



RAPPORT

# Skredfarevurdering Stjørdal-Steinkjer

FAREUTREDNINGER SONE 554, 877, 893

DOK.NR. 20150042-03-R

REV.NR. 0 / 2015-10-15

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 NGI.

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 NGI.



## Prosjekt

Prosjekttittel: Skredfarevurdering Stjørdal-Steinkjer  
Dokumenttittel: Fareutredninger sone 554, 877, 893  
Dokumentnr.: 201150042-03-R  
Dato: 2015-10-15  
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Jernbaneverket  
Kontaktperson: Kristin Skei  
Kontraktreferanse: JBV saksnummer 201400186, opsjon 1

## for NGI

Prosjektleder: Guro Grøneng  
Utarbeidet av: Søren Holm, Priscilla Paniagua-López  
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

## Sammendrag

NGI har på oppdrag fra Jernbaneverket utført detaljkartlegging av skredfare på strekningene Stjørdal-Steinkjer på Trønderbanen. Som del av denne detaljkartleggingen har NGI utført fareutredninger for kvikkleire faresoner 554 Fleskhus, 877 Hove og 893 Rinnan. Denne rapporten oppsummerer beregningene og forslagene til tiltak for disse tre sonene.

Rapporten inneholder følgende punkter:

- ↗ Oppsummering av resultater fra grunnundersøkelser foretatt av NGI.
- ↗ Tolkning av grunnforhold m/dimensjonerende parametere
- ↗ Stabilitetsvurderinger med henblikk på områdestabilitet
- ↗ Vurdering av løsne- og utløpsområde for alle sonene

Behov for eventuelle tiltak er vurdert med utgangspunkt i kravene gitt i NVEs kvikkleireveileder. Omfanget av foreslåtte tiltak er gitt i tabellen på neste side.

Sone	Tiltak	Anslått volum [m <sup>3</sup> ] / Anslått lengde [m]
554 Fleskhus	Avlastning	1 700 m <sup>3</sup>
877 Hove	Avlastning	12 500 m <sup>3</sup>
	Oppfylling	6 500 m <sup>3</sup>
	Erosjonssikring	350 m
893 Rinnan	Erosjonssikring	438 m

Som en del av evalueringen av områdestabiliteten er også utløpsdistansen i forbindelse med en skredhendelse estimert. Maksimal utløpsdistanse er estimert til 160 m, 288 m og 278 m for henholdsvis sone 554 Fleskhus, sone 877 Hove og sone 893 Rinnan.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>8</b>
2.1	Sone 554 Fleskhus	8
2.2	Sone 877 Hove	10
2.3	Sone 893 Rinnan	12
<b>3</b>	<b>Terreng og grunnforhold</b>	<b>13</b>
3.1	Sone 554 Fleskhus	13
3.2	Sone 877 Hove	14
3.3	Sone 893 Rinnan	15
<b>4</b>	<b>Soneavgrensning og klassifisering</b>	<b>17</b>
4.1	Sone 554 Fleskhus	17
4.2	Sone 877 Hove	19
4.3	Sone 893 Rinnan	21
<b>5</b>	<b>Sikkerhetskrav</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Grunnlag for stabilitetsberegninger</b>	<b>25</b>
6.1	Tolkning av lagdeling	25
6.2	Forekomst av sprøbruddmateriale	26
6.3	Grunnvannstand og poretrykksforhold	27
6.4	Kvalitet på undersøkelsene	28
6.5	Tolkning av laboratorieforsøk	30
6.6	Udrenert skjærfasthet	31
6.7	Drenert skjærfasthet	33
<b>7</b>	<b>Stabilitetsvurderinger</b>	<b>34</b>
7.1	Sone 554 Fleskhus, profil A	34
7.2	Sone 554 Fleskhus, profil B	36
7.3	Sone 877 Hove, profil A	37
7.4	Sone 877 Hove, profil B	39
7.5	Sone 877 Hove, profil C	40
7.6	Sone 893 Rinnan, profil A	42
7.7	Omfang av tiltak	43
<b>8</b>	<b>Avgrensning av utløpsområde</b>	<b>46</b>
8.1	Sone 554 Fleskhus	50
8.2	Sone 877 Hove	51
8.3	Sone 893 Rinnan	52
<b>9</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>Referanser</b>	<b>54</b>

## Tegninger

Tegning nr. 001	Oversiktskart (1 : 100 000)
Tegning nr. 010	Plassering av beregningsprofiler, sone 554 (1 : 1 500)
Tegning nr. 011	Plassering av beregningsprofiler, sone 877 (1 : 1 000)
Tegning nr. 012	Plassering av beregningsprofiler, sone 893 (1 : 1 000)

## **Innhold forts.**

### **Vedlegg**

Vedlegg A	Tolkning av treaksialforsøk
Vedlegg B	CPTU kvalitet og tolkning
Vedlegg C	Stabilitetsberegninger
Vedlegg D	Vurdering av løsne- og utløpsområde for kvikkleireskred

## **Kontroll- og referanseside**

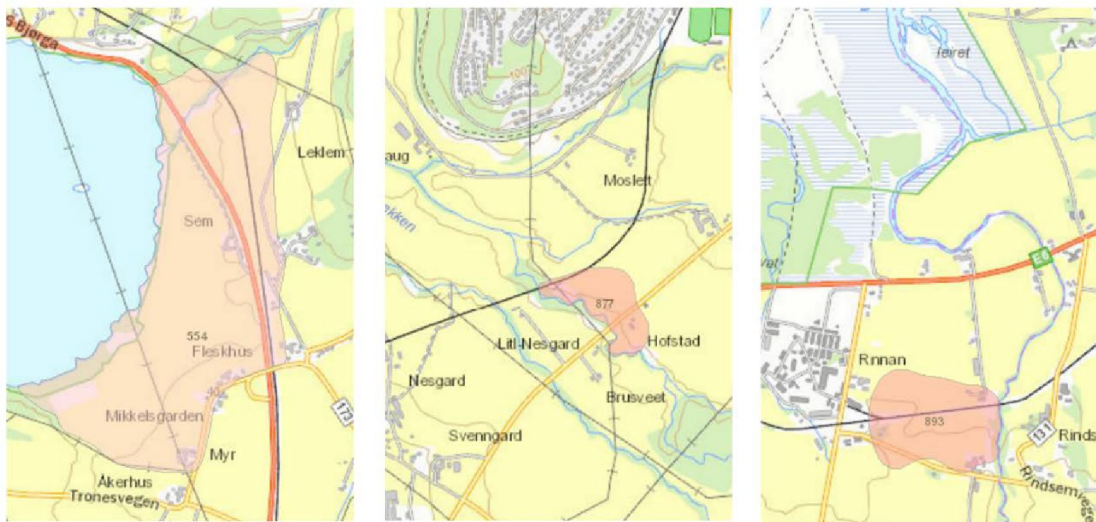
# 1 Innledning

NGI har på oppdrag fra Jernbaneverket (JBV) utført en detaljkartlegging av faren for skred på strekningen Stjørdal-Steinkjer. Denne kartleggingen er en del av et større prosjekt for JBV som med detaljkartlegging av skredfare på strekningen mellom Stjørdal og Steinkjer.

Denne rapporten inneholder utredningen av områdestabilitet i henhold til NVEs veileder "Sikkerhet mot kvikkleireskred", ref. /1/, for de tre kvikkleiresonene:

- ↗ 554 Fleskhus
- ↗ 877 Hove
- ↗ 893 Rinnan

Plasseringen av soner kan sees på oversiktskartet på Tegning 001. Sonen 554 Fleskhus ligger i Verdal kommune og er den mest nordlige plassert av de tre sonene. Sonen 877 Hove og sonen 893 Rinnan ligger i Levanger og Verdal kommune. Sonen 893 Rinnan ligger ca. 7 km mot sør for sonen 554 Fleskhus og sonen 877 Hove ligger ca. 15 km sørvest for sone 893 Rinnan. Disse faresonene er av interesse fordi Trønderbanen går gjennom sonene, se Figur 1.



Figur 1 Kvikkleiresonene 554, 877 og 893 som Trønderbanen berører.

## 2 Grunnlag

### 2.1 Sone 554 Fleskhus

#### 2.1.1 Avgrensning og klassifisering

Kvikkleiresone 554 Fleskhus dekker et areal på  $829942 \text{ m}^2 = 830 \text{ da}$ . Den østre grensen av sonen er nær jernbanen. Sonen har generelt en helning mot vest hvor sonen er avgrenset av Hyllbukta. I den nordlige del av sonen løper Semsbekken, som til dels avgrenser sonen i nordlig retning. I sør er sonen avgrenset til dels av Åkerhusvegen og til dels litt nord for Tronesvegen.

Sonen er klassifisert i lav faregradsklasse med en poeng score på 17, alvorlig konsekvensklasse med en poeng score på 22 og i risikoklasse 3 med en poeng score på 1534. Klassifiseringen er sist oppdatert i 2005.

#### 2.1.2 Grunnundersøkelser

I forbindelse med utredningen av kvikkleiresonen er det våren 2015 utført grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene inkluderer resistivitetsmålinger, dreietrykksonderinger, CPTU-sondering samt laboratorietest på opptatte prøver. Grunnundersøkelsene er rapportert i egen rapport, ref. /2/.

#### 2.1.3 Feltbefaring

Det er ingen spor av erosjon i standsonen. Semsbekken nord i sonen ble befart 07.09.2015 av Øyvind Høydal og Heidi Hefre for å vurdere erosjonsforhold. Jernbanen går på fjell der hvor bekken krysses, og bekken er ledet gjennom banen i en fjelltunnel. Langs bekken i sonen ovenfor banen er det registrert lite erosjon. Det ble observert en gammel utglidning i høyre bekkeskråning ca. 50 m ovenfor banen, anslått til å være ca. 10 – 15 år gammel. Det er også observert en liten utglidning i den andre venstresvingen ca. 85 m i luftlinje nedenfor banen. Generelt vurderes elveskråningene å være stabile, de er lave og slake og inneholder mye stein. Det er også mye stein i bekkebunnen. Nedenfor banen er det beskyttende or på begge sider av bekkeleiet. Det vurderes å være *lite* erosjon i sonen med *noe* erosjon på ett punkt; ved utglidningen 85 m nedenfor banen.





*Figur 2 Utgliding i bekkeskråning ovenfor banen, anslått til 10 – 15 år gammel. Det er en god del stein i skråningene.*



*Figur 3 Elvebunn med mye stein og grovere materiale.*

## 2.2 Sone 877 Hove

### 2.2.1 Avgrensning og klassifisering

Kvikkleiresone 877 Hove dekker et areal på  $73408 \text{ m}^2 = 73 \text{ da}$ . Sonen er mot sørvest avgrenset av Hovselva. Sonen har en generell stigning mot nordøst, hvor sonen er avgrenset av antatt maksimal distanse til løснеområdet. I den nordvestlige del av sonen går jernbanen og sonen er avgrenset imiddelbart på den andre side av jernbanen.

Sonen er klassifisert i middels faregradsklasse med en poeng score på 21, alvorlig konsekvensklasse med en poeng score på 15 og i risikoklasse 3 med en poeng score på 1373. Klassifiseringen er sist oppdatert i 2005.

### 2.2.2 Grunnundersøkelser

I forbindelse med utredningen av kvikkleiresonen er det våren 2015 utført grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene inkluderer resistivitetsmålinger, dreietrykksonderinger, CPTU-sonderinger, poretrykkmålinger samt laboratorietest på opptatte prøver. Grunnundersøkelsene er rapportert i egen rapport, ref. /2/.

### 2.2.3 Feltbefaring

Sonen Hove ble befart av Øyvind Høydal og Heidi Hefre den 7.9.2015. Kvikkleiresonen er begrenset til oversiden (sørsiden) av banen og nordøstsiden av Hofselva (Hofselvas høyre bredde). Begge sider av elva ble befart og vurdert med tanke på erosjonsforhold. Øverst i sonen, i sørlig ende ovenfor fylkesveien er elvas yttersving erosjonssikret med stor stein. Dette er antagelig gjort for å sikre den bratte elveskråningen bak bolighus på Hofset. Nedenfor fylkesveien er terrenget slakt, og elveskråningene er lave og slake. Rett nedenfor en veldig krapp venstresving, i venstre elveskråning, er det en større utglidning. Denne er avbildet og omtalt i NVE rapport av 15.8.2005 (ref. /14/), og er antakelig utløst vinteren 04/05. Utglidningen er ca. 50 m bred og 10 m høy. Terrenget viser også en gammel skredgrop mellom denne utglidningen og jernbanen. Det er åpen leire i nedre del av sonen, i elvebunn er det blåleire som er meget fast. Det er avsatt en god del større stein i elveløpet og vannet i elva er klart. Generelt vurderes det å være noe erosjon i sonen. Begge de eldre utglidningene har skjedd i venstre elveskråning, altså på motsatt side for den eksisterende kvikkleiresonen.





*Figur 4 Utglidningen på oversiden av banen som er anslagsvis 10 år gammel.*



*Figur 5 Eldebunnen er leirig med mye avsatt stein og grus.*

## 2.3 Sone 893 Rinnan

### 2.3.1 Avgrensning og klassifisering

Kvikkleiresone 893 Rinnan dekker et areal på  $161921 \text{ m}^2 = 162 \text{ da}$ . Sonen er mot øst avgrenset av Rinnfossen og mot vest nær tettstedet Rinnan. Sonen er mot sør avgrenset av Rinnvegen og har generelt en helning mot nord hvor sonen er avgrenset ved bunnen av det hellende terreng.

Sonen er klassifisert i middels faregradsklasse med en poeng score på 19, alvorlig konsekvensklasse med en poeng score på 17 og i risikoklasse 3 med en poeng score på 1407. Klassifiseringen er sist oppdatert i 2005.

### 2.3.2 Grunnundersøkelser

I forbindelse med utredningen av kvikkleiresonen er det våren 2015 utført grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene inkluderer resistivitetsmålinger, dreietrykksonderinger, CPTU-sonderinger, poretrykkmålinger samt laboratorietest på opptatte prøver. Grunnundersøkelsene er rapportert i egen rapport, ref. /2/.

### 2.3.3 Feltbefaring

Det ble utført feltbefaring i kvikkleiresonen Rinnan av Øyvind Høydal og Heidi Hefre den 26.8.2015 for å vurdere erosjonsforhold i sonen. Mellom fylkesveien og jernbanen er Rinnfossen hvor Rinnelva går på fjell. Jernbanen krysser elva med bru, og her er venstre elvebredd muret opp og erosjonssikret (se Figur 6). Det er mye stein i elveløpet og det er flatt opp mot Rinnfossen med lave, slake elveskråninger. Det vurderes å være lite erosjon i kvikkleiresonen.





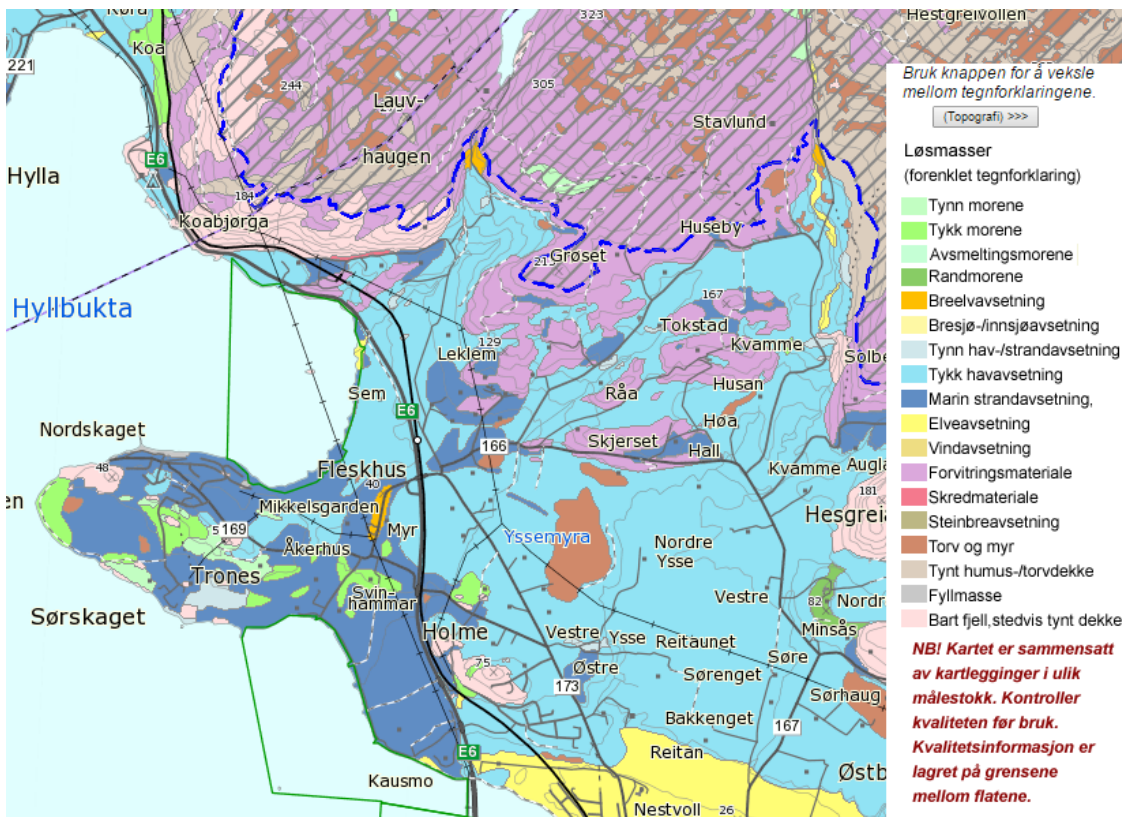
*Figur 6 Muren for jernbanebrua ses i øvre venstre del av bildet. Venstre elvebredd, som avgrenser kvikkleiresonen Rinnan, er murt opp med stor stein, mens høyre elvebredd er slak.*

### **3 Terreng og grunnforhold**

#### **3.1 Sone 554 Fleskhus**

I denne sonen går jernbanen oppe på toppen av skråningen, ca. 300-500 m øst for vannkanten ut mot Hyllbukta. I den nordlige del av sonen krysser jernbanen over Semsbekken som løper ut i Hyllbukta.

Sonen ligger under marin grense og ifølge NGUs løsmassekart er det indikert at området er dekket av tykk havavsetning, se Figur 7. Derfor er det mulig at massive masser av kvikkleire kan forekomme.



Figur 7. Løsmasser i området rundt sone 554 Fleskhus samt marin grense.  
<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

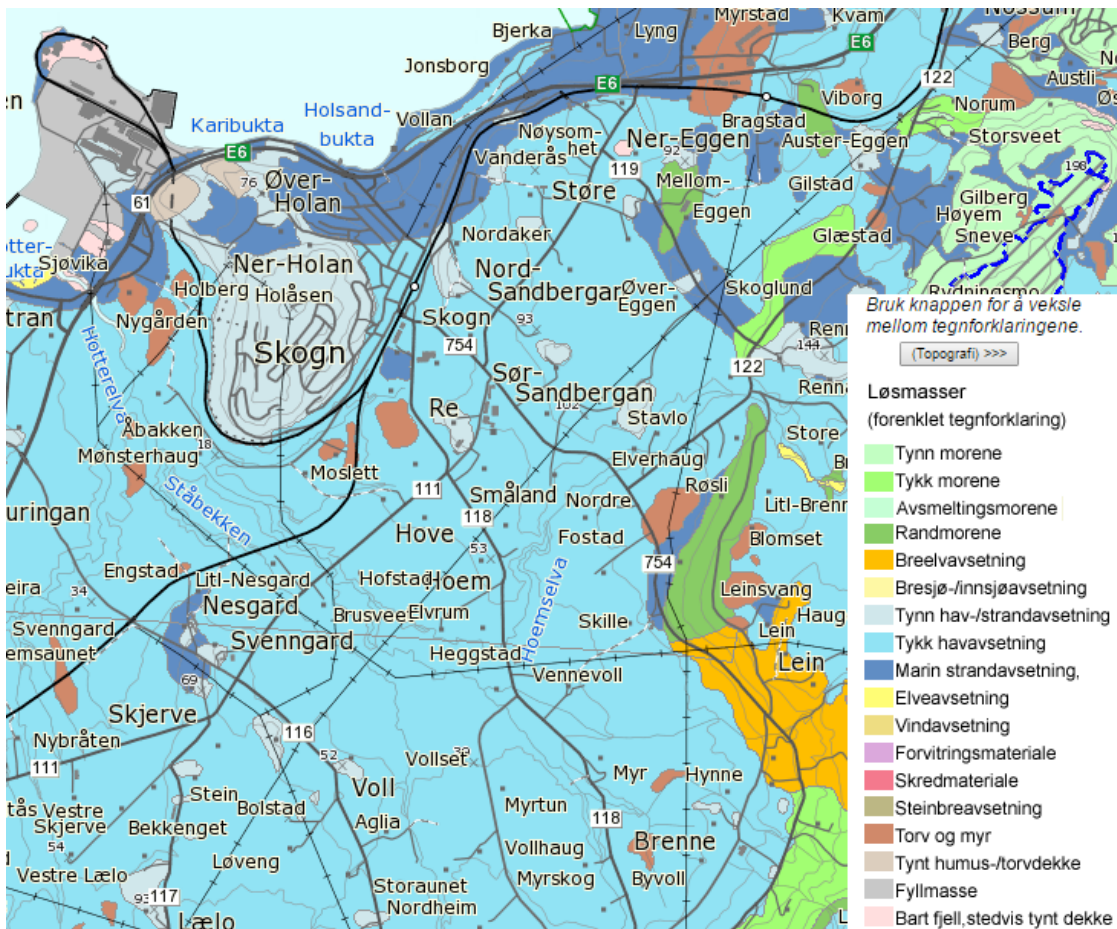
Grunnundersøkelsene som er utført, ref. /2/, inkluderer to borpunkter i sonen og begge dreietrykksonderinger indikerer kvikkleire og det er bekreftet i det ene borpunktet hvor det er tatt prøvetaking og utført laboratorieforsøk.

### 3.2 Sone 877 Hove

I denne sonen går jernbanen langs den nordlige avgrensning av sonen og i den nordvestlige del av sonen er det en skråning som går ned mot ravinen i området og i dette området krysser jernbanen over ravinen. Høydeforskjellen er ca. 10 m fra bekken og opp til utflatende terreng.

Det har tidligere gått mange kvikkleireskred i dette området, og skredaktiviteten har historisk sett vært høy. Sonen ligger under marin grense og ifølge NGUs løsmassekart er det indikert at området er dekket av tykk havavsetning, se Figur 8.





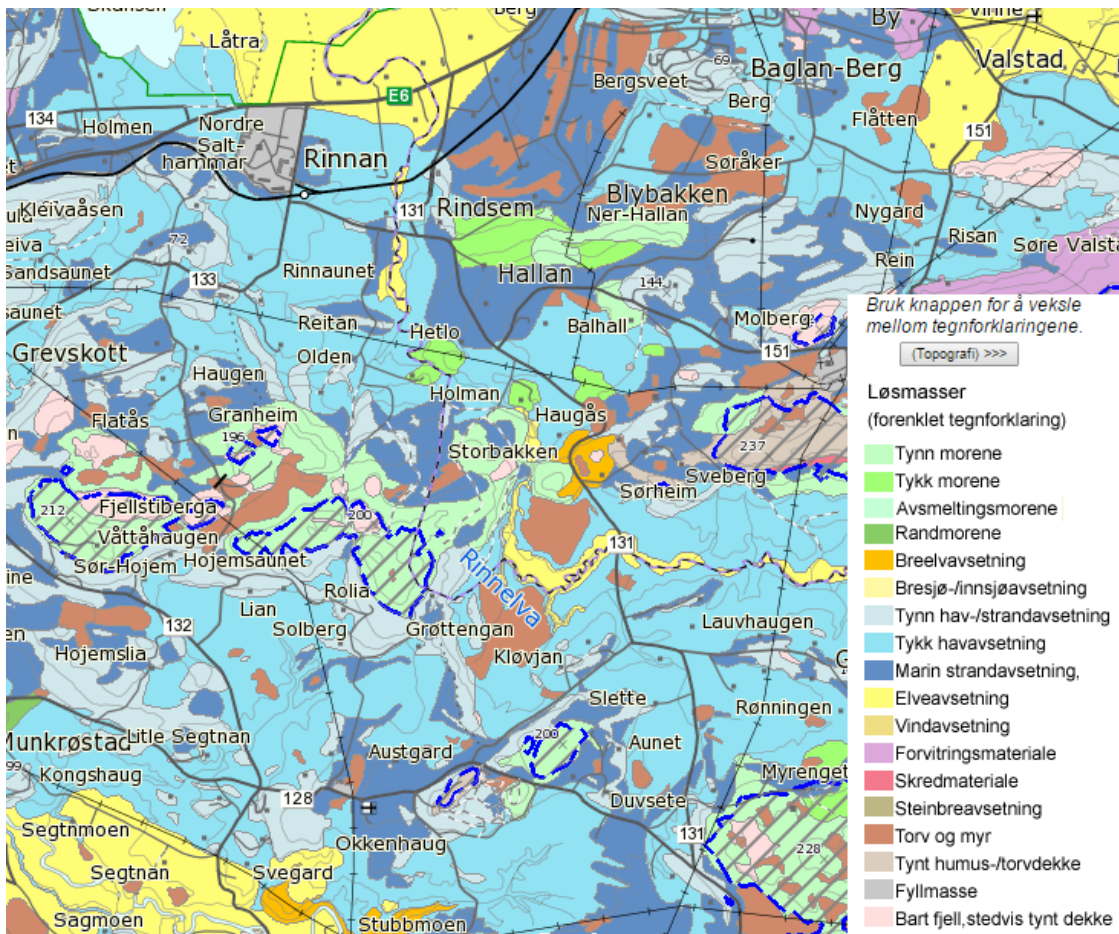
Figur 8. Løsmasser i området rundt sone 877 Hove samt marin grense. (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>)

Grunnundersøkelsene som er utført, ref. /2/, består av syv borpunkter og alle dreietrykksonderinger indikerer kvikkleire, hvilket er bekreftet i begge borpunktene hvor det er tatt prøvetaking og utført laboratorieforsøk.

### 3.3 Sone 893 Rinnan

Jernbanen krysser tvers gjennom sonen på et platå. På den sørlige side av jernbanen stiger terrenget og på den nordlige side faller terrenget. Høydeforskjellen mellom den nordlige del og den sørlige del av området er ca. 25 m. I den østlige del av området løper Rinnelva som avgrenser sonen.

Det har tidligere gått mange kvikkleireskred i dette området, og skredaktiviteten har historisk sett vært høy. Sonen avgrenses mot gammel rasgrop i sør. Sonen ligger under marin grense og ifølge NGUs løsmassekart er det indikert at området er dekket av tykk havavsetning, se Figur 9.



Figur 9. Løsmasser i området rundt sone 9893 Rinnan samt marin grense.  
 (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>)

Grunnundersøkelsene som er utført, ref. /2/, består av seks borpunkter og tre av dreie-trykksonderingene indikerer kvikkleire, herav to borpunkter nord for jernbanen og en enkelt sør for jernbanen. Fra prøvetaking og laboratorieforsøk er det funnet at borpunktet sør for jernbanen ikke inneholder kvikkleire, mens kvikkleire er bekreftet i det ene borpunktet nord for jernbanen hvor det er tatt prøvetaking og utført laboratorieforsøk.

## 4 Soneavgrensning og klassifisering

Basert på informasjonen nådd fra de supplerende grunnundersøkelser og befaring i felt er det foretatt en ny evaluering av soneavgrensning, samt ny vurdering av faregrad og konsekvens og dermed også risikoklasse.

I henhold til ref. /8/ deles klassifiseringen inn etter grensene etter poeng som det er angitt i Tabell 1.

Tabell 1 Klassifisering av faregrads-, konsekvens- samt risikoklasse

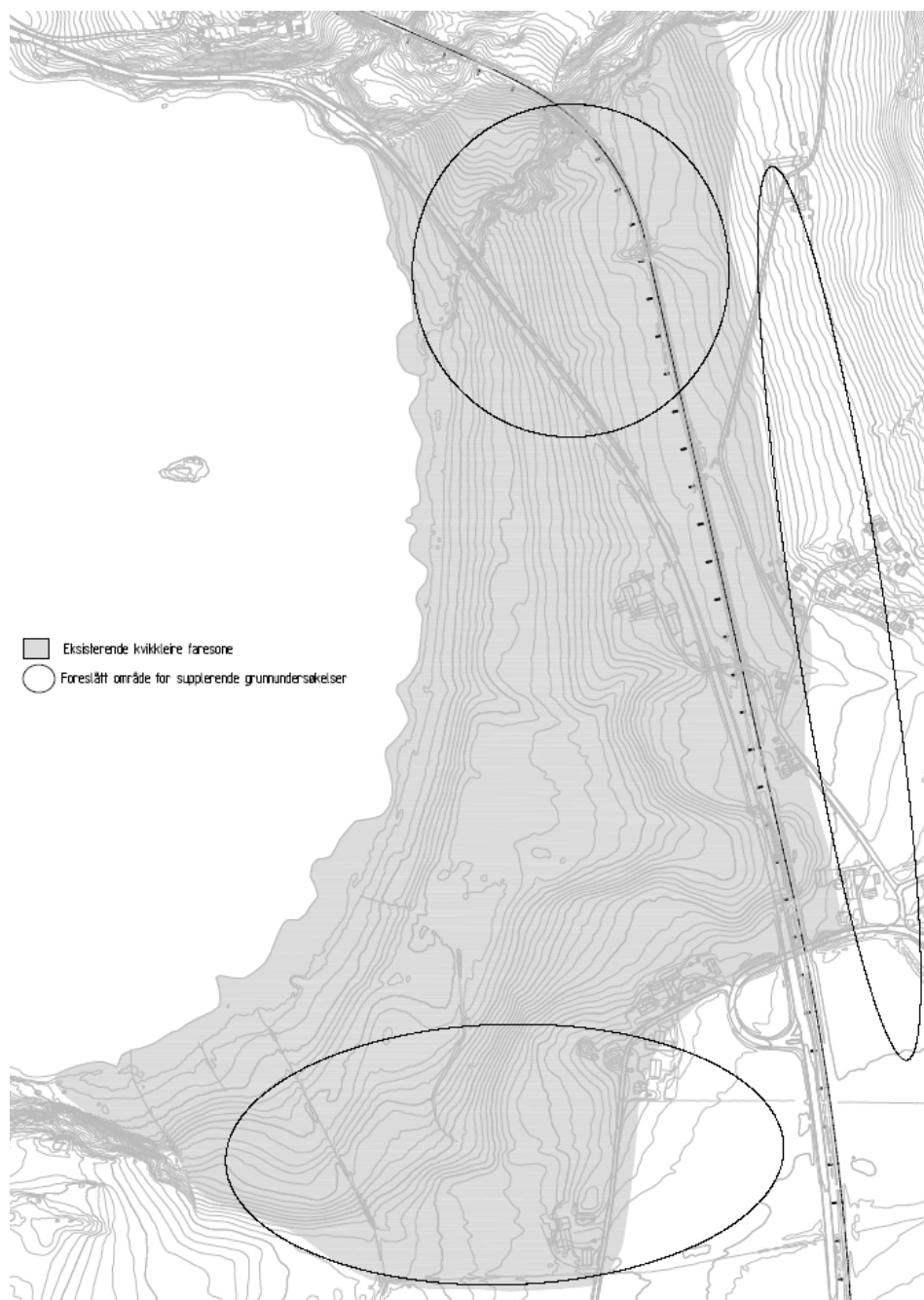
Faregradsklasse		Konsekvensklasse		Risikoklasse (= F%*K%)	
Klassifisering	Poeng	Klassifisering	Poeng	Klassifisering	Poeng
Lav	0 – 17	Mindre alvorlig	0 – 6	1	0 – 170
Middels	18 – 25	Alvorlig	7 – 22	2	171 – 630
Høy	26 – 51	Meget alvorlig	23 – 45	3	631 – 1900
F% = Poeng/51*100		K% = Poeng/45*100		4	1901 – 3200
				5	3201 – 10 000

### 4.1 Sone 554 Fleskhus

#### 4.1.1 Soneavgrensning

Sone 554 Fleskhus er mot vest avgrenset av Trondheimsfjorden og mot nord er sonen avgrenset av topografien og Semsbekken. Jernbane ligger på den øst siden av sonen. Det trenges flere grunnundersøkelser som grunnlag for enten å utvide eller å redusere sonegrenser. Borpunkt mot fjorden viser kvikkleire etter laboratorie forsøk. Punkt mot østsida av sonen, nærmere jernbanelinja, indikerer sprøbruddmateriale til ca. 10 m dybde. Det trenges supplerende grunnundersøkelser på nordsiden av sonen mot Semsbekke, på østsiden av jernbanlinja og på sørsiden av den eksisterende sonen for fullstendig gjennomføring av faresoneutredning.

Den eksisterende sonen er vist på Figur 10. Områder hvor flere grunnundersøkelser trenges er indikert.



Figur 10 Den eksisterende sone (grå) og områder (vist med svart linje) hvor flere grunnundersøkelser trenges for enten utvide eller å redusere sonegrenser.

## 4.1.2 Klassifisering

Skjema for evaluering av faregrad er angitt og utfylt i Tabell 2 og skjema for evaluering av konsekvens er angitt og utfylt i Tabell 3. Sonen er ikke evaluert for effekten av eventuelle anbefalte tiltak.



Tabell 2 Evaluering av faregrad, sone 554 Fleskhus

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				554 vektet
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	2
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	2
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	0
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0
Inngrep: forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	3
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten		
Sum		51	34	16	0	15
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	29%

Tabell 3 Evaluering av konsekvens, sone 554 Fleskhus

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				554 vektet
		3	2	1	0	
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	8
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	6
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen	6
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	2
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0
Sum poeng		45	30	15	0	22
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	49%

Hverken faregradsklassen, konsekvensklassen eller risikoklassen endres som følge av den revurderte evalueringen. Sonens klassifisering med lav faregradsklasse, alvorlig konsekvensklasse og risikoklasse 3 beholdes.

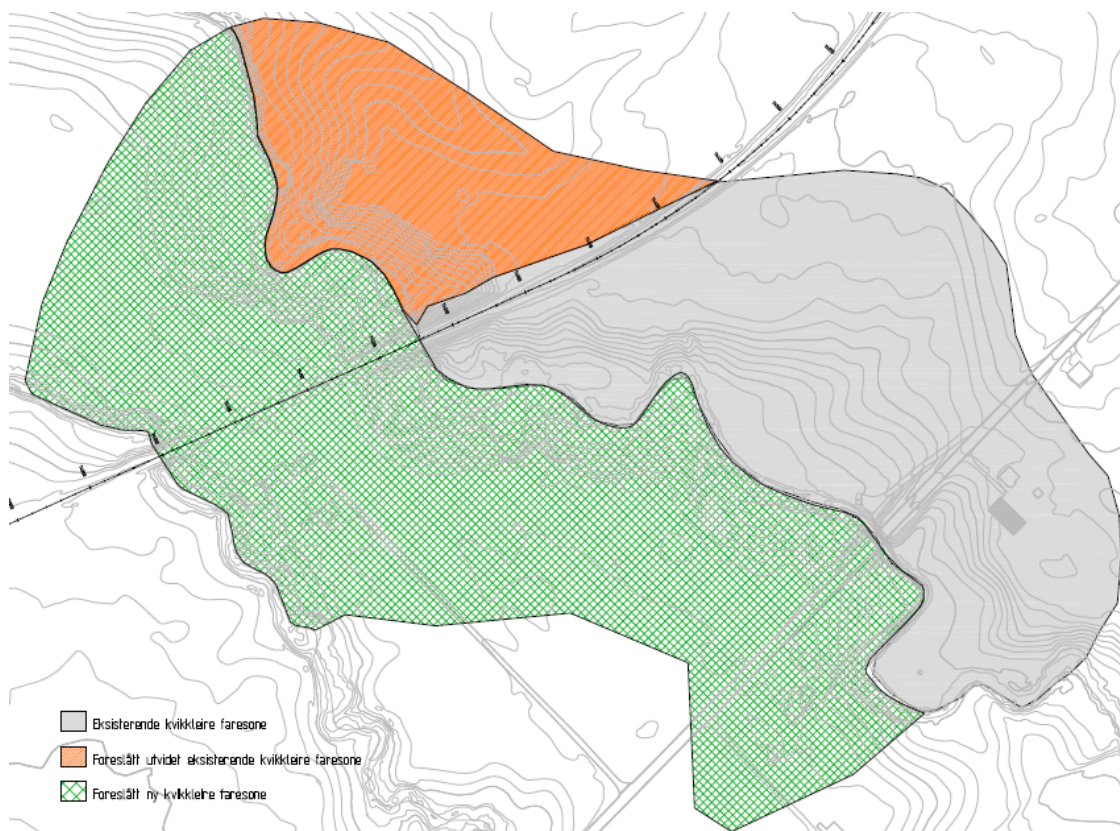
## 4.2 Sone 877 Hove

### 4.2.1 Soneavgrensning

Sone 877 Hove er mot sørvest avgrenset av Hovselva og mot nordvest er sonen avgrenset nær jernbanen. Basert på de utførte grunnundersøkelsene er det grunnlag for å utvide

sonegrensen mot sørvest, da borpunktene på denne side av elva indikerer kvikkleire og dette er bekreftet via laboratorieforsøk på opptatte prøver i et enkelt borpunkt. Det er også utført et enkelt borpunkt på den nordlige siden av jernbanen og også her er det funn av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Det er derfor også grunnlag for å utvide sonegrensen mot nordvest.

