



Fredrikstad kommune
Travløkka VA

Geoteknisk rapport

Oppdragsgiver:		Fredrikstad kommune			
Prosjektnavn:		Travløkka VA			
Prosjektnummer:		AN4725			
Rapportnummer:		AN4725-RIG-R-02			
Fagdisiplin:		RIG			
00	28.03.2025	Kommentarutgave	DaD	GYe	MM
REV.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av

Kontoradresse:
AFRY Norway ASLilleakerveien 8
0283 OSLO**Fakturaadresse:**
AFRY Norway AS/
firma 224
Fakturaavd.
Postboks 18, Lilleaker
0216 Oslo**Telefon:**
(+47) 24 10 10 10**E-post:**
info.no@afry.com**Organisasjonsnr.:**
915 229 719

INNHOOLD

SAMMENDRAG	5
1.0 INNLEDNING	6
2.0 BESKRIVELSE AV TILTAK	6
3.0 GEOTEKNISK PROSJEKTERING	7
3.1 REGELVERK	7
3.2 GEOTEKNISK KATEGORI.....	8
3.3 KONSEKVENSKLASSE/PÅLITELIGHETSKLASSE (CC/RC).....	8
3.4 TILTAKSKLASSE	8
3.5 KVALITETSSYSTEM	8
3.6 PROSJEKTERINGS- OG UTFØRELSESKONTROLL.....	8
3.7 SIKKERHET OG MATERIALFAKTOR	9
4.0 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD	9
4.1 GEOLOGISKE KART	11
4.1.1 KVARTÆRGEOLOGISK KART	11
4.1.2 BERGGRUNNSKART	12
4.2 BEFARING	13
4.3 UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER.....	14
4.4 GRUNNFORHOLD	14
4.5 GRUNNVANNSTAND	14
5.0 TEK 17§7: SIKKERHET MOT NATURFARE	14
5.1 § 7-2: SIKKERHET MOT FLOM OG STORMFLO	15
5.2 § 7-3 SIKKERHET MOT SKRED	16
6.0 VURDERING AV OMRÅDESTABILITET	16
6.1 DEL 1-AKTSOMHETSOMRÅDER	16
7.0 STABILITETSBEREGNING	21
7.1.1 LAGDELING OG PARAMETERVALG	22
7.1.2 LASTER	24
7.2 PROFIL A-A'	24
7.3 PROFIL B-B'	27
7.3.1 GRØFT NR. 1 TRASÉ 1 PROFIL B-B'	28
7.3.2 GRØFT NR. 2 TRASÉ 3 PROFIL B-B'	29
7.3.3 GRØFT NR. 3 TRASÉ 2 PROFIL B-B'	30
7.4 PROFIL C-C'	31
7.4.1 GRØFT NR.1 TRASÉ 1 PROFIL C-C'	32

7.4.2	GRØFT NR.2 TRASÉ 3 PROFIL C-C'	33
7.4.3	GRØFT NR. 3 TRASÉ 1 PROFIL C-C'	34
7.5	PROFIL D-D'	37
7.6	PROFIL E-E'	39
7.7	GRØFTEKASSE	42
7.8	VANN I GRØFTEGROPER	42
7.9	SPRENGNINGSARBEID	42
7.10	ARBEID NÆR JERNBANE	42
8.0	KONTROLLPLAN	43
9.0	REFERANSER	44
10.0	TEGNINGSLISTE	45

SAMMENDRAG

AFRY Norway AS er engasjert av Fredrikstad kommune for å gjennomføre en geoteknisk vurdering i forbindelse med separeringsprosjektet for vann- og avløpsledninger på Travløkka i Fredrikstad kommune. Fellessystem for avløp og overvann saneres og prosjekteres for separering.

Denne geotekniske rapporten presenterer geotekniske vurderinger tilknyttet områdestabilitet og gravearbeider for VA-grøfter.

AFRY har gjennomført grunnundersøkelser for å kartlegge dybde til berg og grunnforhold. Utførte grunnundersøkelser tyder på stor variasjon i bergdybde, fra 1 til over 20 meter under terreng. Løsmassene består av leire, siltig leire og sandig siltig leire. Laboratorieundersøkelser har påvist sprøbruddmateriale i fra 6 m dybde under terreng.

Områdestabilitet er vurdert i kritiske profiler for å kontrollere at stabiliteten er ivaretatt i henhold til krav gitt i NVE Veileder 1/2019. Områdestabiliteten er ivaretatt.

Sikkerhetskrav til lokalstabilitet som påvirker jernbane er vurdert i henhold til Bane Norsk teknisk regelverk. Sikkerhetskrav til øvrige områder er vurdert iht. Eurokode 7.

Det forutsettes utgraving av grøfter på 3-4 meters dybde i løsmasser å opprettholde anbefalte graveskråninger for å ivareta tilstrekkelig lokalstabilitet. Dersom det er plassmangel for graveskråninger, må det vurderes å bruke grøftekasser som sikring av grunnarbeider. I områdestabilitetsberegninger er det generelt antatt at grunnvannet ligger opp til 2 m under terrenget, men det er trolig at grunnvann ligger noe lavere ut ifra terrengforhold. I de dypere utgravningene kan det være mulig at man treffer grunnvannstanden. Det antas at det håndteres ved pumping ved behov for tørr grøftebunn.

Det kan være behov for sprenging eller pigging i berg for å etablere VA-grøft i de områdene der det er grunt til berg. Det må opprettholdes forholdregler for støy og vibrasjon i henhold til gjeldende krav.

Dette VA-tiltaket gjennomføres delvis i nærheten av jernbane. Delvis skal det anvendes gravefrie løsninger i dette området, uten fysisk inngrep i terreng som påvirker stabilitetsforholdene. Imidlertid på sørside av tiltaket skal det etableres en åpen graving på slutten av trasen. Det er gjort nødvendige stabilitetsvurderinger for å vise tilstrekkelig sikkerhet for denne utgravingen.

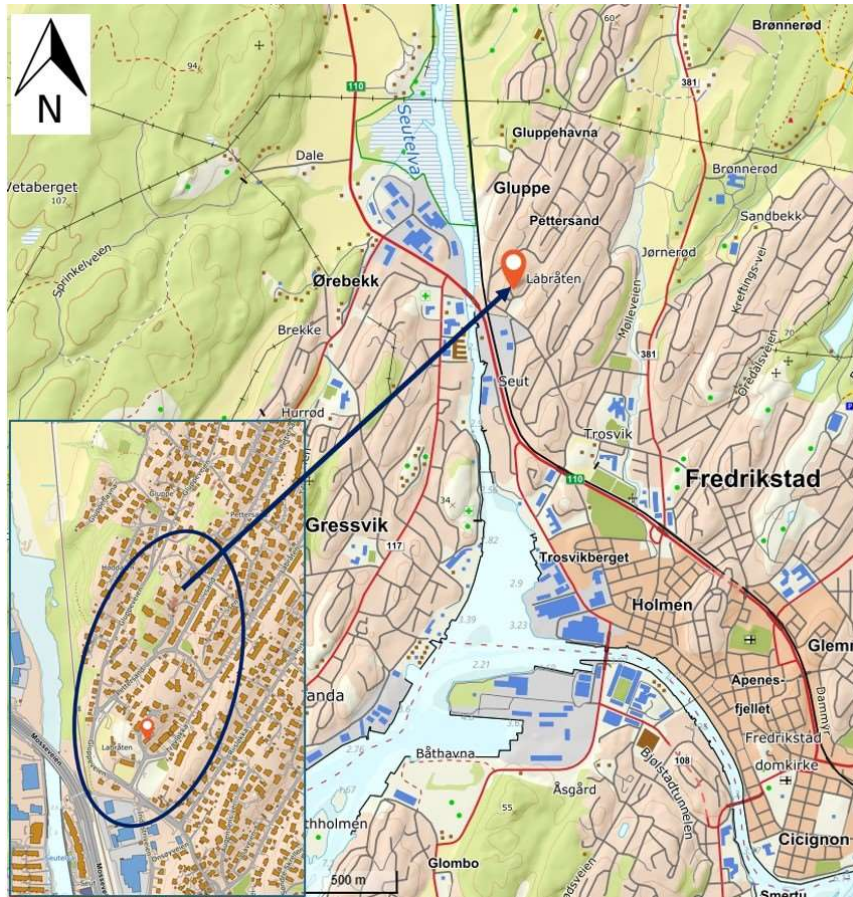
Denne rapporten inneholder oppsummering av vurderinger og anbefalinger etter geoteknisk prosjektering. Det gjøres oppmerksom at dersom det treffes ustabile masser under vann må det gjøres en ny vurdering i samråd med en geotekniker.

1.0 INNLEDNING

AFRY Norway AS er engasjert av Fredrikstad kommune for å gjennomføre en geoteknisk vurdering i forbindelse med separeringsprosjektet for vann- og avløpsledninger på Travløkka i Fredrikstad kommune. Fellessystem for avløp og overvann saneres og prosjekteres for separering.

Denne geotekniske rapporten presenterer geotekniske vurderinger tilknyttet områdestabilitet og gravearbeider for VA-grøfter.

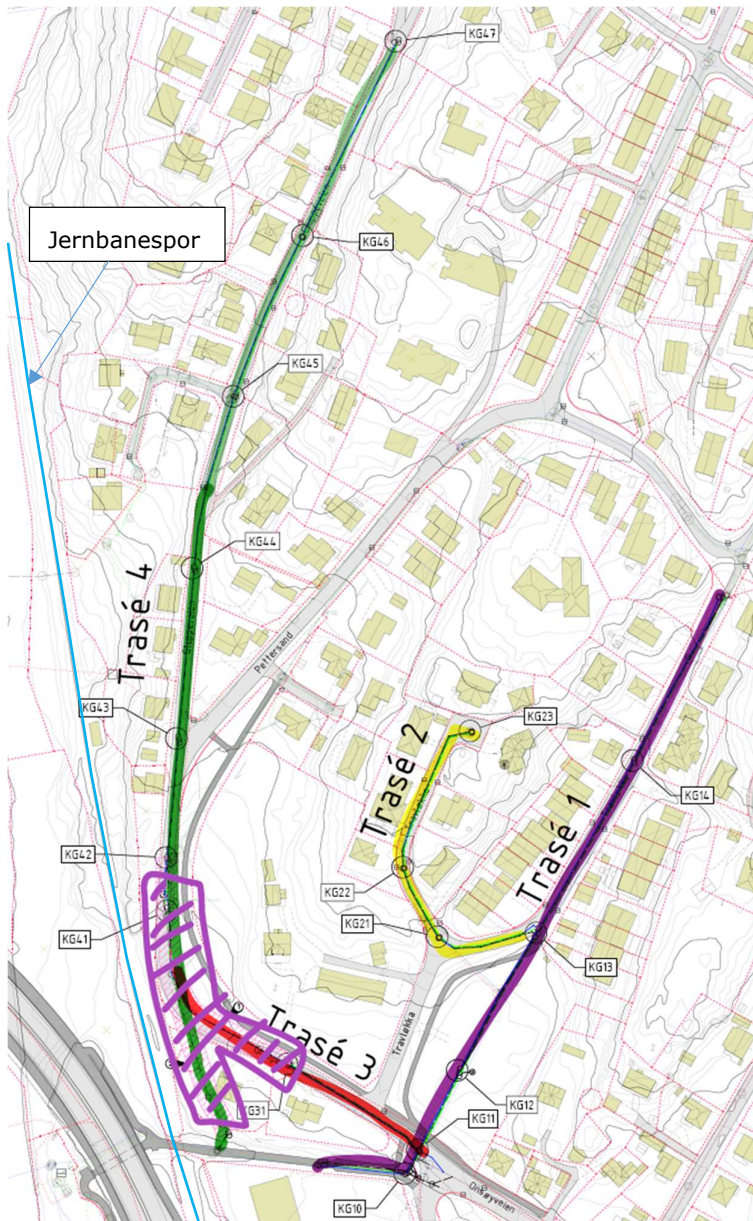
Tiltaksområdet er vist i Figur 1.



Figur 1: Kart. Plassering av tiltaket er indikert med mørkeblå oval [1]

2.0 BESKRIVELSE AV TILTAK

Planlagt VA-prosjektering er delt inn fire trasséer som vises med forskjellige farger i figuren under. Det planlegges gravefri løsning på deler av Trasé 3 og Trasé 4 som ligger i nærheten av jernbanespor. Ny spillvannsledning skal trekkes i eksisterende rør, ny vannledning skal utføres med styrt boring. Den siste delen av Trasé 4 på sørside er en åpen graving.



Figur 2: Plassering av VA-trasér. Lilla polygon viser en del av trasé hvor gravefri løsning skal anvendes.

3.0 GEOTEKNISK PROSJEKTERING

3.1 REGELVERK

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjekteringen, og for geoteknisk prosjektering gjelder dermed:

- NS-EN 1990:2002 + A1:2005 + NA:2016 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2020 (Eurokode 7)
- SAK 10 og TEK 17
- NVE Veileder 1/2019: Sikkerhet mot Kvikkleireskred

I tillegg og i den grad de er relevante, benyttes følgende veiledninger:

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i veibygging. 2025.
- NGF's meldinger og SVV's håndbøker ved utførsel av evt. grunnundersøkelser
- BaneNor Teknisk regelverk: Underbygging

3.2 GEOTEKNISK KATEGORI

NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2020 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1.

Det foreligger ingen risiko for områdestabilitet og prosjektet betraktes som en konvensjonell utgraving og fundamentering uten unormal risiko. Det velges dermed krav til prosjektering i henhold til **geoteknisk kategori 2**.

3.3 KONSEKVENSKLASSE/PÅLITELIGHETSKLASSE (CC/RC)

NS-EN 1990:2002 + A1:2005 + NA:2016 definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklassen er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverket i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1(901).

For det aktuelle prosjekt velges geotekniske arbeider plassert i **CC2 / RC2**. Begrunnelsen er at tiltaket omfatter utgraving i leire eller sprenging/pigging opptil ca. 3 m dybde der det er behov for å kontrollere lokalstabilitet og grunnvannforhold. I tillegg ligger deler av tiltaket i nærheten av jernbanespor. Konsekvensklasse CC2 beskrives ifølge Eurokode 0/tabell B1 som «Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelig økonomiske sosiale eller miljømessige konsekvenser».

3.4 TILTAKSKLASSE

Plan- og bygningsloven (SAK10) § 9-4 gir veiledning for oppdeling av tiltaksklasser basert på kompleksitet, vanskelighetsgrad og mulige konsekvenser mangler og feil kan få for helse, miljø og sikkerhet. Iht. SAK10 § 9-4 tabell 1 skal fundamentering av konstruksjoner som iht. Eurokode 0 plasseres i pålitelighetsklasse 2, plasseres i tiltaksklasse 2.

3.5 KVALITETSSYSTEM

NS-EN 1990:2002 + A1:2005 + NA:2016 krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillende NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4.

Vårt system oppfylder sistnevnte, hvilket gjør at krav for pålitelighetsklasse 2 og 3 er oppfylt.

3.6 PROSJEKTERINGS- OG UTFØRELSESKONTROLL

NS-EN 1990:2002 + A1:2005 + NA:2016 gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførselskontroll avhengig av pålitelighetsklassen. Dette innebærer i henhold til tabell NA.A1(902) og NA.A1(903) at det for prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider kan forutsettes kontrollklasse **PKK2** og **UKK2**.

For prosjekteringen gjelder at det utføres grunnleggende kontroll (egenkontroll), sidemannskontroll (kollegakontroll) og utvidet kontroll. Utvidet kontroll i prosjekteringsklasse PKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført.

3.7 SIKKERHET OG MATERIALFAKTOR

Bane NOR har eget sikkerhetskrav og materialfaktor for tiltak som påvirker jernbane. Krav til materialfaktor er vist i tabellene nedenfor. For en konsekvensklasse CC2 velges materialfaktor som er markert i rødt avhengig av lokale grunnforhold. Seigt brudd innebærer faste masser som sand, grus og morenemasser, nøytralt brudd skjer i leire og siltig leire, og sprøtt brudd gjelder i kvikkleire og sprøbruddmateriale.

Tabell: Partialfaktor γ_M ved stabilitets- og bæreevneberegninger med ADP-metoden

Analysetype	Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Totalspenningsanalyse, ADP-metoden	CC1 Mindre alvorlig	1,40	1,40	1,40
	CC2 Alvorlig	1,40	1,40	1,50
	CC3 Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60

Tabell: Partialfaktor γ_M ved stabilitets- og bæreevneberegninger med effektivspenningsmetoden

Analysetype	Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Effektivspenningsanalyse, $\alpha\phi$ -metoden	CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,30	1,40
	CC2 Alvorlig	1,30	1,40	1,50
	CC3 Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60

For områdestabilitetsvurdering i kvikkleireområder gjelder kravene fra NVE Veileder 1/2019. For VA-tiltak som inngår under tiltakskategori K1 er krav til sikkerhet oppfylt dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Dersom planlagt tiltak fører til forverret stabilitet kreves en absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1.40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1.25$, der f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddseffekt i udrenerte beregninger.

For øvrige brukes sikkerhetskrav fra Eurokode 7 som gjelder materialfaktor 1,4 for udrenert analyse og 1,25 for drenert analyse.

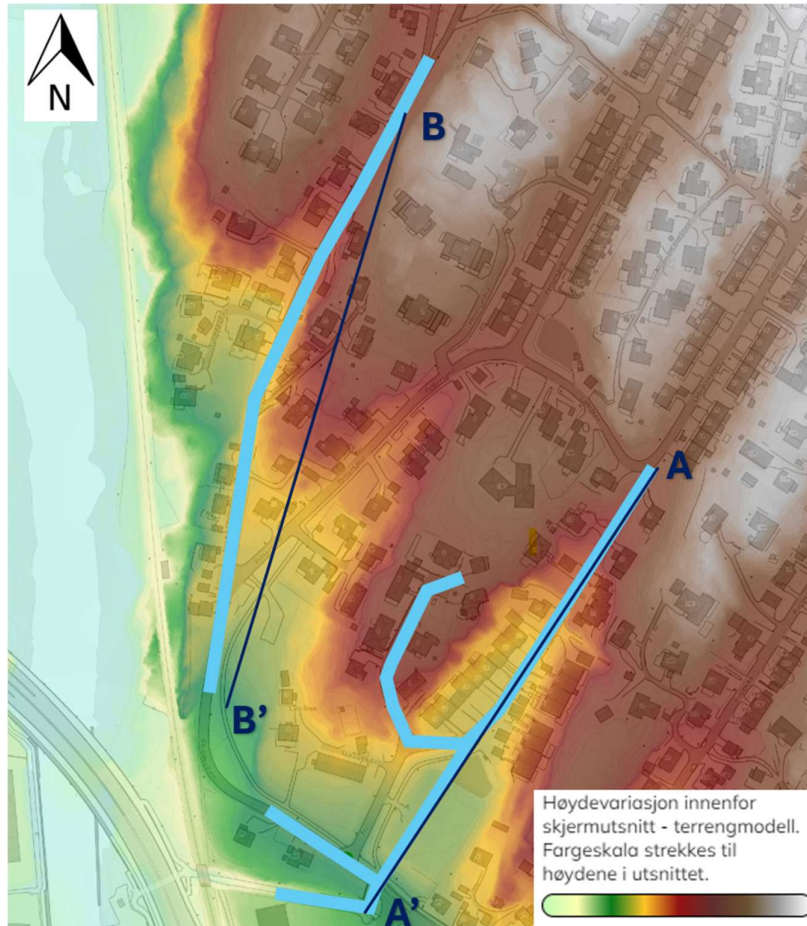
4.0 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

Tiltaket ligger i Fredrikstad kommune nord-øst for Mosseveien og øst for jernbanesporet. Tiltaket plasseres i boligområdet langs veiene Onsøyveien, Travløkka og Gluppeveien.

Terrenghøyden varierer i området. Figur 3 viser høydekart for området. Rød farge indikerer bratt terrengstigning, mens grønn farge indikerer slakere helning. Fargene er relative for kartutklippet. Utfra kartet kan man tolke stigende terreng i nord og øst (markert med rød farge), fallende terreng i sør og mot elv i vest (markert med grønn farge).

