
PIRAPPORT

Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag

OPPDRAAGSGIVER

Norges vassdrags- og energidirektoratet (NVE)

EMNE

Delleveranse 4, Stjørdal - Smågård

DATO / REVISJON: 4. januar 2019 / 03

DOKUMENTKODE: 418771-RIG-RAP-006.3



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag	DOKUMENTKODE	418771-RIG-RAP-006.3
EMNE	Delleveranse 4 Stjørdal - Smågård	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	OPPDRAAGSLEDER	Guro Torpe
KONTAKTPERSON	Ingrid Havnen	UTARBEIDET AV	Alberto Montafia/Guro Torpe
KOMMUNE	Stjørdal	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Foreliggende rapport omfatter delleveranse 4 av kvikkleiresoneutredning «light». Rapporten presenterer beregningsgrunnlaget og resultatet av stabilitetsberegninger for sone 661 Smågård i Stjørdal kommune.




Beregningsgrunnlaget omfatter tolkning av spenningshistorie og aktiv skjærstyrke. Det er deretter utført stabilitetsberegninger for sone 661 i både udrenert og drenert analyse.

Iht. kriterier som erosjonsforhold og beregnet sikkerhetsfaktor er det i revisjon 00 gitt anbefalinger om hvilke kritiske snitt det bør utføres nye stabilitetsberegninger for å vurdere nødvendig omfang av sikringstiltak. I foreliggende rapport er det utført beregninger med sikringstiltak. Resultatet av stabilitetsberegninger med sikringstiltak danner grunnlaget for anbefaling av ytterligere utredning av sonen.

Det er utført stabilitetsberegninger for dagens tilstand og med sikringstiltak i følgende kritiske snitt:

Nummer	Sone	Snitt nr.
661	Smågård	2

Sikringstiltak er beskrevet i grove trekk basert på stabilitetsberegningene. Det er i tillegg utført vurdering av løsne- og utløpsområde med bakgrunn i L/H-metoden omtalt i NIFS rapport nr. 14/16.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
					
03	04.01.2019	Komplettert med manglende pdf-tegninger	Guro Torpe	Alberto Montafia	Anders Gylland
02	06.12.2018	Revidert etter tilbakemelding fra uavhengig kontroll	Guro Torpe	Alberto Montafia	Anders Gylland
01	15.11.2018	Revidert med stabilitetsberegninger med sikringstiltak samt revidert etter tilbakemelding fra uavhengig kontroll	Guro Torpe	Alberto Montafia	Anders Gylland
00	02.10.2018	Rapport utarbeidet	Guro Torpe	Alberto Montafia	Arne Vik

INNHOLDSFORTEGNELSE

TEGNINGER	5
1 Innledning	6
1.1 Bakgrunn og beskrivelse av oppdraget	6
2 Beregningsprinsipper	8
2.1 Generelt	8
2.2 Sikkerhetskrav.....	8
2.3 Beregningsprofiler	9
2.4 Lagdeling.....	9
2.5 Laster	9
2.6 Sikrings- og stabiliseringstiltak	9
3 Tolkning av materialparametere	10
3.1 Generelt	10
3.2 Spenningshistorie	10
3.2.1 Tolkningsmetoder	10
3.3 Udrenerte styrkeparametere.....	11
3.3.1 c_u fra enaks og konus	11
3.3.2 c_{uA} fra treaksialforsøk.....	11
3.3.3 c_{uA} fra CPTU-sonderinger	11
3.3.4 Bæreevnefaktorer	11
3.3.5 SHANSEP	12
3.3.6 Anisotropiforhold.....	12
3.4 Drenerte materialparametere	12
3.4.1 Materialparametere	12
3.4.2 Poretrykksforhold	13
4 Kvalitet grunnlagsdata	13
4.1 CPTU	13
4.2 Rutinedata	13
4.3 Ødometerforsøk	13
5 Faregradsvurdering.....	14
5.1 Vurdering av ny faregrad og konsekvensklasse	14
5.2 Løsne- og utløpsområder	14
5.3 Faregrad etter sikringstiltak	15
6 661 Smågård	16
6.1 Beregningsprofiler	16
6.2 Beregningsgrunnlag	16
6.3 Stabilitetsberegninger for dagens tilstand	17
6.4 Stabilitetsberegninger med tiltak	17
6.5 Anbefalte tiltak	18
6.6 Vurdering av løsne- og utløpsområde samt konsekvensklasse.....	18
6.7 Faregrad etter sikringstiltak.....	19
7 Oppsummering	19
8 Referanser	20

TEGNINGER

418771-RIG-TEG -000	Oversiktskart
-661-002,rev03	Situasjonsplan sone 661
-661-300	Kritisk snitt 1 med tolket lagdeling
-661-301	Kritisk snitt 3 med tolket lagdeling
-661-600.3	CPTU-tolkning bp. 661-3, prekonsolideringsspenning p'c
-661-600.4	CPTU-tolkning bp. 661-3, OCR
-661-600.5,rev01	CPTU-tolkning bp. 661-3, aktiv skjærstyrke c_{UA}
-661-661.3	CPTU-tolkning bp. 661-7, prekonsolideringsspenning p'c
-661-661.4	CPTU-tolkning bp. 661-7, OCR
-661-661.5	CPTU-tolkning bp. 661-7, aktiv skjærstyrke c_{UA}
-661-800.1	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning ADP-analyse
-661-800.2,rev01	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning aφ-analyse
-661-801.1	Kritisk snitt 5, stabilitetsberegning ADP-analyse
-661-801.2	Kritisk snitt 5, stabilitetsberegning aφ-analyse
-661-900.1	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning med sikringstiltak ADP-analyse
-661-900.2	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning med sikringstiltak aφ-analyse

VEDLEGG

Vedlegg A: Rutinedata fra relevante borpunkter

Vedlegg B: Tolkede ødometerforsøk

Vedlegg C: Poretrykksmålinger

Vedlegg D: Oversikt over sone 661 og kritiske snitt – all informasjon samlet

Vedlegg E: Faktaark (hentet fra NVE atlas)

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og beskrivelse av oppdraget

Som en del av arbeidet med skredforvaltning som NVE har ansvaret for i Norge, har NVE utført en innledende analyse for utvelgelse av kvikkleiresoner som skal kartlegges i Trøndelag. Det ble samlet inn grunnlag fra ulike instanser, og totalt ble 52 kvikkleiresoner i 6 ulike kommuner valgt ut på bakgrunn av dette. 48 av disse valgte NVE å gå videre med, da 4 allerede var utredet. Analysen til NVE tok utgangspunkt i eksisterende soner med eksisterende bebyggelse hvor faren for utløsning av naturlige skred var størst. Analysen har gått ut fra SSBs befolkningsdata (beboere per adressepunkt) fra 2014. Erosjon er prioritert høyest, der alle soner med score 2 og 3 (henholdsvis noe og aktiv erosjon) er valgt ut i de aktuelle kommunene. Som utvelgelseskriterier er det gått ut fra soner med mer enn 5 personer og erosjonsscore 2 eller 3. I tillegg ble soner med høy faregrad & risikoklasse 4 og 5 vurdert, men mange av disse var allerede utredet. I tillegg er enkelte soner tatt med på grunn av høy befolkningstetthet og relatert til strandsone. De utvalgte sonene ble utlyst av NVE i en minikonkurranse, ref. /1/.

Multiconsult har fått i oppdrag å utrede 21 av de utvalgte kvikkleiresonene, i Stjørdal og Steinkjer kommune. I tillegg til disse 21 er det i de innledende vurderingene valgt å ta inn 2 soner til i Stjørdal kommune. Totalt skal Multiconsult utrede 23 soner, 13 i Stjørdal og 10 i Steinkjer kommune.

Utredningen skal være en mellomting mellom den regionale kartleggingen som vanligvis utgjør én boring per sone, og detaljert soneutredning i henhold til NVE-veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» ref. /2/. Hensikten med oppdraget er å gi grunnlag til prioritering av sikringstiltak i sonene. Oppdraget er delt opp i fem delleveranser.

Delleveranse 1: Vurdering av kritiske områder representert av kritiske snitt i sonene, samt løsne- og utløpsområder for potensielle skred i disse snittene. Vurderingene er i første omgang basert på eksisterende grunnundersøkelser og befaring. Basert på disse vurderingene skal det utføres grunnundersøkelser i utvalgte snitt som gir grunnlag for stabilitetsberegninger.

Delleveranse 2: Utarbeidelse av borplan for hver sone med forslag til grunnundersøkelser, samt tilbudsgrunnlag for utlysning av disse.

Delleveranse 3: Vurdering av ny faregrad, konsekvens og risiko for sonene, og anbefaling av hvilke soner det bør utføres stabilitetsberegninger for.

Delleveranse 4: Utførelse av stabilitetsberegning.

Delleveranse 5: Levering av sluttrapport med anbefaling av sikringstiltak og videre soneutredninger.

Foreliggende rapport omfatter delleveranse 4 for en av de 11 sonene i Stjørdal kommune som skal utredes videre. Vurdering av de resterende aktuelle sonene i Stjørdal kommune er presentert i rapport nr. 418771-RIG-RAP-006.1, rev01 (Skatval) og 418771-RIG-RAP -006.2, rev01 (Sorte).

Revisjon 00 inneholder stabilitetsberegninger for dagens tilstand for sone 661. Revisjon 01 omfatter beregning av kritiske snitt med sikringstiltak i ovennevnte sone og presentasjon av resultatene.

Sonene som er vurdert i Stjørdal kommune, samt snittene hvor det er utført stabilitetsberegninger, er oppsummert i Tabell 1-1:

Tabell 1-1: Oversikt soner i Stjørdal kommune

Nummer	Sone	Videre vurdering	Snitt nr.
601	Mære	Anbefales	1; 3
602	Auråsen	Anbefales	3
603	Myr	Anbefales	1
605	Flatla	Anbefales	1
606	Valstad	Utgår (i DL 3)	-
609	Vollan	Anbefales	4
619	Åsen Leirmarka	Utgår (i DL 1)	-
623	Sorte midtre	Anbefales	3
625	Ekren	Anbefales	2
626	Svedjan	Anbefales	4
627	Sorte	Anbefales	1
628	Stræte	Anbefales	2
661	Smågård	Anbefales	2; 5

Det vises til rapport nr. 418771-RIG-RAP-004, rev02 for delleveranse 3 for Stjørdal kommune (ref. /3/) for detaljer vedr. vurderingene som ligger til grunn for oversikten vist i Tabell 1-1. Det vises også til delleveranse 1 rapport nr. 418771-RIG-RAP-001, rev01 og datarapport nr. 10200526-RIG-RAP-001, rev00 for Stjørdal kommune (ref. /5/ og ref. /6/).

2 Beregningsprinsipper

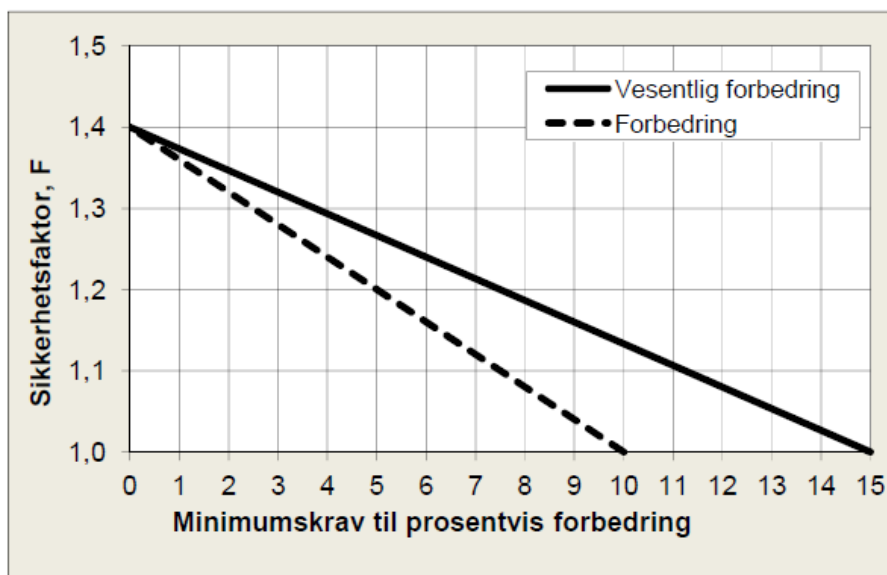
2.1 Generelt

Stabilitet beregnes i dagens tilstand, med både total- og effektivspenningsparametere. Stabilitet med tiltak beregnes der hvor beregnet sikkerhetsfaktor i dagens tilstand ikke tilfredsstillende kriteriene presentert i kapittel 2.2. Beregninger er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 15.4.0, med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektmetode, 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 når man utfører beregninger for sammensatte glideflater.

2.2 Sikkerhetskrav

For utbygginger innenfor faresoner gjelder det i utgangspunktet kriteriene i NVE 7/2014, ref. /2/:

- Beregningsmessig sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ i dagens tilstand
- Forbedring, eller vesentlig forbedring, av beregningsmessig sikkerhetsfaktor hvis $F < 1,4$



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

Sikkerhetskrav i foreliggende prosjekt tilpasses prosjektets formål. I første omgang skal det fremkomme av delleveranse 4 hvor det tilrås å utføre stabiliserende tiltak, og tiltakenes omtrentlige omfang. Selve tiltak dimensjoneres i en senere anledning. Følgende kriterier ligger til grunn for anbefaling av stabiliserende tiltak, og er bestemt i samråd med NVE (jfr. møtereferat ref. /7/):

- Ved beregningsmessig $F \approx 1,0$ i både total- og effektivspenningsanalyse og ingen eller litt erosjon (tak opp mot 1,2, men potensialet for at noe skal kunne skje må vurderes) → beskriv mulige tiltak
- $F_c < 1,2$ (totalspenningsanalyse) og $F_{a\phi} \leq 1,25$ (effektivspenningsanalyse) og pågående erosjon som forverrer stabiliteten (aktiv/noe) → 5% forbedring eller minimum 1,5 meter oppfylling. Utslaking av skrånningen ved behov.

- $F_c > 1,2$ (totalspenningsanalyse) og $F_{a\phi} > 1,25$ (effektivspenningsanalyse) men pågående erosjon som forverrer stabiliteten (aktiv/noe) → Anbefaling om at det likevel skal erosjonssikres.

2.3 Beregningsprofiler

Det er valgt å beregne stabiliteten i totalt 2 profiler. Plassering av beregningsprofilene er vist på situasjonsplan, tegning nr. 418771-RIG-TEG-661-002, rev02.

Profil 661-2 er valgt ut fra en helhetlig vurdering av terreng-, grunn- og erosjonsforhold, mens profil 661-5 er hovedsakelig valgt pga. grunnforholdene og topografien. Profilene er plassert slik at de mest kritiske forholdene er vurdert.

Det vises til delleveranse 3 for en detaljert beskrivelse av forholdene ved de valgte beregningsprofilene (ref. /3/). I foreliggende rapport oppsummeres de viktigste punktene som underbygger valg av beregningsprofiler.

2.4 Lagdeling

Lagdeling er tolket ut fra resultatene av tilgjengelige grunnundersøkelser, med størst vekt lagt på undersøkelsene utført i forbindelse med foreliggende oppdrag og sonderinger utført i nærheten av beregningsprofilene. Hvor relevant er det benyttet data fra tidligere rapporter. Henvisninger fremkommer av situasjonsplanene. Generelt er det valgt å tolke lagdelingen på en konservativ måte, ettersom det relativt begrensede grunnlaget for tolking av lagdeling. Dette gjelder både for skillet mellom sprøbruddmateriale og leire, og dybde til berg. Der hvor dybde til berg kan styre beliggenheten av glideflaten og påvirke resultatet av stabilitetsberegningen i retning av økt materialfaktor, kan det vurderes å flytte bergoverflaten slik at dette unngås.

Tolket lagdeling i beregningsprofilene er vist i tegningene i 300-serien.

2.5 Laster

Trafikklast og laster fra eksisterende bygg inkluderes i beregningene dersom de har negativ påvirkning. For trafikklast benyttes det en jevnt fordelt last på 10 kPa med en lastfaktor på 1,3 iht. Eurokode 0. Det er valgt å benytte jevnt fordelt last på områder (f.eks. gårdstun) hvor vi anser det som en mulighet at det arealet kan bli brukt som lagringsplass. Laster fra eksisterende bygg vurderes i de enkelte tilfellene.

2.6 Sikrings- og stabiliseringstiltak

Sikrings- og stabiliseringstiltak er innarbeidet i stabilitetsberegningene med den påkrevde forbedringen som eneste kriterium for utformingen. Utstrekningen av tiltakene tar høyde for beliggenheten av bebyggelse/infrastruktur og baserer seg hovedsakelig på antatt grunnforhold samt erosjon- og terrengforhold. Omfang av tiltakene i de kritiske snittene er relativt sikkert, men utstrekningen er mer å betrakte som en innledende, skjønnsmessig vurdering. Tiltakene må detaljprosjekteres før utførelse, herunder også anleggstekniske vurderinger for gjennomføring.

