
RAPPORT

Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag

OPPDRAAGSGIVER

Norges vassdrags- og energidirektoratet (NVE)

EMNE

Delleveranse 4, Steinkjer kommune

DATO / REVISJON: 6. desember 2018 / 02

DOKUMENTKODE: 418771-RIG-RAP-007



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-007
EMNE	Delleveranse 4, Steinkjer kommune	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	OPPDRAAGSLEDER	Guro Torpe
KONTAKTPERSON	Ingrid Havnen	UTARBEIDET AV	Alberto Montafia/Guro Torpe
KOMMUNE	Steinkjer	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Foreliggende rapport omfatter delleveranse 4 av kvikkleiresoneutredning «light». Rapporten presenterer beregningsgrunnlaget og resultatet av stabilitetsberegninger for aktuelle soner i Steinkjer kommune.


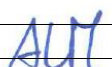

Beregningsgrunnlaget omfatter tolkning av spenningshistorie og aktiv skjærstyrke. Det er deretter utført stabilitetsberegninger for nevnte soner i både udrenert og drenert analyse.

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 utredninger på aktuelle soner.

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

Nummer	Sone	Snitt nr.
1421	Nord-Fosnes	2
1424	Kvamseng	2
1495	Tolstad	5

Sikringstiltak er beskrevet i grove trekk for de enkelte sonene. Det er i tillegg utført vurderinger av løsne- og utløpsområdene med bakgrunn i L/H-metoden omtalt i NIFS rapport nr. 14/16.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
					
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 tilbakemelding fra uavhengig kontroll	Alberto Montafia	Guro Torpe	Anders Gylland
00	02.10.2018	Rapport utarbeidet	Guro Torpe	Alberto Montafia	Arne Vik

INNHOLDSFORTEGNELSE

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	1415 Tørring	16
7	1421 Nord-Fosnes	17
7.1	Beregningsprofiler	17
7.2	Beregningsgrunnlag	17
7.3	Stabilitetsberegninger for dagens tilstand	17
7.4	Stabilitetsberegninger med tiltak	18
7.5	Anbefalte tiltak	18
7.6	Vurdering av løsne- og utløpsområde samt konsekvensklasse	18
7.7	Faregrad etter sikringstiltak	19
8	1424 Kvamseng	20
8.1	Beregningsprofiler	20
8.2	Beregningsgrunnlag	20
8.3	Stabilitetsberegninger for dagens tilstand	21
8.4	Stabilitetsberegninger med tiltak	21
8.5	Anbefalte tiltak	22
8.6	Vurdering av løsne- og utløpsområde samt konsekvensklasse	22
8.7	Faregrad etter sikringstiltak	22
9	1452 Kokkås	22
10	1464 Bruåsen	22
11	1495 Tolstad	23
11.1	Beregningsprofiler	23
11.2	Beregningsgrunnlag	23
11.3	Stabilitetsberegninger for dagens tilstand	24
11.4	Stabilitetsberegninger med tiltak	24
11.5	Anbefalte tiltak	25

11.6	Vurdering av løsn- og utløpsområde samt konsekvensklasse.....	25
11.7	Faregrad etter sikringstiltak.....	25
12	Oppsummering.....	26
13	Referanser.....	27

TEGNINGER

418771-RIG-TEG -000.2

Oversiktskart

-1421-002,rev02	Situasjonsplan sone 1421
-1421-300	Kritisk snitt 2 med tolket lagdeling
-1421-600.3	CPTU-tolkning bp. 1421-4, prekonsolideringsspenning p'c
-1421-600.4	CPTU-tolkning bp. 1421-4, OCR
-1421-600.5,rev1	CPTU-tolkning bp. 1421-4, aktiv skjærstyrke C_{UA}
-1421-601.3	CPTU-tolkning bp. 1421-5, prekonsolideringsspenning p'c
-1421-601.4	CPTU-tolkning bp. 1421-5, OCR
-1421-601.5,rev1	CPTU-tolkning bp. 1421-5, aktiv skjærstyrke C_{UA}
-1421-800.1	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning ADP-analyse
-1421-800.2	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning $a\phi$ -analyse
-1421-900.1	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning med sikringstiltak ADP-analyse
-1424-002,rev02	Situasjonsplan sone 1424
-1424-300	Kritisk snitt 3 med tolket lagdeling
-1424-600.3	CPTU-tolkning bp. 1424-3, prekonsolideringsspenning p'c
-1424-600.4	CPTU-tolkning bp. 1424-3, OCR
-1424-600.5,rev1	CPTU-tolkning bp. 1424-3, aktiv skjærstyrke C_{UA}
-1424-800.1	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning ADP-analyse
-1424-800.2	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning $a\phi$ -analyse
-1424-900.1	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning med sikringstiltak ADP-analyse
-1424-900.2	Kritisk snitt 2, stabilitetsberegning med sikringstiltak $a\phi$ -analyse
-1452-600.3	CPTU-tolkning bp. 1452-1, prekonsolideringsspenning p'c
-1452-600.4	CPTU-tolkning bp. 1452-1, OCR
-1452-600.5	CPTU-tolkning bp. 1452-1, aktiv skjærstyrke C_{UA}
-1464-600.3	CPTU-tolkning bp. 1464-2, prekonsolideringsspenning p'c
-1464-600.4	CPTU-tolkning bp. 1464-2, OCR
-1464-600.5	CPTU-tolkning bp. 1464-2, aktiv skjærstyrke C_{UA}
-1495-002,rev02	Situasjonsplan sone 1495
-1495-300	Kritisk snitt 5 med tolket lagdeling
-1495-600.3	CPTU-tolkning bp. 1495-9, prekonsolideringsspenning p'c
-1495-600.4	CPTU-tolkning bp. 1495-9, OCR
-1495-600.5,rev1	CPTU-tolkning bp. 1495-9, aktiv skjærstyrke C_{UA}
-1495-800.1	Kritisk snitt 5, stabilitetsberegning ADP-analyse
-1495-800.2	Kritisk snitt 5, stabilitetsberegning $a\phi$ -analyse
-1495-900.1	Kritisk snitt 5, stabilitetsberegning med sikringstiltak ADP-analyse

VEDLEGG

Vedlegg A: Rutinedata fra relevante borpunkter

Vedlegg B: Tolkede ødometerforsøk

Vedlegg C: Poretrykksmålinger

Vedlegg D: Oversikt over soner 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 utvalgelse 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 fikk 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 utgjør endelig delleveranse 4 for de 3 sonene i Steinkjer kommune som skal utredes videre. Revisjon 00 inneholder stabilitetsberegninger for dagens situasjon, mens revisjon 01 omfatter beregning og presentasjon av kritiske snitt med sikringstiltak for soner 1421, 1424 og 1495.

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

Tabell 1: Oversikt soner Steinkjer kommune

Nummer	Sone	Videre vurdering	Snitt nr.
1415	Tørring	Utgår (i DL 3)	-
1421	Nord-Fosnes	Anbefales (snitt 2)	2
1424	Kvamseng	Anbefales (snitt 2)	2
1435	Hatlinghus	Utgår (i DL 3)	-
1452	Kokkås	Utgår (i DL 3)	-
1461	Skei Nordre	Utgår (i DL 3)	-
1464	Bruåsen	Utgår (i DL 3)	-
1495	Tolstad	Anbefales (snitt 5)	5
1501	Myr	Utgår (i DL 1)	-
1536	Moaunet	Utgår (i DL 3)	-

Det vises til rapport nr. 418771-RIG-RAP-005, rev01 for delleveranse 3 for Steinkjer kommune (ref. /3/) for vurderingene som ligger til grunn for oversikten vist i Tabell 1. Det vises også til delleveranse 1 rapport nr. 418771-RIG-RAP-002, rev01 og datarapport nr. 10200526-RIG-RAP-002, rev00 for Steinkjer kommune (ref. /5/ og ref. /6/).

2 Beregningsprinsipper

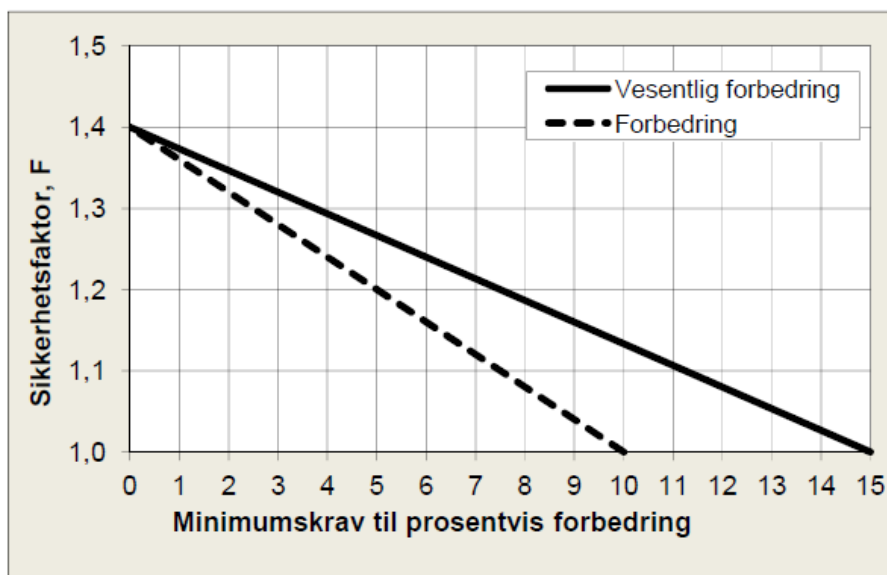
2.1 Generelt

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. 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 3 profiler. Plassering av beregningsprofilene er vist på situasjonsplan for de enkelte sonene.

Profilene er generelt valgt ut fra en helhetlig vurdering av terreng- og grunn- og erosjonsforhold. 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, for de enkelte sonene, 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 kapitlene som omhandler de enkelte sonene. 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-002, 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 (se Tabell 2):

Tabell 2: 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 veiledende verdier for 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 4. 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:

Tabell 3: 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 4, både på poretrykksbasis og basert på spissmotstand.

Tabell 4: 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'_{v0} = 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.

3.3.6 Anisotropiforhold

Tabell 5 oppsummerer anvendte ADP-faktorer i udrenerte materialer (kfr. ref. /8/):

Tabell 5: 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 6:

Tabell 6: 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 akseptabel kvalitet. Det finnes noen enaksiale trykkforsøk som viser bruddtøyning over 7 %, men dette kan delvis forklares med at det er 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 detaljerte informasjon.

Rutinedata fra relevante borpunkter er vist i Vedlegg A.

4.3 Ødometerforsøk

De fleste ødometerforsøk viser overgangen fra normal- til overkonsolidert område. Unntak er ødometerforsøk kjørt i BP 1424-3. I begge forsøk er overgangen mellom normal- og overkonsolidertområdet utydelig. Av den grunn er forsøket fra 6,4 m dybde ikke vist i prekonsolideringsspenningsprofilen.

Prekonsolidering fra laboratorieforsøk samsvarer ofte godt med prekonsolidering tolket fra CPTU.

Tolkede ødometerforsøk er samlet i Vedlegg B.

5 Faregradsvurdering

5.1 Vurdering av ny faregrad og konsekvensklasse

I delleveranse 3 (ref. /3/) ble alle de aktuelle sonene faregradsevaluert. 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 vurderinger er beskrevet under de aktuelle sonene samt lagt til i vedlegg D (samlet informasjon om sonene presentert i denne rapporten) og i faktaark for sonene som er presentert i vedlegg E. En oppsummering av tidligere og ny klassifisering av de vurderte sonene i Steinkjer kommune er presentert i Tabell 7.

Tabell 7: Oversikt over vurderte soner i Steinkjer kommune med tidligere og ny faregrad, konsekvens- og risikoklasse, samt erosjonsscore/-kategori fra tidligere befaringsrapporter (2004/2006) og ny befaringsrapport (2017).

Sonenummer	Sonenavn	Faregrad tidligere	Faregrad ny	Konsekvens tidligere	Konsekvens ny	Risiko-klasse tidligere	Risiko-klasse ny	Erosjonsscore 2004/2006	Erosjonsscore 2017
1421	Nord-Fosnes	Middels	Middels	2 - Alvorlig	2 - Alvorlig	3	3	1 - Litt	1 - Litt
1424	Kvamseng	Middels	Middels	1 – Mindre alvorlig	1 – Mindre alvorlig	2	2	1 - Litt	2 - Noe
1495	Tolstad	Middels	Lav	2 - Alvorlig	2 - Alvorlig	3	3	2 - Noe	3 - Aktiv

5.2 Løsne- og utløpsområder

Lengden på sonenes løsneområdet ble vurdert ved hjelp av metoden beskrevet i NIFS rapport nr. 14/2016 ref. /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 de aktuelle sonene.

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 med kriteriene vist i Figur 2.

Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:
$$\text{Utløpsdistanse (Lu)} = 3 * \text{Løsnedistanse (L)}$$
Ved retrogressive skred i åpent terreng:
$$\text{Utløpsdistanse (Lu)} = 1,5 * \text{Løsnedistanse (L)}$$
Ved flakskred eller rotasjonsskred, i alle typer terreng:
$$\text{Utløpsdistanse (Lu)} = 0,5 * \text{Løsnedistanse (L)}$$

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

Utløpsområdene er presentert på situasjonsplanene og faktaarket for de ulike sonene.

5.3 Faregrad etter sikringstiltak

Det er utført en vurdering av faregrad etter tiltak for de ulike sonene. Der de beregnede kritiske snittene er representative for hele sonen eller anbefalt sikringstiltak er dekkende for sonen er dette beskrevet under de enkelte sonene. Der de kritiske snittene ikke er representative for hele sonen må det gjøres en vurdering av andre potensielle kritiske snitt, og det vil ikke være relevant å se på endringen av faregrad etter anbefalt sikringstiltak.

6 1415 Tørring

Det ble bestemt i delleveranse 3 (ref. /3/) at sone 1415 Tørring ikke skal utredes videre.

Det er ikke utført CPTU i denne sonen, ingen tegninger fra sone Tørring er inkludert i foreliggende rapport.

7 1421 Nord-Fosnes

Situasjonsplan over sone 1421 Nord-Fosnes er vist på tegning 418771-RIG-TEG-1421-002, rev03. En samlet oversikt over nøkkelinformasjon for de ulike aktuelle sonene og kritiske snitt er presentert i Vedlegg D.

7.1 Beregningsprofiler

Kritisk snitt 2:

Total høydeforskjell er ca. 25 m. Supplerende grunnundersøkelsene at løsmassene består av et leirlag med mektighet over 25 m. Det er påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale i de øverste 10 m i BP 1421-5 ved skråningstoppen og i en prøve på ca. 5 m dybde i BP 1421-4 ved skråningens fot. En betydelig andel av laget med sprøbruddmateriale ligger over 1:15-linjen. Poretrykksforhold i dette profilet er målt i to dybder i BP 1421-5, og det er målt et betydelig poreovertrykk.

7.2 Beregningsgrunnlag

Spenningshistorie

Tolket prekonsolideringsspenning og OCR ved borpunkt 1421-4 og 1421-5 er vist på tegninger RIG-TEG-1421-600.3, -600.4, -601.3 og -601.4.

Tolkede ødometerforsøk fra borpunkt 1421-5 er vist i Vedlegg B.

Beregningsparametere

Designlinje for aktiv skjærstyrke ved borpunkt 1421-4 og 1421-5 er vist på tegninger RIG-TEG-1421-600.5, rev01 og -601.5, rev01.

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

Poretrykksforhold

Poretrykksfordelingen målt i BP 1421-5 legges til grunn for beregningene. Det antas generelt at poreovertrykket karakteriserer hele profilet. Det er lagt inn en egenvekt for vann på 12 kPa for å modellere poreovertrykket.

7.3 Stabilitetsberegninger for dagens tilstand

Utførte stabilitetsberegninger og resultater er presentert i Tabell 8.

Tabell 8: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflate for kritisk snitt 1421-2

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glideflate
-1421-800.1	Kritisk snitt 2	ADP (udrenert)	1,16/1,25*
-1421-800.2	Kritisk snitt 2	aφ (drenert)	1,83

*sammensatt glideflate

Generelt tilsier beregningene at skråningen ned mot bekken ikke har tilfredsstillende stabilitet i udrenert tilstand.

Udrenert analyse (ADP) gir en sikkerhetsfaktor $F_C=1,16$. Kritisk glideflate er relativt dyp og går gjennom laget av sprøbruddmateriale i den øvre delen av skråningen, men hoveddelen av glideflaten går gjennom leirelaget. En sammensatt glideflate som hovedsakelig går gjennom laget av sprøbruddmateriale viser en sikkerhetsfaktor på 1,25.

Drenert analyse ($a\phi$) gir en sikkerhetsfaktor på $F_{a\phi}=1,83$. Den kritiske glideflaten er relativt dyp og går gjennom laget med sprøbruddmateriale i den øvre delen av skråningen.

7.4 Stabilitetsberegninger med tiltak

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

I kritisk snitt 2 er det registrert *noe* erosjon og beregnet $F_C < 1,20$ (ADP). 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.

Resultat av utførte stabilitetsberegninger med sikringstiltak, samt beskrivelse av nødvendig tiltak for snitt 2, er presentert i Tabell 9 og på tegning nr. -1421-900.1. Det er kun utført beregning i udrenert tilstand ettersom den drenerte stabiliteten i dette snittet er mer enn tilfredsstillende.

Tabell 9: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflate for kritisk snitt 1421-2

Teg. nr.	Beregning/ Analyse	Sikkerhetsfaktor, F_{for} (se Tabell 8)	Anbefalt forbedring (krav)	Med sikringstiltak: Sikkerhetsfaktor F_{etter} for kritisk glideflate			Beskrivelse nødv. tiltak for å oppnå krav
				Motfylling ¹	Avlast. ²	Komb. ³	
-1421-900.1	Kritisk snitt 2 / ADP (udrenert)	1,16	5% forbedring eller min. 1,5 m oppfylling	1,22	-	-	¹ 1,5 m oppfylling ² - ³ -

7.5 Anbefalte tiltak

For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i udrenert tilstand i kritisk snitt 2 må det legges ut en motfylling på 1,5 m tykkelse i bunn av ravinedalen som går gjennom faresonen. Denne motfyllingen vil også fungere som erosjonssikring av elva. Fyllingen som etableres der hvor terrenget i dag ikke er brukt som dyrka mark, skal bestå av kvalitetsmasser for å fungere som erosjonssikring. En vesentlig andel av motfyllingen etableres imidlertid på et areal som i skrivende stund består av dyrka mark: Her er det behov for å heve terrenget med ca. 60-70 cm i forhold til dagens nivå, i en bredde på ca. 17 m. Denne delen av fyllingen behøver ikke bestå av kvalitetsmasser og her bør det i stedet benyttes masser som er egnet til reetablering av dyrket mark på terrengoverflaten.

Adkomst til bekkedalen kan etableres fra sør, rett nord for huset. Delen av fyllingen hvor bekken skal renne i fremtiden må etableres med sprengstein av tilstrekkelig størrelse, og overflate som hindrer vannet fra å forsvinne i fyllmassene.

For utstrekning og omfang av sikringstiltaket se profiltegning nr. -1421-900.1 og på situasjonsplan nr. -1421-002, rev03.

7.6 Vurdering av løsne- og utløpsområde samt konsekvensklasse

Det er gjort vurdering av løsne- og utløpsområde for sone 1421 Nord-Fosnes basert på foreliggende grunnlag, stabilitetsberegninger og geoteknisk vurdering.

Det er ikke aktuelt å revidere løsneområdes avgrensning etter L/H betraktning, ettersom sone 1421 Nord-Fosnes er avgrenset av topografiske og geologiske forhold (berg i dagen i nordvest). Det foreligger heller ikke grunnlaget for å revidere løsneområdet avgrensning i øvrige deler av faresonen.

Utløpsområdets størrelse må da vurderes ut fra dagens løsneområdet, iht. kriteriene i kapittel 5.2. Skred i denne faresonen har utløp i Hjellbotnen.

Det er ikke behov for å revidere sonens konsekvensklasse i forhold til dagens status.

7.7 Faregrad etter sikringstiltak

Anbefalt sikringstiltak for sone 1421 Nord-Fosnes er vist langs bekken midt i sonen. Etter sikringstiltak vurderes det at sone 1421 Nord-Fosnes vil ha faregrad «middels» (18), med bakgrunn i endring av erosjonsforhold fra «litt» til «ingen» og «litt» forbedring. For å oppnå «lav» faregrad må det utføres sikringstiltak som øker forbedringen av sonen til «noe» forbedring.

8 1424 Kvamseng

Situasjonsplan over sone 1424 Kvamseng er vist på tegning 418771-RIG-TEG-1424-002, rev03. En samlet oversikt over nøkkelinformasjon for de ulike aktuelle sonene og kritiske snitt er presentert i Vedlegg D.

8.1 Beregningsprofiler

Kritisk snitt 2:

Total høydeforskjell er ca. 20 m inkludert terrengstigningen i platået. Det kan på sonderingen i borpunkt 1424-3 se ut som at det er mulig kvikkleire/ sprøbruddmateriale fra 9-10 m under terreng. Dette svakere laget vises også i NGIs sondering 29A fra 11-12 m under terreng. Prøveserien i borpunkt 1424-3 viser imidlertid at det ikke er sprøbruddmateriale. Skred i dette området vil trolig ikke ha retrogressiv bruddutvikling, men et rotasjonsskred vil kunne ramme to bolighus og en låve med mulig museumsdrift. Det er litt erosjon i dette profilet, og det er omtrent 20 m fra bekken til skråningsbunn. Bekken vil kunne erodere direkte i skråningsbunn ved flom. Dette er det mest kritiske profilet med tanke på bratthet og bebyggelse, selv om det ikke er registrert sprøbruddmateriale. Poretrykksforhold er ikke målt i dette profilet.

8.2 Beregningsgrunnlag

Spenningshistorie

Tolket prekonsolideringsspenning og OCR ved borpunkt 1424-3 er vist på tegninger RIG-TEG-1421-600.3 og -600.4.

Tolkede ødometerforsøk fra borpunkt 1424-3 er vist i Vedlegg B. Ødometerforsøket fra ca. dybde 6,5 er ikke vist i tegning 1424-600.3. Forsøket vurderes å være påvirket av prøveforstyrrelse.

Beregningsparametere

Designlinje for aktiv skjærstyrke ved borpunkt 1424-3 er vist på tegning RIG-TEG-1424-600.5, rev01.

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

Poretrykksforhold

Det generelle prinsippet presentert i kapittel 3.4.2 legges til grunn for beregningen.

8.3 Stabilitetsberegninger for dagens tilstand

Utførte stabilitetsberegninger og resultater er presentert i Tabell 10.

Tabell 10: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflate for kritisk snitt 1424-2

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glideflate
-1424-800.1	Kritisk snitt 2	ADP (udrenert)	1,06
-1424-800.2	Kritisk snitt 2	aφ (drenert)	1,11

Generelt tilsier beregningene at skråningen ned mot bekken har dårlig stabilitet i både udrenert og drenert tilstand.

Udrenert analyse (ADP) gir en sikkerhetsfaktor $F_c=1,06$. Kritisk glideflate er sirkulær, går relativt dypt og går gjennom bebyggelse.

Drenert analyse (aφ) gir en sikkerhetsfaktor på $F_{aφ}=1,11$. Den kritiske glideflaten er grunn og tangerer bebyggelsen/gårdstunet.

8.4 Stabilitetsberegninger med tiltak

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

Som tidligere beskrevet i delleveranse 3 (ref. /3/) er dette kritiske snittet valgt på bakgrunn av beliggenheten av bebyggelse og den bratte skråningen ned mot elva ved bebyggelsen. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale, men ved flom vil elva kunne erodere direkte i skråningsbunn og et evt. rotasjonsskred vil kunne ramme boliger. Beregningene viser at sikkerheten mot et slikt skred er lav og det anbefales vurdering av erosjonssikring av elva.

I kritisk snitt 2 er det registrert *litt* erosjon og beregnet $F_c < 1,20$ (ADP) og $F_{aφ} < 1,25$ (aφ). Dette medfører at det skal gjøres en vurdering av potensiale for at noe skal kunne skje og eventuelt beskrive mulige tiltak. Det anses som hensiktsmessig at eventuelle sikringstiltak skal gi 5% forbedring av beregningsmessig sikkerhetsfaktor på kritisk glideflate, eller bestå av minimum 1,5 m oppfylling.

Resultat av utførte stabilitetsberegninger med sikringstiltak, samt beskrivelse av nødvendig tiltak for snitt 2, er presentert i Tabell 11 og på tegninger nr. -1424-900.1 og -1424-900.2.

Tabell 11: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflate for kritisk snitt 1424-2

Teg. nr.	Beregning/Analyse	Sikkerhetsfaktor, $F_{før}$ (se Tabell 10)	Anbefalt forbedring (krav)	Med sikringstiltak: Sikkerhetsfaktor F_{etter} for kritisk glideflate			Beskrivelse nødv. tiltak for å oppnå krav
				Motfylling ¹	Avlast. ²	Komb. ³	
-1424-900.1	Kritisk snitt 2 / ADP (udrenert)	1,06	5% forbedring eller min. 1,5 m oppfylling	1,12	-	-	¹ 1,75 m oppfylling ² - ³ -
-1424-900.2	Kritisk snitt 2 / aφ (drenert)	1,11	5% forbedring eller min. 1,5 m oppfylling	1,18	-	-	

8.5 Anbefalte tiltak

For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i udrenert tilstand i kritisk sitt 2 må det legges ut en motfylling på 1,75 m tykkelse ved skråningsfoten. Denne motfyllingen vil også fungere som erosjonssikring i en flomsituasjon. Fyllingen skal bestå av kvalitetsmasser av egnet størrelse.

Adkomst til tiltaket kan etableres fra sør, via en anleggsvei som går gjennom åkeren. Tiltakets formål er erosjonssikring, og det må derfor benyttes stein av tilstrekkelig størrelse.

Fyllingsfoten etableres 13-15 m fra Utvikelva. Fyllingsfronten etableres derfra med en helning på 1:2 opp til kote +34,0.

For utstrekning og omfang av sikringstiltaket se profiltegning nr. -1424-900.1. og 1424-900.2 samt på situasjonsplan nr. 1424-002, rev03.

8.6 Vurdering av løsne- og utløpsområde samt konsekvensklasse

Det er ikke aktuelt å anvende L/H betraktningen for å revidere løsneområdes avgrensning, ettersom søndre del av sone 1424 Kvamseng er avgrenset av topografiske og geologiske forhold. Selv om det ikke er påvist sprøbruddmateriale i beregningsprofilen er det ikke aktuelt å revidere faresonens avgrensning uten supplerende grunnundersøkelser og utredninger. Det foreligger heller ikke grunnlaget for å revidere løsneområdets avgrensning i nordre del av faresonen.

Utløpsområdets størrelse må da vurderes ut fra dagens løsneområdet, iht. kriteriene i kapittel 5.2. Skred i denne faresonen har utløp i ravinedalen hvor Utvikelva renner og berører verken bebyggelse eller infrastruktur.

Det er ikke behov for å revidere sonens konsekvensklasse i forhold til dagens status.

8.7 Faregrad etter sikringstiltak

Anbefalt sikringstiltak for sone 1424 Kvamseng er begrenset til området rundt kritisk snitt 2. Det vurderes at faregraden ikke endres etter sikringstiltak. For å oppnå redusert faregrad, «lav», må det utføres erosjonssikring i yttersvingene hvor Utvikelva eroderer.

9 1452 Kokkås

Det ble bestemt i delleveranse 3 at sone 1452 Kokkås ikke skal utredes videre.

CPTU utført i denne sonen er uansett tolket og inkludert i foreliggende rapport, se tegninger RIG-TEG-1452-600.3 til 600.5.

10 1464 Bruåsen

Det ble bestemt i delleveranse 3 at sone 1464 Bruåsen ikke skal utredes videre.

CPTU utført i denne sonen er uansett tolket og inkludert i foreliggende rapport, se tegninger RIG-TEG-1464-600.3 til 600.5.

11 1495 Tolstad

Situasjonsplan over sone 1495 Tolstad er vist på tegning 418771-RIG-TEG-1495-002, rev03. En samlet oversikt over nøkkelinformasjon for de ulike aktuelle sonene og kritiske snitt er presentert i Vedlegg D.

11.1 Beregningsprofiler

Kritisk snitt 5:

Total høydeforskjell er ca. 20 m inkludert terrengstigningen i platået. Utførte sonderinger indikerer sprøbruddmateriale i BP 1495-1 fra 7 m under terreng, og i BP 1495-9 fra ca. 9-10 m under terreng. BP 1495-9 er utført rett ved siden av eksisterende bebyggelse. Laget med sprøbruddmateriale antas å ligge rett over 1:15-linjen i hele profilet. Poretrykksforhold er målt i ved BP 1495-9, og målingene viser et sterkt poreundertrykk.

11.2 Beregningsgrunnlag

Spenningshistorie

Tolket tidligere terrengnivå er vist i opptegnede profiler, teninger RIG-TEG-1495-300.

Tolket prekonsolideringsspenning og OCR ved borpunkt 1495-9 er vist på tegninger RIG-TEG-1495-600.3 og -600.4.

Tolkede ødometerforsøk fra borpunkt 1495-9 er vist i Vedlegg B.

Beregningsparametere

Designlinje for aktiv skjærstyrke ved borpunkt 1495-9 er vist på tegning RIG-TEG-1495-600.5, rev01. Fra ca. dybde 15 m vurderes aktiv skjærstyrke begynne å nærme seg NC-linja.

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

Poretrykksforhold

Poretrykksfordelingen målt i BP 1495-9 legges til grunn for beregningene. Det er målt et sterkt poreundertrykk i toppen av skråningen som antas å avta og bli til hydrostatisk ved skråningsfoten (dvs. ved elva).

11.3 Stabilitetsberegninger for dagens tilstand

Utførte stabilitetsberegninger og resultater er presentert i Tabell 12.

Tabell 12: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflate for kritisk snitt 1495-5

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glideflate
-1495-800.1	Kritisk snitt 5	ADP (udrenert)	1,10/1,38*
-1495-800.2	Kritisk snitt 5	aφ (drenert)	2,12/2,21*

*sammensatt glideflate

Generelt tilsier beregningene at skråningen ned mot bekken har dårlig stabilitet i udrenert tilstand.

Udrenert analyse (ADP) gir en sikkerhetsfaktor $F_c=1,10$. Kritisk glideflate er dyp og går gjennom laget av sprøbruddmateriale og berører bebyggelsen. En sammensatt glideflate som hovedsakelig går gjennom laget av sprøbruddmateriale viser en sikkerhetsfaktor på 1,38.

Drenert analyse (aφ) gir en sikkerhetsfaktor på $F_{aφ}=2,12$. Den kritiske glideflaten er relativt grunn og begrenses til den nedre delen av skråningen. En sammensatt glideflate som går opp mot bebyggelse viser en sikkerhetsfaktor på 2,21.

11.4 Stabilitetsberegninger med tiltak

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

I kritisk snitt 5 er det registrert noe erosjon og beregnet $F_c < 1,20$ (ADP). Sikringstiltak skal da gi 5% forbedring av beregningsmessig sikkerhetsfaktor på kritisk glideflate, eller bestå av minimum 1,5 m oppfylling. Tiltak som terengavlastning eller utslaking av skråning kan også vurderes. På grunn av beliggenhet av bebyggelse og infrastruktur er avlastning/utslaking av skråning imidlertid ikke aktuelt.

Resultat av utførte stabilitetsberegninger med sikringstiltak, samt beskrivelse av nødvendig tiltak for snitt 2, er presentert i Tabell 13 og på tegninger nr. -1495-900.1. Det er kun utført beregning i udrenert tilstand ettersom den drenerte stabiliteten i dette snittet er mer enn tilfredsstillende.

