



# Geoteknikk

Fv. 353 Rugdtvedt - Surtebogen  
Vurderingsrapport for pr. 1650 -2150 (Findal området)

FV 353, Bamble kommune

Ressursavdelingen

Hd1163A-3





**Statens vegvesen**

# Oppdragsrapport

Nr. Hd1163A-3

Labsysnr.

## Geoteknikk

Fv. 353 Rugdtvedt - Surtebogen  
Vurderingsrapport for pr. 1650 -2150 (Findal området)

### Region sør

Ressursavdelingen

Vegteknisk

Postadr. Postboks 723 Stoa

4808 ARENDAL

Telefon 22073000

**www.vegvesen.no**

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	193354 - 6557294	Plan og prosjektering Telemark v/ Ragnar Grøsfjeld	14
Kommune nr.	Kommune	Dato:	Antall vedlegg:
0814	Bamble	2019-05-02	8
		Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
		Hiruy Ghidey Hishe	
Prosjektnummer	Oppdragsnummer	Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
208400	Hd1163A-3		Mario Weise
Sammendrag			

Denne er rapportserien, Hd1163A-3 vurderingsrapport for Findal området, profil 1650 - 2150. Rapporten inneholder en beskrivelse av grunnforhold og lagdeling, valg av geotekniske parametere, geotekniske utfordringer, stabilitetsvurderinger og mulige tiltak. Det er tidligere utarbeidet 1 datarapport (Hd1163A-1) og 1 vurderingsrapport for Skjerke området (Hd1163A-2). Det er påvist kvikkleire i områder, og store fyllinger i nærheten til Findalebekken gjør det utfordrende.

Emneord

Kvikkleire

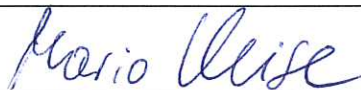
**GEOTEKNISK KATEGORI/KONSEKVENSKLASSE**

Geoteknisk kategori	Konsekvens-/ pålitelighetsklasse		Konsekvens- klasse	Beskrivelse
Geoteknisk kategori 1	CC1/RC1	<input type="checkbox"/>	CC1	<b>Liten</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, og <b>små eller uvesentlige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 2	CC2/RC2	<input checked="" type="checkbox"/>	CC2	<b>Middels stor</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, <b>betydelige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 3	CC3/RC3 ev RC4	<input type="checkbox"/>	CC3	<b>Stor</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, <b>eller svært store</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser

Kategori/konsekvensklasse er fastsatt av			
	Enhet/navn	Signatur	Dato
Geoteknisk prosjekterende	Hiruy Ghidey Hishe	Hiruy Ghidey hishe <small>Digitalt signert av Hiruy Ghidey Hishe DN: cn=Hiruy Ghidey Hishe, o=Statensvegvesen, ou=Vegteknisk seksjon, email=hiruy.ghidey.hishe@vegvesen.no, c=NO Date: 2019.03.18 09:41:59 +0100'</small>	2019-05-02
Oppdragsgiver	Plan og prosjektering Telemark v/ Ragnar Grøsfjeld		

Kommentarer til valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse (pålitelighetsklasse)
Denne rapporten vurderer veglinjealternativer i Findal 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 <small>Digitalt signert av Hiruy Ghidey Hishe DN: cn=Hiruy Ghidey Hishe, o=Statensvegvesen, ou=Vegteknisk seksjon, email=hiruy.ghidey.hishe@vegvesen.no, c=NO Date: 2019.03.18 09:41:59 +0100'</small>	2019-05-02
Kollegakontroll	Mario Weise		2019-05-02
Utvidet kontroll			
Uavhengig kontroll			
Godkjent			

Kontrollklasse	Kontrollform					
	Prosjektering			Utførelse		
	Grunnleggende 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  MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER .....	4
3  SIKKERHETSPRINSIPPER OG MYNDIGHETSKRAV .....	4
3.1  Geoteknisk kategori og konsekvensklasse .....	4
3.2  Vurdering av områdestabilitet og tiltakskategori .....	4
4  MATERIALPARAMETER .....	5
4.1  Valg av parametere for stabilitetsanalyser .....	5
4.2  Valg av parametere for setningsanalyser .....	5
5  GRUNNFORHOLD OG GEOTEKNISKE UTFORDRINGER (PROBLEMSTILLINGER) .....	6
5.1  Profil 1670 – 1800 .....	6
5.1.1  Grunnforhold .....	6
5.1.2  Geotekniske utfordringer/ problemstillinger og materialeparameter .....	6
5.1.3  Stabilitets- og setningsberegninger .....	7
5.2  Profil 1800 – 2110 og 1850 – 1920 (Ny bru) .....	8
5.2.1  Grunnforhold .....	8
5.2.2  Geotekniske utfordringer/ problemstillinger .....	11
5.2.3  Stabilitets- og setningsberegninger .....	11
6  OPPSUMMERING .....	12
7  VIDERE ARBEIDE .....	13
8  REFERANSER .....	14

## VEDLEGGSOVERSIKT

Bilag 1: Plantegninger datert 28.01.2019, veglinje 14200.

Bilag 2: Oversiktskart, veglinje 14200 profil 1650 – 2150.

Bilag 3-A: Ferdig situasjon (fylling med sprengstein) – udrenert stabilitetsanalyse, pr. 1780.

Bilag 3-B: Ferdig situasjon (3 m tykt skumglass brukt som fyllingsmateriale) – udrenert stabilitetsanalyse, pr. 1780.

Bilag 4-A: Ferdig situasjon (fylling med sprengstein) – drenert stabilitetsanalyse, pr. 1830.

Bilag 4-B: Ferdig situasjon (fylling med sprengstein) – udrenert stabilitetsanalyse, pr. 1830.

Bilag 4-C: Ferdig situasjon (6 m skumglass fylling + 1,5 m utskifting med skumglass oppbygging av fyllingen) – drenert stabilitetsanalyse, pr. 1830.

Bilag 4-D: Ferdig situasjon (6 m skumglass fylling + 1,5 m utskifting med skumglass oppbygging av fyllingen) – udrenert stabilitetsanalyse, pr. 1830.

## 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 er rapportserien, Hd1163A-3 *vurderingsrapport for Findal området, profil 1650 – 2150*. Rapporten inneholder en beskrivelse av grunnforhold og lagdeling, valg av geotekniske parametere, geotekniske utfordringer, stabilitetsvurderinger og mulige tiltak. Det er tidligere utarbeidet *1 datarapport (Hd1163A-1)* og *1 vurderingsrapport for Skjerke området (Hd1163A-2)*.

Bilag 1 viser oversiktstegning for prosjektområdet fra tegningshefte datert 28.01.2019.

## 2 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

For detaljer om tidligere og nyere grunnundersøkelsene samt resultater fra laboratorieanalyser av prøveseriene henvises det til datarapport Hd1163A-1. Oversiktskartene fra datarapporten er vist i bilag 2 i denne rapporten.

## 3 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*».

### 3.1 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*" er konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC) satt til klasse 2 (CC2 Alvorlig) og geoteknisk kategori 2. Dette medfører at det skal benyttes partialfaktor  $\gamma_m=1,5$  for både effektiv- og totalspenningsanalyser (Hb V220).

### 3.2 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 siltig leire og sensitiv (kvikk) leire under topplag av sandig siltig/silt. Men laget med sandig siltig/silt har tykkelse over 8 m og kvikkleire ligger under dette. Selv om det kan oppstå initialskred i bekken (Findalsbekken) pga. erosjon, ligger kvikkleiren relativt dyp (ca. 8 m under terreng), og muligheten for at initialskredet forplantes seg til kvikkleireskred er mindre. I tillegg utføres tiltaket med bruk av lette masser i Findal området. 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.

## 4 MATERIALPARAMETERE

### 4.1 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  $s_{uA} = 27$  kPa (Hull 22 og 23) for kvikkleirelaget. 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 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	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Friksjonsvinkel, $\phi$ (°)	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	1	Hb V220
Sprengstein/vegfylling	19	42	5	Hb V220

### 4.2 Valg av parametere for setningsanalyser

Når det gjelder setnings analyser, er det tatt ødometerforsøk fra prøveseriene hull 22 og 23.

- $m=25$  og Normal konsolidererte (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 Kapittel 2 og 7 i Hb V220.