3 Tolkning av materialparametere

3.1 Generelt

Tolking av beregningsparametere er utført med bakgrunn i resultat av utførte CPTU-sonderinger og opptatte 54 mm prøveserier som er presentert i datarapport 10200526-RIG-RAP-001, ref. /6/. Ved mangel på datagrunnlag benyttes det i utgangspunktet lokale erfaringsverdier eller verdier fra Statens vegvesenets håndbok V220.

3.2 Spenningshistorie

3.2.1 Tolkingsmetoder

Prekonsolideringsspenning σ'_c og overkonsolideringsforhold OCR er tolket ut i fra ødometerforsøk og CPTU-sonderingene. Data tolket fra CPTU er benyttet til å inter- og ekstrapolere mellom resultatene fra ødometerforsøk mot dybden. Det er benyttet tolkning fra CPTU både på spissmotstands- og poretrykksbasis. Følgende korrelasjoner er benyttet som støtte til valg av designlinje:

Tabell 3-1: Tolkingsmetoder prekonsolideringsspenning

Referanse	Tolkingsmetode	Merknader	Forklaringer
Sandven (1990)	$\sigma'_c = \frac{q_n}{\alpha \cdot N_{kt}}$	Spissmotstandsbasis, semiteoretisk	α = Normalkonsolideringsforhold N_{kt} = Bæreevnemotstandsfaktor q_n = Netto spissmotstand fra CPTU sondering σ'_{v0} = In situ vertikal effektivspenning
Sandven (1990)	$\sigma'_c = \frac{\Delta u}{\alpha \cdot N_{\Delta u}}$	Poretrykksbasis, semiteoretisk	α = Normalkonsolideringsforhold $N_{\Delta u}$ = Bæreevnemotstandsfaktor Δu = Poreovertrykk fra CPTU ($\Delta u = u_2 - u_0$)
Chen & Mayne (1993)	$\sigma'_c = 0,53 \cdot \Delta u$	Poretrykksbasis, empirisk	

Ut fra σ'_c -profilene avledet fra ovennevnte korrelasjoner er OCR beregnet som $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{v0}$. En mer detaljert beskrivelse av tolket tidligere terrengnivå presenteres for de enkelte sonene.

3.3 Udrenerte styrkeparametere

3.3.1 c_u fra enaks og konus

Verdier for c_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger betraktet som indikasjoner på gjennomsnittlig skjærstyrke, c_u . Verdier er oppgitt i plot for c_{uA} -tolkning uten noen omregning. Verdiene er ikke tillagt særlig vekt i tolkning av profil for opptredende aktiv udrenert skjærfasthet.

3.3.2 c_{uA} fra treaksialforsøk

Det ble ikke utført treaksforsøk i forbindelse med foreliggende prosjekt.

3.3.3 c_{uA} fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærstyrke er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer ref. Tabell 3-3. For bløte, finkornige masser med relativt homogene forhold, betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis normalt som den mest egnede metoden. c_{uA} fra CPTU tolkes fra følgende korrelasjoner, se Tabell 3-2:

Tabell 3-2: Oversikt tolkningsmetoder aktiv skjærfasthet

Tolkningsmetode	Merknader	Forklaringer
$c_{uA} = \frac{q_n}{N_{kt}}$	Spissmotstandsbasis	N_{kt} = Bæreevnefaktor q_n = Netto spissmotstand fra CPTU sondering
$c_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}}$	Poretrykksbasis	$N_{\Delta u}$ = Bæreevnefaktor Δu = Poreovertrykk fra CPTU ($\Delta u = u_2 - u_0$)
$c_{uA} = \frac{q_e}{N_{ke}}$	Effektivspissmotstandsbasis (benyttet i mindre grad)	N_{ke} = Bæreevnefaktor q_e = Effektiv spissmotstand fra CPTU sondering

3.3.4 Bæreevnefaktorer

Verdier for bæreevnefaktoren kan etableres både empirisk og teoretisk. Vanligvis bestemmes verdier for bæreevnefaktor ut fra korrelasjoner etablert på resultater fra anisotropiske konsoliderte treaksialforsøk på blokkprøver med høy kvalitet er benyttet som referanser. Korrelasjoner for tolkning av bæreevnefaktorer er angitt i Tabell 3-3, både på poretrykksbasis og basert på spissmotstand.

Tabell 3-3: Oversikt korrelasjoner for bæreevnefaktorer /10/

Tolkningsmetode	Empirisk middelvariasjon bæreevnefaktor
Poretrykksbasis, $N_{\Delta u} = f(B_q)$	$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$
Spissmotstand, $N_{kt} = f(B_q)$	$N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$
Effektivspissmotstandsbasis, $N_{ke} = f(B_q)$	$N_{ke} = 13,8 - 12,5 \cdot B_q$

Hvor aktuelt er det benyttet brukerdefinerte verdier for bæreevnefaktorer.

3.3.5 SHANSEP

Udrenert skjærfasthet er nært relatert til in situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad OCR. Udrenert skjærfasthet øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av OCR. Udrenert skjærfasthet avhengig av OCR kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet (Ladd & Foott 1974):

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

Der:

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

Der hvor det er nødvendig å plassere et styrkeprofil i stabilitetsberegningene, men det foreligger ikke en CPTU som tolkningsgrunnlag, tolkes aktiv skjærstyrke ut fra SHANSEP-prinsippet. SHANSEP-tolkningen benyttes også som støtte når aktiv skjærstyrke tolkes fra CPTU. SHANSEP-parametere som ble valgt for de forskjellige styrkeprofilene fremkommer av tilhørende tegninger. Skjærstyrkeprofiler som plasseres der hvor det ikke er utført CPTU velges ut fra SHANSEP-parametere som best passer området skjærstyrkeprofilen ligger, i eller nærmeste CPTU.

Tidligere spenningshistorie i skråningsfot, der hvor det ikke foreligger CPTU eller ødometerforsøk, er ofte underestimert. Dette påvirker skjærstyrkeprofilene etablert med SHANSEP som tar utgangspunkt i tolket OCR. Derfor er skjærstyrkeprofil ved skråningsfoten i beregning av snitt 5 justert opp til resultatet viser 1,0. Beregningen hvor dette er utført er markert.

3.3.6 Anisotropiforhold

Tabell 3-4 oppsummerer anvendte ADP-faktorer i udrenerte materialer (jf. ref. /8/):

Tabell 3-4: Oversikt over valgte ADP-faktorer

Material	c_{uA} -koeffisient	c_{uD} -koeffisient	c_{uP} -koeffisient
Leire	1,00	0,63	0,35
Sprøbruddmateriale	0,85	0,63	0,35

Verdiene for anisotropikoeffisientene ligger på den konservative siden det antas at plastisitetsindeks I_p alltid er mindre eller lik 10 % (som ofte er tilfellet for utvaskede marine leirer i Trøndelag).

3.4 Drenerte materialparametere

3.4.1 Materialparametere

Drenerte materialparametere som benyttes i stabilitetsberegningene er i all hovedsak erfaringsverdier.

Attraksjon og friksjonsvinkel for materialer «Leire» og «Sprøbruddmateriale» er vist i Tabell 3-5:

Tabell 3-5: Oppsummering effektivspenningsparametere

Materiale	Tyngdetetthet γ (kN/m ³)	ϕ (°); $\tan\phi$	Attraksjon a (kPa)
Leire	Fra aktuell prøveserie	26,5; 0,50	10
Sprøbruddmateriale	Fra aktuell prøveserie	25,6; 0,48	8
Tørrskorpe	19,0	31,0; 0,60	1

Tyngdetetthet i de forskjellige lagene modelleres etter densitetsmålingene utført i forbindelse med rutineundersøkelser i tilhørende borpunkter.

3.4.2 Poretrykksforhold

Poretrykksfordelingen målt i beregningsprofilene eller i samme sone legges til grunn for beregningene så lenge terreng- og grunnforholdene er relativt like. Der man ikke har andre data å støtte seg på antas det generelt noe poreundertrykk i toppen av skråningene (ca. 80 % av hydrostatisk poretrykksfordeling), og noe overtrykk i foten av skråningene (ca. 120 % av hydrostatisk poretrykksfordeling). Hydrostatiske forhold antas ellers i øvrige deler av beregningsprofilene.

4 Kvalitet grunnlagsdata

4.1 CPTU

Samtlige utførte CPTU havner i anvendelsesklasse 1 for både spissmotstand, friksjon og poretrykk, ref. dokumentasjon måldata i datarapport ref. /6/.

4.2 Rutinedata

Ut fra bruddtøyning på enaksforsøkene vurderes generelt prøvene å være av god/akseptabel kvalitet. Det finnes enkelte enaksiale trykkforsøk som viser bruddtøyning over 7 %, men disse er hovedsakelig fra prøver tatt i tørrskorpeleire eller i siltig materiale (skyldes mer materialets dilaterende egenskaper enn prøveforstyrrelse). Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt med siltinnhold. Noen relativt grunne prøver viser høyt tøyingsnivå ved brudd, med dette skjer mer på grunn av materialets dilaterende egenskaper enn på grunn av prøveforstyrrelse. Dypere prøver som viser høy bruddtøyning vurderes i stedet å være forstyrret.

Det vises ellers til datarapport (ref. /6/) for mer detaljert informasjon.

Rutinedata fra relevante borpunkter er vist i Vedlegg A.

4.3 Ødometerforsøk

De fleste ødometerforsøk viser enten en antydning eller en tydelig overgang fra normalkonsolidert-til overkonsolidert område.

Prekonsolidering fra laboratorieforsøk er imidlertid ofte lavere enn prekonsolidering tolket fra CPTU, men generelt er det godt samsvar.

Tolkede ødometerforsøk er samlet i Vedlegg B.

5 Faregradsvurdering

5.1 Vurdering av ny faregrad og konsekvensklasse

I delleveranse 3 (ref. /3/) ble det utført vurdering av faregrad for alle de aktuelle sonene i Stjørdal kommune iht. retningslinjer i NGI-rapport 20001008-2 (ref. /4/). Det ble i tillegg utført ny vurdering av konsekvensklasse for de sonene hvor utløpsområder kunne vurderes på bakgrunn av tilgjengelig informasjon.

Etter utførte stabilitetsberegninger i denne delleveransen er de resterende sonene oppdatert med vurdering av utløpsområde og ny konsekvensklasse. Oppdaterte vurdering for sone 661 er lagt til i vedlegg D (oversikt over nøkkelinformasjon for den aktuelle sonen og kritiske snittene) og i faktaark for sone 661 som er presentert i vedlegg E.

I tabellen under vises tidligere og ny klassifisering av sone 661 Smågård.

Tabell 5-1: Sone 661 i Stjørdal kommune med tidligere og ny faregrad, konsekvens- og risikoklasse, samt erosjonsscore/-kategori fra tidligere befæringsrapporter (2004/2006) og ny befaring (2017).

Sonennummer	Sonenavn	Faregrad tidligere	Faregrad ny	Konsekvens tidligere	Konsekvens ny	Risiko-klasse tidligere	Risiko-klasse ny	Erosjonsscore 2004/2006	Erosjonsscore 2017
661	Smågård	Høy	Høy	2 - Alvorlig	2-Alvorlig	3	4	2 - Noe	2 - Noe

5.2 Løsne- og utløpsområder

Lengden på sonenes løsneområdet ble vurdert ved hjelp av metoden beskrevet i NIFS rapport nr. 14/2016 /9/. Metoden forutsetter at det er utført stabilitetsberegninger i representative snitt, slik at resultatet kan benyttes som grunnlag for å estimere løsneområdets størrelsen. Rapport ref. /9/ forklarer at: «Metoden er basert på data fra en rekke historiske skredhendelser i Norge, og det er utarbeidet et klassifiseringssystem som ivaretar de viktigste parameterne som har betydning for utbredelse av kvikkleireskred. Det er i så måte lagt vekt på kvikkleiras morfologi, terrengforhold i utløpsområdet og leiras fasthet. Basert på de forskjellige parameterne med tilhørende vektall, oppnås en samlet poengsum som gir en størrelse av løsneområdet relativt til skråningens høyde (L/H – forhold)».

Vurderinger angående ovennevnte betraktning er beskrevet for den aktuelle sonen.

Utløpsområder er vurdert ut fra topografi, skredtype og geoteknisk skjønn i samsvar med NIFS rapport nr. 14/2016 ref. /9/. Lengde på utløpsområder basert på topografi og skredtype vurderes som vist i /9/.

Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

Utløpsdistanse (Lu) = 3 * Løsnedistanse (L)

Ved retrogressive skred i åpent terreng:

Utløpsdistanse (Lu) = 1,5 * Løsnedistanse (L)

Ved flakskred eller rotasjonsskred, i alle typer terreng:

Utløpsdistanse (Lu) = 0,5 * Løsnedistanse (L)

Figur 2: Utsnitt fra NIFS rapport nr. 14/2016 ref. /9/

Utløpsområde er presentert på situasjonsplan og faktaarket for sonen.

5.3 Faregrad etter sikringstiltak

Det er utført vurdering av faregrad etter tiltak for sonen, som er presentert i kap. 6.7.

6 661 Smågård

Situasjonsplan over sone 661 Smågård er vist på tegning 418771-RIG-TEG-661-002, rev02.

6.1 Beregningsprofiler

Kritisk snitt 2:

Total høydeforskjell er ca. 30 m. Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene består av et mektig leirlag, hvor det er påvist kvikkleire fra ca. 14 m under terreng i BP 661-3. I sonderingen nærmest topp bekkedalen, BP 661-4, indikerer sonderingen et grovt lag på ca. 15 m over antatt sprøbruddmateriale til avsluttet sondering. Poretrykksforhold er målt øverst i profilet i BP 661-3 i tre nivåer.

Kritisk snitt 5:

Total høydeforskjell er ca. 45 m. Løsmassene består generelt av et mektig leirlag til store dybder (rundt 45 m). Antatt sprøbruddmateriale fra ca. 10 m til ca. 45 m under terreng i BP NGI-95, og påvist kvikkleire i BP 661-3 fra 14 m under terreng. Det er knyttet stor usikkerhet til utbredelsen av sprøbruddmateriale i skråningen på grunn av store avstander mellom borpunktene. Poretrykksforhold er målt øverst i profilet i BP 661-3 i tre nivåer.

6.2 Beregningsgrunnlag

Spenningshistorie

Tolket prekonsolideringsspenning og OCR ved borpunkt 661-3 og 661-7 er vist på tegninger RIG-TEG-661-600.3, -600.4, -601.3 og -601.4.

Tolkede ødometerforsøk fra ovennevnte borpunkt er samlet i Vedlegg B.

Beregningsparametere

Designlinje for aktiv skjærstyrke ved borpunkt 661-3 er vist på tegning RIG-TEG-661-600.5, rev01.

Rutinedata benyttet for valg av tyngdetetthet for de forskjellige materialene er presentert i Vedlegg A.

Poretrykksforhold

Poretrykksfordelingen målt i BP 661-3 legges til grunn for beregningene. Det er målt sterkt poreundertrykk som antas å avta og bli til poreovertrykk i bunn av skråningen ved bekken for kritisk snitt 2.

6.3 Stabilitetsberegninger for dagens tilstand

Utførte stabilitetsberegninger og resultater for dagens tilstand er presentert i Tabell 6-1 samt på tegning nr. -661-800.1, -661-800.2, -661-801.1 og -661-801.2.

Tabell 6-1: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflate for kritisk snitt 661-2 og 661-5

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glideflate
-661-800.1	Kritisk snitt 2	ADP (udrenert)	1,00/1,14**
-661-800.2, rev01	Kritisk snitt 2	aφ (drenert)	1,07/1,48**
-661-801.1	Kritisk snitt 5	ADP (udrenert)	1,00*/1,14**
-661-801.2	Kritisk snitt 5	aφ (drenert)	1,15/2,23**

*justert c-profil i bunn av skråning for å få $F=1,0$ / **sammensatt glideflate

Generelt tilsier beregningene at skråningene ned mot bekken ved kritisk snitt 2 og 5 har dårlig stabilitet i udrenert tilstand og marginalt bedre i drenert tilstand.

Kritisk snitt 2:

Udrenert analyse (ADP) gir en sikkerhetsfaktor $F_c=1,00$, uten oppjustering av skjærstyrke. Kritisk glideflate er dyp og går gjennom laget av sprøbruddmateriale. En sammensatt glideflate opp mot bebyggelse gjennom laget av sprøbruddmateriale viser sikkerhetsfaktor på 1,14 (ADP).

Drenert analyse (aφ) gir en sikkerhetsfaktor på $F_{aφ}=1,07$. Den kritiske glideflaten begrenses til nedre del av skråningen og går så vidt gjennom laget med sprøbruddmateriale. En sammensatt glideflate opp mot bebyggelse gjennom laget av sprøbruddmateriale viser sikkerhetsfaktor på 1,48.

Kritisk snitt 5:

Udrenert analyse (ADP) gir en sikkerhetsfaktor $F_c=1,00$ (før oppjustering $F_c=0,91$). Kritisk glideflate er dyp og delvis gjennom laget av sprøbruddmateriale. En sammensatt glideflate opp mot bebyggelse gjennom laget av sprøbruddmateriale viser sikkerhetsfaktor på 1,14 (ADP).