Tabell 13: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflate for kritisk snitt 1495-5

Teg. nr.	Beregning/ Analyse	Sikkerhetsfaktor, $F_{før}$ (se Tabell 12)	Anbefalt forbedring (krav)	Med sikringstiltak:			Beskrivelse nødv. tiltak for å oppnå krav
				Sikkerhetsfaktor F_{etter} for kritisk glideflate	Motfylling ¹	Avlast. ²	
-1495-900.1	Kritisk snitt 5 / ADP (udrenert)	1,10	5% forbedring eller min. 1,5 m oppfylling	1,16	-	-	¹ 2,5 m oppfylling ² - ³ -

11.5 Anbefalte tiltak

For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i udrenert tilstand i kritisk sitt 5 må det legges ut en motfylling på opptil 2,5 m tykkelse langs Ognas vestre elvebredd med en bredde på ca. 18 m. Denne motfyllingen vil også fungere som erosjonssikring. Fyllingen skal bestå av kvalitetsmasser av egnet størrelse ettersom Ogna er en relativt stor elv. Adkomst til tiltaket er uproblematisk fra Ogdalsvegen, men anleggsveien blir etablert på dyrka mark. Indre del av motfyllingen kan etableres med masser som tilrettelegger for reetablering av dyrka mark.

Fyllingsfoten etableres ca. 8,5 m inni elva fra dagens elvebredd. Fyllingsfronten etableres derfra med en helning på 1:2 opp til kote +95,0. Fyllingens overflate fortsetter med helning 1:15 inntil den møter dagens terreng ca. 10 m vest for dagens elvebredd.

For utstrekning og omfang av sikringstiltaket se profiltegning nr. -1495-900.1 og situasjonsplan - 1495-002, rev03.

11.6 Vurdering av løсне- og utløpsområde samt konsekvensklasse

Det er mulig å benytte L/H betraktningen for å revidere løснеområdets avgrensning i beregningsprofilen, ettersom søndre del av sone 1495 ikke er avgrenset av topografiske og geologiske forhold. Med bakgrunn i utførte stabilitetsberegninger kan man estimere størrelsen på løснеområdet iht. prosedyren beskrevet i rapport ref. /9/. Med en sluttsum på 14 poeng havner sonen i kategori «Middels L/H» som innebærer at L/H-forholdet kan være opptil 10. I det aktuelle tilfellet vil løснеområdet ved kritisk snitt 5 avgrenses ca. 220 m fra Ogna. Det er da kun bebyggelsen på Tollstadsvegen 270 som ikke lenger ligger innenfor faresonen. Det vurderes at innskrenking av løснеområdet kun basert på denne betraktning ikke ville være gjort på et tilstrekkelig grunnlag. Det foreligger heller ikke grunnlaget for å revidere løснеområdets avgrensning i nordre del av faresonen uten ytterligere grunnundersøkelser og utredninger.

Utløpsområdets størrelse må da vurderes ut fra dagens løснеområdet, iht. kriteriene i kapittel 5.2. Skred i denne faresonen har utløp i Ogna.

Det er ikke behov for å revidere sonens konsekvensklasse i forhold til dagens status.

11.7 Faregrad etter sikringstiltak

Sone 1495 Tolstad har faregrad «lav». Anbefalt sikringstiltak for sonen er begrenset til området rundt kritisk snitt 1 og 5, og det vurderes at faregraden ikke endres etter sikringstiltak.

12 Oppsummering

Iht. kriterier i kap. 2.2 ble det i revisjon 00 av DL4 anbefalt å gå videre med følgende soner i Steinkjer kommune, se Tabell 14:

Tabell 14: Anbefaling av videre vurdering for aktuelle soner i Steinkjer kommune (fra revisjon 00)

Nummer	Sone	Videre vurdering (stabilitetsberegning med sikringstiltak)	Snitt nr.
1421	Nord-Fosnes	Anbefales	2
1424	Kvamseng	Vurderes	2
1495	Tolstad	Anbefales	5

I revisjon 01 av DL4 er det utført stabilitetsberegninger med sikringstiltak for å vurdere nødvendig omfang av tiltak som gir tilfredsstillende sikkerhet mot skred, iht. kriteriene i kap. 5.2. Beregningene og nødvendig omfang av tiltakene er presentert for hver sone.

I tillegg angis i Tabell 15 en oppsummering av tidligere og ny klassifisering av de vurderte sonene i Steinkjer kommune.

Tabell 15: Oversikt over vurderte soner i Steinkjer kommune med tidligere og ny faregrad, konsekvens- og risikoklasse, samt erosjonsscore/-kategori fra tidligere befaringsrapporter (2004/2006) og ny befaringsrapport (2017).

Sonennummer	Sonenavn	Faregrad tidligere	Faregrad ny	Konsekvens tidligere	Konsekvens ny	Risiko-klasse tidligere	Risiko-klasse ny	Erosjonsscore 2004/2006	Erosjonsscore 2017
1421	Nord-Fosnes	Middels	Middels	2 - Alvorlig	2 - Alvorlig	3	3	1 - Litt	1 - Litt
1424	Kvamseng	Middels	Middels	1 – Mindre alvorlig	1 – Mindre alvorlig	2	2	1 - Litt	2 - Noe
1495	Tolstad	Middels	Lav	2 - Alvorlig	2 - Alvorlig	3	3	2 - Noe	3 - Aktiv

Det er utført en vurdering av faregrad etter sikringstiltak for de ulike sonene som er presentert i sone-kapitlene samt oppsummert i Tabell 16.

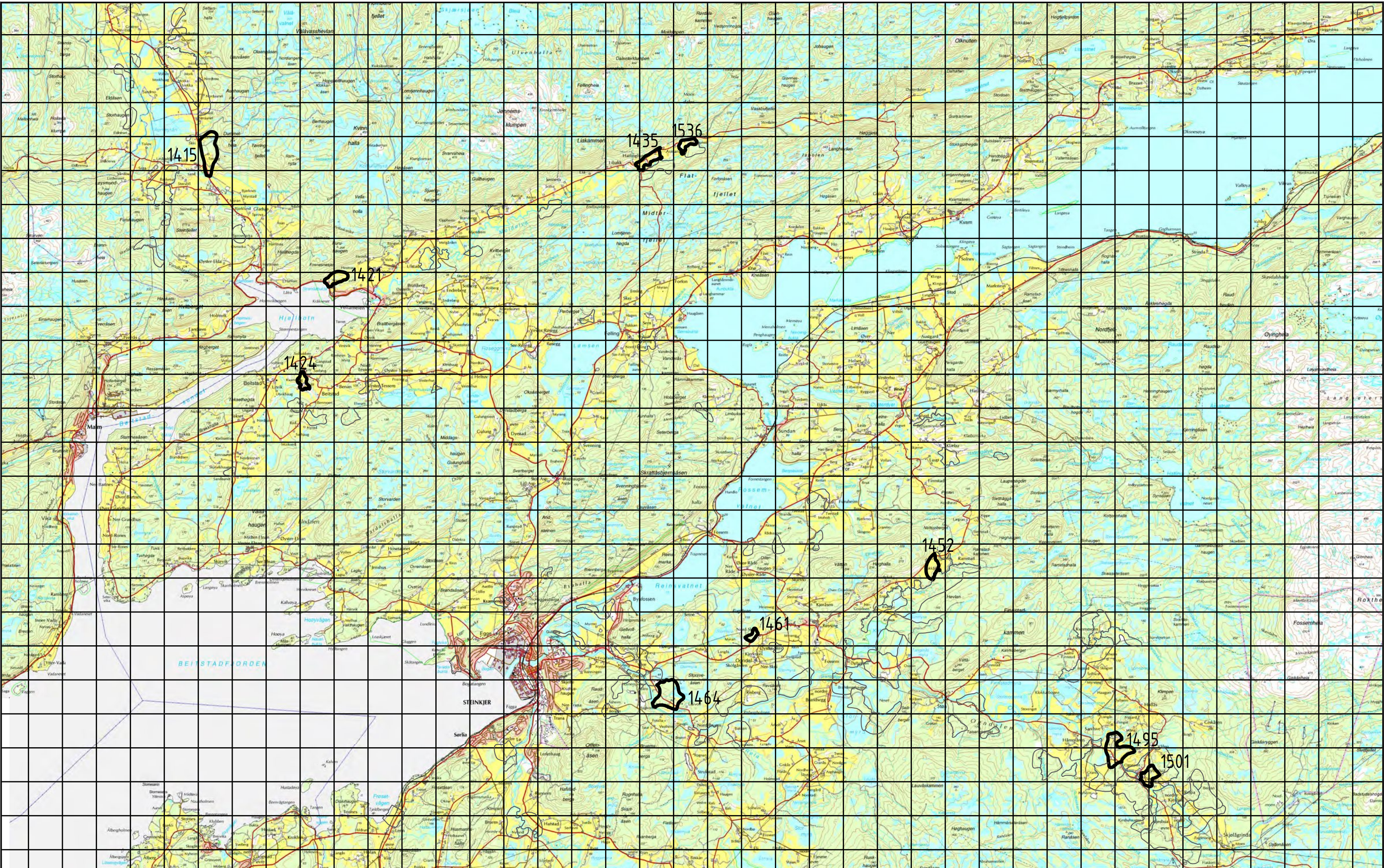
Tabell 16: Faregrad etter sikringstiltak for de ulike sonene

Nummer	Sone	Faregrad etter sikringstiltak (poengsum)
1421	Nord-Fosnes	Middels (18)
1424	Kvamseng	Uendret, middels
1495	Tolstad	Uendret, lav

13 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-005 rev.01 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag. Steinkjer – 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-002 rev.01 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag. Delleveranse 1: Innledende vurderinger Steinkjer» (31. oktober 2017)
- /6/ Multiconsult Norge AS, rapport 10200526-RIG-RAP-002 rev.00 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag – Utlysingsområde 2 – Steinkjer. Datarapport – geotekniske grunnundersøkelser» (februar 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:\0418\418771\418771-04_TEGNINGER\418771-RIG-TEG-000.2_rev00_Oversiktskart-Steinkjer.dwg, - Layout: [A3 skjema] - Plottet av: emb, Dato: 2017.08.03 kl 14:34

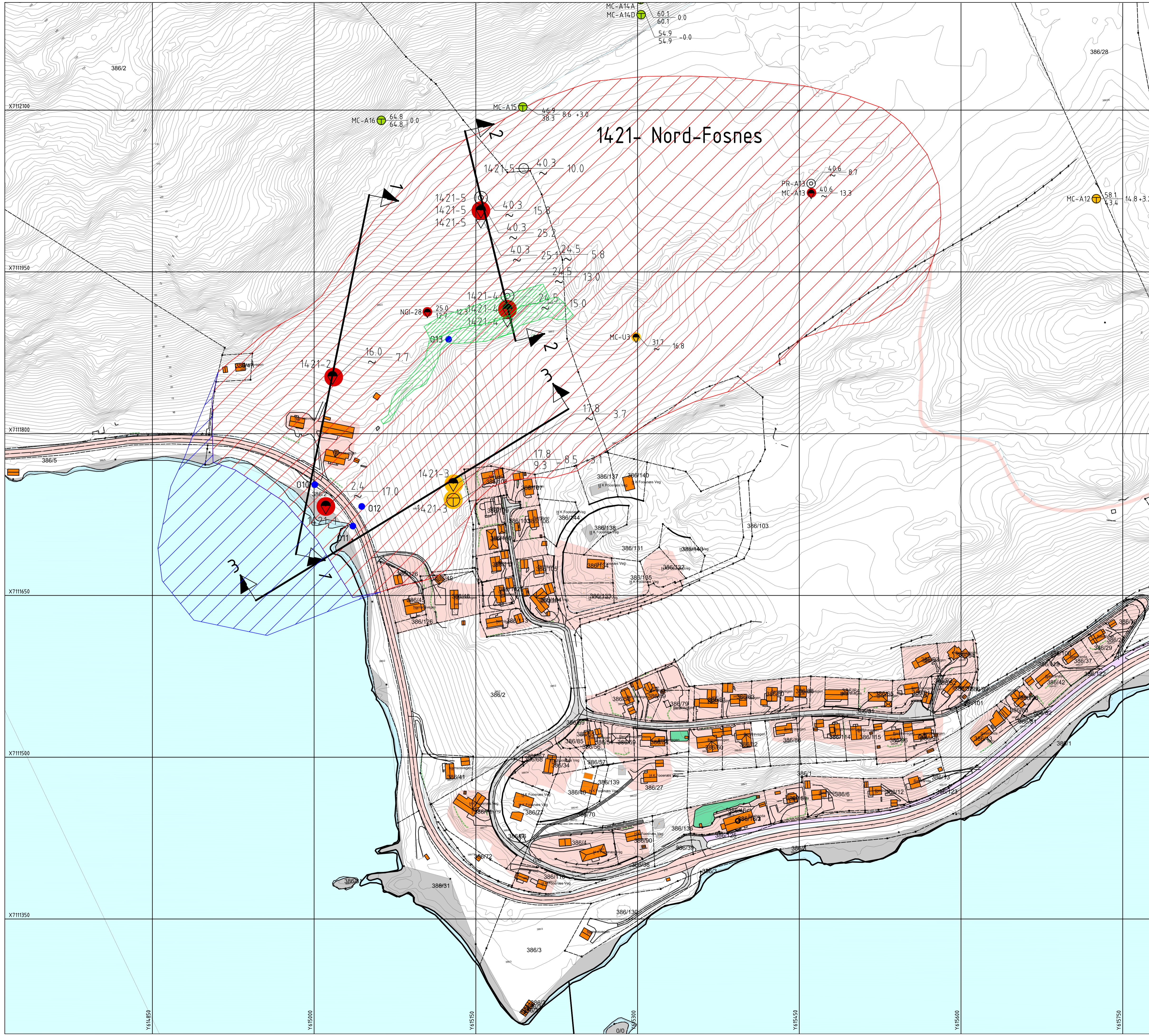


00	Delleveranse 1 og 2	24.08.2017	EMB	GURT	ARV	
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Kvikkleiresoneutredning light Trøndelag
Oversiktskart Steinkjer
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-000.2	Rev.	00		



- TEGNFORKLARING:**
- DREIESONDERING
 - ENKEL SONDERING
 - ▼ RAMSONDERING
 - ▽ TRYKSONDERING
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - ⊙ PRØVEVERIE
 - PRØVEGROP
 - ⬮ DREIETRYKKSONDERING
 - ⊗ SKRULATEFORSØK
 - + VINGEBORING
 - ⊕ PORETRYKTMÅLING
 - ⊗ FJERNEBORING
 - ⊗ FJELLKONTROLLBORING
 - ⊗ BERG I DAGEN
- KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra NVE
 KORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTMANGSPUNKT FOR NIVELLEMET: EPS: ELMAS CPDS
 BORROR NR: Digital
 LAB BOK NR: Digital
- EXEMPEL: TERRENGKOTE/SJØBNUNNOTE
 BP 1: 43.0 28.2 14.8+2.4 — BORET DYBE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

FELTOBSERVASJONER: Se Feltrapport Vedlegg 2 i rapport 418771-RIG-RAP-002 rev 01

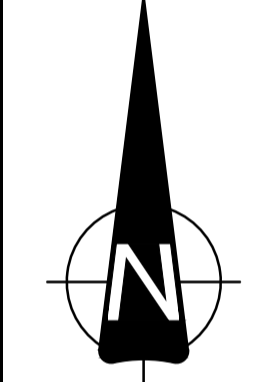
- OBSERVASJON/KOMMENTAR
- ^ BERG I DAGEN
- EROSJONSKANT
- SKREDGROPER (HENTET FRA NGU)

- Opprinnelig kvikkleiresone
- Løseområde 1421 Nord-Fosnes
- Utløpsområde 1421 Nord-Fosnes
- Nabosone
- Utløpsområde 1421 Nord-Fosnes

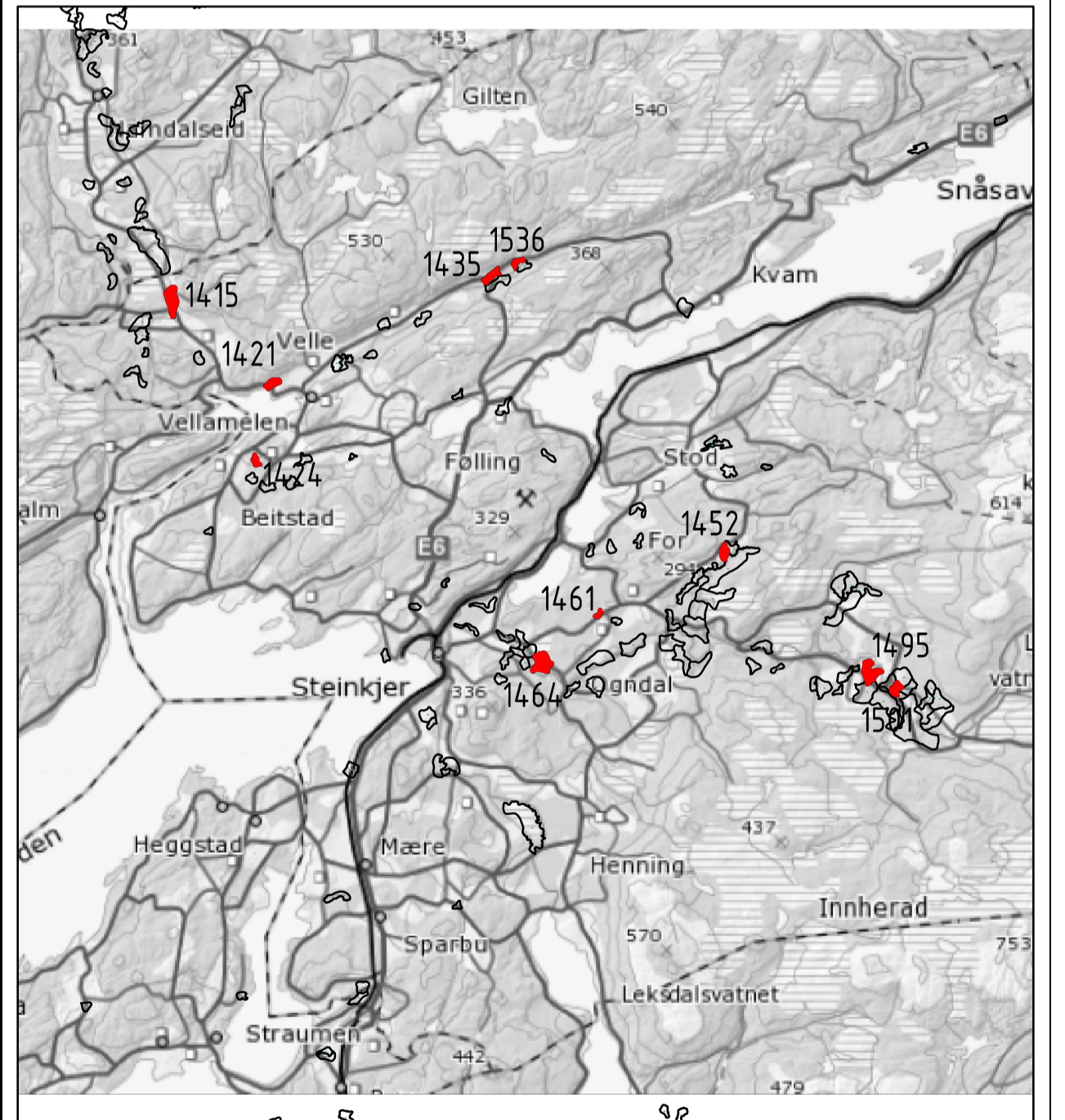
- Anbefalt sikrings tiltak**
 Det anbefales at tilstøtende utbygging er 3 meter fra sonen med mulig kvikkleiresone og vurdering. Tiltak vil utarbeidest for utløpsområdene.
- SANNSYNLIG KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
 - MULIG KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
 - ANTATT IKKE KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
 - IKKE VURDERT

TIDLIGERE BORINGER:
 Tidligere boringer er oppgitt fra scannet kopi og kan ha noe avvik. Tidligere boringer er angitt med indekser foran boringsnavn.

NGU-X 91001-2 "Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred" (1996)
 MC-X Boringer fra Multiconsult, rapport nr. 414928-001-008 (2012) Fv. 17 Kvarving - Spreva



SITUASJONSPLAN RIG-TEG-1421-002 03



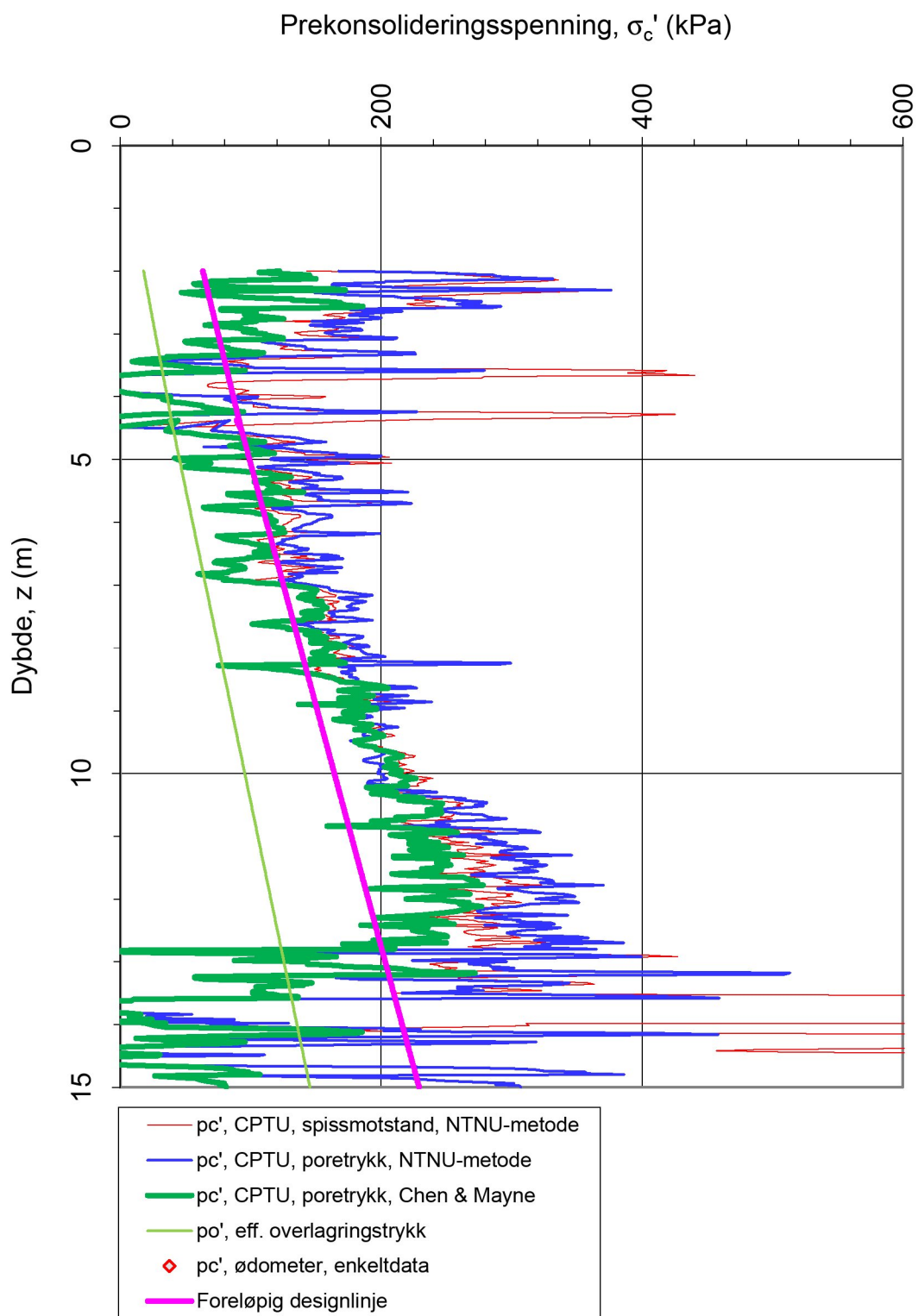
03	Lagt til anbefalt sikrings tiltak	15.11.2018	GURT	ALM	ANG
02	Lagt til utløpsområde	02.10.2018	GURT	ALM	ARV
01	Revidert etter nødvendig kvalitetskontroll NGU og kommentarer NVE	14.06.2018	EMB	ALM	ARV
Rev.	Bestyrer	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

NVE
 Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag
 Steinkjer kommune, sone 1421 Nord-Fosnes
 Situasjonsplan

Formål: A1
 Dato: 04.05.2018

Formål: A1
 A1: 1:1500
 A3: 1:3000

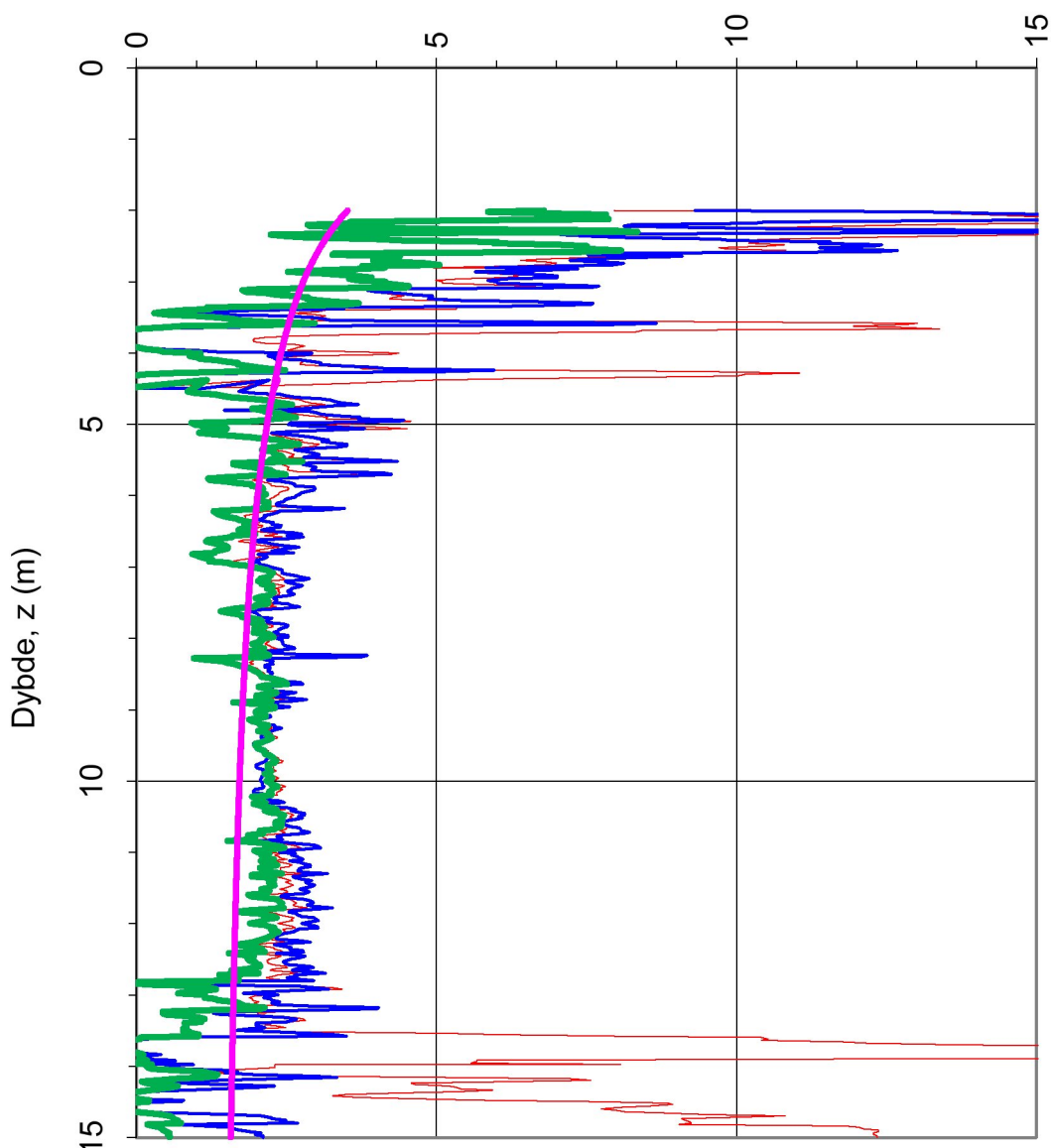
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Rev.
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	EMB	ANG	ARV
	418771	RIG-TEG-1421-002			03



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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1421 Nord- Fosnes		Tegningens filnavn: CPTU 1421-4.xlsx	
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				Multiconsult	
CPTU id.:	4121-4	Sonde:	4446		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1421-600.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

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

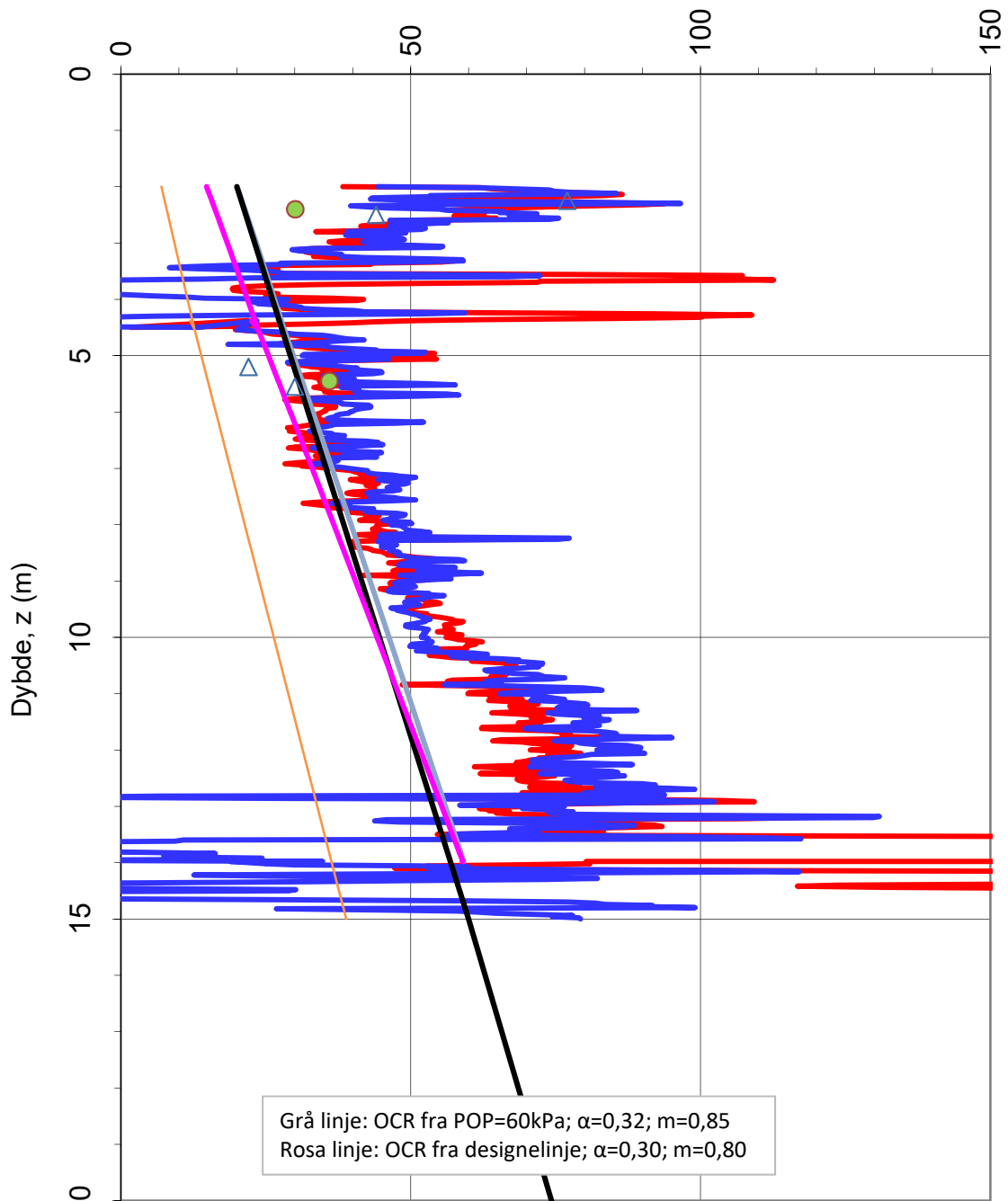


- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkelldata
- Foreløpig designlinje

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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1421 Nord- Fosnes		Tegningens filnavn: CPTU 1421-4.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$				Multiconsult	
CPTU id.:	4121-4	Sonde:	4446		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1421-600.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

