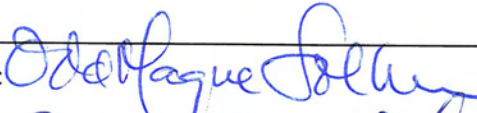
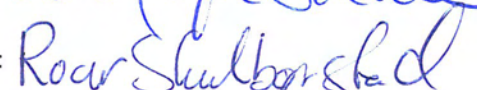


# Rapport

Oppdragsgiver:	<b>Sør-Trøndelag Fylkeskommune</b>				
Oppdrag:	<b>Thora Storm videregående skole</b>				
Emne:	<b>Vurdering av områdestabilitet for skoletomta</b>				
Dato:	<b>24. mars 2011</b>				
Rev. - Dato					
Oppdrag- / Rapportnr.	<b>414126 - 2</b>				
Oppdragsleder:	<b>Odd Magne Solheim</b>	Sign.:			
Saksbehandler:	<b>Odd Magne Solheim/Roar Skulbørstad</b>	Sign.:			
Kontaktperson hos Oppdragsgiver:	<b>Helge Halse</b>				
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>Sør-Trøndelag fylkeskommune planlegger utbygging ved Thora Storm videregående skole (tidligere Gerhard Schøning skole). Gjennom kvikkleirekartlegging utført i regi av NVE er det angitt ei kvikkleiresone innenfor Midtby-deltaet. Denne går inn på skoletomta.</p> <p>For å avklare tomtas sikkerhet mot kvikkleireras er det utført grunnundersøkelser for å avklare utbredelsen av kvikkleire i nærheten av skoletomta og for å få grunnlag til å vurdere områdestabiliteten. Resultatene av utførte grunnundersøkelser og en orienterende beskrivelse av grunnforholdene framgår av rapport 414126-1 Rev 1 datert 21.03.11. I denne rapporten vurderes områdestabiliteten for skoletomta.</p> <p>Forekomsten av kvikkleire og sensitiv leire er avgrenset til et lag med liten mektighet i et begrenset område øst for skoletomta. Stabilitetsberegninger utført etter NVE's retningslinjer viser at området har fullt tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning på totalspenningsbasis (ADP-analyse). På effektivspenningsbasis (a<math>\phi</math>-analyse) er imidlertid beregnet sikkerheten mot lokal utglidning av skråninga ut i elva lavere enn <math>\gamma_M=1,4</math>.</p> <p>Dersom en lokal utglidning ut i elva medfører risiko for at skoleområdet vil bli berørt av skred, vil det være behov for å stabilisere skråninga ut i elva i forbindelse med skoleutbygginga. Beregninger viser at ei motfylling ut i elva med helning ca 1:2 anlagt fra kote -0,84 (nivå for laveste astronomiske tidevann, LAT) vil gi en tilstrekkelig forbedring av sikkerheten etter NVE's retningslinjer. Aktuell strekning for tiltaket har en lengde på ca 80 m.</p> <p>Forholdene i området ligger etter vår vurdering ikke til rette for en så omfattende bruddutvikling at skolens område kan bli direkte berørt av ras. Slik terreng- og grunnforholdene er, vil raset lukke seg før det får så stor utbredelse at det berører skoletomta.</p> <p>En lokal utglidning i elveskråninga kan likevel utløse ras som gir store skader i områdene nærmere elva. Av den grunn bør det foreslåtte stabiliseringstiltaket med støttefylling i elvesida gjennomføres. Dette vil også bidra til å sikre mot erosjon i elva.</p>					
0	24.03.11	Utsendt for tredjepartskontroll	OMS/ROS	HAN	OAA
<b>Utg.</b>	<b>Dato</b>	<b>Tekst</b>	<b>Utarb.av</b>	<b>Kontr.av</b>	<b>Godkj.av</b>

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning .....	4
2.	Grunnlag.....	4
3.	Topografi og grunnforhold.....	4
4.	Sikkerhetsprinsipper.....	5
4.1	Geotekniske problemstillinger.....	5
4.2	Tiltakskategori .....	5
5.	Dimensjonerende laster og lastfaktorer.....	5
5.1	Nyttelaster.....	5
6.	Materialparametre .....	6
6.1	Tolkning av beregningsparametre .....	6
7.	Stabilitet.....	12
7.1	Generelt .....	12
7.1.1	Tidligere overslagsberegninger .....	12
7.1.2	Beregningsverktøy.....	12
7.1.3	Laster .....	12
7.2	Stabilitetsberegning .....	12
8.	Vurderinger .....	13
8.1	Tiltak for å forbedre sikkerheten mot lokal utglidning.....	13
8.2	Konsekvenser av lokal utglidning for skoletomta .....	13
9.	Referanser .....	15

## Tegninger

414126 -0	Oversiktstegning
-1	Borplan
-2	Situasjonsplan med kvikkleiresone
-40.6	CPTU BP.9, udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$ , korrelert mot $S_b$ , $OCR$ og $I_p$
-40.7	CPTU BP.9, udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$ , korrelert mot $B_q$ samt SHANSEP-analyse
-40.8	CPTU BP.9, prekonsolideringsspenning, $p_c'$
-40.9	CPTU BP.9, overkonsolideringsgrad, $OCR$
-40.10	CPTU BP.9, deformasjonsmodul, $M_{OC}$ og $M_{NC}$
-79	Treaksialforsøk, PR.9, d=10,25 m – spenningssti med tolket styrke
-80	Ødometerforsøk, PR.18, d=10,42 m med tolkede parametre
-150	Profil A-A, tolket lagdeling

- 151 Profil B-B, tolket lagdeling
- 152 Profil C-C, tolket lagdeling
- 153 Profil D-D, tolket lagdeling
- 154 Beregningsprofil 1-1, tolket lagdeling
- 300 Beregningsprofil 1-1, stabilitetsberegning, dagens geometri, *ADP*-analyse
- 301 Beregningsprofil 1-1, stabilitetsberegning, dagens geometri,  $a\phi$ -analyse
- 302 Beregningsprofil 1-1, stabilitetsberegning, motfylling,  $a\phi$ -analyse

## 1. Innledning

Sør-Trøndelag fylkeskommune planlegger utbygging ved Thora Storm videregående skole (tidligere Gerhard Schøning skole). Gjennom kvikkleirekartlegging utført i regi av NVE er det fra tidligere angitt ei kvikkleiresone innenfor Midtby-deltaet. Den angitte kvikkleiresona går inn mot og lokalt inn på skoletomta.

Multiconsult har utført grunnundersøkelser for å avklare om kvikkleiresona går inn mot skoletomta. Dette viste seg å være tilfelle og innebærer ifølge NVE's retningslinjer 1:2008 at reell skredfare må utredes for aktuell del av kvikkleiresona. Det er derfor utført to videre undersøkelsestrinn for å avklare utbredelsen av kvikkleire i nærheten av skoletomta og for å få grunnlag for å utrede stabilitetsforholdene i kvikkleiresona etter NVE's retningslinjer.

Resultatene av utførte grunnundersøkelser og presentert i rapport 414126-1 rev 1 datert 21. mars 2011. I denne rapporten vurderes områdestabiliteten for skoletomta.

## 2. Grunnlag

Grunnlaget for vurderingene er resultatene av utførte grunnundersøkelser vist i rapport 414126-1 rev 1. Her er også resultat av tidligere grunnundersøkelser ved bredden av Nidelva medtatt. Vurderingene bygger også på utført oppmåling av elvebunn og under noen av bryggene langs elva.

## 3. Topografi og grunnforhold

Terrenget på skoletomta er tilnærmet flatt med terrengnivå på ca kote +11,5. Tomta ligger i avstand 80-10 m fra elva. Terrenget faller slakt av østover mot Kjøpmannsgata som ligger på terrengekote mellom +8,2 og +8,6. Herfra er det en markert skråning med høyde 3-3,5 m ned mot gata langs bryggerekka. Elveskråningen ut i Nidelva begynner under fremre halvdel av bryggene. Dypålen i Nidelva ligger mot bysiden og er på kote ca -5,5 på det dypeste.

Grunnen under og øst for skoletomta består av:

- Et toplag av elveavsatte friksjonsmasser av grus, grusig sand og sand
- Underliggende marine avsetninger av leire og silt til stor dybde

Mektigheten av elveavsatte masser er liten framme med Nidelva, men øker innover i byen ettersom terrenget stiger og overgangen til marine avsetninger ligger lavere. Under og utenfor bryggene består original grunn i hovedsak av silt og leire.

Tolket lagdeling i geotekniske profiler vist på tegning nr. 414126-150 t.o.m -154 illustrerer dette.

I profilene er også forekomster av kvikkleire/sprøbruddmaterialer angitt. Ut fra de utførte grunnundersøkelsene er forekomsten av kvikkleire og sensitiv leire avgrenset til de to midterste av de geotekniske profilene. Dette laget har også begrenset mektighet fra < 1 m til ca 3 meter i undersøkte punkter og ligger ikke helt fram mot elveskråningen. Utbredelsen av laget er angitt på tegning nr. -2 og sonen dekker et areal på ca 3,7 daa.

## 4. Sikkerhetsprinsipper

### 4.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger som vurderes for utbygginga i denne rapporten er:

- Forekomst av kvikkleire/ utbredelse av kvikkleiresona
- Risiko for at det skal starte kvikkleireskred ved utglidning i elveskråninga
- Risiko for at utglidning i elveskråninga skal gi bakovergripende rasutvikling som kan true skoleområdet

### 4.2 Tiltakskategori

Den angitte kvikkleiresona som strekker seg inn på skoleområdet har ID nr 185 og navn Prins Carls Bastion. I NVE's faregradskart er sona angitt å ha skredfaregradklasse middels og skredfarekonsekvensklasse meget alvorlig.

Klassifiseringa av sona er styrende for krav til utredninger og analyser iht. NVEs retningslinjer ved utbygging i kvikkleireområder; Retningslinjer 1/2008 "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag".

Skoleutbygginga er et tiltak i *Tiltakskategori K3 – Tiltak som innebærer tilflytting av menneske. Viktige samfunnsfunksjoner.*

NVE's retningslinjer 1/2008 krever i utgangspunktet en sikkerhet mot utglidning på  $\gamma_M > 1,4$ . Alternativt kreves vesentlig forbedring av stabiliteten ved topografiske endringer dersom sikkerheten er  $< 1,4$ . Krav til %-vis forbedring avhenger av beregnet sikkerhet og er inntil 15% økt materialfaktor dersom denne er beregnet til 1,0 eller lavere.

## 5. Dimensjonerende laster og lastfaktorer

### 5.1 Nyttelaster

I beregningene er det benyttet følgende dimensjonerende laster og lastfaktorer:

Tabell 5.1 Last og lastfaktorer

	Dim. last	Lastfaktor		Kommentar
		Bruddgrense -tilstand	Ulykkes- og bruksgrensetilstand	
Trafikklast, $F_{rep}$	10 kPa	$\gamma_Q = 1,3$	$\gamma_Q = 1,0$	Trafikkareal veg.

Ved stabilitetsberegninger benyttes en jevnt fordelt trafikklast på  $F_{rep} = 10$  kPa for hele vegens planeringsbredde inkludert banketter.

Lastene er ikke benyttet i beregninger der de virker stabiliserende, for eksempel i bunn av skjæringer.

Merknad: Fra Statens vegvesens håndbok 016 kap. 4.7.2: "Om ikke andre tungtveiende forhold tilsier annet skal en benytte en trafikklast på 10 kPa for alle midlertidige og permanente veger

*og plasser som skal trafikkeres. I tillegg skal det også benyttes lastkoeffisient på denne lasten. Det anbefales at trafikklastene benyttes for hele vegfyllingen.”*

Ved eventuelle andre laster vil last og lastfaktor bli vurdert særskilt.

## 6. Materialparametre

### 6.1 Tolkning av beregningsparametre

Tolkning av parametre er utført på basis av utført CPTU-sondering og opptatte 54 mm prøveserier. Det er spesielt lagt vekt på spesialforsøkene samt tolkning av skjærfasthet og stivhetsparametere fra CPTU-sonderinga.

#### Kvalitet av undersøkelser

Prøvetaking av sensitiv eller kvikkleire med 54 mm sylinderprøver vurderes å ligge Kvalitetsklasse 1 – 2. Hoveddelen av prøver av sensitiv leire ligger i Kvalitetsklasse 1, ”Akseptabel”, mens enkelte av prøvene ligger i Kvalitetsklasse 2, ”Forstyrret kvalitet”. Vurdering av prøve kvalitet er basert på målt volumtøyning og poretallsendring i konsolideringsfasen på treaksialforsøk iht. tabell 5.1 i veiledning til ref. /7/ samt ref. /11/.

