
RAPPORT

Ust Vestre

OPPDRAAGSGIVER

TOBB

EMNE

Grunnundersøkelser geoteknikk

DATO / REVISJON: 25. januar 2017 / 00

DOKUMENTKODE: 418464-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. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

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

OPPDAG	Ust Vestre	DOKUMENTKODE	418464-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser geoteknikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDAGSGIVER	TOBB	OPPDAGSLEDER	Signe Gurid Hovem
KONTAKTPERSON	Morten Olberg	UTARBEIDET AV	Amund Quitzau Growen
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5663 NORD: 70247	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	174 / 1 / 0 / Trondheim		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Trondheim og Omegn Boligbyggelag (TOBB) for å utføre grunnundersøkelser i forbindelse med detaljregulering av tomtene med gnr/bnr 174/1 og 174/10 på Kattem i Trondheim.

Feltundersøkelsene omfattet:

- 2 stk. totalsonderinger
- Trykksonderinger (CPTU) i to borpunkt
- Opptak av 54 mm sylindrerprøver i to borpunkt

Totalsonderingene er avsluttet 25,8 og 27,8 meter under terreng uten å treffe berg. Sonderingene og prøvetaking viser at løsmassene består av et topplag av tørrskorpeleire på ca. 1-2 meter, over leire med tynne siltlag. Leira i borpunkt 1 har en uforstyrret skjærstyrke (c_u) mellom 60 og 135 kN/m². Med en sensitivitet på 2-3 klassifiseres leira som fast og lite sensitiv. I borpunkt 2 har leira en c_u mellom 64 og 108 kN/m² ned til ca. 4 meters dybde under terreng. Fra 7 meters dybde under terreng er det påvist et kvikkleirelag med ca. 3 meters mektighet. Derunder er det sprøbruddsmateriale.

Løsmassene er satt til seismisk grunntype S1.

00	25.01.2017	Geoteknisk datarapport	Amund Q. Growen	Alberto Montafia	
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Myndighetskrav	5
2	Geotekniske grunnundersøkelser	6
2.1	Feltundersøkelser	6
2.2	Laboratorieundersøkelser.....	6
3	Terreng- og grunnforhold.....	7
3.1	Områdebeskrivelse	7
3.2	Kvartærgeologi	7
3.3	Kvikkleiresoner.....	8
3.4	Grunnforhold	8
3.5	Seismisk grunntype.....	9
4	Referanser	9
I.	Vedlegg A – Koordinater borpunkt.....	10

TEGNINGER

418464-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Geotekniske data borpunkt 1
	-011	Geotekniske data borpunkt 2
	-040.1	CPTU-1, Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i
	-040.2	CPTU-1, Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2
	-040.3	CPTU-1, Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og frisksjonsforhold R_f
	-040.4	CPTU-1, Jordartsidentifikasjon fra CPTU data – Q og B_q
	-041.1	CPTU-1, Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i
	-041.2	CPTU-1, Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2
	-041.3	CPTU-1, Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og frisksjonsforhold R_f
	-041.4	CPTU-1, Jordartsidentifikasjon fra CPTU data – Q og B_q
	-075.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, PR-1, $d=8,30m$. Plott A: $s_{av}' - e_a$, M og c_v
	-075.2	Ødometerforsøk, CRS-rutine, PR-1, $d=8,30m$. Plott B: $s_{av}' - e_a$, k og u_b/s
	-076.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, PR-2, $d=12,50m$. Plott A: $s_{av}' - e_a$, M og c_v
	-076.2	Ødometerforsøk, CRS-rutine, PR-2, $d=12,50m$. Plott B: $s_{av}' - e_a$, k og u_b/s
	-100	Profil A-A

VEDLEGG

Vedlegg A – Koordinater borpunkt

Vedlegg B1-B2 – Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet CPTU-1 og CPTU-2B

Vedlegg C1-C8 – Plott enaksforsøk

GEOTEKNISKE BILAG

Geotekniske bilag 1; Feltundersøkelser

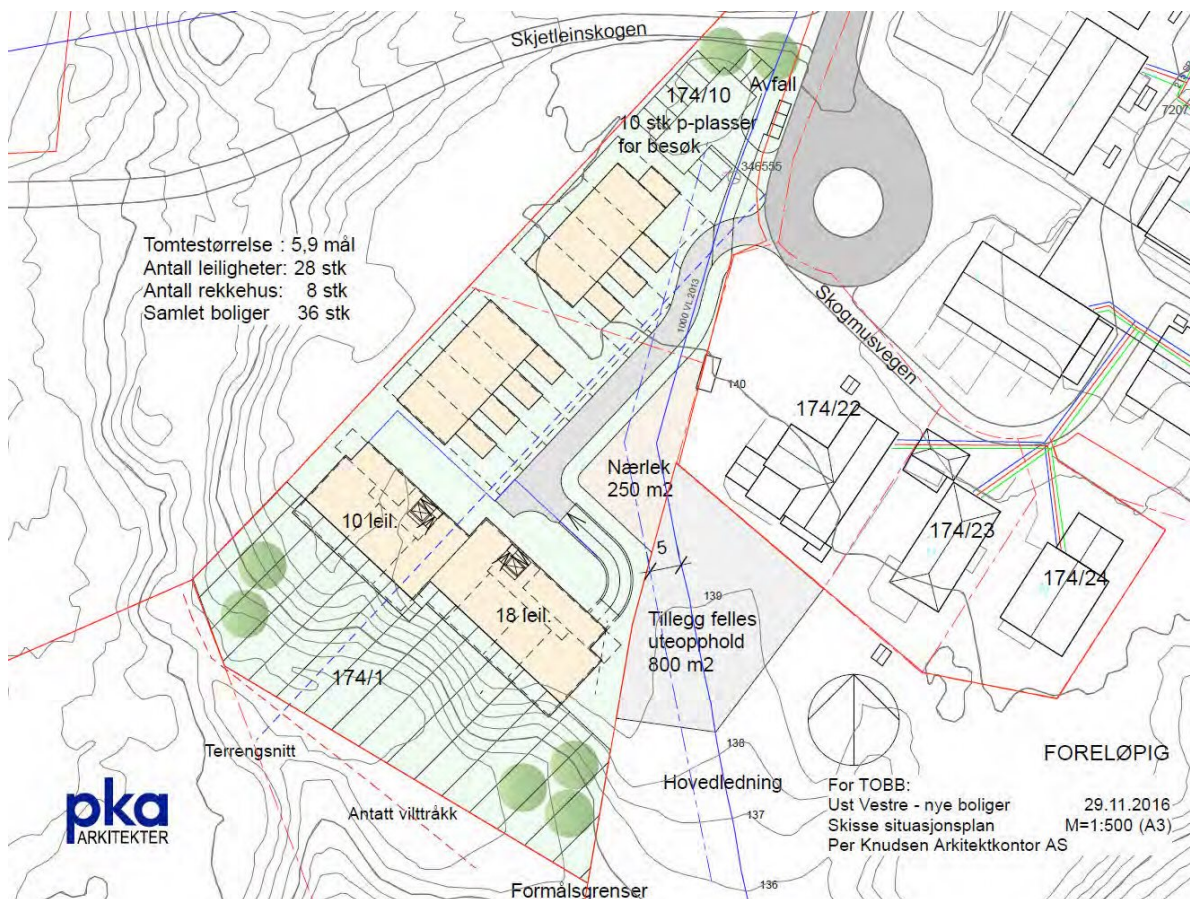
Geotekniske bilag 2; Laboratorieundersøkelser

Geotekniske bilag 3; Oversikt over metodestandarder – felt og lab

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Multiconsult er engasjert av Trondheim og Omegn Boligbyggelag (TOBB) for å utføre grunnundersøkelser i forbindelse med detaljregulering av tomtene med gnr/bnr 174/1 og 174/10 på Kattem i Trondheim.



Figur 1-1: Situasjonsplan (Per Knudsen Arkitektkontor AS, 29.11.16)

Foreliggende rapport inneholder resultatene fra de utførte geotekniske grunnundersøkelsene.

1.2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008 /1/. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 2 Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver /2/ og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag nr. 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

2 Geotekniske grunnundersøkelser

2.1 Feltundersøkelser

Feltarbeid ble utført i løpet av uke 1 og uke 2 2017. Boringene ble utført med Geotech 607 D beltegående borerigg.

Feltundersøkelsene omfattet:

- 2 stk. totalsonderinger
- Trykksonderinger (CPTU) i to borpunkt
- Opptak av 54 mm sylinderprøver i to borpunkt
- Installasjon av 1 stk. poretryksmåler begge borpunkt

Totalsonderinger gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold, samtidig som metoden har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

Borpunkter er satt ut og innmålt med DGPS utstyr (Trimble GeoExplorer 6000 series GeoXR) av borleder. Oversikt over koordinater finnes i Vedlegg A.

Alle høyder/kotenivå oppgitt i denne rapporten, har NN2000 som referansesystem.

Plassering av borpunkt er vist på borplan, tegning nr. 418464-RIG-TEG-001.

Resultater fra CPTU er vist på tegningene 418464-RIG-TEG-040.1 tom. 041.4.

Sonderingsresultatene er presentert i profil på tegning 418464-RIG-TEG-100.

Boringers utførelse og tilhørende resultater er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1.

2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim, med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper. Ved denne undersøkelsen er prøvene geoteknisk klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og skjærstyrke (enaks og konus).

Resultater fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning 418464-RIG-TEG-010 og -011.

Ødometerforsøk ble utført på to utvalgte prøver for å se på deformasjonsegenskapene til leira.

Resultatene er presentert på tegningene 418464-RIG-TEG-075.1 tom. -076.2.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

2.3 Grunnundersøkelsenes kvalitet

Begge CPTU-sonderinger havner i anvendelsesklasse 1 angående spissmotstand, friksjon og poretrykk. CPTU1 er relativt påvirket av grunnens lagdeling i de øverste 14 m, hvor poretrykkresponsen ikke er fullt så bra som ønskelig. Sonderingen vurderes imidlertid pålitelig nok til å bli benyttet som grunnlag for tolking av materialparametere.

Prøvekvaliteten vurderes å være god basert på tøyingsnivået ved brudd på de utførte enaksforsøk. Prøvene fra borpunkt 1 som gikk til brudd ved høy tøyning var preget av mange siltlag, og slike materialer er som regel duktile eller herdende. Dette gjenspeiles i resultater fra ødometerforsøk, hvor forsøket kjørt på prøven fra borpunkt 2 gir tydeligere indikasjoner om prekonsolideringsforhold og stivhet enn prøven fra borpunkt 1.

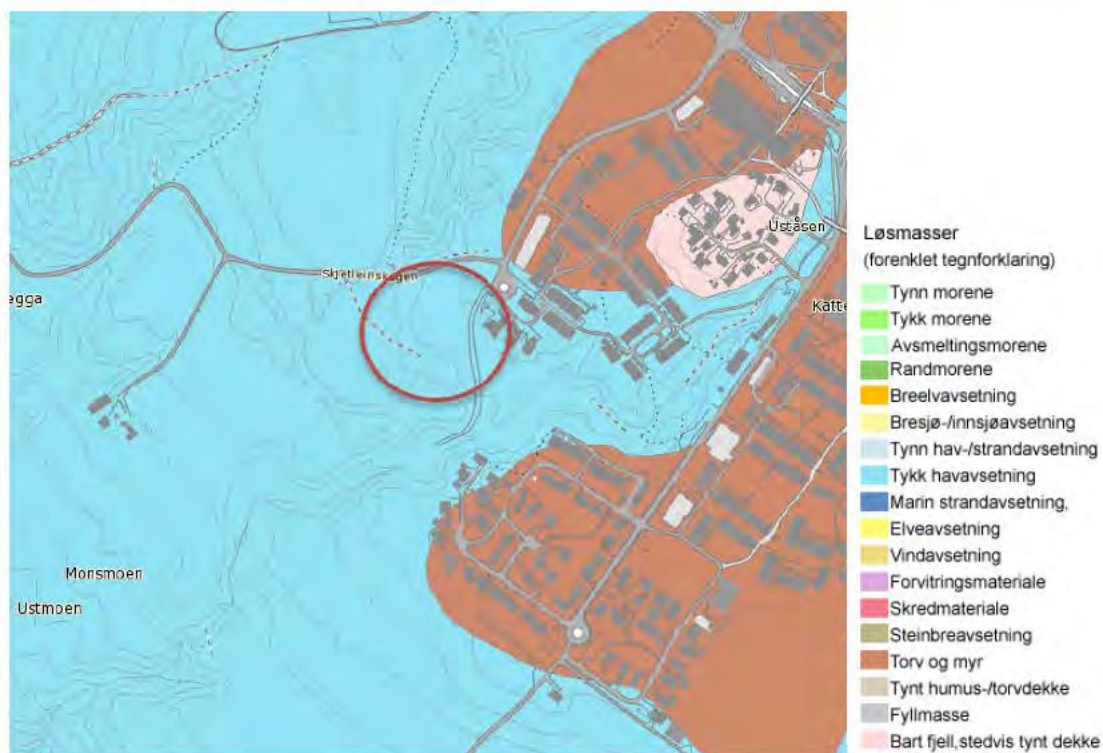
3 Terreng- og grunnforhold

3.1 Områdebeskrivelse

Det aktuelle området er på tomten 174/10, og den nordlige delen av tomt 174/1. I nord er terrenget relativt flatt og ligger mellom kote +141 og +139. Videre sørvestover skråner terrenget ca. 1:2, ned til mellom kote +131 og +132. Området er per dags dato tett vegetert.

3.2 Kvartærgeologi

Kvartærgeologisk kart viser at løsmassene i øvre lag på det aktuelle området består av tykk havavsetning, vanligvis leire og silt.

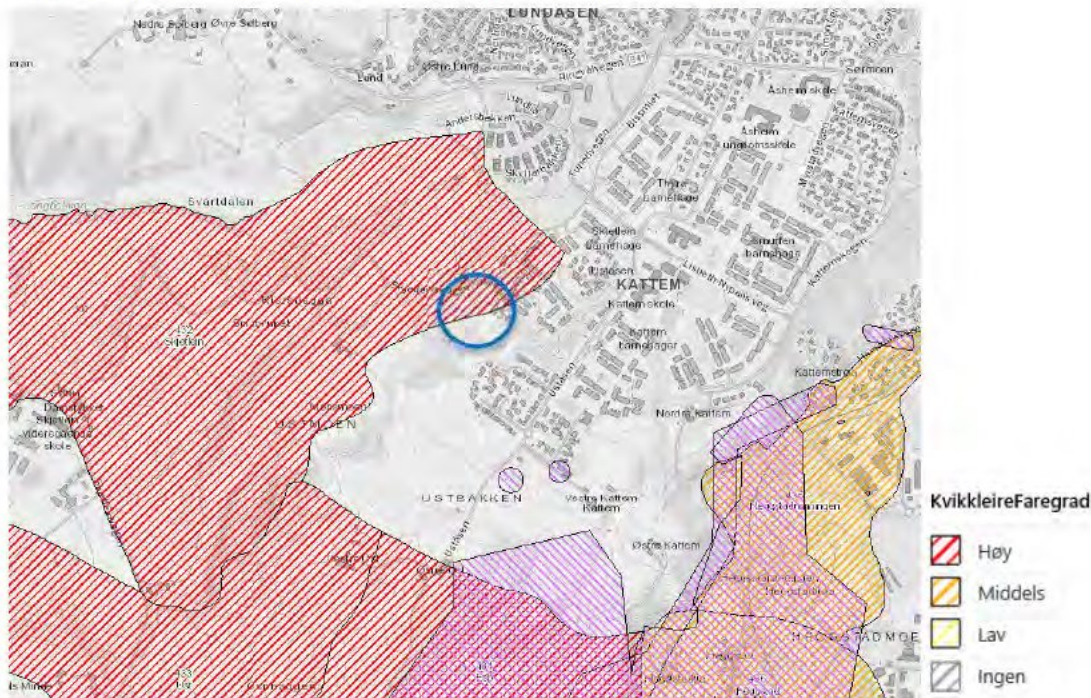


Figur 3-1: Utsnitt fra kvartærgeologisk kart (kilde: www.ngu.no).

3.3 Kvikkleiresoner

Kvikkleiresone nr. 432 «Skjetlein» ligger på de aktuelle tomtene. Sonen er klassifisert med høy faregrad.

Byggetomta ligger innenfor den ovennevnte kvikkleiresonen.



Figur 3-2: Kvikkleiresoner (kilde: NVE Atlas)

3.4 Grunnforhold

Totalsonderingene er avsluttet 25,8 og 27,8 meter under terreng uten å treffe berg. Sonderingene og prøvetaking viser at løsmassene består av et topplag av tørrskorpeleire på ca. 1-2 meter, over leire med tynne siltlag. Leira i borpunkt 1 har en uforstyrret skjærstyrke (c_u) mellom 60 og 135 kN/m². Med en sensitivitet på 2-3 klassifiseres leira som fast og lite sensitiv. I borpunkt 2 har leira en c_u på 64-108 kN/m² ned til ca. 4 meters dybde under terreng. Fra 7 meters dybde under terreng er det påvist et kvikkleirelag med ca. 3 meters mektighet. Derunder er det sprøbruddsmateriale.

3.5 Grunnvann

Det ble nedsatt en hydraulisk poretrykksmåler i hver av de to borpunktene. Begge med 1 meter rør over bakken. Måler i borpunkt 1 ble installert den 9. januar 2017, og måler i borpunkt 2 ble installert den 4. januar 2017. Avlesninger og dybder er vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Poretrykksmålinger

BP.	Kote terreng	Dybde måler [m]	Dybde grunnvannstand [m] (Dato avlesning)	Dybde grunnvannstand [m] (Dato avlesning)
1	+138,9	12,0	7,4 (11.01.17)	7,2 (16.01.17)
2	+131,9	8,0	1,2 (05.01.17)	1,7 (16.01.17)

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting.

3.6 Seismisk grunntype

I henhold til Eurokode 8 /3/ skal grunntype for jordskjelvvurderinger angis. For vurderinger benyttes Tabell 3.1 – Grunntyper.

På bakgrunn av veiledningene i Eurokode 8 klassifiseres massene til grunntype S1.

4 Referanser

/1/ NS-EN ISO 9001:2008. Systemer for kvalitetssikring. Krav (ISO 9001:2008). November 2008.

/2/ Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.

/3/ Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014

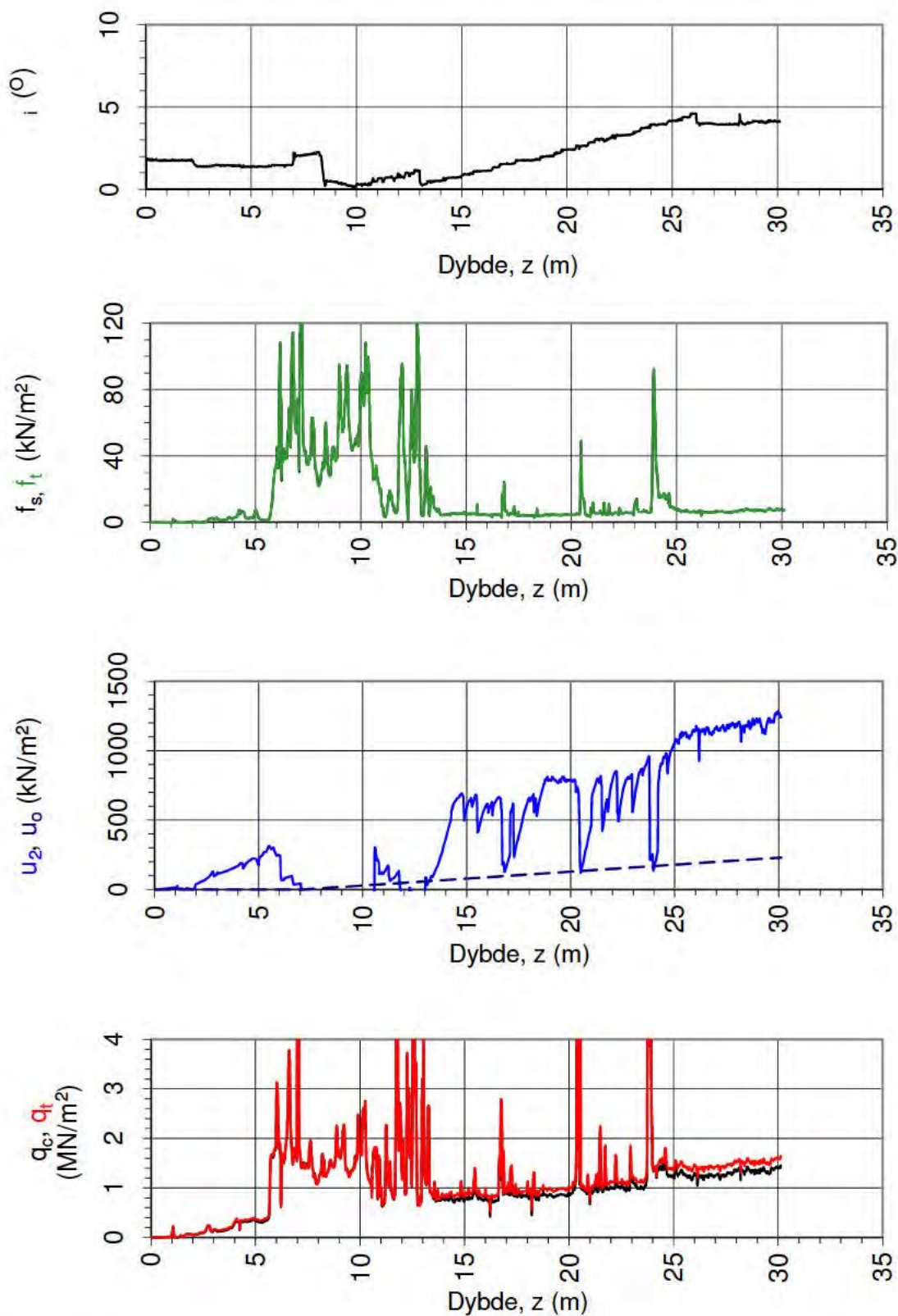
I. Vedlegg A – Koordinater borpunkt

Tabell I-1: Oversikt over innmålte koordinater (UTM 32V).

Borpunkt	Type	N	E	Høyde (NN2000)
1	Totalsondering, CPTU, prøvetaking, poretrykksmåling	7024653.905	566297.391	+138,9
2	"	7024637.010	566283.243	+131,9

TERRENGKOTE	+138.9	DYBDE m PRØVE	VANNINNHOLD OG KONSISTENSGRENSER %				p_s $\frac{g}{cm^3}$	O_g %	p $\frac{g}{cm^3}$	SKJÆRFASTHET C_u (kN/m ²)					S_t
			20	30	40	50				10	20	30	40	50	
TØRRSKORPELEIRE, m/meget tynne siltlag		III		○								▼			
LEIRE, m/meget tynne siltlag, færrskorpig		III		○							▼				
LEIRE, m/meget fette, tynne siltlag		III		○							▼				
5		III													
LEIRE, enk. meget tynne siltlag		III		○	—				2,15 (2,15)		▼			69 111 123	3 3
LEIRE, horisontale- og vertikale siltlag		III		○	—				2,14 (2,09)		▼	▼	▼	73 75 99 135	2 3 3
10		III		○					2,14 (2,11)		▼	▼		60 78	3 3
LEIRE, horisontale- og vertikale siltlag		III		○											
15															
PR = PRØVESERIE SYLINDER PP = POSEPRØVE			○ NATURLIG VANNINNHOLD	□ KLASSIFISERT FELT	▼ KONUS OMRØRT PRØVE										
			— w_f FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK	■ PRØVESERIE SYLINDER	⊕ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE										
			— w_p PLASTISITETSGRENSE	■ POSEPRØVE	⊕ ENAKS FORSTYRRET PRØVE										
			O_g GLØDETAP	▽ KONUS UFORSTYRRET PRØVE	15-5 % TØYNING VED BRUDD										
			p_s KORNDENSITET	▽ KONUS FORSTYRRET PRØVE	S_t SENSITIVITET										
					p DENSITET										
Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK															
GEOTEKNISKE DATA										Boring nr. 1		Tegningens filnavn 418464-RIG-TEG-010_h1.dwg			
TOBB Ust Vestre Grunnundersøkelser										Borplan nr. -001					
										Boret dato: 10.01.2017					
 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70				Dato 18.01.2017		Tegnet/kontr. lab vt/truk		Kontrollert ALM		Godkjent SGH					
				Oppdragsnr. 418464		Tegningsnr. RIG-TEG-010				Rev.		00			

TERRENGKOTE	+131.9 ↓	DYBDE m PRØVE	VANNINNHOLD OG KONSISTENSGRENSER %				p_s $\frac{g}{cm^3}$	0 _g %	p $\frac{g}{cm^3}$	SKJÆRFESTHET Cu (kN/m ²)					S _t
			20	30	40	50				10	20	30	40	50	
TØRRSKORPELEIRE, m/ meget tynne siltlag, små humusrester		0	○										▼		
LEIRE, m/meget tynne siltlag, tørrskorpig		1	○										▼		
LEIRE, enk. m/meget tynne, horisontale og vertikale siltlag		2	○	○				2,12 (2,15)	▼		▼		▽	64 88 108	4 4 5
LEIRE, m/tynne finsandlag		5	○	○	○			2,07 (2,03)	▼			▽	○		10 13
enk.sandkorn KVIKKLEIRE, enk meget tynne siltlag		8	○	○	○			2,01 (2,01)	▼ 0,1 ▼ 0,1	○	○				110 170
KVIKKLEIRE m/tynne siltlag		10	○	○	○			2,05 (2,05)	▼ 0,1 ▼ 0,1	○	○				210 210
LEIRE, m/enk. meget tynne siltlag		15	○	○	○			2,07 (1,97)	▼ 1,1 ▼ 0,8			▽	○		34 43
PR = PRØVESERIE SYLINDER PP = POSEPRØVE			○ NATURLIG VANNINNHOLD	□ KLASFISERT FELT		▼ KONUS OMRØRT PRØVE		○ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE		○ ENAKS FORSTYRRET PRØVE		15-5 % TØYNING VED BRUDD		S _t SENSITIVITET	
			→ W _f FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK	■ PRØVESERIE SYLINDER										P DENSITET	
			— W _p PLASTISITETSGRENSE	■ POSEPRØVE		▽ KONUS UFORSTYRRET PRØVE		▽ KONUS FORSTYRRET PRØVE							
			Ogl GLØDETAP												
			P _s KORNDENSITET												
Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK															
GEOTEKNISKE DATA										Boring nr. 2		Tegningens filnavn 418464-RIG-TEG-011_h2.dwg			
TOBB Ust Vestre Grunnundersøkelser										Borplan nr. -001					
										Boret dato: 11.01.2017					
 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70				Dato 18.01.2017		Tegnet/kontr. lab vt/truk		Kontrollert ALM		Godkjent SGH		Rev. 00			
				Oppdragsnr. 418464		Tegningsnr. RIG-TEG-011									



Oppdragsgiver:

TOBB

Oppdrag:

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464 RCPTU1

Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i .

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU-1

Sonde:

4293

MULTICONSULT AS

Dato:

19.01.2017

Tegnet:

AMG

Kontrollert:

ALM

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

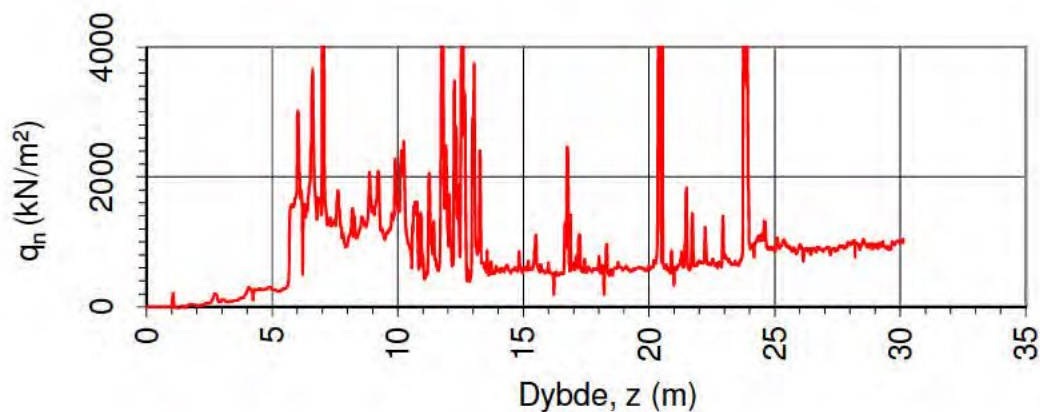
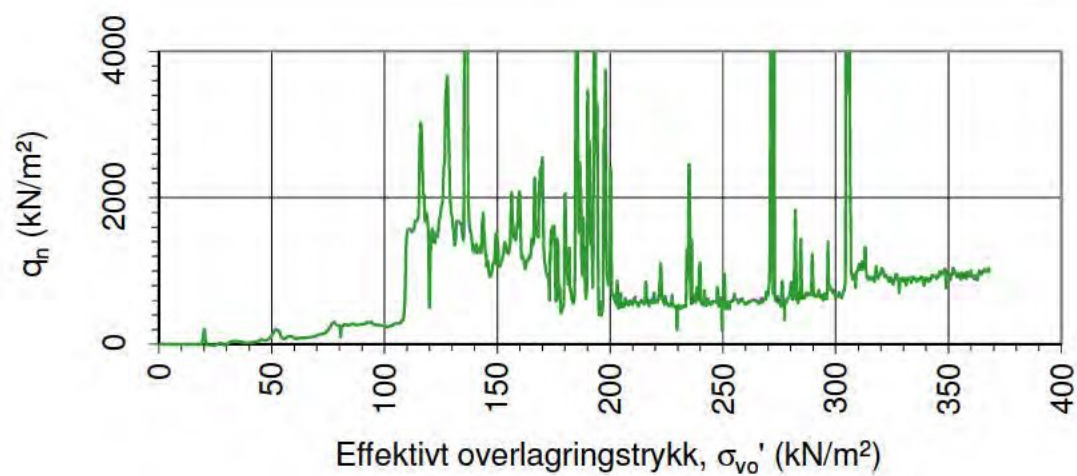
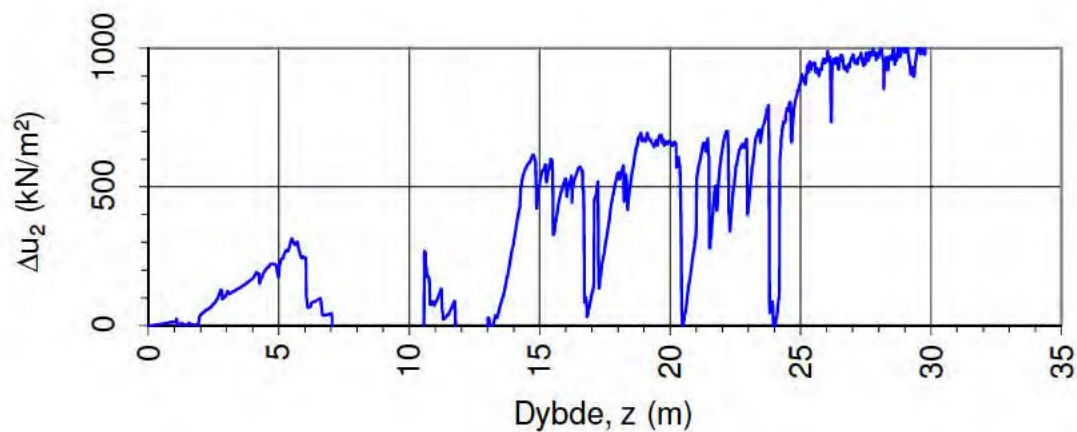
-040.1

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0



Oppdragsgiver:

TOBB

Oppdrag:

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464 RCPTU1

Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2 .