Drenert analyse (aφ) gir en sikkerhetsfaktor $F_{aφ}=1,15$. Den kritiske glideflaten er relativt grunn og går i foten av skråningen gjennom laget av sprøbruddmateriale. En sammensatt glideflate opp mot bebyggelsen viser en sikkerhetsfaktor på 2,23.

6.4 Stabilitetsberegninger med tiltak

Anbefaling av stabiliserende tiltak, i DL 4 revisjon 00, er iht. kriteriene i kap. 2.2 og avhenger av erosjonsforhold og beregnet sikkerhetsfaktor.

I kritisk snitt 2 er det registrert *noe* erosjon og beregnet $F_c=1,0$ (ADP) og $F_{aφ} < 1,25$ (aφ). Sikringstiltak skal da gi 5% forbedring av beregningsmessig sikkerhetsfaktor på kritisk glideflate, eller bestå av minimum 1,5 m oppfylling. Tiltak som terrengavlastning eller utslaking av skråning kan også vurderes.

I kritisk snitt 5 finnes det ingen erosjonskilde og det er derfor valgt å ikke utføre ytterligere beregninger i dette profilet, til tross for den lave beregningsmessige sikkerhetsfaktoren.

Utførte stabilitetsberegninger og resultater med sikringstiltak, samt nødvendig omfang av tiltak for snittet, er presentert i Tabell 6-2 og på tegning nr. -661-900.1 og -661-900.2.

Tabell 6-2: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflate for kritisk snitt 661-2

Teg. Nr.	Beregning/Analyse	Sikkerhetsfaktor, $F_{\text{før}}$ (se Tabell 6-1)	Anbefalt forbedring (krav)	Med sikringstiltak: Sikkerhetsfaktor F_{etter} for kritisk glideflate			Beskrivelse nødv. tiltak for å oppnå krav
				Motfylling ¹	Avlast. ²	Komb. ³	
-661-900.1	Kritisk snitt 2 / ADP (udrenert)	1,00	5% forbedring eller min. 1,5 m oppfylling	1,05	-	-	¹ 2,2 m oppfylling ² - ³ -
-661-900.2	Kritisk snitt 2 / aø (drenert)	1,07		1,30	-	-	

6.5 Anbefalte tiltak

Kritisk snitt 2:

For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet må det legges ut en motfylling på 2,2 m i bunn av ravinen/bekken med en bredde på ca. 15 m. Motfyllingen vil også fungere som erosjonssikring av bekken.

Tilkomst til bekken for anleggsmaskiner vurderes å være uproblematisk ettersom ravedalen kan nås fra jordene sør for skråningen. Det er også mulig å etablere en anleggsvei som begynner ved Mellomriksvegen 1217 og følger foten av skråningen og bevarer dyrket mark. Selve motfyllingen kan fungere som anleggsvei, dvs. anleggsmaskiner kan trafikkere på fyllmassene for å utføre arbeidet. Det forutsettes dermed at fyllmassene består av sprengstein av tilstrekkelig størrelse.

For utstrekning og detaljer rundt sikringstiltaket se profilttegning nr. -661-900.1 og -661-900.2, samt situasjonsplan på tegning nr. -661-002, rev03.

Kritisk snitt 5:

Det er ikke noen erosjonskilder i kritisk snitt 5, og iht. kap. 2.2 stilles det ikke krav til forbedring for en slik situasjon. På grunn av den lave sikkerheten for skråningen både i udrenert og drenert tilstand, anbefales det likevel å vurdere stabiliserende tiltak, f. eks. avlastning/utslaking av topp skråning eller oppfylling ved bunn.

Det burde i tillegg utføres supplerende målinger av poretrykksforhold ved skråningstopp da nivået av grunnvannstanden i dette området har mye å si for resultatet av den drenerte analysen. Måling av poretrykksforhold i bunnen vil i stedet gi et mer pålitelig grunnlag for tolkning av skjærstyrke.

6.6 Vurdering av løsne- og utløpsområde samt konsekvensklasse

I sone 661 Smågård er det utført stabilitetsberegninger i to profiler, snitt 2 og snitt 5. Det er ikke hensiktsmessig å bruke snitt 2 som grunnlag for vurdering av soneavgrensning basert på L/H metoden (jf. rapport ref. /9/). Snitt 5 er i stedet godt egnet til en slik vurdering. Med en sluttsum på 20 poeng havner snittet i kategorien «Stor L/H» som tilsvarer løsneområde opptil 15 ganger skråningshøyde. I snitt 5 er skråningshøyden ca. 40 m, som innebærer at løsneområdet kan være opptil 600 m lang. I det aktuelle tilfellet ser man at dagens løsneområdet er begrenset av topografiske og geologiske forhold (berg i dagen nord for sonen) ca. 300 m fra søndre grense av løsneområdet, og at L/H metoden blir irrelevant. Det vurderes derfor at det ikke er behov for å endre lengden av sonens løsneområde.

Størrelse på utløpsområdet bestemmes fra kriteriene omtalt i kapittel 5.2. Konsekvensklasse vurderes ut fra ovennevnte forutsetninger.

6.7 Faregrad etter sikringstiltak

Anbefalt sikringstiltak for sone 661 Smågård er tiltenkt i ravinedalen nordøst i sonen. Etter sikringstiltak vurderes det at sone 661 Smågård vil ha faregrad «lav» (score 17), med bakgrunn i endring av erosjonsforhold fra «aktiv» til «ingen».

7 Oppsummering

Iht. kriterier i kap. 2.2 ble det i revisjon 00 av DL4 anbefalt å gå videre med følgende beregninger for sone Smågård i Stjørdal kommune:

Nummer	Sone	Videre vurdering (stabilitetsberegning med sikringstiltak)	Snitt nr.
661	Smågård	Anbefales	2
		Anbefales ikke	5

I revisjon 01 av DL4 er det utført stabilitetsberegning med sikringstiltak for å vurdere nødvendig omfang av tiltak som gir tilfredsstillende sikkerhet mot skred iht. kriteriene i kap. 2.2 ved kritisk snitt 2 i sone 661.

Det anbefales at denne sonen detaljutredes.

I tabellen under vises tidligere og ny klassifisering av sone 661 Smågård.

Tabell 7-1: Sone 661 i Stjørdal kommune med tidligere og ny faregrad, konsekvens- og risikoklasse, samt erosjonsscore/-kategori fra tidligere befæringsrapporter (2004/2006) og ny befaring (2017).

Sonennummer	Sonenavn	Faregrad tidligere	Faregrad ny	Konsekvens tidligere	Konsekvens ny	Risiko-klasse tidligere	Risiko-klasse ny	Erosjonsscore 2004/2006	Erosjonsscore 2017
661	Smågård	Høy	Høy	2 - Alvorlig	2-Alvorlig	3	4	2 - Noe	2 - Noe

Det er utført en vurdering av faregrad etter sikringstiltak for den aktuelle sonen som er presentert i Tabell 7-2.

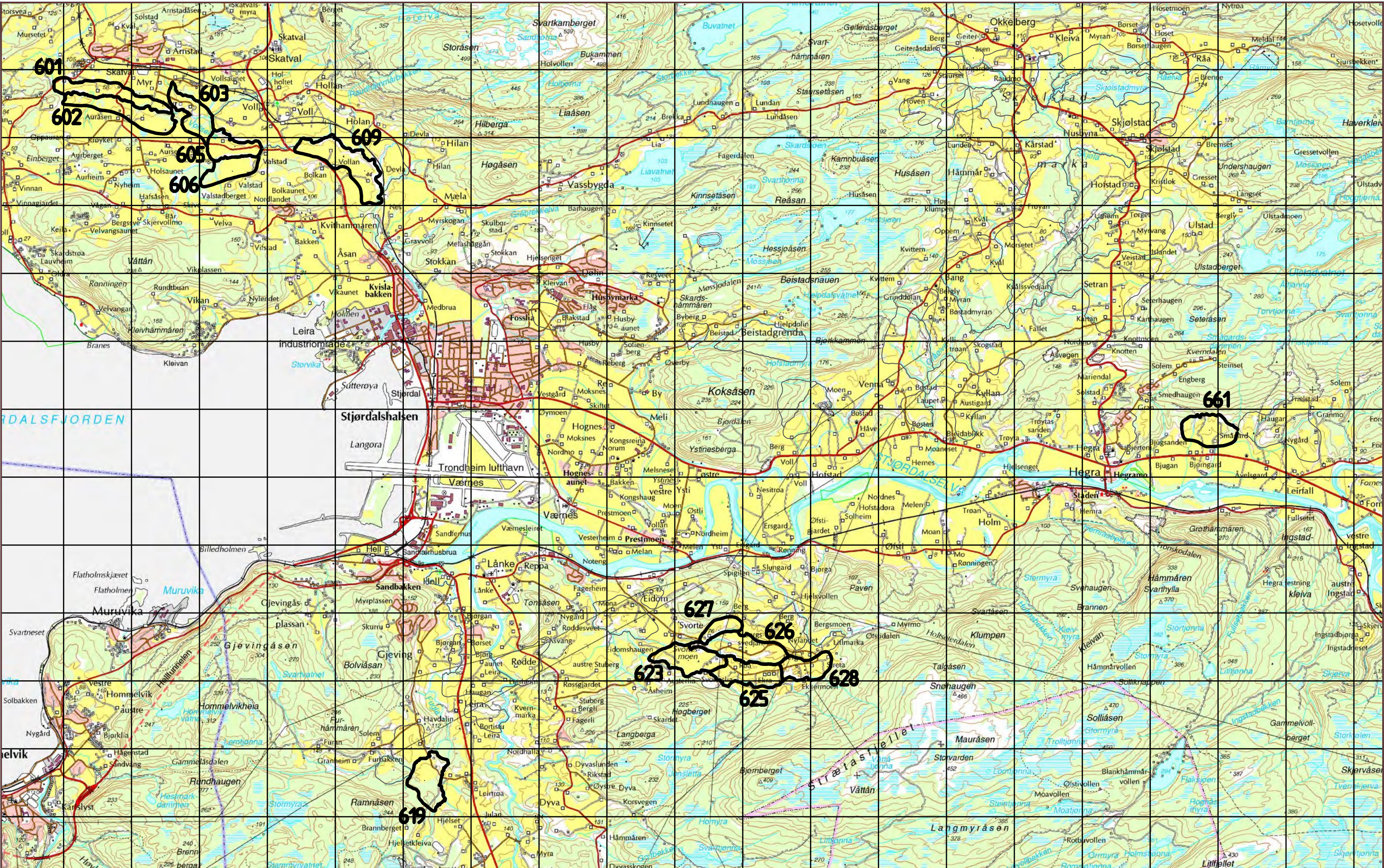
Tabell 7-2: Faregrad etter sikringstiltak for sone 661

Nummer	Sone	Faregrad etter sikringstiltak (poengsum)
661	Smågård	Lav (17)

8 Referanser

- /1/ Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Tilbudsgrunnlag - kvikkleiresoner i Rissa, Inderøy, Levanger, Verdal, Steinkjer og Stjørdal kommune». 17-mar-2017
- /2/ Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred : Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (V:7-2014)», NVE, Oslo, Veileder 7–2014, apr. 2014.
- /3/ Multiconsult Norge AS, rapport 418771-RIG-RAP-004 rev.02 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag. Stjørdal – Delleveranse 3» (18. juni 2018)
- /4/ NGI, «Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire. Revisjon 3», Veiledning 20001008–2, aug. 2008.
- /5/ Multiconsult Norge AS, rapport 418771-RIG-RAP-001 rev.01 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag. Delleveranse 1: Innledende vurderinger Stjørdal» (31. oktober 2017)
- /6/ Multiconsult Norge AS, rapport 10200526-RIG-RAP-001 rev.00 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag – Utlysingsområde 2 – Stjørdal. Datarapport – geotekniske grunnundersøkelser» (8. mars 2018)
- /7/ NVE, møtereferat «Oppfølgingsmøte 3 UO1 – Rissa, Levanger/Inderøy og Verdal (31.05.2018)» epostkommunikasjon datert 04.06.2018
- /8/ NIFS rapport 14/2014 «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer». 30.01.2014
- /9/ NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» (2016)
- /10/ Karlsrud K, Lunne T. og Brattlien, K. «Improved CPTU interpretations based on block samples». 1996.

Z:\04.18.14.18771\4.18771-03 ARBEIDSRÅDE\4.18771-04.18771-RIG-TEG-000.1_rev00_0versiktskart-Stjørdal.dwg, - Layout: (A3 skjema), - Plottet av gurt, Dato: 2017.08.24 kl. 11:01

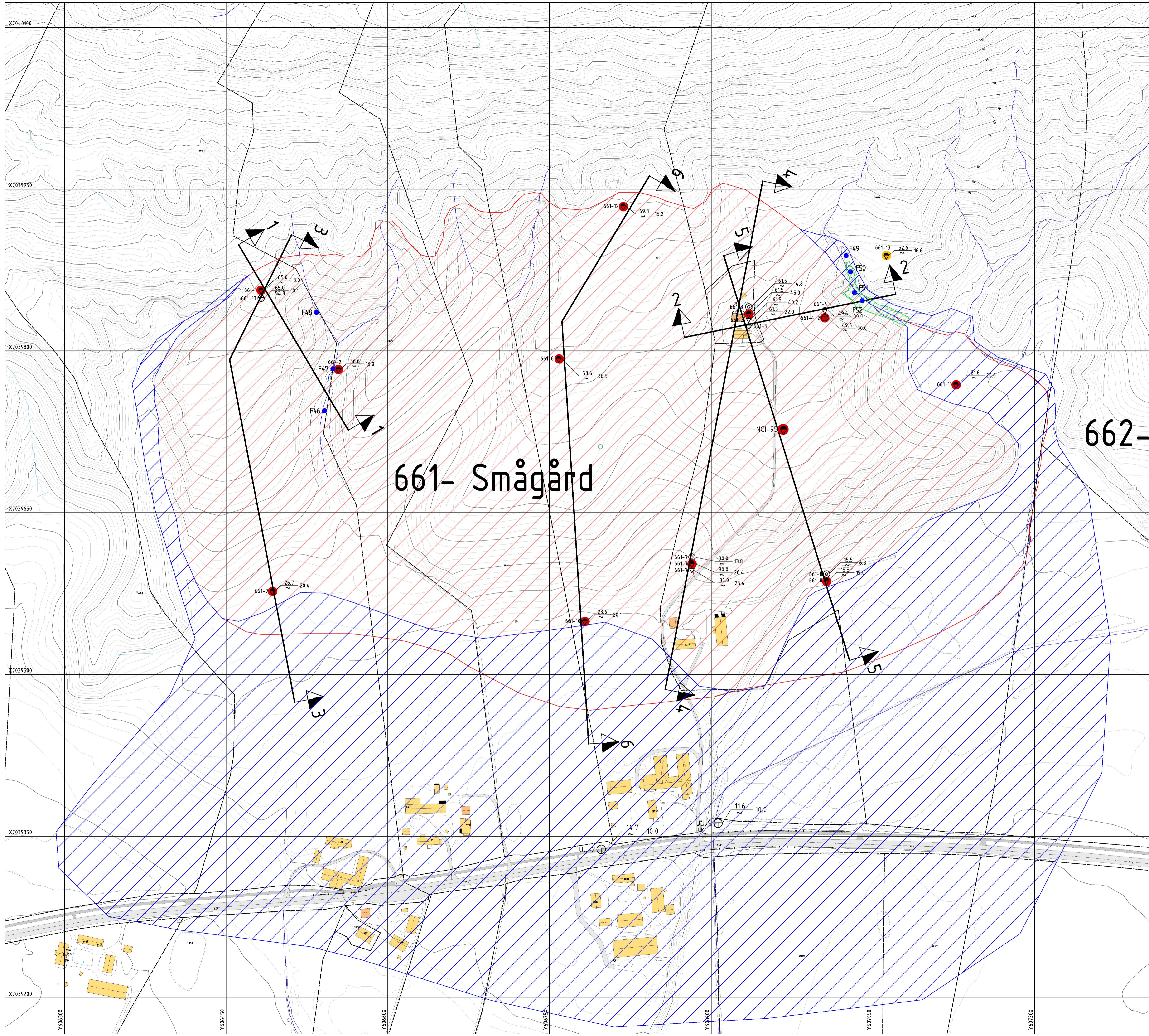


00	Delleveranse 1 og 2	24.08.2017	EMB	GURT	ARV	
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Kvikkleiresoneutredning light Trøndelag
Oversiktskart Stjørdal
Aktuelle kvikkleiresoner markert med sonenummer

Status	UTSENDT	Fag	Geoteknikk	Original format	A3	Dato	24.08.2017
Konstr./Tegnet	EMB	Kontrollert	GURT	Godkjent	ARV	Målestokk	1:50000
Oppdragsnr.	418771	Tegningsnr.	RIG-TEG-000.1	Rev.	00		



