

Oppdragsgiver: Rauma kommune/Romsdalsgondolen

Oppdragsnr.: 5201061 Dokumentnr.: RIG-N03-J02

Til: Terje Vikås

Fra: ToDos

Dato 2020-10-20

## ► Faresone 2389 Jernbanegata; uavhengig kvalitetssikring iht. NVE kvikkleireveileder 7/2014

### Sammendrag/konklusjon

Basert på mottatt og kontrollert dokument, er vår vurdering at faresone 2389 Jernbanegata har mindre utbredelse enn det som er antatt i NVE's oversiktskartlegging. Ut fra vurderinger basert på et stort antall tidligere skredhendelser i Norge er det ikke sannsynlig at skredmasser skal nå fram til planlagt posisjon for fjordstasjonen. Detaljert angivelse av utløpsområde på kartet kunne vist noe bedre samsvar med beregnede lengder i rapportteksten.

Områdestabiliteten i dagens situasjon er tilfredsstillende i vestre del av sonen.

I østre del er områdestabiliteten akseptabel, men tiltak som kan bidra til redusert sikkerhet må vurderes av geotekniker før arbeidet iverksettes.

Tekst som er tilføyd eller endret i forbindelse med versjon J02, er markert med blå skriftfarge.

J02	2020-10-20	Revidert etter tilsva fra NGI og mottak av Rev. 1	ToDos	MaDBe	IngSim
J01	2020-09-29	For bruk	ToDos	MaDBe	IngSim
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. 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.

## 1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har utført geotekniske grunnundersøkelser og utredning av kvikkleire-faresone 2389 Jernbanegata i forbindelse med planlegging av fjordstasjon for Romsdalsgondolen på Åndalsnes i Rauma kommune.

Etter avtale med Romsdalsgondolen AS, Ref. 1, har Norconsult AS ansvaret for uavhengig kvalitetssikring etter NVE veileder 7/2014.

Norconsult har tidligere utført kvalitetssikring av innledende teknisk notat som vurderer om det er reell fare for skredutløp så langt som til fjordstasjonen, se Tabell 2.

Foreliggende notat omhandler kvalitetssikring av endelig geoteknisk utredning, se Tabell 1.

## 2 Formål

Hensikten med kontrollnotatet er å dokumentere den uavhengige kvalitetssikringen som Norconsult har gjennomført på grunnlag av mottatt dokumentasjon.

## 3 Mottatt dokumentasjon

Dokumenter i Tabell 1 er kontrollerte.

Tabell 1 - Kontrollerte dokument

Dokument	Dato	Revisjon	Utarbeidet av
20200050-02-R	2020-08-17	0	NGI
20200050-02-R	2020-10-19	1	NGI

Dokument i Tabell 2 er ikke kontrollert i dette notatet, men ligger til grunn for vurderingene.

Tabell 2 - Andre mottatte dokumenter

Dokument	Dato	Revisjon	Utarbeidet av
20200050-01-TN Teknisk notat	2020-02-18	0	NGI
20200050-01-R. Grunnundersøkelser, datarapport	2020-02-20	0	NGI

I tillegg til de formelle dokumentene i oppdraget har det foregått en e-postutveksling omkring enkelte detaljer i utredningen, se Ref. 4 og Ref. 5. Denne kommunikasjonen inngår i kontrollen, men de aktuelle diskusjonstemaene betraktes som lukkede poster i kontrollsammenheng og er derfor ikke gjengitt i det foreliggende notatet.

## 4 Omfang av kontroll

Den uavhengige kvalitetssikringen er hovedsakelig utført mot NVE veiledning 7/2014, Ref. 2 og NIFS rapport 14/2016, Ref. 3.

Ifølge kapittel 5.3 i veiledning 7/2014 skal den uavhengige kvalitetssikringen av dokumentet hovedsakelig omfatte følgende tema:

1. Om faresonen 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. Tolkningen av jordparametere basert på tilgjengelig informasjon
4. Vurdering av 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. Vurdering av nødvendighet/effekt av foreslåtte og/eller planlagte stabiliserende tiltak og prinsipp for utførelse av disse

Gjennomført kvalitetssikring skal beskrives og dokumenteres.

## Nærmere beskrivelse av kontrolltema

For punkt 1 er følgende tema vurdert:

- Beregninger/vurdering av lengde på løsne- og utløpsområde med støtte i Ref. 3. Samsvar mellom beregnede verdier og områdemarkering på kartet.

