



Rapport / Report

Kvikkleiresoner Trondheim

Romolslia

20120099-02-R
5. februar 2014
Rev. nr.: 0

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

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

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

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



Prosjekt

Prosjekt: Kvikkleiresoner Trondheim
Dokumenttittel: Romolslia
Dokumentnr.: 20120099-02-R
Dato: 5. februar 2014
Rev. nr./rev. dato: 0

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat
(NVE), Region Midt-Norge
Kontaktperson: Mads Johnsen
Kontraktreferanse: Avtale av 2. mai 2012

For NGI

Prosjektleder: Kyrre Emaus
Utarbeidet av: Tommy Haugen Sjødis
Kontrollert av: Vidar Gjelsvik

Sammendrag

Gjennom NVEs program for økt sikkerhet mot leirskred har NGI fått i oppdrag å utrede 5 faresoner i Trondheim og 1 faresone i Stjørdal. Foreliggende rapport tar for seg faresone 206 Romolslia. Formålet med utredningen er å vurdere reell skredfare iht. NVEs retningslinjer.

Grunnlaget for vurderingene i foreliggende rapport er gitt ved omfattende grunnundersøkelser fra tidligere prosjekter i området. I tillegg er det utført supplerende grunnundersøkelser av Multiconsult etter oppsatt plan fra NGI.

Landskapet i det aktuelle området domineres av et utpreget ravineområde. Skråningshøyden fra toppene i området og ned til ravinebunn for hovedravinene varierer fra ca. 40 til 60 meter. Det antas at tidligere havbunnsnivå har ligget på omtrent kote +97. Under befaring er det registrert aktiv erosjon i ravinedalene vest og nord i faresonen.

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20120099-02-R
Dato: 2014-02-05
Rev. nr.: 0
Side: 4

I det aktuelle området viser grunnundersøkelsene som er utført at grunnen består av 5 lag. Et lag av leire over en fastere siltig/sandig leire som igjen ligger over et leirlag, under dette finner en kvikke/sensitive leirmasser over leire.

Fra tidligere evalueringer av faresonen er sonen plassert i risikoklasse 5, faregradsklasse - 3 og konsekvensklasse - 3. Denne vurderingen er for dagens situasjon uendret etter de utførte supplerende grunnundersøkelsene og arbeidet med foreliggende rapport.

Rapporten dokumenterer dårlig stabilitet for området. Faresone 206 Romolslia består av bratte og høye skråninger med til dels dårlige grunnforhold. For vurderingene av nødvendige tiltak er kravet for tiltakskategori 3 og "*vesentlig forbedring*" i hht. NVEs retningslinjer lagt til grunn. For å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet er det nødvendig med svært store tiltak. Disse tiltakene vurderes som urealistiske både av praktiske og økonomiske hensyn.

Det anbefales å konservere dagens sikkerhet mot skred i form av plastring og erosjonssikring i elver og bekkeleier der det er registrert aktiv erosjon fra tidligere befaring. Gjøres en ny evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse etter ev. utført erosjonssikring - ser en at en får redusert risikoklassen fra 5 til 4 pga. at faregraden reduseres fra høy til middels.

På tross av den dokumenterte dårlige stabiliteten er det allikevel grunnlag for å trekke inn faresonen noe i øst og nordøst av faresonen. Det er i områdene det foreslås å trekke inn faresonen ikke funnet kvikk/sensitiv leire og den udrenerte sikkerheten i dette området vurderes å være tilstrekkelig. For skråningene som det ovennevnte gjelder vil det være den drenerte stabiliteten som er mest kritisk. Vurderingen i foreliggende rapport tilsier at om det skulle gå et drenert brudd i skråningen vil ikke dette forplante seg videre bakover til det er dokumentert kvikk/sensitiv leire. Av den grunn kan det forsvares å trekke faresonegrensene noe inn fra Leirelva og Bjørndalen.

Innhold

1	Innledning	6
2	Utførte grunnundersøkelser	7
3	Grunnforhold og topografi	7
3.1	Kvikkleirefaresoner og topografi	7
3.2	Kvartærgeologi og grunnforhold	8
3.3	Jordartsegenskaper	9
3.4	Grunnvann	10
3.5	Erosjon	10
4	Tolkning av lagdeling og utbredelse av leire med sprøbruddegenskaper - generelt	11
5	Faregrad, skadekonsekvens og risikoklasser	12
6	Tolkning av materialparametre - generelt	12
6.1	Kvalitet av undersøkelsene	12
6.2	Udrenert skjærfasthet	13
6.3	Overkonsolideringsgrad	15
6.4	Anisotropiforhold	16
6.5	Drenert skjærfasthet	16
7	Stabilitetsberegninger	17
7.1	Lagdeling	17
7.2	Jordartsparemetre	17
7.3	Grunnvannstand og poretrykk	17
7.4	Resultat	17
7.5	Kommentarer	18
7.6	Mulige utløsningsfaktorer og diskusjon av eventuelle tiltak	20
8	Tiltak og videre anbefalinger	21
9	Referanser	23

Bilag

Bilag 1	Tegnforklaring plan- og profiltegninger
Bilag 2	Tegningsliste

Vedlegg

- A. Skjema for evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse
- B. Poretrykksmåliger
- C. Tolkning av ødometerforsøk
- D. Tolkning av treaksialforsøk
- E. Tolkning av CPTU-sonderinger
- F. Oversikt grunnundersøkelsesrapporter og benyttede grunnboringer

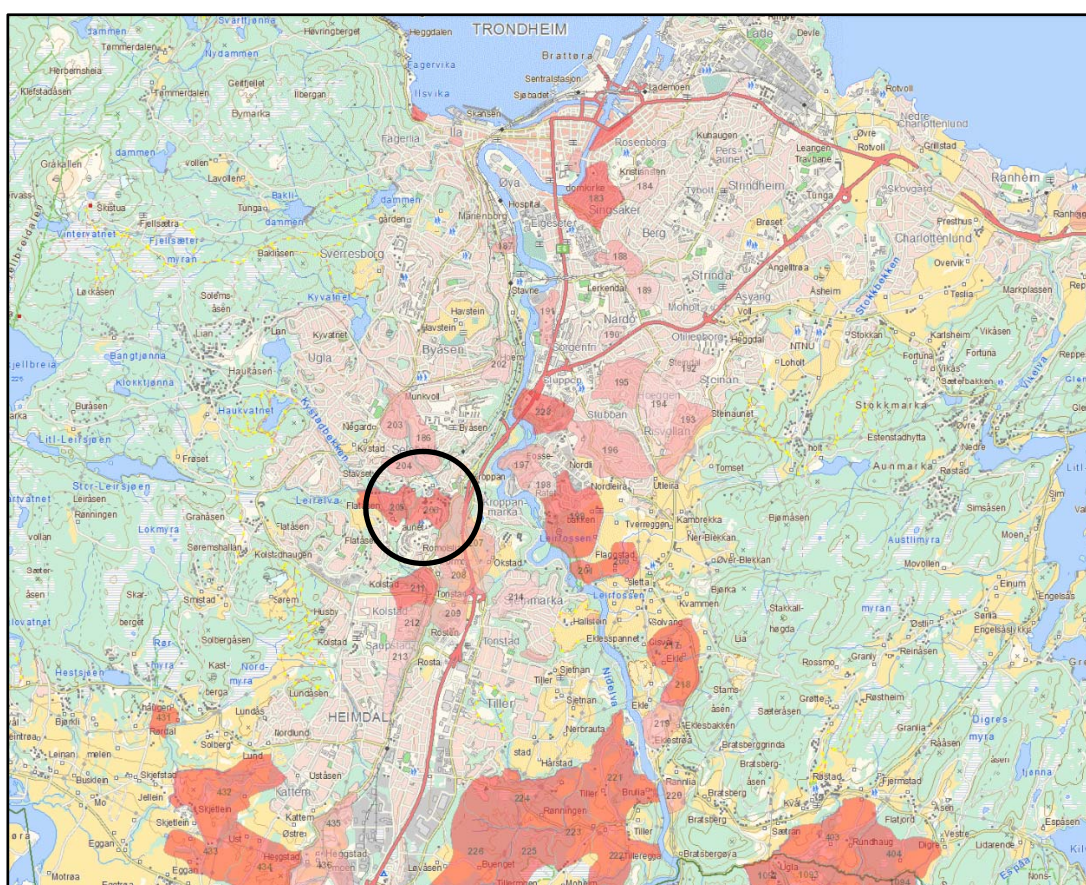
Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Gjennom NVEs program for økt sikkerhet mot leirskred har NGI fått i oppdrag å utrede 5 faresoner i Trondheim og 1 faresone i Stjørdal. De aktuelle faresonene stammer fra den nasjonale kartleggingen av kvikkleiresoner med potensiell skredfare som har pågått i statlig regi siden 1980-tallet:

- 199 Leira - Trondheim
- 206 Romolslia - Trondheim
- 209 Rosten - Trondheim
- 211 Kolstad - Trondheim
- 212 Saupstad - Trondheim
- 621 Lillemo - Stjørdal

Foreliggende rapport tar for seg faresone 206 Romolslia. Det utarbeides egne rapporter for de øvrige faresonene. Beliggenheten av den aktuelle faresonen Romolslia er vist på oversiktskart, Tegning 001 B, Figur 1 og Figur 2. Faresonene ligger like sør for Trondheim sentrum, nær Heimdal.



Figur 1 Oversikt - faresone 206 Romolslia

Formålet med utredningen er å vurdere reell skredfare iht. NVEs retningslinjer i referanse (1). Detaljeringsnivået for denne type utredninger er i ref. (1) anbefalt på reguleringsplan-nivå. Dagens stabilitetsforhold skal vurderes basert på analyser i kritiske snitt. Aktuelle sikringstiltak skal foreslås med utgangspunkt i gitte krav til beregnet sikkerhet.

2 Utførte grunnundersøkelser

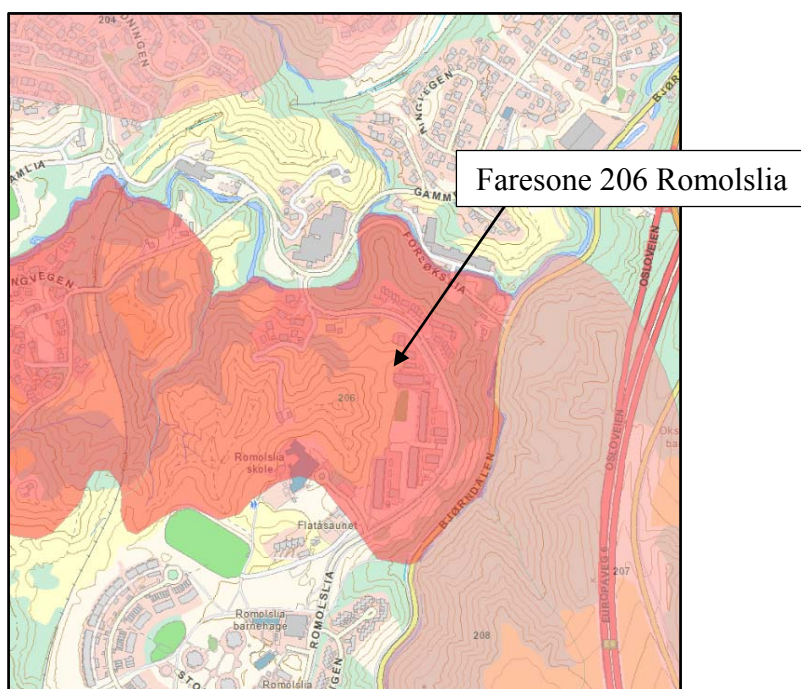
Det er tidligere utført omfattende grunnundersøkelser i området. NGI har gjennom oppdragsgiver fått tilgang til et utvalg av relevante rapporter. I tillegg har NGI også hatt tilgang til grunnundersøkelsesrapporter fra Trondheim kommunes arkiv (publisert på nett). En oversikt over benyttede grunnundersøkelsesrapporter og grunnboringer er gitt i vedlegg F.

Supplerende grunnundersøkelser ble utført av Multiconsult høsten og vinteren 2012-2013 etter oppsatt plan fra NGI, jf. ref. (2).

3 Grunnforhold og topografi

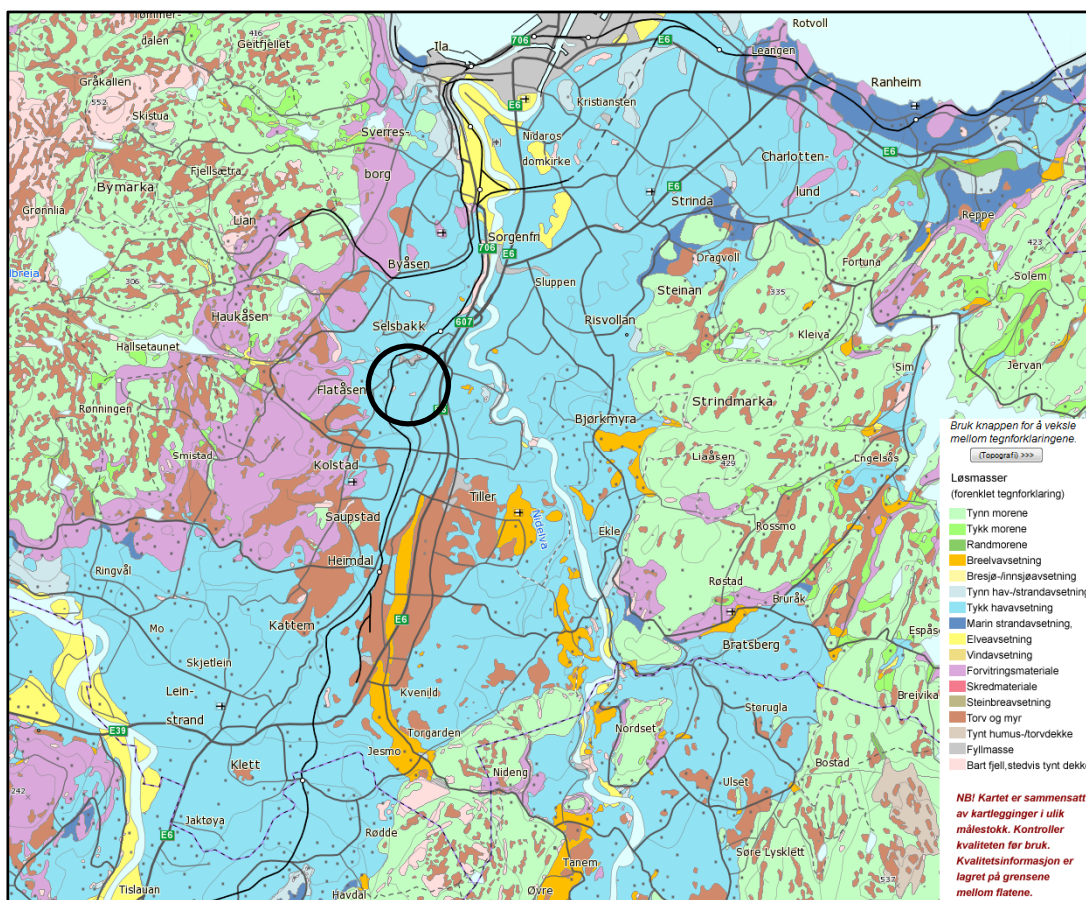
3.1 Kvikkleirefasesoner og topografi

Landskapet i det aktuelle området domineres av et utpreget ravineområde. Den høyeste toppen i området ligger på kt. +97 og det antas at opprinnelig havbunn har ligget rundt denne kotehøyden. Faresonen er avgrenset av raviner i øst (Bjørndalen), i nord (ved Leirelva) og i vest (ikke navngitt ravine). Området ellers består av sideraviner til disse. Skråningshøyden fra toppene i området og ned til ravinebunn for hovedravinene varierer fra ca. 40 til 60 meter.



Figur 2 Kvikkleirefasesone Romolslia

3.2 Kvartærgeologi og grunnforhold

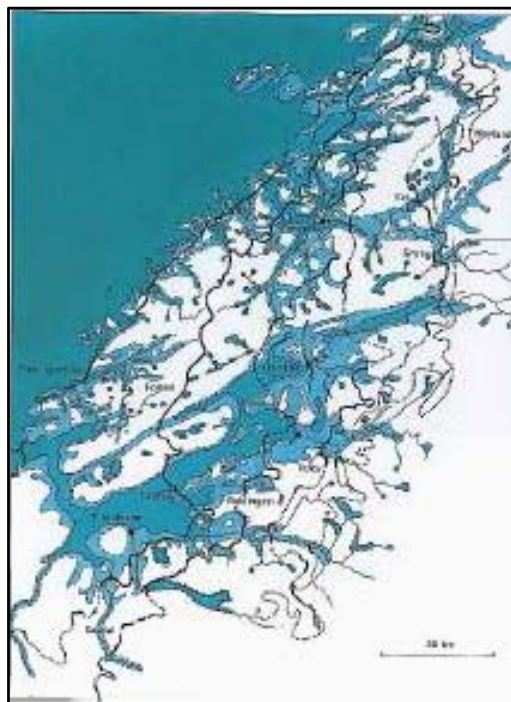


Figur 3 Kvartærgeologisk kart ref. (3)

Kvartærgeologisk kart fra NGU, ref. (3), indikerer «marin løsmasseavsetning, tykt dekke» i det aktuelle området, jf. Figur 3 (lyseblått). Like sør for de aktuelle faresonene er det kartlagt en breelvavsetning (oransje). Breelvavsetningen følger det såkalte «Raet»; et bretrandtrinn fra Yngre Dryas (ca. 10.500 år siden), jf. ref. (4).

Under Yngre Dryas sto brefronten på tilnærmet samme sted over lang tid. I tillegg er det sannsynlig at breen har gjort fremrykk i perioder. Brefremrykk over leiravsetninger kan gi bunn- / endemorene blandet sammen med leire og silt.

Det antas «plogvirkningen» ved slike breframrykk kan medføre at løsmassene foran breen skyves ut over tidligere avsatte leirmasser, og slik sett kan det være en mulig forklaring på lagdelingen som er diskutert videre.



Figur 4 Utbredelse av Raet ref. (4)

I det aktuelle området viser grunnundersøkelsene som er utført at det er et lag av leire over en fastere siltig/sandig leire som igjen ligger over et leirelag. Under dette finner en kvikke/sensitive leirmasser over leire.

Det faste laget av siltig/sandig leire kan antas å være en «is-kontaktavsetning» dannet ved de geologiske prosessene (enkelte brefremrykk) beskrevet over. De kvikke/sensitive leirmassene kiles generelt ut i skråningssidene. I ravinebunnen treffer en det nedre og relativt homogene leirelaget.

Undersøkelsene som er utført stemmer til dels godt med antakelsen om tidligere havbunnsnivå på kt. +97.

Leire øvre
Siltig/sandig leire
Leire midtre
Kvikk/sens. leire
Leire nedre

Figur 5 Prinsippskisse - lagdeling

3.3 Jordartsegenskaper

Typiske klassifiseringsdata for de ulike jordlagene fremgår av Tabell 1. Generelt er det stor variasjon i jordartssammensetning og -egenskaper også innenfor de enkelte lagene.

Tabell 1 Typiske jordartsegenskaper, ref. (2)

Egenskap	Leire øvre	Siltig/sandig leire	Leire midtre	Kvikk/sens. leire	Leire nedre
Leirinnhold (%)	42-55	-	-	31	30-44
Vanninnhold (%)	26-37	18-21 *	22-32	23-34	23-32
Romvekt (kN/m ³)	19-20	20-21 *	20-21	20-21	20-21
Plastisitet- og flytegrense (%)	12-20	-	-	7	8,5-15
Sensitivitet (S _t)	4-11	2-3 *	5-13	23-137	2-18
Omrørt skjærfasthet (kPa)	5-35	≥60 *	4-9	0,3-1,5	3-39

* Lite datagrunnlag

3.4 Grunnvann

Resultatet fra utførte poretrykksmålinger er benyttet. Generelt er det målt poreovertrykk langs bunnen av ravineskråningene og betydelig undertrykk under skråningstoppene. Dette fremgår i vedlegg B hvor målt poretrykk og stighøyde er fremstilt sammen med hhv. dybde og kote for målenivå.

I alle borepunktene med poretrykksmåling er poretrykket målt i to nivåer for bestemmelse av gradient. Poretrykksgradienten varierer mellom ca. 5 kPa/m ved pkt. ROM-7 under en av skråningstoppene (kt. +97) og 11,5 kPa/m i bunnen av ravineskråningene (pkt. ROM-3, ROM-6 og ROM-12 ca. fra kt. +40 til +70). Målt stighøyde ift. terrengnivå viser opptil 2 m artesisk overtrykk i bunnen av ravineskråningene og 14 m undertrykk under skråningstoppen ved pkt. ROM-7.

Boringene viser inhomogene grunnforhold, og permeabiliteten vil erfaringsvis variere en god del. Permeable lag av eksempelvis silt og sand vil drenere raskere enn leire. Dette medfører at det vil kunne forekomme lokale poretrykksvariasjoner. I enkelte nivåer / lag kan derfor poretrykket avvike en god del fra det som interpoleres / ekstrapoleres fra nivåer med målt poretrykk.

Poretrykksmåling i ROM-3 viser en poretrykksgradient lavere enn hydrostatisk, på tross av beliggenhet i bunnen av en ravine. Det kan tyde på drenering mot lavereliggende terreng i dype jordlag.

3.5 Erosjon

Fra befaring i mai 2012 ble det registrert aktiv erosjon i ravinedalen langs vestre begrensning av faresonen, tidl. omtalt som ikke navngitt ravinedal fra avsnitt 3.1. Nede ved Leirelva er det registrert aktiv erosjon der elva svinger 90° ved utløpet av ovennevnte ravinedal vest i faresonen. I tillegg er det registrert aktiv erosjon mellom kulvertene for Leirelva som ligger under vegkryssene Forsøkslia/Romolslia og Forsøkslia/Gammel-lina.

4 Tolkning av lagdeling og utbredelse av leire med sprøbruddegenskaper - generelt

Sprøbruddmateriale er i ref. (1) definert med følgende egenskaper:

- Sensitivitet (S_t) > 15
- Omrørt skjærfasthet (S_{uomr}) < 2 kPa (kvikkleire når $S_{uomr} < 0,5$ kPa)

En generell beskrivelse av grunnforholdene er gitt i kapittel 3. Det anses hensiktsmessig å dele inn løsmassene i 5 lagpakker som vist i tabell 2:

Tabell 2 Lagdeling, mektighet og kotehøyder

Lag nr.	Beskrivelse	Tykkelse	Kotehøyde u.k. lag
1	Leire øvre	8 til 12 m	+80 til +83
2	Siltig/sandig leire	6 til 16 m	+71 til +79
3	Leire midtre	8 til 12 m	+48 til +79
4	Kvikk/sens. leire	5 til 32 m	+43 til +58
5	Leire nedre	22 til 38 m	+2 til +23

Lag nr. 1 og 2. forekommer bare i toppen av skråningene og under de høyeste skråningstoppene. Lengre ned i ravineskråningene påtreffes lag nr. 3. Der bunnen av ravineskråningene er lavtliggende nok påtreffes også lag nr. 4. Deretter finner en et svært mektig nedre leirlag som fremkommer av undersøkelsene i bunnen av ravineskråningene, lag nr. 5. Dybden ned til fjell er stor og det er ikke observert fjell i dagen for gjeldende faresone. Fjell er allikevel påtruffet i noen av de lavtliggende grunnboringene.

Under tolkningsarbeidet er tidligere og supplerende grunnundersøkelser benyttet som omtalt i kapittel 2. Det er gjort et kvalitativt utvalg av tidligere utførte grunnundersøkelser slik at det ikke er samtlige undersøkelser i og i nærheten av aktuelle faresone som er benyttet i vurderingsarbeidet. Følgende kriterier er lagt til grunn for tolkningen av lagdelingen, i prioritert rekkefølge:

- **Prøveserier** - dersom en prøveserie viser kvikk/sensitiv leire er dette tillagt størst vekt i forhold til andre undersøkelsesmetoder i nærheten av aktuelle borhull. Ved ulike tidligere grunnboringer finnes en del grunne prøveserier, disse er vektlagt i mindre grad og ikke nødvendigvis vurdert for foreliggende rapport.
- **Dreietrykksondering** - ved "overheng" eller "utflating" av målt spissmotstand tolkes det kvikk/sensitiv leire.
- **Totalsondering** - Samme kriterier som over er lagt til grunn med viten om at totalsonderingen gir et noe grovere datasett.
- **CPTU** - kvikk/sensitiv leire er tolket på bakgrunn av B_q -forholdet. Dersom $B_q > 0,8$ kan det være at massene er kvikke/sensitive. I sammenheng med andre undersøkelser kan CPTU-sonderinger med høye B_q -forhold være tolket som kvikk/sensitiv leire.

- **Dreiesondering** - en del av de tidligere grunnundersøkelsene omfatter dreiesonderinger. Det er benyttet samme kriterier som for dreietrykksonderingene ved tolkning av kvikk/sensitiv leire med viten om at undersøkelsen kan gi et grovt bilde av grunnforholdene. Dersom noen av de ovenstående grunnundersøkelsesmetodene er utført i nærheten av en dreiesondering vektlegges disse i større grad. Videre er svært grunne dreiesonderinger ikke vurdert, dybde < ca. 10 m.

I områder der grunnlaget for tolkning av lagdeling er begrenset er det gjort konservative valg. For eksempel er det kvikke/sensitive leirelaget ofte dratt horisontalt helt ut mot ravineskråningene i områder der det mangler informasjon for å gjøre en annen tolkning.

5 Faregrad, skadekonsekvens og risikoklasser

Ny evaluering for sonen med tanke på faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse i henhold til ref. (1), er vist i Vedlegg A. Dette oppsummeres i tabell 3 hvor tidligere evalueringer, ref. (5), (6), (7) og (8) er sammenlignet med oppdaterte evalueringer som tar hensyn til supplerende grunnundersøkelser fra 2012-2013. I senere kapitler vil effekten av eventuelle tiltak diskuteres.

Tabell 3 Evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse for Romolslia

	Tidligere vurdering (2005)	Oppdatert vurdering (2013)
Faregrad	Høy	Høy
Skadekonsekvens	Meget alvorlig	Meget alvorlig
Risikoklasse	5	5

Faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse etter supplerende grunnundersøkelser er uendret fra tidligere.

For tiltak i klasse K3, det vil si tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner, gjelder følgende krav i henhold til ref. (1): Områder med høy faregrad skal for tiltak ha en beregnet materialfaktor, $\gamma_m > 1,4$, eller "vesentlig forbedring", det vil si opp mot 15 % forbedring av materialfaktoren. I tillegg er det krav om uavhengig kontroll.

6 Tolkning av materialparametre - generelt

6.1 Kvalitet av undersøkelsene

6.1.1 Ødometerforsøk

En sammenstilling av utførte supplerende ødometerforsøk er gitt i vedlegg C. På grunnlag av utpresset porevann ved spenningen der prøvens in situ-spenning er antatt å være nådd under forsøket, gir tabellen i vedlegg C et anslag for prøve kvaliteten iht.

ref. (1). Det er 3 forsøk som er av kvalitetsklasse 1 - akseptabel og 3 forsøk er karakterisert som forstyrret, da det ikke er mulig å tolke en fornuftig forkonsolideringsspenning selv om utpresset porevann nødvendigvis ikke antyder dårlig prøve kvalitet.

6.1.2 Treksialforsøk

En sammenstilling av utførte supplerende treksialforsøk er gitt i vedlegg D. På grunnlag av utpresset porevann under forsøkets konsolideringsfase gir tabellen i vedlegg D et anslag for prøve kvaliteten iht. ref. (1). Det er 5 forsøk som er av kvalitetsklasse 1 - akseptabel, og 4 forsøk er av kvalitetsklasse 2 - forstyrret.

6.1.3 CPTU

Grunnundersøkelsesprogrammet for de supplerende undersøkelsene inkluderte 10 CPTU-sonderinger. Nedenstående tabell gjengir et anslag på kvaliteten av sonderingene som fremkommer av nullpunktsavlesningen. Alle sonderingene havner i anvendelsesklasse 1.

Tabell 4 Nullpunktavlesninger og anvendelsesklasser, ref. (2)

Borepunkt	Spissmotstand [kPa]	Sidefriksjon [kPa]	Poretrykk [kPa]	Maks. helning	Anvendelses- klasse
ROM-2	13,7	0,3	0,9	2,5°	1
ROM-3	15,5	0,7	0,4	6,9°	1
ROM-5	1,1	0,6	0,4	1,7	1
ROM-6	8,7	0,4	0,8	3,1°	1
ROM-7	7,1	0,2	2,5	1,8°	1
ROM-8	11,3	0,4	1,4	2,2°	1
ROM-9	15,1	0,1	0,5	7,1°	1
ROM-10	8,9	0,2	2,2	1,1°	1
ROM-11	11,9	0,5	0,3	4,8°	1
ROM-13	9,5	0,7	1,4	0,7°	1

6.2 Udrenert skjærfasthet

6.2.1 Indeksforsøk

Materialparametre fra indeksforsøk er hentet fra ref. (2) og ikke gjengitt i et eget vedlegg. Oppnådde parametre går frem av de udrenerte skjærfasthetsprofilene som er tolket på bakgrunn av CPTU-sonderingene, ødometer-, treksial- og indeksforsøkene, gjengitt i vedlegg E.

6.2.2 Tolkning av ødometerforsøk

For tolkning av forkonsolideringsspenningen, p'_c , er det utført 6 ødometerforsøk ved det supplerende grunnundersøkelsesprogrammet. Tolket p'_c gir ikke noe klart svar på

tidligere havbunnsnivå for området. På bakgrunn av en neddykket romvekt på 9 kN/m³ og en aldringsfaktor på 1,2 er tidligere havbunnsnivå beregnet til å variere fra kote +80 til +158. Resultatene er tolket i hht. (9) og (10). Se vedlegg C for en sammenstilling av tolkede ødometerforsøk.

6.2.3 *Tolkning av treaksialforsøk*

Treaksialforsøk er utført med tanke på å tolke udrenert aktiv skjærfasthet, samt friksjonsvinkelen for materialet. Forsøkene som er av forstyrret karakter er ikke vektlagt nevneverdig i det videre arbeidet når det gjelder etablering av skjærfasthetsprofil. Resultatene er tolket i hht. (9) og (10). Se vedlegg D for en sammenstilling av tolkede treaksialforsøk.

6.2.4 *Tolkning av CPTU-sonderinger*

CPTU-sonderingene er tolket etter korrelasjoner mot blokkprøver iht. ref. (11). Det er benyttet inngangsparametre fra indeksforsøkene i nærheten av de ulike CPTU-sonderingene, samt avleste og antatte poretrykk fra ref. (2). I tillegg er tolkede indeks-, ødometer- og treaksial-forsøk vurdert for bestemmelse av udrenert skjærfasthets- og OCR-profil. Resultatene av tolkningene er vist i vedlegg E.

I avsnitt 3.4 er de noe uventede resultatene fra poretrykksmåler ROM-3 diskutert. Dersom poretrykkene er annerledes enn det som målingene antyder vil dette gi en annen tolkning av skjærfasthetsprofilet. Merk at ROM-3 ikke er benyttet som grunnlag ved noen av stabilitetsberegningene.

6.2.5 *SHANSEP-faktorer*

Forutsetningene for beregnede skjærfasthetsprofiler iht. SHANSEP-prinsippet er oppsummert i tabell 5. SHANSEP-prinsippet tar hensyn til effektivt overlagingstrykk, p'_0 , og leiras overkonsolideringsgrad, OCR, i bestemmelsen av udrenert skjærfasthetsprofil, ref. (11) og (10). Dette gir grunnlag for beregning av udrenert skjærfasthet på steder hvor det ikke er utført grunnundersøkelser. Poretrykkene må interpoleres slik at det benyttes et mest mulig reelt effektivspenningsprofil i beregningene. Se nedenstående formler.

$$s_{uA} = \alpha \cdot p'_0 \cdot OCR^m$$

$$OCR = \frac{p'_c}{p'_0}$$

Tabell 5 Forutsetninger for beregning av skjærfasthet iht. SHANSEP-prinsippet

α	p_0'	OCR	m
0,22-0,32	Beregnet med målt romvekt og antatt / interpolert poretrykk	Prekonsoliderings-spenningen (p_c') beregnet med målt romvekt, hydrostatisk poretrykk og antatt opprinnelig havbunnsnivå lik kote +97	0,4-0,8

Verdiene for α og m er valgt slik at det oppnås best mulig samsvar med CPTU-tolket skjærfasthet basert på korrelasjoner i ref. (11). Verdiene gir også brukbart samsvar med tolkede verdier fra treaksial- og ødometer-forsøk, jf. vedlegg C og D. Det er ikke funnet hensiktsmessig å benytte samme SHANSEP-parametre for alle CPTU-sonderingene. Til dels er det stor variasjon i benyttede SHANSEP-parametre, se tabell 6. En stor del av dette skyldes trolig den lagdelte og inhomogene geologien i området, som omtalt i kapittel 3.

Tabell 6 Benyttede SHANSEP-parametre

Borepunkt	α	m
ROM-2	0,28	0,75
ROM-3	0,28	0,75
ROM-5	0,28	0,75
ROM-6	0,28	0,75
ROM-7	0,22	0,60
ROM-8	0,22	0,75
ROM-9	0,32	0,80
ROM-10	0,28	0,75
ROM-11	0,21	0,40
ROM-13	0,25	0,75

6.3 Overkonsolideringsgrad

Av topografien er det anslått at tidligere havbunnsnivå har ligget ved ca. kote +97. Høyeste skråningstopp ligger i denne høyden og det antas at det resterende landskapet i sonen har erodert fra dette nivået.

Antakelsen ser ut til å stemme forholdsvis godt med tolkningene for CPTU-sonderingene, jf. vedlegg E. Når det gjelder beregnet tidligere havbunnsnivå fra oppnådd OCR ved ødometerforsøkene varierer dette fra kote +80 til +158. Som nevnt tidligere er 3 av 6 forsøk av så forstyrret karakter at det ikke er mulig å tolke en fornuftig forkonsolideringsspenning.

På grunn av de varierende resultatene fra ødometerforsøkene er det valgt å vektlegge antagelsene for tidligere havbunnsnivå med hensyn til de topografiske vurderingene

i størst grad. Et generelt teoretisk uttrykk for OCR er benyttet, se nedenstående uttrykk. Dermed er teoretisk angivelse av p'_c regnet fra kote +97.

$$OCR = \frac{POP}{p'_0} + 1$$

$$POP = p'_c - p'_0$$

6.4 Anisotropiforhold

Anisotropiforhold for leira er valgt ut fra erfaringstall fra blokkprøver, ref. (11), og gjengitt i tabell 7.

Tabell 7 Anisotropiforhold benyttet i stabilitetsberegninger

Sensitivitet	Aktiv	Direkte	Passiv
$S_t > 15$ og $S_{uomr} < 2$ kPa	0,85 (15% red.)	0,65	0,32
$S_t < 15$ og $S_{uomr} > 2$ kPa	1,0	0,7	0,4

I stabilitetsberegningene er aktiv skjærfasthet redusert med 15% for sprøbruddmateriale iht. ref. (1) og (10). Denne reduksjonen er anbefalt for blokkprøvedata eller korrelasjoner mot blokkprøvedata pga. sprøbrudd- og tidseffekter. Reduksjonen er tatt inn i stabilitetsberegningene gjennom anisotropifaktoren for aktiv skjærfasthet. Anisotropifaktorene for direkte og passiv skjærfasthet er også redusert noe i sprøbruddmaterialet, jf. tabell 7.

