

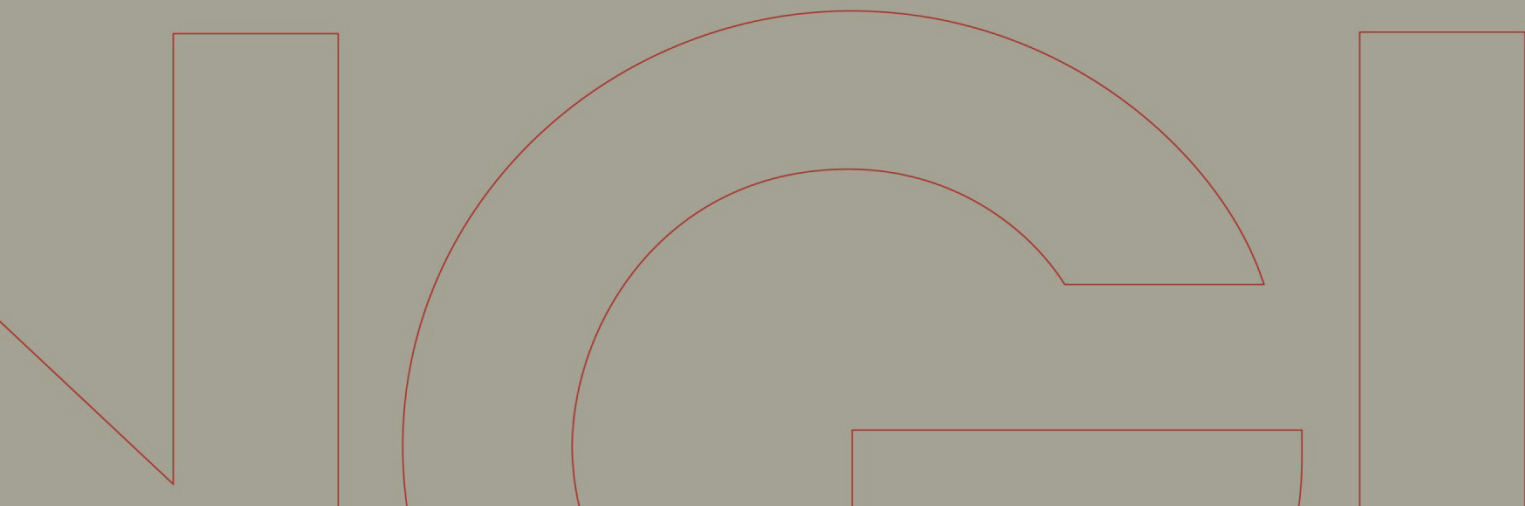


# Rapport / Report

## E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad

### Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset

20101052-00-4-R  
19. september 2011



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 tredjemand 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 Håggåtunnelen-Skjæringstad  
Dokumentnr.: 20101052-00-4-R  
Dokumenttittel: Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset  
Dato: 19. september 2011

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Pirsenteret  
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: Statens vegvesen Region midt  
Oppdragsgivers  
kontaktperson:  
Kontraktreferanse: Rammeavtale med SVRM

## For NGI

Prosjektleder: Kyrre Emaus  
Utarbeidet av: Magne Mehli /Linda Renate Bamberg  
Kontrollert av: Ragnar Moholdt / Kyrre Emaus

## Sammendrag

Denne rapporten presenterer tolking av data fra tidligere og supplerende grunnundersøkelser, samt stabilitetsanalyser i 7 beregningsprofiler. Det redegjøres for hvilke prosjektforutsetninger som gjelder og grunnlaget for stabilitetsanalysene. Forslag til eventuelle stabiliserende tiltak og vurdering av gjennomførbarhet er presentert.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlagsmateriale og forutsetninger</b>	<b>6</b>
2.1	Prosjektforutsetninger	6
2.2	Geometri	8
2.3	Felt- og laboratorieundersøkelser	9
2.4	Analyseverktøy	9
<b>3</b>	<b>Grunnforhold og topografi</b>	<b>9</b>
3.1	Kvartærgeologi	9
3.2	Kvikkleiresoner	10
3.3	Topografi	11
3.4	Fjell	11
<b>4</b>	<b>Tolking av lagdeling – generelt</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Tolking av materialparametere – generelt</b>	<b>12</b>
5.1	Poretrykksforhold	12
5.2	Tolking av laboratorieforsøk på leirprøver	12
5.3	Tolking av Shanshep-parametre fra CPTU og treaksialforsøk	13
5.4	Øvrige materialparametre for naturlige masser	16
5.5	Materialparametre for motfyllinger	16
<b>6</b>	<b>Beregningsprofiler – forutsetninger for stabilitetsanalyse</b>	<b>17</b>
6.1	Kvål sentrum	17
6.2	Forset	21
<b>7</b>	<b>Stabilitetsanalyser – resultater fra beregninger</b>	<b>24</b>
7.1	Generelt	24
7.2	Resultater	24
<b>8</b>	<b>Beskrivelse av tiltak</b>	<b>28</b>
8.1	Profil 1	28
8.2	Profil 2	28
8.3	Profil 3	29
8.4	Profil 4	30
8.5	Profil 5	30
8.6	Profil 6	31
8.7	Profil 7	31
<b>9</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>32</b>
<b>10</b>	<b>Referanser</b>	<b>32</b>

## Tegninger

Tegning 001	Oversiktskart	M = 1 : 50 000
Tegning 100	Plantegning Kvål (nord)	M = 1 : 2000
Tegning 101	Plantegning Kvål (sør)	M = 1 : 2000
Tegning 102	Plantegning Forset	M = 1 : 2000
Tegning 103	Plantegning Kvål (nord) med tiltak	M = 1 : 2000
Tegning 104	Plantegning Kvål (sør) med tiltak	M = 1 : 2000
Tegning 105	Plantegning Forset med tiltak	M = 1 : 2000

# Innhold

Tegning 106	Kotekart antatt tidligere terreng	M = 1 : 5000
Tegning 200	Profil 1 Lagdeling	M = 1 : 1000
Tegning 201	Profil 1 Stabilitetsberegning, dagens situasjon, su/afi	M = 1 : 1000
Tegning 202	Profil 1 Stabilitetsberegning, etter tiltak, su/afi	M = 1 : 1000
Tegning 203	Profil 2 Lagdeling	M = 1 : 1000
Tegning 204	Profil 2 Stabilitetsberegning, dagens situasjon, su	M = 1 : 1000
Tegning 205	Profil 2 Stabilitetsberegning, dagens situasjon, afi	M = 1 : 1000
Tegning 206	Profil 2 Stabilitetsberegning, etter tiltak, su	M = 1 : 1000
Tegning 207	Profil 2 Stabilitetsberegning, etter tiltak, afi	M = 1 : 1000
Tegning 208	Profil 3 Lagdeling	M = 1 : 1000
Tegning 209	Profil 3 Stabilitetsberegning, dagens situasjon, su/afi	M = 1 : 1000
Tegning 210	Profil 3 Stabilitetsberegning, etter tiltak, su/afi	M = 1 : 1000
Tegning 211	Profil 4 Lagdeling	M = 1 : 1000
Tegning 212	Profil 4 Stabilitetsberegning, dagens situasjon, su/afi	M = 1 : 1000
Tegning 213	Profil 4 Stabilitetsberegning, etter tiltak, su/afi	M = 1 : 1000
Tegning 214	Profil 5 Lagdeling	M = 1 : 1000
Tegning 215	Profil 5 Stabilitetsberegning, dagens situasjon, su/afi	M = 1 : 1000
Tegning 216	Profil 5 Stabilitetsberegning, etter tiltak, su/afi	M = 1 : 1000
Tegning 217	Profil 6 Lagdeling	M = 1 : 1000
Tegning 218	Profil 6 Stabilitetsberegning, dagens situasjon, su	M = 1 : 1000
Tegning 219	Profil 6 Stabilitetsberegning, dagens situasjon, afi	M = 1 : 1000
Tegning 220	Profil 6 Stabilitetsberegning, etter tiltak, su	M = 1 : 1000
Tegning 221	Profil 6 Stabilitetsberegning, etter tiltak, afi	M = 1 : 1000
Tegning 222	Profil 7 Lagdeling	M = 1 : 1000
Tegning 223	Profil 7 Stabilitetsberegning, dagens situasjon, su/afi	M = 1 : 1000
Tegning 224	Profil 7 Stabilitetsberegning, etter tiltak, su/afi	M = 1 : 1000

## Vedlegg

Vedlegg A	Poretrykksmålinger
Vedlegg B	Tolkning av laboratorieforsøk
Vedlegg C	Tolkning av CPTU-sonderinger

## Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

NGI er engasjert av Statens vegvesen Region midt (SVRM) i forbindelse med utredning av ny E6 mellom Håggåtunnelen og Skjæringstad i Melhus kommune. Tre mulige traseer skal utredes, hvorav alternativ 1 og 2 kommer innenfor eller i utløpsområdet til de registrerte kvikkeiresonene "Kvål", "Egga" og "Forset". NGIs oppdrag består i å utføre stabilitetsberegninger og geotekniske vurderinger for de mulige traseene.

I alt er det utført stabilitetsanalyser i 7 beregningsprofiler i det aktuelle området. Profilene 1-4 ligger i Kvål sentrum på østsiden av Gaula, mens profilene 5-7 ligger på Forset vest for Gaula. For å fremskaffe pålitelige beregningsparametere til bruk i stabilitetsanalysene har NGI utført supplerende grunnundersøkelser i perioden 2. - 18. mai 2011. Grunnundersøkelsene er presentert i NGI-rapport 20101052-00-3-R av 1. juli 2011.

NGI har på oppdrag fra NVE tidligere utført grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger for vurdering av områdestabilitet og evt. nødvendige tiltak i kvikkeiresonene "Kvål" og "Forset". Utredningen er presentert i NGI-rapport 20051784-1 av 27. oktober 2006. I tillegg til den foran nevnte undersøkelsen er det utført en rekke geotekniske undersøkelser i det aktuelle området. Alle relevante, foreliggende undersøkelser er samlet i Statens Vegvesens rapport Ud 906 A "E6 Lundamo-Skjæringstad-Datarapport" av 12. oktober 2009.

Denne rapporten presenterer tolking av data fra tidligere og supplerende grunnundersøkelser, samt stabilitetsanalyser i 7 beregningsprofiler. Det redegjøres for hvilke prosjektforutsetninger som gjelder og grunnlaget for stabilitetsanalysene. Forslag til eventuelle stabiliserende tiltak og vurdering av gjennomførbarhet er presentert til slutt i rapporten.

## 2 Grunnlagsmateriale og forutsetninger

### 2.1 Prosjektforutsetninger

Stabilitetsberegningene er utført med grunnlag i de krav som stilles i Håndbok 016: "Geoteknikk i vegbygging"(juni 2010) utarbeidet av Statens vegvesen som er i tråd med gjeldende standarder:

- NS-EN 1990:2002+NA:2008 Eurocode: "Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 Eurocode 7: "Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler"
- NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 Eurocode 7: "Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver"

For stabiliserende tiltak gjelder Håndbok 274: "Grunnforsterkning, fyllinger og skrånninger"

### 2.1.1 Lastforutsetninger

#### Egenlast av jord

Det benyttes verdier fremkommet ved grunnundersøkelser eller forsiktig antatt ut fra andre geotekniske data.

#### Poretrykk

Det benyttes verdier fremkommet ved grunnundersøkelser eller forsiktig antatt ut fra andre geotekniske data. Dersom det ikke foreligger måling av poretrykksfordelingen i dybden foretas vurdering av trykkforløpet basert blant annet på topografiske forhold og mulige strømningsretninger.

#### Terrenglaster

For trafikklast er benyttet en jevnt fordelt belastning på 10 kPa over hele vegens planeringsbredde hvis ugunstig (0 hvis gunstig). Tilsvarende gjelder for gang- / sykkelveg.

For jernbanetrafikk benyttes en punktlast på 110 kN fordelt på 2,5 meter svillebredde, jf. JD525: "Bruer. Regler for prosjektering og bygging".

#### Partialfaktorer for last, $\gamma_F$

- Egenlast (jord og vann):  $\gamma_G = 1,0$
- Terrenglast, trafikk:  $\gamma_Q = 1,3$
- Terrenglast, tog:  $\gamma_Q = 1,5$

### 2.1.2 Materialeegenskaper

Generelt velges karakteristiske verdier av geotekniske parametre som et forsiktig anslag for den verdien som har betydning for grensetilstanden.

I utgangspunktet forutsettes geotekniske parametre bestemt gjennom felt- og laboratorieundersøkelser. I mangel av slike, det gjelder i første rekke friksjonsmaterialer i original grunn og tilførte masser/fyllmasser, benyttes erfaringsverdier.

### 2.1.3 Geoteknisk kategori og partialfaktorer for materialeegenskap, $\gamma_M$

For valg av partialfaktor  $\gamma_M$  legges generelt Håndbok 016, kapittel 0.3.6 til grunn. I tillegg til materialeegenskapene, skal partialfaktoren  $\gamma_M$  dekke usikkerhet i beregningsmodellen som benyttes.

Valg av partialfaktor  $\gamma_M$  avhenger av konsekvensklasse (CC) og bruddmekanisme og er gitt i Håndbok 016, Figur 0.3. Figurens krav til minimum partialfaktor gjelder både ved effektivspennings- og totalspenningsanalyser

Arbeider i kvikkleiresoner skal alltid plasseres i geoteknisk kategori 3 og partialfaktor for materialeegenskap må derfor velges fra konsekvensklasse CC3.

Figur 0.3 gir da følgende størrelse for  $\gamma_M$  avhengig av bruddtype:

- Seigt, dilatant  $\gamma_M = 1,4$
- Nøytralt  $\gamma_M = 1,5$
- Sprøtt, kontraktant  $\gamma_M = 1,6$

For de forskjellige materialene velges følgende bruddtype:

- Tørrskorpe (sand, silt, leire)\*: Seigt, dilatant
- Lite sensitiv leire, silt: Nøytralt
- Sensitiv /kvikk leire: Sprøtt, kontraktant

\* modelleres kun med effektivspenningsparametre

#### 2.1.4 Stabilitetsforbedring

Dersom det i stabilitetsanalyser påvises at eksisterende terreng ikke tilfredsstillende kravene til partialfaktor i avsnitt 4.2 (eks  $\gamma_M < 1,6$  for kvikk leire) kan krav til prosentvis forbedring av partialfaktor  $\gamma_M$  iht. Figur 0.4 i Håndbok 016 benyttes. Prosentvis forbedring forutsetter at det ikke er teknisk mulig å oppnå  $\gamma_M=1,5/1,6$ . Der det er teknisk mulig, skal stabilitetsforbedringene ta sikte på å oppnå partialfaktor  $\gamma_M=1,5/1,6$ .

Figur 0.4 angir krav til prosentvis forbedring av stabilitetsforhold ved totalspenningsanalyse. Forut for anvendelse av Figur 0.4 vurderes hvilken partialfaktor det er mulig å oppnå, og dersom oppnåelig partialfaktor er  $\gamma_M > 1,4$  settes denne som krav til områdestabilitet.

Figur 0.4 i Håndbok 016 angir krav til 20 % stabilitetsforbedring ved initiell partialfaktor 1,0 og viser lineært avtagende forbedringskrav opp til initiell partialfaktor 1,5/1,6 for ikke-kvikk/kvikk leire.

Ved bruk av prosentvis forbedring, gjelder minimumskravene alle potensielle glideflater i aktuelt snitt.

## 2.2 Geometri

Sosi-filer med kartgrunnlag ble mottatt den 2. juli 2011 (eiendomsgrenser, bane, bygg, høydekurver, ledninger, vann og veg):

- Digitalt kart\_Ler-Skjæringstad.sos
- Digitalt eiendomskart\_Ler-Skjæringstad.sos

Data for nye veglinjealternativer ble mottatt 5. juli/25. august 2011 (alt.2, alt.3A, alt.3B, kobling M, kobling O) og 2. september (alt. 1).



## 2.3 Felt- og laboratorieundersøkelser

Geotekniske parametere er så langt det er mulig tolket på grunnlag av felt- og laboratorieundersøkelser. Felt- og grunnundersøkelsene hentet fra følgende grunnundersøkelsesrapporter:

- Multiconsult: 411760-1, 03.07.2006, ”Kvikkleirekartlegging Melhus – geoteknisk datarapport”
- NGI: 20101052-00-3-R, 01.07.2011, ”E6 Håggåtunnelen – Skjæringstad, Grunnundersøkelser – datarapport”
- SVV: Ud906A, 12.10.2009, ”E6 Lundamo-Skjærdingstad-Datarapport”

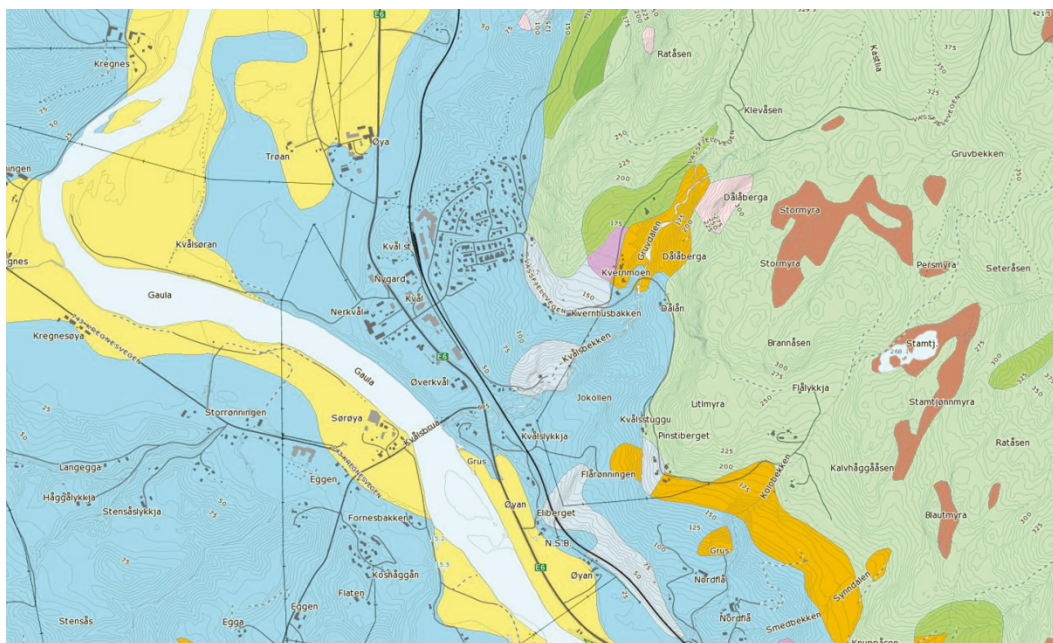
## 2.4 Analyseverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med programmet GeoSuite Stabilitet/Beast. Programmet kan regne plane, sirkulære og sammensatte skjærflater total- eller effektivspenningsbasis.

# 3 Grunnforhold og topografi

## 3.1 Kwartærgeologi

Kwartærgeologisk kart viser at løsmassene i området domineres av marine hav- og fjordavsetninger (lyseblått) og elveavsetninger (gult) langs Gaula.



Figur 1 Kwartærgeologisk kart (NGU)

### *Marine hav- og fjordavsetninger (silt og leire)*

Disse massene, som består av silt og leire, er registrert i de aller flest boringene i området. Mektigheten av massene er stor og det er ingen boringer der det er registrert sikker fjellkontakt. I midten av dalføret kan avsetningen derfor være over 70 m tykk. Også under elveavsetningene langs Gaula antas det å ligge et tykt dekke med marine hav- og fjordavsetninger.

Noen steder viser boringene tynnere lag med sand og silt. Nærme elva kan de øverste 10-20 meterne være svært lagdelt med både sand, silt og leire, se boring 8. Ved bl.a. Kvål sentrum finner man et ca. 3-4 meter tykt lag med faste og steinholdige masser med leire over og under. Dette kan være et eldre elveleie. Se spesielt boring 6.

Ødometerforsøk viser at tidligere sjøbunn minst må ha ligget på kote +110 til +130 i området. Leirmassene er derfor noe overkonsolidert, noe som gir en relativt høy fasthet. Fastheten varierer fra middels – meget fast. Leiren er middels – meget plastisk, bortsett fra kvikkleiren som er lite plastisk.

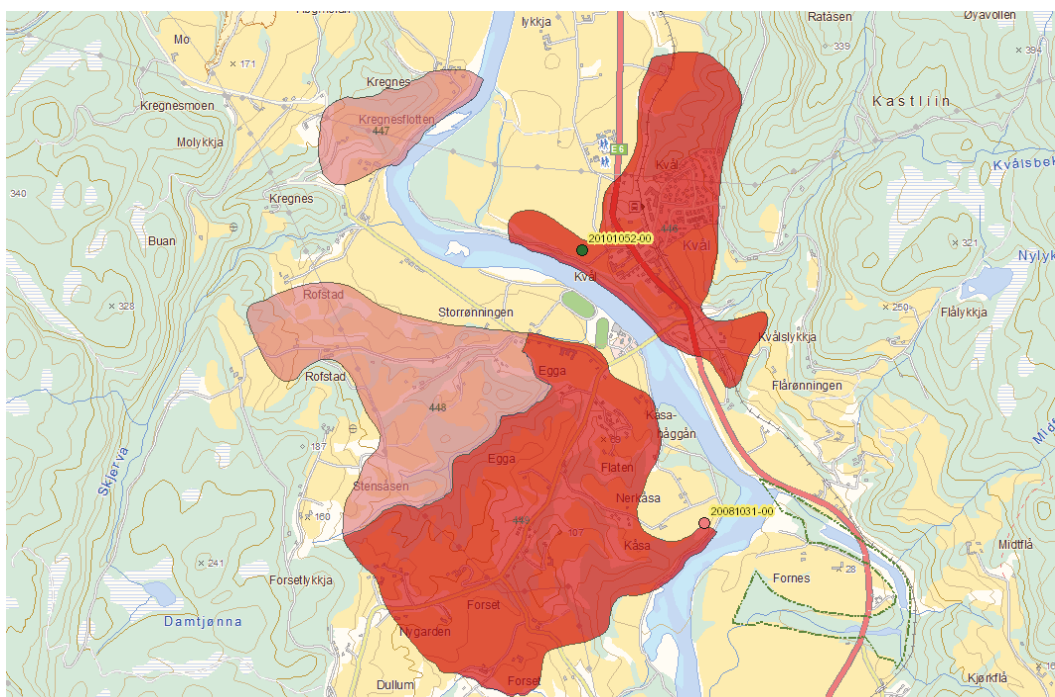
Nye og gamle boringer viser at det er kvikkleire flere steder og at forekomsten ser ut til å danne store sammenhengende lag.

### *Elveavsetninger*

Elveavsetninger finnes hovedsakelig lang Gaula. Dette er sorterte masser av sand, stein og blokk. Tykkelsen på denne avsetningen er usikker, men boring 9 indikerer at tykkelsen kan være rundt 8 meter. Dette vil variere.

## 3.2 Kvikkleiresoner

Veglinjene som er planlagt for ny E6 forbi Kvål berører tre kvikkleiresoner i området, 446 Kvål, 448 Egga og 449 Forset.



Figur 2 Kartlagte faresoner for kvikkleireskred ved Kvål

Faresone 446 Kvål og 449 Forset er plassert i risikoklasse 4, mens faresone 448 Egga er plassert i risikoklasse 3. De tre kvikkleiresonene er behandlet i NGI-rapport 20001008-7 "Program for økt sikkerhet mot leirskred". Evaluering av risiko for kvikkleireskred i Melhus kommune" av 12.04.2005 og 20051784-1 "Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred, Melhus kommune. Sone Kvål, Egga og Forset." av 27.10.2006.

### 3.3 Topografi

Området grenser mot faste moreneavsetninger og fjell på ca. kote +100 - +125 både på øst- og vestsiden av Gaula. Gaula ligger på ca. kote +15.

Terrenget er ravinert og fremstår med store høydeforskjeller og bratte skråninger mellom markerte topper / terrengrygger og bunnen av erosjonsdalene. Kvål sentrum ligger på et platå på ca. kote + 45.

### 3.4 Fjell

Dalføret er avgrenset av fjell på øst- og vestsiden av Gaula, men det er ikke utført sikker fjellpåvisning i noen punkter i området. Fjelldybden i området er derfor usikker.

## 4 Tolking av lagdeling – generelt

Tolket lagdeling for profil 1-7 er vist på egne tegninger for hvert profil. Lagdeling er basert på CPTU, dreietrykk- og totalsonderinger, samt prøveserier. Borpunkter

som er trukket inn i profilet fra høyereliggende eller lavereliggende terreng, er tegnet inn fra opprinnelig terrengkote.

## 5 Tolkning av materialparametere – generelt

### 5.1 Poretrykksforhold

Målinger foretatt i forbindelse med supplerende og eldre grunnundersøkelser viser generelt lave poretrykk, jf. Vedlegg A. Stigehøyden er generelt lavest for de dypeste målerne, dvs. poretrykksgradienten er lavere enn hydrostatisk gradient. Det siste indikerer at permeabiliteten øker med dybden.

### 5.2 Tolkning av laboratorieforsøk på leirprøver

#### 5.2.1 Ødometerforsøk (CRSC)

Parametere tolket fra ødometerforsøk er gitt i Vedlegg B. Det er utført 6 CRSC-forsøk. Ett av forsøkene (borpunkt 7, prøve 1) er av ”god til bra” kvalitet (klasse 2), mens fem av forsøkene er utført på ”dårlige” prøver (klasse 3), ref 1 (Hb 016), fig. 2.21. Ett av forsøkene er så forstyrret at det ikke er mulig å tolke et prekonsolideringstrykk (borpunkt 10, prøve 3).

Tolkning av ødometerforsøk på prøver fra 9,45 – 26,23 meter dybde gir overkonsolideringsgrad i størrelsesorden 1,2 – 4,7. Antatt opprinnelig havbunnsnivå, beregnet fra prekonsolideringstrykket, aldringsfaktor (antatt lik 1,2) og neddykket romvekt, varierer fra ca. kote + 112 til kote +131.

#### 5.2.2 Treksialforsøk (CAUA og CAUP)

Parametre tolket fra treksialforsøkene er gitt i Vedlegg B. Det er utført 3 aktive og 3 passive forsøk. Fem av forsøkene har prøve kvalitet i kategori 1 og 2, mens ett av forsøkene havnet i kategori 3 – dårlig, ref. 1 (Hb. 016), fig. 2.21. Karakteristisk skjærfasthet er tatt ut ved 1 % tøyning for å ta hensyn til tøyningkompabilitet. Normalisert skjærfasthet ( $s_u/\sigma_{ac}'$ ) er benyttet for bestemmelse av styrkeprofil etter shanshep-prinsippet sammen med resultater fra CPTU-sonderinger.

Tolkning av de aktive forsøkene gir et  $s_u/\sigma_{ac}'$ -forhold som varierer fra 0,30 – 0,35. For de passive forsøkene ligger  $s_u/\sigma_{ac}'$ -forholdet på 0,11 – 0,28.

Tolket friksjonsvinkel fra de aktive treksialforsøkene varierer fra 28° til 31°. Forsøkene er tolket uten atraksjon ( $a=0$ kPa).

#### 5.2.3 Direkte skjærforsøk (DSS)

Parametre tolket fra direkte skjærforsøk er gitt i Vedlegg B. Karakteristisk skjærfasthet er tatt ut ved en skjærtøyning på 1 %. Det er utført 3 forsøk. Det er ikke mulig å si noe spesifikt om kvaliteten på disse forsøkene ut fra volumtøyning pga. at prøven i konsolideringsfasen først lastes opp til et lavt anslag av prekonsolider-

ingstrykket før den lastes av til antatt  $p_0'$ . Kvaliteten av forsøkene kan vurderes ut fra tøyning ved brudd og kvaliteten av sylindere. To av forsøkene går til brudd ved skjærtøyning på ca. 3 %, mens det siste går til brudd ved 9 % skjærtøyning (børpunkt 10, prøve 3). De to første er brukbare, mens det siste forsøket er tydelig forstyrret. Dette bekreftes også av den generelle prøve kvaliteten vurdert fra treaksialforsøk i de samme sylindere.

Tolking av direkte skjærforsøk gir et  $s_u/\sigma_{ac}'$ -forhold som varierer fra 0,23 til 0,31.

### 5.3 Tolking av Shanshep-parametre fra CPTU og treaksialforsøk

#### 5.3.1 Inngangsdata for tolking av CPTU

Som inngangsdata for tolking av CPTU-sonderingene, er det benyttet laboratoriedata (romvekt, plastisitet og sensitivitet) fra de nærmeste prøveseriene og målt poretrykk fra de nærmeste poretrykksmålerne. Valgt OCR-profil er bestemt med utgangspunkt i tolket overkonsolideringsgrad (OCR) fra ødometerforsøk på prøver fra eventuelle prøveserier i nærheten. Det er lagt mest vekt på  $Q_t$ -basert tolking av OCR fra CPTU dersom det ikke er utført ødometerforsøk på prøver fra nærområdet.

#### 5.3.2 Benyttede CPTU-korrelasjoner og hensyn til sprøbrudd- og tidseffekter

Aktiv, udrenert skjærfasthet er tolket med korrelasjoner mot blokkprøver iht. ref. 8. I Vedlegg C1-C9 er det vist skjærfasthetskurver basert på målt spissmotstand og poretrykk ved CPTU-sonderinger. Skjærfasthetskurvene sammen med tolket overkonsolideringsgrad og  $p_0'$ -profil gir grunnlag for å bestemme et sett med Shanshep-parametre som kan brukes for hele det aktuelle området. Følgende uttrykk er benyttet:

$$s_{uA} = 0,29 \cdot p_0' \cdot OCR^{0,70}$$

Når valg av udrenert skjærfasthet baseres på blokkprøver av optimal prøve-kvalitet, anbefales det å redusere den maksimalt målte aktive skjærfastheten med 15 % for å ta hensyn til sprøbrudd- og tidseffekter, jf. ref. 9 og 10. Skjærfastheten i det som er tolket som kvikkleire i beregningsprofilene er derfor redusert med 15 %.

