

Kvalitetssikring av utredning av kvikkleiresoner¹

Bakgrunn:

Veileder nr 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Norges vassdrags- og energidirektorat. 2020.

Sone:	
Utredet av:	Terraplan AS
Rapport:	Fv. 363 Bamble kirke – Grindbakken, G/S-veg, Geoteknisk vurdering av områdestabilitet
Oppdragsgiver:	Asplan Viak AS
Uavhengig kvalitetssikring:	NGI
Prosjektnummer:	20210511
Dokumentnummer:	20210511-01-TN

Under feltet *Kontrollstatus* føres:

OK: kontrollert og godkjent (evt. m/kommentar)
ANM.: kontrollert med anmerkning (med kommentar)
IG: kontrollert - ikke godkjent (med kommentar)
IR: Ikke relevant

[Rev 0. svar fra NGI](#)

[Svar fra Terraplan på rev 0](#)

[Rev 1. svar fra NGI](#)

[Svar fra Terraplan på rev 1](#)

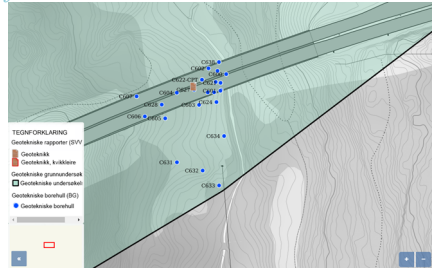
[Rev 2. svar fra NGI](#)

[Svar fra Terraplan på rev 2](#)

¹ Ferdig utfylt dokument lagres i prosjektet på P:\

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar		
A	GRUNNLAG: Geotekniske vurderinger og utredninger på ulike plannivåer (ref. kap. 4)					
A1	Status for planprosess (kommuneplan / reguleringsplan / byggesak) – hvor langt utredningen er kommet					
				Kommuneplan	Reguleringsplan	Byggesak
A1.1	Mulig skredfare - løsneområde (faresone opprettet)	<i>ANM</i>	<i>14.12.2021 MLd</i>		<p><i>Terraplan AS har vurdert et foreløpig løsneområde iht. retningslinjer i NVEs kvikkleireveileder 1/2019. Det er ikke gjort en vurdering av skredmekanisme. Det foreligger heller ikke kartgrunnlag slik at hele sonen vises på plantegning. Hele sonen må vises på plantegning. Skredmekanismer er nå begrunnet. Hele sonen er nå avgrenset og vist på plantegning i vedlegg 1. NGI mener, på bakgrunn av sensitivitet og verdier på omrørt skjærstyrke, at retrogressivt skred er den mest aktuelle skredmekanismen. Ved terrengformasjoner som en kulp/grop vil skredmassene kunne stoppe opp og en kan argumentere for at rotasjonsskred vil være en aktuell skredmekanisme. I dette tilfellet er det antatt at skredmassene vil bli tilnærmet</i></p>	

