012
- OCR6  $\sigma'c2$  Larsson 2007
- OCR7  $\sigma'c7$  Sandven 1990
- OCR8  $\sigma'c8$  Sandven 1990
- OCR9  $\sigma'c9$  Mayne 2011
- Ødometer BH 2

Prosjekt <b>Nardovegen 12 og 14</b>		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull <b>2</b>	Kote +62,6
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondennummer <b>4354</b>	
<b>Multiconsult</b>	Tegnet SIE	Kontrollert ANG	Godkjent HAN	Anvend.klasse <b>1</b>	
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 04.02.2020	Revisjon 0 Rev. dato 27.04.2020	RIG-TEG <b>501.6</b>	

Anisotropiforhold i figur:  
Enaks BH 2:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



— Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,082/0]·lp

— NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·lp

---- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4,  $\alpha=0,30$ ,  $m=0,65$ )

---- cuNC:  $0,3 \cdot \sigma'_{v0}$

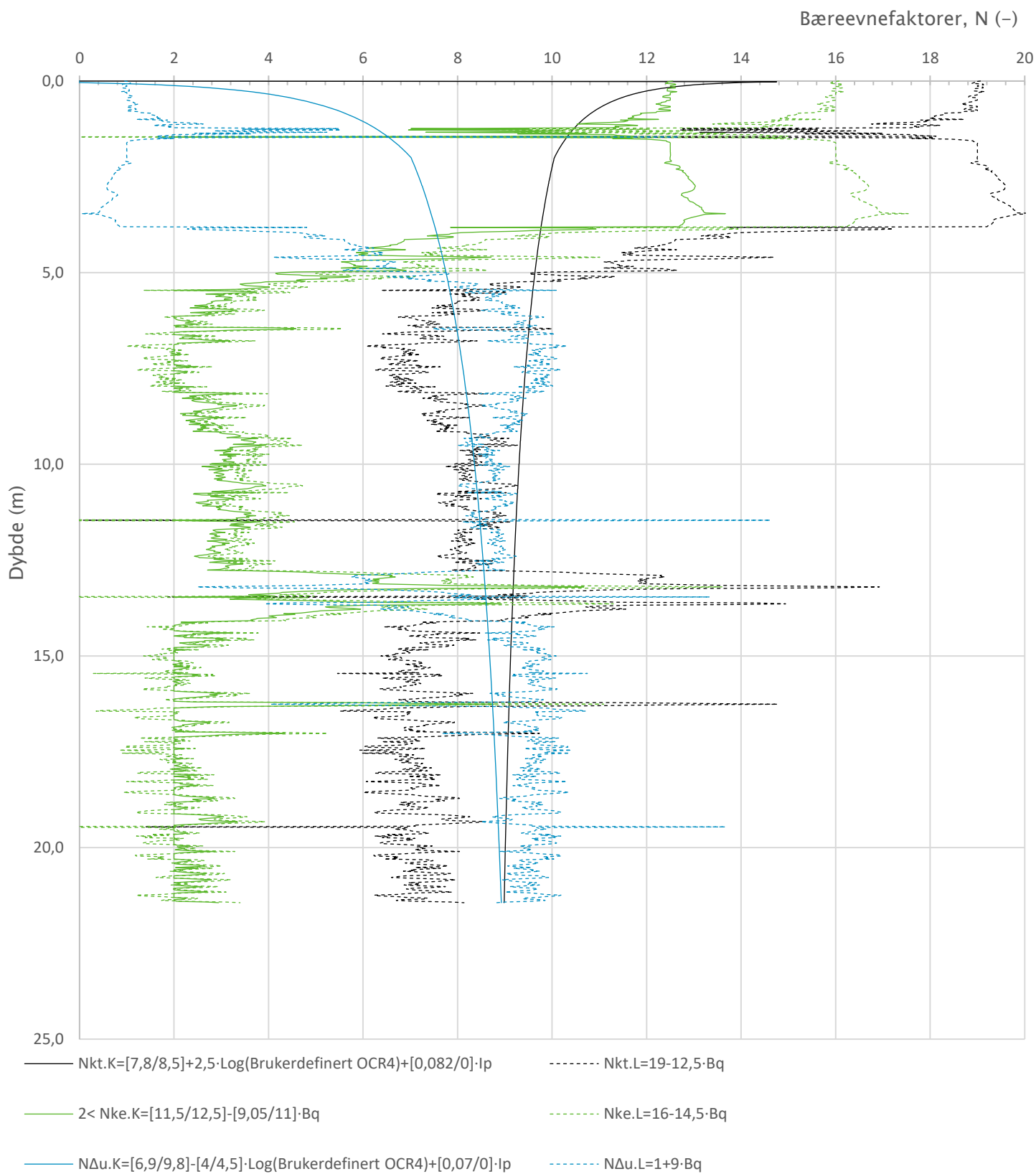
● Enaks BH 2

▲ Konus BH 2

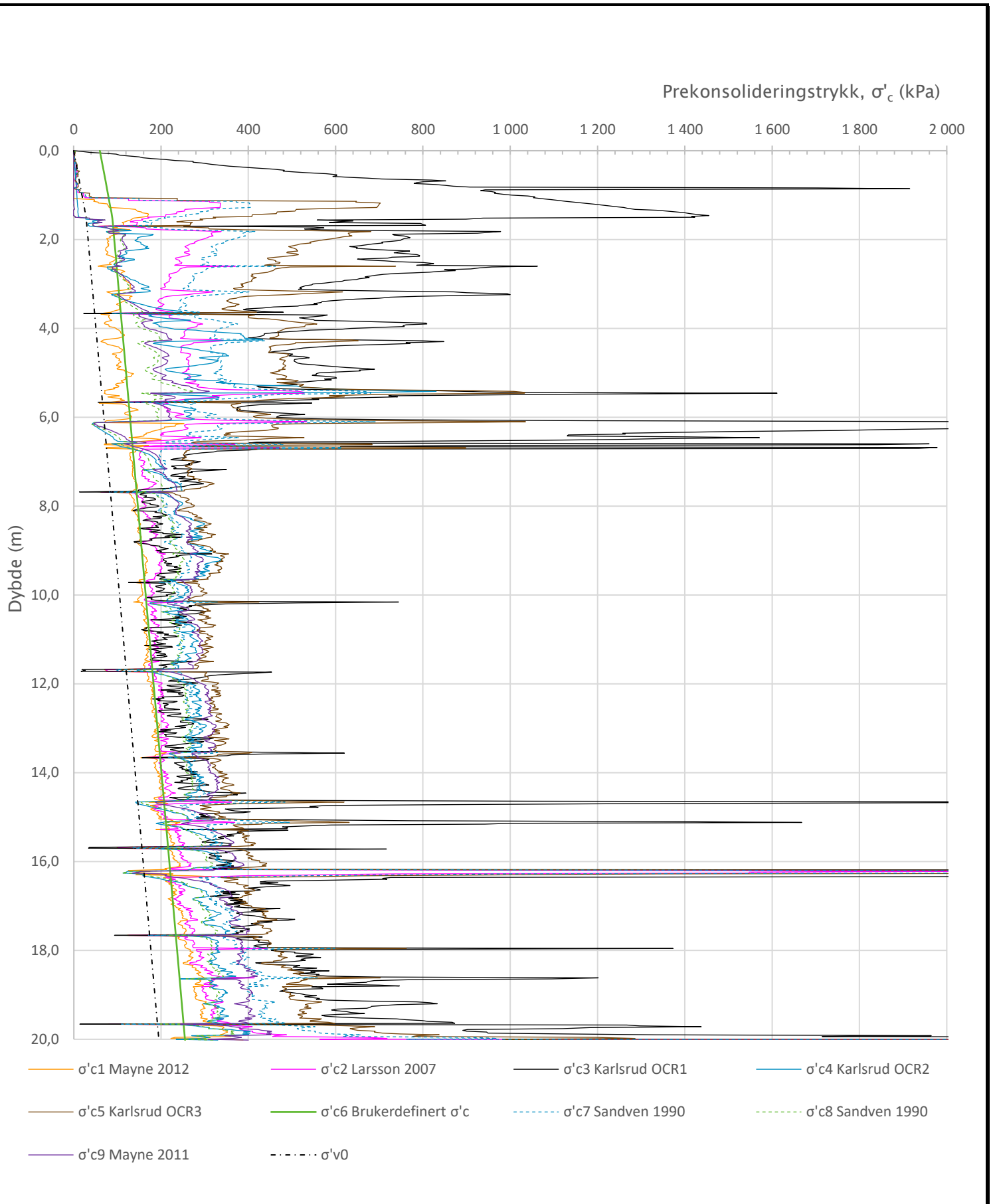
—■— Anbefalt kurve

Prosjekt		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +62,6
<b>Nardovegen 12 og 14</b>				<b>2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4354</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SIE	ANG	HAN	<b>1</b>	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	04.02.2020	0	<b>501.7</b>	
			Rev. dato	27.04.2020	