For punkt 3:

- Tolkning av sonderingsprofiler med tanke på indikasjon på sprøbruddmateriale.
- Tolkning av boreprofiler fra laboratorieundersøkelser med tanke på dokumentasjon av kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale samt representative verdier av tyngdetetthet og udrenert skjærfasthet.
- Tolkning av trykksonderinger for etablering av skjærfasthetsprofiler i stabilitetsanalysene.

For punkt 4:

- Tolkning av terrengprofiler med lagdeling og utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

En god del av de aktuelle kontrollpunktene er behandlet i forbindelse med uavhengig kvalitetssikring av teknisk notat 20200050-01-TN, se Ref. 6, og vil derfor bare bli summarisk nevnt i foreliggende notat.

Det er generelt ikke kommentert på utforming, språk, skrivefeil, etc.

Vurderinger, anbefalinger og konklusjoner som er omhandlet i andre dokumenter, som for eksempel datarapport er ikke kontrollert eller vurdert i dette notatet.

Egne beregninger har hovedsakelig bestått av håndberegninger/overslagsvurderinger og bruk av interne regneark.

Vi har vurdert det slik at det ikke er behov for å utføre egne beregninger av stabilitet.

De forskjellige kontrollpunktene er nærmere kommentert i vedlagte kontrollskjema.

Den gjennomførte uavhengige kvalitetssikringen er vist i vedlagte kontrollskjema med punktvis kommentarer og spørsmål der hvert punkt er klassifisert etter alvorlighetsgrad.

## 5 Konklusjoner

Vi mener at vurderinger og konklusjoner som er oppsummert i kapittel 9 i kontrollert dokument er riktige og faglig forsvarlige.

Det er således dokumentert at faresone 2389 Jernbanegata kan revideres til en mindre utbredelse enn antatt i NVEs oversiktskartlegging. Det er ikke sannsynlig at skredmasser fra ovennevnte faresone kan nå fram til fjordstasjonen.

Områdestabiliteten i dagens situasjon er tilfredsstillende for vestre del av sonen og akseptabel for østre del av sonen. Det må ikke gjennomføres tiltak som kan påvirke stabiliteten i negativ retning uten nærmere geoteknisk vurdering.

## Referanser

- Ref. 1 Norconsult AS: Oppdragsbekreftelse datert 2020-02-04
- Ref. 2 NVE veileder 7/2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred. April 2014
- Ref. 3 NVE Rapport 14/2016: Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred
- Ref. 4 Norconsult v. Torgeir Døssland: E-post datert 2020-09-16 til NGI med diverse spørsmål om profilplassering og om eventuell re-tolking av boreprofiler og laggrensler.
- Ref. 5 NGI v. Ragnar Moholdt: E-post til Norconsult, datert 2020-09-16, med svar på spørsmål.
- Ref. 6 Norconsult (2020): 5201061-RIG-N01 Uavhengig kvalitetssikring av geoteknisk utredning datert 2020-02-26
- Ref. 7 NGI v. Ragnar Moholdt: E-post til Norconsult, datert 2020-10-08, med tilsvar til kontrollnotat versjon J01 datert 2020-09-29.
- Ref. 8 Norconsult v. Torgeir Døssland: E-post datert 2020-10-13 til NGI med kommentarer til tilsvaret.
- Ref. 9 NGI v. Ragnar Moholdt: E-post til Norconsult, datert 2020-10-19, med oversendelse av revidert rapport, Ref. 10) og kommentarer til Ref. 8.
- Ref. 10 NGI. Dokument nr. 20200050-02-R Rev. 1/2020-10-19. Åndalsnes-grunnundersøkelser og kvikkleireutredning Faresone 2389 Jernbanegata.

## Vedlegg

- A Kontrollskjema  
Klassifiseringskoder side 1 av 5
- B Kontrollskjema  
Emne: Rapport 20200050-02-R side 2 av 5

## VEDLEGG A

### KLASSIFISERINGSKODER

Vurderingene klassifiseres etter kodene beskrevet nedenfor.

Klassifisering	Status Åpen (Å) Lukket (L)	Kontrollen lukkes med bakgrunn i tilsvar og endringer/revideringer
OK		
1		Vurdert som alvorlige forhold, feil, mangler eller kommentarer. Krever svar og trolig ny utgivelse av dokument for ny kontroll.
2		Vurdert som mulig alvorlige feil, mangler eller kommentarer. Krever svar.
3		Forhold som anses som enten mangelfulle eller alvorlige, men som vurderes til neppe å ha avgjørende konsekvens for konklusjoner i rapporten. Svar ønskes.
4		Mindre alvorlige feil, mangler eller kommentarer. Krever ikke svar eller dokument for ny kontroll. Her inngår eventuelt også orientering om vårt arbeid eller våre vurderinger.