Utført CPTU-sondering vurderes å være av god kvalitet og vurderes å ligge i anvendelsesklasse 2. Dette skyldes at helningsavviket er større enn 2°. Helningsavviket vurderes å ha liten betydning for tolkning av selve forsøksresultatet, men vil ha noe betydning for nøyaktighet av angitt dybde, spesielt ved store dybder. I tolkning av CPTU er dybdeangivelsen korrigert for helningsavviket. Poretrykksresponsen ved CPTU-sonderinga vurderes å være god.

#### Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens Vegvesens håndbok 016.

Se tegning nr. 414126-10 t.o.m. -19 i rapport nr. 414126-1, Rev 1 for geotekniske data.

#### Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden

I tolkning av CPTU-sonderingene er poretrykket justert i forhold til målt poretrykk. Da målingene av poretrykk er utført i ei kort periode og på vinterstid, er det valgt å være noe konservativ i vurderingene av poretrykk/poretrykksfordeling med dybden.

Målingene som er utført viser liten påvirkning av tidevannet.

I poretrykksmålerene i BP. 9 er det målt noe lavere enn hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden. I stabilitetsberegningene og tolkning av styrkeparametere fra CPTU-sondering er det valgt å legge inn hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

I tolkning av CPTU og stabilitetsberegninger er følgende poretrykk lagt til grunn:

- BP. 9: Hydrostatisk poretrykk fra kote +2,0.
- BP.14: Hydrostatisk poretrykk fra kote +2,5.

Verdiene samsvarer med målte poretrykk like etter lavvann.

Deformasjonegenskaper

*Ødometerforsøk*

Ødometerforsøk utført på opptatte prøver viser at grunnen er overkonsolidert. Se tegning nr. 414126-80 for resultat fra ødometerforsøk.

Tolkede parametre fra ødometerforsøk er oppsummert i tabell 6.1.

Tabell 6.1 Tolkede parametre fra ødometerforsøk

BP. [nr]	Terreng- kote [moh]	Dybde [m]	$\sigma_{v0}'$ [kPa]	Tolket fra ødometerforsøk				Estimert tidligere terrengnivå [moh]	Valgt $POP=\Delta\sigma_c'$ [kPa]
				$\sigma_c'$ [kPa]	$POP=\Delta\sigma_c'$ [kPa]	$M_{OC}$ [MPa]	$M_{NC}$ [MPa]		
18	+4,0	10,42	120	250	130	5,5	3	+17,0	150

Forsøket viser noe forstyrret prøve kvalitet. Prekonsolideringsspenningen,  $\sigma_c'$ , er derfor trolig noe større enn det som forsøksresultatet viser. Basert på ødometerforsøket og tolket prekonsolideringsspenning fra CPTU vurderes tidligere terrengnivå å ligge på ca. kote +20.

*$\sigma_c'$  og OCR fra CPTU*

Prekonsolideringsforhold og grunnens deformasjonsegenskaper er bestemt ut i fra ødometerforsøkene. Data fra CPTU er benyttet til å ekstrapolere dataene fra ødometerforsøk mot dybden. Det er benyttet tolkning fra CPTU både på spissmotstands- og poretrykksbasis.

For spissmotstand er følgende forhold benyttet i tolkningen:

$$OCR = \frac{\sigma_{cq}'}{\sigma_{v0}'}$$

$$\sigma_{cq}' = \frac{q_n}{\alpha \cdot N_{kt}} - a$$

der,  $\alpha$  = normalkonsolideringsforhold;  $\alpha=0,25$  er benyttet

$N_{kt}$  = spissmotstandsfaktor;  $N_{kt} = 10$  er benyttet

OCR fra registrert poretrykk er tolket som:

$$OCR = \frac{\sigma_{cu}'}{\sigma_{v0}'}$$

$$\sigma_{cu}' = \frac{\Delta u}{\alpha \cdot N_{\Delta u}} - a$$

der,  $\alpha$  = normalkonsolideringsforhold;  $\alpha= 0,25$  er benyttet

$N_{\Delta u}$  = poretrykksfaktor;  $N_{\Delta u} = 8$  er benyttet

Tolkning av prekonsolideringsspenning,  $p_c'$ , er vist på tegning nr. 414126-40.8.

Tegning nr. 414126-40.9 viser tolkning av overkonsolideringsgrad (OCR) både på spissmotstands- og poretrykksbasis. De to metodene gir relativt godt samsvar og indikerer at leira er overkonsolidert.

#### *Modul fra CPTU*

For å estimere jordens deformasjonsegenskaper er det benyttet enkle semi-empiriske relasjoner.

Deformasjonsmodul i prekonsolidert spenningsområde  $\sigma' < \sigma'_c$ ,  $M_{OC}$  er estimert ut fra følgende uttrykk:

$$M_{OC} = m_i \cdot q_n$$

der,  $m_i$  = insitu modultall, leire;  $m_i = 8$  er benyttet

$q_n$  = netto spissmotstand

Modulverdien,  $M_{NC}$ , ved prekonsolideringsspenninga  $\sigma'_c$  er estimert ut i fra følgende uttrykk:

$$M_{NC} = m_n \cdot q_n$$

der,  $m_n$  = insitu modultall, leire;  $m_n = 4$  er benyttet

Tolkning av deformasjonsmodul,  $M_{OC}$  og  $M_{NC}$ , er vist på tegning nr. 414126-40.10.

#### **Udrenerte styrkeparametre**

##### *$s_{uA}$ fra enaks og konus*

Verdier for  $s_{uA}$  fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærfasthet,  $s_{uD}$ . Rutineundersøkelsene viser store variasjoner i målt udrenert skjærfasthet og indikerer varierende prøve kvalitet. I plot av  $s_{uA}$  tolket fra CPTU er  $s_{uD}$  omregnet til  $s_{uA}$ .

##### *$s_{uA}$ fra treaksialforsøk*

Karakteristiske verdier ( $s_{uA}$ ) er tatt ut ved brudd.

##### *$s_{uA}$ fra CPTU-sonderinger*

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl., se ref. /7/ og /8/. For finkornige masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis som den mest egnede metoden.



Det er benyttet forskjellig korrelasjon på leire og kvikkleire/sprøbruddmaterialer (differensiert i forhold til lagdeling/sensitivitet).

Metode basert på poretrykk,  $\Delta u$

$$s_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}}$$

der,  $\Delta u = u_2 - u_0$ , registrert poreovertrykk i CPTU

$N_{\Delta u} =$  tolkningsfaktor på poretrykksbasis

Tolkning av CPTU er basert på  $N_{\Delta u}$  bestemt ut fra korrelasjoner mot  $B_q$  samt korrelasjoner mot  $OCR$ ,  $S_t$  og  $I_p$  basert på erfaringsverdier korrelert mot aktive treksialforsøk.

Følgende korrelasjoner er benyttet:

	Empirisk middelvariasjon i $B_q$	Empirisk middelvariasjon i $OCR$ , $S_t$ og $I_p$
Leire ( $S_t < 15$ )	$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$	$N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,070 \cdot I_p$
Kvikkleire/ sprøbruddmateriale ( $S_t > 15$ )	$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$	$N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$

$$B_q = \frac{\Delta u}{q_n}$$

der,  $q_n =$  netto spissmotstand

Metode basert på spissmotstand,  $q_t$

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

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

der,  $q_t =$  korrigert spissmotstand

$\sigma_{v0} =$  in situ vertikal overlagingstrykk

$N_{kt} =$  bæreevnefaktor/konfaktor

$N_{kt}$  er bestemt ut i fra følgende prosedyrer:

	Empirisk middelvariasjon i $B_q$	Empirisk middelvariasjon i $OCR$ , $S_t$ og $I_p$
Leire ( $S_t < 15$ )	$N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$	$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p$
Kvikkleire/sprøbruddmateriale ( $S_t > 15$ )	$N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$	$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$

Tegning nr. 414126-40.6 og -40.7 viser de tolkede skjærfasthetsprofilene med valgt karakteristisk designverdi.

Det er valgt å ikke redusere ”peak” verdien på  $s_{uA}$  for uttak av karakteristisk styrke. Designverdiene er i stedet redusert med 15 % i stabilitetsberegningene for kvikkleire/sprøbruddmateriale iht. NVEs retningslinjer. Reduksjonen er modellert ved at anisotropifaktoren for  $s_{uA}$  er redusert med 15 %.

#### Udrenert skjærfasthet modellert etter SHANSEP-prinsippet

Udrenert skjærfasthet er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærfasthet øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av overkonsolideringsgraden. Udrenert skjærfasthet avhengig av overkonsolideringsgraden kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet /2/ og /3/:

$$s_{uA} = \alpha \cdot OCR^m \cdot \sigma_0'$$

der,  $\alpha$  = Normalisert styrke av helt ung leire ( $OCR = 1,0$ )

$$OCR = \text{Overkonsolideringsgrad} = \sigma_c' / \sigma_0'$$

$m$  = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9 avhengig av leira og forsøkstype.

$\sigma_0'$  = Insitu vertikal effektivspenning

$\sigma_c'$  = Prekonsolideringsspenning

I beregningene er det valgt å bruke:

$$\alpha = 0,35$$

$$m = 0,79$$

Det er tatt utgangspunkt i at grunnen er overkonsolidert tilsvarende en tilleggspenning som angitt i tabell 6.1.

Utskrift av beregnet udrenert skjærfasthet etter SHANSEP-prinsippet er vist på tegning nr. 414126-40.7.

### Anisotropi

Dersom det ikke er utført laboratorieundersøkelser for å fastlegge forholdet mellom aktiv, passiv og direkte udrenert skjærfasthet kan dette i henhold til håndbok 016, kapittel 4.4.4 anslagsvis settes til:

$$s_{uA} = 1,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uD} = 1,0 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uA} = 0,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

Dette gir følgende anisotropiforhold:

$$\frac{s_{uD}}{s_{uA}} = 0,67$$

$$\frac{s_{uP}}{s_{uA}} = 0,33$$

I valgte styrkeprofiler er det lagt inn verdi for  $s_{uA}$  basert på rutinedata ( $s_{uk}$  og  $s_{ut}$  er multiplisert med anisotropiforholdet) og tolket styrke fra treksialforsøk og CPTU.

### Effektivspenningsparametre, friksjonsvinkel, $\phi_k$

For effektivspenningsparametere på kvikkleira er det tatt ut  $a$ - $\phi$  parametere fra det udrenerte treksialforsøket. For de andre materialene er det benyttet erfaringsverdier.

#### *Leire*

Ut i fra erfaringsverdier på trønderske leirer vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være  $\phi_k = 28,8^\circ$  ( $\tan \phi_k = 0,55$ ) og attraksjon  $a = 10$  kPa.

#### *Kvikkleire/sprøbruddmateriale*

Bruddstyrken er tatt ut ved 1,5 % tøyning. Ut i fra treksialforsøket vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være  $\phi_k = 27,5^\circ$  ( $\tan \phi_k = 0,52$ ) og attraksjon  $a = 10$  kPa. Tolket styrke fra treksialforsøket er vist på tegning nr. 414126-79.

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregningene er angitt i tabell 6.2 under.

### Materialparametre

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregningene er angitt i tabellen under:

Tabell 6.2 Materialparametre benyttet ved stabilitetsberegninger på effektivspenningsbasis

	Tyngdetetthet, $\gamma$	Friksjon, $\tan \phi_k$	Attraksjon, $a$
Sand, grusig	19,0 kN/m <sup>3</sup>	0,70 ( $\phi_k = 35,0^\circ$ )	0 kPa
Sand	19,0 kN/m <sup>3</sup>	0,65 ( $\phi_k = 33,0^\circ$ )	0 kPa
Leire	20,0 kN/m <sup>3</sup>	0,55 ( $\phi_k = 28,8^\circ$ )	10 kPa
Kvikkleire	20,0 kN/m <sup>3</sup>	0,52 ( $\phi_k = 27,5^\circ$ )	10 kPa

## 7. Stabilitet

### 7.1 Generelt

#### 7.1.1 Tidligere overslagsberegninger

Som innspill til reguleringsplanen ble det i januar/februar 2011 utført overslagsberegninger for å vurdere stabilitetsforholdene. Det vises til notat 414126-RIG 02, datert 8. februar 2011. På dette tidspunkt forelå ikke alle data fra grunnundersøkelsene, men beregningene viste at det vil være mulig å sikre skoletomta mot ras ved å etablere ei begrenset motfylling i Nidelva.