Generelt varierer høyden fra ca. kote + 10 i sør ved siden av Onsøyveien 89A til ca. kote + 28 i nord ved siden av Gluppeveien 30. I den nordøstlige delen av tiltaksområdet ligger terrenget på ca. kote +30 ved siden av Labråten 15.

Det er mye berg i dagen i den nordlige og østlige delen av området.



Figur 3: Høydekart. VA-trasér er visst med lys blå linjer. Høydeprofiler er tegnet med mørkeblå farge [4].

Høydevariasjonen i området er vist langs Profil A-A' og B-B'. Profil A-A' har gjennomsnitt helning på ca. 1:16 og Profil B-B' på ca. 1:22.



Figur 4: Høydeprofiler A-A' og B-B' [2].

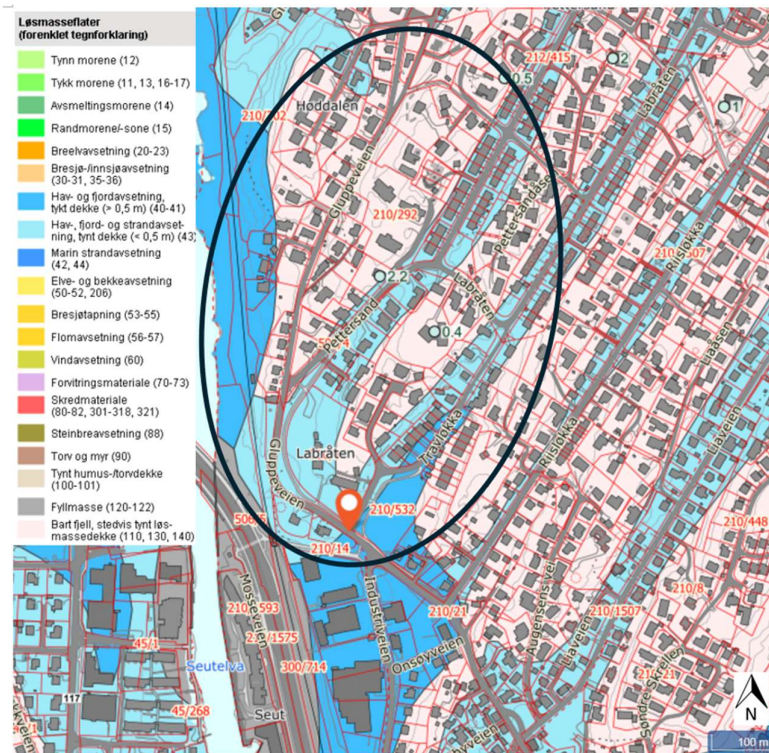
4.1 GEOLOGISKE KART

4.1.1 KVARTÆRGEOLOGISK KART

NGUs løsmassekart tyder på en del variasjon av løsmasser i området (se Figur 5).:

- Bart fjell flere steder - fjelloverflate uten løsmassedekke eller veldig tynt løsmassedekke.
- Hav-, fjord- og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen - Område med ulike typer marine avsetninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe større.
- Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet - Sammenhengende, finkornet marin avsetning med mektighet opp til mange ti-talls meter. Avsetningstypen kan også omfattes kredmasser fra kvikkleireskred.

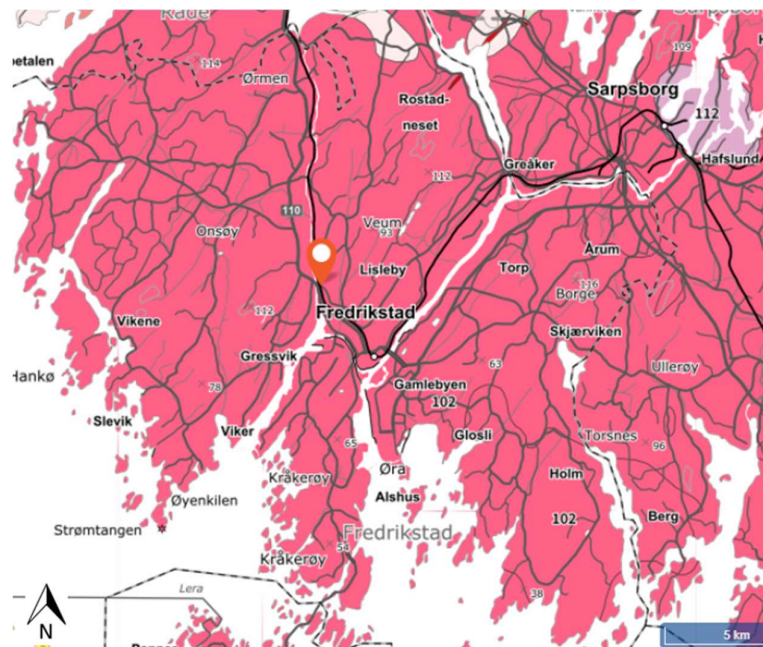
Det bør understrekes at kvartærgeologisk kart kun gir indikasjon på hva slags grunnforhold man kan forvente og skal kun benyttes overordnet. Kartene gir ikke oversikt over løsmasser som finnes i dybden.



Figur 5: Løsmassekart. Tiltaksområdet er markert med mørkeblå oval [5].

4.1.2 BERGGRUNNSKART

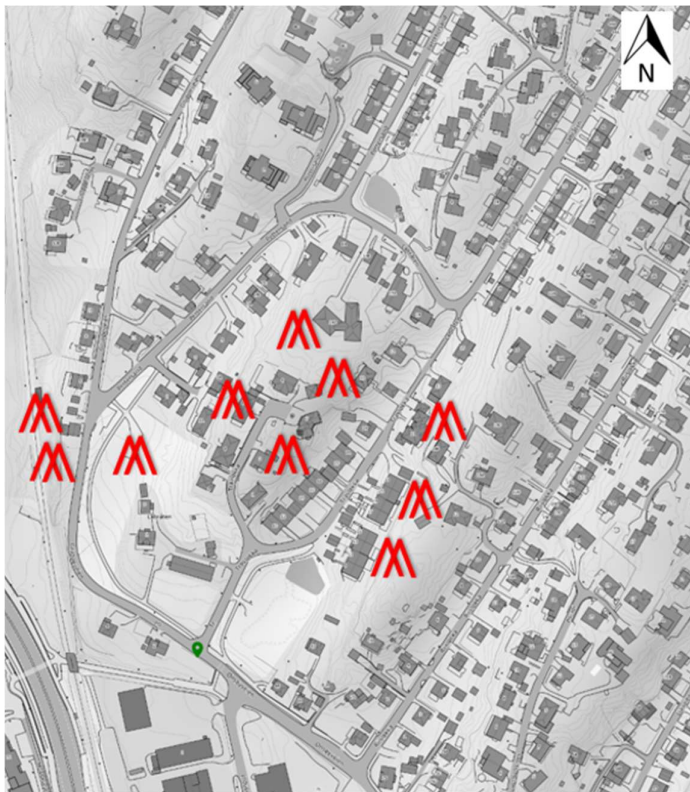
NGUs berggrunns kart tyder på at hele området tilhører Iddefjordsgranitten bergartsenhet med granitt som hovedbergart.



Figur 6: Berggrunns kart. Tiltaksområdet er markert med rød markør [6].

4.2 BEFARING

AFRY var på befaring i tiltaksområdet den 03.01.2024. Områdene med berg i dagen i vist i figurene nedenfor.



Figur 7: Kart. Plassering av berg i dagen er markert med rødt symbol



Figur 8: Bilder av berg i dagen i Travløkka område. Kilde: Google street view.

4.3 UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER

AFRY har ikke funnet relevante tidligere grunnundersøkelser på planområdet. Derfor har AFRY engasjert Romerike Grunnboring AS for å gjennomføre geotekniske grunnundersøkelser i området i august 2024. Det var utført 10 totalsonderinger, 3 prøvetakinger, 6 uforstyrrede Ø54 mm sylinderprøver, 6 forstyrrede poseprøver og 2 CPTU. Figur 9 viser oversikt over utførte grunnundersøkelser.

4.4 GRUNNFORHOLD

Generelt er det grunn til berg i den nordlige delen av tiltaksområdet, mens det er større dybder til berg i den sørlige delen. Alle totalsonderinger, bortsett fra punkt AF5, AF9 og AF12 var avsluttet med 3 meters kontrollboring i berg. Resultatene fra totalsonderingene tyder på stor variasjon av dybde til berg: fra ca. 1 meter (AF4 og AF3) til 12 meter (AF8) under terreng. Imidlertid har punkt AF9 større dybde ca. 20 meter til antatt stein/blokk eller fast lag.



Figur 9: Utklipp av borplan [9].

Totalsonderingene viser at det ligger en blanding av leire, siltig leire og sandig leire i området. Det er antatt tørrskorpeleire over siltig leire lag i de punktene hvor det er grunt til berg eller det finnes et topp lag av faste masser (borpunkt AF4, AF1). Totalsonderingene indikerer at leiren kan være sensitiv i dybde 4 -15 meter i AF9 og i dybde 2-8 meter i AF12. Vanninnholdet i de undersøkte prøvene varierer mellom 15 og 48%, Leira betegnes som middels sensitiv, bløt til middels fast leire. Fra laboratorieundersøkelser er det påvist sprøbruddmateriale ved borpunkt AF12 i 6-9 meter dybde.

4.5 GRUNNVANNSTAND

Det er ikke installert poretrykkssmålere i forbindelse med dette prosjektet.

5.0 TEK 17§7: SIKKERHET MOT NATURFARE

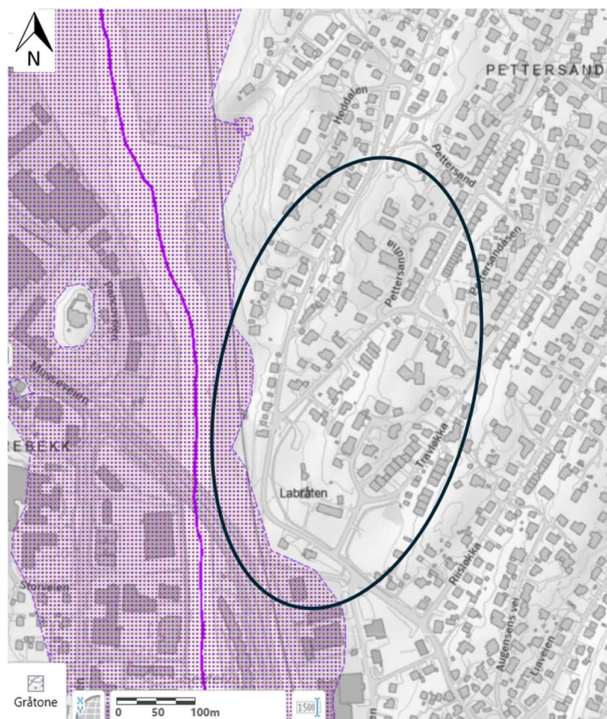
Ifølge krav i TEK 17 skal sikkerhet mot naturpåkjenninger utredes. Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger.

5.1 § 7-2: SIKKERHET MOT FLOM OG STORMFLO

Tiltaksområdet ligger utenfor 200-års flomsone ifølge NVEs faresonekart (Figur 10), men den sørlige delen ligger i umiddelbar nærhet av generelt adkomstsområde for flom – se Figur 11. Maksimal vannstandstigning var registrert på 5.56 meter[7.].



Figur 10: NVE Atlas kart for 200-års flom. Tiltaksområdet er markert med blå sirkel. [7].



Figur 11: NVE Atlas kart for flom aktsomhetsområde (lilla farge). Tiltaksområdet er markert med mørkeblå oval [7].

5.2 § 7-3 SIKKERHET MOT SKRED

Planområdet ligger utenfor område med fare for snøskred og fjellskred, det var ikke registrert lignende hendelser tidligere ifølge NVE Atlas. Sikkerhet mot kvikkleireskred vurderes i neste kapitel.

6.0 VURDERING AV OMRÅDESTABILITET

Siden området ligger under marin grense må områdestabiliteten, dvs. faren for kvikkleireskred, vurderes iht. NVE sin veileder 1/2019 [1]. Prosedyrene for utredning av områdestabilitet er beskrevet i NVE-veilederen. Det er en trinnvis prosedyre, se Tabell 1.

Tabell 1: Prosedyre for utredning av områdeskredfare iht. NVE veileder 1/2019.

Del	Steg	Overskrift
1	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området
	2	Avgrens områder med mulig marin leire
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred
2	4	Bestem tiltakskategori
	5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde
	6	Befaring
	7	Gjennomføre grunnundersøkelser
	8	Vurdere aktuelle skredmekanismer og avgrense løsne- og utløpsområder
	9	Klassifisere faresoner
	10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet
	11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

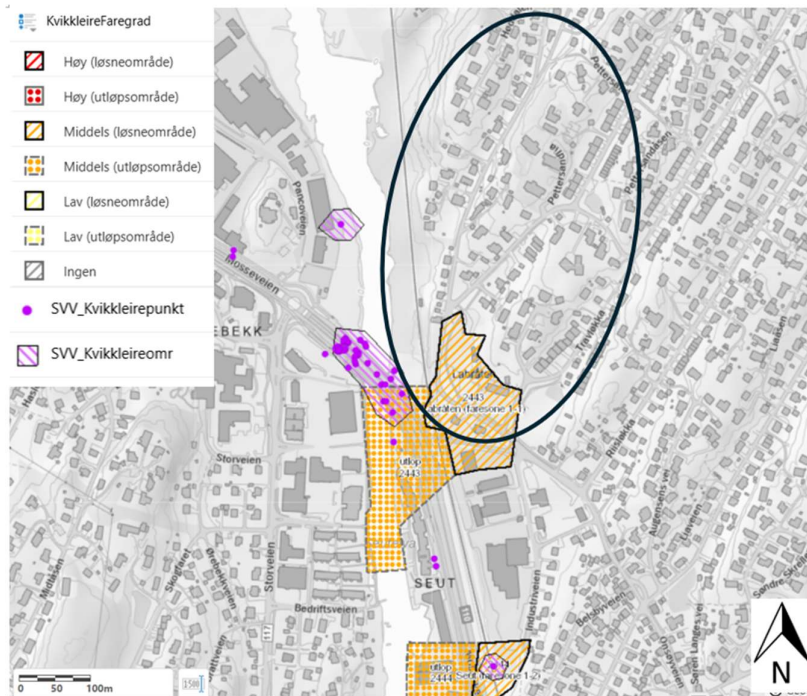
6.1 DEL 1-AKTSOMHETSOMRÅDER

Steg1 - Finnes det registrerte faresoner (kvikkleire) i området?

Ifølge NVE Atlas (kart for kvikkleiresoner) finnes det flere SVV-kvikkleirepunkter, SVV-kvikkleireområder og kvikkleiresoner sør for planområdet (se Figur 12).

Statens vegvesens historiske data tegner opp «Kvikkleireområder» i NVE Atlas. Dette er ikke fullverdige «kvikkleiresoner» utredet etter NVEs veileder, men en skravering av områder der Statens vegvesen har påtruffet kvikkleire i tidligere geotekniske undersøkelser.

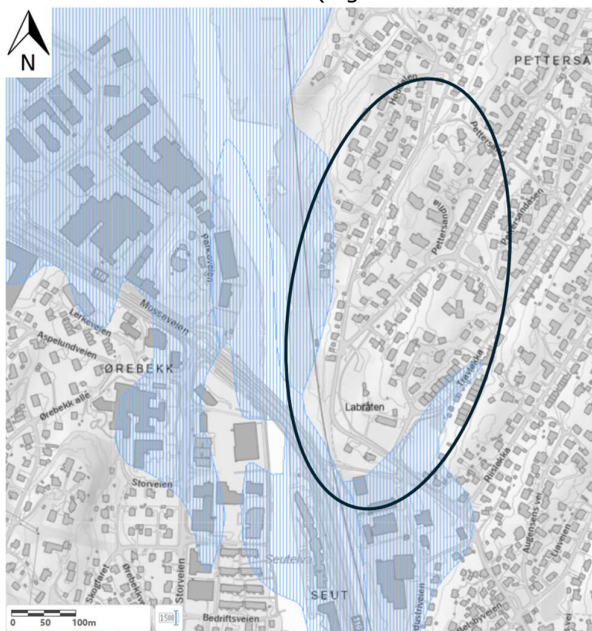
Figur 12 viser at en del av tiltaksområdet ligger i kvikkleiresone nr. 2443 Labråten (faresone 1-1) med middels faregrad, risikoklasse 4 - meget alvorlig konsekvenser. Kvikkleiresonen er ikke ferdig vurdert, det var påvist kvikkleire, men stabilitet var ikke vurdert.



Figur 12: Utlipp av NVE Atlas kart. Tiltaksområdet er markert med svartblå oval [7].

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Den sørlige delen av tiltaksområdet er kartlagt som et område med mulighet for sammenhengende forekomster av marin leire (Figur 13 ~~Feil! Fant ikke referansebildet.~~).



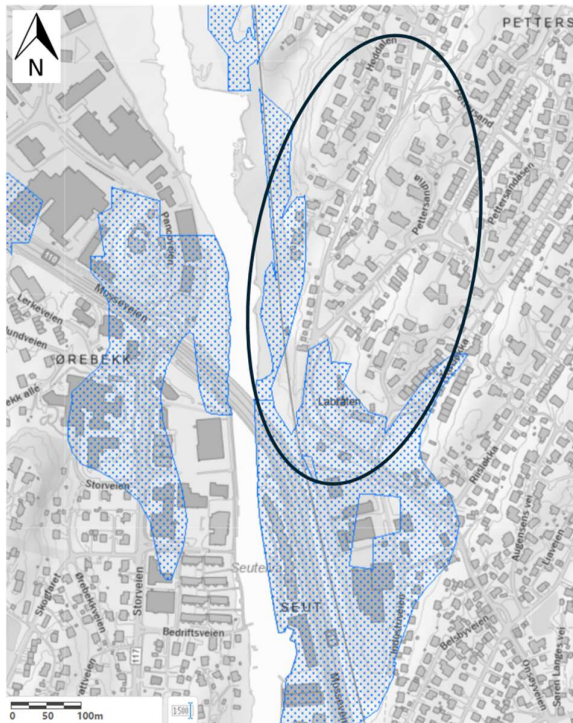
Figur 13: Utlipp av NVE Atlas kart for marin leire (blå skravert). Tiltaksområdet er markert med mørkeblå oval [7].