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU-1

Sonde:

4293

MULTICONSULT AS

Dato:

19.01.2017

Tegnet:

AMG

Kontrollert:

ALM

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

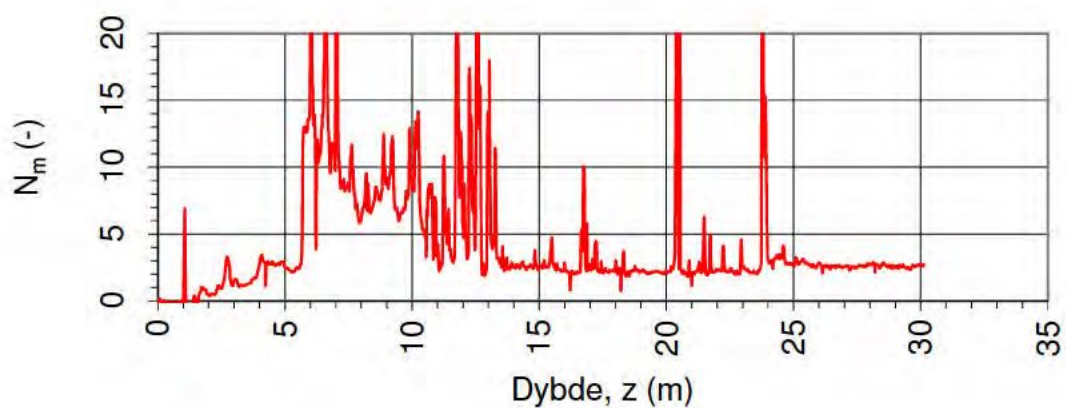
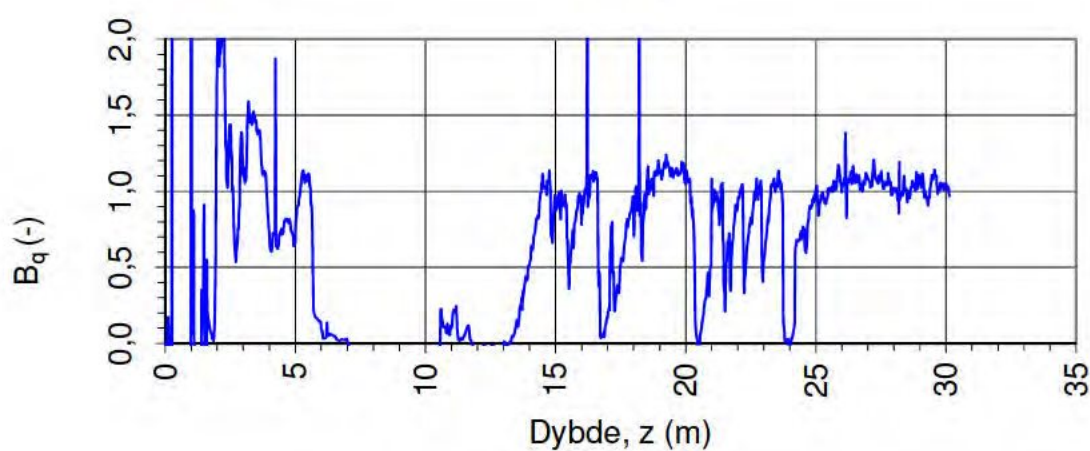
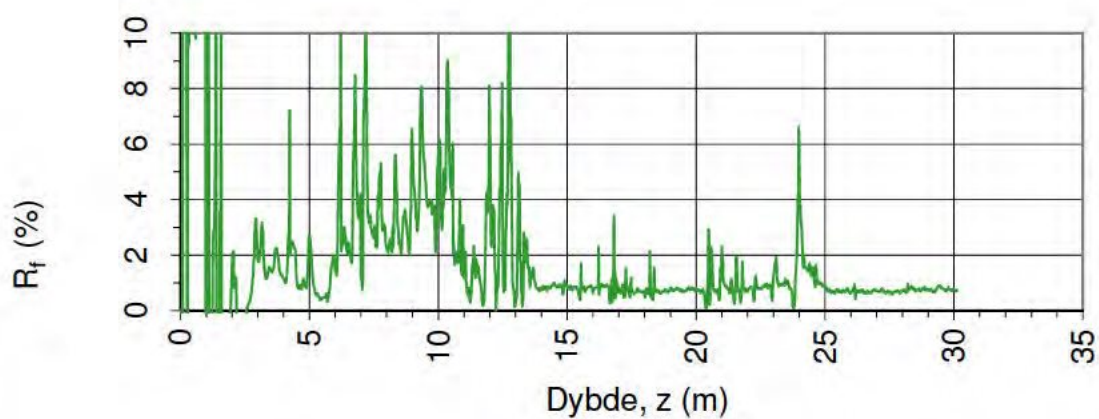
-040.2

Versjon:

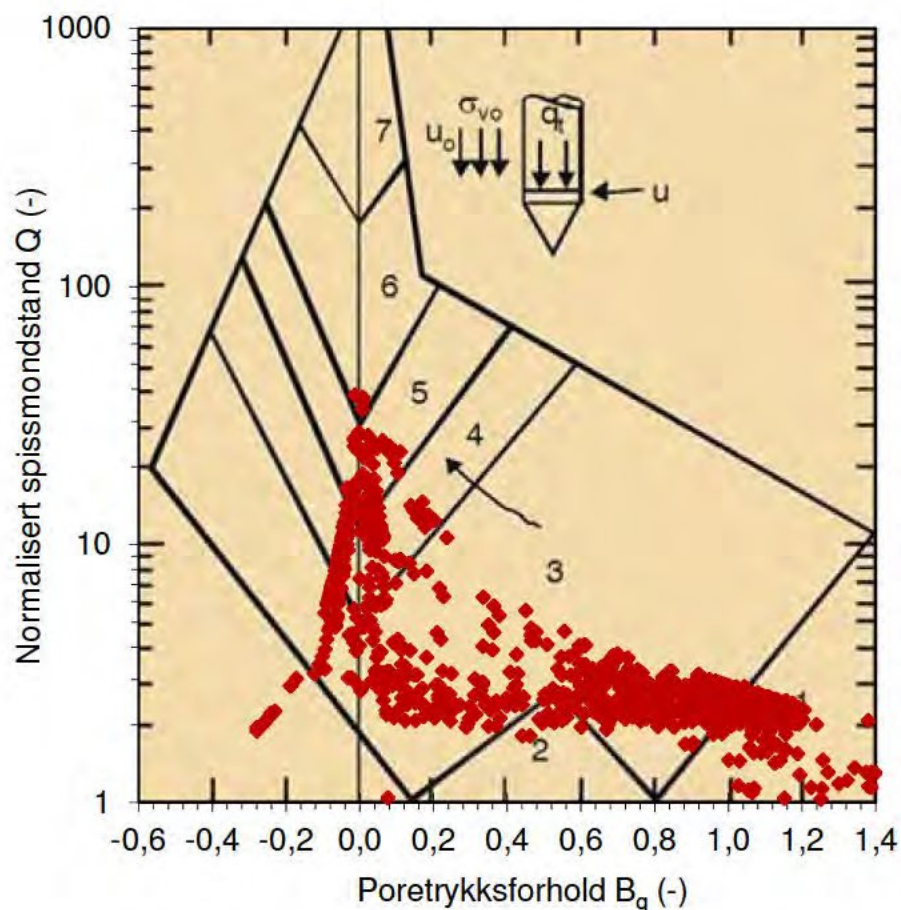
09.03.2016

Revisjon:

0



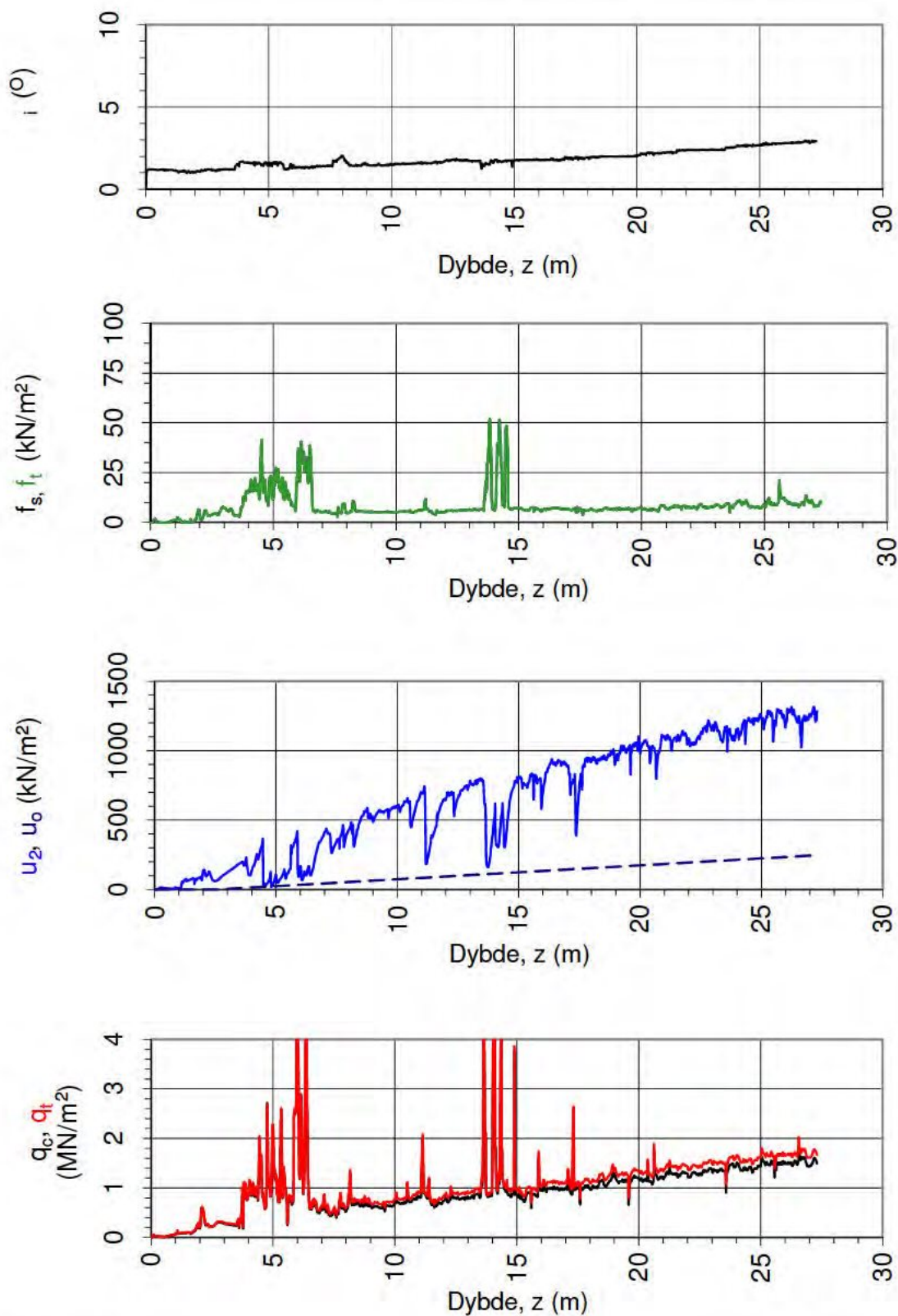
Oppdragsgiver: TOBB		Oppdrag: Ust Vestre		Tegningens filnavn: 418464 RCPTU1
Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU-1	Sonde:	4293	
MULTICONSULT AS	Dato: 19.01.2017	Tegnet: AMG	Kontrollert: ALM	Godkjent: SGH
	Oppdrag nr.: 418464	Tegning nr.: -040.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire - siltig leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leirig silt - siltig leire	
5	Siltig sand - sandig silt	
6	Sand - siltig sand	
7	Grusig sand - sand	
8	Meget fast, sand - leirig sand	
9	Meget fast, finkornig materiale	

Ref. Robertson & Campanella (1990)

Oppdragsgiver: TOBB		Oppdrag: Ust Vestre		Tegningens filnavn: 418464 RCPTU1
Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - Q og B _q .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU-1	Sonde:	4293	
MULTICONSULT AS	Dato: 19.01.2017	Tegnet: AMG	Kontrollert: ALM	Godkjent: SGH
	Oppdrag nr.: 418464	Tegning nr.: -040.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



Oppdragsgiver:

TOBB

Oppdrag:

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464 CPTU2B

Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i .

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU-2B

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

09.01.2016

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

ALM

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

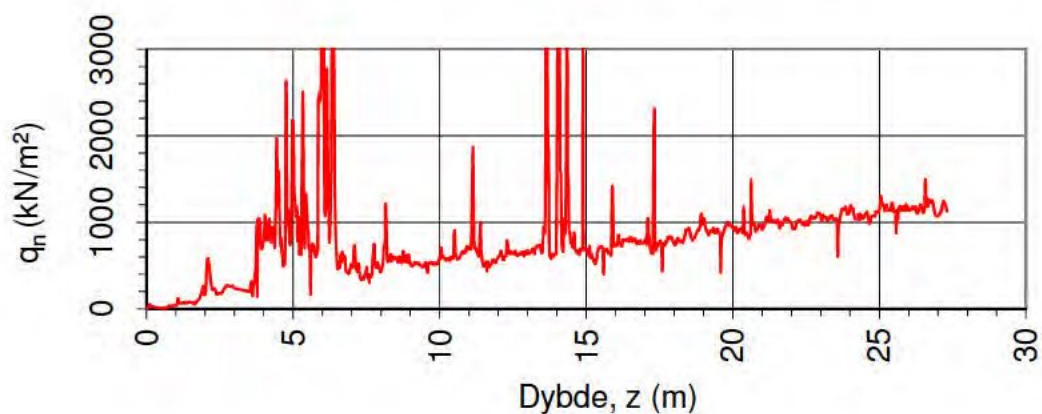
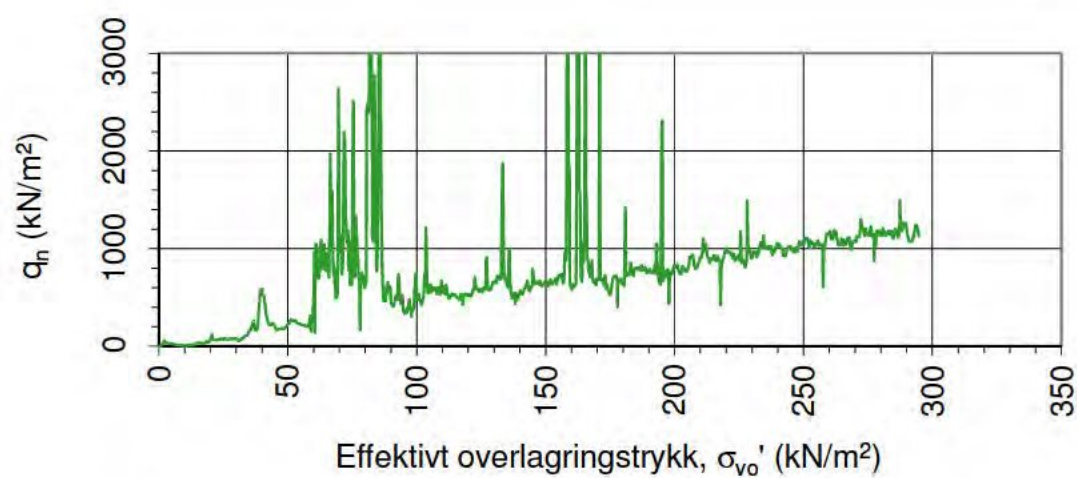
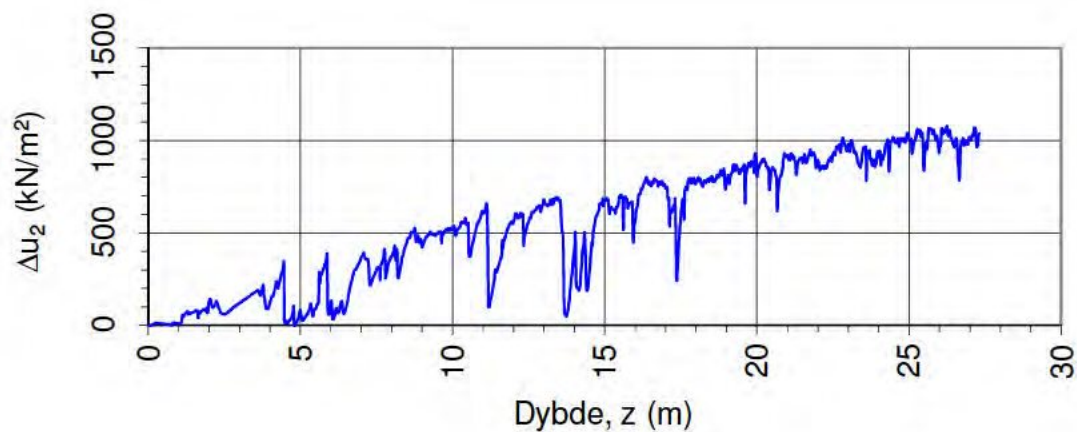
-041.1

Versjon:

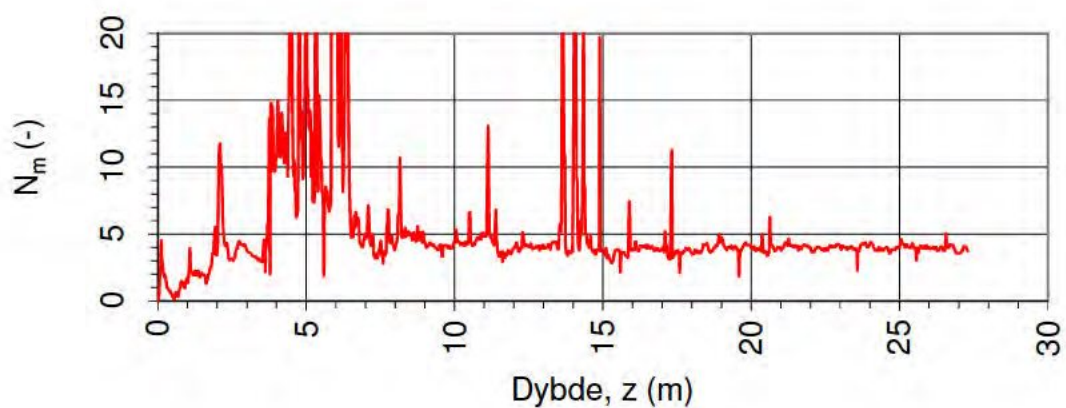
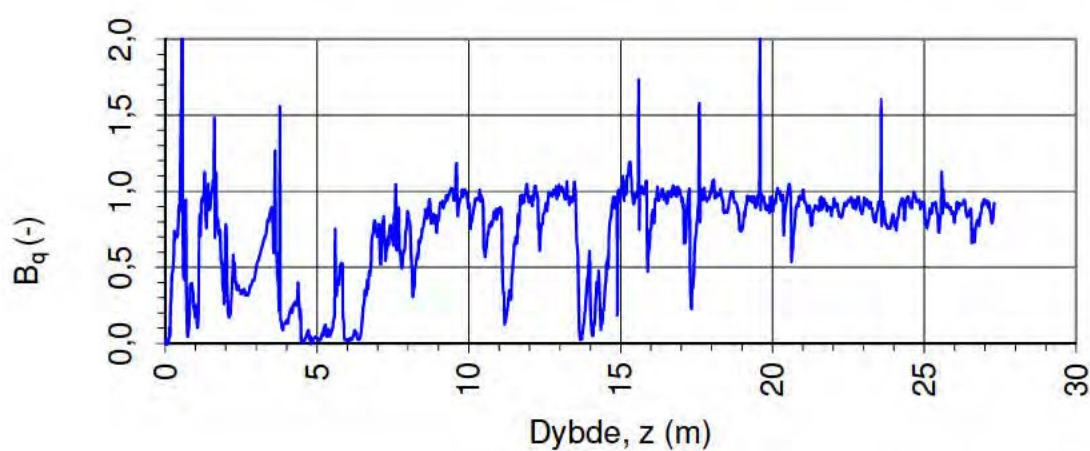
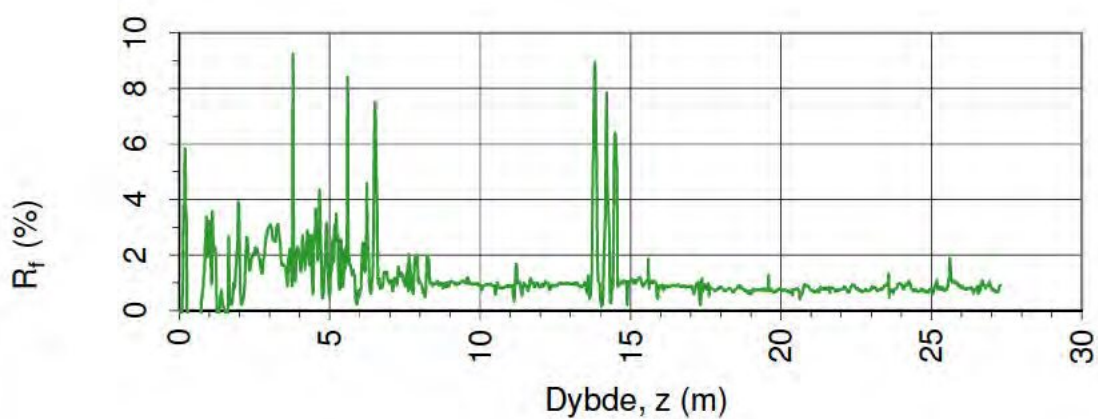
09.03.2016

Revisjon:

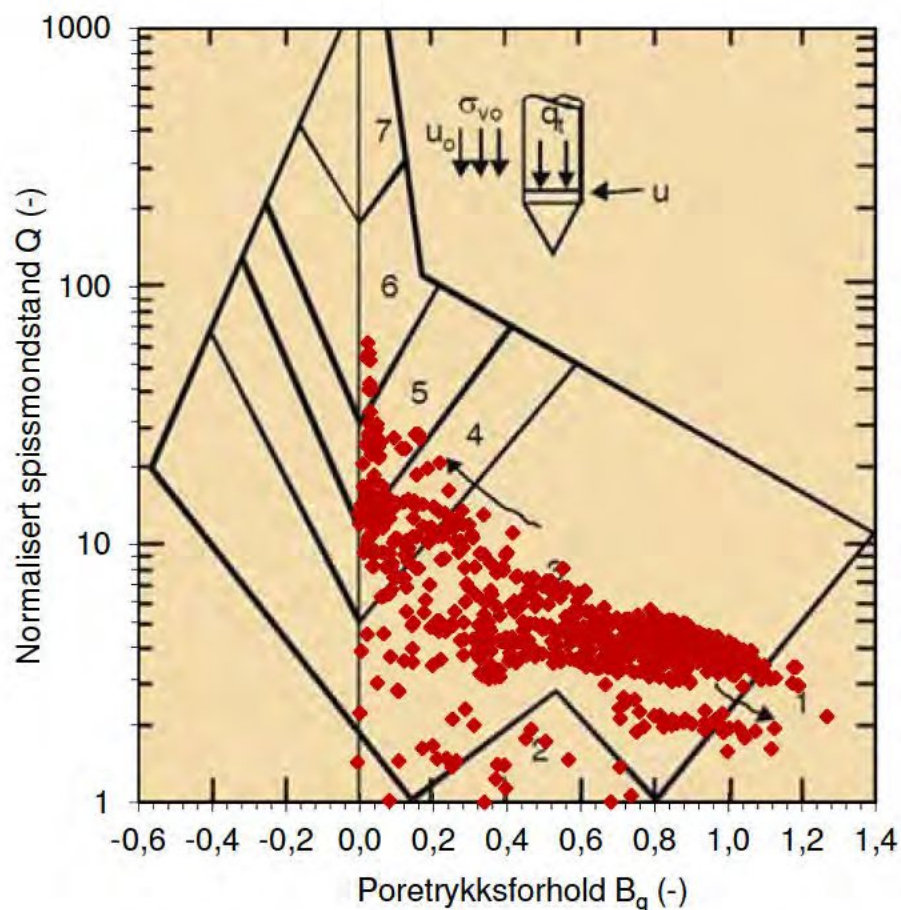
0



Oppdragsgiver: TOBB		Oppdrag: Ust Vestre		Tegningens filnavn: 418464 CPTU2B
Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2 .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU-2B	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 09.01.2016	Tegnet: ALM	Kontrollert: ALM	Godkjent: SGH
	Oppdrag nr.: 418464	Tegning nr.: -041.2	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



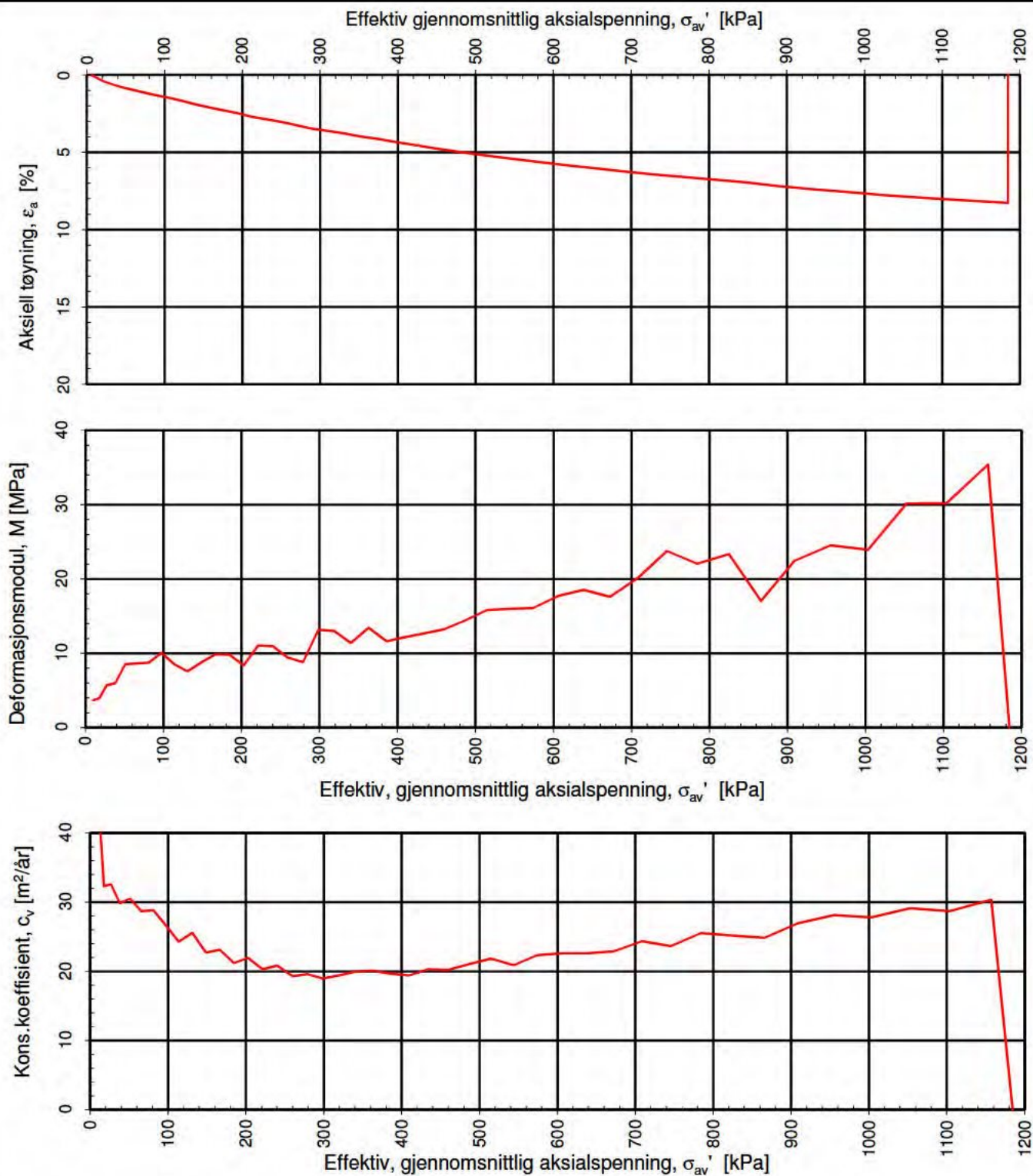
Oppdragsgiver: TOBB		Oppdrag: Ust Vestre		Tegningens filnavn: 418464 CPTU2B
Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU-2B	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 09.01.2016	Tegnet: ALM	Kontrollert: ALM	Godkjent: SGH
	Oppdrag nr.: 418464	Tegning nr.: -041.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire - siltig leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leirig silt - siltig leire	
5	Siltig sand - sandig silt	
6	Sand - siltig sand	
7	Grusig sand - sand	
8	Meget fast, sand - leirig sand	
9	Meget fast, finkornig materiale	

Ref. Robertson & Campanella (1990)

Oppdragsgiver: TOBB		Oppdrag: Ust Vestre		Tegningens filnavn: 418464 CPTU2B
Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - Q og B _q .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU-2B	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 09.01.2016	Tegnet: ALM	Kontrollert: ALM	Godkjent: SGH
	Oppdrag nr.: 418464	Tegning nr.: -041.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



Densitet ρ (g/cm³):
Vanninnhold w (%):

2,12
19,71

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

89,56

TOBB

Ust Vestre

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

Tegningens filnavn:

418464-RIG-TEG-075_h1, d8,30m

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

16.01.2017

Dybde, z (m):

8,30

Borpunkt nr.:

1

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

vt/truk

Kontrollert:

ALM

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

RIG-TEG-075.1

Prosedyre:

CRS

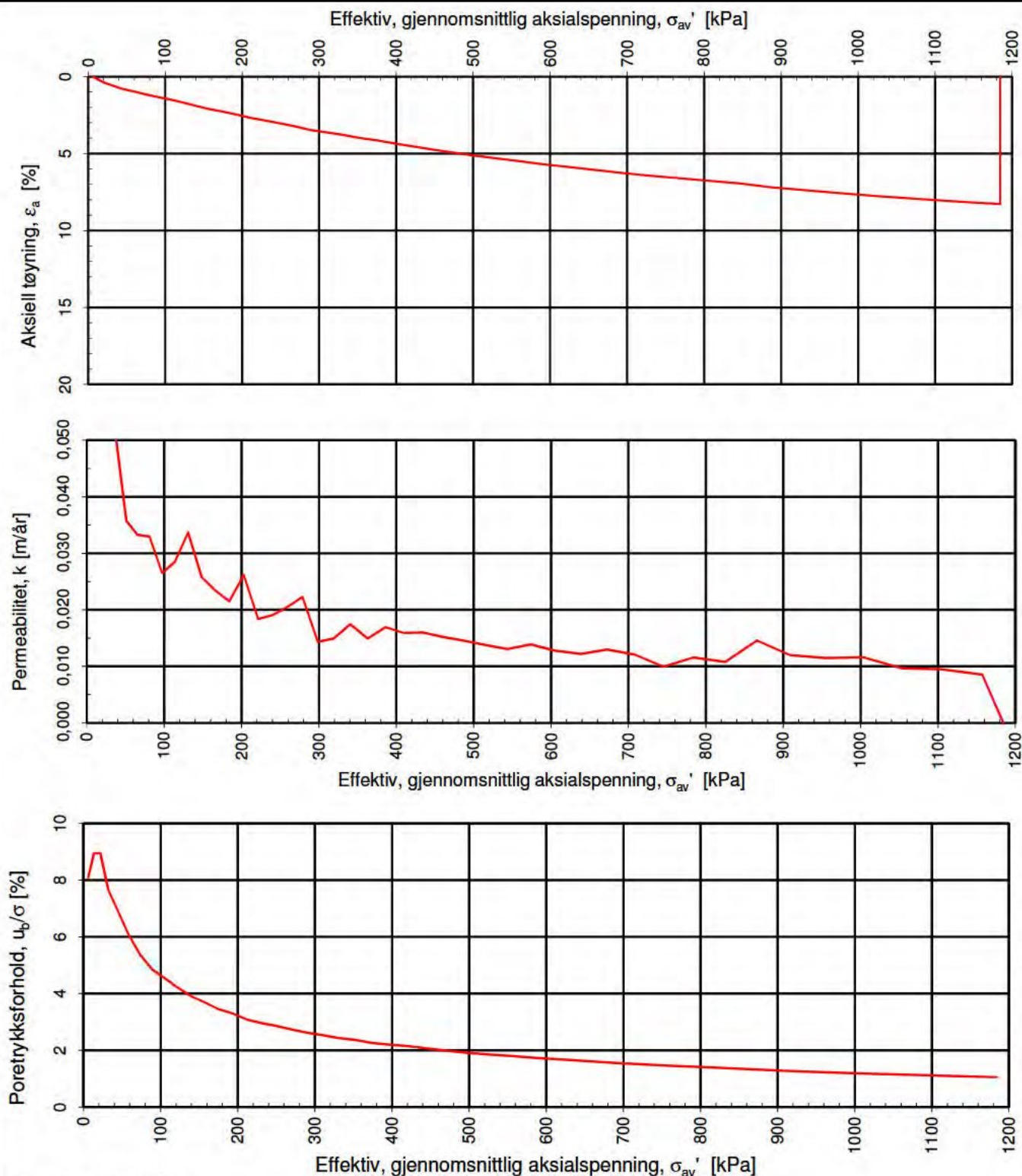
Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

