



Rapport / Report

Kvikkleiresoner Trondheim

Leira

20120099-03-R
15. juni 2014
Rev. nr.: 1/2015-06-19

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: Leira
Dokumentnr.: 20120099-03-R
Dato: 15. juni 2014
Rev. nr./rev. dato: 1/2015-06-19

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 vassdrag- og energidirektorat
(NVE), Region Midt-Norge
Kontaktperson: Mads Johnsen
Kontraktreferanse: Avtale av 02.05.2012

For NGI

Prosjektleder: Kyrre Emaus
Utarbeidet av: Jean-Sebastien L'Heureux
Vegard Gavel-Solberg (rev1)
Kontrollert av: Vidar Gjelsvik
Kyrre Emaus (rev1)

Sammendrag

Kvikkleiresonen 199-Leira er tidligere kartlagt gjennom den nasjonale oversiktskartleggingen av "potensielt skredfarlige kvikkleiresoner". Denne kartleggingen var basert på et begrenset antall boringer og gav grunnlag for opptegning av aktsomhetssoner.

Det er nå utført supplerende grunnundersøkelser med sikte på å skaffe grunnlag for vurdering av reell skredfare og utbredelse av faresonen. I tillegg til nye boringer er gamle grunnundersøkelserapporter og annet relevant grunnlagsmateriale gjennomgått.

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20120099-03-R
Dato: 2014-06-15
Rev. nr.: 0
Side: 4

Arbeidet som nå er utført har resultert i en oppdeling av aktsomhetssonen for å gi en mest mulig realistisk utbredelse av potensielle skred. Sonen er på grunnlag av grunnforhold og topografi foreslått splittet i to soner, i denne rapporten betegnet som hhv. «Leira søndre» og «Leira nordre». De nye faresonene "Leira søndre" og "Leira nordre" er klassifisert mht. faregrad, konsekvens og risiko. Vår gjennomgang av grunnundersøkellesdata tyder på at det er leire med sprøbruddegenskaper kontinuerlig over mesteparten av sonene, men at denne ligger relativt dypt i forhold til de fleste skråningene og bunnen av ravinene. Arbeidet har resultert i en nedklassifisering av faregraden for "Leira søndre" og "Leira nordre", men siden konsekvensene til et eventuelt kvikkleireskred i disse områdene er henholdsvis alvorlig og meget alvorlig har ikke dette ført til endring i risikoklasse. Vår anbefaling er at de nye faresonene med tilhørende faregrad for dagens situasjon legges til grunn ved saksbehandling av nye byggetiltak ift. NVEs retningslinjer.

I tillegg til skredfarevurderinger for dagens situasjon inneholder denne rapporten vurderinger av aktuelle sikringstiltak for å redusere sannsynligheten for skred i framtiden. Det påpekes områder hvor det må erosjonssikres for å unngå framtidig forverring av stabiliteten. I tillegg kan det være aktuelt å utføre sikringstiltak i form av topografiske endringer, dvs. nedplanering og oppfylling. Det siste må ses i sammenheng med hvilke områder som tenkes utviklet videre og aktuelle krav til sikkerhetsnivå ved beregning. Erosjonssikringen bør i størst mulig grad planlegges slik at den også gir en viss forbedring av dagens stabilitet; dette oppnås ved å legge erosjonssikringsmassene oppå dagens terreng og ved å unngå kompensasjonsgraving. Det er utført en egen faregradsevaluering for situasjonen etter etablering av foreslåtte sikringstiltak med tanke på krav til prosjektering og kontroll ved byggesaksbehandling etter NVEs retningslinjer. Denne faregradsevalueringen legges til grunn dersom sikringstiltakene faktisk er utført.

Rapporten inneholder også en vurdering av utløpsdistanse for skred fra de aktuelle faresonene. Vurderingene er utført på grunnlag av statistikk fra tidligere skredhendelser. Det må presiseres at det statistiske grunnlaget er begrenset og at usikkerheten derfor er relativt stor.

Revisjonen av rapporten er utført etter at uavhengig kontroll er gjennomført. Revisjonen innebærer en liten endring i sonegrense, ca. 50 m utvidelse i nordøst. Ellers inkluderer revisjonen kun mindre presiseringer og opprettinger.

Innhold

1	Innledning	7
2	Utførte grunnundersøkelser	8
3	Generell beskrivelse av området	8
3.1	Topografi	8
3.2	Kvartærgeologi og grunnforhold	9
3.3	Utbredelse av leire med sprøbruddegenskaper – generelt	11
3.4	Jordartsegenskaper	13
3.5	Grunnvann	13
4	Erosjonsforhold	14
4.1	Sideraviner mot Nidelva	14
4.2	Leirabekken	14
4.3	Sideraviner vest for Leira kapell	14
4.4	Ravinen sør for Nordslettvegen boligfelt	15
4.5	Nordleira boligfelt	15
5	Tidligere terrenginngrep	15
6	Stabilitetsberegninger og resultater	15
6.1	Kritiske profiler og geometrieffekt	15
6.2	Beregningssituasjoner	16
6.3	Lagdeling	16
6.4	OCR og udrenert skjærstyrke	16
6.5	Anisotropiforhold	17
6.6	Drenert skjærstyrke	18
6.7	Grunnvannstand og poretrykk	18
6.8	Resultat	18
7	Evaluering av faregrad, konsekvens- og risiko	20
7.1	Nasjonal oversiktskartlegging	20
7.2	Faresone "Leira søndre"	21
7.3	Faresone "Leira Nordre"	22
8	Vurdering av skredutløp	22
8.1	Utløp fra faresone "Leira søndre"	24
8.2	Utløp fra faresone "Leira nordre"	25
9	Vurdering av stabilitet og sikringstiltak	26
9.1	Faresone "Leira søndre"	26
9.2	Faresone "Leira nordre"	26
10	Referanser	27

Tegningsliste

Vedlegg

- A. Skjema for evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse
- B. Poretrykksmålinger
- C. Tolkning av ødometerforsøk
- D. Tolkning av treaksialforsøk
- E. CPTU – tolkning av aktiv, udrenert skjærfasthet (c_u^A)
- F. Erosjon, oppsummering og bilder fra befaring
- G. Oversikt grunnundersøkelsesrapporter

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

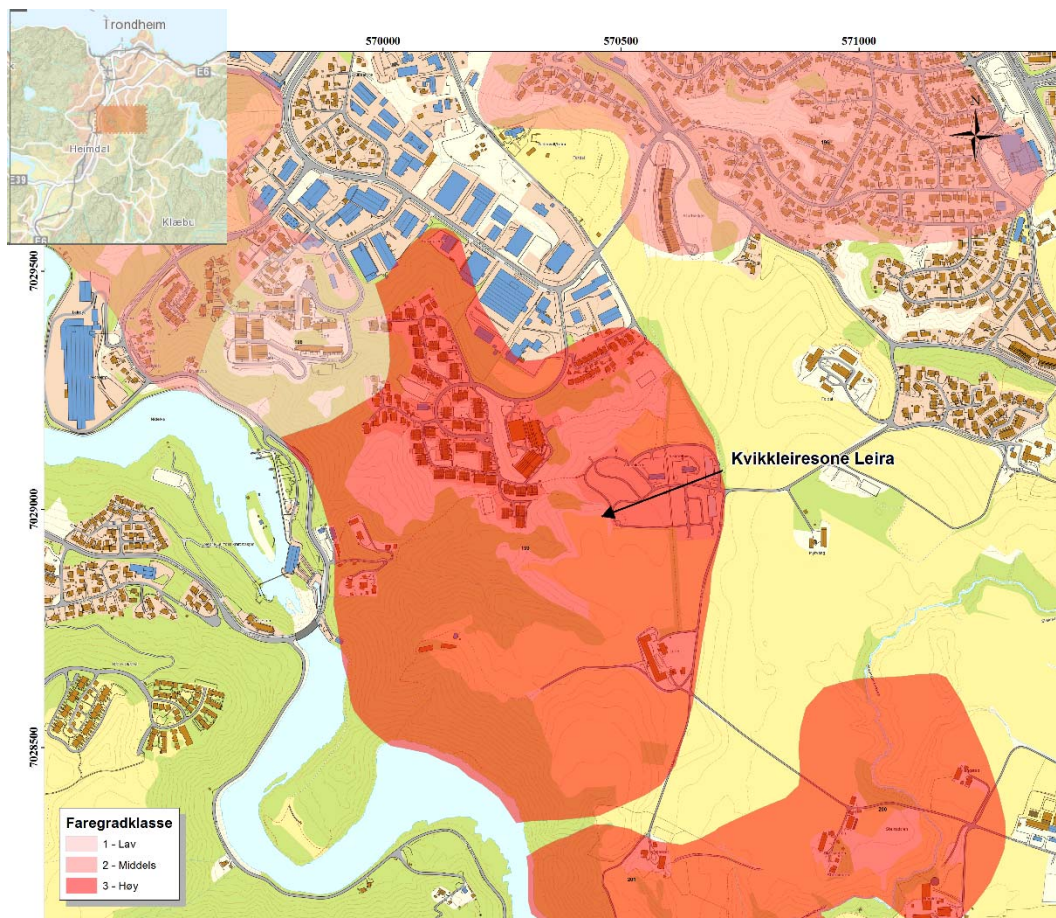
Gjennom NVEs program for økt sikkerhet mot leirskred har NGI fått i oppdrag å utrede 5 faresoner i Trondheim og 1 faresone i Stjørdal. De aktuelle faresonene stammer fra den nasjonale kartleggingen av kvikkleiresoner med potensiell skredfare som har pågått i statlig regi siden 1980-tallet:

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

Faresone 199 Leira er utredet i denne rapporten. Det utarbeides egne rapporter for de øvrige faresonene.

Beliggenheten av den aktuelle faresonen 199 Leira er vist på Figur 1 og Tegning 001. Faresonene ligger like sør for Trondheim sentrum, mellom nedre og øvre Leirfoss.

Formålet med utredningen er å vurdere reell skredfare iht. NVEs retningslinjer i referanse (1) (NVE, 2011-04-15). 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.



Figur 1: Oversiktskart – faresone 199 Leira. Den viste sonегrensen er den opprinnelige, før revisjon.

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 er gitt i Vedlegg G.

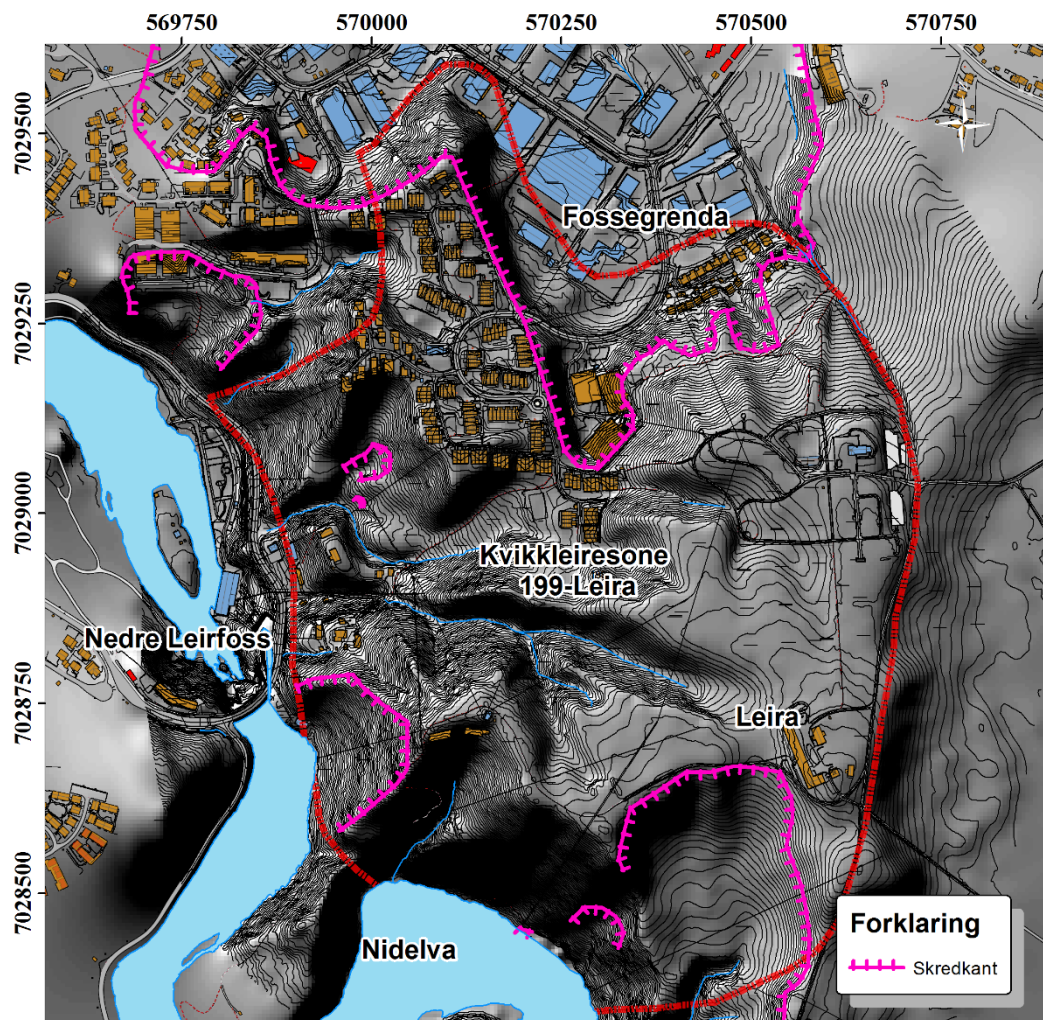
Supplerende grunnundersøkelser ble utført høsten og vinteren 2012-2013 av Multiconsult etter oppsatt plan fra NGI, jf. ref. (2).

3 Generell beskrivelse av området

3.1 Topografi

Landskapet i det aktuelle området domineres av et lett skrånede platå på ca. kt. +110-120 (antatt opprinnelig havbunn) som er gjennomskåret av flere raviner. Mot vest grenser kvikkleiresonen mot Nidelva mellom Nedre og Øvre Leirfoss. Mot øst følger kvikkleiresone Leirvegen helt til Leira kapellet. En rekke andre spor etter tidligere

skred preger også landskapet, se Figur 2. I nord er sonegrensen tegnet nedenfor et stort prehistorisk skredkant ved Fossegrenda. Skråningshøyden fra plataet og ned til Nidelva varierer fra ca. 70 til 80 meter.



Figur 2: Terrengmodell med skyggerelieff for kvikkleiresone Leira. Beliggenhet for skredkantene kommer fra ref. (14) og fra observasjon gjort under befaring. Den viste sonegrensen er den opprinnelige, før revisjon.

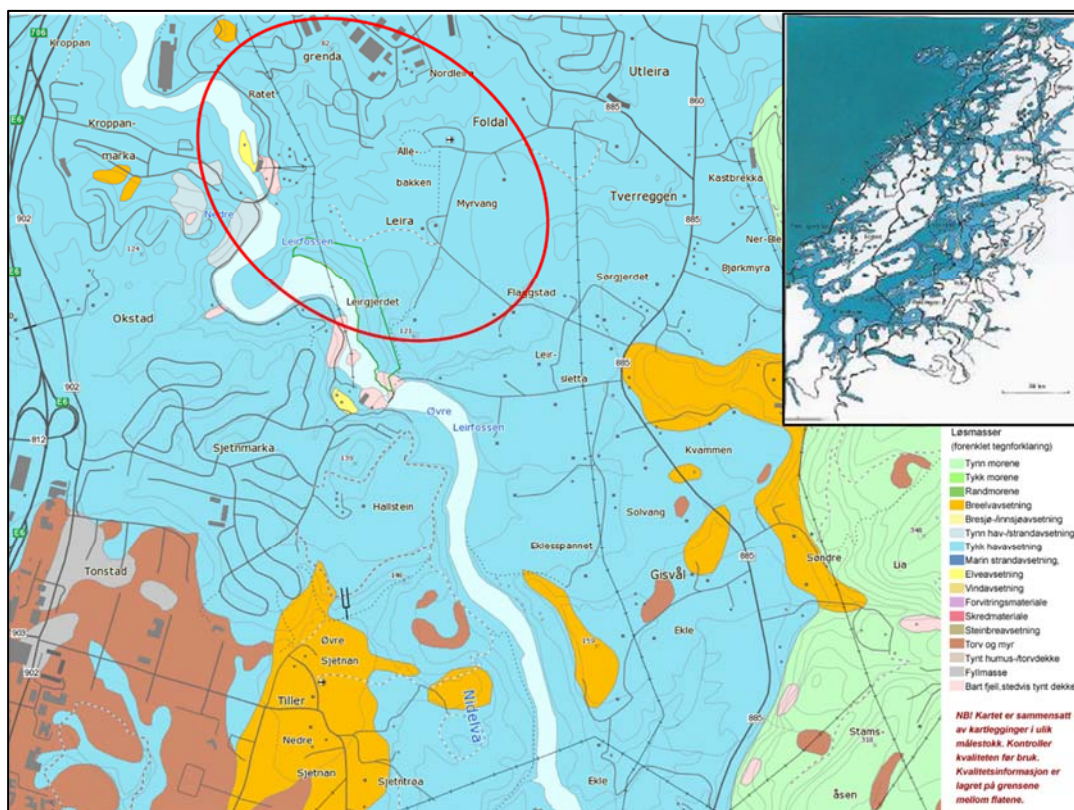
3.2 Kwartærgeologi og grunnforhold

Kwartærgeologisk kart fra NGU indikerer «marin løsmasseavsetning, tykt dekke» i det aktuelle området, jf. Figur 3 (lyseblått).

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. Figur 3 og ref. (3)

I denne tidsepoken sto brefronten på tilnærmet samme sted over lang tid. Det er også sannsynlig at breen har gjort fremrykk i perioder. Brefremrykk over leiravsetninger kan gi bunn- / endemorene blandet sammen med leire og silt. I slike masser kan det

også finnes partier med sensitiv leire. «Plogvirkningen» ved bredframrykk kan medføre at løsmassene foran breen skyves ut over tidligere avsatte leirmasser.



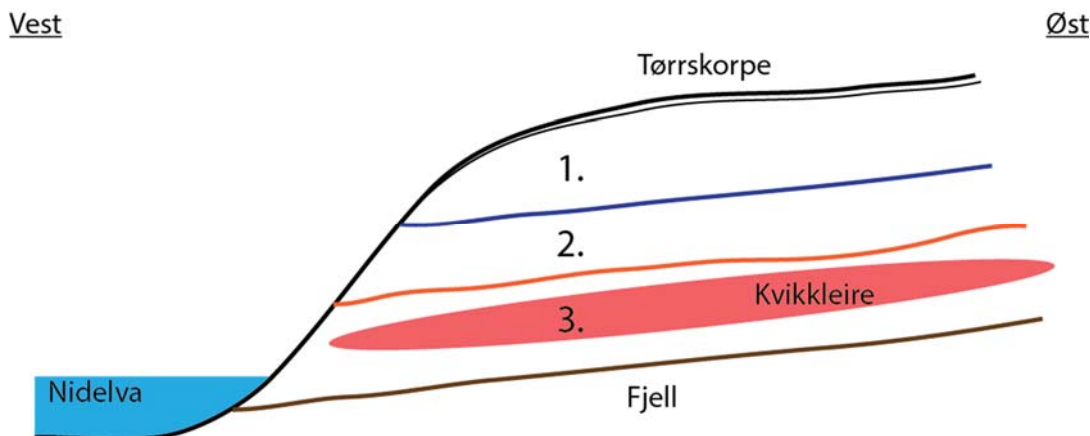
Figur 3: Kvartærgeologisk kart (www.ngu.no) og utbredelse av Raet trinnet ref. (3).

Generelt indikerer grunnundersøkelsene "uryddige" grunnforhold. Det er derfor valgt å beskrive 3 lagpakker som går igjen i de fleste borpunktene, jf. Figur 4. Grunnundersøkelsene oppe på platået (ca. kt. +115) viser et tilnærmet normalkonsolidert leirlag over et meget fast lag av siltig leire – leirig silt liggende mellom ca. kt. +95-80 meter.

Det faste laget av siltig leire – leirig silt antas å være en «is-kontaktavsetning» dannet ved de geologiske prosessene beskrevet over, jf. Figur 4 – lag 2. De tilnærmet normalkonsoliderte leirlagene 3. og 1. er avsatt på et hhv. tidligere og senere stadium. Lengre ned langs Nidelva påtreffes leirmasser med en konsolideringsgrad som står ift. platånivået på kt. +110-115. Grunnundersøkelsene viser en opptil 4 m tykk tørrskorpe i den øverste del av leirlag 1 oppe på platået. Kvikkleire og leire med sprøbruddegenskaper er påtruffet i leirlag 3, under de faste massene.

Fjell er observert i dagen langs Nidelva ved Øvre og Nedre Leirfoss. Informasjon om fjell dybde er også tilgjengelig ut fra seismiske målinger utført av Noteby i 1973 ref. (4-5). Til sammen viser undersøkelsene liten eller mindre løsmasseoverdekning over fjell langs elva, mens det er meget stor dybde til fjell østover, opptil 100 meter.

Tolket lagdeling er presentert på Tegning 200 C – 211 C. Det understrekes at det er generelt gjort en konservativt tolkning av kvikkleire med gjennomgående lag.



Figur 4: Prinsippkisse – lagdeling: 1. Normalkonsolidert leire under tørrskorpe, 2. Meget fast leire, silt og sand (antatt «is-kontaktavsetning»), 3. Normal- til overkonsolidert leire med stedvis sprøbruddegenskaper.

3.3 Utbredelse av leire med sprøbruddegenskaper – generelt

Sprøbruddmateriale er i ref. (NVE, 2011-04-15) definert med følgende egenskaper:

Sensitivitet (S_t) > 15, og

Omrørt skjærfasthet (S_{uomr}) < 2 kPa (kvikkleire når $S_{uomr} < 0,5$ kPa)

Følgende kriterier er lagt til grunn for tolkningen av sprøbruddmateriale:

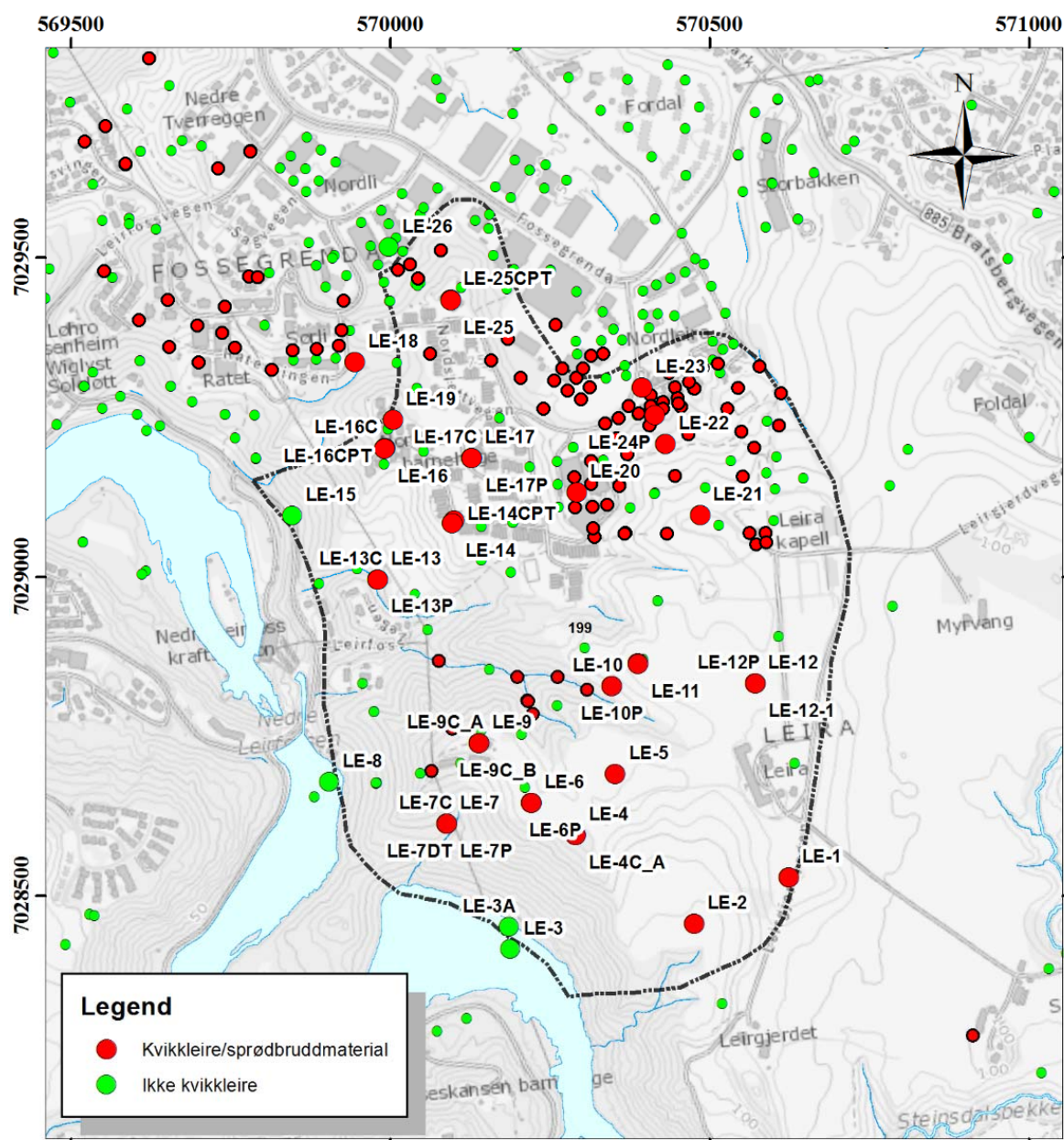
- **Prøveserier** - dersom en prøveserie viser kvikk/sensitiv leire er dette tillagt størst vekt i forhold til andre undersøkelsesmetoder under tolkningsarbeidet.
- **Dreietrykksondering** - ved "overheng" eller "utflating" av målt spissmotstand tolkes det kvikk/sensitiv leire ned til dypet hvor det igjen er oppnådd samme spissmotstand som før "overhendet" og "utflatingen".
- **Totalsondering** - samme kriterier som over er lagt til grunn med viten om at totalsonderingen gir et noe grovere datasett.

En generell beskrivelse av grunnforholdene er gitt i kapittel 3.2. Det anses hensiktsmessig å dele inn løsmassene i tre lagpakker:

1. Øvre leirlag (10-20 m tykt)
2. Meget fast lag (10-15 meter tykt)
3. Nedre leirlag (til stor dybde)

Lag nr. 1 og 2. forekommer bare i skråningene og under plataene. Ved foten av skråningen langs Nidelva påtreffes lag nr. 3 fra terreng.

Et flertall av grunnboringene indikerer / viser at det øvre leirlaget (lag nr. 1.) ikke består av sprøbruddmateriale. Sprøbruddmateriale (og kvikkleire) forekommer imidlertid i deler av det nederste leirlaget (lag nr. 3.) kontinuerlig over mesteparten av sonen. Dette er også vist på Figur 5 som gir en oversikt over borepunkter hvor det er påtruffet kvikkleire i området.



Figur 5: Oversiktskart som viser registrering av kvikkleire/sprøbruddmaterialet ved kvikkleiresone 199-Leira. De store sirklene kommer fra tolkning av supplerende grunnundersøkelser ref. (2), mens de små sirklene kommer fra tolkning av data i Trondheim kommunes arkiv. Den viste sonegrensen er den opprinnelige, før revisjon. Revisjonen innebærer en liten utvidelse i nordøst

Tolkning av lagdeling på profilene A-A til K-K viser at dybde for leire med sprøbruddegenskaper varierer i området fra kote + 85 til 30. I ravineområdet ved Leira ligger sprøbruddmaterialet under bunnen av ravinen. Grunnboringene i punkt 3, 7, 8 og 15 indikerer at sprøbruddmaterialet kiler ut i skråningen mot Nidelva. Det er ikke registrert leire med sprøbrudddegenskaper i umiddelbar nærhet til Nidelva (dvs. punkt 3 og 8). Under sprøbruddmaterialet er det siltig leire med varierende tykkelse over faste masser som boringene har stoppet i.

Det må understrekes at det er påtruffet store lokale variasjoner i lagdeling og jordartsegenskaper. Usikkerheten vedrørende utbredelse av sprøbruddmateriale er relativt stor.

3.4 Jordartsegenskaper

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

Det er lite data for det faste laget av siltig leire – leirig silt. Dette skyldes stor motstand og krevende forhold for prøvetaking.

Tabell 1 Typiske jordartsegenskaper

Egenskap	Øvre leirlag (1.)		Faste masser (2.)	Nedre leirlag (3.)
	Tørrskorpe			
Leirinnhold (%)	-	32	-	32-45
Vanninnhold (%)	26 – 34	30 – 45	20-30	20-30
Romvekt (kN/m ³)	18,0-19,2	18,5-20	19,5-21	19,5-21
Plastisitets- og flytegrense (%)	23-40	18-35	18-32	16-24
Sensitivitet (S _t)	2-6	5-29	3-13	10-170
Omrørt skjærfasthet (kPa)	10-35	>2	>8	0,2-5

Grunnundersøkelsene viser gjennomgående høyere sensitivitet i det nedre leirlaget enn i det øvre. Det øvre leirlaget er mindre homogent mht. sensitivitet, dvs. sensitiv leire forekommer mer lokalt.

3.5 Grunnvann

Resultatet fra utførte poretrykkmålinger er benyttet. Generelt er det målt betydelige undertrykk under plataene og nærmere hydrostatisk trykk mot bunnen av skråninger/

raviner. Dette fremgår i Vedlegg B hvor målt poretrykk og stighøyde er fremstilt sammen med hhv. dybde og nivå.

I alle borpunktene med poretrykksmåling er poretrykket målt i minst to nivåer for bestemmelse av gradient. Poretrykksgradienten varierer fra < 3 kPa/m til hydrostatisk i skråningene ved Leira.

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.

4 Erosjonsforhold

Befaring ble utført i mai 2012 av Linda Renate Bamberg og Vidar Gjelsvik og i en senere anledning i mai 2014 av Ragnar Moholdt og Jean-Sebastien L'Heureux. I Vedlegg F er det presentert kart og bilder med en detaljert beskrivelse av steder hvor det ble registrert erosjon. I det etterfølgende er det gitt en kort oppsummering av vurderingene. Vurderingene av erosjonsforhold er utført iht. ref. (6).

4.1 Sideraviner mot Nidelva

Nidelva, som renner vest for kvikkleiresonen, er delvis forbygd i området ved Nedre Leirfoss. Oppstrøms for Nedre Leirfoss er ikke Nidelva sikret mot erosjon, men det er relativt langgrunnt og det er ikke observert erosjon langs elva. Potensialet for erosjon er begrenset pga. relativt lite strøm i elva som følge av fjellterskelen/demningen ved Øvre Leirfoss.

Erosjon, oppkomme og flere glidninger er observert høyere oppe i skråningene og i sideraviner langs Nidelva. Her ble det registrert "noe" og "aktiv" erosjon på noen steder, jf. Tegning F1 / Vedlegg F.

4.2 Leirabekken

Leirabekken starter ca. 150 m vest for Leiragården. I starten har bekken to forskjellige grener og disse grenene knyttes sammen etter ca. 225 m. Bekken ender ved Leirfossvegen og det siste ca. 70 m av bekken er sikret og lagt i rør. Resten av Leirabekken er ikke sikret mot erosjon. Det er kartlagt forskjellige grad av erosjon langs bekkesystemet, fra lite til aktiv erosjon, jf. Tegning F1 / Vedlegg F

4.3 Sideraviner vest for Leira kapell

Sideravinen vest for Leira kapell er delvis forbygd og noe sikringstiltak er utført. Det er registrert "litt erosjon" nærmest Leira kapell, jf. Tegning F1 / Vedlegg F.

4.4 Ravinen sør for Nordslettvegen boligfelt

Bekkeravinen sør for Nordslettvegen boligfelt er delvis sikret mot erosjon og det er fylt opp store deler av ravinen. Strekingen som ikke er sikret viser "aktiv erosjon" og flere erosjonskanter er observert på befaring og vist i bildene i Vedlegg F.

4.5 Nordleira boligfelt

Bekken som går i ravinen ved Nordleira boligfelt er lagt i rør og bekkeravinen er fylt opp med pukkk og stein. Det er ikke observert erosjon i dette området.

5 Tidligere terrenginngrep

Generelt er det utført omfattende terrenginngrep ifm. tidligere utbygging av boligområder og infrastruktur i den nordlige delen av faresonen 199-Leira på slutten av 70-tallet, begynnelsen av 80-tallet. En oversikt over kjente terrenginngrep er presentert på Tegning 101-C. Målet med disse inngrepene var å bedre stabiliteten av skråninger i og rundt de planlagte boligfeltene ved Nordslettvegen og Nordleira.

Sør for Nordslettvegen ble det lagt en stor fylling (over 43,000 m³) i søndre hoveddal. Denne fyllingen når også ut over området for Nordslettvegen boligfelt. Fyllingen er drenert med en 4" drenerør i bunn av dalen og 200 mm rør oppe i fyllingen; jf. ref. (19). Det er også delvis oppfylt med 4-6 m i den øvre delen av ravinen rett vest for Nordslettvegen og i bunn av skråning øst for Nordslettvegen. Sammenlikning av dagens kvotegrunnlaget med de som er rapportert i ref. (19) viser at Nordslettvegen boligområdet ble også nedplanert og avlastet i snitt opptil 5-6 m.

Ved utbygging av Nordleira boligfelt ble det utført omfattende planering av terrenget som før utbygging var ravinert. Bopunkthøyder fra gamle grunnundersøkelserapporter indikerer inntil ca. 6 meter terrengsenkning av den høyeste ryggen sør for boligfeltet. Som nevnt i kap. 4.5, bekken som går i ravinen ved Nordleira boligfelt er lagt i rør og bekkeravinen er fylt opp med pukkk og stein.

6 Stabilitetsberegninger og resultater

6.1 Kritiske profiler og geometrieffekt

Stabilitetsberegningene er utført for antatt kritiske profiler. Profilene er derfor plassert der skråningene er høyest og brattest. Skråningsgeometrien blir i de fleste tilfeller ganske riktig for en bredde tilsvarende avstanden mellom ravinene på begge sider. Langs ravinene er imidlertid skråningsgeometrien vesentlig "snillere", og stabiliteten må være tilsvarende bedre. Beregnede glideflater som går dypere enn ravinene på sidene vil derfor være mer eller mindre innspent mot sideterreng med vesentlig bedre stabilitet. For de dypeste glideflatene kan sikkerheten være betydelig underestimert. Glideflater som bare går litt dypere enn ravinene på siden vil bare være litt underestimert.

6.2 Beregnings situasjoner

I alle profiler er det utført beregninger av sikkerheten for dagens situasjon. I noen profiler er det også utført beregninger som inkluderer sikringstiltak, da med sikte på å oppfylle kravene gitt i ref. (1) (NVE, 2011-04-15) som gjelder for etablering av ny bebyggelse. I andre profiler er det tidligere utført terrenginngrep. I disse profilene er det i tillegg til beregninger for dagens terrengnivå også utført stabilitetsberegninger for opprinnelig terrengnivå. Ved sammenligning av beregningene kan effekten av tidligere tiltak bestemmes (prosentvis forbedring / forverring).

6.3 Lagdeling

Lagdelingen er tolket med utgangspunkt i nye boringer og gamle boringer vi har hatt tilgjengelig, jf. Vedlegg G. Tolket lagdeling er presentert i kap. 3.2 og vist på Tegning 200 C – 211 C.

6.4 OCR og udrenert skjærstyrke

Aktuelle parametere benyttet i de enkelte stabilitetsberegningene er fremstilt på beregningsprofilene, Tegning 300 C1 – 304 C2. Udrenerte så vel som drenerte beregningsparametere er benyttet.

6.4.1 Ødometerforsøk

En sammenstilling av utførte ødometerforsøk er gitt i Vedlegg C. På grunnlag av volumendringene av prøven under rekonsolidering til *in situ* effektivspenning, gir tabellen i Vedlegg C et anslag for prøve kvaliteten iht. ref. (1). Det er 1 forsøk som er kvalitetsklasse 1 - perfekt, 2 forsøk er kvalitetsklasse 1 – akseptabel og 8 forsøk er karakterisert som kvalitetsklasse 2 – forstyrret. De prøvene som er forstyrret er tillagt mindre vekt i tolkningen.

Resultatene fra prøvene viser at leira er normal-konsolidert oppe på platået med OCR verdier rundt 1,1 – 1,2. Overkonsolideringsgraden øker ned på skråningene mot Nidelva og i sideraviner. På bakgrunn av en neddykket romvekt på 9 kN/m^3 og en aldriingsfaktor på 1,2 er tidligere havbunnsnivå beregnet til å variere fra kote +95 til +125 i området. Se vedlegg C for en sammenstilling av tolkede ødometerforsøk.