#### 5.3.3 Målt udrenert skjærfasthet og overkonsolideringsgrad

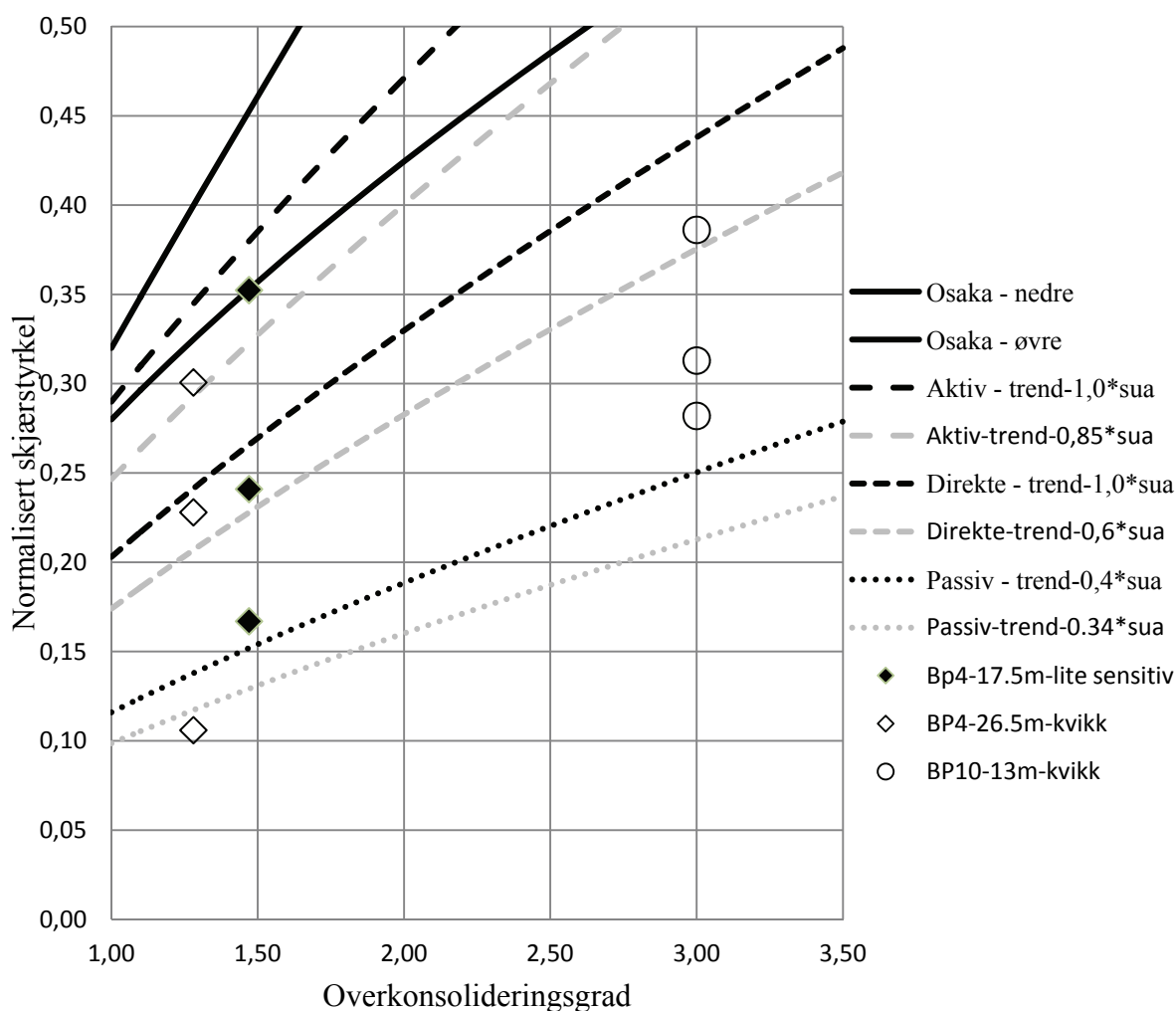
På figur 3 er normalisert skjærfasthet ( $s_u/\sigma_{ac}'$ ) fra treaksial- og DSS-forsøk vist i sammenheng med overkonsolideringsgraden (OCR) fra ødometerforsøk. Overkonsolideringsgraden (OCR) er tilpasset aktuell prøvedybde i de tilfellene hvor det ikke er mulig å tolke prekonsolideringstrykk fra ødometerforsøk.

På figur 3 er det videre vist stiplede trendlinjer som angir sammenhengen mellom  $s_u/\sigma_{ac}$  og OCR for shanshep-parametrene tolket fra CPTU-sonderingene. Følgende anisotropi-faktorer er valgt:

Tabell 1 Valgte anisotropiverdier til bruk i stabilitetsanalyser

	$s_u^A/s_u^A$	$s_u^{DSS}/s_u^A$	$s_u^P/s_u^A$
Lite sensitiv	1,0	0,7	0,4
Sensitiv / kvikk	0,85	0,6	0,34

I tillegg er variasjonsområdet for blokkprøver, gitt av ref. 8, lagt inn i figuren.



Figur 3 Normalisert skjærfasthet fra aktive og passive treaksialforsøk, samt DSS-forsøk, i sammenheng med overkonsolideringsgrad

Følgende uttrykk beskriver sammenhengen mellom normalisert skjærfasthet ( $s_u/\sigma_{ac}$ ) og overkonsolideringsgraden (OCR) for hver enkelt linje i figur 3:

- Osaka – øvre:  $s_{uA}/\sigma'_{ac} = 0,32 \cdot OCR^{0,9}$
- Osaka – nedre:  $s_{uA}/\sigma'_{ac} = 0,28 \cdot OCR^{0,6}$
- Aktiv – trend:  $s_{uA}/\sigma'_{ac} = 0,29 \cdot OCR^{0,70}$
- Direkte – trend:  $s_{uD}/\sigma'_{ac} = 0,7 \cdot (0,29 \cdot OCR^{0,70})$
- Passiv – trend:  $s_{uP}/\sigma'_{ac} = 0,4 \cdot (0,29 \cdot OCR^{0,70})$

De grå linjene viser den reduserte skjærfastheten som benyttes i kvikkleire. Figur 3 viser at det er godt samsvar mellom treaksialforsøkene og de tolkede shanshep-parametrene fra CPTU-sonderingene. Forsøkene i pkt. 10 er forstyrret og tillegges derfor lite vekt.

#### 5.3.4 Kartlegging av antatt tidligere terreng

I hvert enkelt punkt hvor det er utført CPTU-sondering og/eller ødometerforsøk er det tolket et tidligere terrengnivå. Dette har gitt grunnlag for å tegne opp et kotekart som viser hvordan tidligere terreng kan ha vært se tegning 106. Ut fra antagelsen om tidligere terreng kan man beregne et OCR-profil ut fra følgende formel:

$$OCR = \left( \frac{(z_t - z_d) \cdot \gamma_a + p_{0v} - (z_t - z_d + d) \cdot 10}{p'_{0v}} \right) \cdot a$$

$a = 1,2$  – aldringsfaktor  
 $\gamma_a = 18,5$  – avlastet romvekt  
 $z_t$  – tidligere terrengekote  
 $z_d$  – dagens terrengekote  
 $d$  – dybde

Ut fra antagelser om poretrykk, overlagingstrykk, OCR(tidligere terreng) og shanshep-parametre er det mulig å beregne skjærfastheten hvor som helst i beregningsprofilene. Dette gir en enkel og oversiktlig tolkning av styrken i leiren.

#### 5.3.5 Svelling ved avlastning

Styrken i leiren er redusert for svelling ved avlastning i forbindelse med stabiliserende tiltak. Svellingen er hovedsakelig basert på følgende formel, ref 11.

$$s_{u_{etter\ tiltak}} = \frac{s_{u_{før\ tiltak}}}{OCR_{etter\ tiltak}^{0,15}}$$

Skjærstyrken er også tilpasset omkringliggende terreng for å få en mest mulig naturlig skjærfasthetfordeling ved det avlastede området.

## 5.4 Øvrige materialparametre for naturlige masser

I stabilitetsberegningene er det valgt å dele opp jordvolumet i tre materialtyper, fire i noen profiler. Dette er tørrskorpe, lite sensitiv leire, sensitiv/kvikk leire, gammel elvebunn/moreneaktig materiale. Disse materialene har forskjellige egenskaper når det gjelder fasthet og tyngde. Følgende verdier for fasthet og tyngde er valgt for de forskjellige materialene:

### 5.4.1 Tørrskorpe

Modelleres kun som et effektivspenningsmateriale

- $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$
- $a = 0 \text{ kPa}$
- $\varphi = 32^\circ$

### 5.4.2 Lite sensitiv leire og sensitiv/kvikk leire

Modelleres som effektivspenningsmateriale og totalspenningsmateriale. Valg av skjærfasthet er gjort rede for i kap. 5.2 og 5.3.

- $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$

### 5.4.3 Gammel elvebunn

Modelleres kun som et effektivspenningsmateriale

- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- $a = 0 \text{ kPa}$
- $\varphi = 35^\circ$

### 5.4.4 Sand (siltig)

Modelleres kun som et effektivspenningsmateriale

- $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$
- $a = 0 \text{ kPa}$
- $\varphi = 32^\circ$

## 5.5 Materialparametre for motfyllinger

### 5.5.1 Stedlige masser

- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
- $a = 0 \text{ kPa}$
- $\varphi = 32^\circ$



### 5.5.2 Erosjonssikre masser

- $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
- $a = 0 \text{ kPa}$
- $\varphi = 35^\circ$

## 6 Beregningsprofiler – forutsetninger for stabilitetsanalyse

### 6.1 Kvål sentrum

#### 6.1.1 Profil 1

##### Modellering av lagdeling

Tolket lagdeling er vist på tegning 200.

Grunnlag for tolkning av lagdeling:

Lagdelingen er basert på dreietrykksonderinger i borpunkt 1 og 2, samt totalsondering i borpunkt 31B.

##### Skjærfasthet og poretrykk

Det er ikke utført spesialforsøk, CPTU-sonderinger eller poretrykksmålinger i noen borpunkt i profilet. Skjærfasthet er basert på shansep-parametre for området som helhet. Poretrykksfordeling er basert på målinger fra nærliggende profil (profil 2).

Tabell 3 viser inngangsparametre for stabilitetsanalysene.

Tabell 3 Profil 1 - Inngangsparametere til stabilitetsanalyser

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk ( $u$ )	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet ( $a$ og $\varphi$ )
Tørr-skorpe	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$	<u>Topp skråning (pkt. 1):</u> 6 – 9 m under terreng: $\gamma_w = 5 \text{ kN/m}^3$ Fra 9 m under terreng og nedover: Hydrostatisk økning  <u>Bunn skråning:</u> Fra terreng til kt. 15: $\gamma_w = 5 \text{ kN/m}^3$ Fra kt. 15 og nedover: Hydrostatisk økning	Regner kun drenert	Benyttar erfaringsverdier: $a = 0 \text{ kPa}$ $\varphi = 32^\circ$
Leire	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$	----- ”-----	Shansebasert - $s_u^A = 0,29 * p_0' * OCR^{0.70}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn iht. kotekart, aldringsfaktor lik 1,2 og neddykket romvekt)	Iht. kap 5.2 benyttes: $a = 0 \text{ kPa}$ $\varphi = 30^\circ$
Kvikkleire	----- ”-----	----- ”-----	----- ”-----  Skjærfastheten reduseres	----- ”-----

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
			med 15 % iht. kap 5.3	
Motfylling	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$	----- "-----	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$

### 6.1.2 Profil 2

#### Modellering av lagdeling

Tolket lagdeling er vist på tegning 203.

Grunnlag for tolkning av lagdeling:

På toppen av skråningen er det utført dreietrykksondering, CPTU og prøvetaking i borpunkt 4. Det er også utført dreietrykksondering og CPTU i borpunkt M12, og dreietrykksondering i borpunkt G510. I bunnen av skråningen er det utført dreietrykksondering i borpunkt 3 og G522.

#### Skjærfasthet og poretrykk

Grunnlag for tolkning:

- Treaxialforsøk og direkte skjærforsøk på prøver fra 17 til 26,5 meter dybde i pkt. 4, jf. Vedlegg B
- Ødometerforsøk på prøver i 17 og 26,5 meter dybde i pkt. 4, jf. Vedlegg B
- CPTU-sondering i pkt. 4 og M12, jf. Vedlegg C
- Poretrykksmålinger i bunnen (pkt 3) og toppen av skråningen (M12), jf. vedlegg A.

Inngangsparametre til stabilitetsberegningene er gitt i Tabell 4.

Tabell 4 Profil 2 - Inngangsparametere til stabilitetsanalyser

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
Tørr-skorpe	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$	<u>Topp skråning ( M12):</u> Kt. 92-15: $\gamma_w = 5 \text{ kN/m}^3$ Fra kt. 15 og nedover: Hydrostatisk økning  <u>Bunn skråning (3):</u> Fra terreng til kt. 15: Iht. poretrykksmåling eller $\gamma_w = 5 \text{ kN/m}^3$ Fra kt. 15 og nedover: Hydrostatisk økning	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$
Leire	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$	----- "-----	Shansebasert - $s_u^A = 0,29 * p_0' * OCR^{0.70}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn iht. kotekart, aldringsfaktor lik 1,2 og neddykket romvekt)	Iht. kap 5.2 benyttes: a = 0 kPa $\varphi = 30^\circ$

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
Kvikkleire	-----”-----	-----”-----	-----”----- Skjærfastheten reduseres med 15 % iht. kap 5.3	-----”-----
Motfylling	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$	-----”-----	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$

### 6.1.3 Profil 3

#### Modellering av lagdeling

Tolket lagdeling er vist på tegning 208.

Grunnlag for tolkning av lagdeling:

I nedre del av skråningen er det utført dreietrykksondering i borpunkt G504, G501, G500 og G495. På toppen og i bakkant av skråningen er det utført dreietrykksondering og CPTU i borpunkt 5, og dreietrykksondering i borpunkt G511.

#### Skjærfasthet og poretrykk

Grunnlag for tolkning:

- CPTU-sondering i pkt. 5, jf. Vedlegg C

Inngangsparametre til stabilitetsberegninger er gitt i Tabell 5.

Tabell 5 Profil 3 - Inngangsparametere til stabilitetsanalyser

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
Tørr-skorpe	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$	<u>Topp skråning:</u> 4-12 m under terreng: $\gamma_w = 5 \text{ kN/m}^3$ Fra 12m under terreng og nedover: Hydrostatisk økning  <u>Bunn skråning:</u> Fra terreng til kt. 15: $\gamma_w = 5 \text{ kN/m}^3$ Fra kt. 15 og nedover: Hydrostatisk økning	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$
Leire	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$	-----”-----	Shansebasert - $s_u^A = 0,29 * p_0^{0,7} * OCR^{0,70}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn iht. kotekart, aldringsfaktor lik 1,2 og neddykket romvekt)	Iht. kap 5.2 benyttes: a = 0 kPa $\varphi = 30^\circ$
Kvikkleire	-----”-----	-----”-----	-----”-----	-----”-----

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
			Skjærfastheten reduseres med 15 % iht. kap 5.3	
Motfylling	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$	----- ”-----	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$

#### 6.1.4 Profil 4

##### Modellering av lagdeling

Tolket lagdeling er vist på tegning 211.

Grunnlag for tolkning av lagdeling:

I skråning ned mot Gaula er det utført CPTU i borpunkt M15, samt dreietrykksondering i borpunkt G517, M15 og G541. Videre bak i skråningen er det utført dreietrykksondering i borpunkt 6, G512, G511, 7, M14, M13, G547-G544. I borpunkt 6 er det også utført en totalsondering, og i borpunkt M15 er det utført en CPTU.

##### Skjærstyrke og poretrykk

Grunnlag for tolkning:

- Ødometerforsøk på prøver i 9,5 og 17,4 meter dybde i pkt. 7, jf. Vedlegg B
- CPTU-sondering i pkt. 7 og M15, jf. Vedlegg C
- Poretrykksmåling i pkt. 7 og M15, jf. Vedlegg A

Inngangsparametre til stabilitetsberegninger er gitt i Tabell 6.

Tabell 6 Profil 4 - Inngangsparametere til stabilitetsanalyser

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
Tørr-skorpe	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$	<u>Ved pkt. 7:</u> 11- 30 m under terreng: $\gamma_w = 5 \text{ kN/m}^3$ Fra 30 m under terreng og nedover: Hydrostatisk økning  <u>Ved pkt. M15:</u> 9-22 m under terreng: Iht. poretrykksmåling. Fra 22 m under terreng og nedover: Hydrostatisk økning  <u>Bunn skråning:</u> Hydrostatisk fra kt. 15	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$
Leire	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$	----- ”-----	Shansebasert - $s_u^A = 0,29 * p_0^* * OCR^{0,70}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn iht. kotekart, aldriingsfaktor lik	Iht. kap 5.2 benyttes: a = 0 kPa $\varphi = 30^\circ$

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
			1,2 og neddykket romvekt)	
Kvikkleire	-----”-----	-----”-----	-----”----- Skjærfastheten reduseres med 15 % iht. kap 5.3	-----”-----
Ant. gammel elvebunn	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$	-----”-----	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 35^\circ$
Motfylling (erosjons-sikker)	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$	-----”-----	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 35^\circ$

## 6.2 Forset

### 6.2.1 Profil 5

#### Modellering av lagdeling

Tolket lagdeling er vist på tegning 214.

Grunnlag for tolkning av lagdeling:

På toppen av skråningen er det utført CPTU og dreietrykksondering i borpunkt M22. I foten av skråningen er det utført dreietrykksondering i borpunkt G493, 8 og K1.

#### Skjærstyrke og poretrykk

Grunnlag for tolkning:

- CPTU-sondering i pkt. M22, jf. Vedlegg C
- Poretrykksmåling i pkt. 8 og M22, jf. Vedlegg A

Inngangsparametre til stabilitetsberegninger er gitt i Tabell 7.

Tabell 7 Profil 5 - Inngangsparametere til stabilitetsanalyser

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
Tørr-skorpe	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$	<u>Topp skråning:</u> 6,5- 22 m under terreng: $\gamma_w = 5 \text{ kN/m}^3$ Fra 22 m under terreng og nedover: Hydrostatisk økning  <u>Bunn skråning:</u> Hydrostatisk økning fra 3,0m under terreng	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$
Leire	Romvekten antas konstant med		Shansebasert - $s_u^A = 0,29 * p_0' * OCR^{0,70}$	Iht. kap 5.2 benyttes: a = 0 kPa

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
	dybden. $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$	-----"-----	(beregnet med antatt opprinnelig havbunn iht. kotekart, aldringsfaktor lik 1,2 og neddykket romvekt)	$\varphi = 30^\circ$
Kvikkleire	-----"-----	-----"-----	-----"----- Skjærfastheten reduseres med 15 % iht. kap 5.3	-----"-----
Motfylling	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$	-----"-----	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$

### 6.2.2 Profil 6

#### Modellering av lagdeling

Tolket lagdeling er vist på tegning 217.

Grunnlag for tolkning av lagdeling:

På toppen av skråningen er det utført dreietrykksondering, CPTU og prøvetaking i borpunkt 10. Det er også utført totalsondering i borpunkt K4. Nedover skråningen er det utført totalsondering i borpunkt K2 og K3. I foten av skråningen er det utført CPTU og dreietrykksondering i borpunkt 9. I foten av skråningen mot vest er det dessuten utført dreietrykksonderinger i borpunkt G490-G492.

#### Skjærfasthet og poretrykk

- Treaksialforsøk og direkte skjærforsøk på prøver fra 13,6 meter dybde i pkt. 10, jf. Vedlegg B.
- CPTU-sondering i pkt. 9 og 10, jf. Vedlegg C
- Poretrykksmåling i pkt. 10, jf. Vedlegg A

Inngangsparametre til stabilitetsberegninger er gitt i Tabell 8.

Tabell 8 Profil 6 - Inngangsparametere til stabilitetsanalyser

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
Tørr-skorpe	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$	<u>Topp skråning:</u> Kt. 61,5- 42: $\gamma_w = 7 \text{ kN/m}^3$ Fra kt. 42 og nedover: Hydrostatisk økning  <u>Bunn skråning:</u> Hydrostatisk økning fra 3,0m under terreng	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$
Leire	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$	-----"-----	Shansebasert - $s_u^A = 0,29 * p_0^{0,7} * OCR^{0,70}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn iht.	Iht. kap 5.2 benyttes: a = 0 kPa $\varphi = 30^\circ$

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
			kotekart, aldringsfaktor lik 1,2 og neddykket romvekt)	
Kvikkleire	-----”-----	-----”-----	-----”-----  Skjærfastheten reduseres med 15 % iht. kap 5.3	-----”-----
Motfylling	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$	-----”-----	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$

### 6.2.3 Profil 7

#### Modellering av lagdeling

Tolket lagdeling er vist på tegning 222.

Grunnlag for tolkning av lagdeling:

Det er utført dreietrykksondering og CPTU i borpunkt M26 og M27. Det er utført totalsondering i borpunkt 24, 25 og 26.

#### Skjærfasthet og poretrykk

- CPTU-sondering i pkt. M26 og M27, jf. Vedlegg C
- Poretrykksmåling i pkt. M26, jf. Vedlegg A

Inngangsparametre til stabilitetsberegninger er gitt i Tabell 9.

Tabell 9 Profil 7 - Inngangsparametere til stabilitetsanalyser

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
Tørr-skorpe	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$	<u>Topp skråning:</u> Hydrostatisk økning fra 9m under terreng  <u>Bunn skråning:</u> Hydrostatisk økning fra 3,0m under terreng	Regner kun drenert	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa $\varphi = 32^\circ$
Leire	Romvekten antas konstant med dybden. $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$	-----”-----	Shansebasert - $s_u^A = 0,29 * p_0' * OCR^{0,70}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn iht. kotekart, aldringsfaktor lik 1,2 og neddykket romvekt)	Iht. kap 5.2 benyttes: a = 0 kPa $\varphi = 30^\circ$
Kvikkleire	-----”-----	-----”-----	-----”-----  Skjærfastheten reduseres med 15 % iht. kap 5.3	-----”-----
Sand	Romvekten antas konstant med	-----”-----	-----”-----	Benytter erfaringsverdier: a = 0 kPa

Jordart	Romvekt ( $\gamma$ )	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ )	Drenert skjærfasthet (a og $\varphi$ )
(siltig)	dybden. $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$			$\varphi = 32^\circ$

## 7 Stabilitetsanalyser – resultater fra beregninger

### 7.1 Generelt

For alle 7 profilene er den udrenerte korttidstilstanden (totalspenningsanalyse) og den drenerte langtidstilstanden (effektivspenningsanalyse) vurdert. I de profilene der avlastning av leira er foreslått som stabiliserende tiltak, er det benyttet redusert skjærfasthet (pga svelling) i den udrenerte tilstanden.

I profil 2 og 6 vurderes det ikke teknisk mulig/realistisk å oppnå partialfaktor  $\gamma_M > 1,6$ . For disse to profilene er dermed prosentvis forbedring av partialfaktor  $\gamma_M$  iht. Figur 0.4 i Håndbok 016 benyttet. Kritisk glideflate i dagens situasjon og kritisk glideflate etter tiltak er vurdert, samt andre sannsynlige glideflater. De samme glideflatene er altså beregnet i dagens situasjon og etter tiltak.

I de øvrige profilene er det mulig å oppnå partialfaktor  $\gamma_M > 1,6/1,5$ . I disse beregningene er glideflatene som er beregnet i dagens situasjon og etter tiltak ikke nødvendigvis de samme.

### 7.2 Resultater

#### 7.2.1 Profil 1

Tabell 10 Profil 1 – Resultater

Totalspenningsanalyse					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$
Dyp glideflate	1,49	$\geq 1,5$	Dyp glideflate	1,60	$\geq 1,5$ (OK)
Kritisk glideflate	1,32	$\geq 1,5$	Kritisk glideflate	1,52	$\geq 1,5$ (OK)
Effektivspenningsanalyse					
Dagens situasjon			Etter tiltak		
Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$	Beskrivelse	$\gamma_M$	Krav til $\gamma_M$
Overflateglidning	1,20	$\geq 1,5$	Overflateglidning	1,51	$\geq 1,5$ (OK)



## 7.2.2 Profil 2

Tabell 11 Profil 2 – Resultater

<b>Totalspenningsanalyse</b>				
<i>Flate nr. / Beskrivelse</i>	$\gamma_M$ før tiltak	<i>Krav til % forbedring</i>	<i>Krav til ny <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beregnet <math>\gamma_M</math> etter tiltak</i>
1	1,14	15,33	1,31	1,35
2	1,11	16,33	1,29	1,35
3	1,07	17,67	1,26	1,35
4	1,01	19,67	1,21	1,39
5	0,99	20,33	1,19	1,39
6	1,03	19,00	1,23	1,41
7	1,04	18,67	1,23	1,48
8	1,08	17,33	1,27	1,84
9	1,18	14,00	1,35	1,37
10	1,21	13,00	1,37	1,40
11	1,26	11,33	1,40	1,41
12	1,28	10,67	1,42	1,44
13	1,31	9,67	1,44	1,48
14	1,35	8,33	1,46	1,51
15	1,39	7,00	1,49	1,53
Kritisk flate før tiltak	0,98	20,67	1,18	1,39
Kritisk flate etter tiltak	1,10	16,67	1,28	1,34
<b>Effektivspenningsanalyse</b>				
<i>Flate nr. / Beskrivelse</i>	$\gamma_M$ før tiltak	<i>Krav til % forbedring</i>	<i>Krav til ny <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beregnet <math>\gamma_M</math> etter tiltak</i>
1	1,45	5,00	1,52	NA
2	1,30	10,00	1,43	NA
3	1,25	11,67	1,40	1,97
4	1,20	13,33	1,36	1,55
Kritisk etter tiltak	1,20	13,33	1,36	1,36
Kritisk før tiltak	1,12	16,00	1,30	1,79
7	1,19	13,67	1,35	2,04
8	1,22	12,67	1,37	1,99

### 7.2.3 Profil 3

Tabell 12 Profil 3 – Resultater

<b>Totalspenningsanalyse</b>					
<i>Dagens situasjon</i>			<i>Etter tiltak</i>		
<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>
Dyp glideflate	1,00	$\geq 1,6$	Kritisk glideflate	1,60	$\geq 1,6$ (OK)
<b>Effektivspenningsanalyse</b>					
<i>Dagens situasjon</i>			<i>Etter tiltak</i>		
<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>
Dyp glideflate	1,15	$\geq 1,6$	Overflateglidning	1,51	$\geq 1,5$ (OK)
			Dyp glideflate	1,86	$\geq 1,6$ (OK)

### 7.2.4 Profil 4

Tabell 13 Profil 4 – Resultater

<b>Totalspenningsanalyse</b>					
<i>Dagens situasjon</i>			<i>Etter tiltak</i>		
<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>
Sirkulær glideflate	1,36	$\geq 1,6$	Sirkulær glideflate	1,67	$\geq 1,6$ (OK)
Plan glideflate	3,34	$\geq 1,6$	Plan glideflate		
<b>Effektivspenningsanalyse</b>					
<i>Dagens situasjon</i>			<i>Etter tiltak</i>		
<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>
Sirkulær glideflate	1,08	$\geq 1,6$	Sirkulær glideflate	1,58	$\geq 1,6$ (OK*)

### 7.2.5 Profil 5

Tabell 14 Profil 5 – Resultater

<b>Totalspenningsanalyse</b>					
<i>Dagens situasjon</i>			<i>Etter tiltak</i>		
<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>
Øvre skråning	1,16	$\geq 1,6$	Øvre skråning	1,60	$\geq 1,6$ (OK)
Nedre skråning	2,99	$\geq 1,5$	Nedre skråning	3,02	$\geq 1,5$ (OK)
<b>Effektivspenningsanalyse</b>					
<i>Dagens situasjon</i>			<i>Etter tiltak</i>		
<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beskrivelse</i>	$\gamma_M$	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>
Øvre skråning	1,34	$\geq 1,6$	Øvre skråning	1,66	$\geq 1,6$ (OK)
Nedre skråning	2,26	$\geq 1,5$	Nedre skråning	2,26	$\geq 1,5$ (OK)

## 7.2.6 Profil 6

Tabell 15 Profil 6 – Resultater

<b>Totalspenningsanalyse</b>				
<i>Flate nr. / Beskrivelse</i>	<i><math>\gamma_M</math> før tiltak</i>	<i>Krav til % forbedring</i>	<i>Krav til ny <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beregnet <math>\gamma_M</math> etter tiltak</i>
1	1,20	13,3	1,36	1,37
2	1,15	15,0	1,32	1,37
3	1,19	13,7	1,35	1,40
4	1,07	17,7	1,26	1,33
5	1,11	16,3	1,29	1,30
6	1,13	15,7	1,31	1,31
Kritisk flate før tiltak	1,01	19,7	1,21	1,31
Kritisk flate etter tiltak	1,06	18,0	1,25	1,26
<b>Effektivspenningsanalyse</b>				
<i>Flate nr. / Beskrivelse</i>	<i><math>\gamma_M</math> før tiltak</i>	<i>Krav til % forbedring</i>	<i>Krav til ny <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beregnet <math>\gamma_M</math> etter tiltak</i>
1	1,49	3,7	1,54	1,60
2	1,36	8,0	1,47	1,53
3	1,34	8,7	1,46	1,53
4	1,37	7,7	1,48	1,56
5	1,32	9,3	1,44	1,58
6	1,31	9,7	1,44	1,56
Kritisk før tiltak	1,22	12,7	1,37	1,91
Kritisk etter tiltak	1,34	8,7	1,46	1,51

## 7.2.7 Profil 7

Tabell 16 Profil 7 – Resultater

<b>Totalspenningsanalyse</b>					
<i>Dagens situasjon</i>			<i>Etter tiltak</i>		
<i>Beskrivelse</i>	<i><math>\gamma_M</math></i>	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beskrivelse</i>	<i><math>\gamma_M</math></i>	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>
Øvre skråning	1,69	$\geq 1,6$	Øvre skråning	1,66	$\geq 1,6$ (OK)
Nedre skråning	1,57	$\geq 1,5$	Nedre skråning	1,88	$\geq 1,5$ (OK)
Vestre skjæring	-	$\geq 1,5$	Vestre skjæring	1,61	$\geq 1,5$ (OK)
<b>Effektivspenningsanalyse</b>					
<i>Dagens situasjon</i>			<i>Etter tiltak</i>		
<i>Beskrivelse</i>	<i><math>\gamma_M</math></i>	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>	<i>Beskrivelse</i>	<i><math>\gamma_M</math></i>	<i>Krav til <math>\gamma_M</math></i>
Øvre skråning	1,67	$\geq 1,6$	Øvre skråning	1,66	$\geq 1,6$ (OK)
Nedre skråning	1,25	$\geq 1,5$	Nedre skråning	1,50	$\geq 1,5$ (OK)
Vestre skjæring	-	$\geq 1,5$	Vestre skjæring	1,50	$\geq 1,5$ (OK)

## 8 Beskrivelse av tiltak

### 8.1 Profil 1

Profil med dagens situasjon er vist på tegning 201, profil etter tiltak er vist på tegning 202.

