



Notat 02

Slattum renseanlegg - rørtrasé

Prosjektnr: 15307	Dato: 24.6.16	Saksbehandler: Rithu M. Vollen
Kundenr: 10027	Dato: 27.06.16	Kvalitetssikrer: Per Aal

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

Tiltakshaver:	Nittedal kommune
Oppdragsgiver:	Cowi AS
Rapport:	16186 Notat RIG2
Rapporttype:	Geoteknisk notat
Stikkord:	Stabilitet
UTM:	Sone 32V, Ø0609755, N6651750

VEDLEGG

A1-A7	Situasjonsplan m/ bordybder og terrengprofiler
E1-E8	Tolket skjærstyrke fra trykksondering fra 2016
E9-E23	Stabilitetsberegninger profil 1-15

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Original	24.6.2016

Sammendrag

Nittedal kommune planlegger å etablere ny VA-trasé i/langs Nitelva, fra Dalsbråastua 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 Dalsbråastua 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.

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 en 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 helhetlig bilde av grunnforholdene langs elva.

Rådgivning er gitt iht. [1] om ikke annet er angitt.

Vurdering av områdestabilitet er i tillegg vurdert iht. [2].

3 Geotekniske vurderinger

3.1 Geotekniske designparametere

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

Tørreskorpeleire	$\varphi'=32^\circ$, $c'=1$ kPa
Lite til middels sensitiv leire	$\varphi'=28^\circ$, $c'=5$ kPa
Sensitiv leire	$\varphi'=26^\circ$, $c'=3$ kPa
Morene	$\varphi'=34^\circ$, $c'=5$ 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-E?. 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 $\gamma=16$ kN/m³
- $s_u^A/p'_{v,for} = 0,28$
- $m=0,6$

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

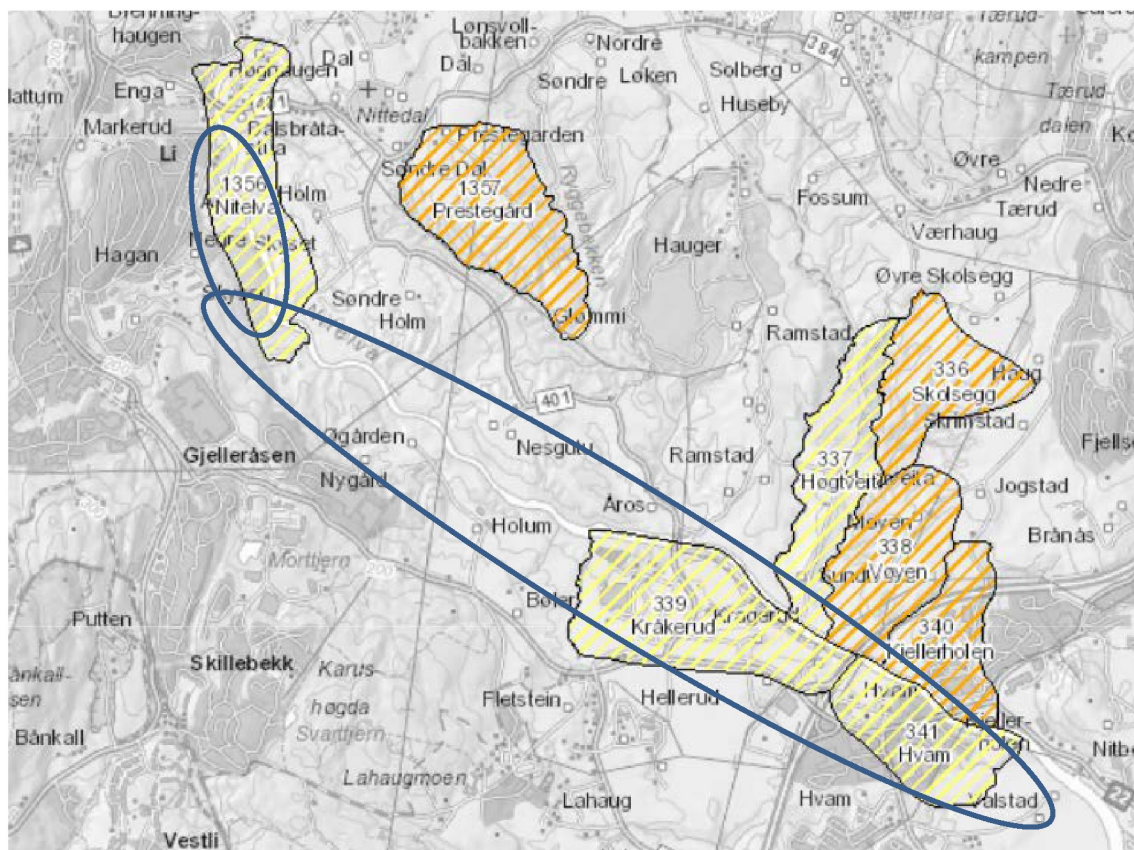
Det ligger flere kartlagte faresoner for kvikkleireskred langs elva, se Figur 1.

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. 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 gjerdestoler 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.



Figur 1 – Kartlagte faresoner for kvikkleireskred [3]

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 K2*, iht. [2].

Tiltakskategori K2 og lav/middels faregrad, utløser følgende krav til sikkerhet mot områdeskred, iht. [2];

- Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$ eller
- Ikke forverring

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

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.

Profil #	F($\alpha\phi$)		F(s_u)	
	sør/vest	nord/øst	sør/vest	nord/øst
1	1,26	>1,4	>1,4	>1,4
2	1,39	>1,4	>1,4	>1,4
3	>1,4	?	1,35	1,28
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	-
11	>1,4	1,26	>1,4	-
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.

Alle profiler med in situ sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$, skal også ha $F \geq 1,4$ under/etter utgraving. Profiler med sikkerhetsfaktor i effektivspenningstilstand 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.

Behov for tiltak

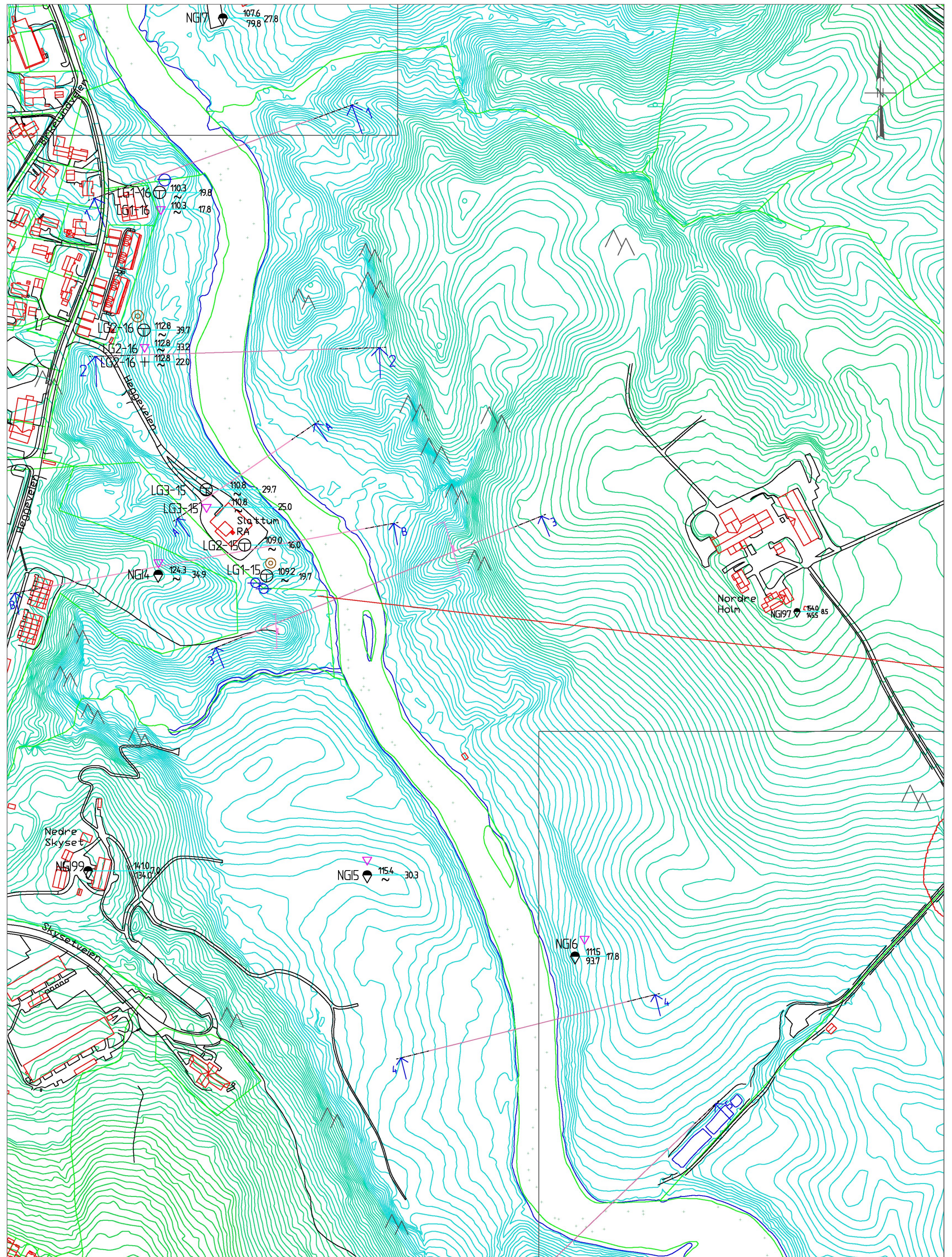
Vi vurderer det til at den enkleste måten å tilfredsstille gjeldende krav til sikkerhet mot skred, er å sette restriksjoner på hvor nær skråningsfot det kan graves for de mest kritiske skråningene.

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

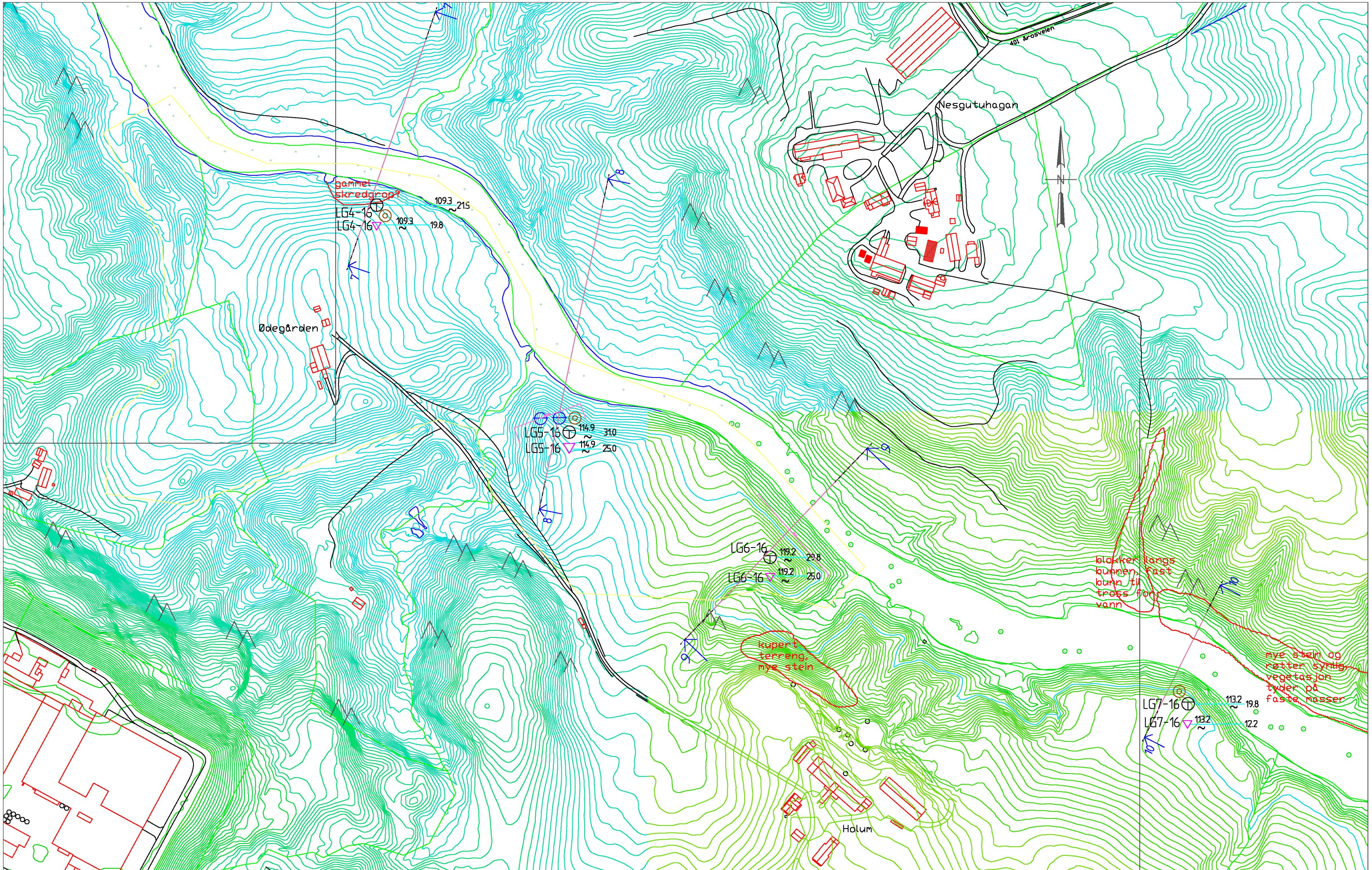
4 Referanser

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



PKT.NR. TOTALSONDERING		TERRENGNIVA BERGNIVA		BORDYBDE+BORET I BERG		PRØVESERIE	
CPTU							
DREIETRYKKSONDERING				VANNSTANDSRØR			
VINGEBØRING				BERG I DAGEN			

 LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no		Tiltakshaver Nittedal kommune		Bilag nr. A2		Tegning nr. A202	
Oppdragsgiver Cowi AS		Prosjekt VA Nitelva – skredfarekartlegging		Målestokk 15307		Revisjon 1:3000	
Tegningsstiftel Situasjonsplan del 2		Dato 19.5.16		Tegnet RMV		Kontrollert	