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Ifølge veilederen legges følgende terrengkriterier til grunn for å avgrense om et område kan være utsatt for områdeskred:

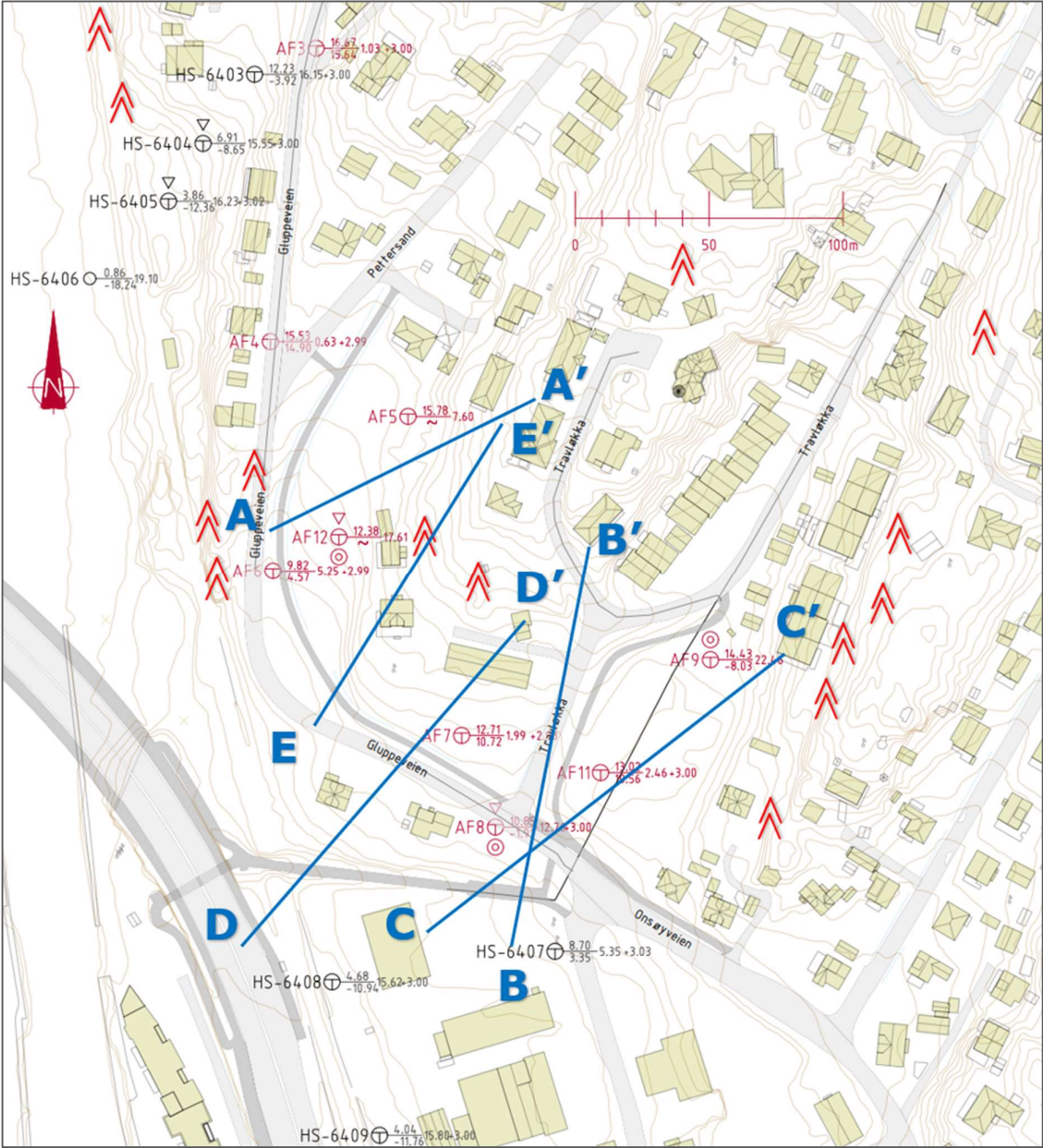
- a) Terreng som kan inngå i løsneområdet for et skred:
- Total skråningshøyde > 5 meter
 - Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell > 5 meter
- b) Terreng som kan inngå i et utløpsområde for skred:
- 3 x lengden til løsneområdets lengde (løsneområdet er enten en eksisterende faresone eller et aktsomhetsområde)
 - Utløpssone som allerede er kartlagt

NVE Atlas kartverktøy «Kart for aktsomhet av kvikkleireskred», se Figur 14 **Feil! Fant ikke referansekilden.**, viser at sørliggende del av planområdet ligger i aktsomhetssone for kvikkleireskred.



Figur 14: Utklipp av NVE Atlas kart for aktsomhet av kvikkleireskred (blå farge). Tiltaksområde er markert med mørkeblå oval [7].

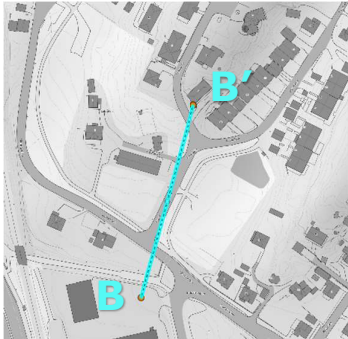
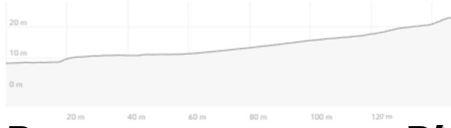
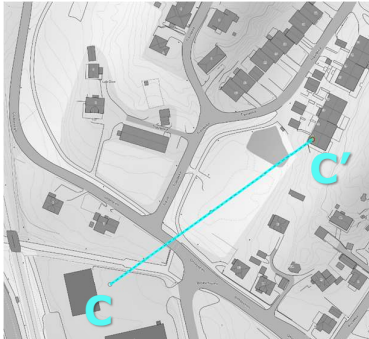
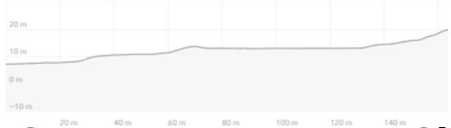
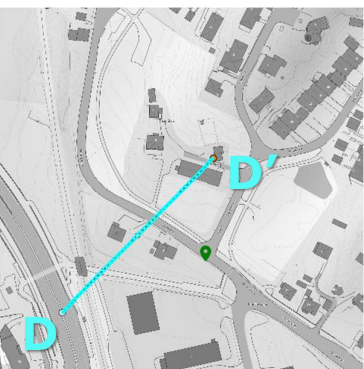
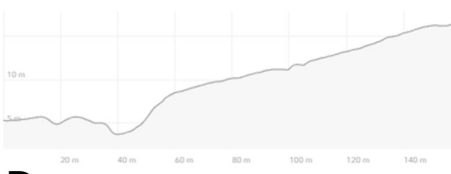
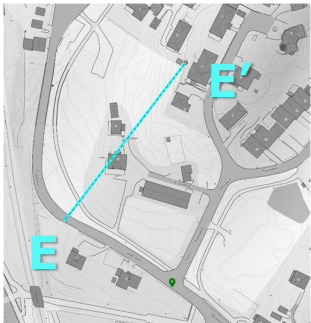
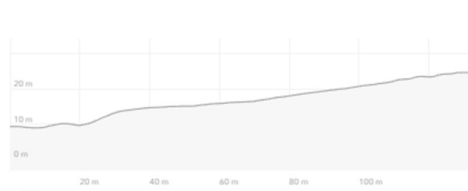
Figur 15 og Tabell 2 viser identifiserte kritiske profiler og nærmere vurderinger. I Figur 15 vises også utførte grunnundersøkelser av AFRY – «AF» brukes i navn (rød farge) – og COWI – «HS» brukes i navn (svart farge).



Figur 15: Utklipp av borplan med kritiske høydeprofiler. Berg i dagen er markert med rødt symbol.

Tabell 2: Oversikt av kritiske høydeprofiler

Snitt	Høydeprofil	
		<div>ΔH:17,5 m</div> <div>ΔL:124 m</div> <div>Helning: 1:7</div>

	 <p>B B'</p>	$\Delta H: 14,9 \text{ m}$ $\Delta L: 147 \text{ m}$ Helning: 1:10
	 <p>C C'</p>	$\Delta H: 12,7 \text{ m}$ $\Delta L: 165 \text{ m}$ Helning: 1:13
	 <p>D D'</p>	$\Delta H: 13,4 \text{ m}$ $\Delta L: 115 \text{ m}$ Helning: 1:9
	 <p>E E'</p>	$\Delta H: 20,3$ $\Delta L: 175 \text{ m}$ Helning: 1:9

Alle profiler i Tabell 2 er jevnt hellende terreng med høydeforskjell over 5 meter og helning brattere, enn 1:20, dvs. terrenget kan potensielt inngå i løснеområdet ifølge terrengkriterier i NVE Veileder 1/2019. Stor delen av dette området inngår allerede i eksisterende kvikkleiresone (løснеområde) 2443 Labråten.

STEG 4: BESTEM TILTAKSKATEGORI

Tiltakskategori bestemmes utfra konsekvens for tiltaket ved skred og baseres på Tabell 3.2 i NVE veileder 1/2019.

Dette prosjektet kan beskrives som lokalt VA-anlegg som vil ikke medføre til tilflytning av personer. Derfor kan tiltakskategori K1 velges.

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

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 Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre masseflyttinger
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 16: Tiltakskategorier iht NVE veileder 1/2019 [12].

For tiltak som går inn under K1 er krav til sikkerhet oppfylt dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Alle relevante løse- eller utløpsområder skal vurderes. Dersom planlagt tiltak fører til forverret stabilitet kreves en absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1.40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1.25$, der f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddseffekt i udrenerte beregninger.

7.0 STABILITETSBEREGNING

Stabilitetsberegninger er gjort i programmet GeoSuite Stability, med beregningsmetode BEAST 2003, som anvender en versjon av lamellemetoden der både kraft- og momentlikevekt er tilfredsstilt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. I tillegg til det kan man definere egne glideflater (for eksempel sammensatte bruddlinjer) i programmet. Grunnens lagdeling og valg av materialparametere er basert på resultater fra utførte grunnundersøkelser.

Stabiliteten må beregnes for hver profil og for både udrenert og drenert tilfelle, også for sammensatte brudd der det er relevant.

Oversikt av vurderte profiler og VA-traser er gitt i tabell under, dybde til grøfter er antatt fra tegninger: GH100, GH101, GH102, GH103, GH104 og GH105. Det er forutsatt graveskråning 1:2 (V:H) som utgangspunkt for stabilitetsvurderinger.

Tabell 3: Parameter til grøfter

Profil	VA-trasé	Profil nr.	Grøftedybde (meter)	Graveskråning	Borpunkter i profil
A-A'	4	120-130	3	1:2	AF6, AF12, AF5
B-B'	1	25-30	3,5	1:2	AF8, AF7, AF11
	3	15-20	2,9	1:2	
	2	50-60	3		
C-C'	1	10-20	3,4	1:2	AF8, AF11, AF9
	1	80-90	3,7	1:2	
	3	10-20	2,9		
D-D'	4	0-10	3	1:2	AF8, AF7, AF6, AF11, AF12, HS6407, HS6408
E-E'	4	50-60	Gravefri løsning		AF12, AF5

7.1.1 LAGDELING OG PARAMETERVALG

Lagdelingen er vurdert basert på utførte grunnundersøkelser.

Parametervalg er basert på resultater fra felt- og laboratorieundersøkelser, samt erfaringsverdier fra håndbok N-V220. Grunnvannet antas å være hydrostatisk fordelt. Det bemerkes at grunnvannet ikke er målt i forbindelse med prosjektet, men at det antas å ligge omtrent 2 meter under terreng.

Tabell 4: Parametere benyttet i stabilitetsberegninger

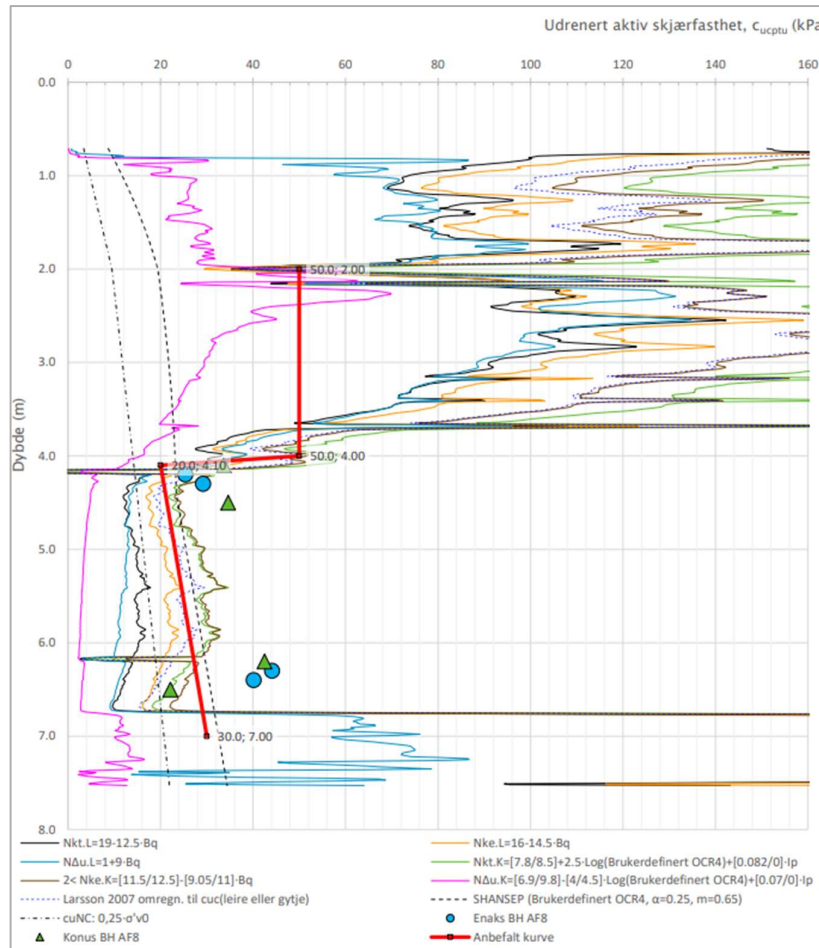
Lag	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Drenert analyse		Udrenert analyse
		Friksjonsvinkel, ϕ	Attraksjon, a [kPa]	
Tørrskorpeleire	19	30	0	Kun drenert
Siltig leire (middels fast)	19	26	5	CuA-profil
Leire (bløtt)	19	22	5	CuA-profil
Sandig materiale	19	34	0	Kun drenert

Anisotropifaktorer for direkte og passiv skjærfasthet (Tabell 5) er valgt utfra NIFS rapport [10]. Disse faktorene er avhengig av I_p og velges basert på I_p -verdi. Laboratorieundersøkelser viser at I_p er lik eller mindre enn 10% (for det meste).

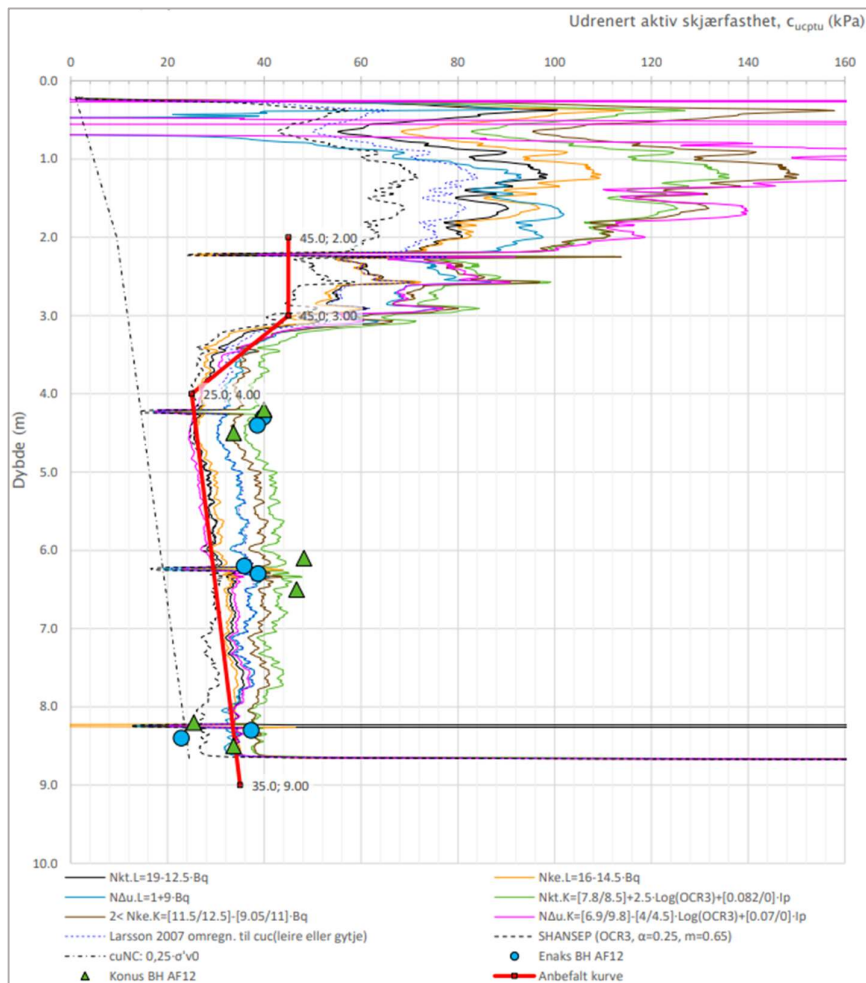
Tabell 5: Anisotropifaktorer i udrenert analyse [5]

Lag	suA/suC	suD/suC	suP/suC
Siltig leire	1.0	0.63	0.35

Skjærfasthetsprofil er utarbeidet basert på resultater fra CPTU og laboratorieresultater for borepunkt AF12 og AF8, vist i Figur 17 og Figur 18 (Vedlegg A). Rød linje er benyttet i beregningene.



Figur 17: Skjærfasthetsprofil tolket fra borepunkt AF8.



Figur 18: Skjærfasthetsprofil tolket fra borpunkt AF12.

7.1.2 LASTER

I stabilitetsberegningene er det antatt last fra gravemaskin på 10 kPa. Trafikklast skal brukes med partialfaktor $\gamma_Q = 1.3$, iht. Eurokode 7. Det tillattes ikke mellomlagring av masser i grøftekanter eller annet sted som forverrer stabiliteten.

Det var satt en restriksjon i stabilitetsberegninger til plassering av jevnt fordelt last – ikke nærmere enn 1 meter til grøftekant.

7.2 PROFIL A-A'

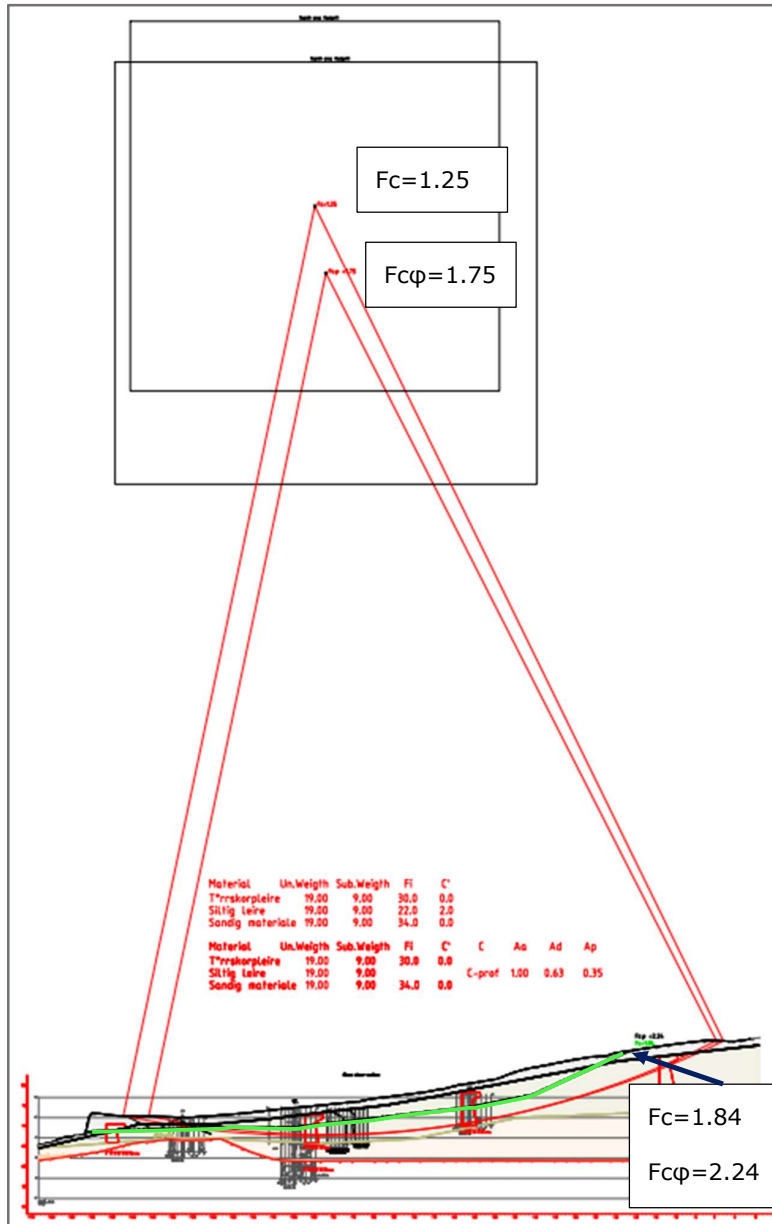
Profil A-A' krysser trasé 4 i profil nr. 120-130, hvor det skal ikke lenger anvendes gravefri løsning. Dybde til grøft er ca. 3 meter.

Dagens skråningsstabilitet er kontrollert både for drenert og udrenert analyse. Deretter er lokalstabiliteten (drenert og udrenert analyse) vurdert med mulig plassering av anleggsmaskiner på hver side av grøft.

