LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Løvlien Georåd AS
Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

Notat 02 rev.2
Slattum renseanlegg - rørtrasé

Prosjektnr: 15307	Dato: 8.6.17	Saksbehandler: Ritha M. Vollan
Kundenr: 10027	Dato: 09.06.17	Kvalitetssikrer: Per Aker

Fylke: Akershus	Kommune: Nittedal	Sted: Slattum-Kjellerholen
Adresse: -	Gnr: flere	Bnr: flere

Tiltakshaver:	Nittedal kommune
Oppdragsgiver:	Cowi AS
Rapport:	15307 Notat 02 rev.2
Rapporttype:	Geoteknisk notat
Stikkord:	Stabilitet
UTM:	Sone 32V, Ø0609755, N6651750

Bilag

A1-A7	Situasjonsplan m/ bordybder og terrengprofiler
E1-E8	Tolket skjærstyrke fra trykksonderinger fra 2016
E9-E23	Stabilitetsberegninger profil 1-15
E24	Tolket faregrad, ny faresone ved Holum

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Original	24.6.2016
01	Endret tiltakskategori iht. NVE	3.11.2016
02	Mindre endringer iht. uavhengig kontroll	8.6.2017

Sammendrag

Nittedal kommune planlegger å etablere ny VA-trasé i/langs Nitelva, fra Dalsbråtastua til Kjellerholen. I den forbindelse er vi bedt om å vurdere fare for skred som følge av gravearbeidene, med særlig vekt på områdeskred iht. NVEs retningslinjer.

Vi vurderer det til at den enkleste måten å tilfredsstille gjeldende krav til sikkerhet mot skred, er å sette restriksjoner på hvor nær skråningsfot det kan graves for de mest kritiske skråningene.

1 Innledning

Nittedal kommune planlegger å etablere ny VA-trasé i/langs Nitelva, fra Dalsbråtastua til Kjellerholen. I den forbindelse er vi bedt om å vurdere fare for skred som følge av gravearbeidene, med særlig vekt på områdeskred iht. NVEs retningslinjer.

Opprinnelig ble tiltaket vurdert til tiltakskategori K2. Det har imidlertid kommet en innsigelse fra NVE på dette, hvor de mener tiltaket skal vurderes som tiltakskategori K3. Tidligere vurderinger er dermed vurdert på nytt iht. krav til sikkerhet for tiltakskategori K3, og foreliggende notat revidert deretter i revisjon nr. 1. Endringen i tiltakskategori har for øvrig ikke fått praktiske konsekvenser for de opprinnelige vurderingene.

Revisjon nr. 2 er tillagt mindre endringer og presiseringer, først og fremst som følge av Norconsults uavhengige kontroll av forrige versjon. Se for øvrig tilsvar i eget tilsvarsnotat til kontrollen.

Vår oppdragsgiver er Cowi AS v/ Pål Haavengen.

2 Forutsetninger og redegjørelser

Det er utført grunnboringer i mange runder, og av flere aktører, i området. Det er hentet inn rapporter fra ulike aktuelle aktører, hvor de viktigste er gjengitt nedenfor;

Statens vegvesen (SVV), Rapport C-579A, datert 22.8.1978. Geoteknisk rapport vedrørende fundamenteringsforhold for gangbru ved Rv22 over Nitelva (Kjellerholen).

Statens vegvesen, Rapport C-178 A, datert 21.6.1985. Geoteknisk rapport vedrørende grunnforhold ved dagens rundkjøring/knutepunkt på Kjellerholen mellom Rv22 Fetveien og Fv383 Trondheimsveien.

Statens vegvesen, Rapport C719B rev. 2, datert 20.12.1995. Grunn- og fundamenteringsforhold ifm. regulering av Åros Bru.

Statens vegvesen, Rapport Cd 831, datert 12.11.1998. Datarapport med resultater fra grunnundersøkelser for detaljplan for E6 Hvam-Skedsmovollen, utvidelse til 6-felt.

Statens vegvesen, Rapport Cd893-1, datert 26.5.1999. Grunnundersøkelser og geoteknisk datarapport ifm. byggeplan for Åros Bru.

Statens vegvesen, Rapport C-819 A, datert 16.10.2000. Geoteknisk rapport vedrørende Nitsund bru i forbindelse med utvidelse av E6 Hvam-Skedsmovollen til 6-felts motorvei.

NGI, Rapport 20091692-00-2-R Vurdering av skredfare langs Nitelva, Slattum, Nittedal, datert 25.11.2009.
Vi har også mottatt utførte trykksonderinger i rådataformat fra NGI, for tolkning av udrenert skjærstyrke.

Sweco, Rapport 147601-G1, datert 6.2.2014. Grunnundersøkelser for kryssing av Nitelva ved Hvam for vannledninger.

Korte sammendrag av grunnforholdene fra de enkelte rapportene er presentert på situasjonsplan i Bilag A1-A7.

I tillegg har vi nylig utført grunnundersøkelser i området. Første runde ble utført i forbindelse med at det planlegges etablering av ny pumpestasjon ved Slattum renseanlegg, se vår rapport *15307 Rapport nr. 1*, datert 8.9.2015. Andre runde er utført spesielt med tanke på områdestabilitet i forbindelse med graving av rørtrasé langs Nitelva, (*15307 Rapport nr. 2*, datert 24.6.16).

I tillegg har vi nylig utført grunnundersøkelser på tomta mellom Olavsgaard hotell og Nitelva, i forbindelse med at det planlegges etablering av nytt næringsbygg her. Resultatene er benyttet internt, men offentliggjøring/kjøp må evt. avklares med vår oppdragsgiver på prosjektet (Otto Olsen AS, vår interne prosjektreferanse er 16025 Nybygg Otto Olsen).

Alle nevnte datarapporter er hensyntatt/benyttet for å gi et mest mulig helthetlig bilde av grunnforholdene langs elva.

Rådgivning er gitt iht. [1] om ikke annet er angitt.
Områdestabilitet er i tillegg vurdert iht. [2].

Vi har fått angitt at det vil bli behov for grøfter som er ca. 2,5 m bred i bunnen, og at bunnen av ledningen vil bli liggende ca. 1,2 m under elvebunn. Det er tatt høyde for utgraving i inntil 2 m dybde, 2,5 m bred grøft i bunnen, og graveskråninger med helning mellom ca. 1:1 og 1:2. Det er tatt utgangspunkt i oversendt tegningsgrunnlag fra Cowi vedrørende plassering av traséen i plan, det vises til tegning nr. H02-H06 pr. 23.2.2015. Det er imidlertid beregnet mange alternative plasseringer pr. beregningsprofil, for å kunne angi evt. restriksjoner for plassering i plan med tanke på stabilitetsforhold.

3 Geotekniske vurderinger

3.1 Geotekniske designparametere

Basert på erfaring og utførte treaksialforsøk, både i egne 2016-undersøkelser og iht. SVV C819A-1, er det valgt følgende parametere for beregninger i effektivspenningstilstand;

Tørrskorpeleire	φ'=32°, c'=1 kPa
Lite til middels sensitiv leire	φ'=28°, c'=5 kPa
Sensitiv leire	φ'=26°, c'=3 kPa
Morene	φ'=34°, c'=5 kPa

Udrenert skjærstyrkeprofil vurderes for hvert enkelt profil, basert på tolket skjærstyrke fra utførte trykksonderinger, laboratorieundersøkelser og vingeboringer. Valgte designprofiler kommer frem av beregningene i bilag E9-E23. Se for øvrig også bilag E1-E8.

De fleste boringene er utført nær skråningstopp. For å oppnå et troverdig profil i bunnen av hver skråning, er det benyttet Shansep-teori [3]. Det er funnet at for 9 av 10 punkter for utførte undersøkelser i 2016, korrelerer målt skjærstyrke godt med Shansep etter følgende betingelser (forsiktig anslag);

- Opprinnelig avsatt leire til kote +160

- Opprinnelig grunnvannstand kote +160
- Opprinnelig tyngdetetthet γ=16 kN/m^3
- $s_u^A/p'_{v,før}$ = 0,28
- m=0,6

Unntaksvis ligger målt skjærstyrke i pkt. LG7-2016 og LG8-2016 vesentlig (ca. 30-40%) høyere enn det Shansep-teori tilsier. Det vurderes imidlertid til at ovenstående Shansep-relasjon kan benyttes som konservativt anslag på udrenert skjærstyrke, der hvor det ikke finnes grunnundersøkelser i umiddelbar nærhet.

3.2 Stabilitet

Krav til sikkerhet mot områdeskred
Det ligger flere kartlagte faresoner for kvikkleireskred langs elva, se Figur 1.

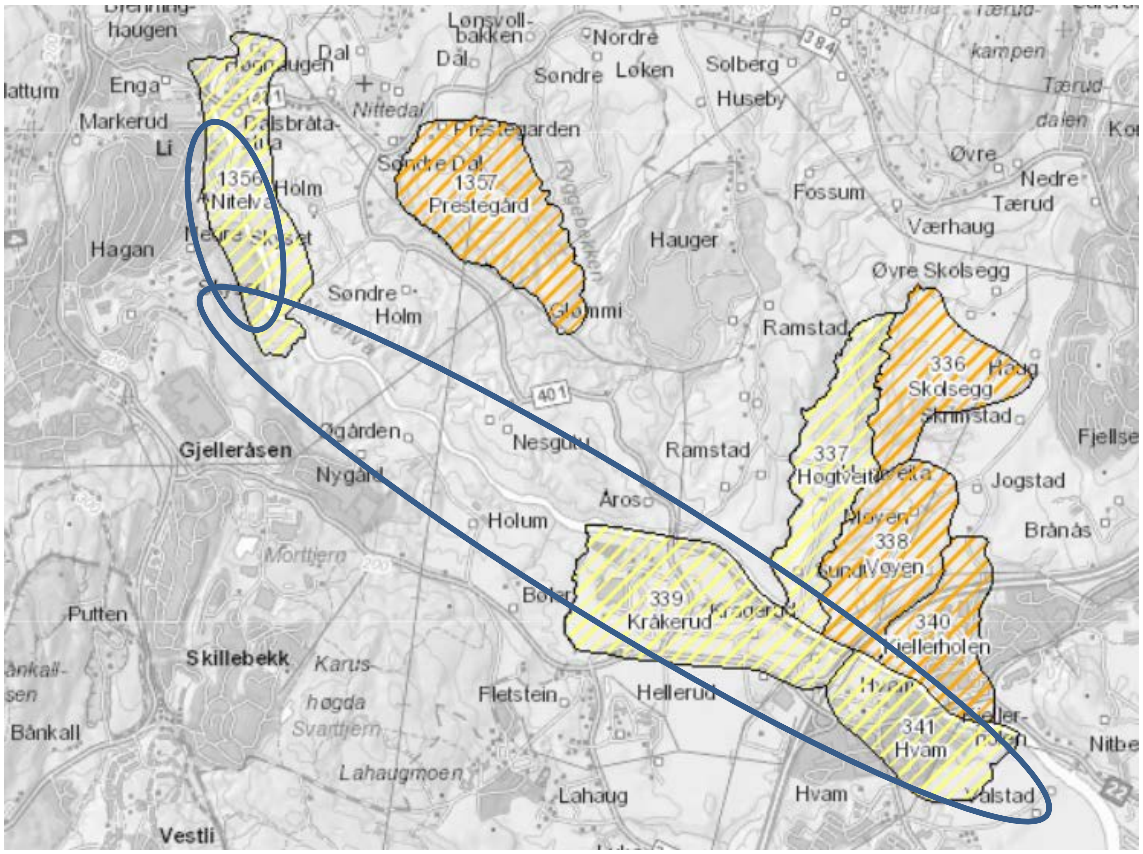
De aktuelle faresonene omfatter;

1356	*Nitelva*	*(lav faregrad)*
337	*Høgtveit*	*(middels faregrad)*
338	*Vøyen*	*(middels faregrad)*
339	*Kråkerud*	*(lav faregrad)*
340	*Kjellerholen*	*(middels faregrad)*
341	*Hvam*	*(lav faregrad)*

Langs elvestrekningen mellom sone 1356 og sone 339 ligger det ingen kartlagte faresoner. Basert på utførte grunnundersøkelser har vi funnet at det bør etableres en ny faresone for kvikkleireskred ved Ødegården/Holum, på vest/sør-siden av Nitelva. Se bilag A4 for vurdering av utbredelse, og bilag E24 for beregning av faregrad og risikoklasse iht. [4].

På andre siden av elva er det berg i dagen eller grunt til berg gjennomgående langs elva. Gårdeier på Nesgutuhagen kunne også opplyse om at de har hatt problemer med å banke ned gjerdestolper rundt beiteområdene nordvest for gården, da dybden ned til svært faste masser er liten. Vi vurderer dermed risiko for områdeskred langs nordøstsiden av elva som svært liten.

Trafikklast på veier modelleres med 10 kPa og lastfaktor 1,3 for stabilitetsberegninger, iht. [5].



Figur 1 – Kartlagte faresoner for kvikkleireskred [6]

Tiltaket vil medføre graving av midlertidige grøfter i bunnen av en skråning. Dette vil som utgangspunkt kunne forverre stabiliteten til skråningene, og vi vurderer det derfor til at tiltaket bør plasseres i *tiltakskategori K3*, iht. [2].

Tiltakskategori K3 og lav faregrad, utløser følgende krav til sikkerhet mot områdeskred, iht. [2];

- Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor F≥1,4 eller
- Ikke forverring

Tiltakskategori K3 og middels faregrad, utløser tilsvarende følgende krav til sikkerhet;

- Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor F≥1,4 eller
- Ikke forverring hvis F≥1,2 før utbygging eller
- Forbedring hvis F<1,2 før utbygging

Samtidig skal lokal stabilitet for skjærsirkel gjennom grøft opprettholdes, med minimum sikkerhetsfaktor 1,25 i effektivspenningstilstand og minimum 1,4 i totalspenningstilstand, iht. [1].

Vurderinger vedrørende områdestabilitet skal kvalitetssikres av uavhengig foretak, iht. [2].

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av programmet Geosuite Stability, med beregningsmodell Beast 2003.

In situ stabilitet
Det er vurdert stabilitet for 15 ulike terrengprofiler langs traséen, resultat er oppsummert nedenfor. Se for øvrig presentasjon av beregninger i bilag E9-E23.

Tabell 1 – In situ sikkerhetsfaktorer

Profil #	**F(aφ)**		**F(s_u)**	
	sør/vest	*nord/øst*	sør/vest	nord/øst
1	1,27	>1,4	>1,4	>1,4
2	1,39	1,40	>1,4	>1,4
3	>1,4	>1,4	1,35	1,30
4	>1,4	>1,4	>1,4	>1,4
5	>1,4	>1,4	>1,4	>1,4
6	1,32	>1,4	>1,4	>1,4
7	>1,4	>1,4	>1,4	>1,4
8	>1,4	>1,4	1,30	>1,4
9	1,22	>1,4	1,17	>1,4
10	1,03	>1,4	>1,4	ikke relevant
11	>1,4	1,26	>1,4	lite relevant
12	>1,4	1,21	>1,4	1,24
13	1,33	>1,4	>1,4	>1,4
14	1,40	>1,4	>1,4	>1,4
15	1,19	>1,4	>1,4	>1,4

In situ sikkerhetsfaktor bestemmer minstekravet til sikkerhetsfaktor under gravingen av grøftene.

Nordsiden av profil 13, 14 og 15 vurderes for middels faregrad. Sørsiden av profil 13-15, samt øvrige profiler vurderes for lav faregrad, iht. [6] og bilag E24.

Alle profiler med in situ sikkerhetsfaktor F≥1,4, skal også ha F≥1,4 under/etter utgraving. Profiler med sikkerhetsfaktor i på mindre enn 1,4, skal ikke forverres. Dette innebærer i praksis at det må settes en minsteavstand fra grøft og inn til skråningsfot, for de mest kritiske skråningene. For nordsiden av profil 13-15 kreves det forbedring av stabiliteten hvis sikkerhetsfaktoren er lavere enn 1,2.

Behov for tiltak
Vi vurderer det til at den enkleste måten å tilfredsstille gjeldende krav til sikkerhet mot skred, er å sette restriksjoner på hvor nær skråningsfot det kan graves for de mest kritiske skråningene.

Tabell 2 - Beregnet behov for restriksjoner for grøftegraving

Profil #	**Restriksjon sør/vest**	**Restriksjon nord/øst**
Profil 1	min. 9,5 m fra elvekant (+102)	ingen
Profil 2	min 24 m fra skråningsfot (+103) (ved elvekant)	ingen
Profil 3	min. 5 m fra skråningsfot (+104)	min. 18 m fra elvekant
Profil 4	ingen	ingen
Profil 5	min. 6 m fra elvekant	ingen
Profil 6	min. 10 m fra elvekant	ingen

Profil 7	ingen	ingen
Profil 8	min. 14 m fra elvekant	ingen
Profil 9	min. 18 m fra elvekant	ingen
Profil 10	min. 8 m fra elvekant	ingen
Profil 11	ingen	ingen
Åros bru +/- 150 m	min. 15 m fra elvekant	ingen
Profil 12	ingen	min. 20 m fra elvekant (+102)
Profil 13	min. 9 m fra elvekant	ingen
Profil 14	min. 6 m fra elvekant	ingen
Profil 15	min. 6 m fra elvekant	ingen

For øvrig sikres lokal stabilitet ved at graveskråninger med høydeforskjell over 2 m ikke etableres brattere enn helning 1:2. Midlertidige graveskråninger grunnere enn 2 m kan etableres med helning inntil 1:1.

4 Referanser

[1] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler.

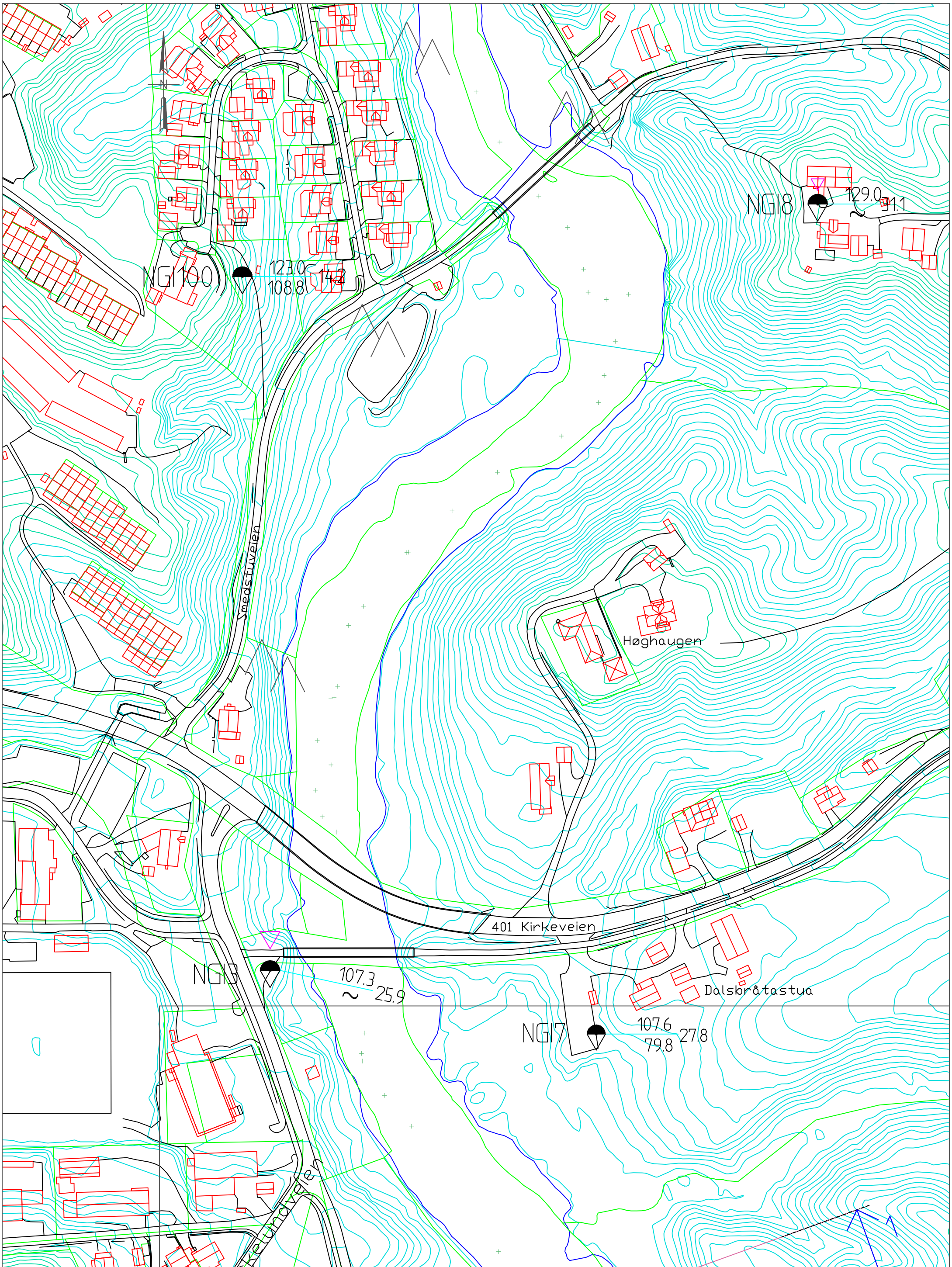
[2] Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), Sikkerhet mot kvikkleireskred, 2014.

