
GEOTEKNISK RAPPORT

Bråtedalen, Skjetten
Områdestabilitetsvurdering



Kunde: Feiring Bruk AS

Prosjekt: Bråtedalen, Skjetten, Geoteknisk bistand

Prosjektnummer: 10216805

Dokumentnummer: RIG-R07

Rev.: 01

Sammendrag:

Sweco Norge AS er engasjert som geoteknisk rådgiver (RIG) i forbindelse med en områdestabilitetsvurdering på en tomt ved Bråtedalen i Lillestrøm kommune. Oppdragsgiver er Feiring Bruk AS. Det stilles krav til en geoteknisk vurdering av grunnforholdene og områdestabiliteten i området. Det er tidligere utført en innledende områdestabilitetsanalyse etter NVEs kvikkleireveileder 7/2014.

Denne rapporten er utført etter NVEs oppdaterte kvikkleireveileder 1/2019.

Oppsummert er kravene i NVEs veileder nr. 1/2019 oppfylt da det vurderes at det aktuelle området:

- Ikke står i fare for å utløse et kvikkleireskred.
- Ikke står i fare for å bli involvert i skred som starter fra utenfor undersøkelsesområdet.
- Ikke ligger i utløpsområdet for skred fra utenfor egen tomt.

Det er planlagt boligbygging og større tilflytting/ personopphold i det aktuelle området. Dette gjør at det vil være nødvendig å se nærmere på mulige terrengendringer eller andre tiltak i nordre del av området for å øke stabiliteten i et av snittene som viste for lav beregningsmessig sikkerhet.

Denne rapporten må kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

Rapporteringsstatus:

- ☒ Endelig
☐ Oversendelse for kommentar
☐ Utkast

Utarbeidet av: Simen Bjerkemyr Magnussen	Sign.:  Simen Bjerkemyr Magnussen cn=Simen Bjerkemyr Magnussen, c=NO, o=Sweco Norge AS, ou=Geoteknikk, email=simen.magnussen@sweco.no 2023.01.16 10:18:21 +01'00'
Kontrollert av: Karl Fredrik Moe Jan Slungaard	Sign.:  Karl Fredrik Moe 2023.01.16 10:16:22 +01'00' Jan Slungaard Digitally signed by Jan Slungaard DN: cn=Jan Slungaard, c=NO, o=Sweco Norge AS, ou=OSL-31124 Geoteknikk II, email=jan.slungaard@sweco.no Date: 2023.01.16 09:38:00 +01'00'
Prosjektleder: Jan Slungaard	Prosjekteier: Hanne Nybøen

Revisjonshistorikk:

01	16.12.2022	Første utgave	NOSMIM	NOKAMM/ NOSLUN
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
2	Regelverk og krav	1
3	Grunnlag	2
3.1	Topografi	2
3.2	Kvartærgeologisk kart	2
3.3	Grunnundersøkelser	3
3.3.1	Tidligere og nye utførte grunnundersøkelser	4
3.4	Grunnforhold	4
4	Utredning av områdeskredfare	5
5	Skredmekanisme, løsne- og utløpsområder	7
5.1	Registrerte faresoner i området	7
5.2	Områder med mulig marin leire	8
5.3	Områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	9
5.4	Tiltakskategori	9
5.5	Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	9
5.6	Befaring	11
5.7	Gjennomfør grunnundersøkelser	11
5.8	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løsne- og utløpsområder	11
5.8.1	Skredmekanisme	11
5.8.2	Løsneområder	13
5.8.3	Utløpsområder	13
5.9	Klassifisering av faresone	14
5.9.1	Dokumentering av tilfredsstillende sikkerhet	14
5.9.2	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	15
6	Stabilitetsberegninger	15
6.1	Beregningsprogram	15
6.2	Lagdeling og jordparametere	15
6.2.1	Jordparametere	15
6.2.2	ADP-faktorer (totalspenningsanalyse)	16
6.3	Laster	16
6.4	Beregninger	16
6.5	Resultater	16
7	Konklusjon	18
8	Referanser	19

Vedlegg

Vedlegg nr.	Tittel
1	Oversiktskart med beregningssnitt
2	Stabilitetsberegninger
3	Soneutredning

Tegningsliste

Tegning nr.	Tittel	Målestokk	Format
V101	Oversiktskart med beregningssnitt	1:1000	A3
V111	Stabilitetsberegning – Snitt A-A – Drenert analyse (dagens situasjon)	1:500	A3
V112	Stabilitetsberegning – Snitt B-B – Drenert analyse (dagens situasjon)	1:500	A3
V113	Stabilitetsberegning – Snitt C-C – Drenert analyse (dagens situasjon)	1:500	A3
V114	Stabilitetsberegning – Snitt A-A – Udrenert analyse (dagens situasjon)	1:500	A3
V115	Stabilitetsberegning – Snitt B-B – Udrenert analyse (dagens situasjon)	1:500	A3
V116	Stabilitetsberegning – Snitt C-C – Udrenert analyse (dagens situasjon)	1:500	A3
V117	Stabilitetsberegning – Snitt A-A – Drenert analyse med tiltak	1:500	A3
V118	Stabilitetsberegning – Snitt B-B – Drenert analyse med tiltak	1:500	A3
V119	Stabilitetsberegning – Snitt C-C – Drenert analyse med tiltak	1:500	A3
V120	Stabilitetsberegning – Snitt A-A – Udrenert analyse med tiltak	1:500	A3
V121	Stabilitetsberegning – Snitt B-B – Udrenert analyse med tiltak	1:500	A3
V122	Stabilitetsberegning – Snitt C-C – Udrenert analyse med tiltak	1:500	A3

1 Innledning

Sweco Norge AS er engasjert av Feiring Bruk AS for å gjøre en områdestabilitetsvurdering av Bråtedalen som er et tomtområde som grovt sett avgrenses av Bråteveien i øst og av Ivar Aasens vei/Tømteveien i vest. Bråtedalen ligger på Skjetten i Lillestrøm kommune. Områdestabilitetsvurderingen er utført i henhold til Veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) [1].

Dette er et tidligere ravineområde med relativt bratte skråninger som tidvis har vært utsatt for utglidninger (overflateglidninger) og skjevstilling av skog. Statens Vegvesen har også hatt utfordringer med oppsprekking i Bråteveien og sig i veiskråningen på deler av strekningen langs det gamle ravineområdet. Det er tidligere foretatt flere lokale utfyllinger for å stabilisere ravineskråningene i dette området.

Feiring Bruk har i perioden 2013-2016 foretatt oppfylling og stabilisering av den søndre delen av området som er omtalt som «Område Syd». Området som er berørt så langt avgrenses av Transformatorstasjonen (Bråteveien 135) og eksisterende terrengrygg (øst-vest) mot nord. Bråteveien danner fyllingsgrense mot øst og Ivar Aasens vei er begrensningen mot vest.

Lillestrøm kommune har bedt om en ny vurdering av områdestabiliteten på tomten ettersom den tidligere vurderingen som er gjort ble utført etter NVEs veileder nr. 7/14 og anses som utdatert.

Grunnforholdene i området og prosjektets tiltakskategori (K4) fører til at alle steg i prosedyren i Veileder nr. 1/2019 er blitt vurdert.

Rapporten vurderer områdestabiliteten for ovennevnte tomt. Sweco har tidligere engasjert Mesta AS for å få utført grunnundersøkelser i 2015/2016. Det vises til separat datarapport [2].

2 Regelverk og krav

Sweco har fulgt den anbefalte prosedyren for vurdering av områdestabilitet som er presentert i Veileder nr. 1/2019 fra NVE. Prosedyren beskriver stegvis hvordan området bør undersøkes for å avdekke om tiltaket kan stå i fare for å bli berørt av områdeskred. Den beskriver også hvordan aktsomhetsområder kan bli kartlagt og hvilke krav til bygging i slike områder som gjelder. Følges denne prosedyren skal sikkerheten mot områdeskred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper være ivarettatt.

Vurderingene i denne rapporten skal i henhold til Veilederen (nr. 1/2019) kvalitetssikres av et uavhengig foretak ettersom prosjektet (boligbygging med tilflytting av mennesker) er plassert i tiltakskategori K4.

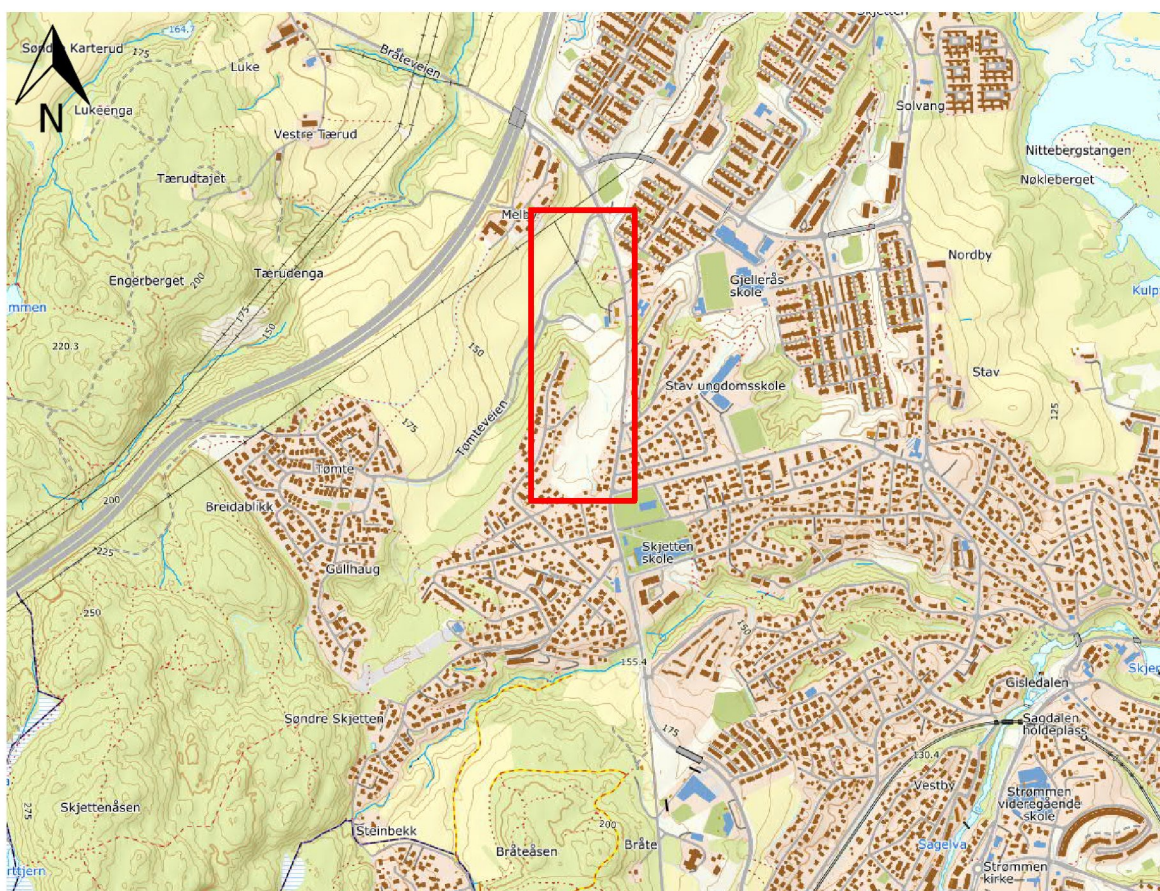
Sikkerhet mot andre naturpåkjenninger som skred i bratt terreng eller flom er ikke vurdert i denne rapporten. Dette må hensyntas i detaljfasen av prosjektet.

3 Grunnlag

3.1 Topografi

Terrenget langs Tømteveien ligger på ca. kote +130. Terrenget stiger stedvis nokså bratt opp til et høyere parti som ligger på ca. kote +143 mot vest. Tomteområdet består av løvtrær og er et typisk ravineområde.