Det er følgelig foreslått å utvide den eksisterende sone mot nordvest, men at avgrensingen mot Hovselva beholdes. Det foreslås derfor å opprette en ny sone som dekker området på den sørvestlige side av Hovselva. Den eksisterende sone og forslag til utvidelse av denne samt forslag til ny sone er vist på Figur 11.



Figur 11 Den eksisterende sone (grå) er foreslått utvidet mot nordvest (oransje). Det er foreslått å opprette en ny sone på den sørvestlige side av elva.

#### 4.2.2 Klassifisering

Skjema for evaluering av faregrad er angitt og utfylt i Tabell 4 og skjema for evaluering av konsekvens er angitt og utfylt i Tabell 5. Sonen er ikke evaluert for effekten av eventuelle anbefalte tiltak.

Tabell 4 Evaluering av faregrad, sone 877 Hove

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				877 vektet
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	0
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	6
Poretrykk	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	-3
Overtrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	1
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	9
Inngrep:	3	forverring	Stor	Noe	Liten	6
	-3	forbedring	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	16	0	26
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	51 %

Tabell 5 Evaluering av konsekvens, sone 877 Hove

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				877 vektet
		3	2	1	0	
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	4
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen	6
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2
Sum poeng		45	30	15	0	15
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	33 %

Faregradsklassen er foreslått endret fra middels til høy, mens hverken konsekvensklassen eller risikoklassen endres som følge av den revurderte evalueringen.

## 4.3 Sone 893 Rinnan

### 4.3.1 Soneavgrensning

Sone 893 Rinnan er mot nordvest avgrenset av Rinnfossen. Jernbanelinjen går på nordsiden av sonen. Grunnundersøkelser som ble gjennomført viser kvikkleire på nordsiden av sonen (dvs. nordsiden av jernbanelinjen), dette er bekreftet med laboratorieforsøk.

Sørsiden av sonen og østsiden over Rinnfossen viser ikke sprøbruddmateriale i følge laboratorieforsøk. På sørsiden av sonen, viser ERT målinger et tynt lag av sedimenter (leire til ca. 5-10 m over grus eller fjell) og laboratorieforsøk bekrefter at det er ikke kvikkleire. Kvikkleiresonen kan dermed reduseres på sørsiden og utvides på nordsiden hvor ERT målinger indikerer tykke lag av sprøbruddmateriale. Sørgrensen av kvikkleiresonen er redusert iht. løsneområder estimert i kap. 8.3, selv om det er ikke kvikkleire der. Likevel området kan være involvert i et eventuelt skred. På nordøstsiden er sonen utvidet mot Rinnfossen.

Den eksisterende sonen er vist på Figur 12. De anbefalte grensene til sonen er indikert.



Figur 12 Den eksisterende sone (grå) og de anbefalte grensene (oransje) for å redusere sonen mot sør og å utvide sonen mot nord.

### 4.3.2 Klassifisering

Skjema for evaluering av faregrad er angitt og utfylt i Tabell 6 og skjema for evaluering av konsekvens er angitt og utfylt i Tabell 7. Sonen er ikke evaluert for effekten av eventuelle anbefalte tiltak.

Tabell 6 Evaluering av faregrad, sone 893 Rinnan

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				893 vektet
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	0
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	2
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	0
	Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50) -(0 – 20)		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	6
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	3
Inngrep: forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	-6
	forbedring	-3	Stor	Liten		
Sum		51	34	16	0	10
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	20 %

Tabell 7 Evaluering av konsekvens, sone 893 Rinnan

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				893 vektet
		3	2	1	0	
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	4
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen	6
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	4
Sum poeng		45	30	15	0	17
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	38 %

Faregradsklassen endres til lav. Konsekvensklassen eller risikoklassen endres ikke som følge av den nye evalueringen.



## 5 Sikkerhetskrav

I dette prosjektet er det bestemt å bruke NVEs veileder, ref. /1/, til vurdering av kvikkleiresoner, dette inkluderer sikkerhetskravene fra NVE. Den følgende forklaringen trekkes ut fra ref. /3/:

*I dette prosjektet er det avklart mellom JBV og NGI at NVEs veileder for områdestabilitet skal følges for vurdering av nødvendig tiltak basert på dagens situasjon, selv om NVEs veileder i utgangspunktet er rettet mot arealplaner og byggesaker og ikke for eksisterende anlegg. Det er dog noe uklart hvilken tiltakskategori man skal operere med, all den tid det ikke er snakk om noe tiltak i denne sammenheng, men om sikring av eksisterende infrastruktur. Det presiseres at dersom det skal prosjekteres tiltak som kan forverre stabilitetsforholdene, må Plan og Bygningsloven samt JBV's regelverk for dimensjonerende belastning følges.*

For beregningsprofiler hvor beregnet sikkerhet er dårligere enn angitt i NVE's retningslinjer, ref. /1/, er det beregnet stabiliserende tiltak. Stabilitetsforbedrende tiltak er i utgangspunktet påkrevet dersom beregnet materialfaktor for dagens situasjon er mindre enn 1,4 (for drenert og/eller udrenert analyse).

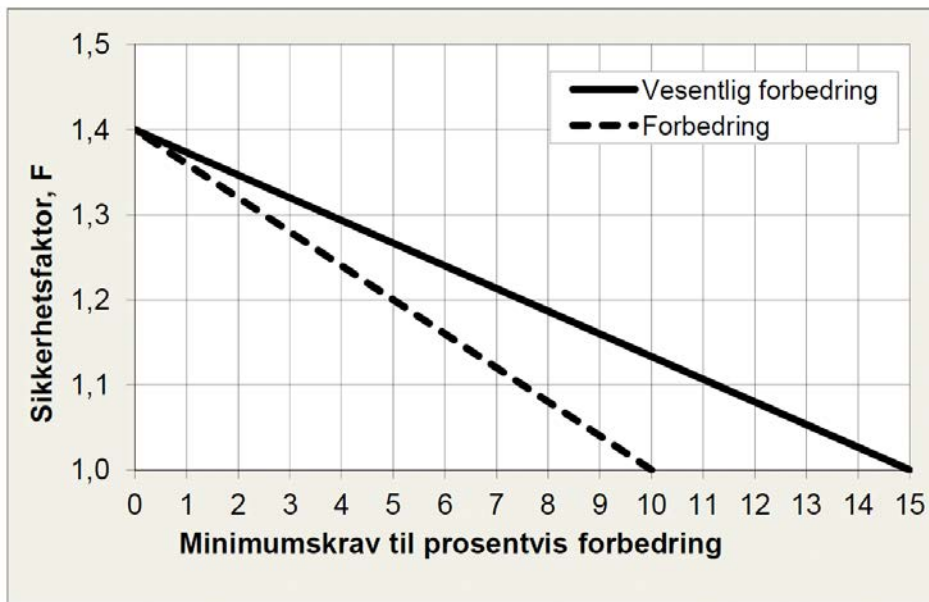
Generelt vil tiltak for å oppnå materialfaktor så høy som 1,4 med utgangspunkt i lave beregnede verdier for dagens situasjon, bli meget omfattende. Det er derfor tatt utgangspunkt i alternativt krav til stabilitetsforbedrende tiltak angitt i ref. /1/. Alternativt til å oppnå en materialfaktor 1,4 kan det aksepteres en viss forbedring av skråningsstabiliteten, bestemt ut fra beregnet verdi på materialfaktor for dagens situasjon. Dette anses å være tilfredsstillende, selv om resulterende skråningssikkerhet fortsatt er mindre enn 1,4 etter tiltak. Bakgrunnen for dette er at en slik forbedring kan anses å være "reell", i motsetning til en beregnet materialfaktor for dagens situasjon, som uansett nominell verdi vil være beheftet med usikkerhet.

NVE's retningslinjer skiller mellom henholdsvis "*forbedring*" og "*vesentlig forbedring*" av materialfaktoren:

- *Forbedring* innebærer at for en skråning som i dag har beregnet materialfaktor lik 1,0 skal tiltak øke beregningsmessig sikkerhet med 10 %. For høyere verdi av materialfaktoren mellom 1,0 og 1,4 avtar kravet til stabilitetsforbedring lineært, slik at for beregnet materialfaktor for dagens situasjon lik 1,4 kreves det ingen økning.
- *Vesentlig forbedring* vurderes tilsvarende, med den forskjell at for beregningsmessig sikkerhet lik 1,0 kreves det 15 % forbedring sammenliknet med dagens situasjon.

For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet må stabilitetsanalysene altså dokumentere:

- a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet  $F \geq 1,4$  eller
- b) Prosentvis forbedring hvis  $F < 1,4$ , se Figur 13.



Figur 13 Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser (ref. /1/)

Kravene til forbedring av kritiske glideflater med sikkerhet under 1,4 avhenger av faregraden og tiltakskategori, ref. /1/. En tiltakskategori gjelder ikke i denne rapporten siden den gjelder eksisterende infrastruktur. I denne rapporten er det antatt at den prosentvise forbedring skal oppfylle kravene til "vesentlig forbedring" for sone Hove. For soner Fleskhus og Rinnan skal den prosentvise forbedring oppfylle kravene til "forbedring".

## 6 Grunnlag for stabilitetsberegninger

For dette prosjekt er det utført 15 dreietrykksonderinger, 11 CPTU-sonderinger, prøveserier ved seks lokasjoner og installert poretrykkmålinger ved to lokaliteter. I tillegg er det utført resistivitetsmålinger (ERT) langs 10 profiler og seks ut av de 11 CPTU-sonderinger er utført som RCPTU-sonderinger, dvs. resistiviteten er også målt ved sonderingene. Borplan er vist på Tegning 010, Tegning 011 og Tegning 012 for henholdsvis sone 554 Fleskhus, 877 Hove og 893 Rinnan. Grunnundersøkelsene er rapportert i egen rapport, ref. /2/.

### 6.1 Tolkning av lagdeling

Lagbestemmelsen for de enkelte borhullene er gjort ved en kombinert vurdering av data fra resistivitetsmålinger, dreietrykksonderinger, CPTU-sonderinger samt resultater fra laboratorieanalyse av prøveserier. Adskillelse mellom kvikkleire/sprøbruddmateriale og leire er bestemt ved sensitivitet og omrørt skjærfasthet, som definert i ref. /1/. Sekundært

er poretrykksresponsen (høy Bq) fra CPTU-sonderingene vurdert som indikasjon på graden av sensitivitet.

Tolkning av lagdelingen er ofte beheftet med en viss usikkerhet. Ofte kan prøvetaking vi at antakelse om sensitiv-/kvikkleire basert på dreietrykksondering er noe konservativ. I tilfeller hvor for eksempel dreietrykksondering ikke gir økende boremotstand i dybden, og hvor det ikke er opptatt jordprøver som kan verifisere materialtypen, vil en konservativ vurdering som regel tilsi at det antas sensitiv-/kvikkleire.

Lagdelingen for hvert enkelt beregningsprofil er beskrevet i kapittel 7.

## 6.2 Forekomst av sprøbruddmateriale

Tolkningen av forekomst av sprøbruddmateriale i borpunktene innenfor sonene 554 Fleskhus, 877 Hove og 893 Rinnan er oppsummert i Tabell 8 – Tabell 10. Det er gjort en vurdering av mulig forekomst av sprøbruddmateriale for hvert enkelt borpunkt, med angivelser som følger:

- ● "Påvist": Prøveserier bekrefter at det er sprøbruddmateriale i punktet.
- ● "Sannsynlig": Tolkning tilsier at det må antas sprøbruddmateriale i punktet.
- ● "Mulig": Det kan ikke sees helt bort fra muligheten for sprøbruddmateriale i punktet, men tolkning tilsier at det trolig ikke er sprøbruddmateriale.
- ● "Lite sannsynlig": Prøver viser at det ikke er sprøbruddmateriale i punktet, eller tolkning av soneringsdata tilsier at det sannsynligvis ikke er sprøbruddmateriale.

Tabell 8 Borpunkter i sone 554 Fleskhus med antatt beliggenhet av sprøbruddmateriale og vurdering av mulig forekomst av sprøbruddmateriale ("kvikkleire") i borpunktene

Punkt	Profil	Terreng	Antatt ok. sprøbruddmateriale	Antatt berg	Mektighet løsmasser	Kvikkleire?	Kommentar
[Nr.]	[Nr.]	[kote]	[kote]	[kote]	[m]	[-]	[-]
1	A	+9,33	+1,00	-	> 20	Påvist	Prøver dybde 9,0 – 11,0 m
2	A	+25,63	+20,00	-	> 20	Sannsynlig	ERT profil



Tabell 9 Borpunkter i sone 877 Hove med antatt beliggenhet av sprøbruddmateriale og vurdering av mulig forekomst av sprøbruddmateriale ("kvikkeleire") i borpunktene

Punkt	Profil	Terreng	Antatt ok. sprøbruddmateriale	Antatt berg	Mektighet løsmasser	Kvikkleire?	Kommentar
[Nr.]	[Nr.]	[kote]	[kote]	[kote]	[m]	[-]	[-]
1	-	+21,43	+8,43	-	> 20	Sannsynlig	
2	C	+22,01	+7,01	-	> 20	Sannsynlig	
3	B	+22,23	+12,23	-	> 20	Påvist	Prøver dybde 12,2 - 15,6 m
4	-	+23,27	+8,27	-	> 30	Sannsynlig	
5	C	+22,36	+16,36	-	> 20	Sannsynlig	
6	C	+15,49	+11,99	-	> 15	Sannsynlig	
7	A	+21,90	+9,90	-	> 20	Påvist	Prøver dybde 12,2 - 13,6 m

Tabell 10 Borpunkter i sone 893 Rinnan med antatt beliggenhet av sprøbruddmateriale og vurdering av mulig forekomst av sprøbruddmateriale ("kvikkeleire") i borpunktene

Punkt	Profil	Terreng	Antatt ok. sprøbruddmateriale	Antatt berg	Mektighet løsmasser	Kvikkleire?	Kommentar
[Nr.]	[Nr.]	[kote]	[kote]	[kote]	[m]	[-]	[-]
1	-	11,27	-	+0,00	> 20	Lite sannsynlig	Prøver dybde 5,0 – 7,0 m
2	-	22,06	-	+10,00	10	Lite sannsynlig	ERT profil
3	-	21,64	-	+5,00	10	Lite sannsynlig	ERT profil
4	-	11,61	-	+0,00	10	Lite sannsynlig	ERT profil
5	A	11,28	+7,50	-	> 20	Påvist	Prøver dybde 7,0 – 10,0 m
6	A	3,18	+2,50	-	> 20	Sannsynlig	ERT profil

## 6.3 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Det ble utført poretrykkmålinger ved to lokaliteter: borpunkt 3 i sone 877 Hove og borpunkt 1 i sone 893 Rinnan.

### 6.3.1 Sone 877 Hove, borpunkt 3

Borpunkt 3 ligger ved kote +22,23 på toppen av skråningen på den vestlige del av ravinen. Poretrykksmålere er installert i 5 m og 15 m dybde, og avlesninger er henholdsvis 35 kPa og 110 kPa. Målt poretrykksgradient i dybdeintervallet er 7,5 kPa/m. I tolkningen av CPTU-sonderingene og i beregningene er det antatt at poretrykket på

toppen av alle skråningene har samme forhold med hydrostatisk økning under 15 m dybde.

### 6.3.2 Sone 893 Rinnan, borpunkt 1

Borpunkt 1 ligger ved kote +11,30 på toppen av skråningen mot Rinnfossen, på den vest siden av bekken. Poretrykkmålere er installert i 5 m dybde, og gjennomsnitt avlesninger er til en maksimum verdi av 39 kPa. Målt poretrykksgradient er antakelig ca. 10 kPa/m (i.e. hydrostatisk variasjon). I tolkningen av CPTU-sonderingene og i beregningene er det antatt at grunnvannstand ligger på 1 m dybde og øker hydrostatisk med dybde.

## 6.4 Kvalitet på undersøkelserne

### 6.4.1 ERT-målinger

Tabell 11 oppsummerer RMS-feilene for inversjonene av rådataene. Verdiene er gjennomgående lave, som betyr at datakvaliteten er god. For nærmere informasjon henvises til ref. /2/.

Tabell 11 Normalisert RMS-feil og best iterasjon for de 10 modellene

Profil	Resistivitet RMS-feil [%]	Iterasjon
554_1	2,27	3
877_1	1,74	4
877_2	1,37	3
877_3	2,86	4
877_4	1,19	4
893_1	3,81	4
893_2	4,41	4
893_3	4,00	3
893_4	4,14	4
893_5	3,03	3

### 6.4.2 CPTU-sonderinger

Kvaliteten av CPTU-sonderingene er evaluert basert på ref. /9/. Den er oppsummert i Vedlegg B med angitte anvendelsesklasser. Kvaliteten for spissmotstand, sidefriksjon og poretrykk gir klasse A1 i nesten alle de ni sonderingene, unntak fire sonderinger som viser klasse A2 for spissmotstand og en sondering som viser klasse A2 for poretrykk. Stanghelning plasserer sonderingen i anvendelsesklasse A1.

Alle sonderingene har mer enn 2° helning i bunnen av sonderingen, grunnet at sonderingene føres til stor dybde. Ved tolkning av CPTU er det ikke korrigert for dette avviket, da det anses som ubetydelig i relevante dybder (0 m – 20 m). For referanse er helningen i nederste måling av CPTU-sonderingene angitt i Tabell 12.

Tabell 12 Helning i bunnen av sonderingen

Sone [-]	554		877			893		
Borpunkt [-]	1	2	3	6	7	1	3	5
Helning [°]	5,61	2,81	7,80	4,32	6,61	3,98	4,26	3,15

Ved kontinuerlig bruk av målesondene bør kalibrering utføres hver 6. måned. Tabell 13 viser siste kalibreringsdato for CPTU-sondene og for hvilke borpunkter sondene er anvendt. Trykksonderingene ble utført i mai og juni 2015, dvs. at sonde 4648 har gått mer enn 1,5 år over kalibreringsdato. En gjennomgang av de aktuelle punktene sonde 4648 er brukt i viser ingen tegn til spesielle avvik, og tolkning av disse sonderingene skiller seg ikke særskilt fra de øvrige.

Tabell 13 Kalibreringsdato for CPTU-målesondene

CPTU-sonde	Kalibreringsdato	554	877			893		
		1	2	3	6	7	1	3
4648	16.08.2013		X	X	X			
4690	25.11.2014	X		X		X	X	X

For sonderingene utført i sone 877 Hove er det notert at poretrykksresponsen ikke viser troverdige resultater og dette kan indikere at det har vært uregelmessigheter i metningen av poretrykksmåleren i denne sone. Styrketolkning i denne sonen tar dette i betraktning.

### 6.4.3 Treksialforsøk

Sammenstilling av treksialforsøk finnes i ref. /2/. Det er utført fem treksialforsøk og prøve kvaliteten som evaluert i ref. /2/ er angitt i Tabell 14.

Tabell 14 Evaluering av prøve kvalitet for treksialforsøkene

Borpunkt	Prøvekvalitet
554 – 1	Dårlig
877 – 3	Veldig god til utmerket
877 – 7	God til brukbar
893 – 3	Veldig god til utmerket
893 – 5	God til brukbar

Ved styrketolkningen er det tatt hensyn til prøve kvaliteten.

Prøvene er konsolidert anisotrop til estimerte in-situ spenninger med basis i resultater fra CPTU trykksonderinger og tolking av dreietrykksonderinger. De ble således estimert før resultater fra poretrykksmålinger og forsøk på prøver var gjennomført (hvilket er normalt). Effektivspenningene prøvene er konsolidert til, er noe lavere (opp til 10%) enn de estimerte in situ verdiene basert på alle resultater fra grunnundersøkelsene (i første

rekke poretrykksmålinger og romvektsmålinger). Dette medfører at in situ styrke antakelig er noe høyere enn verdiene målt fra treaksialforsøkene, noe også tolkingen fra trykksonderingene /CPTU) indikerer.

#### 6.4.4 Ødometerforsøk

Sammenstilling av ødometerforsøk finnes i ref. /2/. Det er utført tre ødometerforsøk og prøve kvaliteten som evaluert i ref. /2/ er angitt i Tabell 15.

Tabell 15 Evaluering av prøve kvaliteten for ødometerforsøkene

Borpunkt	Prøvekvalitet (NVE)	Prøvekvalitet (SVV)
554 – 1	Forstyrret	Dårlig
877 – 3	Akseptabel	God-bra
893 – 5	Akseptabel	Dårlig

Selv om kvaliteten på forsøkene ser ut til å være dårlig etter kriteriene gitt i NVE/SVV sine retningslinjer så ser forsøkene ut til å gi rimelig gode, tolkbare og troverdige resultater.

## 6.5 Tolking av laboratorieforsøk

### 6.5.1 Treaksialforsøk

Udrenert peak-skjærstyrke tolket i ref. /2/ er angitt i Tabell 16.

Tabell 16 Tolking av udrenert peak-skjærstyrke fra treaksialforsøk

Borpunkt	Dybde	$S_{u\ peak}^A$
[-]	[m]	[kPa]
554 – 1	9,33	35,3
877 – 3	12,43	48,6
877 – 7	12,18	42,4
893 – 3	2,26	66,9
893 – 5	7,34	26,6

Udrenert peak-skjærstyrke tolket fra treaksialforsøkene er anvendt i tolking av styrkeprofil basert på tolking av CPTU-sonderingene.

Treaksialforsøkene er utført i leiremateriale og drenerte parametere for dette materiale er likeledes tolket fra treaksialforsøkene. Tolkingen av de drenerte parametere er basert på udrenerte peak-skjærstyrke. Tolkingen av de forskjellige treaksialforsøk er vist i Vedlegg A. De tolkede drenerte parametere i form av friksjonsvinkel og kohesjon er angitt i Tabell 17.

Tabell 17 Tolkning av drenert parametere fra treksialforsøk

Borpunkt	Dybde	$\varphi'$	$c'$
[-]	[m]	[°]	[kPa]
554 – 1	9,33	23,9	3
877 – 3	12,43	26,9	3
877 – 7	12,18	24,2	3
893 – 3	2,26	39,8	3
893 – 5	7,34	25,5	3

Det er notert at den effektive friksjonsvinkel tolket fra treksialforsøket i borpunkt 3 i sone 893 Rinnan ikke gir en verdi representativt for leire materialet og det skyldes antakeligvis at prøvematerialet er tilnærmet tørrskorpe, da forsøket er foretatt på en jordprøve fra 2,26 m dybde.

## 6.5.2 Ødometerforsøk

Forsøkene gir en god indikasjon på forkonsolideringstrykk,  $p_c'$ , og sammen med estimerte in situ overleiringsstrykk, er det mulig å tolke verdier for overkonsolidering, OCR.

Forkonsolideringstrykk og overkonsolidering tolket i ref. /2/ er angitt i Tabell 18.

Tabell 18 Tolkning av ødometerforsøk

Borpunkt	Dybde	$p_c'$	OCR
[-]	[m]	[kPa]	[-]
554 – 1	9,50	105	1,4
877 – 3	12,39	145	1,4
893 – 5	7,50	90	1,1

Ved tolkning av tidligere terreng er det forsøkt å gjøre en realistisk antakelse med grunnlag i både ødometerforsøk, topografi og geologisk historie.

## 6.6 Udrenert skjærfasthet

### 6.6.1 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderinger

Det er utført CPTU-sondering i 11 borpunkter. Tolkning av aktiv udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderingene er vist i Vedlegg B. Udrenerte styrkeparametre er tolket og estimert ut fra samlet bruk av informasjon fra CPTU-sonderinger basert på korrelasjoner fra ref. /4/, målte poretrykk i felten, laboratorieresultater (resultater fra rutineundersøkelser, treksforsøk og plastisitetsgrenser) og dreietrykksonderinger. I tillegg er topografiske forhold benyttet for vurdering av overkonsolidering, bl.a. ut fra antatt nederosjon av tidligere havbunn.

For kvikkleire vil ofte rutineundersøkelser vise forstyrrede egenskaper for prøver, derfor kan resultatene spesielt fra rutineundersøkelser fall under anbefalt styrkeprofil.

### 6.6.2 Tolkning av udrenert skjærfasthet basert på SHANSEP-metoden

I områder uten CPTU-sonderinger er det beregnet udrenert skjærfasthet på basis av den såkalte SHANSEP-metoden, ref. /5/. Det innebærer at forkonsolideringsnivå og dagens *in-situ* spenninger benyttes for å estimere skjærfasthetens variasjon med dybden. Poretrykket i grunnen har derved også betydning. Alle CPTU'ene og ødemeterforsøk er tolket med hensyn på OCR og samlet er dette hovedgrunnlaget for OCR tolkning i området.

Aktiv skjærfasthet i overkonsolidert leire,  $s_{u,OCR}^A$  er beskrevet ved følgende sammenheng:

$$s_{u,OCR}^A = 0,3 p_0' OCR^{0,75}$$

hvor  $OCR = p_c'/p_0'$   
 $p_0'$  = effektivt overlageringstrykk *in-situ* (dvs. totaltrykk minus poretrykk)  
 $p_c'$  = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå (evt. inkludert "ageing"-effekt; her er generelt benyttet en "ageing"-faktor på 1,2)

Normalkonsolidert leire (dvs. for områder uten større tidligere overlagering av masser enn dagens terrengnivå) vil erfaringsmessig ha følgende udrenerte minimums-skjærfasthet,  $s_{u,NC}^A$ :

$$s_{u,NC}^A = 0,3 p_0'$$

### 6.6.3 ADP-forhold

I dette prosjektet er det kun utført aktive triaksialforsøk og ingen passive triaksialforsøk eller direkte skjærforsøk (DSS). Anisotropiforholdene angitt i Tabell 19 er anbefalt av NIFS, ref. /6/, hvor karakteristisk udrenert skjærfasthet  $s_u^D$  (direkte) og  $s_u^P$  (passiv) beregnes med bruk av  $s_u^A$  (aktiv).

Tabell 19 Anbefalt anisotropifaktorer, ref. /6/

$I_p$	$s_{uD}/s_{uA}$	$s_{uP}/s_{uA}$
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p > 10 \%$	$0,63+0,00425*(I_p-10)$	$0,35+0,00375*(I_p-10)$

Målte plastisitetsindeks,  $I_p$ , fra rutineundersøkelsene er listet i Tabell 20 hvor det også er angitt om det er målt i kvikkleire/sprøbruddmateriale eller ikke-sprøtt materiale.

Tabell 20 Målte verdier av plastisitetsindeks fra rutineundersøkelsene

Sone	Borpunkt	Prøvenr.	Materiale	$I_p$
554	1	2	Kvikk	10,7
877	3	3	Sprøtt	10,0
893	3	1	Ikke-sprøtt	16,2
893	5	1	Kvikk	5,3

Prøvene med påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale har gjennomsnittlig  $I_p$ -verdi av 8,67 % og ikke-sprøtt materiale har gjennomsnittlig  $I_p$ -verdi av 16,2 %. Disse verdier brukes i Tabell 19 for å beregne ADP-verdiene. De beregnede ADP-verdiene er vist i Tabell 21.

I sprøbruddmateriale er det også gjort en reduksjon med 15 % av karakteristisk aktiv skjærfasthet i henhold til NVE's veileder, ref. /1/, pga. at det karakteristiske aktive strykeprofil er tolket du fra korrelasjon mellom blokkprøver og CPTU-sonderinger.

Tabell 21 Anisotropiforhold anbefalt av NIFS (ref. /6/) ut fra laboratorieresultater for  $I_p$

	Aktiv ( $s_u^A$ )	Direkte ( $s_u^D$ )	Passiv ( $s_u^P$ )
Kvikkleire/sprøbruddmateriale	0,85	0,63	0,35
Leire	1,00	0,65	0,37

Beregningen av anbefalte anisotropiforhold som presentert i Tabell 21 er basert på et begrenset grunnlag, da det kun er bestemt fire plastisitetsindeks fordelt på forskjellig materiale og forskjellige soner. I beregningene er det derfor valgt å benytte anisotropiforholdene gitt i Tabell 22 basert på erfaringsgrunnlag.

Tabell 22 Anisotropiforhold benyttet i stabilitetsberegningene

	Aktiv ( $s_u^A$ )	Direkte ( $s_u^D$ )	Passiv ( $s_u^P$ )
Kvikkleire/sprøbruddmateriale	0,85	0,65	0,35
Leire	1,00	0,70	0,40

## 6.7 Drenert skjærfasthet

Ut fra tolkning av treaksialforsøkene omtalt i avsnitt 6.5.1 er følgende effektivspenningsparametere for leirematerialet (uansett om det er ikke-sprøtt eller sprøbruddmateriale) anvendt i beregningene:

$$\begin{aligned} \text{Effektiv friksjonsvinkel } (\phi'): & \quad 25^\circ \\ \text{Kohesjon } (c'): & \quad 3 \text{ kPa} \end{aligned}$$

For øvrig er det slik at for tørrskorpe og eventuelt steinfylling benyttes det effektivspenningsparametere uansett drenert eller udrenert analyse. Det er kun for leiremateriale at udrenert skjærstyrke benyttes.

Det er benyttet erfaringsparametere for drenert skjærstyrke av steinfylling og tørrskorpemateriale.

**Motfyllinger** av stein er modellert med følgende parametere:

Effektiv friksjonsvinkel ( $\phi'$ ):	42°
Kohesjon ( $c'$ ):	0 kPa
Total romvekt ( $\gamma_{tot}$ ):	19 kN/m <sup>3</sup>

For **tørrskorpemateriale** er følgende drenerte benyttet:

Effektiv friksjonsvinkel ( $\phi'$ ):	32-33°
Kohesjon ( $c'$ ):	0 kPa
Total romvekt ( $\gamma_{tot}$ ):	19 kN/m <sup>3</sup>

For **leirig silt / siltig leirig sand** er følgende drenerte benyttet:

Effektiv friksjonsvinkel ( $\phi'$ ):	33°
Kohesjon ( $c'$ ):	0 kPa
Total romvekt ( $\gamma_{tot}$ ):	19 kN/m <sup>3</sup>

## 7 Stabilitetsvurderinger

Det er utført stabilitetsberegninger langs profilene som er antatt å være de mest kritiske snitt for sonene. I sone 554 Fleskhus er det valgt to beregningsprofiler, i sone 893 Rinnan er det valgt ett beregningsprofil og i sone 877 Hove er det valgt tre beregningsprofiler. Beliggenhet av lengdeprofiler for stabilitetsberegningene er vist på Tegning 010, Tegning 011 og Tegning 012 for henholdsvis sone 554 Fleskhus, 877 Hove og 893 Rinnan.

Stabilitetsberegningene er utført med Geosuite Stability, beregningsmetode Beast 2003, ref. /7/.

I flere profiler viser beregningsprogrammet at det er potensielle grunne glideflater i tørrskorpen som har materialfaktor under 1,00 som betyr at de bratteste deler av skråningene har lav stabilitet i dagens situasjon. Siden denne rapporten omfatter fare for kvikkleireskred og er utført i henhold til NVE's kvikkleire veileder, er disse glideflatene ikke inkludert i vurderingen av stabiliserende tiltak, siden de ikke omfatter kvikkleire.

### 7.1 Sone 554 Fleskhus, profil A

Profil A er plassert på den vestlige siden av jernbanen. Profilet går fra jernbane på skråningens topp og med slak helning til fjorden på kote +2,00.



Basert på borpunkt 1 er det kvikkleire/sprøbruddmateriale tolket fra 8 m til 13 m dybde mot den vestlige siden av skråningen. På toppen av skråningen mot jernbane (i.e. punkt 2) er det antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 5 m til 13 m dybde. Et lag med leire er tolket over kvikkleirelaget med en tykkelse på ca. 6 m på skråningens topp og ca. 4 m på skråningens foten. I tillegg på skråningens foten er det tolket et leirig silt lag over det leire laget på en tykkelse til ca. 4 m. Under det kvikkleire laget er det tolket en siltig sand til stor dybde.

Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingen i borpunkt 1 er benyttet. Dette gjelder til skråningens foten. På skråningens topp er SHANSEP-basert skjærstyrke benyttet.

Det er antatt at grunnvannstand står i underkanten av tørrskorpelaget (ca. 1,5 m dybde). Det er antatt en hydrostatisk poretrykksfordeling.

### 7.1.1 Dagens situasjon

#### **Totalspenningsanalyse (udrenert)**

Kritisk sirkulær glideflate i skråningen på skråningens topp gir en materialfaktor på 1,48. Kritisk glideflate er ca. 10 m dyp. En planar glideflate med helning 1:15 gir en materialfaktor på 2,08 som viser at det er lav sannsynlighet at et skred med retrogressjonspotensiale påvirker jernbanelinjen.

Kritisk glideflate i skråningen på den vestlige siden av skråningen gir en materialfaktor på 2,00. Kritisk glideflate er ca. 17 m dyp og starter på toppen av skråningen og slår ut ved skråningens foten.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C01.

#### **Effektivspenningsanalyse (drenert)**

Kritisk sirkulær glideflate i skråningen på skråningens topp gir en materialfaktor på 2,50. Kritisk glideflate er ca. 9 m dyp.

Kritisk glideflate i skråningen på den vestlige siden av skråningen gir en materialfaktor på 2,67. Kritisk glideflate er ca. 13 m dyp og starter på toppen av skråningen, går gjennom den øverste delen av kvikkleirelaget og slår ut på skråningens foten.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C02.

### 7.1.2 Stabilitetsforbedrende tiltak

Stabilitetsberegningene viser beregningsmessig sikkerhet større enn 1,4 i både udrenert og drenert tilstand og det er derfor ikke behov for å utføre tiltak.

## 7.2 Sone 554 Fleskhus, profil B

Profil B er plassert på den vestlige siden av jernbanen, i den nordlige delen av faresonen. Profilet går fra jernbanelinjen på skråningens topp mot Semsbekken ved skråningens fot.

Tolkning av kvikkleire er basert på den øverste delen av profil A og ERT profilet. Dette er en foreløpig beregning siden det er ikke utført grunnundersøkelser i dette området. Kvikkleire/sprøbruddmateriale er antatt fra kote +20 til kote 12,5. Et leire lag er antatt over kvikkleirelaget med på en tykkelse til ca. 5 m. Under kvikkleirelaget er det tolket et siltig/leirig lag til stordybde.

Udrenert skjærfasthet er bestemt ut fra SHANSEP-beregninger. Flere grunnundersøkelser kreves i en senere fase for å vurdere antagelser som ble tatt til disse beregningene.

Det er antatt at grunnvannstand står i underkanten av tørrskorpelaget (ca. 1,5 m dybde). Det er antatt en hydrostatisk poretrykksfordeling.

### 7.2.1 Dagens situasjon

#### **Totalspenningsanalyse (udrenert)**

Kritisk sirkulær glideflate i skråningen gir en materialfaktor på 1,22. Kritisk glideflate er ca. 13 m dyp. En planar glideflate med helning 1:15 gir en materialfaktor på 1,75 som viser at det er lite sannsynlig at et skred med retrogresjonspotensiale påvirker jernbanelinjen.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C03.

#### **Effektivspenningsanalyse (drenert)**

Kritisk sirkulær glideflate i skråningen gir en materialfaktor på 1,57. Kritisk glideflate er ca. 11 m dyp. En planar glideflate med helning 1:15 gir en materialfaktor på 2,67 som viser at det er lav sannsynlighet at et skred med retrogresjonspotensiale påvirker jernbanelinjen.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C04.

### 7.2.2 Stabilitetsforbedrende tiltak

Tabell 23 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert og drenert analyse for dagens situasjon. Krav til materialfaktor etter stabiliserende tiltak for forbedring i henhold til ref. /1/ er også gitt i tabellen.

Stabilitetsanalyser for å oppnå tilfredsstillende materialfaktor for forbedring er utført. For Profil B er tiltak i form av avlastningen på toppen av skråningen fra kote +22,80 til kote +25,00 med en helning på 1:11.

Tabell 23 Stabilitetsberegninger for profil B i sone 893 Fleskhus - materialfaktor for dagens situasjon, krav til forbedring iht. ref. /1/ og etter tiltak

Analysemetode	Kommentar	Materialfaktor, F		
		Dagens situasjon	Krav til forbedring	Tiltak situasjon
Udrenert	-	1,22	1,27 (4,5% forbedring)	1,33
Drenert	-	1,57	> 1,4 ok	1,59

Materialfaktor for kritisk glideflate etter tiltak er angitt i Tabell 23 og stabilitetsberegningene med tiltak er vist på Tegning C05 og Tegning C06 for henholdsvis udrenert og drenert analyse.

### 7.3 Sone 877 Hove, profil A

Profil A er plassert på nordsiden av jernbanen. Profilet krysser ravinen og strekker seg opp over på toppen av skråningen på begge sider av ravinen.

