

TIL: Skien kommune  
v/Arild Helgesen

Kopi: NVE v/Martin Jespersen og Ellen Davis Haugen

Fra: GrunnTeknikk AS

Dato: 03.04.2020  
Dokumentnr: 114038n1  
Prosjekt: 112647  
Utarbeidet av: Jon Adersen Gulbrandsen  
Kontrollert av: Geir Solheim

---

## Skien. Bøle faresone, kontroll prosjekterte sikringstiltak Geoteknisk kontrollrapport

### Sammendrag:

GrunnTeknikk AS er engasjert av Skien kommune til å utføre uavhengig kontroll av prosjekterte sikringstiltak i «Bøle» faresone for kvikkleireskred. Oppdraget er begrenset til den nordlige delen av sonen, der prosjekterte tiltak enda ikke er utført.

Foreliggende notat oppsummerer vår uavhengige kontroll.

Tiltakshaver for sikringstiltaket i Bøle kvikkleiresone er Skien kommune. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er ansvarlig søker og prosjekterende for fagområde geoteknikk samt ansvarlig for byggeledelse. Norges Geotekniske Institutt (NGI) yter geoteknisk bistand og er underleverandør til NVE. GrunnTeknikk AS er ansvarlig kontrollerende for den geotekniske prosjekteringen og NVE er ansvarlig kontrollerende for geoteknisk utførelse. Feste Landskap/Arkitektur er ansvarlig for bygningsmessige anlegg i tiltaket, primært en flytebrygge og ny terrasse.

Prosjektet er plassert i prosjektkontrollklasse 3 (PKK3) iht. Eurokode 0, tiltaksklasse 3 iht. byggesaksforskriften (SAK10) og tiltakskategori K4 iht. NVE's veileder 7/2014. Dette medfører krav om «utvidet kontroll» av geoteknisk prosjektering iht. Eurokode 0, «uavhengig kontroll» iht. SAK10 og «kvalitetssikring av uavhengig foretak» iht. NVE's veileder 7/2014.

Vi har funnet NGIs arbeid som tilfredsstillende og utført i henhold til gjeldende regelverk. Dette forutsatt at prosedyre for fyllingsarbeidene inkl. evt. kritiske forhold vurderes i vurderes i samråd mellom prosjekterende og utførende innen oppstart av fyllingsarbeidene.

Nærmere gjennomgang fremgår av notatet.

## INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	4
2	Grunnlagsdokumenter .....	4
3	Prosjektbeskrivelse .....	5
4	Uavhengig kontroll geoteknisk prosjektering.....	6
4.1	Utvidet kontroll iht. Eurokode 0 .....	7
4.2	Uavhengig kontroll iht. SAK10.....	7
4.3	Kvalitetssikring iht. NVE's veileder.....	8
4.4	Oppsummering utført kvalitetssikring.....	8

## VEDLEGG

1	Møtereferat fra møte avholdt den 08.10.2019 hos NVE
2	Kontrollberegninger stabilitet i profil G-G

---

**REFERANSER**

- [1] NVE. Geoteknisk rapport «Prosjekteringsforutsetninger og oppsummering», saksnr. 201802078, datert 17.02.2019.
- [2] GeoStrøm AS. Geoteknisk datarapport «Grunnundersøkelser i Skienselva ved Bøle», datert 06.10.2014.
- [3] NGL. Geoteknisk rapport 20130896-02-R «Stabilitetsanalyser av kvikkleirefaresone 56 Bøle i Skien kommune», rev nr. 1 datert 19.09.2014.
- [4] NGL. Teknisk notat «Bøle, Skienselven. Risiko for kvikkleireskred», prosjekt nr. 20011544, datert 21.01.2009.
- [5] NGL. Datarapport 20130896-01-R «Stabilitetsanalyser av kvikkleiresone 56 Bøle i Skien kommune», rev. nr. 1 datert 20.02.2014.
- [6] NGL. Dokumentasjon av kvalitetssystem og utført dokumentkontroll. Mottatt på e-post datert 12.08.2019.
- [7] NGL. Geoteknisk rapport 20011544-00-37-R «Supplerende grunnundersøkelser og vurdering av stabilitet i skråning over elvenivå», datert 16.09.2009.
- [8] NGL. Datarapport 20081520-1 «Datarapport supplerende grunnundersøkelser», datert 22.10.2008.
- [9] NGL. Geoteknisk rapport 20130896-02-R «Stabilitetsanalyser av kvikkleirefaresone 56 Bøle i Skien kommune – Resultater av stabilitetsberegninger med vurdering av eventuelle tiltak», rev nr. 3 datert 20.01.2020.
- [10] NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 «Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner». (Eurokode 0)
- [11] TEK17 Forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift)
- [12] SAK10 Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften)
- [13] NVE's veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», utgitt 2014.
- [14] Statens vegvesen Håndbok N200 «Vegbygging», datert juli 2018.

## 1 Innledning

GrunnTeknikk AS er engasjert av Skien kommune til å utføre uavhengig kontroll av prosjekterte sikringstiltak i «Bøle» faresone for kvikkleireskred. Oppdraget er begrenset til den nordlige delen av faresonen, der prosjekterte tiltak enda ikke er utført.

Tiltakshaver for sikringstiltaket i «Bøle» faresone er Skien kommune. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er ansvarlig søker og prosjekterende for fagområde geoteknikk samt ansvarlig for byggeledelse. Norges Geotekniske Institutt (NGI) yter geoteknisk bistand og er underleverandør til NVE. GrunnTeknikk AS er ansvarlig kontrollerende for den geotekniske prosjekteringen og NVE er ansvarlig kontrollerende for geoteknisk utførelse. Feste Landskap/Arkitektur er ansvarlig for bygningsmessige anlegg i tiltaket, primært en flytebrygge og ny terrasse.

Våre kontaktpersoner har vært Arild Helgesen i Skien kommune, samt Martin Jespersen og Ellen Davis Haugen i NVE.

Foreliggende notat oppsummerer vår uavhengige kontroll.

## 2 Grunnlagsdokumenter

Vi har løpende i oppdraget mottatt ulike grunnlagsdokumenter for saken. Nedenfor oppsummeres de mest sentrale dokumentene lagt til grunn for kontrolloppdraget:

- [1] NVE. Geoteknisk rapport «Prosjekteringsforutsetninger og oppsummering», saksnr. 201802078, datert 17.02.2019.
- [2] GeoStrøm AS. Geoteknisk datarapport «Grunnundersøkelser i Skienselva ved Bøle», datert 06.10.2014.
- [3] NGI. Geoteknisk rapport 20130896-02-R «Stabilitetsanalyser av kvikkleirefaresone 56 Bøle i Skien kommune», rev nr. 1 datert 19.09.2014.
- [4] NGI. Teknisk notat «Bøle, Skienselven. Risiko for kvikkleireskred», prosjekt nr. 20011544, datert 21.01.2009.
- [5] NGI. Datarapport 20130896-01-R «Stabilitetsanalyser av kvikkleiresone 56 Bøle i Skien kommune», rev. nr. 1 datert 20.02.2014.
- [6] NGI. Dokumentasjon av kvalitetssystem og utført dokumentkontroll. Mottatt på e-post datert 12.08.2019.
- [7] NGI. Geoteknisk rapport 20011544-00-37-R «Supplerende grunnundersøkelser og vurdering av stabilitet i skråning over elvenivå», datert 16.09.2009.
- [8] NGI. Datarapport 20081520-1 «Datarapport supplerende grunnundersøkelser», datert 22.10.2008.
- [9] NGI. Geoteknisk rapport 20130896-02-R «Stabilitetsanalyser av kvikkleirefaresone 56 Bøle i Skien kommune – Resultater av stabilitetsberegninger med vurdering av eventuelle tiltak», rev nr. 3 datert 20.01.2020.