6.5 Drenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte treaksialforsøk stemmer rimelig godt overens med erfaringsdata. Det er dels benyttet friksjonsvinkel og attraksjon iht. tolkede verdier fra treaksialforsøkene som vist i vedlegg D og dels benyttet generelle erfaringsdata for norske jordarter. Tabell 8 gir en oversikt over benyttede parametre i stabilitetsberegningene.

Tabell 8 Benyttede drenerte skjærfastheter

Lag nr.	Beskrivelse	Friksjonsvinkel	Attraksjon
0	Tørrskorpe	34	5
1	Leire øvre	30	10
2	Siltig/sandig leire	30-32	5
3	Leire midtre	28	5
4	Kvikk/sens. leire	28	10
5	Leire nedre	32	10

Det er lagt inn en liten attraksjon i tørrskorpen for å unngå de grunneste skjærflatene. Denne attraksjonen er minimal og vurdert til å ha liten eller ingen betydning for beregning av større skjærflater.

7 Stabilitetsberegninger

Under tolkningsarbeidet for lagdelingen er det sett på 8 profiler, tegning 200 B - 207 B. Av disse 8 profilene er 4 profiler valgt å gå videre med, fullstendig eller delvis, under arbeidet med stabilitetsberegningene. Beregningsprofilene er valgt ut på bakgrunn av topografi og grunnforhold. Beregningene er vist på tegning 300 B - 307 B og oppsummert i de etterfølgende avsnittene. Det henvises til plantegning 100 B for en oversikt over plasseringen av profiler og grunnundersøkelser.

7.1 Lagdeling

Lagdelingen er tolket med utgangspunkt i nye og tidligere grunnboringer som har vært tilgjengelig, jf. vedlegg F. Tolket lagdeling er vist på tegning 200 B - 207 B.

7.2 Jordartsparmetre

I kapittel 6 er tolkningen av jordartsparmetre beskrevet generelt. Aktuelle parametre benyttet i de enkelte stabilitetsberegningene er fremstilt på beregningsprofilene, tegning 300 B - 307 B.

7.3 Grunnvannstand og poretrykk

Resultater fra utførte poretrykksmålinger er benyttet. Generelt er det målt poreovertrykk langs bunnen av ravineskråningene og betydelig undertrykk i grunnen under skråningstoppene. Dette fremgår i vedlegg B hvor målt poretrykk og stighøyde er fremstilt sammen med hhv. dybde og kote for målenivå.

Poretrykksprofiler er beregnet ved interpolasjon / ekstrapolasjon av målte data.

7.4 Resultat

Resultater fra stabilitetsberegningene er presentert i tabell 9, beregningsresultater- og forutsetninger er dessuten presentert på beregningsprofilene, tegning 200 B - 207 B og 300 B - 307 B. Alle stabilitetsberegninger er utført med beregningsverktøyet "Geosuite Stabilitet".

I stabilitetsberegningene er SHANSEP-baserte skjærfasthetsprofil benyttet på steder hvor det ikke finnes lokale CPTU / treaksialforsøk, og hvor det er beregnet stabilitet for tiltak ved ev. avlastning og svelling. Disse skjærfasthetsprofilene vil avvike noe fra tolkningene i vedlegg E pga. andre forhold for terrengnivå og poretrykk. Aktuelle skjærfasthetsprofil er vist i beregningsprofilene.

Iht. ref. (1) skal skjærfastheten justeres opp i de tilfeller det beregnes sikkerhet, γ_M lavere enn 1,0 (ufysikalsk). Ved tilfeller der innspenning mot sideterrenget potensielt kan være årsak til at skråningene allikevel er stabile, eller at skråningstoppen har en begrenset utstrekning, er skjærfastheten ikke oppjustert. I disse tilfellene er γ_M lik

1,0 oppnådd ved å legge inn en sidefriksjonsfaktor i beregningen. Den benyttede sidefriksjonsfaktoren vil fremkomme av beregningsprofilene.

Alle skjærflater med sikkerhet, γ_M lavere enn 1,4, er vurdert for kravet om prosentvis forbedring iht. ref. (1). Forbedringen er allikevel ikke dokumentert ved stabilitetsberegningene da det medførte urimelige store tiltak. Ved tiltaksberegningene er det derfor vurdert tilstrekkelig å dokumentere forbedring for kritisk skjærflate før og etter tiltak.

Tabell 9 Beregningsresultater fra utførte stabilitetsberegninger

Profil	Beregning	Skjærflate-geometri dagens sit.				Skjærflate-geometri etter tiltak			
		γ_m dagens	γ_m tiltak	Forb. krav	Oppnådd forb.	γ_m dagens	γ_m tiltak	Forb. krav	Oppnådd forb.
C1-C1	Udrenert	1,00	1,21	15%	21%	1,04	1,18	13%	13%
	Drenert	1,10				1,32			
D1-D1	Udrenert	1,01	1,33	15%	32%	1,10	1,22	11%	11%
	Drenert	1,21				1,21			
E-E	Sammensatt	1,66							
E-E *	Udrenert	1,00							
	Drenert	1,81							
E-E **	Udrenert	1,53							
	Drenert	1,14	1,44	10%	26%	1,25	1,36	6%	9%
E-E ***	Udrenert	1,53	1,60						
	Drenert	1,14							
G-G	Udrenert	1,01							
	Drenert	1,16							

* Øvre skråning i profil E-E

** Nedre skråning i profil E-E der situasjon etter ev. drenert brudd er beregnet

*** Nedre skråning Beregning av sammensatte skjærflater fra bunnen av nedre skråning

7.5 Kommentarer

7.5.1 Profil C1-C1

Poretrykksprofilen er basert på målinger i ROM-6 og ROM-12 i bunnen av ravinedalen og ROM-7 i toppen av skråningen. Poretrykksprofilene i mellom topp og bunn av skråningen er antatte interpoleringer. Skjærfasthetsprofilen er basert på tolkning av sonderinger i ROM-9 i bunnen av ravinedalen og ROM-8 i toppen av skråningen.

Det er oppnådd γ_M lik 1,0 uten benyttelse av sidefriksjonsfaktor. Se tegning 300 B.

En stabilitetsberegning for et eventuelt tiltak med 3 m motfylling i bunnen av ravinedalen og 4,5 m avlasting i toppen av skråningen er utført. Ved et slikt tiltak oppfylles kravet om prosentvis forbedring i hht. ref. (1). Se tegning 300 B og 301 B.

7.5.2 Profil D1-D1

Poretrykksprofilen er basert på målinger i ROM-6 og ROM-12 i bunnen av ravinedalen og ROM-7 i toppen av skråningen. Poretrykksprofilene i mellom topp og bunn av skråningen er antatte interpoleringer. Skjærfasthetsprofilen er basert på tolkning av sonderinger i ROM-10 i bunnen av ravinedalen og ROM-8 i toppen av skråningen. Skjærfasthetsprofilene i mellom topp og bunn av skråningen er basert på SHANSEP-parametre fra ROM-10 for nedre knekkpunkt og ROM-8 for øvre knekkpunkt.

For den udrenerte stabilitetsberegningen er det benyttet sidefriksjonsfaktor 0,009 for å oppnå γ_M lik 1,0. Se tegning 302 B.

På grunn av begrensninger i forhold til Leirelva og Forsøkslia som ligger i bunnen av skråningen er det vurdert å være vanskelig med motfylling i profil D1-D1. Derfor er det beregnet stabilitet for et eventuelt tiltak med utelukkende avlasting i toppen av skråningen. For å tilfredsstille kravet i hht. ref. (1) er det nødvendig med 13,5 m avlasting. Detaljene for en slik avlasting er ikke vurdert og løsningen er ikke optimalisert med tanke på massene som må fjernes. Den drenerte stabiliteten vil ikke merke forbedring med et slikt tiltak. Se tegning 302 B og 303 B.

7.5.3 Profil E-E

Poretrykksprofilen er basert på målinger i ROM-6 og ROM-12 i bunnen av ravinedalen og ROM-7 i toppen av skråningen. Poretrykksprofilene i mellom topp og bunn av skråningen er antatte interpoleringer. Skjærfasthetsprofilen er basert på tolkning av sondering i ROM-13 på plataet ovenfor nedre skråning i profilen og ROM-11 i toppen av skråningen. Skjærfasthetsprofilen i øvre knekkpunkt er basert på SHANSEP-parametre tolket fra ROM-13. I bunnen av profilen er skjærfasthetsprofilen basert på SHANSEP-parametre tolket fra ROM 13.

For den udrenerte stabilitetsberegningen i øvre skråning er det benyttet sidefriksjonsfaktor 0,006 for å oppnå γ_M lik 1,0. Se tegning 304 B.

Sikkerheten mot et udrenert brudd for øvre skråning i profil E-E er like lav som ved de ovennevnte beregningsprofilene. Det ikke sett på et eventuelt justert tiltaksprofil for situasjonen i øvre skråning. Dersom det skal utføres tiltak for å sikre den øvre skråningen i hht. kravene i ref. (1) vil det medføre liknende inngrep som vist i tiltaksberegningen for profil C1-C1 og profil D1-D1.

Det er beregnet stabilitet for sammensatte skjærflater med ulike helningsvinkler. Dårligste stabilitet oppnås med helning 1:8 med γ_M lik 1,66. Et eventuelt skred med plan skjærflate er derfor ikke vurdert å være kritisk. Se tegning 304 B.

Den drenerte stabiliteten i nedre skråning er dårlig. Det er utført en beregning der en ser på udrenert tilstand etter at et eventuelt drenert brudd har gått. Det er funnet at den udrenerte tilstanden blir forbedret. Dermed er ikke en slikt scenario vurdert å være kritisk. Se tegning 305 B.

Et tiltak med utslaking av nedre skråning er beregnet. Det er valgt å legge inn en skråning med helning 1:3. Tiltaket vil forbedre den drenerte stabiliteten slik at det tilfredsstillende kravene i hht. ref. (1). Se tegning 306 B.

7.5.4 Profil G-G

Poretrykksprofilen er basert på målinger i ROM-6 og ROM-12 i bunnen av ravedalen og ROM-7 i toppen av skråningen. Poretrykksprofilene i mellom topp og bunn av skråningen er antatte interpoleringer. Skjærfasthetsprofilen er basert på tolkning av sonderinger i ROM-7 i toppen av skråningen. Skjærfasthetsprofilene i knekkpunktene og i bunnen av ravedalen er basert på SHANSEP-parametre tolket fra ROM-7.

For den udrenerte stabilitetsberegningen er det benyttet sidefriksjonsfaktor 0,011 for å oppnå γ_M lik 1,0. Se tegning 307 B.

Sikkerheten mot brudd for profil G-G er like lav som ved de ovennevnte beregningsprofilene. Det er ikke sett på et eventuelt justert tiltaksprofil. I bunnen av skråningen ligger Romolslia skole som begrenser mulighetene for motfylling. Dersom det skal utføres tiltak i form av avlastning og i hht. kravene i ref. (1) vil det medføre liknende inngrep som vist i tiltaksberegningen for profil D1-D1.

7.6 Mulige utløsningsfaktorer og diskusjon av eventuelle tiltak

Utløsende årsak til et evt. skred i kvikkleiresonen vil i hovedsak være styrt av ytre forhold som erosjon langs elver og bekker og ”menneskelige inngrep” i form av utgraving og/eller oppfylling av masser som medfører stabilitetsvekkelse. I den foreliggende utredning foreslås det å sikre mot erosjon der en ved befaring har registrert tidligere eller pågående erosjon for å sikre mot ytterligere utvikling. Ut over dette er det en forutsetning at alle tiltak i sonen må underlegges geoteknisk prosjektering og kontroll for å hindre lastendringer eller topografiske endringer som kan svekke stabiliteten i området. I denne forbindelse vil eksempelvis en eventuell gjennomføring av de tidligere nevnte tiltakene for avlastning av skråningstoppene betinge stor anleggsvirksomhet som kan medføre betydelig risiko for utløsning av skred. Dette er et tungtveiende moment i vår anbefaling om å ikke igangsette store nedplaneringsarbeider for å oppnå beregningsmessig stabilitetsforbedring.

Videre kan betydningen av tørrskorpen for skråningsstabiliteten diskuteres. Evt. nedplanering vil fjerne betydelige deler av de fasteste massene. I tillegg vil effekten av avlastning medføre svelling og en reduksjon av styrken på lang sikt for jorden som

avlastes. Det å fjerne tørrskorpen kan derfor ha en mindre effekt enn det som rent beregningsmessig fremkommer.

Med bakgrunn i ovennevnte anses de tiltakene som er vurdert teoretisk mulige for å "friskmelde faresonen" som nærmest urealistiske både av praktiske og økonomiske hensyn, men også ut fra en risikobetraktning. Et effektivt og realistisk tiltak vil derimot være å konservere dagens sikkerhet mot skred i form av plastring og erosjonssikring i elver og bekkeleier der det er registrert aktiv erosjon fra tidligere befarings, jf. kapittel 3.5.

8 Tiltak og videre anbefalinger

Foreliggende rapport dokumenterer dårlig stabilitet for området. Faresone 206 Romolslia består av bratte og høye skråninger med til dels dårlige grunnforhold.

For vurderingene av nødvendige tiltak er kravet for tiltakskategori 3 og "vesentlig forbedring" i hht. ref. (1) lagt til grunn. For å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet er det nødvendig med svært store tiltak, jf. tiltaksberegningene. Disse tiltakene vurderes som urealistiske både av praktiske og økonomiske hensyn, men også ut fra en risikobetraktning, jf. kapittel 7. Tiltaksberegningene er vist i foreliggende rapport for å tydeliggjøre de ulike prinsippene for de nødvendige inngrepene som må til dersom ovennevnte krav skal oppfylles. Se tegning 300 B - 307 B. I tillegg er de alternative tiltakene for endring av geometrien skissert på plantegning 101 B for å tydeliggjøre et eventuelt omfang.

Med bakgrunn i forrige avsnitt og kapittel 7 anbefales det å konservere dagens sikkerhet mot skred i form av plastring og erosjonssikring i elver og bekkeleier der det er registrert aktiv erosjon fra tidligere befarings, jf. kapittel 3.5. Se plantegning 101 B for en skisse av foreslåtte tiltak. Gjøres en ny evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse etter ev. utført erosjonssikring - ser en at en får redusert risikoklassen fra 5 til 4 pga. at faregraden reduseres fra høy til middels. Se tabell 10.

Tabell 10 Evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse for Romolslia

	Tidligere vurdering (2005)	Oppdatert vurdering (2013)	Vurdering etter tiltak (2013)
Faregrad	Høy	Høy	Middels
Skadekonsekvens	Meget alvorlig	Meget alvorlig	Meget alvorlig
Risikoklasse	5	5	4

Viktigheten av at det ikke utføres tiltak i faresonen som ikke er kontrollert og prosjektert av geotekniker understrekes. Spesielt ønskes dette poengtert i forbindelse med Romolslia skole, profil G-G, der konsekvensene av et skred kan være svært store.

På tross av den dokumenterte dårlige stabiliteten er det allikevel grunnlag for å trekke inn faresonen noe i øst og nordøst. Dette gjøres med bakgrunn i det foreliggende grunnlag, jf. vedlegg F, der det i de områdene det foreslås å trekke inn faresonen ikke er funnet kvikk/sensitiv leire. Videre kan det begrunnes med beregningen for nedre skråning i profil E-E, jf. tegning 304 B og 305 B, hvor det vises til dårlig drenert stabilitet, mens den udrenerte stabiliteten ikke er nevneverdig dårlig. Nedre skråning øst i faresonen som går ned mot Leirelva og Bjørndalen har omtrent samme skråningshøyde og helning, og kan representeres ved skråningen i profil E-E. Derimot er det ikke funnet kvikk/sensitiv leire like langt ut mot skråningskanten nord og sør for profil E-E som for området rundt profil E-E. Vurderingen i foreliggende rapport tilsier at om det skulle gå et drenert brudd i skråningen vil ikke dette forplante seg videre bakover til det er dokumentert kvikk/sensitiv leire. Av den grunn kan det forsvares å trekke faresonegrensene noe inn fra Leirelva og Bjørndalen slik det er vist på plantegning 100 B og 101 B.

9 Referanser

1. **NVE**. *Retningslinjer nr. 2 - 2011. Flaum- og skredfare i arealplanar*. Oslo : NVE, 2011.
2. **Multiconsult** . *Kvikkleiresone 206 Romolslia. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-002*. Trondheim : Multiconsult , 2013.
3. **NGU**. Løsmassekart. [Internett] <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
4. **Andersen, B.G.** *Istider i Norge*. Oslo : Universitetsforlaget, 2000.
5. **NVE**. Skrednett. [Internett]
<http://skredatlas.nve.no/ge/Viewer.aspx?Site=Skredatlas&MapType=Kvikkleire%20faregrad>.
6. **NGI**. *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, rapport 84050-1*. Oslo : NGI, 1988.
7. —. *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, rapport 840050-2*. Oslo : NGI, 1994.
8. —. *Program for økt sikkerhet mot leirskred - Evaluering av risiko for kvikkleireskred Trondheim kommune, rapport 20001008-6*. Oslo : NGI, 2005.
9. **Karlsruud, K.** Tolking og fastlegging av jordartsparmetre. Karakteristisk jordprofil (4.1). *NGF kurs - Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger*. 2003.
10. —. Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser (4.2). *NGF kurs - Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger*. 2003.
11. **Karlsruud, K., et al.** CPTU correlations for clays. *Proceedings ICSMGE, Osaka*. 2005.

Plantegninger

Symbol	Metode	Symbol	Metode
○	Enkel sondering	▽	Trykksondering (CPTU)
●	Dreiesondering	⊕	Poretrykksmåling
◊	Dreietrykksondering	■	Setningsmåling
▼	Ramsondering	▣	Helningsmåling
☆	Fjellkontrollboring	⊗	In situ permeabilitetsmåling
⊕	Totalsondering	⊙	Prøveserie
+	Vingeboring	□	Prøvegrop

Nivåer og dybder (m)

118 ☆ $\frac{12,8}{-5,7}$ 18,5+3,0

Foran symbol: Punkt nr. (118)
 Over linjen: Kote terreng (12,8) eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann
 Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5) + boret dybde i fjell (+3,0).
 Under linjen: Kote antatt fjell (-5, 7). Antas at fjell ikke er påtruffet angis ~.

Profiltegninger

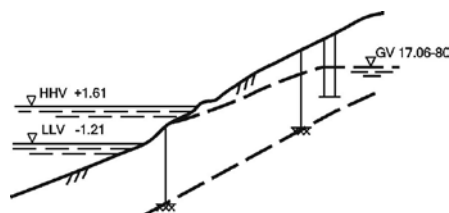
Konturlinjer

/// /// Terreng

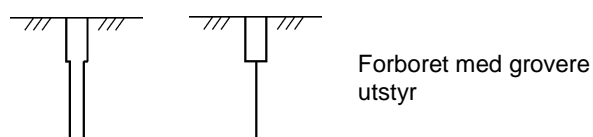
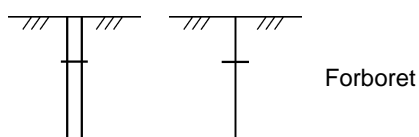
xxx --- xxx Berg

== ▽ == Vannstand

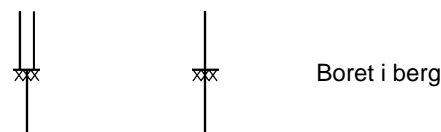
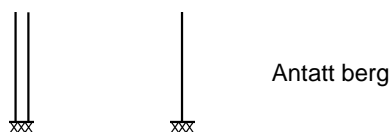
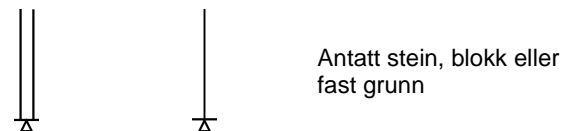
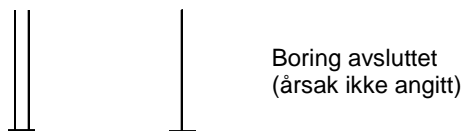
— ▽ — Grunnvannspeil



Forboring

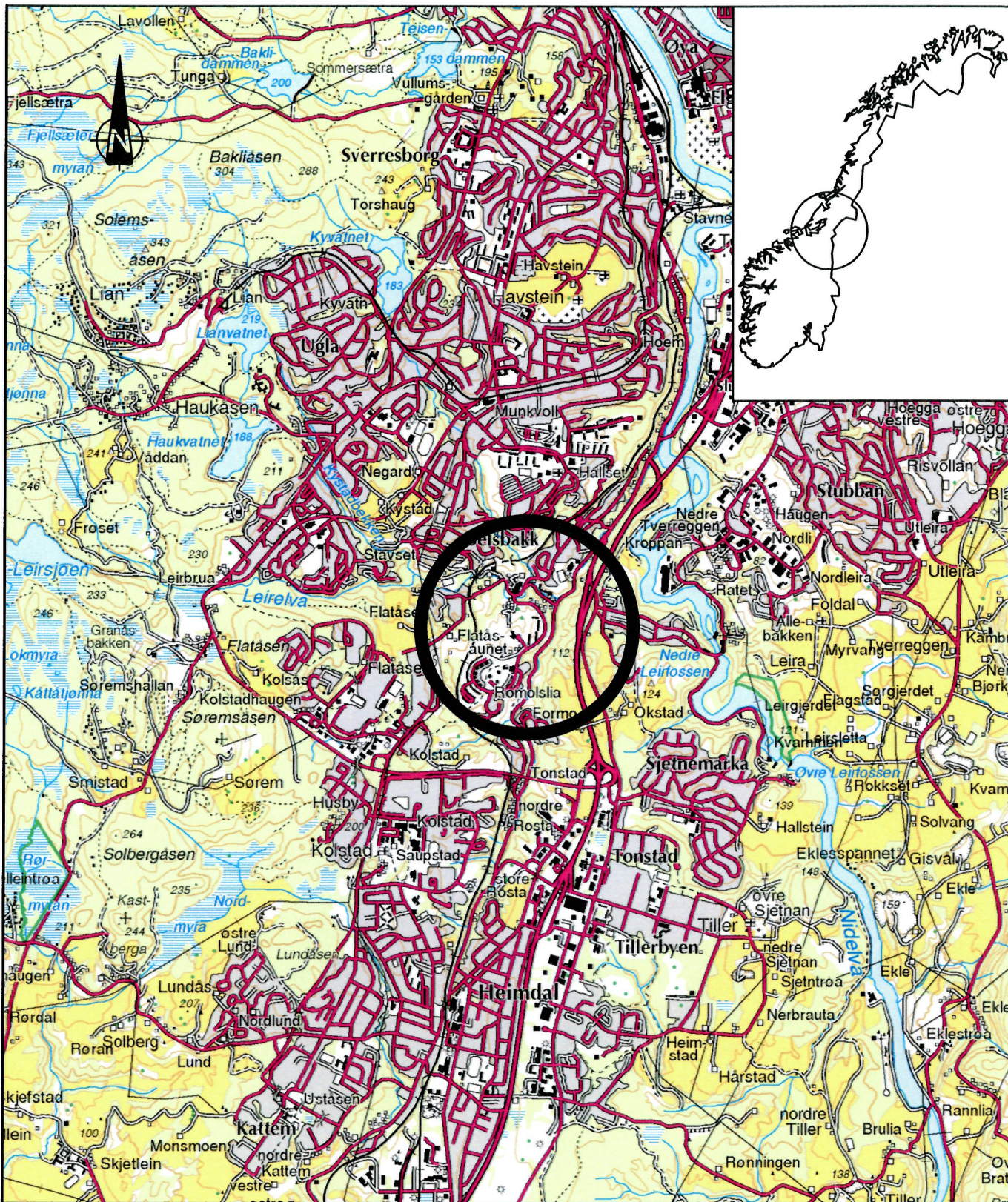


Avslutning av boring



Tegningsliste

Tegn.nr.	Tittel	Format	Målestokk	Rev.	Rev. dato
001	Oversiktskart	A-4	1:50000	00	2013-12-18
100 B	Situasjonsplan	A-1	1:1000	00	2013-10-01
101 B	Situasjonsplan med erosjonssikring	A-1	1:1000	00	2013-12-18
200 B	Profil A-A - Lagdeling	A-3L	1:400	00	2013-10-01
201 B	Profil B-B - Lagdeling	A-3LL	1:400	00	2013-10-01
202 B	Profil C-C - Lagdeling	A-3LL	1:400	00	2013-10-01
203 B	Profil D-D - Lagdeling	A-1	1:400	00	2013-10-01
204 B	Profil E-E - Lagdeling	A-1L	1:400	00	2013-10-01
205 B	Profil F-F - Lagdeling	A-1L	1:400	00	2013-10-01
206 B	Profil G-G - Lagdeling	A-3L	1:400	00	2013-10-01
207 B	Profil H-H - Lagdeling	A-3L	1:400	00	2013-10-01
300 B	Profil C1-C1 - Stabilitetsberegning	A-2	1:400	00	2013-11-20
301 B	Profil C1-C1 - Stabilitetsber. - Tiltak	A-2	1:400	00	2013-11-20
302 B	Profil D1-D1 - Stabilitetsberegning	A-1	1:400	00	2013-11-20
303 B	Profil D1-D1 - Stabilitetsber. - Tiltak	A-1	1:400	00	2013-11-20
304 B	Profil E-E - Stabilitetsberegning	A-1L	1:400	00	2013-11-20
305 B	Profil E-E (2) - Stabilitetsberegning	A-1L	1:400	00	2013-11-20
306 B	Profil E-E - Stabilitetsber. - Tiltak	A-1L	1:400	00	2013-11-20
307 B	Profil G-G - Stabilitetsberegning	A-1	1:400	00	2013-11-20



Kvikkleiresoner Trondheim

Romolslia

Oversiktskart

Status
 Rapport vedlegg
 Original format
 A-4
 Tegningens filnavn
 G:\Geoarkiv\20120099\AUTOGRAF.RIT\0versiktskart.dwg
 Målestokk

1:50 000



NGI
 Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
 NO-0806 Oslo, Norway
 T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
 www.ngi.no

Dato
 18.12.2013
 Oppdragsnr.

20120099

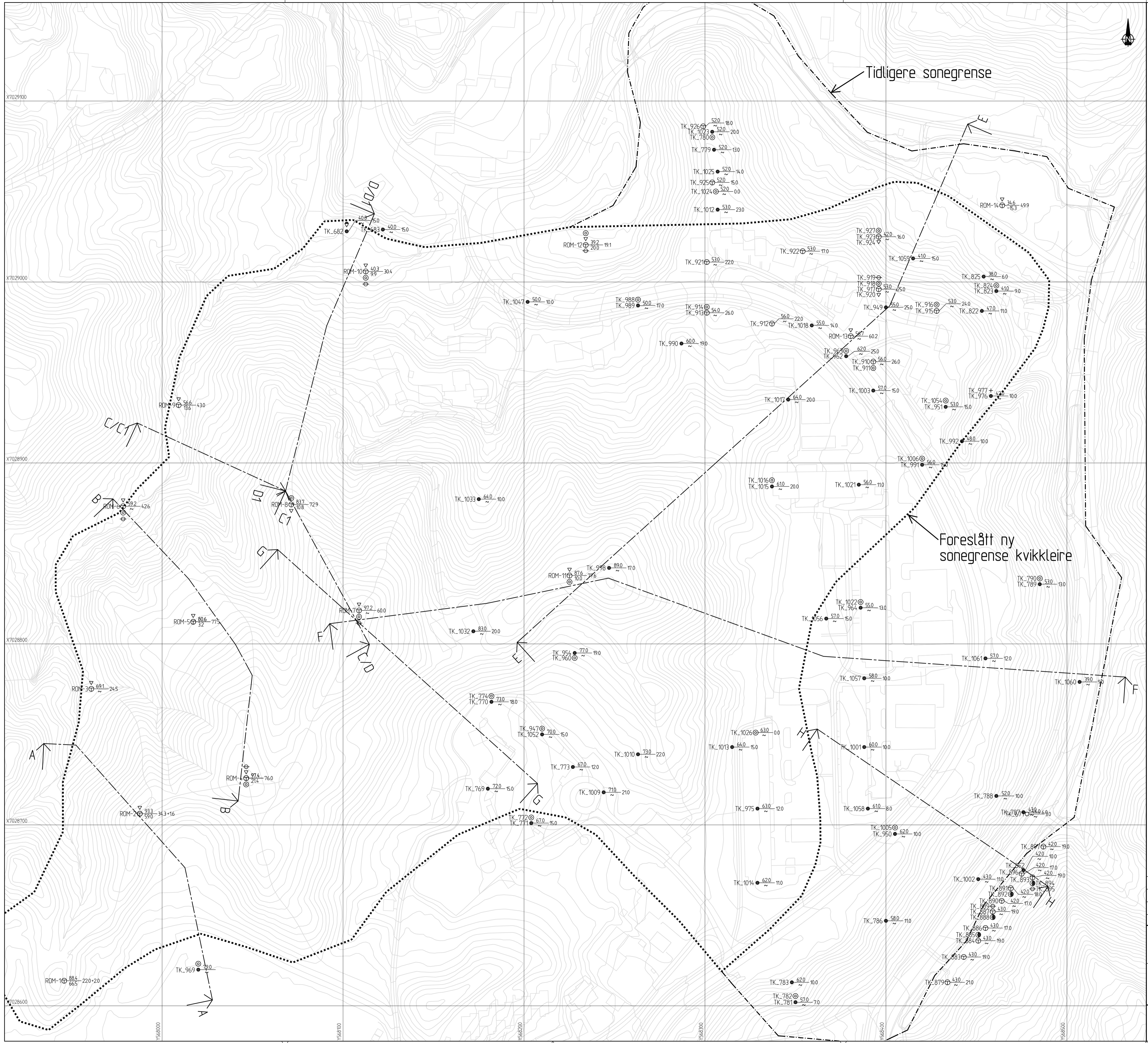
Konstr./Tegnet
 TmS
 Tegningsnr.

001 B

Kontrollert
 KE

Godkjent
 KE

Rev.

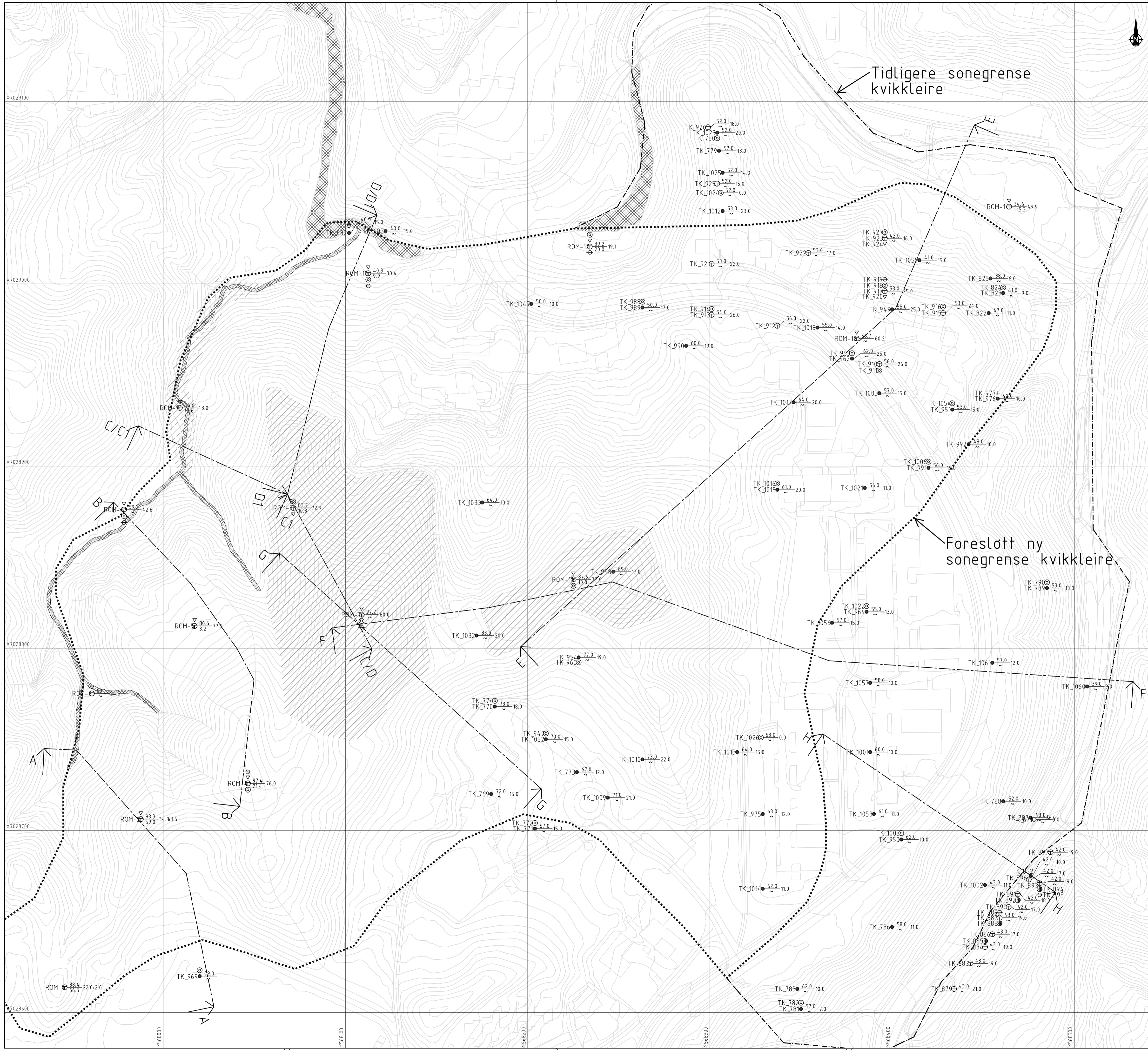


FORKLARINGER:

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- ⊕ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⊕ Fjell i dagen

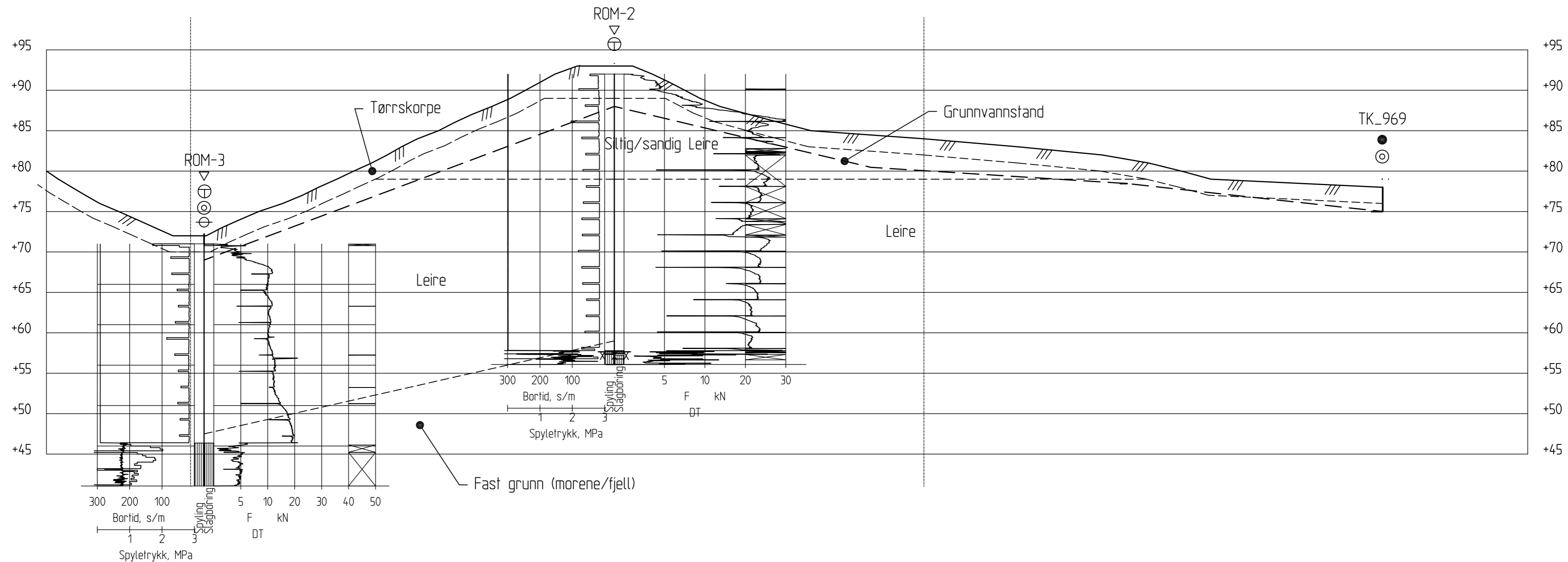
Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontroll
Kvikkleiresoner Trondheim			
Romolstia			
Situasjonsplan		1 : 1000	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lilleval Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.10.2013 Oppdragsnr. 20120099	Kontroll / Eget TmS Tegningsnr. 100 B



- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering ⚙ Fjellkontrollboring ⊕ Pr°veserie ⊖ Poretrykksmåling
 - Enkel sonering ⚙ Dreietrykksonering □ Pr°vegrop ⊕ Fjell i dagen
 - ▽ Trykksonering ⊕ Totalsonering + Vingeboring
- Borhull nr.: Terreng (bunn) kote Boret dybde + (boret i fjell)
- Antatt fjellkote
- Plastring mot erosjon
 - Prinsippskisse for ev. avlasting
 - Prinsippskisse for ev. motfylling


Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr. Godkj.
Kvikkleiresoner Trondheim Romolslia			
Situasjonsplan med erosjonssikringstiltak			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lilleveit Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		18.12.2013 Oppdragsnr. 20120099	Konstr./Tegnet TS Kontrollert VG Godkjent KE
		1 : 1000	101 B

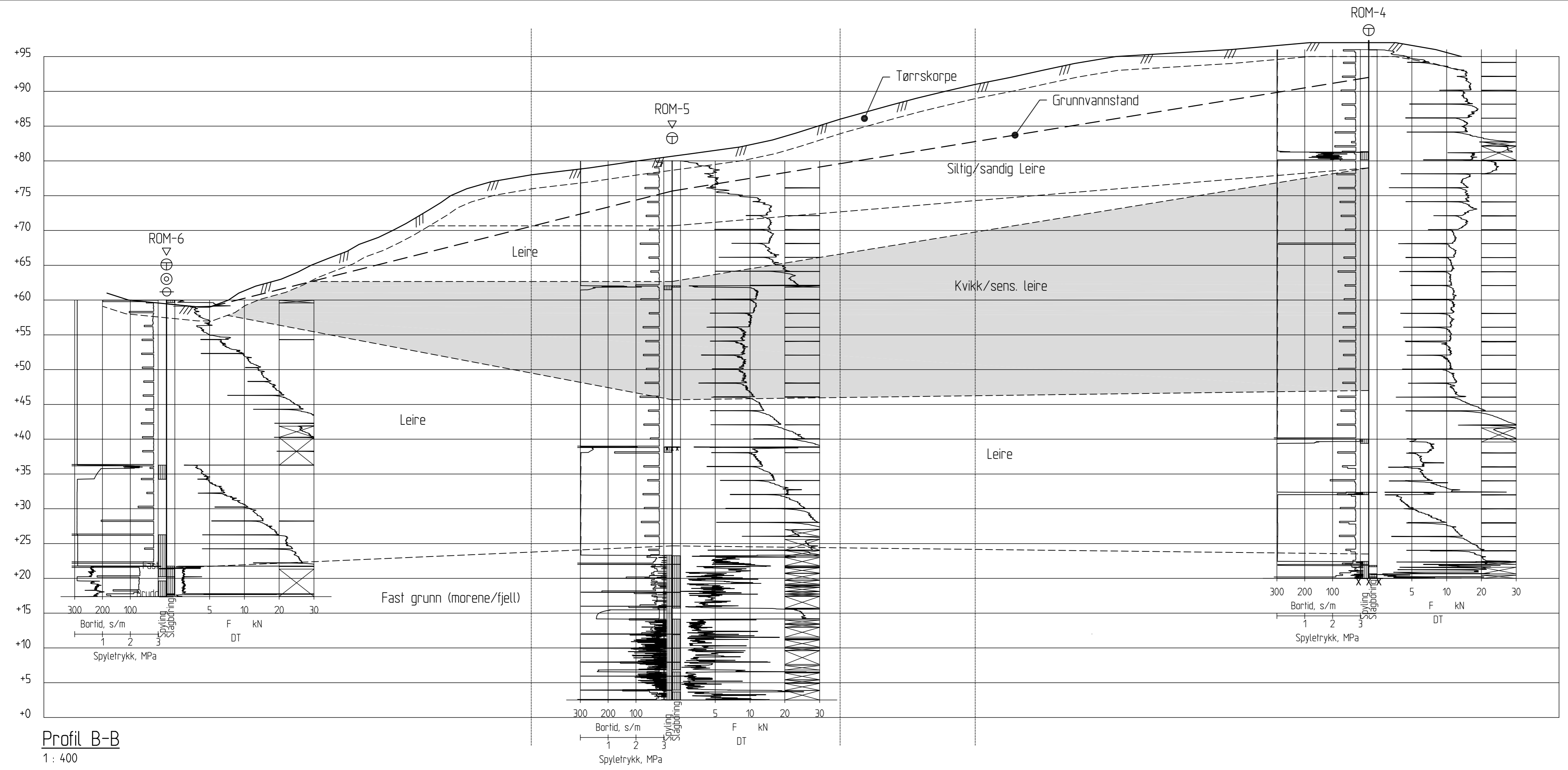


Profil A-A
1 : 400

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⊕ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Kvikkleiresoner Trondheim Romolslia				
	Profil A-A Lagdelling				
		Målestokk 1 : 400			
	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 01.10.2013 Oppdragsnr. 20120099	Konstr./Tegnet TmS Tegningsnr. 200 B	Kontrollert VG	Godkjent KE

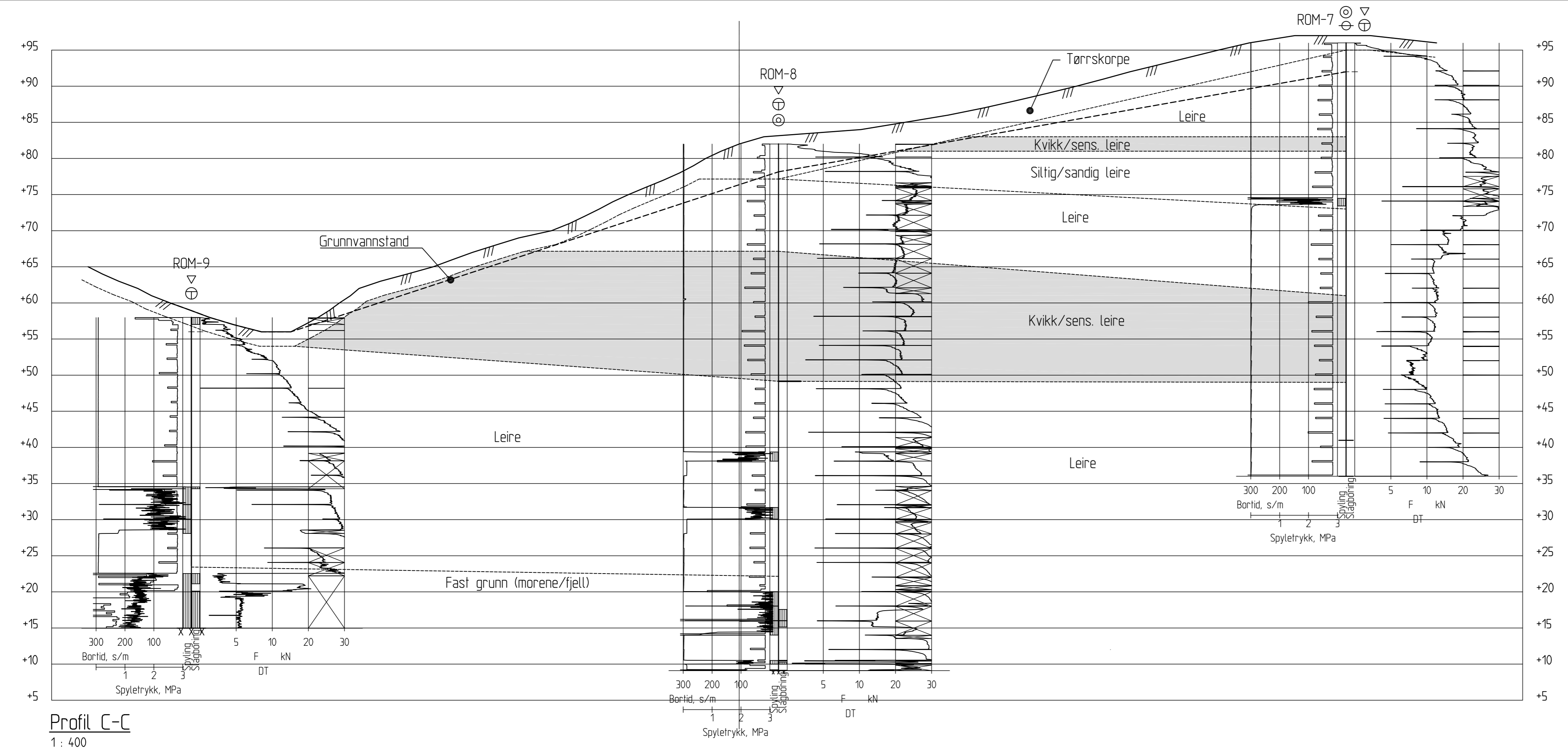


FORKLARINGER:

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksonering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊖ Dreietrykksoneering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Profil B-B
1 : 400

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Status			
Kvikkleiresoner Trondheim Romolslia		Original format			
		A-3LL			
Profil B-B Lagdelling		Tegningens filnavn			
		G:\geoteknisk\20120099\AUTOGRAF\201 B - Profil B-B			
1 : 400					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		01.10.2013	TmS	VG	KE
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20120099	201 B		

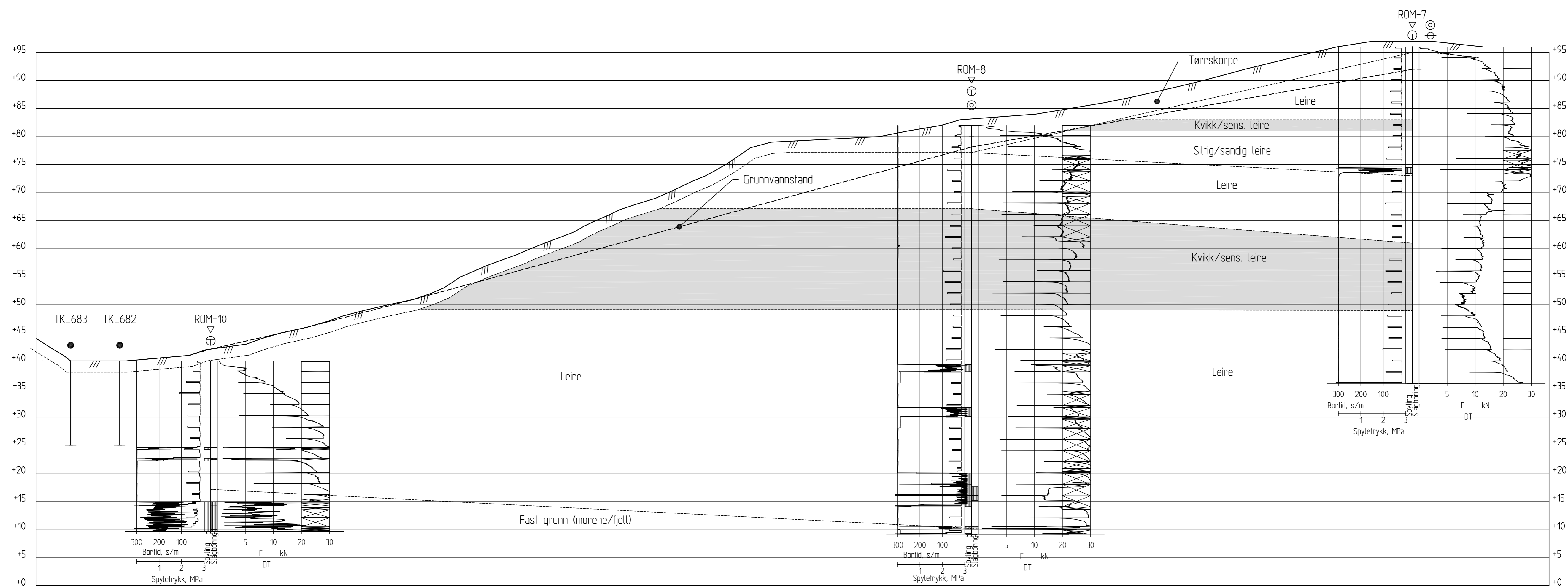


Profil C-C
1 : 400

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⊕ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
		Status		Godkj.
Utredning av kvikkleiresoner i Trondheim og Stjørdal		Original format		
		A-3LL		
Profil C-C Lagdeling		Tegningens filnavn		
		G:\geoteknisk\20120099\AUTOGRAF\202 B_Profil C-C		
		Målestokk		
		1 : 400		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert
		01.10.2013	TmS	KE
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
		20120099	202 B	

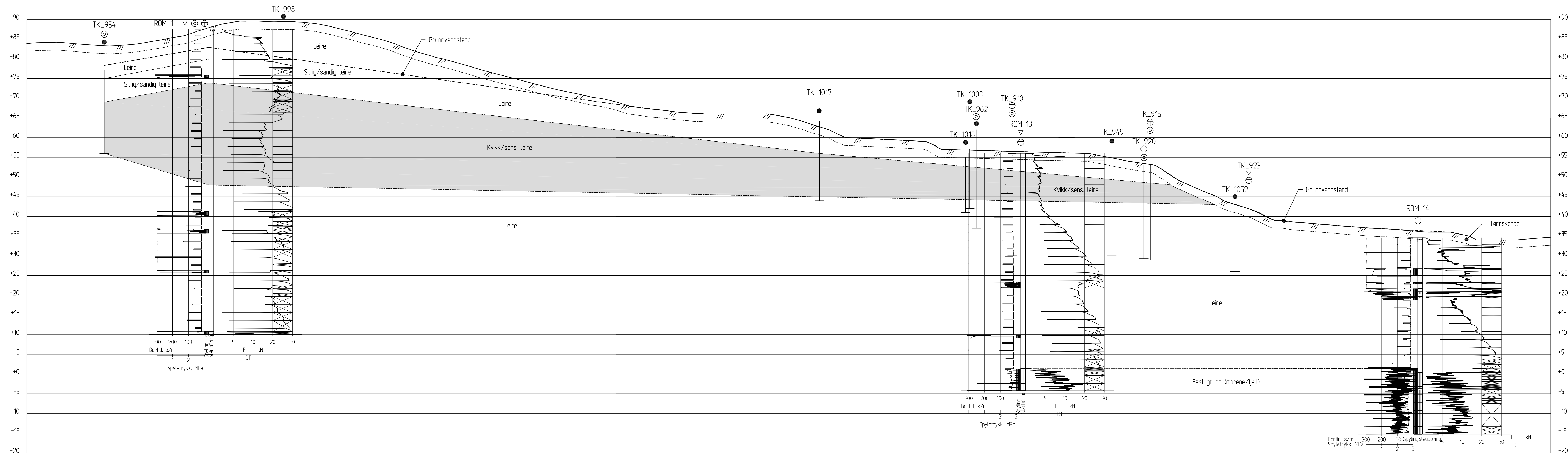


Profil D-D
1 : 400

FORKLARINGER:

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksonering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Rev. Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godk.
Kvikkleiresoner Trondheim Romolslia	Original format A-1	Tegningens tittel S:\geotekn\2012\20099\AUTOGRAF\RT1393_B_Profil D-D NB:etikk		
Profil D-D Lagdelling	1 : 400			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvt Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Date 01.10.2013 Oppdragsnr. 20120099	Konstr./Tegnet TmS	Kontrollert VG	Godkjert KE
			203 B	

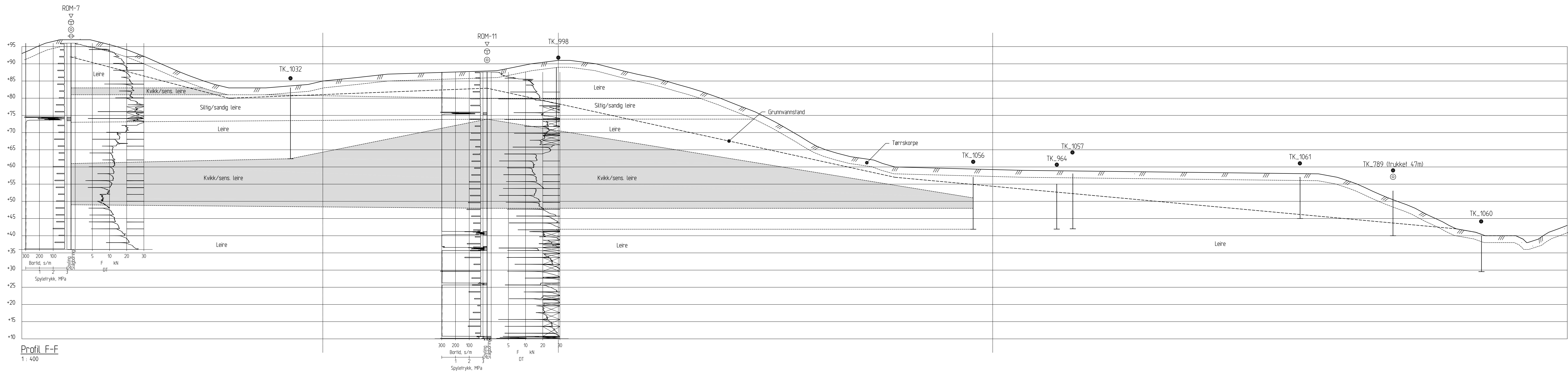


Profil E-E
1 : 400

FORKLARINGER:

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen


Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontroll.	Godt.
Kvikkleiresoner Trondheim Romolstia				
Profil E-E Lagdelling				1 : 400
NGI Sognsveten 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.10.2013	Kosten / Tegner T m S	Kontrollert VG
20120099		204 B		Godkjent KE

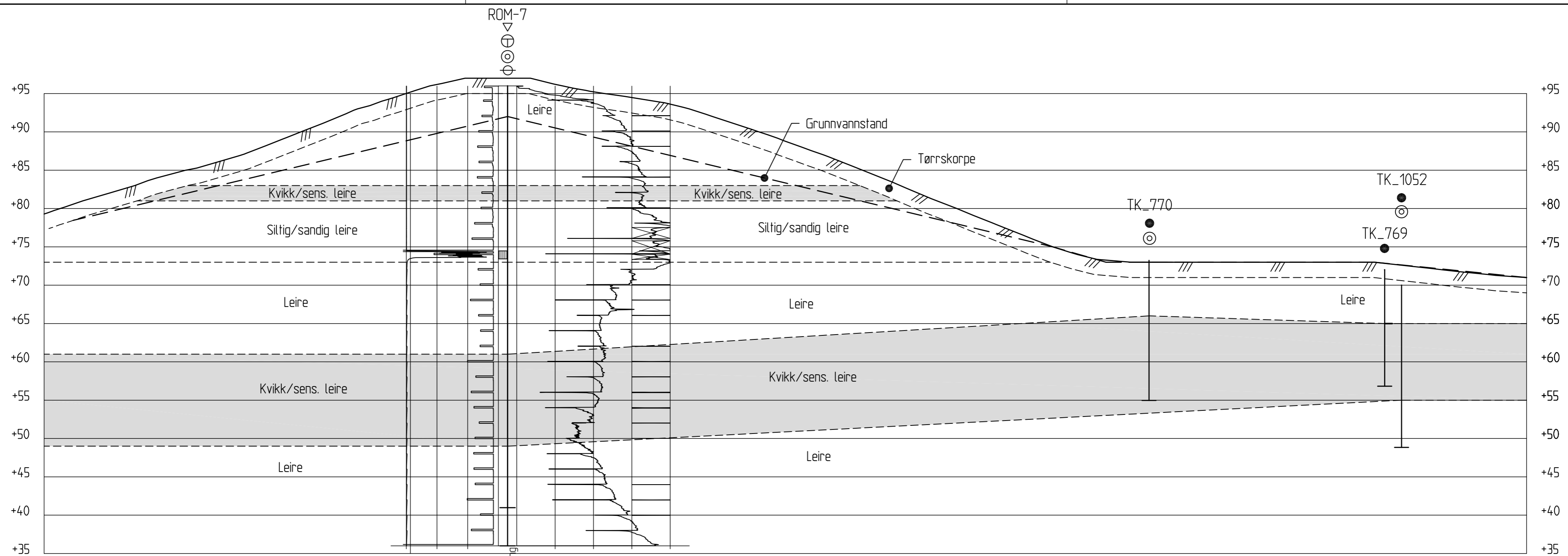


Profil F-F
1: 400

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ★ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Proveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjelt i dagen

Rev. Beskrivelse		Dato		Temp.	Korr.
Kvikkleiresoner Trondheim Romolsla		Status			
Profil F-F Lagdeling		1: 400			
NGI Sogroveien 72 - PO Box 3930 Lillevik Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato: 01.10.2013 Opprettet: 20120099		Kvalitet / Regel: TmS Tegning: VG	
		205 B		Godkjent: KE Rev.	

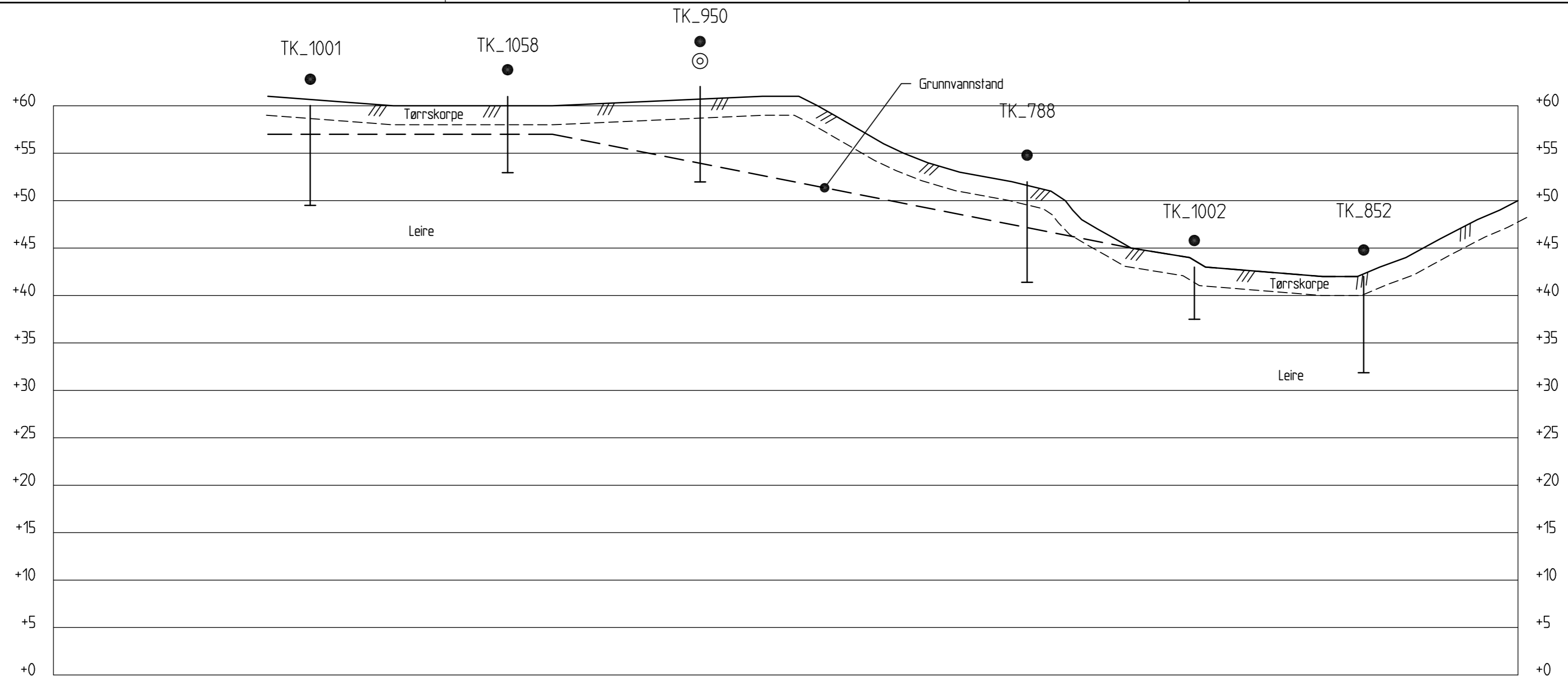


Profil G-G
1 : 400

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Kvikkleiresoner Trondheim Romolslia	Status			
		Original format A-3L			
	Profil G-G Lagdelling	Tegningens filnavn G:\gearkiv\20120099\AUTOGRAF.RIT\206 B_Profil G-G			
		Målestokk 1 : 400			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.10.2013	Konstr./Tegnet TmS	Kontrollert VG	Godkjent KE
		Oppdragsnr. 20120099	Tegningsnr. 206 B		Rev.

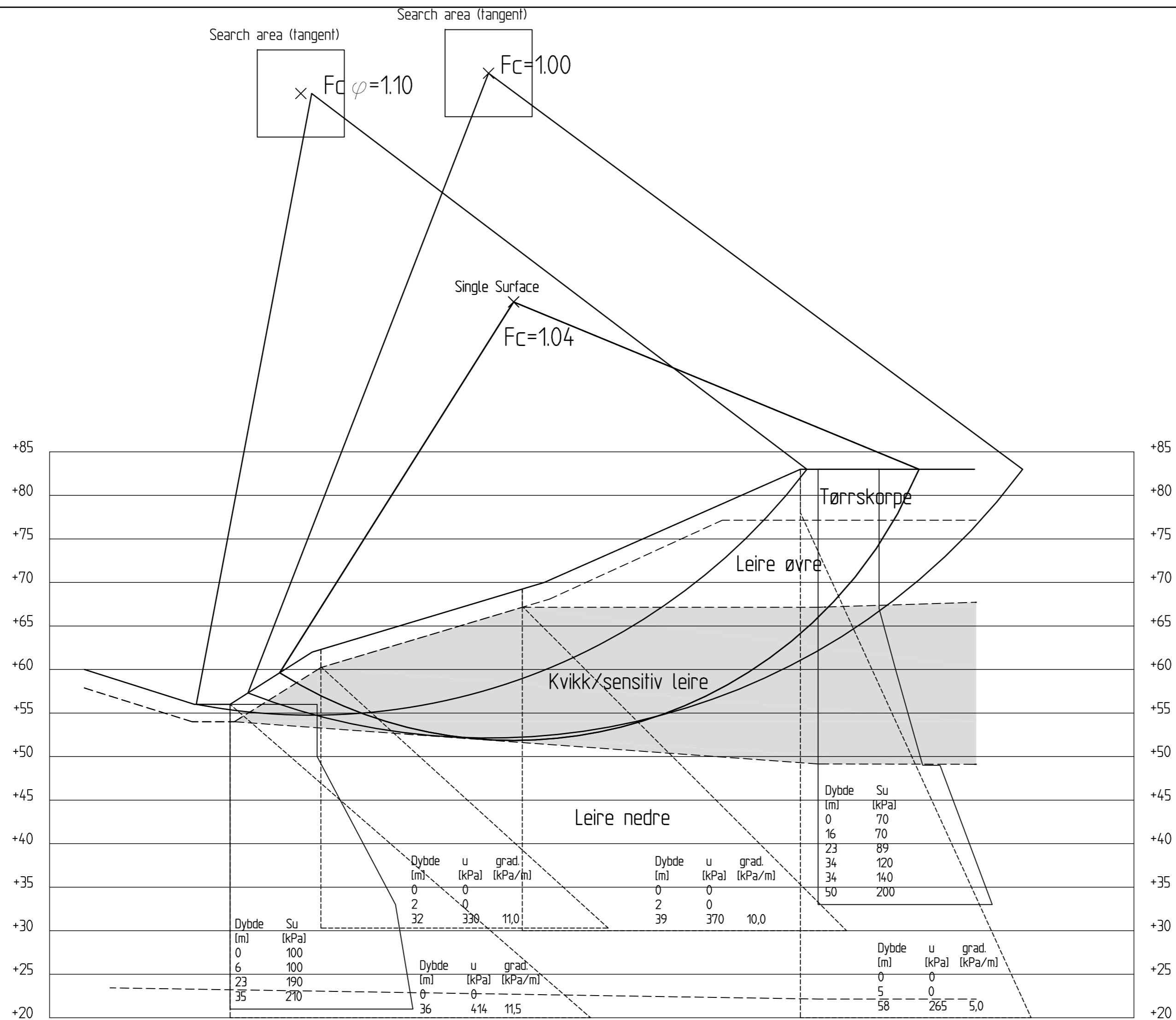


Profil H-H
1 : 400

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬥ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Porettrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Kvikkleiresoner Trondheim Romolslia	Status			
		Original format A-3L			
	Tegningens filnavn G:\gearkiv\20120099\AUTOGRAF.RIT\207 B_Profil H-H				
	Profil H-H Lagdelling	Målestokk 1 : 400			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01.10.2013	Konstr./Tegnet TmS	Kontrollert VG	Godkjent KE
	20120099	207 B		Rev.	



Profil C1-C1

1 : 400

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0				
Leire Øvre	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikk/sens. lei	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.65	0.32
Leire Nedre	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.70	0.40

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0				
Leire Øvre	19.50	9.50	28.0	6.0				
Kvikk/sens. lei	20.00	10.00	28.0	5.0				
Leire Nedre	20.00	10.00	32.0	6.0				

$F_c=1,00$

Udrenert stabilitet - Dagens kritiske skjærflate

Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolstia stabilitet c1-c1 (2).R1

$F_c=1,04$


Udrenert stabilitet - Ny kritisk skjærflate beregnet før ev. tiltak

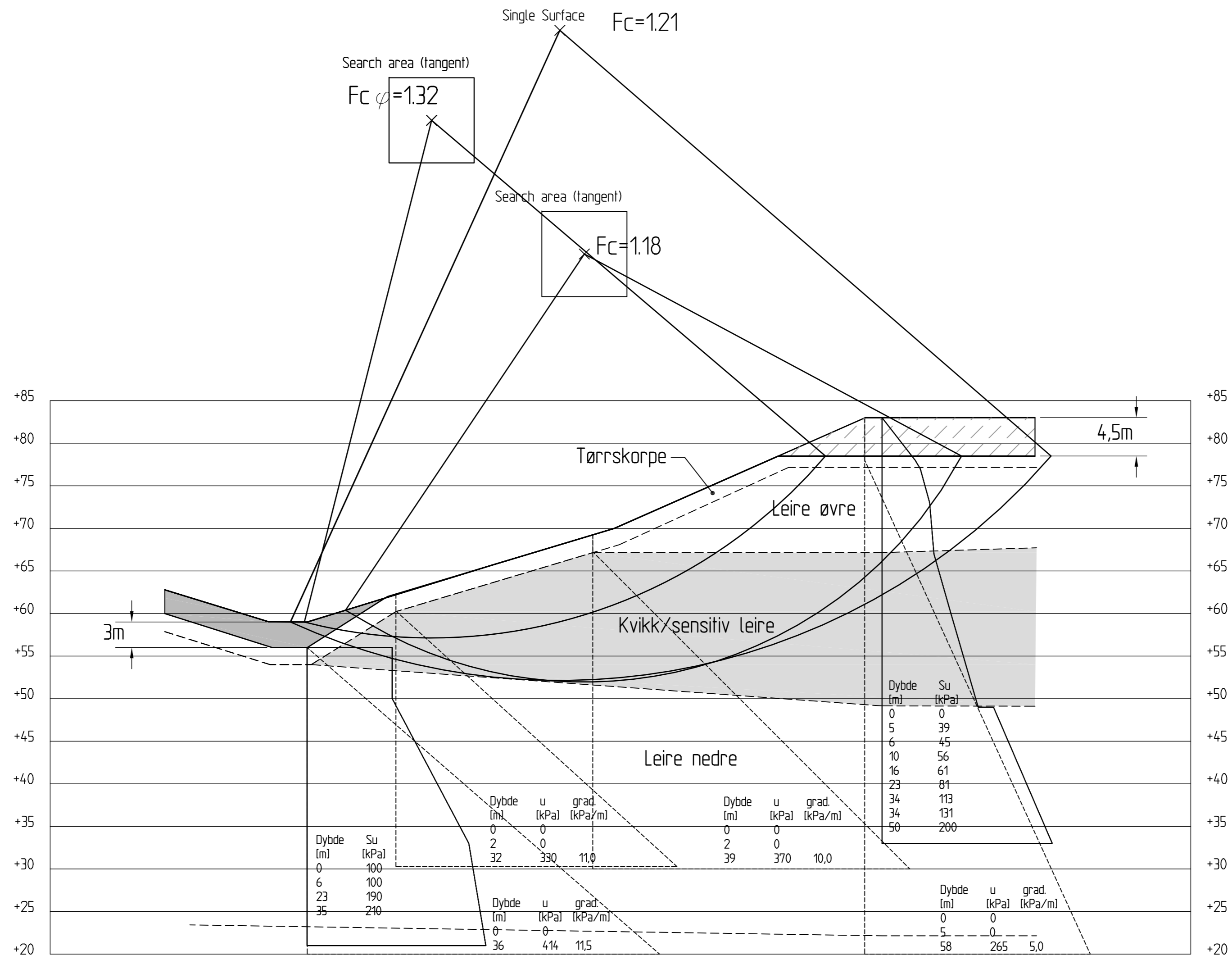
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolstia stabilitet c1-c1 (2).R3

$F_{c\varphi}=1,10$

Drenert stabilitet

Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolstia stabilitet c1-c1 (2).R2

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Kvikkleiresoner Trondheim Romolstia		Status			
		Original format A-2			
		Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20120099\STABGRAF.RIT\300 B			
Profil C1-C1 Stabilitetsberegning		Målestokk 1 : 400			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 20.11.2013	Konstr./Tegnet TmS	Kontrollert VG	Godkjent KE
		Oppdragsnr. 20120099	Tegningsnr. 300 B		



Profil C1-C1

1 : 400

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0				
Leire Øvre	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikk/sens. lei	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.65	0.32
Leire Nedre	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.70	0.40