#### 7.1.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet "GeoSuite Stability" versjon 5.0.4 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

Det er utført beregninger for:

1. Dagens geometri
2. Situasjon med stabiliserende terrengtiltak

Dagens geometri er beregnet ved udrenert totalspenningsanalyse, ADP-analyse, og drenert effektivspenningsanalyse,  $\alpha\phi$ -analyse.

Stabiliteten med stabiliserende terrengtiltak er beregnet med drenert  $\alpha\phi$ -analyse.

Plassering av beregningsprofilen er vist på tegning nr. 414126-2.

Der beregningsmessig sikkerhet er for lav, er det vist tiltak som gir prosentvis forbedring av stabiliteten iht. figur 4.2 i NVE's retningslinjer 1/2008.

For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyser) er det benyttet anisotropisk jordmodell.

#### 7.1.3 Laster

I beregningene er det tatt med trafikklast på hele vegens bredde inkludert skuldre. For beregninger i anleggsfasen er det tatt med terrenglast for å simulere anleggstrafikk. Lastene er ikke medtatt i de beregningene de virker stabiliserende.

### 7.2 Stabilitetsberegning

Det er utført stabilitetsberegninger for ett utvalgt profil. Dette profilet er antatt å være mest kritisk på bakgrunn av grunnforhold og topografi, herunder terrengforholdene under bryggene.

#### Beregningsprofil 1-1

Profil for vurdering av områdestabilitet. Profilet går fra skolegården til Nidelva og krysser Kjøpmannsgata ved nr. 13. Tolket lagdeling for beregningsprofil 1-1 er vist på tegning nr. 414126-154.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut i fra opptatte prøveserier i BP. 9 og BP.18 samt CPTU-sondering i BP. 9.

Tabell 7.1 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate profil 1-1

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærflate
414126-300	Beregningsprofil 1-1, dagens geometri	ADP-analyse	1,73
414126-301	Beregningsprofil 1-1, dagens geometri	a $\phi$ -analyse	1,22
414126-302	Beregningsprofil 1-1, med motfylling	a $\phi$ -analyse	1,33

Med angitt motfylling på tegning nr. -302 oppnås en beregningsmessig forbedring av stabiliteten (a $\phi$ -analyse) på ca. 9 %. Dette tilfredsstiller kravet til vesentlig forbedring i NVE's retningslinjer.

## 8. Vurderinger

### 8.1 Tiltak for å forbedre sikkerheten mot lokal utglidning

Stabilitetsberegningene viser at området har fullt tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning på totalspenningsbasis (ADP-analyse). På effektivspenningsbasis (a $\phi$ -analyse) er imidlertid beregnet sikkerhet mot lokal utglidning av skråninga ut i elva lavere enn  $\gamma_M=1,4$ .

Dersom en lokal utglidning ut i elva medfører risiko for at skoleområdet vil bli berørt av skred, vil det være behov for å stabilisere skråninga ut i elva i forbindelse med skoleutbygginga. Beregningene referert ovenfor viser at motfylling ut i elva er et effektivt middel for å forbedre lokalstabiliteten. Beregningsmessig vil motfylling med helning ca 1:2 anlagt fra kote -0,84 (nivå for laveste astronomiske tidevann, LAT) gi en sikkerhetsfaktor på  $\gamma_M=1,33$ . Dette gir en økt beregningsmessig sikkerhet på 9 %, som er tilstrekkelig for å tilfredsstille kravet til vesentlig forbedring i NVE's retningslinjer.

Ei slik motfylling vil ha et tverrsnittsareal på ca 7 m<sup>2</sup>. Dette gir < 3 % reduksjon av elvetverrsnittet under LAT, og bør derfor ikke ha hydrologisk konsekvens.

Strekningen som vil være nødvendig å stabilisere er partiet foran de fem sydligste bryggene langs Kjøpmannsgata. Dette utgjør en strekning på ca 80 meter. Samlet volum av ei slik stabiliserende motfylling vil dermed være i størrelsesorden 600 m<sup>3</sup>.

### 8.2 Konsekvenser av lokal utglidning for skoletomta

Beregningene viser at det er en lokal utglidning i elveskråninga som utgjør mulig risiko for at det skal gå et ras som griper inn i kvikkleire. Det er da et relevant spørsmål hvor vidt ei slik lokal utglidning kan medføre risiko for at skoleområdet blir rastruet.

Etter vår vurdering er det flere forhold som tilsier at ei utglidning i elveskråninga ikke vil kunne starte ei så omfattende rasutvikling at skoletomta vil være direkte truet av ras:

1. Beregningene viser at et eventuelt initialras vil ha et begrenset omfang og gi utglidning kun inn under fremre del av bryggehusene.

2. Pelerekkene under bryggene vil bidra til å hindre videre rask og stor rasutvikling ved at massene som kommer i bevegelse i initialraset holdes tilbake og ikke raskt føres bort av elva. Det vil derfor heller ikke være risiko for vesentlig oppdemming av elva.
3. Utførte beregninger viser god sikkerhet for glidninger som går lenger bak. Margin for videre utvikling av skred vurderes derfor å være god også om det går en lokal utglidning.
4. Laget av kvikkleire/ sensitiv leire er tynt og har innover fra elva økende og stor overdekning av friksjonsmasser og leire som ikke er kvikk eller sensitiv. Kvikkleirelaget ligger dels horisontalt og faller dels av innover fra elva. En kollaps i laget av sprøbruddmaterialer vil gi en nedsynkning av massene over. Dette vil stabilisere situasjonen og hindre videre omfattende rasutvikling.
5. Kvikkleirelaget er smalt og ligger orientert med lengderetningen i skrå vinkel i forhold til elva. Begge forholdene vil ha stabiliserende virkning i en situasjon etter et initialras i elvekanten. Den begrensede bredden vil gi tredimensjonal stabiliseringseffekt både ved sideskjær og ved at stabile masser fra raskanten som utvikles vil falle ned i rasgrova fra sidene og bidrar til stabilisering.
6. Søndre del av skoletomta ligger i avstand ca 30 m bakenfor kvikkleirelaget. Selv ved utrasing av all kvikkleire og overliggende masser her, vil ikke raskanten berøre søndre del av skoletomta.
7. Nordre del av skoletomta har trolig kvikkleirelag litt inn på tomta inn under eksisterende skolebygg. For at denne delen av skoletomta skal bli truet må det utvikles et ras til avstand ca 90 meter fra området for et initialras. Med henvisning til forholdene nevnt ovenfor vurderes en så omfattende rasutvikling ikke å være mulig.

Vår samlede vurdering er derfor at skoletomta ikke kan bli rastruet av en initialglidning i elveskråninga. Forholdene ligger ikke til rette for en så omfattende bruddutvikling at skolens område kan bli direkte berørt av ras. Slik terreng- og grunnforholdene er, vil raset lukke seg før det får så stor utbredelse at det berører skoletomta.

En utglidning i elveskråninga kan likevel kunne gi store skader i områdene nærmere elva. Av den grunn bør det foreslåtte stabiliseringstiltaket med støttefylling i elvesiden gjennomføres. Dette vil også bidra til å sikre mot erosjon i elva.

## 9. Referanser

/1/	Statens Vegvesen (2010). <i>Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging</i>
/2/	Karlsruud, K. (2003). <i>Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil</i> . NGF-kurs. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger, innlegg 4.1. 20-22 mai 2003, Hell.
/3/	Ladd, C.C., and Foott, R. (1974). <i>New design procedure for stability of soft clays</i> . J. of the Geotech. Eng. Div., 100 (GT7), 763-786.
/4/	NVE (2009). <i>NVE retningslinjer 1/2008. Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag</i> .
/5/	Karlsruud, K. , Aas, G. and Gregersen, O. (1984). <i>Can we predict landslides hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian Practice and Experiences</i> . Proceedings of the 4th International Symposium on Landslides, Toronto, Vol I, p. 107-130. Også publisert i NGI publikasjon nr. 158.
/6/	CPTU EXTRA. <i>Regneark for avansert tolkning av CPTU</i> . Brukermanual utviklet av Rolf Sandven. Versjon 3.0. Datert 12.11.2010.
/7/	Lunne, T., Robertson, P.K. og Powell, J.J.M. (1997). <i>Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice</i> . Blackie Academic & Professional.
/8/	Karlsruud, K. et al. (2005). <i>CPTU correlations for clays</i> . Proceedings, ICSMGE, Osaka s 693 - 702.
/9/	NGI-rapport 20001008-2 Rev. 3 (2008). <i>Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire</i> .
/10/	Karlsruud K. Lunne T. & Brattlien K. (1996) <i>Improved CPTU correlations based on block samples</i> . Proceedings, NGM 1996, Reykjavik
/11/	Lunne, T., Berre, T. & Strandvik, S. (1996) <i>Sample disturbance effects in soft low plastic Norwegian clay</i> , Canadian Geotechnical Journal Volume 43, page 726–750. Også publisert i NGI publikasjon nr. 204.

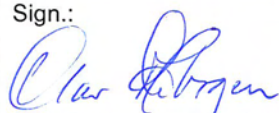
**Arkivreferanser:**

Fagområde:	geoteknikk		
Stikkord:	kvikkleire, stabilitet, motfylling		
Land/Fylke:	Sør-Trøndelag	Kartblad:	1621 IV
Kommune:	Trondheim	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Kjøpmannsgata	Øst: 5699	Nord: 70342

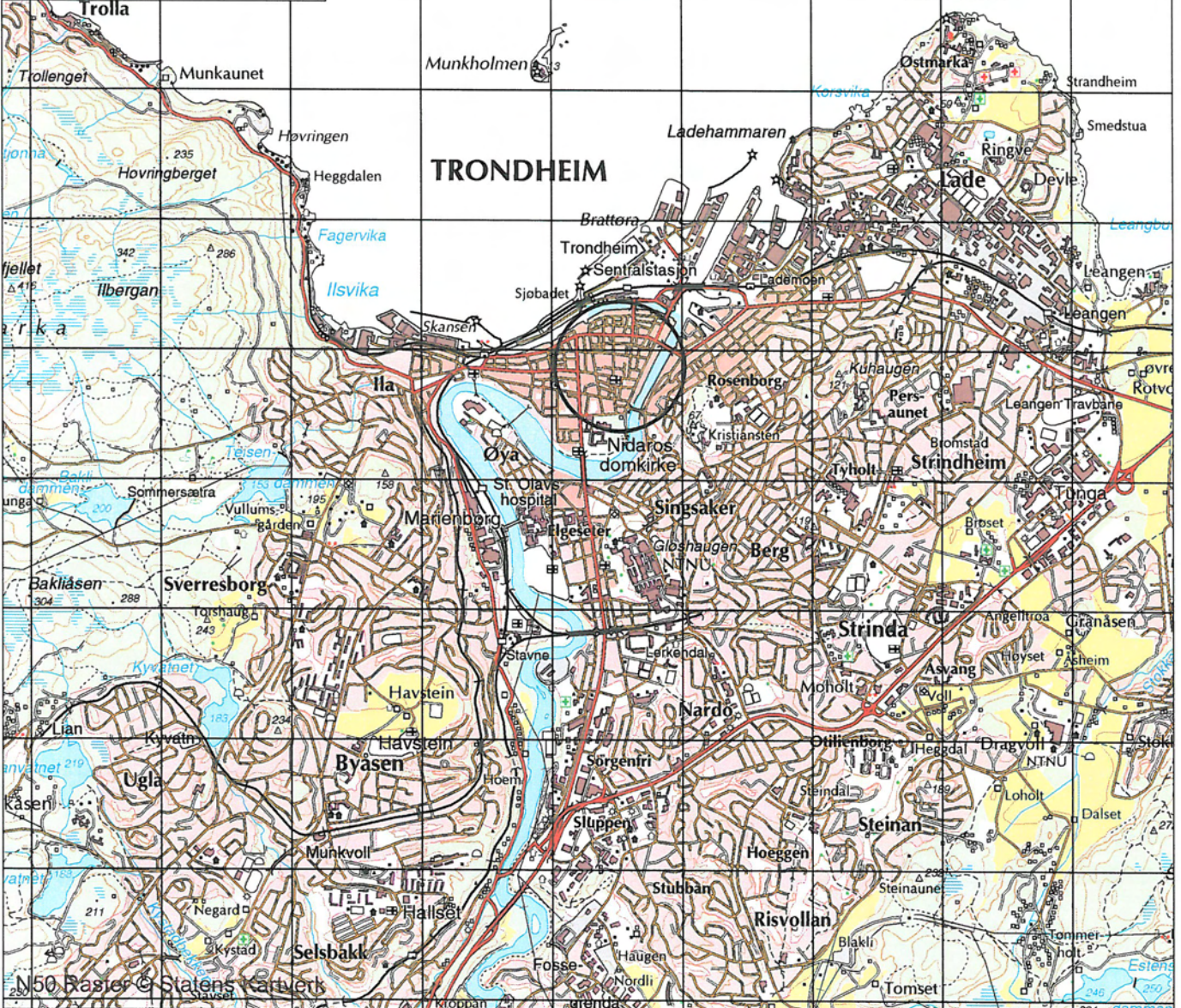
**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument 24. mars 2011		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	24/3-11	OMS/ROS						
	Kontrollert	24/3-11	HAN						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	24/3-11	OMS/ROS						
	Kontrollert	24/3-11	HAN						
Teknisk innhold	Utarbeidet	24/3-11	OMS/ROS						
	Kontrollert	24/3-11	HAN						
Format	Utarbeidet	24/3-11	OMS/ROS						
	Kontrollert	24/3-11	HAN						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)					Dato: 24.03.2011		Sign.: 		





OVERSIKTSKART		Borplan nr.		-1
Sør-Trøndelag fylkeskommune Thora Storm VGS		Målestokk		
MULTICONSULT AS		1:50 000		
Dato	21.10.2010	Tegnet	JMP	Kontrollert
				ROS
Oppdragsnr.	414126	Tegningsnr.	0	Godkjent
7486 Trondheim Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70				Rev.