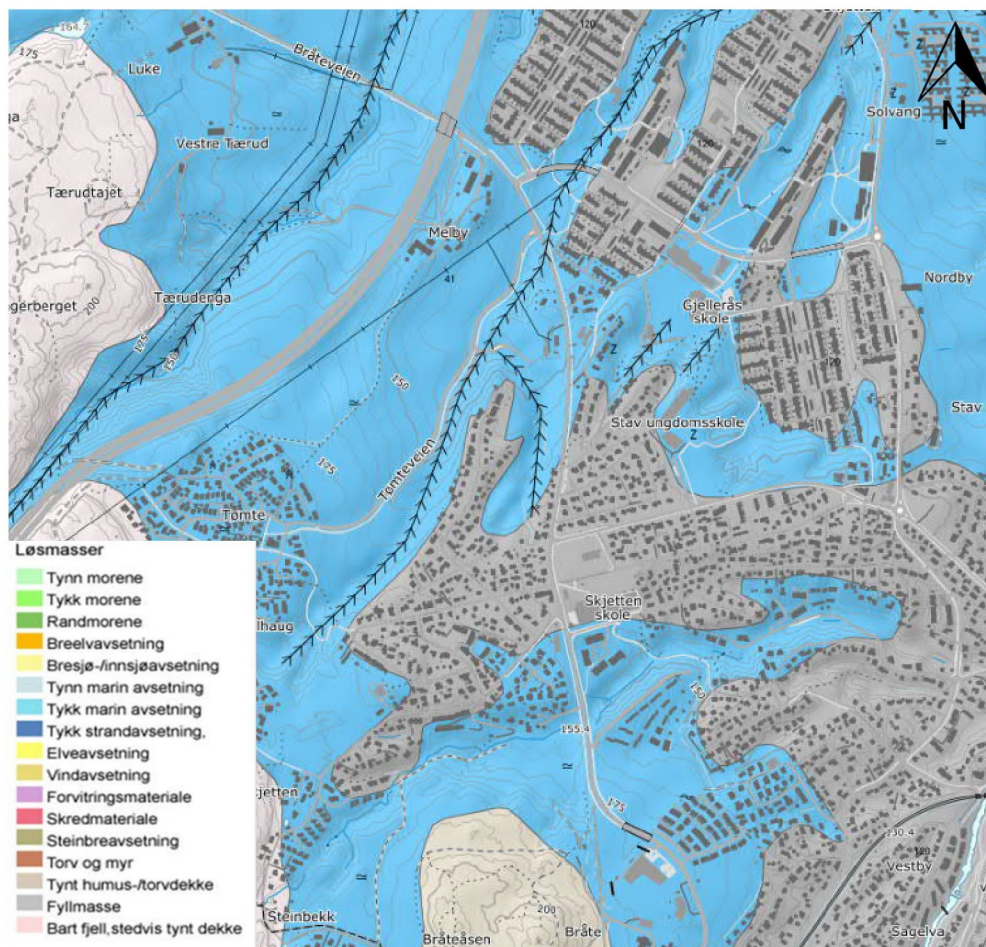
Etter at oppfyllingen ble ferdigstilt i 2016, har terrenget fått en helning på ca. 1:21 regnet fra boligområdet i sørenden av den gamle ravinen og ned til Transformatorstasjonen i nord. Terrenget heller også slakt fra Bråteveien i øst og ned mot midten av oppfyllingen med en helning på ca. 1:28. Se Figur 1 for lokalisering av tomten.



Figur 1 Lokalisering av tomten markert med rødt rektangel. Utlippet er hentet fra Norgeskart [3].

3.2 Kvartærgeologisk kart

Kvartærgeologisk kart over området [4], se Figur 2, indikerer at løsmassene i Bråtedalen (før oppfylling) består av hav- og fjordavsetning (blå farge). Dette er finkornige, marine avsetninger med mektighet fra 0,5 m til flere ti-talls meter.



Figur 2 Kvartærgeologisk kart over området [4].

3.3 Grunnundersøkelser

Det er gjennomført grunnundersøkelser i flere omganger i området. Grunnundersøkelsesrapportene er vist i Tabell 1 og danner grunnlag for vurderingene som er utført av områdestabiliteten.

3.3.1 Tidligere og nye utførte grunnundersøkelser

Sweco Norge AS fikk utført grunnundersøkelser i 2010 og 2016. Mesta AS var ansvarlig for feltarbeidet. Totalt ble det boret 17 stk. totalsonderinger, 11 stk. CPTU-sonderinger, 2 stk. prøveserier med 54 mm sylinderprøver samt 1 stk. vingeboing.

Romerike Grunnboring AS utførte grunnundersøkelser i oktober 2015 på vegne av Statens Vegvesen. Totalt ble det utført 9 stk. totalsonderinger, 2 stk. vingeboringer, 2 stk. prøveserier med 54 mm sylinderprøver og prøvetaking/poseprøver i 3 stk. punkter.

Tabell 1: Tidligere grunnundersøkelser.

Beskrivelse	Dokumentnr.	Dato	Utarbeidet av	Område
Datarapport, grunnundersøkelser juni 2010 [5]	1	29.06.2010	Sweco Norge AS	Skjetten, Bråtedalen
Datarapport, grunnundersøkelser januar 2016 [2]	1	Januar 2016	Sweco Norge AS	Skjetten, Bråtedalen
Gang- og sykkelveg langs Fv 380 Bråteveien, Skedsmo kommune [6]	10003-GEOT-1	06.04.2016	Statens Vegvesen	Bråteveien

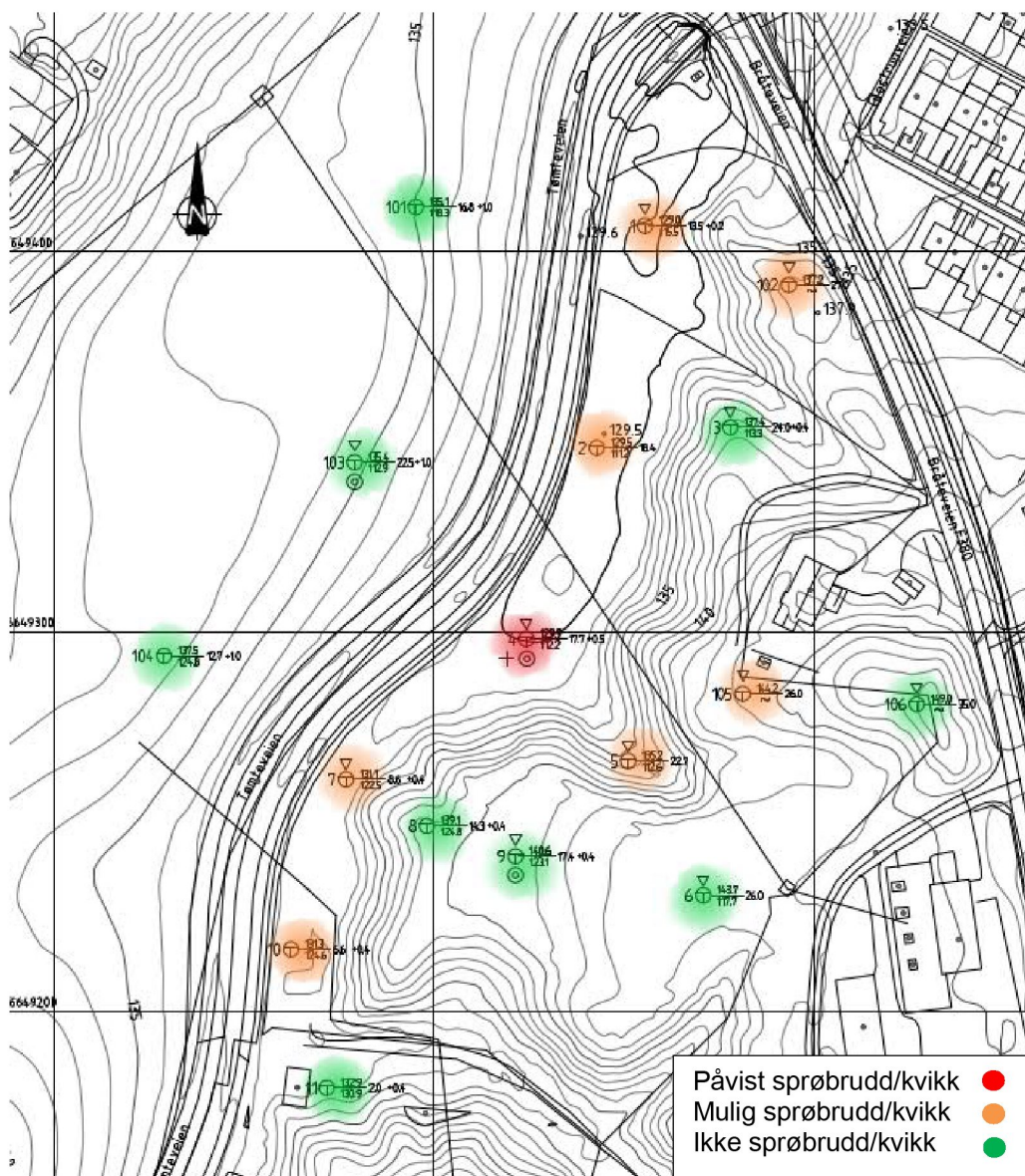
3.4 Grunnforhold

Datarapporten utarbeidet av Sweco i 2010 [5] beskriver en bergdybde som varierer fra 2-26 m. Vingeboingen viser at skjærstyrke i 4 – 10 m dybde varierer fra ca. 20-30 kN/m² i intervallet 4,5-9 m dybde. Prøveserien i punkt 4 viser et øvre lag med tørrskorpeleire etterfulgt av sandig leire og bløt til middels fast leire i ca. 5-9,5 m dybde. I ca. 7,5 m dybde registreres det kvikkleire i prøveserien. Derunder er det registrert siltig leire til avsluttet prøvetaking i 13 m dybde. For en nærmere beskrivelse av undersøkelsene henvises det til rapporten.

Datarapporten utarbeidet av Sweco i 2016 [2] angir en bergdybde som varierer fra 12,7 til mer enn 35 m i borpunktene. Prøveserien i borpunkt 9 viser en fast leire til 11 m dybde over middels fast leire til avsluttet prøvetaking i 17 m dybde. Leiren er lite sensitiv og lite til meget plastisk. I borpunkt 103 viser prøveserien at leiren er middels fast til fast ned til avsluttet prøvetaking i 10 m dybde. Leiren er lite til middels sensitiv og middels plastisk. For en nærmere beskrivelse av undersøkelsene henvises det til rapporten.

Datarapporten utarbeidet av Statens Vegvesen i 2016 [6] beskriver en løsmassemekktighet som varierer fra 21-30 m. Boringene indikerer i hovedsak et øvre lag med tørrskorpeleire og siltig fast/middels fast leire. For en nærmere beskrivelse av undersøkelsene henvises det til rapporten.

Grunnundersøkelsene utført av Sweco er foretatt i 2 omganger. Boringene er presentert i en felles borplan. Et utklipp av borplanen er vist i Figur 3.



Figur 3 Utsnitt av borplan (Sweco) markert med påviste og mulige sprøbrudd- og kvikkleirepunkter.

4 Utredning av områdeskredfare

Kapittel 3.2 i NVE-veileder nr. 1/2019 beskriver en prosedyre for vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområdet for skredfare. Prosedyren inneholder totalt 11 punkter. De 3 første punktene gjelder mulig avgrensning av aktsomhetsområder. De resterende 8 punktene gjelder utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon.

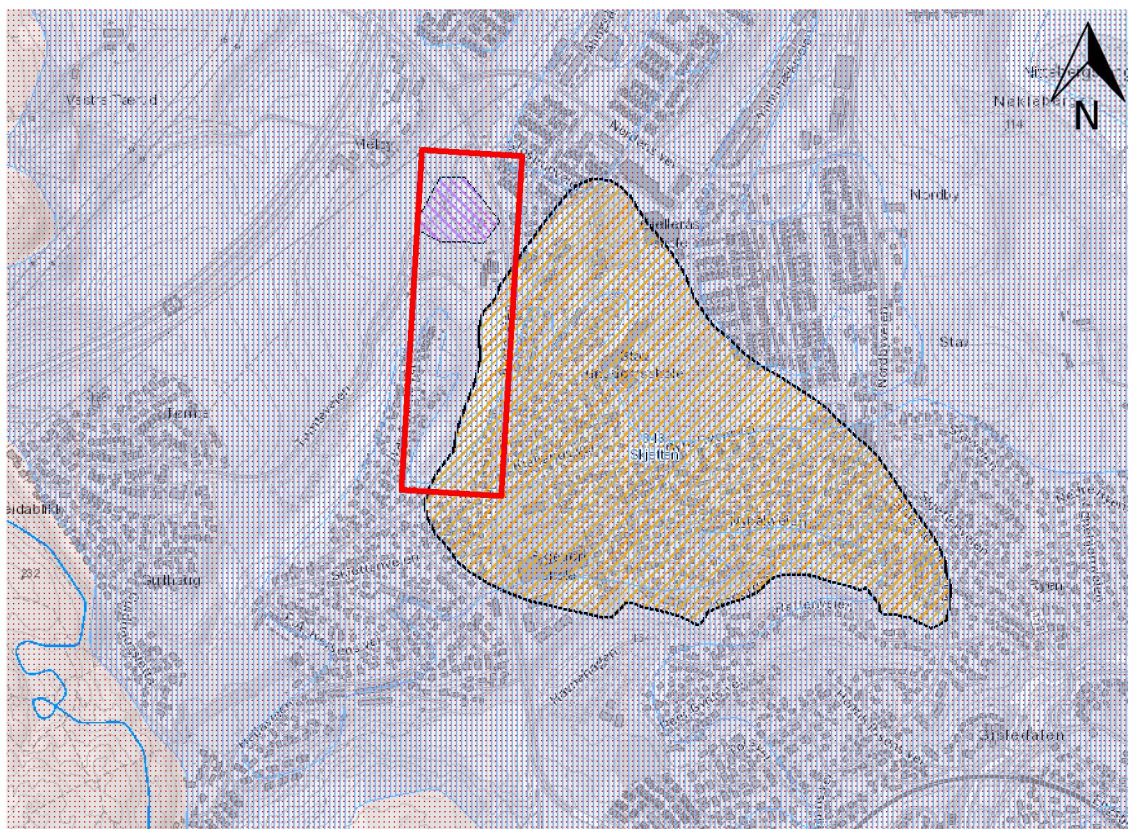
Antall punkter i prosedyren som må behandles er avhengig av planfase og krav til nøyaktighet av utredningene. Dersom det under gjennomgang av prosedyren kan konkluderes med at det ikke er fare for områdeskred, er det ikke nødvendig å gå videre i prosedyren. Utredningen kan dermed avsluttes. I dette prosjektet har alle punkter blitt behandlet.