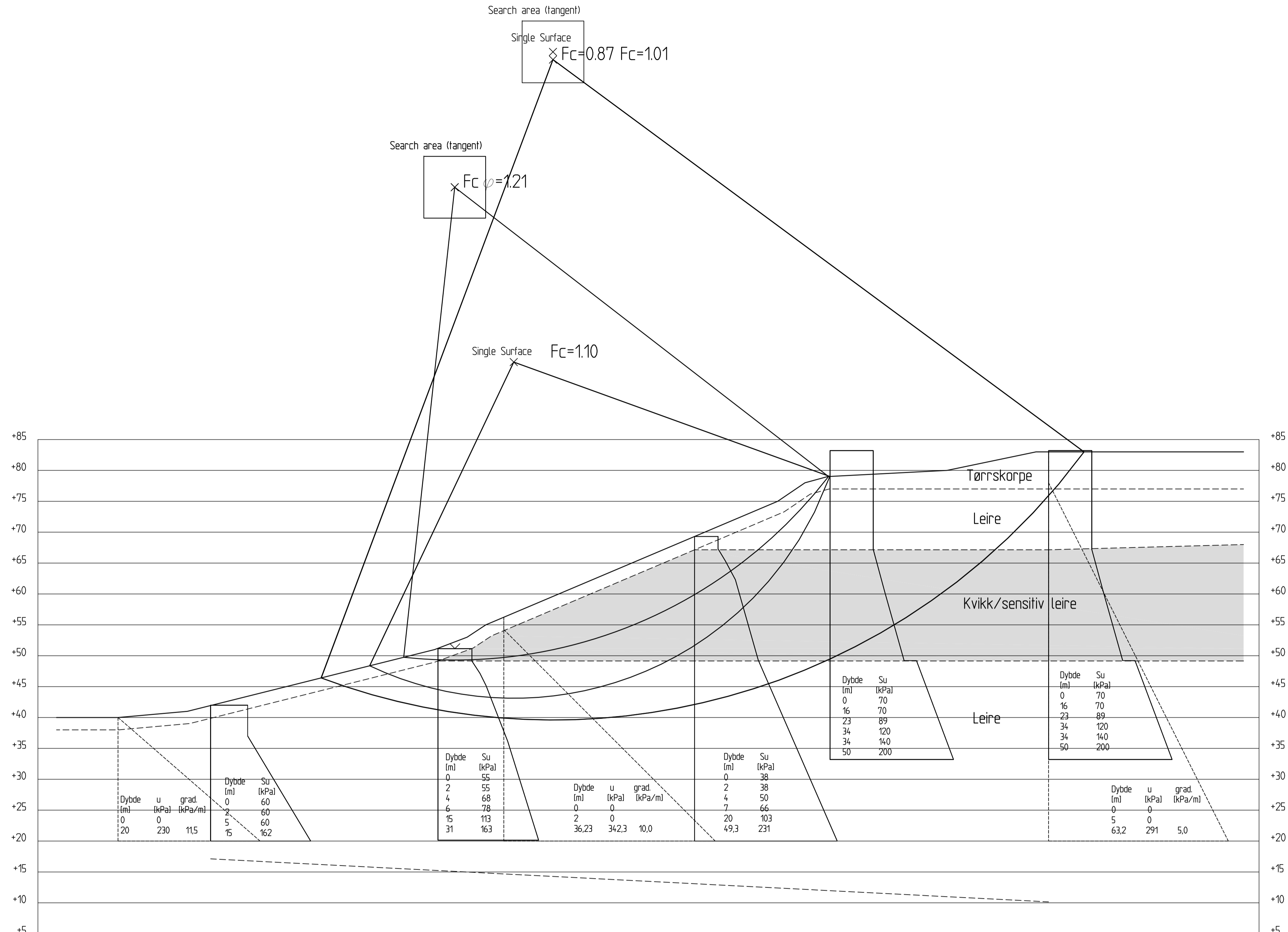
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0				
Leire Øvre	19.50	9.50	28.0	6.0				
Kvikk/sens. lei	20.00	10.00	28.0	5.0				
Leire Nedre	20.00	10.00	32.0	6.0				

Fc=1,18
 Udrenert stabilitet - Ny kritisk skjærflate etter ev. tiltak
 Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolslia tiltak c1-c1 (2).R1

Fc=1,21
 Udrenert stabilitet - Dagens kritiske skjærflate etter ev. tiltak
 Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolslia tiltak c1-c1 (2).R2

Fci=1,32
 Drenert stabilitet
 Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolslia tiltak c1-c1 (2).R3

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr.	Godkj.
Kvikkleiresoner Trondheim Romolslia					Status Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20120099\STABGRAF.RIT\301 B Målestokk
Profil C1-C1 Stabilitetsberegning - Tiltak					1:400 
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 20.11.2013 Oppdragsnr. 20120099	Konstr./Tegnet TmS Tegningsnr. 301 B	Kontrollert VG	Godkjent KE



Profil D-D1
1 : 400

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0				
Leire Øvre	19.50	9.50			C-prof	100	0.70	0.40
Kvikk/sens. Leire	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.65	0.32
Leire Nedre	20.00	10.00			C-prof	100	0.70	0.40


Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0				
Leire Øvre	19.50	9.50	28.0	6.0				
Kvikk/sens. Leire	20.00	10.00	28.0	5.0				
Leire Nedre	20.00	10.00	32.0	6.0				

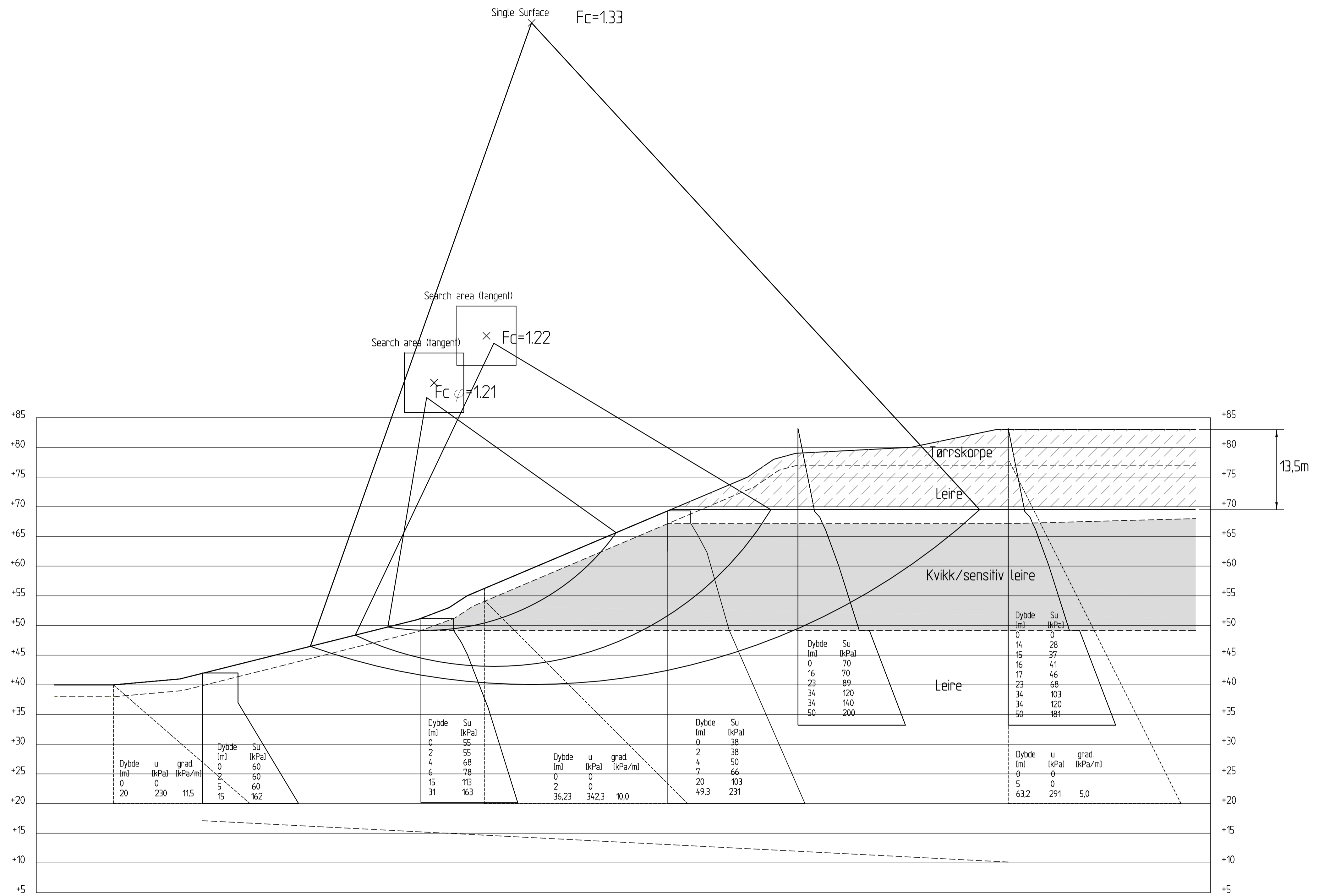
Fc=0.87
Udrenert stabilitet - Dagens kritiske skjærflate
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romotslia stabilitet d1-d1R2

Fc=1.01
Udrenert stabilitet - Dagens kritiske skjærflate; sidefriksjonsfaktor=0.009
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romotslia stabilitet d1-d1R1

Fc=1.10
Udrenert stabilitet - Ny kritisk skjærflate etter ev. tiltak; sidefriksjonsfaktor=0.009
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romotslia stabilitet d1-d1R6

Fc=1.21
Drenert stabilitet; sidefriksjonsfaktor=0.009
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romotslia stabilitet d1-d1R3

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godk
Kvikkleiresoner Trondheim Romotslia					Status Original format A-1 Tegnings: 100mm Signatur: 20120099\STABGRAF\817381.B NB: Beslutt
Profil D1-D1 Stabilitetsberegning					1 : 400 
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvd Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 20.11.2013 Oppdragsnr: 20120099	Kontroll / Tegn TmS Tegningsnr: 302 B	Kontrollert VG Rev.	Godkjent KE



Profil D1-D1

1 : 400


Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0						
Leire Øvre	19.50	9.50	28.0	6.0						
Kvikk/sens. Le	20.00	10.00	28.0	5.0						
Leire Nedre	20.00	10.00	32.0	6.0						

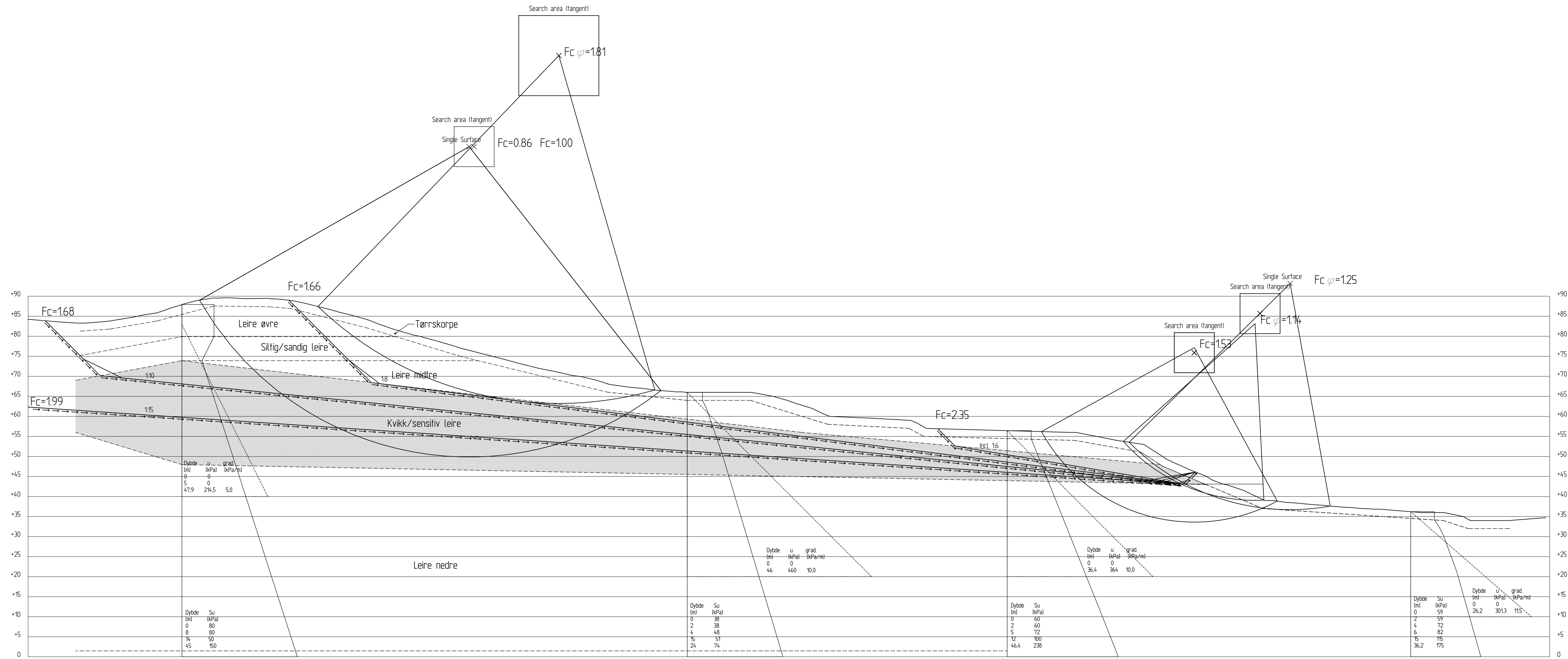
Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0						
Leire Øvre	19.50	9.50				C-prof	1.00	0.70	0.40	
Kvikk/sens. Le	20.00	10.00				C-prof	0.85	0.65	0.32	
Leire Nedre	20.00	10.00				C-prof	1.00	0.70	0.40	

Fc=1.22
 Udrenert stabilitet - Ny kritisk skjærflate etter ev. tiltak; sidefriksjonsfaktor=0,009
 Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia tiltak d1-d1R1

Fc=1.33
 Udrenert stabilitet - Dagens kritiske skjærflate etter ev. tiltak; sidefriksjonsfaktor=0,009
 Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia tiltak d1-d1R2

Fc=1.21
 Drenert stabilitet; sidefriksjonsfaktor=0,009
 Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia tiltak d1-d1R3

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkj.
Kvikkleiresoner Trondheim Romolslia					Status Original format A-1 Tegningsno. 101000 Signatur: 20120099\STABGRAF\817383.BA.stabilitet.d1.r1 NB! Besiktig
Profil D1-D1 Stabilitetsberegning - Tiltak					1 : 400 
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Lillelvdal Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 20.11.2013 Oppdragsnr. 20120099	Kontrollert/tegnert TmS Tegningsnr. 303 B	Kontrollert VG Godkjent KE	Rev.



Profil E1-E1
1: 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire øvre	20.00	10.00	30.0	6.0				
Siltig/sandig l	20.00	10.00	32.0	3.0				
Leire	2100	1100	28.0	5.0				
Kvikk/sens. Le	2100	1100	28.0	5.0				
Leire Nedre	2100	1100	32.0	6.0				

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire øvre	20.00	10.00	30.0	6.0	C-prof	100	0.70	0.40
Siltig/sandig l	20.00	10.00	32.0	3.0				
Leire	2100	1100	28.0	5.0	C-prof	100	0.70	0.40
Kvikk/sens. Le	2100	1100	28.0	5.0	C-prof	0.85	0.59	0.30
Leire Nedre	2100	1100	32.0	6.0	C-prof	100	0.70	0.40

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	34.0	3.0				
Leire øvre	20.00	10.00	30.0	6.0	C-prof	100	0.70	0.40
Siltig/sandig l	20.00	10.00	32.0	3.0				
Leire	2100	1100	28.0	5.0	C-prof	100	0.70	0.40
Kvikk/sens. Le	2100	1100	28.0	5.0	C-prof	0.85	0.65	0.32
Leire Nedre	2100	1100	32.0	6.0	C-prof	100	0.70	0.40

Fc=0.86
Udrenert stabilitetsberegning Øvre skråning
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR3

Fc=1.00
Udrenert stabilitetsber. med sidefriksjonsfaktor=0.006
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR5

Fc=1.53
Udrenert stabilitet - Nedre skråning
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR1

Fc=1.66
Udrenert stabilitet - Plan skjærfate 18
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR9

Fc=1.68
Udrenert stabilitet - Plan skjærfate 110
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR8

Fc=1.82
Udrenert stabilitet - Øvre skråning
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR11

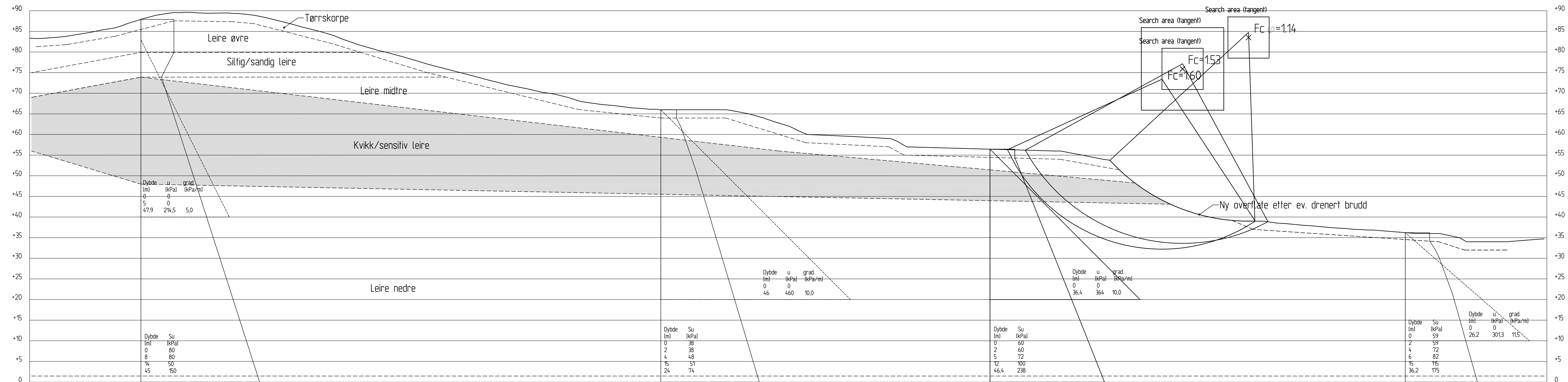
Fc=1.99
Udrenert stabilitet - Plan skjærfate 115
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR7

Fc=2.35
Udrenert stabilitet - Plan skjærfate 16
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR10

Fc=1.14
Udrenert stabilitet - Nedre skråning
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR2

Fc=1.25
Udrenert stabilitet - Ny kritisk skjærfate for ev. liltak
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.nit\romolslia stabilitet e-eR6

Rev	Utdratt	Dato	Temp	Kont	Godk
Kvikkleiresoner Trondheim		Original form			
Romolslia		A.-t.			
Profil E-E		Faglig ansvar			
Stabilitetsberegning		1: 400			
NGI		NGI			
Sognsvelen 72 · PO Box 3930 Ullevål Stadion		Dato		Kontrollert	
NO-0806 Oslo, Norway		20.11.2013		TMS	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		Opprettet		VG	
www.ngi.no		20120099		304 B	
		Godkjent		KE	



Profil E1-E1
1 : 400

Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20,00	10,00	34,0	3,0						
Leire øvre	20,00	10,00				C-prof	100	0,70	0,40	
Siltig/sandig l	20,00	10,00	32,0	3,0						
Leire	2100	1100				C-prof	100	0,70	0,40	
Kvikk/sens. Le	2100	1100				C-prof	0,85	0,65	0,32	
Leire Nedre	2100	1100				C-prof	100	0,70	0,40	

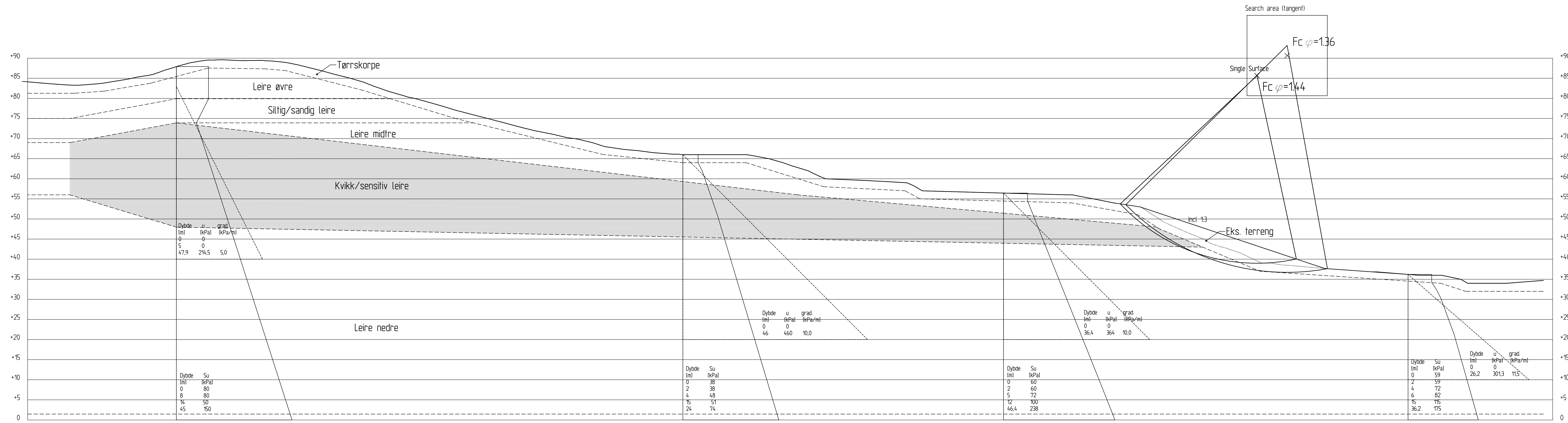
Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20,00	10,00	34,0	3,0						
Leire øvre	20,00	10,00				C-prof	100	0,70	0,40	
Siltig/sandig l	20,00	10,00	32,0	3,0						
Leire	2100	1100				C-prof	100	0,70	0,40	
Kvikk/sens. Le	2100	1100				C-prof	0,85	0,65	0,32	
Leire Nedre	2100	1100				C-prof	100	0,70	0,40	

Fc=1,14
Drenert stabilitet - Nedre skråning
Result file : g:\geoteknik\20120099\stabgraf\nromolstia stabilitet e-e (2)R2

Fc=1,53
Udrenert stabilitet - Nedre skråning
Result file : g:\geoteknik\20120099\stabgraf\nromolstia stabilitet e-e (2)R1

Fc=1,60
Udrenert stabilitet etter ev. drenert utglidning i nedre skråning
Result file : g:\geoteknik\20120099\stabgraf\nromolstia stabilitet e-e (2)R3

Rev	Beskrivelse	Dato	Tege	Kont	Godt
Kvikkleiresoner Trondheim Romolstia					Status Original format A-11 Tegning: Utvorn e:\prosjekt\romolstia\stabgraf\romolstia R3.dwg 1 : 400
Profil E-E (2) Stabilitetsberegning					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 20.11.2013 20120099	Karakt / Tegnet T m S 305 B	Kontrollert VG	Godkjent KE



Profil E1-E1
1: 400

Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	34.0	3.0						
Leire øvre	20.00	10.00	30.0	6.0						
Siltig/sandig l	20.00	10.00	32.0	3.0						
Leire	21.00	11.00	28.0	5.0						
Kvikk/sens. Le	21.00	11.00	28.0	5.0						
Leire Nedre	21.00	11.00	32.0	6.0						

$F_{cf}=1.36$
Direnet stabilitet - Ny kritisk skjærfate etter ev. tiltak
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf\ri\romolslia tiltak e-eR1

$F_{cf}=1.44$
Direnet stabilitet - Dagens kritiske skjærfate etter ev. tiltak
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf\ri\romolslia tiltak e-eR2

Rev	Beskrivelse	Dato	Tege	Kont	Godt

Kvikkleiresoner Trondheim
Romolslia

Profil E-E
Stabilitetsberegning - Tiltak

1: 400

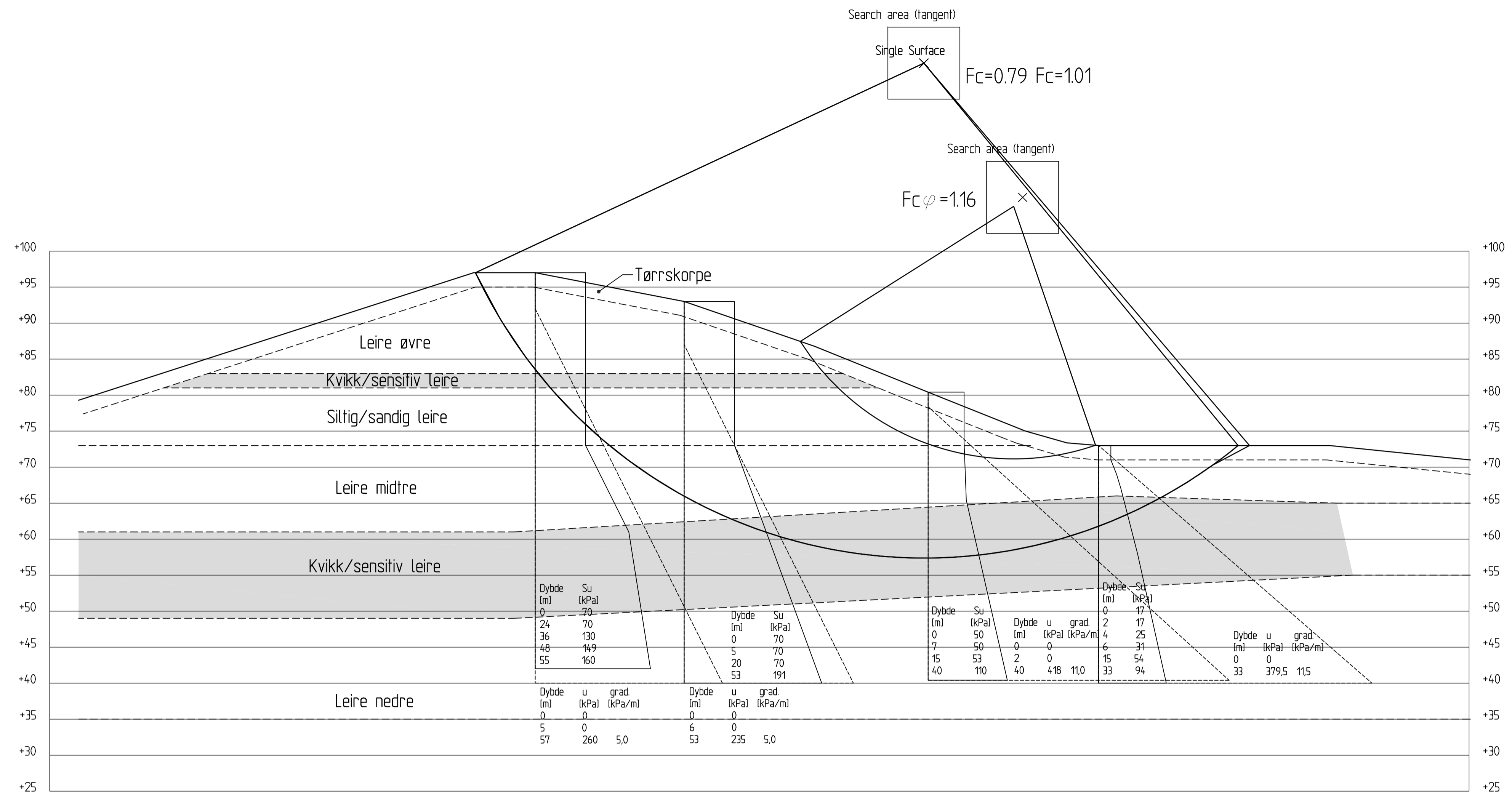
NGI

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvi Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato: 20.11.2013
Kategori: Tiltak
20120099

Revisjon: T m S
306 B

Kontrollert: V G
Godkjent: K E



Profil E1-E1
1 : 400

Material	Un	Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0					
Leire Øvre	19.00	9.00			C-prof	100	0.70	0.40	
Kvikk/sens. Leir	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.65	0.32	
Siltig/sandig L	20.00	10.00	30.0	3.0					
Leire Midtre	21.00	11.00			C-prof	100	0.70	0.40	
Kvikk/sens. Leir	21.00	11.00			C-prof	0.85	0.65	0.32	
Leire Nedre	21.00	11.00			C-prof	100	0.70	0.40	

Material	Un	Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	3.0					
Leire Øvre	19.00	9.00	30.0	6.0					
Kvikk/sens. Leir	20.00	10.00	28.0	5.0					
Siltig/sandig L	20.00	10.00	30.0	3.0					
Leire Midtre	21.00	11.00	28.0	5.0					
Kvikk/sens. Leir	21.00	11.00	28.0	5.0					
Leire Nedre	21.00	11.00	28.0	5.0					

Fc=0.79
Udrenert totalstabilitet
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolslia stabilitet g-gR4

Fc=1.01
Udrenert stabilitetsber. med sidefriksjonsfaktor=0.011
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolslia stabilitet g-gR1

Fc=1.16
Drenert stabilitetsberegning
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolslia stabilitet g-gR3

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Geddy
Kvikkleiresoner Trondheim Romolslia					Status Original format A-1 Tegningens filnavn g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\romolslia
Profil G-G Stabilitetsberegning					1 : 400
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3030 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 20.11.2013 Oppdragnr. 20120099	Kontr./Tegnet TmS Tegningnr. 307 B	Kontrollert VG Rev.	Godkjent KE

Vedlegg A - Skjema for evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse

Innhold

Evaluering for sonen med tanke på faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse i henhold til ref. (1). Resultater for ny evaluering er vurdert opp mot tidligere evalueringer, ref. (2), (3), (4) og (5). Evalueringer som tar hensyn til eventuelle tiltak er også utført.

Tabeller

- A1 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse før tiltak
- A2 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse etter erosjonssikring

1 Referanser

1. **NVE**. *Retningslinjer nr. 2 - 2011. Flaum- og skredfare i arealplanar*. Oslo : NVE, 2011.
2. —. Skrednett. [Internett]
<http://skredatlas.nve.no/ge/Viewer.aspx?Site=Skredatlas&MapType=Kvikkleire%20faregrad>.
3. **NGI**. *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, rapport 84050-1*. Oslo : NGI, 1988.
4. —. *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, rapport 840050-2*. Oslo : NGI, 1994.
5. —. *Program for økt sikkerhet mot leirskred - Evaluering av risiko for kvikkleireskred Trondheim kommune, rapport 20001008-6*. Oslo : NGI, 2005.

Tabell A1 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse før tiltak

Sonenavn:	206 Romolslia	Dato:	2012-12-16	Initialer:	TmS	
Faregrad		3	2	1	0	
Faktorer	Hva må sjekkes:	Score				Observasjon/beskrivelse
Tidligere skredaktivitet	Skredgroper i området. Kvartærgeologisk kart	Høy	Noe	Lav	Ingen	
Skråningshøyde, H	Høyde bunn til topp skrånning	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	
Forkonsolidering (OCR)	Vurder hvor mye høyere tidligere terrengnivå kan ha vært i fht dagens pga erosjon, skredaktivitet o.l.	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	Overkonsolidert i bunn av ravinene.
Poreovertrykk i kritisk glideflate	Nærliggende fjell/høydedrag som mater sonen. Sjekk brønner/oppkommer	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	Det er målt overtrykk i bunn av ravinene og undertrykk ved skråningstoppene.
Poreundertrykk i kritisk glideflate	Ravineskråninger i lagdelt grunn. Sjekk brønner/oppkommer.	> -50 kPa	-(20-50) kPa	-(0-20) kPa	Ingen	
Kvikkleiremektighet	Fra dreietrykksonderinger, samt vingebor og prøveserier	>H/2	H/4-H/2	<H/4	Tynt lag	
Sensitivitet	Fra prøveserie. Dersom dette mangler er normal kvikkleiresensitivitet 30-100.	>100	30-100	20-30	<20	Fra prøveserier.
Erosjon	Sjekk erosjonsforhold i elveleier: sideveis, dybde, sedimentasjon, erosjonsbekyttelse, fjellterskler, glidninger...	Aktiv	Noe	Lite	Ingen	Observert erosjon fra befarng.
Forverrende inngrep	Bakkeplanering, utfyllinger, endring av hydrologiske forhold	Stort	Noe	Lite	Ingen	
Forbedrende inngrep	Bakkeplanering, bekkelukking, utfyllinger, endring av hydrologiske forhold	Stort	Noe	Lite	Ingen	
Definisjoner						
Aktiv erosjon: Utløste skred (dyperegående rotasjoner). Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått						
Noe erosjon: Utløste overflateglidninger ila siste årene. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått.						
Litt erosjon: Leire i elveleiet. Gradientforhld tilsier at erosjon kan oppstå. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet klart eller noe misfarget						
Ingen erosjon: Naturlig erosjonsbekyttelse i bunn sider av elveleiet, evt. terskler som medfører små gradientforhold. Vannet klart.						
Stort inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med mer enn 4 m. Skråningshelling økt eller redusert med 10-20%						
Noe inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med 2-4 m. Skråningshelling økt eller redusert med < 10 %						
Lite inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med < 2 m. Hydrologiske forhold: Fjerning av vegetasjon, grøfting, beplantning						
Ingen inngrep: Kun små lokale endringer i terrenget - traktorveier, mindre planering i fbm spredt boligbebyggelse o.l.						