PKT.NR.
TOTALSONDERING

TERRENGNIVÅ
BERGNIVÅ

BORDYBDE+BORET I BERG

PRØVESERIE

CPTU

VANNSTANDSRØR

BERG I DAGEN

LØVLIEN GEORÅD
Geoteknik - Geoteknisk laboratorium
www.georad.no

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

Tilfakshaver
Nittedal kommune

Oppdragsgiver
Cowi AS

Prosjekt
VA Nitelva - skredfarekartlegging

Tegningsstiftel
Situasjonsplan del 4

Bilag nr.
A4

Tegning nr.
A204

Prosjekt nr.
15307

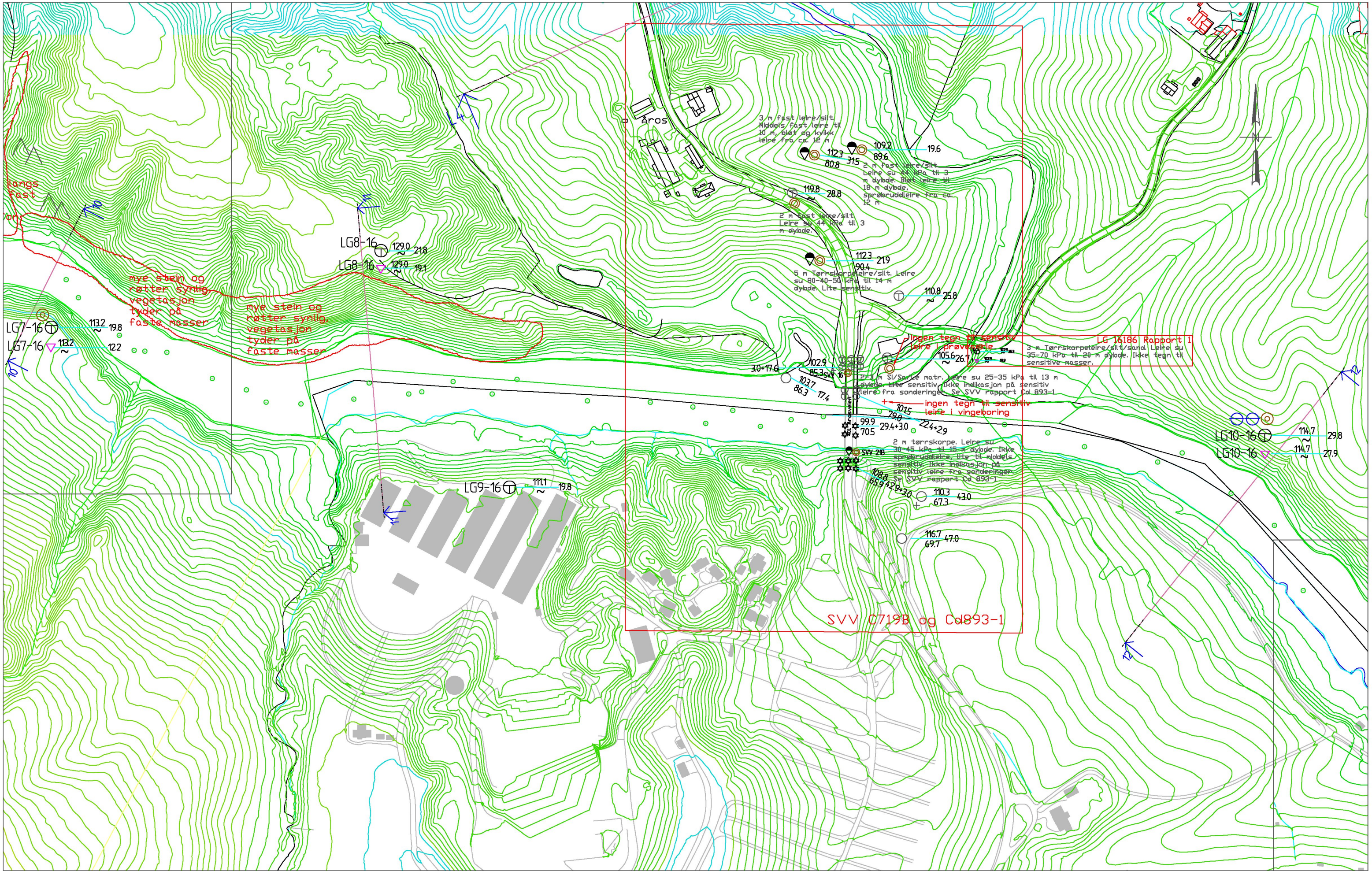
Målestokk
1:3000

Dato
20.05.16

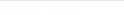
Revisjon

Tegnet
RMV

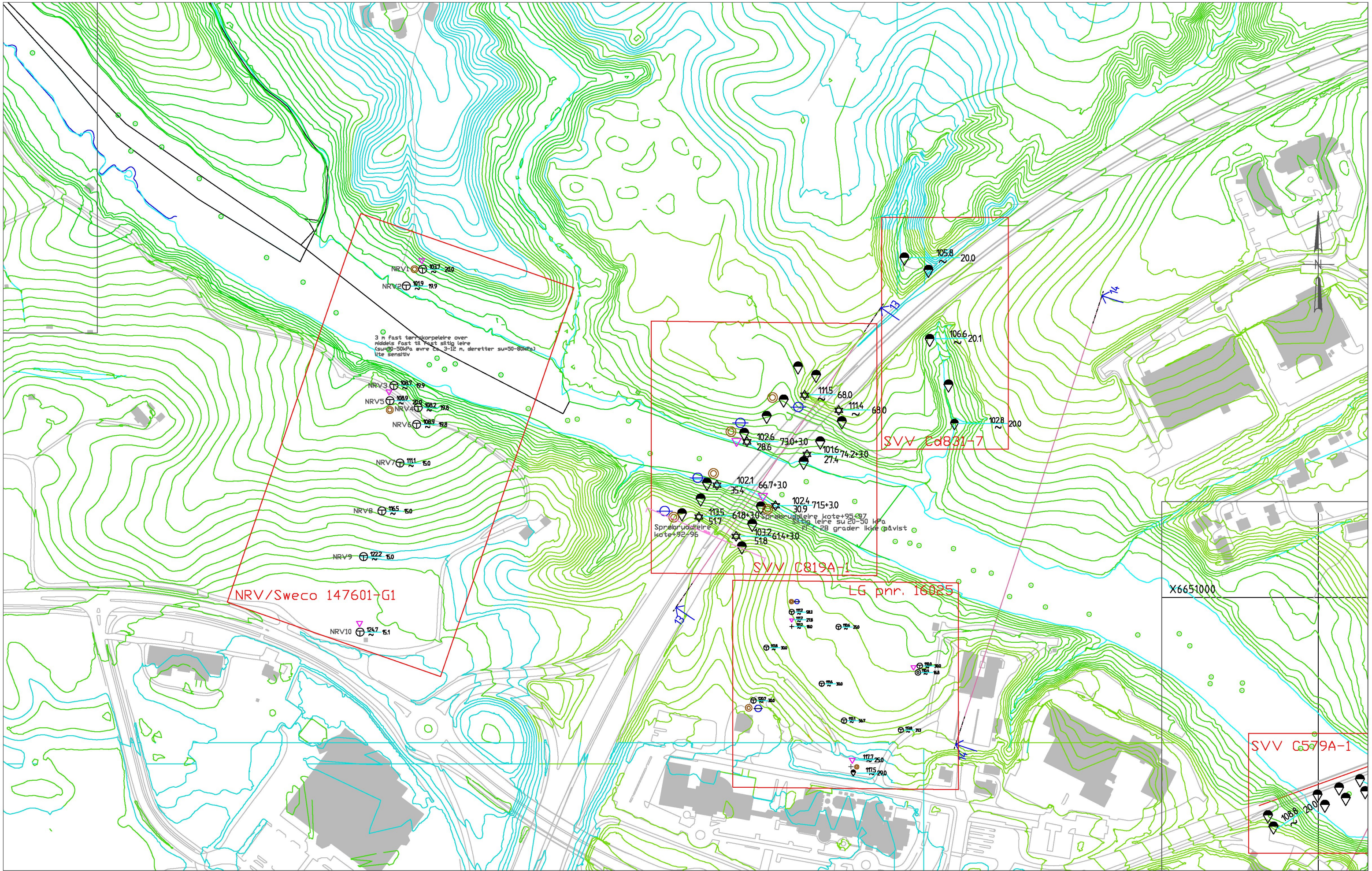
Kontrollert

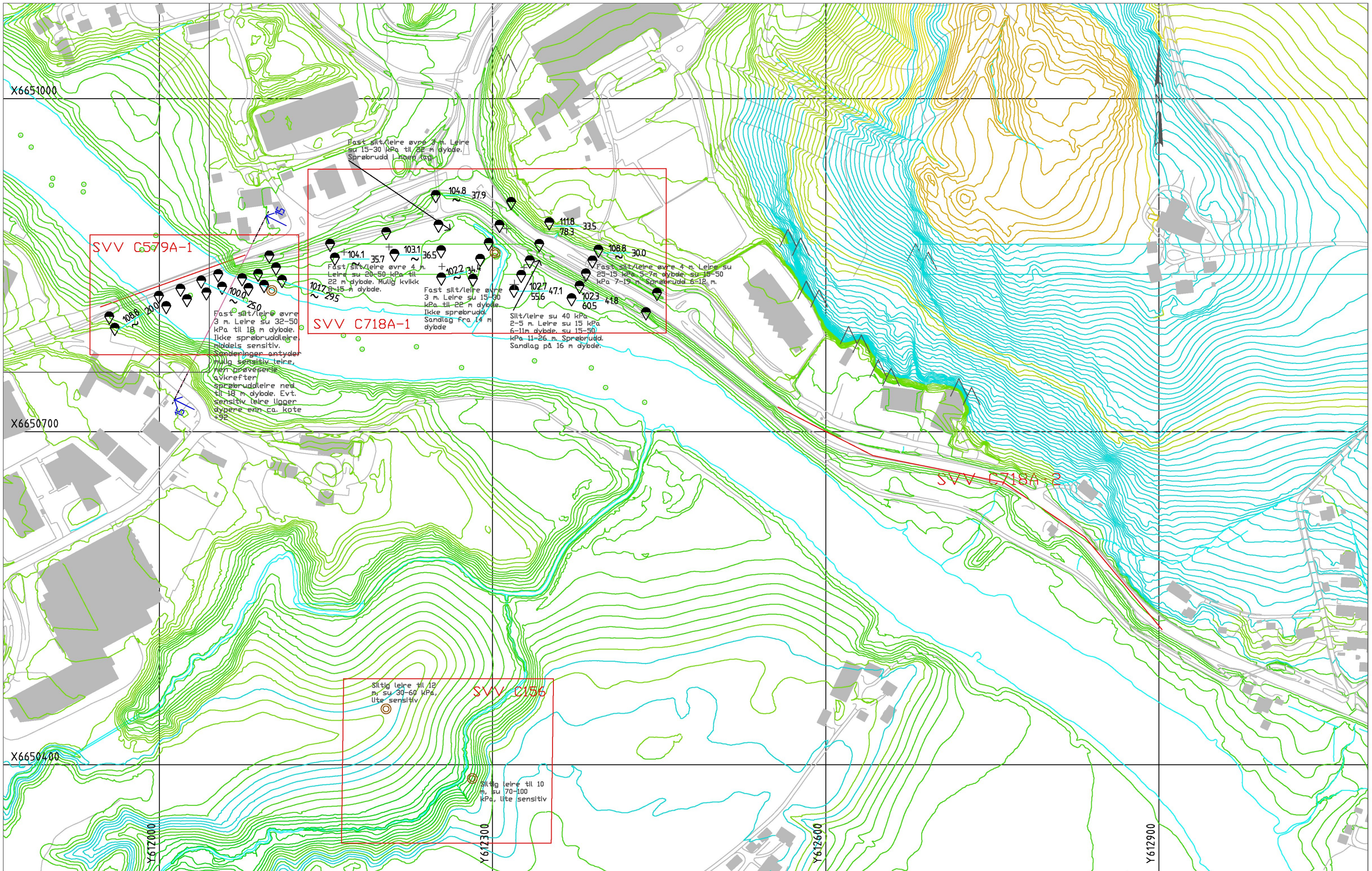


PKT.NR. TOTALSONDERING			TERRENGNIVÅ BERGNIVÅ			BORDYBDE+BORET I BERG			VINGEBORING			VANNSTANDSRØR		
CPTU						ENKEL SONDERING			BERG I DAGEN					
DREIETRYKSONDERING						BERGKONTROLLBORING								

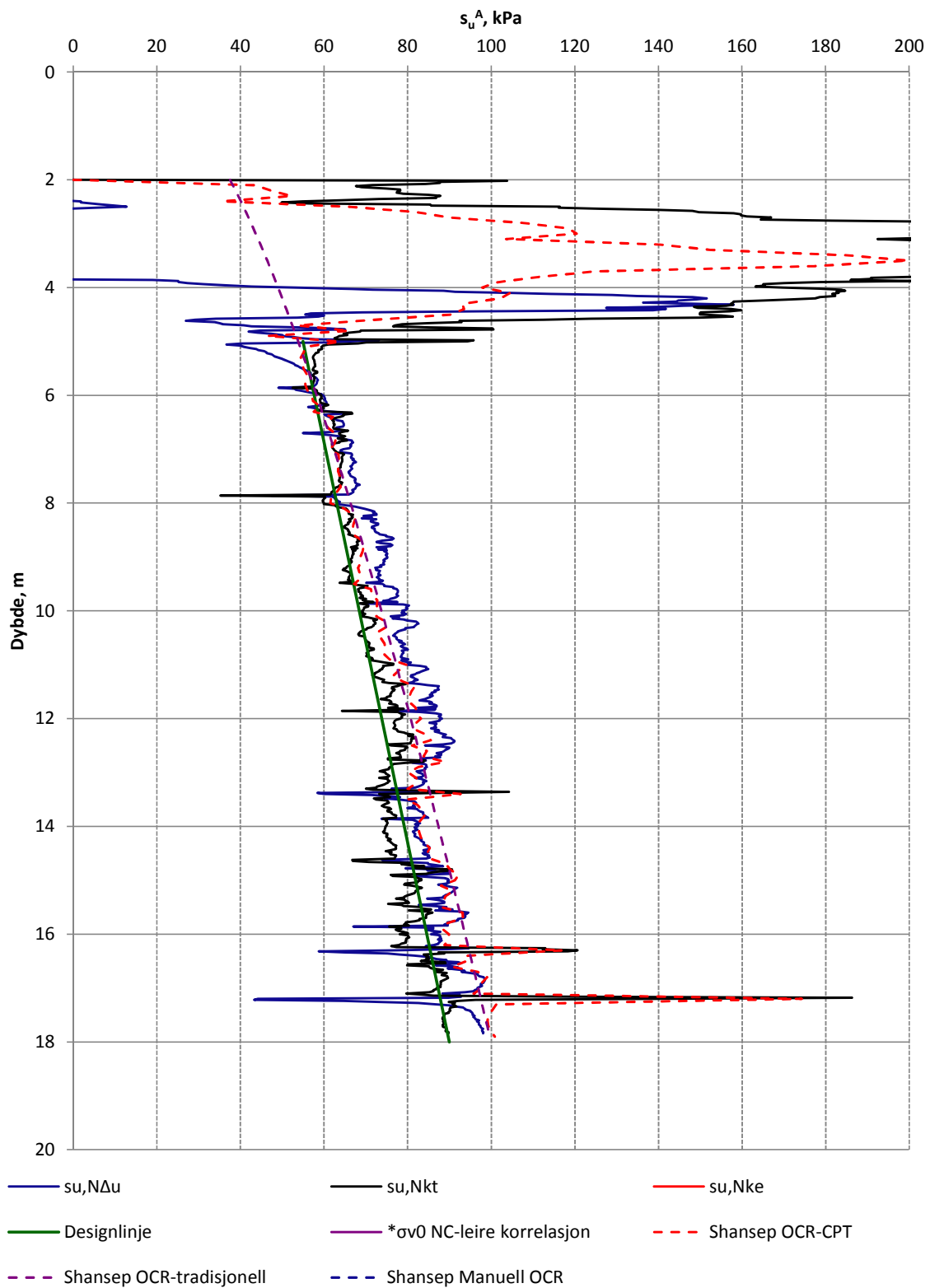
 LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium www.georad.no		Tiltakshaver Nittedal kommune		Bilag nr. A5		Tegning nr. A205	
Oppdragsgiver Cowi AS		Prosjekt nr. 15307		Målestokk 1:3000			
Prosjekt VA Nitelva – skredfarekartlegging		Dato 20.05.16		Revisjon			
Tegningsstiftel Situasjonsplan del 5		Tegnet RMV		Kontrollert			