[3] C. Ladd, R. Foott, K. Ishihara, F. Schlosser og H. Poulos, «Stress-Deformation and Strenght Characteristics,» 1977.

[4] Norges Geotekniske Institutt (NGI), «Program for økt sikkhet mot leirskred,» 2001/2008.

[5] Statens Vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2010/2014.

[6] Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), «NVE Atlas,» [Internett]. Available: http://www.skrednett.no/.



PKT.NR.

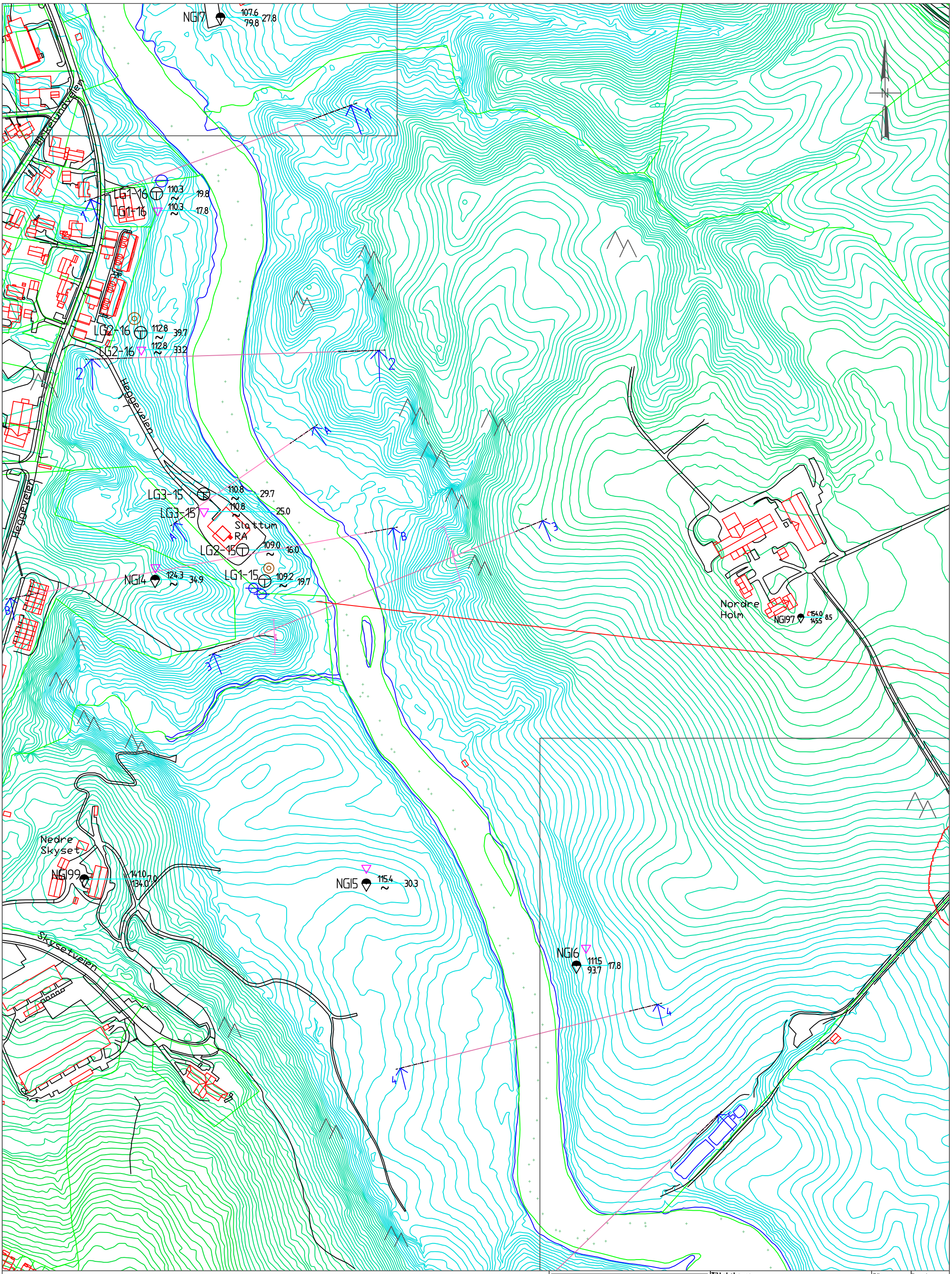
DREIETRYKKSONDERING — TERRENGNIVÅ / BERGNIVÅ — BORDYBDE+BORET I BERG

CPTU

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune		Bilag nr.: A1	Tegning nr.: A401
Oppdragsgiver: Cowi AS		Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:2000
Prosjekt: VA Nitelva - skredfarekartlegging		Dato: 20.05.16	Revisjon:
Tegningstittel: Situasjonsplan del 1		Tegnet: RMV	Kontrollert: PL



PKT.NR.
TOTALSONDERING — TERRENGNIVÅ / BERGNIVÅ — BORDYBDE+BORET I BERG

CPTU

DREIETRYKKSONDERING

VINGEBORING

PRØVESERIE

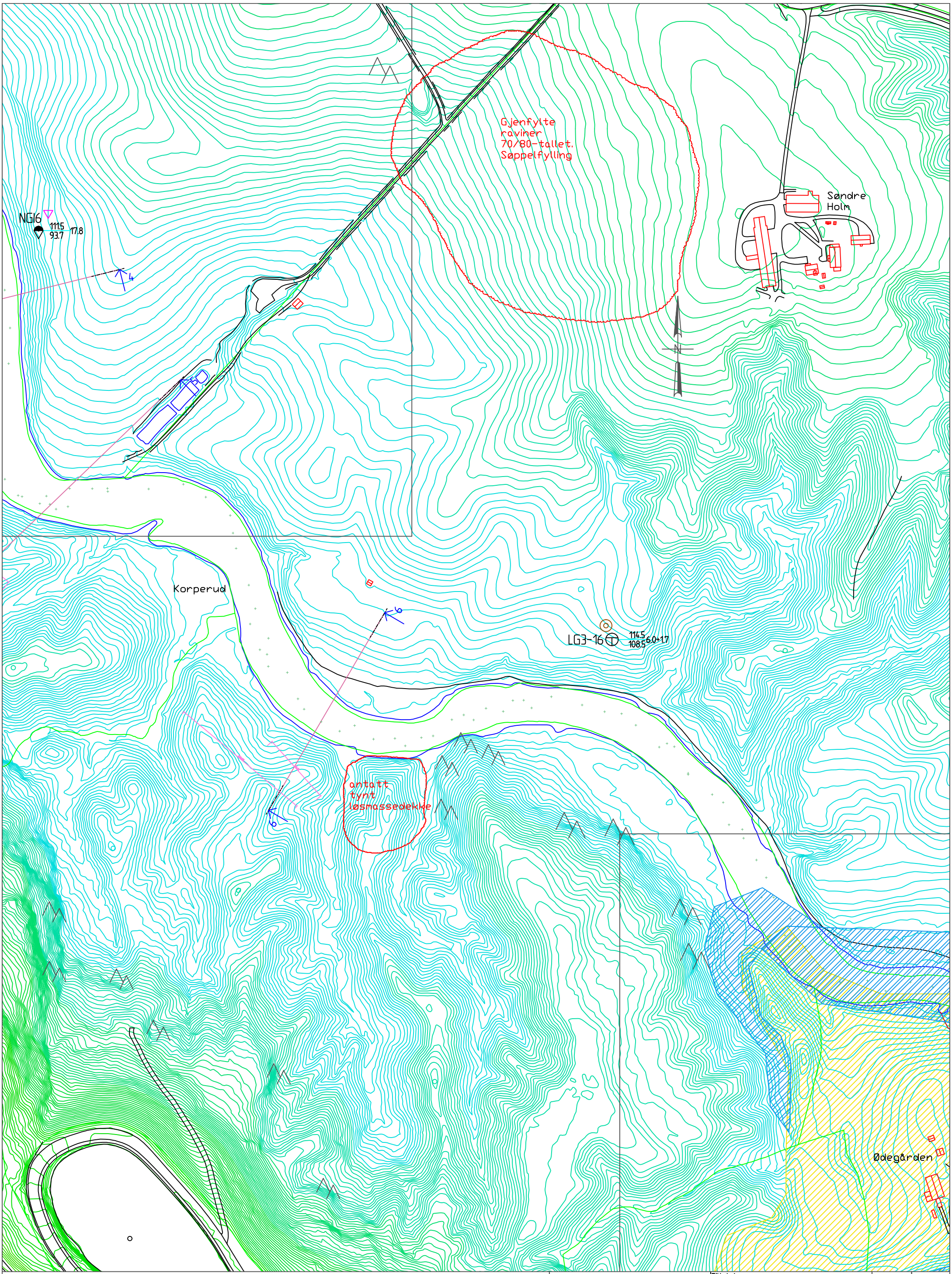
VANNSTANDSRØR

BERG I DAGEN

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: A2	Tegning nr.: A202
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:3000
Prosjekt: VA Nitelva - skredfarekartlegging	Dato: 19.5.16	Revisjon:
Tegningstittel: Situasjonsplan del 2	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL



PKT.NR.

TOTALSONDERING — TERRENGNIVÅ / BERGNIVÅ — BORDYBDE+BORET I BERG

DREIETRYKKSONDERING

CPTU

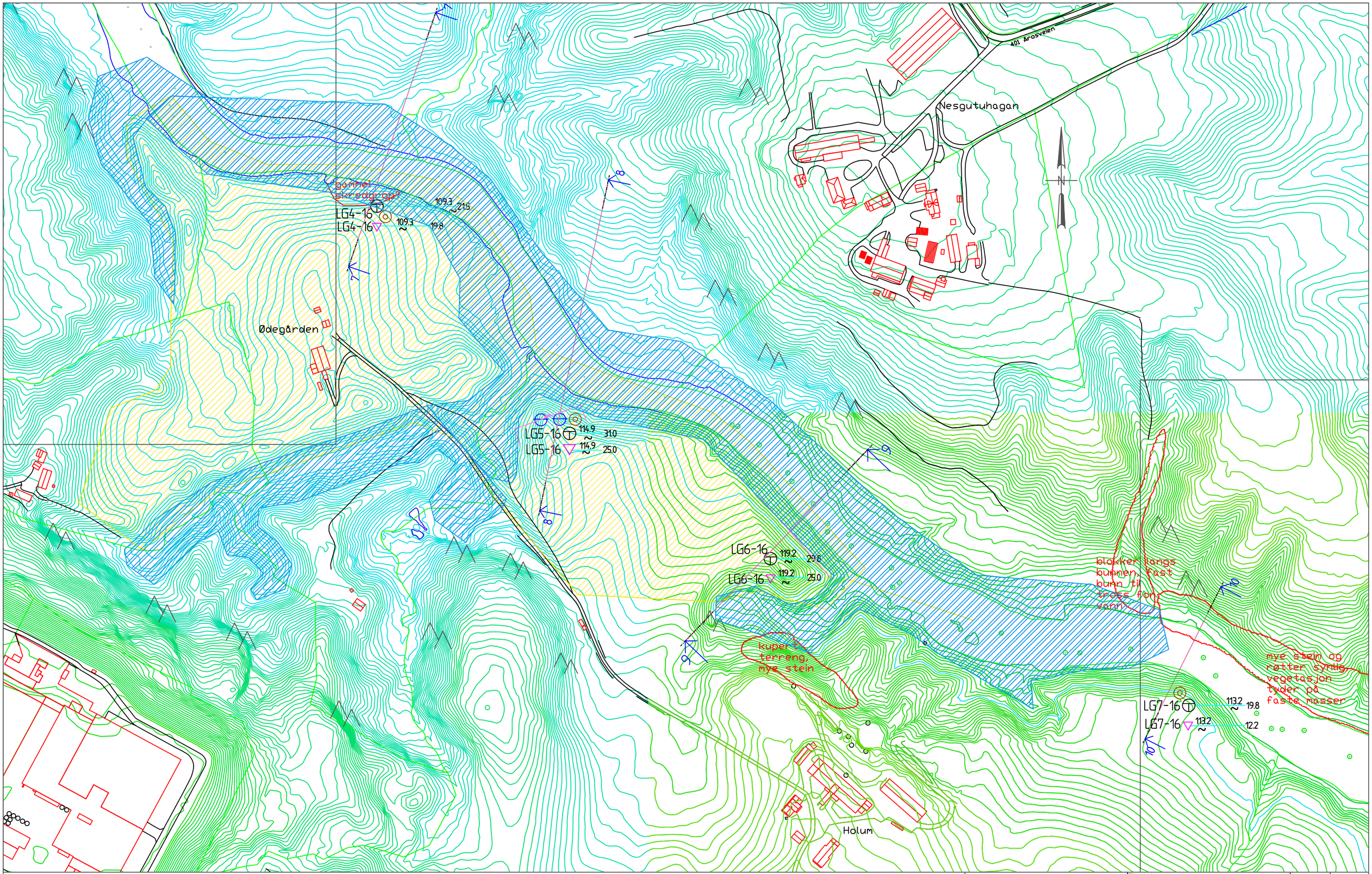
PRØVESERIE

BERG I DAGEN

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: A3	Tegning nr.: A203
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:3000
Prosjekt: VA Nitelva - skredfarekartlegging	Dato: 20.05.16	Revisjon:
Tegningstittel: Situasjonsplan del 3	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL



PKT.NR.
TOTALSONDERING TERRENGNIVÅ / BERGNIVÅ BORDYBDE+BORET I BERG

CPTU

PRØVESERIE

VANNSTANDSRØR

BERG I DAGEN

Løsneområde for ny faresone for kvikkleireskred, lav faregrad

Utløpsområde for ny faresone for kvikkleireskred

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune		Bilag nr.: A4	Tegning nr.: A204
Oppdragsgiver: Cowi AS		Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:3000
Prosjekt: VA Nitelva - skredfarekartlegging		Dato: 20.05.16	Revisjon: 3.11.16
Tegningstittel: Situasjonsplan del 4		Tegnet: RMV	Kontrollert: PL

langs fast vei

mye stein og røtter synlig, vegetasjon tyder på faste masser

mye stein og røtter synlig, vegetasjon tyder på faste masser

Åros

3 m fast leire/silt. Middels fast leire til 10 m, bløt og kvikk leire fra ca. 12 m

2 m fast leire/silt. Leire su 44 kPa til 3 m dybde. Bløt leire til 18 m dybde, sprøruddleire fra ca. 12 m

2 m fast leire/silt. Leire su 44 kPa til 3 m dybde.

5 m Tørrskorpeleire/silt. Leire su 80-40-50 kPa til 14 m dybde. Lite sensitiv.

ingen tegn til sensitiv leire i prøvegrop

LG 16186 Rapport 1
3 m Tørrskorpeleire/silt/sand. Leire su 25-70 kPa til 20 m dybde. Ikke tegn til sensitive masser.

7.1 m Si/Sandy matr. Leire su 25-35 kPa til 13 m dybde. Lite sensitiv. Ikke indikasjon på sensitiv leire fra sonderinger. Se SVV rapport Cd 893-1

ingen tegn til sensitiv leire i vingeboring

2 m tørrskorpe. Leire su 30-45 kPa til 15 m dybde. Ikke sprøruddleire. Lite til middels sensitiv. Ikke indikasjon på sensitiv leire fra sonderinger. Se SVV rapport Cd 893-1

SVV C719B og Cd893-1

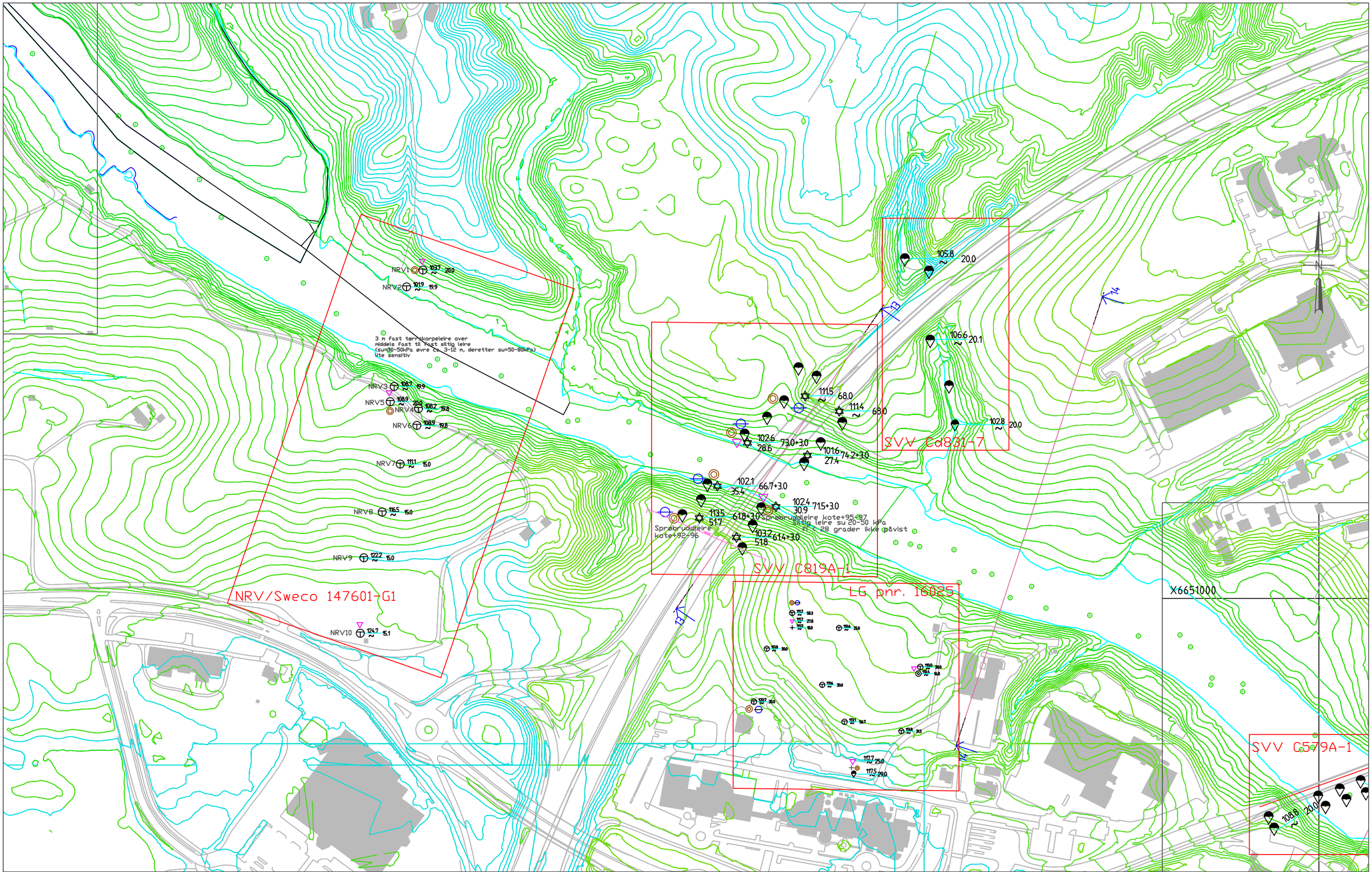
LG7-16 113.2 19.8
LG7-16 113.2 12.2
LG8-16 129.0 21.8
LG8-16 129.0 19.1
LG9-16 111.1 19.8
LG10-16 114.7 29.8
LG10-16 114.7 27.9

PKT.NR.
TOTALSONDERING — TERRENGNIVÅ / BERGNIVÅ — BORDYBDE+BORET I BERG
CPTU
DREIETRYKKSONDERING
VINGEBORING
ENKEL SONDERING
BERGKONTROLLBORING
VANNSTANDSRØR
BERG I DAGEN

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: A5	Tegning nr.: A205
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:3000
Prosjekt: VA Nitelva - skredfarekartlegging	Dato: 20.05.16	Revisjon:
Tegningstittel: Situasjonsplan del 5	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL



PKT.NR
TOTALSONDERING (TERRENGNIVÅ / BERGNIVÅ) BORDYBDE+BORETIBERG

CPTU

BERGKONTROLLBORING

DREIETRYKKSONDERING

PRØVESERIE

VANNSTANDSRØR

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: A6	Tegning nr.: A206
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:3000
Prosjekt: VA Nitelva - skredfarekartlegging	Dato: 19.5.16	Revisjon:
Tegningstittel: Situasjonsplan del 6	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL

X6651000

X6650700

X6650400

Y612000

Y612300

Y612600

Y612900

SVV C579A-1

SVV C718A-1

SVV C718A-2

SVV C156

Fast silt/leire øvre 3 m. Leire su 15-30 kPa til 22 m dybde. Sprøbrudd i noen lag.

104.8 37.9

111.8 33.5

78.3

108.8 30.0

104.1 35.7

103.1 36.5

Fast silt/leire øvre 4 m. Leire su 20-50 kPa til 22 m dybde. Mulig kvikk 9-15 m dybde.

102.2 34.1

Fast silt/leire øvre 3 m. Leire su 15-30 kPa til 22 m dybde. Ikke sprøbrudd. Sandlag fra 14 m dybde

Fast silt/leire øvre 4 m. Leire su 25-15 kPa 5-7m dybde. su 15-50 kPa 7-19 m. Sprøbrudd 6-12 m.