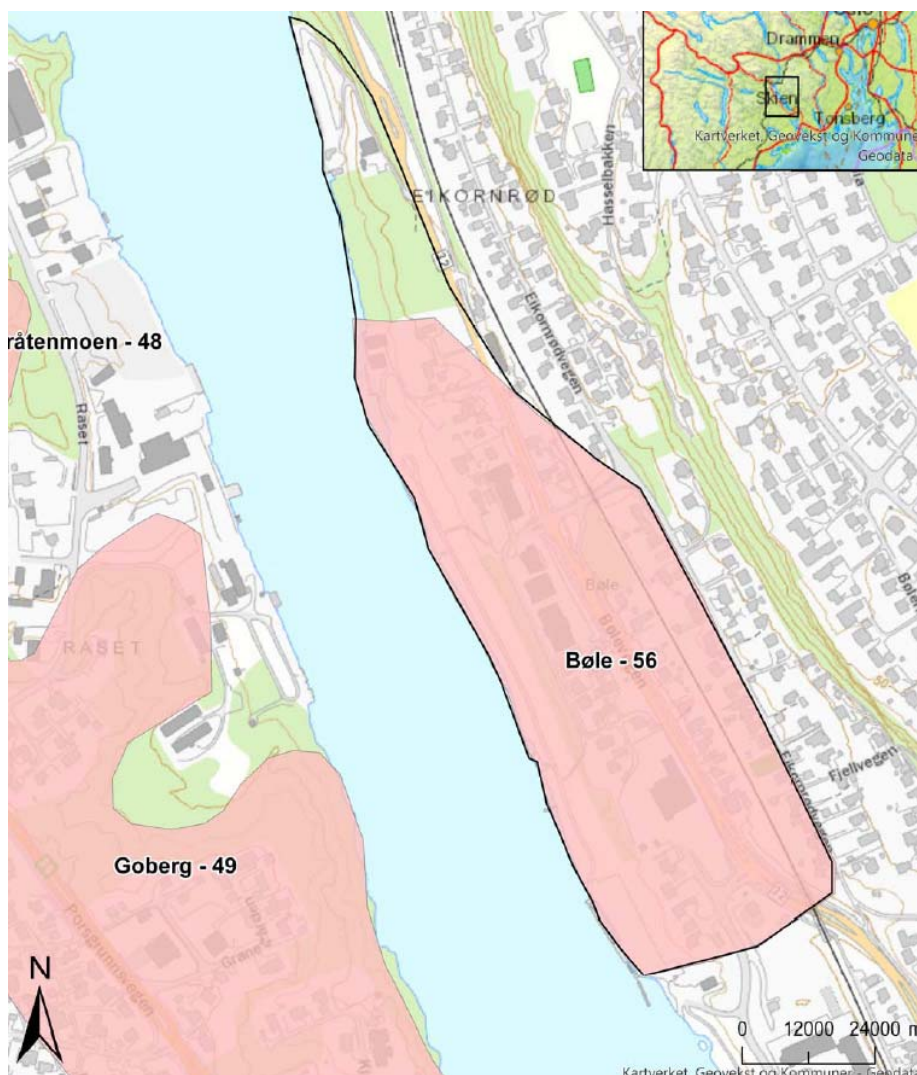
### 3 Prosjektbeskrivelse

I perioden 2008 til 2010 har NVE gjennomført sikringstiltak i faresonen «Bøle» i Skien kommune.

Det gjennomførte sikringstiltaket omfattet en motfylling langs elveskråningen både over og under vann. Faresonen ble underveis i arbeidet med sikringstiltaket utvidet med ca. 120 m mot nord pga. bedre datagrunnlag, som beskrevet nærmere i teknisk notat ref. [4].

På denne delen av strekningen ligger det i elva et 100 år gammel båtvrak navngitt «Nicanor», som har status som kulturminne og er så stort at flytting av vraket ikke er aktuelt. Motfyllingen ble derfor i første omgang avsluttet litt nedstrøms Nicanor i påvente av ytterlige grunnundersøkelser og prosjektering av motfyllingen på den mest krevende strekningen.

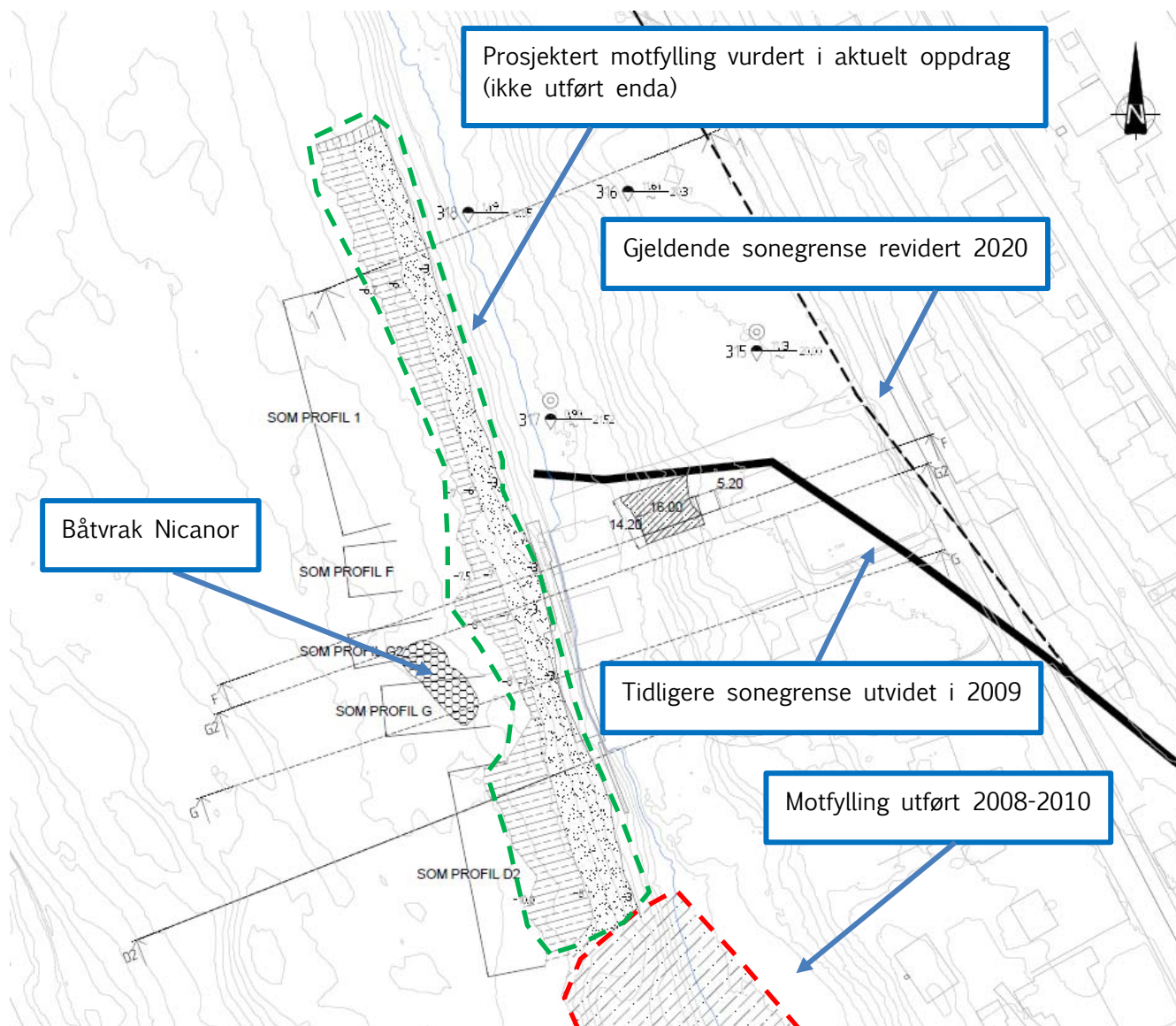
I løpet av det pågående kontrolloppdraget har faresonen blitt utvidet enda lenger mot nord. Dette på bakgrunn av feltobservasjoner og supplerende grunnundersøkelser utført i 2019. Revidert sonegrense er illustrert på figur 1.