	Steg i prosedyren	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.	Det ligger en kvikkleiresone på den østre halvdelen av tomten, samt en sone i nordenden, se kap. 5.1.
2	Avgrens områder med mulig marin leire.	Området med marin grense er avgrenset av NGUs kart «mulighet for marin leire», se kap. 5.2.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	En vurdering basert på kravet «jevnt hellende terreng brattere enn 1:20».
4	Bestem tiltakskategori	Boligene er plassert i tiltakskategori K4 da tiltaket (boligbygging) medfører større tilflytting/personopphold.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løseområde.	Avgrenset til sentrale deler av området, se kap. 5.5.
6	Befaring	Befaring er utført på et tidligere tidspunkt. Det er ikke utført befaring i forbindelse med denne vurderingen.
7	Gjennomfør Grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser er utført i flere omganger og omfanget vurderes som tilstrekkelig.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løse- og utløpsområder	Relevant skredmekanisme antas å være rotasjonsskred i alle snitt. Se kap. 5.8.1.
9	Klassifiser faresoner	Sonen er klassifisert, se kap. 5.9 og vedlegg 3.
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Dagens sikkerhet er god. Etter tiltak er det ikke tilfredsstillende sikkerhet i et snitt. Se kap. 5.9.1
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Faresonen vil bli meldt inn etter utført kvalitetssikring av uavhengig foretak.

5 Skredmekanisme, løsne- og utløpsområder

5.1 Registrerte faresoner i området

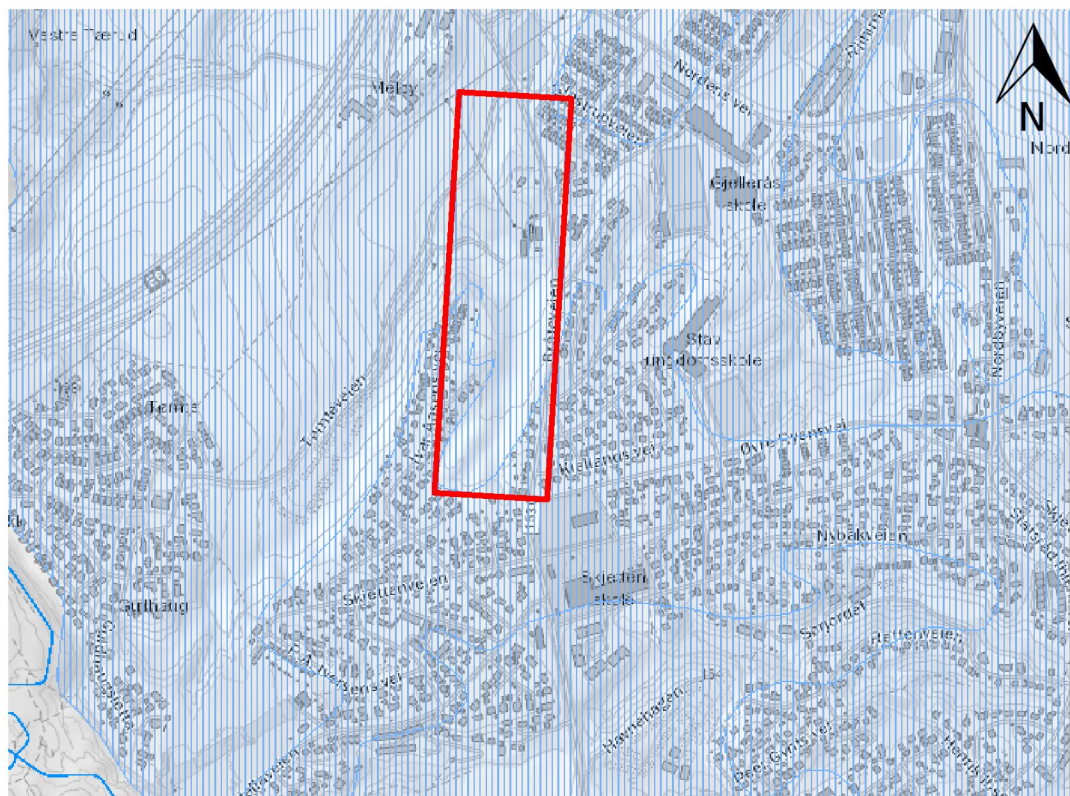
I henhold til NVE-Atlas faresonekart [7] er det registrert 2 kvikkleiresoner i dette området vist i Figur 4. Den nærmeste er sone nr. 343, Skjetten med middels faregrad og konsekvens meget alvorlig. Det er også registrert kvikkleirepunkter fra Statens Vegvesen nord på området.



Figur 4 Registrerte faresoner for kvikkleireskred [7].

5.2 Områder med mulig marin leire

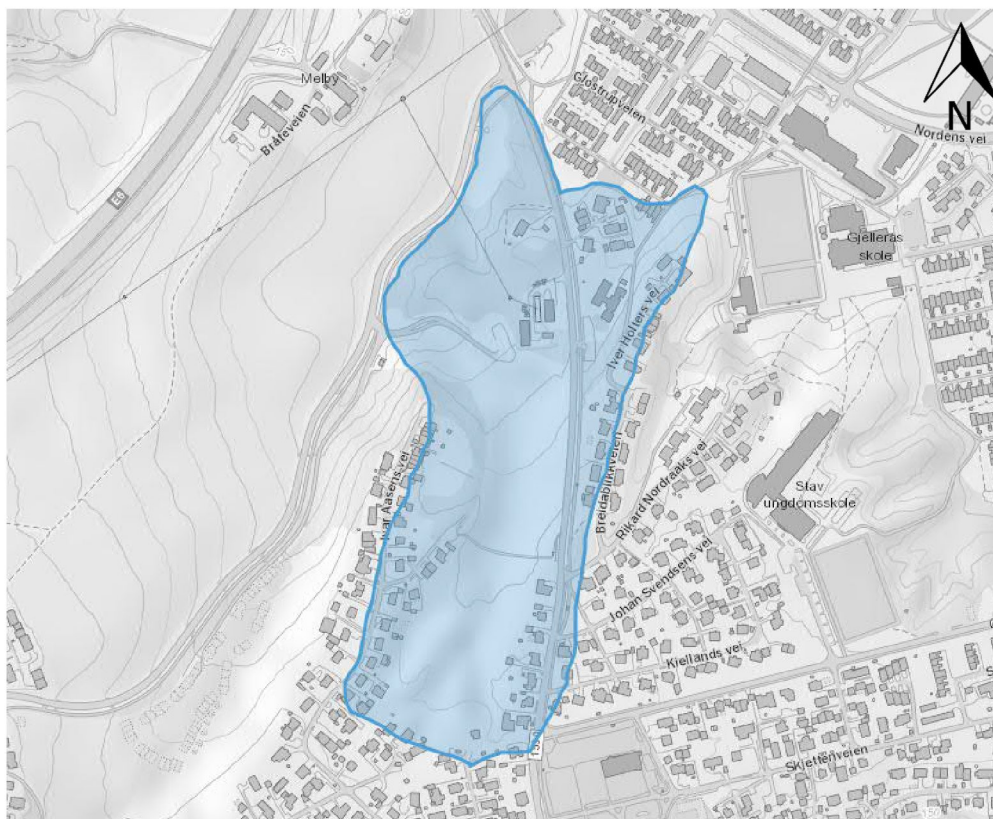
Utsnitt fra NVE-Atlas hvor marin grense vises med blå skravur er vist i Figur 5. Det aktuelle området befinner seg i et område med svært stor mulighet for marin leire. Spesielt i det gamle ravineområdet antas det å være stor mulighet for marin leire.



Figur 5 Utsnitt som viser marin grense og mulighet for marin leire [7].

5.3 Områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Området med terreng som kan være utsatt for områdeskred er grovt avgrenset ved å se på et jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 x skråningshøyde bakover fra Tømteveien der skråningene begynner. De samme forutsetningene er benyttet for ravinen på nordsiden. Området er presentert i Figur 6.



Figur 6 Området som tilsier mulig fare for områdeskred med bakgrunn i topografien og krav om 20 x H eller 1:20. Utklipp er hentet fra NVE Atlas [7].

5.4 Tiltakskategori

Tiltaket omfatter boligbygging i oppfylt ravinelandskap og plasseres i tiltakskategori K4. Årsaken er at tiltaket innebærer større tilflytting/personopphold.

5.5 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løseområde

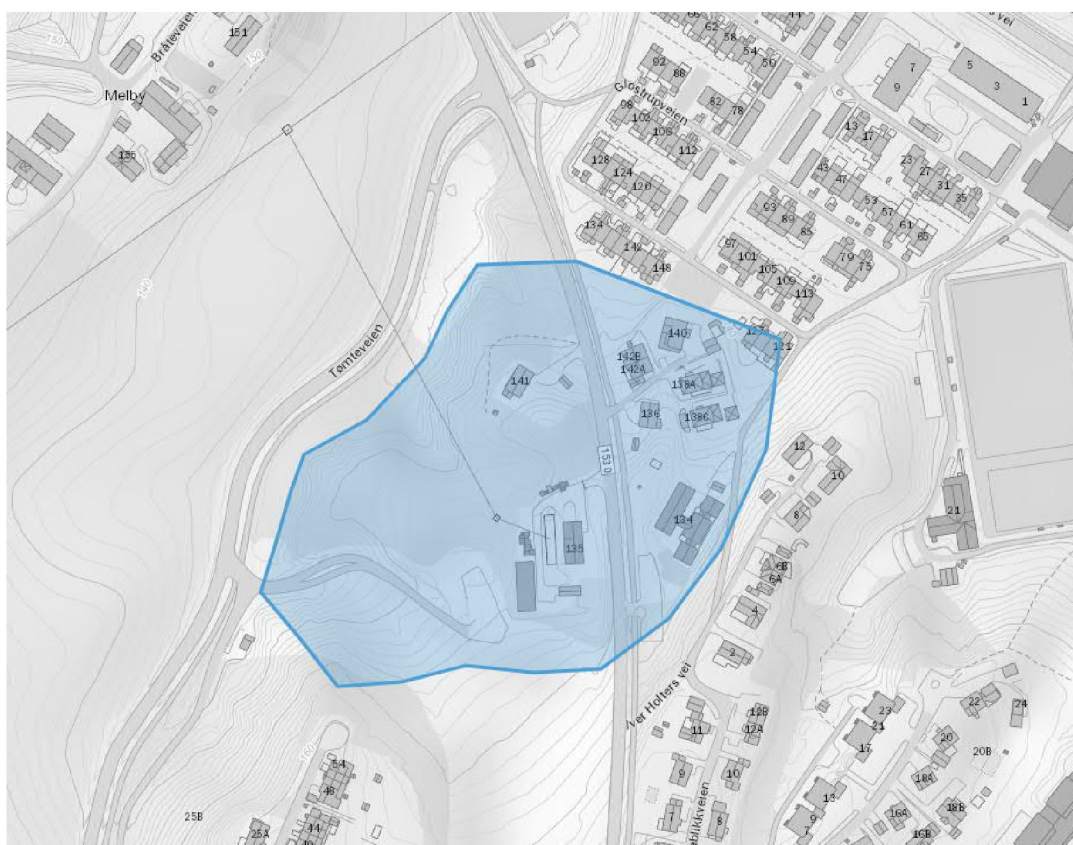
Faresoner for kvikkleireskred er betegnelsen på utredede områder som har grunn- og topografiske forhold som kan innebære risiko for områdeskred.