101.7 29.5

102.7 55.6

47.1

102.3 60.5

41.8

Silt/leire su 40 kPa 2-5 m. Leire su 15 kPa 6-11m dybde. su 15-50 kPa 11-26 m. Sprøbrudd. Sandlag på 16 m dybde.

108.8 20.0

100.0 25.0

Fast silt/leire øvre 3 m. Leire su 32-50 kPa til 18 m dybde. Ikke sprøbruddleire, middels sensitiv. Sonderinger antyder mulig sensitiv leire, men prøveserie øvkrefter sprøbruddleire ned til 18 m dybde. Evt. sensitiv leire ligger dypere enn ca. kote +92

Siltig leire til 12 m, su 30-60 kPa, lite sensitiv

Siltig leire til 10 m, su 70-100 kPa, lite sensitiv

PKT.NR
DREIETRYKKSONDERING TERRENGNIVÅ / BERGNIVÅ BORDYBDE+BORETIBERG

BERG I DAGEN

VINGEBORING

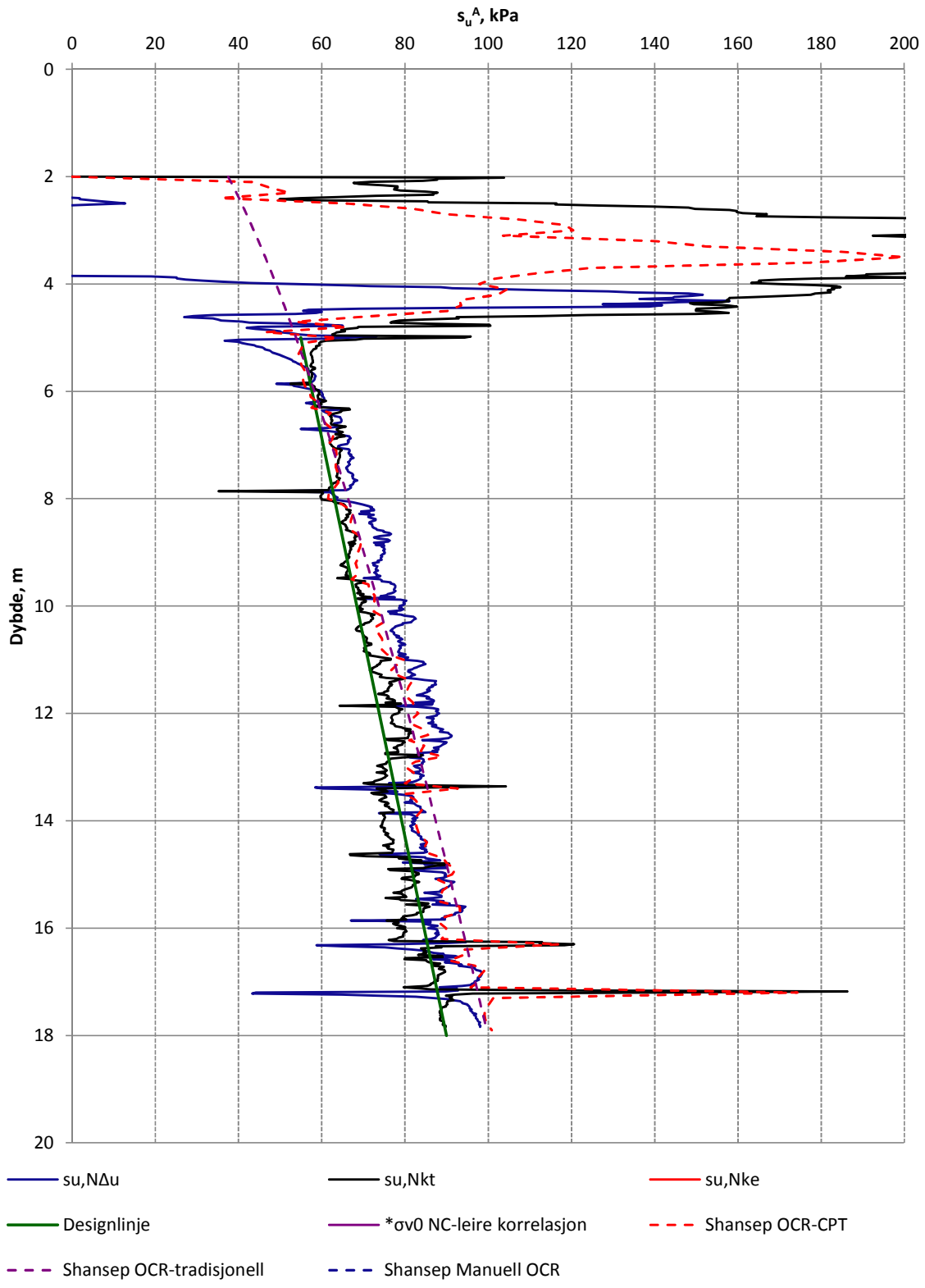
PRØVESERIE

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: A7	Tegning nr.: A207
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:3000
Prosjekt: VA Nitelva - skredfarekartlegging	Dato: 20.05.16	Revisjon:
Tegningstittel: Situasjonsplan del 7	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL

Udrenert skjærstyrke

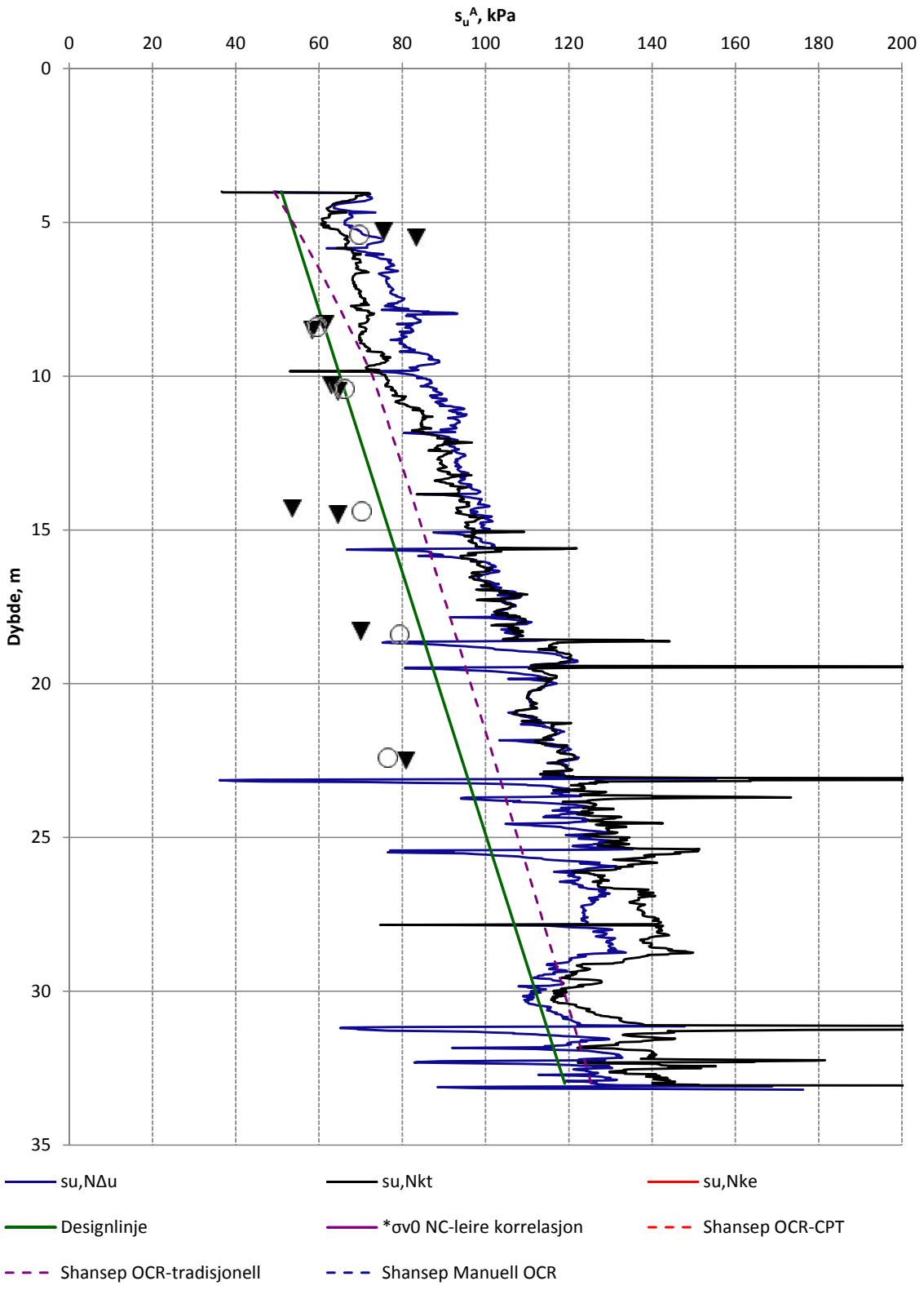


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

Oppdragsgiver:	Bilag:	Prosjekt nr:
Cowi AS	E1	15307
Prosjekt:	Dato:	Borhull:
Slattum renseanlegg	19.05.16	LG1-16
Tekst:	Ansvarlig:	Kontrollert:
Aktiv skjærstyrke, s_u^A	RMV	PL

Udrenert skjærstyrke

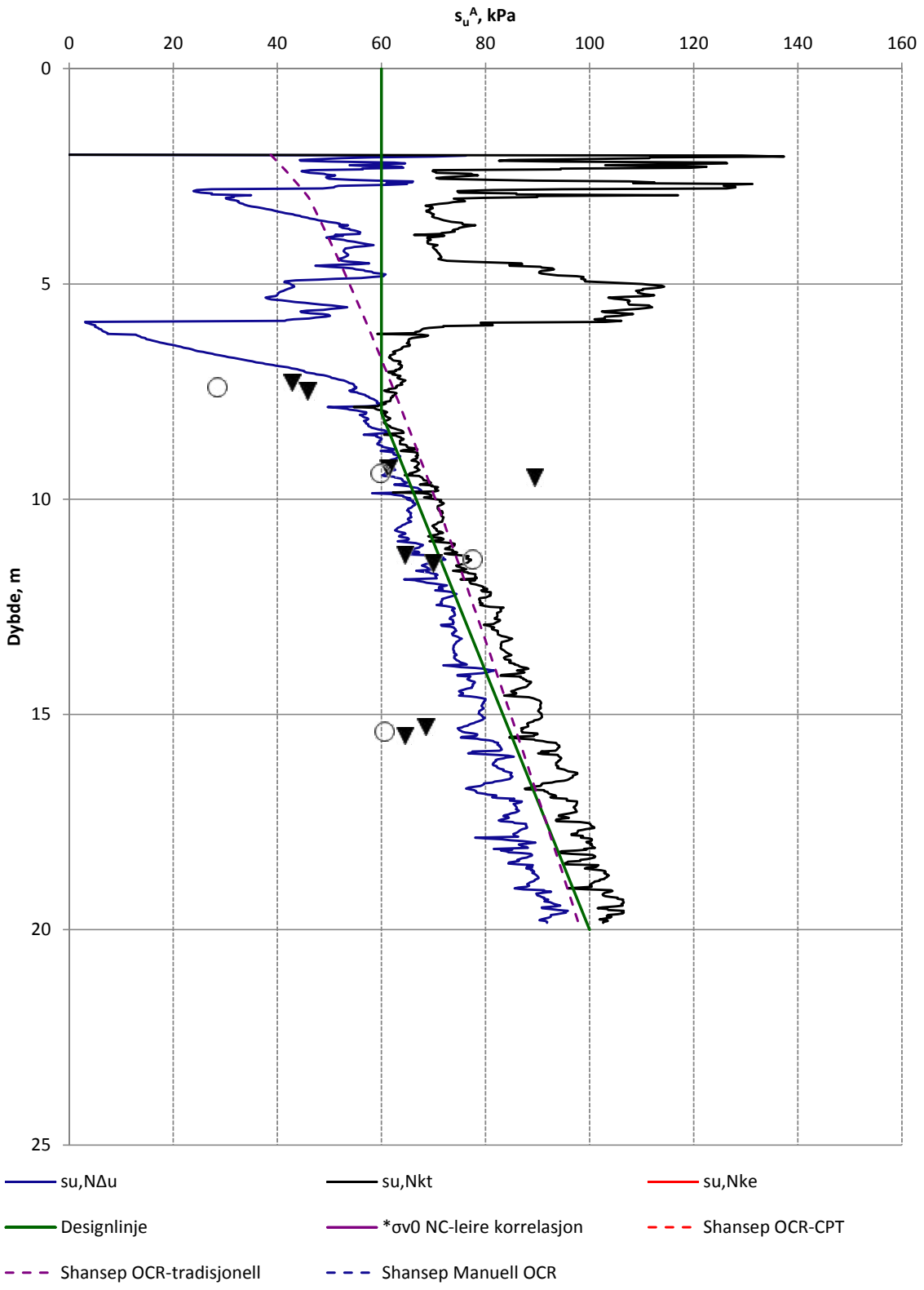


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

Oppdragsgiver:	Bilag:	Prosjekt nr:
Cowi AS	E2	15307
Prosjekt:	Dato:	Borhull:
Slattum renseanlegg	10.05.16	LG2-2016
Tekst:	Ansvarlig:	Kontrollert:
Aktiv skjærstyrke, s_u^A	RMV	PL

Udrenert skjærstyrke

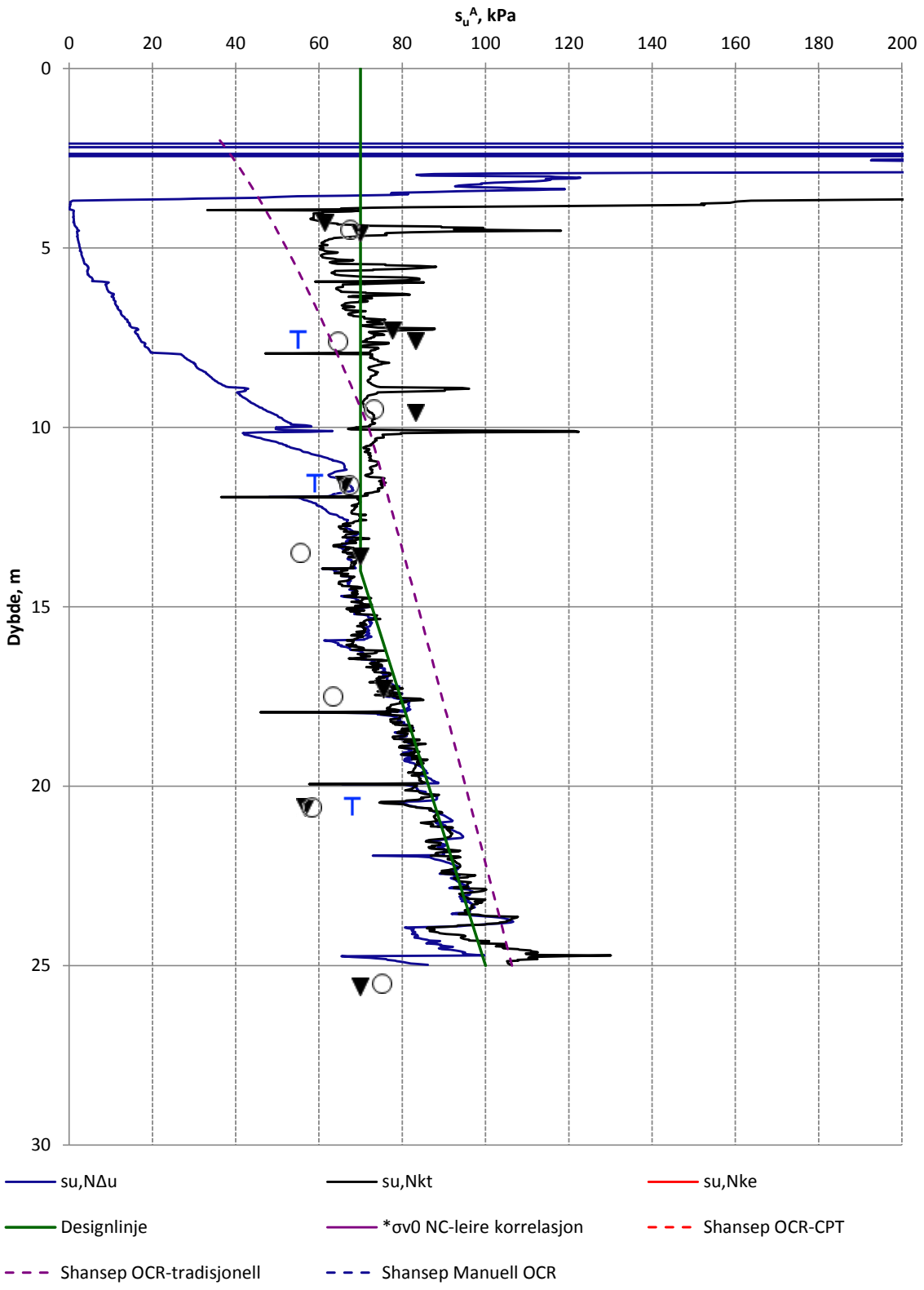


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

Oppdragsgiver:	Bilag:	Prosjekt nr:
Cowi AS	E3	15307
Prosjekt:	Dato:	Borhull:
Slattum renseanlegg	23.06.16	LG4-2016
Tekst:	Ansvarlig:	Kontrollert:
Aktiv skjærstyrke, s_u^A	RMV	PL

Udrenert skjærstyrke

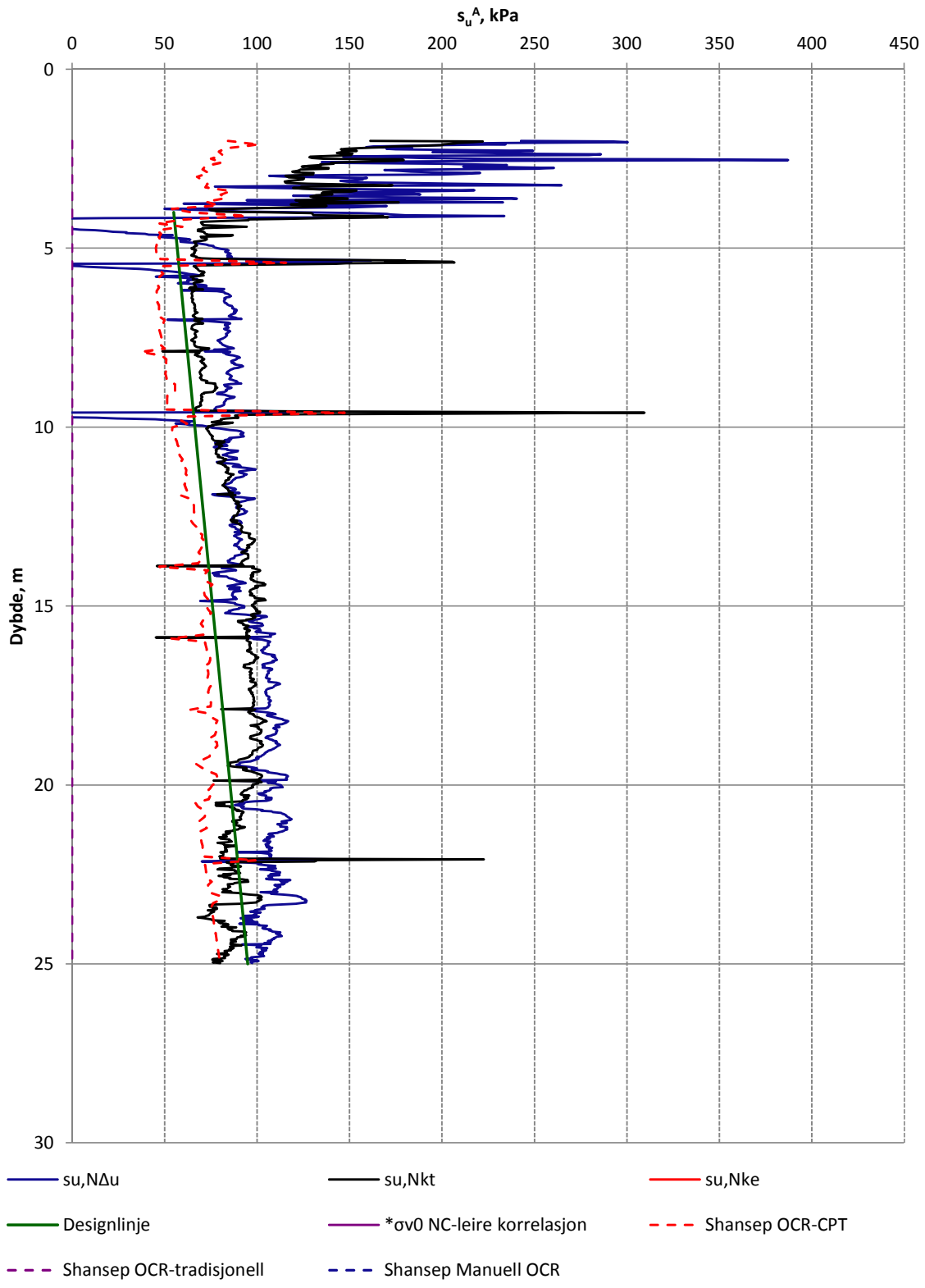


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

Oppdragsgiver:	Bilag:	Prosjekt nr:
Cowi AS	E4	15307
Prosjekt:	Dato:	Borhull:
Slattum renseanlegg	28.04.16	LG5-16
Tekst:	Ansvarlig:	Kontrollert:
Aktiv skjærstyrke, s_u^A	RMV	PL