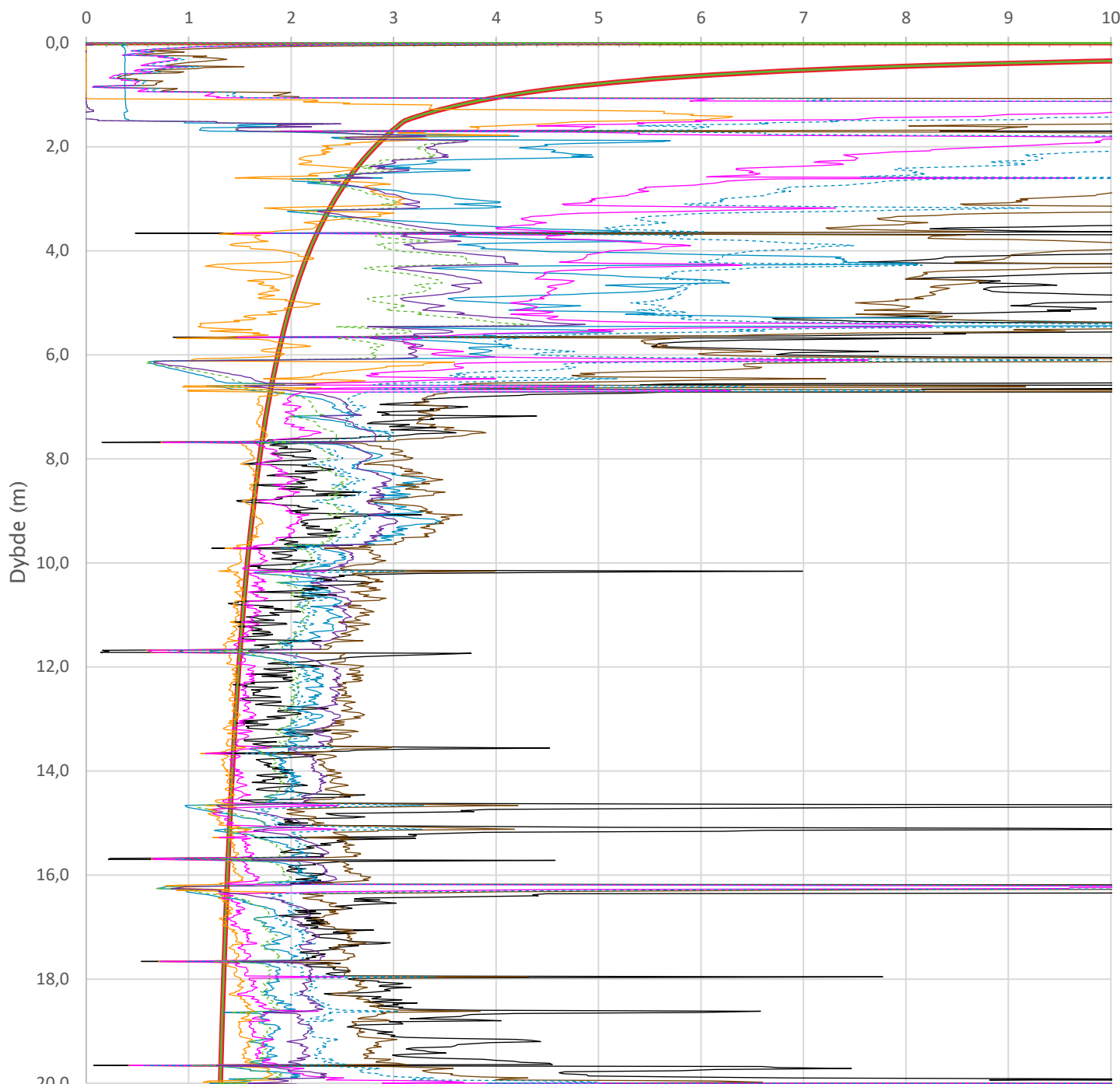


Prosjekt		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +62,6
<b>Nardovegen 12 og 14</b>				<b>2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Bæreevnemfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet				<b>4354</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	SIE	ANG	HAN		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>501.8</b>
	Multiconsult	04.02.2020	0 Rev. dato 27.04.2020		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +64,6
<b>Sit - Nardovegen 12 og 14</b>				<b>4</b>	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$				<b>4354</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	SIE	ANG	HAN		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>503.5</b>
	Multiconsult	06.02.2020	0 Rev. dato 27.04.2020		

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

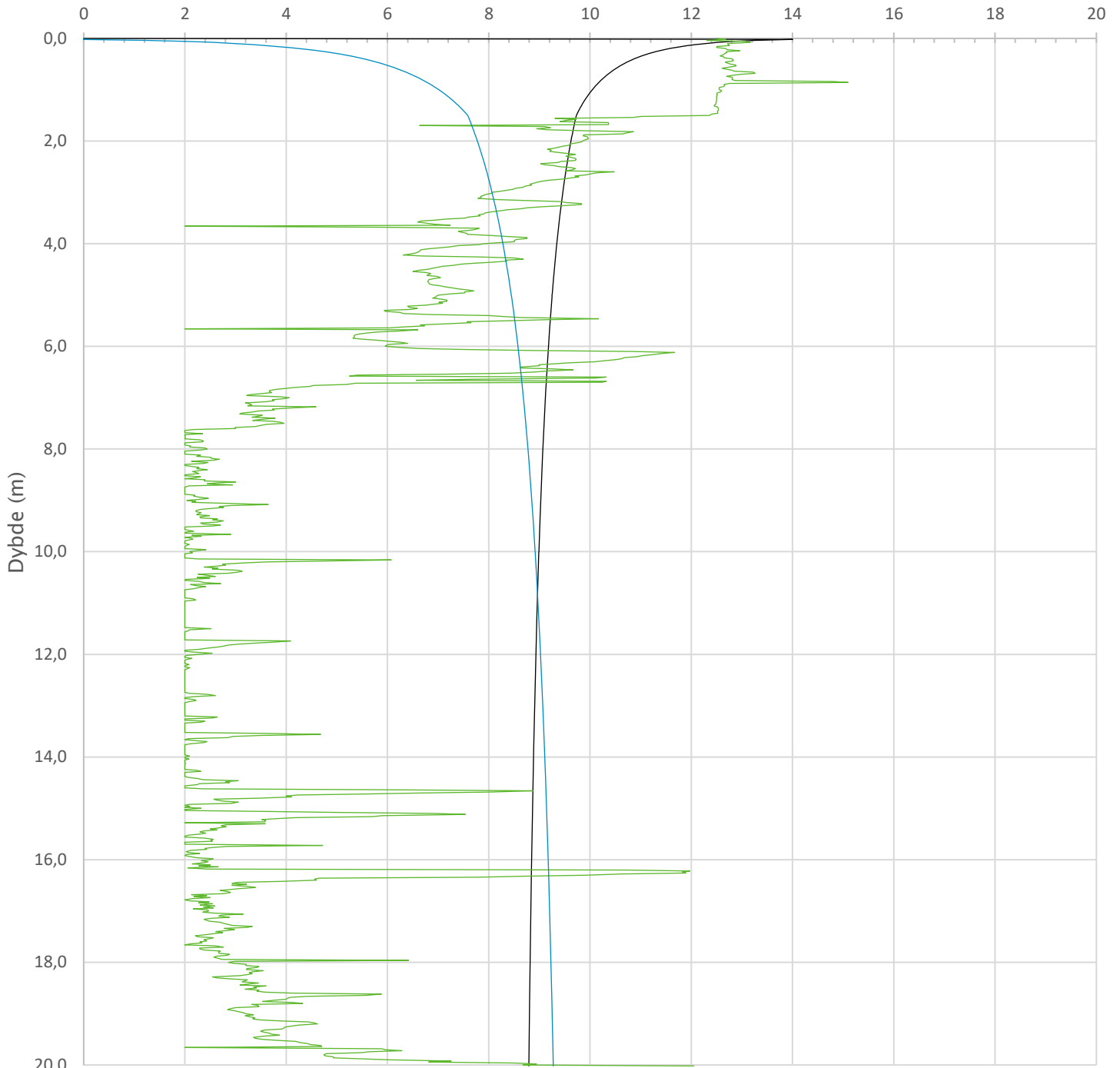
Prosjekt		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +64,6
<b>Sit - Nardovegen 12 og 14</b>				<b>4</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>4354</b>	
<b>Multiconsult</b>	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	SIE	ANG	HAN		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>503.6</b>
	Multiconsult	06.02.2020	0 Rev. dato 27.04.2020		