Basert på borpunkt 7 er det antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 12 m til 14 m dybde på toppen av skråningen på den sørvestlige siden av ravinen. På toppen av skråningen på den nordøstlige side av ravinen er det antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 15 m til 17 m dybde basert på borpunkt 2, selv om dette borpunkt ligger et stykke unna. Det er antatt at det 2 m tykke laget med kvikkleire/sprøbruddmateriale på begge sider av ravinen også finnes nedenfor ravinen.

På toppen av skråningene på begge sider av ravinen er udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingen i borpunkt 7 benyttet. I bunnen av skråningene er udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingen i borpunkt 6 benyttet.

Det er antatt at grunnvannstand står i underkanten av tørrskorpelaget. På toppen av skråningene er poretrycksforholdet basert på målingene av poretrykk i borpunkt 3 og i bunnen av skråningene er det antatt hydrostatisk poretrycksfordeling.

#### 7.3.1 Dagens situasjon

##### **Totalspenningsanalyse (udrenert)**

Kritisk glideflate i skråningen på den sørsiden av ravinen gir materialfaktor 1,02. Kritisk glideflate er ca. 15 m dyp, starter på toppen av skråningen og slår ut i bunn av skråningen.

Kritisk glideflate i skråningen på den nordlsiden av ravinen gir også materialfaktor 1,02. Kritisk glideflate er ca. 15 m dyp, starter på toppen av skråningen og slår ut i bunn av ravinen.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C07.

### Effektivspenningsanalyse (drenert)

Kritisk glideflate i skråningen på den sørsiden av ravinen gir materialfaktor 1,40. Kritisk glideflate er ca. 13 m dyp, starter på toppen av skråningen og slår ut i bunn av skråningen.

Kritisk glideflate i skråningen på den nordsiden av ravinen gir materialfaktor 1,17. Kritisk glideflate er ca. 14 m dyp, starter på toppen av skråningen og slår ut i bunn av ravinen.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C08.

### 7.3.2 Stabilitetsforbedrende tiltak

Tabell 24 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert og drenert analyse for dagens situasjon. Krav til materialfaktor etter stabiliserende tiltak for vesentlig forbedring i henhold til ref. /1/ er også gitt i tabellen.

Stabilitetsanalyser for å oppnå tilfredsstillende materialfaktor for vesentlig forbedring er utført. For skråningen på sørsiden av ravinen er tiltak i form av oppfylling i bunnen av skråningen og et stykke opp langs skråningen funnet å gi en tilfredsstillende forbedring. For skråningen på nordsiden av ravinen er tiltak i form av oppfylling nær bunnen av skråningen og avlastning nær toppen av skråningen funnet å gi en tilfredsstillende forbedring.

Materialfaktor for kritisk glideflate etter tiltak er angitt i Tabell 24 og stabilitetsberegningene med tiltak er vist på Tegning C09 og Tegning C10 for henholdsvis udrenert og drenert analyse.

Tabell 24 Stabilitetsberegninger for profil A i sone 877 Hove - materialfaktor for dagens situasjon, krav til vesentlig forbedring iht. ref. /1/ og etter tiltak

Analysemetode	Kommentar	Materialfaktor, F		
		Dagens situasjon	Krav til vesentlig forbedring	Tiltak situasjon
Udrenert	Skråning i sør	1,02	1,17 (14,3% forbedring)	1,19
	Skråning i nord	1,02	1,17 (14,3% forbedring)	1,17
Drenert	Skråning i sør	1,40	≥ 1,4 ok	1,83
	Skråning i nord	1,17	1,28 (8,6% forbedring)	1,31

## 7.4 Sone 877 Hove, profil B

Profil B går langs jernbanelinjen på sørsiden av jernbanen. Profilet går fra platået på toppen av skråningen på vestsiden av ravinen og ned i ravinen.

Basert på borpunkt 3 er det antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 10 til 18 m dybde på toppen av skråningen. På den andre siden av elva, i bunnen av ravinen, er det antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 4,5 m til 6,5 m dybde basert på lagdelingen på denne side i beregningsprofil C. Det er antatt at tykkelsen av laget med kvikkleire/sprøbruddmateriale endrer lineært mellom den tolket lagdeling på de to sider av elva i bunnen av ravinen.

På toppen av skråningen er udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingen i borpunkt 3 benyttet. I ravinen er udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingen i borpunkt 6 benyttet.

Det er antatt at grunnvannstand står i underkanten av tørrskorpelaget. På toppen av skråningen er poretrykksforholdet basert på målingene av poretrykk i borpunkt 3 og i ravinen er det antatt hydrostatisk poretrykksfordeling.

### 7.4.1 Dagens situasjon

#### **Totalspenningsanalyse (udrenert)**

Kritisk glideflate i skråningen gir materialfaktor 1,08. Kritisk glideflate er ca. 18 m dyp, starter på toppen av skråningen og slår ut i bunn av skråningen.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C11.

#### **Effektivspenningsanalyse (drenert)**

Kritisk glideflate i skråningen gir materialfaktor 1,43. Kritisk glideflate er ca. 12 m dyp, starter nær toppen av skråningen og slår ut nær bunn av skråningen.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C12.

### 7.4.2 Stabilitetsforbedrende tiltak

Tabell 25 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert og drenert analyse for dagens situasjon. Krav til materialfaktor etter stabiliserende tiltak for vesentlig forbedring i henhold til ref. /1/ er også gitt i tabellen.

Stabilitetsanalyser for å oppnå tilfredsstillende materialfaktor for vesentlig forbedring er utført. For skråningen er tiltak i form av avlastning på toppen av skråningen funnet å gi en tilfredsstillende forbedring.

Materialfaktor for kritisk glideflate etter tiltak er angitt i Tabell 25 og stabilitetsberegningene med tiltak er vist på Tegning C13 og Tegning C14 for henholdsvis udrenert og drenert analyse.

Tabell 25 Stabilitetsberegninger for profil B i sone 877 Hove - materialfaktor for dagens situasjon, krav til vesentlig forbedring iht. ref. /1/ og etter tiltak

Analysemetode	Kommentar	Materialfaktor, F		
		Dagens situasjon	Krav til vesentlig forbedring	Tiltak situasjon
Udrenert	-	1,08	1,21 (12,0% forbedring)	1,23
Drenert	-	1,43	≥ 1,4 ok	1,69

## 7.5 Sone 877 Hove, profil C

Profil C er plassert på sørsiden av jernbanen. Profilet krysser ravinen og strekker seg opp over på toppen av skråningen på begge sider av ravinen.

Basert på borpunkt 5 er det antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 6 m til 10 m dybde på toppen av skråningen på sørsiden av ravinen. Ved midten av skråningen er det antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 3,5 m til 7 m dybde basert på borpunkt 6. På toppen av skråningen på nordsiden av ravinen er det antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 15 m til 17 m dybde basert på borpunkt 2. Det er antatt at tykkelsen av laget med kvikkleire/sprøbruddmateriale endres lineært mellom tolket lagdeling basert på borpunktene.

På toppen av skråningen på sørsiden av ravinen er udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingen i borpunkt 3 benyttet. I midten av skråningene på begge sider av ravinen og i bunnen av ravinen er udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingen i borpunkt 6 benyttet. På toppen av skråningen på den nordlige side av ravinen er udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingen i borpunkt 2 benyttet.

Det er antatt at grunnvannstand står i underkanten av tørrskorpelaget. På toppen av skråningene er poretrykksforholdet basert på målingene av poretrykk i borpunkt 3 og i ravinen er det antatt hydrostatisk poretrykksfordeling.

### 7.5.1 Dagens situasjon

#### Totalspenningsanalyse (udrenert)

Kritisk glideflate i skråningen på sørsiden av ravinen gir materialfaktor 1,13. Kritisk glideflate er ca. 12 m dyp, starter på toppen av skråningen og slår ut nær bunn av skråningen.

Kritisk glideflate i skråningen på nordsiden av ravinen gir materialfaktor 1,13. Kritisk glideflate er ca. 14 m dyp, starter på toppen av skråningen og slår ut i bunn av skråningen.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C15.

### Effektivspenningsanalyse (drenert)

Kritisk glideflate i skråningen på sørsiden av ravinen gir materialfaktor 1,54. Kritisk glideflate er ca. 9 m dyp, starter på toppen av skråningen og slår ut i midten av skråningen.

Kritisk glideflate i skråningen på nordsiden av ravinen gir materialfaktor 1,57. Kritisk glideflate er ca. 13 m dyp, starter på toppen av skråningen og slår ut nær bunn av skråningen.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C16.

## 7.5.2 Stabilitetsforbedrende tiltak

Tabell 26 oppsummerer beregnet materialfaktor for udrenert og drenert analyse for dagens situasjon. Krav til materialfaktor etter stabiliserende tiltak for vesentlig forbedring i henhold til ref. /1/ er også gitt i tabellen.

Stabilitetsanalyser for å oppnå tilfredsstillende materialfaktor for vesentlig forbedring er utført. For skråningen på sørsiden av ravinen er tiltak i form av avlastning på toppen av skråningen funnet å gi en tilfredsstillende forbedring. For skråningen på nordside av ravinen er tiltak i form av oppfylling i bunnen av skråningen funnet å gi en tilfredsstillende forbedring.

Materialfaktor for kritisk glideflate etter tiltak er angitt i Tabell 26 og stabilitetsberegningene med tiltak er vist på Tegning C17 og Tegning C18 for henholdsvis udrenert og drenert analyse.

Tabell 26 Stabilitetsberegninger for profil C i sone 877 Hove - materialfaktor for dagens situasjon og krav til vesentlig forbedring iht. ref. /1/

Analysemetode	Kommentar	Materialfaktor, F		
		Dagens situasjon	Krav til vesentlig forbedring	Tiltak situasjon
Udrenert	Skråning i sør	1,13	1,25 (10,1% forbedring)	1,25
	Skråning i nord	1,13	1,25 (10,1% forbedring)	1,26
Drenert	Skråning i sør	1,54	≥ 1,4 ok	1,68
	Skråning i nord	1,57	≥ 1,4 ok	1,87

## 7.6 Sone 893 Rinnan, profil A

Profil A er plassert på nordsiden av jernbanen. Profilet går fra jernbanelinjen på skråningens topp og nordover med en slak helning til kote +3,50.

Basert på borpunkt 5 er det kvikkleire/sprøbruddmateriale tolket fra kote +7,5 til kote -6,6 på skråningens topp. Ved skråningfoten er det tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale fra kote +3,3 til kote -9,8. Et leirelag er tolket over kvikkleire laget med på en tykkelse til ca. 6,5 m på skråningens topp. Under kvikkleirelaget er det tolket et siltig/leirig sandlag til stor dybde.

Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderingen i borpunkt 5 er benyttet. Dette gjelder til skråningstoppen. Ved skråningens fot er SHANSEP-basert skjærstyrke benyttet.

Det er antatt at grunnvannstand står i underkanten av tørrskorpelaget (ca. 1,0 m dybde) iht poretrykkavlesning i punkt 1. Det er antatt en hydrostatisk poretrykksfordeling.

### 7.6.1 Dagens situasjon

#### **Totalspenningsanalyse (udrenert)**

Kritisk sirkulær glideflate i skråningen gir en materialfaktor på 1,55. Kritisk glideflate er ca. 17 m dyp. En planar glideflate med helning 1:15 gir en materialfaktor på 2,36 som viser at det er lav sannsynlighet at et skred med retrogresjonspotensiale påvirker jernbane.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C19.

#### **Effektivspenningsanalyse (drenert)**

Kritisk sirkulær glideflate i skråningen på skråningstoppen gir en materialfaktor på 1,72. Kritisk glideflate er ca. 9 m dyp. En planar glideflate med helning 1:15 gir en materialfaktor på 3,02 som viser at det er lav sannsynlighet at et skred med retrogresjonspotensiale påvirker jernbane.

Stabilitetsberegningene er vist på Tegning C20.

### 7.6.2 Stabilitetsforbedrende tiltak

Stabilitetsberegningene viser beregningsmessig sikkerhet større enn 1,4 i både udrenert og drenert tilstand og det er derfor ikke behov for å utføre tiltak.

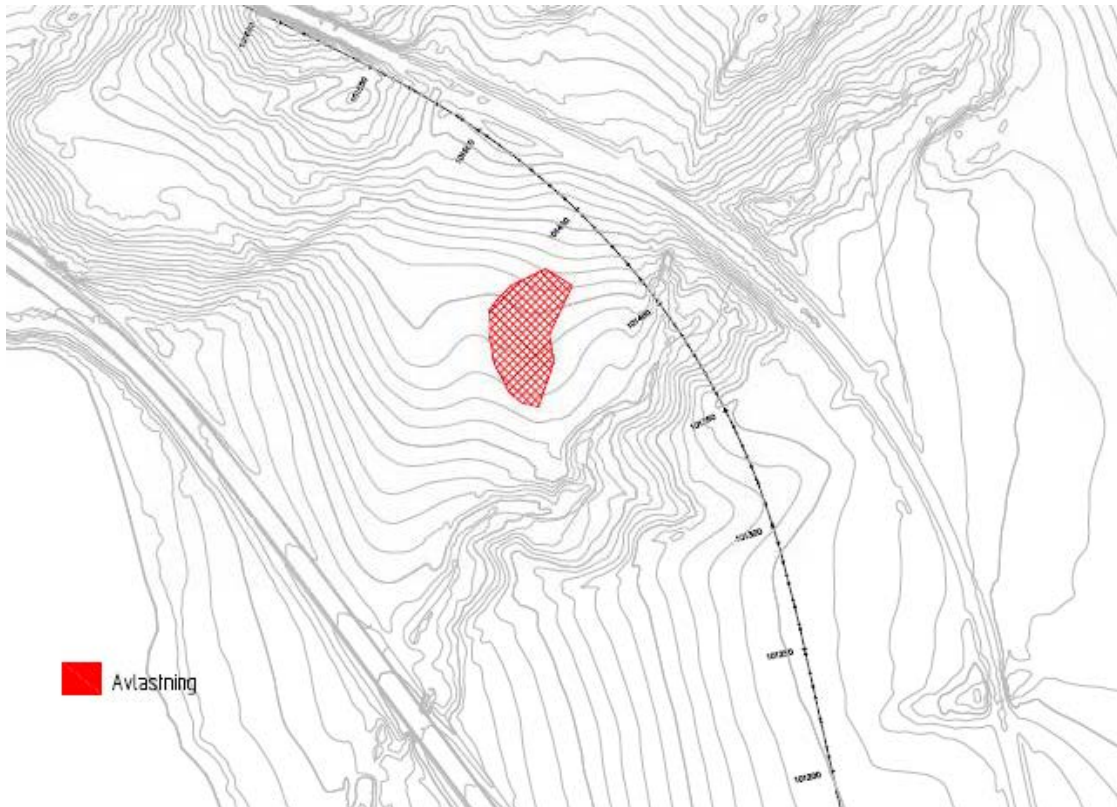


## 7.7 Omfang av tiltak

Basert på observasjoner fra feltbefaring og resultatene av stabilitetsberegningene er det foreslått tiltak i form av avlastning og oppfylling for å forbedre stabilitetsforholdene og/eller erosjonssikring for å sikre at erosjon ikke forverrer stabilitetsforholdene med tiden.

### 7.7.1 Sone 554 Fleskhus

Omfanget i form av utstrekning av tiltakene foreslått i sone 554 Fleskhus er vist på Figur 14. De foreslåtte tiltakene innebærer avlastning (nedplanering av skråningstopp).



Figur 14 Stabilitetsforbedrende tiltak i form av avlastning (lilla) foreslått utført i den nordlige delen av sone 554 Fleskhus.

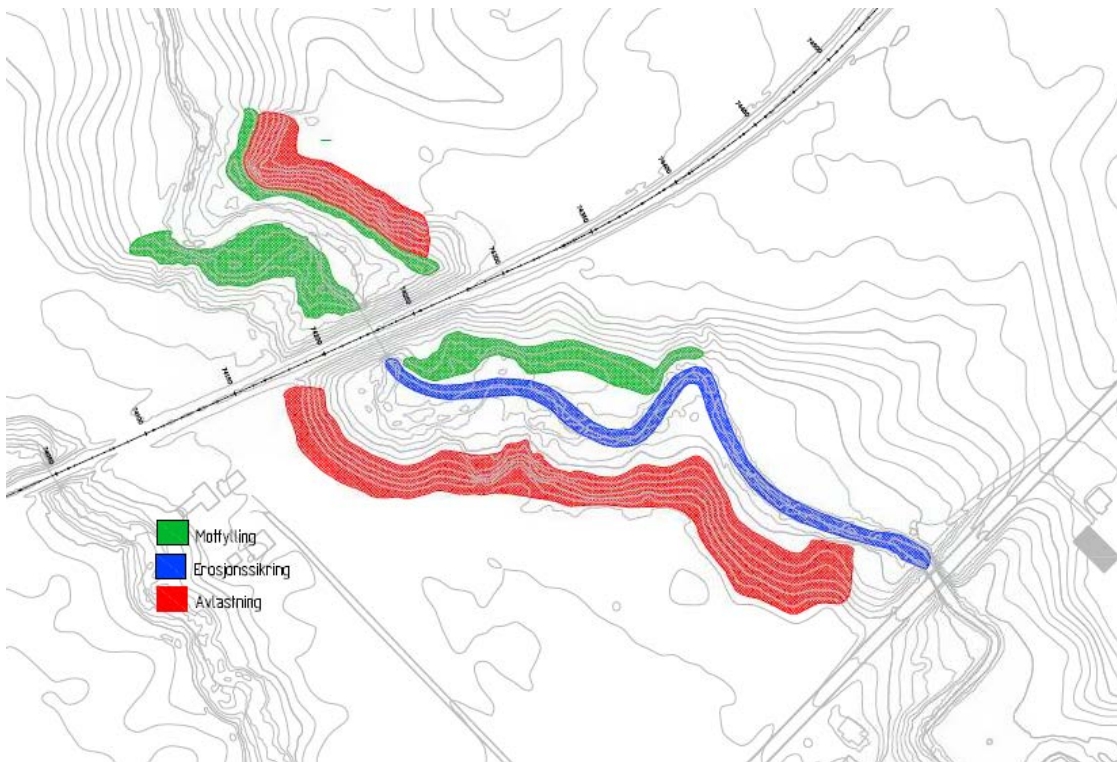
Omfanget i form av total volum av tiltakene er estimert og fremgår av Tabell 27.

Tabell 27 Anslått omfang av foreslått tiltak i sone 554 Fleskhus

Tiltak	Anslått volum [m <sup>3</sup> ] / Anslått lengde [m]
Avlastning	1 700 m <sup>3</sup>

## 7.7.2 Sone 877 Hove

Omfanget i form av utstrekning av tiltakene foreslått i sone 877 Hove er vist på Figur 15. De foreslåtte tiltakene finnebærer avlastning, oppfylling samt erosjonssikring.



Figur 15 Stabilitetsforbedrende tiltak i form av avlastning (lys lilla) og oppfylling (mørk lilla) samt erosjonssikring (blått) foreslått utført i sone 877 Hove.

Omfanget i form av total volum av tiltakene er estimert og fremgår av Tabell 28.

Tabell 28 Anslått omfang av foreslått tiltak i sone 877 Hove

Tiltak	Anslått volum [m <sup>3</sup> ] / Anslått lengde [m]
Avlastning	12 500 m <sup>3</sup>
Oppfylling	6 500 m <sup>3</sup>
Erosjonssikring	350 m

I stabilitetsberegningene er det antatt at materialet anvendt for motfylling er et materiale med en effektiv friksjonsvinkel  $\phi' = 42^\circ$ . Dersom det er ønskelig å anvende materiale fra avlastningsområdene til oppfylling bør det utføres en ny beregning.

### 7.7.3 Sone 893 Rinnan

Omfanget i form av utstrekning av tiltakene foreslått i sone 893 Rinnan er vist på Figur 16. De foreslåtte tiltakene innebærer erosjonssikring.



Figur 16 Stabilitetsforbedrende tiltak i form av erosjonssikring (blått) foreslått utført i sone 893 Rinnan.

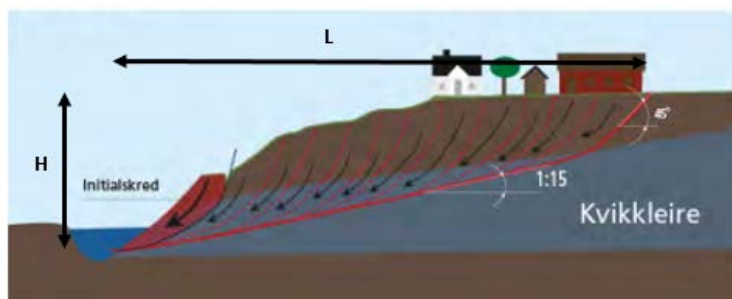
Omfanget i form av total lengde av tiltakene er estimert og fremgår av Tabell 29.

Tabell 29 Anslått omfang av foreslått tiltak i sone 554 Fleskhus

Tiltak	Anslått volum [m <sup>3</sup> ] / Anslått lengde [m]
Erosjonssikring	438 m

## 8 Avgrensning av utløpsområde

Det er knyttet relativt stor usikkerhet til vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred i kvikkleireterreng, dette pga. faktorer som leirens mekaniske egenskaper (dvs. sensitivitet og omrørt skjærfasthet) og topografien (dvs. skråningens geometri, energien i skråningen, utløpsområdets helning og graden av kanalisering, hindringer). Som en del av NIFS N-6.7.2 er det derfor under utarbeiding en metode for vurdering av løsne- og utløpsområde (dvs. L og  $L_u$  distanser) for kvikkleireskred, se ref. /13/. Den utarbeider et forslag til metoden, heretter kalt L/H metoden (hvor L og H er definert i Figur 18), og vurdering av utløpsområder ( $L_u$ ) iht. historiske skredhendelser.



Figur 17: Prinsippskisse som viser 1:15 kriteriet for bestemmelse av løsneområdet (L) basert på høydeforskjellen mellom skråningstå og bakkanten av et eventuelt skred (H). (fra NVE, 2014)

Metoden for vurdering av løsne- og utløpsområde som er beskrevet i det følgende er basert på data fra en rekke historiske skredhendelser i Norge, ref. /13/. De viktigste hovedelementer som viser seg å ha betydning, og som det er lagt vekt på er (1) kvikkleirelommens form og beliggenhet i skråningen, (2) terrengform i utløpsområdet, (3) stabilitetstallet i skråningen. Dersom terrenget for øvrig i nærområdet kan gi indikasjoner om utbredelse av tidligere skredhendelser, er det foreslått å kunne vektlegge dette.

### Løsneområdet klassifisering, ref. /13/

Det er foreslått en kvalitativ metode for klassifisering av løsneområdet med input av geometriske og geotekniske parametere presentert i Figur 18. Det er meningen at input skal kunne fremkomme fra resultater fra foreliggende grunnundersøkelser, resultater fra innledende stabilitetsanalyser og, for det meste, lett tilgjengelig informasjon.

Evaluerer gjøres ved hjelp av Tabell 30. Tabellen omfatter de viktigste faktorene som påvirker lengden til løsneområdet. Hver av faktorene vurderes på grunnlag av kriteriene som er angitt i tabellen etter en skala fra 0 til 3, hvor 3 angir høyeste faregrad. I tillegg har faktorene fått et vektall, 1 til 2, avhengig av hvilken betydning de er tillagt relativt til hverandre. Poengverdier for hver faktor fremkommer som produktet av score og vektall. Mest sannsynlig størrelse til løsneområdet ( $L/H$ ) er summen av poengene for de ulike faktorene. Som det framgår kan et kritisk snitt få maksimalt 24 poeng.

Tabell 30: Evaluering av L/H basert på kriterier presentert i Figur 18.

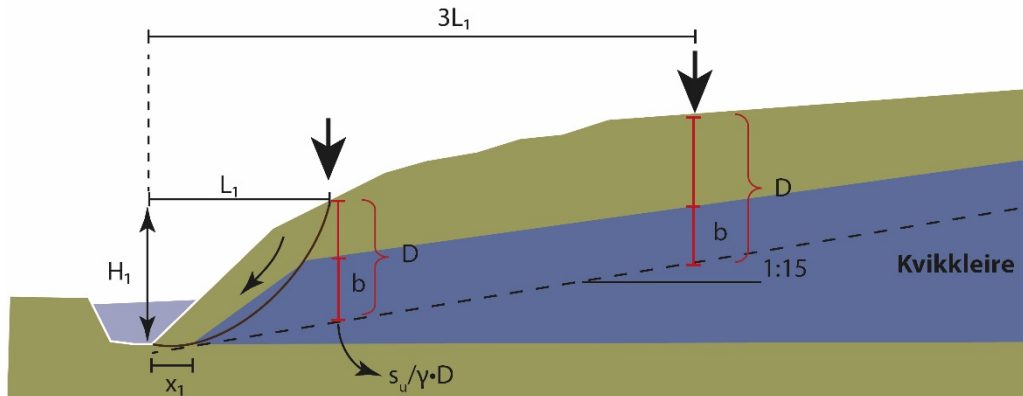
Indikator	Vekttall	Stor L/H	Middels L/H	Lav L/H	Null
		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
b/D ved L1	1	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
b/D ved 3L1	2	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
Avstand fra skråningsfot til kvikkleirelomma	1	$x1 < L1$	$x1 \sim L1$	$x1 > L1$	—
Forhold ved skredporten	2	Stor elv eller dal	Bekkedal/ravine med bredde av samme størrelse som skredporten	Flere hindringer og/eller veldig trang ravine	—
Tidligere skredhendelser	1	$L/H > 10$	$5 < L/H < 10$	$L/H \leq 5$	—
$su/\gamma \cdot D$	1	$su/\gamma \cdot D < 0.1$	$0.1 \leq su/\gamma \cdot D \leq 0.25$	$su/\gamma \cdot D > 0.25$	—
SUM	—	24	16	8	5

Lav L/H klasse omfatter poengverdier fra 5 til 9. På grunnlag av de oppsatte kriteriene, vil disse profilene, relativt sett, oppnå en maksimal L/H= 5. Middels L/H klasse omfatter poengverdier fra 10 til 16. På grunnlag av de oppsatte kriteriene, vil disse profilene, relativt sett, oppnå en maksimal L/H= 10. Høy L/H klasse omfatter poengverdier fra 17 til 24. På grunnlag av de oppsatte kriteriene, vil disse profilene, relativt sett, oppnå en maksimal L/H= 15.

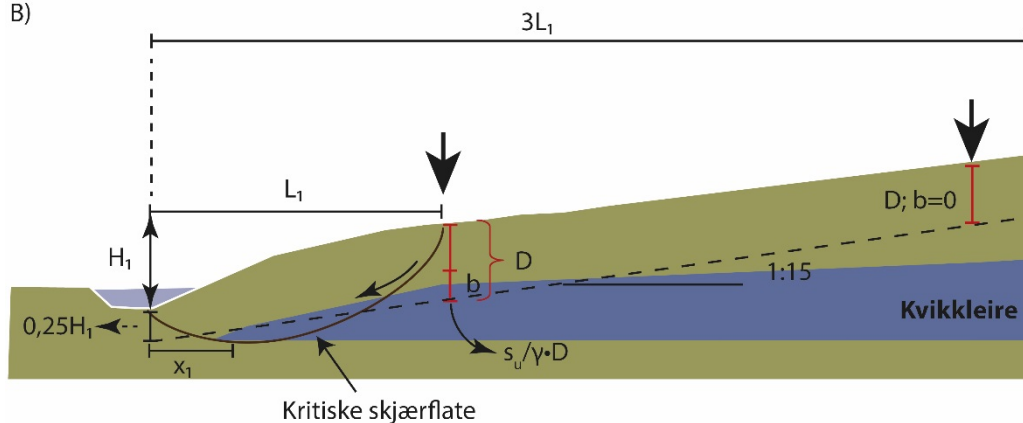
Tabell 30 består av 6 faktorer, hvorav de 3 første angir beliggenhet, andel og morfologien av sprøbruddmateriale involvert i et eventuelt skred. De neste to faktorene omhandler forholdene ved skredporten og tidligere hendelser i nærheten av studieområdet. Den siste parameteren omhandler grunnens geotekniske egenskaper og den potensielle energi i bakkanten av et sannsynlig initialskred. Generelt bemerkes at det ved mangelfull informasjon må foretas en konservativ antagelse ved evalueringen. En detaljert beskrivelse av parameterne som framkommer av Figur 18 er beskrevet i Tabell 31.



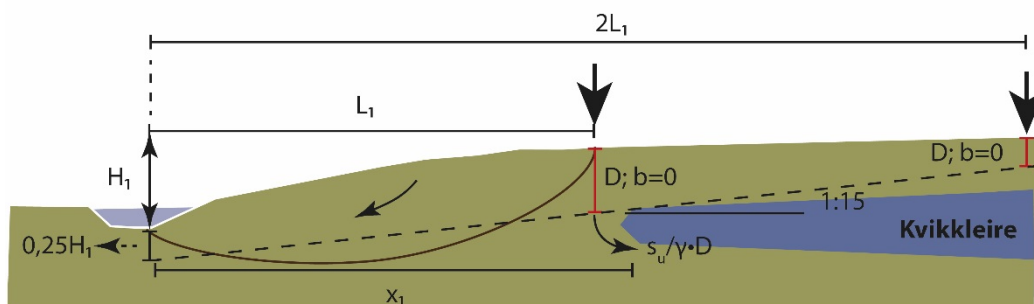
A)



B)



C)



Figur 18: Skisse som illustrerer de forskjellige parametere som inngår i vurdering av L/H kriteriet for å vurdere løснеområdet for kvikkleireskred. Eksempel i A) illustrerer en typisk terrasseskråning med tykk kvikkleireavsetning og hvor det er fare for at løснеområde er stor ( $L/H \sim 15$ ). Eksempel i B) en slakere skråning hvor løснеområdet vurderes å være middels ( $L/H \sim 10$ ). Nederste bildet i C) illustrerer en skråning hvor løснеområdet antas å være liten ( $L/H \leq 5$ ). Ref. /13/.

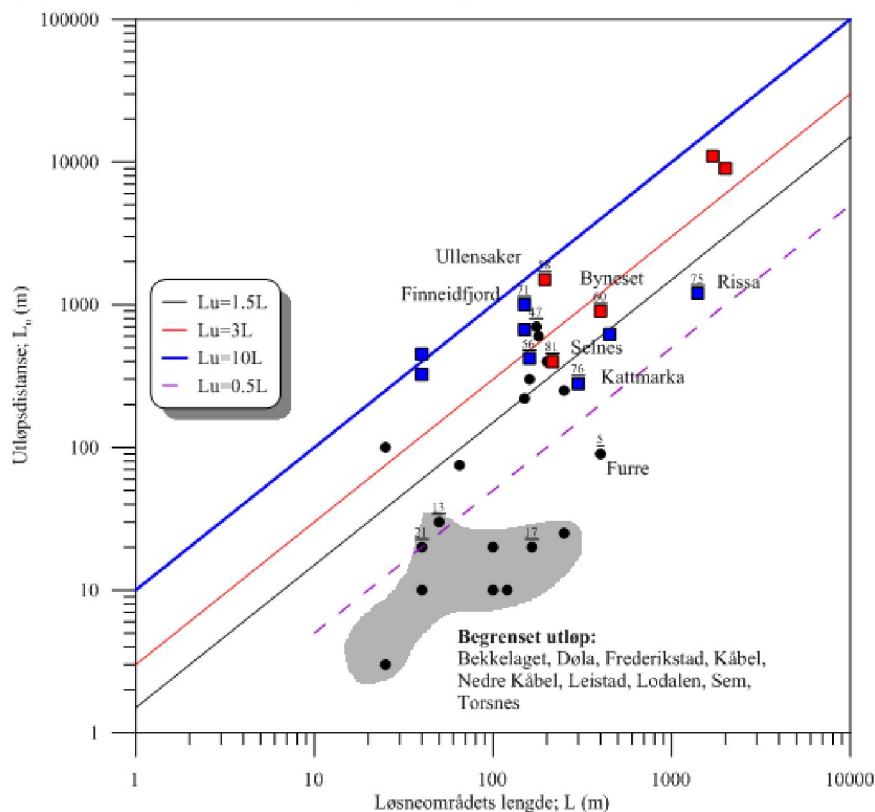


Tabell 31: Beskrivelse av parametere presentert i Figur 18.

Parameter	Beskrivelse
$H_1$	Høydeforskjell mellom skråningstå og utgangen av initial kritisk skjærflate.
$x_1$	Avstand mellom skråningstå og punktet der hvor 1:15 linje først krysser kvikkleire.
$L_1$	Avstand mellom skråningstå og øverste punkt der den initiale kritisk skjærflate kommer ut.
$D$	Dybde til 1:15 linje
$b$	Tykkelse av sprøbruddmateriale ovenfor 1:15 linje
$s_u/\gamma \cdot D$	Stabilitetstallet hvor $s_u$ er udrenert gjennomsnittlig skjærstyrke ( $s_{uDSS}$ i kPa), $\gamma$ er total romvekt ( $kN/m^3$ ) og $D$ er dybde til 1:15 linje

### Vurdering av utløpsområdet

Utløpsdistanse ( $L_u$ ) beregnes etter ha definert løsnedistans (L). Det er observert at  $L_u$  øker med L og med mengde av kvikkleire involvert i skredet (dvs.  $b/D$ ) (Figur 19). Terrengets morfologi foran skredporten og hindringer påvirker utløpsdistanse. Om skredet har utløp til en trang ravine, en bred elvedal, eller sjø/hav med hellende bunn, er viktige faktorer som påvirker løsne- og utløpsdistanse. Desto trangere og slakere utløpssonen er, desto vanskeligere blir det for skredmassene å strømme ut. Retningen for skredbevegelse i forhold til elva er også viktig.



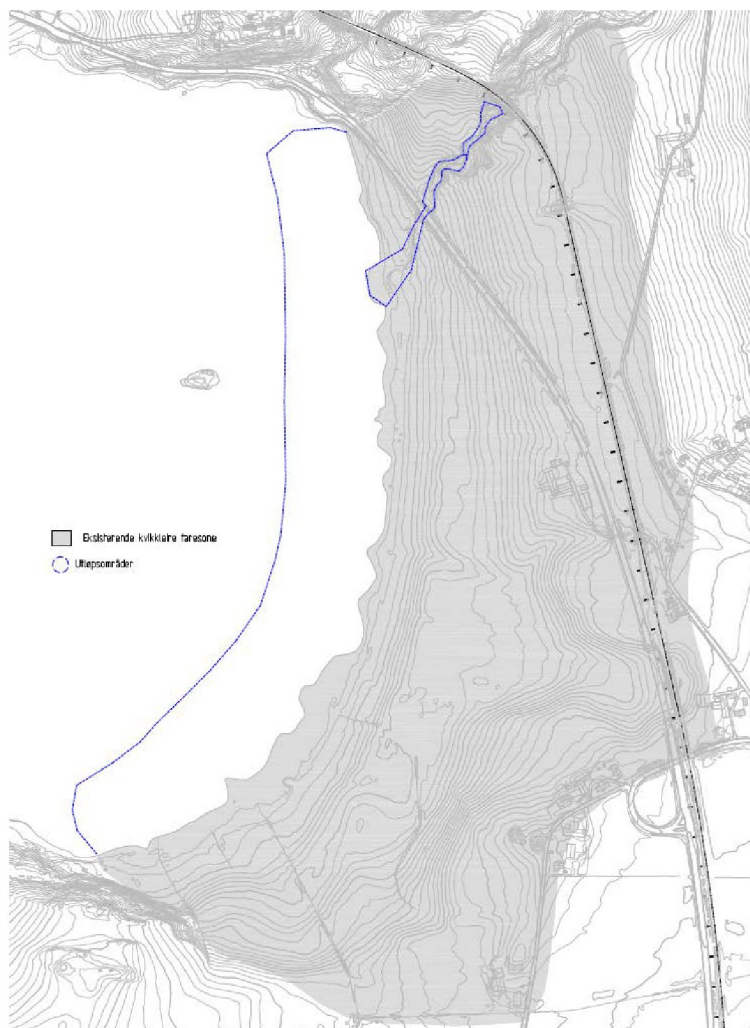
Figur 19: Utløpsdistanse i forhold til løsnedområdets lengde. Data fra tidligere kvikkleire skred er tegnet. Verdier over hver punkt refereres til  $b/D$ . Ref. NIFS N-6.7.2.

Første steg er en analyse av skredhistorikk og utløpsdistanse i studieområdet. Deretter kan man bruke de følgende til:

- ↗ Retrogressiv skred og ravinert terreng →  $L_u=3L$
- ↗ Retrogressiv skred og åpent terreng →  $L_u=1.5L$
- ↗ Flakskred / Rotasjonskred →  $L_u=0.5L$

## 8.1 Sone 554 Fleskhus

I Profil A er det antatt at skredtyper kan være enten rotasjon eller retrogressiv skred. På den laveste delen av profilen er det estimert en maks løsnedistanse til 160 m. Utløpsdistansen her er også estimert å være 160 m (dvs. noe mellom rotasjon skred og retrogressiv skred med åpent terreng). På den øverste delen av profilen er det estimert en løsnedistanse til 136 m og en utløpsdistanse til 204 m pga. potensial for retrogressiv skred og åpent terreng.