Udrenert skjærstyrke

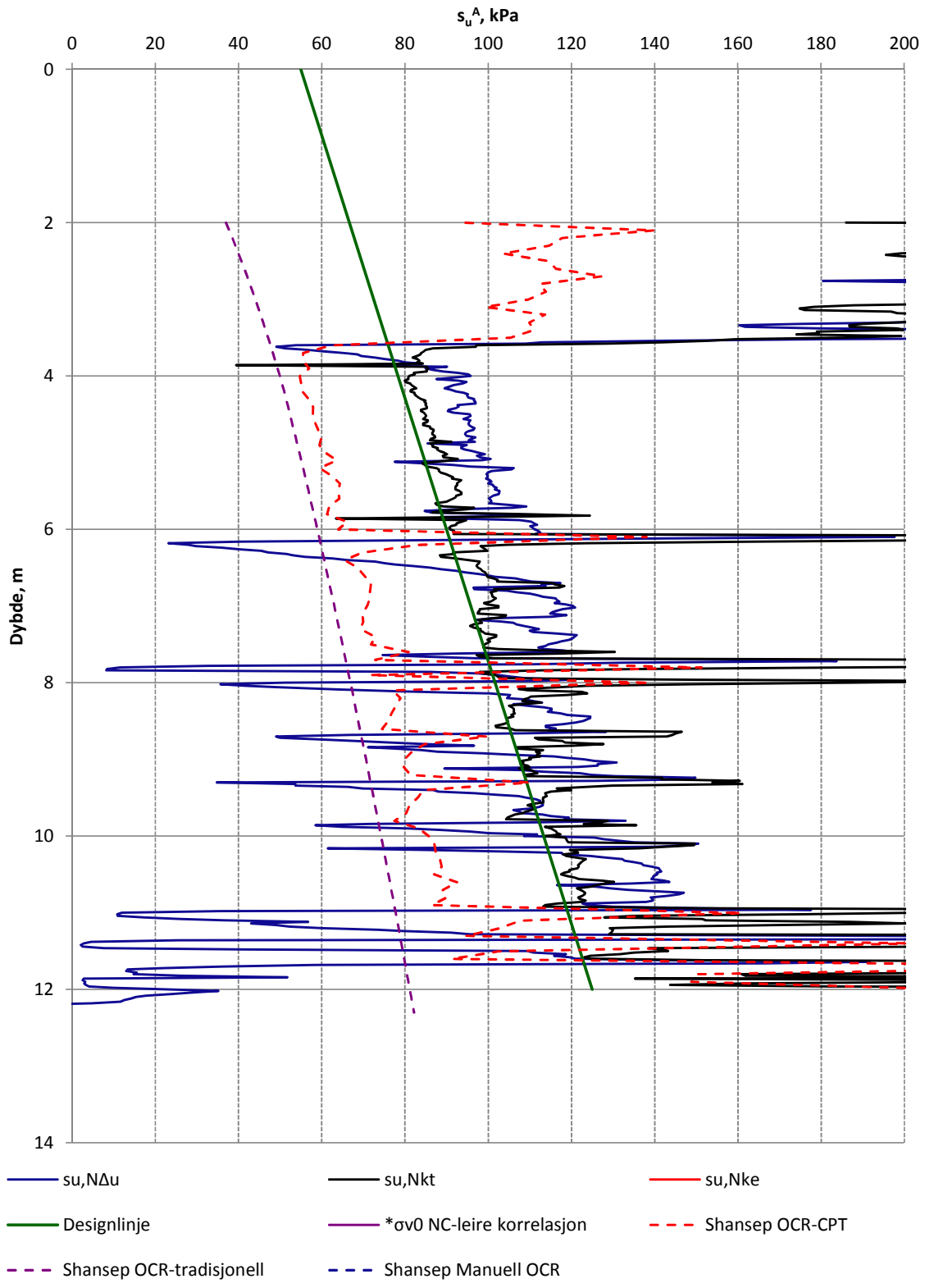


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

Oppdragsgiver:	Bilag:	Prosjekt nr:
Cowi AS	E5	15307
Prosjekt:	Dato:	Borhull:
Slattum renseanlegg	19.05.16	LG6-16
Tekst:	Ansvarlig:	Kontrollert:
Aktiv skjærstyrke, s_u^A	RMV	PL

Udrenert skjærstyrke

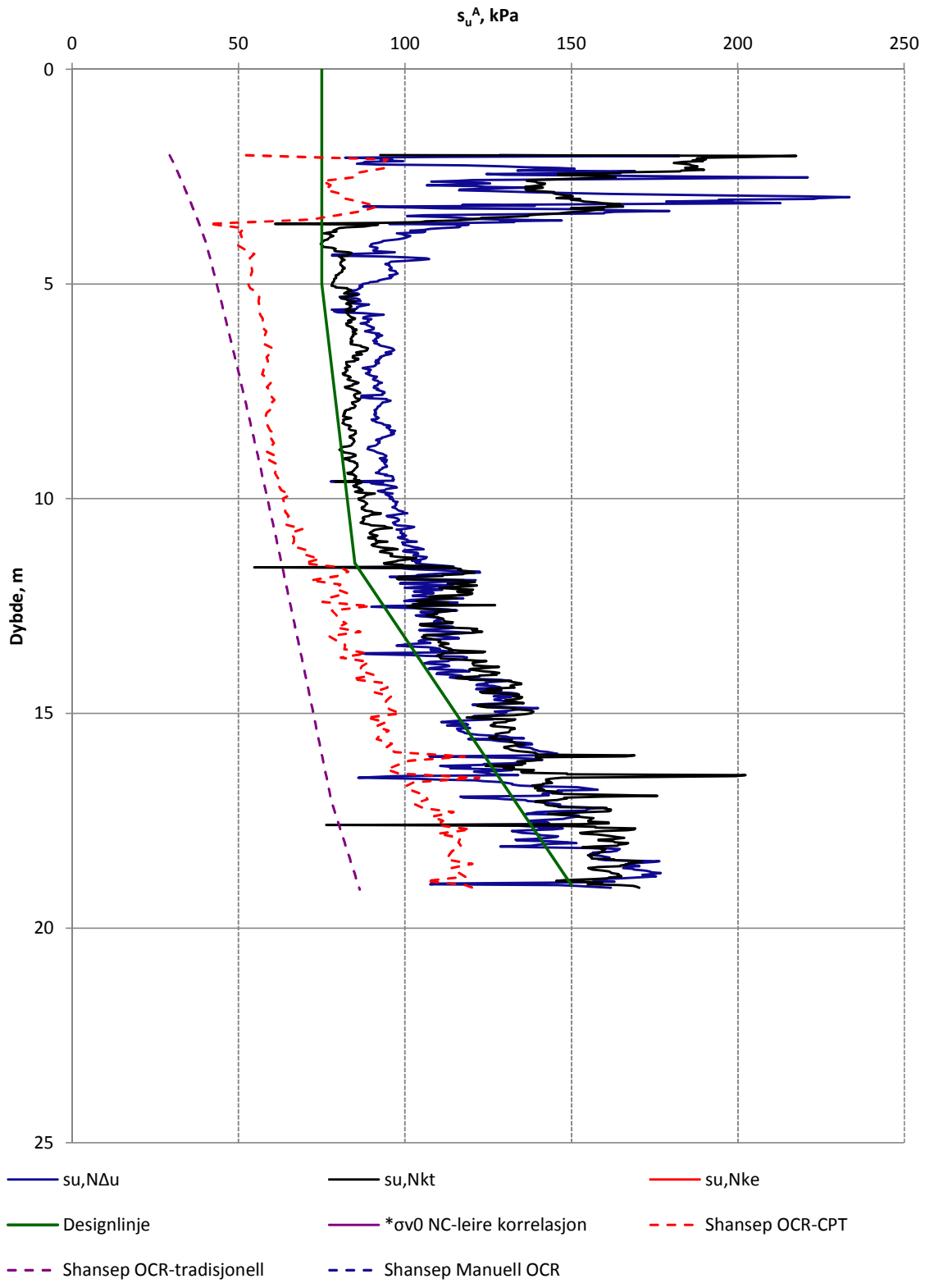


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

Oppdragsgiver:	Bilag:	Prosjekt nr:
Cowi AS	E6	15307
Prosjekt:	Dato:	Borhull:
Slattum renseanlegg	27.04.16	LG7-2016
Tekst:	Ansvarlig:	Kontrollert:
Aktiv skjærstyrke, s_u^A	RMV	PL

Udrenert skjærstyrke

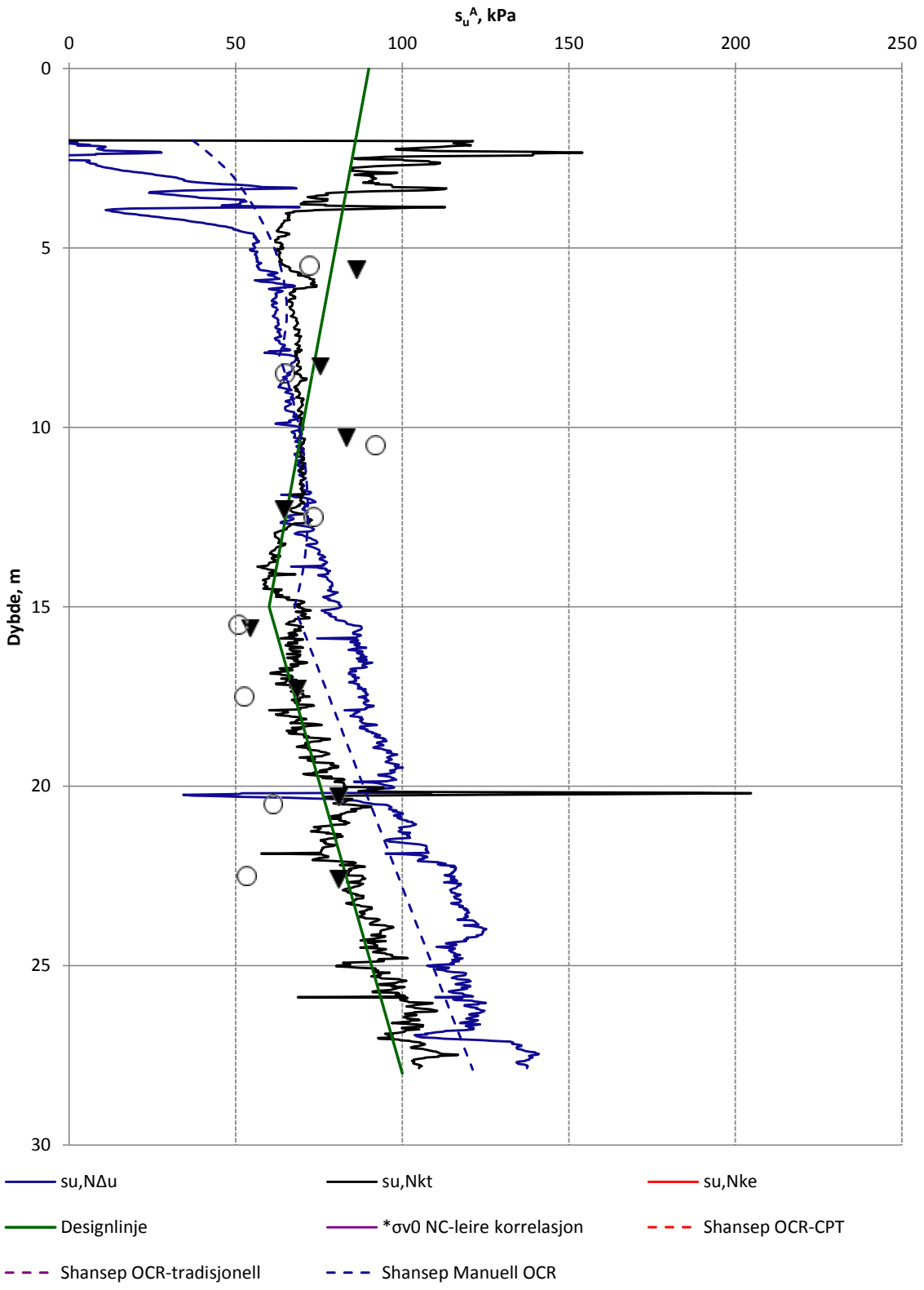


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

Oppdragsgiver:	Bilag:	Prosjekt nr:
Cowi AS	E7	15307
Prosjekt:	Dato:	Borhull:
Slattum renseanlegg	26.04.16	LG8-2016
Tekst:	Ansvarlig:	Kontrollert:
Aktiv skjærstyrke, s_u^A	RMV	PL

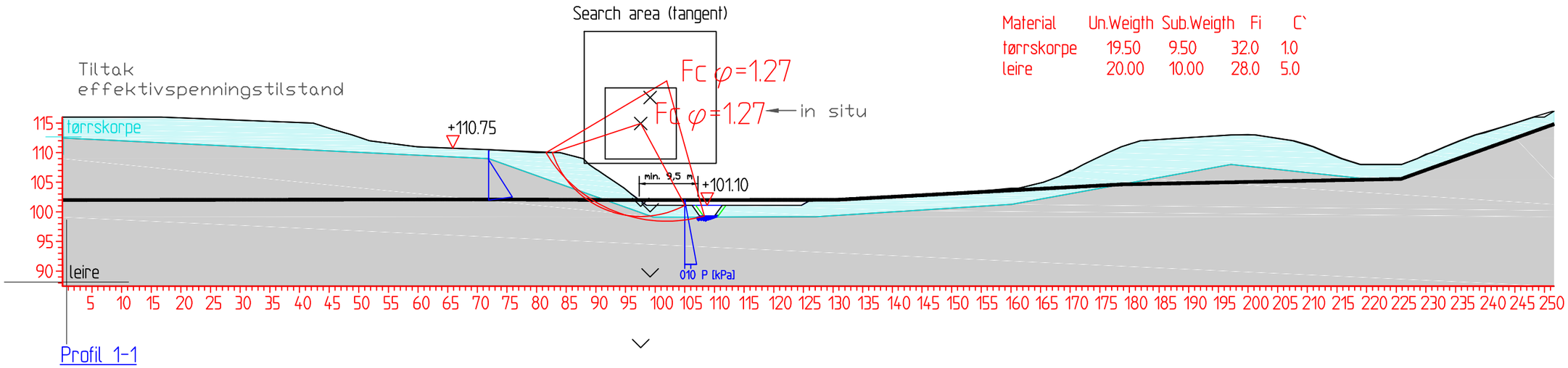
Udrenert skjærstyrke



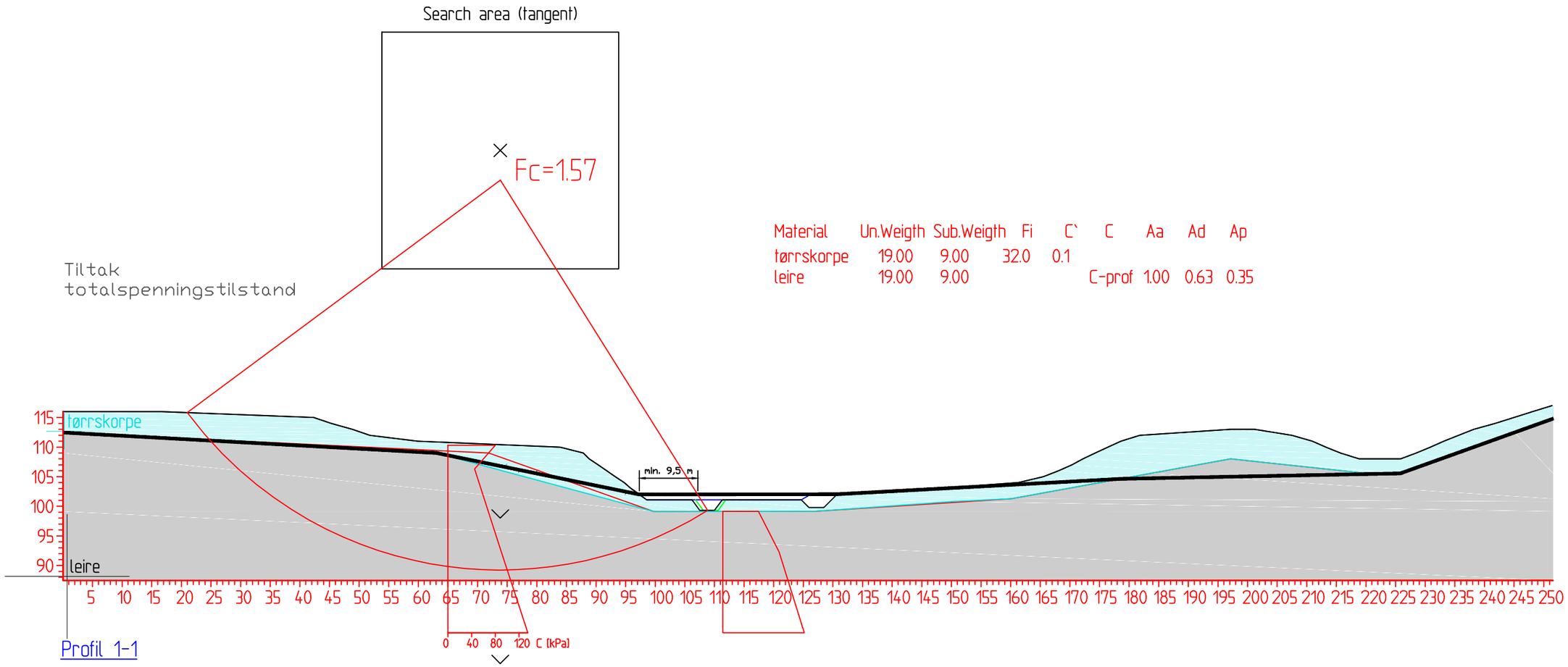
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

Oppdragsgiver:	Bilag:	Prosjekt nr:
Cowi AS	E8	15307
Prosjekt:	Dato:	Borhull:
Slattum renseanlegg	23.06.16	LG10-16
Tekst:	Ansvarlig:	Kontrollert:
Aktiv skjærstyrke, s_u^A	RMV	PL



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
leire	20.00	10.00	28.0	5.0



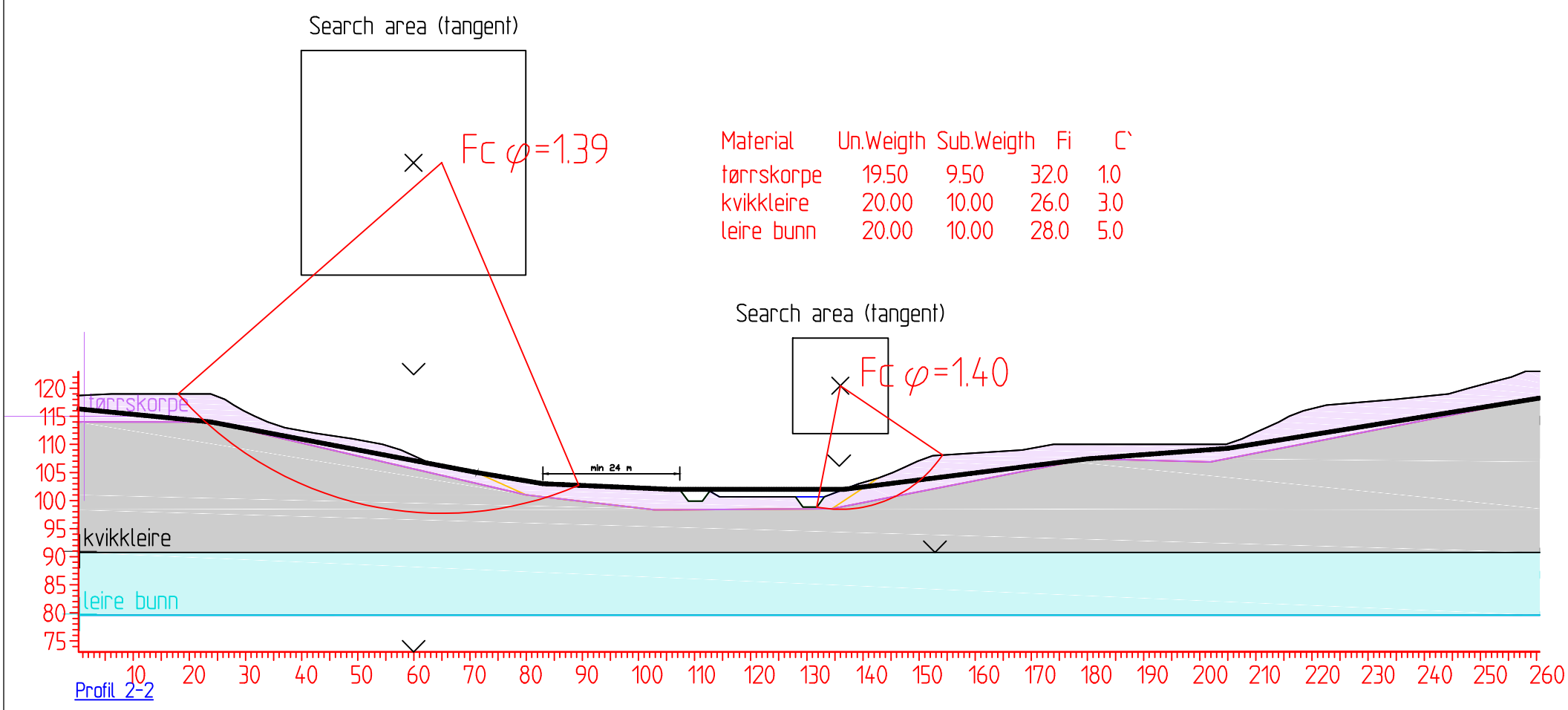
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.00	9.00	32.0	0.1				
leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

