

Prosjekt:					
Fv 109 Råbekken-Rolvsøysund					
Dokumentnummer:					
126531-3-RIG-NOT-002					
Tittel:		Stabilitet fv. 109 ved Råbekken		Dato: 18.10.2017	
Til:		Viken v/Lise Larsen og Cathrine Heramb Ovrid			
Kopi:		Viken v/Ahmed Tebarek			
Utarbeidet av:		Vebjørn Solli		Fag/Fagområde: RIG	
Kontrollert av:		Espen Fiskum		Ansvarlig enhet: 10111063 Geoteknikk Østfold	
Godkjent av:		Wibeke Norris		Emneord: Stabilitet	
Sammendrag: Det foreliggende notatet inneholder vurderinger av områdestabilitet iht. NVE veileder 1/2019 for utvidelse av fylkesvei 109 ved Råbekken. Store deler av området ligger innenfor faresoner for områdeskred. Det er antatt sprøbruddmateriale over store deler av prosjektområdet. Alle skråninger i området er relativt lave, maksimalt ca. 8 m, og er tilknyttet Råbekken/Evjobekken. Et initialskred ned mot bekken vil kunne skape større skred, men med begrenset bakovergripende effekt som følger av det relativt flate området med små høydeforskjeller. Tidligere innmeldte soner revideres og deles opp etter en mer detaljert sammenstilling av tidligere rapporter og grunnforhold. Flere skråninger har i dagens situasjon lavere sikkerhet enn det regelverket krever. Den videre prosjekteringen av fv. 109 skal sikre nødvendig sikkerhet ved etablering av ny vei med kulverter. Nødvendige tiltak er KS-peler, lettere masser i veioverbygningen samt erosjonssikring langs deler av Evjobekken. Beregninger viser at foreslåtte tiltak gir tilfredsstillende stabilitet for denne fasen. Nye beregninger og vurderinger må gjøres i videre faser for å sikre stabiliteten ved endelig veiutforming.					
01	Oppdatert iht. NVE1/2019	06.05.2022	VAS	ESF	WN
00	Utarbeidet notat	18.10.2017	ESF	DEJ	WN
Rev.	Beskrivelse	Rev.dato	Utarbeidet	Kontroll	Godkjent
Leverandørs logo:				Antall sider:	
				1 av 42	
Prosjekt:	Disiplin:	Dok.type:	Løpenr:	Rev nr:	
Fv 109	RIG	NOT	002	01	

Innhold

Tegninger.....	3
Vedlegg.....	3
1 Innledning.....	4
2 Topografi og grunnforhold	4
3 Fare for kvikkleireskred	10
3.1 Punkt 1 og 2 i NVE-prosedyren – Registrerte faresoner og marin leire	11
3.2 Punkt 3 i NVE-prosedyren – Avgrens aktsomhetsområder	13
3.3 Punkt 4 i NVE-prosedyren – Bestem tiltakskategori	15
3.4 Punkt 5 i NVE-prosedyren – Gjennomgang av grunnlag	15
3.4.1 Kritiske skråninger rundt veganlegget.....	15
3.4.2 Evjebekken nordøst.....	18
3.4.3 Evjebekken sørvest.....	19
3.4.4 Råbekken nord for fv. 109.....	19
3.5 Punkt 6 i NVE-prosedyren – Befaring	20
3.6 Punkt 7 i NVE-prosedyren – Grunnundersøkelser	20
3.7 Punkt 8 i NVE-prosedyren – Avgrens løsn- og utløpsområder	20
3.7.1 Nordvest for Smørbøttaveien	21
3.7.2 Sørøst for Smørbøttaveien	22
3.8 Punkt 9 i NVE-prosedyren – Klassifiser faresone	31
3.8.1 Faresone 5-2A.....	31
Faregradevaluering – Sone 5-2A	31
Skadekonsekvensvaluering – Sone 5-2A	31
Risikoklasser – Sone 5-2A	32
3.8.2 Faresone 5-2B.....	32
Faregrad- og konsekvensvaluering samt risikoklasse – Sone 5-2B	32
3.8.3 Faresone 5-3A.....	32
Faregrad- og konsekvensvaluering samt risikoklasse– Sone 5-3A	32
Skadekonsekvensvaluering – Sone 5-3A	33
Risikoklasser – Sone 5-3A	33
3.8.4 Faresone 5-3B.....	34
Faregrad- og konsekvensvaluering samt risikoklasse– Sone 5-3B	34

3.8.5	Faresone 5-3C.....	34
	Faregrad- og konsekvensevaluering samt risikoklasse– Sone 5-3C	34
3.9	Punkt 10 i NVE-prosedyren – Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	34
3.9.1	Sikkerhetskrav iht. NVE veileder 1/2019.....	34
3.9.2	Sikkerhetskrav iht. Statens Vegvesen håndbok N200	35
3.9.3	Lagdeling, styrkeparametere og beregningsforutsetninger.....	36
3.9.4	Vurdering av sikkerhet	36
4	Konklusjon	41
5	Referanser	42

Tegninger

1. V01000 – Borplan grunnundersøkelser
2. V3002-900 – Revidert faresone
3. V03002-001 – Oversikt tolkede grunnundersøkelser

Vedlegg

- A. Stabilitetsnotat 126531-07-RIG-NOT-017_datert 30.01.2022
- B. Områdestabilitetsrapport ICP-16-V-25050_datert 06.04.2018

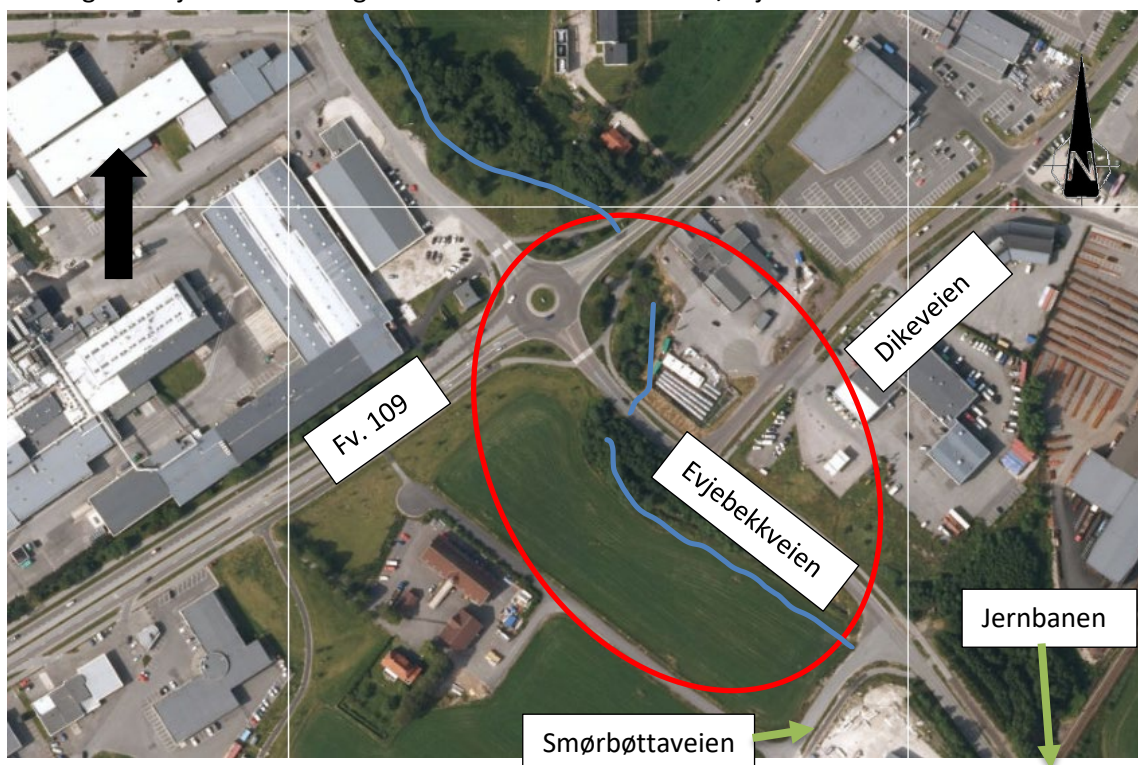
1 Innledning

Viken fylkeskommune skal oppgradere fv. 109 på strekningen fra Råbekken i Fredrikstad til Alvim i Sarpsborg. Multiconsult er engasjert som rådgivende ingeniør for alle fag.

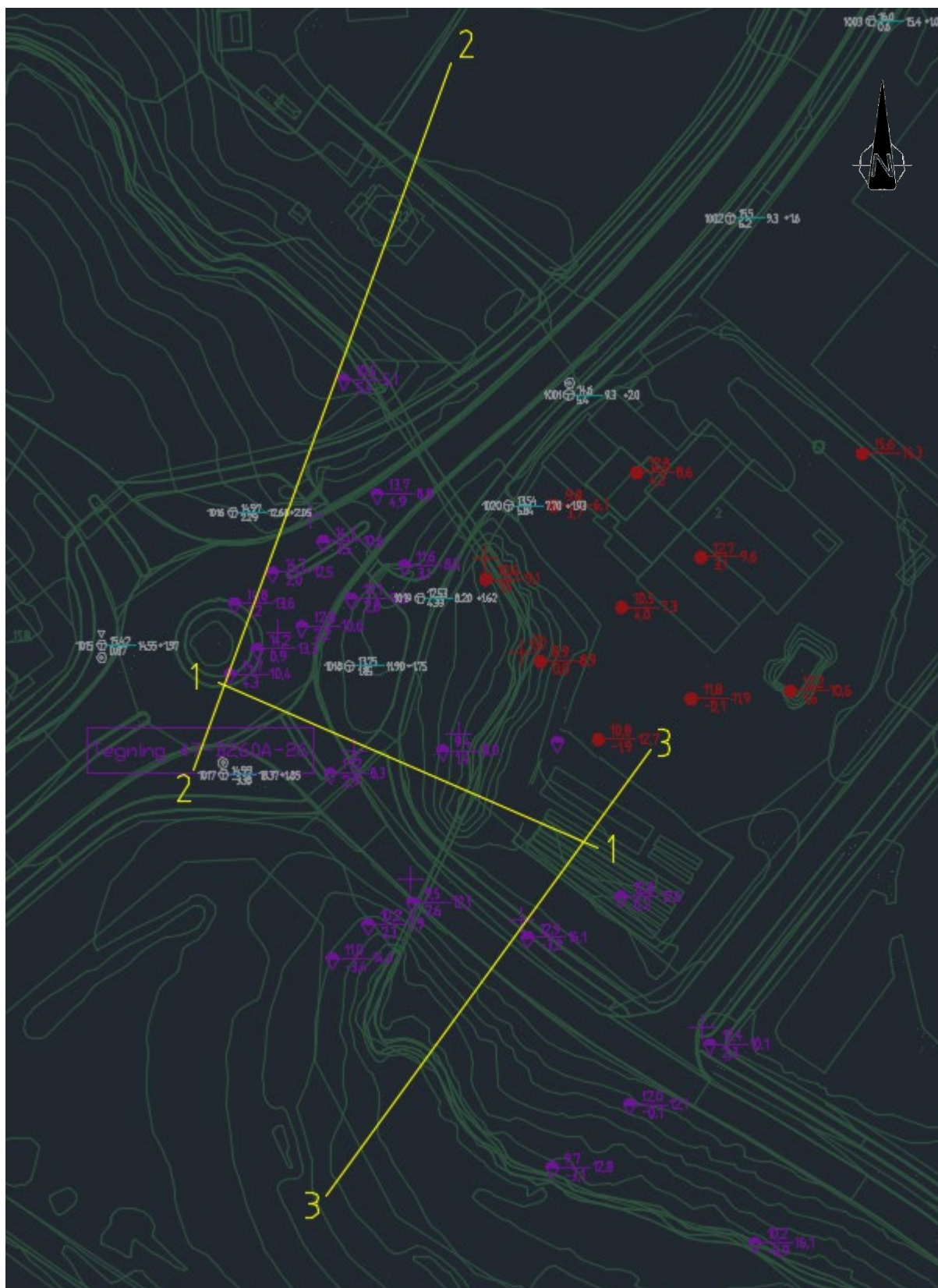
Det foreliggende notatet omhandler stabilitetsvurderinger for fv. 109 med gang- og sykkelvei ved Råbekken i Fredrikstad. Notatet er en revisjon av 126531-03-RIG-NOT-002, datert 18.10.2017, utgitt for forrige reguleringsplan. Det er behov for nye vurderinger i forbindelse med oppdatert reguleringsplan, og fordi NVEs kvikkleireveileder er revidert siden de forrige vurderingene ble utført. Hele notatet er derfor revidert. Vurderingene i foreliggende notat er utført iht. NVE-veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred, utgitt i desember 2020 [5]. Beregningsprofiler er hentet fra notat for lokalstabilitet 126531-07-RIG-NOT-017 [16], datert 30.01.2020. Siden lokalstabilitetsnotatet dekker skråninger relevante for områdeskred, er beregningene for lokalstabilitet fra byggeplan beholdt som grunnlag for vurdering av områdestabilitet. Veigeometrien relativt lik eller noe redusert i omfang sammenlignet med forrige byggeplan. Nødvendige tiltak foreslått i 126531-07-RIG-NOT-017 er derfor beholdt for nåværende reguleringsplan. Nye vurderinger av stabilitet og lokale tiltak må gjennomføres i senere faser.

2 Topografi og grunnforhold

Det aktuelle området er markert med rødt omriss i Figur 2-1, og strekker seg rundt rundkjøringen ved Råbekken på fv. 109 samt nedover Evjebekkveien til noe sørøst for innkjøringen til Dikeveien. Omtrentlig plassering av Råbekken/Evjebekken er vist med blå linjer i Figur 2-1. Figur 2-2 viser de tre beregningsprofilene fra opprinnelig notat 126531-3-RIG-NOT-002, med tilhørende bilder for hvert profil i Figur 2-3, Figur 2-4 og Figur 2-5 hvor de mest relevante skråningene er vist. I Figur 2-2 viser terrengkotelinjene at skråningene heller ned mot Råbekken/Evjebekken.



Figur 2-1: Oversiktskart som viser området for stabilitetsberegningene, samt ca. bekkeløp.



Figur 2-2: Beregningsprofiler og borer som ble brukt i revisjon 00 av notatet.

Bildene under viser ca. profil 1, 2 og 3 som ble beregnet i rev. 00 av notatet.



Figur 2-3: Bildet viser område for profil 1-1, bildet er tatt rett utenfor kulvertåpning på vestsiden av fv. 109 og mot nord.



Figur 2-4: Bildet viser ca. profil 2, merk at bildet er sammensatt av flere foto og derfor kan være noe skjevt i sammenføyningene.



Figur 2-5: Bildet viser området for profil 3 nede mot Råbekken.

Historiske bilder viser at det er gjennomført topografiske forandringer i området i forbindelse med bygging av Evjebekkveien og nye næringsbygg, se Figur 2-6 tom. Figur 2-10. Figur 2-8 viser pågående arbeider for Evjebekkveien, og viser hvordan Evjebekken er stedvis fylt igjen og lagt om, se rød sirkel. Derfor viser SVV-rapporter B 260A-1 og B 260A-2 [13] et noe annet bekkeløp der Evjebekken går under Evjebekkveien i dagens situasjon. Bildene viser også at det tidligere har gått en åpen bekk ca. rett sydover fra dagens næringsbebyggelse på Dikeveien og som kom inn på Evjebekken rett nord for jernbanen. Denne er antageligvis lagt i rør mellom Dikeveien og utløp i Evjebekken, og fylt igjen ifm. med næringsbyggene.



Figur 2-6: Flyfoto over området fra 1947.



Figur 2-7: Flyfoto over området fra 1978.



Figur 2-8: Flyfoto over området fra 1988. Rød ring angir strekke der bekken er lagt i rør under Evjebekkveien.



Figur 2-9: Flyfoto over området fra 1997.



Figur 2-10: Flyfoto over området fra 2021.

Det er tidligere utført en rekke grunnundersøkelser i området. I forbindelse med forrige reguleringsplan og byggeplan er det utført supplerende grunnundersøkelser og sammenstilt med tidligere utførte undersøkelser, se rapport 126531-7-RIG-RAP-001_rev01 datert 06.09.2019 [4].

Noen tidligere relevante datarapporter og vurderinger i området er listet under:

- Rapport 511359-1 Glemmen gård – Fredrikstad. Multiconsult, 20.10.2009. [14]
- Rapport B 260A-1 tom. B 260A-5. Ny veg langs Råbekken. Statens Vegvesen, 1978-1987. [13]
- 10206103-RIG-RAP-001. Ringledning vannverket – Evje ventilkammer, Fredrikstad. Multiconsult Norge AS, 11.01.2019. [11]
- ICP-16-V-25050 Områdestabilitetsrapport for delstrekning Seut-Rolvsøy, InterCity – Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg. 2G – Cowi Multiconsult, 06.04.2018. [10]
- Rapport B180-1 Rv 109 Rolvsøysund – Råbekken. Statens Vegvesen, 22.01.1973. [17]
- Rapport 41135-1 Nybygg for Råbekken Auto, Rolvsøy. Noteby, 27.06.1990. [18]
- 512078-RIG-RAP-001 Glemmen tomt 2. Multiconsult Norge AS, 17.06.2014. [21]
- 511444-RIG-RAP-1 Jernbanekryssing Råbekken. Multiconsult Norge AS, 11.06.2013. [22]
- Rapport 40841-1 Undergang – NSB, Råbekken. Noteby, 08.12.1988. [23]
- 10227223-RIG-RAP-001 Lagerområde Produksjonsveien 10. Multiconsult Norge AS. 08.12.2021. [19]
- Brev 41124 Star bildeler – Nybygg Tomteveien, Råbekken. Noteby, 17.04.1990. [20]

3 Fare for kvikkleireskred

Tabell 3-1 oppsummerer gjennomgang iht. prosedyre for utredning av områdeskredfare i NVE Veileder 1/2019. Prosedyren gjennomgås mer i detalj i avsnitt 3.1-3.9.

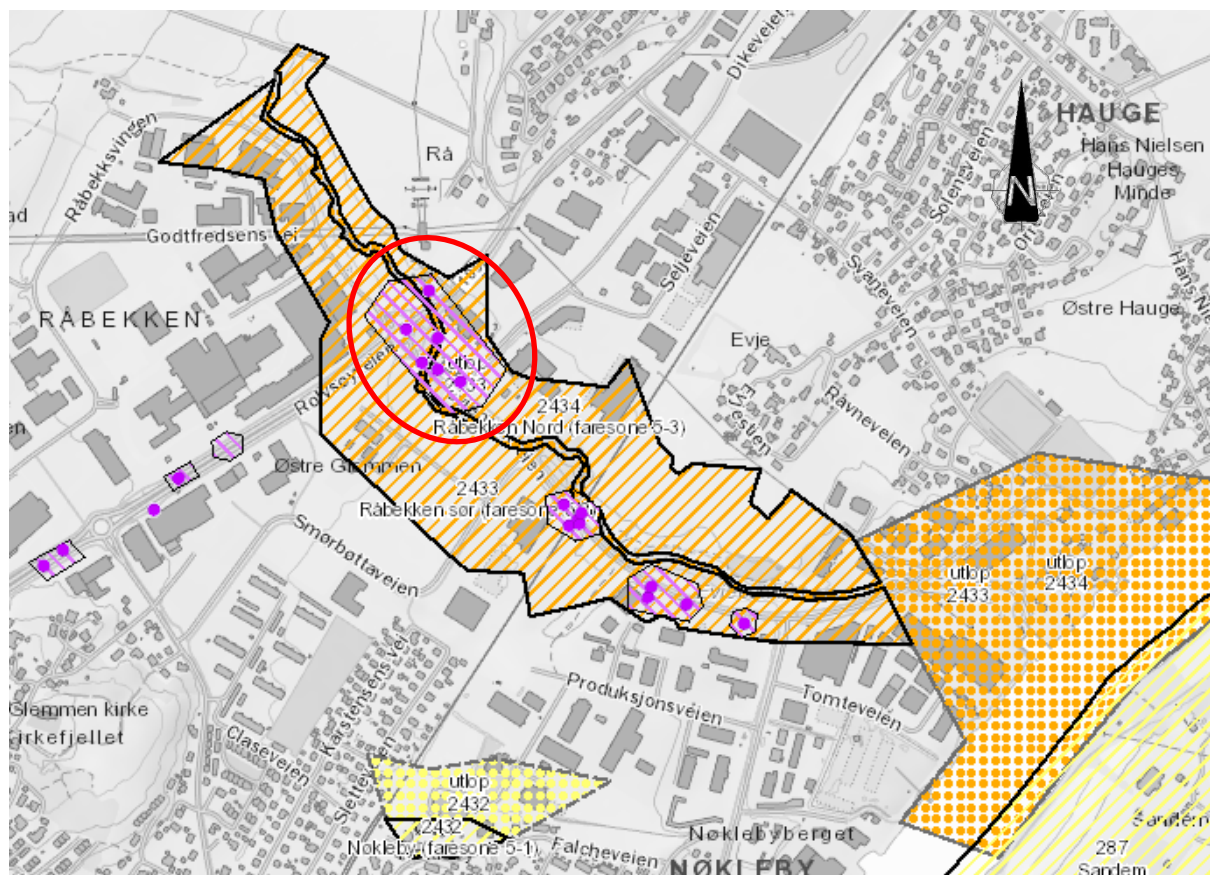
Tabell 3-1: Oppsummering av gjennomgang iht. prosedyre for utredning av områdeskredfare i NVE Veileder 1/2019.

Del	Pkt.	Overskrift	Kommentar
1: Aktsomhetsområder	1.	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det finnes registrerte faresoner i området, se avsnitt 3.1.
	2.	Avgrens områder med mulig marin leire - Marin grense - Mulighet for marin leire (MML) - Berg i dagen eller grunt berg	Hele området ligger under marin grense og innenfor sone med mulighet for marin leire, se avsnitt 3.1.
	3.	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred a) Terreng som kan inngå i løsneområdet for et skred. b) Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred.	OK, se avsnitt 3.2
2: Utredning av faresoner	4.	Bestem tiltakskategori	K4, se avsnitt 3.3.
	5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	OK, se avsnitt 3.4.
	6.	Befaring	Erosjon observert langs Evjebekken, se avsnitt 3.5.
	7.	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det er tidligere utført grunnundersøkelser på området, se avsnitt 3.6.
	8.	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	OK, se avsnitt 3.7.
	9.	Klassifiser faresoner	OK, se avsnitt 3.8.
	10.	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	OK, se avsnitt 3.9.
	11.	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Nåværende faresoner revideres, se avsnitt 3.7 tom. 3.9.
		Konklusjon	Store deler av tiltaksområdet har skråninger og grunnforhold som støtter nåværende faresoner. Stabiliteten for dagens situasjon er for lav iht. gjeldende krav for deler av tiltaksområde. Det er nødvendig med stabiliserende tiltak som KS-peler, masseutskiftning og erosjonssikring av Evjebekken for nytt tiltak. Nye beregninger og vurderinger av tiltak er nødvendig i senere prosjektfaser når endelig veimodell foreligger. Tidligere innmeldte soner revideres og deles opp etter en mer detaljert sammenstilling av tidligere rapporter og grunnforhold.

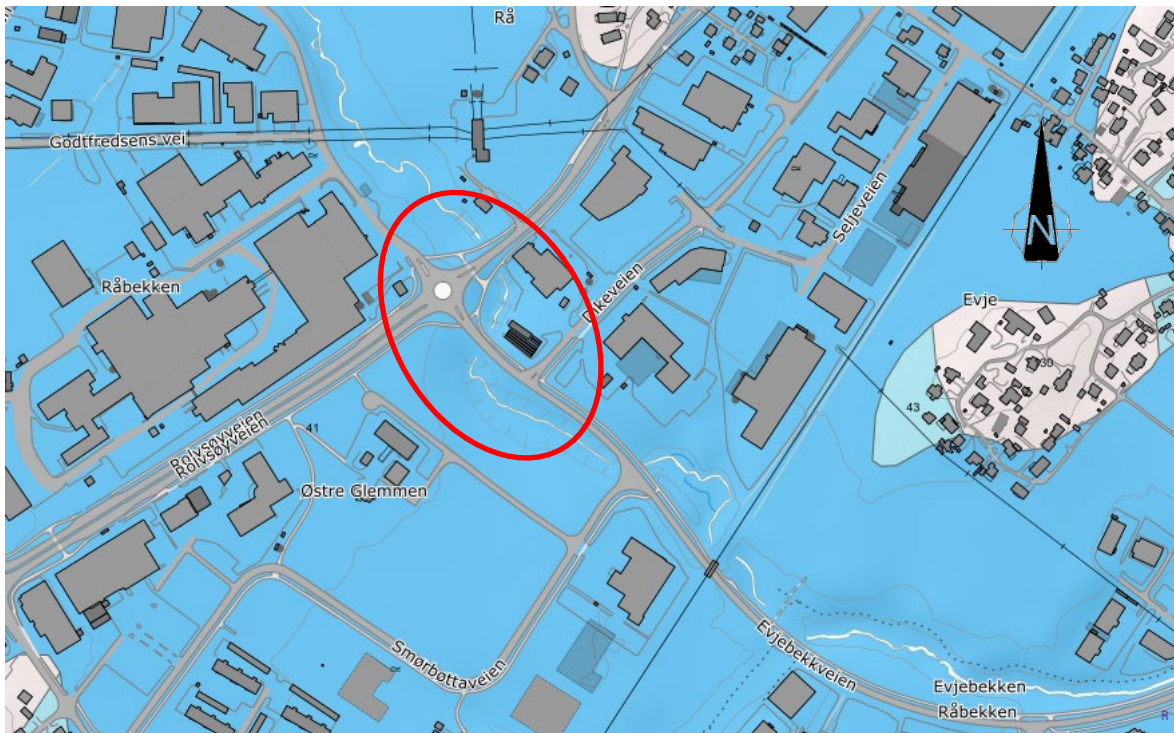
3.1 Punkt 1 og 2 i NVE-prosedyren – Registrerte faresoner og marin leire

Området vurderes for reguleringsplanen i Fredrikstad fra Råbekken til Rolvsøysund. Dette notatet tar for seg området ved Råbekken. Det aktuelle området ved Råbekken ligger innenfor de tidligere registrerte faresonene 2433 Råbekken sør og 2434 Råbekken nord, vist på Figur 3-1. Evjebekken som renner gjennom området er registrert som tilhørende utløpsområde til faresone 2433 og 2434.

Hele strekningen ligger under marin grense og området ligger innenfor sone for mulighet for marin leire iht. NVE Atlas [2], se Figur 3-3. Hele området består av tykke havavsetninger iht. NGUs løsmassekart [1], se Figur 3-2.



Figur 3-1: Registrerte faresoner for området ved Råbekken [atlas.nve.no] [2]. Lilla punkter og skravur er Statens vegvesens (SVV) kvikkleirepunkter og -områder.



Figur 3-2: Kvartærgeologisk kart viser at området består av tykke havavsetninger iht. NGUs løsmassekart [1]. Egnert målestokk er 1:50000.



Figur 3-3: Området ligger innenfor sone for mulighet for marin leire [nve.atlas.no] [2]. Egnert målestokk er 1:50000.42

3.2 Punkt 3 i NVE-prosedyren – Avgrens aktsomhetsområder

NVEs retningslinjer, ref. [5], beskriver hvordan terrenganalyser kan utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred.

a) Terreng som kan inngå i løsneområdet for et skred:

- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell >5 m
- Aktsomhetsområder som ligger innenfor 20 x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning (ravinebunn, bunn av elv eller marbakke i sjø (inntil 25 m.u.h.))

Figur 3-4 viser bratthetskart for terrenget i området, hvor skråninger brattere enn 3 grader er vist med farge. Dette gir en indikasjon på skråninger med en omtrentlig helning brattere enn 1:20 som tilsvarer 2,8 grader. Skråningene i og rundt tiltaksområdet er primært knyttet til Råbekken/Evjebekken som renner i sørøstlig retning.

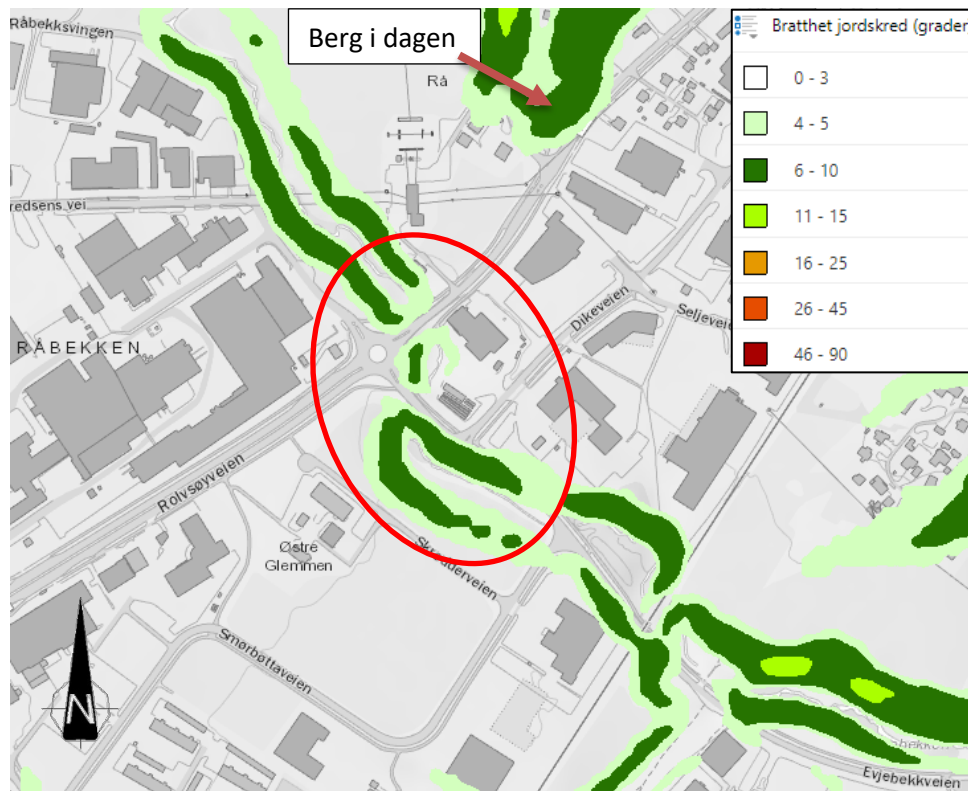
Området med rødt omriss i Figur 3-5 viser terrengkotlinjer med 1 m høydeintervall. En stor andel av skråningene tilknyttet bekken ved tiltaksområdet har en skråningshøyde større enn 5 m. Alle skråningene med høyde mer enn 5 m peker ned mot bekken.

Det er området langs bekken vist på Figur 3-4 og Figur 3-5 som er vurdert å være utsatt for områdeskred, og som også kan påvirke nye fv. 109 med sidearm ned i Evjebekkveien til ny rundkjøring ved Dikeveien. Dette er basert både på topografien og tilstedeværelsen av kvikkleire og sprøbruddmateriale. Skred ned mot bekken i prosjektområdet kan forplante seg sideveis langs bekken. Som også indikert i aktsomhetsområdene fra InterCity-prosjektet, se Figur 3-1, vil sannsynlig løsneområde være skråningene på hver side av bekken og utløpsområdet være selv bekkeløpet [10].

b) Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:

- 3 x lengden til løsneområdets lengde. Løsneområdet er enten en eksisterende faresone eller et aktsomhetsområde
- Utløpsområde som allerede er kartlagt

Terrenget i området rundt er vurdert til at tiltaksområdet ikke ligger innenfor et utløpsområde, med unntak av det utløpsområdet i og langs Råbekken/Evjebekken kartlagt for InterCity-prosjektet [10]. Området rundt er i hovedsak flatt og nærmeste skråning uten tilknytning til Råbekken/Evjebekken med helning brattere enn ca. 1:20 har berg i dagen, se Figur 3-4. Allerede kartlagt utløpsområde innenfor prosjektområdet vurderes derfor som rimelig basert på terrenganalyse.



Figur 3-4: Bratthetskart fra NVE Atlas [2]. Alles skråninger brattere enn 3 grader er vist med farger.



Figur 3-5: Kart over ca. tiltaksområde med terrenglinjer med 1 m intervall [Norgeskart.no].

3.3 Punkt 4 i NVE-prosedyren – Bestem tiltakskategori

Tiltakskategorien velges ut fra tabell 3.2 i NVE veileder 1/2019. Fv. 109 er hovedveien mellom Sarpsborg og Fredrikstad, har stor trafikk, og anses som en viktig vei. Tiltaket plasseres derfor i tiltakskategori K4.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepionier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

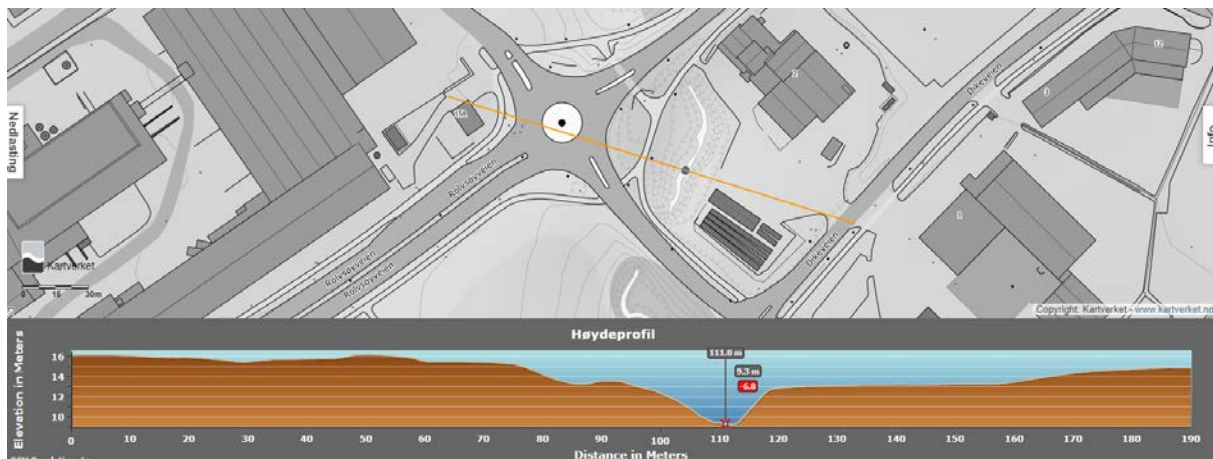
Figur 3-6: Tiltakskategori K4 velges for ny fv. 109 [NVE veileder 1/2019].

3.4 Punkt 5 i NVE-prosedyren – Gjennomgang av grunnlag

3.4.1 Kritiske skråninger rundt veganlegget

Kritiske skråninger er identifisert og er tilknyttet bekken som renner gjennom området. Figur 3-8 og Figur 3-9 viser eksempler på mulige kritiske skråninger hvor skred kan initieres og utvikle seg til områdeskred. Et løснеområde vil kunne utvikle seg over et område med lengde maksimalt ca. $L=15H$ i bakkant av skråningsfot ved tilstedeværelse av sprøbruddmateriale, se Figur 3-10. Siden skråningshøydene H primært ligger mellom 5 og 7 m, vil et mulig løснеområde avgrense ca. 75-105 m i bakkant av bekken. Opp mot Glemmen Gård vil total skråningshøyde fra bekken være ca. 7-8 m, som vil medføre en ytterligere økning av maksimal utstrekning på 15 m.

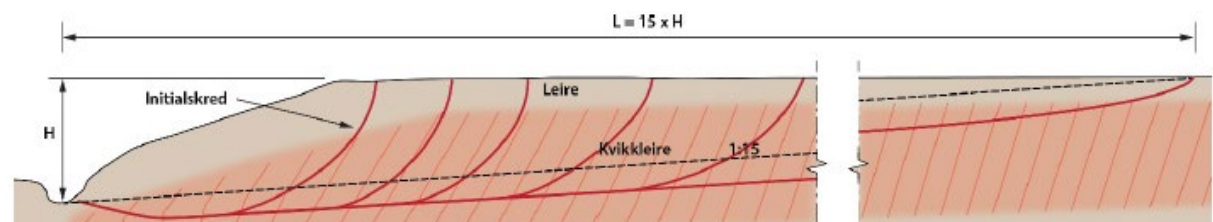
Basert på topografien kan løснеområdene avgrenses tilnærmet slik som vurdert i InterCity-prosjektet vist i Figur 3-1, med unntak av området ca. mellom jernbanen og der Evjebekken renner under Evjebekkveien. Her kan faresone 2433 (5-2) og faresone 2434 (5-3) revideres.



Figur 3-7: Skråning ned fra dagens rundkjøring til Evjebekken, samt opp mot parkeringsplass ifm. blomsterbutikk mm.



Figur 3-8: Skråning ned fra Glemmen Gård mot Evjebekken samt videre opp mot Evjebekkveien.

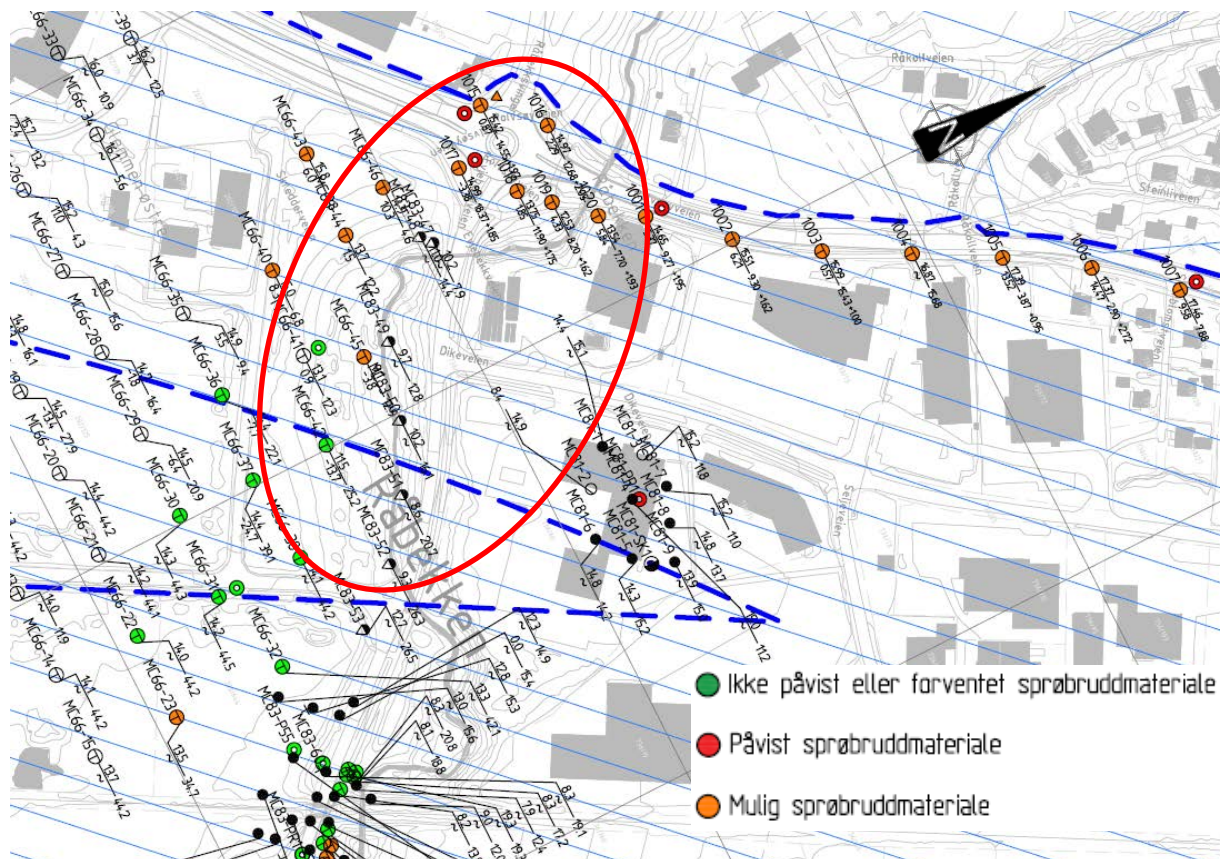


Figur 3-9: Avgrensing av løснеområde for et retrogressivt skred, med lengde $L = 15H$, hentet fra NVE veileder 1/2019 [5].

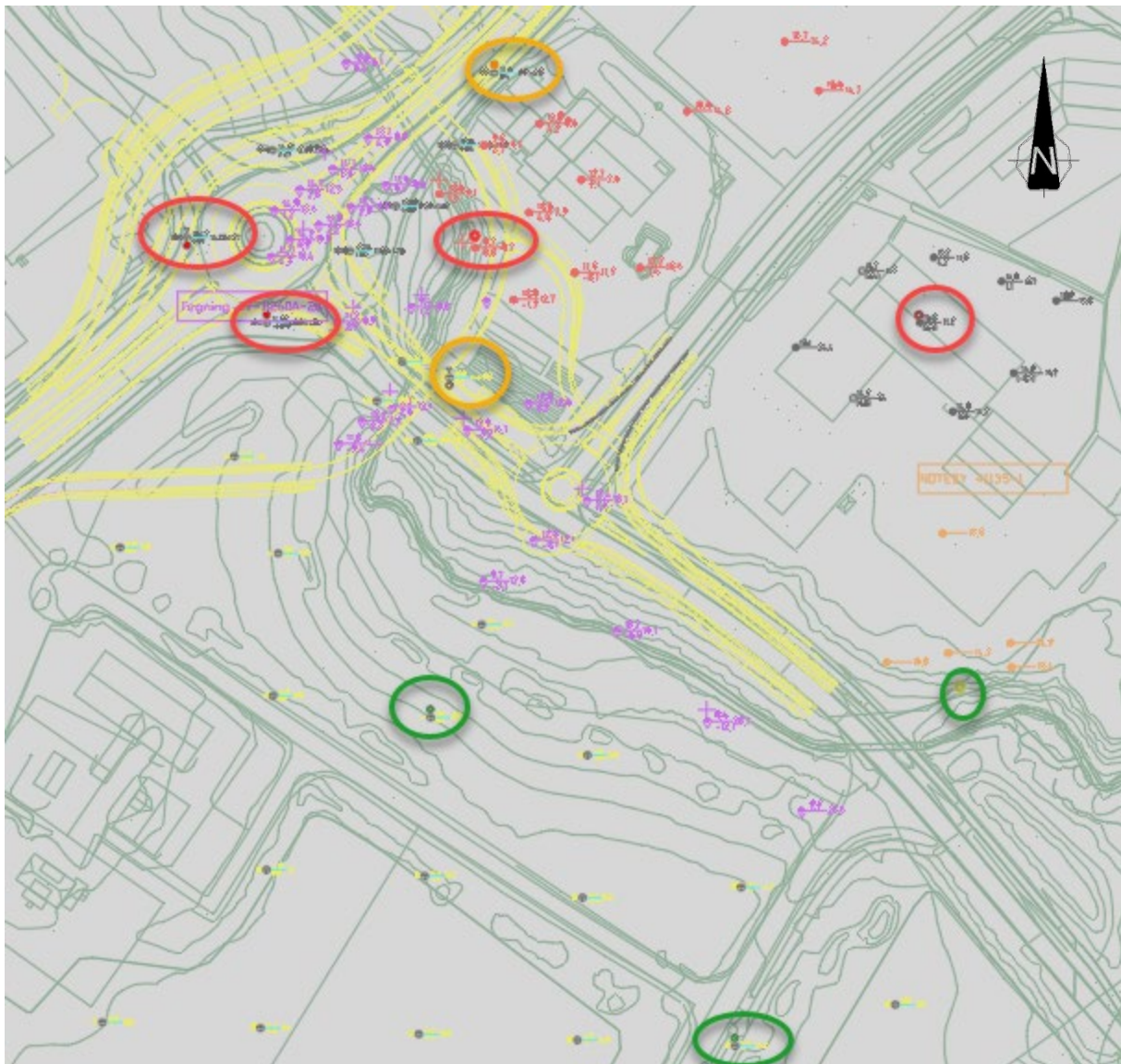
Det er påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire i flere punkter lang fv. 109 og ved rundkjøringen. Figur 3-10 viser et utklipp fra områdestabilitetsrapport ICP-16-V-25050 [10] utført av Multiconsult og Cowi, hvor det er vist hvilke prøveserier hvor det er påvist og ikke påvist sprøbruddmateriale. I tillegg er totalsonderinger grovtolket og klassifisert etter om det ikke er forventet sprøbruddmateriale eller om det er indikasjoner på mulig sprøbruddmateriale. Undersøkelser gjort i forbindelse med bl.a. Glemmen gård [14] viser at sørvest i området har leira mindre sensitivitet og har mindre sprøbruddegenskaper.

Figur 3-11 viser noen relevante punkter med prøveserie hvor det enten er påvist kvikkleire (rød), sprøbruddmateriale (oransje) eller ikke sprøbruddmateriale (grønn). Foreløpig vegmodell er også inkludert og viser at tiltak ligger innenfor løснеområdene for dagens faresone. Området rundt

rundkjøringen viser sprøbruddmateriale i skråningene ned mot bekken. Videre nedover langs bekken er det noen eldre prøveserier, vingeboringer og dreietrykksonderinger utført i forbindelse med bygging av Evjebekkveien, bl.a. fra SVV-rapporter B 260A-1, -2 og -5 [13]. Undersøkelsene viser at det er fastere grunnforhold og mindre sprøbruddmateriale sørøstover. Oppdaterte faresoner er nærmere vurdert i underkapittel 3.7.



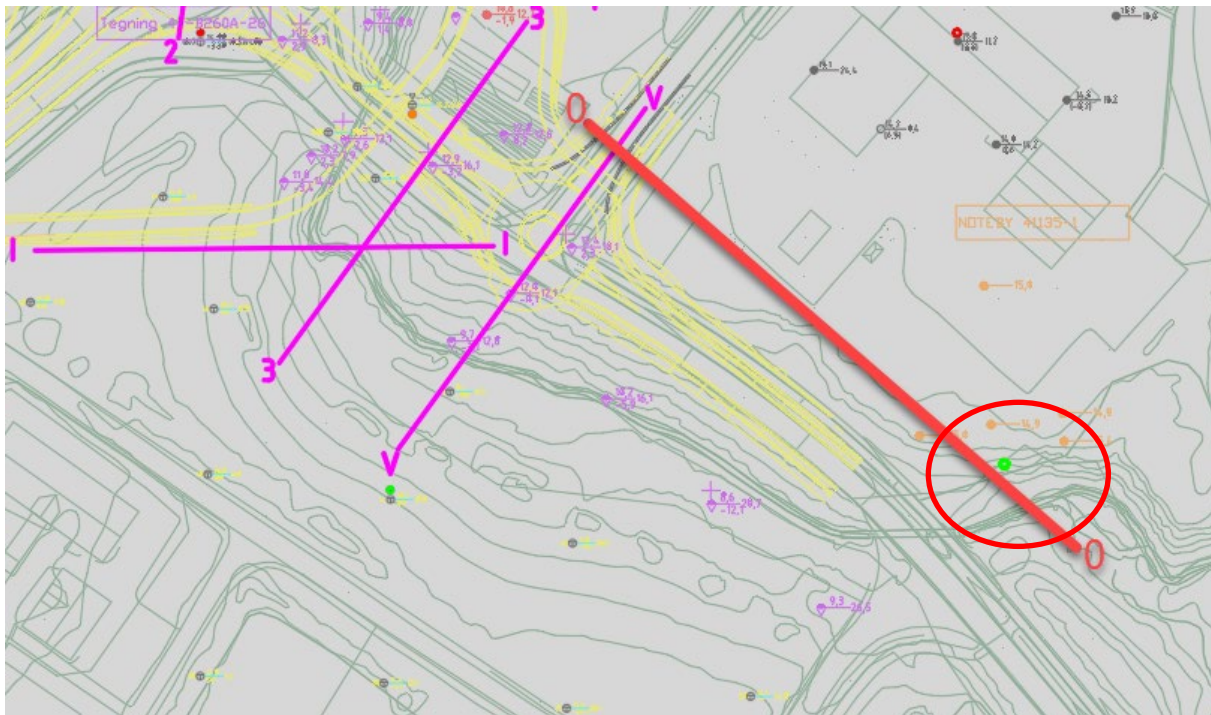
Figur 3-10: Utklipp fra områdestabilitetsrapport ICP-16-V-25050 for InterCity som viser grunnundersøkelser ved Råbekken/Evjebekken med fargekoder for påvist sprøbruddmateriale (rød), mulig/indikert sprøbruddmateriale (oransje) og ikke påvist/lite sannsynlig sprøbruddmateriale (grønt) [10].