For å oppnå tilstrekkelig stabilitet må det legges ut en motfylling i bunnen av skråningen helt ut mot vegen (alternativ 2) i profil 1. Motfyllingen har et platå på kote +27 med en bredde på ca. 16 meter. Motfyllingen avsluttes med en skråning 1:2 inntil den treffer eksisterende terreng. Videre nordover øker avstanden mellom dagens skårning og vegalternativ 2. Motfyllingen bygges opp på samme måte helt til den må avsluttes mot en privat veg. Motfyllingsbehovet for denne delen er beregnet til ca. 17 600 m<sup>3</sup>. Ca. 70 meter nord for avsluttet motfylling, har terrenget omtrent samme topografi som i beregningsprofil 1. Det er derfor antatt at det også her er nødvendig med en tilsvarende motfylling for å stabilisere den naturlige skråningen. Motfyllingen avsluttes mot eksisterende terreng ca. 450 meter nord for beregningsprofil 1. Her er det totale fyllingsvolumet anslått til å være ca. 20 000 m<sup>3</sup>.

I tillegg til motfylling er det også nødvendig å avlaste øvre del av skråningen samt og redusere helningen på dagens skråning. Det er mest viktig å slake ut dagens skråning i det området der avstanden mellom vegen og skråningen er minst. Det vil være tilstrekkelig å slake ut eksisterende skråning til helning 1:2,25. Dette vil gi en beregnet sikkerhet mot overflateglidninger på 1,4. Volumet av avlastet masse er anslått til ca. 8 000 m<sup>3</sup>. På grunn av lignende topografi i området nord for profil 1 er det antatt at det også her må avlastes til ca. kote +45. Volumet av avlastet masse er anslått til ca. 5000 m<sup>3</sup>.

Tiltakene i profil 1 vil gi en minste sikkerhet mot brudd på 1,52 for totalspenningsanalyse og 1,51 for effektivspenningsanalyse. Lokale utglidninger i overflaten vil ha en sikkerhet mellom 1,4 og 1,5 basert på en vurdering av forholdet mellom skråningens helning og tørrskorpens antatte friksjonsvinkel. Beregningene gjelder spesielt for veglinjealternativ 2. Det er ikke påvist kvikkleire i profilet og kravet til  $\gamma_M$  er derfor satt til 1,5 (1,4 for overflatestabilitet). Alternativ 1 ligger betydelig lenger unna skråningen og det må derfor vurderes om tiltaket faller bort eller om man kan bruke et mindre strengt krav til sikkerhet i skråningen, dvs. en lavere konsekvensklasse, dersom alt. 1 blir valgt.

### 8.2 Profil 2

Profil med dagens situasjon er vist på tegning 204-205, profil etter tiltak er vist på tegning 206-207.

Tilstrekkelig stabilitet i profil 2 krever omfattende tiltak i form av motfylling og avlastning. Det vurderes ikke teknisk mulig/realistisk å oppfylle kravene som er gitt i Hb. 016, figur 0.3. Det er derfor valgt å benytte prinsippet om prosentvis for-

bedring, gitt i Hb. 016 figur 0.4, av alle glideflater både for total- og effektivspenningsanalyse. Dette gir et tiltak som innbefatter en motfylling i bunn av skråningen som strekker seg ut mot alt. 2 og en avlastning av terrenget på toppen av skråningen. Motfyllingen strekker seg fra litt i underkant av Dovrebanen ved kote +45 og ned til kote +36,5 med en helning på 1:8. Helningen er valgt slik at arealet kan være dyrkbart. Fra kote 36,5 og ned til vegen har motfyllingen en helning på 1:2,5. Det totale fyllingsvolumet vil være på ca. 120 000 m<sup>3</sup>.

På toppen av skråningen må terrenget avlastes. Terrenget avlastes fra kote +68 med en helning på 1:3,8 opp mot ca. kote +87,4. Videre må det nye terrenget ha en helning på 1:8 opp til kote +97. Det totale volumet som må kjøres bort er anslått til å være ca. 70 000 m<sup>3</sup>. Etter alle tiltak er den laveste sikkerhetsfaktoren,  $\gamma_M$ , i beregningsprofilen hevet fra 0,98 til 1,34. Alle glideflater skal ha fått en prosentvis forbedring som tilfredsstillende kravet i Hb. 016, figur 0.4. Ingen av de dypere beregnede glideflatene har fått en sikkerhet over 1,6 etter tiltak.

Tiltaket gjelder hvis alt. 2 blir valgt som veglinje. Alt. 1 ligger ca. 300 meter fra foten av skråningen og det er derfor et definisjonsspørsmål om tiltaket må gjelde for denne veglinjen. Hvis et evt. kvikkleireskred kan transportere masse helt til alt. 1, så må skråningen sikres på tilsvarende måte (samme sikkerhetsnivå), men motfyllingen kan utformes mer hensiktsmessig. En tynnere motfylling som går lenger ut fra skråningen vil være mer effektiv mot de aller dypeste skjærflatene og vil ikke fremstå som et så tydelig inngrep i terrenget. Det er ikke utført beregninger for en slik situasjon. Hvis man kan dokumentere at et kvikkleireskred ikke vil påvirke alt.1 kan man vurdere hvorvidt man må sikre området eller ikke. Hvis det vurderes slik at områdestabiliteten må forbedres så vil det være tilstrekkelig å følge de krav som er gitt i NVEs "Veileder for områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire", ref 1. Dette vil gi et mindre omfattende terrenginngrep.

### 8.3 Profil 3

Profil med dagens situasjon er vist på tegning 209, profil etter tiltak er vist på tegning 210.

I dette profilet er det også nødvendig med motfylling i bunn av skråningen og avlastning av øvre del av skråningen. I dette beregningsprofilet anses det som teknisk mulig å oppnå en sikkerhet på 1,6 for de glideflatene som går igjennom kvikkleiren. Motfyllingen har en helning på 1:20 fra dagens E6 ned til kote +37,6 ca. 25 meter fra dagens E6. Motfyllingen vil så ha en helning 1:2,5 ned til alt. 2. Totalt vil volumet av fyllingen være ca. 52 000 m<sup>3</sup>.

Skråningen avlastes ved å nedplanere den lokale høyden ned til kote +50 i fremrede av skråningen opp til kote +60 på østsiden av toppen. Dette gir en flate med helning 1:8. Totalt ca. 23 000 m<sup>3</sup> masse må kjøres bort.

Under motfyllingen er det et ca. 11 meter tykt lag med kvikkleire ca. 6 meter under dagens terreng. Dette kan innebære en risiko for å initiere et kvikkleireskred og

det er ikke mulig ut fra konvensjonelle metoder å beregne en sikkerhet mot at dette vil inntreffe. Ved å heve vegen (alt. 2) og anlegge motfyllingen under, kan man redusere tykkelsen på fyllingen og dermed redusere påkjenningen i kvikkleiren. En analyse av påkjenningen i kvikkleirelommen bør gjennomføres i et elementmetodeprogram.

Hvis man velger alt. 1 gjelder det samme i dette profilet som i profil 2. Hvis man kan dokumentere at et ras ikke vil påvirke vegen, kan man vurdere område-stabiliteten i henhold til NVE sine krav. Dette vil gi et mindre terrenginngrep.

#### 8.4 Profil 4

Profil med dagens situasjon er vist på tegning 212, profil etter tiltak er vist på tegning 213.

Skråningen ned mot elva har i dagens situasjon partialfaktor  $\gamma_M = 1,08/1,36$  for henholdsvis drenert og udrenert tilstand. Det er påvist kvikkleire i profilet, altså stiller Hb. 016 krav om partialfaktor  $\gamma_M > 1,6$ . For å oppnå tilstrekkelig stabilitet er det nødvendig med omfattende terrenginngrep.

Vegalternativ 1 følger toppen av skråningen ned mot Gaula, med vegbanen på ca kote +33. Dette innebærer en avlastning på 8-9 meter i forhold til dagens terreng. Avlastningen vil bedre stabiliteten i området, men er ikke tilstrekkelig for å oppnå partialfaktor  $\gamma_M > 1,6$ .

I tillegg til avlastning er det nødvendig med motfylling helt ned mot elvebredden. En slik motfylling må utføres med erosjonssikre masser. Tegning 213 viser ett forslag til motfylling. Det innebærer motfylling fra elvebredden opp til kote +25, med helning 1:1,4. Volum av den foreslåtte motfyllingen er anslått å være i størrelsesorden 75 000 m<sup>3</sup>. Andre utforminger av motfyllingen er mulig, og motfyllingen kan reduseres dersom det for eksempel masseutskiftes med lette masser under vegbanen. Masseutskiftning alene vil imidlertid ikke være tilstrekkelig tiltak for å bedre stabiliteten, da massene som kan skiftes ut begrenses av kvikkleirelaget på ca kote 29.

#### 8.5 Profil 5

Profil med dagens situasjon er vist på tegning 215, profil etter tiltak er vist på tegning 216.

Skråningen går gjennom en rygg med høydeforskjell på ca 50 meter ned mot foten av skråningen. Det er kvikkleire med stor mektighet inni ryggen. Vegalternativ 2 ligger ca 200 meter fra skråningsfoten og er innenfor utløpssonen til et eventuelt kvikkleireskred, og Hb. 016 gir da krav om partialfaktor  $\gamma_M > 1,6$ . Dagens situasjon gir partialfaktor  $\gamma_M = 1,34/1,16$  for henholdsvis drenert og udrenert tilstand. Omfatende terrenginngrep er nødvendig for å bedre stabiliteten i henhold til Hb. 016.

Det er foreslått en avlastning av ryggen, ned til kote +62,5. Volum av avlastet masse er anslått å være i størrelsesorden 110-135 000 m<sup>3</sup>. Dette gir likevel ikke god nok stabilitet, og motfylling i bunnen av skråningen er nødvendig. Tegning 216 viser forslag til motfylling. Volumet av fyllingen vil være ca. 40 000 m<sup>3</sup>. Det vil være mulig å benytte stedlige masser i motfyllingen, eksempelvis masser som nedplaneres fra området i nærheten.

## 8.6 Profil 6

Profil med dagens situasjon er vist på tegning 218-219, profil etter tiltak er vist på tegning 220-221.

Profilen går gjennom en ås med høydeforskjell på inntil 50 meter ned mot foten av skråninga. Her vil det være nødvendig med omfattende terrengingrep for å oppnå prosentvis forbedring av partialfaktor  $\gamma_M$ . Partialfaktor  $\gamma_M > 1,6$  vurderes ikke teknisk mulig/realistisk å oppnå.

Det foreslås å planere ned toppen av skråninga til kote +59. det vil ikke være mulig å planere mer enn dette da kvikkleira ligger på ca kote +57. Volum av masser som foreslås fjernet er i størrelsesorden 25-30 000 m<sup>3</sup>.

I tillegg til nedplanering vil det være nødvendig med motfylling i bunnen av skråningen. På tegning 220-221 er det vist ett forslag til motfylling, men andre løsninger vil også kunne være mulige. Det er imidlertid klart at motfyllingen vil være omfattende i utstrekning og volum. Foreslått motfylling har et volum på 70-80 000 m<sup>3</sup>. Det vil være mulig å benytte stedlige masser i motfyllingen, eksempelvis masser som nedplaneres fra området i nærheten.

## 8.7 Profil 7

Profil med dagens situasjon er vist på tegning 223, profil etter tiltak er vist på tegning 224. Profilene går gjennom en rygg ned mot elva. Den delen som er nærmest elva består av fast leire og sand/silt. I dagens situasjon oppnås det partialfaktor  $\gamma_M = 1,25$  for drenert tilstand, og  $\gamma_M > 1,5$  for udrenert tilstand.

For vegalternativ 2 er det foreslått en skjæring gjennom denne delen. Skjæringa vil gi bedret stabilitet for skråning ned mot eksisterende veg langs elven. Det oppnås partialfaktor  $\gamma_M > 1,5$  i både drenert tilstand og udrenert tilstand.

For å oppnå partialfaktor  $\gamma_M > 1,5$  i skjæring på vestsiden av vegalternativ 2, er det nødvendig med en helning på 1:2,5. I tillegg vil det være nødvendig med en mindre terrengjustering i toppen av skjæringa. Den gjenstående toppen må planeres ned til ca kote +50. Dette utgjør omtrent 700 m<sup>3</sup>.

## 9 Konklusjon

Tolkning av grunnforhold og utførte stabilitetsberegninger i utvalgte profiler viser behov for relativt omfattende stabiliseringstiltak for å tilfredsstille Statens Vegvesens krav til stabilitet iht. håndbok 016. Dette gjelder både ved Kvål sentrum og ved Forset på vestsiden av Gaula. I noen områder vurderes det teknisk umulig eller urealistisk å oppnå håndbokens primære krav til materialkoeffisient på 1,6. I disse områdene er det derfor vurdert tiltak som gir prosentvis forbedring i henhold til håndboken.

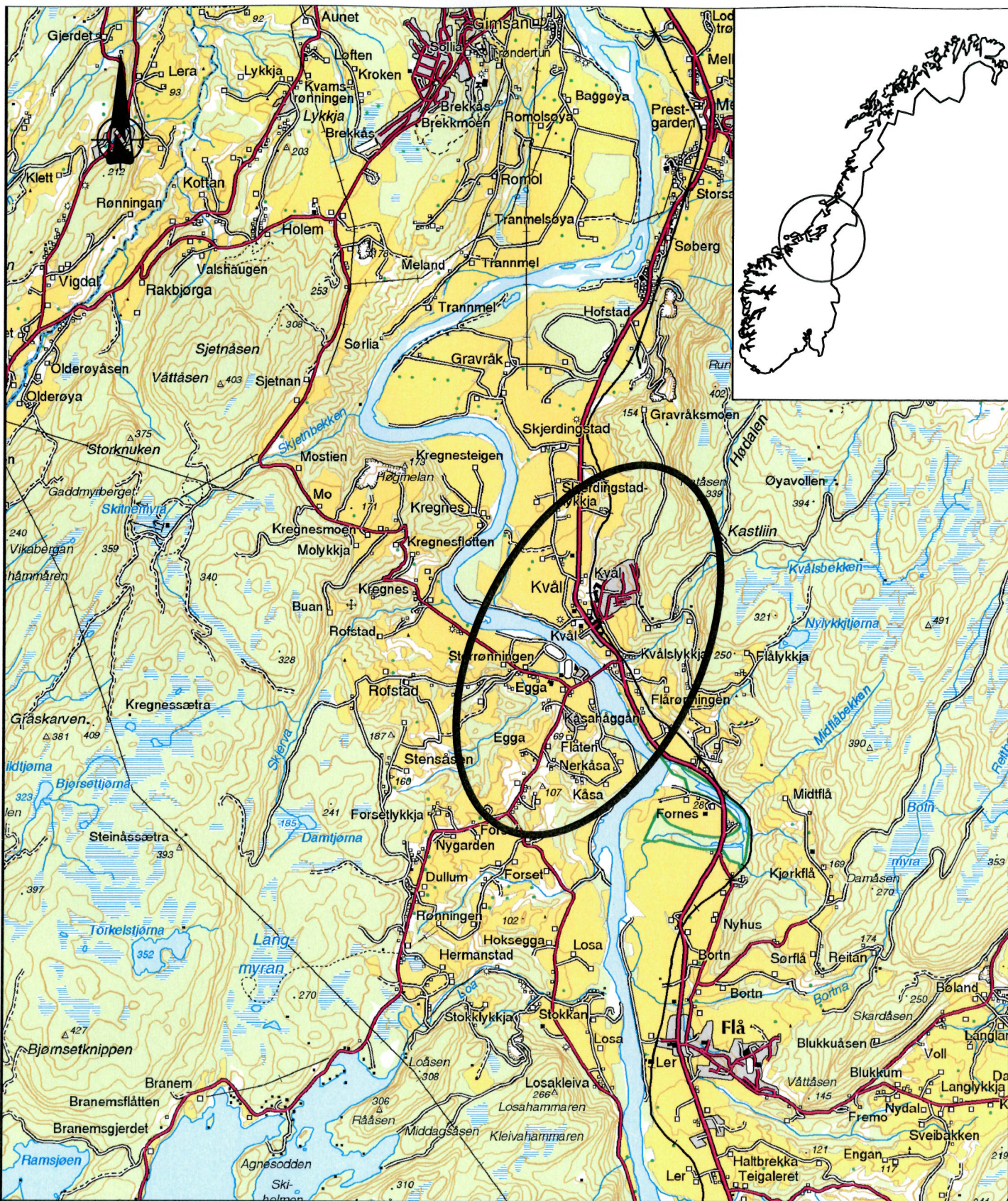
Foreslåtte sikringstiltak er grovt volumberegnet. Det vil være behov for mer detaljert vurdering av omfang av sikringstiltak på et senere planstadium.


Av de framlagte linjealternativer vurderes alternativ 1 og 3 å utløse minst behov for stabiliseringstiltak. For alt. 1 vil omfanget av sikring også være influert av en mer detaljert vurdering av hvorvidt veien kan betraktes å ligge i eller utenfor en realistisk utløpsone for evt. kvikkleireskred.

## 10 Referanser

1. **Statens vegvesen.** Håndbok 016. *Geoteknikk i vegbygging*. Juni 2010.
2. **NGI.** Rapport 20101052-00-3-R ”E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad, Grunnundersøkelser – datarapport”. 2011-07-01.
3. **NGI.** Rapport 20051784-1 ”Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred, Melhus kommune. Sone Kvål, Egga og Forset.” 2006-10-27
4. **Statens vegvesen.** Rapport Ud 906 A ”E6 Lundamo-Skjæringstad-Datarapport” 2009-10-12.
5. **Statens vegvesen.** Håndbok 274. *Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger*. April 2008.
6. **Multiconsult.** Rapport 411760-1, ”Kvikkleirekartlegging Melhus – geoteknisk datarapport”. 2006-07-03.
7. **NGI.** Rapport 20001008-7 ”Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred i Melhus kommune”. 2005-04-12.
8. **Karlsrud, K., Lunne, T., Kort, D.A and Strandvik, S.** *CPTU-correlations for clays. International conference on Soil Mechanics and Foundation engineering. 16 Osaka 2005. Proceedings, Vol. 2, pp. 693-702.* 2005.
9. **NVE.** *Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag.* 2009-03-05
10. **Karlsrud, K.** *Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger. 20-22 mai 2003. Rica Hell Hotell.*
11. **Aas, Gunnar.** NGI - Intern veiledning nr 2. ”Stabilitetsberegninger for fundamenter, fyllinger, skjæringer og naturlige skråninger på/i leire”. Juli 1989.





<h1>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</h1>		Status Rapportvedlegg Original format A-4 Tegningens filnavn G:\geosarkiv\20101052\AUTOGRAF.RIT\Oversiktskart.dwg Målestokk	
<h2>Oversiktskart</h2>		1:50 000	
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 28.06.2011 Oppdragsnr. <b>20101052</b>	Konstr./Tegnet TSo Tegningsnr. <b>001</b>	Kontrollert MMe Godkjent KE Rev.



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering    ⚙ Fjellkontrollboring    ⊙ Prøveserie    ⊖ Poretrykksmåling
  - Enkel sondering    ⚙ Dreielektrykksondering    □ Prøvegrop    ⚡ Fjell i dagen
  - ▽ Trykksondering    ⊕ Totalsondering    + Vingeboring    ▼ Ramsondering
- Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + boret i fjell

Tegningen er redusert til halv målestokk uten at målestokkangivelsen er redusert tilsvarende.

-		-			
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkj.
		-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad Grunnundersøkelser		Status Original format	A1		
Plantegning - Kvål sentrum		Tegningsens filnavn skjearingstad\20101052\A1\T01\Plantegning_2010.dwg	Målestokk 1:2000		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lillelvald Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2011-09-19 Oppdragsnr. 20101052	Kontrollert / Tegnet MMe	Kontrollert KE	Godkjent KE
		20101052	100		



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering    ⚙ Fjellkontrollboring    ⊕ Prøveserie    ⊖ Poretrykksmåling
  - Enkel sondering    ⚡ Dreielekksondering    □ Prøvegrop    ⚡ Fjell i dagen
  - ▽ Trykksondering    ⊕ Totalsondering    + Vingeboring    ▼ Ramsondering
- Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + boret i fjell

Tegningen er redusert til halv målestokk uten at målestokkangivelsen er redusert tilsvarende.

Rev.	Beskrivelse	Date	Status	Tegn.    Kontr.    Godk.
			Original format	
			A1	
			Tegnings: 11smm	
			st:\markus\2010\1052\A1\T06\RT1\Planlegges_2010.dwg	
			NB:stokk	
	Plantegning - Kvål sentrum		12000	
	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	Date 2010-09-19 Oppdragsnr. 20101052	Kontroll / Tegnet MMe Tegningsnr. 101	Kontrollert KE Rev. KE

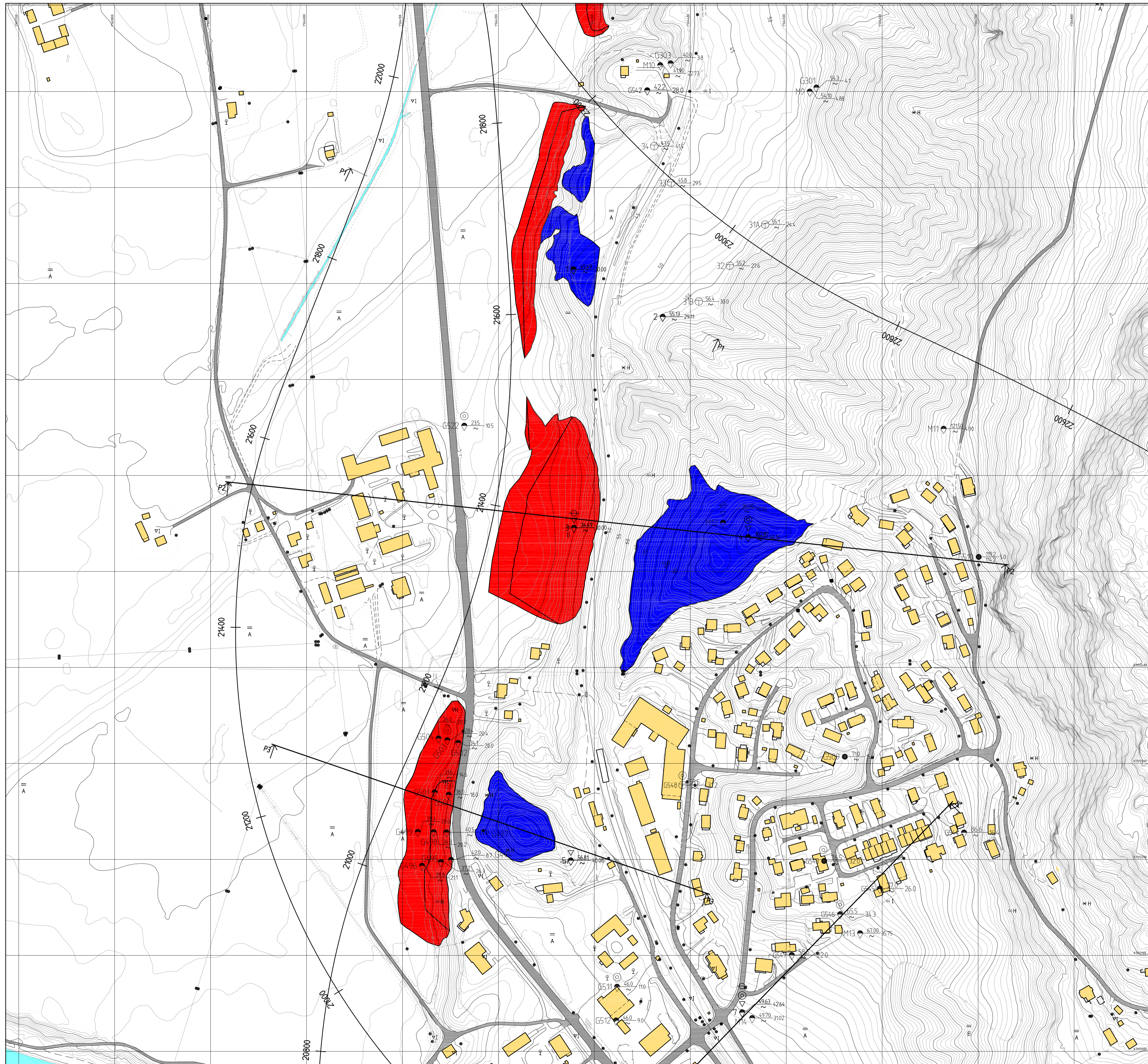


**FORKLARINGER:**

- Dreiesonering    ⚙ Fjellkontrollboring    ⊙ Prøveserie    ⊖ Poretrykksmåling
  - Enkel sonering    ⚙ Dreielekksoneering    □ Prøvegrop    ⚡ Fjell i dagen
  - ▽ Trykksoneering    ⊕ Totalsoneering    + Vingebooring    ▼ Ramsondering
- Borhull nr. Terreng (bunn) kote Boret dybde + boret i fjell  
Antatt fjellkote

Tegningen er redusert til halv målestokk uten at målestokkangivelsen er redusert tilsvarende.

Rev. Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Code
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad Grunnundersøkelser	-	-	-	-
Plantegning - Forset	12000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lillelva Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Date 2011-09-19 Oppdragsnr. 20101052	Kontroll / Tegnet MMe Tegningsnr. 102	Kontrollert KE	Løskjert KE

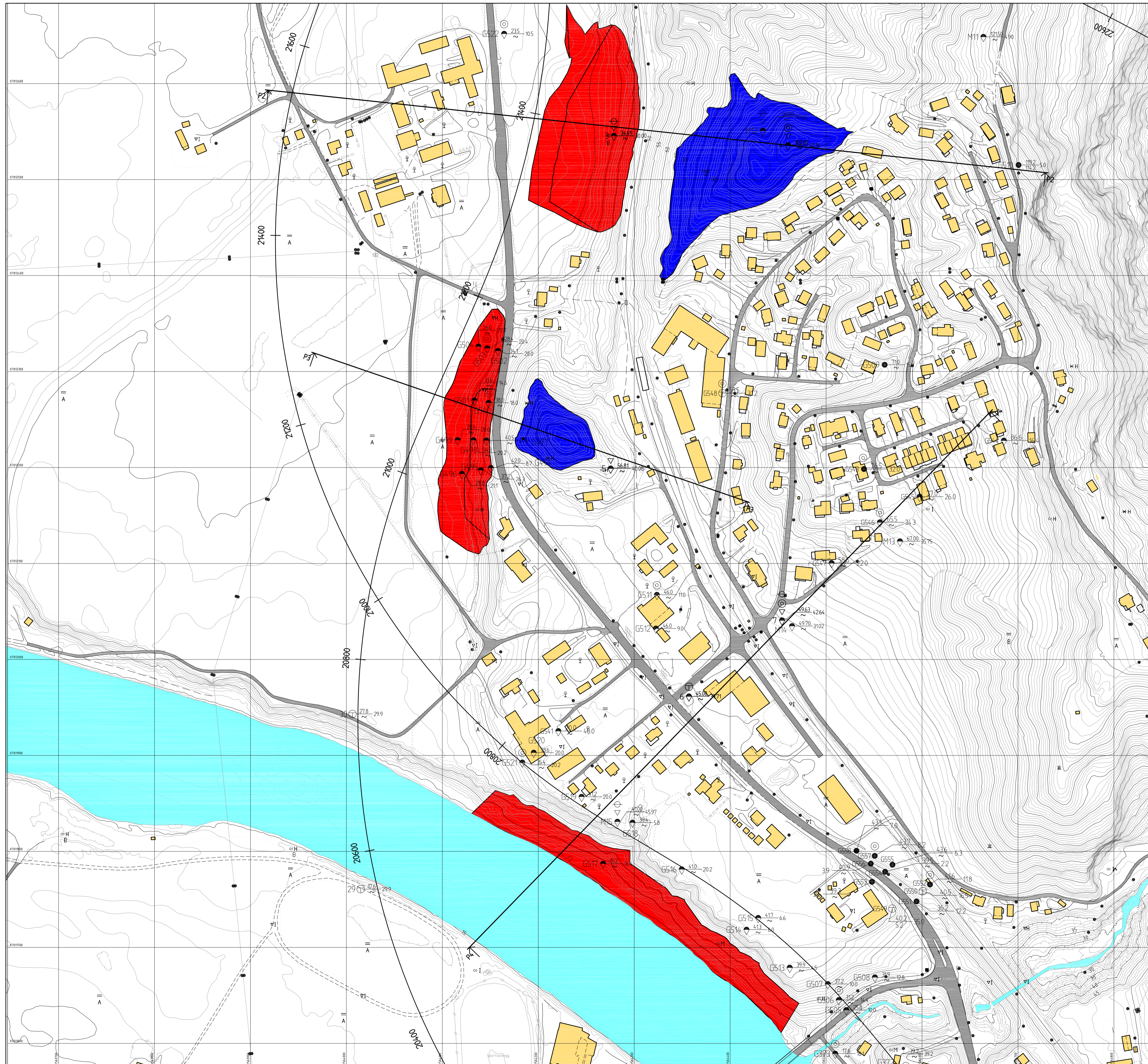


**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering    ⚙ Fjellkontrollboring    ⊙ Prøveserie    ⊕ Poretrykksmåling
  - Enkel sondering    ⚙ Dreitrykksondering    □ Prøvegrop    ⚡ Fjell i dagen
  - 7 Trykksondering    ⊕ Totalsondering    + Vingeboring    ▼ Ramsondering
- Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + boret i fjell

- Motfylling
- Planering

Rev. Beskrivelse	Date	Status	Tegn.	Kontrollert
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad Grunnundersøkelser	2011-09-19	Original format		
Plantegning - Kvål sentrum Stabiliserende tiltak	20101052	12000		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lilloe Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Date 2011-09-19 Oppdrag nr. 20101052	Konstr./Tegnet MMe	Kontrollert KE	Godkjent KE
	20101052	103		-