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





Udrenert skjærstyrke

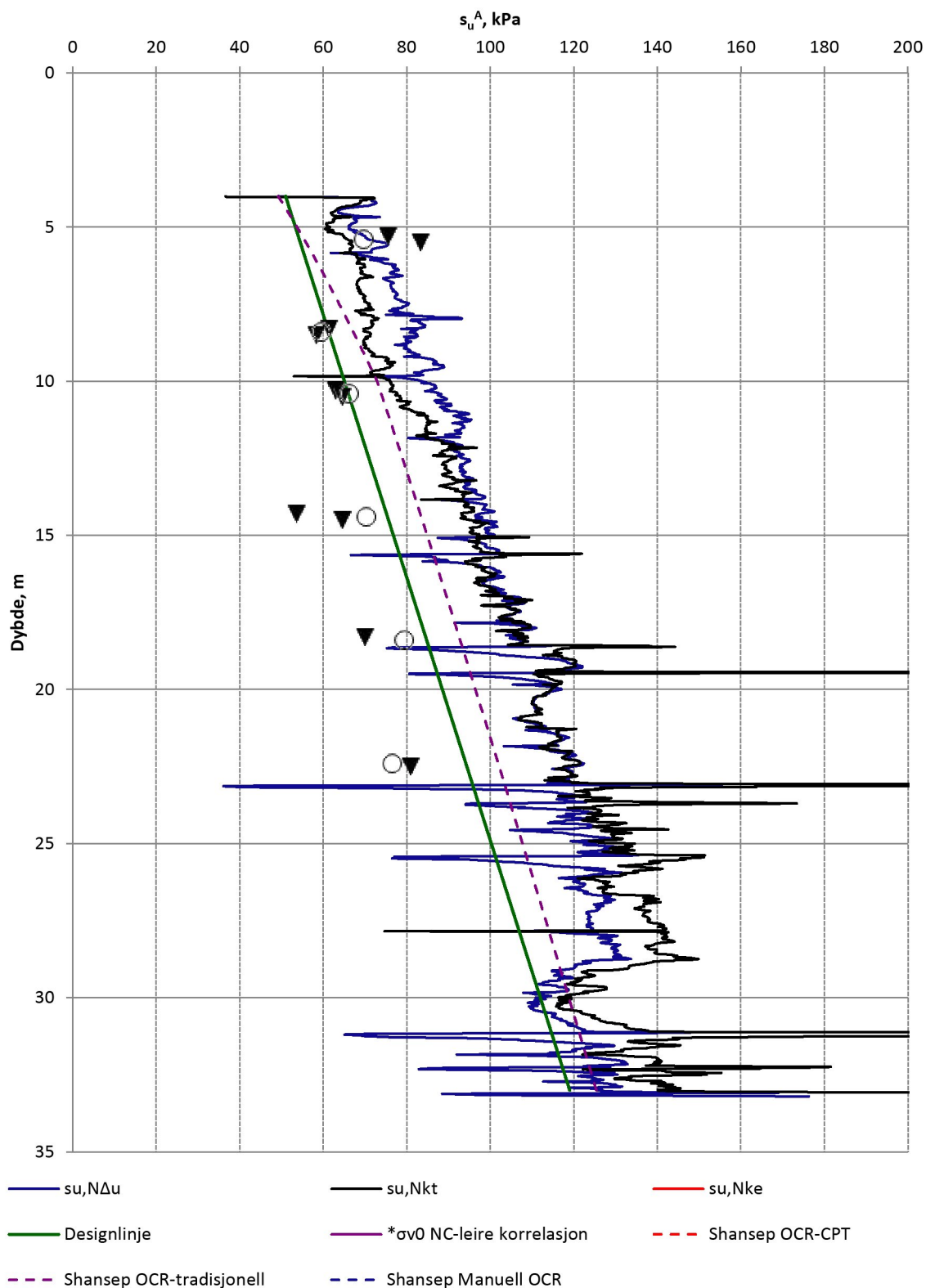


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

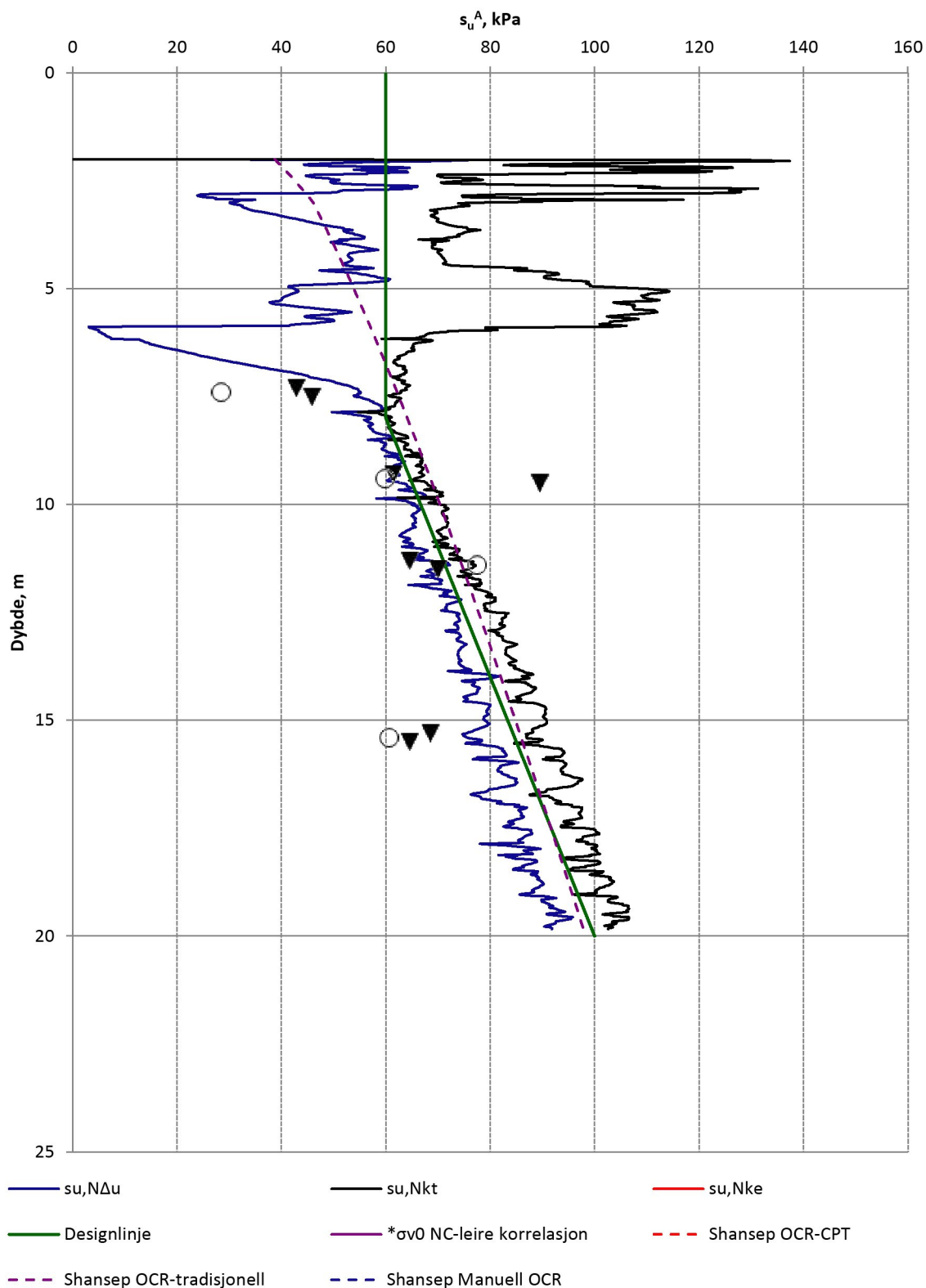


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

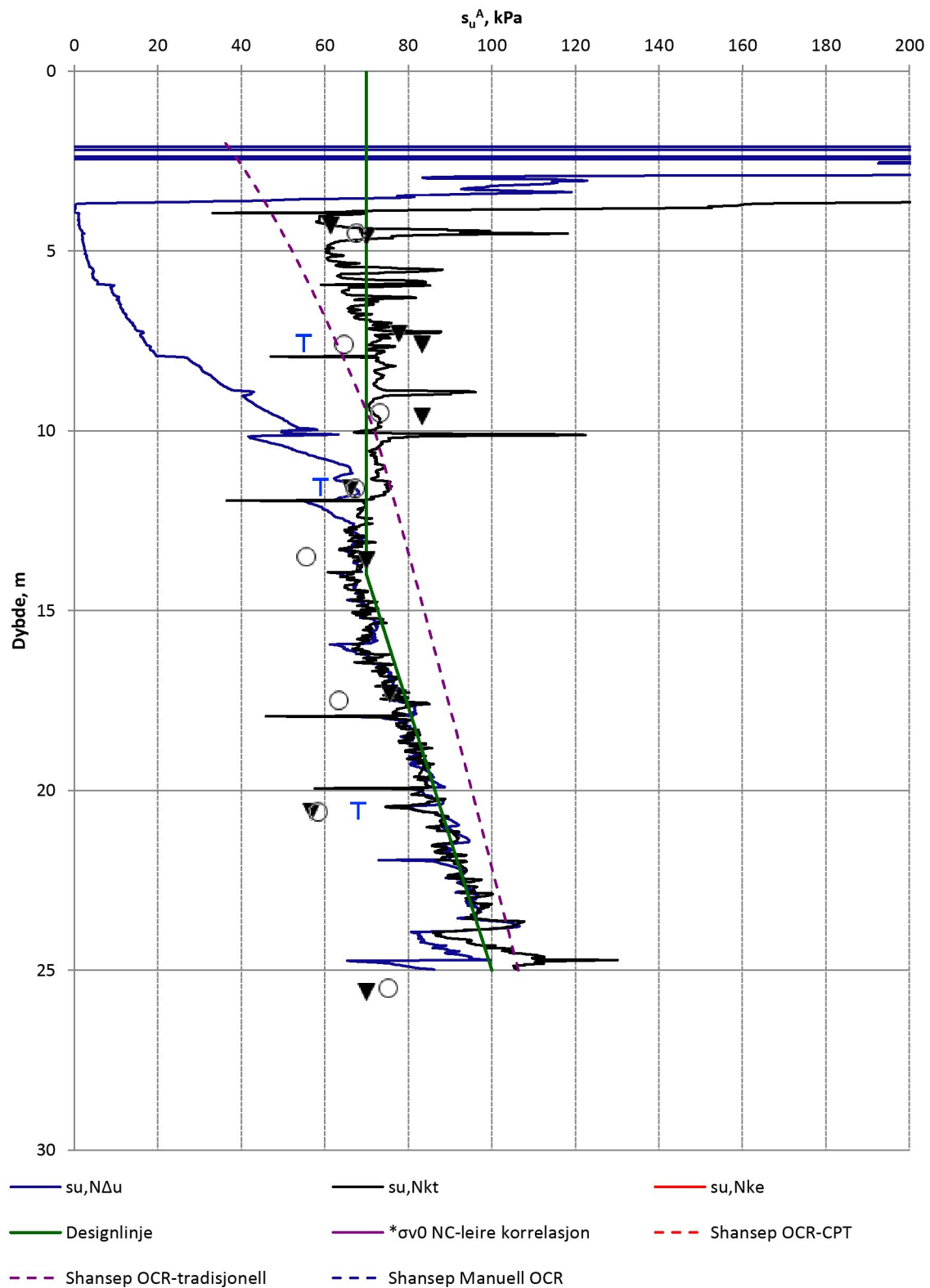


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

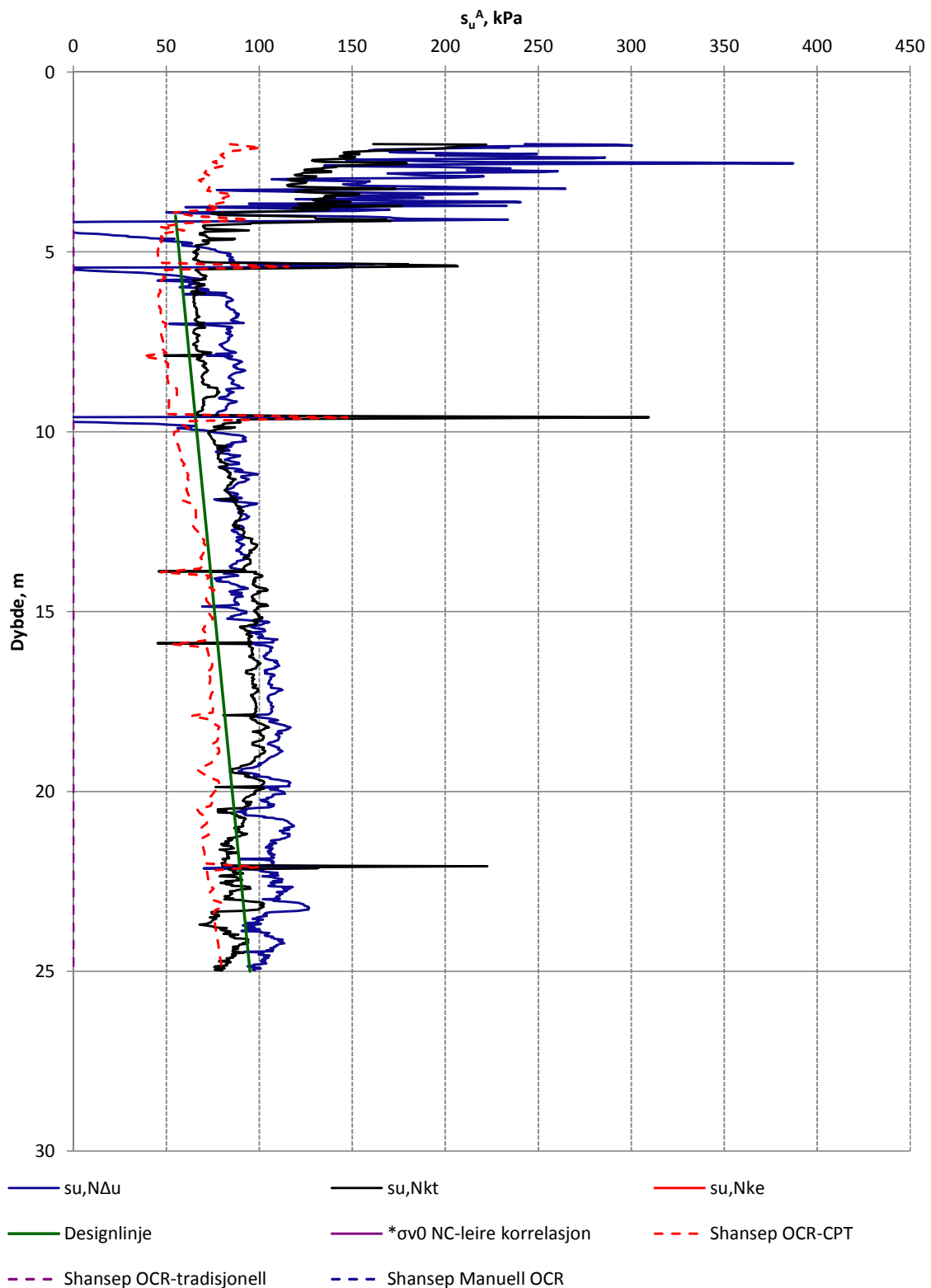


LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

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

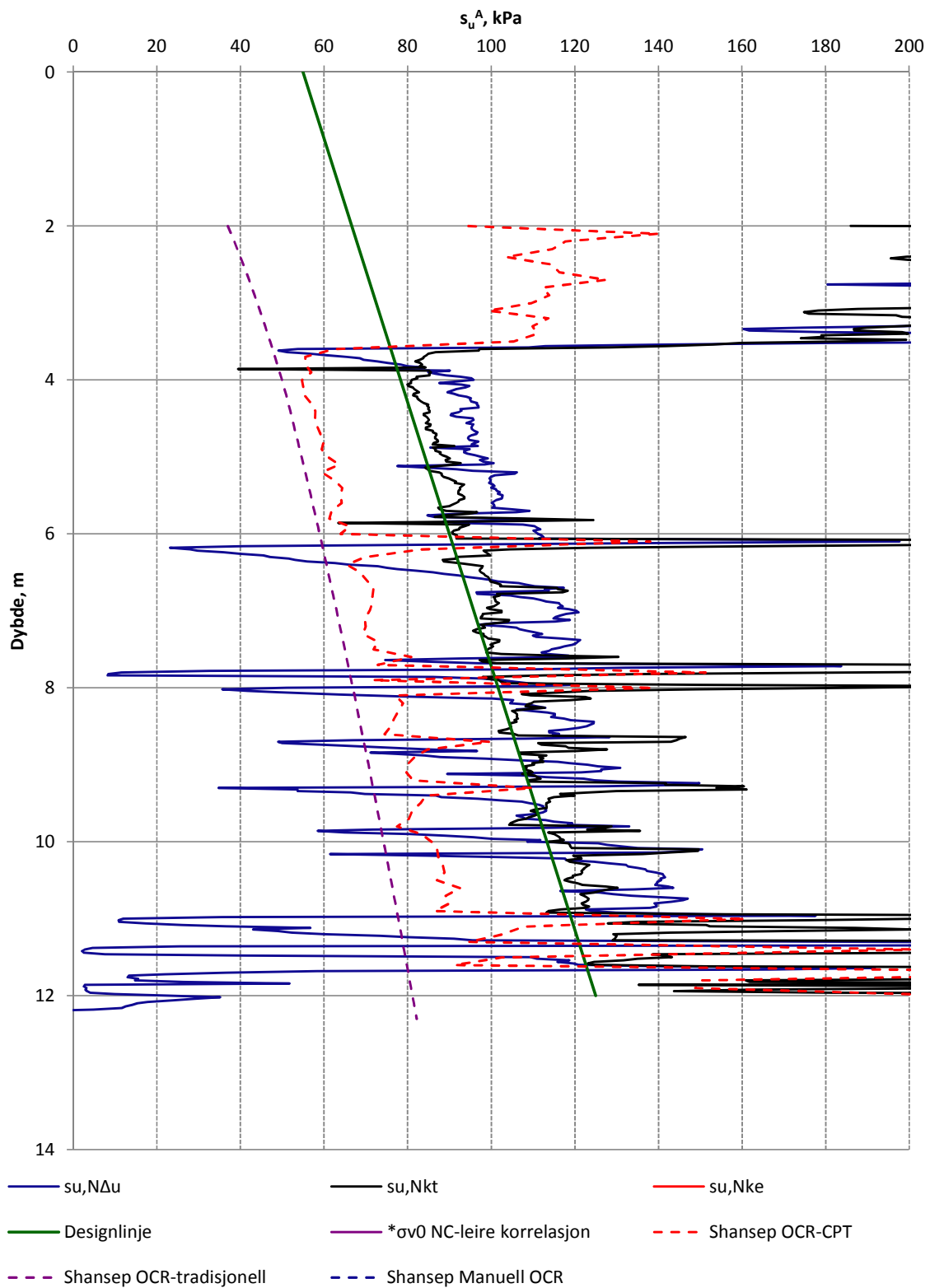
Udrenert skjærstyrke