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +64,6
<b>Sit - Nardovegen 12 og 14</b>				<b>4</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4354</b>	
<b>Multiconsult</b>	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SIE	ANG	HAN	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	06.02.2020	0	503.7	
			Rev. dato	27.04.2020	

Bæreevnefaktorer, N (-)

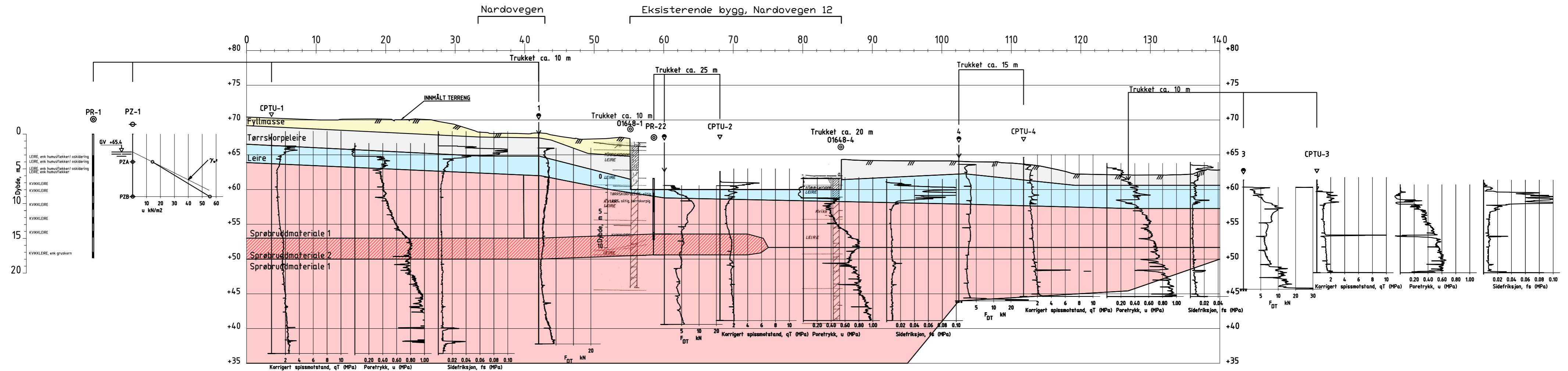


— Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,082/0]·lp

— 2< Nke.K=[11,5/12,5]-[9,05/11]·Bq

— NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·lp

Prosjekt		Prosjektnummer: 10200644-06 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote +64,6
<b>Sit - Nardovegen 12 og 14</b>				<b>4</b>	
Innhold				Sondennummer	
Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet				<b>4354</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SIE	ANG	HAN		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>503.8</b>
	Multiconsult	06.02.2020	0 Rev. dato 27.04.2020		



KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Nidaros Oppmåling		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32		HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status	Utsendt	Fag	RIG	Original format	Dato
Konstr./Tegnet	SIE	Kontrollert	ANG	A3L	23.04.2020
Oppdragsnr.	10200644-06	Godkjent	HAN	Målestokk	1:400
Tegningsnr.	RIG-TEG-700	Rev.	00		

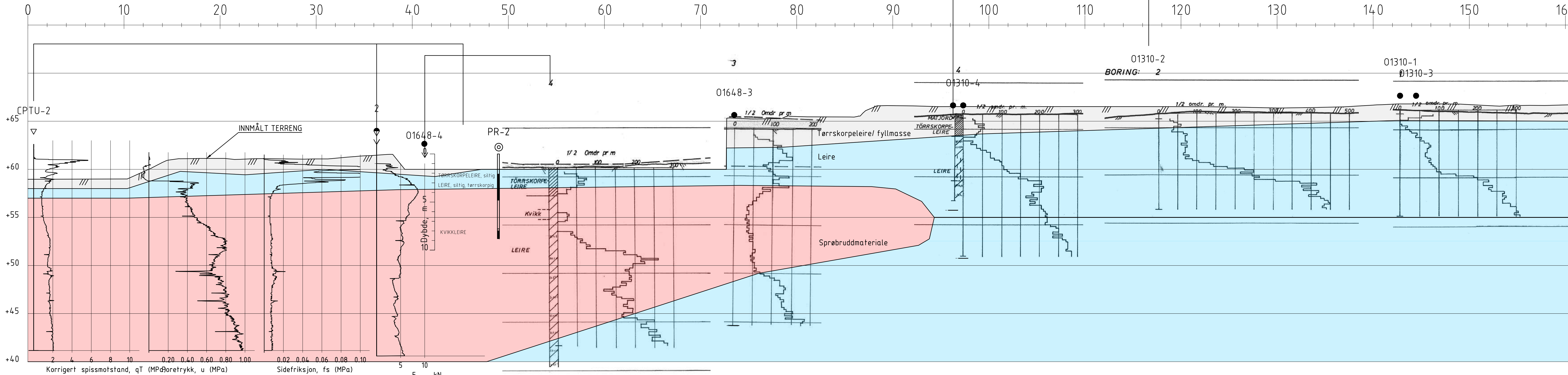
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Sit Tapir AS  
Sit - Nardovegen 12 og 14  
PROFIL A-A  
Tolket lagdeling

Eksisterende bygg, Nardovegen 12

Eksisterende bygg, Nardovegen 14



Profil B-B

1 : 200

Tegnforklaring:

- Tørrskorpe/ fyllmasse
- Leire
- Sprøbruddmateriale

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



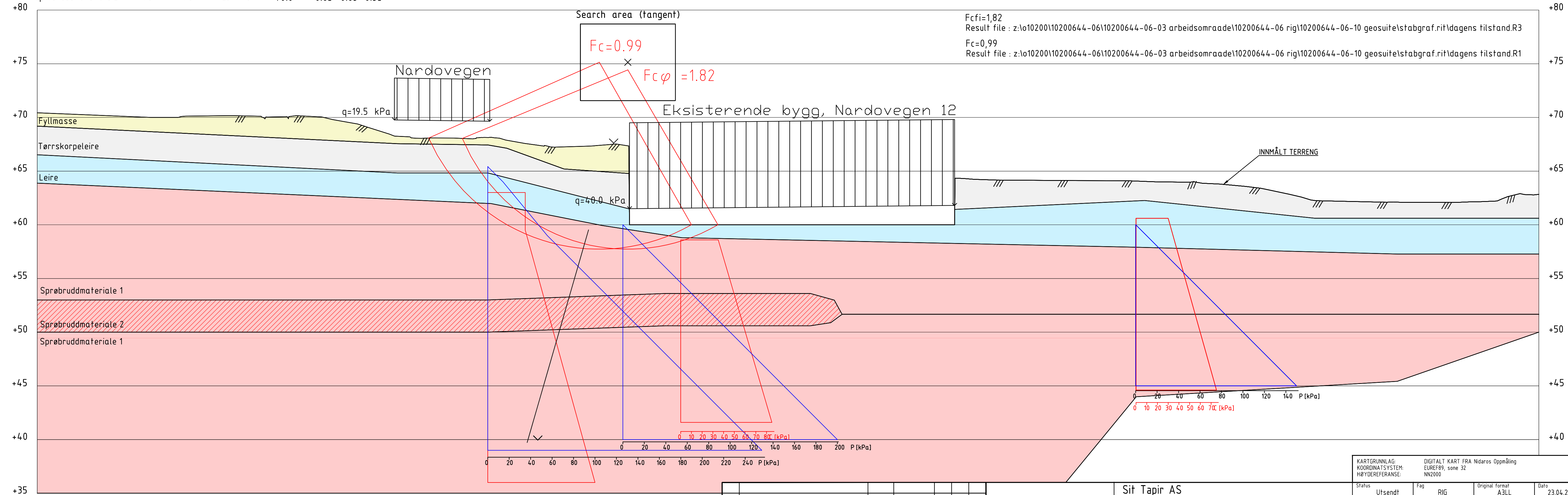
Sit Tapir AS  
 Sit - Nardovegen 12 og 14  
 PROFIL B-B  
 Tolket lagdeling

