

# NOTAT

Dato 09.12.2019

Oppdrag **Veisletten Alle 13**  
Kunde **Trym Bolig AS**  
Notat nr. **G-Not-001-13500022612-rev02**  
Til **Christian Eilertsen**

Rambøll  
Kobbegate 2  
7042 Trondheim

Pb. 9420 Torgarden  
NO-7493 TRONDHEIM

T +47 73 84 10 00  
www.ramboll.no

Fra **Rambøll AS v/ Navid Zamani**  
Kopi **Mette Omre v/ TAG arkitekter**

Vår ref. 1350022612/NAZA  
www.ramboll.no

## GEOTEKNISK VURDERING FOR VEISLETEN ALLE 13

### 1. Orientering

Det planlegges bygging av 3 boligblokker i 3, 4 og 5 etasjer med kjeller på Veislette alle 13, eiendom med G/bnr. 62/25 i Trondheim, vises til mottatt tegning fra TAG arkitekter (*Tegning-00-01, Situasjonsplan* for Veisletten allè 13\_gnr/bnr 62/24). Som grunnlag for de nødvendige vurderinger ble det utført grunnundersøkelse av Rambøll AS på området. Dette notatet er en revisjon av vårt tidligere notat og gir ei oppsummering av de geotekniske forholdene for prosjektet. Revisjonene er utarbeidet pga endringer i prosjektet og vises med kursiv tekst i dette notatet.

Notatet er basert på følgende dokumenter og grunnundersøkelser:

- Grunnundersøkelse, rapport G-rap-001-1350004029-rev01 av 18.08.2017.

### 2. Terreng

Dagens terreng er flatt og ligger ca. på kote +23. Terrenget er tilnærmet flatt helt ut mot skråningskanten ned til Nidelva. Skråningen ned mot Nidelva har en høyde på ca. 20 meter og ligger for det meste med helning ca. 1:1,5. Lengst mot sør ligger skråningen med litt slakere helning på ca. 1:2.

### 3. Grunnforhold

Grunnundersøkelser er utført for å få informasjon om grunnforholdene i dybden og dermed grunnlag for geoteknisk vurdering og dokumentasjon av stabilitet for skråning ned mot Nidelva.

Grunnforholdene består av et øvre lag med inhomogen lagdelt leire ned til ca. 11 meter under terreng. Dette antas i hovedsak å være rekonsoliderte masser fra rasaktivitet i ovenforliggende områder. Videre er det lagdelte masser av antatt leire, sand og grus, hovedsakelig faste masser (stor boremotstand) ned til ca. 22 meter under terreng. I dybden er det overgang til homogen leire.

For nærmere beskrivelse av resultatene fra undersøkelsene vises det til;

- Rambølls rapport *G-rap-001 1350004029-rev01 Veisletten alle 13*, av 18.08.2017, ref. /7/.

#### 4. Myndighetskrav

Geoteknisk prosjektering for tiltaket er underlagt følgende regelverk:

- Eurokode 0 «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner», ref. /1/.
- Eurokode 7 «Geoteknisk prosjektering», ref. /2/.
- Eurokode 8 «Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning», ref. /3/.
- Plan- og bygningsloven, ref. /4/.
- Byggeteknisk forskrift (Tek17), ref. /5/.
- Byggesakforskriften (Sak10), ref. /6/.

##### 4.1 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra tre geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering». Krav til prosjektering er vurdert til å være iht. **geoteknisk kategori 2**.

##### 4.2 Konsekvensklasse

Eurokode 0, tabell B1 gir veiledende eksempler for klassifisering av konsekvensklasse for konstruksjoner, og planlagt bygg vurderes å være i samme klasse som "Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelige" med "Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser". Prosjektet plasseres derfor i **konsekvensklasse CC2**.

##### 4.3 Pålitelighetsklasse (CC/RC)

Eurokode 0 tabell NA. A1 (901) gir veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Tabellen er delt i pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1 til 4. I henhold til tabellen velges for dette prosjektet "Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.". Prosjektet plasseres derfor i **Pålitelighetsklasse 2**.

##### 4.4 Kontrollklasse og utførelseskontroll

Bestemmelse av kontrollklasse og utførelseskontroll er utført i henhold til Eurokode 0, tabell NA. A1 (902) og NA. A1 (903). For pålitelighetsklasse 2, gjelder prosjekteringskontrollklasse **PKK2** og utførelseskontrollklasse **UKK2**. For prosjektering og utførelse er det dermed krav om egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll.

##### 4.5 Tiltaksklasse

Tiltaksklasse er bestemt iht. byggesaksforskriften §9-4 "Oppdeling i tiltaksklasser" tabell 2, ref. /6/. I henhold til tabellen havner byggverk med 3-5 etasjer i **tiltaksklasse 2** og byggverk med flere enn 5 etasjer i **tiltaksklasse 3**.

## 4.6 Seismisk dimensjonering

Vurdering av behov for seismisk dimensjonering er utført i henhold til Eurokode 8, ref. /3/. Seismisk klasse er bestemt etter tabell NA.4 (902), og tiltaket plasseres i seismisk klasse II med seismisk faktor  $\gamma_I = 1,0$ . Ut ifra sonderingsresultater og i henhold til tabell NA.3.1 tilfaller prosjektet grunntype C og får da forsterkningsfaktor  $S = 1,4$  i henhold til tabell NA.3(903).

Spissverdien for berggrunnens akselerasjon i Trondheim kommune er  $a_{g40Hz} = 0,35 \text{ m/s}^2$ . Det gir referansespissverdi  $a_{gR} = 0,8 \cdot a_{g40Hz} = 0,8 \cdot 0,35 \text{ m/s}^2 = 0,28 \text{ m/s}^2$ . Grunnens dimensjonerende akselerasjon blir da  $a_g \cdot S = \gamma_I \cdot a_{gR} \cdot S = 1,0 \cdot 0,28 \text{ m/s}^2 \cdot 1,4 = 0,39 \text{ m/s}^2$ . Verdien er mindre enn utelatelseskriteriet for lav seismisitet som er  $a_g S < 0,49 \text{ m/s}^2$ , punkt 3.2.1(5)P. Tiltaket må dermed ikke dimensjoneres for jordskjelv.