## **5 GRUNNFORHOLD OG GEOTEKNISKE UTFORDRINGER (PROBLEMSTILLINGER)**

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

*5.1) Profil 1670 – 1800*

*5.2) Profil 1800 – 2150 og 1850 – 1920 (Ny Findal bru)*

### **5.1 Profil 1670 – 1800**

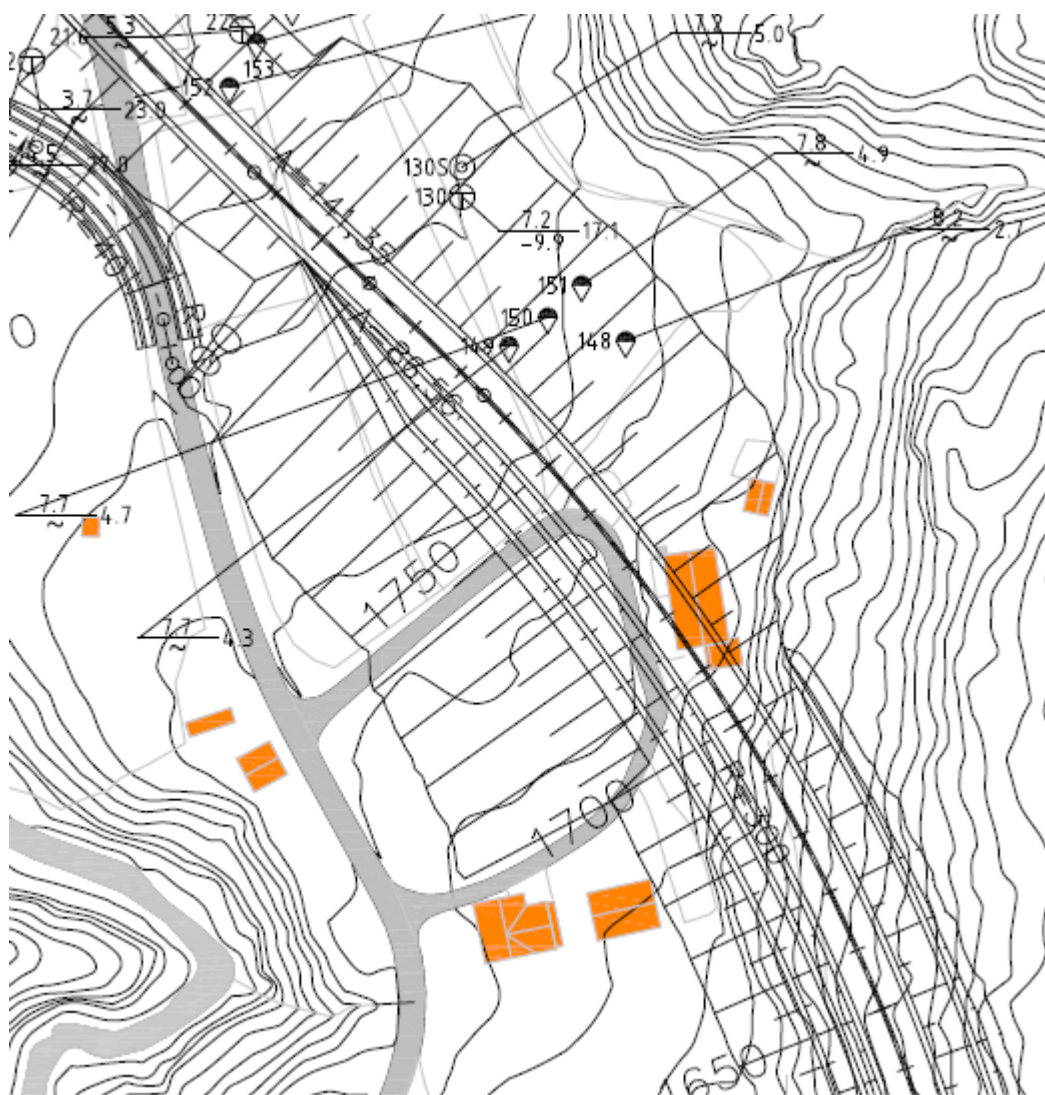
#### **5.1.1 Grunnforhold**

Boreprofil: Hull 148, 149, 150, 151, 130, 130S (se datarapport Hd1163A-1 for plassering av borpunktene).

Grunnundersøkelser viser generelt synlig fjell på sørøst side, og fjellet faller mot vest og nordvest (Findalsbekken). Total- og dreiesonderingene mellom pr. 1750 og 1800 viser dybde til antatt fjell varierer fra 2,7 m (hull 148) til 17,1 m (Hull 130). Prøveserie i hull 130S (pr. 1790) går ned til ca. 5 m under terreng og viser at løsmassene består av (T4-masser) sandig silt – siltig sand. Naturlig vanninnhold varierer fra 25% – 45%. Totalsonderingen og dreietrykksonderingene indikerer at løsmassene går mer over i leirfraksjonen ved større dybde. Prøveserie i hull 22S, som ble tatt i pr. 1830, viser ca. 8 m tykt lag med sandig silt – siltig sand og derunder er det påvist kvikkleire.

#### **5.1.2 Geotekniske utfordringer/ problemstillinger og materialeparameter**

I profil mellom 1670 – 1800 er det planlagt etablert store fyllinger med maks. 6,8 m høyde. Maks. høyden ligger mellom pr. 1755 og 1780. Siden det er påvist kvikkleire i denne strekningen, kan etablering av slike høye fyllinger være utfordring med hensyn til setning- og stabilitet. Plantegning for pr. 1670 – 1800 er vist i figur 1.



Figur 1. Veglinje 14200 pr. 1670 - 1800.

### 5.1.3 Stabilitets- og setningsberegninger

#### stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegninger for det kritiske profilet (ca. pr. 1780 med 6,8 m fyllingshøyde) 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.

Tabell 2. Stabilitetsresultatene for dagens og ferdig situasjon (pr. 1780).

Beregnings situasjon	Analysetype	Sikkerhetsfaktor	Spesielle merknader	Referanse
Dagens situasjon	Drenert	>3,0	-	-
Ferdig situasjon	Drenert	>3,0	Sprengsteing brukt i oppbygging av fyllingen.	-
	Udrenert	1,18		Bilag 3-A
Ferdig situasjon	Drenert	>3,0	3 m tykt skumglass brukt i oppbygging av fyllingen.	-
	Udrenert	1,61		Bilag 3-B

Region sør - Ressursavdelingen – Vegteknisk seksjon



Beregningene viser at den udrenerte situasjonen er kritisk for stabilitetsforhold. Det er ikke tilstrekkelig sikkerhetsfaktor mot lokal- og områdestabilitet når det er benyttet sprengstein som fyllingsmaterialer. Men tiltak med bruk av ca. 3 m tykt skumglass i fyllingene gir tilstrekkelig sikkerhet mot både lokal- og områdestabilitet.

### Setningsberegninger

Setningsvurderinger er gjort for planlagt fylling i pr. 1780 som har 6,8 m fyllingshøyde (tiltak med 3 m tykt skumglass). Tabell 3 gir setningsberegningresultater i pr. 1780.

**Tabell 3. Totalsetningsberegninger i pr. 1780**

Dybde (m)	Lag	P'o (kPa)	$\Delta P$ (kPa)	$p' = p'o + \Delta P$	$p'c = p'o$	$\epsilon_{NC}$	$\delta_p$ (m)	$\epsilon_i$	$\delta_i$ (m)
0	Sandig silt (silt)	0	104,6	104,6	0				
8	Sandig silt (silt)	88	104,6	192,6	88			0,0016	0,013
8	Leire	88	104,6	192,6	88	0,029	0		
15	Leire	151	60,2	211,2	151	0,013	0,146		
20	Leire	196	46,2	242,2	196	0,008	0,052		
25	Leire	241	37,5	278,5	241	0,0056	0,034		-
30	Antattberg	286	31,5	317,5	286	0,00041	0,024		
SUM							<u>0,256</u>		<u>0,013</u>

$$\delta t = \delta_i + \delta_p = \underline{0,27m} \text{ OK!}$$

Setningsberegningen viser det er akseptable i henhold til Hb V220.