Figur 1. Revidert soneavgrensning fra geoteknisk rapport ref. [9].

Figur 2 viser borplan med illustrasjon av prosjekterte sikringstiltak innenfor den nordlige delen av faresonen. På figuren er den nordlige delen av motfyllingen som allerede er utført vist med rød stiple

linje, og prosjektert motfylling i den nordlige delen av faresonen (vurdert i dette oppdraget) er vist med grønn stiplet linje. Soneavgrensning som ble revidert i 2009 og gjeldende soneavgrensning revidert i 2020 er også vist på figuren.



Figur 2. Utsnitt av borplan med illustrasjon av prosjekterte tiltak i den nordlige delen av faresonen fra ref. [9].

## 4 Uavhengig kontroll geoteknisk prosjektering

Prosjektet er plassert i prosjektkontrollklasse 3 (PKK3) iht. Eurokode 0 ref. [10], tiltaksklasse 3 iht. Byggesaksforskriften (SAK10) ref. [12] og tiltakskategori K4 iht. NVE's veileder 7/2014 ref. [13].

Dette medfører krav om «utvidet kontroll» av geoteknisk prosjektering iht. Eurokode 0, «uavhengig kontroll» iht. SAK10 og «kvalitetssikring av uavhengig foretak» iht. NVE's veileder 7/2014. Krav til kontrollomfang er oppsummert i de tre følgende avsnittene.

## 4.1 Utvidet kontroll iht. Eurokode 0

Iht. Eurokode 0 skal utvidet kontroll av geoteknisk prosjektering i PKK3 omfatte følgende:

- Kontroll som bekrefter at egenkontroll og intern systematisk kontroll er utført.
- I tillegg bør kontrollen minst omfatte kontroll av de samme punktene som angitt for egenkontroll i NA.A1(903.2) og være i et omfang som gir tillit til at prosjekteringen er tilfredsstillende. For geoteknisk prosjektering kan kontrollen begrenses til stabilitet.
- Med utgangspunkt i Eurokode 0 og med støtte fra anbefalt kontrollomfang i Statens vegvesen Håndbok N200 ref. [14] er det tatt utgangspunkt i følgende kontrollpunkter:
  - o Kontroll av myndighetskrav/regelverk. Dette omfatter valg av konsekvens- og pålitelighetsklasse, samt partialfaktor jf. krav i Eurokode 0 og Byggteknisk forskrift (TEK17) ref. [11] med tilhørende retningslinjer og veiledninger.
  - o Vurdering av om utførte grunnundersøkelser gir tilstrekkelig grunnlag for utførte vurderinger/prosjektering.
  - o Vurdering av tolkede jordparametere basert på tilgjengelig informasjon ved sammenligning med erfaringsverdier, samt. evt. kontrolltolkning om dette vurderes nødvendig.
  - o Vurdering av utførte beregninger inkl. benyttede lagdelinger/parametere og regnemodeller.
  - o Enkle overslagsberegninger for grov stikkprøvekontroll i utvalgte snitt eller situasjoner, samt mer detaljerte overslagsberegninger om dette vurderes nødvendig.
  - o Vurdering av om utførte beregninger dekker kritiske faser og områder. Sjekke at beregningsresultater, vurderinger og konklusjoner virker fornuftige.
  - o Vurdering av omfang og gjennomførbarhet av angitte tiltak, inklusiv beskrivelse av utførelse av disse.

## 4.2 Uavhengig kontroll iht. SAK10

Iht. SAK10 er det for tiltakskategori 2 og 3 krav om uavhengig kontroll av geoteknisk prosjektering.

Det fremgår av §14.7 i SAK10 følgende generelle krav for kontroll av prosjektering:

1. *At ansvarlig prosjekterende har rutiner for kvalitetssikring av arbeidet som skal utføres innenfor kontrollområdet i henhold til relevante krav i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven, og at rutinene og kravene er fulgt og dokumentert.*
2. *At utarbeidet konsept gir tilstrekkelig grunnlag for detaljprosjektering.*
3. *At detaljprosjekteringen er tilstrekkelig som produksjonsunderlag for utførelsen.*
4. *At avvik lukkes ved å etterkomme kontrollerendes merknad eller ved verifikasjon av samsvar med tekniske krav. Der avvik ikke lukkes, skal det gis melding om dette, jf. § 12-5 første ledd bokstav d.*

De mer spesifikke kravene for fagområde geoteknikk beskrives i §14.2 i SAK10:

*«... kontrollkravet for prosjektering begrenses til kontroll av at det er gjort kvalifisert undersøkelse for å bestemme geoteknisk kategori og fastsettelse av pålitelighetsklasse, og kontrollkravet for utførelse begrenses til at geotekniske oppgaver er gjennomført og dokumentert som prosjektert, herunder at de er fulgt opp og rapportert slik som anvist av prosjekterende.»*

I samme paragraf er det videre skrevet:

*Når prosjektering, utførelse og kvalitetssikring er gjennomført i samsvar med relevant, gjeldende Norsk Standard med kontrollanvisninger (eller likeverdig europeisk standard) begrenses kontrollkravet til kontroll av at standardens anvisninger er fulgt.*

### 4.3 Kvalitetssikring iht. NVE's veileder

Iht. NVE's veileder 7/2014 skal følgende vurderes i forbindelse med kvalitetssikring av uavhengig foretak:

1. Om faresone er korrekt avgrenset og klassifisert etter faregrad, og at rett tiltakskategori er valgt.
2. Om utførte grunnundersøkelser gir tilstrekkelig grunnlag for de geotekniske vurderingene.
3. Tolkning av jordparametere basert på tilgjengelig informasjon.
4. Utførte stabilitetsanalyser inklusiv benyttede lagdelinger/parametere og regnemodeller, med enkle overslagsbetraktninger for grov stikkprøvekontroll (uten egne detaljerte stabilitetsanalyser på terrengmodellen).
5. Om valgte kritiske profiler for stabilitetsanalyser er dekkende, og vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra situasjon og beregningsresultater.
6. Nødvendighet/effekt av foreslåtte og/eller planlagte stabiliserende tiltak og prinsipp for utførelse av disse.

Gjennomført kvalitetssikring skal videre beskrives og dokumenteres.

### 4.4 Oppsummering utført kvalitetssikring

I perioden 24.03.2019 t.o.m. 22.01.2020 er det mottatt prosjekteringsgrunnlag i flere omganger, samt gitt løpende tilbakemeldinger mht. uklarheter og merknader i kontrolloppdraget. I tillegg ble det den 08.10.2019 avholdt møte hos NVE med deltakelse av GrunnTeknikk AS og NGI for avklaring av soneavgrensning, samt detaljerer for dimensjonering av motfylling i elva. Referat fra avholdt møte er vist i vedlegg 1.