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

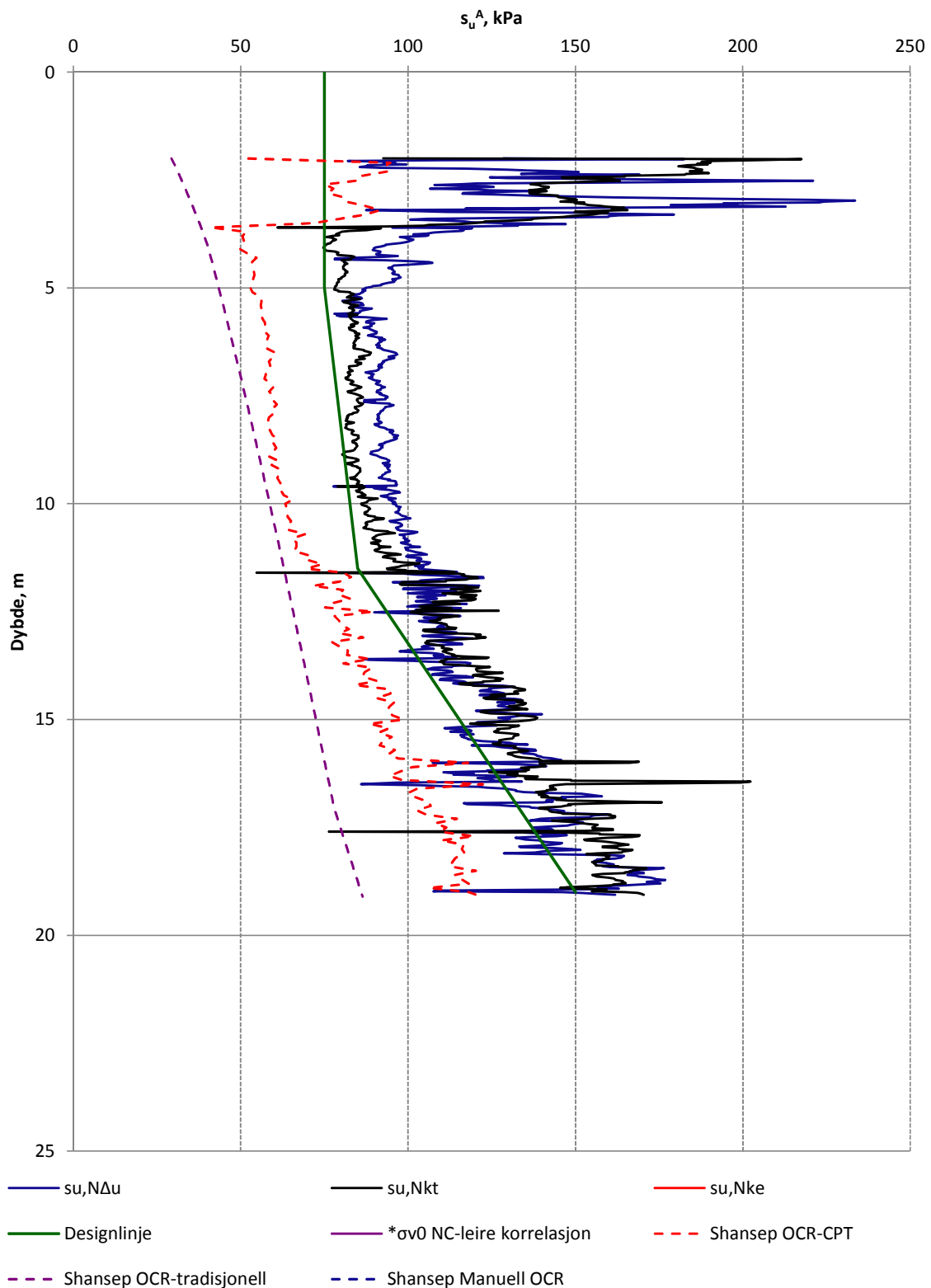
Udrenert skjærstyrke



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

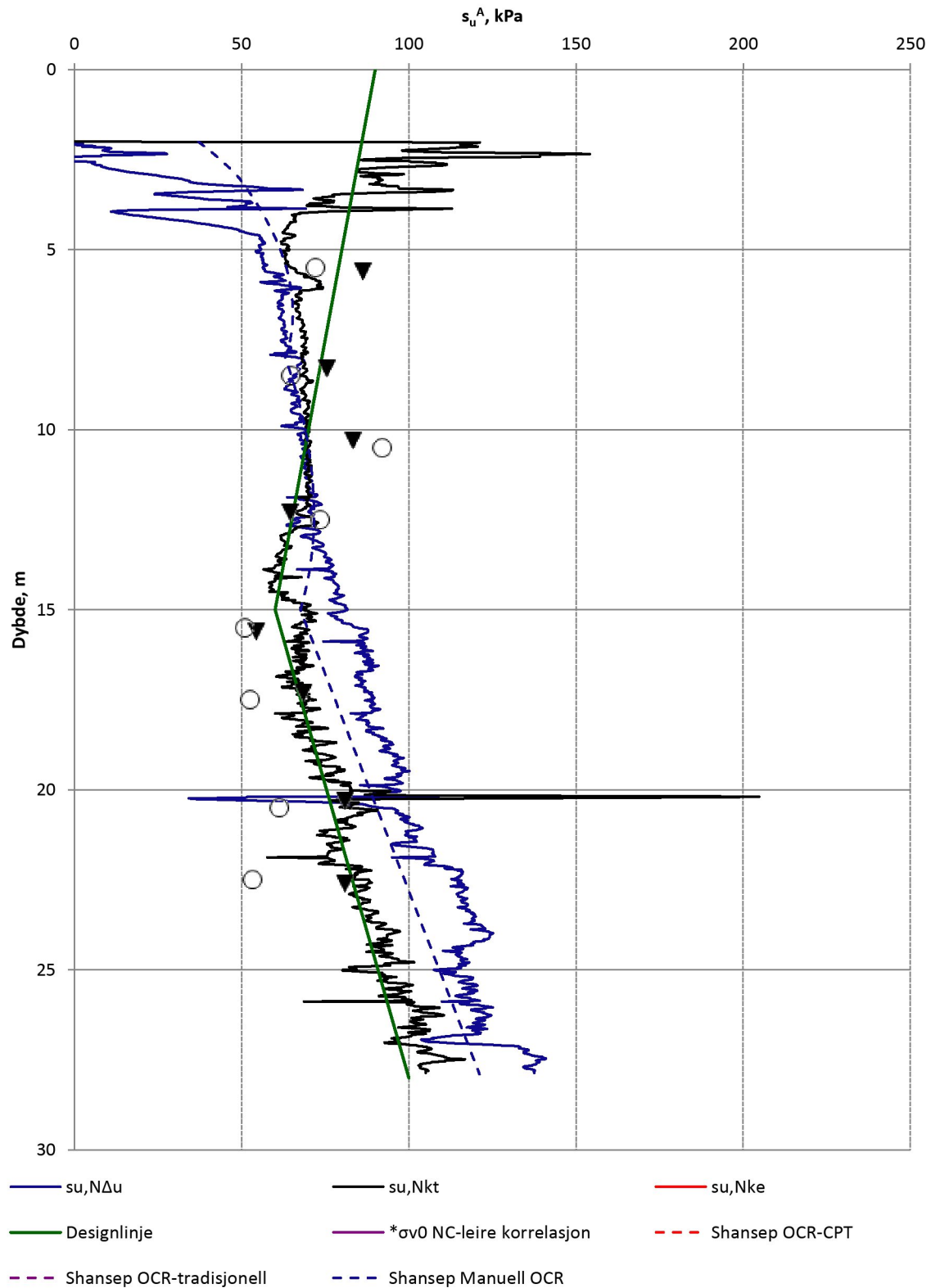
Udrenert skjærstyrke



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

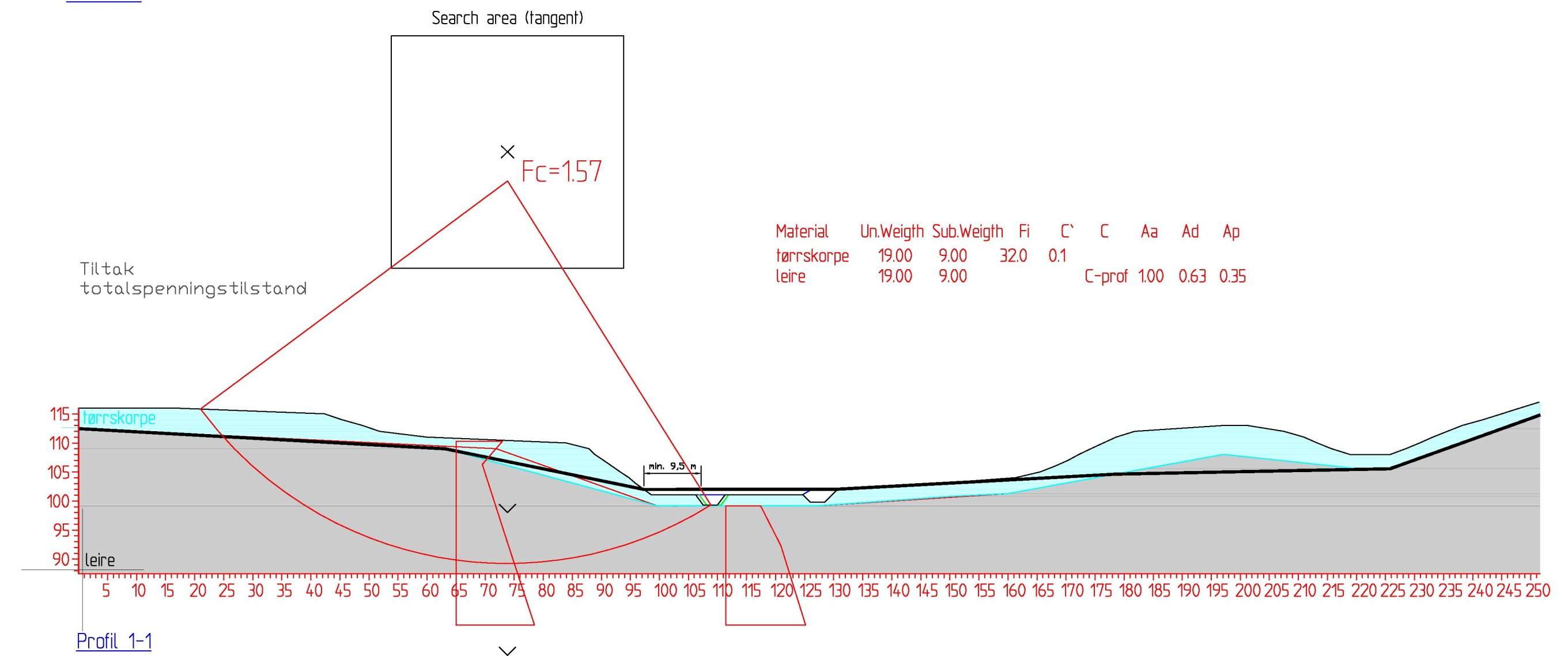
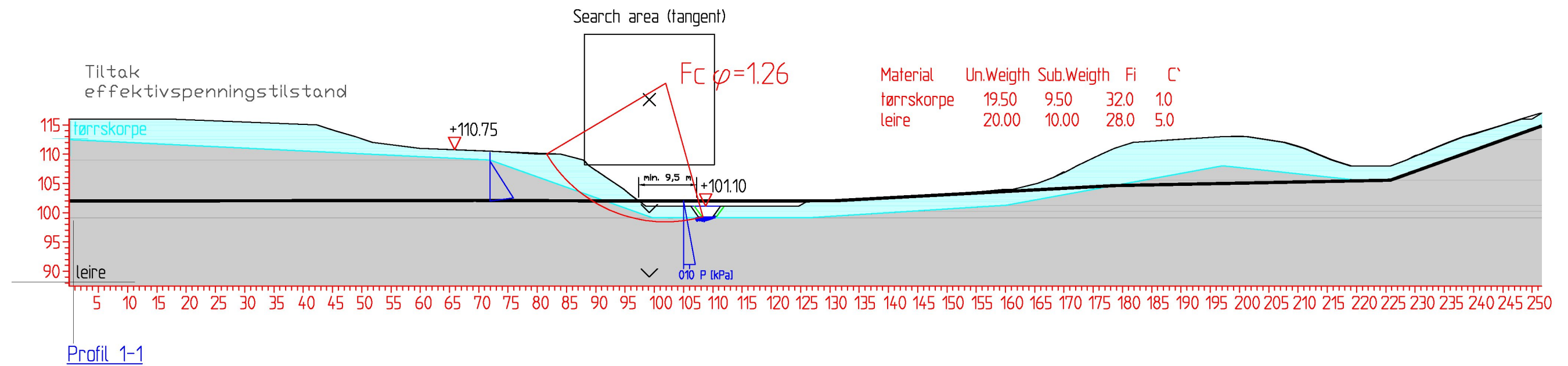
Udrenert skjærstyrke



LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium
www.georaad.no

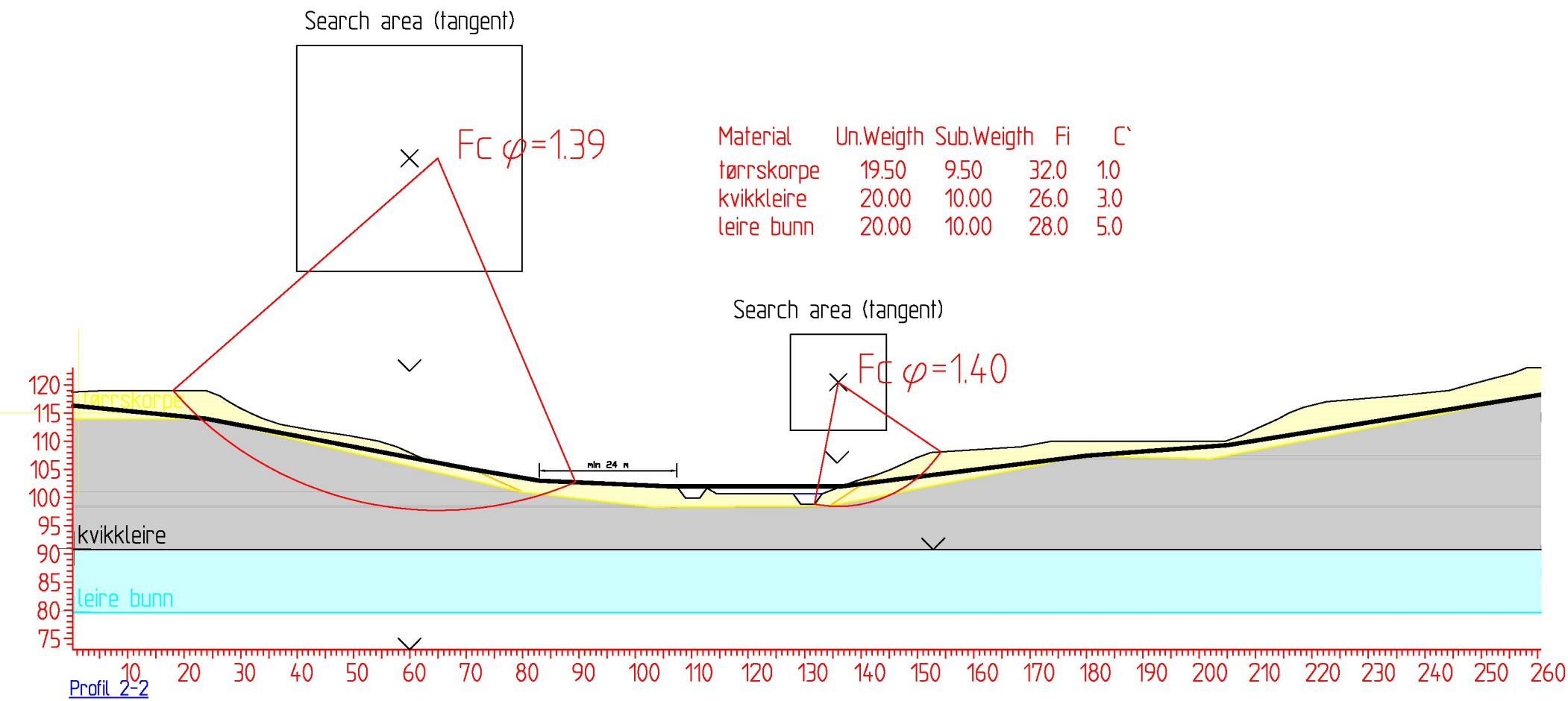
Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 954 85 000
E-post: post@georaad.no
www.georaad.no