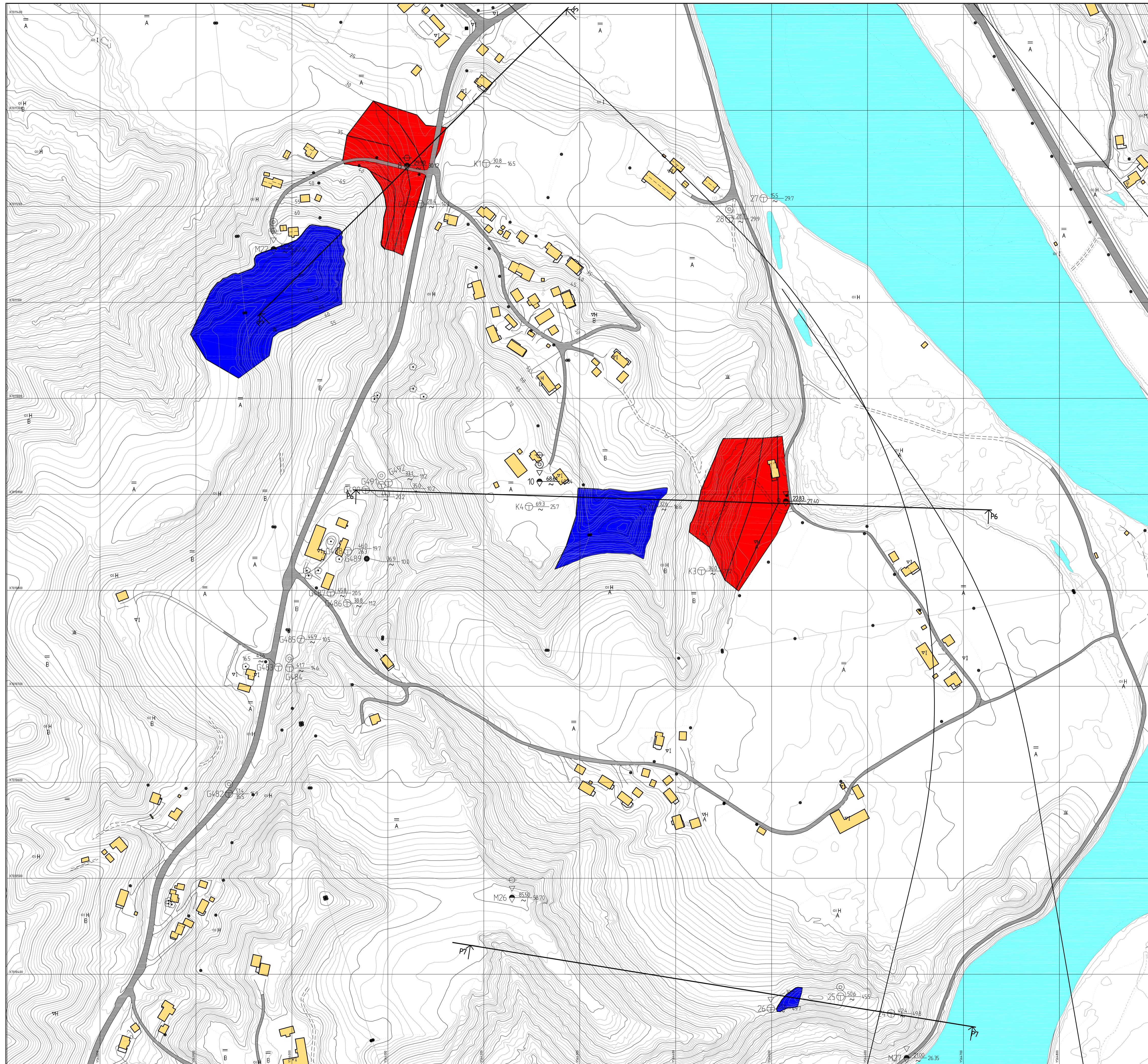


**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering    ⚙ Fjellkontrollboring    ⊙ Prøveserie    ⊕ Poretrykksmåling
  - Enkel sondering    ⚙ Dreitrykkssondering    □ Prøvegrop    ⚡ Fjell i dagen
  - ∇ Trykksondering    ⊕ Totalsondering    + Vingeboring    ▼ Ramsondering
- Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + boret i fjell

- Motfylling
- Planering

Rev.	Beskrivelse	Data	Tegn.	Kontroll.	Godk.
-	-	-	-	-	-
E6 Haggatunnelen - Skjæringstad Grunnundersøkelser		Original format A1 Tegnings: f.riksen st:\arkiv\2010\20101052\AUTOCAD\RT1\Fylling-avlastning.dwg Målestokk			
Plantegning - Kvål sentrum Stabiliserende tiltak		12000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvald Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Date 2011-09-19 Oppdragnr. 20101052	Kontroll / Tegnet MMe Tegningnr. 104	Kontrollert KE	Godkjent KE



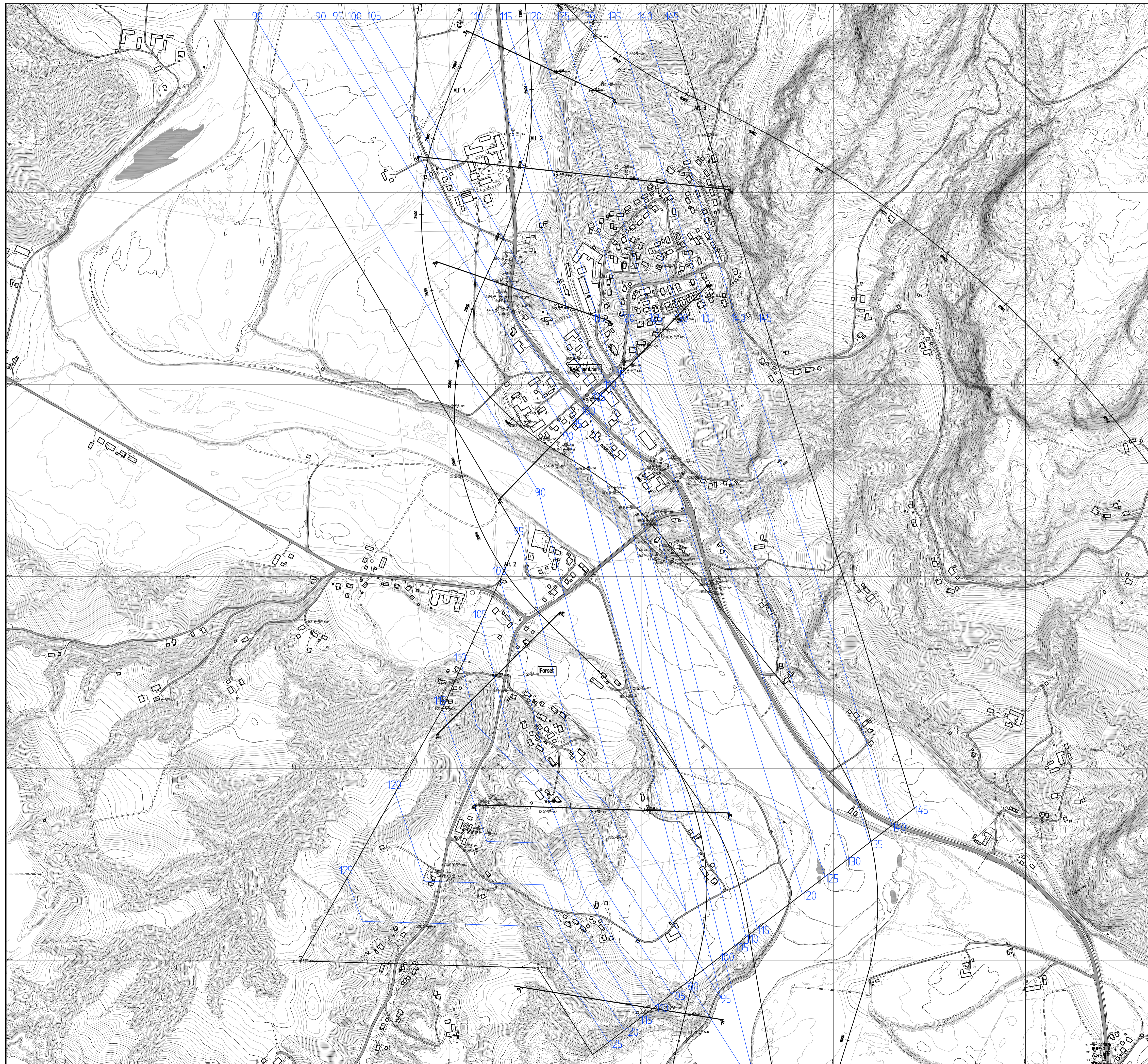
**FORKLARINGER:**


- Dreesonering    ✱ Fjellkontrollboring    ⊙ Prøveserie    ⊕ Porettrykksmåling
  - Enkel sondering    ⚡ Dreitrykkssondering    □ Prøvegrop    ⚡ Fjell i dagen
  - 7 Trykksondering    ⊕ Totalsondering    + Vingeboring    ▼ Ramsondering
- Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + boret i fjell

■ Motfylling

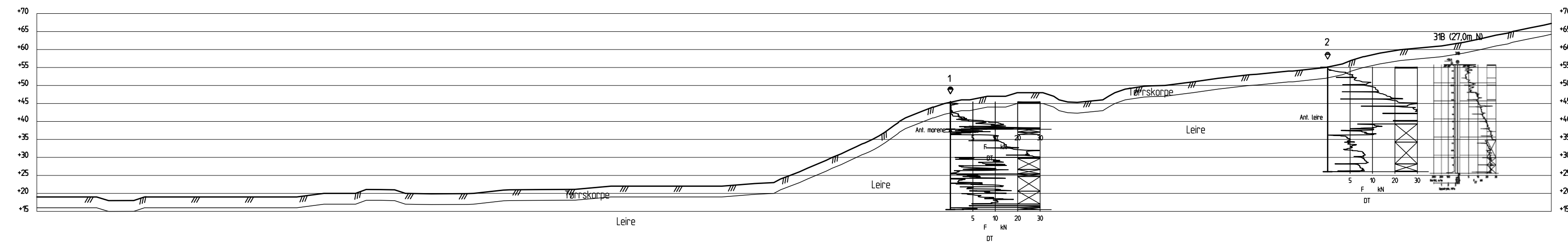
■ Planering

Rev. Beskrivelse	Status	Tegn.	Kontroll	Godk.
<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>		Original format		
Grunnundersøkelser		A1		
Plantegning - Forset		Tegningens tittel		
Stabiliserende tiltak		Målestokk		
		12000		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lilleveit Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 2011-09-19 Oppdrag nr. 20101052	Kontroll / Tegnet MMe Tegning nr. 105	Kontrollert KE	Godkjent KE



Rev.	Beskrivelse	Data	Tegn.	Kontrollert	Godkjent
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status Original format AT Tegnings: Finnem Tegningsnr: 20101052 Målestokk:			
Kotekart Antall tidligere terreng		15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Oppdragsnr: 20101052	Konstr./Tegnet MMe Tegningsnr:	Kontrollert KE	Godkjent KE
		2011-09-19	20101052	106	-





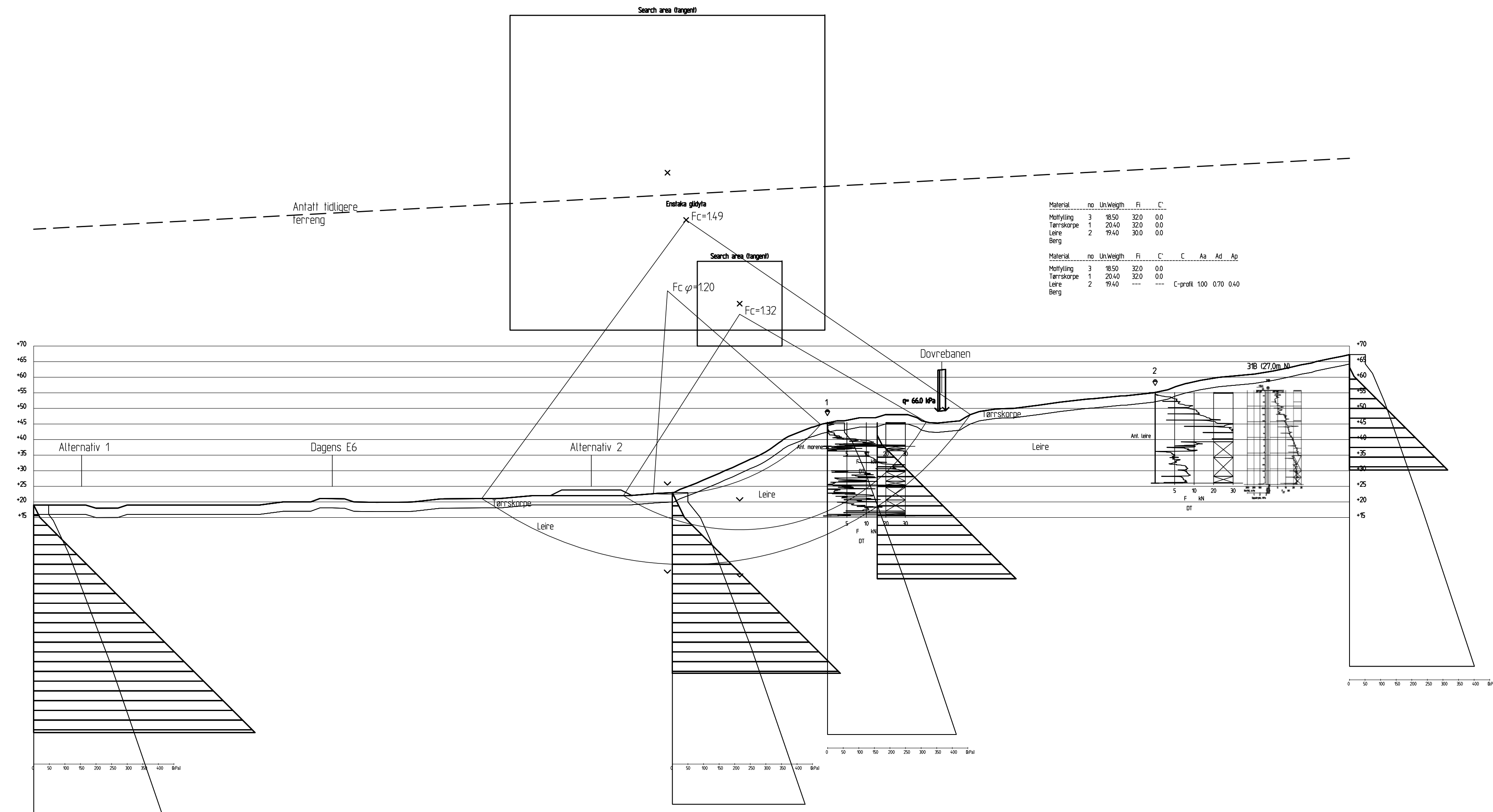
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status	-		
Profil 1 Lagdelling		Original format	A-3L		
		Tegningens filnavn	G:\gearkiv\20101052\AUTOGRAF\RTV\Profil 1.dwg		
		Målestokk	1:1000		
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2011-09-09	MMe	KE	KE
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20101052	200	-	




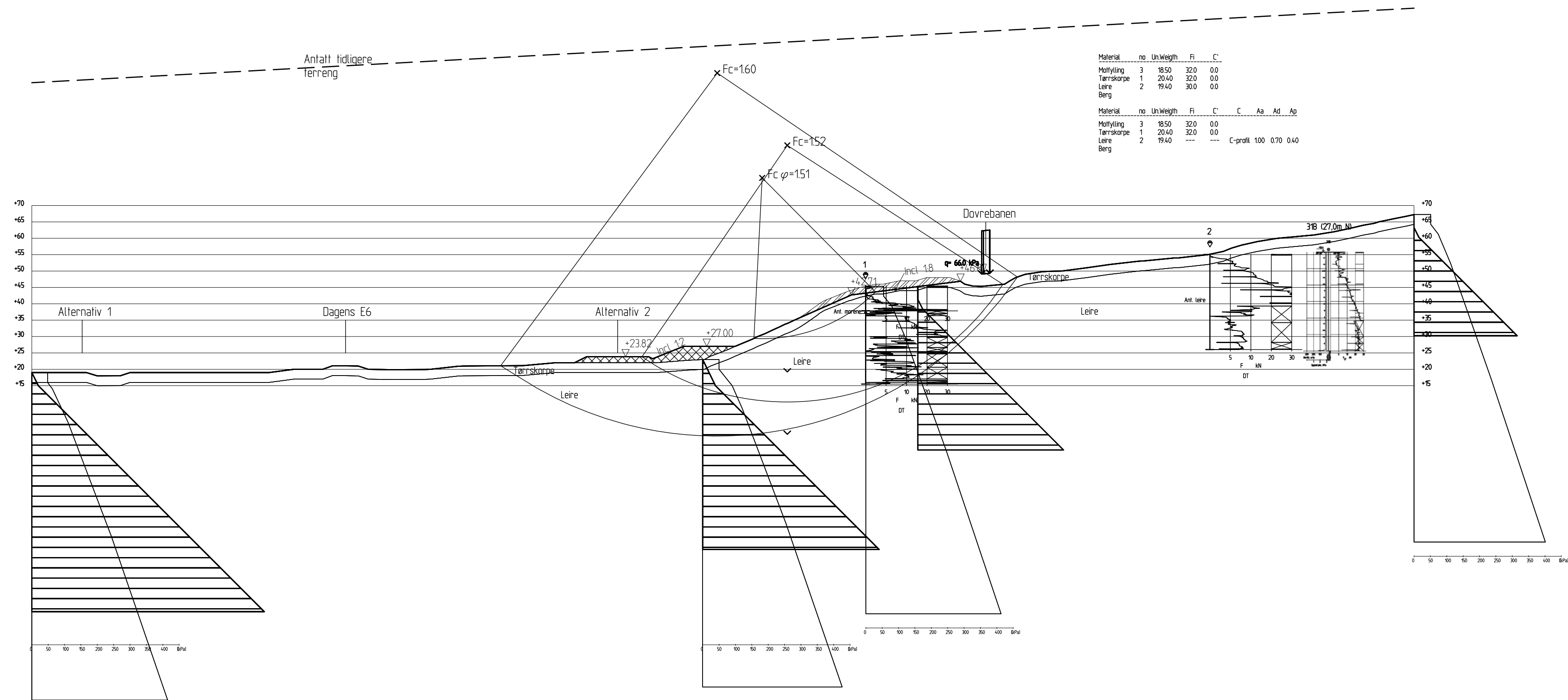


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geotekn\20101052\STABGRAF\ITV\Profil 1B.dwg			
Profil 1 Su-analyse / Afi-analyse Dagens situasjon		Målestokk 1:1000			
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 2011-09-09	Konstr./Tegnet MMe	Kontrollert KE	Godkjent KE
Oppdragsnr. 20101052		Tegningsnr. 201		Rev. -	

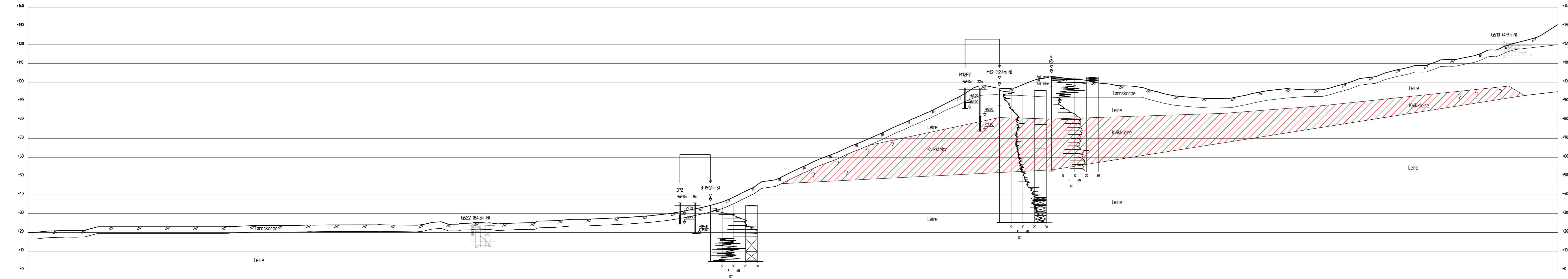


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status Original format A-3L Tegningens filnavn G:\gearkiv\20101052\STABGRAF\RTV\Profil 1B tiltak.dwg			
Profil 1 Su-analyse / Afi-analyse Etter tiltak		Målestokk 1:1000			
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 2011-09-09	Konstr./Tegnet MMe	Kontrollert KE	Godkjent KE
Oppdragsnr. 20101052		Tegningsnr. 202		Rev. -	

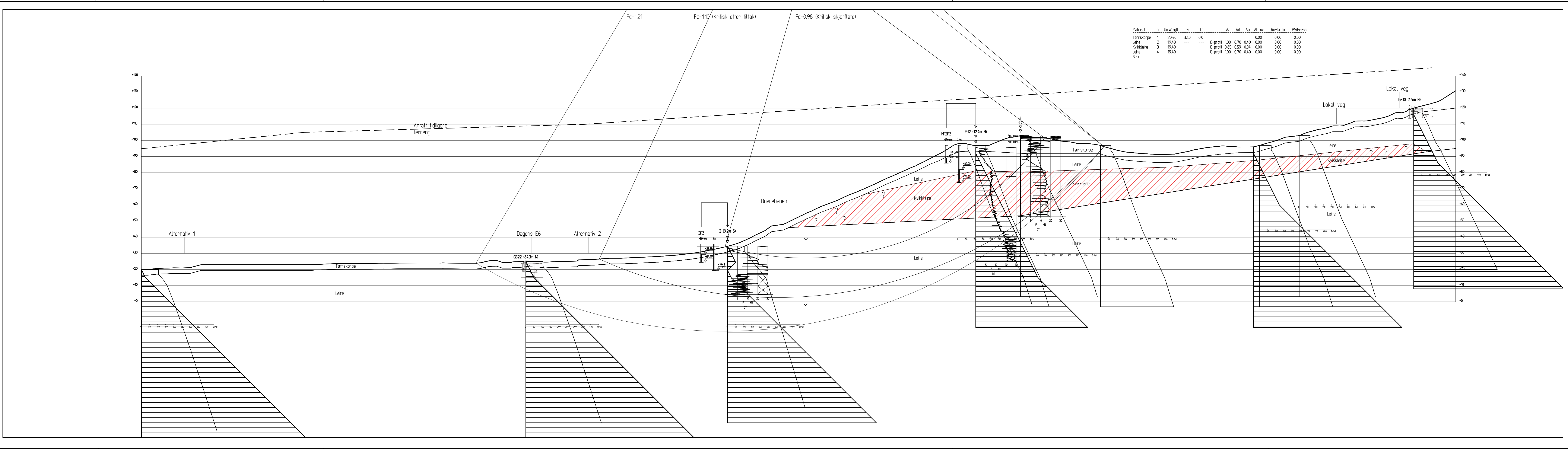


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status			
Profil 2 Lagdelling		Original format A-3LL Tegningens filnavn g:\geosart\1201052\AUTOGRAF_RIT\Profil2.dwg Målestokk			
NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.10.2011 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet MMe Tegningsnr. 203	Kontrollert KE	Godkjent KE

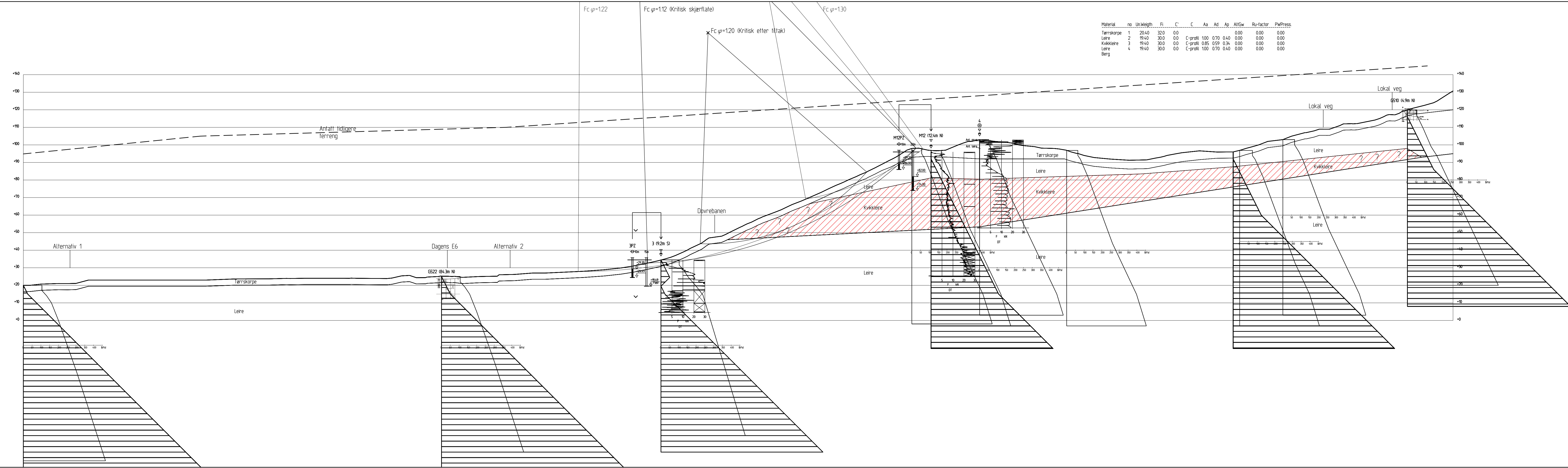


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåfunnelen - Skjæringstad		Status Original format A-3LL Tegningens filnavn G:\oppgaver\2010\1052\TABGRAF\RT\Profil 2 111111.dwg Målestokk 1:1000			
Profil 2 Su-analyse Dagens situasjon		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 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052		Konstr./Tegnet MMe Tegningsnr. 204		Kontrollert KE Godkjent KE Rev. -	



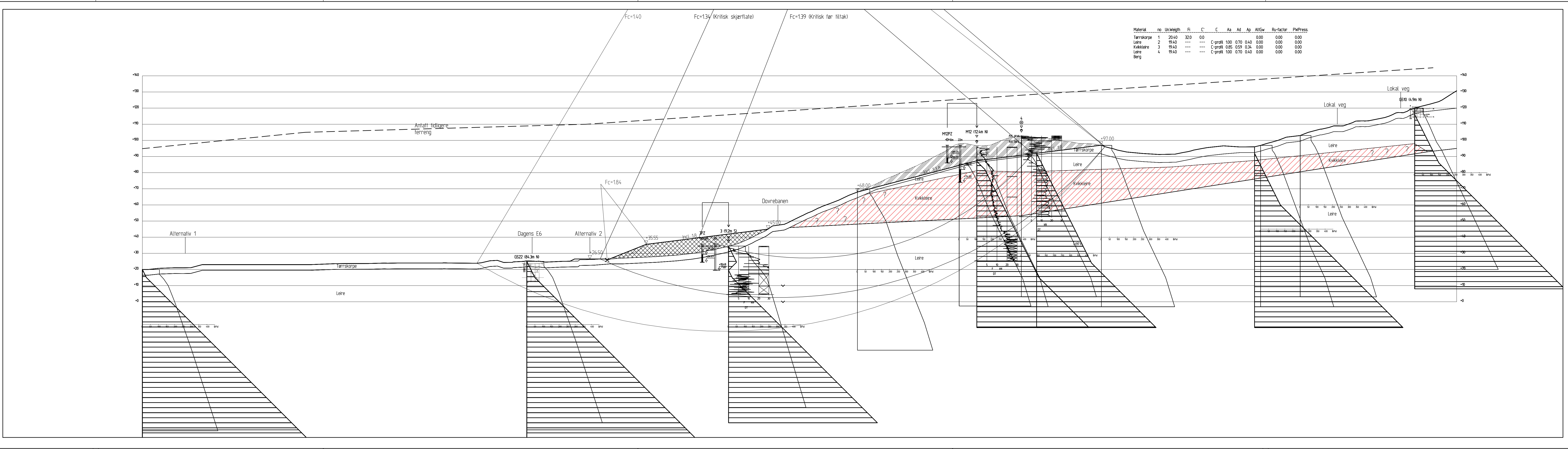
Material	no	Un	Weglh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-factor	PwPress
Tærskorpe	1	20.40	32.0	0.0						0.00	0.00	0.00
Leire	2	19.40	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	3	19.40	30.0	0.0	C-profil	0.85	0.59	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
Leire	4	19.40	30.0	0.0	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Berg												

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåfunnelen - Skjæringstad		Status			
Original format		A-3LL			
Tegningens filnavn		G:\sagsarkiv\20101052\TABGRAF\BIT\Profil 2 effekth.dwg			
Målestokk		1:1000			
Profil 2 Afi-analyse Dagens situasjon		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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2011-09-09	MMe	KE	KE
		Oppdragsnr:	Tegningsnr:	Rev.	
		20101052	205	-	



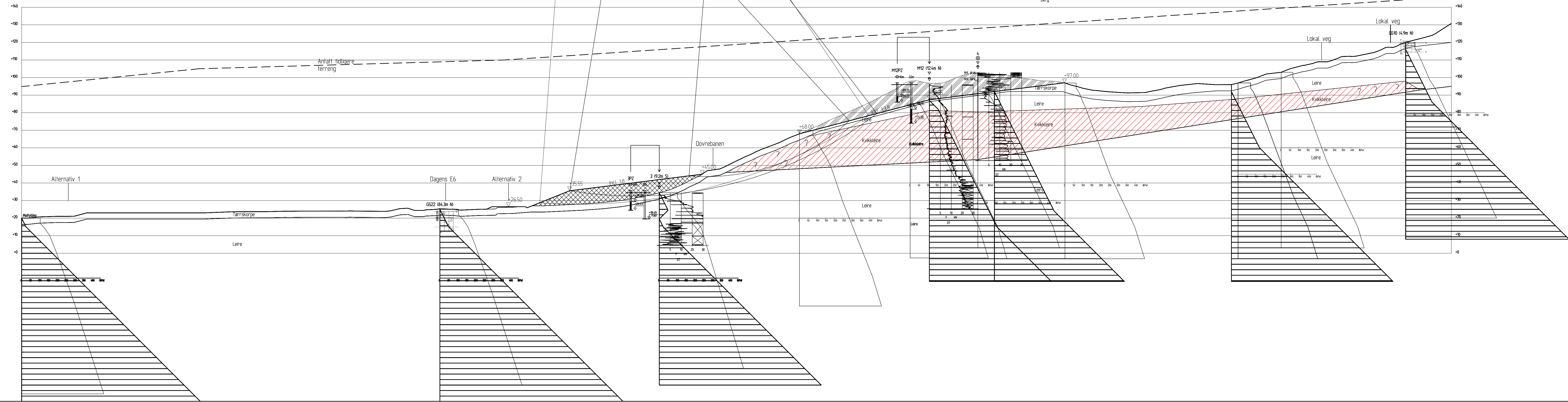
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåfunnelen - Skjæringstad		Status			
Profil 2 Su-analyse Etter tiltak		Original format A-3LL		Tegningens filnavn G:\sagsarkiv\20101052\TABGRAF\BIT\Profil 2 tiltak.dwg	
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 2011-09-09	Konstr./Tegnet MMe	Kontrollert KE	Godkjent KE
Oppdragsnr: 20101052		Tegningsnr: 206		Rev. -	





Materiell	no	Un	W <sub>eq</sub>	Fi	C	C	A <sub>a</sub>	A <sub>d</sub>	A <sub>p</sub>	AllGw	Ru-factor	PwPress
Tørrskorpe	1	2040	320	0.0						0.00	0.00	0.00
Leire	2	1940	300	0.0	C-profil	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	3	1940	300	0.0	C-profil	0.85	0.59	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
Leire	4	1940	300	0.0	C-profil	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Berg												