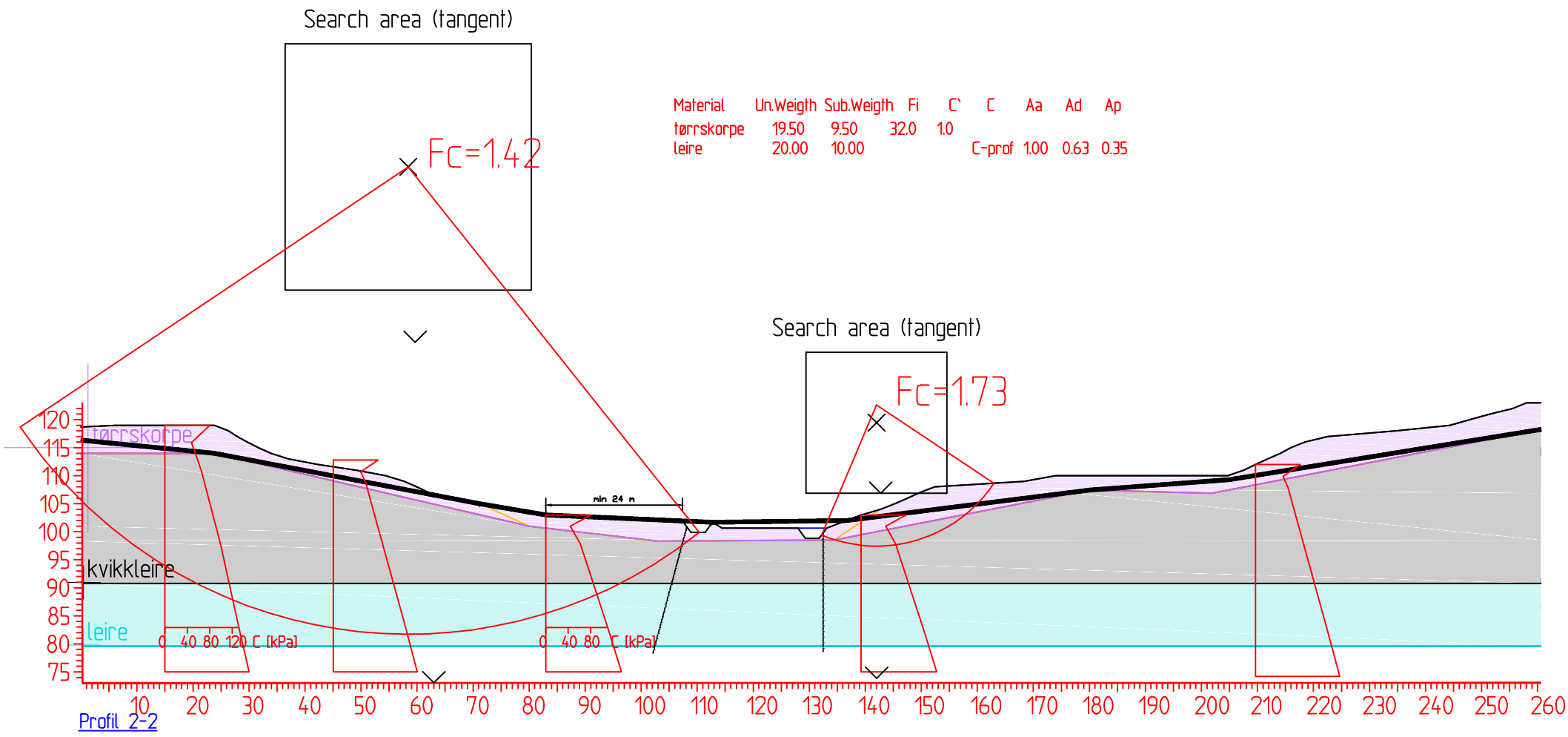
Tiltakshaver: Nittedal kommune		Bilag nr.: E9	Tegning nr.: E409
Oppdragsgiver: Cowi AS		Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:750
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase		Dato: 24.6.16	Revisjon: 6.6.17
Tegningstittel: Stabilitet profil 1		Tegnet: RMV	Kontrollert: PL

Tiltak
effektivspenningstilstand



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
kvikkleire	20.00	10.00	26.0	3.0
leire bunn	20.00	10.00	28.0	5.0

Tiltak
totalspenningstilstand



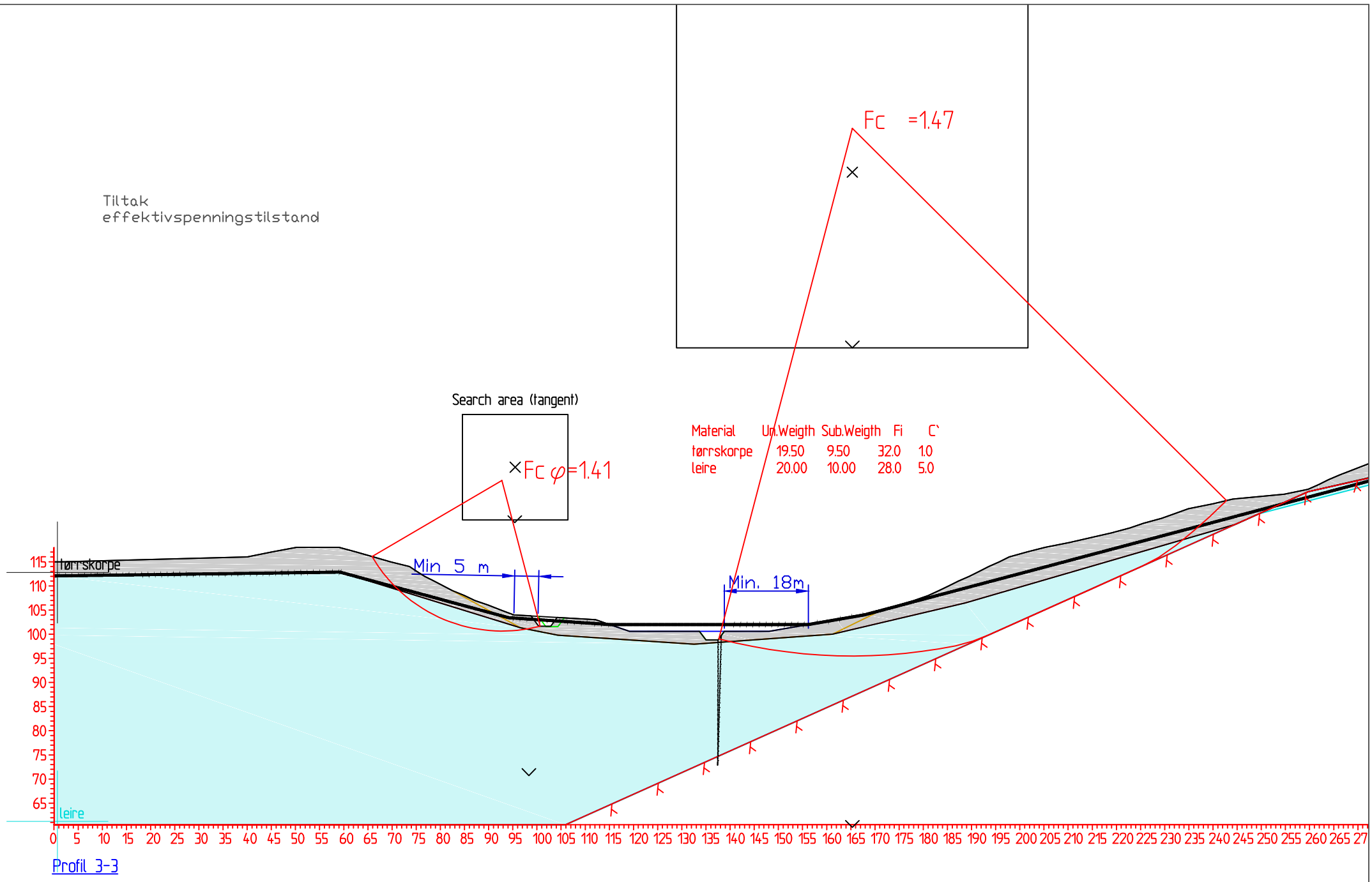
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0				
leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

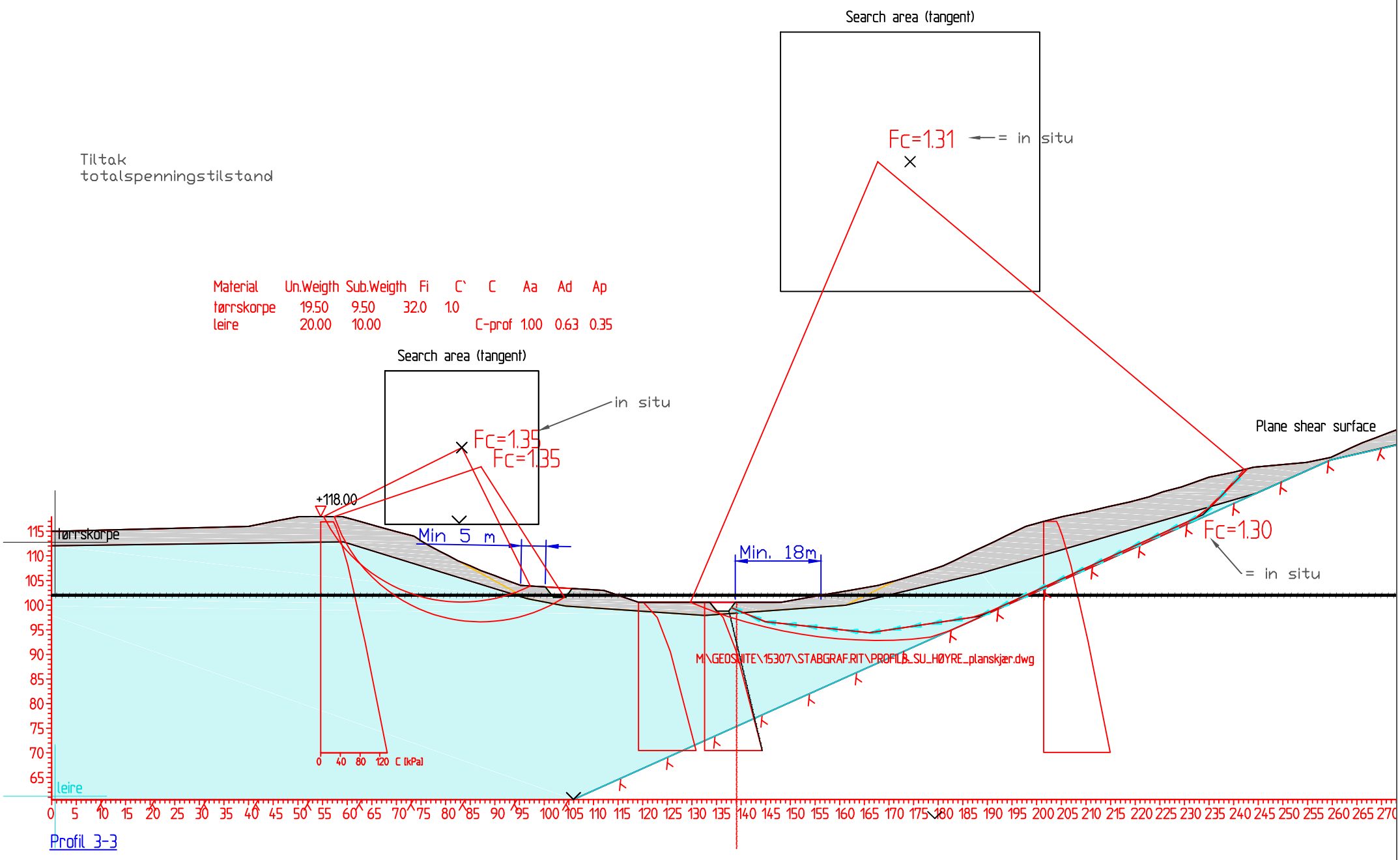
Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: E10	Tegning nr.: E410	
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:1000	
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase	Dato: 24.6.16	Revisjon: 6.6.17	
Tegningstittel: Stabilitet profil 2	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL	

Tiltak
effektivspenningstilstand



Tiltak
totalspenningstilstand

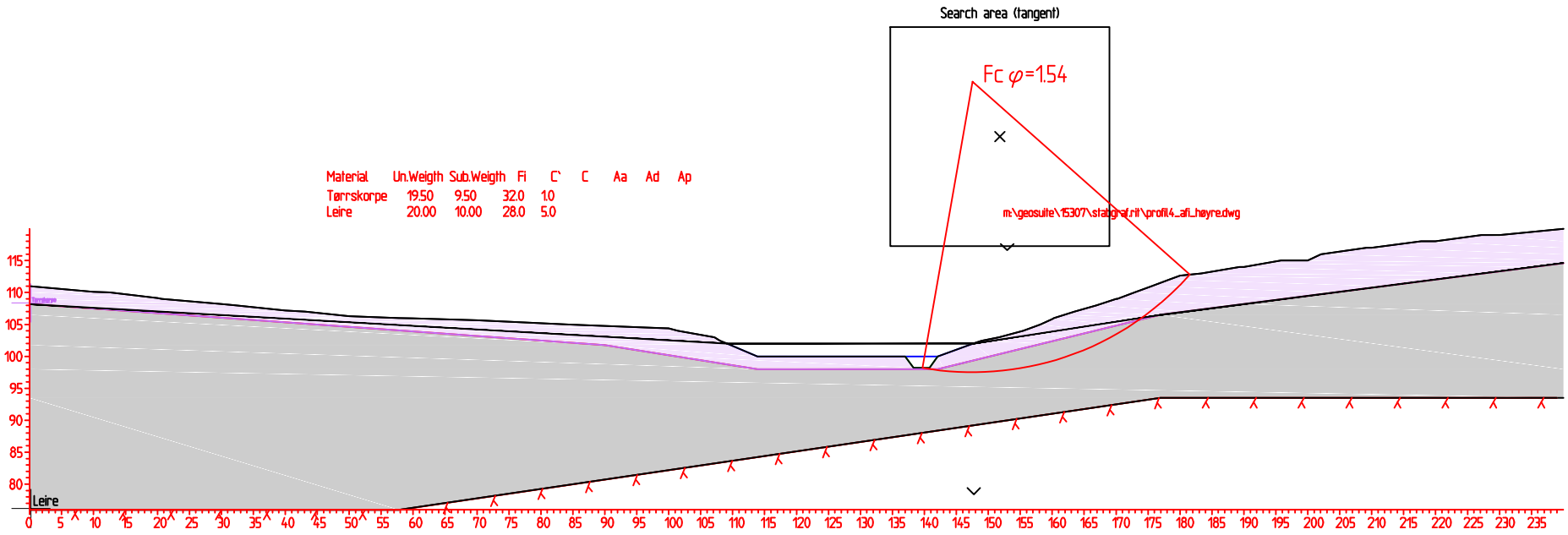


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

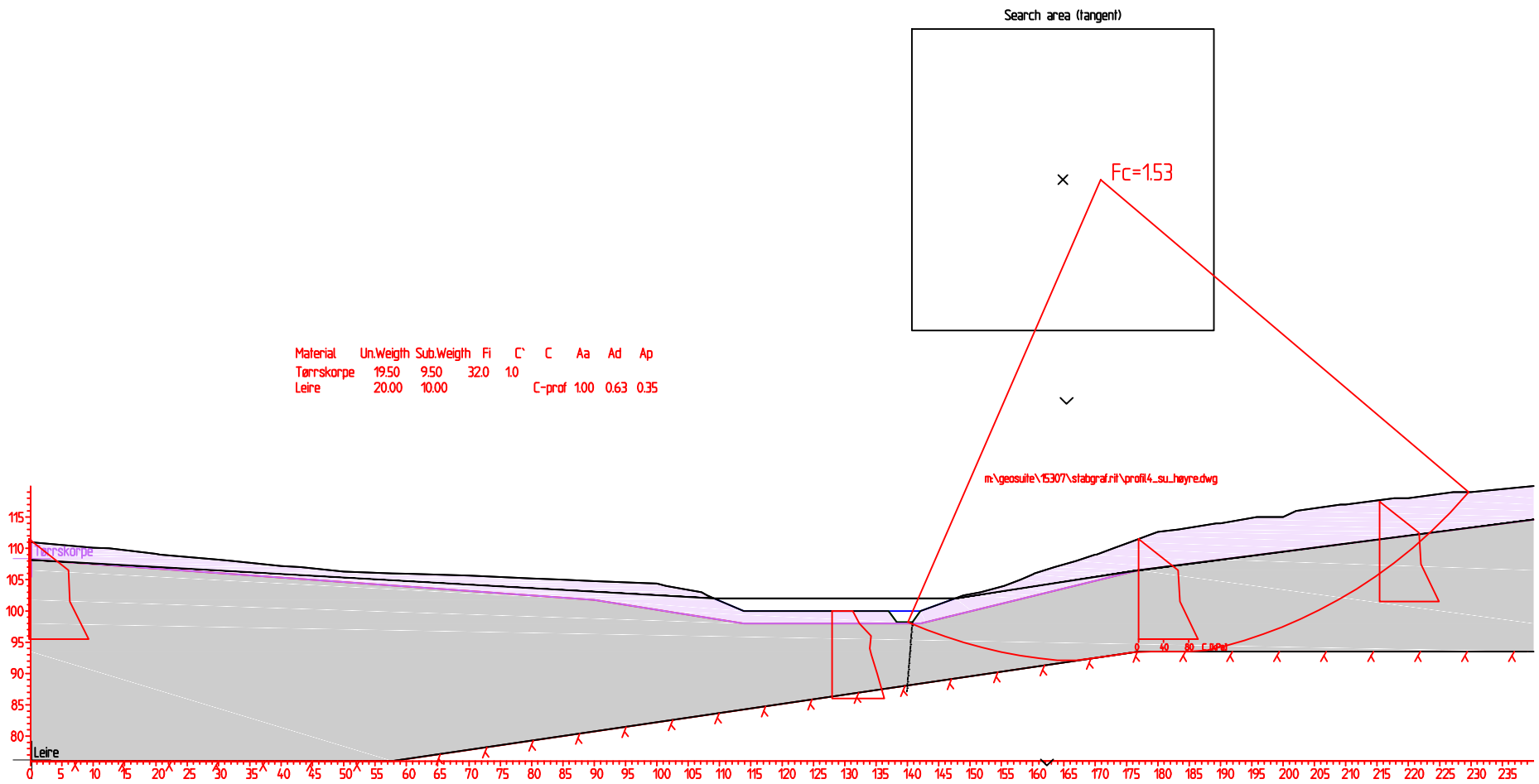
Tiltakshaver: Nittedal kommune		Bilag nr.: E11	Tegning nr.: E411
Oppdragsgiver: Cowi AS		Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:1000
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase		Dato: 24.6.16	Revisjon: 6.6.17
Tegningstittel: Stabilitet profil 3		Tegnet: RMV	Kontrollert: PL