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA XXX		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone XX		HØYDEREFERANSE: NN1954/NN2000/SJØKARTNULL	
Status	Utsendt	Fag	RIG	Original format	Dato
Konstr./Tegnet	SIE	Kontrollert	ANG	Godkjent	HAN
Oppdragsnr.	10200644-06	Tegningsnr.	RIG-TEG-701	Målestokk	1:200
Rev.					00

Tegnforklaring:

- Fyllmasse
- Tørrskorpe
- Leire
- Sprøbruddmateriale 1
- Sprøbruddmateriale 2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	36.0	0.0				
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 1	18.50	8.50	25.0	5.0	C-prof	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 2	18.50	8.50	25.0	5.0	70.0	0.85	0.63	0.35



Fcfi=1,82  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\dagens tilstand.R3  
 Fc=0,99  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\dagens tilstand.R1

Profil A-A  
 1 : 400

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



Sit Tapir AS  
 Sit - Nardovegen 12 og 14  
 Stabilitetsberegninger - Profil A-A  
 Dagens situasjon

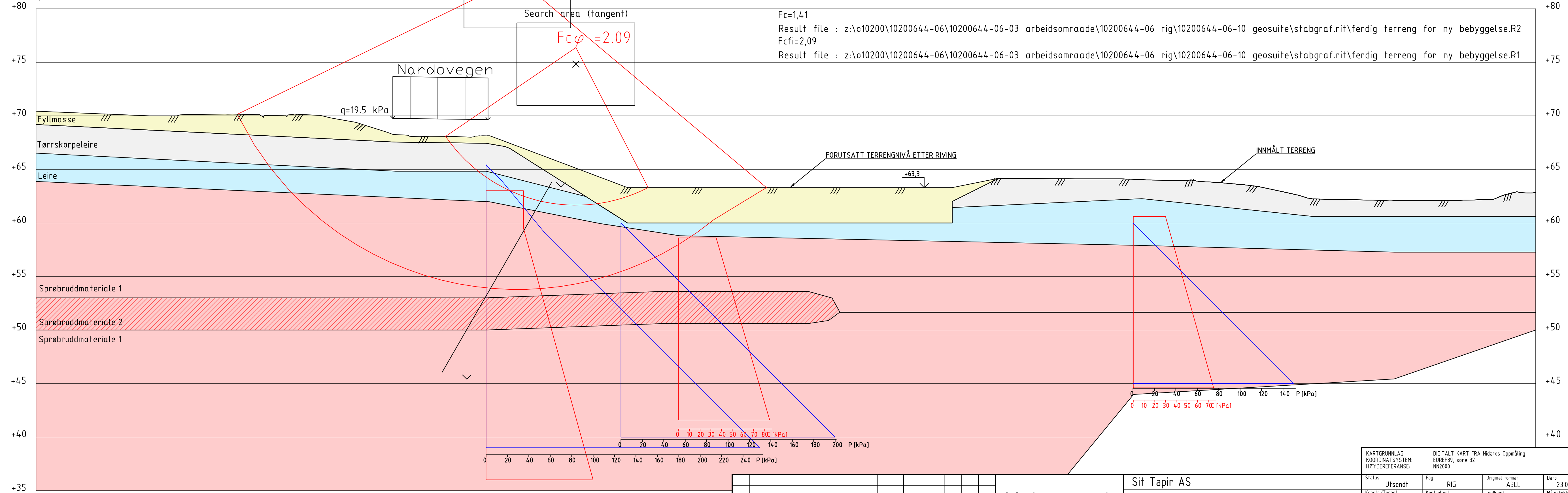
KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:	DIGITALT KART FRA Nidaros Oppmåling EUREF89, sone 32 NN2000						
Status	Utsendt	Fag	RIG	Original format	A3LL	Dato	23.04.2020
Konstr./Tegnet	SIE	Kontrollert	ANG	Godkjent	HAN	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10200644-06	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.1	Rev.	00		



Tegnforklaring:

- Fyllmasse
- Tørrskorpeleire
- Leire
- Sprøbruddmateriale 1
- Sprøbruddmateriale 2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	36.0	0.0				
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 1	18.50	8.50	25.0	5.0	C-prof	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 2	18.50	8.50	25.0	5.0	70.0	0.85	0.63	0.35



Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



Sit Tapir AS  
 Sit - Nardovegen 12 og 14  
 Stabilitetsberegninger - Profil A-A  
 Ferdig terreng for ny bebyggelse

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:	DIGITALT KART FRA EUREF89, sone 32 NN2000	Status Utsendt	Fag RIG	Original format A3LL	Dato 23.04.2020
Konstr./Tegnet SIE	Kontrollert ANG	Godkjent HAN	Målestokk 1:200	Oppdragsnr. 10200644-06	Tegningsnr. RIG-TEG-800.2
				Rev. 00	

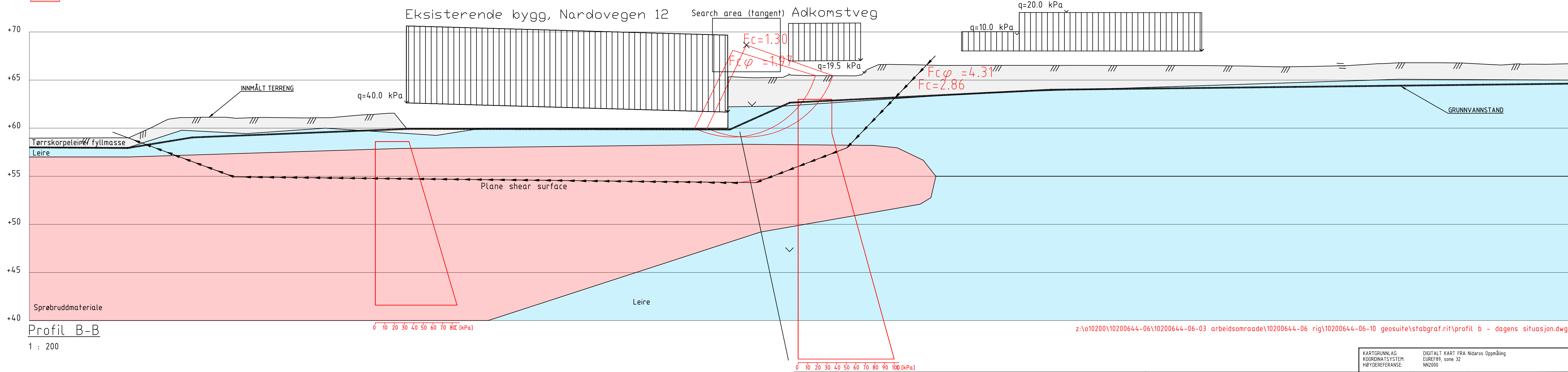
Tegnforklaring:

- Tørrskorpe/ fyllmasse
- Leire
- Sprøbruddmateriale

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire/ fyllmasse	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	18.50	8.50	25.0	5.0	C-prof	0.85	0.63	0.35

Fc=2.86  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b - dagens situasjon.R4  
 Fcfi=4.31  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b - dagens situasjon.R3  
 Fcfi=1.97  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b - dagens situasjon.R2  
 Fc=1.30  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b - dagens situasjon.R1