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

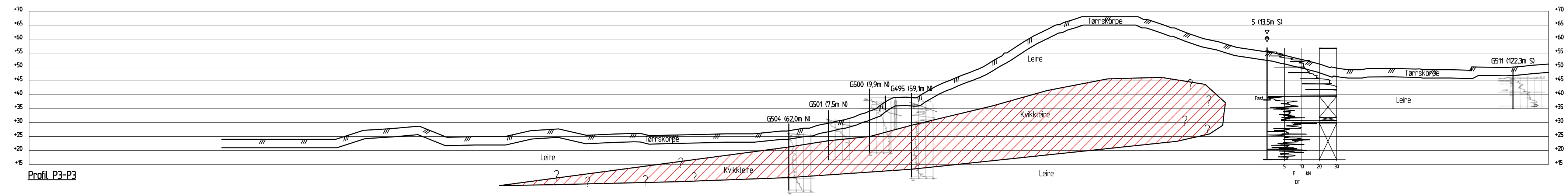
Rev		Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
-	-						
<b>E6 Håggåfunnelen - Skjæringstad</b> Status Original format A-3LL Tegningens tittel G:\oppgaver\20101052\STABGRAF\BIT\Profil 2 tiltak etter tiltak.dwg Målestokk						 <b>1:1000</b>	
Profil 2 Afi-analyse Etter tiltak		Dato 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052		Konstr./Tegnet MMe Tegningsnr. 207		Kontrollert KE Godkjent KE Rev. -	
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							



FORKLARINGER:

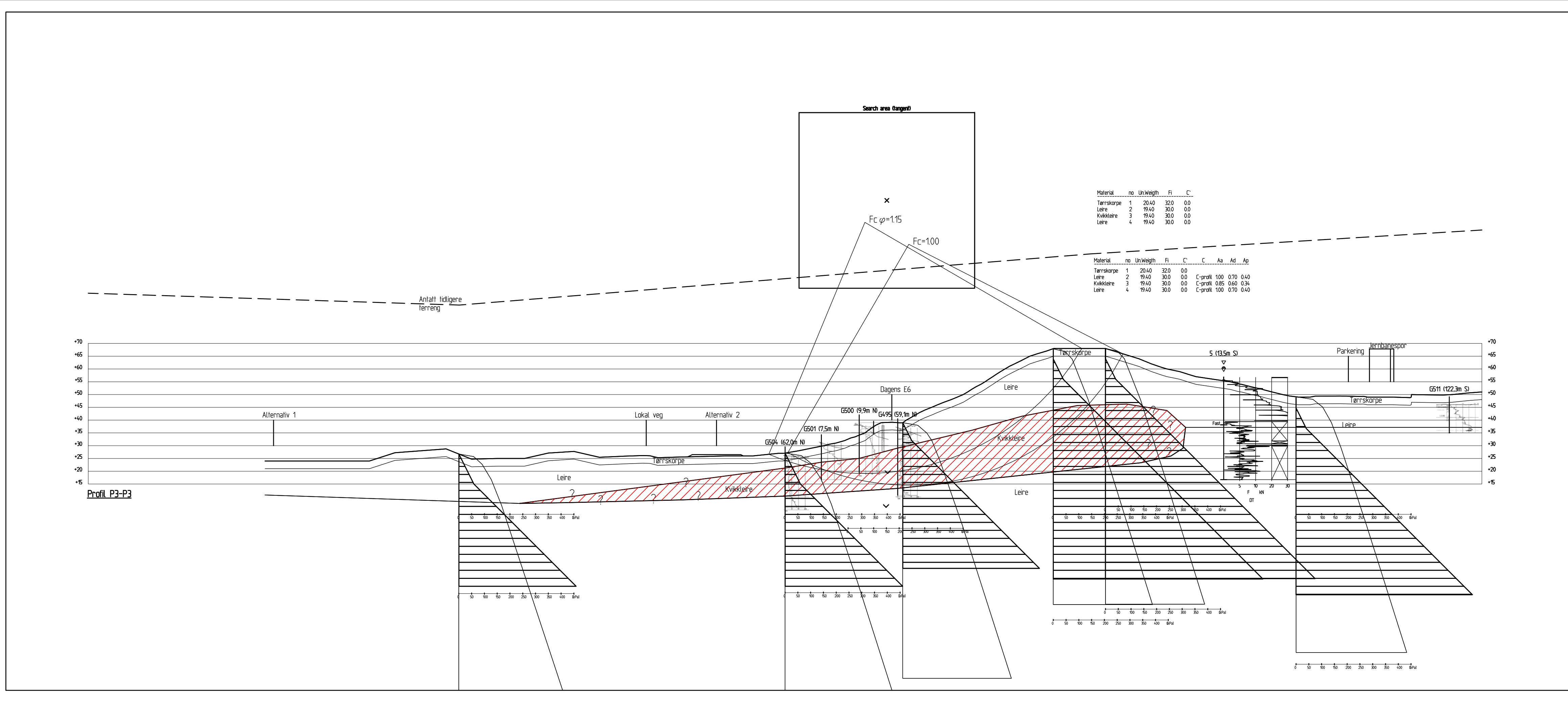
BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status -			
Profil 3 Lagdelling		Original format A-3L Tegningens filnavn G:\gearkiv\2010\1052\AUTOGRAF\RTV\Profil 3.dwg Målestokk 1:1000			
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 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet MMe Tegningsnr. 208	Kontrollert KE	Godkjent KE
				Rev.	-



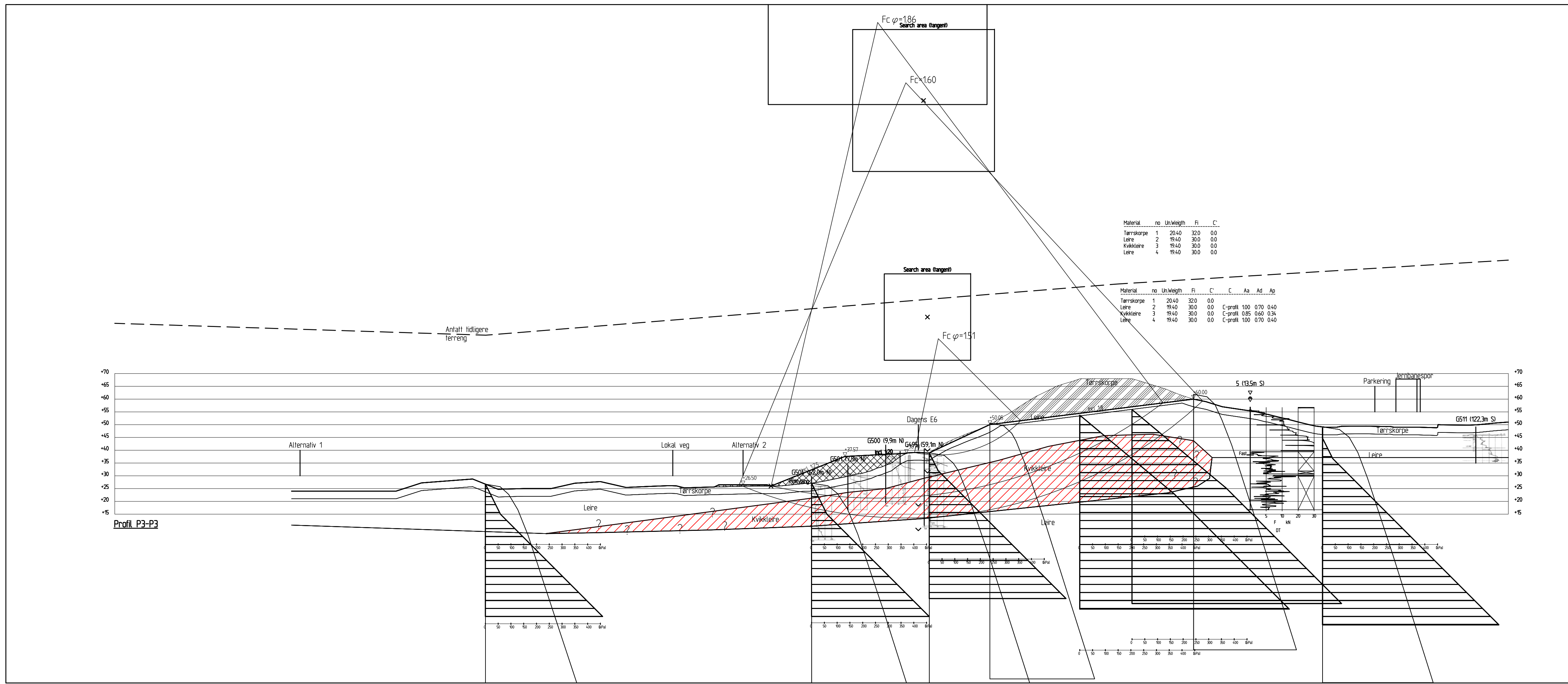


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status			
Profil 3		Original format			
Su-analyse / Af-analyse		A-3L			
Dagens situasjon		Tegningens filnavn			
		G:\geoteknisk\20101052\STABGRAF\RI\Profil 3.dwg			
		Målestokk			
		1:1000			
NGI		NGI			
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
NO-0806 Oslo, Norway		2011-09-09	MME	KE	KE
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
www.ngi.no		20101052	209	-	

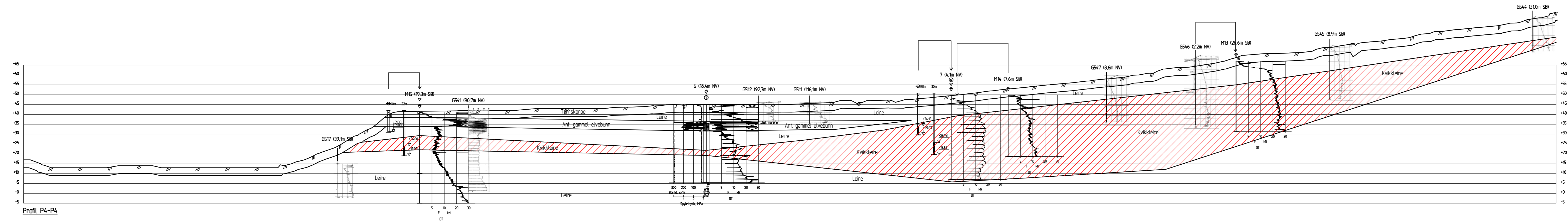


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Haggåtunnelen - Skjæringstad		Status Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geotekn\20101052\STABGRAF\RTV\Profil 3.dwg			
Profil 3 Su-analyse /Afi-analyse Etter tiltak		Målestokk 1:1000			
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 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet MME Tegningsnr. 210	Kontrollert KE	Godkjent KE Rev. -

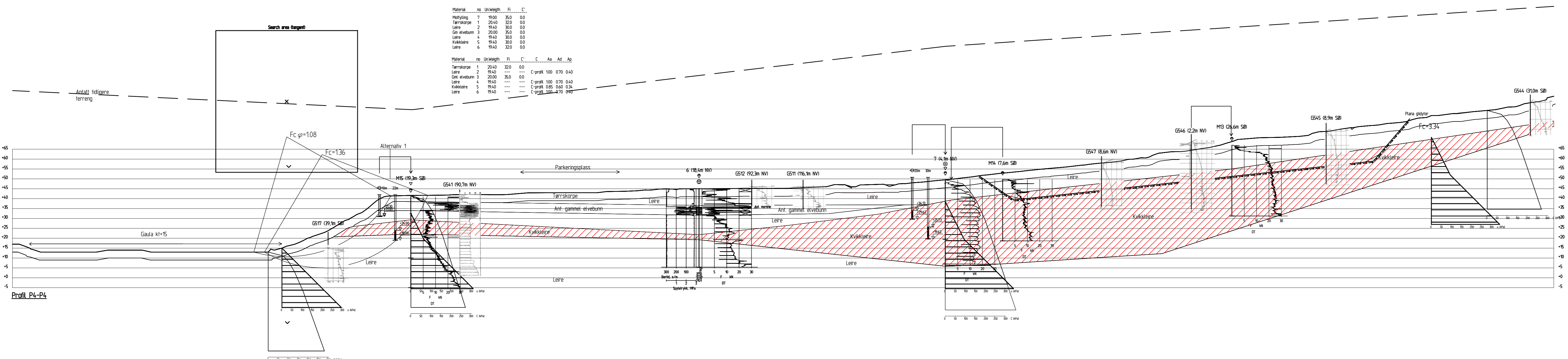


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status: -			
Profil 4 Lagdeling		Original format: A-3/L		Tegningens filnavn: G:\prosjekt\120101052\AUT\GRAF\RT\Profil_4.dwg	
		Målestokk: 1:1000		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: 2011-09-09 Oppdragsnr.: 20101052	Konstr./Tegnet: LRB Tegningsnr.: 211	Kontrollert: KE	Godkjent: KE



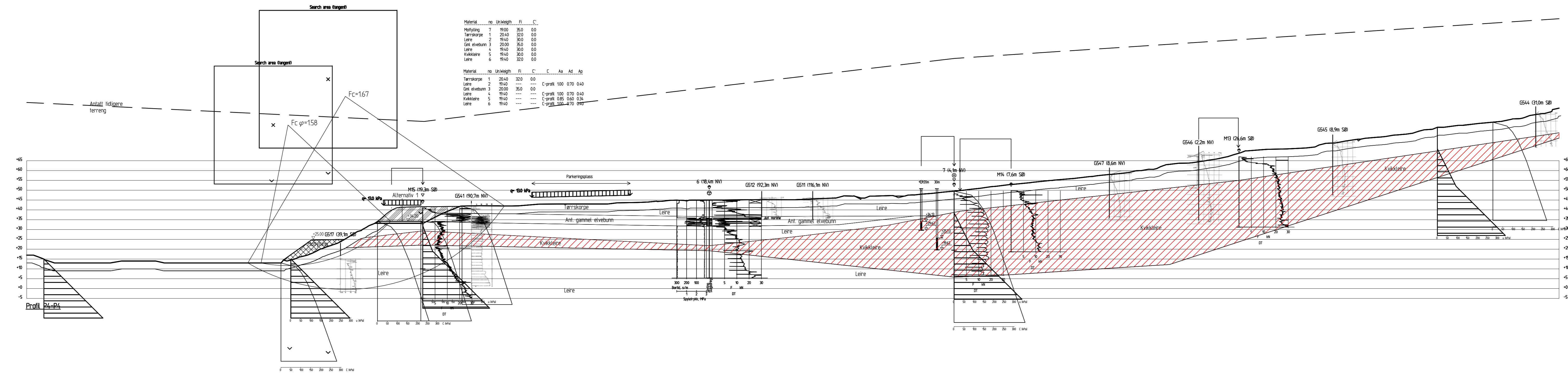
Profil P4-P4

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåfunnelen - Skjæringstad		Status			
Profil 4		Original format			
Su-analyse / Afi-analyse		A-3LL			
Dagens situasjon		Tegnings filnavn			
		G:\gearkin\2010\5151\ABGRAF\BIT\Profil 4.dwg			
		Målestokk			
		1:1000			
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontr./Tegnet	Godkjent
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		2011-09-09	LRB	KE	KE
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20101052	212	-	



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

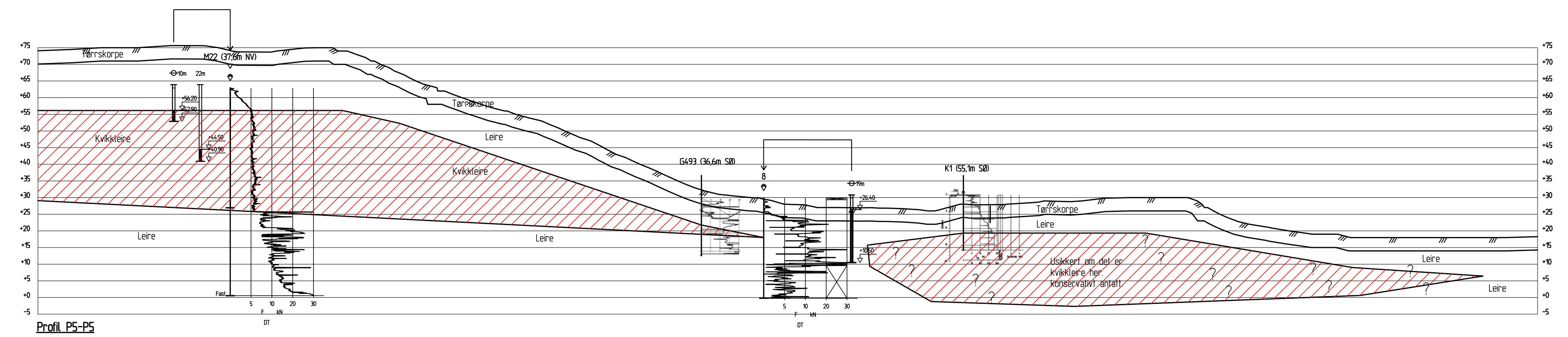
HENVISNINGER:


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåfunnelen - Skjæringstad		Status Original format A-3LL Tegningens filnavn G:\gearkin\2010\5151\ABGRAF\IT\Profil 4 Tiltak.dwg Målestokk			
Profil 4 Su-analyse / Af-analyse Etter tiltak		1:1000			
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 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 213	Kontrollert KE	Godkjent KE

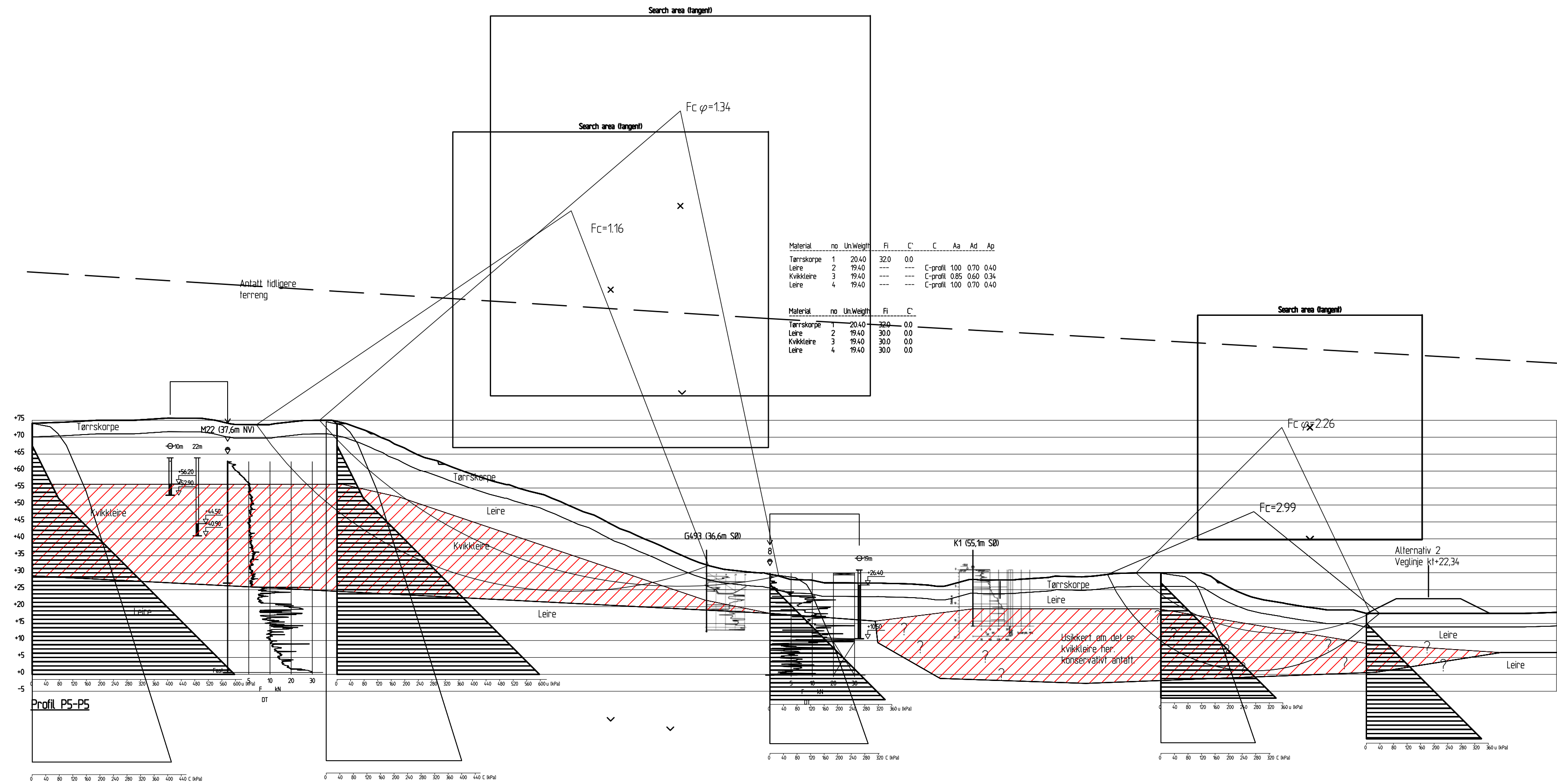
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status - Original format A-3L Tegningens filnavn G:\gearkiv\2010\1052\AUTOGRAF\RTV\Profil 5.dwg			
Profil 5 Lagdeling		Målestokk 1:1000			
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 2011-09-09	Konstr./Tegnet LRB	Kontrollert KE	Godkjent KE
		Oppdragsnr. 20101052	Tegningsnr. 214		Rev. -



FORKLARINGER:

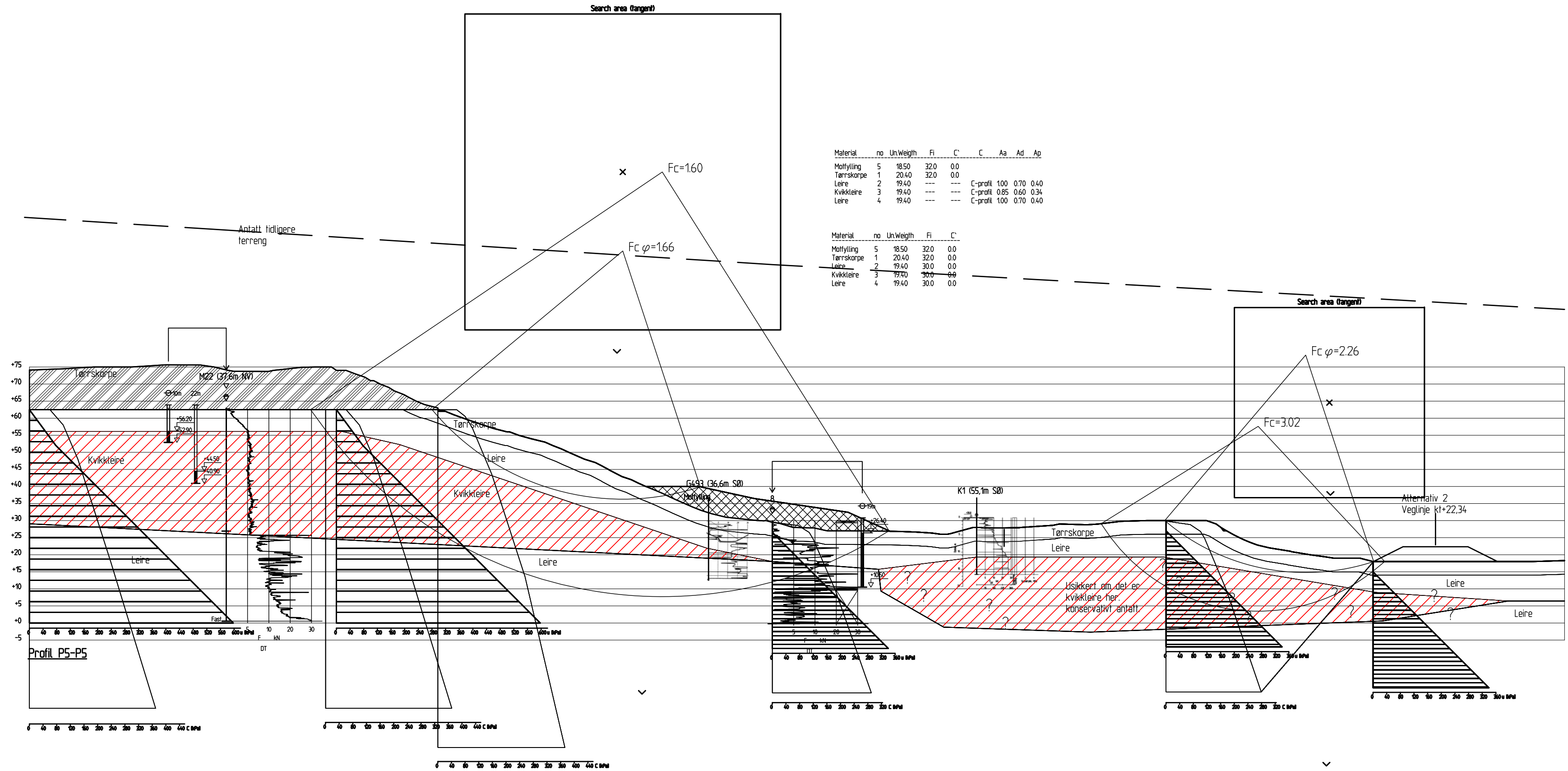
BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status	-		
Profil 5		Original format	A-3L		
Su-analyse / Afi-analyse		Tegningens filnavn	G:\geoteknisk\20101052\STABGRAF\RI\T\Profil 5.dwg		
Dagens situasjon		Målestokk	1:1000		
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
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		2011-09-09	LRB	KE	KE
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20101052	215	-	







Material	no	Un	Veigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Mottylling	5	1850	320	0.0					
Tørnsskorpe	1	2040	320	0.0					
Leire	2	1940	---	---	C-profil	100	0.70	0.40	
Kvikkleire	3	1940	---	---	C-profil	0.85	0.60	0.34	
Leire	4	1940	---	---	C-profil	100	0.70	0.40	

Material	no	Un	Veigh	Fi	C
Mottylling	5	1850	320	0.0	
Tørnsskorpe	1	2040	320	0.0	
Leire	2	1940	30.0	0.0	
Kvikkleire	3	1970	30.0	0.0	
Leire	4	1940	30.0	0.0	

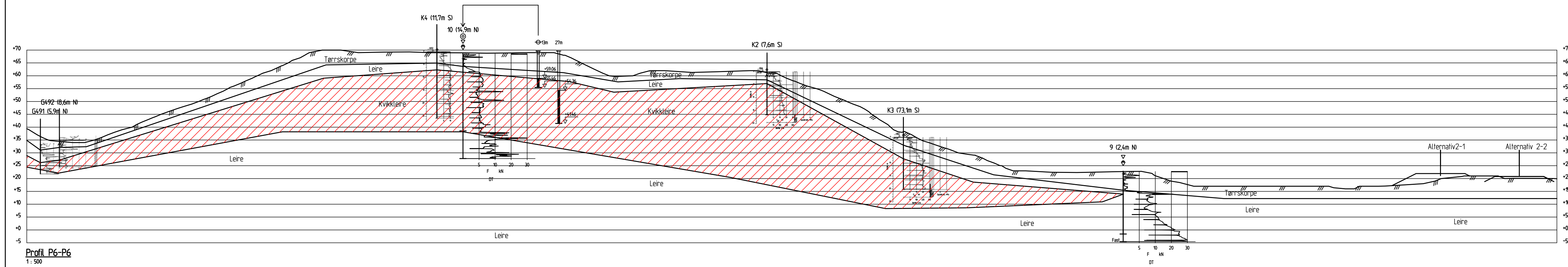
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status -			
Profil 5 Su-analyse / Afj-analyse Etter tiltak		Original format A-3L			
		Tegningens filnavn G:\geoskiv\20101052\STABGRAF\RTV\Profil 5 Tiltak.dwg			
		Målestokk 1:1000			
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 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 216	Kontrollert KE	Godkjent KE
		216		-	






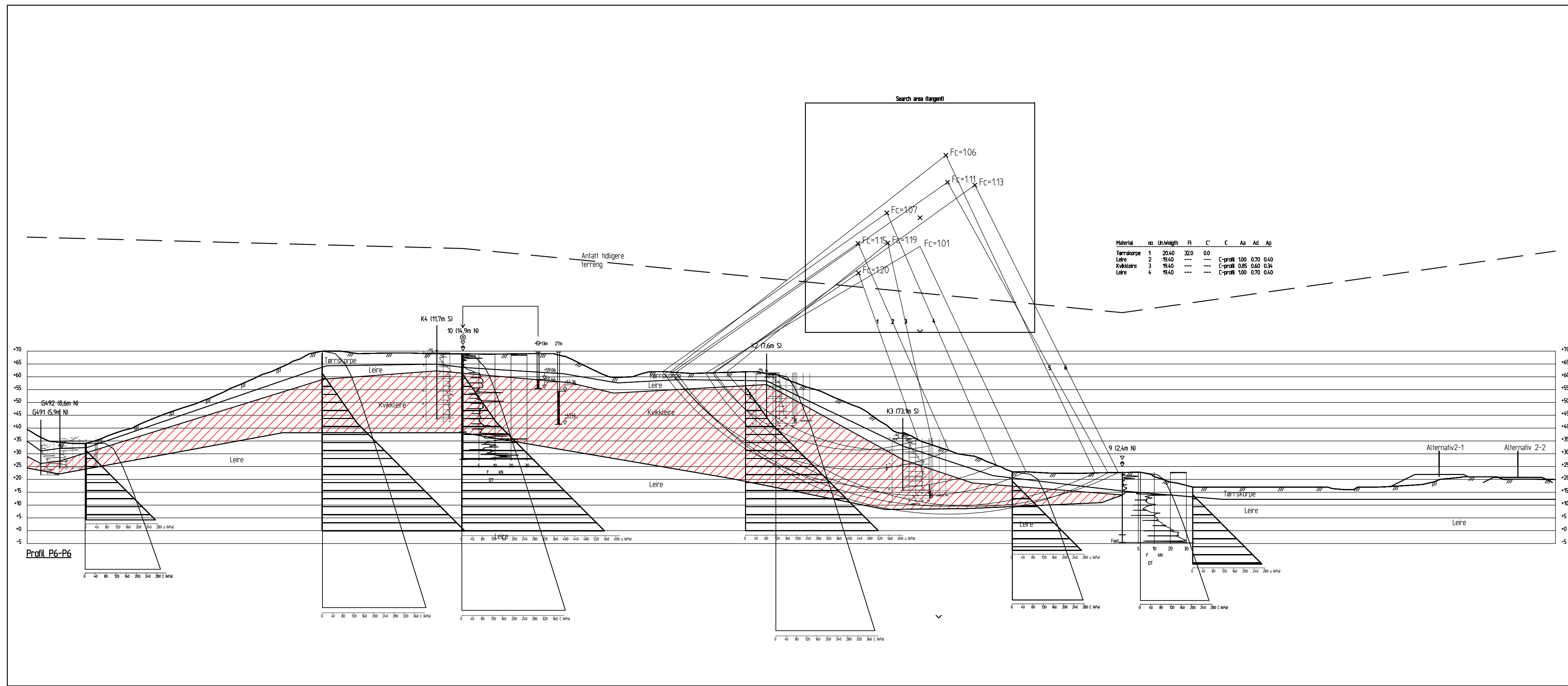
Profil P6-P6  
1:500

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status - Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geoteknisk\20101052\AUTOGRAF\ITV\Profil 6.dwg Målestokk 1:1000			
Profil 6 Lagdeling					
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 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 217	Kontrollert KE	Godkjent KE Rev. -