Udrenert skjærfasthet, c_{uA} (kN/m²)



- c_{uA} , $N_{kt} = f(B_q)$
- c_{uA} , $N_{Du} = f(B_q)$
- c_{uA} , OCR fra POP
- c_u , N_C , $a(p_o' + a)$
- △ c_{uk} , konus
- c_{ue} , enaks
- c_{uA} , designlinje
- c_{uA} fra OCR design

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

α_c valgt: 0,25

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

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

NVE

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

Oppdrag:

Kvikkleiresoneutredning "light"
Trøndelag, Steinkjer kommune, sone
1421 Nord-Fosnes

Tegningens filnavn:

CPTU 1421-4.xlsx

Multiconsult

CPTU id.:

1421-4

Sonde:

4446

MULTICONSULT AS

Dato:

02.10.2018

Tegnet:

ALM/JOFI

Kontrollert:

ANG

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

418771

Tegning nr.:

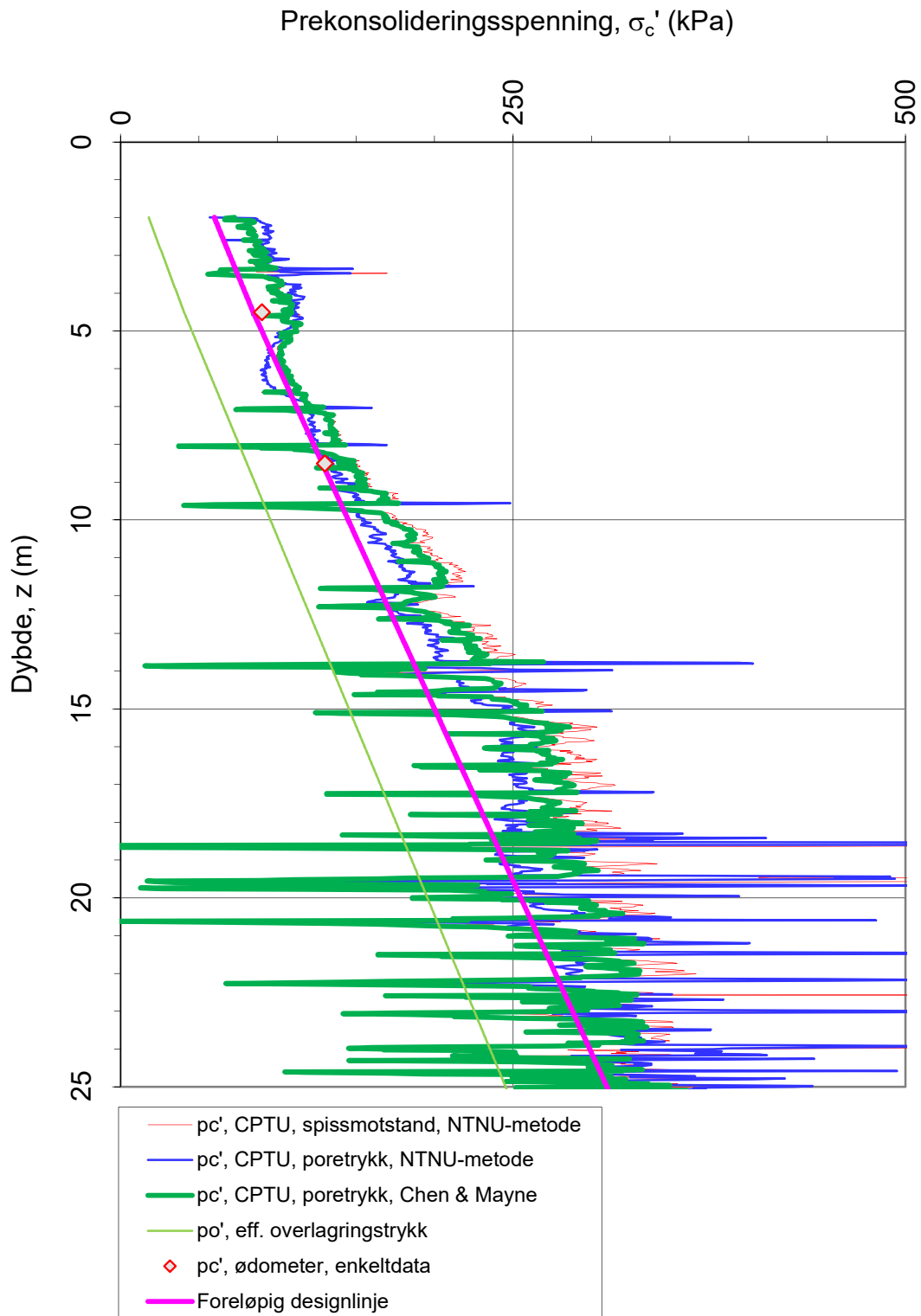
1421-600.5

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

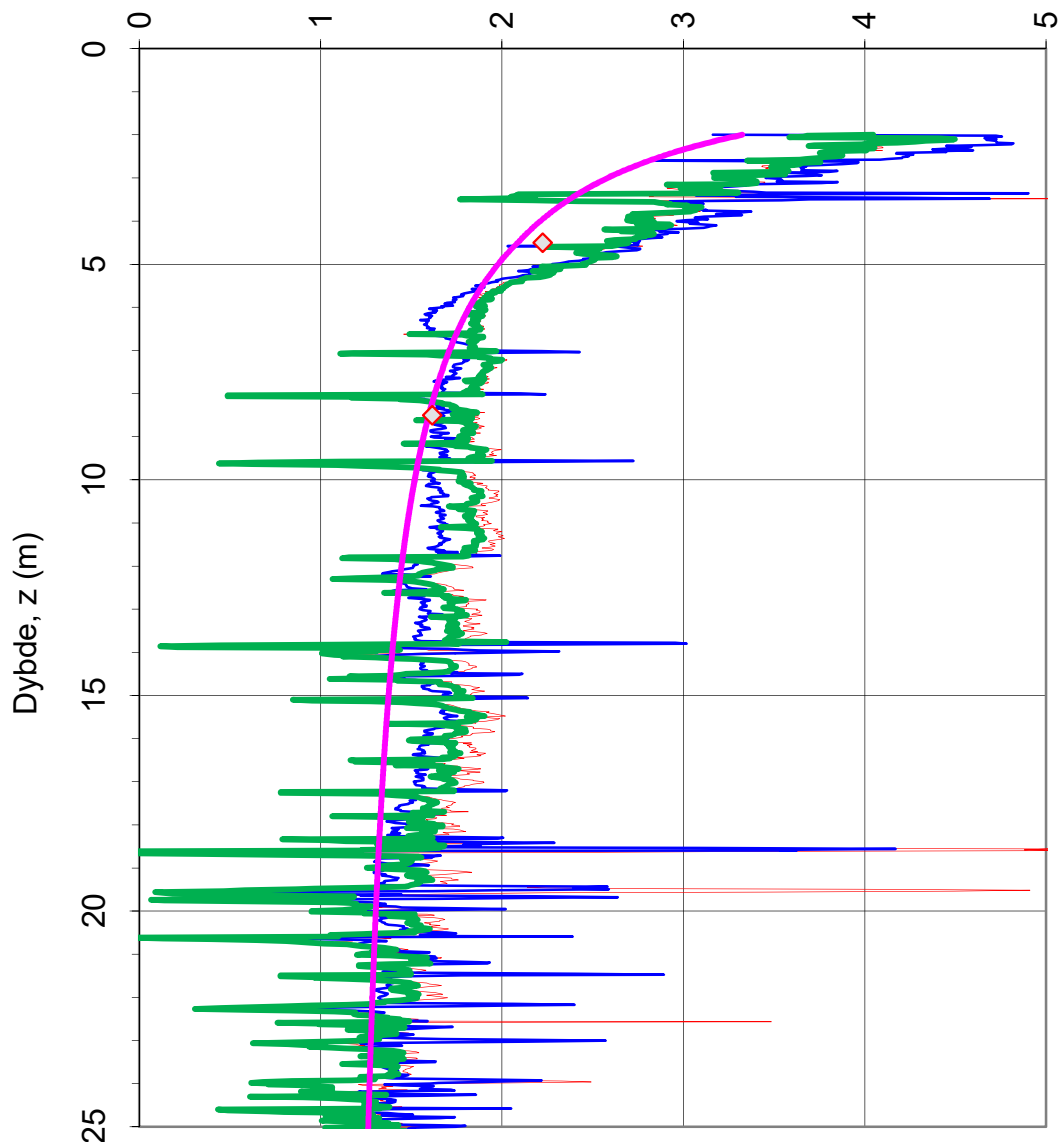
1



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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1421 Nord- Fosnes		Tegningens filnavn: CPTU 1421-5.xlsx	
Prekonsolideringsspenning σ_c' :				Multiconsult	
CPTU id.:	1421-5	Sonde:	4446		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1421-601.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

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

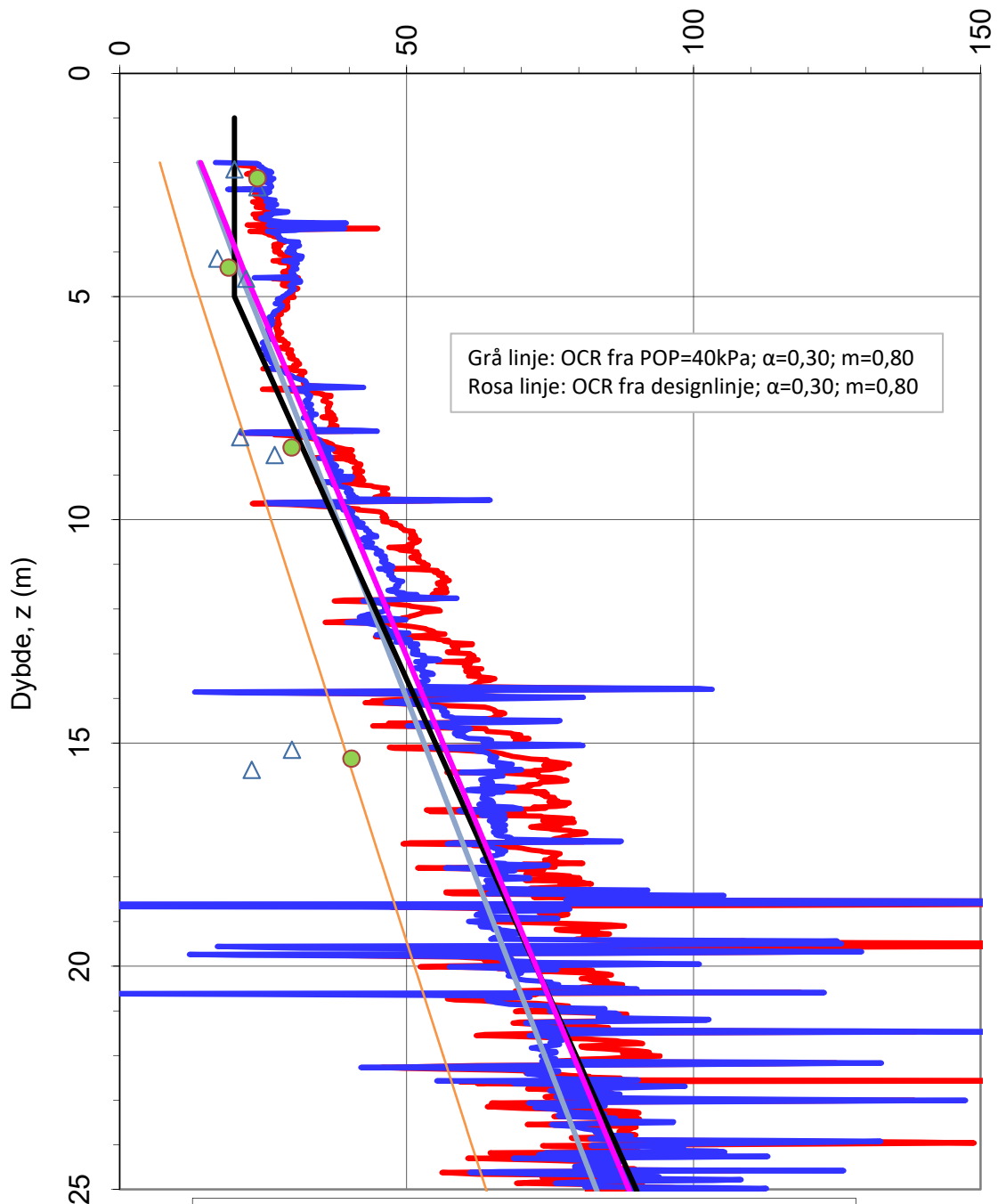


- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkelldata
- Foreløpig designlinje

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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "Ilight" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1421 Nord- Fosnes		Tegningens filnavn: CPTU 1421-5.xlsx
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$				Multiconsult
CPTU id.:	1421-5	Sonde:	4446	
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1421-601.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0

Udrenert skjærfasthet, c_{uA} (kN/m²)



Grå linje: OCR fra POP=40kPa; $\alpha=0,30$; $m=0,80$
 Rosa linje: OCR fra designlinje; $\alpha=0,30$; $m=0,80$

- c_{uA} , $N_{kt} = f(B_q)$
- c_{uA} , $N_{du} = f(B_q)$
- c_{uA} , OCR fra POP
- c_u , NC, $a(p_o' + a)$
- △ c_{uk} , konus
- c_{ue} , enaks
- c_{uA} , designlinje
- c_{uA} fra OCR design

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

α_c valgt: 0,25

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

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

NVE

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

Oppdrag:

Kvikkleiresoneutredning "light"
Trøndelag, Steinkjer kommune,
sonde 1421 Nord-Fosnes

Tegningens filnavn:

CPTU 1421-5.xlsx

Multiconsult

CPTU id.:

1421-5

Sonde:

4446

MULTICONSULT AS

Dato:
02.10.2018

Tegnet:
ALM/JOFI

Kontrollert:
ANG

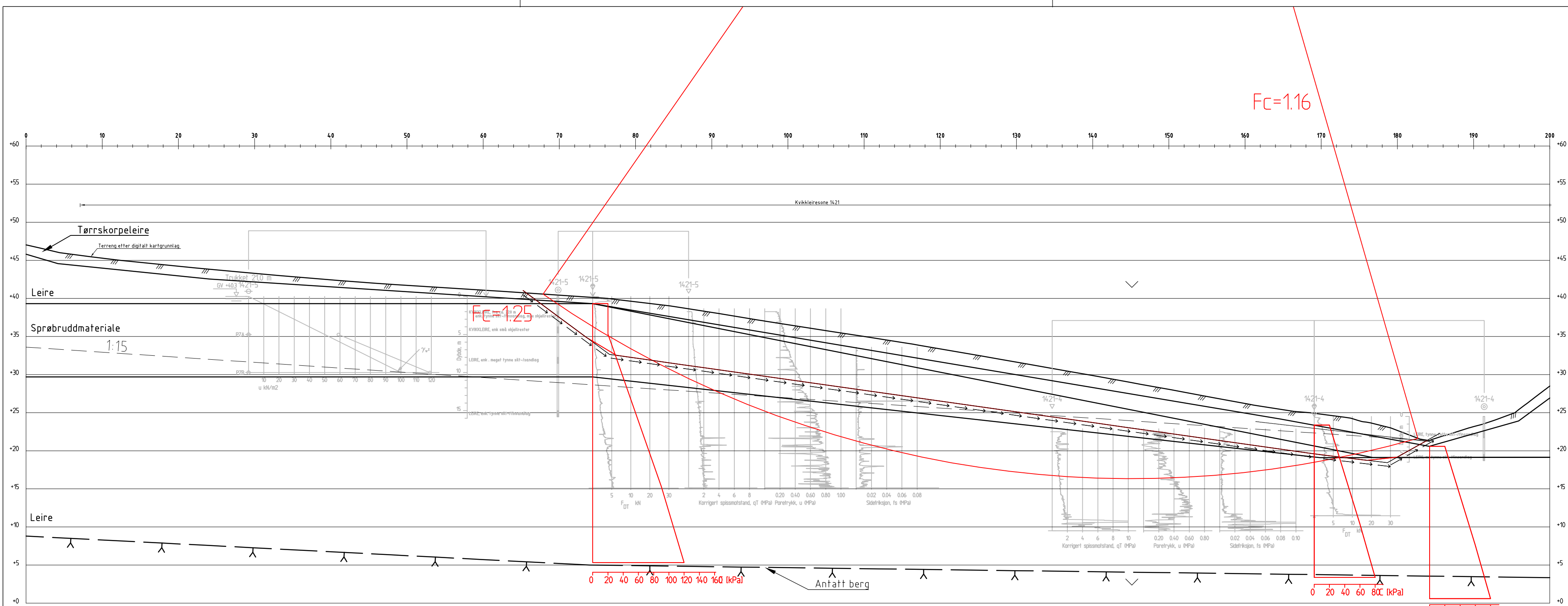
Godkjent:
ARV

Oppdrag nr.:
418771

Tegning nr.:
1421-601.5

Versjon:
09.03.2016

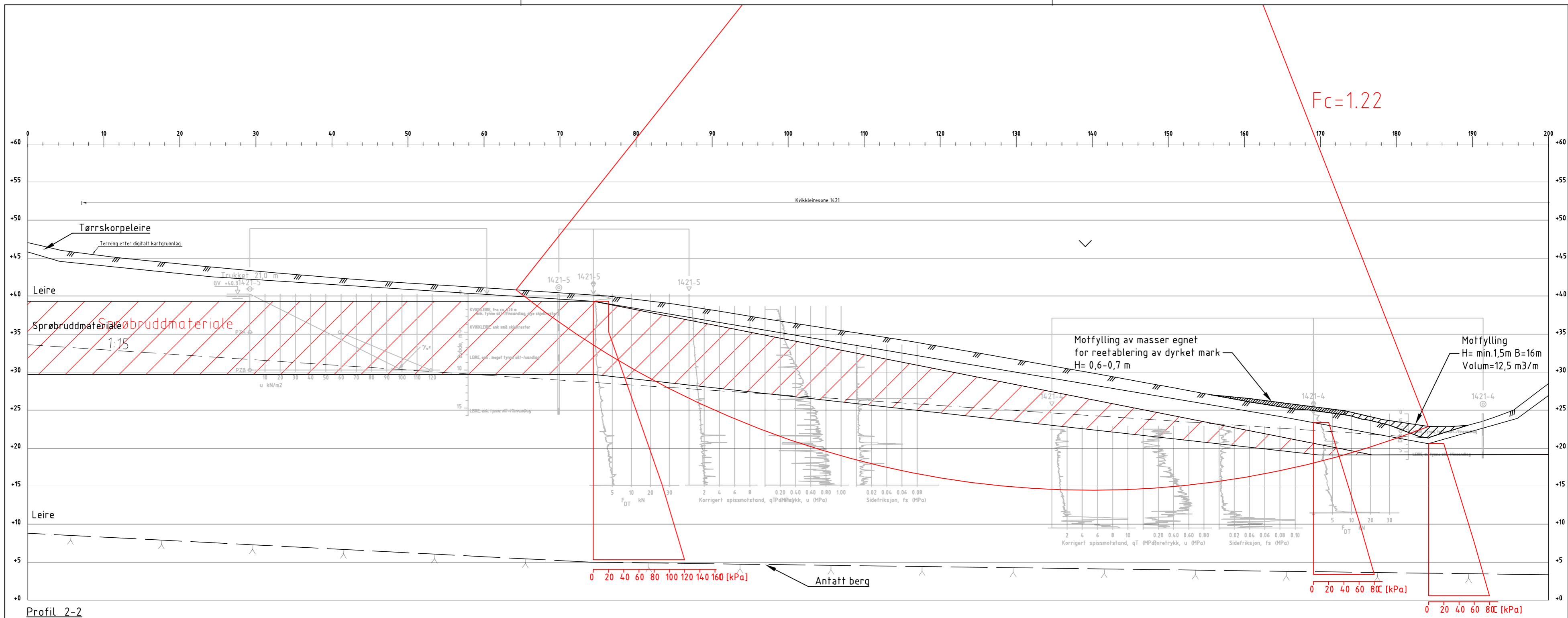
Revisjon:
1



Profil 2-2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	7.00	31.0	0.6				
Leire	20.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	19.00	7.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire	20.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

Rev.		Beskrivelse		Dato		Tegn.		Kontr.		Godkj.	
NVE						Fag		Format			
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag						Geoteknikk		A3L			
						Dato		02.10.2018			
Steinkjer kommune, sone 1421 Nord-Fosnes						Format/Målestokk:		1:400			
Kritisk snitt 2											
Stabilitetsberegninger, ADP-analyse (udrenert)											
Multiconsult				Status		Konstr./Tegnet		Kontrollert		Godkjent	
www.multiconsult.no				Oppdragsnr.		Tegningsnr.		JOFI		ALM	
				418771		RIG-TEG-1421-800.1		ARV		ARV	
										Rev.	
										00	

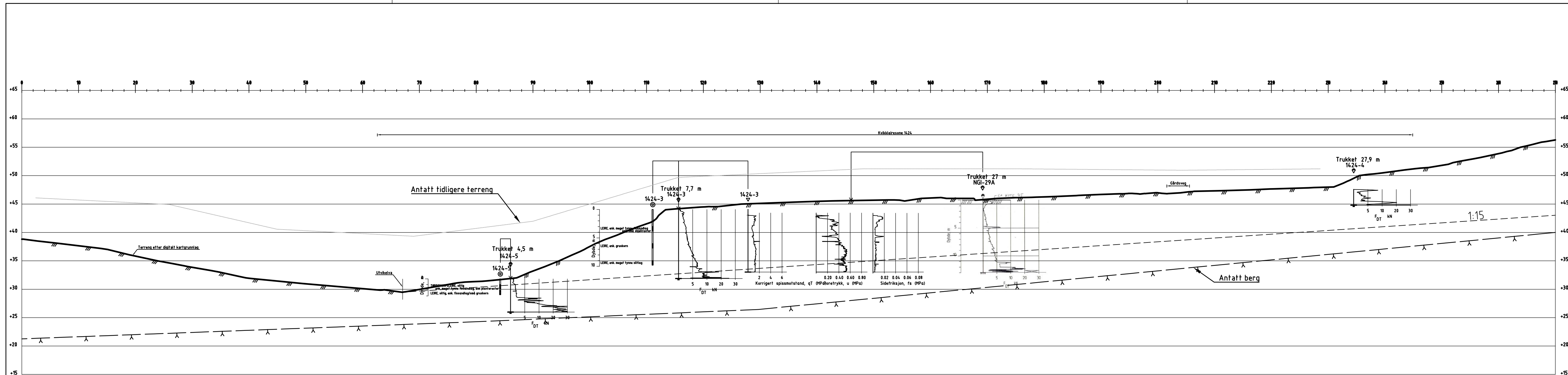


Profil 2-2


Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	FC	GAa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	0.0		
Tørrskorpe	19.00	7.00	31.0	0.6		
Leire	20.00	8.00		C-prof1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	19.00	7.00		C-prof0.85	0.63	0.35
Leire	20.00	8.00		C-prof1.00	0.63	0.35

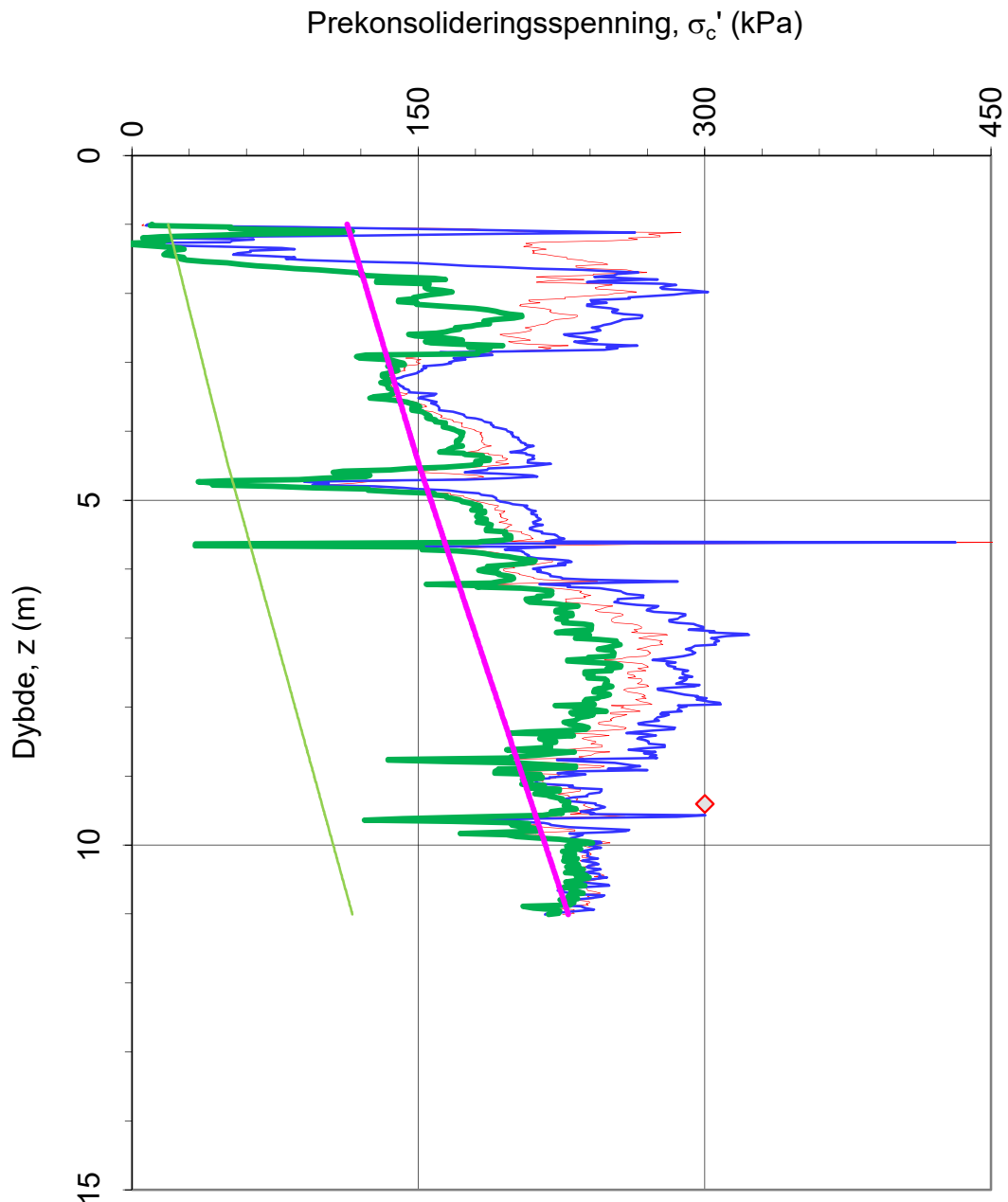
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Steinkjer kommune, sone 1421 Nord-Fosnes		Dato	15.11.2018	
	Kritisk snitt 2		Format/Målestokk:	1:400	
	Stabilitetsberegninger med sikringstiltak, ADP-analyse (udrenert)		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
			Oppdragsnr.	GURT	ALM
			418771	RIG-TEG-1421-900.1	ANG
					Rev.
					00

Multiconsult
www.multiconsult.no



Profil 2-2

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Steinkjer kommune, sone 1424 Kvamseng	Dato			
	Kritisk snitt 2	29.06.2018			
		Format/Målestokk:			
		1:400			
 www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	JOFI	ALM	ANG
		418771	Tegningsnr.		Rev.
			RIG-TEG-1424-300		00

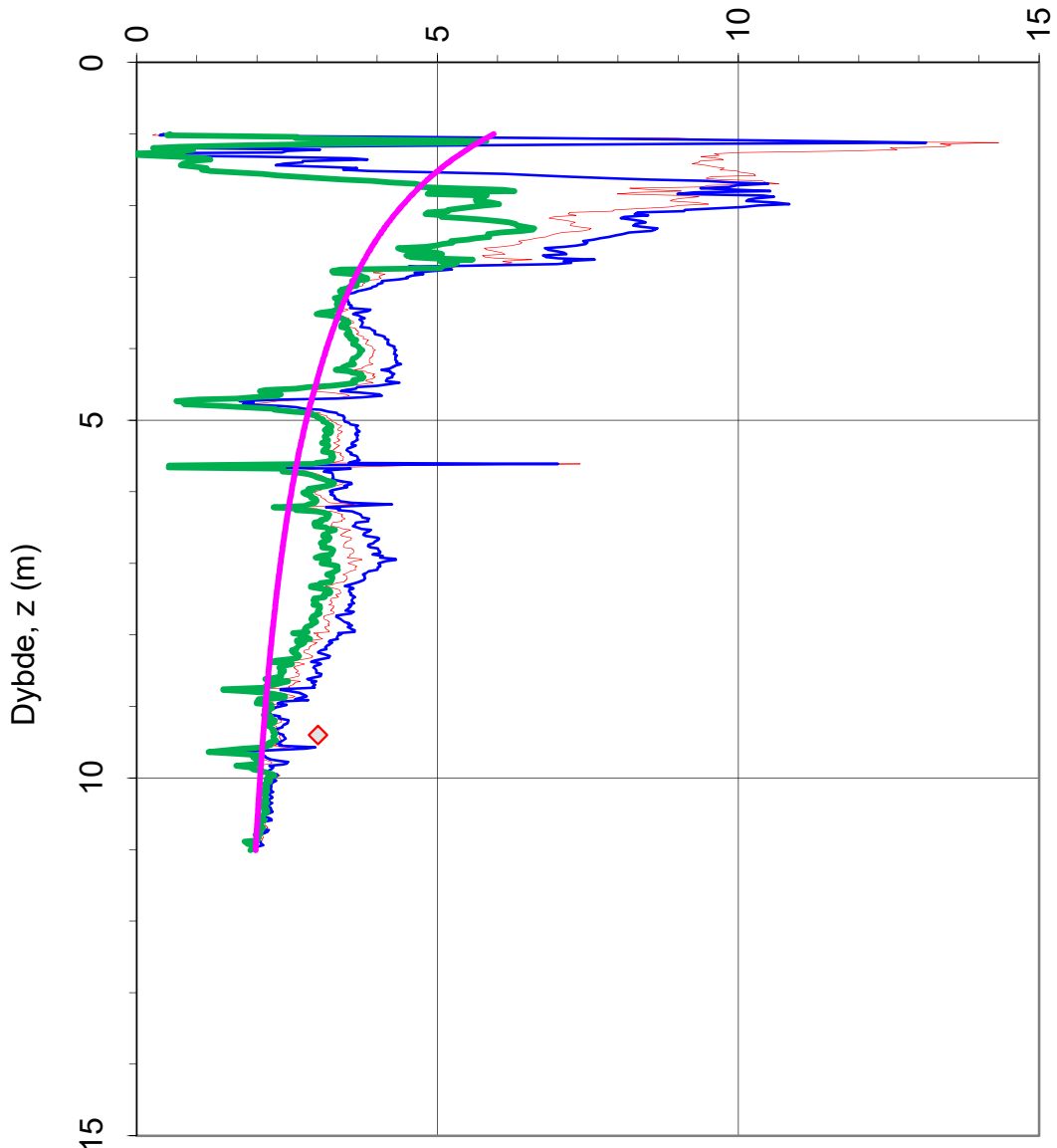


- pc', CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- pc', CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- pc', CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- po', eff. overlagingstrykk
- ◊ pc', ødometer, enkeltdata
- Foreløpig designlinje

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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1424 Kvamseng		Tegningens filnavn: CPTU 1424-3.xlsx	
Prekonsolideringsspenning σ_c' :				Multiconsult	
CPTU id.:	1424-3	Sonde:	4446		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1424-600.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