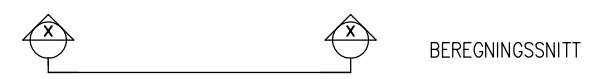
**TEGNFORKLARING:**

- DREIESONDERING (Håndholdt utstyr)
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- Ⓢ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE ANTATT FJELLKOTE
- ⊛ FJELLKONTROLLBORING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊖ DREIETRYKKSONDERING
- ⊖ TRYKKSONDERING
- ⊖ SKRUPLATEFORSØK
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGRØP
- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ⊖ FJELL I DAGEN
- + VINGEBORING

BORBOK NR: 23746 og 26050  
 LAB.BOK NR: 2067  
 KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA TRONDHEIM KOMMUNE  
 INNMÅLING: BORPUNKT ER INNMÅLT MED SANNTIDS RTK GPS (CPOS)  
 KOORDINATSYSTEM: EUREF 89 SONE 32V  
 HØYDESISTEM: TRONDHEIM LOKAL

**TIDLIGERE BORINGER:**

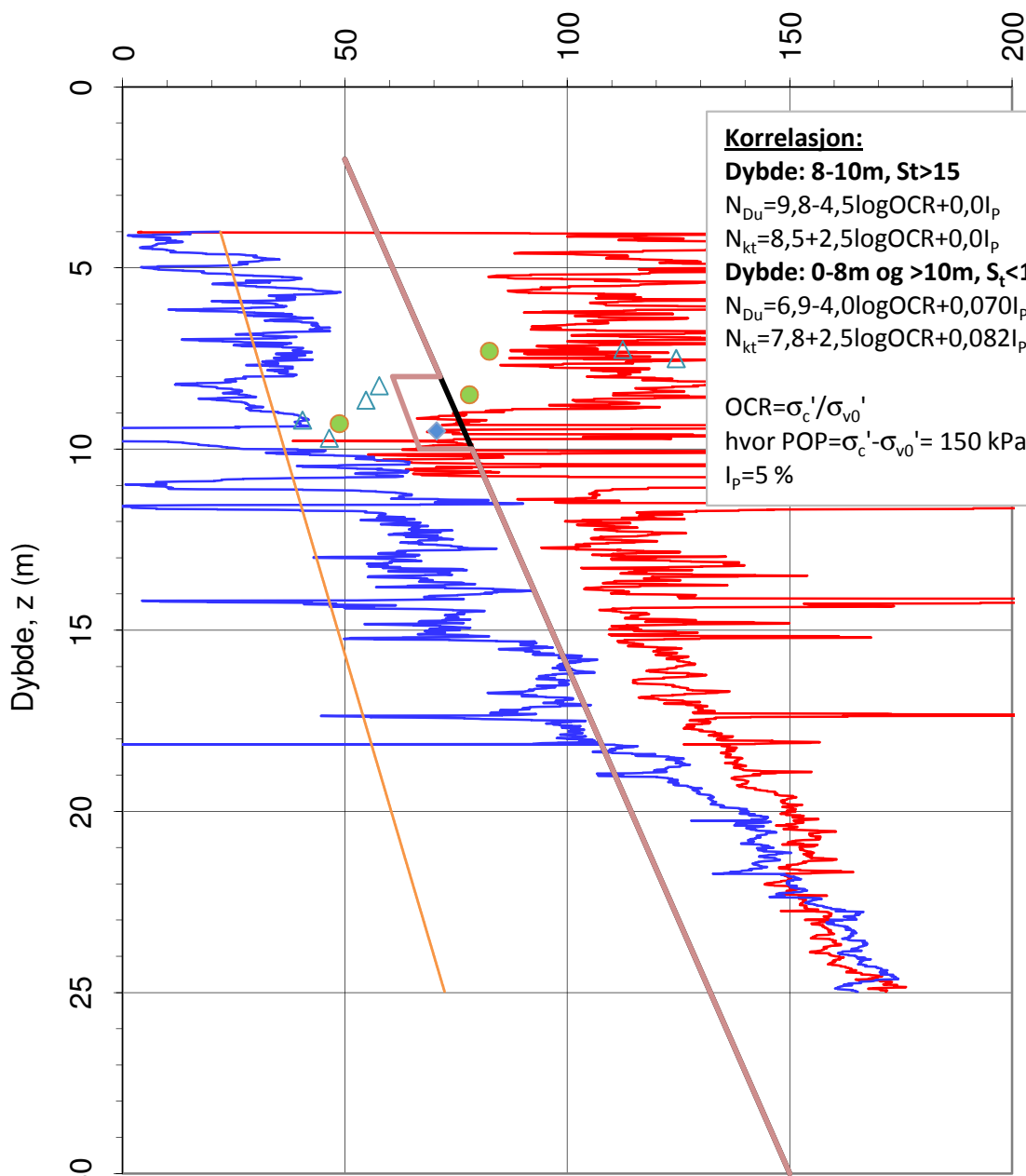
Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:  
 K1-X: BORINGER FRA KUMMENEJE RAPPORT NR. o.5214 (1985)  
 K2-X: BORINGER FRA KUMMENEJE RAPPORT NR. o.3932 (1983)



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Sør-Trøndelag fylkeskommune Thora Storm VGS Områdestabilitet	Original format A3	Fag	Geoteknikk
	Situasjonsplan med kvikkleiresone	Tegningens filnavn 414126-2.dwg		
		Underlagets filnavn T_kart_3d_stor.dwg		
		Målestokk		
		1:1000		
<b>MULTICONSULT AS</b>		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		18.03.2011	JMP/ROS	HAN
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Godkjent
		414126	2	OAA
				Rev.



Udrenert skjærfasthet,  $s_{uA}$  (kN/m<sup>2</sup>)



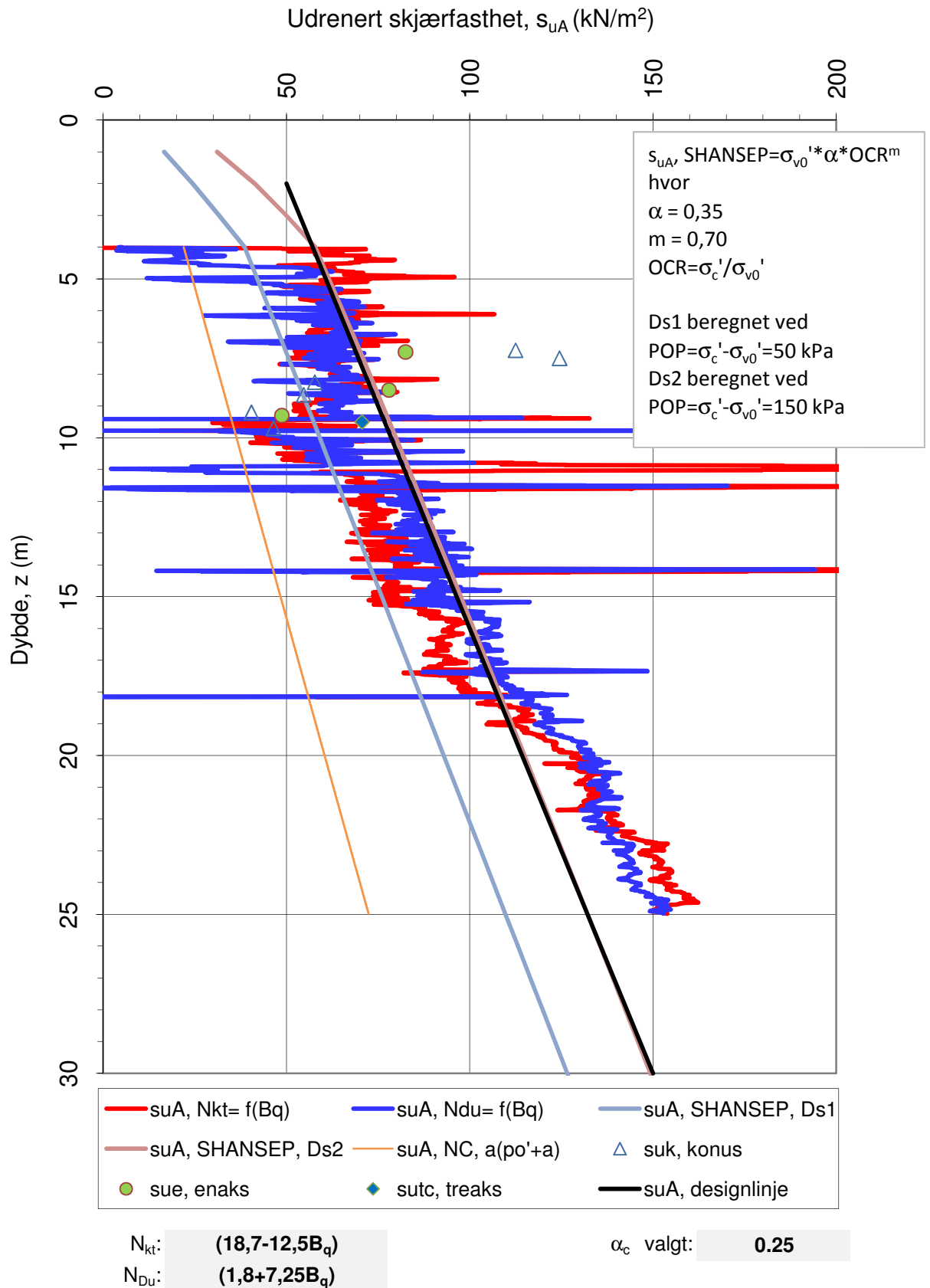
**Korrelasjon:**  
**Dybde: 8-10m, St > 15**  
 $N_{Du} = 9,8 - 4,5 \log OCR + 0,01 p$   
 $N_{kt} = 8,5 + 2,5 \log OCR + 0,01 p$   
**Dybde: 0-8m og > 10m, St < 15**  
 $N_{Du} = 6,9 - 4,0 \log OCR + 0,0701 p$   
 $N_{kt} = 7,8 + 2,5 \log OCR + 0,0821 p$   
 $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$   
 hvor  $POP = \sigma_c' - \sigma_{v0}' = 150 \text{ kPa}$   
 $I_p = 5 \%$

- suA,  $N_{kt} = f(St, OCR, I_p)$
- suA,  $N_{Du} = f(St, OCR, I_p)$
- suA, NC,  $a(p_0' + a)$
- △ suk, konus
- sue, enaks
- ◆ sutc, treaks
- suA, designlinje
- suA, design -15%

Sensitivitetsvalg: **St < 15**  $\alpha_c$  valgt: **0.25**  
 $N_{kt} = (7.8 + 2.5 \log OCR + 0.0821 p)$   
 $N_{Du} = (6.9 - 4 \log OCR + 0.071 p)$

Oppdragsgiver: <b>Sør-Trøndelag Fylkeskommune</b>		Oppdrag: <b>Thora Storm VGS</b>		Tegningens filnavn: CPTU_BP.9.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet $s_{uA}$ , korrelert mot $S_t$ , OCR og $I_p$ .					
CPTU id.:	CPTU BP.9	Sonde:	4293		
MULTICONSULT AS	Dato: 17.03.2011	Tegnet: ROS	Kontrollert: OMS		
	Oppdrag nr.: 414126	Tegning nr.: 40.6	Versjon: 25.02.2011	Revisjon:	