6.4.2 Treksialforsøk

En sammenstilling av utførte treksialforsøk er gitt i vedlegg D. På grunnlag av utpresset porevann under forsøkets konsolideringsfase gir tabellen D1 i vedlegg D et anslag for prøve kvaliteten iht. ref. (2). Det er to forsøk som er kvalitetsklasse 1 - perfekt, fem forsøk er kvalitetsklasse 1 – akseptabel og ni forsøk er karakterisert som kvalitetsklasse 2 – forstyrret. Treksialforsøk er utført med tanke på å tolke friksjonsvinkelen for materialet, samt udrenert aktiv skjærfasthet. Se vedlegg D for en sammenstilling av tolkede treksialforsøk.

6.4.3 CPTU

Det er utført 12 CPTU-sonderinger. Tabell E1 i vedlegg E gir et anslag på kvaliteten av sonderingene som fremkommer av nullpunktsavlesningen. Alle sonderingene havner i anvendelsesklasse 1.

CPTU-sonderingene er tolket etter korrelasjoner mot blokkprøver iht. ref.(7). Det er benyttet inngangsparametere fra indeksforsøkene i nærheten av de ulike CPTU-sonderingene, samt avleste og antatte poretrykk, jf. Vedlegg B. I tillegg er tolkede indeks-, ødometer- og treaksial-forsøk vurdert for bestemmelse av udrenert skjærstyrke- og OCR-profil. Resultatene av tolkningene er vist i vedlegg E. Generelt indikerer CPTU-sonderingene tilnærmet samme overkonsolideringsnivå som er tolket fra ødometerforsøkene. Tidligere havbunnsnivå beregnet fra CPTU resultatene er presentert i Tabell E3, Vedlegg E.

6.4.4 SHANSEP-faktorer

Forutsetningene for beregnede skjærstyrkeprofiler iht. SHANSEP-prinsippet er oppsummert i Tabell 2. SHANSEP-prinsippet tar hensyn til effektivt overlagingstrykk, p'_0 , og leirens overkonsolideringsgrad, OCR, i bestemmelsen av udrenert skjærfasthetsprofil, ref.(7-8-9). Dette gir grunnlag for beregning av udrenert skjærfasthet på steder hvor det ikke er utført grunnundersøkelser, se nedenstående formler.

$$s_{uA} = \alpha \cdot p'_0 \cdot OCR^m \quad (1)$$

$$OCR = \frac{p'_c}{p'_0} \quad (2)$$

Tabell 2: Forutsetninger for beregning av skjærstyrke iht. SHANSEP-prinsippet.

α	p'_0	OCR	m
0,28-0,32	Beregnet med målt romvekt og målt/interpolert poretrykk	Prekonsoliderings-spenningen (p'_c) beregnet med målt romvekt, poretrykk og antatt opprinnelig havbunnsnivå	0,6-0,9

Verdiene for α og m er valgt slik at det oppnås best mulig samsvar med CPTU-tolket skjærfasthet basert på korrelasjoner i ref.(7). Verdiene gir også godt samsvar med tolkede verdier fra ødometer- og treaksialforsøk, jf. vedlegg C og D.

6.5 Anisotropiforhold

Anisotropiforhold for leiren er valgt ut fra erfaringstall fra blokkprøver ref. (7 og 10), og gjengitt i Tabell 3. Etter at arbeidet med denne rapporten startet har det kommet anbefalinger om bruk av anisotropifaktorer gjennom etatsprosjektet NIFS, ref. (18).

Anbefalingene avviker noe fra det som er benyttet, men samsvarer med det NGI har benyttet ved tidligere prosjekter. Vi har valgt å ikke endre anisotropifaktorer underveis i prosjektet. I stabilitetsberegningene er aktiv skjærstyrke redusert med 15 % for sprøbruddmateriale iht. ref.(1). 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 sprøbruddmateriale, jf. Tabell 3.

Tabell 3: Anisotropiforhold benyttet i stabilitetsberegninger.

	Aktiv (S_{ua})	Direkte (s_{ud})	Passiv (s_{up})
$S_t > 15$ og $S_{uomr} < 2$ kPa	0,85	0,65	0,32
$S_t < 15$ og $S_{uomr} > 2$ kPa	1,0	0,7	0,4

6.6 Drenert skjærstyrke

Resultatene fra utførte treaksialforsøk stemmer rimelig godt overens med erfaringsdata, og det er benyttet friksjonsvinkel og kohesjon iht. tolkede verdier i Vedlegg D. Tabell 4 gir en oversikt over benyttede parametere i stabilitetsberegningene.

Tabell 4: Oversikt over drenerte skjærfasthetsparametere.

Lagpakker	Friksjonsvinkel φ (°)	Kohesjon c (kPa)
Tørrskorpe	35	5
Øvre/Nedre leirlag	30-35	6 – 8
Sprøbruddm.	29	5 – 6
Faste masser	35	7

6.7 Grunnvannstand og poretrykk

Resultatet fra utførte poretrykksmålinger er benyttet. Generelt er det målt betydelige undertrykk under platåene og nærmere hydrostatisk trykk mot bunnen av skråninger/raviner. Dette fremgår i Vedlegg B hvor målt poretrykk og stighøyde er fremstilt sammen med hhv. dybde og nivå. Poretrykksprofiler er beregnet ved interpolasjon / ekstrapolasjon av målte data.

6.8 Resultat

Resultater fra stabilitetsberegningene er oppsummert i Tabell 5 og presentert på profiler, Tegning 300 C1 – 304 C2. Avhengig av profilen, er det gjort beregninger for situasjon med opprinnelige terreng, dagens situasjon og med eventuelle tiltak. Figur 6 viser forbedring av sikkerhet iht. NVEs retningslinjer; ref. (1), for eventuelle tiltak eller i forhold til den opprinnelige terreng. Som vist på figuren er det på skråninger hvor forbedring av sikkerhet ikke er tilstrekkelig iht. NVEs retningslinjer.

Dette gjelder Profil-B i drenert tilstand og Profil E-øvre i udrenert situasjon. Dette er diskutert i kap. 9.

I tillegg til stabilitetsberegningene oppsummert i Tabell 5 er det vurdert retrogresjonspotensialet i Profil B og Profil E ut fra 1:15 kriteriet (ref. 6), jf. Tegning 300 C1 og Tegning 304 C1. Denne analysen er utført som grunnlag for å vurdere utstrekning av faresonen innover på platået. I analysen er sensitiv leire lagt som et kontinuerlig lag i profilene.

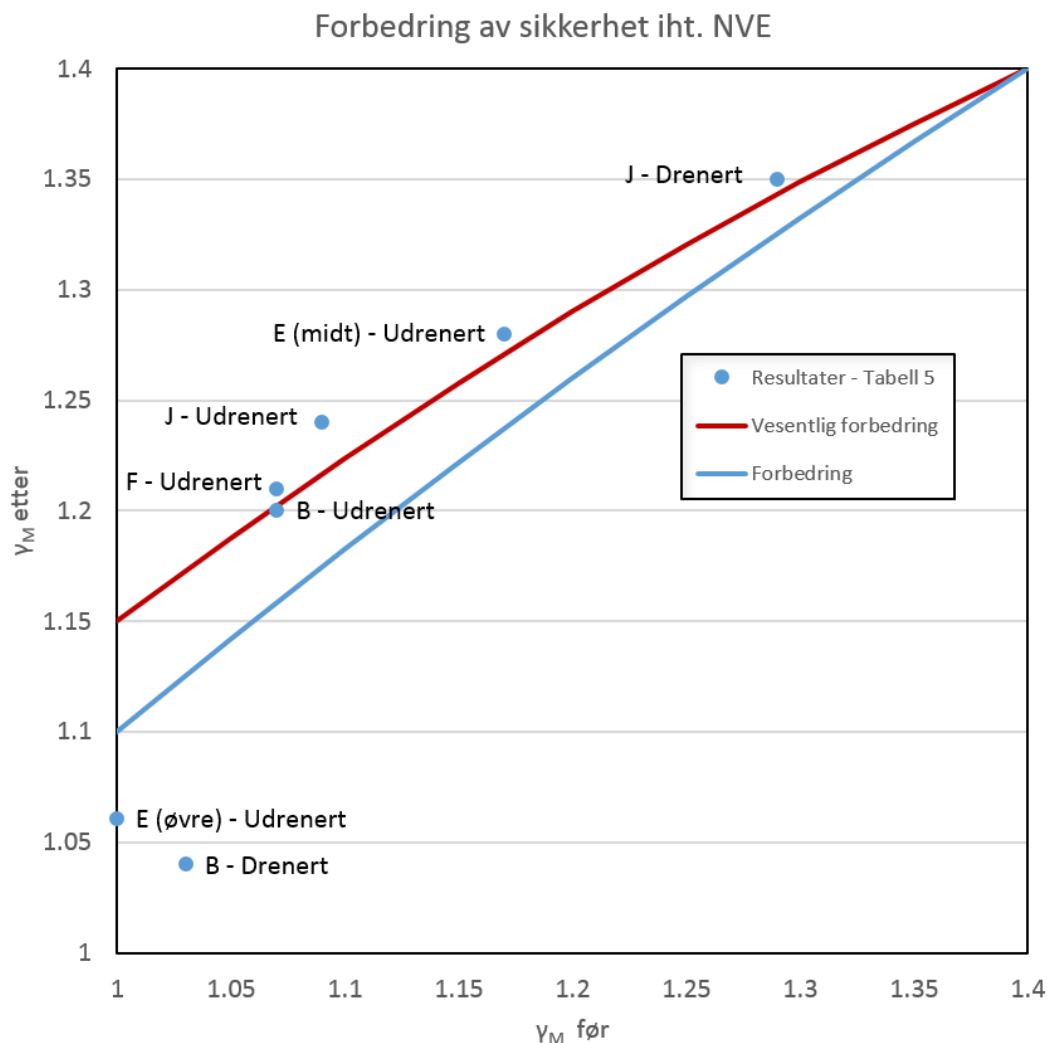
Tabell 5: Beregningsresultater for utførte stabilitetsanalyser ved kvikkleiresone Leira.

Beregningsprofil		1. Opprinnelig Terreng	2. Dagens Situasjon	3. Tiltak	Forbedring (%)		Tegning
					1. – 2.	2. – 3.	
B-B	Udrenert		1,07	1,2	–	12	300-C1
	Drenert		1,03	1,04	–	0,9	300-C2
F-F	Udrenert		1,07	1,21	–	13	301-C1
	Drenert		1,32	>1.4	–	>1.4	301-C2
H-H	Udrenert		1,21	–	–		302-C
	Drenert		2,03	–	–		302-C
J-J	Udrenert	1,09 ¹	1,24	–	13,7	–	303-C1 / 303 C2
	Drenert	1,29	1,35	–	4,6		
E-E (Nedre)	Udrenert	–	1,6	–			304 C1 / 304 C2
	Drenert	–	1,85	–			
E-E (Midt)	Udrenert	1,17 ²	1,28	–	9		
	Drenert	–	1,66	–			
E-E (Øvre)	Udrenert	0,99 ³	1,05	–	6		
	Drenert	–	2,11	–			

1 – Resultatet forutsetter en avlastning på 3-4 m mellom opprinnelig terreng og dagens situasjon.

2 – Resultatet forutsetter en avlastning på 5 m mellom opprinnelig terreng og dagens situasjon.

3 – Resultatet forutsetter en oppfylling på 4 m i ravinen mellom opprinnelig terreng og dagens situasjon.



Figur 6: Beregningsresultater for utførte stabilitetsanalyser ved kvikkleiresone Leira. Resultatene sammenliknes med forbedring av sikkerhet iht. NVEs retningslinjer; ref. (1). Materialfaktor (γ_M) i profil E-øvre er justert fra Tabell 5, fra 0.99 til 1.00 og tilsvarende for dagens situasjon.

7 Evaluering av faregrad, konsekvens- og risiko

7.1 Nasjonal oversiktskartlegging

Kvikkleiresone 199–Leira ble først kartlagt gjennom den nasjonale oversiktskartleggingen av "potensielt skredfarlige kvikkleiresoner", ref. (11-12) Denne kartleggingen var basert på et begrenset antall boringer og ga grunnlag for opptegning av aktsomhetssoner.

For prioritering av soner mht. nærmere undersøkelser og vurdering av reell skredfare, ble den kartlagte sonen evaluert mht. faregrad, konsekvens og risiko, ref. (13). Evalueringen ble utført ved at forskjellige faktorer som påvirker faregrad og konsekvens ble gitt en "score". Faregraden ble bestemt ut fra summen av "score" for

alle faregrads-faktorer. Tilsvarende for evaluering av konsekvens ut fra konsekvensfaktorer. Risikoklasse ble bestemt ut fra produktet av faregrad og konsekvens, dvs. summen av score for faregrads-faktorene ganget med summen av score for konsekvens-faktorene. Metoden for kartlegging og evaluering av faresoner er nærmere beskrevet i ref. (6).

Gjennom den nasjonale oversiktskartleggingen fikk kvikkleiresone 199–Leira utstrekning og klassifisering som vist hhv. på Figur 1 og i Tabell 6.

Tabell 6 Evaluering av aktsomhetssoner fra oversiktskartlegging (2005).

Faresone	Faregrad (1-3)	Konsekvens (1-3)	Risiko (1-5)
199 Leira	3 - Høy	3 – Meget alvorlig	Klasse 4

Det er nå utført supplerende grunnundersøkelser med sikte på å skaffe grunnlag for vurdering av reell skredfare og utbredelse av faresonen. I tillegg til nye boringer er gamle grunnundersøkelserapporter og annet relevant grunnlagsmateriale gjennomgått.

Det er påtruffet sensitiv leire (sprøbruddmateriale) over mesteparten av faresonen, men ut fra beliggenheten til sprøbruddmateriale, terrengmorfologi og resultatene fra stabilitetsanalyser foreslås det å dele faresonen 199- Leira i to mindre soner; hhv "Leira Søndre" og "Leira Nordre". Dette vil gi et mest mulig realistisk fare- og risikobilde for potensielle skred. Sonegrensene er vist på tegning 030-C.

En nærmere beskrivelse av faresonene er gitt i det etterfølgende.

7.2 Faresone "Leira søndre"

Innenfor faresonen "Leira søndre" er det påtruffet sensitiv leire (sprøbruddmateriale) mellom kote +50 til ca. +85. Utbredelse til et eventuelt skred langs Nidelva i den sørlige delen faresonen vil mest sannsynlig bli begrenset av ravinen i nord (dvs. Leira bekken). Utbredelsen er noe mindre enn det beregnet ut fra 1:15 kriteriet (ref. 6), men anses som konservativ når en ser på tidligere skredhendelser i området (for eksempel skredgropen ved Leiragården; Figur 2). Faresonegrense mot nord er derfor trukket i ravedalen (jf. Tegning 030-C). Sonen "Leira søndre" er et hovedsakelig ubebygde område som består av jordbruksareal og oreskog ned mot elva. NGI har ikke kjennskap til tiltak som forverrer eller forbedrer stabiliteten

Faresonen "Leira søndre" er evaluert med utgangspunkt i nye grunnundersøkelserdata og observasjoner fra befarings. Resultatene fremgår av Tabell 7. Evalueringene er i sin helhet presentert i Vedlegg A.

Tabell 7: Evaluering av faresoner Leira søndre og Leira nordre – dagens situasjon.

Faresone	Faregrad (1-3)	Konsekvens (1-3)	Risiko (1-5)
Leira søndre	2 – «Middels»	2 – «Alvorlig»	4 – «Klasse 4»
Leira nordre	1 – «Lav»	3 – «Meget alvorlig»	4 – «Klasse 4»

7.3 Faresone "Leira Nordre"

Faresone "Leira Nordre" er hovedsakelig et bebygd område hvor det er gjort betydelig inngrep som forbedrer stabilitet. Det er gjort en stor avlastning på toppen av skråningen og utfylling i ravinen sør for profil E-E. Innenfor faresonen "Leira nordre" er det påtruffet et kontinuerlig lag med sensitiv leire (sprøbruddmateriale) som skrånner oppover og som ligger mellom kote +15 og +70. I øst er sonegrensen tegnet langs veien øst for Leira kapell. Dette samsvarer med tidligere sonegrense fra den opprinnelige faresone "199-Leira" og stemmer overens med 1:15 kriteria; jf. Profil E-E Tegning 306 C. I sør avgrenses sonen i ravine ved Leira bekken. I nord/nordøst foreslås det å utvide sonen noe, ca. 50 m på det bredeste, for å inkludere borpunkter der det er påvist/tolket kvikkleire utenfor dagens sonegrense. Forslaget til ny sonegeometri er vist på tegning 030C, 031C, 040C og 041C.

Faresonen "Leira nordre" er evaluert med utgangspunkt i nye grunnundersøkellesdata og observasjoner fra befarng. Resultatene fremgår av Tabell 7. Evalueringene er i sin helhet presentert i Vedlegg A.

8 Vurdering av skredutløp

Det er knyttet relativt stor usikkerhet til vurdering av skredutløp i kvikkleireterreng. Grunnen til dette er at det er mange faktorer som spiller inn. Leirens mobilitet er svært viktig og dette avhenger av leirens mekaniske egenskaper og tilgjengelig potensiell energi (skråningshøyde). Utløpsområdets helning og graden av kanalisering er også viktige topografiske faktorer. Til tross for usikkerhetene er det mulig å få en viss pekepinn på potensialet for skredutløp ut fra tidligere skredhendelser; jf. Figur 7 og ref. (15-16-17).

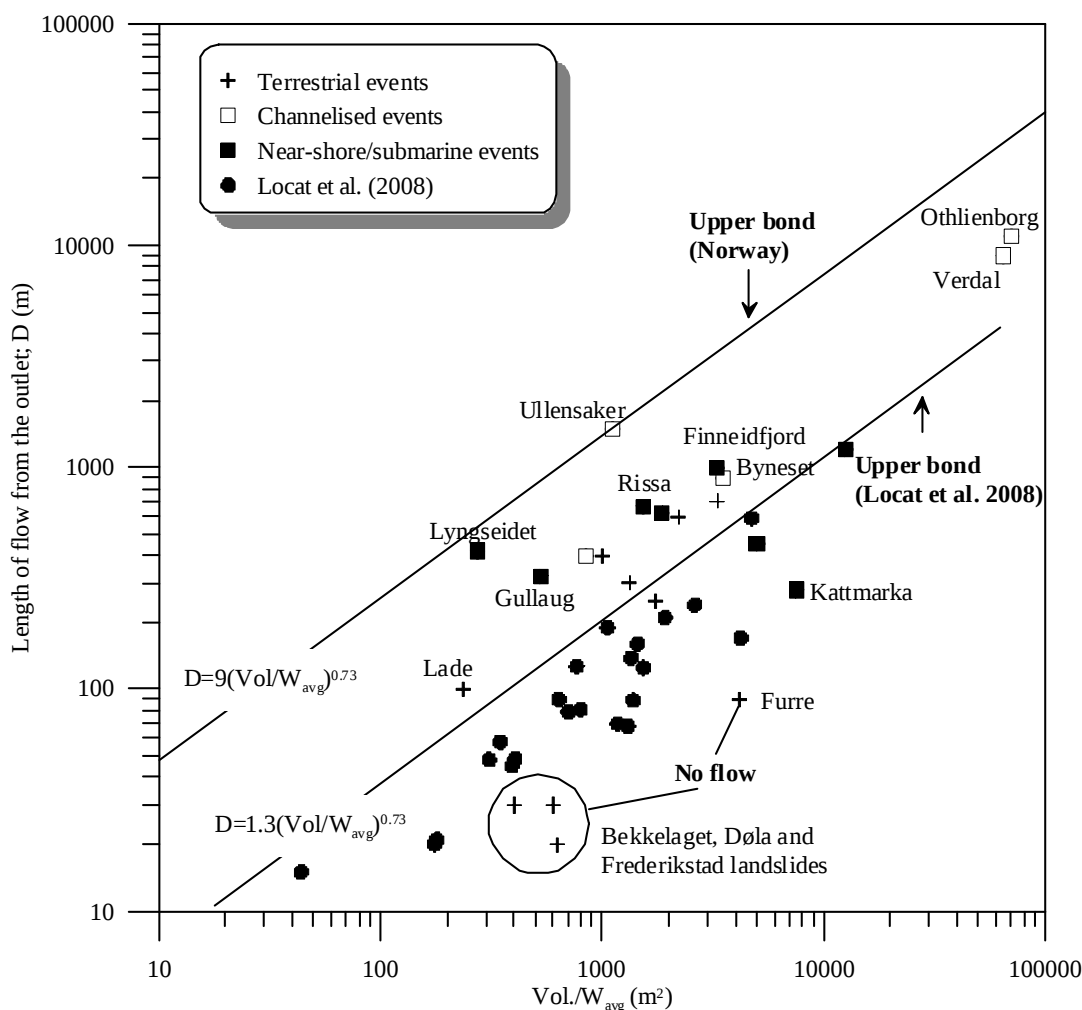
Figur 7 viser at utløpsdistansen for kvikkleireskred i Norge generelt øker med volumet av skredmasser (Vol) per breddeenheter (W_{avg}). Dette forholdet representerer et langsgående snitt (A) for skredene. Den øvre trend (mest konservativ estimat) for norske kvikkleireskred er gitt ved, ref (17):

$$D = 9 \cdot \left(\frac{Vol}{W_{avg}} \right)^{0.73} \quad (3)$$

Konstanten 9 i ligning 3 er representativt for kvikkleireskred hvor det er et kanaliseringspotensial (som for eksempel langs en elv eller bekk), eller i strandsonen. På land og i områder med mindre kanaliseringspotensial vil det være mer representativt å bruke en koeffisient i størrelsesorden 1 til 4 istedenfor 9 i likning (3).

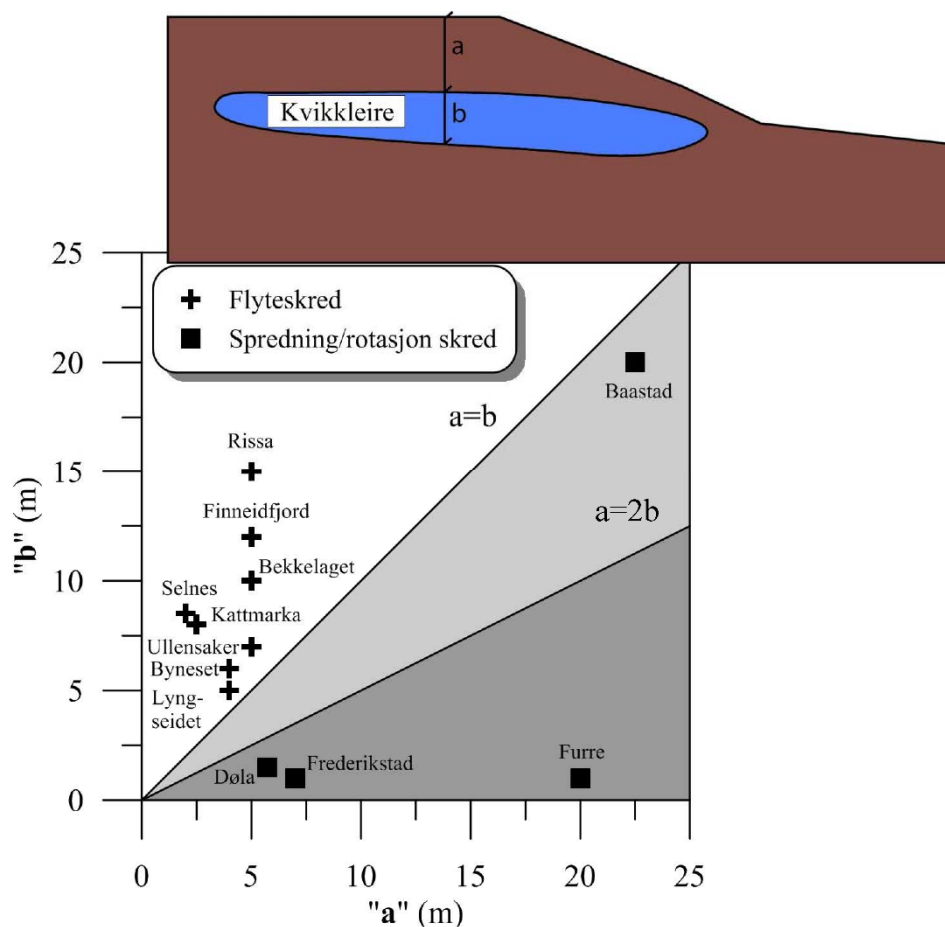
Dermed kan potensialet for utbredelse av utløpsområdet grovt anslås med utgangspunkt i Figur 7 og ved:

$$D = 4 \cdot \left(\frac{Vol}{W_{avg}} \right)^{0.73} \quad (4)$$



Figur 7: Utløpsdistanse i forhold til mobilisert skredvolum per bredeenhet for skred i norske leire. Dataene er sammenliknet med skredhendelser i østlige Canada. ref. (17)

I tillegg til leirens omrørte styrke og energien som er til stede i skråningen, kan andre faktorer, slik som sedimentenes laterale og vertikale variabilitet, kontrollere skredets oppførsel etter et initialskred. Figur 8 viser hvordan kvikkleirens beliggenhet og tykkelse kan påvirke skredets oppførsel. Resultatene viser at tykkelsen på kvikkleirelaget for store kvikkleireskred med flytende egenskaper generelt må være likt eller større enn det overliggende ikke-sensitive laget. Skred hvor det kun var små deformasjoner (spredning), finnes i de nedre delene av Figur 8.



Figur 8: Innvirkning av kvikkleires beliggenhet og tykkelse (parameterne a og b) for flyteoppførsel og skredtype. Parameter (a) representerer tykkelsen for ikke-sensitiv leire over kvikkleiresonen, mens parameter (b) representerer tykkelsen på kvikkleirelaget (fra ref. 17).

8.1 Utløp fra faresone "Leira søndre"

Grunnundersøkelsene oppe på platået i den søndre delen av faresonen viser at grunnen ned til 30-35 meter under terreng består av masser med lav – middels sensitivitet (jf. Profil B-B Tegning 201C). Under dette er det registrert opptil 15 m med leire med sprøbruddegenskaper. Dette tilsvarer en a/b ratio i den midtre og nedre delen av Figur 8 og ut fra erfaringsdata tyder dette på at et eventuelt skred i dette området vil ha en mindre retrogresjon potensial og sannsynligvis kort utløpsdistanse. I den søndre delen vil likevel massene fra et eventuelt skred nå Nidelva og dette kan utgjøre en fare for oppdemming og flodbølge.

Leiraravinen nord i faresone "Leira søndre" er relativt trang. Her også er det betydelig med masser med lav – middels sensitivitet (ca. 25 m) over kvikkleirelaget (ca. 15 m); jf. Profil F Tegning 205C. Et eventuelt skred langs ravinen vil sannsynligvis være et skred med sirkulærsylindriske form som vist på resultatene fra stabilitetsanalyser, jf. Profil F Tegning 301C, og med liten forplantning oppover (dvs. retrogresjon). Ut fra

Profil F, volumet av det størst tenkelige skredet langs ravinen er estimert ut fra arealet på det sirkulærsylindriske flate i Tegning 301C og med en brede på 100 m:

$$\text{Volum: Vol}_{\text{skred}} = 1425 \text{ m}^2 \times 100 \text{ m} = 142\,500 \text{ m}^3$$

Utløpsdistanse ut fra ligning (4) er:

$$D = 4 \cdot \left(\frac{142\,500}{100} \right)^{0.73}$$

$$D = 800 \text{ m}$$

Utregning ovenfor viser at et eventuelt skred langs ravinen vil kunne kanaliseres i ravinen og følger bekken opptil 800 m nedover. Dette betyr at et eventuelt skred kan strømme ut helt ned til Nidelva og utløpsområdet er tegnet deretter på Tegning 040-C.

8.2 Utløp fra faresone "Leira nordre"

Grunnundersøkelsene i faresone "Leira nordre" viser at grunnen ned til 18-20 meter under terreng består av masser med lav – middels sensitivitet (jf. Profil J Tegning 209C). Under dette er det registrert opptil 20 m med leire med sprøbruddegenskaper. Dette tilsvarer en a/b ratio i den venstre delen av Figur 8 og ut fra erfaringsdata tyder dette på at et eventuelt skred i dette området vil ha flyteegenskaper med retrogresjonspotensial og sannsynligvis lang utløpsdistanse.

Faresonens utstrekning tilsvarer den størst tenkelige utbredelsen av et skred. I profil J, volumet av det størst tenkelig skredet tilsvarer:

$$\text{Vol}_{\text{skred}} = R \times D \times W_{\text{snitt}} = 430 \text{ m} \times 40 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 1\,720\,000 \text{ m}^3$$

hvor R er retrogresjonslengde, D er dybde til skredplanen og W_{snitt} er den gjennomsnittlige bredde av et eventuelt skred.

Med hjelp av ligning (4) er utløpsdistanse estimert til ca. 5000 m for et eventuelt kvikkleireskred i faresone "Leira nordre". Dette tilsier at utløpsdistanse tilsvarer ca. 10 ganger skredets lengde, og korrelerer med andre lignende observasjoner fra historiske skred (ref. 16-17). Derfor, og som vist i Tegning 041C, er konklusjonen at et stort område ved Fossegrenda og Stubban kan rammes av et eventuelt skredutløp fra "Leira nordre". Det gjøres oppmerksom på at det er relativt stor usikkerhet knyttet til vurdering av skredutløp pga flere faktorer nevnt i kap. 8. I tillegg er det ikke tatt hensyn til veier eller bygg som kan påvirke retning til eventuelle skredmasser som strømmer nedover. Det definerte utløpsområdet må ses som det størst tenkelige skredet innenfor sone «Leira nordre».

9 Vurdering av stabilitet og sikringstiltak

9.1 Faresone "Leira søndre"

Under befaringene ble det registrert erosjon flere steder ved Leira søndre, jf. kap.4.1-4.2 og Vedlegg F. På de angitte stedene bør det etableres erosjonssikring. Erosjonssikringen vil medføre faregrad "Lav" som angitt i Tabell 8 og Tegning 031 C.

Tabell 8: Evaluering av faresoner – etter erosjonsbeskyttelse.

Faresone	Faregrad (1-3)	Konsekvens (1-3)	Risiko (1-5)
Leira søndre	1 – «Lav»	2 – «Alvorlig»	3 – «Klasse 3»
Leira nordre	1 – «Lav»	3 – «Meget alvorlig»	4 – «Klasse 4»

Stabilitetsberegningene tilsier at sikkerheten er for lav til at det kan etableres ny bebyggelse i kategori "K3", mens mindre tiltak i kategori "K1" og "K2" kan være aktuelt, jf. kap. 6.8 og ref. (1).

Beregningene viser at for å oppnå en vesentlig forbedring i Leiraravinen er det nødvendig med motfylling opptil 3.5 m i bunn av ravinen (jf. Profil F, Tegning 303C). Erosjonssikringen kan med fordel utformes slik at den også gir en viss forbedring av stabiliteten.

Sikringstiltak for utbygging i kategori "K3" er også blitt vurdert i profil B. Stabilitetsanalyser viser at det må til minst 10 m med terengavlastning på toppen av skråningene for å få til nødvendig forbedring mtp udrenert tilstand, ref. kap. 6.8; jf. Tegning 300 C1. Forholdene ligger ikke spesielt godt til rette for å etablere motfyllinger nede ved Nidelva. Dette fordi den sensitive leira kommer ut i skråningene relativt høyt oppe. Terengavlastning på toppen av skråningen i Profil B vil likevel ikke gi tilstrekkelig forbedring av stabiliteten i drenert situasjon (Tabell 5 og Figur 6). Det er per i dag observert overflateglidninger i skråningene mot Nidelva ved profil B, og dette støtter den beregnede og lave material faktoren. Topografien og forholdene på skråningene mot Nidelva gjør det også vanskelig å utføre andre typer sikringstiltak, slik at det kan oppnås en vesentlig forbedring. Konklusjonen er at det er urealistisk å utføre tiltak i denne delen av faresonen slik at det kan etableres ny bebyggelse i kategori "K3". Under befaring er det imidlertid ikke registrert erosjon langs Nidelva og/eller andre direkte naturlige utløsningsfaktorer for skred i profil B.

9.2 Faresone "Leira nordre"

Under befaringene ble det registrert erosjon på noen få steder ved Leira nordre, jf. kap. 4.3-4.5 og Vedlegg F. På de angitte stedene bør det etableres erosjonssikring. Erosjonssikringen vil medføre faregrad "Lav" som angitt i Tabell 8 og Tegning 031 C. Erosjonssikringen kan med fordel utformes slik at den også gir en viss forbedring av stabiliteten.

Stabilitetsberegningene tilsier at sikkerheten er vesentlig forbedret gjennom tidligere terenginngrep i den nordre delen av Norslettvegen boligfelt (Profil J; jf. Tegning

303 C2). Forbedringene er imidlertid ikke tilstrekkelig i skråningene vest og nord for Leira kapell i forhold til det som er anbefalt i dagens retningslinjer (ref. 1) (jf. Profil E og i Profil H; Tabell 5 og Figur 6). Det anses urealistisk å utføre andre sikringstiltak i denne sonen pga eksisterende bebyggelse og kirkegård. I dette området har imidlertid kvikkleira en slik beliggenhet at det er svært usannsynlig med områdeskred. Det er opptil 40-45 m med ikke sensitive leire over kvikkleira i disse profilene. Forholdet a/b gitt i Figur 8 er for profil E og H henholdsvis 45/10 og 40/25, som tilsier at et eventuelt skred vil være av begrenset omfang (type rotasjonsskred uten noe særlig retrogresjon). Det er også viktig å understreke at stabilitetsanalysene er svært konservative og at beregnet stabilitet antas å være underestimert både før og etter terrenginngrepene i disse profilene. Erfaringsvis kan det være svært krevende å dokumentere riktig lagdeling og materialeegenskaper i slike skråninger. I dette tilfellet er tolkningsgrunnlaget mangelfullt under 20-30 meters dybde, og modelleringen er derfor i stor grad bygget på antagelser. Det er ikke tatt hensyn til geometrieffekt, dvs. innspenning mot sideterreng. Med unntak av litt erosjon i ravinen vest for Leira kapell er det ingen kjente og mulige utløsende faktorer for skred i dette området. Vår konklusjon er at det kan etableres ny bebyggelse i kategori "K1-K3" i denne faresonen, men dette forutsetter at det etableres erosjonssikring i ravinen vest for Leira kapell og at eventuelt utbygging ikke reduserer områdestabiliteten.

10 Referanser

1. **NVE. 2011.** Flaum- og skredfare i arealplanar. 2011-04-15. Retningslinjer nr. 2 - 2011.
2. **Multiconsult AS. 2013.** Kvikkleiresone 199 Leira. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-001.
3. **Andersen, B.G.** Istider i Norge. Oslo : Universitetsforlaget, 2000.
4. **Noteby 1973.** Trondheim Elektrisitetsverk, Brattsberg Kraftverk. Ingeniørgeologiske forundersøkelser. Rapport 89.82.
5. **Kummeneje. 1975.** Ytre Ringveg. Bro Nedre Leirfoss. Orienterende undersøkelse av grunn-, stabilitets- og fundamenteringsforhold. Rapport O.1494-2.
6. **NGI. 2008.** Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. oktober 2008. 20001008-3, rev. 3.
7. **Karlsrud, K., Lunne, T., Kort, D.A., Strandvik, S. 2005.** CPTU correlations for clays. Proceedings, ICSMGE, Osaka. 2005.
8. **Karlsrud, K. 2003.** Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger. Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser (4.2).

9. Karlsrud, K., et al. 2005. NGI rapport 20041198-1. CPTU-korrelasjoner for leire. CPTU-korrelasjoner for leire basert på blokkprøver.

10. NIFS 2012. Rapport nr. 75-2012. Naturfareprosjektet: Bruk av anisotropiforhold i stabilitetsberegninger i sprøbruddmaterialer.

11. NGI. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Trondheim. 1988. Rapport 84050-1.

12. NGI. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartbladet Trondheim - borerresultater. 1994. Rapportnr. 840050-2

13. NGI. Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred. Trondheim kommune. 2005. Rapportnr. 20001008-6.

14. Reite, A. J., Sveian, H., Erichsen, E. 1999: Trondheim kommune. Løsmassekart M 1:50 000. Norges Geologiske Undersøkelse (NGU).

15. L'Heureux, J.S. 2012. A study of the retrogressive behavior and mobility of Norwegian quick clay landslides. Proceedings of the 11th International & 2nd North American Symposium on Landslides, Banff, Canada.

16. L'Heureux, J.S., & Solberg, I.L. 2012. Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge. NGU rapport nr. 2012.040.