## 4.7 Flom- og skredfare

I henhold til TEK17 § 7-1 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred). I følge NVE's karttjeneste skrednett.no ligger utbyggingstomta ikke innenfor et område som er markert som aktsomhetsområde i forhold til flom.

Tomta ligger heller ikke innenfor et område som er markert som fareområde i forhold til jord- og flomskred.

Det er ikke påtruffet kvikkleire eller sprøbruddsmateriale i området. Byggetomta ligger ikke i en registrert kvikkleiresone eller i utløpssonen for en kvikkleiresone. Prosjektet er således ikke utsatt for kvikkleireskred.

## 5. Geoteknisk vurdering

### 5.1 Stabilitet

#### 5.1.1 Grunnlag for stabilitetsberegninger

##### Tolkning av materialparametere

Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretrykksfaktoren  $N_{\Delta u}$  og spissmotstandsfaktoren  $N_{kt}$ , uttrykt på følgende måte:

$$c_{uA} = \Delta u / N_{\Delta u}$$

$$c_{uA} = q_n / N_{kt}$$

Generelt er  $N_{\Delta u}$  benyttet ved  $B_q$ -verdi (poretrykksrespons) høyere enn 0,5 - 0,6, og  $N_{kt}$  er benyttet ved  $B_q$  lavere enn 0,5 - 0,6.

For bestemmelse av faktorene  $N_{\Delta u}$  og  $N_{kt}$  er korrelasjoner basert på CAUC-treksialforsøk på blokkprøver av høy kvalitet benyttet, kfr Lunne et al, ref /8/ og Karlsrud, ref /9/. For de valgte korrelasjonene for  $N_{\Delta u}$ - og  $N_{kt}$ -faktorene er det skilt mellom leire med sensitivitet ( $S_t$ ) lavere og høyere enn 15. Følgende faktorer er benyttet:

$$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p \quad N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,07 \cdot I_p \quad \text{for } S_t < 15$$

$$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR \quad N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR \quad \text{for } S_t > 15$$

Det er i tillegg til de ovennevnte faktorene valgt å benytte korrelasjon mellom  $N_{\Delta u}$  og  $B_q$ ,  $N_{\Delta u} = 4,0 + 4,5 B_q$  for sammenligning. Denne er en kurvetilpasning (Eggereide) basert på korrelasjoner mellom blokkprøver og målt poretrykksrespons ( $B_q$ ) presentert i ref. /4/.

Ved tolking av CPTU er det benyttet en romvekt på  $18,5 \text{ kN/m}^3$ . Det er benyttet plastisitetsindeks,  $I_p$ , lik 6,0 i tolkningene, basert på tall fra laboratoriet og erfaring.

OCR (konsolideringsgrad) er vurdert ut fra ødometerforsøk i punkt 109 til å være tilnærmet lik 1,6. Tolkede CPTU foreligger som bilag 1. Designverdi er presentert i hvert enkelt plott av tolkningen.

#### Anisotropi og tøyningskompatibilitet

I beregningene tas det hensyn til spenningsanisotropi i leira, dvs. at udrenert skjærfasthet varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet er udrenert aktiv skjærfasthet  $c_{uA}$ .

For ikke-sensitiv leire er aktiv, direkte og passiv skjærfasthet beregnet ut fra følgende sammenheng:

$$c_{uA} = 1,0 c_{uA} \text{ (fasthet der glideflaten ligger i aktiv sone)}$$

$$c_{uD} = 0,63 c_{uA} \text{ (fasthet for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)}$$

$$c_{uP} = 0,35 c_{uA} \text{ (fasthet der glideflaten ligger i passiv sone)}$$

Friksjonsvinkel er tolket med hovedvekt på utførte CAUC-forsøk i punkt 109 og erfaringstall. Utførte effektivspenningsanalyser er valgt utført med følgende parametere, se tabell 1:

**Tabell 1**

Lag	$\phi$ [grader]	$a$ [Attraksjon]	$c'$ [kPa]
Tørrskorpe	30	15	8,7
Leire	26,5	10	5
Sand/silt	33	5	3
Leire	26,5	10	5
Sand	35	0	0

Tolket lagdeling for valgte profiler er vist på tegning 1002 og 1003.

#### Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegningene er utført ved hjelp av dataprogrammet *GeoSuite Stability*. Det er utført totalspennings- og effektivspenningsanalyse. Totalspenningsanalysen vurderes som kritisk ved de opptredende grunnforhold med leire, for å ta hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen. Effektivspenningsanalysen vurderes som representativ for langtidssituasjonen.

Det valgte beregningsprofilen vurderes som representativ for å vurdere sikkerhet mot utglidninger under og etter at området tas i bruk. Profilets geometri og lagdeling er vist på tegning 1001 og 1002.

Beregningene er primært utført for dagens situasjon, dvs. det antas at en ved utvikling av området ikke belaster terrenget vesentlig.

### Beregningsresultater

Beregninger, forutsetninger og resultater for dagens situasjon og aktuelle tiltak på planområdet er vist på tegning 1001 og 1002. Laveste resultater er vist i tabell 2.

**Tabell 2**

	<b>Totalspenning</b>	<b>Effektivspenning</b>
<b>Profil 1 _ Dagens terreng</b>	1,4	1,25

Resultater fra stabilitetsberegninger på effektivspenningsbasis (drenert langtidssituasjon) viser at skråningen har tilstrekkelig stabilitet mot dype glidesirkler som går bak mot tomte ( $F_C > 1,3$ ). Overflatestabiliteten i selve skråningen er imidlertid i grenseland ( $F_C = 1,25$ ), noe som ved ugunstige forhold kan gi overflateglidninger. Det vil derfor være gunstig å beholde den naturlige vegetasjonen i skråningen i den grad det er mulig. Mindre fjerning av vegetasjon og trær vil ikke ha store betydninger for overflatestabiliteten. For å hindre urealistiske overflateglidninger er det lagt inn en attraksjon i tørrskorpelaget i beregningene. Dette for at skråningen i realiteten er dekt av trær og annen vegetasjon som bidrar til overflatestabiliteten.