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				<p><i>flytende, og vil renne videre langs bekkene i bunnen av ravinedalene. Rotasjonsskred vurderes som aktuell skredmekanisme der vi har tilstrekkelig med grunnundersøkelser for å vurdere dette (snitt B og F) basert på andelen kvikkleire over 1:15-linjen. Det kan ikke på nåværende tidspunkt utelukkes muligheten for retrogressivt skred utenfor tiltaksområdet. Faresonen er dermed revidert med tanke på dette, og det er avgrenset en mulig skredutbredelse rundt tiltaket basert på retrogresjon, der initialscred innenfor dette området teoretisk sett kan ramme tiltaket. Foreslåtte tiltaks utstrekning er basert på denne utstrekningen. Supplerende grunnundersøkelser i detaljprosjekteringsfasen eller som en del av et rassikringsprosjekt kan medføre mindre omfattende tiltak. OK, sonen kan muligens avgrenses noe mer basert på berg i dagen.</i></p> <p><i>Terraplan skriver i sitt notat "Mot nord er avgrensningen gjort basert på berg i dagen observert fra flyfoto/topografisk kart og mot E18 hvor det må ha blitt gjort en</i></p>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				<p><i>områdestabilitetsvurdering i forbindelse med utbygging". På geo.ngu.no/kart/nadag/ ligger det flere grunnundersøkelser i dette området som er utført i forbindelse med utbyggingen av E18. Terraplan bør vurdere å inkludere disse grunnundersøkelsene i rapporten sin for å kunne argumentere for avgrensningen av faresonen mot E18.</i></p>  <p><i>Basert på terrengmodeller kan det kan se ut som det er et aktsomhetsområde mellom km 1200-1450 på den nordligste delen (det er ikke sikkert det er kvikkleire der, men det vet man ikke før det eventuelt er boret). I tillegg kan det se ut som det er et aktsomhetsområde mellom km 0-200 i den sørligste sonen. Dette utløser ingen ytterligere krav mht. områdestabilitet i disse områdene</i></p>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				<p><i>da tiltakskategorien er satt til K2 for tiltakene i disse områdene. Disse to områdene er nå omtalt som aktsomhetsområder i det reviderte notatet. Kap. 7.4 og 7.5. OK</i></p>
A1.2	Mulig skredfare – utløpsområde vurdert	ANM	14.12.2021 MLd	<p><i>Utløpsområdet er ikke vurdert. Det må utføres en vurdering samt en opptegning av forventet utløpsområde. Utløpsområdet er vurdert i kap. 8.2.3. og tegnet på plantegning i vedlegg 1. Utløpsområdet er tegnet ut inni kvikkleiresonen. Skred i kanalisert terreng vil føre til et utløpsområde med lengde ca. lik tre ganger lengden på løsneområdet, iht. kap 4.6 i NVE veileder 1/2019. Utløpsområdet er nå vurdert som 3*L=495 m basert på retrogressivt skred i kanalisert terreng. Det meste av utløpsområdet vil være innenfor det opptegnede løsneområdet. Skredmassene vil bevege seg nedstrøms i ravinedalene. Det er et teoretisk utløpsområde lengst sør i faresonen. Dette er ikke tegnet opp da dette er svært langt unna tiltaksområdet og langt utenfor området identifisert som område</i></p>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				<p><i>som kan påvirke tiltaket. Det er usikkerheter knyttet til grunnforhold og eventuell skredmekanisme i den sørligste ravinen og det er dermed vurdert som lite hensiktsmessig å tegne dette utløpsområdet. Vurderingene må tas videre i eventuelt rassikringsprosjekt/revurdering av faresonen.</i></p> <p><i>OK, utløpsområdet bør detaljeres i en senere fase.</i></p>
A1.3	Grunnundersøkelser utført (supplerende)	OK	14.12.2021 MLd	<p><i>Grunnundersøkelser utført ifm. tidligere utredninger og andre prosjekter. Grunnundersøkelser som er benyttet som grunnlag i utredningen bør vises på en plantegning lagt ved i rapporten. Gjerne med markering av beliggenhet av sensitive/kvikke masser.</i></p> <p><i>Alle undersøkelser benyttet i vurderingene er vist på borplan vedlagt notatet.</i></p> <p><i>OK</i></p> <p><i>Terraplan bør i tillegg vurdere om det bør utføres supplerende grunnundersøkelser for å kunne vurdere områdestabiliteten på en tilfredsstillende måte.</i></p>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				<p><i>Supplerende grunnundersøkelser er nå utført. Evt behov for ytterligere grunnundersøkelser er også diskutert.</i></p> <p><i>NGI mener fortsatt det bør vurderes å utføre supplerende grunnundersøkelser for å kunne avgrense sonen samt vurdere andre kritiske skråninger i sonen.</i></p> <p><i>Det er vurdert at supplerende grunnundersøkelser ikke er nødvendig i denne fasen av prosjektet. Dette er allerede diskutert i kap. 8.6 og kap. 10 i notatet. Gjennomførbarheten og utstrekning av foreslåtte tiltak kan dokumenteres med grunnlaget som foreligger. Det er foreslått å utføre grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger andre steder i faresonen som en del av et prosjekt med tanke på stabiliteten av eks. fylkesvei samt bygg og infrastruktur i området («rassikringsprosjekt»). Dette kan medføre redusert sikringsbehov for foreliggende GS-veg-prosjekt. Tiltak skal uansett detaljprosjekteres i senere fase.</i></p> <p><i>OK</i></p>
A1.4	Faregradsevaluering	OK	14.12.2021 MLd	<p><i>Terraplan har beregnet konsekvensklasse og faregrad for</i></p>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				<p><i>sonen, men viser kun resultater og ikke utregning. Utregningen skal være med i rapporten.</i> <i>Denne er nå vedlagt notatet. Se vedlegg 7.</i> <i>NGI har noen kommentarer til faregradsklasse:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Prøveserie i punkt BH30 viser kvikkleiremektighet i mer enn halvparten av borhullets høyde.</i> <p><i>Der vi har bra med grunnundersøkelser er kvikkleiremektigheten mindre enn ¼. For å være konservative har vi endret til kvikkleiremektighet > H/2 siden vi ikke har kontroll på lagdelingen lengre ut til siden. Flere punkter i evalueringen er vurdert konservativt og faregrad «middels» vurderes som robust.</i> OK</p>
A1.5	Utbredelse av potensielt skred – ev. justering av faresone	OK	14.12.2021 MLd	<p><i>Utbredelse av potensielt skred skal vurderes og begrunnes i rapporten.</i> <i>Utbredelsen av potensielt skred er diskutert i kap. 8.2.4.</i> <i>Utbredelsen av potensielt skred og valgt skredmekanisme henger ikke sammen.</i> <i>Som avtalt i møtet 22.11.21 har vi tegnet en avgrensning hvor vi vurderer at et initialskred innenfor</i></p>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				<p><i>dette området kan utvikle seg videre til tiltaksområdet. Se figur og begrunnelse i kap. 8.2.4 i notat. OK</i></p>
A1.6	Stabilitetsanalyser og vurdering av tiltak utført	ANM	14.12.2021 MLd	<p><i>Terraplan har utført stabilitetsberegninger i 2 snitt. NVE veileder 1/2019 setter krav til at det skal gjennomføres stabilitetsberegninger av de skråningene som er kritiske. Det bør komme frem av rapporten om Terraplan har vurdert andre kritiske skråninger i faresonen. Man skal finne laveste sikkerhetsfaktor innenfor sonen, og da må det trolig flere snitt til enn 2 stk.</i></p> <p><i>Valg av kritiske snitt er diskutert i kap. 8.3.</i></p> <p><i>Det bør fortsatt vurderes om det skal utføres beregninger av andre kritiske skråninger i faresonen.</i></p> <p><i>Som snakket om i møtet 22.11.21 har vi regnet på et «generelt» snitt G som vurderes som representativt utenfor tiltaksområdet.</i></p> <p><i>Snitt G fungerer som et generelt snitt. Det er valgt forsiktige jordparametere. Det er ikke markert helning på skråningen i stabilitetsberegningen, men det ser ut som den er tegnet ca. 1:2,5.</i></p>

Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
			<p><i>Gjelder denne skråningshelningen i hele området?</i></p> <p><i>Det stemmer at skråningshelningen er ca. 1:2,5 i snitt G og at dette er representativt for ravinesidene i faresonen. Det kan ikke utelukkes at det finnes brattere skråninger i faresonen, men dette vurderes som tilstrekkelig for vurderingene som er utført i denne fasen.</i></p> <p><i>Lagdeling og valgte materialparametere bør komme tydeligere frem fra presenterte stabilitetsberegninger.</i></p> <p><i>Lagdeling er nå tydeligere vist i vedlegg 2. Materialparametere er vist på stabilitetssnitt i vedlegg 3 i tillegg til tabell i notat.</i></p> <p><i>OK</i></p>
B	GRUNNLAG: Tidligere undersøkelser + utførte grunnundersøkelser (ref. kap. 6)		
B1	Enkeltboringer		
B1.1	Tolking av kvikkleire	<i>ANM</i>	<p><i>14.12.2021</i> <i>MLd</i></p> <p><i>Det er tolket kvikkleire basert på laboratorieresultater. Det bør fremkomme tydeligere på en tegning i hvilken dybde og i hvilke punkter det er tolket kvikkleire. Eventuelt kan tolket lagdeling/kvikkleireforekomst fra ulike borpunkt presenteres i en tabell i rapporten.</i></p> <p><i>I notat -02 er dette presentert på skråfoto i notatet for hver delstrekning. I revidert notat -03 er tolket lagdeling vist på snitt i vedlegg 2.</i></p>

Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar	
			<p><i>I de supplerende grunnundersøkelsene er det tegnet opp at det er brukt økt rotasjon i hele dybden. Dersom dette ikke er tilfellet bør det rettes opp i datarapporten.</i></p> <p><i>Har fått opplyst fra borleder om at det ikke er benyttet økt rotasjon. OK, tegningen i rapporten må rettes opp.</i></p>	
B1.2	Tilstrekkelig boreddybde ifht elvedybde	OK	17.08.2021 MLd	Boret dybde anses tilstrekkelig.
B1.3	Kvalitetsklasse kontrollert (CPT)	OK	15.11.2021 MLd	Kvalitetsklasse CPT er ikke presentert i rapporten. Dette er gitt på CPTU-vedlegg. OK
B2	Type undersøkelser			
B2.1	DRT/Total for sonebegrensning/lagdeling	OK	17.08.2021 MLd	Totalsonderinger er tolket for lagdeling.

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
B2.2	CPT, Ø54 mm eller vingebor for parametertolking	OK	15.11.2021 MLd	Udrenert skjærfasthet er vurdert basert på konus fra laboratorieundersøkelser. Det anbefales å utføre tolkning av CPT og avanserte laboratorieforsøk for å verifisere styrken til leirlaget. Tolket udrenert skjærfasthet fra treacksforsøk er nå tillagt mest vekt i tolkningen, i tillegg til CPTU. Se kap. 8.7.1. OK
B2.3	Min. en piezometer i to dybder	OK	15.11.2021 MLd	Det er nevnt i datarapporten at det er installert hydrauliske poretrykksmålere. Resultatet fra målinger er ikke presentert. Elektriske poretrykksmålerne er nå avlest og benyttet i beregninger og vurderinger. OK
B3	Omfang			
B3.1	Tilstrekkelig mengde for å begrunne omfanget av løseområdet	OK	14.12.2021 MLd	Terraplan bør vurdere om det er ytterligere behov for grunnundersøkelser eller befaring for å se etter berg i dagen for å kunne verifisere eller eventuelt redusere utstrekningen av faresonen. Befaring og supplerende grunnundersøkelser er nå utført. Det bør fortsatt vurderes om det er ytterligere behov for grunnundersøkelser for å avgrense faresonen og som grunnlag for stabilitetsberegninger av andre kritiske skråninger i kvikkleiresonen. Ref. punkt A1.3 er det ikke behov for supplerende grunnundersøkelser for å avklare områdestabiliteten på reguleringsplannivå. Supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med rassikringsprosjekt/detaljprosjektering av GS-veg-prosjekt anbefales utført. OK, det er antatt at snitt G er gjeldende for områder utenfor området hvor det er utført grunnundersøkelser.
B3.2	Vurdert behov for undersøkelser utenfor sonen / planområdet	OK	14.12.2021 MLd	Se avsnitt B3.1 Se kap. 8.6. Som beskrevet i avsnitt B3.1 bør det vurderes supplerende grunnundersøkelser for å kunne utføre stabilitetsberegninger av andre kritiske skråninger i kvikkleiresonen jfr. kravet om robusthet med $F_c > 1,20$ for alle skråninger i kvikkleiresonen