DAGENS SITUASJON

NVEs Veileder 1/2019 stiller stabilitetskrav til skråninger i faresone som ligger utenfor influensområdet til tiltaket - $F_{c\phi} \geq 1.25$, samt krav til robusthet - $F_{cu} \geq 1.20$ [12]. Utførte beregninger viser at kravene gitte i NVEs Veileder 1/2019 er oppfylt. Det forutsettes seksjonsvis utgraving av VA-grøfter dekkes av sikkerhet s kraven angitt i veilederen. Videre skal det sørges for at sikkerhetskrav til lokalstabilitet skal ivaretas.

I tillegg til det er det nødvendig å vurdere stabiliteten i forbindelse med mulig sammensatte brudd i et svakt jordlag, ifølge anbefalingen fra NVE Veileder 1/2019, kap. 5.4 .Det benyttes egendefinert bruddlinje med «PLane» i GeoSuite Stability. . Beregningene viser tilfredsstillende stabilitet.



Figur 19: Profil A-A', dagens situasjon. Drenert og udrenert analyse. Grønn linje viser antatt bruddmønstre av sammensatte glideflater.

LOKALSTABILITET

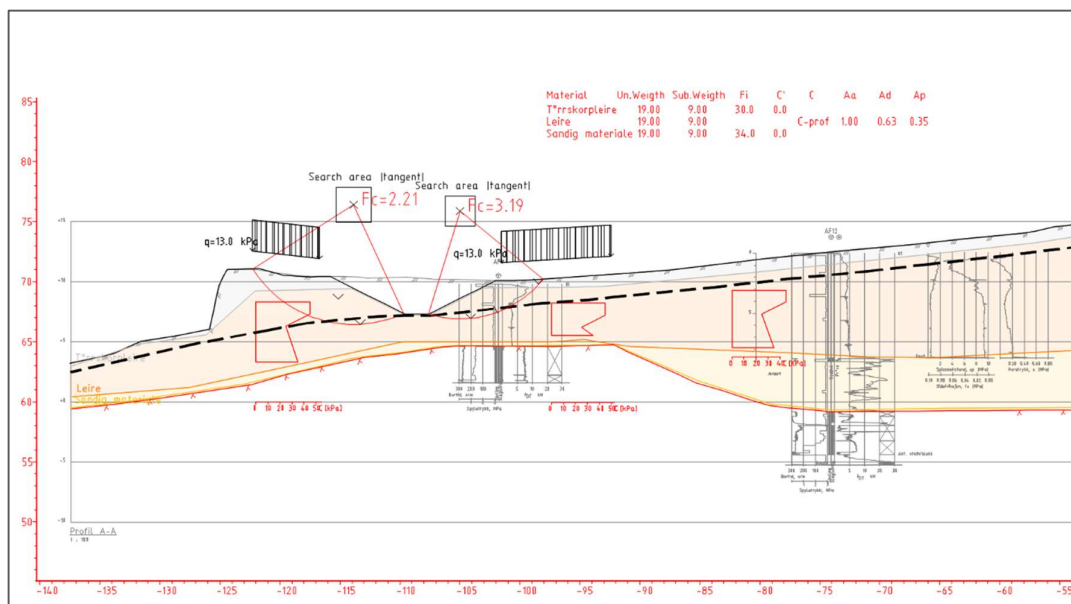
Lokalstabiliteten er vurdert for midlertidig situasjon i anleggsfasen. Det er antatt seksjonsvis utgraving med gravelengde på maks. 10 m. Det forutsettes graveskråning 1:2 (V:H).

Lokalstabiliteten til grøftene påvirker ikke jernbanen. Dermed er det vurdert kriterier gitte i Tabell NA.A.4 i Eurokode 7 [3] for lokalstabilitet:

Tabell 6: Tabell NA.A.4 – partialfaktorer for jordparametere (γ_M) [3]. Aktuelle kriterier er markert med rød farge.

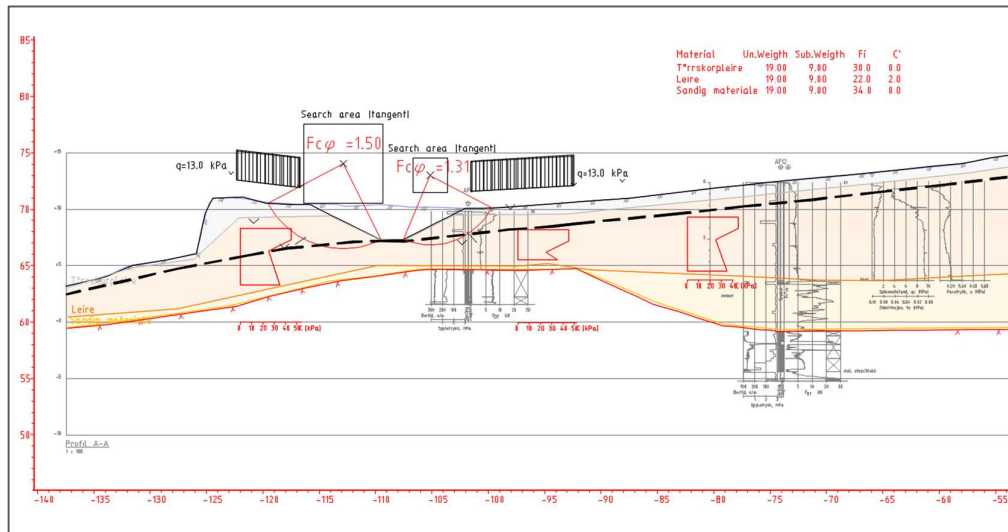
Jordparameter	Symbol	Sett ^{b,c}	
		M1	M2
Friksjonsvinkel ^a	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Effektiv kohesjon	γ_c'	1,0	1,25
Udrenert skjærfasthet	γ_{cu}	1,0	1,4
Enaksial fasthet	γ_{qu}	1,0	1,4
Tyngdetetthet	γ_{γ}	1,0	1,0

Beregnet sikkerhetsfaktor for udrenert analyse er 2.21 på venstre side av grøft og 3.19 på høyre side. Dette gir en god sikkerhetsmargin ift. krav til sikkerhet på 1.4 - Se Figur 20 **Feil! Fant ikke referanseikilden..**



Figur 20: Beregning av lokalstabilitet for utgraving i profil A-A', udrenert analyse.

Beregnet sikkerhetsfaktor ved drenert analyse er 1.50 på venstre side av grøft og 1.27 på høyre side. Dette gir tilfredsstillende ift. krav til sikkerhet på $F_{c\phi} \geq 1.25$. Se Figur 21 **Feil! Fant ikke referanseikilden..** I tillegg er det udrenert analyse som er dimensjonerende i leire for midlertidig utgraving.



Figur 21: Beregning av lokalstabilitet for utgraving i profil A-A', drenert analyse.

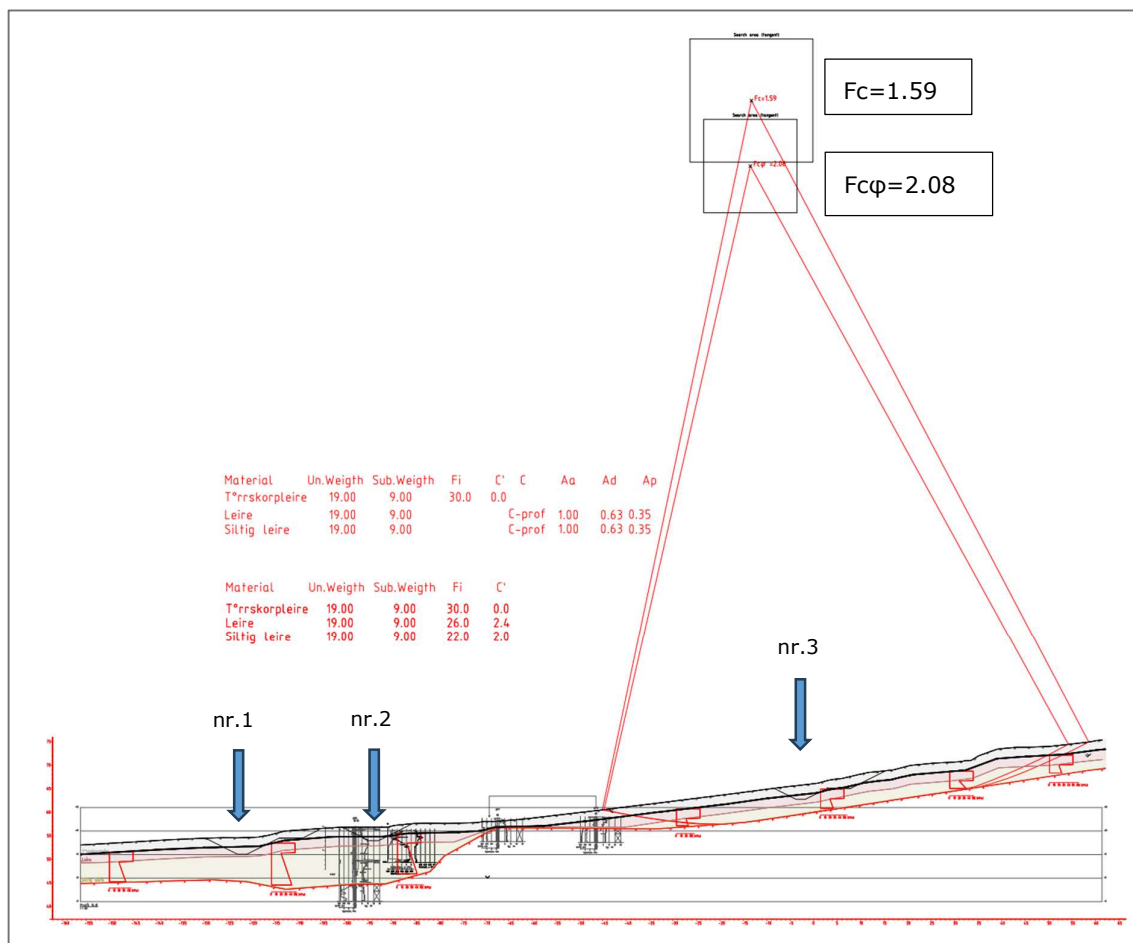
7.3 PROFIL B-B'

Profil B-B' krysser tre traséer: nr. 1, nr. 3 og nr. 2.

For hver grøft er det sjekket dagens situasjon, både drenert og udrenert analyse. Deretter er det sjekket lokalstabilitet (drenert og udrenert analyse) med mulig plassering av last fra gravemaskin på hver side av grøft.

DAGENS SITUASJON

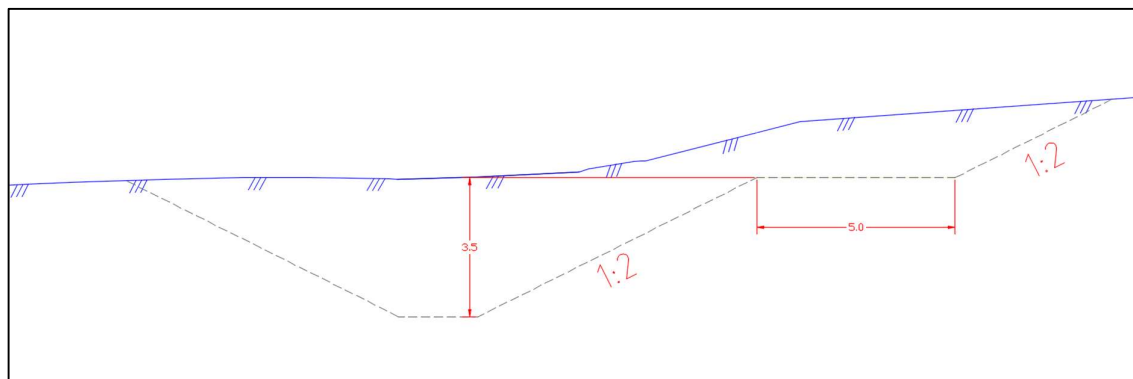
Profil B-B' har tilfredsstillende stabilitet ved dagens situasjon både ved udrenert og drenert analyse. Antatt plassering av grøfter vises med blå pil og nummer (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**Figur 22). Grøft nr.1 tilhører trasé 1, grøft nr. 2 tilhører trasé 3 og grøft nr. 3 tilhører trasé 2.



Figur 22: Profil B-B', dagens situasjon, drenert og udrenert analyser.

7.3.1 GRØFT NR. 1 TRASÉ 1 PROFIL B-B'

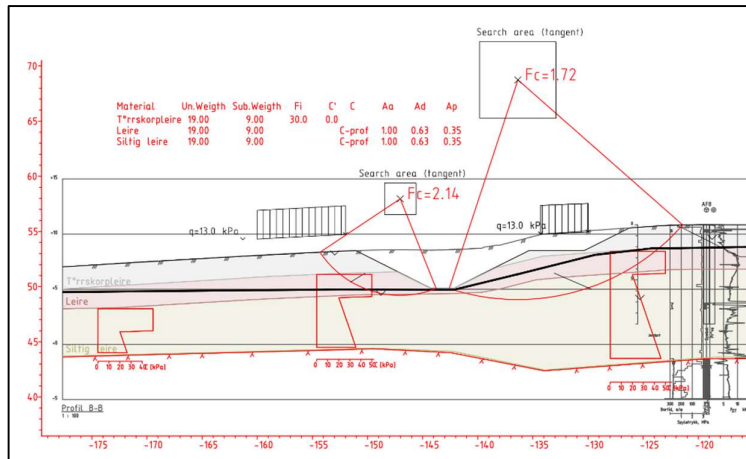
VA-trasé 1 profil 25-30 har gjennomsnitt dybde på 3,5 meter. Terrenget stiger i øst-retning (høyre side av tegning). Stabilitetsberegning av lokalstabiliteten viser lav sikkerhet for drenert analyse med grøft-geometri 1:2 (V:H). Derfor er stabiliteten kontrollert med gradvis utgraving med en etappe på 5 m som vist i Figur 23.



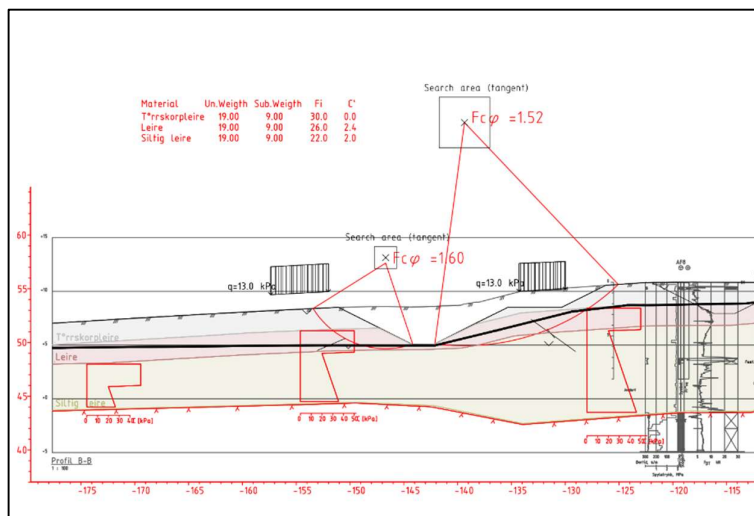
Figur 23: Prinsippskisse for løsning med gradvis utgraving for grøft nr. 1 trasé 1 profil B-B'.

LOKALSTABILITET

Lokalstabiliteten er vurdert for midlertidig utgraving. Det er antatt seksjonsvis utgraving med maks 10 meter lengde. Stabilitetsforholdene er tilfredsstillende for seksjonsvis utgraving med en etappe.



Figur 24: Grøft nr. 1 trasé 1 profil B-B', lokalstabilitet, udrenert analyse.



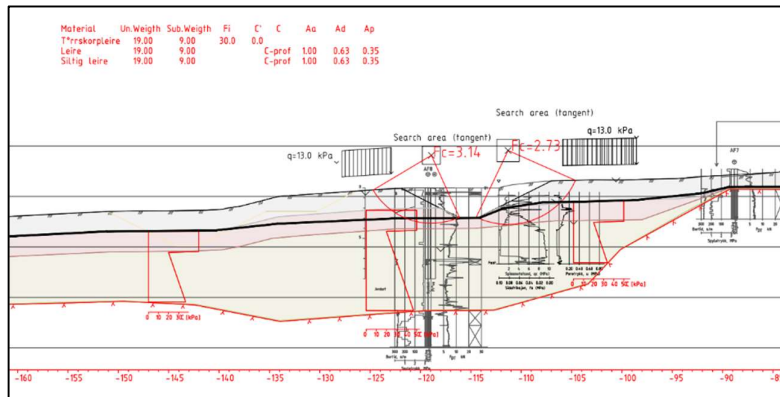
Figur 25: Grøft nr. 1 grøft nr. 1 trasé 1 profil B-B', lokalstabilitet, drenert analyse.

7.3.2 GRØFT NR. 2 TRASÉ 3 PROFIL B-B'

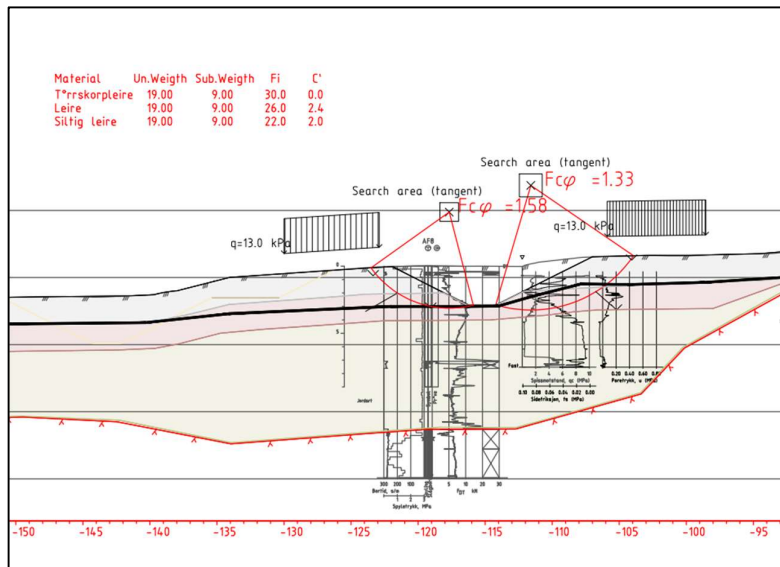
Grøft til VA-trasé 3 ca. profil 20 har dybde ca. 2.9 meter. Grøften har geometri 1:2 (V:H). Stabilitetsforholdene er tilfredsstillende.

LOKALSTABILITET

Lokalstabiliteten er vurdert for midlertidig utgraving. Det er antatt seksjonsvis utgraving med maks 10 meter lengde. Stabilitetsforholdene er tilfredsstillende.



Figur 26: Grøft nr. 2 trasé 3 Profil B-B', lokalstabilitet, udrenert analyse.



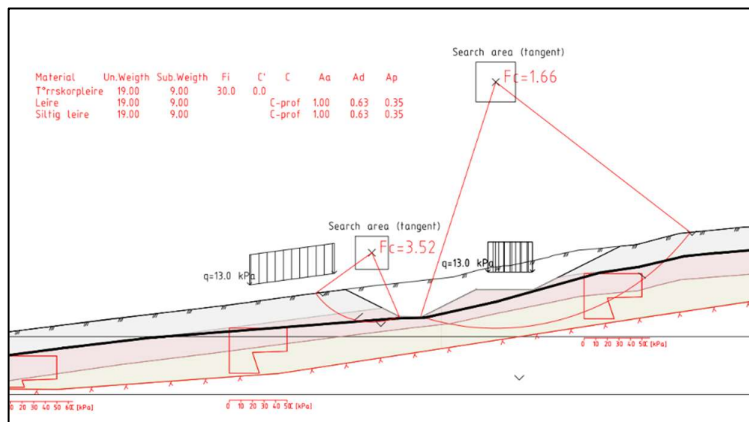
Figur 27: Grøft nr. 2 trasé 3 Profil B-B', lokalstabilitet, drenert analyse.