- TEGNFORKLARING:**
- DREIESONDERING
 - ENKEL SONDERING
 - ▼ RAMSONDERING
 - ▽ TRYKSONDERING
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - ⊗ PRØVEGRUPP
 - ⊕ DREITRYKSONDERING
 - ⊕ SKRUPATEFORSØK
 - ⊕ VINGEBØRING
 - ⊕ PORETRYKTMÅLING
 - ⊕ KJERNEBØRING
 - ⊕ FJELLKONTROLLBØRING
 - ⊕ BERG I DAGEN
- KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra NVE
 KORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V
 HØYDEFERANSE: NN 2000
 UTMANGSPUNKT FOR NIVELLEMET: EPS: EUROAS CPDS
 BORBOK NR: Digital
 LABBOK NR: Digital
- EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ 4.3 14.8+2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

FELTOBSERVASJONER: Se Feltrapport Vedlegg 2 i rapport 418771-RIG-RAP-001 rev 01

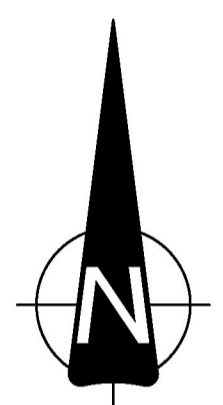
- OBSERVASJON/KOMMENTAR
- ^ BERG I DAGEN
- EROSJONSKANT
- SKREDDROPER (HENTET FRA NGU)

- Opprinnelig kvikkleiresone
- Løseområde 661- Smågård
- Anbefalt sikrings tiltak
Det bemerkes at tiltaks utforming er å betrakta som en midlertidig sikrings tiltak. Tiltak vil utarbeides etter utførelse.
- Nabosone
- Utløpsområde 661- Smågård

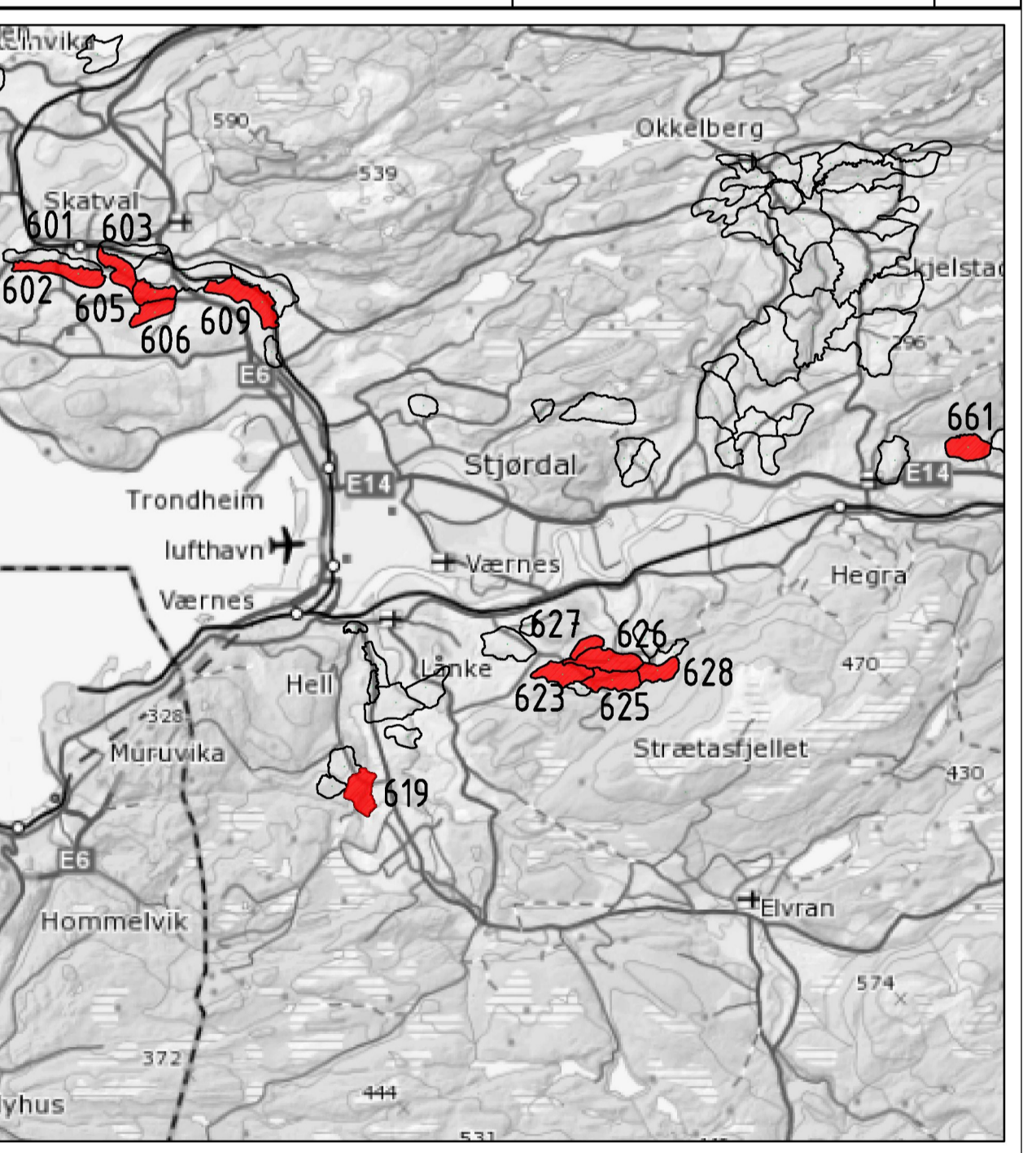
- SANNSYNLIG KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
- MULIG KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
- ANTATT IKKE KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
- IKKE VURDERT

TIDLIGERE BØRINGER:
 Tidligere borer er opplyst fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
 Tidligere borer er angitt med indekser foran boruløst:

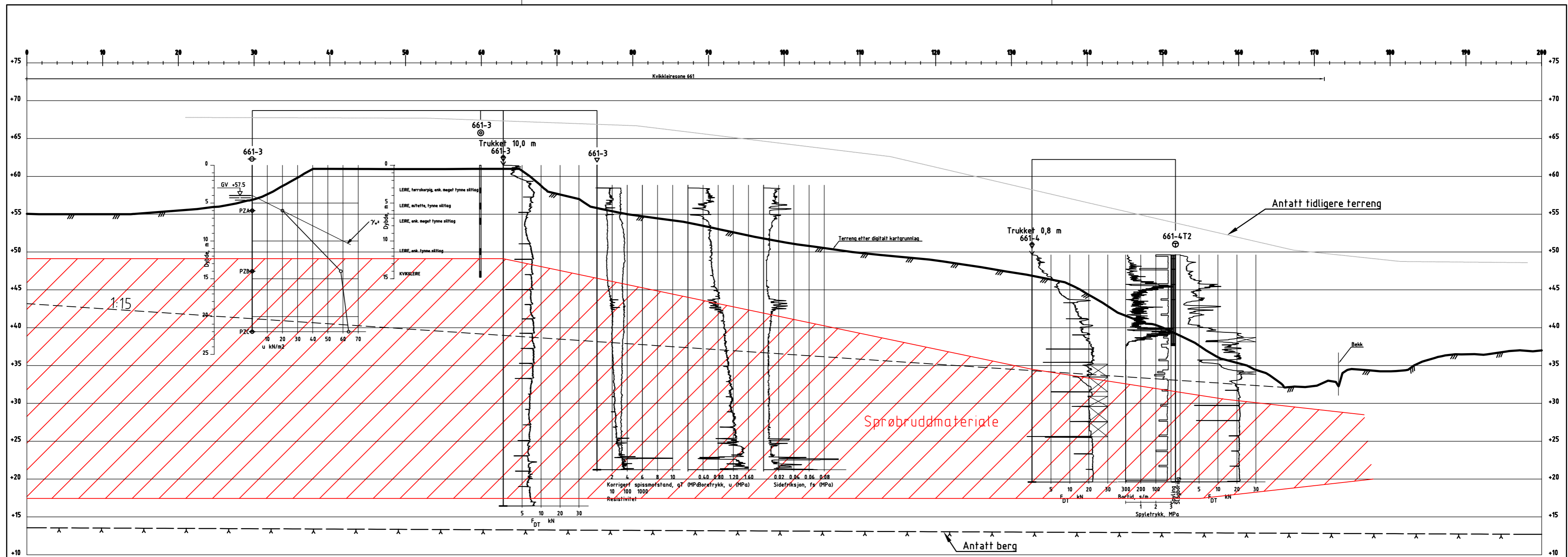
NG-X 82033-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred (1989)
 UL-X Borer fra Statens vegvesen, Rapport Vei155C-01 (2004) E4 Hegrams-Leirfall X fv28



SITUASJONSPLAN RIG-TEG-661-002 03

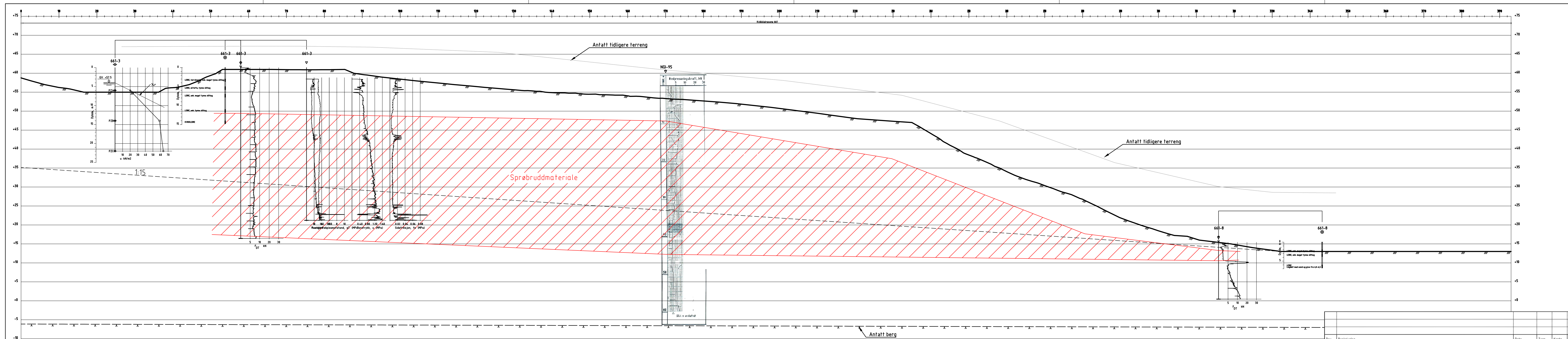


03	Lagt til anbefalt sikrings tiltak	15.11.2018	GURT	ALM	ANG
02	Lagt til utløpsområde	02.10.2018	GURT	ALM	ARV
01	Revidert etter uavhengig kontroll av NGU/NVE	14.06.2018	GURT	ALM	ARV
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag Stjørdal kommune, sone 661 Smågård SITUASJONSPLAN			Formål/Målestokk: A1: 1:1500 A3: 1:3000		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr. 418771		GURT	ANG	ARV	Rev.
RIG-TEG-661-002		03			



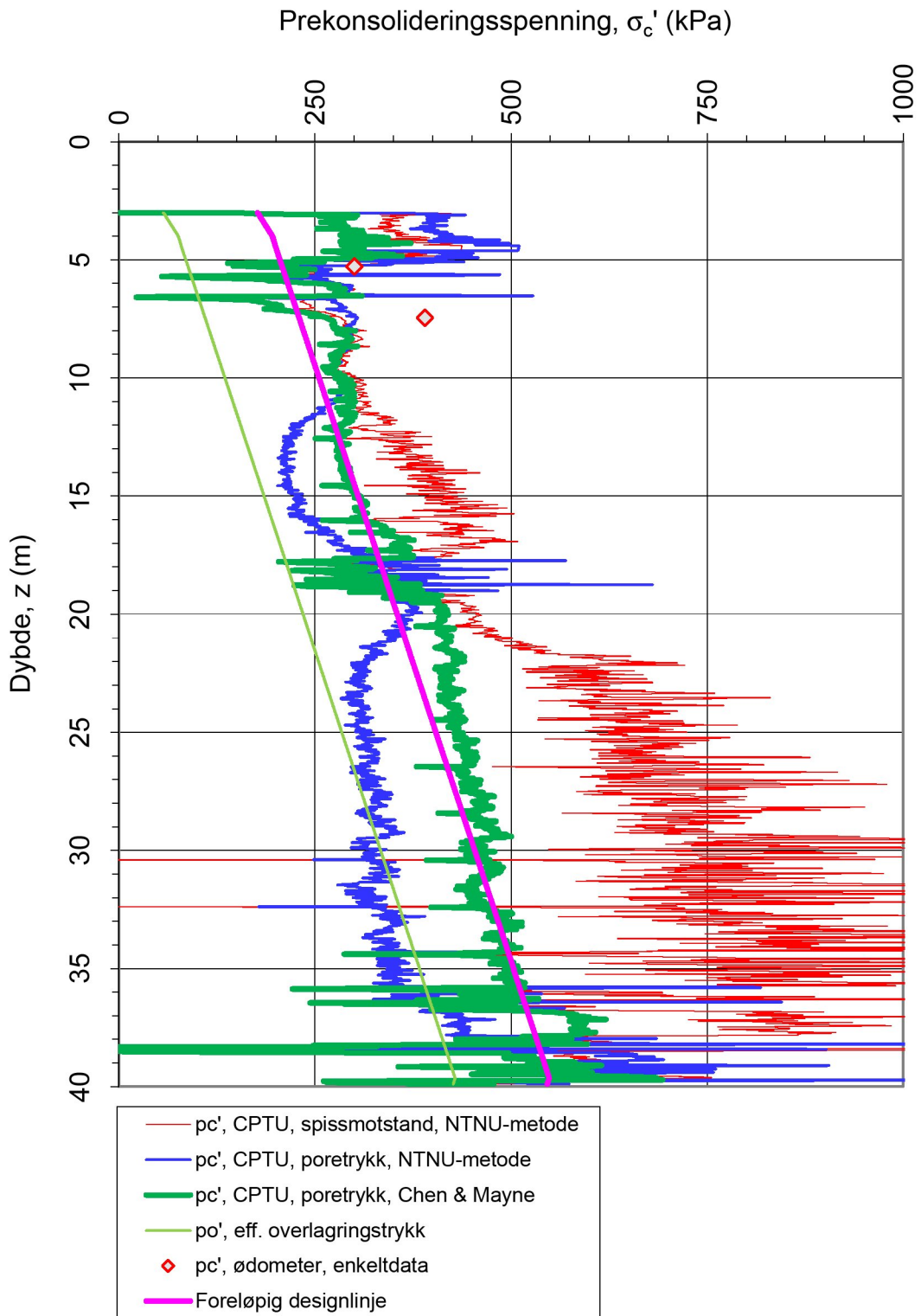
Profil 2-2

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag	Format	
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk	A3L	
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	Dato	29.06.2018		
	Kritisk snitt 2	Format/Målestokk:	1:400		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	JOFI	ALM	ANG
		418771	Tegningsnr.		Rev.
			RIG-TEG-661-300		00



Profil 5-5

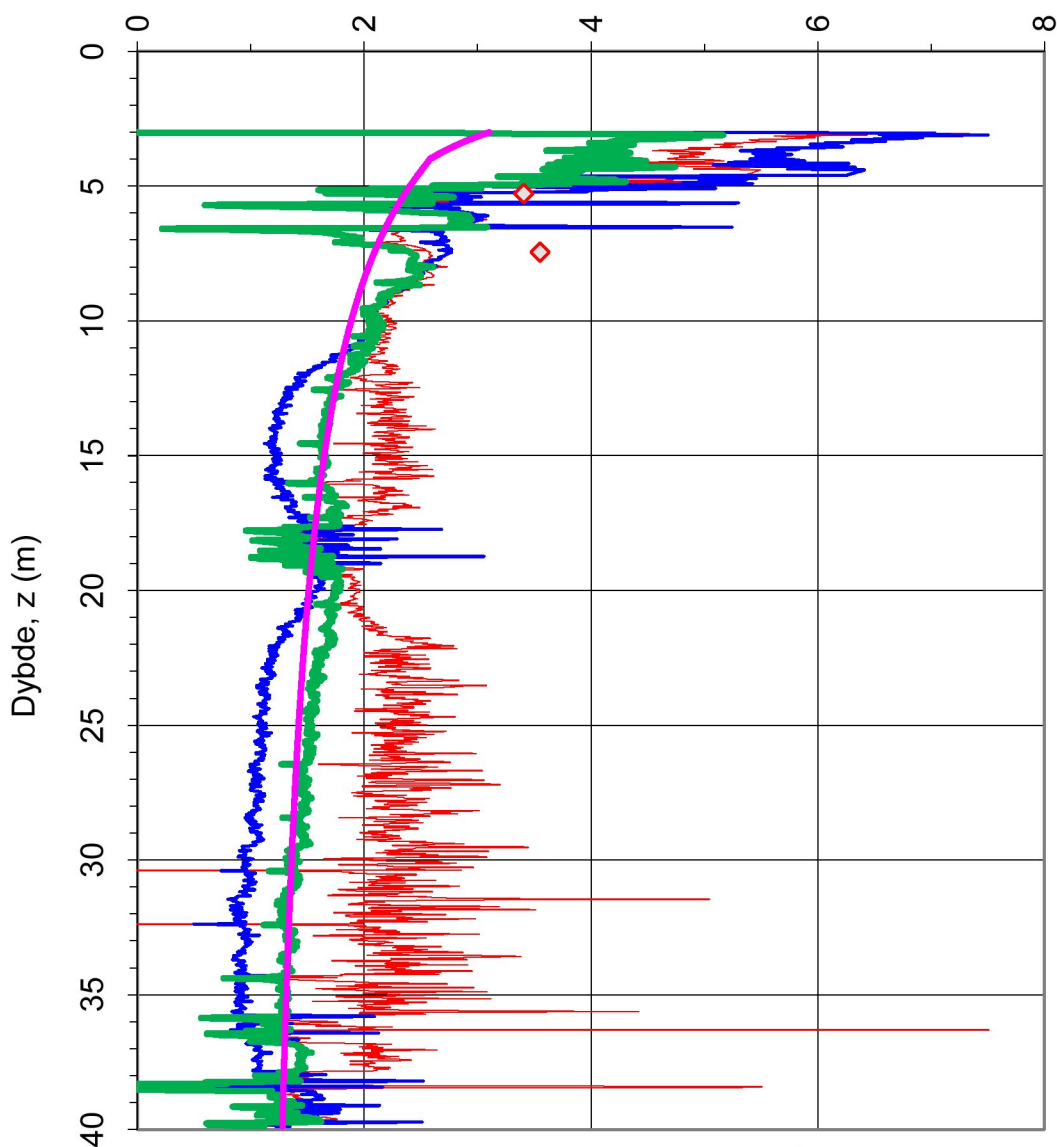
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	Dato			
	Kritisk snitt 5	29.06.2018			
			Format/Målestokk		
			1:400		
Status		Konstr./Tegnet	Kontr./ALM	Godkjent	
Oppdragsnr. 418771		Tegningsnr. RIG-TEG-661-301	ALM	ARV	
www.multiconsult.no				00	