Kontrollomfanget iht. Eurokode 0, SAK10 og NVE's veileder overlapper i stor grad. Det er derfor utført en integrert kontroll som tilfredsstillende beskrevet i avsnitt 4.1 t.o.m. 4.3. Våre kommentarer for de ulike kontrollpunktene oppsummeres i følgende tabell.

Tema	Kommentarer	Konklusjon/merknad
Geoteknisk kategori, konsekvensklasse, pålitelighetsklasse, tiltaksklasse (TEK10) og tiltakskategori (NVE).	I geoteknisk rapport ref. [1] fremgår det at prosjektet er plassert i geoteknisk kategori 3 og konsekvens-/pålitelighetsklasse CC3/CR3 iht. Eurokode 0. Det er videre valgt tiltaksklasse 3 iht. SAK10 og tiltakskategori K4 iht. NVE's veileder 7/2014. Dette pga. motfylling med krevende grunnforhold (kvikkleire).	Ok.
Utført kvalitetssikring av prosjekterende foretak.	Det er mottatt dokumentasjon av NGI sitt kvalitetssystem, samt utført egenkontroll intern systematisk kontroll (sidemannskontroll).	Ok.



<p>Avgrensning- og klassifisering av faresonen.</p>	<p>Faresonen er klassifisert i faregradsklasse «lav», konsekvensklasse «meget alvorlig» og risikoklasse 4.</p> <p>Basert på opprinnelig mottatt grunnlag (ref. [3] t.o.m. [7]) ble det i starten av kontrolloppdraget stilt spørsmål om det forelå tilstrekkelig grunnlag/dokumentasjon for soneavgrensning mot og nord og sør. Dette med utgangspunkt i soneavgrensning vist i ref. [3].</p> <p>Dette resulterte i utførelse av supplerende grunnundersøkelser i dette området bestående av 6 stk. totalsonderinger og opptak av 2 stk. prøveserier. Sonderinger og prøveseriene viser tykkere lag med sprøbruddmaterialer, og sonegrensen er derfor utvidet mot nord, som nærmere beskrevet i geoteknisk rapport ref. [9].</p> <p>Soneavgrensning mot sør ble drøftet i møte den 08.10.2019, og er videre dokumentert i geoteknisk rapport ref. [10]. På bakgrunn av utførte grunnundersøkelser sør for faresonen (beskrevet nærmere i ref. [8]), noe flatere topografi i sør, samt at flyfoto og gamle kart viser at det ser ut til å være en oppfylt ravine der hvor den sørlige sonegrensen ligger, har NGI vurdert at sonegrensen i sør er godt dokumentert.</p>	<p>Ok.</p>
<p>Omfang av utførte grunnundersøkelser</p>	<p>Det er utført omfattende grunnundersøkelser i flere omganger både på land, samt ute i elva ved båtvraket i nord.</p> <p>Grunnundersøkelsene vurderes å gi tilstrekkelig grunnlag for avgrensning av faresonen, samt vurdering av stabiliteten og prosjektering av sikringstiltak både på land og i elvekanten.</p>	<p>Ok.</p>
<p>Krav til sikkerhetsfaktor.</p>	<p><u>Sikkerhetsfilosofi for prosjektering av stabiliserende tiltak innenfor faresonen</u></p> <p>Prosjekterte sikringstiltak innenfor faresonen skal i utgangspunktet forbedre dagens situasjon og sikre eksisterende bebyggelse, men det er også ønskelig å sikre den sørlige delen av faresonen, sør for tomtegrensen ved Bølevegen 130 (ca. ved profil F-F på figur 2), slik at denne delen av</p>	<p>Ok.</p>

	<p>faresonen tilfredsstillter kravene i TEK17 for ny bebyggelse i tiltakskategori K4. Videre mot nord og innenfor en sone på ca. 100 m fra tomtegrensen ved Bølevegen 130 er det prosjektert tiltak som bedrer situasjonen, men ikke nødvendigvis tilfredsstillter kravene for ny bebyggelse.</p> <p>Enda videre mot nord er det ikke planlagt stabiliserende tiltak, da det er vurdert at et potensielt løsneområde i dette området ikke vil kunne nå ned til eksisterende bebyggelse sør for tomtegrensen ved Bølevegen 130.</p> <p>Basert på referat fra møte den 08.10.2019 har vi forstått at NVE og NGI er enig i denne sikkerhetsfilosofien.</p> <p><u>Krav til sikkerhetsfaktor i den sørlige delen av faresonen</u></p> <p>Som det fremgår av geoteknisk rapport ref. [9] er krav til sikkerhetsfaktor bestemt iht. NVE's veileder ref. [13]. Da prosjektet er plassert i tiltakskategori K4 og faresonen er klassifisert i «lav» faregradsklasse, er krav til sikkerhetsfaktor <math>F=1,4</math> eller prosentvis forbedring etter kurve «forbedring» i NVE's veileder.</p> <p>Krav til sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet av fyllingsfronten i elvekanten er fastsatt iht. absolutt krav til sikkerhetsfaktor i Eurokode 7, dvs. <math>F=1,4</math> for udrenerte analyser og <math>F=1,25</math> for drenerte analyser.</p>	
<p>Vurdering om utførte beregninger dekker kritiske faser og områder.</p>	<p>I geoteknisk rapport ref. [9] er det beskrevet at lokalstabilitet (bæreevne) for motfyllingen i samtlige beregningsprofiler er vurdert som tilfredsstillende. Viste kritiske glidesirkler (vedlegg B i rapporten) viser større lokale glidesirkler i elvekanten, som går fra den nedre delen av skråningen og ut ca. ved foten av prosjektert motfylling. Det forutsettes at det også er vurdert lokale glidesirkler, som går fra omtrent bakkant motfylling og ut i elva.</p> <p>Valgte beregningsprofiler vurderes å fange opp kritiske terrengprofiler, samt variasjon i lagdeling og grunnforhold.</p>	<p>Ok.</p>

	<p>Beregningene er utført for dagens situasjon, samt etter utførelse av prosjektert motfylling på både total- og effektivspenningsbasis. Det vurderes dermed at kritiske faser er dekket av utførte beregninger.</p>	
<p>Vurdering av jordparametere basert på tilgjengelig informasjon, samt evt. sammenligning med erfaringsparametere.</p>	<p>I forbindelse med utførte kontrollberegninger i profil G-G (utført innen møte den 08.10.2019) ble det gjort en vurdering av valgte geotekniske parametere i beregningsprofilen.</p> <p>Tolkning av lagdeling, su-profiler og ADP faktorer viste små variasjoner i forhold til valgte verdier av NGI som ikke hadde vesentlig betydning på resulterende sikkerhetsfaktor.</p> <p>NGI hadde i ref. [3] imidlertid anvendt noe lav romvekt på 8,5 kN/m<sup>3</sup> sammenlignet med GrunnTeknikk AS, som i utførte kontrollberegninger hadde anvendt 12 kN/m<sup>3</sup>. Beregningsresultatene viste at dette hadde mye å si for lokalstabiliteten i elvekanten, der beregningene viste sikkerhetsfaktor på F=1,05 med romvekt 12 kN/m<sup>3</sup> sammenlignet med sikkerhetsfaktor F=1,21 med romvekt 8,5 kN/m<sup>3</sup>. I møte den 08.10.2019 ble det derfor anbefalt å gjøre nærmere vurdering av representativ verdi for neddykket romvekt.</p> <p>I etterkant av møtet anbefalte NVE i e-post datert 24.10.2019 å anvende tørr romvekt på 18 kN/m<sup>3</sup> og neddykket romvekt 11 kN/m<sup>3</sup> i prosjektet. GrunnTeknikk er enig i at dette virker fornuftig.</p> <p>NGI har fulgt denne anbefalingen og har anvendt neddykket romvekt på 11 kN/m<sup>3</sup> i de reviderte beregningene i ref. [9].</p> <p>Valgte geotekniske parametere vurderes ellers generelt å virke fornuftig og ligge innenfor typisk anvendte verdier/erfaringsverdier.</p> <p>Modellert elvebunn ser videre ut til å stemme bra med aktuelle elvebunnskart i området.</p>	<p>Ok.</p>