Eksisterende bygg, Nardovegen 14



Profil B-B  
1 : 200

z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b - dagens situasjon.dwg

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



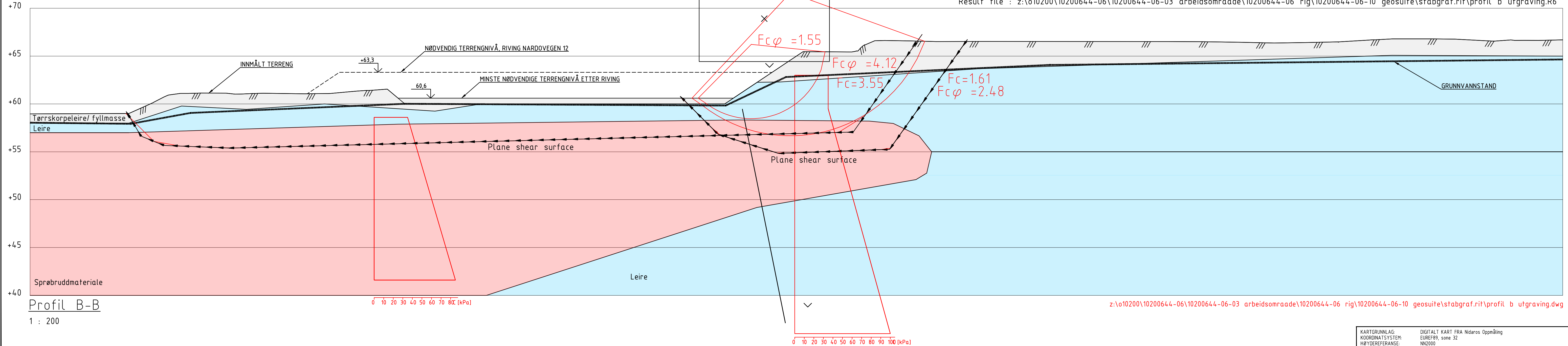
Sit Tapir AS  
 Sit - Nardovegen 12 og 14  
 Stabilitetsberegninger - Profil B-B  
 Dagens situasjon

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA Nidaros Oppmåling EUREF89, sone 32 NN2000			
Status	Utsendt	Fag	RIG	Original format	Dato
Konstr./Tegnet	SIE	Kontrollert	ANG	A3LL	03.06.2020
Oppdragsnr.	10200644-06	Tegningsnr.	RIG-TEG-801.1	Godkjent	Målestokk
				HAN	1:200
					Rev.
					00

Tegnforklaring:

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire/ fyllmasse	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	18.50	8.50	25.0	5.0	C-prof	0.85	0.63	0.35

Fc=1.61  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b utgraving.R4  
 Fc=1.40  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b utgraving.R2  
 Fc=1.55  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b utgraving.R3  
 Fc=2.48  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b utgraving.R1  
 Fc=4.12  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b utgraving.R5  
 Fc=3.55  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b utgraving.R6



Profil B-B  
 1 : 200

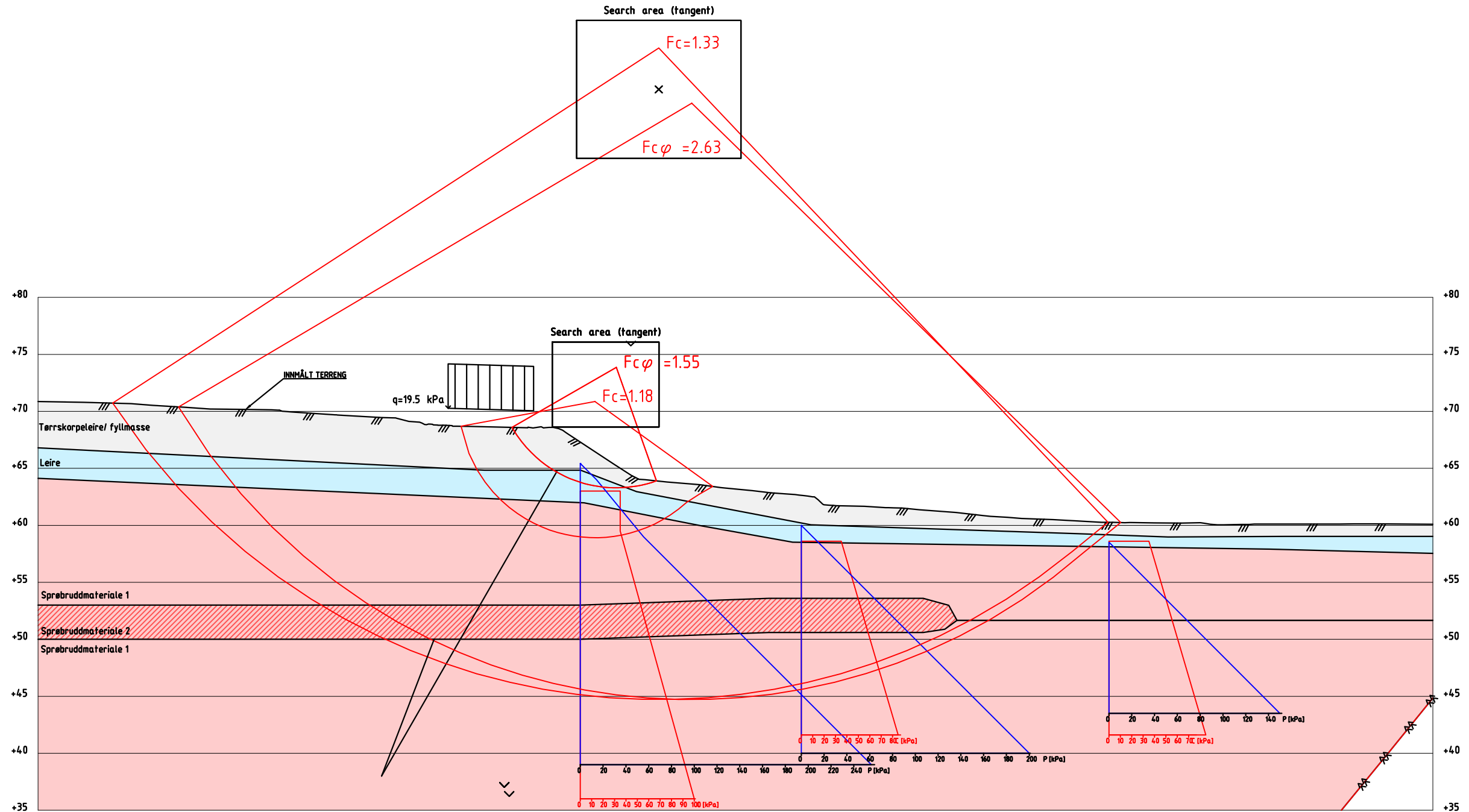
z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil b utgraving.dwg

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Endringer etter tilbakemelding fra uavhengig KS.		19.06.2020	SIE	ANG	HAN
00	Første utgave		03.06.2020	SIE	ANG	HAN



Sit Tapir AS  
 Sit - Nardovegen 12 og 14  
 Stabilitetsberegninger - Profil B-B  
 Ferdig terreng for ny bebyggelse

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:	DIGITALT KART FRA Nidaros Oppmåling EUREF89, sone 32 NN2000						
Status	Utsendt	Fag	RIG	Original format	A3LL	Dato	19.06.2020
Konstr./Tegnet	SIE	Kontrollert	ANG	Godkjent	HAN	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10200644-06	Tegningsnr.	RIG-TEG-801.2	Rev.			01



Profil C-C  
1 : 400

Tegnforklaring:

- Tørrskorpe/ fyllmasse
- Leire
- Sprøbruddmateriale 1
- Sprøbruddmateriale 2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire/ fyllmasse	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 1	18.50	8.50	25.0	5.0	C-prof	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 2	18.50	8.50	25.0	5.0	70.0	0.85	0.63	0.35