Figur 3-11: Oversikt over eldre og nye grunnundersøkelser med fargekoder der enten kvikkleire (rød) eller sprøbruddmateriale (oransje) er påvist, ev. der sprøbruddmateriale/kvikkleire ikke er funnet.

3.4.2 Evjebekken nordøst

Terrenganalyse viser en skråningshøyde større enn 5 m og at veganlegget kan ligge innenfor aktsomhetsområdet 20 x skråningshøyden bakover fra bekken, f. eks. som vist ved profil 0-0 i Figur 3-12. Statens vegvesens rapport B 260A-1 [13] viser en prøveserie til 10 m dybde ved bekken ca. innenfor området med rødt omriss i Figur 3-12. Denne prøveserien viser ikke funn av sprøbruddmateriale. I tillegg indikerer dreiesondering og vingeboringer at skjærfastheten øker videre med dybden. For at et områdeskred skal utløses i denne skråningen må skredmekanismen gå gjennom eller i nærheten av dette punktet. Siden det ikke er sprøbruddmateriale i skråningen, kan områdeskred utelukkes. Dette betyr også at det er usannsynlig at et skred lengre sørøst (nedstrøms) vil utvikle seg sidelengs langs bekken etter Evjebekken krysser under Evjebekkeveien ved nevnte prøveserie.



Figur 3-12: Terrenganalyse av profil 0-0 tilsier at tiltaket vil kunne påvirke skråningsstabiliteten ned mot Evjebekken nordøst for området.

3.4.3 Evjebekken sørvest

Sørvestre side av Evjebekken opp mot Glemmen gård har en total skråningshøyde på ca. 7-8 m og en gjennomsnittlig helning på ca. 1:10. Utførte grunnundersøkelser indikerer at andel kvikkleire og sprøbruddmateriale minker i sørøstlig retning lang Evjebekken. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire i PR 41 fra 511359 [14] ned til 12 m dybde, plassert ved profil V. Totalsonderinger og vingebor i retning sør og øst indikere generelt lite sensitivt materiale, med unntak av enkelte tynnere lag hvor det er indikasjon på noe mer sensitivt materiale. Det vurderes til at et evt. skred her vil ha begrenset bakovergrepende effekt samt sideveis forplantning pga. lite tilstedeværelse av sprøbruddmateriale og manglende sammenhengende lag.

Ved profil I (romertall) og 3 (vest for Evjebekken) er det sannsynligvis sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire, og et skred her vil ha utløp i bekken. Det vurderes til at et skred ved profil 3 eller V vil ha begrenset sideveis utbredelse mot G/S-tiltaket pga. dette er ny G/S-vei planlagt med KS-peler i profil I (romertall).

3.4.4 Råbekken nord for fv. 109

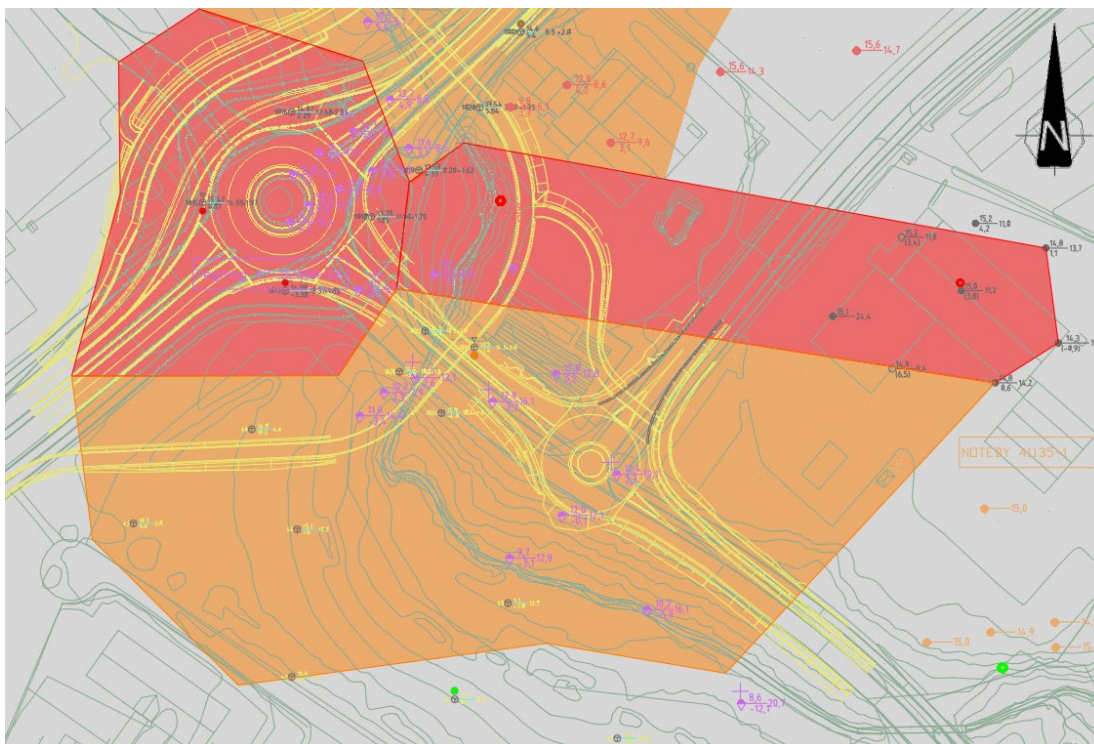
Det er påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire langs Råbekken nord for Fv. 109 i forbindelse med ny ringledning (hovedvannforsyning) [11]. Ringledningstraséen går på parti langs Råbekksvingen på toppen av skråningen ned mot Råbekken. For å ivareta tilstrekkelig stabilitet ned mot bekken er det avlastet og utført masseutskiftninger, se områdestabilitetsrapport 10206103-RIG-RAP-002 [12]. Stabiliteten i dette området skal derfor være ivarettatt slik at et sideveis skred ikke utvikler seg sørover mot dagens tiltaksområde.

3.5 Punkt 6 i NVE-prosedyren – Befaring

Befaring har vært utført i tidligere planfaser. Det er også i forbindelse med ny NVE veileder 1/2019 vært en ekstra runde med å vurdere erosjon langs Råbekken/evjebekken. Det er observert pågående erosjon langs Evjebekken sør for rundkjøringen. Langs Råbekken nord for tiltaksområdet er det lite tegn til erosjon.

3.6 Punkt 7 i NVE-prosedyren – Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser har vært utført i området tidligere, og er oppsummert i datarapport 126531-07-RIG-RAP-001_rev01 [4]. Se også omkringliggende grunnundersøkelser og vurderingsrapporter listet opp i kapittel 2. Figur 3-13 viser en oversikt over antatt omtrentlig utbredelse av kvikkleire og sprøbruddmateriale i området, basert på undersøkelser utført i området. En mer nøyaktig kartlegging av utbredelse krever ytterligere prøveserier i området og vil kunne avgrense utbredelsen ytterligere.



Figur 3-13: Antatt ca. utbredelse av kvikkleire (rødt) og sprøbruddmateriale (oransje), basert på prosjektspesifikke og tidligere utførte grunnundersøkelser.

3.7 Punkt 8 i NVE-prosedyren – Avgrens løсне- og utløpsområder

Iht. kapittel 4.5 i NVE veileder 1/2019 skal utførte grunnundersøkelser og befaringer gi tilstrekkelig informasjon til at løsnedområdet skal kunne avgrenses, aktuell skredmekanisme identifiseres og potensiell utstrekning vurderes.

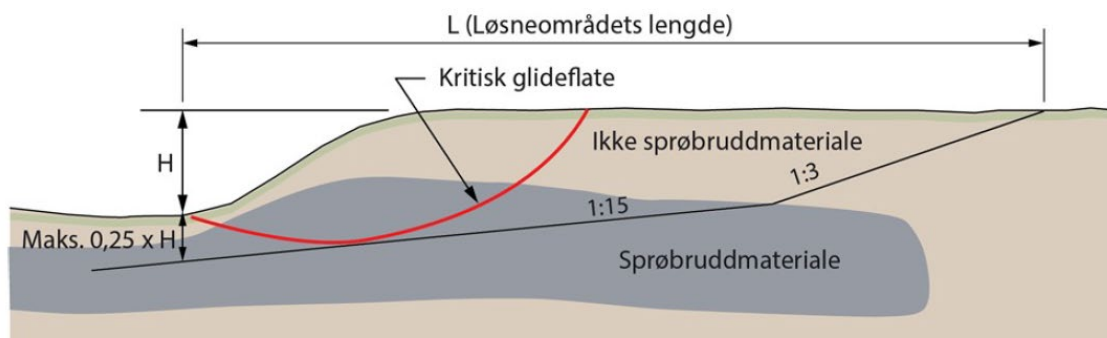
Grunnundersøkelser utført på området viser antatt store sammenhengende områder med kvikkleire og sprøbruddmateriale, som muligens dekker store deler av tiltaksområdet i tilknytning Råbekken/Evjebekken, se Figur 3-13. Andel sprøbruddmateriale minker videre sørøstover fra tiltaksområdet langs Evjebekken mot Jernbanekryssingen.

Innledende vurdering av potensial for retrogressivt skred (områdeskred) er gjort iht. flytskjema angitt i NVE veileder nr. 1/2019, se Figur 3-14.



Figur 3-14: Flytskjema for skredmekanisme iht. NVE veileder nr. 1/2019 [3].

Figur 3-15 viser vurdering av løснеområdet, basert på NGI-metoden, hentet fra NVE-veileder 1/2019.



Figur 3-15: Definisjon av løsningsområde for retrogressive skred iht. NGI-metoden[5].

3.7.1 Nordvest for Smørbøttaveien

I flertallet av prøveseriene utført ved fv. 109 og rundkjøringen ved Råbekken er det påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale med omrørt skjærfasthet $< 2 \text{ kPa}$, i mange prøver $< 1 \text{ kPa}$. Pga. manglende prøveserier langs Evjebekkveien i tiltaksområdet antas det lignende omfang med sprøbruddmateriale. I flere beregningssnitt indikerer totalsonderinger hvor det er tatt prøveserier at det kan være kvikkleire videre i dybden. For noen av profilene er andelen sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$.

Basert på overstående kan faren for retrogressivt skred innenfor det definerte løsningsområdet nordvest for der Evjebekken renner under Evjebekkveien ikke utelukkes.

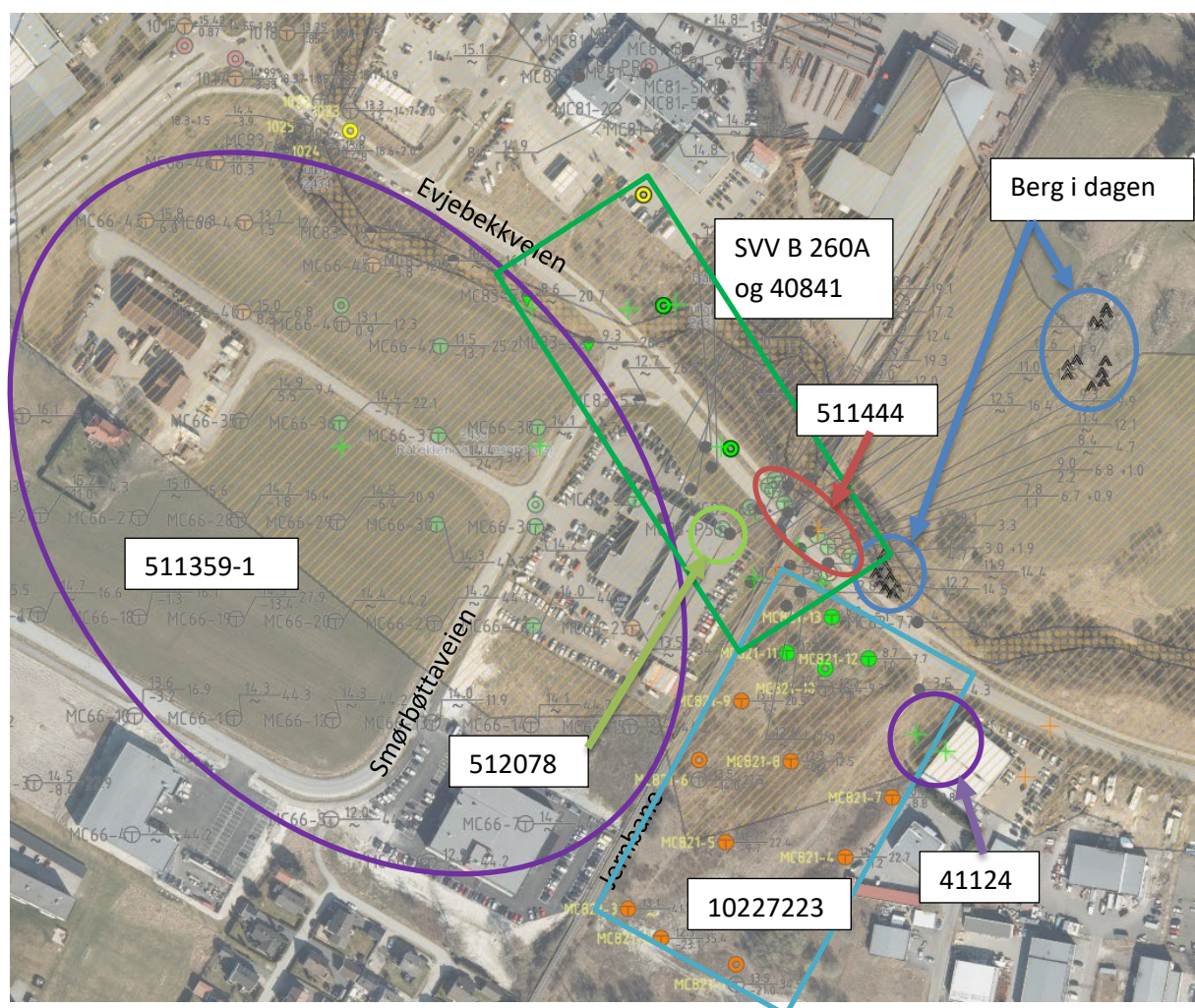
Basert på kartleggingen av områdene med kvikkleire og sprøbruddmateriale, og de topografiske kriteriene, velges utstrekning på løsningsområde og utløpsområde i området nordvest for Smørbøttaveien å beholdes som definert i faresonekart og ICP-16-V-25050 [10].

3.7.2 Sørøst for Smørbøttaveien

Området sørøst for Smørbøttaveien er utenfor influensområdet, altså tiltaket vil ikke påvirke stabiliteten i skråningene her og et evt. skred her vil ikke påvirke veganlegget, ref. vurderinger gjort i underkapittel 3.4. Som vist av grunnundersøkelsene rapportert i 511359-1 [14] er andelen sprøbruddmateriale redusert i retning sørøst langs Evjebekkveien. En rekke undersøkelser er gjort tidligere i området i forbindelse med Evjebekkveien, jernbanen og nye næringsbygg, se oversikt i Figur 3-16 hvor undersøkelser er tolket som forklart i Tabell 3-2.

Tabell 3-2: Forklaring til symboler i Figur 3-21.

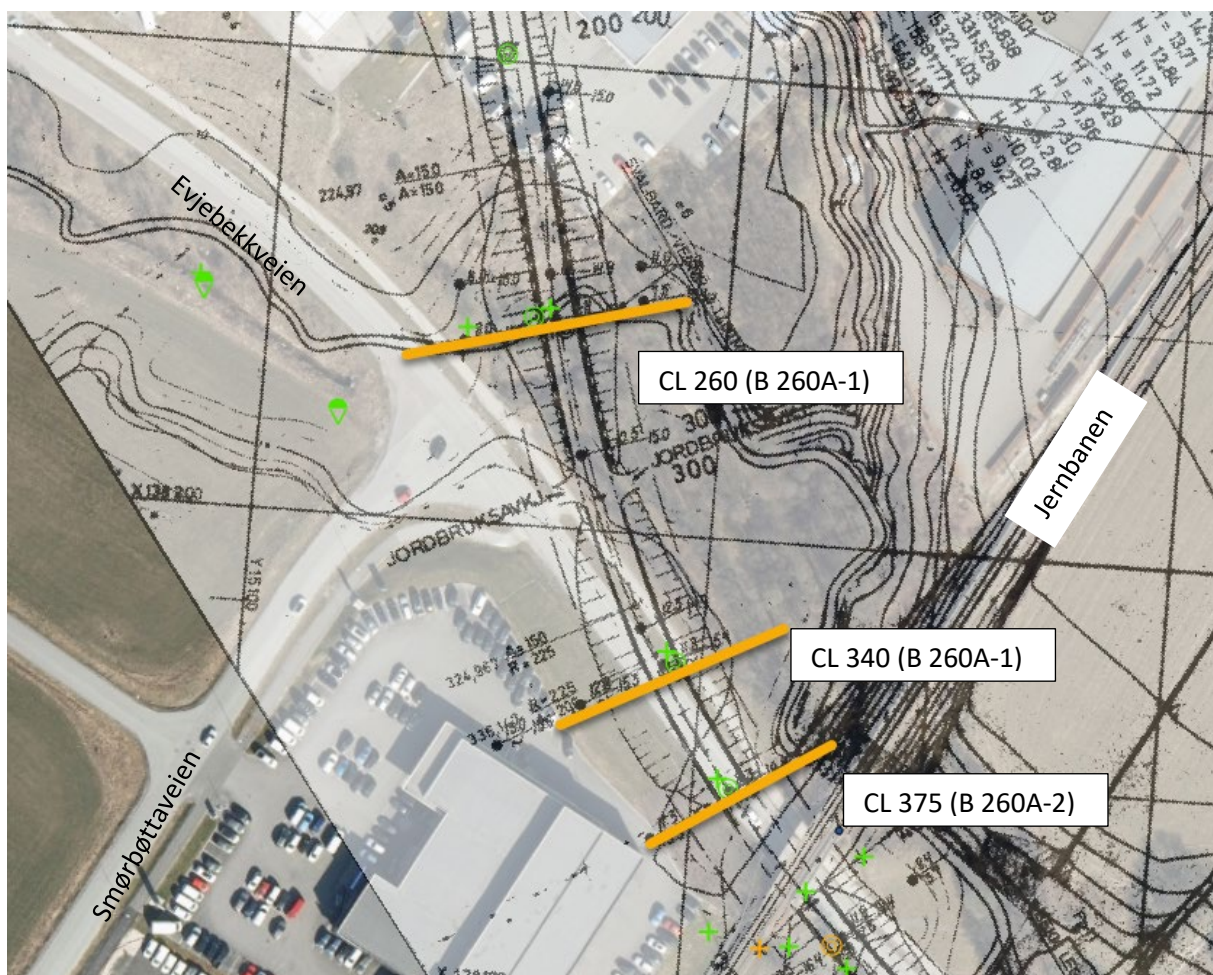
Symbol med farge	Forklaring
Grønn prøveserie	Ikke påvist sprøbruddmateriale i antatt relevant dybde
Gul prøveserie	Kan ikke utelukke sprøbruddmateriale eller tynt lag med sprøbruddmateriale
Rød prøveserie	Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire
Grønn vingeboing	Omrørt skjærstyrke > 2 kPa
Oransje vingeboing	Omrørt skjærstyrke delvis > 2 kPa
Grønn totalsondering	Indikert lite sensitive, økende motstand med dybden
Oransje totalsondering	Indikert sensitive, økende motstand med dybden
Grønn dreietrykksondering	Indikert lite sensitive, økende motstand med dybden



Figur 3-16: Flyfoto som viser dagens faresoner sammen med tolkede grunnundersøkelser.

SVV-rapportene B 260A-1, -2 og -5 [13] med grunnundersøkelser langs Evjebekkveien viser at det ikke er påvist sprøbruddmateriale i opptatte prøveserie mellom innkjøringen til Smørbøttaveien og jernbanen, ref. prøveserier fra veiprofil 260, 340 (B 260A-1) og 375 (B 260A-2), se Figur 3-17 tom.Figur 3-20. Nærliggende vingeboringer og dreietrykksonderinger indikerer også at det ikke er sprøbruddmateriale mellom innkjøringen til Smørbøtteveien og jernbanen. Rett på sørøstsiden av jernbanen er det noe varierende funn hvor noen vingeboringer indikerer mulig sprøbruddmateriale og noen indikerer at det ikke er det. I tillegg viser prøveserie fra veiprofil 420 (ved jernbanekryssingen) fra B 260A-1 at det kan være sprøbruddmateriale fra ca. 6 m dybde.

Videre viser også prøveserie 1 fra 512078-RIG-RAP-001 (rett nordvest for jernbanen) og prøveserie i punkt 10 (Figur 3-21) fra 10227223-RIG-RAP-001 (rett sørøst for jernbanen) at det ikke er påvist sprøbruddmateriale i opptatte dybder, se ca. lokasjon i Figur 3-16. Ved Evjebekken rett øst for og ca. 150 m nordøst for jernbanekryssingen er det berg i dagen.



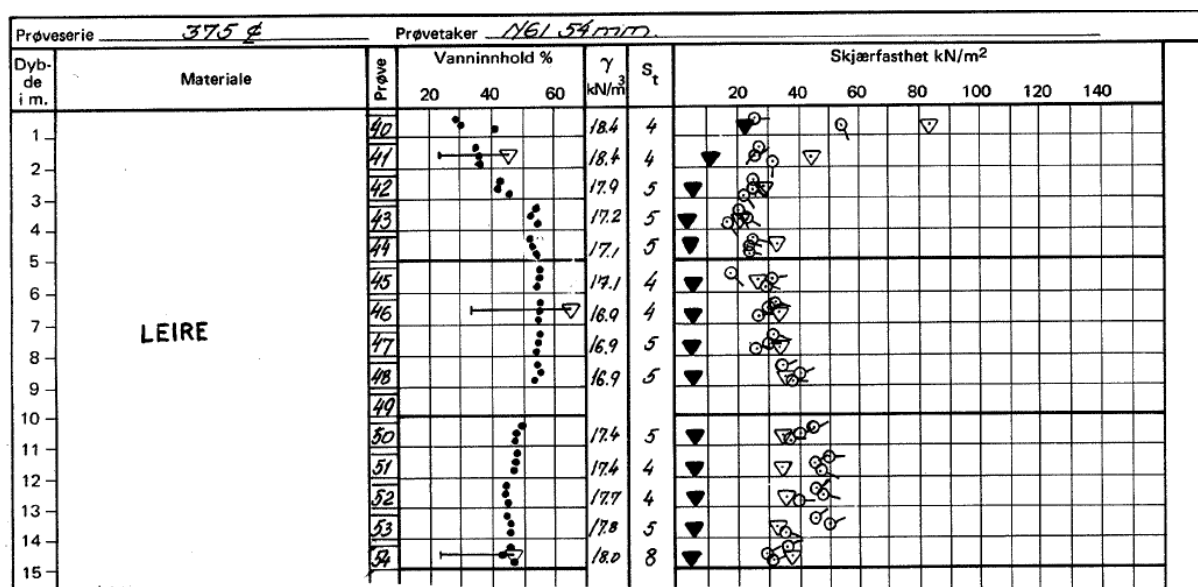
Figur 3-17: Utklipp fra B 260A-1 med gammelt veilalternativ.

Prøveserie <u>260 E</u>			Prøvetaker <u>N61 54 mm.</u>												
Dybde i m.	Materiale	Prøve	Vanninnhold %			γ t/m ³	Skjærfasthet t/m ²					S_t			
			20	40	60		1	2	3	4	5				
1	LEIRE	sandkorn og planterester	04				1.91	▼					5		
2		oks. stolper	05				1.96	▼					7		
3			06				1.83	▼					10		
4	LEIRE	Sprekker	07				1.77	▼					8		
5		Små sprekker	08				1.76	▼					7		
6		Skjellrester	09				1.74	▼					7		
7	LEIRE	Noen sprekker	10				1.72	▼					6		
8			11				1.73	▼					7		
9		Skjellrester	12				1.73	▼					7		
10	LEIRE	Noen sprekker	13				1.74	▼					7		
		Skjellrester													

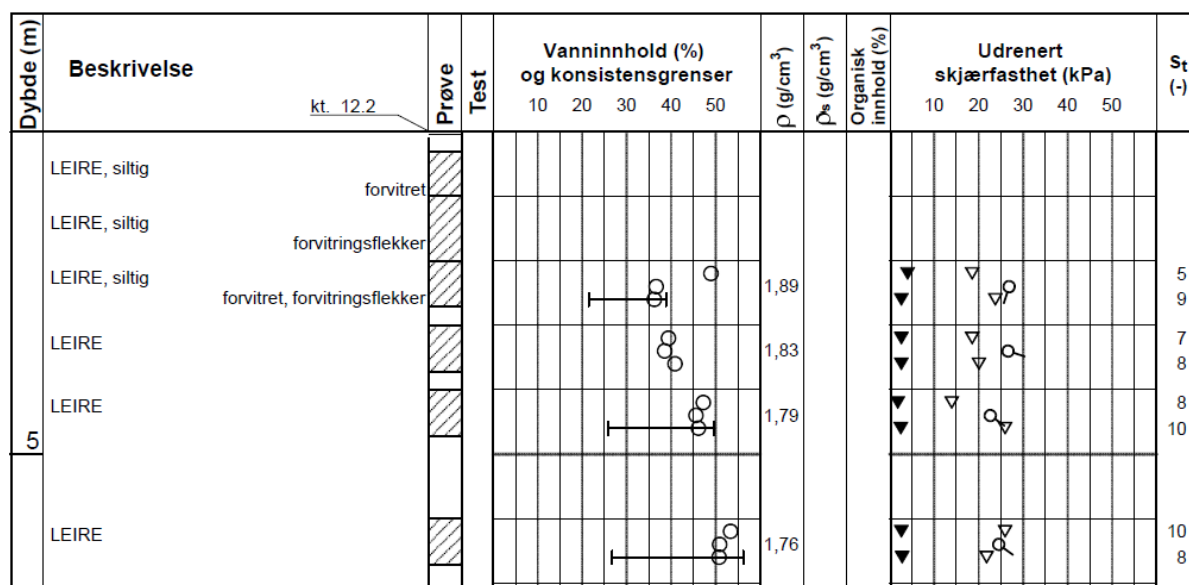
Figur 3-18: Prøveserie ved senterlinje veiprofil 260, ref. B 260A-1 [13].

Prøveserie		340 E		Prøvetaker		N61 54 mm.											
Dybde i m.	Materiale	Prøve	Vanninnhold %			γ t/m ³	Skjærfasthet t/m ²					S _t					
			20	40	60		1	2	3	4	5						
1	SILTIG LEIRE	Tørreskorpe	14	73			2.09							16			
2		"	15				1.94	▼						14			
3		Rester av skalldyr	16				1.85	▼						11			
4		"	17				1.88	▼						9			
5		Små sprekker	18				1.83	▼						8			
6		"	19				1.81	▼						9			
7		"	20				1.97	▼						7			
8		"	21				1.77	▼						3			
9		"	22				1.74	▼									
10		LEIRE	23				1.82	▼									

Figur 3-19: Prøveserie ved senterlinje veiprofil 340, ref. B 260A-1 [13].



Figur 3-20: Prøveserie ved senterlinje veiprofil 375, ref. B 260A-2 [13].



Figur 3-21: Prøveserie fra borpunkt 10 fra 10227223-RIG-RAP-001.

Avgrensning faresone 2433 (vest for Evjebekken)

Nordvestre avgrensning – 1-A: Det er ikke påvist sprøbruddmateriale i prøveserie 31 eller 41 fra 511359-1 [14]. I tillegg er det ikke funnet omrørt skjærstyrke < 2 kPa i vingeboringer fra 36 og 38, med unntak fra dybde 3 m i 38. Videre viser flere totalsonderinger økende motstand med dybden, bl.a. 41 og 42 som er plassert ca. midt i skråningen. Totalsonderingene lengre sørvest indikerer noen mer sensitive partier, men generelt økende motstand med dybden. Dreietrykksondering og vingeboring (MC83-5) utført av SVV fra B 260A-5 viser økende styrke med dybden ned til ca. 13 m. Omrørt skjærstyrke fra vingeboringen er > 2 kPa ned til ca. 15 m dybde, se Figur 3-23. Avgrensningen settes fra punkt MC83-5 og ca. normalt på høydekonturene bakover til eksisterende avgrensning av løснеområdet bakkant, se Figur 3-22.

Sørvestre avgrensning – 1-B: Det er berg i dagen nede ved Evjebekken rett sørøst for jernbanen, noe som vil tvinge et evt. glideflate vekk fra bekken. Videre er det tatt opp en prøveserie rapportert i 10227223-RIG-RAP-001 ved borpunkt 10, se svart strek i Figur 3-22. Her er det ikke påvist sprøbruddmateriale ned til en dybde 6 m, se Figur 3-24, og tilhørende totalsondering er avsluttet i fast materiale ved ca. 9 m dybde. Nærliggende totalsonderinger i borpunkt 11, 12 og 13 viser enten økt motstand med dybden eller varierende motstand som kan være flere lag med grovere masser. Prøveserier lengre sørvest viser påvist sprøbruddmateriale, men kun et tynt lag i 2-3 m dybde i punkt 6 med rød sirkel rundt.

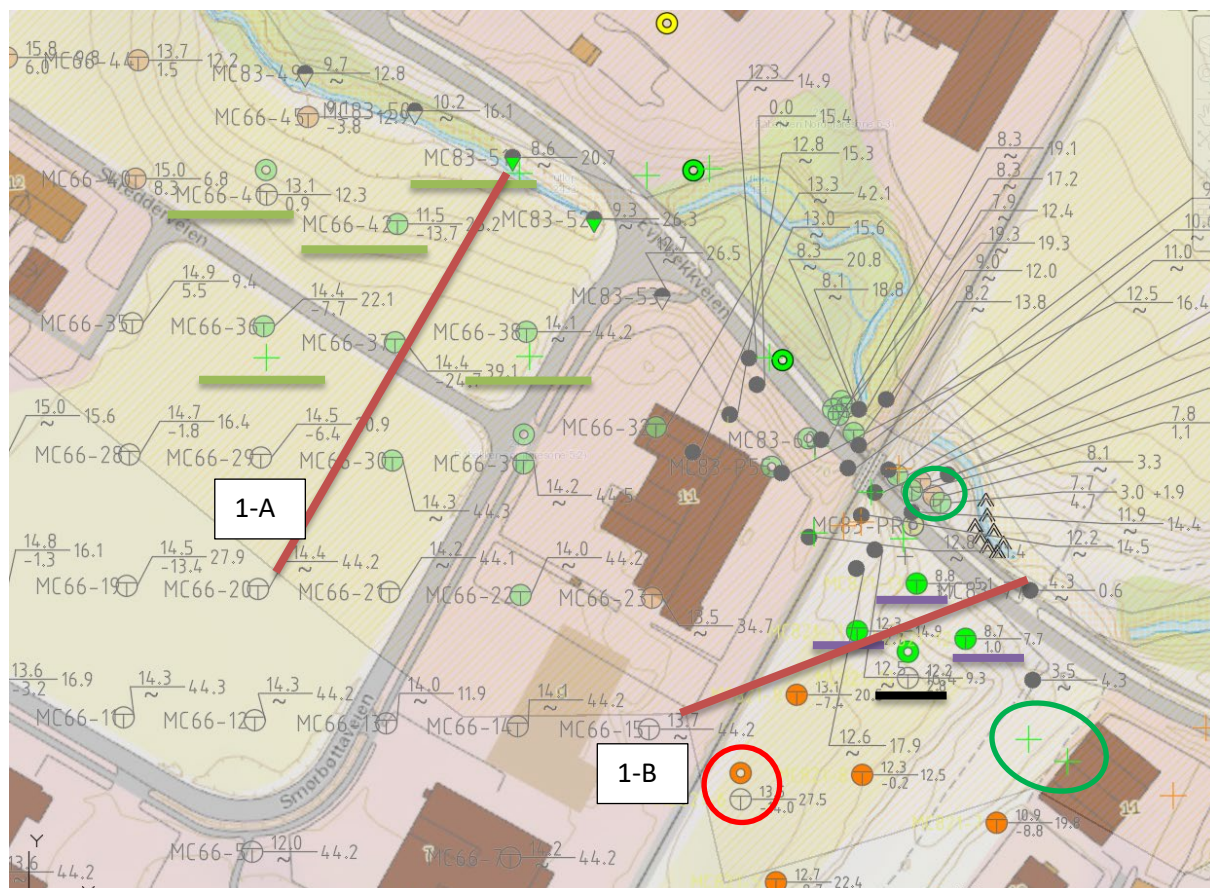
Rett sørøst ved jernbanekryssingen er det tatt opp en prøveserie ved veiprofil 410 CL fra B 260A-1 [13] som viser ca. 2 kPa i omrørt skjærstyrke fra dybde 6-9 m. Vingeboringer tilhørende dette veiprofilet viser omrørt skjærstyrke < 2kPa fra ca. 2-3 m ned til ca. 8-9 m dybde før de øker. Vingeboringer ned mot Evjebekkveien fra oppdrag 40841 viser omrørt skjærstyrke ca. 5 kPa. Noen lenger opp i skråningen mot jernbanen viser en vingeboring skjærstyrke < 2 kPa ved dybde 2-4 m. Videre er det utført 2 stk vingeboringer fra oppdrag 41124 markert med grønt omriss i Figur 3-22. Disse viser omrørt skjærstyrke > 2 kPa. Totalsonderinger utført rett øst for Evjebekkveien ved jernbanekryssingen for oppdrag 51144 viser generelt økende motstand med dybden, med unntak av 2-3 stk, hvorav 1 av disse har bare 3,3 m til berg. De to østligste totalsonderingene 10 og 9 viser henholdsvis bare 3,3 m og 3,0 m til berg.

Det er indikert tynne lag med mulig sprøbruddmateriale i enkelte punkter ved skråningene ned mot Evjebekken øst for jernbanekryssingen, men det er ikke et gjennomgående sprøbruddlag. En glideflate vil dessuten hindres av berg i dagen ved Evjebekken. En evt. glidflate tvinges derfor ut ved Evjebekkveien hvor det er fyllmasser og støttemur i forbindelse med jernbanekryssingen og Evjebekkveien. Jernbanekryssingen vil i tillegg gi betydelig sidestøtte til en evt. glideflate.

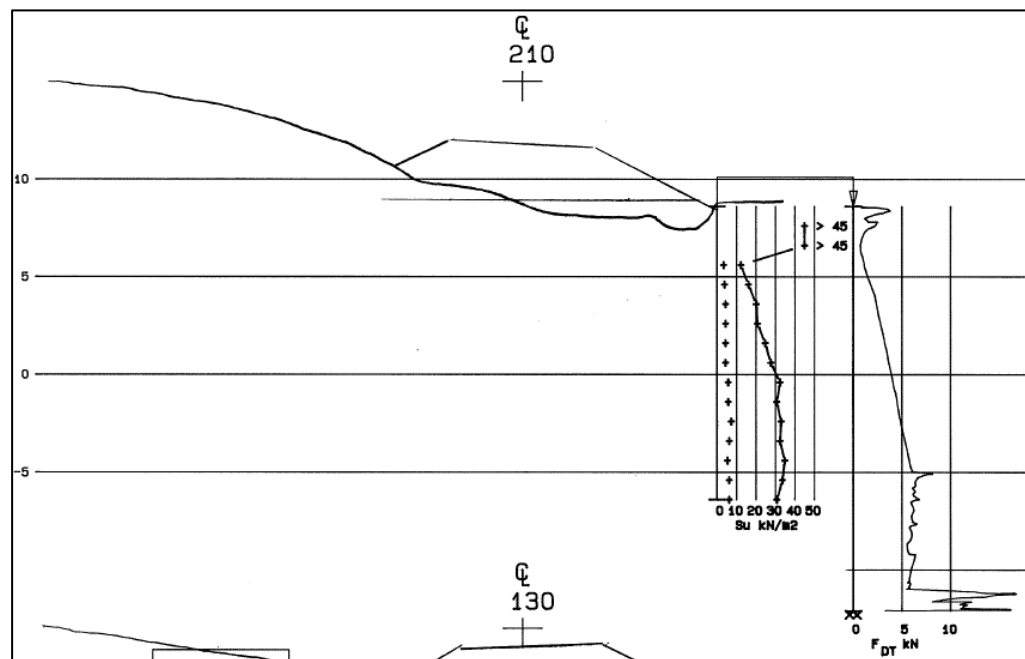
Med grunnlag i overnevnte punkter settes avgrensningen som vist i Figur 3-22. Skråningen normalt ned fra jernbanen i retning sørøst har skråningshøyde lavere enn 5 m og definerer derfor ikke et løseområde.

Området mellom avgrensningene: Området mellom vurderte avgrensninger friskmeldes med grunnlag i prøveserier fra veiprofil 260 CL, 340 CL (B 260A-1) og 375 CL (B 260A-2), samt prøveserie MC83-P44 fra 512078-RIG-RAP-001 og prøveserier fra borpunkt 31 (MC66-31) fra oppdrag 511359. Disse er lokalisert ved skråninger og/eller bekkeløpet, og samtlige har ikke påvist sprøbruddmateriale ned til dybder 10-15 m.

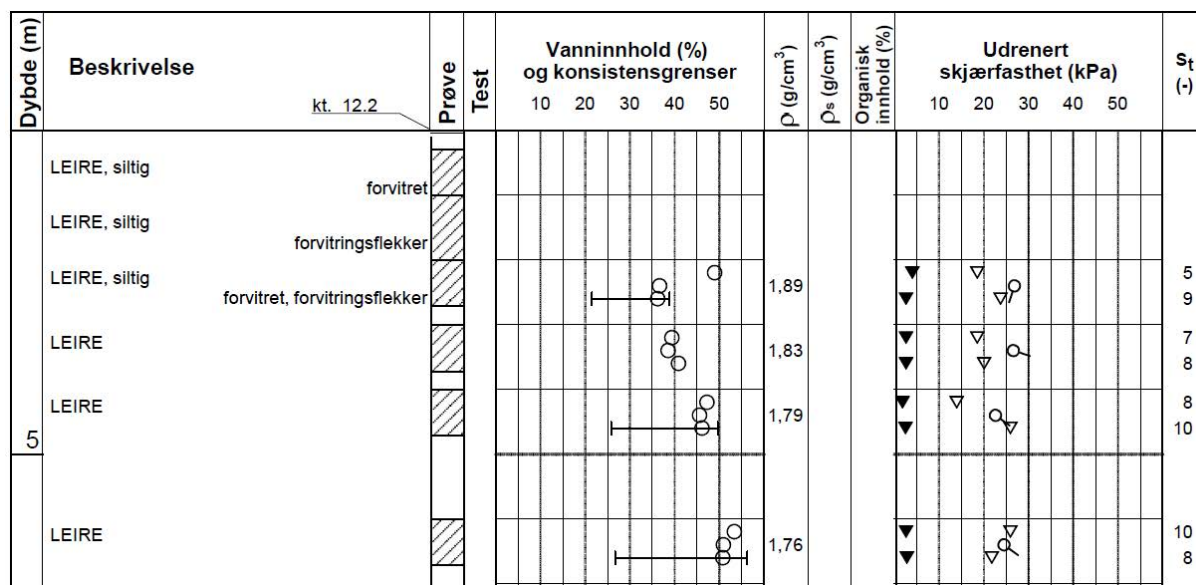
Opprinnelig sone 2433 faresone 5-2 er dermed delt opp i faresoner 5-2A og 5-2B som vist i tegning V03002-900 og i Figur 3-27.



Figur 3-22: Oversikt med linjer som viser avgrensning faresone 2433.



Figur 3-23: Veiprofil 210 CL fra B 260A-5 [13], tilvarende MC83-5 i Figur 3-22.



Figur 3-24: Prøveserie i borpunkt 10 fra 10227223-RIG-RAP-001.

Avgrensning faresone 2434 Råbekken Nord (øst for Evjebekken)

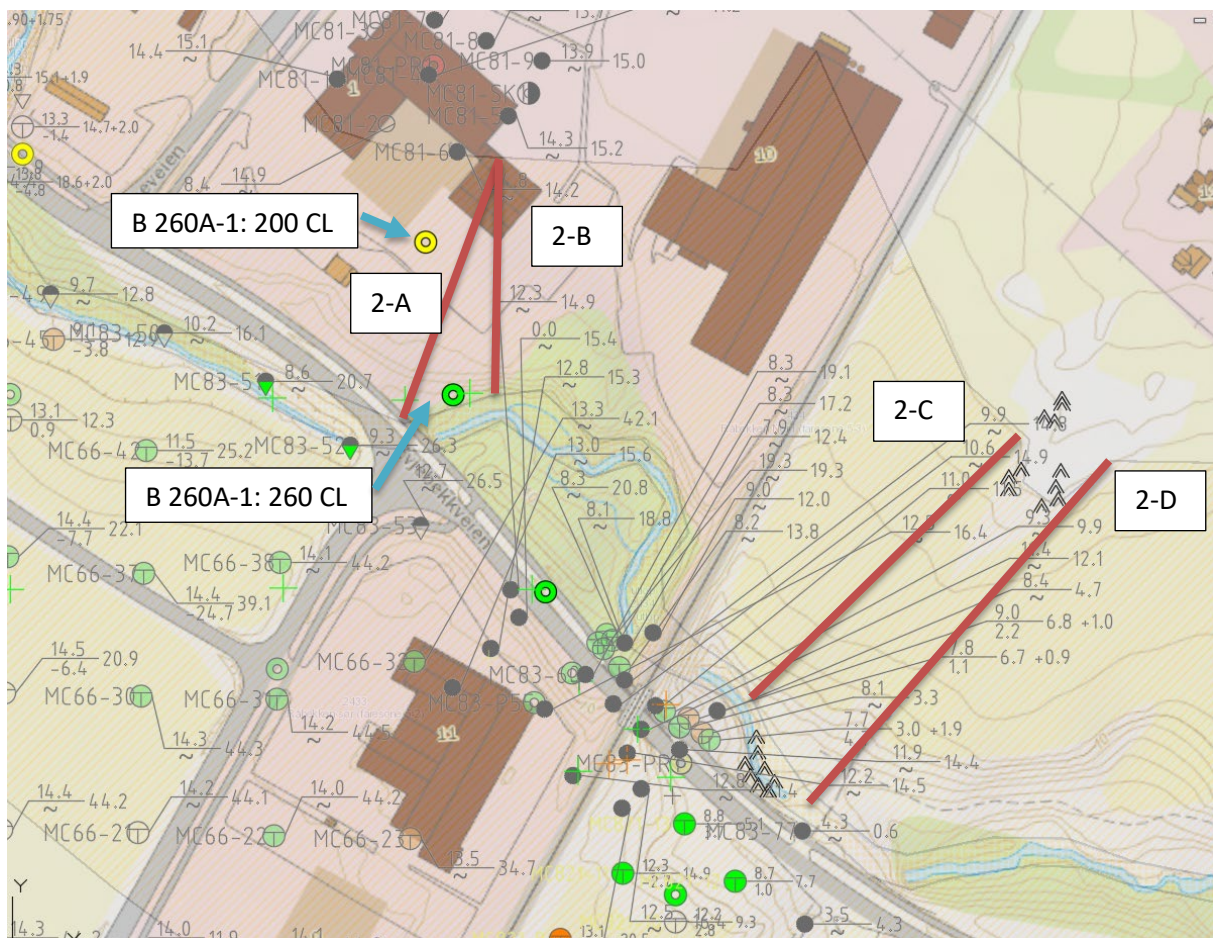
Nordøstre avgrensning – 2-A: Prøveserie fra veiprofil 260 CL fra B 260A-1 [13] har ikke påvist sprøbruddmateriale ned til 10 m dybde. De historiske bildene og rapport B 260A-5 [13] viser at det er fylt ut i skråningen og tidligere bekkeløp her, slik at platået ovenfor bekken er utvidet. Det betyr at det sannsynligvis er fyllmasser av ukjent kvalitet over prøveserie- og vingeborprofilet i dette punktet. Se prøveserien i Figur 3-26. En evt. glideflate vil gå gjennom dette profilet og ha utløp i bekken, men det er da ikke fare for områdeskred pga. fraværende sprøbruddmateriale. På platået er det også gjennomført en prøveserie ved veiprofil 200 CL, men den går bare til 3 m dybde og derfor kan sprøbruddmateriale ikke utelukkes under dette. En avgrensning av sonen trekkes fra ca. lokasjon på prøveserie nede ved Evjebekkveien opp til avgrensning av eksisterende løснеområde i bakkant. Linjen trekkes ikke helt normalt med kotelinjene pga. mulig løśnieområde i skråningen som går parallelt med Evjebekkveien. Se Figur 3-25 for avgrensning.

Sørøstre avgrensning – 2-D: Det er berg i dagen langs Evjebekken ved Evjebekkveien samt ca. 130 m mot nordøst. Det er derfor sannsynligvis relativt grunt til berg mellom disse lokasjonene. I tillegg går skråninger rett opp fra berg i dagen ved Evjebekken til den nordøstre knausen, mao. En linje mellom vil gå ca. normalt på kotelinjene. Det er usannsynlig at et skred vil gå i den slake skråningen mellom de to områdene med berg i dagen.

Området mellom avgrensningene – 2-B og 2-C: Pga. manglende grunnundersøkelser i området mellom avgrensning 2-A og 2-D kan ikke tilstedeværelse av sprøbruddmateriale utelukkes. Området vist mellom linje 2-A og 2-B friskmeldes pga. prøveserien ved veiprofil 260 CL fra B 260A-1 medfører at en glideflate i denne skråningen ikke vil gå gjennom sprøbruddmateriale. I tillegg vil skråningsstabiliteten påvirkes av 3D-effekter den får fra kurvaturen i terreng, både ved konveksitet i vest og konkavitet i øst. Området mellom 2-C og 2-D begrenses i bredden basert på berg i dagen ved Evjebekken og i nordøstre del.

Området mellom 2-B og 2-C beholder nåværende lengde på løseområde og begrenses ved berg i dagen/grunt til berg i sørøst og ikke påvist sprøbruddmateriale i nordvest. Tilstedeværelse av sprøbruddmateriale kan ikke utelukkes. Terrenganalyse viser høydeforskjell over 5 m og terrenget er brattere enn 1:15, dvs. områdeskred ikke kan utelukkes. En ny begrenset sone er derfor forslått, se Figur 3-27, sammen med de nye reviderte sonene.