Tabell A1 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse før tiltak

Sonenavn:	206 Romolslia	Dato:	2012-12-16	Initialer:	TmS	
Skadekonsekvens		3	2	1	0	
Faktorer	Hva må sjekkes:	Score				Observasjon/beskrivelse
Boligheter, antall	Permanent opphold i sonen + utløpsområdet. 1 boligenhet = 1 familie	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	Skole, blokkleiligheter, bolighus etc. Skredmasser kan berøre boliger og infrastruktur nedstrøms.
Næringsbygg, personer	Midlertidig opphold. Industri, næring, kontorer, skoler, offentlige bygg	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	Skole.
Annen bebyggelse, verdi	Bygg der det normalt ikke oppholder seg mennesker.	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	
Vei, ÅDT	Kfr. SVV trafikkregister	> 5000	1001-5000	100-1000	< 100	Kommunale veier.
Toglinje, baneprioritet	Kfr. JBV baneprioritet	1-2	3-4	5	Ingen	
Kraftnett	Kfr. Statkrafts nettklasser	Sentral	Regional	Distr.nett	Lokal	
Oppdemming/flom	Tilstrekkelig volum skredmasser, tilstrekkelig sensitive skredmasser, mulig volum på oppdemming, lett eroderbare masser, bebyggelse i kritiske områder	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	Flombølge kan berøre boliger nedstrøms

Definisjoner

Alvorlig: Oppdemming/flodbølge kan oversvømme områder med mer enn 5 boligheter eller skole/barnehage
Middels: Oppdemming/flodbølge kan oversvømme områder med mindre enn 5 boligheter eller industriområde
Liten: Oppdemming/flodbølge kan oversvømme områder med vei, jernbane eller kraftnett.
Ingen: Oppdemming/flodbølge kan bare oversvømme områder uten bebyggelse og infrastruktur

Fargebeskrivelse

Vurdering fra tidligere rapporter ref. (2), (3), (4) og (5)

Vurdering for gjeldende rapport 20120099-02-R



Tabell A1 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse før tiltak

Sonenavn:	206 Romolslia	Dato:	2012-12-16	Initialer:	TmS
-----------	---------------	-------	------------	------------	-----

Faregradsevaluering

Faktorer	Vektall	Beskrivelse	Score	Produkt
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	3	3
Skråningshøyde, meter	2	> 30 m	3	6
OCR	2	> 2,0	3	6
Poreovertrykk	3	10-30 kPa	2	6
Poreundertrykk	-3	> -50 kPa	3	-9
Kvikkleiremektighet	2	H/4-H/2	2	4
Sensitivitet	1	> 100	3	3
Erosjon	3	Aktiv	3	9
Inngrep, forverring	3	Ingen	0	0
Inngrep, forbedring	-3	Ingen	0	0

Sum poeng

28 av maks. oppnåelig 51 poeng

Faregradsklasse:

Høy

55 % av maksimal poengsum

Konsekvens

Faktorer	Vektall	Score	Produkt
Boligheter, antall	4	Tett > 5	12
Næringsbygg, personer	3	> 50	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Ingen	0
Vei, ÅDT	2	1001-5000	4
Toglinje, baneprioritet	2	Ingen	0
Kraftnett	1	Distr.nett	1
Oppdemming/flom	2	Middels	4

Sum poeng

30 av maks. oppnåelig 45 poeng

Skadekonsekvensklasse:

Meget alvorlig

67 % av maksimal poengsum

Risiko = fare% x konsekvens%: 3660

Risikoklasse: 5

Tiltakskategori avh. av faregrad: K3

Krav til material faktor større enn: 1,4

Forbedring avh. av faregrad v/ym for liten: Vesentlig forbedring

Tabell A2 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse etter erosjonssikring

Sonenavn:	206 Romolslia	Dato:	2012-12-16	Initialer:	TmS	
Faregrad		3	2	1	0	
Faktorer	Hva må sjekkes:	Score				Observasjon/beskrivelse
Tidligere skredaktivitet	Skredgroper i området. Kvartærgeologisk kart	Høy	Noe	Lav	Ingen	
Skråningshøyde, H	Høyde bunn til topp skrånning	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	
Forkonsolidering (OCR)	Vurder hvor mye høyere tidligere terrengnivå kan ha vært i fht dagens pga erosjon, skredaktivitet o.l.	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	Overkonsolidert i bunn av ravinene.
Poreovertrykk i kritisk glideflate	Nærliggende fjell/høydedrag som mater sonen. Sjekk brønner/oppkommer	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	Det er målt overtrykk i bunn av ravinene og undertrykk ved skråningstoppene.
Poreundertrykk i kritisk glideflate	Ravineskråninger i lagdelt grunn. Sjekk brønner/oppkommer.	> -50 kPa	-(20-50) kPa	-(0-20) kPa	Ingen	
Kvikkleiremektighet	Fra dreietrykksonderinger, samt vingebor og prøveserier	>H/2	H/4-H/2	<H/4	Tynt lag	
Sensitivitet	Fra prøveserie. Dersom dette mangler er normal kvikkleiresensitivitet 30-100.	>100	30-100	20-30	<20	Fra prøveserier.
Erosjon	Sjekk erosjonsforhold i elveleier: sideveis, dybde, sedimentasjon, erosjonsbekyttelse, fjellterskler, glidninger...	Aktiv	Noe	Lite	Ingen	Observert erosjon fra befarng.
Forverrende inngrep	Bakkeplanering, utfyllinger, endring av hydrologiske forhold	Stort	Noe	Lite	Ingen	
Forbedrende inngrep	Bakkeplanering, bekkelukking, utfyllinger, endring av hydrologiske forhold	Stort	Noe	Lite	Ingen	
Definisjoner						
Aktiv erosjon: Utløste skred (dyperegående rotasjoner). Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått Noe erosjon: Utløste overflateglidninger ila siste årene. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått. Litt erosjon: Leire i elveleiet. Gradientforhld tilsier at erosjon kan oppstå. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet klart eller noe misfarget Ingen erosjon: Naturlig erosjonsbekyttelse i bunn sider av elveleiet, evt. terskler som medfører små gradientforhold. Vannet klart.						
Stort inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med mer enn 4 m. Skråningshelling økt eller redusert med 10-20% Noe inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med 2-4 m. Skråningshelling økt eller redusert med < 10 % Lite inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med < 2 m. Hydrologiske forhold: Fjerning av vegetasjon, grøfting, beplantning Ingen inngrep: Kun små lokale endringer i terrenget - traktorveier, mindre planering i fbm spredt boligbebyggelse o.l.						

Tabell A2 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse etter erosjonssikring

Sonenavn:	206 Romolslia	Dato:	2012-12-16	Initialer:	TmS	
Skadekonsekvens		3	2	1	0	
Faktorer	Hva må sjekkes:	Score				Observasjon/beskrivelse
Boligheter, antall	Permanent opphold i sonen + utløpsområdet. 1 boligenhet = 1 familie	Tett > 5	Spredd > 5	Spredd < 5	Ingen	Skole, blokkleiligheter, bolighus etc. Skredmasser kan berøre boliger og infrastruktur nedstrøms.
Næringsbygg, personer	Midlertidig opphold. Industri, næring, kontorer, skoler, offentlige bygg	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	Skole.
Annen bebyggelse, verdi	Bygg der det normalt ikke oppholder seg mennesker.	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	
Vei, ÅDT	Kfr. SVV trafikkregister	> 5000	1001-5000	100-1000	< 100	Kommunale veier.
Toglinje, baneprioritet	Kfr. JBV baneprioritet	1-2	3-4	5	Ingen	
Kraftnett	Kfr. Statkrafts nettklasser	Sentral	Regional	Distr.nett	Lokal	
Oppdemming/flom	Tilstrekkelig volum skredmasser, tilstrekkelig sensitive skredmasser, mulig volum på oppdemming, lett eroderbare masser, bebyggelse i kritiske områder	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	Flombølge kan berøre boliger nedstrøms

Definisjoner

Alvorlig: Oppdemming/flodbølge kan oversvømme områder med mer enn 5 boligheter eller skole/barnehage
Middels: Oppdemming/flodbølge kan oversvømme områder med mindre enn 5 boligheter eller industriområde
Liten: Oppdemming/flodbølge kan oversvømme områder med vei, jernbane eller kraftnett.
Ingen: Oppdemming/flodbølge kan bare oversvømme områder uten bebyggelse og infrastruktur

Fargebeskrivelse

Vurdering før erosjonssikring i gjeldende rapport

Vurdering etter erosjonssikring i gjeldende rapport



Tabell A2 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse etter erosjonssikring

Sonenavn:	206 Romolslia	Dato:	2012-12-16	Initialer:	TmS
-----------	---------------	-------	------------	------------	-----

Faregradsevaluering

Faktorer	Vektall	Beskrivelse	Score	Produkt
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	3	3
Skråningshøyde, meter	2	> 30 m	3	6
OCR	2	> 2,0	3	6
Poreovertrykk	3	10-30 kPa	2	6
Poreundertrykk	-3	> -50 kPa	3	-9
Kvikkleiremektighet	2	H/4-H/2	2	4
Sensitivitet	1	> 100	3	3
Erosjon	3	Ingen	0	0
Inngrep, forverring	3	Ingen	0	0
Inngrep, forbedring	-3	Ingen	0	0

Sum poeng 19 av maks. oppnåelig 51 poeng

Faregradsklasse: Middels 37 % av maksimal poengsum

Konsekvens

Faktorer	Vektall	Score	Produkt
Boligheter, antall	4	Tett > 5	12
Næringsbygg, personer	3	> 50	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Ingen	0
Vei, ÅDT	2	1001-5000	4
Toglinje, baneprioritet	2	Ingen	0
Kraftnett	1	Distr.nett	1
Oppdemming/flom	2	Middels	4

Sum poeng 30 av maks. oppnåelig 45 poeng

Skadekonsekvensklasse: Meget alvorlig 67 % av maksimal poengsum

Risiko = fare% x konsekvens%: 2484

Risikoklasse: 4

Tiltakskategori avh. av faregrad: K3

Krav til material faktor større enn: 1,4

Forbedring avh. av faregrad v/ym for liten: Vesentlig forbedring

Vedlegg B - Poretrykksmålinger

Innhold

Vedlegget inneholder resultater fra målte poretrykk i 4 pkt. ved utførte grunnundersøkelser, ref. (1). I tillegg vises beregnede in situ spenninger for de samme pkt.

Tabeller og figurer

- B1 - Samletabell for poretrykksmålinger
- B2 - Poretrykk vs. dybde
- B3 - Stigehøyde vs. Kote
- B4 - Beregning av in situ spenninger ROM-3
- B5 - Beregning av in situ spenninger ROM-6
- B6 - Beregning av in situ spenninger ROM-7
- B7 - Beregning av in situ spenninger ROM-12

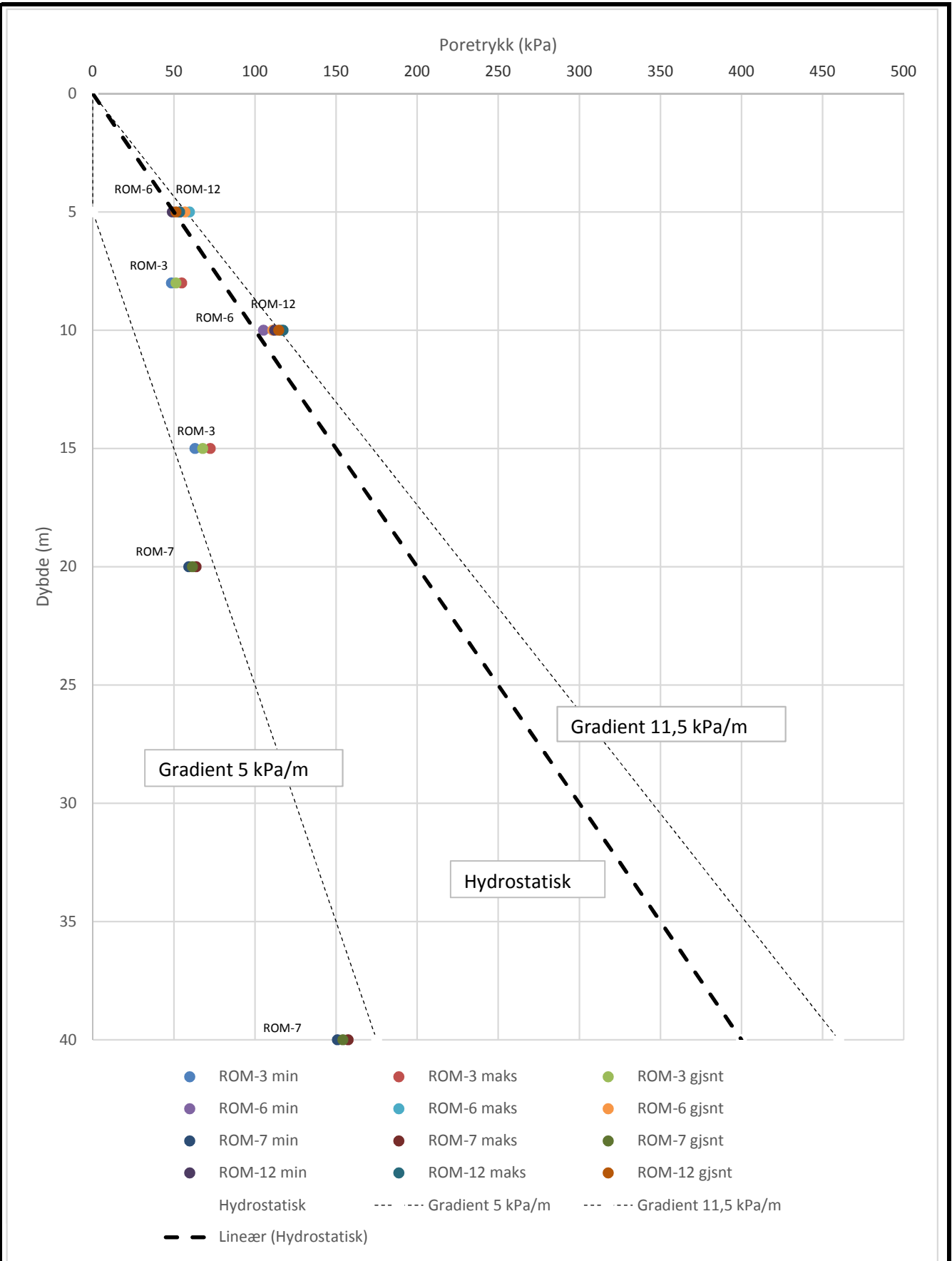
1 Referanser


1. **Multiconsult** . *Kvikkleiresone 206 Romolslia. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-002.* Trondheim : Multiconsult , 2013.

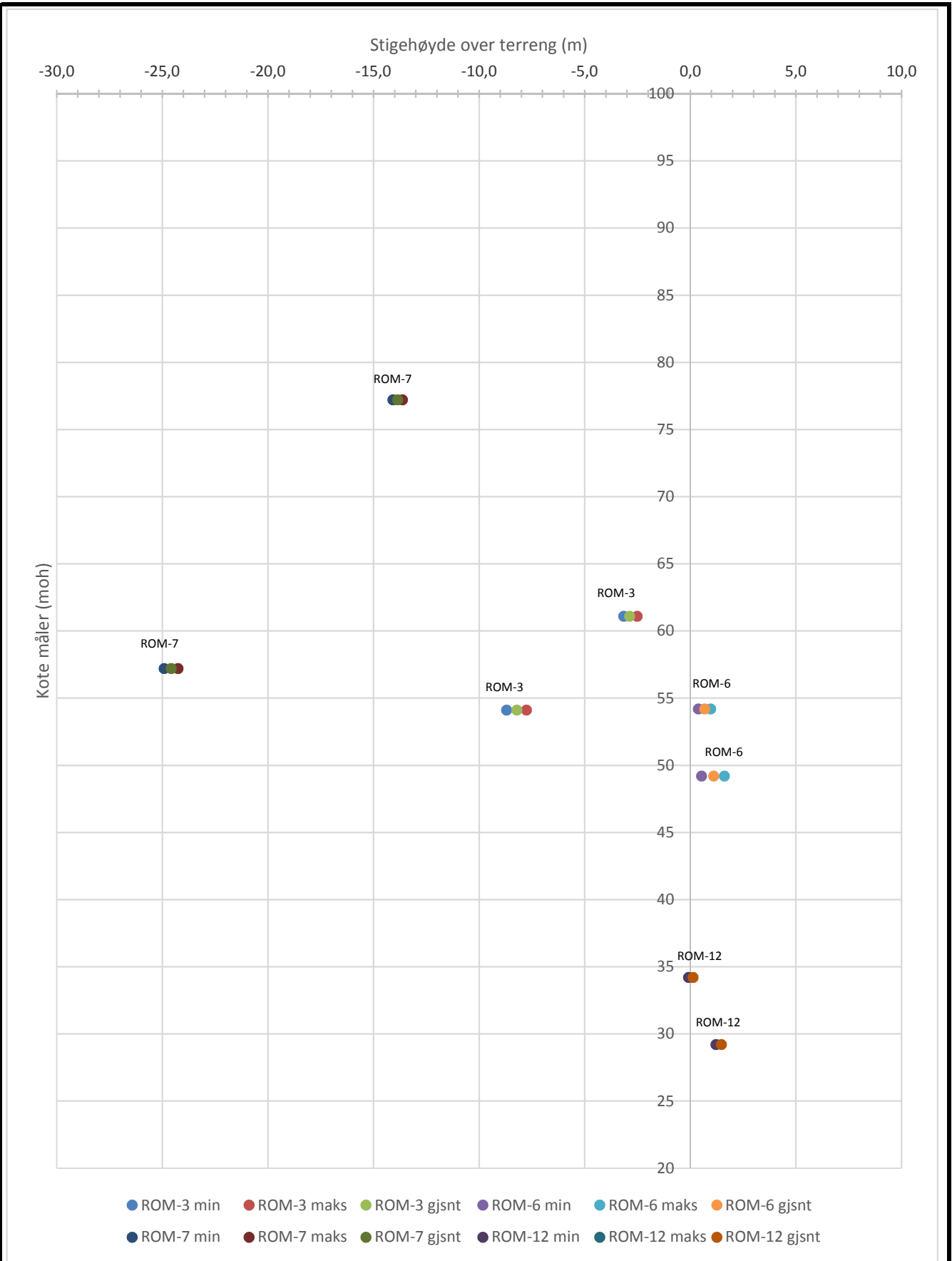
20120099 Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia


TABELL B1: Samletabell for poretrykksmålinger

Hullnr.	ROM-3 (kt. +69,1)				ROM-6 (kt. +59,2)				ROM-7 (kt. +97,2)				ROM-12 (kt. +39,2)			
	8		15		5		10		20		40		5		10	
Innstallert dato	22. februar 2013		22. februar 2013		31. januar 2013		31. januar 2013		5. mars 2013		5. mars 2013		14. mars 2013		14. mars 2013	
	Avlesning [m]	Trykk [kPa]	Avlesning [m]	Trykk [kPa]	Avlesning [m]	Trykk [kPa]	Avlesning [m]	Trykk [kPa]	Avlesning [m]	Trykk [kPa]	Avlesning [m]	Trykk [kPa]	Avlesning [m]	Trykk [kPa]	Avlesning [m]	Trykk [kPa]
2013-03-01	5,48	54,8	7,24	72,4	5,96	59,6	11,6	116,1								
2013-04-10	5,1	50,5	6,8	68,1	5,7	57,0	11,2	111,8	6,4	63,7	15,8	157,5	5,4	53,5	11,7	117,3
2013-09-04	4,9	48,5	6,3	63,0	5,4	53,8	10,5	105,3	5,9	59,2	15,1	150,9	4,9	49,1	11,2	112,1
Gjennomsnitt	5,1	51,3	6,8	67,8	5,7	56,8	11,1	111,1	6,1	61,5	15,4	154,2	5,1	51,3	11,5	114,7
Maksimalverdi	5,5	54,8	7,2	72,4	6,0	59,6	11,6	116,1	6,4	63,7	15,8	157,5	5,4	53,5	11,7	117,3
Minimalverdi	4,9	48,5	6,3	63,0	5,4	53,8	10,5	105,3	5,9	59,2	15,1	150,9	4,9	49,1	11,2	112,1



Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	B2
Målt poretrykk - dybde	Tegner	Dato
	TmS	2013-11-26
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	



Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia Stigehøyde over terreng - målenivå (kote)	Rapport nr. 20120099	Figur nr. B3
	Tegner TmS	Dato 2013-11-27
	Kontrollert VG	
	Godkjent KE	

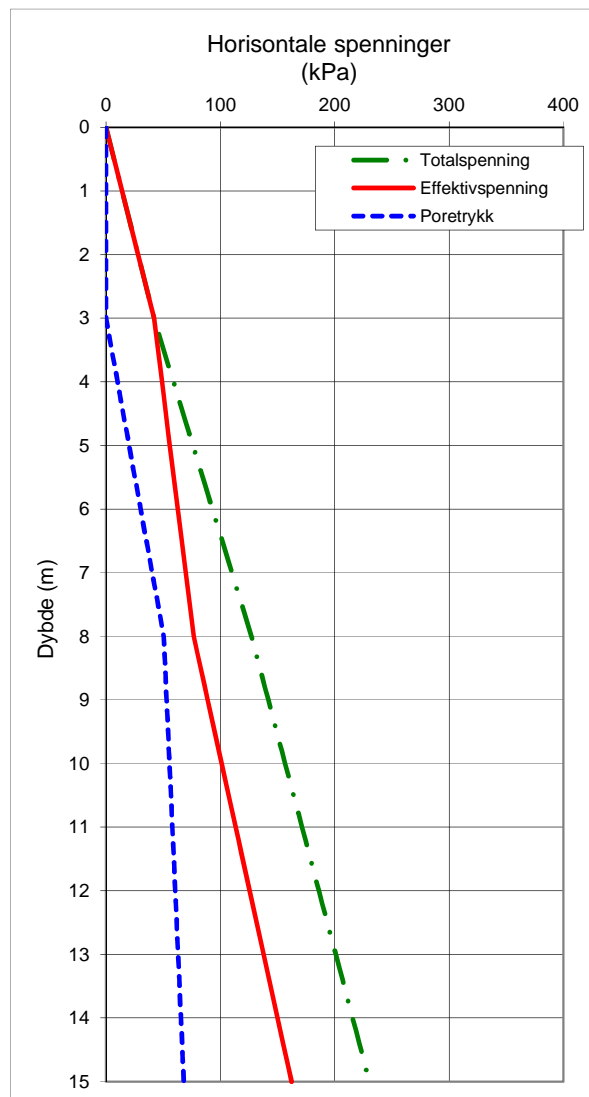
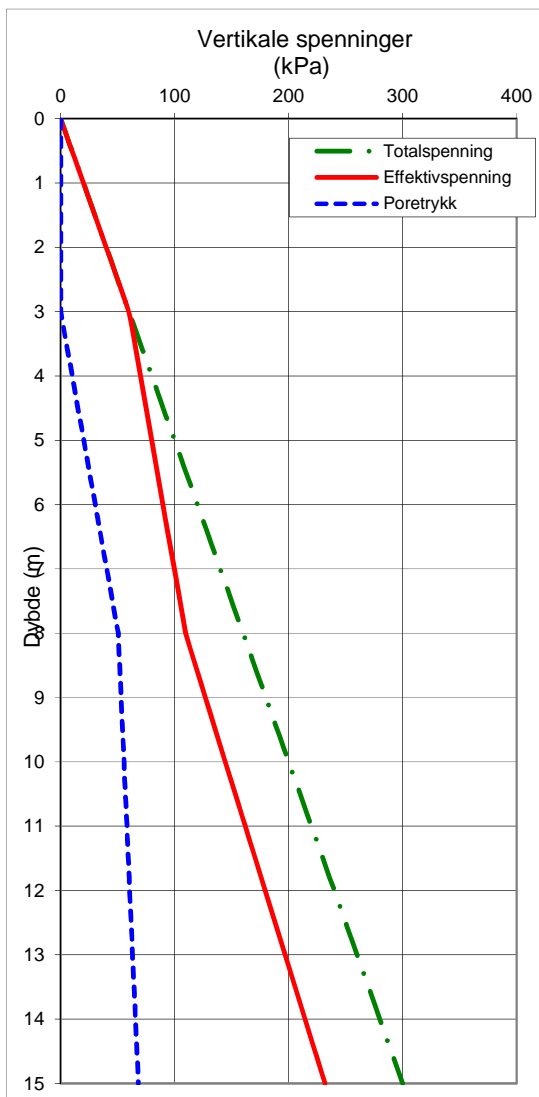


Beregning av in situ spenninger

Jorprofil/inndata						Totalspenninger		Poretrykk	Effektivspenninger	
Lag	Jordart	Dybde (m)	Kote (m)	γ (kN/m^3)	K_0'	σ_v (kPa)	σ_h (kPa)	u (kPa)	σ_v' (kPa)	σ_h' (kPa)
1	Leire	0,0 15,0	69,1 54,1	20,0	0,7	0,0 300,0	0,0 230,4	0,0 68,1	0,0 231,9	0,0 162,3

Spenningstilstand i angitte dybder

Dybde (m)	Kote (moh)	σ_v (kPa)	σ_h (kPa)	u (kPa)	σ_v' (kPa)	σ_h' (kPa)
7,4	61,7	148,0	116,9	44,4	103,6	72,5
9,5	59,6	190,0	149,3	54,3	135,7	95,0
11,6	57,5	232,0	180,3	59,6	172,4	120,7



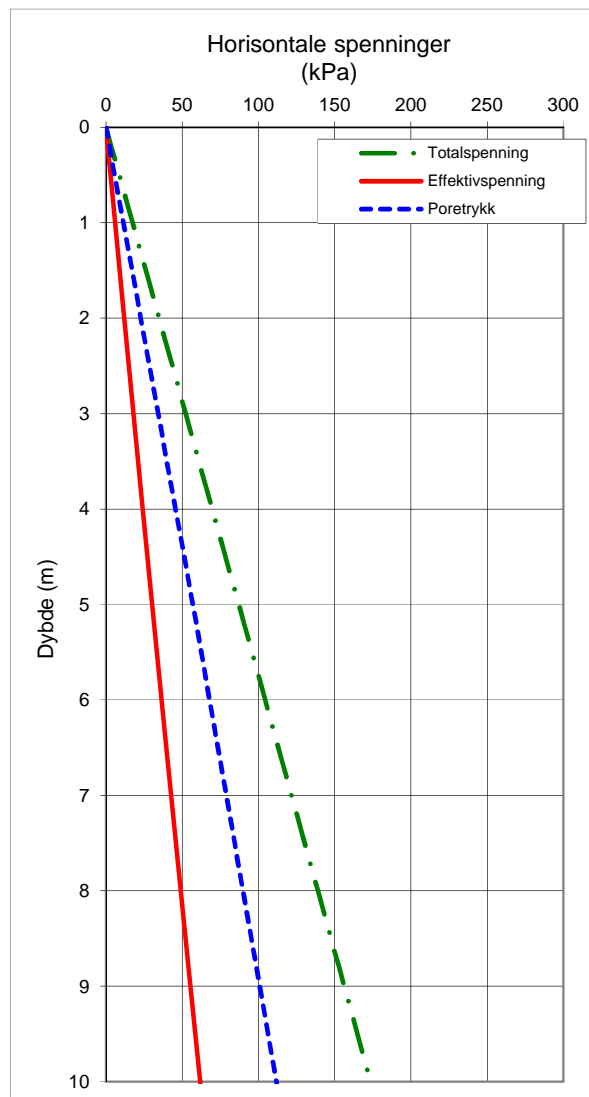
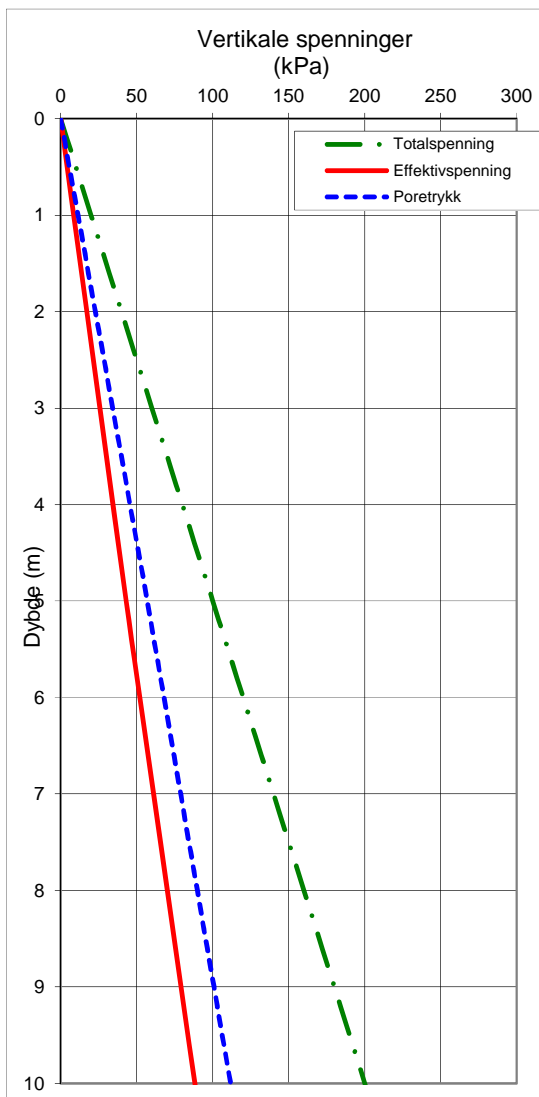


Beregning av in situ spenninger

Jorprofil/inndata						Totalspenninger		Poretrykk	Effektivspenninger	
Lag	Jordart	Dybde (m)	Kote (m)	γ (kN/m^3)	K_0'	σ_v (kPa)	σ_h (kPa)	u (kPa)	σ_v' (kPa)	σ_h' (kPa)
1	Leire	0,0 40,0	59,2 19,2	20,0	0,7	0,0 800,0	0,0 692,5	0,0 441,8	0,0 358,2	0,0 250,7

Spenningstilstand i angitte dybder

Dybde (m)	Kote (moh)	σ_v (kPa)	σ_h (kPa)	u (kPa)	σ_v' (kPa)	σ_h' (kPa)
5,3	53,9	106,0	92,3	60,3	45,7	32,0
5,5	53,7	110,0	95,7	62,5	47,5	33,3
10,4	48,9	207,0	179,6	115,7	91,4	63,9



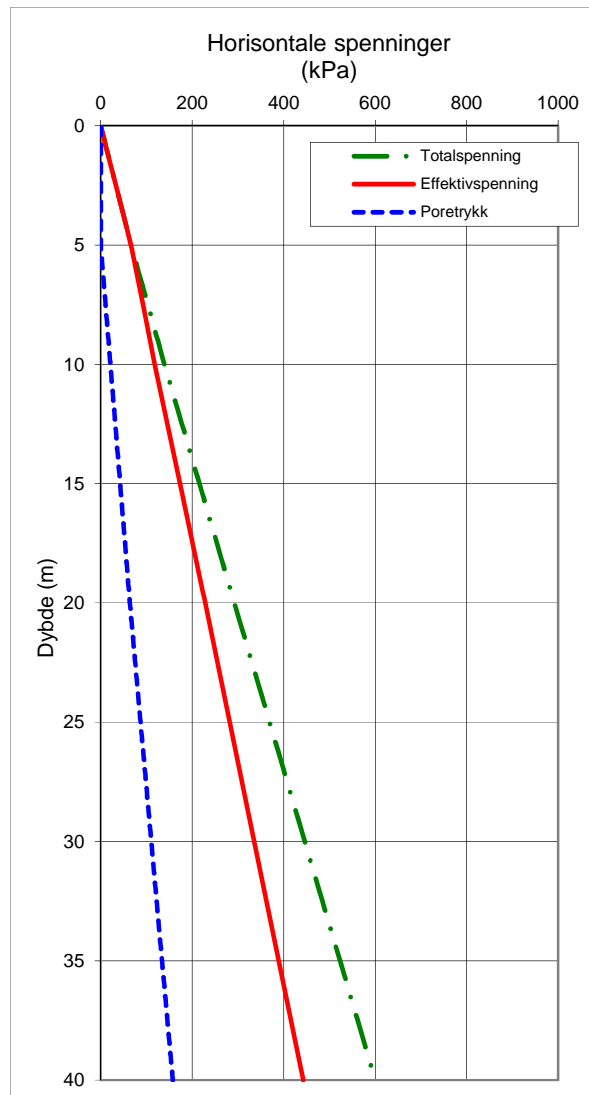
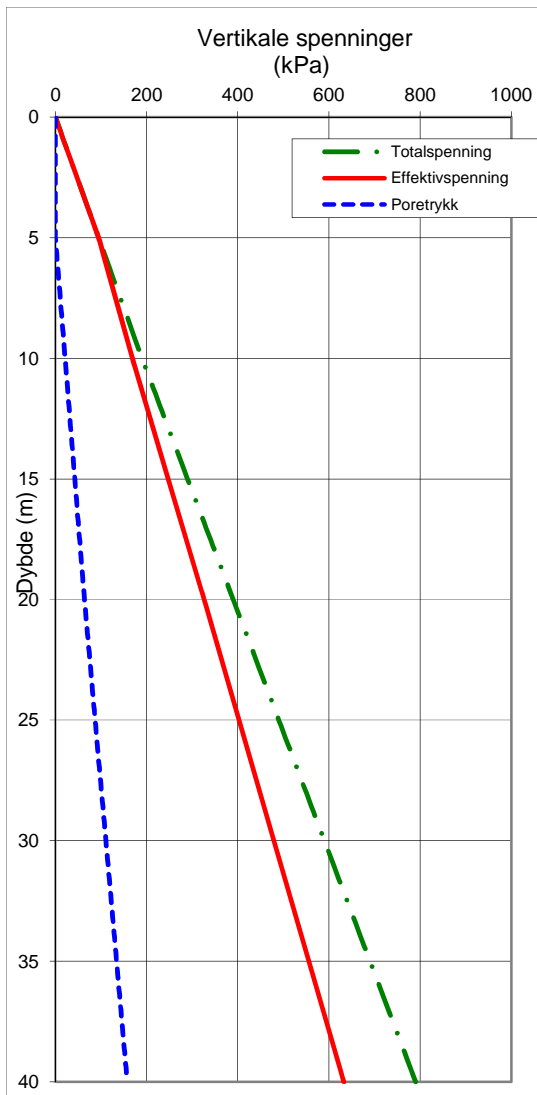


Beregning av in situ spenninger

Jorprofil/inndata						Totalspenninger		Poretrykk	Effektivspenninger	
Lag	Jordart	Dybde (m)	Kote (m)	γ (kN/m^3)	K_0'	σ_v (kPa)	σ_h (kPa)	u (kPa)	σ_v' (kPa)	σ_h' (kPa)
1	Leire	0,0	97,2	19,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		10,0	87,2			190,0	139,4	21,2	168,8	118,1
2	Leire	10,0	87,2	20,0	0,7	190,0	139,4	21,2	168,8	118,1
		40,0	57,2			790,0	600,3	157,5	632,5	442,8

Spenningstilstand i angitte dybder

Dybde (m)	Kote (moh)	σ_v (kPa)	σ_h (kPa)	u (kPa)	σ_v' (kPa)	σ_h' (kPa)
4,3	92,9	81,7	57,2	0,0	81,7	57,2
9,1	88,1	172,9	126,3	17,4	155,5	108,8
9,4	87,8	178,6	130,6	18,7	159,9	111,9



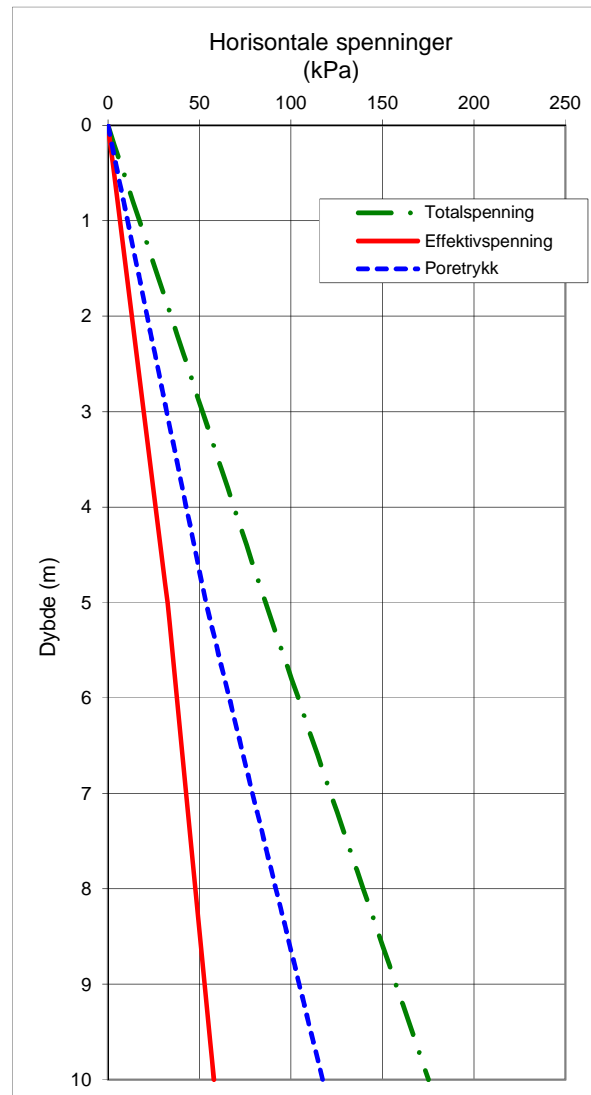
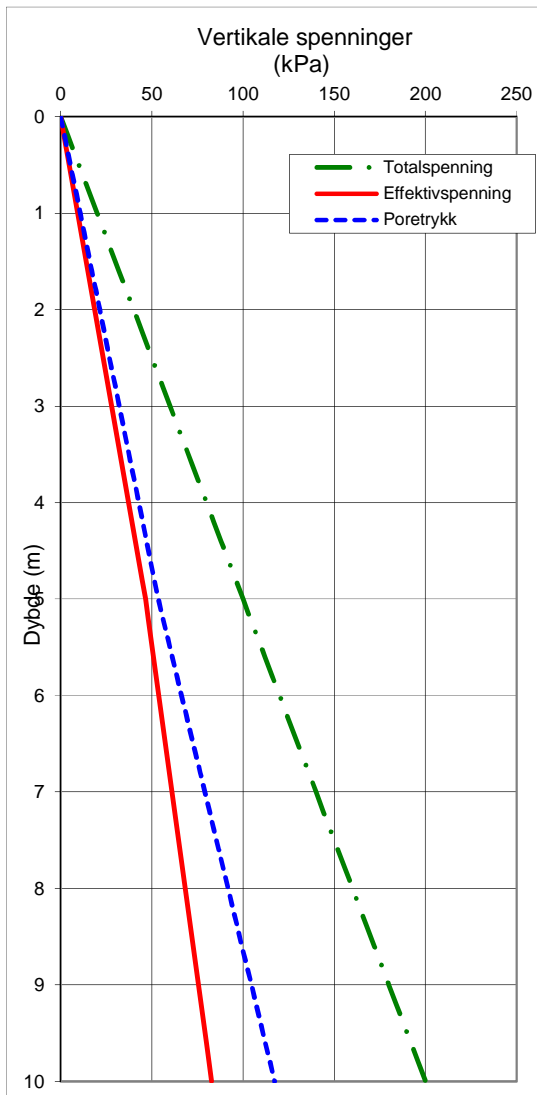


Beregning av in situ spenninger

Jorprofil/inndata						Totalspenninger		Poretrykk	Effektivspenninger	
Lag	Jordart	Dybde (m)	Kote (m)	γ (kN/m ³)	K_0'	σ_v (kPa)	σ_h (kPa)	u (kPa)	σ_v' (kPa)	σ_h' (kPa)
1	Leire	0,0 10,0	39,2 29,2	20,0	0,7	0,0 200,0	0,0 175,2	0,0 117,3	0,0 82,7	0,0 57,9

Spenningstilstand i angitte dybder

Dybde (m)	Kote (moh)	σ_v (kPa)	σ_h (kPa)	u (kPa)	σ_v' (kPa)	σ_h' (kPa)
4,7	34,6	93,0	80,0	49,8	43,2	30,3



Vedlegg C - Tolkning av ødometerforsøk

Innhold

Vedlegget inneholder resultater fra tolkning av 6 ødometerforsøk (CRS) fra supplerende grunnundersøkelser utført i 2013, ref. (1). Forsøkene er tolket i henhold til (2) og (3).