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

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

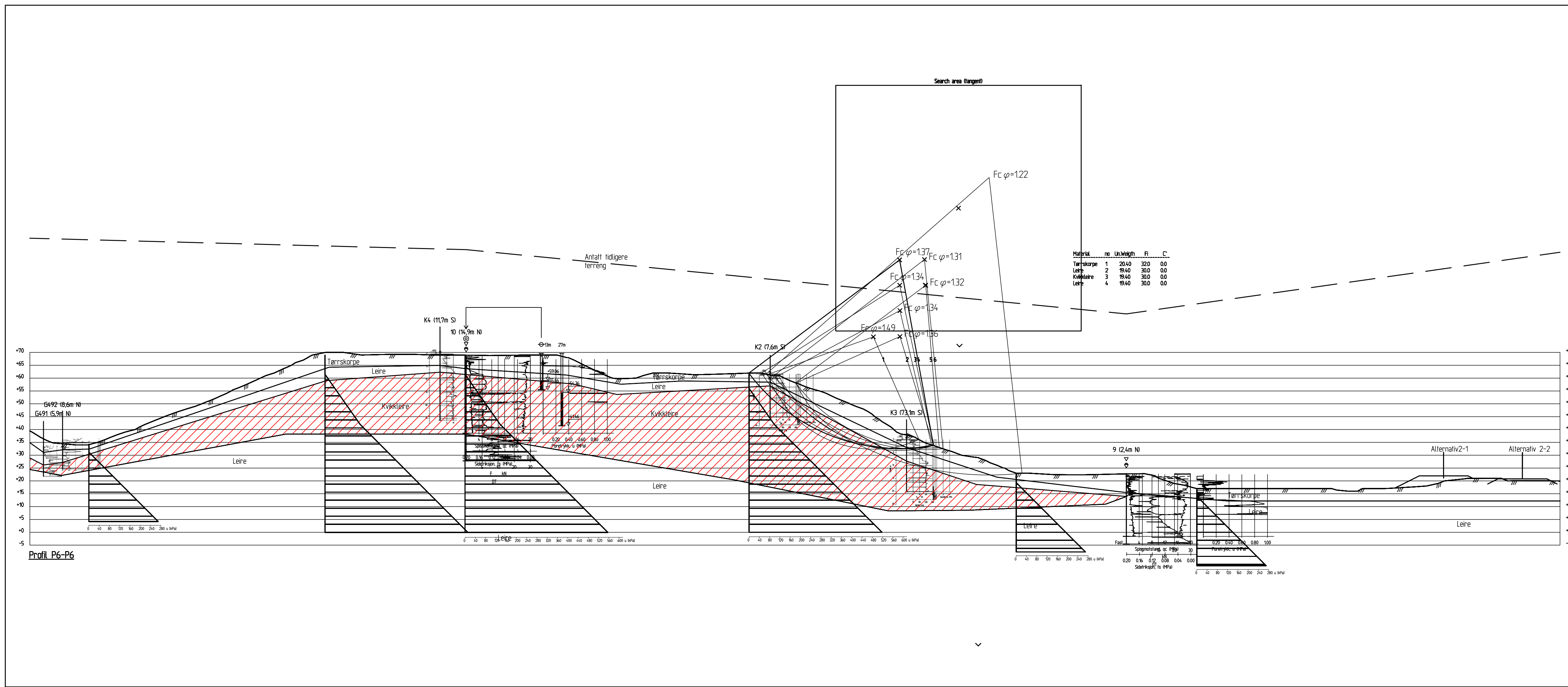
**E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad**

Status: -  
Original format: A-3L  
Tegningens filnavn: G:\geoteknisk\20101052\STABGRAF\RI\Profil 6.dwg  
Målestokk: 1:1000

**Profil 6**  
Su-analyse  
Dagens situasjon

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: 2011-09-09 Oppdragsnr.: 20101052	Konstr./Tegnet: LRB Tegningsnr.: 218	Kontrollert: KE	Godkjent: KE
---	---	---	-----------------	--------------



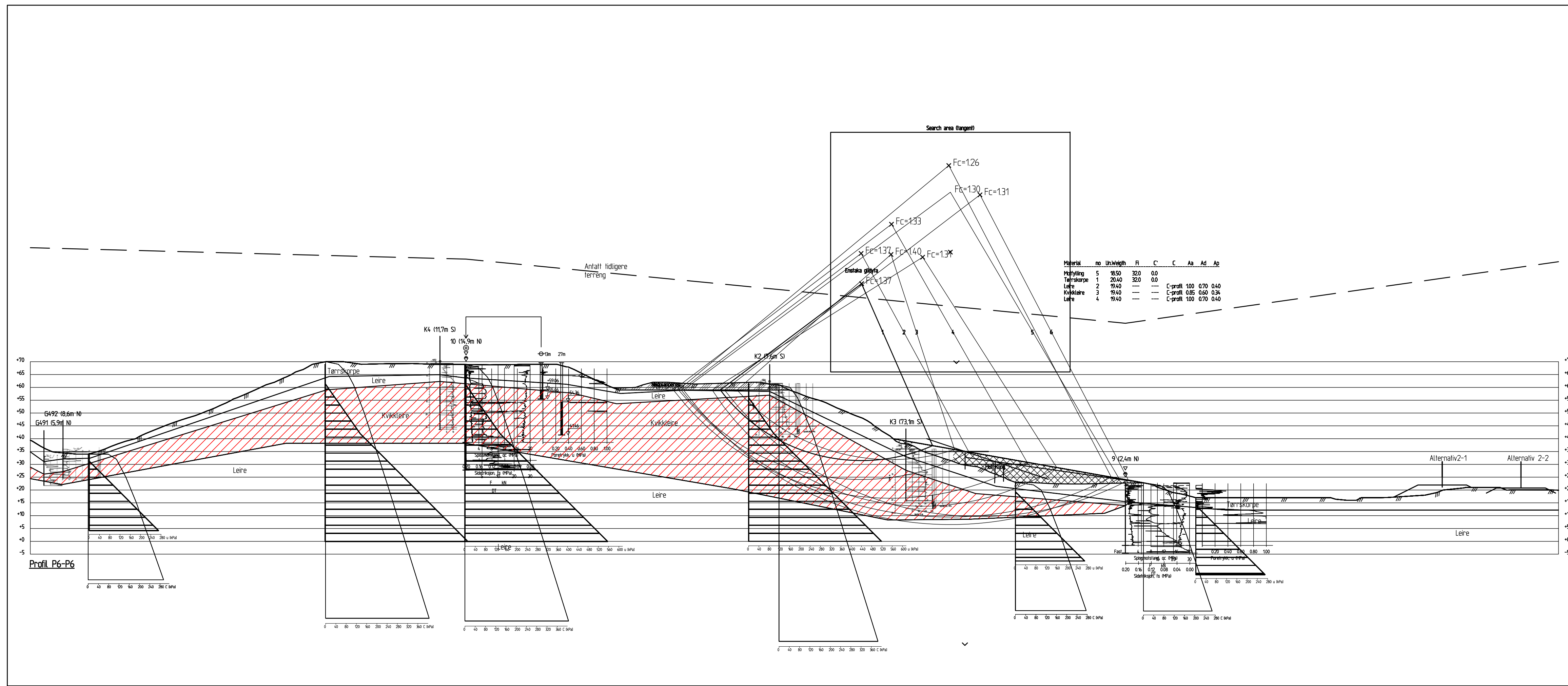


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>					Status - Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geoteknik\20101052\STABGRAF\RTV\Profil 6 afi.dwg Målestokk 1:1000
Profil 6 Afi-analyse Dagens situasjon					
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 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 219	Kontrollert KE	Godkjent KE Rev. -



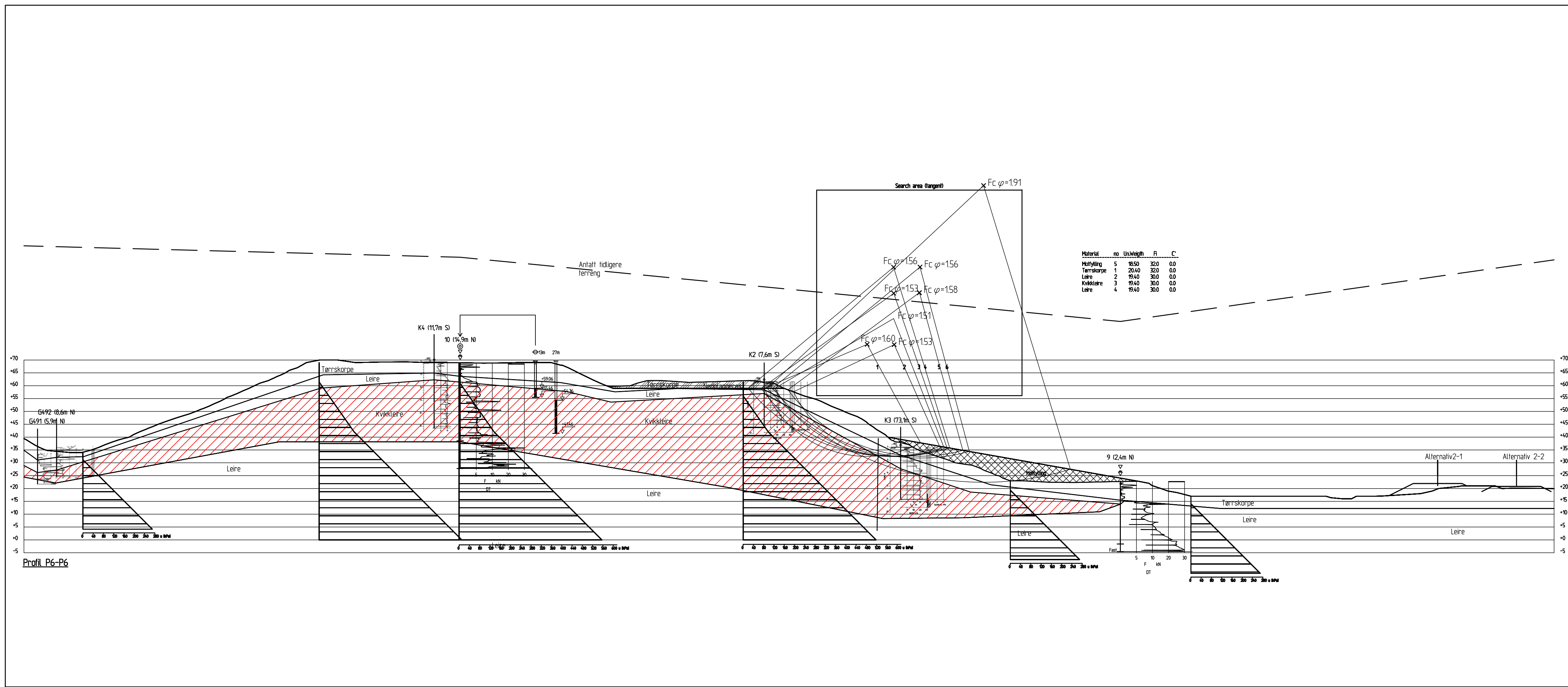
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status	-		
Profil 6 Su-analyse Etter tiltak		Original format	A-3L		
		Tegningens filnavn	G:\geoskiv\20101052\STABGRAF\RTV\Profil 6 Tiltak.dwg		
		Målestokk	1:1000		
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2011-09-09	LRB	KE	KE
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20101052	220	-	




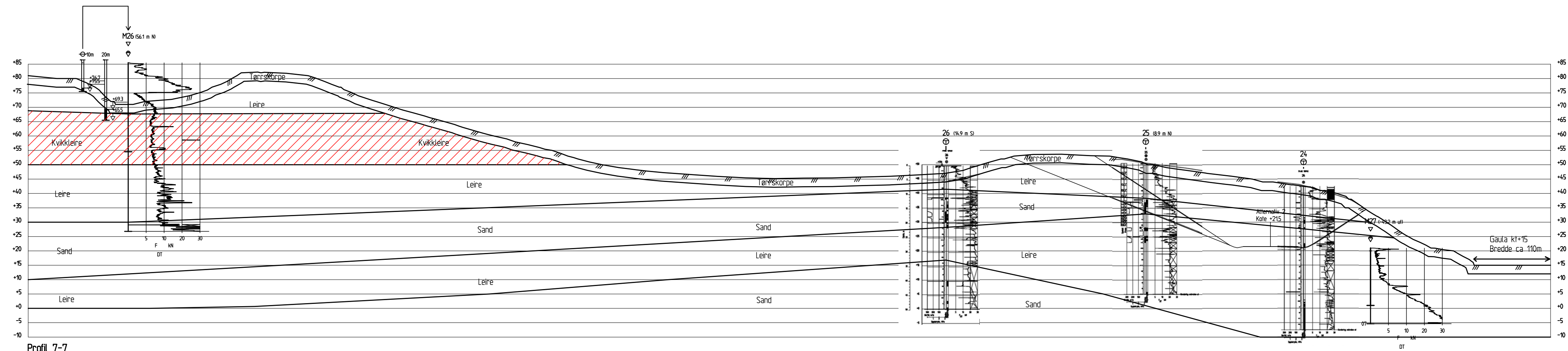


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>					Status - Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geotekn\20101052\STABGRAF\ITV\Profil 6 afi Tiltak.dwg Målestokk 1:1000
Profil 6 Afi-analyse Etter tiltak					
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 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 221	Kontrollert KE Godkjent KE	Godkjent KE Rev. -



Profil 7-7

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

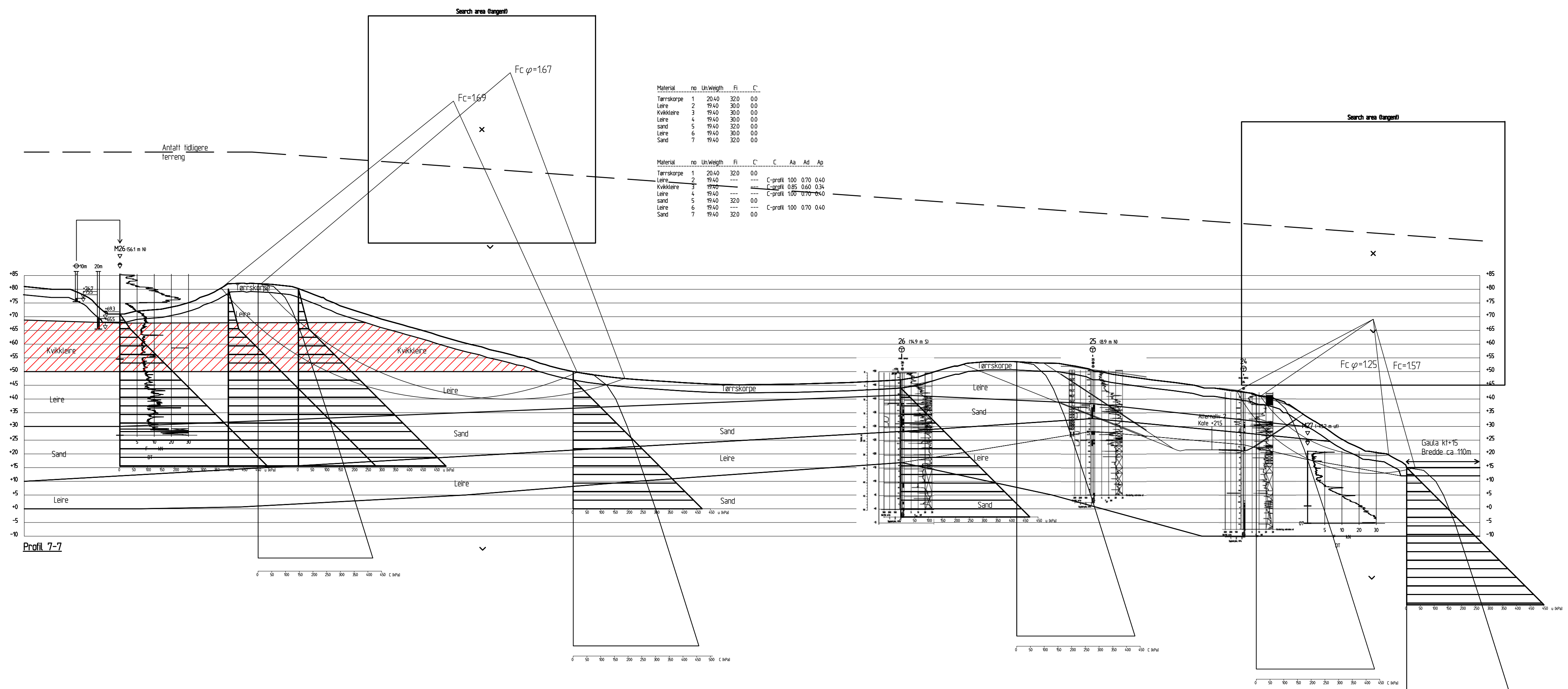
HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status Original format A-3L Tegningens filnavn G:\prosjekt\20101052\AUTOGRAF\ITV\Profil 7.dwg			
Profil 7 Lagdelling		Målestokk 1:1000			
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 2011-09-09	Konstr./Tegnet LRB	Kontrollert KE	Godkjent KE
		Oppdragsnr. 20101052	Tegningsnr. 222	Rev. -	

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:



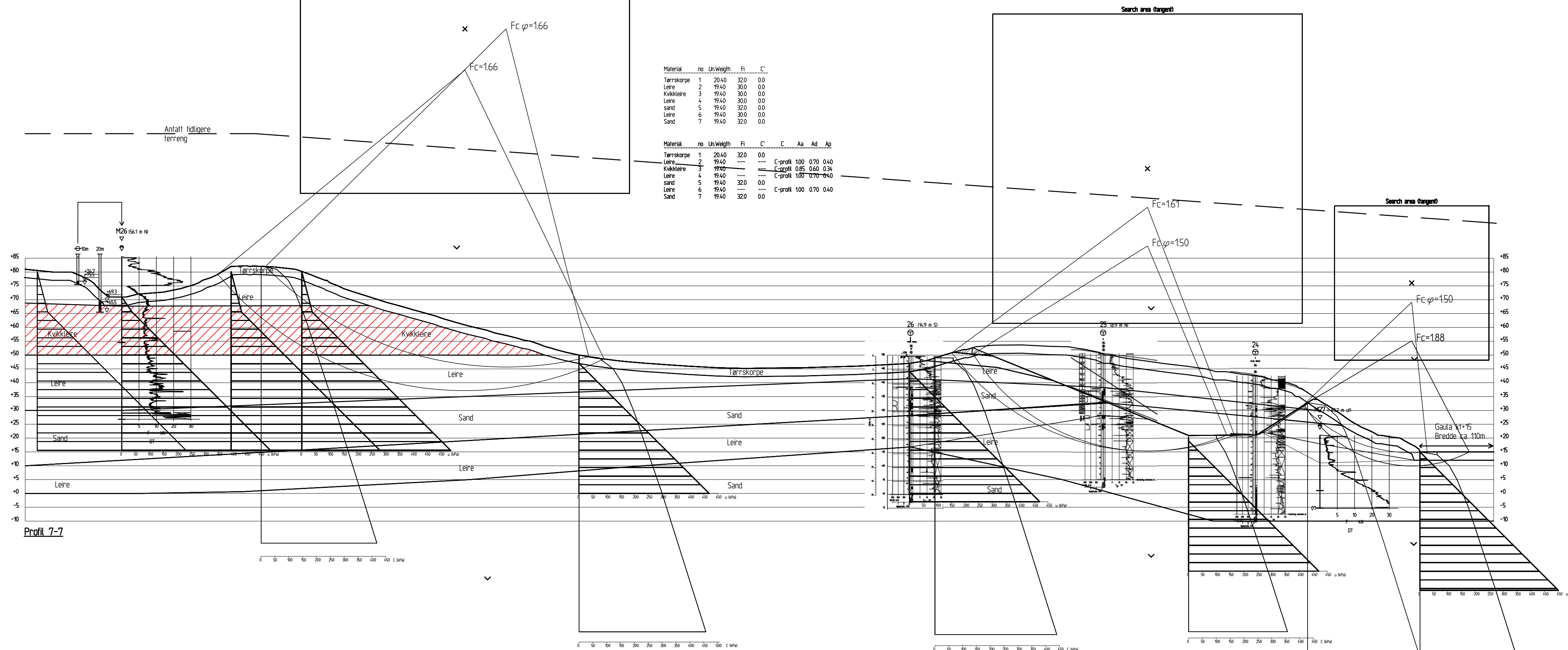
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status - Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geotekn\20101052\STABGRAF\RTV\Profil 7.dwg Målestokk 1:1000			
Profil 7 Su-analyse / Afi-analyse Dagens situasjon					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 223	Kontrollert KE	Godkjent KE




FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:



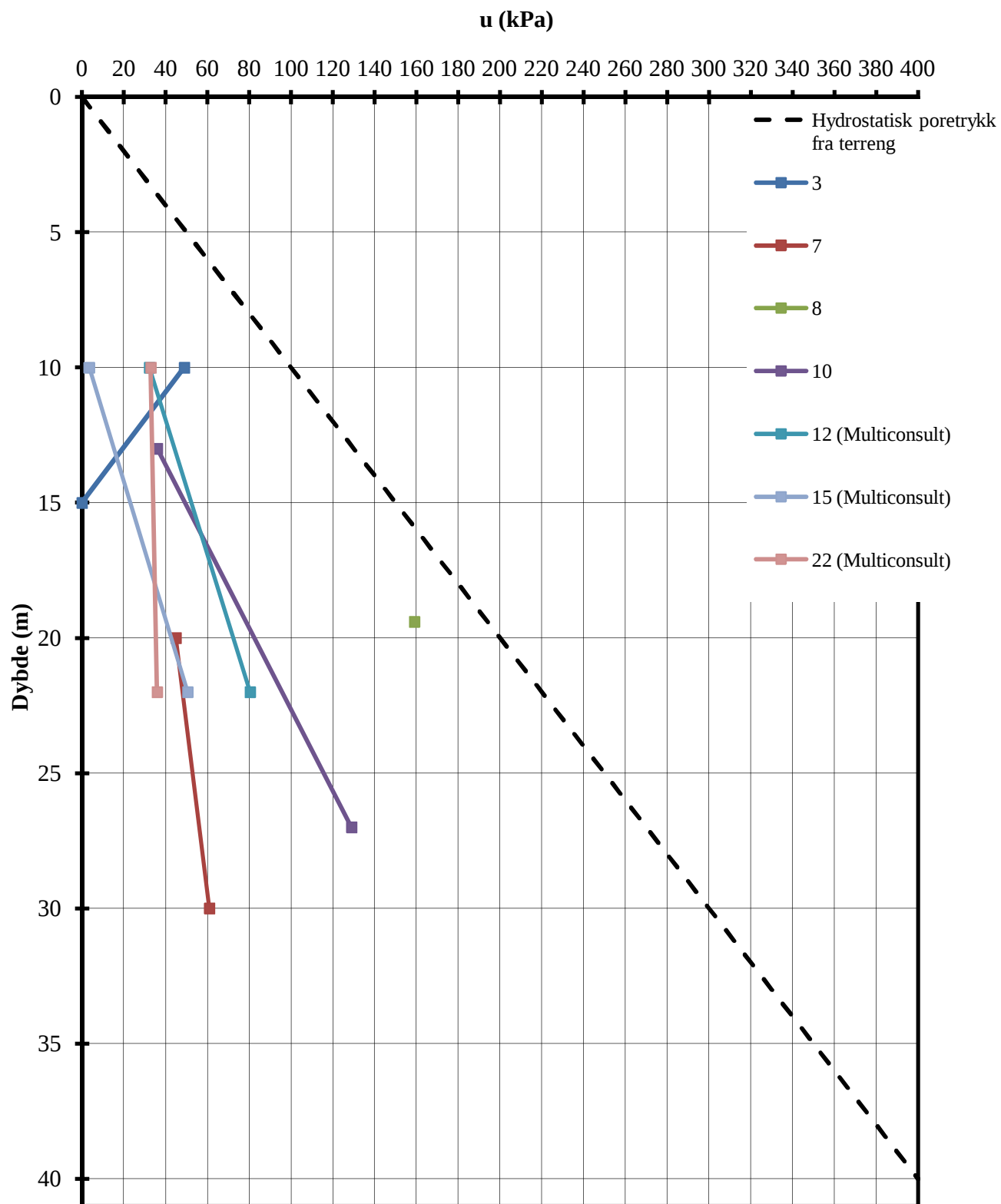
Profil 7-7

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geotekn\20101052\STABGRAF\RTV\Profil 7.dwg			
Profil 7 Su-analyse / Afi-analyse Etter tiltak		Målestokk 1:1000			
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 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 224	Kontrollert KE	Godkjent KE


## Vedlegg A - Poretrykksmålinger

### **Figurer**

Figur A.1 Poretrykksmålinger



P:\2010\10\20101052\Leveransedokumenter\Rapport\Beregningsrapport\Vedlegg A\Plott - karakteristiske poretrykk.xls\A1

<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20101052	A1
Poretrykksmålinger	Tegner	Dato
	MMe	16.09.2011
	Kontrollert	
Godkient		
	KE	

## Vedlegg B - Tolking av laboratorieforsøk

### **Tabeller**

Tabell B.1	Tolking av ødometerforsøk (supplerende grunnundersøkelser)
Tabell B.2	Tolking av treksialforsøk (supplerende grunnundersøkelser)
Tabell B.3	Tolking av DSS-forsøk (supplerende grunnundersøkelser)

**Tabell B.1 Tolking av ødometerforsøk**

Prøveidentifisering					Klassifisering							Konsolidering			Tolking			
Hull nr.	Prøve diameter	Sylinder	Dybde	Jordart	w <sub>i</sub>	w <sub>p</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	γ <sub>T</sub>	e <sub>i</sub>	S <sub>u-omrørt</sub>	ΔV/V ved p <sub>ov</sub> '	Δe/e <sub>i</sub>	Prøve kvalitet	p <sub>ov</sub> '	p <sub>c</sub> '	OCR	Z-oppr.
	mm		m		%	%	%	%	kN/m <sup>3</sup>		kPa	%		Klasse	(kPa)	(kPa)		(moh)
4	72	3-C-1	17,35	Leire	30,9	19,0	39,2	20,2	19,2	0,9	6,0	3,58	0,08	3	317,3	435,0	1,37	128,2
4	72	4-B-1	26,23	Leire	33,6	-	-	-	19,4	0,9	0,2	3,97	0,08	3	452,2	550,0	1,22	130,6
7	72	1-C-1	9,45	Leire	35,6	19,1	41,5	22,4	18,9	1,0	9,6	2,20	0,04	2	170,4	800,0	4,69	118,6
7	72	3-B-1	17,4	Leire	34,3	-	-	-	19,1	0,9	0,3	3,26	0,07	3	303,4	840,0	2,77	116,6
10	72	2-A-2	8,4	Leire	28,5	17,1	25,0	7,9	19,9	0,8	0,2	2,64	0,06	3	168,3	645,0	3,83	112,5
10	72	3-D-4	13,6	Leire	27,6	14,7	20,1	5,4	19,9	0,8	0,2	2,77	0,06	3	230,8	-	-	-

w <sub>i</sub>	Vanninnhold	p <sub>ov</sub> '	Effektivt vertikalt overlageringstrykk	a <sub>f</sub> = 1,2	aldringsfaktor
w <sub>p</sub>	Plastisitetsgrense	p <sub>c</sub> '	Prekonsolideringsspenning	γ <sub>w</sub> = 10 kN/m <sup>3</sup>	romvekt vann
w <sub>L</sub>	Flytegrense	OCR	= p <sub>c</sub> ' / p <sub>ov</sub> ' - Overkonsolideringsforhold		
I <sub>p</sub>	w <sub>L</sub> - w <sub>p</sub> , Plastisitetsindeks	Prøve kvalitet iht. ref. (1):	1 Meget god		
γ <sub>T</sub>	Total romvekt		2 God til bra		
e <sub>i</sub>	Poretall		3 Dårlig		
ΔV/V	Tøyning ved p <sub>ov</sub> '		4 Meget dårlig		
Δe/e <sub>0</sub>	Δe = e <sub>ac</sub> (1+e <sub>i</sub> ) og e <sub>i</sub> = 2.75 * w <sub>i</sub>	Z-oppr.	Terrengekote - dybde + p <sub>c</sub> ' / (a <sub>f</sub> * (γ <sub>T</sub> - γ <sub>w</sub> ))		

**Tabell B.2 Tolking av treksialforsøk (supplerende grunnundersøkelser)**

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING										UDRENERT SKJÆRING				
Hull nr.	Prøve diameter	Sylinder Del	Dybde	Jordart	$w_i$	$w_l$	$w_p$	$I_p$	$\gamma_{tot}$	$S_u$ (mm)	Type forsøk	$\sigma'_{ac}$	$\sigma'_{rc}$	$K_0$	$B$	$w_c$	$\epsilon_{ac}$	$\Delta e/e_0$	$\epsilon_{vol}$	Prøve kvalitet	$\tau_f$	$\epsilon_f$	$\tau_f / \sigma'_{ac}$	$\phi$	$a$
					mm	m	%	%	%	%		$kN/m^3$	$kPa$	$kPa$	%	%	%	%	%		$kPa$	%		°	$kPa$
4	72	D	17,60	Leire	35,10	39,2	19,0	20,2	18,80	6,0	CAUP	294,0	176,4	0,60	98,1	34,00	1,01	0,029	1,43	1	49,0	1	0,167	-	-
4	72	E	17,60	Leire	31,80	39,2	19,0	20,2	19,16	6,0	CAUA	296,5	177,9	0,60	100,0	30,60	1,21	0,036	1,68	1	104,5	1	0,352	31,3	0
4	72	D	26,60	Leire	30,10	-	-	-	19,68	0,1	CAUA	435,6	240,6	0,55	99,2	27,60	2,22	0,084	3,80	3	130,0	1	0,298	28,0	0
4	72	E	26,60	Leire	32,30	-	-	-	19,31	0,1	CAUP	432,7	238,2	0,55	98,6	30,70	1,88	0,050	2,36	2	46,0	1	0,106	-	-
10	72	A	13,20	Leire	32,30	20,1	14,7	5,4	19,18	0,2	CAUA	220,1	165,6	0,75	98,5	31,30	1,23	0,033	1,55	2	78,0	1	0,354	29,0	0
10	72	B	13,35	Leire	30,50	20,1	14,7	5,4	19,61	0,2	CAUP	221,6	165,8	0,75	97,8	29,40	1,12	0,036	1,62	2	62,5	1	0,282	-	-