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

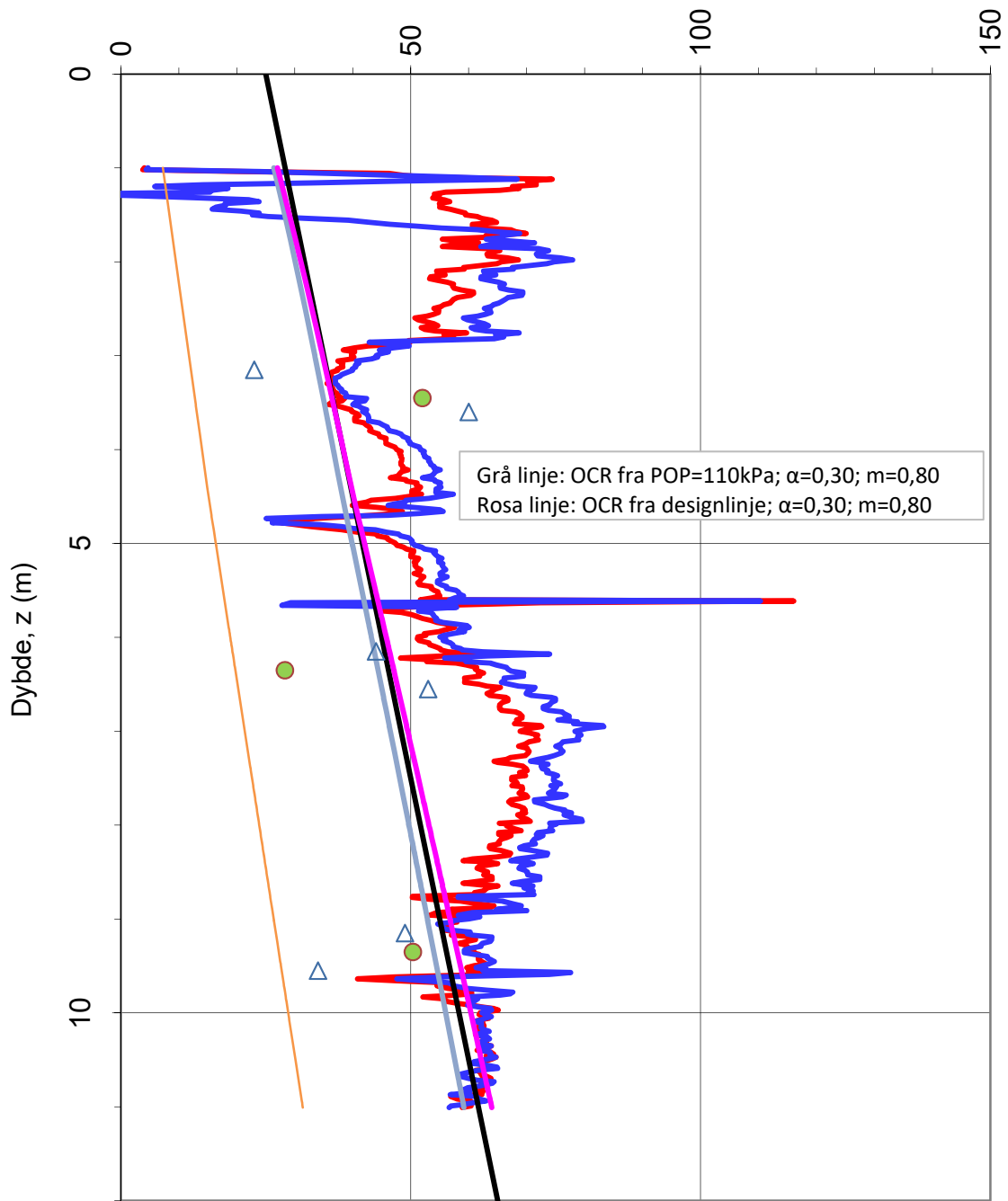


- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkeltdata
- Foreløpig designlinje

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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1424 Kvamseng		Tegningens filnavn: CPTU 1424-3.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$				Multiconsult	
CPTU id.:	1424-3	Sonde:	4446		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1424-600.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

Udrenert skjærfasthet, c_{uA} (kN/m²)



- c_{uA} , $N_{kt} = f(B_q)$
- c_{uA} , $N_{du} = f(B_q)$
- c_u , NC, $a(p_o' + a)$
- c_{uA} , designlinje
- c_{uA} , OCR fra POP
- $c_{u,A}$ fra OCR design
- △ c_{uk} , konus
- c_{ue} , enaks

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

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

α_c valgt: 0,25

Referansemetode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

NVE

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

Oppdrag:

Kvikkleiresoneutredning "light"
Trøndelag, Steinkjer kommune, sone
1424 Kvamseng

Tegningens filnavn:

CPTU 1424-3.xlsx

Multiconsult

CPTU id.:

1424-3

Sonde:

4446

MULTICONSULT AS

Dato:

02.10.2018

Oppdrag nr.:

418771

Tegnet:

ALM/JOFI

Tegning nr.:

1424-600.5

Kontrollert:

ANG

Versjon:

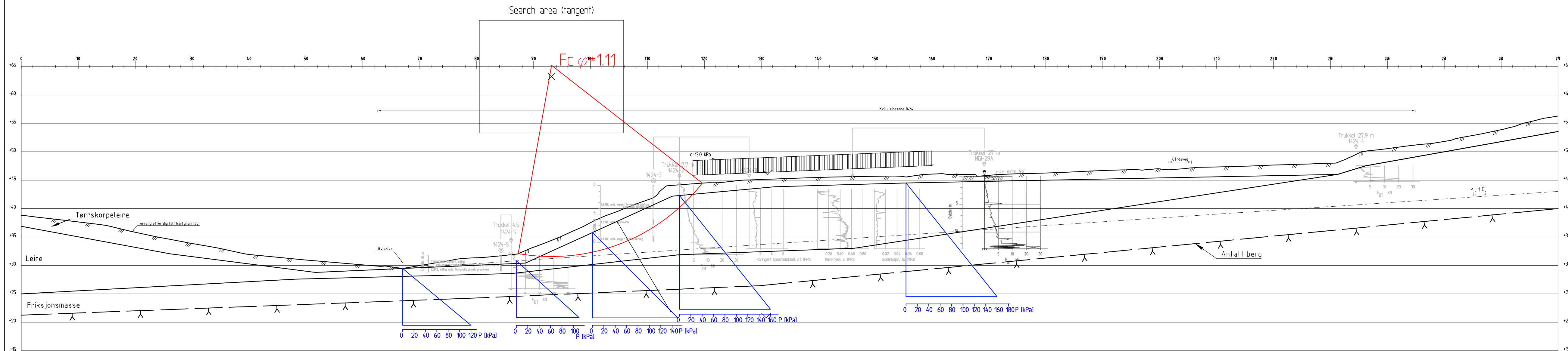
09.03.2016

Godkjent:

ARV

Revisjon:

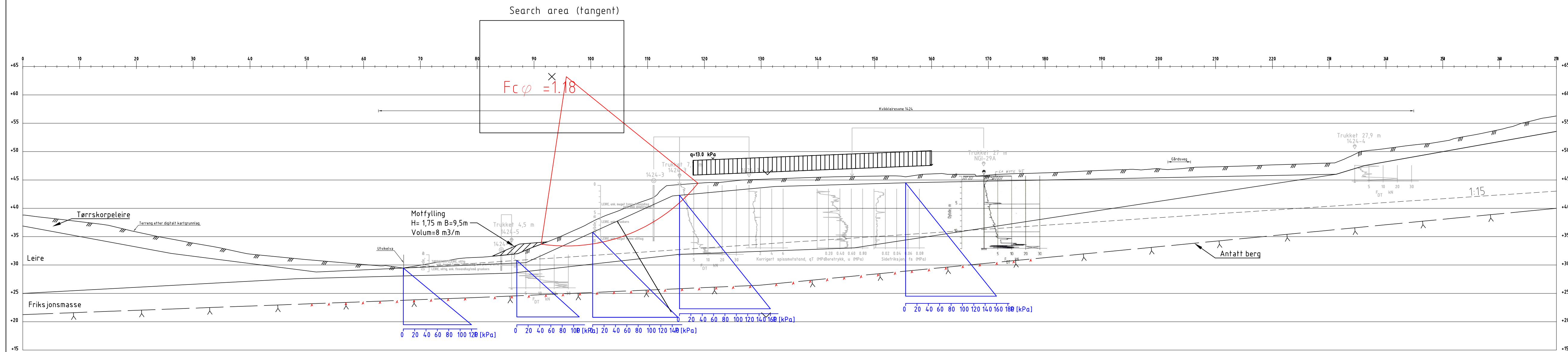
1



Profil 2-2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	20.40	10.40	32.0	0.0
Leire	20.00	10.00	26.0	4.8
Friksjonsmasser	19.00	9.00	35.0	3.5

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Steinkjer kommune, sone 1424 Kvamseng	02.10.2018	Dato		
	Kritisk snitt 2	1:400	Format/Målestokk:		
	Stabilitetsberegninger, $\alpha\phi$ -analyse (drenert)				
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr.	Tegningsnr.				
418771	RIG-TEG-1424-800.2				ARV
					Rev.
					00

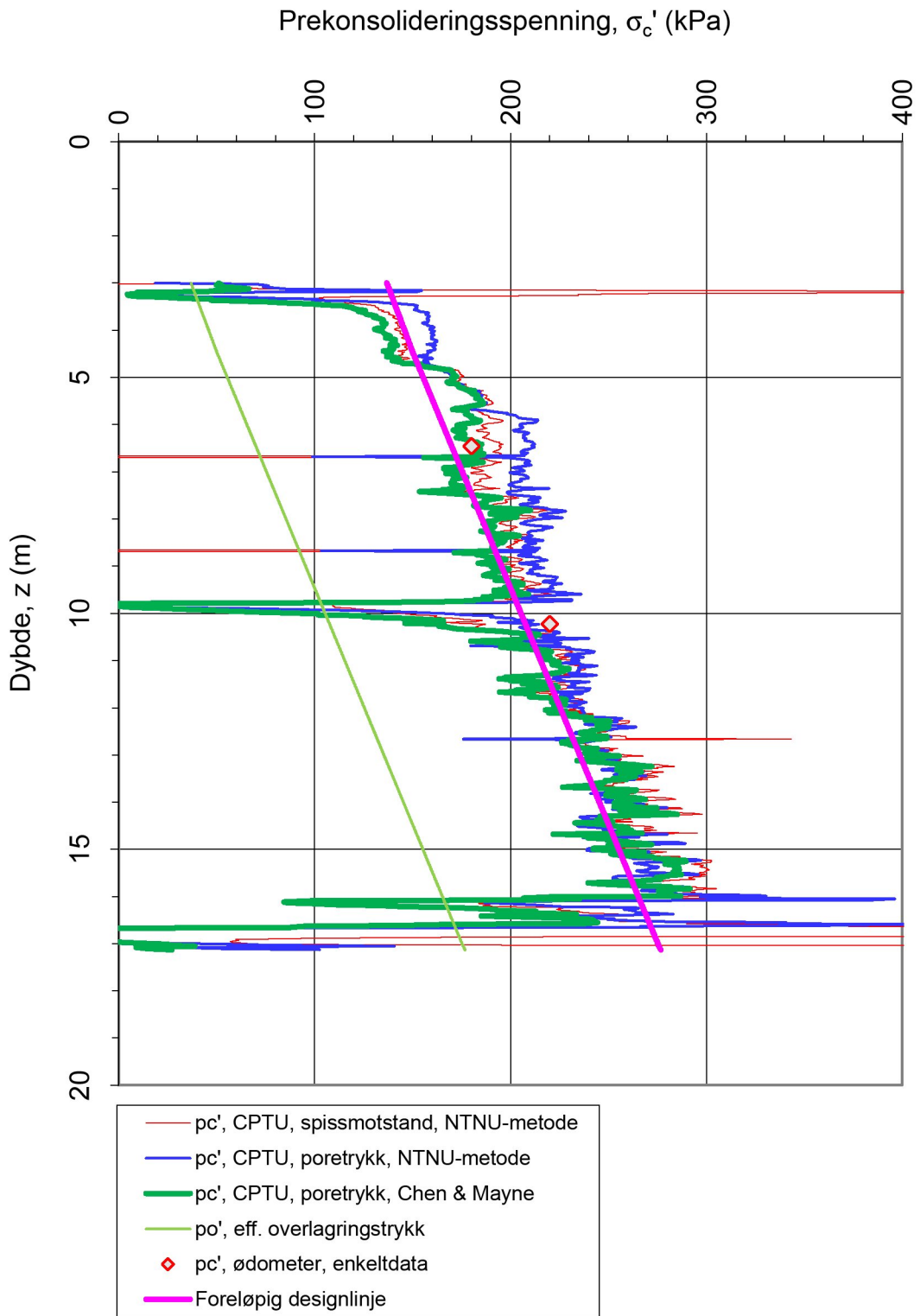


Profil 2-2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	FC	Ca	Ad	Ap
Motfylling	19.00	9.00	42.0	0.0		
Tørrskorpe	20.40	10.40	32.0	0.0		
Leire	20.00	10.00	26.0	4.8		
Friksjonsmasse	20.00	9.00	35.0	3.5		

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Steinkjer kommune, sone 1424 Kvamseng		Dato		15.11.2018
	Kritisk snitt 2		Format/Målestokk:		1:400
	Stabilitetsberegninger med sikringstiltak, $\alpha\phi$ -analyse (drenert)		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
			Oppdragsnr.	GURT	ALM
			418771	Tegningsnr.	ANG
			RIG-TEG-1424-900.2	Godkjent	Rev.
				ANG	00

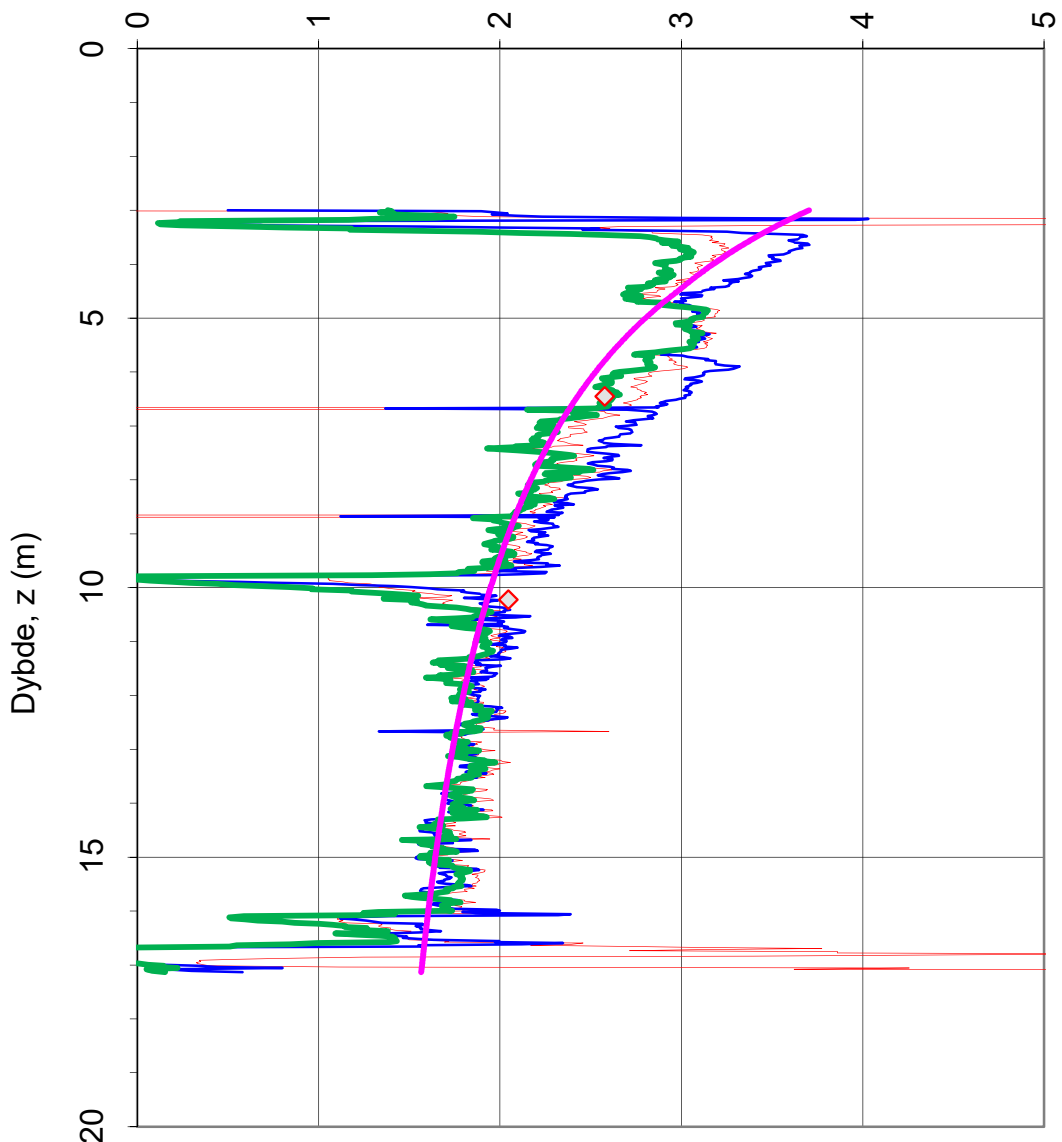
Multiconsult
www.multiconsult.no



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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1452 Kokkås		Tegningens filnavn: CPTU 1452-1.xlsx	
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				Multiconsult	
CPTU id.:	4152-1	Sonde:	4446		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1452-600.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

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

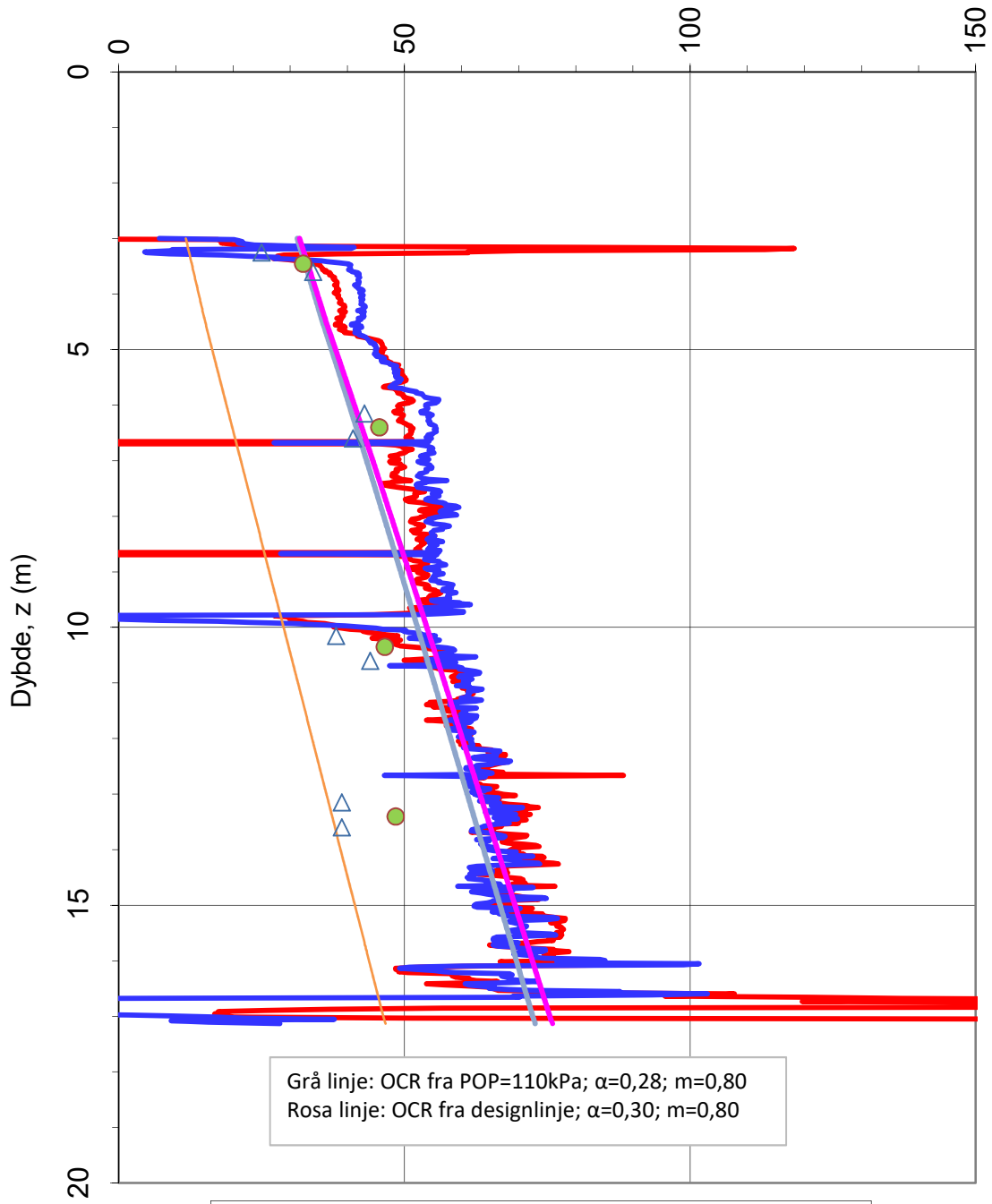


- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◇ OCR, ødometer, enkeltdata
- OCR, ødometer, funksjon
- Foreløpig designlinje

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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1452 Kokkås		Tegningens filnavn: CPTU 1452-1.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$.				Multiconsult	
CPTU id.:	1452-1	Sonde:	4446		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1452-600.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

Udrenert skjærfasthet, c_{uA} (kN/m²)



- c_{uA} , $N_{kt} = f(B_q)$
- c_{uA} , $N_{du} = f(B_q)$
- c_{uA} , OCR fra POP
- c_u , NC, $a(p_o' + a)$
- △ c_{uk} , konus
- c_{ue} , enaks
- $c_{u,A}$ fra OCR design

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, Steinkjer
kommune, sone 1452 Korkås**

Tegningens filnavn:

CPTU 1452-1.xlsx

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , verdier fra

Multiconsult

CPTU id.:

1452-1

Sonde:

4446

MULTICONSULT AS

Dato:

29.06.2018

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

ANG

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

418771

Tegning nr.:

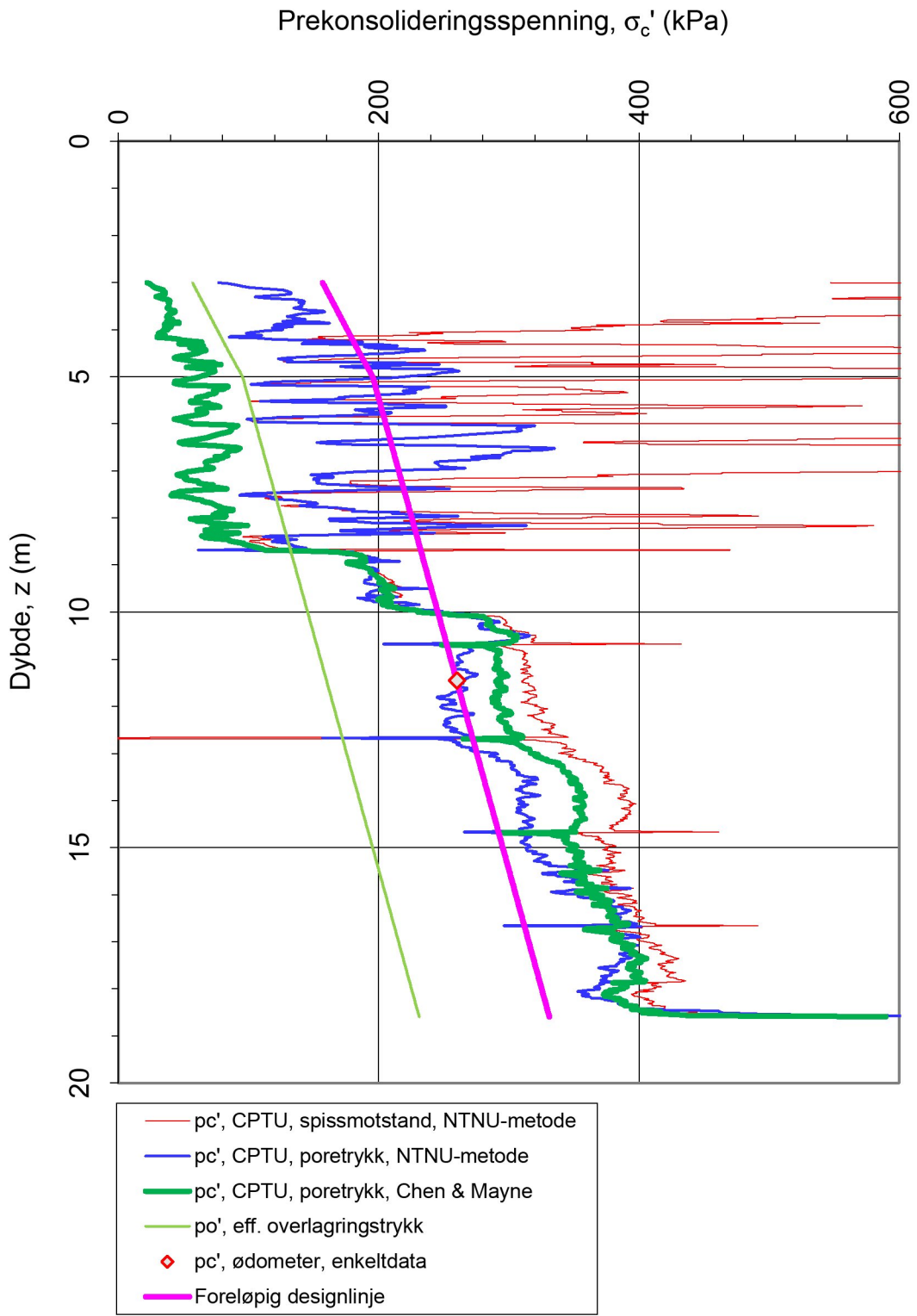
1452-600.5

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

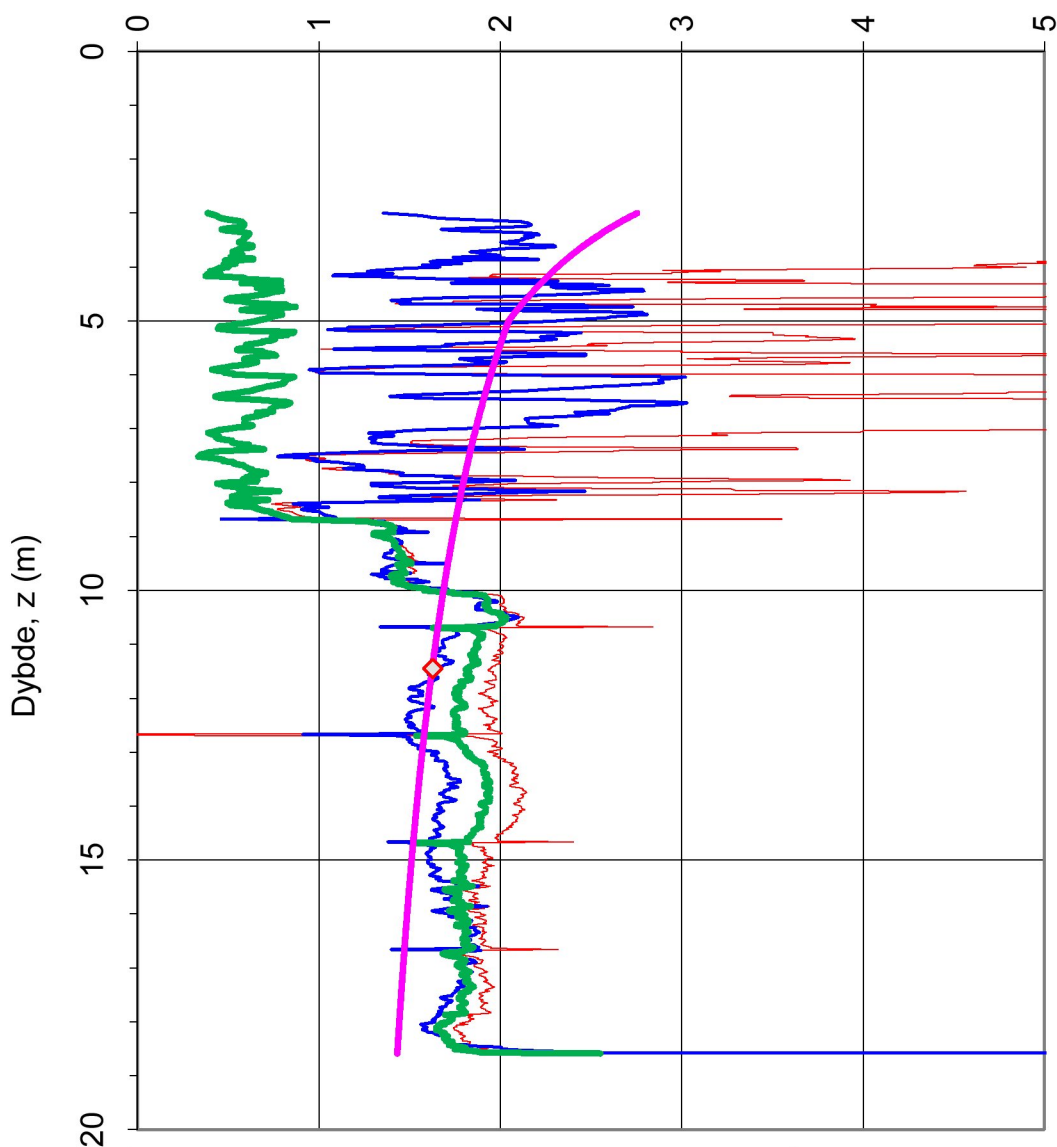
0



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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1464 Bruåsen		Tegningens filnavn: CPTU 1464-2.xlsx	
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				Multiconsult	
CPTU id.:	1464-2	Sonde:	4293		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1464-600.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

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

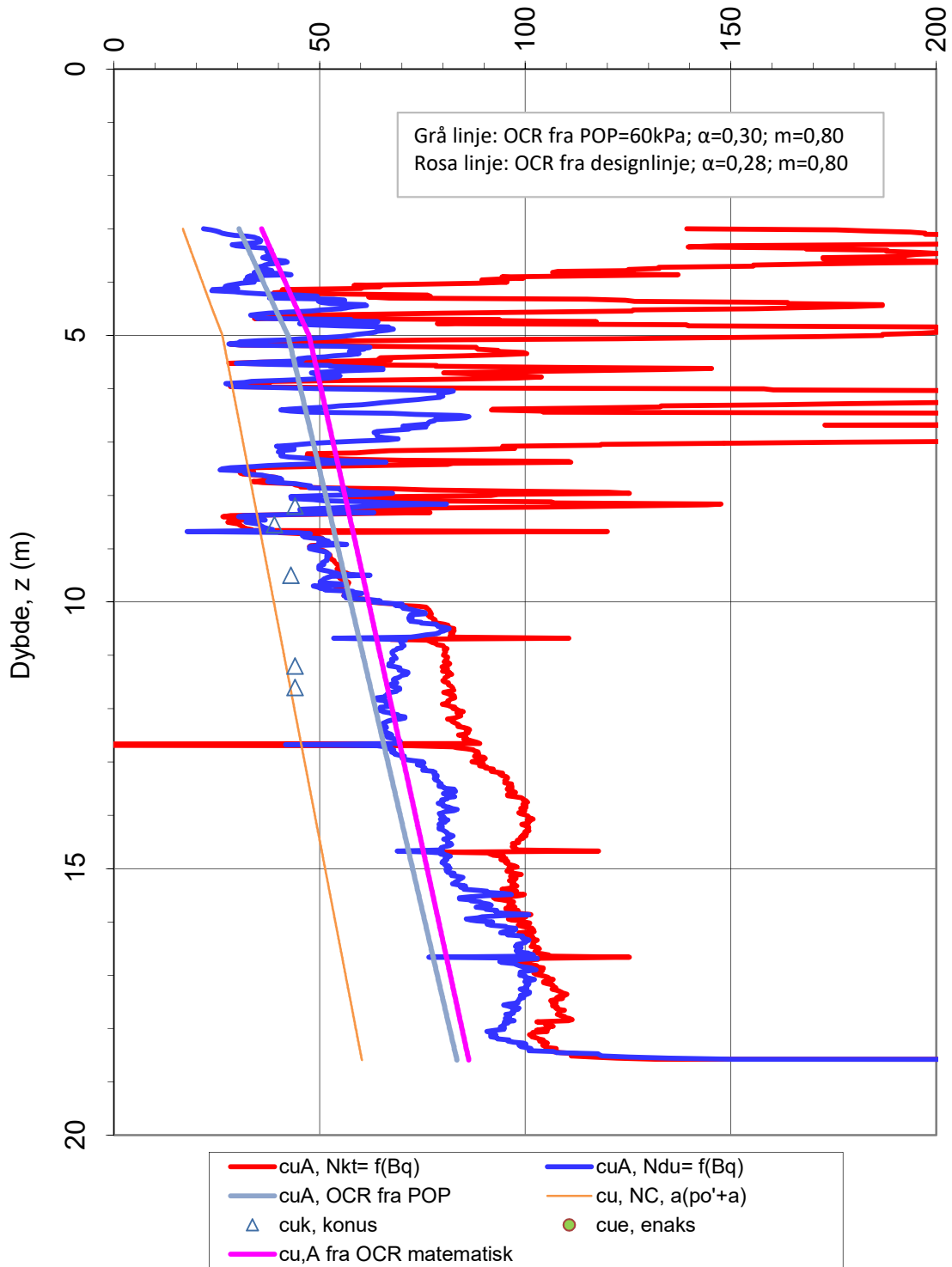


- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkeltdata
- Foreløpig designlinje