7.3.3 GRØFT NR. 3 TRASÉ 2 PROFIL B-B'

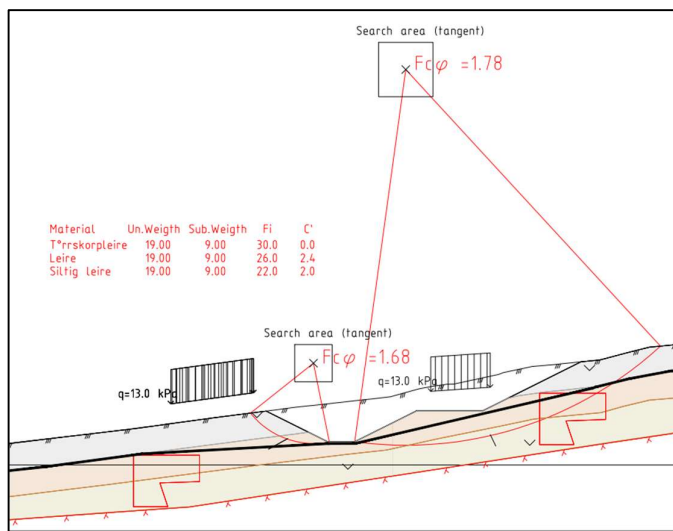
Grøft til VA-trasé 2 ca. profil 50-60 har dybde på ca. 3 meter. Det er hellende terrenge i dette området. For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet, er det også behov for en etappevis utgraving som vist i Figur 23.

LOKALSTABILITET

Lokalstabiliteten er vurdert for midlertidig utgraving. Det er antatt seksjonsvis utgraving med maks 10 meter lengde. Stabilitetsforholdene er tilfredsstillende for seksjonsvis utgraving med en etappe.



Figur 28: Grøft nr. 3 trasé 2 profil B-B', lokalstabilitet, udrenert analyse.



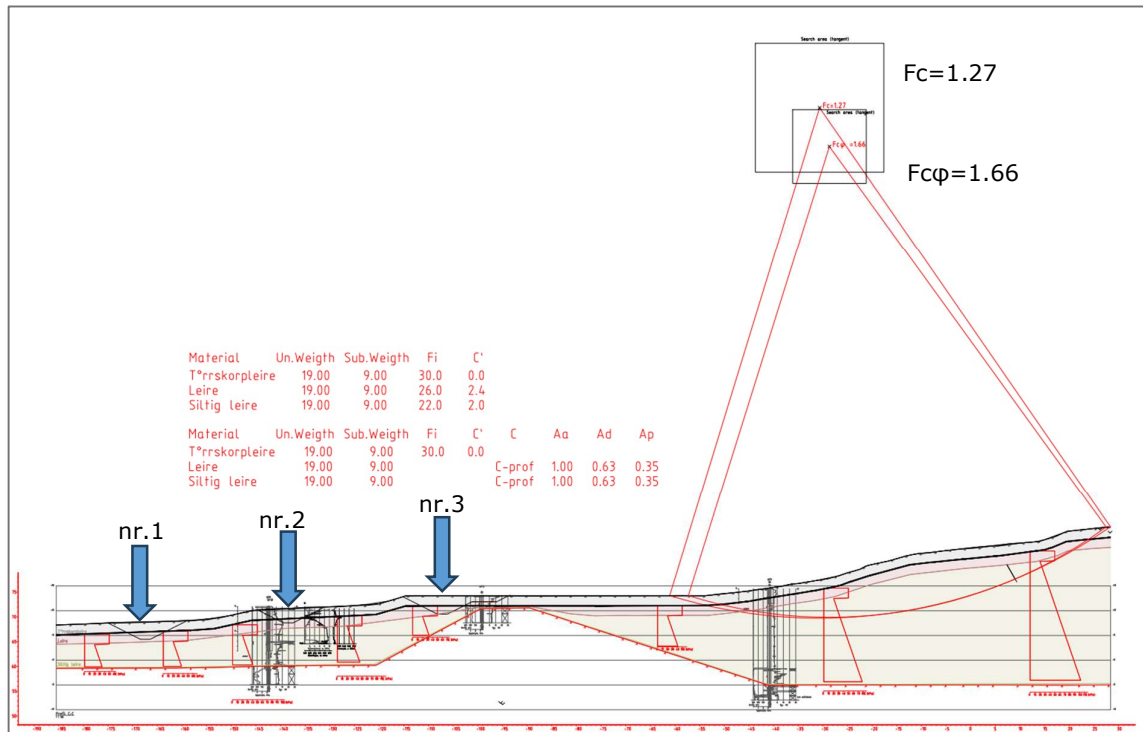
Figur 29: Grøft nr. 3 trasé 2 profil B-B', lokalstabilitet, drenert analyse.

7.4 PROFIL C-C'

Profil C-C' krysser trasé 1 i strekningsnummer 10-20 og 80-90, trasé 3 – i strekningsnummer 10-20. Plassering av grøfter vises i Figur 30.

DAGENS SITUASJON

NVEs Veileder 1/2019 stiller stabilitetskrav til skråninger i faresone som ligger utenfor influensområdet til tiltaket - $F_{c\phi} \geq 1.25$, samt krav til robusthet - $F_{cu} \geq 1.20$ [12]. Utførte beregninger viser at kravene gitte i NVEs Veileder 1/2019 er oppfylt.



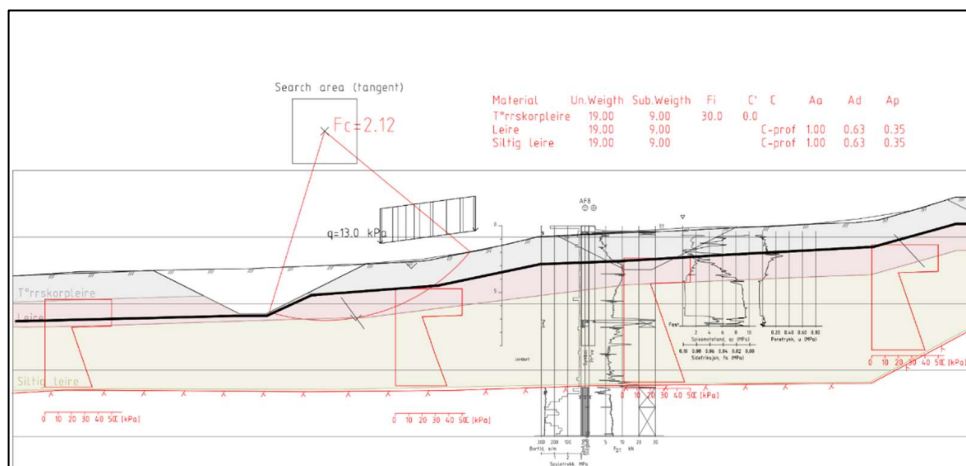
Figur 30: Profil C-C', dagens situasjon. Drenert og udrenert analyse.

7.4.1 GRØFT NR.1 TRASÉ 1 PROFIL C-C'

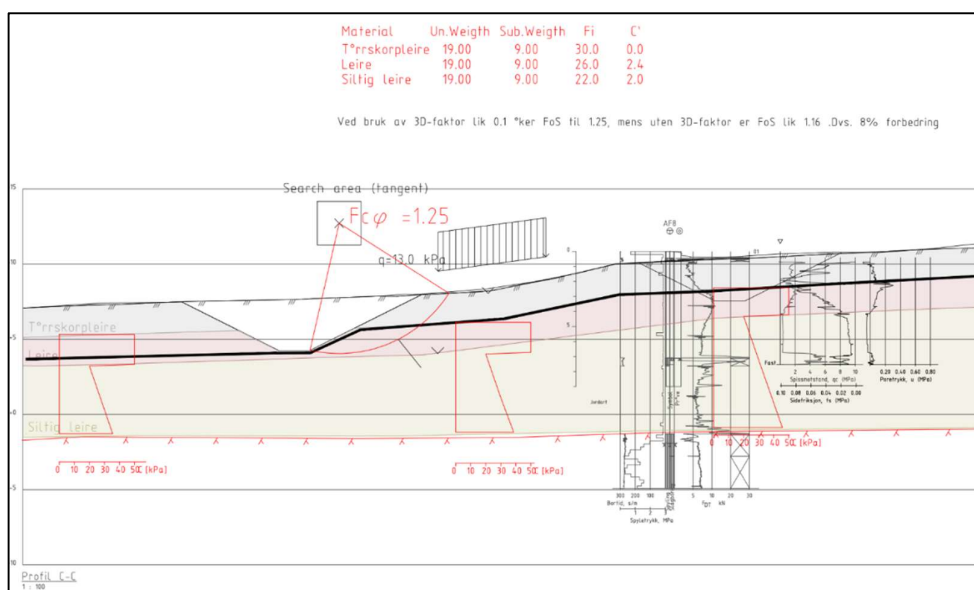
VA-trasé 1 profil 10-20 er ca. 3.4 meters dyp. Det er tilfredsstillende sikkerhet for en graveskråning på 1:2 med seksjonsvis utgraving.

LOKALSTABILITET

Lokalstabiliteten er vurdert for midlertidig utgraving. Det er antatt seksjonsvis utgraving med seksjoner på maks 10 m lengde, som gir en 3D-effekt i geosuite på 0.1 (inkludert en reduksjonsfaktor på 50%). Ved bruk av 3D-faktor på 0,1 øker $F_{c\phi}$ fra 1.16 til 1.25 – dvs. 8% forbedring. Det bemerkes også at det er udrenert analyse som er dimensjonerende i leire for midlertidig utgraving.



Figur 31: Grøft nr. 1 trasé 1 profil C-C'. Lokalstabilitet, udrenert analyse.



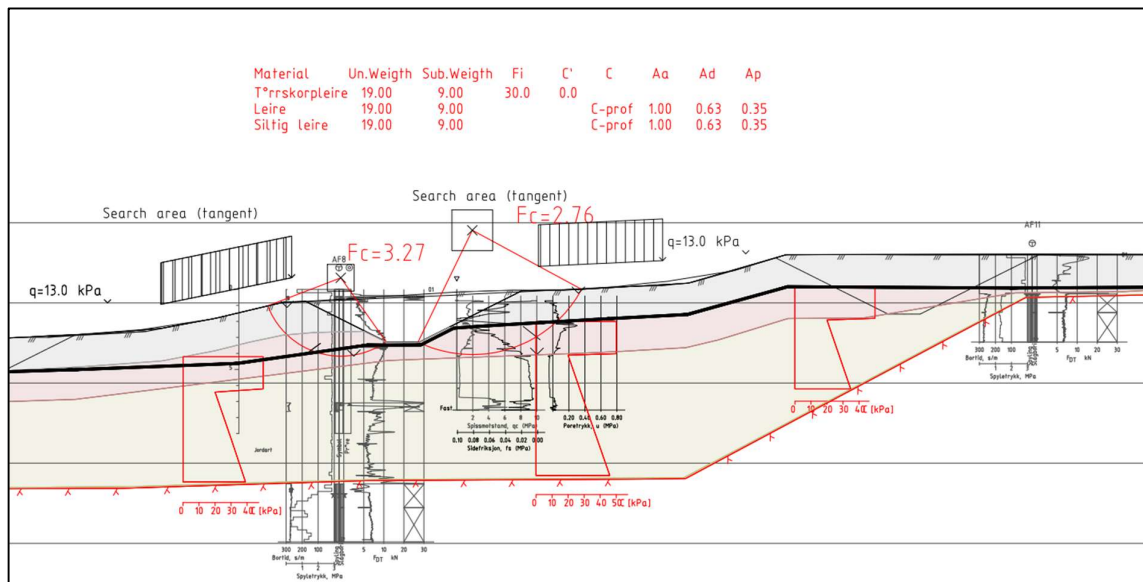
Figur 32: Grøft nr. 1 trasé 1 profil C-C' Lokalstabilitet, drenert analyse med 3D-faktor på 0.1.

7.4.2 GRØFT NR.2 TRASÉ 3 PROFIL C-C'

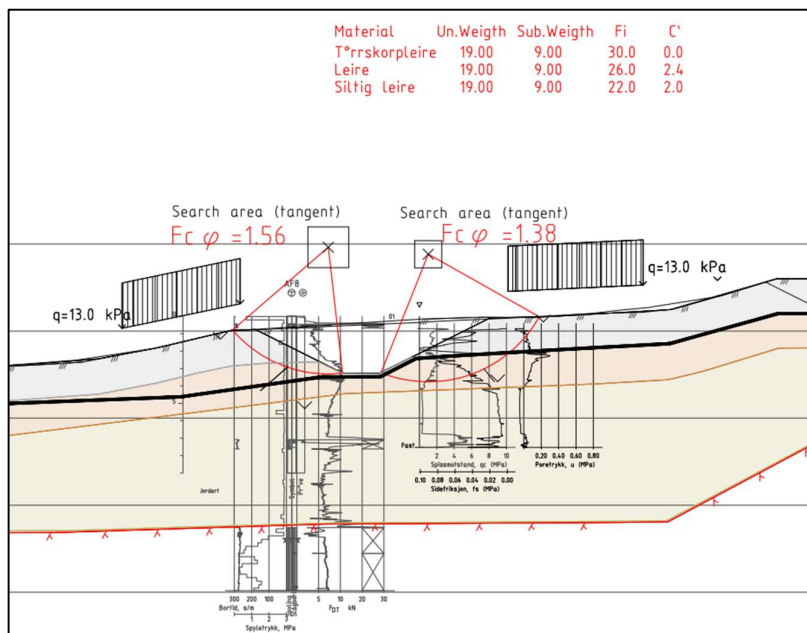
Grøft nr. 2 tilhører trasé 3 profil 10-20 og er ca. 2.9 meters dyp.

LOKALSTABILITET

Lokalstabiliteten er vurdert for midlertidig utgraving. Det er antatt seksjonsvis utgraving med maks 10 meter lengde. Lokalstabiliteten er tilfredsstillende både i drenert og udrenert analyse. Det bemerkes også at det er udrenert analyse som er dimensjonerende i leire for midlertidig utgraving.



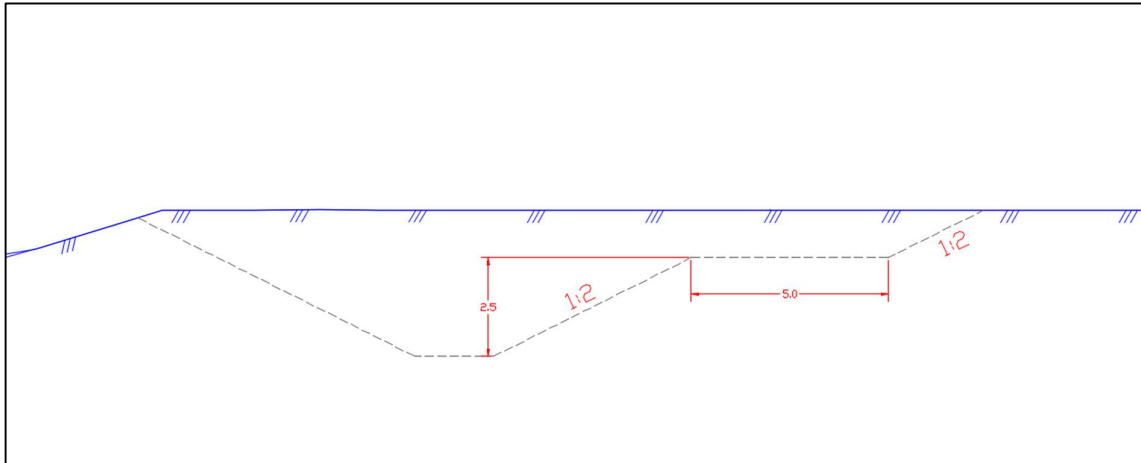
Figur 33: Grøft nr. 2 trasé 3 profil C-C'. Lokalstabilitet, udrenert analyse.



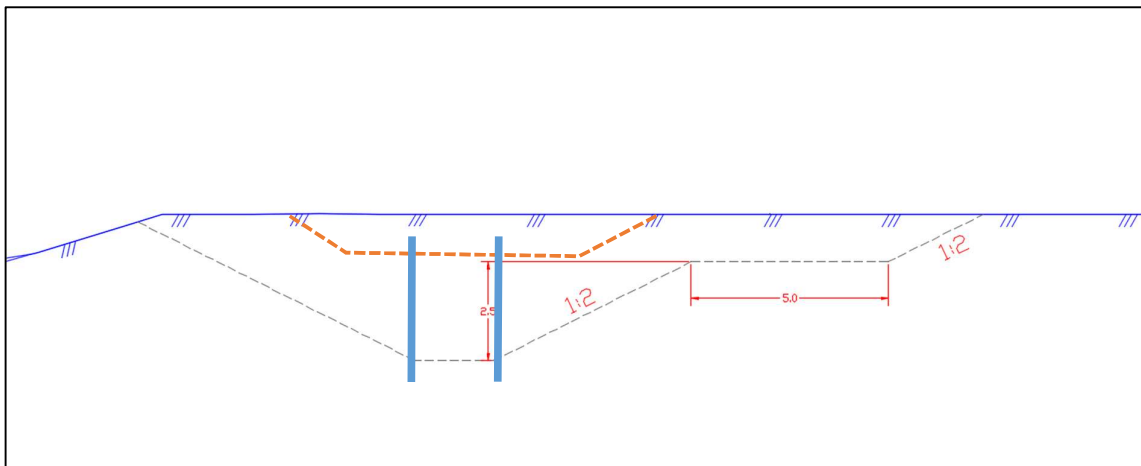
Figur 34: Grøft nr. 2 trasé 3 profil C-C'. Lokalstabilitet, drenert analyse.

7.4.3 GRØFT NR. 3 TRASÉ 1 PROFIL C-C'

Grøft nr. 3 tilhører også trasé 1 profil 80-90 og er ca. 3.7 meters dyp. Utgraving med 1:2 helning gir ikke tilstrekkelig sikkerhet. Dermed foreslås å grave med en etappe, evt. å bruke grøftekasser. Se Figur 35 og Figur 36.



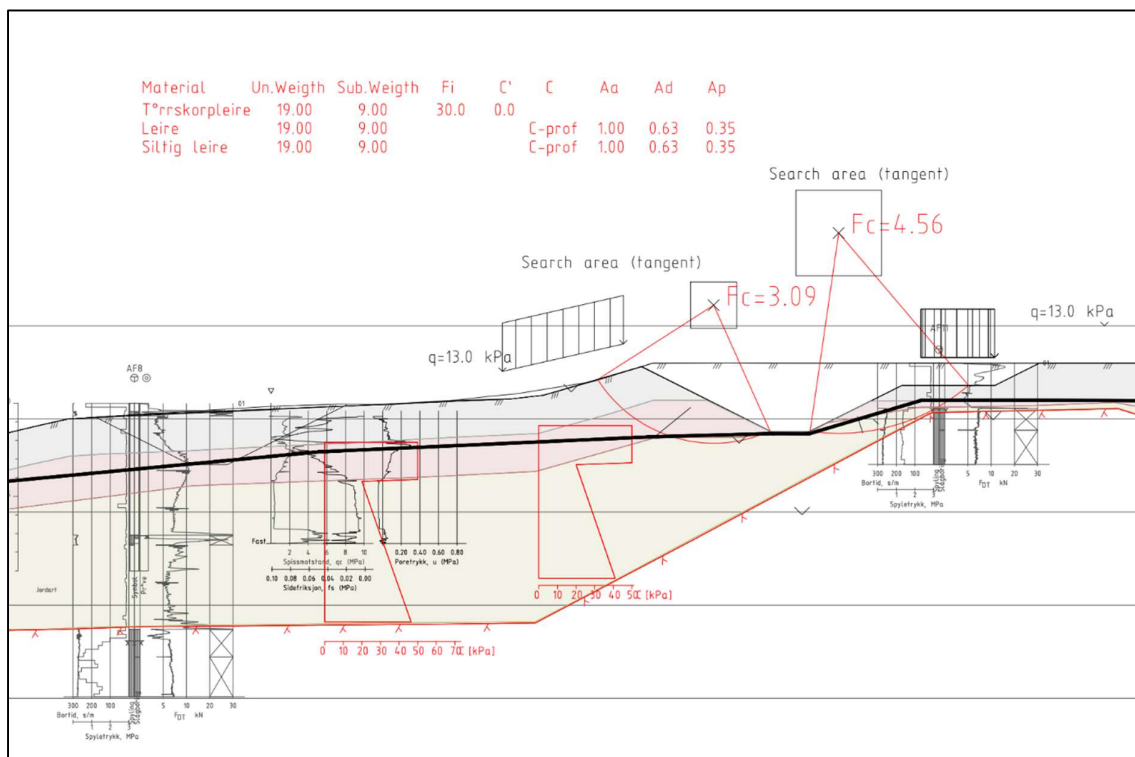
Figur 35: Prinsippskisse av grøft nr.3 oppbygning for utgraving med en etappe.