## **5.2 Profil 1800 - 2150 og 1850 - 1920 (Ny bru)**

### **5.2.1 Grunnforhold**

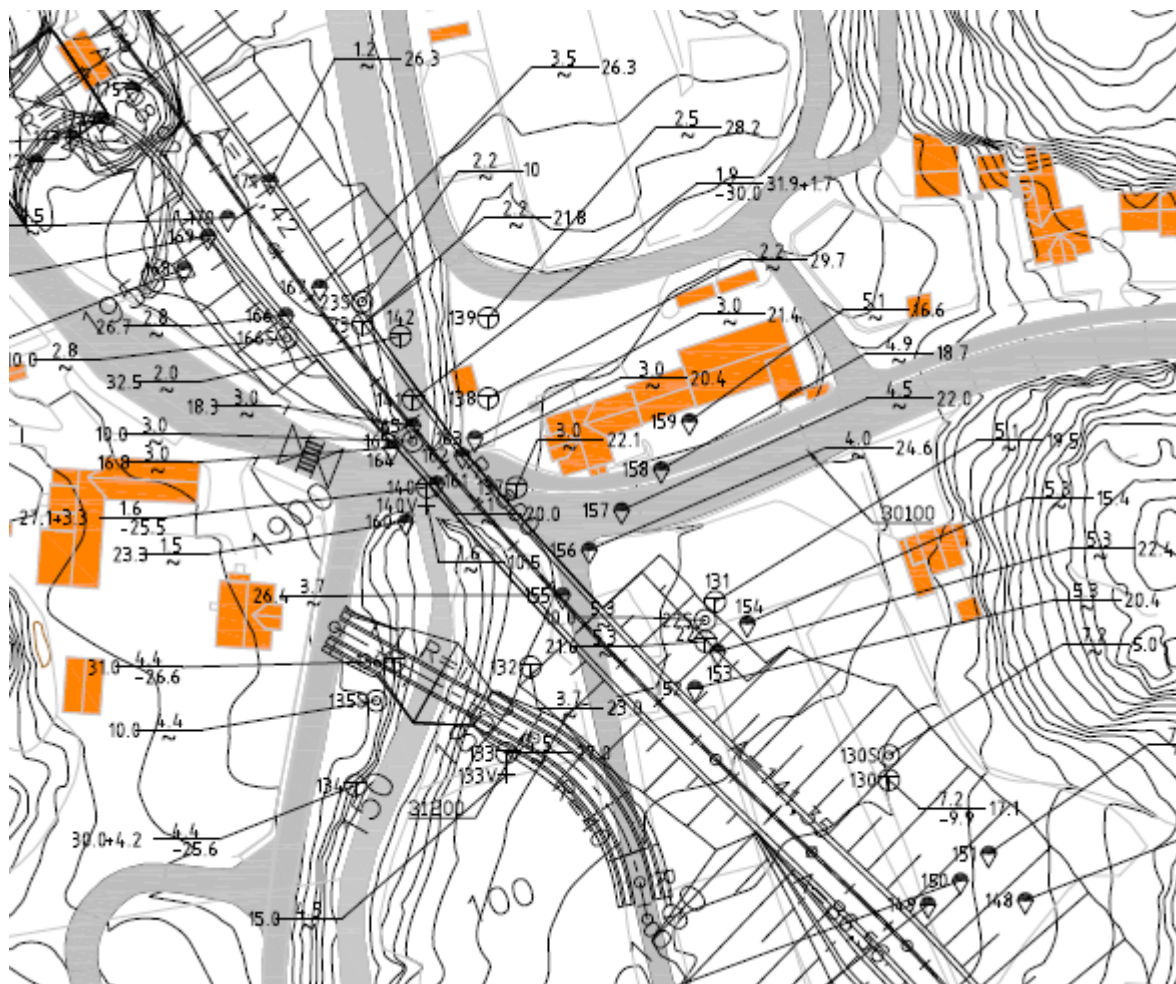
Boreprofil: Hull 22, 22S, 23, 23S, 131, 132, 133, 133V, 134, 135S, 136, 137, 138, 139, 140, 140V, 141, 142, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 165S, 166, 166S, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179. (se datarapport Hd1163A-1 for plassering av borpunktene)

I området ved kryssing av Findalsbekken ble det utført dreietrykksonderinger i 1987 - 88. Denne metoden gir ikke sikker påvisning av fjell. På den bakgrunn ble det utført enkelte totalsonderinger med fjellkontroll, i 2001 - 2002, med større grad av sikkerhet å kunne fastslå dybden til fast grunn/antatt fjell, spesielt i aktuelle fundamentområder for ny(e) bru(er) over Findalsbekken. Det er i tillegg tatt to prøveserier (hull 22S og 23S) i 2018.

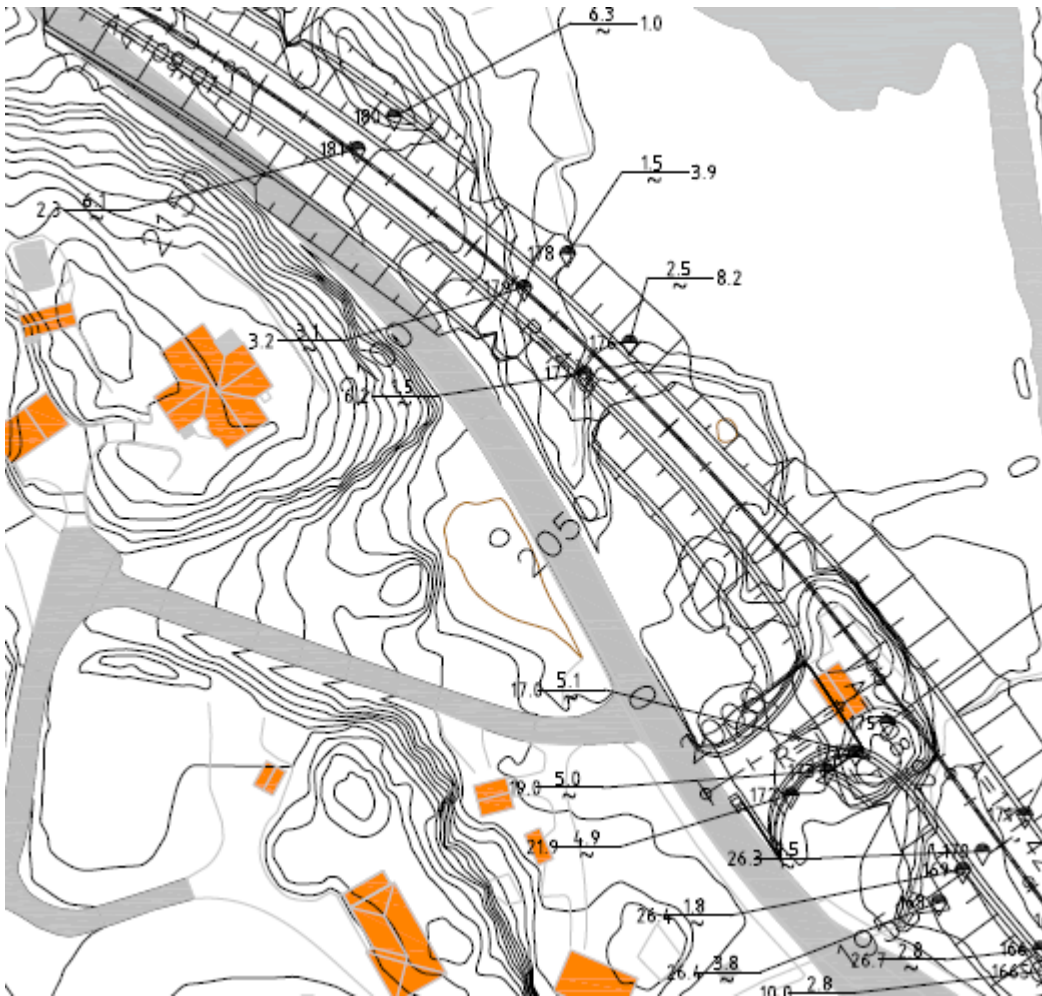
Dybden til faste lag/antatt fjell varierer fra 16,6 m - 32 m i denne strekningen rundt Findalsbekken, hvor en har antatt aktuelle fundamentområder for ny riksvegbru, samt en mindre lokalvegbru. Undersøkelsene indikerer at fjelloverflaten i dette området faller relativt bratt mot øst, og totalsonderingene og dreietrykksonderingene indikerer at løsmassene går mer over i leirfraksjonen ved større dybde.

I profil 2020 - 2110 viser dreiesonderingene (176, 177, 178, 179, 180 og 181) at dybde til antatt faste masser varierer fra fjell i dagen til 8,2 m dybde.

Plantegning og plassering av borpunktene mellom pr 1800 og 1950 er gitt i figur 2, og figur 3 viser pr. 1950 - 2150.



Figur 2. Profil 1800 - 1950



**Figur 3. Profil 1950 - 2150**

Prøveserie i (Hull 135S) profil 1850 - 47,7 mV går ned til 9,5 m under terreng og viser at løsmassene består av (T4-masser) sandig silt - siltig sand med varierende lagdeling i de øvre delene. Dette går over i en silt mot dypet (7,0 m - 9,5 m under terreng).

Vingeboringen (Hull 133) i profil 1840 - 12,5 mV viser gjennomgående faste masser med registrert uomrørt skjærstyrke på ca. 35 - 75 kN/m<sup>2</sup>. Lavest skjærstyrke er påvist dypest i denne sonderingen, mellom 14 - 15 m under terreng.

Vingeboringen (Hull 140) i profil 1890 - 10 mV viser faste masser med registrert uomrørt skjærstyrke på ca. 80 kN/m<sup>2</sup> i toppen, avtagende til ca. 35 kN/m<sup>2</sup> ved ca. 9,5 m under terreng. Et bløtere lag ( $S_u = 22$  kN/m<sup>2</sup>) er påvist i 6 - 7 m dybde.

Prøveserien (Hull 22S) i pr. 1835 går ned til ca. 10 m under terreng. Den viser at jordarten består av (T4-masser) sandig silt - siltig sand ned til ca. 8 m. Derunder er påvist kvikkleire med omrørt skjærstyrke 0,3 - 0,6 kPa og sensitiviteten  $S_t = 48 - 123$ . Vanninnhold varierer mellom 24 - 41,2%. Lab.-forsøk viser at prøvene har skjærstyrke på 35,1 - 64,3 kN/m<sup>2</sup> i sandig silt (siltig sand) og 28,6 - 35,6 kN/m<sup>2</sup> i kvikkleirelaget.