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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1464 Bruåsen		Tegningens filnavn: CPTU 1464-2.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$.				Multiconsult	
CPTU id.:	1464-2	Sonde:	4293		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1464-600.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

Udrenert skjærfasthet, c_{uA} (kN/m²)



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, Steinkjer kommune,
 sone 1464 Bruåsen**

Tegningens filnavn:

CPTU 1464-2.xlsx

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

Multiconsult

CPTU id.:

1464-2

Sonde:

4293

MULTICONSULT AS

Dato:

29.06.2018

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

ANG

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

418771

Tegning nr.:

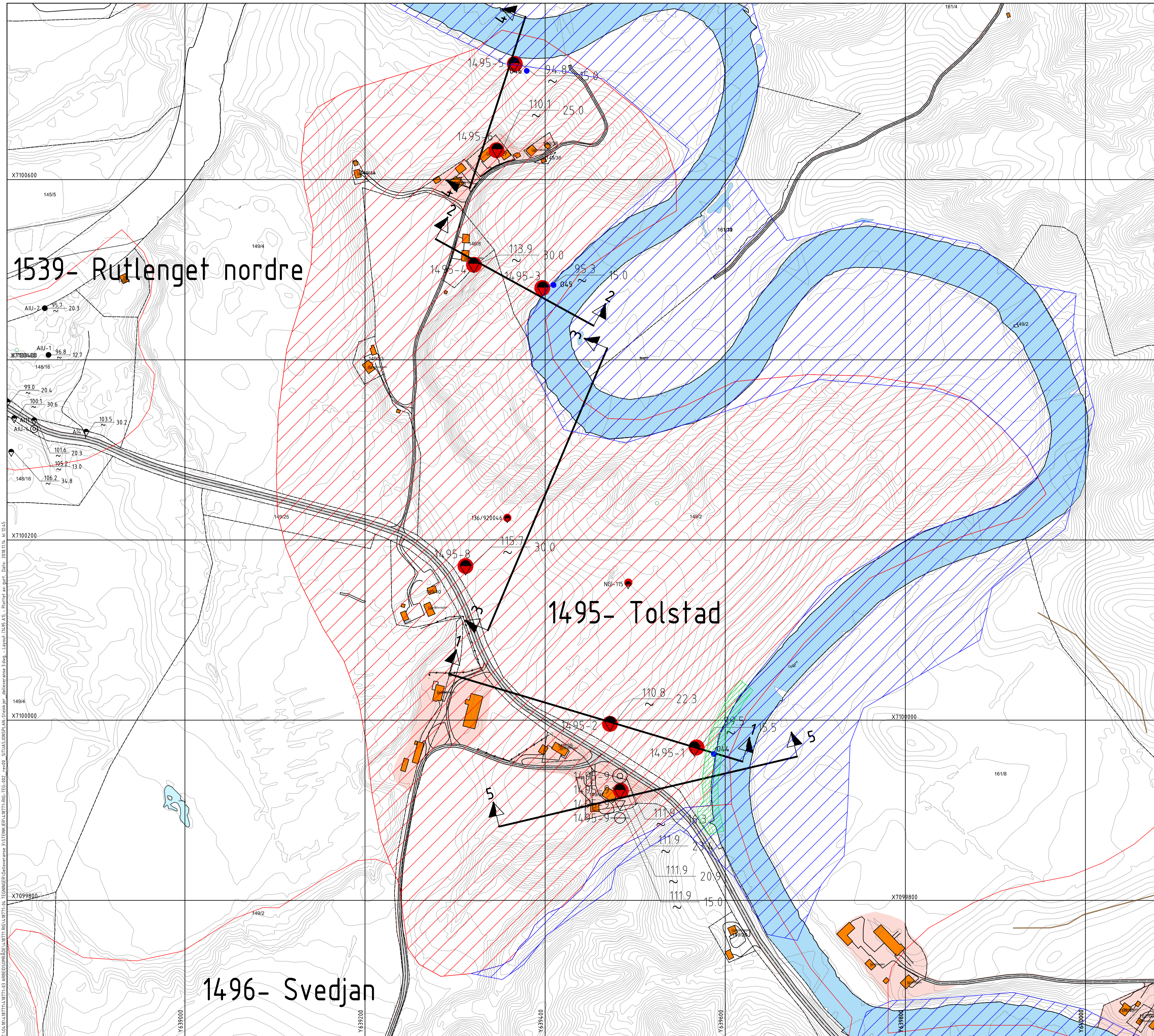
1464-600.5

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0



- TEGNFORKLARING:**
- DREIESONDERING
 - PRØVEGRUPPE
 - ⊙ PORETRYKTMÅLING
 - ENKEL SONDERING
 - ⊕ PRØVEGRUPPE
 - ⊙ KJERNEBORING
 - ▼ RAMSONDERING
 - ⊕ DREI-TRYKKSONDERING
 - ⊕ FJELLKONTROLLBORING
 - ▽ TRYKKSONDERING
 - ⊕ SKRUPLATEFORSØK
 - ⊕ BERG I DAGEN
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - + VINGEBORING
- KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra NVE
 KOORDINATSYSTEM: UTM, Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEHENT: GPS GLONASS CPDS
 BORDOK NR: Digital
 LAB BOK NR: Digital
- EKSEMPEL: TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 BP 1: 53.0 14.8+2.4 - BORET DYBDE - BORET I BERG
 28.2 ANTATT BERGKOTE

FELTOBSERVASJONER: Se Feltrapport Vedlegg 2 i rapport 418771-RIG-RAP-002 rev 01

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

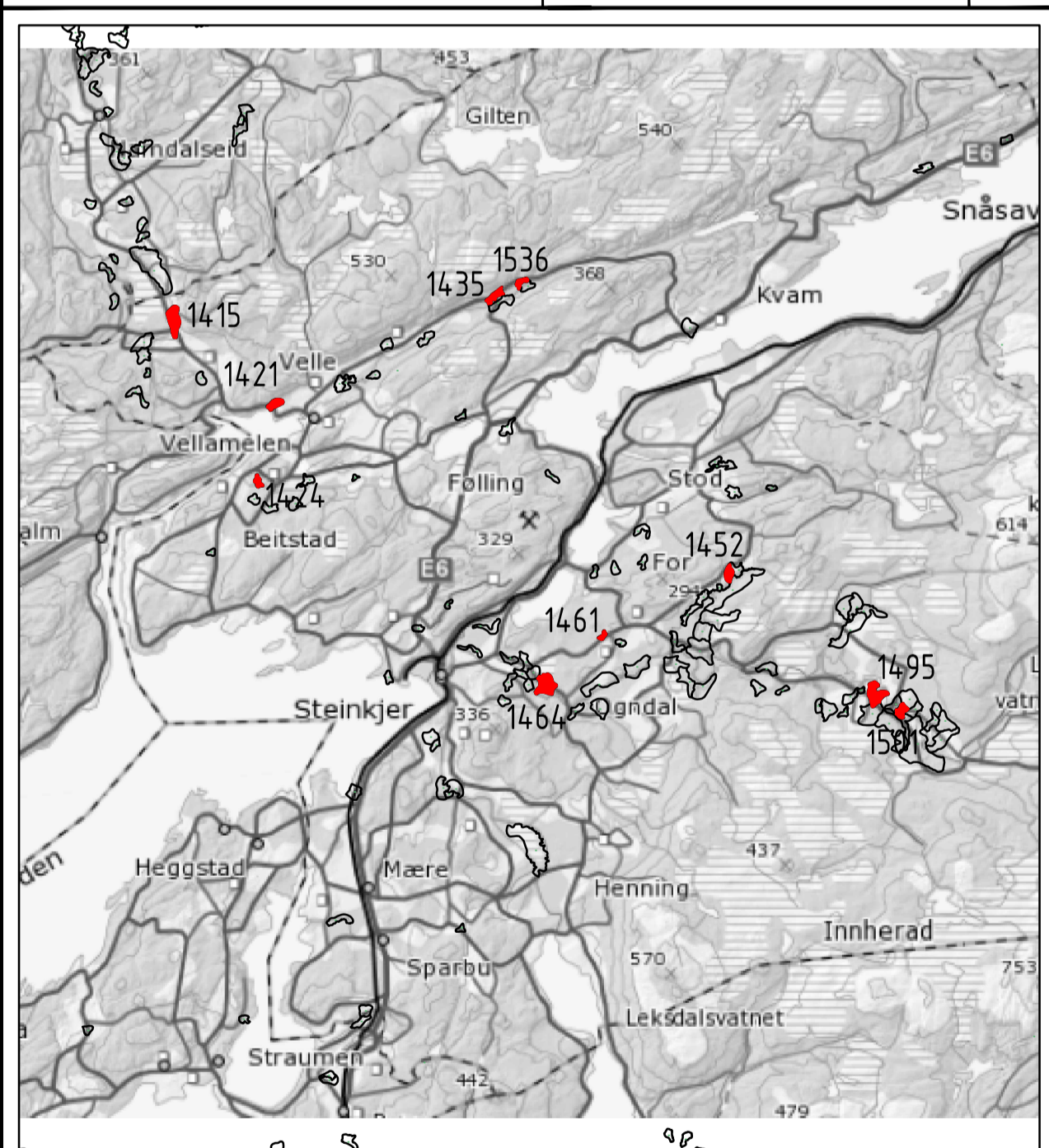
- Opprinnelig kvikkleiresone
- Utløpsområde 1495 Tolstad
- Anbefalt sikringsstiltak
- SANNSYNLIG KVIKKLEIRE/SPRØRBUDDMATR.
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØRBUDDMATR.
- ANTATT IKKE KVIKKLEIRE/SPRØRBUDDMATR.
- IKKE VURDERT

TIDLIGERE BORINGER:
 Tidligere boringer er opplyst fra scannet kopi og kan ha noe avvik. Tidligere boringer er angitt med indekser foran boringsnr:

NGI-X 950065-2 "Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred" (1996)
 X/920046 920046-2 "Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred" (1996)



SITUASJONSPLAN RIG-TEG-1495-002 03



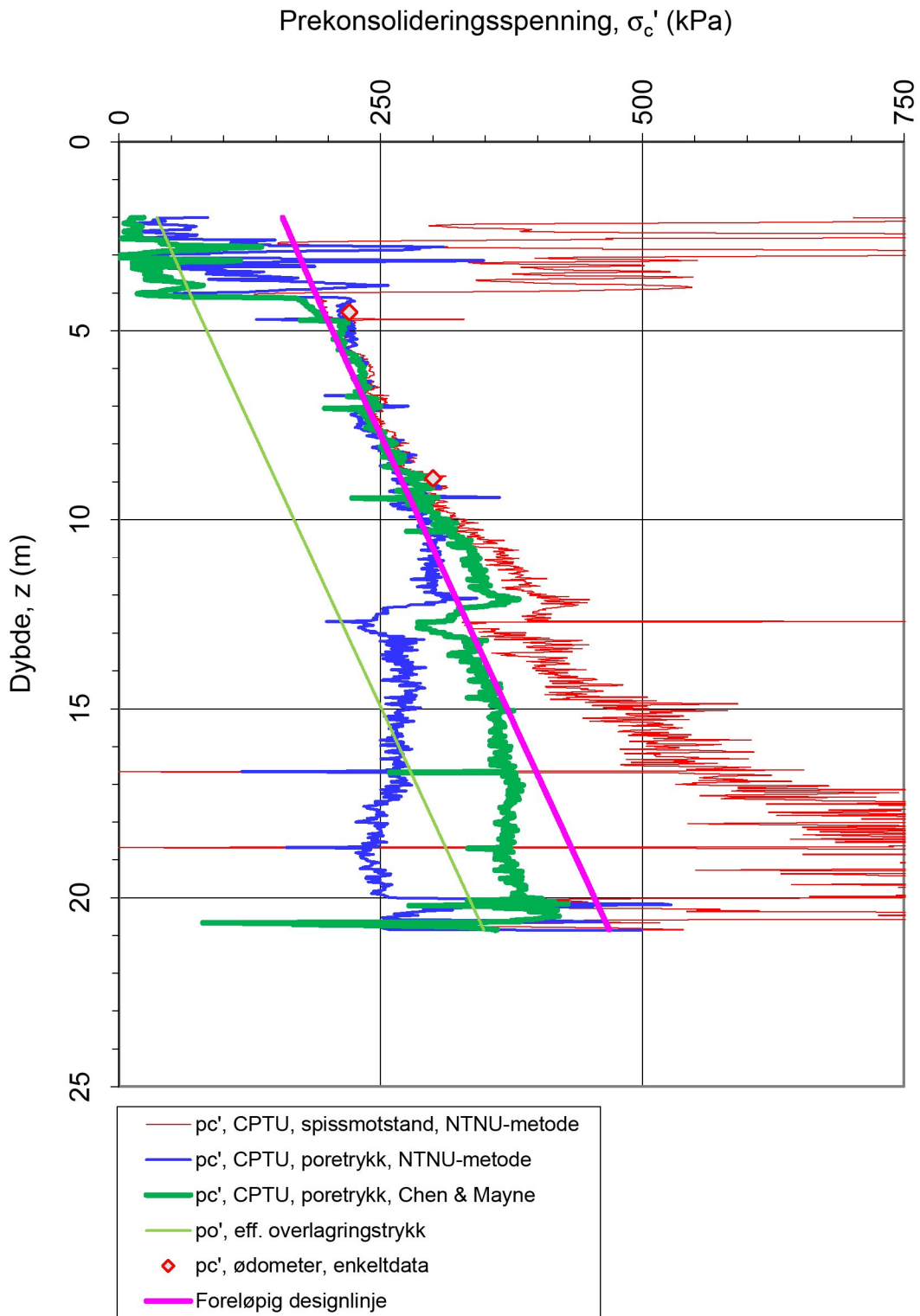
03	Lagt til anbefalt sikringsstiltak	15.11.2018	GURT	ALM	ANG
02	Lagt til utløpsområde	02.10.2018	GURT	ALM	ARV
01	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring NGI og kommentarer NVE	14.05.2018	EMH	ALM	ARV

NVE
 Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag
 Steinkjer kommune, sone 1495 Tolstad
 Situasjonsplan

Date: 04.05.2018
 Forfat: A1
 Forfat/Plottestak: A1: 1:2000
 A3: 1:4000

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	ARV
	Oppdrag nr: 418771	Tegningsnr: RIG-TEG-1495-002	EMH	ANG	Rev:

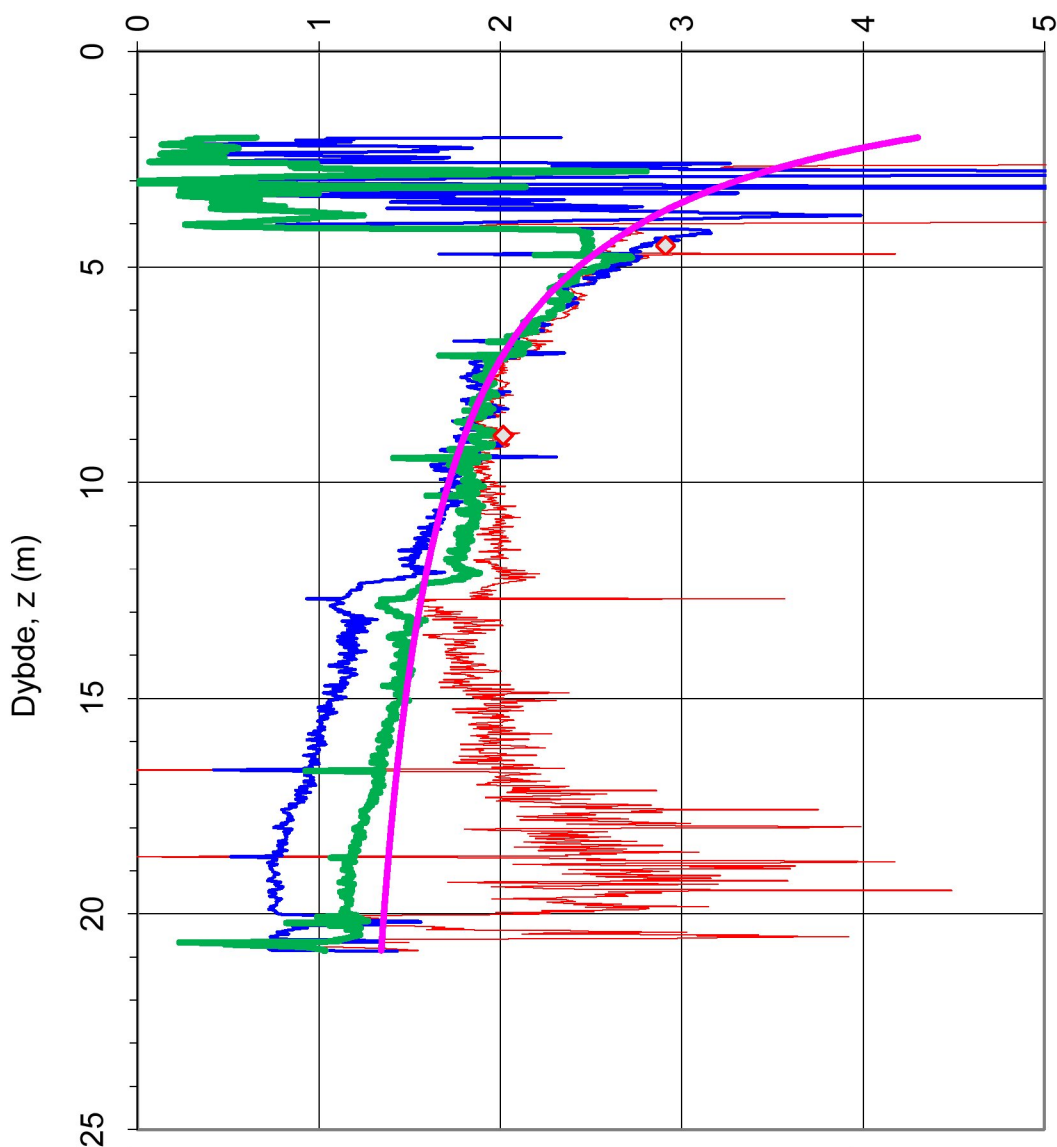
Z:\048\148771\148771-03\ARBEIDSDOKUMENTER\148771-RIG-TEG-002\01-SITUASJONSPLAN\STEMPLER\deliverans_3.dwg - Layout: 1495_A1 - Plottet av: gurt - Date: 2018.11.14 kl. 12:45



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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1495 Tolstad		Tegningens filnavn: CPTU 1495-9.xlsx	
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				Multiconsult	
CPTU id.:	1495-9	Sonde:	4446		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1495-600.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

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

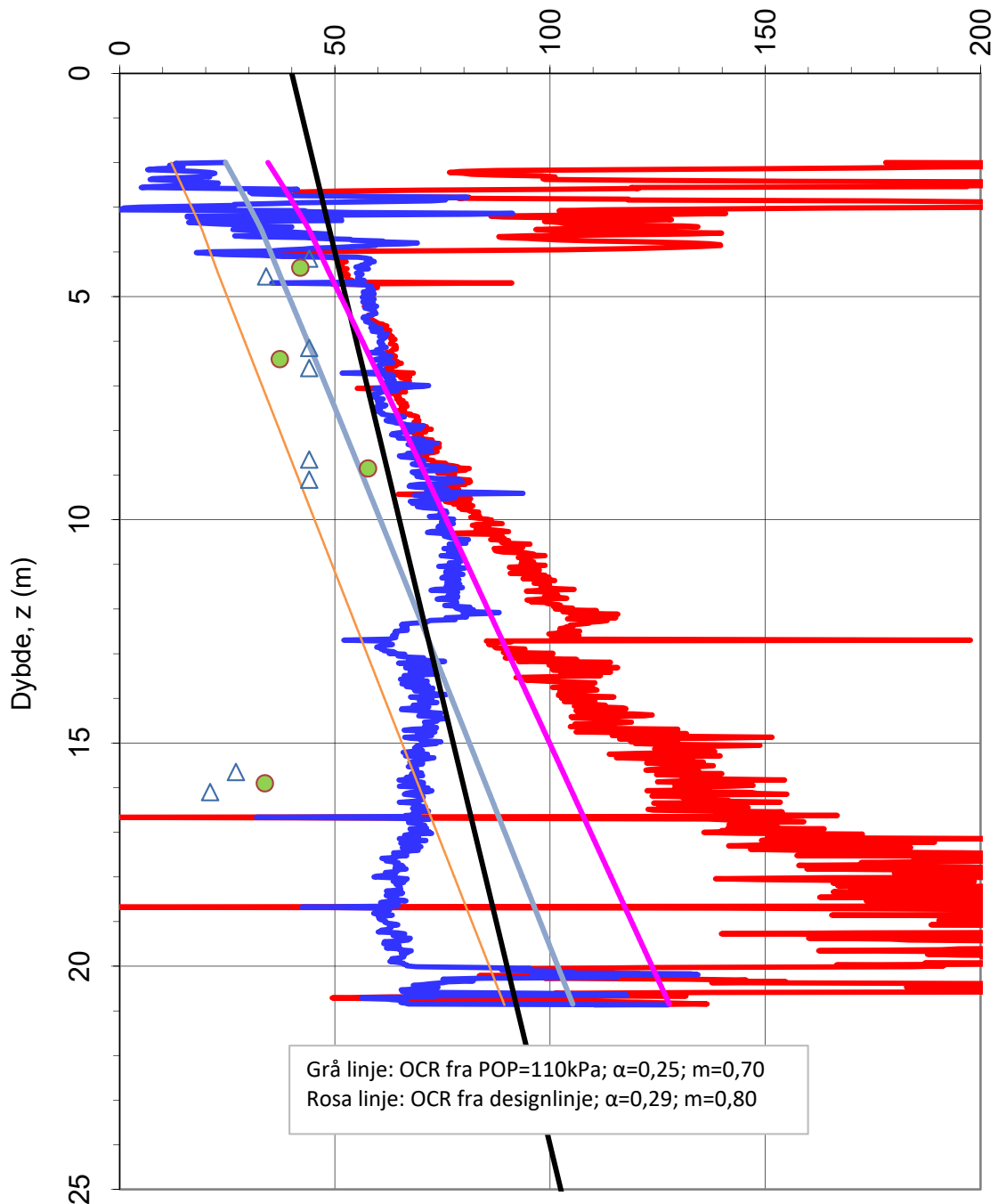


- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkelldata
- Foreløpig designlinje

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

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, Steinkjer kommune, sone 1495 Tolstad		Tegningens filnavn: CPTU 1495-9.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$.				Multiconsult	
CPTU id.:	1495-9	Sonde:	4446		
MULTICONSULT AS	Dato: 29.06.2018	Tegnet: ALM	Kontrollert: ANG	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418771	Tegning nr.: 1495-600.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

Udrenert skjærfasthet, c_{uA} (kN/m²)



- c_{uA} , $N_{kt} = f(B_q)$
- c_{uA} , $N_{du} = f(B_q)$
- c_{uA} , OCR fra POP
- c_u , NC, $a(p'o'+a)$
- △ $c_{u,k}$, konus
- $c_{u,e}$, enaks
- c_{uA} , designlinje
- $c_{u,A}$ fra OCR design

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

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

Oppdrag:

Kvikkleiresoneutredning "light"
Trøndelag, Steinkjer kommune,
sone 1495 Tolstad

Tegningens filnavn:

CPTU 1495-9.xlsx

Multiconsult

CPTU id.:

1495-9

Sonde:

4446

MULTICONSULT AS

Dato:

02.10.2018

Oppdrag nr.:

418771

Tegnet:

ALM

Tegning nr.:

1495-600.5

Kontrollert:

ANG

Versjon:

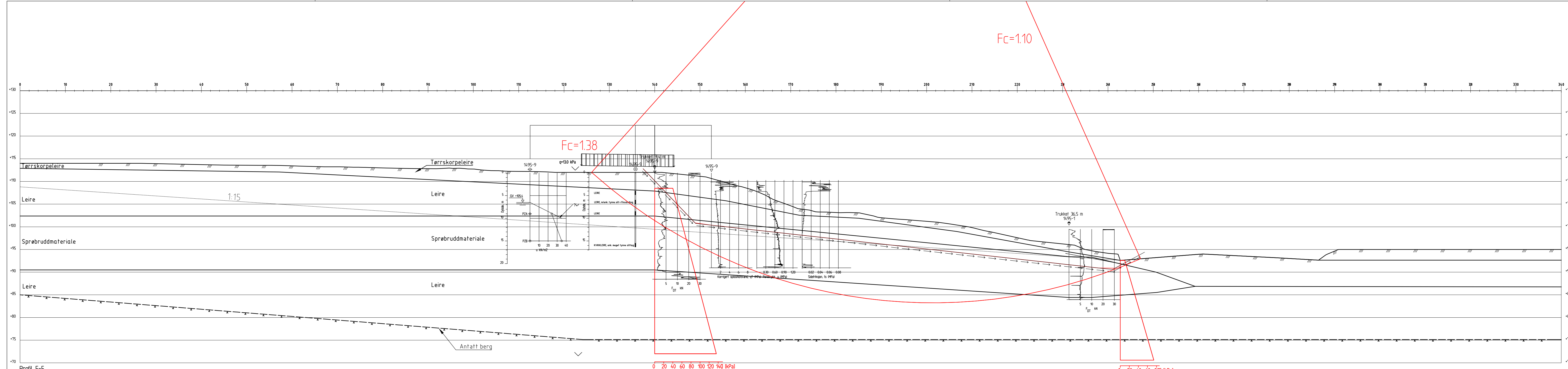
09.03.2016

Godkjent:

ARV

Revisjon:

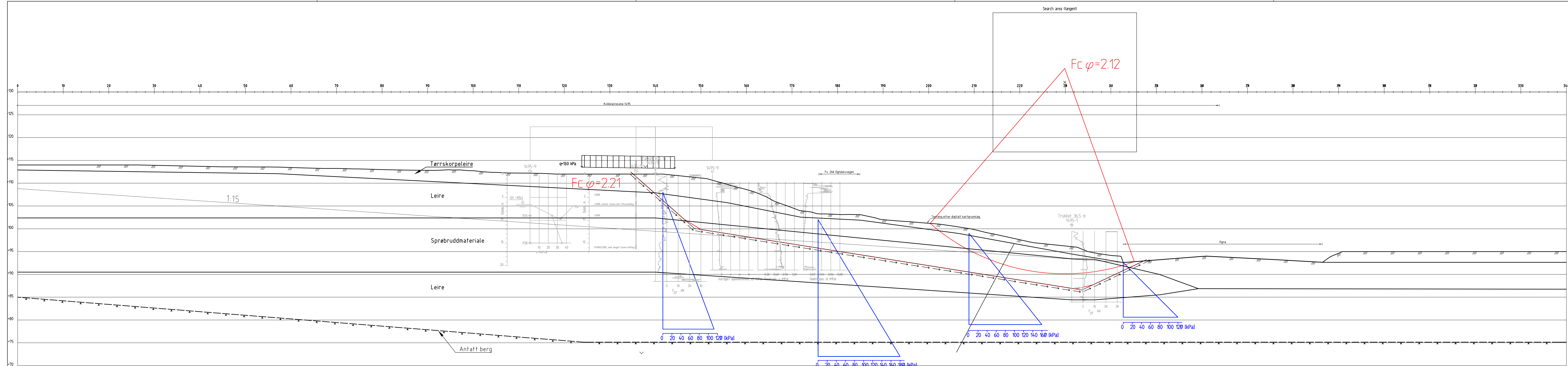
1



Material	Un.Weight	Sub.Weight	F _i	C'	C	A _a	A _d	A _p
Tørrskorpeleire	9.00	9.00	31.0	0.6				
Leire	18.70	8.70			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	19.60	9.60			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire	18.70	8.70			C-prof	1.00	0.63	0.35

Profil 5-5

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag			Fag	Format	
			Geoteknikk	A3L	
			Dato	15.10.2018	
Steinkjer kommune, sone 1495 Tolstad Kritisk snitt 5 Stabilitetsberegninger, ADP-analyse (udrenert)			Format/Målestokk:	1:400	
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	JOFI	ALM	ARV
		Tegningsnr.	418771	RIG-TEG-1495-800.1	Rev.
					00

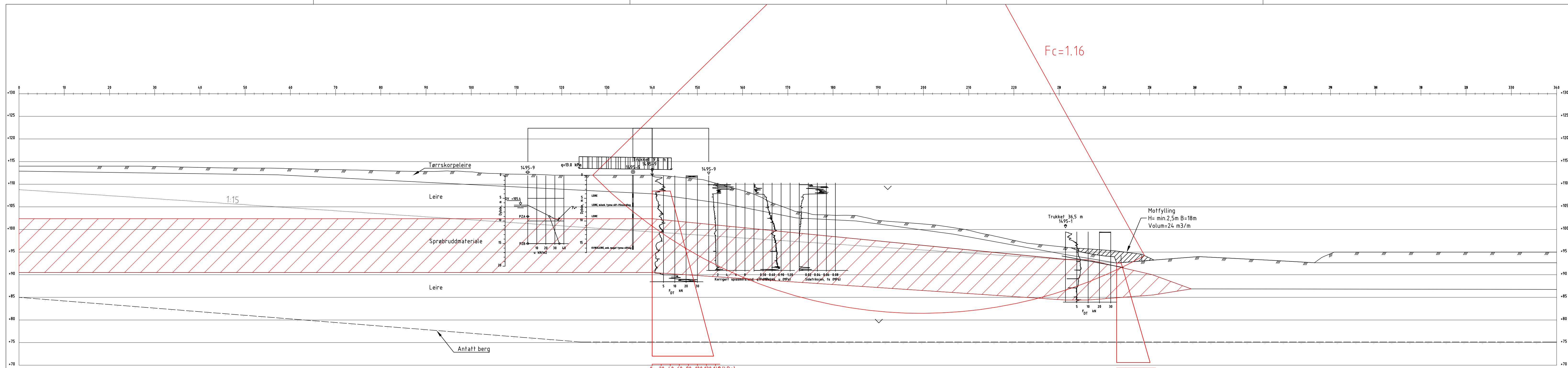


Profil 5-5

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	F_i	C'	C	A_a	A_d	A_p
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	310	0.6				
Leire	18.70	8.70	26.5	5.0				
Sprøbruddmateriale	19.60	9.60	25.6	3.8				
Leire	18.70	8.70	26.5	5.0				

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Steinkjer kommune, sone 1495 Tolstad		Date		02.10.2018
	Kritisk snitt 5		Format/Målestokk:		1:400
	Stabilitetsberegninger, $\alpha\phi$ -analyse (drenert)		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
			Oppdragsnr.	JOFI	ALM
			Tegningsnr.		Godkjent
					ARV
					Rev.
			418771	RIG-TEG-1495-800.2	00

Multiconsult
www.multiconsult.no



Profil 5-5

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	FC	C _{Aa}	Ad	Ap
Motfylling	19.00	9.00	42.0	0.0		
Tørrskorpeleire	18.70	8.70	31.0	0.6		
Leire	18.70	8.70		C-prof1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	18.60	9.60		C-prof0.85	0.63	0.35
Leire	18.70	8.70		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			
	Steinkjer kommune, sone 1495 Tolstad		Format/Målestokk:		
	Kritisk snitt 5		1:400		
	Stabilitetsberegninger med sikringstiltak, ADP-analyse (udrenert)				
	Multiconsult	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	Oppdragsnr.	GURT	ALM	ANG
		418771	Tegningsnr.		Rev.
			RIG-TEG-1495-900.1		00