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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Stjørdal kommune, sone 661 Smågård		Tegningens filnavn: CPTU 661-3.xlsx	
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				Multiconsult	
CPTU id.:	661-3	Sonde:	4293		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 661-600.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}' (-)$

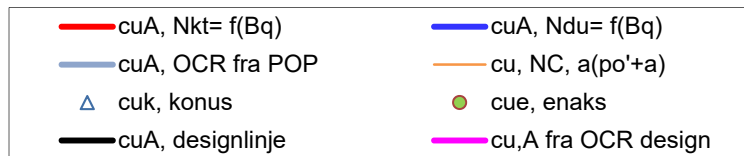
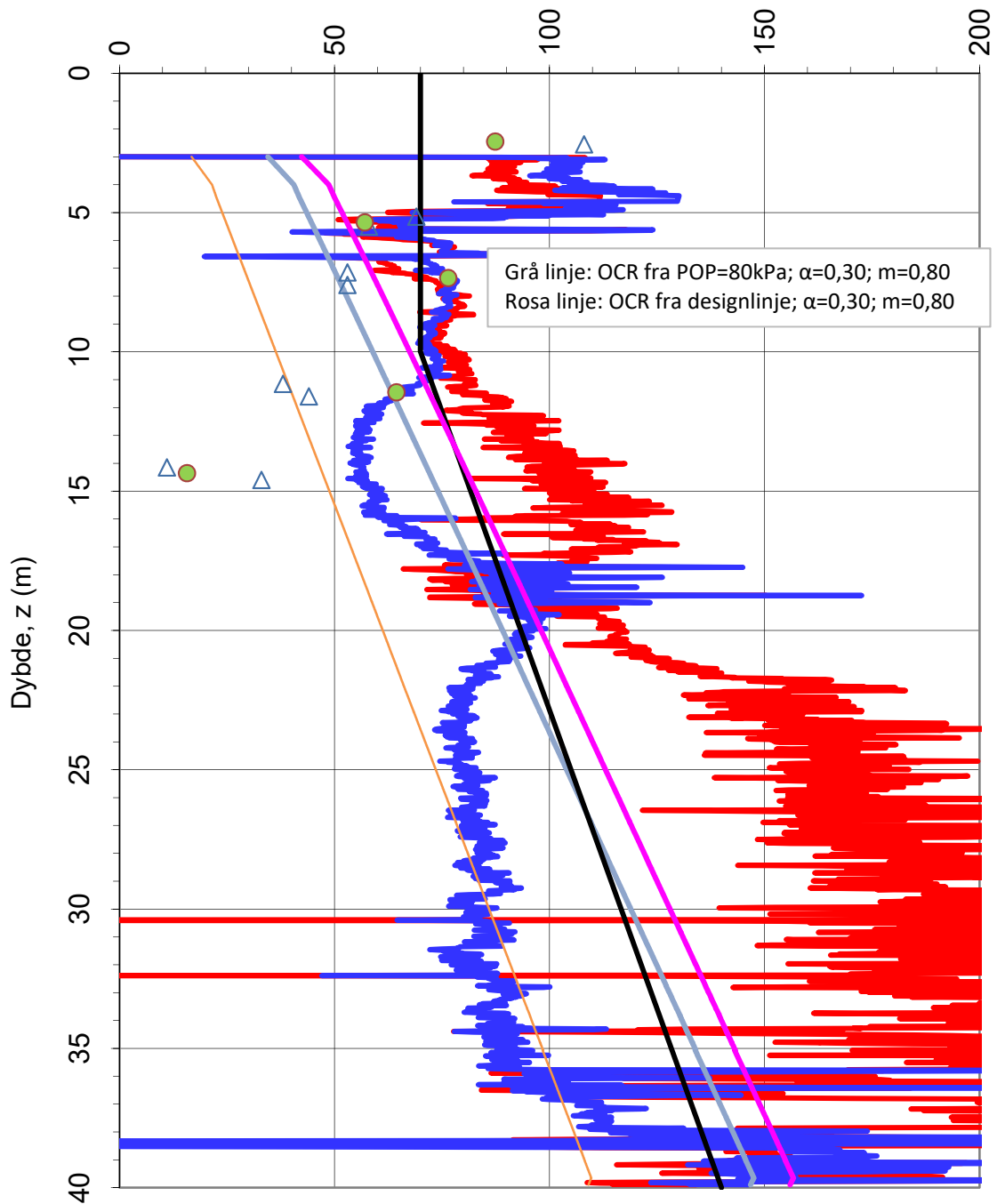


- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkeltdata
- Foreløpig designlinje

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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Stjørdal kommune, sone 661 Smågård		Tegningens filnavn: CPTU 661-3.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$.				Multiconsult	
CPTU id.:	661-3	Sonde:	4293		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 661-600.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

Udrenert skjærfasthet, c_{uA} (kN/m²)



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)

N_{du} : (1,8+7,25 B_q)

α_c valgt: 0,25

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

NVE

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

Oppdrag:

Kvikkleiresoneutredning "light"
Trøndelag, Stjørdal kommune,
sone 661 Smågård

Tegningens filnavn:

CPTU 661-3.xlsx

CPTU id.:

661-3

Sonde:

4293

Multiconsult

MULTICONSULT AS

Dato:

02.10.2018

Oppdrag nr.:

418771

Tegnet:

ALM

Tegning nr.:

661-600.5

Kontrollert:

ANG

Versjon:

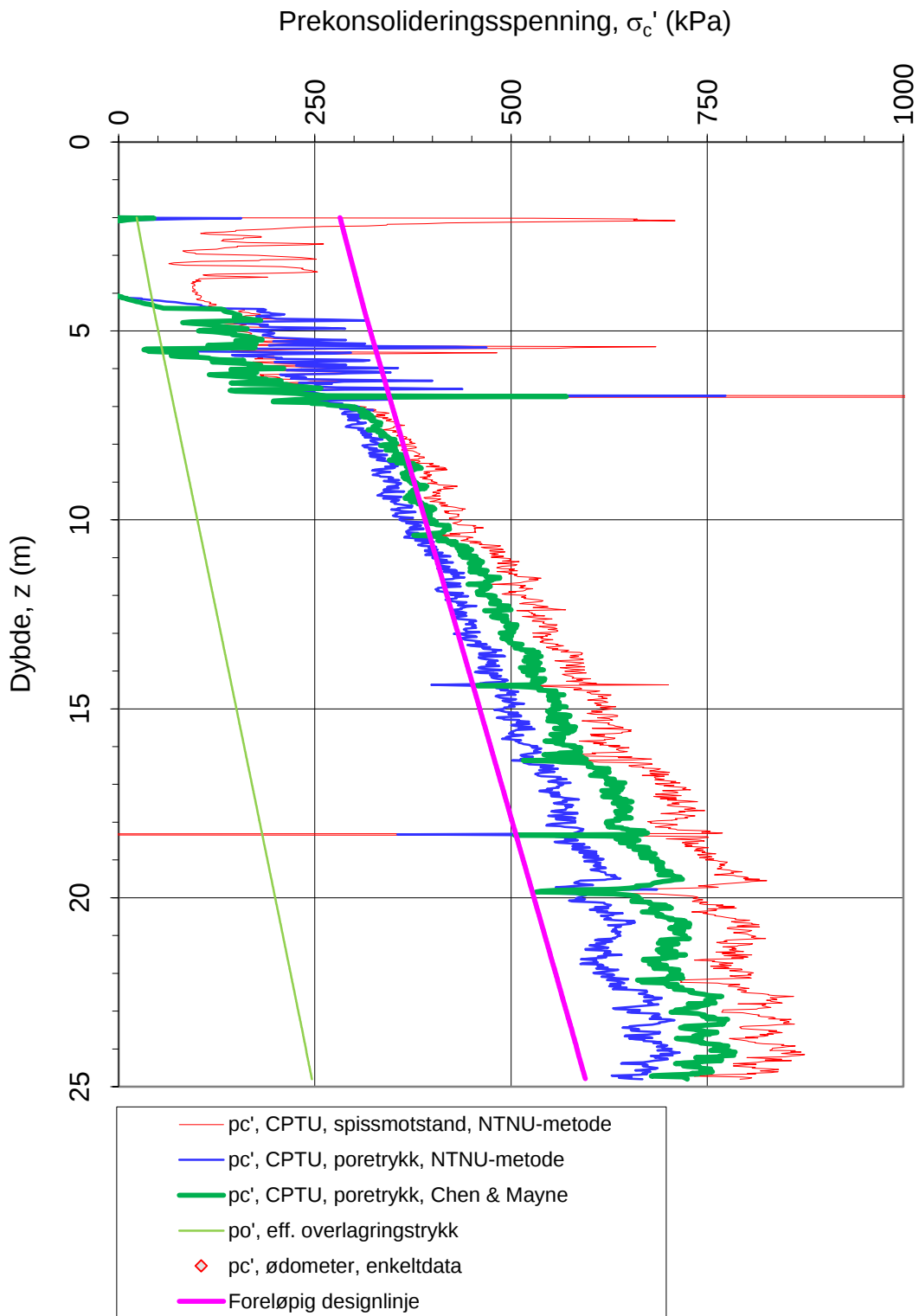
09.03.2016

Godkjent:

ARV

Revisjon:

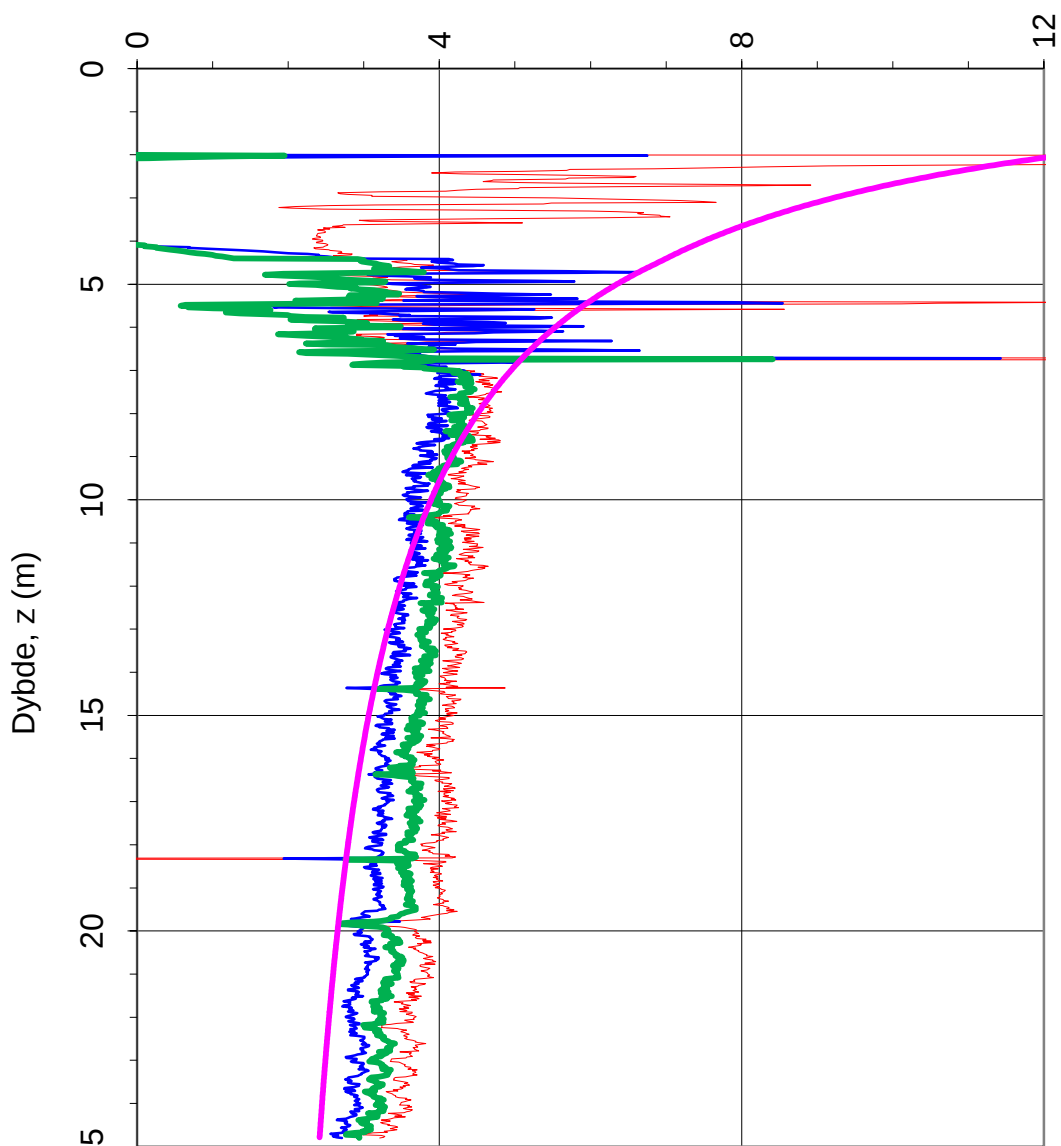
1



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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Stjørdal kommune, sone 661 Smågård		Tegningens filnavn: CPTU 661-7.xlsx	
Prekonsolideringsspenning σ_c' :				Multiconsult	
CPTU id.:	661-7	Sonde:	4293		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 661-601.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

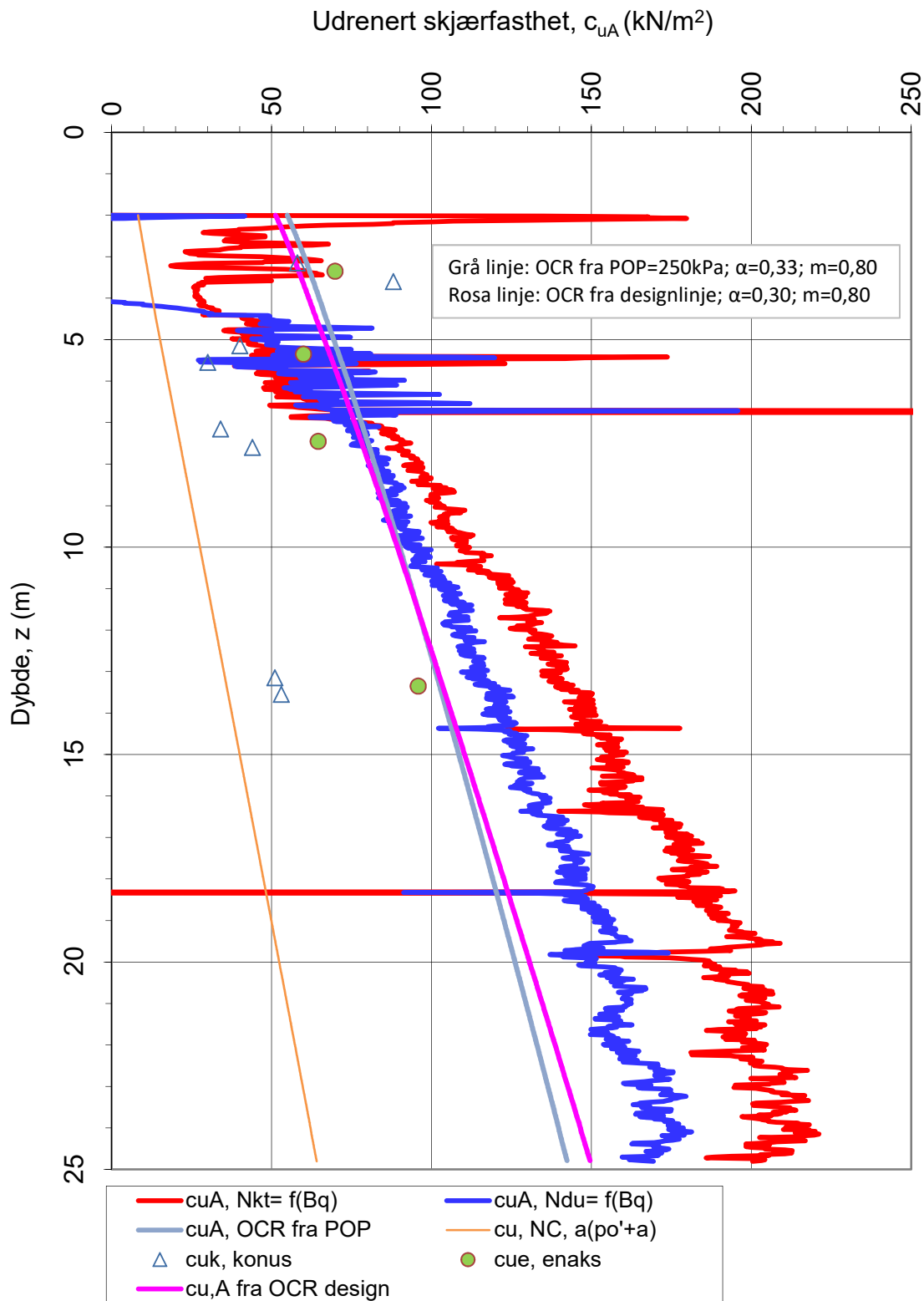
Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}' (-)$



- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkeltdata
- Foreløpig designlinje

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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Stjørdal kommune, sone 661 Smågård		Tegningens filnavn: CPTU 661-7.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$.				Multiconsult	
CPTU id.:	661-7	Sonde:	4293		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 661-601.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)

α_c valgt: 0,25

N_{Du} : (1,8+7,25 B_q)

Referansemetode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

NVE

Oppdrag:

**Kvikkleiresoneutredning "light"
Trøndelag, Stjørdal kommune,
sone 661 Smågård**

Tegningens filnavn:

CPTU 661-7.xlsx

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

Multiconsult

CPTU id.:

661-7

Sonde:

4293

MULTICONSULT AS

Dato:

29.06.2018

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

ANG

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

418771

Tegning nr.:

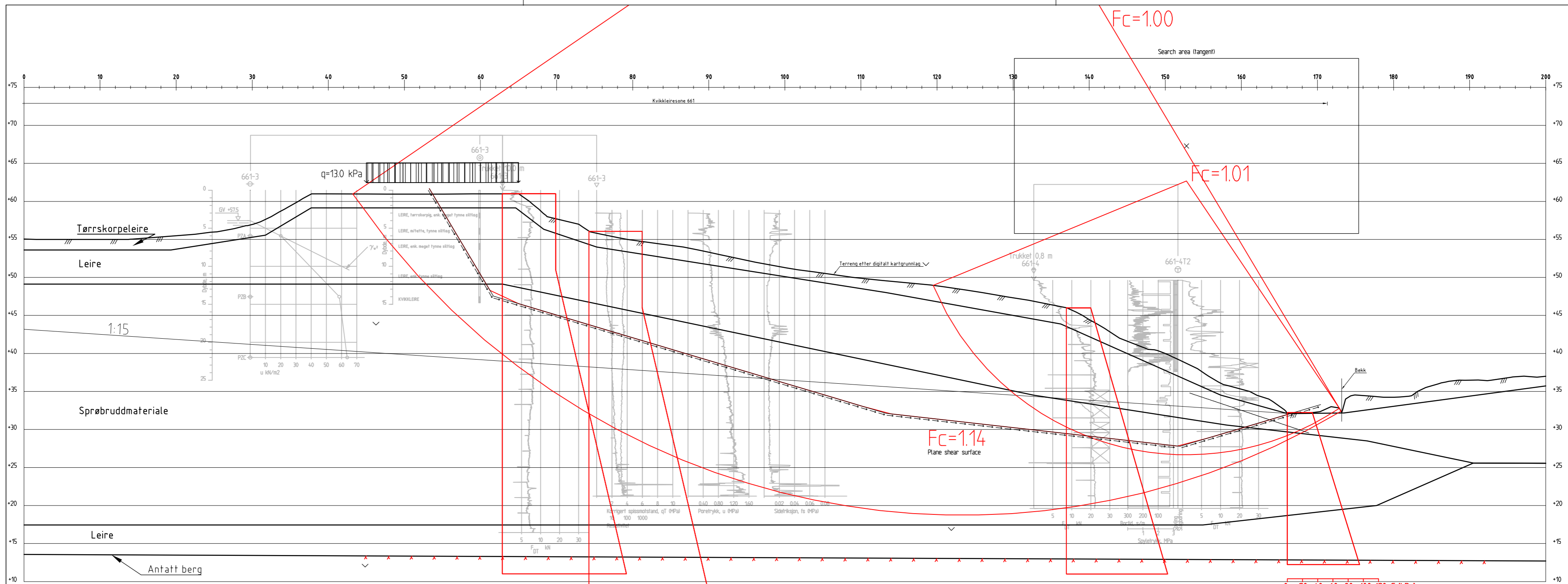
661-601.5

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

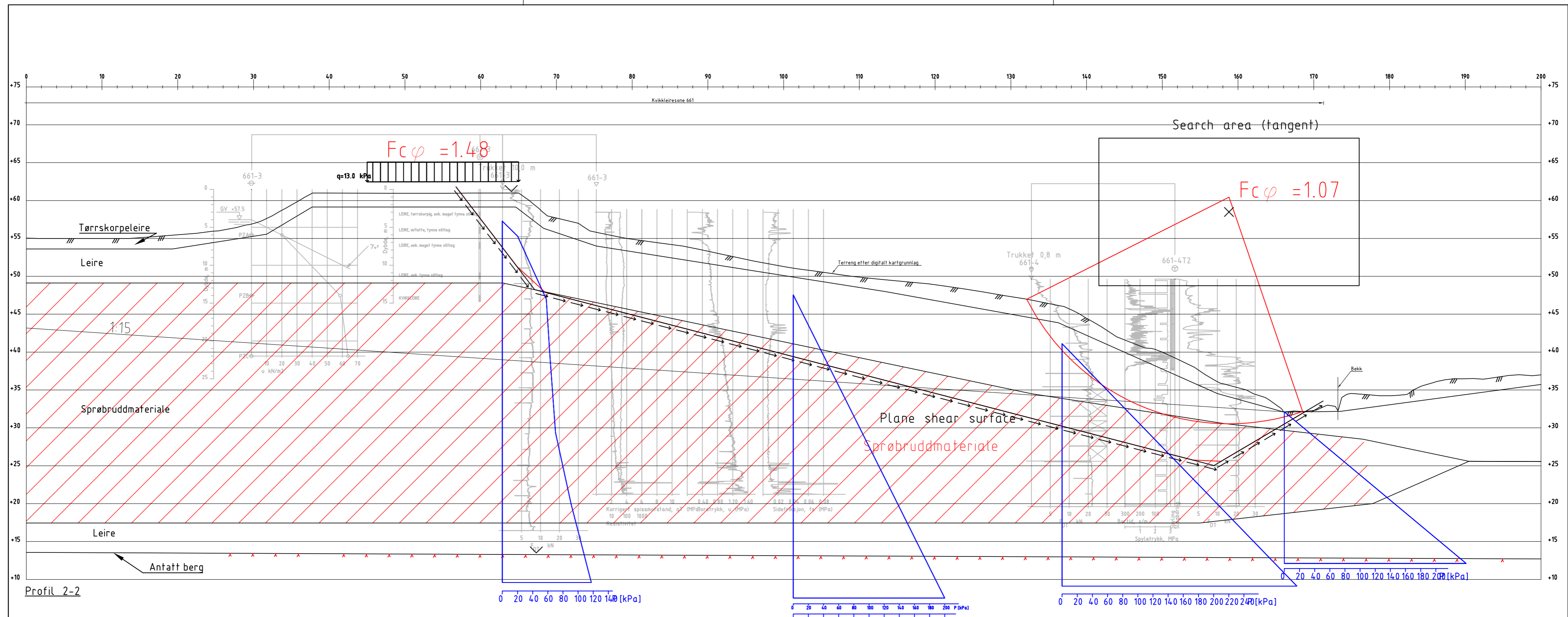
0



Profil 2-2

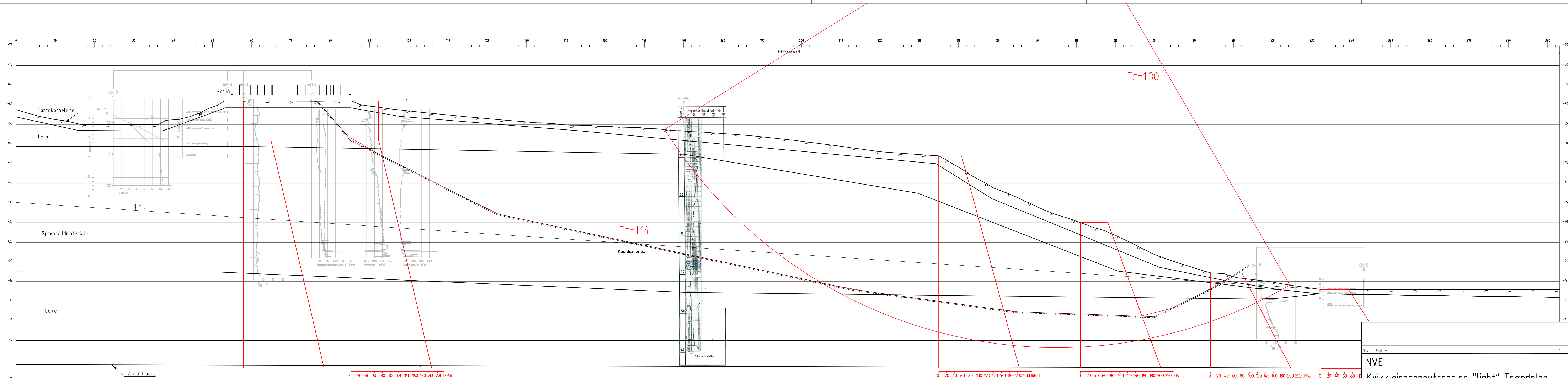
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	9.40	9.40	31.0	0.6				
Leire	19.40	9.40			C-prof 1.00	0.63	0.35	
Sprøbruddmateriale	17.90	7.90			C-prof 0.85	0.63	0.35	
Leire	18.00	8.00			C-prof 1.00	0.63	0.35	

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	Dato			
	Kritisk snitt 2	02.10.2018			
	Stabilitetsberegninger, ADP-analyse (udrenert)	Format/Målestokk:			
		1:400			
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	JOFI	ALM/GURT	ARV
		418771	Tegningsnr.	RIG-TEG-661-800.1	Rev.
					00



Material	Un. Weigh	Sub. Weigh	FC	Ca	Ad	Ap
Tørskorpeleire	19.40	9.40	31.0	0.6		
Leire	19.40	9.40	26.5	5.0		
Sprøbruddmateriale	17.00	7.90	25.6	3.8		
Leire	18.00	8.00	26.5	5.0		

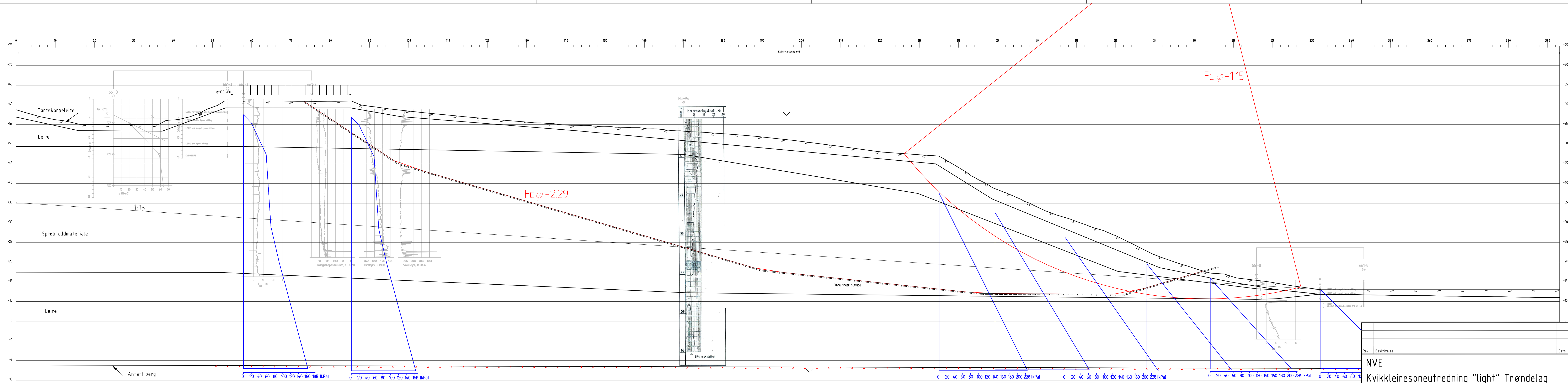
01	Ny beregning etter endring av poretrykk i bunn av skrånning	15.11.2018	GURT	ALM	ANG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE			Fag	Format	
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag			Geoteknikk	A3L	
Stjørdal kommune, sone 661 Smågård			Dato	02.10.2018	
Kritisk snitt 2			Format/Målestokk:	1:400	
Stabilitetsberegninger, $\alpha\phi$ -analyse (drenert)			Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
Multiconsult			JØFI	ALM/GURT	Godkjent
www.multiconsult.no			Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
			418771	RIG-TEG-661-800.2	01



Profil 5-5

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	9.40	9.40	31.0	0.6				
Leire	19.40	9.40		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Sprøbruddmateriale	8.90	8.90		C-prof	0.85	0.63	0.35	
Leire	19.40	9.40		C-prof	1.00	0.63	0.35	

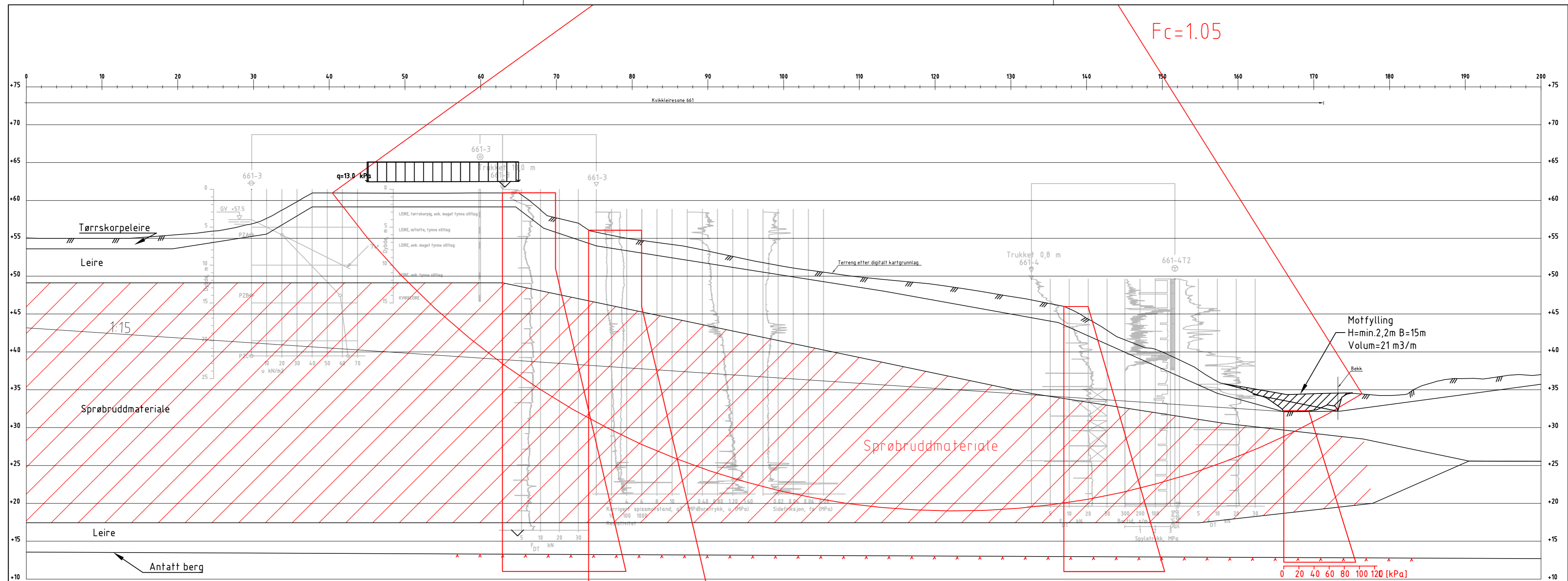
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format A3L
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag	Dato 02.10.2018			Format/Målestokk: 1:400
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård				
	Kritisk snitt 5				
	Stabilitetsberegninger, ADP-analyse (udrenert)				
	Multiconsult	Status	Konstr./Tegnet JOFI	Kontrollert ALM/GURT	Godkjent ARV
	www.multiconsult.no	Oppdragsnr. 418771	Tegningsnr. RIG-TEG-661-801.1		Rev. 00