I denne rapporten vil området deles i 2, «Område nord» og «Område sør». Område sør er det området som ble fylt opp og ferdigstilt i 2016. Område sør avgrenses av Transformatorstasjonen (Bråteveien 135) og eksisterende terrengrygg (øst-vest) mot nord. Bråteveien danner fyllingsgrense mot øst og Ivar Aasens vei er begrensningen mot vest. Ved utløpet av ravinen mot Tømteveien ligger berget grunt («terskel») som gir støtte i foten av hovedfyllingen.

Område sør anses som stabilt etter at de gamle ravineskråningene ble fylt igjen. Det er ikke påvist kvikkleire i noen punkter i Område sør eller noen kritiske skråninger. Områdestabilitetsvurderingen av Område sør avsluttes i dette kapittelet, da det vurderes at området ikke utgjør noen fare for skred.

I Område nord er det påvist kvikkleire i minst ett punkt.

Mulig løsneområde er avgrenset med en 1:15 linje trukket fra foten av skråningene med skråningshøyde over 5 m langs Tømteveien. Mulig løsneområde er skissert med blå farge i Figur 7.



Figur 7 Mulig løsneområde skissert inn med blå farge. Det er tatt utgangspunkt i skråningene ned mot Tømteveien. Utklipp er hentet fra NVE Atlas [7].

På bakgrunn av kvikkleire-/sprøbruddsforekomster er det valgt tre ulike snitt mot det planlagte boligfeltet. Snitt A-A er valgt ut ifra skråningshelning og høydeforskjell. Dette snittet er ansett som det mest kritiske området med tanke på skadepotensiale. Det er også valgt et snitt B-B som går ned i ravinen nær en prøveserie hvor det ble påvist kvikkleire for å avgrense mulig løsneområde. Dette gjøres for å verifisere at ikke skråningene påvirker boligfeltet om et eventuelt skred skulle inntreffe her. Det ble også valgt et snitt C-C sør i området der skråningen ligger nærmest Tømteveien. Snittene er også valgt for å vurdere mulig skredmekanisme og er vist i Figur 8 og i vedlegg 1.



Figur 8 Omtrentlig plassering av utvalgte beregningssnitt A-A, B-B og C-C.

5.6 Befaring

Det er utført en rekke befaringer i området både før, under og etter at fyllingsarbeidene ble ferdigstilt i 2016. Siste befaring ble utført 27.02.2020.

5.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er utført i flere omganger og er vurdert som tilstrekkelig for denne vurderingen. Foreliggende datarapporter er angitt i Tabell 1. Det er ikke utført supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med denne vurderingen.

5.8 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løсне- og utløpsområder

5.8.1 Skredmekanisme

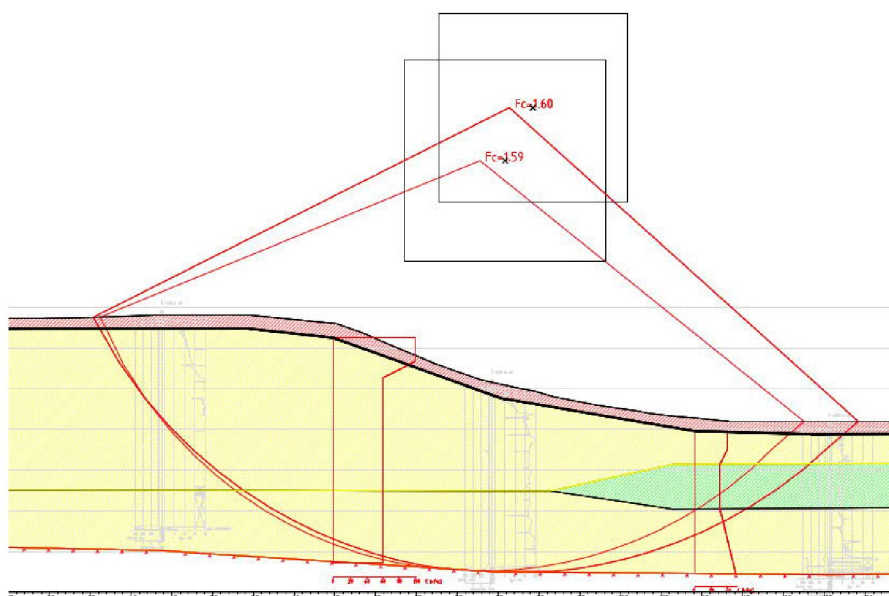
Vurdering av skredmekanisme er gjort etter metode presentert i flytskjema i Veileder nr. 1/2019, se Figur 9.

Figur 9 Flvtskiema for utredning av aktuell skredmekanisme [1].

Ved å se på lagdelingen i snitt B-B i dagens situasjon, se Figur 10, kan det slås fast at største andel sprøbruddsmateriale over 1:15-linjen (i dette tilfellet berg) under skråningsfoten er under 40 %:

$$b/D = b/H_1 = 5,4/28,2 = 19,1 \% < 40 \%$$

Etersom andel sprøbruddsmateriale over mest kritiske glideflate er under 40 %, vurderes den aktuelle skredmekanismen til å være rotasjonsskred eller flakskred. Lengden til et rotasjonsskreds løsnemråde bestemmes konservativt til 5 x skråningshøyden fra skråningsfoten, som i dette tilfellet blir ca. 65 m.

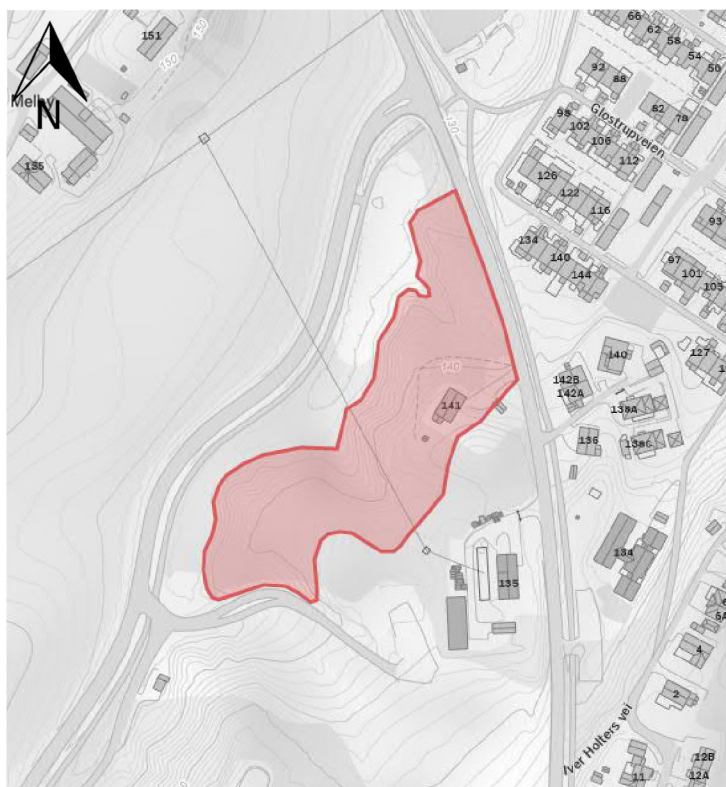


Figur 10 Utklipp av stabilitetsanalyse i snitt B-B.

5.8.2 Løsneområder

Et løsneområde er betegnelsen på det terrenget som kan bli tatt av og inkludert i et områdeskred. Størrelsen på løsneområdet blir bestemt ut fra antatt sannsynlig skredmekanisme basert på erfaringsdata fra tidligere skred for samme skredtype.

Løsneområdet for skråningen på østsiden av Tømteveien er skissert opp etter kriteriet i kvikkleireveilederen, hvor rotasjonsskredets utbredelse er satt til 5 x skråningshøyde. Det ble trukket en linje langs skråningsfoten. Løsneområdets slutt i øst ble trukket 65 m fra skråningsfoten. Det er valgt å avslutte/begrense løsneområdet inn mot Bråteveien da skredet trolig vil stoppe her i den oppfylte veifyllingen.



Figur 11 Potensielt løsneområde tegnet opp med rød farge basert på 5 x skråningshøyde fra skråningsfot.

5.8.3 Utløpsområder

Utløpsområdet er betegnelsen på arealet hvor skredmassene kan avsettes nedstrøms løsneområdet. Størrelsen på utløpsområdet bestemmes av empiriske relasjoner funnet i studier av historiske kvikkleireskred. For et rotasjonsskred er utløpsområdet 0,5 x løsneområdets lengde.

Ettersom terrenget på nedsiden av skråningen er flatt før det stiger igjen på andre siden av Tømteveien, antas det at et eventuelt skred stopper opp i nærheten av veien før det beveger seg videre mot nord. Lengst nord i området er det en gangvei som går i kulvert under Bråteveien. Det er naturlig at skredmassene vil bevege seg gjennom kulverten og ut på andre siden før det stopper opp. Det potensielle utløpsområdet er vist i Figur 12 med blå farge sammen med løsneområdet i rød farge.



Figur 12 Løsneområde markert i rødt og antatt utløpsområde markert med blått.

5.9 Klassifisering av faresone

Klassifisering av faresonen kalt «Bråtedalen» er utført etter NVEs ekstern rapport nr. 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse, revisjon 4 datert 27.11.2020 [8].

Klassifisering av «Bråtedalen»-faresone i nord er utført. Dette har gitt en faresone med følgende resultat:

- Middels faregrad
- Alvorlig skadekonsekvens
- Risikoklasse 3

Hele vurderingen er presentert i vedlegg 3.

5.9.1 Dokumentering av tilfredsstillende sikkerhet

Dagens situasjon på tomten er beregningsmessig tilfredsstillende etter kvikkleireveilederen. Beregningene for planlagt tiltak er kun tilfredsstillende i 2 av 3 snitt, hvor snitt B-B ga en forverring av stabiliteten og for lav sikkerhetsfaktor.

Ettersom et eventuelt skred som starter ved skråningsfot vil kunne bre seg til boligtomtene, er beregningene ikke tilfredsstillende med den bebyggelsesløsningen som foreligger pr nå. Det vil være nødvendig å endre på geometrien i dette området slik at de drivende kreftene blir redusert og de stabiliserende kreftene øker. Beregnede sikkerhetsfaktorer er ikke langt under kravet, så mindre justeringer i geometrien antas å være tilstrekkelig. Dette må verifiseres med nye beregninger. De utførte beregningene i forbindelse med denne vurderingen er nærmere presentert i kap. 6.

5.9.2 Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Faresonen i nord vil bli meldt inn etter utført kvalitetssikring av uavhengig foretak.

6 Stabilitetsberegninger

Foreliggende kapittel oppsummerer stabilitetsberegninger som er utført i Geosuite Stability.

6.1 Beregningsprogram

Beregningene er utført i Geosuite Stability, som er et 2D stabilitetsberegningsprogram basert på programmet BEAST, med mulighet for ivaretagelser av 3D-effekter. Beregningsmetoden er basert på en lamellemetode som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt.

6.2 Lagdeling og jordparametere

Lagdelingen er basert på grunnforholdene beskrevet i kap. 3.5. Fyllmasse- og tørrskorpeleiret er ansett som drenert, mens de resterende leirlagene er beregnet som udrenert.

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser. Overgangen mellom leire og kvikkleire er da noe usikker. Det antas at skillet mellom leirene har en noe lik utforming i resterende deler av beregningssnittene. Kvikkleirelaget er plassert i omtrent samme dybde under terreng i alle snitt.

Grunnvannstanden er ikke målt med piezometer, men er plassert ut i underkant av tørrskorpeleiren i beregningene.

Skjærfasthetsprofilene er tolket ut ifra tilgjengelige CPTU-sonderinger [2].

6.2.1 Jordparametere

Jordparametere benyttet i beregningene er presentert i Tabell 2. Det ble benyttet erfaringsparametere for tørrskorpen i henhold til veileder nr. 1/2019. Fyllmassene og leirlagene ble også modellert etter erfaringsparametere fra Statens vegvesens håndbok V220 [9]. Det ble antatt at fyllingene bygges opp av stein.

Tabell 2 Parametere benyttet i stabilitetsberegninger.