VEDLEGG 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)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)										St (-)		
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	60	70	80	90				
5	LEIRE, tynne, tette silt-/finsandlag								2,12	36														6 5
10	LEIRE, m/ tynne silt-/finsandlag								1,91	45														13 10
15																								
20																								

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus



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:

1421-4

NVE

Dato:

2018-01-16

Kvikkleiresoneutredning "light" Trønddelag - Utlysingsområde 2

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

vt/mash

Kontrollert:

GURT

Godkjent:

ANG

Oppdragsnummer:

10200526

Tegningsnr.:

RIG-TEG-1421-200

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Poresitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	KVIKKLEIRE, fra ca 2,20m enk tynne silt-/finsandlag, mye skjellrester	/							1,95	47						25	
																	60
5	KVIKKLEIRE, enk små skjellrester	/	Ø						1,81	55						85	
																110	
10	LEIRE, enk meget tynne silt-/sandlag	/	Ø						1,97	44						9	
																14	
15	LEIRE, enk tynne silt-/finsandlag	/							2,07	40						9	
																6	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir akseil tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

Grunnvannstand: m

┌ Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Borbok:

K = Korngradering

Lab-bok:

Digital

PRØVESERIE

Borhull:

1421-5

NVE

Dato:

2018-01-16

Kvikkleiresoneutredning "light" Trønddelag - Utlysingsområde 2

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

vt/mash

Kontrollert:

GURT

Godkjent:

ANG

Oppdragsnummer:

10200526

Tegningsnr.:

RIG-TEG-1421-201

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porsisitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	LEIRE	Ø	K						1.87	52						6	7
	LEIRE, m/ enk tynne silt-/finsandlag	Ø							1.86	51						10	10
10	LEIRE	Ø	Ø						1.95	47						10	10
15	KVIKKLEIRE, enk meget tynne siltlag	Ø							1.99	44	▼0,1					270	210

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

Grunnvannstand: m

— Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Borbok:

K = Korngradering

Lab-bok:

Digital

PRØVESERIE

Borhull:

1495-9

NVE

Dato:

2018-01-19

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

Multiconsult

www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

mash/vt

Kontrollert:

GURT

Godkjent:

ANG

Oppdragsnummer:

10200526

Tegningsnr.:

RIG-TEG-1495-200

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				10	20	30	40	50	60	70	80	90			
5	LEIRE, enk meget tynne finsandlag enk små skjellrester							1,94	47														8 23
	LEIRE, enk gruskorn							1,99	44														8 7
10	LEIRE, enk meget tynne siltlag							2,05	39														6 8
15																							
20																							

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

⊃ Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok:

Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

1424-3

NVE

Dato:

2018-01-25

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

vt/mash

Kontrollert:

GURT

Godkjent:

ANG

Oppdragsnummer:

10200526

Tegningsnr.:

RIG-TEG-1424-200

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				10	20	30	40	50		
5	TØRRSKORPELEIRE, siltig enk meget tynne finsandlag, enk planterester								2,08	39								10
	LEIRE, siltig, enk finsandlag/små gruskorn								2,09	38								5
																		6
10																		
15																		
20																		

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

⊢ Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok:

Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

1424-5

NVE

Dato:

2018-01-22

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

Multiconsult

www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

vt/mash

Kontrollert:

GURT

Godkjent:

ANG

Oppdragsnummer:

10200526

Tegningsnr.:

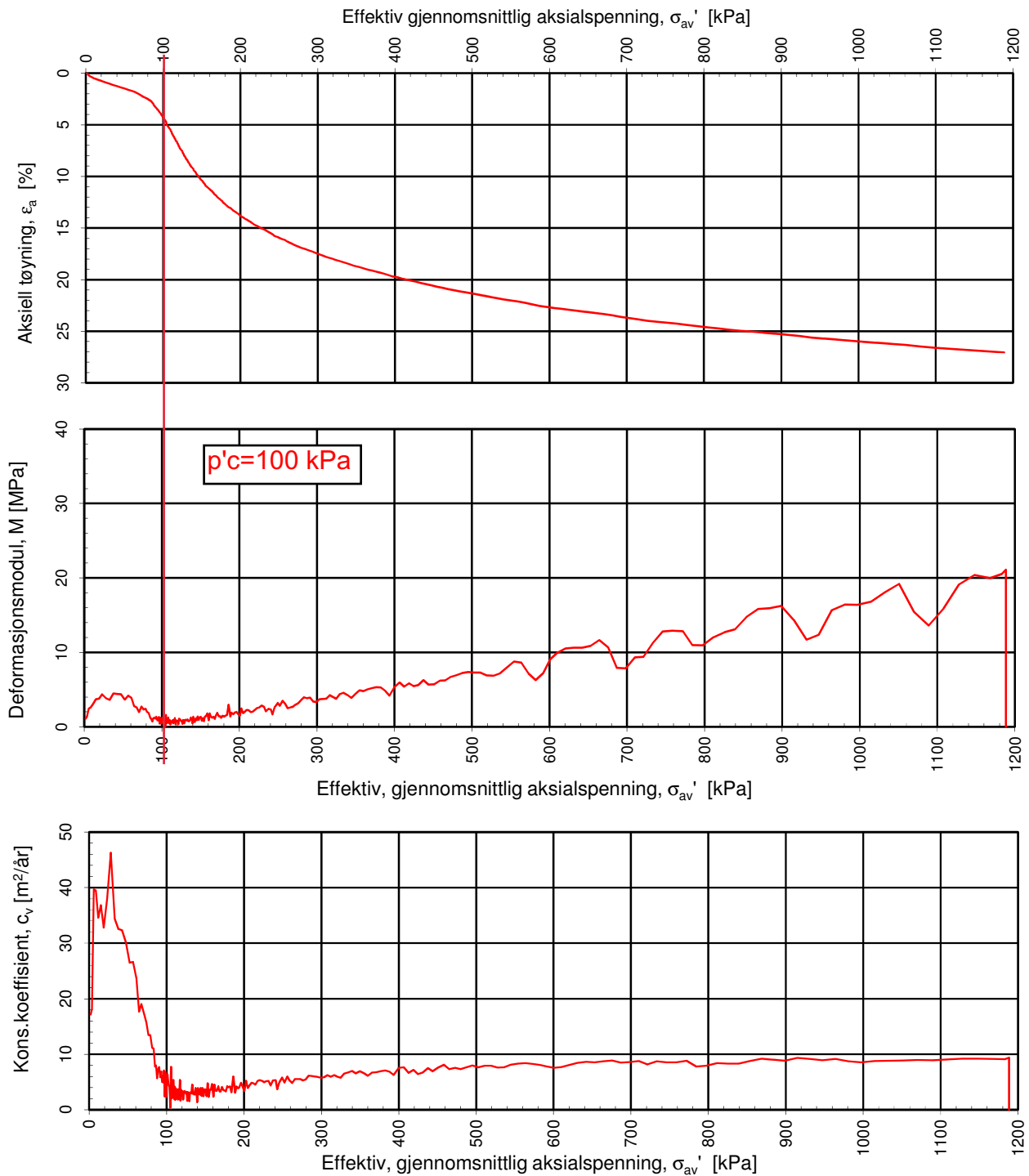
RIG-TEG-1424-201

Rev. nr.:

00

VEDLEGG B

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



Densitet ρ (g/cm^3):
Vanninnhold w (%):

1.81
45.35

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa):

44.88

NVE

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

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

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

03.01.2018

Dybde, z (m):

4.50

Borpunkt nr.:

1421-5

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

vt/mash

Kontrollert:

GURT

Oppdrag nr.:

10200526

Tegning nr.:

RIG-TEG-1421-400.1

Prosedyre:

CRS

Tegningens filnavn:

200526-RIG-TEG-400-1421-h1421-5-1, d4,5

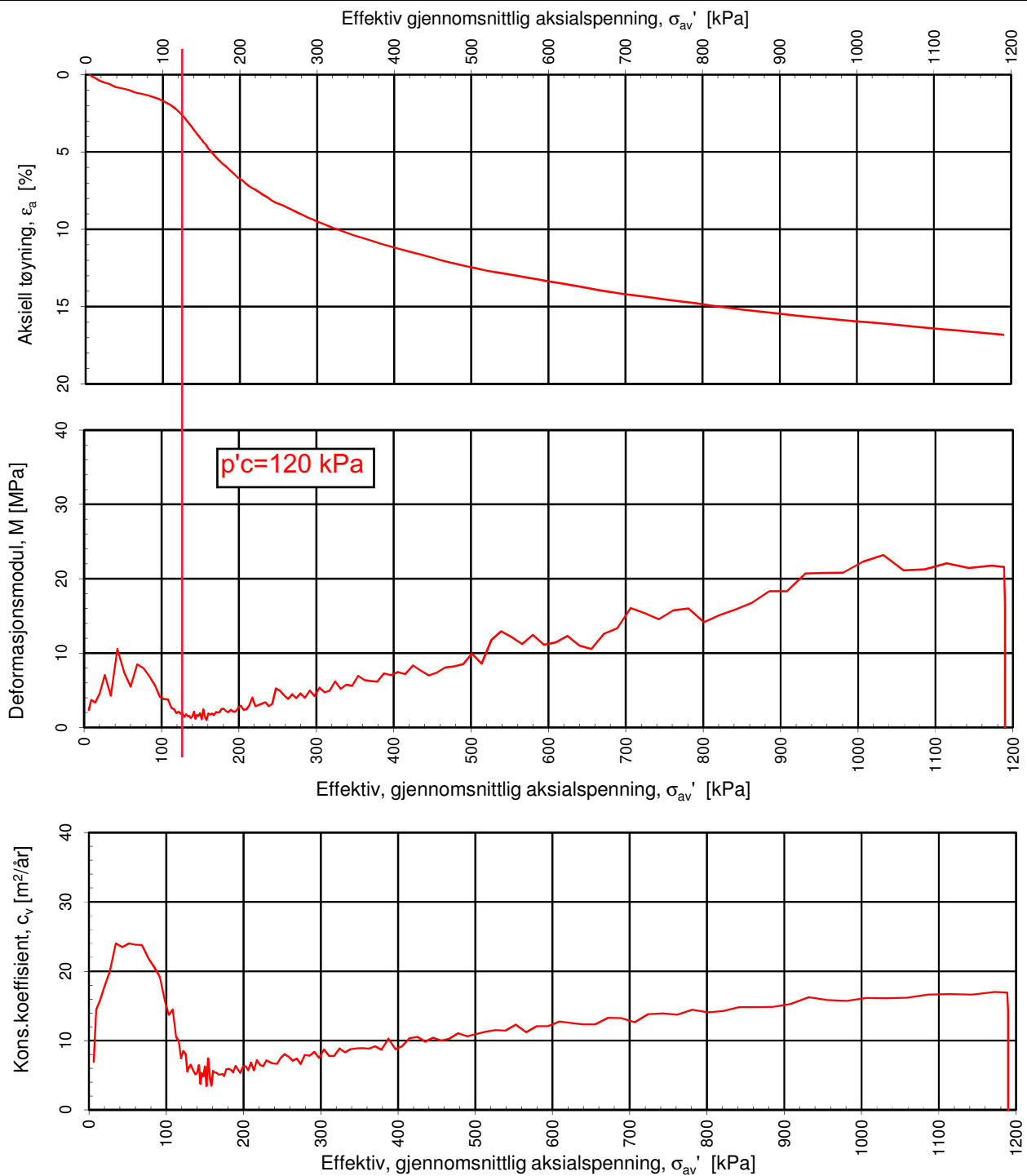
Multi
consult

Godkjent:

ANG

Programrevisjon:

24.06.2016



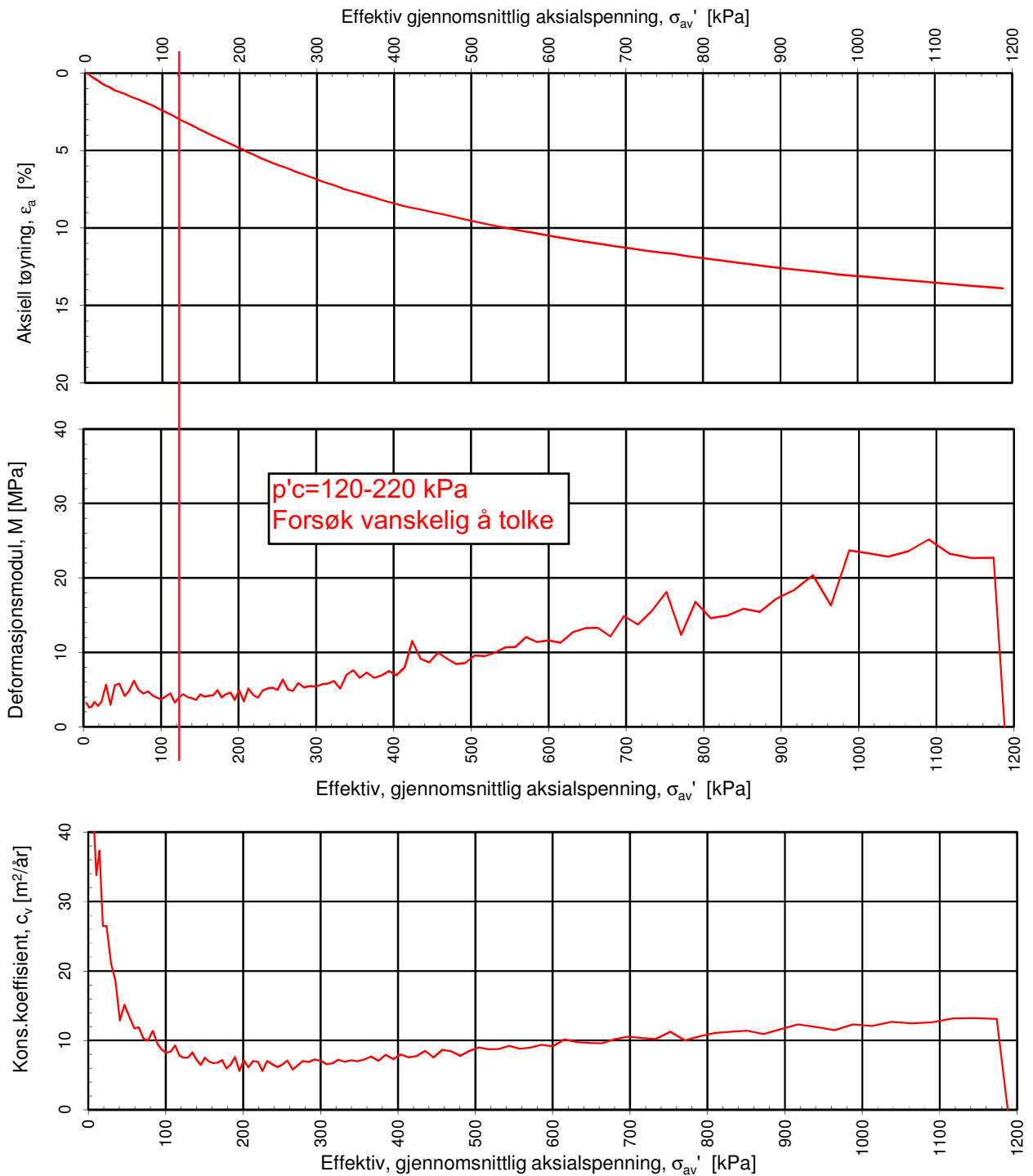
Densitet ρ (g/cm^3): **1.97**
 Vanninnhold w (%): **28.30**
 Effektivt overlagringstrykk, σ_{v0}' (kPa): **79.22**

NVE
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

Tegningens filnavn:
 0200526-RIG-TEG-1421-401-h1421-5, d8,50

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

MULTICONSULT AS Sluppenveien 15 7037 Trondheim Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	03.01.2018	8.50	1421-5	
	Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
2	vt/mash	GURT	ANG	
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:	
10200526	RIG-TEG-1421-401.1	CRS	24.06.2016	



Densitet ρ (g/cm^3):
Vanninnhold w (%):

1.99
29.70

Effektivt overlagringstrykk, σ_{v0}' (kPa):

60.93

NVE

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

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

Tegningens filnavn:

10200526-RIG-TEG-400-h1424-3, d6,40m

Multi
consult

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

02.01.2018

Dybde, z (m):

6.40

Borpunkt nr.:

1424-3

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

vt/kjt

Kontrollert:

GURT

Godkjent:

ANG

Oppdrag nr.:

10200526

Tegning nr.:

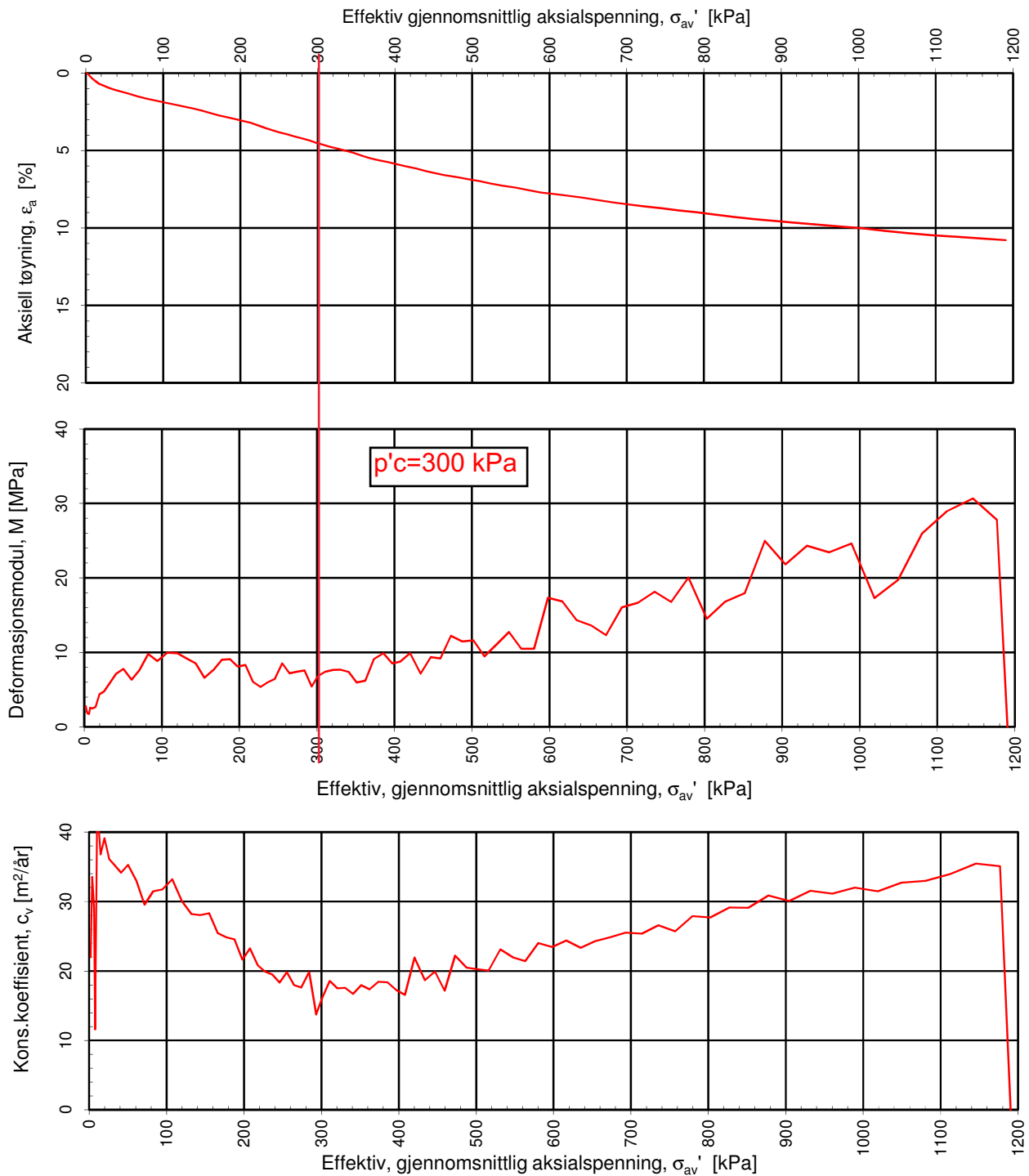
RIG-TEG-1424-400.1

Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

24.06.2016



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

2.05
23.40

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa):

95.03

NVE

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

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

Tegningens filnavn:

10200526-RIG-TEG-401-h1424-3, d9,40m

Multi
consult

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:
02.01.2018

Dybde, z (m):
9.40

Borpunkt nr.:
1424-3

Forsøknr.:
2

Tegnet av:
vt/kjt

Kontrollert:
GURT

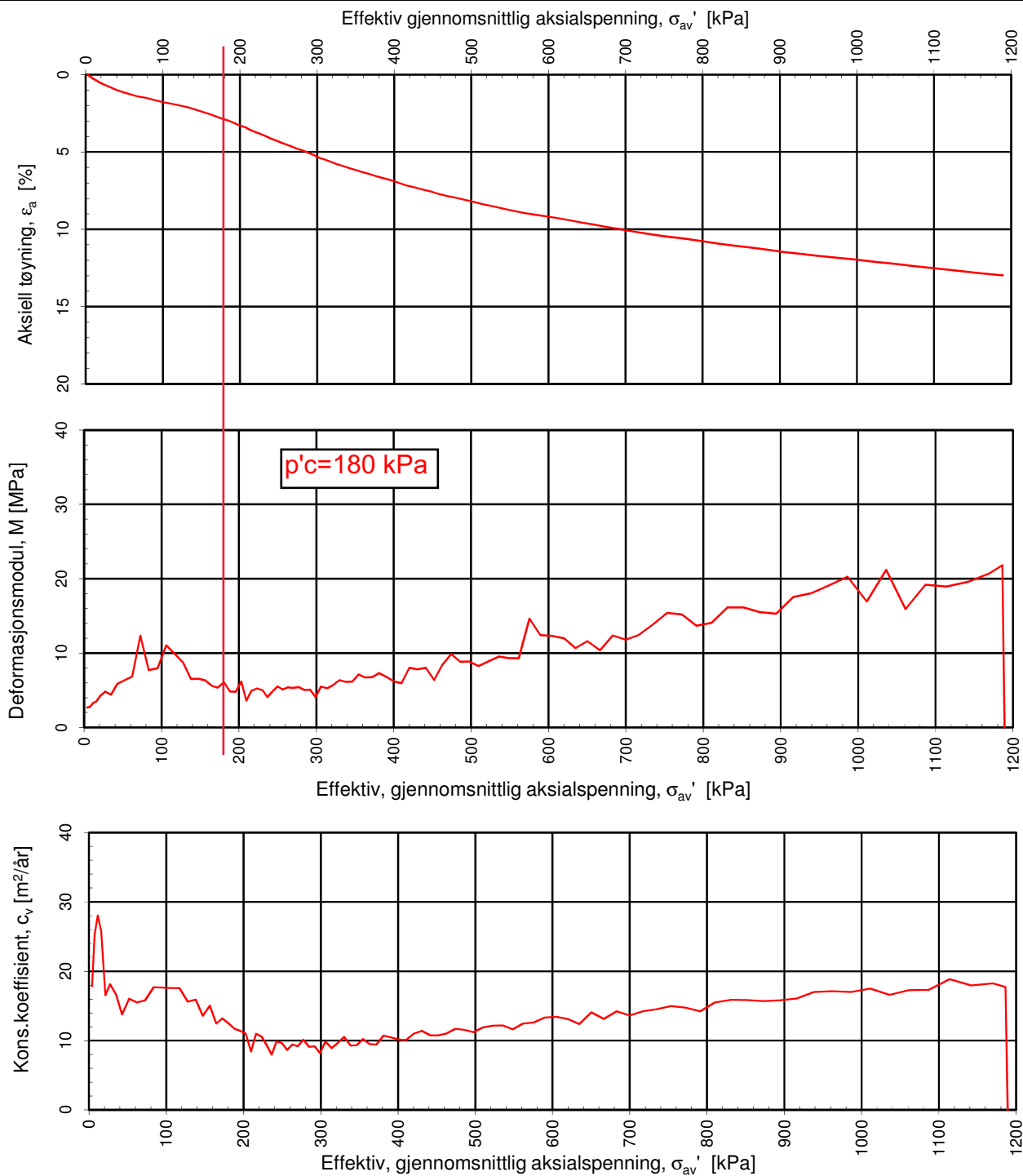
Godkjent:
ANG

Oppdrag nr.:
10200526

Tegning nr.:
RIG-TEG-1424-401.1

Prosedyre:
CRS

Programrevisjon:
24.06.2016



Densitet ρ (g/cm^3): **1.98**
 Vanninnhold w (%): **30.60** Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa): **60.76**

NVE
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

Tegningens filnavn:
 10200526-RIG-TEG-400-h1452-1, d6,45m

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

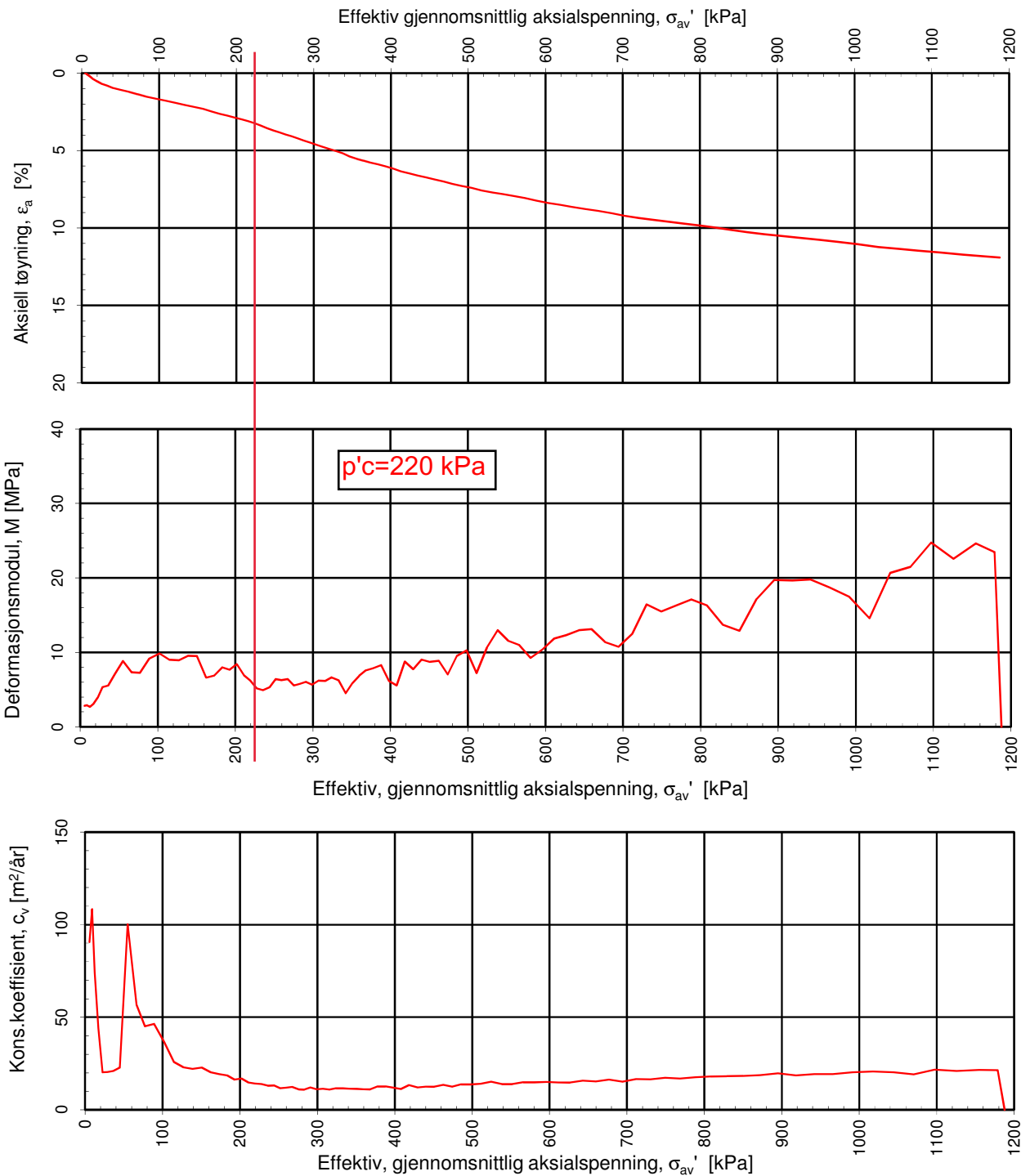
MULTICONSULT AS
 Sluppenveien 15
 7037 Trondheim
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
04.01.2018	6.45	1452-1
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:
1	vt/mash	GURT
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:
10200526	RIG-TEG-1452-400.1	CRS



Godkjent:
ANG

Programrevisjon:
 24.06.2016



Densitet ρ (g/cm^3):
Vanninnhold w (%):

2.01
30.60

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa):

99.24

NVE

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

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

Tegningens filnavn:

10200526-RIG-TEG-401-h1452-1, d10,22m

Multi
consult

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

08.01.2018

Dybde, z (m):

10.22

Borpunkt nr.:

1452-1

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

vt/mash

Kontrollert:

GURT

Godkjent:

ANG

Oppdrag nr.:

10200526

Tegning nr.:

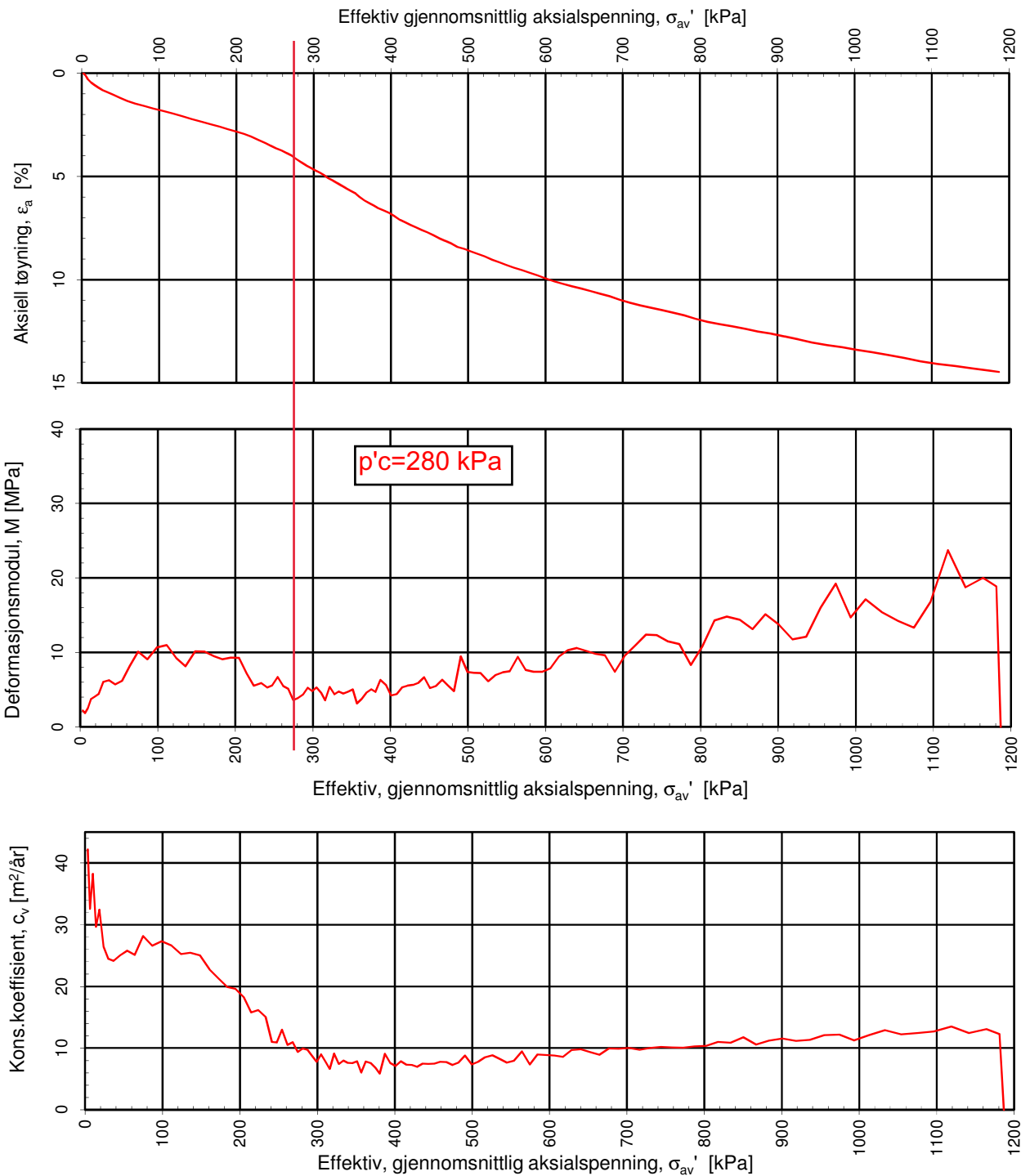
RIG-TEG-1452-401.1

Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

24.06.2016



Densitet ρ (g/cm^3):
Vanninnhold w (%):