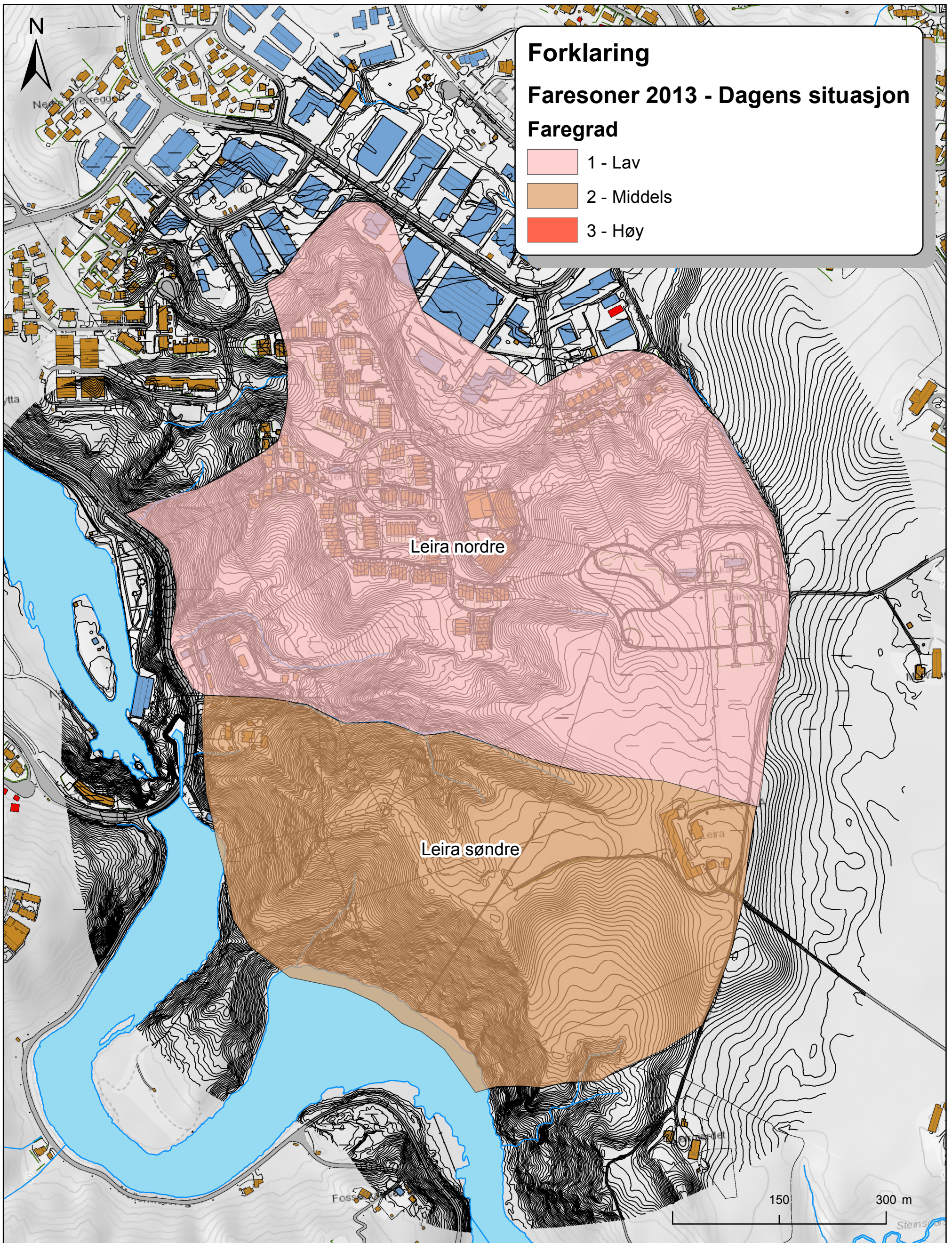
17. NGI. Q-BING – Utløpsmodell for kvikkleireskred. Karakterisering av historiske kvikkleireskred og input parametre for Q-BING. 2013. Rapport nr. 20120753. Også publisert som NIFS rapport nr. NIF 38/2013.

18. NIFS 2014. Rapport nr. 14-2014. Naturfareprosjektet Sp. 6 Kvikkleire: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.

19. Kummeneje. 1979. Mesterhus Trondheim AL. Nordslettvegen Boligområde. Supplerende Grunnundersøkelse. Søndre Hoveddal. Rapport nr. O.2500-5.

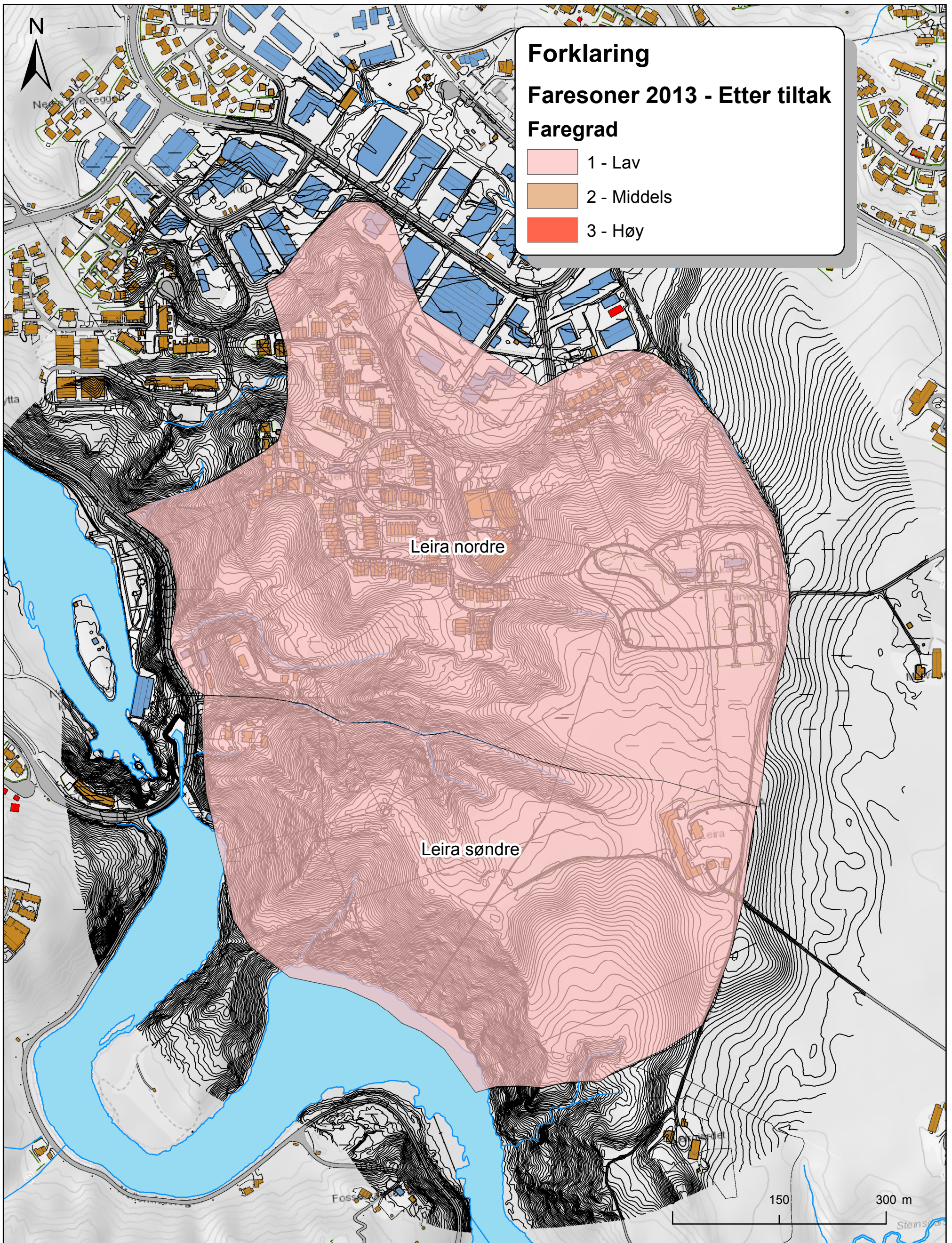
Tegningsliste

Tegn. nr.	Tittel	Format	Målestokk	Rev.	Rev. dato
001 C	Oversiktskart	A3	1:25 000		2014-06-15
030 C	Utstrekning av faresoner etter grunnundersøkelser 2013-2014. Faregradsevaluering – dagens situasjon.	A3	1:6000	1	2015-06-19
031 C	Utstrekning av faresoner etter grunnundersøkelser 2013-2014. Faregradsevaluering – etter sikringstiltak.	A3	1:6000	1	2015-06-19
040 C	Utløpsområde fra faresoner Leira søndre	A3	1:6000	1	2015-06-19
041 C	Utløpsområdet fra faresone Leira nordre	A3	1:6000	1	2015-06-19
100 C	Situasjonsplan m. boringer og profiler	A1	1:2500	1	2015-06-19
101 C	Situasjonsplan m. tidligere terreng	A3	1:5000		2014-01-14
200 C	Lagdelling – Profil A	A3	1:1250	1	2015-06-19
201 C	Lagdelling – Profil B	A3LL	1:1000	1	2015-06-19
202 C	Lagdelling – Profil C	A3L	1:700 / 1:1400	1	2015-06-19
203 C	Lagdelling – Profil D	A3L	1:1000	1	2015-06-19
204 C	Lagdelling – Profil E	A3LL	1:1000		2014-06-15
204 C2	Dagens og tidligere terreng – Profil E	A3LL	1:1000		2015-06-19
205 C	Lagdelling – Profil F	A3L	1:700		2014-06-15
206 C	Lagdelling – Profil G	A3L	1:1000	1	2015-06-19
207 C	Lagdelling – Profil H	A3L	1:700		2014-06-15
208 C	Lagdelling – Profil I	A3L	1:500	1	2015-06-19
209 C	Lagdelling – Profil J	A3L	1:700		2014-06-15
210 C	Lagdelling – Profil K	A3LLL	1:1500		2015-06-19
300 C1	Stabilitet – Profil B – Udrenert	A3LL	1:1000		2014-06-15
300 C2	Stabilitet – Profil B – Drenert	A3LL	1:1000		2014-06-15
301 C1	Stabilitet – Profil F – Udrenert	A3	1:700		2014-06-15
301 C2	Stabilitet – Profil F – Drenert	A3	1:700		2014-06-15
302 C	Stabilitet – Profil H – Dagens situasjon	A3L	1:700		2014-06-15
303 C1	Stabilitet – Profil J – Dagens situasjon	A3L	1:700		2014-06-15
303 C2	Stabilitet – Profil J – Opprinnelig terreng	A3L	1:700		2014-06-15
304 C1	Stabilitet – Profil E – Dagens situasjon	A3LL	1:1000		2014-06-15
304 C2	Stabilitet – Profil E – Opprinnelig terreng	A3LL	1:1000		2014-06-15




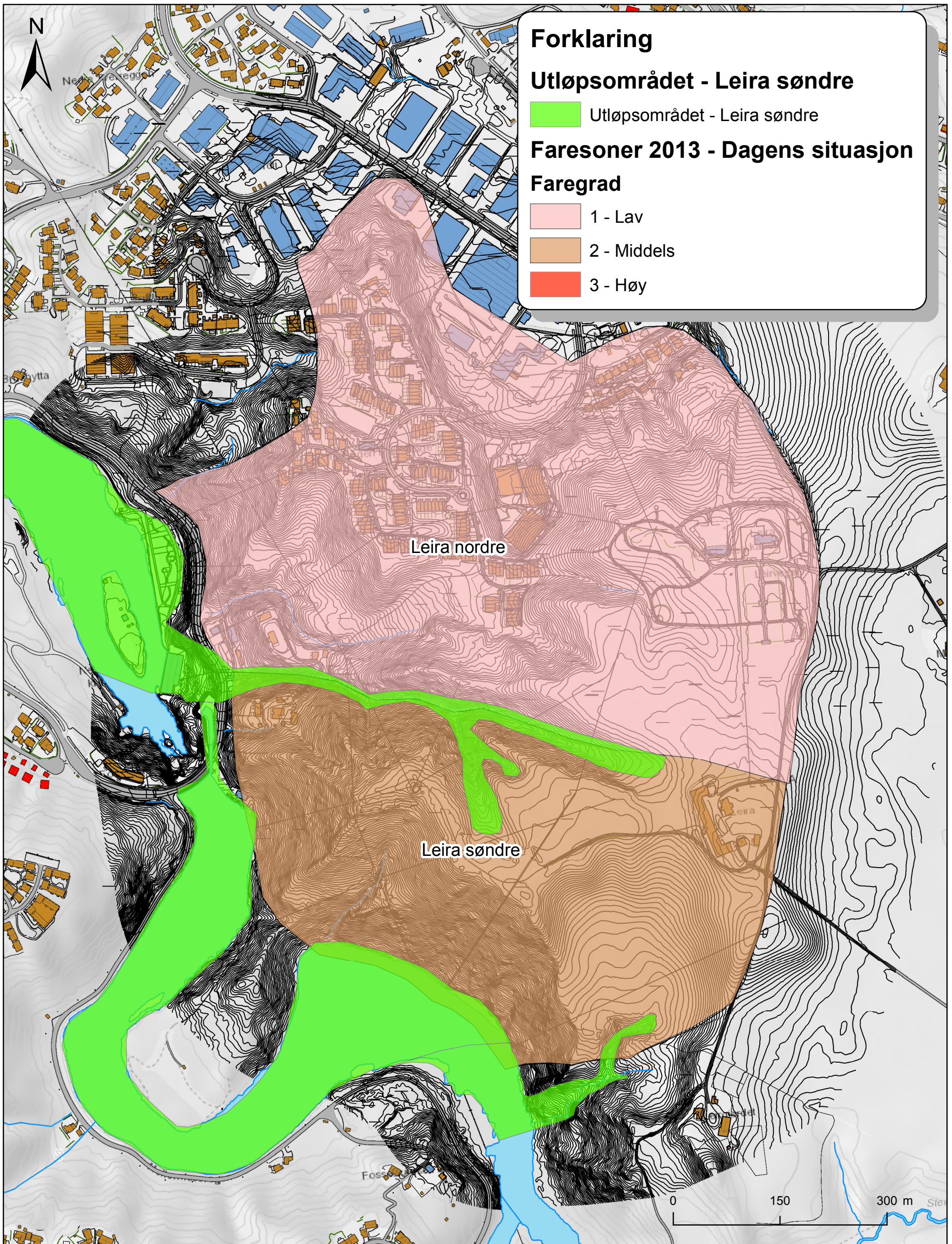
Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: WGS 1984, Kartprojeksjon: UTM 32N

Kvikkleiresone Trondheim		
Utredelse av faresoner	Prosjektnr. 20120099	Kart nr. 030C
Faregradsevaluering - Dagens situasjon	Utført JSL	Dato 2015-06-19
Etter grunnundersøkelser 2013	Kontrollert VG	
Nye faresoner "Leira søndre" og "Leira nordre"	Godkjent KE	



Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: WGS 1984, Kartprojeksjon: UTM 32N

Kvikkleiresone Trondheim		
Utredelse av faresoner	Prosjektnr. 20120099	Kart nr. 030C
	Utført JSL	Dato 2015-06-19
Faregradsevaluering - Etter erosjonsikring og avlastning	Kontrollert VG	
	Godkjent KE	
Nye faresoner "Leira søndre" og "Leira nordre"		



Forklaring

Utløpsområdet - Leira søndre

Utløpsområdet - Leira søndre

Faresoner 2013 - Dagens situasjon


Faregrad

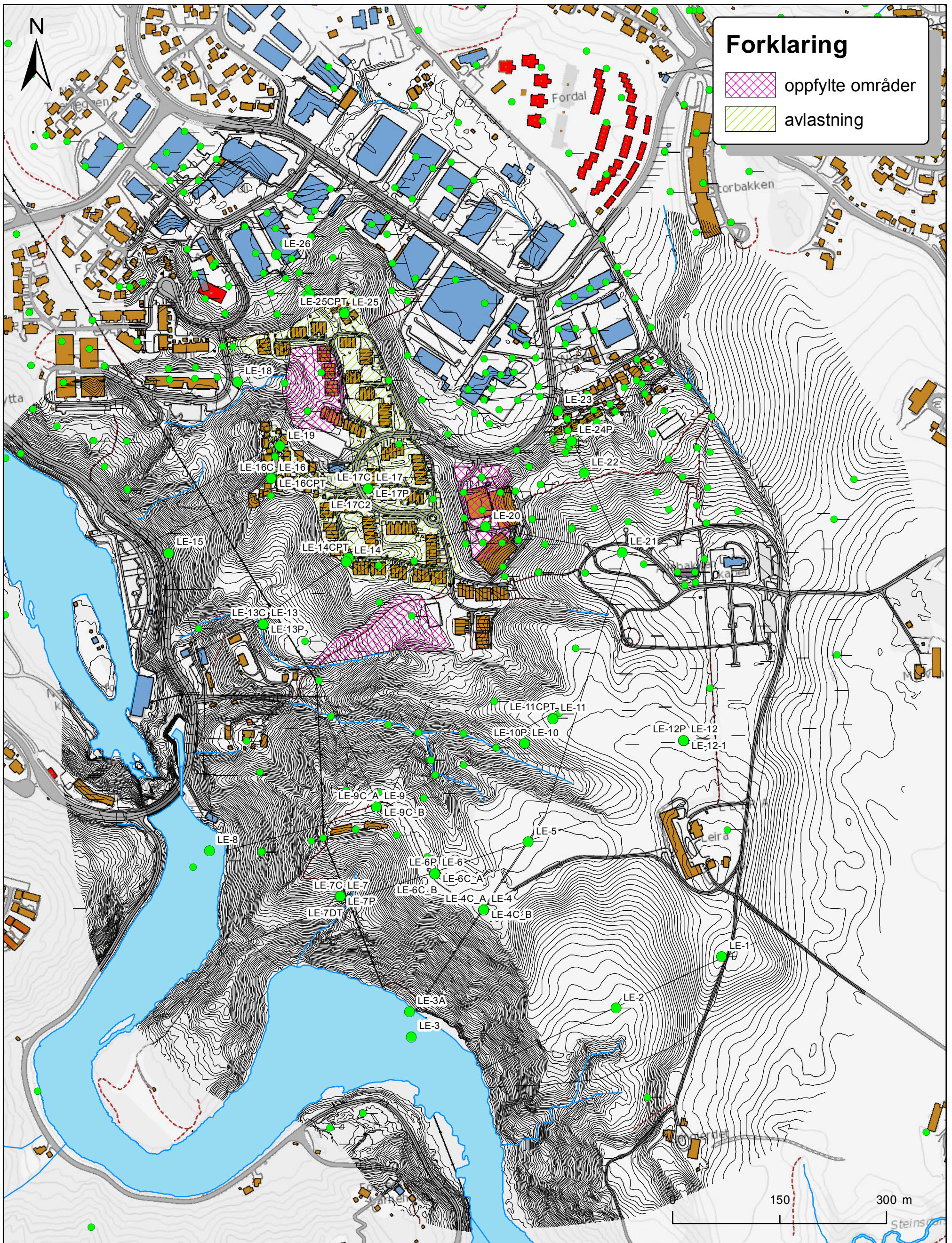
1 - Lav

2 - Middels

3 - Høy

Målestokk (A3): 1:5 000 Datum: WGS 1984, Kartprojeksjon: UTM 32N

Kvikkleiresone Trondheim		
Utredelse av faresoner	Prosjektnr. 20120099	Kart nr. 040C
	Utført JSL	Dato 2015-06-19
Utløpsområdet fra Leira søndre	Kontrollert VG	
	Godkjent KE	

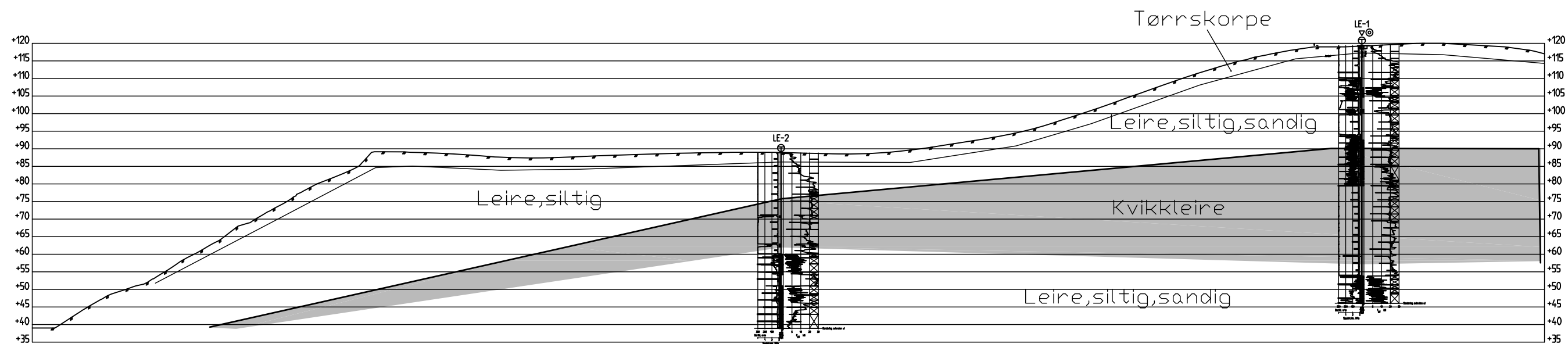


Forklaring

- oppfylte områder
- avlastning

Målestokk (A3): 1:5.000 Datum: WGS 1984, Kartprojeksjon: UTM 32N

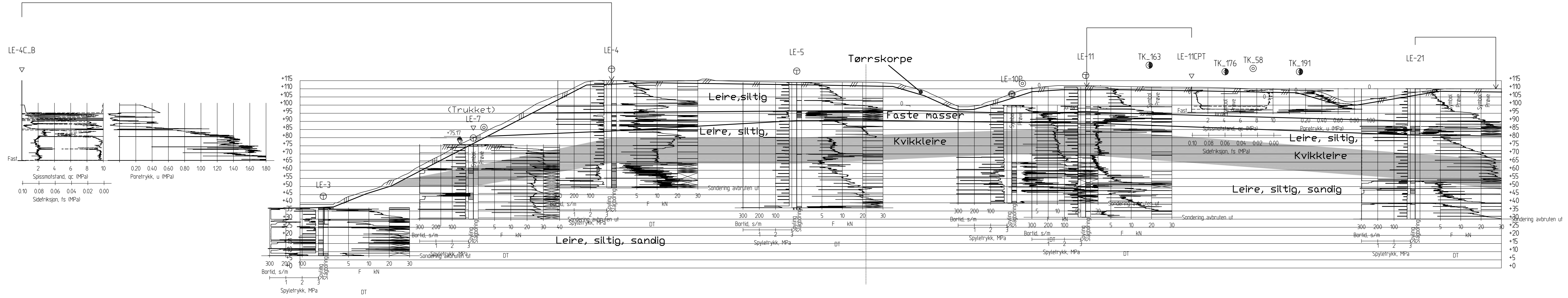
Kvikkleiresone Trondheim		
Situasjonplan	Prosjektnr. 20120099	Kart nr. 101 C
	Utført JSL	Dato 2014-06-15
Tidligere terrenginngrep	Kontrollert VG	
	Godkjent KE	



Profil A-A

1	Forbedret leselighet	19.06.2015	VGS	KE	KE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Kvikkleiresone Leira Lagdeling Profil A		Status	-		
		Original format	A-3		
		Tegningens filnavn	-		
		Målestokk	1:1250		
			1:1250		
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
		15.06.2014	JSL	VG	KE
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20120099	200 C	1	





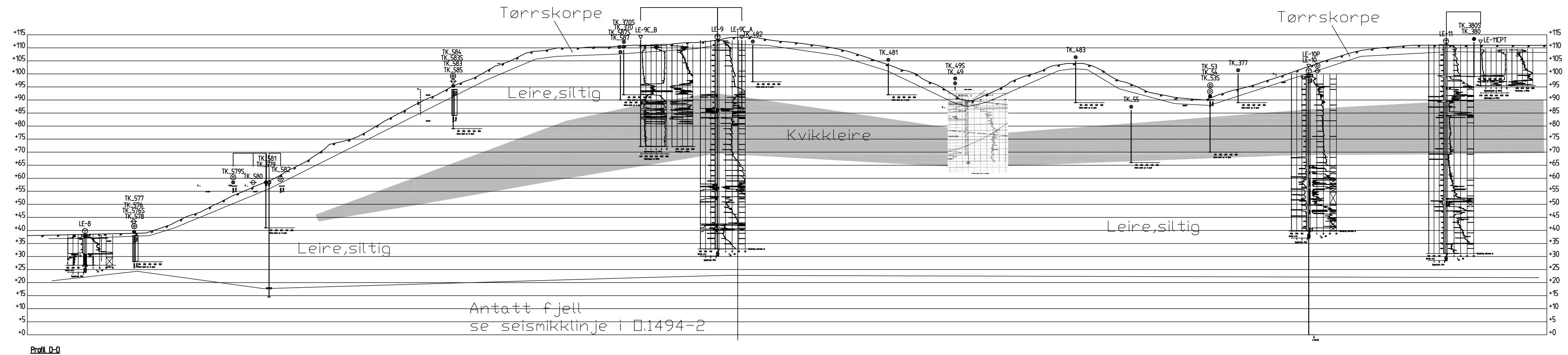
Profil B-B
1 : 1000

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

1	Rettet opp navn på boring Le-3	19.06.2015	VGS	KE	KE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Kvikkleiresone Leira Lagdeling - Profil B-B		Status	-		
-		Original format	A-3LL		
-		Tegningens tittel	-		
-		Målestokk	LM: 1:1000		
-		Målestokk	HM: 1:1000		
NGI Sognsvelen 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	Kontr./Tegnet	Godkjent
		15.06.2014	JSL	VG	KE
		Oppdragsnr:	Tegningsnr:	Rev.	
		20120099	201_C	1	



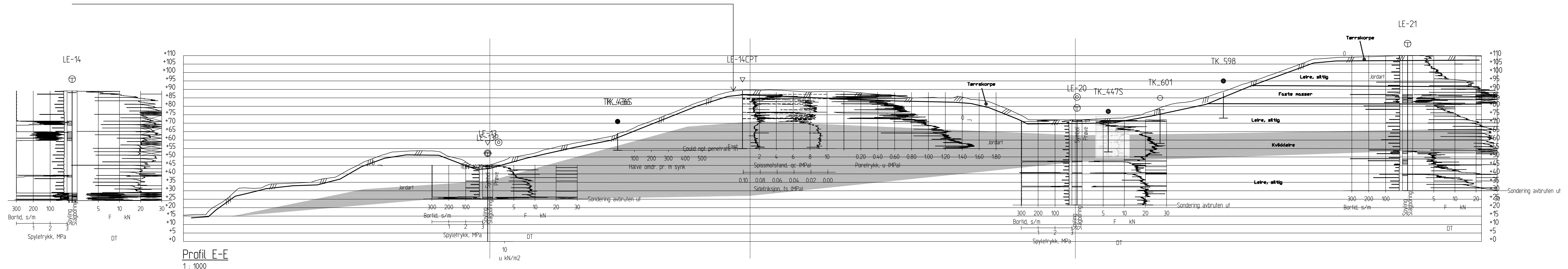
Profil D-D

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

1		Forbedret leselighet	19.06.2015	VGS	KE	KE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
Kvikkleiresone Leira Profil DD		Status Original format A-3L Tegningens filnavn		Målestokk HM 1:1000 LM 1:1000		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 15.06.2014	Konstr./Tegnet JSL	Kontrollert VG	Godkjent KE	
Oppdragsnr. 20120099		Tegningsnr. 203_C		Rev. 1		



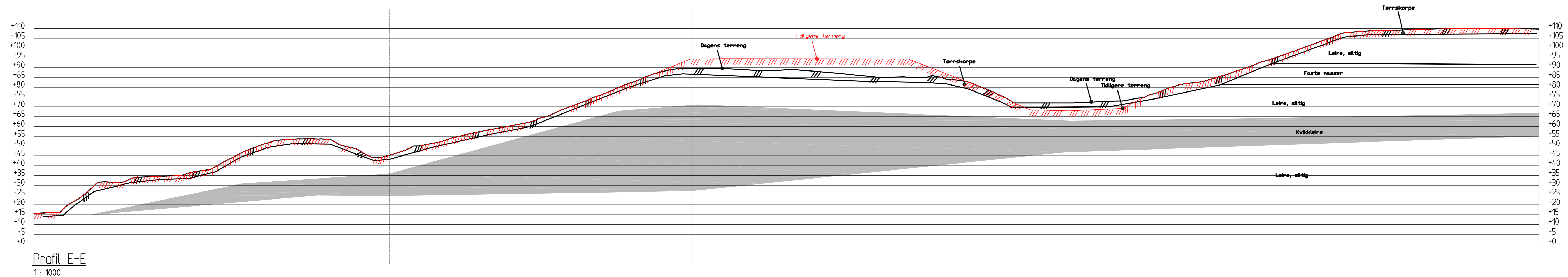
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
-	-	-	-	-	-
Kvikkleiresone 199-Leira Lagdeling Profil E		Status		Original format	
		A3LLL		Tegningens filnavn	
		Målestokk		1:1000	
NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	15.06.2014	JSL	VG	KE	
	Oppdragsnr:	Tegningsnr:	Rev.		
	20120099	204 C	-		





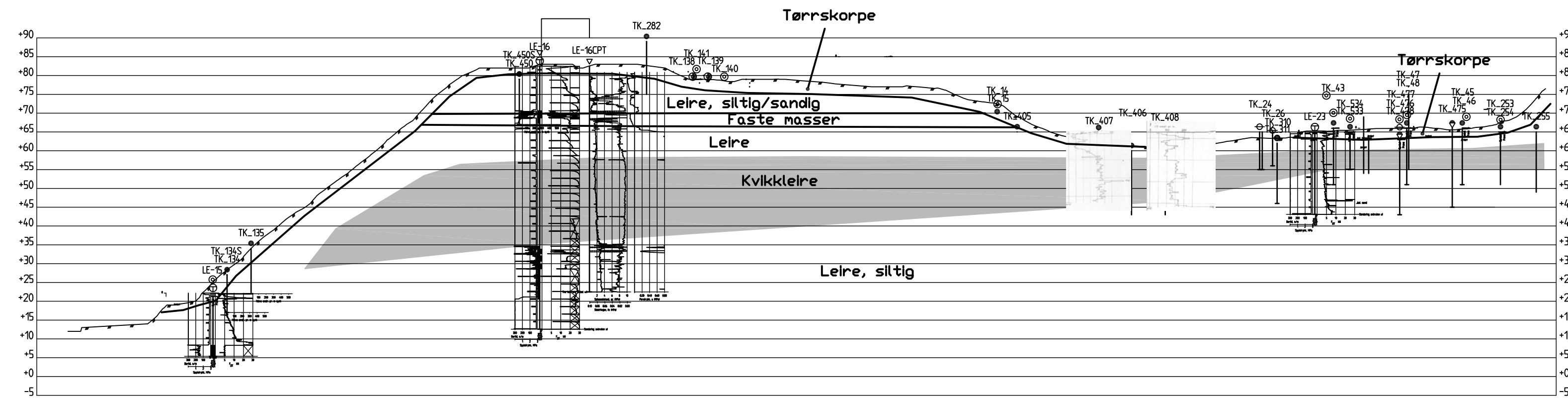
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Kvikkleiresone 199-Leira Lagdeling Profil E inkl. tidl. terrengnivå		Status - Original format A3LLL Tegningens filnavn -		Målestokk 1:1000	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.06.2015	Konstr./Tegnet VGS	Kontrollert KE	Godkjent KE
Oppdragsnr. 20120099		Tegningsnr. 204 C2		Rev. -	






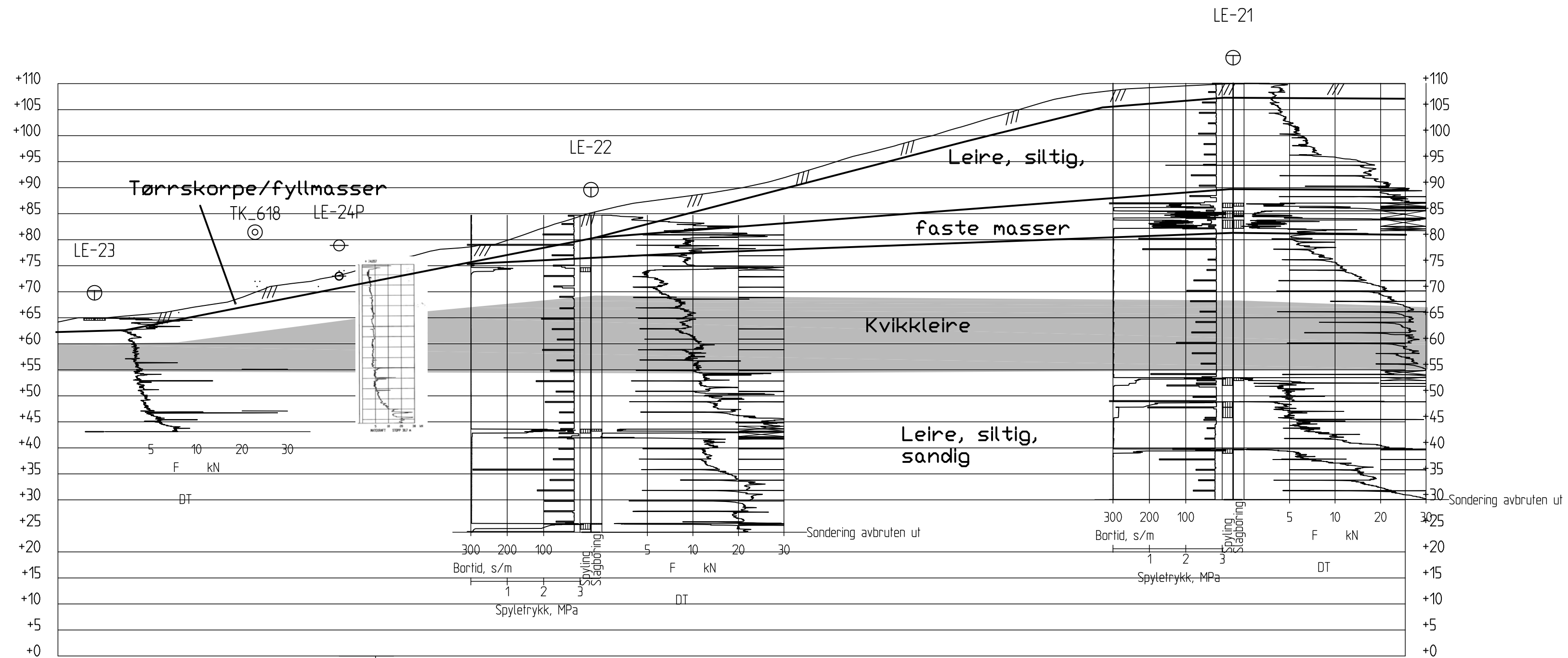
Profil G-G

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

1	Forbedret leselighet	19.06.2015	VGS	KE	KE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	Kvikkleiresonen Leira Profil G-G	-	-	-	-
-	-	Målestokk HM 1:1000 LM 1:2000			
-	-	-			
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 15.06.2014	Konstr./Tegnet JSL	Kontrollert VG	Godkjent KE
		Oppdragsnr. 20120099	Tegningsnr. 206_C	Rev. 1	




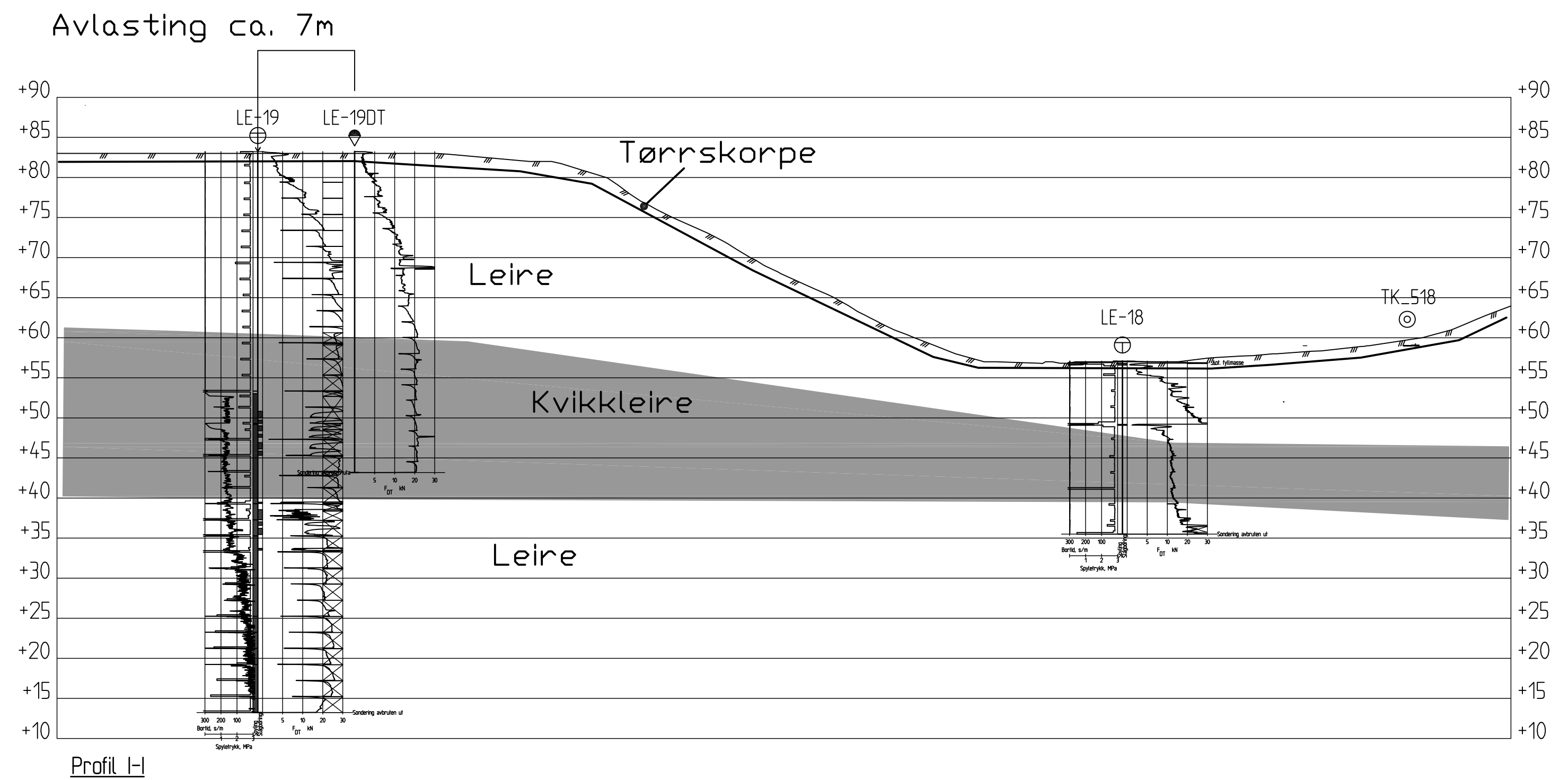
Profil H-H
1 : 700

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<p>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</p>		<p>Dato 15.06.2014 Oppdragsnr. 20120099</p>	<p>Konstr./Tegnet JSL Tegningsnr. 207</p>	<p>Kontrollert VG</p>	<p>Godkjent KE</p>
		<p>Status - Original format A-3L Tegningens filnavn 207_C_profil H-H Målestokk 1:700 1:700 1:XXX</p>			