Det er også utført stabilitetsberegninger på totalspenningsbasis (udrenert korttidstilstand). Resultater fra beregningen viser at stabiliteten er tilstrekkelig ( $F_C = 1,4$ ).

Selv om stabiliteten er tilfredsstillende tilrås byggene å stå lengst mulig fra skråninga. Minste avstand vurderes til ca. 7 m fra skråningen til ytterveggen i 1.plan, mens kjellerveggen kan stå noe nærmere da avlastning for kjeller vil ha en positiv effekt for stabiliteten i skråningen. En skal være oppmerksom på at flytting av p-kjeller mot skrenten vil medføre mindre plass for graveskråningen og det vil dermed resultere større berøring av selve skråningskanten. Dette kan medføre fjerning av den originale vegetasjonen som er der i dag. Det vil være akseptabelt i anleggsperioden, men vi forutsetter at vegetasjonen reetableres straks etter at massene er lagt tilbake. Eventuelt kan en bruke spuntvegg for å kunne grave vertikale vegger og dermed spare dagens vegetasjon.

Det vil også være et krav om minst mulig pålastning. For å sikre at stabiliteten i skråningen ikke påvirkes negativt av tiltaket, forutsettes det at bebyggelsen utføres tilnærmet kompensert for bygningslasten, dvs. at vekten av utgravde masser minst er like stor som vekten av bebyggelsen. Dersom det bygges tre blokker med 3, 4 og 5 etasjer og høyeste bygget skal stå nærmest jernbanebrua/skråningskanten, vil det være nødvendig med 4,5 m utgraving fra dagens terreng til overkant fundament i kjeller. Dersom det er ønskelig med mindre utgraving må bygget med 5 etasjer stå lengst fra brua/skråningskanten. Da er det tilfredsstillende med 3,5 meter utgraving fra dagens terreng til overkant fundament i kjeller. Alternativt kan begge blokkene bygges med 4 etg. Da vil det være nok med 3,5 meter under bakkenivå.

## **6. Graving og fundamentering**

Med de beskrevne grunnforhold vurderes bebyggelsen å kunne fundamenteres direkte i original grunn. På grunn av inhomogene grunnforhold, der det kan være mulighet for lokale partier med bløtere masser, tilrås det enten å fundamenterer bygget på hel bunnplate eller at det etableres større gjennomgående fundamenter. Det vil gi mulighet for å spenne over eventuelle bløtere partier og bedre fordeling av lastene. Det kan benyttes dimensjonerende bæreevne i bruddgrensetilstand på 150 kPa. Bæreevne vurderes nærmere når fundamentplan med laster er utarbeidet.

For vanlig fundamentering (såler/enkeltfundament) vil setninger normalt være innenfor akseptable verdier dersom bebyggelsen er kompensert fundamentert, men det vil kreve en mer detaljert vurdering når endeligplan foreligger.

Det er for denne vurderingen lagt til grunn 1 parkeringsetasjer under terreng, dvs. kompensert bebyggelse til 3-5 etasjer.

Graving med frie graveskråninger vil kreve en helning på graveskråningene på 1:1,5 eller slakere. Med gravedybde på ca. 4 meter vil det si topp graveskråning minst 6 meter fra ytterkant vegg. Gravemasser må transporteres bort fra området og deponeres på godkjent sted. Det må ikke lagres fyllmasser, verken midlertidig eller permanent, ut mot kanten av skrånningen eller andre steder der de vil påvirke stabiliteten i ugunstig retning.

Nærhet til jernbanen, og fyllingen opp til sporet, medfører at utgraving med frie graveskråninger må vurderes med hensyn til stabilitet i jernbanefyllingen.

Beskrivelse og arbeidstegninger for utgraving av tomt forutsettes oversendt geoteknikker for kontroll før oppstart av gravearbeidene.

## 7. Konklusjon

Utførte stabilitetsberegninger viser at planlagte tiltak med utbygging i Veisletten Alle 13 tilfredsstillende kravene i Eurokode 7. Det forutsettes at tiltaket utføres iht beskrivelser i dette notatet.

*Sist reviderte tegninger viser at sørvestre hjørnet av det sørligste bygget ligger utenfor grensen som er satt fra skrånningen, se bilde 1. Enderingen er minimalt og vurderes derfor som akseptabelt. Det er planlagt sammenhengende kjeller under alle bygg, noe som vil gi tilfredsstillende stabilitet i tomte etter bebyggelse.*