Figur 20: Estimert utløpsområder i sone 554 Fleskhus.

I Profil B er det antatt at skredtypen kan være retrogressiv. Maksimalt løsnedistanse er estimert til 128 m og utløpsdistanse er estimert til 384 m. Utløpet vil følge det ravinerte terrenget langs Semsbekken. Utløpsdistanse kan være påvirket av vegfyllingen som kan gjøre at skredmateriale dannes før fyllinger.

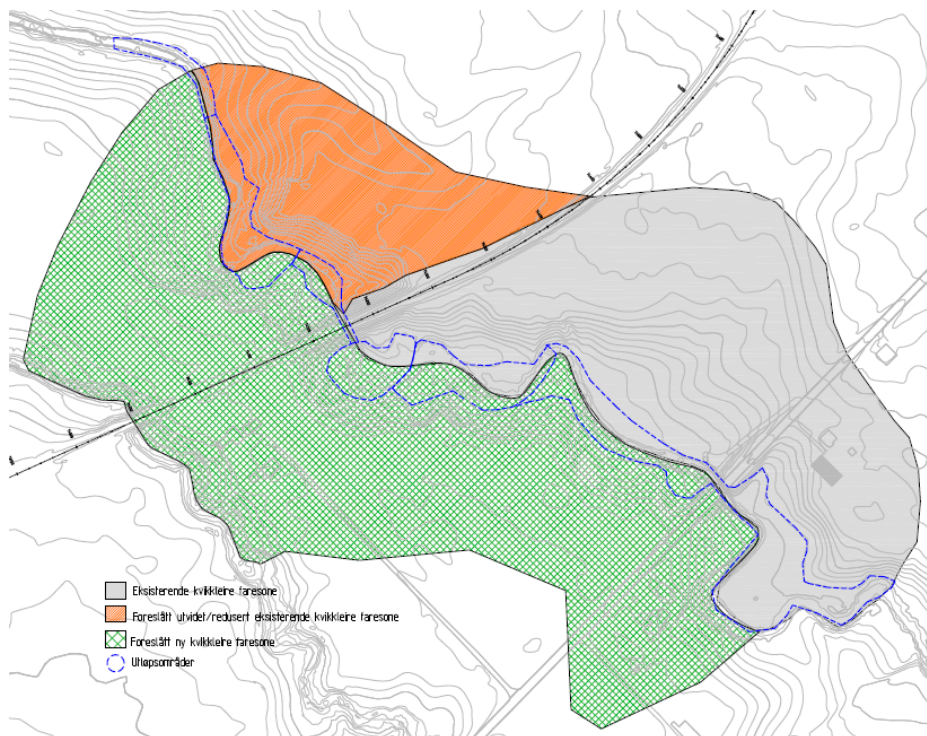
Figur 20 viser utløpsområde grenser i sone 554 Fleskhus. Vedlegg D viser forutsetninger og detaljert vurderinger av løsne- og utløpsområder i sone 554 Fleskhus.

## 8.2 Sone 877 Hove

Det er anslått at sprøbruddmateriale gjennomgående utgjør et relativt tynt lag som ligger i nivå under bunnen av ravinen. Det er antatt at skredtypen i dette området kan være retrogressiv så vel som et rotasjonsskred.

Maksimal løsneområdet ved et skred i denne sonen kan variere mellom 78 m fra Profil A til 178 m fra Profil B. I Profil C er det estimert maksimal løsneområde på 125 m. Utløpet vil følge Hovselva og maksimal utløpsdistanse er estimert til 228 m fra Profil A, 178 m fra Profil B og 188 m fra Profil C. Det må tas hensyn til at jernbanefyllingen kan begrense utløpsdistanser fra Profil B og C. Det betyr at eventuelt skredmateriale kan dannes foran fyllinger.

Figur 21 viser utløpsområde grenser i sone 554 Fleskhus. Vedlegg D viser forutsetninger og detaljert vurderinger av løsne- og utløpsområder i sone 877 Hove.



Figur 21: Estimert utløpsområder i sone 877 Hove.



### 8.3 Sone 893 Rinnan

I Profil A er det antatt at skredtyper kan være retrogressiv. Det er estimert en maks løsnedistans på 185 m. Utløpsdistansen her er også estimert å være 278 m pga. potensiell retrogressiv skred og åpent terreng.

Figur 22 viser utløpsområde grenser i sone 893 Rinnan. Vedlegg D viser forutsetninger og detaljert vurderinger av løsne- og utløpsområder i sone 893 Rinnan.



Figur 22: Estimert utløpsområder i sone 893 Rinnan.

## 9 Konklusjon

Basert på resultatene fra grunnundersøkelsene gjort for dette prosjektet og befarings i felt er det foretatt en ny evaluering av soneavgrensning samt faregrad og konsekvens og dermed også risikoklasse. For sone 554 Fleskhus opprettholdes lav faregrad, mens konsekvens eller risikoklasse ikke endres. Den supplerende informasjon er ikke tilstrekkelig til en evaluering av soneavgrensningen og det er foreslått at ytterligere undersøkelser utføres i denne sonen. For sone 877 Hove endres faregradsklassen fra middels til høy, mens konsekvens og risikoklasse er uendret. Det er foreslått å utvide den eksisterende sone mot nord og å opprette en ny sone på den vestlige side av Hovselva der løper langs den vestlige side av den eksisterende sone. I sone 893 Rinnan endres faregradsklassen fra middels til lav, mens konsekvens og risikoklasse er uendret. Det er foreslått å redusere den eksisterende sone mot sør og å utvide sonen mot nord.

Områdestabiliteten er evaluert langs to profiler i sone 554, tre profiler i sone 877 og et profil i sone 893. Det ene profilet i sone 554 har tilstrekkelig sikkerhet, mens det må gjøres tiltak i det andre profilet for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet og det er foreslått å foreta en avlastning på skråningstoppen. Ingen av profilene i sone 877 har tilstrekkelig sikkerhet og tiltak i form av avlastning av skråningstoppe samt motfylling langs skråningene er foreslått. Det er videre foreslått å foreta erosjonssikring langs deler av ravinen. Profilet i sone 893 viser tilstrekkelig sikkerhet og det er ikke nødvendig å foreta stabilitetsforbedrende tiltak i denne sonen, men det er foreslått å foreta erosjonssikring for å sikre at stabilitetsforholdene ikke forverres med tiden. Som en del av evalueringen av områdestabiliteten er omfanget av foreslått tiltak estimert og estimert omfang av tiltak er vist i Tabell 32.

Tabell 32 Oppsummering av det estimerte omfang av tiltak

Sone	Tiltak	Anslått volum [m <sup>3</sup> ] / Anslått lengde [m]
554 Fleskhus	Avlastning	1 700 m <sup>3</sup>
877 Hove	Avlastning	12 500 m <sup>3</sup>
	Oppfylling	6 500 m <sup>3</sup>
	Erosjonssikring	350 m
893 Rinnan	Erosjonssikring	438 m

Som en del av evalueringen av områdestabiliteten er også utløpsdistansen i forbindelse med en skredhendelse estimert. Maksimal utløpsdistanse er estimert til 160 m, 288 m og 278 m for henholdsvis sone 554 Fleskhus, sone 877 Hove og sone 893 Rinnan.

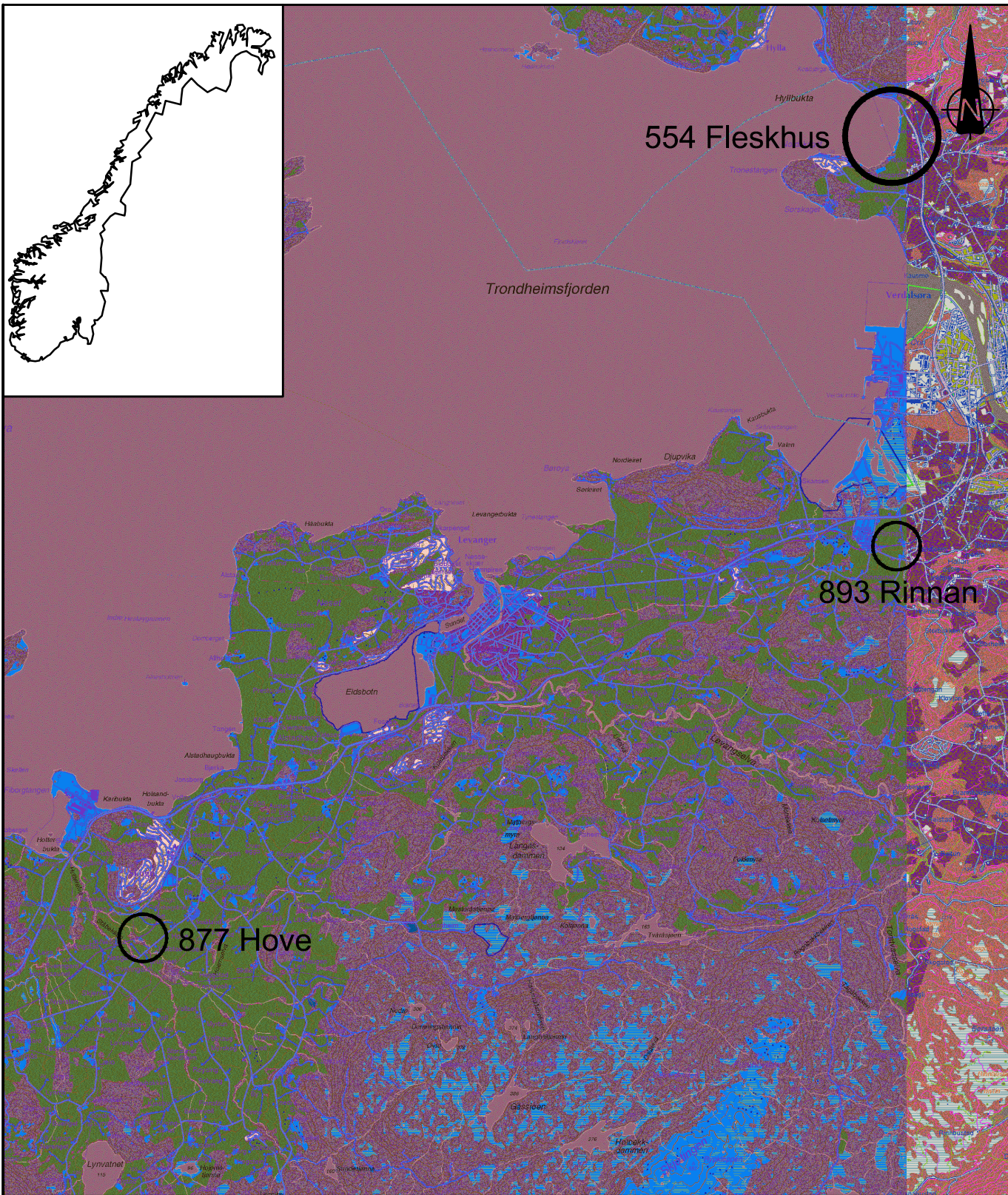
## 10 Referanser


- /1/ NVE (2014)  
Veileder nr. 7-2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. April 2014.
- /2/ NGI (2015a)  
Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer. Datarapport – Grunnundersøkelser. NGI rapport nr. 20150042-02-R. Datert 00.00.0000.
- /3/ NGI (2015b)  
Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer. NGI rapport nr. 00000000-00-R. Datert 00.00.000.
- /4/ Karlsrud, K., T. Lunne, D.A. Kort og S. Strandvik (2005)  
CPTU correlations for clays. ICSMGE Osaka 2005, pp. 693-702.
- /5/ Ladd, C.C. og R. Foott (1974)  
New design procedure for stability of soft clays. Journal of the geotechnical engineering division, ASCE, Vol. 100, No. GT7, July 1974, pp. 763-786.
- /6/ NIFS (2014)  
En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leire. NIFS rapport 14-2014, utgitt av Norges vassdrags og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket.
- /7/ ViaNova GeoSuite AB (2015)  
GeoSuite. GS Stability. Version 14.1.1.0.
- /8/ NVE (2008)  
Program for økt sikkerhet mot leirskred – Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Revisjon 3, datert 08.10.2008.
- /9/ NGF (2010)  
Melding nr. 5 – Veiledning for utførelse av trykksondering. Revisjon 3, datert 2010.
- /10/ K. Karlsrud, G. Aas og O. Gregersen (1984)  
Can we predict landslide hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian practice and experiences.



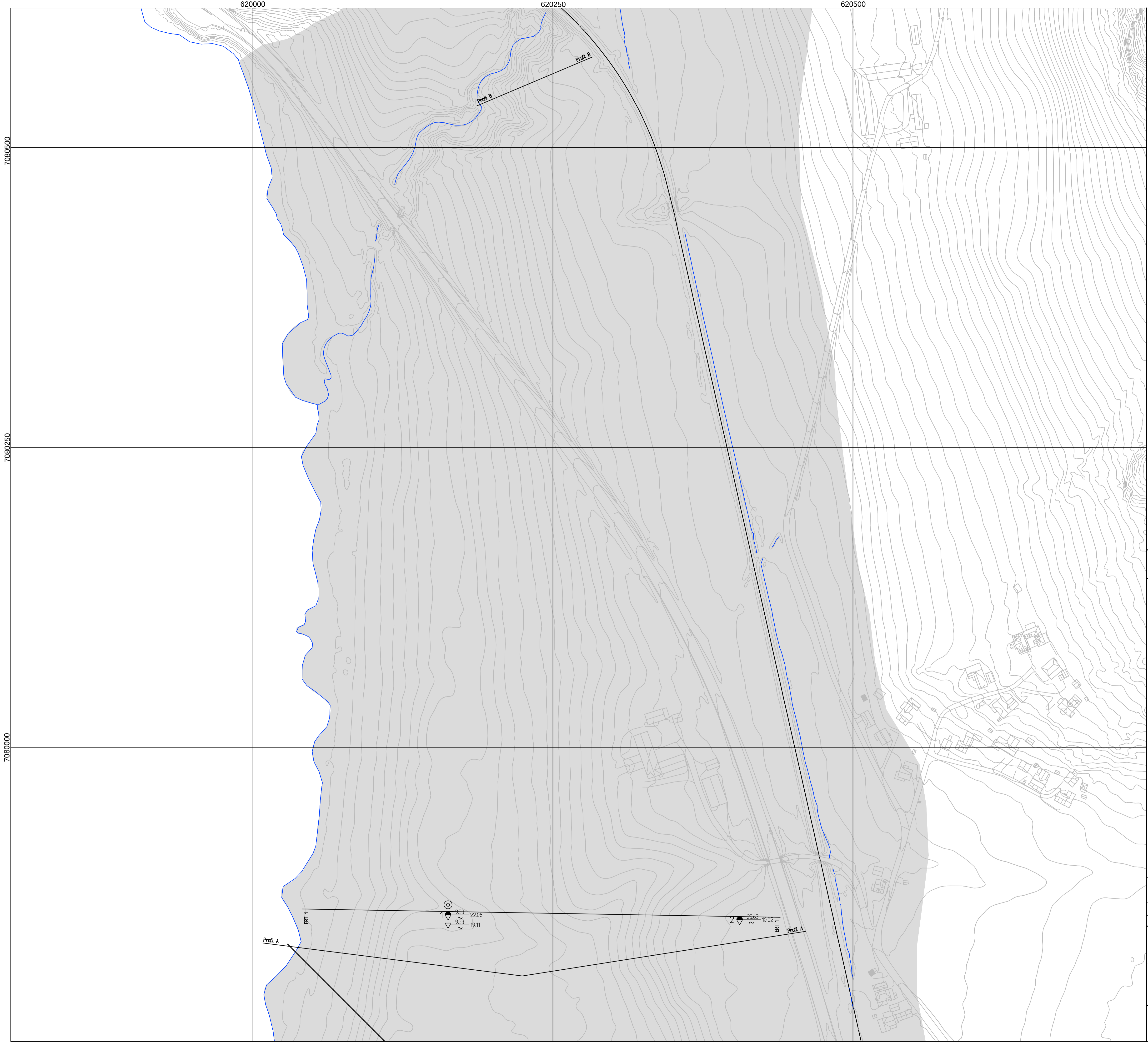
- /11/ J.S. L'Heureux og I.L. Solberg (2012)  
Utsrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge.  
NGU rapport nr. 2012.040, datert 2012.
- /12/ NGI (2013)  
Q-BING – Utløpsmodell for kvikkleireskred. Karakterisering av historiske kvikkleireskred og input parametere for Q-BING.  
NGI rapport nr. 20120753 – Publisert som NIFS rapport nr. NIF 38/2013.
- /13/ NGI (2015)  
N-6.7.2 Metode for vurdering av løsne – og utløpsområder for områdeskred  
NGI Teknisk notat 20140848-01-TN
- /14/ NVE (2005)  
Klassifisering av kvikkleiresoner. Levanger – Rapport 1. Datert 15.08.2015.





<h1>Detalj kartlegging Stjørdal - Steinkjer</h1>		Status		
		Original format A4		
<h2>OVERSIKTSKART</h2>		Tegningens filnavn Oversiktskart.dwg		
		Målestokk  1 : 100 000		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 28.07.2015	Konstr./Tegnet TS	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
	Oppdragsnr. 20150042	Tegningsnr. 001		Rev.





**FORKLARINGER:**

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

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

■ Kvikkleire faresone


**BESTEMMELSER:**

-

**HENVISNINGER:**

-

Tegningstittel:	Tegningnr.:	Rev.:
-	-	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b>					Status
Borplan inklusiv plassering av beregningsprofiler Sone 554, Fleskhus					Original format A-1 Tegnings nr./tittel P.1.2015.001.20150042.Kart NBeslukk
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no					1:500 
Oppdragsnr: 20150042		Dato: 30.09.2015	Karstr./Tegnet: SHe	Kontrollert: BGK	Godkjent: BGK
Tegningnr: 010		Rev:		0	



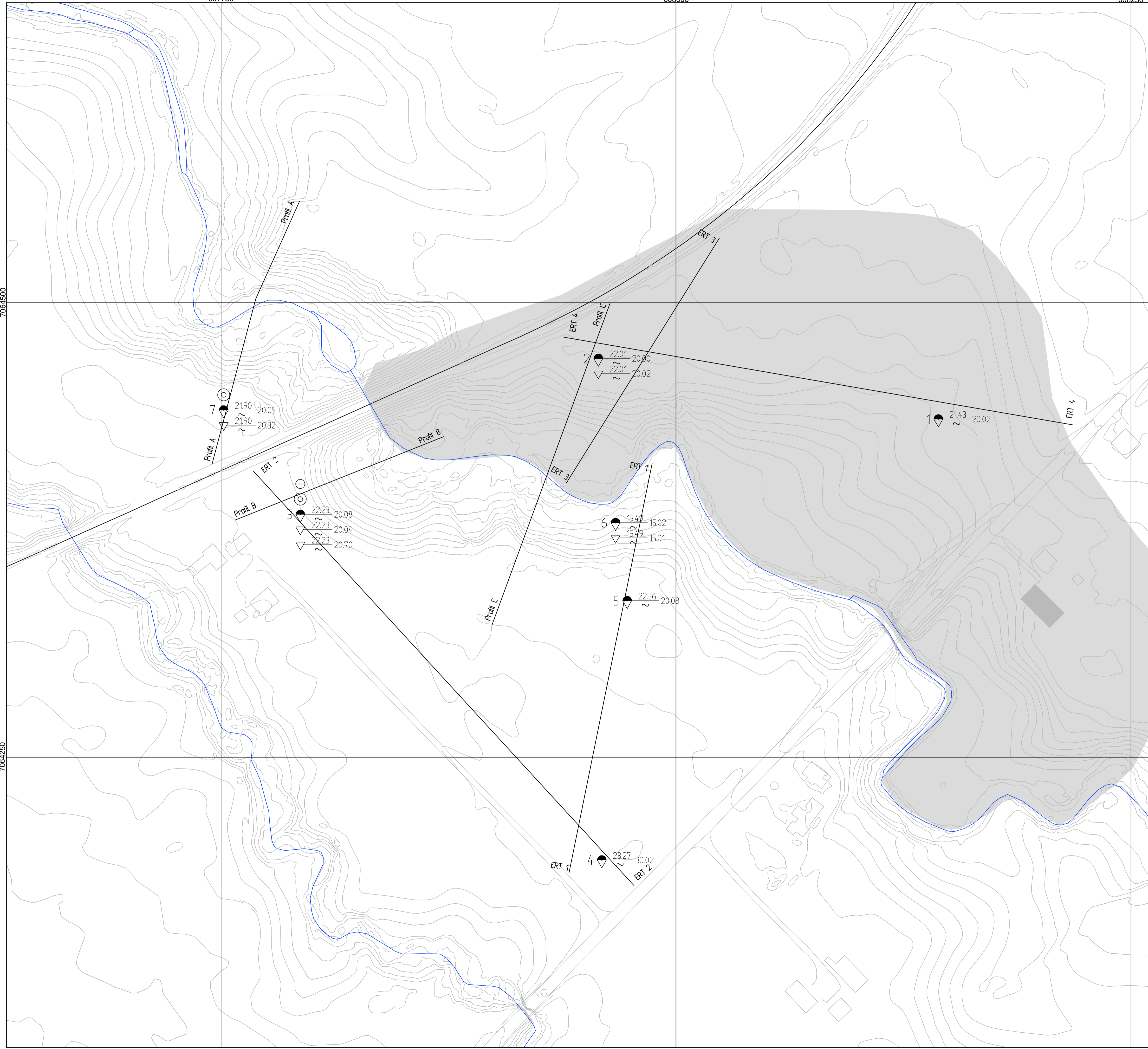
607750

608000

608250

7064500

7064250



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreieltrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- +
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

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

■ Kvikkleire faresone

**BESTEMMELSER:**

-

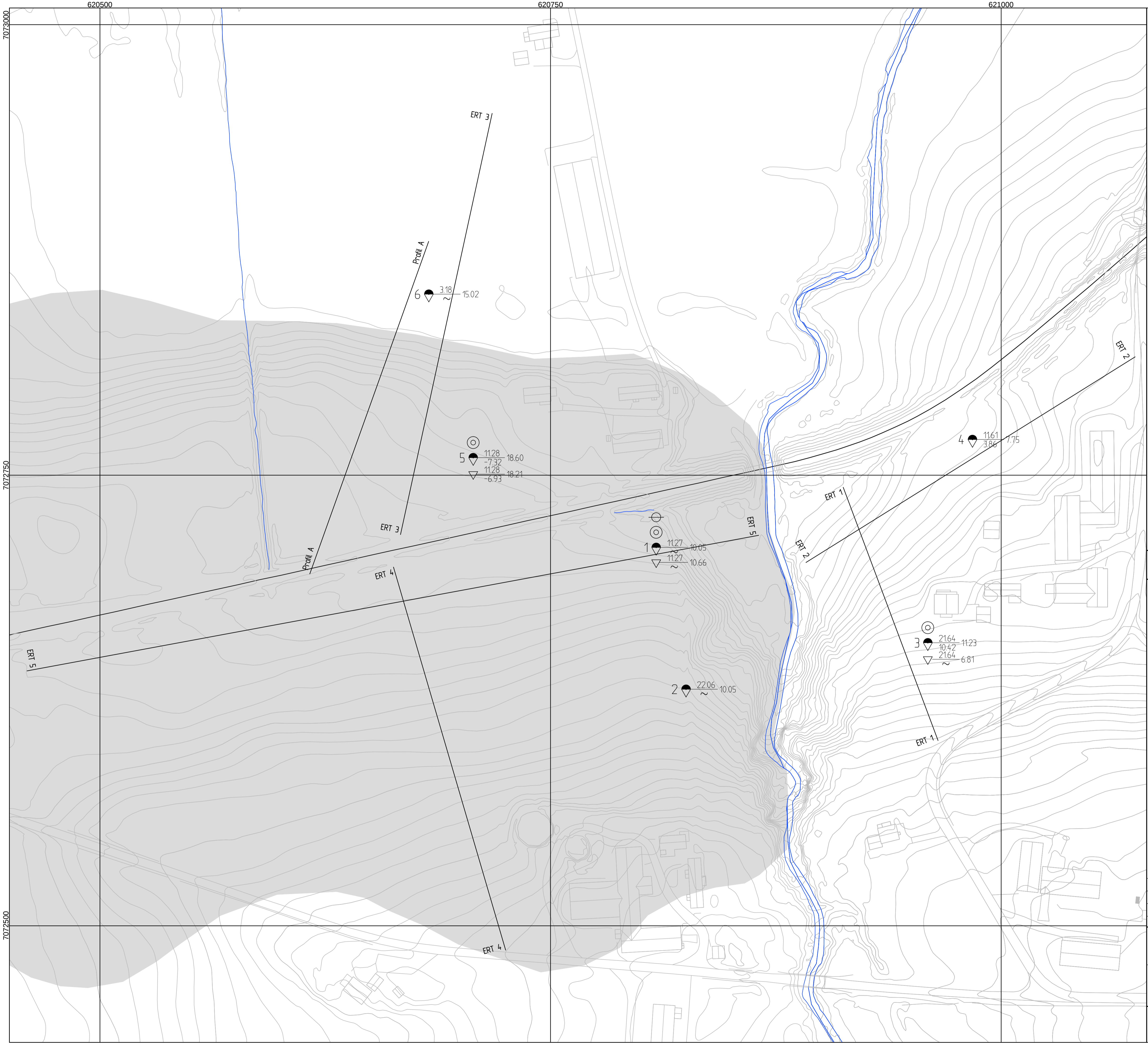
**HENVISNINGER:**

-

Tegningstittel:	Tegningssk:	Rev:
-	-	-

Rev:	Beskrivelse:	Dato:	Tegn:	Kontroll:
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b>		Status:		
		Original format:		
		A-1		
		Tegningens tittel:		
		P:\2015\00\20150042\Kart		
Borplan inklusiv plassering av beregningsprofiler Sone 877, Hove		Skala:		
		1:1000		
NGI				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 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:
		30.09.2015	SHe	BGK
		Oppdragsnr:	Tegningssk:	Rev:
		20150042	011	0





**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- ⊕ Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen


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

■ Kvikkleire faresone

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

Tegningstittel:	Tegningnr.:	Rev.:
-	-	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkjent
<p><b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b></p> <p>Original format: A-1 Tegningsnr. tilsvarende: P.12015.100.12015004.2\Kart</p>					<p>Status</p>
<p>Borplan inklusiv plassering av beregningsprofiler Sone 893, Rinnan</p>					<p>1:1000</p> 
<p>NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no</p>		<p>Dato: 30.09.2015 Oppdragsnr: 20150042</p>	<p>Konstr./Tegnet: SHe Tegningnr.: 012</p>	<p>Kontrollert: BGK</p>	<p>Godkjent: BGK Rev.: 0</p>

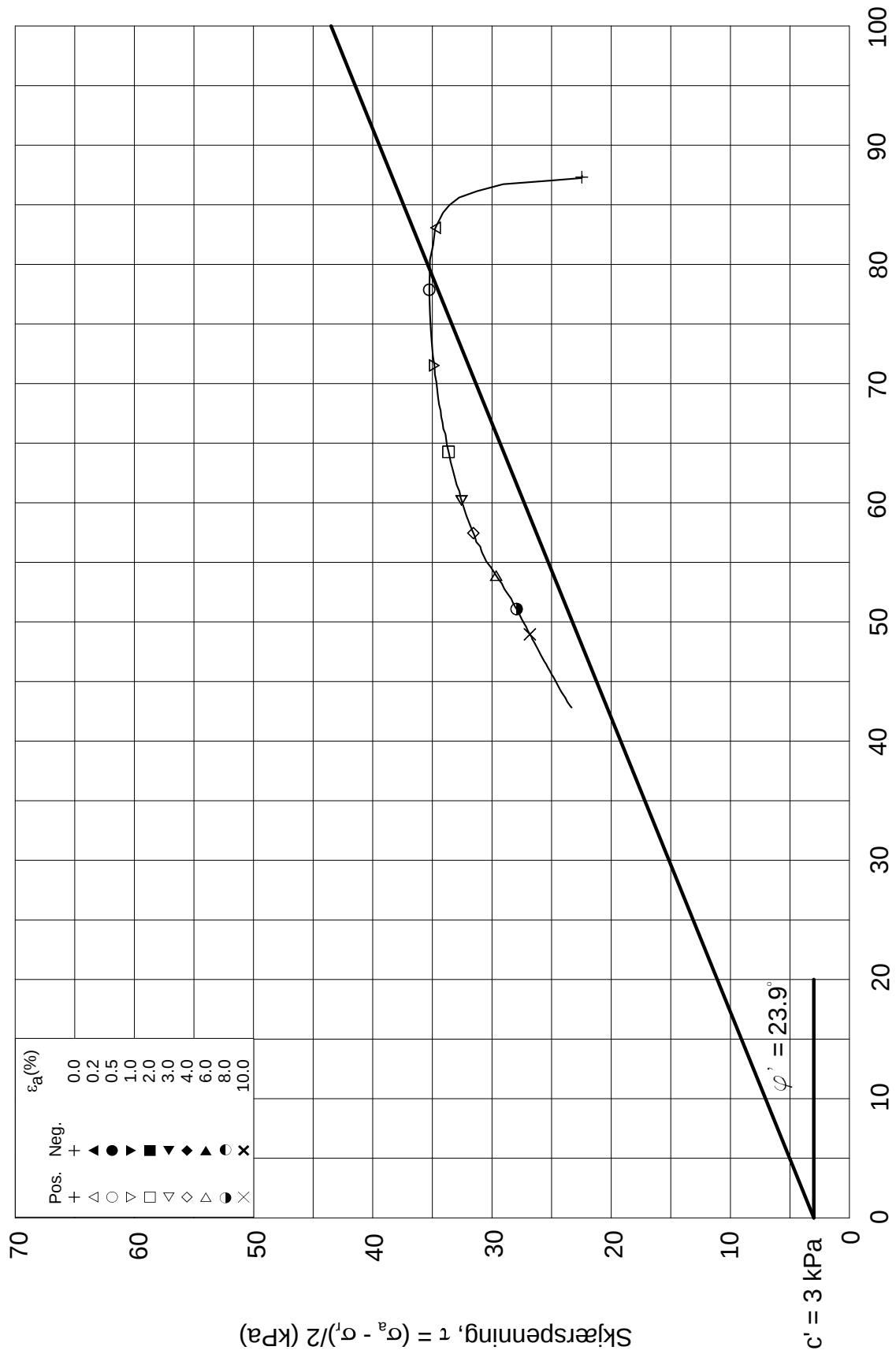
# Vedlegg A

## TOLKNING AV TREAKSIALFORSØK

### Innhold

Figur A1.1	Drenert tolkning av treaksialforsøk i BP1, sone 554
Figur A2.1	Drenert tolkning av treaksialforsøk i BP3, sone 877
Figur A2.2	Drenert tolkning av treaksialforsøk i BP7, sone 877
Figur A3.1	Drenert tolkning av treaksialforsøk i BP3, sone 893
Figur B3.2	Drenert tolkning av treaksialforsøk i BP5, sone 893

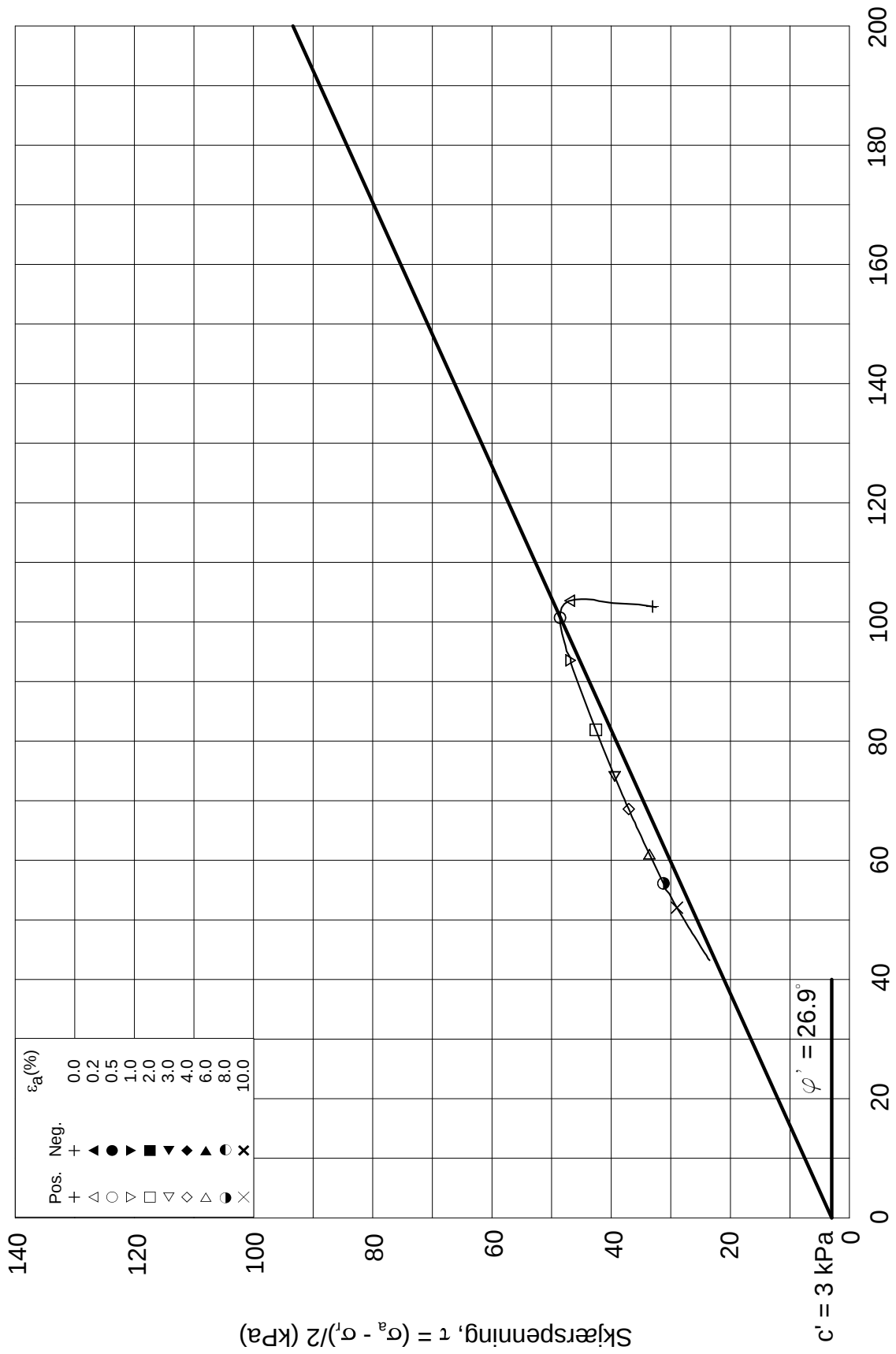




Effektiv gjennomsnittsspenning,  $p' = (\sigma_a' + \sigma_v')/2$  (kPa)

Date/Rev: 2014-12-23/02

<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b>			Dokument nr. 20150042-03-R	
Treaksial forsøk: <b>CAUA</b>			Figur nr. A1.1	
Boring: <b>1 (sone 554)</b>	Dybde = <b>9.33</b> m	Konsolidering-spenninger		
Sylinder: <b>2</b>	$p_{o'}$ = <b>11.0</b> kPa	(kPa)	maks.	min. endelig
Del: <b>A</b>	$w_i$ = <b>31.3</b> %	$\sigma_{ac}' =$	-	- <b>109.9</b>
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>27.9</b> %	$\sigma_{rc}' =$	-	- <b>65.0</b>
			Dato 2015-09-19	Tegnet av / kontr. MAS / GS