Prøveserien (Hull 23S) i pr. 1925 går ned til ca. 10 m under terreng. Den viser at jordarten består av (T4-masser) sandig silt – siltig sand ned til ca. 8 m og kvikkleire derunder. Vanninnhold varierer mellom 29,4 – 38,2%. Uomrørt skjærfasthet i kvikkleirelaget er ca. 26,6 kN/m<sup>2</sup>, omrørt skjærstyrke 0,6 kN/m<sup>2</sup> og sensitiviteten  $S_t=45$ .

### 5.2.2 Geotekniske utfordringer/ problemstillinger

Dagens kryssing av Findalsbekken skjer via Findal bru (brunnr. 370) fra 1943. Den har ett spenn (4,30 m) fritt opplagret med armert betongplate. Landkarene er dels av armert betong, dels huggen stein i tørrmur m/betongpute. Konstruksjonen er fundamentert på tømmerflåte. Det er planlagt ny bru mellom pr. 1850 og 1920. Siden det ligger kvikkleire under det silt sandige laget i dette profilet, kan både stabilitets- og setningsproblem oppstå.

### 5.2.3 Stabilitets- og setningsberegninger

#### stabilitetsberegninger

Landkarene for den nye brua har ca. 6 m fyllingshøyde, og etablering slik høye fyllinger over antatt kvikkleirelaget som har ca. 20 m tykkelse er utfordring. Direktefundamentering av brua fører til både stabilitets- og setningsproblem. Derfor må brua fundamenteres på spissbærendepeler for å unngå slike problemer.

Findalebekken ligger så nær til landkarene at det kan være stabilitetsproblem i profil 1800 – 1850 og 1920 – 1950 (særlig i pr. 1920 – 1930 etableres fyllingen mot vann).

For å sjekke stabilitetsforhold er det gjort stabilitetsberegninger i pr. 1830 som har ca. 6 m fyllingshøyde. Stabilitetsresultatene for effektiv- og totalspenningsanalysene er vist i tabell 4.

**Tabell 4. Stabilitetsresultatene for ferdig situasjon, profil 1830.**

Beregningssituasjon	Analysetype	Sikkerhetsfaktor	Spesielle merknader	Referanse
Dagens situasjon	Drenert	>3,0	–	–
Ferdig situasjon	Drenert	2,1	Sprengstein brukt i oppbygging av fyllingen.	Bilag 4–A
	Udrenert	1,0		Bilag 4–B
Ferdig situasjon	Drenert	3,5	6 m skumglass fylling + 1,5 m utskifting med skumglass oppbygging av fyllingen.	Bilag 4–C
	Udrenert	1,5		Bilag 4–D

Det er ikke tilstrekkelig sikkerhetsfaktor mot lokal og områdestabilitet når det er benyttet sprengsteing som fyllingsmaterialer. Men tiltaket 1,5 m masseutskifting med skumglass og bruk av skumglass som fyllingsmaterialer gir tilstrekkelig sikkerhet mot både lokal og områdestabilitet. Dette tiltaket gjelder for profilet 1800 – 1850 og 1920 – 2100. Findalebekken må også erosjonssikres for å beskytte mot både lokal- og områdeskred.

En mulig løsning mellom pr. 1920 og 1930 kan være å bygge støttemur istedenfor konvensjonell fylling med helning 1:1,5 eller 1:2 og bruk av skumglass som fyllingsmaterialer.

**Setningsberegninger**

Tiltaket som er forslått i denne rapporten, masseutskifting (1,5 m) med skumglass samt bruk av skumglass som fyllingsmaterialer gir ikke setningsproblem Som det er vist i tabell 5.

Setningsberegninger for dette tiltaket i profil 1830 er gitt i Tabell 5.

**Tabell 5. Setningsberegningresultater i pro. 1830.**

Dybde (m)	Lag	P'o (kPa)	$\Delta P$ (kPa)	$p'=p'o+\Delta P$	$p'c=p'o$	$\epsilon_{NC}$	$\delta_p$ (m)	$\epsilon_i$	$\delta_i$ (m)
0	Sandig silt (silt)	0	23,25	23,25	0				
8	Sandig silt (silt)	88	23,25	111,3	88			0,00036	0,003
8	Leire	88	23,25	111,3	88	0,0085	0		
15	Leire	151	13,39	164,4	151	0,0032	0,04099		
20	Leire	196	10,28	206,3	196	0,0019	0,01285		
25	Leire	241	8,34	249,3	241	0,0013	0,00813		-
30	Antattberg	286	7,01	293,0	286	0,0009	0,00561		
SUM							<b><u>0,0676</u></b>		<b><u>0,003</u></b>

$$\delta t = \delta_i + \delta_p = \quad \underline{\underline{0,07m}} \quad \text{OK!}$$

## 6 OPPSUMMERING

Denne rapporten er skrevet for reguleringsplanen for å vurdere geotekniske utfordringer i Findal området.

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.

Grunnforhold viser laget med sandig siltig/silt som har tykkelse over 8 m og kvikkleiren ligger under dette. Selv om det kan oppstå initialskred i bekken (Findalsbekken) pga. erosjon, ligger kvikkleiren relativt dyp (ca. 8 m under terreng), og muligheten for at initialskredet forplantes seg til kvikkleireskred er mindre. I tillegg utføres tiltaket med bruk av lette masser i Findal området.

Direktefundamentering av Findal brua (pr. 1850 – 1920) kan føre til både stabilitets- og setningsproblem. Derfor må brua fundamenteres på spissbærendepeler for å unngå slike problemer.

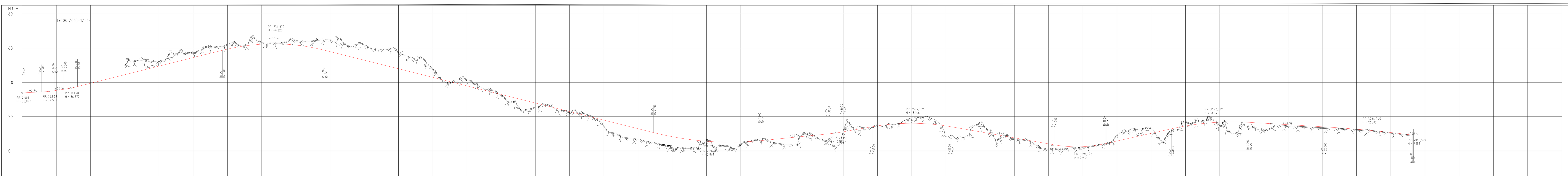
## 7 VIDERE ARBEIDE

Følgende arbeid gjenstår og hensyn må ivaretas i neste planfase:

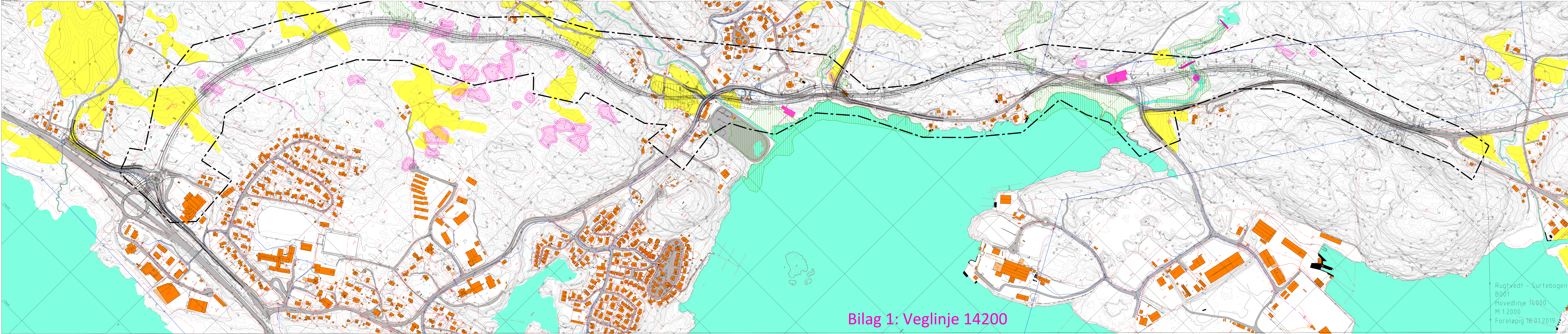
- Vurdere behov for ytterligere grunnundersøkelser.
- Detaljert beskrivelse av arbeidsrekkefølge.
- Detaljert prosjektering av peler for Findalebrua.
- Poretrykkmålere må installeres og følges opp nøye i anleggsfasen for å ha kontroll over poretrykksoppbygging. Dette gjelder for områdene som er planlagt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

## 8 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): Grunnforstrekning, fyllinger og skråninger, Håndbok V221.
- 11) **Statens vegvesen** (2018): Vegbygging, Håndbok N200.
- 12) **Statens vegvesen** (2019): Fv. 353 Rudgtvedt – Surtebogen, Datarapport, Hd1163A-1.
- 13) **Statens vegvesen** (2019): Fv. 353 Rudgtvedt – Surtebogen, Vurderingsrapport for pr. 250 – 3430 (Skjerke området), Hd1163A-2.



