



Geoteknikk

Fv. 353 Rugdtvedt - Surtebogen
Vurderingsrapport for pr. 2850 - 3430 (Skjerke området)

FV 353, Bamble kommune

Ressursavdelingen

Hd1163A-2





Statens vegvesen

Region sør

Ressursavdelingen

Vegteknisk

Postadr. Postboks 723 Stoa

4808 ARENDAL

Telefon 22073000

www.vegvesen.no



Oppdragsrapport

Nr. Hd1163A-2

Labsysnr.

Geoteknikk

Fv. 353 Rugdtvedt - Surtebogen

Vurderingsrapport for pr. 2850 - 3430 (Skjerke området)

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	192545 - 6558260	Plan og prosjektering Telemark v/ Ragnar Grøsfjeld	15
Kommune nr.	Kommune	Dato:	Antall vedlegg:
0814	Bamble	2019-03-19	7
		Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
		Hiruy Ghidey Hishe	
Prosjektnummer	Oppdragsnummer	Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
208400	Hd1163A-2	Jane Terese Løvall-Blegen	Monika Rødin Lund
Sammendrag			

Det er vurder to veglinjealternativer i Skjerke området. Rapporten inneholder en beskrivelse av grunnforhold og lagdeling, valg av geotekniske parametere, geotekniske utfordringer, stabilitets- og setningsvurderinger, vurdering for brufundamentering og mulige tiltak.

Det er påvist kvikkleire i områder og fyllinger i nærheten til sjøen som gjør det utfordrende.

Emneord

Kvikkleire

GEOTEKNISK KATEGORI/KONSEKVENSKLASSE

Geoteknisk kategori	Konsekvens-/ pålitelighetsklasse		Konsekvens- klasse	Beskrivelse
Geoteknisk kategori 1	CC1/RC1	☐	CC1	liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 2	CC2/RC2	☒	CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 3	CC3/RC3 ev RC4	☐	CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser

Kategori/konsekvensklasse er fastsatt av			
	Enhet/navn	Signatur	Dato
Geoteknisk prosjekterende	Hiruy Ghidey Hishe	Hiruy Ghidey hishe Digitalt signert av Hiruy Ghidey hishe DN: cn=Hiruy Ghidey hishe, o=Statensvegvesen, ou=Vegeteknisk seksjon, email=hiruy.ghidey.hishe@vegvesen.no, c=NO Dato: 2019.03.18 09:41:09 +01'00'	2019-03-19
Oppdragsgiver	Plan og prosjektering Telemark v/ Ragnar Grøsfjeld		

Kommentarer til valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse (pålitelighetsklasse)
Denne rapporten vurderer veglinjealternativer i Skjerke området for prosjektet fv. 353 Rugdtvedt - Surtebogen. Rapportene beskriver grunnforholdet, geotekniske utfordringer, stabilitets- og setningsanalyser og mulige tiltak. Planlagte veglinjer går over kvikkleireområder og fyllinger etableres nær/mot sjøen. Disse skaper geotekniske utfordringer i prosjektet.

PROSJEKTKONTROLL

	Enhet/Navn	Signatur	Dato
Grunnleggende kontroll	Hiruy Ghidey Hishe	Hiruy Ghidey hishe Digitalt signert av Hiruy Ghidey hishe DN: cn=Hiruy Ghidey hishe, o=Statensvegvesen, ou=Vegeteknisk seksjon, email=hiruy.ghidey.hishe@vegvesen.no, c=NO Dato: 2019.03.18 09:41:19 +01'00'	2019-03-19
Kollegakontroll	Monika Rødin Lund		2019-03-19
Utvidet kontroll			
Uavhengig kontroll			
Godkjent			

Kontrollklasse	Kontrollform					
	Prosjektering			Utførelse		
	Grunn- leggende kontroll	Kollega- kontroll	Uavh. eller utvidet kontroll	Basis kontroll	Intern systematisk kontroll	Uavhengig kontroll
B (begrenset)	kreves	kreves ikke	kreves ikke	kreves	kreves ikke	kreves ikke
N (normal)	kreves	kreves	kreves ikke	kreves	kreves	kreves ikke
U (utvidet)	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves

INNHOLDSFORTEGNELSE

INNHOLDSFORTEGNELSE	3
1 INNLEDNING/ORIENTERING	4
2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	4
3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER	4
4 SIKKERHETSPRINSIPPER OG MYNDIGHETSKRAV.....	5
4.1 Geoteknisk kategori og konsekvensklasse.....	5
4.2 Vurdering av områdestabilitet og tiltakskategori	5
5 MATERIALPARAMETER	5
5.1 Valg av parametere for stabilitetsanalyser	5
5.2 Valg av parametere for setningsanalyser	6
6 GRUNNFORHOLD OG GEOTEKNISKE UTFORDRINGER (PROBLEMSTILLINGER)	7
6.1 Profil 2850 – 3140 (Skjerkebukta).....	7
6.1.1 Grunnforhold.....	7
6.1.2 Geotekniske utfordringer/ problemstillinger og materialeparameter.....	7
6.1.3 Stabilitets- og setningsberegninger og kommentarer til alternativer.....	8
6.2 Profil: Skjerkebrua – kryssing av Søtholtbekken (veglinje 14200 x 36420, og 13000 x 36000)	10
6.2.1 Grunnforhold.....	10
6.2.2 Geotekniske utfordringer/ problemstillinger	10
6.2.3 Stabilitets- og setningsberegninger og kommentarer til alternativer.....	11
6.3 Profil 3140 – 3430	13
6.3.1 Grunnforhold.....	13
6.3.2 Geotekniske utfordringer/ problemstillinger	13
6.3.3 Stabilitets- og setningsberegninger og kommentarer til alternativer.....	13
7 OPPSUMMERING	14
8 VIDERE ARBEIDE	14
9 REFERANSER.....	15

VEDLEGGSOVERSIKT

Bilag 1: Plantegninger datert 28.01.2019, veglinje 14200

Bilag 2: Plantegninger datert 28.01.2019, veglinje 13000

Bilag 3-A: Dagens situasjon–drenert stabilitetsanalyse i pr. 2980 (veglinje 13000)

Bilag 3-B: Ferdig situasjon (sprengstein fylling), drenert stabilitetsanalyse, pr. 2980 (vl.13000)

Bilag 3-C: Ferdig situasjon (sprengstein), udrenert stabilitetsanalyse, pr. 2980 (vl. 13000)

Bilag 3-D: Ferdig situasjon (skumglass fylling), drenert stabilitetsanalyse, pr. 2980 (vl. 13000)

Bilag 3-E: Ferdig situasjon (skumglass fylling), udrenert stabilitetsanalyse, pr. 2980 (vl. 13000)

1 INNLEDNING/ORIENTERING

Etter oppdrag fra Plan og prosjektering i Telemark har Vegteknisk seksjon i Region sør utført grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for reguleringsplanen for prosjektet fv. 353 Rugdtvedt–Surtebogen. Denne rapporten vurderer to veglinjealternativer i Skjerke området. Rapporten inneholder en beskrivelse av grunnforhold og lagdeling, valg av geotekniske parametere, geotekniske utfordringer, stabilitetsvurderinger og mulige tiltak.

Bilag 1 og 2 viser oversiktstegning, de to alternativene for prosjektområdet, fra tegningshefte datert 28.01.2019.

2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det er funnet tidligere utførte grunnundersøkelser og geotekniske rapporter som gjelder for Skjerke området. For detaljer om grunnundersøkelsene henvises det til datarapport Hd1163A-1.