Fcφ=1.55  
Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 dagens.R4

Fc=1.18  
Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 dagens.R3

Fcφ=2.63  
Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 dagens.R2

Fc=1.33  
Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 dagens.R1

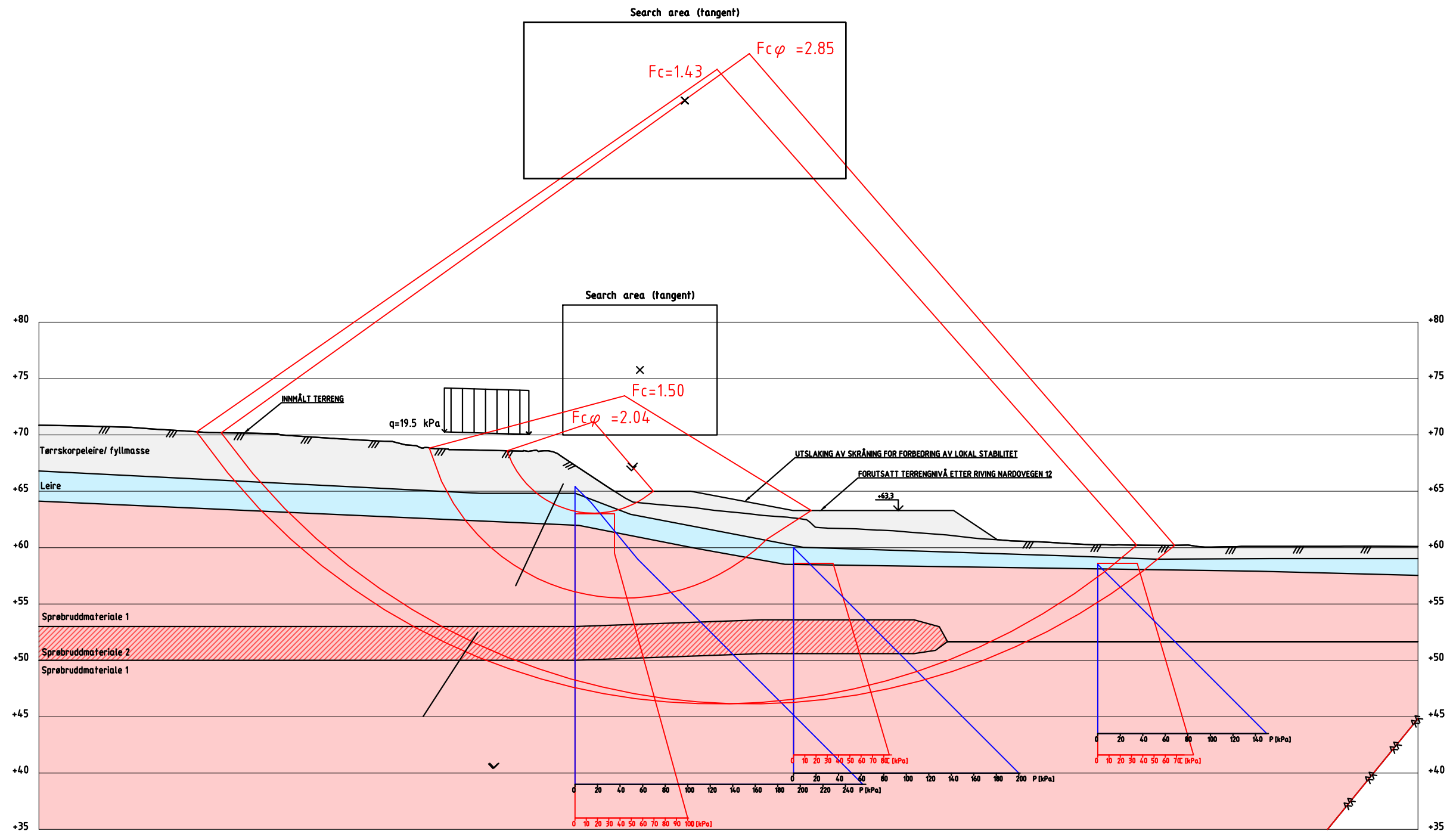
z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 dagens.dwg

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Nidaros Oppmåling		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32	
HØYDEREFERANSE: NN2000			
Status	Utsendt	Fag	RIG
Original format	A3	Dato	19.06.2020
Konstr./Tegnet	SIE	Kontrollert	ANG
Godkjent	HAN	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.	10200644-06	Tegningsnr.	RIG-TEG-802.1
Rev.			00

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Sit Tapir AS  
Sit - Nardovegen 12 og 14  
Stabilitetsberegninger - Profil C-C  
Dagens situasjon



Profil C-C  
1 : 400

**Tegnforklaring:**

	Tørrskorpe/ fyllmasse
	Leire
	Sprøbruddmateriale 1
	Sprøbruddmateriale 2

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire/ fyllmasse	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 1	18.50	8.50	25.0	5.0	C-prof	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 2	18.50	8.50	25.0	5.0		70.0	0.85	0.35

Fc=1.43  
Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 fylling.R4  
Fcfi=2.85  
Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 fylling.R3  
Fcfi=2.04  
Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 fylling.R2  
Fc=1.50  
Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 fylling.R1  
z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil c1 fylling.dwg

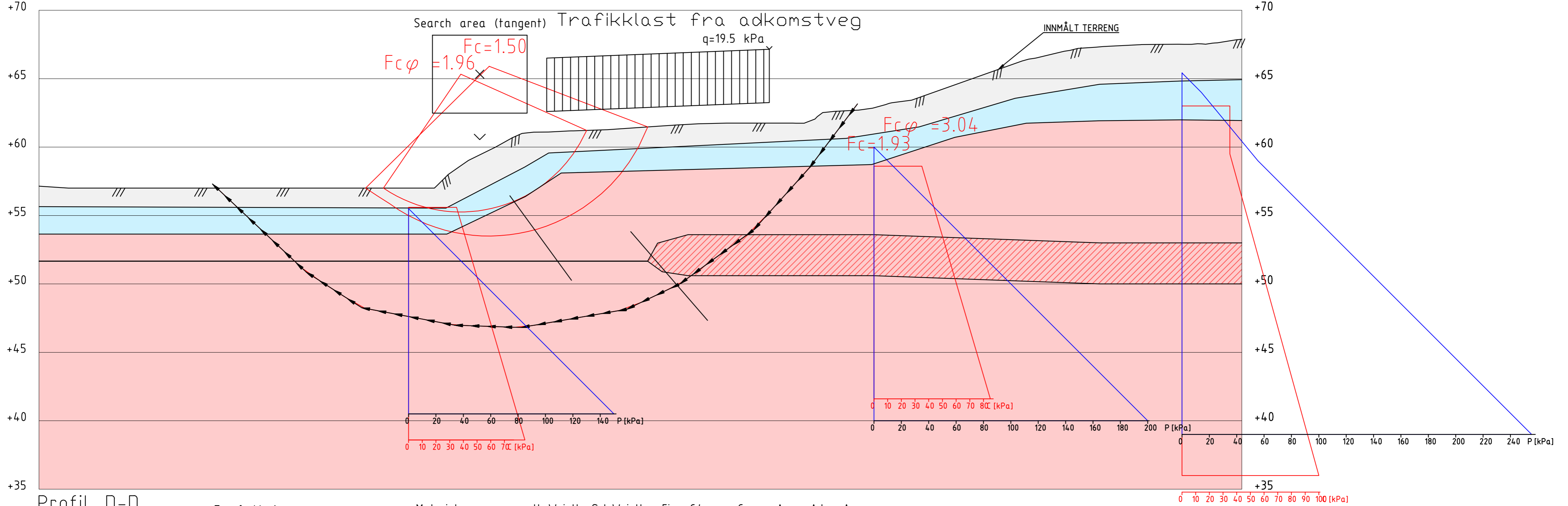
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Sit Tapir AS  
Sit - Nardovegen 12 og 14  
Stabilitetsberegninger - Profil C-C  
Ferdig terreng for ny bebyggelse

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Nidaros Oppmåling		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32	
HØYDEREFERANSE: NN2000		Original format: A3	
Status: Utsendt	Fag: RIG	Dato: 19.06.2020	
Konstr./Tegnet: SIE	Kontrollert: ANG	Godkjent: HAN	Målestokk: 1:400
Oppdragsnr.: 10200644-06	Tegningsnr.: RIG-TEG-802.2	Rev.: 00	

Fc<sub>fi</sub>=1.96  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d dagens.R1  
 Fc=1.50  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d dagens.R2  
 Fc=1.93  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d dagens.R3  
 Fc<sub>fi</sub>=3.04  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d dagens.R4  
 z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d dagens.dwg



Profil D-D

1 : 200

Tegnforklaring:

- Tørrskorpe/ fyllmasse
- Leire
- Sprøbruddmateriale 1
- Sprøbruddmateriale 2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire/ fyllmasse	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 1	18.50	8.50	25.0	5.0	C-prof	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 2	18.50	8.50	25.0	5.0	70.0	0.85	0.63	0.35

