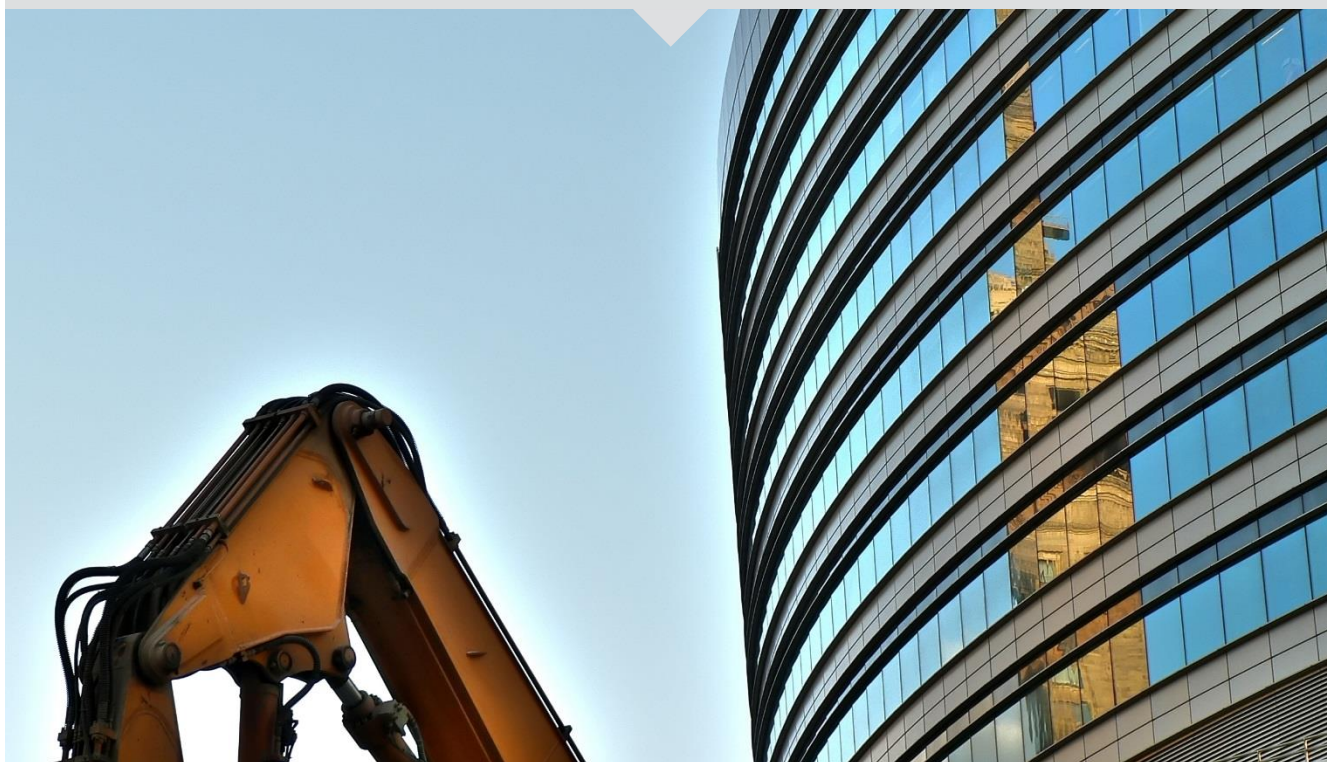


Neset kommune

# Kvikkleireutredning

Gang- og sykkelveg, Fv 62 Hargota - Jevika



Oppdragsnr.: 5184198 Dokumentnr.: 5184198-RIG02 Versjon: 02  
2019-06-19

**Oppdragsgiver:** Nesset kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Hogne Frydenlund  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde  
**Oppdragsleder:** Ingelin Gjengedal  
**Fagansvarlig:** Simone Dorigato  
**Andre nøkkelpersoner:** Torgeir Døssland

02	2019-06-19	Korrigert etter utført kvalitetssikring	IngGj	ToDos	IngGj
01	2018-11-09	For bruk	IngGj	SiDor/ToDos	IngGj
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Sammendrag

Basert på grunnundersøkelser utført av NGI og Norconsult er det utført en kvikkleireutredning for 3 områder langs Fylkesveg 62 i Nesset kommune.

To kvikkleiresoner er tidligere kartlagt av NVE basert på boringer utført av NGI i 2013, og det ble mistanke om enda en kvikkleiresone under grunnundersøkelser utført av Norconsult AS i 2017 i forbindelse med planlegging av ny gang- og sykkelveg mellom Hargota og Jevika. I 2018 ble det utført supplerende grunnundersøkelser i de tre kvikkleireområdene for å avgrense sonene og å utrede områdene.

Denne rapporten omhandler kvikkleireutredning for de tre sonene.

For de tre områdene er det satt opp følgende føringer:

- Konsekvensklasse: **CC3**
- Faregrad: **middels** (poengsum varierer mellom 19 og 22 for de tre områdene)
- Tiltaksklasse: **3**
- Tiltakskategori: **K2**
- Materialfaktor: **1,4** (NVE) eller **1,6** (SVV)

For område 1 er det ikke beskrevet tiltak.

For område 2 er det for profil 810 beskrevet at tidligere planlagt busslomme i dette området må flyttes, og gang- og sykkelvegen må heves. For profil 900 er det anbefalt en løsning med jordnagling. Løsningen må prosjekteres.

For område 3 (profil 1390, 1460 og 1500) er det beskrevet flere nødvendige tiltak. Ved Profil 1390 må permanent skråning utslakes til 1:3. Ved Profil 1460 må permanent skråning utslakes til 1:2.

For Profil 1500 skal det etableres mur mot eksisterende enebolig. På grunn av for lav sikkerhet i anleggsfasen er det anbefalt å evakuere eneboligen under gravearbeider, samt å utføre gravearbeider seksjonsvis og å etablere mur hurtig. Skråningen må overvåkes under gravearbeider. Alternativt kan skråningen sikres med jordnagling.

Som registreringer fra elektriske piezometre viser, varierer grunnvannsnivået i området med årstiden. Om det er praktisk mulig anbefales det å planlegge anleggsarbeider utført på vår/sommer, da lavere grunnvannsnivå øker sikkerhet under utførelse.

Dersom det under gravearbeider skulle påtreffes løsmasser med kvikkleire- eller sprøbruddkarakter må arbeid stoppes og geotekniker kontaktes.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Orientering</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Prosjekteringsforutsetninger</b>	<b>7</b>
2.1	Styrende dokumenter	7
2.2	Geoteknisk kategori	7
2.3	Partialfaktorer for jordparametre	7
2.4	Partialfaktorer for påvirkning	8
2.5	Nyttelaster	8
<b>3</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>9</b>
3.1	Grunnundersøkelser utført i 2017	9
3.2	Supplerende grunnundersøkelser i 2018	9
3.3	Grunnundersøkelser utført av Geovest-Haugland i 2008	9
3.4	Tidligere grunnundersøkelser utført av Rambøll for NGI	9
<b>4</b>	<b>Kvikkleirekartlegging</b>	<b>11</b>
4.1	Løsneområde	12
4.2	Utløpsområde	12
4.3	Tiltaksklasse og faregrad	14
<b>5</b>	<b>Parametervalg</b>	<b>18</b>
5.1	Tolkede parametre fra laboratorieforsøk	18
5.2	Tolkede parametre fra utførte trykksonderinger (CPTU)	19
5.3	Poretrykksmålinger	19
5.4	Benyttede parametere i beregninger	20
5.5	Krav til materialfaktor	21
<b>6</b>	<b>Stabilitetsberegninger med beskrivelse av tiltak</b>	<b>22</b>
6.1	Beskrivelse av strekningen	22
6.2	Profil 240 / C-C	23
6.3	Profil 810 / G- G	23
6.4	Profil 840	24
6.5	Profil 900 / H-H	24
6.6	Profil 1390 / I-I	25
6.7	Profil 1460 / K-K	25
6.8	Profil 1500 / L-L	25
<b>7</b>	<b>Konklusjon/merknader</b>	<b>27</b>
7.1	Oppsummering av tiltak	27



7.2	Generelle merknader	27
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>28</b>

## Tabeller

Tabell 1:	Partialfaktorer for påvirkning	8
Tabell 2:	Vurdering av faregrad område 1	15
Tabell 3:	Vurdering av faregrad område 2	16
Tabell 4:	Vurdering av faregrad område 3	17
Tabell 5:	Tolkede verdier fra treaksialforsøk	18
Tabell 6:	Tolkede verdier fra ødometerforsøk	19
Tabell 7:	Benyttede parametere for hvert lag	20
Tabell 8:	Beregnet sikkerhetsfaktorer – global og lokal stabilitet nord for Fylkesveg 62	22
Tabell 9:	Beregnet sikkerhetsfaktor for skråning sør for Fylkesveg 62	22

## Figurer

Figur 1	Oversiktsbilde som viser strekning for ny gang- og sykkelveg	6
Figur 2	Kvikkleiresoner "Jevika" og "Høvika"	6
Figur 3	Tabell 205.1 og 205.2 fra [8]	7
Figur 4	Dreietrykksonderinger utført av NGI i kvikkleiresonen "Jevika"	10
Figur 5	Dreietrykksonderinger utført av NGI i kvikkleiresonen "Høvika"	10
Figur 6	Prøvetaking utført i Posisjon 39	10
Figur 7	Marin grense	12
Figur 8	Prinsippskisse for løsneområde og utløpsdistanse, hentet fra [11]	13

## Tegninger

Innhold	Format	Målestokk	Tegn. nr.
Tegning med kvikkleire-/sprøbruddmarkering	A3	1:2500	V200-V202
Tegning med løsne- og utløpsområder	A3	1:5000 / 1:2500	V203-V204
Tegninger som viser profiler og stabilitetsberegninger	A1	Variabel	V205 – V222

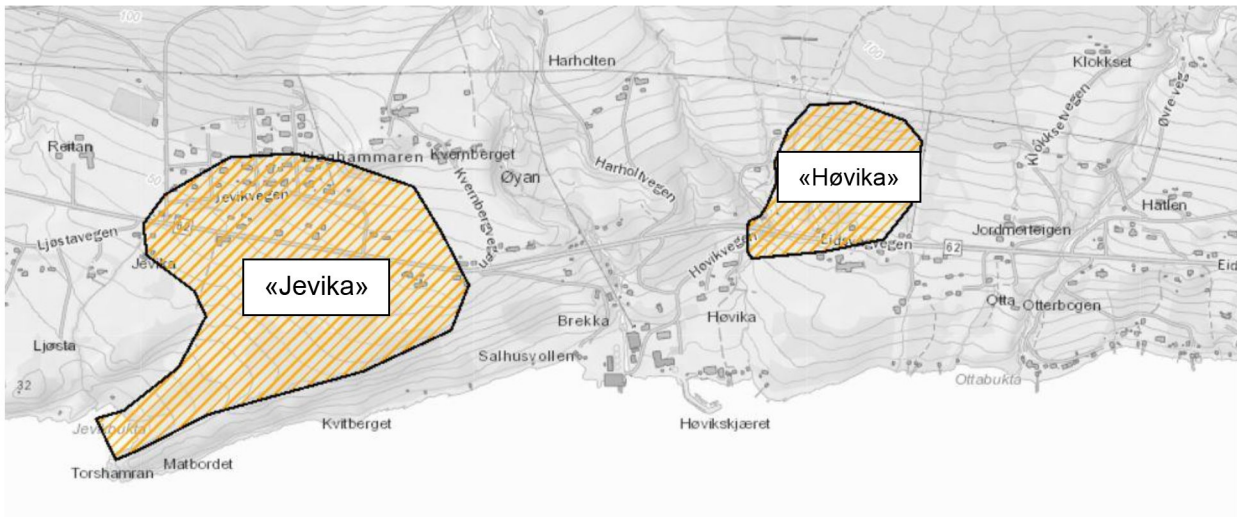
# 1 Orientering

Det skal bygges en ny gang- og sykkelveg langs Fylkesveg 62 på strekningen mellom Jevika og Hargota i Nesset kommune. Den nye gang- og sykkelvegen går gjennom kvikkleiresonerne «Jevika» og «Høvika» kartlagt av NVE. Denne rapporten omhandler kvikkleireutredning for strekningen.