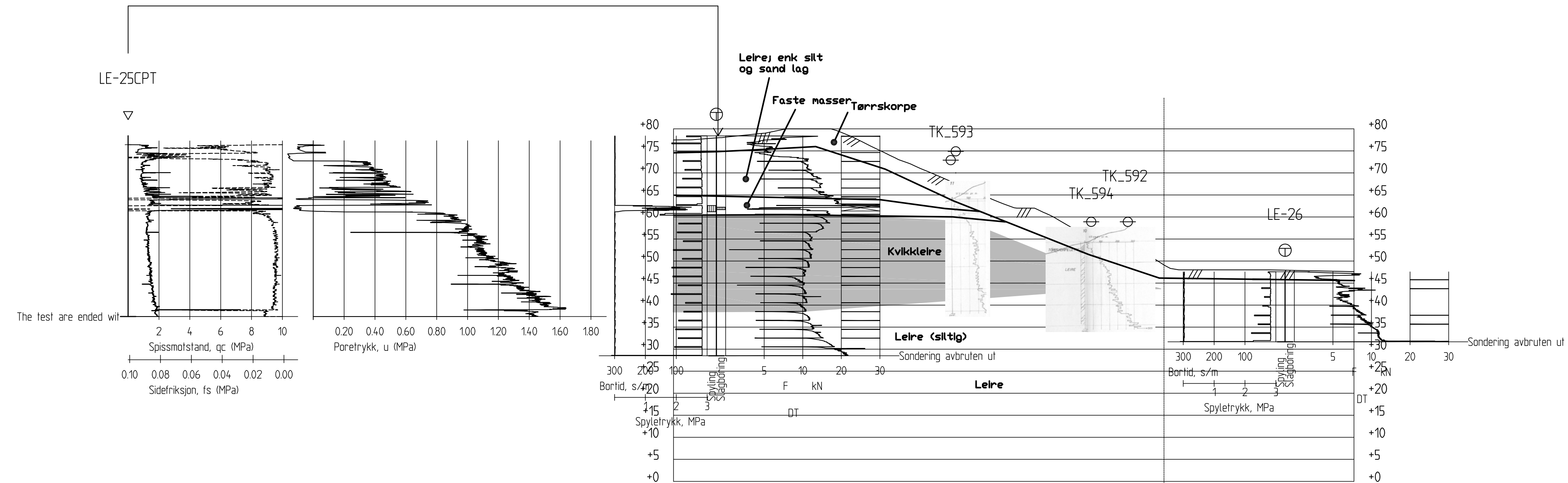


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

1	Forbedret leselighet	19.06.2015	VGS	KE	KE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	Kvikkleiresone Leira Profil I-I	-	-	-	-
-	-	Status	-	-	-
-	-	Original format	A-3L	-	-
-	-	Tegningens filnavn	208_C_profil I-I.dwg	-	-
-	-	Målestokk	HM 1500 LM 1500	-	-
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
		15.06.2014	JSL	VG	KE
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20120099	208_C	1	




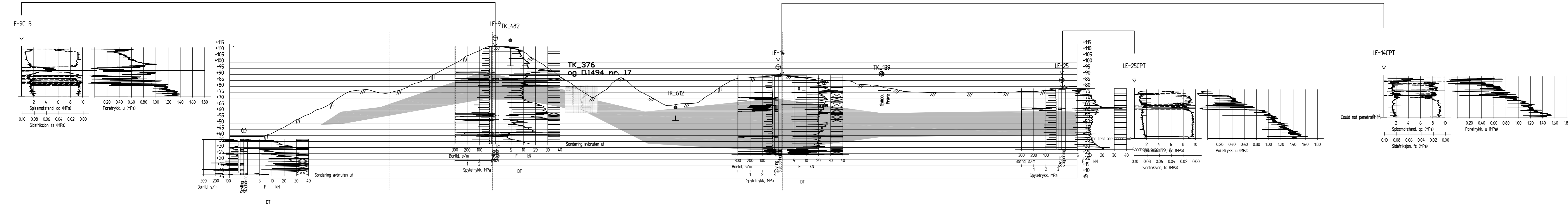
Profil J-J
1 : 700

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Kvikkleiresone Leira Lagdeling profil J-J		Status Original format A-3L	Tegningens filnavn 209_C		
		Målestokk 1:700 1:700			
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 15.06.2014	Konstr./Tegnet JSL	Kontrollert VG	Godkjent KE
		Oppdragsnr. 20120099	Tegningsnr. 209_C		
		Rev. -			



Profil K-K

HM 1 : 1000 LM 1 : 1500

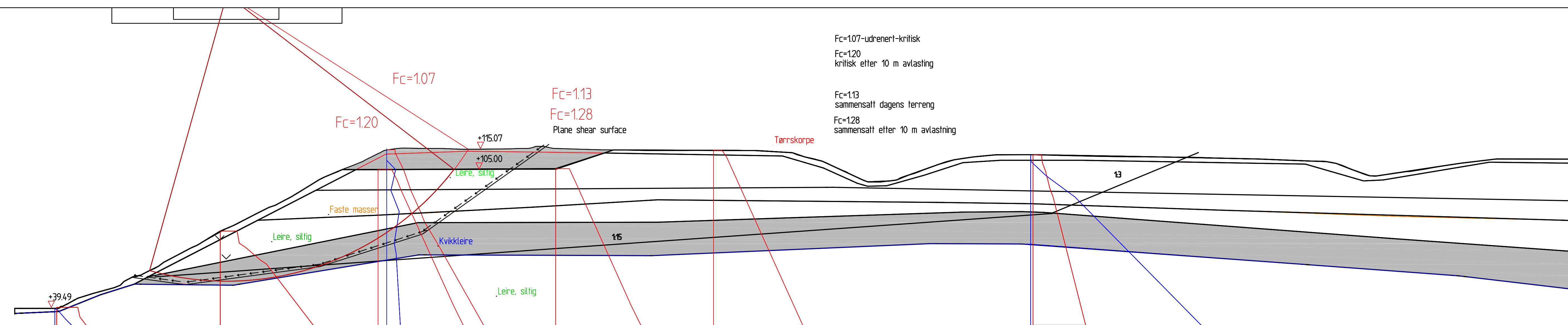
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Kvikkleiresone Leira Lagdeling profil K-K		Status Original format A-3LLL Tegningens filnavn		Målestokk 1:500 1:500	
NGI Sognsvelen 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 19.06.2015	Konstr./Tegnet JSL	Kontrollert VGS	Godkjent KE
Oppdragsnr. 20120099		Tegningsnr. 210 C		Rev. -	





Fc=1.07-udrenert-kritisk
 Fc=1.20
 kritisk etter 10 m avlastning

Fc=1.13
 sammensatt dagens terrenng
 Fc=1.28
 sammensatt etter 10 m avlastning

Z (m)	u (kPa)
39,51	10
34,00	50
29,00	100
24,00	150
4,00	350

Z (m)	C (kPa)
75,73	80
70,00	90
68,00	120
62,00	190
60,00	220
5,00	640

Z (m)	u (kPa)
115	0
110	0
105	42,6
95	20
85	59,5
70	35,7
65	45
5	80

Z (m)	C (kPa)
115	40
113	40
105	80
95	115
85	160
80	180
70	240
5	607

Z (m)	C (kPa)
105	65
100	90
95	110
40	360
13	494

Z (m)	C (kPa)
114	40
111	62
13	505

Z (m)	u (kPa)
112	0
109	0
102	74
92	210
30	820

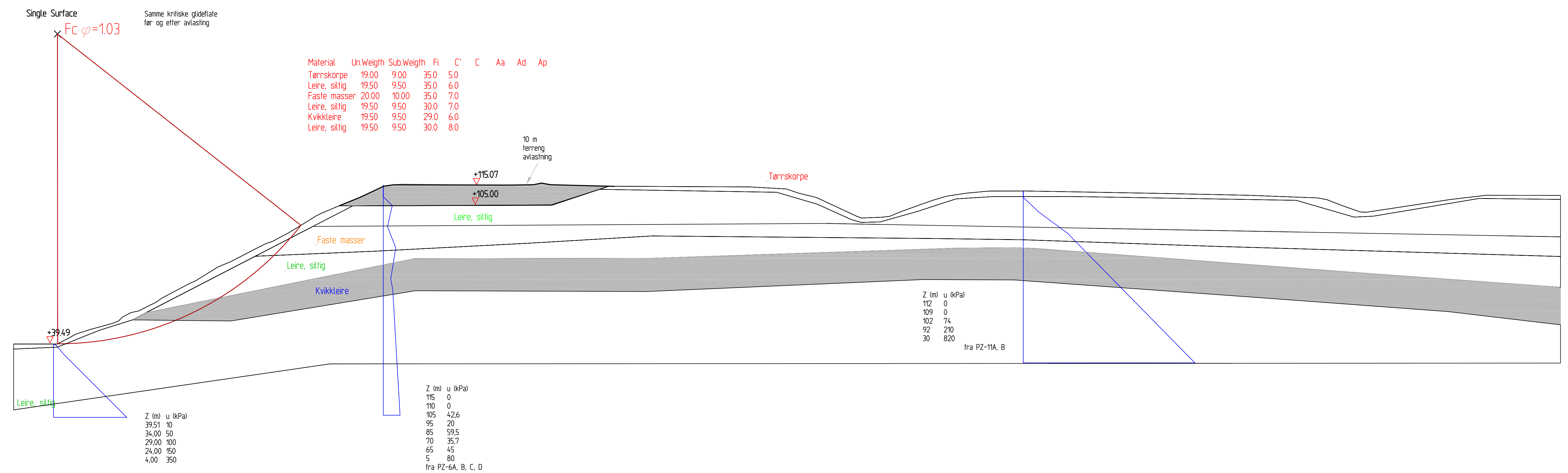
Z (m)	C (kPa)
112	40
108	45
104	60
100	70
96	80
92	95
31	250

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19,00	10,00	34,0	5,0				
Leire, siltig	19,50	9,50			C-prof	1,00	0,70	0,40
Faste masser	20,00	10,00	35,0	7,0				
Leire, siltig	19,50	9,50			C-prof	1,00	0,70	0,40
Kvikkleire	19,50	9,50			C-prof	0,85	0,65	0,32
Leire, siltig	19,50	9,50			C-prof	1,00	0,70	0,40

Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\300-c-profil b-b long.R7
 Result file : G:\GEDARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\300-C-PROFIL B-B LONG - tiltak-ny.R9

FORKLARINGER:
 -
 BESTEMMELSER:
 -
 HENVISNINGER:
 -

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
-	-	-	-	-	-
Kvikkleiresone Leira					
Stabilitet i profil B-B Dagens situasjon og tiltak (10 m avlastning) Udrenert analyser					
NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no					
15.06.2014		JSL		VG	
20120099		300-C1		-	

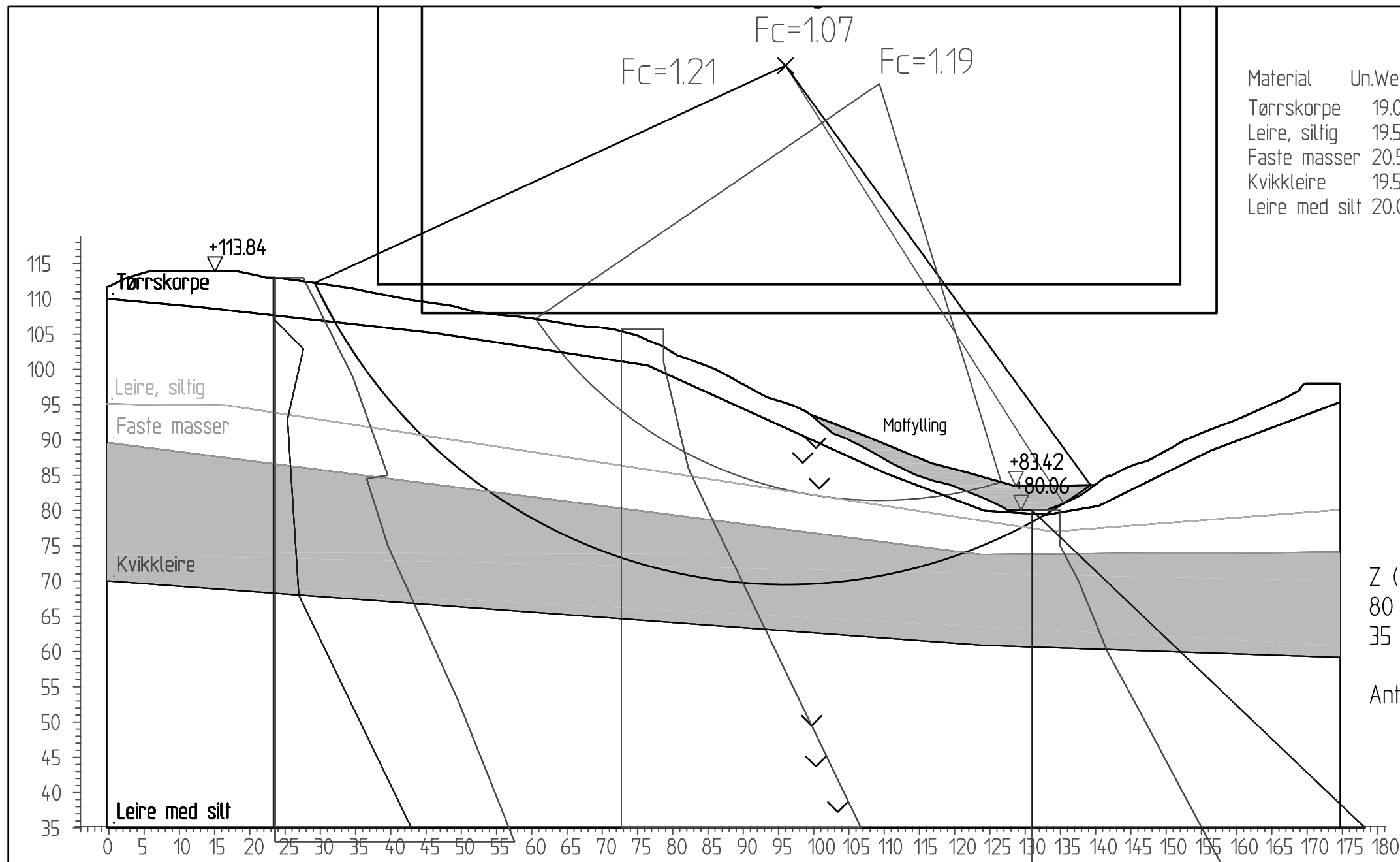


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
-	-	-	-	-	-
Kvikkleiresone Leira					Status
Stabilitet i profil B-B					Original format
Situasjon før og etter tiltak (10 m avlastning)					A-3LL
Drenert analyser					Tegningens filnavn
-					Målestokk
-					LM: 1:1000
-					HM: 1:1000
NGI					NGI logo
NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 15.06.2014	Konstr./Tegnet JSL	Kontrollert VG	Godkjent KE
Oppdragsnr. 20120099		Tegningsnr. 300-C2		Rev. -	



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire, siltig	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Faste masser	20.50	10.50	35.0	7.0				
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.32
Leire med silt	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.70	0.40

Z (m)	u (kPa)	Z (m)	sua (kPa)
80	0	80	40
35	472	75	40
		70	66
Antar 10.5 kPa/m		60	107
		50	161
		40	214
		30	268

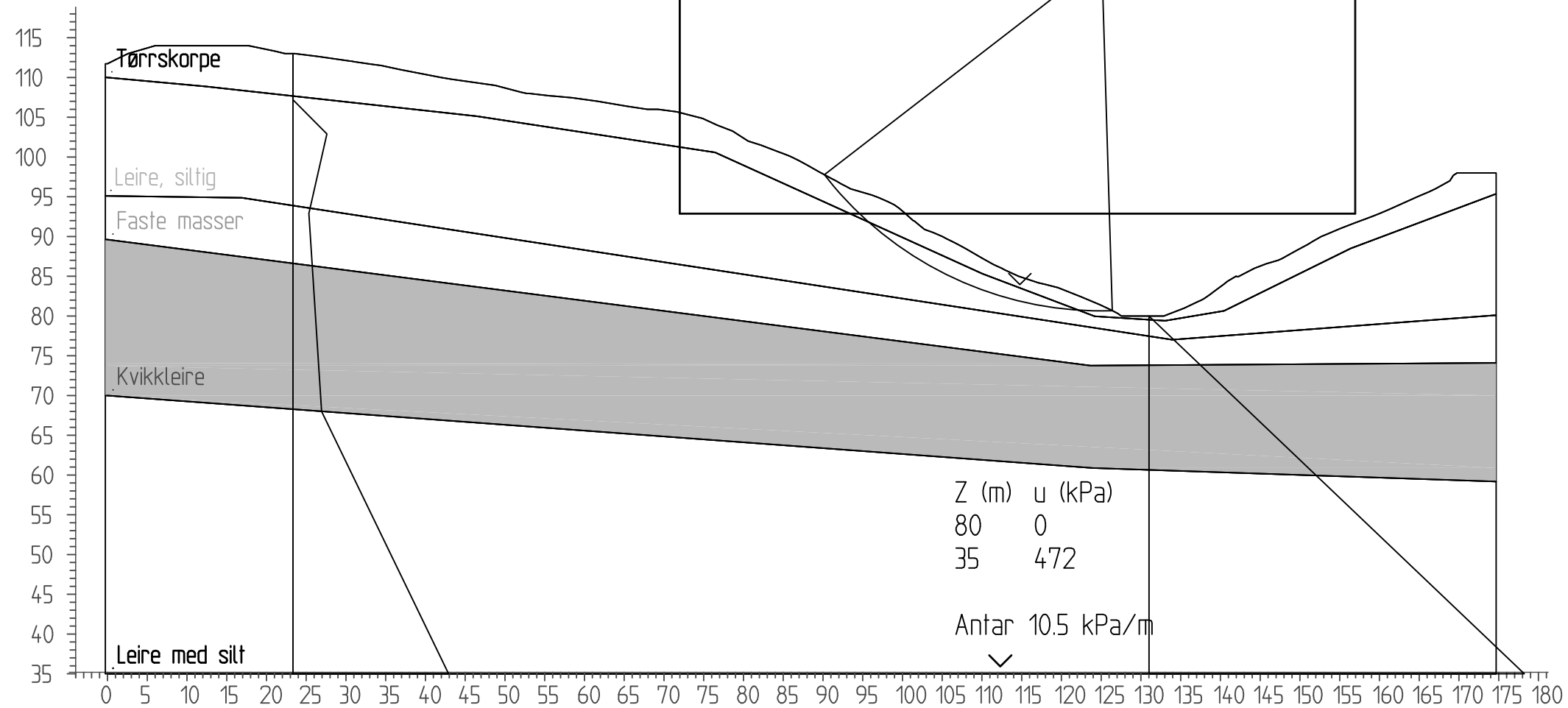
Fra SHANSEP

Z (m)	u (kPa)	Z (m)	sua (kPa)	Z (m)	sua (kPa)
112.84	0	113	40	105.6	60
107	0	109	60	101	60
103	42.6	99	110	86	95
93	20	85	160	80	123
68	36	84,5	130	64	200
35	195.7	75	160	35	340
Fra Le-6		53	260	Fra SHANSEP	
		33	340		
		Fra CPTU Le-9			

g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rit\301 c-profil f-f - tiltak-ny.dwg


Rev.		Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Kvikkleiresone Leira				Status			
Stabilitet Profil F				-			
Udrenert analyser				Målestokk		NGI	
Før og etter tiltak				1:700			
-							
-							
NGI				Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion				15.06.2014	JSL	VG	KE
NO-0806 Oslo, Norway				Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48				20120099	301 C1	-	
www.ngi.no							

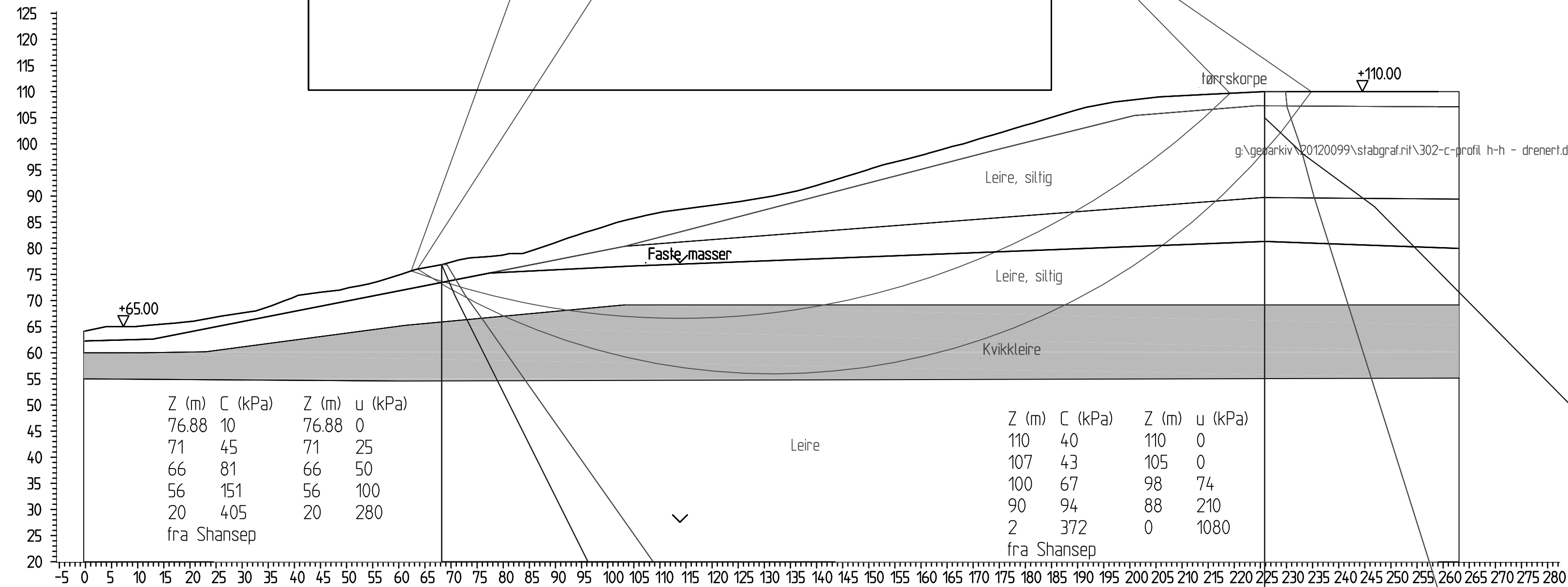
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	34.0	5.0				
Leire, siltig	20.50	10.50	35.0	5.7				
Faste masser	20.50	10.50	35.0	7.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	29.0	5.5				
Leire med silt	20.00	10.00	35.0	5.7				



Z (m) u (kPa)
 80 0
 35 472
 Antar 10.5 kPa/m

Z (m) u (kPa)
 112.84 0
 107 0
 103 42.6
 93 20
 68 36
 35 195.7
 Fra Le-6

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Kvikkleiresone Leira Stabilitet Profil F		Status			
Drenert analyse		Målestokk 1:700		 NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 15.06.2014	Konstr./Tegnet JSL	Kontrollert VG	Godkjent KE
		Oppdragsnr. 20120099	Tegningsnr. 301 C2	Rev. -	



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.50	9.50	34.0	5.0				
Leire, siltig	19.80	9.80	32.0	5.7				
Faste masser	20.00	10.00	35.0	7.0				
Leire, siltig	19.80	9.80	29.0	5.0				
Kvikkleire	19.50	9.50	29.0	5.0				
Leire	19.80	9.80	29.0	5.0				

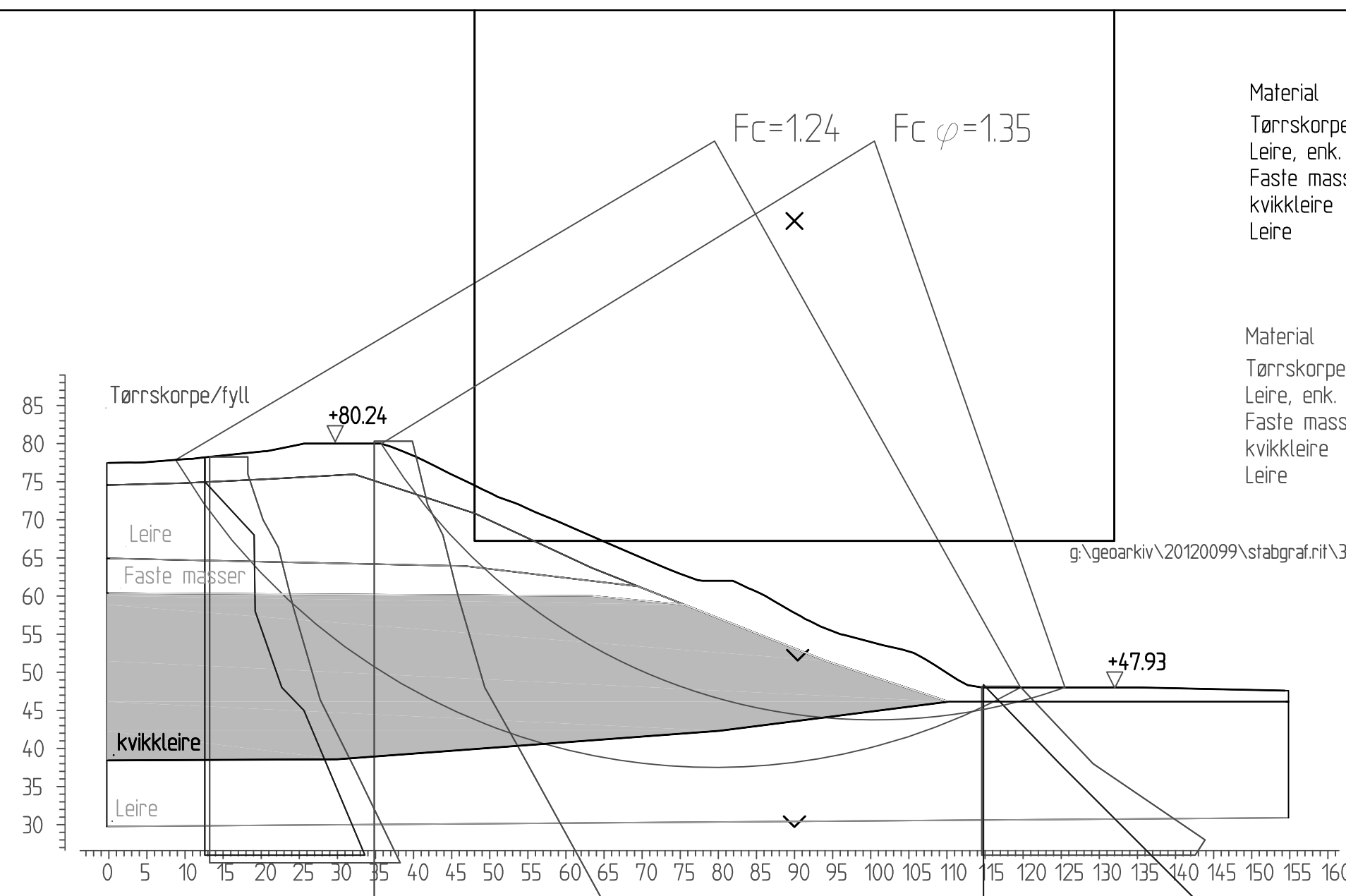
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.50	9.50	34.0	5.0				
Leire, siltig	19.80	9.80			C-prof	1.00	0.70	0.40
Faste masser	20.00	10.00	35.0	7.0				
Leire, siltig	19.80	9.80			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.32
Leire	19.80	9.80			C-prof	1.00	0.70	0.40

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

-		-		-		-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Status	
-	-	-	-	-	-	-	
Kvikkleiresone Leira						Original format	
Stabilitet - Profil H						A3L	
Drenert og udrenert analyser						Tegningens filnavn	
-						Målestokk	
-						1:700	
-						1:700	
-						NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
		15.06.2014	JSL	VG	KE		
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.			
		20120099	302 C	-			



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	35.0	5.0				
Leire, enk. sil	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Faste masser	20.00	10.00	35.0	7.0				
kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.32
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe/fyll	19.50	9.50	35.0	5.0				
Leire, enk. sil	20.00	10.00	35.0	6.0				
Faste masser	20.00	10.00	35.0	7.0				
kvikkleire	19.50	9.50	30.0	6.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	6.0				

g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rtf\303-c-profil j-j - drenert.dwg

Z (m)	C (kPa)	Z (m)	u (kPa)	Z (m)	C (kPa)
76	50	83	0	78	50
66,4	90	75	20	76	50
58,4	110	68	64,7	70	70
46,4	145	58	66	66,4	90
37,4	190	48	101	58,4	110
25	250	45	130	46,4	145
fra CPTU Le-25		26	210	37,4	190
				25	250
				fra CPTU Le-25	

Z (m)	C (kPa)	Z (m)	u (kPa)
48	50	48	0
38	146	38	100
28	293	28	200
26	280	18	300
fra Shansep		8	400

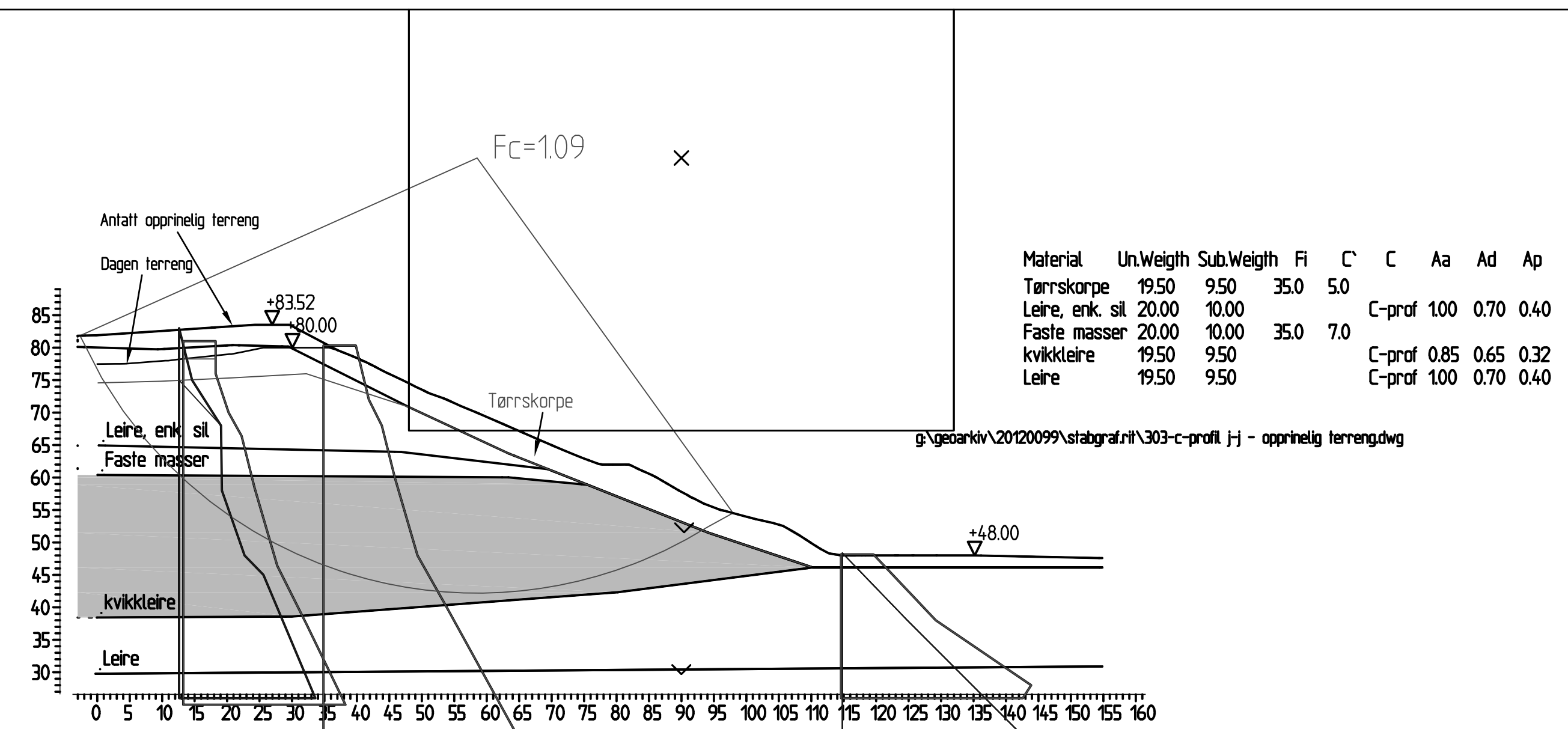
Result file : g:\geoarkiv\20120099\stabgraf.rtf\303-c-profil j-j.R1

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Kvikkleiresone Leira		Status		-	
Stabilitet Profil J		Original format		A-3L	
Drenert og udrenert analyser		Tegningens filnavn		-	
Dagens situasjon		Målestokk		1:700	
-		NGI		-	
-		NGI		-	
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		15.06.2014	JSL	VG	KE
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20120099	303 C1	-	
www.ngi.no					




Z (m)	C (kPa)	Z (m)	u (kPa)	Z (m)	C (kPa)	Z (m)	C (kPa)	Z (m)	u (kPa)
76	50	83	0	78	50	48	50	48	0
66,4	90	75	20	76	50	38	146	38	100
58,4	110	68	64,7	70	70	28	293	28	200
46,4	145	58	66	66,4	90	26	280	18	300
37,4	190	48	101	58,4	110	25	250	8	400
25	250	45	130	46,4	145	fra Shansep			
fra CPTU Le-25		26	210	37,4	190	fra CPTU Le-25			

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Kvikkelesone Leira Stabilitet Profil J				Status - Original format A-3L Tegningens filnavn -	
Stabilitet med tidligere terreng nivå - - -				Målestokk 1:700 	
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 XX.XX.XXXX Oppdragsnr. 20120099	Konstr./Tegnet JSL Tegningsnr. 303-C2	Kontrollert VG	Godkjent KE Rev. -

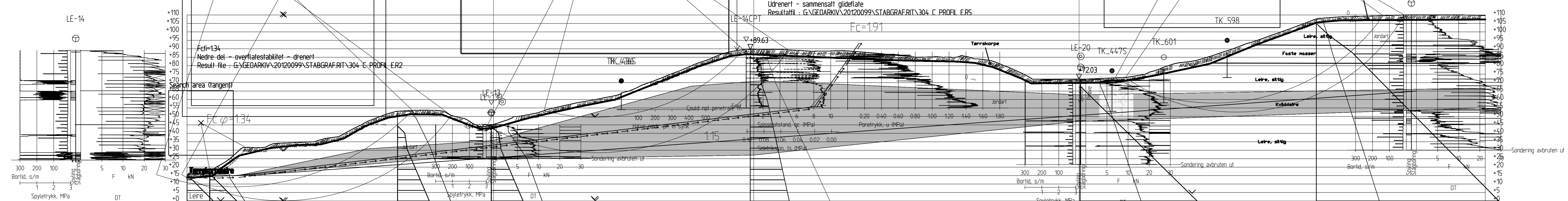
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress
Tørrskorpeleir	20.20	35.0	5.0						0.00	0.00	0.00
Leire	5	20.20	35.0	8.0					0.00	0.00	0.00
Faste	6	20.00	35.0	7.0					0.00	0.00	0.00
Leire	2	20.20	35.0	8.0					0.00	0.00	0.00
Sensitiv	3	20.20	29.0	5.0					0.00	0.00	0.00
Leire	4	20.20	30.0	6.0					0.00	0.00	0.00