Figur 36: Prinsippskisse for utgraving ved bruk av grøftekasse.

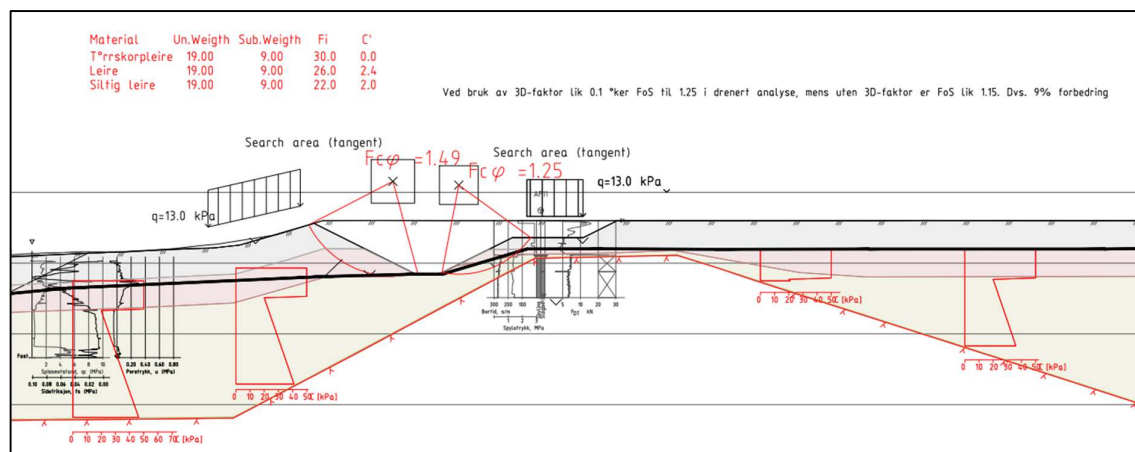
LOKALSTABILITET

Lokalstabiliteten er vurdert for midlertidig utgraving i byggefasen. Det er antatt seksjonsvis utgraving med maks 10 meter lengde. Lokalstabiliteten er tilfredsstillende både i drenert og udrenert analyse.



Figur 37: Grøft nr. 3 trasé 1 profil C-C'. Lokalstabilitet, udrenert analyse.

Tilstrekkelig stabilitet for drenert analyse på den høyre siden av grøften er oppnådd ved bruk av 3D-faktor. Det er antatt seksjonsvis utgraving med seksjoner på maks 10 m lengde, som gir en 3D-effekt i geosuite på 0.1 (inkludert en reduksjonsfaktor på 50%). Ved bruk av 3D-faktor på 0,1 øker $F_{c\phi}$ fra 1.15 til 1.25 – dvs. 9% forbedring. På venstre side har sikkerhetsfaktoren økt fra 1.49 til 1.57 ved bruk av 3D-faktor – dvs. 5% forbedring. Det bemerkes også at det er udrenert analyse som er dimensjonerende i leire for midlertidig utgraving.



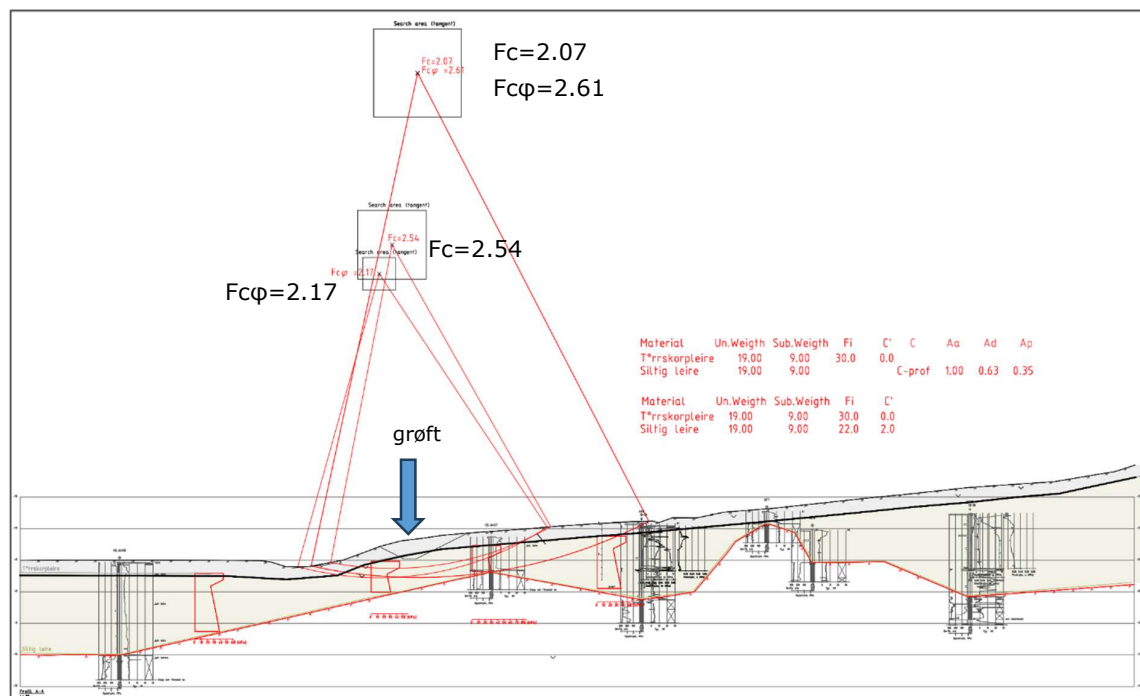
Figur 38: Grøft nr. 3 trasé 1 profil C-C'. Lokalstabilitet, drenert analyse.

7.5 PROFIL D-D'

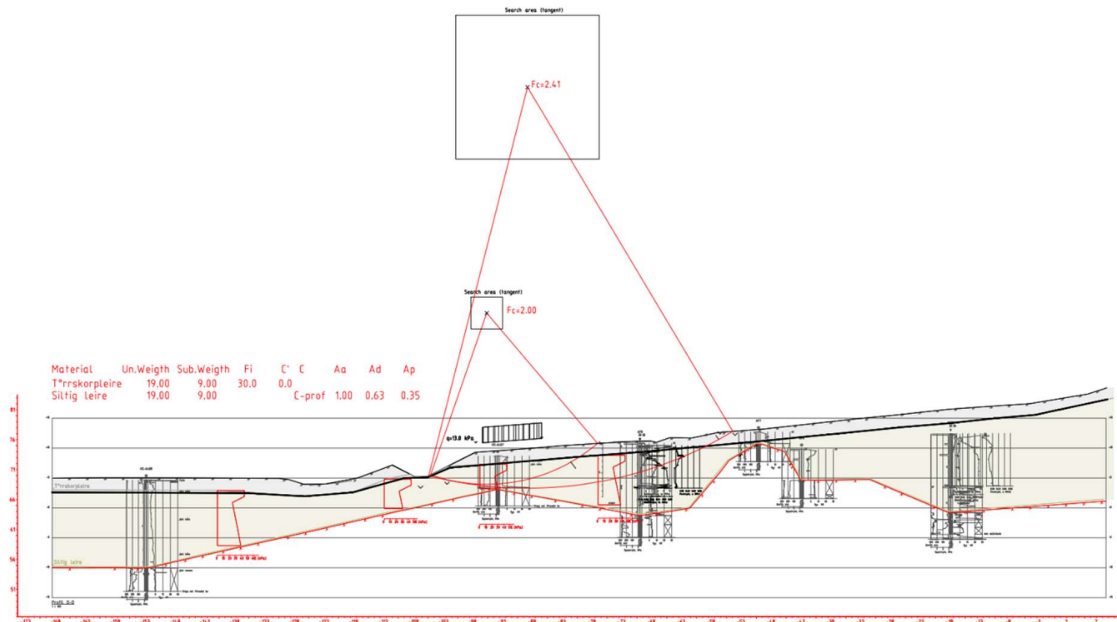
Denne profilen krysser trasé 4 i starten av trasé, der det skal etableres en grøft for å få tilgang til et gammelt rør. Videre i trasé 4 skal det anvendes gravefri løsning, hvor et nytt rør skal legges inne i det gamle røret. Plassering av pressegropen vises i Figur 39. Det nærmeste borpunktet til gropen er HS-6407, som er tatt fra tidligere grunnundersøkelser utførte av Cowi AS i 2017 [11]. Det var ikke utført CPTU i punkt HS-6407 eller i nærheten av den i 2017. Derfor vurderer vi å bruke CPTU-resultater fra borpunkt AF12, hvor det var påvist sammenlignbare lagfordelinger i dybden (tørreskorpleire over siltig leire).

DAGENS SITUASJON

Utførte beregning tyder på tilfredsstillende sikkerhet både ved drenert og udrenert analyse. Områdestabiliteten er kontrollert for eventuelt midlertidig utgraving av grøft, Se Figur 40. Beregningsmessig sikkerhetsfaktor er tilfredsstillende.



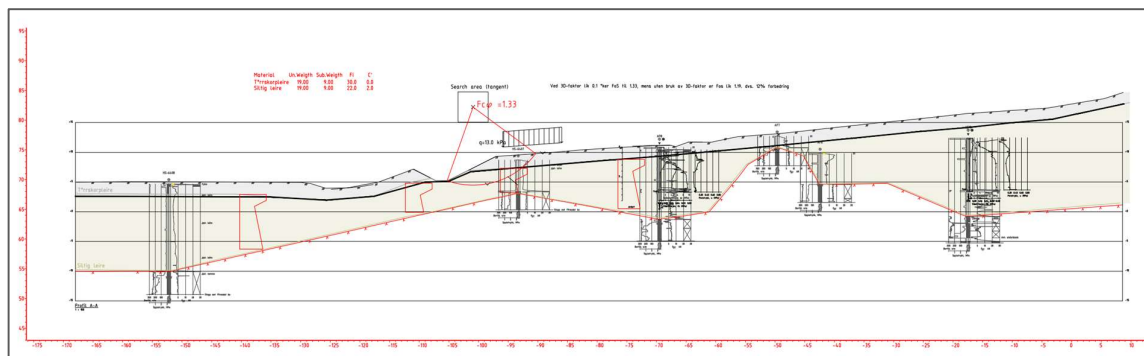
Figur 39: Profil D-D', dagens situasjon. Drenert og udrenert analyse.



Figur 40: Profil D-D', kontroll av områdestabilitet for etter utgraving av grøft.

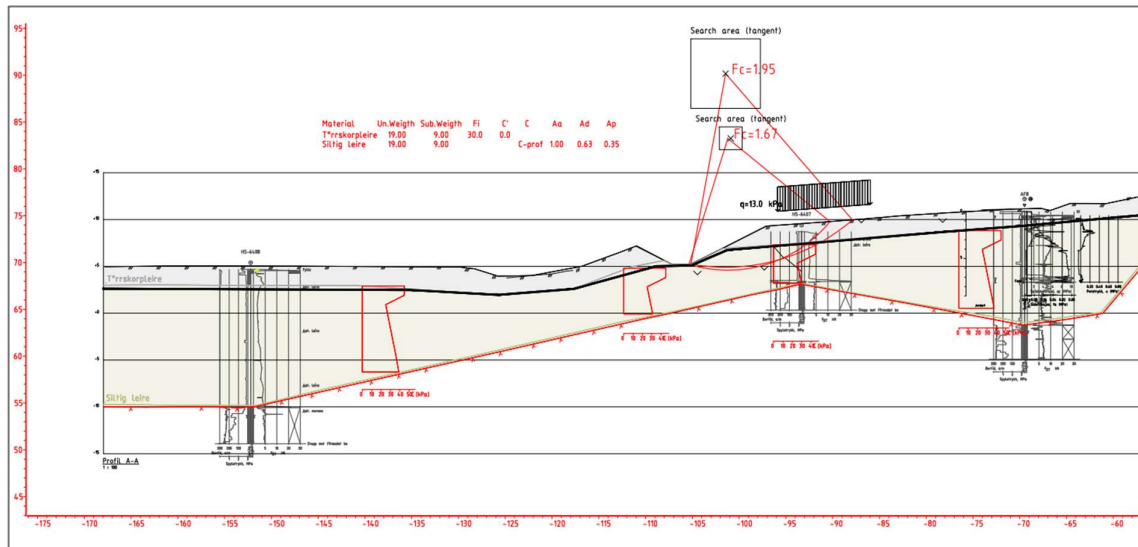
LOKALSTABILITET

Lokalstabiliteten er vurdert for grøft med helning 1:2 (V:H). Det er antatt utgraving med seksjon på maks 10 m lengde, som gir en 3D-effekt i geosuite på 0.1 (inkludert en reduksjonsfaktor på 50%). Beregning viser tilfredsstillende lokalstabilitet ved bruk av 3D-effekt.



Figur 41: Lokalstabilitet, drenert analyse med 3D-faktor 0.1

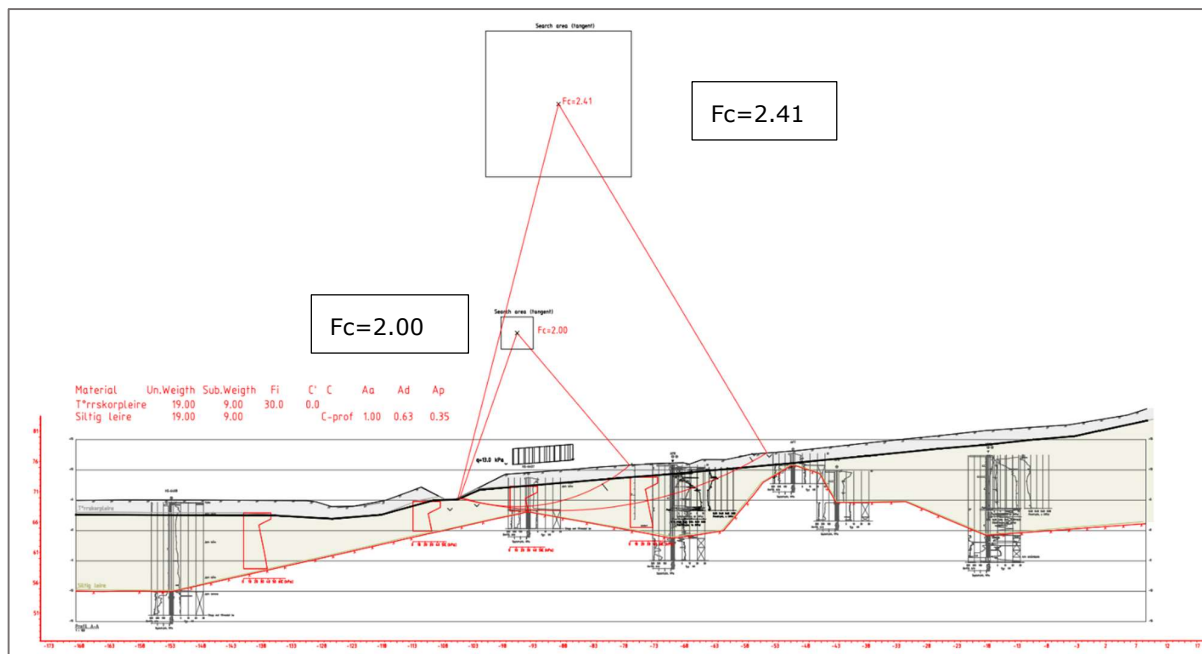
I udrenert analyse oppfylte sikkerhetskrav uten å bruke 3D-effekt.



Figur 42: Lokalstabilitet, udrenert analyse.

Grunnen til at profil D-D' ligger veldig nært til jernbanespor er det nødvendig å kontrollere områdestabilitet ved utgraving.

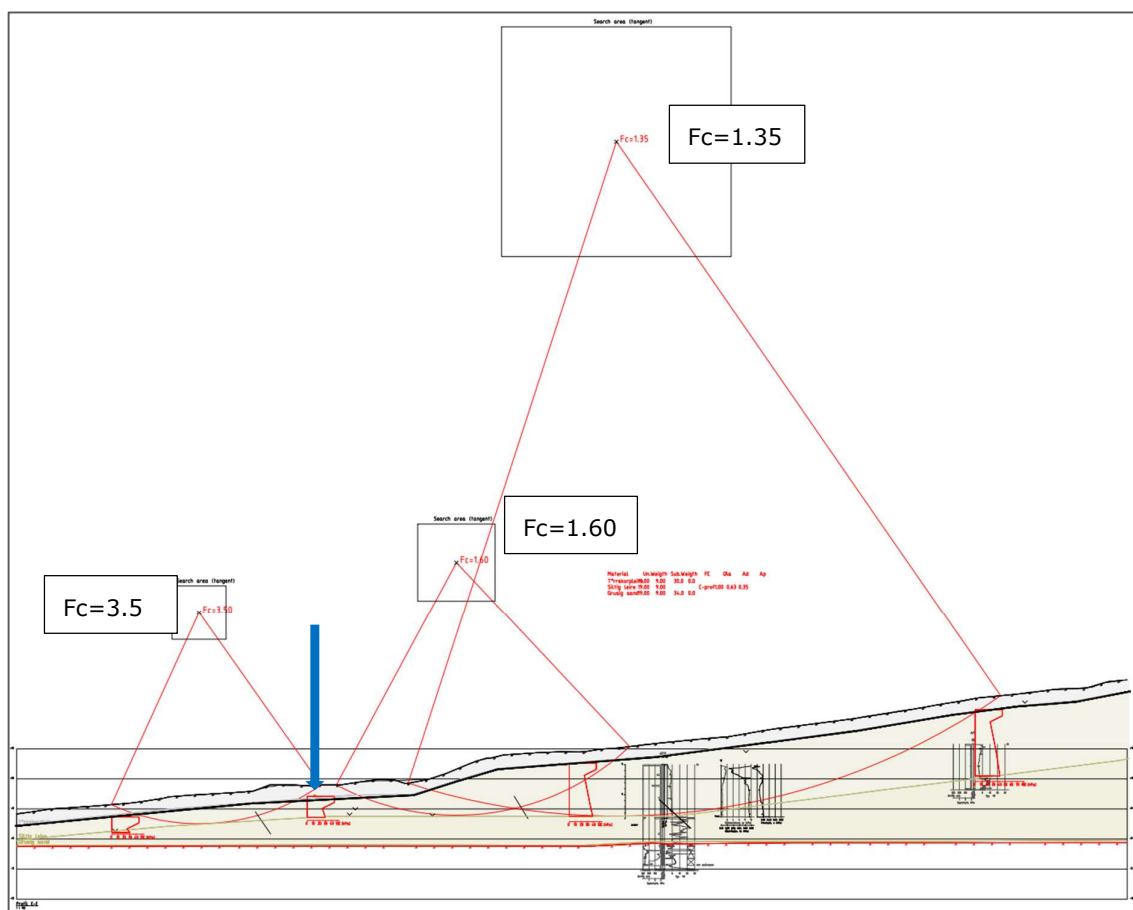
Beregninger viser tilfredsstillende stabilitet. Se Figur 43: Stabilitet etter utgraving, udrenert analyse.