Tiltak
effektivspenningstilstand



Profil 4-4

Tiltak
totalspenningstilstand

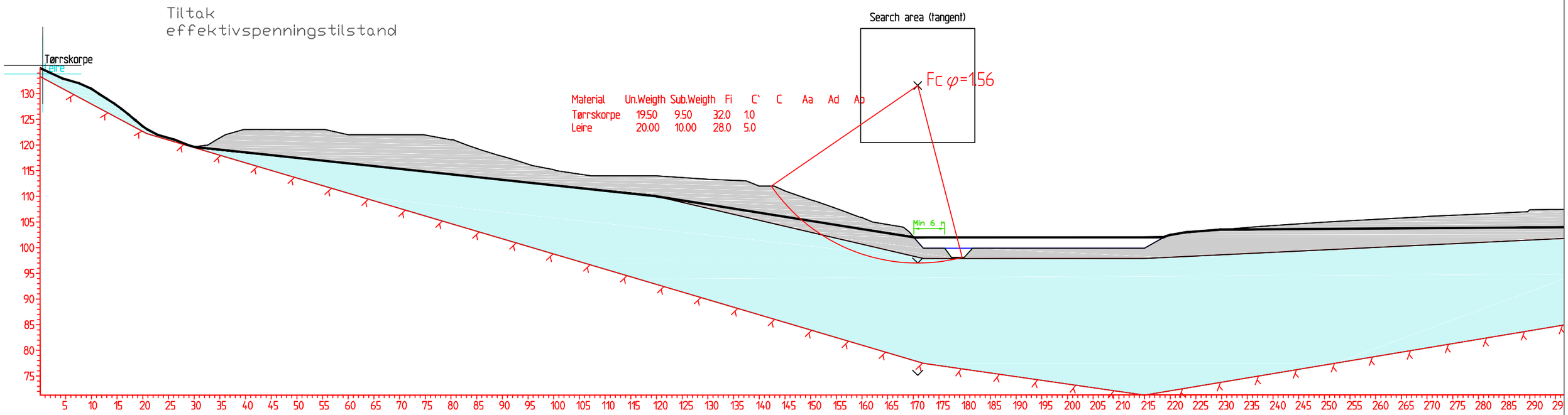


Profil 4-4

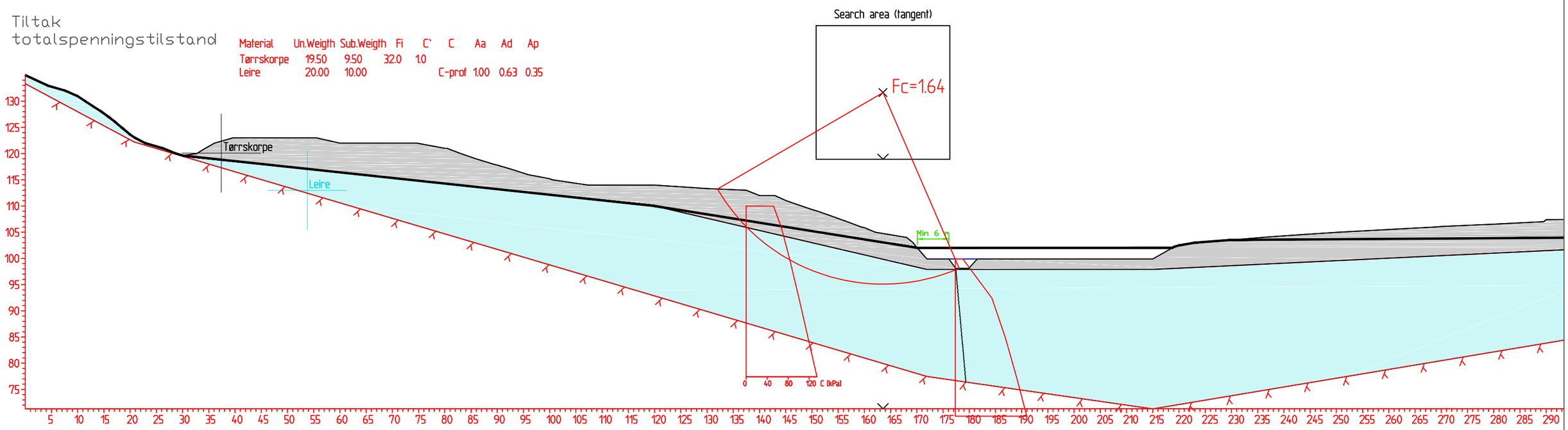
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: E12	Tegning nr.: E412	
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:1000	
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase	Dato: 24.6.16	Revisjon:	
Tegningstittel: Stabilitet profil 4	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL	



Profil 5-5

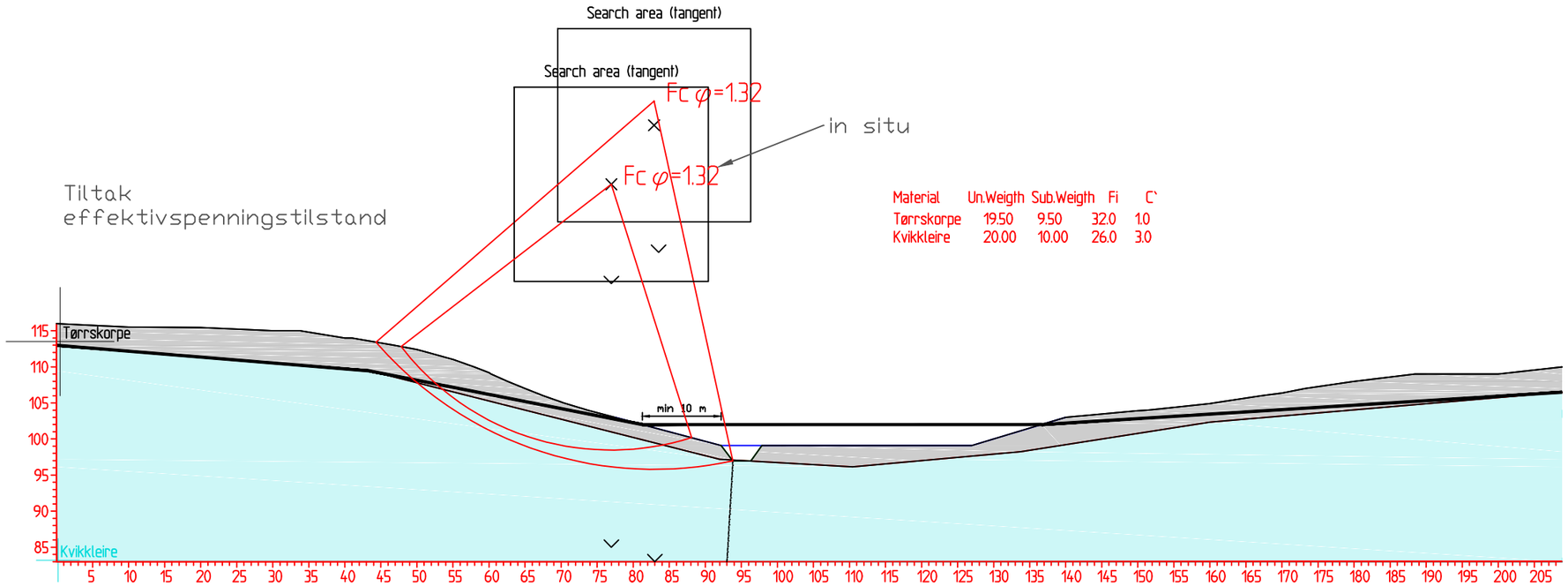


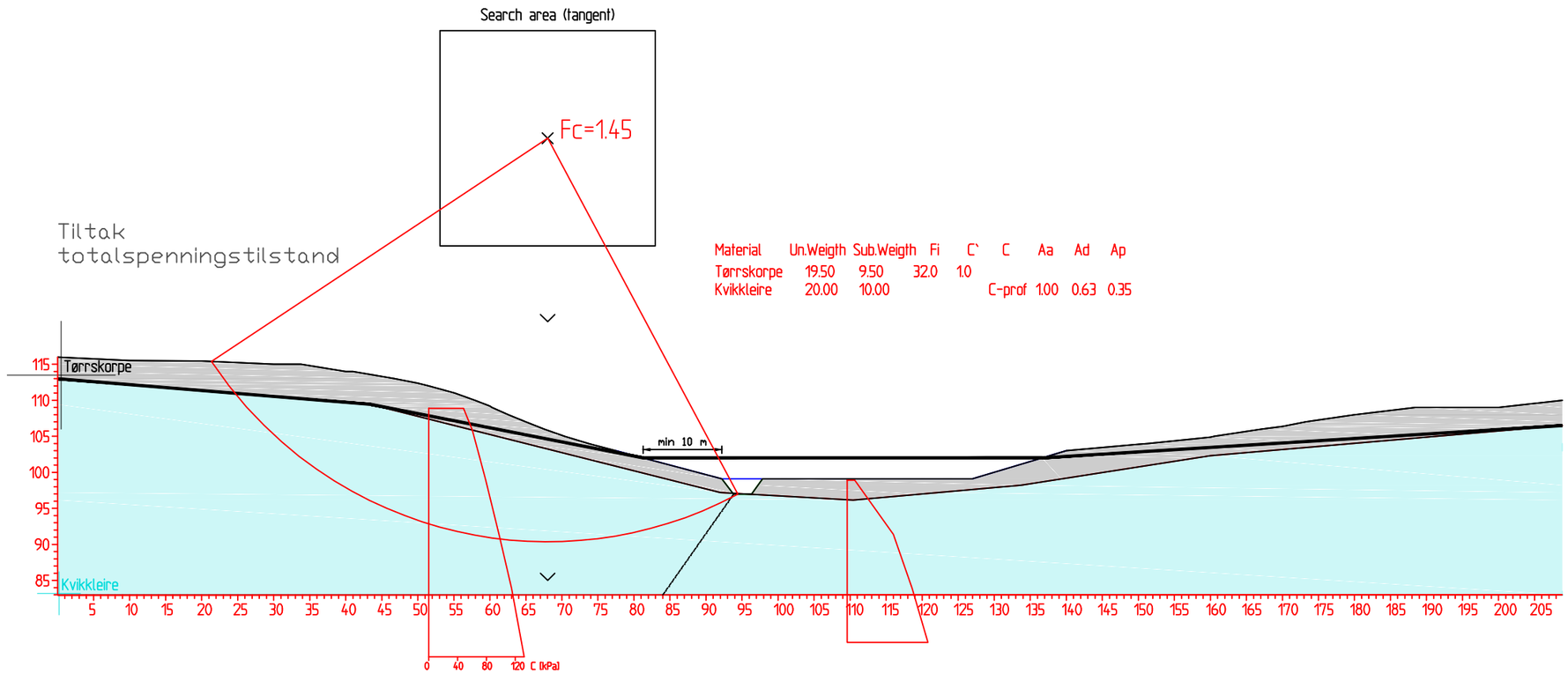
Profil 5-5

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: E13	Tegning nr.: E413	
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:750	
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase	Dato: 24.6.16	Revisjon:	
Tegningstittel: Stabilitet profil 5	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL	





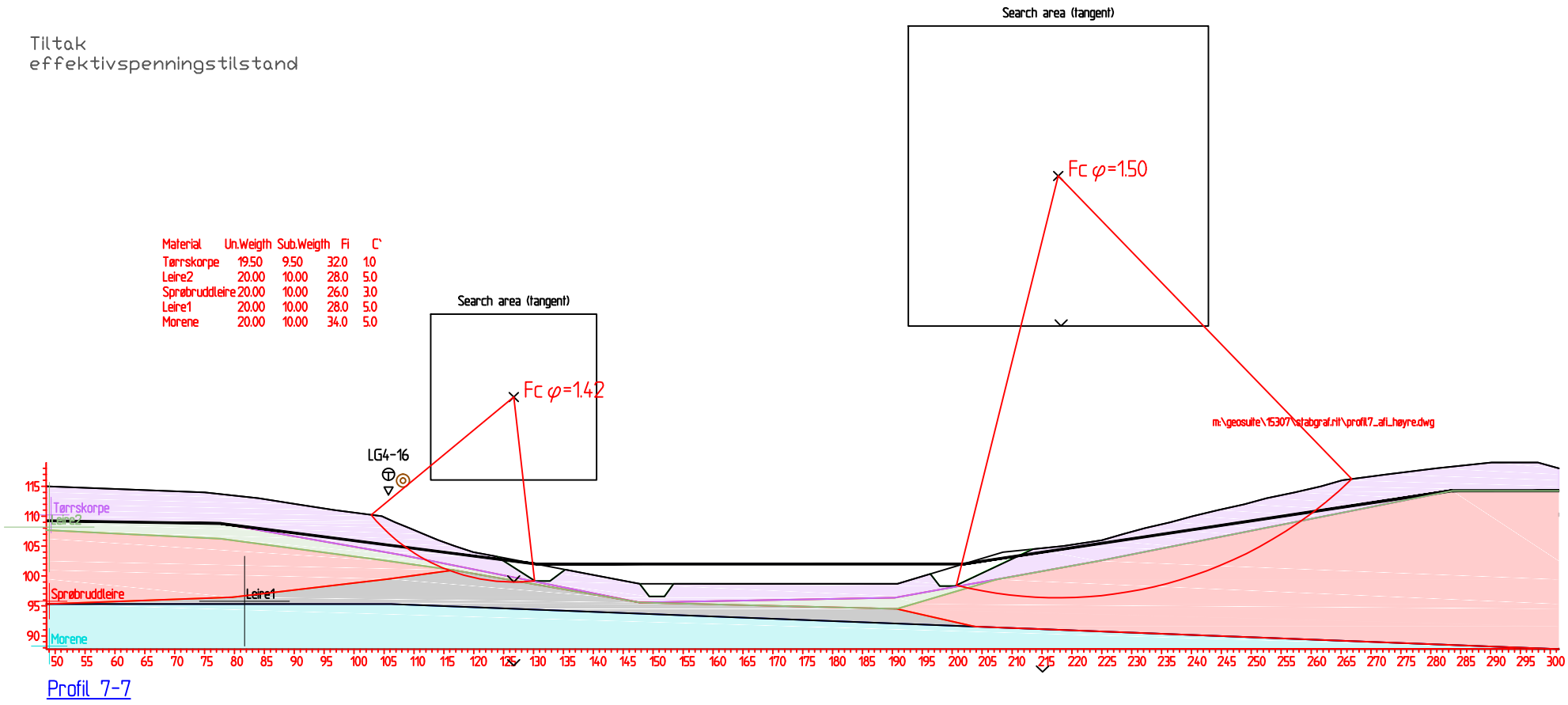
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: E14	Tegning nr.: E414	
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:750	
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase	Dato: 24.6.16	Revisjon: 6.6.17	
Tegningstittel: Stabilitet profil 6	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL	

Tiltak
effektivspenningstilstand

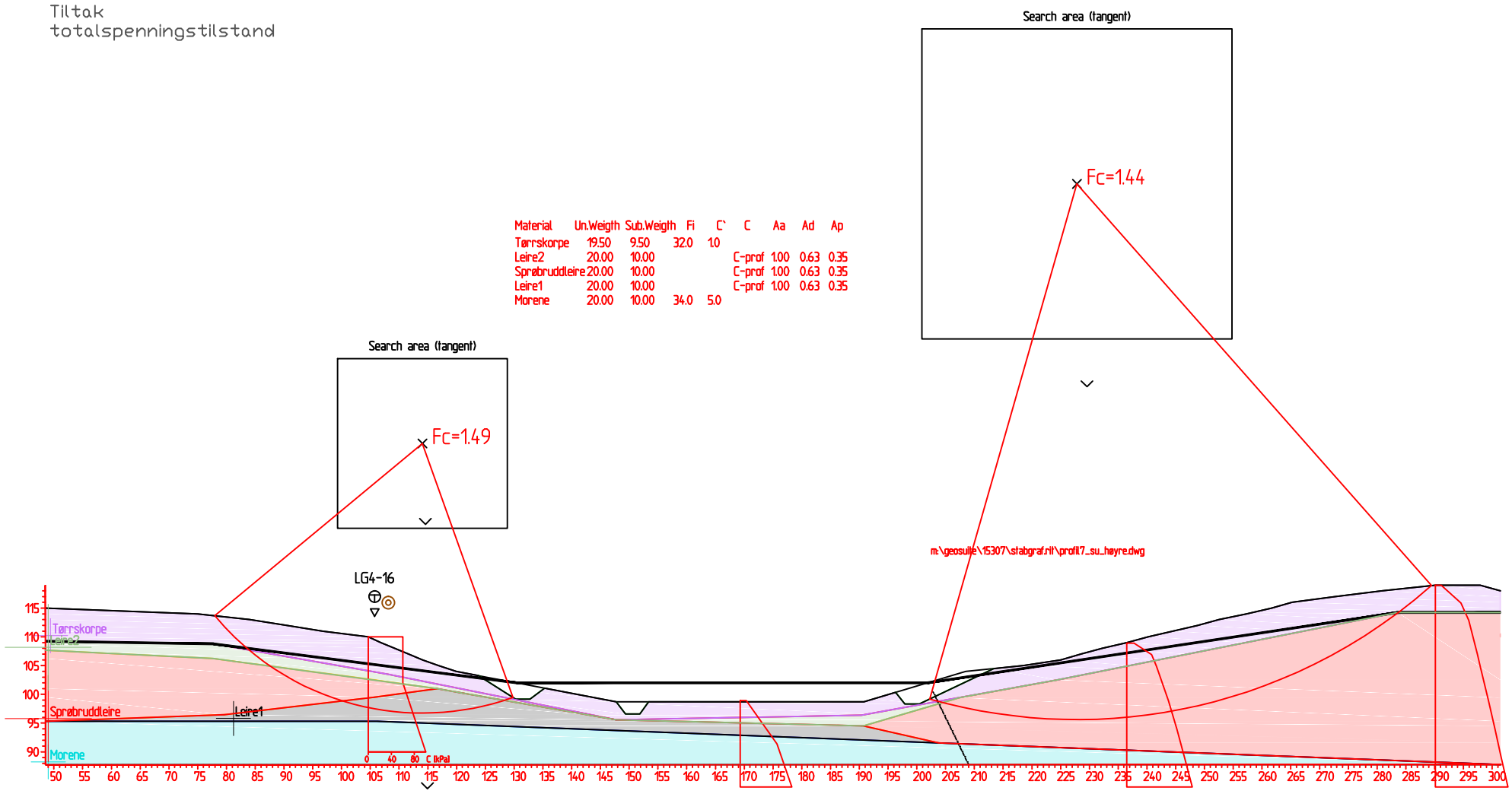
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
Tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
Leire2	20.00	10.00	28.0	5.0
Sprøbruddleire	20.00	10.00	26.0	3.0
Leire1	20.00	10.00	28.0	5.0
Morene	20.00	10.00	34.0	5.0



Profil 7-7

Tiltak
totalspenningstilstand

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0				
Leire2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	34.0	5.0				



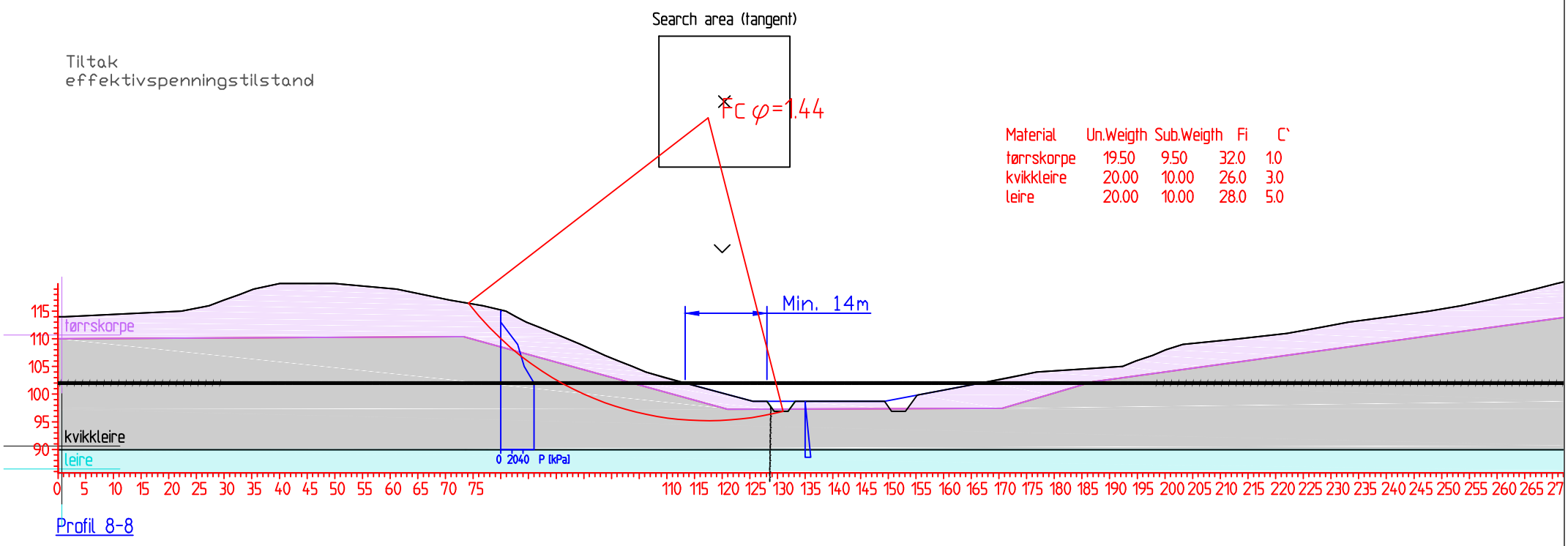
Profil 7-7

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune		Bilag nr.: E15	Tegning nr.: E415
Oppdragsgiver: Cowi AS		Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:1000
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase		Dato: 24.6.16	Revisjon: 8.6.17
Tegningstittel: Stabilitet profil 7		Tegnet: RMV	Kontrollert: PL