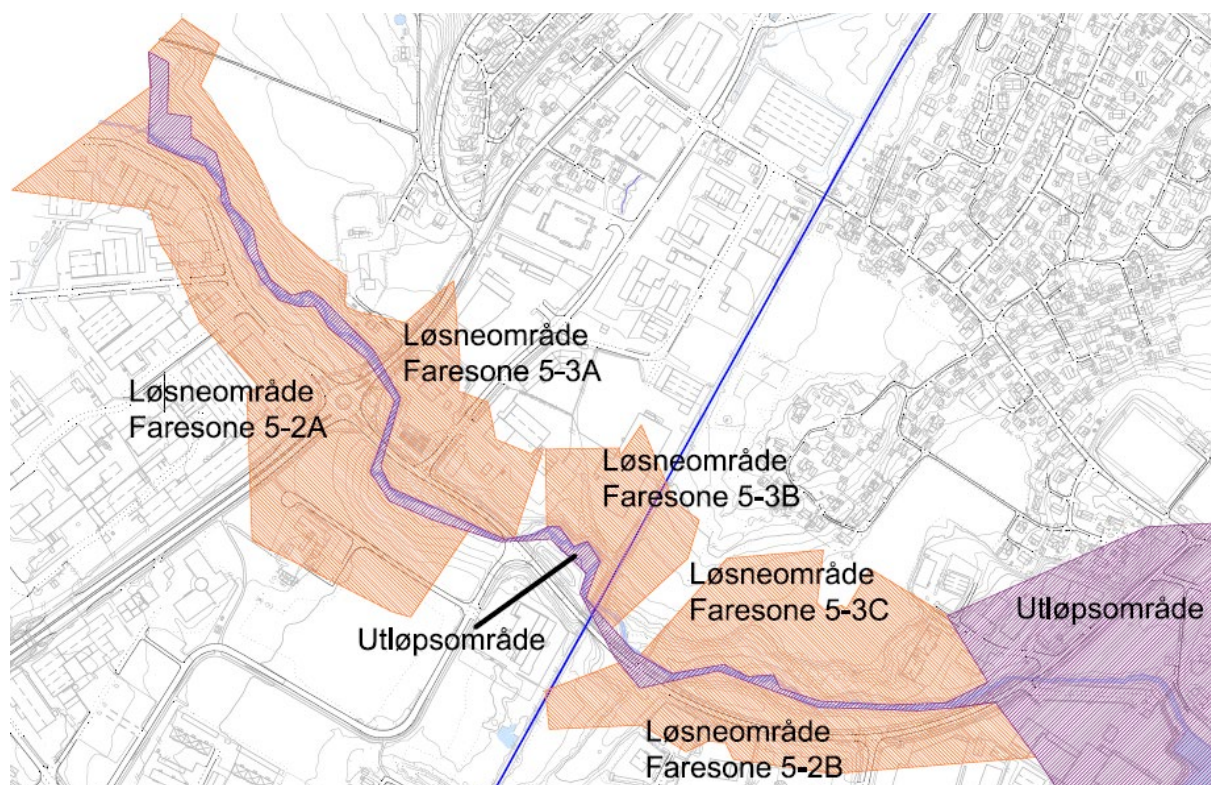
Opprinnelig sone 2434 faresone 5-3 er dermed delt opp i faresoner 5-3A, 5-3B og 5-3C som vist i tegning V03002-900 og i Figur 3-27.



Figur 3-25: Oversikt med linjer som vi ser avgrensning av faresone 2434.

Prøveserie <u>260 E</u>			Prøvetaker <u>N61 54 mm.</u>									
Dybde i m.	Materiale	Prøve	Vanninnhold %			γ t/m ³	Skjærfasthet t/m ²					S _t
			20	40	60		1	2	3	4	5	
1	LEIRE	Sandkorn og planterester	04	•	•	1.91	▼				5	7
2		Oks.stolper	05	•	•	1.96	▼				7	7
3			06	—	▼	1.83	▼				10	10
4	LEIRE	Sprekker	07		•	1.77	▼				8	8
5		Små sprekker	08		•	1.76	▼			▼	1	1
6		Stjellrester	09		•	1.74	▼				7	7
7	LEIRE	Noen sprekker	10		•	1.72	▼				6	6
8		—	11		•	1.73	▼				7	7
9		Stjellrester	12	—	▼	1.73	▼				7	7
10	LEIRE	Noen sprekker	13		•	1.74	▼			▼	7	7

Figur 3-26: Prøveserie fra 260 CL, ref. rapport B 260A-1 [13].



Figur 3-27: Reviderte faresoner basert på soner levert av InterCity-prosjektet. Merk at disse avviker noe fra tilgjengelig faresoner på NVE-atlas, men avgrensningslinjene har samme retning.

3.8 Punkt 9 i NVE-prosedyren – Klassifiser faresone

Faregradsevalueringen og skadekonsekvensevalueringen er utført iht. NVE rapport 9/2020 [6].

3.8.1 Faresone 5-2A

Faregradevaluering – Sone 5-2A

Klassifiseringen resulterer i faregradsklasse «Middels», se Tabell 3-3. Dette samsvarer med det angitt for faresone 2433 Råbekken sør (faresone 5-2) definert i InterCity-prosjektet.

Tabell 3-3: Evaluering av faregrad, se 126531-RIG-RAP-002 avsnitt 5.2.1

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Ingen tidligere skredaktivitet oss bekjent
Skråningshøyde	2	0	0	Mindre enn 8 m
OCR	2	2	4	OCR mellom 1,2-1,5
Poretrykk	+3/-3	1	3	Antar at poretrykket er tilnærmet hydrostatisk. PZ viser også dette, velger noe konservativt.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Kvikkleiremektigheten er >H/2,
Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten er stedvis >100 der det er kvikkleire, funnet opp til 200.
Erosjon	3	2	6	Noe erosjon i området langs Evjebekken.
Inngrep	+3/-3	0	0	Inngrepet (veganlegget) vil i endelig fase inkludere tiltak for forbedring av stabiliteten Velger konservativt «ingen forbedring/forverring»
Poengverdi (Faregradsindikator, F _i)	22/51			Dette gir faregradsklasse «Middels».
% av maksimal poengsum	43 %			

Skadekonsekvensevaluering – Sone 5-2A

Skadekonsekvensevalueringen er utført iht. NVE rapport 9/2020 [6]. Klassifiseringen resulterer i konsekvensklasse «Meget alvorlig», se Tabell 3-4.

Tabell 3-4: Skadekonsekvensevalueringen av antatte løseområder, iht. NVE veileder 9/2020 [6].

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	2	8	Generelt få boliger i området som primært består av næringsbygg, jordbruksareal og vei/parkering.
Næringsbygg, personer	3	3	9	Flere næringsbygg i området.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ikke relevant.

Vei, ÅDT	2	3	6	Løsneområdet kommer innenfor Fv. 109, som har ÅDT > 5000.
Toglinje, bruk	2	2	4	Utløpsområdet for sonen kan berøre jernbanen.
Kraftnett	1	2	2	Regionalt kraftnett.
Oppdemning og flodbølge	2	1	2	Skredmasser har mulighet for oppdemming av Råbekken/Evjebekken som kan oversvømme vei.
Sum poeng	31/45			Dette gir konsekvensklasse «Meget alvorlig».
% av maksimal poengsum	69 %			

Risikoklasser – Sone 5-2A

Risikoklassen (Ri) er definert som faregradsklasse (Fi) multiplisert med skadekonsekvens-klasse (Si) i prosent (%), og er generelt delt inn i fem risikoklasser (1-5).

For det aktuelle tiltaket viser faregrads- og konsekvensevalueringen at risikoklassen er

- $Ri = (43,1\%) \times (68,9\%) = 2970$

Iht. NVE rapport 9/2020 skal en poenggivning på 2970 plasseres i risikoklasse 4 [6]. Dette avviker noe fra tidligere faresone 5-2 i sone 2433 som er vurder til risikoklasse 5.

3.8.2 Faresone 5-2B

Faregrad- og konsekvensevaluering samt risikoklasse – Sone 5-2B

Vi har ikke tilstrekkelig kjennskap i dette prosjektet til å evaluere og klassifisere sonen mer enn hva som tidligere er gjort i forbindelse med InterCity-prosjektet og faregradsevalueringen og skadekonsekvensen er beholdt lik hva som er for faresone 2433 Råbekken sør (faresone 5-2) definert i InterCity-prosjektet. Dette vil si at sone 5-2B beholder opprinnelig risikoklasse som tidligere evaluert av InterCity.

3.8.3 Faresone 5-3A

Faregrad- og konsekvensevaluering samt risikoklasse– Sone 5-3A

Klassifiseringen resulterer i faregradsklasse «Middels», se Tabell 3-7. Dette samsvarer med det angitt for faresone 2434 Råbekken nord (faresone 5-3) definert i InterCity-prosjektet.

Tabell 3-5: Evaluering av faregrad, se 126531-RIG-RAP-002 avsnitt 5.2.1

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Ingen tidligere skredaktivitet oss bekjent
Skråningshøyde	2	0	0	Mindre enn 8 m
OCR	2	2	4	OCR mellom 1,2-1,5
Poretrykk	+3/-3	1	3	Antar at poretrykket er tilnærmet hydrostatisk. PZ viser også dette, velger noe konservativt.

Kvikkleiremektighet	2	3	6	Kvikkleiremektigheten er $>H/2$,
Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten er stedvis >100 der det er kvikkleire, funnet opp til 200.
Erosjon	3	2	6	Noe erosjon i området langs Evjebekken.
Inngrep	+3/-3	0	0	Inngrepet (veganlegget) vil i endelig fase inkludere tiltak for forbedring av stabiliteten Velger konservativt «ingen forbedring/forverring»
Poengverdi (Faregradsindikator, F_i)	22/51			Dette gir faregradsklasse «Middels».
% av maksimal poengsum	43 %			

Skadekonsekvensevaluering – Sone 5-3A

Klassifiseringen resulterer i konsekvensklasse «Meget alvorlig», se Tabell 3-8.

Tabell 3-6: Skadekonsekvensevalueringen av antatte løснеområder, iht. NVE veileder 9/2020 [6].

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	2	8	Generelt få boliger i området som primært består av næringsbygg, jordbruksareal og vei/parkering.
Næringsbygg, personer	3	3	9	Flere næringsbygg i området.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ikke relevant.
Vei, ÅDT	2	3	6	Løseområdet kommer innenfor Fv. 109, som har ÅDT > 5000.
Toglinje, bruk	2	2	4	Utløpsområdet for sonen kan berøre jernbanen
Kraftnett	1	2	2	Regionalt kraftnett.
Oppdemning og flodbølge	2	1	2	Skredmasser har mulighet for oppdemming av Råbekken/Evjebekken som kan oversvømme vei.
Sum poeng	31/45			Dette gir konsekvensklasse «Meget alvorlig».
% av maksimal poengsum	69 %			

Risikoklasser – Sone 5-3A

Risikoklassen (R_i) er definert som faregradsklasse (F_i) multiplisert med skadekonsekvens-klasse (S_i) i prosent (%), og er generelt delt inn i fem risikoklasser (1-5).

For det aktuelle tiltaket viser faregrads- og konsekvensevalueringen at risikoklassen er

- $R_i = (43,1\%) \times (68,9\%) = 2970$

Iht. NVE rapport 9/2020 skal en poenggivning på 2970 plasseres i risikoklasse 4 [6]. Dette avviker noe fra tidligere faresone 5-3 i sone 2434 som er vurder til risikoklasse 5.

3.8.4 Faresone 5-3B

Faregrad- og konsekvensevaluering samt risikoklasse– Sone 5-3B

Vi har ikke tilstrekkelig kjennskap i dette prosjektet til å evaluere og klassifisere sonen mer enn hva som tidligere er gjort i forbindelse med InterCity-prosjektet og faregradsevalueringen og skadekonsekvensen er beholdt lik hva som er for faresone 2434 Råbekken nord (faresone 5-3) definert i InterCity-prosjektet. Dette vil si at sone 5-3B beholder opprinnelig risikoklasse som tidligere evaluert av InterCity.

3.8.5 Faresone 5-3C

Faregrad- og konsekvensevaluering samt risikoklasse– Sone 5-3C

Vi har ikke tilstrekkelig kjennskap i dette prosjektet til å evaluere og klassifisere sonen mer enn hva som tidligere er gjort i forbindelse med InterCity-prosjektet og faregradsevalueringen og skadekonsekvensen er beholdt lik hva som er for faresone 2434 Råbekken nord (faresone 5-3) definert i InterCity-prosjektet. Dette vil si at sone 5-3C beholder opprinnelig risikoklasse som tidligere evaluert av InterCity.

3.9 Punkt 10 i NVE-prosedyren – Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet

3.9.1 Sikkerhetskrav iht. NVE veileder 1/2019

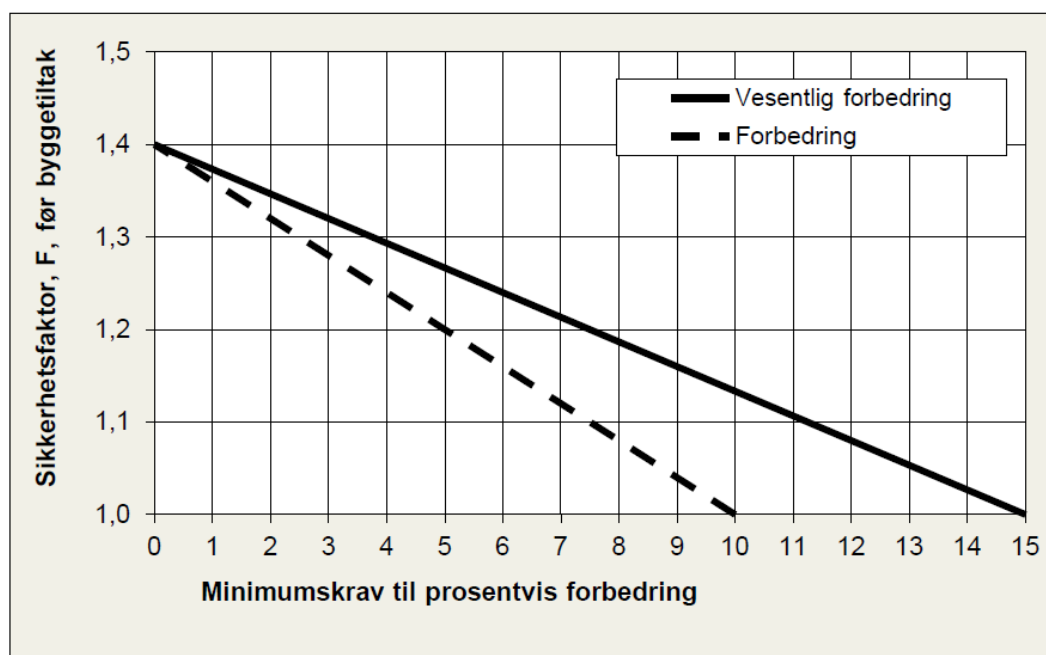
Iht. kapittel 3.3.6 i NVE veileder nr. 1/2019 skal inngrep som ikke forverrer stabiliteten og er plassert i tiltakskategori K4 ha en beregningsmessig sikkerhet på minst $F_{cu} \geq 1.4$ (totalspenning) og $F_{c\phi} \geq 1.25$ (effektivspenning). Kravet gjelder for skråninger som kan påvirke tiltaket direkte.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsfaktoren som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene. Sprøhetsfaktor $f_s=1,15$, altså kreves $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s \rightarrow F_{cu} \geq 1,61$.

Dersom sikkerhetsnivået er under toleranseverdiene skal det utføres sikringstiltak slik at sikkerheten minimum forbedres prosentvis, se Figur 3-27. For tiltakskategori K4 og middels faregrad kreves «Forbedring» iht. Figur 3-28.

Vurdering og dokumentasjon for tiltakskategori K4 krever geoteknisk kompetanse iht. kapittel 3.1 i NVE veileder nr. 1/2019. Videre, er det krav om kvalitetssikring av et uavhengig foretak.

For skråninger i faresonen, men utenfor influensområdet til tiltaket, åpner veilederen for en sikkerhetsfaktor på 1,2 på c_u -basis og 1,25 på $a\phi$ -basis. Ved lavere sikkerhetsnivå må slike skråninger forbedres prosentvis, iht. Figur 3-28.



Figur 3-28: Krav til minimum prosentvis forbedring (NVE veileder nr. 1/2019).

3.9.2 Sikkerhetskrav iht. Statens Vegvesen håndbok N200

Statens Vegvesens regelverk for lokalstabilitet fra vegnormal N200 [9] gjelder, siden ny Fv. 109 og Evjebekkveien ligger i deler av løseområdet og beregningsprofilene går gjennom nytt veganlegg og tilhørende fyllinger. Vegprosjekter i område med kvikkleire (sprøbruddmateriale) plasseres i geoteknisk kategori 3 iht. N200 [9]. Konsekvensklasse CC3 er valgt iht. Tabell 0-1 i SVV håndbok V220 [8]. For CC3 og sprøtt, kontraktant brudd, er kravet at partialfaktoren (sikkerhetsfaktoren) er større enn 1,6, se Figur 3-28.

Tabell 205.1 Partialfaktorer for $\gamma_{M, \phi}$ og $\gamma_{M, c}$ ved effektivspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Tabell 205.2 Partialfaktorer for $\gamma_{M, cu}$ ved totalspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,4*	1,4*	1,4
CC2 Alvorlig	1,4*	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Figur 3-29: Statens Vegvesens regelverk for lokalstabilitet, fra håndbok N200.

3.9.3 Lagdeling, styrkeparametere og beregningsforutsetninger

Beregningsprofilene brukt til evaluering av stabilitet er hentet fra stabilitetsnotat 126531-07-RIG-NOT-017 [16] utarbeidet i forrige byggeplan, hvor både parameterstudie og beregninger er dokumentert. Notatet fra byggeplan er ment for beregning av lokalstabilitet, men er vurdert til å være dekkende for områdestabilitet i en reguleringsplanfase siden de mest kritiske skråningene sammenfaller med profiler for lokalstabilitet. Eventuelle initialskred vil oppstå i disse skråningene. Profil 1, 2 og 3 samt I og V (romertall) er nærmere vurdert og oppsummert ifm. områdestabilitet. Det er gjort beregninger både for dagens situasjon og for fremtidig situasjon fra byggeplan. Siden nåværende reguleringsplan er nedskalering fra byggeplan, er størrelsen på planlagt veianlegg redusert, som generelt vil være positivt for stabiliteten. Dette betyr at beregninger fra byggeplan vil kunne være noe konservative for nåværende reguleringsplan. Beregninger bør oppdateres når ny byggeplan foreligger.

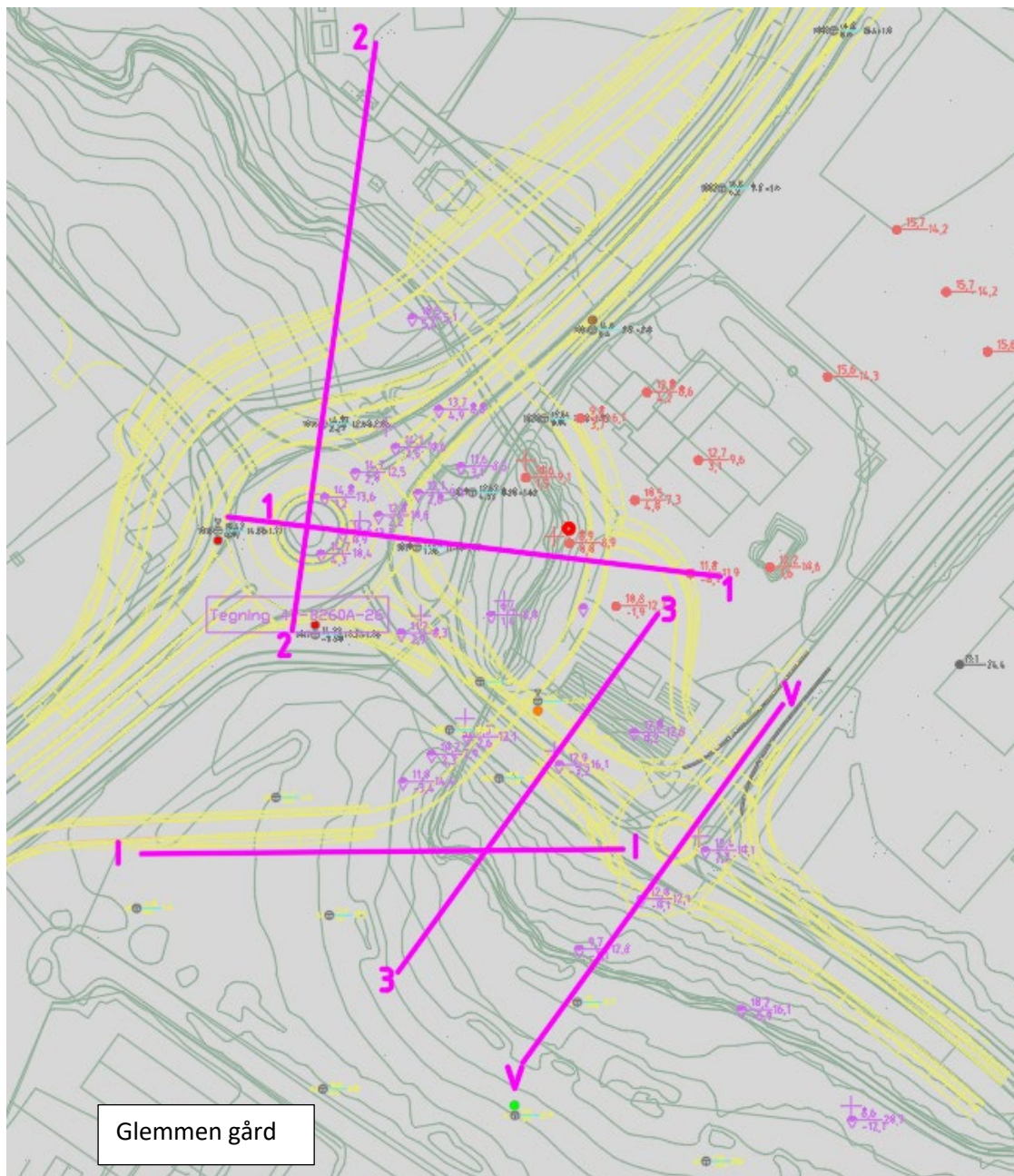
Som beskrevet i kapittel 3.4 og 3.6 er det rimelig å anta sprøbruddmateriale over mesteparten av tiltaksområdet og i aktuelle beregningsprofiler, som samsvarer godt med antagelsen brukt i stabilitetsnotatet om at det er sprøbruddmateriale i alle beregningsprofiler. De mest sørøstlige profilene har sannsynligvis lavere andel sprøbruddmateriale sammenlignet med øvrige profiler.

Det er beregnet stabilitet ved hjelp av GeoSuite Stability, med beregningsmetode Beast 2003. Beast er en beregningsmetode basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

Se 126531-07-RIG-NOT-017 [16] for informasjon om lagdeling, styrkeparametere, anisotropi og grunnvannstand for aktuelle beregningsprofiler. Laster brukt i beregningene tilsvarer dagens krav, hvor det for bilvei er benyttet en trafikklast $q = 15 \cdot 1,3 = 19,5$ kPa, og for gang- og sykkelvei er det benyttet en trafikklast $q = 10 \cdot 1,3 = 13$ kPa.

3.9.4 Vurdering av sikkerhet

Figur 3-29 viser de 5 beregningsprofilene fra stabilitetsnotat 126531-07-RIG-NOT-017 [16] som er vurdert mht. områdestabilitet. Disse dekker skråninger aktuelle for områdeskred i tilknytning Råbekken/Evjobekken hvor også fremtidig veianlegg er betydelig. Resultater fra beregninger i 126531-07-RIG-NOT-017 er oppsummert i videre avsnitt sammen med nødvendige tiltak. Se notat fra byggeplan for mer informasjon om omfang stabiliserende tiltak. Profilene bør oppdateres i senere planfaser når plassering og geometri er nærmere bestemt. Tiltak må også vurderes/revideres når endelige veimodell foreligger.



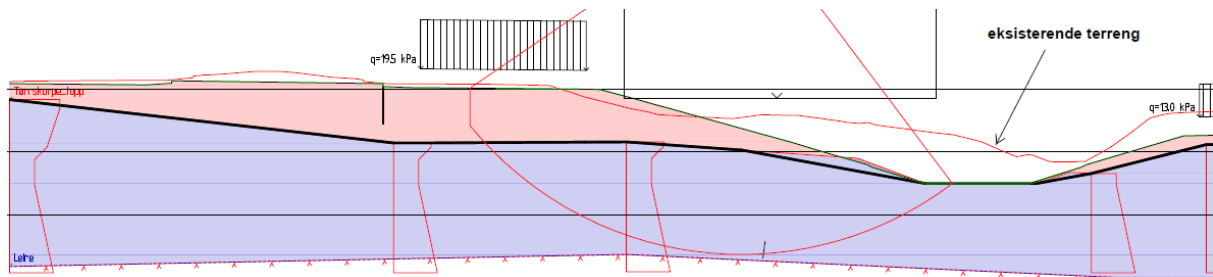
Figur 3-30: Oversikt over profiler som er vurdert mht. områdestabilitet inkludert modell av veianlegg per 01.02.2022.

Profil 1

I vest består profil 1 av rundkjøring og en skråning ned mot gang- og sykkelvei og videre ned mot bekken mot øst. I øst er det en skråning med høyde ca. 4 m opp mot en parkeringsplass og lagringsområde. Figur 3-31 viser profil 1 med fremtidig terreng hvor det er planlagt fordrøyningsbasseng i bunn av skråningen. For dette profilet er det gjort vurderinger av stabiliteten for østsiden og vestsiden av fordrøyningsbassenget. Dagens situasjon gir en sikkerhetsfaktor 1,32 vest for bekken.

For den nye situasjonen blir det dypere utgraving enn i dag, og utgravingen kommer nærmere rundkjøringa enn der hvor dagens bekkeløp går. Bunnen av fordrøyningsbassenget blir på kote 7,5.

Vest for fordrøyningsbassenget blir det svært lav sikkerhetsfaktor uten tiltak ($F < 1,0$). KS-peler velges som tiltak her, siden dette er det mest effektive for å få opp stabiliteten, og fordi det skal installeres KS-peler i området rundt kulverten. Fremtidig situasjon med KS-peler gir en sikkerhetsfaktor 1,95. Øst for fordrøyningsbassenget er sikkerhetsfaktoren litt for lav uten tiltak. Det er ikke fare for et områdeskred på østsiden siden skråningshøyden her er lavere enn 5 m. Tiltak for å få tilstrekkelig sikkerhet for lokalstabilitet her er bruk av skumglass under G/S-vegen.

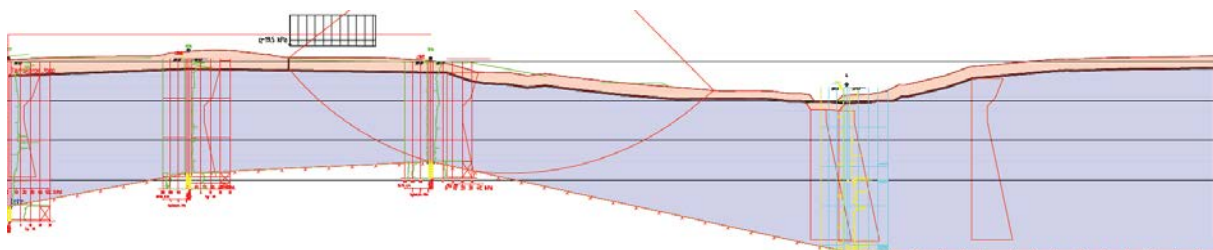


Figur 3-31: Profil 1 med fremtidig geometri samt linje med dagens terreng.

Profil 2

Dette profilet er tilnærmet uendret fra dagens situasjon til ny situasjon. Forskjellen er at trafikklasten kommer noe nærmere toppen av skråningen sør for Råbekken i ny situasjon. Sikkerhetsfaktoren er tilfredsstillende for ny situasjon fra byggeplan, ca. 1,6. Pga. nedskalering vil trafikklastbredden nedskaleres og en sikkerhetsfaktor vil øke noe for fremtidig situasjon, dvs. ingen tiltak er nødvendig. Se Figur 3-31 for geometri.

Skråningen nord for Råbekken blir ikke påvirket direkte av tiltaket, siden er forventet glideflate vil ha utgang ved skråningsfoten i bekken. Det er utført beregninger i forrige reguleringsplan i notat 126531-3-RIG-NOT-002 [15] av denne skråningen som viste tilstrekkelig stabilitet med en sikkerhetsfaktor på 1,62. Det er noe høyere usikkerhet tilknyttet parametrene i dette profilet, men det vurderes som tilstrekkelig siden sikkerhetsfaktoren er større enn kravet på 1,4 med god margin. I tillegg vil KS-peler ved veianlegget forhindre et skred her i å forplante seg sideveis inn i veianlegget.



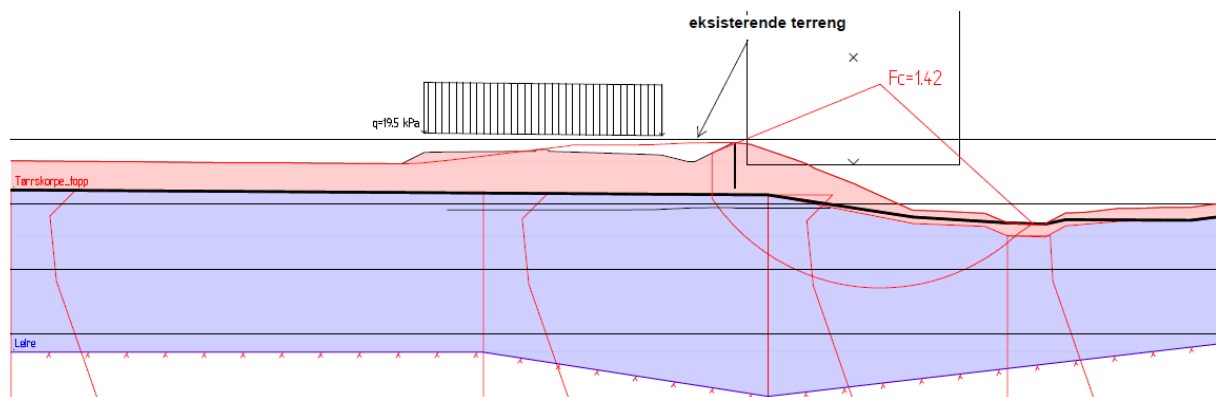
Figur 3-32: Profil 2 for dagens situasjon.

Profil 3

Profil 3 består av en skråning øst for Evjebekken opp mot Evjebekkveien samt en skråning vest for bekken opp mot Glemmen gård. For skråningen øst for bekken blir det noe avlastning på veianlegget fra dagens situasjon, noe som gir forbedring av stabilitet og sikkerhetsfaktor fra 1,19 til 1,42. Profilet kommer i tillegg innenfor sonen med KS-peler for kulvert K11. Stabiliteten for denne skråningen er derfor tilstrekkelig. Figur 3-32 viser nytt veianlegg fra byggeplan for østre skråning i profil 3.

Skråningen vest for Evjebekken opp mot Glemmen gård har en skråning med høyde større enn 5 m og helning brattere en 1:20 samt inneholder sannsynligvis sprøbruddmateriale. Denne skråningen er relativt slak og vil ikke påvirkes av tiltaket siden en glideflate vil ha utløp i skråningsfoten ved bekken. Siden skråningen ligger utenfor influensområdet, er det kun krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$ og robusthet $F_{cu} \geq 1,20$ iht. NVE 1/2019 [5], sideveis vil et evt. skred her stoppes av KS-peler ved gang- og sykkelvegen i nord (profil I (romertall)). Beregninger og kontroll av disse kravene bør gjøres i senere planfaser.

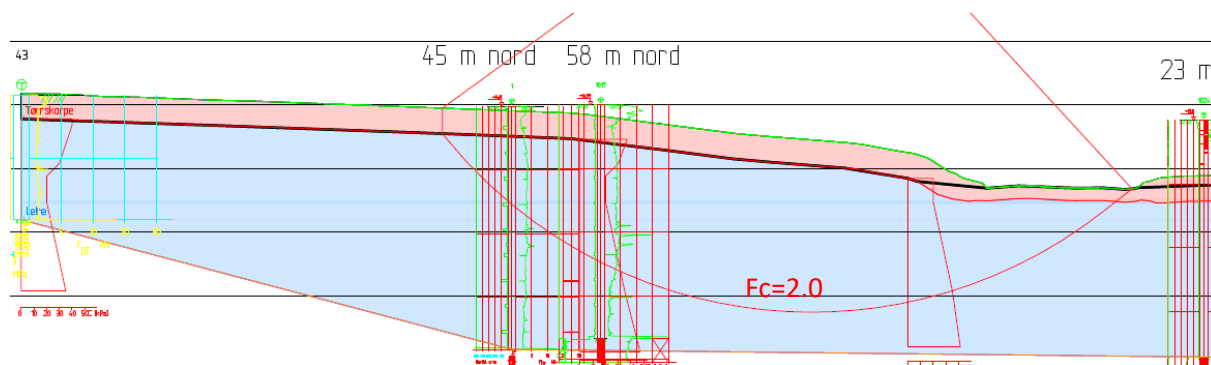
Merk at et skred i skråningen fra Glemmen gård ned mot Evjebekken vil kunne demme opp bekken slik at det vil kunne flomme over. Det er lite sannsynlig at det påvirker bilveien, men en flom her vil kunne påvirke kulverten samt gang- og sykkelveien. Økt vannstand over tid vil kunne påvirke stabiliteten negativt på effektivspenningsbasis og positivt ved ekstra mothold for skråningen på motsatt side av bekken. Mulig utvasking og erosjon av skråningene er også en mulig konsekvens av oppdemning og flom. Drenering vil derfor være et viktig tiltak ved et slikt tilfelle.



Figur 3-33: Profil 3 østre side med ny situasjon fra byggeplan samt linje for eksisterende terreng.

Profil I (romertall)

Profil I består av en skråning hvor det skal anlegges en gang- og sykkelvei ned i dagens terreng. Terrenggeometrien gjennom profilet er tilnærmet uendret fra dagens situasjon til fremtidig situasjon. Sikkerheten er for lav i dagens situasjon, med en sikkerhetsfaktor på 1,36. Ved skråningens utløp i Evjebekken skal det stabiliseres med kalksement-peler ifm. nye kulvert for gang- og sykkelveien. Med KS-peler vil sikkerheten være tilstrekkelig. Et gjennomsnitt av fremtidig situasjon med KS-peler som vil gi god sideeffekt (begrenser glideflatens utbredelse), gir en sikkerhetsfaktor på 2,0.

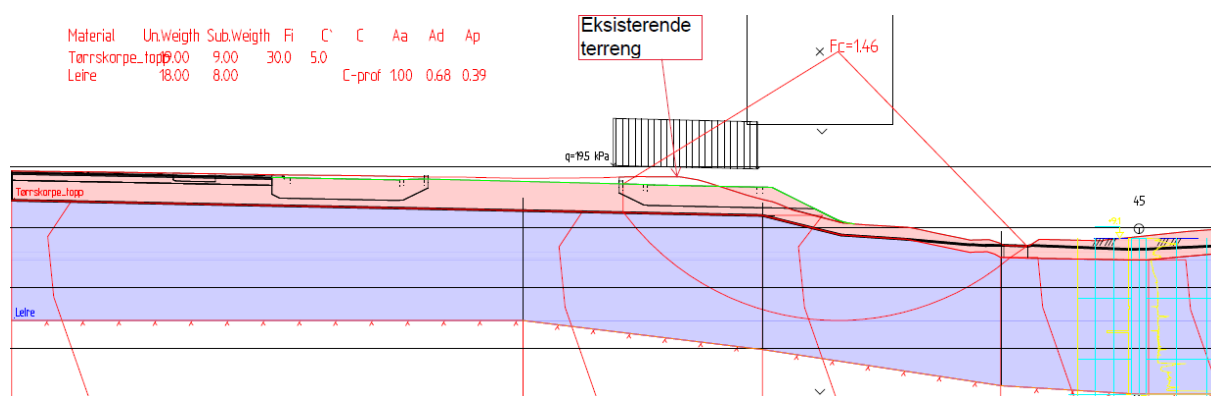


Figur 3-34: Profil I (romertall) for dagens situasjon som også er regnet som fremtidig situasjon uten stabiliserende tiltak.

Profil V

Profil V består av en skråning øst for Evjebekken opp mot Evjebekkveien samt en skråning vest fra bekken opp mot Glemmen gård. Sikkerhetsfaktor for dagens situasjon er 1,45 for østre side. Ny geometri for veianlegget innebærer at veifyllinga vil bygges delvis ut i skråningen, og dermed gjøre skråningen brattere. Sikkerheten er for lav med ny geometri og like løsmasser, med en faktor 1,46, se Figur 3-34. Nødvendig tiltak her er å bruke lette masser, skumglass, i veioverbygningen, ned til kote +11,5. En tilstrekkelig sikkerhetsfaktor på 1,76 er da oppnådd for modell fra byggeplan. For ny byggeplan skal en ny vurdering av nødvendig masseutskifting utføres og kan endres sammenlignet med tidligere prosjektert løsning.

Skråningen på vestsiden av Evjebekken ligger utenfor influensområdet og inneholder i prøveseriene en liten andel sprøbruddmateriale. Like krav gjelder som for vestre skråning i profil 3.



Figur 3-35: Profil V (romertall) med nytt terreng fra forrige byggeplan samt linje for eksisterende terreng.

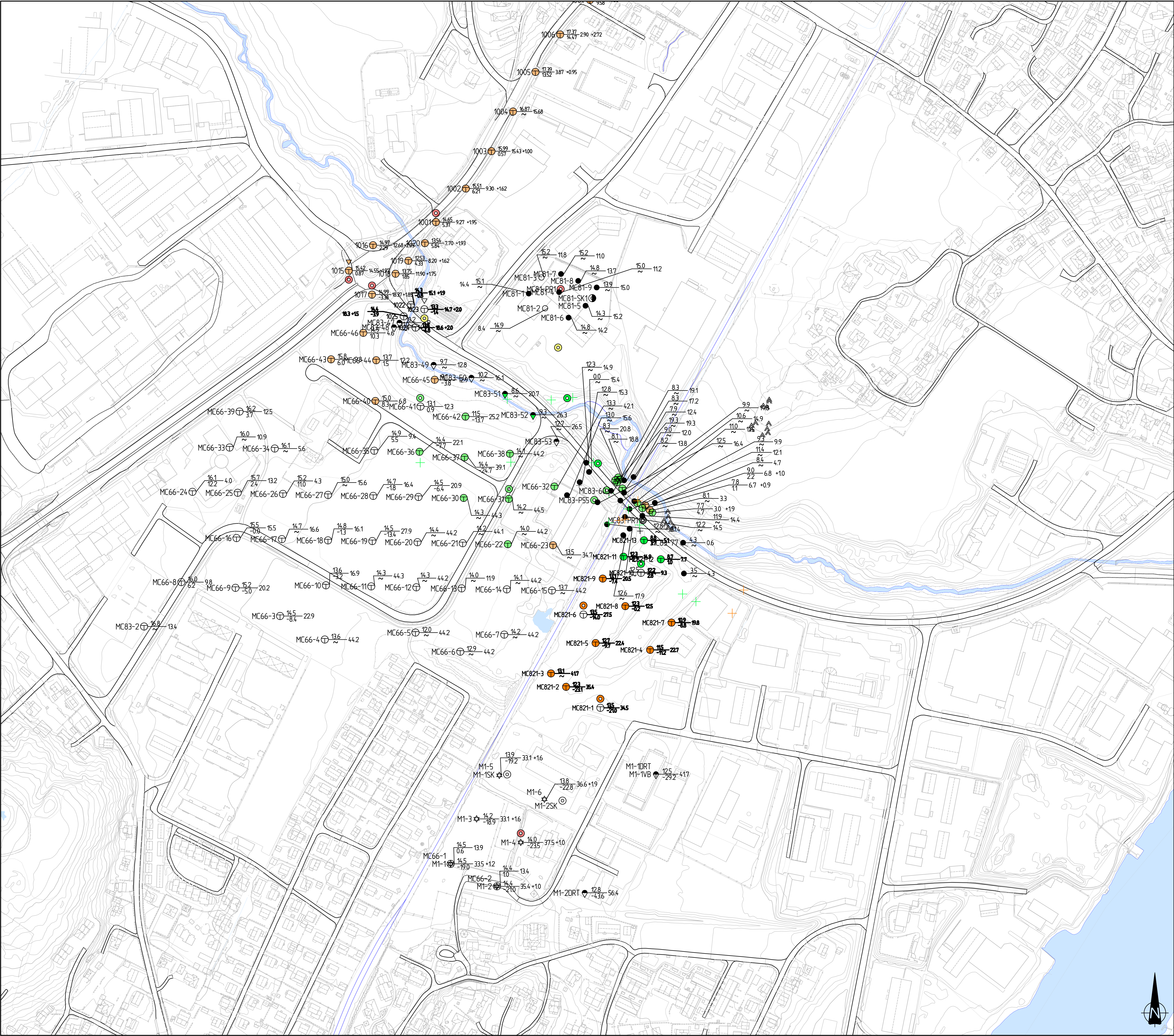
4 Konklusjon

Store deler av området ved Råbekken ligger innenfor faresoner for områdeskred som følger Råbekken/Evjobekken. Det er antatt sprøbruddmateriale over store deler av prosjektområdet. Alle skråninger i området er relativt lave, maksimalt ca. 8 m. Skråningene er tilknyttet bekken som renner gjennom prosjektområdet. Et initialskred ned mot bekken vil kunne skape større skred, men med begrenset bakovergripende effekt som følger av det relativt flate området med små høydeforskjeller. Initialskred vil også kunne utvikle seg sideveis lang bekken. Eksisterende faresoner er vurdert til å kunne begrenses og deles opp i området rett sørøst for tiltaksområdet og rundt jernbanetraseen, pga. flere undersøkelser som viser at det ikke er sammenhengende lag av sprøbruddmateriale. Faresonene er derfor revidert som medfører at faresonene tiltaket ligger innenfor er begrenset i størrelse.

Flere skråninger har i dagens situasjon lavere sikkerhet enn det regelverket krever. Det er allerede sett på løsninger og den videre prosjekteringen av fv. 109 skal sikre nødvendig sikkerhet ved etablering av ny vei med kulverter. Nødvendige tiltak er KS-peler, lettemasser i veioverbygningen samt erosjonssikring langs deler av Evjobekken. Beregninger viser at foreslåtte tiltak gir tilfredsstillende stabilitet for denne fasen. Nye beregninger og vurderinger må gjøres i videre faser for å sikre stabiliteten ved endelig veiutforming.

5 Referanser

- [1] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [2] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no.
- [3] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [4] Multiconsult Norge AS. 126531-07-RIG-RAP-001_rev01. Fv. 109 – byggeplan Fredrikstad: Del: Råbekken-Rolvøysund. Datarapport grunnundersøkelser. 06.09.2019.
- [5] NVE. 2020. Veileder 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred.
- [6] NGI/NVE. Rapport 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred. Desember 2020.
- [7] NVE-NIFS. Rapport nr. 14/2014. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. 2014.
- [8] Statens Vegvesen. 2018. Håndbok V220. Geoteknikk i vegbygging.
- [9] Statens Vegvesen. 2018. Håndbok N200. Vegbygging.
- [10] 2G – Cowi Multiconsult. ICP-16-V-25050. Områdestabilitetsrapport for delstrekning Seut-Rolvøy, InterCity – Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg. 06.04.2018.
- [11] Multiconsult Norge AS. 10206103-RIG-RAP-001. Ringledning vannverket – Evje ventilkammer, Fredrikstad. Datarapport grunnundersøkelser. 11.01.2019.
- [12] Multiconsult Norge AS. 10206103-RIG-RAP-002. Ringledning vannverket – Evje ventilkammer, Fredrikstad. ROS-analyse områdestabilitet. 11.01.2019.
- [13] Statens Vegvesen. 1978-1987. Rapport B 260A-1 tom. -5. Ny veg langs Råbekken.
- [14] Multiconsult Norge AS. 511359-1. Glemmen gård – Fredrikstad. Datarapport grunnundersøkelser. 20.10.2009.
- [15] Multiconsult Norge AS. 126531-3-RIG-NOT-002. Fv 109 Råbekken-Rolvøysund – Stabilitet fv 109 ved Råbekken. 18.10.2017.
- [16] Multiconsult Norge AS. 126531-07-RIG-NOT-017. Fv 109 Råbekken-Rolvøysund – Parameterstudie og stabilitetsberegning, Råbekken. 30.01.2020.
- [17] Statens Vegvesen. Rapport B 180-1. Rv 109 Rolvøysund-Råbekken, foreløpig redegjørelse om grunnforholdene. 22.01.1973.
- [18] Noteby AS. Rapport 41135-1. Nybygg for Råbekken Auto, Rolvøy. Grunnforhold, geoteknisk vurdering. 27.06.1990.
- [19] Multiconsult Norge AS. 10227223-RIG-RAP-001. Largerområde Produksjonsveien 10. Datarapport grunnundersøkelser. 08.12.2021.
- [20] Noteby AS. Brev oppdrag 41124. Star bildeler, nybygg Tomteveien. Grunnforhold, geoteknisk vurdering. 17.04.1990.
- [21] Multiconsult Norge AS. 512078-RIG-RAP-001. Glemmen tomt 2, Fredrikstad. Grunnforhold datarapport. 17.06.2014.
- [22] Multiconsult Norge AS. 511444-RIG-RAP-1. Jernbanekryssing Råbekken. Datarapport. 11.06.2013.
- [23] Noteby AS. Rapport 40841-1. Undergang-NSB, Råbekken. Grunnforhold, geoteknisk vurdering. 08.12.1988.



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING

○ ENKEL SONDERING

▼ RAMSONDERING

▽ TRYKKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING
- ⊗ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

⬇️ DREIETRYKKSONDERING

⊠ SKRUPLATEFORSØK

⊕ VINGEBORING
- ⊕ PORETRYKKMÅLING

⊗ KJERNEBORING

⬇️ FJELLKONTROLLBORING

⊠ BERG I DAGEN
- KARTGRUNNLAG:
KORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

DIGITALT KART FRA XXX
EUREF89, zone XX
NN1954/NN2000/SJØKARTNULL

EKSEMPEL

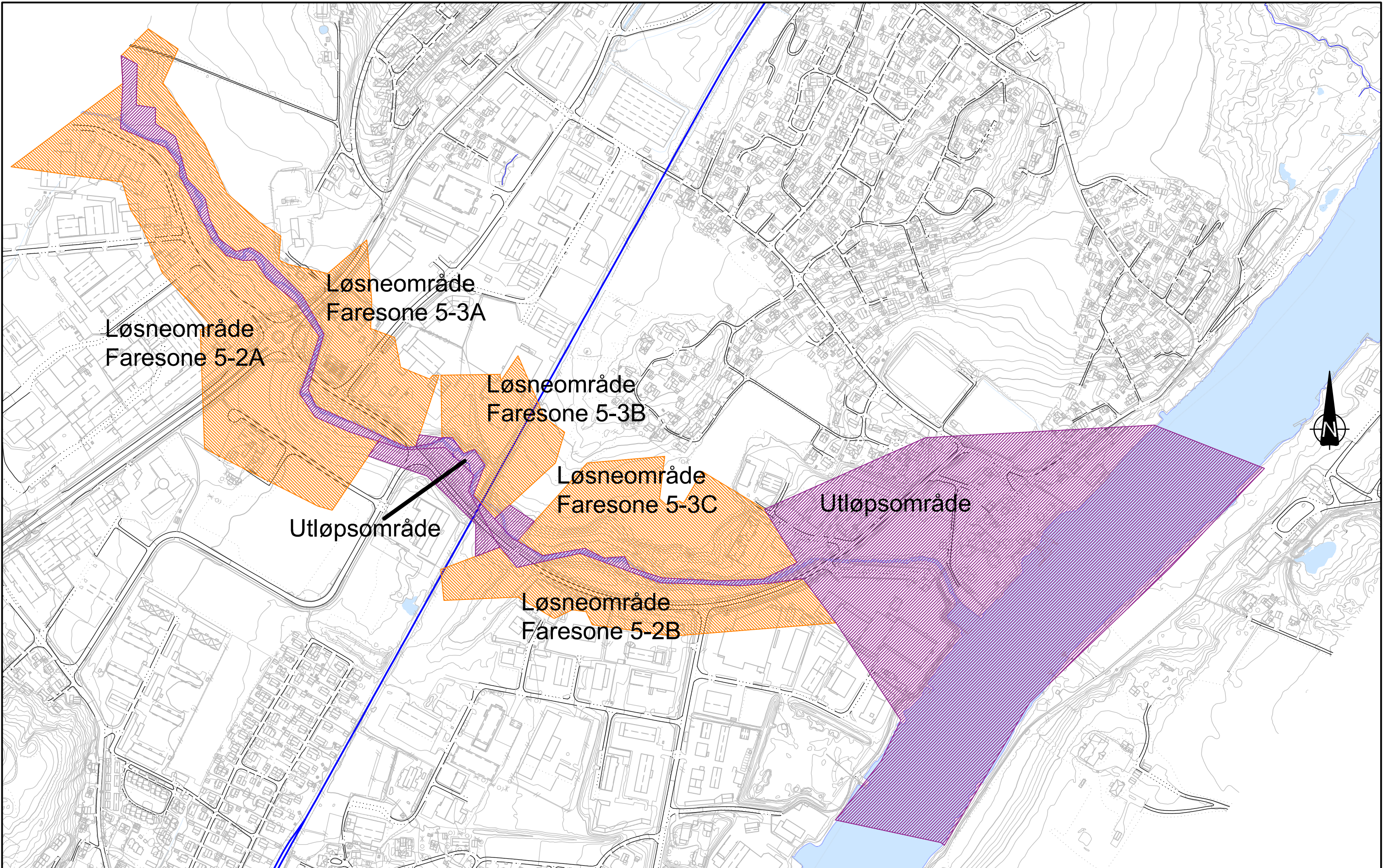
BP 1⊕ 430
282

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
14.8 +2.4 — BORET DYBDE • BORET I BERG
VANTATT BERGKOTE
- KLASSIFISERING AV BORPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE

● PÅVIST SPRØBRUDDMATERIALE (PR)/MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

● KAN IKKE UTELUKKE/TYNT LAG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

● IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- HENVISNINGER
- TIDLIGERE BORINGER:
- SE 126531-3-RIG-NOT-002 FOR OVERSIKT OVER TIDLIGERE BORINGER.
- | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------|-------|-----------------|--------|-------------------|------|------|--|
| | | | | | | | | | |
| 00 | Uterbaidet til notat 126531-3-RIG-NOT-002 | 2022-05-06 | VAS | ESF | WN | | | | |
| Rev. | Beskrivelse | Date | Tegn. | Kontr. | Godkj. | Fag | Form | | |
| | | | RIG | | | A1 | | | |
| Viken fylkeskommune | | | | | | Date 2022-05-06 | | | |
| Fv. 109 Råbekken-Torsbekkdalen | | | | | | Målestokk: 1:2000 | | | |
| Råbekken, Fredrikstad | | | | | | | | | |
| Klassifiserte boringer for avgrensning av faresoner | | | | | | | | | |
| Status Til notat Oppdragsgiver | | Konstr./Tegnet VAS | | Kontrollert ESF | | Godkjent WN | | Rev. | |
| www.multiconsult.no | | 126531-10 | | V03002-001 | | 00 | | | |



					Multiconsult www.multiconsult.no	Viken fylkeskommune	Status	Til notat	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-05-06	
						Fv. 109 Råbekken-Torsbekkdalen	Konstr./Tegnet	VAS	Kontrollert	ESF	Godkjent	WN	Målestokk	1:5000	
						Reviderte faresoner	Oppdragsnr.	126531-10			Tegningsnr.	V03002-900		Rev.	00
						Råbekken									
00	Utarbeidet til notat 126531-3-RIG-NOT-002			2022-05-06		VAS	ESF	WN							
Rev.	Beskrivelse			Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.								