24.06.2016

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³):

2,12

Vanninnhold w (%):

19,71

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

89,56

TOBB

Ust Vestre

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

418464-RIG-TEG-075_h1, d8,30m

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

16.01.2017

Dybde, z (m):

8,30

Borpunkt nr.:

1

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

vt/truk

Kontrollert:

ALM

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

RIG-TEG-075.2

Prosedyre:

CRS

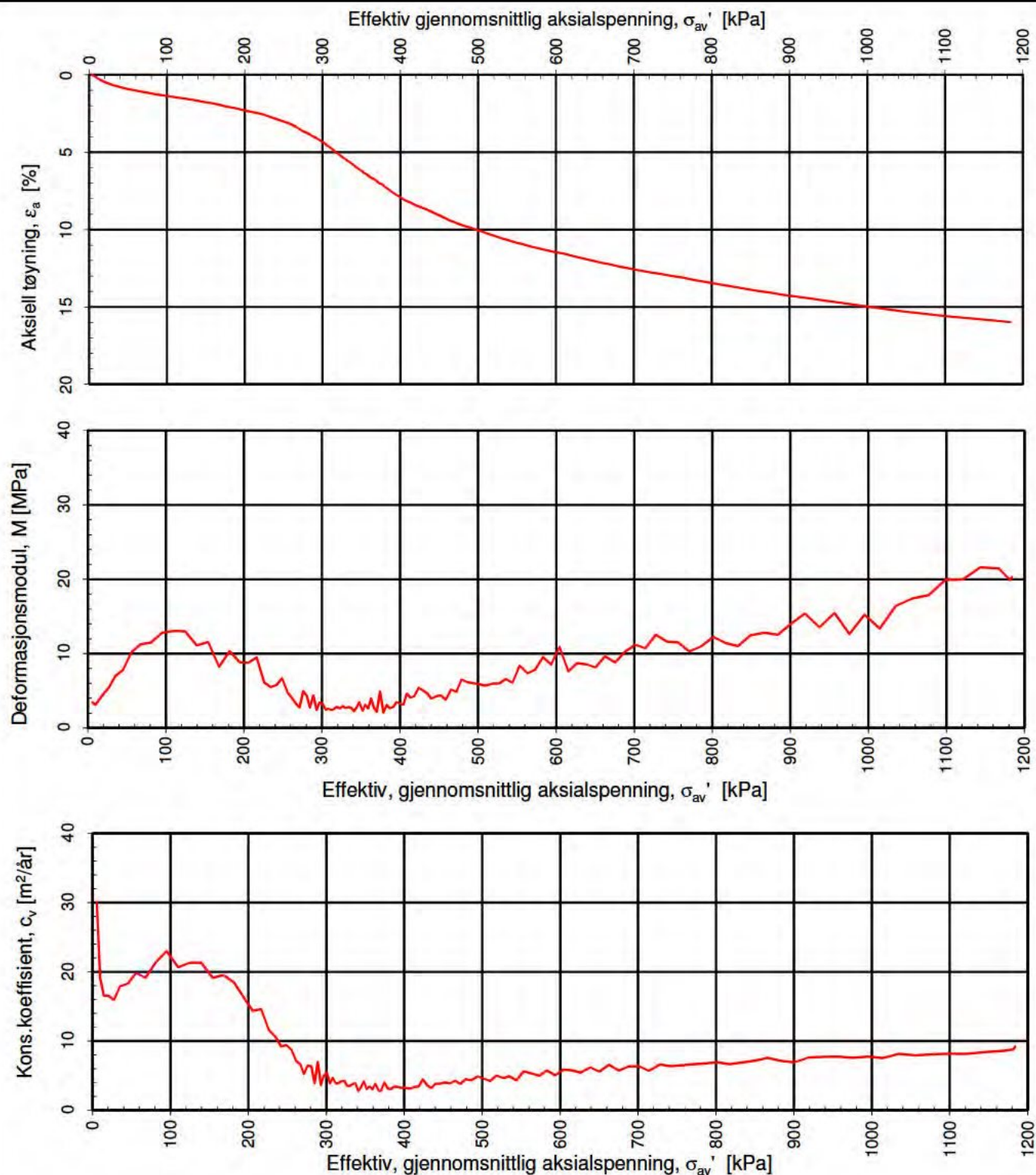
Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

24.06.2016

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³):
Vanninnhold w (%):

2,07
25,34

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

128,75

TOBB

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

48464-RIG-TEG-076_h2, d12,50m

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

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

17.01.2017

Dybde, z (m):

12,50

Borpunkt nr.:

2

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

vt/truk

Kontrollert:

ALM

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

RIG-TEG-076.1

Prosedyre:

CRS

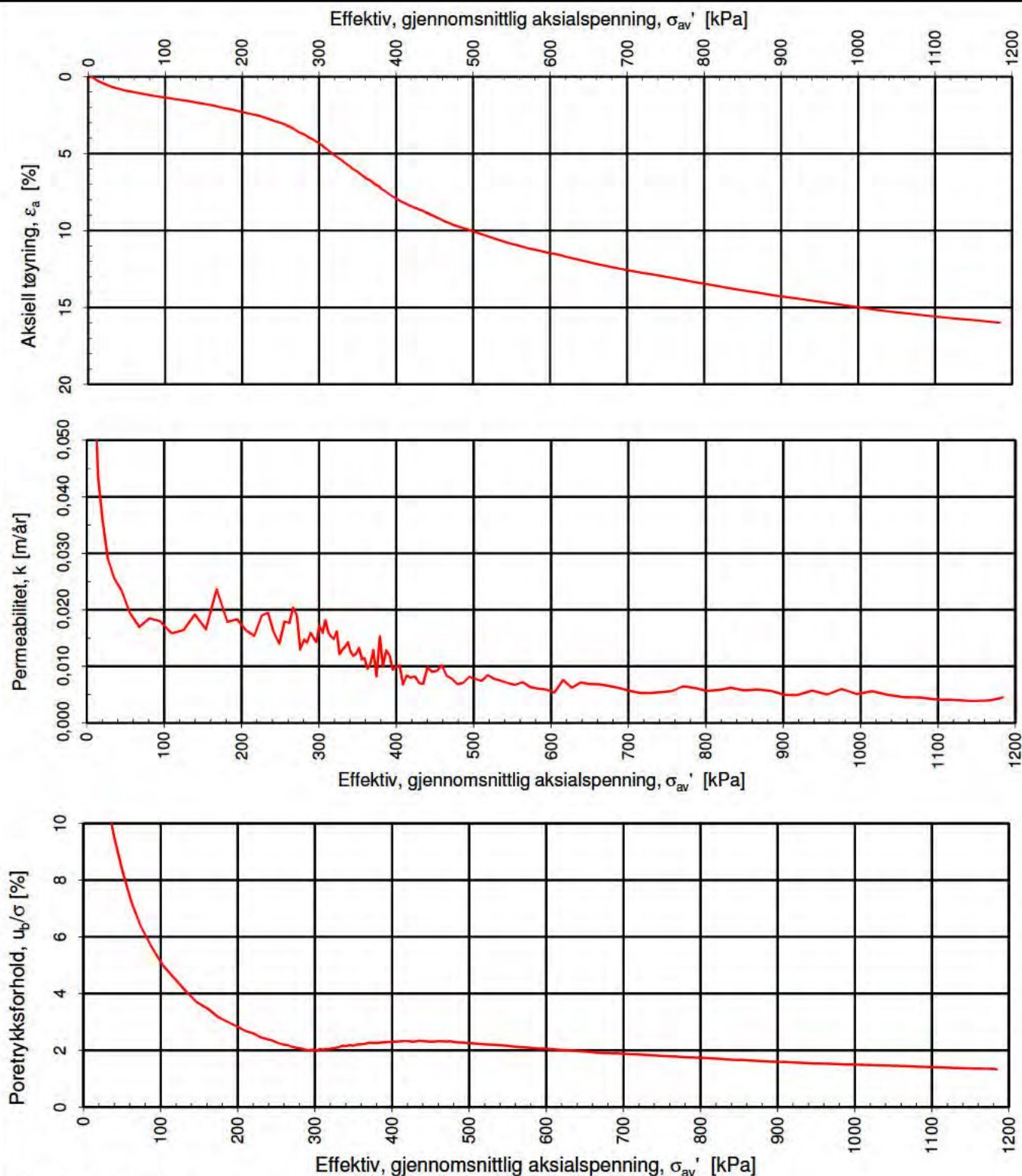
Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

24.06.2016

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³):

2,07

Vanninnhold w (%):

25,34

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

128,75

TOBB

Ust Vestre

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

48464-RIG-TEG-076_h2, d12,50m

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

17.01.2017

Dybde, z (m):

12,50

Borpunkt nr.:

2

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

vt/truk

Kontrollert:

ALM

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

RIG-TEG-076.2

Prosedyre:

CRS

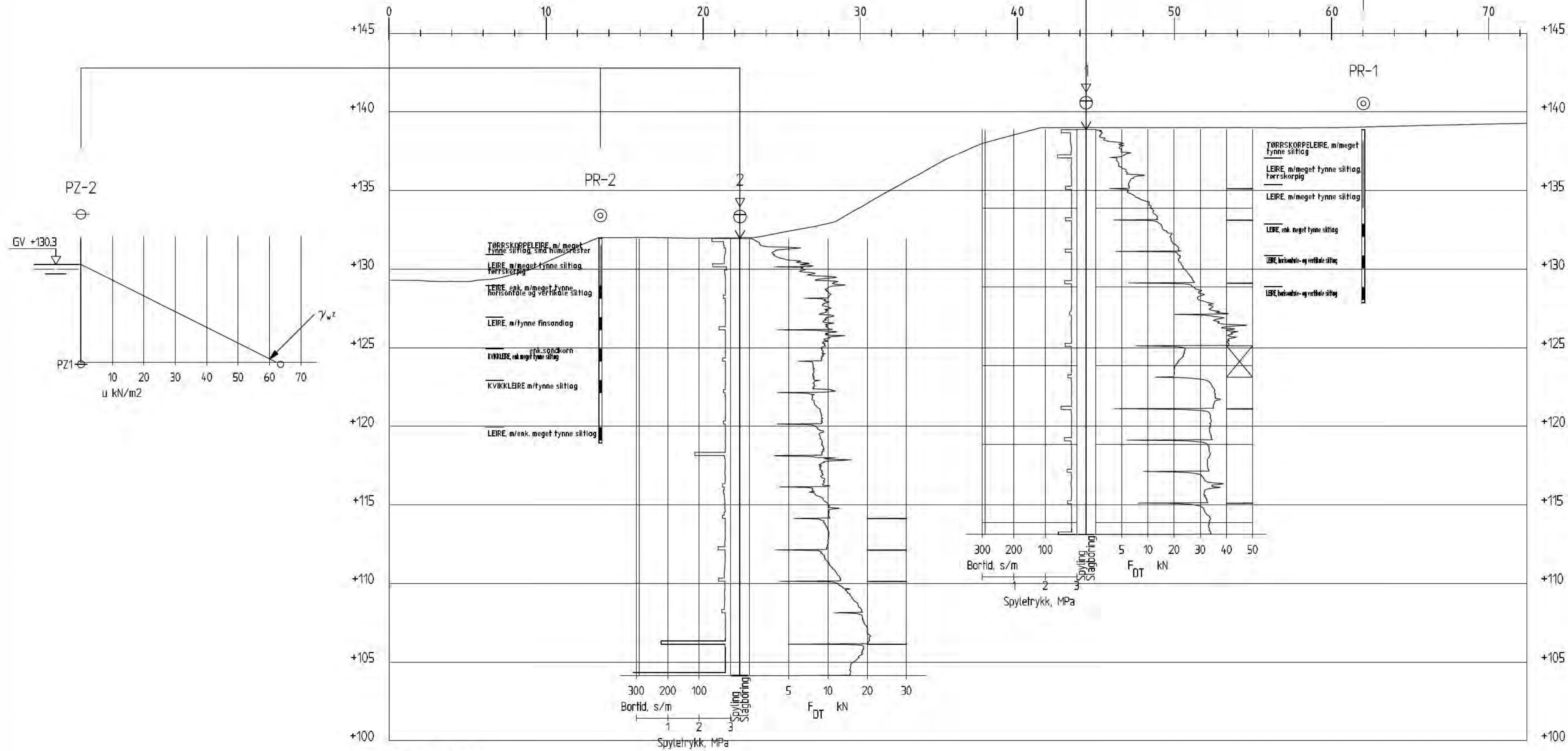
Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

24.06.2016

Multi
consult



Profil A-A

Rev.		Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		TOBB		Fag	Format	
		Ust Vestre		Geoteknikk	A3L	
		Profil A-A		Dato		19.01.2017
				Format/Målestokk:		1:200
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
www.multiconsult.no		Utsendt	AMG	ALM	SGH	
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.	
		418464	RIG-TEG-100			00

Vedlegg B

Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
CPTU

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

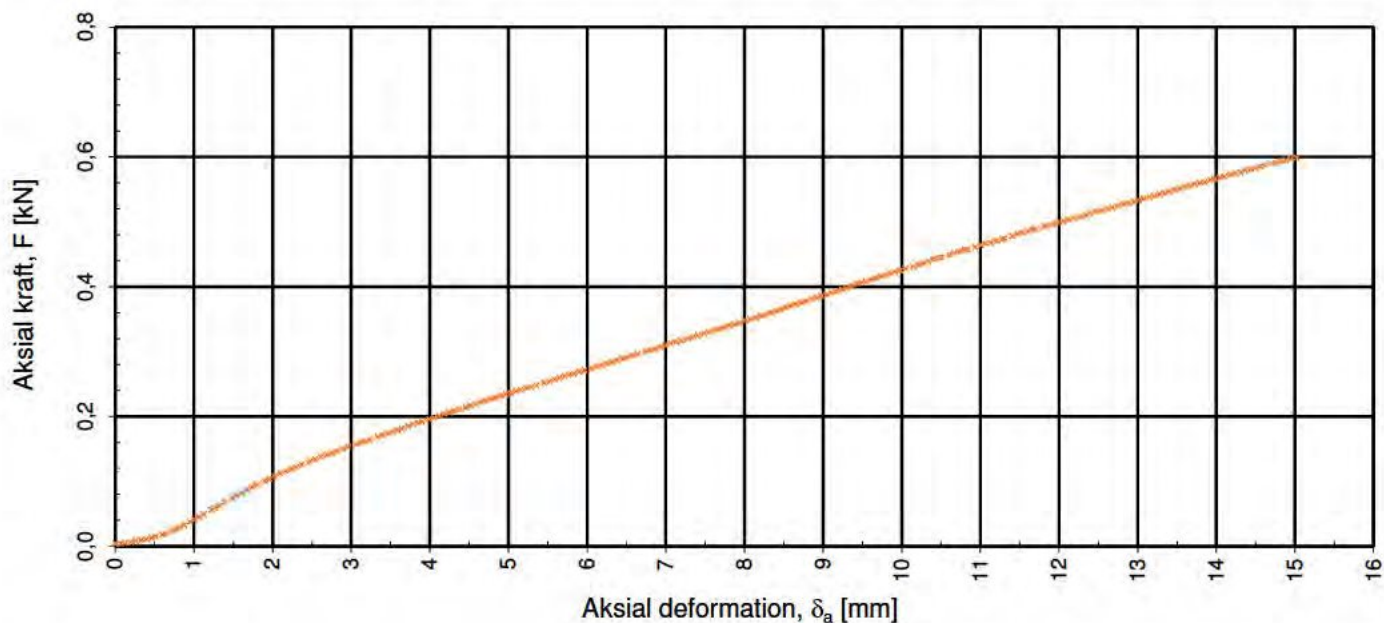
Sonde nr.:	4293	Sondetype:	Nova
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0,000
Kalibreringsdato:	04.06.2014	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning (MPa):	20,0	0,5	2,0
Måleområde (MPa):	20,0	0,5	2,0
Oppløsning, 2 ¹² bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 ¹⁸ bit (kPa):	0,21	0,01	0,02
Max. temp. effekt, ubelastet (kPa):	12,08	0,26	0,81
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borleder:		Assistent:	
Filtertype:		Mettemedium:	
Mettemetode:		Lufttemperatur (°C):	
Forankring:		Max. helning (°):	4,6
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	1,81	0,04	0,12
NULLPUNKTKONTROLL			
Faktor	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering (DOS):			
Etter sondering (DOS):			
Avvik (DOS) (kPa):	0,0	0,0	0,0
Før sondering (Windows):	2,590	134,000	253,100
Etter sondering (Windows):	0,003	-1,200	0,000
Avvik (Windows) (kPa):	2,7	-1,2	0,0
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} (kPa)	4,72	1,25	0,14
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k (kPa)	35,0	5,0	10,0
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k (kPa)	100,0	15,0	25,0
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k (kPa)	200,0	25,0	50,0
Vurdering profil			
ANVENDELSESKLASSE	1	1	1
Oppdragsgiver: TOBB Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.	Oppdrag: Ust Vestre		
CPTU id.:	CPTU-1	Sonde:	
MULTICONCONSULT AS	Dato: 19.01.2017	Tegnet: AMG	Kontrollert: ALM
	Oppdrag nr.: 418464	Tegning nr. Vedlegg B1	Versjon: 09.03.2016

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

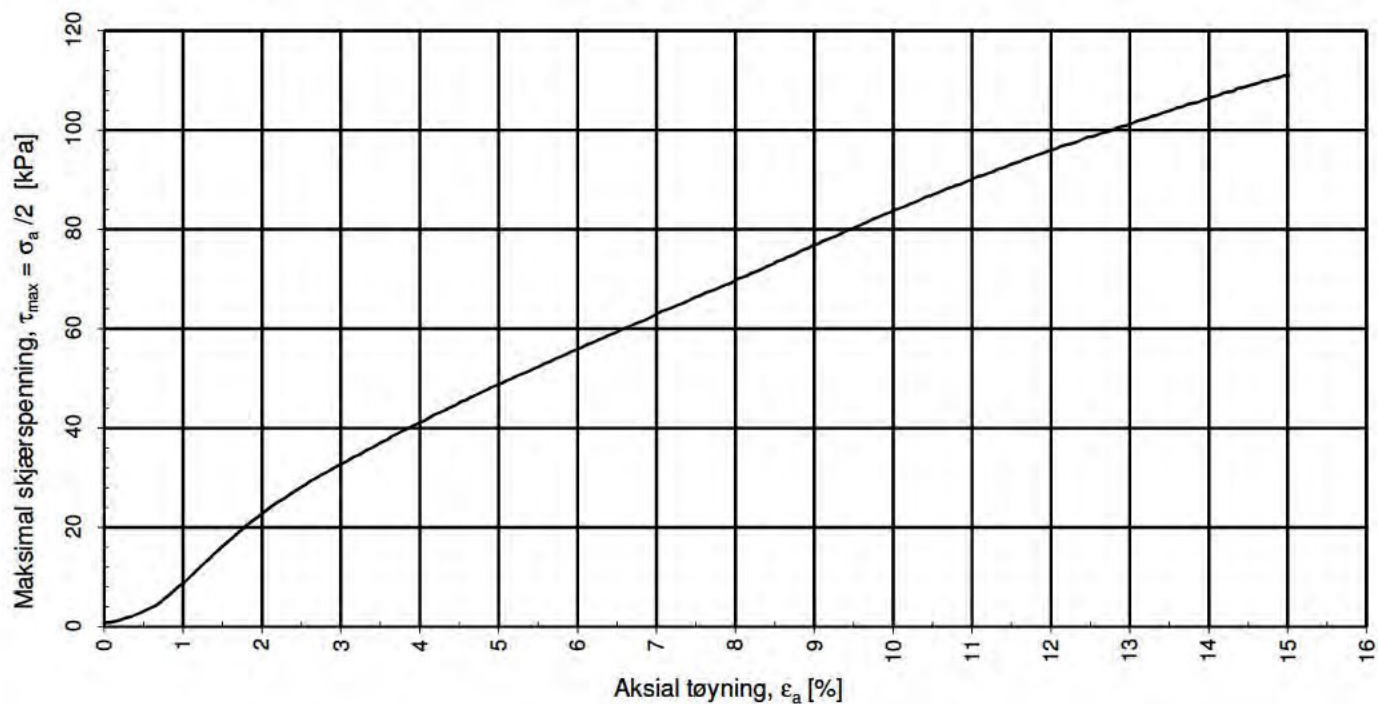
Sonde nr.:	4354	Sondetype:	Nova
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,861	Arealforhold, b:	0,000
Kalibreringsdato:	16.04.2014	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning (MPa):	50,0	0,5	2,0
Måleområde (MPa):	50,0	0,5	2,0
Oppløsning, 2 ¹² bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 ¹⁸ bit (kPa):	0,59	0,01	0,02
Max. temp. effekt, ubelastet (kPa):	39,01	0,65	1,23
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borleder:		Assistent:	
Filtertype:		Mettemedium:	
Mettemetode:		Lufttemperatur (°C):	
Forankring:		Max. helning (°):	3,0
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	5,85	0,10	0,19
NULLPUNKTKONTROLL			
Faktor	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering (DOS):			
Etter sondering (DOS):			
Avvik (DOS) (kPa):	0,0	0,0	0,0
Før sondering (Windows):	7,315	123,300	246,800
Etter sondering (Windows):	0,002	-0,800	-1,400
Avvik (Windows) (kPa):	1,7	-0,8	-1,4
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} (kPa)	8,14	0,91	1,60
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k (kPa)	35,0	5,0	10,0
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k (kPa)	100,0	15,0	25,0
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k (kPa)	200,0	25,0	50,0
Vurdering profil			
ANVENDELSESKLASSE	1	1	1
Oppdragsgiver: TOBB Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.	Oppdrag: Ust Vestre		
CPTU id.:	CPTU-2B	Sonde:	
MULTICONCONSULT AS	Dato: 09.01.2016	Tegnet: ALM	Kontrollert: ALM
	Oppdrag nr.: 418464	Tegning nr. Vedlegg B2	Versjon: 09.03.2016

Vedlegg C

Plott enaksforsøk



strain v av stress



TOBB
Ust vestre

Tegningens filnavn:

418464-Enaks-Hull 1, d6,35m.

Prøvediameter

54,00

Prøvehøyde

100,00

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7037 Trondheim

Tlf.: 73 10 62 00

Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

16.01.2017

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

418464

Dybde, z (m):

6,35

Tegnet:

vt

Tegning nr.:

Vedlegg C1

Borpunkt nr.:

1

Kontrollert:

ALM

Prosedyre:

Enaks

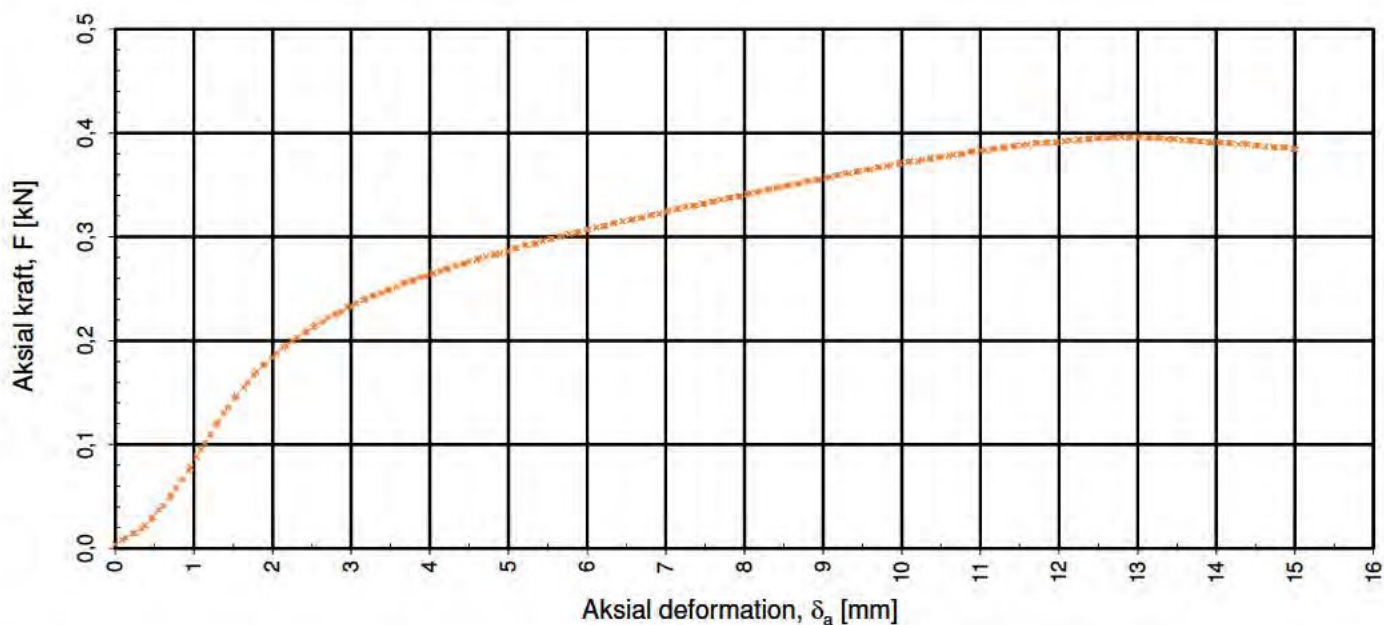
Godkjent:

SGH

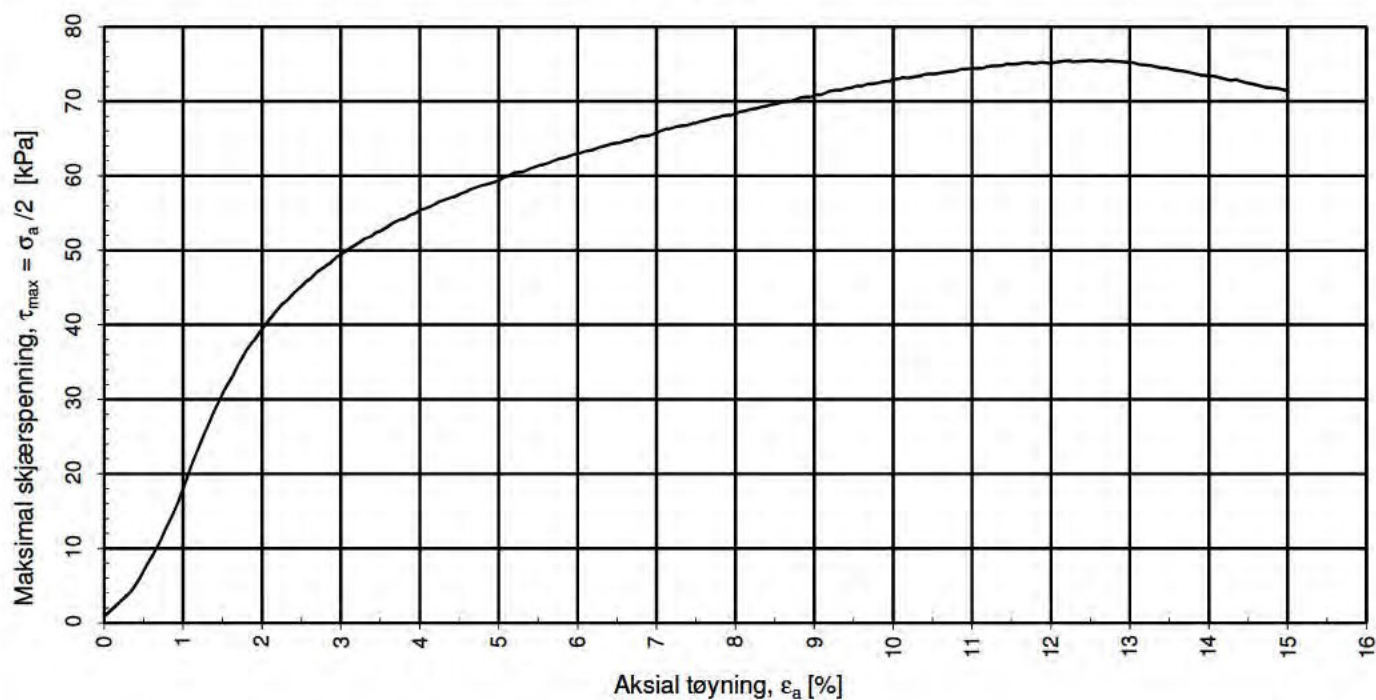
Programrevisjon:

0

Multi
consult



strain v av stress



TOBB Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464-Enaks-Hull 1, d8,45m

Prøvediameter

54,00

Prøvehøyde

100,00

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7037 Trondheim

Tlf.: 73 10 62 00

Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

16.01.2017

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

418464

Dybde, z (m):

8,45

Tegnet:

truk

Tegning nr.:

Vedlegg C2

Borpunkt nr.:

1

Kontrollert:

ALM

Prosedyre:

Enaks

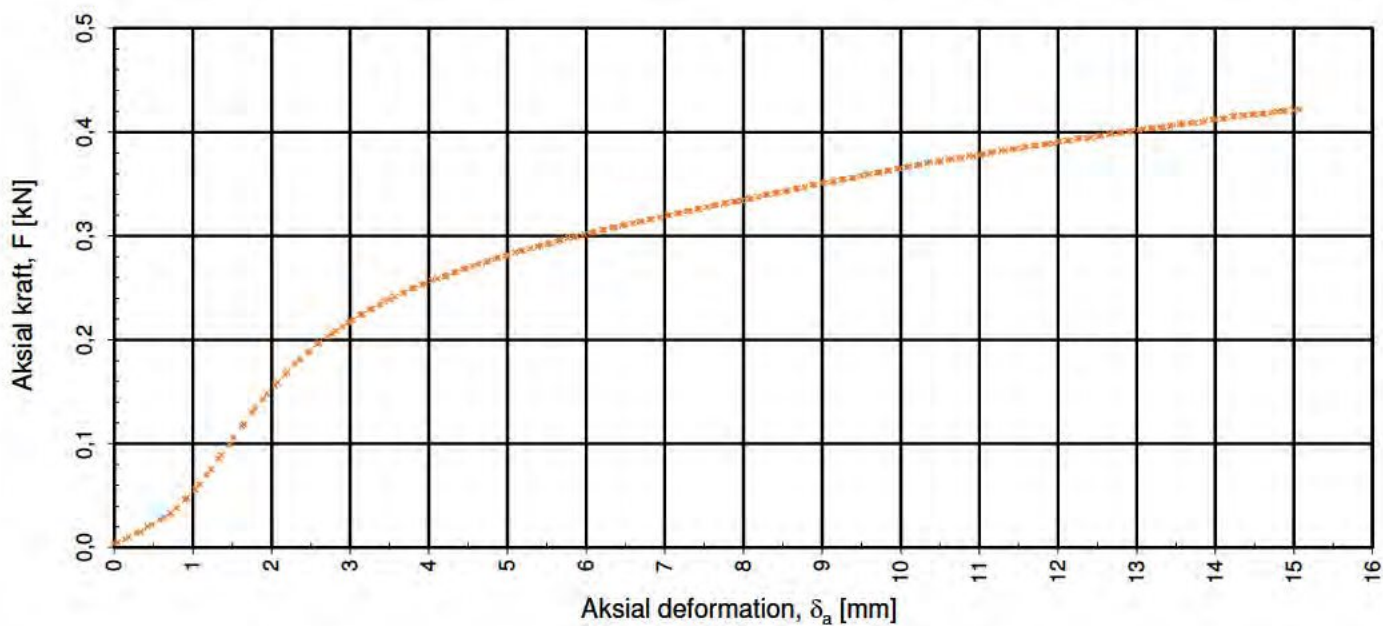
Godkjent:

SGH

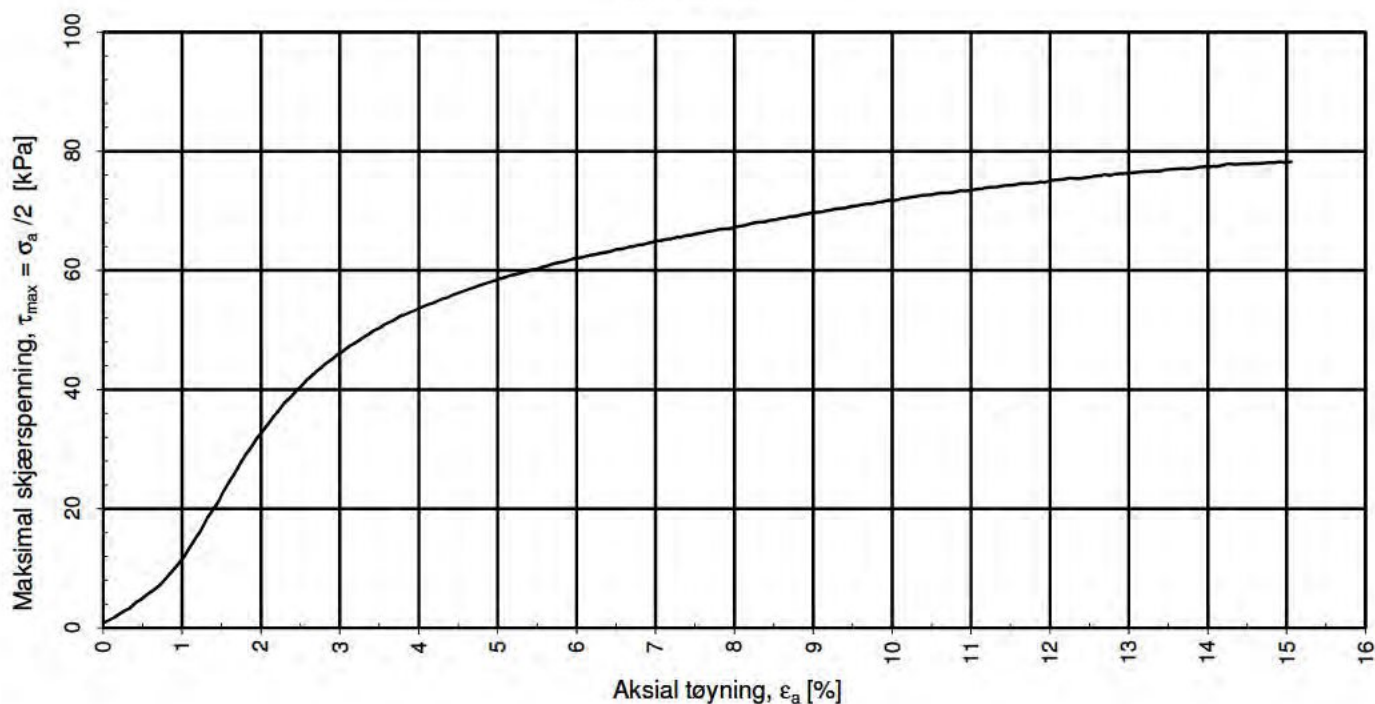
Programrevisjon:

0

Multi
consult



strain v av stress



TOBB
Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464-Enaks-Hull 1, d10,45m

Prøvediameter

54,00

Prøvehøyde

100,00

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7037 Trondheim

Tlf.: 73 10 62 00

Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

16.01.2017

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

418464

Dybde, z (m):

10,45

Tegnet:

truk

Tegning nr.:

Vedlegg C3

Borpunkt nr.:

1

Kontrollert:

ALM

Prosedyre:

Enaks

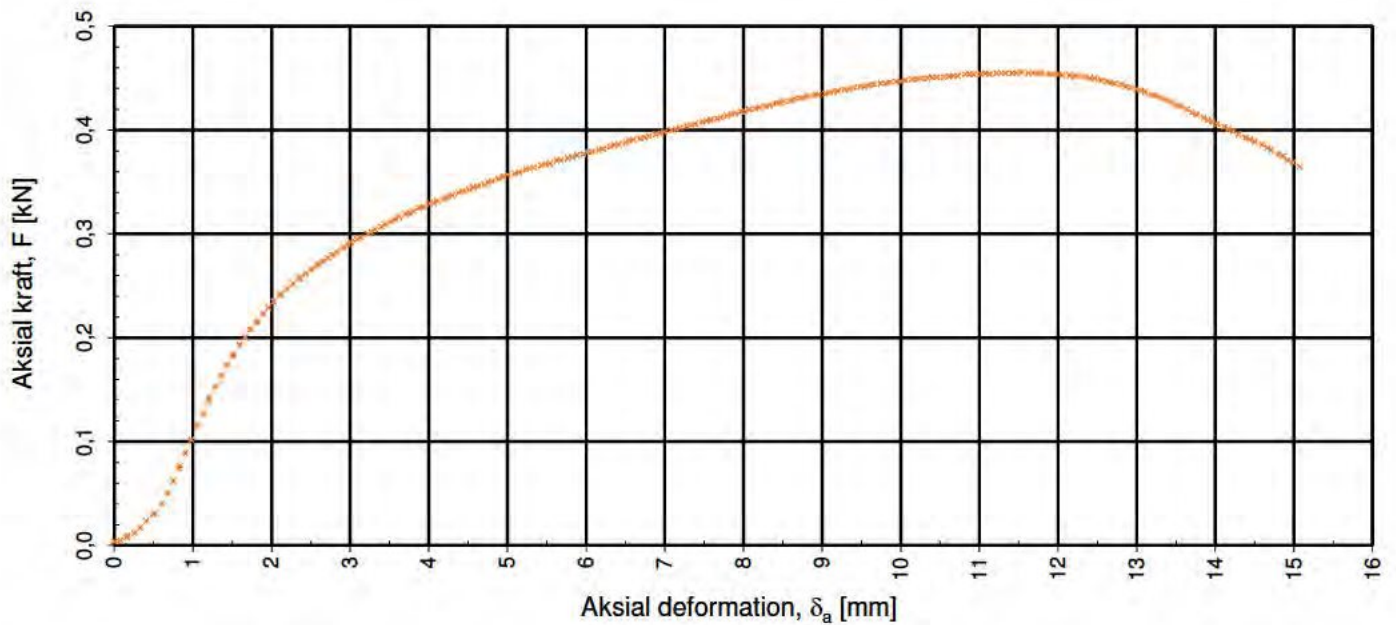
Godkjent:

SGH

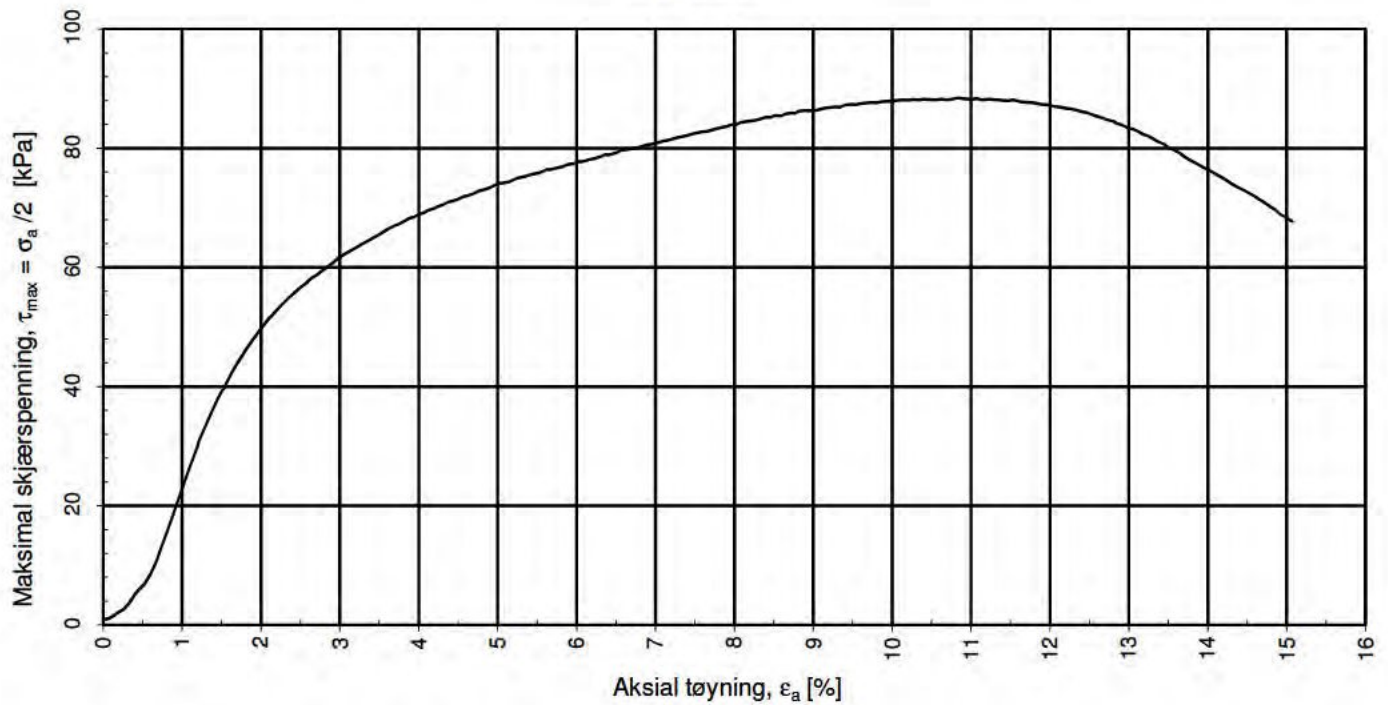
Programrevisjon:

0

Multiconsult



strain v av stress



TOBB
ust vestre

Tegningens filnavn:

418464-Enaks-Hull 2, d3,35m

Prøvediameter

54,00

Prøvehøyde

100,00

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7037 Trondheim

Tlf.: 73 10 62 00

Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

17.01.2017

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

418464

Dybde, z (m):

3,4

Tegnet:

truk

Tegning nr.:

Vedlegg C4

Borpunkt nr.:

2

Kontrollert:

ALM

Prosedyre:

Enaks

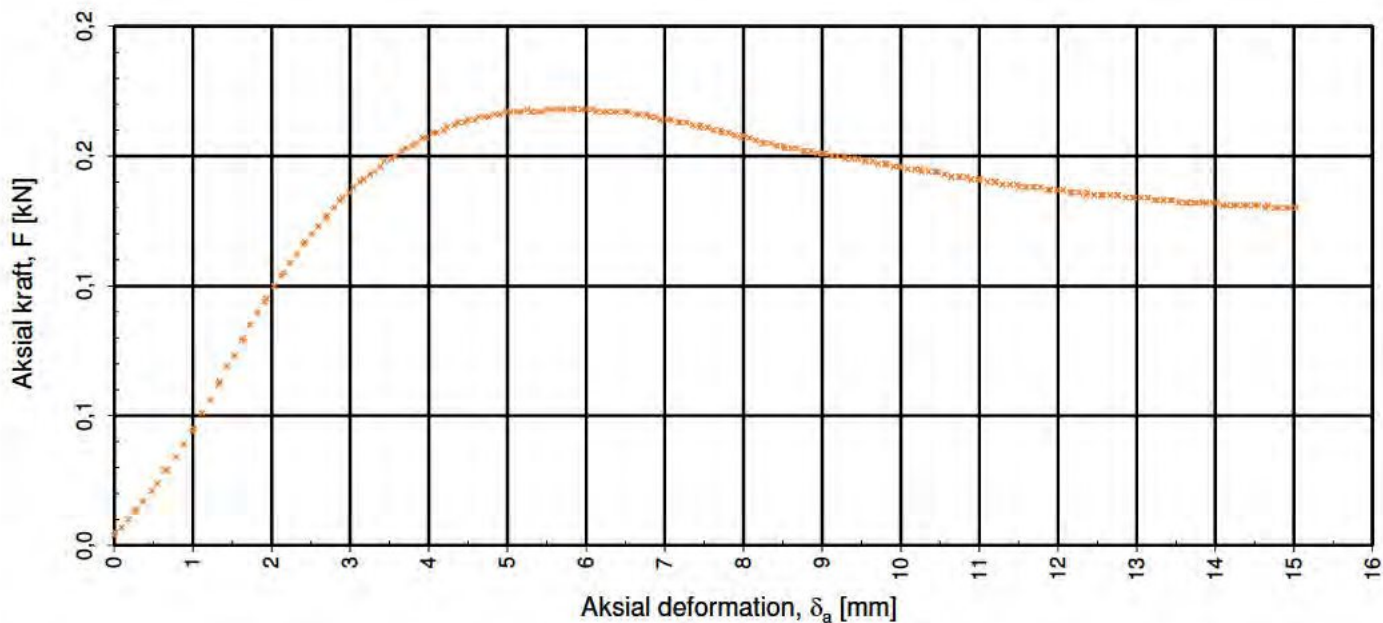
Godkjent:

SGH

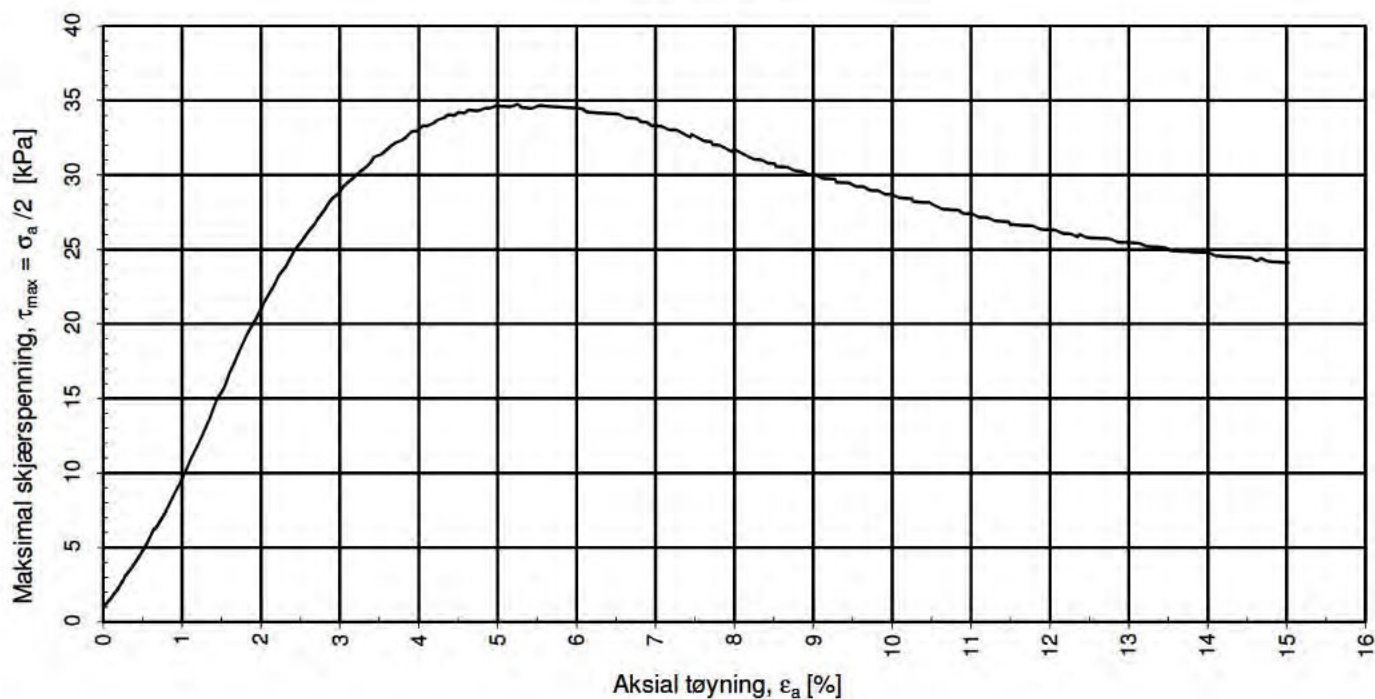
Programrevisjon:

0

Multiconsult



strain v av stress



TOBB
ust vestre

Tegningens filnavn:

418464-Enaks-Hull 2, d5,45m

Prøvediameter

54,00

Prøvehøyde

100,00

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7037 Trondheim

Tlf.: 73 10 62 00

Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

17.01.2017

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

418464

Dybde, z (m):

5,45

Tegnet:

truk

Tegning nr.:

Vedlegg C5

Borpunkt nr.:

2

Kontrollert:

ALM

Prosedyre:

Enaks

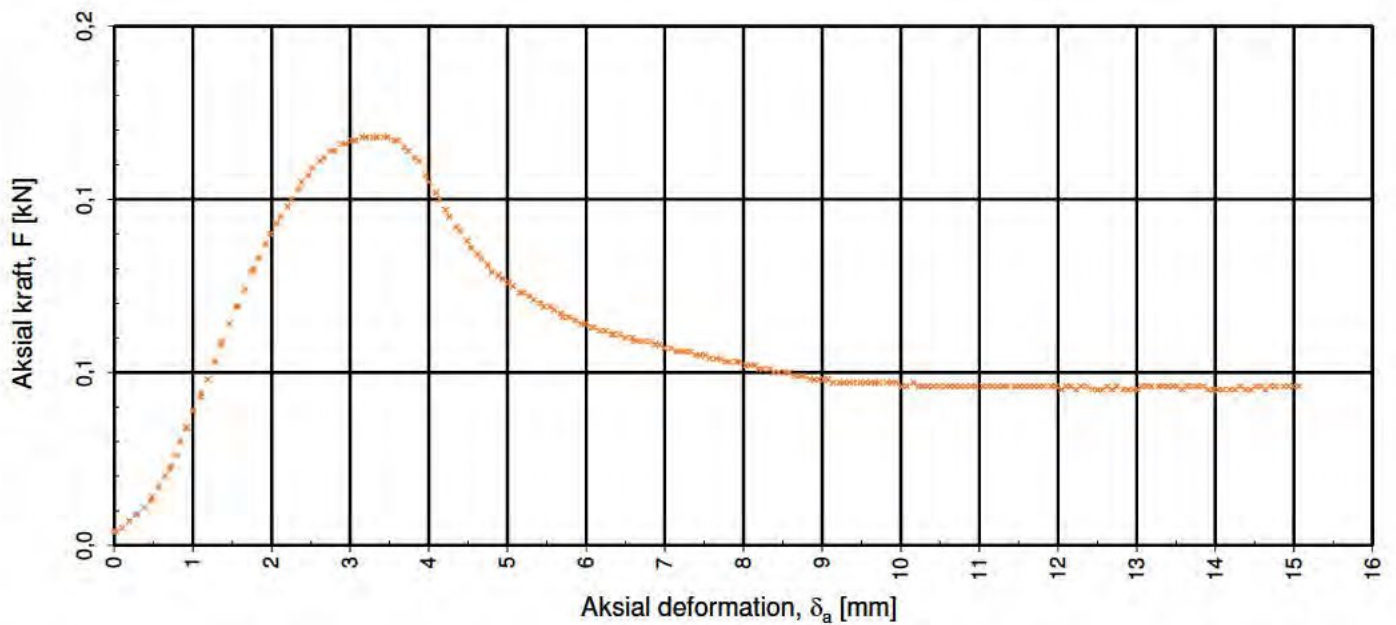
Godkjent:

SGH

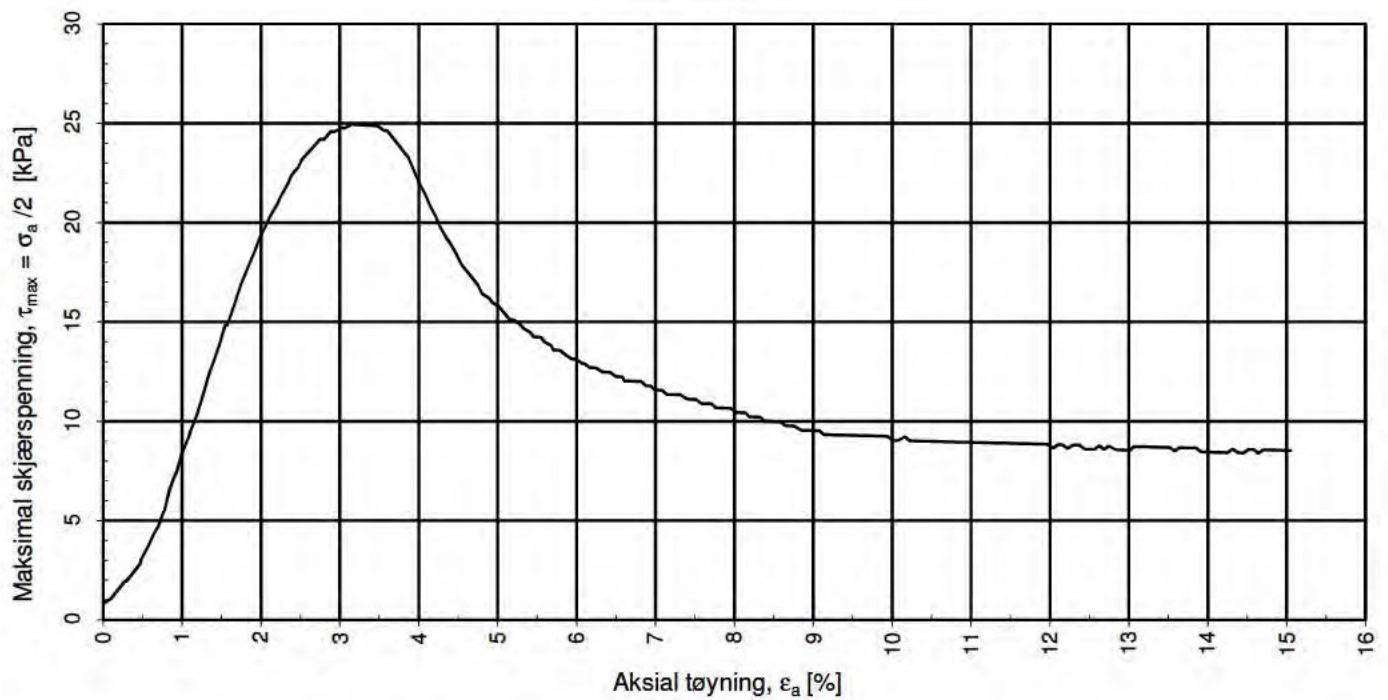
Programrevisjon:

0

Multiconsult



strain v av stress



TOBB
ust vestre

Tegningens filnavn:

418464-Enaks-Hull 2, d7,3m

Prøvediameter

54,00

Prøvehøyde

100,00

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7037 Trondheim

Tlf.: 73 10 62 00

Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

17.01.2017

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

418464

Dybde, z (m):

7,3

Tegnet:

truk

Tegning nr.:

Vedlegg C6

Borpunkt nr.:

2

Kontrollert:

ALM

Prosedyre:

Enaks

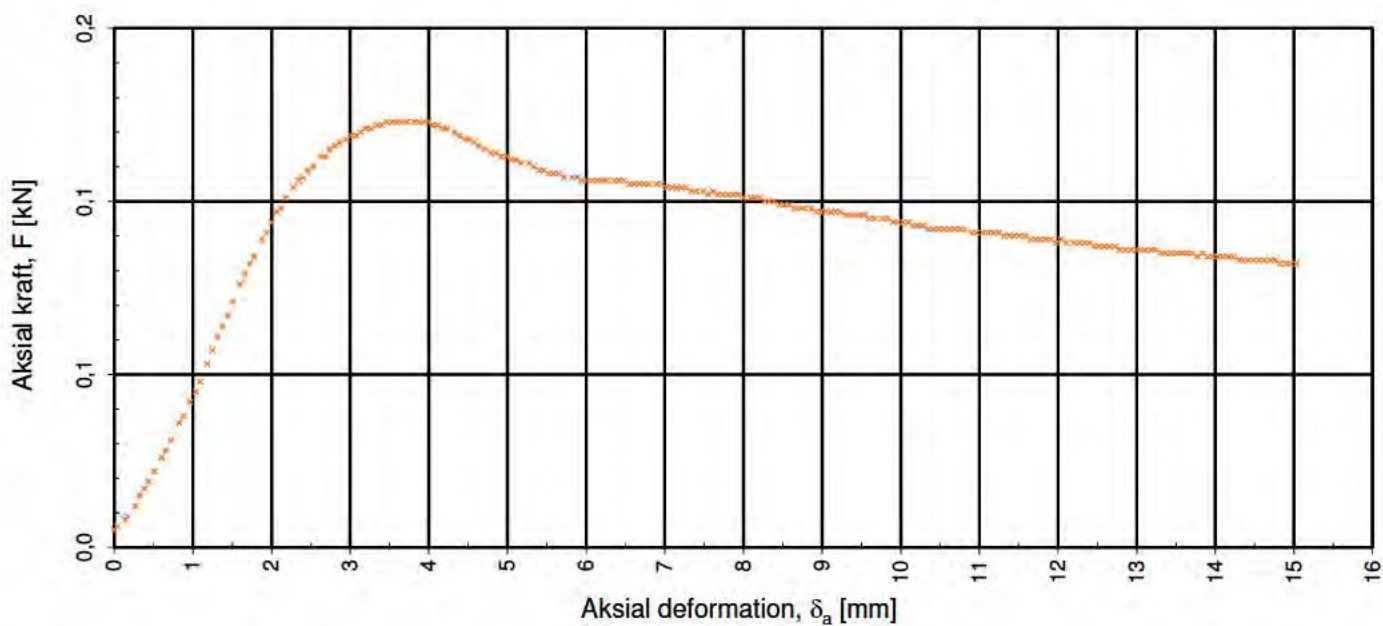
Godkjent:

SGH

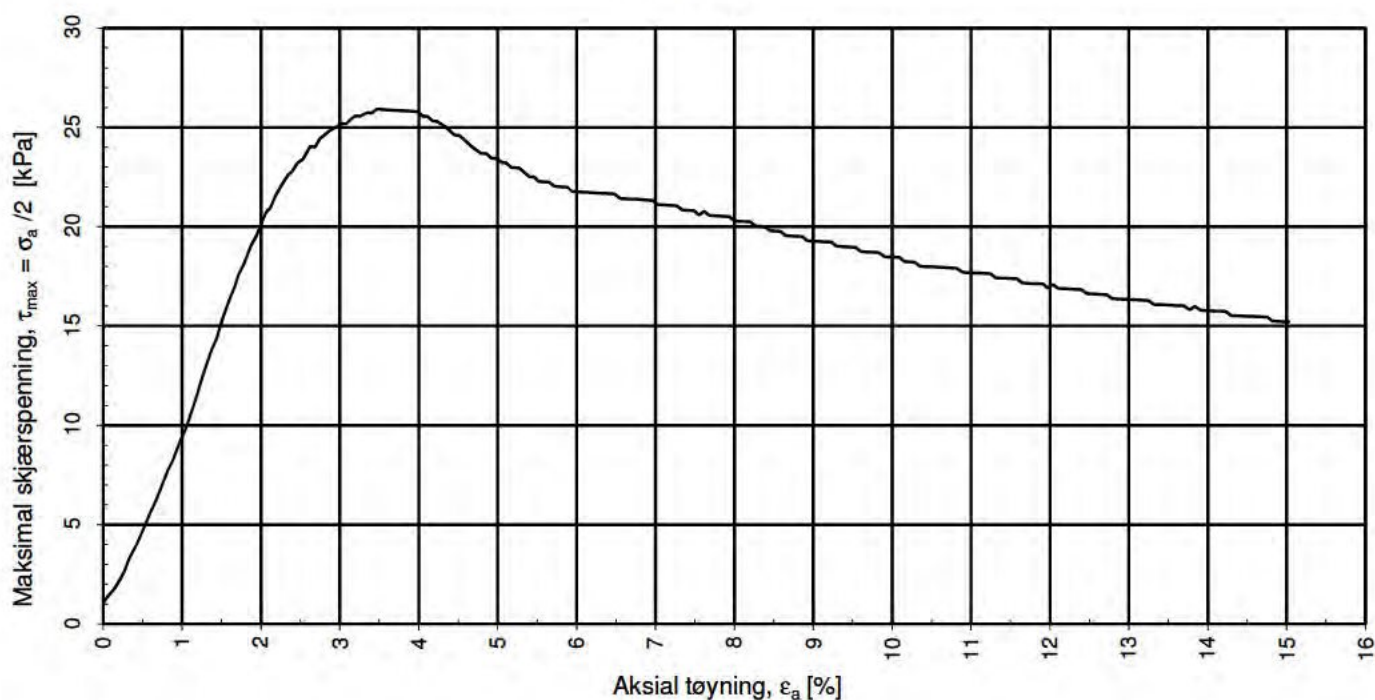
Programrevisjon:

0

Multiconsult



strain v av stress



TOBB
Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464-Enaks-Hull 2, d9,35m

Prøvediameter

54,00

Prøvehøyde

100,00

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7037 Trondheim

Tlf.: 73 10 62 00

Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

17.01.2017

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

418464

Dybde, z (m):

9,35

Tegnet:

vt

Tegning nr.:

Vedlegg C7

Borpunkt nr.:

2

Kontrollert:

ALM

Prosedyre:

Enaks

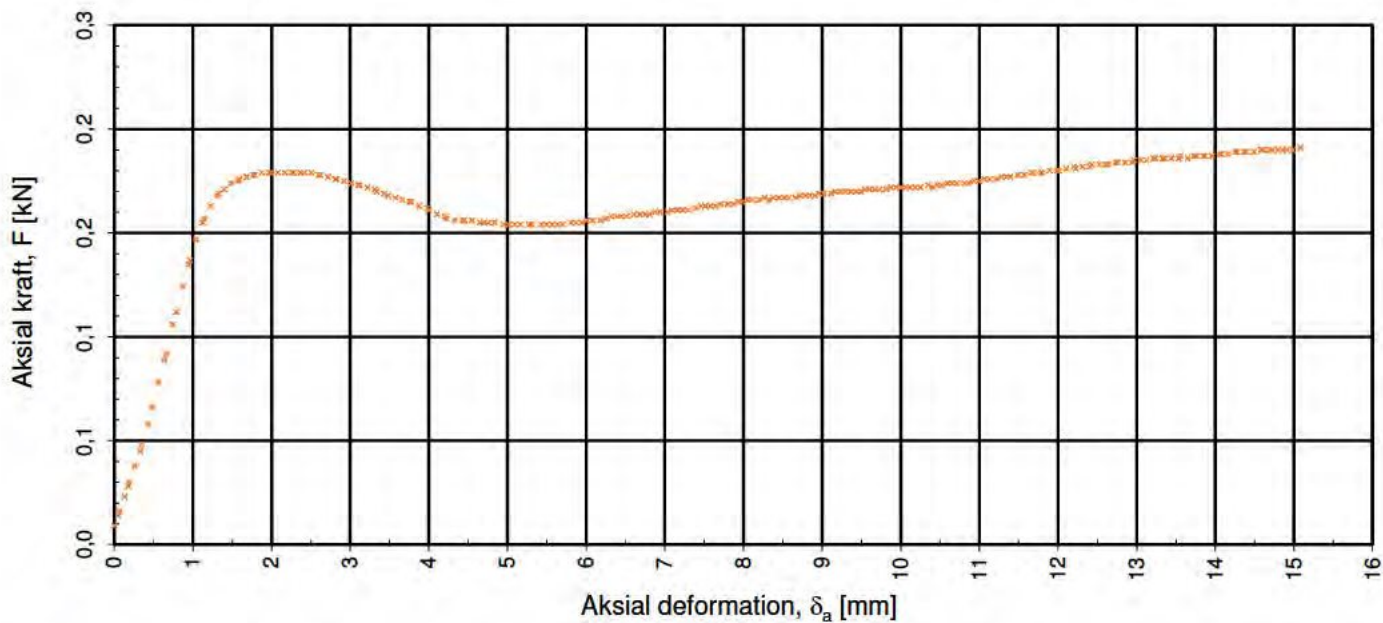
Godkjent:

SGH

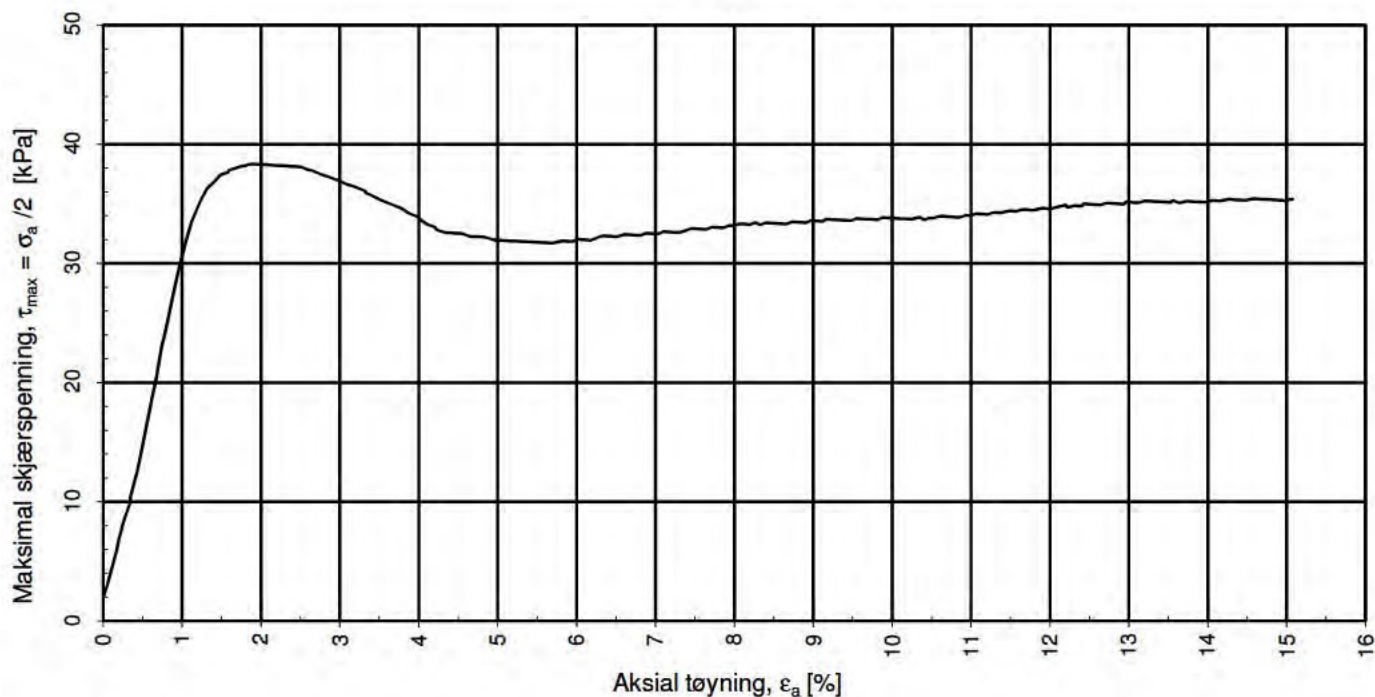
Programrevisjon:

0

Multiconsult



strain v av stress



TOBB
Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464-Enaks-Hull 2, d12,35m

Prøvediameter

54,00

Prøvehøyde

100,00

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7037 Trondheim

Tlf.: 73 10 62 00

Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

17.01.2017

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

418464

Dybde, z (m):

12,35

Tegnet:

truk/vt/kjt

Tegning nr.:

Vedlegg C8

Borpunkt nr.:

2

Kontrollert:

ALM

Prosedyre:

Enaks

Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

0

Multi
consult

RAPPORT

Ust vestre

OPPDRAKSGIVER

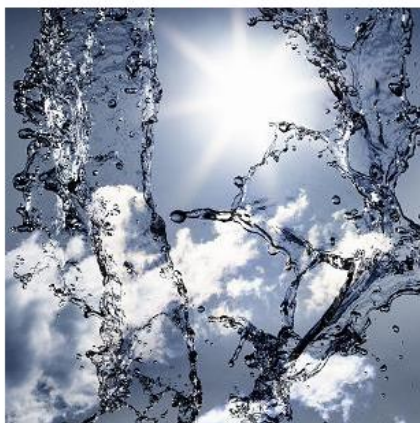
TOBB

EMNE

Geotekniske vurderinger for detaljregulering

DATO / REVISJON: 29. november 2017 / 01

DOKUMENTKODE: 418464-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. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

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	Ust vestre	DOKUMENTKODE	418464-RIG-RAP-002
EMNE	Geotekniske vurderinger for detaljregulering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	TOBB	OPPDRAAGSLEDER	Signe Gurid Hovem
KONTAKTPERSON	Morten Olberg	UTARBEIDET AV	Alberto Montafia
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5663 NORD: 70247	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	174 / 1-10 / 0 / Trondheim		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av TOBB som geoteknisk rådgiver i forbindelse med detaljregulering av eiendommene med gnr/bnr 174/1 og 174/10 på Kattem i Trondheim. Foreliggende rapport inneholder geotekniske vurderinger av planlagt utbygging for behandling av detaljreguleringen.

Det planlegges å bygge både rekkehus og leilighetsbygg. Rekkehus bygges i nordre del av tomta, leilighetsbyggene planlegges bygd rett ved kanten av ravineskråningen i sør. Leilighetsbyggene planlegges med 2-4 etasjer over bakken samt kjeller. For alle bygg vil OK gulv 1. etasje være på omtrent samme nivå som dagens terreng.

Byggetomta ligger innenfor kvikkleiresonen 432 «Skjetlein». Stabilitet i profil A-A tilfredsstillende NVEs sikkerhetskrav i både udrenert og drenert tilstand. Stabilitet i profil B-B tilfredsstillende NVEs sikkerhetskrav for drenert tilstand. Den kritiske glideflata i den udrenerte beregningen i profil B-B har en beregningsmessig sikkerhetsfaktor på 1,22 og berører ikke utbyggingen. Det er valgt å vurdere utbredelsen av løseområdet for å se om utbyggingen er påvirket.

Etter en nærmere vurdering av løse- og utløpsområdet viser at:

- Den beregningsmessige materialfaktoren på de kritiske glideflatene er forbedret (profil A) eller ikke påvirket av utbyggingen (profil B)
- Relevante glideflatene som berører utbyggingen har en materialfaktor større enn 1,4 (profil A og B)

Dermed kan det konkluderes at utbyggingen verken kan forårsake eller bli rammet av et områdeskred.

01	29.11.2017	Rapport revidert etter kommentarer fra 3.parts kontroll	Alberto Montafia	Signe Gurid Hovem	Signe Gurid Hovem
00	27.3.2017	Rapport utarbeidet	Alberto Montafia	Lise Føsum Christiansen	Signe Gurid Hovem
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Grunnlag	5
3	Terreng- og grunnforhold	6
3.1	Topografi	6
3.2	Grunnforhold	6
4	Planlagt tiltak	6
5	Geotekniske vurderinger	7
5.1	Sikkerhet mot kvikkleireskred	7
5.1.1	Sikkerhetskrav	7
5.1.2	Generell vurdering av områdestabilitet	7
5.1.3	Vurdering av stabilitetsberegningenes resultater	8
5.1.4	Vurdering av løсне- og utløpsområde	9
5.1.5	Konklusjon	10
5.2	Erosjonsforhold	10
5.3	Fundamentering og setninger	10
6	Sluttkommentar	10
7	Referanser	11

TEGNINGER

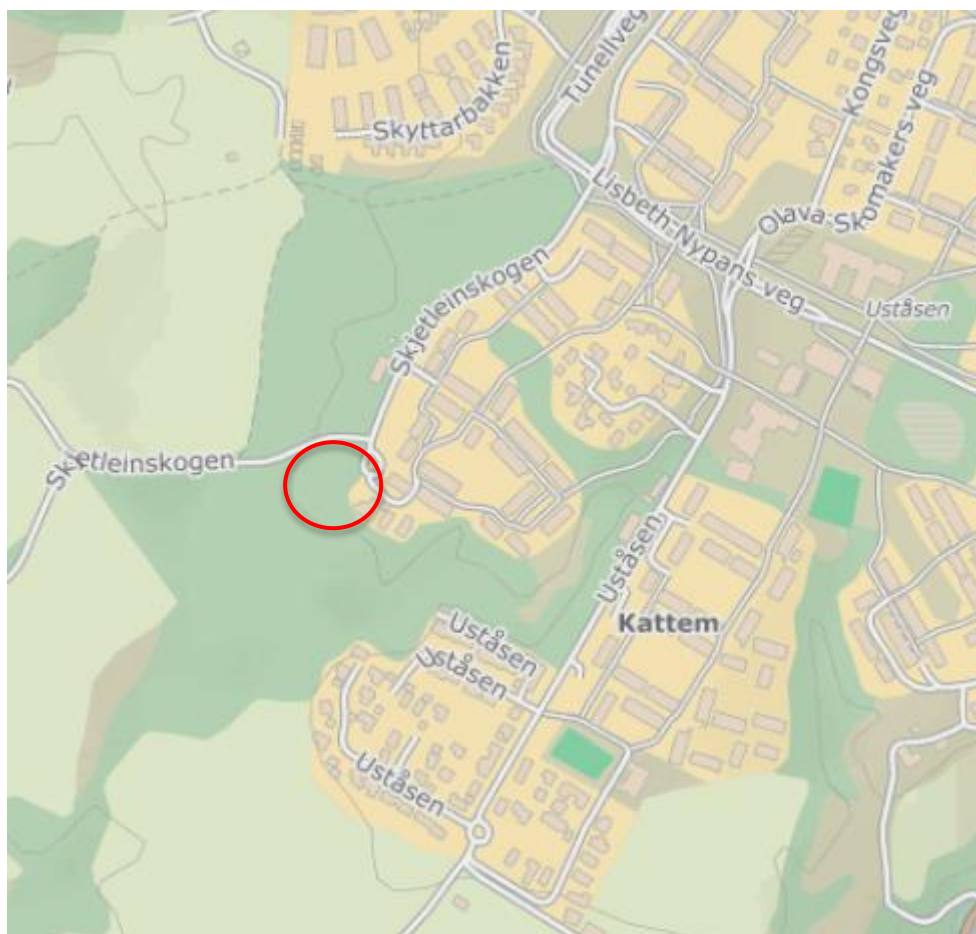
418464-RIG-TEG-	002	Plassering beregningsprofiler
	040.5	Tolket prekonsolideringsspenning p'c CPTU1
	040.6	Tolket OCR CPTU1
	040.7	Tolket aktiv skjærstyrke CPTU1
	041.5	Tolket prekonsolideringsspenning p'c CPTU2
	041.6	Tolket OCR CPTU2
	041.7	Tolket aktiv skjærstyrke CPTU2
	042.1	Tolket prekonsolideringsspenning p'c CPTU TK-7
	042.2	Tolket aktiv skjærstyrke TK-7
	043.1	Tolket prekonsolideringsspenning p'c TK-10
	043.2	Tolket aktiv skjærstyrke TK-10
	200	Tolket lagdeling profil A-A
	201 rev.01	Tolket lagdeling profil B-B
	300	Stabilitetsberegninger profil A-A
	301 rev.01	Stabilitetsberegninger profil B-B
	302	Stabilitetsberegninger profil B-B, løsneområde

VEDLEGG

Vedlegg A - Stabilitetsberegninger

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av TOBB som geoteknisk rådgiver i forbindelse med detaljregulering av eiendommene med gnr/bnr 174/1 og 174/10 på Kattem i Trondheim.



Figur 1-1: Tomtas beliggenhet på Kattem

Foreliggende rapport inneholder geotekniske vurderinger av planlagt utbygging for behandling av detaljreguleringen, herunder også stabilitetsberegninger for vurdering av sikkerhet mot kvikkleireskred i henhold til NVEs retningslinjer 2/2011 og veileder 7/2014 (ref. /1/ og /2/).

Rapporten er revidert etter kommentarer mottatt fra Rambøll AS i forbindelse med uavhengig kvalitetssikring iht. NVEs veileder 7/2014 av rapportens første versjon (ref. /3/). Kommentarene i verifikasjonsskjema (ref. /3/) er svart opp og avklart i et separat dokument, se ref. /4/.

2 Grunnlag

Multiconsult har utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med foreliggende oppdrag. Grunnundersøkelsene er presentert i rapport 418464-RIG-RAP-001 (ref. /5/). Trondheim kommune har ved en tidligere anledning utført grunnundersøkelser på dette området. Disse er fremstilt i rapport R.1593 og R.1593-4 (ref. /6/ og /7/). Trondheim kommune har også vurdert stabilitetsforholdene av området Skjetleinskogen og presentert vurderingene i rapport R.1593-3 rev.01 (ref. /8/).

3 Terreng- og grunnforhold

3.1 Topografi

Byggetomta ligger på Skjetleinskogen, Kattem, i Trondheim. Tomta ligger i hovedsak på et platå hvor terrenget ligger på ca. kote +139/+140. Sørvest på tomta er en ravinedal. Skråningen ned fra platået mot sør og vest har en høydeforskjell på ca. 8-9 m og fortsetter også mot nord mot veien Skjetleinskogen. Skråningen i sør har en terrenghelning på ca. 1:2, mens den i nord er noe slakere.

3.2 Grunnforhold

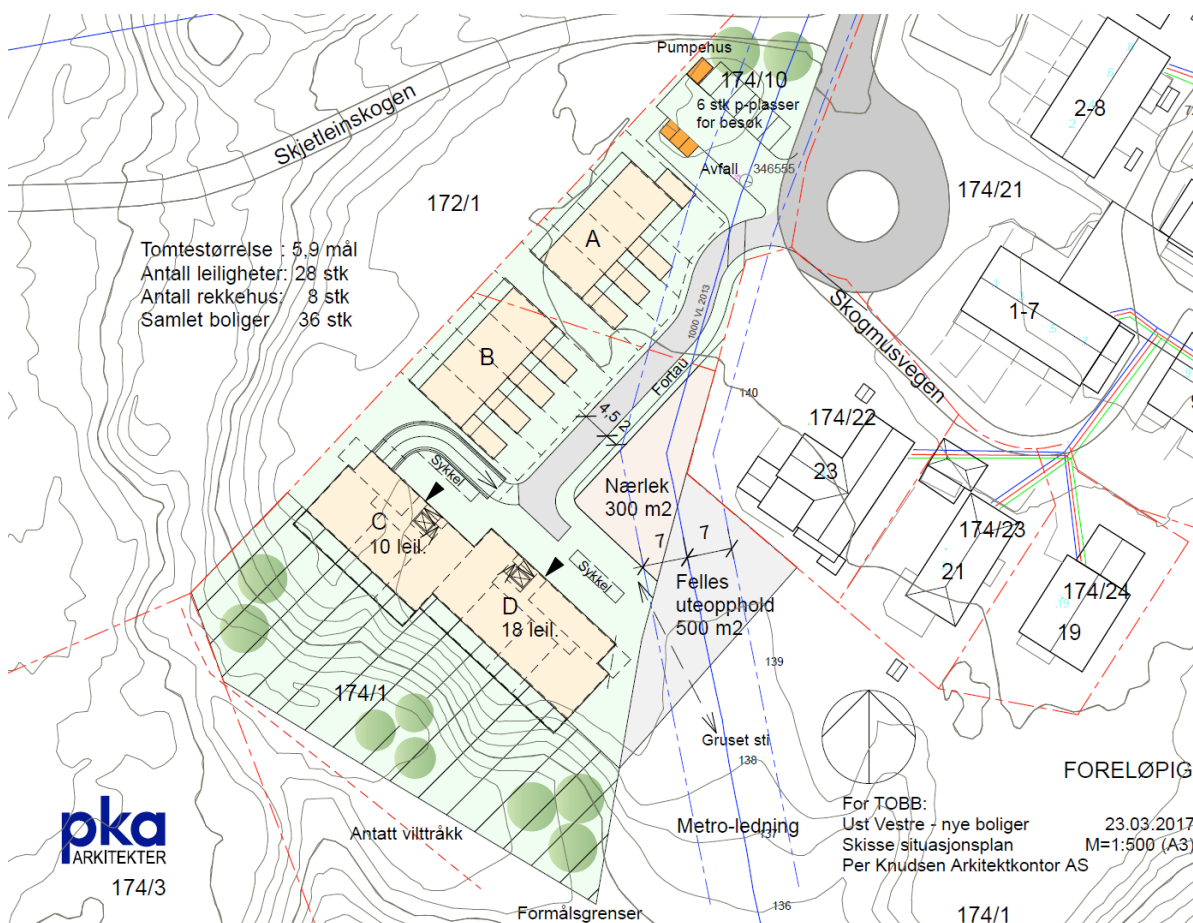
Sonderingene og prøvetaking viser at løsmassene består av et topplag av tørrskorpeleire på ca. 1-2 meter, over leire ispedd mange siltlag. Mellom ca. kote +125 og kote +112 er det påvist kvikkleire/sprøbruddsmateriale. Under kote +112 viser ikke leira lenger tegn på sprøbruddsoppførsel.

For en mer detaljert beskrivelse av grunnforholdene vises det til Multiconsults datarapport ref. /5/.

4 Planlagt tiltak

Det planlegges å bygge både rekkehus og leilighetsbygg. Rekkehus bygges i nordre del av tomta, med en avstand på ca. 20 m fra topp skråning. Leilighetsbyggene planlegges bygd rett ved kanten av ravineskråningen i sør. Leilighetsbyggene planlegges med 2-4 etasjer over bakken samt kjeller.

For alle bygg vil OK gulv 1. etasje være på omtrent samme nivå som dagens terreng.



Figur 4-1: Situasjonsplan (Per Knudsen Arkitektkontor AS, 23.3.17)

5 Geotekniske vurderinger

5.1 Sikkerhet mot kvikkleireskred

5.1.1 Sikkerhetskrav

Byggetomta ligger innenfor kvikkleiresonen 432 «Skjetlein» som er klassifisert med høy faregrad. Dette utløser krav til vurdering av sikkerhet mot kvikkleireskred iht. NVEs retningslinjer 2/2011 og NVEs veileder 7/2014.

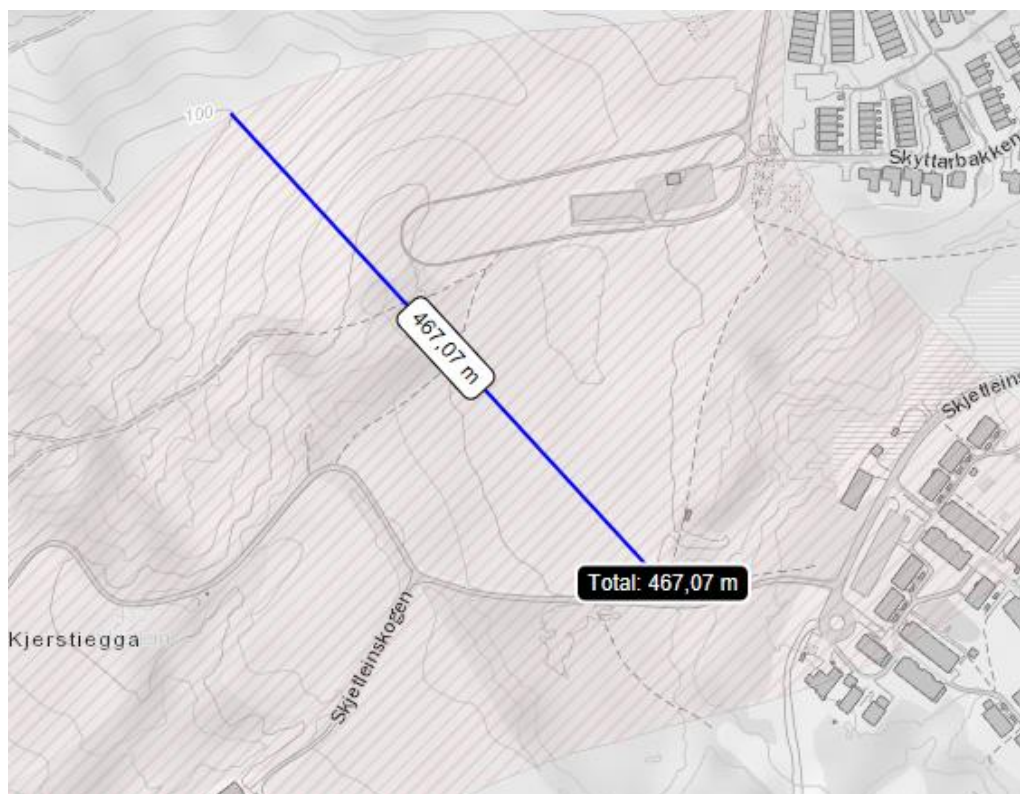
I vedlegg A er beregningsgrunnlaget sammenstilt.

Det er i denne forbindelsen utført stabilitetsberegninger for å vurdere om den planlagte utbyggingen vil kunne påvirke områdets stabilitetsforhold. Tiltaket faller inn under tiltakskategori K4 iht. NVEs veileder 7/2014. Dette medfører følgende krav til resultatet av stabilitetsanalyser:

- Beregningsmessig materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$ etter eller under utførelse av tiltaket
- Dersom det beregnes $\gamma_m \leq 1,4$ for dagens situasjon, må det dokumenteres at tiltakets påvirkning på områdets stabilitet gir en «vesentlig forbedring»

5.1.2 Generell vurdering av områdestabilitet

Kvikkleiresone «Skjetlein» er relativt stor og har et areal på 1,1 km². Nordre del av kvikkleiresonen er avgrenset av skråningen nedom Ringvålvegen. Høydeforskjellen mellom terrenget ved kvikkleiresonens nordre avgrensning og terrenget på nedsiden av byggetomta er ca. 25 m. Dersom man legger til grunn at løснеområdet for et skred som går ved Andersbakken har en utbredelse lik 15 ganger skråningens høydeforskjell, vil løsnedistansen være 375 m. Avstanden mellom terrenget på nedsiden av veien Skjetleinskogen og kvikkleiresonens grense er over 450 m, og det vurderes at skred som kommer fra denne retningen ikke vil kunne ramme tomta.



Figur 5-1: Avstand mellom byggetomta og kvikkleiresonens «Skjetlein» nordre grense

Kvikkleiresone «Skjetlein» strekker seg hele veien til Skjetleinveien, som ligger mer enn 1,2 km sørvest for reguleringsområdet. Terrenget begynner å falle mot sørvest ca. 150 m fra den aktuelle tomta. Mellom dette punktet og reguleringsområdet ligger terrenget på en lavere kote, ca. kote +127. Trondheim kommune har i forbindelse med en tidlig utredning av området Skjetleinskogen sett på stabilitetsforholdene her. Beregningene viser at eventuelle skred som starter fra Skjetleinveien eller fra ravinedalene i sørvest vil stoppe der hvor terrenget slutter å falle mot sørvest.

Dersom avgrensningen av faresonen «Skjetlein» skulle revideres, ville den bli delt i mindre soner i samsvar med reelle løse- og utløpsområder. En faregradsevaluering av de nye sonene ville resultert i en lavere faregrad, blant annet på grunn av reduserte høydeforskjeller internt i faresonene.

5.1.3 Vurdering av stabilitetsberegningenes resultater

Det er utført stabilitetsberegninger i 2 profiler, plassering er vist i tegning 418464-RIG-TEG-002. Brudd langs sammensatte glideflater anses ikke som en aktuell bruddmekanisme for dette området. Dette fordi terrenget øverst i profilene er flatt, og at topp kvikkleire i begge profiler ligger lavere enn nivå skråningsfot, også under platået. Dessuten er det ikke planlagt terrengtiltak som kan forårsake initialskred eller andre mekanismer som aktiverer sammensatte glideflater.

I Tabell 1 er stabilitetsberegningenes resultater oppsummert:

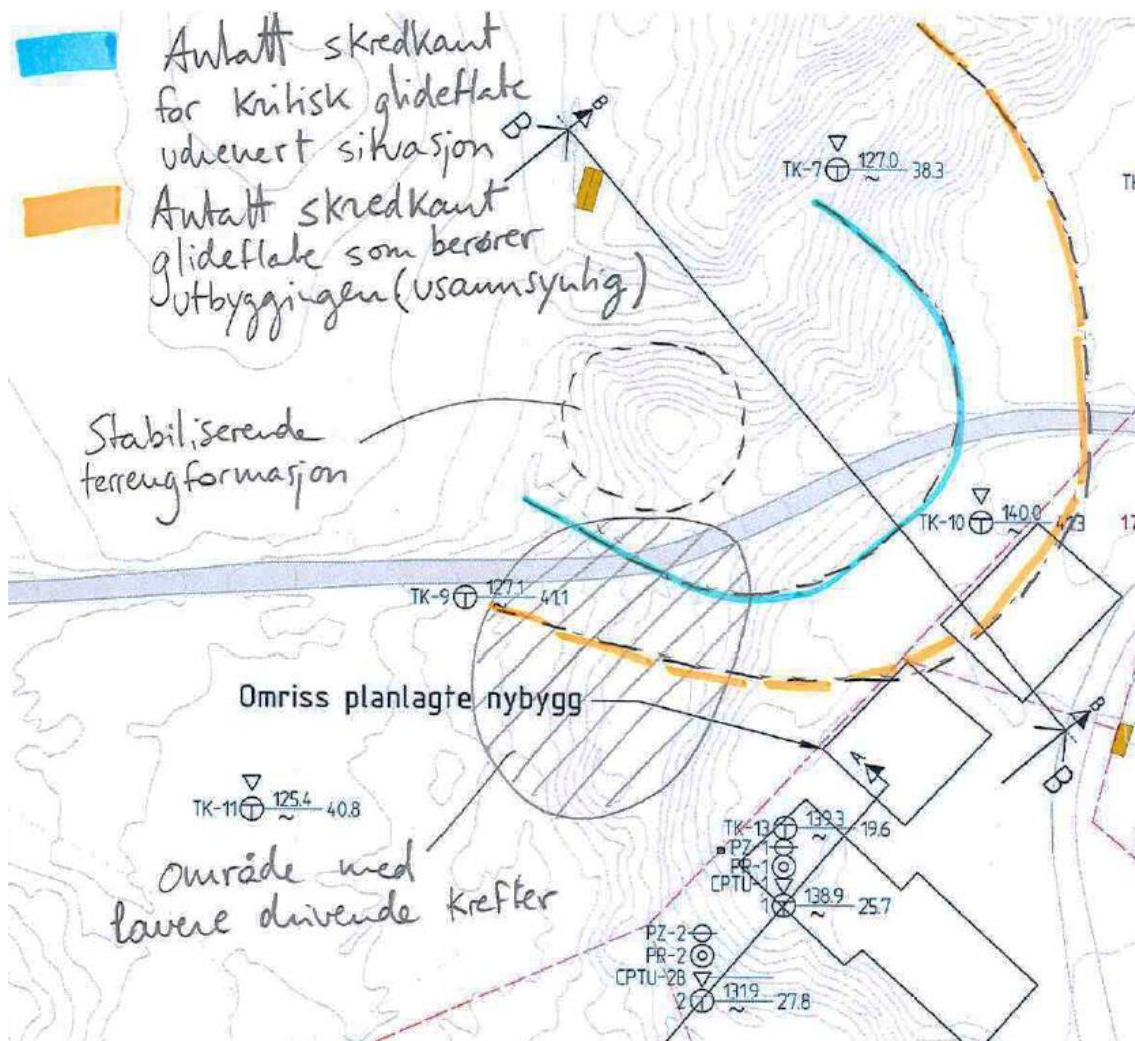
Tabell 1: Oppsummering resultater stabilitetsberegninger

Profil	Situasjon	Beregning	Resultat (γ_m)	Merknad
A-A	Dagens tilstand	ADP	1,51	
A-A	Dagens tilstand	$a\phi$	2,28	
A-A	Etter utbygging	ADP	1,71	
B-B	Dagens tilstand/ etter utbygging	ADP	1,22	Retrogressivt brudd utelukkes
B-B	Dagens tilstand/ etter utbyggingen	$a\phi$	1,43	Glideflate ved veien Skjetleinskogen, berører ikke utbyggingen.
B-B	Etter skredet	ADP	1,46	Glideflate som berører utbyggingen

Stabilitet i profil A-A tilfredsstiller NVEs sikkerhetskrav i både udrenert og drenert tilstand. Det planlegges oppført to bygg på 2-4 etasjer med kjeller ved profil A-A. Utgraving for kjeller vil medføre en avlastning i toppen av skråningen som vil forbedre stabiliteten i beregningsprofilen. Det vises her til tegning 418464-RIG-TEG-300.

Den kritiske glideflata i den udrenerte beregningen i profil B-B har en beregningsmessig sikkerhetsfaktor på 1,22 for dagens situasjon (jfr. tegning 418464-RIG-TEG-301). Dette resultatet tilfredsstiller ikke NVEs krav, men kritisk glideflate berører ikke rekkehusene, se igjen tegning 418464-RIG-TEG-301. Glideflaten som berører rekkehusene direkte har noe høyere sikkerhetsfaktor, men anses som lite realistisk da en slik glideflaten ligger dypt og vil ha utløp inn i skråningen på motsatt side av ravinedalen. Det er ikke tatt hensyn til eventuelle 3D effekter i disse beregningene, siden de ikke er lett kvantifiserbare. Skissen i figur Figur 5-2 gir imidlertid et inntrykk av hvilke terrengformasjoner bidrar til stabilisering av skråningen. Disse bidragene kommer fra både en terrengrygg som ligger rett sørvest for profil B og fra området sør for ryggen hvor skråningen er terrassert. Sistnevnte er spesielt relevant for glideflaten som berører rekkehusene, fordi en vesentlig

andel av de destabiliserende kreftene som beregningsprogrammet forutsetter å være drivende for plantilstand, ikke er der i realiteten.



Figur 5-2: Skisse over antatte skredkanter ved brudd i udrenert tilstand i profil B.

Ikke bare vurderes begge bruddmekanismen som berører utbyggingen å være usannsynlig, men den har også høyere sikkerhetsfaktor enn den som er beregnet. Glideflaten med sikkerhetsfaktor 1,43 i drenert tilstand går i skråningen på nedsiden av veien Skjetleinskogen. Den som berører utbyggingen i den drenerte analysen har en sikkerhetsfaktor større enn 1,4.