En oversikt over rapportene som ble benyttet er vist nedenfor:

- *Hd 824A tilleggsrapport 1. Riksveg 353 Rugdtvedtmyra–Voll. Parsell Rugdtvedtmyra–Surtebogen. Geotekniske undersøkelser for reguleringsplan. 20055–470. Statens vegvesen, 2003.*
- *Hd 894A. Riksveg 353 Rugdtvedtmyra–Voll. Parsell Rugdtvedtmyra–Surtebogen. Utbedring før dekkefornyning. Statens vegvesen, 1991.*
- *Hd 824A. Riksveg 353 Rugdtvedtmyra–Voll. Parsell Rugdtvedtmyra–Surtebogen. Geotekniske undersøkelser for hovedplan. Statens vegvesen, 1988.*

3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

I november 2018 er det utført omfattende grunnundersøkelser som del av reguleringsplanarbeidet. Grunnundersøkelsene omfatter i alt 17 totalsonderinger (6 av totalsonderingene ble utført i sjøen), og opptak av poseprøver og 5 uforstyrrede prøveserier. Det har også blitt satt ned 1 poretrykksmåler. Ut i fra disse grunnundersøkelsene er det 7 totalsonderinger som gjelder for Skjerke området. Disse er totalsondering 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19. Selv om det ikke er utført grunnundersøkelser i vann (sjøen) i Skjerke områder, er totalsondering og prøveserie på hull 6 som ligger i nærheten og utført i vann tatt for å ha opplysninger om grunnforholdene i sjøen. I tillegg er ødometer- og treaksforsøk fra Hull 22 og 23 benyttet for å velge materialeparameter som ble brukt for stabilitets- og setningsberegninger.

For detaljer om tidligere og nyere grunnundersøkelsene samt resultater fra laboratorieanalyser av prøveseriene henvises det til datarapport Hd1163A-1.

4 SIKKERHETSPRINSIPPER OG MYNDIGHETSKRAV

Prosjektet skal følge Eurocode og Statens vegvesens vegnormaler med henvisning til håndbøker (veiledninger og retningslinjer). Siden det er registrert kvikkleire i området må prosjektet også ta hensyn til krav gitt av NVE, veileder nr. 7/14 «*Sikkerhet mot kvikkleireskred*».

4.1 Geoteknisk kategori og konsekvensklasse

I henhold til NS-EN 1997-1:2004+NA:2008" Eurocode 7: *Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler*", NS-EN 1997-2:2008" Eurocode 7: *Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver*" kan konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC) settes til klasse 2 (CC2) eller klasse 3 (CC3) avhengig av veglinjen som blir velges. Det er planlagt to alternativer (Veglinje 13000 og 14200). Veglinje 14200 er hovedsakelig planlagt som fjellskjæring og en lav fylling over kvikkleireområder, og det plasseres i geoteknisk kategori 2. Men veglinje 13000 er planlagt etablert over kvikkleireområder, og Hb V220 stiller derfor krav til at det skal vurderes plassert i geoteknisk kategori 3 og behov for 3.partskontroll må vurderes. Dette medfører at det skal benyttes partialfaktor er $\gamma_m=1,5$ (veglinje 14200) og 1,6 (veglinje 13000) for både effektiv- og totalspenningsanalyser.

4.2 Vurdering av områdestabilitet og tiltakskategori

NVEs veileder nr. 7/2014 «*Sikkerhet mot kvikkleireskred*» stiller krav til vurdering av områdestabilitet når det er funnet kvikkleire i et område. Grunnforholdene i området er generelt preget av bløt leire (kvikkleire) under topplag av sandig siltig/silt. Fjellet i vest faller mot sjøen, og løsmassemektingen på kanten av sjøen er ca. 10 – 13 m. På grunn av dagens terrengforhold kan både naturlige og menneskelig påvirkning i området føre til kvikkleireskred. Prosjektet plasseres derfor i tiltakskategori K2 iht. NVEs retningslinjer og veileder. Krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet er $F \geq 1,4$, alternativt % – vis forbedring/vesentlig forbedring mot brudd. Dette er lagt til grunn for geotekniske vurderinger.

5 MATERIALPARAMETER

5.1 Valg av parametere for stabilitetsanalyser

Valg av materialparametere for stabilitets- og setningsvurdering er basert på laboratorieanalyser og feltforsøk. For massetyper der opptatte prøver ikke gir grunnlag for valg av parametere benyttes erfaringsverdier fra Hb V220.

Udrenert skjærfasthet er brukt for udrenerte eller korttids-stabilitetsanalyser. Det er brukt $S_u=18$ kPa (Hull 143) for leirelaget på land og $S_u=12$ kPa (Hull 6) i sjøen. Leiren i området er hovedsakelig preget av plastisitetsindeks, $I_p \leq 10$ %. Det er derfor benyttet følgende ADP-faktorer i henhold til NIFS rapport nr. 14 (2014).

$$\frac{s_{uD}}{s_{uA}} = 0,63$$

$$\frac{s_{uP}}{s_{uA}} = 0,35$$

Der s_{uA} , s_{uD} og s_{uP} er henholdsvis aktiv, direkte og passive udrenert skjærfasthet.

Friksjonsvinkel og kohesjon (attraksjon) trengs for drenerte eller langtids-stabilitetsanalyser og er bestemt fra treksforsøkene hull 6, 22 og 23 (se datarapport Hd1163A-1).

En oppsummering over benyttede materialparametere i de drenerte stabilitetsanalysene er vist i tabell 1.

Tabell 1. Materialparametere for drenerte analyser.

Materiale	γ (kN/m ³)	Friksjonsvinkel, ϕ (°)	Attraksjon, a (kPa)	Kilde
Sandig silt (silt)	18,5	33	3	Treks - 22S og 23S
Kvikkleire	19,2	27	2	Treks - 22S og 23S
Lette masser (Skumglass)	3,5	40	0	Hb V220
Sprengstein/vegfylling	19	42	5	Hb V220

5.2 Valg av parametere for setningsanalyser

Når det gjelder setnings analyser, er det ikke tatt ødometerforsøk rundt Skjerkebukta men ødometerforsøk fra hull 22 og 23 i Findal områder viser:

- $m=25$ og Normal konsolisererte ($OCR=1$) masser, (se datarapport Hd1163A-1)
- Initial deformasjonsmodul for sandig silt, $M_i = 65$ MPa (Hb V220)

Setningsberegninger er gjort med håndberegning i henhold til Kapitell 2 og 7 i Hb V220. Beregninger for initialsetninger og primærsetninger er gitt nedenfor.

A) Initialsetning

Tilleggsspenningene og trafikklast = ΔP

Initial deformasjonsmodul for sandig silt, M_i

Vertikaltøyning $\epsilon = \Delta P / M_i$ og δ_i (Initialsetning) = $\epsilon \cdot H$

B) Primærsetning

Primærsetninger er setninger som opptrer på grunn av en konsolidering (utpressing av porevann) som følge av oppbygging av poreovertrykk som introduseres ved pålastningen av fyllingen. De primære vertikaltøyningene for leire og leirig silt beregnes etter følgende formler.

$$\varepsilon_{OC} = \frac{p_c' - p_0'}{M_c} \quad (n = 1)$$

$$\varepsilon_{NC} = \frac{1}{m} \cdot \ln \frac{p_0' + \Delta p + p_r}{p_c' + p_r} \quad (n = 0)$$

$$\varepsilon_p = \varepsilon_{OC} + \varepsilon_{NC}$$

C) Totalsetning

Totalsetning forventes = $\delta_{tot} = \delta_p + \delta_i$

6 GRUNNFORHOLD OG GEOTEKNISKE UTFORDRINGER (PROBLEMSTILLINGER)

Grunnforhold og geotekniske vurderinger er fremstilt i dette kapittelet. Det er delt i tre deler:

6.1) Profil 2850 – 3140 (Skjerkebukta), veglinje 13000 og 14200

6.2) Skjerkebrua – kryssing av Sætholtbekken (veglinje 14200 x 36420, og 13000 x 36000).