Profil 5-5

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	9.40	9.40	310	0.6				
Leire	19.40	9.40	26.5	5.0				
Sprøbruddmateriale	8.90	8.90	25.6	3.8				
Leire	19.40	9.40	26.5	5.0				

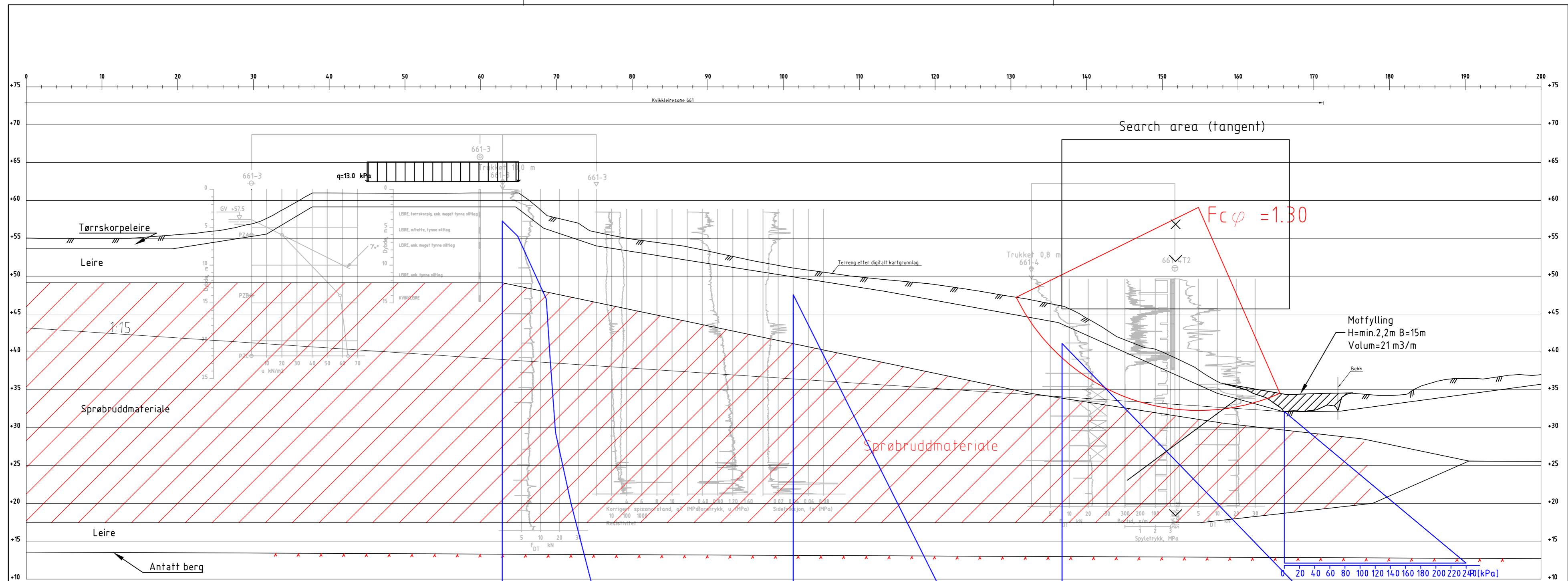
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	Dato			
	Kritisk snitt 5	02.10.2018			
	Stabilitetsberegninger, $\alpha\phi$ -analyse (drenert)	Format/Målestokk			
		1:400			
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	JOFI	ALM/GURT	ARV
		418771	Tegningsnr.	RIG-TEG-661-801.2	Rev.
					00



Profil 2-2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	FC	Ca	Ad	Ap
Motfylling	19.00	9.00	42.0	0.0		
Tørrskorpeleire	19.40	9.40	31.0	0.6		
Leire	19.40	9.40		C-prof1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	17.90	7.90		C-prof0.85	0.63	0.35
Leire	18.00	8.00		C-prof1.00	0.63	0.35

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE				
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Fag	Kontr.	Godkj.
			Geoteknikk		Format A3L
			Dato		15.11.2018
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård		Format/Målestokk:		1:400
	Kritisk snitt 2				
	Stabilitetsberegninger med sikringstiltak, ADP-analyse (udrenert)				
	Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr. 418771	GURT	ALM	ANG
		Tegningsnr.	RIG-TEG-661-900.1		Rev. 00



Profil 2-2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	FC	CAa	Ad	Ap
Motfylling	19.00	9.00	42.0	0.0		
Tørrskorpeleire	19.40	9.40	31.0	0.6		
Leire	19.40	9.40	26.5	5.0		
Sprøbruddmateriale	7.90	7.90	25.6	3.8		
Leire	18.00	8.00	26.5	5.0		






Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	Dato			
	Kritisk snitt 2	15.11.2018			
	Stabilitetsberegninger med sikringstiltak, aφ-analyse (drenert)	Format/Målestokk:			
		1:400			
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		GURT	ALM	ANG	
Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.	
418771	RIG-TEG-661-900.2			00	

VØLØGG A

Rutinedata fra relevante borpunkter
(hentet fra rapport nr. 10200526-RIG-RAP-001)

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porsitet (%)		Udrenert skjærfasthet (kPa)										St (-)		
				10	20	30	40	50		Porsitet (%)	Organisk innhold (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90				
5	LEIRE, tørrskorpig, enk meget tynne siltlag	▨							2,00	43														12 4
	LEIRE, m/ tette, tynne siltlag	▨	Ø						2,00	44	▼													9 14
10	LEIRE, enk meget tynne siltlag	▨	Ø						1,90	49	▼													7 10
	LEIRE, enk tynne siltlag	▨							1,99	45	▼													10 12
15	KVIKKLEIRE	▨							1,82	49	▼													110 330

Symboler:

 Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)	 Vanninnhold	 Omrørt konus	ρ = Densitet	T = Treaksialforsøk	ρ_s : 2,75 g/cm ³
 Plastisitetsindeks, Ip	 Uomrørt konus	S_t = Sensitivitet	Ø = Ødometerforsøk	K = Korngradering	Grunnvannstand: m
					Borbok: Digital

PRØVESERIE

Borhull: 661-3

NVE

Dato: 2018-01-18

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: vt/mash

Kontrollert: GURT

Godkjent: ANG

Oppdragsnummer: 10200526

Tegningsnr.: RIG-TEG-661-200

Rev. nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)		Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)										St (-)		
				10	20	30	40	50		P	O														
				kt. + 15,5										10	20	30	40	50	60	70	80	90			
5	LEIRE, enk meget tynne siltlag									2,03	43														6
	LEIRE, enk meget tynne siltlag									2,04	41	0,6													9
												0,7													21
																									57
																									76
10	LEIRE Lagdelt med sand og grus fra 6,0-6,30																								5
										2,07	39														8
15																									
20																									


Symboler: $\frac{15}{\text{---} \circ \text{---} 5}$ Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

- \circ Vanninnhold
- \triangle Omrørt konus
- \square Plastisitetsindeks, I_p
- ∇ Uomrørt konus
- ρ = Densitet
- S_t = Sensitivitet
- T = Treaksialforsøk
- \emptyset = Ødometerforsøk
- K = Korngradering
- ρ_s : 2,75 g/cm³
- Grunnvannstand: m
- Borbok:
- Lab-bok: Digital

PRØVESERIE Borhull: 661-8

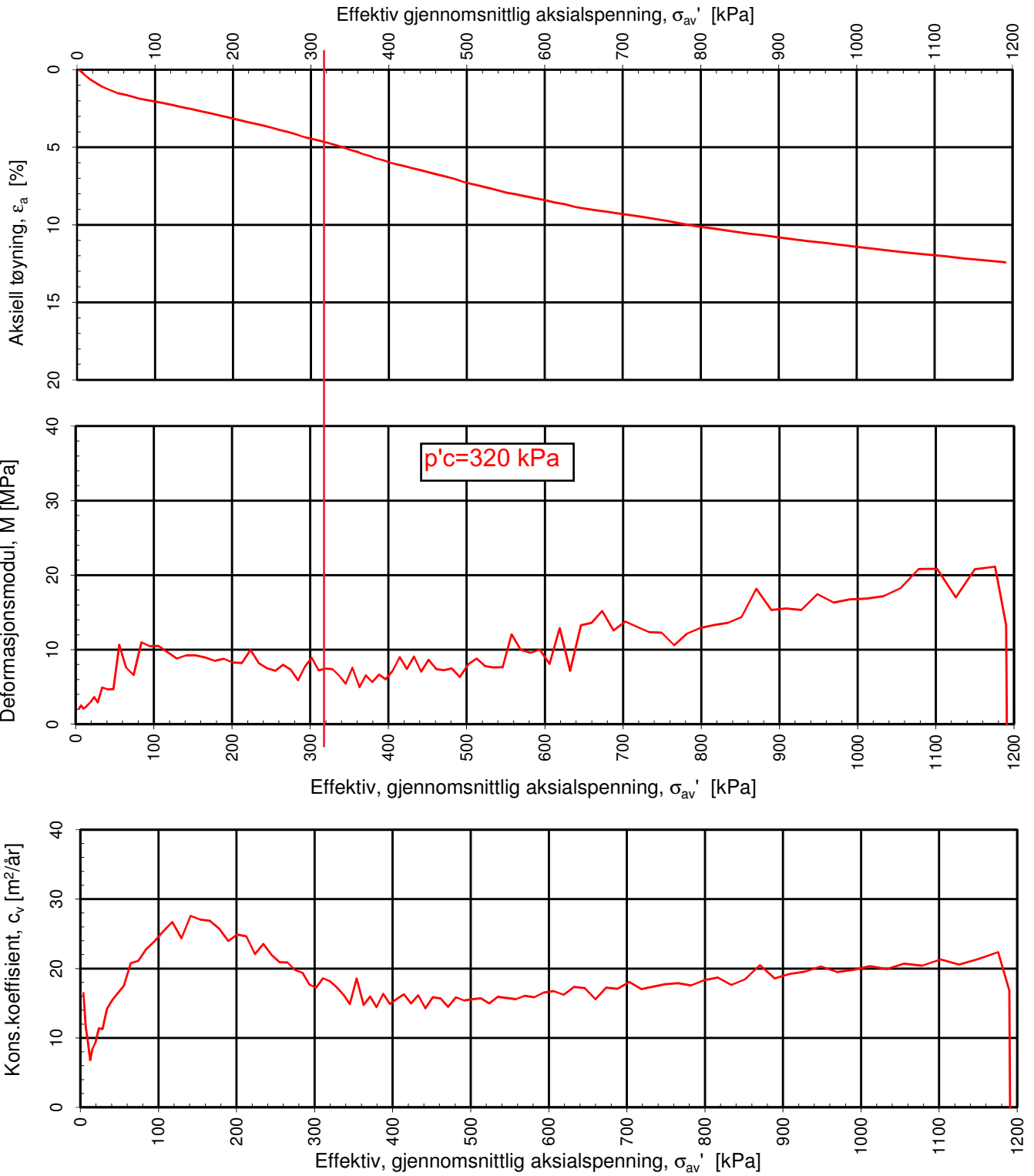
NVE Dato: 2018-01-18

Kvikkleriesoneutredning "light" Trøndelag - Utlysningsområde 2

 www.multiconsult.no	Konstr./Tegnet: vt/mash	Kontrollert: GURT	Godkjent: ANG
	Oppdragsnummer: 10200526	Tegningsnr.: RIG-TEG-661-202	Rev. nr.: 00

VØLÆG B

Tolkede ødometerforsøk
(hentet fra rapport nr. 10200526-RIG-RAP-001)



Densitet ρ (g/cm³): **2.00**
 Vanninnhold w (%): **32.00**
 Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **90.70**

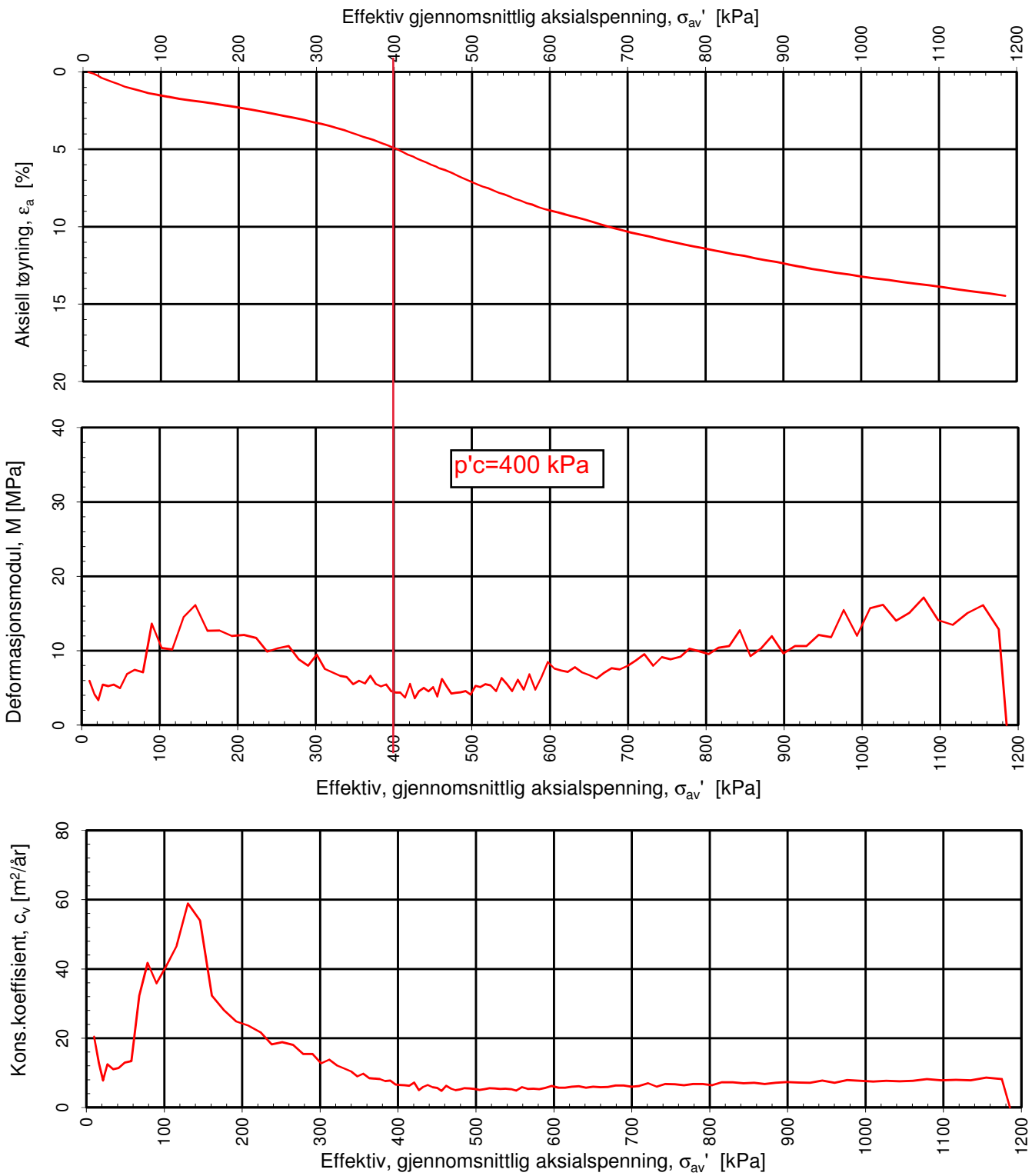
NVE
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

Tegningens filnavn:
 10200526-RIG-TEG-400-h661-3, d5,27m

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



MULTICONSULT AS Sluppenveien 15 7037 Trondheim Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
	08.01.2018	5.27	661-3
	Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:
1	vt/mash	GURT	ANG
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10200526	RIG-TEG-661-400.1	CRS	24.06.2016