Tidligere (i 2017) er det utført grunnundersøkelser langs den planlagte gang- og sykkelvegen [1] og det ble utarbeidet en tilhørende prosjekteringsrapport for strekningen [2]. Før sommeren i 2018 ble det utført supplerende grunnundersøkelser for å avgrense kvikkleiresoner på strekningen, resultater fra felt- og laboratoriearbeid, inkludert tolkninger av disse ble presentert i en egen rapport [3].



Figur 1 Oversiktsbilde som viser strekning for ny gang- og sykkelveg



Figur 2 Kvikkleiresoner "Jevika" og "Høvika"

Oversikt over plassering for den nye gang- og sykkelvegen er vist på Figur 1, og kvikkleiresoner fra NVE ([www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)) er vist på Figur 2.

## 2 Prosjekteringsforutsetninger

### 2.1 Styrende dokumenter

- Kvikkleireveileder 7/2014 fra NVE [4]
- Håndbok N200 fra Statens vegvesen: «Vegbygging» [5]
- Håndbok V220 fra Statens vegvesen: «Geoteknikk i vegbygging» [6]
- Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler [7]

### 2.2 Geoteknisk kategori

På grunn av kompleksitet og konsekvens av skred skal vegprosjekter i kvikkleireområder alltid vurderes klassifisert i Geoteknisk kategori 3, iht Håndbok N200 fra Statens Vegvesen.

Geoteknisk kategori 3 omfatter «konstruksjoner i områder hvor det er sannsynlig at grunnen er ustabil, eller der det forekommer vedvarende bevegelser i grunnen som krever separate undersøkelser eller spesielle tiltak». Deler av den nye gang- og sykkelvegen som ligger innenfor kvikkleiresoner (og som er behandlet i denne rapporten) vurderes å havne i geoteknisk kategori 3.

### 2.3 Partialfaktorer for jordparametre

Partialfaktorer for jordparametre for lokalstabilitet er gitt i tabell 205.1 og Tabell 205.2 i Håndbok N200 fra Statens Vegvesen:

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

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

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

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

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

Figur 3 Tabell 205.1 og 205.2 fra [8]



Partialfaktor er avhengig av skadekonsekvens og bruddmekanisme. Bruddmekanisme vil avhenge av grunnforhold, og vurderes her til **sprøtt, kontraktant brudd (pga sprøbruddmateriale/kvikkleire)**. Konsekvensklassen for Fylkesveg 62 vurderes til **CC3 Meget alvorlig**.

For områdestabilitet gjelder krav til partialfaktor gitt i NVEs kvikkleireveileder [4].

Endelig valg av partialfaktorer er presentert i kapittel 5.5.

## 2.4 Partialfaktorer for påvirkning

Det skilles mellom partialfaktor for permanent ( $\gamma_G$ ) og variabel ( $\gamma_Q$ ) påvirkning i Eurokodene.

Eurokode skiller mellom  $\gamma_F$  for geoteknisk last eller om det er en konstruksjonslast. Nedenfor er det satt opp en sammenstilling av det som anses å være relevant for dette prosjektet.

Tabell 1: Partialfaktorer for påvirkning

	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	Tabell
Jordtrykk (geotekniske laster)	1,0	-	E0 NA.A1.2(C) og NA.A2.4(C)
Trafikklast *	-	1,3 (0 om ugunstig)	E0 NA.A2.4(C)
Bygningslast	1,35	1,5 (0 om ugunstig)	E0 NA.A1.2(B)

\*Partialfaktor for trafikklast er i Statens vegvesens håndbok N200 [5] satt til 1,3. Denne faktoren benyttes for geotekniske beregninger som stabilitet og støttekonstruksjoner. For laster fra konstruksjoner benyttes lastfaktorsettet B1 eller B2 fra NS-EN 1990.

## 2.5 Nyttelaster

For geotekniske stabilitetsberegninger skal det i henhold til Håndbok N200 fra Statens Vegvesen regnes med trafikklast (karakteristisk last) på 15 kPa jevnt fordelt over hele vegens bredde inkludert vegskulder hvis ugunstig, og 0 kPa hvis lasten har gunstig virkning. For gang- og sykkelveger skal det benyttes en jevnt fordelt last på 10 kPa.

## 3 Grunnforhold

### 3.1 Grunnundersøkelser utført i 2017

I 2017 ble det utført grunnundersøkelser i 46 posisjoner langs Fv 62 mellom Jevika og Hargota. Boreposisjoner er benevnt N1 - N46. Det ble utført totalsondering i alle posisjonene, og det ble supplert med representativ prøvetaking i 11 posisjoner, trykksonderinger (CPTU) i 9 posisjoner og det ble installert to hydrauliske piezometer i posisjon N7. Det ble ikke verifisert kvikkleire/sprøbruddmateriale under laboratorieanalyser, men for trykksonderinger utført i posisjon N3, N7, N12, N22 og N44 kan det i noen dybdeintervaller tolkes som indikasjoner på sprøbruddmateriale.

For mer detaljer se [1].

### 3.2 Supplerende grunnundersøkelser i 2018

Det er utført totalsonderinger i 24 nye posisjoner (Posisjon S1 – S24) i 2018. Det er tatt opp uforstyrrede sylindrerprøver (75/54 mm) fra 5 av de nye posisjonene, og forstyrrede poseprøver med naver i 9 posisjoner. Det er utført trykksondering (CPTU) i 8 posisjoner, og installert elektrisk piezometer i 4 posisjoner. Det er utført rutineforsøk på laboratoriet, samt avanserte forsøk i form av treaksial- og ødometerforsøk.

Ved å tolke utførte totalsonderinger er det funnet mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale i posisjon S2 – S5, S8 – S10, S12, S15 og S19 – S23. Ved bruk av tolkning av trykksonderinger etter NIFS-metoden [9] er det funnet mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale i posisjon S2, S5, S7, S9, S15, S19 og S20. Ved bruk av konusforsøk på laboratoriet er det verifisert kvikkleire i posisjon S5 og S20, sprøbruddmateriale i posisjon S3, S12, S15 (muligens i posisjon S21) og materiale på grensen til sprøbruddmateriale i posisjon S2 og S19.

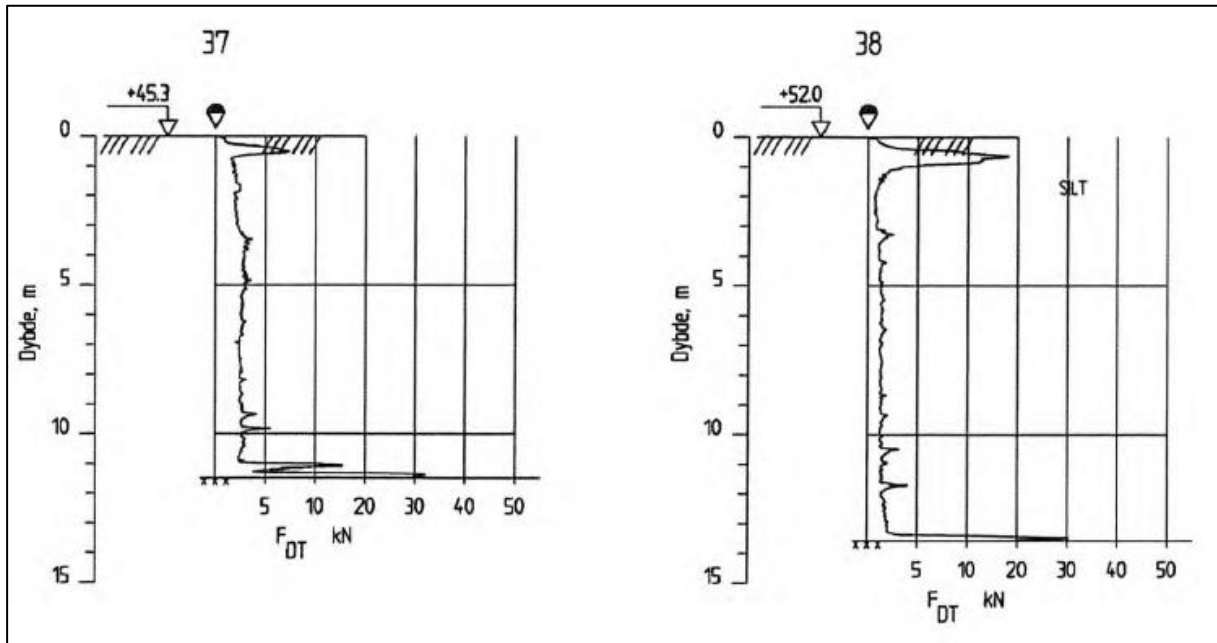
For mer detaljer se [3].

### 3.3 Grunnundersøkelser utført av Geovest-Haugland i 2008

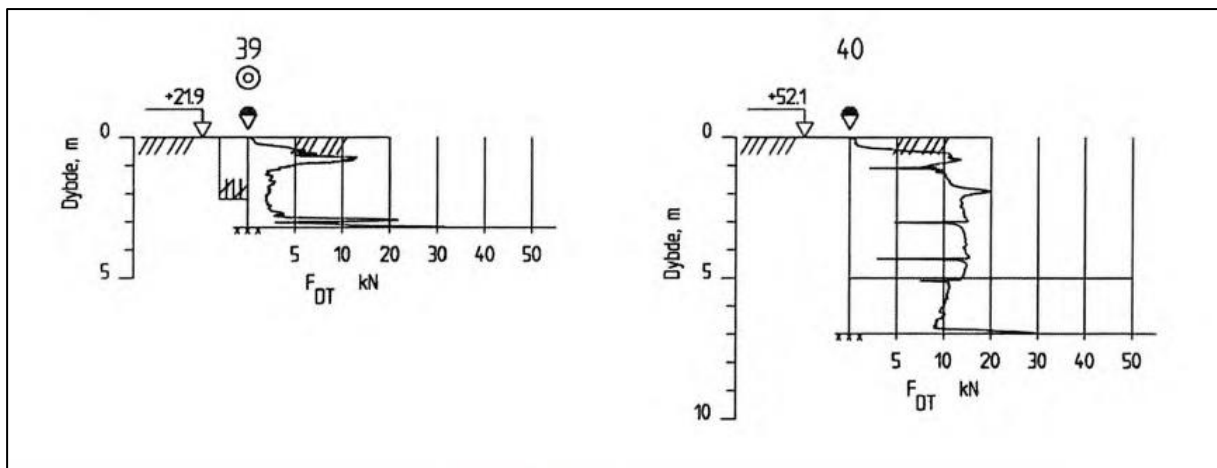
I 2008 ble det utført 4 borer av Geovest-Haugland i forbindelse med Heina Kraftverk [9]. Disse 4 boringene er inkludert i boreplan, på Tegning V201.