6.3) Profil 3140 – 3430, veglinje 13000 og 14200

6.1 Profil 2850 – 3140 (Skjerkebukta), veglinje 13000 og 14200

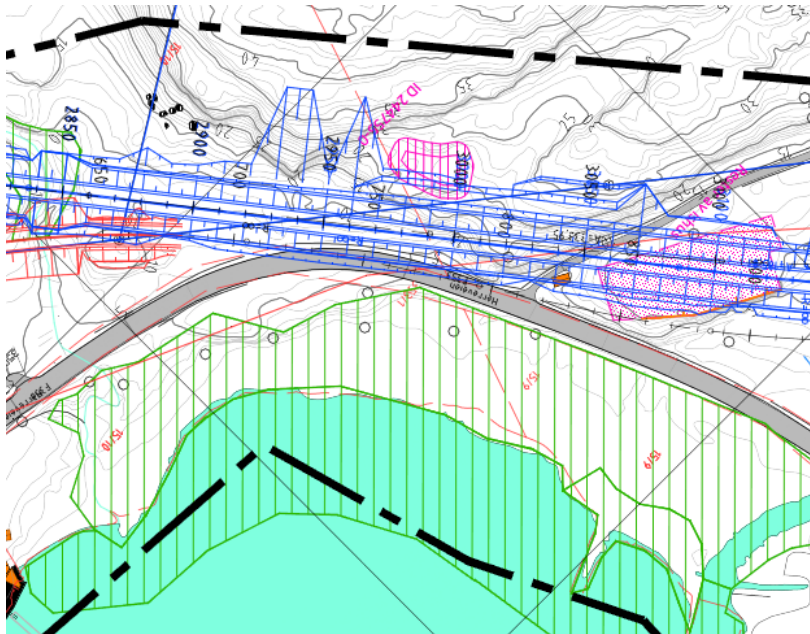
6.1.1 Grunnforhold

Boreprofil: Hull 13, 14, 15, 16, 192, 193, 194, 195, 195S, 196, 197 (se datarapport Hd1163A-1 for plassering av borpunktene).

Nye og gamle grunnundersøkelser viser generelt synlig fjell på venstre side av eksisterende fv. 353 veg og fjellet i vest faller mot sjøen. Totalsondering 13 og 14 mellom pr. 2980 og 3050 er utført i område mellom eksisterende veg og sjøen. Disse viser ca. 10 m løsmassemektheten over berg. Løsmassene består av øvre lag av faste masser (ca. 1 m tykt) over antatt kvikkleire. Hull 6 som ble utført i sjøen (vann) viser ca. 1 m faste masser over kvikkleire til sjøbunnen.

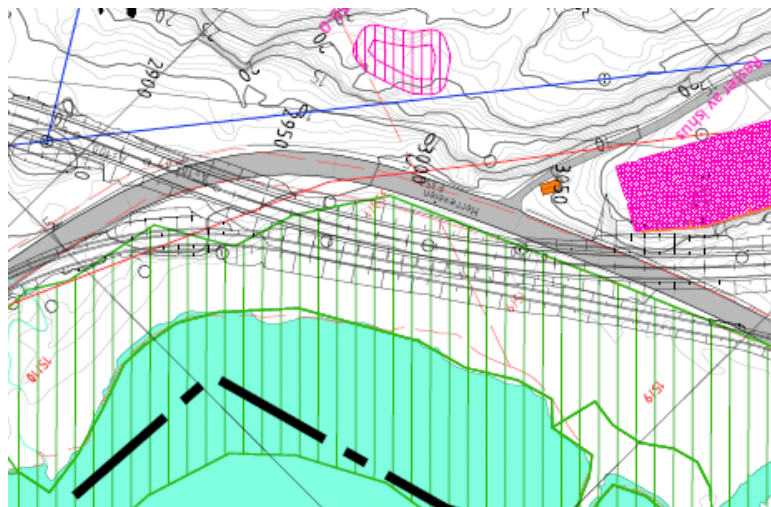
6.1.2 Geotekniske utfordringer/ problemstillinger og materialeparameter

Alternativ 1 (veglinje 14200) er planlagt, på venstre side av eksisterende fv. 353, hovedsakelig som fjell- og løsmassesskjæringer (figur 1).



Figur 1. Veglinje 14200 pr. 2850–3140

I Alternativ 2, veglinje 13000, er ny fv. 353 og gs- veg planlagt etablert som fylling mellom eksisterende fv. 353 og sjøen som det er vist i figur 2. Fyllingen har maks. 3,5 m høyde (ca. pr. 2980) og grunnforholdet under fyllingene er bløte masser, og kvikkeleire mot sjøen. Planlagte fyllingene vil derfor være svært krevende i forhold til lokal- og områdestabilitet.



Figur 2. Veglinje 13000 pr. 2850–3140

6.1.3 Stabilitets- og setningsberegninger og kommentarer til alternativer

Stabilitetsberegninger

Alternativ 1 (veglinje 14200) er hovedsakelig planlagt som fjell- og løsmassesskjæringer (figur 1). Det forventes ikke utfordringer knyttet til stabilitet og setning, og det er ikke behov for stabilitets- og setningsreduserende tiltak.

Siden det forventes ikke stabilitetsproblem for alternativ 1 (vl. 14200), er det kjørt beregninger kun for alternativ 2 (vl. 13000) i det kritiske profilet (pr. 2980).

Stabilitetsberegninger er utført med programmet GeoSuite Stabilitet. Sirkulære glideflater er brukt i stabilitetsberegningene med beregningsmetoden som kalles BEAST. Stabilitetsresultatene for effektiv- og totalspenningsanalysene er vist i tabell 2 og bilag 3-A til 3-E.

Tabell 2. Stabilitetsresultatene for dagens og ferdig situasjon (alternativ 2, vl. 13000).

Beregningssituasjon	Analysetype	Sikkerhetsfaktor	Spesielle merknader	Referanse
Dagens situasjon	Drenert	2,18	–	Bilag 3-A
Ferdig situasjon	Drenert	2,18	Sprengsteing brukt i oppbygging av fyllingen.	Bilag 3-B
	Udrenert	1,09 (lokal) og 1,0 (områdestabilitet)		Bilag 3-C
Ferdig situasjon	Drenert	2,4	Skumglass brukt i oppbygging av fyllingen.	Bilag 3-D
	Udrenert	1,09 (lokal) og 1,15 (områdestabilitet)		Bilag 3-E

Beregningene viser ikke tilstrekkelig sikkerhetsfaktor mot lokal og områdestabilitet selv om det er benyttet lette masser som fyllingsmaterialer. Tiltak i form av (KC) kalk- sementstabilisering kan være aktuelt i denne strekningen hvis alternativ 2 (vl. 13000) skal velges.

Setningsberegninger

Det forventes ikke noen setningsproblem for alternativ 1 siden det er planlagt fjell- og løsmasseskjæring. Så det er utført setningsvurderinger for alt. 2 i pr. 2980. Tabell 3 gir setningsberegningresultater for planlagt fylling (maks. 3,5 m høyde vl. 1300 i pr. 2980).

Tabell 3. Totalsetningsberegninger i pr. 2980 (vl. 13000)

Dybde (m)	Lag	P'o (kPa)	ΔP (kPa)	$p' = p'o + \Delta P$	$p'c = p'o$	ε_{NC}	δ_p (m)	ε_i	δ_i (m)
0	Sandig silt (silt)	0	86,5	86,5	0				
1	Sandig silt (silt)	9	86,5	95,5	9			0,002	0,001
1	Leire	9	86,5	95,5	9	0,069	0		
3	Leire	27	71,457	98,5	27	0,043	0,1116		
5	Leire	45	60,87	105,9	45	0,03	0,0728		
7	Leire	63	53,016	116,0	63	0,022	0,0516		
10	Antattberg	90	44,419	134,4	90	0,015	0,0548		
SUM							0,291		0,001

$$\delta t = \delta_i + \delta_p = \underline{0,29m} \text{ OK!}$$

Kommentarer:

Veglinje 13000 går hovedsakelig over kvikkleireområder som skaper en utfordrende situasjon og kan kreve tiltak som er dyrt. Ut i fra stabilitets- og setningsvurderinger kan tiltak i form av (KC) kalk-sementstabilisering være aktuelt i denne strekningen hvis alternativ 2 (vl. 13000) skal velges.