## VEDLEGG B – versjon J02

### NOTAT

NGI

Oppdrag: Åndalsnes – grunnundersøkelser og kvikkleireutredning

Emne: Utredning av faresone 2389 Jernbanegata

Dokumentkode: 20200050-02-R

Rev.: 0 og 1

Dato: 2020-09-24 og 2020-10-19

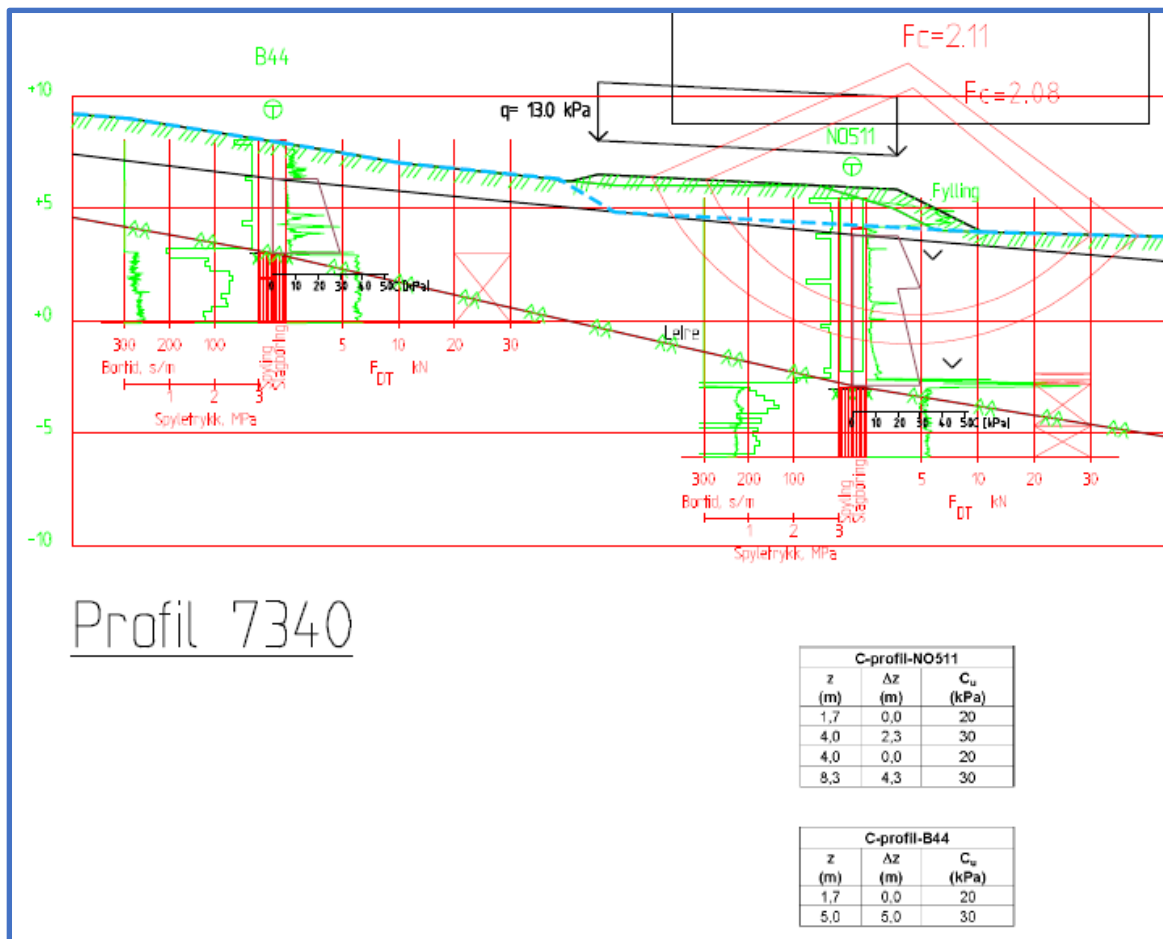
Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
0	Utforming, språk, skrivefeil, etc.	Vi har generelt ikke kommentert på utforming, språk, skrivefeil og lesbarhet.	-	
1.1	Soneklassifisering	Faregrads- og konsekvensklassifisering er utført for det mest kritiske snittet. Vi har ingen merknader til den klassifiseringen som er gjort, men konstaterer at vurderingen av poretrykksforholdene er basert på piezometer som står nokså langt unna (200 m) det analyserte profilet. Dersom poreundertrykket i profil 7 ligger i størrelsesorden 0-20 kPa vil sonen bli klassifisert til middels faregrad, mens risikoklassen fremdeles ville være 4. En justering av faregradsklasse vil ha konsekvenser for kravregimet ved tiltakskategori K3, ellers ikke.	4	L
1.2	Soneavgrensning			
	Beregning/vurdering av løсне- og utløpslengde. Tabell 3, side 13.	<p><b>Kommentarer:</b></p> <p>I teknisk notat var tabellen mer omfattende, i og med at også profil P6 og P7 var tatt med. Målt løсне- og utløpssone på tegning 011 stemmer ikke med tabellerte verdier, avvikene slår begge veier. Størst avvik i løsneområde er i P2 og i utløpslengde i P5.</p> <p>De beregnede løsne- og utløpslengdene ble kontrollert i forbindelse med teknisk notat, men siden den gang er det presentert resultater fra stabilitetsanalyser, og kritiske skjærflater er dermed kjent. Det gir grunnlag for stikkprøvekontroll av beregningene av disse lengdene. P5 ble utvalgt fordi dette profiler skiller seg litt fra de andre i og med den utpregede trappetrinnformen med to terrassenivåer. Et interessant aspekt ved dette er at analyser for den nederste terrassen gir b/D-forhold som tilsier retrogressivt skred og dermed <math>L_u = 1,5 * L</math>. Løsnelengden begrenses av utbredelsen av kvikkleire. Ved skjønnsmessig interpolering i profilet kan denne stipuleres til 65 m og dermed vil utløpslengden bli inntil 98 m.</p>	4	L

Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
		<p>I tilsvar datert 2020-10-08 gjør NGI rede for hvordan de forstår NVE rapport 14/2016. Et vesentlig poeng her er at for profil P5 ligger så å si all kvikkleire i nivå under skråningsfot, og at en mulig skredgrop ikke vil kunne "tømme seg" ned til nivået for kritisk skjærflate (dyp i dette tilfellet). Det vil legge seg ikke-sensitive masser i bunnen av skredgropen. Derfor vurderes aktuell skredtype å være rotasjonsskred, og utløpslengden kan beregnes som <math>0,5 \cdot L</math> som vist i dokument 20200050-02-R.</p> <p>Kartet med soneavgrensing (Tegning 011) er oppdatert i Revisjon 1 av utredningsrapporten (Ref. 10)</p> <p>På denne bakgrunn mener vi at dette kontrollpunktet nå kan lukkes.</p>		
2	Undersøkelsesomfang	Vi mener at omfanget (antall og type) av undersøkelsen gir tilstrekkelig grunnlag for de geotekniske vurderingene		L
3.1	Tolking av sonderingsprofiler med hensyn på indikasjoner på sprøbruddmateriale	<p>NB: Vi har bare vurdert de boringene som er utført for dette oppdraget. Gamle sonderinger fra tidligere oppdrag er ikke vurdert her.</p> <p><b>Kommentar:</b> Temaet ble vurdert under kvalitetssikringen av Teknisk notat og våre kommentarer om tolking av posisjon 13 ble tatt til følge. Derfor er vi nå helt enige i fargekodingen på borplanen i tegning 010-013 for alle borepunkt</p>		L
3.2	Tolking av prøveprofiler med hensyn på dokumentasjon av kvikkleire/sprøbruddmateriale	<p><b>Kommentarer:</b> Se punkt 3.1. Temaet ble vurdert under kvalitetssikringen av Teknisk notat og våre kommentarer om tolking av posisjon 13 ble tatt til følge. Derfor er vi nå helt enige i tolkingen av prøveprofilet.</p>		L
3.3	Tolking av trykksonderinger for etablering av C-profiler til stabilitetsanalysene	<p>Vedlegg C i rapporten presenterer tolkinger av 8 trykksonderinger med hensyn på OCR og <math>C_{UC}</math> (Rapporten bruker gammel notasjon <math>S_{uA}</math>). Vi observerer at anbefalt C-profil ligger noe på konservativ side i forhold til de teoretiske tolkingkurvene, særlig i posisjon 10 og 14 der anbefalt kurve ved store dybder nærmer seg NC-korrelasjonen, mens de teoretiske tolkingkurvene stort sett viser et rimelig samsvar med SHANSEP-basert kurve.</p> <p>Konklusjon: Litt konservative styrkeprofiler er i pakt med god ingeniørpraksis.</p>	4	L
4.1	Tolking av terrengprofiler med lagdeling og utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale, tegning 101-106.	<p><b>Kommentarer:</b> Se kommentarer under punkt 3.1 og 3.2. Temaet ble vurdert under kvalitetssikringen av Teknisk notat og våre kommentarer om endring av profil P4 ble tatt til følge. Profil P3 er</p>		L

Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
		endret en del fra tidligere versjon og er derfor kontrollert på nytt. Ingen innvendinger mot den viste tolkingen.		
4.2	Bruk av C-profiler i stabilitetsanalysene Tegning 200-202	<p>C-profilene i tegningene er kontrollert mot viste anbefalte kurver i vedlegg C. Vi observerer at når C-profiler er benyttet i tilgrensende profiler (eksempelvis punkt 9 der C-profilet er hentet fra punkt 10, eller punkt 15 der C-profilet er hentet fra punkt 14), er det kotehøyde og ikke dybde under terreng som styrer verdiene. Det kan argumenteres med at dette kan gi ugunstige styrkeverdier dersom en tenker at C-profilet burde være delvis styrt av dagens in-situ spenninger. Når profilet kopieres til et punkt med høyere terrengnivå, kunne en forvente noe høyere styrkeverdier enn det som framkommer av profilet.</p> <p>På tegning 201 er det litt pussig at C-profilet som er tolket fra punkt 14 og representerer punkt 15 er trukket inn i profil 3, fordi det ligger 87 m (målt til 101 m på tegning 011) utenfor profilet. Prosjeksjonen av punktet havner like i nærheten av punkt 13 i profilet, og det avviker nokså mye fra C-profilene både i 13 og 9. Men dette har praktisk talt ingen innvirkning på resultatene siden de kritiske skjærflatene ligger langt unna dette punktet. For øvrig vil vi gjerne slå et slag for bruk av tabellerte verdier for C-profiler under profilgrafikken, som vist på Figur 1 under denne tabellen.</p>	4	L
4.3	Regnemodeller og valg av skjærflater	<p>Beregningene er gjort med GeoSuite Stability som er bransjestandard og godt dokumentert. Noen ganger kan det være behov for å manipulere laggrensene for å oppnå at skjærflatene «tvinges» til å følge et spesielt lag. På tegning 200 skjærer kritisk sirkel ned i leirlaget under kvikkleira, der skjærfastheten er marginalt større. Det kunne være interessant å legge inn «fiktiv bergflate» i underkant av kvikkleirelaget for å se om det ville gi noe lavere sikkerhetsfaktor. (Likevel tvilsomt om den ville komme lavere enn 1,4).</p> <p>På alle de tre tegningene er det vist plane skjærflater. Det observeres at alle disse flatene har overraskende slak «inngangshelning» og bratt «utgangshelning». Det er ikke opplyst om denne geometrien er et resultat av optimaliseringsfunksjonen i programmet eller om de er gitt som input. Vi ville ha ventet at en justering av geometrien kunne gi noe lavere sikkerhetsfaktorer.</p> <p>Men ingen av de plane flatene viser så lave sikkerhetsfaktorer at de er avgjørende, og en justering av vinklene ville neppe ha endret på konklusjonen om laveste sikkerhetsfaktor for profilet.</p> <p>I kapittel 7 i rapporten savner vi en drøfting av valgte anisotropifaktorer for skjærfastheten i ADP-analysene, gjerne med henvisning til NVE-rapport 14/2014 fra NIFS-prosjektet.</p>	4	L



Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
5	Er valgte profiler dekkende	Det er utført stabilitetsberegninger for 3 profiler og rapporten redegjør kort for begrunnelsen for valget av profiler. Profilene vurderes å være dekkende for sonen, og relevante fordi de dekker områdene med størst skredkonsekvens.		L
6	Stabiliserende tiltak	Rapporten anbefaler ikke andre stabiliserende tiltak enn erosjonssikring av bekken i østre del av sonen. Noe mer enn dette er heller ikke vurdert som relevant siden rapporten ikke behandler konkrete utbyggingsplaner.		L
7	Konklusjon, se kapittel 9	Konklusjonen gir en oversiktlig presentasjon av resultatene av utredningen. Spesielt vil vi bekrefte at vi er enige i forslaget om å redusere utstrekningen av faresonen slik den ble presentert etter oversiktskartleggingen. Vi er også enige i forslaget om å utvide sonen i et lite område lengst i sør.		L



Figur 1. Eksempel på c-profil med tabellerte verdier under profilgrafikken.