### 3.4 Tidligere grunnundersøkelser utført av Rambøll for NGI


I forbindelse med en kvikkleirekartlegging for kartbladene Tingvoll og Eide har NGI utført grunnundersøkelser i området [10]. Det er disse boringene kvikkleiresoner «Jevika» og «Høvika» er basert på. Aktuelle borer er vist i Figur 4 - Figur 6.



Figur 4 Dreietrykkssonderinger utført av NGI i kvikkleiresonen "Jevika"



Figur 5 Dreietrykkssonderinger utført av NGI i kvikkleiresonen "Høvika"

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet (C <sub>u</sub> ) i kPa				S <sub>t</sub>
				10	20	30	40		20	40	60	80	
	LEIRE, siltig lønnskorpellekker		33					21.2					3

Figur 6 Prøvetaking utført i Posisjon 39



## 4 Kvikkleirekartlegging

I NVEs kvikkleireveileder 7/2014 er det en prosedyre for identifisering og avgrensning av kvikkleireområder med potensiell skredfare:

1. Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være:
  - Omfanget av utredningen tilpasses plannivå og planformål/tiltakskategori. Dette prosjektet er på reguleringsplannivå, og har havnet i tiltakskategori K2. Iht kapittel 4.3 i veilederen skal områdestabilitet utredes, faresoner identifiseres, avgrenses og faregradsklassifiseres. Utløpsområder der skredmasser kan utgjøre fare må vurderes og avgrenses.
2. Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense:
  - Figur 7, som er hentet fra [www.ngu.no](http://www.ngu.no), viser at området ligger under marin grense.
3. Avgrens områder med marine avsetninger: Se punkt 7 og 8.
4. Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området:
  - Figur 2 viser tidligere kartlagte kvikkleiresoner «Jevika» og «Høvika».
5. Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred: Se punkt 7 og 8.
6. Gjennomføring av befarings og grunnundersøkelser:
  - Det er utført supplerende grunnundersøkelser i 3 områder langs strekningen (Posisjon S1 – S24). Det er først (mot vest) undersøkt i kvikkleiresonen «Jevika» kartlagt av NVE, deretter er det et område øst for dette som er utført supplerende grunnundersøkelser for, fordi grunnundersøkelser utført i 2017 viste indikasjoner på sprøbruddmateriale her. Dette området er vest for/inntil Høvikelva. Til sist er det utført supplerende grunnundersøkelser for kvikkleiresonen «Høvika» kartlagt av NVE.
7. Avgrens løснеområder med nøyaktig:
  - Basert på utførte grunnundersøkelser og observasjoner i felt er løснеområder beskrevet i kapittel 4.1 og vist på Tegning V203-V204.
8. Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser:
  - Beskrevet i kapittel 4.2 og vist på tegning V203-V204.
9. Avgrens og klassifiser faresoner:
  - Løsne- og utløpsområder plasseres i faregradsklasser etter kriteriene gitt i Tabell på side 24 i kvikkleireveilederen. Utløpsområder gis samme faregrad som løснеområdet. Se Tabell 2, Tabell 3 og Tabell 4 for faregradsvurdering av de tre områdene (på side 24).
10. Stabilitetsvurderinger med dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet:
  - Det er utført stabilitetsberegninger for alle tre områdene.
  - I det første området skråner terrenget svakt nedover mot fjorden, og den nye gang- og sykkelvegen glir inn i terrenget. Det vil ikke bli store fyllinger og/eller skjæringer her, og det er ikke sett på som et problematisk område å etablere gang- og sykkelveg. Det er tatt ut 1 profil der det er beregnet områdestabilitet for dagens og fremtidig situasjon med gang- og sykkelveg.
  - I område nr 2 er områdestabiliteten kontrollert for 2 profiler.

- I område nr 3 er områdestabiliteten kontrollert for 3 profiler.



Figur 7 Marin grense

## 4.1 Løsneområde

Der kvikkleiresoner ikke naturlig avgrenses på grunn av berg i dagen eller elver, er det utført supplerende borer for å avgrense sonene. For sonen «Jevika» (kalt Område 1 på Tegning V203) ble boreplanen utvidet med borer mot vest (Posisjon S20 – S23) på grunn av mulig kvikkleirefunn i posisjoner utført i faresonens grense mot vest. Det ble boret et stykke vest for Jevika, og da det ble avdekket mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale i disse posisjonene også, ble det sett som fornuftig å koble sammen sonen «Jevika» med kvikkleiresone «Leira» (vist i Tegning V203). Berg i dagen som er vist på Tegning V200 i sørvestre hjørne er observert og innmålt av grunnborere i felt.

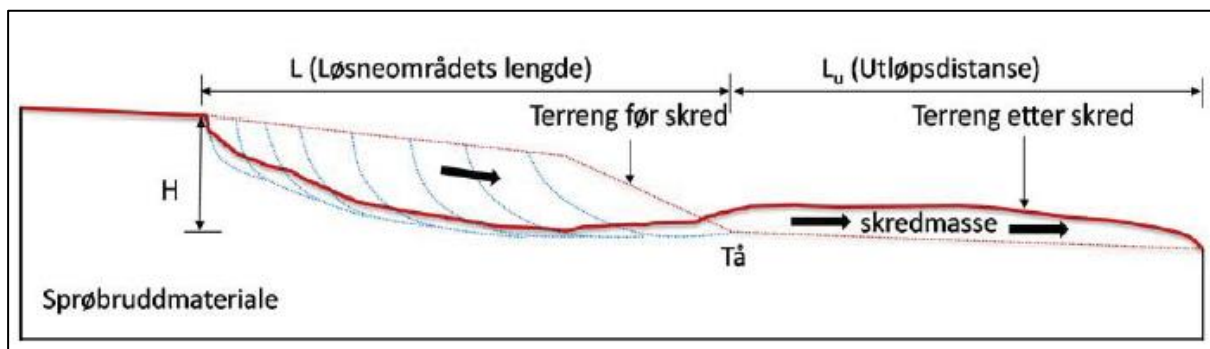
Mot nord er sonen avgrenset med en boring som viser faste masser (posisjon S24), og mot øst er sonen avgrenset med en boring som ikke viser indikasjon på løsmasser med kvikkleire/sprøbruddegenskaper (posisjon S1) og berg i dagen.

For kvikkleireområdet like vest for Høvikelva er sonen avgrenset mot vest av boring S1 og berg i dagen, og mot nord og sør av berg i dagen.

Kvikkleiresonen «Høvika» (kalt Område 3 på tegning V204) er avgrenset mot vest av boring N20 og N21, mot nord med boring S14, S16 og S18, mot sør av tidligere boring O39 (boring utført av Rambøll for NGI) og S17, og mot øst av boring N27.

## 4.2 Utløpsområde

I NVE-rapport 14/2016 [11] er det foreslått metode for vurdering av utløpsområde basert på visse kriterier. Utløpsområde er området der skredmassene avsettes nedenfor skredgrova. Anbefalt estimat av utløpsdistanse ( $L_u$ ) er basert på løsnedistanse ( $L$ ), skredtype og topografiske forutsetninger.



Figur 8 Prinsippskisse for løsnakeområde og utløpsdistanse, hentet fra [11]

Et retrogressivt skred er et skred som utvikles ved at skaller glir ut i en serie av etterfølgende rotasjons- og/eller flakskred. Skredet griper bakover og i mange tilfeller sideveis i sprøbruddmateriale. Et flakskred er et skred der hele laget over glideflaten glir ut som et flak i et tilnærmet monolitisk stykke.

For område 1 er det funnet omrørt skjærfasthet  $< 1$  kPa. Slik leire blir tilnærmet helt flytende og kan flyte langt vekk fra løsnakeområdet. Det antas at dersom det går et skred i område 1 vil løsnakeområdet rekke helt ned til strandsonen.

For område 2 og 3 er det ikke påtruffet (men kan fortsatt være) leire med omrørt skjærfasthet  $< 1$  kPa. Leire med høyere omrørt skjærfasthet enn 1 kPa blir ikke like flytende i omrørt tilstand, og for slik leire vil utløpsområdet være mer begrenset (avhengig av skredvolum og skråningshelning nedenfor løsnakeområdet).

I NVEs kvikkleireveileder er det en metode for avgrensning av utløpsområder tilpasset reguleringsplannivå som følger:

- Ved retrogressive skred i åpent terreng: utløpsdistanse  $L_u = 1,5 \cdot$  løsnedistanse  $L$
- Ved flakskred eller rotasjonsskred, i alle typer terreng: utløpsdistanse  $L_u = 0,5 \cdot$  løsnedistanse  $L$

For vurdering av sannsynlig opptredende skredtype kan man bruke følgende kriterier:

Retrogressive skred opptrer når mektighet av kvikkleire/sprøbruddmateriale er mer enn 40% over kritisk glideflate. I leire med omrørt skjærfasthet  $< 1$  kPa kan det også opptre retrogressive skred med utstrømming av leire.

Flakskred opptrer når mektighet av kvikkleire/sprøbruddmateriale er under 40 % i forhold til kritisk glideflate, og er typisk der kvikkleire/sprøbruddmateriale ligger i lag tilnærmet parallelt med terrengoverflaten og/eller fjell. Ofte opptrer flakskred når mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er relativ lav, typisk mindre enn 10 – 20 %.

For område 1 er sannsynlig opptredende skredtype retrogressivt skred med utstrømming av leire. For område 2 er sannsynlig opptredende skredtype retrogressivt skred (Profil 810) og flakskred (Profil 900). For område 3 er sannsynlig opptredende skredtype retrogressivt skred.

Basert på dette er utløpsområde markert med oransj farge i Tegning V203-V204.



### 4.3 Tiltaksklasse og faregrad

Faregrad er vurdert i henhold til NVEs kvikkleireveileder og oppsummert i Tabell 2 - Tabell 4.

I og med at det er tre områder som er utredet, er det utarbeidet en vurdering av faregrad for hvert område. Kvikkleiresonen «Jevika» er område nr. 1, området vest for Høvikelva er område nr. 2, og kvikkleiresonen «Høvika» er område nr. 3.

Når det gjelder tiltakskategori havner gang- og sykkelveg i tiltakskategori K1 («Byggverk, terrenginngrep og anlegg av begrenset størrelse og tyngde med lite personopphold ... Eksempler er ... private og kommunale veier og trafikksikkerhetstiltak, slik som gang- og sykkelveger ...»). Tiltak som er nevnt under tiltakskategori K1 havner i tiltakskategori **K2** dersom tiltaket påvirker stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket. Dette samsvarer med Håndbok V220, Tabell 0-2 [6].

Alle de tre områdene har det til felles at det er registrert såkalt «poreundertrykk» ved poretrykksmåling i 2 nivåer i samme stasjon. Det vil si at poretrykket ikke viser hydrostatisk økning med dybden. Dette temaet er en av faktorene som inngår i faregradsklassifiseringen i de følgende tabellene. Strengt tatt vil fenomenet poreundertrykk bidra til lavere score i tabellen. Men i stabilitetsanalysene som omtales i kapittel 6 er det brukt hydrostatisk poretrykksfordeling mot dybden, fordi dette vil gi resultater på den sikre siden i stabilitetsanalysene. I pakt med denne tilnærmingen er det derfor heller ikke lagt inn poeng for poreundertrykk i de tre følgende tabellene.

### 4.3.1 Område 1 (profil 0 – 650)

Hele område 1 har en topografi med slak helning ned mot fjorden (største skråningshelning 8°: og generell skråningshelning  $5^\circ \pm 3^\circ$ ). Stabilitetsanalyser for dagens situasjon og for fremtidig situasjon med gang- og sykkelveg viser at tiltaket har liten effekt på områdestabiliteten.

