



# Rapport / Report

## E6 Klett – Sentervegen sør

### Reguleringsplan Himmelhaugen – Geoteknisk rapport

20110677-01-R  
25. april 2013  
Rev. nr.: 1 / 27. august 2013

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGL.



## Prosjekt

Prosjekt: E6 Klett – Sentervegen sør  
Dokumenttittel: Reguleringsplan Himmelhaugen – Geoteknisk rapport  
Dokumentnr.: 20110677-01-R  
Dato: 25. april 2013  
Rev. nr./rev. dato: 1 / 27. august 2013

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Sluppen  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen AS  
Kontaktperson: Hans-Petter Hansen  
Kontraktreferanse: Kontrakt av 14.12.2011

## For NGI

Prosjektleder: Kyrre Emaus  
Utarbeidet av: Magne Mehli  
Kontrollert av: Kyrre Emaus

## Sammendrag

Norges Geotekniske Institutt (NGI) er engasjert av Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen Trondheim AS (AAJT) som geoteknisk rådgiver ved prosjektering av E6 Klett – Sentervegen sør. Under utarbeidelse av reguleringsplan for ny E6 ble det avdekket behov for topografiske endringer ved Himmelhaugen for å tilfredsstillere vegvesenets krav til områdestabilitet. Innledningsvis ble det bestemt at sikringstiltakene i form av nedplanering og motfylling skulle inngå i en egen reguleringsplan. Dette er senere endret slik at nødvendige sikringstiltak for å ivareta områdestabilitet nå behandles som byggesak i kommunen.

Foreliggende rapport presenterer den nødvendige dokumentasjonen av sikringstiltak som vil gi tilfredsstillende stabilitet av området.

# Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20110677-01-R  
Dato: 2013-04-25  
Rev. nr.: 1 / 2013-08-27  
Side: 4

Beregningene viser at stabiliteten av dagens terreng ikke tilfredsstillende de krav som stilles i NVEs retningslinjer eller SVVs Håndbok 016. Det er mulig å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i området med enkle topografiske endringer.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlagsmateriale</b>	<b>7</b>
2.1	Plangrunnlag	7
2.2	Grunnundersøkelser	8
2.3	Myndighetskrav	8
<b>3</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>8</b>
3.1	Topografi	8
3.2	Kvartærgeologi og kvikkleire	9
3.3	Løsmasser	10
<b>4</b>	<b>Prosjekteringsforutsetninger og sikkerhetsprinsipper</b>	<b>11</b>
4.1	Krav til sikkerhet	11
4.2	Dimensjonerende laster og lastfaktorer	12
4.3	Analyseverktøy	12
<b>5</b>	<b>Tolkning av grunnundersøkelser</b>	<b>12</b>
5.1	Poretrykk og grunnvannstand	12
5.2	Tyngdetetthet	13
5.3	Kvalitet av CPTU	13
5.4	Udrenerte styrkeparametere	14
5.5	Overkonsolidering	14
5.6	Anisotropi	15
5.7	Effektivspenningsparametere	15
<b>6</b>	<b>Beregningsforutsetninger og kritiske profiler</b>	<b>15</b>
6.1	Generelt	15
6.2	Profil A	16
6.3	Profil B	16
6.4	Profil C	17
6.5	Profil F	17
6.6	Profil G	17
<b>7</b>	<b>Stabilitetsberegninger</b>	<b>18</b>
7.1	Generelt	18
7.2	Profil A	19
7.3	Profil B	20
7.4	Profil C	21
7.5	Profil F	22
7.6	Profil G	23
7.7	Beskrivelse av tiltak	23
<b>8</b>	<b>Konklusjon og geotekniske kontrolltiltak</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>Referanser</b>	<b>24</b>



### **Tegninger**

Tegning 100	Situasjonsplan	M = 1:1000
Tegning 101	Situasjonsplan m/tiltak	M = 1:1000
Tegning 200	Profil A – Stabilitetsberegning, dagens situasjon	M = 1:400
Tegning 201	Profil B – Stabilitetsberegning, dagens situasjon	M = 1:400
Tegning 202	Profil B – Stabilitetsberegning, etter tiltak	M = 1:400
Tegning 203	Profil C – Stabilitetsberegning, dagens situasjon	M = 1:400
Tegning 204	Profil C – Stabilitetsberegning, etter tiltak	M = 1:400
Tegning 205	Profil F – Stabilitetsberegning, dagens situasjon	M = 1:400
Tegning 206	Profil F – Stabilitetsberegning, etter tiltak	M = 1:400
Tegning 207	Profil G – Stabilitetsberegning, ny vegskjæring	M = 1:400

### **Vedlegg**

Vedlegg A Skjærfasthetsprofiler

### **Kontroll- og referanseside**

## 1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) er engasjert av Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen Trondheim AS (AAJT) som geoteknisk rådgiver ved prosjektering av E6 Klett – Sentervegen sør. Under utarbeidelse av reguleringsplan for ny E6 ble det avdekket behov for topografiske endringer ved Himmelhaugen for å tilfredsstillende vegvesenets krav til områdestabilitet. Innledningsvis ble det bestemt at sikringstiltakene i form av nedplanering og motfylling skulle inngå i en egen reguleringsplan. Dette er senere endret slik at nødvendige sikringstiltak for å ivareta områdestabilitet nå behandles som byggesak i kommunen.

Statens vegvesens håndbok 016 (/2/) og NVEs retningslinjer, rapport 2/2011 (/1/), gir krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller som forutsettes utført ved bygging på eller ved kvikkleireområder. Dersom beregningsmessig sikkerhet ikke er tilfredsstillende slik terrenget fremstår i dag, skal nødvendige sikringstiltak prosjekteres og utføres før det kan gis tillatelse til utbygging av/ved området.

Foreliggende rapport presenterer den nødvendige dokumentasjonen av sikringstiltak som vil gi tilfredsstillende stabilitet av området. Rapporten gir en vurdering av områdets grunnforhold, presenterer tolkning av utførte grunnundersøkelser og resultater fra stabilitetsberegninger.

Rapporten danner et grunnlag for landskapsarkitekter som kan forme landskapet etter de retningslinjer som her er gitt.

## 2 Grunnlagsmateriale

### 2.1 Plangrunnlag

Mottatt plangrunnlag i forbindelse med prosjektet er oppsummert i tabell 1.

Tabell 1: Mottatt plangrunnlag

Rapportnr. / fil	Tittel / beskrivelse	Mottatt dato
2013-08-06-10700 (E6) i 3D.dwg	Veggeometri i 3D, E6 Jaktøyen – Dovrebanen	2013-08-06
T_GEOM_4_Alt1.dwg	Veggeometri, E6 Jaktøyen – Dovrebanen	2013-07-03
T_KART_3D.dwg	Kartgrunnlag	2013-02-02
T_Geom_Veg_E6.dwg	Veggeometri, E6 Storler – Sentervegen	2013-03-07
T_Geom_Veg_Lokal.dwg	Veggeometri, lokale vegger	2013-03-07
T_Geom_Bane.dwg	Jernbanegeometri	2013-03-04
T_Land_Terreg_Heimdalsbekken_Triangelmodell.dwg	Tiltak for sikring av områdestabilitet ved ny g-/s-veg langs Heimdalsvegen	2012-11-29

EUREF89 UTM sone 32 og NGO NN2000 er benyttet som henholdsvis koordinat-system og høydereferanse.

## 2.2 Grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i flere etapper i området. De mest relevante er presentert i følgende rapporter.

Tabell 2: Aktuelle grunnundersøkelser

Rapportnr.	Tittel	Mottatt dato
20110677-04-R	NGI: E6 Klett – Sentervegen sør – Grunnundersøkelser Himmelhaugen, Datarapport	-
G-rap-003-6120165	Rambøll: E6 Klett – Sentervegen - Datarapport fra grunnundersøkelse	2013-08-28
G-rap-004-6120165	Rambøll: E6 Klett – Sentervegen - Datarapport fra grunnundersøkelse	2012-10-24
Ud867Ar1	SVV: Datarapport: Gang- og sykkelveg Heimdalsvegen	2012-01-16
Ud887-A1	SVV: Grunnundersøkelser – E6 GSV Jaktøyen – Klett X Røddevegen – Datarapport	2012-01-16
Ud508A	SVV: Røddevegen – Klett	2012-01-16
Ud162A-1	SVV: Klett – Heggstadmoen	2012-01-16
Ud162A-2	SVV: Klett – Heggstadmoen	2012-01-16
Ud162A-3	SVV: Klett – Heggstadmoen	2012-01-16
Ud162C	SVV: Klett – Heggstadmoen	2012-01-16
410608-3	Multiconsult: Ny E6 parsell Jaktøyen – Sandmoen, profil 3300-5800 – Geoteknisk rapport, Vurdering av stabilitet og gjennomførbarhet	2012-07-26
415531-1	Multiconsult: E6 Klett, parsell Jaktøya – Dovrebanen – Grunnundersøkelser, Datarapport	2013-08-20
20071661-1	NGI: E6 Jaktøyen – Tonstad. Områdestabilitet i kvikkleiresoner, Grunnundersøkelser - Datarapport	-

## 2.3 Myndighetskrav

Den geotekniske prosjekteringen er underlagt krav fra myndighetene i form av følgende standarder og retningslinjer:

- NS-EN 1990:2002+NA:2008, Eurokode 0: ”Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner”
- NS-EN 1997-1:2004+NA:2008, Eurokode 7: ”Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler”
- SVVs Håndbok 016, datert juni 2010
- NVEs Retningslinjer nr. 2/2011: ”Flaum- og skredfare i arealplaner”

## 3 Grunnforhold

### 3.1 Topografi

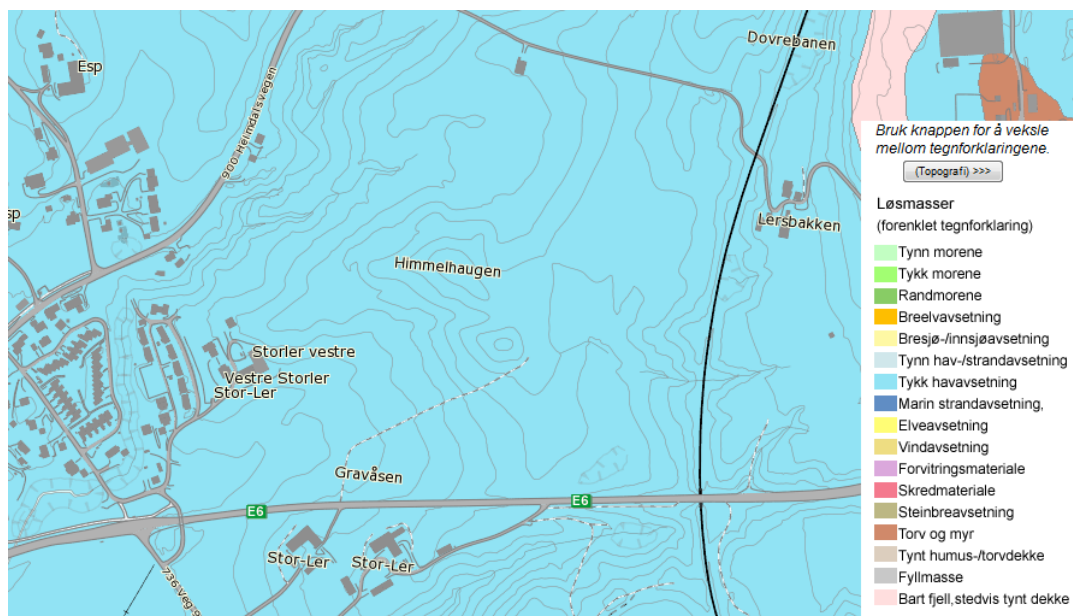
Topografien i området preges av to markerte topper på ca. 91 moh. og ca. 88 moh. Terrenget stiger i nordøstlig retning, mens det faller av i øvrige retninger.



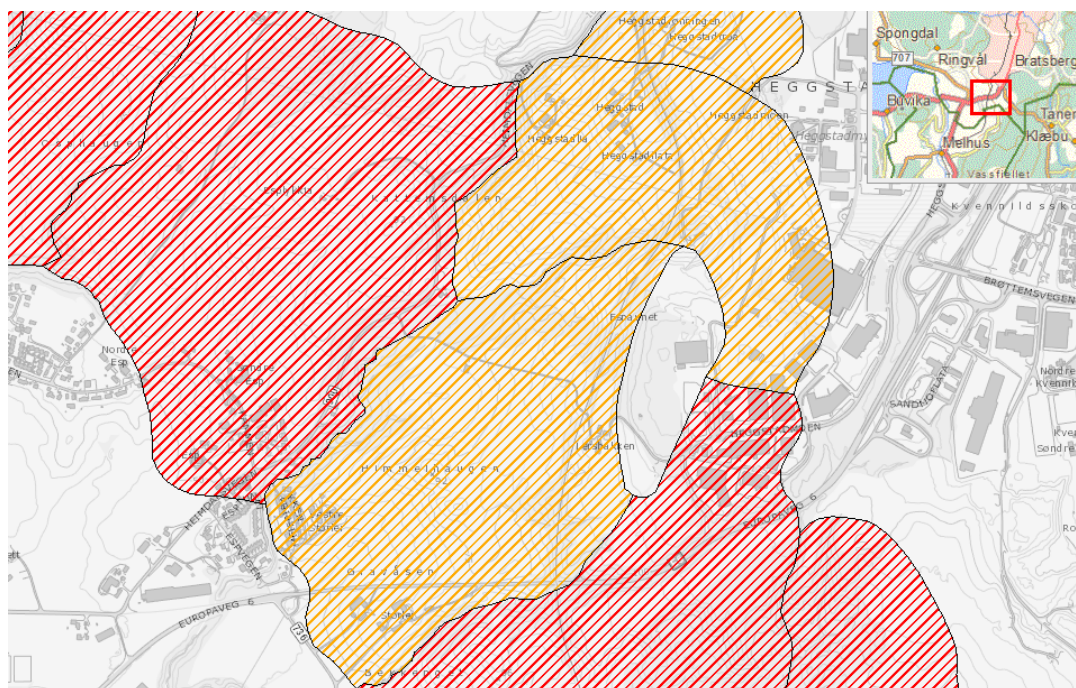
### 3.2 Kwartærgeologi og kvikkleire

Kwartærgeologisk kart viser at reguleringsplanområdet er dekket med tykk marin havavsetning, se figur 1.

Det er markert flere kvikkleiresoner i området og Himmelhaugen er en del av sonen 437 "Stor-Ler". Sonen er plassert i faregradsklasse 2 – "middels" og skadekonsekvensklasse 3 – "meget alvorlig". Se figur 2.



Figur 1: Kwartærgeologisk kart (1/9)



Figur 2: Kartlagte kvikkleiresoner i området (/10/)

### 3.3 Løsmasser

Løsmassene i området består i hovedsak av leire med en del siltinnhold /-lag. Leiren er kvikk / sensitiv i en sammenhengende lomme som dekker store deler av området. Mektigheten av kvikkleirelommen varierer fra noen få meter opp til nesten 30 meter. Leirforekomsten viser en markert endring av egenskaper et godt stykke under terreng. Skille varierer en del over området. Leiren under dette lagskillet er fetere og har et høyere vanninnhold (ca. 40% mot 30% over laggrensene). Dette gir ikke store utslag på tolket udrenert skjærfasthet.

Ved ca. kote +50-55 (varierer over området) viser særlig CPTU-sonderingene at løsmassene er grovere med flere sand-/siltlag med leirlag i mellom. Dette laget kan være opptil 10 meter tykt og går ikke så tydelig fram av dreietrykk- eller totalsonderingene. Materialeegenskapene til dette laget er svært usikkert og det er derfor tolket som udrenert materiale som en konservativ tilnærming.

Over antatt fast grunn / fjell finner man en fastere materialtype tolket til å være moreneaktige masser.

## 4 Prosjekteringsforutsetninger og sikkerhetsprinsipper

### 4.1 Krav til sikkerhet

#### 4.1.1 Geoteknisk kategori

Prosjektet innebærer topografiske endringer i et kvikkleireområde nær planlagt trasé for E6. Konstruksjoner i områder med uvanlige eller eksepsjonelt vanskelige grunnforhold eller der det er sannsynlig at grunnen er ustabil, skal plasseres i **geoteknisk kategori 3** iht. Eurokode 7 (/3/).

#### 4.1.2 Pålitelighetsklasse

Sikringstiltakene i forbindelse med sikring av Himmelhaugen plasseres i **pålitelighetsklasse (CC/RC) 3** iht. tabell NA.A1(901) i Eurokode 0 (/4/). Tiltaket vurderes å ligge under beskrivelsen "Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller".

#### 4.1.3 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Tabell NA.A1(902) i Eurokode 0 angir krav til graden av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll. Ved pålitelighetsklasse 3 er det krav til **U (utvidet)** kontroll av prosjektering og utførelse. Dette innebærer blant annet at det skal utføres uavhengig kontroll av prosjektering i tillegg til kollegakontroll og egenkontroll. Når det gjelder utførelse, skal også denne kontrolleres av et uavhengig foretak.