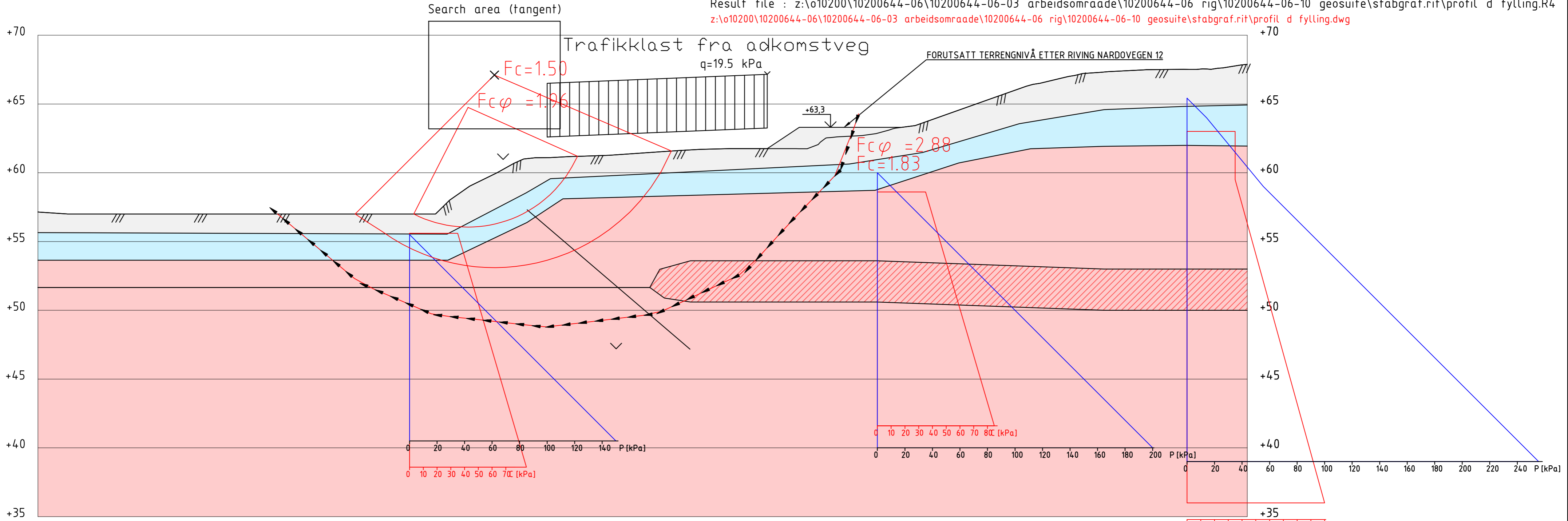
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no

Sit Tapir AS  
 Sit - Nardovegen 12 og 14  
 Stabilitetsberegninger - Profil D-D  
 Dagens situasjon

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Nidaros Oppmåling		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32		HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status	Utsendt	Fag	RIG	Original format	Dato
Konstr./Tegnet	SIE	Kontrollert	ANG	A3L	19.06.2020
Godkjent	HAN	Målestokk	1:200	Tegningsnr.	Rev.
Oppdragsnr.	10200644-06	RIG-TEG-803.1	00		

Fcfi=2.88  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d fylling.R2  
 Fc=1.83  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d fylling.R1  
 Fcfi=1.96  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d fylling.R3  
 Fc=1.50  
 Result file : z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d fylling.R4  
 z:\o10200\10200644-06\10200644-06-03 arbeidsomraade\10200644-06 rig\10200644-06-10 geosuite\stabgraf.rit\profil d fylling.dwg



Profil D-D  
 1 : 200

Tegnforklaring:

	Tørreskorpe/ fyllmasse
	Leire
	Sprøbruddmateriale 1
	Sprøbruddmateriale 2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpeleire/ fyllmasse	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire	19.00	9.00	27.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 1	18.50	8.50	25.0	5.0	C-prof	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale 2	18.50	8.50	25.0	5.0	70.0	0.85	0.63	0.35

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



Sit Tapir AS  
 Sit - Nardovegen 12 og 14  
 Stabilitetsberegninger - Profil D-D  
 Stabilitet mot Nardovegen 10 etter fylling

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Nidaros Oppmåling		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32		HØYDEREFERANSE: NN2000	
Status	Utsendt	Fag	RIG	Original format	Dato
Konstr./Tegnet	SIE	Kontrollert	ANG	A3L	19.06.2020
Oppdragsnr.	10200644-06	Godkjent	HAN	Målestokk	1:200
Tegningsnr.	RIG-TEG-803.2	Rev.	00		

## Vedlegg A

### Grunnlag for stabilitetsberegninger

#### Innholdsfortegnelse

<b>A.1 Tolkning av beregningsparametere</b> .....	<b>1</b>
A.1.1 Kvalitet av undersøkelser.....	1
A.1.2 Tyngdetetthet.....	1
A.1.3 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden.....	1
A.1.4 Tidligere overlagring.....	1
A.1.5 Effektivspenningsparametre.....	2
A.1.6 Udrenert skjærfasthet.....	2
A.1.7 Anisotropi.....	2
<b>A.2 Stabilitetsberegninger</b> .....	<b>3</b>
A.2.1 Generelt.....	3
A.2.2 Terrengprofiler og lagdeling.....	3
A.2.3 Beregningsverktøy.....	4
A.2.4 Laster.....	4

#### A.1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning av parametere er gjort på basis av utførte laboratorieundersøkelser på opptatte 54 mm prøveserier og utførte CPTU-sonderinger. Det er også benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220.

##### A.1.1 Kvalitet av undersøkelser

Utførte CPTU-sonderinger klassifiseres i anvendelsesklasser (1 til 4) for spissmotstand, sidefriksjon og poretrykk. CPTU-sonderinger utført av Multiconsult er i anvendelsesklasse 1 for alle parameterne. For CPTU-sonderingene i borpunkt 1 og 2 vurderes poretrykksresponsen å være god. I borpunkt 4 viser sonderingsresultatet noe tegn til dårlig poretrykksrespons, men sonderingen vurderes som brukbar. Det er C-profiler basert på sondering i borpunkt 1 og 2 som har størst betydning for resultatet i stabilitetsberegningene.

##### A.1.2 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver, er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesens Håndbok V220. Se tegning 10200644-06-RIG-TEG-800.1, -800.2, -801.1 og 801.2 for geotekniske data som er benyttet i beregningene.

##### A.1.3 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden

Det er satt ned to poretrykksmålere i borpunkt 1. Avlesning av målerne antyder en underhydrostatisk fordeling av poretrykket med dybden. I borpunkt 2 er grunnvannstanden observert 1,2 m under terreng ved prøvetaking. Det er forutsatt hydrostatisk poretrykksfordeling under dypeste målepunkt i borpunkt 1 og fra antatt grunnvannsnivå i borpunkt 2 og 4.

##### A.1.4 Tidligere overlagring

Tidligere overlagring og forkonsolideringsforhold er tolket med utgangspunkt i utførte ødometerforsøk (tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-400.1/2 og -401.1/2 [2]) og tolkning av CPTU-sonderinger (tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-500.5/6, -501.5/6 og 503.5/6)



Resultatene viser tilnærmet normalkonsolidering på toppen av skråningen ved Nardovegen og overkonsolidering i bunn av skråningen. Overkonsolideringen i bunn av skråningen tilsvarer omtrent nivået ved toppen av skråninga.

### A.1.5 Effektivspenningsparametre

Effektivspenningsparametere for fyllmasser, tørrskorpeleire og leire er basert på erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220, samt erfaringer fra lignende grunnforhold.

Effektivspenningsparametere for sprøbruddleirene er basert på utførte treaksialforsøk (tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-450.1 til -450.5 i rapport 10200644-06-RIG-RAP-001 [2]).

Benyttede parametere er vist i tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-800.1 og -800.2.

### A.1.6 Udrenert skjærfasthet

#### $c_u$ fra enaks og konus

Verdier for  $c_u$  fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er inkludert i vurderingen av opptredende udrenert skjærfasthet, men ikke tillagt særlig vekt. I tegninger med tolket udrenert skjærfasthet fra CPTU er rutinedata inkludert. Disse dataene er inkludert uten noen form for omregning.

#### $c_{uA}$ fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl., se ref [10]. og [11]. For finkornige masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis som den mest egnede metoden. Dette forutsetter at poretrykksresponsen er stor nok til å gi brudd ( $B_q > 0.5 - 0.6$ ). Bq-verdier for CPTU-sonderingene er vist i tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-500.4, -501.4 og 503.4i datarapport nr. 10200644-06-RIG-RAP-001 [2].