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

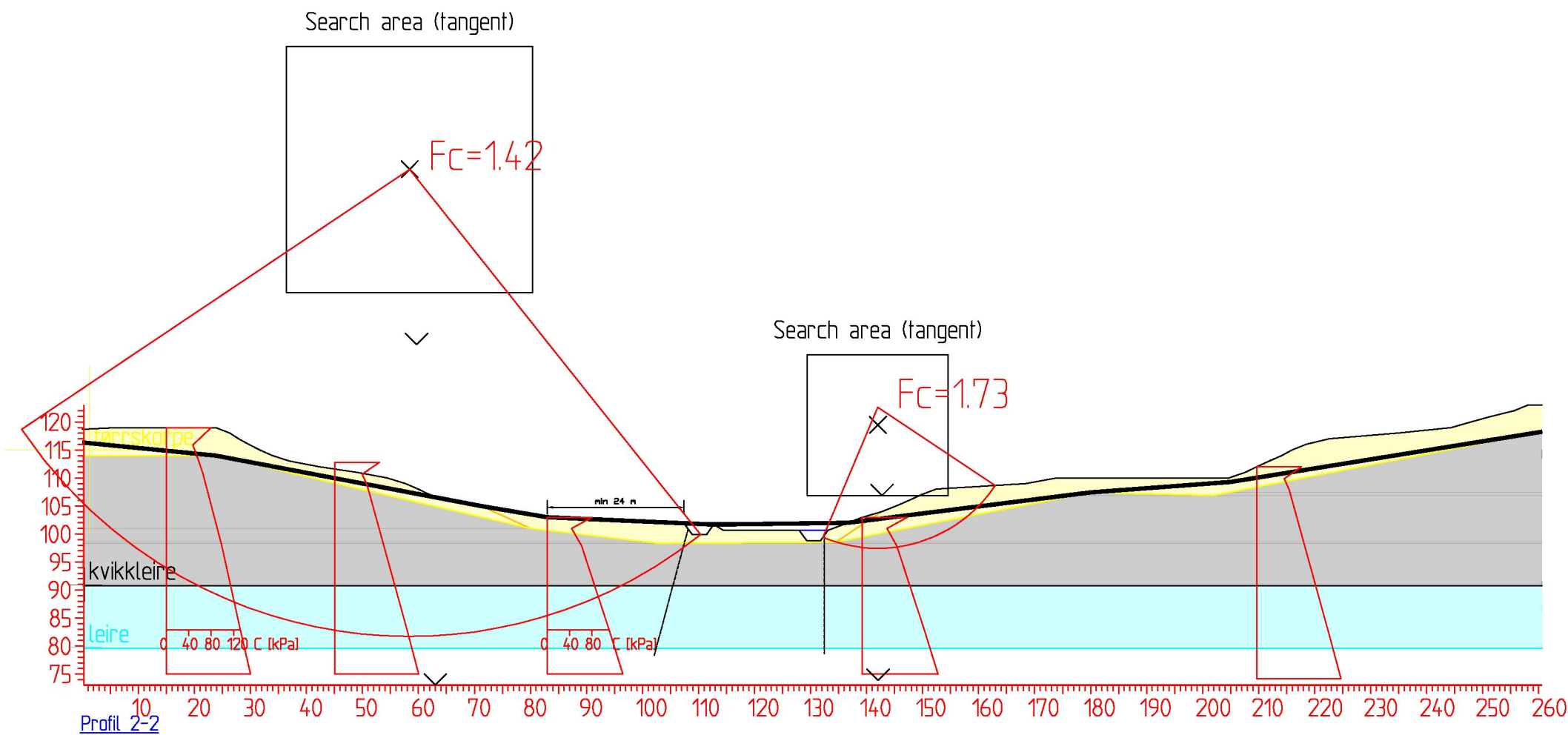


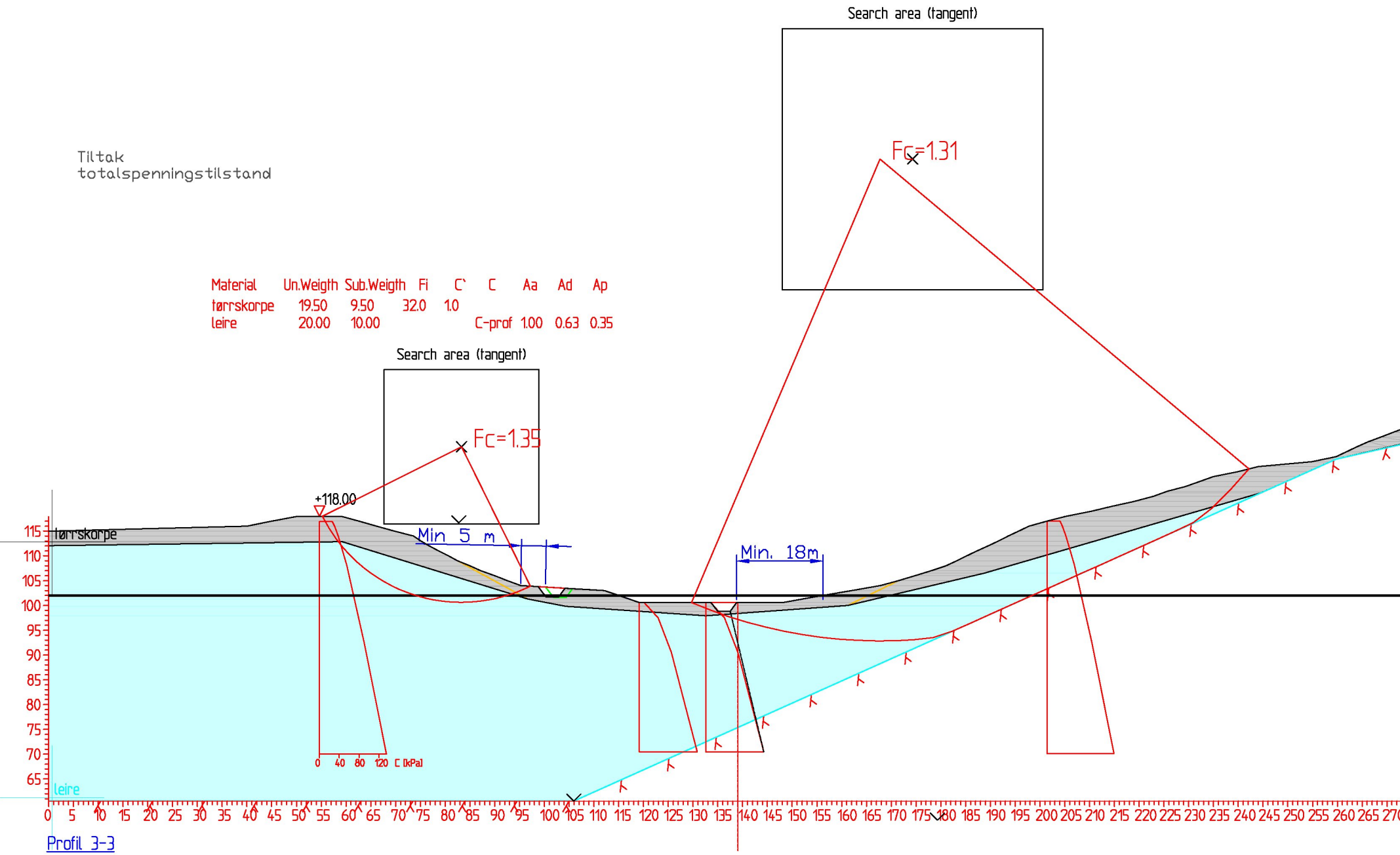
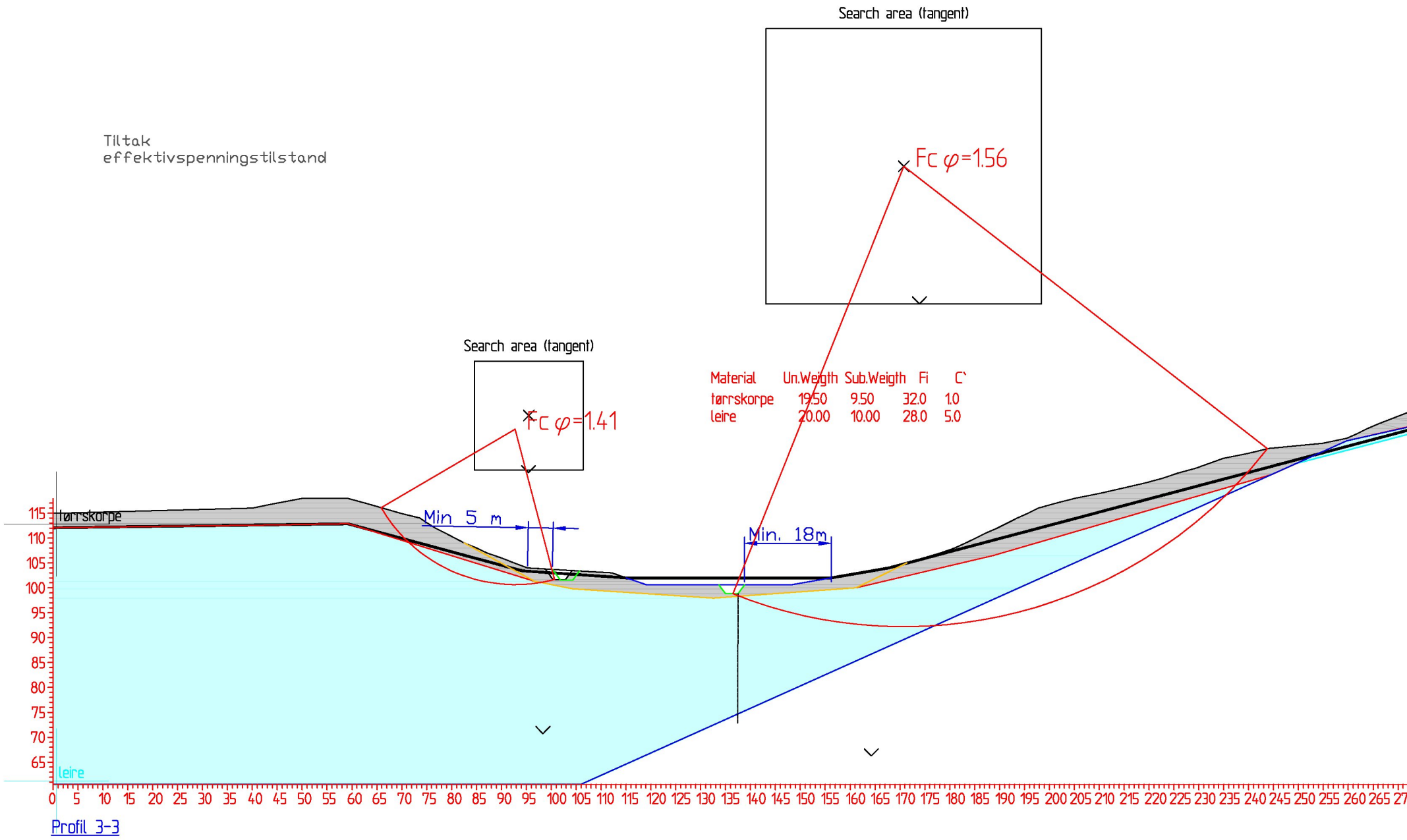
 LØVLIN GEORÅD Geoteknik – Geoteknisk laboratorium www.georad.no Elvesletta 35 2323 Ingeberg Telefon: 95 48 50 00 E-post: post@georad.no	Tiltakshaver	Bilag nr.	Tegning nr.
	Nittedal kommune	E9	E4.09
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Målestokk
	Cowi AS	15307	1:750
	Prosjekt	Dato	Revisjon
Slattum RA - røtrase		24.6.16	
Tegningsstiftel		Tegnet	Kontrollert
Stabilitet profil 1		RMV	PL