#### 4.1.4 Tiltakskategori

NVEs retningslinjer (/1/) definerer tre tiltakskategorier som gir krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller som forutsettes utført. Kravene er avhengig av tiltakskategori og områdets faregradsklasse. Følgende er relevant for Himmelhaugen:

- **K2**: Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer.
- Faregradsklasse: **middels**

Dette gir følgende krav iht. tabell 3.1 i ref. /1/.

- Stabilitetsanalyse med krav om  $\gamma_M > 1,4$  eller forbedring i henhold til fig. 3.1 i ref. /1/
- Vanlig eller skjerpet kontroll tilsvarende utvidet kontroll beskrevet i 4.1.3

Sikkerhetsnivå beskrevet i NVEs retningslinjer gjelder for stabilitetsprofiler som ikke berører ny trasé for E6.

For stabilitetsprofiler som berører ny E6 gjelder kravene som er beskrevet i kapittel 0.3.6.1 i SVVs Hb. 016 (/2/). For konsekvensklasse CC3 "Meget alvorlig" viser fig. 0.3 (Hb. 016) at det skal dokumenteres at  $\gamma_M > 1,6$  for sprøtt, kontraktant brudd.

## 4.2 Dimensjonerende laster og lastfaktorer

På skråninger og terreng skal det iht. prosjektets prosjekteringsforutsetninger regnes med karakteristisk jevnt fordelt last på  $Q_k = 5 \text{ kPa}$  på drivende side for alle beregnede globale glidesirkler.

Følgende partialfaktorer for last er valgt:

- Egenlast jord:  $\gamma_G = 1,0$
- Terrenglast:  $\gamma_Q = 1,3$

## 4.3 Analyseverktøy

Stabilitetsanalysene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stability/Beast. Programmet kan regne plane, sirkulære og sammensatte skjærflater med effektivspenningsanalyse eller totalspenningsanalyse. Totalspenningsanalysen utføres som en ADP-analyse.

## 5 Tolkning av grunnundersøkelser

### 5.1 Poretrykk og grunnvannstand

Det er utført poretrykksmålinger i 4 punkt av interesse i området med 2 eller 3 stk. piezometere i hvert punkt. Målingene er gjengitt i tabell 3.

Tabell 3: Poretrykksmålinger ved Himmelhaugen

Borpunkt	Terrengkote	Dybde [m]	Dato	Målt poretrykk [kPa]
405	+78,00	10	23.10.2012	78,9
		18	23.10.2012	137,9
417	+82,03	10	05.04.2013	55,6
		20	05.04.2013	121,6
		27	05.04.2013	177,7
K16	+77,84	15	31.11.2007	96,0
		28	31.11.2007	208,0
TK_291 (Ud162A-2, bp. P950+5mH)	+57,04	3	August 1979	17,5
		6	August 1979	42,5

## 5.2 Tyngdetetthet

Det er benyttet en tyngdetetthet på  $\gamma = 19,3 \text{ kN/m}^3$  i stabilitetsberegningene, valgt ut fra laboratorieforsøk og erfaringer for alle jordmaterialene på Himmelhaugen. Motfylling er modellert med en tyngdetetthet på  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ .

## 5.3 Kvalitet av CPTU

CPTU-sondering 415, 416, 417, 418, 419 og 420 er utført med GeoTech-spiss nummer 4364, mens CPTU-sondering 405 er utført med GeoTech-spiss 4224. Sondene har inklinometer med målenøyaktighet som tilfredsstillende anvendelsesklasse 1.

For boring K19, utført av SVV i 2007, er ikke helningsmåling tilgjengelig. Boringen er utført med GeoTech-spiss 3558. Det er ikke oppnådd tilfredsstillende kvalitet på sonderingen. Trykksonderingen i punkt K16 er svært forstyrret, og er derfor ikke benyttet ved bestemmelse av udrenert skjærfasthet.

Nullpunktsavlesninger for de ulike CPTU-sonderingene, samt grenseverdier for anvendelsesklasse 1 og 2 er oppsummert i tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra nullpunktsavlesning

Hull	Spissmotstand [kPa]	Poretrykk [kPa]	Friksjon [kPa]	Helning
405	19	1	1	Jevnt økende til 11°
415	8	1	1	Jevnt økende til 11°
416	29	6	1	Jevnt økende til 6°
417	33	4	1	Jevnt økende til 9°
418	26	1	1	Jevnt økende til 11°
419	5	2	1	Jevnt økende til 9°
420	46	3	1	Jevnt økende til 21°
K19	20	57	0	Ingen måling
	Nullpunktsavlesning ikke tilgjengelig			Jevnt økende til 2,5°
Grenseverdier Anvendelsesklasse 1 / 2	35 / 100	10 / 25	5 / 15	

CPTU-sonderingene havner i anvendelsesklasse 1 og 2 bortsett fra sondering K19.

## 5.4 Udrenerte styrkeparametere

Skjærfasthetsprofilene som er lagt til grunn for stabilitetsberegningene er vist i vedlegg A. Bakgrunn for tolkning er gitt i det følgende.

### 5.4.1 Udrenert skjærfasthet fra indeksforsøk

Borprofilene viser at udrenert skjærfasthet,  $s_u$ , varierer fra 15-100 kPa i området. Skjærfasthet fra indeksforsøk er benyttet som mål på direkte skjærfasthet.

### 5.4.2 Udrenert skjærfasthet fra CPTU-sondringer

Som inngangsdata for tolkning av CPTU-sonderingene er det benyttet laboratoriedata (romvekt, plastisitet og sensitivitet) fra de nærmeste prøveseriene, samt poretryksantagelser fra kapittel 5.1. Det er benyttet  $I_p = 8-14$  % for ikke-sensitiv leire og  $I_p = 5$  % for sensitiv / kvikk leire.

Aktiv, udrenert skjærfasthet og overkonsolideringsgrad er tolket med korrelasjoner mot blokkprøver iht. ref. /5/. I vedlegg A er det vist skjærfasthetskurver basert på målt spissmotstand og poretrykk ved sonderingene.

Når valg av udrenert skjærfasthet baseres på blokkprøver av optimal prøve kvalitet anbefales det å redusere den aktive skjærfastheten i sprøbruddmateriale med 15 % for å ta hensyn til sprøbrudd- og tidseffekter, jf. ref. /1/ og /6/. Aktiv skjærfasthet i det som er tolket som kvikkleire i beregningsprofilene er derfor redusert med 15 %.

### 5.4.3 SHANSHEP-parametere

Den udrenerte skjærfastheten i leiren er nært knyttet til in situ effektivt overlageringstrykk,  $p_0'$ , og leirens overkonsolideringsgrad ( $OCR = p_c'/p_0'$ ). Dette kan modelleres med SHANSHEP-prinsippet etter Ladd et al. /7/ og Karlsrud /8/. Skjærfasthetskurvene, nevnt i kapittel 5.4.2, sammen med tolket overkonsolideringsgrad og  $p_0'$ -profil gir grunnlag for å bestemme et sett med SHANSHEP-parametre som kan brukes for området. Følgende uttrykk er funnet å passe godt med sonderingene:

$$s_{uA} = 0,29 \cdot p_0' \cdot OCR^{0,8}$$

Dette uttrykket er benyttet hvor det har vært behov for å sette inn ytterligere skjærfasthetsprofiler i beregningene i nivåer hvor det ikke er utført CPTU.

## 5.5 Overkonsolidering

Overkonsolideringsgrad (OCR) er tolket vha. CPTU-sonderingene etter korrelasjoner iht. ref. /5/. Tolket OCR for sonderingene antyder at tidligere terreng kan ha ligget på ca. kote +77 - +100 for området. Dette ser ut til å stemme godt med terrengformasjoner rundt Himmelhaugen.

## 5.6 Anisotropi

Anisotropi for leiren er valgt ut fra erfaringstall fra blokkprøver, ref. /5/, og gjengitt i tabell 5.

Tabell 5: Anisotropiforhold benyttet i stabilitetsberegningene

	Aktiv	Direkte	Passiv
Ikke-sensitiv leire	1,00	0,67	0,34
Sensitiv / kvikk leire	0,85*	0,65	0,30

\* redusert med 15 % iht. kapittel 6.4.3.

## 5.7 Effektivspenningsparametere

Følgende effektivspenningsparametere er valgt for de forskjellige jordmaterialene som inngår i beregningene:

- Ikke-sensitiv leire
  - $\varphi = 30^\circ$
  - $a = 0$  kPa
- Sensitiv / kvikk leire
  - $\varphi = 30^\circ$
  - $a = 0$  kPa
- Tørrskorpe
  - $\varphi = 32^\circ$
  - $a = 0$  kPa
- Motfylling (stedlige masser)
  - $\varphi = 30^\circ$  ( $42^\circ$  i profil C, antatt sprengstein)
  - $a = 0$  kPa

## 6 Beregningsforutsetninger og kritiske profiler

### 6.1 Generelt

Beregningsprofilene er valgt ut på bakgrunn av topografi og grunnforhold. Det er valgt ut 5 kritiske profiler som gir en oversikt over lagdelingen i området. Følgende profiler er valgt som beregningsprofiler:

- Profil A, se tegning 200
- Profil B, se tegning 201 – 202
- Profil C, se tegning 203 – 204
- Profil F, se tegning 205 – 206
- Profil G, se tegning 207

Plasseringen av kritiske profiler er vist på tegning 100 og 101.

Lagdelingen er tolket ut fra grunnundersøkelsene og er lagt til grunn for stabilitetsanalysene. Videre følger en beskrivelse av hvert enkelt profil samt valg av styrke og poretrykksforhold.

Det gjøres oppmerksom på at det ikke er utført fjellkontrollboringer i området, men det er antatt at boringene møter fast grunn ved avsluttet sondering. Dette er lagt inn som en nedre begrensning for beregningene. Denne begrensningen har liten betydning da de kritiske skjærflater i hovedsak begrenses av kvikkleiresonen.

## **6.2 Profil A**

Grunnlag for tolking av lagdeling:

Dreietrykk /	
totalsondering:	K19, 330, K16 og TK_7486 (410608-3 – bp. 968)
CPTU:	K19 og K16
Prøvetaking:	K16
Poretrykk:	K16

I overflaten ligger det et tørrskorpelag med 2,0-6,7 meters tykkelse. Løsmassene under er tolket som leire ned til 3,5-4,0 meter over antatt fast grunn / fjell. Massene ned mot antatt fast grunn / fjell er tolket som faste morenemasser.

I det mektige leirlaget ligger en kvikkleirelomme med tykkelse opp mot 26 meter (ved bp. 330). Lommen ligger med overkant 3-17 meter under terreng.

Valg av poretrykk og udrenert skjærfasthet fremgår av tegning 200.

## **6.3 Profil B**

Grunnlag for tolking av lagdeling:

Dreietrykk /	
totalsondering:	K15, TK_387 (Ud867Ar1 – bp. 9), 330, 417, K19, 418, K21 og TK_7501 (410608-3 – profil 963)
CPTU:	417, K19, 418
Prøvetaking:	330 og 418
Poretrykk:	417

I overflaten ligger det et tørrskorpelag med 2,5-5,5 meters tykkelse. Løsmassene under er tolket som leire ned til 3,5 meter over antatt fast grunn / fjell. Massene ned mot antatt fast grunn / fjell er tolket som faste morenemasser.

I det mektige leirlaget ligger en kvikkleirelomme med tykkelse opp mot 23,4 meter. Lommen ligger med overkant 5-13 meter under terreng og avsluttes ca. 7,5 meter sør for bp. 418.



Valg av poretrykk og udrenert skjærfasthet fremgår av tegning 201 og 202.

#### **6.4 Profil C**

Grunnlag for tolking av lagdeling:

Dreietrykk /  
totalsondering: 417, TK\_400 (Ud867Ar1 – bp. 12), 405, 416, TK\_409  
(Ud867Ar1 – bp. 11), 415 og TK\_411 (Ud867Ar1 – bp. 10)  
CPTU: 417, 405, 416 og 415  
Prøvetaking: 405 og 416  
Poretrykk: 417 og 405

I overflaten ligger det et tørrskorpelag med 2,0-4,5 meters tykkelse. Løsmassene under er tolket som leire ned til 2,5-7,0 meter over antatt fast grunn / fjell. Massene ned mot antatt fast grunn / fjell er tolket som faste morenemasser.

I det mektige leirlaget ligger en kvikkleirelomme med tykkelse opp mot 8,2 meter. Lommen ligger med overkant 3,7-7,5 meter under terreng og avsluttes ca. 29 meter nordvest for bp. 416.

Valg av poretrykk og udrenert skjærfasthet fremgår av tegning 203 og 204.

#### **6.5 Profil F**

Grunnlag for tolking av lagdeling:

Dreietrykk /  
totalsondering: K19, 419, K21, 420, TK\_330 (Ud887A-1 – profil 4300)  
CPTU: K19, 419 og 420  
Prøvetaking: Ingen  
Poretrykk: 417 benyttet

I overflaten ligger det et tørrskorpelag med 2,5-5,5 meters tykkelse. Løsmassene under er tolket som leire ned til 3,8-5,5 meter over antatt fast grunn / fjell. Massene ned mot antatt fast grunn / fjell er tolket som faste morenemasser.

I det mektige leirlaget ligger en kvikkleirelomme med tykkelse opp mot 28,3 meter. Lommen ligger med overkant 5,4-16,5 meter under terreng og avsluttes ca. 52,5 meter sør sørvest for bp. 419.

Valg av poretrykk og udrenert skjærfasthet fremgår av tegning 205 og 206.

#### **6.6 Profil G**

Grunnlag for tolking av lagdeling:

Dreietrykk /

Totalsondering:	330, K16, TK_7498 (410608-3 – bp. 967), TK_328 (Ud162A – bp. V+15mH), TK_7491 (410608-3 – bp. 965), TK_309 (Ud162A – V+5mV), TK_298 (Ud162A – bp. V+15mV), TK_7477 (410608-3 – bp. 966), TK_281 (Ud162A-3 – bp. P20) og TK_272 (Ud162A-3 – bp. P33+10mH)
CPTU:	K16 og TK_7491 (410608-3 – bp. 965)
Prøvetaking:	330, K16, TK_328 (Ud162A – bp. V+15mH), TK_7491 (410608-3 – bp. 965), TK_298 (Ud162A – bp. V+15mV) og TK_272 (Ud162A-3 – bp. P33+10mH)
Poretrykk:	K16

I overflaten ligger det et tørrskorpelag med ca. 1 meter tykkelse. Under tørrskorpelagene består løsmassene av overkonsolidert leire. Ca. 3,2 – 6,2 meter under terrengoverflaten ligger det et mektig lag med sensitiv / kvikk leire. Kvikkleirelaget avtar i tykkelse mot dagens E6.

Valg av poretrykk og udrenert skjærfasthet fremgår av tegning 207.

## **7 Stabilitetsberegninger**

### **7.1 Generelt**

For de aktuelle profilene er det beregnet stabiliteten av dagens og/eller fremtidig situasjon med tiltak. For profil B og C er det vurdert som tilstrekkelig å oppnå prosentvis forbedring etter fig. 3.1 i ref. /1/. Skjærflatene i profil A, F og G berører fremtidig trasé for E6 og vi har vurdert det slik at det er nødvendig å oppnå en materialfaktor  $\gamma_M > 1,6$ .

Profil A, B, F og G blir berørt av inngrep fra planlagt ny E6. I profil A, B og F vil ny E6 medføre fylling som er positiv med tanke på områdestabilitet. I stabilitetsberegningene er dette ikke hensyntatt da en har vurdert det nødvendig å oppnå tilstrekkelig sikkerhetsnivå før veianlegget starter.

I området ved profil G vil ny E6 medføre en lokal skjæring i en fremstikkende terrengrygg på nordsiden av veien. Beregningene mht. områdestabilitet hensyntar dette og forutsetter at lokal skråningsstabilitet i veiskjæringen sikres. Stabilitet på sydsiden av veien i profil G, mot Klasbekken, er ivaretatt ved prosjektert oppfylling i dalen.

Se for øvrig kommentarer for de enkelte beregningsprofiler i pkt. 7.2 – 7.6.

For alle profilene er stabiliteten vurdert ved hjelp av totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og effektivspenningsanalyse (a $\phi$ -analyse).

De foreslåtte tiltakene for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet baserer seg på avlastning av terrenget i øvre del av profilene og fylling i nedre del. For profil C er det lagt inn

fylling i nedre del av profilet som er forutsatt utført i forbindelse med ny gang-/sykkelveg langs Heimdalsvegen. Fyllingsomfanget er basert på mottatte tegninger og planer fra prosjekterende for G/S-vei Heimdalsvegen.

## 7.2 Profil A

Det er kun regnet stabilitet med dagens terreng for dette profilet. Resultatene er oppsummert i tabell 6.