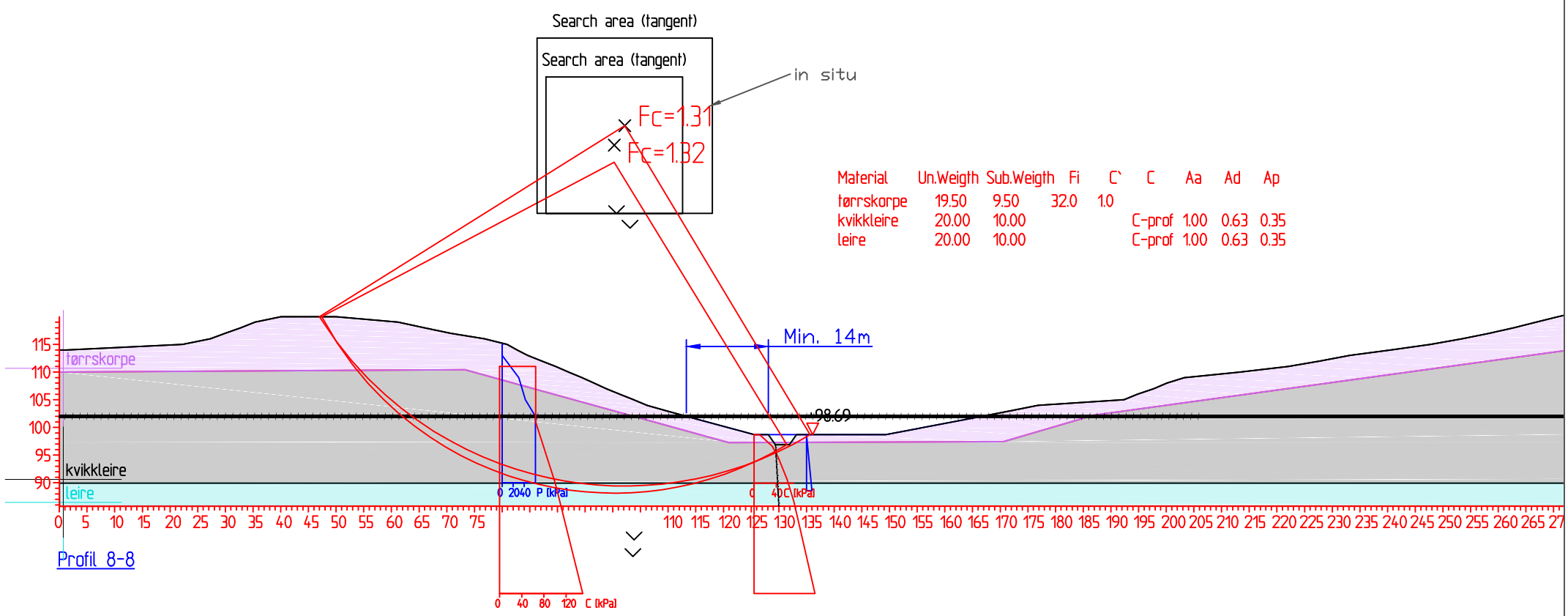
Tiltak
effektivspenningstilstand



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
kvikkleire	20.00	10.00	26.0	3.0
leire	20.00	10.00	28.0	5.0

Profil 8-8

Tiltak
totalspenningstilstand



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0				
kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

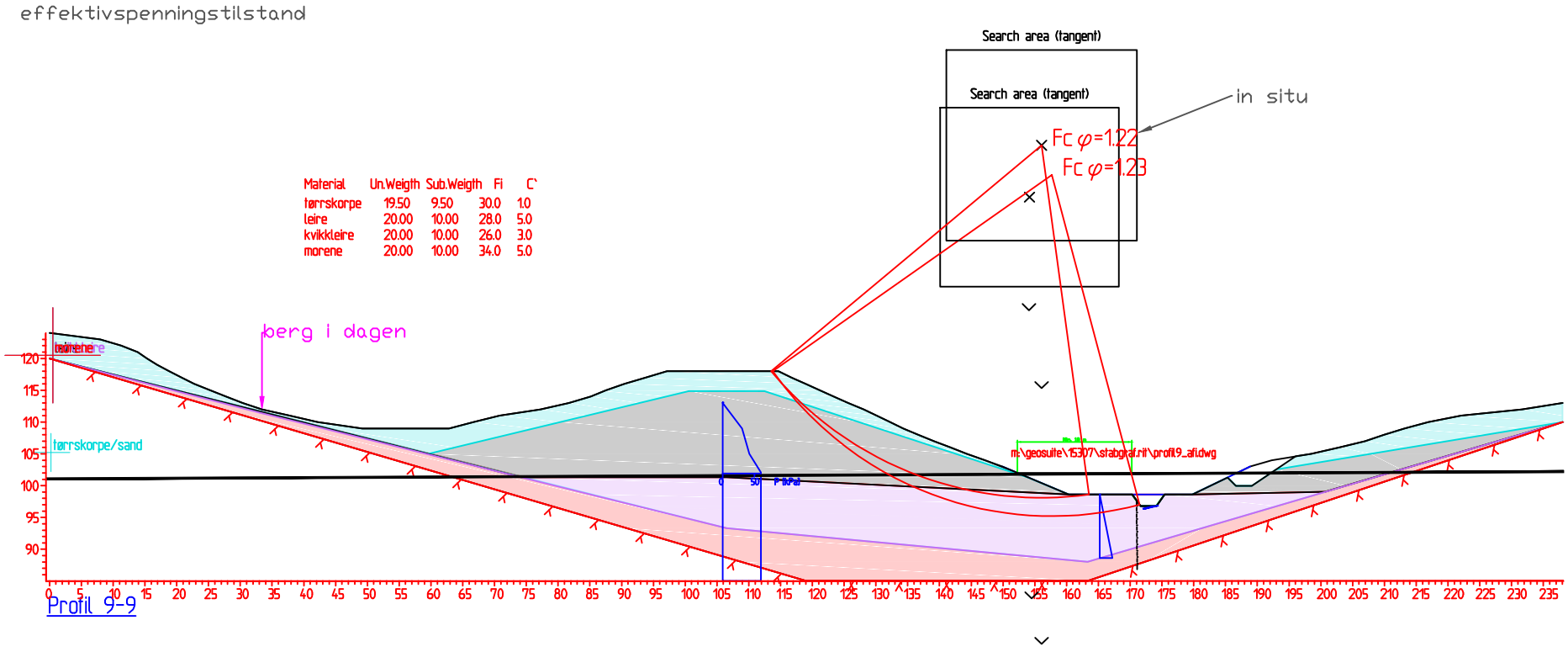
Profil 8-8

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

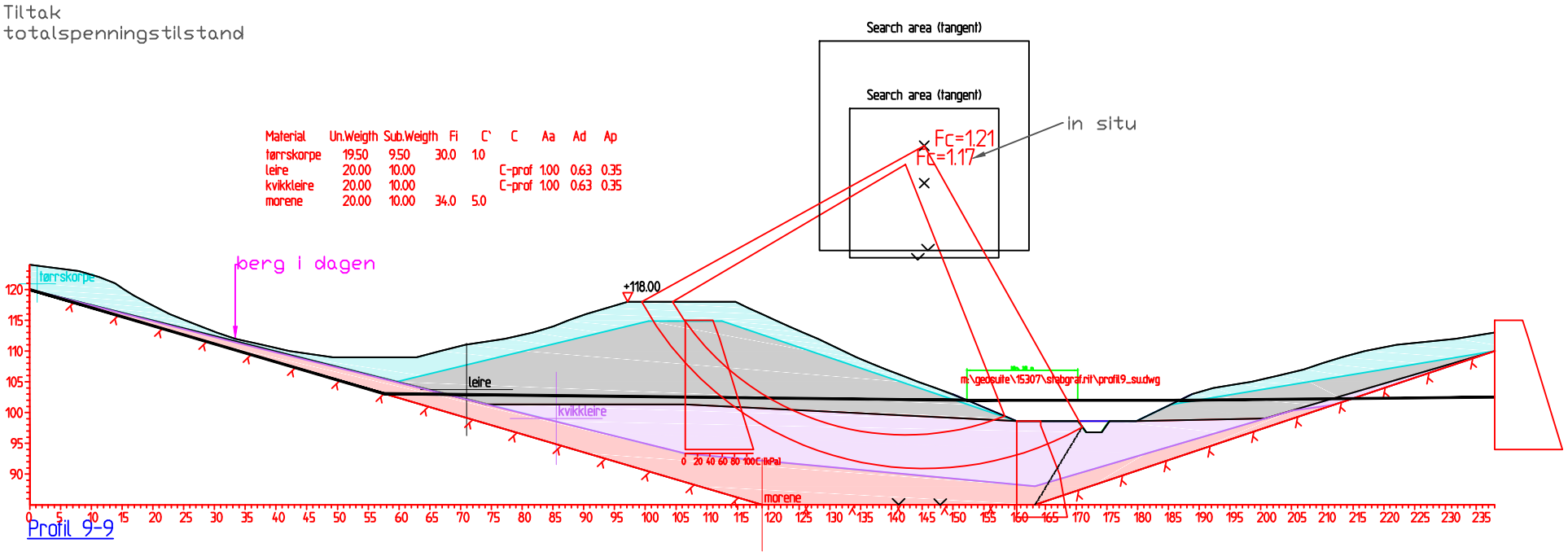
Tiltakshaver	Bilag nr.	Tegning nr.
Nittedal kommune	E16	E416
Oppdragsgiver	**Prosjekt nr.**	**Målestokk**
Cowi AS	15307	1:1000
Prosjekt	**Dato**	**Revisjon**
Slattum RA - rørtrase	24.6.16	6.6.17
Tegningstittel	**Tegnet**	**Kontrollert**
Stabilitet profil 8	RMV	PL

Tiltak
effektivspenningstilstand



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	1.0
leire	20.00	10.00	28.0	5.0
kvikkleire	20.00	10.00	26.0	3.0
morene	20.00	10.00	34.0	5.0

Tiltak
totalspenningstilstand



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	1.0				
leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
morene	20.00	10.00	34.0	5.0				

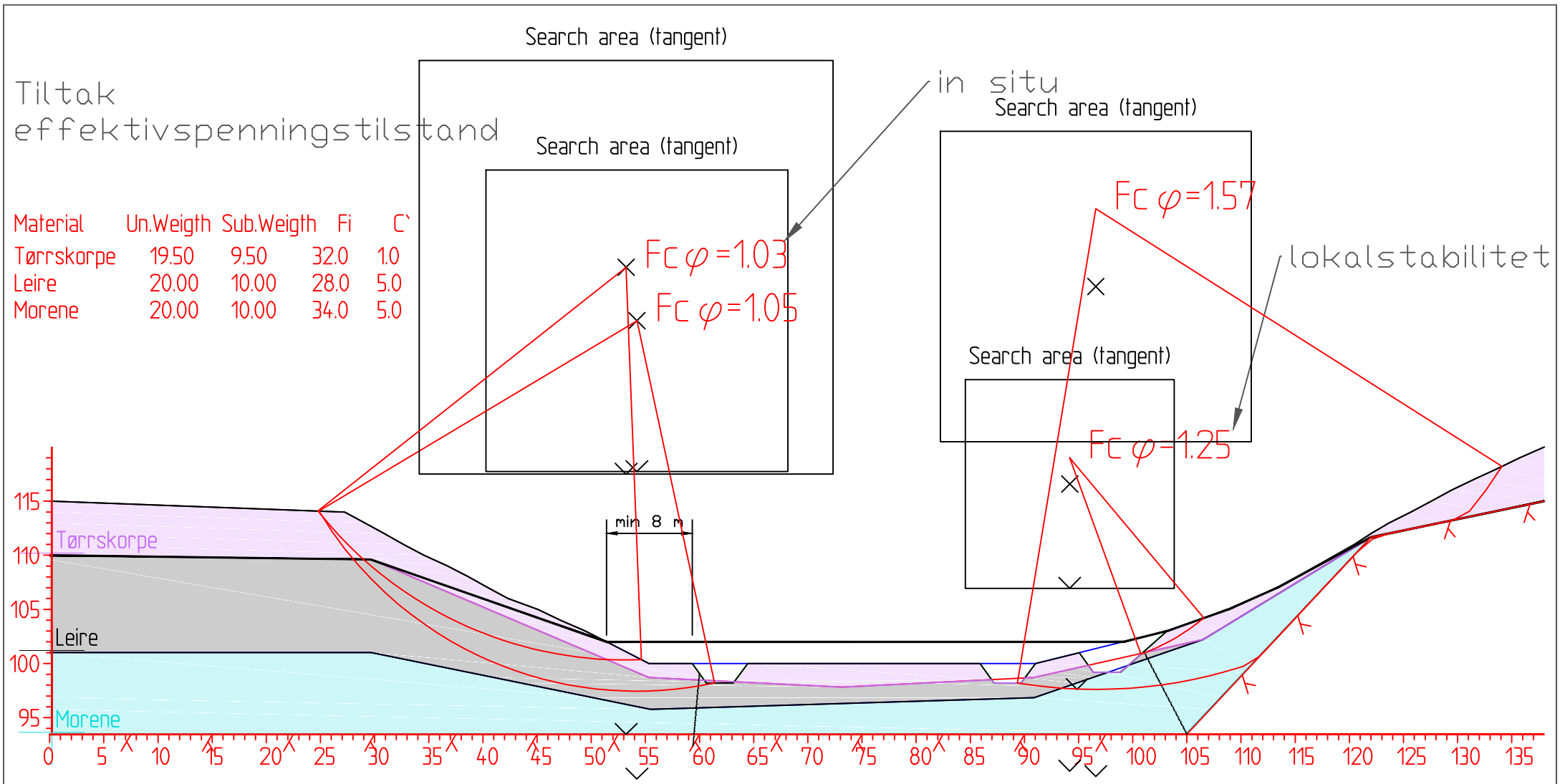
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Bilag nr.	Tegning nr.
Nittedal kommune	E17	E417
Oppdragsgiver	**Prosjekt nr.**	**Målestokk**
Cowi AS	15307	1:1000
Prosjekt	**Dato**	**Revisjon**
Slattum RA - rørtrase	24.6.16	6.6.17
Tegningstittel	**Tegnet**	**Kontrollert**
Stabilitet profil 9	RMV	PL

Tiltak
effektivspenningstilstand

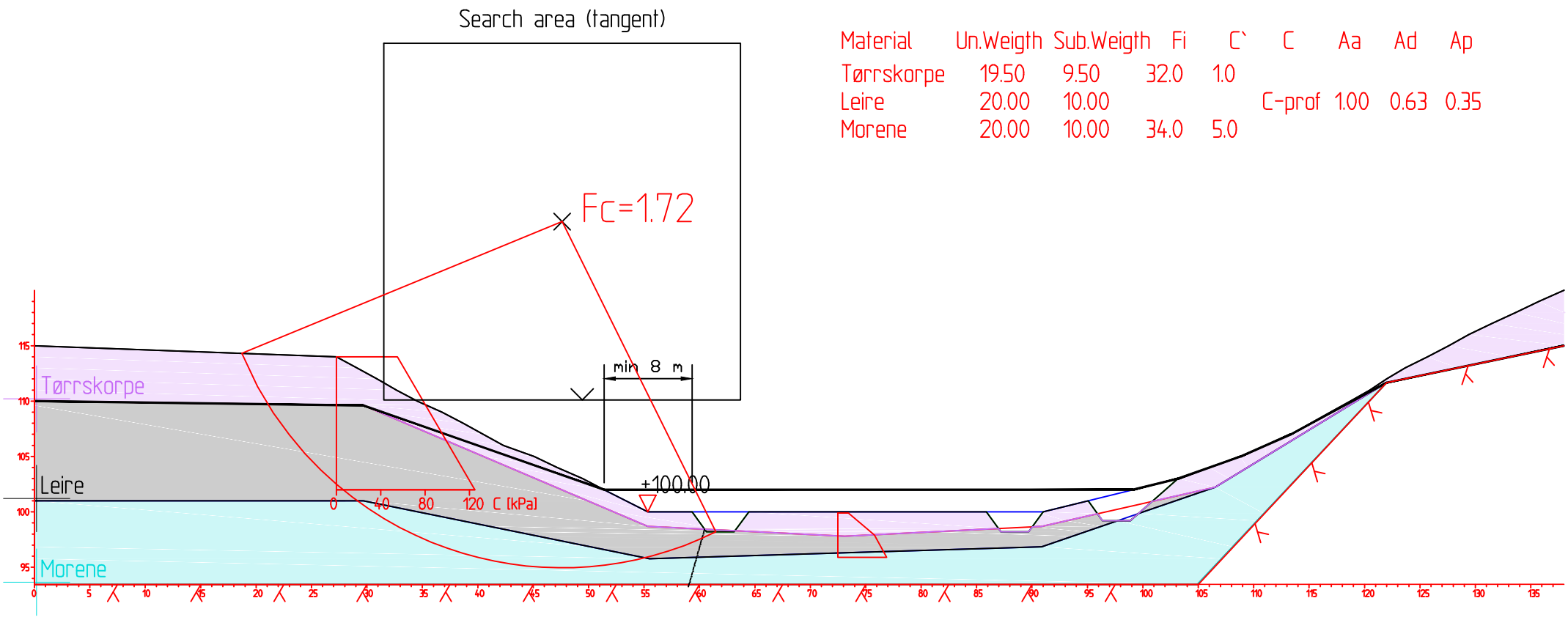
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
Tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
Leire	20.00	10.00	28.0	5.0
Morene	20.00	10.00	34.0	5.0



Profil 10-10

Tiltak
totalspenningstilstand

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	34.0	5.0				



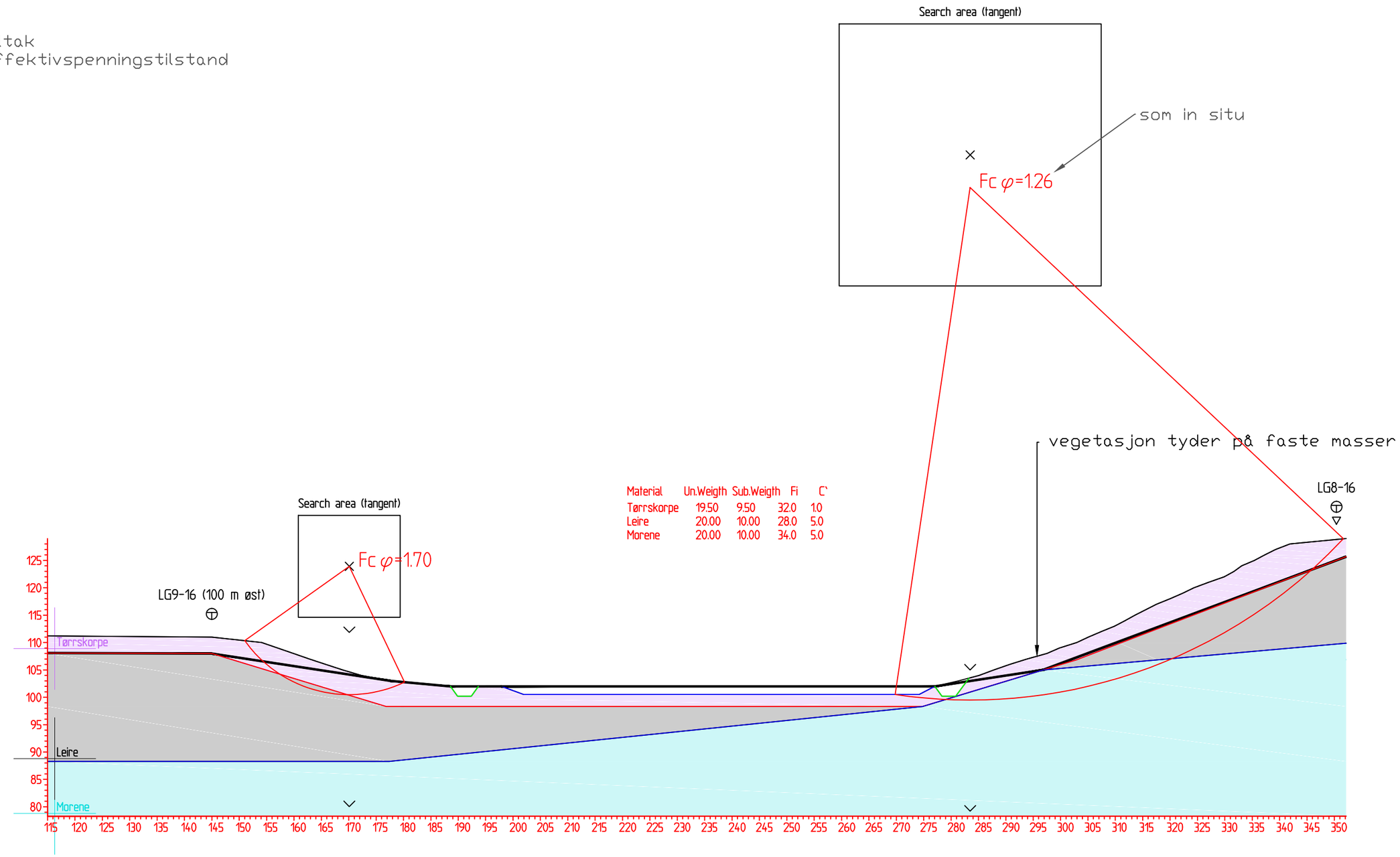
Profil 10-10

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: E18	Tegning nr.: E418	
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:500	
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase	Dato: 24.6.16	Revisjon: 6.6.17	
Tegningstittel: Stabilitet profil 10	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL	

Tiltak
effektivspenningstilstand



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
Leire	20.00	10.00	28.0	5.0
Morene	20.00	10.00	34.0	5.0