Vedlegg A

126531-07-RIG-NOT-017

Parameterstudie og stabilitetsberegning,
Råbekken

JaProsjekt:					
Fv. 109 Råbekken-Rolvsøysund					
Dokumentnummer:					
126531-07-RIG-NOT-017					
Tittel:		Parameterstudie og stabilitetsberegning, Råbekken		Dato: 30.01.2020	
Til:		VIKEN v/Tore Veum, Gisle Ø. Andersen og Hameed Ahmadi			
Kopi:		Statens Vegvesen v/Jan Vaslestad			
Utarbeidet av:	Håvard Berget	Fag/Fagområde:	RIG		
Kontrollert av:	Espen Fiskum	Ansvarlig enhet:	10111063 Geoteknikk Østfold		
Godkjent av:	Wibeke Norris	Emneord:	Geoteknisk vurdering		
Sammendrag: Dette notatet sammenstiller parameterstudie og stabilitetsberegninger i området ved Råbekken. Nødvendige tiltak for å forbedre stabiliteten er beskrevet.					
00	Utarbeidet notat	30.01.2020	HAVB	ESF	WN
Rev.	Beskrivelse	Rev.dato	Utarbeidet	Kontroll	Godkjent
Leverandørs logo:				Antall sider:	
				Side 1 av 21	
Prosjekt:		Disiplin:	Dok.type:	Løpenr:	Rev nr:
Fv. 109		RIG	NOT	07-017	00

Innhold

1	Innledning, forutsetninger og grunnforhold	4
2	Parameterstudie.....	7
2.1	Dikeveien/Evjebekkveien rundkjøring og kulvert K11	7
2.2	Råbekken rundkjøring og K10	11
2.2.1	Profil I (romertall), 1, 2, VII og XII	12
2.2.2	Profil 1	13
2.2.3	Profil VIII	14
2.2.4	Profil X og XI	15
2.3	Anisotropifaktorer	16
3	Stabilitetsvurderinger	17
3.1	Profil I	18
3.2	Profil 1	18
3.3	Profil 2	19
3.4	Profil 3	19
3.5	Profil IV	19
3.6	Profil V	19
3.7	Profil VI	19
3.8	Profil VII	19
3.9	Profil VIII	19
3.10	Profil X	19
3.11	Profil XI	20
3.12	Profil XII	20
4	Poretrykksoppbygging ved installering av KS-peler	21

Tegninger

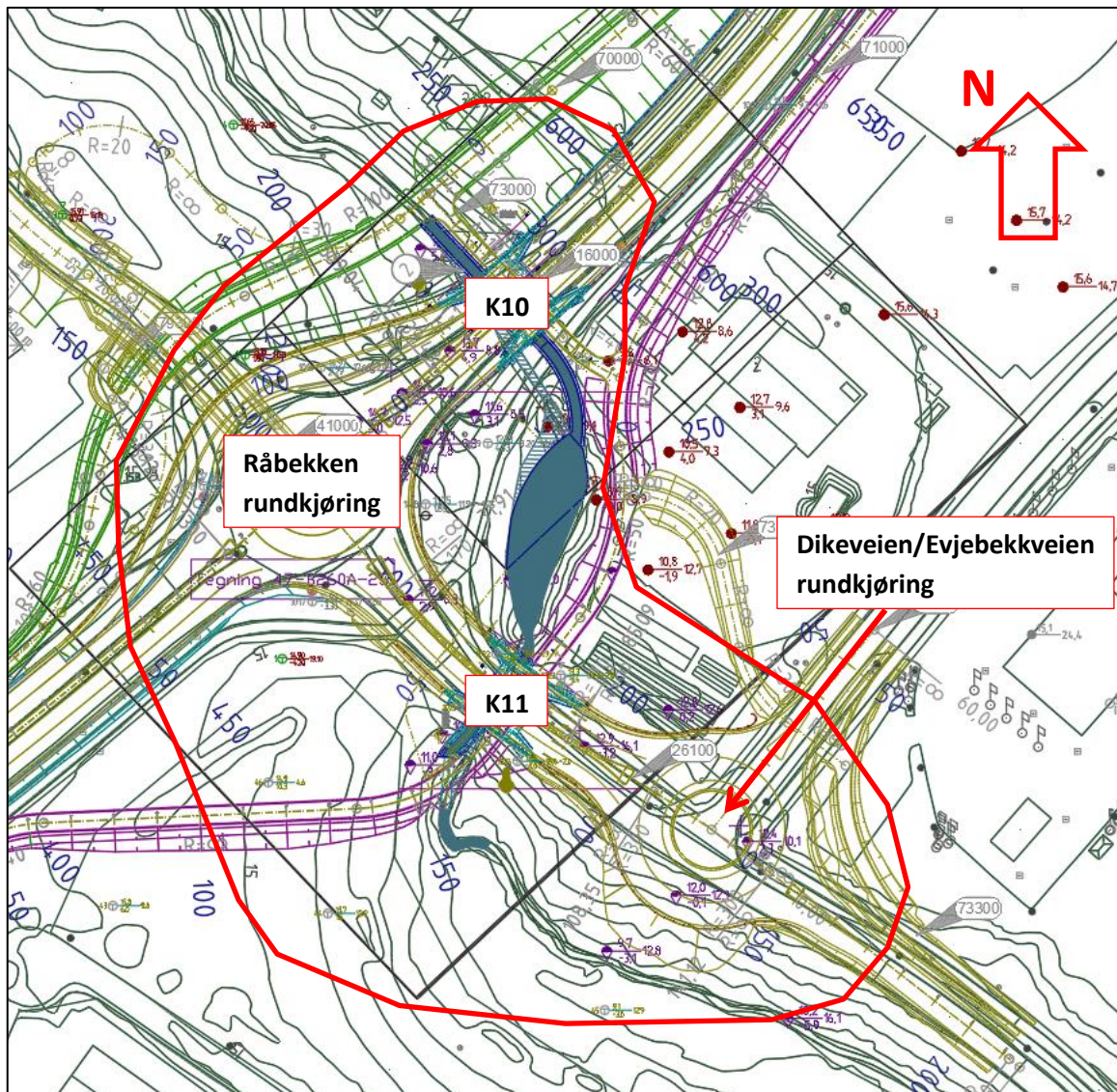
126531-9-1001-10	Prøveserie v/1001
126531-9-1015-10	Prøveserie v/1015
126531-9-1017-10	Prøveserie v/1017
126531-9-1023-10	Prøveserie v/1023
126531-07-RIG-TEG-17-I.1	Stabilitetsprofil I (romertall), ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-I.2	Stabilitetsprofil I (romertall), KS-peler
126531-07-RIG-TEG-17-1-VEST.1	Stabilitetsprofil 1, vest, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-1-VEST.2	Stabilitetsprofil 1, vest, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-1-VEST.3	Stabilitetsprofil 1, vest, KS-peler
126531-07-RIG-TEG-17-1-ØST.1	Stabilitetsprofil 1, øst, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-1-ØST.2	Stabilitetsprofil 1, øst, ny situasjon, skumglass
126531-07-RIG-TEG-17-2.1	Stabilitetsprofil 2, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-2.2	Stabilitetsprofil 2, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-3.1	Stabilitetsprofil 3, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-3.2	Stabilitetsprofil 3, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-3.3	Stabilitetsprofil 3, KS-peler
126531-07-RIG-TEG-17-IV.1	Stabilitetsprofil IV, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-IV.2	Stabilitetsprofil IV, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-V.1	Stabilitetsprofil V, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-V.2	Stabilitetsprofil V, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-V.3	Stabilitetsprofil V, skumglass
126531-07-RIG-TEG-17-VI.1	Stabilitetsprofil VI, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-VI.2	Stabilitetsprofil VI, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-VI.1	Stabilitetsprofil VI, skumglass
126531-07-RIG-TEG-17-VII.1	Stabilitetsprofil VII, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-VII.2	Stabilitetsprofil VII, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-VII.3	Stabilitetsprofil VII, KS-peler
126531-07-RIG-TEG-17-VIII.1	Stabilitetsprofil VIII, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-VIII.2	Stabilitetsprofil VIII, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-VIII.3	Stabilitetsprofil VIII, KS-peler
126531-07-RIG-TEG-17-X.1	Stabilitetsprofil X, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-X.2	Stabilitetsprofil X, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-X.3	Stabilitetsprofil X, KS-peler
126531-07-RIG-TEG-17-XI.1	Stabilitetsprofil XI, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-XII.1	Stabilitetsprofil XII, dagens situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-XII.2	Stabilitetsprofil XII, ny situasjon
126531-07-RIG-TEG-17-XII.3	Stabilitetsprofil XII, KS-peler

Vedlegg

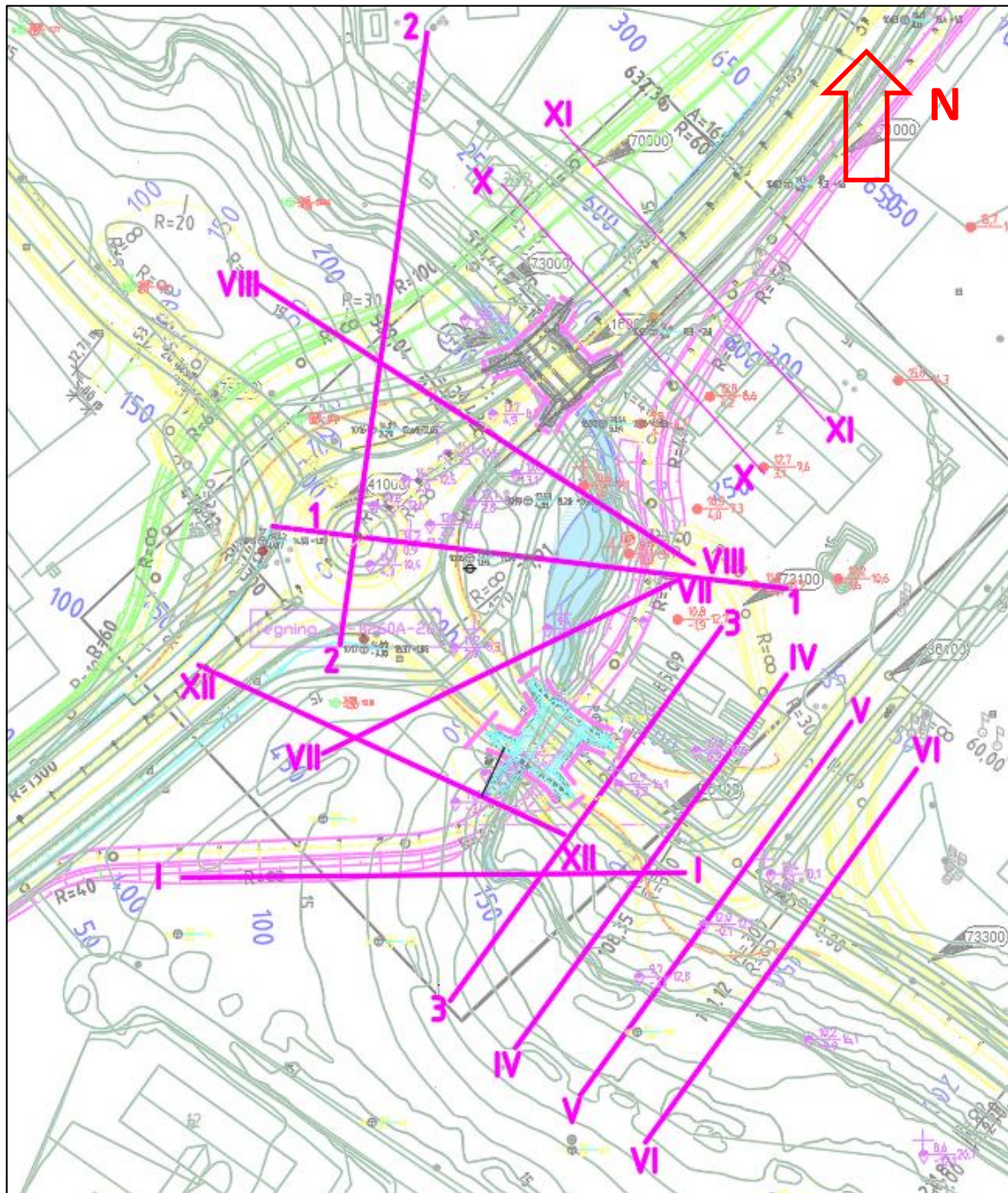
1. Kalksement-peleplan
2. Skumglass-plan

1 Innledning, forutsetninger og grunnforhold

Dette notatet sammenstiller parameterstudie og stabilitetsberegninger for området fra rett nordøst for planlagte Råbekken kulvert, K10, til rett øst for planlagte rundkjøring i krysset Dikeveien/Evjeebekkveien. Området er vist på Figur 1-1. Det er utført beregninger både for dagens situasjon og med det planlagte nye terrenget. Nødvendige tiltak for å forbedre stabiliteten er beskrevet og regnet på.



Figur 1-1: Området som er vurdert. Kulvertene K10 og K11 og Dikeveien/Evjeebekkveien rundkjøring skal bygges i forbindelse med det nye veganlegget.



Figur 1-2: Beregningsprofiler.

Figur 1-2 viser beregningsprofilene. Som beskrevet i premissnotat for geoteknikk, 126531-RIG-NOT-002_rev05 [1], er geoteknisk kategori 3 og konsekvensklasse 3 valgt for hele prosjektet.

Det legges til grunn kvikkleire/sprøbruddsleire for hele området for vurderingene, selv om det lokalt ved K11 ikke er funnet slike masser. Kvikkleire/sprøbruddsleire gir sprøtt, kontraktant brudd. Statens Vegvesen Håndbok N200 [2] gir krav til partialfaktor (sikkerhetsfaktor) basert på

konsekvensklasse og bruddmekanisme, oppsummert i Figur 1-3. Altså kreves partialfaktor 1,6 for stabilitetsberegningene.

Tabell 205.1 Partialfaktorer for $\gamma_{M, \varphi}$ og $\gamma_{M, c}$ ved effektivspenningsanalyser			
Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Tabell 205.2 Partialfaktorer for $\gamma_{M, cu}$ ved totalspenningsanalyser			
Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,4*	1,4*	1,4
CC2 Alvorlig	1,4*	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

* Eurokode 7 krever at $\gamma_{M, cu} \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyser

Figur 1-3: Krav til partialfaktorer gitt i SVV HB N200.

Grunnforholdene i området er beskrevet i datarapport 126531-07-RIG-RAP-001_rev01 [5].

I området består toppmassene av fyllmasser og tørrskorpe. Det er fylt opp ekstra inntil kulvertene, der hvor det gamle bekkeløpet er fylt igjen.

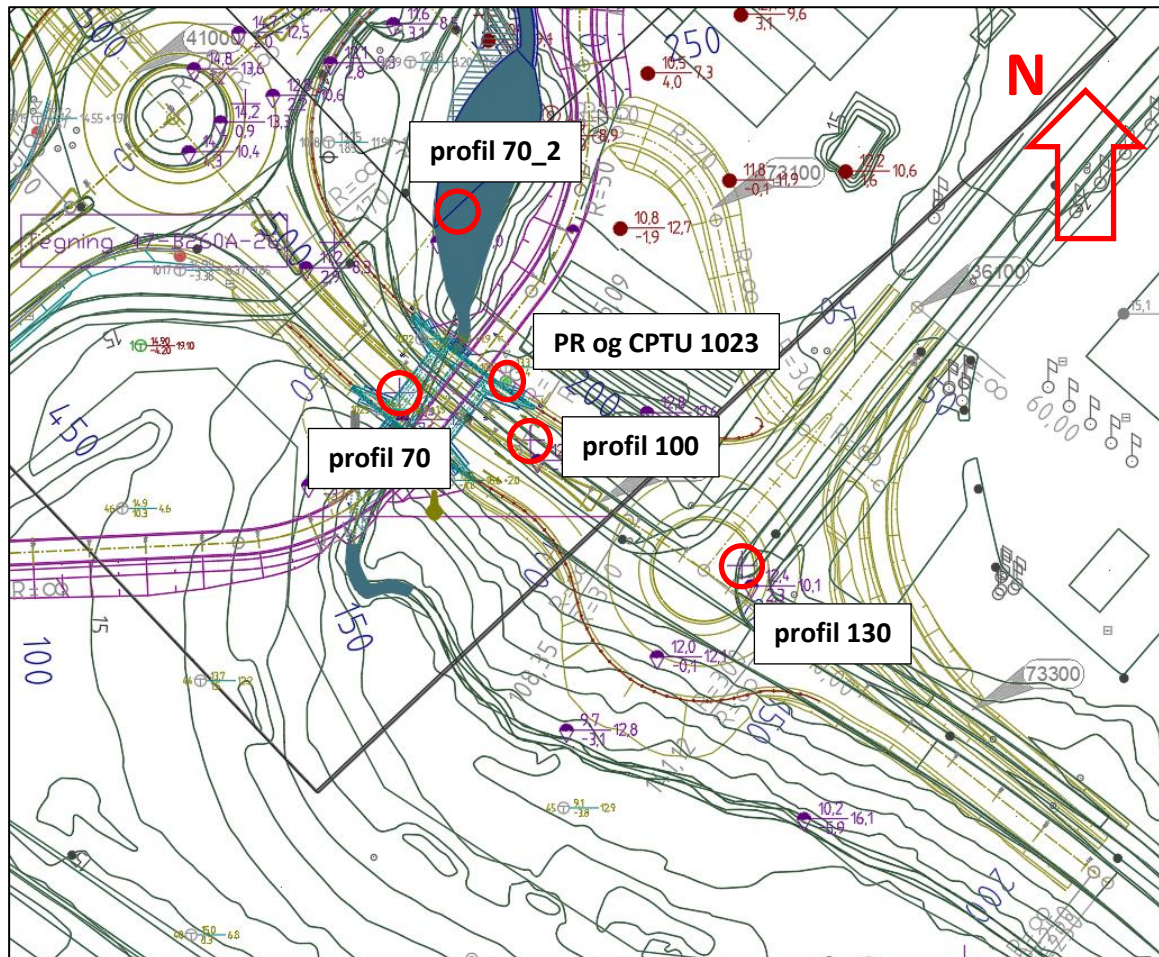
Under topplaget er det middels fast leire, til dels bløt. Ved kulvert K10 er det sprøbruddsleire, ved Råbekken rundkjøring er det kvikkleire og ved kulvert K11 er det ikke sprøbruddsleire eller kvikkleire.

I området ligger berget omtrent på kote -5 til kote +5. Det er størst dybde til berg der hvor kulvert K11 skal etableres og delvis mot Råbekken rundkjøring. Det er minst dybde til berg der hvor kulvert K10 skal etableres.

2 Parameterstudie

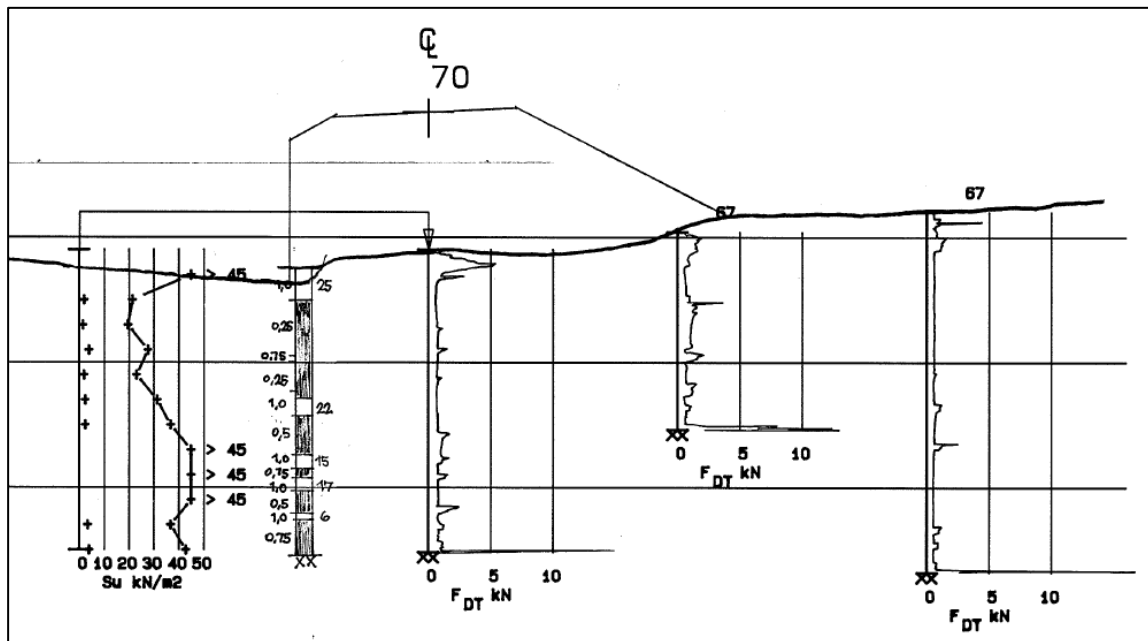
Det er gjort parameterstudie basert på data fra prøveserier (PR), CPTU-sonderinger og vingeboringer. Prøveserie v/1001, 1015, 1017 og 1023 er vist på tegninger vedlagt denne rapporten.

2.1 Dikeveien/Evjeebekkveien rundkjøring og kulvert K11

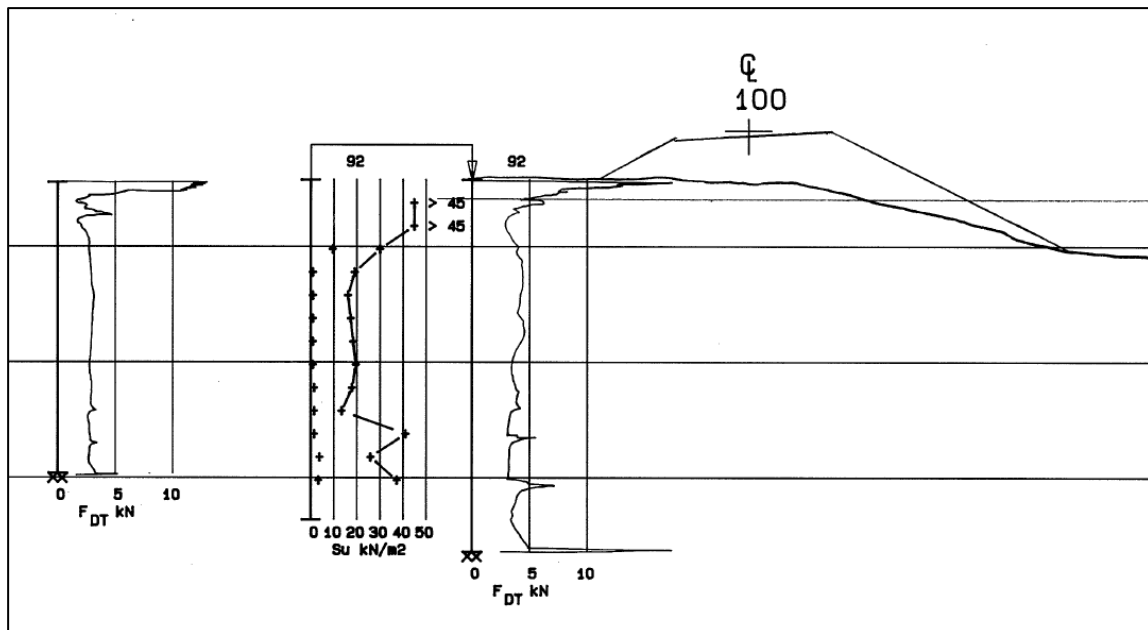


Figur 2-1: Beliggenhet av PR og CPTU 1023 og nærliggende vingeboringer. Det settes opp et felles design styrkeprofil for dette området.

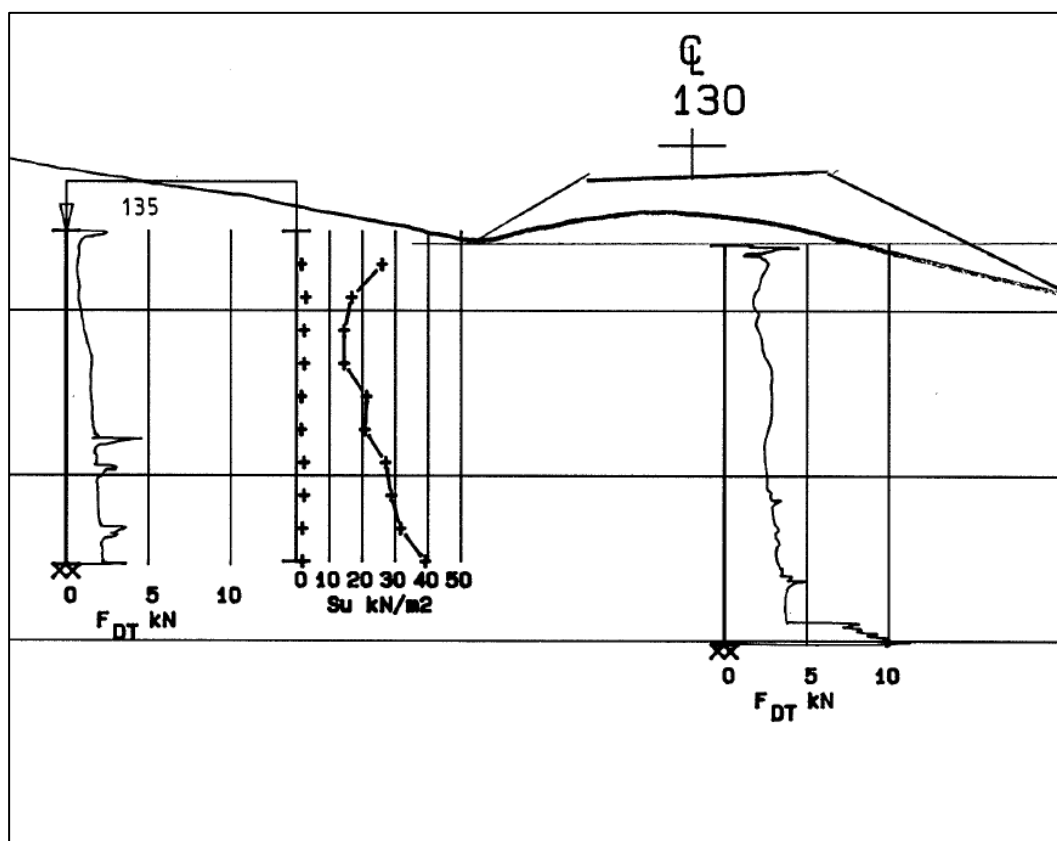
For området fra kulvert K11 og ned til Dikeveien/Evjeebekkveien rundkjøring er det gjort en sammenstilling av styrkeverdier for bruk i stabilitetsberegningene. Figur 2-1 viser beliggenheten til CPTUen og vingeboringene som er benyttet. De aktuelle vingeboringene er hentet fra Vegdirektoratets rapport B-260, nr. 3, datert 07.01.1987 [3], og er vist på Figur 2-2, Figur 2-3 og Figur 2-4. Figur 2-5 viser sammenstillingen og design styrkeverdi. Denne design styrkeverdien er benyttet for profilene 3, IV, V og VI, vist på Figur 1-2.



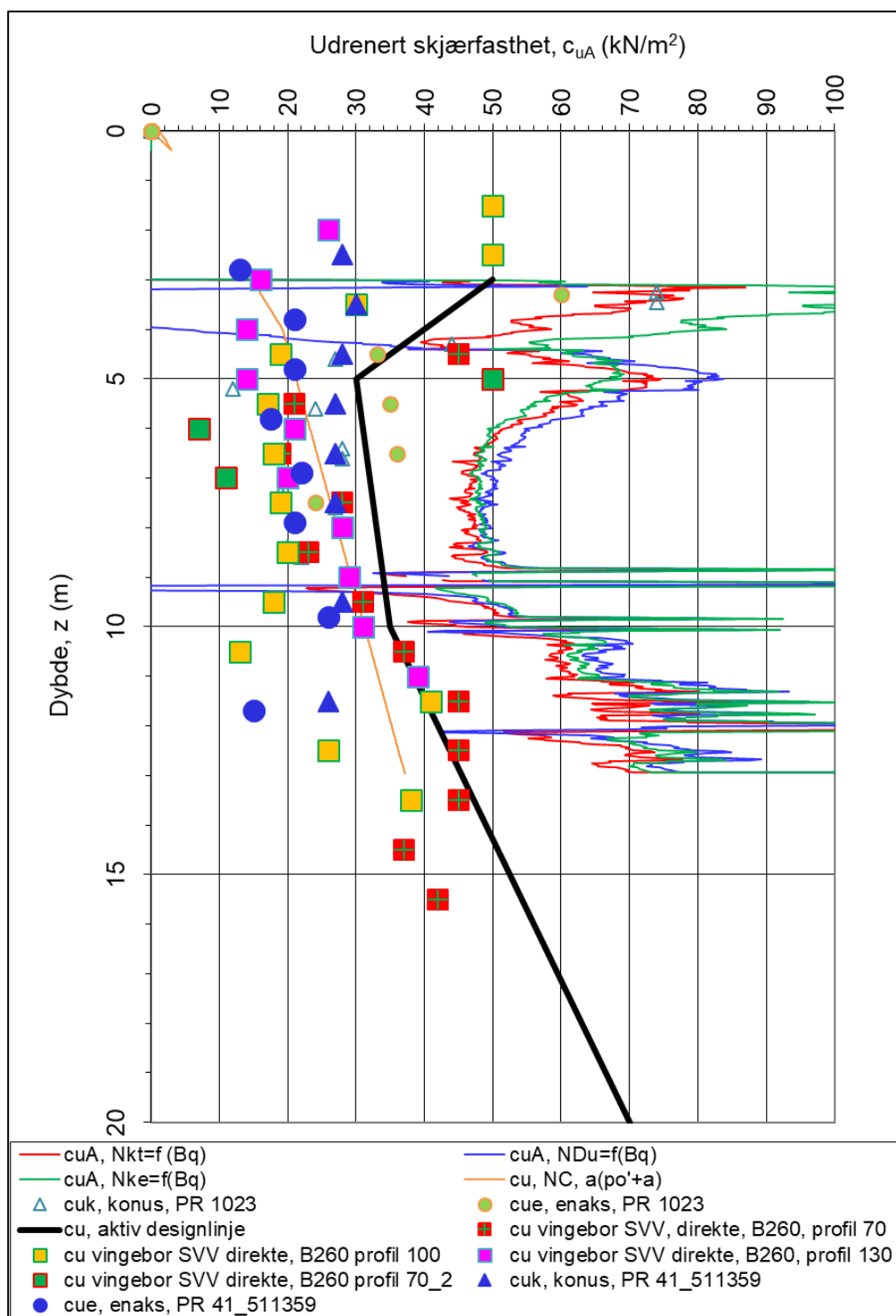
Figur 2-2: Vinge boring og sonderinger fra Statens Vegvesen [3].



Figur 2-3: Vinge boring og sonderinger fra Statens Vegvesen [3].



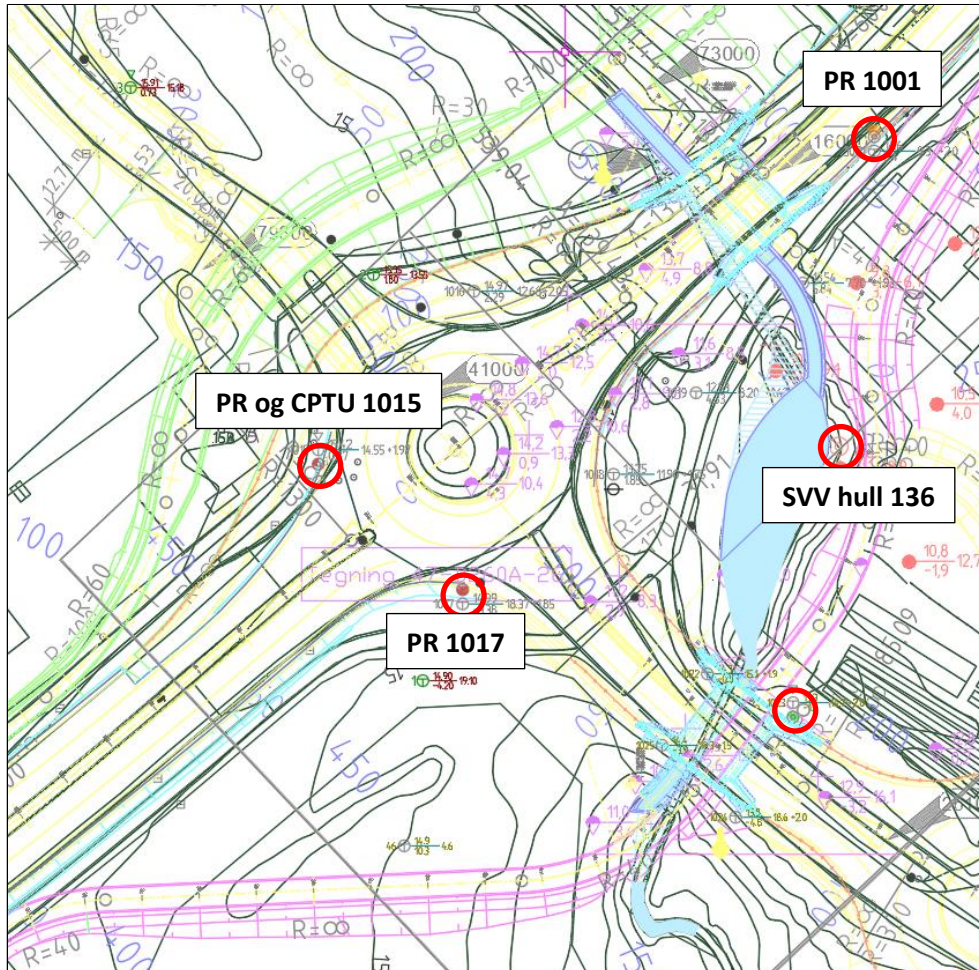
Figur 2-4: Vinge boring og sonderinger fra Statens Vegvesen [3].



Figur 2-5: Sammenstilling av styrkeverdier med aktiv designlinje, for CPTU 1023 og nærliggende område.

2.2 Råbekken rundkjøring og K10

For området ved Råbekken rundkjøring og Råbekken kulvert K10 er det gjort en sammenstilling av styrkeverdier for bruk i stabilitetsberegningene. Figur 2-6 viser beliggenheten til aktuelle CPTU og prøveserier. De ulike profilene i dette området har noe ulik design styrkeprofil. Design styrkeprofil er basert på CPTU 1015 og nærmeste prøveserie for hvert enkelt profil.

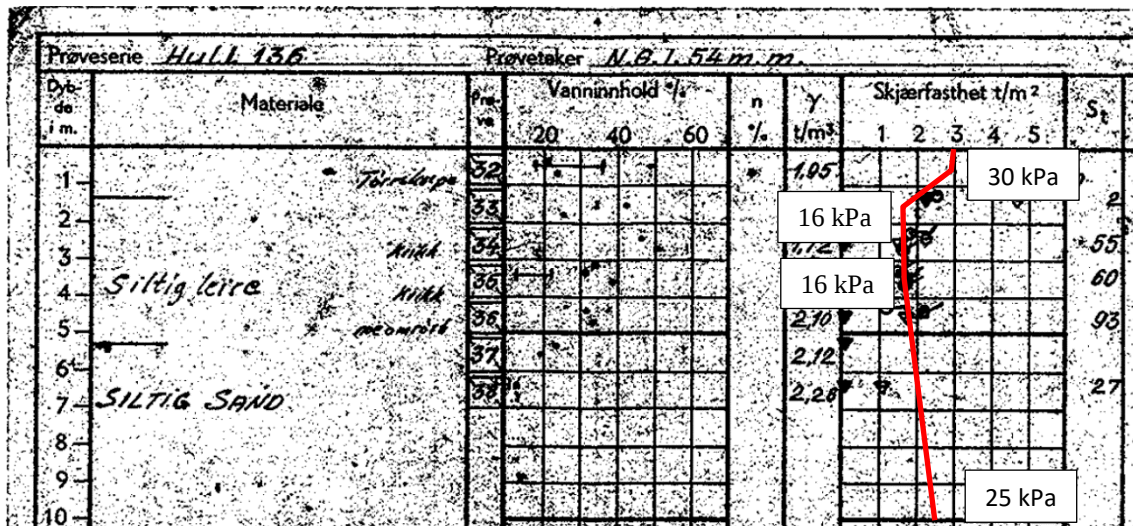


Figur 2-6: Beliggenhet av PR og CPTU v/1015 og v/1023 og PR v/1001, 1017 og SVV hull 136.

Under følger styrkeprofilene for de ulike profilene i området ved Råbekken rundkjøring og kulvert K10.

2.2.2 Profil 1

For dette profilet er det ulike design styrkeprofil vest for dammen (fordrøyningsbassenget) og øst for dammen (se Figur 1-2). Styrkeprofilet vest for dammen er basert CPTU 1015, PR 1015 og PR 1017 og er vist i kapittel 2.2.1, og øst for dammen er styrken basert på en gammel prøveserie fra Statens Vegvesen [4].

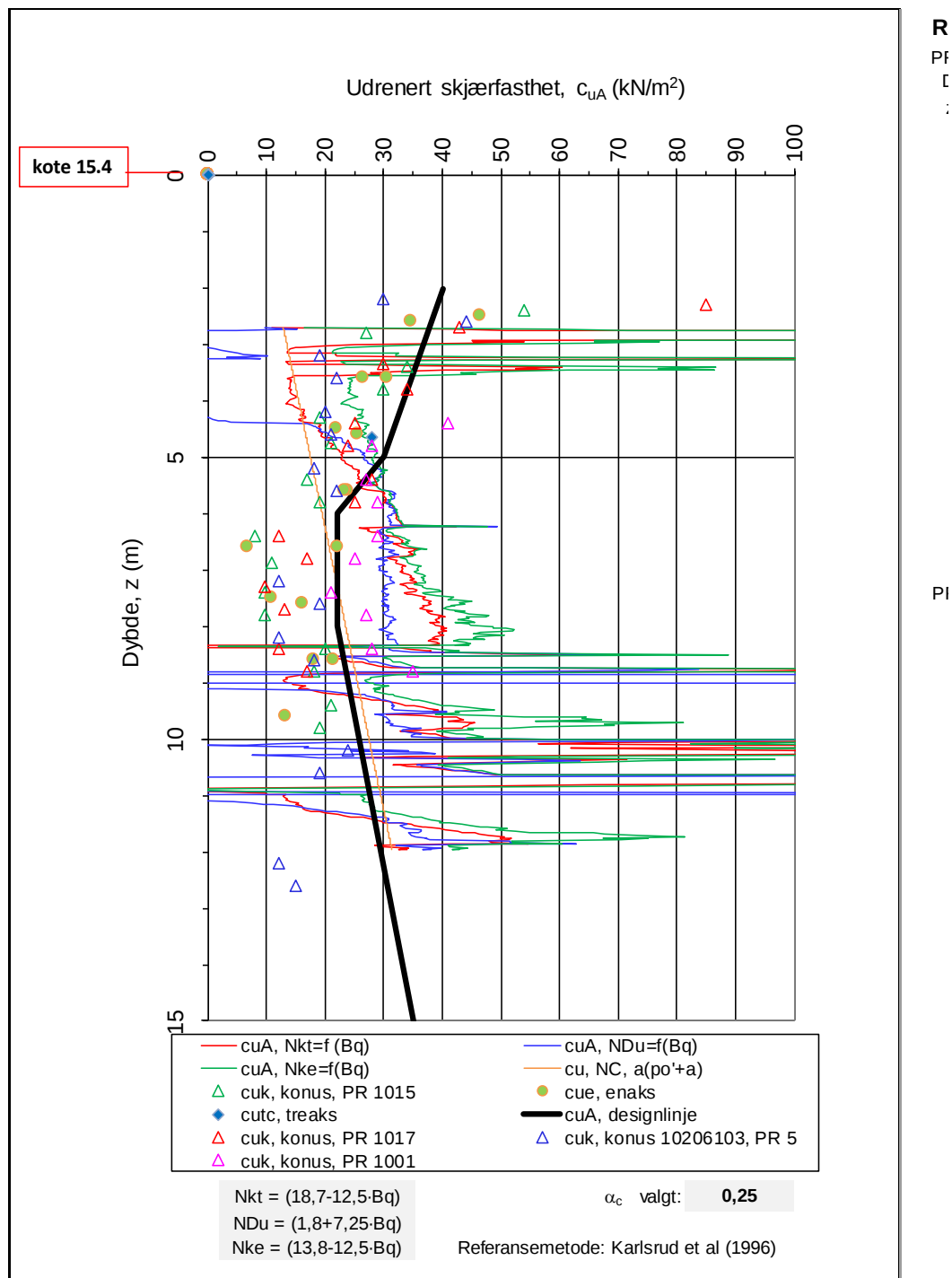


Figur 2-8: Direkte design styrkeprofil for profil 1 øst for dammen.

Flomvannstand (200-årsflom med klimapåslag) for fordrøyningsbassenget øst for Råbekken rundkjøring er kote 10,7. Ved stabilitetsberegninger er det antatt tomt fordrøyningsbasseng, siden dette ikke gir noe mothold fra vannet, og dermed lavest sikkerhetsfaktor. Det må imidlertid tas hensyn til om det kan bli oppdrift av lette fyllmasser ved en flomsituasjon.

2.2.3 Profil VIII

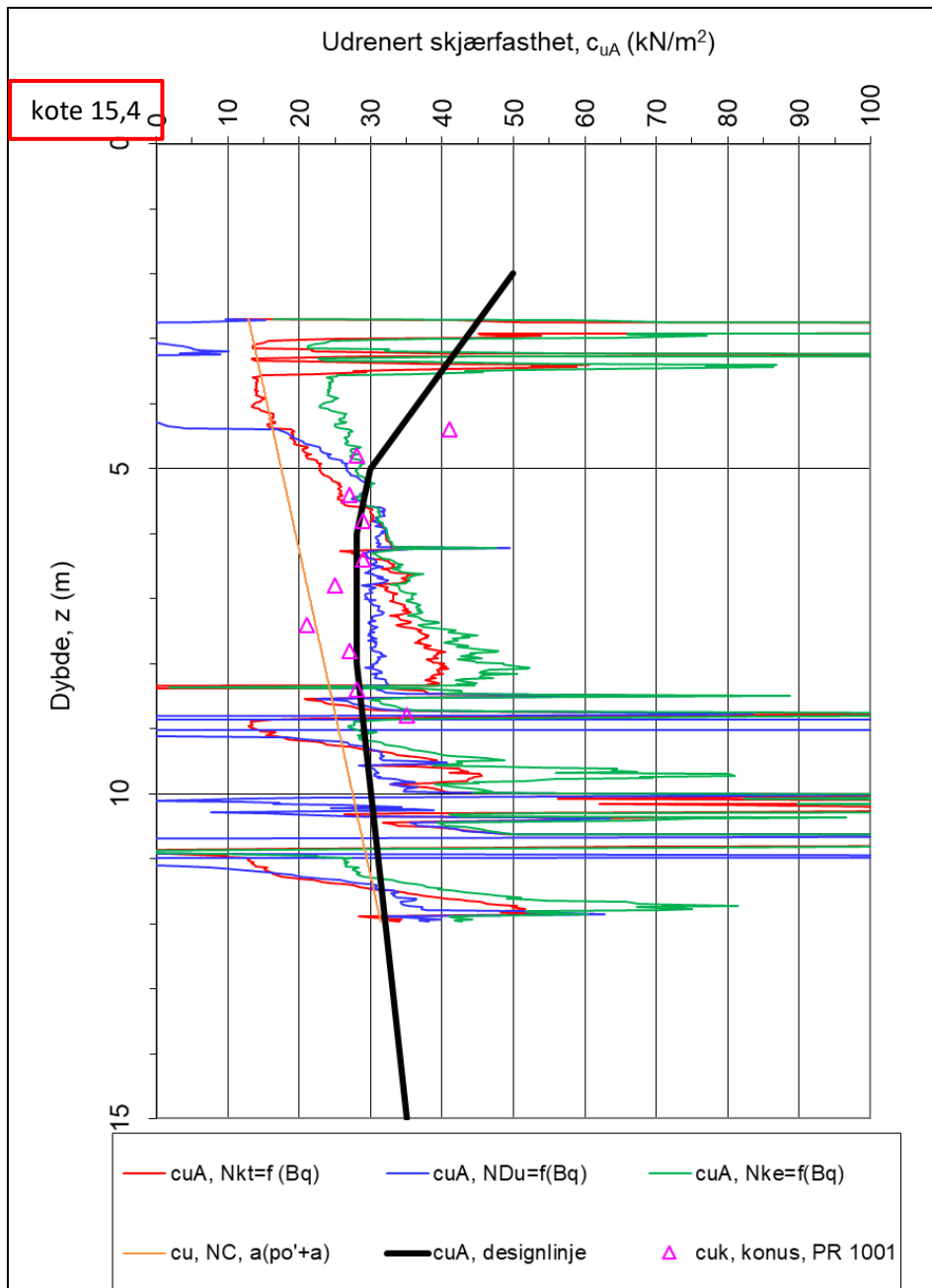
Dette profilet er noe nærmere PR v/1001, og derfor er styrkeverdier fra denne prøveserien mer hensyntatt enn i profilene beskrevet i kapittel 2.2.1.



Figur 2-9: Design styrkeprofil for profil VIII

2.2.4 Profil X og XI

For dette design styrkeprofil er det hovedsakelig tatt hensyn til styrkeverdier fra PR v/1001.



Figur 2-10: Design styrkeprofil for profil X og XI

2.3 Anisotropifaktorer

Prøveserie v/1015 og prøveserie v/ 1023 viser plastisitetsindeks I_p på ca. 20 %. NIFS rapport 14/2014 [6], angir formel for utregning av anisotropifaktorer basert på I_p :

I_p	c_{uD}/c_{uC}	c_{uE}/c_{uC}
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p > 10 \%$	$0,63 + 0,00425 * (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 * (I_p - 10)$

For $I_p = 20 \%$ blir anisotropifaktorene for direkte og passiv henholdsvis $A_d = 0,67$ og $A_p = 0,39$.