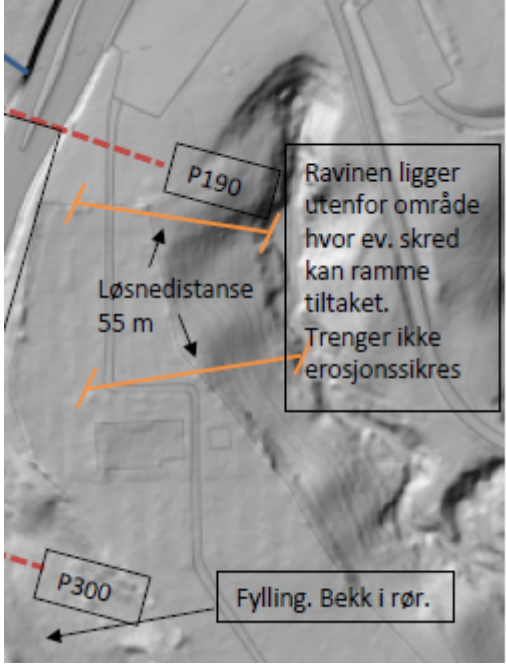
	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				<i>Foreliggende beregninger (snitt G) viser at det ikke er tilstrekkelig robusthet for alle skråninger i faresonen. Etter avtale har vi avgrenset en utstrekning rundt tiltaket hvor et evt. initials kred utenfor dette området ikke kan ramme tiltaket. Avgrensningen er konservativ. Supplerende grunnundersøkelser i senere fase kan innsnevre dette området og utstrekningen av stabiliserende tiltak. OK, grunnundersøkelser bør utføres i en senere fase.</i>
C	STABILITETSVURDERINGER (ref. kap. 7)			
C1	Materialparametere			
C1.1	Dokumentert grunnlag for valg av parametere	OK	15.11.2021 MLd	<p><i>Det er benyttet resultater fra konusforsøk for vurdering av skjærstyrken til leiren. Det bør gjøres en kontroll ved tolkning av CPTU og eventuelt resultater fra avanserte forsøk for å verifisere skjærstyrkeprofilen.</i></p> <p><i>Ref. punkt B2.2 er treksforsøk og CPTU nå benyttet.</i></p> <p>OK</p> <p><i>Det er kun benyttet skjærfasthet fra toppen av skråningen. Dette medfører at svelleeffekten i bunnen av skråningen ikke blir medregnet, og at sikkerhetsfaktoren blir for høy. Dersom det ikke finnes boringer i foten av skråningen bør skjærstyrke basert på SHANSEP, med utgangspunkt i et fornuftig erosjonsplatå, benyttes.</i></p> <p><i>CPTU og prøvetaking er nå utført i bunn av skråning.</i></p> <p>OK</p>
C1.2	Konsolideringsforhold undersøkt fra terreng og ev. ødometer sammenholdt med OCR-verdi fra CPT*	OK	15.11.2021 MLd	<p><i>Det er utført ødometerforsøk i prosjektet. I rapporten bør OCR tolkes og sammenstilles i forbindelse med grunnlag til tolkning av CPTU og vurdering av faregrad.</i></p> <p><i>Ødometer er tolket og presentert i vedlegg 6. OCR er benyttet i faregradsevalueringen og i CPTU-tolkning.</i></p> <p>OK</p>
C1.3	Brukt prinsipp om tøyingskompatibilitet	OK	20.08.2021 MLd	