6.2 Profil: Skjerkebrua – kryssing av Søtholtbekken (veglinje 14200 x 36420, og 13000 x 36000)**6.2.1 Grunnforhold**

Boreprofil: Hull 143, 144, 145, 146, 147, 147S, 198, 198S, 200, 201. (se datarapport Hd1163A-1 for plassering av borpunktene)

Det finnes både nye og gamle undersøkelser i området. Løsmassemektingheten i vest faller bratt mot øst. Dreiesondering 198 – 201 som ligger på vestsiden viser at antatt berg ligger 3,2– 4,2 m under terreng. Prøveserien (Hull 198S) viser sandig silt (silt) til 3 m under terreng og leirig silt mellom 3,5 og 4 m dybde. Videre mot øst varierer dybde til faste masser (antatt berg) fra 6,7 m i borehull 15 til 44,5 m i borehull 143.

Prøveserien (Hull 147S) går ned til ca. 6 m under terreng. Den viser at jordarten er veldig sensitiv sandig silt. Glødetapsforsøk viser at den har et innhold av organisk materiale på 5,2 – 8,0 % i de øvre 2 metrene. Det er også påvist lav romvekt og et høyt naturlig vanninnhold 75 – 80 % i de øvre deler, avtagende til ca. 30 % i 4 m dybde. Lab.-forsøk viser at prøvene har skjærstyrke på 12 – 30 kN/m². Omrørt skjærstyrke er lav (0,3kPa) og sensitiviteten middels til høy (St=7 – 56), spesielt i dybde 3 – 6 m under terreng. Sonderingene indikerer at massene blir bløtere mot dybden, og sett i en kvartærgeologisk sammenheng er det rimelig å anta at løsmassene i gradvis blir mer leir-rike mot dybden.

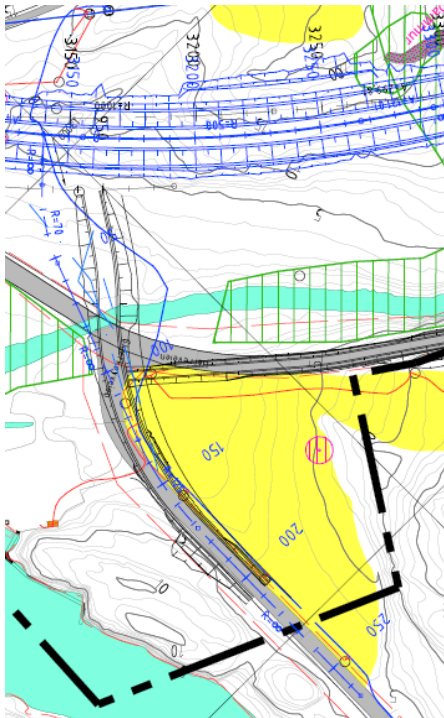
6.2.2 Geotekniske utfordringer/ problemstillinger

Det er planlagt 2 alternativer i dette området. Veglinje 36420 som krysser hovedvegen vl. 14200 og vl. 36000 som krysser hovedvegen vl. 13000. Disse veglinjene avkjører fra hovedvegen og går over Søtholtbekken (Skjerkebru) som det er vist i figur 3. Eksisterende Skjerkebru (bru nr. 505) som ble bygd i 1954 har armert betongplate og er fundamentert på peler (antatt trepeler).

Veglinje 36420, som krysser veglinje 14200, følger hovedsakelig dagens terreng (pr. 85 – 205) men det er planlagt en lav fylling (pr. 0– 75) med maksimum høyde 2 m (ca. pr. 35 – 50). Ny Skjerkebru ligger ca. pr. 75 – 85.

Veglinje 36000, som krysser hoved veglinje 13000, har relativt høyere fyllingshøyde enn veglinje 36420. Fyllinger er planlagt etablert i pr. 0 – 45 (maks. 3,5 m høyde i ca. pr 40 – 50)

og 55 – 110 (maks. 1,5 m høyde). I pr. 110 – 180 følger vegen dagens terreng og ny Skjerkebru ligger ca. pr. 45 – 55.



Figur 3. Veglinje 14200 x 36420



Veglinje 13000 x 36000

6.2.3 Stabilitets- og setningsberegninger og kommentarer til alternativer

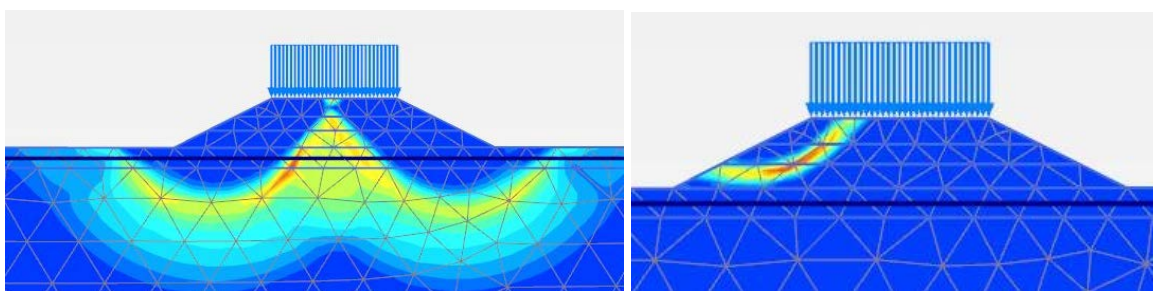
Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegninger for de kritiske profilene er utført med programmet Plaxis 2D. De kritiske profilene for vl. 36420 er pr. 40 (2 m fyllingshøyde), og pr. 40 (3,5 m fyllingshøyde) for vl. 36000. Stabilitetsresultatene for effektiv- og totalspenningsanalysene er vist i tabell 4.

Tabell 4. Stabilitetsresultatene for ferdig situasjon for vl. 36420 og 36000.

Beregningssituasjon	Analysetype	Sikkerhet sfaktor	Spesielle merknader	Referanse
Ferdig situasjon	Drenert	2,22	<i>Sprengsteing brukt i oppbygging av fyllingen.</i>	Veglinje 36420 (pr. 40 fyllingshøyde 2 m)
	Udrenert	1,35		
Ferdig situasjon	Drenert	1,7	1,2 m tykt skumglass brukt i oppbygging av fyllingen.	Veglinje 36000 (pr. 40 fyllingshøyde 3,5 m)
	Udrenert	1,7		
Ferdig situasjon	Drenert	2,37	<i>Sprengsteing brukt i oppbygging av fyllingen.</i>	Veglinje 36000 (pr. 40 fyllingshøyde 3,5 m)
	Udrenert	1,09		
Ferdig situasjon	Drenert	1,97	2,5 m tykt skumglass brukt i oppbygging av fyllingen.	
	Udrenert	1,61		

Stabilitetsberegningene påvist at lette masser må brukes som fyllingsmaterialer for å oppfylle sikkerhetskravene. Dette gjelder for begge veglinjene. Bruddmekanismene for udrenert og drenert situasjon er gitt i figur 4.



Figur 4. Glideflate for udrenert og drenert situasjon

Setningsberegninger

Setningsberegninger er gjort med håndberegning i henhold til Kapittel 2 og 7 i Hb V220. Setningsberegninger er delt i tre tilfeller.