Tabell 2: Vurdering av faregrad område 1

Faktorer		Vekttall	Faregrad, score				Score
			3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet		1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0
Skråningshøyde, meter		2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)		2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2,0	0
Poretrykk	Overtrykk	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	0
	Undertrykk	-3	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)		
Kvikkleiremektighet		2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag	3
Sensitivitet		1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	3
Erosjon		3	Aktiv/glid	Noe	Lite	Ingen	1
Inngrep	Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1
	Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten		
Sum			51	34	17	0	19
% av maksimal sum			100 %	67 %	33 %	0 %	37,3

Samlet poengsum blir 19, som betyr at sonen kategoriseres til middels faregrad. For faregrad middels og tiltakskategori K2 er det i henhold til tabellen krav om:

- Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet  $F \geq 1,4$  eller ikke forverring
- Kvalitetssikring av kollega

Profiler A – F viser utførte boringer, skråningshelning og geometri for den nye gang- og sykkelvegen for område 1. Tegning V205 – V208 viser profiler og stabilitetsberegninger for området.

### 4.3.2 Område 2

Tabell 3: Vurdering av faregrad område 2

Faktorer		Vekt-tall	Faregrad, score				Score
			3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet		1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0
Skråningshøyde, meter		2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)		2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2,0	0
Poretrykk	Overtrykk	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydro-statisk	0
	Undertrykk	-3	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)		
Kvikkleiremektighet		2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag	2
Sensitivitet		1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	2
Erosjon		3	Aktiv/glid	Noe	Lite	Ingen	2 (Høvikelva)
Inngrep	Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	2
	Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten		
Sum			51	34	17	0	22
% av maksimal sum			100 %	67 %	33 %	0 %	43,1

Samlet poengsum blir 22, som betyr at sonen kategoriseres med middels faregrad. For faregrad middels og tiltakskategori K2 er det i henhold til tabellen krav om:

- Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet  $F \geq 1,4$  eller ikke forverring
- Kvalitetssikring av kollega

Profiler G og H viser utførte boringer, skråningshelning og geometri for den nye gang- og sykkelvegen for område 2. Tegning V209 – V214 viser profiler og stabilitetsberegninger for området.



### 4.3.3 Område 3

Innenfor område 3 har oppdragsgiver kjennskap til en tidligere skredhendelse på eiendom med gårds- og bruksnummer 21/3 (sør for posisjon N22). Denne er ikke vist på NVEs Skredhendelseskart, som heller ikke viser andre skredhendelser i området.

Tabell 4: Vurdering av faregrad område 3

Faktorer		Vekttall	Faregrad, score				Score
			3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet		1	Høy	Noe	Lav	Ingen	2
Skråningshøyde, meter		2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)		2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2,0	0
Poretrykk	Overtrykk	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	0
	Undertrykk	-3	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)		
Kvikkleiremektighet		2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag	1
Sensitivitet		1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	2
Erosjon		3	Aktiv/glid	Noe	Lite	Ingen	1
Inngrep	Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	2
	Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten		
Sum			51	34	17	0	19
% av maksimal sum			100 %	67 %	33 %	0 %	37,3

Samlet poengsum blir 19, som betyr at sonen kategoriseres med middels faregrad. For faregrad middels og tiltakskategori K2 er det i henhold til tabellen krav om:

- Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet  $F \geq 1,4$  eller ikke forverring
- Kvalitetssikring av kollega

Profiler I - M viser utførte boringer, skråningshelning og geometri for den nye gang- og sykkelvegen for område 1. Tegning V217 – V222 viser profiler og stabilitetsberegninger for området.

## 5 Parametervalg

Tolkning av felt- og laboratorieundersøkelser er tidligere utført i [2] og [3], og kort oppsummert her.

### 5.1 Tolkede parametre fra laboratieforsøk

Det ble i 2018 tatt opp 13 uforstyrrede sylinderprøver fra 5 posisjoner. Det ble ikke tatt opp uforstyrrede sylinderprøver i 2017. Det ble utført 6 aktive treksialforsøk, der 2 av disse ble konsolidert anisotrop (CAUC), resten isotropt (CIUC). Det ble utført 4 ødometerforsøk.

#### 5.1.1 Treksialforsøk

Kvaliteten av treksialforsøkene er vurdert i henhold til Figur 2.20 i Statens Vegvesens håndbok V220 som vurderes etter utpresset porevann under konsolidering. Med verdier oppgitt i  $\text{cm}^3$ , angis det at 0-5 er «godt» forsøk, 5-10 er «akseptabelt», mens  $>10$  er «dårlig» forsøk.

Tabell 5: Tolkede verdier fra treksialforsøk

Pos.	Lab nr.	Dybde [m]	Type	Skjærfasthet	Friksjons- vinkel	Attraksjon	Brudd- tøyning	Kvalitet
				$C_{uc}$ [kPa]	$\varphi$ [°]	a [kPa]	$\varepsilon_f$ [%]	
S2	944C	6,6	CIUC	88,0	32	20	4,5	Godt
S3	950C	10,6	CIUC	75,0	31	20	1,7	Akseptabelt
S5	953B	9,4	CAUC	100,0	35	15	2,0	Godt
S5	953C	9,6	CAUC	80,0	35	15	1,5	Godt
S12	967C	10,3	CIUC	71,0	31	20	1,6	Akseptabelt
S15	1009C	7,6	CIUC	62,0	31	15	1,5	Akseptabelt

#### 5.1.2 Ødometerforsøk

Kvaliteten av ødometerforsøkene er vurdert i henhold til Figur 2.20 i Statens Vegvesens håndbok V220 der det antas at prøvens volumendring tilsvarer volum av utpresset porevann.

Det er en generell forståelse av at ødometerforsøk uten lettolkelig prekonsolideringsspenning indikerer forstyrret prøve. Selv om prøven i posisjon S12 klassifiseres som «godt» i henhold til klassifiseringsmetoden, er det derfor i realiteten ikke et godt forsøk.

Tabell 6: Tolkede verdier fra ødometerforsøk

Pos.	Lab nr.	Dybde [m]	Type	Pre- konsolidering $\sigma_c'$ [kPa]	Referanse- spenning $\sigma_r$ [kPa]	Modul- tall m [-]	Modul M [MPa]	Kvalitet
S2	944D	6,62-6,64	CRS	300	0	20	11	Godt
S3	950B	10,46-10,48	CRS	300	200	20	9,2	Akseptabelt
S5	953D	9,68-9,70	CRS	350	225	19	14	Godt
S12	1009D	10,40-10,42	CRS	310	-350	24	19	Godt

Spenningseksponent,  $n = 0$  for alle prøver.

Data fra ødometerforsøk og sammenligning med oppgitt konsolideringsspenning i treaksialforsøkene ifølge datarapporten [3] indikerer en overkonsolideringsgrad (OCR) mellom 2,2 og 3,6 og et spenningstillegg ( $\Delta\sigma_c'$ ) på 170-230 kPa.

## 5.2 Tolkede parametre fra utførte trykksonderinger (CPTU)

Det er utført trykksondering i 17 posisjoner. Tolkninger av skjærstyrkeparametre (effektive og totale) er presentert på side 26 – 40 i [2] og i Vedlegg E i [3].

## 5.3 Poretrykksmålinger

Det er installert elektriske piezometre i fire posisjoner: S2 (dybde 6 og 12 m), S5 (dybde 6 og 12 m), S12 (dybde 5 og 10 m) og S15 (dybde 4 og 8 m), som er vist i Vedlegg D i datarapport for supplerende grunnundersøkelser [3].

Piezometre i posisjon S2 viser et grunnvannsnivå på kote + 65,3 (2,3 m under terrengnivå), og et poreundertrykk på 14 kPa på 12 meters dybde.

Piezometre i posisjon S5 viser et grunnvannsnivå på kote + 43,9 (1,7 m under terrengnivå), og et poreundertrykk på 10 kPa i 12 meters dybde. Piezometre i posisjon S12 viser et grunnvannsnivå på kote + 61,0 (3,5 m under terrengnivå), og et poreundertrykk på 32 kPa i 10 meters dybde. Piezometre i posisjon S15 viser et grunnvannsnivå på kote +43,8 (1,9 m under terrengnivå), og et poreundertrykk på 15 kPa på 8 m dybde.

I stabilitetsberegninger er det ikke anvendt poreundertrykk (det er anvendt hydrostatisk poretrykk), til konservativ side. Det er derfor ikke oppgitt poreundertrykk i tabellene for vurdering av faregrad i Tabell 2 – Tabell 4.

Om man tar hensyn til registrert poreundertrykk, vil samtlige av de tre sonene bli klassifisert til Faregrad lav.

## 5.4 Benyttede parametere i beregninger

Tabell 7: Benyttede parametere for hvert lag

		1	2	3	4	5
Profil C-C (240)	$\gamma$	19	19			
	$\phi$	30	35			
	$C'$	0	10,5			
	$c_u$	-	c-profil			
Profil G-G (810)	$\gamma$	19	20,3	20,8		
	$\phi$	30	25	30		
	$C'$	0	2,3	11,5		
	$c_u$	-	c-profil	c-profil		
Profil H-H (900)	$\gamma$	19	20,3	19	19	19
	$\phi$	30	25	33	30	30
	$C'$	0	2,3	0	8,6	8,6
	$c_u$	-	20	c-profil	c-profil	(c-profil)
Profil I-I (1390)	$\gamma$	19	19,8	19,3		
	$\phi$	30	30	30		
	$C'$	0	5,7	5,7		
	$c_u$	-	c-profil	c-profil		
Profil K-K (1460)	$\gamma$	19	19			
	$\phi$	30	30			
	$C'$	0	5,7			
	$c_u$	-	c-profil			
Profil L-L (1500)	$\gamma$	19	19,8	19,3		
	$\phi$	30	35	25		
	$C'$	0	10,5	7		
	$c_u$	-	c-profil	c-profil		

### 5.4.1 Anisotropifaktorer

Det er utført måling av skjærstyrkeparametere ved aktive treaksialforsøk og enaksialforsøk. I Tabell 1 i NVE-rapport 77/2014 [8] er det oppgitt anbefalte anisotropifaktorer (ADP-faktorer) avhengig av leirens plastisitet. Basert på at plastisitetsindeksen,  $I_p$ , stort sett er  $\leq 10\%$  (plastisitetsindeksen varierer mellom 2,5 og 11,7 %, med en middelværdi på 6,2 %), og at aktiv skjærfasthet for sensitive leirer reduseres også med 15 %, brukes det for  $C_{uC}/C_{uD}/C_{uE}$  ADP-faktorer henholdsvis 0,85/0,63/0,35 for lag med sprøbruddmateriale i alle profiler.

## 5.5 Krav til materialfaktor

I henhold til NVEs kvikkleireveileder er det for tiltakskategori K2 krav til sikkerhetsfaktor  $F \geq 1,4$  eller ikke forverring for områdestabilitet.

Dersom et eventuelt skred berører en Fylkes- eller Europaveg gjelder også kravene til materialfaktor gitt i Statens Vegvesens Håndbok N200, som ved gitte forutsetninger er strengere enn NVEs krav.

Områdeutredningen settes i konsekvensklasse CC3 som medfører krav til materialfaktor  $\gamma_M \geq 1,6$  for kontraktant brudd og  $\gamma_M \geq 1,5$  for nøytralt brudd der skjærflater eller utløpsdistansen berører veg (og for lokalstabilitet).

Iht NVEs kvikkleireveileder kan en alternativt dokumentere hvordan terrengmessige tiltak (ev. bruk av lette masser) vil oppnå «ikke forverring», eller minimum prosentvis «forbedring» eller «vesentlig forbedring» av stabiliteten (beregnet sikkerhetsfaktor for situasjon etter utbygging i forhold til situasjonen før utbygging).