Tabell 6: Beregningsresultater for profil A

Totalspenningsanalyse					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
Sirkulær glideflate	1,74	$\gamma_M > 1,6$	-	-	-
Sammensatt glideflate	2,72	$\gamma_M > 1,6$	-	-	-
Effektivspenningsanalyse					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
Sirkulær, middels dyp glideflate	2,82	$\gamma_M > 1,6$	-	-	-

Fylling for ny E6 på nordsiden vil innvirke positivt på beregnet stabilitet.

### 7.3 Profil B

Glidesirkelene før og etter tiltak er de samme for totalspenningsanalyse. Resultatene er oppsummert i tabell 7.

Tabell 7: Beregningsresultater for profil B

<b>Totalspenningsanalyse</b>					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
1	1,10	1,18 (7,5%)	1	1,26	OK
2	1,13	1,21 (6,8%)	2	1,25	OK
<b>Effektivspenningsanalyse</b>					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
Sirkulær, middels dyp glideflate	1,52	$\gamma_M > 1,4$	Sirkulær, middels dyp glideflate	1,56	OK

Fylling for ny E6 på nordsiden vil innvirke positivt på beregnet stabilitet.

## 7.4 Profil C

Glidesirkelene før og etter tiltak er de samme for totalspenningsanalyse. Resultatene er oppsummert i tabell 8.

Tabell 8: Beregningsresultater for profil C

<b>Totalspenningsanalyse</b>					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
1	1,06	1,15 (8,5%)	1	1,22	OK
2	1,09	1,17 (7,7%)	2	1,18	OK
<b>Effektivspenningsanalyse</b>					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
Sirkulær, middels dyp glideflate	1,52	$\gamma_M > 1,4$	Sirkulær, grunn glideflate	1,48	OK

## 7.5 Profil F

Glidesirkelene før og etter tiltak er ikke de samme. Resultatene er oppsummert i tabell 9.

Tabell 9: Beregningsresultater for profil F

<b>Totalspenningsanalyse</b>					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
Sirkulær, dyp glideflate	1,23	$\gamma_M > 1,6$	Sirkulær, dyp og lang glideflate	1,58	OK*
			Sirkulær, dyp glideflate	1,59	OK*
			Sirkulær, dyp og kort glideflate	1,60	OK
<b>Effektivspenningsanalyse</b>					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
Sirkulær, middels dyp glideflate	2,04	$\gamma_M > 1,6$	Sirkulær, middels dyp glideflate	2,30	OK

\* Aksepterer en sikkerhet like under 1,60

Fylling for ny E6 på nordsiden vil innvirke positivt på beregnet stabilitet.

## 7.6 Profil G

Det er kun regnet stabilitet med fremtidig terreng med ny veggeometri for dette profilet. Resultatene er oppsummert i tabell 10.

Tabell 10: Beregningsresultater for profil F

Totalspenningsanalyse					
Fremtidig situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
Sirkulær, glideflate	1,56*	$\gamma_M > 1,6$	-	-	-
Sammensatt glideflate	1,93	$\gamma_M > 1,6$	-	-	-
Effektivspenningsanalyse					
Fremtidig situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Status
Sirkulær, grunn glideflate	1,28*	$\gamma_M > 1,6$	-	-	-

\*Sikkerheten blir ivarettatt av tiltak beskrevet i rapport 415531-RIG-RAP-002 (kalk-/sementstabilisering)

## 7.7 Beskrivelse av tiltak

Sikringstiltaket som gir tilfredsstillende stabilitet av området innebærer nedplanering til kote +84 av de to toppene på Himmelhaugen. I tillegg må det anlegges en fylling med 2 meter tykkelse sør for de to toppene. Fyllingen begynner ved kote +71 og avsluttes med en skråningshelning 1:4 eller slakere ned mot ca. kote +60. Avlastningen av den nordligste toppen avsluttes med en skråning med helning 1:7 ned mot Heimdalsvegen. I tillegg inngår heving av Heimdalsbekken som en del av tiltaket beregnet i profil C. Dette tiltaket er omtalt i ref. /11/. Tiltaket er vist på tegning 101, 202, 204 og 206.

I området ved profil G forutsettes at lokal sikring av veiskjæring ivaretas med kalk-/sementstabilisering som beskrevet i rapport 415531-RIG-RAP-002.

En grov masseberegning viser at ca. 13 000 m<sup>3</sup> må fjernes fra Himmelhaugen. Fyllingen består av omtrent det samme volumet og kan bygges opp av stedlige masser.

## 8 Konklusjon og geotekniske kontrolltiltak

Beregningene viser at stabiliteten av dagens terreng ikke tilfredsstillende de krav som stilles i NVEs retningslinjer (/1/) eller SVVs Håndbok 016 (/2/). Beregnet partialfaktor mot brudd,  $\gamma_M$ , i profil C er så lav som 1,06. Det er mulig å oppnå tilstrekkelig

sikkerhet i beregningsprofilene ved å avlaste terrenget og anlegge en motfylling som vist på tegning 101. Laveste beregnede  $\gamma_M$  etter tiltaket er 1,18 i profil C. Dette tilsvarer 8,3% forbedring av opprinnelig  $\gamma_M$ . Laveste beregnede  $\gamma_M$  etter tiltak er 1,25 og 1,58 i henholdsvis profil B og F.

Tiltaket omfatter fjerning av ca. 13 000 m<sup>3</sup> med masser fra toppen av Himmelhaugen og oppfylling av omtrent like mange kubikk med stedlige masser sør for Himmelhaugen. I tillegg må sikring langs Heimdalsvegen utføres, samt sikring av lokal stabilitet med kalk-/sement for skjæring i området ved profil G.

Tiltaket er basert på veigeometri som vist på vedlagte tegninger. Tiltaket må revideres dersom det senere blir endringer i den prosjekterte veggeometrien fra Jaktøyen til Dovrebanen. En senkning av veglinjen vil kunne føre til behov for større topografiske inngrep for å sikre tilfredsstillende stabilitet.

Følgende punkter er viktig for videre arbeid med tiltaket:

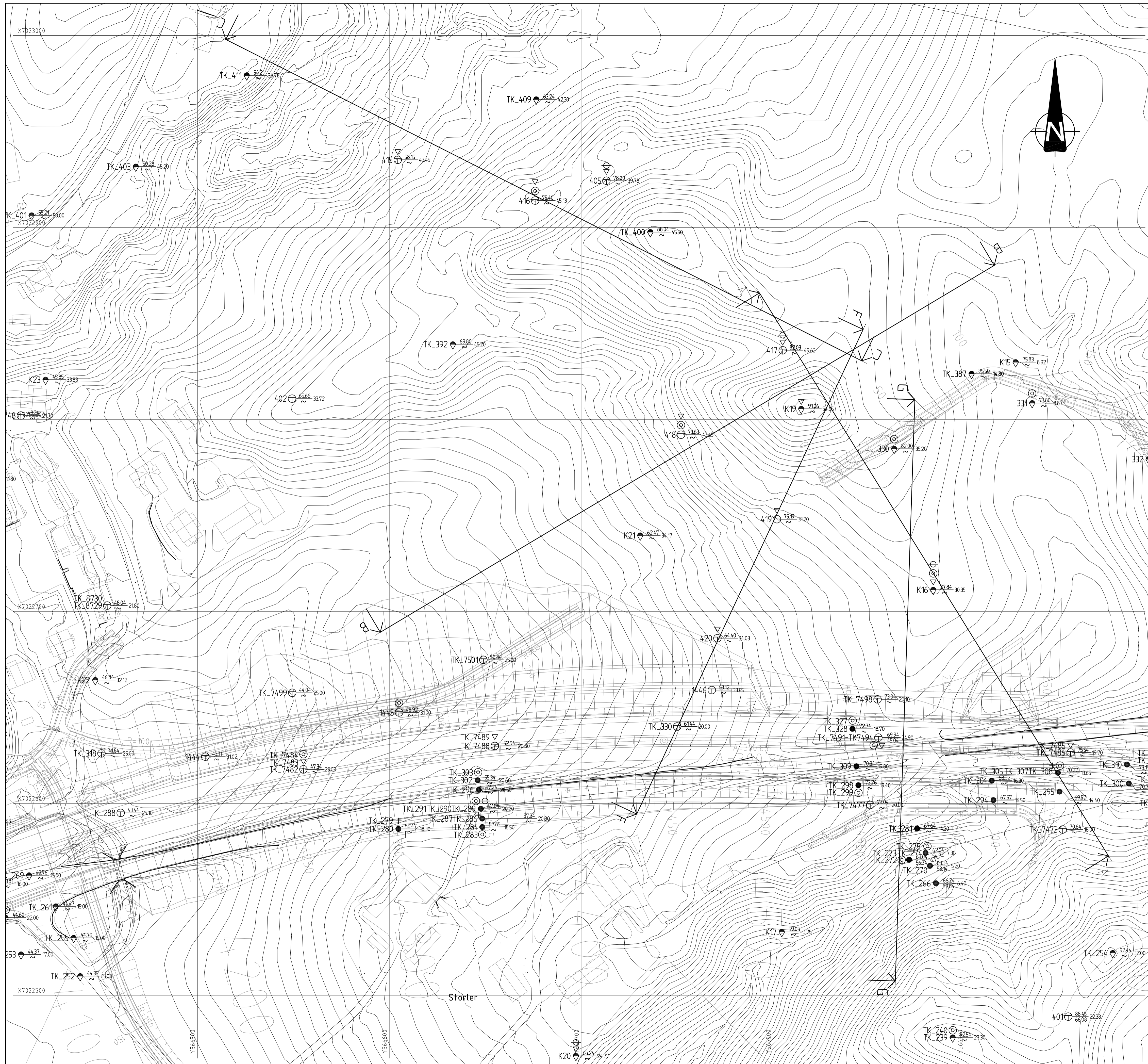
- Detaljplaner skal utarbeides etter endelig koterings av terreng fra landskapsarkitekt og før arbeidet utføres.
- Sikring av Heimdalsvegen utføres først, deretter kan man avlaste toppene og samtidig flytte massene ned til fyllingsområdet.
- Stabilisering av lokal veiskjæring ved profil G må utføres før utgraving for ny E6 starter i dette området.
- Stedlige masser må lastes opp på bil for transport. Massene skal ikke dozes utfor skråningen ned mot fyllområdet.
- Beliggenhet og oppbygning av anleggsveier må detaljplanlegges slik at de ikke forverrer stabiliteten av området.
- Matjord skal fjernes midlertidig både i planerings- og fyllingsområde før uttak og fylling av leirmasser. Matjord legges tilbake etter avsluttet planeringsarbeid.
- Det må ikke forekomme mellomlagring av masser på området uten godkjenning fra geotekniker. Område for mellomlagring av masser skal angis på plan.
- Utførelse må underlegges kontinuerlig kontroll av geotekniker.

## 9 Referanser

- /1/ NVE, rapport 2/2011: "Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag" – Vedlegg: "Veileder for vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre sensitive/kvikke jordarter med sprøbruddegenskaper"
- /2/ Statens vegvesen: Håndbok 016 "Geoteknikk i vegbygging", Juni 2010
- /3/ NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 (Eurocode 7)
- /4/ NS-EN 1990-1:2002+NA:2008 (Eurocode 0)



- /5/ Karlsrud, K. et al. (2005): "CPTU correlations for clays", Proceedings, ICSMGE, Osaka s. 693-702
- /6/ Karlsrud, K. (2003): "Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger", Rica Hell hotell, 20-22. mai 2003
- /7/ Ladd, C. C. & Foott, R. (1978): "New design procedure for stability of soft clays" J. of the Geotech. Eng. Div., 100(GT7), 763-786
- /8/ Karlsrud, K. (2003): "Tolking og fastlegging av jordparametre. Karakteristisk jordprofil. NGF-kurs. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger", Rica Hell hotell, 20-22. mai 2003
- /9/ [www.ngu.no](http://www.ngu.no) (2013) Kartutsnitt kvartærgeologisk kart - løsmasser
- /10/ [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) (2013) Kartutsnitt skredatlas
- /11/ Statens vegvesen, rapport Ud867A: "Vurderingsrapport: Gang- og sykkelveg Heimdalsvegen", 2011-10-24



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- +
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⊗ Fjell i dagen

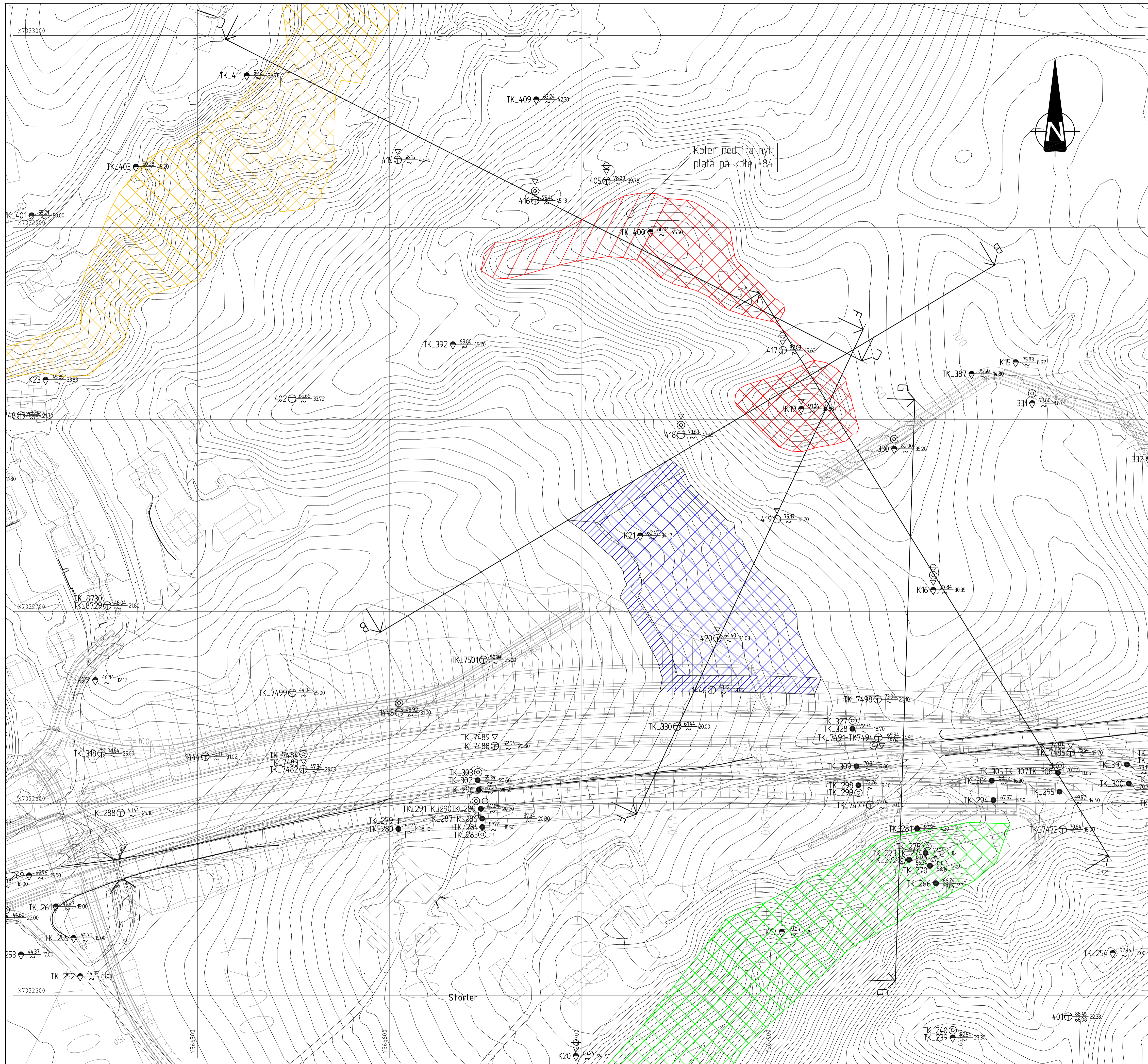
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Koordinatsystem: EUREF89 UTM sone 32  
 Høydereferanse: NN2000

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

1	Div. justeringer, profil G, oppdaterte borpott, veglinje.	19.08.2013	MMe	KE	KE	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Status	Tegn.	Kontr.	Godk.
			-			
	<b>E6 Klett - Sentervegen sør</b>		Original format			
	<b>Reguleringsplan Himmelhaugen</b>		.A1			
			Tegnings tittelen			
			G:\gesarkiv\201106\77\H_1100.dwg			
			NBrestak			
	Situasjonsplan		1:1000			
	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelval Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 25.04.2013 Oppdragsnr. 20110677	Kontroll / Eignet MMe	Kontrollert KE	Godkjent KE	Rev. 1
						100
						1



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊛ Dreietrykksondring
- ⊛ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- +
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⊗ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Koordinatsystem: EUREF89 UTM sone 32  
 Høydereferanse: NN2000