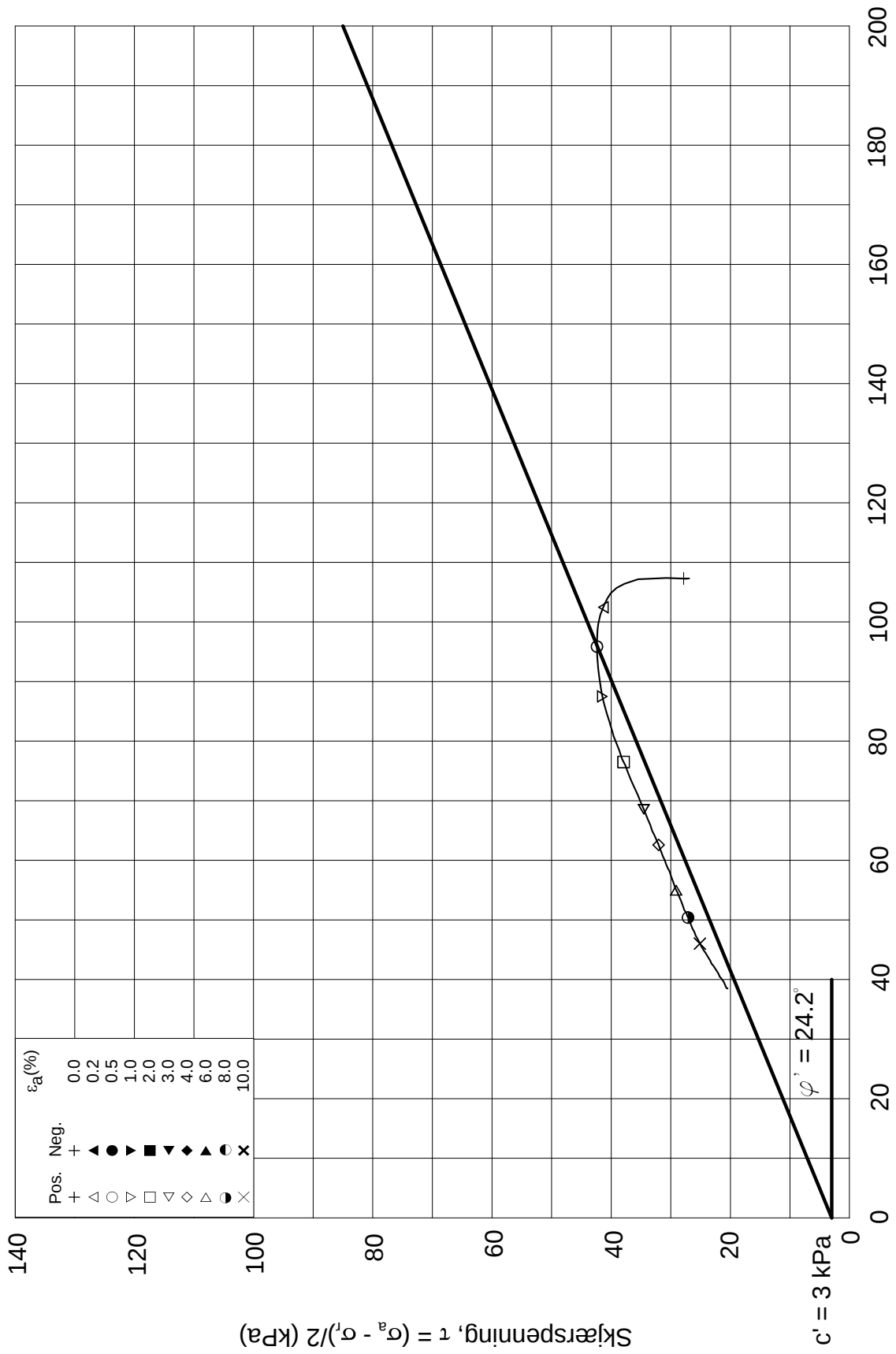


Effektiv gjennomsnittsspenning,  $p' = (\sigma_a' + \sigma_v')/2$  (kPa)


Date/Rev: 2014-12-23/02

<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b>			Dokument nr. 20150042-03-R	
Treaksial forsøk: <b>CAUA</b>			Figur nr. A2.1	
Boring: <b>3 (sone 877)</b>	Dybde = <b>12.43</b> m	Konsolidering-spenninger		
Sylinder: <b>3</b>	$p_{o'}$ = <b>135.0</b> kPa	(kPa)	maks.	min. endelig
Del: <b>A</b>	$w_i$ = <b>30.1</b> %	$\sigma_{ac}' =$	-	- <b>135.0</b>
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>29.2</b> %	$\sigma_{rc}' =$	-	- <b>70.0</b>
			Dato 2015-09-19	Tegnet av / kontr. MAS / GS

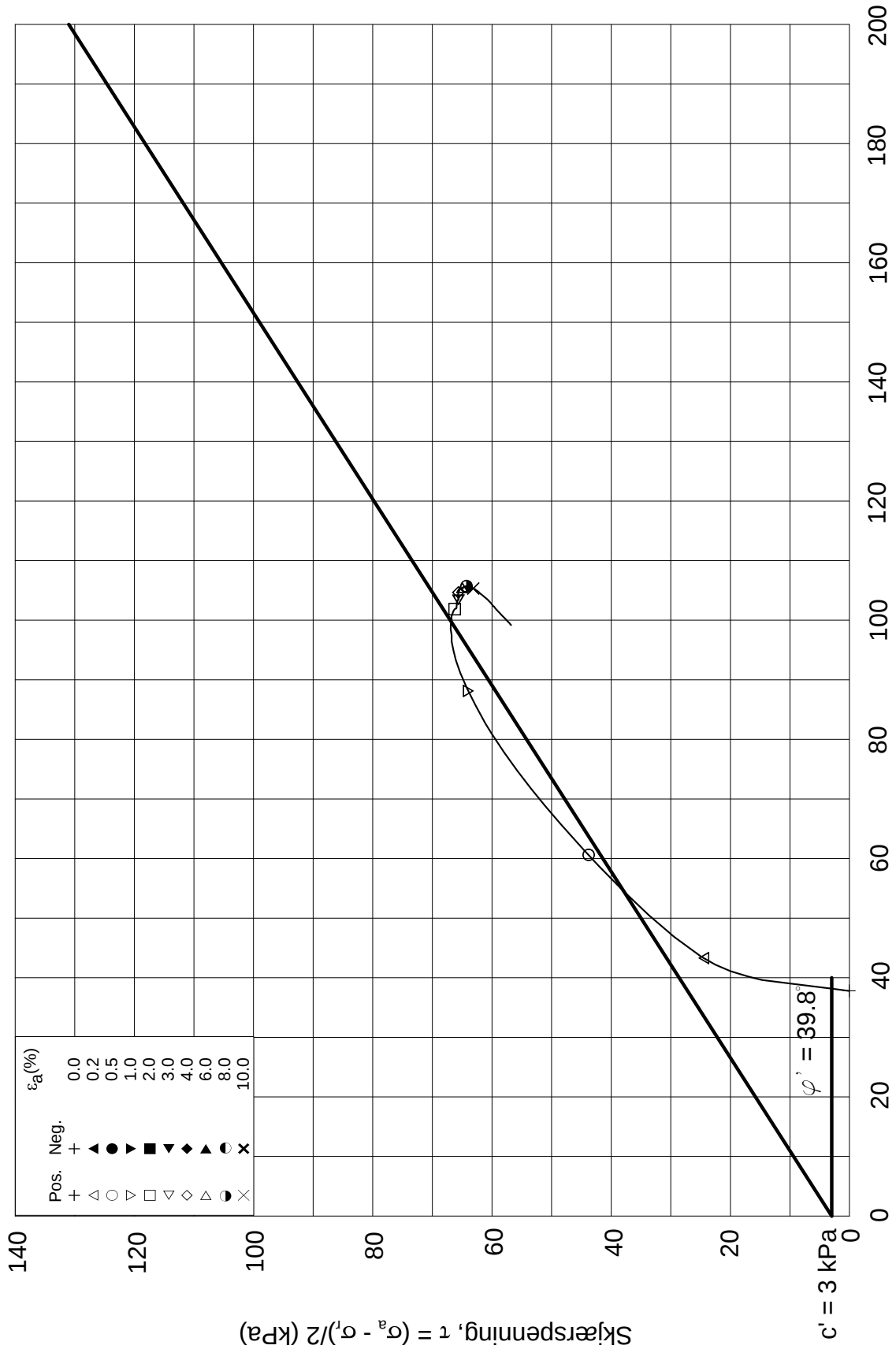
877BP3-3-A-1-Plot2.grf



Date/Rev: 2014-12-23/02

<b>Detaljkartlegging Stjørddal - Steinkjer</b>			Dokument nr. 20150042-03-R		
Treaksial forsøk: <b>CAUA</b>				Figur nr. A2.2	
Boring: <b>7 (sone 877)</b>	Dybde = <b>12.18</b> m	Konsolidering-spenninger			Dato 2015-09-19
Sylinder: <b>7</b>	$p_{o'}$ = <b>135.0</b> kPa	(kPa)	maks.	min.	Tegnet av / kontr. MAS / GS
Del: <b>A</b>	$w_i$ = <b>30.0</b> %	$\sigma_{ac}' =$	-	-	
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>27.7</b> %	$\sigma_{rc}' =$	-	-	
			<b>134.8</b>	<b>79.9</b>	

877BP7-7-A-1-Plot2.grf



Date/Rev: 2014-12-23/02

**Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer**

Dokument nr.  
20150042-03-R

Treaksial forsøk: **CAUA**

Figur nr.  
A3.1

Boring: **3 (sone 893)**

Dybde = **2.26** m

Konsolidering-spenninger

Dato  
2015-09-19

Tegnet av / kontr.  
MAS / GS

Sylinder: **1**

$po'$  = **37.7** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Del: **A**

$w_i$  = **28.2** %

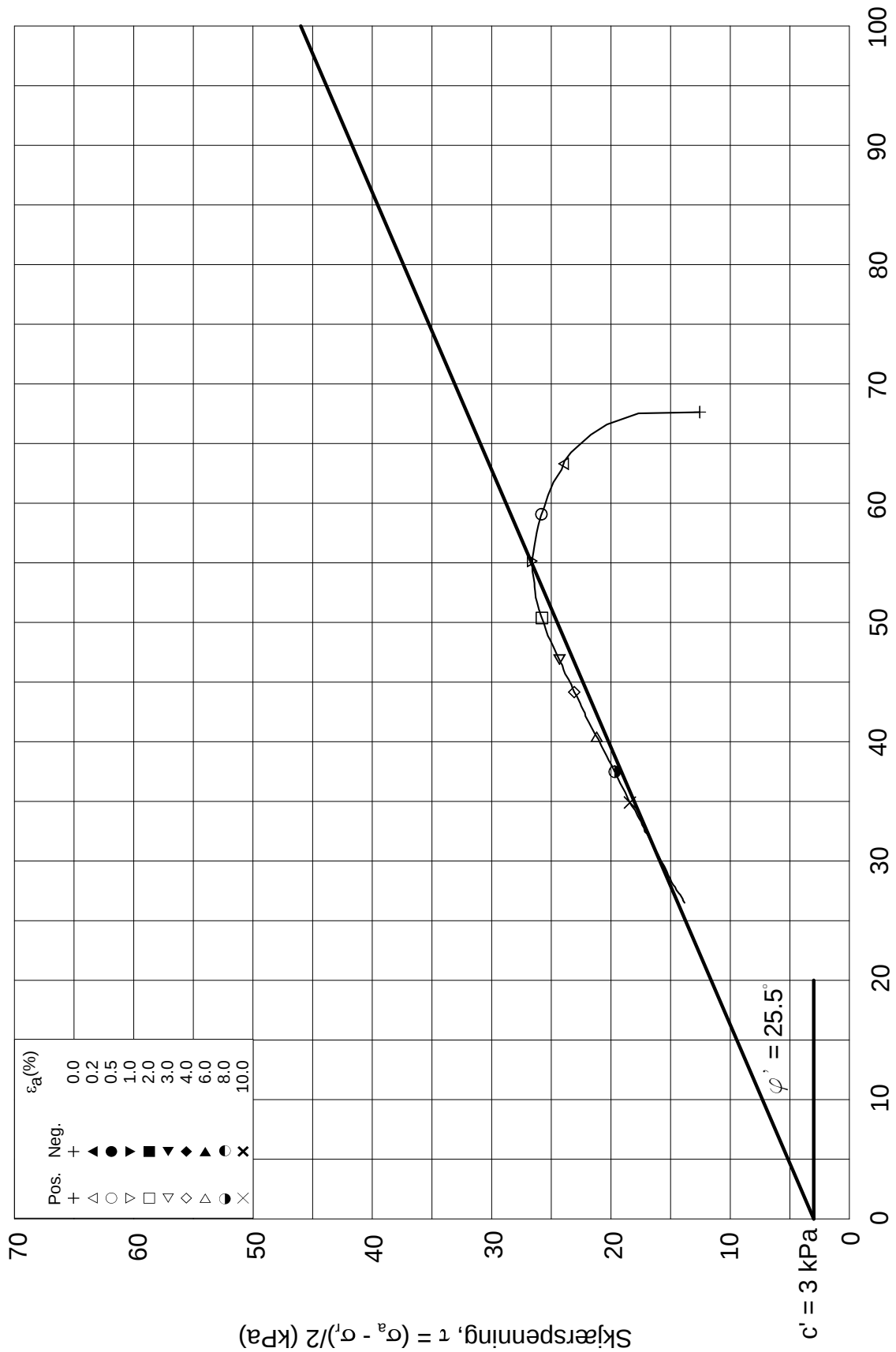
$\sigma_{ac}' =$  - - **37.7**

Test: **1**

$w_c$  = **28.1** %

$\sigma_{rc}' =$  - - **37.7**





Date/Rev: 2014-12-23/02

**Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer**

Dokument nr.  
20150042-03-R

Treaksial forsøk: **CAUA**

Figur nr.  
A3.2

Boring: **5 (sone 893)**

Dybde = **7.34** m

Konsolidering-spenninger

Dato  
2015-09-19

Tegnet av / kontr.  
MAS / GS

Sylinder: **1**

$p_{o'}$  = **80.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Del: **A**

$w_i$  = **25.2** %

$\sigma_{ac}' =$  - - **79.9**

Test: **1**

$w_c$  = **23.5** %

$\sigma_{rc}' =$  - - **55.0**



# Vedlegg B

## CPTU KVALITET OG TOLKNING

### Innhold

Tabell B1-B2	CPTU anvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5
Figur B1	Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og SHANSEP: 554 BP1
Figur B2	Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og SHANSEP: 877 BP2
Figur B3	Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og SHANSEP: 877 BP3
Figur B4	Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og SHANSEP: 877 BP6
Figur B5	Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og SHANSEP: 877 BP7
Figur B6	Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og SHANSEP: 893 BP1
Figur B7	Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og SHANSEP: 893 BP3
Figur B8	Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og SHANSEP: 893 BP5



Bor-hull nr.	Målinger	TE <sub>maks</sub> /TO (kPa/°)	ΔR	ΔT (°)	ΔT*TE <sub>maks</sub> /TO	Siste målerverdi	ΔN	Δ <sub>TOT</sub>	Relativ nøyaktighet	Kravene til anvendelsesklasse						Anvendelses-klasse?
										A1		A2		A3		
554-1	q <sub>c</sub> (kPa)	1,1151	0,5869	5,7	6,36	901,2	-29,8	36,74	4,1 %	35	5 %	100	5 %	200	5 %	A1
	f <sub>s</sub> (kPa)	0,0235	0,0101		0,13	15,3	0	0,14	0,9 %	5	10 %	15	15 %	25	15 %	A1
	u <sub>2</sub> (kPa)	0,0260	0,0217		0,15	656,8	13,1	13,27	2,0 %	10	2 %	25	3 %	50	5 %	A2
	Helning (°)	-	-	-	-	-	0,01	-	-	2	2	5			A1	
	Nedtrengingslengde (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1	0,1	1	0,2	1	Ikke målt
	Avstand mellom målinger (mm)	-	-	-	-	-	10	-	-	20	20	50			A1	
877-2	q <sub>c</sub> (kPa)	0,5386	0,8976	9,3	5,01	766,1	-31,3	37,21	5,0 %	35	5 %	100	5 %	200	5 %	A2
	f <sub>s</sub> (kPa)	0,0078	0,0094		0,07	20,9	0,6	0,68	3,3 %	5	10 %	15	15 %	25	15 %	A1
	u <sub>2</sub> (kPa)	0,0214	0,0219		0,20	606	0	0,22	0,0 %	10	2 %	25	3 %	50	5 %	A1
	Helning (°)	-	-	-	-	-	0,01	-	-	2	2	5			A1	
	Nedtrengingslengde (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1	0,1	1	0,2	1	Ikke målt
	Avstand mellom målinger (mm)	-	-	-	-	-	10	-	-	20	20	50			A1	
877-3	q <sub>c</sub> (kPa)	0,5386	0,8976	20,4	10,99	920,4	-32,3	44,18	5,0 %	35	5 %	100	5 %	200	5 %	A2
	f <sub>s</sub> (kPa)	0,0078	0,0094		0,16	9,9	0,3	0,47	4,7 %	5	10 %	15	15 %	25	15 %	A1
	u <sub>2</sub> (kPa)	0,0214	0,0219		0,44	877,1	-6,2	6,66	0,8 %	10	2 %	25	3 %	50	5 %	A1
	Helning (°)	-	-	-	-	-	0,01	-	-	2	2	5			A1	
	Nedtrengingslengde (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1	0,1	1	0,2	1	Ikke målt
	Avstand mellom målinger (mm)	-	-	-	-	-	10	-	-	20	20	50			A1	
877-3r	q <sub>c</sub> (kPa)	1,1151	0,5869	8,2	9,14	1121,8	-22,8	32,53	2,9 %	35	5 %	100	5 %	200	5 %	A1
	f <sub>s</sub> (kPa)	0,0235	0,0101		0,19	14,5	0,2	0,40	2,8 %	5	10 %	15	15 %	25	15 %	A1
	u <sub>2</sub> (kPa)	0,0260	0,0217		0,21	863,2	-2,4	2,64	0,3 %	10	2 %	25	3 %	50	5 %	A1
	Helning (°)	-	-	-	-	-	0,01	-	-	2	2	5			A1	
	Nedtrengingslengde (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1	0,1	1	0,2	1	Ikke målt
	Avstand mellom målinger (mm)	-	-	-	-	-	10	-	-	20	20	50			A1	
877-6	q <sub>c</sub> (kPa)	0,5386	0,8976	3,1	1,67	810	-32,3	34,87	4,3 %	35	5 %	100	5 %	200	5 %	A1
	f <sub>s</sub> (kPa)	0,0078	0,0094		0,02	16	0,2	0,23	1,5 %	5	10 %	15	15 %	25	15 %	A1
	u <sub>2</sub> (kPa)	0,0214	0,0219		0,07	619,1	-1,3	1,39	0,2 %	10	2 %	25	3 %	50	5 %	A1
	Helning (°)	-	-	-	-	-	0,01	-	-	2	2	5			A1	
	Nedtrengingslengde (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1	0,1	1	0,2	1	Ikke målt
	Avstand mellom målinger (mm)	-	-	-	-	-	10	-	-	20	20	50			A1	
877-7	q <sub>c</sub> (kPa)	1,1151	0,5869	6,1	6,80	897,7	-32,2	39,59	5,0 %	35	5 %	100	5 %	200	5 %	A2
	f <sub>s</sub> (kPa)	0,0235	0,0101		0,14	9	-0,1	0,25	2,8 %	5	10 %	15	15 %	25	15 %	A1
	u <sub>2</sub> (kPa)	0,0260	0,0217		0,16	704,7	0,8	0,98	0,1 %	10	2 %	25	3 %	50	5 %	A1
	Helning (°)	-	-	-	-	-	0,01	-	-	2	2	5			A1	
	Nedtrengingslengde (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1	0,1	1	0,2	1	Ikke målt
	Avstand mellom målinger (mm)	-	-	-	-	-	10	-	-	20	20	50			A1	
893-1	q <sub>c</sub> (kPa)	1,1151	0,5869	6,3	7,03	753,1	-32,8	40,41	5,4 %	35	5 %	100	5 %	200	5 %	A2
	f <sub>s</sub> (kPa)	0,0235	0,0101		0,15	16,6	0,1	0,26	1,6 %	5	10 %	15	15 %	25	15 %	A1
	u <sub>2</sub> (kPa)	0,0260	0,0217		0,16	462,7	-1,7	1,89	0,4 %	10	2 %	25	3 %	50	5 %	A1
	Helning (°)	-	-	-	-	-	0,01	-	-	2	2	5			A1	
	Nedtrengingslengde (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1	0,1	1	0,2	1	Ikke målt
	Avstand mellom målinger (mm)	-	-	-	-	-	10	-	-	20	20	50			A1	

Nøyaktigheten av målingene skal være større enn den største av kravene fra Tabell 5.2, NGF-melding nr. 5

$$\Delta_{TOT} = \Delta N + \Delta R + \Delta T(TE_{maks}/TO)$$

$$\text{Relativ nøyaktighet} = \Delta_{TOT} / \text{Siste målerverdi}$$

Δ<sub>TOT</sub>: samlet målenøyaktighet (kPa)

Hentes fra rådatafil sammen med "nullpunkt før":

ΔN: avvik fra nullpunktkontroll (kPa)


ΔT: temperaturendring (°)

Hentes fra kalibreringsskjema:

ΔR: oppløsningsavvik (kPa)

TE<sub>maks</sub>: maksimum temperatureffekt, ubelastet (kPa)

TO: temperaturområde (°)

<b>Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer, Fareutredninger sone 554, 877, 893</b>	Rapport nr.	20150042-03-R	Tabell	B1
	Tegner	APP	Dato	21-09-2015
	Kontrollert	BGK		
	Godkjent	GGr		
CPTU anvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5				

Bor-hull nr.	Målinger	TE <sub>maks</sub> /TO (kPa/°)	ΔR	ΔT (°)	ΔT*TE <sub>maks</sub> /T O	Siste målerverdi	ΔN	Δ <sub>TOT</sub>	Relativ nøyaktighet	Kravene til anvendelsesklasse						Anvendelsesklasse?
										A1		A2		A3		
893-3	q <sub>c</sub> (kPa)	1,1151	0,5869	12,9	14,38	735,6	-16,4	31,37	4,3 %	35	5 %	100	5 %	200	5 %	A1
	f <sub>s</sub> (kPa)	0,0235	0,0101		0,30	8,5	0	0,31	3,7 %	5	10 %	15	15 %	25	15 %	A1
	u <sub>2</sub> (kPa)	0,0260	0,0217		0,34	311,9	0	0,36	0,1 %	10	2 %	25	3 %	50	5 %	A1
	Helning (°)	-	-	-	-	-	0,01	-	-	2		2		5		A1
	Nedtrengingslengde (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1	0,1	1	0,2	1	Ikke målt
	Avstand mellom målinger (mm)	-	-	-	-	-	-	10	-	20		20		50		A1
893-5	q <sub>c</sub> (kPa)	1,1151	0,5869	5,3	5,91	737,9	1,8	8,30	1,1 %	35	5 %	100	5 %	200	5 %	A1
	f <sub>s</sub> (kPa)	0,0235	0,0101		0,12	26	-0,1	0,23	0,9 %	5	10 %	15	15 %	25	15 %	A1
	u <sub>2</sub> (kPa)	0,0260	0,0217		0,14	541,6	-1,1	1,26	0,2 %	10	2 %	25	3 %	50	5 %	A1
	Helning (°)	-	-	-	-	-	0,01	-	-	2		2		5		A1
	Nedtrengingslengde (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1	0,1	1	0,2	1	Ikke målt
	Avstand mellom målinger (mm)	-	-	-	-	-	-	10	-	20		20		50		A1

$$\Delta_{TOT} = \Delta N + \Delta R + \Delta T(TE_{maks}/TO)$$

$$\text{Relativ nøyaktighet} = \Delta_{TOT} / \text{Siste målerverdi}$$

Δ<sub>TOT</sub>: samlet målenøyaktighet (kPa)

Hentes fra rådatafil sammen med "nullpunkt før":

ΔN: avvik fra nullpunkt kontroll (kPa)

ΔT: temperaturendring (°)


Hentes fra kalibreringsskjema:

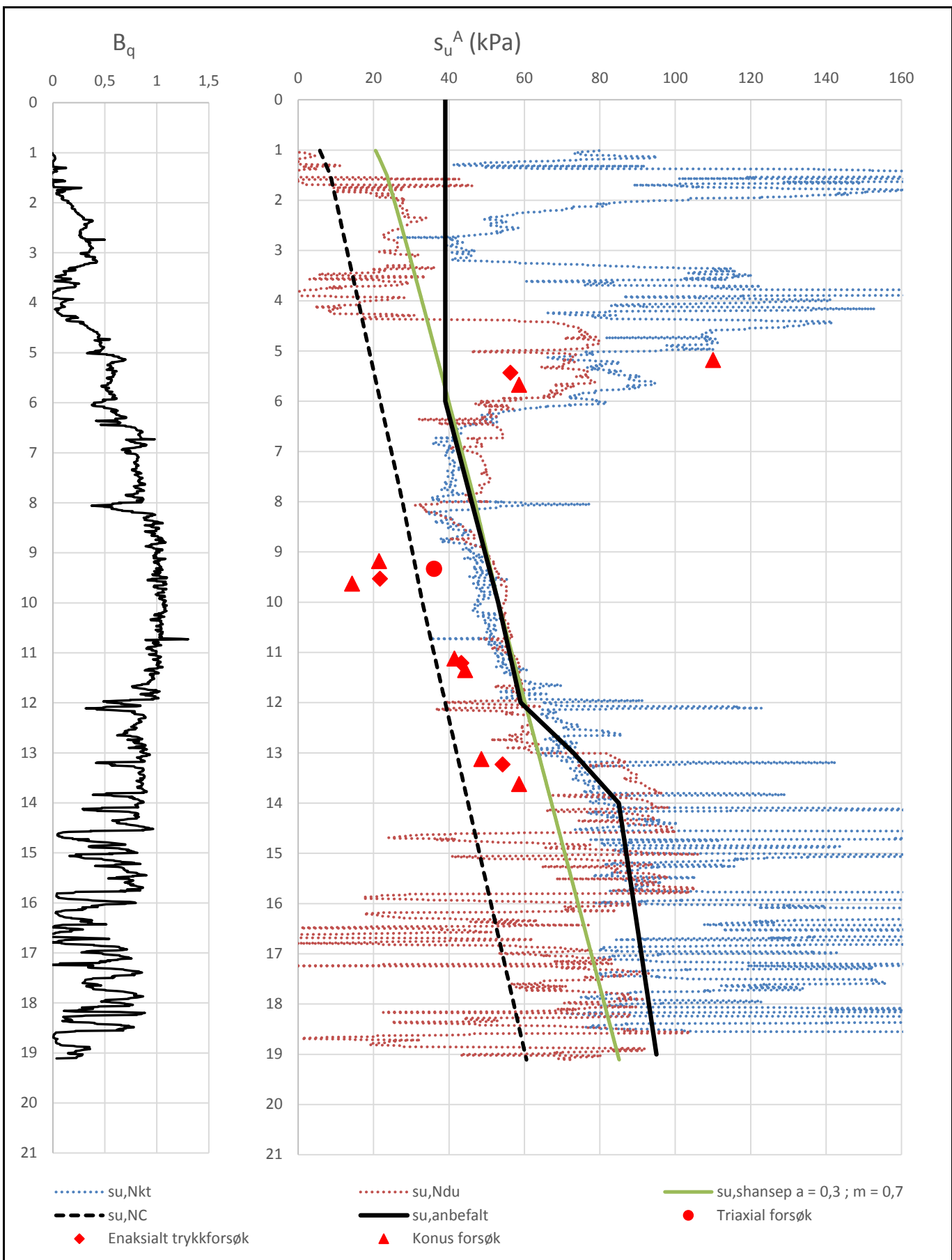
ΔR: oppløsningsavvik (kPa)


TE<sub>maks</sub>: maksimum temperatureffekt, ubelastet (kPa)

TO: temperaturområde (°)

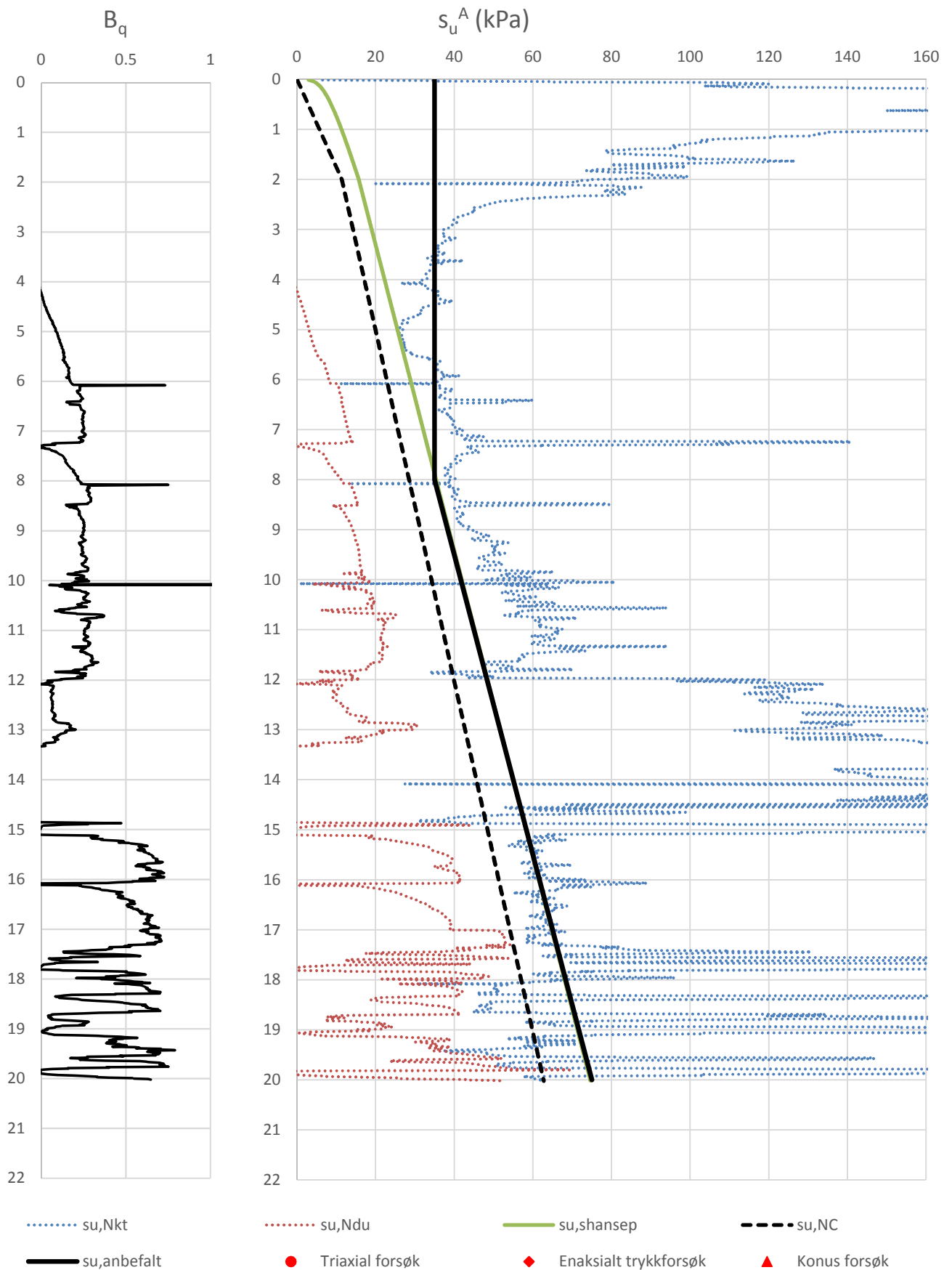
Nøyaktigheten av målingene skal være større enn den største av kravene fra Tabell 5.2, NGF-melding nr. 5

<b>Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer, Fareutredninger sone 554, 877, 893</b>	Rapport nr. 20150042-03-R	Tabell B2
	Tegner APP	Dato 21-09-2015
CPTU anvendelsesklasse i henhold til NGF melding nr. 5	Kontrollert BGK	
	Godkjent GGr	



<b>Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer</b>		Dokumentnr. 20150042	
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.		Figurnr. B01	
Borhull 554 BP1, boret 28.05.2015		Dato 2015-09-21	Tegnet av APP
Nuværende terrengkote: 9,33m			
Tidligere terrengkote: 18m			

#VALUE!



P:\2015\00\20150042\Beregninger og prosjektering\CPTU\_tolk\877 Hove\CPTU\_BP2\_su\_plot.xlsx|su\_plot

### Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull BP2 (sone 877), boret 18.05.2015

Nuværende terrengkote: 22.01m

Tidligere terrengkote: 25.41m

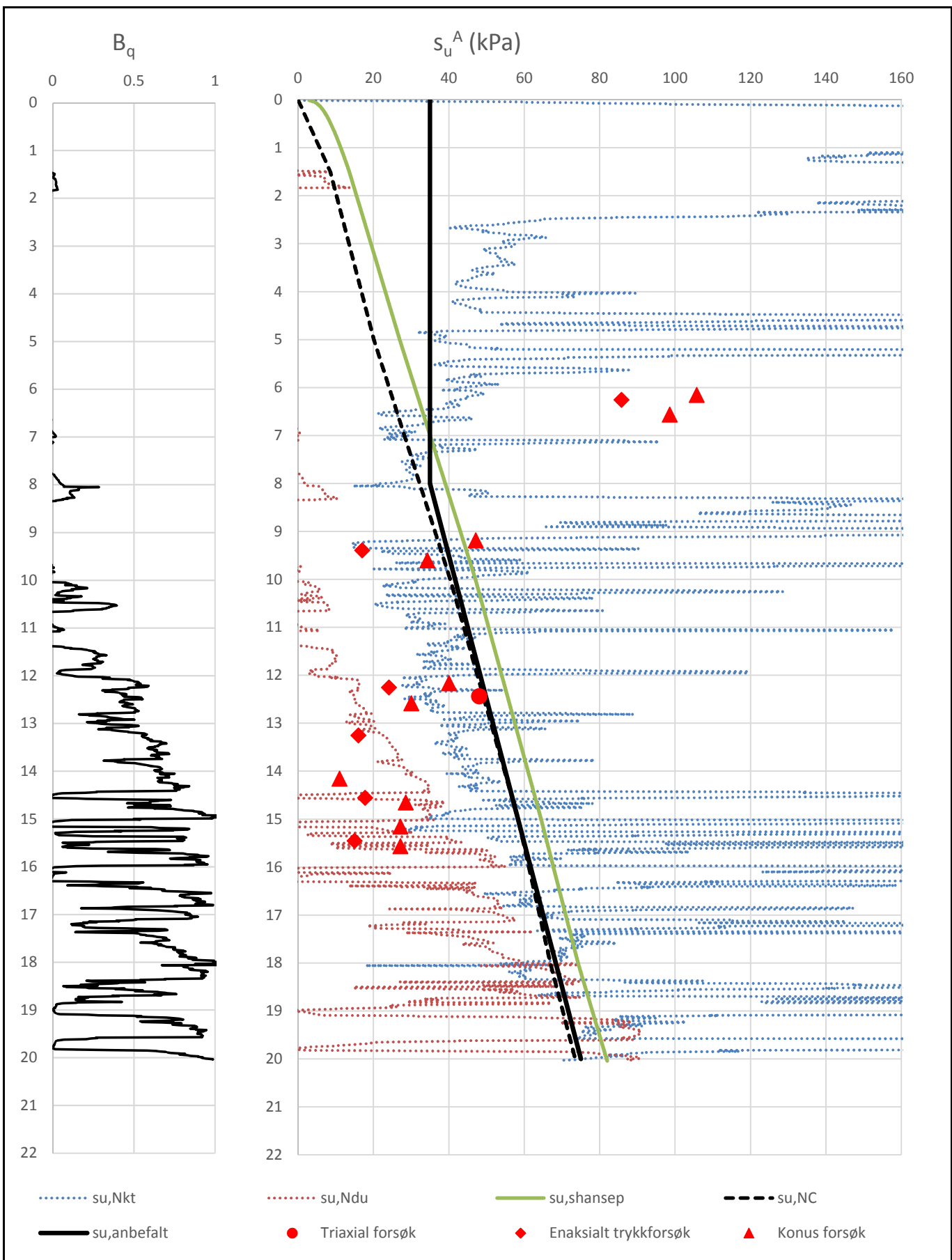
Dokumentnr.  
20150042-03-R

Figurnr.  
B02


Dato  
2015-09-08

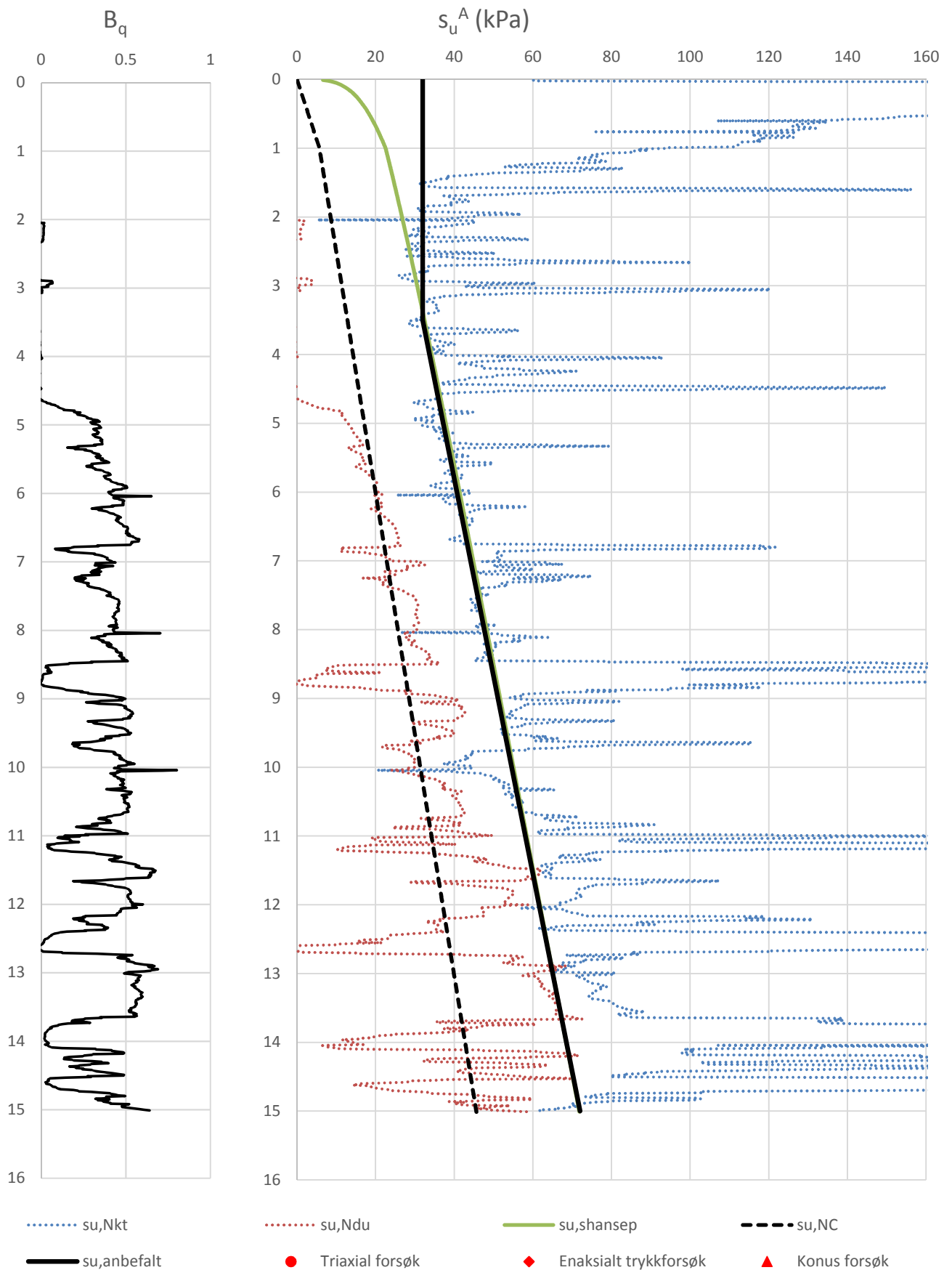
Tegnet av  
SHo





P:\2015\00\20150042\Beregninger og prosjektering\CPTU\_tolk\877 Hove\CPTU-BP3\_su\_plot.xlsx|su\_plot