PROFIL NR./0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000	4100	4200	4300	4400	4500									
HOR. KURV.	R=100	R=100	A=92.979	A=169.658	R=350	S=160	A=132.702	R=400	A=117.476	R=500	A=163.849	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971	R=600	A=184.971						
BREDEDETV.	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50					
IVERSETELL																																																						
H.L.S.L.																																																						
V.S.L.S.																																																						
PROFIL H.																																																						
TERRENG H.																																																						
OVERBØJNING																																																						

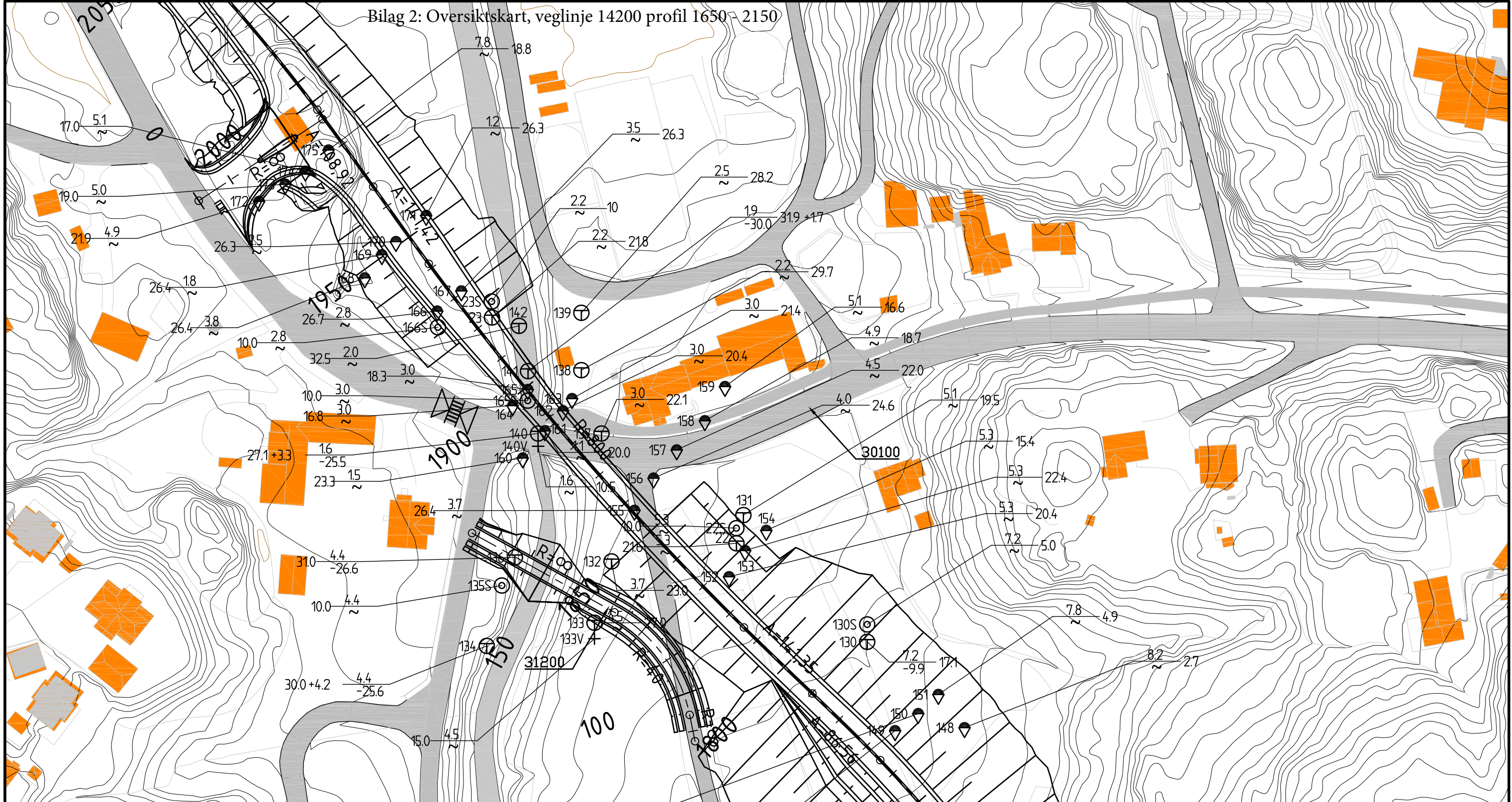



Bilag 1: Veglinje 14200

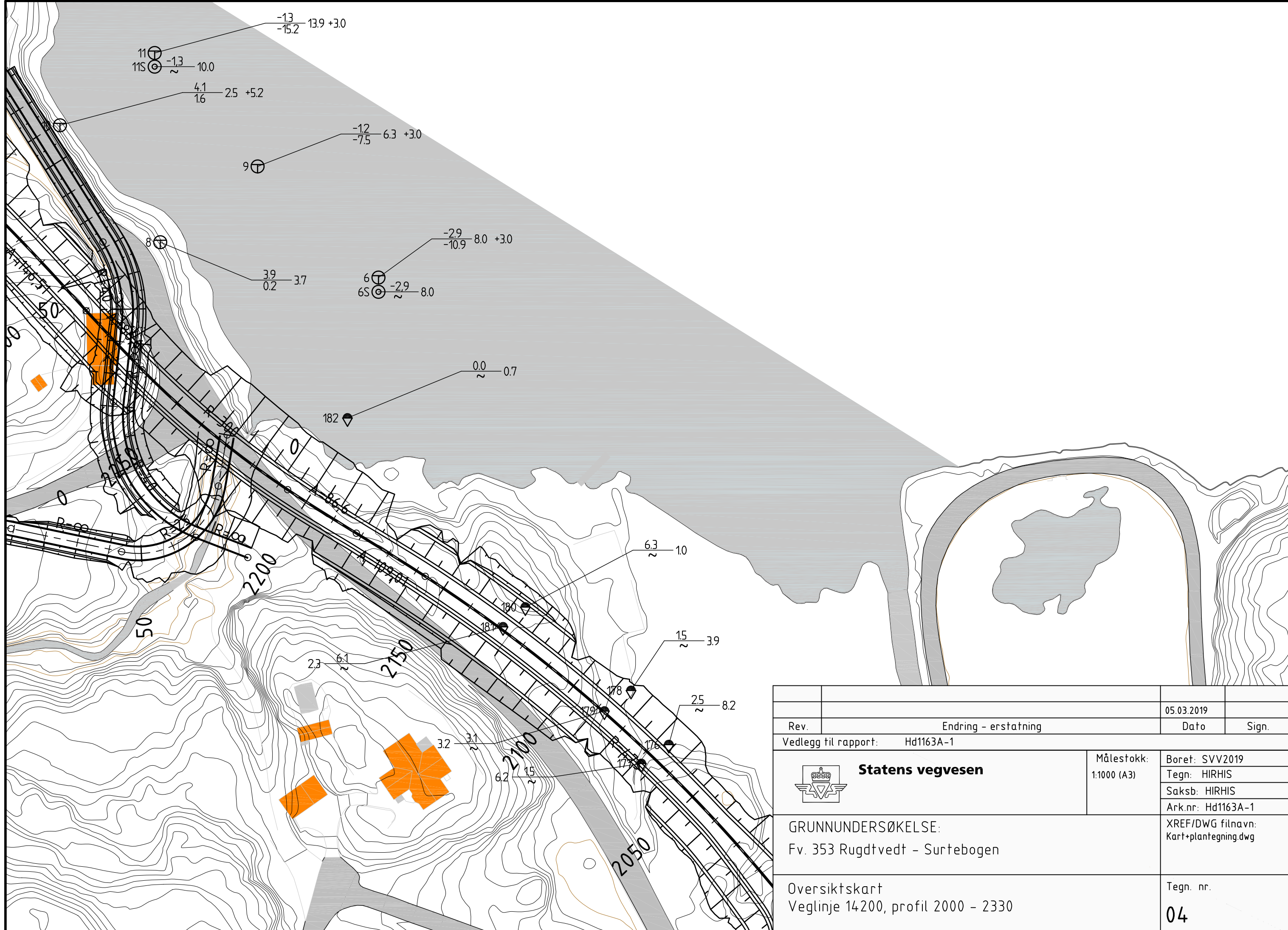
Rugtvedt - Surtebogen  
 B001  
 Hovedlinje 14000  
 M 12000  
 Foreløbig 18.01.2019