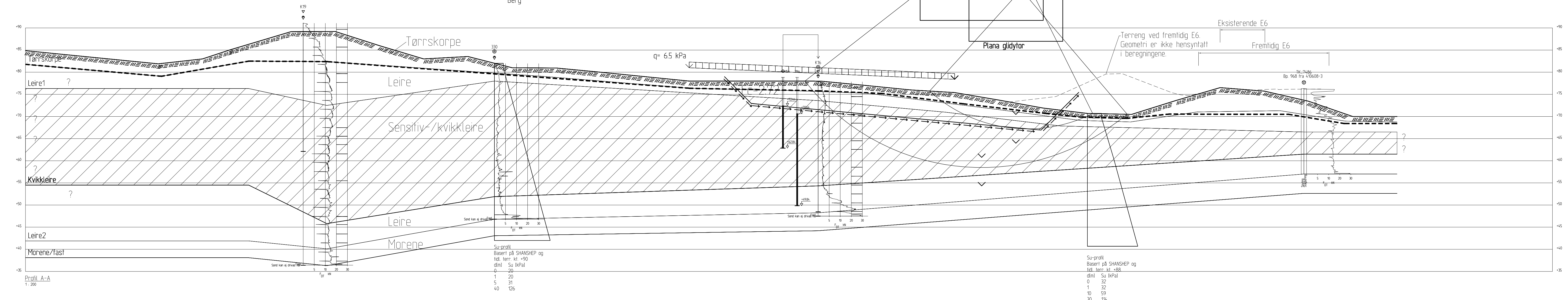
- Avlastning til kote +84 (Bearbejdes av Landskapsarkitekt)
- Motfylling med 2 meter tykkelse. Se forøvrig tegning 205. (Bearbejdes av Landskapsarkitekt)
- Tiltak beskrevet i ref. /11/
- Tiltak beskrevet i G-003

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

1	Div. justeringer, profil G, oppdaterte borhull, veglinje, tiltak Klassebaken.	19.08.2013	MMe	KE	KE			
Rev.	Beskrivelse	Date	Stat.	Tegn.	Kontr.	Godk.		
			Original format					
E6 Klett - Sentervegen sør			Tegningsnavn			G:\gesarkiv\201106\77\H_1101.dwg		
Reguleringsplan Himmelhaugen			Målestokk			1:1000		
Situasjonsplan m/tiltak			NGI					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lillelval Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 25.04.2013	Oppdragsnr. 20110677	Kontr./Egnet MMe	Kontrollert KE	Lookpet KE	Rev.	1

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portrykk
Tørreskorpe	1	19.30	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire1	2	19.30	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.67	0.34	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	3	19.30	30.0	0.0	C-profil	0.85	0.65	0.30	0.00	0.00	0.00
Leire2	4	19.30	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.67	0.34	0.00	0.00	0.00
Morene/fast Berg	5	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00



- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
  - Enkel sondering
  - ▽ Trykksonering
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ◆ Dreietrykksonering
  - ⊖ Totalsonering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrap
  - + Vingeboring

- | Boring avsluttet
- | Antatt fjell, berg
- | Antatt stein, blokk eller fast grunn
- | Boret i fjell

Høydereferanse: NN2000

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

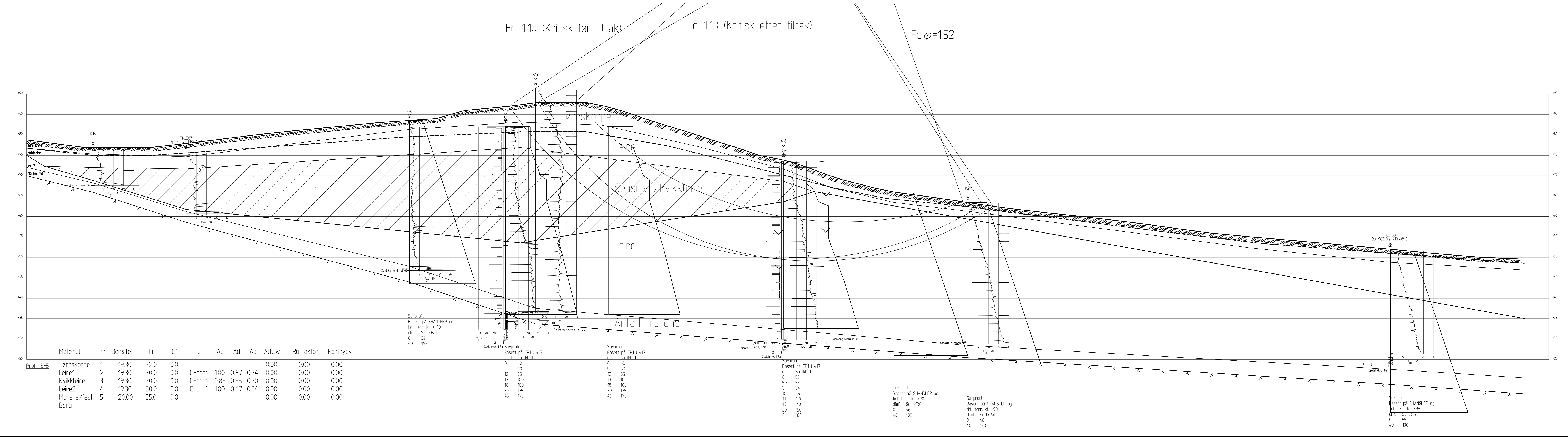
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

**E6 Klett - Sentervegen sør**  
**Reguleringsplan Himmelhaugen**

Profil A  
 Stabilitetsberegning  
 Dagens terreng

Dato: 19.08.2013  
 Oppdragsnr: 20110677  
 Tegningsnr: 1400

Konstr./Tegnet: MMe  
 Kontr./Tegnet: KE  
 Godkjent: KE



Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Porttrykk
Profil B-B											
Tørreskorpe	1	19.30	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire1	2	19.30	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.67	0.34	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	3	19.30	30.0	0.0	C-profil	0.85	0.65	0.30	0.00	0.00	0.00
Leire2	4	19.30	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.67	0.34	0.00	0.00	0.00
Morene/fast Berg	5	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00

Su-profil  
Basert på SHANSHEP og  
tidl. terr. kl. +100  
d(m) Su (kPa)  
0 32  
4.0 162

Su-profil  
Basert på CPTU 417  
d(m) Su (kPa)  
0 60  
5 60  
12 85  
13 100  
18 100  
30 135  
46 175

Su-profil  
Basert på CPTU 417  
d(m) Su (kPa)  
0 60  
5 60  
12 85  
13 100  
7 74  
10 85  
11 110  
19 110  
30 150  
46 175

Su-profil  
Basert på SHANSHEP og  
tidl. terr. kl. +90  
d(m) Su (kPa)  
0 46  
4.0 180

Su-profil  
Basert på SHANSHEP og  
tidl. terr. kl. +85  
d(m) Su (kPa)  
0 55  
4.0 190

- FORKLARINGER:**
- Dreiesondering
  - Enkel sondering
  - ▽ Trykksondering
  - ⊗ Fjellkontrollboring
  - ⬥ Dreietrykksondering
  - ⊕ Totalsondering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⚡ Fjell i dagen

- ┆ Boring avsluttet
- ┆ Antatt fjell, berg
- ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn
- ┆ Boret i fjell

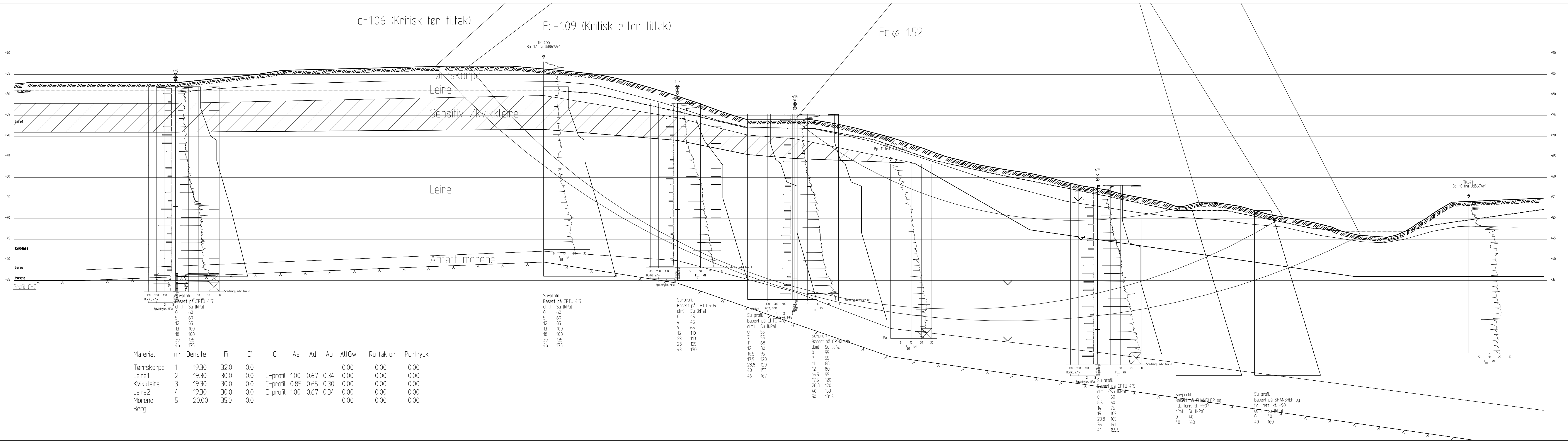
Høydereferanse: NN2000

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

1	Høydereferanse	19.08.2013	MMe	KE	KE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Klett - Sentervegen sør		Status	A3-LL		
Reguleringsplan Himmelhaugen		Original format	Målestokk		
Profil B		1400	NGI		
Stabilitetsberegning		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Dagens terreng		18.04.2013	MMe	KE	KE
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Oppdragsnr:	Tegningsnr:	Rev.	
		20110677	201	1	





Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Porttrykk
Tørnskorpe	1	19.30	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire1	2	19.30	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.67	0.34	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	3	19.30	30.0	0.0	C-profil	0.85	0.65	0.30	0.00	0.00	0.00
Leire2	4	19.30	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.67	0.34	0.00	0.00	0.00
Morene	5	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Berg											

Su-profil  
Basert på CPTU 417

d(m)	Su (kPa)
0	60
5	60
12	85
13	100
18	100
30	135
46	175

Su-profil  
Basert på CPTU 405

d(m)	Su (kPa)
0	45
4	45
9	65
15	110
23	110
28	125
43	170

Su-profil  
Basert på CPTU 416

d(m)	Su (kPa)
0	55
7	55
11	68
12	80
16.5	95
17.5	120
28.8	120
40	153
46	167

Su-profil  
Basert på CPTU 415

d(m)	Su (kPa)
0	55
7	55
11	68
12	80
16.5	95
17.5	120
28.8	120
40	153
50	181.5

Su-profil  
Basert på SHANSHEP og  
Ind. terr. kl. +90

d(m)	Su (kPa)
0	40
40	160

Su-profil  
Basert på SHANSHEP og  
Ind. terr. kl. +90

d(m)	Su (kPa)
0	40
40	160

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊖ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⊗ Fjell i dagen

┆ Boring avsluttet

┆ Antatt fjell, berg

Høydereferanse: NN2000

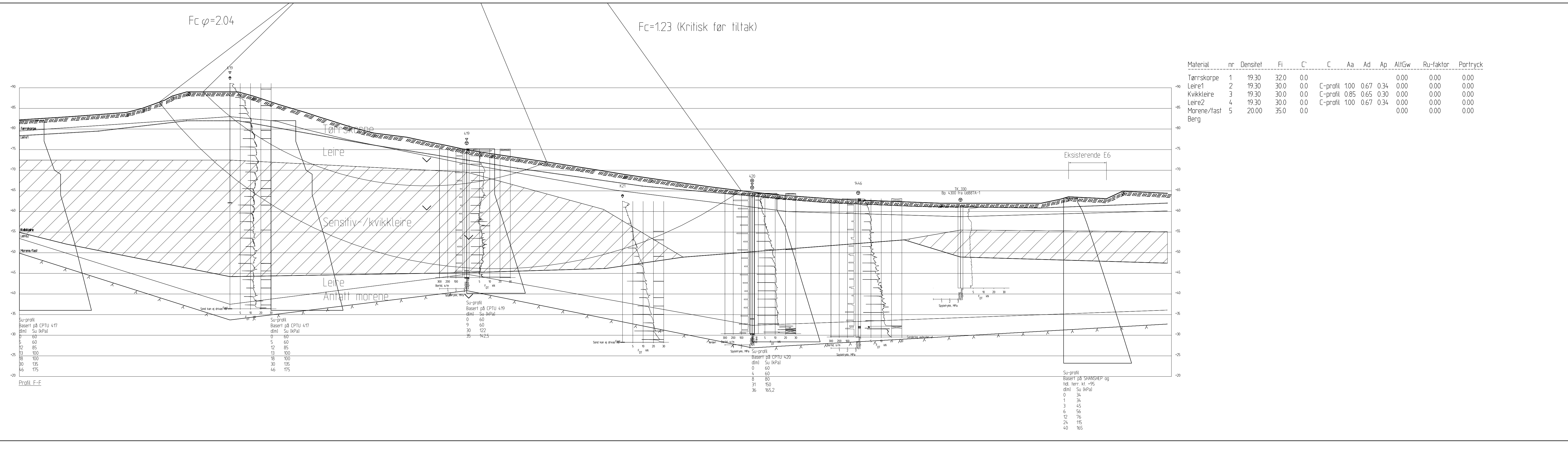
**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

1	Høydereferanse	19.08.2013	MMe	KE	KE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Klett - Sentervegen sør		Status		Original format	
Reguleringsplan Himmelhaugen		A3-L1		Tegningens filnavn	
Profil C		Målestokk		G:\prosjekt\20110677\stabgraf\fil\H_Profil_STAB_rev1	
Stabilitetsberegning		1400		NGI	
Dagens terreng					
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		18.04.2013	MMe	KE	KE
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr:	Tegningsnr:	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20110677			
www.ngi.no			203		1







- FORKLARINGER:**
- Dreiesondring
  - Enkel sondering
  - ▽ Trykksondring
  - ⊗ Fjellkontrollboring
  - ⊖ Dreietrykksondring
  - ⊕ Totalsondering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⊗ Fjell i dagen

- ┆ Boring avsluttet
  - ┆ Antatt fjell, berg
  - ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn
  - ┆ Boret i fjell
- Høydereferanse: NN2000

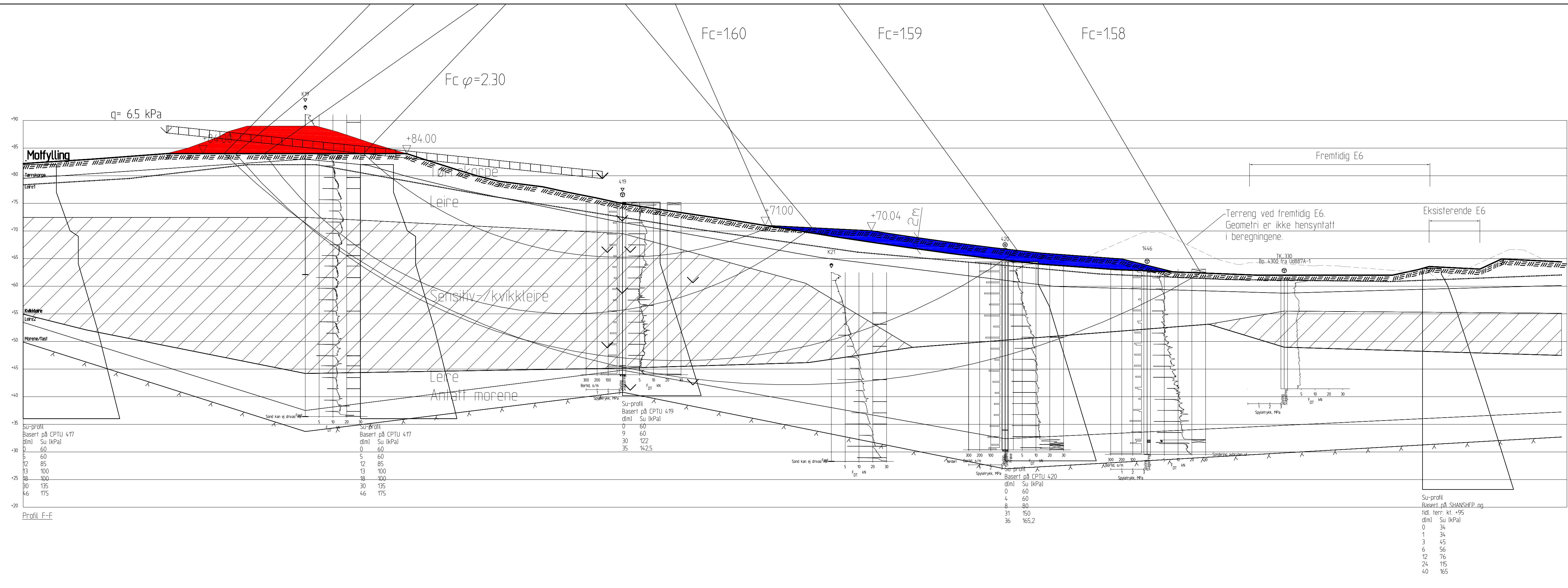
**BESTEMMELSER:**

-

**HENVISNINGER:**

-

1	Høydereferanse	19.08.2013	MMe	KE	KE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Klett - Sentervegen sør		Status			
Reguleringsplan Himmelhaugen		Original format			
Profil F		A3-LL			
Stabilitetsberegning		Tegningens filnavn			
Dagens terreng		G:\geoteknik\20110677\stabgraf.rvt\H_ProfilF_STAB_rev1			
		Målestokk	1400		
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		18.04.2013	MMe	KE	KE
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20110677	205		1
www.ngi.no					



Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Molfylling	6	19.00	30.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Tørrskorpe	1	19.30	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire1	2	19.30	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.67	0.34	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	3	19.30	30.0	0.0	C-profil	0.85	0.65	0.30	0.00	0.00	0.00
Leire2	4	19.30	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.67	0.34	0.00	0.00	0.00
Morene/fast Berg	5	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00

Su-profil  
Basert på CPTU 417  
d(m) Su (kPa)

0	60
5	60
12	85
13	100
18	100
30	135
46	175

Su-profil  
Basert på CPTU 417  
d(m) Su (kPa)

0	60
5	60
12	85
13	100
18	100
30	135
46	175

Su-profil  
Basert på CPTU 419  
d(m) Su (kPa)

0	60
30	122
35	142.5

Su-profil  
Basert på CPTU 420  
d(m) Su (kPa)

0	60
4	60
8	80
31	150
36	165.2

Su-profil  
Basert på SHANSEP ng  
lidl. terr. kt. +95  
d(m) Su (kPa)

0	34
1	34
3	45
6	56
12	76
24	115
40	165

- FORKLARINGER:**
- Dreiesondring
  - Enkel sondering
  - ▽ Trykksondring
  - ⊗ Fjellkontrollboring
  - ⬢ Dreietrykksondring
  - ⊕ Totalsondering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrøp
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⚡ Fjell i dagen

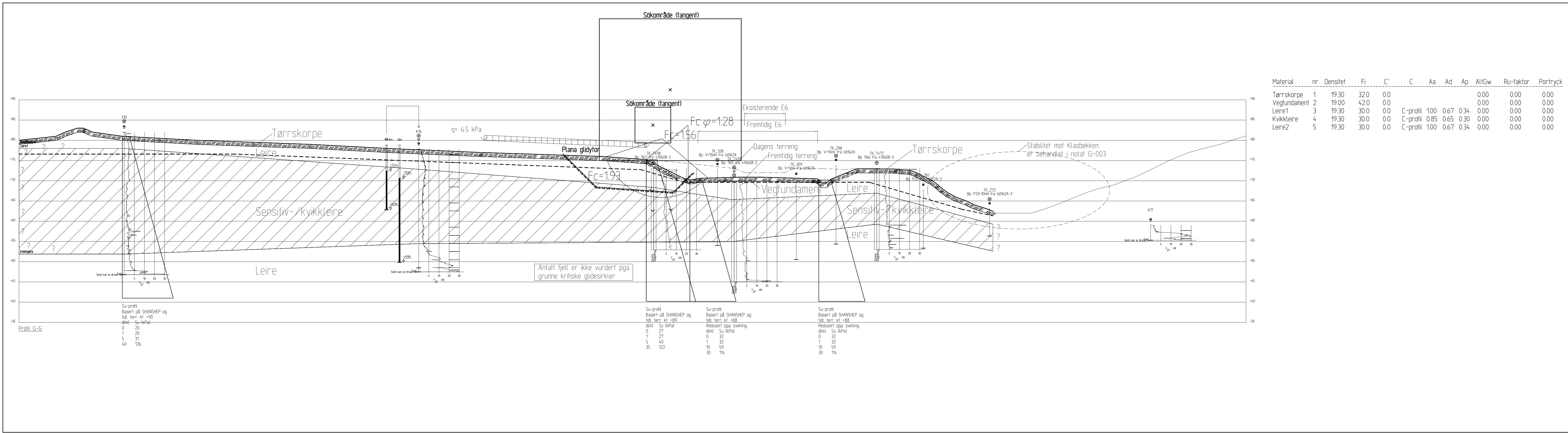
- ┆ Boring avsluttet
- ┆ Antatt fjell, berg
- ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn
- ┆ Boret i fjell

Avlastning markert med rødt og molfylling markert med blått  
Høydereferanse: NN2000

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

1	Høydereferanse. Markering av ny E6	19.08.2013	MMe	KE	KE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Klett - Sentervegen sør		Status		Original format	
Reguleringsplan Himmelhaugen		A3-L1		Tegningens filnavn	
Profil F		Målestokk		G:\gesarkiv\20110677\Stabgraf\1\FH_ProfilF_18tak_rev1	
Stabilitetsberegning		1400		NGI	
Tiltak		NGI		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 18.04.2013	Konstr./Tegnet MMe	Kontr./Tegnet KE	Godkjent KE
Oppdragsnr. 20110677		Tegningsnr. 206		Rev. 1	



- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
  - Enkel sonering
  - ▽ Trykksoneering
  - ⊗ Fjellkontrollboring
  - ⬇ Dreietrykksoneering
  - ⊕ Totalsonering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⚡ Fjell i dagen

- ┆ Boring avsluttet
  - ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn
  - ┆ Antatt fjell, berg
  - ┆ Boret i fjell
- Høydereferanse: NN2000

**BESTEMMELSER:**

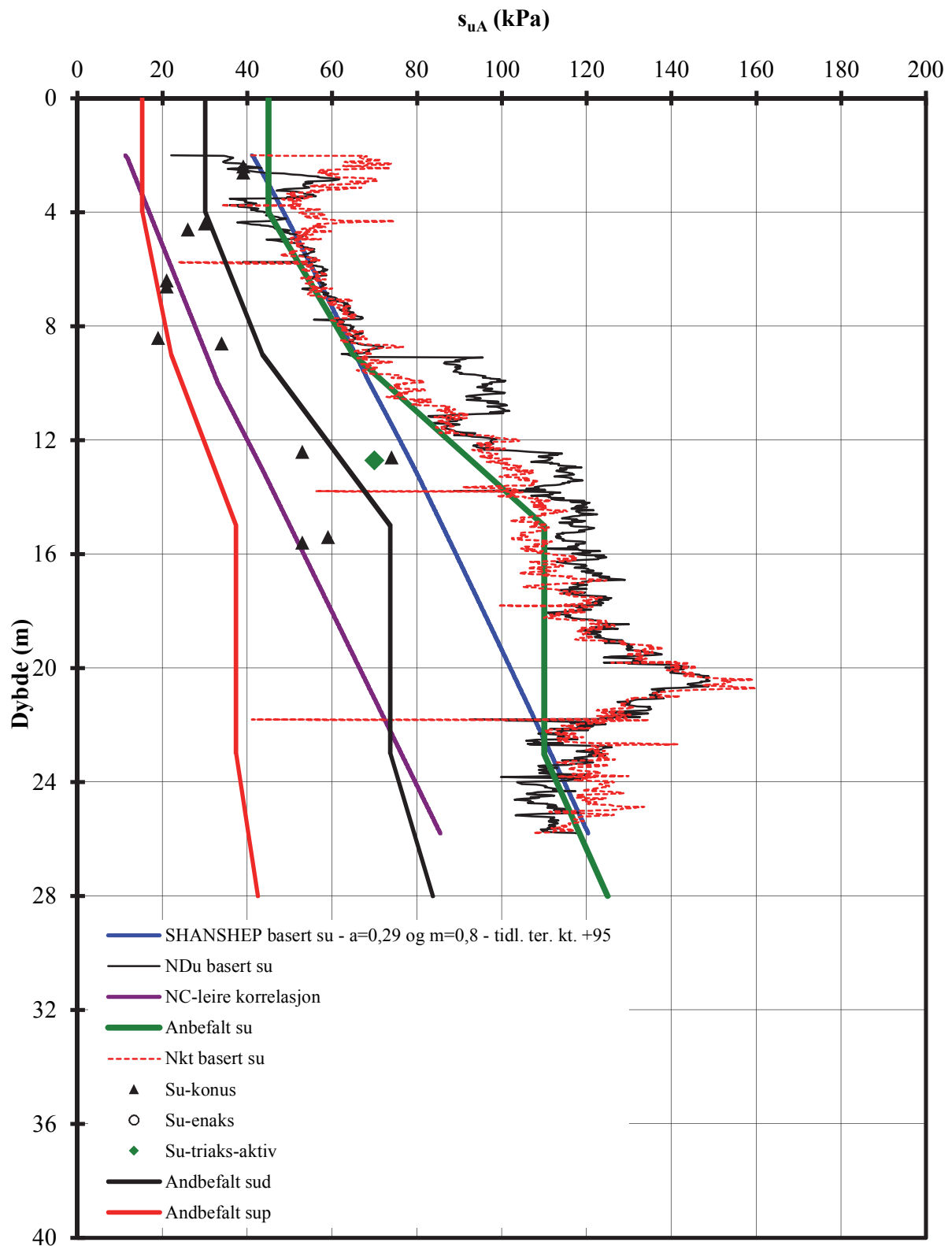
**HENVISNINGER:**

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Klett - Sentervegen sør		Status		Original format	
Reguleringsplan Himmelhaugen		A3-L1		Tegningens filnavn	
Profil G		Målestokk		G:\sagsarkiv\20110677\Stabgraf.r1\H_ProfilG.dwg	
Stabilitetsberegning		1400		Målestokk	
Ny vegskjæring		NGI		NGI	
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		19.08.2013	MMe	KE	KE
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr:	Tegningsnr:	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20110677	207	-	
www.ngi.no					



Dokumentnr.: 20110677-01-R  
Dato: 2013-04-25  
Rev.nr.: 1 / 2013-08-27  
Vedlegg A, Side 1

## Vedlegg A - Skjærfasthetsprofiler




Terrengkote : 78 m

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolkHimmelhaugen\405.xls\OCR profil

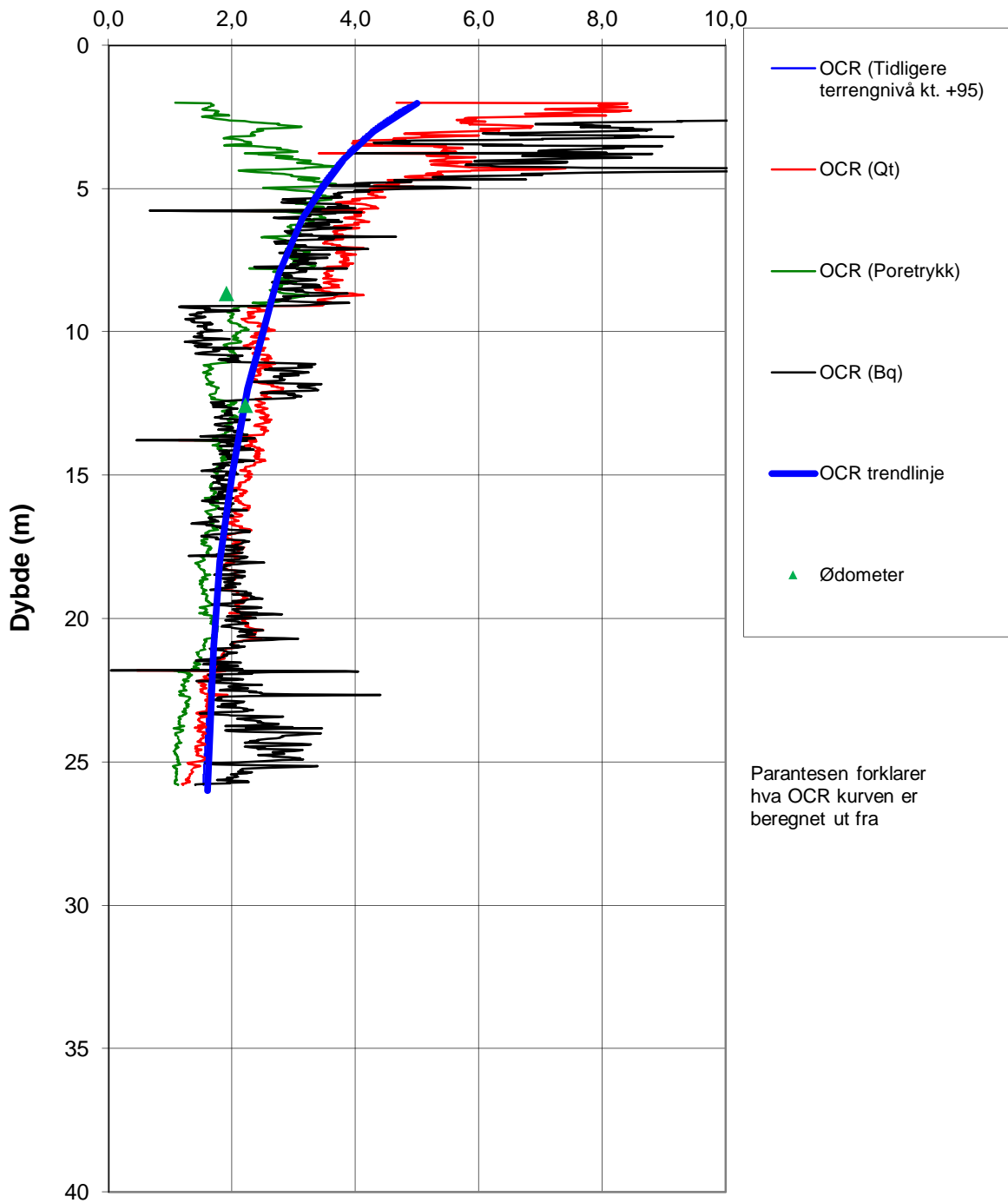
### E6 Klett - Sentervegen

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull 405


Rapport nr. <b>20110677</b>	Figur nr. <b>A1</b>
Tegner <b>MMe</b>	Dato <b>29.10.2012</b>
Kontrollert <b>AKL</b>	
Godkjent <b>KE</b>	