<b>Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer</b>		Dokumentnr. 20150042-03-R	
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.		Figurnr. B03	
Borhull BP3 (sone 877), boret 18.05.2015		Dato 2015-09-08	Tegnet av SHo
Nuværende terrengkote: 22.23m			
Tidligere terrengkote: 25.63m			



P:\2015\00\20150042\Beregninger og prosjektering\CPTU\_tolk\877 Hove\CPTU-BP6\_su\_plot.xlsx|su\_plot

### Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull BP6 (sone 877), boret 13.05.2015

Nuværende terrengkote: 15.49m

Tidligere terrengkote: 25.49m

Dokumentnr.  
20150042-03-R

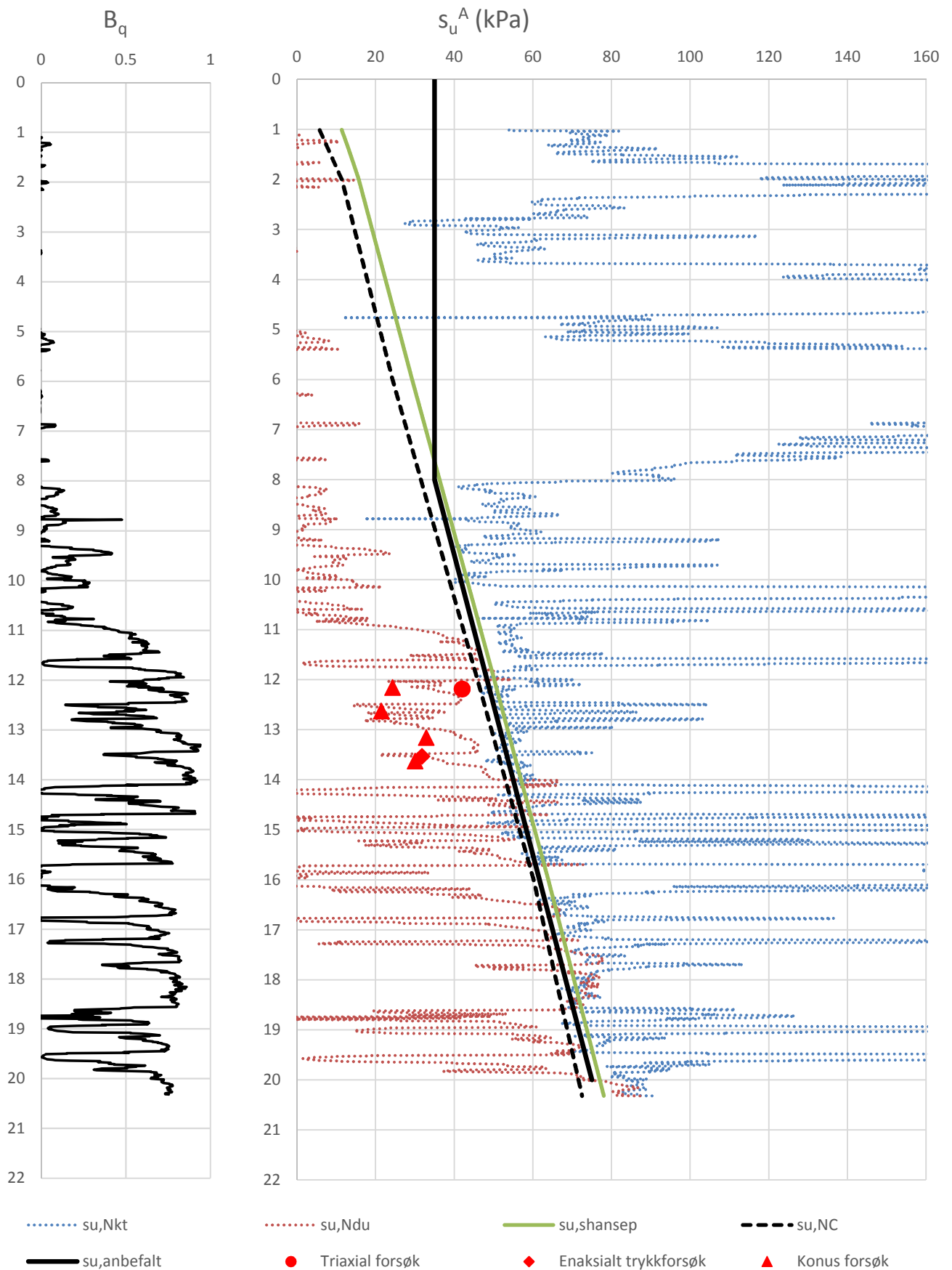
Figurnr.  
B04

Dato  
2015-09-08

Tegnet av  
SHo







P:\2015\00\20150042\Beregninger og prosjektering\CPTU\_tolk\877 Hove\CPTU-BP7\_su\_plot.xlsx|su\_plot

### Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull BP7 (sone 877), boret 01.06.2015

Nuværende terrengkote: 21.9m

Tidligere terrengkote: 25.3m

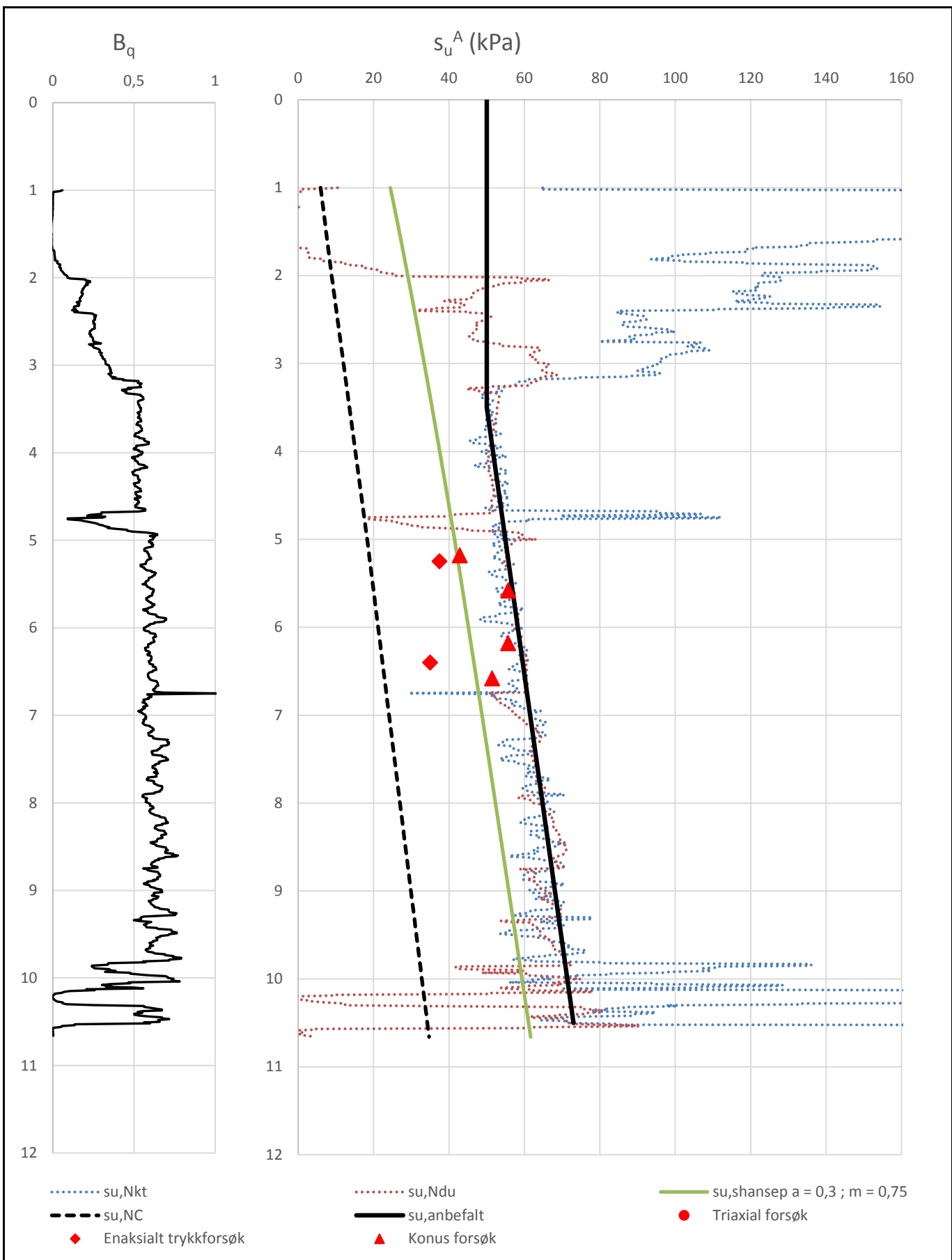
Dokumentnr.  
20150042-03-R

Figurnr.  
B05

Dato  
2015-09-08

Tegnet av  
SHo





**Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer**

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull BP1 (sone 893), boret 26.05.2015

Nuværende terrengkote: 11,27m

Tidligere terrengkote: 24m

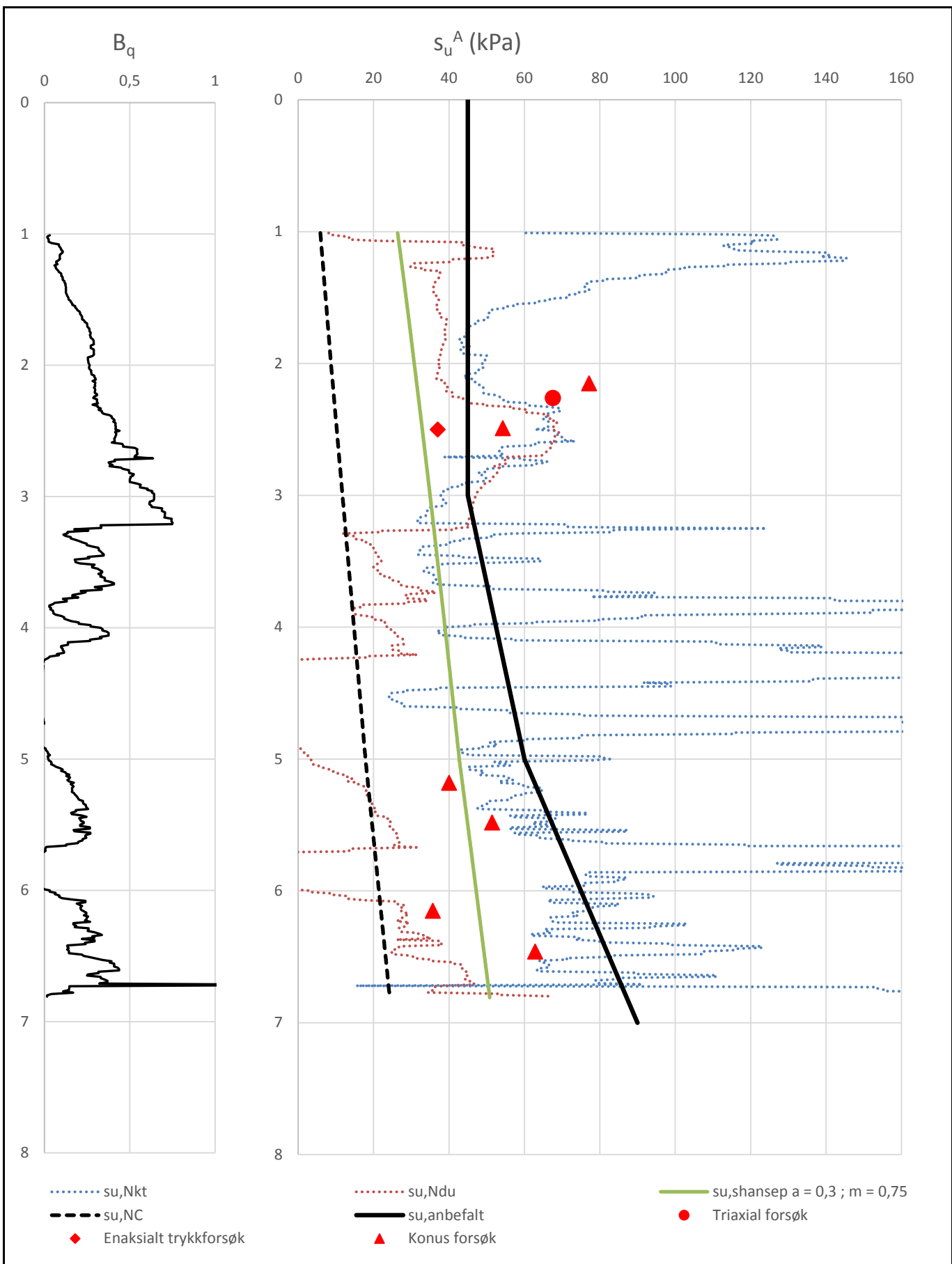
Dokumentnr.  
20150042

Figurnr.  
B6

Dato  
2015-09-22

Tegnet av  
APP





**Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer**

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull BP3 (sone 893), boret 21.05.2015

Nuværende terrengkote: 21,64m

Tidligere terrengkote: 34m

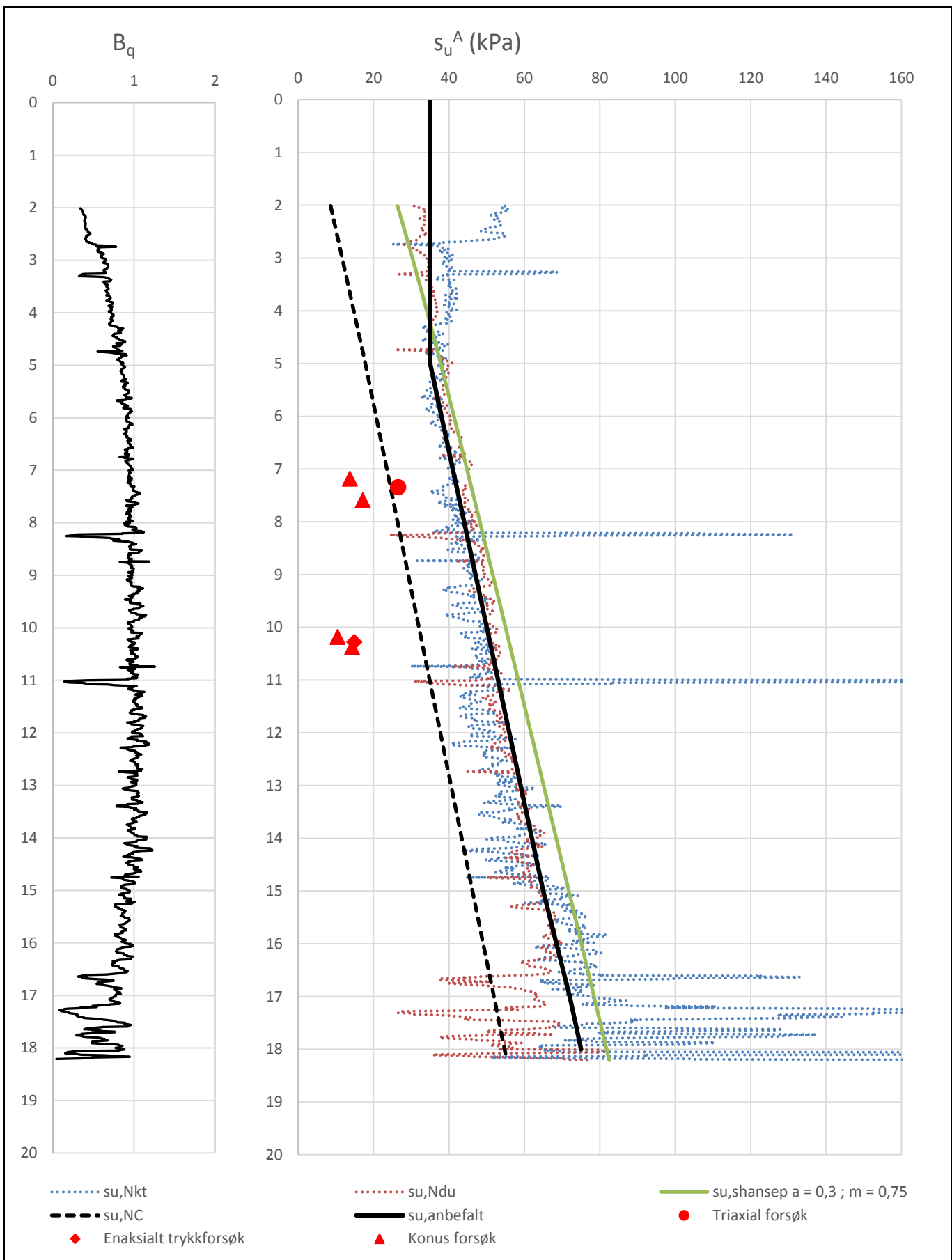
Dokumentnr.  
20150042

Figurnr.  
B7

Dato  
2015-09-22

Tegnet av  
APP





**Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer**

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shansep.

Borhull BP5 (sone 893), boret 26.05.2015

Nuværende terrengkote: 11,28m

Tidligere terrengkote: 21m

Dokumentnr.  
20150042

Figurnr.  
B8

Dato  
2015-09-21

Tegnet av  
APP

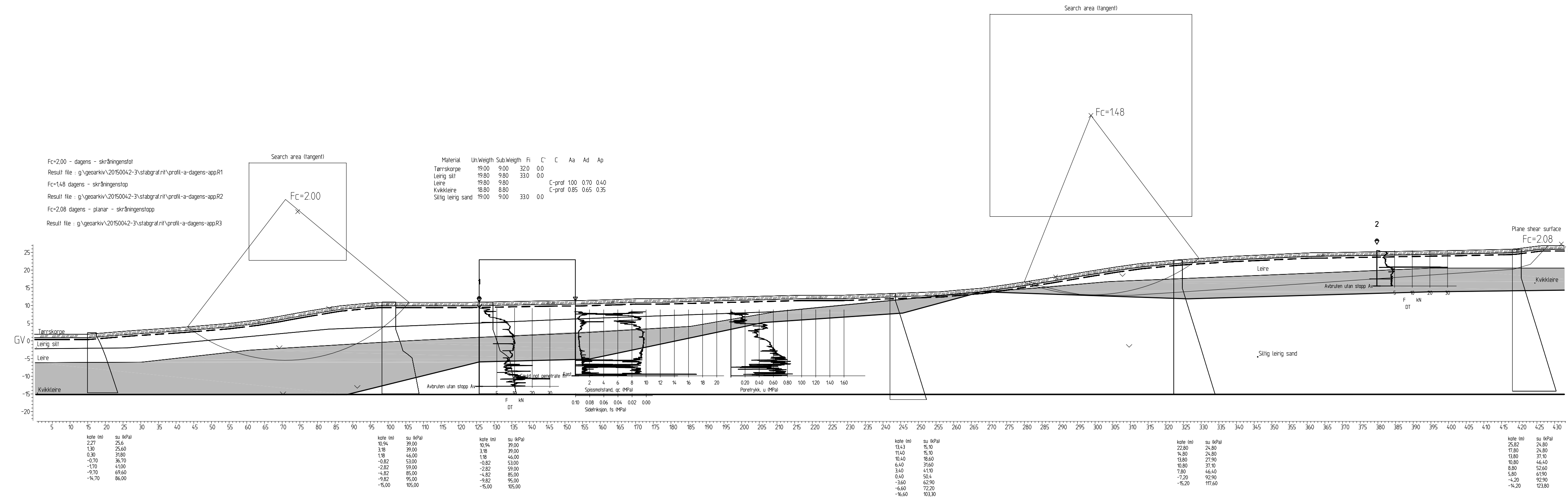


# Vedlegg C

## STABILITETSBEREGNINGER

### Innhold

Tegning nr.	Tittel
C01	Profil A, sone 554 Fleskhus, dagens situasjon, udrenert tilstand
C02	Profil A, sone 554 Fleskhus, dagens situasjon, drenert tilstand
C03	Profil B, sone 554 Fleskhus, dagens situasjon, udrenert tilstand
C04	Profil B, sone 554 Fleskhus, dagens situasjon, drenert tilstand
C05	Profil B, sone 554 Fleskhus, stabiliserende tiltak, udrenert tilstand
C06	Profil B, sone 554 Fleskhus, stabiliserende tiltak, drenert tilstand
C07	Profil A, sone 877 Hove, dagens situasjon, udrenert tilstand
C08	Profil A, sone 877 Hove, dagens situasjon, drenert tilstand
C09	Profil A, sone 877 Hove, stabiliserende tiltak, udrenert tilstand
C10	Profil A, sone 877 Hove, stabiliserende tiltak, drenert tilstand
C11	Profil B, sone 877 Hove, dagens situasjon, udrenert tilstand
C12	Profil B, sone 877 Hove, dagens situasjon, drenert tilstand
C13	Profil B, sone 877 Hove, stabiliserende tiltak, udrenert tilstand
C14	Profil B, sone 877 Hove, stabiliserende tiltak, drenert tilstand
C15	Profil C, sone 877 Hove, dagens situasjon, udrenert tilstand
C16	Profil C, sone 877 Hove, dagens situasjon, drenert tilstand
C17	Profil C, sone 877 Hove, stabiliserende tiltak, udrenert tilstand
C18	Profil C, sone 877 Hove, stabiliserende tiltak, drenert tilstand
C19	Profil A, sone 893 Rinnan, dagens situasjon, udrenert tilstand
C20	Profil A, sone 893 Rinnan, dagens situasjon, drenert tilstand



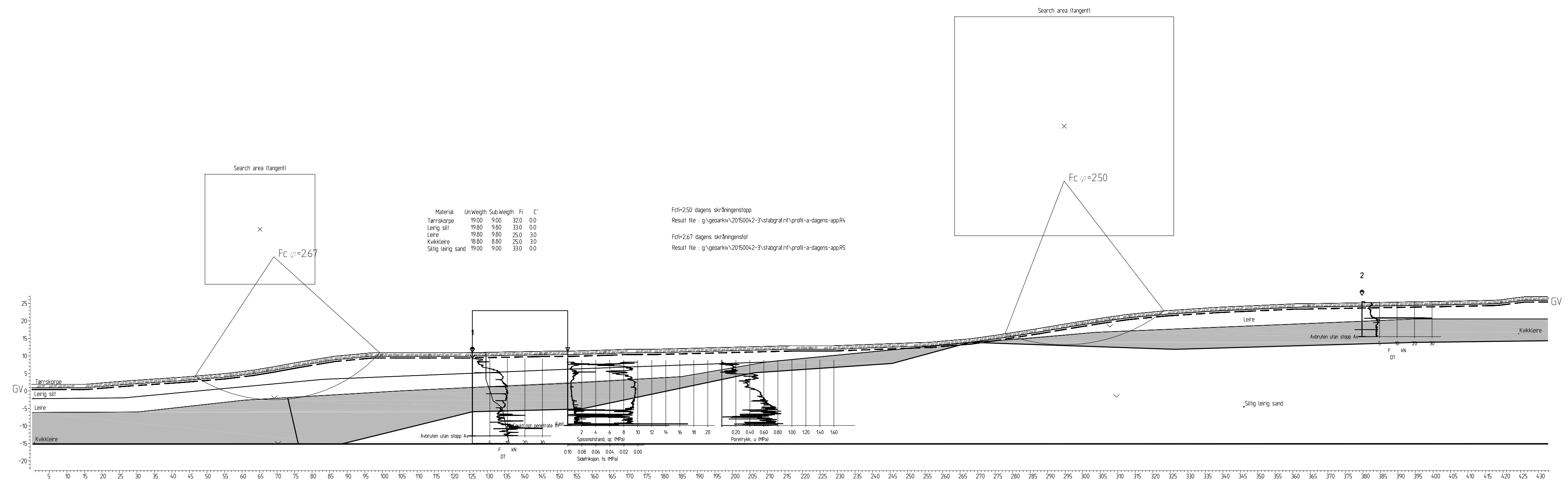
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn Tegning-profilA-dagens.dwg Målestokk <b>1:800</b>					
<b>Stabilitetsanalyse</b> <b>Profil A, sone 554 Fleskhus</b> <b>Dagens situasjon</b> <b>Udrenert analyse</b>		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		15.09.2015	APP	BGK	BGK
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20150042	C01	-	





FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b>		Status -			
Stabilitetsanalyse Profil A, sone 554 Fleskhus Dagens situasjon Drenert analyse		Original format A-3.1 Tegningens filnavn Tegning-profilA-dagens.dwg		Målestokk <b>1:800</b>	
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 15.09.2015	Konstr./Tegnet APP	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
Oppdragsnr. <b>20150042</b>		Tegningsnr. <b>C02</b>		Rev. -	

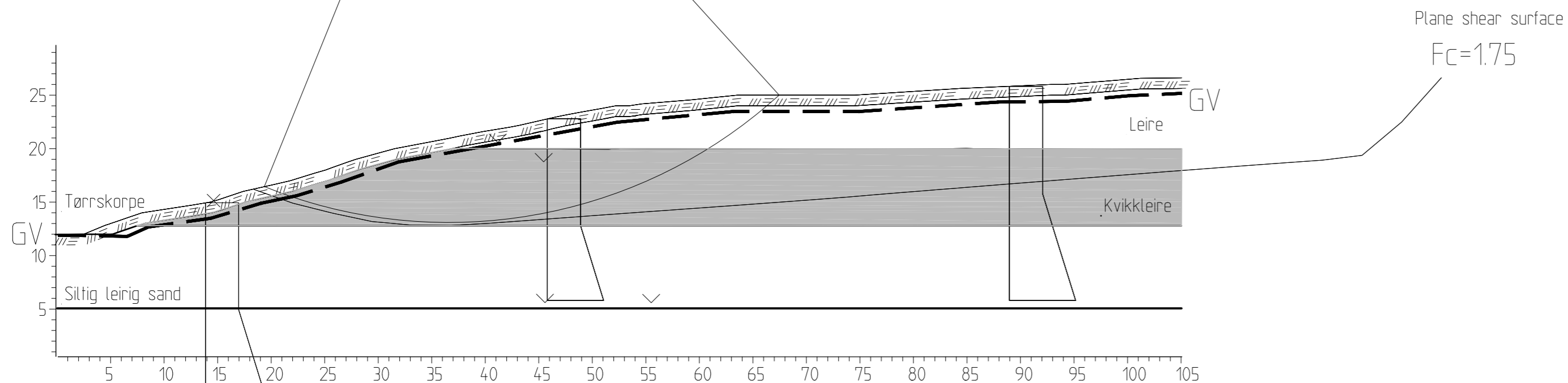


Search area (tangent)

Fc=1,22 dagens  
Result file : g:\geoarkiv\20150042-3\stabgraf.rvt\profil-b-dagens-app.R1

Fc=1,75 dagens planar  
Result file : g:\geoarkiv\20150042-3\stabgraf.rvt\profil-b-dagens-app.R3

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	19.00	9.00	32.0	0.0				
Leire	19.80	9.80			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.80	8.80			C-prof	0.85	0.65	0.35
Siltig leirig s	19.00	9.00	33.0	0.0				



kote (m)	su (kPa)
14,94	31,00
4,94	31,00
-0,06	46,40
-2,06	52,60

kote (m)	su (kPa)
22,80	31,00
12,80	31,00
7,80	46,40
5,80	52,60

kote (m)	su (kPa)
25,8,3	31,00
15,80	31,00
12,80	40,20
5,80	61,90

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

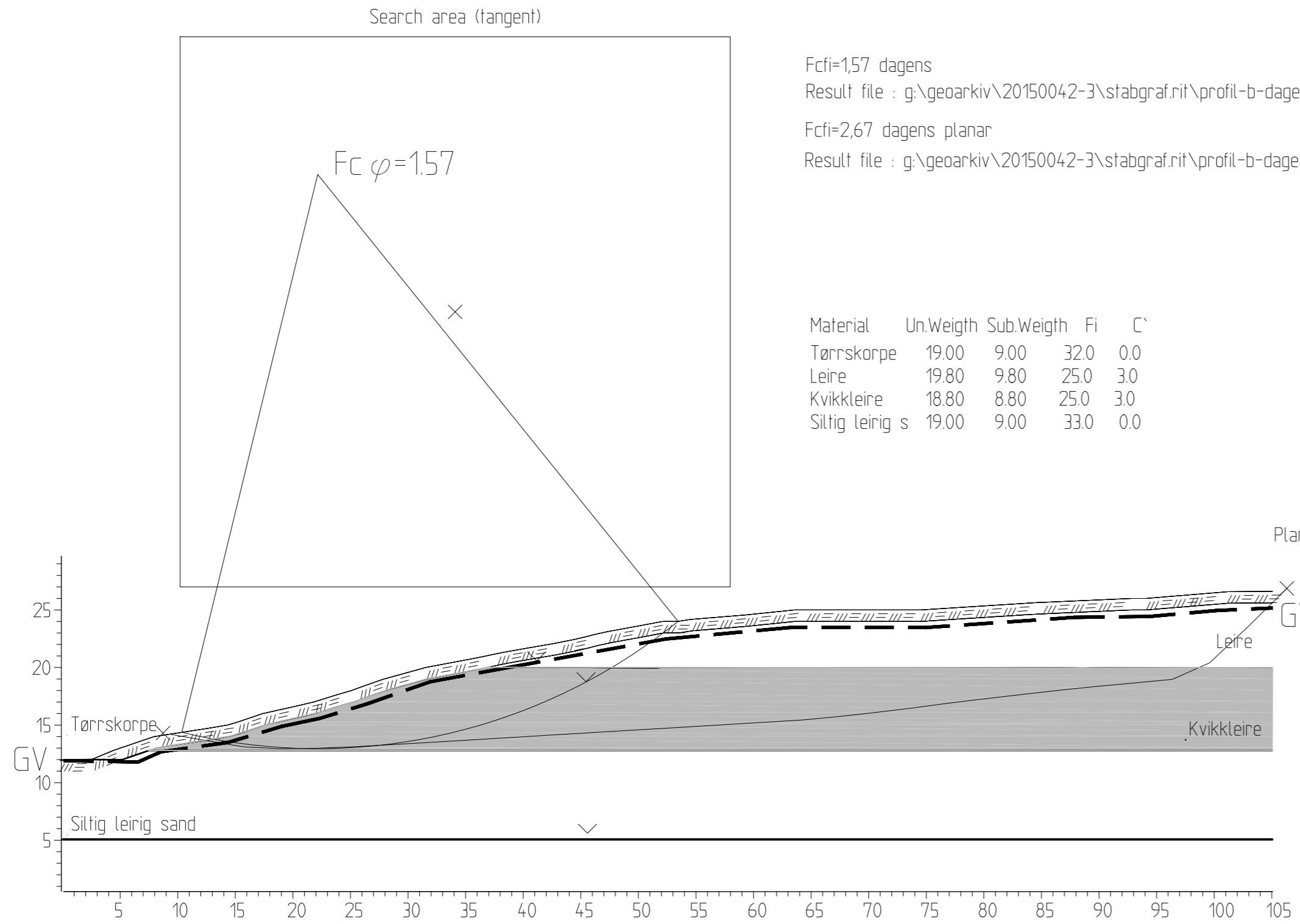
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer

Stabilitetsanalyse  
Profil B, sone 554 Fleskhus  
Dagens situasjon  
Udrenert analyse

Status	-
Original format	A-3.2
Tegningens filnavn	Tegning-profilB-dagens.dwg
Målestokk	1:400

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato	15.09.2015	Konstr./Tegnet	APP	Kontrollert	BGK	Godkjent	BGK
	Oppdragsnr.	20150042	Tegningsnr.	C03	Rev.	-		



Fcfi=1,57 dagens  
 Result file : g:\geoarkiv\20150042-3\stabgraf.nit\profil-b-dagens-app.R2


Fcfi=2,67 dagens planar  
 Result file : g:\geoarkiv\20150042-3\stabgraf.nit\profil-b-dagens-app.R4

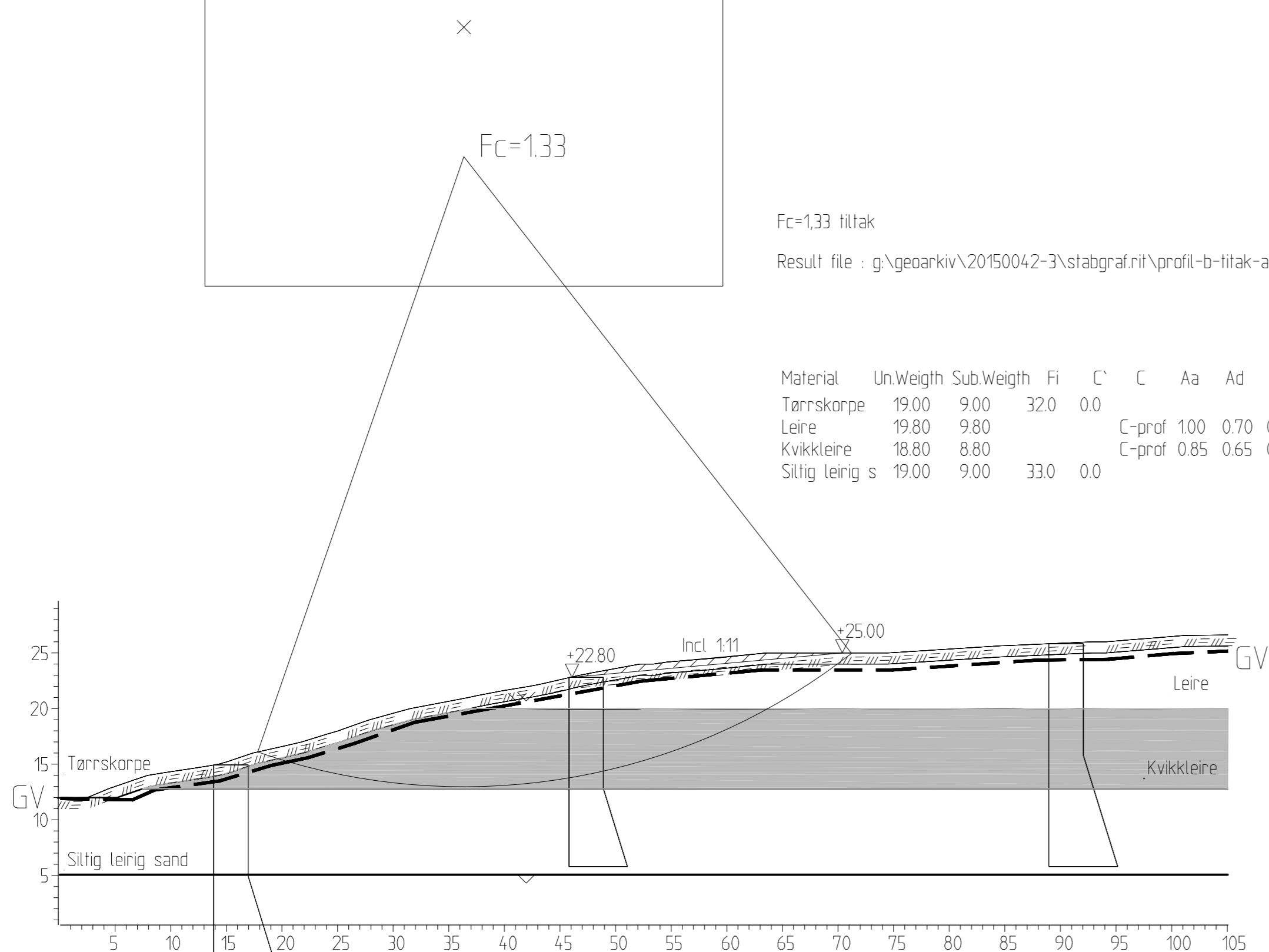
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
Tørrskorpe	19.00	9.00	32.0	0.0
Leire	19.80	9.80	25.0	3.0
Kvikkleire	18.80	8.80	25.0	3.0
Siltig leirig s	19.00	9.00	33.0	0.0