Profil 11-11

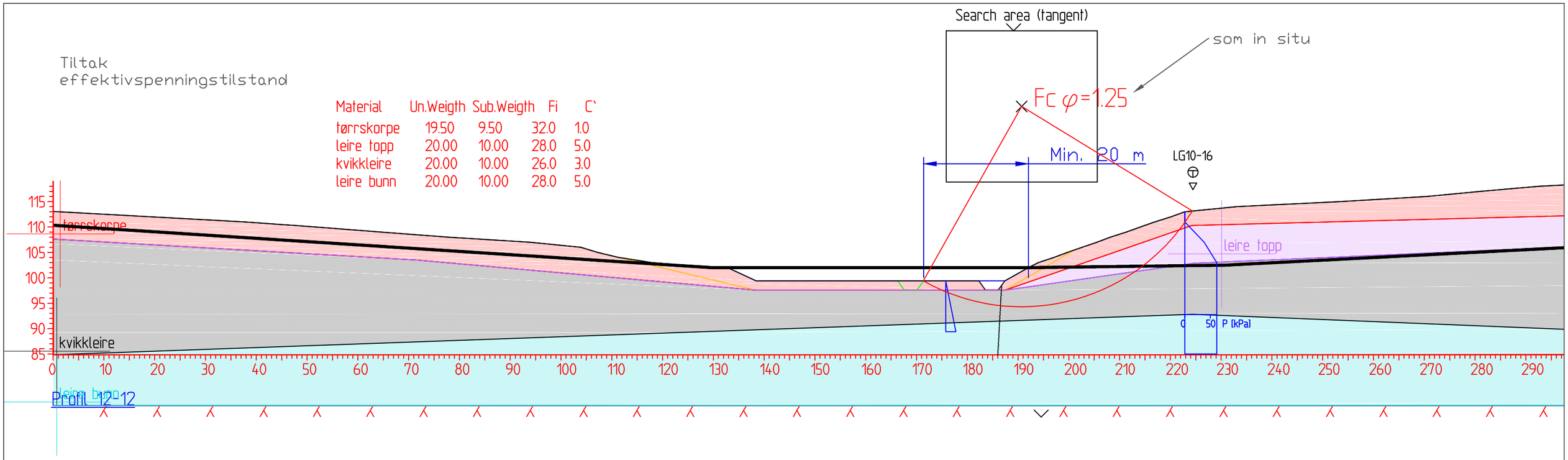
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: E19	Tegning nr.: E419	
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:750	
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase	Dato: 24.6.16	Revisjon: 6.6.17	
Tegningstittel: Stabilitet profil 11	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL	

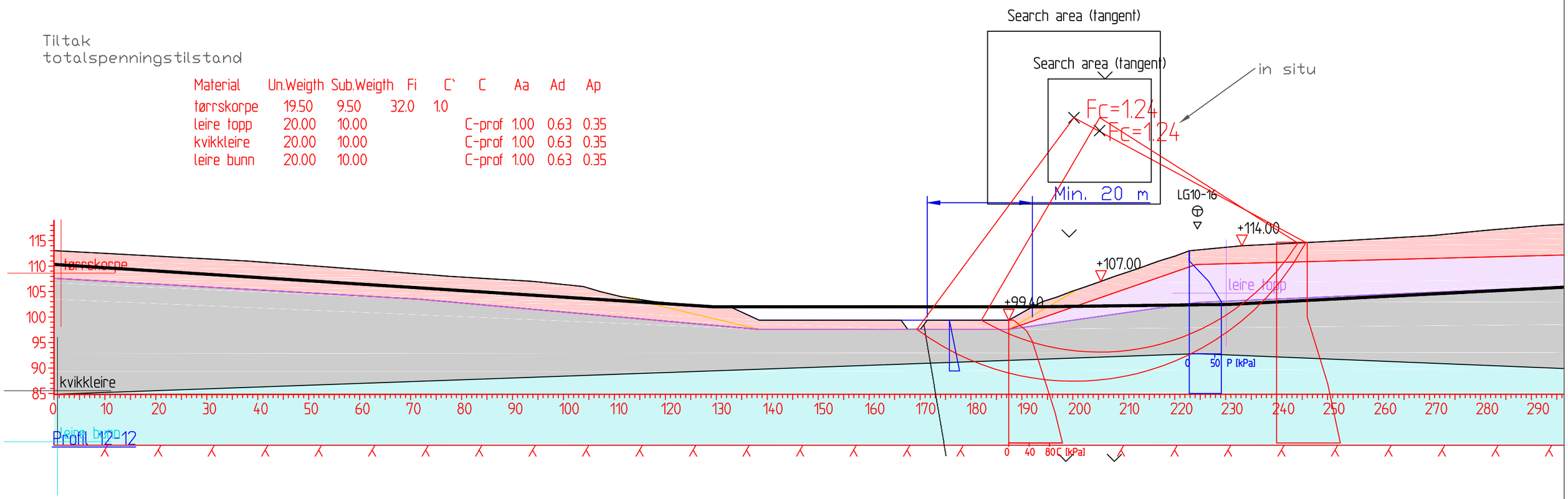
Tiltak
effektivspenningstilstand

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
leire topp	20.00	10.00	28.0	5.0
kvikkleire	20.00	10.00	26.0	3.0
leire bunn	20.00	10.00	28.0	5.0



Tiltak
totalspenningstilstand

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0				
leire topp	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
leire bunn	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



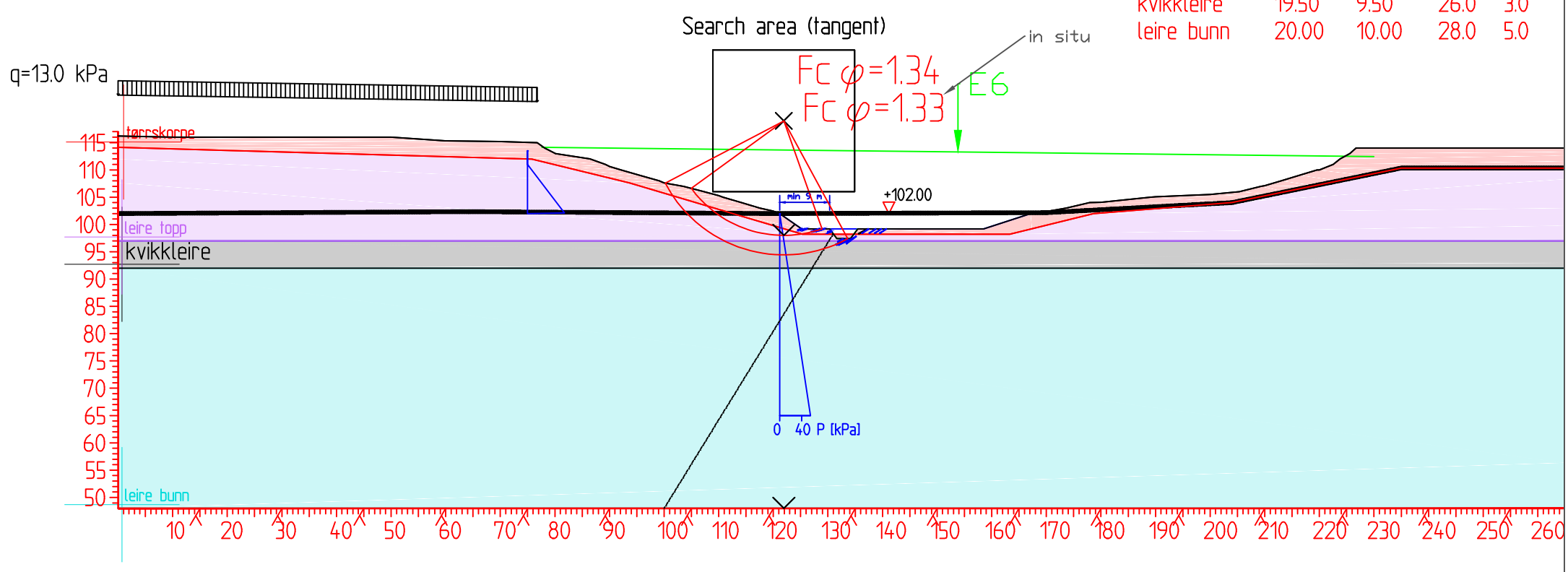
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: E20	Tegning nr.: E420	
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:750	
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase	Dato: 24.6.16	Revisjon: 6.6.17	
Tegningstittel: Stabilitet profil 12	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL	

Tiltak
effektivspenningstilstand

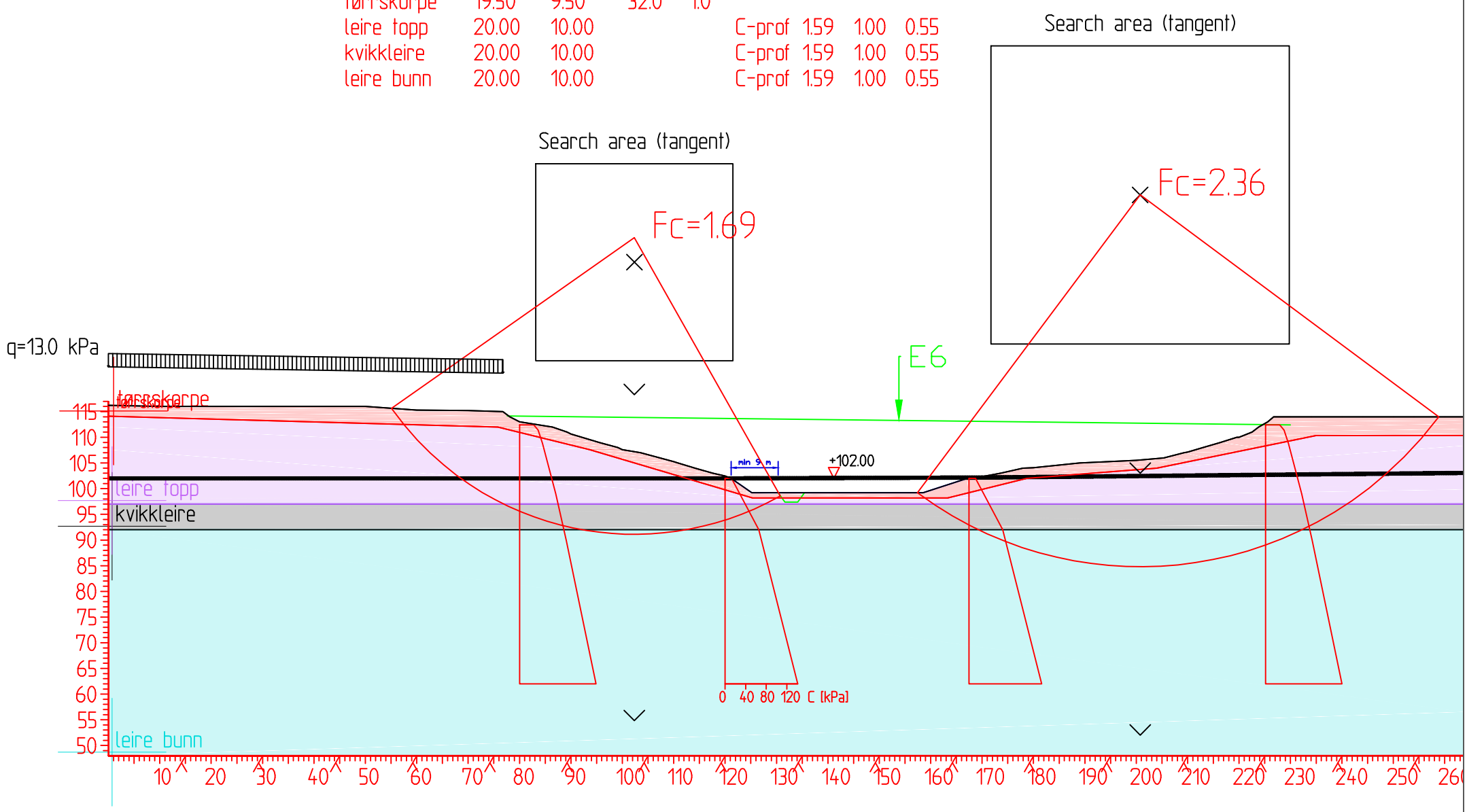
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
leire topp	19.50	9.50	28.0	5.0
kvikkleire	19.50	9.50	26.0	3.0
leire bunn	20.00	10.00	28.0	5.0



Profil 13-13

Tiltak
totalspenningstilstand

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0				
leire topp	20.00	10.00			C-prof	1.59	1.00	0.55
kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.59	1.00	0.55
leire bunn	20.00	10.00			C-prof	1.59	1.00	0.55



Profil 13-13

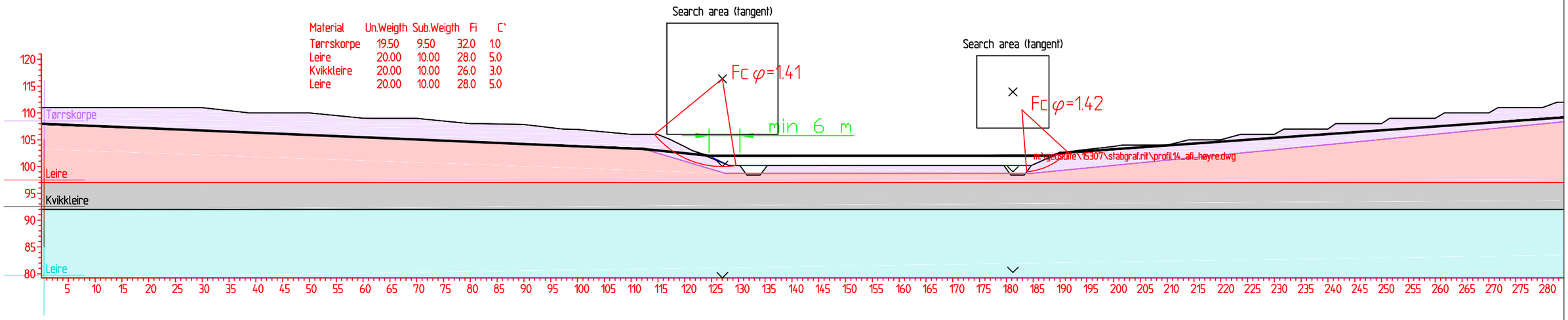
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune	Bilag nr.: E21	Tegning nr.: E421	
Oppdragsgiver: Cowi AS	Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:1000	
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase	Dato: 24.6.16	Revisjon: 6.6.17	
Tegningstittel: Stabilitet profil 13	Tegnet: RMV	Kontrollert: PL	

Tiltak
effektivspenningstilstand

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
Tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
Leire	20.00	10.00	28.0	5.0
Kvikkleire	20.00	10.00	26.0	3.0
Leire	20.00	10.00	28.0	5.0



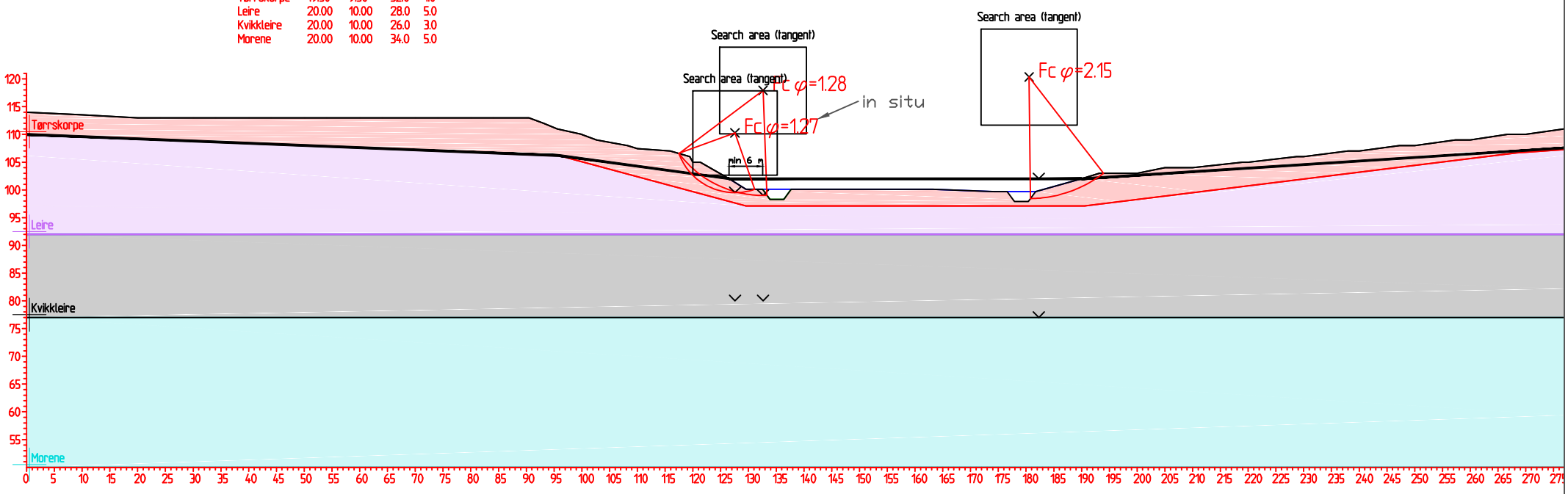
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune		Bilag nr.: E22	Tegning nr.: E422
Oppdragsgiver: Cowi AS		Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:750
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase		Dato: 24.6.16	Revisjon:
Tegningstittel: Stabilitet profil 14		Tegnet: RMV	Kontrollert: PL

Tiltak
effektivspenningstilstand

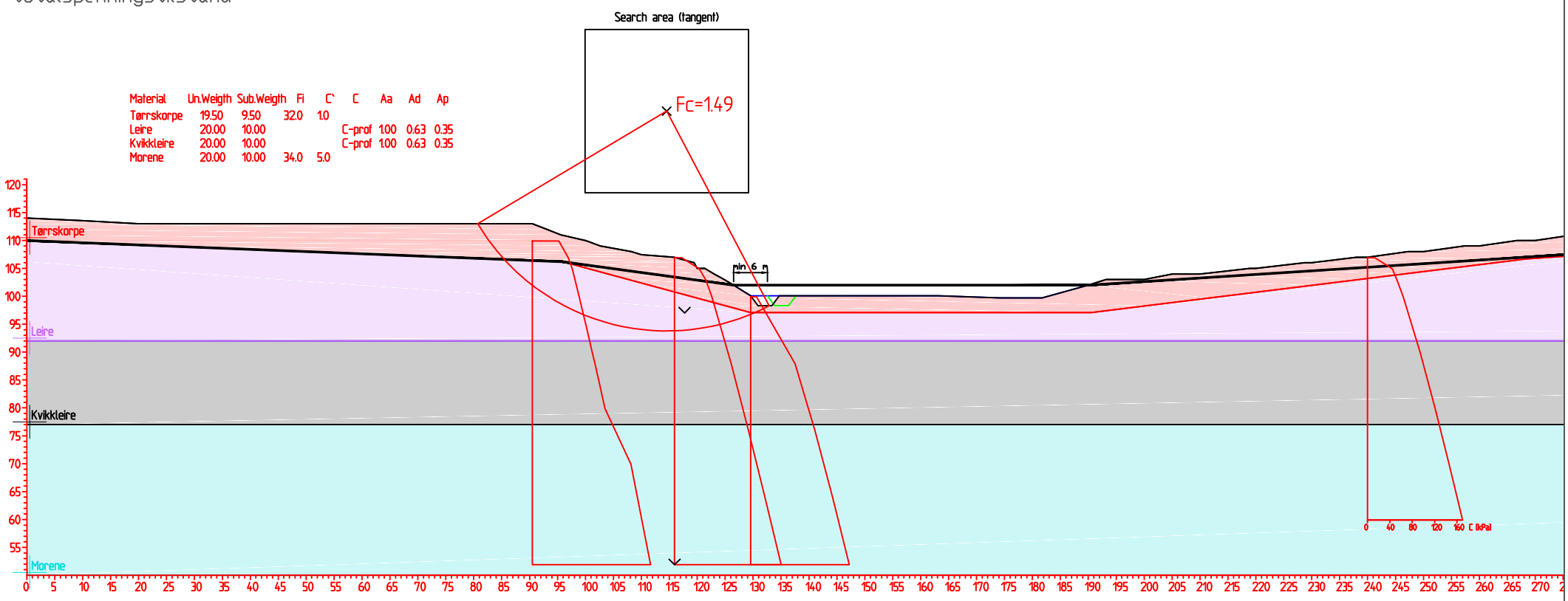
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
Tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0
Leire	20.00	10.00	28.0	5.0
Kvikkleire	20.00	10.00	26.0	3.0
Morene	20.00	10.00	34.0	5.0



Profil 15-15

Tiltak
totalspenningstilstand

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	34.0	5.0				



Profil 15-15

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver: Nittedal kommune		Bilag nr.: E23	Tegning nr.: E423
Oppdragsgiver: Cowi AS		Prosjekt nr.: 15307	Målestokk: 1:1000
Prosjekt: Slattum RA - rørtrase		Dato: 24.6.16	Revisjon: 6.6.17
Tegningstittel: Stabilitet profil 15		Tegnet: RMV	Kontrollert: PL

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georad.no

Klassifisering av faresone ved Holum	Tekst:	Slattum renseanlegg	Prosjekt:	Cowi AS	Oppdragsgiver:
RMV	Ansvarlig:	03.11.2016	Dato:	E24	Bilag:
PL	Kontrollert:	5	Borhull:	15307	Prosjekt nr:

Skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligenheter, antall	1	4	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	1	3	3	>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	1	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	0	2	0	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	2	1	2	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	1	2	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum			12	45	30	15	0

% av maksimal poengsum 27 %

Konsekvensklasse **Alvorlig**

Evaluering av faregrad				Faregrad, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	1	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	2	4	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	2	0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	0	3	0	> +30, >-50	10 - 30, -(20 - 50)	0 - 10, -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	3	2	6	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	1	3	3	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	0	3	0	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum			17	51	34	16	0

% av maksimal poengsum 33 %

Faregrad **Lav faregrad**

Risikoverdi (skadekons. x faregrad) 204 **Aktuell risikoklasse** **2**

Risikoklasse	1	0	170	
Risikoklasse	2	171	630	**X**
Risikoklasse	3	631	1900	
Risikoklasse	4	1901	3200	
Risikoklasse	5	3201	10000	