- 1) Fylling med sprengstein
- 2) Fylling med skumglass
- 3) Fylling med skumglass + masseutskifting

Tabell 5 gir setningsberegningresultater for planlagte fyllinger for vl. 36420 (maks. 2 m høyde) og 36000 (maks. 3,5 m høyde).

Tabell 5. Setningsberegningresultater for vl. 36420 og 36000.

Veglinje	<i>Fylling med sprengstein</i>	<i>Fylling med Skumglass</i>	<i>Fylling med Skumglass + masseutskifting</i>
36420 (2 m fylling)	34 cm	27 cm (1 m skumglass)	23 cm (1 m skumglass fylling + 1 m utskifting med skumglass)
36000 (3,5 m fylling)	46 cm	33 cm (2 m skumglass)	31 cm (2 m skumglass fylling + 1 m utskifting med skumglass)

Fylling med sprengstein gir høye setningstall som er ikke innenfor kravene i håndbok N200. Derfor må det brukes lette masser (skumglass) som fyllingsmateriale. For å oppnå mindre setningstall kan de bløte lagene skiftes ut og erstattes med skumglass. Masseutskifting dypere ca. 1 m kan være en utfordring pga. terrengforhold og bekken (elveavløp).

Ut i fra både stabilitets- og setningsberegninger (tabell 4 og 5) ser veglinje 36420, som krysser veglinje 14200, som mer aktuelt i dette området. Dette er fordi linjen følger hovedsakelig dagens terreng eller har en lav fylling. I motstand er vl. 36000 planlagt hovedsakelig som fylling med maks. 3,5 m høyde.

Når det gjelder ny Skjerke brua kan direkte fundamentering i løssmasse gi store setningsproblem pga. svært dårlig grunnforhold. På den andre side pelefundamentering til berg som ligger veldig dypt (> 44 m) er kostnadmessig dyrt. Så pelegruppene som er dels spissbærende, dels bærende på sidefriksjon kan være en mulig løsning. For å unngå differensiellsetningsproblem mellom vegen og brua, må fylling av landkar med EPS vurderes. Detaljdimensjonering av brua gjøres i byggeplanfasen.

6.3 Profil 3140 – 3430, veglinje 13000 og 14200

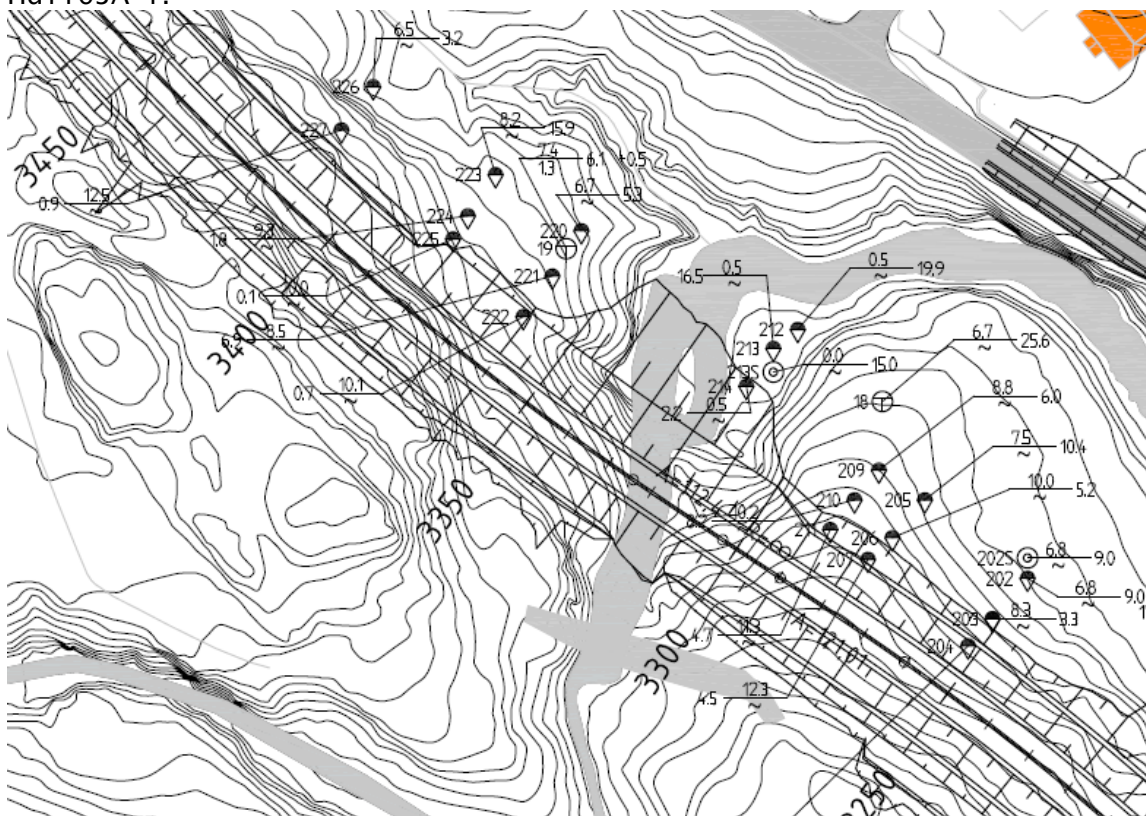
6.3.1 Grunnforhold

Boreprofil: Hull 17, 18, 19, 202, 202S, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 213S, 214, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226 og 227. (se datarapport Hd1163A-1 for plassering av borpunktene).

Generelt faller bergoverflaten meget bratt fra vest mot øst. Dybde til antatt berg varierer fra synlig fjell til 25,6 m dybde under terreng (hull 18). Prøveserie 202S og 213S ble henholdsvis tatt ned til 9 og 15 m dybde under terreng. Det er sandig silt/ silt til ca. 8 m dybde og der under er det sandig leirig silt (siltig leire) som er bløte (T4). Massene blir bløtere mot dybde.

6.3.2 Geotekniske utfordringer/ problemstillinger

Alternativ 1 (veglinje 14200) og alternativ 2 (veglinje 13000) har samme geometri i denne strekningen. Det er planlagt fjellskjæring på venstre side av ny fv. 353 mellom ca. pr. 3200 og 3300 og løsmassesskjæring på øst side mellom pr. 3350 og 3430. En bru er lagt mellom ca. pr. 3300 – 3350. Figur 5 viser et utklipp av c-tegningen og plassering av borpunktene fra Hd1163A-1.



Figur 5. Plantegning og borpunkter i ca. pr. 3250 – 3450.

6.3.3 Stabilitets- og setningsberegninger og kommentarer til alternativer

Stabilitetsberegninger

Det er hovedsakelig lagt fjellskjæringer i denne strekningen. Løsmassesskjæringene er lagt med helning 1:2. Da vil det ikke bli behov for stabiliserende tiltak.

Fundamentering for brua i ca. pr. 3300 – 3350 kan etableres direkte på fjell. Det er synlig fjell men for å kvalitetssikre byggeprosessen, anbefaler vi at det foretas fjellkontrollboringer på fundamentområdene i forbindelse med byggeplanarbeidet.

Setningsberegninger

Det forventes ikke utfordringer knyttet til setninger på denne strekningen.

7 OPPSUMMERING

Denne rapporten er skrevet for reguleringsplanen for å vurdere de to alternativene (vl. 14200 og 13000). Ut i fra geoteknisk perspektiv (stabilitet- og setningsforhold) og behov for tiltak for å ha en stabil veg, er det alternativ 1 (hoved veglinje 14200 x 36420) som er det beste.

Denne rapporten er utarbeidet basert på veglinjer fra 28.01.2019 og eventuelle endringer i veglinje eller planlagte tiltak må ivaretas med hensyn til geoteknikk i neste planfase.