Bilde 1



Med vennlig hilsen

Rambøll Norge AS



**Navid Zamani**

Geotekniker

M 906 15 065

Navid.Zamani@ramboll.no

Kvalitetskontroll



**Rolf H. Røsand**

Prosjektsjef Geoteknikk

M 932 80 210

Rolf.rosand@ramboll.no

**Referanser:**

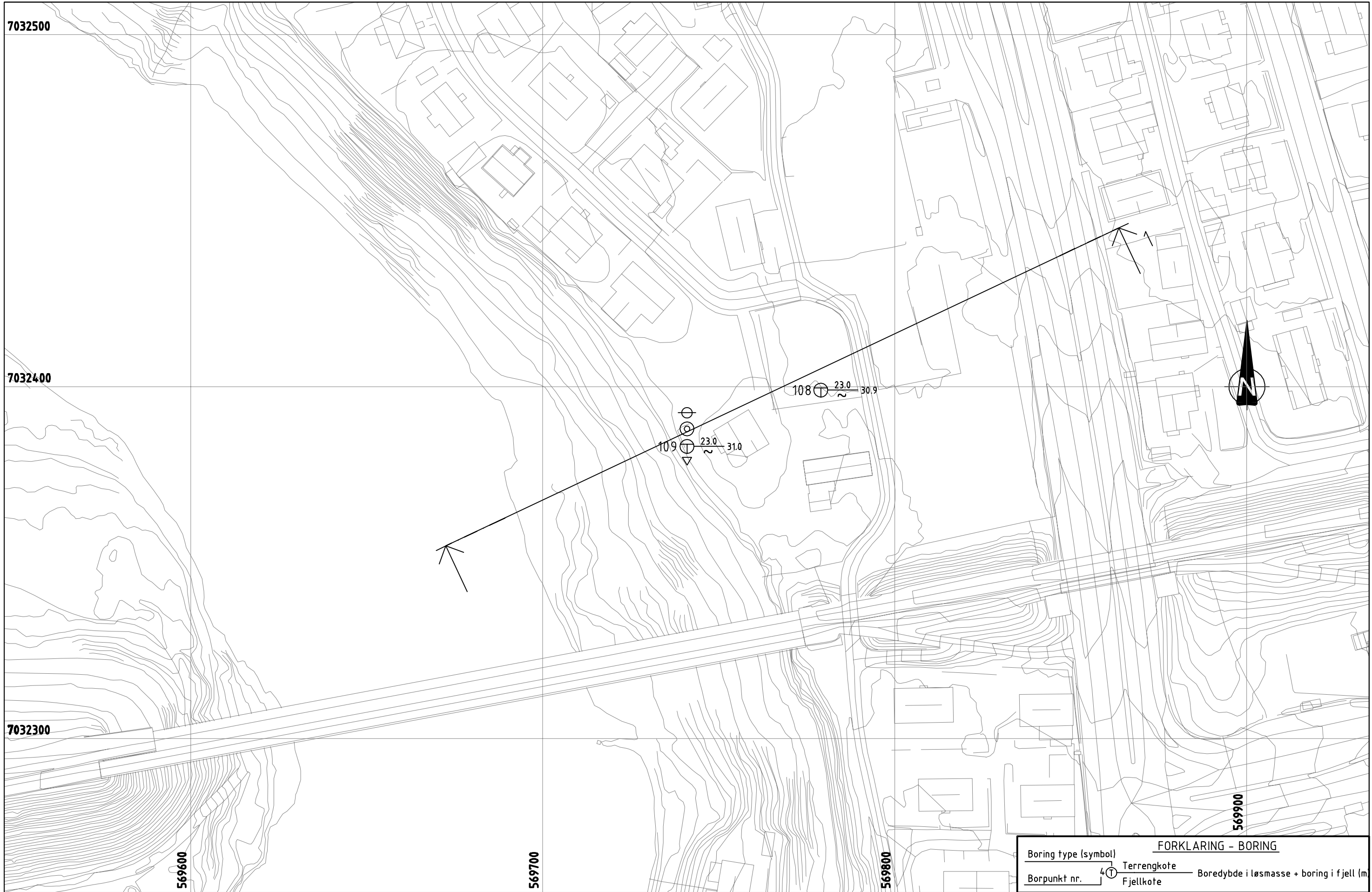
- 1: Eurokode 0, NS-EN 1990:2002 + A1:2005 + NA:2016
- 2: Eurokode 7, NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2016
- 3: Eurokode 8, NS-EN 1998-1:2004 + A1:2013 + NA:2014
- 4: Lov om planlegging og byggesaksbehandling, <http://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- 5: Byggeteknisk forskrift (Tek10), <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>
- 6: Byggesakforskriften (Sak10) <http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488>
- 7: Rambølls rapport *G-rap-001 1350004029-rev01 Veisletten alle 13*, av 18.08.2017.
- 8: Lunne et al, "*Cone penetration test in geotechnical practice*", 1997
- 9: Karlsrud et al, "*CPTU correlations for clays*", ICSMGE 2005, Osaka, Japan

**Tegning:**

- 1001: Situasjonsplan
- 1002: Stabilitetsberegning Profil 1 \_ Dagens terreng

**Vedlegg:**

- 1: Tolkning CPTU punkt 109
- 2: Presentasjon av utførte tolkinger, pkt. 109 – lab 5
- 3: Presentasjon av utførte tolkinger, pkt. 109 – lab 11



7032500

7032400

7032300

569600

569700

569800

569900

FORKLARING - BORING			
Boring type (symbol)	⊕	Terrengekote	Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)
Borpunkt nr.	4	Fjellkote	

01	22.09.2017		NAZA	NAZA	RHR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