3 Stabilitetsvurderinger

Terrengprofilene er hentet fra 3D-modellen (Novapoint DCM). Det er så beregnet stabilitet ved hjelp av GeoSuite Stability versjon 16.1.3.0, med Beast 2003. Beast er en beregningsmetode basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

For alle profiler er styrken i leira bestemt ut fra koter, sånn at leira i bunn av skråningen har høyere styrke enn leira i topp av skråningen.

Tegningene 126531-07-RIG-TEG-17.I.1 tom. 126531-07-RIG-TEG-17-XII.3 viser terrengprofiler med lagdeling og resultatet av stabilitetsberegningene i GeoSuite Stability for dagens situasjon og ny veigeometri, om nødvendig med tiltak.

Tabell 1 oppsummerer resultatet av stabilitetsberegningene, og nødvendige tiltak. Etterfølgende underkapitler beskriver stabiliteten og nødvendige tiltak for de ulike profilene.

Tabell 1: Oppsummering av sikkerhetsfaktorer for profilene.

Profil	Sikkerhetsfaktor for dagens situasjon	Sikkerhetsfaktor for ny geometri uten tiltak	Sikkerhetsfaktor med tiltak	Nødvendig tiltak
I (romertall)	1,36	1,36	2,0*	KS-peler
1, vest for fordrøyningsbasseng	1,27	<1,0 for stabilitet mot rundkjøring	1,93	KS-peler
1, øst for fordrøyningsbasseng	-	1,44	1,66	Lette fyllmasser (skumglass)
2	1,67	1,6		Ingen
3	1,19	1,42	1,88	KS-peler
IV	1,53	1,82	-	Ingen
V	1,45	1,46	1,76	Lette fyllmasser (skumglass)
VI	1,48	1,45	1,61	Lette fyllmasser (skumglass)
VII	1,00	<1,0	1,77	KS-peler
VIII	1,12	<1,0	1,82	KS-peler
X	2,76	1,51	4,95	KS-peler
XI	Tilnærmet flatt, god sikkerhet	1,84		Ingen
XII	1,49	1,34	1,55*	Ingen

*Det er for disse profilene tatt hensyn til effekt av sidekrefter og KS-peler like utenfor profilet, som vil øke sikkerhetsfaktoren til $F > 1,6$. Dette er nærmere beskrevet for de aktuelle profilene på de nedenstående sidene.

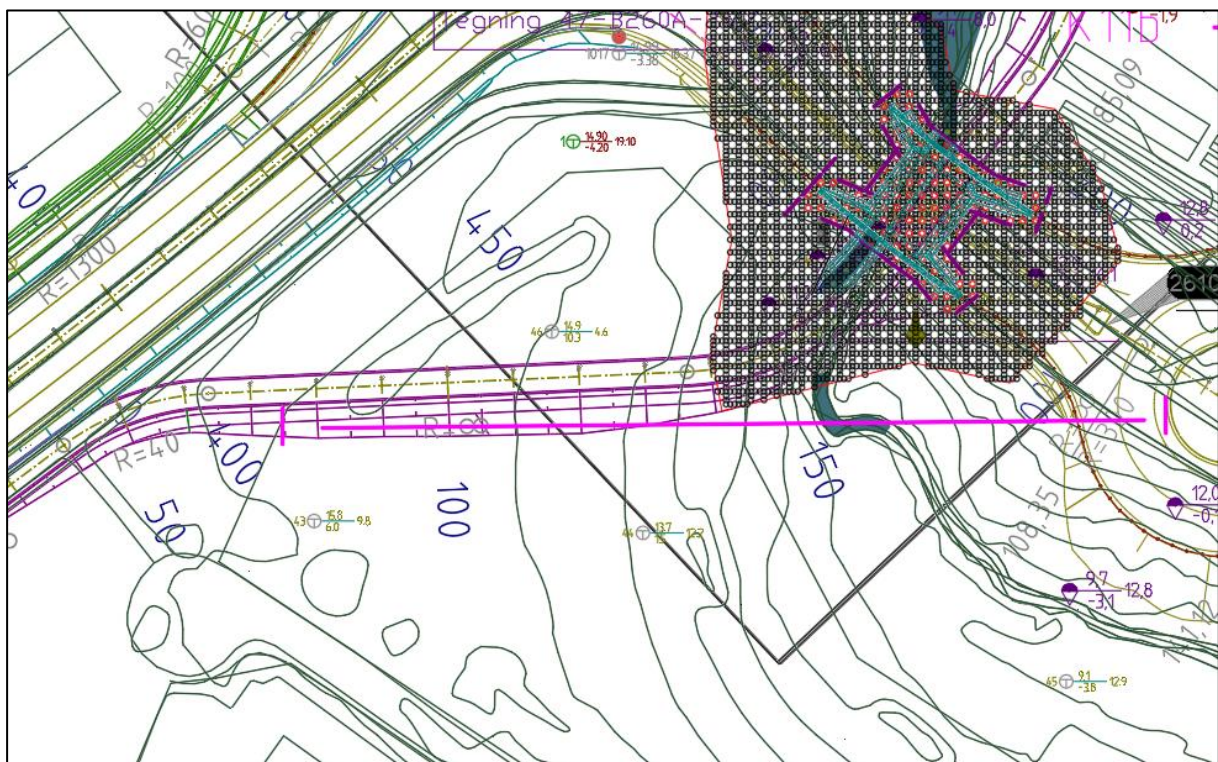
3.1 Profil I

Geometrien for dette profilet er tilnærmet uendret fra dagens situasjon til ny situasjon. Sikkerhetsfaktoren er for lav.

Med KS-peler i bunnen av profilet vil stabiliteten bli forbedret. Profilet går rett utenfor området som skal kalk-stabiliseres, se Figur 3-1. Det er regnet på stabiliteten med kalksement-peler (KS-peler), og det er deretter tatt gjennomsnittet av sikkerhetsfaktoren med og uten KS-peler.

$$F = \frac{1,36 + 2,70}{2} = 2,0$$

Sikkerhetsfaktoren blir tilstrekkelig med KS-peler.



Figur 3-1: Profil I i forhold til område med KS-peler.

3.2 Profil 1

For dette profilet er det gjort vurderinger av stabiliteten for østsiden og vestsiden av fordrøyningsbassenget som er planlagt øst for rundkjøringa. For den nye situasjonen blir det dypere utgraving enn i dag, og utgravingen kommer nærmere rundkjøringa enn der hvor dagens bekkeløp går. Bunnen av fordrøyningsbassenget blir på kote 7,5.

Vest for fordrøyningsbassenget blir det svært lav sikkerhetsfaktor uten tiltak ($F < 1,0$). KS-peler velges som tiltak her, siden dette er det mest effektive for å få opp stabiliteten, og fordi det skal installeres KS-peler i området rundt kulverten.

Øst for fordrøyningsbassenget er sikkerhetsfaktoren litt for lav uten tiltak. Tiltak for å få tilstrekkelig sikkerhet her er bruk av skumglass under G/S-vegen, ned til kote 9,8.

3.3 Profil 2

Dette profilet er tilnærmet uendret fra dagens situasjon til ny situasjon. Forskjellen er at trafikklasten kommer noe nærmere toppen av skråningen i ny situasjon. Sikkerhetsfaktoren er tilfredsstillende for ny situasjon, ingen tiltak er nødvendig.

3.4 Profil 3

For dette profilet blir det noe avlastning fra dagens situasjon. Profilet kommer innenfor sonen med KS-peler for kulvert K11, hvilket gir god stabilitet for dette profilet.

3.5 Profil IV

For dette profilet blir det avlastning fra dagens situasjon, og det er tilfredsstillende sikkerhet uten ytterligere tiltak.

3.6 Profil V

Ny geometri innebærer at veifyllinga vil bygges delvis ut i skråningen, og dermed gjøre skråningen brattere. Sikkerheten er for lav. Nødvendig tiltak her er å bruke lette masser, skumglass, i veioverbygningen, ned til kote 11,5.

3.7 Profil VI

Dette profilet er tilnærmet uendret fra dagens situasjon til ny situasjon. Stabiliteten er for dårlig i begge tilfeller.

Nødvendig tiltak her er å bruke lette masser, skumglass, i veioverbygningen, ned til kote 12,0.

3.8 Profil VII

Ny geometri innebærer dypere utgraving og brattere skråning ned mot fordrøyningsbassenget. Stabiliteten er for dårlig i begge tilfeller.

Kalk-sement-stabilisering gir tilstrekkelig sikkerhet.

3.9 Profil VIII

Ny geometri innebærer dypere utgraving og brattere skråning ned mot fordrøyningsbassenget. Stabiliteten er for dårlig i begge tilfeller.

Kalk-sement-stabilisering gir tilstrekkelig sikkerhet.

3.10 Profil X

Ny geometri innebærer utgraving for G/S-veg på begge sider av hovedvegen, og dermed større høydeforskjell.

Profilet kommer innenfor sonen med KS-peler for kulvert K10, hvilket gir god stabilitet for dette profilet.

3.11 Profil XI

Ny geometri innebærer utgraving for G/S-veg på begge sider av hovedvegen, og dermed større høydeforskjell.

Høydeforskjellen blir likevel så liten at sikkerheten er tilfredsstillende for dette profilet uten tiltak.

3.12 Profil XII

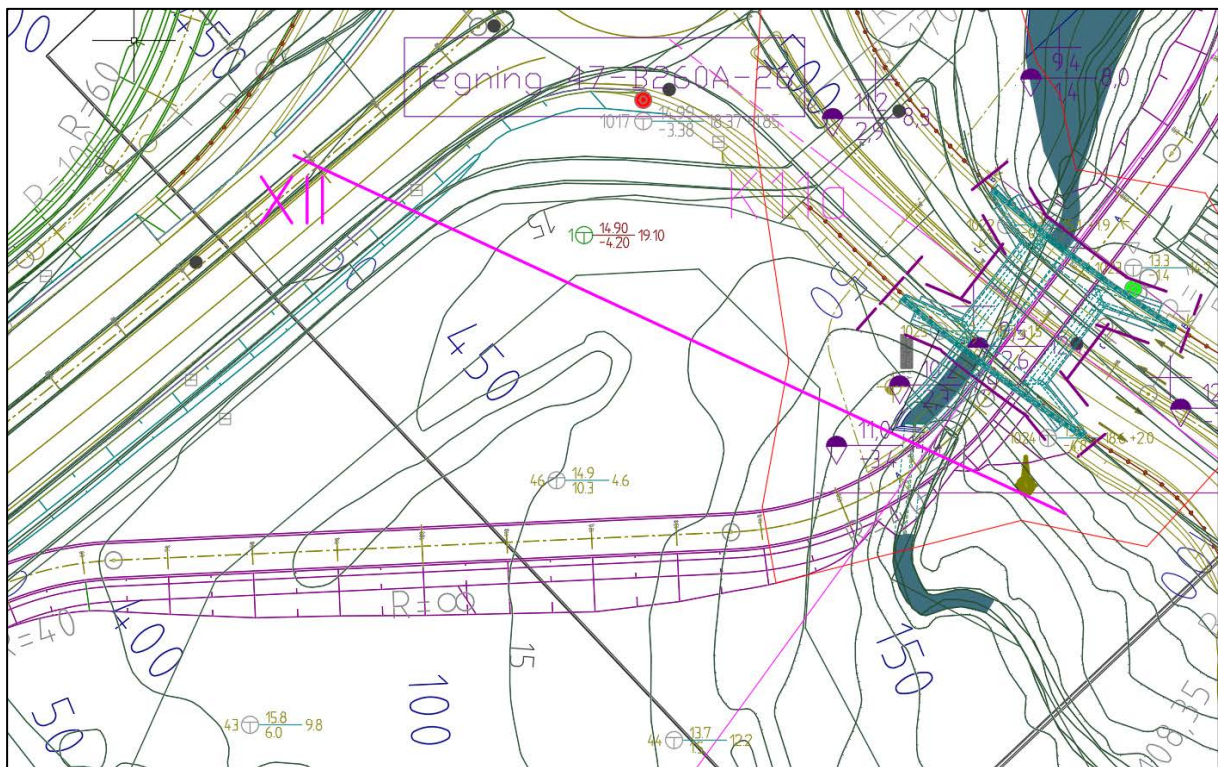
Ny geometri innebærer at skråningen ned mot bekken blir noe brattere. Stabiliteten er for dårlig både i dagens og i ny situasjon.

Forsterking av grunnen med KS-peler i bunnen av profilet gir sikkerhetsfaktor $F=1,55$ og en dyp glideflate.

Basert på at det er tilnærmet flatt for et tenkt profil parallelt med profil XII ca. 20 m nord lenger nord, der Evjebekkveien går, og at glideflaten for profil XII går så dypt, konkluderes det med at det kan tas hensyn til sideeffekter/3D-effekter, og at dette vil øke sikkerhetsfaktoren for profil XII.

Totalsonderinger syd for profil XII viser mindre fjelldybder enn det som er lagt til grunn i stabilitetsberegningen, dette vil tvinge glideflaten til å gå grunnere, og kan potensielt gi høyere sikkerhetsfaktor. Se Figur 3-2.

Basert på det ovenstående konkluderes det med at $F>1,6$ for profil XII, og sikkerheten er tilstrekkelig med KS-peler i bunn av profilet.



Figur 3-2: Utsnitt av borplanen med profil XII.

4 Poretrykksoppbygging ved installering av KS-peler

I enkelte profiler der hvor det skal installeres KS-peler er stabiliteten svært lav i dagens situasjon. Det er her viktig med god kontroll av poretrykket under installeringen av KS-peler. I de mest kritiske områdene skal KS-pelene installeres med noe opprom, for å minke poretrykksoppbyggingen. Avlasting fra dagens terreng før installering av KS-peler vil imidlertid hjelpe noe på stabiliteten. Det er viktig med god planlegging og kontroll av dette.

Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS. Notat 126531-RIG-NOT-002_rev05. Premissnotat geoteknikk. Fv. 109 – Råbekken - Alvim. 28.02.2019.
- [2] Statens Vegvesen. (2018). Vegbygging, Normal. Håndbok N200.
- [3] Vegdirektoratet. Veglaboratoriet. Oppdrag B-260A, rapport nr. 3. Ny veg langs Råbekken. Orienterende grunnundersøkelser. 07.01.1987.
- [4] Statens Vegvesen, Veglaboratoriet. Rapport B180-1. Rv. 109 Rolvsøysund – Råbekken. Foreløpig redegjørelse om grunnforholdene. 22.01.1973.
- [5] Multiconsult Norge AS. Rapport 126531-07-RIG-RAP-001_rev01. Datarapport grunnundersøkelser. Fv. 109 – Byggeplan Fredrikstad, Del: Råbekken-Rolvsøysund. 06.09.2019.
- [6] NVE, Jernbaneverket, Statens Vegvesen. NIFS rapport 14/2014. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.
- [7] Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. (2014). Håndbok V220. Geoteknikk i vegbygging.

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	TØRRSKORPELEIRE blandet med sand	K									2,5						
	TØRRSKORPELEIRE, siltig, sandig										2,7						
	LEIRE, tørrskorpeaktig sandig m/gruskorn i øvre del	T							1,96	43	3,5						225 190 215
	LEIRE, siltig								1,83	52	1,6						5 11
	LEIRE, siltig m/enk. gruskorn spor av org. materiale, enkelte finsandlag								1,97	45							11 15
	LEIRE, siltig m/enkelte sand- og gruskorn. sandig nederst								2,02	40							12 13
	LEIRE, siltig m/enkelte sandkorn et 2 cm finsandlag nederst + et gruskorn	KØ							1,98	42							11 16
	LEIRE, siltig et par sandlag i nedre del								2,01	43							25 23
10																	
15																	
20																	

Symboler

○	Vanninnhold	Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)	ρ_s : 2.71 g/cm ³
▼	Omrørt konus	ρ = Densitet	T = Treaksialforsøk
▽	Uomrørt konus	S _t = Sensitivitet	Ø = Ødometerforsøk
—	Plastisitetsindeks, I _p		K = Korngradering
			Borhull: 1001

PRØVESERIE

1001

STATENS VEGVESEN REGION ØST

Dato:
2016-03-11

FV. 109 REGULERINGSPLAN RÅBEKKEN-HATTEVEIEN

Multiconsult

www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:
SIOR

Kontrollert:
GEO

Godkjent:
YH

Oppdragsnummer:
126531-9

Tegningsnr.:
1001-10

Rev nr.:
00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	LEIRE /SAND	blandet															
	LEIRE, siltig	noe forvitret									1,9						
	LEIRE, siltig enk. skjellrester, noe forvitret i øvre halvdel								1,84 1,82	53 53	1,6						5 4
	LEIRE, siltig		Ø						1,73 1,69	58 59		▼1,5 ▼1,4					23 21
	KVIKKLEIRE, siltig enk. gruskorn, spor av skjellrester		T						1,74	58		▼0,6 ▼0,5					32 42
	KVIKKLEIRE, siltig enk. sand- og gruskorn								1,76	56		▼0,2 ▼0,2					85 95
	KVIKKLEIRE, siltig enk. sandkorn og skjellrester								1,75	57		▼0,2 ▼0,1					41 110
	KVIKKLEIRE, siltig		Ø						1,81	54		▼0,1 ▼0,1					98 98
	KVIKKLEIRE, siltig med et par siltlag								2,02	42		▼0,1 ▼0,3					200 60
	KVIKKLEIRE, siltig sandig i midtre og nedre del								2,02 2,04	38 38		▼0,2 ▼0,2					105 95
10																	
15																	
20																	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus



Plastisitetsindeks, Ip



Uomrørt konus

ρ = Densitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

ρ_s : 2,68 g/cm³
Grunnvannstand: 0,7 m
Borrbok: 26807
Lab-bok: DLB

PRØVESERIE

Borhull:

PR v/1015

STATENS VEGVESEN REGION ØST

FV. 109 RÅBEKKEN - TORSBEKKDALEN

Dato:

2016-11-08

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

RHS

Kontrollert:

SIOR

Godkjent:

YH

Oppdragsnummer:

126531-9

Tegningsnr.:

1015-10

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	kt.	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)	
					10	20	30	40	50				10	20	30	40	50		
5	TØRRSKORPELEIRE, siltig											1,5							
	TØRRSKORPELEIRE, siltig											1,6							
	LEIRE Forvitret. Tendenser til tørrskorpe i toppen		K							1,84	52							85	4
	LEIRE									1,80	54	1,5							3
	LEIRE	Skjellrester	Ø																4
	LEIRE	Spor av skjellrester	T							1,73	57								6
	KVIKKLEIRE, siltig	Spor av skjellrester								1,74	58								16
	KVIKKLEIRE, siltig	Spor av skjellrester								1,76	57								27
	KVIKKLEIRE, siltig Spor av skjellrester. Et par gruskorn.									1,84	53								56
	KVIKKLEIRE, siltig									1,88	51								63
10																			120
																			170
15																			
20																			

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

ρ_s : 2,72 g/cm³
Grunnvannstand: 2,60 m
Borrbok: 26807
Lab-bok: DLB

Plastisitetsindeks, Ip



Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

PRØVESERIE

Borhull:

PR v/1017

STATENS VEGVESEN REGION ØST

Dato:

2016-11-08

FV. 109 RÅBEKKEN - TORSBEKKDALEN

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

RHS

Kontrollert:

SIOR

Godkjent:

YH

Oppdragsnummer:

126531-9

Tegningsnr.:

1017-10

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)										St (-)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	60	70	80	90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1	TØRRSKORPELEIRE, siltig antatt fyllmasse	kt. + 13,3				○						2,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksuell tøyning (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus

ρ = Densitet

S_t = Sensitivitet



Plastisitetsindeks, I_p



Uomrørt konus

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

ρ_s : 2,75 g/cm³
Grunnvannstand: m
Borrbok: Digital
Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

PR /v1023

STATENS VEGVESEN REGION ØST

FV. 109 RÅBEKKEN-ALVIM

Dato:

2018-12-10

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

CHPS

Kontrollert:

ANNM

Godkjent:

ESF

Oppdragsnummer:

126531-09

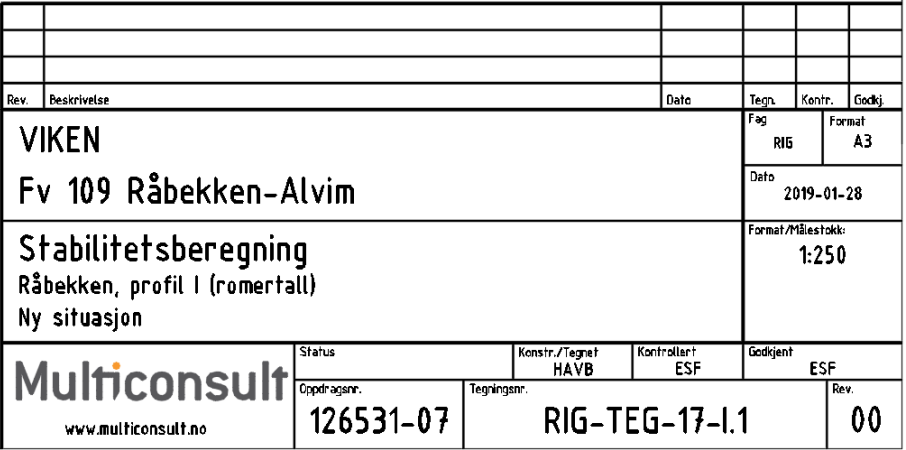
Tegningsnr.:

1023-10

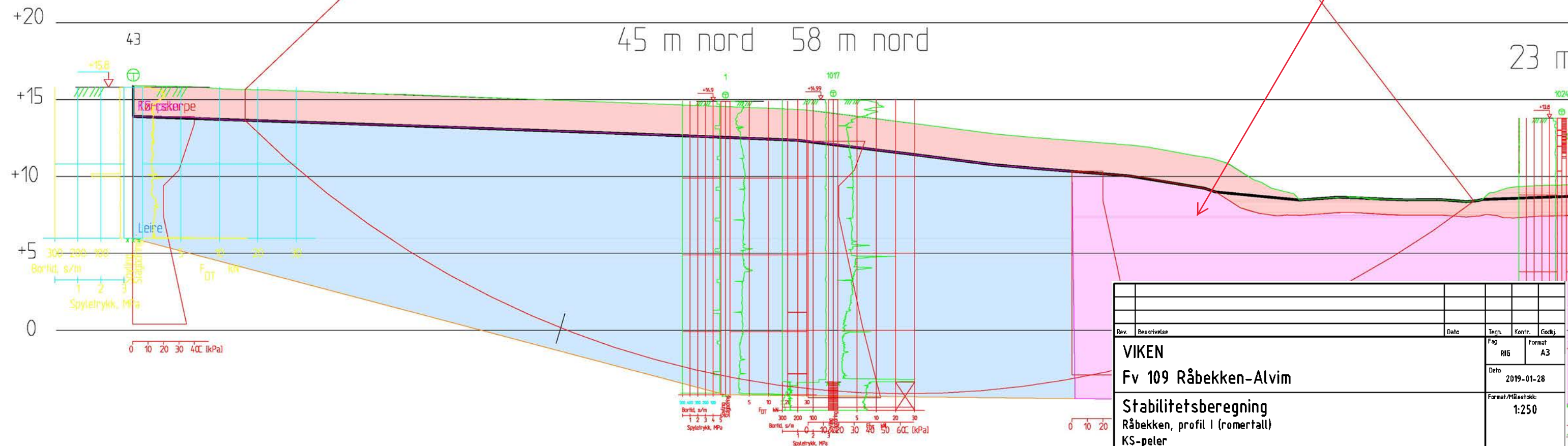
Rev. nr.:

00

A graph showing a red triangular pulse on a coordinate system. The horizontal axis is labeled with a checkmark (✓) and the vertical axis with an 'x'. The peak of the triangle is labeled $F_c=1.36$.



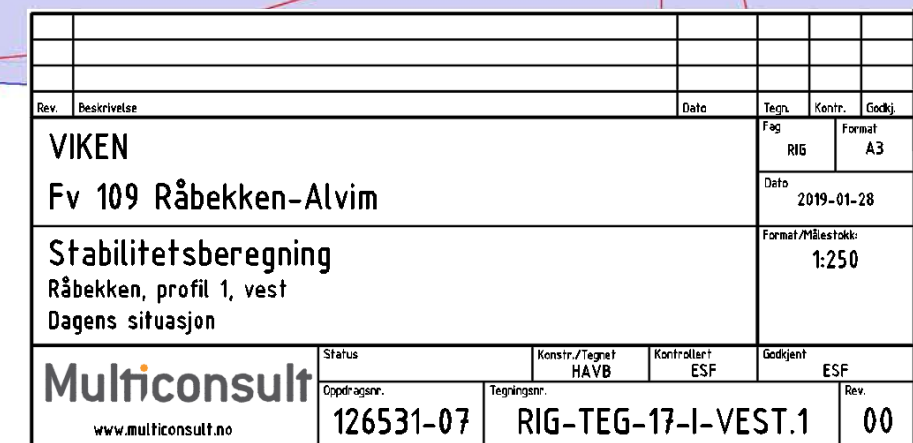
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	19.00	9.00	30.0	5.0				
KS-peler	19.00	9.00			70.0	1.00	1.00	1.00
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.39

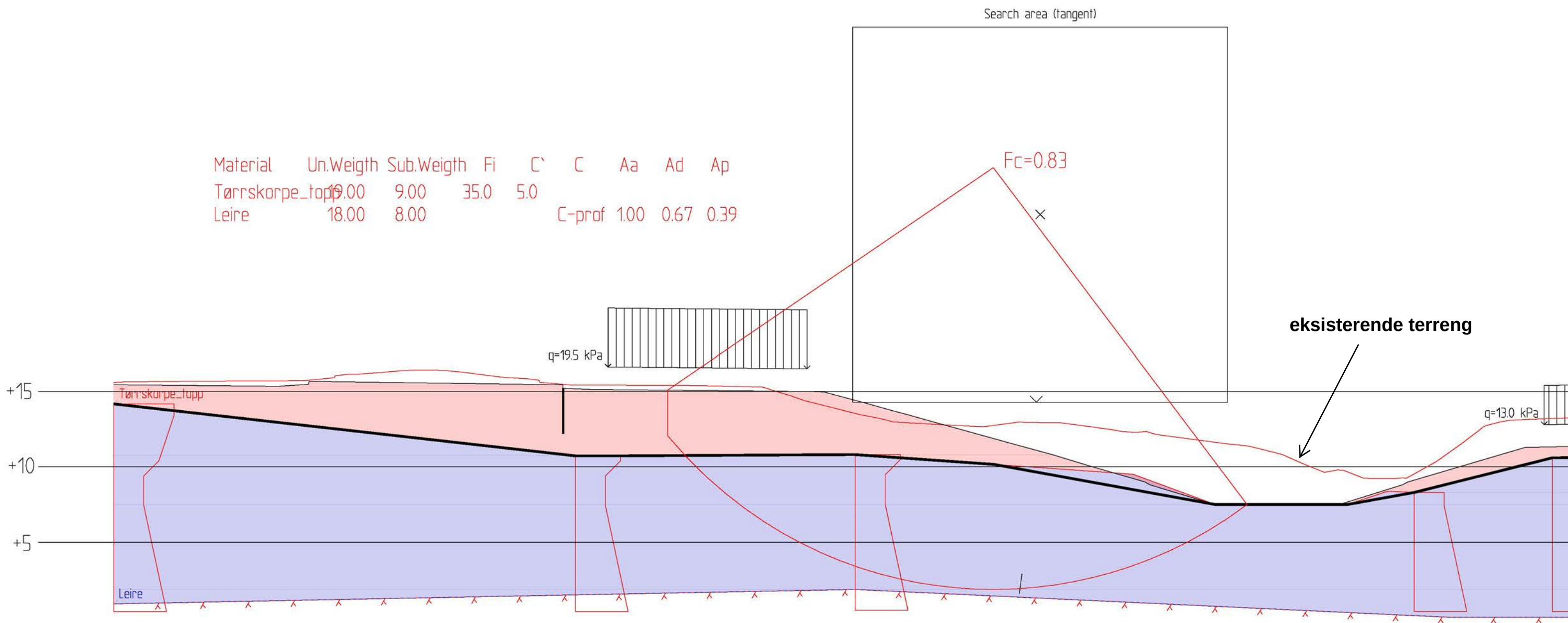


Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag RIG		Format A3
	Fv 109 Råbekken-Alvim		Dato	2019-01-28	
	Stabilitetsberegning		Format/Målestokk:	1:250	
	Råbekken, profil I (romertall)				
	KS-peler				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	HAVB	ESF	ESF
		Tegningnr.	RIG-TEG-17-I.2		Rev.
		126531-07			00



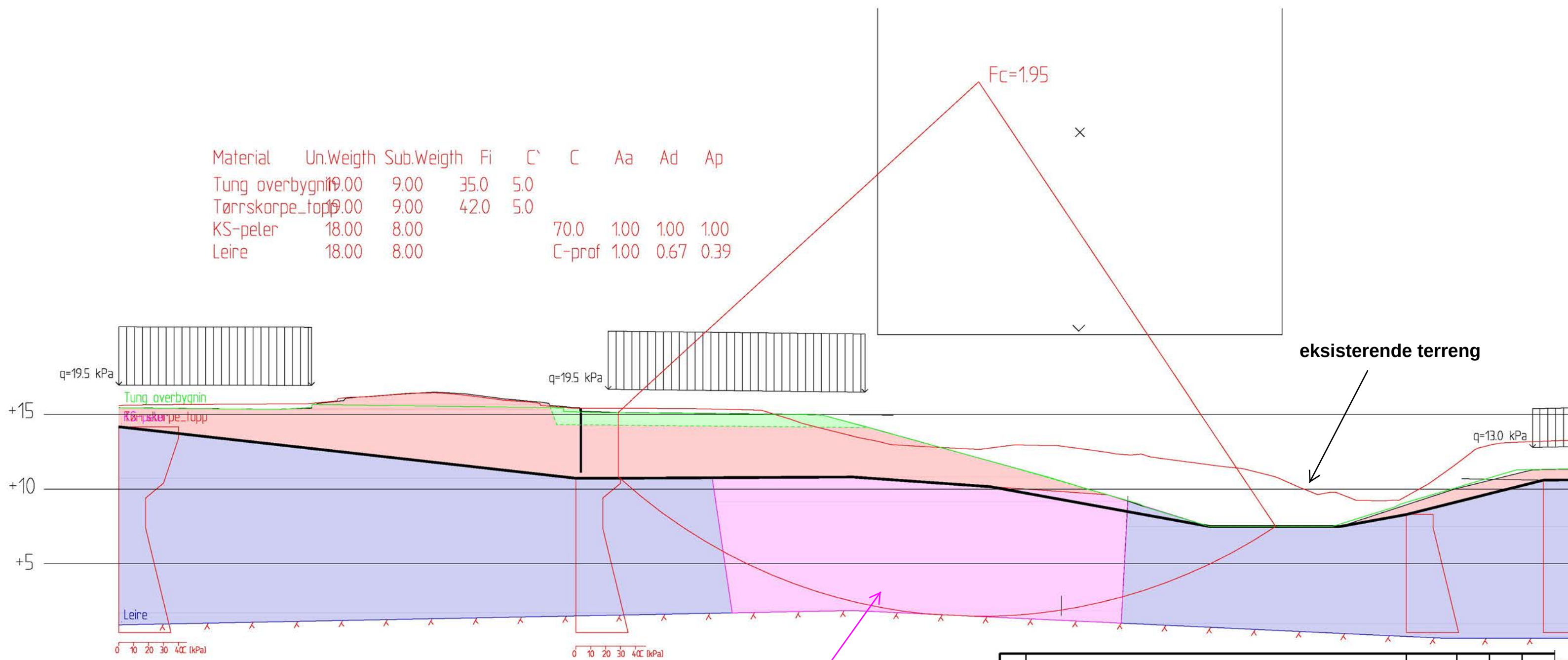
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Torrskorpe_top	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.39



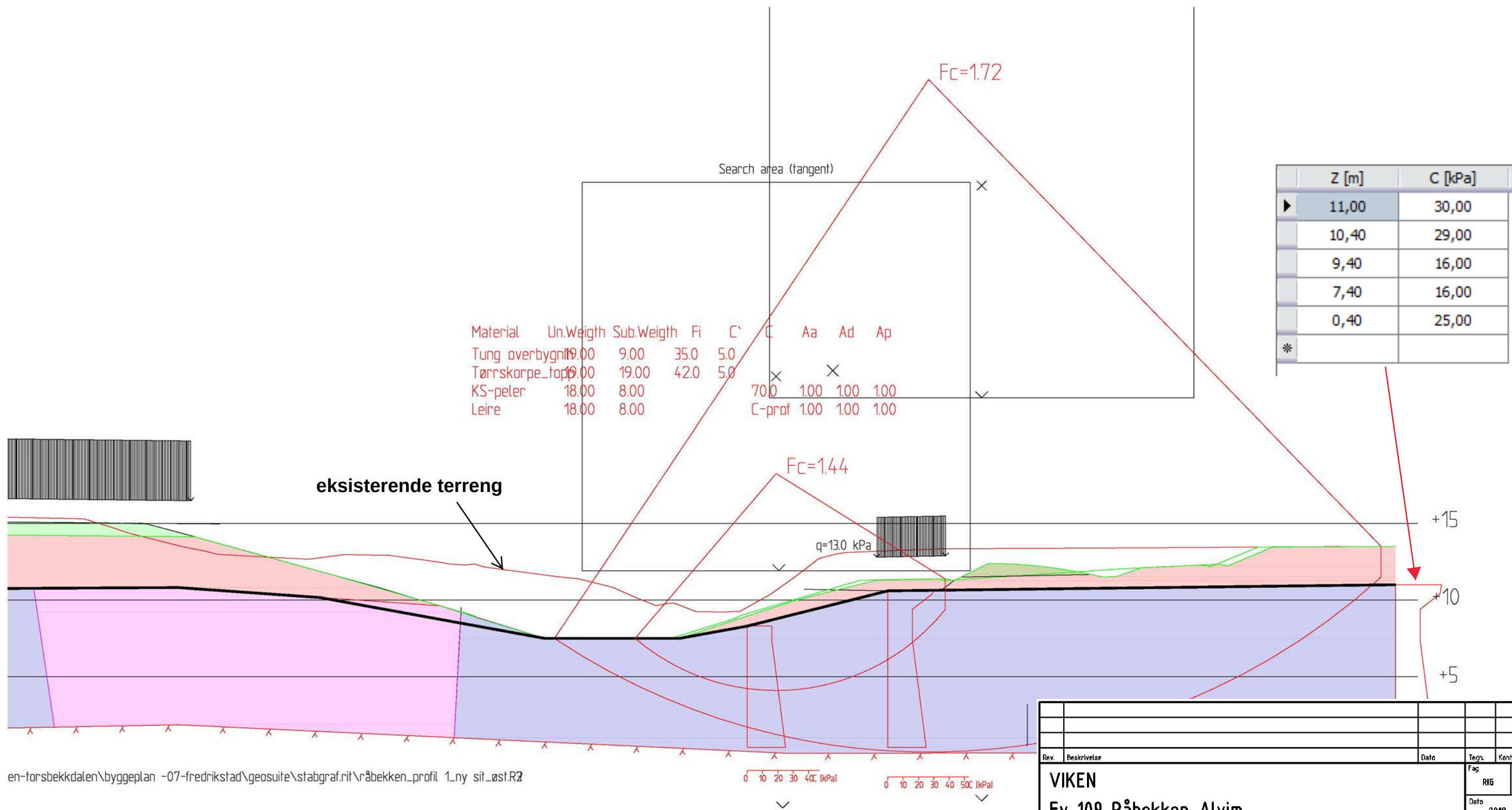


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag		Format
	Fv 109 Råbekken-Alvim		RIG		A3
			Dato		
			2019-01-28		
	Stabilitetsberegning		Format/Målestokk:		
	Råbekken, profil 1, vest		1:250		
	Ny situasjon				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		HAVB	ESF	ESF	ESF
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.		
126531-07		RIG-TEG-17-I-VEST.2	00		

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tung overbygning	9.00	9.00	35.0	5.0				
Tørrskorpe_topp	9.00	9.00	42.0	5.0				
KS-peler	18.00	8.00			70.0	1.00	1.00	1.00
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.39

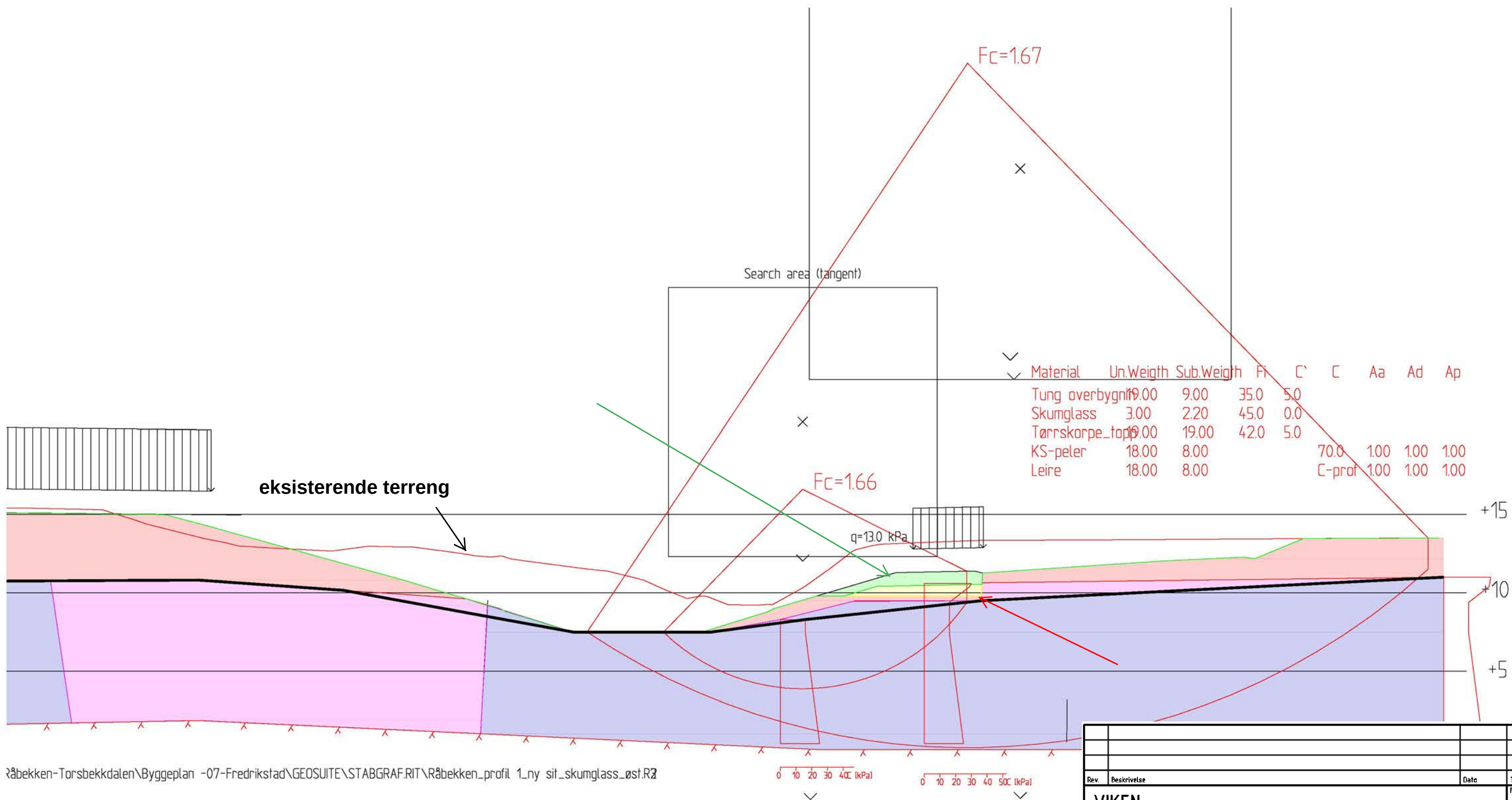


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag	Format	
	Fv 109 Råbekken-Alvim		RIG	A3	
	Stabilitetsberegning		Dato	2019-01-28	
	Råbekken, profil 1, vest		Format/Målestokk:	1:250	
	KS-peler				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	HAVB	ESF	ESF
		Tegningsnr.	126531-07	RIG-TEG-17-I-VEST.3	Rev.
					00



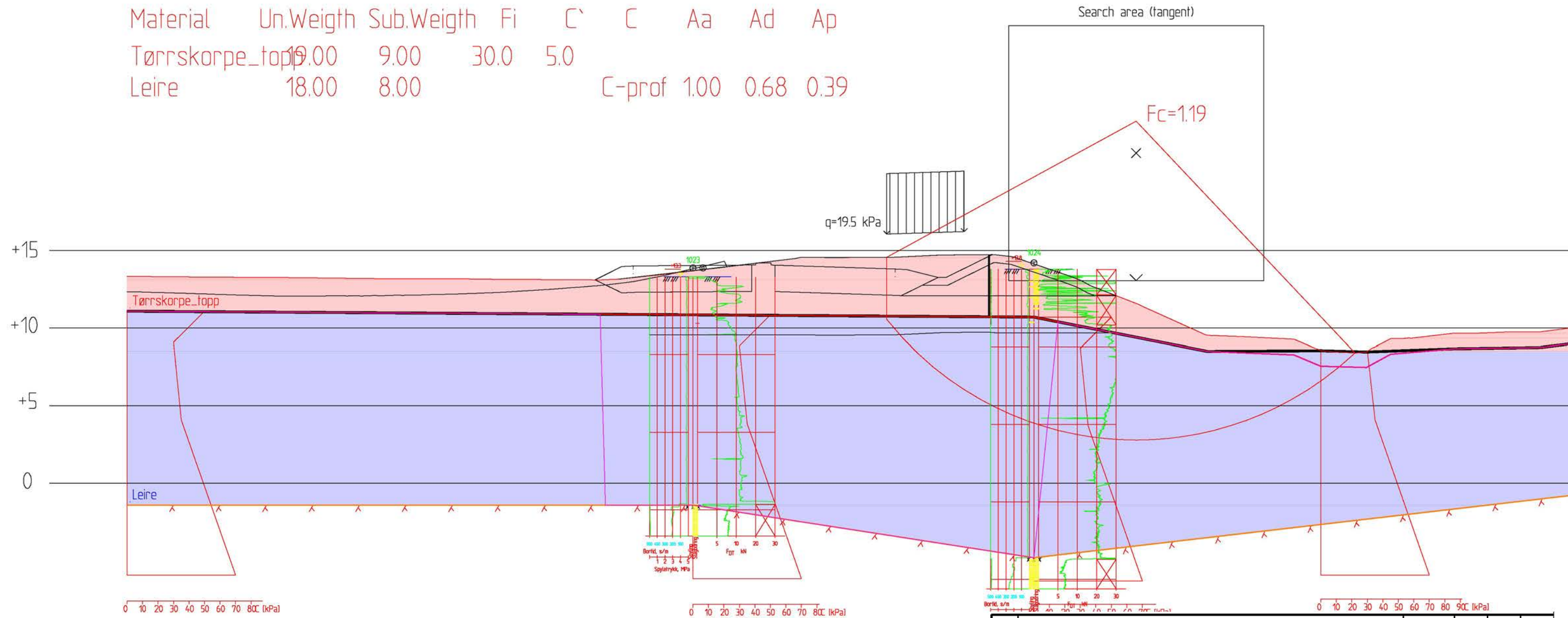
en-torsbekkdalen\byggeplan -07-fredrikstad\geosuite\stabgraf.rit\råbekken_profil 1_ny sit_øst.R2

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag		
	Fv 109 Råbekken-Alvim		RIG		A3
	Stabilitetsberegning		Dato		
	Råbekken, profil 1, øst		2019-01-28		
	Ny situasjon		Format/Målestokk		
			1:250		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		HAVB	ESF	ESF	ESF
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
126531-07		RIG-TEG-17-I-ØST.1		00	



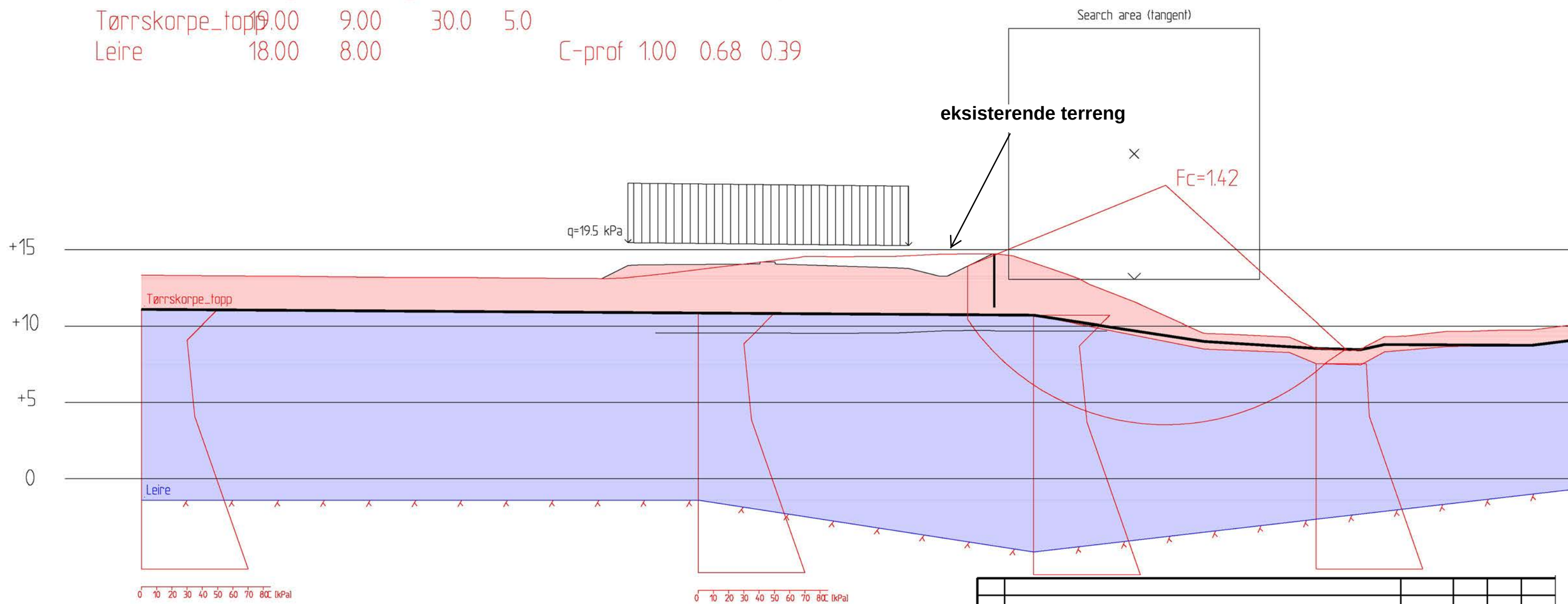
Rev.		Beskrivelse		Dato		Tegn.		Kontr.		Godkj.	
VIKEN		Fv 109 Råbekken-Alvim		Fag		RIS		Format		A3	
Stabilitetsberegning		Råbekken, profil 1, øst		Dato		2019-01-28		Format/Målestokk		1:250	
Ny situasjon, skumglass		Status		Konstr./Tegnet		Kontrollant		Godkjent		ESF	
Multiconsult		Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.					
www.multiconsult.no		126531-07		RIG-TEG-17-I-ØST.2		00					

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe_topp	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39