1.94
32.20

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa):

103.05

NVE

Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

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

Tegningens filnavn:

10200526-RIG-TEG-400-h1464-2, d11.45m

Multi
consult

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

15.01.2018

Dybde, z (m):

11.45

Borpunkt nr.:

1464-2

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

mash/vt

Kontrollert:

GURT

Godkjent:

ANG

Oppdrag nr.:

10200526

Tegning nr.:

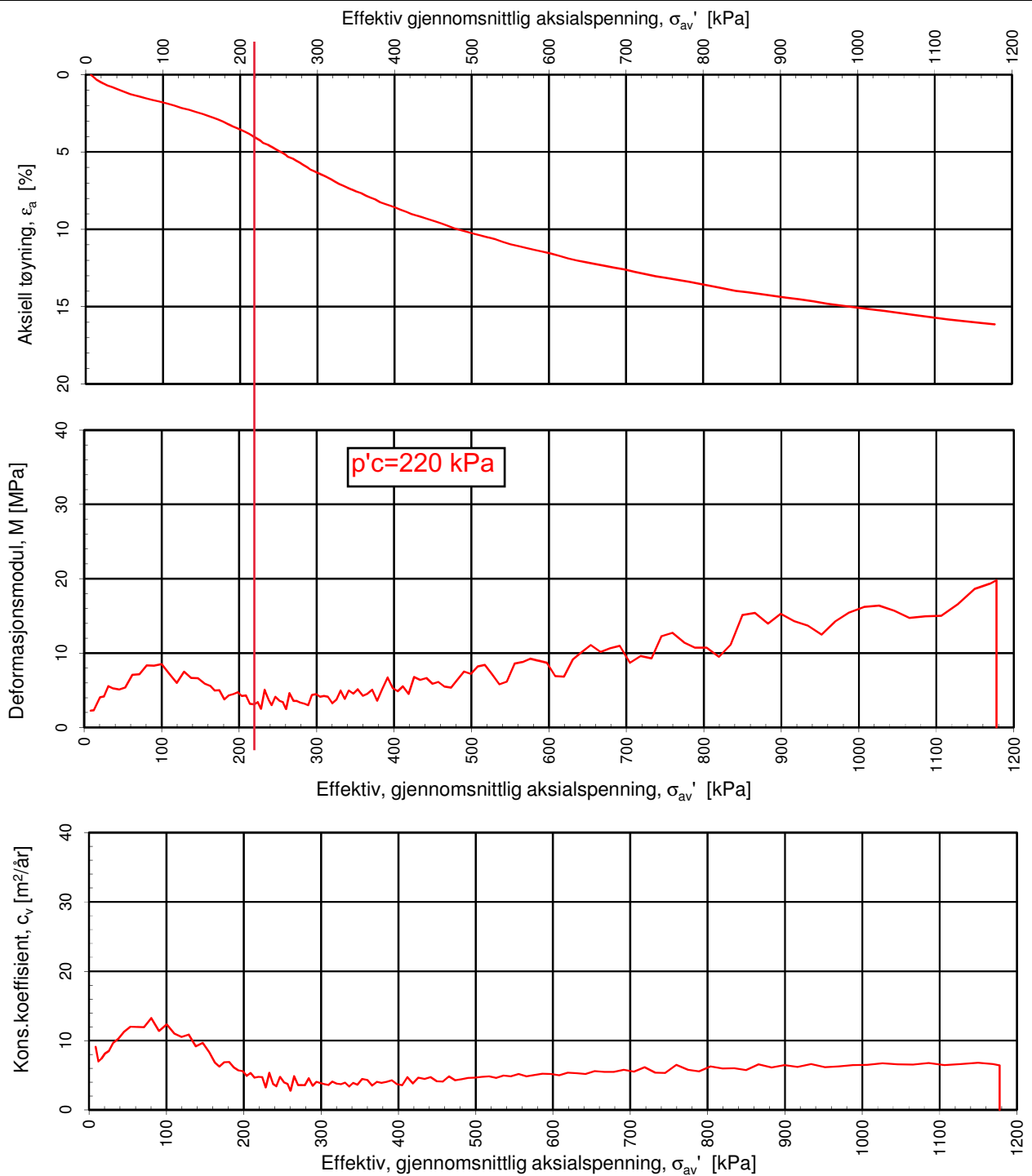
RIG-TEG-1464-400.1

Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

24.06.2016



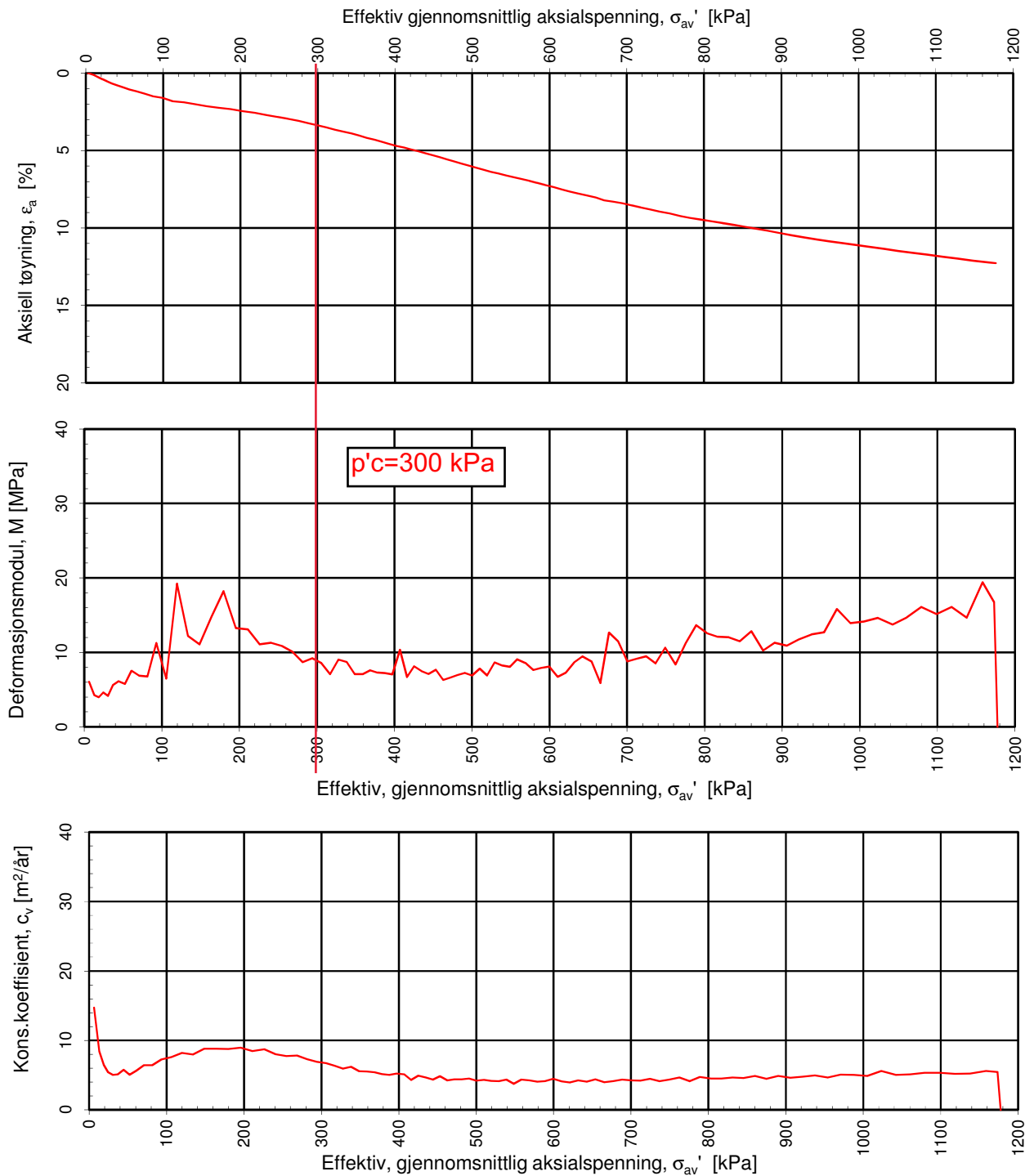
Densitet ρ (g/cm^3): **1.87**
 Vanninnhold w (%): **41.20**
 Effektivt overlagringstrykk, σ_{v0}' (kPa): **37.53**

NVE
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

Tegningens filnavn:
 10200526-RIG-TEG-400-h1495-9, d4,50m

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

MULTICONSULT AS Sluppenveien 15 7037 Trondheim Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	Forsøksnr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	
	10.01.2018	4.50	1495-9	Godkjent:
	1	vt/mash	GURT	ANG
	10200526	RIG-TEG-1495-400.1	CRS	Programrevisjon:
				24.06.2016



Densitet ρ (g/cm³): **1.95**
 Vanninnhold w (%): **33.60**
 Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa): **81.17**

NVE
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - Utlysingsområde 2

Tegningens filnavn:

10200526-RIG-TEG-401-h1495-9, d8,90m

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

Multi
consult

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
10.01.2018	8.90	1495-9
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:
2	vt/mash	GURT
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:
10200526	RIG-TEG-1495-401.1	CRS

Godkjent:

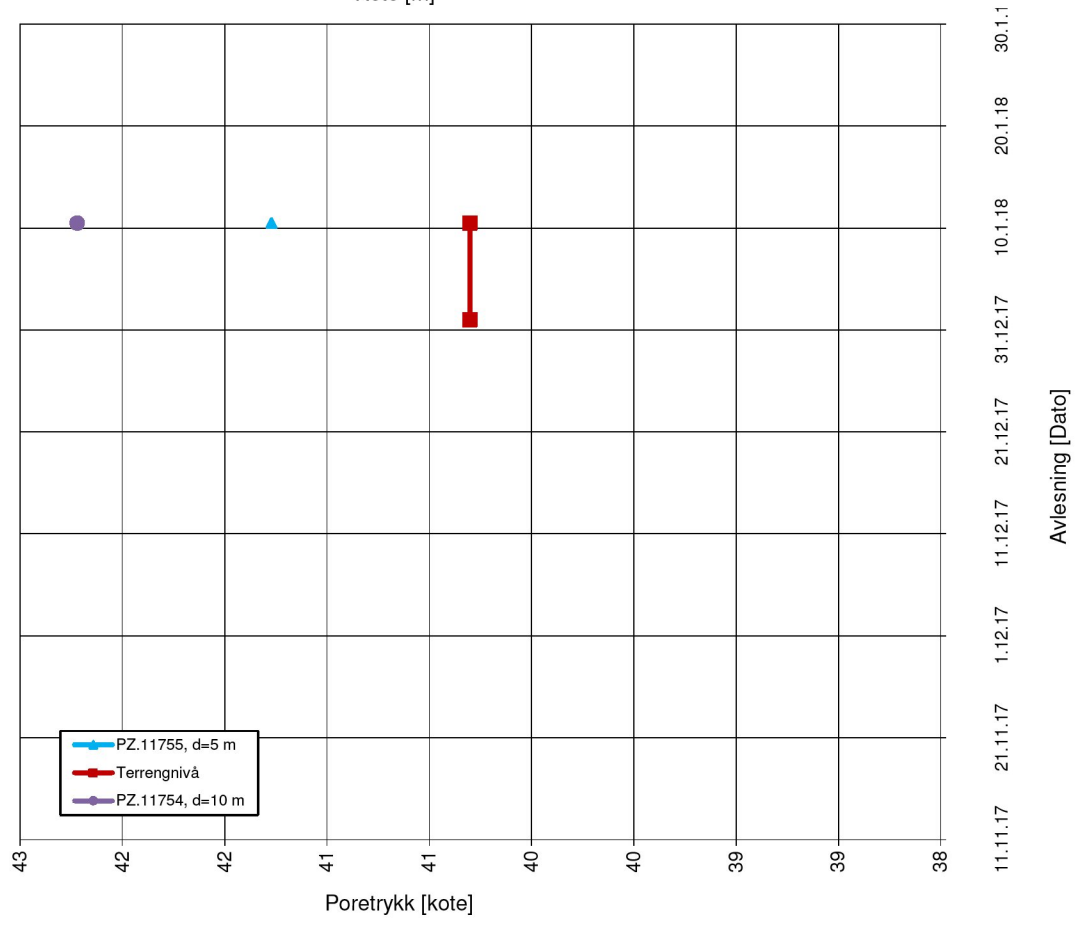
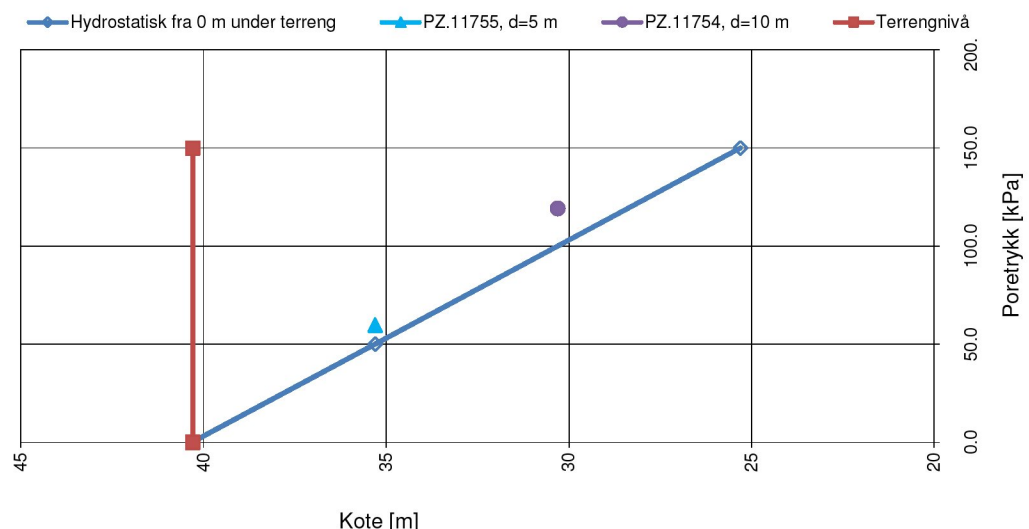
ANG

Programrevisjon:

24.06.2016

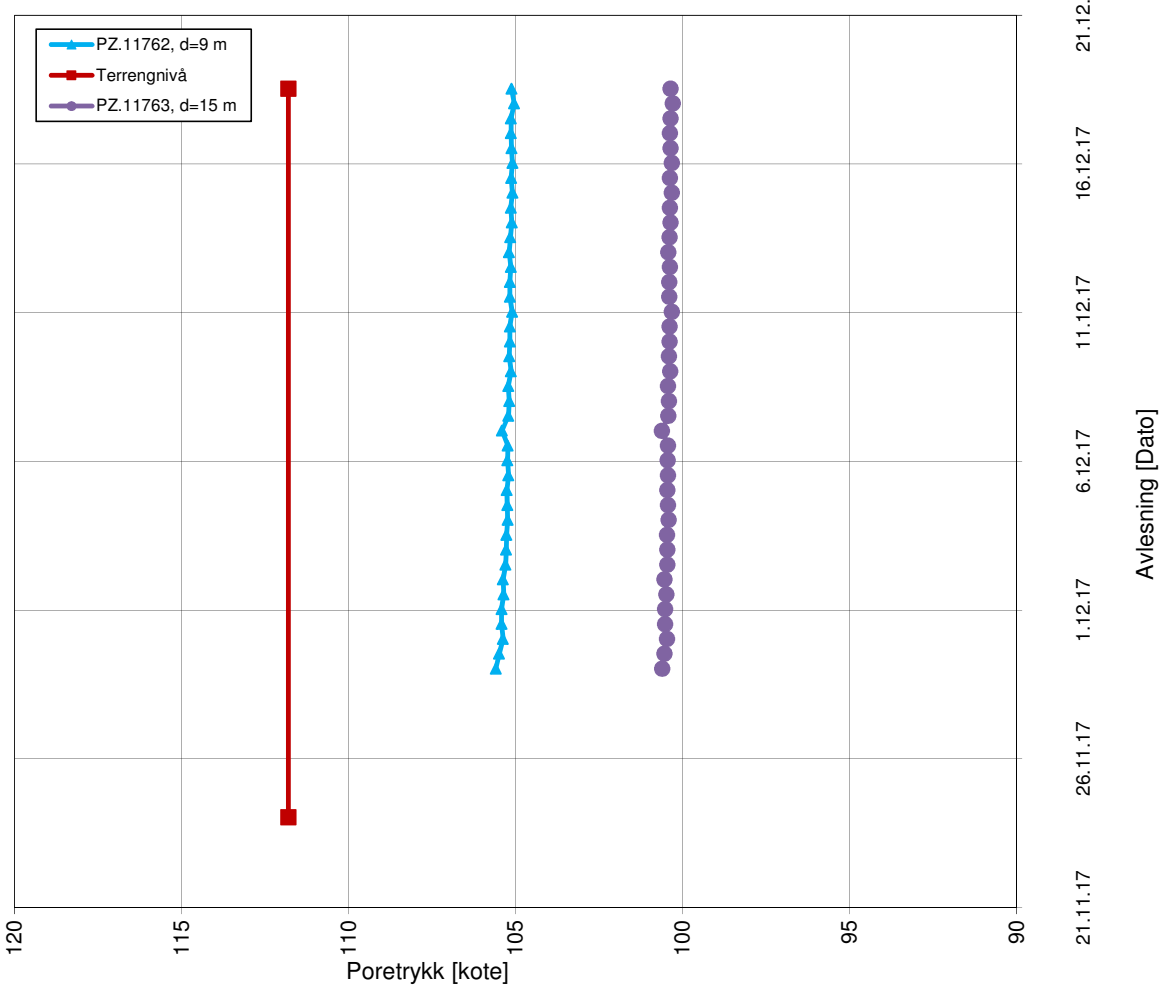
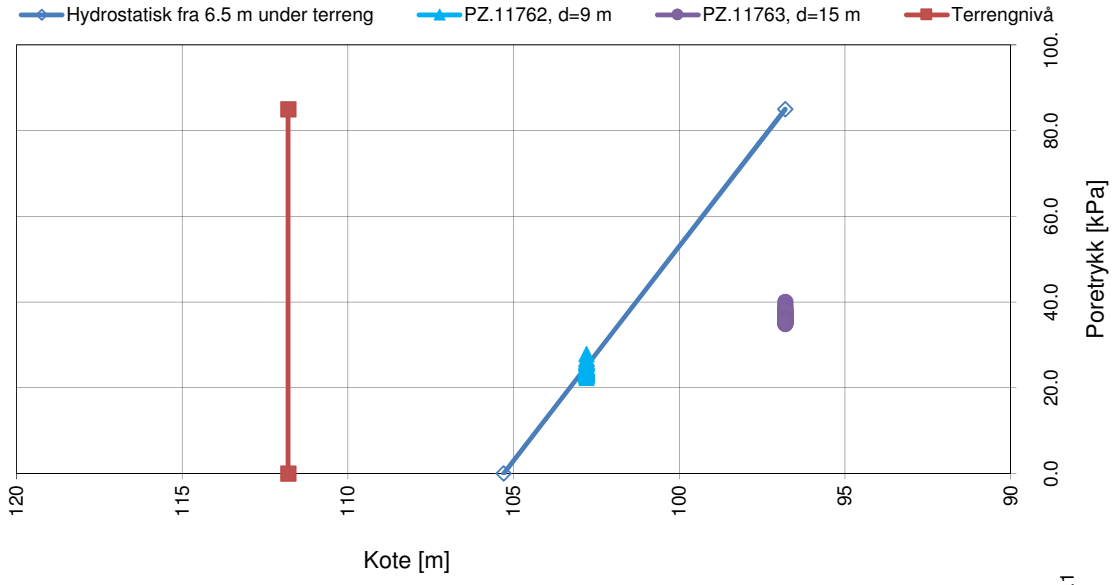
VEDLEGG C

Poretrykksmålinger



PORETRYKKS MÅLING

Elektriske poretrykksmålere, BP. 1421-5		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multi consult
NVE Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		JKM	GURT	
		Dato	Godkjent	
		04.01.18	ANG	
MULTICONSULT NORGE AS Sluppenvegen, 15 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00	Oppdragsnr. 10200526	Tegn.nr. RIG-TEG-1421-350	Rev. 00	



PORETRYKKSMÅLING

Elektriske poretrykksmålere, BP. 1495-9

NVE
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag

Konstr./Tegnet	Kontrollert
JKM	GURT
Dato	Godkjent
04.01.18	ANG



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

Oppdragsnr.
10200526

Tegn.nr.
RIG-TEG-1495-350

Rev.
00

VEDLEGG D

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

Sone	Navn	Faregrad (ny)	Løsne-område (kritisk snitt)	Erosjons-kategori befarings (2017)	Topografi	Grunnforhold	Aktuell skredtype	Utløpsområde	Løsneområde skadekonsekvens				Utløpsområde skadekonsekvens				Befart 2017	Grunnundersøkelse utført 2017	Stabilitetsberegninger anbefales	Laveste sikkerhetsfaktor	Stabilitetsberegning m/tiltak anbefales	Kommentar
									Bolig-enheter	Næringsbygg	Annen bebyggelse	Infrastruktur	Bolig-enheter	Næringsbygg	Annen bebyggelse	Infrastruktur						
1415	Tørring	Middels	1	Ikke befarings	50 m høy helning 1:10	Dreietrykkssondering NGI-23 indikerer mulig kvikkleire ned til ca 5 m dybde. Boringen er avsluttet i antatt fjell på 9 m dybde.	Retrogressivt *	Åpent	2	0	0	Privatveg	2	0	1	Fv 17	Nei	Nei	Nei	-	Nei	Relativt slak helning, og grunt til berg. Ingen bekker. Utløsende årsak vil være terrengingrep, ingen naturlig utløsning.
1415	Tørring	Middels	2	Litt erosjon	40 m høy, helning 1:7	Blandede, noe bløte masser ned til 3 m i borpunkt 1415-3 og ned til 5 meter i 1415-2. Sonderingene stopper i svært faste, grove masser.	Overflateutglidninger/grunne rotasjonsskred nærmest bekken	Kombinasjon av åpent og ravnert	0	0	0	Privatveg og Fv 17	0	0	0	Fv 17	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Aktuell skredtype vurderes å være overflateutglidninger/grunne rotasjonsskred nærmest bekken, som ikke vil bre seg bakover til bebyggelse. Fv 17 vil kunne rammes.
1415	Tørring	Middels	3	Noe erosjon	Ravinedal på tvers av sonen. 5-10 m høye raviner, total høydeforskjell 30 m.	Totalsondering 1415-1 viser faste masser over berg i 5 m dybde under terreng	Rotasjonsskred	Åpent	0	0	0	0	0	0	0	Fv17	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Rotasjonsskred nærmest bekken vil ikke bre seg bakover til bebyggelsen i nord. Eventuelle skredmasser vil holde seg i ravinedalen og bli vasket vekk gradvis.
1421	Nord-Fosnes	Middels	1	Litt erosjon	40 m høydeforskjell fra fjord til berg i dagen, helning 1:5.	Sprøbruddmateriale fra 1-2 m u/terr	Lite sannsynlig med retrogressiv bruddutvikling.	Strandsone, åpent, langgrunt	2	0	3	Fv 17	0	0	0	Fv 17	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Ingen erosjon i strandsonen. Hjelbotn er 13 m på det dypeste, og sjøbunnen nærmest aktuell sone har helning på omtrent 1:60. Det er altså meget grunt i fjorden, en eventuell flodbølge pga. skredmasser vil bli relativt liten. Det er et topplag av grove masser og relativt slakt nærmest bekken. Høydeforskjellen nærmest bekken er rundt 1-2 m. Vi vurderer at et retrogressivt skred er lite sannsynlig her.
1421	Nord-Fosnes	Middels	2	Noe erosjon	30 m høydeforskjell fra ravinebunn til fast berg, helning 1:6	Sprøbruddmateriale fra 1-2 m u/terr	Retrogressivt	Ravinert	0	0	0	0	1	0	3	Fv 17	Ja	Ja	Ja	Fc=1,16	Ja	Brattest helning, det er «noe» erosjon i bekken i bunnen av skråningen, og det er kvikkleire ned til 5 m under terreng og leire på grensa til å ha sprøbruddegenskaper videre nedover i dybden. Utløpsområdet vurderes å ramme bebyggelsen nederst i sonen og fv. 17. Stabilitetsberegning uten tiltak viser lav sikkerhet og det er utført stabilitetsberegninger med tiltak.
1421	Nord-Fosnes	Middels	3	Litt erosjon	40 m høydeforskjell, helning 1:6	Totalsondering i borpunkt 1421-3 viser noe bløte masser ned til 3 m under terreng, derunder grove, svært faste masser over berg på 8,5 m dybde.	Rotasjonsskred	Strandsone, åpent, langgrunt	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Det er lite sannsynlig at et skred i denne delen av sonen kan ramme boligfeltet i øst. Det er ingen erosjon i strandsonen, og det er flatt nærmest bekken. Ingen naturlig utløsning av skred.
1424	Kvamseng	Middels	1	Litt erosjon	25 m høy skråning, helning 1:7 nærmest elv, flater ut 100 m unna elv.	Antatt sprøbruddmateriale fra 5 m under terreng i borpunkt 1424-1. I borpunkt 1424-2 ved bekken er det stort sett økning i sonderingsmotstand. Prøveserien i borpunkt 1424-5 som vi vurderer er representativ for forholdene i bunnen av bekken også i kritisk snitt 1, viser ikke sprøbruddmateriale.	Retrogressivt	Ravinert	4	0	0	Rv 285	0	0	0	0	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Bløt leire i liten dybde, men ikke sprøbruddmateriale, litt erosjon i bekken, ingen bebyggelse innen 100 m. Det prioriteres ikke å gå videre med beregninger her.
1424	Kvamseng	Middels	2	Litt erosjon	15 m høy skråning med helning 1:3 nærmest elva	Borpunkt 1424-3 indikerer mulig kvikkleire/ sprøbruddmateriale fra 9-10 m under terreng. Prøveserien i borpunkt 1424-3 viser at det ikke er sprøbruddmateriale.	Rotasjonsskred	Ravinert	2	1	1	Privat veg	0	0	0	0	Ja	Ja	Ja	Fc=1,06	Nei	Bløt leire i liten dybde, litt erosjon i bekken. Opplysning fra grunneier om at stuegulvet knaker når det regner. Det er ikke sprøbruddmateriale her, men et rotasjonsskred vil kunne ramme to bolighus og en låve med mulig museumsdrift. Beregninger viser at det er skråningen ned mot elva har dårlig stabilitet. Det burde gjøres en vurdering av om det bør erosjonssikres selv om det ikke er sprøbruddmateriale. Stabilitetsberegning uten tiltak viser lav sikkerhet og det er utført stabilitetsberegninger med tiltak.
1424	Kvamseng	Middels	3	Noe erosjon	15 m høy skråning med helning 1:5	Boring viser antatt kvikkleire fra 1-8 m u. terr. I borpunkt 1424-4 er det 2 m til antatt berg.	Rotasjonsskred	Ravinert	0	0	0	Privat veg	0	0	0	Bru, privat veg	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Det er noe erosjon ved bekken her. I borpunkt 1424-4 er det 2 m til antatt berg. Byggene øverst i kritisk snitt 3 er lagerbygg. Dette snittet erstattes derfor av snitt 4
1424	Kvamseng	Middels	4	Noe erosjon	3 m høydeforskjell nærmest bekk, så helning slakere enn 1:15.	Sprøbruddmateriale fra 1-2 m u/terr	Mulig retrogressivt med begrenset utstrekning	Ravinert	0	0	0	Privat veg	0	0	0	Bru, privat veg	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Det er slak helning de nærmeste 70 meterne fra bekken, og som NGI sin sondering 29B viser er massene over 1:15-linja stort sett grove masser. Et potensielt retrogressivt skred antas derfor å stoppe før det når bebyggelsen.
1435	Hatlinghus	Høy	1	Aktiv erosjon	Høydeforskjeller rundt 35 m, bratteste terrenghelning 1:2,5 mot elva.	Dreietrykkssondering NGI-48 indikerer kvikkleire ned til ca 7 m. Boringen er avsluttet ved antatt fjell på 12 m dybde. Sondering og prøveserie i borpunkt 1435-1 viser at det ikke er sprøbruddmateriale ved veien.	Retrogressivt *	Åpent	0	0	0	Fv 297	0	0	0	0	Ja	Nei	Nei	-	Nei	Aktiv erosjon, det har tidligere gått et skred her utløst av erosjon fra elva. Gården i T-krysset midt i sonen er ubebodd, slik at et initialskred utløst av erosjon fra elva kun har konsekvens for Fv 296 og eventuelt gården som ligger i nordvestlig ende av profilet. Sondering og prøveserie i borpunkt 1435-1 tilsier at det ikke er sprøbruddmateriale her, slik at et potensielt skred vil stoppe før gården. Det kan ikke utelukkes at Fv 296 blir berørt
1435	Hatlinghus	Høy	2	Noe erosjon	Høydeforskjeller rundt 35 m, bratteste terrenghelning 1:2,5 mot elva.	Totalsonderingen i borpunkt 1435-2 viser stor sonderingsmotstand i hele dybden, antatt faste friksjonsmasser av sand og grus. Sonderingen i borpunkt 1435-4 viser svakt økende motstand ned til 6 m under terreng (antatt leire/silt), og videre mye friksjon (antatt silt/sand/grus).	Rotasjonsskred	Åpent	0	0	0	Fv 297	0	0	0	Fv 296, bru over elv	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Det er ingen erosjon i det området hvor terrenget er brattest og det er størst høydeforskjell nærmest elva. Det er noe erosjon i ravinedalen som sonen grenser mot i øst. Siden det er overvekt av grove masser over 1:15-linja, vurderes det at et initialskred ved bekken ikke vil ramme bebyggelsen.