Lag	Farge	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	ϕ [°]	C [kPa]	C[kPa]
Fyllmasser		19,0	9,0	42,0	2,0	-
Tørrskorpeleire		19,0	9,0	30,0	0,0	-
Leire (øvre)		19,0	9,0	26,0	7,0	C-profil
Kvikkleire		19,0	9,0	23,0	5,0	C-profil
Leire (nedre)		19,0	9,0	26,0	7,0	c-profil

6.2.2 ADP-faktorer (totalspenningsanalyse)

ADP-faktorer er valgt i henhold til NIFSRapport 14/2014 [10]. Gjennomsnittlig målt I_p fra tidligere undersøkelser ble benyttet i bestemmelsen av faktorene, og med en $I_p > 10\%$ er verdiene konservativt satt til $A_a = 1,58$, $A_d = 1,00$ og $A_p = 0,55$ for øvre og nedre leirlag, og $A_a = 1,34$, $A_d = 1,00$ og $A_p = 0,55$ for kvikkleiren.

6.3 Laster

Det er benyttet laster i beregningene som ca. tilsvarer vekten av en enebolig med to etasjer. Lasten antas å være i størrelsesorden 10 kPa pr etasje.

6.4 Beregninger

Det er utført stabilitetsberegninger for tre ulike snitt, A-A, B-B og C-C. Hvert snitt er beregnet udrenert for sirkulære glideflater. Plasseringen av beregningssnittene er vist i Figur 8 i kap. 5.5. Tørskorpeleiren blir regnet drenert i alle tilfeller.

For skjærstyrkeprofiler er det benyttet tolkede skjærfasthetsprofiler fra tilgjengelig grunnlag. Disse ble tolket tilbake i 2016 i forbindelse med en tidligere vurdering av stabiliteten i området.

6.5 Resultater

Beregningene er gjort for sirkulære glideflater. Beregningene resulterte i følgende sikkerhetsfaktorer, presentert i Tabell 3.

Tabell 3 Resultater fra beregningene.

Beregning	Sikkerhetsfaktor (udrenert)	Sikkerhetsfaktor (drenert)
Snitt A-A dagens situasjon	1,51	1,17
Snitt B-B dagens situasjon	1,59	1,52
Snitt C-C dagens situasjon	2,82	1,43
Snitt A-A etter tiltak	1,63	1,83
Snitt B-B etter tiltak	1,40	1,84
Snitt C-C etter tiltak	3,41	1,92

Beregningene tilsier at dagens situasjon anses som god. Kravet til sikkerhetsfaktor for tiltakskategori K4 er $F(\text{udrenert}) \geq 1,4 \cdot f_s$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddseffekt i de udrenerte beregningene. For de drenerte beregningene er kravet til sikkerhetsfaktor lik $F(\text{drenert}) \geq 1,25$. Dette gjelder hvis tiltaket forverrer stabiliteten, som det gjør i dette tilfellet i snitt B-B.

Ettersom stabiliteten forverres i snitt B-B gjelder kravet om absolutt sikkerhetsfaktor nevnt over. $F(\text{udrenert}) \geq 1,4 \cdot f_s$ hvor f_s er lik 1,15, som gir et krav til absolutt sikkerhetsfaktor $F(\text{udrenert})$ på 1,61. Med en udrenert sikkerhetsfaktor i snitt B-B på 1,4 vil det være nødvendig med tiltak for å forbedre denne.

Det vurderes at dette kan la seg løse hvis man gjør ytterligere terrengendringer enn det Sweco er forespeilet. Ved å avlaste mer i skråningstopp og optimalisere geometrien på motfyllingen vil beregningene antagelig gi en høyere beregningsmessig sikkerhet som tilfredsstiller kravene i veilederen.

Dersom endringer i geometrien ikke er nok for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet, vil en annen mulighet vil være å stabilisere kvikkleiren i skråningsbunn med kalk/ sementpeler. Dette vil bidra til å øke skjærfastheten langs kritisk glidesirkel og dermed øke stabiliteten.

Beregningene er vist i vedlegg 2 «Stabilitetsberegninger».

7 Konklusjon

Oppsummert kan kravene i NVEs veileder 1/2019 sies å være oppfylt:

- Det vurderes at det aktuelle området ikke står i fare for å utløse et kvikkleireskred i dagens situasjon.
- Det vurderes at det aktuelle området ikke vil bli involvert i skred som starter utenfor undersøkelsesområdet.
- Det vurderes at det aktuelle området ikke vil bli påvirket av skredmasser fra eventuelt skred i nærliggende kvikkleiresoner.

Det er planlagt boligbygging og større tilflytting/personopphold i det aktuelle området. Dette gjør at det vil være nødvendig å se nærmere på ytterligere terrengendringer/stabiliserende tiltak for å sikre at stabiliteten blir ivaretatt etter kravene i veilederen i den nordre delen av området.

Forslag til stabiliserende tiltak ut over det å endre/optimalisere geometrien er masseutskiftning med lette masser, stålkjernepeler til berg som overfører bygningslastene som nå ligger på terreng direkte ned på berg, eller kalk/sementstabilisering av kvikkleirelaget som ligger i skråningsbunn for å øke skjærfastheten i det svakeste laget.

Det poengteres at denne rapporten må kvalitetssikres av uavhengig foretak.

8 Referanser

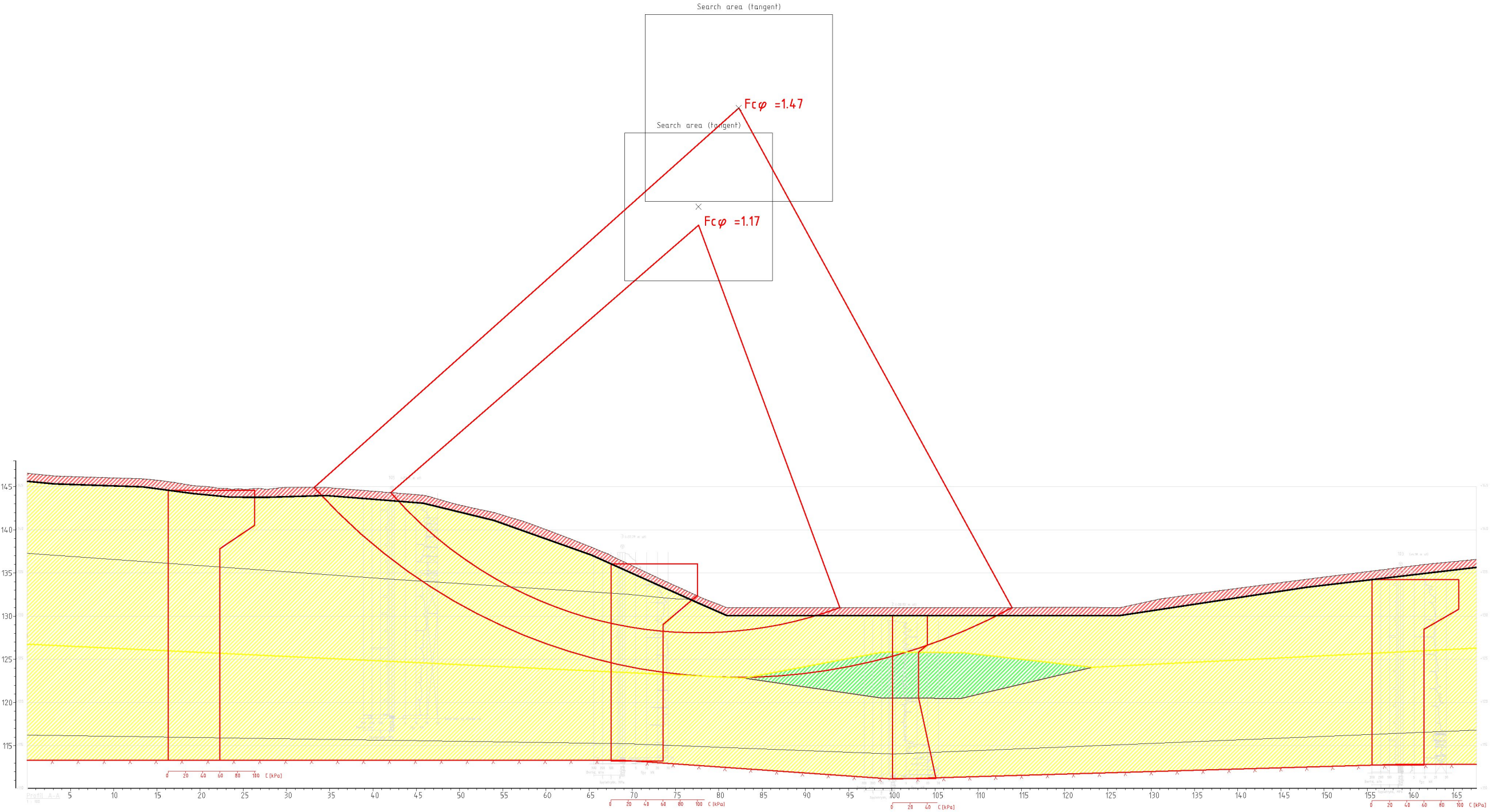
- [1] Norges Vassdrags- og Energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred, 1/2019,» 2020.
- [2] Sweco Norge AS, «Skjetten, Bråtedalen - Grunnundersøkelser - Datarapport januar 2016,» 2016.
- [3] Kartverket, «<http://norgeskart.no>,» 2022.
- [4] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), *Løsmasser - Nasjonale løsmassedatabase.*, 2022.
- [5] Sweco Norge AS, «Skjetten, Bråtedalen - Grunnundersøkelser - Datarapport juni 2010,» 2010.
- [6] Statens Vegvesen, «Geoteknisk rapport nr. 10003-GEOT-1 - Gang- og sykkelveg langs Fv 380 Bråteveien, Skedsmo kommune,» 2016.
- [7] Norges Vassdrags- og Energidirektorat, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet 2022].
- [8] Norges Vassdrags- og Energidirektorat, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse,» 2020.
- [9] Statens Vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2018.
- [10] NIFS, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.

Vedlegg 1 – Oversiktskart med beregningssnitt



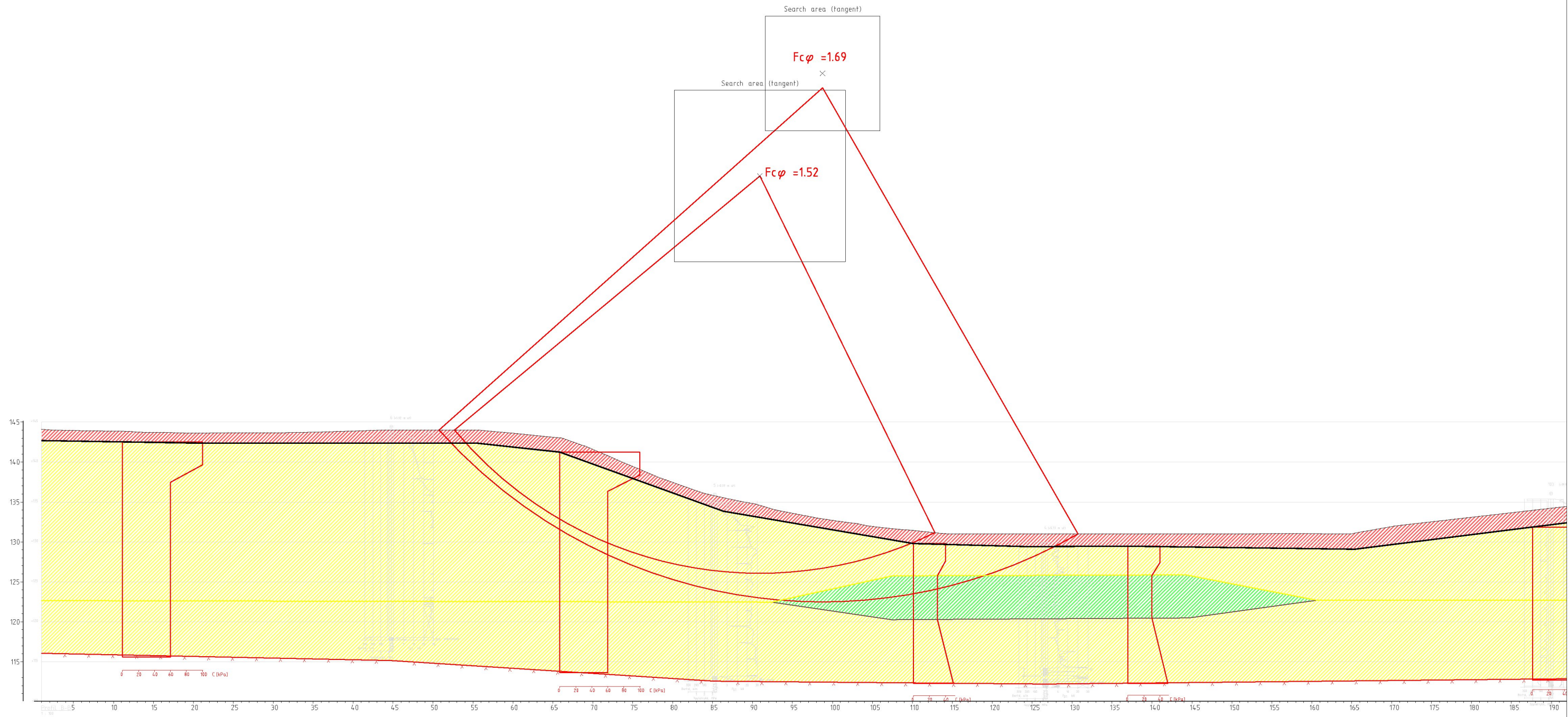
Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
C	00	Første leveranse	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNA	06.12.2022
Feiring Bruk AS			NOSMIM	NOKAMM	NOHNNA	06.12.2022
Bråtedalen			Målestokk	1:1000	Format	A3
Oversiktskart			Oppdragsleder: Hanne Nybøen			
Utvalgte beregningssnitt			Oppdragsnr. 10216805			
SWECO 			Diaiplin	Løpenummer:	Status	Rev.
SWECO Norge AS Drammensveien 280 POST: 0283 Oslo TLF: 67 12 80 00			V	V101	C	00