<p>Vurdering av utførte beregninger inkl. lagdeling, parametere og regnemodeller.</p>	<p>Tolket lagdeling, parametere og utførte stabilitetsberegninger vurderes generelt som tilfredsstillende.</p> <p>I rapport ref. [9] fremgår det at lokalstabiliteten i elvekanten for situasjonen etter utførelse av prosjektert motfylling tilfredsstillende absolutte krav til sikkerhetsfaktor angitt i Eurokode 7.</p> <p>I profil D2-D2, G-G, G2-G2 og F-F tilfredsstillende krav til prosentvis forbedring av store glideflater iht. TEK17 (NVE's veileder 7/2014) for ny bebyggelse i tiltakskategori K4. GrunnTeknikk er enig i at det i profil G2-G2 vil være aktuelle 3D effekter som gir tilfredsstillende sikkerhet.</p> <p>I profil 1-1 er det valgt litt lavere sikkerhetsnivå med prosentvis forbedring på ca. 5% for en stor kritisk glidesirkel, samt tilfredsstillende lokalstabilitet i elvekanten over <math>F=1,4</math>.</p> <p>Utførte beregninger og prosjekterte løsninger virker generelt fornuftig og gir samsvarende resultater i de ulike profilene.</p>	<p>Ok.</p>
<p>Stikkprøvekontroll og kontrollberegninger.</p>	<p>Innledningsvis ble det utført en grov overslagsberegning i profil G-G, der det var planlagt en ca. 10 m høy motfylling med skråningshelning 1:1,5 i elva og ned mot båtvraket. Da overslagsberegningen viste tilnærmet labil tilstand ble det utført mer detaljerte kontrollberegninger i GeoSuite stability.</p> <p>Utførte kontrollberegninger er vist i vedlegg 2.</p> <p>Beregninger utført for tidligere prosjektert motfylling i elva med overkant på kote +1 viser for lokale glideflater lav og uakseptabel sikkerhet med sikkerhetsfaktor på <math>F=1,05</math> for udrenert analyse.</p> <p>Det ble i tillegg utført beregninger for en mindre motfylling i elva med overkant på kote -2, som innspill til prosjekterende, som viser tilfredsstillende sikkerhet for både lokalstabilitet og prosentvis forbedring for lange glideflater. Disse resultatene gir bra</p>	<p>Ok.</p>

---


	samsvar med endelig prosjektert motfylling i geoteknisk notat ref. [9] som ligger med overkant på kote -3.	
Vurdering av omfang og gjennomførbarhet av angitte tiltak, inklusiv beskrivelse av utførelse av disse.	<p>I geoteknisk rapport ref. [9] fremgår det ikke vurderinger knyttet til utleggingsprosedyre, samt evt. kritiske forhold som må ivaretas under utfyllingsarbeidene.</p> <p>Vi forutsetter at dette vurderes i samråd mellom prosjekterende og utførende innen oppstart av fyllingsarbeidene.</p>	Ok, forutsatt at prosedyre for fyllingsarbeidene inkl. evt. kritiske forhold vurderes i vurderes i samråd mellom prosjekterende og utførende innen oppstart av fyllingsarbeidene.

## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Skien. Bøle faresone, kontroll prosjekterte sikringstiltak, Geoteknisk kontrollrapport	Dokument nr: 114038n1
Oppdragsgiver: Skien kommune	Dato: 03.04.2020
Emne/Tema: Kontroll geoteknisk prosjektering	

Sted		
Land og fylke: Norge, Telemark	Kommune: Skien	
Sted: Bøle		
UTM sone: 32V	Nord: 6560400	Øst: 536000

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
	Oppsett av dokument/maler	3.4.20	JAG	3.4.20	ges
	Korrekt oppdragsnavn og emne	3.4.20	JAG	3.4.20	ges
	Korrekt oppdragsinformasjon	3.4.20	JAG	3.4.20	ges
	Distribusjon av dokument	3.4.20	JAG	3.4.20	ges
	Laget av, kontrollert av og dato	3.4.20	JAG	3.4.20	ges
	Faglig innhold	3.4.20	JAG	3.4.20	ges

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 3.4.2020	Sign.: 

## Møtereferat

Sak:	<b>Sikring mot kvikkleireskred i Skiensvassdraget - Parsell Bøle Nord - Skien kommune, Telemark</b>				
Møtedato:	8.10.2019	Kl.:	09-11	Sted:	NVE Region sør
Til stede:					
	RS - Region Sør	Martin Nørman Jespersen			
	RS - Region Sør	Harald Sakshaug			
	STIFTELSEN NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT	Bjørn Kalsnes			
	STIFTELSEN NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT	Vittoria Capobianco			
	GrunnTeknikk AS	Geir Solheim			
	GrunnTeknikk AS	Jon Adsersen Gulbrandsen			

Fravær:			
Møteleder	Ellen Davis Haugen		
Referent:	Ellen Davis Haugen	Ref. dato.:	14.10.2019
Saksnr.:	201802078-46	Arkiv:	411
Kopi:			

Nr.	Dagsorden
<b>1</b>	<p><b>Innledning</b></p> <p>Kort innledning til møtet ved Harald og Ellen. Ved vurdering av områdestabilitet for kvikkleiresonen Bøle i Skien har NGI gjort en soneutredning med stabilitetsberegninger i rapport 20130896-02-R <i>Stabilitetsanalyser av kvikkleiresoner 56 Bøle i Skien kommune</i>, rev. 1, datert 19.9.2014. Sikringstiltaket har tiltaksklasse 3 innen fagområdet geoteknikk og dermed kontrollklasse PKK3. Stabilitetsberegningen ble våren 2019 sendt over til uavhengig kontroll av Grunnteknikk AS. Grunnteknikk har etterspurt dokumentasjon på noen av NGIs vurderinger, og møtet 8. oktober holdes for gjennomgå dette.</p> <p>NVE skriver referat, men NGI noterer seg ev. avvik som må lukkes i fht. den uavhengige kontrollen.</p>
<b>2</b>	<p><b>Dokumentasjon på avgrensning av kvikkleiresonen i nord og sør</b></p> <p>Bjørn presenterte historikken rundt soneopptegningen. Se presentasjon vedlagt. Notat fra 2009 dokumenterte dagens avgrensning i nord (ved Bølevegen 130), men det viste seg å være feil.</p>