Bilag 2: Oversiktskart, veglinje 14200 profil 1650 - 2150



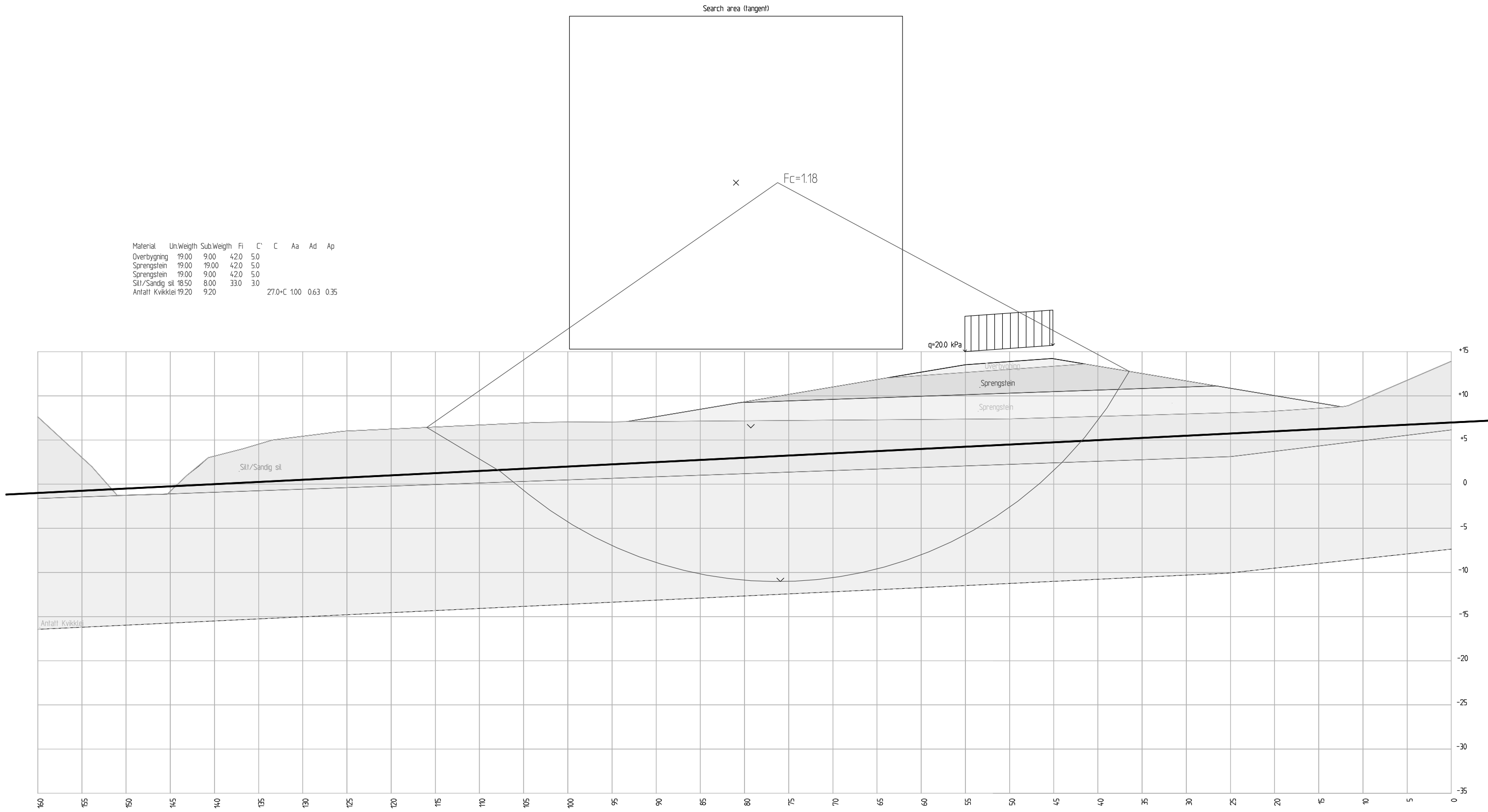
		05.03.2019	
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Vedlegg til rapport: Hd1163A-1			
 <b>Statens vegvesen</b>	Målestokk: 1:1000 (A3)	Boret: SVV2019 Tegn: HIRHIS Saksb: HIRHIS Ark.nr: Hd1163A-1	
	GRUNNUNDERSØKELSE: Fv. 353 Rugdtvedt - Surtebogen		XREF/DWG filnavn: Kart+plantegning.dwg
	Oversiktskart Veglinje 14200, profil 1750 - 2030 Bilag 2: Oversiktskart, veglinje 14200 profil 1650 - 2150		Tegn. nr. <b>03</b>



		05.03.2019	
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Vedlegg til rapport: Hd1163A-1			
 <b>Statens vegvesen</b>	Målestokk: 1:1000 (A3)	Boret: SVV2019 Tegn: HIRHIS Saksb: HIRHIS Ark.nr: Hd1163A-1	
	GRUNNUNDERSØKELSE: Fv. 353 Rugdtvedt - Surtebogen		XREF/DWG filnavn: Kart+plantegning.dwg
	Oversiktskart Veglinje 14200, profil 2000 - 2330		Tegn. nr. <b>04</b>

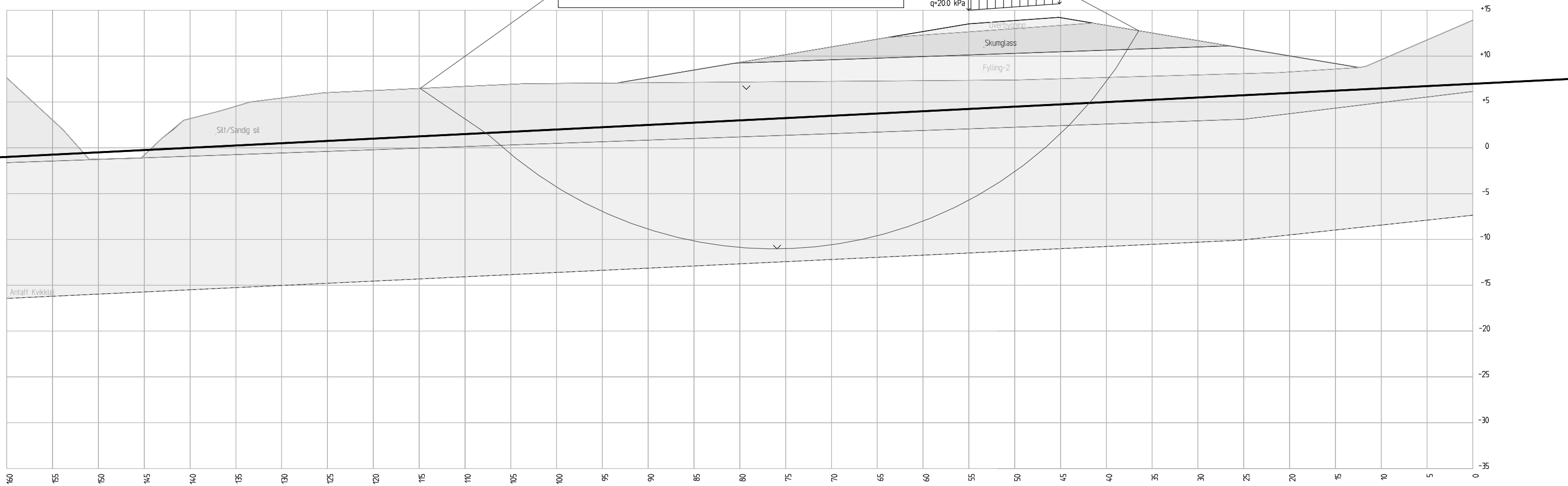
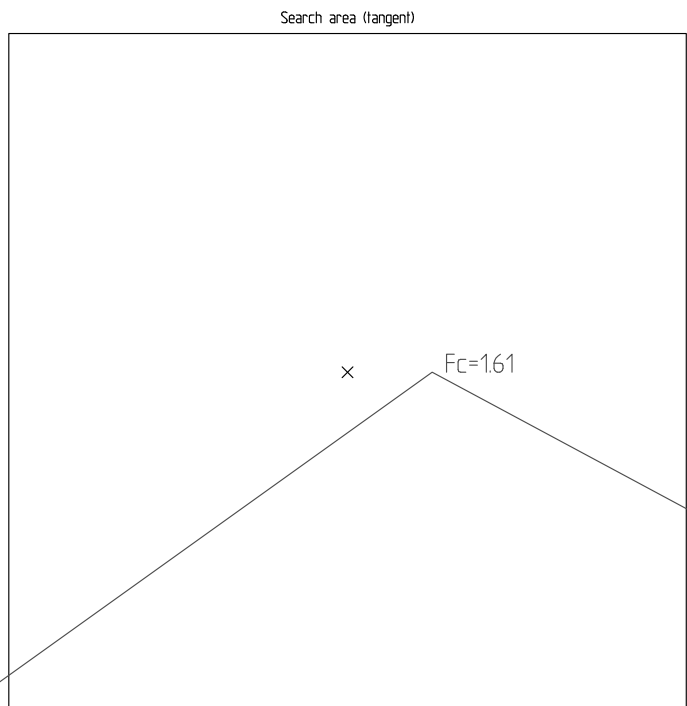
Bilag 3-A: Ferdig situasjon (fylling med sprengstein) - udrenert stabilitetsanalyse, pr. 1780

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Overbygning	19.00	9.00	42.0	5.0				
Sprengstein	19.00	19.00	42.0	5.0				
Sprengstein	19.00	9.00	42.0	5.0				
Silt/Sandig sil	18.50	8.00	33.0	3.0				
Antatt kvikklei	19.20	9.20			27.0+C	100	0.63	0.35