Vedlegg 2 – Stabilitetsberegninger



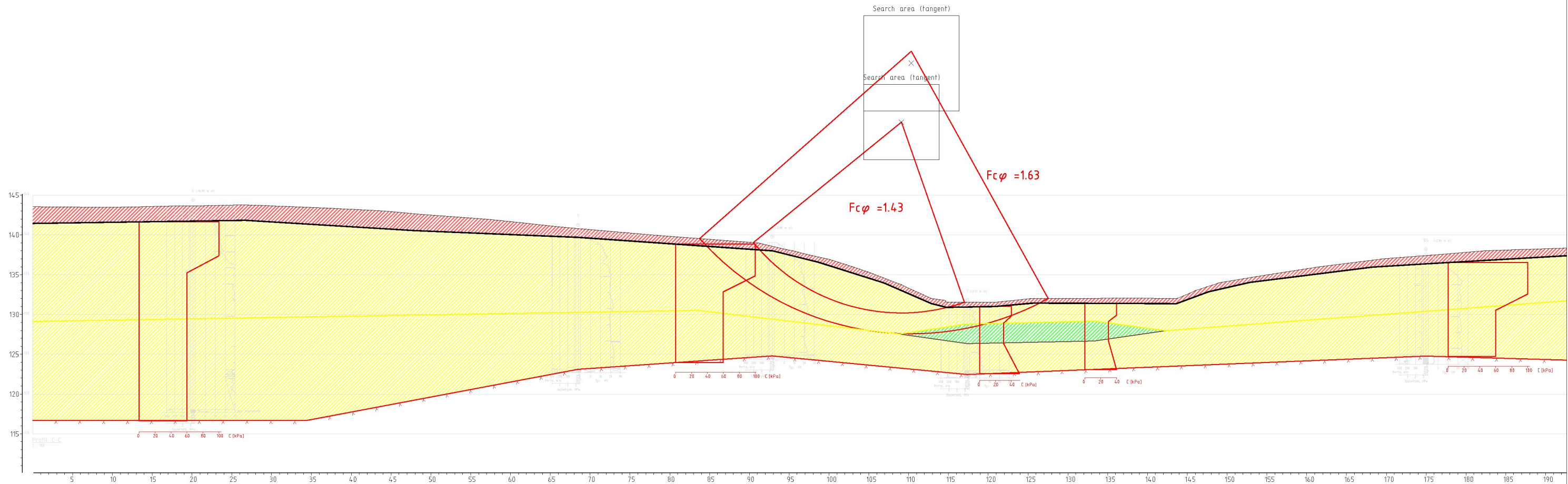
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato	
	-	-	-	-	-	-	
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNNA	15.12.2022	
Feiring Bruk AS			nosmimnokammnohnnna		15.12.2022		
			Målestokk 1:500		Format A3		
Bråtedalen							
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning			Oppdragsleder: Hanne Nybøen				
			Oppdragsnr.: 10216805				
Snitt A-A - Drenert analyse (dagens situasjon)							
SWECO  SWECO Norge AS Drammensveien 280, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			Disiplin:	Løpenummer:		Status:	Rev:
			V	V111		c	00



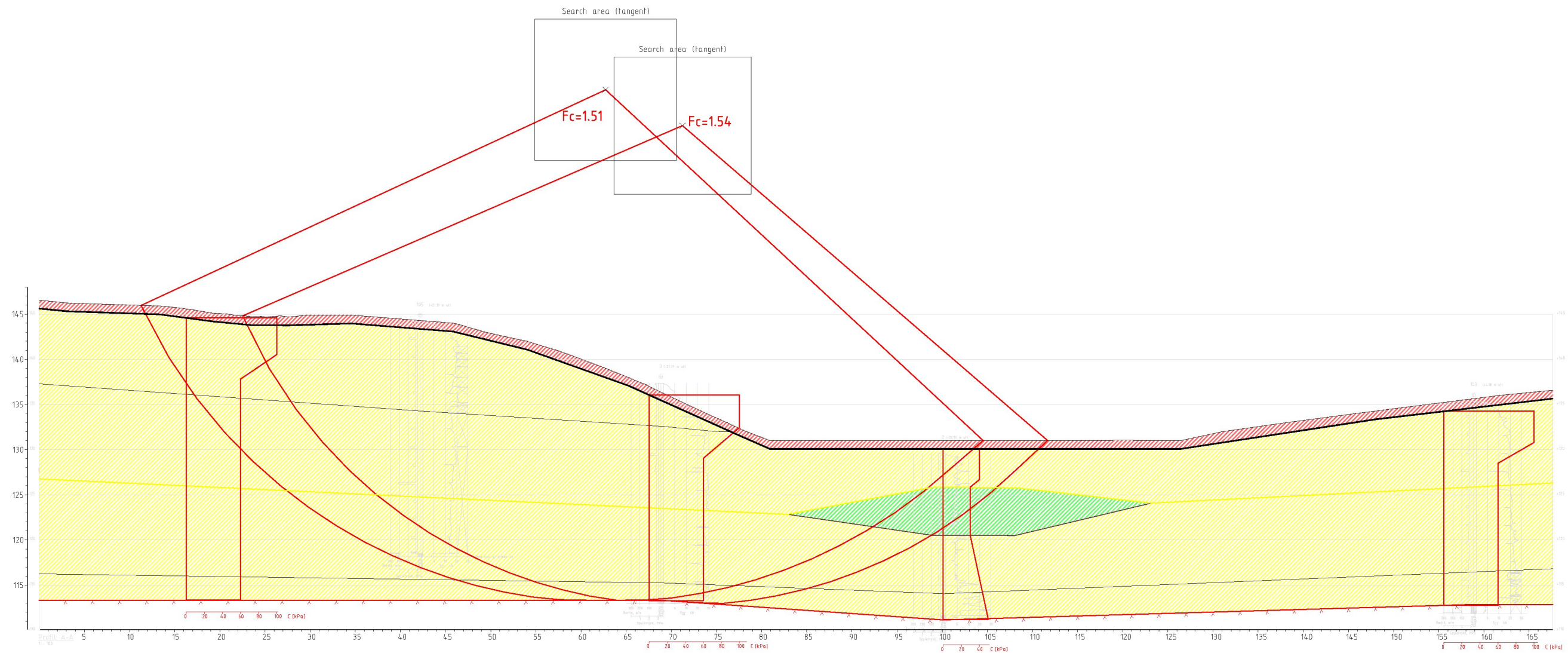
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
Tørreskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ans.	Dato
	-	-	-	-	-	-
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNNA	15.12.2022
Feiring Bruk AS			nosmim	nokamm	nohnnna	15.12.2022
			Målestokk 1:500		Format A3	
Bråtedalen			Oppdragsleder: Hanne Nybøen			
			Oppdragsnr. 10216805			
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning						
Snitt B-B - Drenert analyse (dagens situasjon)						
SWECO 			Disiplin:	Løpenummer:		Status: Rev:
SWECO Norge AS Drammensveien 260, 0277 OSLO TJF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			V	V112		c 00



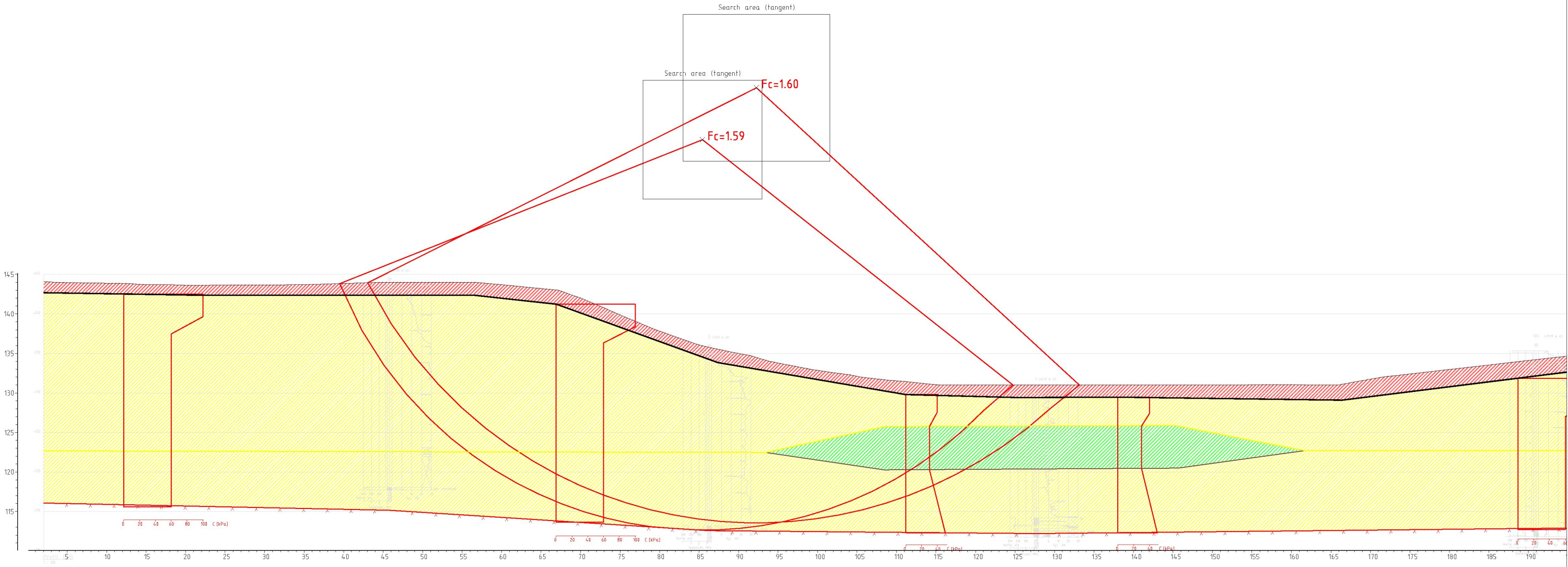
	Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
	Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
	Tørreskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
	Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
	Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
	-	-	-	-	-	-
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNA	15.12.2022
Feiring Bruk AS			nosmim	nokamm	nohnna	15.12.2022
			Målestokk 1:500		Format A3	
Bråtedalen			Oppdragsleder: Hanne Nybøen			
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning						
Snitt C-C - Drenert analyse (dagens situasjon)			Oppdragsnr. 10216805			
SWECO  SWECO Norge AS Drammensveien 280, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			Disiplin: V	Løpenummer: V113		Status: Rev: c 00