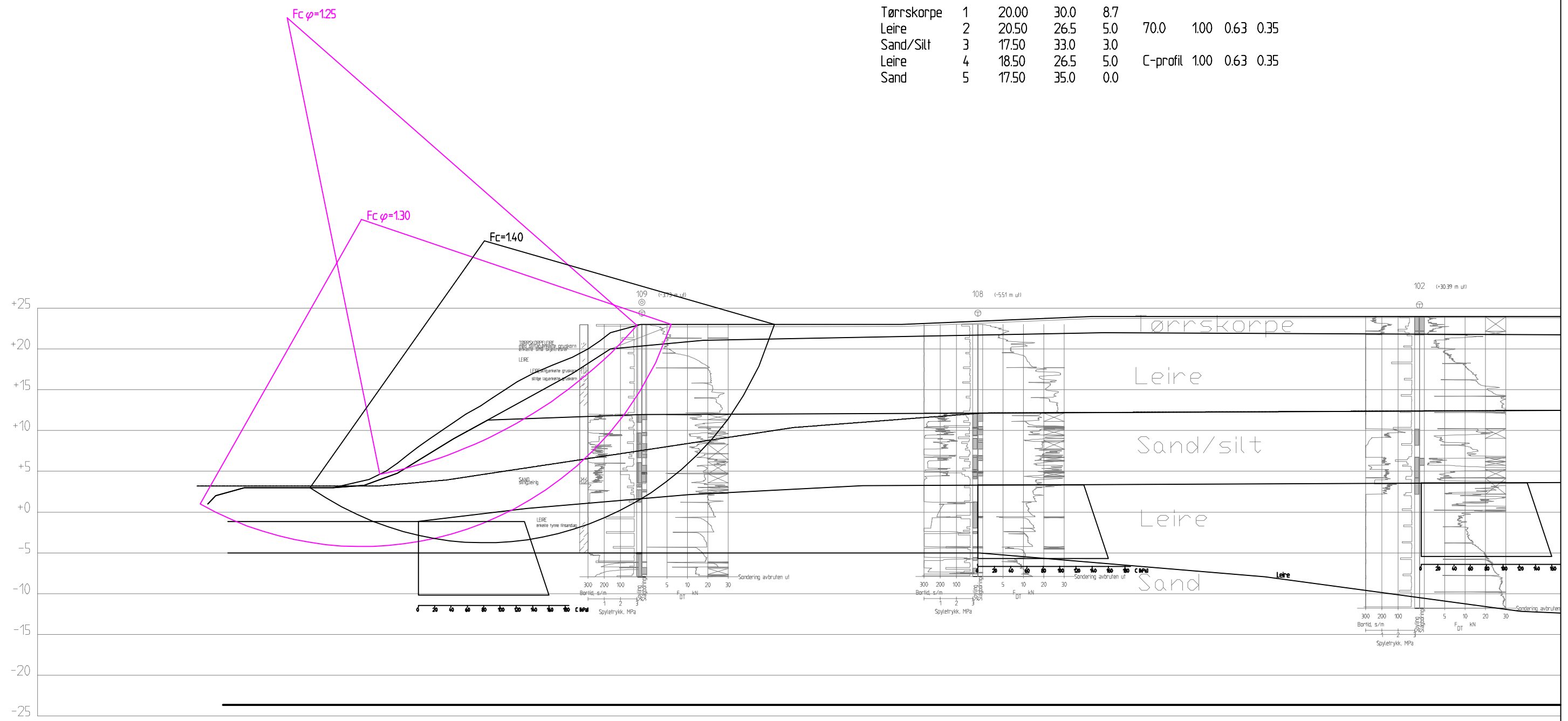
OPPDRAG  
**Veisletten alle 13**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Trym Bolig AS**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 ⊕ Totalsondering  
 ⊙ Prøveserie ⊖ Piezometer  