Tabeller

C1 - Sammenstilling av ødometerforsøk

1 Referanser

1. **Multiconsult** . *Kvikkleiresone 206 Romolslia. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-002*. Trondheim : Multiconsult , 2013.
2. **Karlsrud, K.** Tolking og fastlegging av jordartsparemetre. Karakteristisk jordprofil (4.1). *NGF kurs - Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger*. 2003.
3. —. Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser (4.2). *NGF kurs - Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger*. 2003.

TABELL C1

SAMMENSTILLING AV ØDOMETERFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING			KLASSIFISERING								UTPRESSET POREVANN			TOLKNING AV DATA				
Borpunkt nr.	Forsøk	Dybde m	w _i %	w _p %	w _L %	I _p %	γ _T kN/m ³	e _i	Leir Innhold %	S _t	p ₀ ' kPa	dV/V ved p ₀ ' %	Δe/e ₀ ved p ₀ '	p ₀ ' kPa	pc' kPa	OCR	Z _p (moh)	Prøve-kvalitet NVE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ROM-3	1	9,34	27,3	14,0	22,5	8,5	20,0	0,75	30,0	17,5	136,0	2,90	0,068	135,7	220,0	1,62	80,1	Aksept.
ROM-6	2	5,25	27,3	19,0	34,0	15,0	20,0	0,75	44,0	5,5	45,7	0,60	0,014	45,7	410,0	8,97	91,9	Aksept.
ROM-6	3	10,35	24,9	19,0	31,0	12,0	20,0	0,69	35,0	10,0	91,4	1,00	0,025	91,4				*Forst.
ROM-7	4	4,40	37,1	27,5	47,5	20,0	19,0	1,02	55,0	4,5	82,0	0,80	0,016	82,0	700,0	8,54	157,6	Aksept.
ROM-7	5	9,40	37,1	22,0	34,0	12,0	19,0	1,02	42,0	8,5	160,0	4,00	0,079	160,0				*Forst.
ROM-12	6	4,65	24,4	18,0	31,0	13,0	20,0	0,67	35,0	2,0	43,0	1,40	0,035	43,0				*Forst.

* Det ikke er mulig å tolke en forkonsolideringsspenning. Forsøket er av dårlig kvalitet selv om det utpressede porevannet nødvendigvis ikke antyder dårlig prøve-kvalitet.

- w_i In-situ vanninnhold
- w_p Utrullingsgrense
- w_L Flytegrense
- I_p Plastisitetindeks, I_p = w_L - w_p
- γ_T Total romvekt
- e_i Initielt poretall, e_i = 2.75 * w_i
- S_t Sensitivitet
- p₀' In-situ effektivspenning
- dV/V Volumtøyning ved p₀'
- Δe/e₀ Endring i poretallet, Δe = evol (1+e_i) og e_i = 2.75 * w_i

Prøve-kvalitet i hht NVE:

OCR	Volumtøyning ΔV/V ₀ (evol)		
	Kv.kl.1 Perfekt	Kv.kl.2 Akseptabel	Kv.kl.3 Forstyrret
1-1,2	<3,0	3,0-5,0	>5,0
1,2-1,5	<2,0	2,0-4,0	>4,0
1,5-2	<1,5	1,5-3,5	>3,5
2-3	<1,0	1,0-3,0	>3,0
3-8	<0,5	0,5-1,0	>1,0

Z_p = Terrengkote - prøvedybde + p_c'/(γ'^{*}aldringsfaktor)

γ' = 9 kN/m³

aldringsfaktor = 1,2

OPPDRAGSGIVER: NVE
 PROSJEKT: Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia
 PROSJEKT NR: 20120099

Vedlegg D - Tolkning av treaksialforsøk

Innhold

Vedlegget inneholder resultater fra tolkning av 9 treaksialforsøk, 6 CAUA og 3 CAUP, fra supplerende grunnundersøkelser utført i 2013, ref. (1). Forsøkene er tolket i henhold til (2) og (3).

Tabeller

D1 - Sammenstilling av treaksialforøk

1 Referanser

1. **Multiconsult** . *Kvikkleiresone 206 Romolslia. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-002*. Trondheim : Multiconsult , 2013.
2. **Karlsrud, K.** Tolking og fastlegging av jordartsparemetre. Karakteristisk jordprofil (4.1). *NGF kurs - Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger*. 2003.
3. —. Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser (4.2). *NGF kurs - Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger*. 2003.

TABELL D1

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					KLASSIFISERING								KONSOLIDERING								STYRKEEGENSKAPER								
Borpunkt nr.	Prøve diameter	Forsøk	Type forsøk	Dybde	Jordart	w _l	w _i	w _p	I _p	Leir-innh.	γ _{tot}	S _t	p' _{ov}	σ' _{ac}	σ' _{rc}	K ₀ '	dV/V ₀ ved p' ₀	Δe/e ₀ ved p' ₀	OCR	Prøve kvalitet NVE	s _u (peak)	ε _s (peak)	s _u (1%)	s _{u peak} /σ' _{ac}	α ₁ (m=0,60)	α ₂ (m=0,75)	α ₃ (m=0,90)	φ (phi)	attraksjon
	mm	-	-	m	-	%	%	%	%	%	kN/m ³	-	kPa	kPa	kPa	-	%	-	-	-	kPa	%	kPa	-	-	-	-	-	kPa
ROM-3		1	CAUA	7,40	Leire	29,0	28,0	16,0	12,0	35,0	20,0	8	104,0	98,6	68,9	0,70	2,05	0,046	1,80	* Aksept.	64,0	1,80	57,0	0,65	0,46	0,42	0,38	31,8	10,0
ROM-3		2	CAUA	9,45	Leire	28,9	22,5	14,0	8,5	30,0	20,0	18	136,0	124,3	82,2	0,66	2,38	0,054	1,62	Aksept.	63,0	1,15	62,0	0,51	0,38	0,35	0,33	30,1	10,0
ROM-3		3	CAUP	9,55	Leire	30,4	22,5	14,0	8,5	30,0	20,0	18	136,0	123,5	80,5	0,65	1,33	0,029	1,62	Aksept.	34,0	1,35	34,0	0,28	0,21	0,19	0,18	30,9	10,0
ROM-3		4	CAUP	11,60	Leire	28,0					20,0	13	172,0	148,8	98,3	0,66	1,50	0,034	1,50	* Aksept.	35,0	1,43	34,0	0,24	0,18	0,17	0,16	31,9	10,0
ROM-6		5	CAUP	5,30	Leire	29,8	34,0	19,0	15,0	44,0	20,0	6	45,7	49,4	46,3	0,94	0,63	0,014	8,97	Aksept.	40,0	4,80	32,0	0,81	0,22	0,16	0,11		10,0
ROM-6		6	CAUA	5,50	Leire	29,0	34,0	19,0	15,0	44,0	20,0	6	47,5	43,1	40,5	0,94	1,40	0,032	8,97	Forstyrret	40,0	1,00	40,0	0,93	0,25	0,18	0,13		10,0
ROM-7		7	CAUA	4,25	Leire	36,4	47,5	27,5	20,0	55,0	19,0	5	82,0	84,9	59,9	0,70	1,03	0,021	8,54	Forstyrret	56,0	0,50	77,0	0,66	0,18	0,13	0,10		10,0
ROM-7		8	CAUA	9,14	Leire	34,0	34,0	22,0	12,0	42,0	19,0	9	156,0	163,0	131,1	0,80	5,58	0,115	1,00	* Forst.	69,0	4,00	58,0	0,42	0,42	0,42	0,42		10,0
ROM-7		9	CAUA	9,50	Leire	35,4	34,0	22,0	12,0	42,0	19,0	9	160,0	171,0	104,9	0,61	4,00	0,081	1,00	* Forst.	62,0	1,50	60,0	0,36	0,36	0,36	0,36	30,1	10,0

* OCR og bedømmelse av prøvekvaliteten baseres på beregnet teoretisk OCR (OCR = POP/p'0 + 1)

w _l	In-situ vanninnhold	s _u	Skjærstyrke
w _i	Flytegrense	ε _s	Vertikal tøyning
w _p	Utrullingsgrense	α _x	Shansep-parameter alfa
I _p	Plastisitetsindeks, I _p = w _i - w _p	φ	Friksjonsvinkel
γ _{tot}	Total romvekt		
S _t	Sensitivitet		
p' _{ov}	In-situ vertikal effektivspenning		
σ' _{ac}	Vertikal konsolideringsspenning		
σ' _{rc}	Horisontal konsolideringsspenning		
K ₀ '	Horisontal jordtrykkskoeffisient		
ε _{vol}	Volumetriske tøyning ved konsolidering		
Δe/e ₀	Endring i porettallet - Δe = ε _{vol} (1+e _i) og e _i = 2,75 * w _i		
Δe/e ₀	Endring i porettallet - Δe / e _i = Dw / w _i		
OCR	Antatt overkonsolideringsforhold		

Prøvekvalitet i hht NVE:

OCR	Volumtøyning ΔV/V ₀ (evol)		
	Kv.kl.1 Perfekt	Kv.kl.2 Akseptabel	Kv.kl.3 Forstyrret
1-1,2	<3,0	3,0-5,0	>5,0
1,2-1,5	<2,0	2,0-4,0	>4,0
1,5-2	<1,5	1,5-3,5	>3,5
2-3	<1,0	1,0-3,0	>3,0
3-8	<0,5	0,5-1,0	>1,0

OPPDRAGSGIVER: NVE
 PROSJEKT: Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia
 PROSJEKT NR: 20120099

Vedlegg E - Tolkning av CPTU-sonderinger

Innhold

CPTU-sonderingene fra de supplerende grunnundersøkelsene, ref. (1), er benyttet for tolkning av udrenert skjærstyrke iht. ref. (2) med forutsetninger gitt i tabell 1.

Tabell 1 Forutsetninger for tolkning av CPTU-sonderinger, ref. (1)

$N_{\Delta u}$ – korrelasjon (poretrykksbasert): $s_u^A = (u_2 - u_0) / N_{\Delta u}$									
N_{kt} – korrelasjon (spissmotstandsbasert): $s_u^A = (q_t - \sigma_{v0}') / N_{kt}$									
Borpkt	Romvekt	Poretrykk	OCR (p_c'/p_0')	I_p	$S_t > 15$	$N_{\Delta u}$		N_{kt}	
						St > 15	St < 15	St > 15	St < 15
ROM-2	Fra lokal prøveserie	Fra lokal poretrykksmåling	Fra OCR-korrelasjon og ødometerforsøk. Se OCR plot.	Fra lokal prøveserie	Fra lokal prøveserie	9.8 - 4.5 x log OCR	6.9 - 4 x log OCR + 0.07 x I_p	8.5 + 2.5 x log OCR	7.8 + 2.5 x log OCR + 0.082 x I_p
ROM-3									
ROM-5									
ROM-6									
ROM-7									
ROM-8									
ROM-9									
ROM-10									
ROM-11									
ROM-13									

Udrenert aktivt skjærstyrkeprofil som er benyttet i stabilitetsberegningene fremgår som «anbefalt s_u » - grønn linje i etterfølgende figurer. Blå linje vist på skjærstyrkeprofilene angir SHANSEP-beregnet skjærstyrke ved de aktuelle CPTU-sonderingene. I borepunktene hvor det samtidig er tatt opp en prøveserie og utført laboratoriearbeid fremgår også disse resultatene på de etterfølgende plottene.

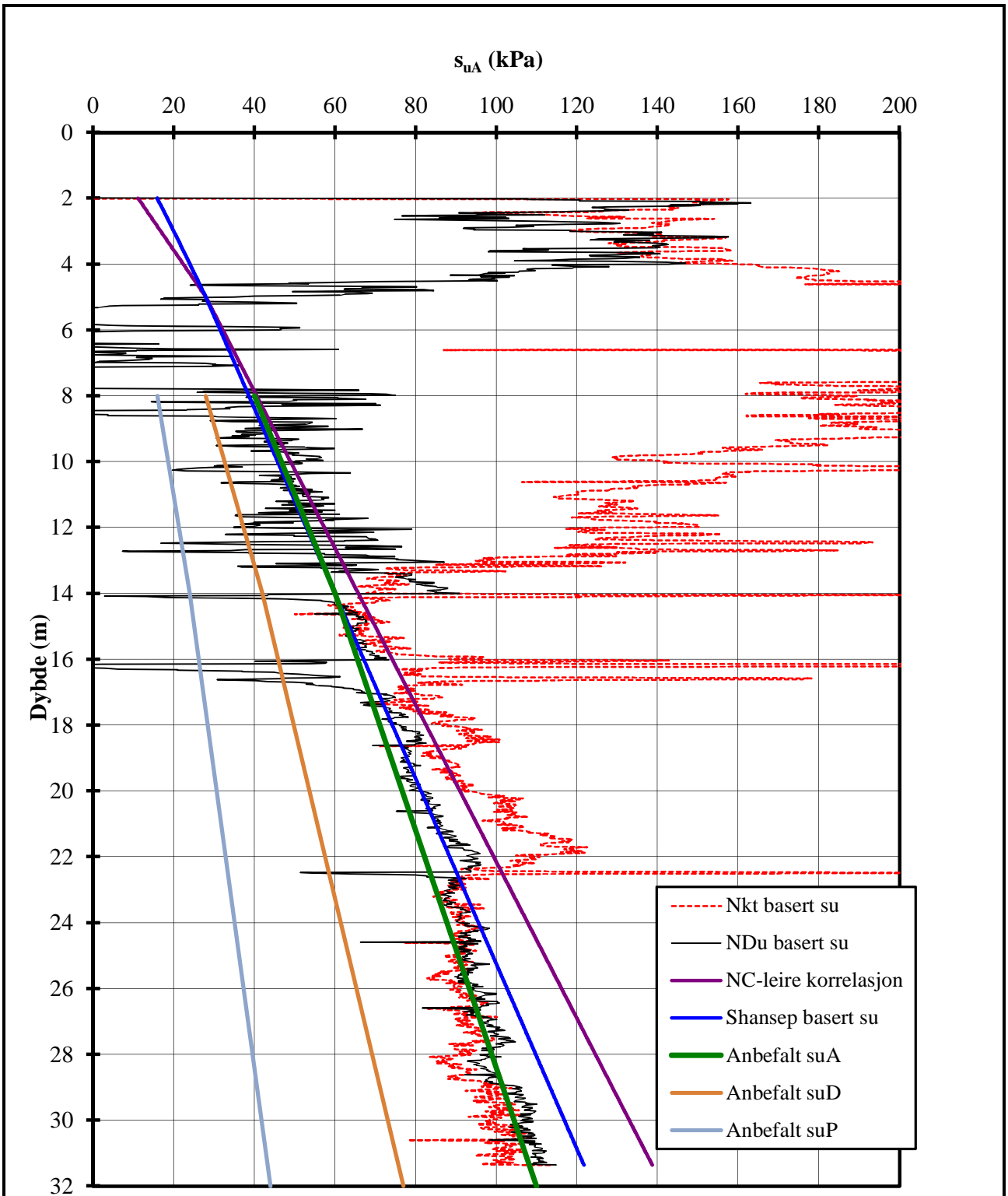
Tolket OCR-profil vises for hvert borepunkt. Den tykke blå linjen viser tolket trend for OCR-profilen. Basert på trendlinjen beregnes faktorene $N_{\Delta u}$ og N_{kt} . Den tynne blå linjen angir OCR-profil i henhold til antatt tidligere havbunnsnivå som beskrevet i rapportteksten. Etter dette profilet er SHANSEP-basert skjærstyrke beregnet.

Figurer

- E1 - Borhull ROM-2, s_u -profil
- E2 - Borhull ROM-2, OCR-profil
- E3 - Borhull ROM-3, s_u -profil
- E4 - Borhull ROM-3, OCR-profil
- E5 - Borhull ROM-5, s_u -profil
- E6 - Borhull ROM-5, OCR-profil
- E7 - Borhull ROM-6, s_u -profil
- E8 - Borhull ROM-6, OCR-profil
- E9 - Borhull ROM-7, s_u -profil
- E10 - Borhull ROM-7, OCR-profil
- E11 - Borhull ROM-8, s_u -profil
- E12 - Borhull ROM-8, OCR-profil
- E13 - Borhull ROM-9, s_u -profil
- E14 - Borhull ROM-9, OCR-profil
- E15 - Borhull ROM-10, s_u -profil
- E16 - Borhull ROM-10, OCR-profil
- E17 - Borhull ROM-11, s_u -profil
- E18 - Borhull ROM-11, OCR-profil
- E19 - Borhull ROM-13, s_u -profil
- E20 - Borhull ROM-13, OCR-profil


1 Referanser

1. **Multiconsult** . *Kvikkleiresone 206 Romolslia. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-002*. Trondheim : Multiconsult , 2013.
2. **Karlsrud, K., et al.** CPTU correlations for clays. *Proceedings, ICSMGE, Osaka*. 2005.

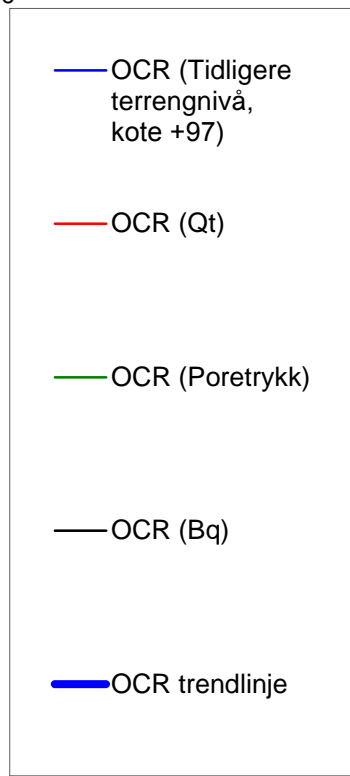
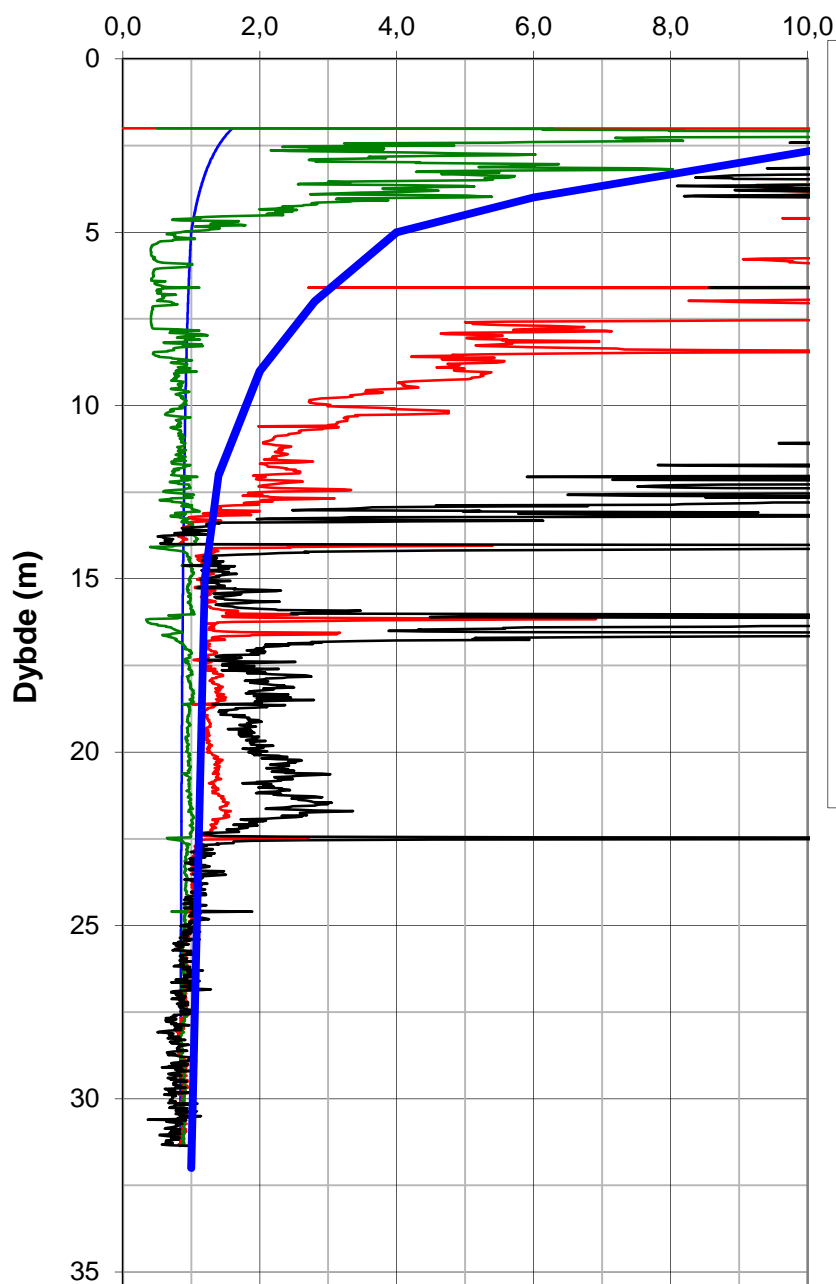


Terrengkote : 93,3 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\ROM-2.xls\sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E1
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: Rom-2	Tegner	Dato
	TmS	2013-21-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	


OCR

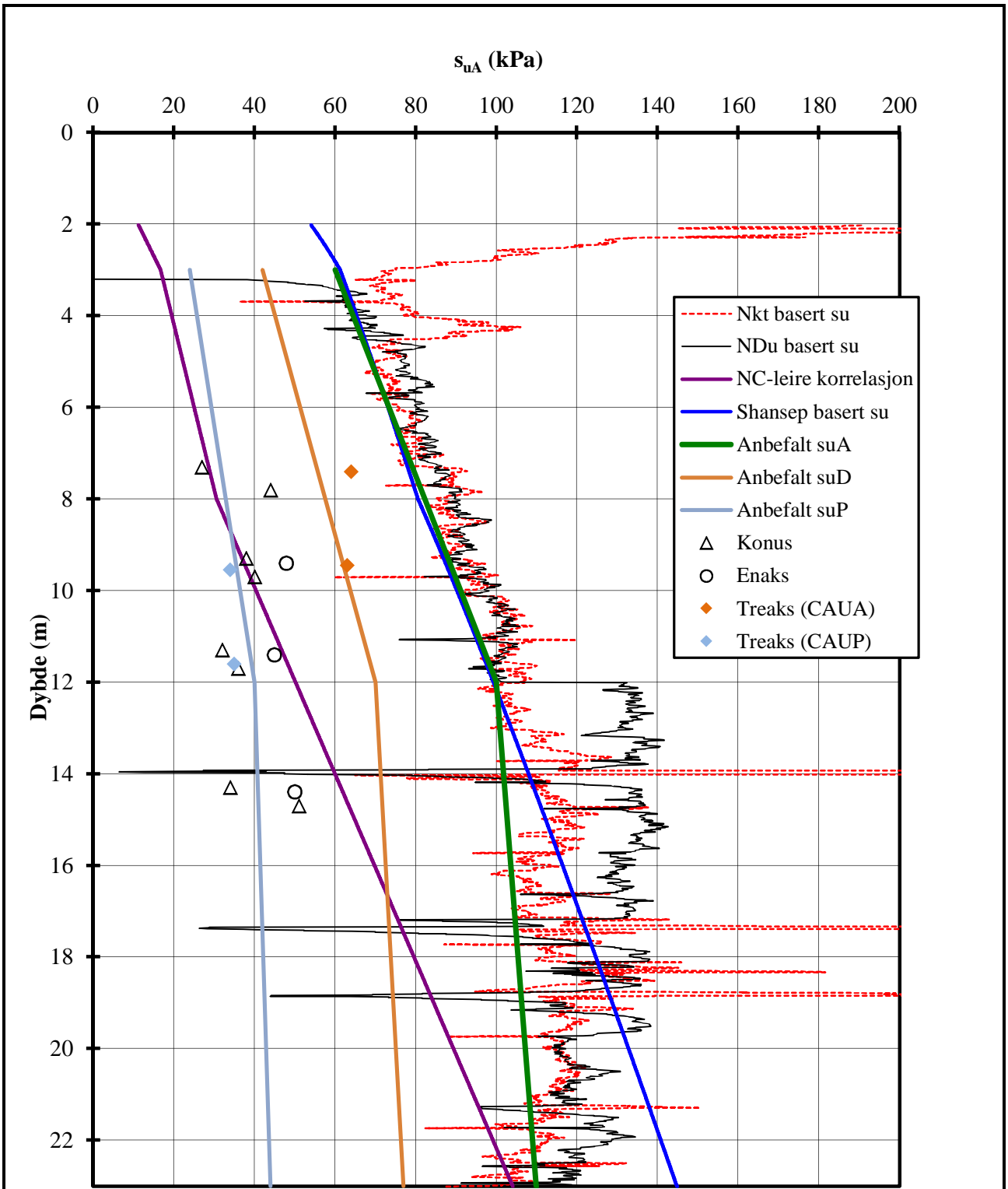


Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote : 93,3 m


P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia[ROM-2.xls]OCR profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia OCR-profil Borhull: Rom-2	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E2
	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
Kontrollert		
VG		
Godkjent		
KE		

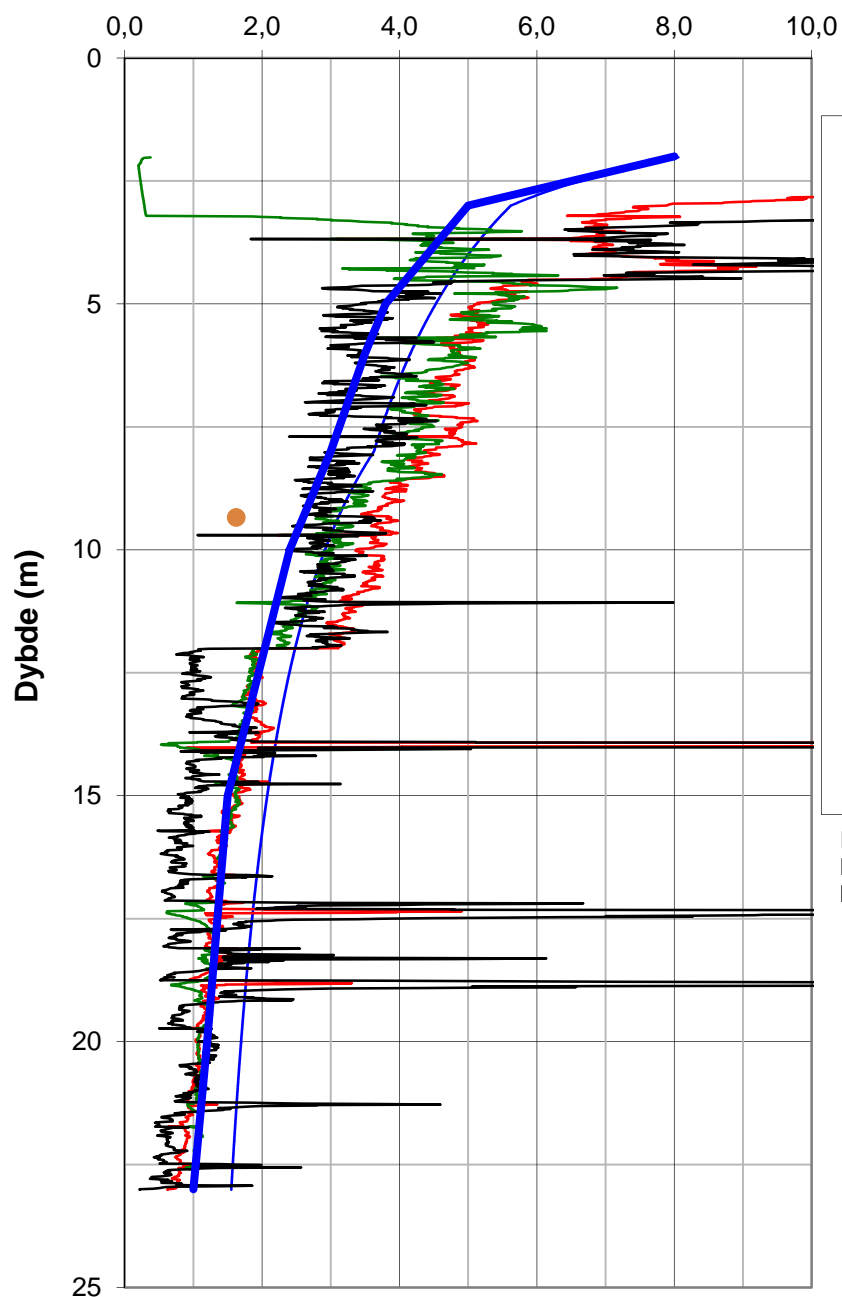


Terrengkote : 69,1 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\ROM-3.xls\sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E3
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: ROM-3	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert VG	
Godkjent KE		

OCR




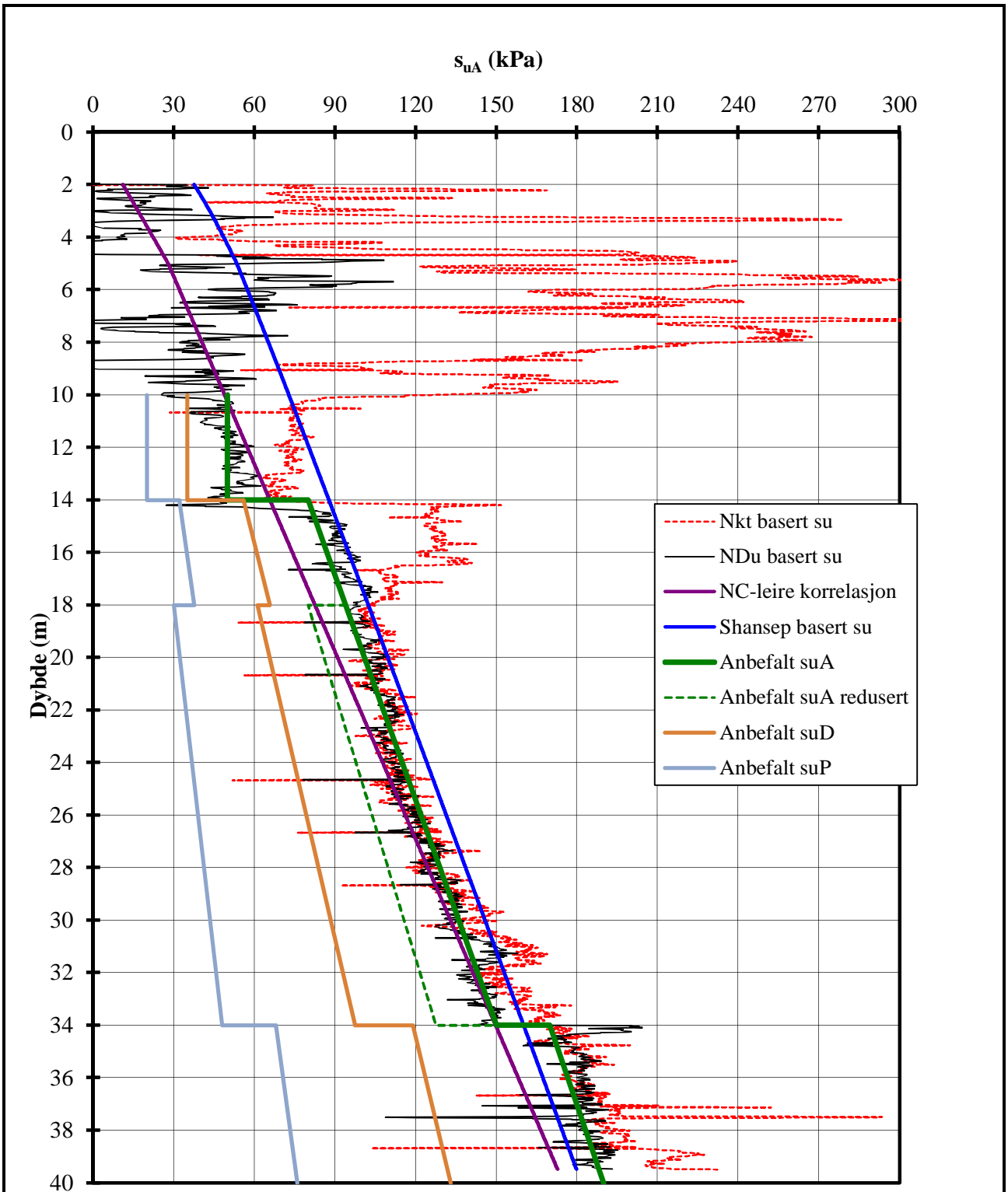
- OCR (Tidligere terrengnivå, kote +97)
- OCR (Qt)
- OCR (Poretrykk)
- OCR (Bq)
- OCR trendlinje
- OCR (målt fra oedo)

Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote: 69,1 m


P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\[ROM-3.xls]OCR

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E4
OCR-profil Borhull: ROM-3	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