**FORKLARINGER:**

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

-		-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-		-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Stabilitetsanalyse Profil B, sone 554 Fleskhus Dagens situasjon Drenert analyse		Status - Original format A-3.2 Tegningens filnavn Tegning-profilB-dagens.dwg Målestokk <b>1:400</b>			
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 15.09.2015 Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Konstr./Tegnet APP Tegningsnr. <b>C04</b>	Kontrollert BGK	Godkjent BGK Rev. -



Fc=1,33 tiltak

Result file : g:\geoarkiv\20150042-3\stabgraf.rit\profil-b-tiltak-app.R5

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	32.0	0.0				
Leire	19.80	9.80			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	18.80	8.80			C-prof	0.85	0.65	0.35
Siltig leirig s	19.00	9.00	33.0	0.0				

kote (m)	su (kPa)	kote (m)	su (kPa)	kote (m)	su (kPa)
14,94	31,00	22,80	31,00	25,8,3	31,00
4,94	31,00	12,80	31,00	15,80	31,00
-0,06	46,40	7,80	46,40	12,80	40,20
-2,06	52,60	5,80	52,60	5,80	61,90

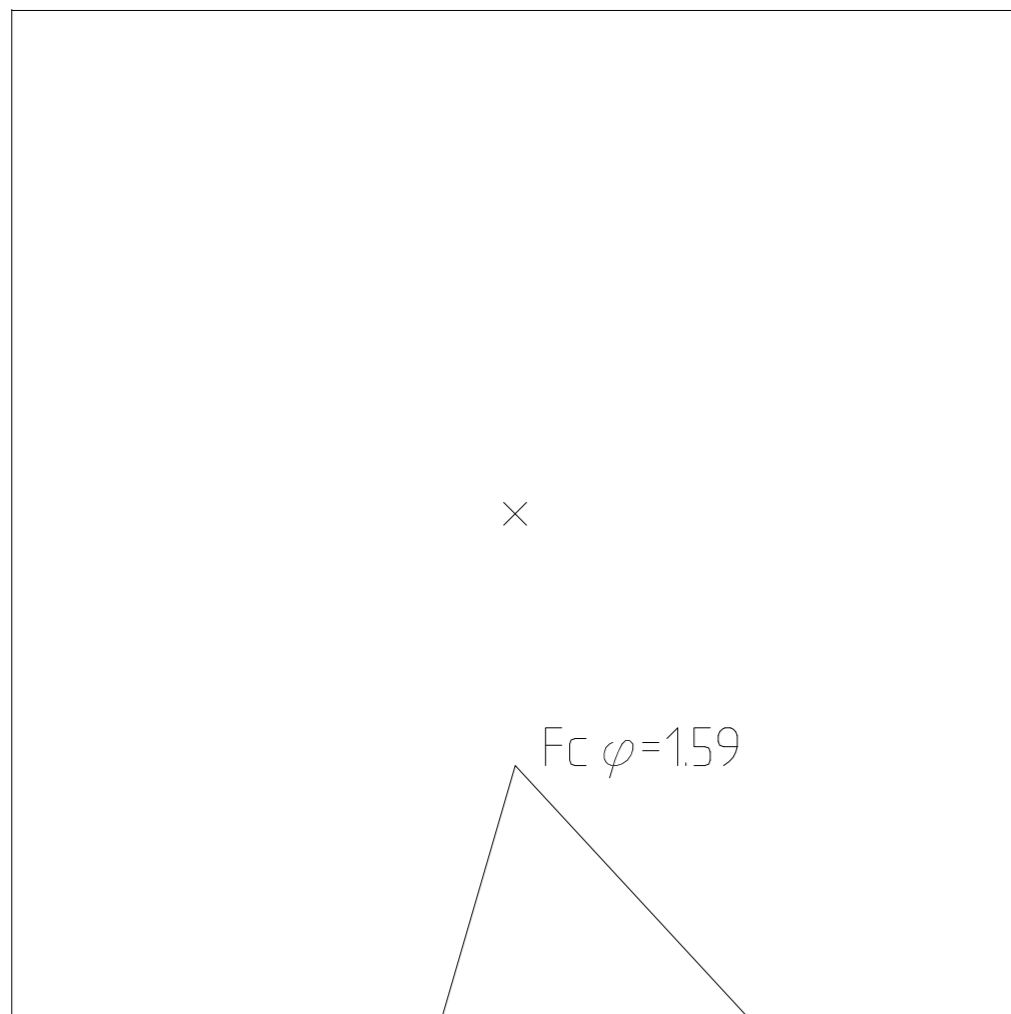
**FORKLARINGER:**

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

-		-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-		-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Stabilitetsanalyse Profil B, sone 554 Fleskhus Situasjon med tiltak Udrenert analyse		Status - Original format A-3.2 Tegningens filnavn Tegning-profilB-tiltak.dwg Målestokk <b>1:400</b>			
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 15.09.2015 Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Konstr./Tegnet APP Tegningsnr. <b>C05</b>	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
					-

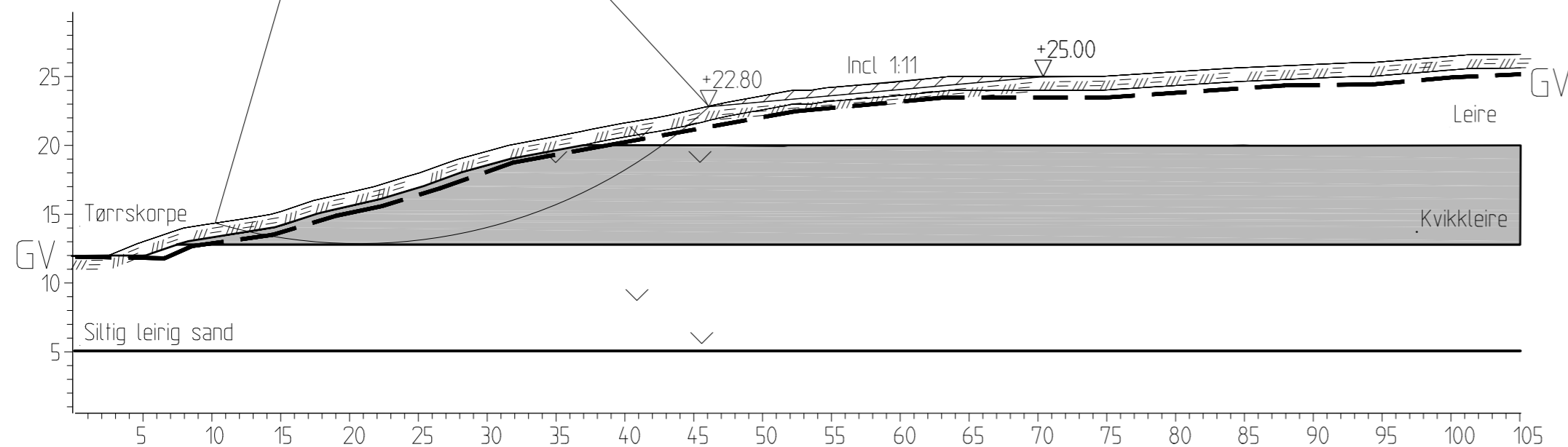
Search area (tangent)



Fcfi=1,59 tiltak

Result file : g:\geoarkiv\20150042-3\stabgraf.rvt\profil-b-tiltak-app.R6

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Tørnskorpe	19.00	9.00	32.0	0.0
Leire	19.80	9.80	25.0	3.0
Kvikkleire	18.80	8.80	25.0	3.0
Siltig leirig s	19.00	9.00	33.0	0.0

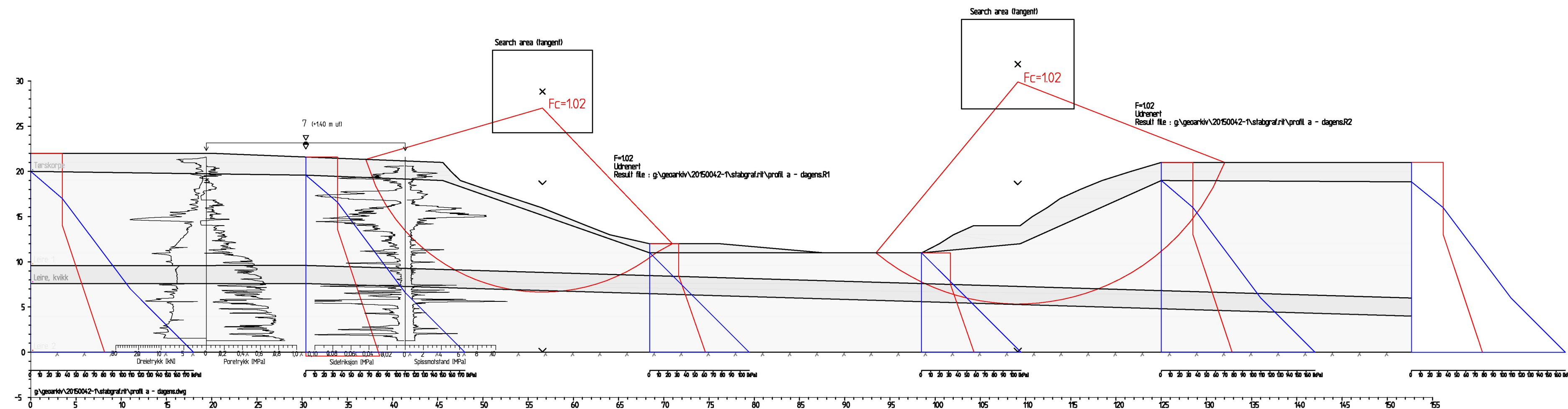


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

-		-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-		-	-	-	-
<p>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</p> <p>Stabilitetsanalyse                  Profil B, sone 554 Fleskhus                  Situasjon med tiltak                  Drenert analyse</p>		Status - Original format A-3.2 Tegningens filnavn Tegning-profilB-tiltak.dwg Målestokk 1:400			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 15.09.2015 Oppdragsnr. 20150042	Konstr./Tegnet APP Tegningsnr. C06	Kontrollert BGK	Godkjent BGK Rev. -



Material	Un.Weight	Sub.Weight	F	C	Aa	Ad	Ap
Tærskorpe	19.00	9.00	33.0	0.0			
Leire 1	19.50	9.50		C-prof	1.00	0.70	0.40
Leire, kvikk	19.30	9.30		C-prof	0.85	0.65	0.35
Leire 2	19.50	9.50		C-prof	1.00	0.70	0.40

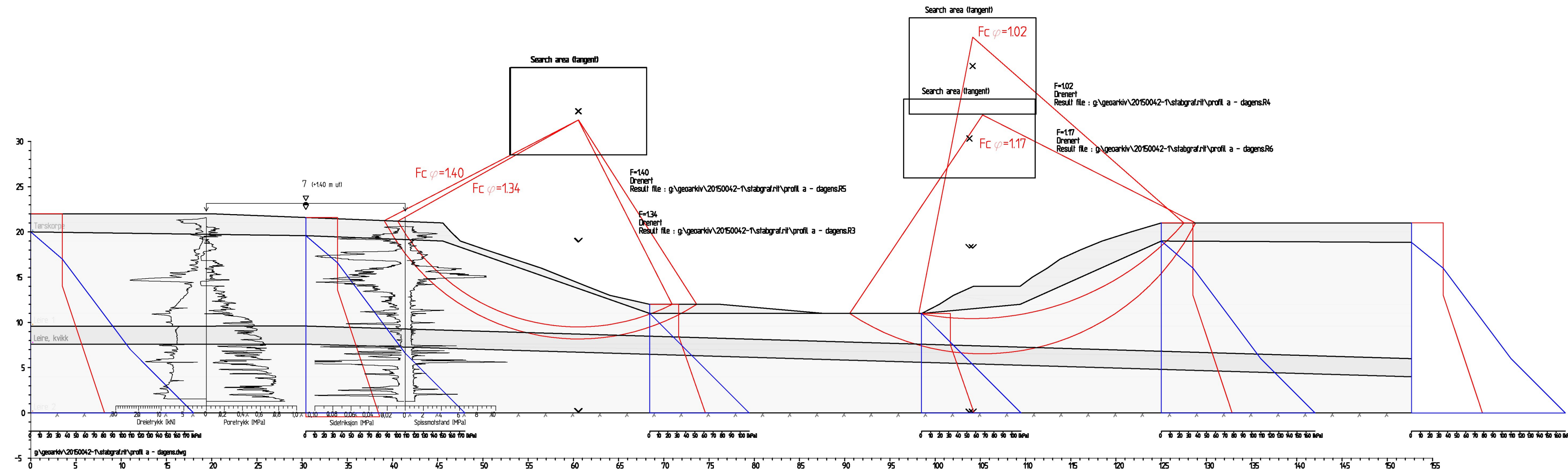
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Status: - Original format: A-3.1 Tegningens filnavn: G:\geotekn\20150042-1\Profil A.dwg #Restekke: 1350					
Stabilitetsanalyse Profil A, sone 877 Hove Dagens situasjon Udrenerert analyse		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: 10.09.2015 Oppdragsnr.: 20150042	Konstr./Tegnet: SHo Tegningsnr.: C07	Kontrollert: BGK Godkjent: BGK Rev.: 0





Material	Un.Weight	Sub.Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Tærskorpe	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50	25.0	3.0				
Leire, kvikk	19.30	9.30	25.0	3.0				
Leire 2	19.50	9.50	25.0	3.0				

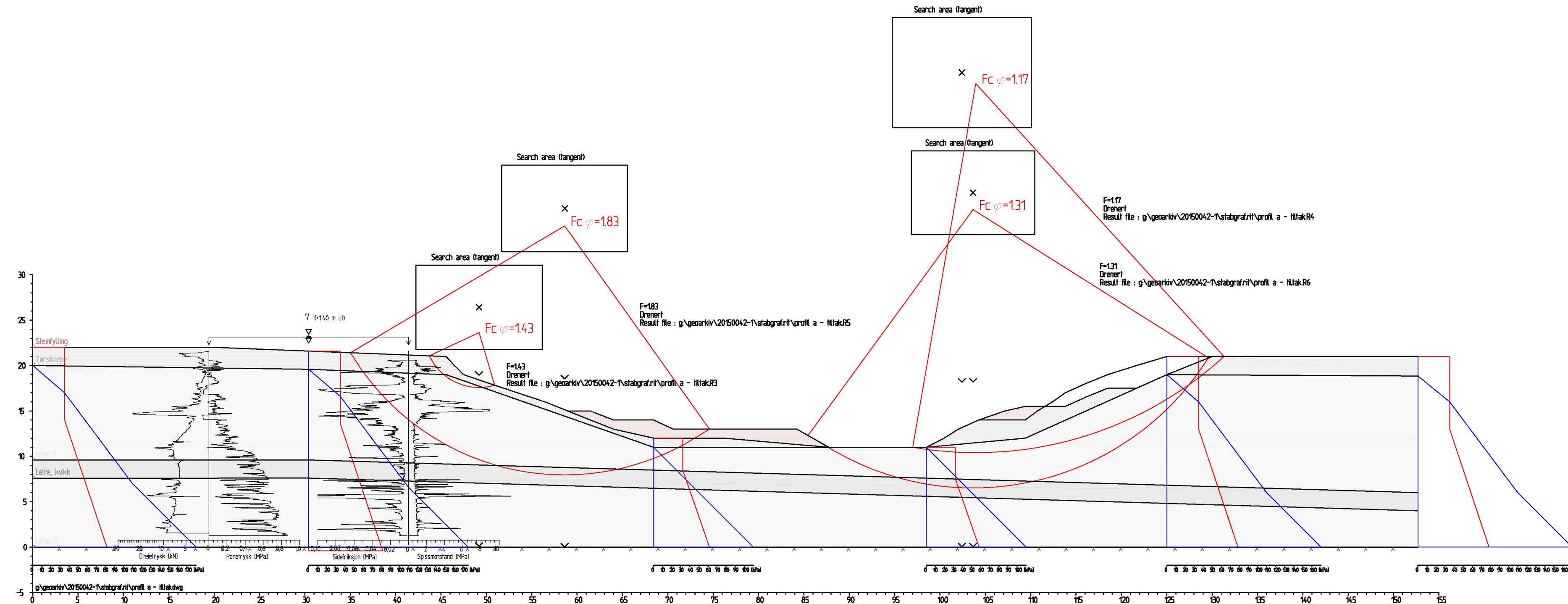
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Status: Original format A-3.1 Tegningens filnavn: G:\geotekn\20150042-1\Profil A.dwg #Restøkk: 1350					
Stabilitetsanalyse Profil A, sone 877 Hove Dagens situasjon Drenert analyse		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: 10.09.2015 Oppdragsnr.: 20150042	Konstr./Tegnet: SHo Tegningsnr.: C08	Kontrollert: BGK Godkjent: BGK Rev.: 0





Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tærskorpe	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50	25.0	3.0				
Leire, kvikk	19.30	9.30	25.0	3.0				
Leire 2	19.50	9.50	25.0	3.0				

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer

Status: Original format A-3.1  
Tegningens filnavn: G:\geoteknik\20150042-1\Profil A.dwg

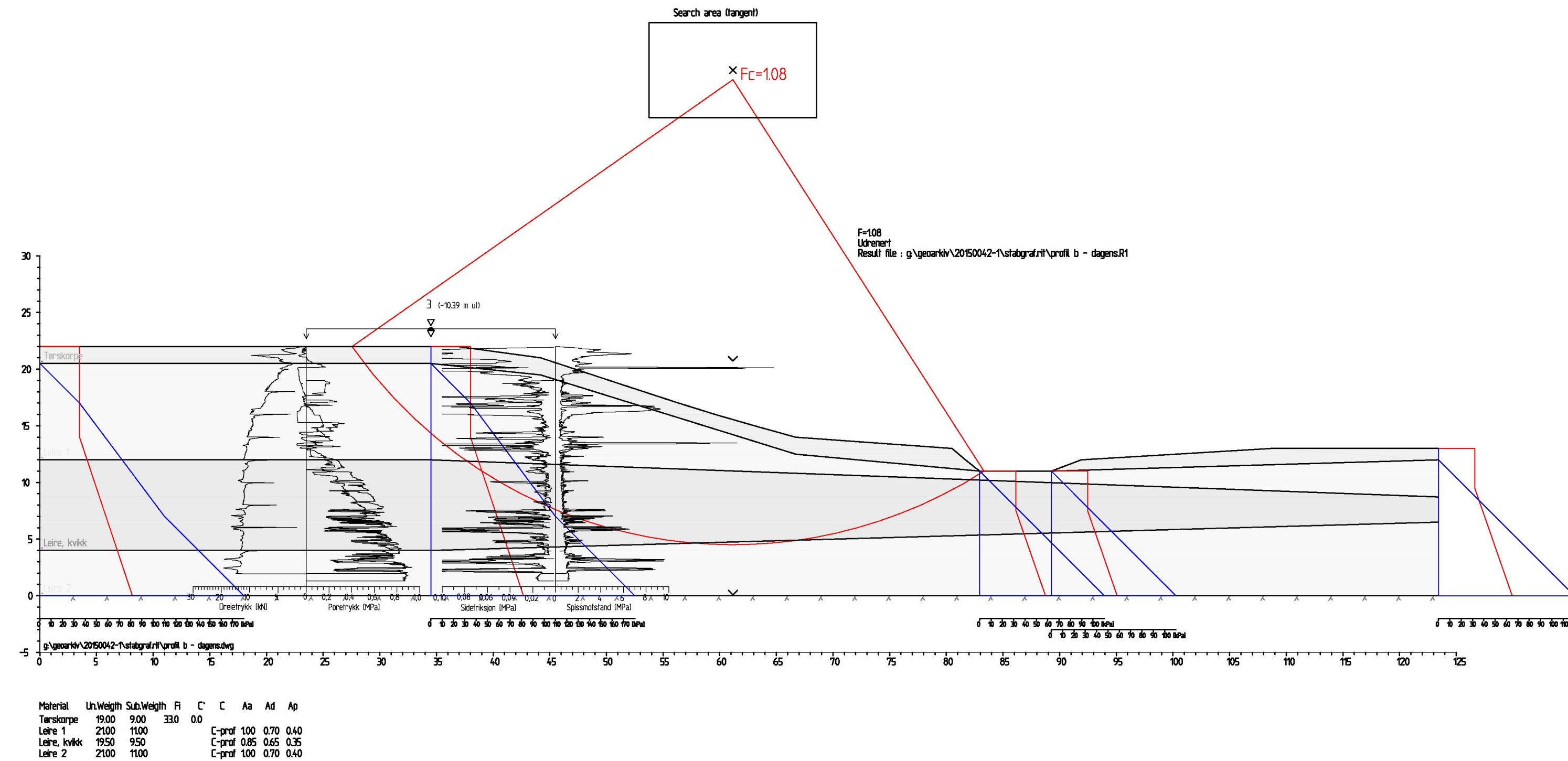
Stabilitetsanalyse  
Profil A, sone 877 Hove  
Etter tiltak  
Drenert analyse

1:350



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: 10.09.2015 Oppdragsnr.: 20150042	Konstr./Tegnet: SHo Tegningsnr.: C10	Kontrollert: BGK	Godkjent: BGK
				Rev.: 0



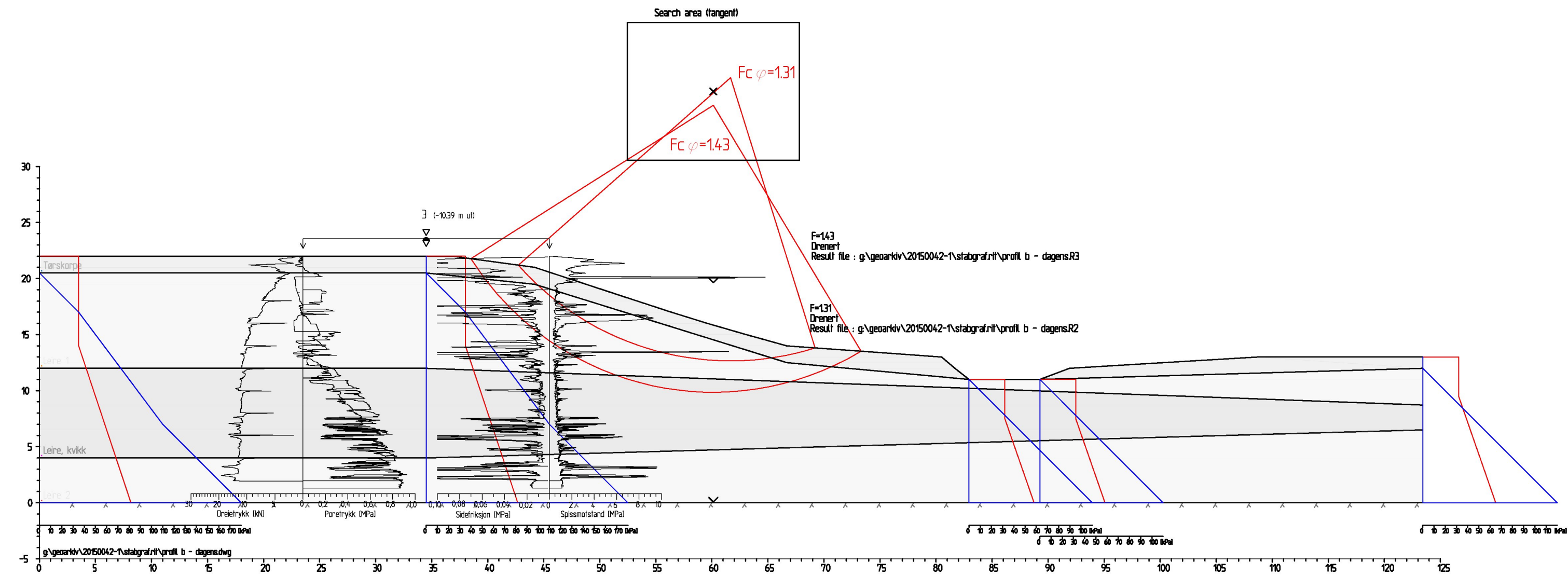


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\gearkiv\20150042-1\Profil_B.dwg #Restøkk		1:350			
Stabilitetsanalyse Profil B, sone 877 Hove Dagens situasjon Udrenert analyse		Dato 10.09.2015 Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Konstr./Tegnet SHa Tegningsnr. <b>C11</b>	Kontrollert BGK	Godkjent BGK Rev. <b>0</b>
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					



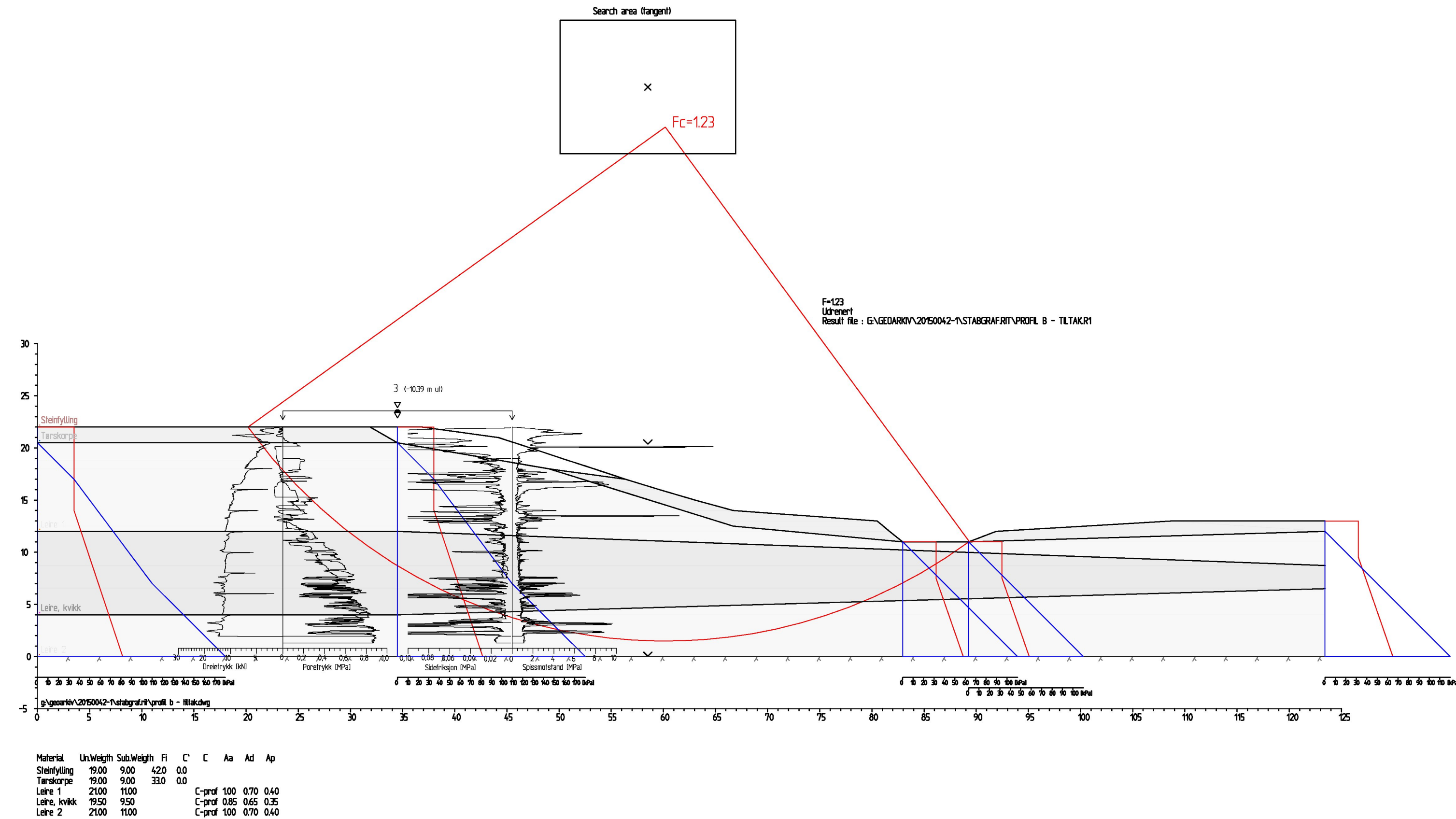
Material	Un	Weight	Sub.Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Terskorpe	1900	900	330	0.0					
Leire 1	2100	1100	250	30					
Leire, kvikk	1950	950	250	30					
Leire 2	2100	1100	250	30					

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b>		Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geoteknik\20150042-1\Profil_B.dwg #Restokk			
Stabilitetsanalyse Profil B, sone 877 Hove Dagens situasjon Drenert analyse		Dato 10.09.2015	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
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		Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Tegningsnr. <b>C12</b>	Rev. <b>0</b>	

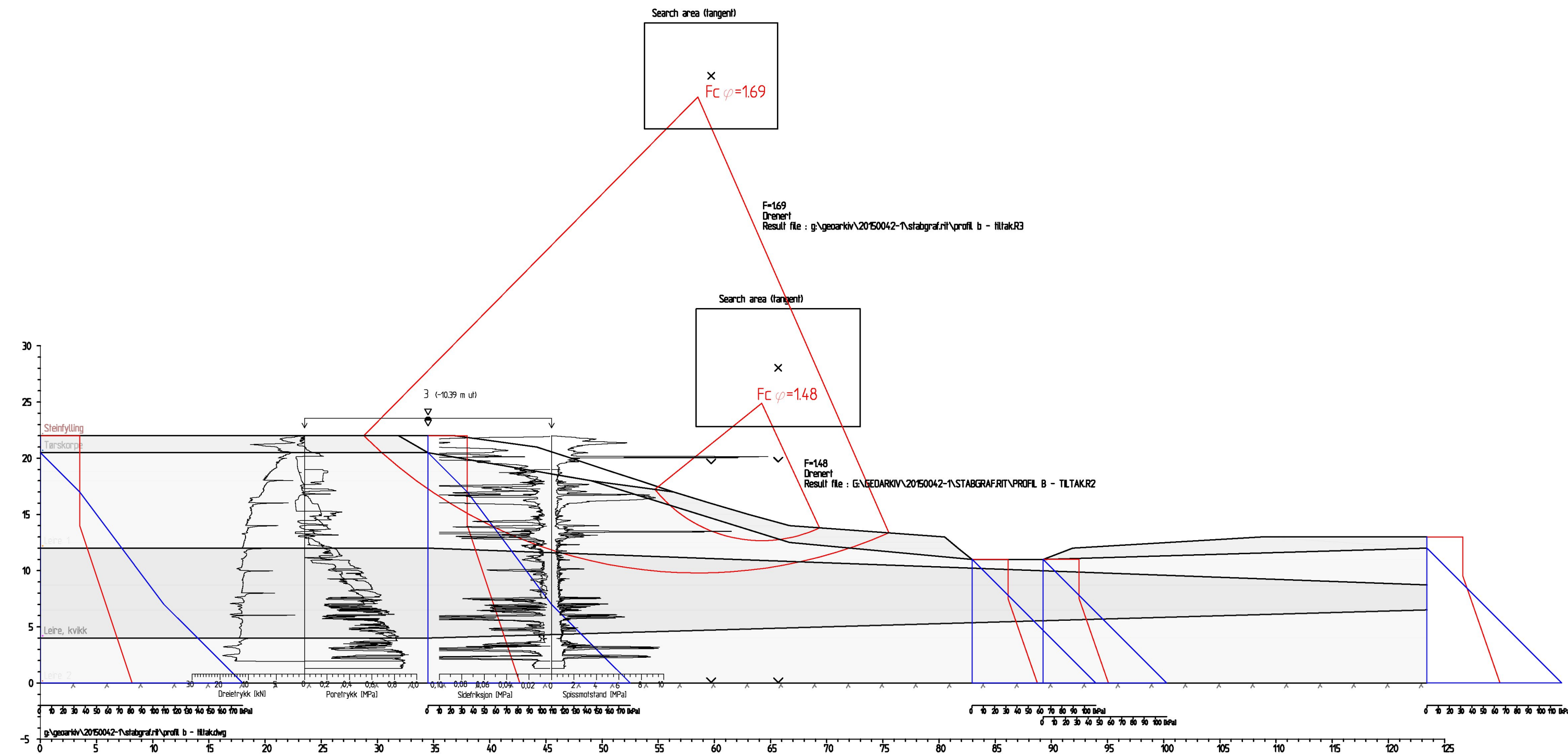


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\gearkiv\20150042-1\Profil B.dwg #Blestokk		1:350 			
Stabilitetsanalyse Profil B, sone 877 Hove Etter tiltak Udrenert analyse		Dato 10.09.2015 Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Konstr./Tegnet SHo Tegningsnr. <b>C13</b>	Kontrollert BGK	Godkjent BGK Rev. <b>0</b>
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					




Material	Un	Wegth	Sub.Wegth	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	420	0.0					
Tanskorpe	19.00	9.00	330	0.0					
Leire 1	21.00	11.00	250	3.0					
Leire, kvikk	19.50	9.50	250	3.0					
Leire 2	21.00	11.00	250	3.0					

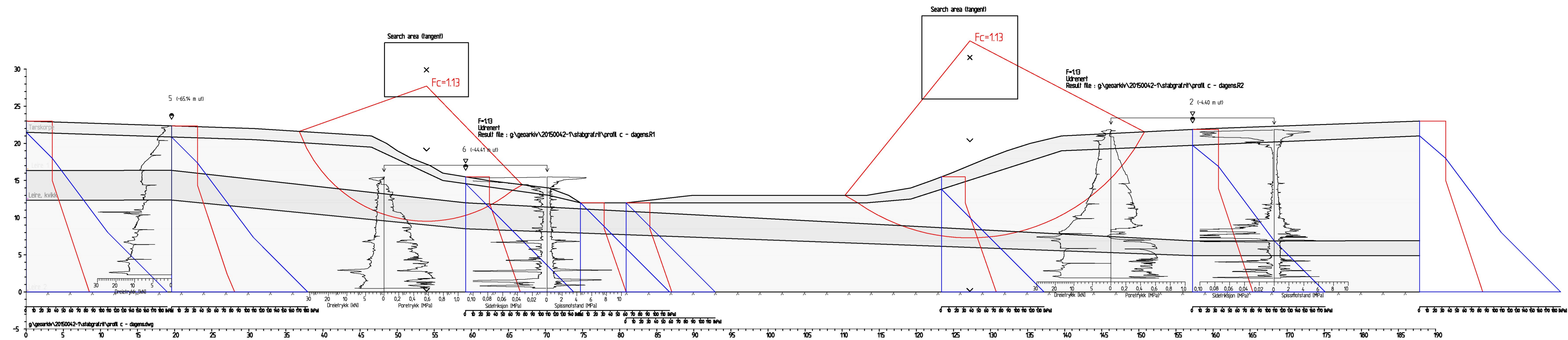
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\geotekn\20150042-1\Profil B.dwg #Restøkk		<b>1350</b> 			
Stabilitetsanalyse Profil B, sone 877 Hove Etter tiltak Drenert analyse		Dato 10.09.2015	Konstr./Tegnet SHo	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
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		Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Tegningsnr. <b>C14</b>	Rev. <b>0</b>	





Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tærskorpe	19.00	9.00	330	0.0				
Leire 1	2100	1100		C-prof	100	0.70	0.40	
Leire, kvikk	1950	950		C-prof	0.85	0.65	0.35	
Leire 2	2100	1100		C-prof	100	0.70	0.40	

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer

Status: Original format A-3.1  
 Tegningens filnavn: G:\geotekn\20150042-1\Profil C.dwg  
 #Reststokk: 1350