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress
Tørrskorpeleir	20.20	35.0	5.0						0.00	0.00	0.00
Leire	5	20.20	---	---	C-profil	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Faste	6	20.00	35.0	7.0					0.00	0.00	0.00
Leire	2	20.20	---	---	C-profil	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Sensitiv	3	20.20	---	---	C-profil	0.85	0.65	0.32	0.00	0.00	0.00
Leire	4	20.20	---	---	C-profil	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00

Fc=160
 Udrenert stabilitet - nedre del
 Resultatfil : G:\GEDARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\304 C PROFIL E.R1
 Fc=185
 Nedre del - drenert
 Resultatfil : G:\GEDARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\304 C PROFIL E.R4

Fc=128
 Udrenert - midtre del
 Resultatfil : G:\GEDARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\304 C PROFIL E.R3
 Fc=166
 Midtre del - drenert
 Resultatfil : G:\GEDARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\304 C PROFIL E.R8
 Fc=191
 Udrenert - sammensatt glideflate
 Resultatfil : G:\GEDARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\304 C PROFIL E.R5

Fc=2.11
 Øvre del - drenert
 Resultatfil : G:\GEDARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\304 C PROFIL E.R7
 Fc=105
 Øvre del - udrenert
 Resultatfil : G:\GEDARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\304 C PROFIL E.R6



suA-profil, kt. +108

Kote	suA	u0
16	44 (SHANSEP, +100)	0
14	44 (SHANSEP, +100)	16
0	371 (SHANSEP, +100)	0

suA-profil, kt. +45

Kote	suA	u0
44	0	0
45	100	40
41	100	30
25	210	25
0	301	0

suA-profil, kt. +89

Kote	suA	u0
89	100	79
84	100	69
76	125	59
69	150	49
0	471	0

suA-profil, kt. +72

Kote	suA	u0
72	-	68
68	121 (SHANSEP, +1225)	67
67	125 (SHANSEP, +1225)	66
66	130 (SHANSEP, +1225)	64
64	138 (SHANSEP, +1225)	60
60	154 (SHANSEP, +1225)	56
56	170 (SHANSEP, +1225)	0
0	361 (SHANSEP, +1225)	0

suA-profil, kt. +108

Kote	suA	u0
108	44 (SHANSEP, +125)	105
105	44 (SHANSEP, +125)	98
98	67 (SHANSEP, +125)	88
88	94 (SHANSEP, +125)	0
0	371 (SHANSEP, +125)	0

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

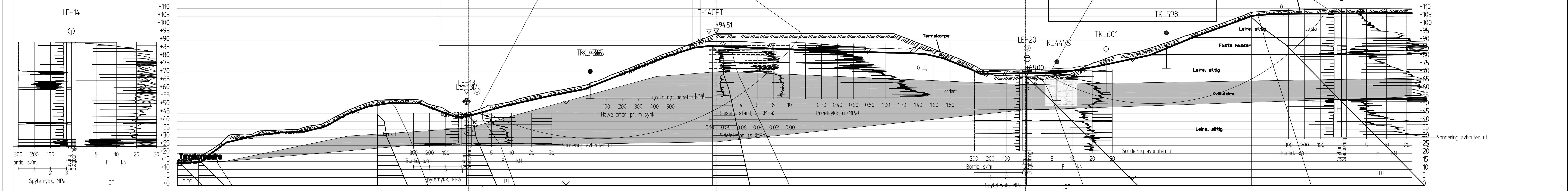
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
-	-	-	-	-	-
<p>Kvikkleiresone Leira Stabilitet - Profil E</p>					
<p>Drenert og udrenert analyser Dagens situasjon</p>					
<p>NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no</p>		<p>Dato 15.06.2014 Oppdragsnr. 20120099</p>	<p>Konstr./Tegnet RMo Tegningsnr. 304 C1</p>	<p>Kontrollert VG</p>	<p>Godkjent KE</p>

Fc=1.17
 Midtre del - udrenert
 Result file : G:\GEOARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\304 C PROFIL E-OPPRINNELIG TERRENG.R8

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Tørrskorpeleir	5	20.20	32.0	0.0	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Leire,	5	20.20	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Fast	6	20.00	35.0	7.0	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Leire	2	20.20	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Sensitiv	3	20.20	---	---	C-profil	0.85	0.65	0.32	0.00	0.00	0.00
Leire,	4	20.20	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00

Fc=0.99
 Øvre del - udrenert
 Result file : G:\GEOARKIV\20120099\STABGRAF.RIT\304 C PROFIL E-OPPRINNELIG TERRENG.R11

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Tørrskorpeleir	19.00	32.0	0.0	---	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Leire,	5	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Fast	6	20.00	35.0	7.0	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Sensitiv	3	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.65	0.32	0.00	0.00	0.00
Leire,	4	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00



suA-profil, kt. +100

Kote	suA	u0
16	44 (SHANSEP, +100)	0
14	44 (SHANSEP, +100)	0
0	371 (SHANSEP, +100)	160

suA-profil, kt. +45

Kote	suA	u0
45	100	44
41	100	30
25	210	25
0	301	0

suA-profil, kt. +94

Kote	suA	u0
89	117	89
84	117	84
76	136	76
69	158	69
0	477	0

suA-profil, kt. +72

Kote	suA	u0
68	67 (SHANSEP, +122.5)	68
67	80 (SHANSEP, +122.5)	67
66	94 (SHANSEP, +122.5)	66
64	111 (SHANSEP, +122.5)	64
60	134 (SHANSEP, +122.5)	60
56	153 (SHANSEP, +122.5)	56
0	353 (SHANSEP, +122.5)	0

suA-profil, kt. +108

Kote	suA	u0
108	44 (SHANSEP, +125)	105
105	44 (SHANSEP, +125)	98
98	67 (SHANSEP, +125)	88
88	94 (SHANSEP, +125)	0
0	371 (SHANSEP, +125)	1080

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
-	-	-	-	-	-
Kvikkleiresone Leira Stabilitet - Profil E					Status Original format A-3LL Tegningens tittelnavn -
Opprinnelig terreng Udrenert analyser					11000
NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 15.06.2014 Oppdragsnr. 20120099	Konstr./Tegnet RMo Tegningsnr. 304 C2	Kontrollert VG	Godkjent KE

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

Innhold

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

Tabeller




- A1 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse for kvikkleiresone Søndre Leira før tiltak
- A2 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse for Søndre Leira etter tiltak.
- A3 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse for kvikkleiresone Nordre Leira før tiltak.
- A4 - Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse for kvikkleiresone Nordre Leira etter tiltak.

Referanser

1. **NVE 2011.** *Flaum- og skredfare i arealplanar.* 2011-04-15. Retningslinjer nr. 2 - 2011.
2. **NGI 2005.** Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred Trondheim kommune. Rapport 20001008-6.

Tabell A1: Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Søndre Leira før tiltak.

Sonenavn:	<i>Søndre Leira</i>	Dato: 2014.06.15		Initialer:	JSL	
Faregrad						
Faktorer	Hva må sjekkes:	Score				Observasjon/beskrivelse
Tidligere skredaktivitet	Skredgroper i området. Kvartærgeologisk kart	Høy	Noe	Lav	Ingen	Flere gamle skredgroper i nærheten. Småras i elveskråningen i nyere tid.
Skråningshøyde, H	Høyde bunn til topp skråning	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	Hs = 80
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	Noe overkonsolidert
Poreovertrykk i kritisk glideflate	Nærliggende fjell/høydedrag som mater sonen. Sjekk brønner/oppkommer	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	Poretrykksmålinger i Le-6 og Le-7 viser poreundertrykk i kritisk glideflate.
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	Hk = 16
Sensitivitet	Fra prøveserie. Dersom dette mangler er normal kvikkleiresensitivitet 30-100.	>100	30-100	20-30	<20	St= 170 i Le-6

Erosjon	Sjekk erosjonsforhold i elveleier: sideveis, dybde, sedimentasjon, erosjonsbekyttelse, fjellterskler, glidninger...		Noe	Litt	Ingen	I søndre del av sonen er det betydelig sig, erosjon og overflate glidninger i skråningene ned mot Nidelva. Det er ikke registrert erosjon direkte langs elva. Det er lite strøm i elva mellom Øvre og Nedre Leirefoss. Erosjonen i skråningene skyldes grunnvannserosjon og overflate glidning, samt noen små bekk/raviner.
Forverrende inngrep	Bakkeplanering, utfyllinger, endring av hydrologiske forhold	Stort	Noe	Lite		Det er et hovedsakelig ubebygde område. Jordbruksområde og oreskog ned mot elva. Kjenner ikke til tiltak som forverrer eller forbedrer stabiliteten
Forbedrende inngrep	Bakkeplanering, bekkelukking, utfyllinger, endring av hydrologiske forhold	Stort	Noe	Lite		

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. Gradientforhold tilsier at erosjon kan oppstå. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet klart eller noe misfarget
 Ingen erosjon: Naturlig erosjonsbekyttelse i bunn sider av elveleiet, evnt. 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, beplanting
 Ingen inngrep: Kun små lokale endringer i terrenget - traktorveier, mindre planering i fbm spredt boligbebyggelse o.l.

Farebeskrivelse

Vurdering fra tidligere rapport ref.(2)

Vurdering fra gjeldene rapport, 20120099-03-R



Tabell A1 (forts): Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Søndre Leira før tiltak.

Faregradsevaluering

Faktorer	Vektall	Beskrivelse	Score	Produkt
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	3	3
Skråningshøyde, meter	2	> 30 m	3	6
OCR	2	1,2-1,5	2	4
Poreovertrykk	3	Hydrostatisk	0	0
Poreundertrykk	-3	-(20-50) kPa	2	-6
Kvikkleiremektighet	2	<H/4	1	2
Sensitivitet	1	>100	3	3
Erosjon	3	Aktiv	3	9
Inngrep, forverring	3	Ingen	0	0
Inngrep, forbedring	-3	Ingen	0	0

Sum poeng 21 av maks. oppnåelig 51 poeng

Faregradsklasse: Middels 41 % av maksimal poengsum

Tabell A1 (forts): Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Søndre Leira før tiltak.

Konsekvens

Faktorer	Vektall		Score	Produkt
Boligheter, antall	4	Spredt > 5	2	8
Næringsbygg, personer	3	< 10	1	3
Annen bebyggelse, verdi	1	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	100-1000	1	2
Toglinje, baneprioritet	2	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Regional	2	2
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	3	6

Sum poeng

21 av maks. oppnåelig 45 poeng

Skadekonsekvensklasse: Alvorlig

47 % av maksimal poengsum

Risiko = fare% x konsekvens%: 1922

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

Tabell A2: Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Søndre Leira etter tiltak.

Sonenavn:	<i>Søndre Leira</i>	Dato: 2014.06.15		Initialer:	JSL	
Faregrad						
Faktorer	Hva må sjekkes:	Score				Observasjon/beskrivelse
Tidligere skredaktivitet	Skredgroper i området. Kvartærgeologisk kart	Høy	Noe	Lav	Ingen	Flere gamle skredgroper i nærheten. Småras i elveskråningen i nyere tid.
Skråningshøyde, H	Høyde bunn til topp skråning	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	Hs = 80
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	Noe overkonsolidert
Poreovertrykk i kritisk glideflate	Nærliggende fjell/høydedrag som mater sonen. Sjekk brønner/oppkommer	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	Poretrykksmålinger i Le-6 og Le-7 viser poreundertrykk i kritisk glideflate.
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	Hk = 16
Sensitivitet	Fra prøveserie. Dersom dette mangler er normal kvikkleiresensitivitet 30-100.	>100	30-100	20-30	<20	St= 170 i Le-6

Erosjon	Sjekk erosjonsforhold i elveleier: sideveis, dybde, sedimentasjon, erosjonsbelyttelse, fjellterskler, glidninger...	Aktiv	Noe	Litt	Ingen	Det er mulig å erosjonsikret flere av de små bekkene på skråningen ned mot Nidelva. Dette vil redusere fare for grunnvannserosjon og erosjon fra bekkene. Det er ikke nødvendig med tiltak langs Nidelva. Det vil likevel alltid være små overflate utglidninger pga av den bratte terreng. Erosjonsikring i Leira bekken bør utføres, men dette vil ikke forandre faregradene på den kritiskesnitt mot Nidelva.
Forverrende inngrep	Bakkeplanering, utfyllinger, endring av hydrologiske forhold	Stort	Noe	Lite	Ingen	Det er et hovedsakelig ubebygde område. Jordbruksområde og oreskog ned mot elva. Kjenner ikke til tiltak som forverrer eller forbedrer stabiliteten
Forbedrende inngrep	Bakkeplanering, bekkelukking, utfyllinger, endring av hydrologiske forhold	Stort	Noe	Lite	Ingen	Stabilitetsanalyser viser at det trengs over 10 m med avlastning på toppen av skråningen for å oppnå en vesentlig forbedring av stabilitet. Hvis dette viser seg å være aktuelt vil det tilsvare et stort forbedrende inngrep.

Definisjoner

<p>Aktiv erosjon: Utløste skred (dyperegående rotasjoner). Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått</p> <p>Noe erosjon: Utløste overflateglidninger ila siste årene. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått.</p> <p>Litt erosjon: Leire i elveleiet. Gradientforhold tilsier at erosjon kan oppstå. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet klart eller noe misfarget</p> <p>Ingen erosjon: Naturlig erosjonsbelyttelse i bunn sider av elveleiet, evt. terskler som medfører små gradientforhold. Vannet klart.</p>	
<p>Stort inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med mer enn 4 m. Skråningshelling økt eller redusert med 10-20%</p> <p>Noe inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med 2-4 m. Skråningshelling økt eller redusert med < 10 %</p> <p>Lite inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med < 2 m. Hydrologiske forhold: Fjerning av vegetasjon, grøfting, beplantning</p> <p>Ingen inngrep: Kun små lokale endringer i terrenget - traktorveier, mindre planering i fbm spredt boligbebyggelse o.l.</p>	

Tabell A2 (forts): Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Søndre Leira etter tiltak.

Faregradsevaluering

Faktorer	Vektall	Beskrivelse	Score	Produkt
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	3	3
Skråningshøyde, meter	2	> 30 m	3	6
OCR	2	1,2-1,5	2	4
Poreovertrykk	3	Hydrostatisk	0	0
Poreundertrykk	-3	-(20-50) kPa	2	-6
Kvikkleiremektighet	2	<H/4	1	2
Sensitivitet	1	>100	3	3
Erosjon	3	Litt	1	3
Inngrep, forverring	3	Ingen	0	0
Inngrep, forbedring	-3	Ingen	0	0

Sum poeng

15 av maks. oppnåelig 51 poeng

Faregradsklasse:

Lav

29 % av maksimal poengsum

Tabell A2 (forts): Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Søndre Leira etter tiltak.

Konsekvens

Faktorer	Vektall		Score	Produkt
Boligheter, antall	4	Spredt > 5	2	8
Næringsbygg, personer	3	< 10	1	3
Annen bebyggelse, verdi	1	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	100-1000	1	2
Toglinje, baneprioritet	2	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Regional	2	2
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	3	6

Sum poeng

21 av maks. oppnåelig 45 poeng

Skadekonsekvensklasse: Alvorlig

47 % av maksimal poengsum

Risiko = fare% x konsekvens%: 1373

Risikoklasse: 3

Tiltakskategori avh. av faregrad: K3

Krav til material faktor større enn: 1.4

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

Tabell A3: Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Nordre Leira før tiltak.

Sonenavn:	Nordre Leira	Dato:	2014.06.15	Initialer:	JSL	
Faregrad		3	2	1	0	
Faktorer	Hva må sjekkes:	Score				Observasjon/beskrivelse
Tidligere skredaktivitet	Skredgroper i området. Kvartærgeologisk kart	Høy	Noe	Lav	Ingen	Flere gamle skredgroper i nærheten. Småras i elveskråningen i nyere tid.
Skråningshøyde, H	Høyde bunn til topp skråning	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	Hs = 90
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	OCR er ca. 1.3-1.5 i kritiske glideflate på CPTU Le-14 og noe høyere i CPTU Le-13 (ca. 3) pga erosjon og tidligere skredaktivitet.
Poreovertrykk i kritisk glideflate	Nærliggende fjell/høydedrag som mater sonen. Sjekk brønner/oppkommer	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	Poretrykksmålinger i Le-13 og Le-17 viser poreundertrykk i kritisk glideflate.
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	Hk = 30 i Le-14
Sensitivitet	Fra prøveserie. Dersom dette mangler er normal kvikkleiresensitivitet 30-100.	>100	30-100	20-30	<20	St>100 i Le-17
Erosjon	Sjekk erosjonsforhold i elveleier: sideveis, dybde, sedimentasjon, erosjonsbekyttelse, fjellterskler, glidninger...	Aktiv	Noe	Litt	Ingen	I søndre del av sonen ved Le-13 er det betydelig sig og erosjon langs bekken. Det er også noe erosjon i bekken vest for Leira kapellen. Mestparten

						av bekkene er ikke erosjonsbeskyttet.
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	Det er et hovedsakelig bebygde område hvor det er gjort betydelig inngrep som forbedrer stabilitet. Det er gjort en stor avlastning på toppen av skråningen og utfylling i ravinen sør for profil E-E.
Definisjoner						
<p>Aktiv erosjon: Utløste skred (dyperegående rotasjoner). Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått</p> <p>Noe erosjon: Utløste overflateglidninger ila siste årene. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått.</p> <p>Litt erosjon: Leire i elveleiet. Gradientforhold tilsier at erosjon kan oppstå. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet klart eller noe misfarget</p> <p>Ingen erosjon: Naturlig erosjonsbelyttelse i bunn sider av elveleiet, evt. terskler som medfører små gradientforhold. Vannet klart.</p>						
<p>Stort inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med mer enn 4 m. Skråningshelling økt eller redusert med 10-20%</p> <p>Noe inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med 2-4 m. Skråningshelling økt eller redusert med < 10 %</p> <p>Lite inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med < 2 m. Hydrologiske forhold: Fjerning av vegetasjon, grøfting, beplantning</p> <p>Ingen inngrep: Kun små lokale endringer i terrenget - traktorveier, mindre planering i fbm spredt boligbebyggelse o.l.</p>						

Tabell A3: (forts.) Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Nordre Leira før tiltak.

Faregradsevaluering

Faktorer	Vektall	Beskrivelse	Score	Produkt
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	3	3
Skråningshøyde, meter	2	> 30 m	3	6
OCR	2	1,2-1,5	2	4
Poreovertrykk	3	Hydrostatisk	0	0
Poreundertrykk	-3	-(20-50) kPa	2	-6
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	Stort	3	-9

Sum poeng

14 av maks. oppnåelig 51 poeng

Faregradsklasse:

Lav

27 % av maksimal poengsum

Tabell A3: (forts.) Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Nordre Leira før tiltak.

Konsekvens

Faktorer	Vektall		Score	Produkt
Boligheter, antall	4	Tett > 5	3	12
Næringsbygg, personer	3	< 10	3	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	100-1000	3	6
Toglinje, baneprioritet	2	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Regional	3	3
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	3	6

Sum poeng 36 av maks. oppnåelig 45 poeng

Skadekonsekvensklasse: Meget alvorlig 80 % av maksimal poengsum

Risiko = fare% x konsekvens%: 2196

Risikoklasse: 4

Tiltakskategori avh. av faregrad: K3

Krav til material faktor større enn: 1.4

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

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

Tabell A4: Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Nordre Leira etter tiltak.

Faregrad		3	2	1	0	
Faktorer	Hva må sjekkes:	Score				Observasjon/beskrivelse
Tidligere skredaktivitet	Skredgroper i området. Kvartærgeologisk kart	Høy	Noe	Lav	Ingen	Flere gamle skredgroper i nærheten. Småras i elveskråningen i nyere tid.
Skråningshøyde, H	Høyde bunn til topp skråning	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	Hs = 90
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	OCR er ca. 1.3-1.5 i kritiske glideflate på CPTU Le-14 og noe høyere i CPTU Le-13 (ca. 3) pga erosjon og tidligere skredaktivitet.
Poreovertrykk i kritisk glideflate	Nærliggende fjell/høydedrag som mater sonen. Sjekk brønner/oppkommer	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	Poretrykksmålinger i Le-13 og Le-17 viser poreundertrykk i kritisk glideflate.
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	Hk = 30 i Le-14
Sensitivitet	Fra prøveserie. Dersom dette mangler er normal kvikkleiresensitivitet 30-100.	>100	30-100	20-30	<20	St>100 i Le-17
Erosjon	Sjekk erosjonsforhold i elveleier: sideveis, dybde, sedimentasjon, erosjonsbelyttelse, fjellterskler, glidninger...	Aktiv	Noe	Litt	Ingen	Antar at det gjøres erosjon sikring av bekken i området ved Le-13.

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	Det er et hovedsakelig bebygd område hvor det er gjort betydelig inngrep som forbedrer stabilitet. Det er gjort en stor avlastning på toppen av skråningen og utfylling i ravinen sør for profil E-E. Antar at det gjøres erosjon sikring av bekken i området ved Le-13.

Definisjoner

<p>Aktiv erosjon: Utløste skred (dyperegående rotasjoner). Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått</p> <p>Noe erosjon: Utløste overflateglidninger ila siste årene. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet grått.</p> <p>Litt erosjon: Leire i elveleiet. Gradientforhold tilsier at erosjon kan oppstå. Lite/ingen naturlig erosjonssikring. Vannet klart eller noe misfarget</p> <p>Ingen erosjon: Naturlig erosjonsbetyttelse i bunn sider av elveleiet, evt. terskler som medfører små gradientforhold. Vannet klart.</p>	
<p>Stort inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med mer enn 4 m. Skråningshelling økt eller redusert med 10-20%</p> <p>Noe inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med 2-4 m. Skråningshelling økt eller redusert med < 10 %</p> <p>Lite inngrep: Topografiendring som medfører skråningshøyde økt eller redusert med < 2 m. Hydrologiske forhold: Fjerning av vegetasjon, grøfting, beplantning</p> <p>Ingen inngrep: Kun små lokale endringer i terrenget - traktorveier, mindre planering i fbm spredt boligbebyggelse o.l.</p>	

Tabell A4: (forts.) Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Nordre Leira etter tiltak.

Faregradsevaluering

Faktorer	Vektall	Beskrivelse	Score	Produkt
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	3	3
Skråningshøyde, meter	2	> 30 m	3	6
OCR	2	1,2-1,5	2	4
Poreovertrykk	3	Hydrostatisk	0	0
Poreundertrykk	-3	-(20-50) kPa	2	-6
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	Stort	3	-9

Sum poeng 5 av maks. oppnåelig 51 poeng

Faregradsklasse: Lav 10 % av maksimal poengsum

Tabell A4: (forts.) Vurdering av faregrad, skadekonsekvens og risiko for kvikkleiresone Nordre Leira etter tiltak.

Konsekvens

Faktorer	Vektall		Score	Produkt
Boligheter, antall	4	Spredt > 5	2	8
Næringsbygg, personer	3	< 10	1	3
Annen bebyggelse, verdi	1	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	100-1000	1	2
Toglinje, baneprioritet	2	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Regional	2	2
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	3	6

Sum poeng 21 av maks. oppnåelig 45 poeng

Skadekonsekvensklasse: Alvorlig 47 % av maksimal poengsum

Risiko = fare% x konsekvens%: 458

Risikoklasse: 2

Tiltakskategori avh. av faregrad: K3

Krav til material faktor større enn: 1.4

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

Vedlegg B - Poretrykksmålinger

Innhold

Vedlegget inneholder resultater fra målte poretrykk i 6 pkt. ved og etter utførte grunnundersøkelser, **ref.** (1-2).

Figurer

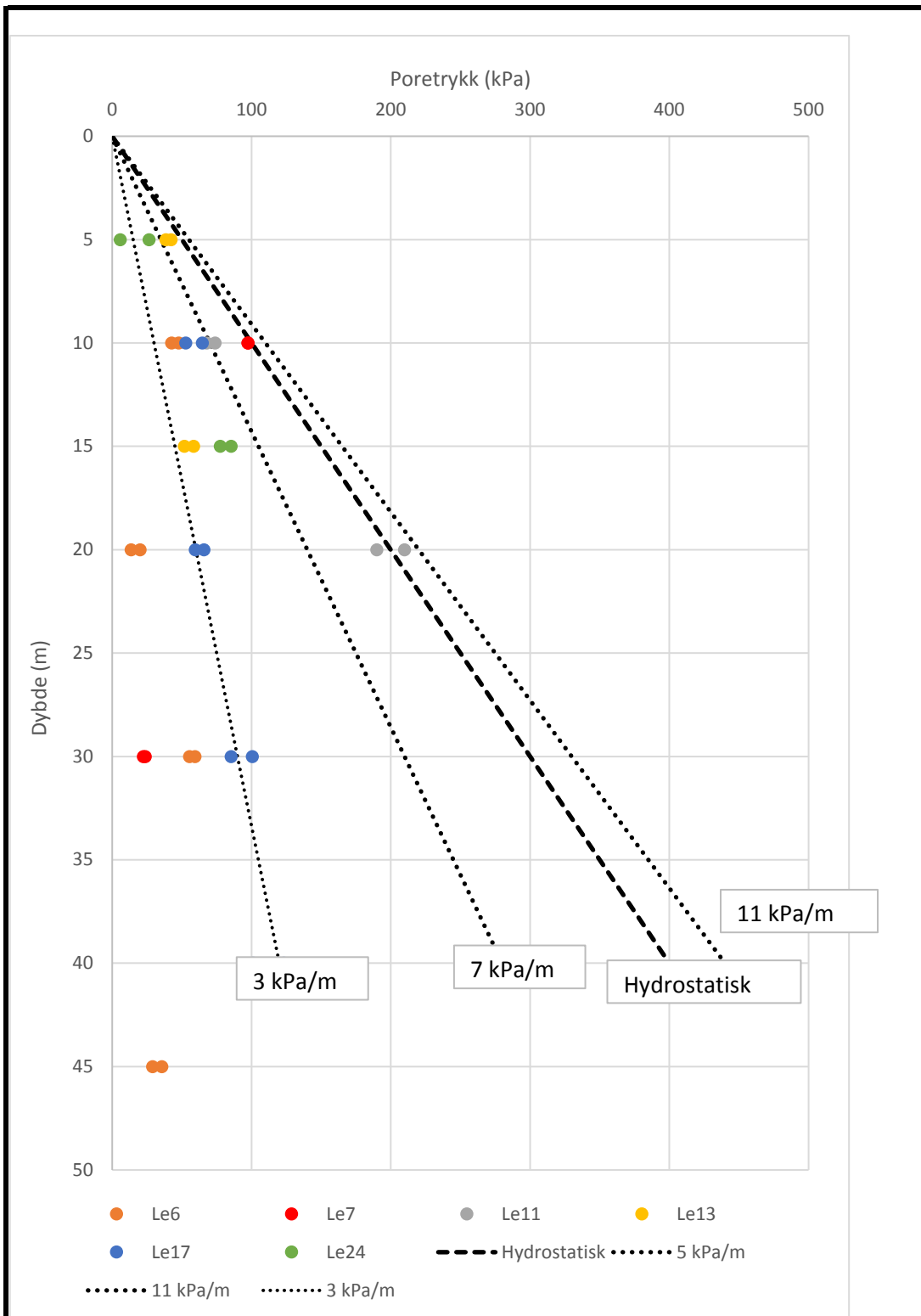
- B1. Poretrykk vs. dybde
- B2. Terrengnivå vs. stighøyde


Tabell

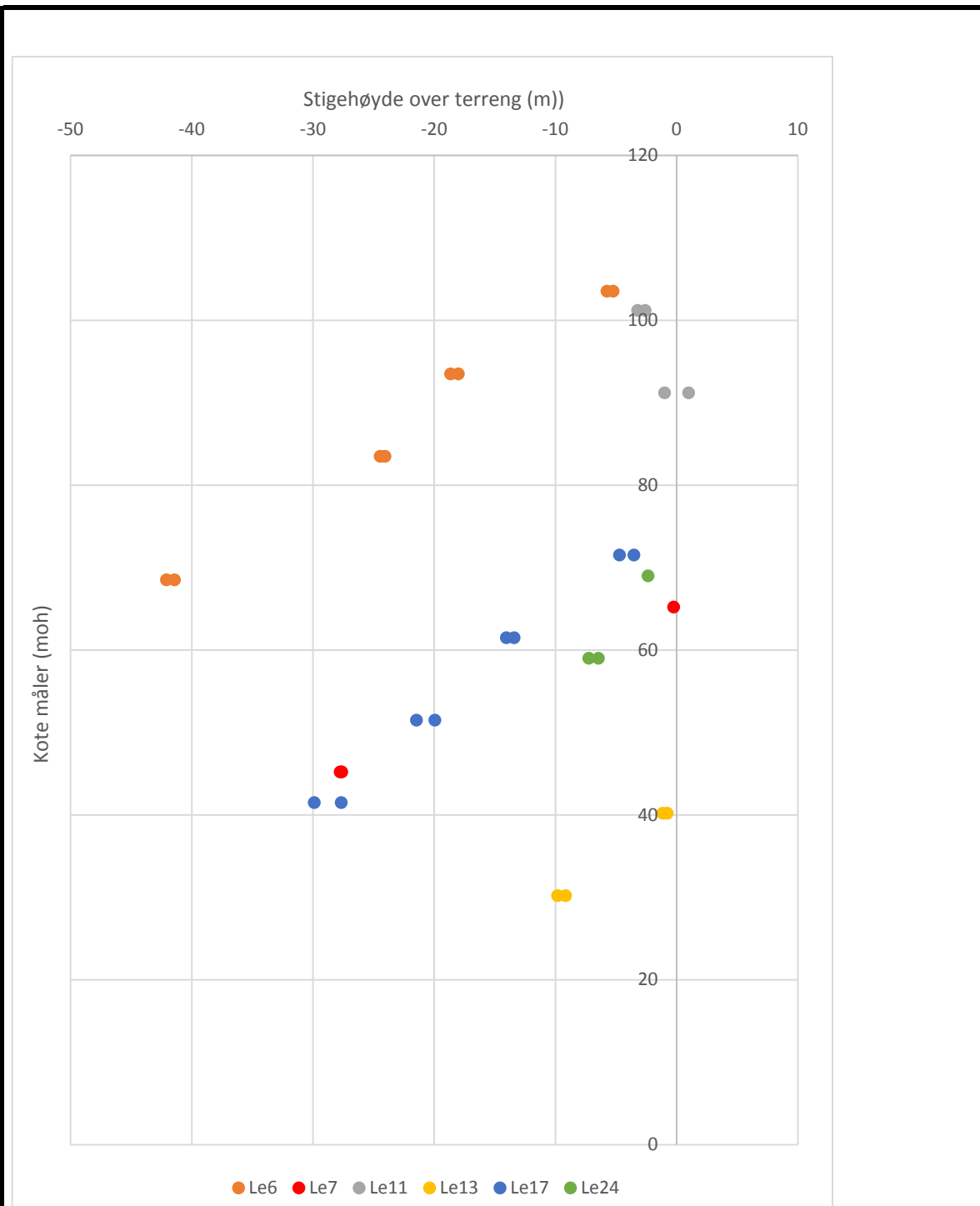
- B1. Samletabell for poretrykksmålinger


Referanser

1. **Multiconsult AS.** 2013. Kvikkleiresone 199 Leira. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-001.
2. **Multiconsult AS.** 2013. Kvikkleirekartlegging Leira og Romolslia, 415655-RIG-NOT-001. Poretrykk og grunnvannsnivå, oppdatert 4/9-13.



Kvikkleiresoner i Trondheim. Leira	Rapport nr. 20120099	Figur nr. B1
	Tegner JSL	Dato 2014-06-15
Målt poretrykk - dybde	Kontrollert VG	
	Godkjent KE	



Kvikkleiresoner i Trondheim. Leira	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	B2
	Tegner	Dato
	JSL	2014-06-15
Stigehøyde over terreng - målenivå (kote)	Kontrollert	
	VG	
	Godkjent	
	KE	

TABELL B1 Samletabell for poretrykksmålinger ved Leira

20120099-03-R

Hull nr	Le6							
Nivå(m)	10		20		30		45	
Intallert dato	19.12.12		19.12.12		20.12.12		03.01.13	
	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)
30.01.2013	4,26	42,6	2	20	5,95	59,5	3,57	35,7
04.09.2013	4,77	47,7	1,36	13,6	5,55	55,5	2,91	29,1
Hull nr	Le7				Le11			
Nivå(m)	10		30		10		20	
Intallert dato	11.01.13		11.01.13					
	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)
30.01.2013	9,76	97,6	2,38	23,8	6,79	67,9	19	190
04.09.2013	9,76	97,6	2,24	22,4	7,4	74	21	210
Hull nr	Le13				Le17			
Nivå(m)	5		15		10		20	
Intallert dato	21.01.13		21.01.13		04.01.13		04.01.13	
	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)
09.01.2013					6,47	64,7	6,6	66
30.01.2013	4,23	42,3	5,85	58,5				
04.09.2013	3,86	38,6	5,18	51,8	5,29	52,9	5,96	59,6
Hull nr	Le17				Le24			
Nivå(m)	30		40		5		15	
Intallert dato	04.01.13		04.01.13					
	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)	Avlesning (m)	Trykk (kPa)
09.01.2013	10,06	100,6	12,33	123,3				
30.01.2013					0,58	5,8	7,76	77,6
04.09.2013	8,55	85,5	10,12	101,2	2,65	26,5	8,55	85,5

Vedlegg C - Tolkning av ødometerforsøk

Innhold

Vedlegget inneholder resultater fra tolkning av 13 ødometerforsøk (CRS), ref. 1
Forsøkene er tolket i henhold til (2) og (3).

Tabell liste

Tabell C1 Sammenstilling av ødometerforsøk

Referanser

1. **Multiconsult AS.** 2013. Kvikkleiresone 199 Leira. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-001.
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

OVERSIKT OVER ØDOMETERFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING			KLASSIFISERING								p ₀ '	dV/V ved p ₀ '	Δe/e ₀ ved p ₀ '	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	p ₀ ' kPa	pc' kPa	OCR	Z _p (moh)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Le-6		35.50	20.0	16.0	20.0	4.0	21.0	0.55	45.0	82.0	648.6	5.30	0.149	648.6	663.0	1.02	153.5	Førstyrret
Le-6		43.50	22.0	15.0	21.0	6.0	20.4	0.61	42.0	51.0	818.9	6.50	0.172	818.9	840.0	1.03	161.9	Førstyrret
Le-7		9.15	22.0	18.0	30.0	12.0	20.1	0.61	32.0	5.0	165.0	2.00	0.053	165.0	550.0	3.33	137.6	Førstyrret
Le-13		5.20	24.0	18.0	29.0	11.0	19.8	0.66	32.0	12.0	61.0	1.30	0.033	61.0	680.0	11.15	153.6	Førstyrret
Le-13		11.20	28.0	16.0	24.0	8.0	20.3	0.77	32.0	79.0	171.0	3.00	0.069	171.0	580.0	3.39	138.3	Førstyrret
Le-17		19.15	28.0	14.0	20.0	6.0	20.0	0.77	32.0	180.0	312.0	8.30	0.191	312.0	320.0	1.03	106.3	Førstyrret
Le-17		27.60	27.0	16.0	22.0	6.0	19.5	0.74	32.0	63.0	450.0	6.00	0.141	450.0	470.0	1.04	111.7	Førstyrret
Le-17		35.75	12.0	11.0	14.0	3.0	21.9	0.33	7.0	10.0	591.0	6.80	0.274	591.0	-	-	-	-
Le-20		11.50	26.0	26.0	26.0	0.0	20.0	0.72	32.0	130.0	269.0	3.50	0.084	269.0	360.0	1.34	117.6	Akseptabel
Le-23		4.50	32.0	17.0	30.0	13.0	20.2	0.88	32.0	8.0	65.0	1.50	0.032	65.0	-	-	-	-
Le-23		8.50	22.0	15.0	21.0	6.0	20.2	0.61	32.0	83.0	107.0	1.30	0.034	107.0	200.0	1.87	105.8	Perfekt
Le25		11.50	29.0	19.0	30.0	11.0	20.0	0.80	7.0	10.0	158.0	2.10	0.047	158.0	340.0	2.15	115.8	Akseptabel
Le-25		19.50	25.0	18.0	25.0	7.0	20.2	0.69	32.0	33.0	314.0	5.50	0.135	314.0	370.0	1.18	110.6	Førstyrret

w_i In-situ vanninnholdw_p Utrullingsgrensew_L FlytegrenseI_p Plastisitetsindeks, I_p = w_L - w_pγ_T Total romvekte_i Initielt porettall, e_i = 2.75 * w_iS_t Sensitivitetp₀' In-situ effektivspenningdV/V Volumtøyning ved p₀'Δe/e₀ Endring i porettallet, Δe = evol (1+e_i) og e_i = 2.75 * w_i

Prøvekvalitet vurdert iht. Hb. 016 - Figur 2.21

Klassifisering:

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

Z_p = Terrengkote - prøvedybde + p_c'/(γ'³*aldringsfaktor)γ' = 9 kN/m³

aldringsfaktor = 1.2

Vedlegg D - Tolkning av treaksforsøk

Innhold

Vedlegget inneholder resultater fra tolkning av 16 treaksforsøk (CAUa og CAUp), ref. 1.