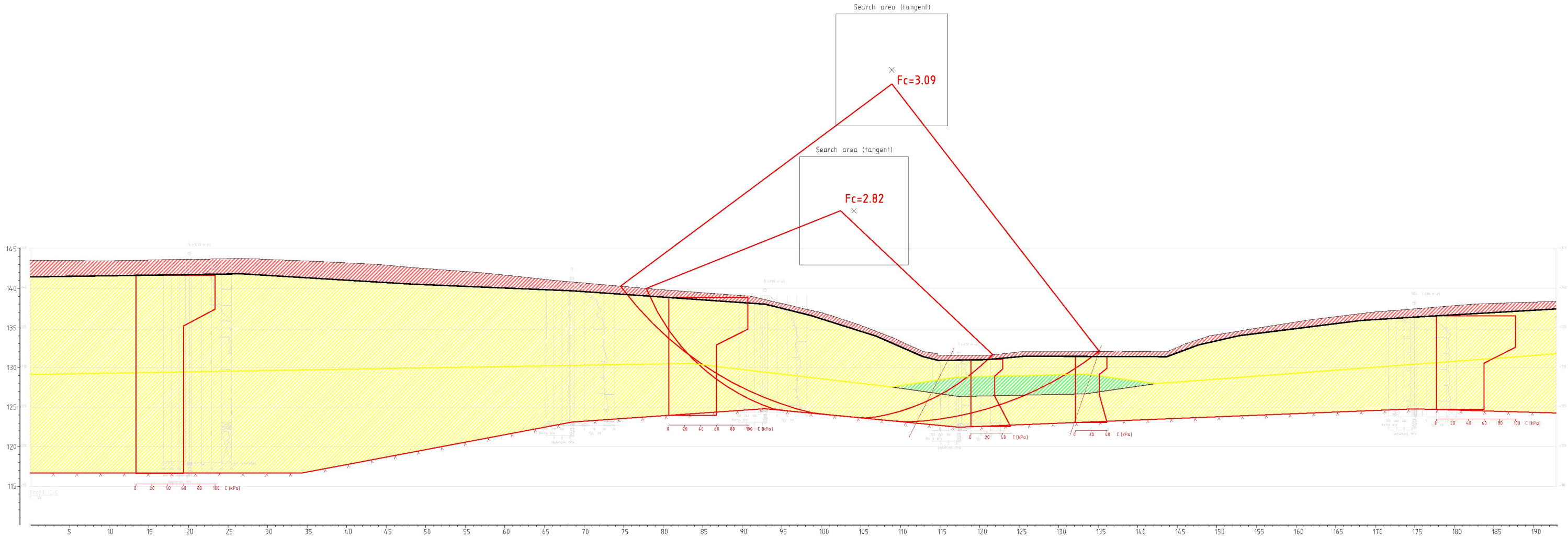
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
	-	-	-	-	-	-
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNNA	15.12.2022
Feiring Bruk AS Bråtedalen			nosmimnokammnohnnna		15.12.2022	
			Målestokk 1:500		Format A3	
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning Snitt A-A - Udrenert analyse (dagens situasjon)			Oppdragsleder: Hanne Nybøen			
			Oppdragsnr. 10216805			
SWECO Norge AS Drammensveien 280, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			Disiplin: V	Løpenummer: V114		Status: Rev: c 00



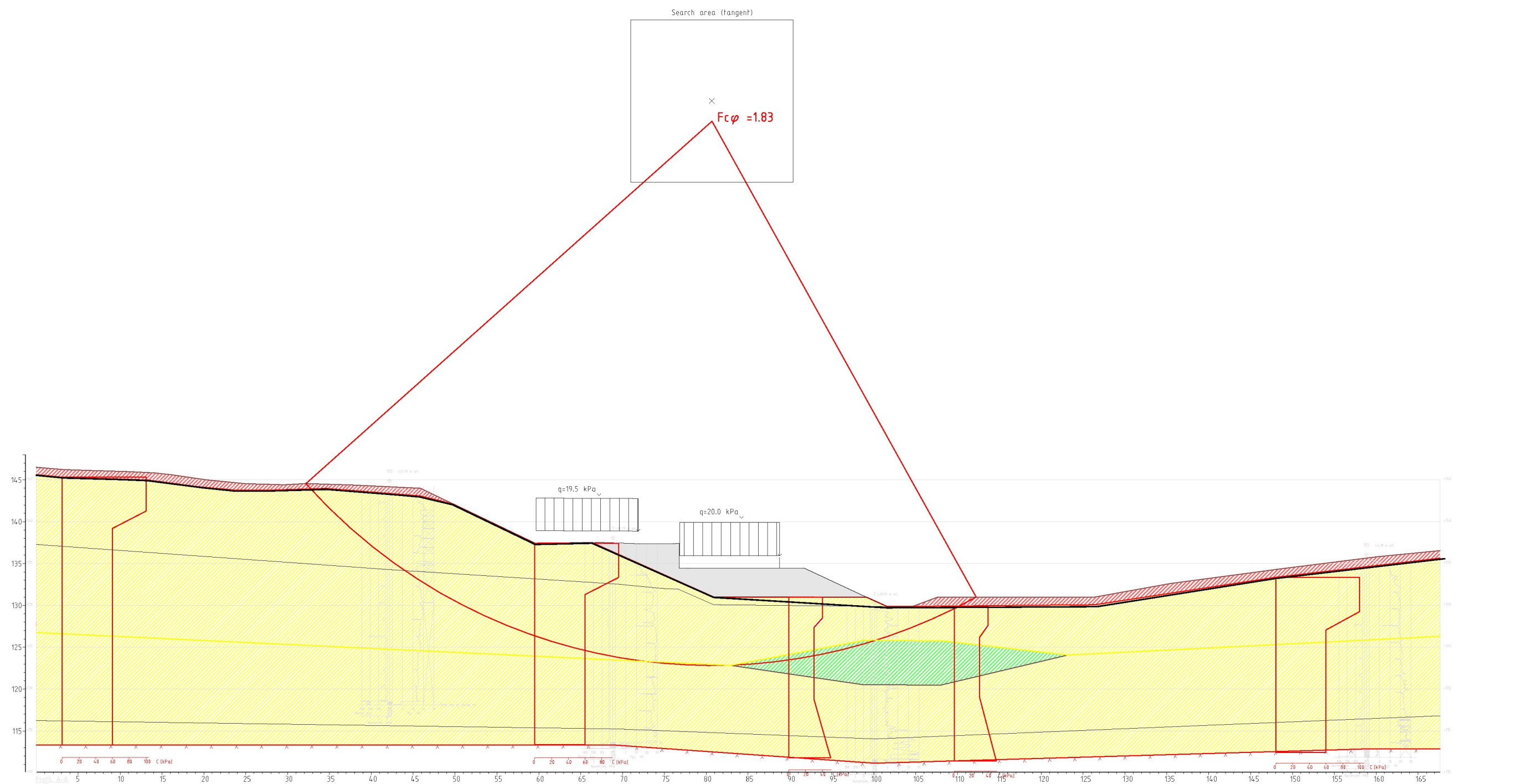
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
Tørreskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev.	Endring	Utført	Konfr.	Ans.	Dato	
	-	-	-	-	-	-	
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNNA	15.12.2022	
Feiring Bruk AS Bråtedalen			nosmim	nokamm	nohnnna	15.12.2022	
			Målestokk 1:500				Format A3
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning Snitt B-B - Udrenert analyse (dagens situasjon)			Oppdragsleder: Hanne Nybøen				
			Oppdragsnr. 10216805				
SWECO Norge AS Drammensveien 280, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			Disiplin: V	Løpenummer: V115		Status: Rev: c 00	



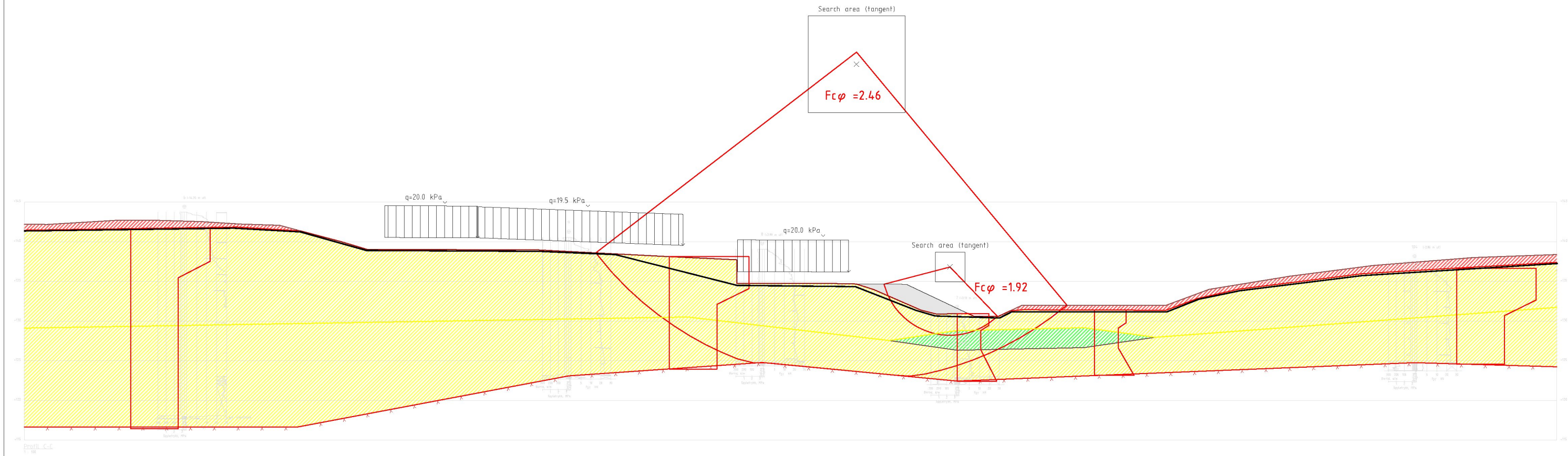
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
Tørreskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
	-	-	-	-	-	-
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNNA	15.12.2022
Feiring Bruk AS Bråtedalen			nosmim	nokamm	nohnnna	15.12.2022
			Målestokk 1:500		Format A3	
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning Snitt C-C - Udrenert analyse (dagens situasjon)			Oppdragsleder: Hanne Nybøen			
			Oppdragsnr.: 10216805			
SWECO Norge AS Drammensveien 280, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			Disiplin: V	Løpenummer: V116		Status: c Rev: 00



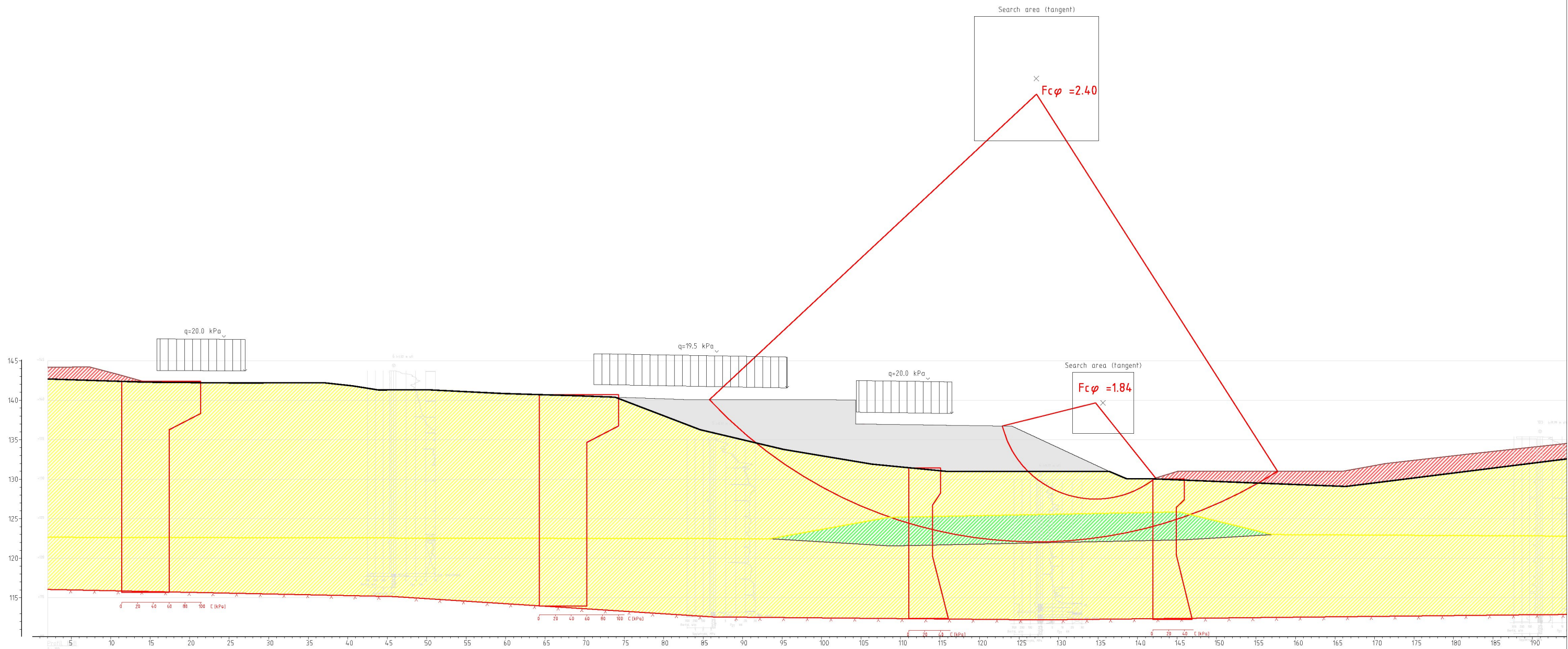
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
Tørreskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato	
	-	-	-	-	-	-	
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNNA	15.12.2022	
Feiring Bruk AS			nosmim	nokamm	nohnnna	15.12.2022	
			Målestokk 1:500			Format A3	
Bråtedalen			Oppdragsleder: Hanne Nybøen				
			Oppdragsnr. 10216805				
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning							
Snitt A-A - Drenert analyse med tiltak							
SWECO  SWECO Norge AS Drammensveien 280, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			Disiplin:	Løpnummer:		Status:	Rev:
			V	V117		c	00