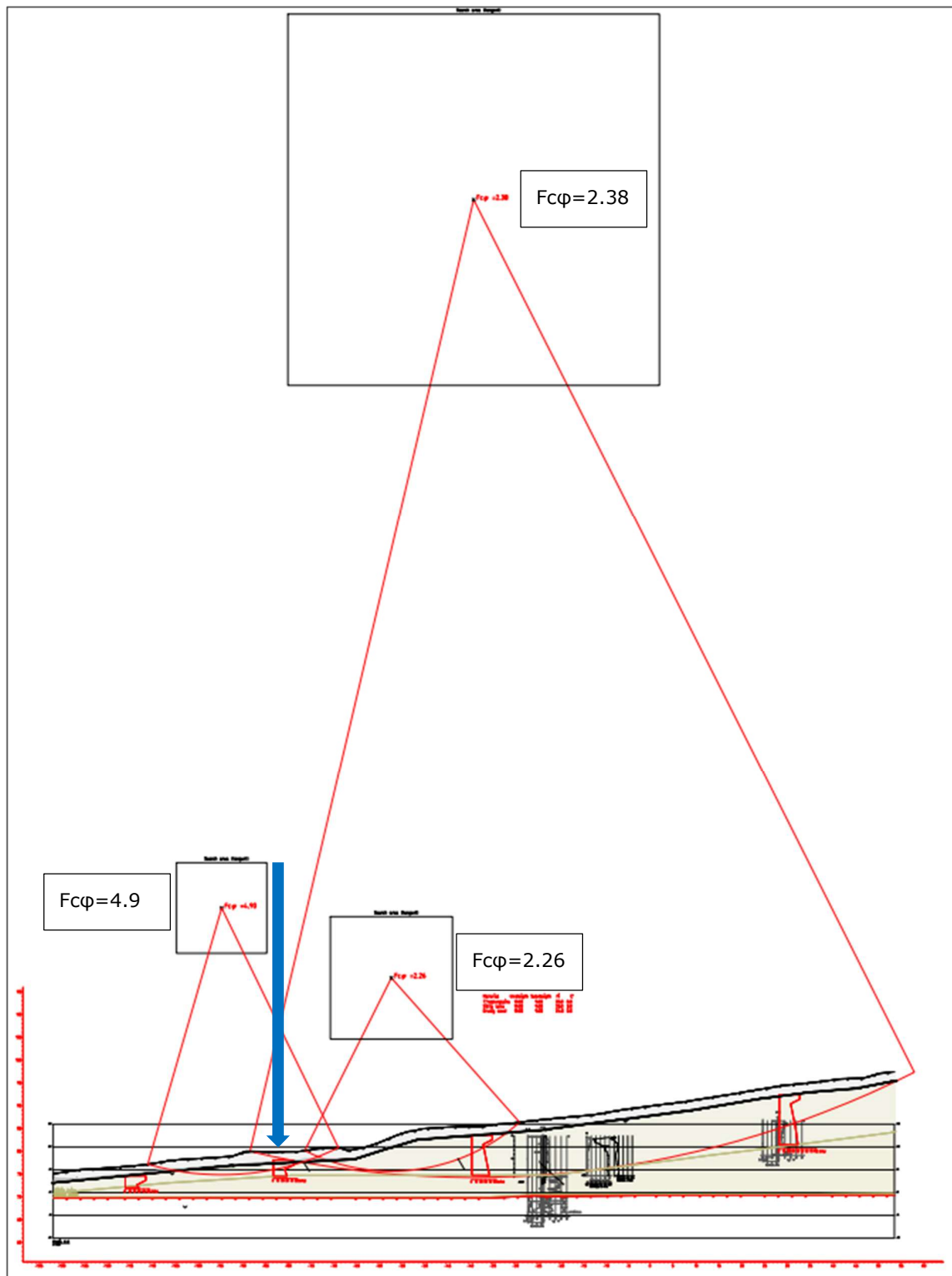
Figur 43: Stabilitet etter utgraving, udrenert analyse.

7.6 PROFIL E-E'

Profil E-E krysser trasé 4 der, hvor det skal anvendes gravefri løsning fra profil nr. 10 til profil 90. Både drenert og udrenert analyse viser tilfredsstillende sikkerhet. Det antas ikke noe inngrep i terrenget (siden det er planlagt gravefri løsning) og at NVE robusthetskrav gjelder. I så fall det dokumenteres at dagens sikkerhet skal være minimum 1,25 for drenert analyse og 1,2 for udrenert analyse.



Figur 44: Profil E-E, dagens situasjon. Udrenert analyse. Beliggenhet av VA-trasé 4 vises med blå pil.



Figur 45: Profil E-E, dagens situasjon. Drenert analyse. Beliggenhet av VA-trasé 4 vises med blå pil.

7.7 GRØFTEKASSE

Det forutsettes at anbefalte graveskråninger skal opprettholdes i dette prosjektet for å ivareta tilstrekkelig lokalstabilitet. Dersom det er plassmangel for graveskråninger, må det vurderes å bruke grøftekasser som sikring av grunnarbeider. Grøftekassene skal brukes etter gjeldende bruksanvisning og utførende entreprenør må gjøre seg kjent med de utførte grunnundersøkelsene når de planlegger arbeidet med grøftekasser.

7.8 VANN I GRØFTEGROPER

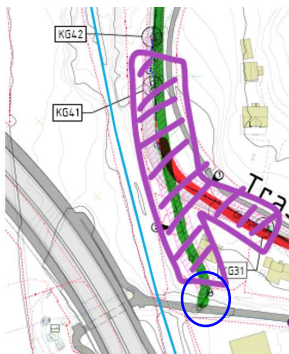
Det er ikke gjennomført poretrykksmålinger. Det er generelt antatt grunnvannet kan ligge opptil 2 m under terreng i stabilitetsvurderingene, men det er trolig at grunnvann ligger noe lavere ut ifra terrengforhold. I de dypere utgravingene kan det være mulig at man treffer grunnvannstanden. I leirmasser er det generelt lav permeabilitet og det forutsettes vann i byggegropene kan håndteres med pumping. Dersom det treffes ustabile masser under vann må det gjøres en ny vurdering i samråd med en geotekniker.

7.9 SPRENGNINGSARBEID

Det kan være behov for sprengning eller pigging i berg for å etablere VA-grøft i de områdene der det er grunt til berg. Det må opprettholdes forholdregler for støy og vibrasjon i henhold til gjeldende krav. Dersom sprengningsarbeid gjennomføres i kvikkleireområdet, skal det ikke overskrides tillat grenseverdi. Norsk standard NS 8141-3 angir en grenseverdi (maksimal frekvensveid svingehastighet) lik 45 mm/s for å unngå utløsning av skred i kvikkleire forårsaket av vibrasjoner fra sprengning [13]. Dette tilsvarer en uveiet toppverdi lik 25 mm/s.

7.10 ARBEID NÆR JERNBANE

Dette VA-tiltaket gjennomføres delvis i nærheten av jernbane. Se Figur 46. Det anvendes gravefri løsning i dette området det ikke er noe fysisk inngrep i terreng som påvirker stabilitetsforholdene. Dette gjelder områdene markert med lilla farge i Figur 46. Unntak er på sørside der det etableres en åpen graving på slutten av trasen (se blå sirkel i figuren nedenfor). Det er gjort nødvendige stabilitetsvurderinger at det er tilstrekkelig sikkerhet for denne utgravingen. Se de stabilitetsvurderingene ved profil D-D' (kap. 7.5). Grunnundersøkelsene viser at sprøbrudleire ligger ned i dybden fra 6 m under terreng. Det er ikke fare for å grave i disse massene da gravedybden for VA-grøft er begrenset til 3-4 m under terreng. Sikkerheten til lokalstabilitet må opprettholde enten med stabile graveskråninger som anbefalt i denne rapporten eller ved bruk av grøftekasser.



Figur 46: VA-tiltak i nærheten av jernbane

8.0 KONTROLLPLAN

Følgende er en liste over kontrollpunkter som bør følges opp i utførelsesfase.

Punkt	Scope	Prosess	Ansvarlig
Rigg og drift			
Grunnforhold	Sikre at grunnforhold er i henhold til prosjekteringsforutsetningene. V.	Visuell inspeksjon av jordmasser under utgraving. Rapportere til byggherre eller RIG dersom avvik	Entreprenør
Generell bæreevne for maskiner	Sikre at grunnbrudd ikke skjer.	Sørge for god avstand fra skråningskant. Daglig kontrollrunder. Avvikslogg	Entreprenør
Kabler, ledninger og andre infrastruktur i grunnen	Sikre at nærliggende infrastruktur får ikke uakseptabel deformasjon eller bevegelse ved gravearbeidene	Kabelpåvisning av både private og offentlige kabler og ledninger.	Entreprenør
Graving			
Arbeidsprosedyre graveskråninger	At graveskråningen ikke er brattere enn som blitt prosjektert.	Protokollføring/innmålinger	Entreprenør
Gravenivåer	Sikre at det graves ned til angitt nivåer etter VA-arbeidstegninger.	Protokollføring	Entreprenør
Grunnvann inntrenging i grøft	Dersom det kommer inn overvann eller grunnvann inn i byggegropen, bør dette pumpes ut. Ved store vannmengder og innsig, skal ansvarlig geotekniker kontaktes.	Pumping av vann ut fra byggegrop. Daglig visuell kontroll og dagbok	Entreprenør
Dokumentasjon av komprimering	For dokumentasjon av komprimering.	Dokumentering av antall overfarter, lagtykkelse og benyttet utstyr	Entreprenør

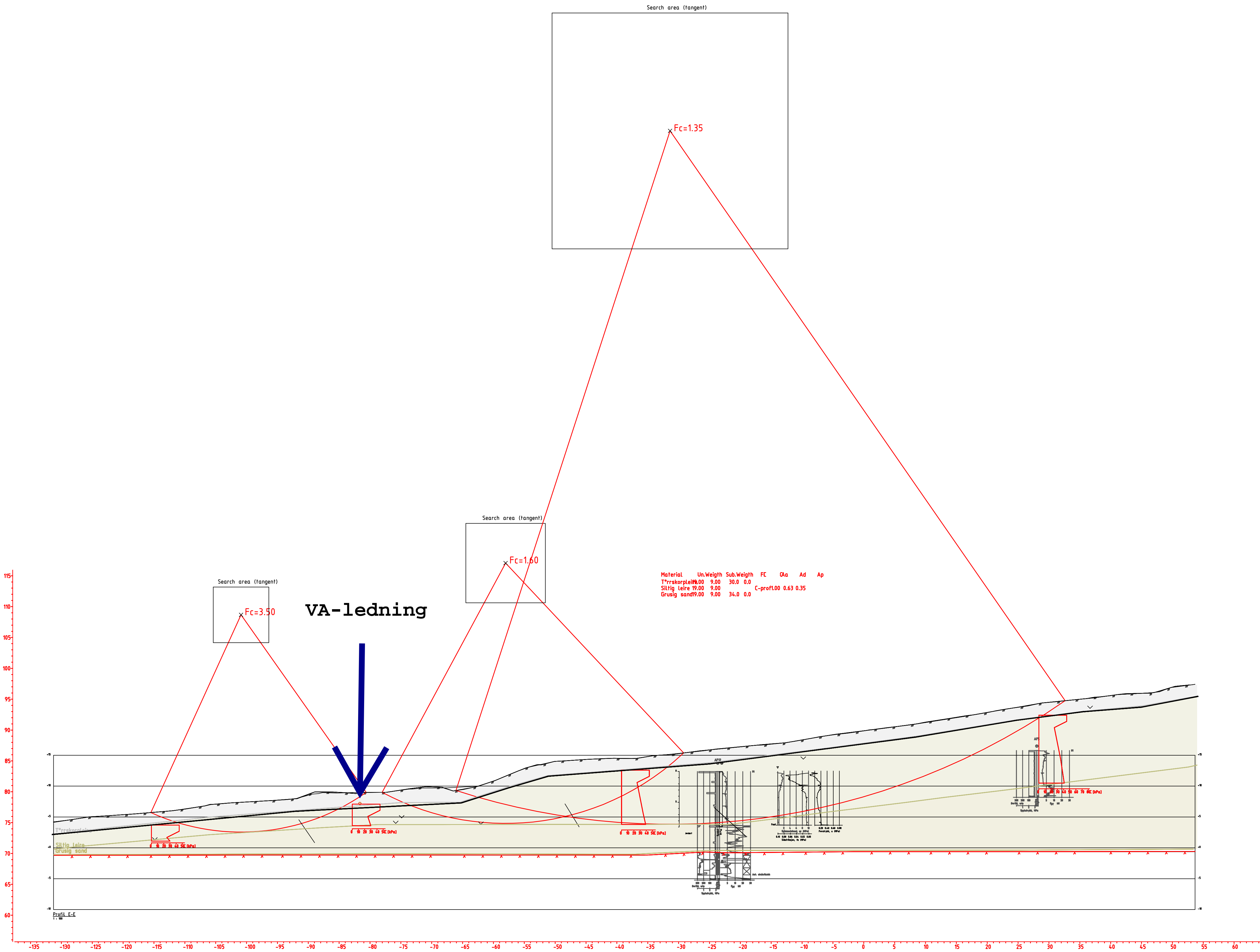
Bæreevne av tunge maskiner	Det må verifiseres at maskiner som er tenkt å brukes på anleggsplassen vil ikke forårsake grunnbrudd.	Detaljprosjektering	Entreprenør
Vann i byggegrop	Dersom det kommer inn overvann eller grunnvann inn i byggegropen, bør dette pumpes ut.	Pumping av vann ut fra byggegrop	Entreprenør
Sprengningsarbeid Måling vibrasjon	Det må opprettholdes forholdregler for støy og vibrasjon i henhold til gjeldende krav	Målepunkter på eksisterende bygg.	Entreprenør
sikker jobbanalyse (SJA)	SJA må utføres før start av grunnarbeidene.	Planlegging av grunnarbeidene	Entreprenør

9.0 REFERANSER

- [1] Kartverket, «Norgeskart». [Online]. Tilgjengelig: <https://norgeskart.no>
- [2] NS-EN 1990:2002 + A1:2005 + NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.
- [3] NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler.
- [4] Kartverket, «Høydekart». [Online]. Tilgjengelig: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- [5] NGU, "Løsmassekart," NGU. [Online]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- [6] NGU, "Berggrunn," NGU. [Online]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- [7] NVE, "Atlas," NVE. [Online]. Available: <https://atlas.nve.no>
- [8] Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging, desember 2024.
- [9] AFRY Norway AS, Geoteknisk Grunnundersøkelserapport, Dok.nr.: AN4725-RIG-R-01-00, datert:03.10.2024
- [10] Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire, NIFS rapport nr. 14/2014, En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.
- [11] Cowi As, Datarapport grunnundersøkelser, Østfoldbanen, Haug - Seut Avrop Ø-HS-53 Seut i Fredrikstad kommune, Dok.nr.: CP-14-V-70017, datert: 06.06.2018
- [12] NVE, "NVE Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred." Dec. 2020
- [13] NS 8141-3:2014 Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire.

10.0 TEGNINGSLISTE

Innhold	Analysetype	Tegn. nr.	Målestokk	Format
Dagens situasjon, profil A-A'	Drenert, Udrenert	V037	1:500	A1
Dagens situasjon, profil B-B'	Drenert, Udrenert	V032	1:400	A1
Dagens situasjon, profil C-C'	Drenert, Udrenert	V008	1:300	A1
Dagens situasjon, profil D-D'	Drenert, Udrenert	V003	1:250	A1
Profil D-D'; etter utgraving av grøft	Udrenert	V005	1:250	A1
Dagens situasjon, profil E-E'	Udrenert	V001	1:300	A1
Dagens situasjon, profil E-E'	Drenert	V002	1:200	A1

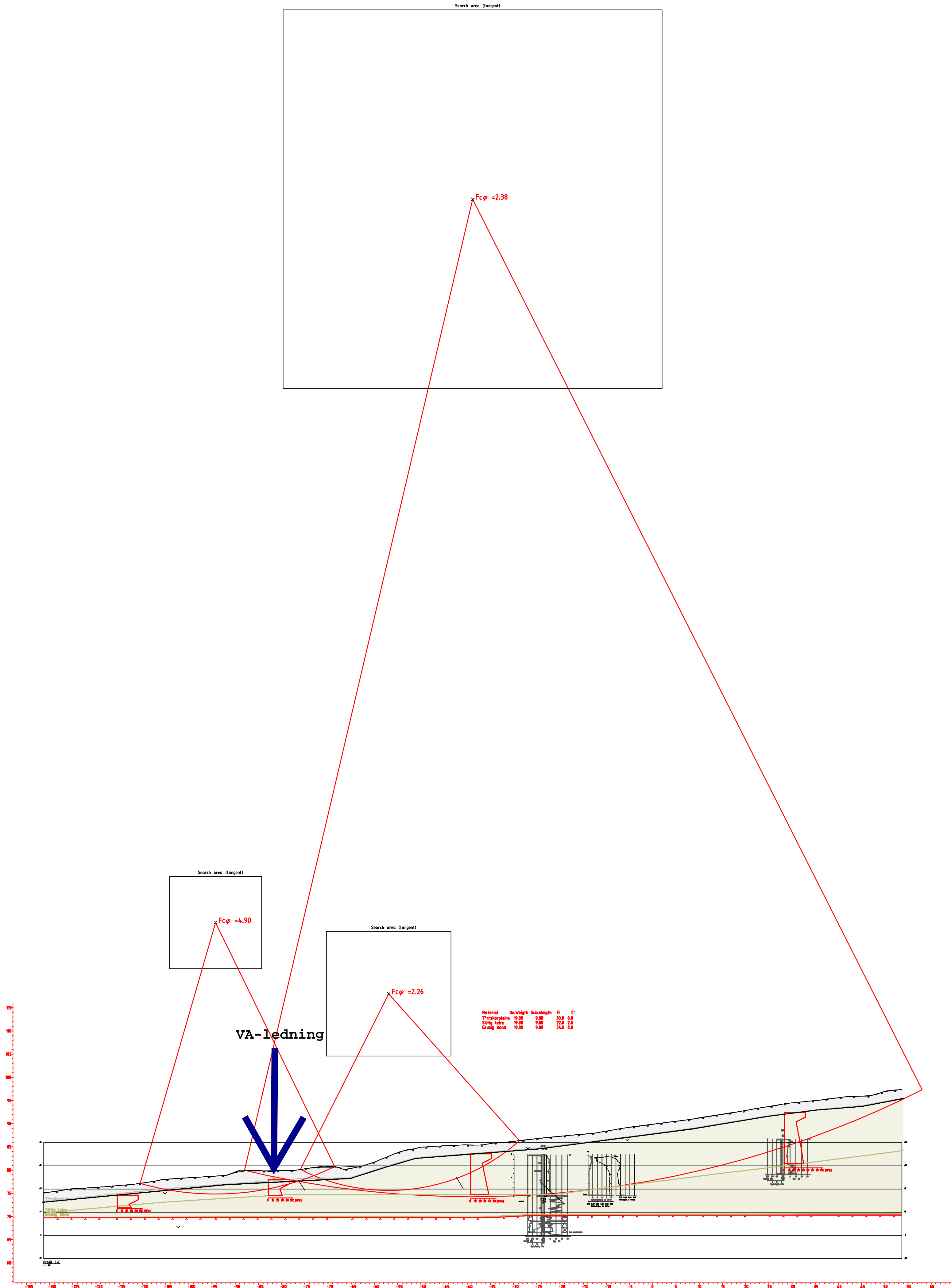


A3 GIR HALV MÅLESTOKK


Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	Fredrikstad kommune	Tegnet	DaD		
		Kontrollert	GyE		
		Godkjent	HaE		
Oppdrag	Travløkka VA	Dato			
		26.02.2025			
		Målestokk	1:300	Enhet	m
Tegningstittel	Profil E-E', dagens situasjon Udrenert analyse	Oppdrag nr.			
		Tegning nr.			Rev.
		V001			00