	<p>Derfor må dagens grense utvides nordover forbi båthavna ved Bølevegen 118. Det er gjort seks sonderinger og tatt opp to stk prøveserier nord for dagens grense. Sonderinger og prøveserier viser tykkere lag med sprøbruddmateriale (<math>c_{u,r} &lt; 1,27</math>) (<i>etterskrift: Med omrørt skjærfasthet målt fra konus etter ny NS-EN ISO-standard 17892-6 så er kvikkleire <math>c_{u,r} &lt; 0,33</math>. Det ser ikke ut som det er så lave verdier i prøveserien i pkt 315 og 317</i>).</p> <p>I sør foreligger det grunnundersøkelser fra utredning gjort for Hydro (NGI-rapport 20081520-1), hvor punkt 501 og 502 ligger like nord for Menstad-brua, ved Bølevegen 208. Punkt 501 nærmest elva viser ikke kvikkleire, mulig kvikkleire i 502. Topografien sør for sonegrensa er mye flattere enn innenfor sona. I tillegg viser flyfoto og gamle kart at det ser ut til å være en oppfylt ravine hvor sonegrensa ligger. Med dette til grunn mener NGI at sonegrensa er godt dokumentert.</p> <p>NVE oversender NGI-rapport 20081520-1 til GrunnTeknikk.</p>
3	<p><b>Dokumentasjon av lokalstabilitet/bæreevne for prosjektert motfylling i Skienselva</b></p> <p>Grunnteknikk har gjort en gjennomgang av parametrene i NGI-rapport 20130896-02-R, og gjort stikkprøveberegning av stabilitet i profil G-G. Jon presenterte disse. Resultatene på store glideflater er tilnærmet like, forskjeller pga valg av ADP-faktorer, lagdeling og su-profiler, men ikke vesentlig differanse. GrunnTeknikk beregnet lokalstabilitet for sprengsteinsfyllingen og får lavere stabilitet enn NGI (<math>F_c = 1,05</math> vs <math>1,22</math>) pga valgt høyere neddykket vekt for sprengsteinsfyllingen: <math>12 \text{ kN/m}^3</math> (antatt tørr romvekt <math>19 \text{ kN/m}^3</math> og porøsitet 30%). GrunnTeknikk sjekket stabiliteten for en lavere og dermed mindre støttefylling (topp kote -2), og det ser ut som man skal klare å oppnå tilfredsstillende lokal og områdestabilitet med dette også.</p> <p>Neddykket romvekt er avgjørende for lokalstabiliteten av fyllinga. NGI har brukt <math>10,5 \text{ kN/m}^3</math> (tørr romvekt <math>18,5 \text{ kN/m}^3</math>). Dette tilsvarer en porøsitet i fyllinga på 20 %. Fyllingen skal bestå av sprengstein velgradert 20-300mm. <b>NVE sjekker hva som er dokumentert og brukt i tidligere prosjekt for neddykket romvekt.</b> GrunnTeknikk presiserte at de ikke sitter med fasiten, men at det er viktig at dette blir vurdert.</p> <p>Bjørn presenterte NGI sine stabilitetsanalyser og vurderinger rundt GrunnTeknikks innspill på lokalstabilitet. Generell enighet med GrunnTeknikk, avventer vurdering fra NVE vedrørende neddykket romvekt.</p>
4	<p><b>Drøfting rundt avslutning av sikring nord for Bølevegen 130</b></p> <p>Pga at ny sonegrense strekker seg mye lengre nord enn tidligere antatt, så vil ikke hele sona kunne sikres iht kravene for ny bebyggelse. For å sikre eksisterende bebyggelse (Fra Bølevegen 130 og sørover) har NGI vurdert at det er tilstrekkelig å sikre opp til den lille ravine ca 100 m nord for dagens sonegrense. Ved ny bebyggelse i tiltakskategori K4 må sikringen av hele sona først ferdigstilles iht kravene i TEK17, øvrige tiltakskategorier (K0-K3) kan gjennomføres med dokumentert ingen forverring av stabilitet (pga lav faregrad).</p> <p>NGI har regnet på motfylling i profil 1-1 med 10% forbedring (iht krav til ny bebyggelse). Motfyllingen kommer opp til kote +1, og det er lite hensiktsmessig i fht bruk av elva (seilingsdyp osv). <b>NVE ber NGI om å se på hvor stor forbedring man kan oppnå i profil 1-1 dersom motfyllingen kun går opp til kote -3.</b></p>



**Ønske fra NVE:** Sikring fram til og med tomtegrense for Gnr/bnr 63/812 (dvs t.o.m. virkeområdet for profil F) må tilfredsstille kravene i TEK17 for ny bebyggelse tiltakskategori K4. Nord for grensen til 63/812 opp til den lille ravina må det gjøres en geoteknisk skjønnsmessig vurdering i fht hva som er tilstrekkelig størrelse på motfyllingen (prosentvis forbedring) for å hindre sidevegs skredutbredelse som kan ramme eksisterende bebyggelse. GrunnTeknikk forholder seg til hva NVE/NGI kommer frem til av anbefalinger for eksisterende bebyggelse, siden det ikke er formelle lovkrav.

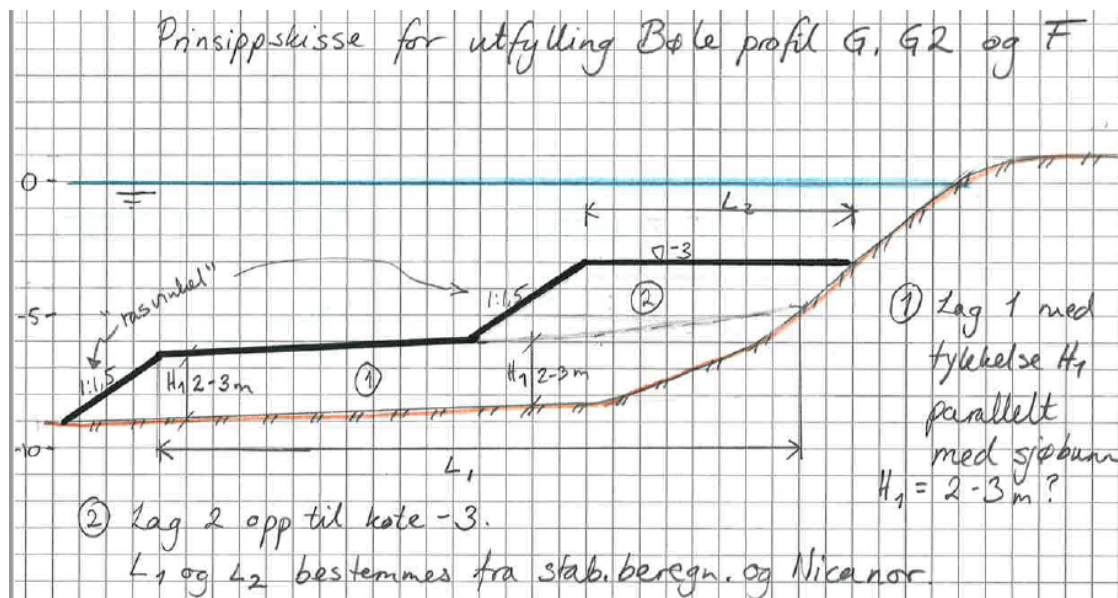
**4 Drøfting rundt utforming av motfyllingen ved Nicanor (kun med NGI) og punkt som må sjekkes av NGI**

Bjørn presenterte NGIs reviderte beregninger for stabilitet mot Nicanor-vraket.

1) NVE ber om at kaikonstruksjon og bygninger tas med i plan og profiler. Plassering av kaifront, vannkant terreng) og Nicanor-vraket må også sjekkes i profilene, da det er flere ting som ikke stemmer overens.