5.1.4 Vurdering av løсне- og utløpsområde

I profil B-B er det beregnet en materialfaktor i udrenert tilstand som er lavere enn NVEs minstekrav. Det vurderes at utbyggingens omfang, spesielt i nordre del av tomte, ikke vil forårsake en udrenert tilstand i skråningen hvor Profil B-B er plassert. En udrenert bruddmekanisme vurderes derfor å ikke være sannsynlig uten et initialskred. Vi har imidlertid valgt å se nærmere på hvilke konsekvenser et brudd langs den kritiske glideflaten i profil B vil ha. Det er vurdert om en slik utglidning kan utvikle seg bakover og berøre rekkehusene.

Dersom det skulle skje en glidning langs denne glideflata vil et visst volum kvikkleire vært berørt. Kvikkleira ligger dypere enn kote +25, det vil si dypere enn kote skråningsfot. Potensialenergi i disse sensitive masser er liten og det vurderes at sannsynligheten for en fullstendig omrøring av skredmassene er liten. Lokale topografiske forhold tilsier at eventuelle skredmasser ikke vil renne langt ut fra skråningen, siden de bare vil fylle ravinedalen nedenfor veien Skjetleinskogen. I forbindelse med vurderingen antas det imidlertid at en del av massene med sprøbruddsoppførsel blir omrørt og flyter bort fra området.

Det ble utført en beregning for situasjonen «etter skredet» for å vurdere utbredelsen av løснеområdet. Den nye kritiske glideflata vil berøre utbyggingen, men det er beregnet en materialfaktor på 1,46 på bruddmekanismen, se tegning 418464-RIG-TEG-302. Resultatet innebærer at selv om det skulle gå et skred nordvest for byggetomta vil grunnen hvor rekkehusene er oppført stå stabilt.

5.1.5 Konklusjon

Etter en nærmere vurdering av løсне- og utløpsområdet viser at:

- Den beregningsmessige materialfaktoren på de kritiske glideflatene er forbedret (profil A) eller ikke påvirket av utbyggingen (profil B)
- Relevante glideflatene som berører utbyggingen har en materialfaktor større enn 1,4 (profil A og B)

Dermed kan det konkluderes at utbyggingen verken kan forårsake eller bli rammet av et områdeskred.

5.2 Erosjonsforhold

Området har vært befart av senior rådgiver VA Brynjar Bremseth. I ravinedalene i den umiddelbare nærheten av utbyggingstomta ble det ikke observert tegn på erosjonsaktivitet.

I skråningen ned mot Klett finnes det større bekkesystemer med større nedslagsfelt. Under befaringen ble det her observert pågående erosjon. Dette kan over lengre tid forårsake små glidninger ned i bekkedalene. Hvis glidningene berører kvikkleirelagene i skråningen, kan initialglidningene forplante seg bakover mot utbyggingsområdet.

Trondheim kommune har i forbindelse med en tidlig utredning av området Skjetleinskogen sett på stabilitetsforholdene her. Beregningene viser at eventuelle skred vil stoppe ved terrengryggen sørvest for byggetomta.

5.3 Fundamentering og setninger

Det vurderes at lokale grunnforhold er godt egnet til direkte fundamentering. Planlagt utbygging består av relativt små bygg, hvor vekten av de største byggene er kompensert på grunn av utgraving for kjeller. Det forventes dermed veldig små setninger både på de større blokkene og på rekkehusene.

6 Sluttkommentar

Det vurderes at utbyggingen er gjennomførbar og at utbyggingen verken kan forårsake eller bli rammet av et områdeskred.

Vurderingene i foreliggende notat må godkjennes av et uavhengig foretak.

7 Referanser

- /1/ NVE, retningslinjer 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar» (rev. mai 2014)
- /2/ NVE, veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» (april 2014)
- /3/ Rambøll AS, verifikasjonsrapport 13500022264 nr.01 rev.00 «Uah. Ktr. Ust Vestre» (26. juni 2017)
- /4/ Multiconsult AS, brev 418464-RIG-BREV-001 «Ust Vestre. Tilsvar kommentarer uavhengig kvalitetssikring iht. NVEs veileder 7/2014» (3. august 2017)
- /5/ Multiconsult ASA, datarapport 418464-RIG-RAP-001 «Ust Vestre, Grunnundersøkelser geoteknikk» (25. januar 2017)
- /6/ Trondheim kommune, Kommunalteknikk, Geoteknisk avdeling, rapport R.1593 «Skjetleinskogen» (28. mai 2014)
- /7/ Trondheim kommune, Kommunalteknikk, Geoteknisk avdeling, rapport R.1593-4 «Skjetleinskogen, supplerende grunnundersøkelser» (20. november 2014)
- /8/ Trondheim kommune, Kommunalteknikk, Geoteknisk avdeling, rapport R.1593-3 rev.01 «Skjetleinskogen. Områdestabilitet, stabilitetsberegninger» (10. desember 2014)

Vedlegg A - Beregningsgrunnlag

1 Beregningsprinsipper

1.1 Generelt

Stabilitet beregnes både i dagens tilstand og etter ferdig utbygging, med både total- og effektivspenningsparametere. Beregninger er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 14.0.5.0, med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet når man utfører beregninger for sammensatte glideflater.

Utgravingene modellert i stabilitetsberegningene tar i utgangspunkt at kote traubunn vil ligge ca. 1 m under kote ferdig gulv.

Tegninger fra Per Knudsen Arkitektkontor datert 15.3.2017 legges til grunn for beregningene og er vedlagt foreliggende rapport.

1.2 Beregningsprofiler

Det er valgt å beregne stabiliteten i 2 profiler, plassering er vist i tegning 418464-RIG-TEG-002.

Profil A-A tar for seg stabiliteten av skråningen sør for planlagt utbygging.

Profil B-B er plassert i skråningen nordvest for planlagt utbygging. Her er høydeforskjellen mellom utbyggingsområdet og bunnen av ravedalen noe større enn i sør. Profilet er plassert slik at en forlengelse av profilet mot nordvest ikke viser noe betydelig stigning i terrenget etter foten av skråningen opp til byggetomta. Det vurderes at terrengryggen nordvest for ovennevnte skråning har et stabiliserende effekt på skråningen det beregnes stabiliteten i, men at beregningsprogrammet (GeoSuite) ikke er i stand til å ta høyde for dette bidraget.

1.3 Lagdeling

Lagdeling er tolket ut fra resultatene av tilgjengelige grunnundersøkelser, med størst vekt lagt på undersøkelsene som nylig er utført av Multiconsult. Typisk lagdeling i profilene er et topplag av tørrskorpig leire med mektighet på opp til 3-4 m over leire. Under tørrskorpa betegnes leira som siltig (under platået). Fra ca. kote +125 til ca. kote +112 er det modellert kvikkleire. I profil A-A er UK kvikkleire tolket jevnt ut over hele profilet på kote +112. I profil B-B varierer kote UK kvikkleire fra ca. +112 under platået til ca. +117 under skråningsfot. Løsmassene under kvikkleire betegnes som leire.

Lagdeling i beregningsprofiler er vist i tegninger 418464-RIG-TEG-200 og -201.

Som utgangspunkt for modellering av grunnvannstand ble det benyttet målinger fra de hydrauliske piezometerne installert i BP1 og BP2. Grunnvannstanden ble målt i slutten januar 2017 og resultatene er vist på tegning -100 i datarapporten (418464-RIG-RAP-001). Det ble utført nye målinger i juli (uke 30/2017) som viser at grunnvannstanden er uendret ved BP1 (ca. 7,5 m under terreng) og 1 m lavere ved BP2 (ca. 2,4 m under terreng) i forhold til målingene utført tidligere i år. Med bakgrunn i dette vurderes det at grunnvannstanden varierer forholdsvis lite med årstidene.

1.4 Laster

Ved stabilitetsberegningene er trafikken på trafikkerte veier modellert som en jevnt fordelt trafikklast på 10 kPa for hele vegens bredde inkludert skuldre, med lastkoeffisient 1,3. Dette resulterer i en last på 13 kPa.

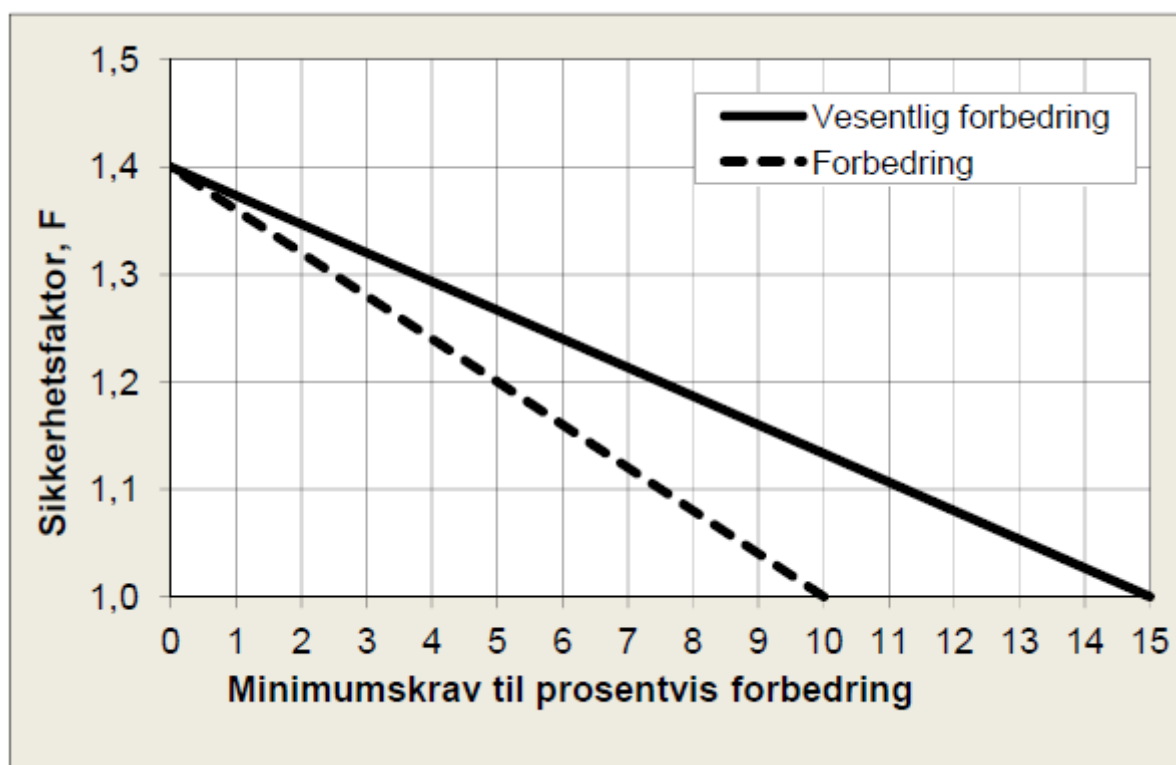
Trafikklast er ikke inkludert i stabilitetsberegninger når lastens påvirkning vil virke positivt på beregnet sikkerhetsfaktor.

Det antas at byggene i Profil B er såkalte «lette bygg», altså ikke bygd i betong. Av erfaring tilsvarer vekten av slike bygg til maks 10 kPa per etasje i bruddgrensetilstand. Byggene i Profil A bygges sannsynligvis med kjelleretasjen i betong. Dette betyr at den ene etasje vil være noe tyngre enn de andre, men forskjellen vurderes å være minimal for utredningens formål.

1.5 Sikkerhetskrav

Planlagt tiltak faller inn under tiltakskategori K4 iht. NVEs veileder 7/2014 og faresonen er klassifisert med høy faregrad. Dette innebærer at følgende sikkerhetskrav gjelder for prosjektet:

- Beregningsmessig sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ etter tiltak
- Vesentlig forbedring av beregningsmessig sikkerhetsfaktor hvis $F < 1,4$ etter tiltak



Figur 1: Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser (fra NVEs veileder 7/2014)

2 Materialparametere

2.1 Generelt

Materialparameterne er i hovedsak hentet og tolket fra resultatene av grunnundersøkelsene utført av Multiconsult i januar 2017. Det er i tillegg benyttet data fra andre relevante rapporter, nevnt i kapittel 2, samt erfaringsverdier hentet fra Statens vegvesens Håndbok V220.

2.2 Kvalitet grunnundersøkelser

Begge CPTU-sonderinger utført av Multiconsult havner i anvendelsesklasse 1 angående spissmotstand, friksjon og poretrykk. CPTU1 er relativt påvirket av grunnens lagdeling i de øverste 14 m, hvor poretrykkresponsen ikke er fullt så bra som ønskelig. Sonderingen vurderes imidlertid pålitelig nok til å bli benyttet som grunnlag for tolking av materialparametere.

Prøvekvaliteten vurderes å være god basert på tøyingsnivået ved brudd på de utførte enaksforsøkene. Prøvene fra borpunkt 1 som gikk til brudd ved høy tøyning var preget av mange siltlag, og slike materialer er som regel duktile eller herdende. Dette gjenspeiles i resultater fra ødometerforsøk, hvor forsøket kjørt på prøven fra borpunkt 2 gir tydeligere indikasjoner om konsolideringsforhold og stivhet enn prøven fra borpunkt 1.

Der hvor prøvekvaliteten vurderes å ikke være tilfredsstillende, er erfaringsverdier hentet fra Statens vegvesens Håndbok V220.

2.3 Spenningshistorie og tidligere overlaging

2.3.1 Ødometerforsøk

Ødometerforsøkene som ligger til grunn for tolkning av spenningshistorie og tidligere overlaging er fremstilt i tabellen under.

Tabell 1: Oppsummering ødometerforsøk

Borpunkt	Dybde (m)	Tolket p'c (kPa)	Tolket OCR (-)	Tolket kote tidligere terreng
1	8,30	Ikke tolkbart	-	-
2	12,5	270	2	+144
TK7	3,45	300	8,5	+150
TK7	5,43	360	6,5	+155

2.3.2 CPTU-korrelasjoner

Spenningshistorie (OCR) ved BP1 og BP2 tolket fra CPTU er vist på tegninger 418464-RIG-TEG-040.5, -040.6, -041.5 og -041.6. For disse tolkningene er det brukt empiriske korrelasjoner på spissmotstands- og poretrykksbasis.

For spissmotstand er følgende forhold benyttet i tolkingen:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cq}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cq} = \frac{q_n}{\alpha * N_{kt}} - a$$

Der:

- α = normalkonsolideringsforhold; $\alpha=0,25$ er benyttet
- N_{kt} = spissmotstandsfaktor
- q_n = Netto spissmotstand fra CPTU-sondering
- σ'_{v0} = in situ vertikal effektivspenning
- σ'_{cq} = Prekonsolideringsspenning

Bæreevnefaktor N_{kt} beregnes som:

$$N_{kt} = 18,7 - 12,5 * B_q$$

OCR fra registrert poretrykk er tolket som:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cu}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cu} = \frac{u_2 - u_0}{\alpha * N_{\Delta u}} - a$$

Der:

- α = normalkonsolideringsforhold; $\alpha=0,25$ er benyttet
- $N_{\Delta u}$ = poretrykksfaktor
- u_2 = målt poretrykk i CPTU
- u_0 = in situ poretrykk
- σ'_{cu} = Prekonsolideringsspenning

Bæreevnefaktor $N_{\Delta u}$ beregnes som:

$$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 * B_q$$

Dessuten er det også benyttet den empiriske korrelasjonen etablert av Chen & Mayne (1996) som uttrykker prekonsolideringsspenningen som:

$$\sigma'_c = 0,53 * (u_2 - u_0)$$

Denne formelen har for øvrig i tidligere erfaringer vist seg å samsvare godt med ødometerforsøk av god kvalitet og anses som en meget pålitelig måte for å estimere spenningshistorien på.

2.3.3 Oppsummering

CPTU i BP1 viser at konsolideringsforhold i toppen av platået er tilnærmet normalkonsolidert, mens i BP2 viser sonderingen at tidligere terrengnivå var omtrent likt dagens terreng på platået (+140/+141). Dette er i godt samsvar med verdiene tolket fra ødometerforsøkene.

2.4 Materialparametere – totalspenningsanalyse (ADP)

2.4.1 Generelt

I totalspenningsanalyse er det for materialene betegnet som «Leire, siltig», «Sprøbruddsmateriale» og «Leire» benyttet skjærstyrkeprofiler hvor anisotropiforhold, altså forhold mellom aktiv, direkte og passiv skjærstyrke, er ivaretatt (ADP-analyse). Udrenerte styrkeparametere er bestemt med bakgrunn i både felt- og laboratorieundersøkelser.

Verdier for c_u fra enaks- og konusforsøk er i våre vurderinger betraktet som verdier for direkte skjærstyrke c_{uD} . Verdier fra treaksialforsøk (hentet fra tidligere rapporter) anses som leiras aktive skjærstyrke c_{uA} . Aktiv skjærstyrkeprofiler er hovedsakelig tolket fra resultater av CPTU sonderingene utført i BP 1 og BP2, samt SHANSEP betraktningen der hvor det ikke foreligger tilstrekkelig grunnlag for en mer detaljert tolkning.

2.4.2 CPTU-korrelasjoner

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderinger korrelert iht. empiriske baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl. (1996).

På poretrykksbasis bestemmes c_{uA} som:

$$c_{uA} = \frac{u_2 - u_0}{N_{\Delta u}}$$

Der bæreevnefaktor $N_{\Delta u}$ beregnes som:

$$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 * B_q$$

For sammenligning er det tatt med tolkning av CPTU på spissmotstandsbasis. På spissmotstandsbasis bestemmes c_{uA} som:

$$c_{uA} = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}}$$

Der bæreevnefaktor N_{kt} regnes som:

$$N_{kt} = 18,7 - 12,5 * B_q$$

Reduksjon av designverdier i sprøbruddsmateriale er ivaretatt via nedjustering av ADP-faktor for aktiv skjærstyrke i beregningsprogrammet (GeoSuite), i henhold til NVEs retningslinjer 2/2011. Skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingene i BP1 og BP2 er vist på tegninger 418464-RIG-TEG-040.7 og -041.7.

I BP1 er det valgt å se bort fra bæreevne faktorer regnet som funksjon av B_q , og heller styre verdiene manuelt. Dette fordi tolkningene basert på korrelasjoner lå urimelig lavt (poretrykksbasert) eller urimelig høyt (spissmotstandsbasert) i forhold til de tolkede konsolideringsforhold, dvs. tilnærmet normalkonsolidert grunn. Det er da valgt å velge bæreevnefaktorer som gir et skjærstyrkeprofil i samsvar med $c_u = 0,25 * p'_0$:

Tabell 2: Oppsummering bæreevnfaktorer BP1

Dybdeintervall	N _{kt}	N _{du}	N _{ke}
0-24 m	7,5	8,5	3,0
>24 m	9,0	10,0	4,0

I BP2 er støtter skjærstyrkeprofilen seg på tolkningen basert på bæreevnfaktorer avledet av B_q-korrelasjoner.

2.4.3 Anisotropiforhold

Tabell 3 oppsummerer anvendte ADP-faktorer i udrenerte materialer:

Tabell 3: Oversikt over valgte ADP-faktorer

Material	γ (kN/m ³)	c _{uA} -koeffisient	c _{uD} -koeffisient	c _{uP} -koeffisient
Leire	21,0	1,00	0,63	0,35
Sprøbrudmateriale	21,0	0,85	0,63	0,35

Verdiene for anisotropikoeffisientene ligger på den konservative siden fordi det antas at plastisitetsindeks I_p alltid er mindre eller lik 10 %.

2.5 SHANSEP-betraktning

Udrenert skjærfasthet er nært relatert til in situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad OCR. Udrenert skjærfasthet øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av OCR. Udrenert skjærfasthet avhengig av OCR kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet:

$$c_{uA} = \alpha * OCR^m * \sigma'_0$$

Der:

- α = Stigningstall som varierer vanligvis mellom 0,27 og 0,32 for aktiv skjærstyrke
- OCR = Overkonsolideringsgrad = σ'_c / σ'_0
- m = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9 avhengig av leiren og forsøkstype
- σ'_{v0} = In situ vertikal effektivspenning
- σ'_c = Prekonsolideringsspenning

På tegninger 418464-RIG-TEG-040.7 og -041.7 vises tolket skjærstyrke for sonderinger i BP1 og BP2. For begge CPTUene er det valgt å etablere et styrkeprofil basert på ulike antagelser vedrørende konsolideringsforholdene. Parametere som benyttes for å styre SHANSEP tolkningen er valgt slik at SHANSEP tolkningen er tilpasset tolkningen basert på blokkprøvekorrelasjoner (N_{kt} og N_{du} som funksjon av B_q). Denne tilnærmingen gjør at det kan være aktuelt å velge ulike verdier på styringsparametere i de forskjellige borpunktene.

Tabell 4 oppsummerer parameterne som ble valgt for BP1 og BP2. Tolkning av aktivskjærstyrke basert på spissmotstand og poreovertrykk utgjør utgangspunktet for SHANSEP-tilpasningen (se tegning 418464-RIG-TEG-040.7 og -041.7)

Tabell 4: Oppsummering av valgte SHANSEP-parametere for sonderingene i beregningsprofil A-A

CPTU	m	α	Bestemmelse OCR
1	0,85	0,29	POP = 0 kPa
2	0,75	0,32	POP = 80 kPa
	0,75	0,27	OCR fra designlinje ($\sigma'_c = 80 \text{ kPa} + 1,4 \cdot \sigma'_0$)

Tabell 5 oppsummerer parameterne som ble valgt for beregningsprofil B-B. Tolkning av aktivskjærstyrke basert på spissmotstand og poreovertrykk samt tolkning av tidligere terrengnivå beskrevet i kapittel 2.3 utgjør utgangspunktet for SHANSEP-tilpasningen (se tegning 418464-RIG-TEG-042.2 og -043.2). Referansesonderingene her er CPTU TK-10 for skråningsfot ($x=20$) og CPTU TK-7 for topp skråning ($x=100$).

Tabell 5: Oppsummering av valgte SHANSEP-parametere benyttet i beregningsprofil B-B

Plassering	m	α	Bestemmelse OCR
Topp skråning ($x=100$)	0,80	0,25	POP = 10 kPa
Fot skråning ($x=20$)	0,80	0,31	POP = 250 kPa
	0,80	0,28	OCR fra designlinje ($\sigma'_c = 260 \text{ kPa} + 1,4 \cdot \sigma'_0$)

Ettersom CPTUene TK-7 og TK-10 er utført av Trondheim kommune og ikke av Multiconsult, kan Multiconsult ikke garantere at sonderingene ble utført i henhold til prosedyren beskrevet i NGF sine aktuelle meldinger. Derfor har vi valgt å tolke ovennevnte CPTUer på en forsiktig måte.

2.6 Materialparametere – effektivspenningsanalyse ($a\phi$)

Tolkning av effektivspenningsparametere er hovedsakelig basert på erfaringsverdier, støttet av resultater fra treksforsøk utført av Trondheim kommune.

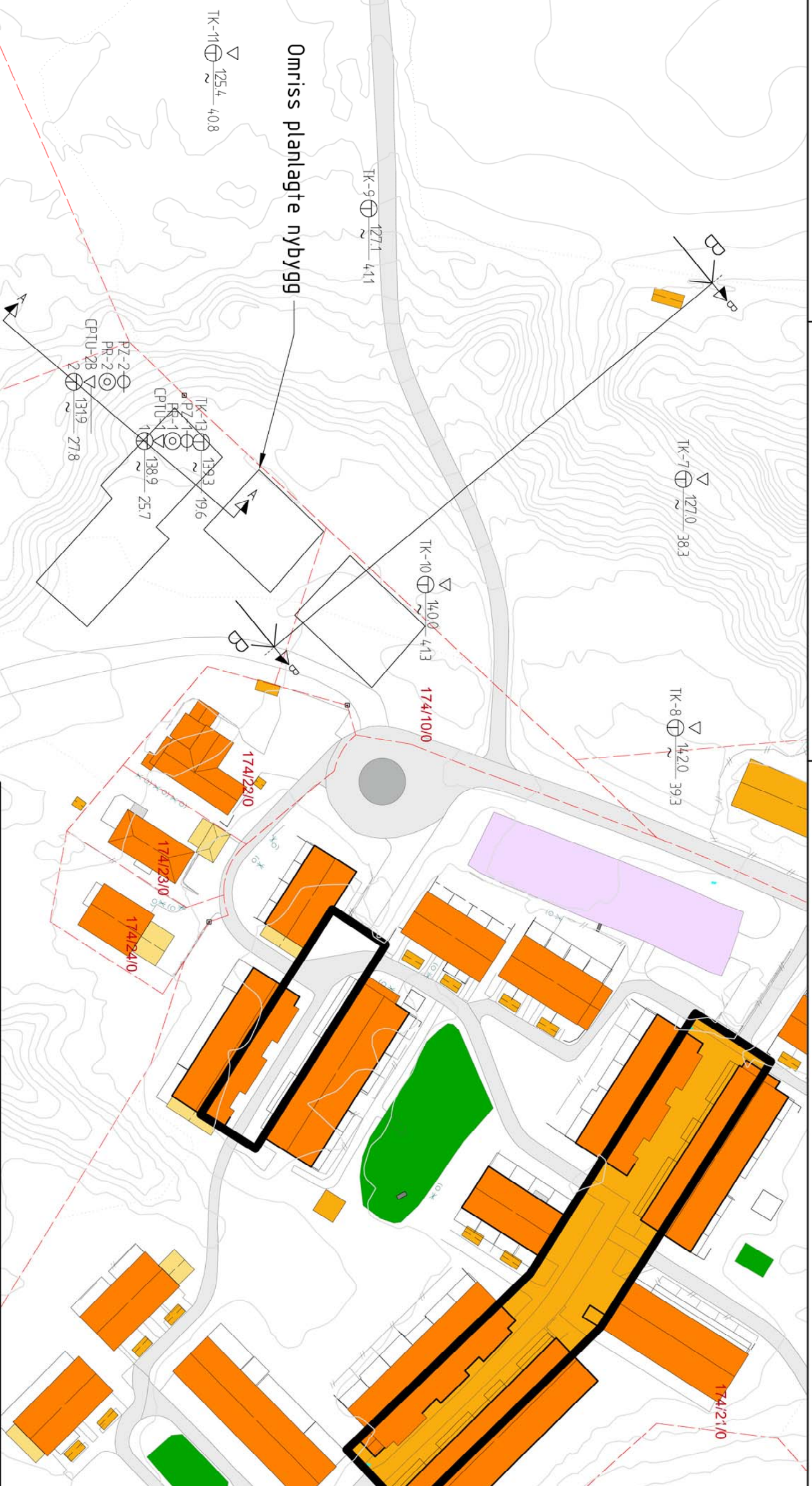
Følgende materialparametere er benyttet i effektivspenningsanalysen (se Tabell 6):

Tabell 6: Oversikt over valgte effektivspenningsparametere

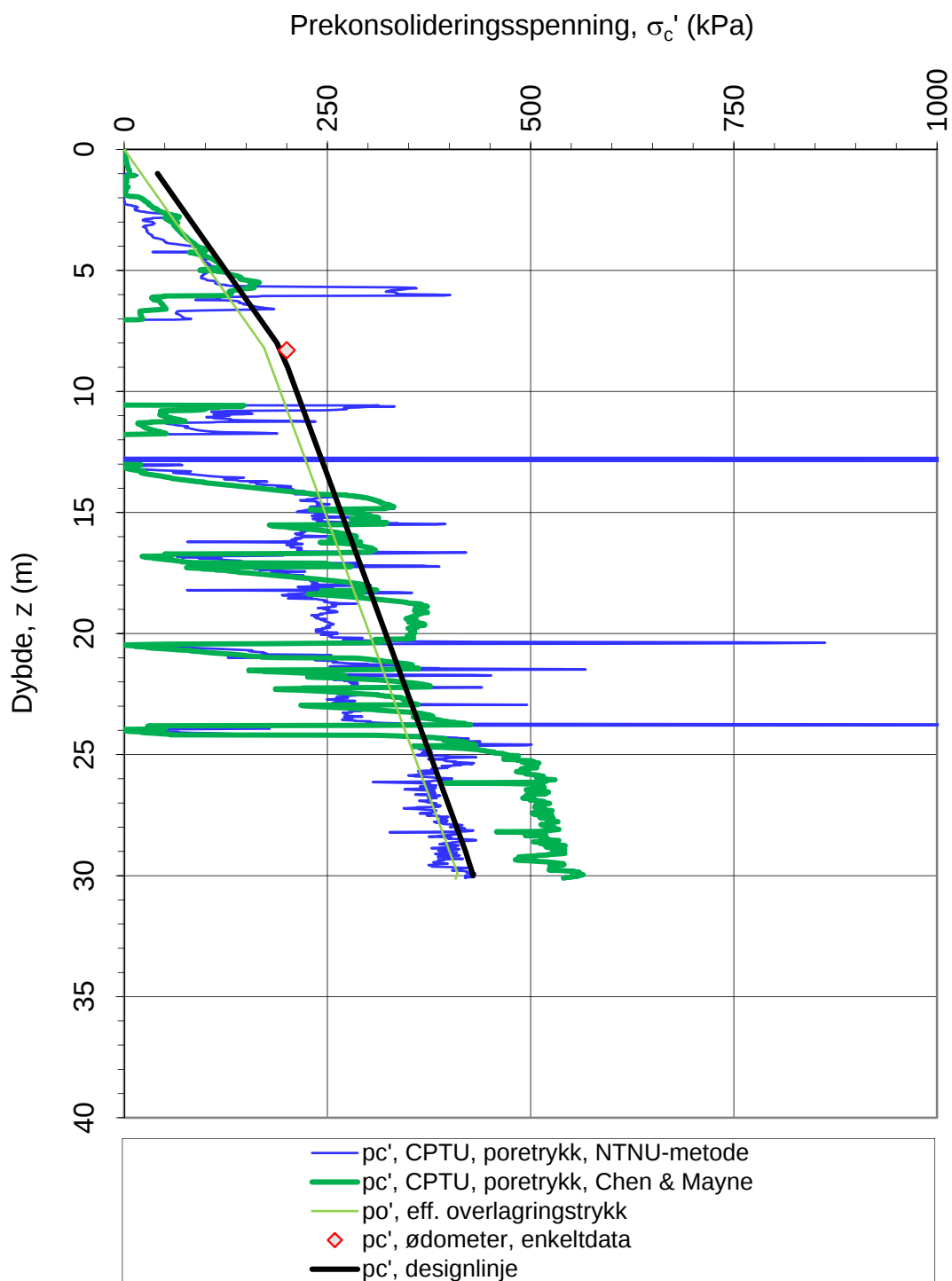
Material	$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$\gamma' \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$\phi \text{ (}^\circ\text{)}$	a (kPa)	c' (kPa)	Kilde
Tørrskorpe	20,0	10,0	31,0	2,0	1,2	Erfaringsverdier
Leire, siltig	21,0	11,0	26,5	40	20	Konusforsøk
Sprøbruddmateriale	21,0	11,0	24,0	5,0	2,2	Treksialforsøk/erfaringsverdier
Leire	21,0	11,0	26,5	8,0	4,0	Treksialforsøk/erfaringsverdier

For materialet «Leire, siltig» har er det benyttet relativt høye verdier for kohesjon basert på resultatet av konusforsøk. I BP1 viser rutineundersøkelser at omrørte fasthetsverdier er i størrelsesorden 20 kPa, og det ble derfor valgt å benytte tilsvarende verdier i beregningene. Tilfredsstillende beregningsmessig stabilitet oppnås også med kohesjon på 10 kPa.

Attraksjon i topplaget har en neglisjerbar effekt på beregningsresultatet, og det anses ikke som nødvendig å sette kohesjon lik null i beregningene.



Rev.	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
TOBB							
Ust Vestre							
				Dato			
				Fag	Format		
				Geoteknikk	A3		
				Dato	23.02.2017		
				Format/Målestokk:			
				1:1000			
Plassering beregningsprofiler							
Med relevante grunnundersøkelser							
		Status	Oppdr.agsnr.	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Goddjent	Rev.
		Utsendt	AMG	ALM	SGH		
Multiconsult		418464	Tegningsnr.	RIG-TEG-002	00		



Referansemeter 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemeter 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:

TOBB

Oppdrag:

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464 RCPTU1

Prekonsolideringsspenning σ_c' .