Hvis det er valgt alt. 2 (vl. 13000) må behov for 3.partskontroll vurderes fordi vegen er planlagt etablert over kvikkleireområder og i nærheten til sjøen i Skjerkebukta område. Grunnforholdet består av kvikkleire til dybder opptil ca. 45 m og det finnes bekken og sjøen som kan skape initialscred. Disse initialscred kan forplante seg til store kvikkleirescred. Omfang av erosjonssikring langs bekken og sjøen må vurderes basert på hvilket alternativ som valges. Det ser ut omfang av erosjonssikring for alt. 2 blir større siden vegen går nærmere til sjøen. I tillegg til erosjonssikring må også sjøbunnen kartlagt og dokumentert.

8 VIDERE ARBEIDE

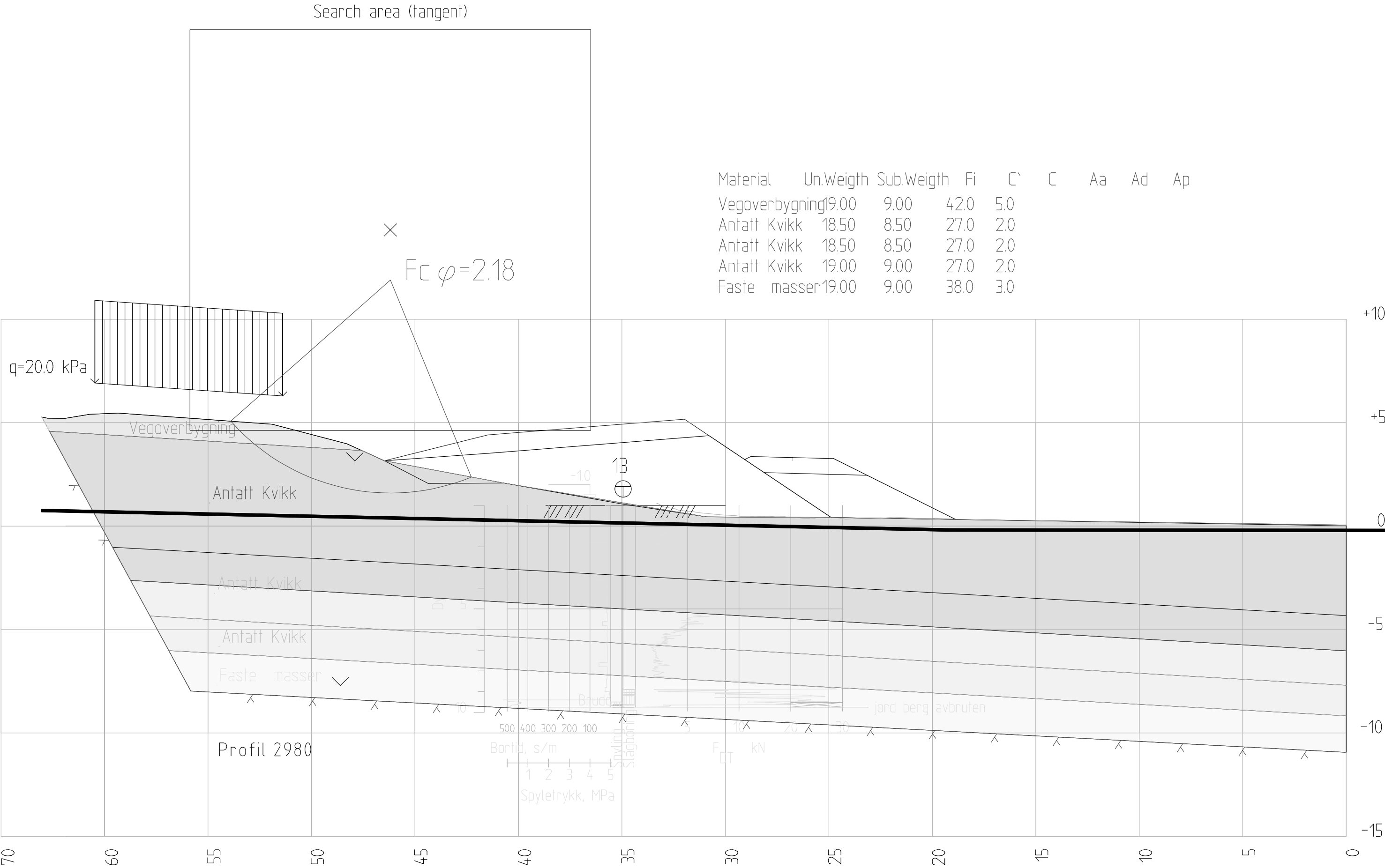
Følgende arbeid gjenstår og hensyn må ivaretas i neste planfase:

- Vurdere behov for ytterligere grunnundersøkelser.
- Detaljert beskrivelse av arbeidsrekkefølge.
- Detaljert prosjektering av spunt/peler for Skjerekebrua.
- Poretrykket må installeres og følges opp nøye i anleggsfasen for å ha kontroll over poretrykksoppbygging. Dette gjelder for områdene som er planlagt etablert som fylling over de bløte massene (kvikkleire).

9 REFERANSER

- 1) **Grimstad, G., Andresen, L., & Jostad, H. P.** (2012). NGI-ADP: Anisotropic shear strength model for clay. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 36(4), 483–497.
- 2) **NIFS** (2014): Valg av karakteristisk skjærstyrke basert på felt- og laboratorieundersøkelser, nr. 77.
- 3) **Norsk Standard** (2008): NS-EN 1997-1+NA:2008: Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler.
- 4) **Norsk Standard** (2008): NS-EN 1997-2+NA:2008: Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver.
- 5) **Norges vassdrags- og energidirektorat** (2016): Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder nr. 7.
- 6) **Statens vegvesen** (1988): Hd 824A. Riksveg 353 Rugdtvedtmyra–Voll. Parsell Rugdtvedtmyra–Surtebogen. Geotekniske undersøkelser for hovedplan.
- 7) **Statens vegvesen** (1991): Hd 894A. Riksveg 353 Rugdtvedtmyra–Voll. Parsell Rugdtvedtmyra–Surtebogen. Utbedring før dekkefornying.
- 8) **Statens vegvesen** (2003): Hd 824A tilleggsrapport 1. Riksveg 353 Rugdtvedtmyra–Voll. Parsell Rugdtvedtmyra–Surtebogen. Geotekniske undersøkelser for reguleringsplan. 20055–470.
- 9) **Statens vegvesen** (2014): Geoteknikk i vegbygging, Håndbok V220.
- 10) **Statens vegvesen** (2014): Grunnforstreking, fyllinger og skråninger, Håndbok V221.
- 11) **Statens vegvesen** (2018): Vegbygging, Håndbok N200.
- 12) **Statens vegvesen** (2019): Fv. 353 Rudgtvedt – Surtebogen, Datarapport, Hd1163A-1.