2) NVE ønsker at NGI sjekker om det er mulig å få til motfylling i profil G2, G og F opp til kote -3, under forutsetning at prosentvis forbedring iht TEK17 og lokalstabilitet ivaretas. For anleggsteknisk utførelse av fyllingene er det praktisk å kunne legge de ut i jevne lag (med faste lagtykkelser parallelt med sjøbunn) fra splittlekter før innerste tilpassing opp til kote -3. Lagene kan trappe av i fronten, med rasvinkel fordi det fra 5-10 m dyp er vanskelig å få dette til nøyaktig. Se prinsippskisse under – denne må tilpasses profilene og beliggenheten av Nicanor.

I profil D2 kan fyllingen gå opp til kote 0.



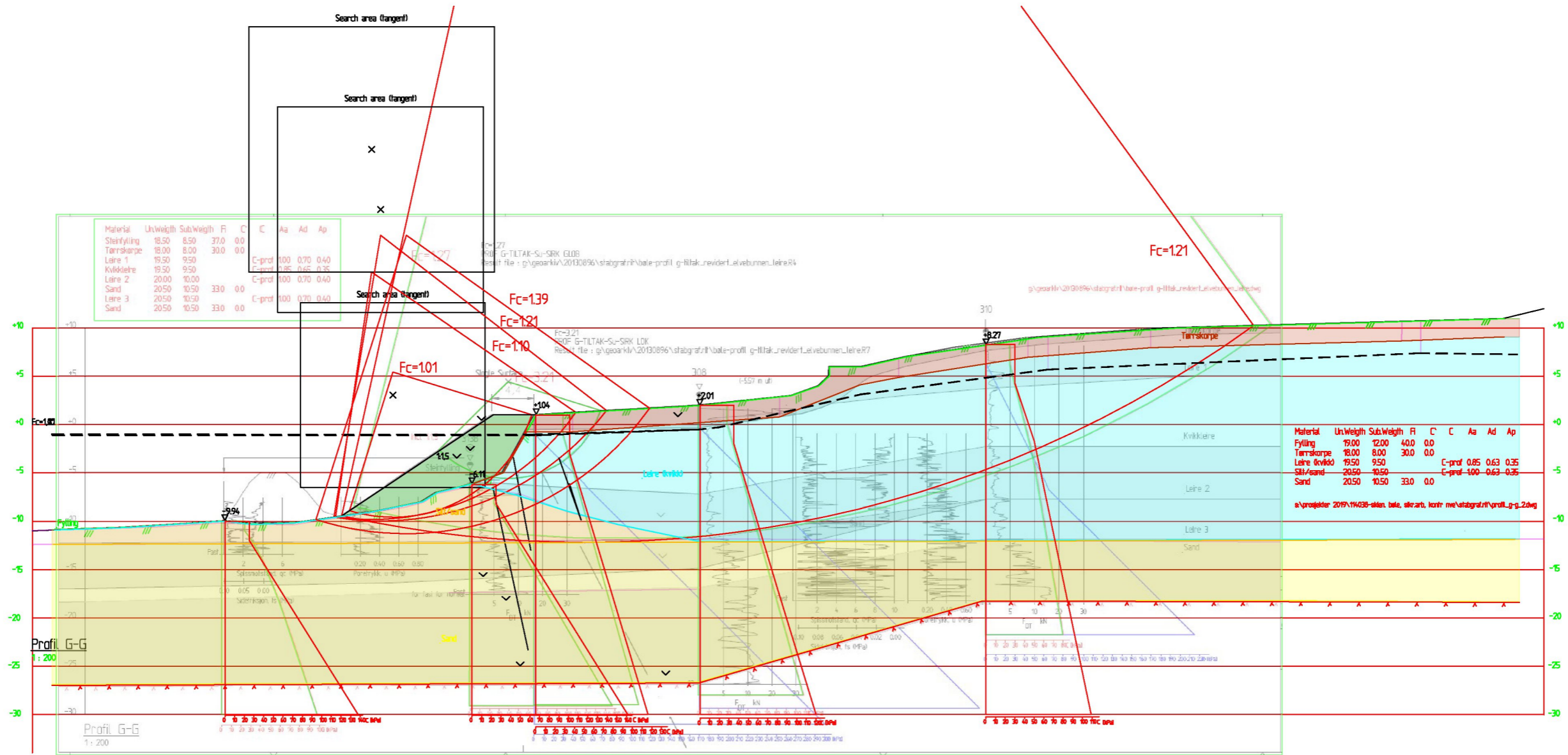
NGI må vurdere geoteknisk toleranse i fht både lokalstabilitet og tilstrekkelig øking av områdestabilitet. NVE kan også gi innspill til NGI om anleggsteknisk toleranse.

3) De reviderte tegningene som NGI oversendte NVE 4.10.2010 er nye G2 i nordenden av vraket er bedre enn profil G. Pga 3D-effekter kan fyllingen skrås fra profil D2 til F, slik at det ikke er behov for å komme så nær vraket. NGI ser om dette fortsatt kan gjøres slik med motfylling opp til kote -3 som beskrevet over, og justerer plantegningen iht dette.

	<p>4) NVE påpekte at fyllingen i G2 ser lengre ut enn fyllingen i profil G (tverrsnitt), men motsatt på plantegningen. NGI sjekker at kartgrunnlag og profiler stemmer overens, ref. pkt 2.</p> <p><b>NGI gjennomfører disse punktene og avklarer nye forslag til profiler med NVE før de tar dette inn i detaljprosjekteringsnotatet.</b></p>
<b>5</b>	<p><b>Framdrift</b></p> <p>Prosjektet er allerede ½ år forsinket. Grunneieravtaler og nabovarsling må revideres etter at nytt prosjekt er utformet på grunnlag av nye stabilitetsberegninger.</p> <p>NVE tar stilling til hvordan prosjektet videreføres etter at NGI har beregnet krav til sikring i hvert enkelt profil med tilhørende virkeområde.</p>

Beregnings nr.	Analyse	Sikkerhetsfaktor	Kommentar
PROFIL_G-G_2	Totalspenning	1,01 lokalstabilitet 1,21 stor glideflate <b>NGI 1,27 stor glideflate</b>	Prosjektert støttefylling (uten terrenglast) Parametere forskjellige fra NGI: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagdeling (mer konservativ)</li> <li>- Parametere sprengstein (mer konservativ)</li> <li>- ADP faktorer (mer konservativ)</li> <li>- Su-profiler (litt mindre konservativ for lange flater)</li> </ul>
PROFIL_G-G_6	Totalspenning	1,05 - lokalstabilitet <b>NGI 1,22 lokalstabilitet</b> 1,33 stor glideflate <b>NGI 1,27 stor glideflate</b>	Prosjektert støttefylling Parametere forskjellige fra NGI: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parametere sprengstein (mer konservativ)</li> <li>- Su-profiler (litt mindre konservativ for lange flater)</li> </ul> <p><i>NB! Terrenglast tilnærmet ingen betydning kritiske flater.</i></p>
PROFIL_G-G_7	Totalspenning	1,21 - lokalstabilitet <b>NGI 1,22 lokalstabilitet</b> 1,32 stor glideflate <b>NGI 1,27 stor glideflate</b>	Prosjektert støttefylling Parametere forskjellige fra NGI: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Su-profiler (litt mindre konservativ for lang flater)</li> </ul>
PROFIL_G-G_8	Totalspenning	1,37 lokalstabilitet  1,33 stor glideflate (1,27 dagens)	Skissemessig forslag til utforming støttefylling GT Parametere forskjellige fra NGI: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parametere sprengstein (mer konservativ)</li> <li>- Su-profiler (litt mindre konservativ)</li> </ul>