$w_i$  In-situ vanninnhold  
 $w_l$  Flytegrense  
 $w_p$  Utrullingsgrense  
 $I_p$  Plastisitetindeks,  $I_p = w_l - w_p$   
 $p_{0v}$  In-situ vertikal effektivspenning  
 $\sigma'_{ac}$  Vertikal konsolideringsspenning  
 $\sigma'_{rc}$  Horisontal konsolideringsspenning  
 $\epsilon_{vol}$  Volumetriske tøyning ved konsolidering  
 $e_{ac}$  Vertikal tøyning ved konsolidering

$\Delta e/e_0$   
 $B$   
 $\tau_f$   
 $\epsilon_f$

Prøve kvalitet iht. ref. (1):

$\Delta e = \epsilon_{vol} (1+e_i)$  og  $e_i = 2.75 * w_i$   
 Porettrykksfaktor,  $\Delta u/\sigma_3$   
 Skjærspenning ved brudd  
 Vertikal tøyning ved brudd

1 Meget god  
 2 God til bra  
 3 Dårlig  
 4 Meget dårlig

**Tabell B.3 Tolking av DSS-forsøk (supplerende grunnundersøkelser)**

PRØVEIDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING				UDRENERT SKJÆRING		
Hull nr.	Prøvediameter	Sylinderdel	Dybde	Jordart	$w_i$	$w_l$	$w_p$	$I_p$	$\gamma_{tot}$	Størrelst	$\sigma'_{acmax}$	$\sigma'_{ac}$	$w_c$	$\epsilon_{ac}$	$\tau_f$	$\epsilon_f$	$\tau_f / \sigma'_{ac}$
	mm		m		%	%	%	%	$kN/m^3$		kPa	kPa	kPa	%	%	kPa	%
4	72	B	17,30	Leire	34,33	39,2	19,0	20,2	18,06	6,0	350,5	292,1	37,15	4,26	70,5	1	0,241
4	72	A	26,17	Leire	31,01	-	-	-	18,82	0,1	446,2	429,0	30,88	5,25	98,0	1	0,228
10	72	E	13,60	Leire	26,27	20,1	14,7	5,4	19,91	0,2	573,4	224,0	21,57	5,86	70,0	1	0,313

$w_i$  In-situ vanninnhold       $\sigma'_{ac}$  Vertikal konsolideringsspenning  
 $w_l$  Flytegrense       $\epsilon_{vol}$  Volumetrisk tøying ved konsolidering  
 $w_p$  Utrullingsgrense       $\epsilon_{ac}$  Vertikal tøying ved konsolidering  
 $I_p$  Plastisitetsindeks,  $I_p = w_l - w_p$        $\Delta e / e_0$   $\Delta e = \epsilon_{vol} (1 + e_0)$  og  $e_1 = 2,75 * w_i$

## Vedlegg C - CPTU-tolkning

### **Figurer**

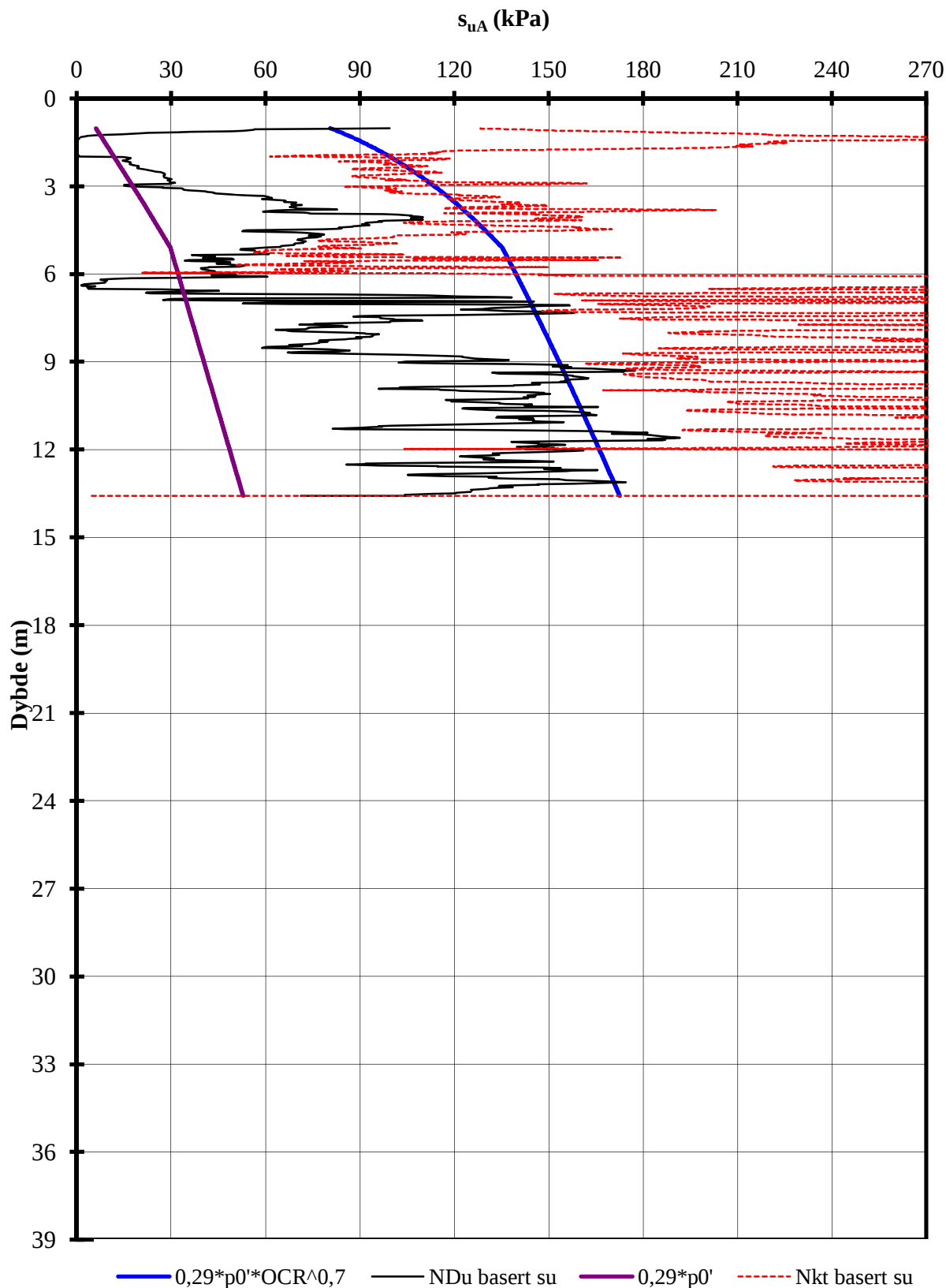
Figur C.1-C.9

Figur C10-C.18

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU og Shansep

Anvendelsesklasse i henhold til NGF meld. nr. 5




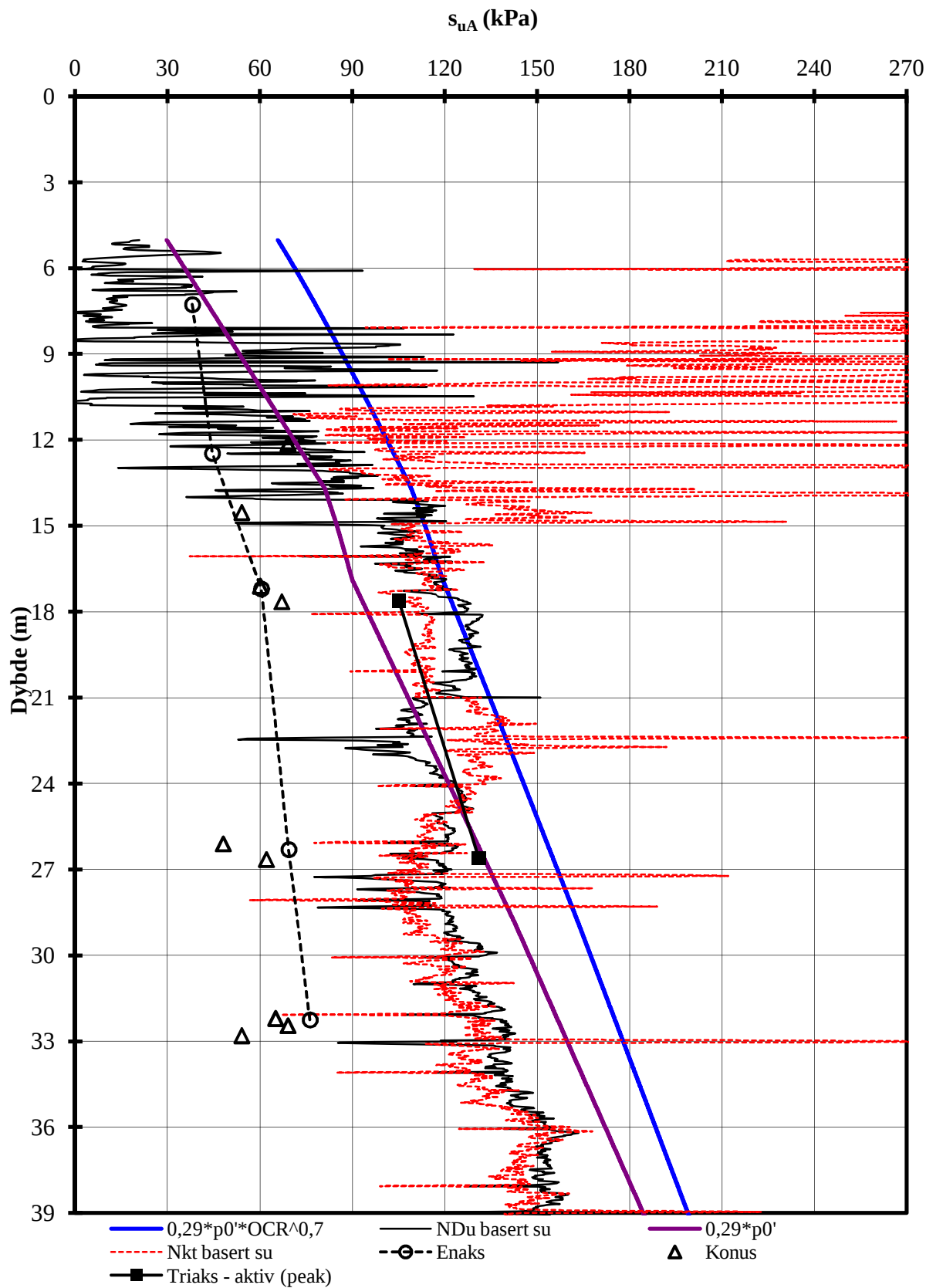


Terrengkote: 34,49 m

Antatt tidligere terrengkote: 115,9 m

P:\2010\10\20101052\Beregninger\Tolking\CPTU-tolk\3CPTU-tolk2006\_ragnar.xls\sua profil

<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20101052	C1
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull3	Tegner	Dato
	MMe/LRB	20.07.2011
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	



Terrengkote: 102,867 m


Antatt tidligere terrengkote: 128 m

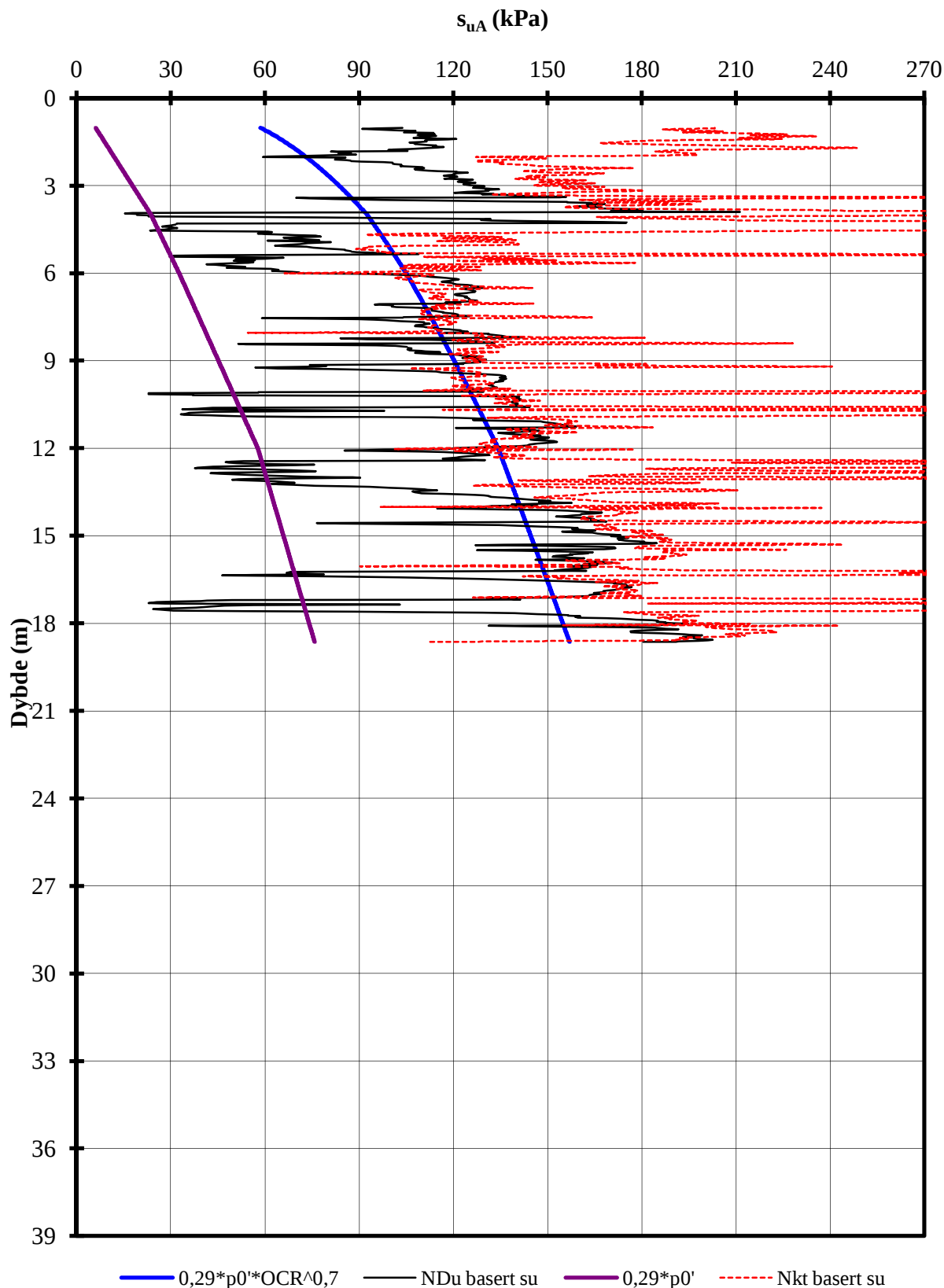
P:\2010\10\20101052\Beregninger\Tolking\CPTu-tolk\4CPTu-tolk2006\_ragnar.xls\sua profil

### E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull4


Rapport nr.	Figur nr.
20101052	C2
Tegner	Dato
MMe/LRB	19.07.2011
Kontrollert	
Godkjent	
KE	

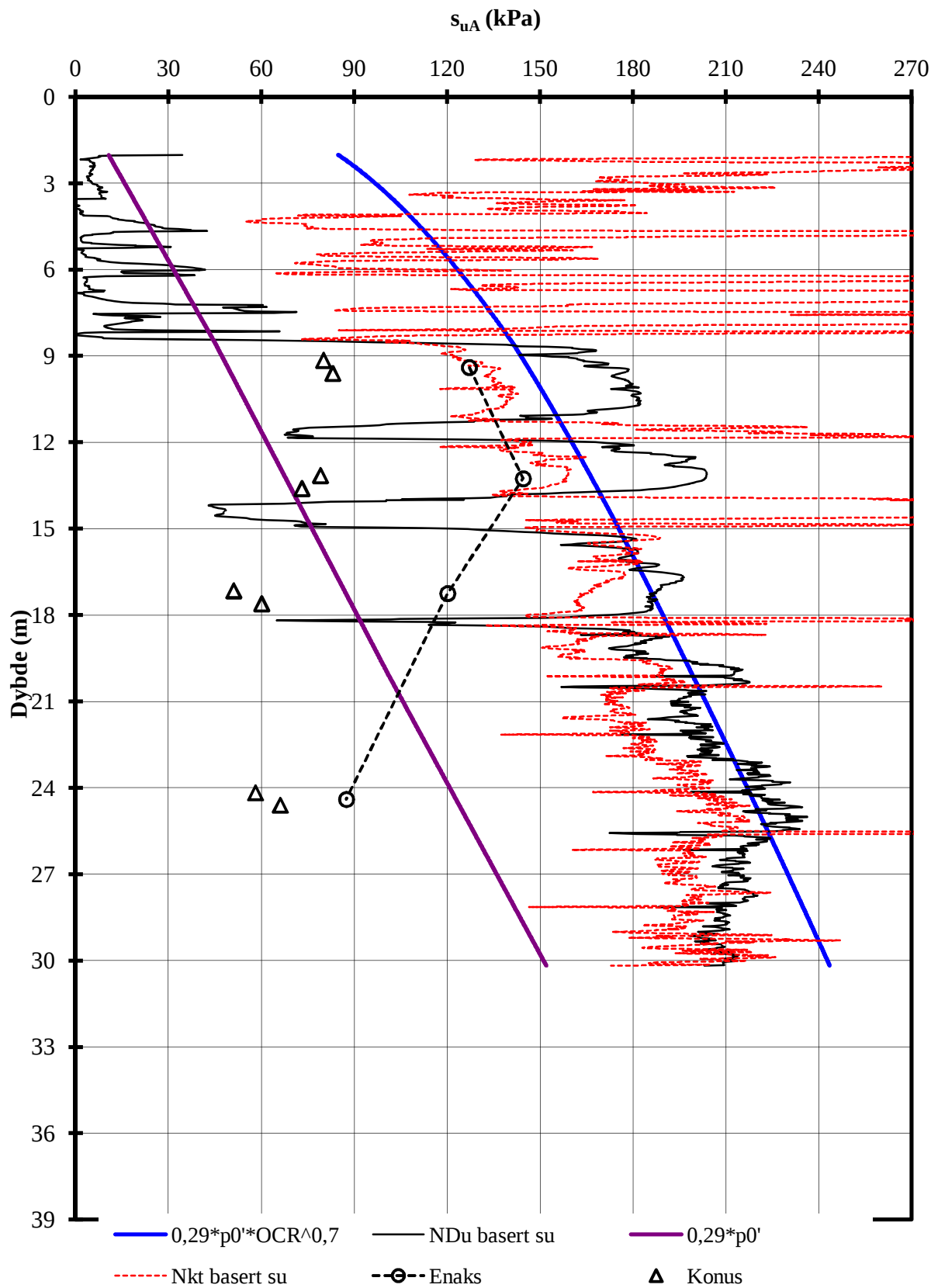


Terrengkote: 56,809 m

Antatt tidligere terrengkote: 108 m

P:\2010\10\20101052\Beregninger\Tolking\CPTu-tolk\5CPTU-tolk2006\_ragnar.xls\sua profil


<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20101052	C3
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull5	Tegner	Dato
	MMe/LRB	20.07.2011
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

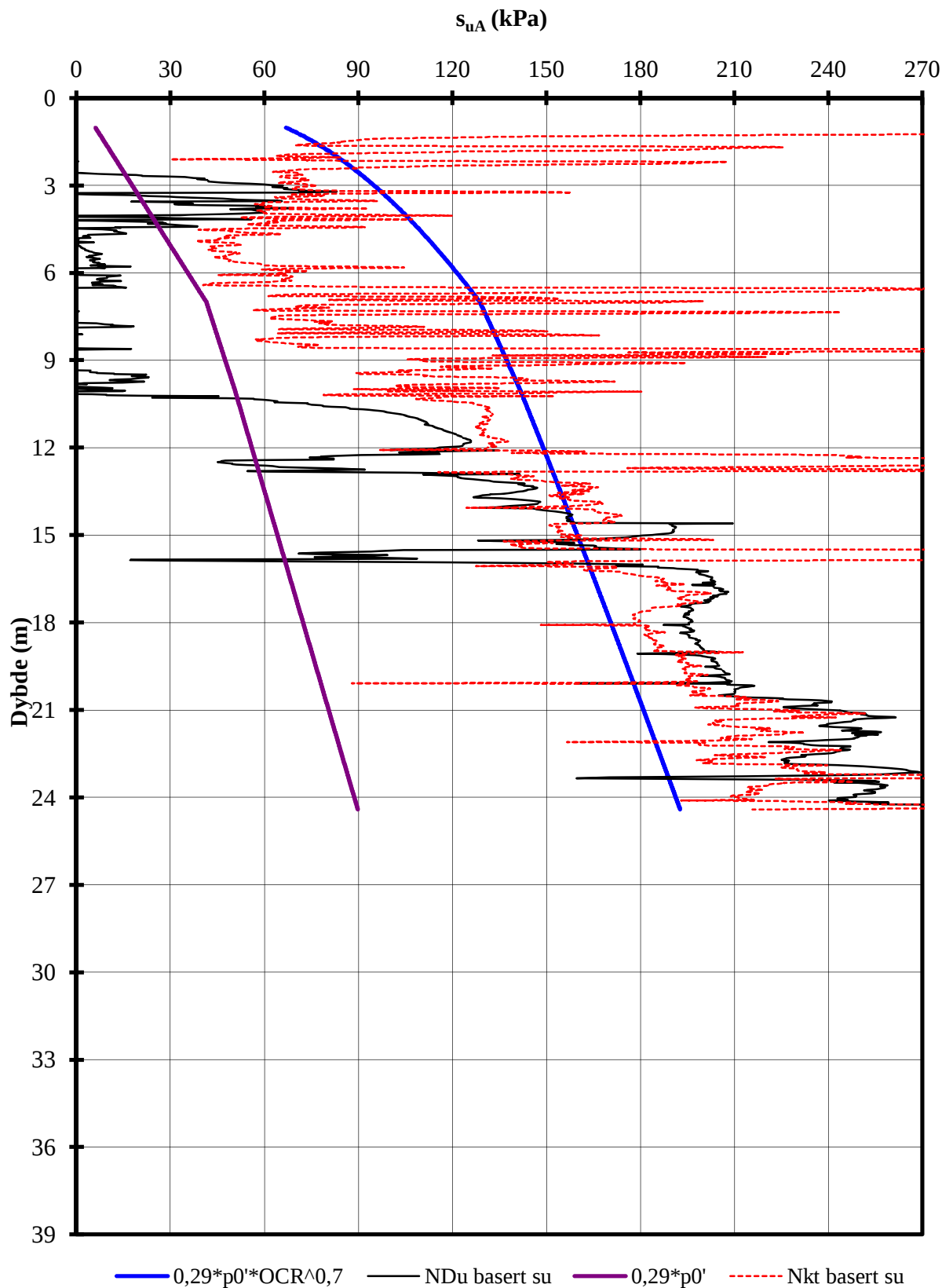


Terrengkote: 49,63 m

Antatt tidligere terrengkote: 117 m

P:\2010\10\20101052\Beregninger\Tolking\CPTU-tolk\7CPTU-tolk2006.xls\sua profil


<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20101052	C4
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull7	Tegner	Dato
	MMe/LRB	20.07.2011
	Kontrollert	
RMo		
	Godkjent	
	KE	

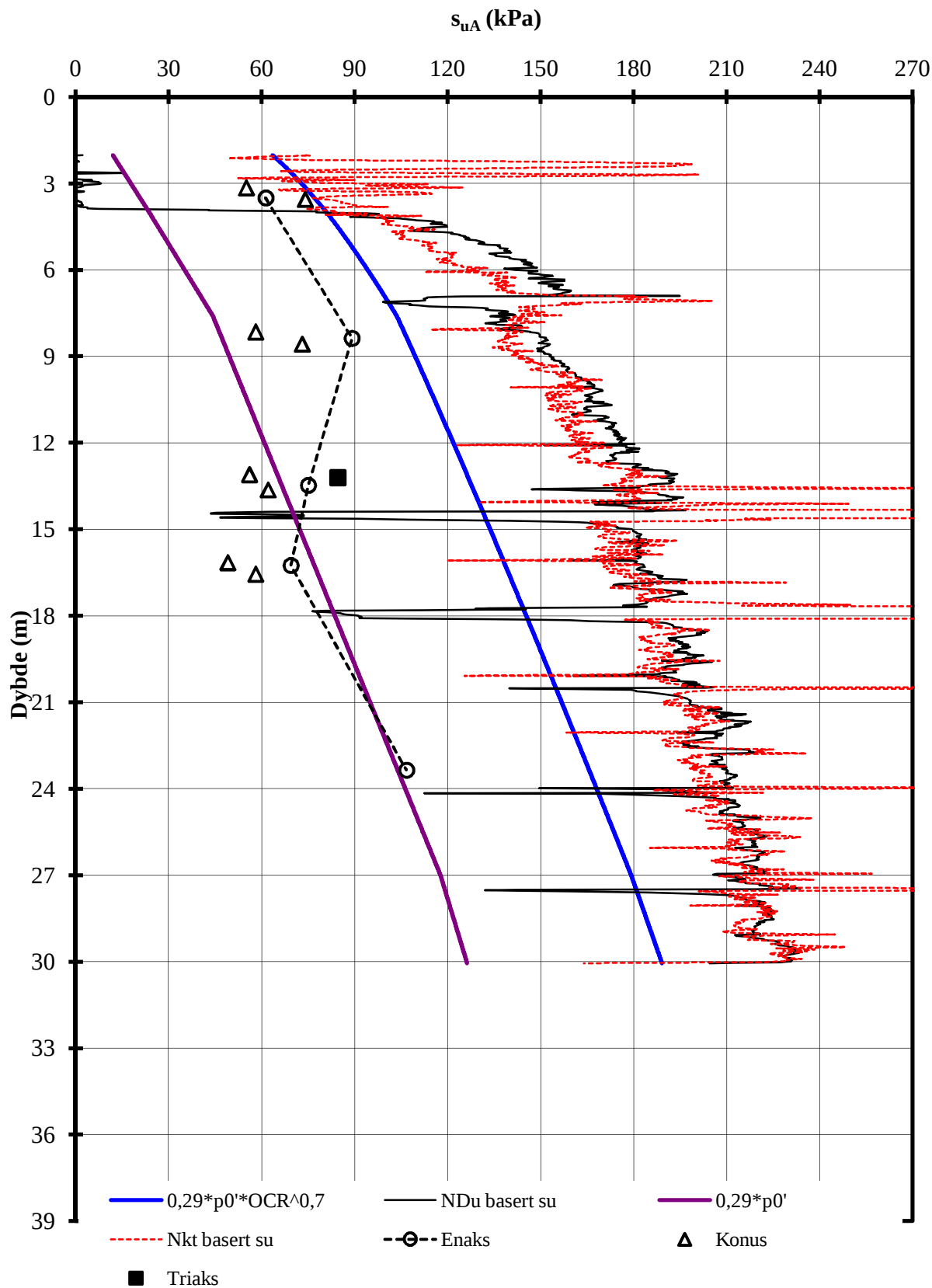


Terrengkote: 22,831 m

Antatt tidligere terrengkote: 85 m

P:\2010\10\20101052\Beregninger\Tolking\CPTu-tolk\9CPTU-tolk2006\_ragnar.xls\sua profil

<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20101052	C5
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull9	Tegner	Dato
	MMe/LRB	20.07.2011
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	



Terrengkote: 68,615 m


Antatt tidligere terrengkote: 110 m

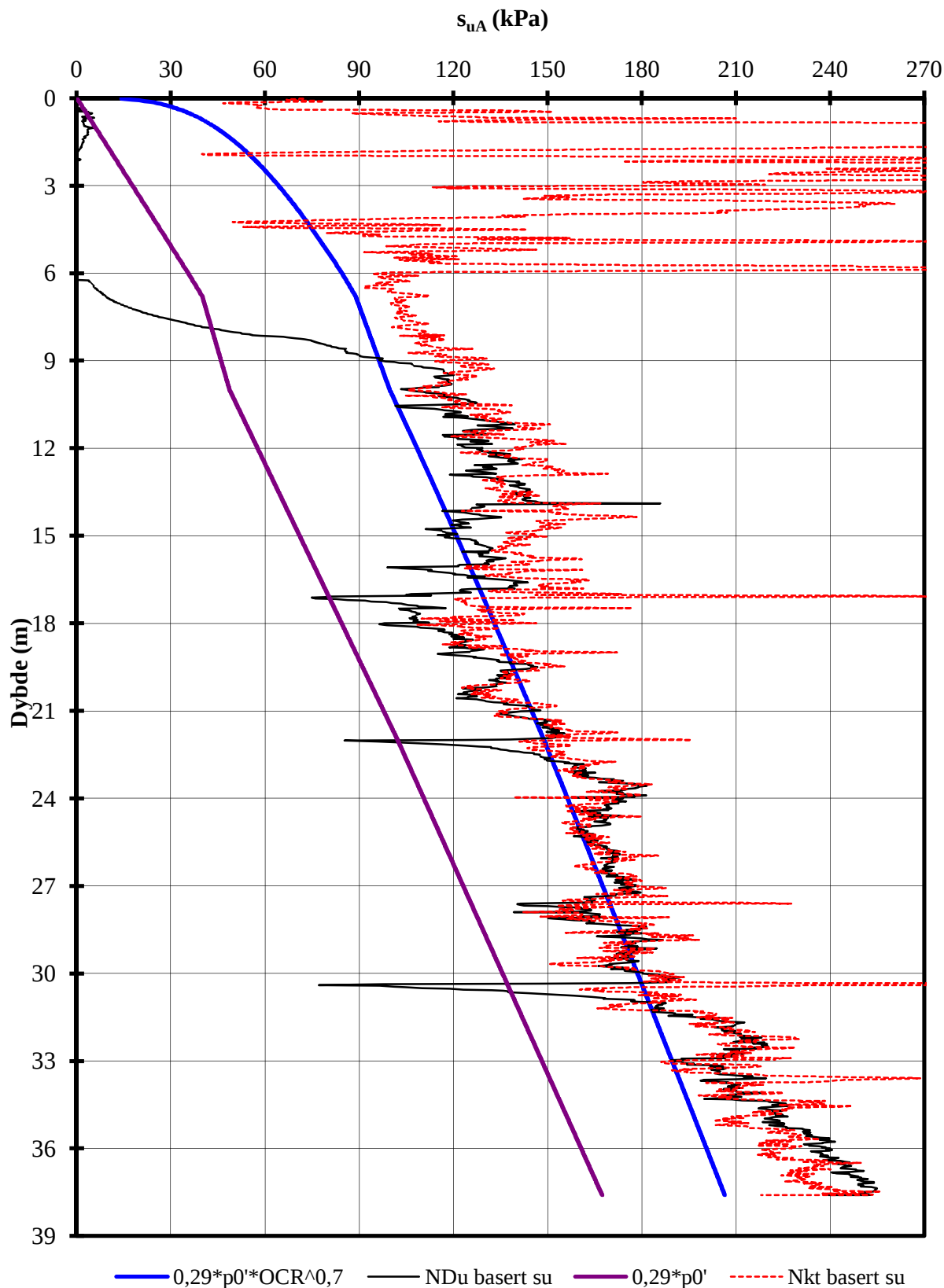
P:\2010\10\20101052\Beregninger\Tolking\CPTU-tolk\10CPTU-tolk2006\_ragnar.xls\sua profil