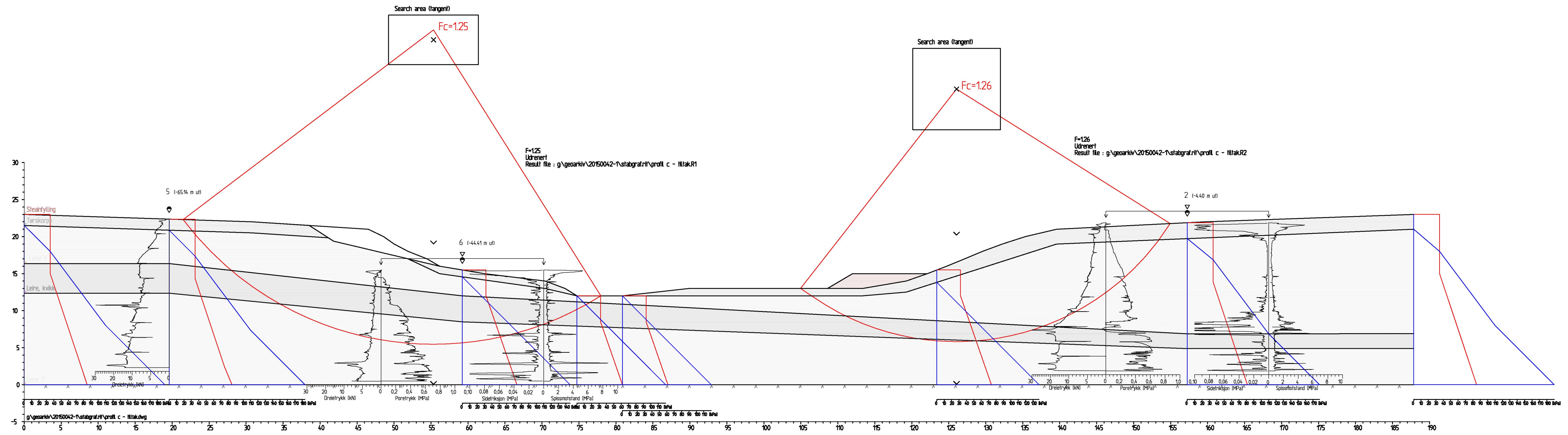
Stabilitetsanalyse  
 Profil C, sone 877 Hove  
 Dagens situasjon  
 Udrenert analyse

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: 10.09.2015 Oppdragsnr.: 20150042	Konstr./Tegnet: SHo Tegningsnr.: C15	Kontrollert: BGK	Godkjent: BGK
				Rev.: 0









Material	Un.Weight	Sub.Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tærskorpe	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	21.00	11.00		C-prof	1.00	0.70	0.40	
Leire, kvikk	19.50	9.50		C-prof	0.85	0.65	0.35	
Leire 2	21.00	11.00		C-prof	1.00	0.70	0.40	

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

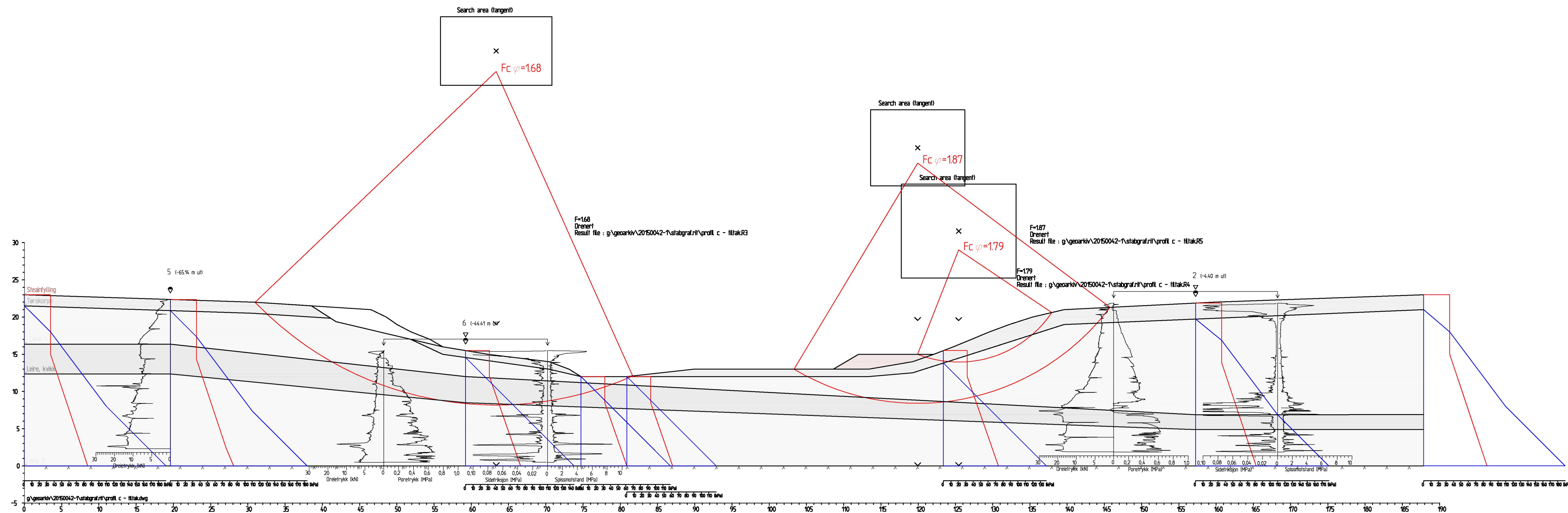
HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer  
 Status: Original format A-3.1  
 Tegningens filnavn: G:\geoteknisk\20150042-1\Profil C.dwg  
 #Bildestokk

Stabilitetsanalyse  
 Profil C, sone 877 Hove  
 Etter tiltak  
 Udrenert analyse

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: 10.09.2015 Oppdragsnr.: 20150042	Konstr./Tegnet: SHa Tegningsnr.: C17	Kontrollert: BGK	Godkjent: BGK
				Rev.: 0



Material	Un.Weight	Sub.Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tærskorpe	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	21.00	11.00	25.0	3.0				
Leire, kvikk	19.50	9.50	25.0	3.0				
Leire 2	21.00	11.00	25.0	3.0				

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

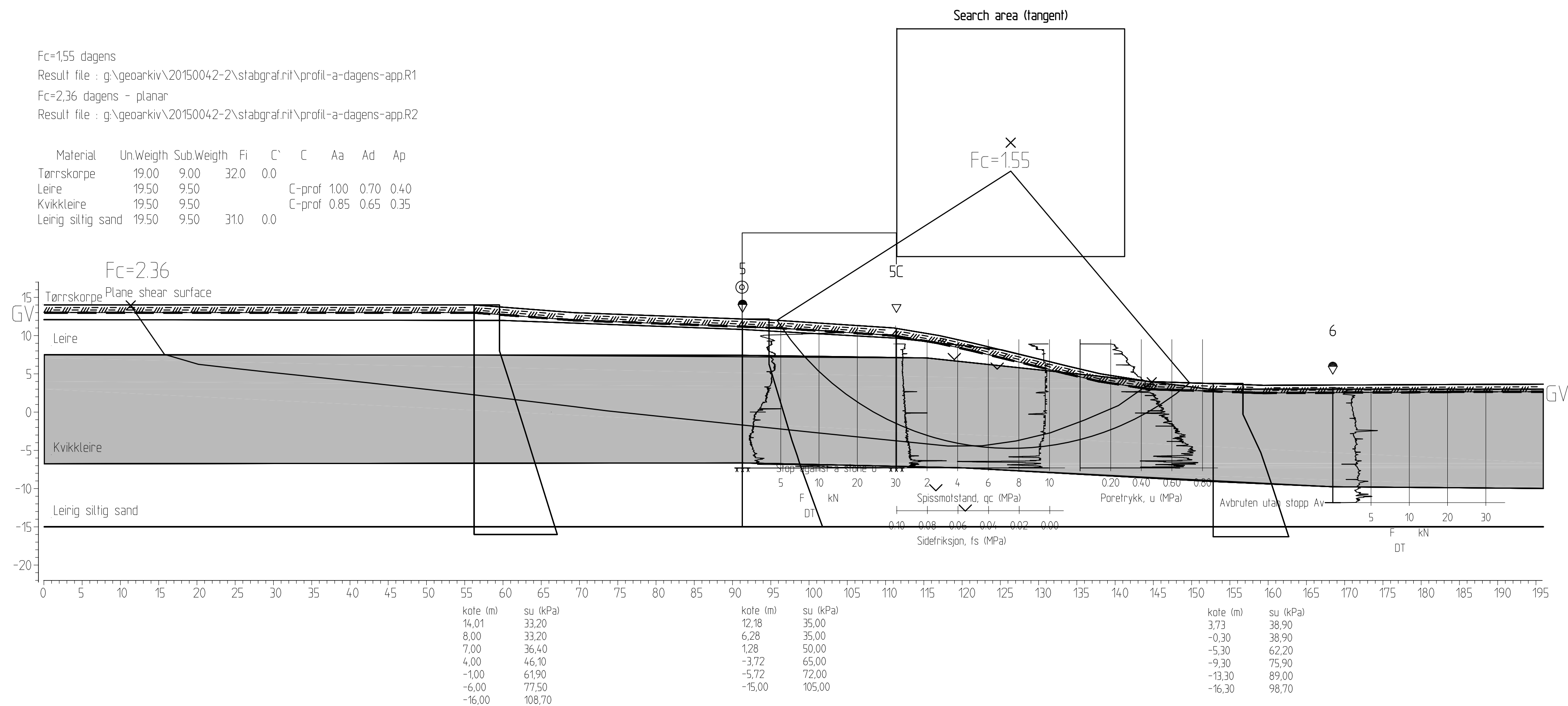
Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer  
 Status: Original format A-3.1  
 Tegningens filnavn: G:\geoteknisk\20150042-1\profil C.dwg  
 #Bildestokk: 1350

Stabilitetsanalyse  
 Profil C, sone 877 Hove  
 Etter tiltak  
 Drenert analyse

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: 10.09.2015 Oppdragsnr.: 20150042	Konstr./Tegnet: SHo Tegningsnr.: C18	Kontrollert: BGK	Godkjent: BGK
				Rev.: 0

Fc=1,55 dagens  
 Result file : g:\geoarkiv\20150042-2\stabgraf.rit\profil-a-dagens-app.R1  
 Fc=2,36 dagens - planar  
 Result file : g:\geoarkiv\20150042-2\stabgraf.rit\profil-a-dagens-app.R2


Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19,00	9,00	32,0	0,0				
Leire	19,50	9,50			C-prof	1,00	0,70	0,40
Kvikkleire	19,50	9,50			C-prof	0,85	0,65	0,35
Leirig siltig sand	19,50	9,50	31,0	0,0				



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

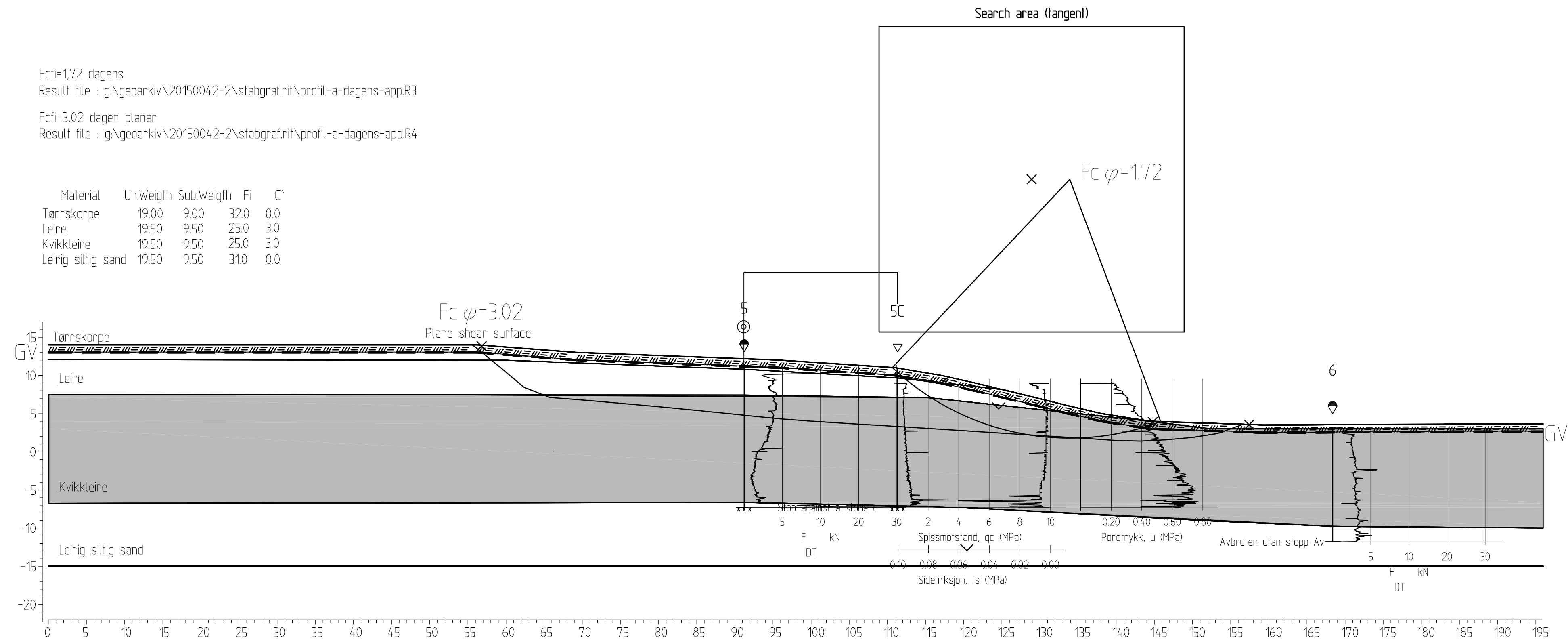
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn Tegning-profilA-dagens.dwg Målestokk <b>1:400</b>					
<b>Stabilitetsanalyse</b> <b>Profil A, sone 893 Rinnan</b> <b>Dagens situasjon</b> <b>Udrenert analyse</b>		Dato 14.09.2015 Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Konstr./Tegnet APP Tegningsnr. <b>C19</b>	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
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					



Fc=1,72 dagens  
 Result file : g:\geoarkiv\20150042-2\stabgraf.rtf\profil-a-dagens-app.R3

Fc=3,02 dagen planar  
 Result file : g:\geoarkiv\20150042-2\stabgraf.rtf\profil-a-dagens-app.R4


Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'
Tørrskorpe	19.00	9.00	32.0	0.0
Leire	19.50	9.50	25.0	3.0
Kvikkleire	19.50	9.50	25.0	3.0
Leirig siltig sand	19.50	9.50	31.0	0.0



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn Tegning-profilA-dagens.dwg Målestokk <b>1:400</b>					
<b>Stabilitetsanalyse</b> <b>Profil A, sone 893 Rinnan</b> <b>Dagens situasjon</b> <b>Udrenert analyse</b>		Dato 14.09.2015 Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Konstr./Tegnet APP Tegningsnr. <b>C20</b>	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
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					

# Vedlegg D

## VURDERING AV LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE FOR KVIKKLEIRESKRED

### Innhold

D1	Forutsetninger	2
D2	Evaluering av L/H og L <sub>u</sub>	2

### Tegninger

Tegning D1	Forutsetninger Profil A – Sone Fleskhus
Tegning D2	Forutsetninger Profil B – Sone Fleskhus
Tegning D3	Forutsetninger Profil A – Sone Rinnan
Tegning D4	Forutsetninger Profil A – Sone Hove
Tegning D5	Forutsetninger Profil B – Sone Hove
Tegning D6	Forutsetninger Profil C – Sone Hove



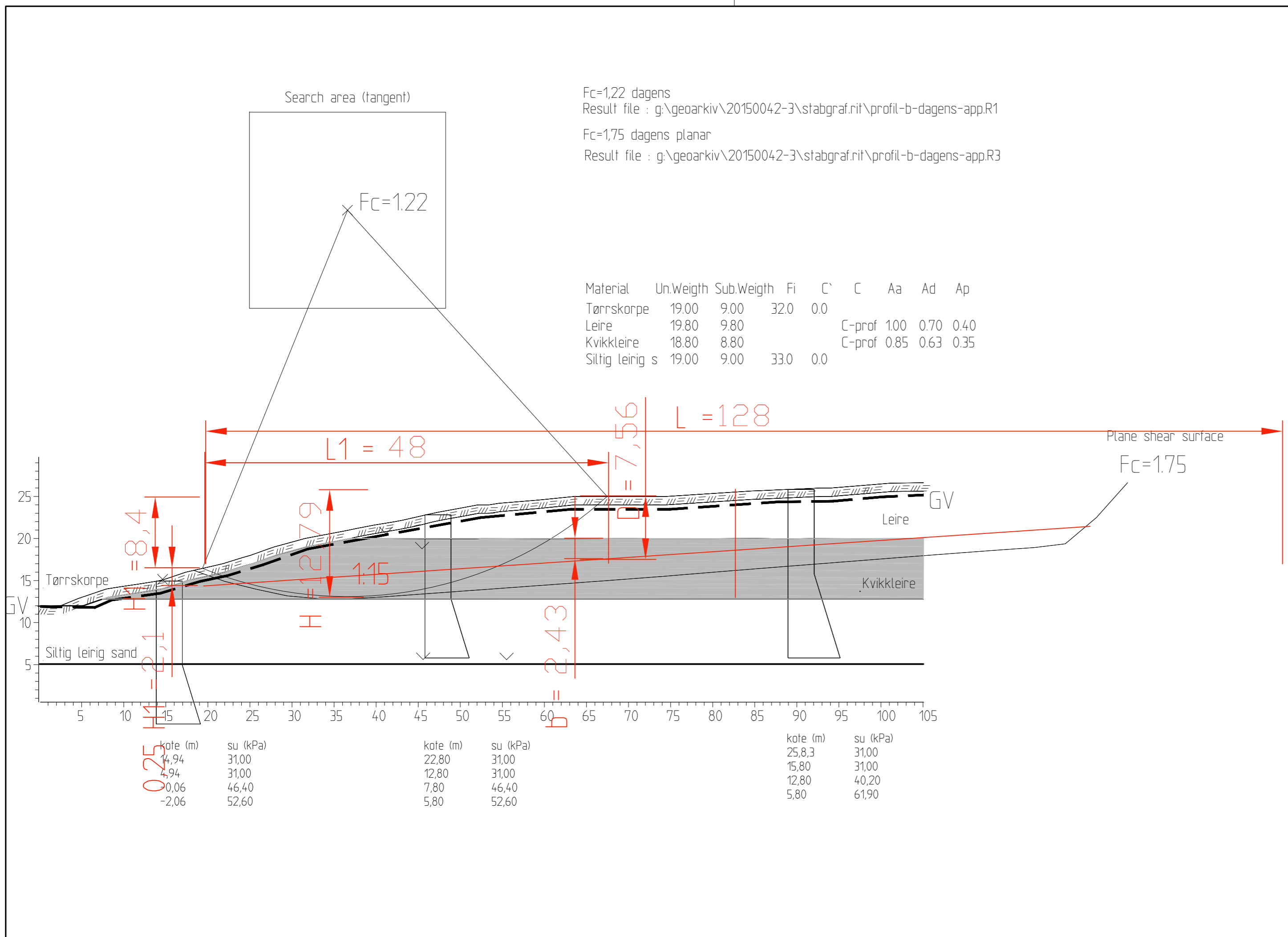
## D1 Forutsetninger

Parameter	Profil A1 - Sone Fleskhus	Profil A2 - Sone Fleskhus	Profil B - Sone Fleskhus	Profil A - Rinnan	Profil A1 - Hove	Profil A2 - Hove	Profil B - Hove	Profil C1 - Hove	Profil C2 - Hove
H1 (m)	7,05	6,73	8,4	8,1	9,35	10,3	11,15	7,23	8,5
0,25 H1 (m)	1,76	1,68	2,10	2,025	2,34	2,58	2,79	1,81	2,13
x1 (m)	>>>>	8,65	0	0	>>>>	>>>>	53,21	35,9	>>>>
L1 (m)	63	49,5	48	54	33,8	38,3	55,1	29,7	40
D (m) ved L1	4,5	5	7,56	6,63	9,41	10,2	10	7,1	7,87
b (m) ved L1	0	0	2,43	2,01	0	0	0,1	0,1	0
suC (kPa) ved L1	39	25	31	35	40	40	40	35,8	36,9
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,8	18,8	18,8	19,5	19,3	19,3	19,5	19,5	19,5
suD (kPa)	24,57	15,75	19,53	22,05	25,2	25,2	25,2	22,6	23,247
suD/ $\gamma$ *D	0,29	0,17	0,14	0,17	0,14	0,13	0,13	0,16	0,15
Tegning	D1		D2	D3	D4		D5	D6	

## D2 Evaluering av L/H og L<sub>u</sub>

Indikator	Profil A1 - Sone Fleskhus	Profil A2 - Sone Fleskhus	Profil B - Sone Fleskhus	Profil A - Rinnan	Profil A1 - Hove	Profil A2 - Hove	Profil B - Hove	Profil C1 - Hove	Profil C2 - Hove
b/D ved L1	0	0	2	2	0	0	1	1	0
b/D ved 3L1 eller 2L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x1 vs. L1	1	3	3	3	1	1	2	2	1
Forhold ved skredporten	6	6	4	6	4	4	2	2	4
Tidligere hendelser	3	3	3	1	1	1	1	1	1
suD/ $\gamma$ *D	1	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>SUM</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
L/H?	10	10	10	10	5	5	5	5	5
H (m)	16	13,6	12,8	18,5	15,23	15,65	17,78	12,5	14,25
<b>L (m)</b>	<b>160</b>	<b>136</b>	<b>128</b>	<b>185</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>89</b>	<b>63</b>	<b>71</b>
<b>Lu (m)</b>	<b>160</b>	<b>204</b>	<b>384</b>	<b>278</b>	<b>228</b>	<b>39</b>	<b>178</b>	<b>188</b>	<b>36</b>
<b>Kommentarer</b>	åpent terreng, det kan rekke 240 m med retrogressiv skred og åpent terreng	retrogressiv skred og åpent terreng	retrogressiv skred og ravinert terreng	retrogressiv skred og åpent terreng	retrogressiv skred og åpent terreng	rotasjon skred og åpent terreng	retrogressiv skred og ravinert terreng, med hindringer	retrogressiv skred og ravinert terreng	rotasjon skred og åpent terreng





FORKLARINGER:

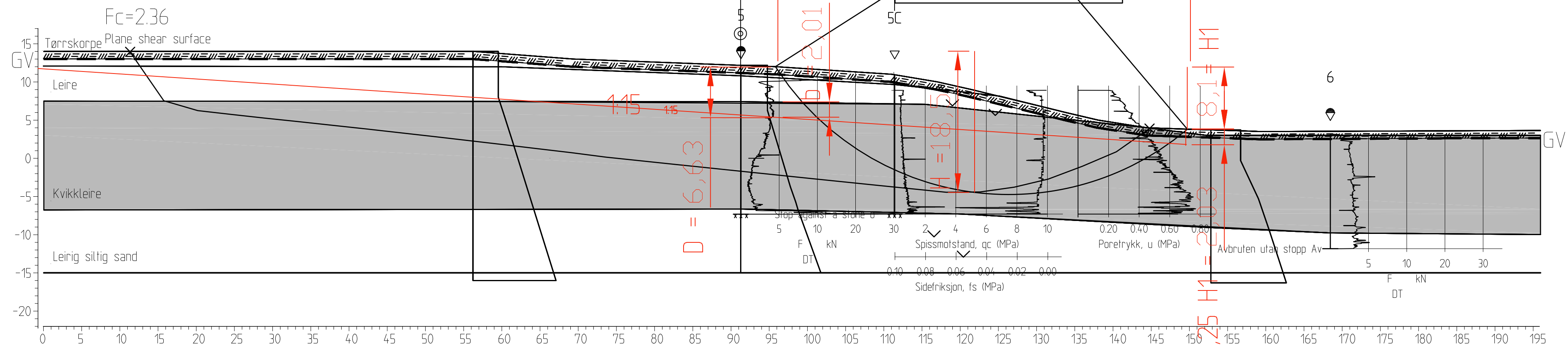
BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<p>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</p> <p>Status - Original format A-3.2 Tegningens filnavn Tegning-profilB-dagens.dwg Målestokk 1:400</p>					
<p>Stabilitetsanalyse Profil B, sone 554 Fleskhus Dagens situasjon-Udrenert analyse Forutsetninger til vurdering av løсне- og utløpsdistanser</p>					
<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 29.09.2015 Oppdragsnr. 20150042</p>	<p>Konstr./Tegnet APP Tegningsnr. D2</p>	<p>Kontrollert BGK</p>	<p>Godkjent BGK</p>

Fc=1,55 dagens  
 Result file : g:\geoarkiv\20150042-2\stabgraf.rit\profil-a-dagens-app.R1  
 Fc=2,36 dagens - planar  
 Result file : g:\geoarkiv\20150042-2\stabgraf.rit\profil-a-dagens-app.R2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	19.00	9.00	32.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof 100	0.70	0.40	
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof 0.85	0.65	0.35	
Leirig siltig sand	19.50	9.50	31.0	0.0				



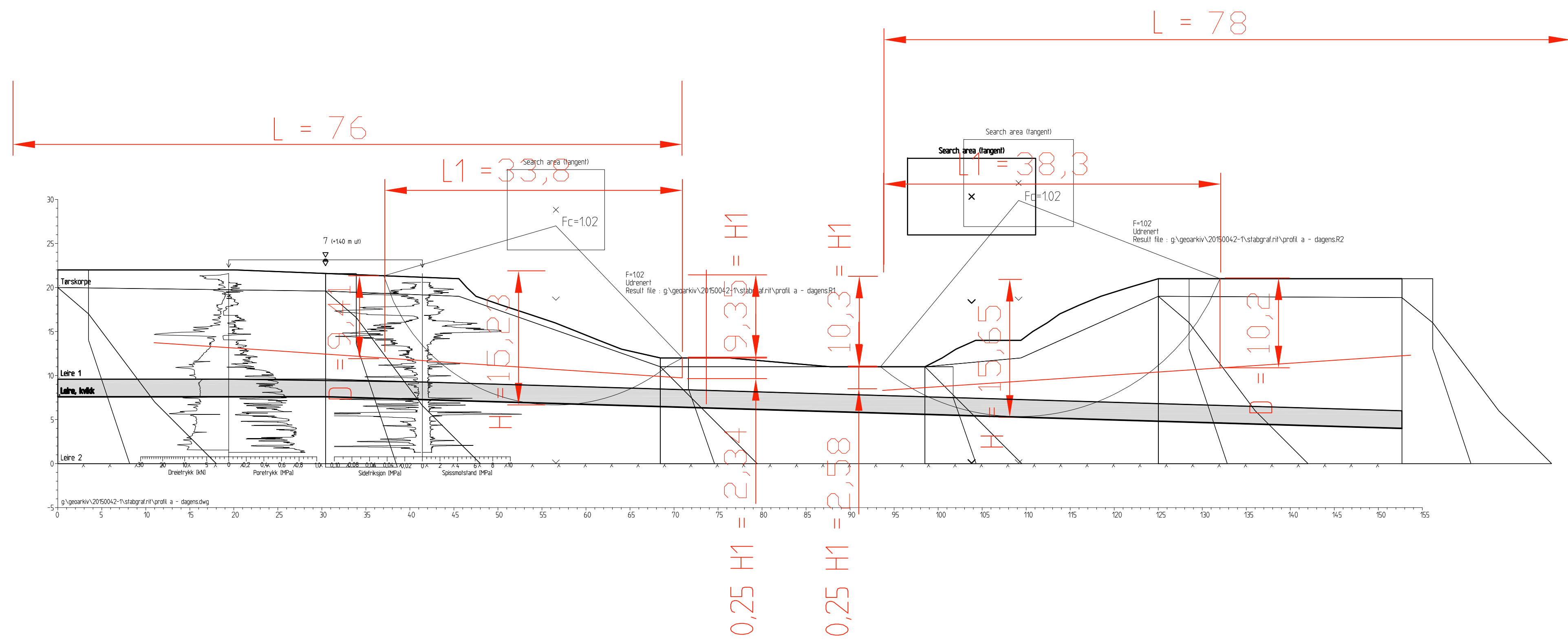
kote (m)	su (kPa)	kote (m)	su (kPa)	kote (m)	su (kPa)
14,01	33,20	12,18	35,00	3,73	38,90
8,00	33,20	6,28	35,00	-0,30	38,90
7,00	36,40	1,28	50,00	-5,30	62,20
4,00	46,10	-3,72	65,00	-9,30	75,90
-1,00	61,90	-5,72	72,00	-13,30	89,00
-6,00	77,50	-15,00	105,00	-16,30	98,70
-16,00	108,70				

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b> Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn Tegning-profilA-dagens.dwg Målestokk <b>1:400</b>					
<b>Stabilitetsanalyse</b> <b>Profil A, sone 893 Rinnan</b> <b>Dagens situasjon-Udrenert analyse</b> <b>Forutsetninger til vurdering av løsnings- og utløpsdistanser</b>		Dato 29.09.2015 Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Konstr./Tegnet APP Tegningsnr. <b>D3</b>	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
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					



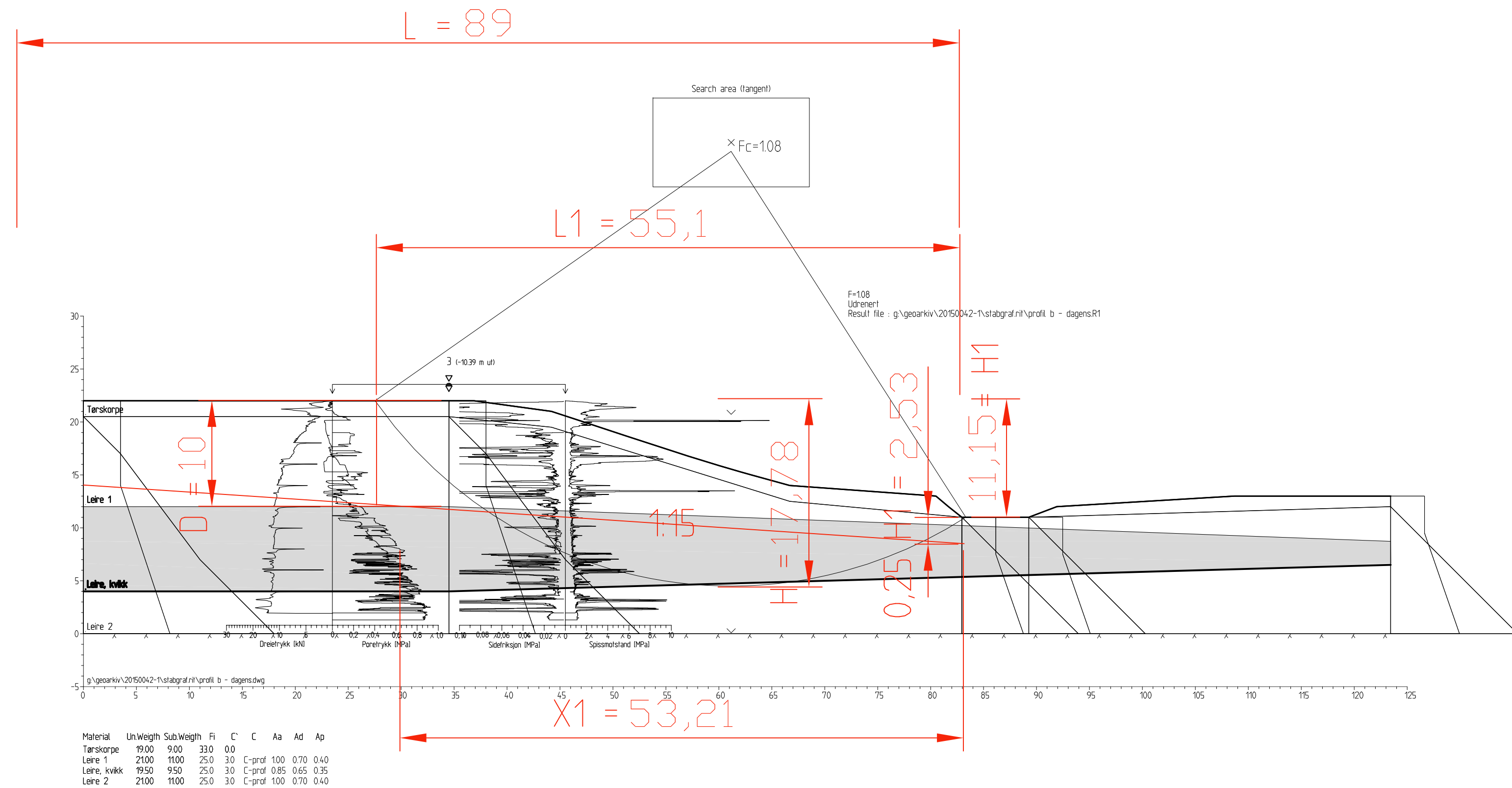
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b>			Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\gearkiv\20150042-1\Profil A.dwg Målestokk <b>1:350</b>		
Stabilitetsanalyse Profil A, sone 877 Hove Dagens situasjon-Udrenert analyse Forutsetninger til vurdering av løsrne- og utløpsdistanser					
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 29.09.2015 Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Konstr./Tegnet SHo/APP Tegningsnr. <b>D4</b>	Kontrollert BGK	Godkjent BGK Rev. <b>0</b>




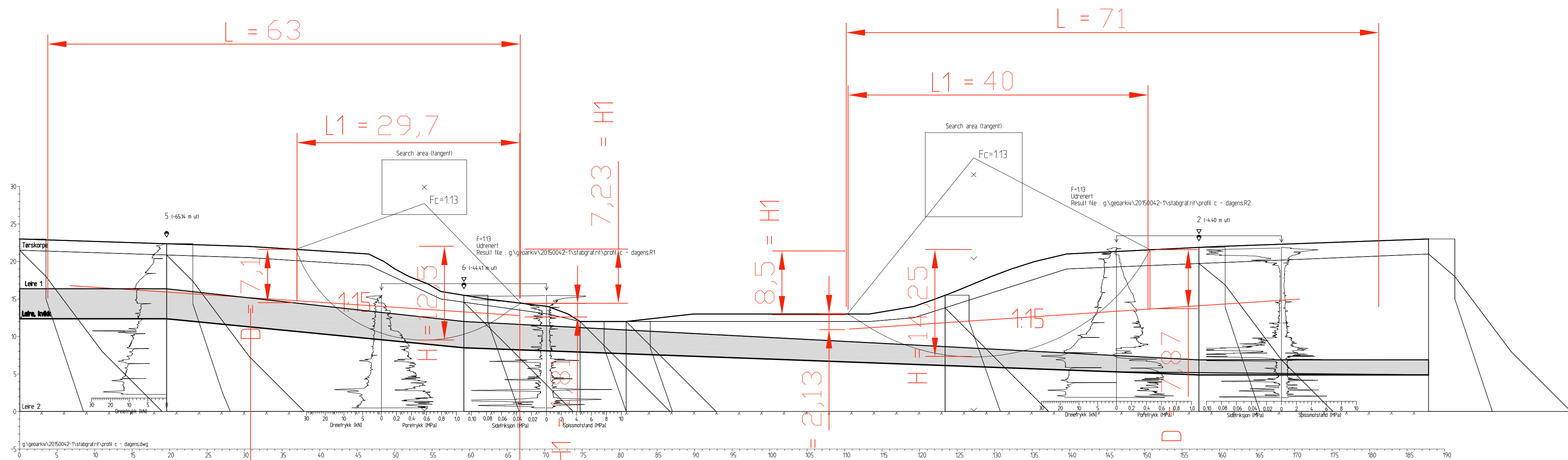


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer</b>		Status Original format A-3.1 Tegningens filnavn G:\gearkiv\20150042-1\Profil B.dwg Målestokk <b>1:350</b>			
Stabilitetsanalyse Profil B, sone 877 Hove Dagens situasjon-Udrenert analyse Forutsetninger til vurdering av løsrne- og utløpsdistanser					
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 29.09.2015	Konstr./Tegnet SHo/APP	Kontrollert BGK	Godkjent BGK
		Oppdragsnr. <b>20150042</b>	Tegningsnr. <b>D5</b>	Rev. <b>0</b>	



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpe	19.00	9.00	330	0.0			
Leire 1	2100	1100	250	30	C-prof	100	0.70 0.40
Leire, kvikk	1950	950	250	30	C-prof	0.85	0.65 0.35
Leire 2	2100	1100	250	30	C-prof	100	0.70 0.40

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Detaljkartlegging Stjørdal - Steinkjer

Status: Original format A-3.1  
 Tegningsnavn: G:\geoarkiv\20150042-1\Profil C.dwg  
 Målestokk: 1:350

Stabilitetsanalyse  
 Profil C, sone 877 Hove  
 Dagens situasjon-Udrenert analyse  
 Forutsetninger til vurdering av løsrne- og utløpsdistanser

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: 29.09.2015 Oppdragsnr.: 20150042	Konstr./Tegnet: SHo/APP Tegningsnr.: D6	Kontrollert: BGK	Godkjent: BGK
---	---	--	------------------	---------------



0

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Detaljkartlegging Stjørdal-Steinkjer. Fareutredninger sone 554, 877, 893		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20150042-03-R
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport / Report	<b>Distribusjon/Distribution</b> Begrenset/Limited	<b>Dato/Date</b> 2015-10-15
		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b> 0 /
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Jernbaneverket		
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleire, stabilitet, tiltak, løsne- og utløpsområder		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Nord-Trøndelag	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Levanger, Verdal	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Skogn, Rinnan, Verdal	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b> Frosta 1622 II, Stiklestad 1722 IV	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: UTM32N Øst: 607930-620238 Nord: 7064486-7079703	

<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2015-10-08 Priscilla Paniuaga-Lopez	2015-10-15 Bjørn Kalsnes		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 15. oktober 2015	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Guro Grøneng
---	--------------------------------------	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within 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 following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