 ∇ Trykksondering (CPTU)

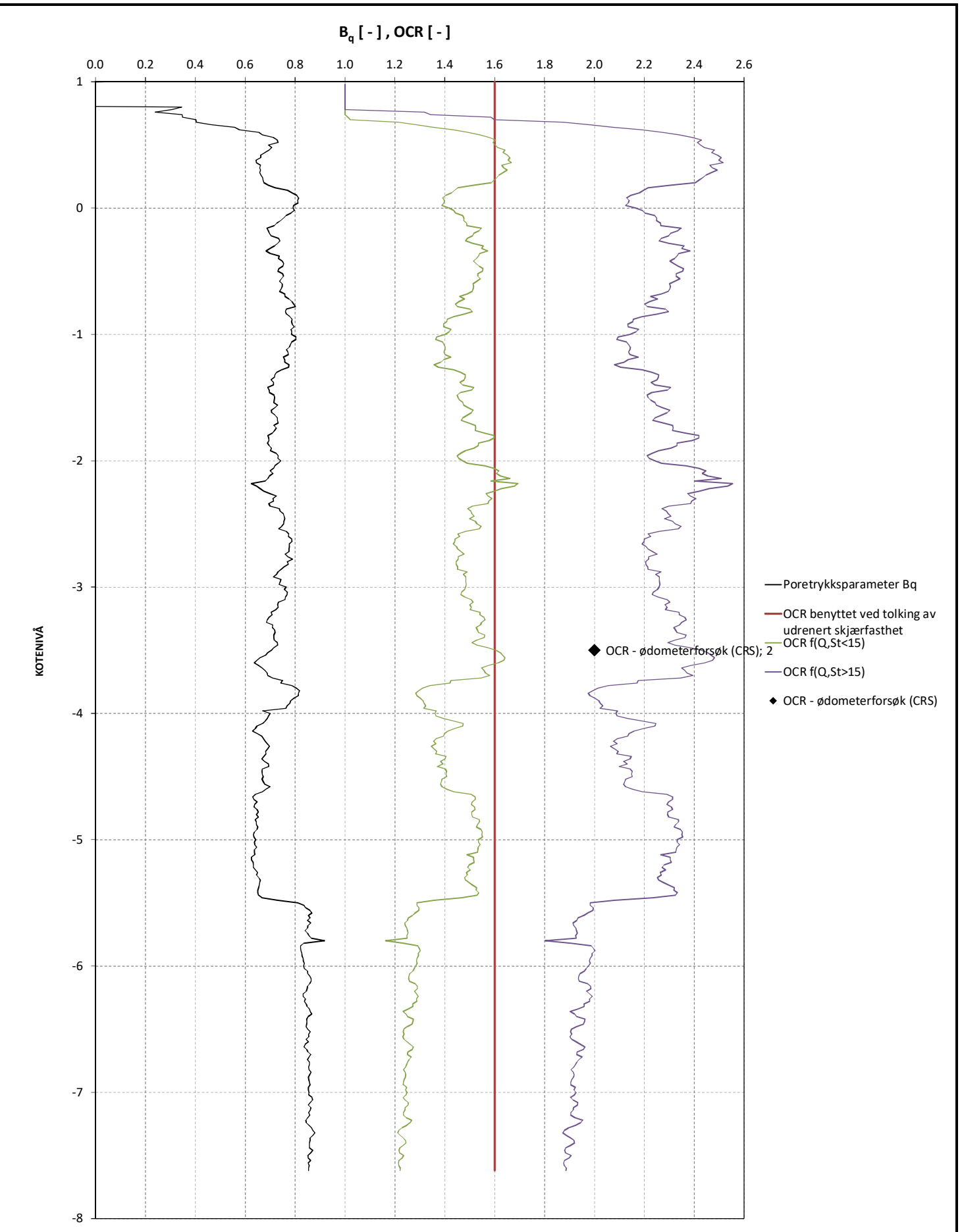
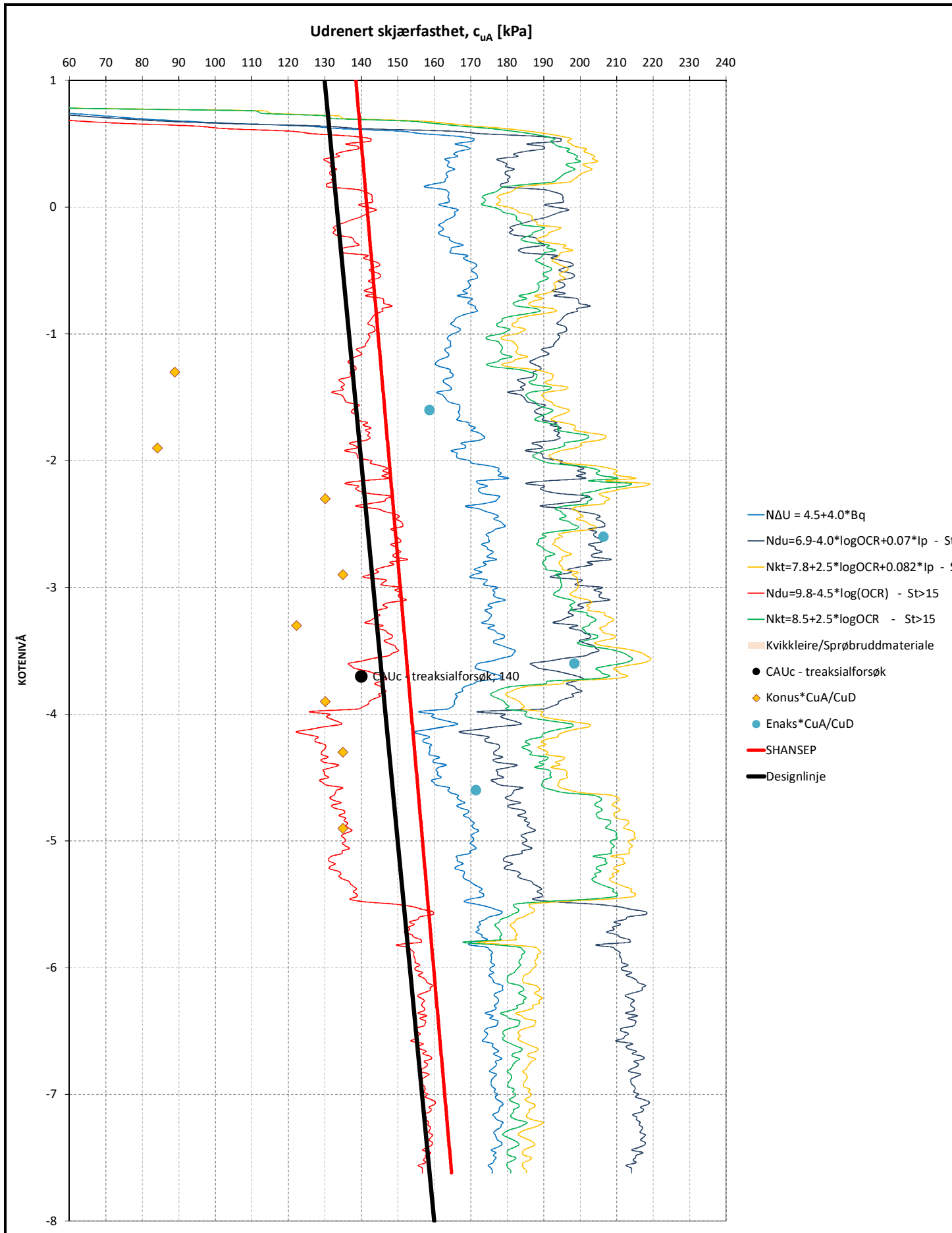
OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350022612	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
1001		01	