## 6 Stabilitetsberegninger med beskrivelse av tiltak

### 6.1 Beskrivelse av strekningen

Det er tidligere utført geoteknisk prosjektering og vurdering av områdestabilitet langs strekningen [2]. Til grunn for de tidligere beregningene ligger Sweco sin reguleringsplan [12]. Det ble oversendt digitalisert profilering og plantegninger fra Sweco, som ble benyttet som bakgrunn for beregningene av områdestabilitet. Etter at geoteknisk prosjektering ble gjennomført ble det anbefalt endring av eller innføring av tiltak for deler av strekningen. Det er sendt over nye digitaliserte profiler av Sweco med disse tiltakene inkludert, og det er denne veggeometrien som er anvendt i stabilitetsberegninger i denne rapporten. Det er anvendt laserdata fra [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no) for å tegne opp terrenglinjer i profil A – M. Vurdering av tiltak og eventuelle endringer er kommentert i hvert delkapittel for profilene.

Det er i det følgende utført kontroll av områdestabilitet der supplerende grunnundersøkelser har gitt et større grunnlag for tolkning av lagdeling og parametre, og for noen profiler har dette medført endring i lagdeling og anvendte parametre i forhold til stabilitetsberegninger som er utført tidligere. Stabilitetsberegninger er utført i 6 profiler med GeoSuite Stability, versjon 16.1.1.0. I beregningene er det brukt metode Beast 2003.

Iht Håndbok N200 fra Statens Vegvesen skal det for trafikkklaster i stabilitetsberegninger benyttes en jevnt fordelt belastning på 15 kPa over hele vegens planeringsbredde hvis lastvirkningen er ugunstig for stabiliteten (0 kPa hvis gunstig, banketter inkludert. For gang- og sykkelveger gjelder 10 kPa. Det benyttes også en partialfaktor for trafikklast på  $\gamma_Q = 1,3$  i henhold til dimensjoneringsmetode 3.

I Tabell 8 er det oppsummert lavest beregnede sikkerhetsfaktor for hvert profil og beregningstilfelle, og der det er påvist for lav sikkerhetsfaktor er tall vist med rød tekst. Se følgende delkapitler for detaljer og beskrivelser av anbefalte tiltak. Stabilitetsberegninger for skråning sør for veg er presentert i egen Tabell 9.

Tabell 8: Beregnet sikkerhetsfaktorer – global og lokal stabilitet nord for Fylkesveg 62

Profil	Dagens situasjon			Anleggsfase			Ferdig situasjon		
	Tegn.	a- $\phi$	c <sub>u</sub>	Tegn.	a- $\phi$	c <sub>u</sub>	Tegn.	a- $\phi$	c <sub>u</sub>
240 / C-C	V206	6,16	4,24	-	-	-	V207	6,04	4,09
810 / G-G	V209	2,29	1,68	V210	1,68	1,49	V211	2,34	1,71
900 / H-H	V212	1,64	1,65	V213	Utgår		V214	1,54*)	2,21
1390 / I-I	V215	1,67	1,44	-	-	-	V216	2,28	1,73
1460 / K-K	V217	2,33	1,99	-	-	-	V218	2,31	2,22
1500 / L-L	V219	2,19	1,61	V220	1,10		V221	2,21	1,59

\*) Løsning med jordnagling må prosjekteres og skråningsstabilitet skal ivaretas i prosjekteringen.

Tabell 9 Beregnet sikkerhetsfaktor for skråning sør for Fylkesveg 62

Profil	Dagens situasjon			Anleggsfase			Ferdig situasjon		
	Tegn.	a- $\phi$	c <sub>u</sub>	Tegn.	a- $\phi$	c <sub>u</sub>	Tegn.	a- $\phi$	c <sub>u</sub>
810 / G-G	V209	1,36	1,31	V210	1,34	1,40	V211	1,36	1,31
900 / H-H	V212	2,05		V213	Utgår		V214	2,05	
1390 / I-I	V215	1,37	1,61	-	-	-	V216	1,37	1,61
1460 / K-K	V217	2,11	2,03	-	-	-	V218	2,19	2,00
1500 / L-L	V219	1,22		V220	1,22		V221	1,23	



Som Tabell 9 viser påvirkes ikke stabilitet sør for vegen av etablering av ny gang- og sykkelveg, og sikkerheten i dette området er derfor ivaretatt.

## 6.2 Profil 240 / C-C

Tegning V206 – V207

### 6.2.1 Lagdeling

- 1 Tørrskorpeleire (for tørrskorpeleire er det benyttet parametre som oppgitt i kapittel 2.9.5.2 i Håndbok V220: attraksjon  $a = 0$  og friksjonsvinkel  $\phi = 30^\circ$ ).
- 2 **Sprøbruddmateriale**: valg av parametre er basert på laboratorieresultater og utført trykksondering i Posisjon S5.

### 6.2.2 Resultater og tiltak

Profilen er i område 1, som er et relativt flatt område, hvor gangvegen glir inn i terrenget og medfører ingen store skjæringer eller fyllinger. Det er lagt inn en generell skråning på 1:2 for skråning nord for gang- og sykkelvegen. Stabiliteten er kun kontrollert for et profil i området, og det er funnet at det ikke er behov for tiltak.

## 6.3 Profil 810 / G- G

Tegning V209 – V211

### 6.3.1 Lagdeling

- 1 Tørrskorpeleire
- 2 Siltig leire: parametre anvendt for laget er basert på laboratorieresultater for prøve fra Posisjon S12.
- 3 Siltig leire med **sprøbruddkarakter**: parametre anvendt for laget er basert på laboratorieresultater for prøver fra Posisjon S12.

### 6.3.2 Tiltak

Ved Profil 810 er det en enebolig på toppen av skråningen. Opprinnelig (i reguleringsplan) var det her planlagt å ha en busslomme mellom fylkesvegen og ny gang- og sykkelveg, og å etablere en mur mot eneboligen. Dette tiltaket ble kontrollert i tidligere geoteknisk rapport [2], og det ble ikke funnet tilfredsstillende sikkerhet for anleggsfasen. Dette er også kontrollert i denne runden med oppdaterte parametre og lagdeling for profil 810, men det kan fortsatt ikke påvises høy nok sikkerhet for dette tiltaket.

Det ble i [2] anbefalt en endring fra reguleringsplanen; å flytte busslommen fra dette området og å heve gang- og sykkelvegen, noe som minsker behov for graving i skråningen mot eneboligen betraktelig.

For dette foreslåtte tiltaket er det funnet tilfredsstillende sikkerhet, og dette tiltaket må derfor fortsatt iverksettes.

## 6.4 Profil 840

Sikkerhet for profil 840 er ikke beregnet i denne rapporten. Det henvises til tidligere geoteknisk rapport [2] og tiltak anbefalt i denne.

## 6.5 Profil 900 / H-H

Tegning: V212 – V214

### 6.5.1 Lagdeling

- 1 Tørrskorpeleire
- 2 Siltig leire: parametre som for lag 2 Profil 810/G-G
- 3 Siltig leire med grusinnhold: valg av parametre er basert på tolkning av trykksoneering utført i Posisjon N44, [2]
- 4 Sprøbruddmateriale: felt- og laboratorieundersøkelser har vist at det ikke er sprøbruddmateriale i Posisjon S13, men det er indikasjoner på sprøbruddmateriale basert på totalsondering og trykksoneering i posisjon N44, N45 og GH3. Det er derfor lagt inn et lag med sprøbruddegenskaper i dette profilet. Dette for å være på konservativ side i beregninger. Valg av parametre er basert på tolkning av trykksoneering utført i Posisjon N44, [2]
- 5 Fast silt over berg. Det er anvendt samme parametre som tidligere anvendt i [2] for dette laget.

### 6.5.2 Tiltak

Iht reguleringsplan er det her planlagt etablering av mur. I tidligere prosjekteringsrapport ble det ikke påvist høy nok sikkerhet for anleggsfasen [2]. Det var da planlagt skråningshelning på 1:1,5 for anleggsfasen, som medfører et stort volum med masser som må graves bort. Ved etablering av mur vil det også bli et stort volum masser som må tilføres. En løsning med mur vil også medføre graving i bløte masser (og muligens masser med sprøbrudd- eller kvikkleirekarakter), som ikke anbefales uten streng oppfølging og kontroll av utførelse.

Det er derfor anbefalt en ny løsning for dette området, som er å sikre skråningen med jordnagler. Dette medfører kun graving i det øverste laget (tørrskorpeleire), og det minimerer behovet for bortkjøring av masser.

I denne omgang er det utført stabilitetsanalyse som viser at skråningens sikkerhet er ivaretatt ved en jordnaglingsløsning. Løsningen må detaljprosjekteres, og områdestabilitet må ivaretas i prosjekteringen.

## 6.6 Profil 1390 / I-I

Tegning: V215 – V216

### 6.6.1 Lagdeling

- 1 Tørrskorpeleire
- 2 Siltig leire: valg av parametre er basert på tolkning av utført trykksondering og laboratorieforsøk utført i Posisjon S15 og tolkning av trykksondering utført i Posisjon N22.
- 3 **Sprøbruddmateriale:** valg av parametre er basert på tolkning av utført trykksondering og laboratorieforsøk utført i Posisjon S15 og tolkning av trykksondering utført i Posisjon N22.

### 6.6.2 Tiltak

Det er i området planlagt skjæring i leirskråninger. For dette profilet er det påvist høy nok sikkerhet nord for vegen ved en utslaking av skjæringskråningen til 1:3.

## 6.7 Profil 1460 / K-K

Tegning: V217 – V218

### 6.7.1 Lagdeling

- 1 Tørrskorpeleire
- 2 Sprøbruddmateriale: drenerte parametre som for lag 3 i Profil 1390, udrenerte parametre: C-profil fra posisjon N22.

### 6.7.2 Tiltak

For dette profilet er det påvist høy nok sikkerhet ved en utslaking av terrenget nord for tilkomstveg og ny gang- og sykkelveg til 1:2.

## 6.8 Profil 1500 / L-L

Tegning: V219 – V221

### 6.8.1 Lagdeling

- 1 Tørrskorpeleire
- 2 Siltig leire: parametre er valgt basert på tolkning av trykksondering utført i posisjon S19 (til konservativ side i forhold til å bruke c-profil i posisjon S15). Men lagdeling er basert på totalsondering utført i posisjon S15, og det er derfor denne boringen som er vist i tegninger.

- 3 Sprøbruddmateriale: parametre er valgt basert på tolkning av trykksondering utført i posisjon S19 (til konservativ side i forhold til å bruke c-profil i posisjon S15). Men lagdeling er basert på totalsondering utført i posisjon S15, og det er derfor denne boringen som er vist her.

Kommentar til lagdeling for profilet: i Posisjon N25 er det øverste laget masseutskiftet (de øverste meterne på utført totalsondering viser tilførte masser). Det er derfor antatt at det øverste laget opprinnelig bestod av det samme som topplaget i nærmeste boring N24, og dette er anvendt i beregninger.

### 6.8.2 Tiltak

I dette profilet er det en enebolig nært ny gang- og sykkelveg. Det er i reguleringsplan beskrevet etablering av mur mot eneboligen. Før etablering av mur må det utføres en utgraving mot eneboligen. Stabilitetsberegninger utført for utgravd skråning viser at en utgraving av skråningen ikke har høy nok sikkerhet ( $F_{c\phi} = 1,10$ ), men at sikkerheten økes betraktelig dersom det utføres seksjonsvis utgraving ( $F_{c\phi} = 1,28$  ved utgraving av 5 meter lange seksjoner og  $F_{c\phi} = 1,41$  ved utgraving av 3 meter lange seksjoner).