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
C1.4	Tatt hensyn til krav om tøyningsskompatibilitet v/valg av anisotropiforhold	OK	15.11.2021 MLd	<i>Terraplan beskriver at de har valgt ADP-forhold iht. NIFS-rapport 14/2014. NGI har ingen innvendinger mot dette. Terraplan skriver at de har benyttet $I_p = 10\%$ for å beregne ADP-faktorene. Dette er noe høyt sammenliknet med resultatene fra laboratorieundersøkelsene. Valgte verdier for ADP-forholdet tilsvarer likevel til anbefalte laveste verdier.</i>
C1.5	Justert skjærstyrke ifht evt. terrengendringer	IR	-	<i>Terrenget er ikke endret i beregningene.</i>
C1.6	Korreksjon av vingebor	IR	-	<i>Vingebor ikke utført.</i>
C1.7	Tatt hensyn til årstidsvariasjoner ved poretrykksbestemmelser	OK	15.11.2021 MLd	<i>Ikke utført, men da udrenerte utglidninger er kritisk skredmekanisme anses dette heller ikke som nødvendig. Dette er hensyntatt i vurderingene. Poreovertrykk er diskutert og benyttet i stabilitetsberegningene.</i> OK
C2	Profilvalg – Bruddtyper			
C2.1	Plassering (ut fra overkonsolideringsforhold, høydeforskjell, erosjonsforhold, beliggenhet og mektighet av kvikkleire)	OK	14.12.2021 MLd	<i>Stabilitetsberegninger utført i 2 profiler. NGI har ingen innvendinger mot valget av disse profilene, men NGI mener at det bør gjøres en vurdering i om det bør utføres stabilitetsberegninger i andre kritiske skråninger.</i> <i>Vi har nå utført stabilitetsberegning i et kritisk snitt til, snitt G. Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4, kap 3.3.6 i NVE veileder 1/2019 sier følgende:</i> Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{op} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kap. 5.3.3. For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{op} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og F_{op} økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3. For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{op} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal F_{op} og F_{cu} økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3. Kriteriene for hva som kan regnes som skråninger utenfor influensområdet til tiltaket fremgår av kap. 3.3.7. <i>Også for skråninger i faresonen, som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, har et krav til robusthet $F_{cu} > 1,20$ eller prosentvis forbedring. Stabilitetsberegninger utført for de kritiske snittene viser</i>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				<p><i>sikkerhetsfaktor på skråningen under 1,20. Det er grunn til å tro at sikkerhetsfaktoren på andre skråninger i den tegnede sonen også har en sikkerhetsfaktor mindre enn 1,20.</i></p> <p><i>Som diskutert i møtet skal ikke stabiliteten forverres under noen faser av anleggsarbeidene, og kravet om prosentvis forbedring kan benyttes. Dette er nå tydeliggjort i notatet og må følges opp i detaljprosjektering og utførelse.</i></p> <p><i>Når det gjelder krav til robusthet for skråninger utenfor influensområdet, har vi som vi er blitt enige om tegnet en avgrensning for hvilket område som kan berøre vårt tiltak og det må utføres tiltak her.</i></p> <p><i>OK</i></p>
C2.2	Lokal og global stabilitet undersøkt – funnet kritiske glideflater (sirkulære og plane flater sjekket)	OK	14.12.2021 MLd	<p><i>Kun sirkelsylindrisk glideflate vurdert. Det bør gjøres en vurdering av hva som kan være relevant bruddmekanisme.</i></p> <p><i>Sannsynlig bruddmekanisme er vurdert som rotasjonsskred.</i></p> <p><i>Flakskred vurderes som ikke aktuell bruddmekanisme og derfor er kun sirkulære glideflater vurdert.</i></p> <p><i>Som nevnt i punkt A1.1 mener NGI at det vil være sannsynlig med et retrogressivt skred. Mulig at initialscredet vil være et rotasjonsskred, men det bør ikke utelukkes en utvikling av skredet bakover.</i></p> <p><i>Svart ut i punkt A.1 og notat.</i></p> <p><i>OK, det er nå tatt hensyn til retrogressiv skredmekanisme</i></p>
C2.3	Alle aktuelle skredtyper vurdert	OK	14.12.2021 MLd	<p><i>Det er ikke gjort en vurdering av aktuelle typer skredmekanismer.</i></p> <p><i>Skredmekanismer begrunnet i kap. 8.2.1.</i></p> <p><i>Skredmekanismer er vurdert og begrunnet i rapporten. Som nevnt i punkt A1.1 mener NGI at det vil være sannsynlig med et retrogressivt skred. Erfaringsmessig kan skredmasser fra kvikkleireskred bli tilnærmet flytende, og skredmassene vil kunne renne langt med bekken i bunnen av ravedalen.</i></p> <p><i>Svart ut i punkt A.1 og notat.</i></p> <p><i>OK, det er nå tatt hensyn til retrogressiv skredmekanisme</i></p>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
C2.4	Skred fra utenfra området vurdert	OK	15.11.2021 MLd	<i>Dette er ikke vurdert. Tiltaket ligger i et potensielt utløpsområde for skred utløst fra høyereliggende terreng, ref. kap. 8.2.</i> OK
C3	Analyse			
C3.1	Dagens og fremtidig situasjon – drenert jordoppførsel	OK	15.11.2021 MLd	<i>Både dagens og fremtidig situasjon er dokumentert med drenerte beregninger for Snitt F-F. For snitt B-B er kun fremtidig situasjon dokumentert. Stabilitetsberegning for dagens situasjon i snitt B var ikke presentert fordi denne er betydelig bedre enn etter tiltak. Nå er beregningen likevel vist i vedlegg 3.</i> OK
C3.2	Dagens og fremtidig situasjon – udrenert jordoppførsel. Sprøbruddforhold $f_s=1,15$ benyttet der det stilles krav til dette	OK	14.12.2021 MLd	<i>Sprøbruddforhold er benyttet. I oppdaterte beregninger er sikkerhetsfaktor mot brudd i fase med tiltak satt til 1,41 etter tiltak. Iht. NVE veileder 1/2019 kreves det absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} > 1,40 * f_s = 1,40 * 1,15 = 1,61$ i de tilfellene der tiltaket forverrer stabiliteten. I dette tilfellet vil etablering av kulvert og graving for VA forverre stabiliteten. Som avklart i møtet vil ikke stabiliteten forverres under noen faser av anleggsarbeidene. Stabiliserende tiltak utføres først. Dette er nå tydeliggjort i notatet og prosentvis forbedring kan benyttes.</i> OK
C3.3	Anvendt beregningsprogram basert på grenselikevektsmetoden eller elementmetoden	OK	17.08.2021 MLd	<i>Beregninger utført i Novapoint Geosuite Stability</i>
C3.4	Modellering - Lagdeling* - tørrskorpe modellert (drenert analyse) ev. med vannfylt sprekk - styrkeprofiler (nivåer, interpolasjon mm)* GVS / poretrykksprofiler*	OK	12.11.2021 MLd	<i>Det er lagt et bilde av fremtidig terreng over selve beregningen. Dette gjør det vanskelig å se hvilken lagdeling som er brukt i beregningene. I tillegg bør det noteres en akse som viser skala på skjærstyrkeprofilene som er benyttet i beregning. Dette er nå forbedret i revidert notat.</i> OK
C4	Sikkerhetsnivå			