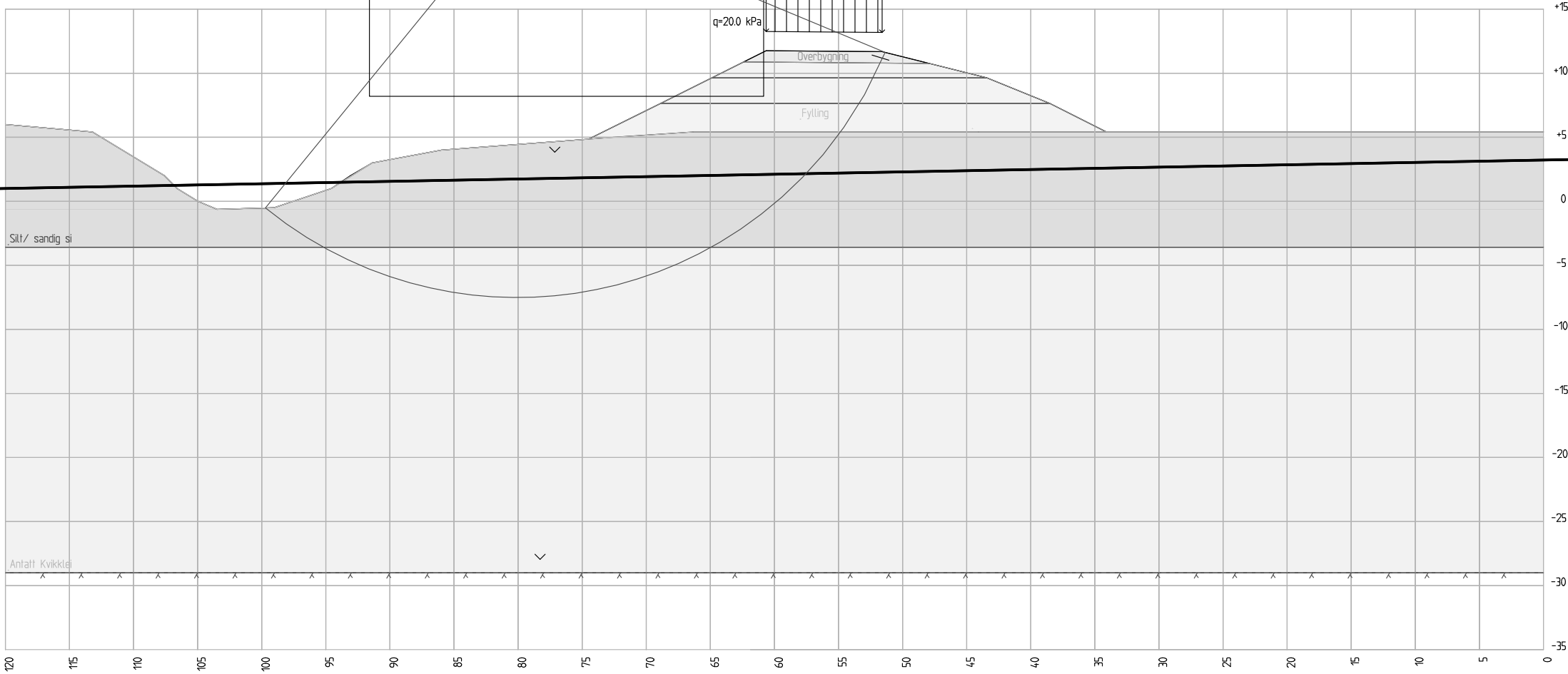
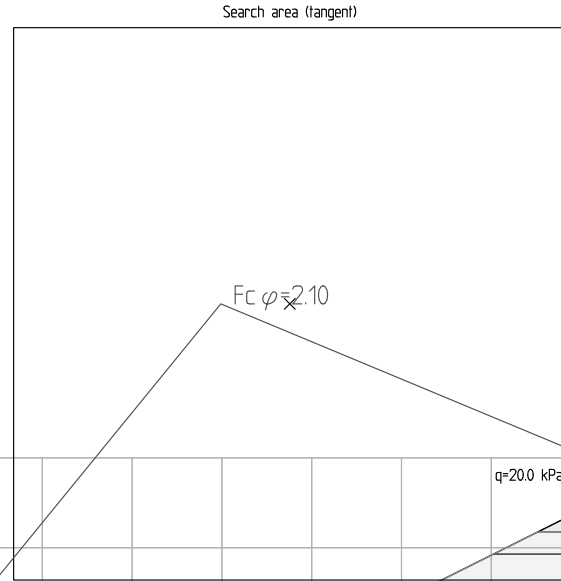
Bilag 3-B: Ferdig situasjon (3 m tykt skumglass brukt som fyllingsmateriale) - udrenert stabilitetsanalyse, pr. 1780

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Overbygning	19.00	9.00	420	5.0				
Skumglass	3.50	3.50	400	10				
Fylling-2	19.00	9.00	420	5.0				
Silt/Sandig sil	18.50	8.00	330	30				
Antall Kvikklei	19.20	9.20			27.0	C	100	0.63 0.35



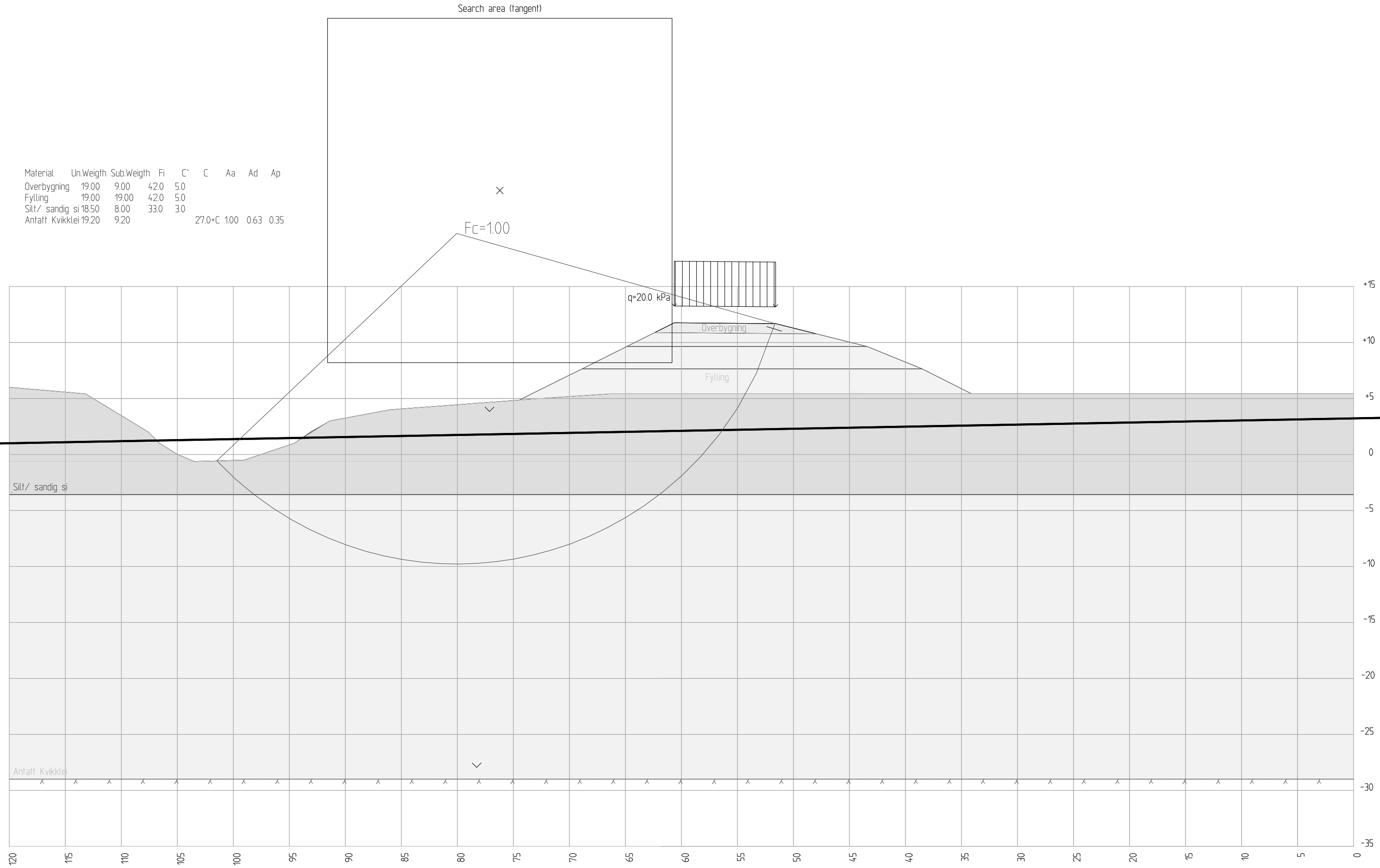
Bilag 4-A: Ferdig situasjon (fylling med sprengstein) - drenert stabilitetsanalyse, pr. 1830

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Overbygning	19.00	9.00	42.0	5.0				
Fylling	19.00	19.00	42.0	5.0				
Silt/ sandig si	18.50	8.00	33.0	3.0				
Antatt Kvikklei	19.20	9.20	27.0	2.0				