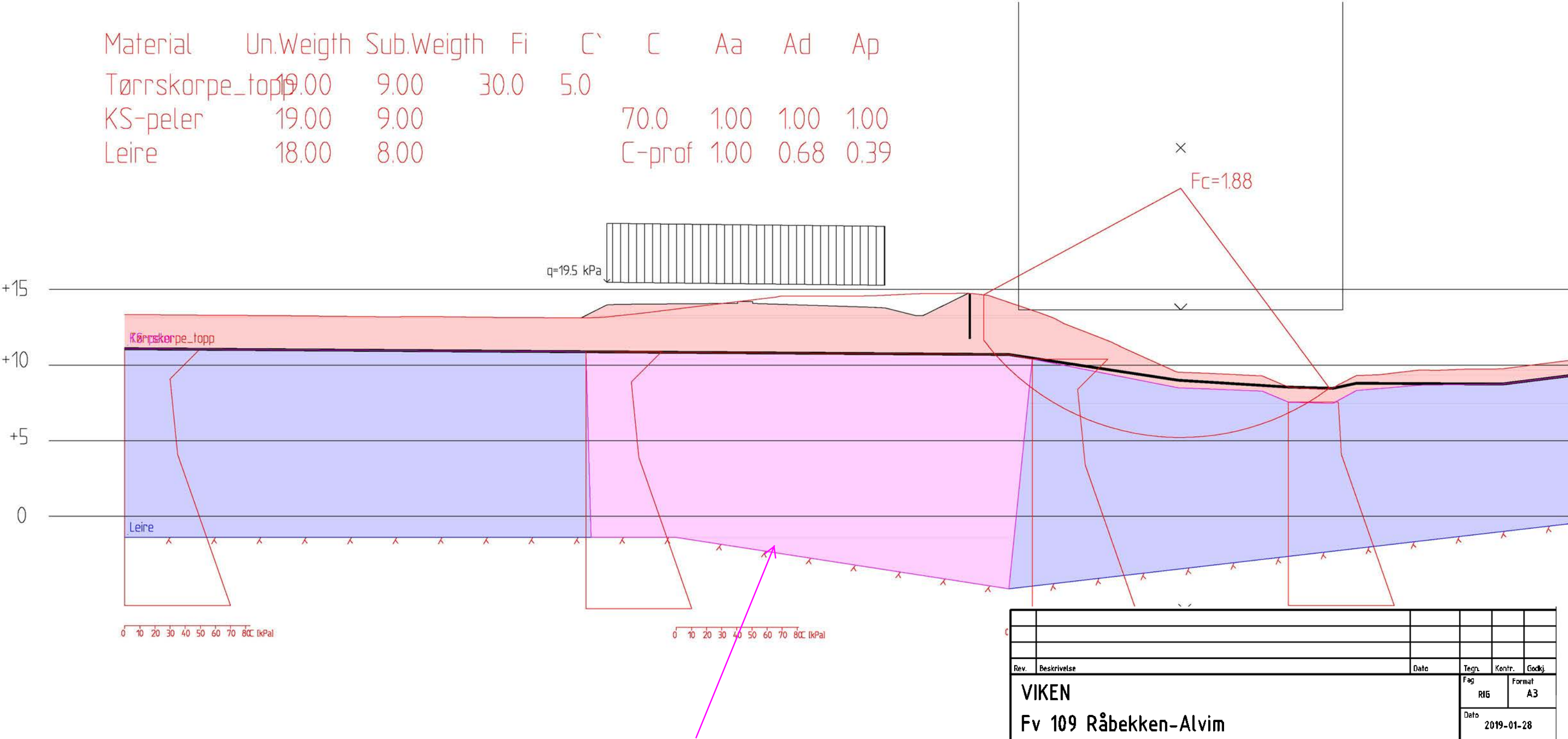
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		RIG		A3
	Fv 109 Råbekken-Alvim	2019-01-28			
	Stabilitetsberegning	Format/Målestokk:			
	Råbekken, profil 3	1:250			
	Dagens situasjon				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		HAVB	ESF	ESF	ESF
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
126531-07		RIG-TEG-17-3.1		00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Torrskorpe_top	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39



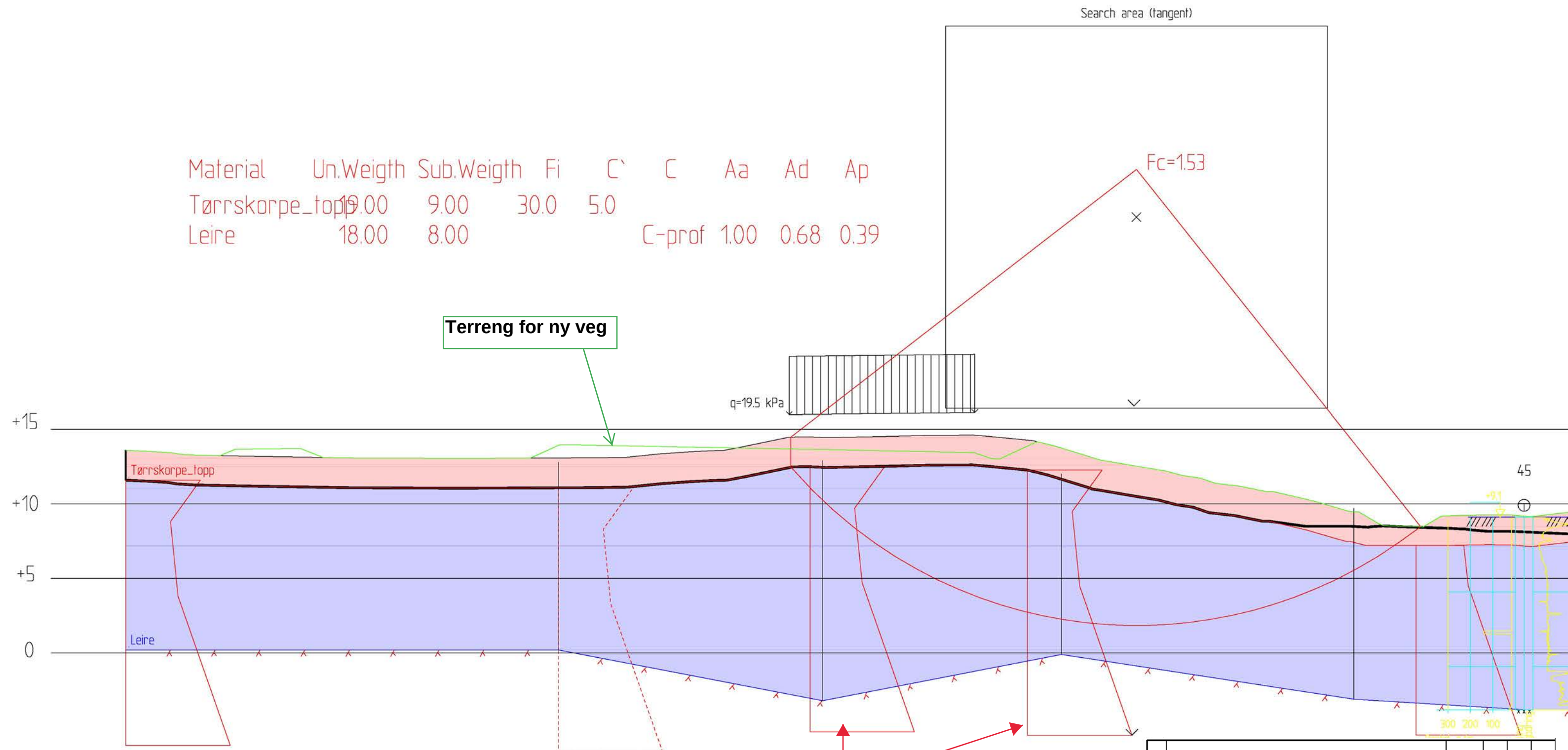
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Gedkj.
VIKEN Fv 109 Råbekken-Alvim			Fag RIG	Format A3	
			Dato 2019-01-28		
Stabilitetsberegning Råbekken, profil 3 Ny situasjon			Format/Målestokk: 1:250		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet HAVB	Kontrollert ESF	Gedkjent ESF
		Oppdragsnr. 126531-07	Tegningsnr. RIG-TEG-17-3.2		Rev. 00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe_topp	19.00	9.00	30.0	5.0				
KS-peler	19.00	9.00			70.0	1.00	1.00	1.00
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39



Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		RIG		A3
	Fv 109 Råbekken-Alvim				2019-01-28
	Stabilitetsberegning				Format/Målestokk:
	Råbekken, profil 3				1:250
	KS-peler				
	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.
	126531-07	RIG-TEG-17-3.3			00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Torrskorpe_top	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39



	Z [m]	C [kPa]
►	11,59	50,00
	8,81	30,00
	3,81	35,00
	-6,19	70,00
*		

	Z [m]	C [kPa]
►	11,08	50,00
	8,30	30,00
	3,30	35,00
	-6,70	70,00
*		

	Z [m]	C [kPa]
►	12,49	50,00
	9,71	30,00
	4,71	35,00
	-5,29	70,00
※		

Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontnr.	Gedkj.	Fag	Format		
						RIG	A3		
VIKEN Fv 109 Råbekken-Alvim						Date	2019-01-28		
Stabilitetsberegning Råbekken, profil IV Dagens situasjon						Format/Målestokk: 1:250			
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnef. HAVB	Kontrollert ESF	Gedkjent ESF				
Oppdragsnr. 126531-07		Tegner nr. RIG-TEG-17-IV.1				Rev. 00			

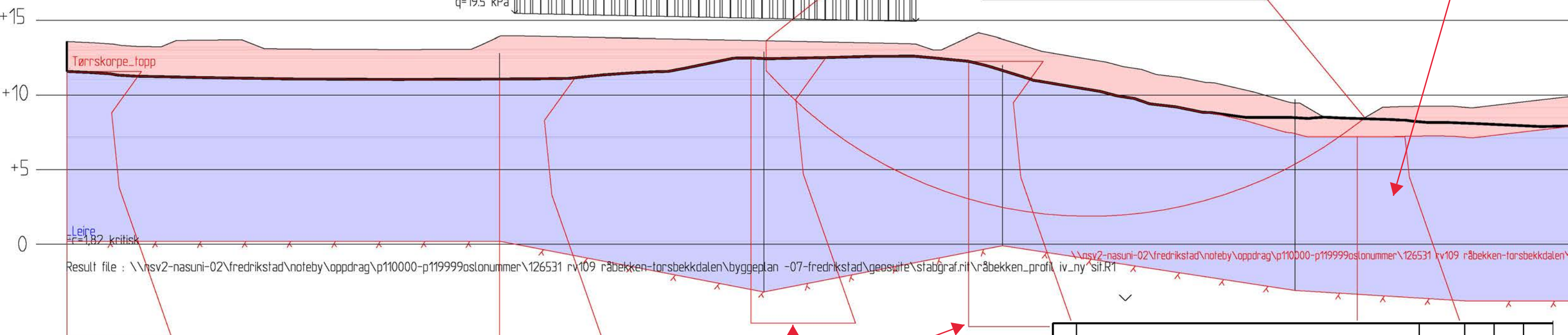
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe_topp	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39

Search area (tangent)

$F_c=1.82$

Z [m]	C [kPa]
8,77	31,20
4,50	35,00
-5,50	70,00
*	

q=19.5 kPa



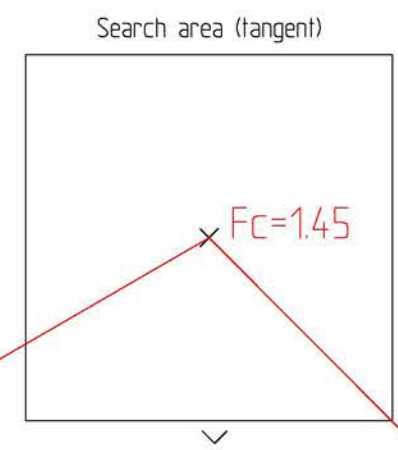
Z [m]	C [kPa]
11,59	50,00
8,81	30,00
3,81	35,00
-6,19	70,00
*	

Z [m]	C [kPa]
11,08	50,00
8,30	30,00
3,30	35,00
-6,70	70,00
*	

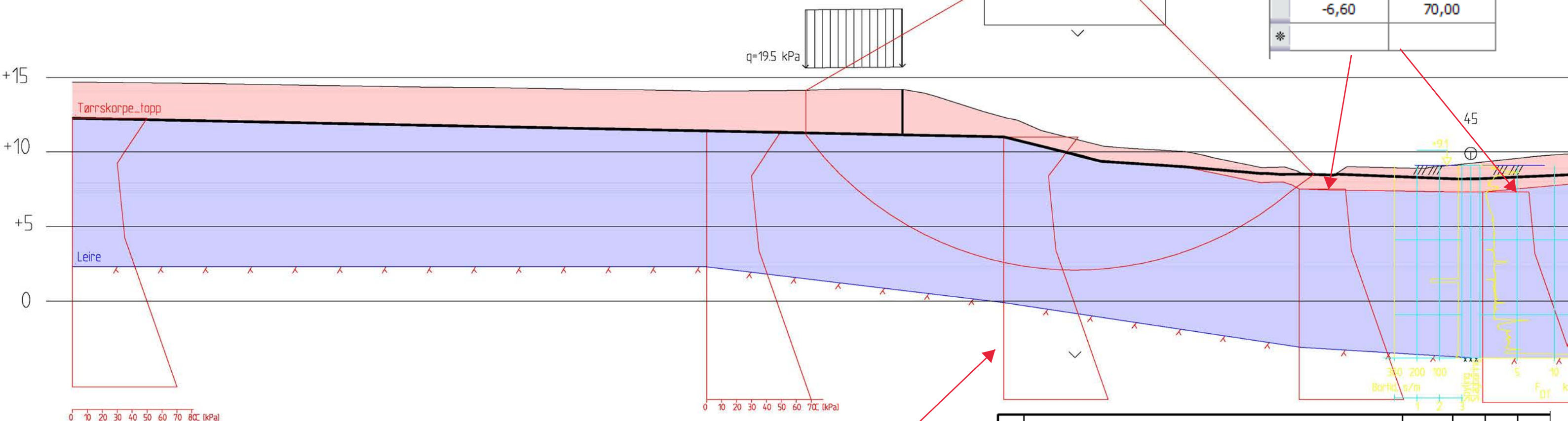
Z [m]	C [kPa]
12,49	50,00
9,71	30,00
4,71	35,00
-5,29	70,00
*	

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		RIG		A3
	Fv 109 Råbekken-Alvim				
	Stabilitetsberegning				
	Råbekken, profil IV				
	Ny situasjon				
	Multiconsult	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	Oppdragsnr.	HAYB	ESF	ESF
		126531-07			
		Tegningsnr.	RIG-TEG-17-IV.2		
					00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe_topp	9.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39

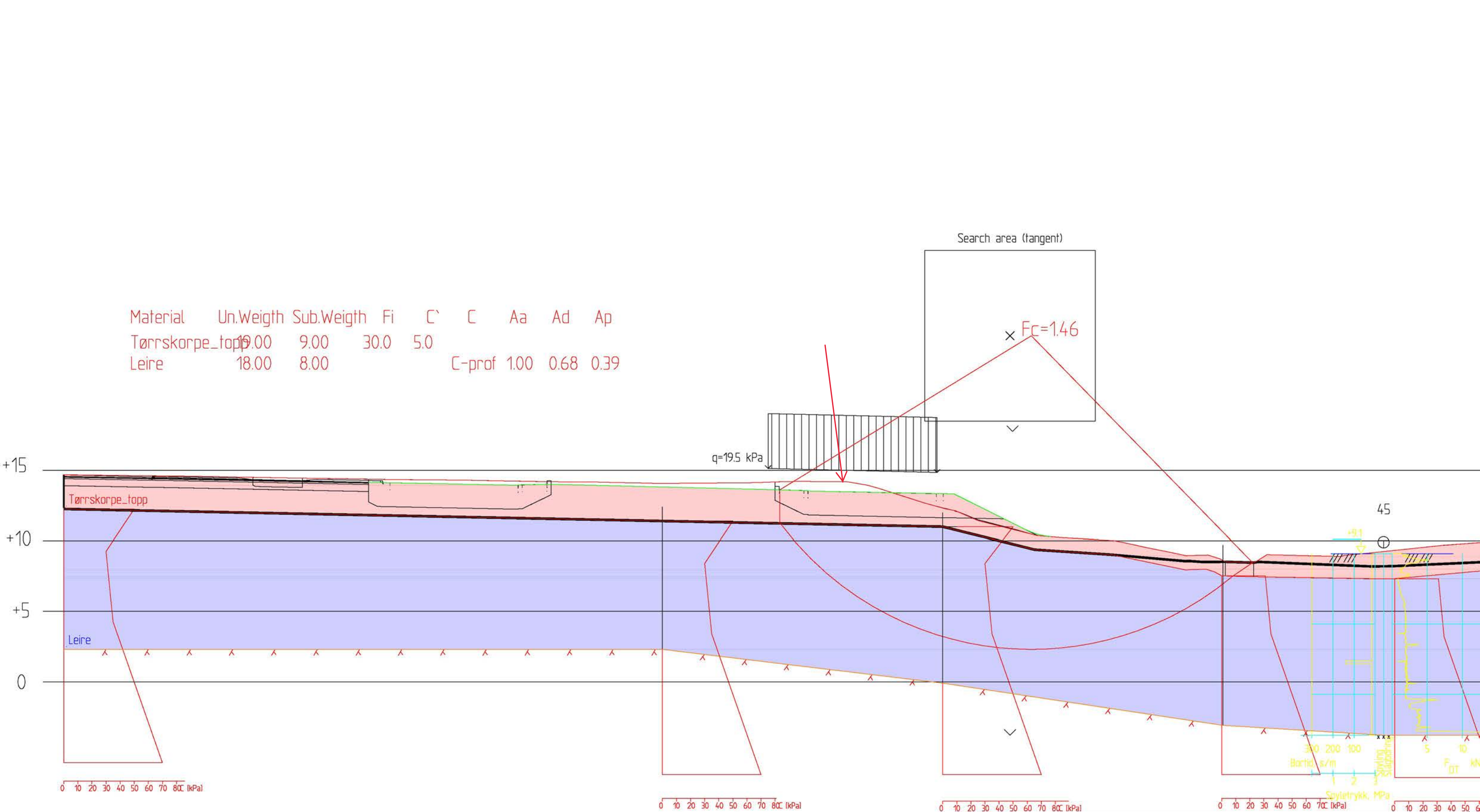


Z [m]	C [kPa]
7,53	31,00
3,40	35,00
-6,60	70,00
*	



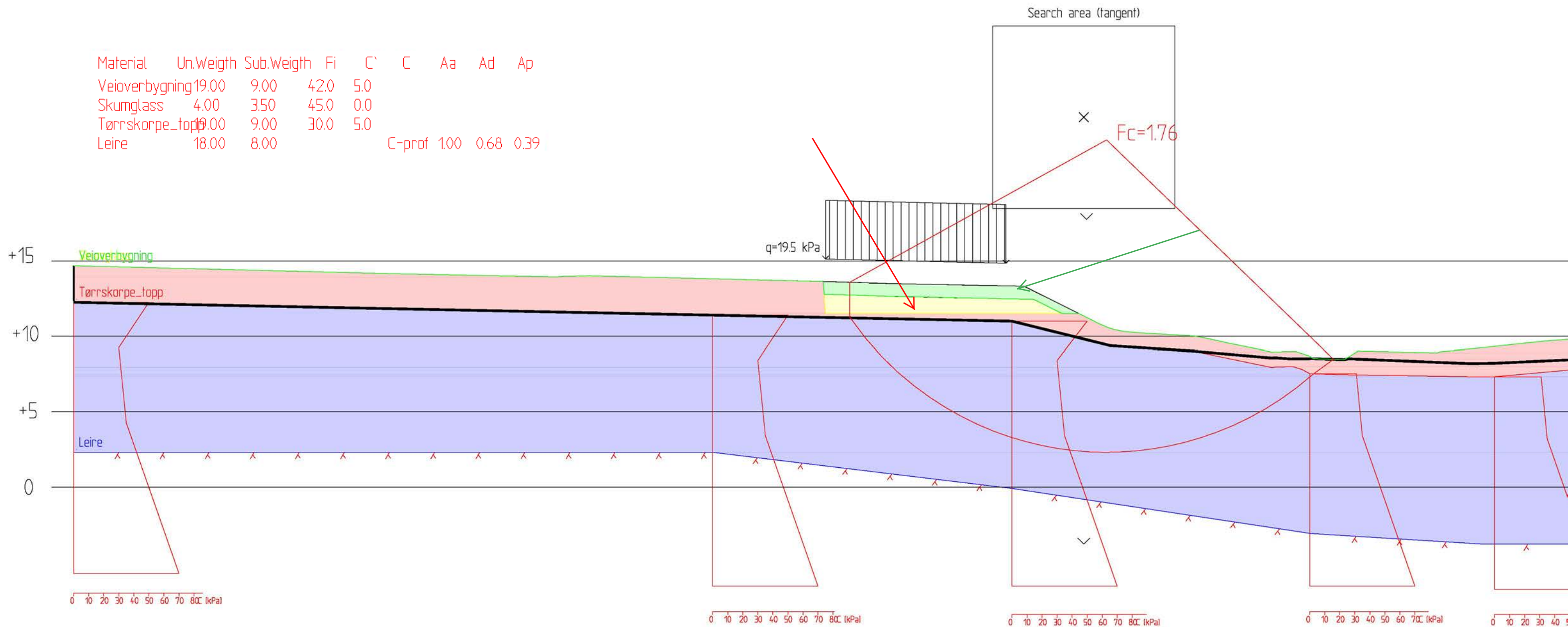
Z [m]	C [kPa]
11,00	50,00
8,40	30,00
3,40	35,00
-6,60	70,00
*	

Rev.		Beskrivelse		Dato		Tegn.		Kontr.		Godkj.	
		VIKEN				Fag		Format			
		Fv 109 Råbekken-Alvim				RIG		A3			
		Stabilitetsberegning				Dato		Format/Målestokk			
		Råbekken, profil V				2019-01-28		1:250			
		Dagens situasjon				Godkjent		ESF			
Multiconsult		Status		Konstr./Tegnet		Kontrollert		Godkjent			
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.					
		126531-07		RIG-TEG-17-V.1		00					



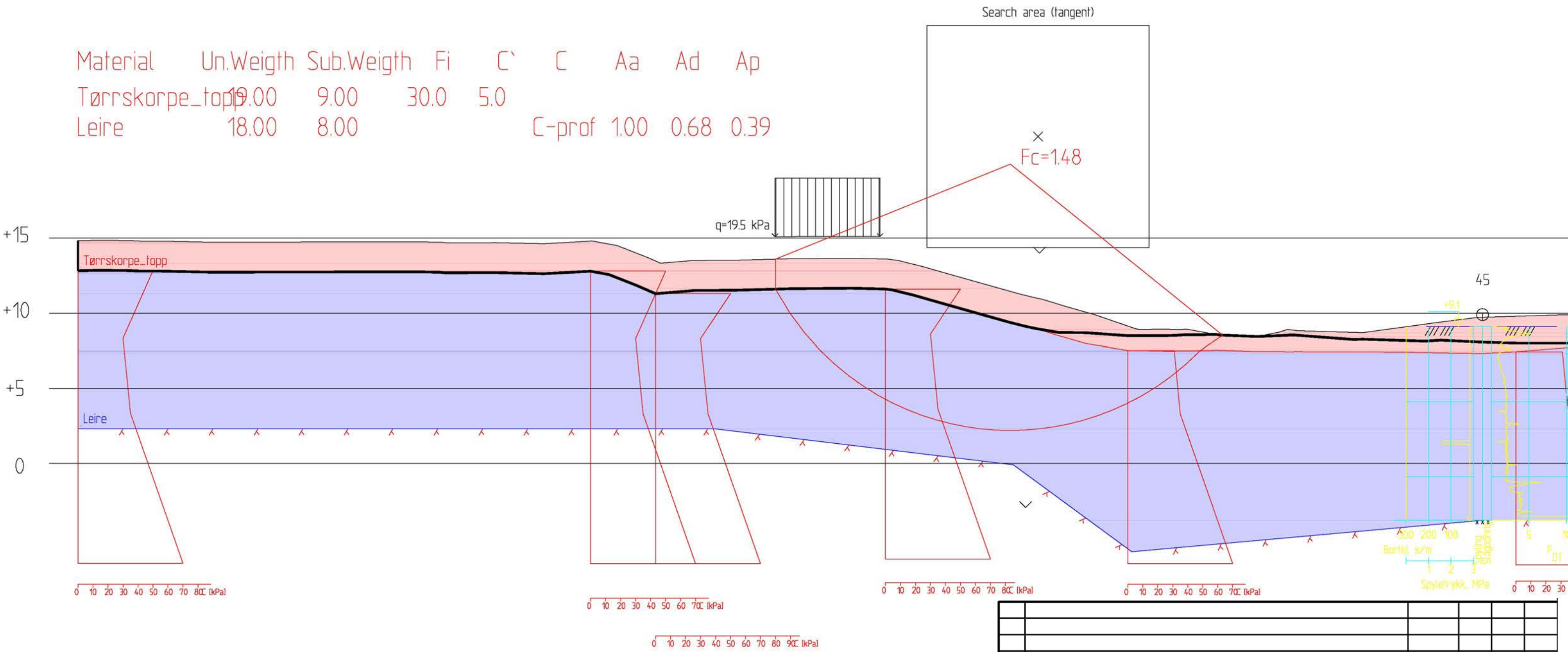
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Feg	Format	
	Fv 109 Råbekken-Alvim		RIG	A3	
	Stabilitetsberegning		Dato	2019-01-28	
	Råbekken, profil V		Format/Målestokk	1:250	
	Ny situasjon		Godkjent	ESF	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	HAVB	ESF	ESF
		Tegningsnr.	126531-07	RIG-TEG-17-V.2	00

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Veioverbygning	19.00	9.00	42.0	5.0				
Skumglass	4.00	3.50	45.0	0.0				
Tørreskorpe_topp	9.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39



Rev.	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.		Goddj.		
VIKEN Fv 109 Råbekken-Alvim							Fag	Format	
							RIG	A3	
							Dato	2019-01-28	
Stabilitetsberegning Råbekken, profil V Ny situasjon, skumglass							Format/Målestokk:		
							1:250		
Multiconsult www.multiconsult.no			Status	Konstr./Tegnet HAVB	Kontrollert ESF	Goddjent ESF			
			Oppdragsnr. 126531-07	Tegningsnr. RIG-TEG-17-V.3				Rev. 00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe_topp	10.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag	Format	
	Fv 109 Råbekken-Alvim		RIG	A3	
	Stabilitetsberegning		Dato	Format/Målestokk	
	Råbekken, profil VI		2019-01-28	1:250	
	Dagens situasjon				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		HAVB	ESF	ESF	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
126531-07		RIG-TEG-17-VI.1		00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe_topp	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39

Search area (tangent)

$F_c=1.45$

$q=19.5 \text{ kPa}$

Tørrskorpe_topp

Leire

0 10 20 30 40 50 60 70 80 (kPa)

0 10 20 30 40 50 60 70 80 (kPa)

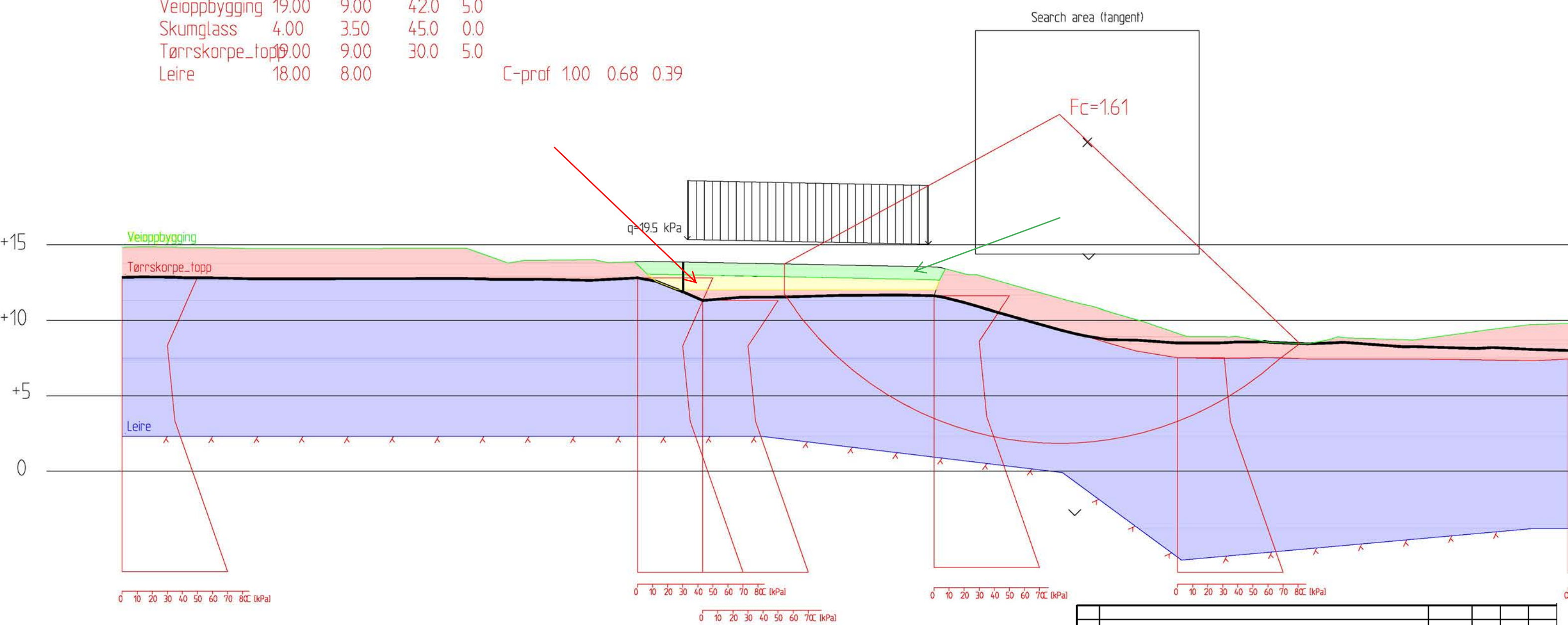
0 10 20 30 40 50 60 70 (kPa)

0 10 20 30 40 50 60 70 (kPa)

0 10 20 30 40 50 60 70 80 (kPa)

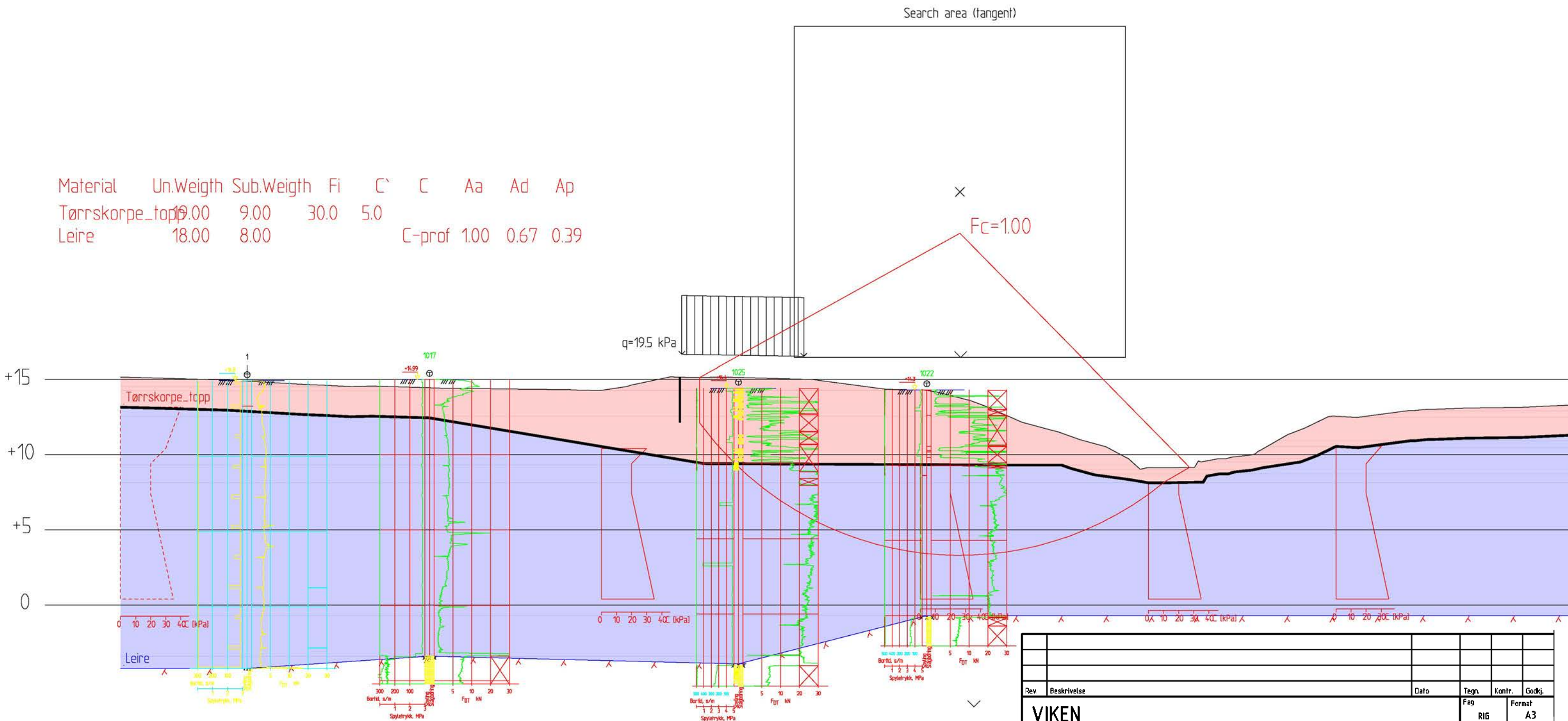
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag RIG		Format A3
	Fv 109 Råbekken-Alvim		Dato 2019-01-28		
	Stabilitetsberegning		Format/Målestokk 1:250		
	Råbekken, profil VI				
	Ny situasjon				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet HAVB	Kontrollert ESF	Godkjent ESF
www.multiconsult.no		Oppdragsnr. 126531-07	Tegningsnr. RIG-TEG-17-VI.2		Rev. 00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Veiooppbygging	19.00	9.00	42.0	5.0				
Skumglass	4.00	3.50	45.0	0.0				
Tørrskorpe_topp	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag		Format
	Fv 109 Råbekken-Alvim		RIG		A3
	Stabilitetsberegning		Dato		Format/Målestokk
	Råbekken, profil VI		2019-01-28		1:250
	Ny situasjon, skumglass				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	HAVB	ESF	ESF
		Tegningsnr.	RIG-TEG-17-VI.3		Rev.
		126531-07			00

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe_topp	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.39



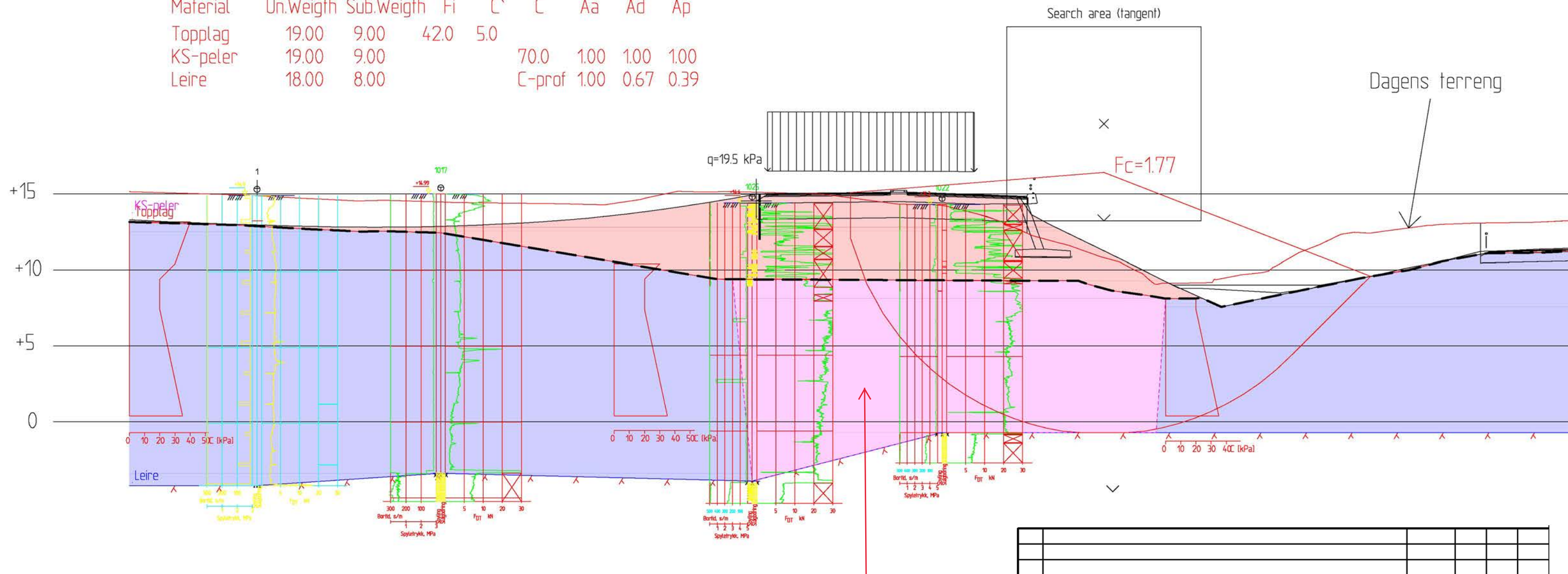
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag RIG	Format A3	
	Fv 109 Råbekken-Alvim	Dato 2019-01-28			
	Stabilitetsberegning	Format/Målestokk: 1:250			
	Råbekken, profil VII				
	Dagens situasjon				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet HAVB	Kontrollert ESF	Godkjent ESF
www.multiconsult.no		Oppdragsnr. 126531-07	Tegningsnr. RIG-TEG-17-VII.1		Rev. 00

Search area (tangent)



Multiconsult
www.multiconsult.no

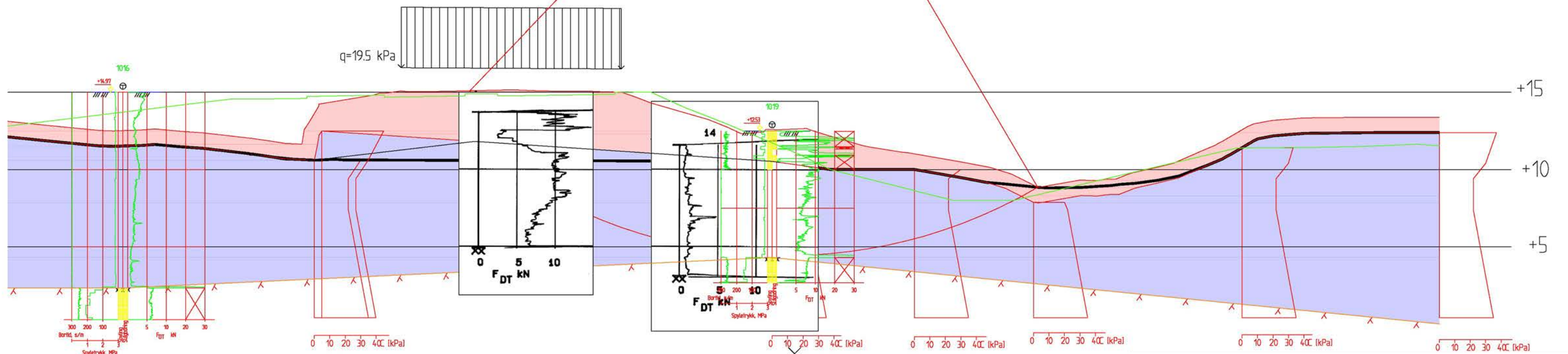
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	42.0	5.0				
KS-peler	19.00	9.00			70.0	1.00	1.00	1.00
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.39



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag	Format	
	Fv 109 Råbekken-Alvim		RIG	A3	
	Stabilitetsberegning		Dato	Format/Målestokk	
	Råbekken, profil VII		2019-01-28	1:250	
	KS-peler				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	HAVB	ESF	ESF
		Tegningsnr.	RIG-TEG-17-VII.3		Rev.
		126531-07			00

Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe_topp	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39

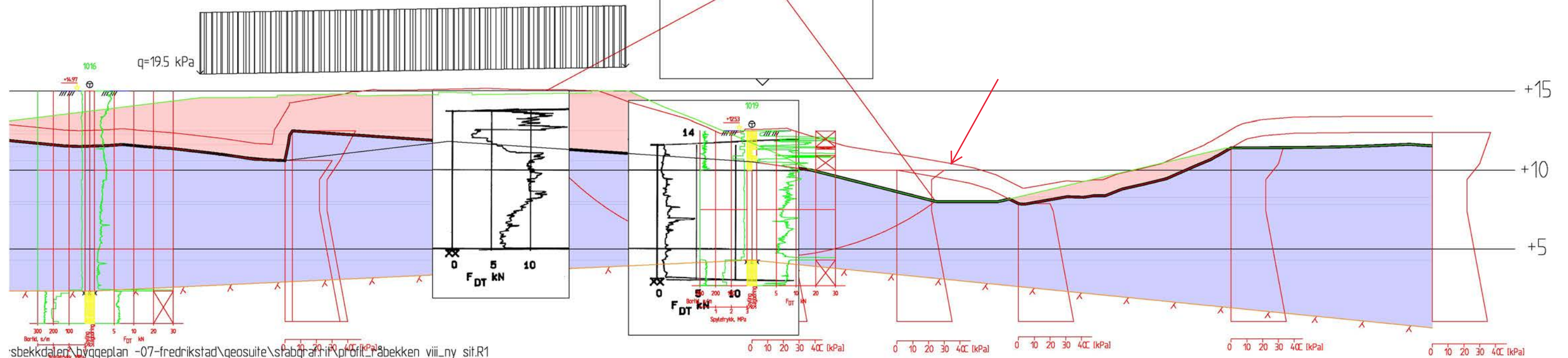
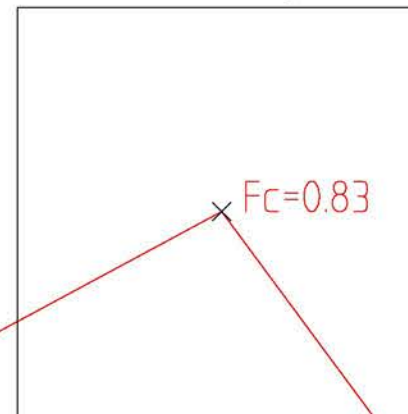
A graph showing a triangular pulse function. The peak is labeled $F_c = 1.12$. A point on the descending slope is marked with an 'x'.