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	20.00	30.0	8.7				
Leire	2	20.50	26.5	5.0	70.0	100	0.63	0.35
Sand/Silt	3	17.50	33.0	3.0				
Leire	4	18.50	26.5	5.0	C-profil	100	0.63	0.35
Sand	5	17.50	35.0	0.0				



00 22.09.2017			NAZA NAZA RHR		OPPDRAG	<b>Veisletten alle 13</b> Total- og effektivspenningsanalyse Profil 1 Dagens terreng	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN KONTR GODKJ		Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no		OPPDRAGSGIVER	1350022612	1:500	01	01
TEGNINGSSTATUS			Endelig		Trym Bolig AS		TEGNING NR.				REV.
							1002				



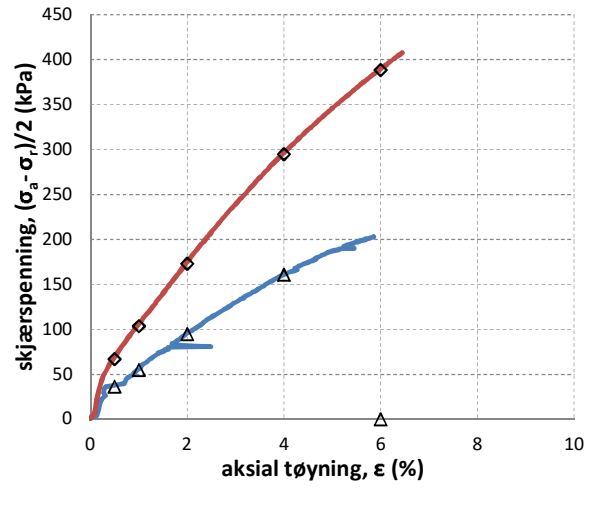
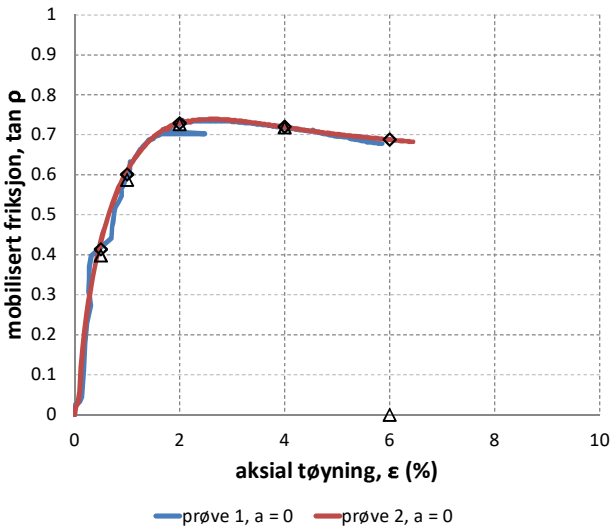
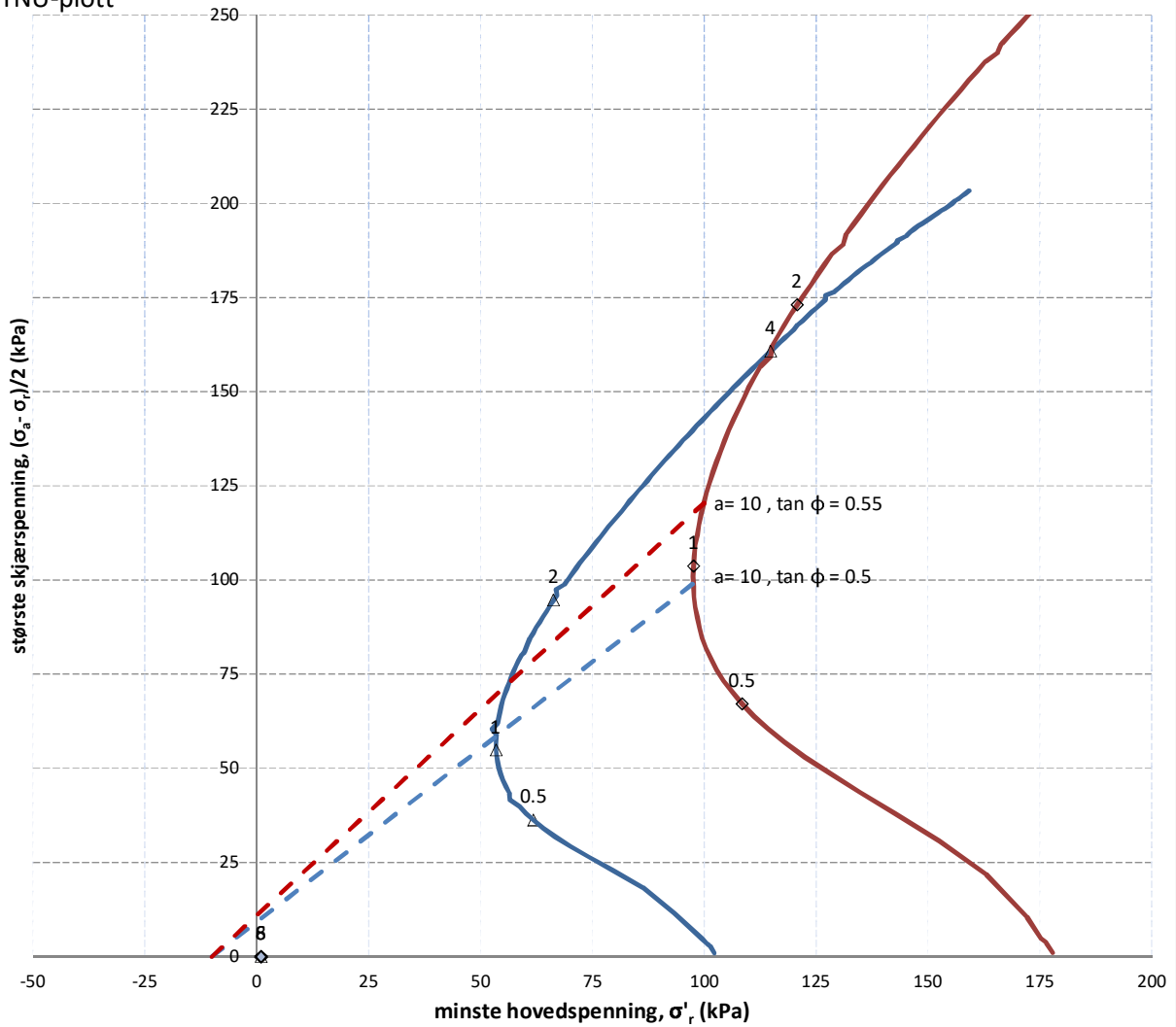
Tolkningsgrunnlag		Romvekt:	
In-situ poretrykk:	Hydrostatisk	Konstant, 18,5 kN/m <sup>3</sup>	
Grunnvannstand [Z]:	20 m	SHANSEP-normalisering:	$\alpha = 0.27$ $\beta = 0.6$
Overkonsolidering:	Konstantverdi OCR = 1.6	Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigeret med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63	
Plastisitetsindeks, $I_p$ :	Konstant, $I_p = 6$		

Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
1.0	130.0
-8.0	160.0



Trym bolig AS		Oppdrag	1350022612
Veisletten alle 13		Tegn./kontr.	Vedlegg
Borpunkt: 109	Terrengekote: 23.0	NAZA/RHR	1
Tolking/presentasjon av CPTU		Dato	Tegn. Nr.
Udrenert skjærfasthet og OCR		22.08.2017	-

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	109	5	7,55m	CAUc	17.5	1.0	0.030	0	104	102	Leire
2	◇	109	5	7,65m	CAUc	17.0	1.5	0.046	0	180	178	Leire