Sone	Navn	Faregrad (ny)	Løsne-område (kritisk snitt)	Erosjons-kategori befarings (2017)	Topografi	Grunnforhold	Aktuell skredtype	Utløpsområde	Løsneområde skadekonsekvens				Utløpsområde skadekonsekvens				Befart 2017	Grunnundersøkelser utført 2017	Stabilitets-beregninger anbefales	Laveste sikkerhets-faktor	Stabilitets-beregning m/tiltak anbefales	Kommentar				
									Bolig-enheter	Nærings-bygg	Annen bebyggelse	Infra-struktur	Bolig-enheter	Nærings-bygg	Annen bebyggelse	Infra-struktur										
1452	Kokkås	Middels	1	Litt til noe erosjon	Noe ravinert terreng. Trolig utført en del planeringsarbeid. Høydeforskjell på 20-25 m	Det er ikke sprøbruddmateriale i punkt 1452-1 på topp skråning. Sonderingen i bunn (1452-2) viser grove, lagdelte masser ned til 5 m.	Mulig rotasjonsskred utløst av erosjon, ikke retrogressiv utvikling.	Ravinert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Siden det ikke er sprøbruddmateriale, vurderes det at retrogressiv bruddutvikling ikke er sannsynlig.
1452	Kokkås	Middels	2	ingen erosjon	Noe ravinert terreng. Trolig utført en del planeringsarbeid. Høydeforskjell på 20-25 m. Flatt nærmest bekken. Området ser ut til å være formet av flere skredgroper.	Kvikkleire i stor mektighet under ca 8 m midt i sonen. Tilsvarende ca bunn av ravine.	Flakskred.* Utløsende årsak vil være noe annet enn erosjon, da det er flatt nærmest bekken.	Ravinert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nei	Nei	Nei	-	Nei	Lite trolig av skred kan starte og utvikle videre bakover til bolig eller infrastruktur.
1461	Skei Nordre	Middels	1	Noe erosjon	40 m høy skråning, ravinert terreng. Ca helning 1:5.	Ingen grunnundersøkelser	Rotasjonsskred*	Ravinert	0	0	0	Rv 762	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Nei	Nei	-	Nei	Noe erosjon i et vannsig i skråningen parallelt med kritisk snitt. Ingen konsekvens i denne delen av sonen.	
1461	Skei Nordre	Middels	2	Noe erosjon	30-40 m høy skråning, ravinert terreng. Gj.snittlig helning 1:5, bratteste helning 1:3.	Borpunkt 1461-2 viser faste masser ned til 3,6 m under terreng i topp skråning.	Rotasjonsskred	Ravinert	1	0	1	Rv 762	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Størst fare for rotasjonsskred i bratt skråning et stykke unna bunn ravedal. Mulig aktuelt med sikring i sidebekker ned mot dalbunn pga erosjon i disse. Utførte grunnundersøkelser viser faste masser og grunt til berg. Lite trolig at skred vil berøre bebyggelse.	
1461	Skei Nordre	Middels	3	Noe erosjon	40 m høy skråning, ravinert terreng. Ca helning 1:5.	Borpunkt 1461-3 viser faste masser ned til 4,3 m under terreng.	Rotasjonsskred	Ravinert	2	0	1	Rv 762, adkomstveg hus	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Størst fare for erosjon her, fordi det er brattest nære elva. Grunnundersøkelser viser at det er faste masser og grunt til berg. Lite sannsynlig at bolig blir berørt av skred.
1464	Bruåsen	Lav	1	Ingen erosjon	35 m høydeforskjell. Terrenhelning mellom 1:2 og 1:10.	Ingen grunnundersøkelser. Nærhet til tidligere kvikkleireskred og sondering med kvikkleire.	Retrogressivt skred/flakskred*	Åpent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Nei	Nei	-	Nei	Liten sannsynlighet for at skred kan utvikle seg retrogressivt fra initialskred i ravine pga avstand og antatt grunnforhold. Likevel, grunnforholdene kan være mer ugunstige enn antatt. Hvis det er stor erosjon per dd. Bør dette verifiseres. Etter befarings: ikke erosjon, snitt droppes.
1464	Bruåsen	Lav	2	Aktiv erosjon	35 m høydeforskjell. Terrenhelning mellom 1:2 og 1:10.	Nye boringer viser silt med tynne kvikkleirelag i skråningstopp på ca 6 m dybde. I bunn ravine er det trolig ikke sprøbrudd.	Rotasjonsskred - muligens flakskred langs svakt lag	Åpent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Tydelig at det har gått skred i dette profilet før. Dette skredet har i bakkant stoppet ved boligbebyggelse. Lite trolig at nytt skred vil skje da det ikke er naturlige utløsende årsaker. Kvikkleire ligger nokså dypt. Etter befarings: profil justert noe pga aktiv erosjon i ravedal, går videre med grunnundersøkelser. Etter grunnundersøkelser: tynt lag med sprøbruddmateriale. Retrogressiv utvikling lite sannsynlig. Mulig flakskred.
1495	Tolstad	Lav	1	Noe erosjon	20 m høydeforskjell	Antatt kvikkleire fra 6 m under terreng i borpunkt 1495-1 i bunn skråning. I borpunkt 1495-2 vurderer vi at det ikke er kvikkleire over 1:15-linja.	Rotasjonsskred	Elv. Åpent på motsatt side av elva.	0	0	0	266 Ogdalsvegen	2	1	0	0	0	0	0	0	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Lite trolig at et initialskred vil bre seg bakover til boligene vest for punkt 1495-2.
1495	Tolstad	Lav	2	Aktiv erosjon	20 m høydeforskjell	Sonderingene viser antatt kvikkleire i borpunkt 1495-3 og -4 fra henholdsvis 9 og 14 m under terreng. Det er stort sett grove masser over 1:15-linja.	Rotasjonsskred	Elv. Åpent på motsatt side av elva.	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Bolig på skredkant. Relativt slakt i tidligere skredgrop. Kvikkleire nokså dypt. Lite trolig at evt. erosjon kan skape noe som involverer bolig.
1495	Tolstad	Lav	3	Aktiv erosjon	20 m høydeforskjell	Sonderingene viser antatt kvikkleire i borpunkt 1495-3 og -8 fra henholdsvis 9 og 15 m under terreng. Det er stort sett grove masser over 1:15-linja.	Rotasjonsskred*	Elv. Åpent på motsatt side av elva.	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	Ja	Nei	Nei	-	Nei	Aktiv erosjon i bunn av skråning med kvikkleire. Kvikkleire antatt i nivå 3 m over elvenivå. Slakt inn not elv-> tåler noe erosjon før skråning blir påvirket. Lang avstand bak til boliger. Lite trolig at evt. skredhendelse kan utvikle seg retrogressivt bak til disse gitt dyp beliggenhet av kvikkleire.
1495	Tolstad	Lav	4	Noe erosjon	17 m høydeforskjell	Kvikkleira befinner seg under 1:15-linja.	Rotasjonsskred	Elv. Åpent på motsatt side av elva.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Ja	Nei	-	Nei	Kvikkleira befinner seg under 1:15-linja, derfor anbefales det at vi ikke går videre med stabilitetsvurderinger i denne delen.
1495	Tolstad	Lav	5	Noe erosjon	20 m høydeforskjell	1495-9 viser antatt kvikkleire fra omtrent 10 m under terreng, 1495-1 viser antatt kvikkleire fra 6 m under terreng.	Retrogressivt	Elv. Åpent på motsatt side av elva.	3	1	0	266 Ogdalsvegen	2	1	0	0	0	0	0	0	Ja	Ja	Ja	Fc=1,10	Ja	Stabilitetsberegning uten tiltak viser lav sikkerhet og det er utført stabilitetsberegninger med tiltak.
1501	Myr	Lav	1	ingen erosjon	15 m høy elveskråning, helning 1:1,5	Dreietrykksondering 104 indikerer kvikkleire fra 0-5 og 15-18 m dybde. Boringen er avsluttet ved antatt fjell på 20 m dybde.	Retrogressivt*	I elva Ogna	3	0	0	Kommunal veg	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Nei	-	-	-	Ogna er erosjonssikret. Ingen naturlig utløsning av skred.
1501	Myr	Lav	2	ingen erosjon	10 m høy elveskråning, helning 1:2	Nærmeste boring 70 m unna viser leire med konstant bormotstand ned til 5 m i topp skråning og antatt kvikkleire fra kote 110 og nedover.	Retrogressivt*	I elva Ogna	1	0	1	Kommunal veg	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Nei	-	-	-	Ogna er erosjonssikret. Ingen naturlig utløsning av skred.
1501	Myr	Lav	3	Litt erosjon	14 m ravine, 1:3 helning	Dreietrykksondering 105 3 m over bunn ravine viser kvikkleire 1 m under terreng	Retrogressivt*	Ravinert. Begrenset pga vegfylling. Vil tette stikkrenne under vegfylling og føre til oppdemming.	3	0	2	Kommunal veg	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Nei	-	-	-	Flatt ved bekk, må erodere mye for å utløse skred. Utløpsområde begrenset pga stikkrenne under veg. Skredmassene vil trolig stoppe og bygge seg opp bak denne.
1501	Myr	Lav	4	Noe erosjon	12 m ravine, 1:3 helning	Ingen grunnundersøkelser i nærheten	Retrogressivt*	Ravinert. Svært begrenset.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Nei	-	-	-	Ingen konsekvens
1501	Myr	Lav	5	ingen erosjon	18 m ravine, 1:3 helning	Sond 104 og 105 ligger over 100 m unna henholdsvis sør og nord for snittet. Antatt like grunnforhold som resten av ravinen. Antatt bløt leire i bunn ravine.	Retrogressivt*	I bekkedal og i Ogna	4	0	2	Kommunal veg	0	0	0	0	0	0	0	0	Ja	Nei	-	-	-	Ogna er erosjonssikret. Ingen naturlig utløsning av skred.

Sone	Navn	Faregrad (ny)	Løsne-område (kritisk snitt)	Erosjons-kategori befarings (2017)	Topografi	Grunnforhold	Aktuell skredtype	Utløpsområde	Løsneområde skadekonsekvens				Utløpsområde skadekonsekvens				Befart 2017	Grunnundersøkelser utført 2017	Stabilitets-beregninger anbefales	Laveste sikkerhets-faktor	Stabilitets-beregning m/tiltak anbefales	Kommentar	
									Bolig-enheter	Nærings-bygg	Annen bebyggelse	Infra-struktur	Bolig-enheter	Nærings-bygg	Annen bebyggelse	Infra-struktur							
1536	Moaaunet	Middels	1	Ikke befart	Høydeforskjell 13 m, helning 1:2.	Ikke grunnundersøkelser her	Retrogressivt*	I Moldelva, relativt flatt og åpent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nei	Nei	Nei	-	Nei	Ingen konsekvens
1536	Moaaunet	Middels	2	Ikke befart	Nesten flatt 80 m unna elva. Helning 1:2,5 fra platå ved hus, h=15 m	Lagdelte masse av leire, sand og grus. Ikke sprøbrudd-materiale i sondering 1536-1	Muligens rotasjonsskred i skråning mellom elv og hus	I Moldelva, relativt flatt og åpent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nei	Ja	Nei	-	Nei	Ingen sikring aktuell. Flatt i område ved elv, skred utløst av erosjon er utelukket pga liten høydeforskjell. Det er ikke forekomst av kvikkleire nærmest gård.
1536	Moaaunet	Middels	3	Ikke befart	Høydeforskjeller rundt 40 m, gj.snittlig helning 1:4.	Ikke grunnundersøkelser her	Muligens rotasjonsskred i skråning nedenfor veg*	I Moldelva, relativt flatt og åpent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nei	Nei	Nei	-	Nei	Ingen sikring aktuell. Flatt i område ved elv, skred utløst av erosjon er utelukket pga liten høydeforskjell

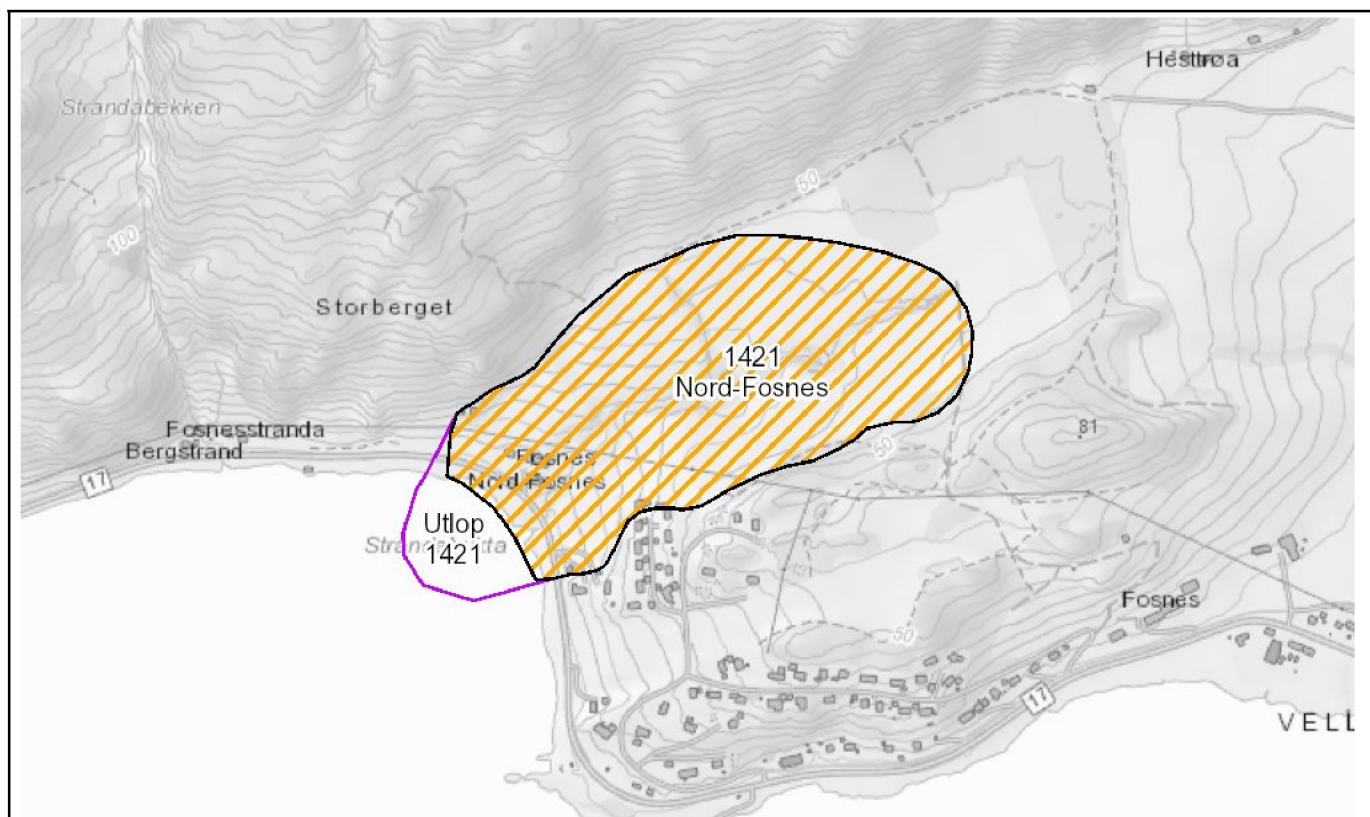
* Vurdering av skredtype er basert på topografi og evt. likende områder i nærheten med utførte grunnundersøkelser

VEDLEGG E

Faktaark
(hentet fra NVEs innmeldingsløsning)

Kvikkleiresone 1421: Nord-Fosnes - Kommune: Steinkjer

Faregradklasse	Middels
Konsekvensklasse	Alvorlig
Risikoklasse	3
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Opprettet	18.4.2006
Sist oppdatert	6.12.2018
Sist oppdatert av	MULTICONSULT NORGE AS



Bemerkninger

Sonen ble befart av NVE oktober 2005.

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 5 dreietrykksonderinger og en totalsondering samt CPTU, prøveserier og poretrykkmåling. Stabilitetsberegningene viser lav sikkerhet for skråningen ned mot bekken midt i sonen. Løsneområdet er vurdert etter L/H-metoden omtalt i NIFS rapport nr. 14/16. På grunn av topografiske og geologiske forhold (berg i dagen nord for sonen) begrenses løsneområdet. For å kunne vurdere løsneområdet i øvrige

Bemerkninger

deler av sonen må det utføres supplerende grunnundersøkelser og beregninger. Utløpsområdet for sonen er beregnet med bakgrunn i kriteriene i NIFS rapport nr. 14/16.

Referanser

1.NGI- rapport 910017-1, datert november 1996. 2.NGI- rapport 910017-2, datert november 1996. 3.NVE- rapport, "Klassifisering av kvikkleiresoner" Steinkjer, rapport 1, datert 22.12.2005.

Multiconsult 10200526-RIG-RAP-002_rev00 Geoteknisk datarapport Kvikkleiresoneutredning light Trøndelag - Steinkjer datert 19.2.2018

Multiconsult 418771-RIG-RAP-002, rev01 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Delleveranse 1: Innledende vurderinger Steinkjer datert 31.10.2017

Multiconsult 418771-RIG-RAP-005, rev01 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Steinkjer – Delleveranse 3 datert 14.6.2018

Multiconsult 418771-RIG-RAP-007, rev00 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Delleveranse 4, Steinkjer kommune datert 2.10.2018

Fareberegning

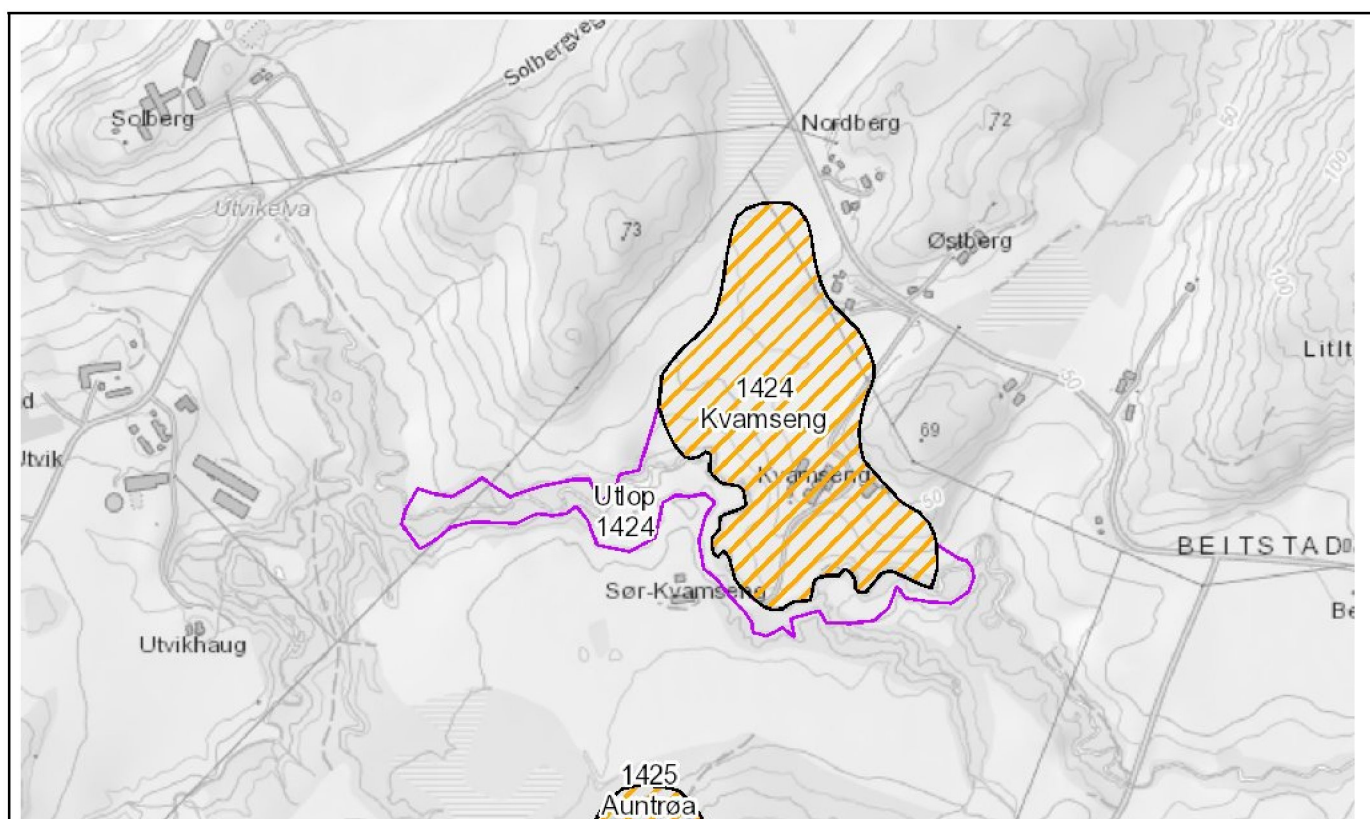
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Det er flere skredgroper i noen kilometers avstand. Det ble ikke observert skredaktivitet på befaring, og det er ikke registrert skredaktivitet i selve sonen tidligere.	Lav	1	1	1
Skråningshøyde i meter	Skråningshøyden er opptil 40 m.	>30	3	2	6
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Basert på tolking av CPTU-sonderingene og ødometerforsøk utført i 1421-5 ligger OCR mellom 1,5-2.	1,5-2,0	1	2	2
Poretrykk	Poretrykksmålingene viser 20 kPa poreovertrykk på 10 m dybde i borpunkt 1421-5. Det er nærliggende å tro at det er noe poreovertrykk i hele sonen på grunn av det bratte fjellområdet i nord.	10-30	2	3	6
Kvikkleiremektighet	Grunnundersøkelser i sonen viser at mektigheten av kvikke/sensitive masser er mellom H/4 og H/2 i kritiske snitt.	H/4-H/2	2	2	4
Sensitivitet	Undersøkelser i laboratorium viser at påvist kvikke/sprøbruddmateriale har en sensitivitet på mellom 25 og 110 i kritisk snitt.	30-100	2	1	2

Fareberegning					
Erosjon	Det er litt til noe erosjon i bekken i ravinen. Bunnsenkning opptil 0,5 m. Bekken er en flombekk, med normalt liten vannføring. Det er ingen erosjon i strandsonen.	Lite	1	3	3
Inngrep	Ingen inngrep av betydning observert.	Ingen	0	3	0
Total poengsum					24
Prosent av maks					47.06
Sist oppdatert	12.6.2018				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	1 gårdsbruk og 2 boligenheter.	Spredt ≤ 5	1	4	4
Næringsbygg	Ingen.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Riksvei 17 og private veier.	1001-5000	2	2	4
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Ikke nok vannføring.	Ingen	0	2	0
Total poengsum					9
Prosent av maks					20.00
Sist oppdatert	12.6.2018				

Kvikkleiresone 1424: Kvamseng - Kommune: Steinkjer

Faregradklasse	Middels
Konsekvensklasse	Mindre alvorlig
Risikoklasse	2
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Opprettet	19.4.2006
Sist oppdatert	6.12.2018
Sist oppdatert av	MULTICONSULT NORGE AS



Bemerkninger

Sonen ble befart av NVE oktober 2005.

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 av 6 dreietrykksonderinger samt CPTU og prøveserier. Stabilitetsberegningene viser lav sikkerhet for skråningen ned mot elva. På grunn av geologiske forhold er det ikke benyttet L/H-metoden, omtalt i NIFS rapport nr. 14/16, for å revidere løsneområde. For å kunne revidere sonens avgrensning burde det utføres supplerende grunnundersøkelser og beregninger. Lengden på løsneområdet er vurdert ut fra

Bemerkninger

dagens soneavgrensning. Utløpsområdet for sonen er beregnet med bakgrunn i kriteriene i NIFS rapport nr. 14/16.

Referanser

1.NGI- rapport 910017-1, datert november 1996. 2.NGI- rapport 910017-2, datert november 1996. 3.NVE- rapport, "Klassifisering av kvikkleiresoner" Steinkjer, rapport 1, datert 22.12.2005.

Multiconsult 10200526-RIG-RAP-002_rev00 Geoteknisk datarapport Kvikkleiresoneutredning light Trøndelag - Steinkjer datert 19.2.2018

Multiconsult 418771-RIG-RAP-002, rev01 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Delleveranse 1: Innledende vurderinger Steinkjer datert 31.10.2017

Multiconsult 418771-RIG-RAP-005, rev01 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Steinkjer – Delleveranse 3 datert 14.6.2018

Multiconsult 418771-RIG-RAP-007, rev00 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Delleveranse 4, Steinkjer kommune datert 2.10.2018

Fareberegning

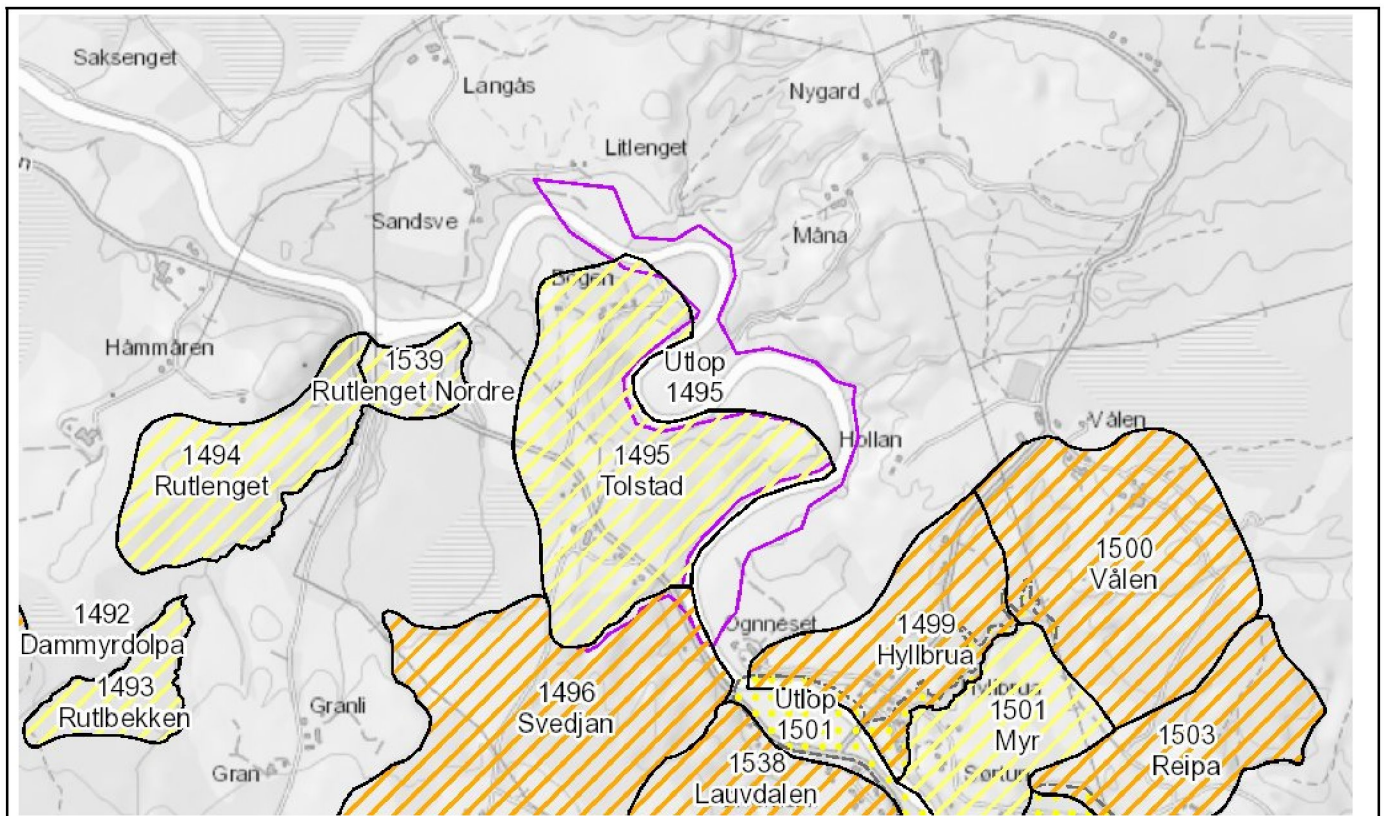
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Det er flere skredgroper i noen kilometers avstand. Det ligger en mindre skredgrop sør for Kvamseng gård.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde i meter	Høydeforskjellen fra bekken og opp til utflatende terreng er 15-20 m.	15-20	1	2	2
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Det er ikke utført CPTU i kvikkleira, men CPTU utført i leire (1424-3) viser OCR = 2-4. Det vurderes at verdien er representativ for hele sonen.	>2,0	0	2	0
Poretrykk	Det er ikke utført poretrykksmålinger i sonen. Antar noe poreovertrykk på grunn av bratt terreng oppstrøms sonen i øst og stort nedbørsfelt i vest.	0-10	1	3	3
Kvikkleiremektighet	I vestre del av sonen er høydeforskjellen ca. 15 m opp til terrenget flater ut, og mektigheten av antatt kvikkleire er i representativt snitt minst 10 m.	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	Det er ikke tatt opp representative prøver av antatt kvikkleire. Antar at sensitiviteten ligger i intervallet 30-100.	30-100	2	1	2

Fareberegning					
Erosjon	Elva i sør er befart langs hele sonen. Det er litt erosjon i bekken på nordsiden av der vegen krysser bekken. På østsiden er det flere gamle utglidninger og noe erosjon.	Lite	1	3	3
Inngrep	Vi kjenner ikke til at det er gjort inngrep eller sikring i sonen.	Ingen	0	3	0
Total poengsum					18
Prosent av maks					35.29
Sist oppdatert	12.6.2018				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	1 gårdsbruk.	Spredt ≤ 5	1	4	4
Næringsbygg	Ingen.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Privat vei.	<100	0	2	0
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Ikke nok vannføring.	Ingen	0	2	0
Total poengsum					4
Prosent av maks					8.89
Sist oppdatert	12.6.2018				

Kvikkleiresone 1495: Tolstad - Kommune: Steinkjer

Faregradklasse	Lav
Konsekvensklasse	Alvorlig
Risikoklasse	3
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Opprettet	10.4.2006
Sist oppdatert	6.12.2018
Sist oppdatert av	MULTICONSULT NORGE AS



Bemerkninger

Sonen ble befart av NVE september 2006.

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 av 8 dreietrykksonderinger samt CPTU, prøveserier og poretrykksmåling. Stabilitetsberegningene viser lav sikkerhet for skråningen ned mot elva i sørøst. Løsneområdet er vurdert etter L/H-metoden omtalt i NIFS rapport nr. 14/16. Det er vurdert at grunnlaget for å revidere utstrekningen av løsneområdet kun basert på snitt 5 ikke er tilstrekkelig. Det er ikke nok grunnlag for å revidere løsneområde i

Bemerkninger

nordre del av faresonen uten ytterlige grunnundersøkelser og utredninger. Lengden på løснеområdet er derfor vurdert ut fra dagens soneavgrensning. Utløpsområdet for sonen er beregnet med bakgrunn i kriteriene i NIFS rapport nr. 14/16.

Referanser

1.NGI- rapport 950066-1, datert juli 1996. 2.NGI- rapport 950066-2, datert juli 1996. 3.NGI- rapport 920046-2, datert september 1996. 4.NVE- rapport, "Klassifisering av kvikkleiresoner" Steinkjer, rapport 3, datert 22.12.2005. 5.NVE- rapport, "Klassifiser

Multiconsult 10200526-RIG-RAP-002_rev00 Geoteknisk datarapport Kvikkleiresoneutredning light Trøndelag - Steinkjer datert 19.2.2018

Multiconsult 418771-RIG-RAP-002, rev01 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Delleveranse 1: Innledende vurderinger Steinkjer datert 31.10.2017

Multiconsult 418771-RIG-RAP-005, rev01 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Steinkjer – Delleveranse 3 datert 14.6.2018

Multiconsult 418771-RIG-RAP-007, rev00 Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag. Delleveranse 4, Steinkjer kommune datert 2.10.2018

Fareberegning

Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Det fremgår både av kartgrunnlaget og av observasjoner fra befaringsene at det er stor tidligere skredaktivitet i denne sonen.	Høy	3	1	3
Skråningshøyde i meter	Skråning ved Ognas yttersving er opptil 20 m høy.	15-20	1	2	2
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Ødometerforsøk og CPTU i sonen viser OCR mellom 1,5-2,0.	1,5-2,0	1	2	2
Poretrykk	Det er stort poreundertrykk i borpunkt 1495-9. Siden sonen ligger på et platå med svært lite nedbørsfelt, antas det poreundertrykk i hele sonen.	<-50	-3	3	-9
Kvikkleiremektighet	Mektigheten av antatt kvikkleire er > H/2 i det mest kritiske snittet (snitt 5). KL har imidlertid beliggenhet under 1:15-linja de fleste andre steder i sonen.	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	Det er målt sensitivitet opp mot 270 i punkt 1495-9.	>100	3	1	3
Erosjon	Flere utglidninger i Ognas yttersvinger.	Aktiv/glidn.	3	3	9
Inngrep	Ingen inngrep observert.	Ingen	0	3	0

Fareberegning					
Total poengsum					16
Prosent av maks					31.37
Sist oppdatert	12.6.2018				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	1 gårdsbruk og 10 bolighus.	Spredt > 5	2	4	8
Næringsbygg	Ingen.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Fylkesvei 266, kommunal vei og private veier. ÅDT 540.	100-1000	1	2	2
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antatt distribusjonsnett.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Oppdemming og flombølge kan føre til skader på vei og bruer nedstrøms.	Liten	1	2	2
Total poengsum					13
Prosent av maks					28.89
Sist oppdatert	12.6.2018				