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
C4.1	Beregnet materialkoeffisient, γ_m	OK	14.12.2021 MLd	<p>Utførte stabilitetsberegninger viser tilstrekkelig sikkerhetsfaktor. Vi er likevel kritiske til su benyttet i bunnen av skråningen, se kommentar i punkt C1.1.</p> <p><i>Dette er nå utbedret.</i></p> <p>Iht. NVE veileder 1/2019 kreves det absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} > 1,40 * f_s = 1,40 * 1,15 = 1,61$ i de tilfellene der tiltaket forverrer stabiliteten. Sikkerheten er ikke tilfredsstillt i verken snitt B, F eller G. I tillegg krever veilederen en robusthet $F_{cu} > 1,20$ for skråninger utenfor influensområdet. Dette er ikke dokumentert.</p> <p><i>Svart ut i punkt C2.1 m.fl.</i></p> <p>Lav drenert sikkerhetsfaktor for relativt grunne glideflater nede ved bekkebunnen vil kunne være kritisk dersom kvikkleiren ligger ved bekkebunnen.</p> <p><i>Dette er undersøkt. Mest kritiske glidesirkler er presentert i notat med vedlegg. Alle aktuelle glidesirkler vil bli sikret med foreslåtte tiltak.</i></p> <p>OK</p>
E	TILTAK (ref. kap. 8)			
E1.1	Ved behov: Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert	OK	14.12.2021 MLd	<p>Ettersom utførte beregninger viser tilstrekkelig sikkerhetsfaktor mot brudd stilles det ikke krav til sikringstiltak.</p> <p>Tiltak for å bedre områdets stabilitet er vurdert i rapporten. Det er utført beregninger for utfylling av motfylling i bunnen av ravedalen.</p> <p><i>Det bør vurderes å se på tiltak for ravinen øst for tiltaket. Ved et retrogressivt skred vil også skred i denne skråningen påvirke tiltaket. Basert på en konservativ vurdering av mulig retrogressivt skred er denne ravinen nå medtatt i området som må sikres.</i></p> <p>OK</p>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				
E1.2	Vist tiltakets prosentvise forbedring ved $\gamma_m < 1,4$	OK	14.12.2021 MLd	<p><i>I de tilfellene der tiltaket forverrer stabiliteten skal en absolutt sikkerhetsfaktor, $F_{cu} > 1,40 * f_s$, kreves.</i></p> <p><i>Ikke relevant. Svart ut i C3.2 m.fl.</i></p> <p><i>Prosentvis forbedring av skråninger kan være aktuelt i områder utenfor tiltaksområdet, men innenfor soneavgrensningen. Per nå er det ikke utført beregninger av disse skråningene.</i></p> <p><i>Alle relevante områder hvor et initialskred kan utløses og ramme tiltaket er medtatt i vurderingen av nødvendig sikringstiltak.</i></p> <p>OK</p>