For å støtte tolkning av udrenert skjærfasthet er det utført en SHANSEP-analyse. Det er benyttet  $\alpha=0,3$  og  $m=0,65$  med en tidligere overkonsolidering tilsvarende profil som vist i tegninger med tolket OCR. Disse verdiene er vurdert med utgangspunkt i utførte ødometer- og treaksialforsøk i borpunkt 1. SHANSEP-analysen er det benyttet samme grunnvannstand og in-situ vertikal effektivspenning som ved tolkning av CPTU-sonderingene.

Tolkning av designlinje for udrenert skjærfasthet er utført ved å samkjøre tolkning av udrenert skjærfasthet fra treaksialforsøk, CPTU-korrelasjoner og tolkning av prekonsolideringsspenning gjennom en SHANSEP-analyse. Udrenert skjærfasthet er kun tolket og benyttet i det som antas å være leirlag. I lag som vurderes å være dominert av sand og silt er det benyttet drenert respons i stabilitetsberegninger.

Aktiv udrenert skjærfasthet er redusert med 15 % iht. NVE veileder 7-2014 [9] i lag som antas å være sprøbruddmateriale. Reduksjon er gjort gjennom reduksjon av aktiv koeffisient i GeoSuite. Tolkede fasthetsprofiler er vist i tegning nr. 500.7, 501.7 og 503.7

### A.1.7 Anisotropi

Det er benyttet verdier etter den generelle anbefalingen som er gitt i NIFS-rapport nr. 14/2014 [12]. I beregningene er følgende anisotropiforhold benyttet.

Leire, sprøbruddmateriale 1 og 2:

$$\frac{c_{uD}}{c_{uA}} = 0,63$$

$$\frac{c_{uP}}{c_{uA}} = 0,35$$

## A.2 Stabilitetsberegninger

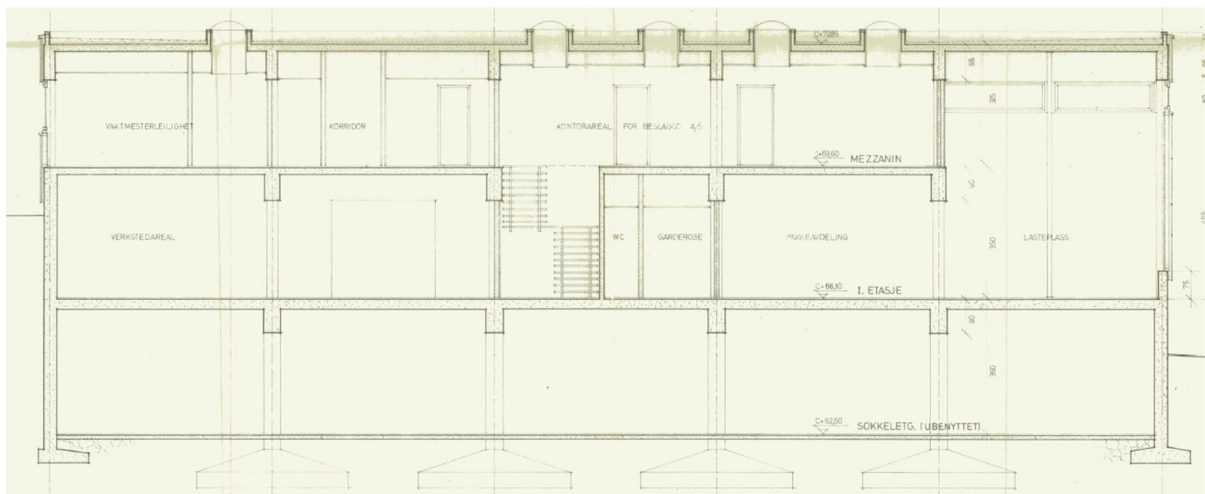
### A.2.1 Generelt

Det er utført beregninger for fire profiler (profil A-A, profil B-B, profil C-C og profil D-D) vist på tegning nr. 10200644-06-RIG-TEG-002 rev02. Profilene gir et omfattende bilde av stabilitetsforhold i flere retninger på tiltaksområdet. Det er utført beregninger både ved effektiv- og totalspenningsbasis. I alle beregninger av stabiliserende tiltak er det forutsatt at fyllingsmaterialet i bunn av skråningen ved Nardovegen 12 kan modelleres som et drenert materiale.

### A.2.2 Terrengprofiler og lagdeling

Terrengoverflate i beregningsprofiler er basert på innmåling av terreng utført av Nidaros Oppmåling, tilsendt fra Sit 10.03.2020.

Nivå for eksisterende bebyggelse på området er valgt på grunnlag av plan- og snittegninger for eksisterende bebyggelse. Figur 1 viser utsnitt fra tegning Fasade sør, snitt øst-vest fra Arkitekt Knut Bergersen, datert 20.12.1973. Overkant gulv ligger på kote + 62,5 i det som er antatt å være høydesystemet Trondheim lokal. Høydetillegget fra NN2000 til Trondheim lokal er i dette området 76 cm. Det er ikke kjent hvor dype fundamentene er under bygget, men antatt fundamentnivå er på kote +60. Det er ikke tatt høyde for stivhet og styrke i gulv- og fundamentkonstruksjonen til bygget. Bygget er kun modellert med last på grunnen.



Figur 1 Utsnitt fra Tegning Fasade sør, snitt øst-vest fra Arkitekt Knut Bergersen, datert 20.12.1973.

#### Profil A-A

Lagdelingen i profil A-A er tolket basert på både nye og tidligere utførte grunnundersøkelser.

Tolking av CPTU-sondering har vist at det er en økning i udrenert skjærfasthet mellom ca. kote +50 til +53. I stabilitetsberegningene er denne økningen modellert som et eget lag (sprøbruddleire 2), med tilsvarende egenskaper som øvrig sprøbruddleire, men med noe forhøyet udrenert skjærfasthet.

#### Profil B-B

Lagdelingen i profil B-B er tolket basert på både nye og tidligere utførte grunnundersøkelser. Profil B-B går i retning nord/sør-retning, parallelt med Nardovegen og Torbjørn Bratts veg. Profilet er lagt der det ved riving av bygg gir størst skråningshøyde, og vurderes som kritisk situasjon i nord/sør-retning. Lenger øst på tomte forventes tilsvarende eller bedre grunnforhold, og slakere terrenghelning enn i valgt profil. C-profiler er plassert på samme kotenivåer som i profil A-A. Sprøbruddlag med økt skjærfasthet som er benyttet i profil A-A, er ikke benyttet i profil B-B. Fyllmasser og tørrskorpeleire er modellert som samme lag.

#### **Profil C-C**

Profil C-C viser stabilitetsforholdene rett nord for dagens bygg på Nardovegen 12. Profilet ligger tilnærmet parallelt med profil A-A, men litt lenger nord. Lagdelingen og materialparametre i profil C-C er som i profil A-A, men med noen terrengtilpasninger. Fyllmasser og tørrskorpeleire er modellert som samme lag.

Det er utført søk etter sammensatte skjærflater. Disse er ikke kritiske og er derfor ikke inkludert i tegningsvedlegg.

#### **Profil D-D**

Profil D-D undersøker om stabiliseringstiltakene i bunn av skråningen fra Nardovegen 12 medfører for dårlig stabilitet nordover mot Nardovegen 10. Lagdelingen og materialparametre i profil D-D er som i profil A-A og profil C-C, men med antatt konservative terrengtilpasninger mot Nardovegen 10. Fyllmasser og tørrskorpeleire er modellert som samme lag. Det er plassert trafikklast på hele området som kan forventes å være trafikkert.

### **A.2.3 Beregningsverktøy**

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 16.1.3.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum.

### **A.2.4 Laster**

Ved stabilitetsberegningene er det benyttet en jevnt fordelt trafikklast på  $F_{rep} = 15$  kPa på veger og fortau, med lastkoeffisient 1,3. Verdiene hentet fra SVV håndbok N200.

For laster fra bebyggelsen er det benyttet en jevnt fordelt last på 10 kPa per dekke, totalt 40 kPa for eksisterende bebyggelse ved Nardovegen 12.