Tabell liste

Tabell D1 Sammenstilling av treaksforsøk

Referanser

1. **Multiconsult AS.** 2013. Kvikkleiresone 199 Leira. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-001.

20120099

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal

TABELL D1 :

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER							KONSOLIDERING								STYRKEEGENSKAPER							
Hull nr.	Prøve diameter	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w _i	w _l	w _p	I _p	Leir Innh.	γ _{tot}	S _t	Type forsøk	p' _{0v}	σ' _{ac}	σ' _{rc}	K ₀ '	ε _{vol}	Δe/e ₀	OCR	Prøve kvalitet (Δe/e _i)	s _u (peak)	ε _a (peak)	s _u (1%)	s _{u peak} /σ' _{ac} '	α (m=0.6)	φ (phi)	attraksjon
	mm		m		%	%	%	%	%	kN/m ³			kPa	kPa	kPa		%			NVE	kPa	%	kPa				kPa
Le-6	75		35.40	Leire, ms	21.7	20.0	16.0	4.0	45.0	20.5	82	CAUa	646.0	683.0	410.0	0.60	4.30	0.115	1.0	Akseptabel	215.0	0.70	210.0	0.31	0.33	29.7	10.0
Le-6	75		35.25	Leire, ms	25.2	20.0	16.0	4.0	45.0	20.5	82	CAUp	646.0	686.0	406.0	0.59	4.34	0.106	1.0	Akseptabel	70.0	1.50	65.0	0.10	0.33	-	-
Le-6	75		41.20	Leire	23.6	21.0	15.0	6.0	42.0	20.4	51	CAUa	770.0	833.0	622.0	0.75	6.20	0.157	1.0	Forstyrret	240.0	1.00	240.0	0.29	0.31	27.0	10.0
Le-6	75		43.70	Leire	23.2	21.0	15.0	6.0	42.0	20.4	51	CAUp	821.0	854.0	550.0	0.64	4.95	0.127	1.0	Akseptabel	105.0	1.00	105.0	0.12	0.31	-	-
Le-7	75		9.40	Leire	23.5	30.0	18.0	12.0	32.0	20.1	5	CAUa	168.0	167.0	125.0	0.75	1.44	0.037	3.3	Forstyrret	115.0	2.00	110.0	0.69	0.33	35.0	10.0
Le-7	75		9.25	Leire	23.5	30.0	18.0	12.0	32.0	20.1	5	CAUp	168.0	167.0	125.0	0.75	3.34	0.085	3.3	Forstyrret	54.0	2.00	52.0	0.32	0.33	-	-
Le-13	75		5.25	Leire	26.5	29.0	18.0	11.0	32.0	19.8	12	CAUa	61.4	61.0	45.0	0.74	1.26	0.030	11.1	Forstyrret	96.0	0.80	95.0	1.57	0.37	34.0	10.0
Le-13	75		6.45	Leire, ms	22.0	22.0	22.0	0.0	32.0	20.7	29	CAUp	86.0	81.0	62.0	0.77	3.58	0.095	-	Forstyrret	30.0	6.00	25.0	0.37	0.30	-	-
Le-13	75		11.30	Kvikkleire	27.5	24.0	16.0	8.0	32.0	20.3	79	CAUa	175.0	176.0	131.0	0.74	2.54	0.059	3.4	Forstyrret	110.0	3.00	90.0	0.63	0.30	32.0	10.0
Le-17	75		19.20	Kvikkleire	28.0	20.0	14.0	6.0	32.0	20.0	180	CAUa	308.0	318.0	237.0	0.75	5.25	0.121	1.0	Forstyrret	105.0	1.30	102.0	0.33	0.33	29.0	15-20
Le-17	75		27.20	Leire, ms	27.0	25.0	16.0	9.0	32.0	19.5	63	CAUa	444.0	447.0	336.0	0.75	6.83	0.160	1.0	Forstyrret	135.0	1.00	138.0	0.30	0.30	29.0	10.0
Le-17	75		27.30	Leire, ms	26.0	24.0	16.0	8.0	32.0	19.5	63	CAUp	444.0	445.0	334.0	0.75	5.41	0.130	1.0	Forstyrret	57.0	1.20	58.0	0.13	0.30	-	-
Le-23	75		4.40	Leire	22.7	30.0	17.0	13.0	32.0	20.2	8	CAUa	67.0	85.0	40.7	0.48	0.44	0.011	1.9	Perfekt	85.0	1.90	75.0	1.00	0.87	35.0	10.0
Le-23	75		4.30	Leire	25.2	30.0	17.0	13.0	32.0	20.2	8	CAUp	67.0	68.0	44.0	0.65	1.75	0.043	1.9	Akseptabel	40.0	4.00	32.0	0.59	0.87	-	-
Le-23	75		8.55	Kvikkleire	24.8	21.0	15.0	6.0	32.0	20.2	83	CAUa	112.0	109.1	71.0	0.65	1.19	0.029	1.9	Perfekt	64.0	1.90	62.0	0.59	0.39	32.00	10.0
Le-23	75		8.45	Kvikkleire	24.1	21.0	15.0	6.0	32.0	20.2	83	CAUp	112.0	108.0	68.0	0.63	2.76	0.069	1.9	Akseptabel	39.0	2.00	34.0	0.36	0.39	-	-

w_i In-situ vanninnholdw_l Flytegrensew_p UtrullingsgrenseI_p Plastisitetindeks, I_p = w_l - w_pγ_{tot} Total romvektS_t Sensitivitetp'_{0v} In-situ vertikal effektivspenningσ'_{ac} Vertikal konsolideringsspenningσ'_{rc} Horizontal konsolideringsspenningK₀' Horizontal jordtrykkskoeffisientε_{vol} Volumetrisk tøying ved konsolideringε_{ac} Vertikal tøying ved konsolideringB Skemptions poretrykksfaktor, Δu/σ_mΔe/e₀ Endring i porettallet - Δe = evol (1+ei) og ei = 2.75 * w_iΔe/e_i Endring i porettallet - Δe / ei = Δw / w_i

OCR Antatt overkonsolideringsforhold

Prøvekvalitet vurdert iht. Hb. 016 - Figur 2.21

Klassifisering:

1

2

3

4

Prøvekvalitet i hht NVE:	Volumtøying ΔV/V0 (evol)		
OCR	Kv.kl.1 Perfekt	Kv.kl.1 Akseptabel	Kv.kl.2 Forstyrret

Vedlegg E - Tolkning av CPTU-sonderinger

Innhold

Det er utført 12 CPTU-sonderinger. Nedenstående tabell gjengir et anslag på kvaliteten av sonderingene som fremkommer av nullpunktsavlesningen. Alle sonderingene havner i anvendelsesklasse 1.

Tabell E1: Nullpunktavlesninger og anvendelsesklasser, ref. (1).

Borepunkt	Spissmotstand [kPa]	Sidefriksjon [kPa]	Poretrykk [kPa]	Maks. helning (°)	Anvendelsesklasse
Le-1	8,68	1,22	0,43	2,7	1
Le-3	17,15	0,57	1,07	3,3	1
Le-4	16,17	0,81	0,95	7,9	1
Le-6	21,94	0,2	0,77	3,9	1
Le-7	13,17	0,44	3,66	0,9	1
Le-9	0,7	1,03	0,13	3,7	1
Le-11	13,97	0,32	0,85	2,1	1
Le-13	2,03	0,31	1,13	1,3	1
Le-14	7,33	0,82	3,98	2,3	1
Le-16	9,31	0,33	6,24	3,1	1
Le-17	5,37	0,61	0,42	2,0	1
Le-25	2,5	0,32	1,74	4,6	1

CPTU-sonderingene fra de supplerende grunnundersøkelsene, ref. (1), er benyttet for tolkning av udrenert skjærstyrke iht. ref. (2) med forutsetninger gitt i Tabell E2.

Tabell E2 Forutsetninger for tolkning av CPTU-sonderinger.

$N_{\Delta u}$ – 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
Le-1	Fra lokal prøveserie	Fra lokal poretrykksmåling		Fra lokal prøveserie		9.8 – 4.5 x log OCR	6.9-4xlogOCR+0.07xIp	8.5+2.5xlogOCR	7.8+2.5xlogOCR+0.082xIp
Le-3			2,0-1,2 (d=5-15m)		0-15 m				
Le-4			2,2-1,0 (d=10-45m)		-				
Le-6			2,0-1,0 (d=10-45m)		-				
Le-7			5,0-2,5 (d=5-15m)		-				
Le-9			2,4-1,1 (d=5-35m)		22-35 m				
Le-11			2,5-2,1 (d=4-16m)		9,6-11,6m				
Le-13			10,0-2,9 (d=5-20m)		6,5-13,5m				
Le-14			6,0-1,3 (d=5-25m)		5-40 m				
Le-16			2,4-1,1 (d=10-60m)		5-65 m				
Le-17			6-1,1 (d=5-40m)		15-31,5 m				
Le-25			2,6-1 (d=5-40m)		18-45 m				

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-profilet. 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 og presentert i Tabell E3. Etter dette profilet er SHANSEP-basert skjærstyrke beregnet.

Tabell E3: Antatt tidligere havbunnsnivå ved CPTU lokalitetene.

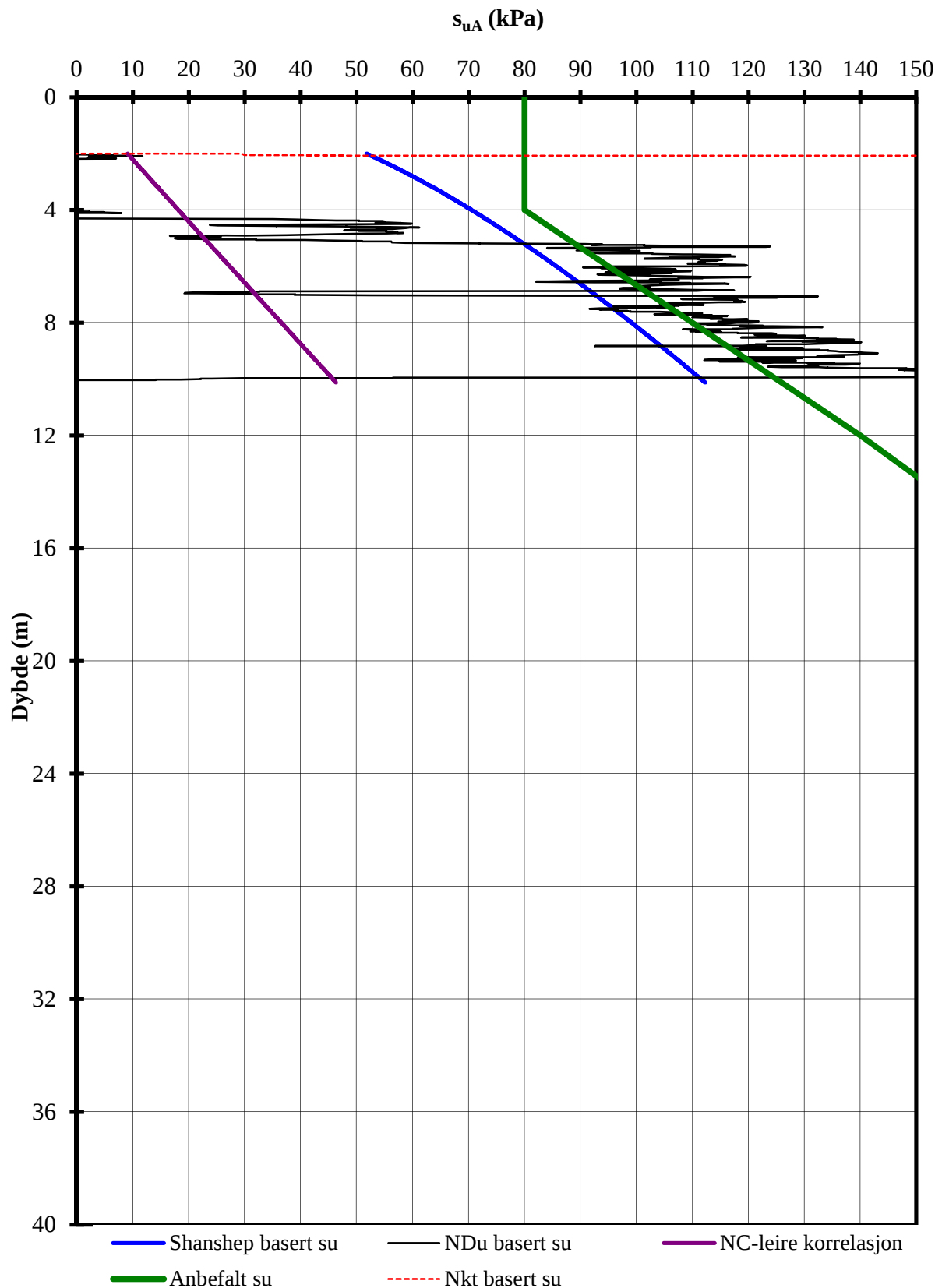
CPTU	Antatt tidligere havbunnsnivå (kote)
Le-1	125
Le-3	110
Le-4	125
Le-6	125
Le-7	114
Le-9	125
Le-11	125
Le-13	100
Le-14	120
Le-16	100
Le-17	105
Le-25	95

Figurliste

Figur E1	Borhull Le-1 s_u -profil
Figur E2	Borhull Le-1, OCR-profil
Figur E3	Borhull Le-3, s_u -profil
Figur E4	Borhull Le-3, OCR-profil
Figur E5	Borhull Le-4, s_u -profil
Figur E6	Borhull Le-4, OCR-profil
Figur E7	Borhull Le-6, s_u -profil
Figur E8	Borhull Le-6, OCR-profil
Figur E9	Borhull Le-7, s_u -profil
Figur E10	Borhull Le-7, OCR-profil
Figur E11	Borhull Le-9, s_u -profil
Figur E12	Borhull Le-9, OCR-profil
Figur E13	Borhull Le-11, s_u -profil
Figur E14	Borhull Le-11, OCR-profil
Figur E15	Borhull Le-13, s_u -profil
Figur E16	Borhull Le-13, OCR-profil
Figur E17	Borhull Le-14 s_u -profil
Figur E18	Borhull Le-14, OCR-profil
Figur E19	Borhull Le-16 s_u -profil
Figur E20	Borhull Le-16, OCR-profil
Figur E21	Borhull Le-17 s_u -profil
Figur E22	Borhull Le-17, OCR-profil
Figur E23	Borhull Le-25 s_u -profil
Figur E24	Borhull Le-25, OCR-profil


Referanser

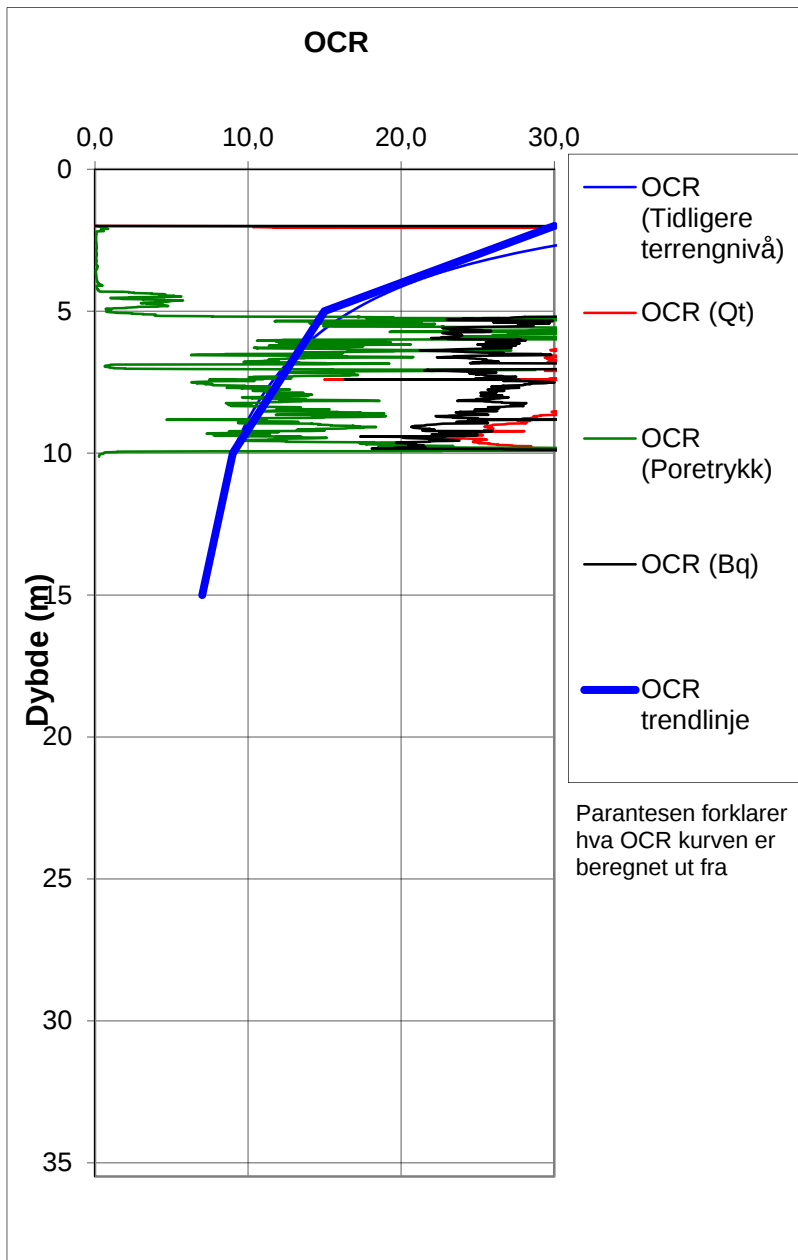
1. **Multiconsult AS.** 2013. Kvikkleiresone 199 Leira. Grunnundersøkelser, datarapport. 415655-RIG-RAP-001.
2. **Karlsrud, K., et al.** CPTU correlations for clays. *Proceedings, ICSMGE, Osaka.* 2005




Terrengkote : 37.04 m

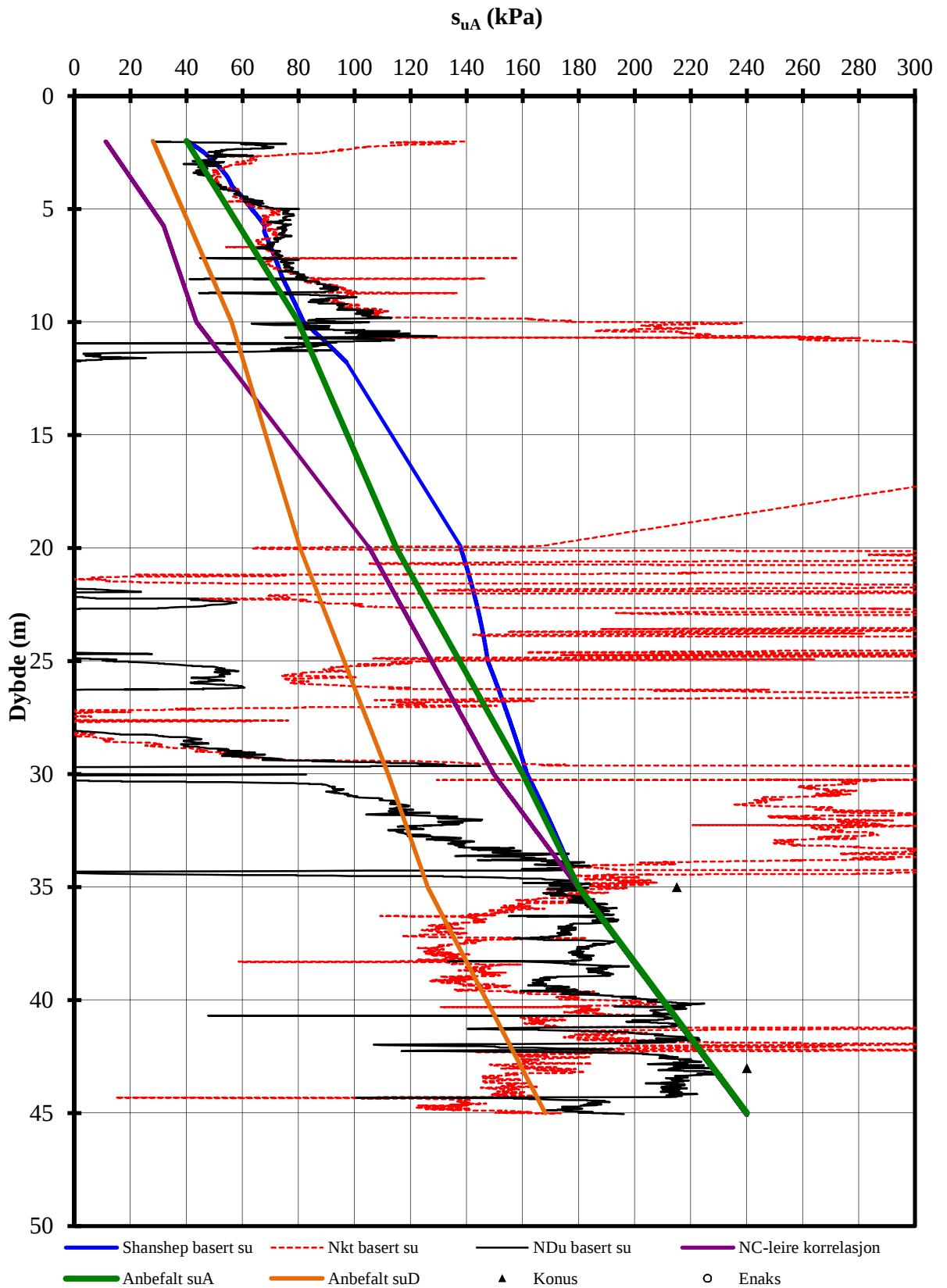
#VALUE!

Kvikkleiresoner Stjørdal - Lillemo	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099	E3
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. BorhullLe-3	Tegner	Dato
	JSL	15.06.2014
	Kontrollert	
Godkjent		
	VG	
	KE	



Terrengkote : 37,04 m

Prosjekt	Rapport nr. 20120099	Figur nr. E4
	Tegner JSL	Dato 15.06.2014
OCR profil Le-3	Kontrollert VG	 NGI
	Godkjent KE	




Terrengkote : 115 m

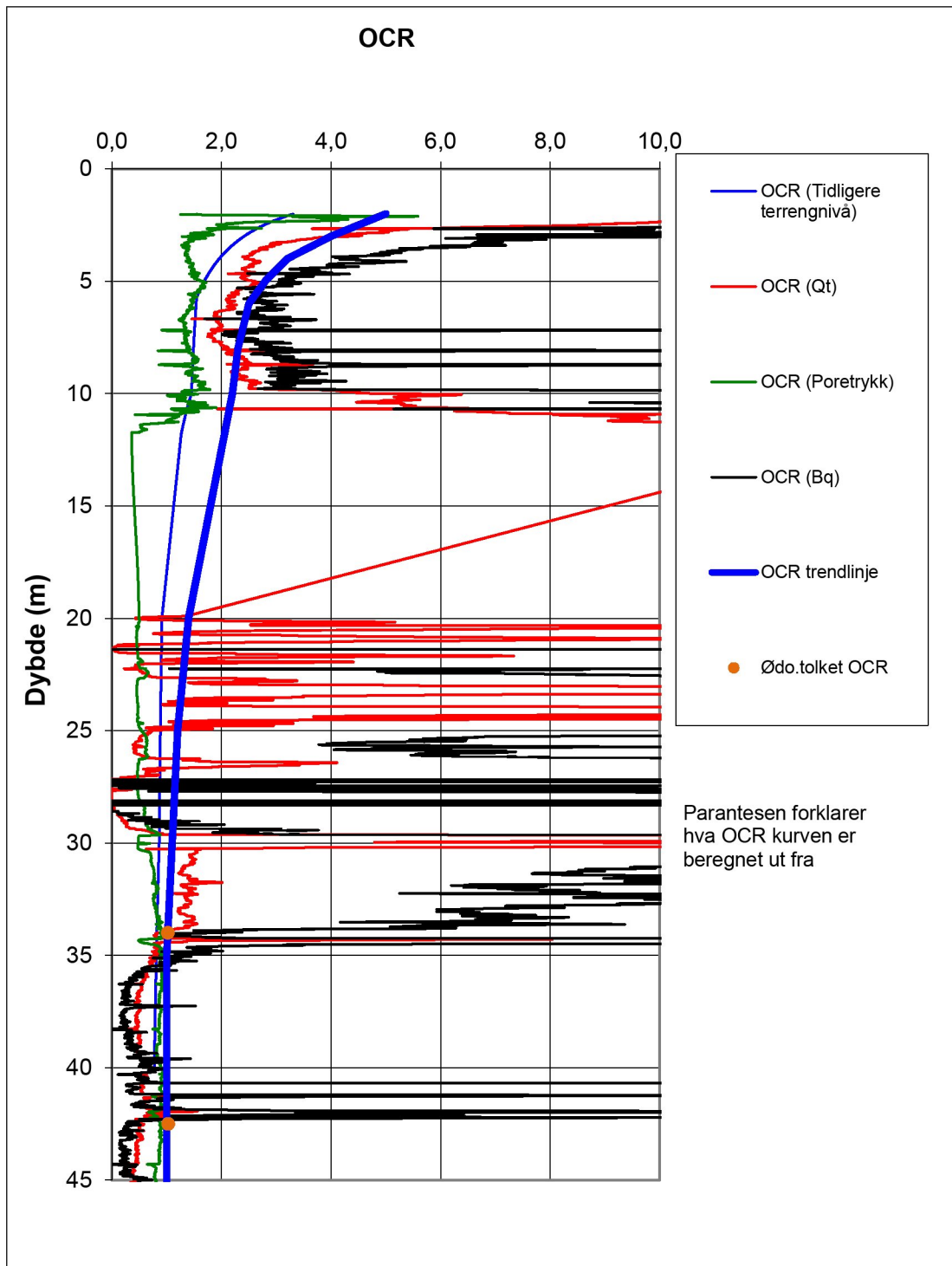
#VALUE!


Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal

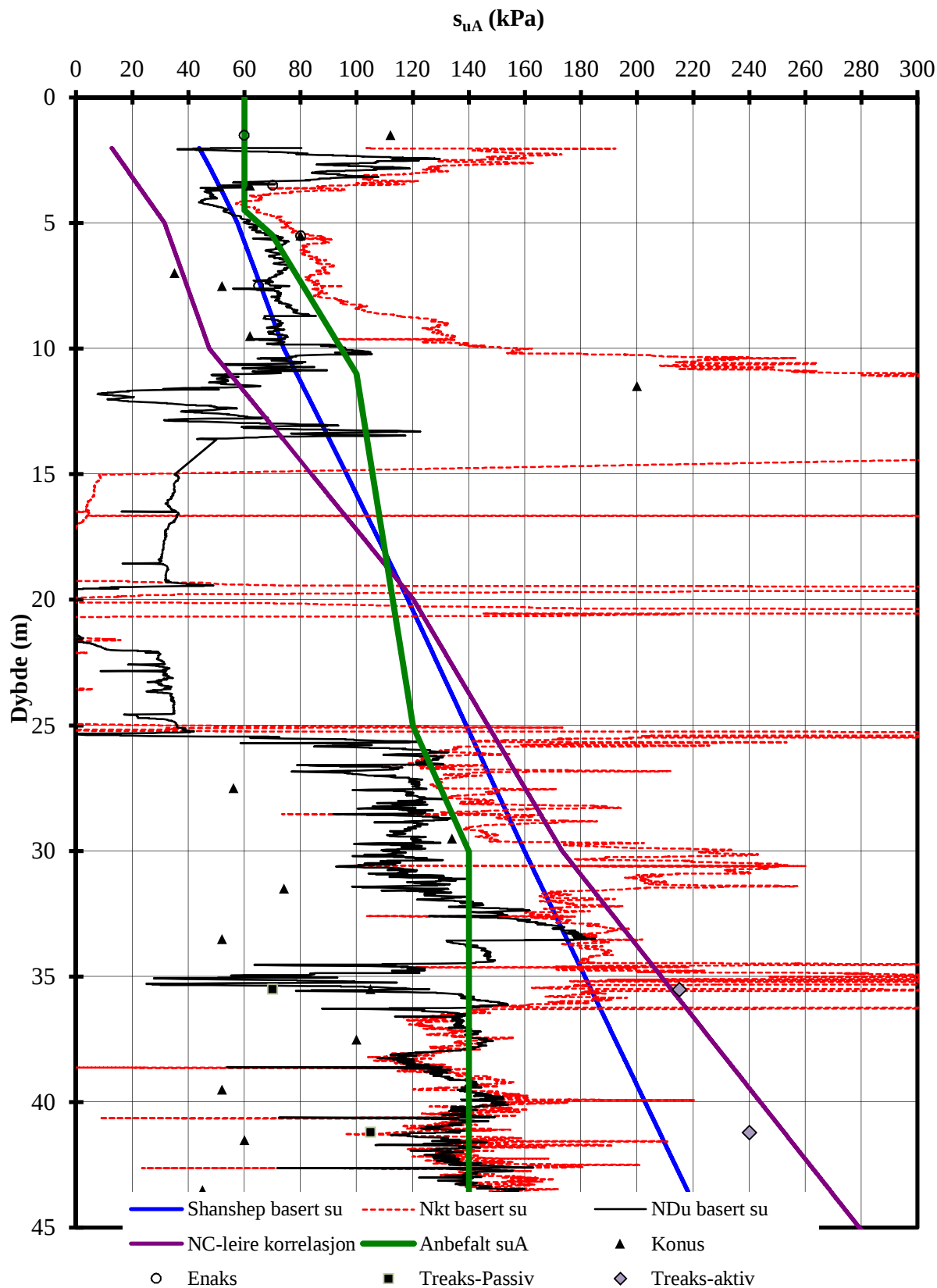
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull Le-4

Rapport nr.	Figur nr.
20120099	E05
Tegner	Dato
JSL	15.06.2014
Kontrollert	
Godkjent	
KE	



			Rapport nr.	Figur nr.
Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal			20120099	E06
			Tegner	Dato
OCR - profil			JSL	15.06.2014
			Kontrollert	 NGI
Borhull Le-4			VG	
			Godkjent	
			KE	



#VALUE!

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

Borhull 6 Le-6

Rapport nr.
20120099

Figur nr.
E7

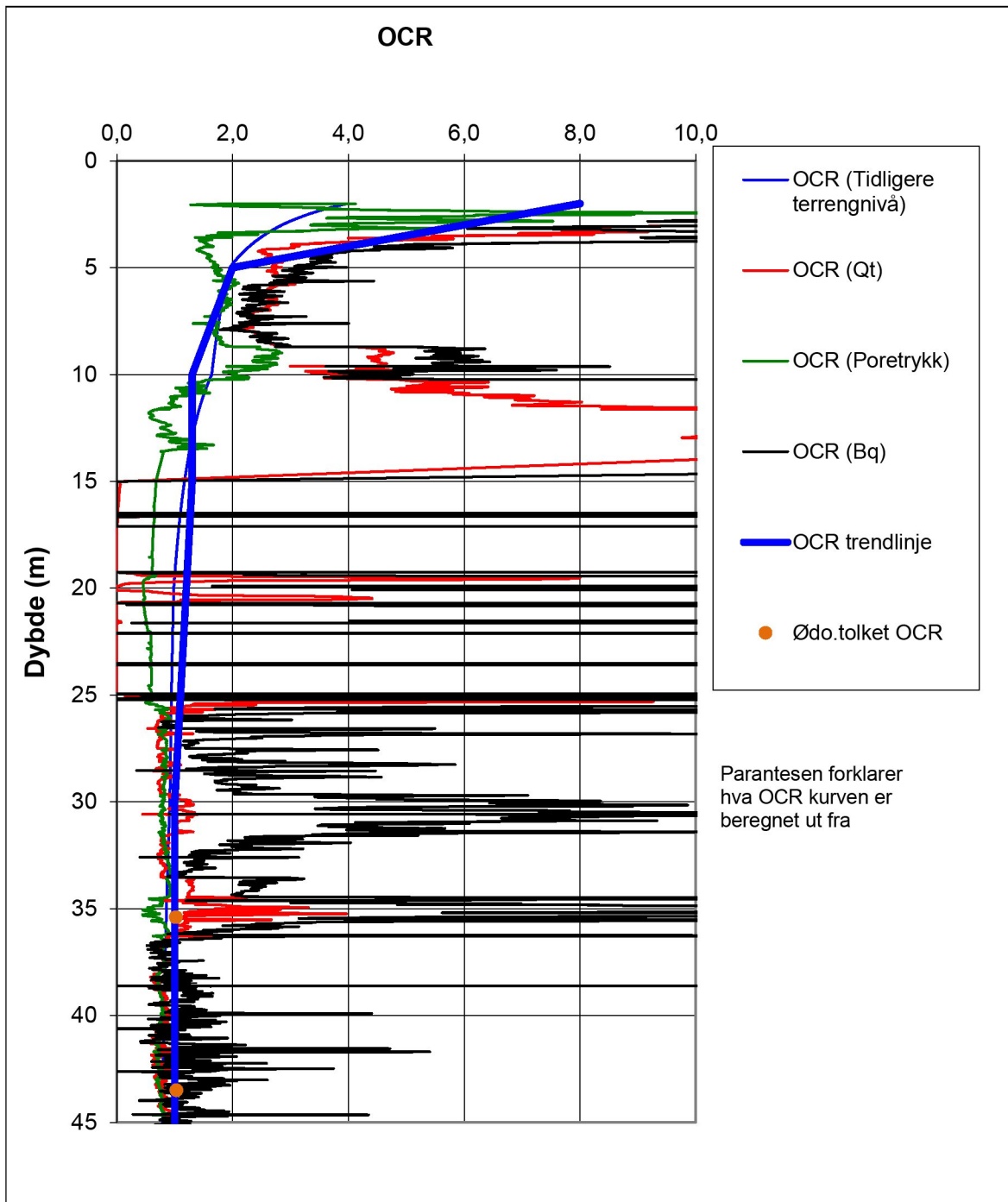
Tegner
JSL

15,06,2014

Kontrollert
VG

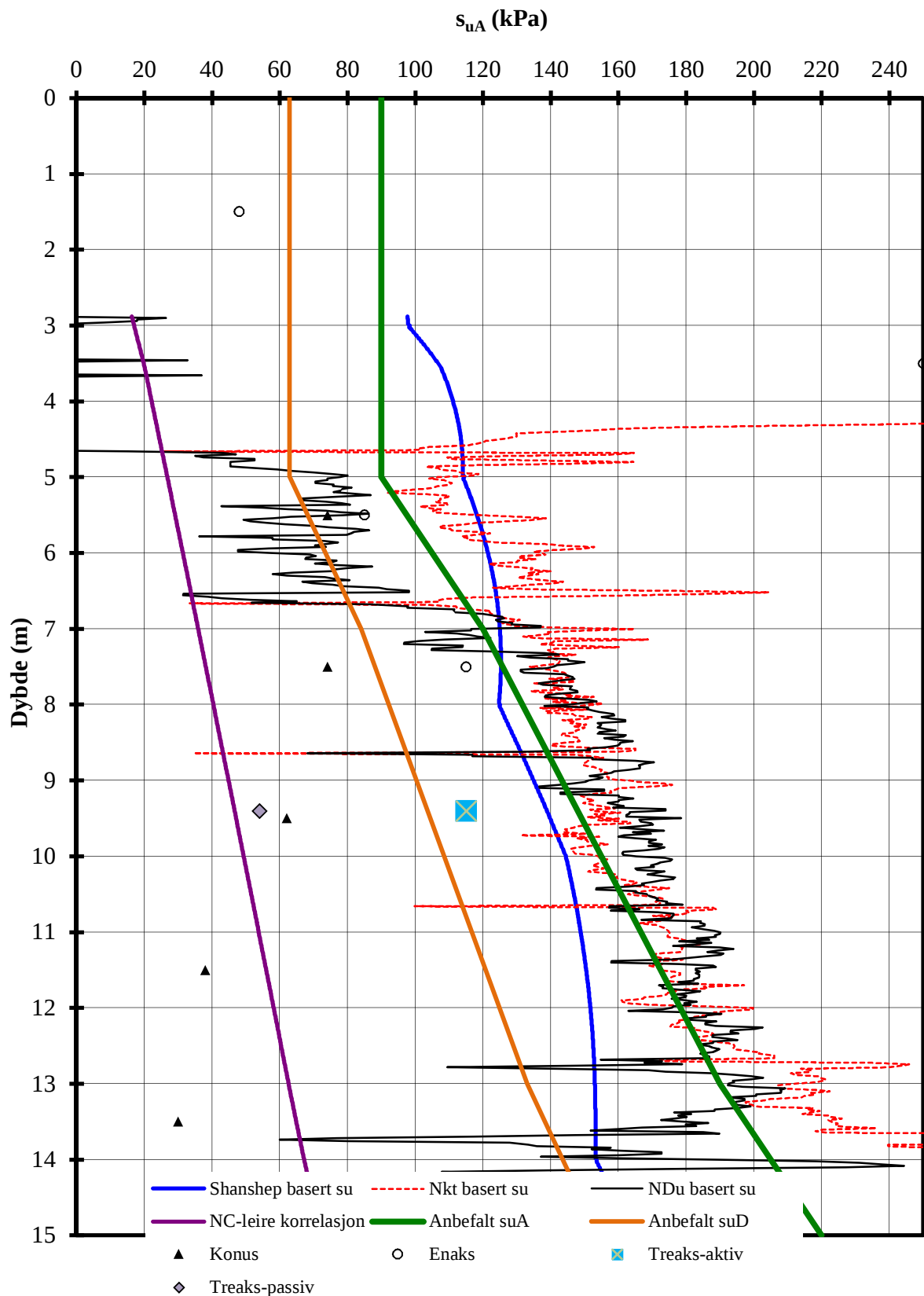
Godkjent
KE





####

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal	Rapport nr. 20120099	Figur nr. E8
	Tegner JSI	Dato 15,06,2014
OCR-profil	Kontrollert VG	
Borhull: Le-6	Godkjent KE	



Terrengkote : 75.2 m

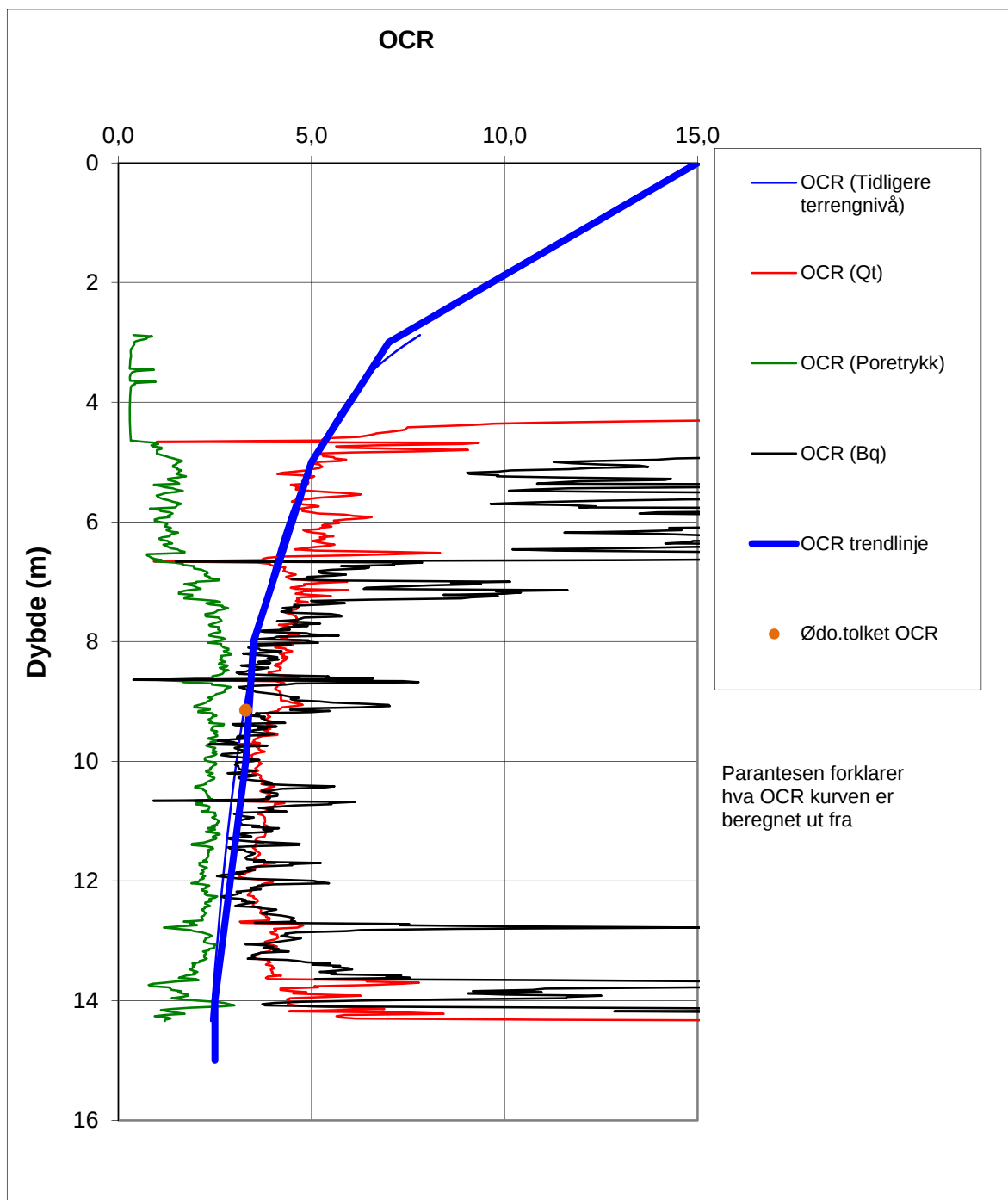
#VALUE!