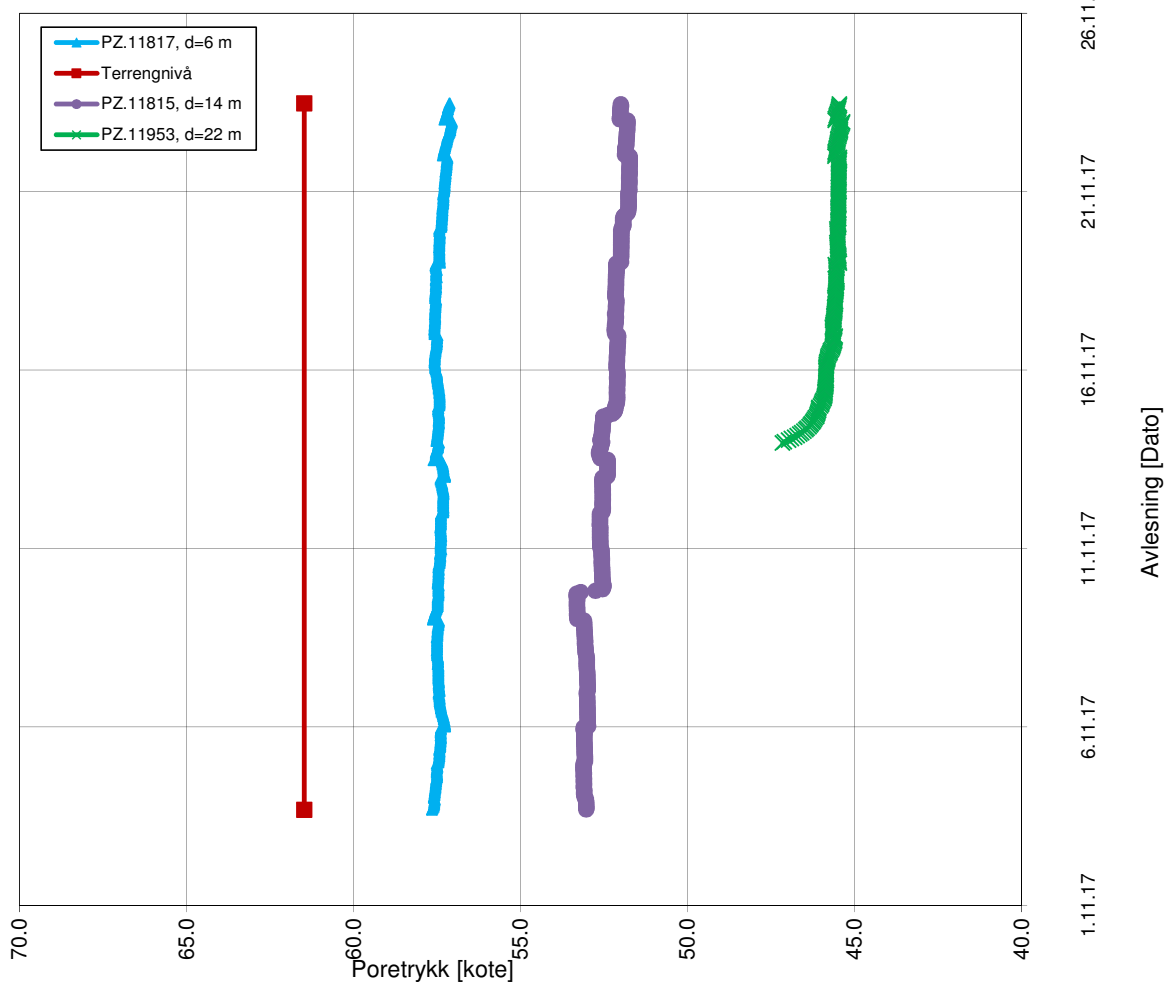
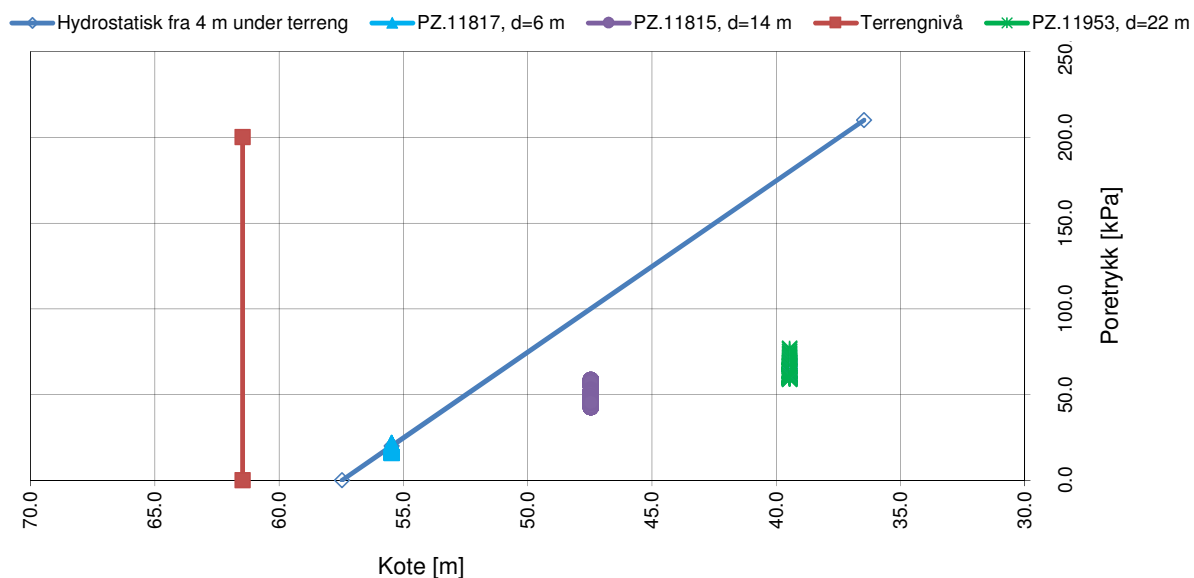


Densitet ρ (g/cm³): **1.90**
 Vanninnhold w (%): **38.00**
 Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **104.37**

NVE			Tegningens filnavn:
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2			10200526-RIG-TEG-401-h661-3, d7,45m
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, M og c_v .			
MULTICONSULT AS Sluppenveien 15 7037 Trondheim Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	
	09.01.2018	7.45	661-3
	Forsøksnr.:	Tegnet av:	Kontrollert:
2	vt/mash	GURT	ANG
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10200526	RIG-TEG-661-401.1	CRS	24.06.2016

VØLØGG C

Poretrykksmålinger



PORETRYKKSMÅLING

Elektriske poretrykksmålere, BP. 661-3

NVE

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag

Konstr./Tegnet

JKM

Kontrollert

GURT

Dato

01.12.17

Godkjent

ANG

Multi
consult

MULTICONSULT NORGE AS

Sluppenvegen, 15
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Oppdragsnr.

10200526

Tegn.nr.

RIG-TEG-661-350

Rev.

00

VØLØGG D

**Oversikt over soner og kritiske snitt –
all informasjon samlet**

Sone	Navn	Faregrad (ny)	Løsne-område	Erosjonskategori fra NVEs rapporter (2003/2004)	Erosjonskategori befaring (2017)	Topografi	Grunnforhold	Aktuell skredtype	Utløpsområde	Løsneområde skadekonsekvens				Utløpsområde skadekonsekvens				Befart 2017	Grunnundersøkelser 2017	Stabilitetsberegninger anbefales	Laveste sikkerhetsfaktor	Stabilitetsberegning m/tiltak anbefales	Kommentar
										Bolig-enheter	Næringsbygg	Annen bebyggelse	Infrastruktur	Bolig-enheter	Næringsbygg	Annen bebyggelse	Infrastruktur						
661	Smågård	Høy	1	Noe	Noe erosjon	30 m ravine	Antatt sprøbruddmateriale ca. 4 m under terreng. Berg er påvist rundt 7 m under terreng øverst i kritisk snitt.	Rotasjonsskred uten retrogressiv utvikling. Problem knyttet til utløpsone	Først kanalisert og deretter åpent terreng.	0	0	0	0	3	2	2	E14 og private veier	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Potensielt løsneområdet avgrenses av berg, og dermed vil ikke et utløpsområde nå bebyggelse eller viktig infrastruktur.
661	Smågård	Høy	2	Aktiv	Noe erosjon	30 m ravine	Antatt sprøbruddmateriale fra ca. 10 m til ca. 45 m under terreng i bp. NGI-95. Det er påvist kvikkleire i bp. 661-3 fra 14 m under terreng.	Initialskred med bakovergripende skredutvikling	Først kanalisert og deretter åpent terreng.	1	0	0	Privatveg	0	0	0	0	Ja	Ja	Ja	Fc=1,0	Ja	Bolig på topp av bratt skråning. Dårlige grunnforhold. Stabilitetsberegning uten tiltak viser lav sikkerhet og det er utført stab.ber. m/tiltak.
661	Smågård	Høy	3	-	-	35 m skråning	Antatt sprøbruddmateriale ca. 4 m under terreng i bp. 661-1, og ca. 10 m i bp. 661-9.	Rotasjonsskred uten retrogressiv utvikling	Åpent terreng.	0	0	0	0	0	0	0	0	Nei	Ja	Nei	-	Nei	Kritiske snitt tatt med etter ønske fra NVE. Utløpsproblematikk
661	Smågård	Høy	4	-	-	45 m skråning	Antatt sprøbrudd fra ca. 6 m under terreng til ca. 35 m i bp. 661-6 midt i kritisk snitt. Sonderingene i topp og bunn indikerer mulig sprøbruddmateriale fra ca. 4/6 til 8 m under terreng.	Retrogressivt	Åpent terreng.	0	0	0	0	1	0	0	0	Nei	Ja	Nei	-	Nei	Kritiske snitt tatt med etter ønske fra NVE. Utløpsproblematikk
661	Smågård	Høy	5	-	-	35 m skråning	Det er påvist kvikkleire i bp. 661-3 fra 14 m under terreng.	Retrogressivt	Åpent terreng.	1	0	0	Privatveg	2	0	0	0	Nei	Ja	Ja	Fc=1,0	Nei	Kritiske snitt tatt med etter ønske fra NVE. Stabilitetsberegninger viser at skråningen har dårlig stabilitet både i udrenert og drenert tilstand. Både bolig på toppen av skråning og boliger samt E14 er utsatt, og det må vurderes om det burde utføres tiltak. Alternative tiltak er avlastning/utslaking av skråning eller oppfylling i bunn.
661	Smågård	Høy	6	-	-	45 m skråning	Antatt sprøbruddmateriale fra ca. 10 m til ca. 45 m under terreng i bp. NGI-95. Det er påvist kvikkleire i bp. 661-3 fra 14 m under terreng.	Initialskred med bakovergripende skredutvikling	Åpent terreng.	1	0	0	Privatveg	0	0	0	0	Nei	Ja	Nei	-	Nei	Kritiske snitt tatt med etter ønske fra NVE. Bolig på topp av bratt skråning og utløpsproblematikk.

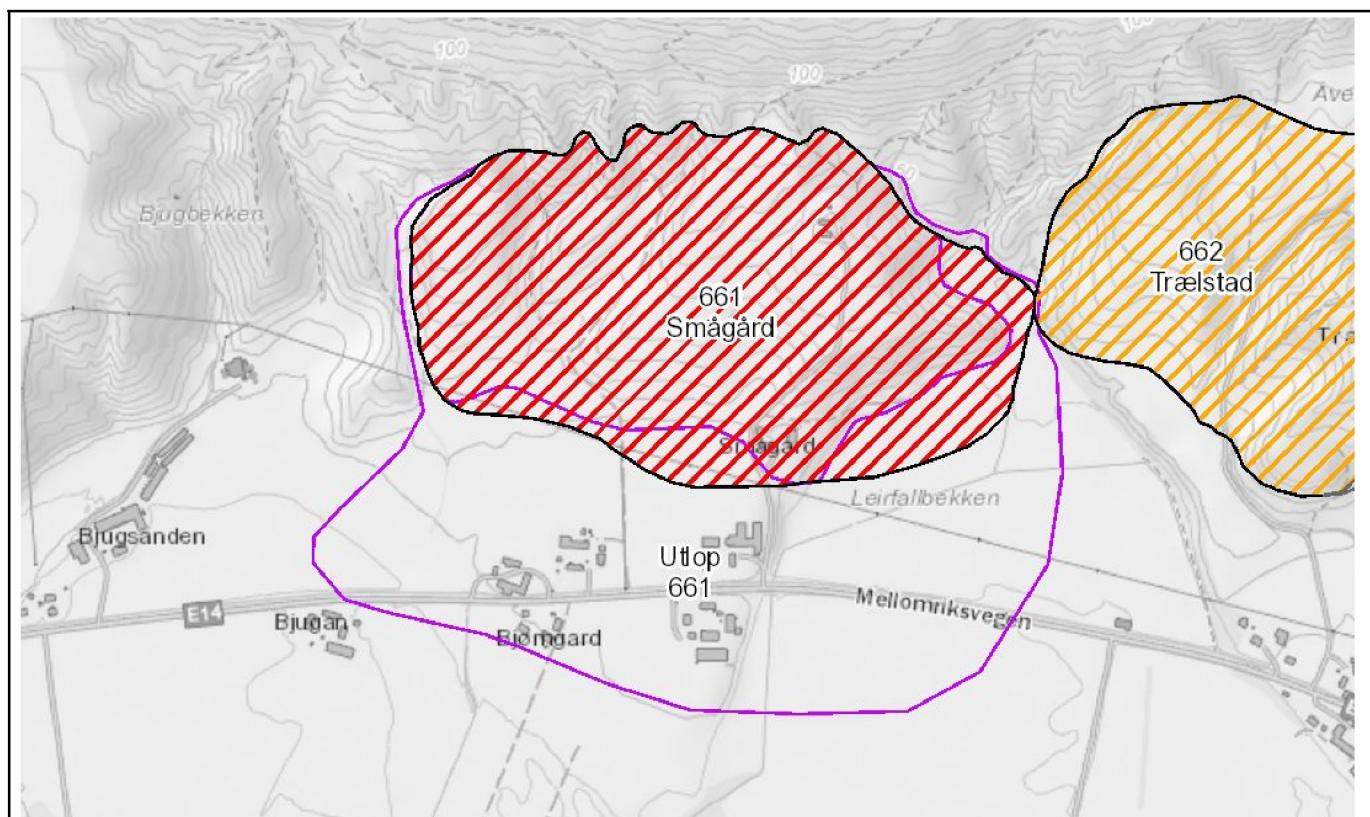
* Vurdering av skredtype er basert på topografi og evt. likende områder i nærheten med utførte grunnundersøkelser

VØLØG E

Faktaark
(hentet fra NVEs innmeldingsløsning)

Kvikkleiresone 661: Smågård - Kommune: Stjørdal

Faregradklasse	Høy
Konsekvensklasse	Alvorlig
Risikoklasse	4
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Opprettet	13.2.2004
Sist oppdatert	6.12.2018
Sist oppdatert av	MULTICONSULT NORGE AS



Bemerkninger

Sonen Smågård ble opprettet som en kvikkleiresone gjennom den nasjonale kartleggingen av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. I forbindelse med NVEs prosjekt Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag er det utført ny befaring og supplerende grunnundersøkelser i 2017 samt stabilitetsberegninger og vurdering av utløpsområde. Supplerende grunnundersøkelser bestod i 13 dreietrykkssonderinger og 1 totalsondering samt CPTU, prøveserier og poretrykksmåling. Stabilitetsberegningene viser lav sikkerhet for skråningen både ned mot bekken i vest og generelt lav stabilitet i skråningen mot sør. Løsneområdet er vurdert etter L/H-metoden omtalt i NIFS rapport nr. 14/16. På grunn av

Bemerkninger

topografiske og geologiske forhold (berg i dagen nord for sonen) begrenses løснеområdet. Utløpsområdet for sonen er beregnet med bakgrunn i kriteriene i NIFS rapport nr. 14/16.

Referanser

NGI-rapport 82033-1, datert 1. juli 1988. NGI-rap

Multiconsult 10200526-RIG-RAP-001, rev00 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag – Utløpsområde 2 – Stjørdal datert 8.3.2018

Multiconsult 418771-RIG-RAP-001, rev01 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Delleveranse 1: Innledende vurderinger Stjørdal datert 31.10.2017

Multiconsult 418771-RIG-RAP-004, rev02 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Stjørdal – Delleveranse 3 datert 18.6.2018

Multiconsult 418771-RIG-RAP-006.3, rev00 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Delleveranse 4, Stjørdal kommune - Smågård datert 2.10.2018

Fareberegning

Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Flere store skredgroper i området.	Høy	3	1	3
Skråningshøyde i meter	Skråningshøyde 35m.	>30	3	2	6
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Basert på ødometer og CPTU utført i bp. 661-3 og 661-7 tolkes OCR=1,5-2,0.	1,5-2,0	1	2	2
Poretrykk	Poretrykksmålinger utført i bp. 661-3 indikerer poreundertrykk. Antar variasjon i sonen og hydrostatisk lenger ned i skråningen.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Sonderinger NGI-95 og 661-3 indikerer kvikkleiremektighet på rundt 35 m.	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	Det er registrert sensitivitet >100 i bp. 661-3.	>100	3	1	3
Erosjon	Noe/aktiv erosjon.	Aktiv/glidn.	3	3	9
Inngrep	Bekkelukking i vestre del av sonen.	Liten forbedring	-1	3	-3
Total poengsum					26
Prosent av maks					50.98
Sist oppdatert	9.8.2004				

Konsekvensberegning

Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
--------	-------------	------------	-------	------	-------

Konsekvensberegning					
Boligenheter	1 bolighus og 1 gårdsbruk i løsneområde, samt 4 gårdsbruk og 2 bolighus i utløpsområdet.	Spredt > 5	2	4	8
Næringsbygg	Ingen.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	E14 ligger innenfor utløpsområdet, ÅDT hentet fra SVVs vegkart.	1001-5000	2	2	4
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Skredmasser kan demme Stjørdalselva.	Alvorlig	3	2	6
Total poengsum					19
Prosent av maks					42.22
Sist oppdatert	31.3.2004				