Sikkerhet for anleggsfasen er vist med resultater der eneboligen ikke har kjeller. Det antas at eneboligen har kjeller, men dybden på denne er ikke innmålt. Med en antatt kjellerdybde på 1,5 m er det beregnet at sikkerhetsfaktor øker med 15 %.

Det anbefales uansett å evakuere eneboligen under etablering av mur, at det spesifiseres i byggeplan at mur skal etableres hurtig, og at det utføres overvåking av skråningen under gravearbeider. Det bør være fokus på en hurtig gjennomføring, og eventuelt seksjonsvis etablering av muren. Dersom evakuering av bolig ikke er aktuelt, anbefales det å utføre gravearbeider med sikring i form av jordnagling.

Beregninger for ferdig situasjon med etablert mur viser tilfredsstillende sikkerhet, og dette tiltaket kan derfor gjennomføres, med krav til anleggsfasen som nevnt ovenfor.

## 7 Konklusjon/merknader

### 7.1 Oppsummering av tiltak

For område 1 er det ikke beskrevet tiltak.

For område 2 er det for profil 810 beskrevet at tidligere planlagt busslomme i dette området må flyttes, og gang- og sykkelvegen må heves. For profil 900 er det anbefalt en løsning med jordnagling. Løsningen må prosjekteres.

For område 3 (profil 1390, 1460 og 1500) er det beskrevet flere nødvendige tiltak. Ved Profil 1390 må permanent skråning utslakes til 1:3. Ved Profil 1460 må permanent skråning utslakes til 1:2.

For Profil 1500 skal det etableres mur mot eksisterende enebolig. På grunn av for lav sikkerhet i anleggsfasen er det anbefalt å evakuere eneboligen under gravearbeider, samt å utføre gravearbeider seksjonsvis og å etablere mur hurtig. Skråningen må overvåkes under gravearbeider.

### 7.2 Generelle merknader

Som registreringer fra elektriske piezometre viser, varierer grunnvannsnivået i området med årstiden. Om det er praktisk mulig anbefales det å planlegge anleggsarbeider utført på vår/sommer, da lavere grunnvannsnivå øker sikkerhet under utførelse.

Boring utført i Posisjon N30 (utenfor markerte kvikkleiresoner, øst for område 3) viser meget lav boremotstand. Det er antatt at dette er løsmasser med høyt humusinnhold/matjord.

Dersom det under gravearbeider skulle påtreffes løsmasser med kvikkleire- eller sprøbruddkarakter må arbeid stoppes og geotekniker kontaktes.



## 8 Referanser

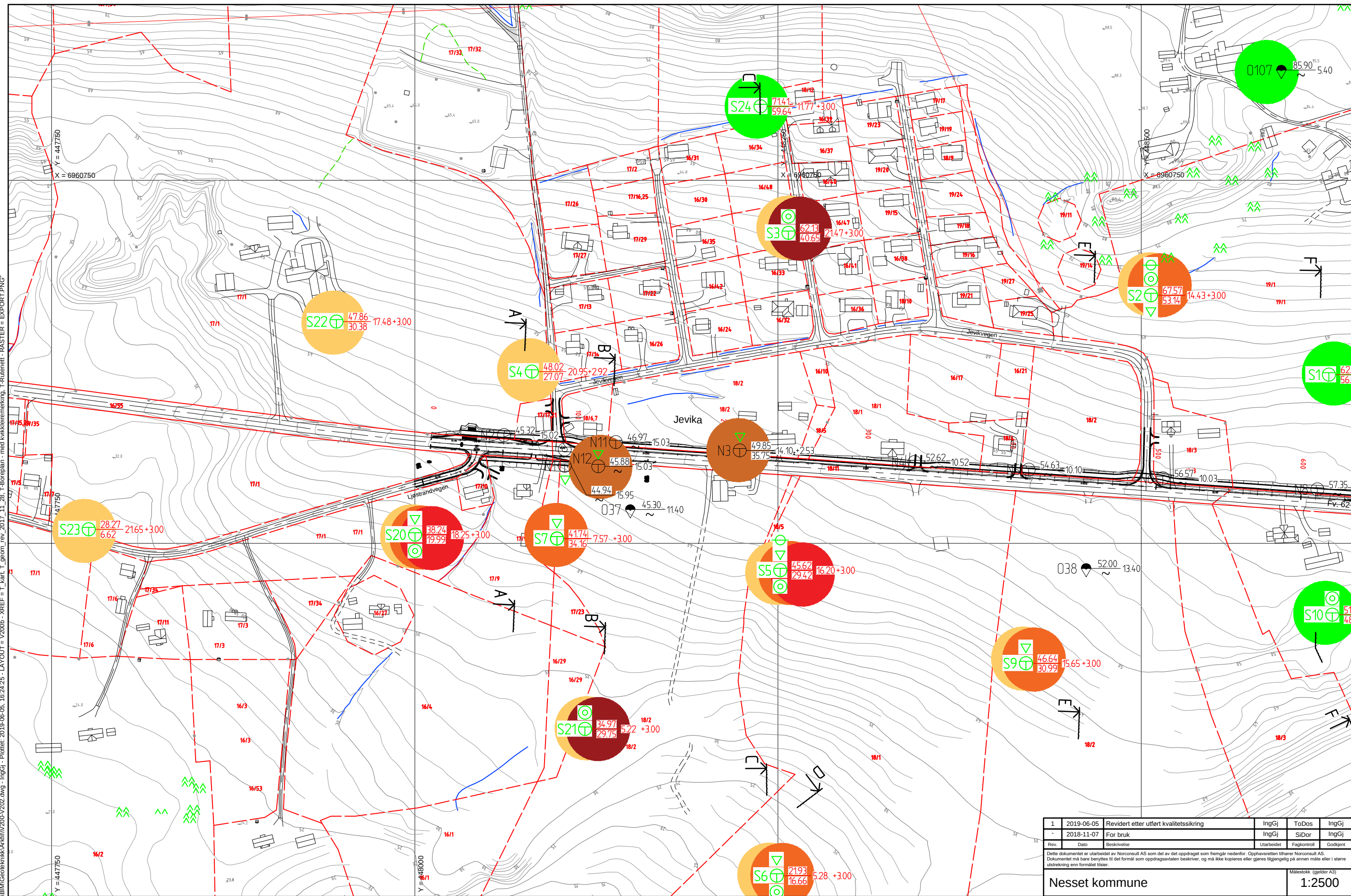
- [1] Norconsult AS, «Geoteknisk datarapport. FV62 gang- og sykkelveg. Rapport nr. 5174408-RIG01. Datert 2017-09-11».
- [2] Norconsult AS, «FV62 Gang og sykkelveg. Geoteknisk prosjektering. Rapport nr.: 5174408-RIG02. Datert 2017-12-04. Revidert 2019-06-17».
- [3] Norconsult AS, «Geoteknisk datarapport. Gang- og sykkelveg. Fv 62 Hargota - Jevika. Supplerende grunnundersøkelser. Rapport nr.: 5184198-RIG01. Datert 2018-09-11. Revidert 2019-06-17».
- [4] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Veileder 7/2014,» 2014.
- [5] Statens Vegvesen, «Vegbygging - Håndbok N200,» 2018.
- [6] Statens Vegvesen, «Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220.,» 2018.
- [7] Eurokode 7-1, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, versjonsdato 2016-07-01: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler.
- [8] NVE, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Rapport 77/2014.,» 2014.
- [9] Multiconsult, «NIFS, delprosjekt 6 Kvikkleire. Detektering av sprøbruddmateriale. Sluttrapport med anbefalte prosedyrer. Datert 2015-11-20.»
- [10] Geovest-Haugland AS, «Heina Kraftverk. Eidsvåg. Grunnundersøkelse. Rapport nr.: 2008.028-1. Datert 2008-04-03.».
- [11] NGI, «Kvikkleirekartlegging kartbladene Tingvoll og Eide. Grunnundersøkelser. Rapport nr.: 20120088-02-R. Rev. Nr.: 1 / 5. februar 2014.,» 2013.
- [12] NVE, «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområde for områdeskred. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Rapport 14/2016.,» 2016.
- [13] Sweco, «Reguleringsplan Fv 62 Nettet kommune, gang- og sykkelveg. DOK. NR.\_RIG-RAP 01\_REV 00, datert 2015-06-26.,» 2015.







\*X:\neroppdrag\Modell\215174405174408BIM\Geoteknik\Kvikkleire\200-V200b - LAYOUT = V200b - XREF = T\_kart\_T\_omr\_rev\_2017\_11\_28\_T\_Boreplan - med kvikkleiremerking\_T-Rutenett - RASTER = EXPORT.PNG



- Ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra totalsonderinger (iht Tabell 1 i rapport 5184198-RIG01 og tegninger i rapport 5174408-RIG02)
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra trykksonderinger (iht Tabell 2 i rapport 5184198-RIG01)
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra trykksonderinger (iht tabell i rapport 5174408-RIG02)
- Sprøbruddmateriale verifisert med laboratorieanalyser (iht Tabell 3 i rapport 5184198-RIG01)
- Kvikkleire verifisert med laboratorieanalyser (iht Tabell 3 i rapport 5184198-RIG01)

- ENKEL SONDERING
- △ FJELLKONTROLLBORING
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ⊙ PRØVESERIE
- ▲ MILJØPRØVER
- DREIESONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING
- PRØVEGROP
- ▲ GRAVEGROP MED MILJØPRØVER
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ DREIETRYKKSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊙ PRØVEGROP MED PRØVESERIE
- GRUNNVANNSBRØNN
- BORHULL ID. KOTE TERRENG ELLER SJØBUNN
- BORET DYBBE I LØSMASSE + (BORET I FJELL)
- ▲ FJELL I DAGEN
- EVT. KOTE ANTATT FJELL

1	2019-06-05	Revidert etter utført kvalitetssikring	IngGj	ToDos	IngGj
-	2018-11-07	For bruk	IngGj	SiDor	IngGj
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Nesset kommune Målestokk (gender A3)  
1:2500