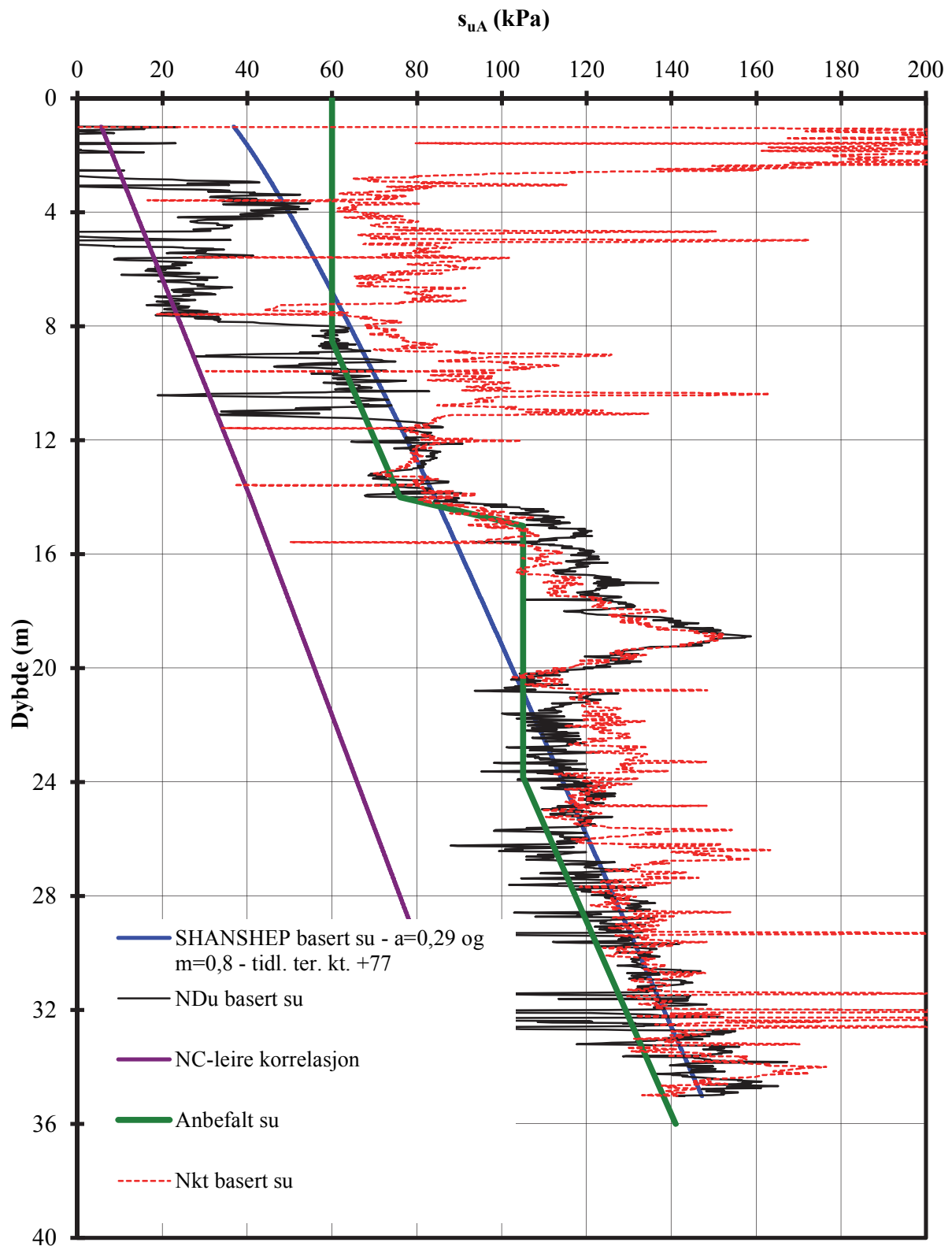
# OCR




**Terrengkote : 78 m**

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\416.xls\OCR profil

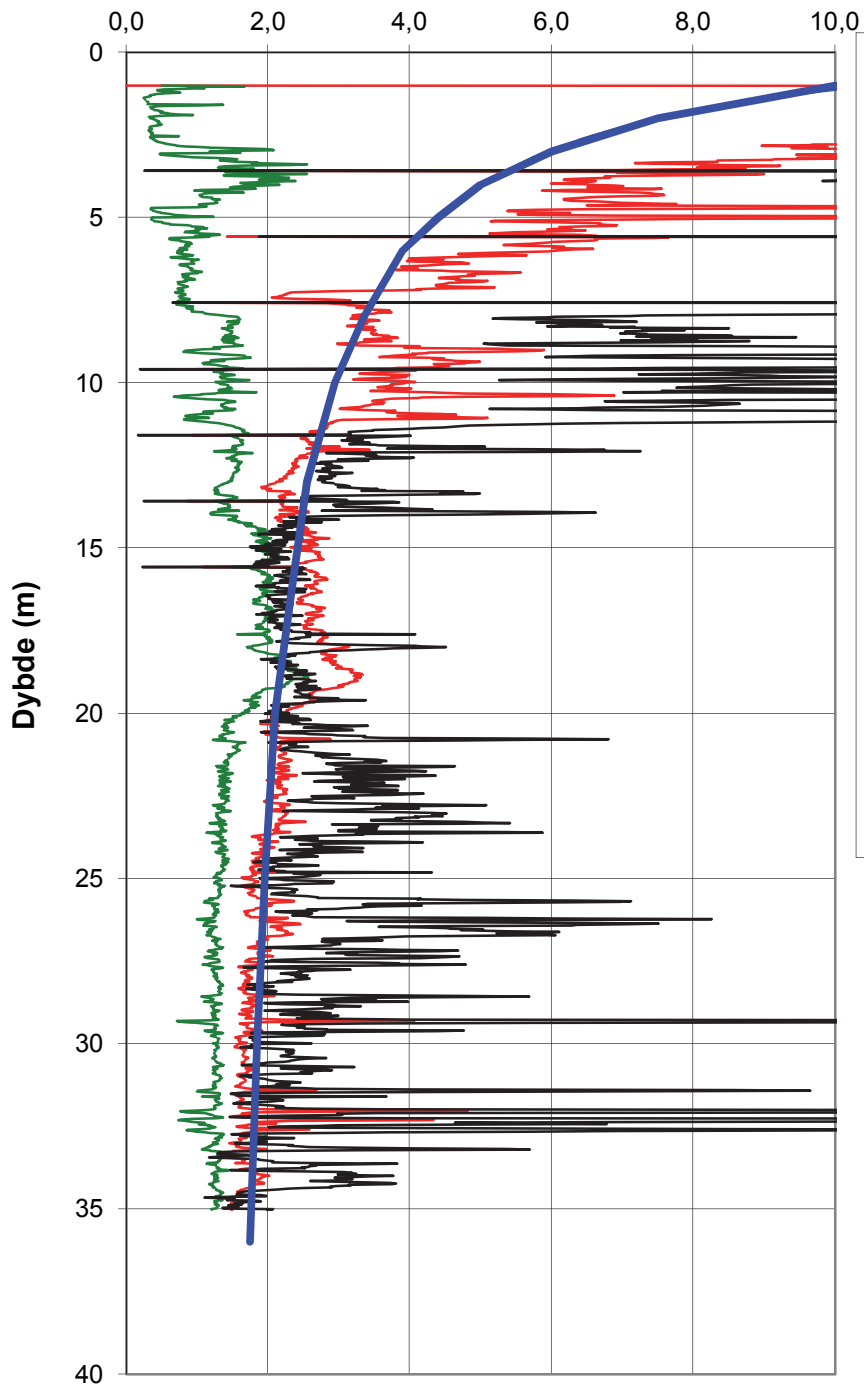
<b>E6 Klett - Sentervegen</b>  OCR basert på CPTU-sondering og antatt tidligere terreng  Borhull 405	Rapport nr.	Figur nr.
	20110677	A2
	Tegner	Dato
	MMe	30.07.2013
Kontrollert		
KE		
Godkjent		
KE		



P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolkHimmelhaugen[415.xls]OCR profil

<b>E6 Klett - Sentervegen</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20110677	A3
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull 415	Tegner	Dato
	MMe	05.04.2013
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

# OCR



— OCR (Tidligere terrengnivå kt. +77)

— OCR (Qt)

— OCR (Poretrykk)

— OCR (Bq)

— OCR trendlinje

Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

**Terrengkote : 58,15 m**

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\415.xls\OCR profil

**E6 Klett - Sentervegen**

OCR basert på CPTU-sondering og antatt tidligere terreng

Borhull 415

Rapport nr.

20110677

Figur nr.

A4

Tegner

MMe

Dato

30.07.2013

Kontrollert

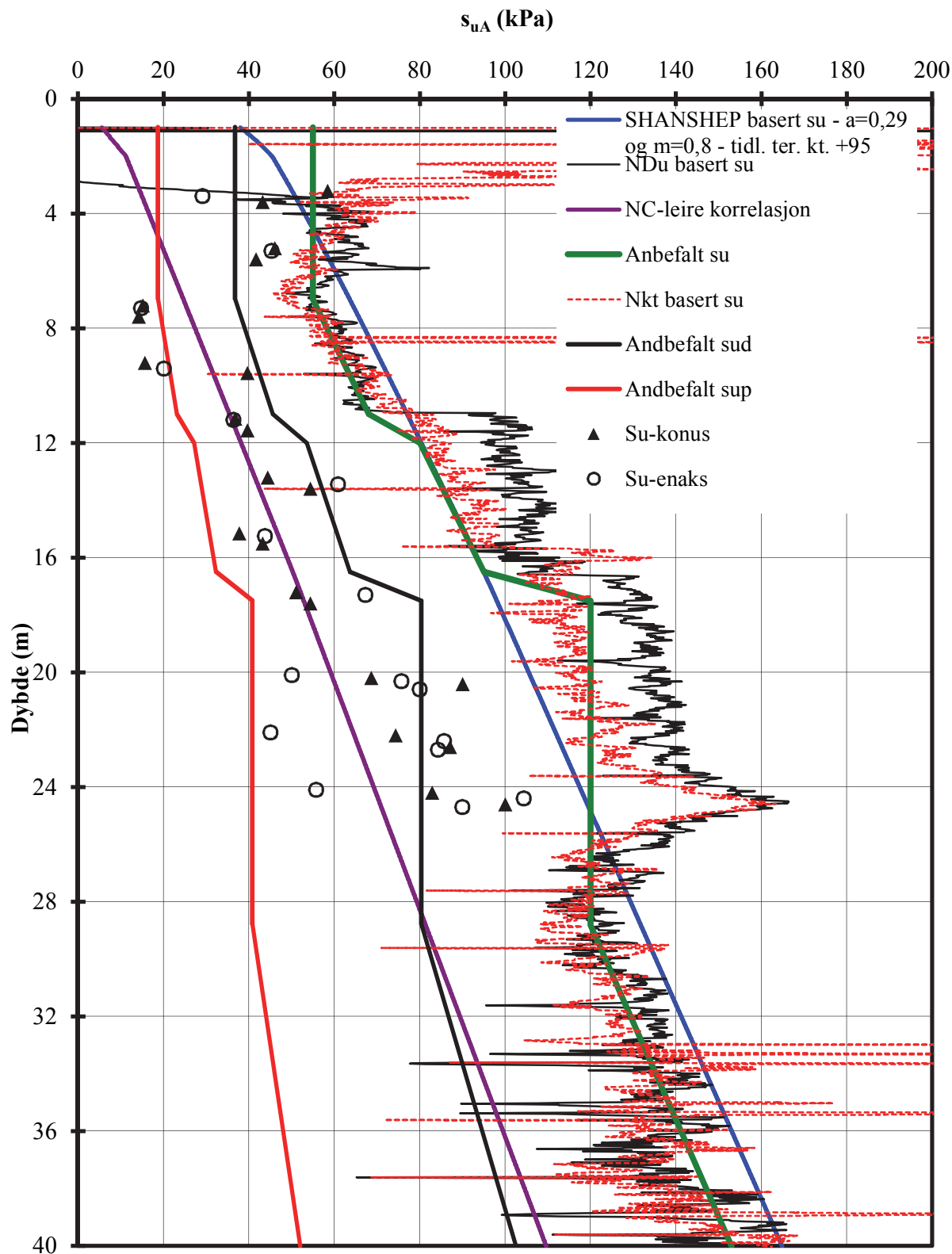
KE

Godkjent

KE








Terrengkote : 75,4 m

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolkHimmelhaugen[416.xls]OCR profil

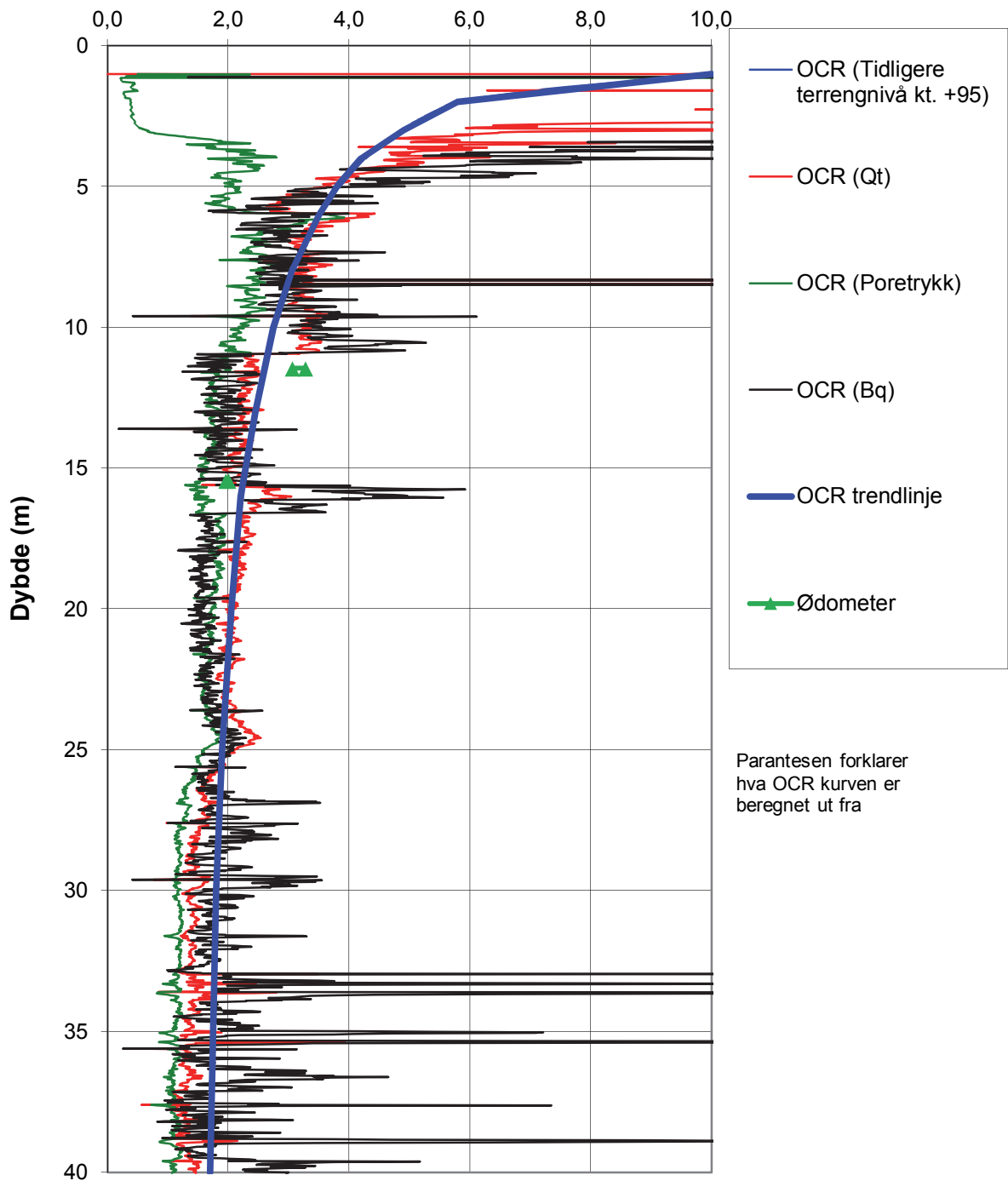
**E6 Klett - Sentervegen**

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull 416


Rapport nr. 20110677	Figur nr. A5
Tegner MMe	Dato 04.04.2013
Kontrollert KE	
Godkjent KE	

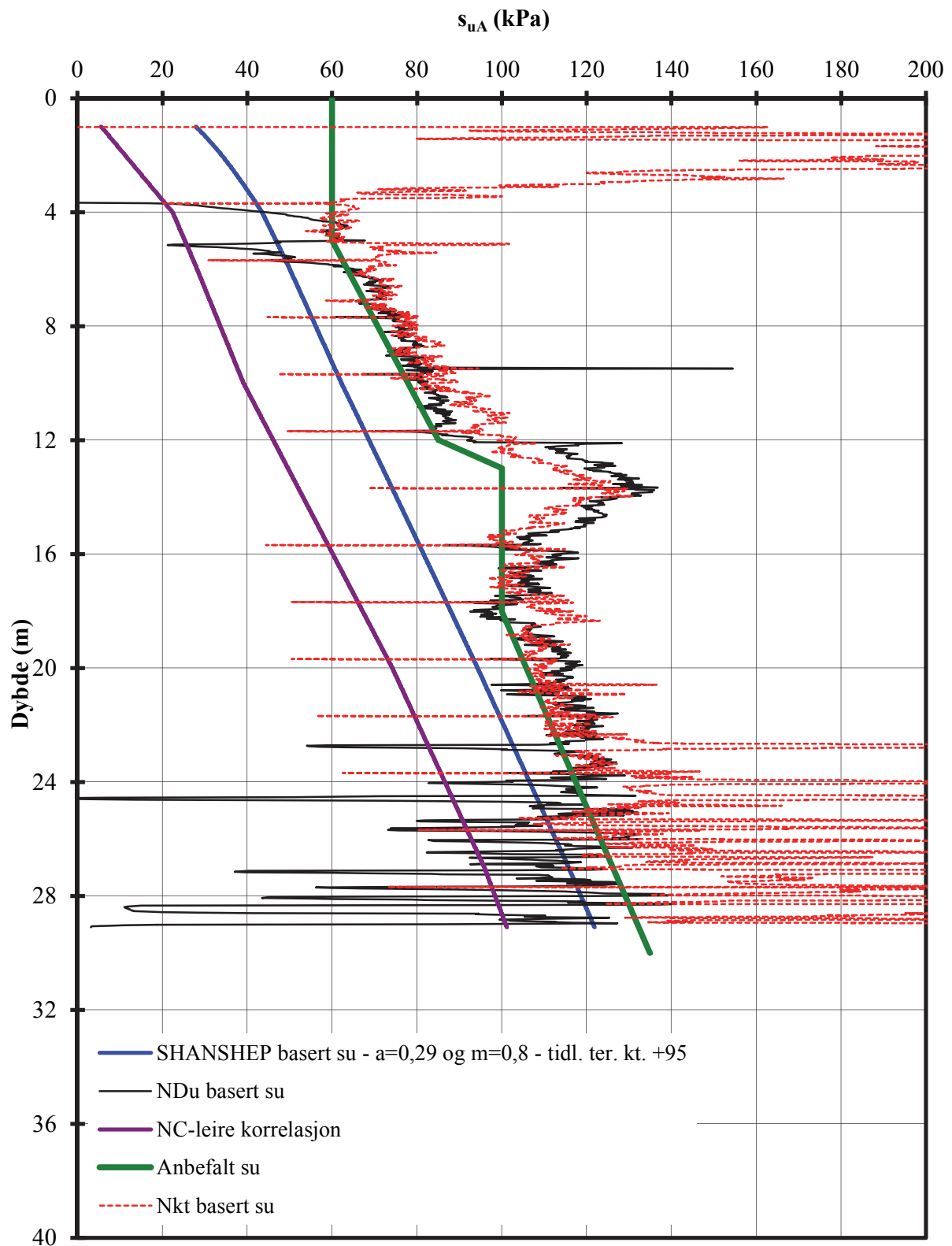
# OCR



Terrengekote : 75,4 m

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\416.xls\OCR profil

<b>E6 Klett - Sentervegen</b>  OCR basert på CPTU-sondering og antatt tidligere terreng.  Borhull 416	Rapport nr.	Figur nr.
	20110677	A6
	Tegner	Dato
	MMe	30.07.2013
Kontrollert		
KE		
Godkjent		
KE		