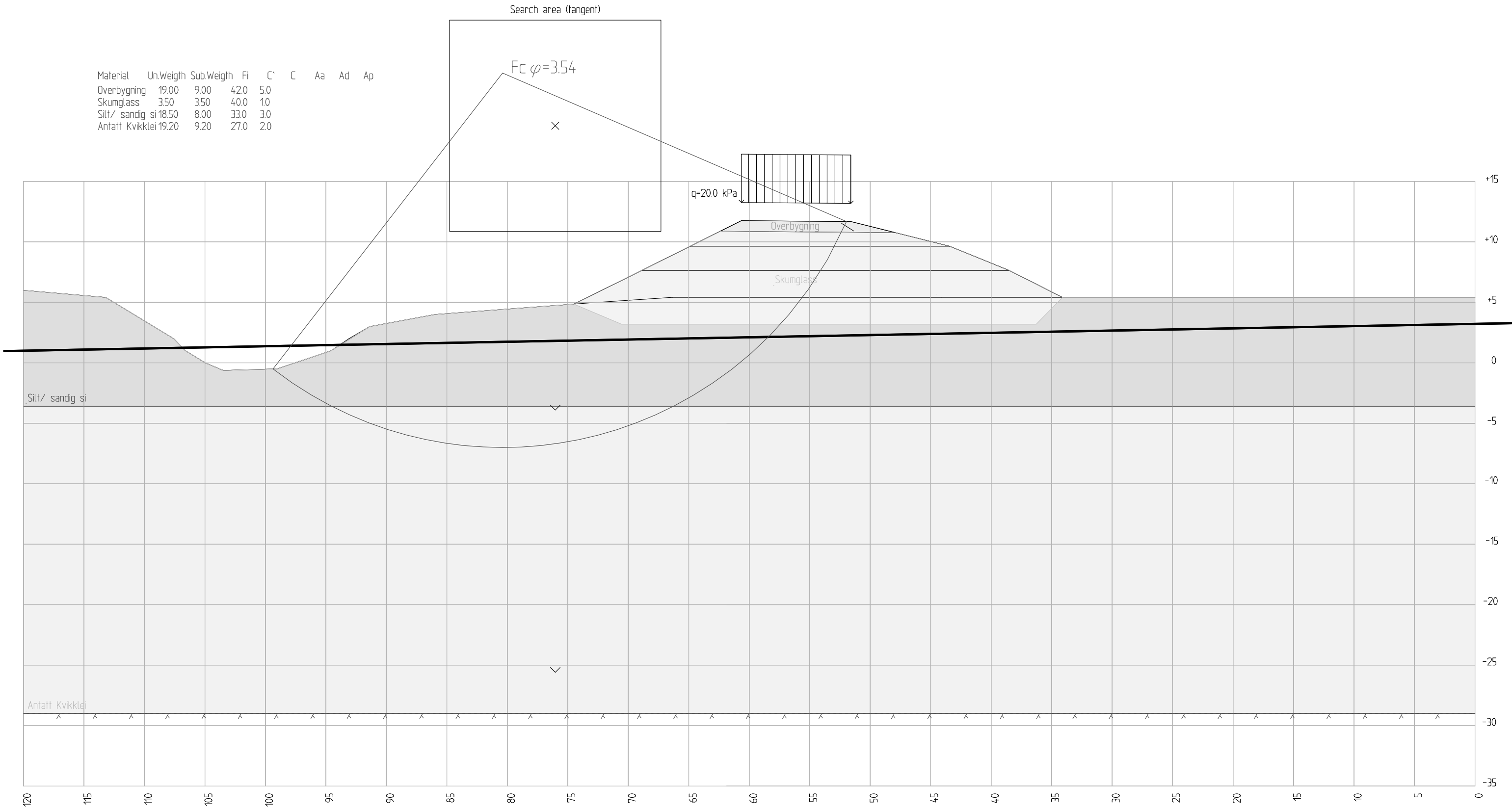
Bilag 4-B: Ferdig situasjon (fylling med sprengstein) - udrenert stabilitetsanalyse, pr. 1830

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Overbygning	19.00	9.00	420	5.0				
Fylling	19.00	19.00	420	5.0				
Silt/ sandig si	18.50	8.00	330	3.0				
Antatt Kvikklei	19.20	9.20			27.0+C	100	0.63	0.35



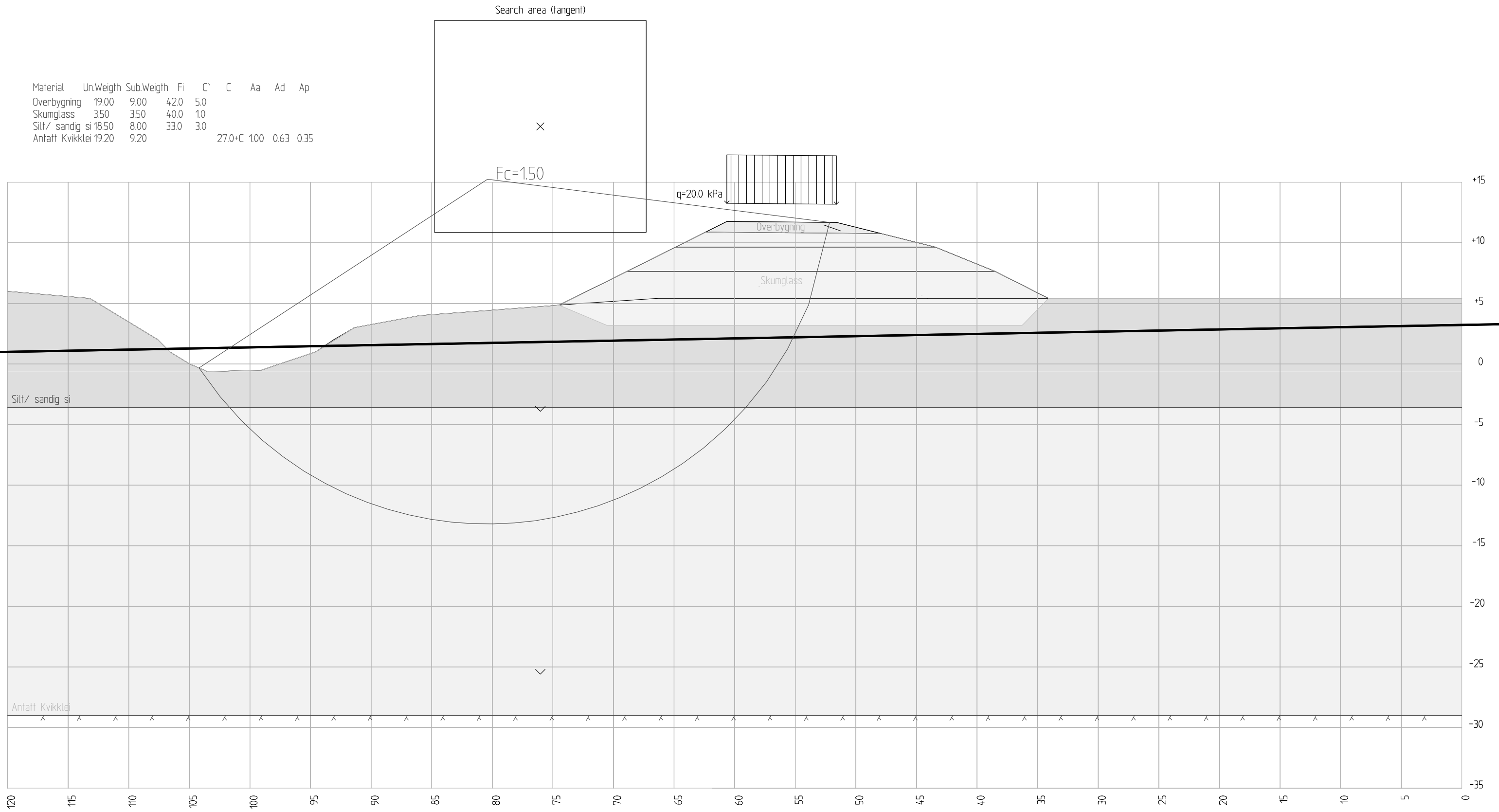
Bilag 4-C: Ferdig situasjon (6 m skumglass fylling + 1,5 m utskifting med skumglass oppbygging av fyllingen) - drenert stabilitetsanalyse, pr. 1830

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Overbygning	19.00	9.00	42.0	5.0				
Skumglass	3.50	3.50	40.0	10				
Silt/ sandig si	18.50	8.00	33.0	3.0				
Antatt Kvikklei	19.20	9.20	27.0	2.0				



Bilag 4-D: Ferdig situasjon (6 m skumglass fylling + 1,5 m utskifting med skumglass oppbygging av fyllingen) - udrenert stabilitetsanalyse, pr. 1830

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Overbygning	19.00	9.00	42.0	5.0				
Skumglass	3.50	3.50	40.0	10				
Silt/ sandig si	18.50	8.00	33.0	3.0				
Antatt Kvikklei	19.20	9.20			27.0+C	100	0.63	0.35







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

[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

**Trygt fram sammen**