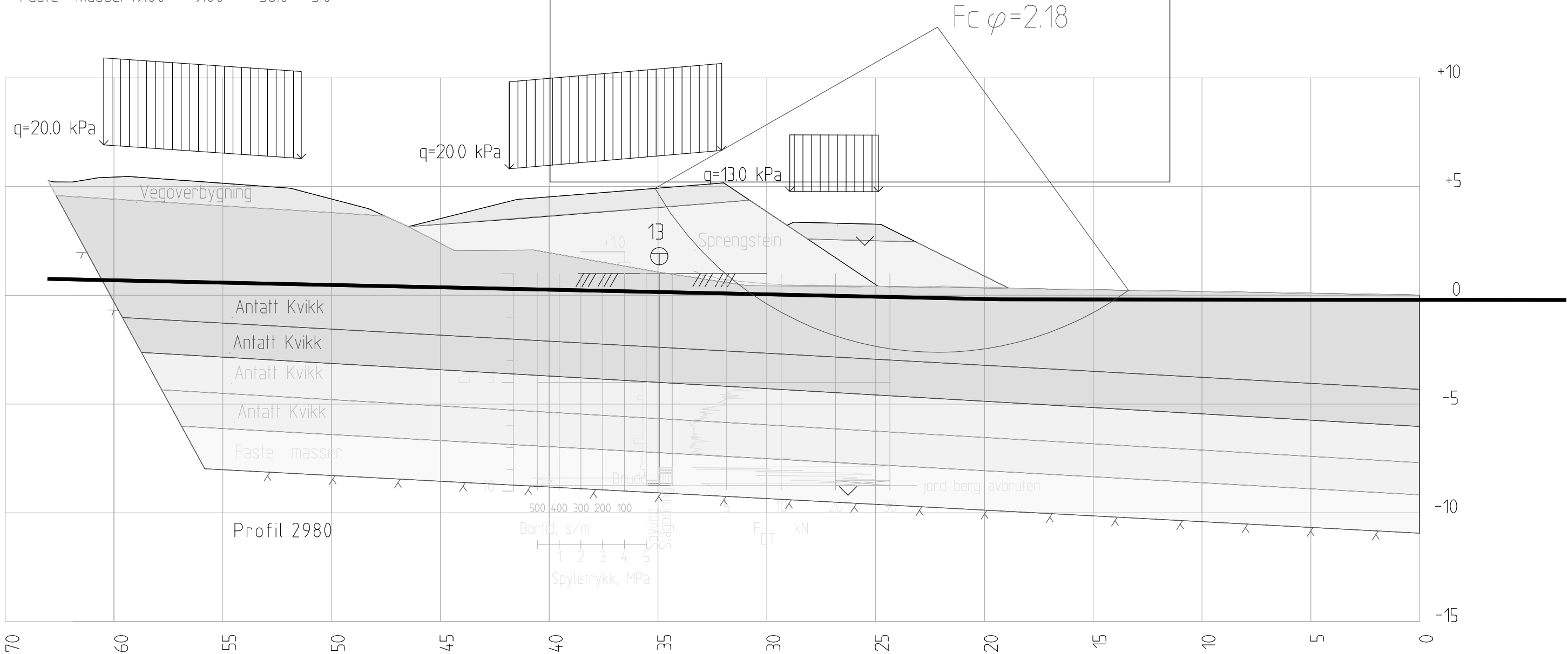
Bilag 3-A: Dagens situasjon-drenert stabilitetsanalyse i pr. 2980 (veglinje 13000)



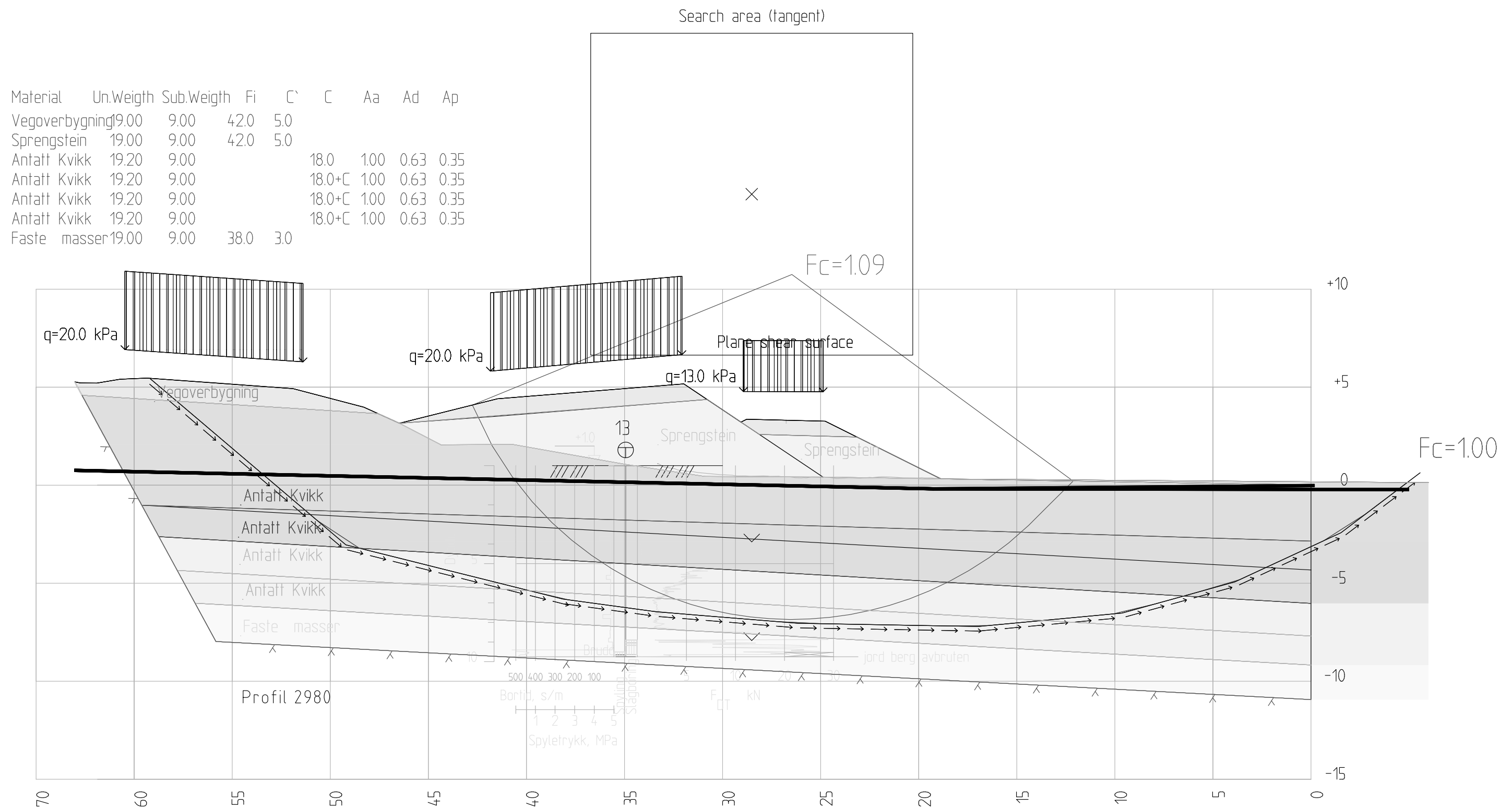
Bilag 3-B: Ferdig situasjon (sprengstein fylling)- drenert stabilitetsanalyse i pr. 2980 (veglinje 13000)

Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Vegoverbygning	9.00	9.00	42.0	5.0				
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	5.0				
Antatt Kvikk	19.20	9.00	27.0	2.0				
Antatt Kvikk	19.20	9.00	27.0	2.0				
Antatt Kvikk	19.20	9.00	27.0	2.0				
Antatt Kvikk	19.20	9.00	27.0	2.0				
Faste masser	19.00	9.00	38.0	3.0				