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU-1

Sonde:

4293

MULTICONSULT AS

Dato:

27.01.2017

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

ANG

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

-040.5

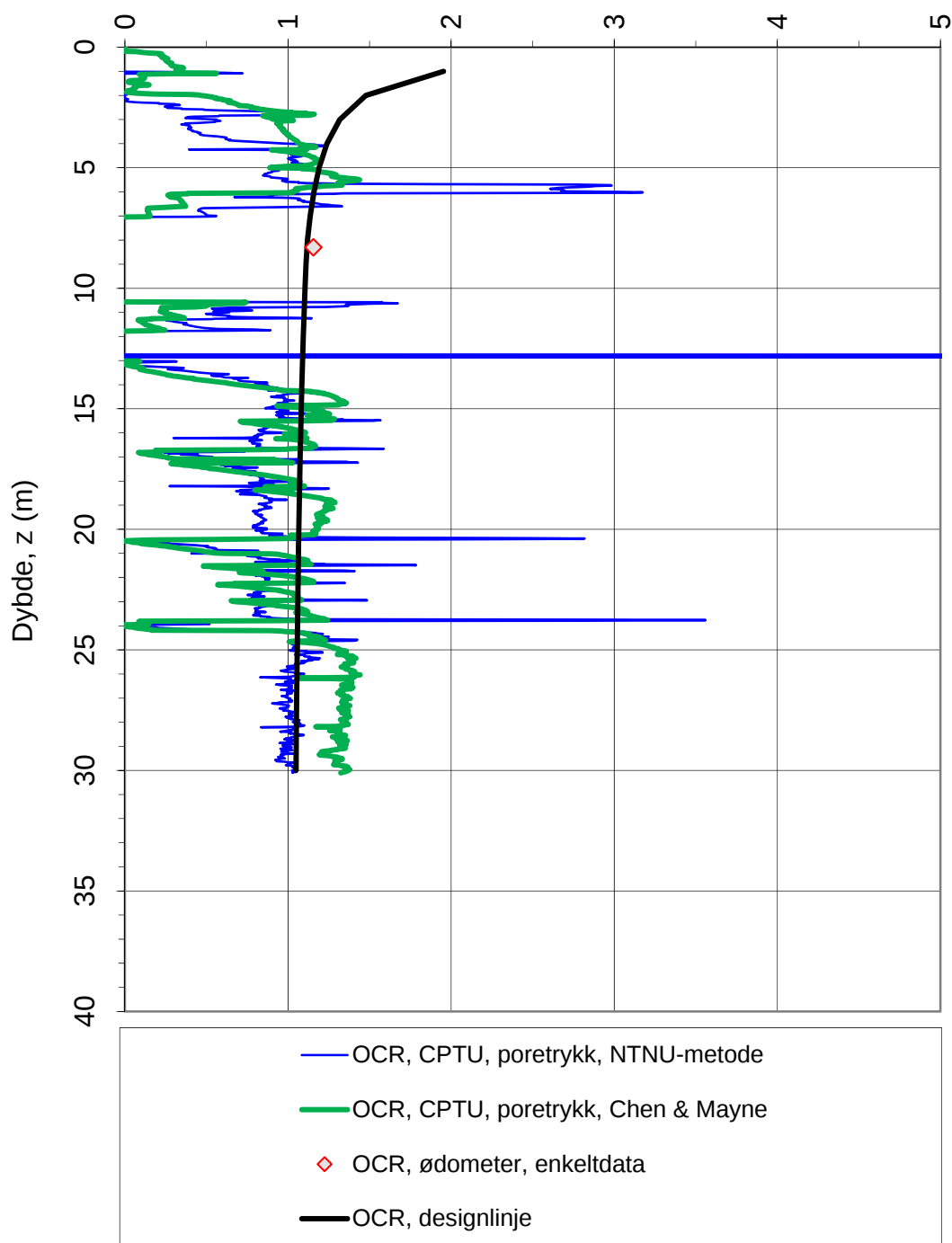
Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

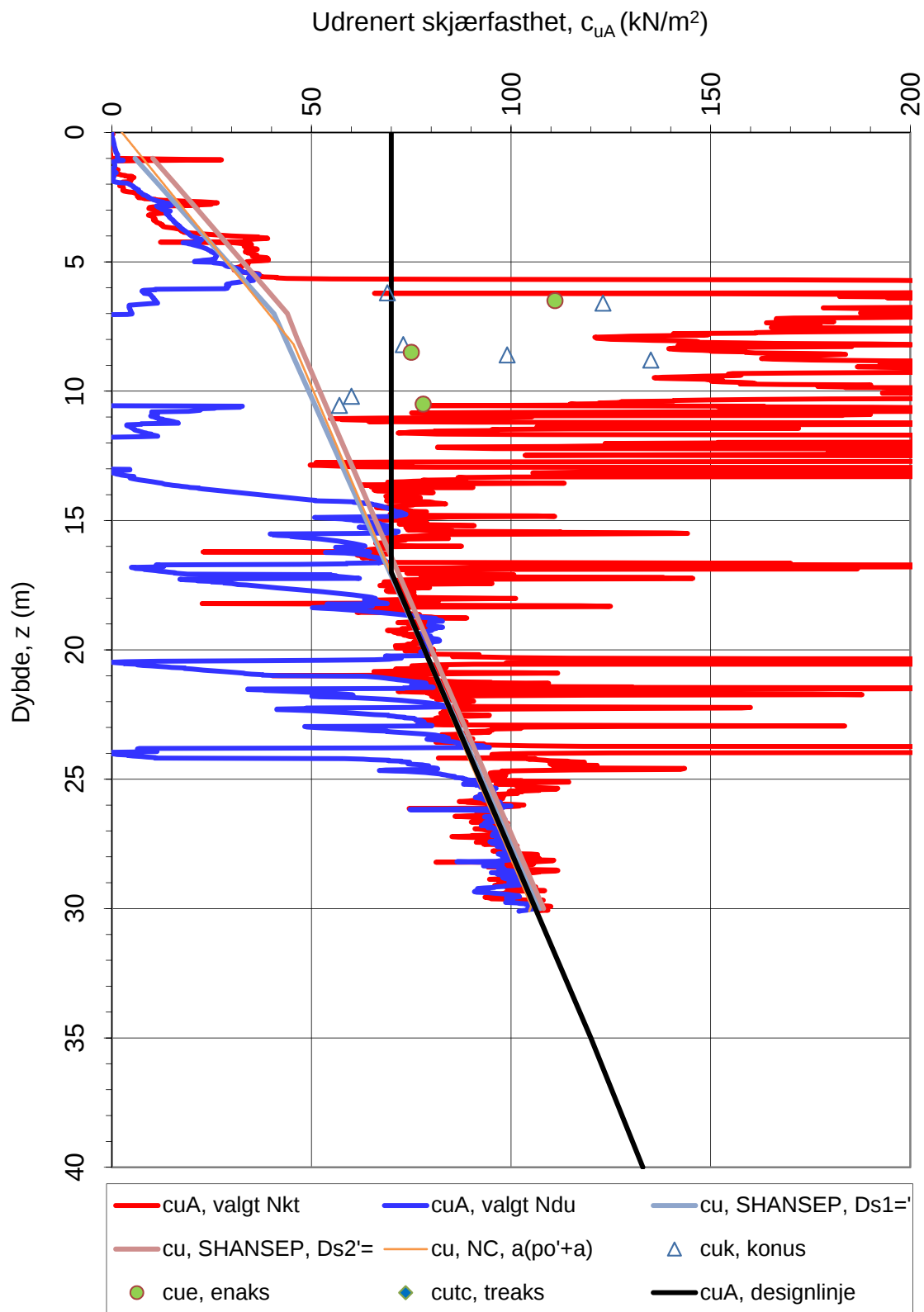
0

Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{v0}$ (-)



Referansemeter 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemeter 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver: TOBB		Oppdrag: Ust Vestre		Tegningens filnavn: 418464 RCPTU1
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{v0}'$.				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU-1	Sonde:	4293	
MULTICONSULT AS	Dato: 27.01.2017	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: SGH
	Oppdrag nr.: 418464	Tegning nr.: -040.6	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



N_{kt} : $z < 24\text{m}: 7,5; z > 24\text{m}: 9$
 N_{Du} : $z < 24\text{m}: 8,5; z > 24\text{m}: 10$

α_c valgt: **0,25**

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

TOBB

Oppdrag:

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464 RCPTU1

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

CPTU id.:

CPTU-1

Sonde:

4293

Multiconsult

MULTICONSULT AS

Dato:

27.01.2017

Oppdrag nr.:

418464

Tegnet:

ALM

Tegning nr.:

53

Kontrollert:

ANG

Versjon:

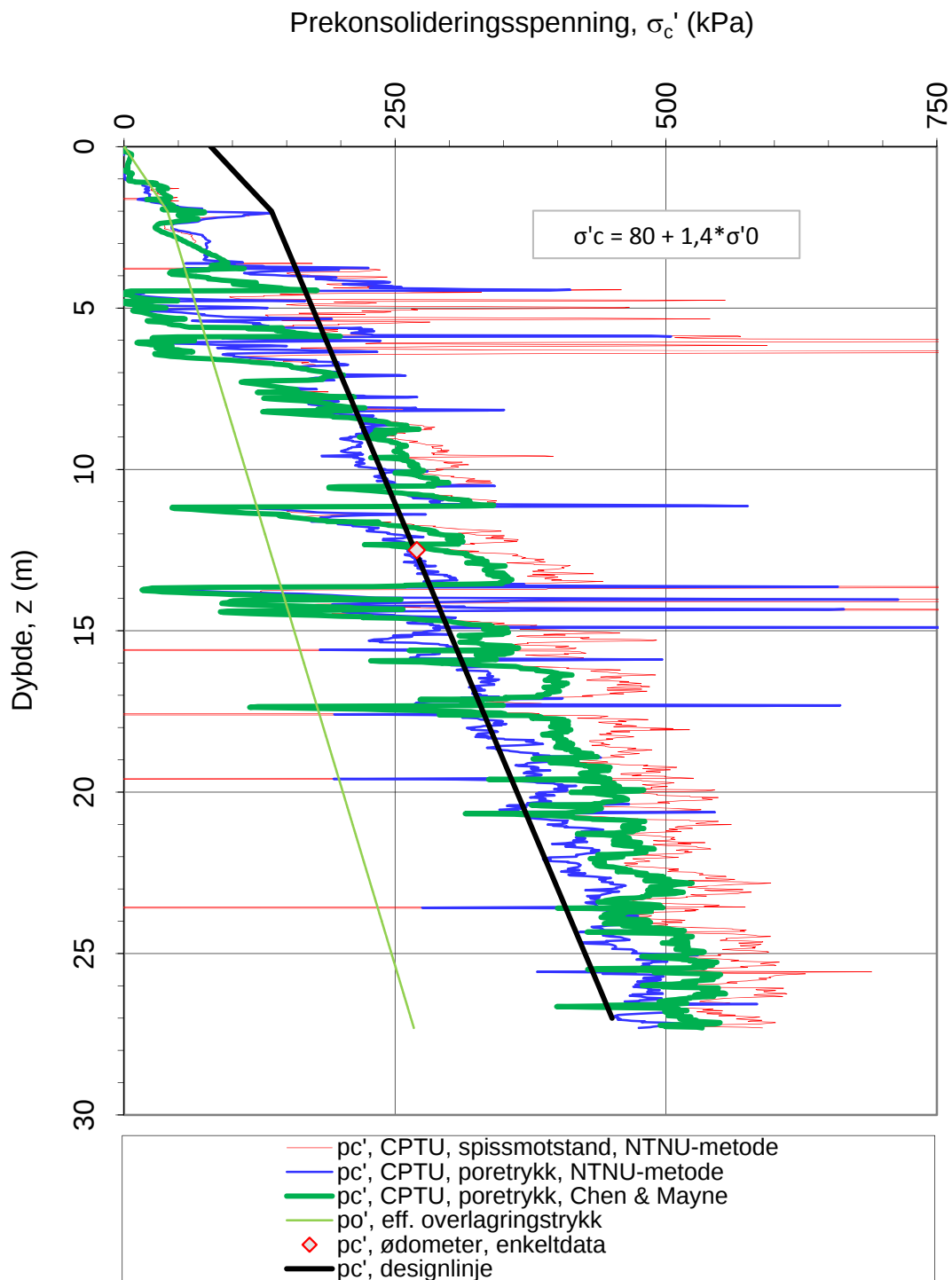
09.03.2016

Godkjent:

SGH

Revisjon:

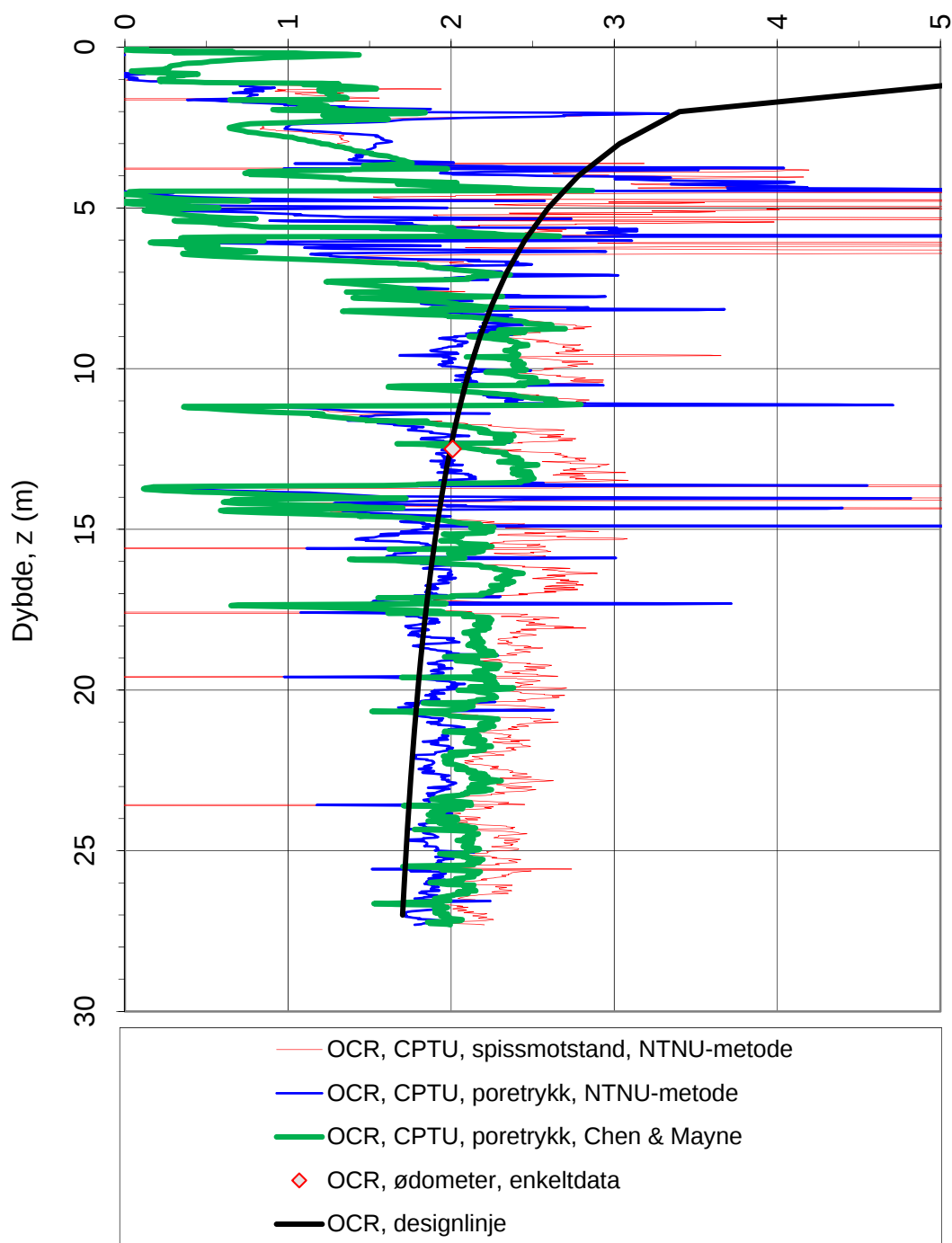
0



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

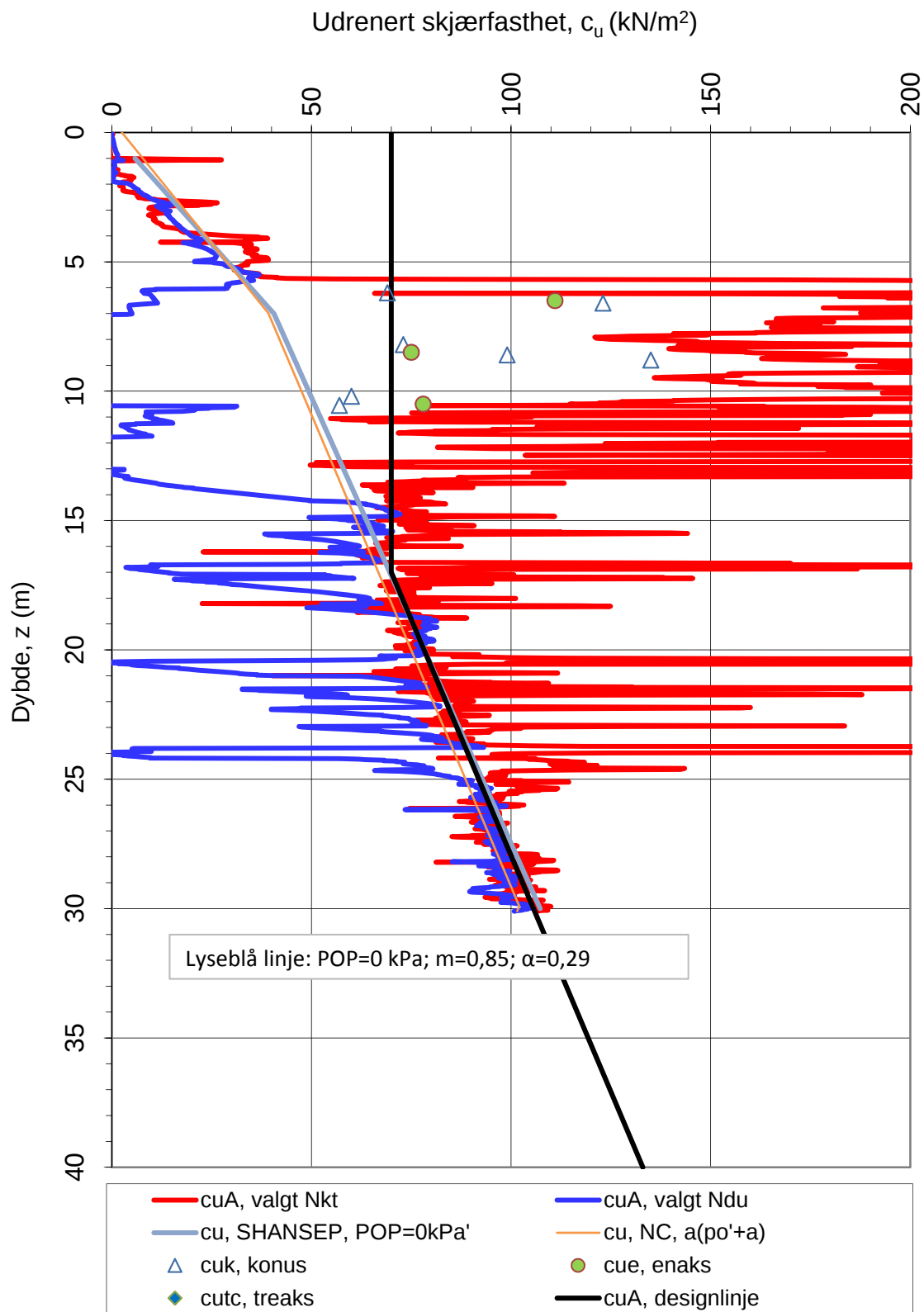
Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
TOBB		Ust Vestre		418464 CPTU2B	
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				Multiconsult	
CPTU id.:	CPTU-2B	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	09.01.2016	ALM	ANG	SGH	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	418464	-041.5	09.03.2016	0	

Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{v0}$ (-)



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver: TOBB		Oppdrag: Ust Vestre		Tegningens filnavn: 418464 CPTU2B
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{v0}'$.				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU-2B	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 09.01.2016	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: SGH
	Oppdrag nr.: 418464	Tegning nr.: -041.6	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



N_{kt} : z<24m:7,5; z>24m:9
 N_{Du} : z<24m:8,5; z>24m:10

α_c valgt: 0,25

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

TOBB

Oppdrag:

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464 RCPTU1

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

CPTU id.:

CPTU-1

Sonde:

4293

Multiconsult

MULTICONSULT AS

Dato:

27.01.2017

Oppdrag nr.:

418464

Tegnet:

ALM

Tegning nr.:

-040.7

Kontrollert:

ANG

Versjon:

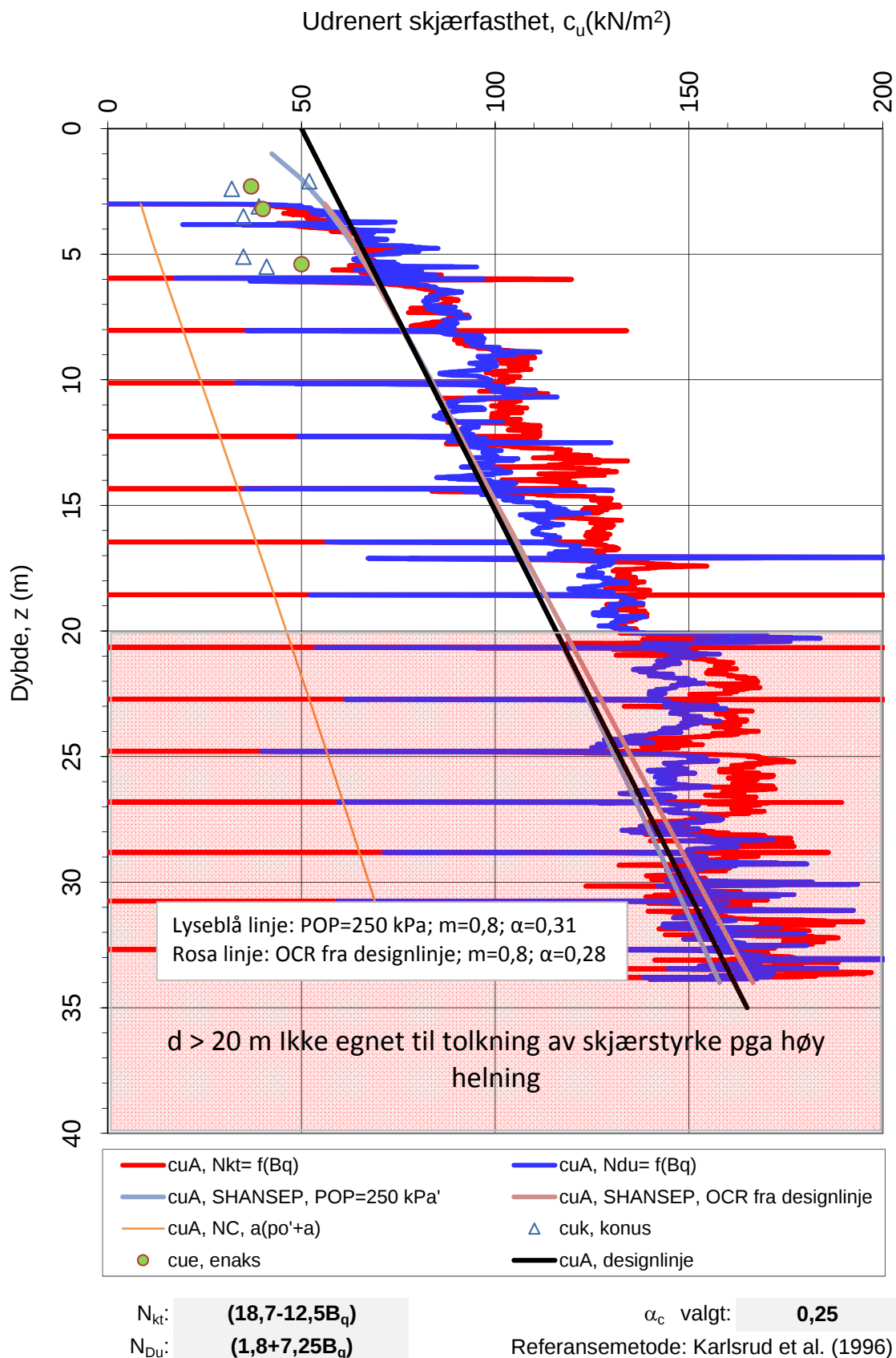
09.03.2016

Godkjent:

SGH

Revisjon:

0



Oppdragsgiver:

TOBB

Oppdrag:

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464 CPTU-TK7

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU-TK7

Sonde:

4352 (Trheim kommune)

MULTICONSULT AS

Dato:

09.01.2016

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

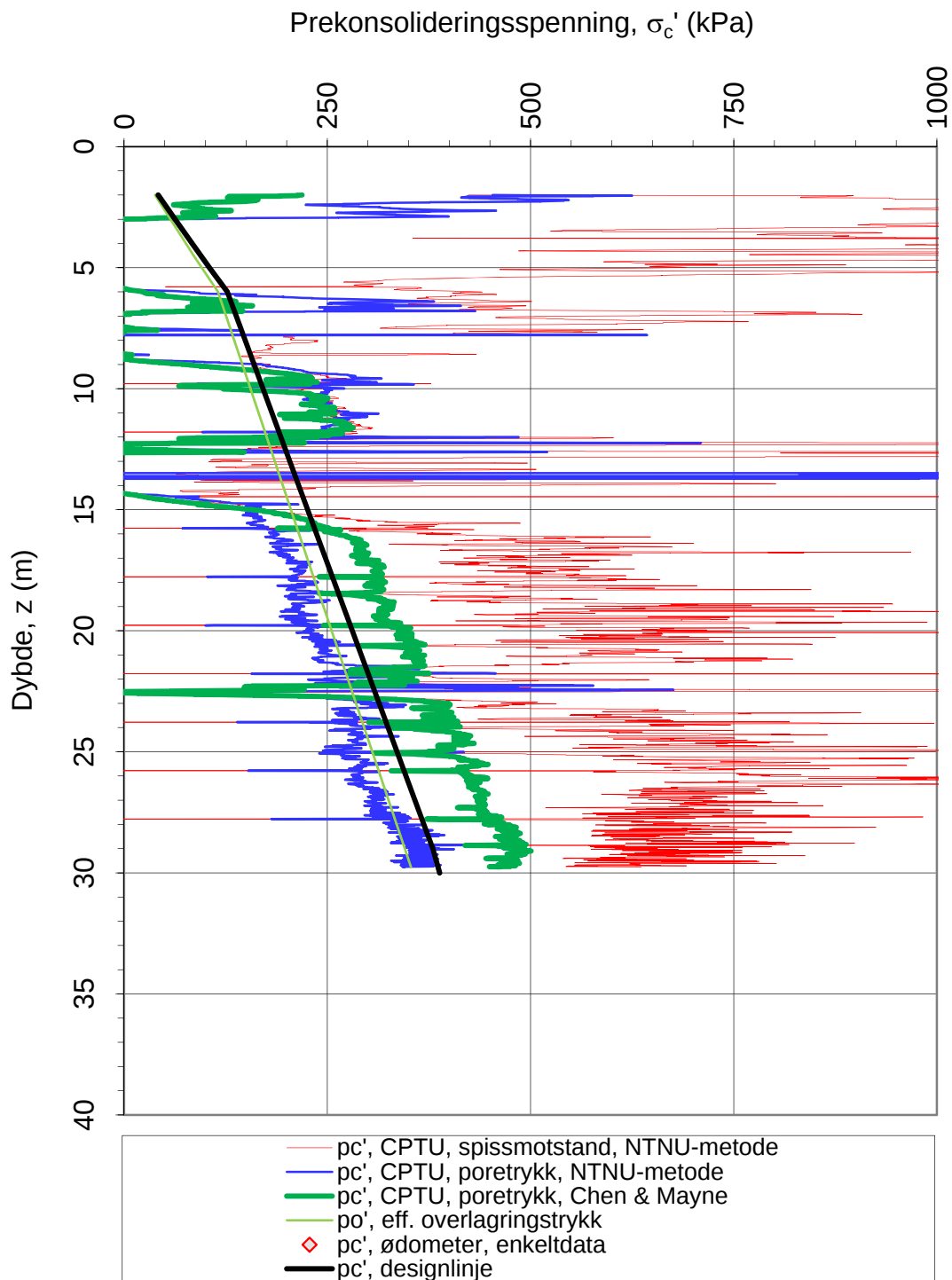
042.2

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0



Referansemeter 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemeter 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:

TOBB

Oppdrag:

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464 CPTU-TK10

Prekonsolideringsspenning σ_c' .