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal


Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

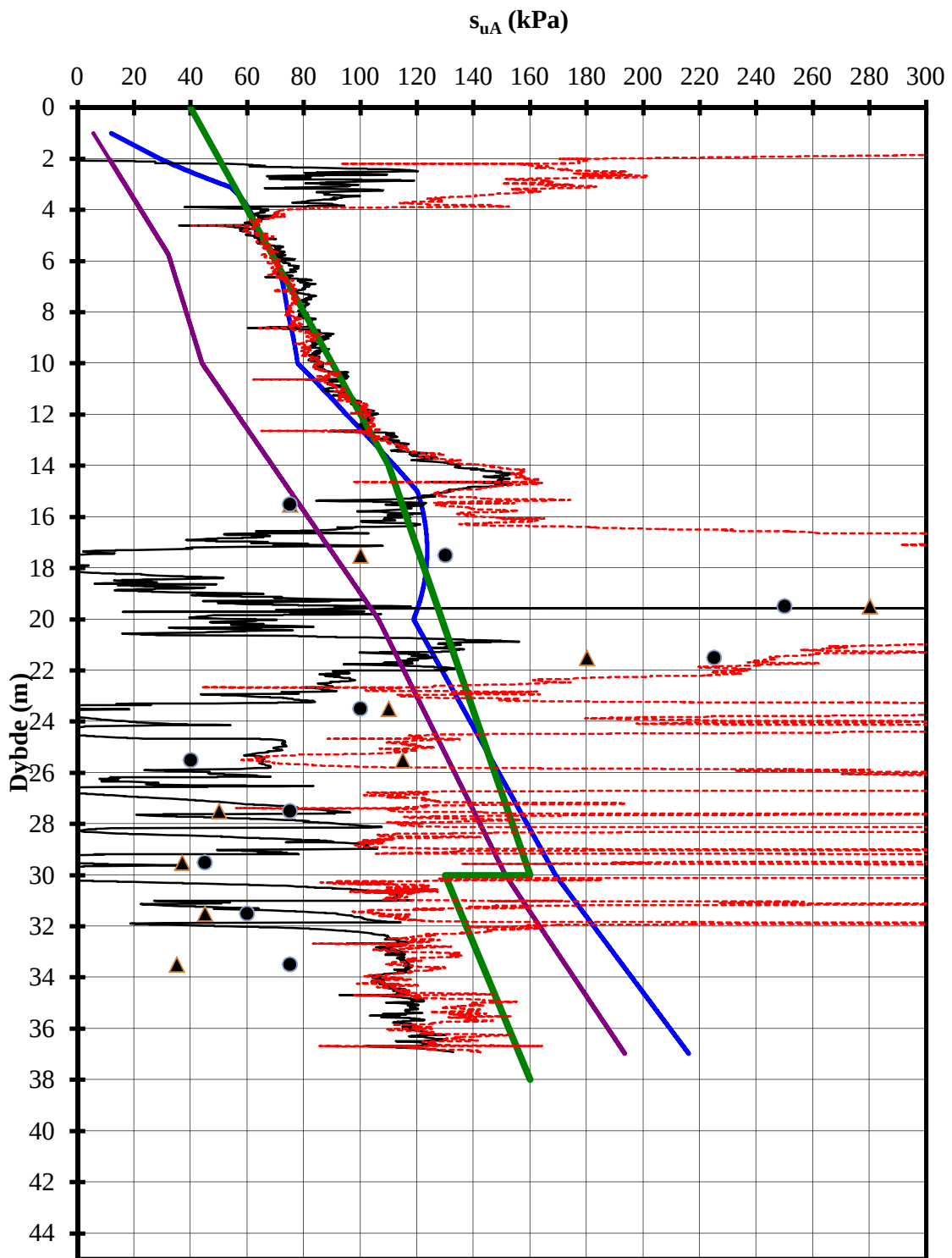
Borhull Le-7

Rapport nr.	Figur nr.
20120099	E09
Tegner	Dato
JSL	15.06.2014
Kontrollert	
Godkjent	
KE	



#VALUE!

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal	Rapport nr. 20120099	Figur nr. E10
	Tegner JSL	Dato 15.06.2014
OCR profil Borhull Le-7	Kontrollert VG	
	Godkjent KE	



- Shanshep basert su
- NDU basert su
- NC-leire korrelasjon
- anbefalt su
- - - Nkt basert su
- Enaks
- ▲ Konus
- Treaks

Terrengkote : 112,9 m

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep

BorhullLe-9

Rapport nr.
20120099-03-R

Figur nr.
E11

Tegner
JSL

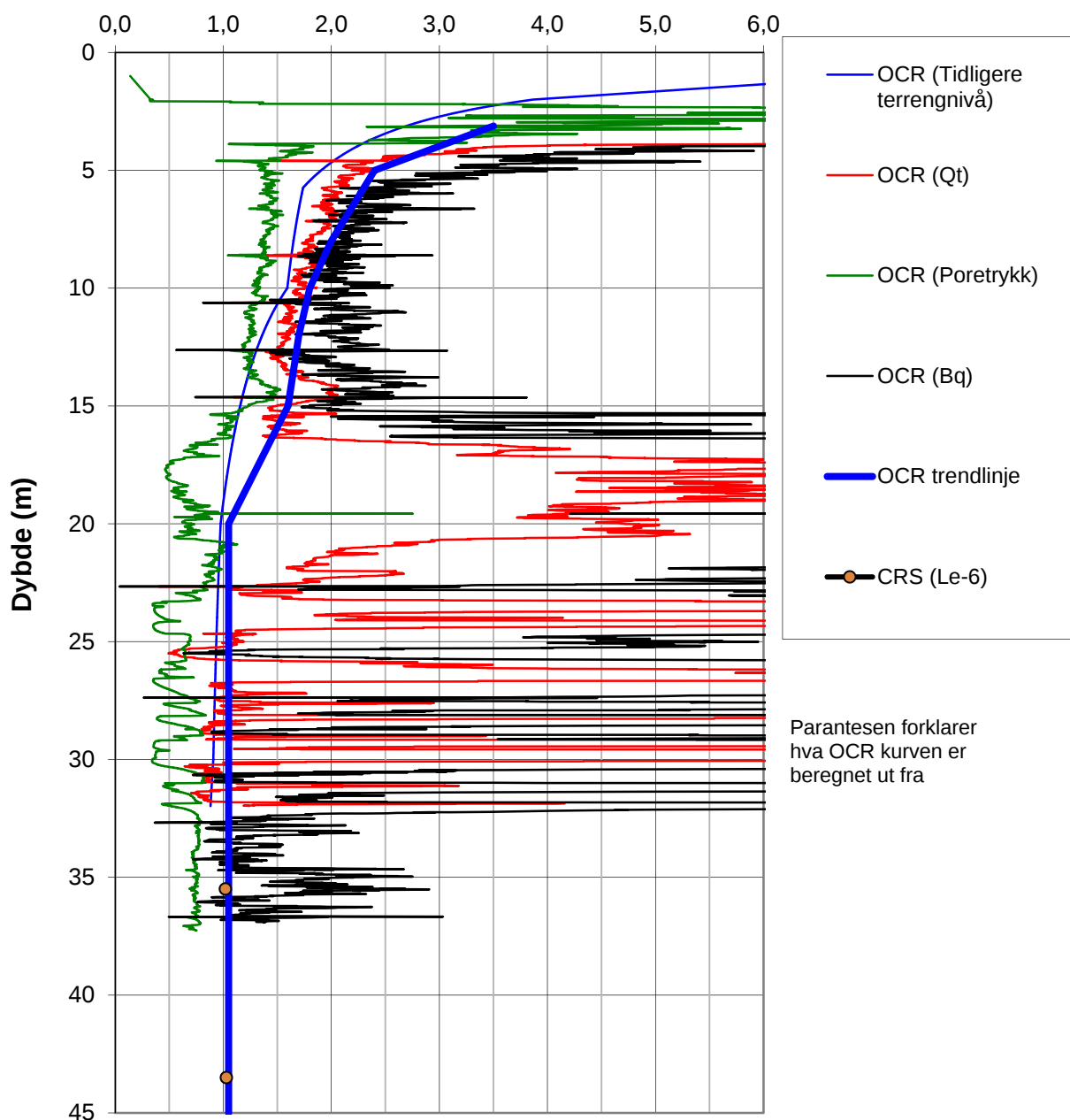
Dato
15.06.2013

Kontrollert
VG


Godkjent
KE

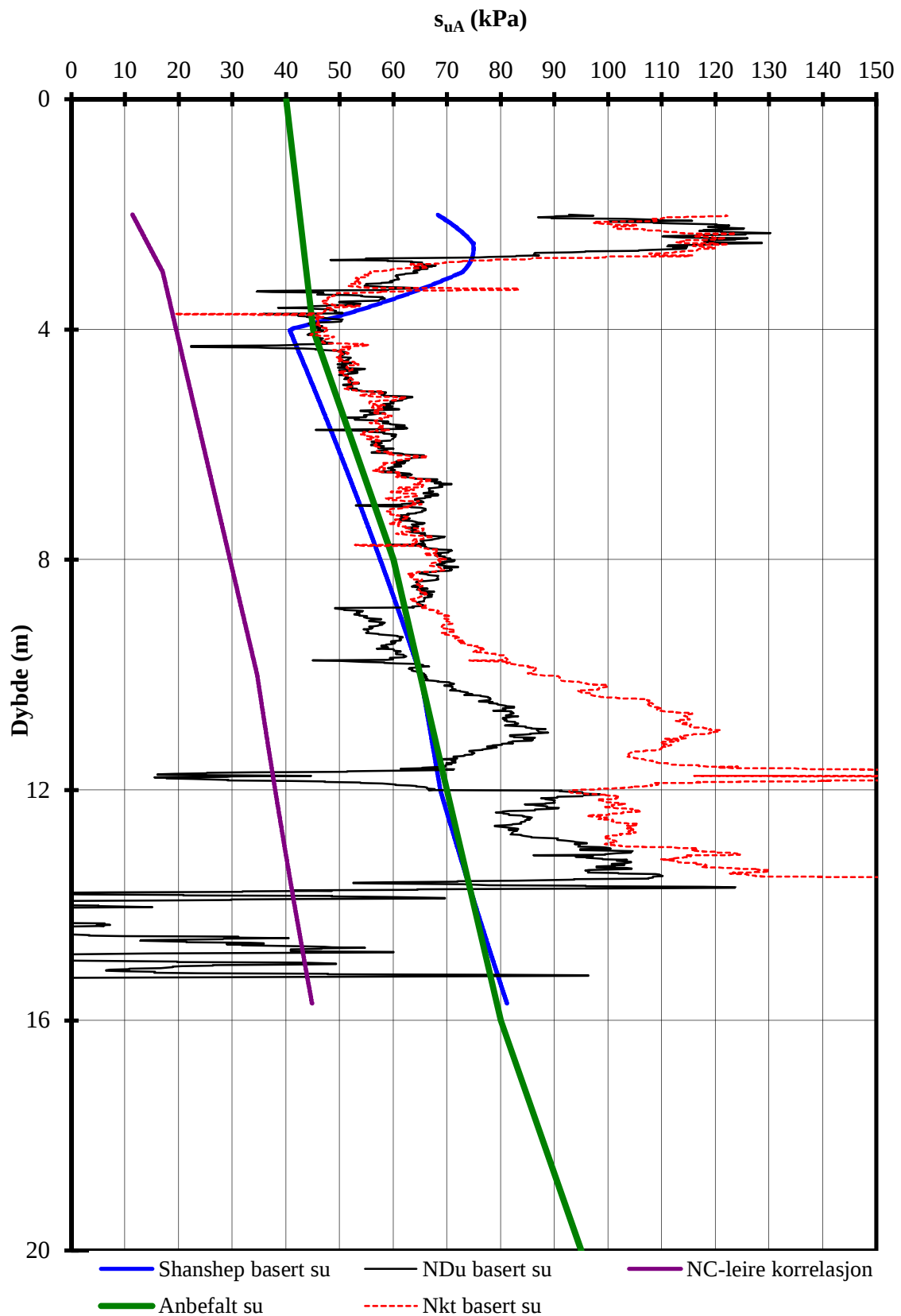


OCR



Terrengkote : 112,9 m

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal	Rapport nr. 20120099-03-R	Figur nr. E12
	Tegner JSL	Dato 15.06.2013
OCR-profil LE-9	Kontrollert VG	
	Godkjent KE	



Terrengkote : 111,2 m

Tidligere terreng:

125

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

LE 11

Rapport nr.

20120099-03-R

Figur nr.

E13

Tegner

JSL

Dato

15.06.2014

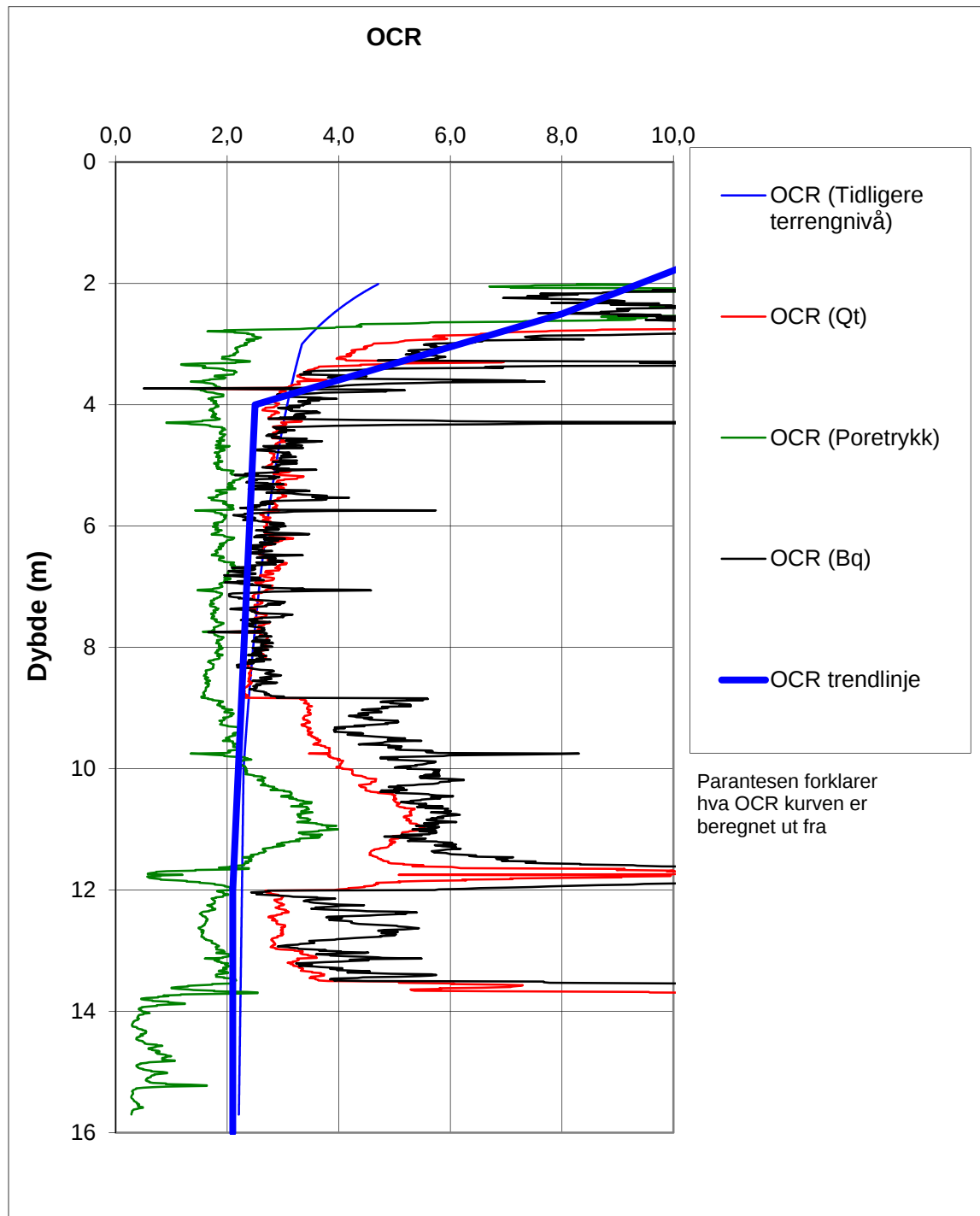
Kontrollert

VG


Godkjent

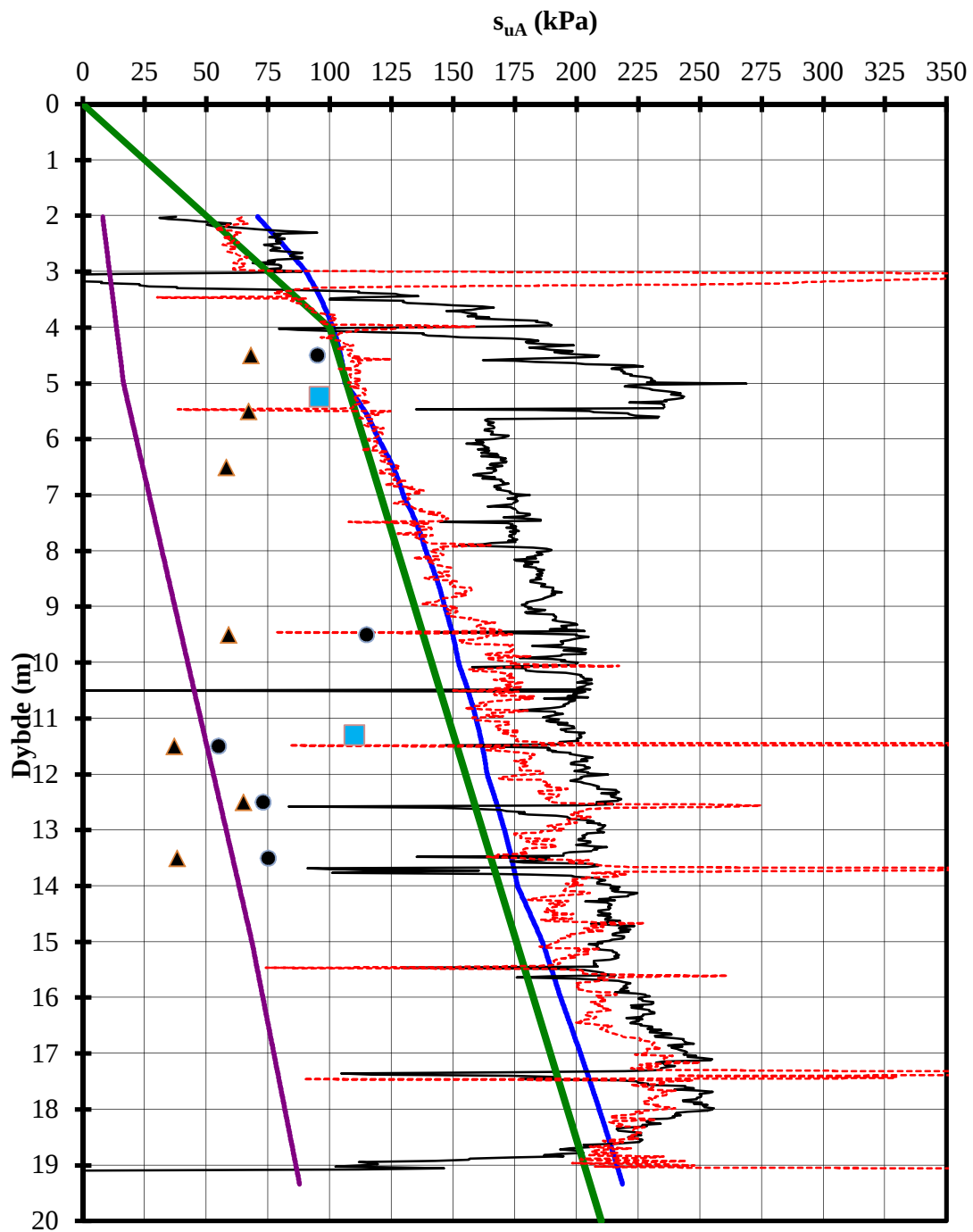
KE





#VALUE!

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal	Rapport nr. 20120099-03-R	Figur nr. E14
	Tegner JSL	Dato 27.02.2014
OCR-profil	Kontrollert VG	
BorhullLe-11	Godkjent KE	




- Shanshep basert su
- NC-leire korrelasjon
- - - Nkt basert su
- Enaks
- NDu basert su
- Anbefalt su
- ▲ Konus
- Treaks - Aktiv

Terrengkote : 45.2 m

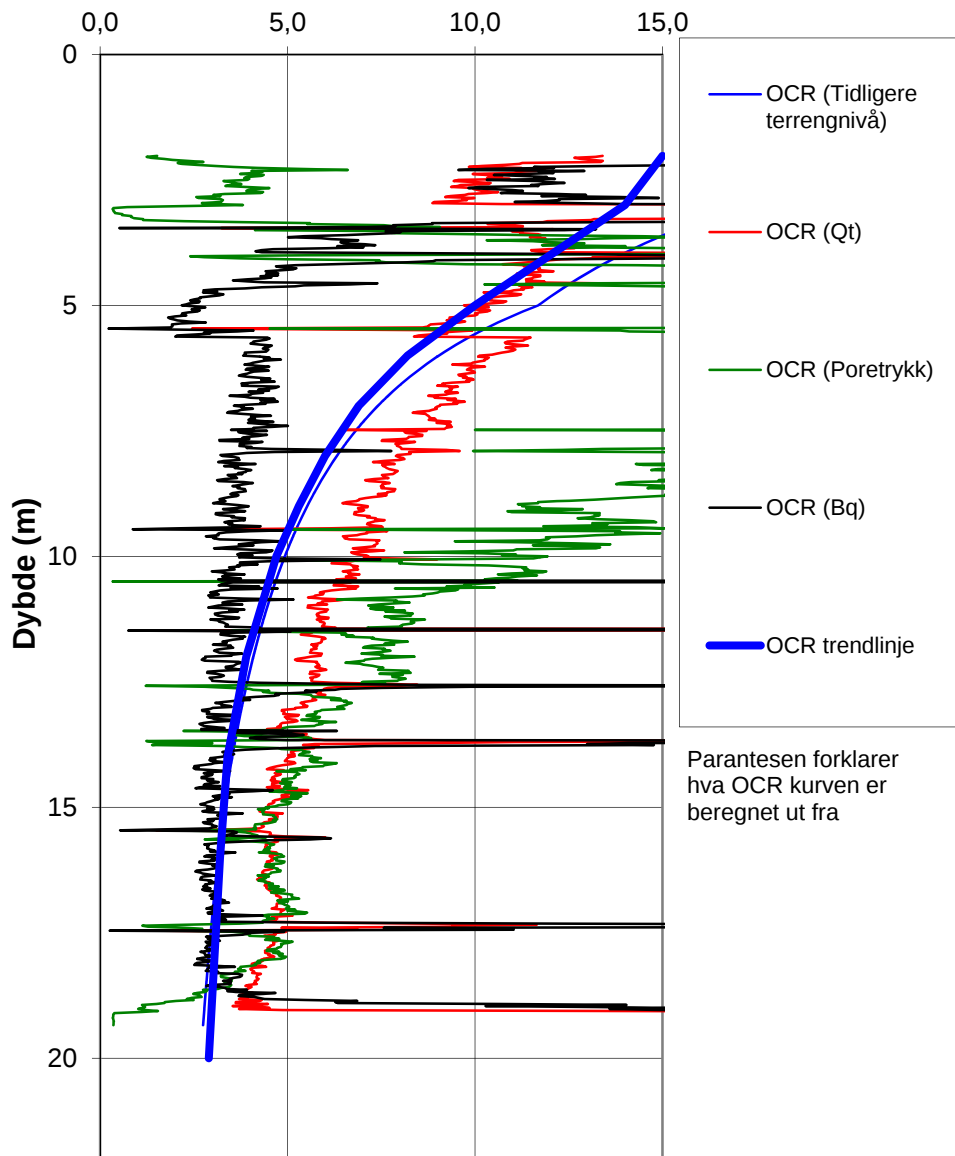
Tidligere terreng (m)

100

#VALUE!


Kvikkleirekartlegging, Trondheim kommune	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099-03-R	E15
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. LE-13	Tegner	Dato
	JSL	15.06.2014
	Kontrollert	
Godkjent		
	KE	

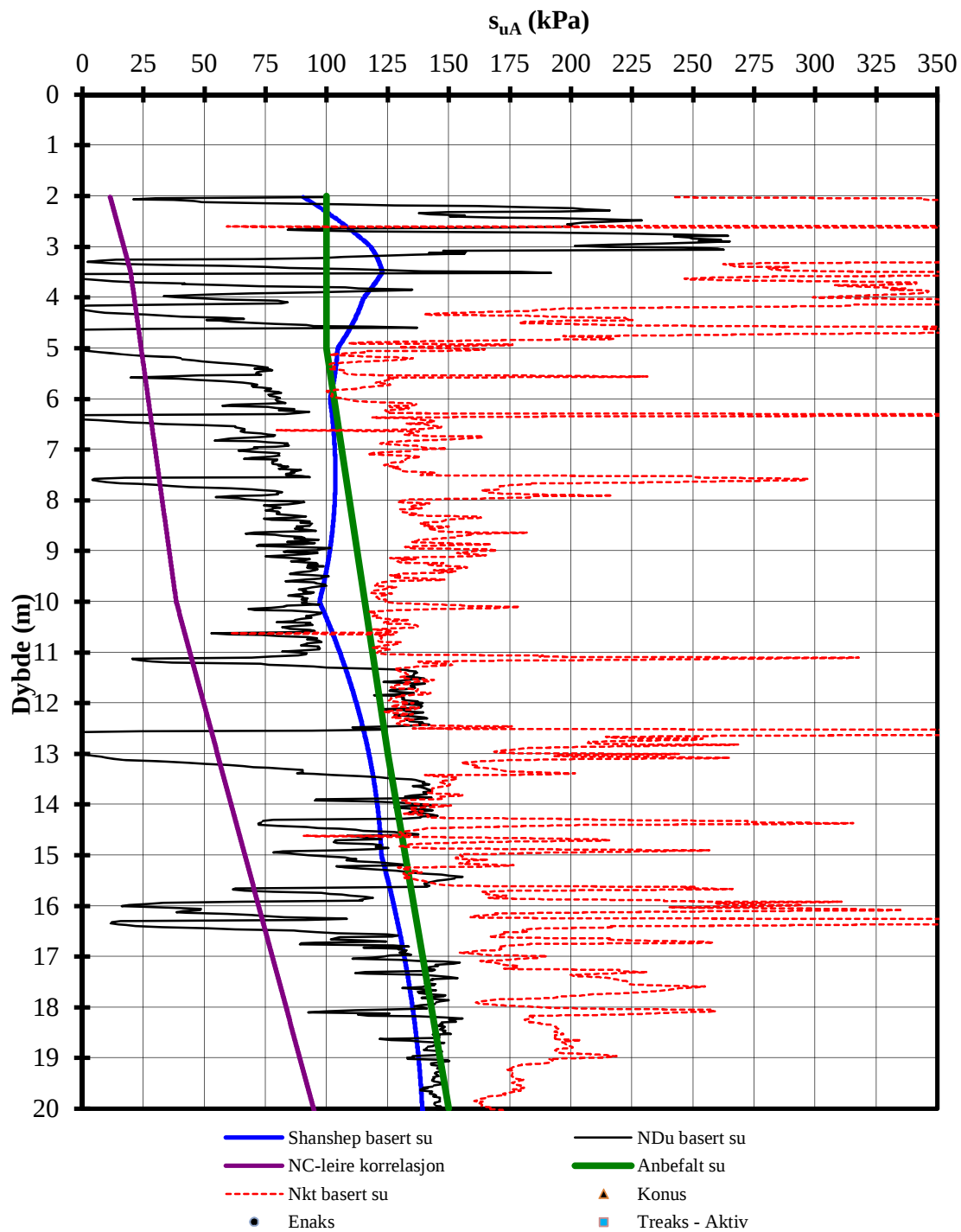
OCR




Terrengekote : 45.2 m
Tidligere terreng (m)

100

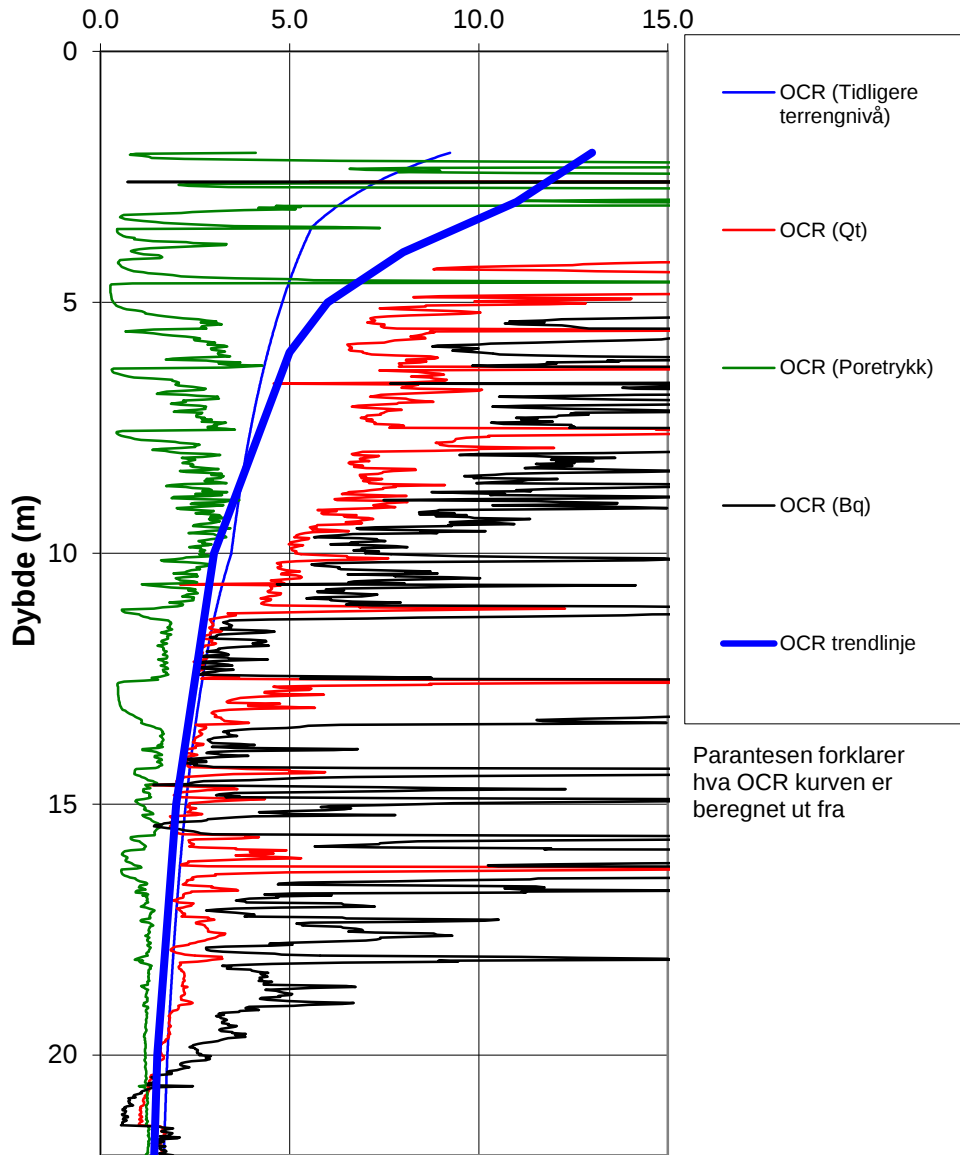
Kvikkleirekartlegging, Trondheim kommune	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099-03-R	E16
OCR-profil	Tegner	Dato
	JSL	15.06.2014
Le-13	Kontrollert	
	VG	
	Godkjent	
	KE	