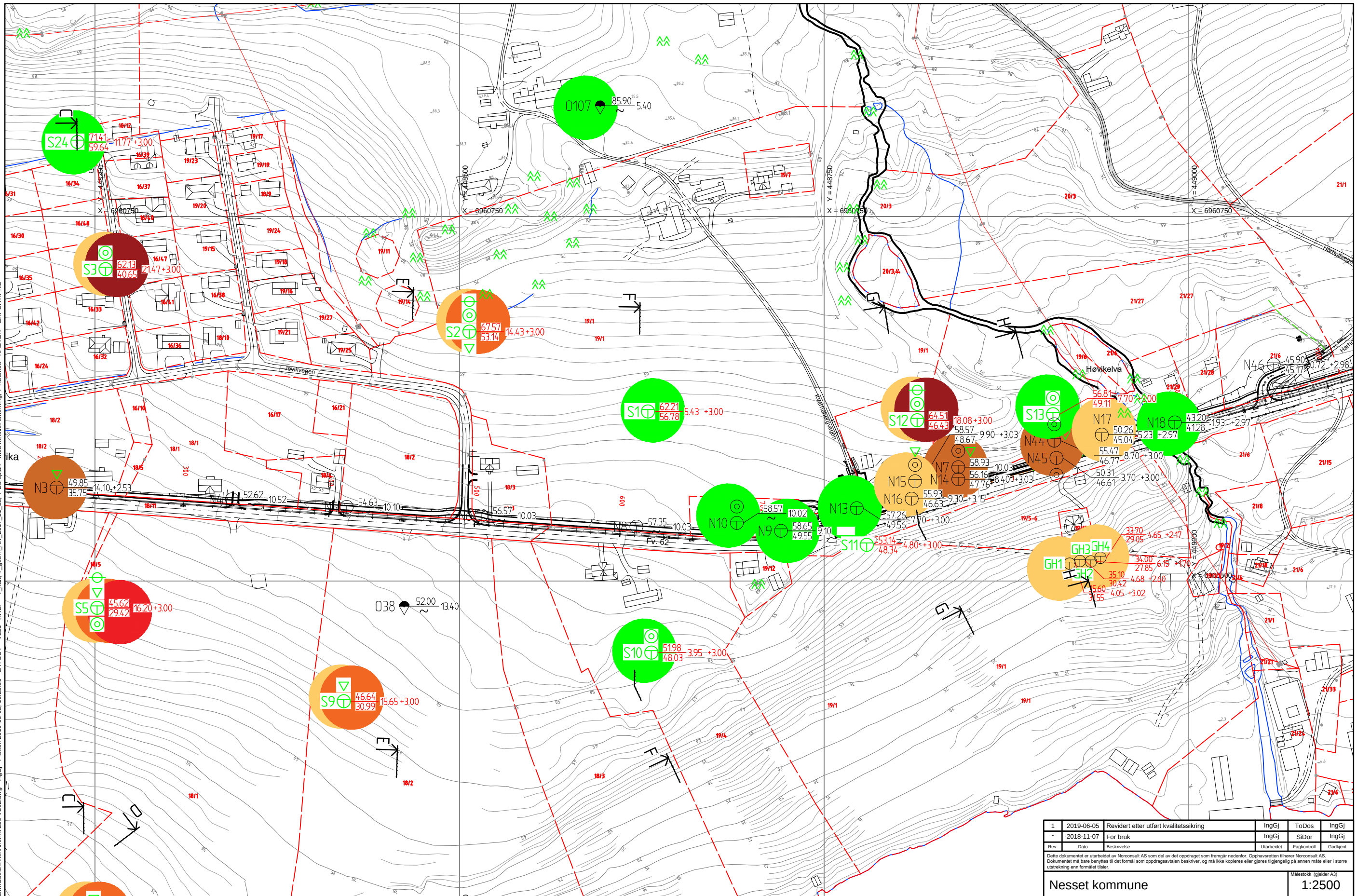
**Kvikkleireutredning**  
 Grunnundersøkelser, kvikkleire- og sprøbruddmarkering

Område 1 - nordlig del

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer 5184198	Tegningsnummer V200b	Revisjon -
-------------------	---------------------------	-------------------------	---------------



X:\prosjektoppgaver\Modell\4\K1\1\200-V202.dwg - IngGj - Plottet: 2019-06-05\_16:25:39 - LAYOUT = V201 - XREF = T\_kart\_1\_geom\_rev\_2017\_11\_28\_T-Beregning - med kvikkleiremerking\_T-Rubenart - RASTER = EXPORT.PNG



- Ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra totalsonderinger (iht Tabell 1 i rapport 5184198-RIG01 og tegninger i rapport 5174408-RIG02)
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra trykksonderinger (iht Tabell 2 i rapport 5184198-RIG01)
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra trykksonderinger (iht tabell i rapport 5174408-RIG02)
- Sprøbruddmateriale verifisert med laboratorieanalyser (iht Tabell 3 i rapport 5184198-RIG01)
- Kvikkleire verifisert med laboratorieanalyser (iht Tabell 3 i rapport 5184198-RIG01)

- ENKEL SONDERING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ⊙ PRØVESERIE
- ▲ MILJØPRØVER
- DREIESONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING
- PRØVEGROP
- ▲ GRAVEGROP MED MILJØPRØVER
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ DREIETRYKKSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊙ PRØVEGROP MED PRØVESERIE
- GRUNNVANNSBRØNN
- BORHULL ID. KOTE TERRENG ELLER SJØBUNN
- BORET DYBDE I LØSMASSE + (BORET I FJELL)
- ▲ FJELL I DAGEN
- EVT. KOTE ANTATT FJELL

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
1	2019-06-05	Revidert etter utført kvalitetssikring	IngGj	ToDos	IngGj
-	2018-11-07	For bruk	IngGj	SiDor	IngGj

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsværtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Nesset kommune Målestokk (gender A3)  
1:2500

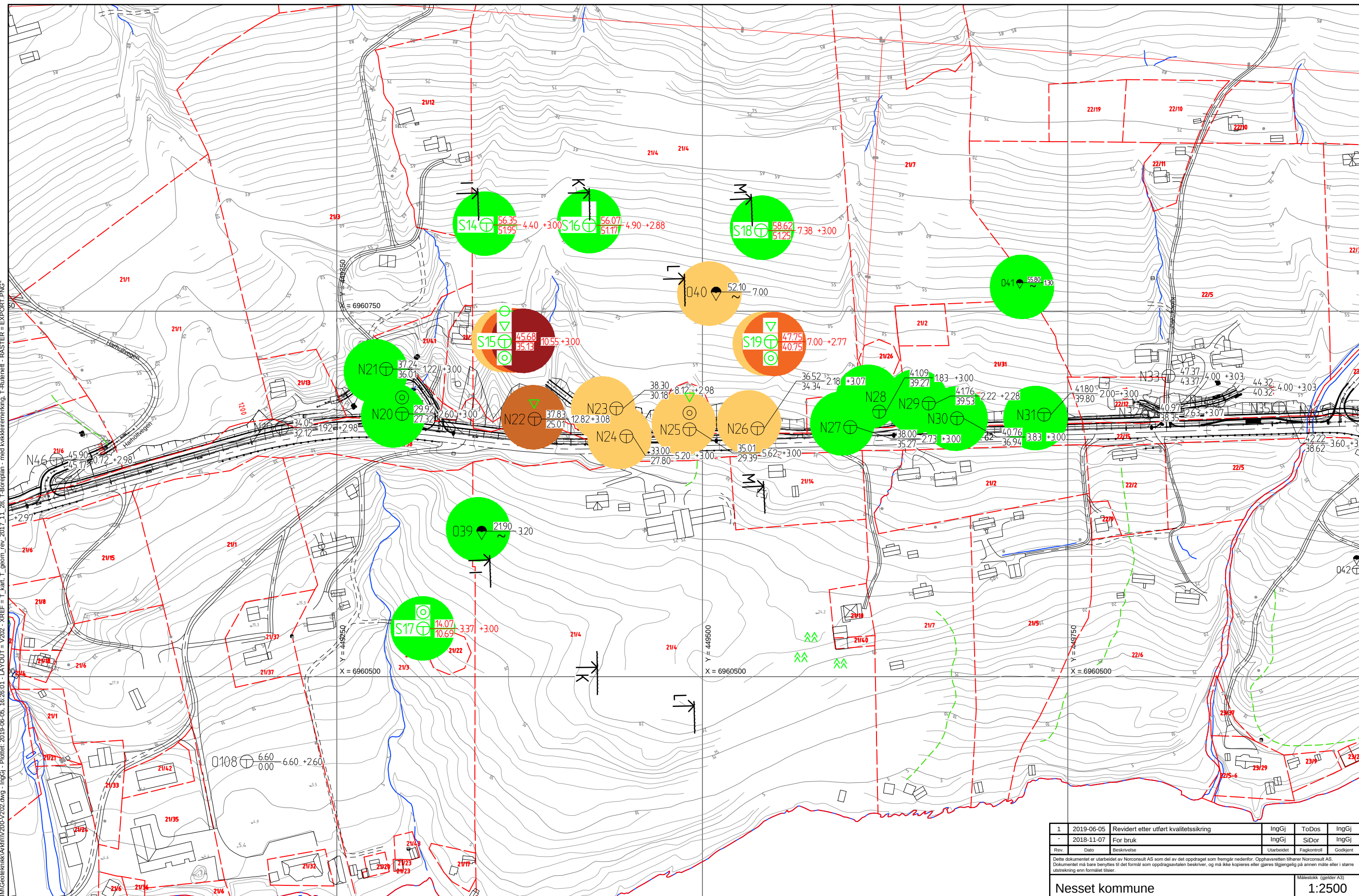
**Kvikkleireutredning**  
 Grunnundersøkelser, kvikkleire- og sprøbruddmarkering

Del av område 1 og område 2

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer 5184198	Tegningsnummer V201	Revisjon -
-------------------	---------------------------	------------------------	---------------



\*X:\neroppdrag\Modell\2019\06\05\_16226\01 - LAYOUT = V202 - XBEF = T\_kart\_1\_geom\_rev\_2017\_11\_28\_T-Boreplan - med kvikkleiremerking\_T-Rubenett - RASTER = EXPORT.PNG



- Ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra totalsonderinger (iht Tabell 1 i rapport 5184198-RIG01 og tegninger i rapport 5174408-RIG02)
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra trykksonderinger (iht Tabell 2 i rapport 5184198-RIG01)
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra trykksonderinger (iht tabell i rapport 5174408-RIG02)
- Sprøbruddmateriale verifisert med laboratorieanalyser (iht Tabell 3 i rapport 5184198-RIG01)
- Kvikkleire verifisert med laboratorieanalyser (iht Tabell 3 i rapport 5184198-RIG01)

- ENKEL SONDERING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ⊙ PRØVESERIE
- ▲ MILJØPRØVER
- DREIESONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING
- PRØVEGROP
- ▲ GRAVEGROP MED MILJØPRØVER
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ DREIETRYKKSONDERING
- ▼ TRYKKSONDERING
- ⊙ PRØVEGROP MED PRØVESERIE
- GRUNNVANNSBRØNN
- BORHULL ID.
- KOTE TERRENG ELLER SJØBUNN
- BORET DYBDE I LØSMASSE + (BORET I FJELL)
- ▲ FJELL I DAGEN
- EVT. KOTE ANTATT FJELL

1	2019-06-05	Revidert etter utført kvalitetssikring	IngGj	ToDos	IngGj
-	2018-11-07	For bruk	IngGj	SiDor	IngGj
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Neset kommune Målestokk (gender A3)  
1:2500

**Kvikkleireutredning**  
Grunnundersøkelser, kvikkleire- og sprøbruddmarkering

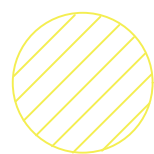
Område 3

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer 5184198	Tegningsnummer V202	Revisjon -
-------------------	---------------------------	------------------------	---------------





Tidligere kartlagt kvikkleiresone "1855 Leira" (av NVE)



Løsneområde



Utløpsområde

1	2019-06-05	Revidert etter utført kvalitetssikring	IngGj	ToDos	IngGj
-	2018-11-07	Før bruk	IngGj	SiDor	IngGj
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsværen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Neset kommune	Målestokk (gjelder A3) 1:5000
---------------	----------------------------------

Kvikkleireutredning  
Løsne- og utløpsområde

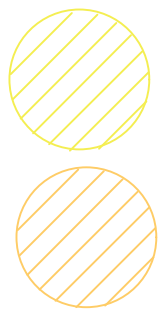
Område 1 (koblet sammen med sone "1855 Leira")

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer 5184198	Tegningsnummer V203	Revisjon 1
-------------------	---------------------------	------------------------	---------------





"X:\overoppgav\Medde2\51744\5174408\BIM\Geoteknik\K\4\K\1\1\203-V204.dwg - IngGj - Plottet: 2019-06-19, 10:02:39 - LAYOUT = V204 - RASTER = EXPORT.PNG"