Rev.	Beskrivelse				Dato	Tegn.	Kontnr.	Godkj.	
VIKEN Fv 109 Råbekken-Alvim						Fag RIG	Format A3		
						Dato 2019-01-28			
Stabilitetsberegning Råbekken, profil VIII Dagens situasjon						Format/Målestokk: 1:250			
Multiconsult www.multiconsult.no		Status		Konstr./Tegnet HAVB	Kontrollert ESF	Godkjent ESF		Rev.	
		Oppdragsnr. 126531-07		Tegningsnr. RIG-TEG-17-VIII.1				00	

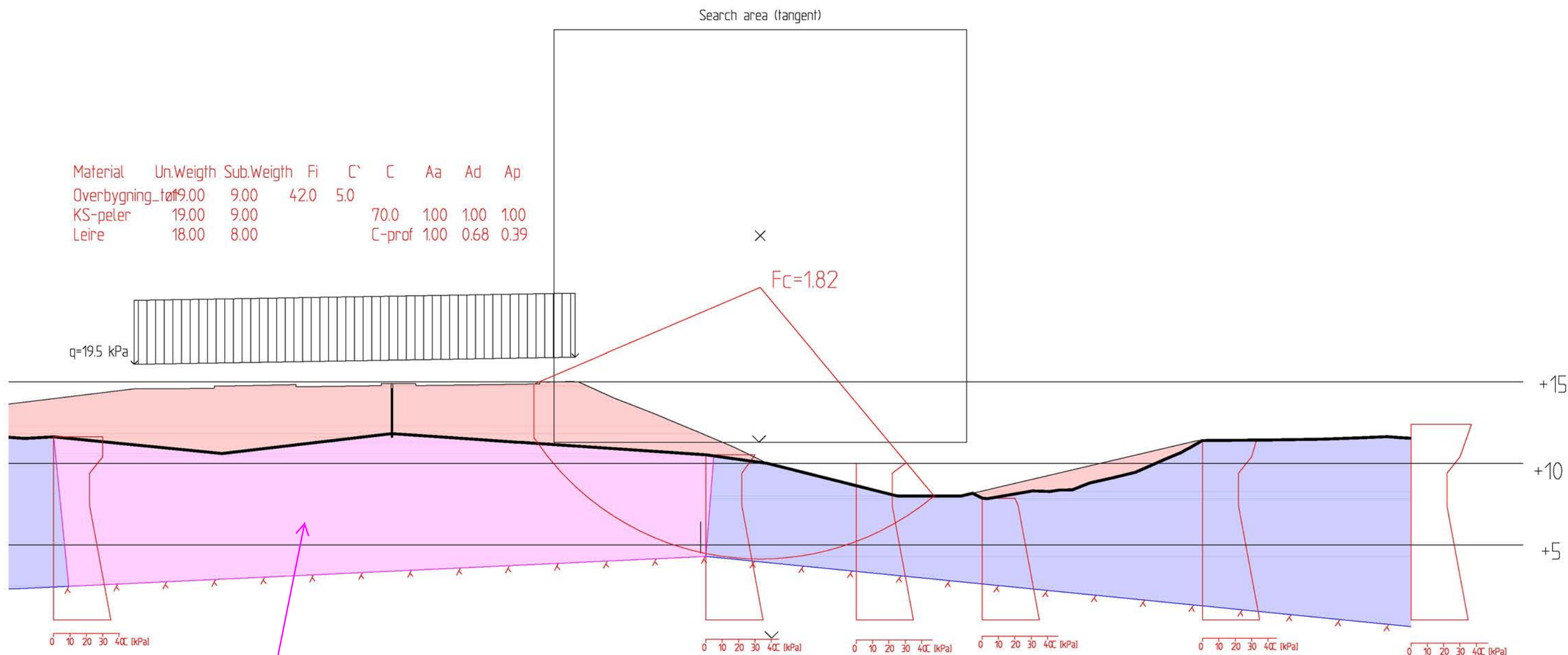
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C*	C	Aa	Ad	Ap
Tørsskorpe_top	10.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.68	0.39

Search area (tangent)



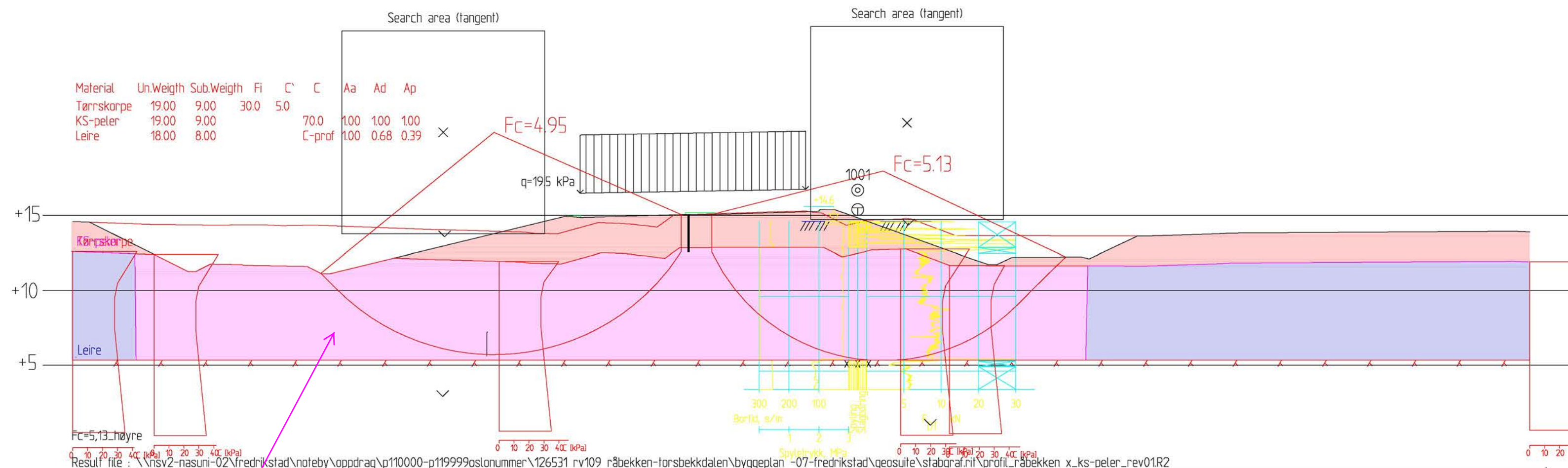
sbekkdalen byggeplan -07-fredrikstad\geosuite\sabgraf\ri\profil_Råbekken viii_ny sit.R1

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag	Format	
	Fv 109 Råbekken-Alvim		RIG	A3	
	Stabilitetsberegning		Dato		
	Råbekken, profil VIII		2019-01-28		
	Ny situasjon		Format/Målestokk:		
			1:250		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		HAVB	ESF	ESF	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
126531-07		RIG-TEG-17-VIII.2		00	



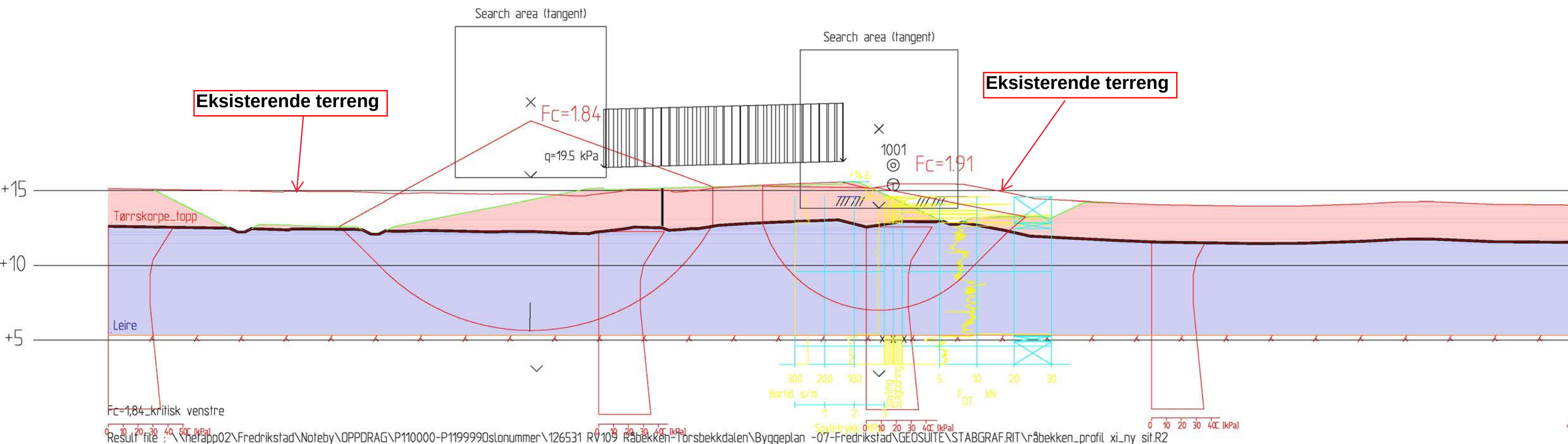
KS-peler

Rev.		Beskrivelse		Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.
Fag		RIG		Format		A3		
Dato		2019-01-28		Format/Målestokk		1:250		
Status		Konstr./Tegnet		Kontrollert		Godkjent		
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.		ESF		
Multiconsult		126531-07		RIG-TEG-17-VIII.3		00		
www.multiconsult.no								



Rev.	Beskrivelse	Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.
VIKEN Fv 109 Råbekken-Alvim				Fag RIG	Format A3	
				Dato 2019-01-28		
Stabilitetsberegning Råbekken, profil X KS-peler				Format/Målestokk: 1:250		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status		Konstr./Tegnet HAVB	Kontrollert ESF	Godkjent ESF
		Oppdragsnr. 126531-07		Tegningsnr. RIG-TEG-17-X.3		Rev. 00

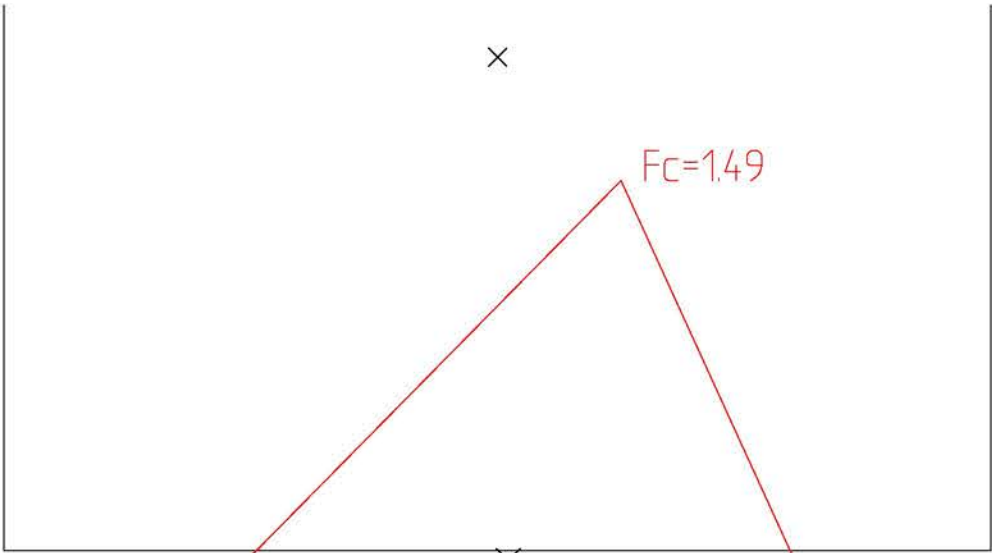
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	L	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe_topp	19.00	9.00	30.0	5.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.39



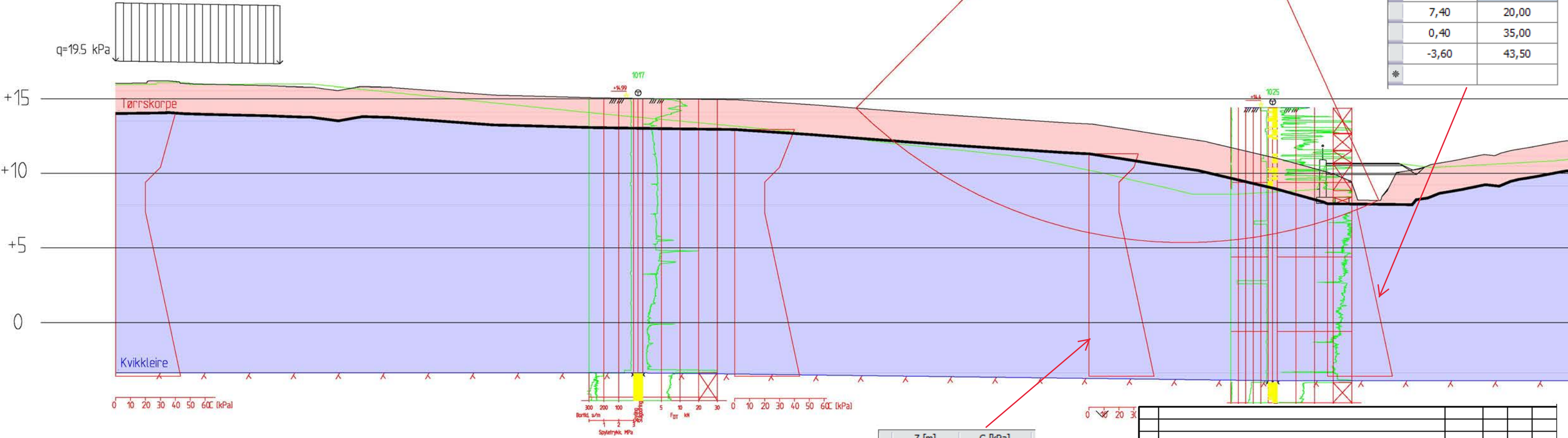
Result file : \\netapp02\Fredrikstad\Noteby\OPPDAG\P110000-P1199990slonummer\126531 RV109 Råbekken-Torsbekkdalen\Byggeplan -07-Fredrikstad\GEOSUITE\STABGRAF.RIT\råbekken_profil_xi_ny_sit.R2

Rev.		Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
VIKEN		Fv 109 Råbekken-Alvim		Fag RIG	Format A3	
Stabilitetsberegning		Råbekken, profil XI		Dato 2019-01-28		
Ny situasjon				Format/Målestokk: 1:250		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet HAYB	Kontrollert ESF	Godkjent ESF	Rev.
www.multiconsult.no		Oppdragsnr. 126531-07	Tegningsnr. RIG-TEG-17-XI.1		00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	5.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.39

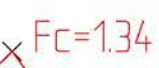


Z [m]	C [kPa]
7,96	20,00
7,40	20,00
0,40	35,00
-3,60	43,50
*	



Z [m]	C [kPa]
11,31	33,00
10,40	30,00
9,40	20,00
7,40	20,00
0,40	35,00
-3,60	43,50
*	

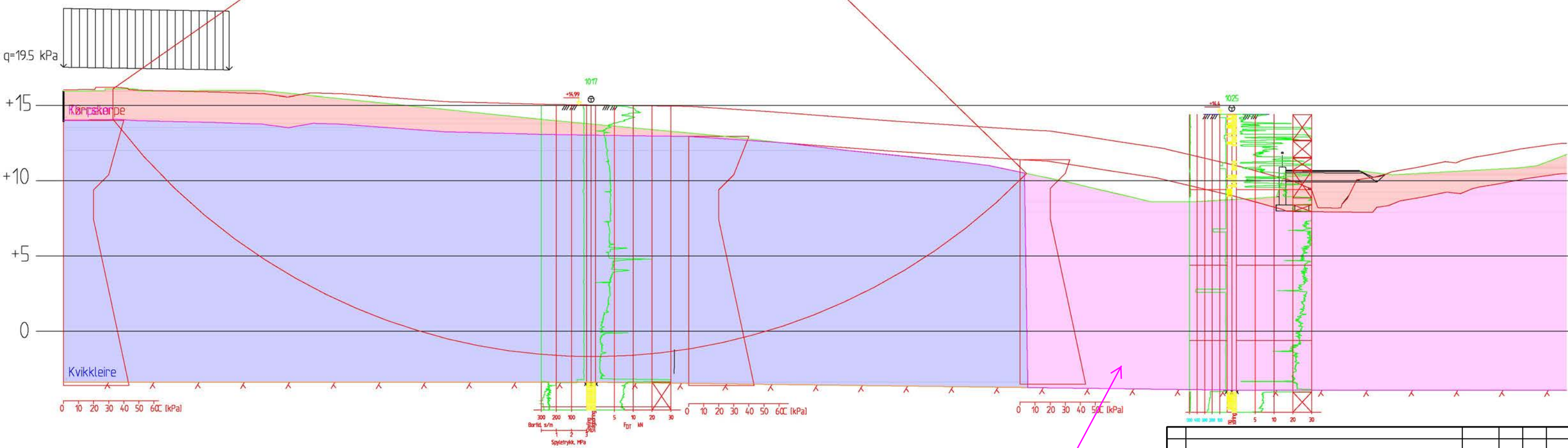
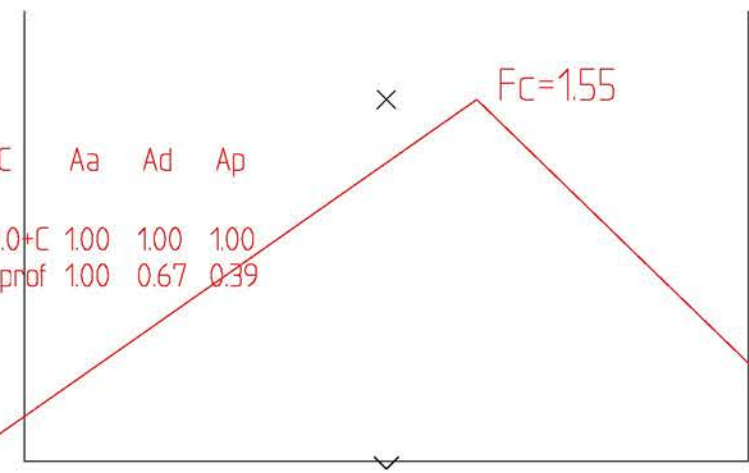
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIKEN		Fag	RIG	Format A3
	Fv 109 Råbekken-Alvim		Dato	2019-01-28	
	Stabilitetsberegning		Format/Målestokk	1:250	
	Råbekken, profil XII				
	Dagens situasjon				
Status	Konstr./Tegnet	Konstr./Tegnet	Konstr./Tegnet	Konstr./Tegnet	Konstr./Tegnet
Oppdragsnr.	126531-07	Tegningsnr.	RIG-TEG-17-XII.1	Godkjent	ESF
www.multiconsult.no					Rev. 00



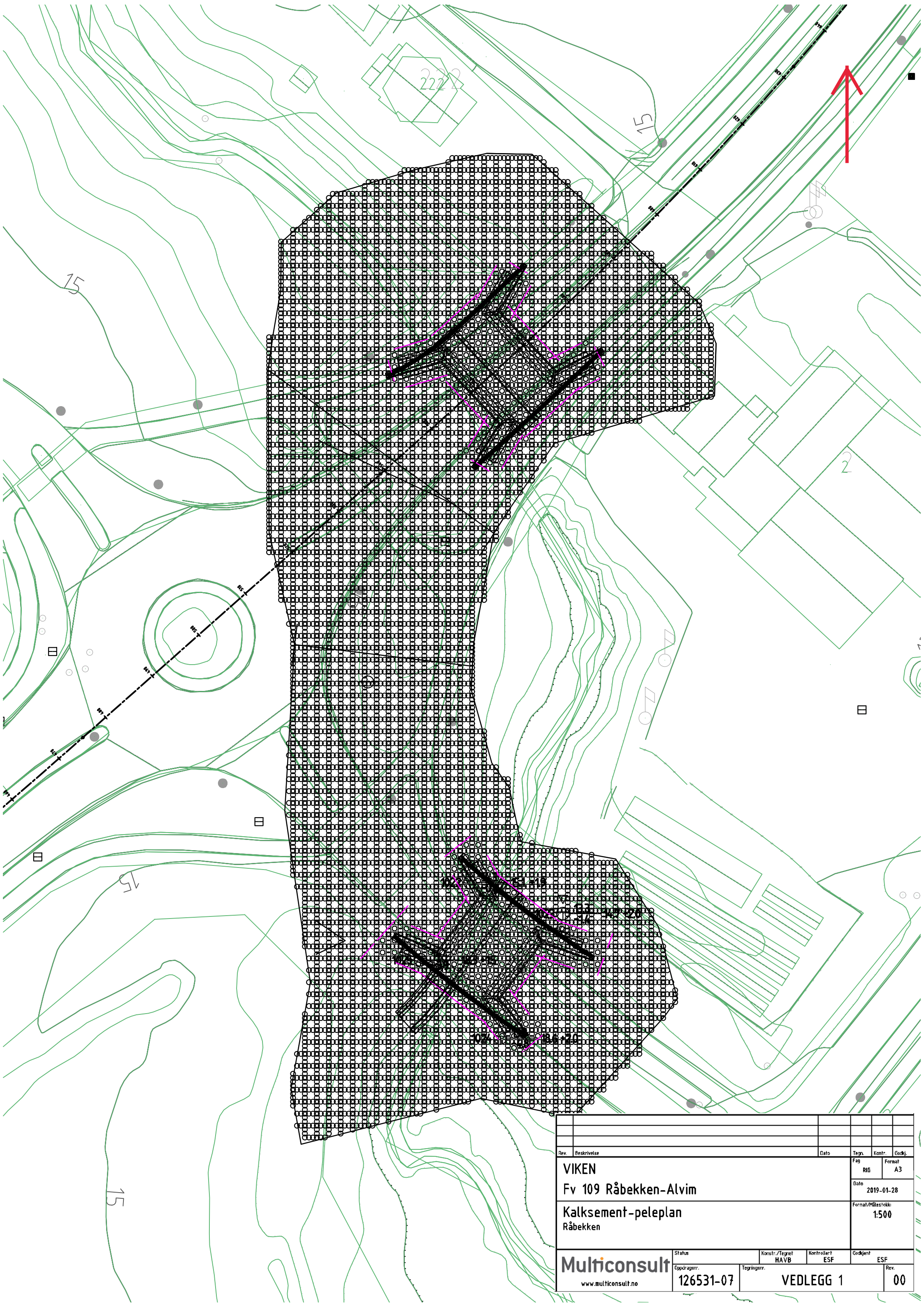
$q=19.5 \text{ kPa}$

[illegible]

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	5.0				
KS-peler	19.00	9.00			70.0+C	1.00	1.00	1.00
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.39



Rev.		Beskrivelse		Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.
Fag		RIG		Format		A3		
Dato		2019-01-28		Format/Målestokk		1:250		
Status		Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Konstr./Tegnet		Godkjent
Multiconsult		126531-07		RIG-TEG-17-XII.3		HAVB		ESF
www.multiconsult.no		Rev.		00				



Rev.		Beskrivelse		Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.
VIKEN		Fv 109 Råbekken-Alvim		Fag		RIG	Format	A3
Kalksement-peleplan		Råbekken		Dato		2019-01-28		
				Format/Målestokk:		1:500		
Multiconsult		Status		Konstr./Tegnet		Kontrollert	Godkjent	ESF
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.		Tegningsnr.		VEDLEGG 1		Rev.
		126531-07						00



Rev.	Beskrivelse					Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
VIKEN							Fag	Format	
							RIG	A3	
Fv 109 Råbekken-Alvim							Dato		
							2019-01-30		
Plan med skumglass Råbekken							Format/Målestokk:		
							1:500		
Multiconsult		Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent			
				HÅVB	ESF	ESF			
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.		Tegningsnr.				Rev.	
		126531-07		VEDLEGG 2				00	

Vedlegg B

ICP-16-V-25050

Områdestabilitetsrapport InterCity Østfoldbanen
Fredrikstad-Sarpsborg, delstrekning Seut-Rolvsøy

InterCity-prosjektet Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg

Områdestabilitetsrapport for delstrekning Seut-Rolvsvøy

Dokumentet skal til 3. partskontroll dersom det blir avdekket punkter som må rettes opp i denne kontrollen må det utføres.

- ☐ Akseptert
- ☒ Akseptert m/kommentarer
- ☐ Ikke akseptert / kommentert
Revider og send inn på nytt
- ☐ Kun for informasjon

Sign:  Ellen Hjulmand
2018.06.01
07:44:59 +02'00'

00A	Områdestabilitetsrapport	06.04.2018	KELJ/ATO	MI	ANO
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel:		Sider:			
InterCity-prosjektet		46			
Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg		+ 1 vedlegg			
Områdestabilitetsrapport for delstrekning Seut-Rolvsvøy		Produsert av:			
		Prod.dok.nr:		Rev:	
		Erstatter:			
		Erstattet av:			
Prosjekt: InterCity-prosjektet		Dokumentnummer:		Revisjon:	
Parsell: 16 Fredrikstad-Sarpsborg		ICP-16-V-25050		00A	
		Drift dokumentnummer:		Drift rev:	

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	BAKGRUNN	4
2	SAMMENDRAG	6
3	OMRÅDEBESKRIVELSE	8
4	DELOMRÅDE 1 – SEUT-MERKURBANEN	15
4.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE	15
4.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE	15
4.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER	15
4.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET	16
4.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED	16
4.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	16
4.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER	16
4.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER	16
4.9	FAREGRADSEVALUERING	17
4.9.1	Faresone 1-1	17
4.9.2	Faresone 1-2	17
4.9.3	Faresone 1-3	18
4.9.4	Faresone 1-4	19
4.9.5	Faresone 1-5	19
5	DELOMRÅDE 2 – MERKURBANEN-GRØNLI	21
5.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE	21
5.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE	21
5.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER	21
5.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET	22
5.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED	22
5.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	22
5.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER	22
5.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER	22
5.9	FAREGRADSEVALUERING	23
5.9.1	Faresone 2-1	23
5.9.2	Faresone 2-2	23
5.9.3	Faresone 2-3	24
5.9.4	Faresone 2-4	25
5.9.5	Faresone 2-5	26
5.9.6	Faresone 2-6	26
6	DELOMRÅDE 3 – GRØNLI-KJÆRÅSEN	28
6.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE	28
6.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE	28
6.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER	28
6.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET	29
6.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED	29
6.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	29
6.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER	29
6.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER	29
6.9	FAREGRADSEVALUERING	30
6.9.1	Faresone 3-1	30
6.9.2	Faresone 3-2	31
7	DELOMRÅDE 4 – KJÆRÅSEN-GAMLE GLEMMEN KIRKE	32
8	DELOMRÅDE 5 – GAMLE GLEMMEN KIRKE - HAUGE	33
8.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE	33
8.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE	33
8.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER	33
8.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET	34

8.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED	34
8.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	34
8.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER	34
8.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER	34
8.9	FAREGRADSEVALUERING	35
8.9.1	Faresone 5-1	35
8.9.2	Faresone 5-2 og 5-3	35
9	DELOMRÅDE 6 – HAUGE – VALLE	37
9.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE	37
9.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE	37
9.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER	37
9.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET	38
9.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED	38
9.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	38
9.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER	38
9.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER	38
10	DELOMRÅDE 7 – VALLE – ROLVSØY	39
10.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE	39
10.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE	39
10.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER	39
10.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET	40
10.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED ..	40
10.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	40
10.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER	40
10.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER	40
10.9	FAREGRADSEVALUERING	41
10.9.1	Faresone 7-1	41
11	VIKTIGE OG KRITISKE MOMENTER	43
12	REFERANSER	44
13	REVISJONSHISTORIKK	45
14	VEDLEGG	46

1 BAKGRUNN

Bane NOR planlegger dobbeltspor for jernbane på strekningen Fredrikstad-Sarpsborg.

Foreliggende rapport er utarbeidet av COWI Multiconsult (2G), Tunnel og geofag v/Geoteknikk, som er prosjekteringsrådgiver (PR).

Rapporten inneholder utredning/vurdering av områdestabiliteten på strekningen Seut-Rolvøy. Vurderingene er utført i henhold til NVEs veileder nr. 7 – 2014, «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Ifølge Teknisk Designbasis for InterCity-prosjektet i Bane NOR arbeider Bane NOR med å innarbeide resultater fra NIFS-prosjektet. Teknisk Designbasis vil bli oppdatert når dette arbeidet er gjennomført.

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det foreligger heller ingen metode for vurdering av utløpsdistansen i NVE – veilederen. Utløpsdistansen avhenger også svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper. På bakgrunn av dette er vår vurdering av utløpsdistanse basert på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred», i tillegg til vurdering av topografi.

Det er vurdert at omfanget av vurderingene i denne rapporten skal omfatte punkt 1 – 9 som beskrevet i kapittel 4.5 i NVE – veilederen. Punktene 1 -10 i tabellen under beskriver NVE – prosedyren for identifisering og avgrensning av kvikkleireområder med potensiell skredfare (aktsomhetsområder, punkt 1-5), avgrensning og faregradsevaluering av faresoner (faregradsklassifiserte faresoner, punkt 6-9) og stabilitetsvurdering (punkt 10). For definerte faresoner 1-3, 1-5 og 3-2 er det gjort et unntak og utredningen er stoppet på punkt 8 i NVEs prosedyre. Grunnen til dette er at flere av faktorene i faregradsklassifiseringen er ukjente og det vil være behov for supplerende grunnundersøkelser for å kunne plassere faresonene innenfor en faregradsklasse. De nevnte faresonene må derfor faregradsklassifiseres etter supplerende grunnundersøkelser i neste planfase.

Evalueringer er utført med utgangspunkt i eksisterende terreng da sporplassering ikke er endelig bestemt. Det er likevel bare soner som vil kunne ha påvirkning på de nåværende sporalternativene som er inkludert i rapporten. Det er ikke tatt hensyn til rigg- og deponiområder eller anleggsveger, da plassering av disse ikke er bestemt. Dette må derfor utføres i senere faser.

Fullstendig utredning av faresoner med stabilitetsvurderinger (punkt 10) utføres ikke i denne rapporten, men først i detaljplanarbeidet med endelig sporplassering. For områdestabilitetsberegninger vil krav til sikkerhetsfaktor avhenge av tiltakskategori definert i NVEs veileder. Utbygging av ny jernbane vurderes som et prosjekt i tiltakskategori K4. For krav til sikkerhetsfaktor ved beregning av lokalstabilitet gjelder krav i Bane NORs tekniske regelverk og teknisk designbasis. Teknisk designbasis legges til grunn for bestemmelse av grense mellom lokal- og områdestabilitet og innebærer at glideflater som berører jernbanetiltaket defineres som lokalstabilitet, med krav til materialfaktor 1,6.

Tabell 1-1 Oversikt over prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense
3.	Avgrens områder med marine avsetninger
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag
7.	Avgrens løsneområder nøyaktig
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet. <i>Utføres i neste fase</i>

Kartleggingen presenteres som tekst for hvert av delområdene inndelt i underkapitler som samsvarer med hvert punkt i NVE – prosedyren.

I tillegg er det utarbeidet kart som ligger i Vedlegg 1; dvs. tegninger som viser utbredelse av sprøbruddmaterialer (punkt 1 – 6) og tegninger med faregradsklassifisering av faresoner (punkt 7 – 9).

Det geotekniske grunnlaget for kartleggingen består av nye grunnundersøkelser for IC-prosjektet som er utført av COWI i egen kontrakt, samt eksisterende grunnundersøkelser utført for SVV og JBV tidligere. Alle disse undersøkelsene ligger på e-rom for Bane NOR. Det er også trukket inn noen grunnundersøkelser fra tidligere prosjekter i Multiconsult. Det vises til Vedlegg 1. Grunnundersøkelser er klassifisert med hensyn på sprøbrudd-oppførsel og er vist på tegninger med nummer V2x-1x som også viser utbredelse av antatt sprøbruddmateriale.

Det er utført befaringer i området i flere omganger av flere saksbehandlere. Befaringene er i hovedsak gjennomført for å få en generell kjennskap til området og for å se på pågående grunnundersøkelser. Hver enkelt faresone er ikke befart. Befaringer er utført av Astrid Thorvik Øveraas, Kari Lien Johnsen og Tor Georg Jensen. Befaringer er utført 22. mai og 4. oktober 2017.

Ved vurdering av sannsynlige skredtyper har vi valgt en konservativ tilnærming basert på topografi og tilgjengelig informasjon om grunnforhold. Retrogressive skred vil i henhold til NIFS rapport 14/2016 [6] ha større utløpsdistanser enn flaskskred basert på løsnedistansen, henholdsvis 1,5 og 3* $L_{\text{løsnedistanse}}$ for retrogressive skred og 0,5* $L_{\text{løsnedistanse}}$ for flaskskred. Grensen for om det er retrogressive skred er vurdert ved at mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er mer enn 40% over kritisk glideflate, og flaskskred når mektigheten er under 40% [6]. Ettersom utløpsdistansen er av større utbredelse for retrogressive skred enn for flaskskred, velges dette som et konservativt valg i denne fasen. Dette bør vurderes nærmere i senere faser når kritisk glideflate er bestemt for de aktuelle faresonene.

2 SAMMENDRAG

Det er utført en utredning av områdestabiliteten for dagens situasjon langs planlagt ny jernbane-strekning mellom Seut og Rolvsøy i Fredrikstad kommune.

Basert på en vurdering av topografi og grunnforhold er det funnet totalt 17 faresoner. Av disse faresonene er 14 faregradsevaluert som følger; 3 soner i klasse lav faregrad, 10 soner i klasse middels faregrad og 1 i klasse høy faregrad. Det er 3 soner som ikke er faregradsevaluert.

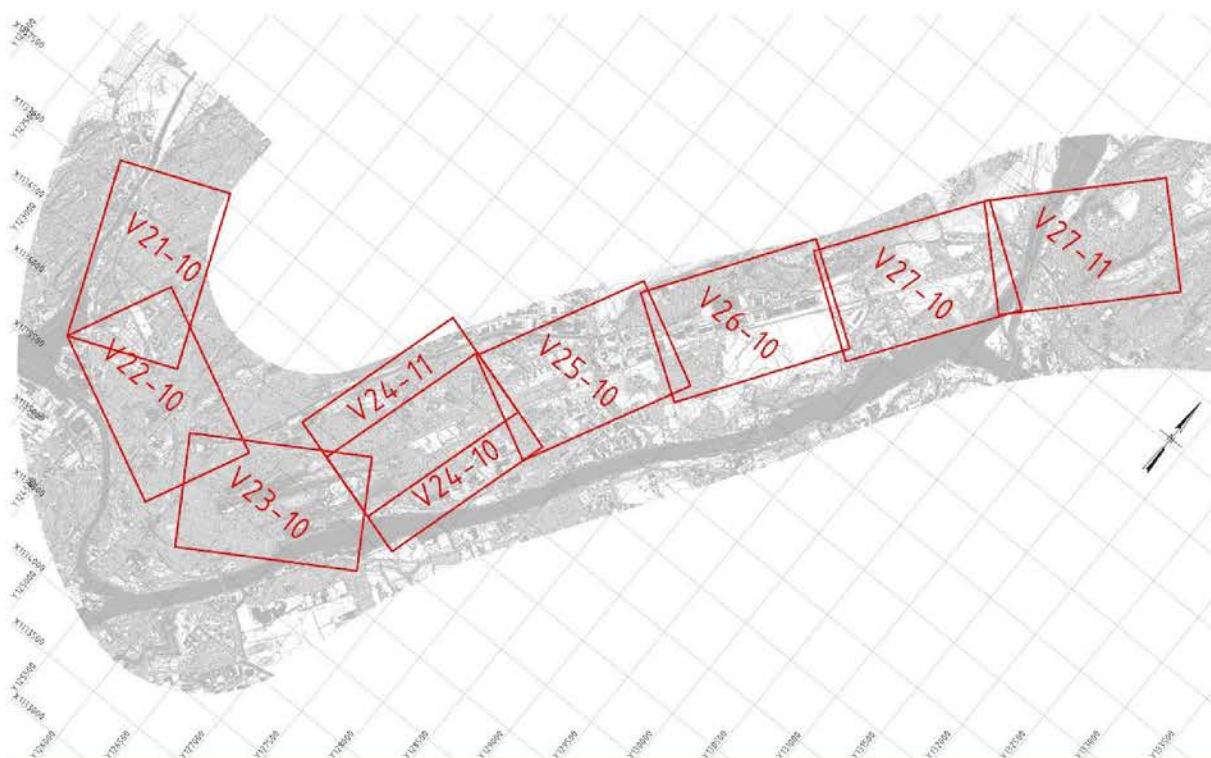
De sonene som ikke er faregradsevaluert har ikke tilstrekkelig grunnlagsdata for evaluering. Årsaken til det ligger delvis i at sonene ligger et stykke fra forventet sporområde, samt at det ikke er blitt gjort omfattende grunnundersøkelser spesifikt for områdestabilitet.

Det anbefales videre undersøkelser og utredning for flere faresoner for neste planfase (detaljplanfasen) både for bedre begrensnings av sonene og for faregradsevaluering.

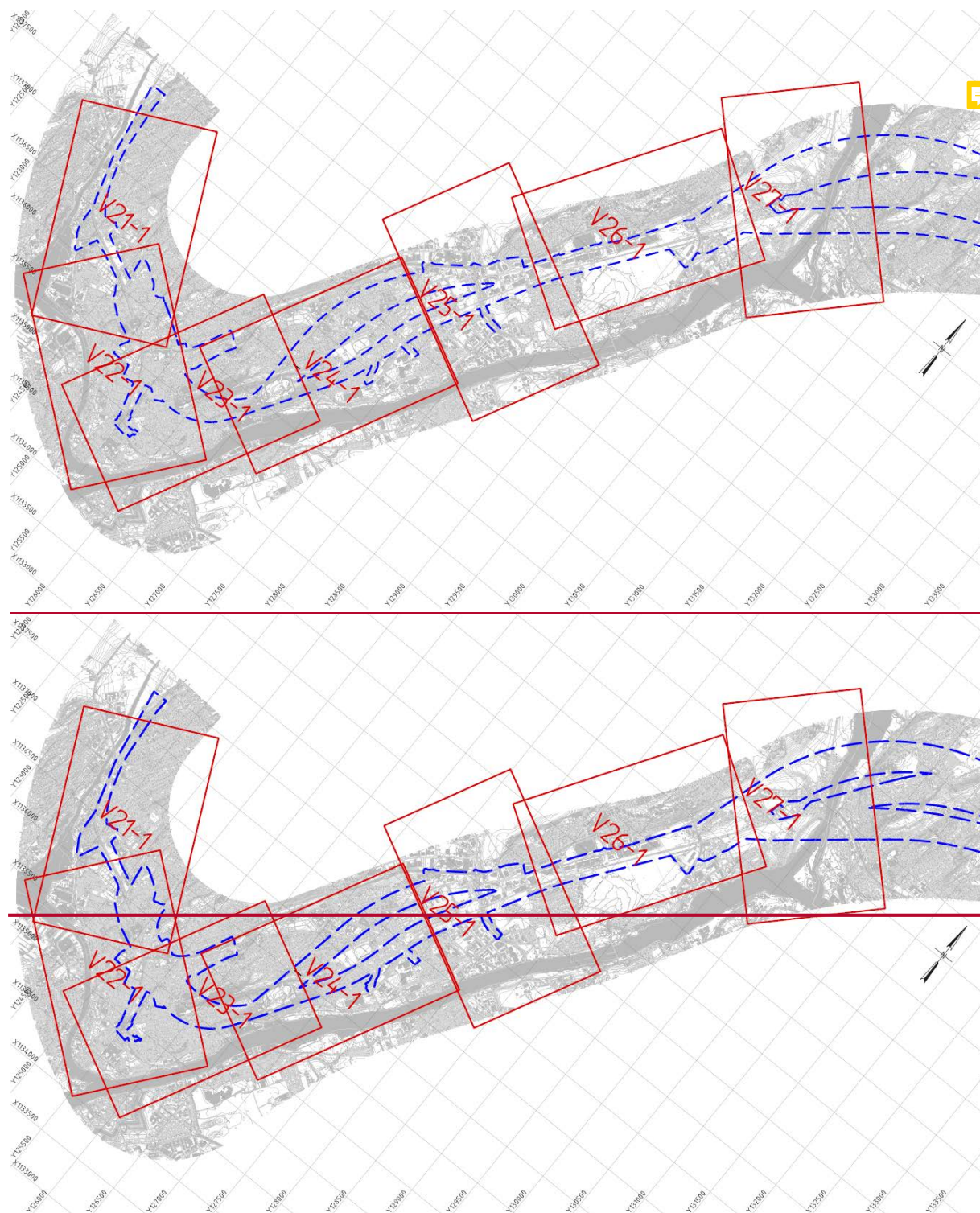
Der vi har hatt tilstrekkelig informasjon om grunnforholdene har faresonene blitt faregradsevaluert i henhold til poengsystemet gitt i NVEs veileder [1]. Der informasjonen om grunnforholdene ikke er tilstrekkelig for å utføre en faregradsevaluering p.t. har sonene kun blitt avmerket i kartet og må evalueres i en senere planfase. Faresonene har blitt delt opp i løснеområder og utløpsområder.

Det er vedlagt tegninger fra 2 ulike steg i prosedyren. Tegninger med nummer V2x-1x viser utbredelse av antatt sprøbruddmateriale basert på utførte grunnundersøkelser, registrert berg i dagen og NGUs løsmassekart. Tegninger med nummer V2x-x viser de avdekkede faresonene etter at en helhetsvurdering av topografi og grunnforhold er gjennomført.

Figur 2-1 og Figur 2-2 viser oversiktsplaner over vedlagte tegninger i Vedlegg 1.



Figur 2-1 Oversiktsplan over tegninger som viser utbredelse av sprøbruddmateriale



Figur 2-2 Oversiktsplan over tegninger som viser faresoner og planavgrensning

3 OMRÅDEBESKRIVELSE

Aktuelt område strekker seg fra Seut i Fredrikstad kommune til Rolvsøy i Fredrikstad kommune.

Området er karakterisert av oppstikkende bergpartier med liten eller ingen løsmasseoverdekning. Mellom disse er det slake eller tilnærmet flate områder med bløt, stedvis sensitiv eller kvikk leire til stor dybde. Under leirmassene er det stedvis morene mot berg. Området er generelt tett bebyggt.

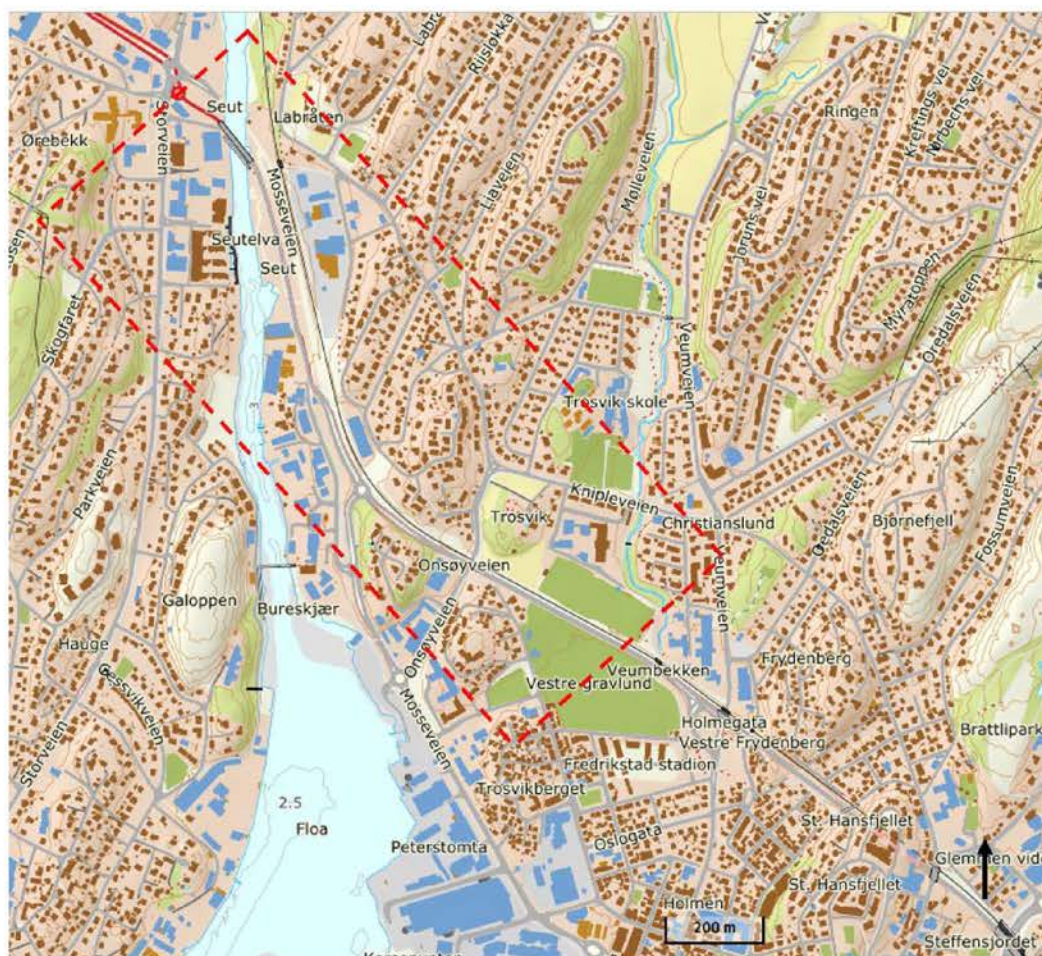
Generelt gjelder det for hele området at bergoverflaten er svært kupert både over og under terreng. Det er flere steder registrert flere titalls meter til berg kun få meter unna områder med registrert berg i dagen. Dvs. at bergoverflaten ofte faller tilnærmet loddrett.

Det er påvist poreovertrykk i grunnen i flere områder.

Siden det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i utførte grunnundersøkelser, må fare for kvikkleireskred utredes for å tilfredsstille krav i NVE-veileder og TEK-10, kfr. ref. [1] og [2].

For videre beskrivelse av områdestabilitet er området delt inn i 6 delområder:

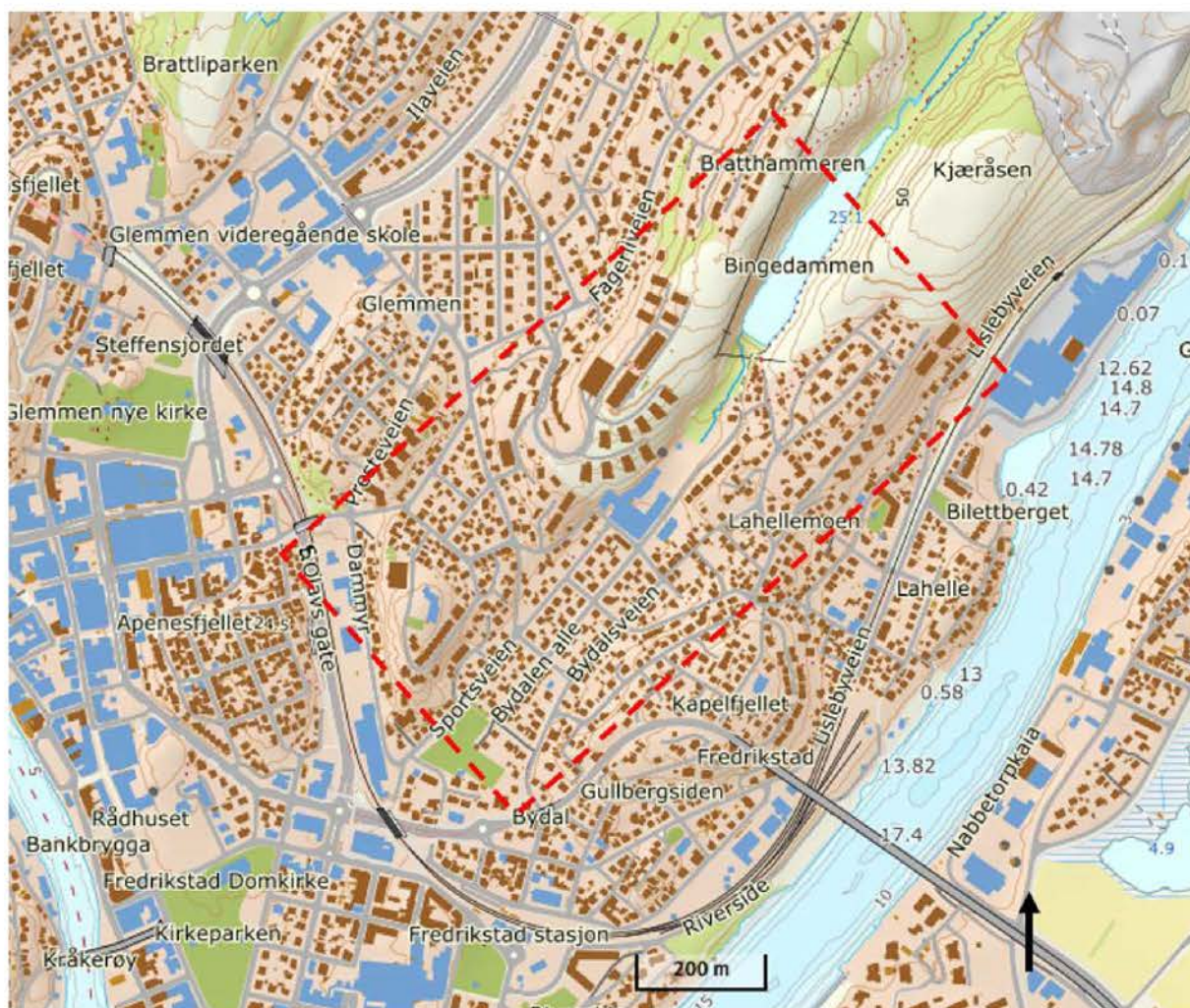
- Område 1 – Seut-Merkurbanen. Se Figur 3-1.
- Område 2 – Merkurbanen-Grønli. Se Figur 3-2.
- Område 3 – Grønli-Kjæråsen. Se Figur 3-3.
- Område 4 – Kjæråsen- Gamle Glemmen kirke. Se Figur 3-4.
- Område 5 – Gamle Glemmen kirke - Hauge. Se Figur 3-5.
- Område 6 – Hauge - Valle. Se Figur 3-6.
- Område 7 – Valle – Rolvsøy. Se Figur 3-7



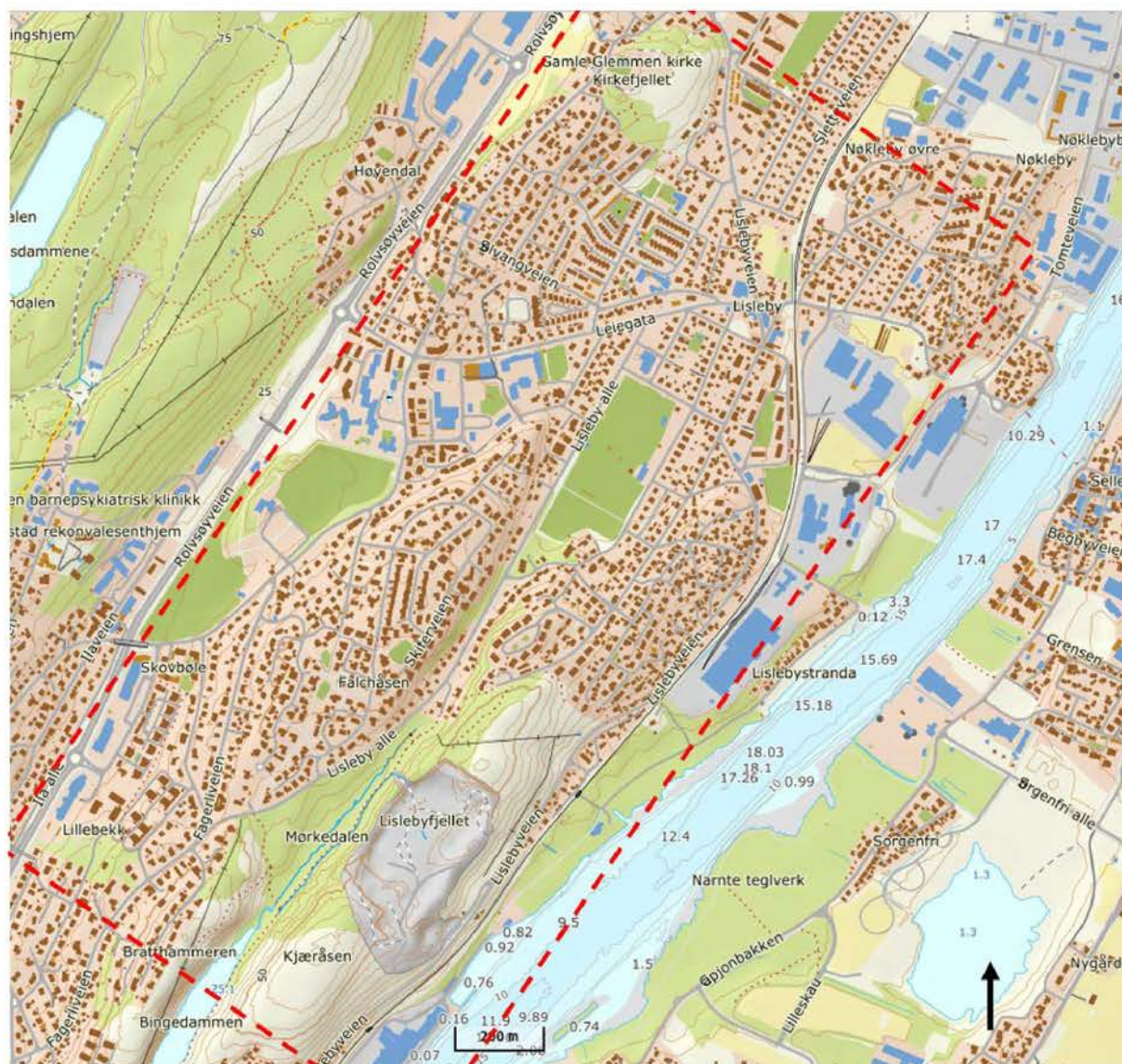
Figur 3-1 Oversiktskart over delområde 1 Seut-Merkurbanen (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-2 Oversiktskart over delområde 2 Merkurbanen-Grønli (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-3 Oversiktskart over delområde 3 Grønli-Kjæråsen (<http://www.norgeskart.no>).