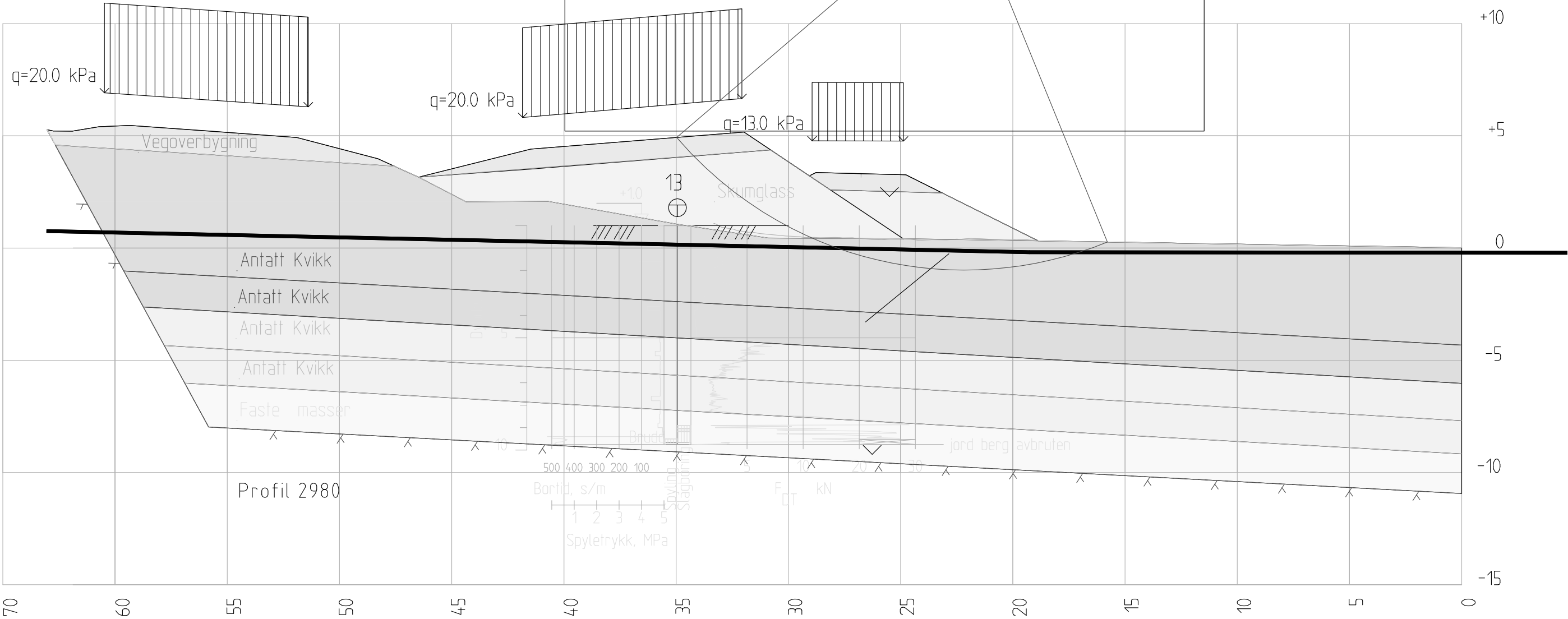
Bilag 3-C: Ferdig situasjon (sprengstein fylling)- udrenert stabilitetsanalyse i pr. 2980 (veglinje 13000)



Bilag 3-D: Ferdig situasjon (Skum glass fylling)- drenert stabilitetsanalyse i pr. 2980 (veglinje 13000)

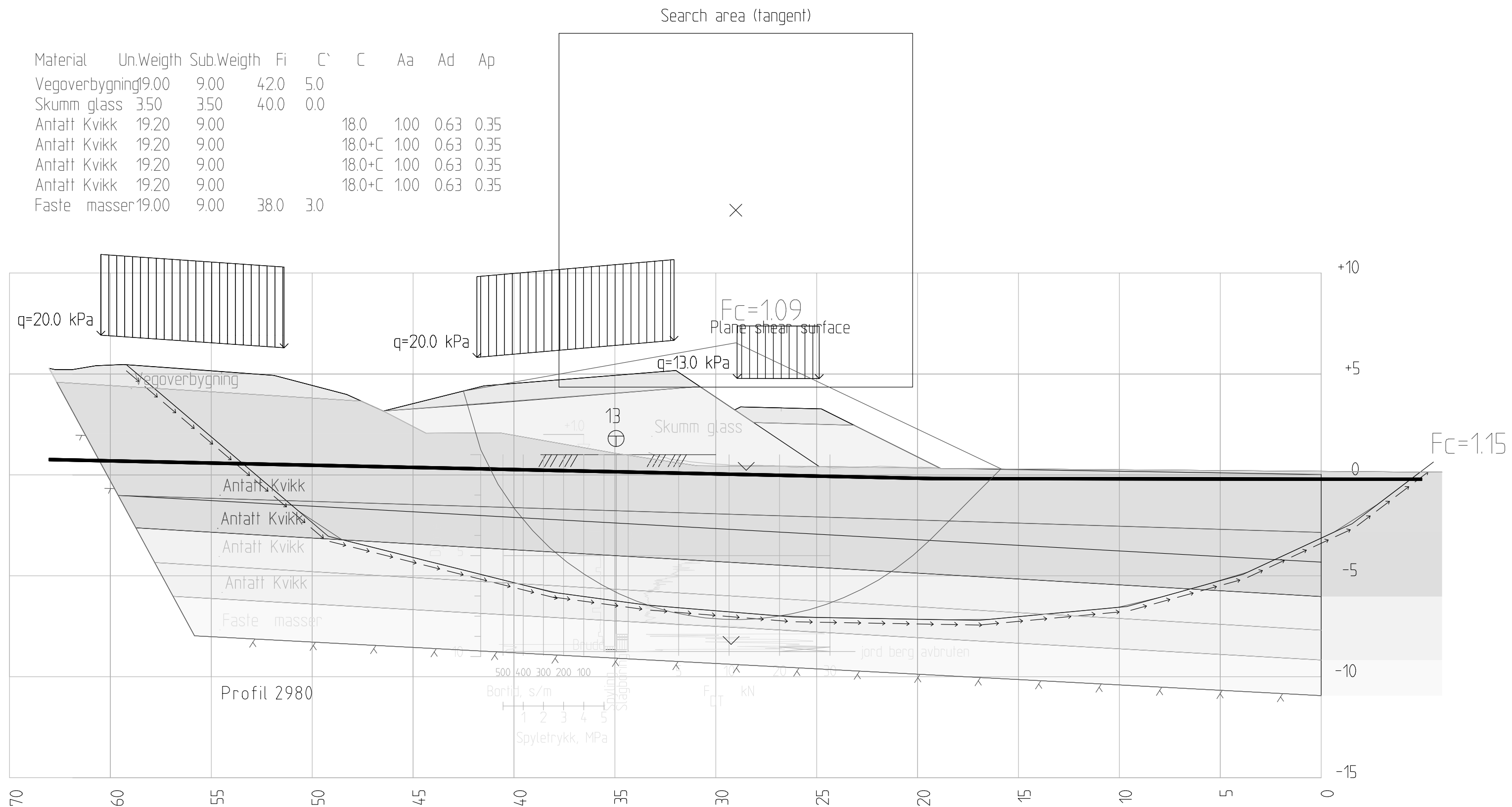
Search area (tangent)

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Vegoverbygning	19.00	9.00	42.0	5.0				
Skumglass	3.50	3.50	40.0	0.0				
Antatt Kvikk	19.20	9.00	27.0	2.0				
Antatt Kvikk	19.20	9.00	27.0	2.0				
Antatt Kvikk	19.20	9.00	27.0	2.0				
Antatt Kvikk	19.20	9.00	27.0	2.0				
Faste masser	19.00	9.00	38.0	3.0				



Bilag 3-E: Ferdig situasjon (Skum glass fylling)- udrenert stabilitetsanalyse i pr. 2980 (veglinje 13000)

Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Vegoverbygning	19.00	9.00	42.0	5.0				
Skumm glass	3.50	3.50	40.0	0.0				
Antatt Kvikk	19.20	9.00			18.0	1.00	0.63	0.35
Antatt Kvikk	19.20	9.00			18.0+C	1.00	0.63	0.35
Antatt Kvikk	19.20	9.00			18.0+C	1.00	0.63	0.35
Antatt Kvikk	19.20	9.00			18.0+C	1.00	0.63	0.35
Faste masser	19.00	9.00	38.0	3.0				





Statens vegvesen
Region sør
Ressursavdelingen
Postboks 723 Stoa, 4808 ARENDAL
Tlf: 22073000
firmapost-sor@vegvesen.no

vegvesen.no

Trygt fram sammen