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
E1.3	Er prosentvis forbedring beregnet i forhold til "før-situasjonen", dvs. før første utbyggingsetappe?	OK	14.12.2021 MLd	Se kommentar i punkt E1.2. <i>Dette er ivare tatt.</i> OK
E1.4	Tilleggskrav mht. erosjon etc.	OK	14.12.2021 MLd	Det er vurdert at ravinen nordvest for tiltaket skal erosjonssikres. Det bør også gjøres en vurdering av om andre bekker i kvikkleiresonen bør erosjonssikres for å overholde kravet til robusthet iht. NVEs veileder 1/2019. <i>Svart ut i tidligere punkter.</i> OK
E.1.5	Forbedring av andre glideflater ($\gamma_m < 1,4$) enn kritisk glideflate vurdert	OK	14.12.2021 MLd	I flere av snittene er kun én glideflate per skråning vist. <i>Mest kritiske glideflate er vist. Flere glideflater er beregnet og vurdert. Alle relevante glideflater vil sikres med foreslåtte tiltak.</i> OK
E1.6	Krav om mer avanserte grunnundersøkelser	IR	-	-
F	RAPPORTERING AV SONEUTREDNINGER (ref. kap. 9)			
F1.1	Eventuell soneendring innmeldt til NVE	ANM	12.11.2021 MLd	Notatet bør revideres etter NGIs kommentarer før det anbefales å melde inn sonen til NVE. <i>Sonen meldes inn når kontrollen er avsluttet.</i>
D	KONTROLLKRAV (ref. kap. 5)			
D1	Gjennomført internkontroll dokumentert	OK	12.11.2021 MLd	Utført.

* Ikke stilt spesielle krav i NVE sin veileder

Generelle kommentarer:

Krav til rystelser pga. sprengning som er gitt i standarden betinger av stabiliteten i sonen er god. Dersom beregnet sikkerhet er lav bør rystelseskravet skjerpes inn.

All graving må gjøres med god lokalstabilitet og på en sikker måte for å unngå å utløse et initialskred som kan forårsake et større kvikkleireskred