Oppdragsgiver:

**Sør-Trøndelag Fylkeskommune**

Oppdrag:

**Thora Storm VGS**

Tegningens filnavn:

CPTU\_BP.9.xlsx

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

CPTU id.:

CPTU BP.9

Sonde:

4293



**MULTICONSULT AS**

Dato:

17.03.2011

Tegnet:

ROS

Kontrollert:

OMS

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

414126

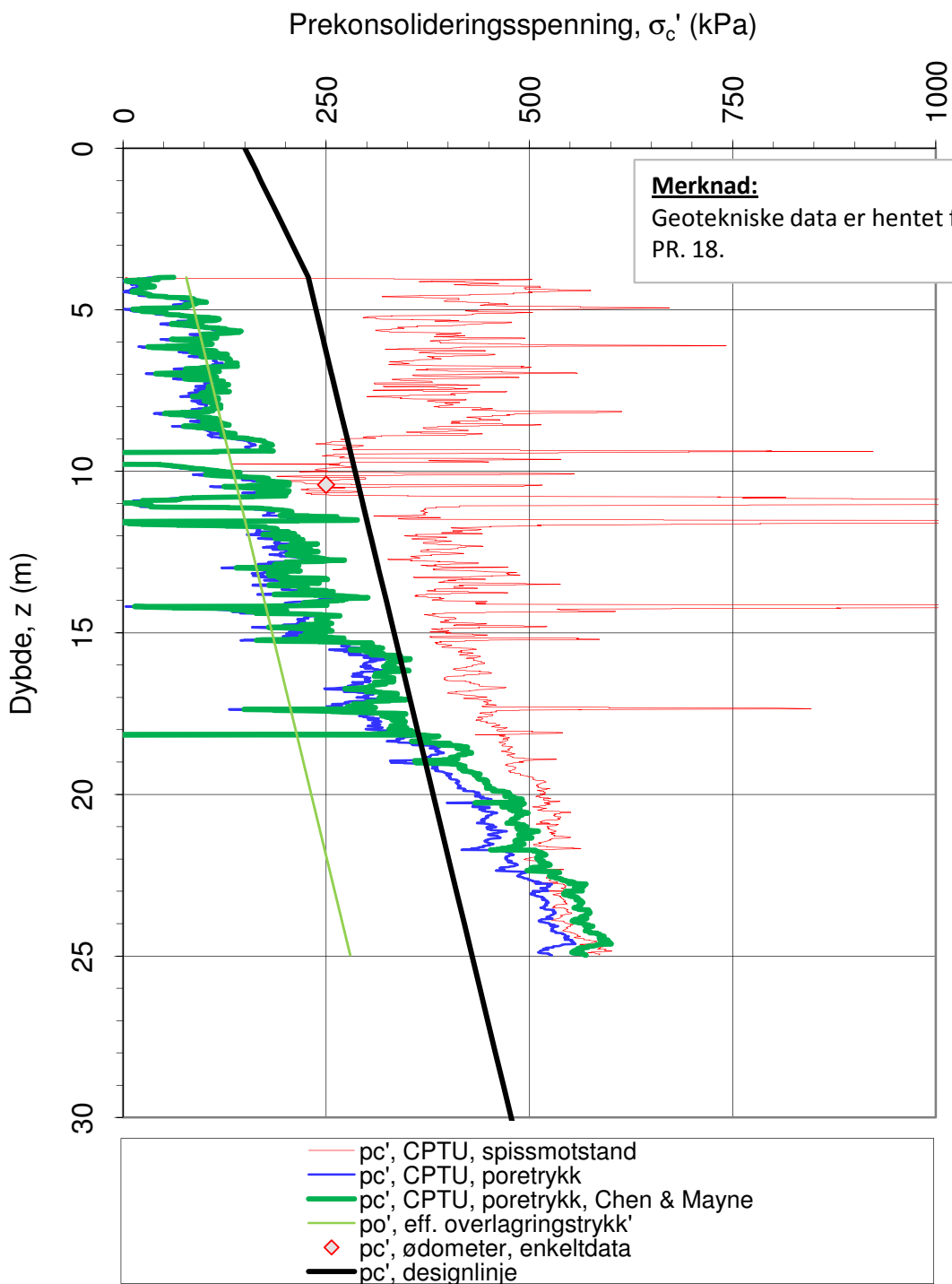
Tegning nr.:

40.7

Versjon:

25.02.2011

Revisjon:



Oppdragsgiver:

**Sør-Trøndelag Fylkeskommune Thora Storm VGS**

Oppdrag:

Tegningens filnavn:

CPTU\_BP.9.xlsx

Prekonsolideringsspenning  $\sigma_c'$ .

CPTU id.:

CPTU BP.9

Sonde:

4293

**MULTICONSULT AS**

Dato:  
17.03.2011

Tegnet:  
ROS

Kontrollert:  
OMS

Godkjent:  
OAA

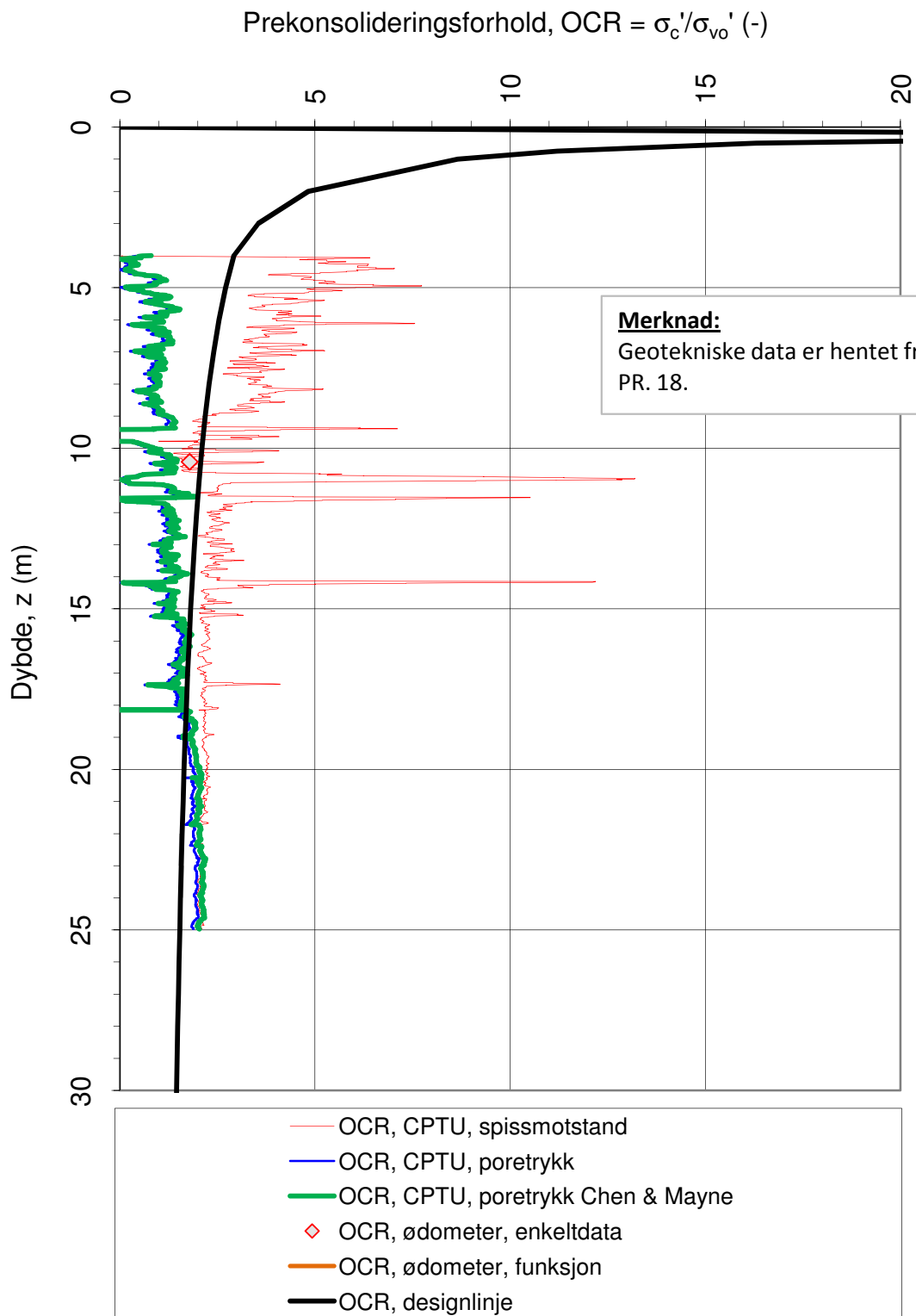
Oppdrag nr.:  
414126


Tegning nr.:  
40.8

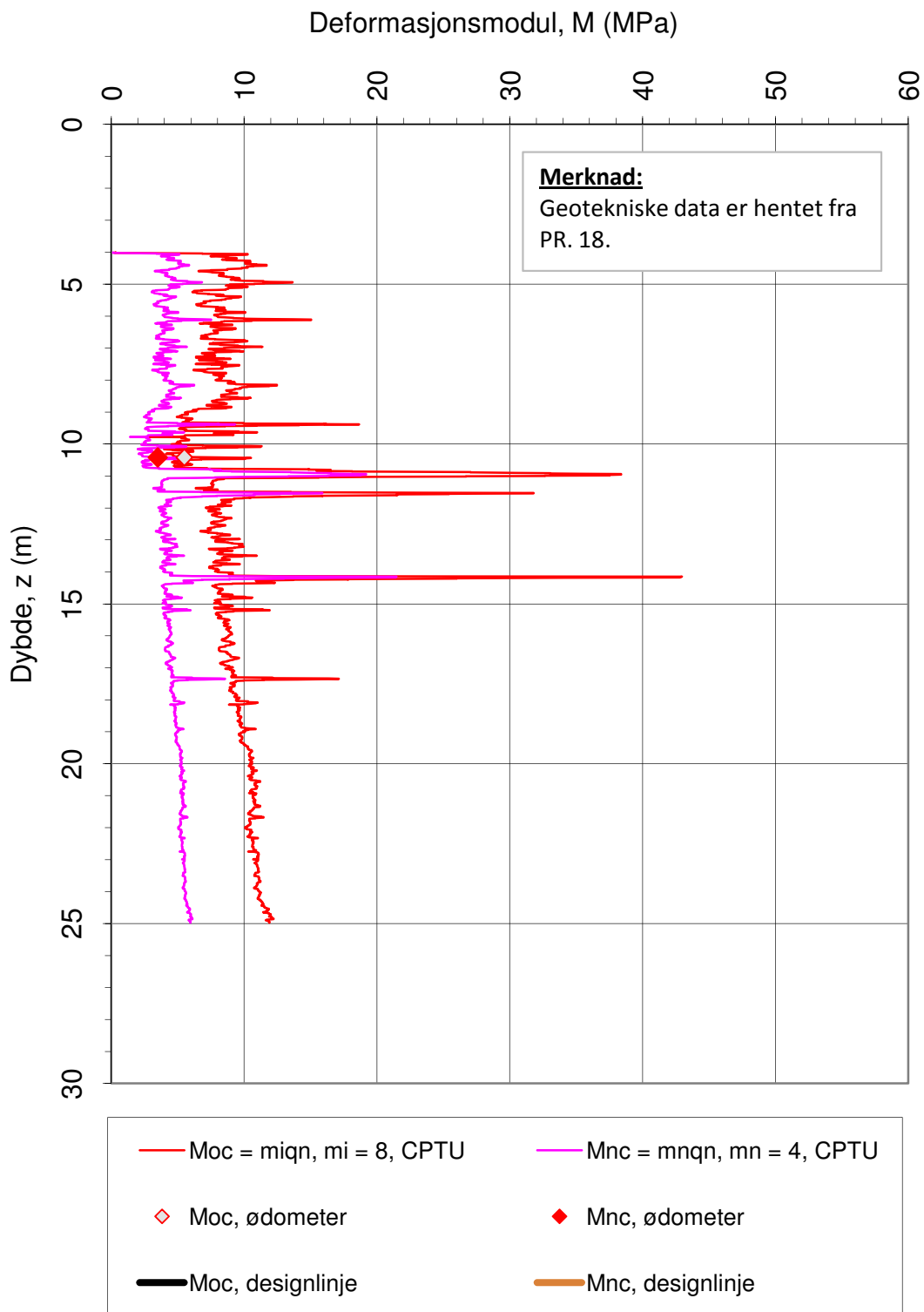
Versjon:  
25.02.2011

Revisjon:



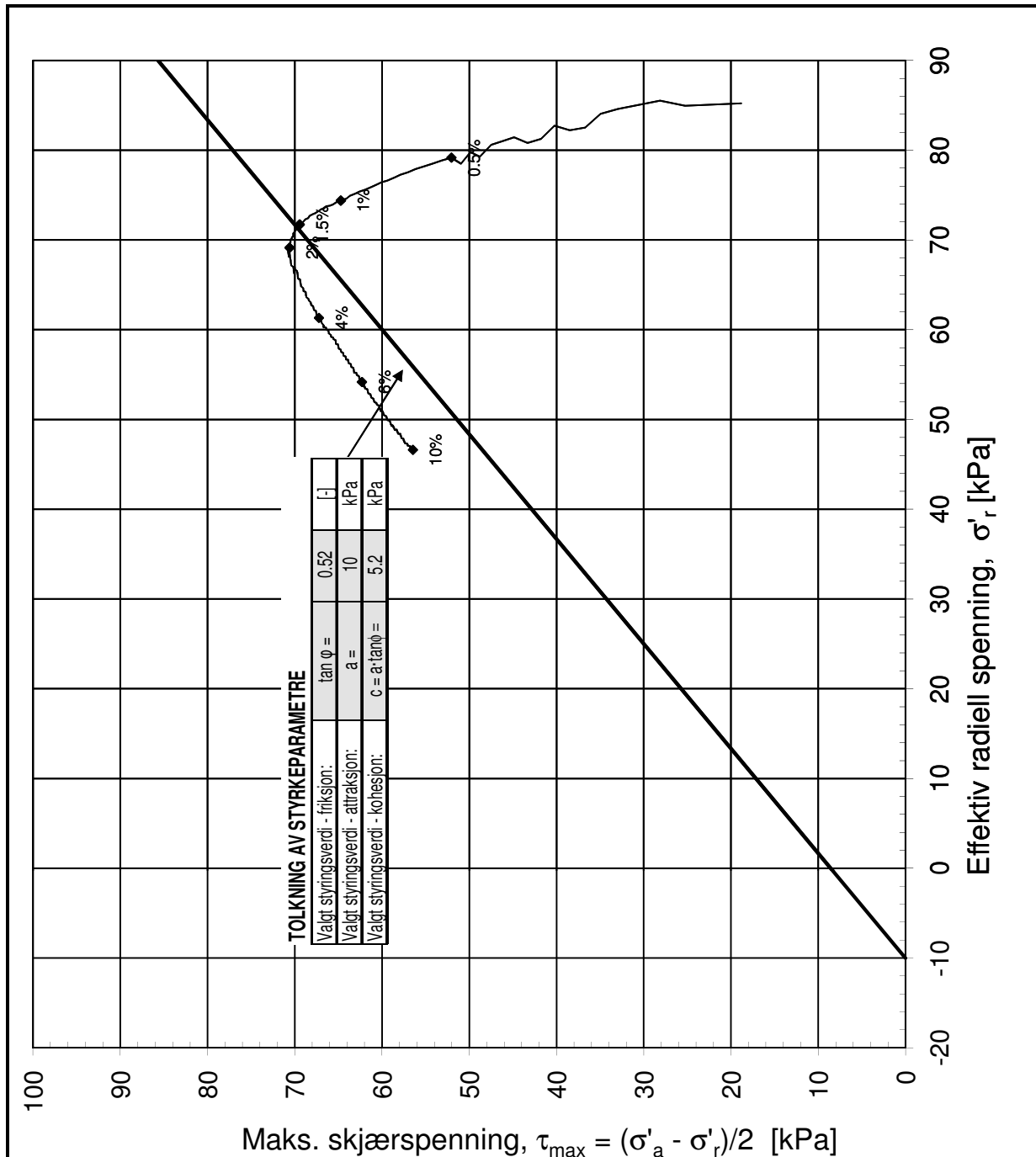


Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
<b>Sør-Trøndelag Fylkeskommune</b>		<b>Thora Storm VGS</b>		CPTU_BP.9.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$ .					
CPTU id.:	CPTU BP.9	Sonde:	4293		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	17.03.2011	ROS	OMS	OAA	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	414126	40.9	25.02.2011		




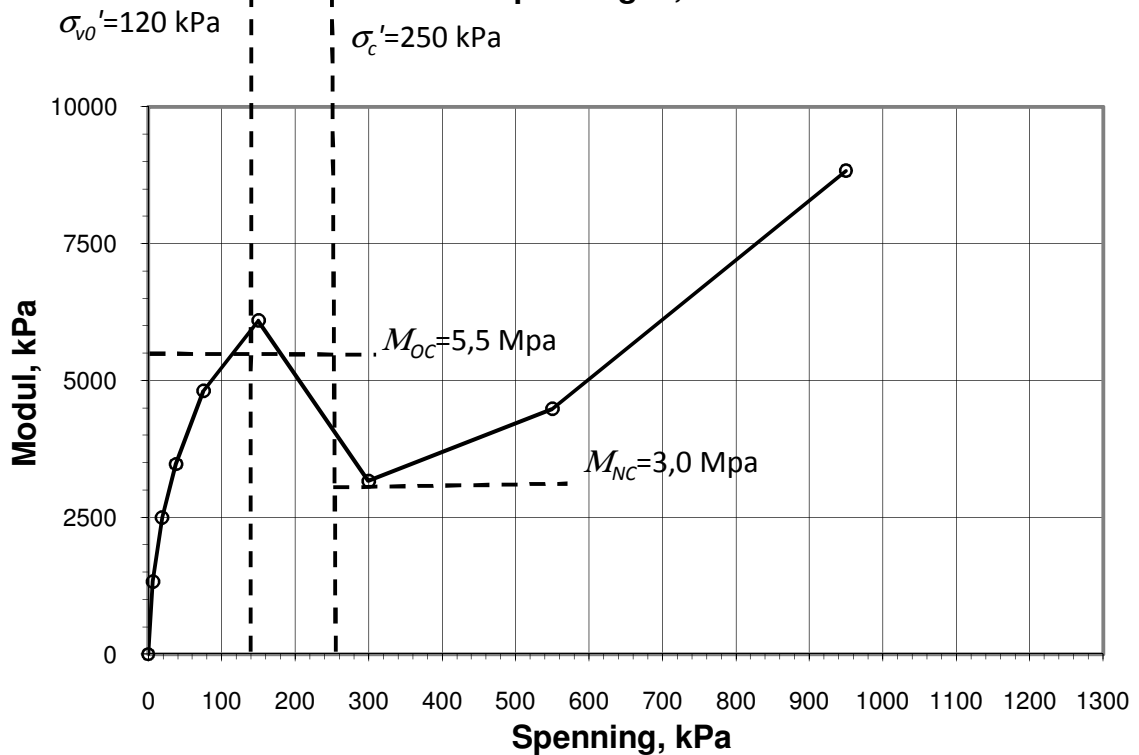
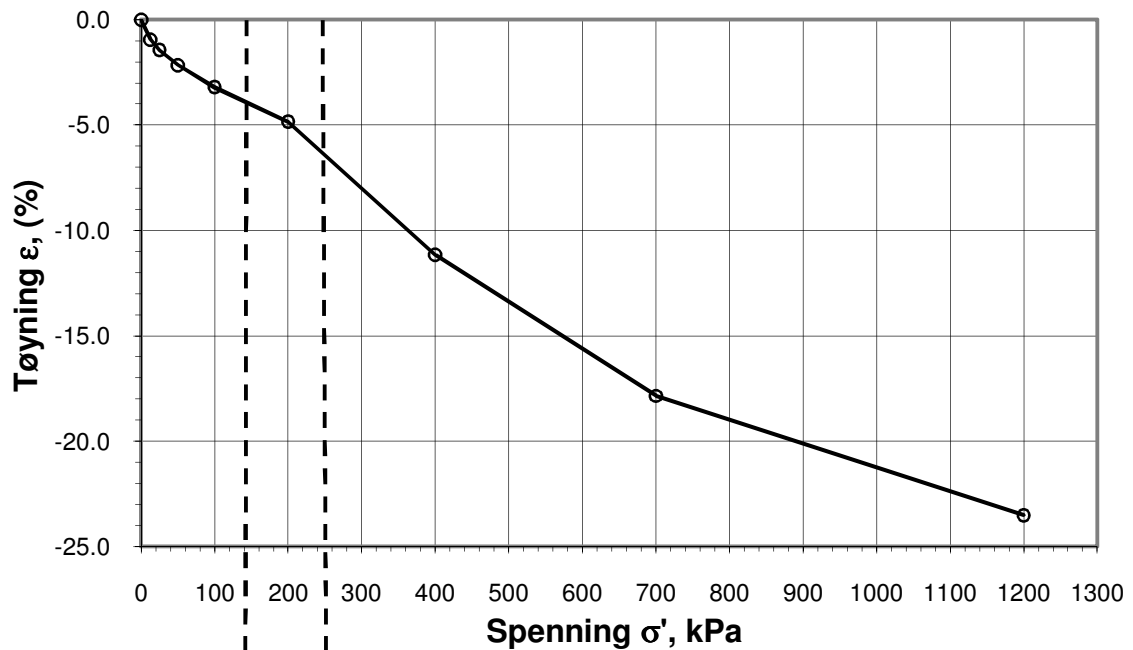
Oppdragsgiver: <b>Sør-Trøndelag Fylkeskommune</b>		Oppdrag: <b>Thora Storm VGS</b>		Tegningens filnavn: CPTU_BP.9.xlsx
Deformasjonsmoduler, $M_{oc}$ og $M_{nc}$ .				
CPTU id.:	CPTU BP.9	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 17.03.2011	Tegnet: ROS	Kontrollert: OMS	Godkjent: OAA
	Oppdrag nr.: 414126	Tegning nr.: 40.10	Versjon: 25.02.2011	Revisjon:





Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	122.89	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	85.21	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	26.32	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.00	$g/cm^3$
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	2.30	%

<b>Sør-Trøndelag Fylkeskommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn:
			H9,Dybde 9.5 m Rev A.xlsx
<b>Thora Storm VGS</b>		Etter volumtøyning:	
		Etter poreallsending:	
<b>Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.</b>			
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
	06.05.2010	9.50	9
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:
1	truk	ROS	OAA
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
414126	79	CAUa	13.10.2009



### ØDOMETERFORSØK

Sør-Trøndelag Fylkeskommune  
Thora Storm V.G.S.

Trinnvis ødometerforsøk m/tolkede parametre

**MULTICONSULT AS**

7486 TRONDHEIM  
Besøksadr. Sluppenveien 23  
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Boring nr

Hull 18, dybde 10.42m

Boret dato

24.01.11

Dato

17.03.11

Oppdrag nr

414126

Tegnet:

kjt/ros

Tegningsnr:

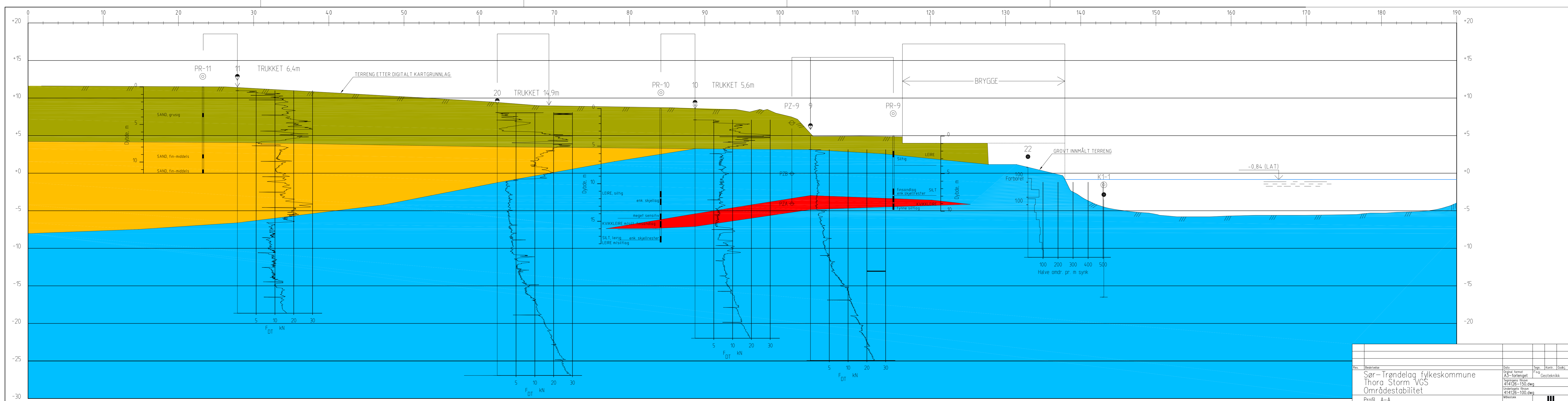
80

Godkjent

OAA

Rev.