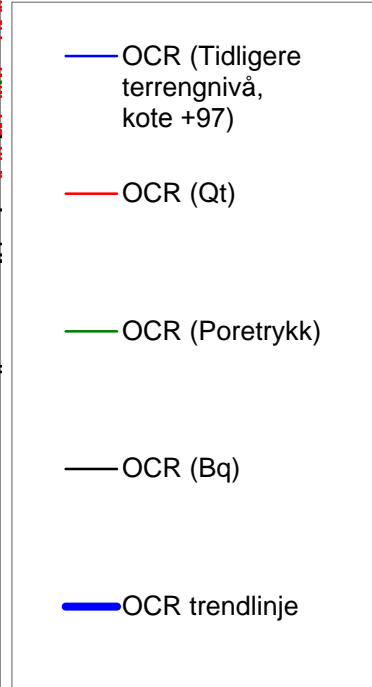
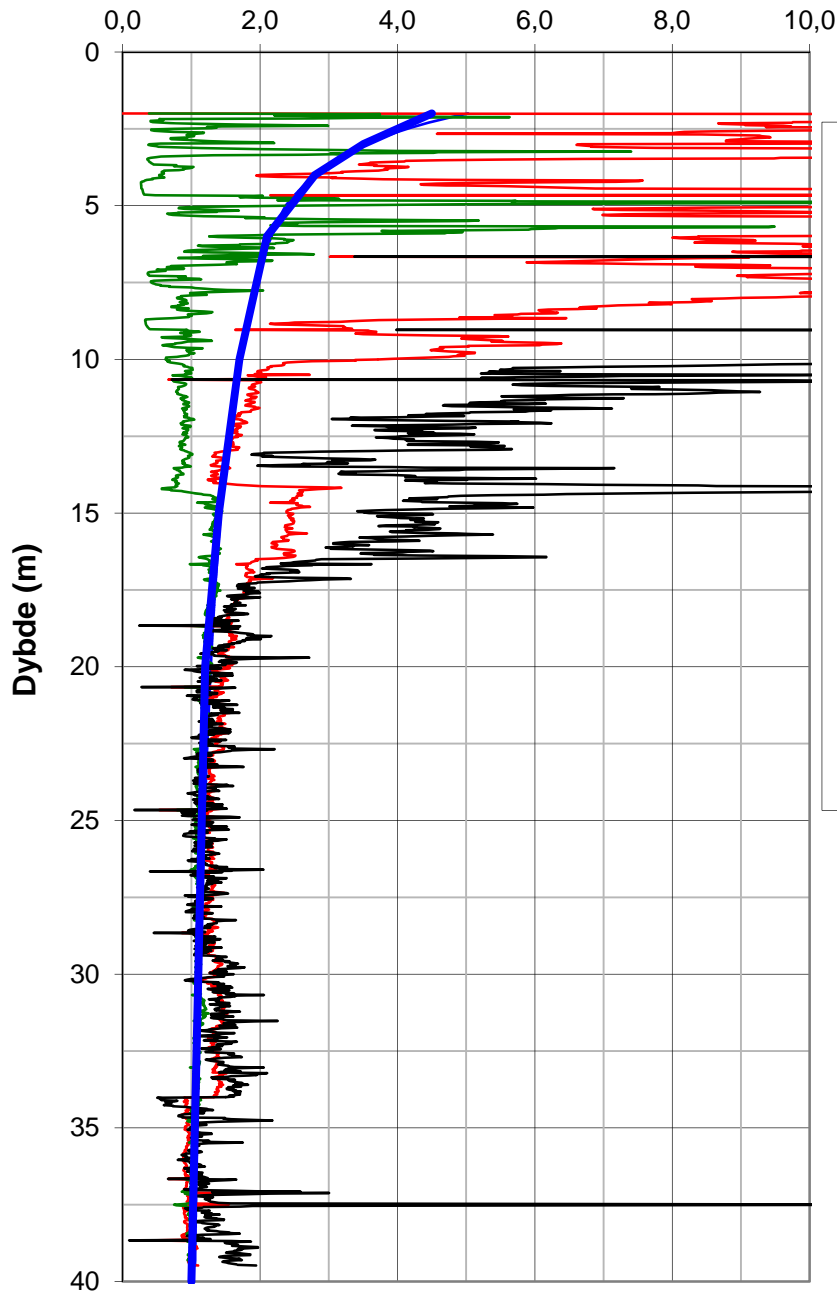


Terrengkote : 80,6 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia[ROM-5.xls]sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E5
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: ROM-5	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkient		
	KE	


OCR

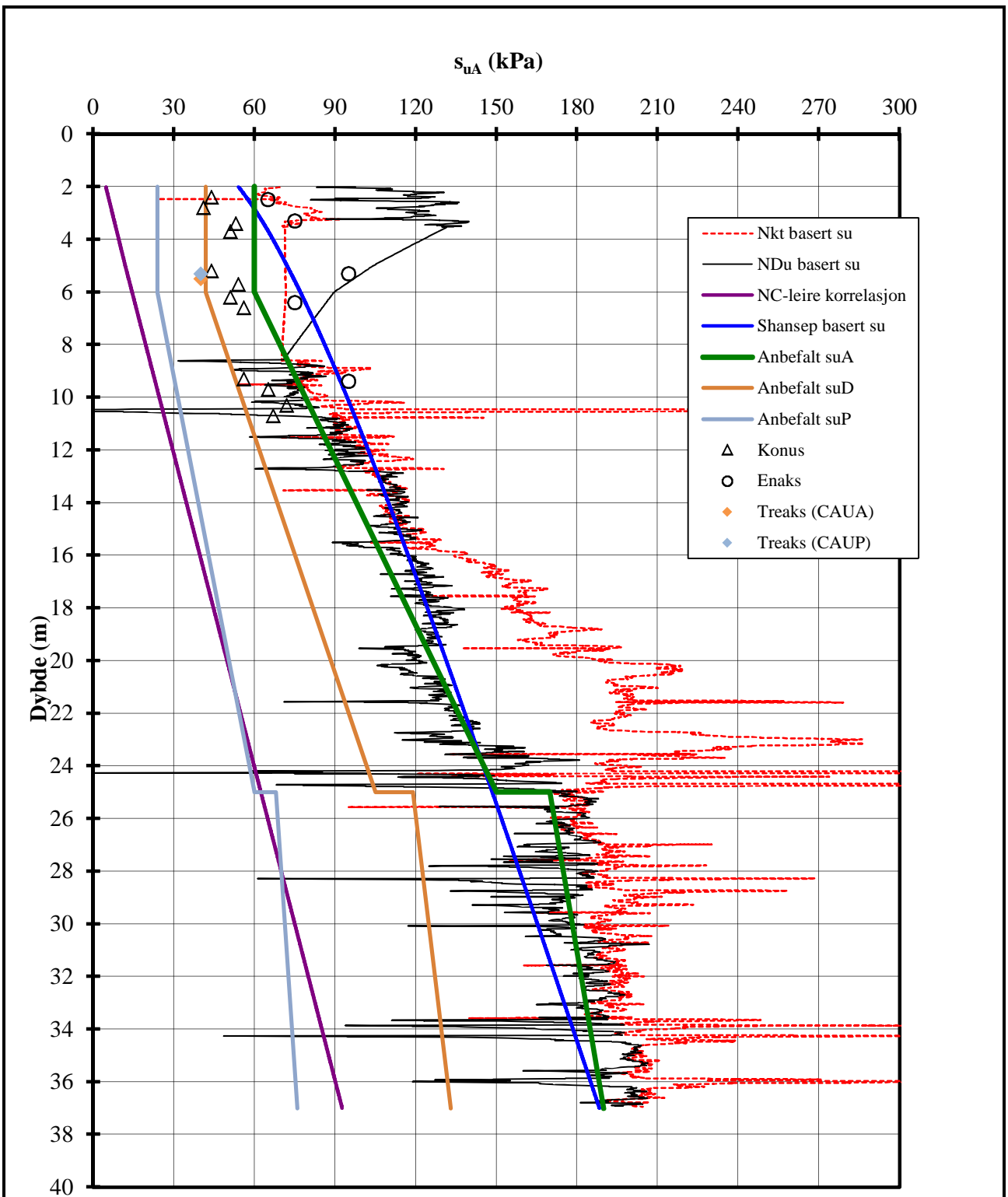


Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote: 80,6 m


P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\[ROM-5.xls]OCR profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E6
OCR-profil Borhull: ROM-5	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

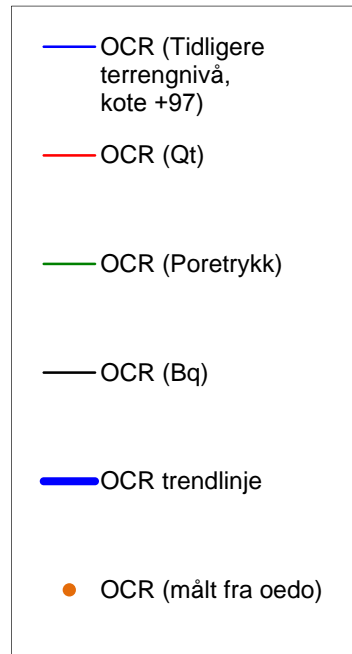
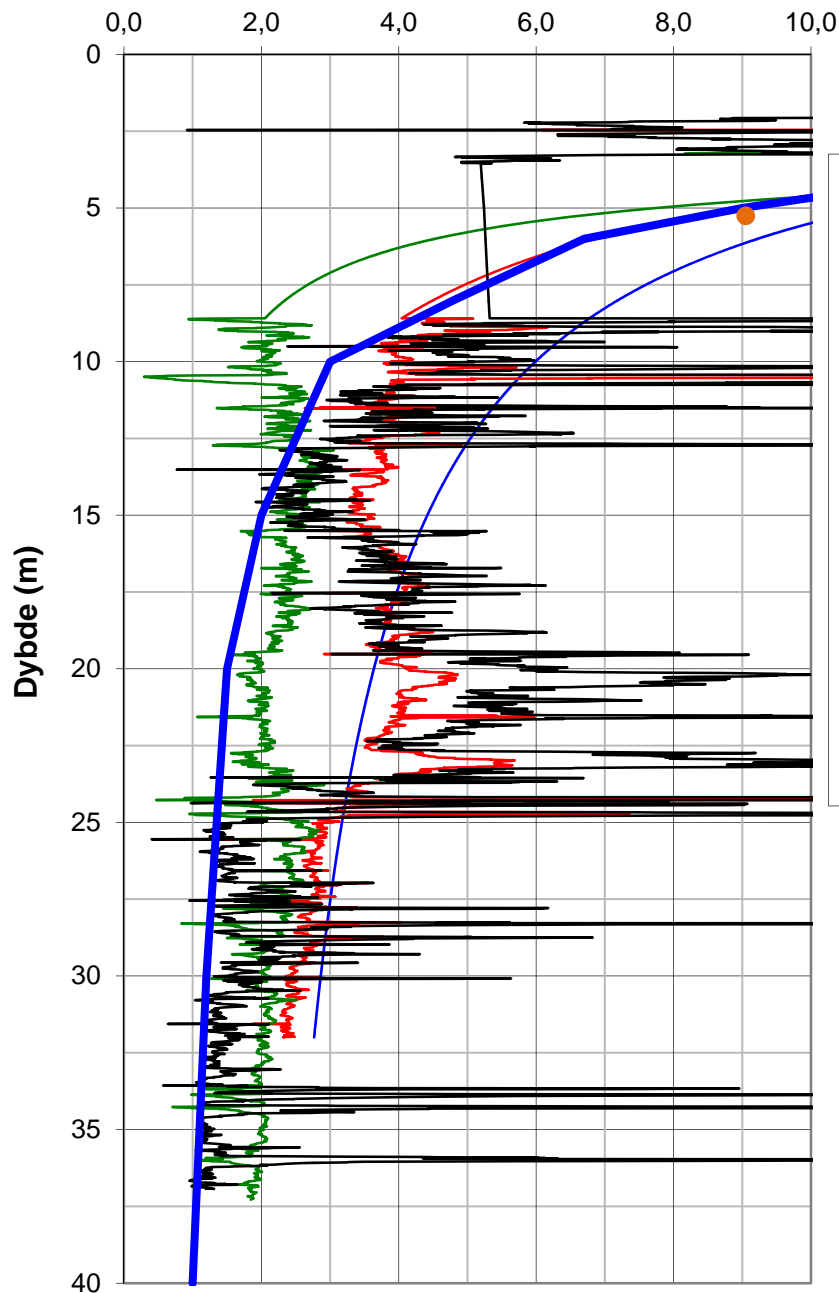


Terrengkote : 59,2 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\ROM-6.xls\sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E7
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: ROM-6	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	


OCR

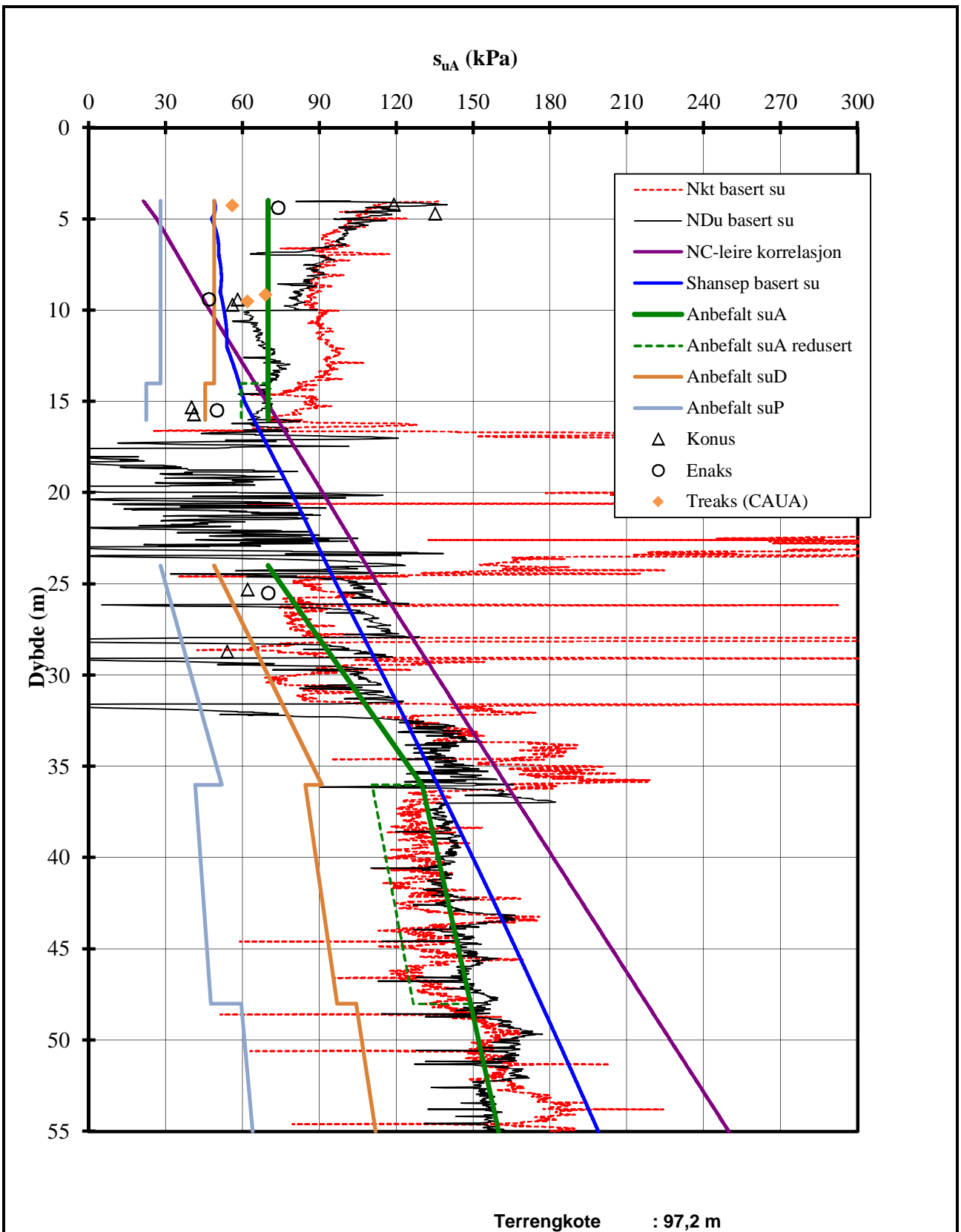


Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra


Terrengkote: 59,2 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\[ROM-6.xls]sua profil

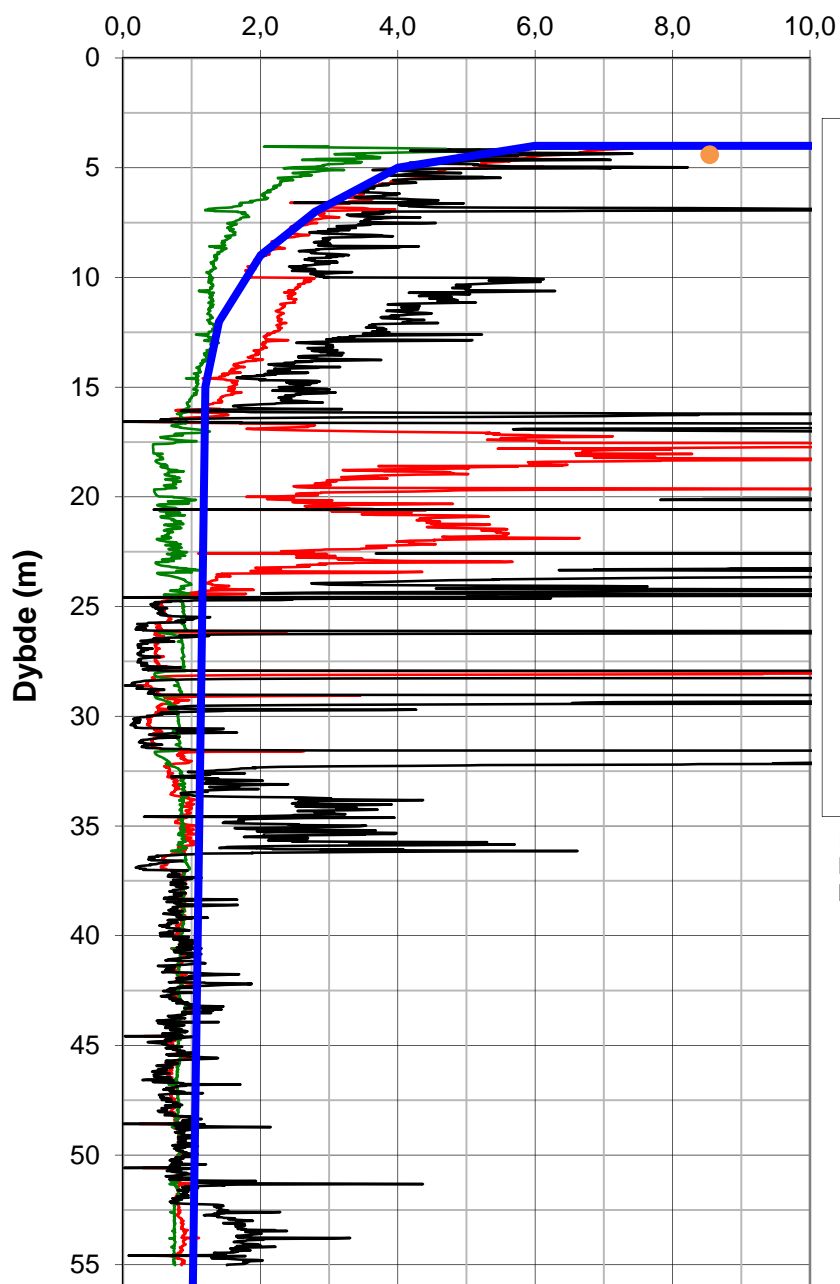
Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E8
OCR-profil Borhull: ROM-6	Tegner	Dato
	TmS	2012-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	VG	
	KE	



P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\ROM-7.xls\sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E9
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: ROM-7	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

OCR




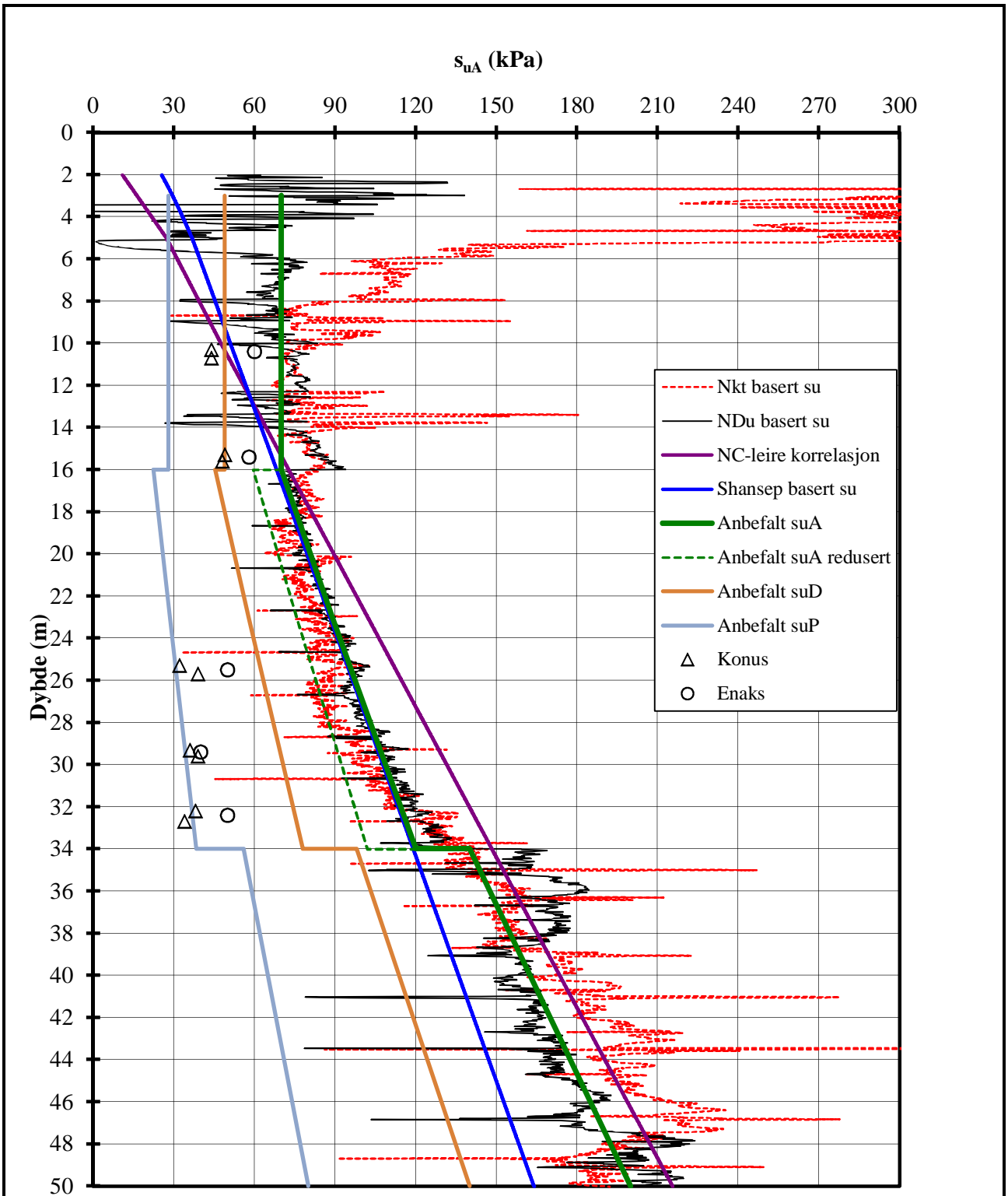
- OCR (Qt)
- OCR (Poretrykk)
- OCR (Bq)
- OCR trendlinje
- OCR (målt fra oedo)

Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote: 97,2 m


P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\[ROM-7.xls]OCR

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E10
OCR-profil Borhull: ROM-7	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	VG	
	KE	

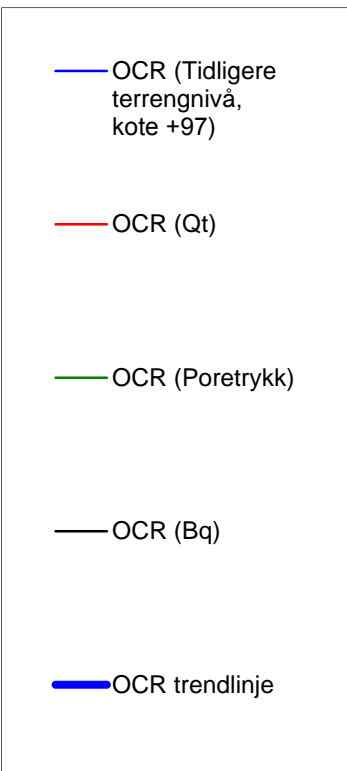
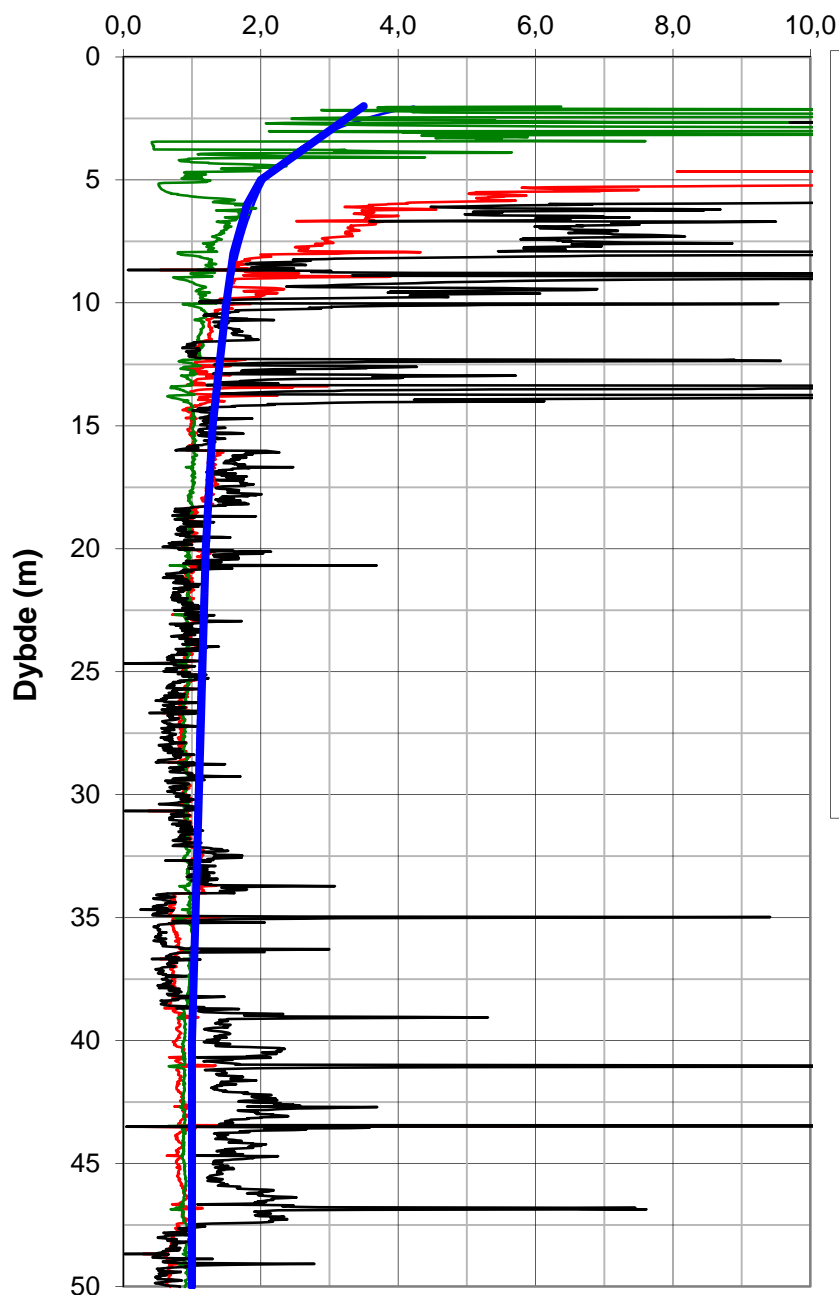


Terrengkote : 83,7 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\ROM-8.xls\sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E11
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: ROM-8	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert VG	
Godkjent KE		


OCR

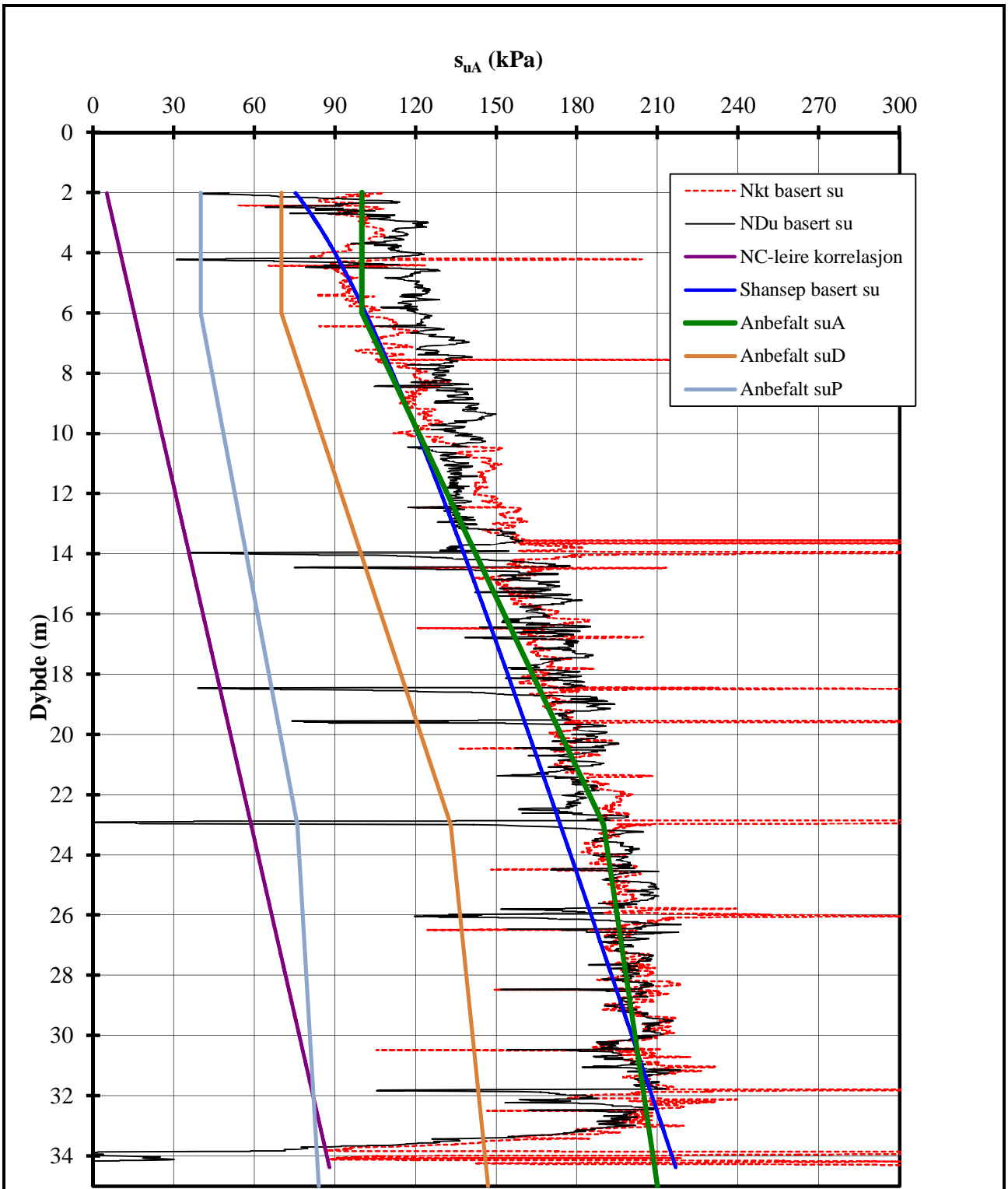


Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote: 83,7 m


P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\[ROM-8.xls]OCR profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E12
OCR-profil	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
Borhull: ROM-8	KE	

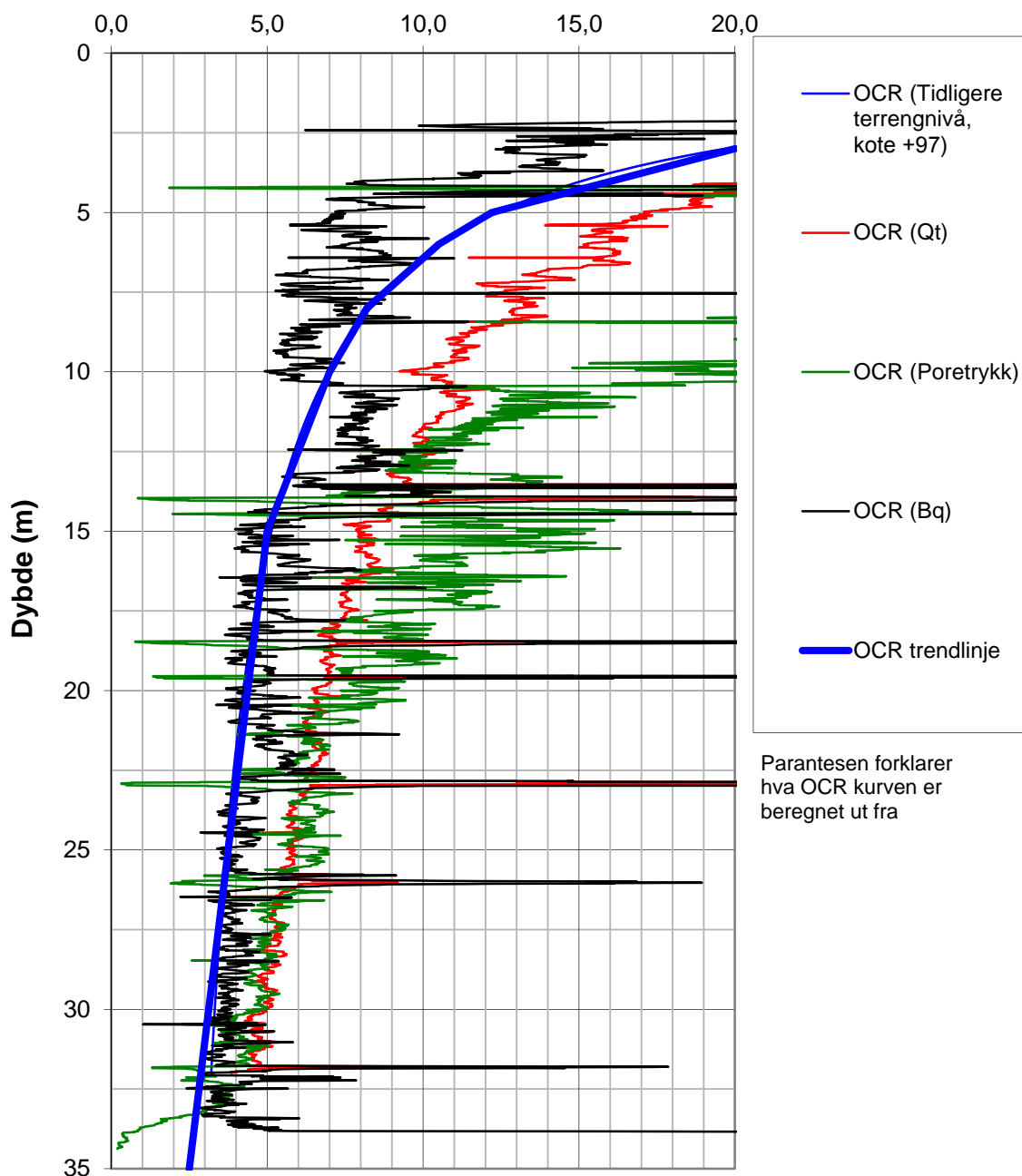


Terrengekote : 56,6 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\ROM-9.xls\sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E13
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: ROM-9	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	