Tiltak
effektivspenningstilstand

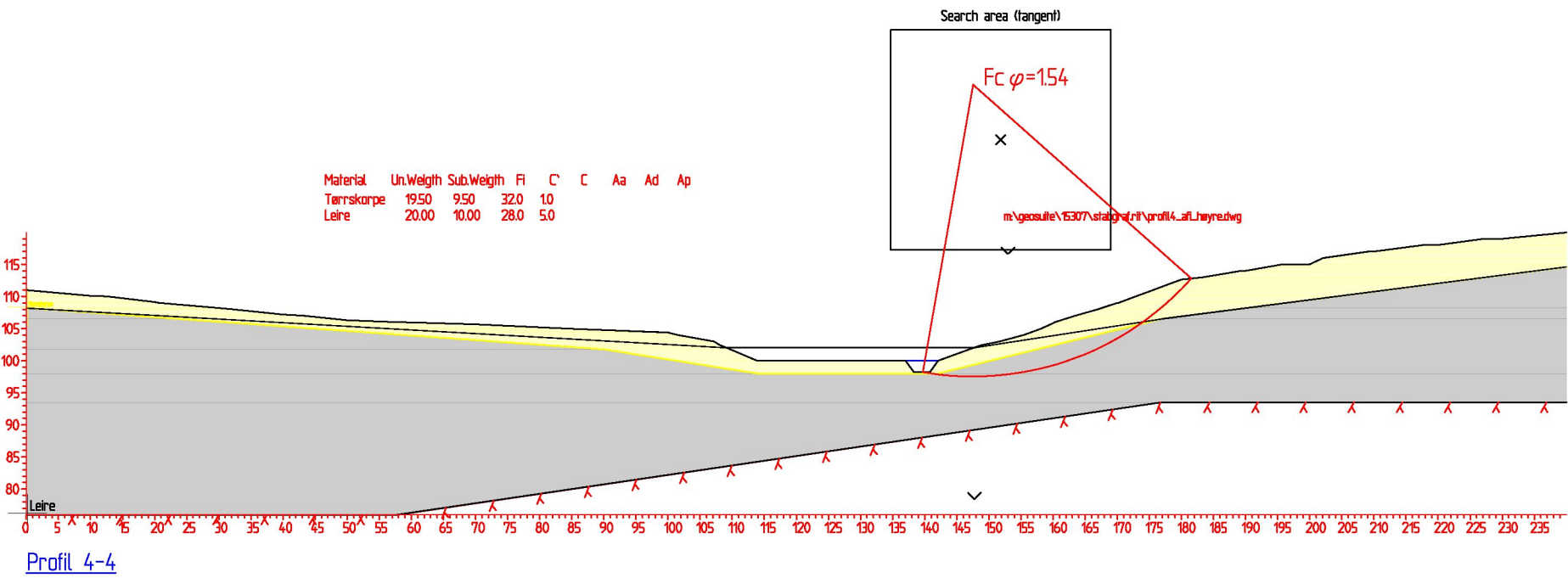


Tiltak
totalspenningstilstand

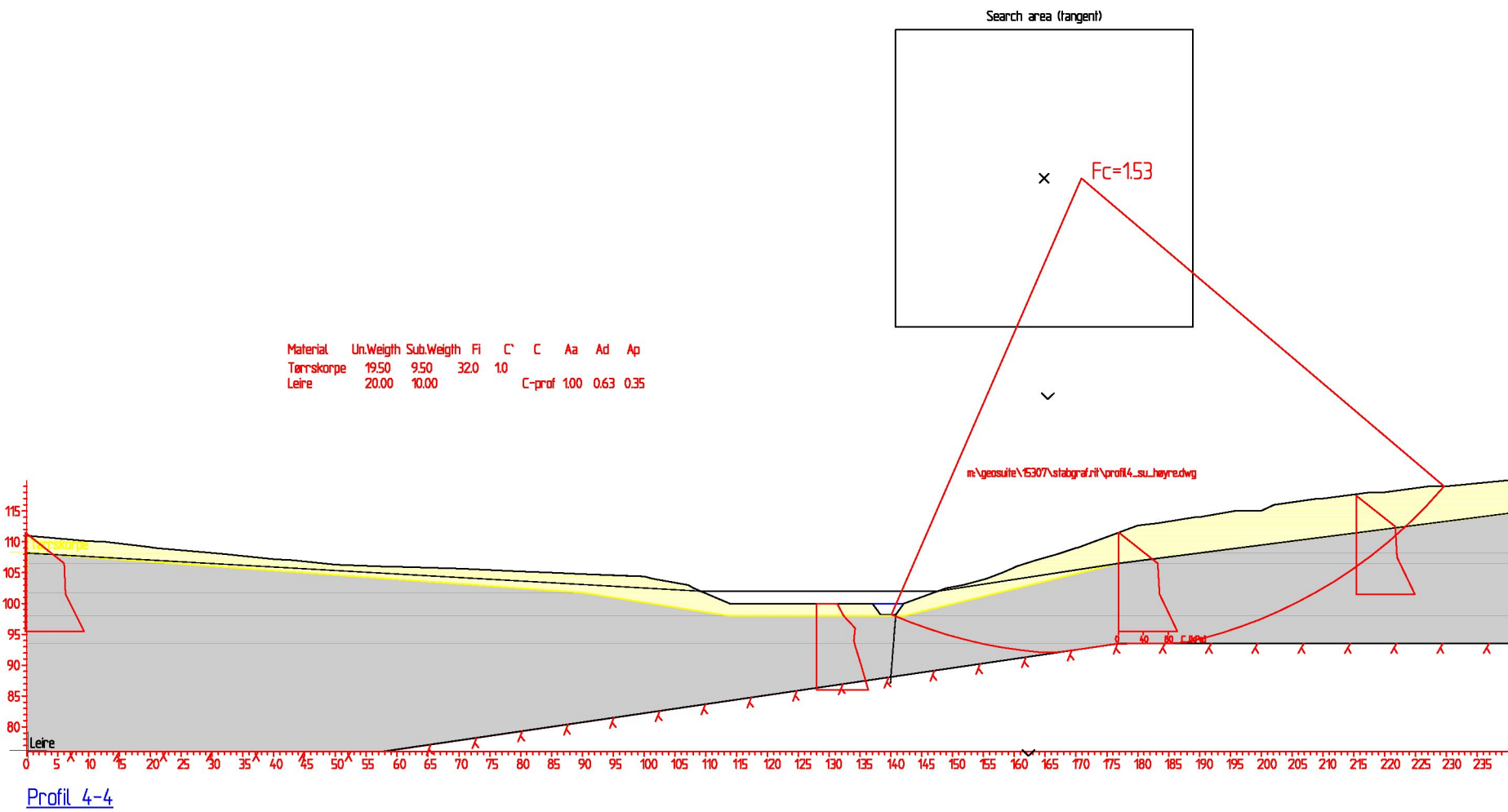




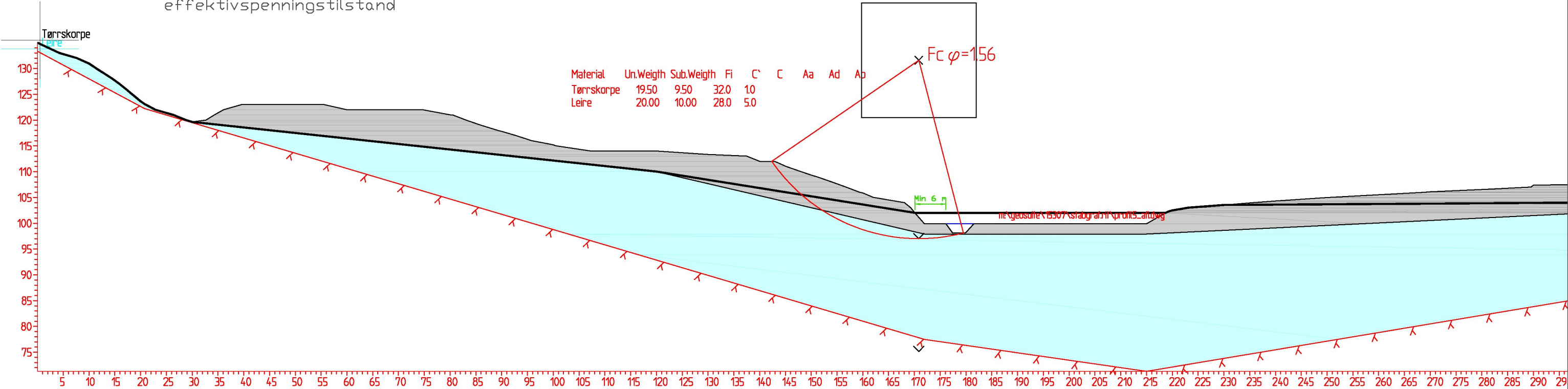
Tiltak
effektivspenningstilstand



Tiltak
totalspenningstilstand

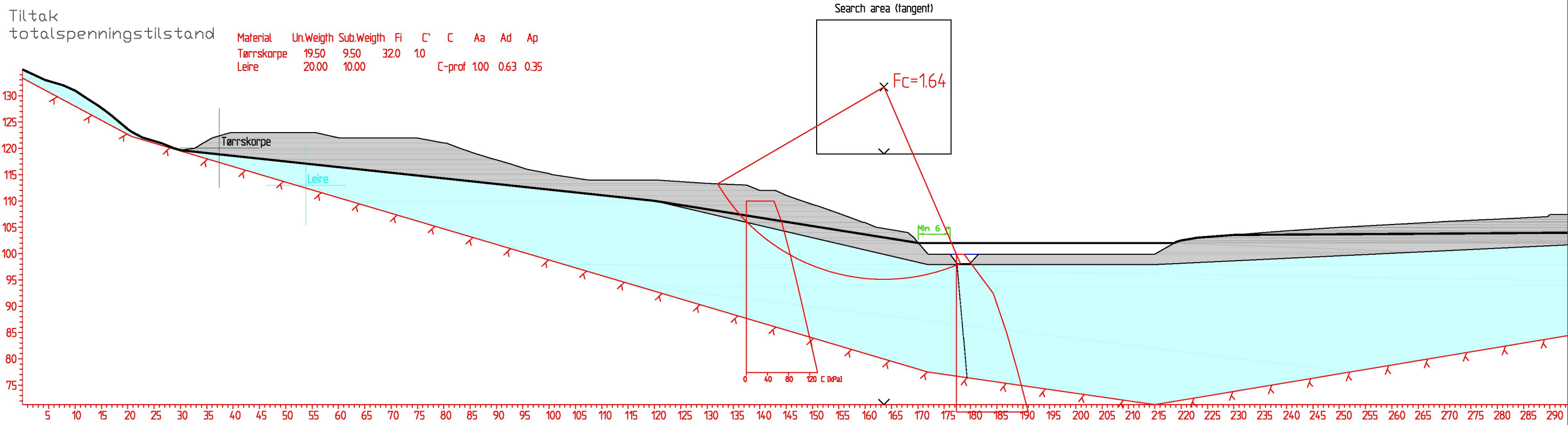


Tiltak
effektivspenningstilstand



Profil 5-5

Tiltak
totalspenningstilstand

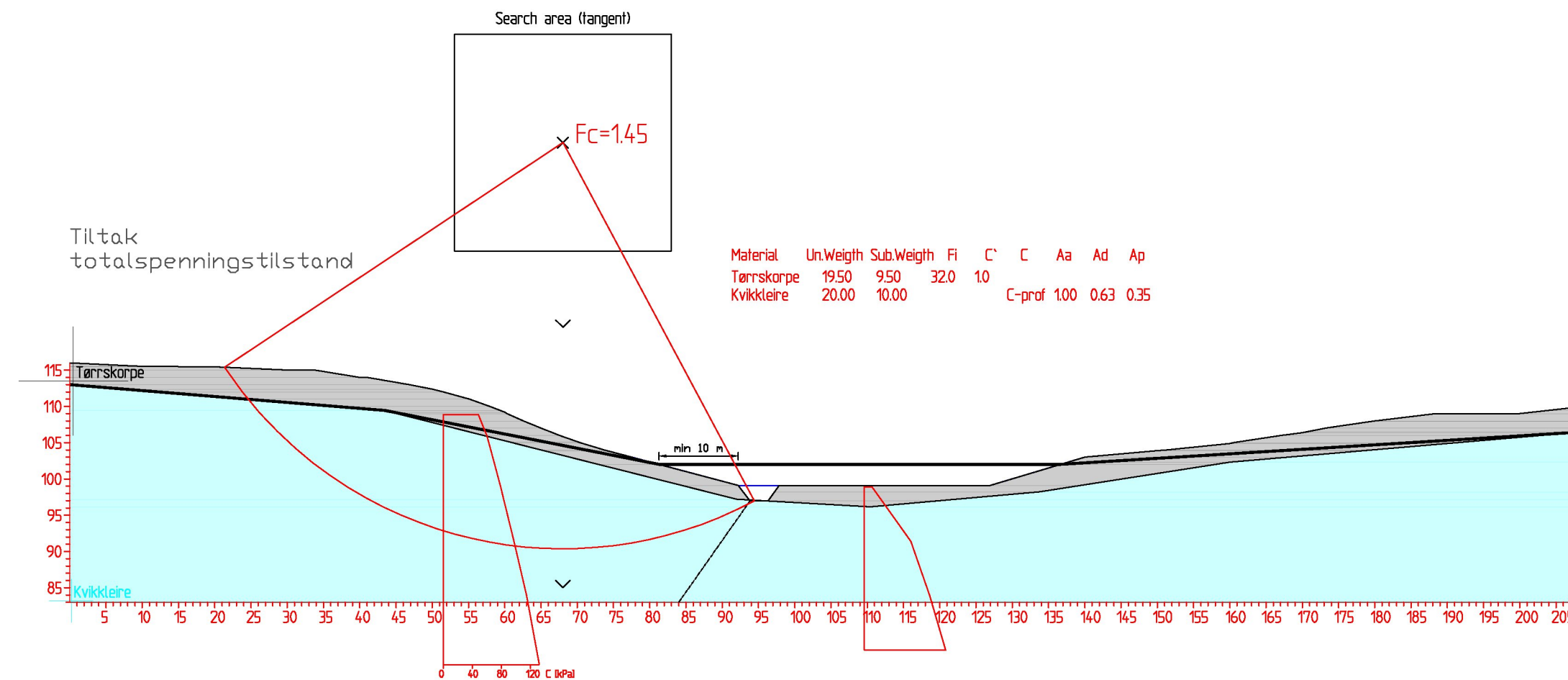
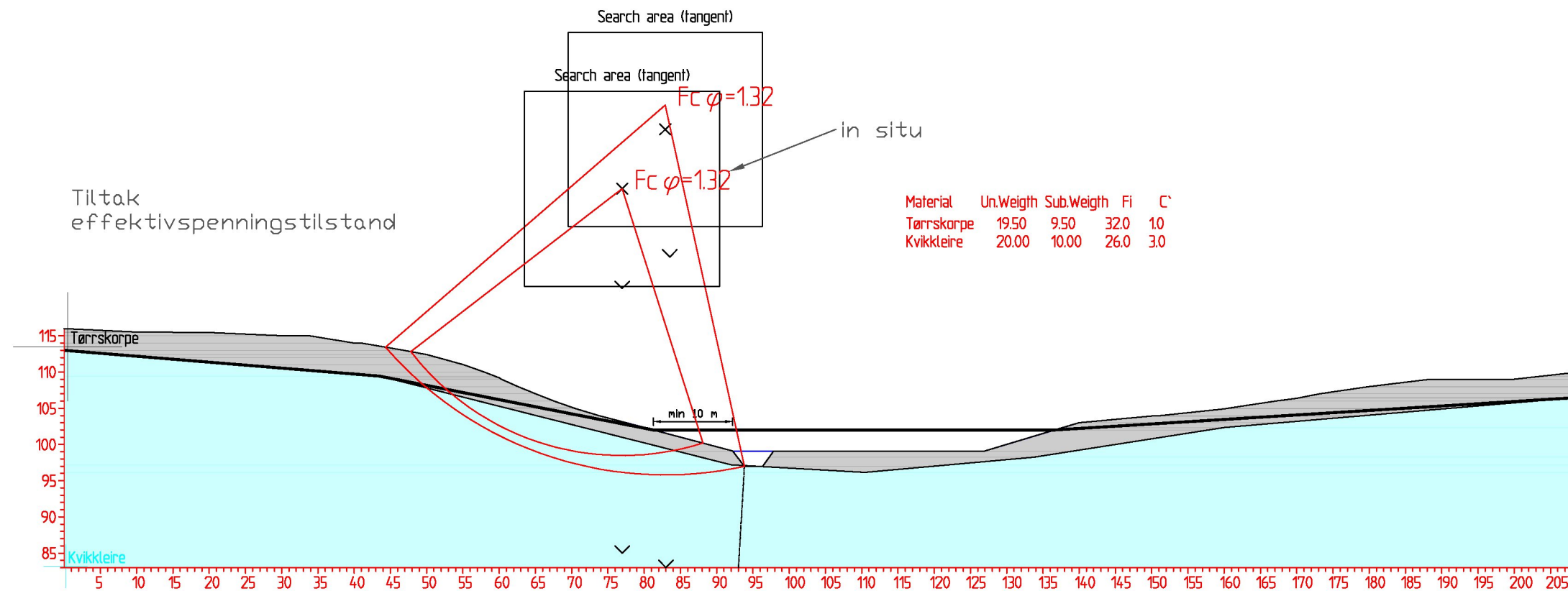


Profil 5-5



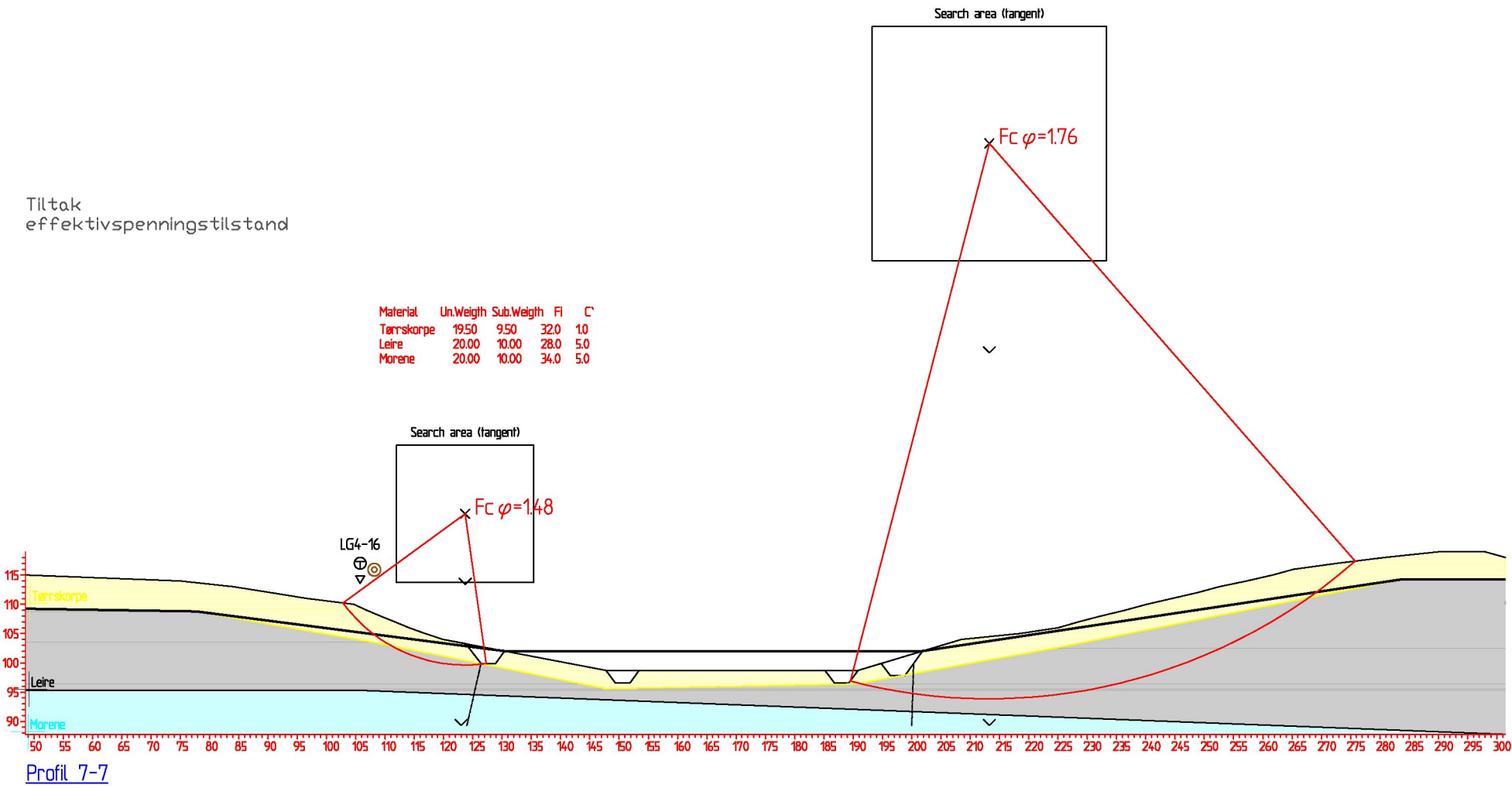
Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Nittedal kommune	Bilag nr.	E13	Tegning nr.	E4.13
Oppdragsgiver	Cowi AS	Prosjekt nr.	15307	Målestokk	1:750
Prosjekt	Slattum RA - rørrase	Dato	24.6.16	Revisjon	
Tegningsstiftel	Stabilitet profil 5	Tegnet	RMV	Kontrollert	PL