Terrengkote : 82,03 m

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\417.xls\OCR profil

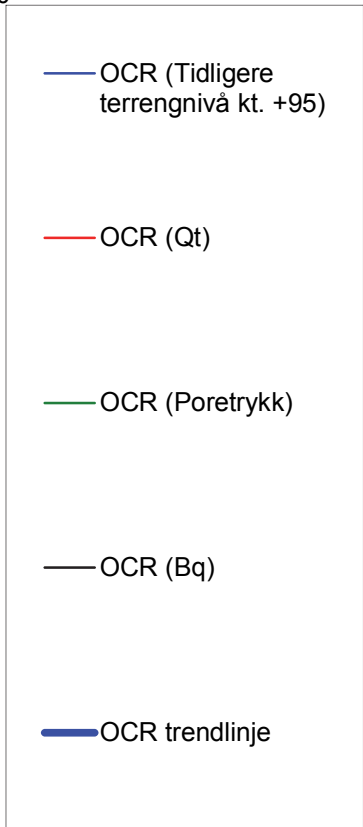
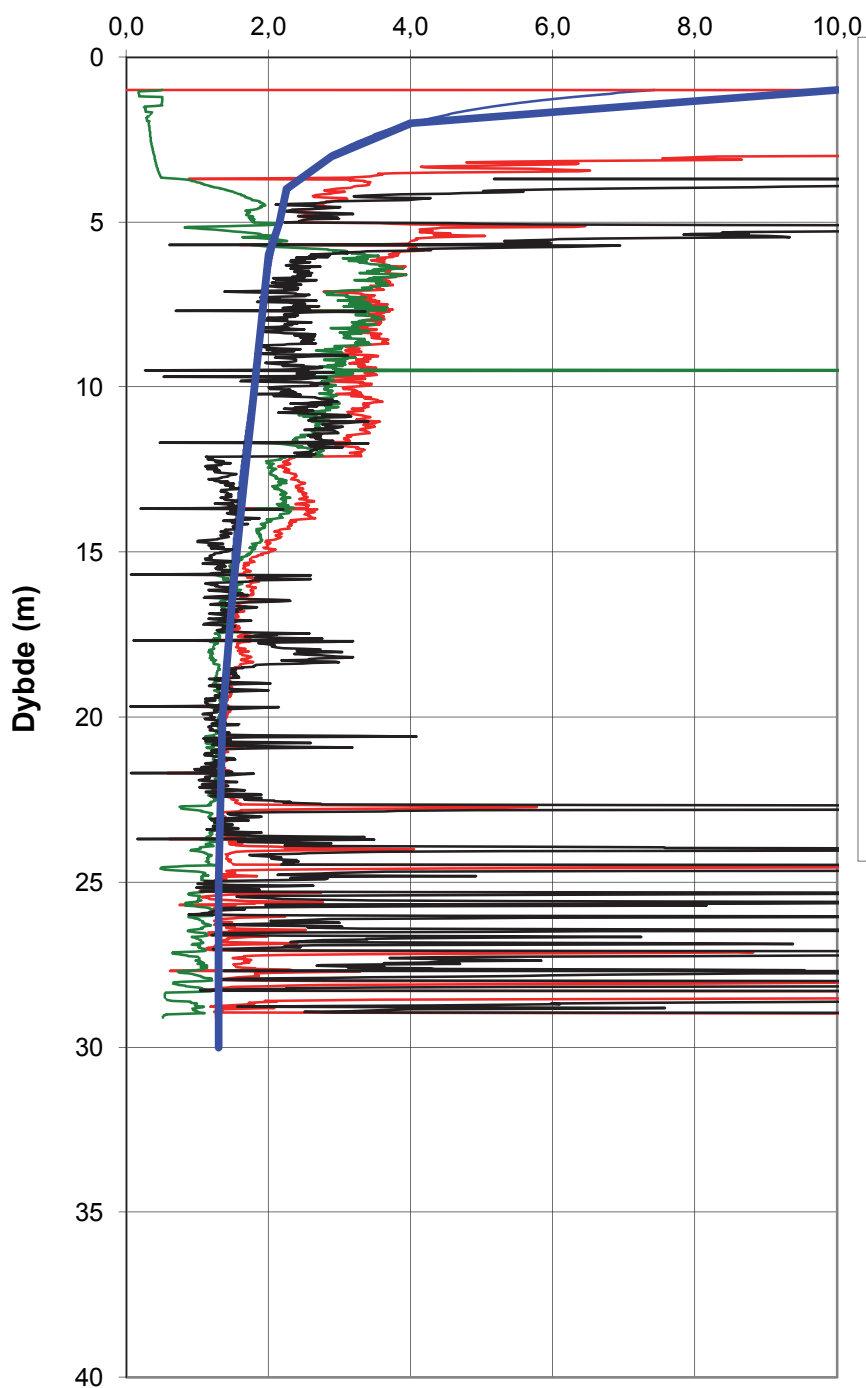
### E6 Klett - Sentervegen

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull 417

Rapport nr. 20110677	Figur nr. A7
Tegner MMe	Dato 05.04.2013
Kontrollert KE	
Godkjent KE	


# OCR

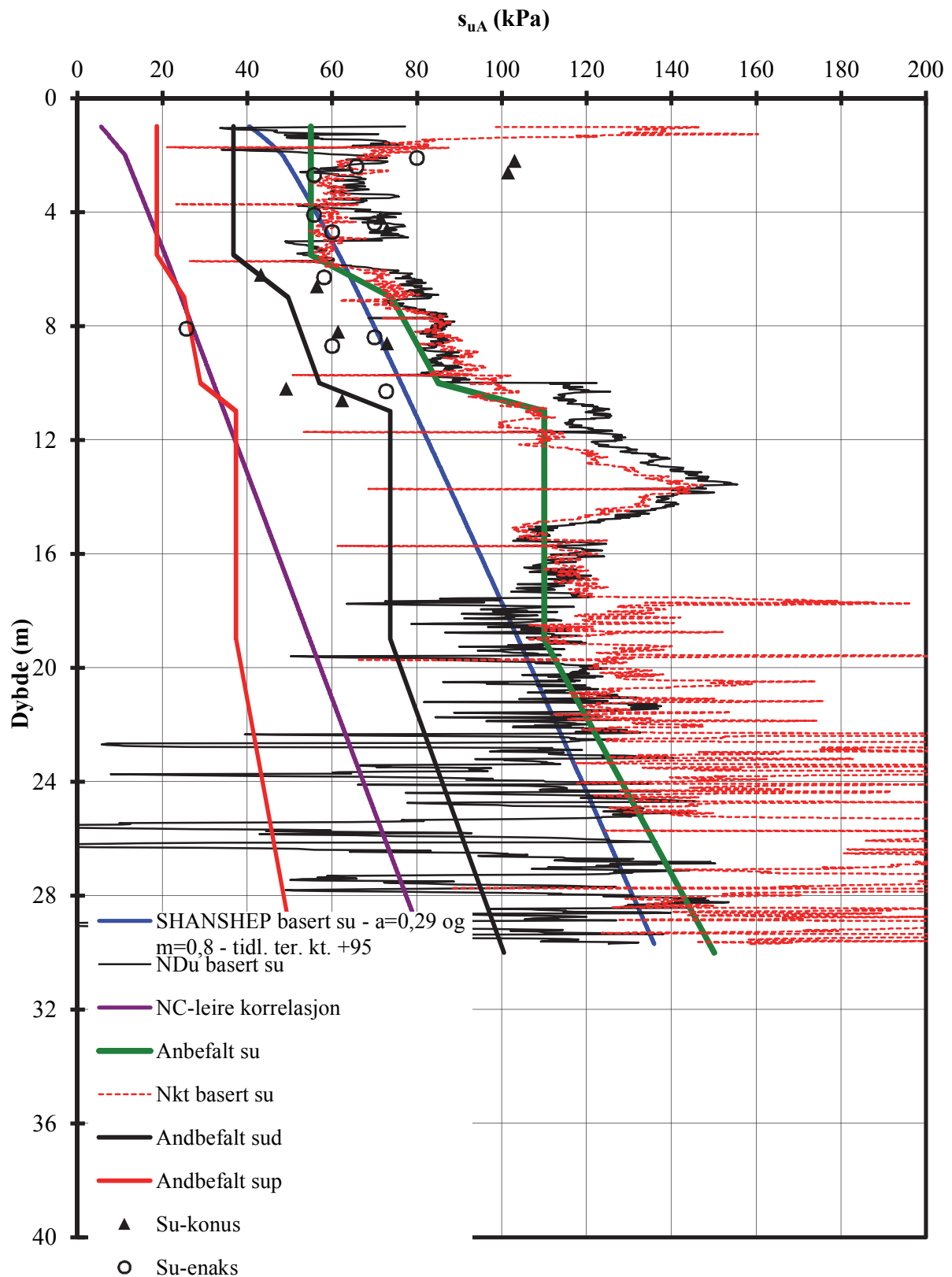


Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote : 82,03 m

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\417.xls\OCR profil

<b>E6 Klett - Sentervegen</b>  OCR basert på CPTU-sondering og antatt tidligere terreng  Borhull 417	Rapport nr.	Figur nr.
	20110677	A8
	Tegner	Dato
	MMe	30.07.2013
Kontrollert		
KE		
Godkjent		
KE		




Terrengkote : 73,63 m

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolkHimmelhaugen\418.xls\OCR profil

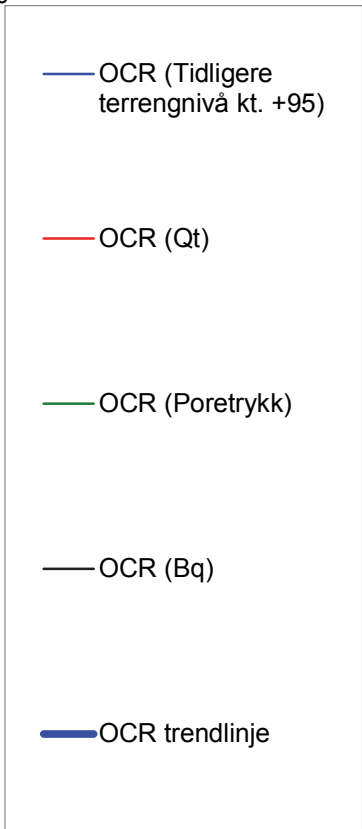
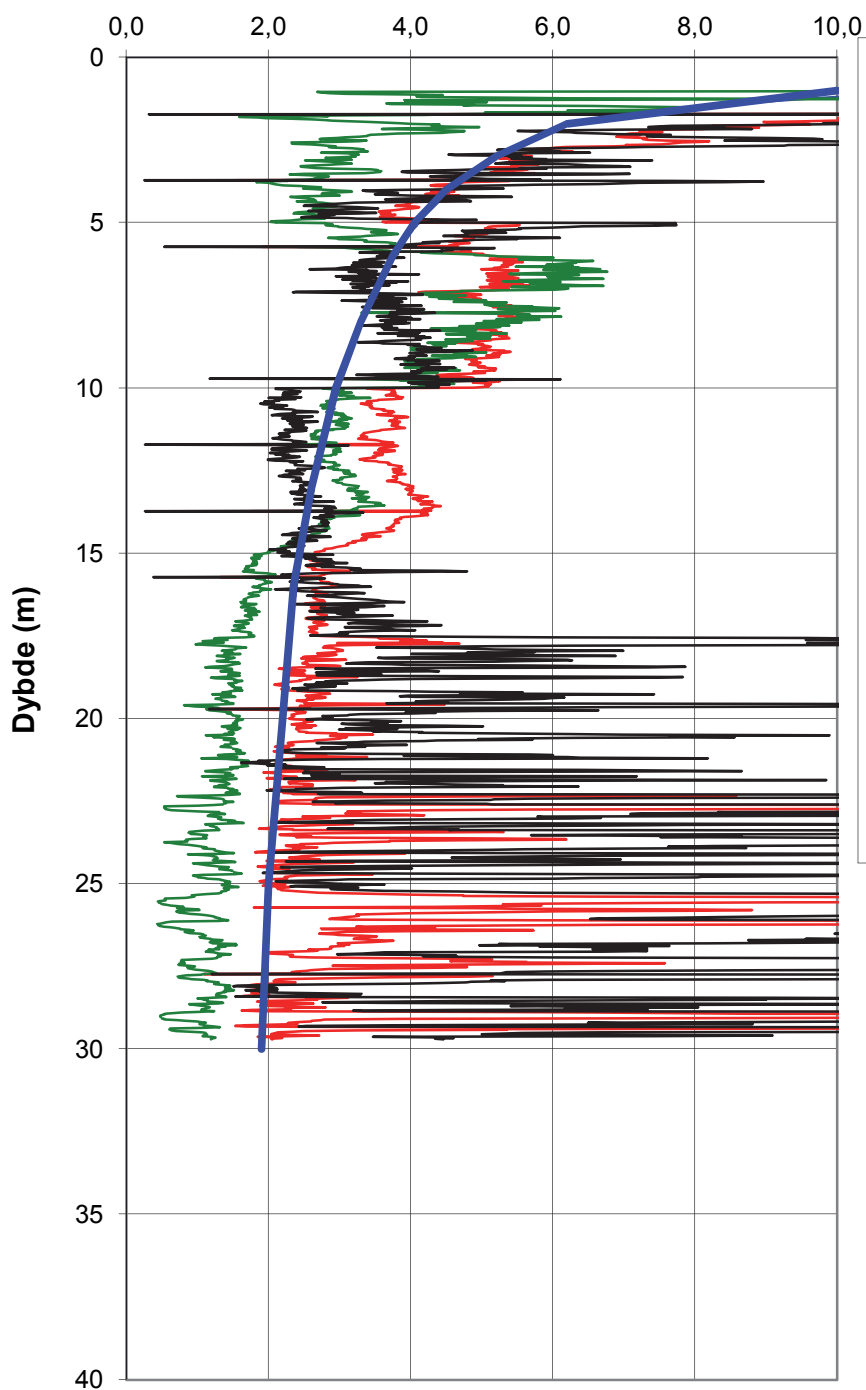
**E6 Klett - Sentervegen**

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull 418

Rapport nr.	Figur nr.
20110677	A9
Tegner	Dato
MMe	04.04.2013
Kontrollert	
Godkjent	
KE	