Dagens kotenivå (m) **89,1**
 Tidligere kotenivå (m) **120,0**


Kvikkleirekartlegging, Trondheim kommune	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099-03-R	E17
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Le-14	Tegner	Dato
	JSL	15.06.2014
	Kontrollert	
Godkjent		
	VG	
	KE	

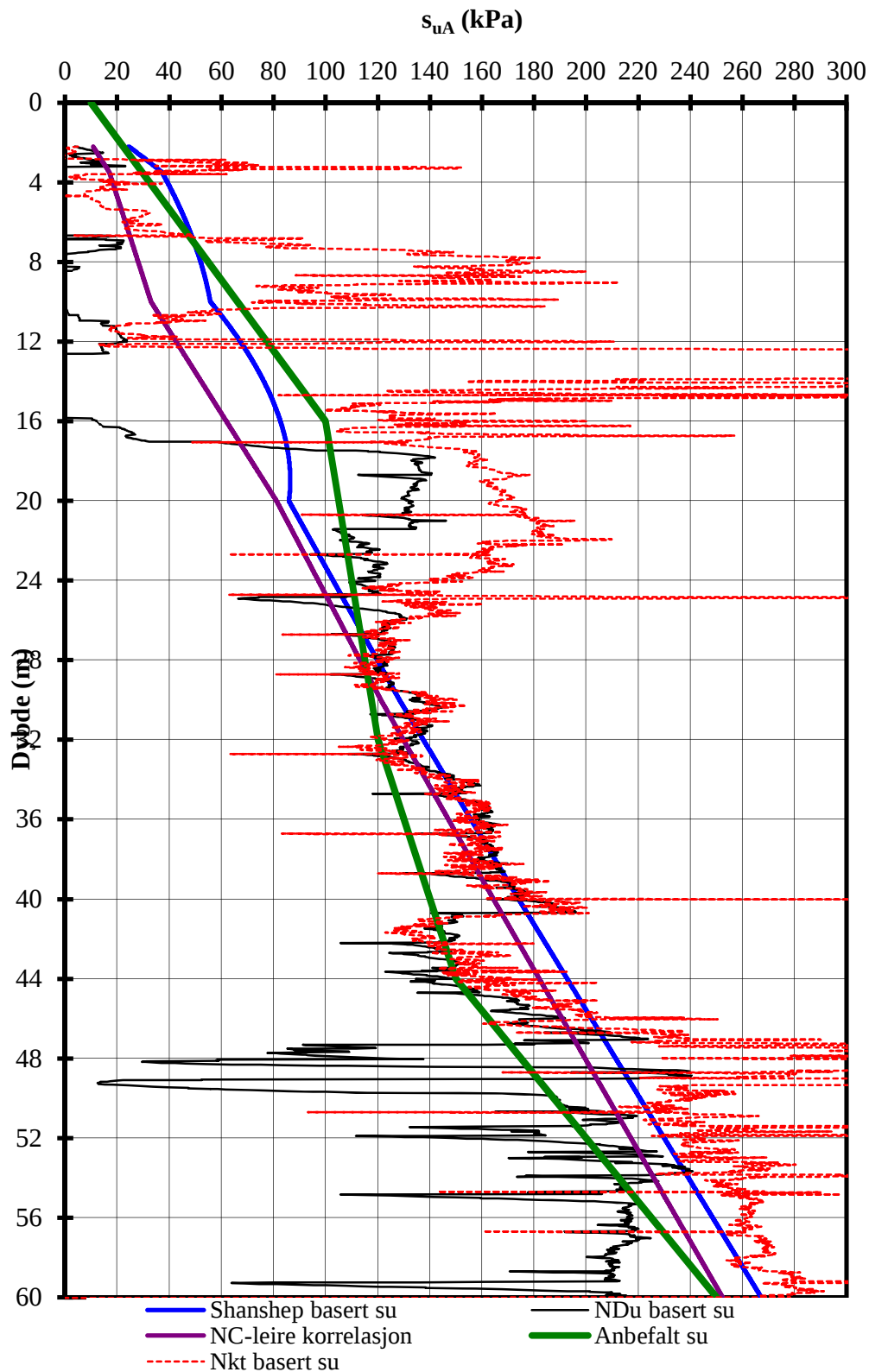
OCR



Dagens kotenivå (m)
Tidligere kotenivå (m)


89.1
120.0

Kvikkleirekartlegging, Trondheim kommune	Rapport nr. 20120099-03-R	Figur nr. E18
	Tegner JSL	Dato 2014-06-15
OCR-profil	Kontrollert VG	
LE-14	Godkjent KE	

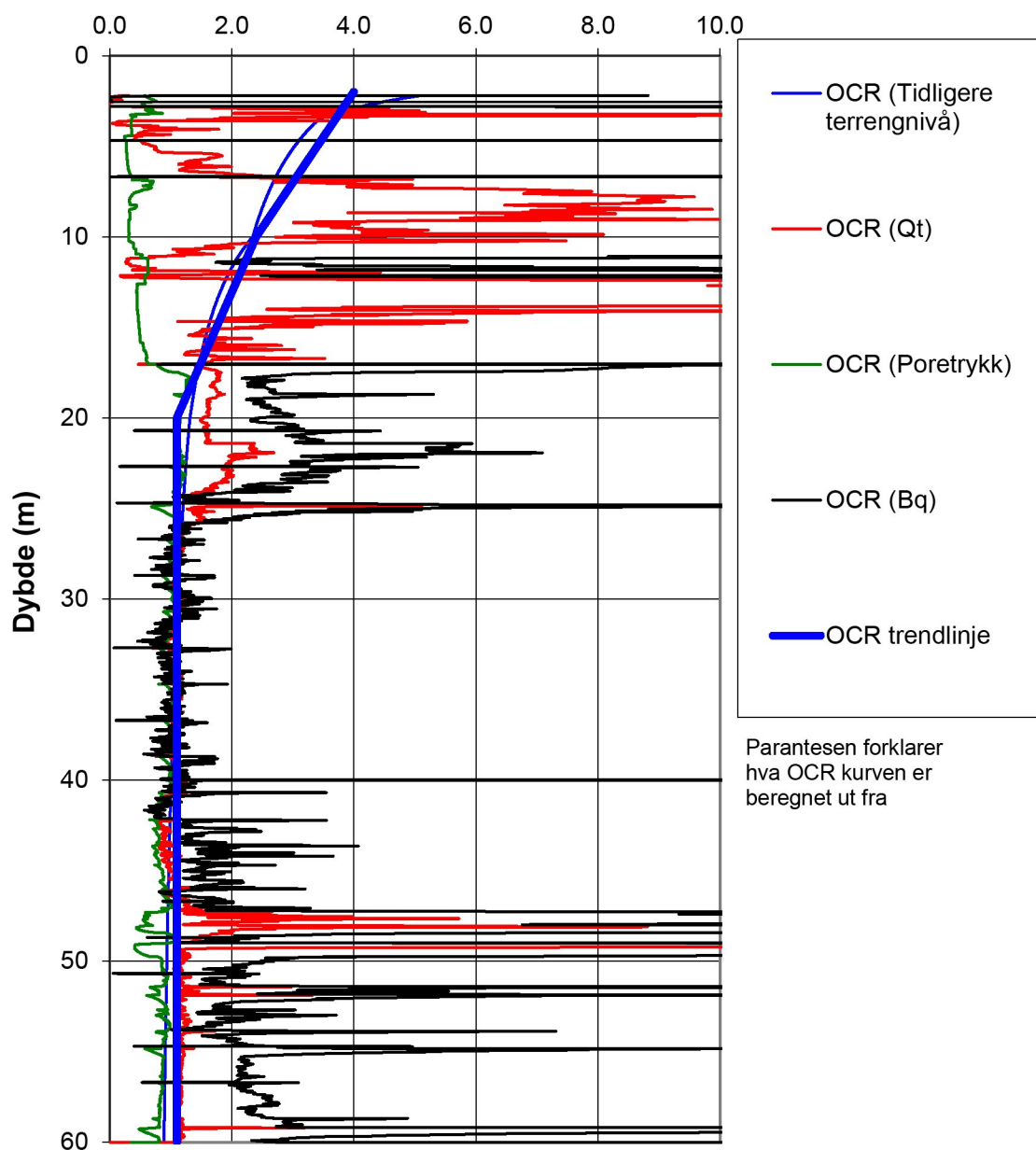


Terrengkote : 82.5 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Leira\Tolkning CPTU Le-16.xls\sua profil

Kvikkleirekartlegging, Trondheim og Stjørdal	Rapport nr.	Figur nr.
	20120099-03-R	E19
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhulle-16	Tegner	Dato
	JSL	2014.06.15
	Kontrollert	
Godkjent		
	VG	
	KE	

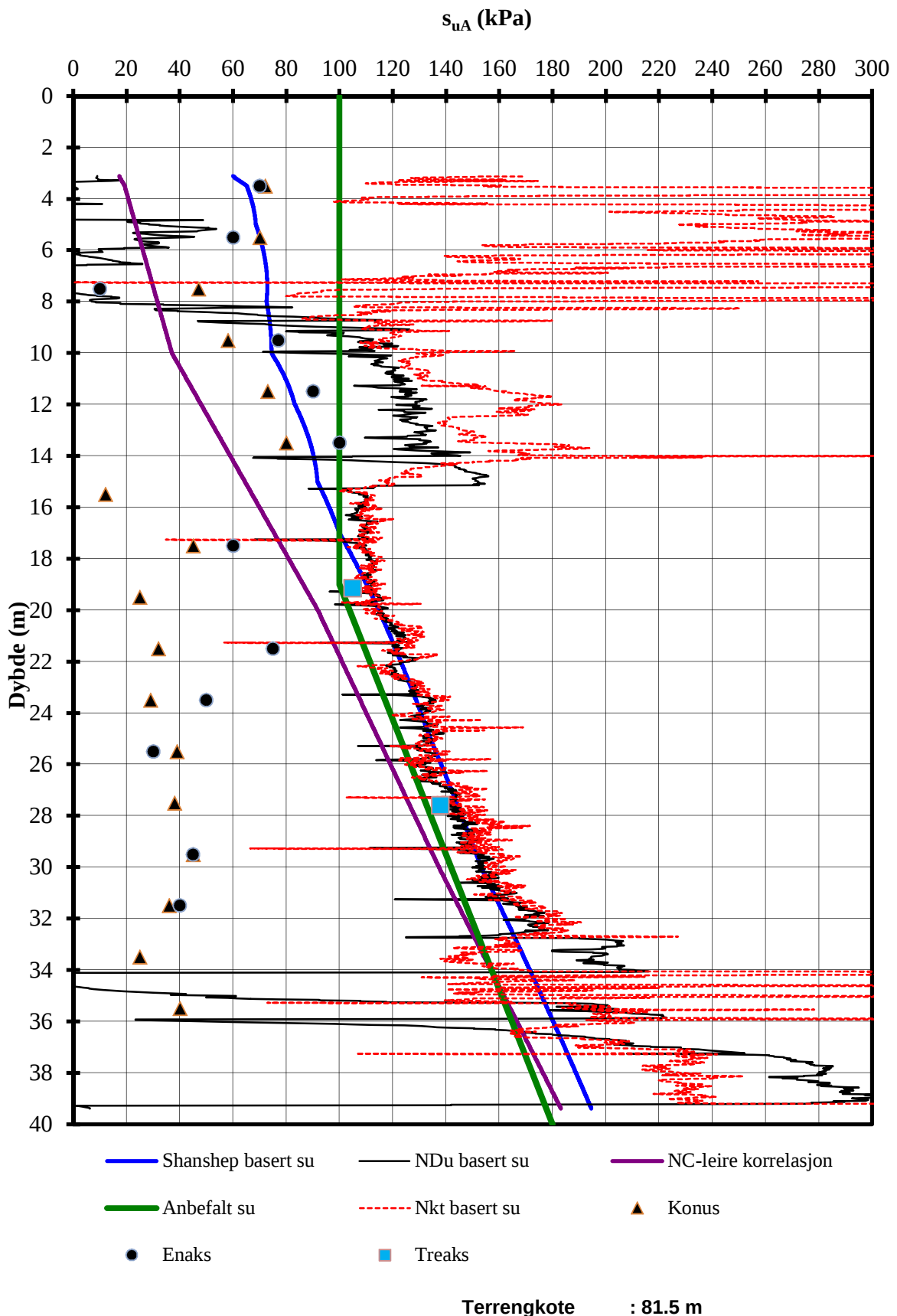
OCR



Terrengekote : 82.5 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Leira\[Tolkning CPTU Le-16.xls]OCR-plot

Kvikkleirekartlegging, Trondheim og Stjørdal	Rapport nr.	20120099-03-R	Figur nr.	E20
	Tegner	JSL	Dato	2014.06.15
OCR-profil	Kontrollert	VG		
BorhullLE-16	Godkjent	KE		



P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Leira[Tolkning CPTU Le-17.xls]sua profil

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.
 Borhulle-17

Rapport nr.
 20120099-03-R

Figur nr.
 E21

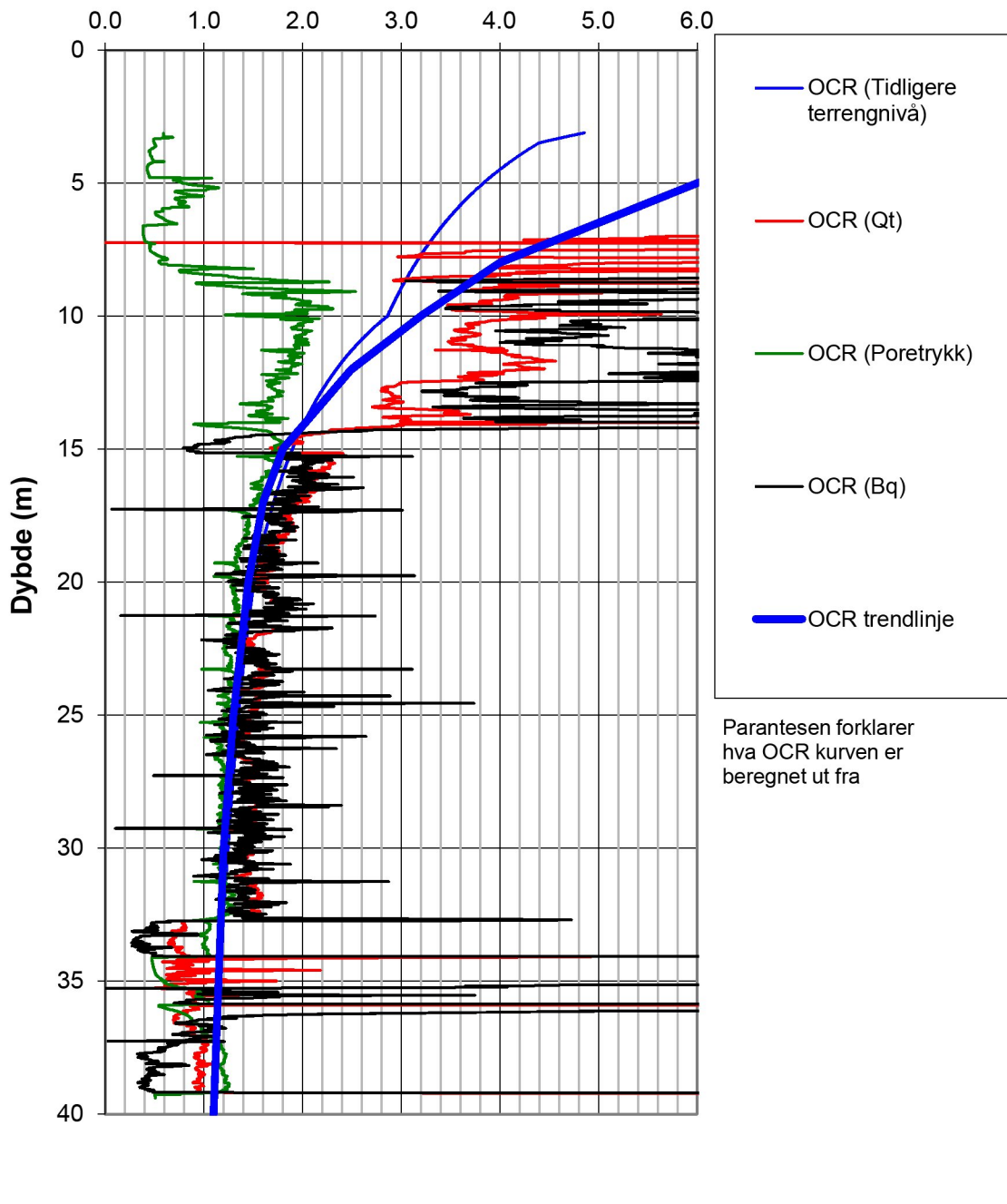
Tegner
 JSL

Dato
 2014-02-27

Kontrollert
 VG
 Godkjent
 KE



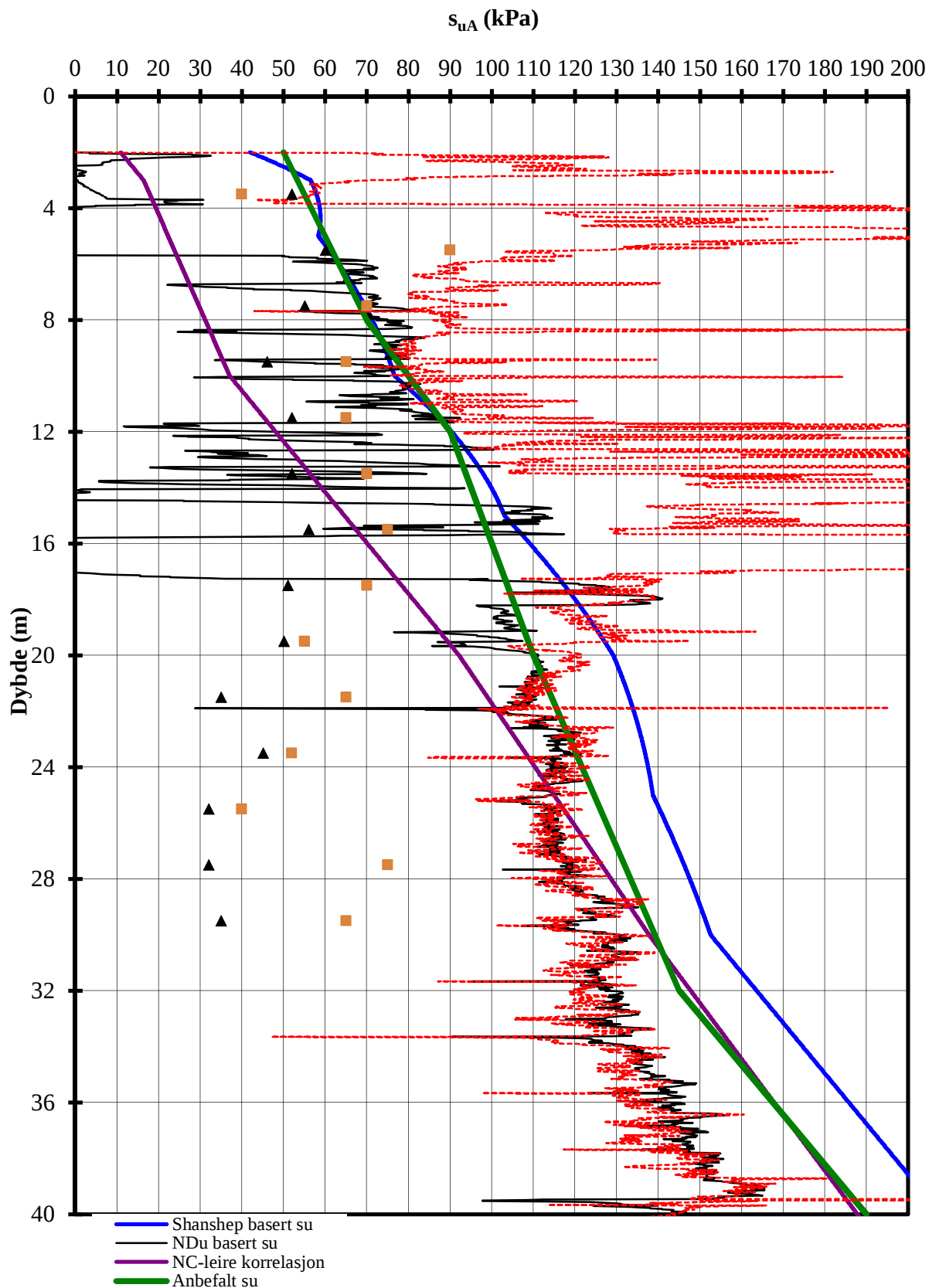
OCR



Terrengkote : 81.5 m

P:\2012\00\20120099\Tolkning\CPTU Leira\Tolkning CPTU Le-17.xls\OCR plot

Kvikkleiresoner Trondheim og Stjørdal	Rapport nr.	20120099-03R	Figur nr.	E22
	Tegner	JSL	Dato	2014-02-27
OCR-profil	Kontrollert	VG		
Le-17	Godkjent	KE		



#VALUE!

Kvikkleirekartlegging, Trondheim og Stjørdal

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.

BorhullLe-25

Rapport nr.
20120099-03-

Figur nr.
E23

Tegner
JSL

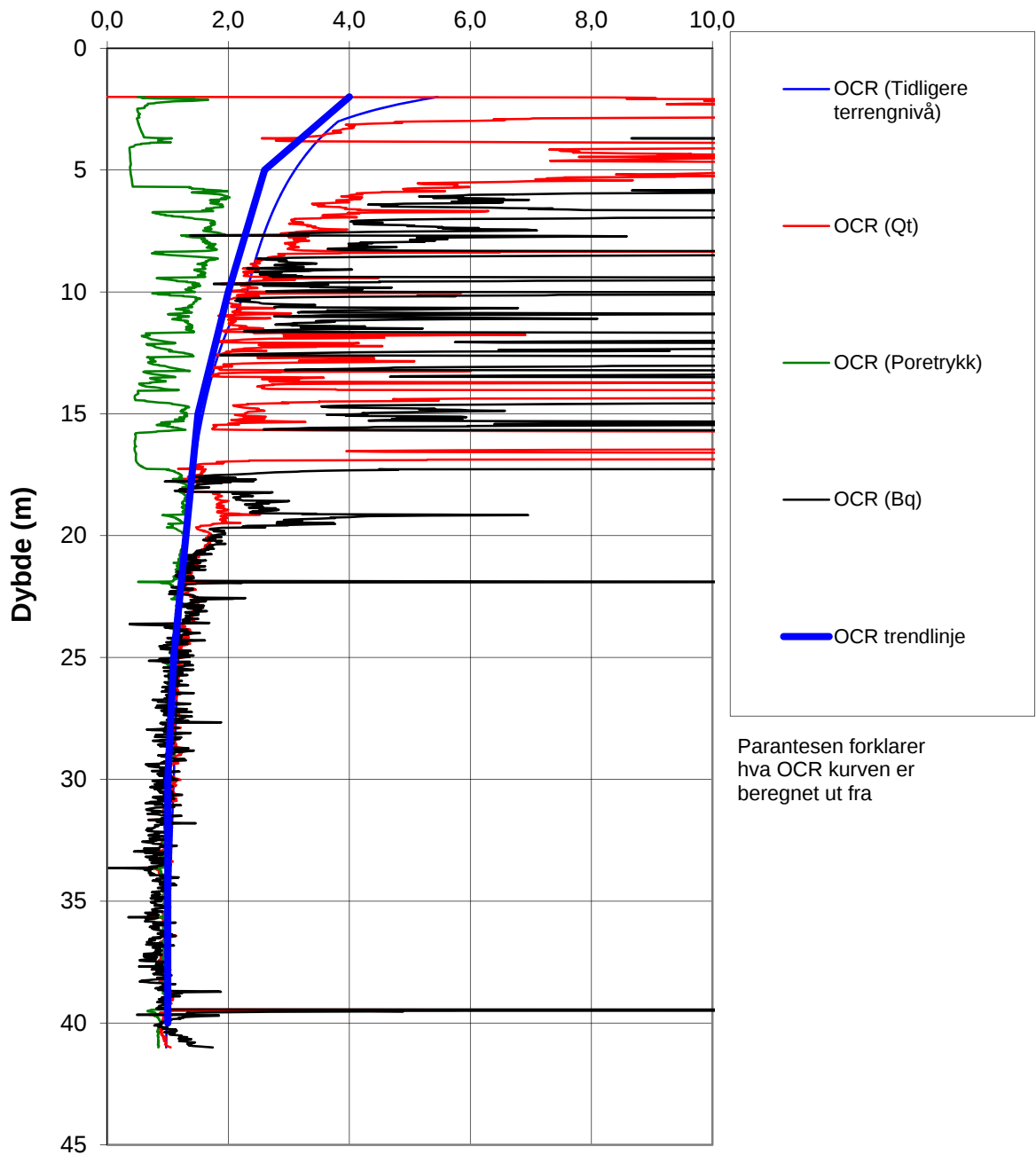
Dato
15.06.2014


Kontrollert
VG

Godkjent
KE



OCR



Prosjekt	Rapport nr. 20120099-03-R	Figur nr. E24
OCR profil Le-25	Tegner JSL	Dato 15.06.2014
	Kontrollert VG	
	Godkjent KE	

Vedlegg F - Erosjon, oppsummering og bilder fra befaring

Innhold

1	Generelt	2
2	Skråninger mot Nidelva (fra Nedre Leirfoss og nedstrøms)	2
3	Skråninger mot Nidelva (fra Nedre Leirfoss og oppstrøms)	3
4	Leirabekken	7
5	Sideraviner vest for Leira kapell	8
6	Ravinen sør for Nordslettvegen boligfelt	9
7	Nordleira boligfelt	10
8	Referanser	11

Tegninger

Tegning F1 Erosjon – Leira

1 Generelt

På Tegning F1 er registrerte erosjonsforhold avmerket på kart. Det er også avmerket hvor bildene, presentert i det etterfølgende, er tatt. Erosjonsforholdene er vurdert iht. ref. (1) som definerer begrepene «aktiv», «noe», «litt» og «ingen» erosjon.

2 Skråninger mot Nidelva (fra Nedre Leirfoss og nedstrøms)

Nidelva, som renner i foten av skråningene vest for kvikkleiresone Leira er forbygd på deler av strekningen. Fra Nedre Leirfoss og nordover er elva lagt i tunnel og det er observert fjell i dagen. Skråningene langs Leirfossvegen er beskyttet mot erosjon med støttemur. Bildene under er presentert fra Nedre Leirfoss.



Figur 1 Eksisterende bebyggelse langs Nidelva ved Nedre Leirfoss. Bilde 224 til venstre og bilde 225 til høyre.



Figur 2 Bilde nr. 226 viser fjell i foten av skråningen ved Nedre Leirfoss. Bildet er tatt fra Nedre Leirfoss brua og oppstrøms.

3 Skråninger mot Nidelva (fra Nedre Leirfoss og oppstrøms)

Fra Nedre Leirfoss og oppstrøms er Nidelva ikke erosjonssikret. Det er langgrunn langs Nidelva for mestparten av strekningen og det er lite strøm i elva pga. regulering fra øvre Leirfoss. Det er ikke registrert erosjon i umiddelbar nærhet til eller langs Nidelva. Erosjon, oppkomme og flere glidninger er likevel observert høyere opp i skråningene mot Nidelva og i sideraviner. Ravinene er ikke sikret mot erosjon. Bildene under er presentert fra Nedre Leirfoss og fortløpende oppover langs Nidelva.



Figur 3 Bilde nr. 229 (venstre) og bilde nr. 230 (høyre) viser noe erosjon og overflate glidninger i skråningen oppstrøms for Nedre Leirfoss.



Figur 4: Bilde nr. 231 (øverst) og bildet nr. 237 (nederst) viser at det er langgrunn langs store deler av Nidelva med lite strøm.



Figur 5: Bilde nr. 236 viser overflate glidning pga. i en mindre ravine (se Tegning F1 for lokalitet)



Figur 6: Bilde nr. 239 – viser eldre skredgrop i terrenget mot Nidelva. (se Tegning F1 for lokalitet).



Figur 7: Bilde nr. 243 (venstre) og 246 (høyre) som viser erosjon noe erosjon i en bekkeravine mot Nidelva. (se Tegning F1 for lokalitet).



Figur 8: Bilde nr. 33 viser tydelige erosjonskant i den sørligste ravinen i kvikkleiresonen Leira.

4 Leirabekken

Leirabekken starter ca. 150 m vest for Leiragården. I starten har bekken to forskjellige grener og disse grenene knyttes sammen etter ca. 225 m. Bekken ender ved Leirfossvegen og det siste ca. 70 m av bekken er sikret og lagt i rør. Resten av Leirabekken er ikke sikret mot erosjon. Det er kartlagt forskjellige grad av erosjon langs bekkesystemet, fra lite til aktiv erosjon (Tegning F1).



Figur 9: Bilde nr. 255 (venstre), 258 (høyre) og 35 (nederst) viser noe erosjon i Leirabekken.



Figur 10: Bilde nr. 260 til venstre viser lite tegn til erosjon i den nederste delen av Leirabekken. Her er det lite vannføring, men det ble registrert «litt» erosjon og dette vises med det grå farge på vannet på bilde nr. 261(høyre).

5 Sideraviner vest for Leira kapell

Sideravinen vest for Leira kapell er delvis forbygd og noe sikringstiltak er utført. Det er registrert "litt erosjon" nærmest Leira kapell.



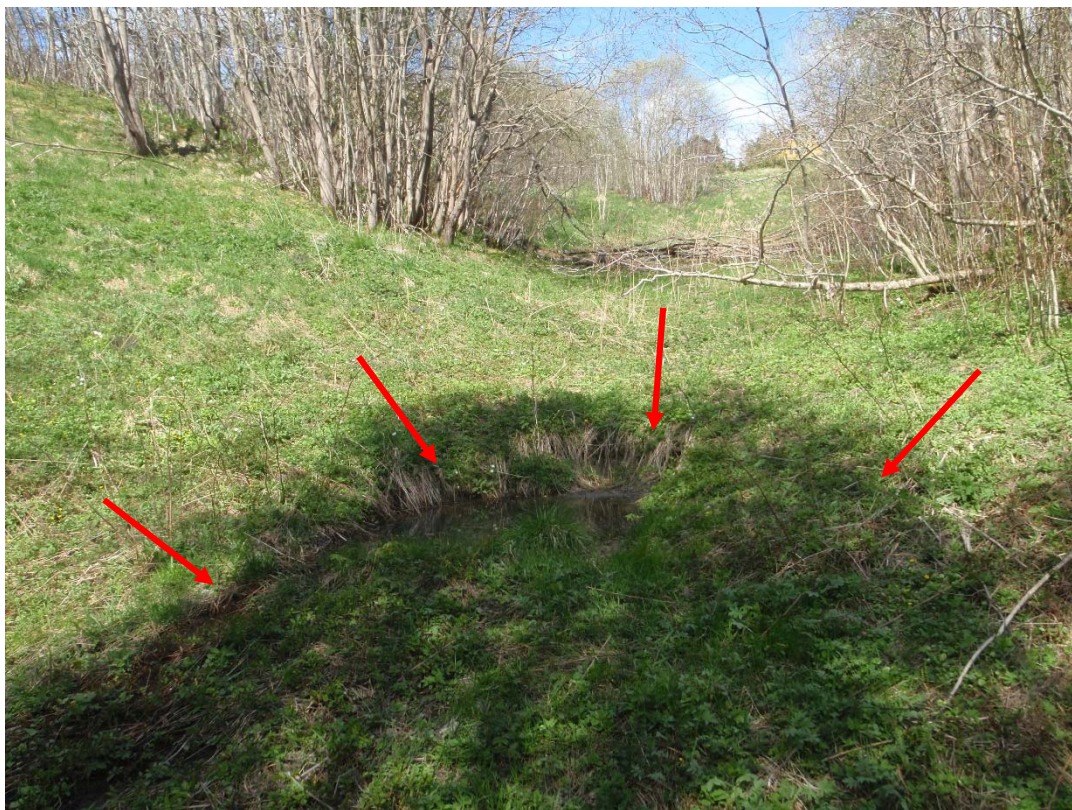
Figur 11: Bilde nr 265 viser lite vanntilførsel og "litt erosjon" i den øverste delen av ravinen vest for Leira kapell.

6 Ravinen sør for Nordslettvegen boligfelt

Bekkeravinen sør for Nordslettvegen boligfelt er delvis sikret mot erosjon og det er fylt opp store deler av ravinen. Strekningen som ikke er sikret viser "aktiv erosjon" og flere erosjonskanter er observert på befaring og vist i bildene under.



Figur 12: Bilde nr. 42 (venstre) og 43 (høyre) viser "aktiv erosjon" i ravinen sørvest for Nordslettvegen boligfelt. Erosjonskanten er > 2 m høy.



Figur 13: Bilde nr. 44 tatt i nordøst retning og som viser overflate glidning pga grunnvannserosjon/oppkomme.

7 Nordleira boligfelt

Bekken som går i ravinen ved Nordleira boligfelt er lagt i rør og bekkeravinen er fylt opp med pukk og stein. Det er ikke observert erosjon i dette området.



Figur 14: Bilde nr. 267 (venstre) og 268 (høyre) viser utførte tiltak på bekkeravinen



Dokumentnr.: 20120099-03-R
Dato: 2014-06-15
Rev.nr.: 1/2015-06-19
Vedlegg F, Side 11

8 Referanser

1. **NGI (2002).** *Rapport 20001008-2. Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Revisjon 3: 2008-10-08.*

Vedlegg G - Oversikt grunnundersøkelses- rapporter

Innhold

Vedlegget gir en oversikt over hvilke grunnundersøkelsesrapporter og grunnboringer som er benyttet som grunnlag under arbeidet med gjeldende rapport.

Tabeller

Tabell G1 Oversikt grunnundersøkelsesrapporter

Tabell G1 Oversikt over benyttet grunnlagsmateriale

Firma	Rapportnr.	Rapportnavn	Rev.	Dato
Multiconsult AS	415655-RIG-RAP-001	Kvikkleiresone 199 Leira. Grunnundersøkelser, datarapport		2013
NGI	84050-1	Kartlegging av områder med potensielle fare for kvikkleireskred. Kartbladet Trondheim		1988
NGI	84050-2	Kartlegging av områder med potensielle fare for kvikkleireskred. Kartbladet Trondheim		1988
NGI	20001008-6	Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred. Trondheim kommune.		2005
Kummeneje	O.1079	Fossegrenda		?
Kummeneje	O.1291	Albert E Olsen		?
Kummeneje	0.2234	Trondheim Slaktehus		1976
Kummeneje	0.1079	Stabilitet vegskjæring ved Nordgjerdet, Fossegrenda		1976
Kummeneje	0.1141	Fotograf Schrøder A/S. Laboratoriebygg, Fossegrenda Trondheim		1971
Kummeneje	0.1291	Tomt for Albert E. Olsen Fossegrenda		1972
Kummeneje	0.1331	Trondheim fargehandel		1972
Kummeneje	0.1494	Ytre Ringvei		1973
Kummeneje	0.1494-2	Ytre Ringvei - Bro Nedre Leirfoss		1975
Kummeneje	0.1682	A/L Ungdommens Egen Heim		1974
	O.2234			
Kummeneje	0.2278	Nybygg, Fossegrenda		1976
Kummeneje	0.2500-1	Mesterhus Trondheim A/L - Bolig og industribygging i Fossegrenda		1977
Kummeneje	0.2500-4	Mesterhus Trondheim A/L - Terrassehusprosjekt Nordslettvegen Boligområde - Byggetrinn II		1979
Kummeneje	0.2500-5	Mesterhus Trondheim A/L - Nordslettvegen Boligområde - Supplerende grunnundersøkelser Søndre Hoveddal		1979
Kummeneje	O.2971-2	Mesterhus Trondheim A/L - Nordslettvegen 8 - Datarapport		1982
Kummeneje	O.1776-4	Fløistad Fossegrenda		
Trondheim Kommune	R.0460	Ytre Ringveg		1977
Trondheim Kommune	R.1320	Leira - Makesifte		2010
Trondheim Kommune	R.0459	Industritomt Fossegrenda		1977
Trondheim Kommune	R.1495	Leira kirkegård - Driftsbygning		2011
Trondheim Kommune	R.1318	Leira kirkegård - avløpsledning		2007

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Kvikkleiresoner Trondheim - Leira			Dokumentnr./Document No. 20120099-03-R		
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited		Dato/Date 15. juni 2014	
Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 1/2015-06-19					
Oppdragsgiver/Client Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE), Region Midt-Norge					
Emneord/Keywords Kvikkleire, stabilitet, faregrad, erosjon, tiltak					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Norge			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Trondheim			Feltnavn/Field name		
Sted/Location Leira			Sted/Location		
Kartblad/Map			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates UTM 32N					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	JSL	VG		
1	Revidert etter uavhengig kontroll	VGS /GS	KE /KS		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 19. juni 2015		Sign. Prosjektleder/Project Manager 	

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.

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.

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