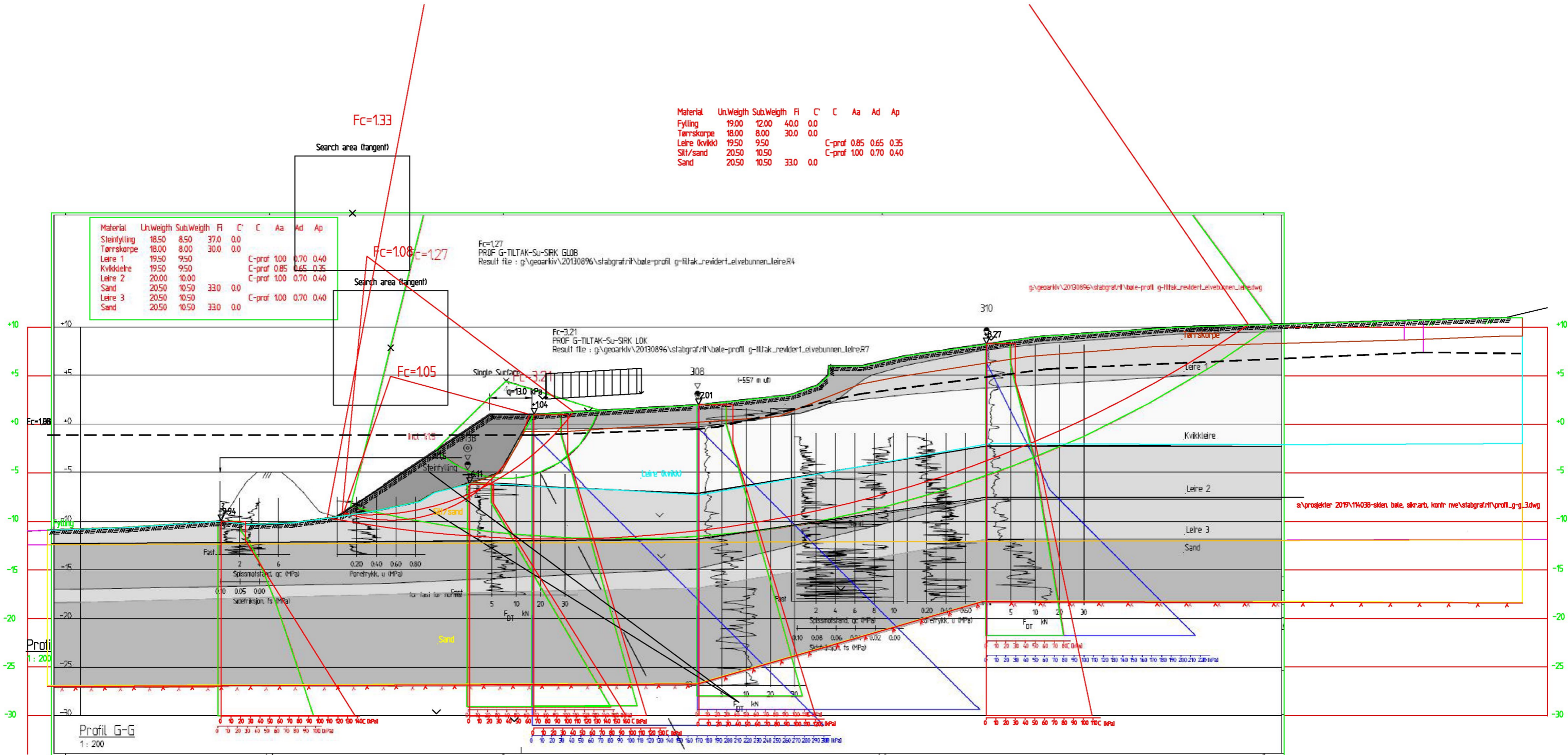
# Beregning G-G\_2-GT



# Beregning G-G\_6-GT

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	12.00	40.0	0.0				
Tærskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire (kvikkl)	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.35
Silt/sand	20.50	10.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Sand	20.50	10.50	33.0	0.0				

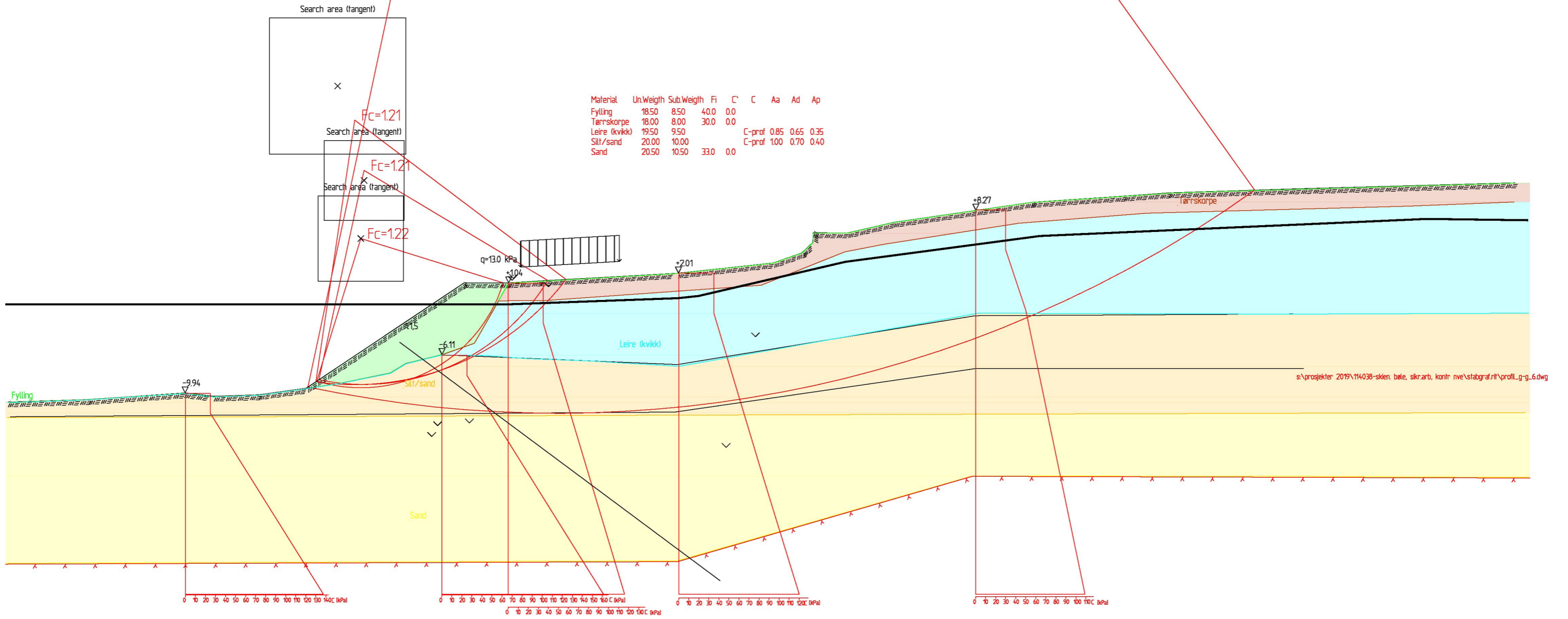
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.50	8.50	37.0	0.0				
Tærskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.35
Leire 2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Sand	20.50	10.50	33.0	0.0				
Leire 3	20.50	10.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Sand	20.50	10.50	33.0	0.0				



# Beregning G-G\_7-GT

Fc=1.32

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	18.50	8.50	40.0	0.0				
Tærnskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire (kvikk)	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.35
Silt/sand	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Sand	20.50	10.50	33.0	0.0				



# Beregning G-G\_8-GT