# OCR

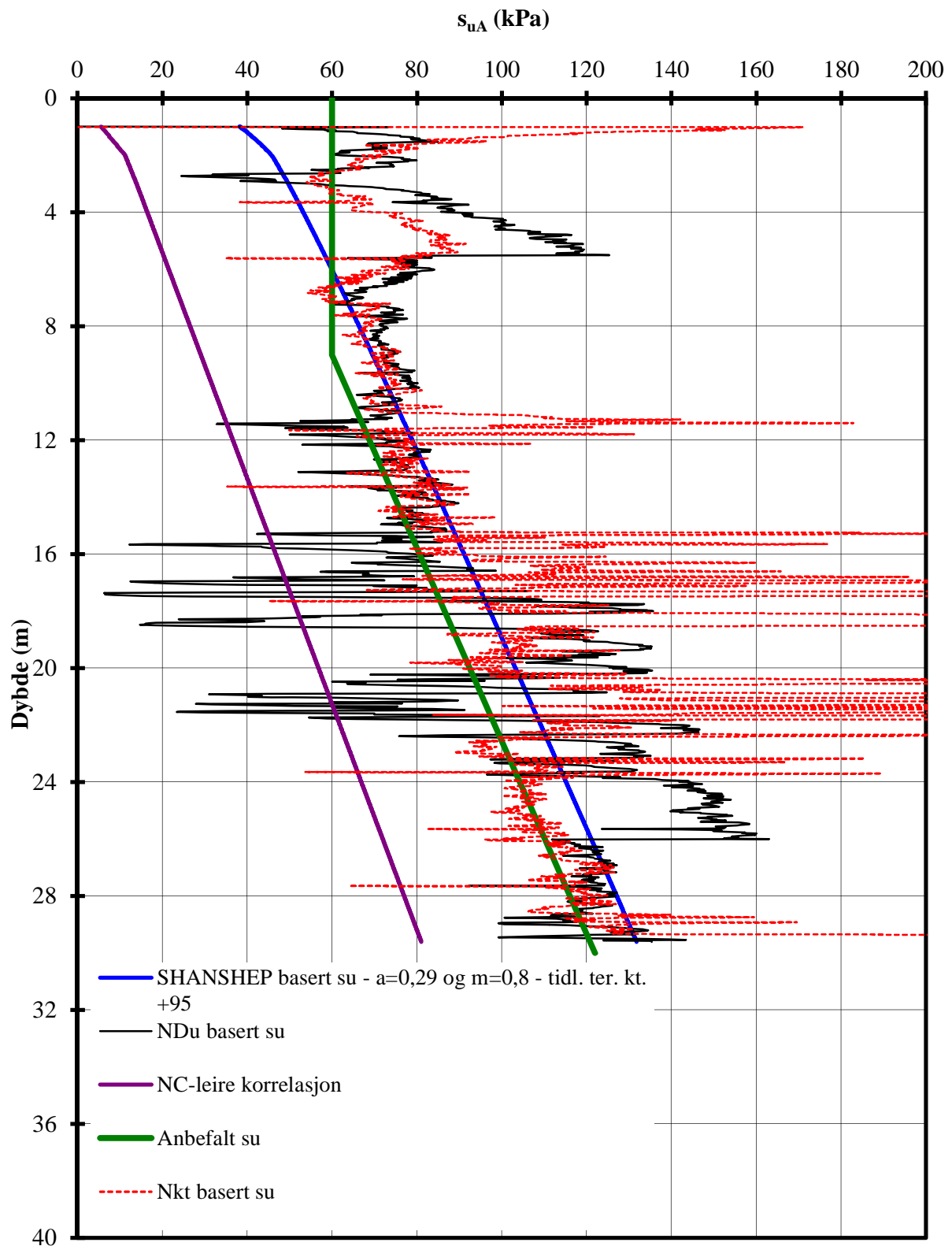


Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

**Terrengkote : 73,63 m**

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\418.xls\OCR profil

<b>E6 Klett - Sentervegen</b>  OCR basert på CPTU-sondering og antatt tidligere terreng  Borhull 418	Rapport nr.	Figur nr.
	20110677	A10
	Tegner	Dato
	MMe	30.07.2013
Kontrollert		
Godkjent		
	KE	




Terrengkote : 75,19 m

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\419.xls\sua profil

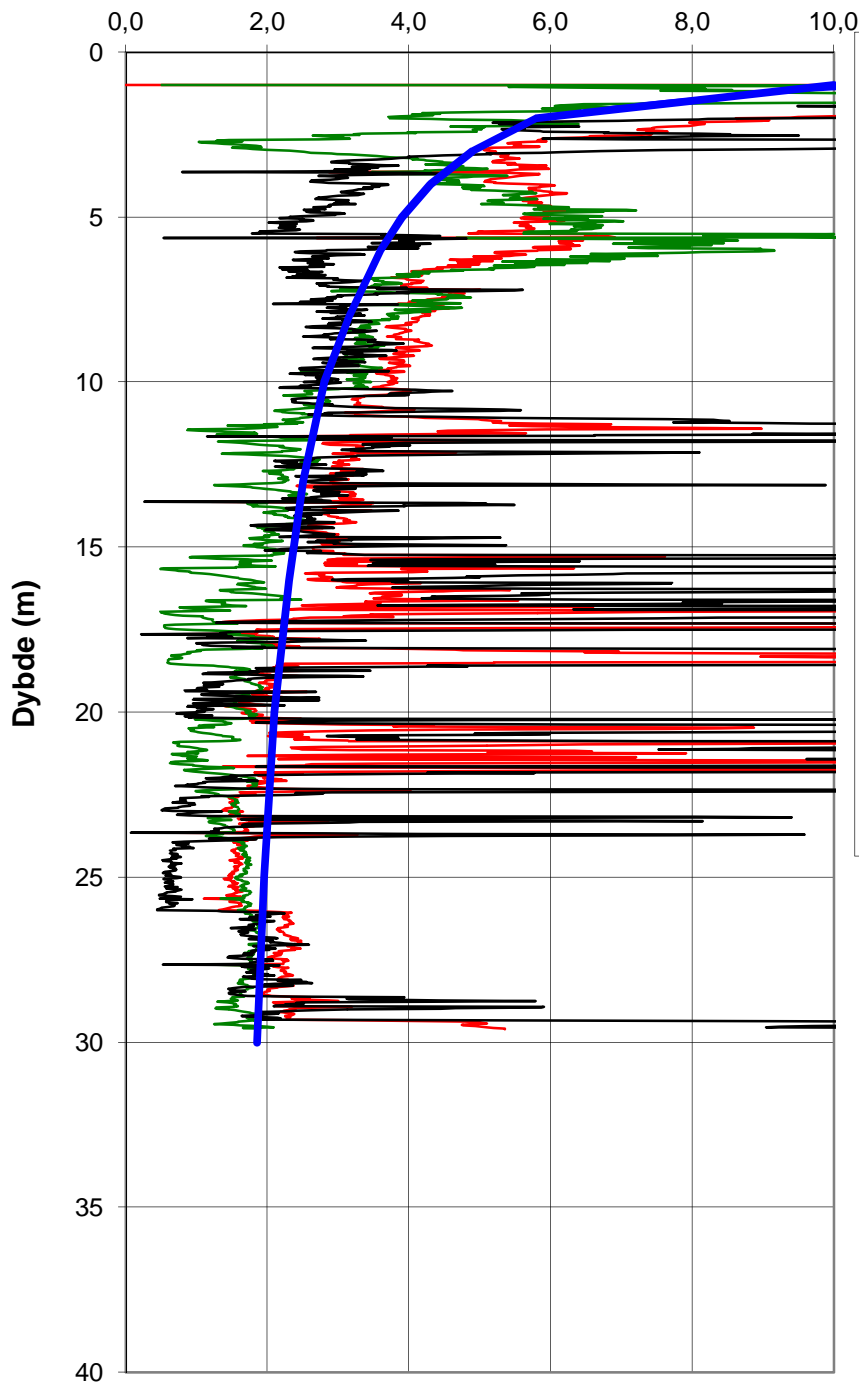
### E6 Klett - Sentervegen

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull 419

Rapport nr.	Figur nr.
20110677	A11
Tegner	Dato
MMe	05.04.2013
Kontrollert	
Godkjent	
KE	

# OCR



— OCR (Tidligere terrengnivå kt. +95)

— OCR (Qt)

— OCR (Poretrykk)

— OCR (Bq)

— OCR trendlinje

Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

**Terrengkote : 75,19 m**

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\419.xls\OCR profil

**E6 Klett - Sentervegen**

OCR basert på CPTU-sondering og antatt tidligere terreng

Borhull 419

Rapport nr.

20110677

Figur nr.

A12

Tegner

MMe

Dato

30.07.20.13

Kontrollert

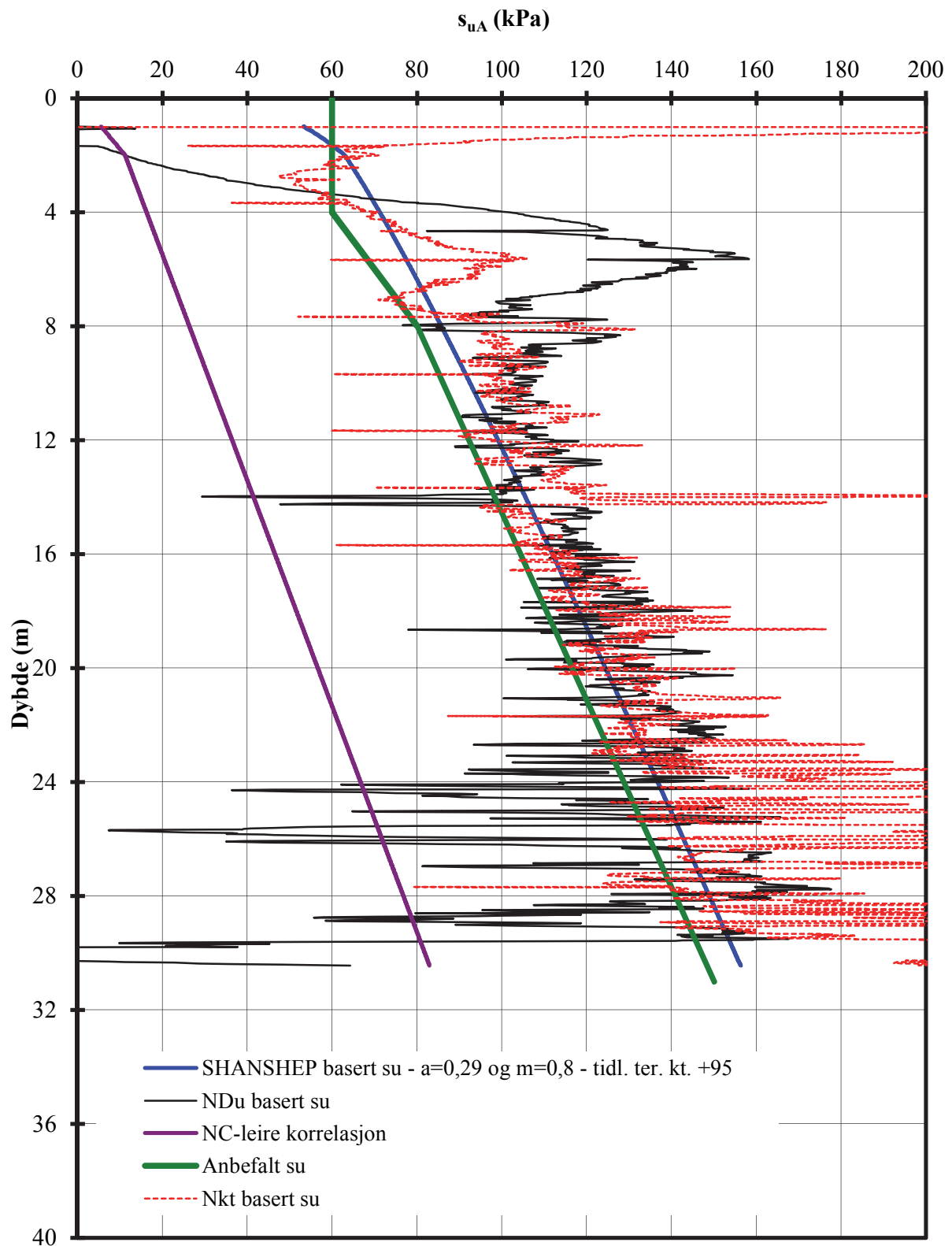
KE

Godkjent

KE








Terrengkote : 64,4 m

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\420.xls\sua profil

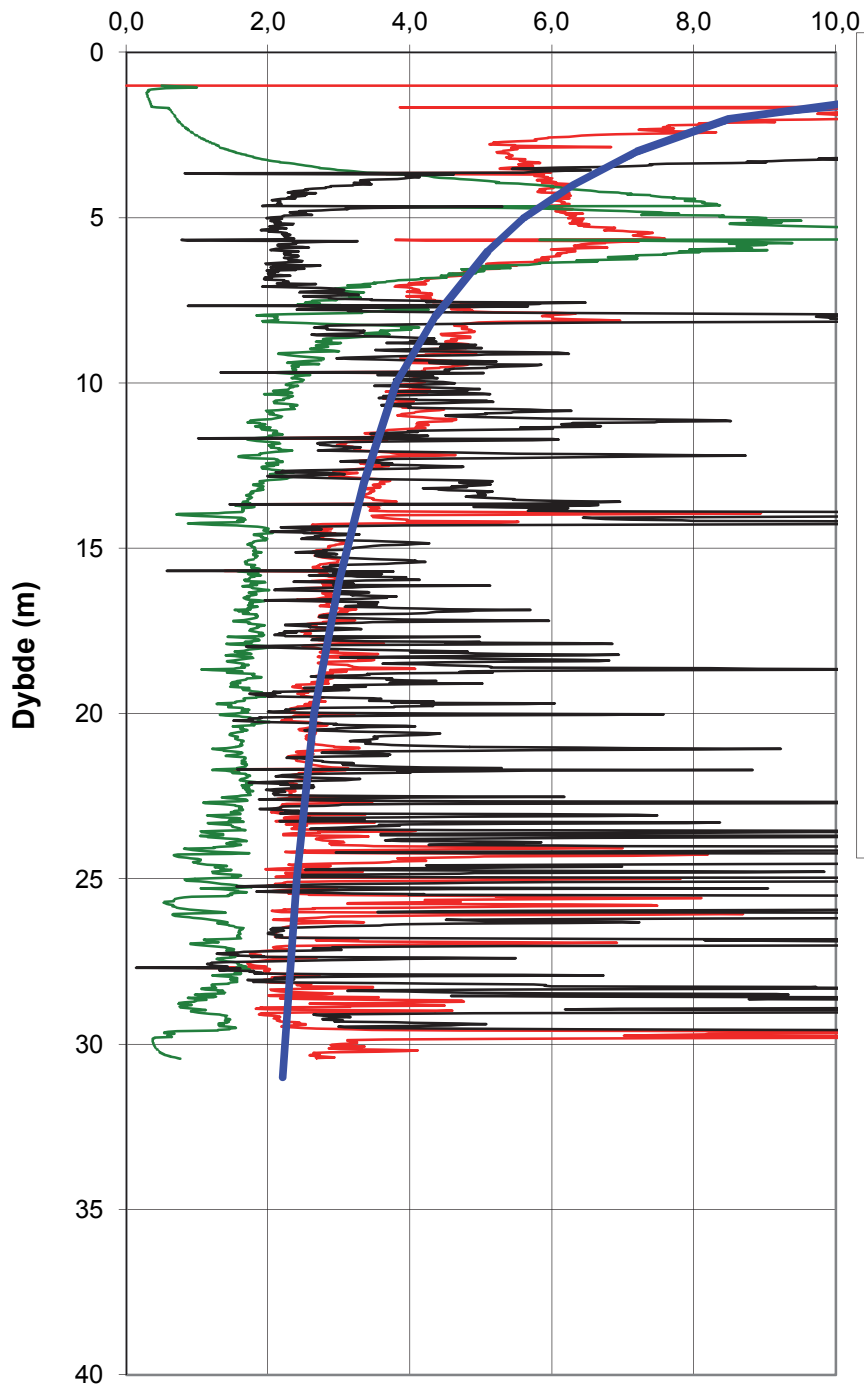
### E6 Klett - Sentervegen

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull 420

Rapport nr. <b>20110677</b>	Figur nr. <b>A13</b>
Tegner <b>MMe</b>	Dato <b>05.04.2013</b>
Kontrollert <b>KE</b>	
Godkjent <b>KE</b>	

# OCR



— OCR (Tidligere terrengnivå kt. +95)

— OCR (Qt)

— OCR (Poretrykk)

— OCR (Bq)

— OCR trendlinje

Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote : 64,4 m

P:\2011\06\20110677\Beregninger\CPTU-tolk\Himmelhaugen\420.xls\OCR profil

**E6 Klett - Sentervegen**

OCR basert på CPTU-sondering og antatt tidligere terreng

Borhull 420

Rapport nr.

20110677

Figur nr.

A14

Tegner

MMe

Dato

30.07.2013

Kontrollert

KE

Godkjent

KE



# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information												
Dokumenttittel/Document title E6 Klett – Sentervegen sør, Reguleringsplan Himmelhaugen – Geoteknisk rapport					Dokumentnr./Document No. 20110677-01-R							
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report			Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited			Dato/Date 25. april 2013		Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 1 / 27. august 2013				
Oppdragsgiver/Client Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen AS												
Emneord/Keywords Reguleringsplan, Stabilitetsberegninger, kvikkleire												
Stedfesting/Geographical information												
Land, fylke/Country, County Norge, Sør-Trøndelag					Havområde/Offshore area							
Kommune/Municipality Trondheim					Feltnavn/Field name							
Sted/Location Klett					Sted/Location							
Kartblad/Map 1621IV Trondheim					Felt, blokknr./Field, Block No.							
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N7022670 E567590												
Dokumentkontroll/Document control												
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001												
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision				Egen- kontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument				MMe		KE					
1	Nye beregninger, justert konklusjon				MMe	MMe	KE	KE				
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release				Dato/Date 2013-08-27		Sign. Prosjektleder/Project Manager Kyrre Emaus						

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)



Hovedkontor/Main office:  
PO Box 3930 Ullevål Stadion  
NO-0806 Oslo  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:  
PO Box 1230 Pirsenteret  
NO-7462 Trondheim  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00  
F: (+47) 22 23 04 48

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Kontonr 5096 05 01281/IBAN NO26 5096 0501 281  
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001  
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