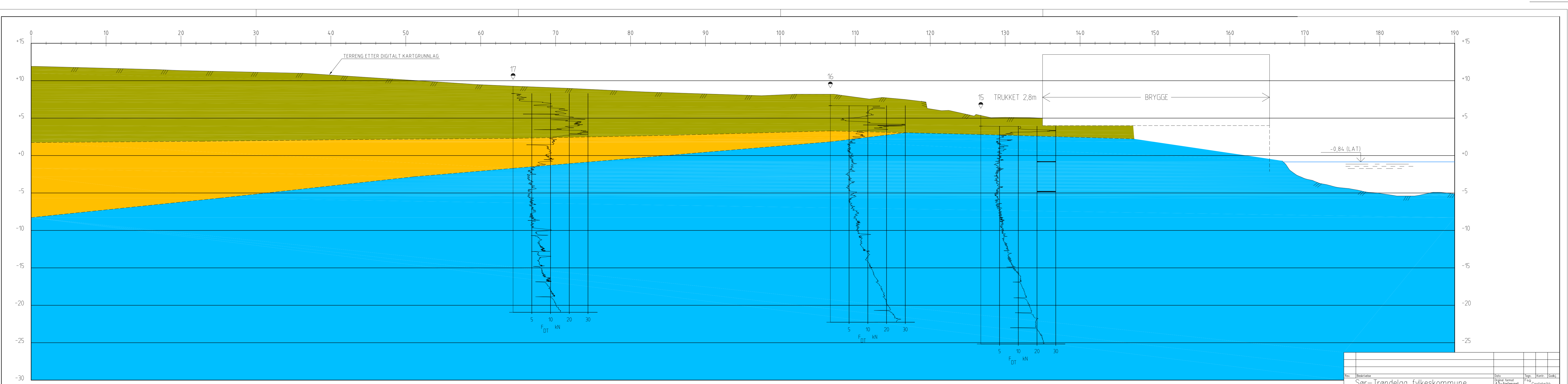


Profil A-A  
1:200

Legnforklaring

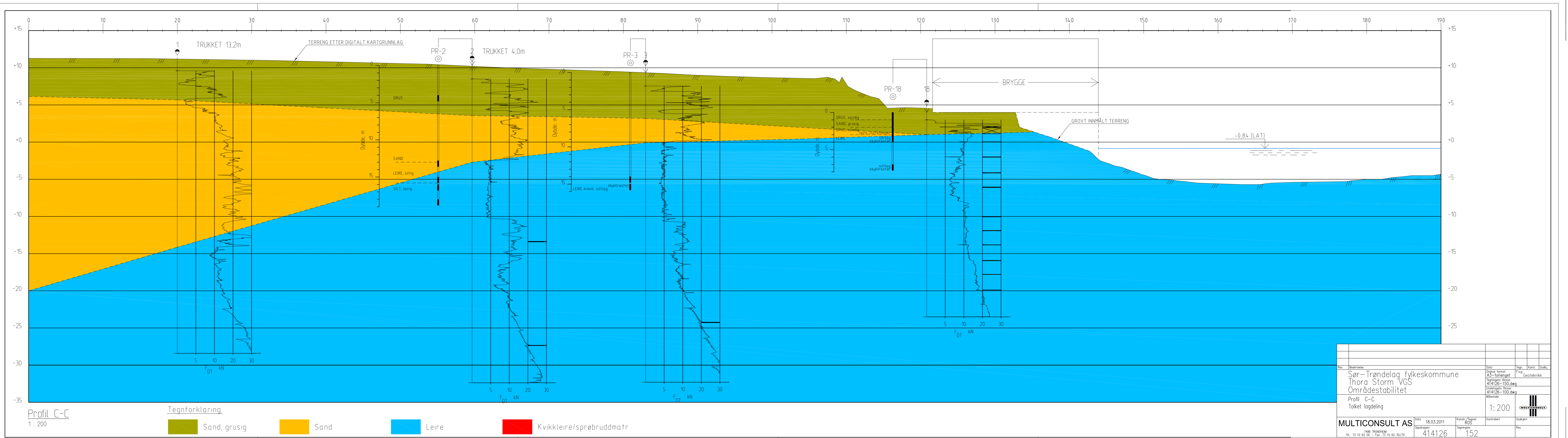
- Sand, grusig
- Sand
- Leire
- Kvikkleire/sprøbrudmatr

<p>Sted: Sør-Trøndelag fylkeskommune          Thora Storm VGS          Områdestabilitet          Profil A-A          Tøket løpning</p>	<p>Oppr. avst. PZ-sonerget          Tegnet av: 414126-150.dwg          Dato: 18.03.2011          Skala: 1:200</p>
<p><b>MULTICONSULT AS</b></p>	
18. 03. 2011 414126	150



Profil B-B  
 1 : 200  
 Tegnforklaring  
 Sand, grusig    Sand    Leire    Kvikkleiresprøbruddmatr

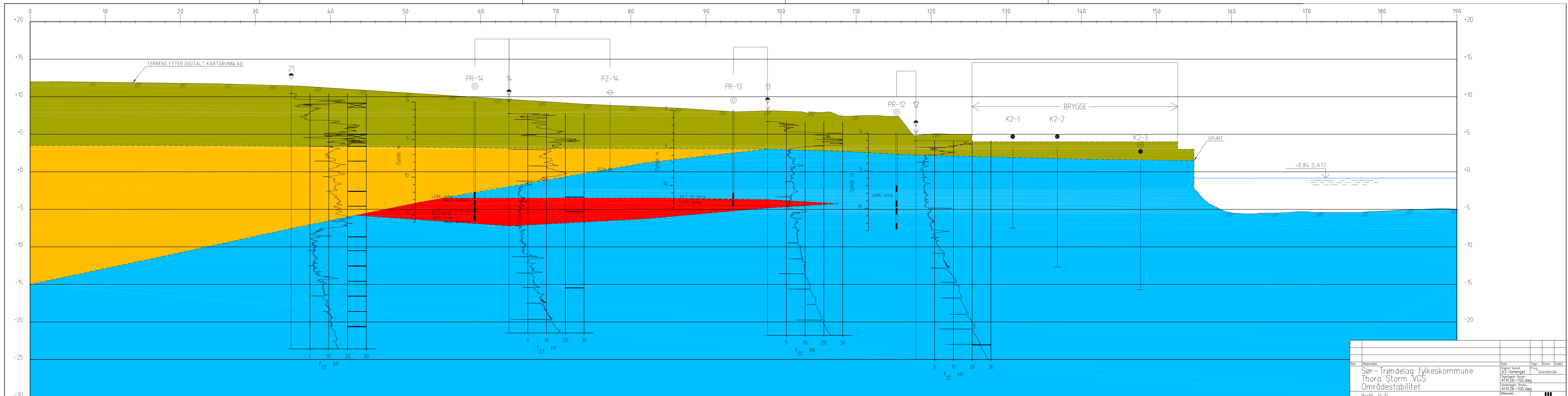
Oppdragsnavn	Sør-Trøndelag fylkeskommune	Oppdragsnr.	414126	Oppdragsnavn	414126-150.dwg
Oppdragsnr.	414126	Oppdragsnavn	414126-150.dwg	Oppdragsnr.	414126-150.dwg
Profil	B-B	Skala	1:200	Oppdragsnr.	414126
Takket	Oppfølging	Oppdragsnr.	414126	Oppdragsnavn	414126-150.dwg
MULTICONSULT AS		Dato	18.03.2011	Oppdragsnr.	414126
11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200		Oppdragsnr.	414126	Oppdragsnavn	414126-150.dwg



Profil C-C  
 1: 200

**Tegnforklaring**  
 Sand, grusig  
 Sand  
 Leire  
 Kvikkleire/sprøbruddmatr.

Oppdragsnavn	Sør-Trøndelag fylkeskommune	Oppdragsnr.	414126	Oppdragsnavn	Områdestabilitet
Oppdragsleder	Thorstein Storm	Oppdragsnr.	414126-150.dwg	Oppdragsnavn	Profil C-C
Oppdragsleder	Thorstein Storm	Oppdragsnr.	414126-150.dwg	Oppdragsnavn	Takket lagdeling
Oppdragsleder	Thorstein Storm	Oppdragsnr.	414126-150.dwg	Oppdragsnavn	1:200
Oppdragsleder	Thorstein Storm	Oppdragsnr.	414126	Oppdragsnavn	152



Profil D-D  
1: 200

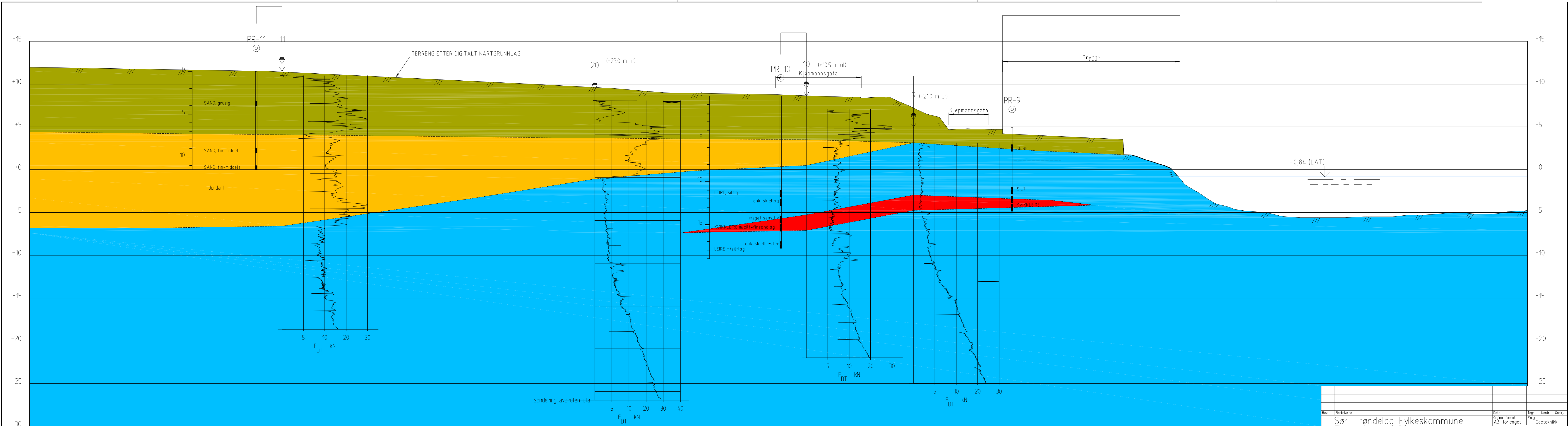
Tegnforklaring:

- Sand, grusig
- Sand
- Leire
- Kvikkleire/sprøbruddmatr.