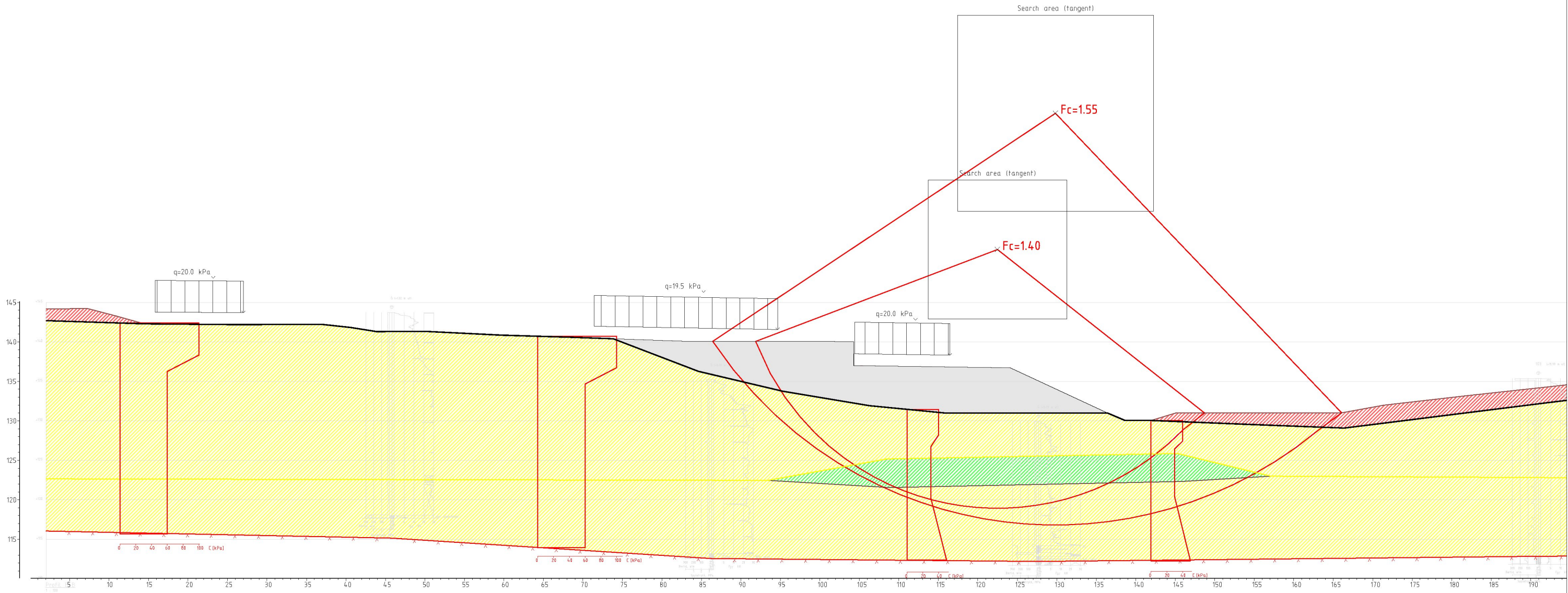
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
	-	-	-	-	-	-
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNA	15.12.2022
Feiring Bruk AS			nosmim	nokamm	nohnna	15.12.2022
Bråtedalen			Målestokk	1:500	Format	A3
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning			Oppdragsleder: Hanne Nybøen			
Snitt C-C - Drenert analyse med tiltak			Oppdragsnr.: 10216805			
SWECO 			Disiplin:	Løpenummer:	Status:	Rev:
SWECO Norge AS Drammensveien 280, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			V	V119	c	00



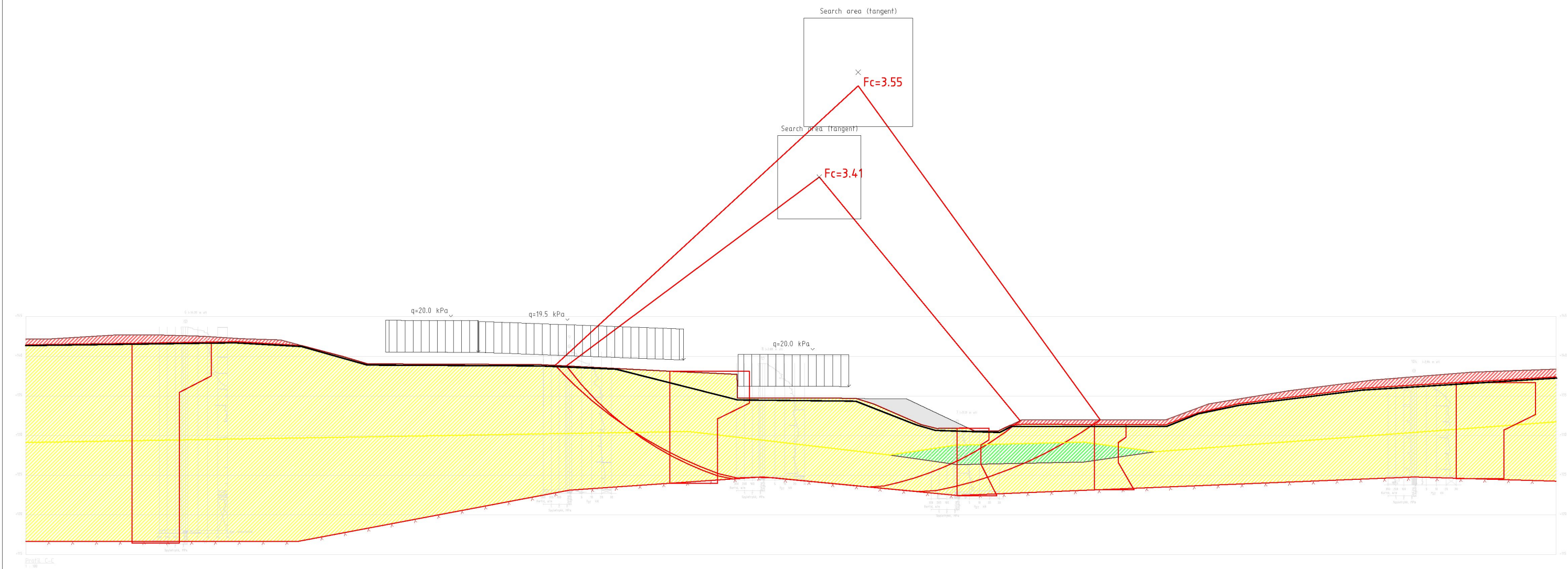
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
	-	-	-	-	-	-
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNNA	15.12.2022
Feiring Bruk AS			nosmim	nokamm	nohnnna	15.12.2022
			Målestokk 1:500		Format A3	
Bråtedalen						
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning			Oppdragsleder: Hanne Nybøen			
			Oppdragsnr. 10216805			
Snitt A-A - Udrenert analyse med tiltak						
SWECO  SWECO Norge AS Drammensveien 280, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			Disiplin: V	Løpenummer: V120		Status: Rev: c 00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato	
	-	-	-	-	-	-	
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNNA	15.12.2022	
Feiring Bruk AS			nosmim	nokamm	nohnnna	15.12.2022	
			Målestokk 1:500		Format A3		
Bråtedalen							
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning			Oppdragsleder: Hanne Nybøen				
			Oppdragsnr.: 10216805				
Snitt B-B - Udrenert analyse med tiltak							
SWECO  SWECO Norge AS Drammensveien 260, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			Disiplin:	Løpenummer:		Status	Rev:
			V	V121		c	00



	Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
	Fyllmasser	19.00	9.00	42.0	10				
	Tørreskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0	C-profil	1.58	1.00	0.55
	Kvikkleire	19.00	9.00	23.0	5	C-profil	1.58	1.00	0.55
	Leire	19.00	9.00	26.0	7	C-profil	1.58	1.00	0.55

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
	-	-	-	-	-	-
C	00	Første versjon	NOSMIM	NOKAMM	NOHNNA	15.12.2022
Feiring Bruk AS Bråtedalen			nosmim	nokamm	nohnna	15.12.2022
			Målestokk 1:500			Format A3
Områdestabilitetsvurdering - Stabilitetsberegning Snitt C-C - Udrenert analyse med tiltak			Oppdragsleder: Hanne Nybøen			
			Oppdragsnr. 10216805			
 SWECO Norge AS Drammensveien 280, 0277 OSLO TLF.: 67 12 80 00 FAX.: 67 12 58 40			Disiplin: V	Løpnummer: V122		Status: Rev: c 00

Vedlegg 3 – Soneutredning

VEDLEGG 3

Risiko- og faregradsvurdering

1 Innledning

Faregradsevalueringene, skadekonsekvensevalueringene og vurdering av risikoklasse er utført i henhold til NVEs Ekstern rapport nr. 9/ 2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse», revisjon 4 datert 27.11.2020 [1].

Et utklipp av den vurderte sonen er presentert i Figur 1.



Figur 1 "Bråtedalen" kvikkleiresone, tegnet opp etter kriterier i NVEs kvikkleireveileder nr. 1/2019 [2].

2 Faregradsklasse

Vurderingene er utført i henhold til Tabell 1 i [1]. Resultatet er presentert i Tabell 2 under:

Tabell 1 Kriterier for faregradsevaluering etter tabell 1 [1].

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	- (20 - 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 – H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30 -100	20 - 30	< 20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum: Lav faregrad = 0 - 17 poeng Middels faregrad = 18 – 25 poeng Høy faregrad = 26 – 51 poeng					

Tabell 2 Faregradsvurdering av kvikkleiresonen "Bråtedalen".

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Vurdering
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Befaring er utført i flere omganger.
Skråningshøyde, meter	2	0	0	Dagens skråning har en høyde på ca. 13 m < 15 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	6	Gr konservativ score grunnet manglende grunnlag.
Poretrykk	3/-3	0	0	Vurdert som hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Kvikkleiren ligger i bunn av skråning. Gr middels score på grunn av usikkerhet rundt utbredelse.
Sensitivitet	1	3	3	Målt sensitivitet i borpunkt 4 er 200 på det høyeste.
Erosjon	3	0	0	Erosjon ikke påvist.
Inngrep:	3/-3			Inngrepet plasseres i liten forverring etter resultat fra beregning i snitt B-B etter tiltak.
Sum			13	Faregrad Middels

Den undersøkte sonen «Bråtedalen» ender med en poengsum på 13 og blir da klassifisert som Faregrad lav.

3 Skadekonsekvensklasse

Vurderingene er utført i henhold til Tabell 2 i [1]. Resultatet er presentert i Tabell 4 under:

Tabell 3 Kriterier for skadekonsekvens etter Tabell 2 i [1].

Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 – 1000	< 100
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum: Mindre alvorlig = 0 - 6 poeng alvorlig = 7 – 22 poeng Måget alvorlig = 23 – 45 poeng					

Tabell 4 Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen "Bråtedalen".

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Vurdering
Boligheter, antall	4	1	4	Få boliger.
Næringsbygg, personer	3	0	0	
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	
Vei, ÅDT	2	2	4	Bråteveien (Fv 1530) med ÅDT = 4820 ligger i umiddelbar nærhet av løsneområdet.
Toglinje, bruk	2	0	0	
Kraftnett	1	2	2	Regionalnettet kobles på trafo i området.
Oppdemning/flom	2	0	0	
Sum			10	Skadekonsekvens Alvorlig

Sonen «Bråtedalen» klassifiseres med mindre alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen med dagens situasjon.

4 Risikoklasse

Tallverdien for risiko beregnes for kvikkleiresonen «Bråtedalen» ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad. Risiko er inndelt i 5 klasser, presentert i Tabell 5.

Tabell 5 Risikoklasser med tilhørende tallverdier etter [1].

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

Ved utregning av %-tallene får man følgende verdier:

- Faregrad = 25,5 %
- Skadekonsekvens = 22,2 %

%-tallet blir da 566 og sonen «Bråtedalen» havner i risikoklasse 3.

5 Referanser

- [1] Norges Vassdrags- og Energidirektorat, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse,» 2020.
- [2] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred Nr. 1/2019,» 2020.