**Løsneområde**

**Utløpsområde**


1	2019-06-05	Revidert etter utført kvalitetssikring	IngGj	ToDos	IngGj
-	2018-11-07	For bruk	IngGj	SiDor	IngGj
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Detta dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsværen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Neset kommune	Målestokk (gjelder A3) 1:2500
---------------	----------------------------------

**Kvikkleireutredning**  
Løsne- og utløpsområde

Område 2 og 3

<b>Norconsult</b> 	Oppdragsnummer 5184198	Tegningsnummer V204	Revisjon -
---	---------------------------	------------------------	---------------





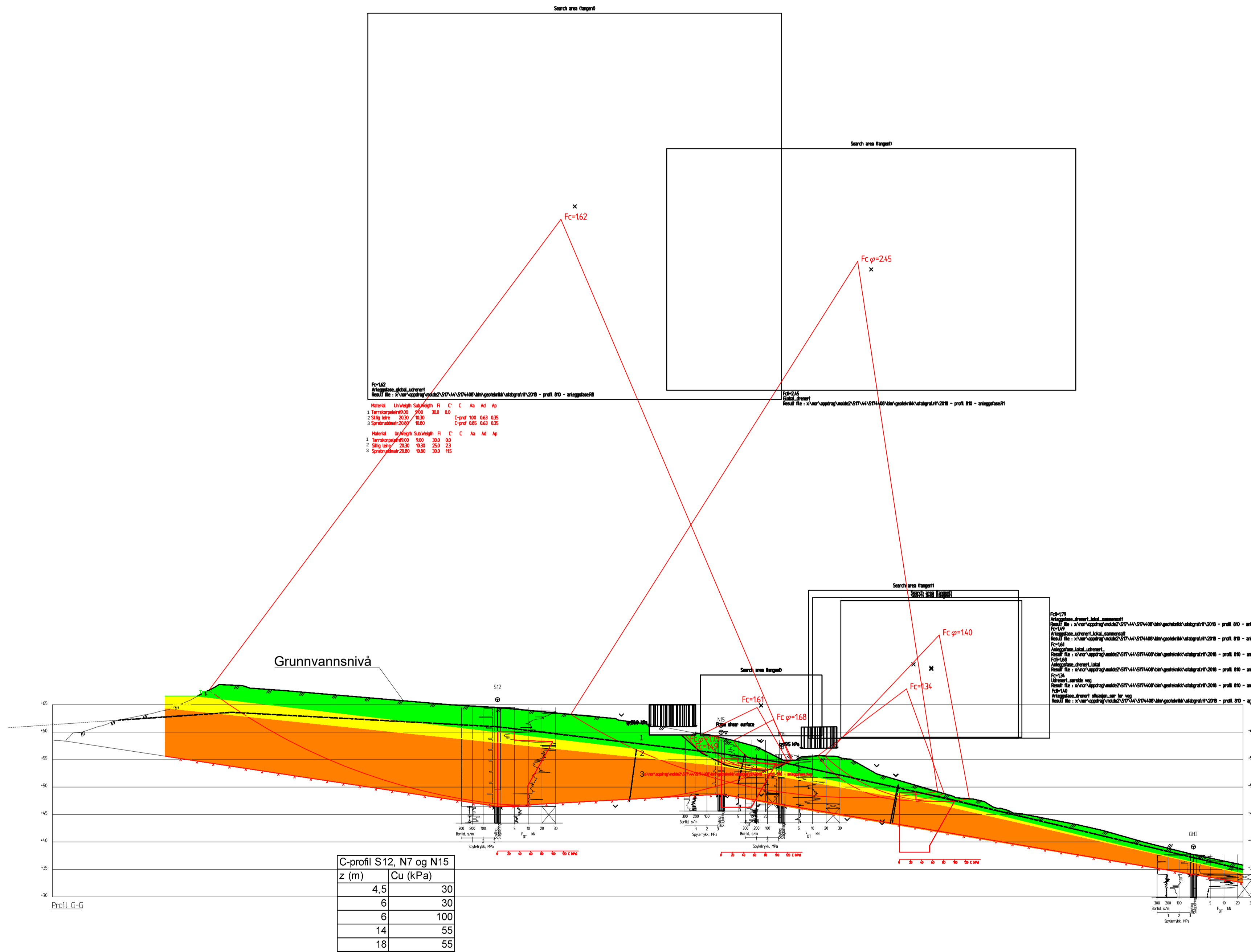












1	2019-06-05	For bruk	IngGj	ToDos	IngGj
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tillater.					
Nesset kommune					Målestokk (gjelder A1) <b>1:500</b>
Kvikkleireutredning Stabilitetsberegning					
Profil G-G: Utgravnings situasjon					
Norconsult		Oppdragsnummer <b>5184198</b>	Tegningsnummer <b>V210</b>	Revisjon <b>1</b>	





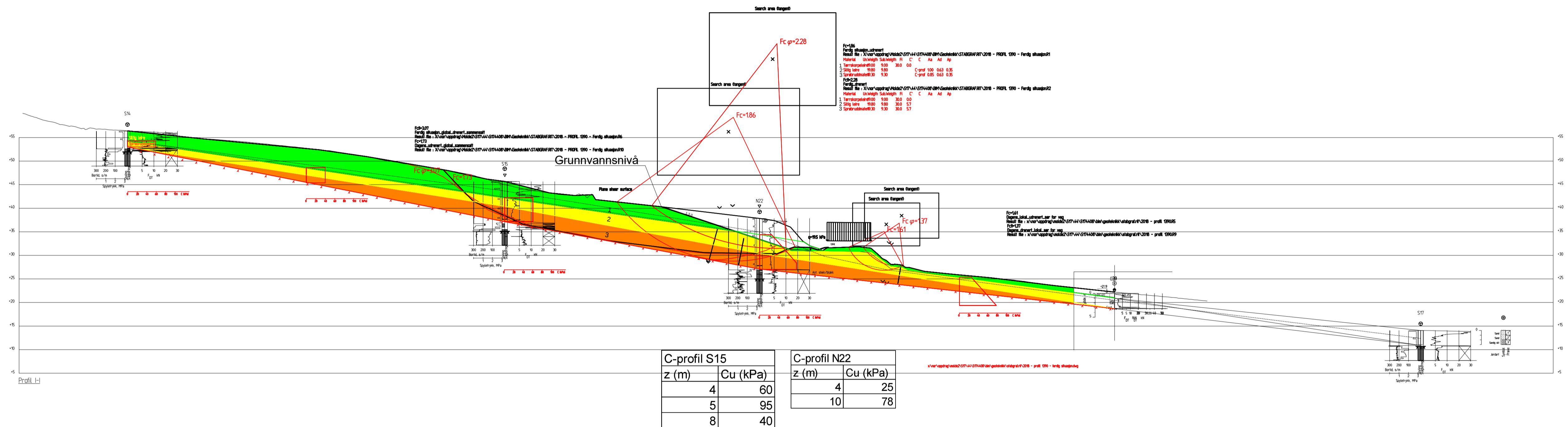












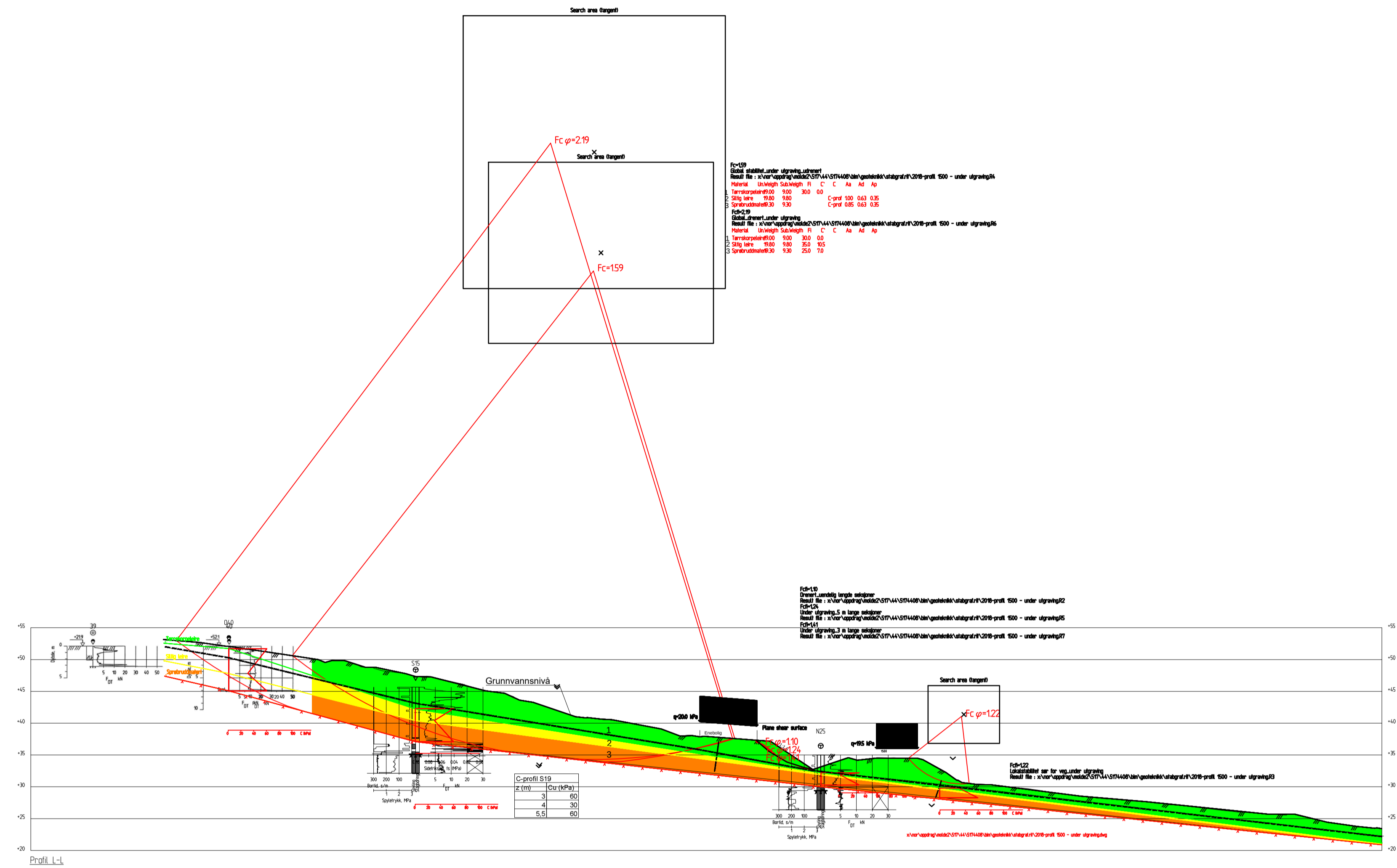
1	2019-06-05	For bruk	IngGj	ToDos	IngGj
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tillater.					
Neset kommune					Målestokk (gjelder A1) 1:500
Kvikkleireutredning Stabilitetsberegning					
Profil I-I - Med GS-veg					
Norconsult		Oppdragsnummer 5184198	Tegningsnummer V216	Revisjon 1	











Rev.	Dato	Beskrivelse	IngGj	ToDos	IngGj
1	2019-06-05	For bruk	IngGj	ToDos	IngGj
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
Neset kommune					Målestokk (gjelder A1) <b>1:500</b>
Kvikkleireutredning Stabilitetsberegning					
Profil L-L - Utgravn situasjon					
Norconsult		Oppdragsnummer <b>5184198</b>	Tegningsnummer <b>V220</b>	Revisjon <b>1</b>	