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU-TK10

Sonde:

4352 (Trheim kommune)

MULTICONSULT AS

Dato:

09.01.2016

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

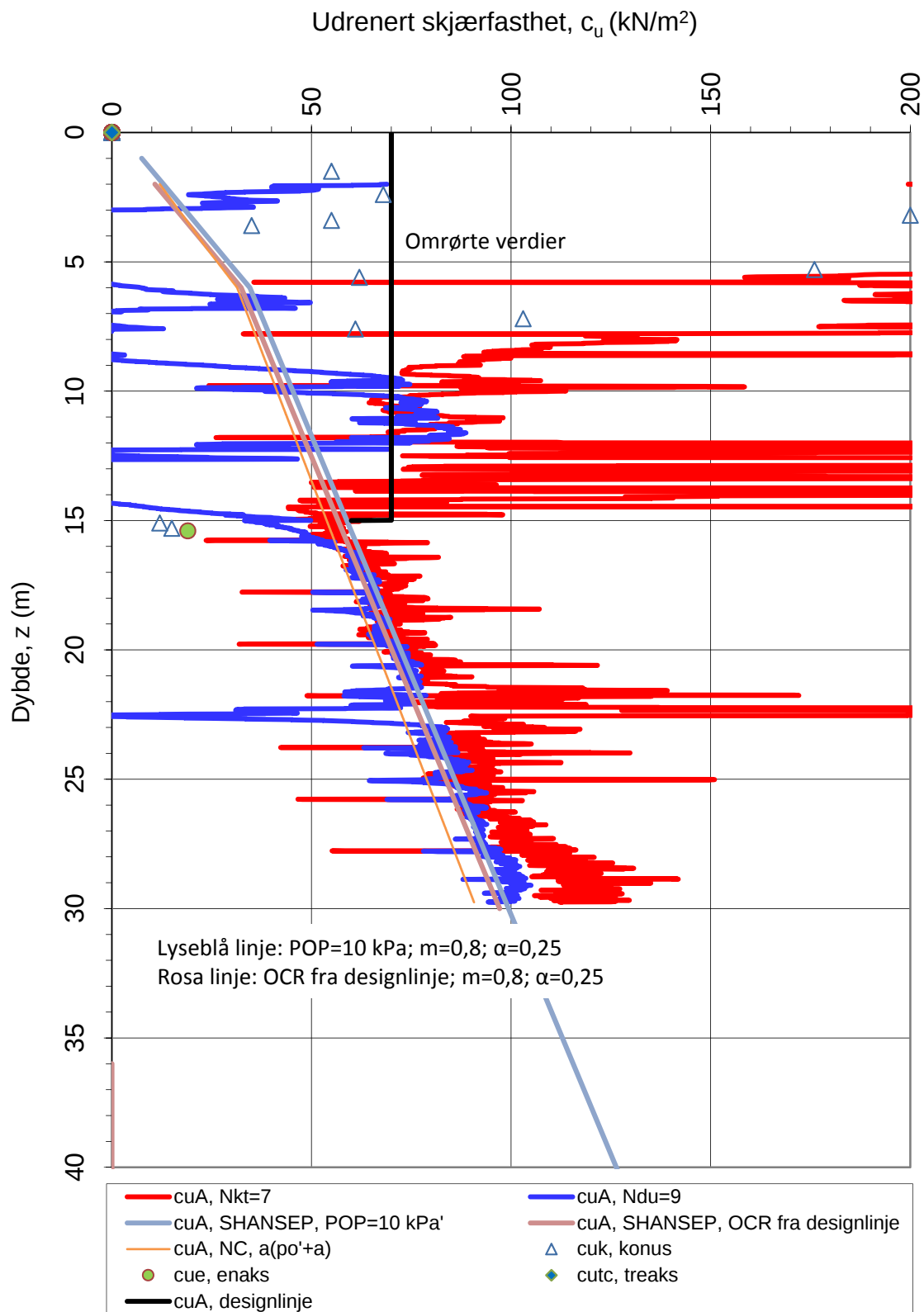
043.1

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0



N_{kt} : 7
 N_{Du} : 9

α_c valgt: 0,25

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

TOBB

Oppdrag:

Ust Vestre

Tegningens filnavn:

418464 CPTU-TK10

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU-TK10

Sonde:

2 (Trheim kommune)

MULTICONSULT AS

Dato:

09.01.2016

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

418464

Tegning nr.:

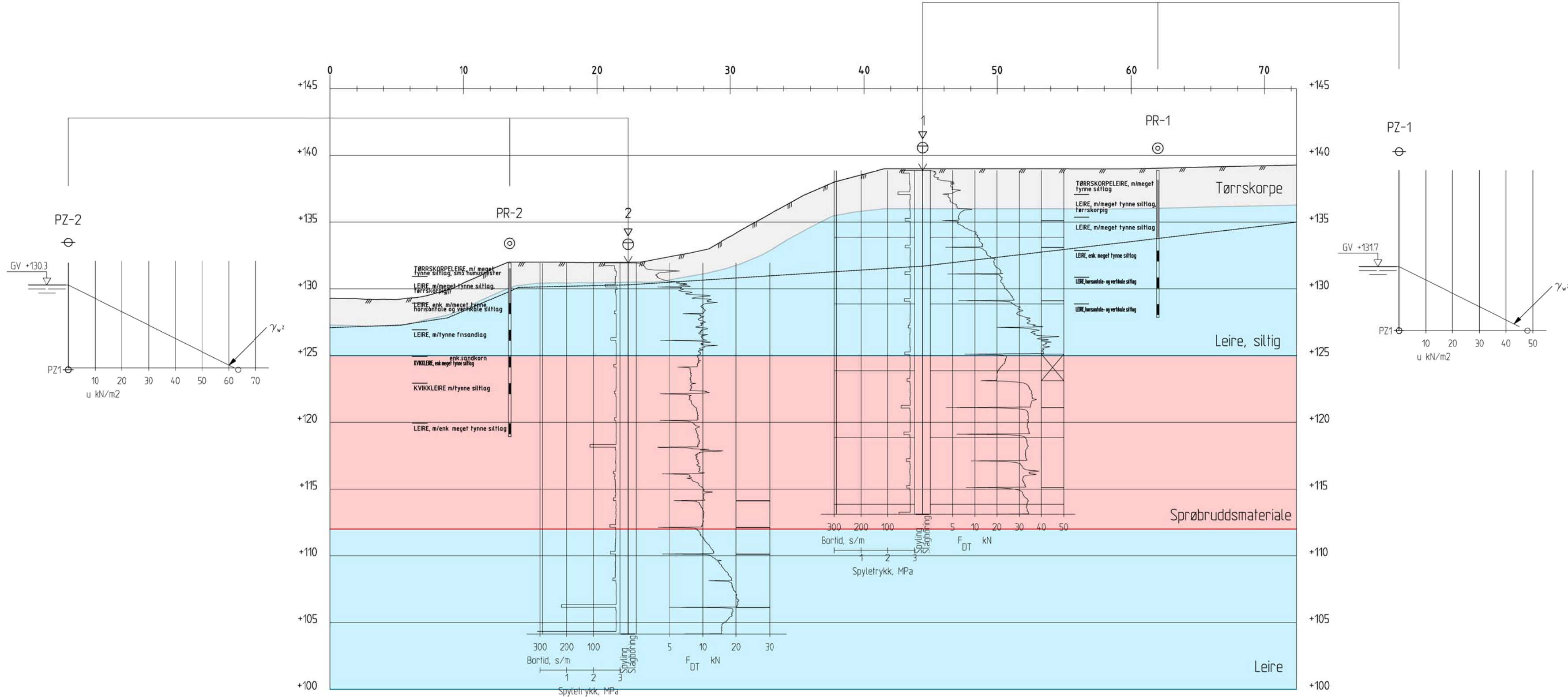
043.2

Version:

09.03.2016

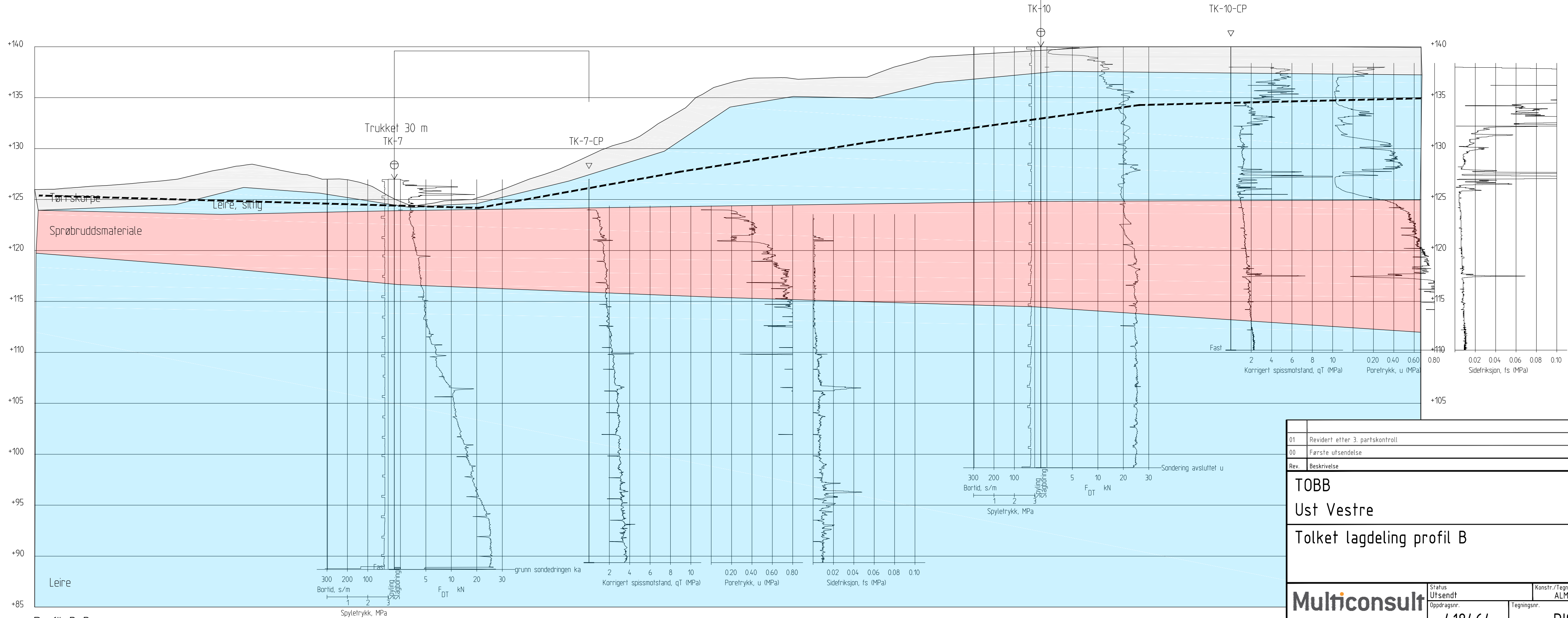
Revisjon:

0



Profil A-A

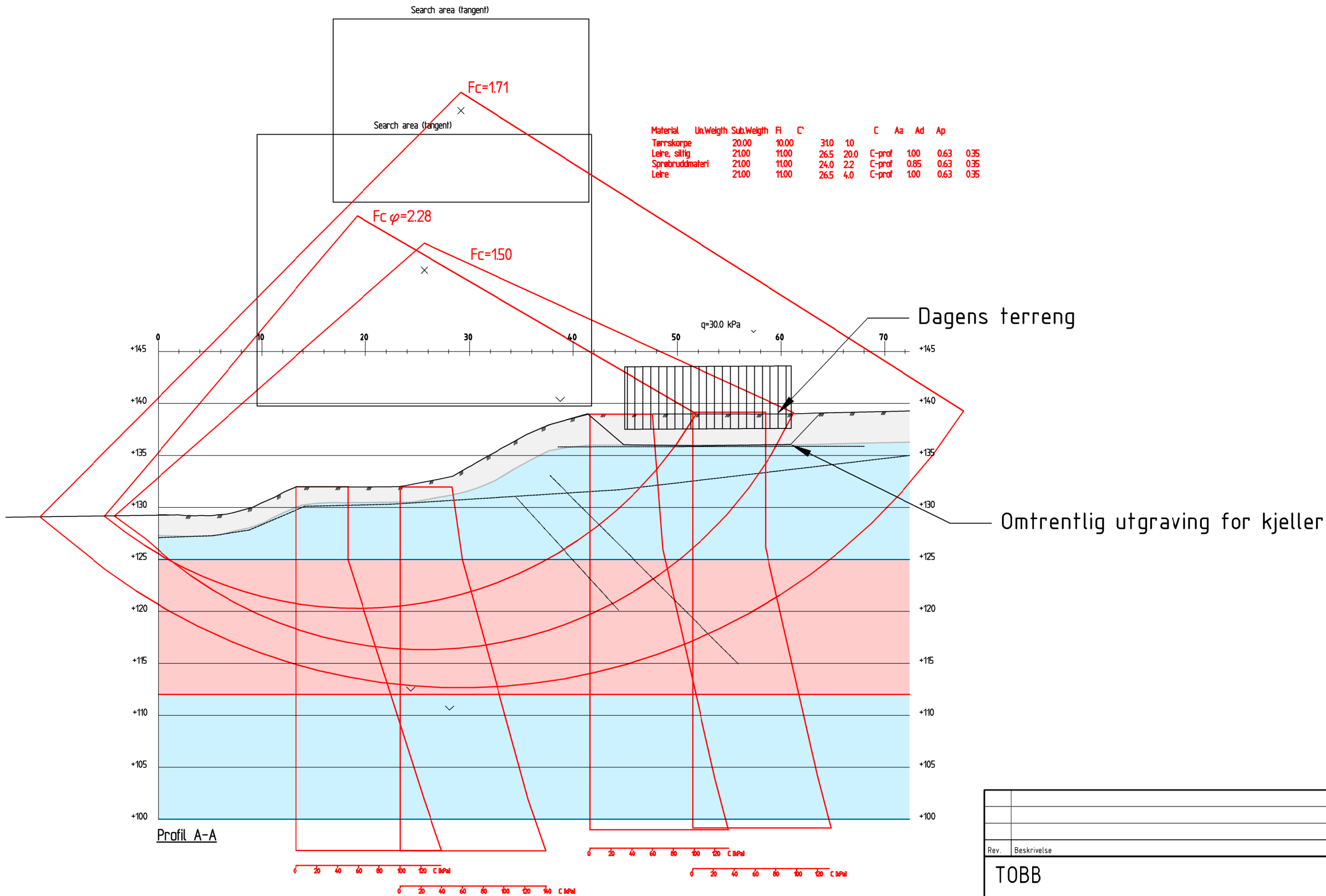
Rev.		Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
TOBB				Fag	Geoteknikk	Format A3
Ust Vestre				Dato	23.03.2017	
Tolket lagdeling profil A				Format/Målestokk:	1:250	
Multiconsult		Status Utsendt	Konstr./Tegnet ALM	Kontrollert SGH	Godkjent SGH	
Oppdragsnr. 418464		Tegningsnr. RIG-TEG-200		Rev. 00		



Profil B-B

01	Revidert etter 3. partskontroll	28.11.2017	ALM	SGH	SGH
00	Første utsendelse	23.03.2017	ALM	SGH	SGH
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
TOBB			Fag	Format	
Ust Vestre			Geoteknikk	A3L	
			Dato	28.11.2017	
Tolket lagdeling profil B			Format/Målestokk:	1:250	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	ALM	SGH	SGH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		418464	RIG-TEG-201	01	

Z:\0418\418464\418464-03 ARBEIDSRÅDE\418464 RIG\418464-04 TEGNINGER\418464-RIG-TEG-300 Profil A.dwg, - Layout: [A3], - Plottet av: amg, Dato: 2017.03.23 kl 15:00

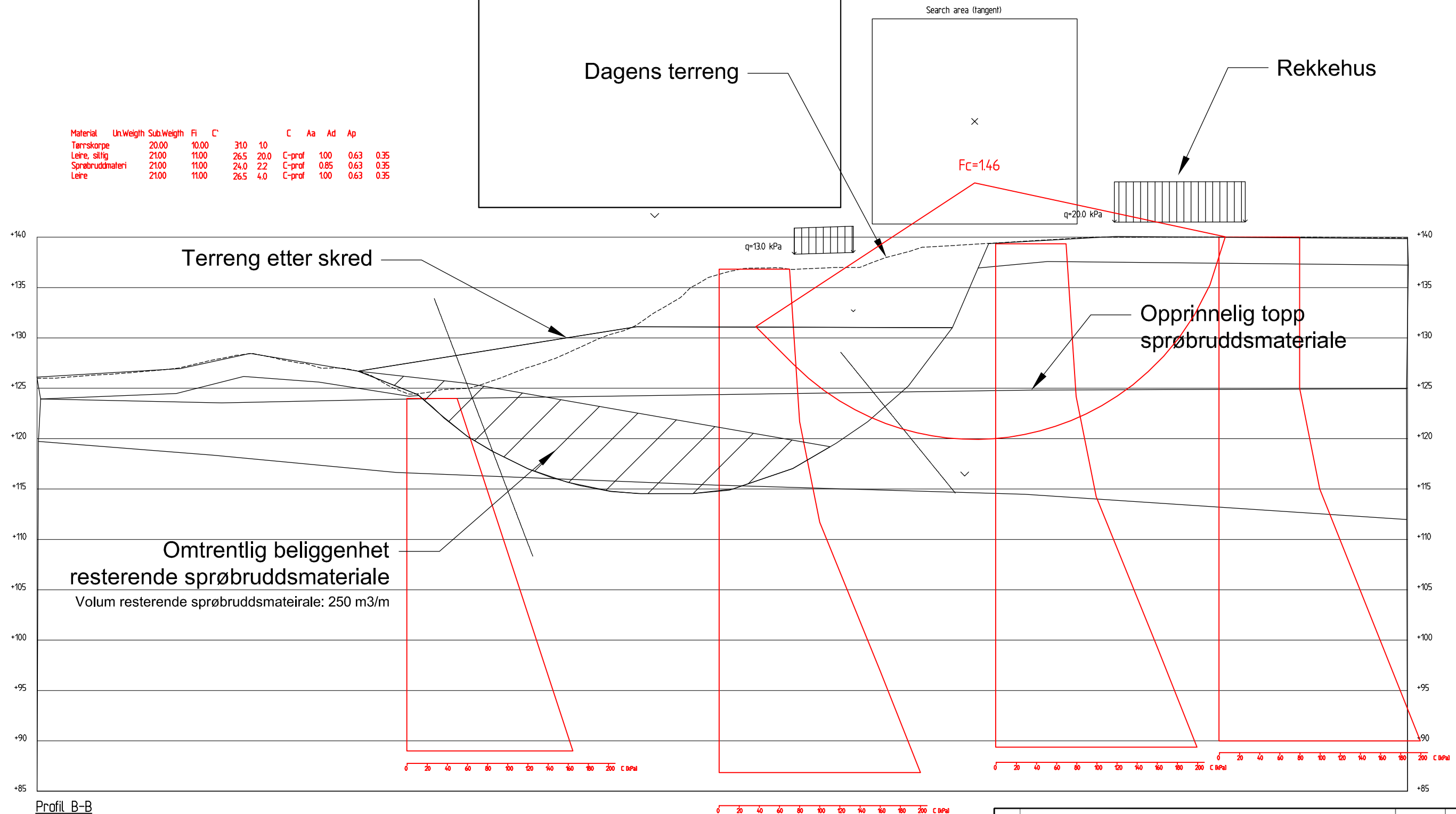


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	TOBB		Fag	Format	
	Ust Vestre		Geoteknikk	A3	
		Dato			
		23.03.2017			
	Stabilitetsberegninger profil A	Format/Målestokk:			
	Drenert og udrenert analyse	1:400			
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Utsendt		Oppdragsnr.	ALM	SGH	SGH
418464		Tegningsnr.	RIG-TEG-300		Rev.
					00



01	Revidert etter 3. partskontroll	28.11.2017	ALM	SGH	SGH
00	Første utsendelse	23.03.2017	ALM	SGH	SGH
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Goddj.
TOBB Ust Vestre			Fag Geoteknikk	Format A3	
			Dato 28.11.2017		
Stabilitetsberegninger profil B Drenert og udrenert analyse			Format/Målestokk: 1:400		
Multiconsult		Status Utsendt	Konstr./Tegnet ALM	Kontrollert SGH	Goddjent SGH
		Oppdragsnr. 418464	Tegningsnr. RIG-TEG-301		

Z:\0418\418464\418464-03 ARBEIDSRÅDE\418464 RIG\418464-RIG-TEG-302 Profil B Løsneområde.dwg, - Layout: (A3), - Plottet av: ang, Dato: 2017.03.23 kl 15:06



Profil B-B
1 : 200

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
TOBB Ust Vestre			Fag Geoteknikk	Format A3	
			Dato 23.03.2017		
Stabilitetsberegninger profil B Vurdering løsneområde			Format/Målestokk: 1:400		
Multiconsult		Status Utsendt	Konstr./Tegnet ALM	Kontrollert SGH	Godkjent SGH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		
		418464	RIG-TEG-302		
					Rev. 00

VERIFIKASJONSRAPPORT

UTFØRT 3. PARTS KONTROLL

UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

Verifikasjonsrapport 1350022264 nr. 01 rev.01 dat. 01.12.2017

NØKKELINFORMASJON:

OPPDRAGET

OPPDRAAGSGIVER:	TOBB
PROSJEKT NAVN/NR:	Uavh. Ktr. Ust Vestre
PLANSTATUS:	Detaljregulering
KOMMUNE/SONE NR./NAVN:	Trondheim/432/Skjetlein

KONTROLLØR

RAMBØLL OPPDRAGSNR.:	1350022264
RAMBØLL OPPDRAGSLEDER:	Siri Johanson
RAMBØLL SAKSBEHANDLER:	Siri Johanson/ Kåre Eggereide
DATO UTFØRT KONTROLL:	26.06.2017
DATO UTFØRT REV. KONTROLL:	01.12.2017

PROSJEKTERENDE

KONTROLLERT FIRMA:	Multiconsult AS
OPPDRAAG NR./NAVN:	418464/ Ust Vestre
SAKSBEHANDLER:	Alberto Montafia

DOKUMENT(ER) SOM INNGÅR I UTFØRT KONTROLL

DOKUMENT NR./DATO:	DOKUMENT TITTEL:	DATO MOTTATT:	UTARBEIDET AV:
418464-RIG-RAP-001	Ust Vestre. Datarapport, av 25.01.2017	18.05.2017	Amund Quitzau Growen
418464-RIG-RAP-002	Ust Vestre. Geotekniske vurderinger for detaljregulering, av 27.03.2017	05.04.2017	Alberto Montafia
418464-RIG-BREV-001	Tilsvar kommentarer uavhengig kvalitetssikring iht. NVEs veileder 7/2014	03.08.2017	Alberto Montafia

418464-RIG-RAP-002-rev01	Ust Vestre. Geotekniske vurderinger for detaljregulering revisjon 01, av 29.11.2017	29.11.2017	Alberto Montafia
--------------------------	---	------------	------------------

KORT BESKRIVELSE AV/BAKGRUNN FOR KONTROLLERT PROSJEKT

Rambøll Norge AS utfører uavhengig kontroll av geotekniske vurderinger av planlagt utbygging på eiendommene gnr/bnr 174/1 og 174/10 på Kattem i Trondheim. Oppdraget utføres for TOBB og prosjekterende er Multiconsult.

Den uavhengige kontrollen er utført etter krav i NVEs veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

Den planlagte utbyggingen ligger i kvikkleiresone 423 «Skjetlein», registrert med høy faregrad. Planlagte utbygging klassifiseres som et K4-tiltak.

RESULTAT AV KONTROLL

Utførte kontroll har gjennomgått relevante utførte undersøkelser, grunnforhold, tolkning av lagdeling og parametere, samt utførte stabilitetsberegninger for tiltak. Rambøll Norge AS godkjenner Multiconsults vurderinger.

KONTROLLSTATUS	FORKLARING	KOMMENTAR	KOMMENTAR-KATEGORI
OK	Kontrollert og godkjent (m/evt. kommentar)	TS R	Teknisk spørsmål Råd
ANM.	Kontrollert med anm. Godkjent med forbehold.	TA F	Teknisk anmerkning Forbehold
IG	Kontrollert IKKE godkjent (m/evt. kommentar)	A MS	Avklares Manglende samsvar
IR	Ikke relevant (m/evt. kommentar)		

VERIFIKASJONSRAPPORT UTFØRT 3. PARTS KONTROLL

UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

Sjekklistens kontrollpunkter bygger på Norges Vassdrags- og Energidirektorat sine retningslinjer NVE 2/2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar", med vedlegg 1 veileder 7/2014 "Sikkerhet mot kvikkleireskred".

NB! GJELDER 1. GANGS KONTROLL HVIS SJEKKLISTENS RAD FOR KONTROLL AV REVISJON (NR) IKKE ER UTFYLT.

KONTROLLTEMA: GRUNNUNDERSØKELSER

Enkeltboringer					
ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
1	Tolking av kvikkleire; metode	OK		08.06.2017 SIJO	Totalsondering, CPTU og prøvetaking
	Kontroll av revisjon nr. 1				
2	Tilstrekkelig boreddybde ift. topografi	OK		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
3	Kvalitetsklasse kontrollert	OK		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				

Type undersøkelser					
ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
4	DTR-/totalsondering for sonebegrensning/lagdeling	OK		08.06.2017 SIJO	Totalsondering
	Kontroll av revisjon nr. 1				
5	CPTU/Ø54mm eller vingebor for parametertolkning	OK		08.06.2017 SIJO	CPTU og Ø54 mm
	Kontroll av revisjon nr. 1				

Omfang					
ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
6	Tilstrekkelig mengde til å begrunne evt. soneendring	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				

7	Vurdert behov for undersøkelser utenfor sonen	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				

KONTROLLTEMA: KRAV TIL STABILITETSVURDERINGER

Materialparametere					
ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
8	Dokumentert grunnlag for valg av parametere	OK		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
9	Konsolideringsforhold undersøkt fra terreng og evt. ødometer sammenholdt med OCR-verdi fra CPTU	OK		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
10	Tatt hensyn til anisotropi (tøyningskompatibilitet)	OK		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
11	Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU	IG	MS	08.06.2017 SIJO	SHANSEP-parametre angitt i tekst og på tolkningsark samsvarer ikke (vedlegg A, tabell 4 og 5 og tegning 041.7.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	I revidert rapport er det samsvar mellom tekst og figurer.
		IG	A	08.06.2017 SIJO	Det angis at en SHANSEP-tolkning er lagt til grunn for bestemmelse av udrenert skjærstyrke i profil B, da det ikke foreligger pålitelige CPTU-sonderinger for denne skråningen. Det er imidlertid brukt forskjellige SHANSEP-parametre for tolkningen av CPTU i borpunkt 1 og 2, og SHANSEP-tolkningen for profil B. Hva er lagt til grunn for bestemmelse av parametrene for profil B hvis en ikke har brukt de utførte CPTUene? Det er også uklart hvordan dere har kommet frem til POP-verdiene for bestemmelse av OCR i tolkningen. Hvorfor vurderes CPTUene utført av

					Trondheim kommune i punkt 7 og 10 å være lite pålitelige?
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	Multiconsult har gitt tilfredstillende beskrivelse av valg av SHANSEP-parametre i sitt tilsvar.
		ANM	TA	08.06.2017 SIJO	Det kommenteres at kurven for antatt NC-fasthet angitt i tolkningen av CPTU i punkt 1 virker noe høy ved kontrollberegninger for enkelte dybder ($c_u=0,25(p_0'+a)$). For $z=27$ m får vi $c_u=92$ kPa, ikke 100 kPa som vist på tolkningen (tegning 53). Denne er imidlertid ikke benyttet i beregningene, så det har ingen praktisk betydning for resultatene.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	
		OK	R	08.06.2017 SIJO	Vi anbefaler å legge prøveverdier inn i CPTU-tolkningen som aktiv verdi. Når de legges inn som direkteverdier er det vanskelig å sammenligne prøveresultater med tolket styrke fra CPTU. Eventuelt må det angis på tegningene at de er lagt inn som direkte verdier.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	
12	Justert skjærfasthet i forhold til evt. terrengendringer	IR		08.06.2017 SIJO	Ikke utført, og heller ikke relevant for de aktuelle problemstillinger.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
13	Reduksjon av s_u fra blokkprøver	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
14	Reduksjon av s_u fra CPTU for sensitive leirer	OK		08.06.2017 SIJO	Redusert gjennom ADP-forhold.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
15	Korreksjon av s_u for vingebor	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
16	Tatt hensyn til årstidsvariasjoner ved poretrykksbestemmelser	IG	A	08.06.2017 SIJO	Benyttet grunnvannsstand er ikke beskrevet i teksten, og heller ikke vist på tegningene. Det bør argumenteres for valg og evt årstidsvariasjoner i teksten.

	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	I revidert rapport kommer valg av grunnvannstand tydelig frem.
17	Valg av designparametere – udrenert skjærfasthet	IG	A	08.06.2017 SIJO	Ref pkt 11
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	I revidert rapport er det samsvar mellom tekst og figurer.
18	Valg av designparametere - effektivspenningsparametere	IG	MS	08.06.2017 SIJO	Materialparametere angitt i tekst/tegning samsvarer ikke (Vedlegg A tabell 6 samt tegning 300-302. Parametere i tekst vurderes å samsvare med resultater fra grunnundersøkelsene. På tegningene er det angitt en $c=20$ kPa for det øvre leirlaget. Dette virker noe høyt. Det er benyttet en attraksjon lik 2 kPa for tørrskorpeleira. For å ta høyde for vannfylte sprekker er det normalt å regne med $a=0$ for tørrskorpeleire. Vi vurderer imidlertid at dette vil ha lite å si for beregningsresultatene, da en liten del av kritisk glideflate går gjennom tørrskorpelaget.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	I revidert rapport er det samsvar mellom tekst og figurer.
19	Valg av designparametere – anisotropiforhold (ADP)	OK		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
20	Valg av designparametere – romvekt etc.	IG	MS	08.06.2017 SIJO	γ gitt i tabell 3 og 6 i teksten samsvarer ikke med γ angitt på beregningsprofilene. Tegninger og tekst må samsvare.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	I revidert rapport er det samsvar mellom tekst og figurer.

Profilvalg - bruddtyper

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
21	Profilplassering valgt ut fra OCR-forhold, største høydeforskjell, erosjonsforhold.	OK		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				

22	Lokal og global stabilitet undersøkt – funnet kritiske glideflater	IG	A	08.06.2017 SIJO	Det er ikke utført beregninger med sammensatte glideflater. Dette bør utføres, eventuelt begrunne hvorfor dette ikke er relevant.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	I revidert rapport er det forklart hvorfor plane glideflater vurderes som ikke relevant.
		ANM	F	08.06.2017 SIJO	I vurdering av områdestabiliteten refereres det til et beregningsprofil i en utredning gjort av TK, men ikke hvilken rapport det gjelder. Vi antar det er rapport R.1593-2_rev03 som er den aktuelle rapporten, og at det gjelder lengdeprofil 1, vist i bilag 1b . Det er imidlertid ikke vist stabilitetsberegninger i denne rapporten, det refereres kun til et notat ESA 14/40984-18. Forutsatt at Trondheim kommunes vurderinger angående områdestabilitet er kontrollert og godkjent av uavhengig 3. part er vi enig i Multiconsult sin vurdering, og vurderer områdestabiliteten til planområdet som avklart.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
23	Alle aktuelle skredtyper vurdert	OK		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				

Analyse

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
24	Situasjon etter utbygging – drenert jordoppførsel	IG	A	08.06.2017 SIJO	Ref pkt 16, 18 og 22
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	
25	Situasjon etter utbygging – udrenert jordoppførsel. ADP eller s_{ud}	IG	A	08.06.2017 SIJO	Ref pkt 11, 16 og 22.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	
26	Anvendt beregningsprogram – grenselikevekt- eller elementmetode.	OK		08.06.2017 SIJO	GeoSuite
	Kontroll av revisjon nr. 1				

27	Modellering – Lagdeling* – Tørrskorpe modellert (drenert analyse) med evt. vannfylt sprekk – Styrkeprofiler (nivåer, interpolasjon mm.) – GVS/poretrykksprofiler*	IG	A	08.06.2017 SIJO	Det er ikke beskrevet hva som er lagt til grunn for valg av grunnvannstand i beregningene, eller angitt valgt grunnvannstand. Grunnvannstand for profil B er heller ikke vist i beregningsprofilene. Det er kun trafikklast som er nevnt i teksten. Det bør argumenteres for valg av last fra bygg, inkludert lastfaktor. For øvrig vises det til kommentarer i pkt 11, 16, 18 og 22.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		01.12.2017 SIJO	Valg av grunnvannstand og laster er beskrevet i revidert rapport.
28	Valgfri metode: Vurdering av skredfare ved beregning av skjærtøyning langs kritisk glideflate, og sammenligning med σ – ϵ kurver fra treksforsøk	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				

* NVEs retningslinjer stiller ikke spesielle krav til lagdeling eller poretrykksprofiler.

Sikkerhetsnivå – krav til dokumentasjon iht. veilederens kapittel 5.2

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
29	Beregnet materialkoeffisient γ_m	OK		08.06.2017 SIJO	Kritisk glideflate profil B har sikkerhetsfaktor på 1,22. Denne griper imidlertid ikke bak til planområdet. Vi er enig i Multiconsult sin vurdering knyttet til stabilitetsvurderingene for dette profilet.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
30	Vist tiltakets nødvendige prosentvise forbedring ved $\gamma_m < 1,4$	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				

KONTROLLTEMA: KRAV TIL INTERN KONTROLL

Intern kontroll

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
--------	---------------	----------------	-----------	-------------	-----------

31	Gjennomført internkontroll beskrevet og dokumentert	OK		08.06.2017 SIJO	Mottatte dokumenter signert for internkontroll
	Kontroll av revisjon nr. 1				

KONTROLLTEMA: TILTAK

Tiltak					
ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
32	Ved behov: Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
33	Vurdert behov for soneendring	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
34	Vurdert behov for supplerende grunnundersøkelser	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				
35	Oppdatert skadekonsekvens- og faregradsevaluering (ROS-analyse)	IR		08.06.2017 SIJO	
	Kontroll av revisjon nr. 1				

MERKNADER

Helhetsvurdering/tilleggs kommentarer	
ID nr.	KOMMENTAR
36	

Dokumenter er kontrollert mot sjekklister av:

Siri Johanson
Siri Johanson

Kåre Eggereide
Kåre Eggereide