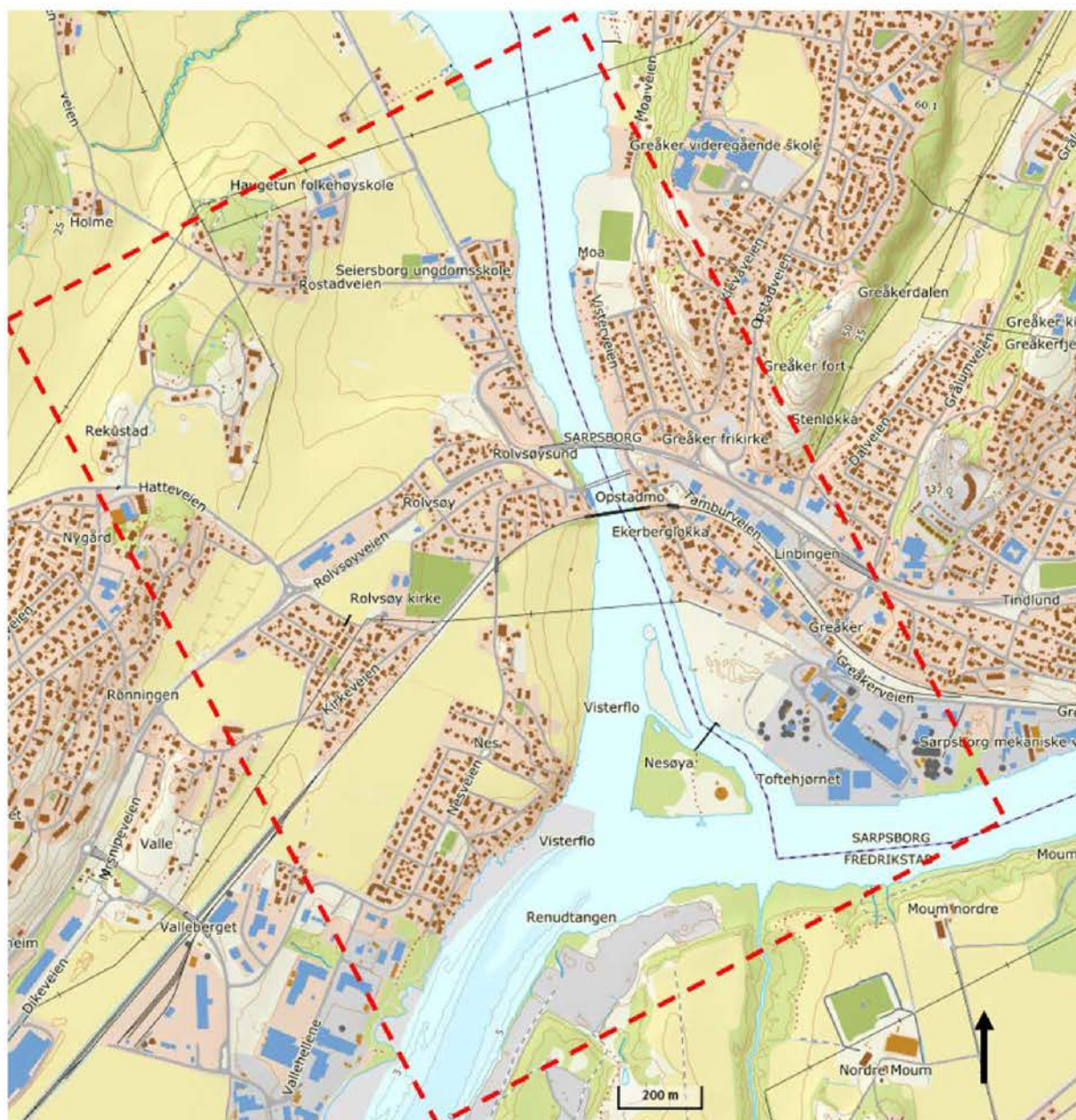


Figur 3-4 Oversiktskart over delområde 4 Kjæråsen-Gamle Glemmen kirke (<http://www.norgeskart.no>).





Figur 3-6 Oversiktskart delområde 6 Hauge – Valle (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-7 Oversiktskart delområde 7 Valle – Rolvsøy (<http://www.norgeskart.no>).

4 DELOMRÅDE 1 – SEUT-MERKURBANEN

Tabell 4-1 viser en oppsummering av gjennomgang av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i ref. [1]. En fullstendig vurdering er gitt i kapittel 4.1 - 4.9.

Tabell 4-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 4.3 og vedlagte tegning V21-10.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	I følge NVE Atlas har SVV markert deler av området som kvikkleireområde, basert på punkter hvor det er registrert kvikkleire.
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 4.5.
6.	Gjennomføring av befarng og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Det må utføres supplerende grunnundersøkelser, se kap. 4.6.
7.	Avgrens løseområder nøyaktig	Løseområdene er vist på vedlagte tegning V21-1 og beskrevet i kap. 4.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Utløpsområder er vist på vedlagt tegning V21-1 og beskrevet i kap. 4.8
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 4.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke i denne planfasen.

4.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

4.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

4.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegning V21-10. Der det ikke er utført grunnundersøkelser har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/ sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-room [5]. Bopunktene plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens borerer med mulig/antatt sprøbruddmateriale (usikre borerer) er vist med oransje farge. Borerer med grønn farge angir bopunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

4.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

I følge NVE Atlas har Statens vegvesen markert deler av området som kvikkleireområde. Området er skravert basert på punkter hvor Statens vegvesen har registrert kvikkleire. Sonen er ikke utredet etter NVEs veileder, og er derfor ikke en fullverdig «kvikkleiresone». Dette området ligger langs riksvei 110, sør for Merkurbanen.

4.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løsneområder beskrevet i kapittel 4.7.

4.6 Vurdering av grunnlag/Utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig i henhold til krav i denne planfasen, men det må utføres flere grunnundersøkelser for å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering med klassifisering av faresoner. Behovet for supplerende grunnundersøkelser varierer mellom de ulike faresonene og er videre omtalt i kap. 4.9.

4.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsneområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte totalsonderinger. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap. 4.8.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V21-1.

4.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

$Utløpsdistanse = 3 \cdot Løsnedistanse$

Ved retrogressive skred i åpent terreng:

$Utløpsdistanse = 1,5 \cdot Løsnedistanse$

I tillegg til den beregnede utløpsdistansen gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V21-1.

4.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegninger V21-1 for oversikt over beliggenheten av registrerte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad.

4.9.1 Faresone 1-1

Faresonen ligger rett øst for Seutbrua. Terrenget heller fra nordøst mot sørvest og begrenses av berg i dagen i nord og øst, og av flatt terreng i sør og vest. Vest for utløpsområdet er det kalksementstabilisert i forbindelse med etablering av ny Rv. 110. Området består hovedsakelig av bebyggelse og infrastruktur, men utløpsområdet kan nå Seutbrua, Mosseveien og Seutelva.

Utførte grunnundersøkelser innenfor sonen viser dybder til berg mellom 0 og 30 m. Nærmeste prøveserier innenfor sonen viser leire som er kvikk fra ca. 4 m under terreng. Utstrekningen av sonen er konservativt antatt og det anbefales å utføre supplerende boringer for å eventuelt kunne avgrense faresonen ytterligere.

Tabell 4-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 4-2: Evaluering av faregrad for faresone 1-1

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke tidligere registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	1	2	Terrenget har en relativt jevn stigning og høydeforskjell på opptil 15 m.
OCR	2	1	2	Prøveserie ca. 40 m fra aktuell faresone (borpunkt SV87-11) gir en OCR på ca.1,5. Dette er typisk for området.
Poretrykk	+3/-3	1	3	Poretrykksmåler som ligger ca. 10 m nedenfor løsneområde (borpunkt SV87-25) viser et poreovertrykk på ca. 10 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Prøveserie i borpunkt N_2 innenfor sonen viser kvikkleire fra ca. 4-12 m under terreng. Sonderinger indikerer også at mektigheten av sprøbruddmateriale er stor, > H/2
Sensitivitet	1	3	3	Det er målt sensitivitet opptil 190 (borpunkt SV87-25).
Erosjon	3	2	6	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto viser ingen tydelig erosjon i området, men det kan tenkes at Seutelva har erodert noe.
Inngrep	+3/-3	0	0	I forbindelse med bygging av ny vei og veibru på Seut er det utført kalksementstabilisering av løsmassene i området. Dette har imidlertid ikke ført til forbedring av stabiliteten for sonen.
Sum poengverdi			22	Gir faregradsklasse «Middels»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 22 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

4.9.2 Faresone 1-2

Faresonen ligger på østsiden av Seutelva, omtrent 80 m sør for Seutbrua. Løsneområdet begrenses i overkant av berg i dagen og i underkant av flatt terreng og prøveserie som ikke indikerer kvikkleire. Området består hovedsakelig av industrivirksomhet og infrastruktur. Utløpsområdet strekker seg over et industrianlegg og ned til Seutelva.

Det er registrert dybder til berg mellom 4-18,6 m. Nærmeste prøveserie ligger i bunn av løsneområdet, og viser leire som er kvikk fra 4 m under terreng.

Tabell 4-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 4-3: Evaluering av faregrad for faresone 1-2

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget har en relativt jevn stigning og en høydeforskjell på ca. 10 meter.
OCR	2	3	6	Nærmeste prøveserie er SV87-50. OCR er noe utydelig, men konservativt antar vi OCR på ca. 1.
Poretrykk	+3/-3	1	3	Poretrykksmåler som ligger ca. 100 m nord for faresonen (borpunkt SV87-40) viser et poreovertrykk på ca. 10 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Prøveserie i SV87-50 med påvist kvikkleire er relativt grunn, men sonderinger i området og prøveserie i borpunkt SV87-40 indikerer at mektigheten av sprøbruddmateriale er >H/2.
Sensitivitet	1	3	3	SV87-50 har høyeste sensitivitet på 110
Erosjon	3	2	6	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto viser ingen tydelig erosjon i området, men det kan tenkes at Seutelva har erodert noe.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			24	Gir faregradsklasse «Middels»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 24 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

4.9.3 Faresone 1-3

Faresonen ligger ved Trosviktoppen, øst for Seutelva, og løsneområdet begrenses av berg i overkant og slakt terreng i underkant. Sonen er et område med boligbebyggelse. Både løsneområdet og utløpsområdet vil kunne influere planlagt jernbane.

Det er ikke gjort grunnundersøkelser innenfor løsneområdet. Det er derfor vanskelig å si noe om dybder til berg her. Like nedenfor løsneområdet, i utløpsområdet, er det registrert dybder til berg mellom ca. 0-20 m. Tidligere grunnundersøkelser i området viser ikke kvikkleire. Det foreligger imidlertid for få grunnundersøkelser til å kunne fullføre faregradsevalueringen for denne faresonen. Flere grunnundersøkelser må utføres.

Det er gjennomført en delvis evaluering av sonens faregrad. Dette er vist i Tabell 4-4. Komplette faregradsevaluering må gjøres etter det er utført flere grunnundersøkelser.

Tabell 4-4 Evaluering av faregrad for faresone 1-3

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	1	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Total skråningshøyde innenfor faresonen er ca. 11 m
OCR	2	3	6	Nærmeste prøveserie er SV87-50, va. 160 m fra faresonen. OCR er noe utydelig, men konservativt antar vi OCR på ca. 1.
Poretrykk	+3/-3	1	3	Poretrykksmåler som ligger ca. 100 m nord for faresonen (borpunkt SV87-40) viser et poreovertrykk på ca. 10 kPa.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Kvikkleiremektighet	2	-	-	Mangler info.
Sensitivitet	1	-	-	Mangler info.
Erosjon	3	2	6	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto viser ingen tydelig erosjon i området, men det kan tenkes at Seutelva har erodert noe.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			-	-

Faregradsevalueringens poengverdi for faresonen kan ikke beregnes før det er gjennomført flere grunnundersøkelser.

4.9.4 Faresone 1-4

Faresonen ligger hovedsakelig nord for eksisterende jernbane, ved Onsøyveien. Løsneområdet begrenses i overkant av berg i dagen og i underkant av flatt terreng. Løsneområdet er et bebyggt område med boliger og infrastruktur. Utløpsområdet krysser eksisterende jernbane og riksvei 110, og består ellers av dyrket mark.

Det er ikke gjort boringer i fjell innenfor løsneområdet, men dreietrykkssoneringer på området er avsluttet mellom ca. 1 og 21 m. Prøveserier innenfor sonen viser sprøbruddmateriale fra ca. 4 m under terreng.

Tabell 4-5 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 4-5 Evaluering av faregrad for faresone 1-4

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget har en relativt jevn stigning og en høydeforskjell på ca. 10 m.
OCR	2	2	4	Nærmeste prøveserie med info om OCR er SS-1007 (ca. 370 m fra løsneområdet), som viser en OCR på ca. 1,4.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Målinger fra tidligere grunnundersøkelser i faresonen viser hydrostatisk poretrykk fra ca. 1,5 m under terreng. Poretrykksmåler SS-1007 viser et poreovertrykk på ca. 20 kPa. Denne er lokalisert ved Merkurbanen i et flatere område og det ansees konservativt å benytte målinger herfra.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Prøveserier i faresonen (SV83-103/SV83-54/SV83-6), viser at sprøbruddmateriale er varierende og settes konservativt til >H/2.
Sensitivitet	1	3	3	SV83-54 har høyeste sensitivitet på 281
Erosjon	3	0	0	Flyfoto tilbake til 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto viser ingen tegn til erosjon.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			19	Gir faregradsklasse «Middels»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 19 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels», som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

4.9.5 Faresone 1-5

Faresonen ligger sør for eksisterende jernbane og riksvei 110, vest for Vestre gravlund. Løsneområdet begrenses i overkant av berg, og i underkant av løsneområdet er terrenget flatt.

Løsneområdet omfatter et bebygd område med boliger. Utløpsområdet er i hovedsak en gravplass, samt noe dyrket mark, og krysser eksisterende jernbane og riksvei 110.

Det er ikke utført grunnundersøkelser innenfor løsneområdet. Her må det utføres undersøkelser for å kunne faregradsevaluere sonen.

5 DELOMRÅDE 2 – MERKURBANEN-GRØNLI

Tabell 5-1 viser en oppsummering av gjennomgang av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i ref. [1]. En fullstendig vurdering er gitt i kapittel 5.1-5.9.

Tabell 5-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 5.3 og vedlagte tegning V22-10.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	I følge NVE Atlas har SVV markert 4 kvikkleireområder innenfor delområdet, basert på punkter hvor SVV har registrert kvikkleire.
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 5.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig til å utføre vurdering av faresoner, men det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for mer nøyaktige vurderinger.
7.	Avgrens løснеområder nøyaktig	Løснеområdene er vist på vedlagte tegninger V21-1 og V22-1 og beskrevet i kap. 5.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Utløpsområder er vist på vedlagte tegninger V21-1 og V22-1 og beskrevet i kap. 5.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 5.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke i denne planfasen.

5.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

5.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

5.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for sannsynlig mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegning V22-10. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/ sprøbruddmateriale. Rapporter fra utført grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens borerer med mulig sprøbruddmateriale (usikre borerer) er vist med oransje farge. Borerer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

5.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

I følge NVE Atlas har Statens vegvesen markert 4 kvikkleireområder innenfor delområdet. Områdene er skravert basert på punkter hvor Statens vegvesen har registrert kvikkleire. Sonene er ikke utredet etter NVEs veileder, og er derfor ikke en fullverdige «kvikkleiresoner». Områdene er lokalisert langs riksvei 110, nordøst for St. Hansfjellet og ved Grønli.

5.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løsneområder beskrevet i kapittel 5.7.

5.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig i henhold til krav i denne planfasen, men det må utføres flere grunnundersøkelser for å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering med klassifisering av faresoner. Foreløpig vurdert utstrekning av faresoner ansees å være konservativt anslått. Supplerende grunnundersøkelser vil kunne redusere omfanget av faresoner i tillegg til å gi grunnlag for stabilitetsberegninger og vurdering av nødvendige tiltak for å sikre sonene. Behovet for supplerende grunnundersøkelser varierer mellom de ulike faresonene og er videre omtalt i kap. 5.9.

5.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsneområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte grunnundersøkelser. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap. 5.8.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegninger V21-1 og V22-1.

5.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

$$\text{Utløpsdistanse} = 3 \cdot \text{Løsnedistanse}$$

Ved retrogressive skred i åpent terreng:

Utløpsdistanse=1,5*Løsnedistanse

I tillegg til den beregnede utløpsdistanse gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegninger V21-1 og V22-1.

5.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegninger V21-1 og V22-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort før bestemmelse av faregrad.

5.9.1 Faresone 2-1

Faresonen ligger langs Veumbekken, nord for Merkurbanen. Løsneområdet begrenses av flatt terreng. Området består hovedsakelig av bekkelandskap med vegetasjon, og bebyggelse på sidene. Utløpsområdet går nedover bekken, og stopper ved fylling til eksisterende jernbane.

Det er utført grunnundersøkelser i søndre del av sonen. Dybder til berg varierer mellom 10 og 31 m i borpunktene innenfor sonen. Sonderingene viser liten motstand/liten økning i motstand, noe som kan indikere sprøbruddmateriale. I borpunkt HS-1007, som ligger innenfor faresonen, er det påvist kvikkleire fra ca. 4 m under terreng.

Tabell 5-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 5-2 Evaluering av faregrad for faresone 2-1

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget stiger jevnt på begge sider av Veumbekken. Skråningshøyden varierer rundt ca. 6 meter
OCR	2	2	4	Nærmeste prøveserie er SS-1007, og viser en OCR på rundt 1,4.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Poretrykksmåler i SS-1007 viser et poreovertrykk på ca. 20 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	SS-1007 viser at kvikkleiremektighet er ca. H/2. Konservativt velges >H/2.
Sensitivitet	1	3	3	SS-1007 har høyeste sensitivitet på 170.
Erosjon	3	2	6	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto kan indikere at Veumbekken har erodert noe.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			25	Gir faregradsklasse «Middels»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 25 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

5.9.2 Faresone 2-2

Faresonen ligger ved Frydenberg, øst for Veumveien. Løsneområdet avgrenses i overkant av berg i dagen og ikke-sensitiv leire. I underkant av løsneområdet er terrenget flatt. Sonen er i et tett bebyggt område, og både løsne- og utløpsområdet krysser eksisterende jernbane og riksvei 110.

Det er tatt opp prøveserier kun i den sørlige delen av faresonen. Prøveseriene viser ikke kvikkleire, men totalsonderinger som ligger lengre nord viser liten motstand og liten motstandsøkning i dybden. Det kan derfor ikke utelukkes at det er sprøbruddmateriale. NVEs løsmassekart viser forekomst av

hav- og fjordavsetninger på området, noe som også kan indikere sprøbruddmateriale. I store deler av sonen mangler det informasjon om grunnforholdene. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser i dette området for å få mer info om mulig kvikkleireforekomst, og for eventuelt å kunne redusere fareområdenes størrelse der avgrensingene er valgt konservativt på grunn av få undersøkelser.

Der hvor det er informasjon om bergdybde er berg registrert mellom ca. 4-51 m under terreng.

Tabell 5-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 5-3 Evaluering av faregrad for faresone 2-2

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Det er registrert et lite løsmasseskred i området, datert 17.08.1980. Mulig årsak er planering og utfylling.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget stiger både mot nord og mot øst. Total skråningshøyde innenfor faresonen er ca. 13 m
OCR	2	2	4	Nærmeste prøveserie er SS-1010, og viser en OCR på ca. 1,4.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Poretrykksmåler i SS-1010 viser et poreovertrykk på ca. 20 kPa. Denne er lokalisert ved avkjøringen fra riksvei 110 til Veumveien, sørvest i utløpsområdet. Det er usikkert om denne poretrykksmåleren viser korrekt poretrykk, men vi velger å tro på de målinger vi har per nå.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Ingen av prøveseriene viser sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Totalsonderinger innenfor sonen indikerer imidlertid at det kan være forekomst av sprøbruddmateriale >H/2.
Sensitivitet	1	3	3	SV59-49 har høyeste sensitivitet på 15, mens SS-1007 som ligger ca. 90 m fra sonen viser høyeste sensitivitet på 170.
Erosjon	3	0	0	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på erosjon i området.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			20	Gir faregradsklasse «Middels»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 20 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

5.9.3 Faresone 2-3

Faresonen ligger rett nord for St. Hansfjellet i Fredrikstad. Den går gjennom eksisterende jernbane og riksvei 110. Området er i hovedsak et boligområde. Løsneområdet begrenses av berg i overkant, og flatt terreng i underkant.

Totalsonderinger i området viser mellom ca. 1-30 m dybde til berg. Nærmeste prøveserie ligger rett nord for eksisterende jernbane (punkt SS-1019) og viser kvikkleire fra ca. 12 m under terreng til ca. 28 m dybde hvor prøveserien er avsluttet.

Tabell 5-4 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 5-4 Evaluering av faregrad for faresone 2-3

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget har en relativt jevn stigning på opptil ca. 6 meter.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
OCR	2	3	6	Nærmeste prøveserie er SS-1019. OCR er målt til 1,5 ved 5,5 m dybde, og under 1 ved 18,5 m dybde.
Poretrykk	+3/-3	0	0	Nærmeste poretrykksmåler er i punkt SS-1018. Den viser ca. hydrostatisk poretrykk.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Prøveserie i SS-1019 viser en mektighet på kvikkleirelaget >H/2. Det samme indikerer sondering SS-1020 som ligger sentralt i øvre del av løснеområdet.
Sensitivitet	1	3	3	Prøveserie i SS-1019 viser en sensitivitet på opptil 250.
Erosjon	3	0	0	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på erosjon i området.
Inngrep	+3/-3	1	3	Etablering av eksisterende infrastruktur kan ha forverret stabiliteten.
Sum poengverdi			18	Gir faregradsklasse «Middels»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 18 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

5.9.4 Faresone 2-4

Faresonen ligger på østsiden av St. Hansfjellet, og heller fra vest mot øst. Løsneområdet er i overkant avgrenset av berg og områder med liten dybde til berg, og i underkant av flatt terreng. Området består hovedsakelig av bebyggelse, og krysser eksisterende jernbane og riksvei 110.

Faregradsevalueringen baserer seg på data fra prøveserie tatt opp ved punkt SS-1040, som ligger i utløpsområdet, ca. 20 m nedenfor løsneområdet. Prøveserien viser sprøbruddmateriale fra ca. 30 m under terreng. Totalsonderinger innenfor faresonen viser dybder til berg fra 3 til minst 58 m. Det er usikkert om SS-1040 er representativ for hele faresonen. Det bør utføres supplerende grunnundersøkelser innenfor sonen.

Tabell 5-5 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 5-5 Evaluering av faregrad for faresone 2-4

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget har en relativt jevn stigning og høydeforskjell på opptil 9 meter.
OCR	2	3	6	Ødometerforsøk på prøve i borpunkt SS-1040 viser OCR på ca. 1.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Poretrykksmåler SS-1040 viser et poreovertrykk på ca. 30 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Prøveserie SS-1040 viser en mektighet på kvikkleirelaget <H/4. Totalsonderinger i området indikerer at kvikkleireforekomsten kan være større. Vi antar derfor mektighet på H/2-H/4.
Sensitivitet	1	2	2	Prøveserie i punkt SS-1040 viser en sensitivitet på 39.
Erosjon	3	0	0	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på erosjon i området.
Inngrep	+3/-3	1	3	Etablering av eksisterende infrastruktur kan ha forverret stabiliteten.
Sum poengverdi			21	Gir faregradsklasse «Middels»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 21 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

5.9.5 Faresone 2-5

Faresonen ligger øst for Glemmen videregående skole, rett nord for eksisterende jernbane og riksvei 110. Løsneområdet avgrenses av berg i dagen i øst, og av ikke-sensitiv leire i nord. Ellers begrenses det av flatt terreng. Utløpsområdet krysser eksisterende jernbane og riksvei 110. Sonen er i hovedsak tettbebyggd.

Det er kun utført totalsonderinger innenfor løsneområdet, slik at her har vi ikke så mye informasjon om løsmassene. Nærmeste prøveserie ligger innenfor utløpsområdet (punkt SS-1068). Her er det registrert sprøbruddmateriale fra ca. 10 m under terreng til prøveserien ble avsluttet 14 m under terreng. Dybde til berg innenfor sonen varierer mellom 5 og minst 58 m under terreng.

Tabell 5-7 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 5-6 Evaluering av faregrad for faresone 2-5

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget har en relativt jevn stigning og høydeforskjell på opptil 6 meter.
OCR	2	2	4	Ødometerforsøk på prøve i borpunkt SS-1068 viser OCR på ca. 1,4.
Poretrykk	+3/-3	0	0	Piezometer ved punkt SS-1068 viser ca. hydrostatisk poretrykksfordeling.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	SS-1068 viser sprøbruddmateriale med mektighet mellom H/2-H/4. Sonderingen SS-1083 innenfor løsneområdet indikerer at det kan være større mektighet med sprøbruddmateriale i selve skråningen. Antar derfor konservativt mektighet på >H/2.
Sensitivitet	1	2	2	Sensitiviteten i SS-1068 er målt opptil 27, men sonderinger innenfor sonen indikerer materialer som kan være mer sensitiv. Vi antar derfor at sensitiviteten kan være høyere.
Erosjon	3	0	0	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på erosjon i området.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			12	Gir faregradsklasse «Lav»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 12 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Lav» som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng.

5.9.6 Faresone 2-6

Faresonen ligger ca. 50 m sørøst for Glemmen videregående skole. Løsneområdet begrenses av berg i dagen i overkant, og av flatt terreng i underkant. Løsneområdet består hovedsakelig av boligbebyggelse, mens utløpsområdet vil kunne nå noen næringsbygg og fylkesvei 109.

Det er kun utført én totalsondering i løsneområdet. Sonderingen viser svakt avtakende motstand med dybden, noe som kan indikere sprøbruddmateriale. Nærmeste prøveserie ligger midt i utløpsområdet (punkt SS-1057). Her er det påvist leire som er kvikk fra ca. 6,5 m til prøveserien ble avsluttet 10 m under terreng. Prøveserie som ligger ca. 40 m fra faresonen (punkt SS-1051) viser kvikkleire fra ca. 4 m til prøveserien ble avsluttet ved 15 m under terreng. Totalsonderinger viser dybder til berg mellom ca. 8 og minst 34 meter under terreng innenfor faresonen.

Tabell 5-7 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 5-7 Evaluering av faregrad for faresone 2-6

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget har en relativt jevn stigning og høydeforskjell på opptil 12 meter.
OCR	2	2	4	Ødometerforsøk på prøve fra 9,5 m dyp i borpunkt SS-1057 viser OCR på ca. 1,3.
Poretrykk	+3/-3	0	0	Piezometer ved punkt SS-1057 viser omtrent hydrostatisk poretrykksfordeling. Dette samsvarer godt med andre målinger i området.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	SS-1057 viser kvikkleiremektighet mellom H/2-H/4, mens SS-1051 viser kvikkleiremektighet >H/2. Vi antar derfor mektighet > H/2.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten er målt opptil 230 (Borpunkt SS-1057).
Erosjon	3	0	0	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på erosjon i området.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			13	Gir faregradsklasse «Lav»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 13 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Lav» som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng.

6 DELOMRÅDE 3 – GRØNLI-KJÆRÅSEN

Tabell 6-1 viser en oppsummering av gjennomgang av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i ref. [1]. En fullstendig vurdering er gitt i kapittel 6.1-6.9.

Tabell 6-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 6.3 og vedlagte tegning V23-10.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner. Det har tidligere gått løsmasseskred i nærheten.
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 6.5.
6.	Gjennomføring av befarng og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Det må utføres supplerende grunnundersøkelser, se kap. 6.6.
7.	Avgrens løsneområder nøyaktig	Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å avgrense løsneområdene mer nøyaktig. En innledende vurdering er av løsneområder er vist på vedlagte tegning V23-1 og beskrevet i kap. 6.7
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å avgrense utløpsområder mer nøyaktig. En innledende vurdering er av utløpsområder er vist på vedlagte tegning V23-1 og beskrevet i kap. 6.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Det er utført en faregradsklassifisering av faresoner der grunnlaget anses som tilstrekkelig. For resterende soner er det nødvendig med supplerende grunnundersøkelser for å utføre faregradsklassifisering. Se kap. 6.9
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke i denne planfasen

6.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

6.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

6.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for sannsynlig mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegning V23-10. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rapporter fra utført grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-room [5]. Borpunktene plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder.

Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens borerer med mulig sprøbruddmateriale (usikre borerer) er vist med oransje farge. Borerer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

6.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no. Det har tidligere gått løsmasseskred ved Lahelle, som ligger ca. 150 m øst for delområdet.

6.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løseområder beskrevet i kapitel 6.7.

6.6 Vurdering av grunnlag/Utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees ikke tilstrekkelig til å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering for delområdet, og det må derfor utføres supplerende grunnundersøkelser. Behovet for supplerende grunnundersøkelser varierer mellom de ulike faresonene og er videre omtalt i kap. 6.9. Foreløpig vurdert utstrekning av faresoner ansees å være konservativt anslått. Supplerende grunnundersøkelser vil kunne redusere omfanget av faresoner i tillegg til å gi grunnlag for stabilitetsberegninger og vurdering av nødvendige tiltak for å sikre sonene.

6.7 Aktuelle bruddtyper og løseområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løseområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte grunnundersøkelser. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap.6.8.

Løseområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V23-1.

6.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løse- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

Utløpsdistanse=3*Løsnedistanse

Ved retrogressive skred i åpent terreng:

Utløpsdistanse=1,5*Løsnedistanse

I tillegg til den beregnede utløpsdistanse gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V23-1.

6.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V23-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad eller eventuelle behov for supplerende grunnundersøkelser for å kunne fullføre faregradsevalueringen.

6.9.1 Faresone 3-1

Faresonen ligger i Bydalen i Fredrikstad. Løsneområdet starter i en oppdemt innsjø, Bingedammen, og begrenses av berg i dagen på sidene av sonen og av flatt terreng i underkant. Løsneområdet fortsetter ned gjennom en dal med vegetasjon, mens utløpsområdet strekker seg utover et tett bebyggt strøk.

Nærmeste prøveserie ligger rett nedenfor løsneområdet (punkt SS-2005), og viser sprøbruddmateriale fra ca. 4,5 m under terreng og ned til bunn av prøveserien ved 10 m. Totalsonderinger innenfor sonen viser dybder til berg mellom ca. 4-30 m under terreng. Flere sonderinger viser liten økning i motstand med dybden, noe som kan indikere sprøbruddmateriale.

Det anbefales å utføre flere grunnundersøkelser i området for å anskaffe mer informasjon om grunnforhold og poretrykkssituasjon.

Tabell 6-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 6-2 Evaluering av faregrad for faresone 3-1

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er registrert to løsmasseskred i området, datert 17.08.1980. Begge skredene er lokalisert ved Lahelle, ca. 350 m øst for faresonen.
Skråningshøyde	2	1	2	Terrenget har en relativt jevn stigning og høydeforskjell på opptil ca. 15 m. Skråningshøyden/dybden i Bingedammen er ukjent.
OCR	2	1	2	Ødometerforsøk på prøve fra 4,5 m dyp i borpunkt SS-2005 viser OCR på ca. 1,6.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Nærmeste poretrykksmåler er SS-1057, som ligger ca. 600 m fra faresonen. Det er målt hydrostatisk poretrykkfordeling her. Dette området kan ha en helt annen poretrykkssituasjon, så vi velger i denne fasen å anta poreovertrykk mellom 10-30 kPa. Det anbefales å sette ned piezometer i området.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Opptatt prøveserie (SS-2005) viser at mektigheten av sprøbruddmateriale er stor > H/2
Sensitivitet	1	1	1	Det er målt sensitivitet opptil 28 i punkt SS-2005. Basert på sonderinger vurderes punktet som representativt for området.
Erosjon	3	1	3	Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på erosjon i området, men området kan tenkes å ha erodert før Bingedammen ble oppdemt.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			23	Gir faregradsklasse «Middels»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 23 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

6.9.2 Faresone 3-2

Faresonen ligger i og øst for Bydalen i Fredrikstad. Området heller fra nordøst mot sørvest, og begrenses i overkant av berg i dagen og slakt terreng, og av flatt terreng i underkant. Området består i hovedsak av tett bebyggelse.

Avmerking av faresonen baserer seg kun på topografi, NGUs løsmassekart, registrert berg i dagen, samt en prøveserie og enkelte dreitrykksonderinger utført i et lite område innenfor sonen. Sonen er antatt konservativ, og det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å kunne fullføre en faregradsevaluering og eventuelt avkrefte/bekreft utstrekningen av sonen.

7 DELOMRÅDE 4 – KJÆRÅSEN-GAMLE GLEMMEN KIRKE

På delområde 4, Kjæråsen-Gamle Glemmen kirke, er ny jernbane planlagt etablert i tunnel i fjell. Det er derfor vurdert at det ikke vil være reell fare for områdeskred som vil påvirke prosjektet i dette området. Det er ikke gjennomført faregradsevalueringer innenfor dette delområdet.

En forutsetning for dette er at jernbanen etableres med tilstrekkelig fjelloverdekning, og det ikke etableres åpne byggegroper. Etablering av eventuelle tilkomstveger, deponiområder etc. er ikke tatt med i denne områdestabilitetsvurderingen.

Tegning V24-1, V24-10 og V24-11 i Vedlegg 1 viser området som er vurdert.

8 DELOMRÅDE 5 – GAMLE GLEMMEN KIRKE - HAUGE

Tabell 8-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 8.1 til 8.9.

Tabell 8-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 8.3 og vedlagte tegning V25-10.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 8.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig. Se kap. 8.6
7.	Avgrens løseområder nøyaktig	Se vedlagte tegning V25-1 og kap 8.7
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se vedlagte tegning V25-1 og kap 0
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 8.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet.

8.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

8.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

8.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegning V25-10. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/ sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens borerer med mulig sprøbruddmateriale (usikre borerer) er vist med oransje farge. Borerer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

8.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no.

Det er ikke registrert tidligere skredaktivitet på Vestsiden av Glomma i det aktuelle området, som er der traséen planlegges. Det er imidlertid registrert en kvikkleiresone ved Sandem, som ligger på andre siden av Glomma, ca. 600 m fra der en av linjene er planlagt. Det er registrert kvikkleirepunkt langs med Rolvsøyveien som går gjennom deler av de aktuelle faresonene.

8.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løsneområder beskrevet i kapittel 8.7.

8.6 Vurdering av grunnlag/Utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees tilstrekkelig til å kunne utføre en områdestabilitetsvurdering for teknisk hovedplan, men det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for muligens å kunne redusere fareområdenes størrelse der avgrensingene er valgt konservativt på grunn av få undersøkelser.

8.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsneområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte totalsonderinger. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap. 8.8.

8.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

$\text{Utløpsdistanse} = 3 \cdot \text{Løsnedistanse}$

Ved retrogressive skred i åpent terreng:

$\text{Utløpsdistanse} = 1,5 \cdot \text{Løsnedistanse}$

I tillegg til den beregnede utløpsdistansen gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V25-1.

8.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V25-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad.

8.9.1 Faresone 5-1

Området innenfor sonen består i dag av bebyggelse og et behandlingssenter. Utløpsområdet vil kunne påvirke ny jernbanelinje, en barnehage samt forretninger. Terrenget heller slakt fra vest mot øst. Sonen avgrenses i vest av registrert berg i dagen, mens det i nord og sør er flatere terreng. Tidligere utført prøveserie i utløpsområdet M1-4, viser tørrskorpeleire over leire til ca. 11 meters dyp. Leiren kan antas å være sprøbruddmateriale. Sonering er kjørt til ca. 38,5 meter. Avgrensningen av sonen er konservativt antatt og det anbefales å utføre supplerende boringer i nord for å kunne avgrense sonen ytterligere.

Tabell 8-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 8-2 Evaluering av faregrad for faresone 5-1

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert kvikkleireskred nærme området fra NVE-skrednett sine side. Nærmeste kvikkleiresone er omtrentlig 600 meter fra faresonen.
Skråningshøyde	2	0	0	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden er omtrentlig 5 meter for området.
OCR	2	0	0	Utført ødometerforsøk i borpunkt M1-4 viser en OCR på ca. 2,6 ved ca. 3,5 meter. Denne prøveserien ligger rett utenfor utløpsområdet for sonen. Det er ingen prøveserier i selve faresonen.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Har ikke grunnlag dette. Vet at det kan være poreovertrykk på Fredrikstad-Sarpsborg strekningen, og velger antatt konservativt score 2 som omfatter poreovertrykk opp til 30 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Opptatte prøveserier i området for bp. M1-4 viser at den antatte mektigheten av sprøbruddmateriale er ca. 8 meter. Det er ingen soneringer innenfor løsneområdet. Antar derfor mektighet >H/2.
Sensitivitet	1	1	1	Det er målt sensitivitet fra 14-28
Erosjon	3	0	0	Det forventes ingen pågående erosjon i området. Historiske foto fra finn.no antyder heller ikke dette.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			13	Gir faregradsklasse «Lav»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 13 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Lav» som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng.

8.9.2 Faresone 5-2 og 5-3

Området innenfor sonen består i dag av vei og infrastruktur langs en bekk. Utløpsområdet vil kunne påvirke ny jernbanelinje, samt eksisterende vei. Terrenget heller slakt fra ned mot bekken på begge sider. Sonen avgrenses av bekkeleiet, og vil føre utløpsmassene nedstrøms.

Tidligere utført prøveserie i løseområdet 1015, viser tørrskorpeleire over leire til ca. 10 meters dyp. Leira kan antas å være sprøbruddmateriale i øverste sjikt med bekreftet kvikkleire i nedre sjikt. Sonering er kjørt til ca. 14,5 meter. Det er tidligere utført en rekke grunnundersøkelser innenfor sonen, men dette er hovedsakelig soneringer. I flere av soneringene kan det ikke utelukkes at det er sprøbruddmateriale kun basert på soneringen. Det er også vanskelig å lese av omrørt skjærfasthet for en del av de eldre prøveseriene. Derfor er avgrensningen av sonen er antatt konservativt og det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser med opptak av prøver med for å kunne avgrense sonen mer nøyaktig. Det er flere soneringer innenfor sonen som ikke indikerer sprøbruddmateriale. Det kan derfor være at det ikke er sammenhengende lag med sprøbrudd. Dette bør vurderes nærmere i senere planfaser etter at det er utført supplerende grunnundersøkelser. Det er registrert et kvikkleirepunkt rett på øst-siden av rundkjøringen i faresonen.

Tabell 8-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 8-3 Evaluering av faregrad for faresone 5-2 og 5-3

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert kvikkleireskred i området fra NVE-skrednett sine side. Nærmeste kvikkleiresone er omtrentlig 150 meter fra utløpet av bekken på andre siden av Glomma.
Skråningshøyde	2	0	0	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden er omtrentlig 5 meter for området.
OCR	2	2	4	Utførte ødometerforsøk ved 1001 viser en OCR på ca. 1,4. 1015 viser en OCR på ca. 1,3
Poretrykk	+3/-3	0	0	Fra piezometer 1018 satt ut ved rundkjøringen ved faresonen, viser dette en grunnvannstand på ca. 3 meter under terreng. Det er antatt at grunnvannsspeilet ligger på samme nivå som bekken.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Opptatte prøveserier i området (1015) viser at mektigheten av sprøbruddmateriale er relativt stor (fra 3 meter og ned >H/2. ca. 11 meter mektighet)
Sensitivitet	1	3	3	Det er målt sensitivitet fra 21-200
Erosjon	3	3	9	Det er ikke utført befaringer med tanke på å avdekke erosjon i bekkeløpet. Det er derfor konservativt antatt en score på 3, som tilsvarer aktiv erosjon. Dette har stor innvirkning på total poengsum for sonen, og for klassifisering. For neste planfase bør det derfor utføres befaring for å vurdere erosjonen i bekkeløpet.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke utført kjente terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			22	Gir faregradsklasse «Middels»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 22 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

9 DELOMRÅDE 6 – HAUGE – VALLE

Tabell 9-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 9.1 til 9.8.

Tabell 9-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 9.3 og vedlagte tegning V26-10.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner.
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Det er ingen aktuelle aktsomhetsområder i området som tilsier mulig fare for områdeskred etter retningslinjer fra NVE.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Ikke videre behov for utredelse. Tegning V26-1 og V26-10 i Vedlegg 1 viser området som er vurdert.
7.	Avgrens løseområder nøyaktig	
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	

9.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

9.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

9.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegning V26-10. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rapporter fra utført grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-room [5]. Borpunktene plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens borerer med mulig sprøbruddmateriale (usikre borerer) er vist med oransje farge. Borerer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

9.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no. Det er ikke registrert tidligere skredaktivitet på Vestsiden av Glomma i det aktuelle området, som er der traséen planlegges.

9.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Det er ikke funnet aktsomhetsområder i dette området.

9.6 Vurdering av grunnlag/Utførte grunnundersøkelser

Ikke videre behov for utredning.

9.7 Aktuelle bruddtyper og løснеområder

Ikke videre behov for utredning.

9.8 Aktuelle utløpsområder

Ikke videre behov for utredning.

10 DELOMRÅDE 7 – VALLE – ROLVSØY

Tabell 10-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 10.1 til 10.9.

Tabell 10-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 10.3 og vedlagte tegninger V27-10 og V27-11.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 10.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig. Se kap. 10.6.
7.	Avgrens løseområder nøyaktig	Se vedlagte tegning V27-1 og kap 10.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se vedlagte tegning V27-1 og kap. 10.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 10.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet.

10.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

10.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

10.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegninger V27-10 og V27-11. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rapporter fra utført grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-room [5]. Borpunktene plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens borer med mulig sprøbruddmateriale (usikre borer) er vist med oransje farge. Borer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

10.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no.

Det er i registrert tidligere skredaktivitet på sydøst-siden av Rolvsøy Kirke, som ligger ca. 50 meter fra dagens jernbanelinje. Dette kvikkleireskredet gikk i 1955.

Det er registrert kvikkleirepunkt langs med Rolvsøyveien som går gjennom deler av de aktuelle faresonene, samt en større sone ved Bjørnengveien på dagens jernbanelinje som strekker seg sør-østover med et areal på omtrentlig 100 000 m².

10.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løsneområder beskrevet i kapittel 10.7.

10.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees tilstrekkelig til å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering, men det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for muligens å kunne redusere fareområdenes størrelse der avgrensingene er valgt konservativt på grunn av få undersøkelser.

10.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsneområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte totalsonderinger. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. 10.8.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V27-1.

10.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

$$\text{Utløpsdistanse} = 3 * \text{Løsnedistanse}$$

Ved retrogressive skred i åpent terreng:

Utløpsdistanse=1,5*Løsnedistanse

I tillegg til den beregnede utløpsdistanse gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V27-1.

Det bemerkes at kun området til Rolvsøysund bru er vurdert i denne rapporten. Det kan forekomme soner på øst-siden av Rolvsøysund, som ikke er en del av denne vurderingen. Dette vurderes nærmere i områdestabilitetsrapporten for Rolvsøysund-Klavestad.

10.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V27-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad.

10.9.1 Faresone 7-1

Området innenfor sonen består i dag av bebyggelse og infrastruktur. Utløpsområdet vil kunne påvirke begge alternativer for ny jernbanelinje. Terrenget heller fra vest mot øst mot Rolvsøysund. Sonen er antatt konservativ, da det er vanskelig å få en klar oversikt over hvor det er berg i dagen. Dette bør utredes nærmere i senere fase.

Prøveserie SS-6017 utført av COWI i utløpsområdet viser tørrskorpeleire over bløt leire til ca. 21 meters dyp. Leira fra 2-2,5 meters dyp kan antas å være sprøbruddmateriale.

Prøveserie SS-7004 utført av COWI i utløpsområdet viser tørrskorpeleire over bløt leire til ca. 33 meter. Leira er delvis antatt sprøbruddmateriale og kvikk i 2-8 meters dyp.

Prøveserie SS-7008 utført av COWI i utløpsområdet viser antatt tørrskorpeleire over bløt leire til ca. 22 meter. Leira antas å være sprøbruddmateriale i sjikt på 2-8 meters dyp.

Avgrensningen av sonen er antatt konservativ og det anbefales å utføre supplerende borer i nord for å kunne avgrense sonen ytterligere.

Tabell 10-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 10-2 Evaluering av faregrad for faresone 7-1

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er i registrert kvikkleireskred nærme området fra NVE-skrednett sine side. Nærmeste skred gikk 150 meter vest for sonen ved Nesveien.
Skråningshøyde	2	1	2	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil 18 meter for deler av området.
OCR	2	2	4	Utførte ødometerforsøk ved SS-6017 viser en tolket OCR på ca. 1,3.
Poretrykk	+3/-3	3	9	Piezometere fra SS-6017, SS-7004 og SS-7008 indikerer ulik vannstand. Piezometer SS-7008 indikerer et overtrykk på ca. 45 kPa. Det er satt ned hydraulisk piezometer i borpunkt SS-7008 for å bekrefte/avkrete om det er et så høyt overtrykk. Til disse dataene er tilgjengelige velges det en konservativ tilnærming, og det antas et overtrykk på ca. 45kPa
Kvikkleiremektighet	2	1	2	Opptatte prøveserier SS-7004 og SS-7008 i området viser at mektigheten av sprøbruddmateriale er relativt stor med et sjikt på 2-8 meter. Basert på øvrige sonderinger i området, vurderes disse punktene representative. Dette gir H/2-H/4.
Sensitivitet	1	2	2	Det er målt sensitivitet fra 6-65

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Erosjon	3	2	6	Det er i denne fasen ikke utført noen befaring for å vurdere erosjon i Rolvsøysund eller sonen for øvrig. Det er derfor antatt at det er aktiv erosjon innenfor sonen. Dette er antatt konservativt. En lavere score for erosjon vil føre til en lavere faregrad. Dette kan evt. justeres i senere faser basert på befaringer og vurderinger av erosjonsforholdene.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke utført kjente terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			28	Gir faregradsklasse «Høy»

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 28 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Høy» som omfatter soner med poengverdi fra 26 til 51 poeng.

11 VIKTIGE OG KRITISKE MOMENTER

Det vil være nødvendig å vurdere lokalstabiliteten og områdestabiliteten i sammenheng med konstruksjoner, fyllinger og skjæringer som skal etableres i området. Denne utredningen har kun vurdert dagens situasjon før noe bygges eller tiltak gjennomføres.

Områdestabilitetsvurderingene i denne rapporten er gjort i forbindelse med etablering av ny jernbane mellom Seut og Sarpsborg, i denne omgang strekningen Seut-Rolvsøy. Merk at vurderingen som er gjort er gjort med grunnlag i dagens alternativer. Ved eventuelle nye alternativer må det gjennomføres en utvidet vurdering. Etablering av eventuelle tilkomstveger, deponiområder etc. er ikke tatt med i denne områdestabilitetsvurderingen. Dette må gjøres når endelig plassering av det øvrige er bestemt.

12 REFERANSER

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, "Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (V:7-2014)", NVE, Oslo, Veileder 7-2014, apr. 2014.
- [2] KRD (kommunal- og regionaldepartementet), *FOR 2010-03-26 nr 489 - Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift/TEK10)*. 2010.
- [3] (NVE) Norges vassdrags- og energidirektorat og Norges geologiske undersøkelse, www.skrednett.no, *Skrednett*. [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.skrednett.no/no/>.
- [4] NGU kvartærgeologisk kart. [Online]. Tilgjengelig på: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- [5] Geotekniske datarapporter for Fredrikstad-Sarpsborg. Tilgjengelig på: e-room fra Bane NOR.
- [6] NIFS, Rapport 14/2016 Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred.

13 REVISJONSHISTORIKK

Rev.	Endring
00A	Første utkast

14 VEDLEGG

Dokumentnummer	Dokumenttittel	Dato	Filnavn	Antall sider
ICP-16-V-25050_00A-Vedlegg 1	Tegninger områdestabilitet	06.04.2018	ICP-16-V-25050_00A-Vedlegg 1.pdf	18