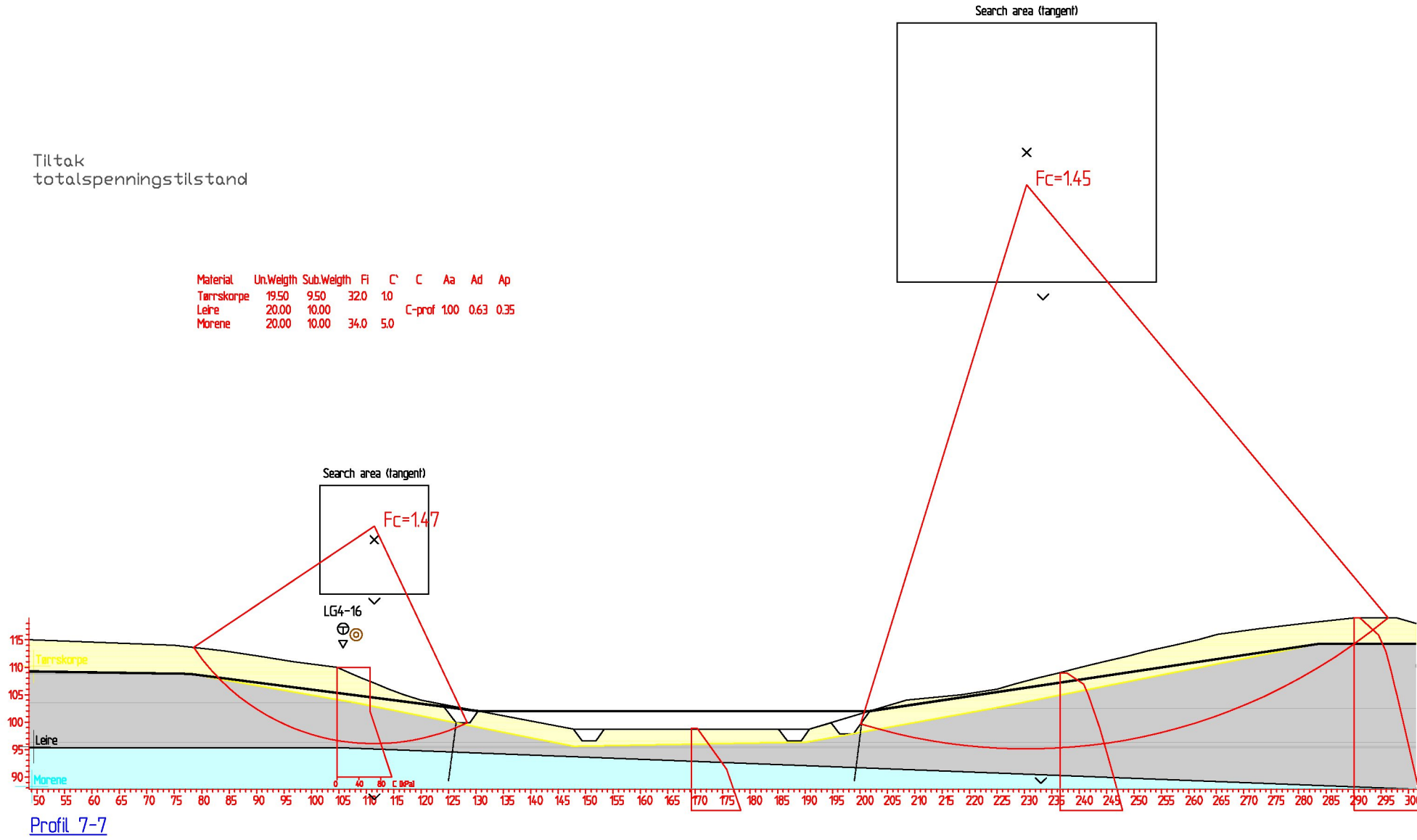


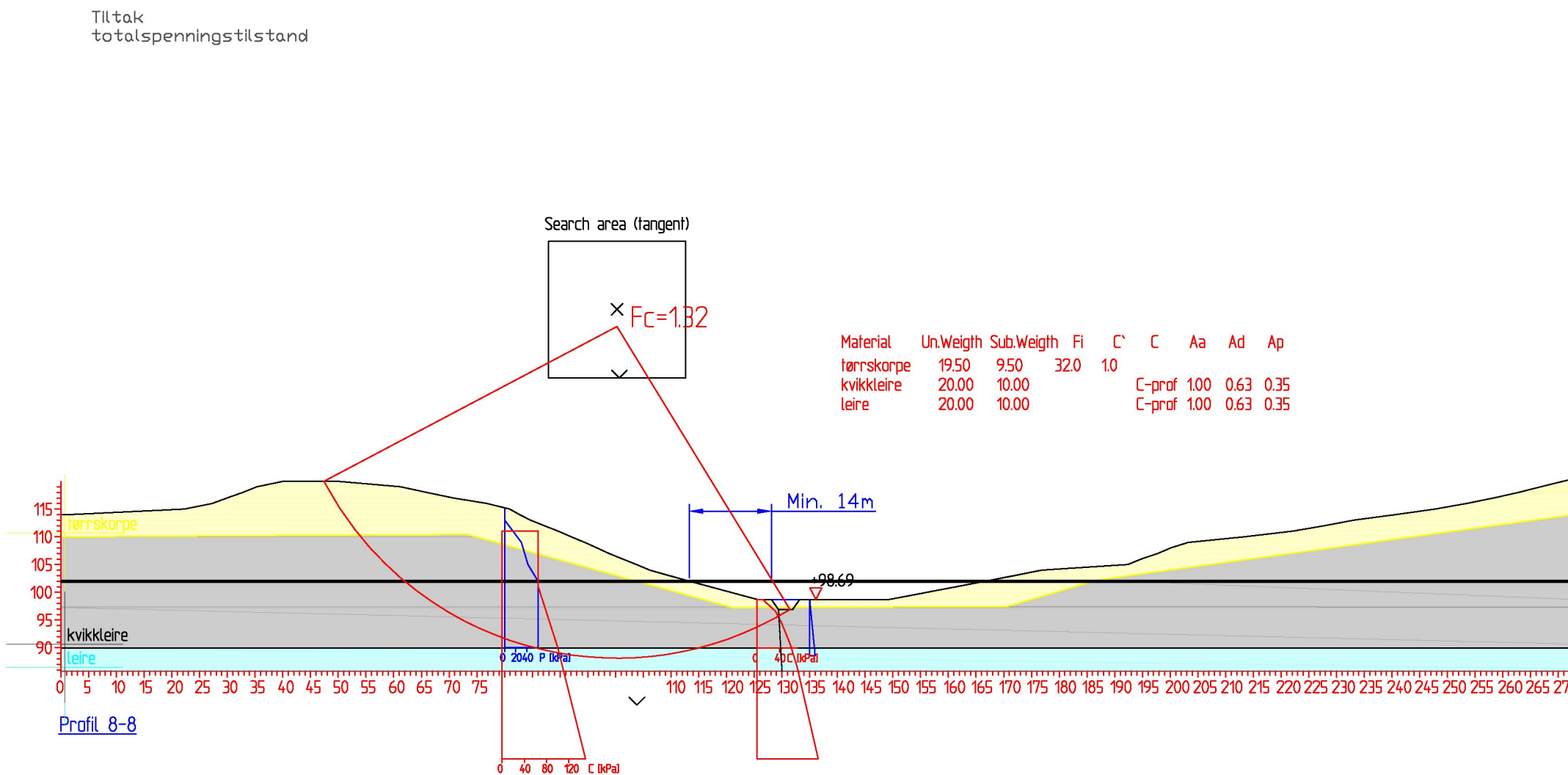
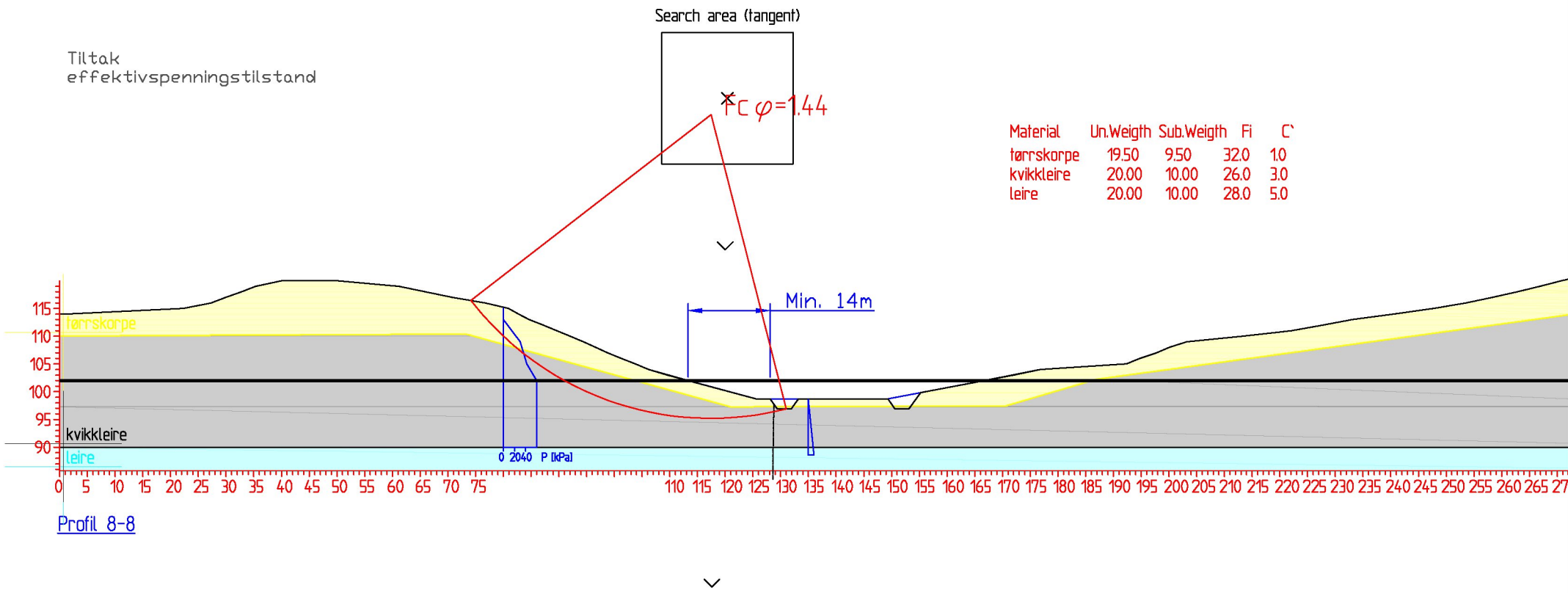
 LØVLIEN GEORÅD Geoteknik – Geoteknisk laboratorium www.georaad.no Elvesletta 35 2323 Ingeberg Telefon: 95 48 50 00 E-post: post@georaad.no	Tiltakshaver	Bilag nr.	Tegning nr.
	Nittedal kommune	E14	E4.14
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Målestokk
	Cowi AS	15307	1:750
	Prosjekt	Dato	Revisjon
	Slattum RA - røtrase	24.6.16	
	Tegningsstiftel	Tegnet	Kontrollert
	Stabilitet profil 6	RMV	PL