**E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad**

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull10


Rapport nr.	Figur nr.
20101052	C6
Tegner	Dato
MMe/LRB	19.07.2011
Kontrollert	
RMo	
Godkjent	
KE	

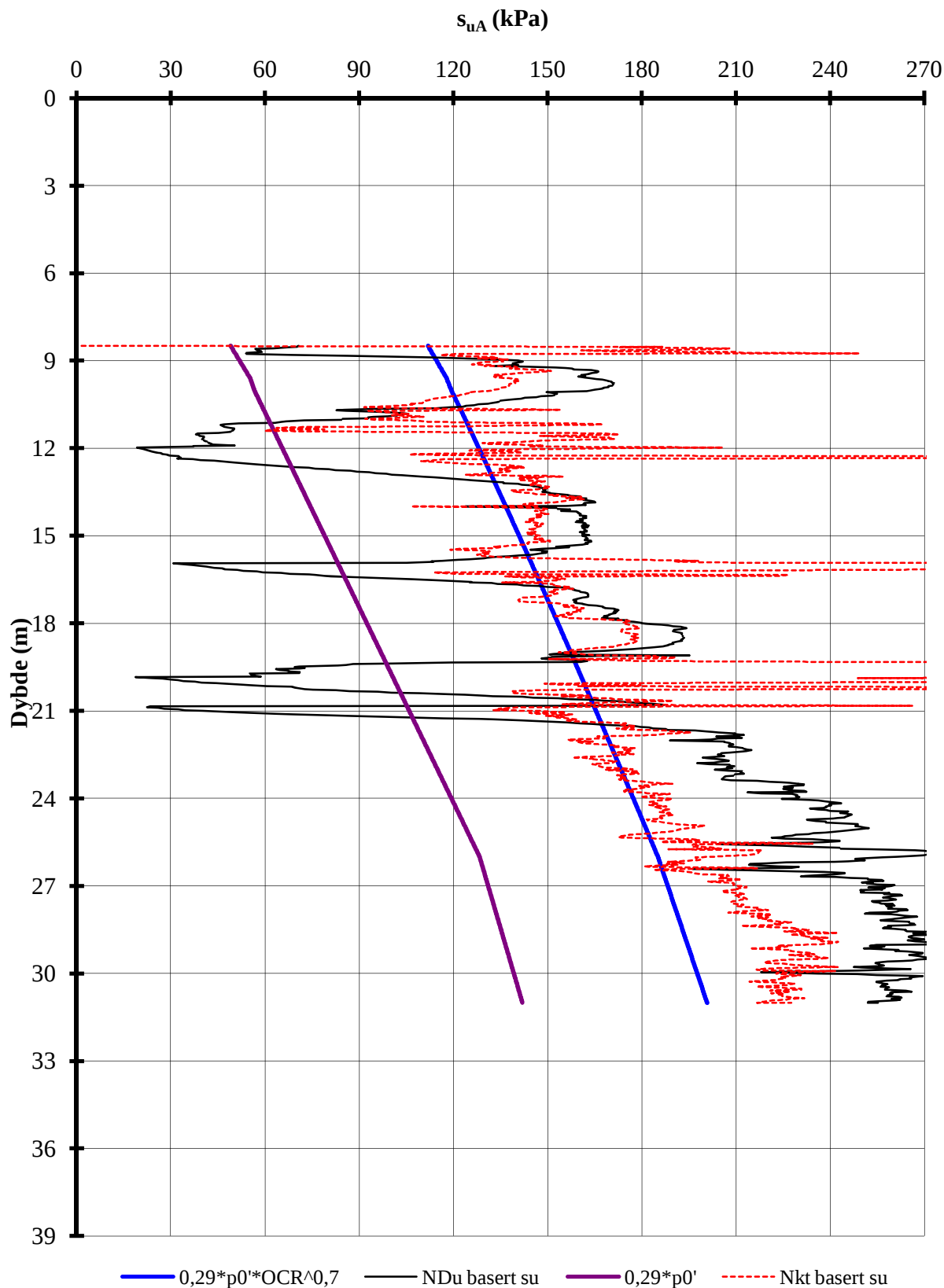


Terrengkote: 95,95 m

Antatt tidligere terrengkote: 128 m

P:\2010\10\20101052\Beregninger\Tolking\CPTu-tolk\12CPTU-tolk2006\_ragnar.xls\sua profil


<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20101052	C7
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull12	Tegner	Dato
	MMe/LRB	22.07.2011
	Kontrollert	
RMo		
	Godkjent	
	KE	



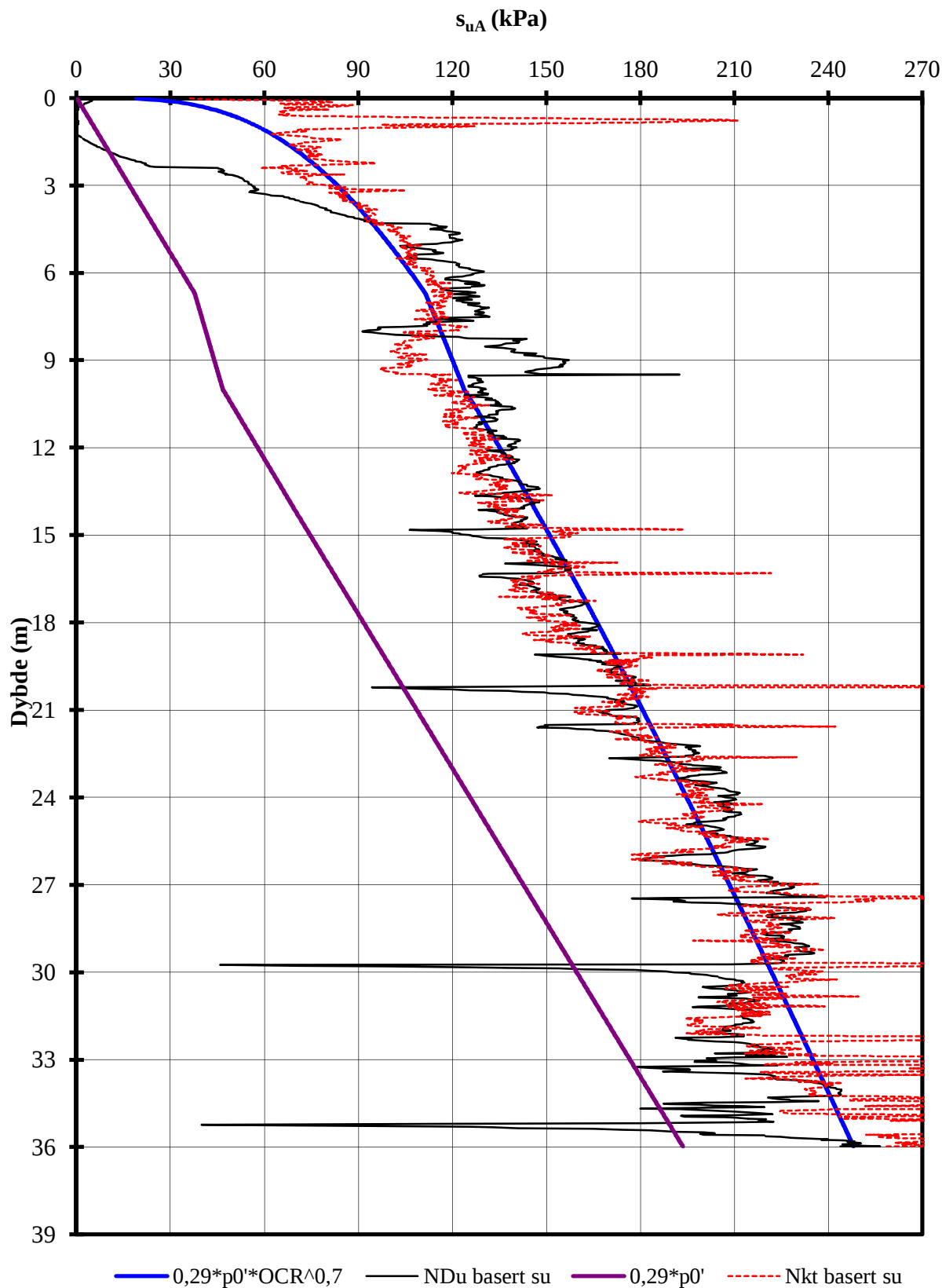
Terrengkote: 41,04 m

Antatt tidligere terrengkote: 85 m

P:\2010\10\20101052\Beregninger\Tolking\CPTu-tolk\15CPTU-tolk2006\_ragnar.xls\sua profil

<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20101052	C8
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull15	Tegner	Dato
	MMe/LRB	22.07.2011
	Kontrollert	
RMo		
	Godkjent	
	KE	






Terrengkote: 62,57 m

Antatt tidligere terrengkote: 115 m

P:\2010\10\20101052\Beregninger\Tolking\CPTu-tolk\22CPTU-tolk2006\_ragnar.xls\sua profil

<b>E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20101052	C9
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull22	Tegner	Dato
	MMe/LRB	22.07.2011
	Kontrollert	
RMo		
	Godkjent	
	KE	

Krav (NGF - melding nr. 5, rev nr 3 - 2010 - Tabell 5.2)							CPTU 3										
Anvendelses-klasse	Forsøks type	Målestørrelse	Tillatt minimumsnøyaktighet a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk		Forsøks type	Nullpunkt				Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde e (m)	Bruk		
					Profil b	Tolkning c		Målestørrelse	Avlest nullpunkt før sondering (kPa)	Avlest nullpunkt etter sondering (kPa)	Avvik (kPa)				Relativt avvik (%)	Profil b	Tolkning c
1	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	10590 239 183	10588 234 192	2 5 9	0 2 5	20 mm				
2	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
3	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 50 mm 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
4	TE 1	Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 50 mm 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*		Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
Utenfor anvendelsesklassene								Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>					ikke målt		ikke målt		

A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk  $q_c < 3$  Mpa)

B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk  $q_c < 3$  Mpa) og middels fast sand (typisk  $5 \text{ Mpa} < q_c < 10$  Mpa)

C Lagdelt jord med fast leire (typisk  $1.5 \text{ MPa} < q_c < 3$  Mpa) og meget fast sand (typisk  $q_c > 20$  Mpa)

D Meget fast til hard leire (typisk  $q_c > 3$  Mpa) og meget fast, grov jord ( $q_c > 20$  Mpa)

a Når alle mulige feilkilder blir lagt sammen skal nøyaktigheten av målingene være bedre enn den største av verdiene. Den relative eller prosentvise nøyaktighet gjelder for selve måleverdien og ikke for måleområdet eller målekap.

b Tegnforklaring iht. NS-EN ISO 14688-2:


c G Profilerings og jordartsidentifikasjon med lavt usikkerhetsnivå

G\* Orienterende profilerings og jordartsidentifikasjon med høyt usikkerhetsnivå

H Tolkning av designparametere med lavt usikkerhetsnivå

H\* Orienterende tolking av designparametere med høyt usikkerhetsnivå

d Poretrykk kan bare måles med TE2 trykksonde

E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	Rapport nr.	20101052	Tabell nr.	C10	
	Anvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5	Tegner	LRB	Dato	10.08.2011
		Kontrollert	RMo		
		Godkjent	RMo		

Krav (NGF - melding nr. 5, rev nr 3 - 2010 - Tabell 5.2)							CPTU 4										
Anvendelses-klasse	Forsøks type	Målestørrelse	Tillatt minimumsnøyaktighet a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk		Forsøks type	Nullpunkt				Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde (m)	Bruk		
					Profil b	Tolkning c		Målestørrelse	Avlest nullpunkt før sondering (kPa)	Avlest nullpunkt etter sondering (kPa)	Avvik (kPa)				Relativt avvik (%)	Profil b	Tolkning c
1	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	10626 232	10600 235	26 3	0 1	20 mm				
2	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	204	192	12	6					
3	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 50 mm 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
4	TE 1	Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 50 mm 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*		Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
Utenfor anvendelsesklassene								Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>						ikke målt	ikke målt		

A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk  $q_c < 3$  Mpa)

B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk  $q_c < 3$  Mpa) og middels fast sand (typisk  $5 \text{ Mpa} < q_c < 10$  Mpa)

C Lagdelt jord med fast leire (typisk  $1.5 \text{ MPa} < q_c < 3$  Mpa) og meget fast sand (typisk  $q_c > 20$  Mpa)

D Meget fast til hard leire (typisk  $q_c > 3$  Mpa) og meget fast, grov jord ( $q_c > 20$  Mpa)

a Når alle mulige feilkilder blir lagt sammen skal nøyaktigheten av målingene være bedre enn den største av verdiene. Den relative eller prosentvise nøyaktighet gjelder for selve måleverdien og ikke for måleområdet eller målekap.

b Tegnforklaring iht. NS-EN ISO 14688-2:


c G Profilerings og jordartsidentifikasjon med lavt usikkerhetsnivå

G\* Orienterende profilerings og jordartsidentifikasjon med høyt usikkerhetsnivå

H Tolkning av designparametere med lavt usikkerhetsnivå

H\* Orienterende tolking av designparametere med høyt usikkerhetsnivå

d Poretrykk kan bare måles med TE2 trykksonde

<b>E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad</b>		Rapport nr. 20101052	Tabell nr. C11
Anvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5		Tegner LRB	Dato 10.08.2011
Borhull 4		Kontrollert RMo	
		Godkjent RMo	

Krav (NGF - melding nr. 5, rev nr 3 - 2010 - Tabell 5.2)							CPTU 5										
Anvendelses-klasse	Forsøks type	Målestørrelse	Tillatt minimumsnøyaktighet a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk		Forsøks type	Nullpunkt				Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde (m)	Bruk		
					Profil b	Tolkning c		Målestørrelse	Avlest nullpunkt før sondering (kPa)	Avlest nullpunkt etter sondering (kPa)	Avvik (kPa)				Relativt avvik (%)	Profil b	Tolkning c
1	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	10592 237	10554 236	38 1	0 0	20 mm				
2	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	206	191	15	7					
3	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 50 mm 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
4	TE 1	Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 50 mm 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*		Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
Utenfor anvendelses-klasse								Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>					ikke målt		ikke målt		

A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk  $q_c < 3$  Mpa)

B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk  $q_c < 3$  Mpa) og middels fast sand (typisk  $5 \text{ Mpa} < q_c < 10$  Mpa)

C Lagdelt jord med fast leire (typisk  $1.5 \text{ MPa} < q_c < 3$  Mpa) og meget fast sand (typisk  $q_c > 20$  Mpa)

D Meget fast til hard leire (typisk  $q_c > 3$  Mpa) og meget fast, grov jord ( $q_c > 20$  Mpa)

a Når alle mulige feilkilder blir lagt sammen skal nøyaktigheten av målingene være bedre enn den største av verdiene. Den relative eller prosentvise nøyaktighet gjelder for selve måleverdien og ikke for måleområdet eller målekap.

b Tegnforklaring iht. NS-EN ISO 14688-2:


c G Profilerings og jordartsidentifikasjon med lavt usikkerhetsnivå

G\* Orienterende profilerings og jordartsidentifikasjon med høyt usikkerhetsnivå

H Tolkning av designparametere med lavt usikkerhetsnivå

H\* Orienterende tolking av designparametere med høyt usikkerhetsnivå

d Poretrykk kan bare måles med TE2 trykksonde

E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	Rapport nr. 20101052	Tabell nr. C12
	Tegner LRB	Dato 10.08.2011
Anvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5	Kontrollert RMO	
	Godkjent RMO	
Borhull 5		

Krav (NGF - melding nr. 5, rev nr 3 - 2010 - Tabell 5.2)							CPTU 7										
Anvendelses-klasse	Forsøks type	Målestørrelse	Tillatt minimumsnøyaktighet a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk		Forsøks type	Nullpunkt					Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde (m)	Bruk	
					Profil b	Tolkning c		Målestørrelse	Avlest nullpunkt før sondering (kPa)	Avlest nullpunkt etter sondering (kPa)	Avvik (kPa)	Relativt avvik (%)				Profil b	Tolkning c
1	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	10518 243	10650 233	132 10	1 4	20 mm				
2	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
3	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 50 mm 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	180	208	28	16					
4	TE 1	Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 50 mm 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*		Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
Utenfor anvendelses-klasse								Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>					ikke målt		ikke målt		

A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk  $q_c < 3$  Mpa)

B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk  $q_c < 3$  Mpa) og middels fast sand (typisk  $5 \text{ Mpa} < q_c < 10$  Mpa)

C Lagdelt jord med fast leire (typisk  $1.5 \text{ MPa} < q_c < 3$  Mpa) og meget fast sand (typisk  $q_c > 20$  Mpa)

D Meget fast til hard leire (typisk  $q_c > 3$  Mpa) og meget fast, grov jord ( $q_c > 20$  Mpa)

a Når alle mulige feilkilder blir lagt sammen skal nøyaktigheten av målingene være bedre enn den største av verdiene. Den relative eller prosentvise nøyaktighet gjelder for selve måleverdien og ikke for måleområdet eller målekap.

b Tegnforklaring iht. NS-EN ISO 14688-2:


c G Profilerings og jordartsidentifikasjon med lavt usikkerhetsnivå

G\* Orienterende profilerings og jordartsidentifikasjon med høyt usikkerhetsnivå

H Tolkning av designparametere med lavt usikkerhetsnivå

H\* Orienterende tolking av designparametere med høyt usikkerhetsnivå

d Poretrykk kan bare måles med TE2 trykksonde

E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	Rapport nr.	20101052	Tabell nr.	C13	
	Andvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5	Tegner	LRB	Dato	10.08.2011
	Borhull 7	Kontrollert	RMo		
		Godkjent	RMo		

Krav (NGF - melding nr. 5, rev nr 3 - 2010 - Tabell 5.2)							CPTU 9										
Anvendelses-klasse	Forsøks type	Målestørrelse	Tillatt minimumsnøyaktighet a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk		Forsøks type	Nullpunkt					Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde (m)	Bruk	
					Profil b	Tolkning c		Målestørrelse	Avlest nullpunkt før sondering (kPa)	Avlest nullpunkt etter sondering (kPa)	Avvik (kPa)	Relativt avvik (%)				Profil b	Tolkning c
1	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	10466 239	10586 234	120 5	1 2	20 mm				
2	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
3	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 50 mm 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
4	TE 1	Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 50 mm 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*		Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
Utenfor anvendelsesklassene								Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	344	206	138	40	ikke målt		ikke målt		

A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk  $q_c < 3$  Mpa)

B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk  $q_c < 3$  Mpa) og middels fast sand (typisk  $5 \text{ Mpa} < q_c < 10$  Mpa)

C Lagdelt jord med fast leire (typisk  $1.5 \text{ MPa} < q_c < 3$  Mpa) og meget fast sand (typisk  $q_c > 20$  Mpa)

D Meget fast til hard leire (typisk  $q_c > 3$  Mpa) og meget fast, grov jord ( $q_c > 20$  Mpa)

a Når alle mulige feilkilder blir lagt sammen skal nøyaktigheten av målingene være bedre enn den største av verdiene. Den relative eller prosentvise nøyaktighet gjelder for selve måleverdien og ikke for måleområdet eller målekap.

b Tegnforklaring iht. NS-EN ISO 14688-2:


c G Profilerings og jordartsidentifikasjon med lavt usikkerhetsnivå

G\* Orienterende profilerings og jordartsidentifikasjon med høyt usikkerhetsnivå

H Tolkning av designparametere med lavt usikkerhetsnivå

H\* Orienterende tolking av designparametere med høyt usikkerhetsnivå

d Poretrykk kan bare måles med TE2 trykksonde

E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	Rapport nr. 20101052	Tabell nr. C14
	Tegner LRB	Dato 10.08.2011
	Kontrollert RMO	
	Godkjent RMO	

Andvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5

Borhull 9

Krav (NGF - melding nr. 5, rev nr 3 - 2010 - Tabell 5.2)							CPTU 10										
Anvendelses-klasse	Forsøks type	Målestørrelse	Tillatt minimumsnøyaktighet a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk		Forsøks type	Nullpunkt					Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde (m)	Bruk	
					Profil b	Tolkning c		Målestørrelse	Avlest nullpunkt før sondering (kPa)	Avlest nullpunkt etter sondering (kPa)	Avvik (kPa)	Relativt avvik (%)				Profil b	Tolkning c
1	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	10540 237	10600 233	60 4	1 2	20 mm				
2	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
3	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 50 mm 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	246	215	31	13					
4	TE 1	Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 50 mm 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*		Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
Utenfor anvendelses-klasse								Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>						ikke målt	ikke målt		

A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk  $q_c < 3$  Mpa)

B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk  $q_c < 3$  Mpa) og middels fast sand (typisk  $5 \text{ Mpa} < q_c < 10$  Mpa)

C Lagdelt jord med fast leire (typisk  $1.5 \text{ MPa} < q_c < 3$  Mpa) og meget fast sand (typisk  $q_c > 20$  Mpa)

D Meget fast til hard leire (typisk  $q_c > 3$  Mpa) og meget fast, grov jord ( $q_c > 20$  Mpa)

a Når alle mulige feilkilder blir lagt sammen skal nøyaktigheten av målingene være bedre enn den største av verdiene. Den relative eller prosentvise nøyaktighet gjelder for selve måleverdien og ikke for måleområdet eller målekap.

b Tegnforklaring iht. NS-EN ISO 14688-2:


c G Profilerings og jordartsidentifikasjon med lavt usikkerhetsnivå

G\* Orienterende profilerings og jordartsidentifikasjon med høyt usikkerhetsnivå

H Tolkning av designparametere med lavt usikkerhetsnivå

H\* Orienterende tolking av designparametere med høyt usikkerhetsnivå

d Poretrykk kan bare måles med TE2 trykksonde

E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	Rapport nr.	20101052	Tabell nr.	C15	
	Andvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5	Tegner	LRB	Dato	10.08.2011
	Borhull 10	Kontrollert	RMo		
		Godkjent	RMo		

Krav (NGF - melding nr. 5, rev nr 3 - 2010 - Tabell 5.2)							CPTU 12										
Anvendelses-klasse	Forsøks type	Målestørrelse	Tillatt minimumsnøyaktighet a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk		Forsøks type	Nullpunkt					Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde (m)	Bruk	
					Profil b	Tolkning c		Målestørrelse	Avlest nullpunkt før sondering (kPa)	Avlest nullpunkt etter sondering (kPa)	Avvik (kPa)	Relativt avvik (%)				Profil b	Tolkning c
1	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	0 100	0 106	0 6	0 6	20 mm				
2	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
3	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 50 mm 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	1	120	119	11900					
4	TE 1	Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 50 mm 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*		Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
Utenfor anvendelsesklassene								Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>					ikke målt		ikke målt		

A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk  $q_c < 3$  Mpa)

B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk  $q_c < 3$  Mpa) og middels fast sand (typisk  $5 \text{ Mpa} < q_c < 10$  Mpa)

C Lagdelt jord med fast leire (typisk  $1.5 \text{ MPa} < q_c < 3$  Mpa) og meget fast sand (typisk  $q_c > 20$  Mpa)

D Meget fast til hard leire (typisk  $q_c > 3$  Mpa) og meget fast, grov jord ( $q_c > 20$  Mpa)

a Når alle mulige feilkilder blir lagt sammen skal nøyaktigheten av målingene være bedre enn den største av verdiene. Den relative eller prosentvise nøyaktighet gjelder for selve måleverdien og ikke for måleområdet eller målekap.

b Tegnforklaring iht. NS-EN ISO 14688-2:


c G Profilerings og jordartsidentifikasjon med lavt usikkerhetsnivå

G\* Orienterende profilerings og jordartsidentifikasjon med høyt usikkerhetsnivå

H Tolkning av designparametere med lavt usikkerhetsnivå

H\* Orienterende tolking av designparametere med høyt usikkerhetsnivå

d Poretrykk kan bare måles med TE2 trykksonde

E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	Rapport nr. 20101052	Tabell nr. C16
	Tegner LRB	Dato 10.08.2011
	Kontrollert RMO	
Godkjent RMO		

Andvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5

Borhull 12



Krav (NGF - melding nr. 5, rev nr 3 - 2010 - Tabell 5.2)							CPTU 15										
Anvendelses-klasse	Forsøks type	Målestørrelse	Tillatt minimumsnøyaktighet a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk		Forsøks type	Nullpunkt					Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde (m)	Bruk	
					Profil b	Tolkning c		Målestørrelse	Avlest nullpunkt før sondering (kPa)	Avlest nullpunkt etter sondering (kPa)	Avvik (kPa)	Relativt avvik (%)				Profil b	Tolkning c
1	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	0 99	0 106	0 7	0 7	20 mm				
2	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	1	80	79	7900					
3	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 50 mm 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
4	TE 1	Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 50 mm 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*		Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
Utenfor anvendelsesklassene								Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>						ikke målt	ikke målt		

A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk  $q_c < 3$  Mpa)

B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk  $q_c < 3$  Mpa) og middels fast sand (typisk  $5 \text{ Mpa} < q_c < 10$  Mpa)

C Lagdelt jord med fast leire (typisk  $1.5 \text{ MPa} < q_c < 3$  Mpa) og meget fast sand (typisk  $q_c > 20$  Mpa)

D Meget fast til hard leire (typisk  $q_c > 3$  Mpa) og meget fast, grov jord ( $q_c > 20$  Mpa)

a Når alle mulige feilkilder blir lagt sammen skal nøyaktigheten av målingene være bedre enn den største av verdiene. Den relative eller prosentvise nøyaktighet gjelder for selve måleverdien og ikke for måleområdet eller målekap.

b Tegnforklaring iht. NS-EN ISO 14688-2:


c G Profilerings og jordartsidentifikasjon med lavt usikkerhetsnivå

G\* Orienterende profilerings og jordartsidentifikasjon med høyt usikkerhetsnivå

H Tolkning av designparametere med lavt usikkerhetsnivå

H\* Orienterende tolking av designparametere med høyt usikkerhetsnivå

d Poretrykk kan bare måles med TE2 trykksonde

E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	Rapport nr.	20101052	Tabell nr.	C17	
	Andvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5	Tegner	LRB	Dato	10.08.2011
	Borhull 15	Kontrollert	RMo		
		Godkjent	RMo		

Krav (NGF - melding nr. 5, rev nr 3 - 2010 - Tabell 5.2)							CPTU 22										
Anvendelses-klasse	Forsøks type	Målestørrelse	Tillatt minimumsnøyaktighet a	Maksimum avstand mellom målinger	Bruk		Forsøks type	Nullpunkt					Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde (m)	Bruk	
					Profil b	Tolkning c		Målestørrelse	Avlest nullpunkt før sondering (kPa)	Avlest nullpunkt etter sondering (kPa)	Avvik (kPa)	Relativt avvik (%)				Profil b	Tolkning c
1	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	35 kPa eller 5% 5 kPa eller 10% 10 kPa eller 2% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A	GH	TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	0	3	3	NA	20 mm				
2	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	100 kPa eller 5% 15 kPa eller 15% 25 kPa eller 3% 20 mm 2° 0.1 m eller 1%	20 mm	A B C D	GH* GH GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
3	TE 1 TE 2	Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	200 kPa eller 5% 25 kPa eller 15% 50 kPa eller 5% 50 mm 5° 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G GH* GH GH		Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	1 100	140 68	139 32	13900 32					
4	TE 1	Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Nedtrengningslengde <sup>e</sup>	500 kPa eller 5% 50 kPa eller 20% 50 mm 0.2 m eller 2%	50 mm	A B C D	G* G* G* G*		Spissmotstand Sidefriksjon Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>									
Utenfor anvendelsesklassene								Spissmotstand Sidefriksjon Poretrykk <sup>d</sup> Avstand mellom målinger Helning Nedtrengningslengde <sup>e</sup>					ikke målt		ikke målt		

A Homogen jord med meget bløt til fast leire og silt (typisk  $q_c < 3$  Mpa)

B Lagdelt jord med bløt til fast leire (typisk  $q_c < 3$  Mpa) og middels fast sand (typisk  $5 \text{ Mpa} < q_c < 10$  Mpa)

C Lagdelt jord med fast leire (typisk  $1.5 \text{ MPa} < q_c < 3$  Mpa) og meget fast sand (typisk  $q_c > 20$  Mpa)

D Meget fast til hard leire (typisk  $q_c > 3$  Mpa) og meget fast, grov jord ( $q_c > 20$  Mpa)

a Når alle mulige feilkilder blir lagt sammen skal nøyaktigheten av målingene være bedre enn den største av verdiene. Den relative eller prosentvise nøyaktighet gjelder for selve måleverdien og ikke for måleområdet eller målekap.

b Tegnforklaring iht. NS-EN ISO 14688-2:


c G Profilerings og jordartsidentifikasjon med lavt usikkerhetsnivå

G\* Orienterende profilerings og jordartsidentifikasjon med høyt usikkerhetsnivå

H Tolkning av designparametere med lavt usikkerhetsnivå

H\* Orienterende tolking av designparametere med høyt usikkerhetsnivå

d Poretrykk kan bare måles med TE2 trykksonde

E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	Rapport nr. 20101052	Tabell nr. C18
	Tegner LRB	Dato 10.08.2011
	Kontrollert RMO	
Godkjent RMO		

Andvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5

Borhull 22

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset			Dokument nr/Document No. 20101052-00-4-R		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		2011-09-19	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited		Rev.nr./Rev.No.	
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
Oppdragsgiver/Client Statens vegvesen Region midt					
Emneord/Keywords					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Norge, Sør-Trøndelag			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Mehus			Feltnavn/Field name		
Sted/Location Kvål, Forset			Sted/Location		
Kartblad/Map 1621 III Støren			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N7011991 E564019					
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:	Sidemans- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	MMe /LRB	RMo/ KE	RMO /KB	
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 2011-09-19		Sign. Prosjektleder/Project Manager Kyrre Emaus	