OCR

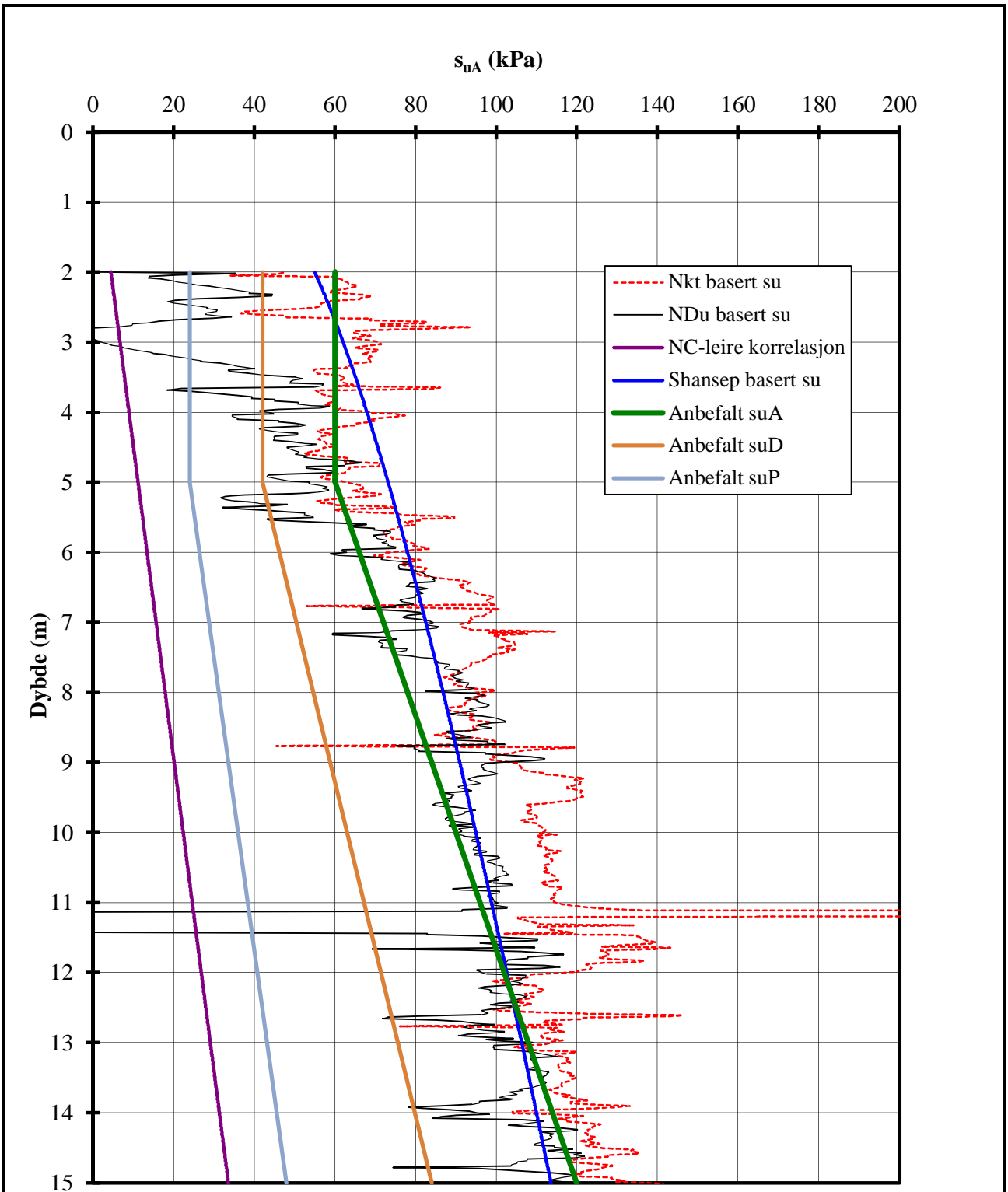


Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote: 56,6 m


P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\[ROM-9.xls]OCR profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E14
OCR-profil Borhull: ROM-9	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

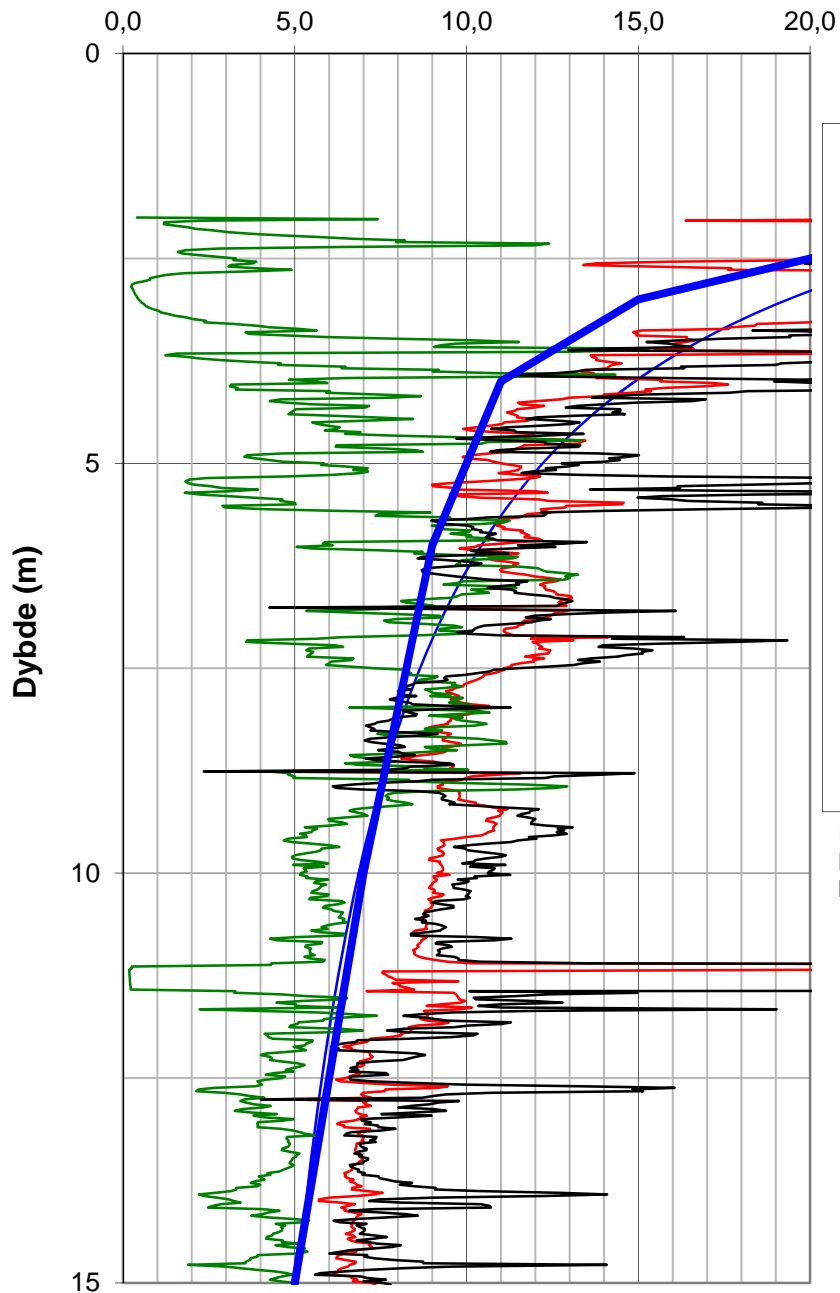


Terrengekote : 40,3 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia[ROM-10.xls]sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E15
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: ROM-10	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

OCR




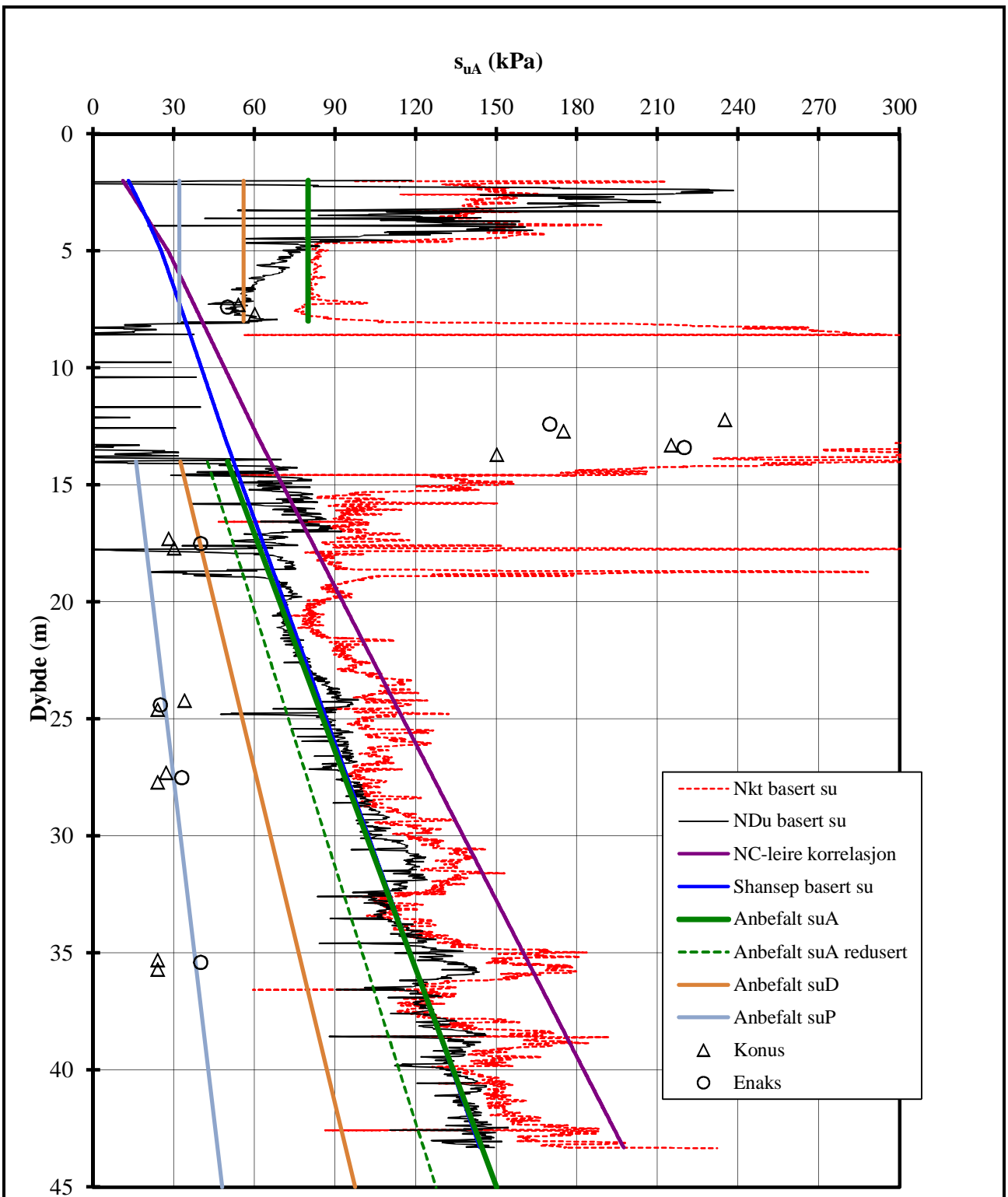
- OCR (Tidligere terrengnivå, kote +97)
- OCR (Qt)
- OCR (Poretrykk)
- OCR (Bq)
- OCR trendlinje

Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote: 40,3 m


P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\ROM-10.xls]OCR profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E16
OCR-profil Borhull: ROM-10	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	VG	
	KE	

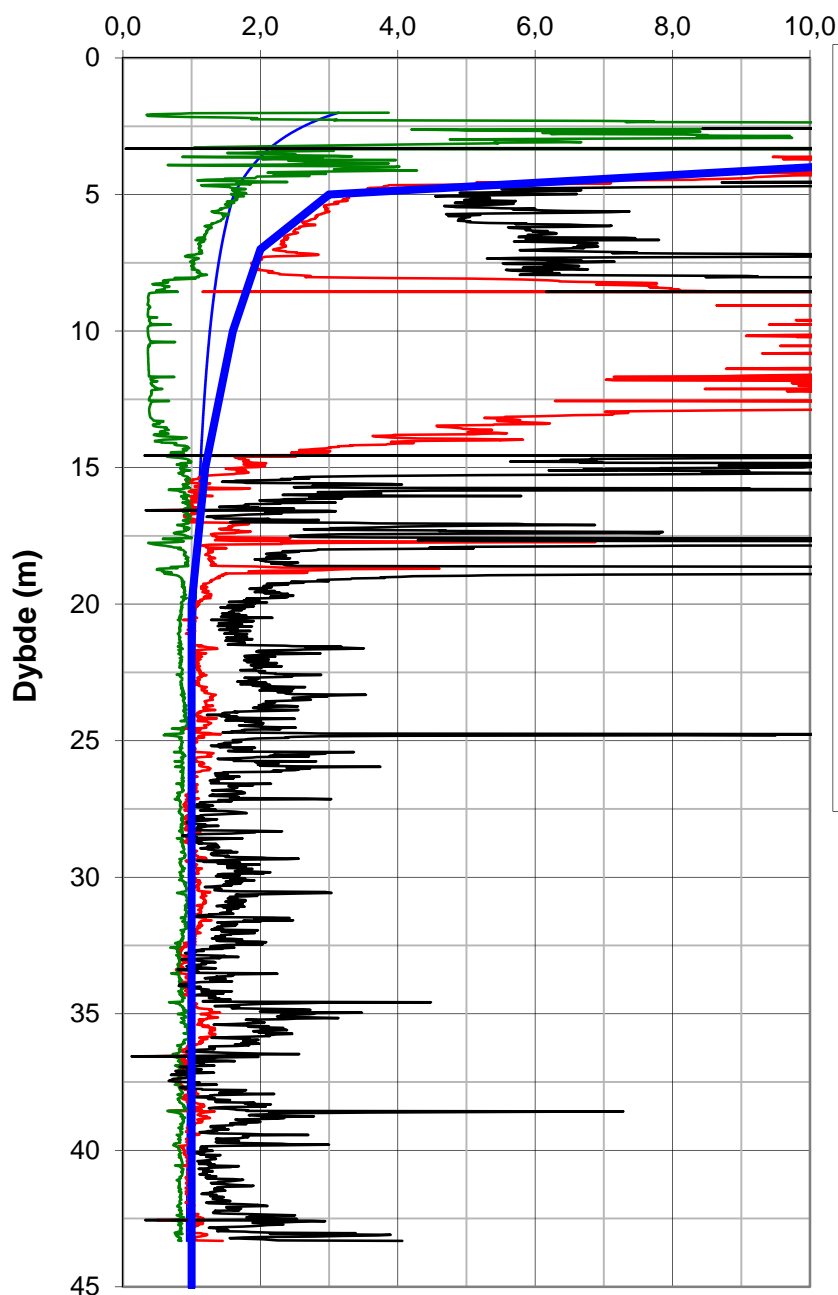


Terrengkote : 87,6 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\ROM-11.xls\sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E17
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: ROM-11	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkient		
	KE	

OCR




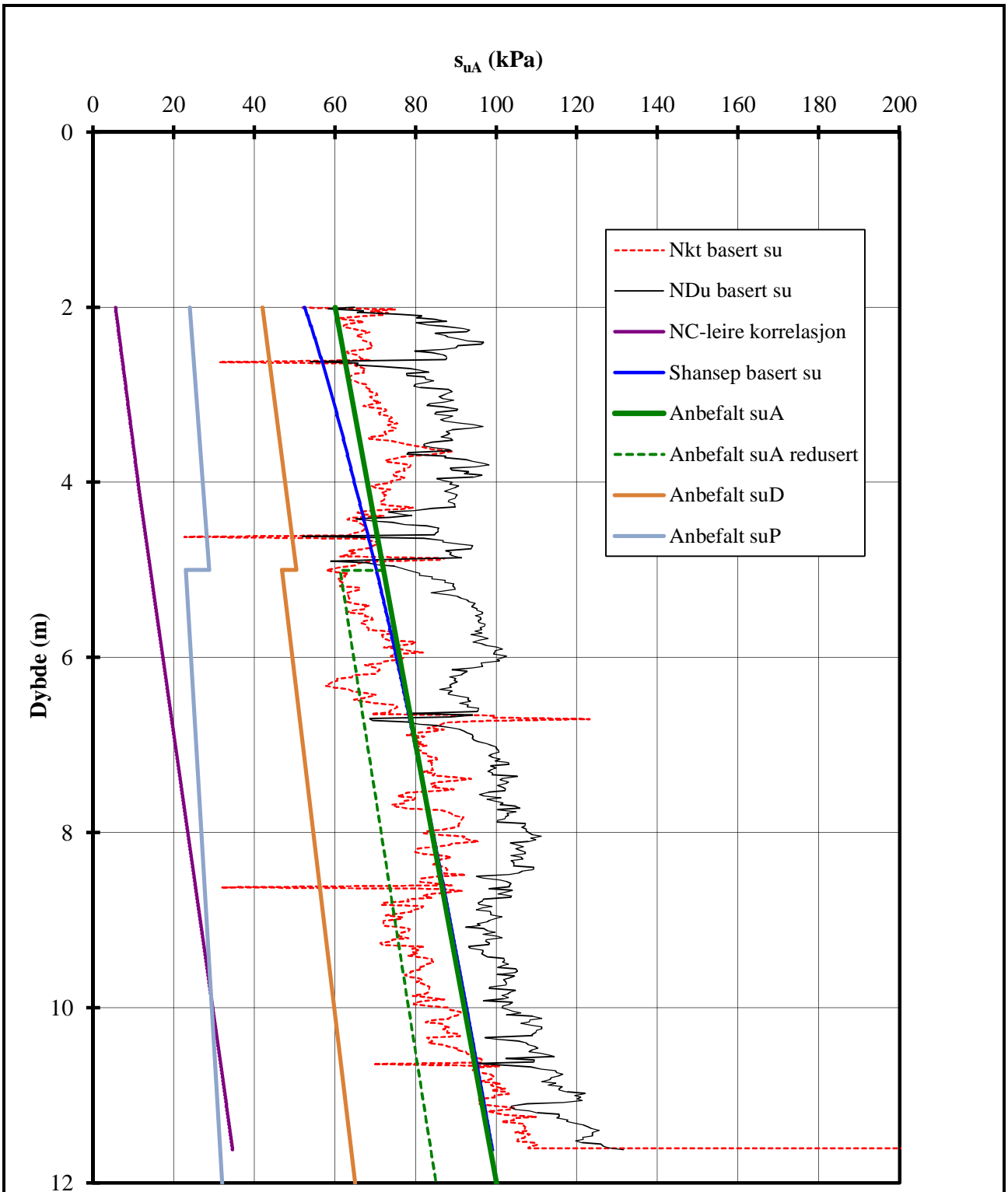
- OCR (Tidligere terrengnivå, kote +97)
- OCR (Qt)
- OCR (Poretrykk)
- OCR (Bq)
- OCR trendlinje

Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote: 87,6 m


P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\{ROM-11.xls}sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E18
OCR-profil Borhull: ROM-11	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

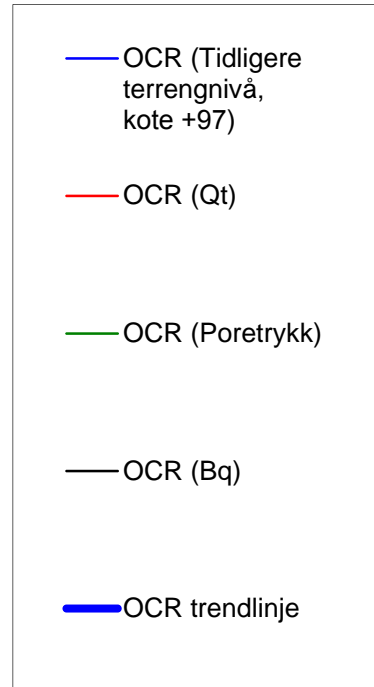
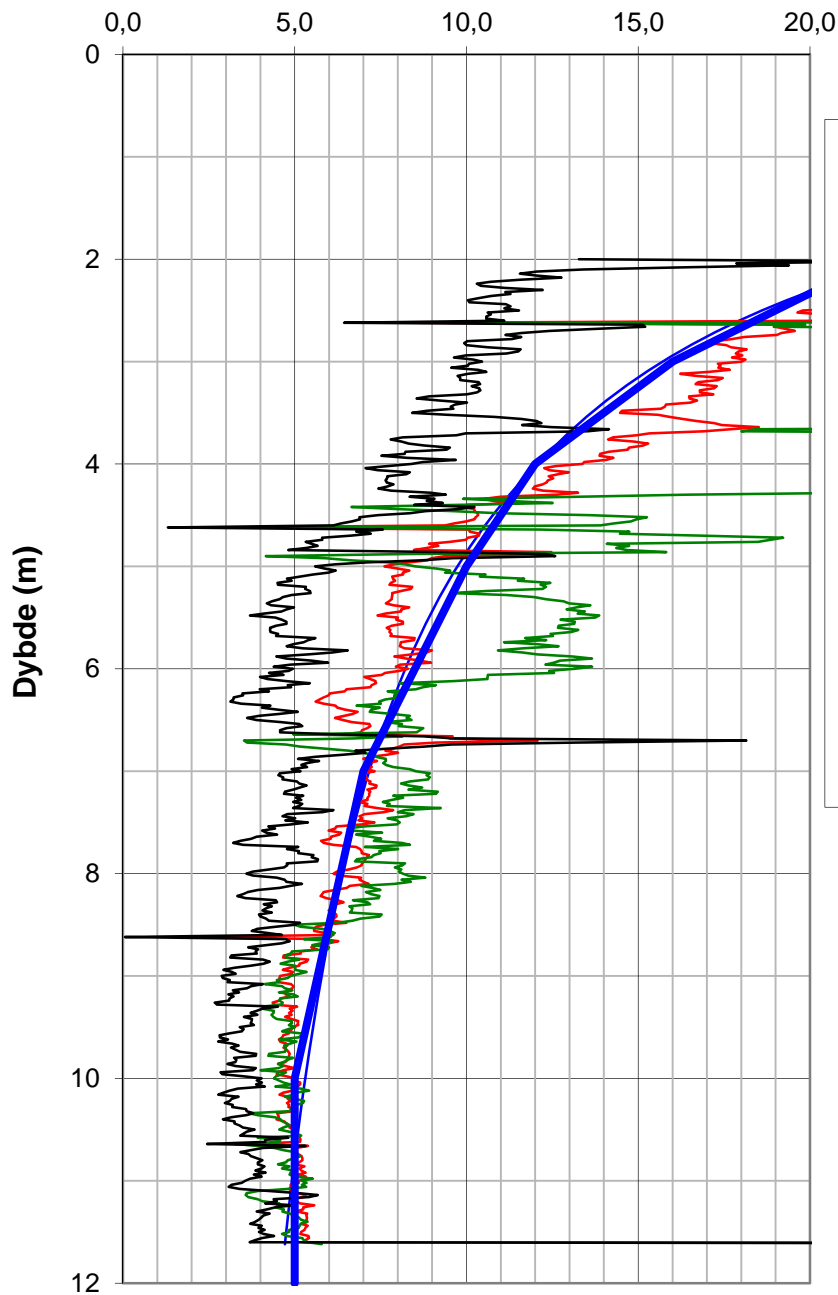


Terrengkote : 56,7 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia[ROM-13.xls]sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E19
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep. Borhull: ROM-13	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkient		
	KE	


OCR



Parantesen forklarer hva OCR kurven er beregnet ut fra

Terrengkote: 56,7 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Romolslia\[ROM-13.xls]OCR profil

Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E20
OCR-profil Borhull: ROM-13	Tegner	Dato
	TmS	2013-12-16
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

Vedlegg F - Oversikt grunnundersøkelsesrapporter og benyttede grunnboringer

Innhold

Vedlegget gir en oversikt over hvilke grunnundersøkelsesrapporter og grunnboringer som er benyttet som grunnlag under arbeidet med gjeldende rapport. Tidligere utførte grunnundersøkelser er gitt et unikt navn innenfor gjeldende prosjekt (TK_xxxx). Tabell F2 gir en kobling mellom det "nye" unike navnet og navnet som var gitt i den originale rapporten.

Tabeller

- F1 Oversikt grunnundersøkelsesrapporter
- F2 Oversikt grunnboringer

Tabell F1 Oversikt grunnundersøkelsesrapporter

Firma	Rapportnr.	Rapportnavn	Rev.	Dato
Multiconsult	415655-RIG-RAP-002	Kvikkleiresone 206 Romolslia. Grunnundersøkelser, datarapport.	1	2013-08-21
Kummeneje	o.750	Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	0	1968-02-15
Kummeneje	o.894	Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	0	1969-04-29
Kummeneje	o.896	Adkomst boligområde, Flatåsaunet Trondheim	0	1969-05-02
Kummeneje	o.978-2	Aalmos veg		
Kummeneje	o.1342	Eneboligtomter Flatåseggen	0	1972-06-27
Kummeneje	o.1410	Kjedehus Romolslia		
Tr.h. kom.	R.0142	Selsbakk	0	1984-09-28
Tr.h. kom.	R.0329-2	Romolslia skole, supplerende grunnundersøkelse	0	1974-06-18
Tr.h. kom.	R.0526	Aalmos veg nedre del	0	1980-11-18
Tr.h. kom.	R.0539	Gang og sykkelveg Romolslia	0	1980-11-13
Tr.h. kom.	R.0659-2	Hovudveg Damlia – Bjørndalen Supplerende grunnund.	0	1984-01-04
Tr.h. kom.	R.0741-8	Bjørndalen	0	1995-10-19
Tr.h. kom.	R.1273	Bjørndalen (ikke ferdigstilt rapport)		(2005-10-01)
Tr.h. kom.	R.1458	Forsøkslia	0	2009-11-09

Tabell F2 - Oversikt grunnboringer

Navn (NGI)	Rapport nr.	Originalt navn	Kommentar
Profil A-A			
ROM-3	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
ROM-2	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
TK 969	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 21	
TK 1036	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 21	Samme som TK 969
Profil B-B			
ROM-6	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
ROM-5	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
ROM-4	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
Profil C-C			
ROM-9	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
ROM-8	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
ROM-7	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
Profil D-D			
TK 683	R.0142 Selsbakk	Borhull 31	
TK 682	R.0142 Selsbakk	Borhull 30	
ROM-10	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
ROM-8	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
ROM-7	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
Profil E-E			
TK 954	o.1342 Eneboligtomter Flatåseggen	Borhull 4	
ROM-11	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
TK 998	o.1342 Eneboligtomter Flatåseggen	Borhull 5	
TK 1017	o.896 Adkomst boligområde, Flatåsaunet Trondheim	Borhull 40	
TK 1018	o.896 Adkomst boligområde, Flatåsaunet Trondheim	Borhull 44	
TK 1003	o.896 Adkomst boligområde, Flatåsaunet Trondheim	Borhull 45	
TK 962	o.896 Adkomst boligområde, Flatåsaunet Trondheim	Borhull 41	
TK 1000	o.896 Adkomst boligområde, Flatåsaunet Trondheim	Borhull 41	Samme som TK 962
TK 910	R.1458 Forsøkslia	Borhull 8	
ROM-13	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
TK 949	o.896 Adkomst boligområde, Flatåsaunet Trondheim	Borhull 42	
TK 920	R.1458 Forsøkslia	Borhull 7	

Tabell F2 - Oversikt grunnboringer

Navn (NGI)	Rapport nr.	Originalt navn	Kommentar
TK 917	R.1458 Forsøkslia	Borhull 7	Samme som TK 920
TK 915	R.1458 Forsøkslia	Borhull 9	
TK 1059	o.896 Adkomst boligområde, Flatåsaunet Trondheim	Borhull 43	
TK 923	R.1458 Forsøkslia	Borhull 10	
ROM-14	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
Profil F-F			
ROM-7	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
TK 1032	o.1342 Eneboligtomter Flatåseggen	Borhull 6	
ROM-11	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
TK 998	o.1342 Eneboligtomter Flatåseggen	Borhull 5	
TK 1056	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 10	
TK 964	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 7	
TK 1057	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 6	
TK 1061	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 11	
TK 789	R.0539 Gang og sykkelveg Romolslia	Borhull 1	
TK 1060	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 12	
Profil G-G			
ROM-7	415655-RIG-RAP-002 Romolslia. Grunnund. datarapport		
TK 770	R.0329-2 Romulslia skole, supplerende grunnundersøkelse	Borhull 1	
TK 769	R.0329-2 Romulslia skole, supplerende grunnundersøkelse	Borhull 2	
TK 1052	o.1342 Eneboligtomter Flatåseggen	Borhull 3	
Profil H-H			
TK 1001	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 5	
TK 1058	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 4	
TK 950	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 14	
TK 788	R.0539 Gang og sykkelveg Romolslia	Borhull 3	
TK 1002	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 15	
TK 852	R.0741-8 Bjørndalen	Borhull 3	
Boringer som ikke er på profil			
TK 960	o.1342 Eneboligtomter Flatåseggen	Borhull 4	Samme som TK 954
TK 1009	o.1342 Eneboligtomter Flatåseggen	Borhull 2	
TK 1010	o.1342 Eneboligtomter Flatåseggen	Borhull 1	

Tabell F2 - Oversikt grunnboringer

Navn (NGI)	Raport nr.	Originalt navn	Kommentar
TK 771	R.329-2 Romolslia skole, supplerende grunnund.	Borhull 4	
TK 772	R.329-2 Romolslia skole, supplerende grunnund.	Borhull 4	Samme som TK 771
TK 773	R.329-2 Romolslia skole, supplerende grunnund.	Borhull 5	
TK 1033	o.1342 Eneboligtomter Flatåseggen	Borhull 7	
TK 1026	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 3	
TK 1013	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 13	
TK 975	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 2	
TK 1014	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 1	
TK 1015	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 9	
TK 1016	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 9	Samme som TK 1015
TK 1021	o.894 Boligblokker Flatåsaunet, Trondheim	Borhull 8	
TK 1047	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 2	
TK 988	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 3	
TK 989	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 3	Samme som TK 988
TK 990	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 7	
TK 913	R.1458 Forsøkslia	Borhull 4	
TK 914	R.1458 Forsøkslia	Borhull 4	Samme som TK 913
TK 921	R.1458 Forsøkslia	Borhull 3	
TK 912	R.1458 Forsøkslia	Borhull 5	
TK 922	R.1458 Forsøkslia	Borhull 6	
TK 1012	o.978-2 Aalmos veg, data hentet fra rapport R.1458	Borhull 2	
TK 1024	o.978-2 Aalmos veg, data hentet fra rapport R.1458	Borhull 3	
TK 925	R.1458 Forsøkslia	Borhull 2	
TK 1025	o.750 Boligområde Romolslia	Borhull 5	
TK 779	R.526 Aalmos veg nedre del	Borhull A	
TK 780	R.526 Aalmos veg nedre del	Borhull A	
TK 1023	o.978-2 Aalmos veg	Borhull 1	Samme som TK 926
TK 926	R.1458 Forsøkslia	Borhull 1	
TK 783	R.0539 Gang og sykkelveg Romolslia	Borhull 7	
TK 782	R.0539 Gang og sykkelveg Romolslia	Borhull 8	
TK 781	R.0539 Gang og sykkelveg Romolslia	Borhull 8	
TK 786	R.0539 Gang og sykkelveg Romolslia	Borhull 5	

Tabell F2 - Oversikt grunnboringer

Navn (NGI)	Raport nr.	Originalt navn	Kommentar
TK 879	R.1273 Bjørndalen	Pr.100	Rapport ikke ferdigstilt
TK 880	R.1273 Bjørndalen	Pr.90	Rapport ikke ferdigstilt
TK 881	R.1273 Bjørndalen	Pr.90	Rapport ikke ferdigstilt
TK 882	R.1273 Bjørndalen	Pr.90	Rapport ikke ferdigstilt
TK 883	R.1273 Bjørndalen	Pr.80	Rapport ikke ferdigstilt
TK 884	R.1273 Bjørndalen	Pr.70	Rapport ikke ferdigstilt
TK 885	R.1273 Bjørndalen	Pr.70	Rapport ikke ferdigstilt
TK 886	R.1273 Bjørndalen	Pr.60	Rapport ikke ferdigstilt
TK 887	R.1273 Bjørndalen	Pr.52	Rapport ikke ferdigstilt
TK 888	R.1273 Bjørndalen	Pr.52	Rapport ikke ferdigstilt
TK 889	R.1273 Bjørndalen	Pr.52	Rapport ikke ferdigstilt
TK 890	R.1273 Bjørndalen	Pr.45	Rapport ikke ferdigstilt
TK 891	R.1273 Bjørndalen	Pr.37	Rapport ikke ferdigstilt
TK 892	R.1273 Bjørndalen	Pr.37	Rapport ikke ferdigstilt
TK 893	R.1273 Bjørndalen	Pr.15	Rapport ikke ferdigstilt
TK 894	R.1273 Bjørndalen	Pr.15	Rapport ikke ferdigstilt
TK 895	R.1273 Bjørndalen	Pr.15	Rapport ikke ferdigstilt
TK 896	R.1273 Bjørndalen	Pr.25	Rapport ikke ferdigstilt
TK 897	R.1273 Bjørndalen	Pr.8	Rapport ikke ferdigstilt
TK 991	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 8	
TK 1006	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 8	
TK 992	o.750 Boligområde Romolslia - Flatåsaunet - Flatåseggen	Borhull 9	
TK 951	o.1410 Kjedehus Romolslia	Borhull 1	
TK 1054	o.1410 Kjedehus Romolslia	Borhull 1	
TK 976	o.1410 Kjedehus Romolslia	Borhull 2	
TK 977	o.1410 Kjedehus Romolslia	Borhull 2	
TK 822	R.0659-2 Hovudveg Damlia - Bjørndalen	Borhull 8	
TK 823	R.0659-2 Hovudveg Damlia - Bjørndalen	Borhull 6	
TK 824	R.0659-2 Hovudveg Damlia - Bjørndalen	Borhull 6	
TK 825	R.0659-2 Hovudveg Damlia - Bjørndalen	Borhull 7	

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Kvikkleiresoner Trondheim - Romolslia			Dokumentnr./Document No. 20120099-02-R		
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited		Dato/Date 5. februar 2014	
				Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 0	
Oppdragsgiver/Client NVE					
Emneord/Keywords Kvikkleire, sensitiv leire, soneavgrensning, stabilitet, tiltak					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Norge			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Trondheim kommune			Felt navn/Field name		
Sted/Location Romolslia			Sted/Location		
Kartblad/Map 106 Trondheim			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates UTM32 Euref89 - Nord: 7028833, Øst: 568227					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	TmS	VG		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 20. januar 2014		Sign. Prosjektleder/Project Manager Kyrre Emaus	

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

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

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

www.ngi.no

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

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

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

www.ngi.no



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

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

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

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

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

ngi@ngi.no
www.ngi.no

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

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