Tiltak
effektivspenningstilstand

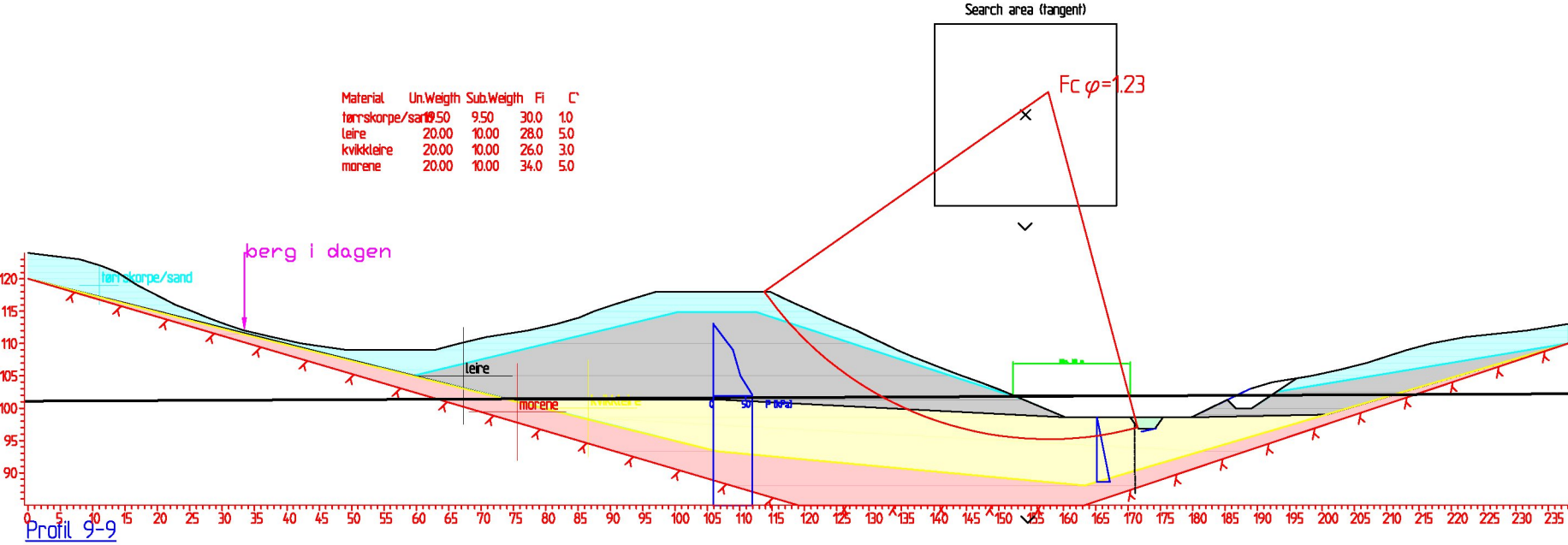


Tiltak
totalspenningstilstand

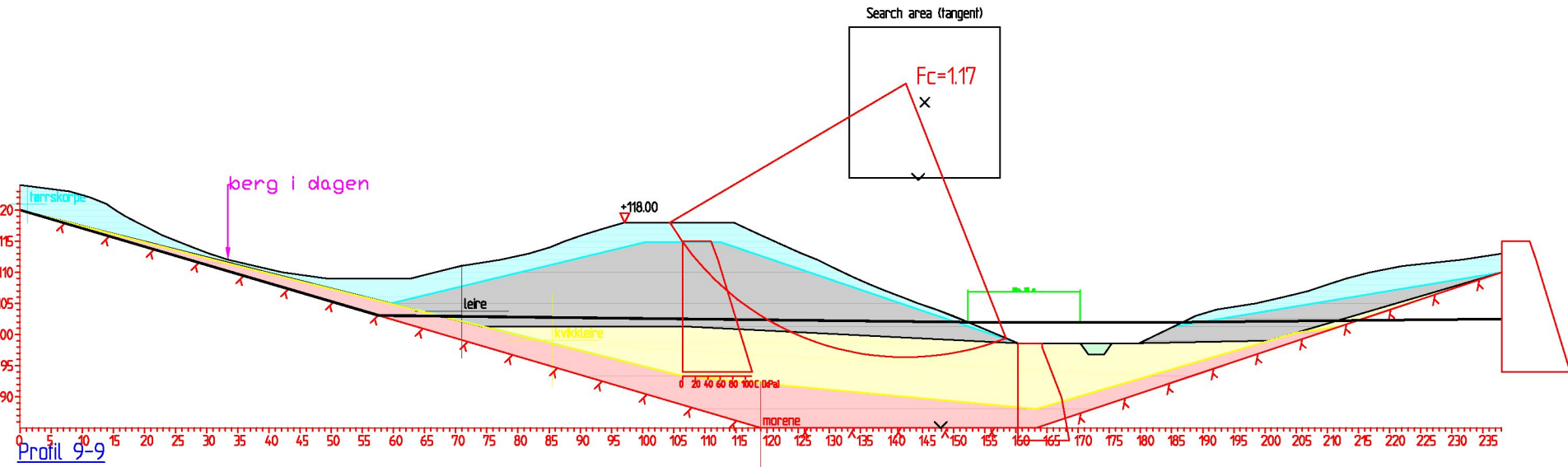




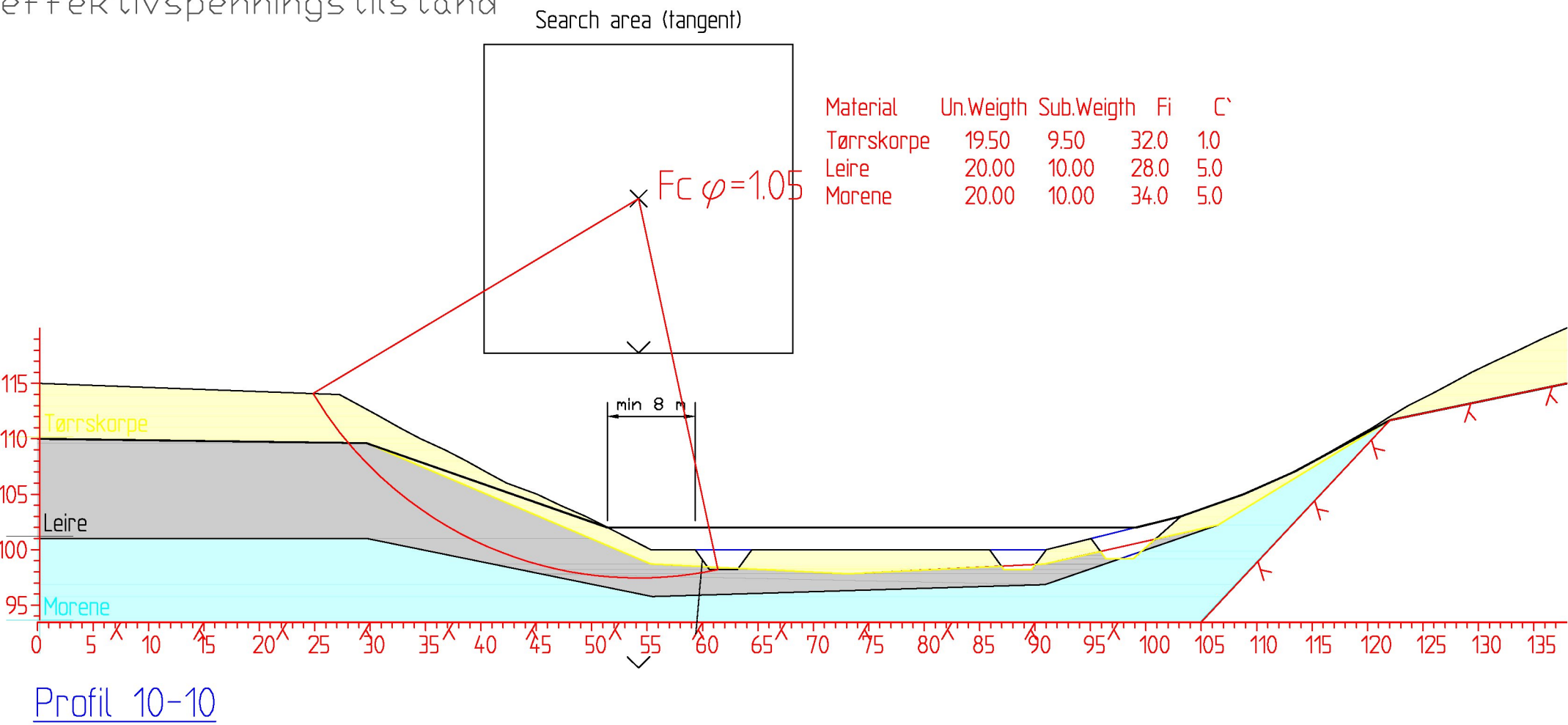
Tiltak
effektivspenningstilstand



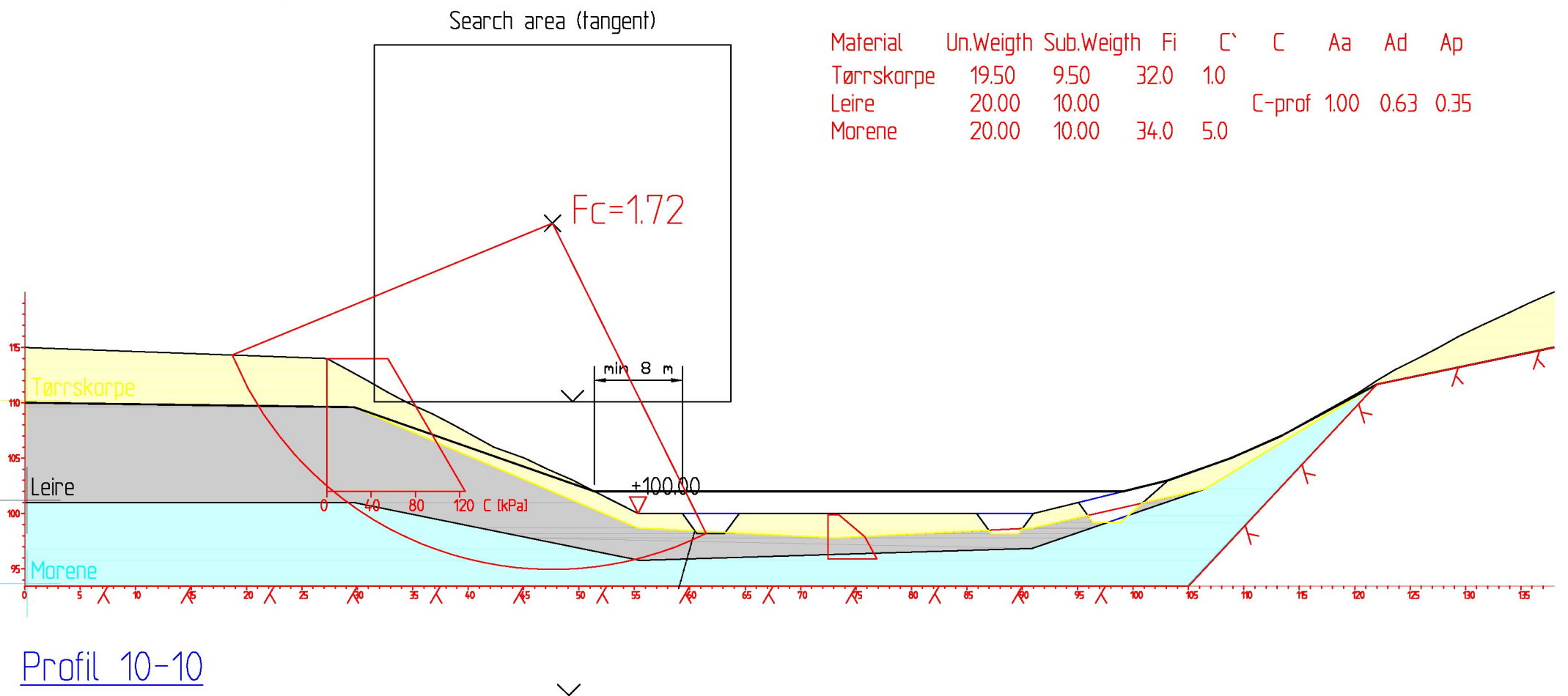
Tiltak
totalspenningstilstand



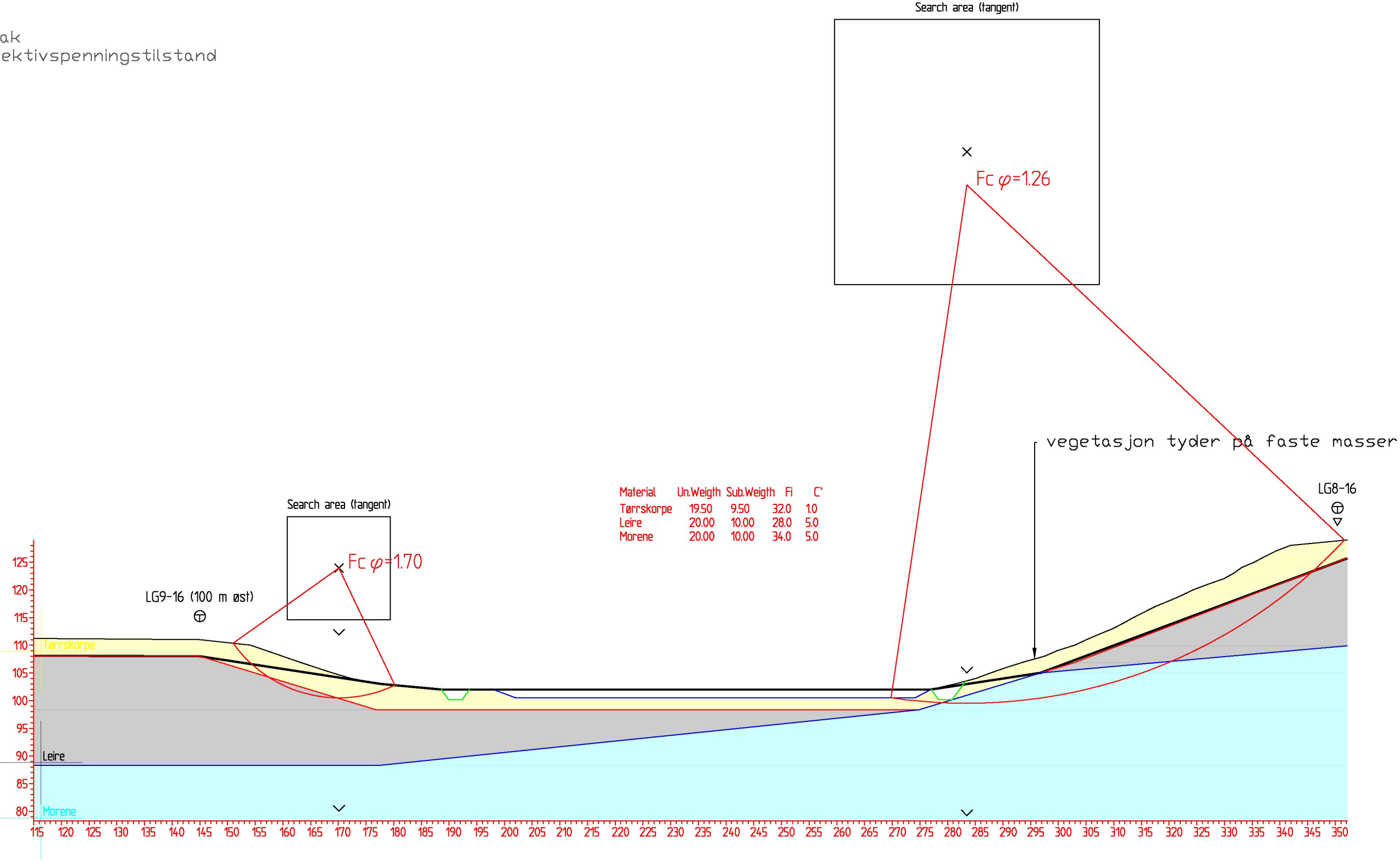
Tiltak
effektivspenningstilstand



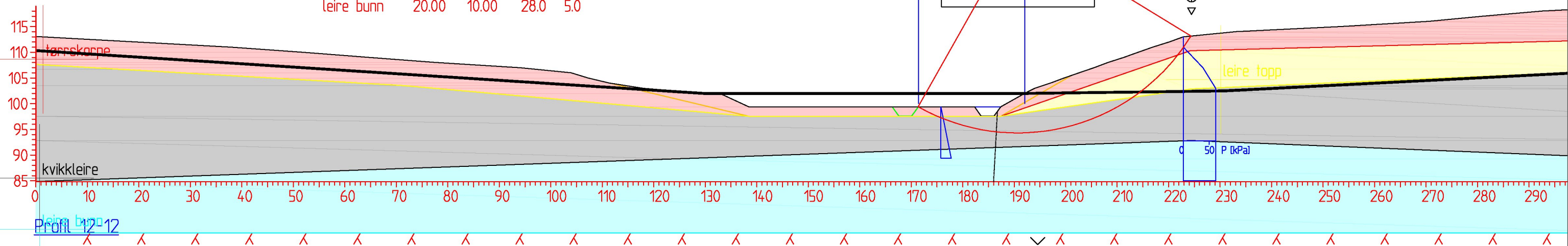
Tiltak
totalspenningstilstand



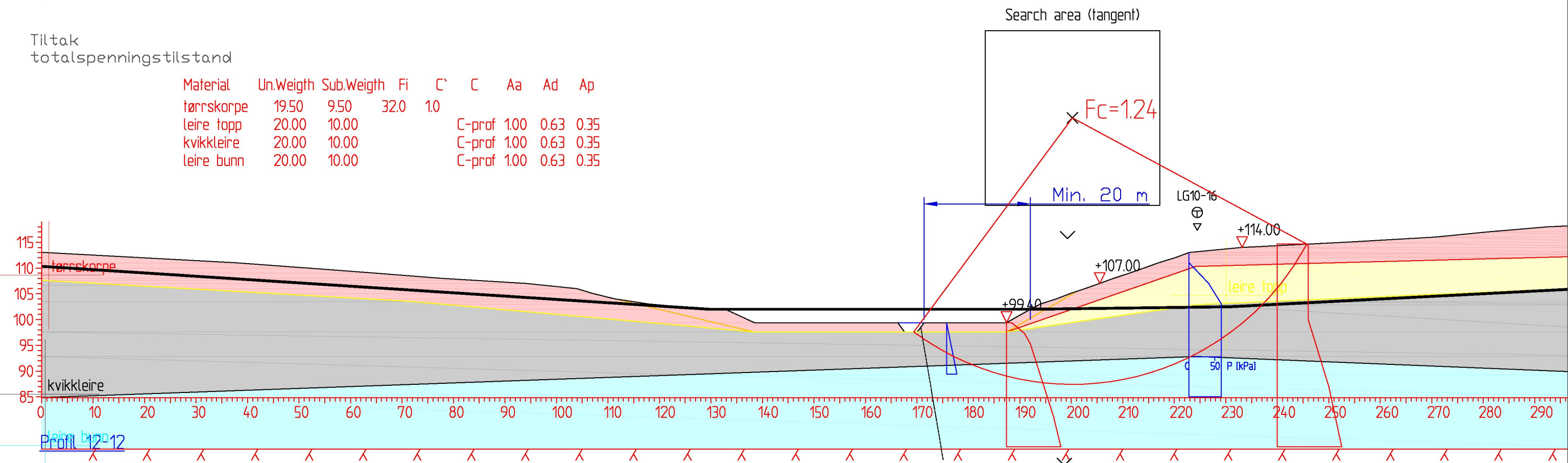
Tiltak
effektivspenningstilstand



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C
tørreskorpe	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



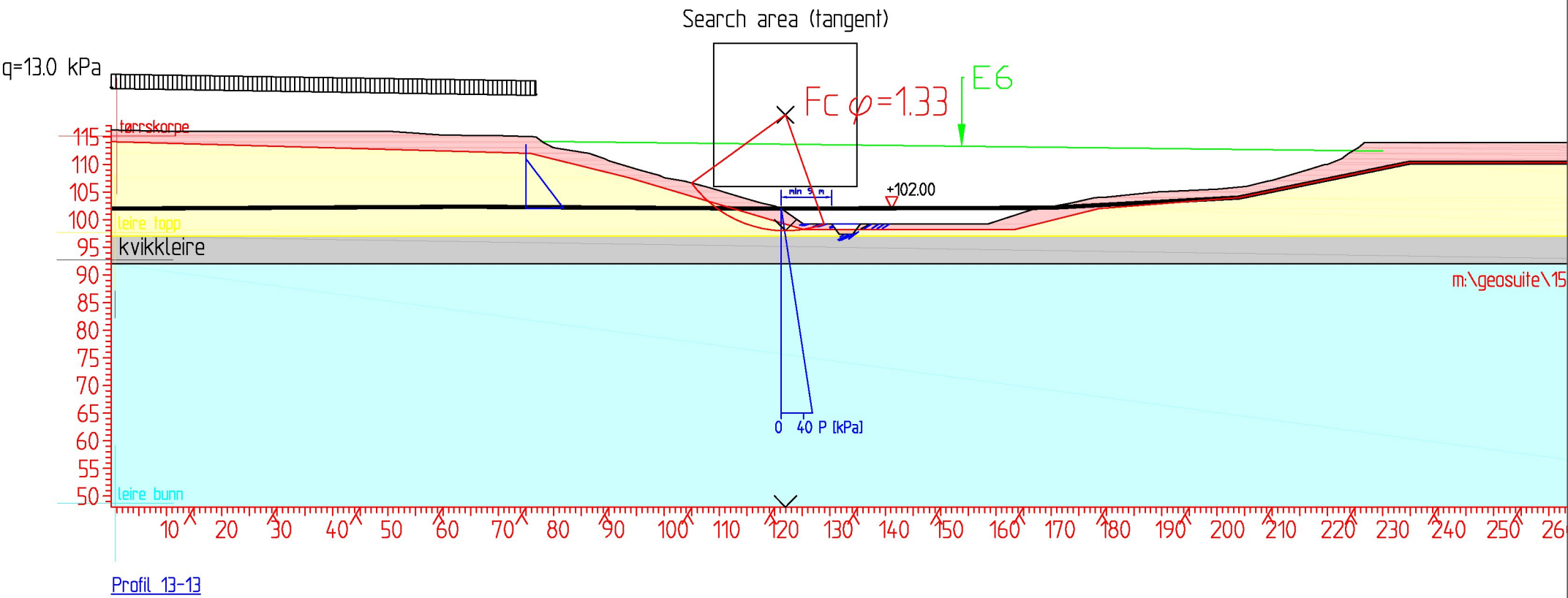
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
tørreskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0				
leire topp	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
leire bunn	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



Tiltakshaver	Nittedal kommune
Oppdragsgiver	Cowi AS
Prosjekt	Slattum RA - rørtrase
Tegningsstiftel	Stabilitet profil 12

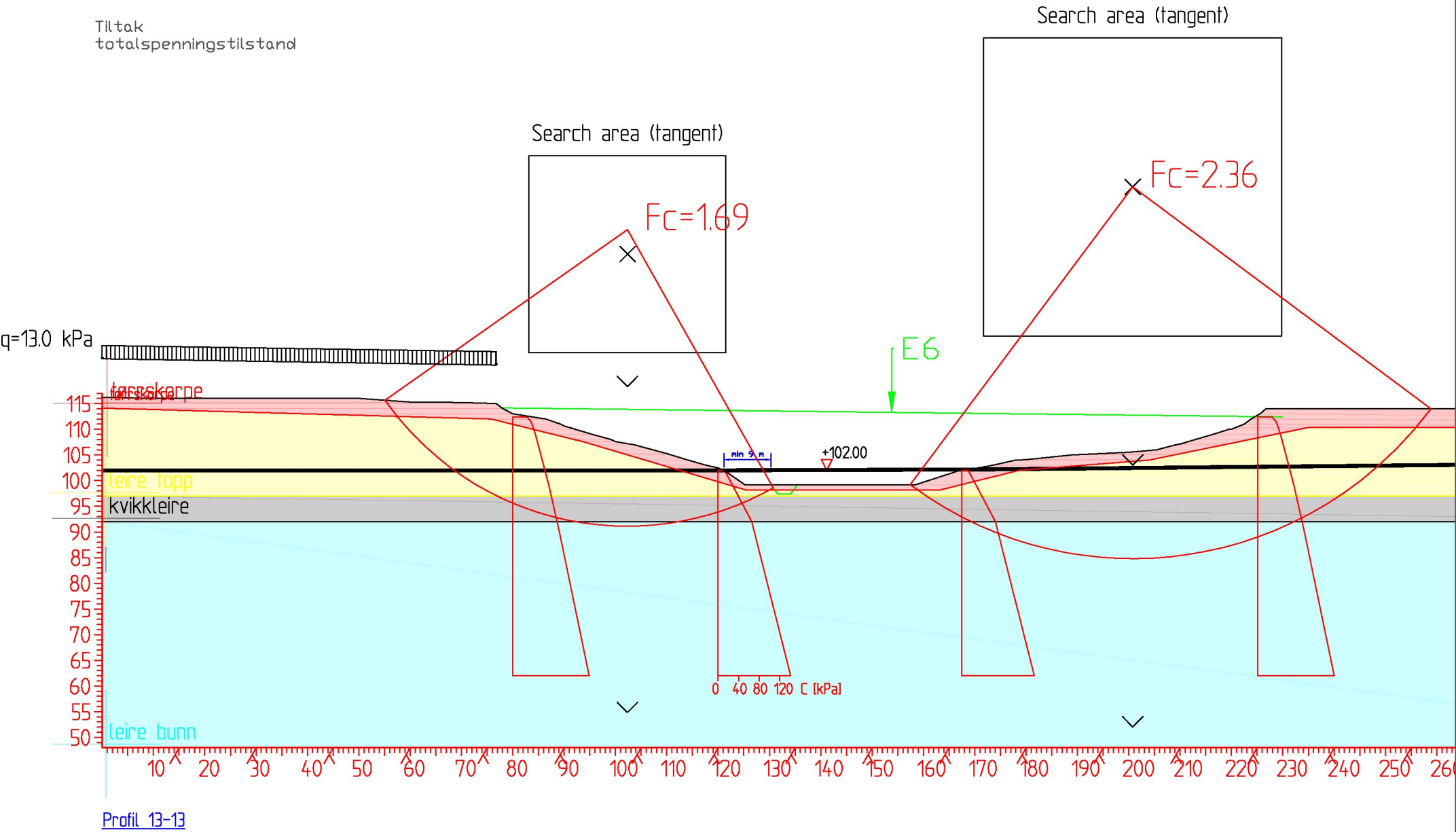
Bilag nr. E20	Tegning nr. E420
Prosjekt nr. 15307	Målestokk 1:750
Dato 24.6.16	Revisjon
Tegnet RMV	Kontrollert PL

Tiltak
effektivspenningstilstand

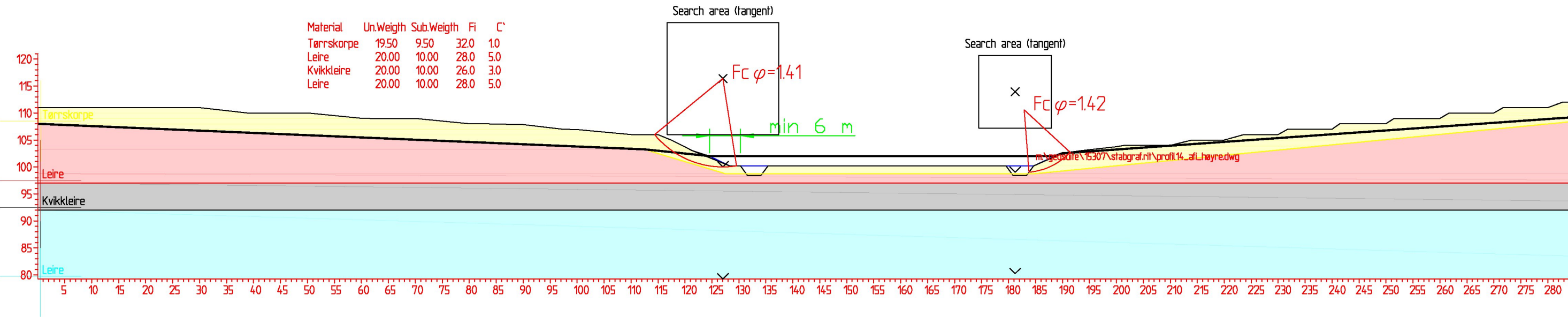


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.50	9.50	32.0	1.0				
leire topp	20.00	10.00			C-prof 1.59	1.00	0.55	
kvikkleire	20.00	10.00			C-prof 1.59	1.00	0.55	
leire bunn	20.00	10.00			C-prof 1.59	1.00	0.55	

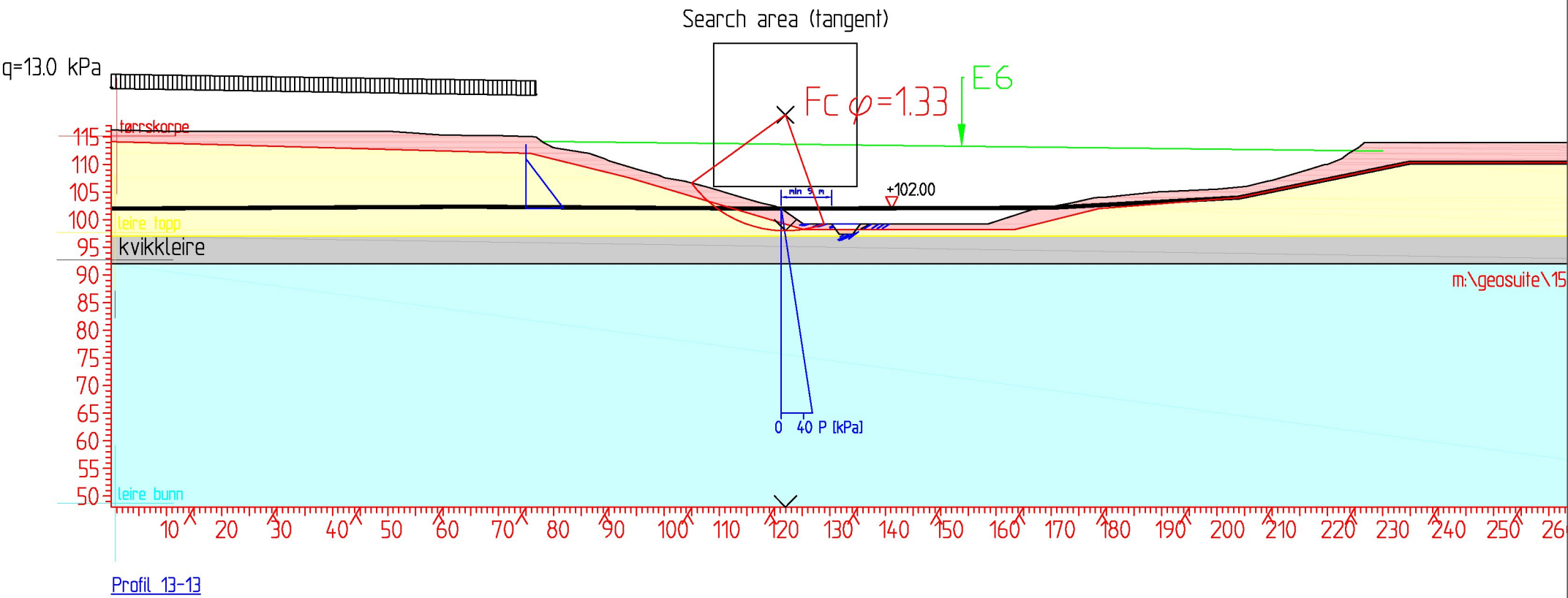
Tiltak
totalspenningstilstand



Tiltak
effektivspenningstilstand



Tiltak
effektivspenningstilstand



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
tørsskorpe	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	

Tiltak
totalspenningstilstand