<p>Rev. Beskrivelse</p> <p>Sør-Trøndelag fylkeskommune Thora Storm VGS Områdestabilitet</p> <p>Profil D-D Tolket lagdeling</p>	<p>Dato 18.03.2011</p> <p>Konstr./Tegnet ROS</p> <p>Kontrollert 153</p> <p>Godkjent</p>
<p>Oppdragsgiver: 414126</p> <p>Tegningsnr.: 153</p>	<p>Dato: 18.03.2011</p> <p>Konstr./Tegnet: ROS</p> <p>Kontrollert: 153</p> <p>Godkjent:</p>

MULTICONSULT AS  
7486 TRONDHEIM  
Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70



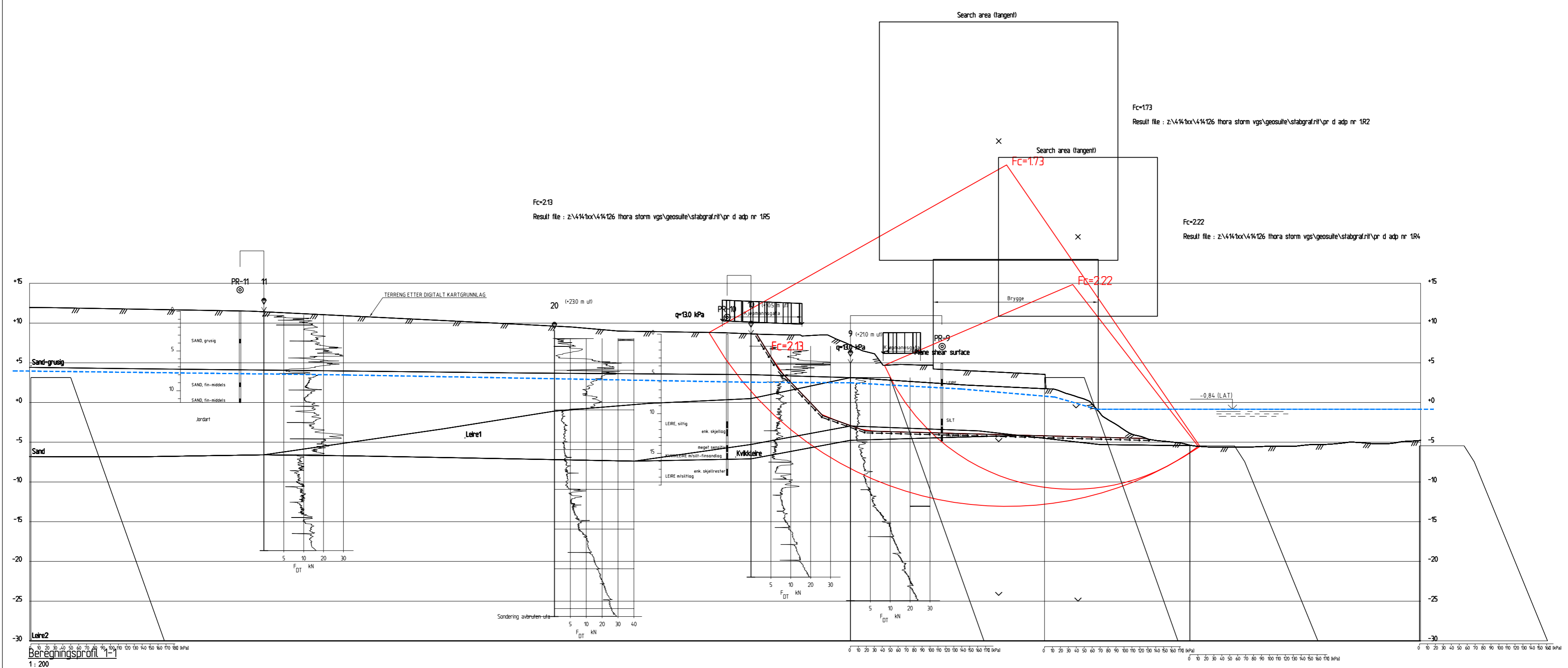


Beregningsprofil 1-1  
1: 200

Tegnforklaring:

- Sand, grusig
- Sand
- Leire
- Kvikkleire/sprøbruddmatr.

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
	Sør-Trøndelag Fylkeskommune				
	Thora Storm VGS	Original format	Fag		Geoteknikk
	Områdestabilitet	A3-forlenget			
	Beregningsprofil 1-1	Tegningsnr. 414126-154			Beregningsprofil 1.dwg
	Tolket lagdeling	Underlagsnr. 414126-Profil			D.dwg
		Målestokk			
			1:200		
MULTICONSULT AS		Dato 17.03.2011	Konstr./Tegnet ROS	Kontrollert	Godkjent
7486 TRONDHEIM		Oppdragsnr. 414126	Tegningsnr. 154		Rev.
Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70					

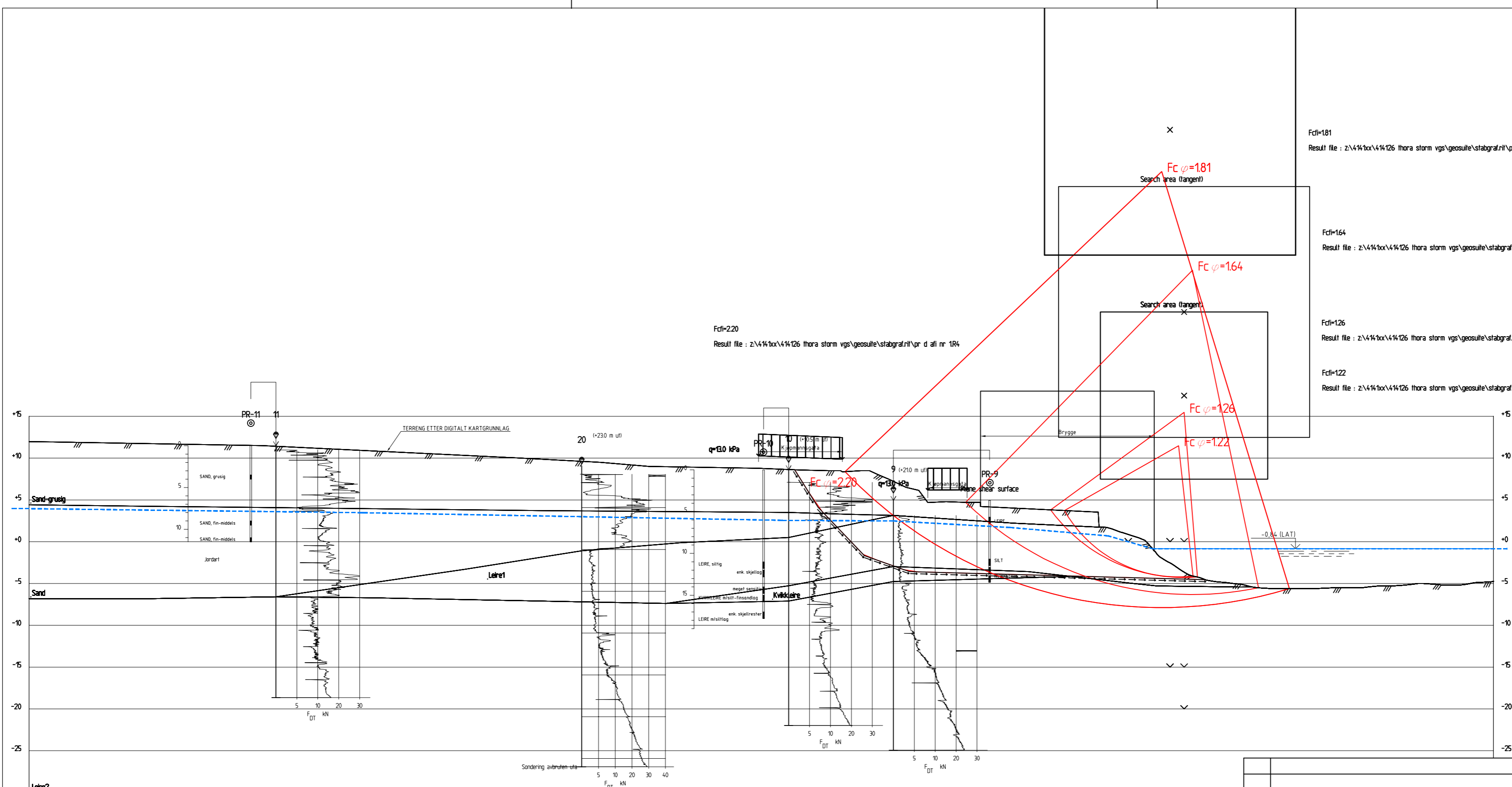


Material	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand-grusig	19.00	35.0	0.0					
Sand	19.00	33.0	0.0					
Leire1	20.00			C-prof	100	0.67	0.33	
Kvikkleire	20.00			C-prof	0.85	0.67	0.33	
Leire2	20.00			C-prof	100	0.67	0.33	

Beregningsprofil 1-1  
1: 200

Sør-Trøndelag fylkeskommune Thora Storm VGS Områdestabilitet		Dato 16.03.2011	Konstr./Tegnet ROS	Kontrollert HAN	Godkjent OAA
Beregningsprofil 1-1 Stabilitetsberegning, dagens geometri Udrenert analyse, ADP-beregning		Oppdragsnr. 414126	Tegningnr. 300	Målestokk 1: 400	
MULTICONSULT AS 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70					





- Fcf=181  
Result file : z:\4\4\126\thora storm vgs\geosulle\stabgraf\pr d afi nr 186
- Fcf=164  
Result file : z:\4\4\126\thora storm vgs\geosulle\stabgraf\pr d afi nr 185
- Fcf=126  
Result file : z:\4\4\126\thora storm vgs\geosulle\stabgraf\pr d afi nr 182
- Fcf=122  
Result file : z:\4\4\126\thora storm vgs\geosulle\stabgraf\pr d afi nr 183

Fcf=220  
Result file : z:\4\4\126\thora storm vgs\geosulle\stabgraf\pr d afi nr 184

Beregningsprofil 1-1  
1: 200

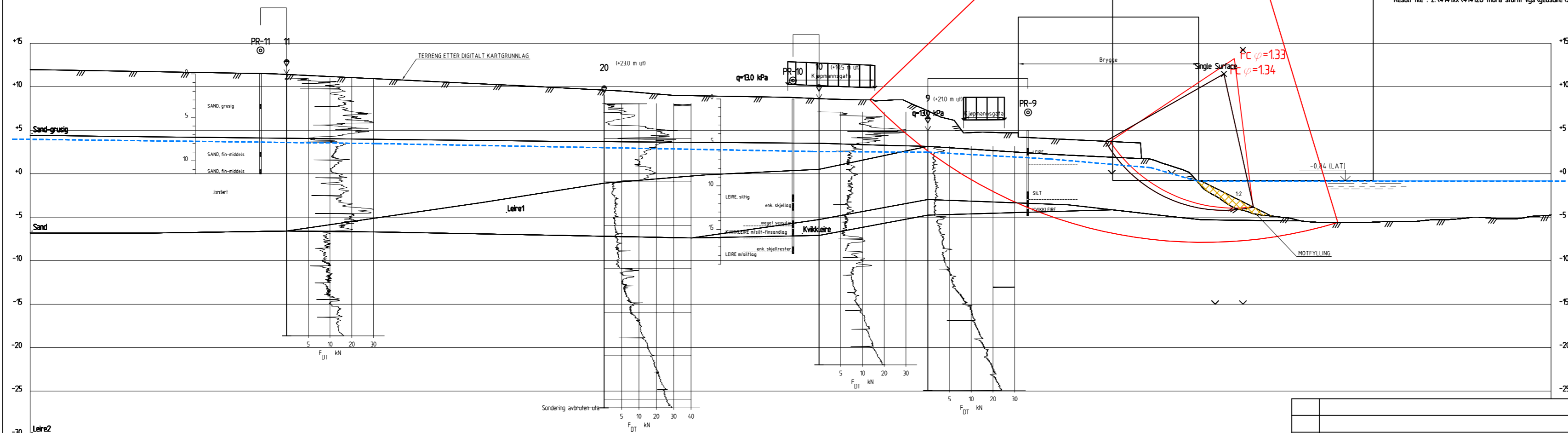
Materiale	Un	Weght	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand-grusig	19.00	35.0	0.0					
Sand	19.00	33.0	0.0					
Leire1	20.00	28.8	5.5					
Kvikkleire	20.00	27.5	5.2					
Leire2	20.00	28.8	5.5					

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Sør-Trøndelag fylkeskommune Thora Storm VGS Områdestabilitet	16.03.2011	ROS	HAN	OAA
	Beregningsprofil 1-1 Stabilitetsberegning, dagens geometri Drenert analyse, a-fi-beregning				
MULTICONSULT AS		Oppdragsnr. 414126	Tegningnr. 301	Målestokk 1: 400	
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70					

Fcf=185  
 Result file : z:\4\4\bx\4\4\26\thora storm vgs\geosulle\stabgraf\pr d afi nr 2R4

Fcf=133  
 Result file : z:\4\4\bx\4\4\26\thora storm vgs\geosulle\stabgraf\pr d afi nr 2R1

Fcf=134  
 Result file : z:\4\4\bx\4\4\26\thora storm vgs\geosulle\stabgraf\pr d afi nr 2R2



Beregningsprofil 1-1  
 1: 200

Material	Un	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand-grusig	19.00	35.0	0.0					
Sand	19.00	33.0	0.0					
Leire1	20.00	28.8	5.5					
Kvikkleire	20.00	27.2	5.2					
Leire2	20.00	28.8	5.5					

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Sør-Trøndelag fylkeskommune Thora Storm VGS Områdestabilitet	16.03.2011	F.Øg		
	Beregningsprofil 1-1 Stabilitetsberegning, motfylling Drenert analyse, a-fi-beregning				
	Målestokk	1: 400			
	MULTICONSULT AS				
	7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70				
	Oppdragsnr.	414126			
	Tegningnr.	302			
	Konstr./Tegnet	ROS			
	Kontrollert	HAN			
	Godkjent	OAA			
	Rev.				