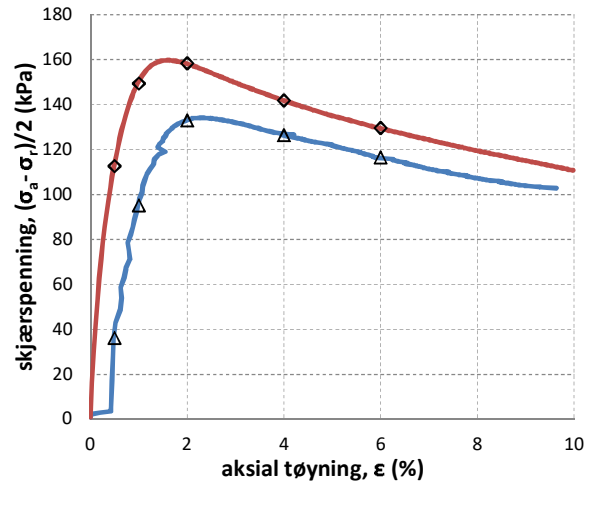
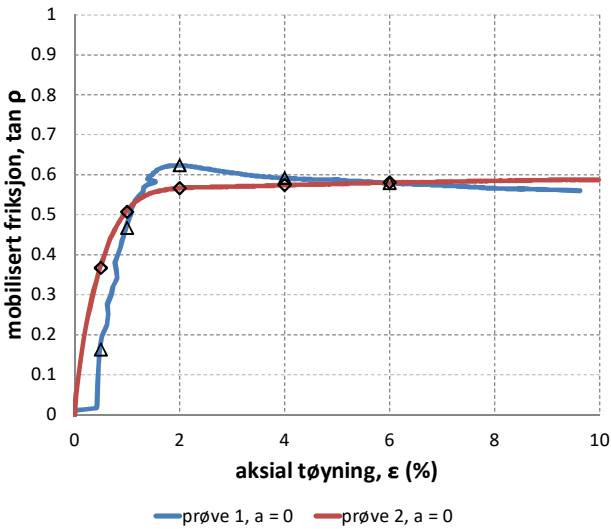
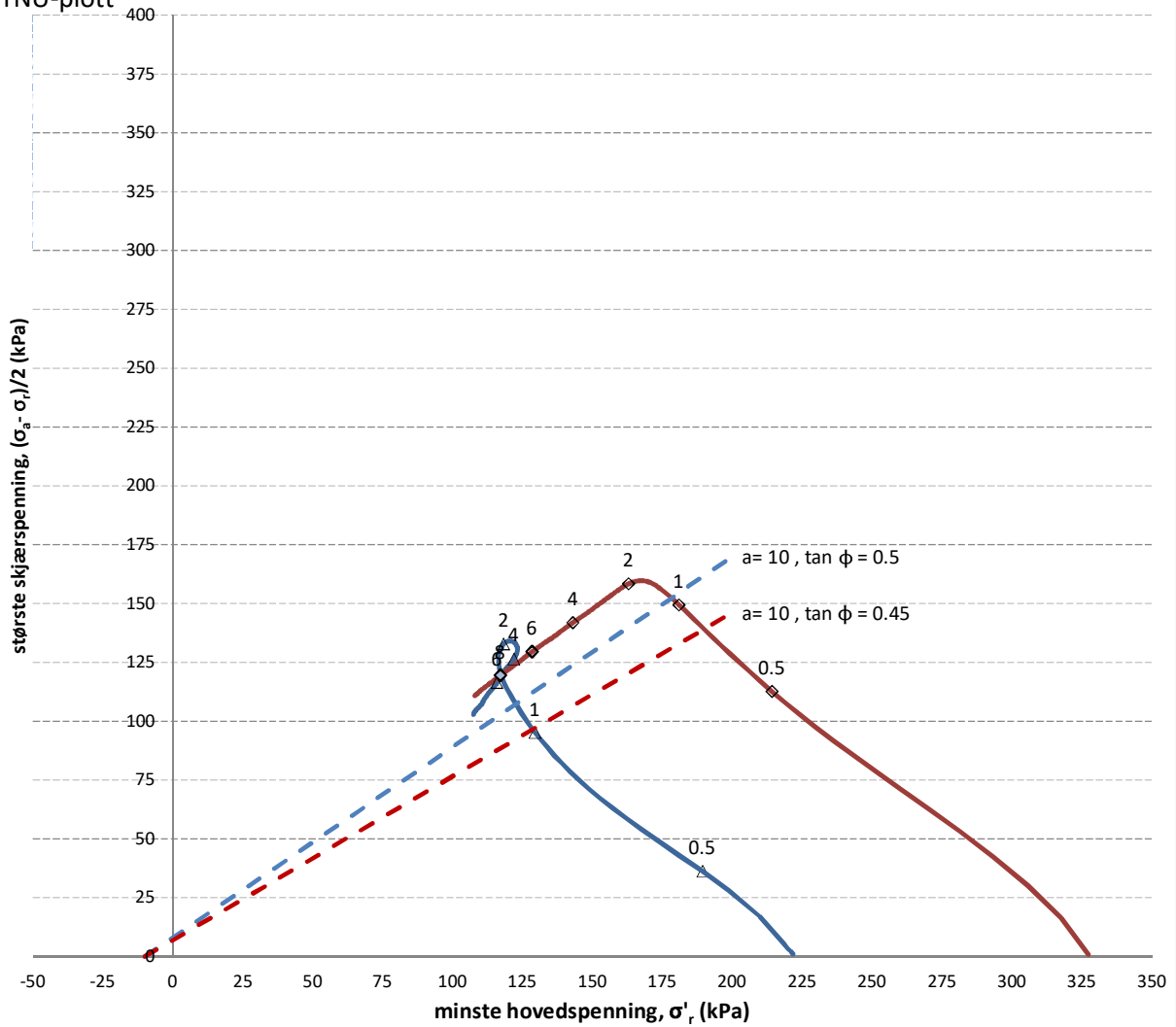
Veisletten alle 13

Trym Bolig AS

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350022612
Tegn./kontr. NAZA/RHR	Vedlegg 2
Dato 22.08.2017	Tegn. Nr.

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵣ' (kPa)	
1	Δ	109	11	26,65m	CAUc	40.5	1.9	0.035	0	224	222	Leire
2	◇	109	11	26,75m	CAUc	41.1	2.4	0.044	0	329	327	Leire



Veisletten alle 13

Trym Bolig AS

TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.  
NAZA/RHR

Dato  
22.08.2017

Oppdrag  
1350022612

Vedlegg  
3

Tegn. Nr.