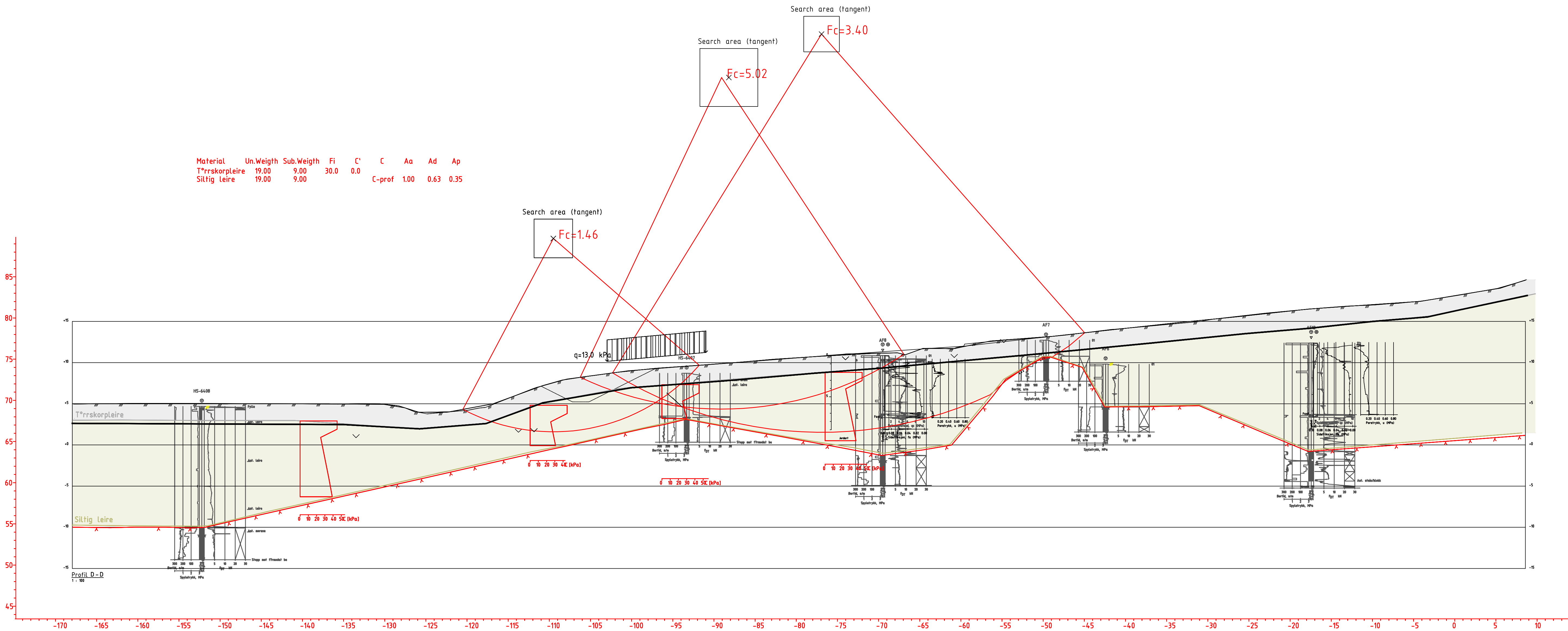


Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8
Postadresse: 0283 OSLO
Tlf: 41 10 10 10



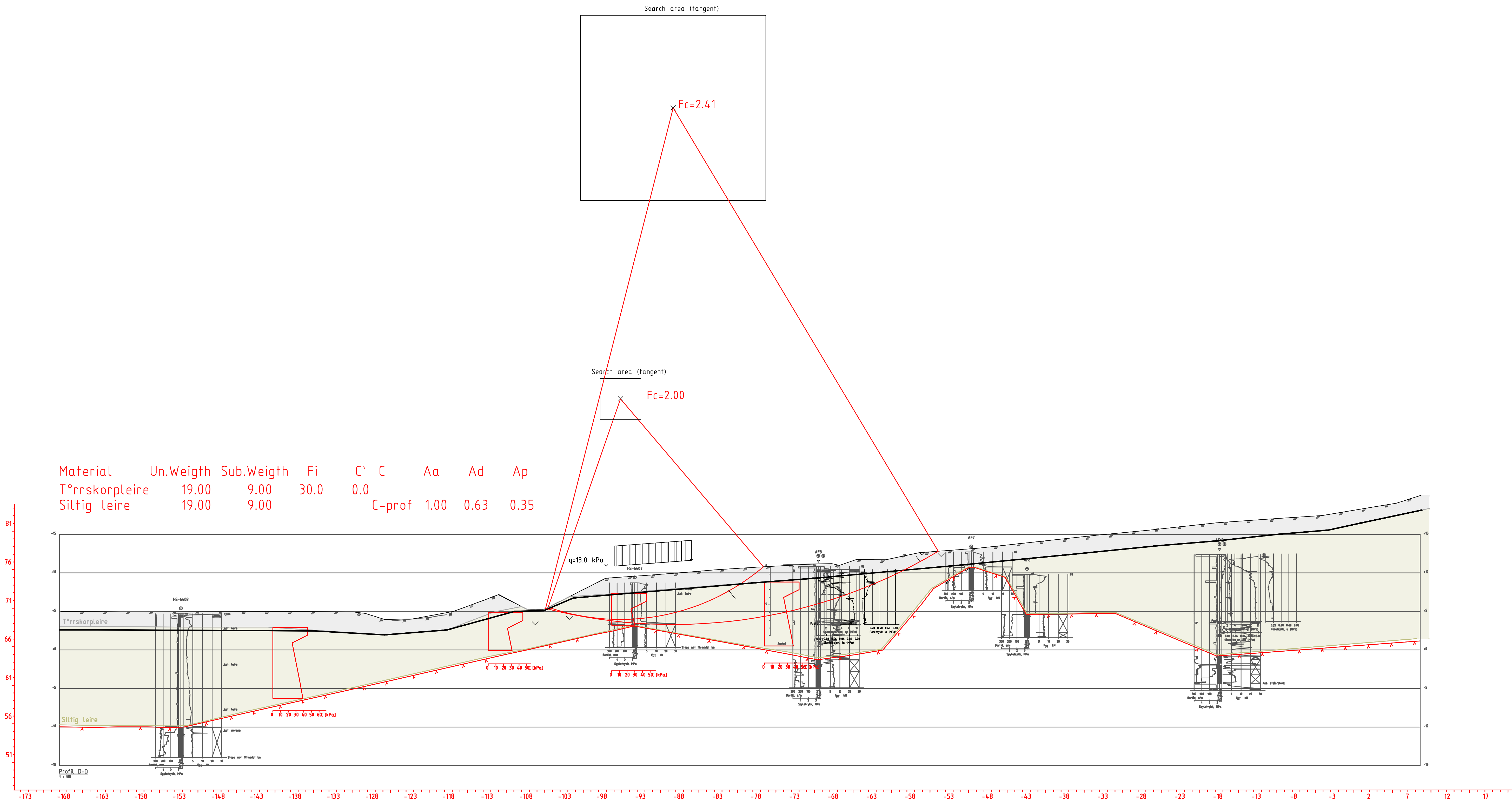
A3 GIR HALV MÅLESTOKK

Rev.	Rev. gjelder		Tegnet	Kontrollert	Godkjent Dato
Oppdragsgiver Fredrikstad kommune			Tegnet	DaD	
			Kontrollert	GYe	
			Godkjent	HaE	
Oppdrag Travløkka VA			Dato	26.02.2025	
			Målestokk	1:200	Enhet m
			Tegningstittel Profil E-E', dagens situasjon Drenert analyse		
			Oppdrag nr.		
			Tegning nr.	V002	Rev. 00
			Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO Tlf.: 41 10 10 10		
RE's arkivnrDrawing3					



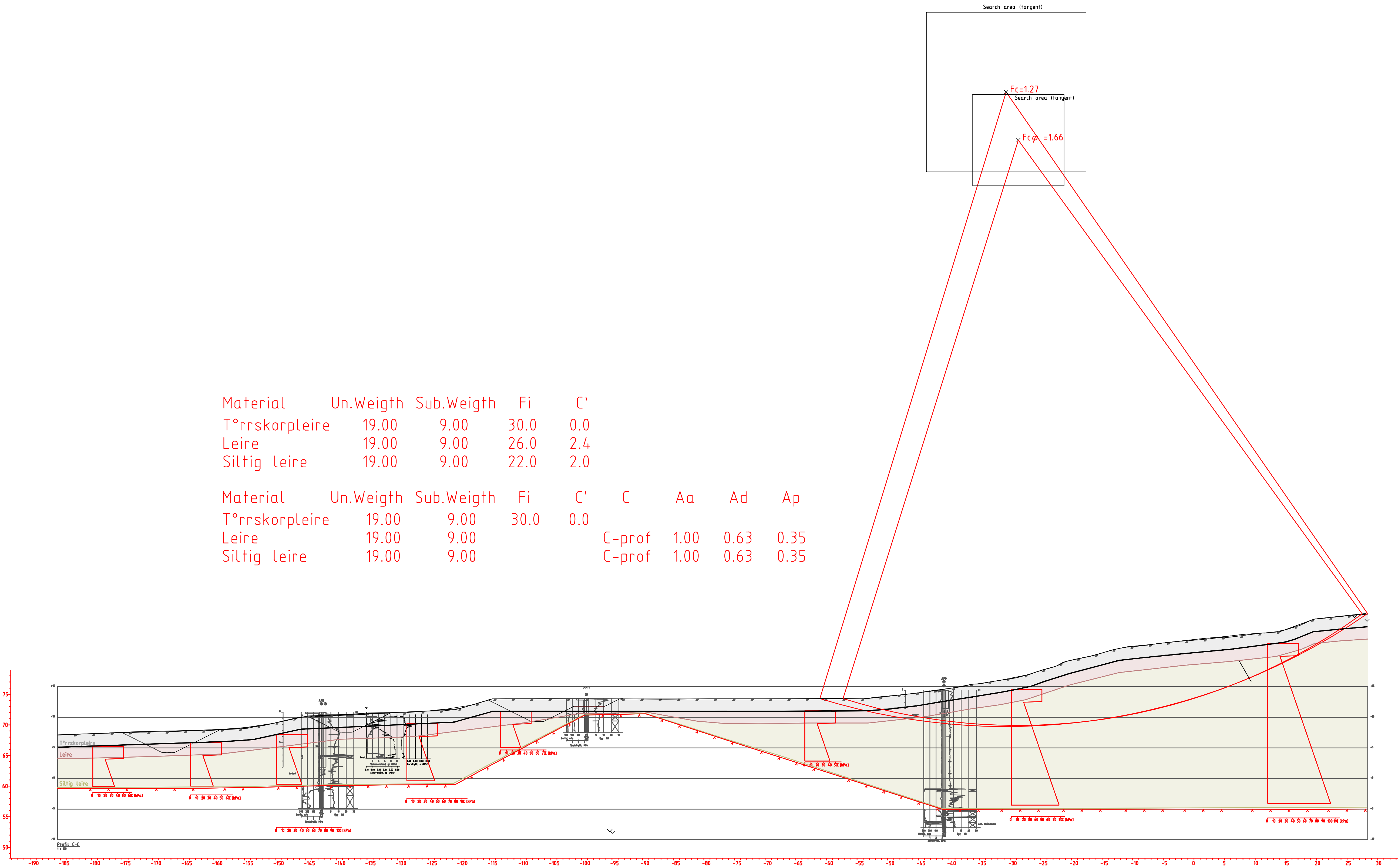
A3 GIR HALV MÅLESTOKK

Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	Fredrikstad kommune	Tegnet	DaD	Kontrollert	GyE
Oppdrag	Travløkka VA	Godkjent	HaE	Dato	26.02.2025
Tegningstittel	Profil D-D', dagens situasjon Udrenert analyse	Målestokk	1:250	Enhet	m
		Oppdrag nr.		Tegning nr.	V003
				Rev.	00
RE's arkivnr\layout_E-R.dwg		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			



A3 GIR HALV MÅLESTOKK

Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	Fredrikstad kommune	Tegnet	DaD	Kontrollert	GVE
Oppdrag	Travløkka VA	Godkjent	HaE	Dato	26.03.2025
Tegningstittel	Profil D-D', etter utgraving Udrenert analyse	Målestokk	1:250	Enhet	m
		Oppdrag nr.		Tegning nr.	V005
				Rev.	00
RE's arkivnrDrawing1		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO Tlf: 41 10 10 10			

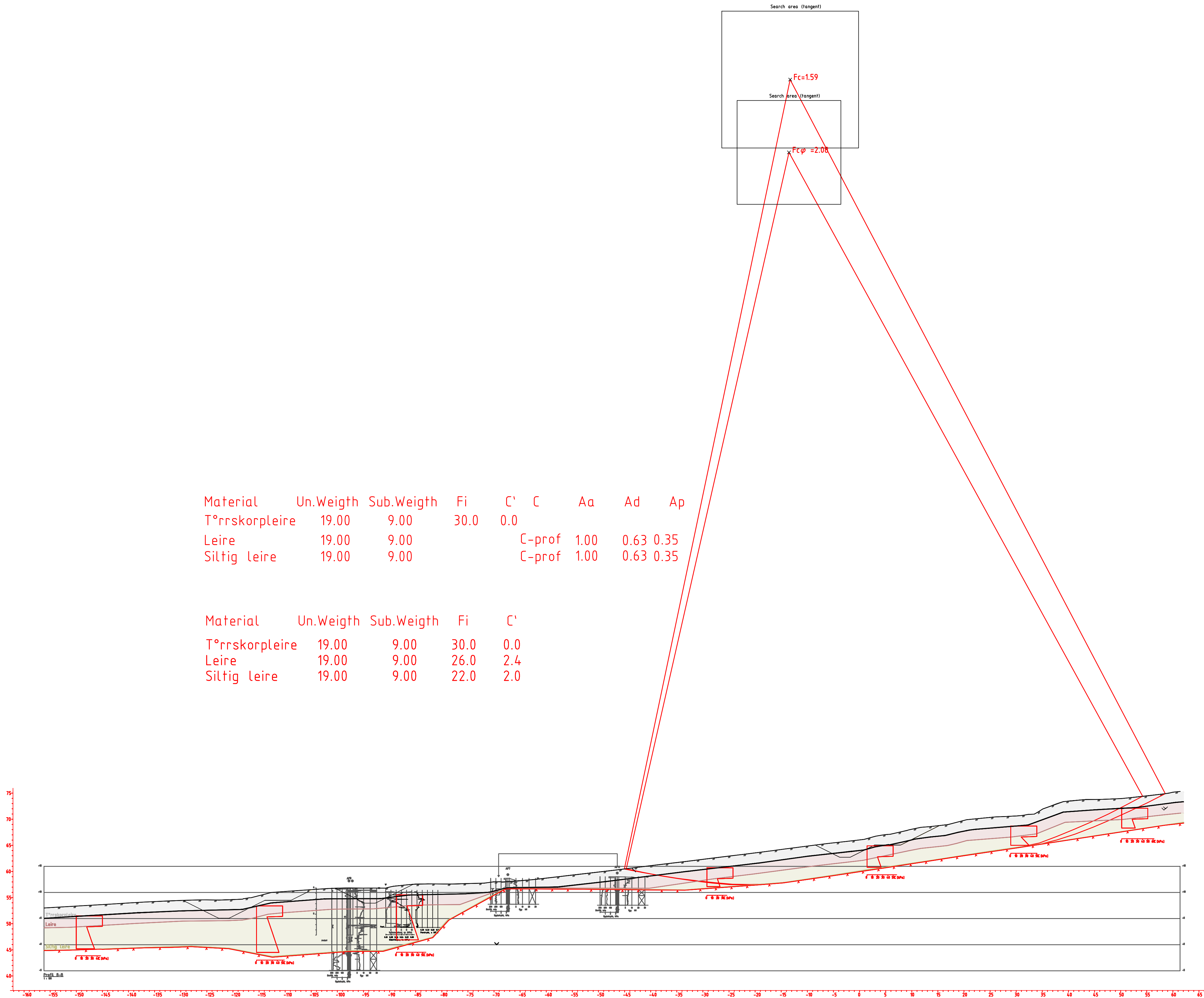


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'				
Tørrskorpleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	26.0	2.4				
Siltig leire	19.00	9.00	22.0	2.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Siltig leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

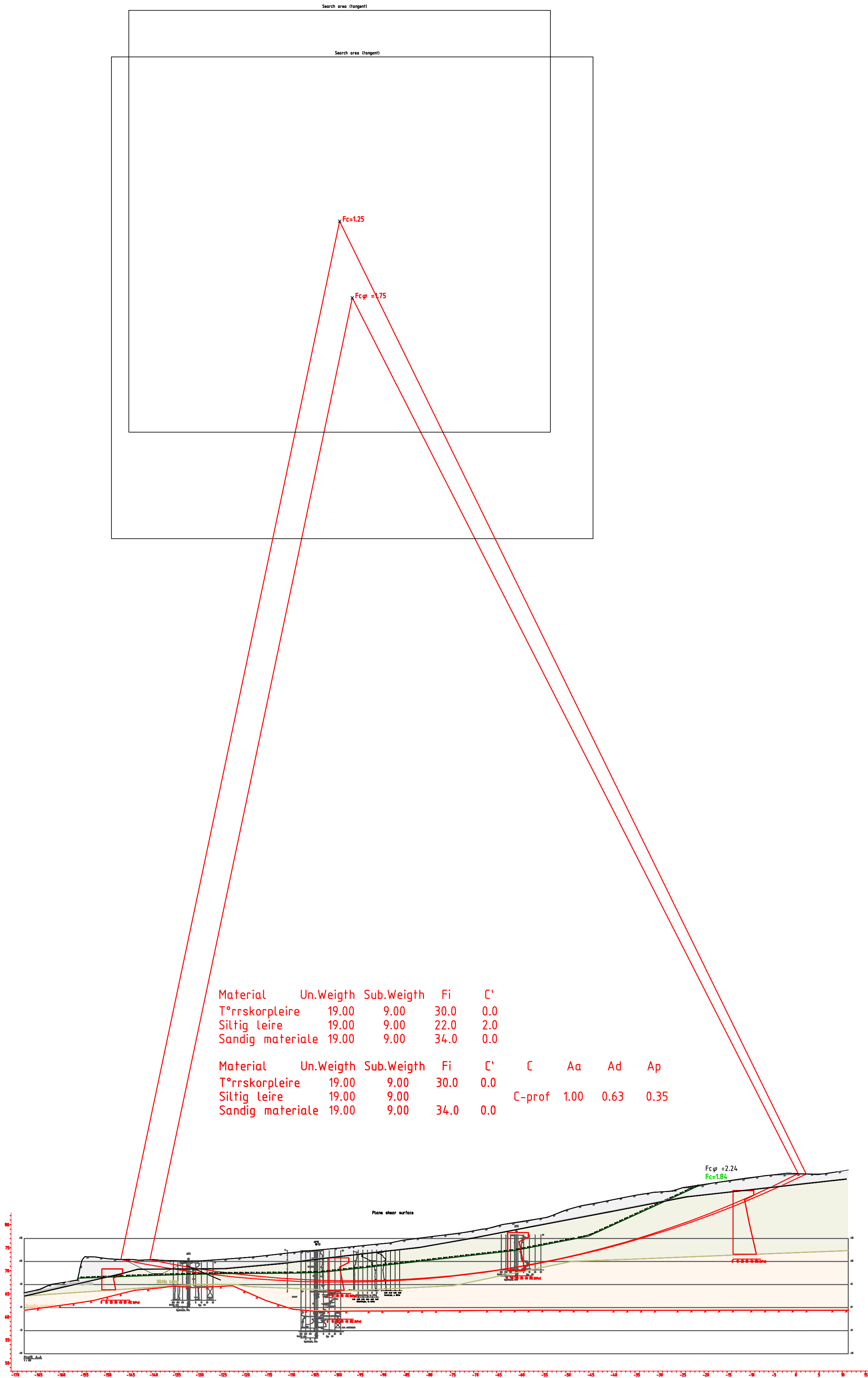
A3 GIR HALV MÅLESTOKK

Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	Fredrikstad kommune	Tegnet	DaD	Kontrollert	GVE
Oppdrag	Travløkka VA	Godkjent	HaE	Dato	19.03.2025
Tegningstittel	Profil C-C', dagens situasjon Drenert og udrenert analyse	Målestokk	1:300	Enhet	m
		Oppdrag nr.		Tegning nr.	V008
				Rev.	00
RE's arkivnr\Drawing\		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			



Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C'
Törrskorpleire	19.00	9.00	30.0	0.0
Leire	19.00	9.00	26.0	2.4
Siltig leire	19.00	9.00	22.0	2.0

[illegible]



A3 GIR HALV MÅLESTOKK

Rev.	Rev. gjelder		Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsgiver			Tegnet	DaD	
Fredrikstad kommune			Kontrollert	GYe	
			Godkjent	HaE	
Oppdrag			Dato	19.03.2025	
Travløkka VA			Målestokk	1:500	Enhet m
Tegningstittel			Oppdrag nr.		
Profil A-A', dagens situasjon			Tegning nr.		
Drenert og udrenert analyse			V037		
			Rev.		
			00		
			Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8		
			Postadresse: 0283 OSLO		
			TLF: 41 10 10 10		
			AFRY		
RE's arkivnrDrawing1					