

NOTAT

OPPDRAAG	Kvenildstrøa - uavhengig kontroll iht. NVE 7/2014	DOKUMENTKODE	10217361-RIG-NOT-001
EMNE	Uavhengig kvalitetssikring NVE	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Kvenildstrøa 51 AS	OPPDRAAGSLEDER	Arne Vik
KONTAKTPERSON	Tom Arntsen	SAKSBEHANDLER	Ivana Anusic
KOPI	Helene A. Amundsen v/Sweco	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Kvenildstrøa 51 AS for å utføre uavhengig kvalitetssikring av geotekniske vurderinger knyttet til områdestabilitet i forbindelse med planlagt etablering av bebyggelse og anlegg for industri og lager på eiendommen gnr./bnr. 312/2 på Kvenildstrøa. Kvalitetssikring er utført iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» og veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Foreliggende notat presenterer resultatene av kontrollen.

Vi har kontrollert forutsetninger, beregninger og vurderinger. Våre kommentarer må avklares før vi kan gi endelig anbefaling av rapporten.

Rev. 01 av dette notatet svarer ut rev. 01 av Sweco sin rapport. Revidert tekst er skrevet i kursiv. Alle åpne kommentarer er lukket og Multiconsult gir dermed anbefaling om godkjenning.

VEDLEGG

Vedlegg A: Verifikasjonsskjema for utført kvalitetssikring

			<i>Ivana Anusic</i>	<i>Arne Vik</i>	<i>Arne Vik</i>
01	10.03.2020	Revidert etter tilsvar fra Sweco	Ivana Anusic	Anders Gylland	Arne Vik
00	25.02.2020	Uavhengig kvalitetssikring iht. NVE	Ivana Anusic	Anders Gylland	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

Kvenildstrøa 51 AS planlegger å etablere bebyggelse og anlegg for industri og lager på eiendommen gnr./bnr. 312/2 på Kvenildstrøa. Planområdet ligger innenfor kvikkleiresone nr. 227 Kvenildstrøa og er klassifisert i høy faregradsklasse.

Sweco Norge AS har utført supplerende grunnundersøkelser i 2019 [1], samt utredning av områdestabilitet i henhold til NVEs retningslinjer [2]. Planlagt tiltak faller inn under tiltakskategori K4 noe som innebærer at vurderingene skal kvalitetsikres av et uavhengig foretak.

Multiconsult Norge AS er engasjert for å utføre uavhengig kvalitetssikring av Swecos geotekniske vurderinger. Foreliggende notat presenterer resultatene av kontrollen. Kvalitetssikring er utført iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» [3] og veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [4].

Foreliggende revisjon av dette notatet svarer ut rev. A02 av Sweco sin rapport. Revidert tekst er skrevet i kursiv.

2 Dokumenter underlagt kontroll

Følgende dokumenter er relevante for den uavhengige kontrollen i dette notat:

- Sweco Norge AS (2019). Geoteknisk vurdering av skråningsstabilitet på Kvenildstrøa. Kvenildstrøa Tiller. Rapport 10213952-RIG-R01-A01, datert 13. desember 2019

Følgende dokumenter er oversendt fra Sweco som støtte/underlag til kontroll av overnevnte vurderingsrapport:

- Sweco Norge AS (2019). Datarapport fra grunnundersøkelser. Kvenildstrøa Tiller. Rapport 10214638-RIG-R01-A01, datert 01. november 2019
- Sweco Norge AS. Signert sjekkliste for dokument 10213952-RIG-R01-A01
- Sweco Norge AS. Ledelsessystemet for kvalitet i Sweco Norge AS. Beskrivelse av Swecos kvalitetssikringsystem.

Vedlagt følger Multiconsults kommentarer til vurderingsrapport (Verifikasjonsskjema for utført tredjepartskontroll).

Sweco har i etterkant av uavhengig kvalitetssikring av deres geotekniske vurdering, revidert sin rapport 10213952-RIG-R01-A02 (rev. A02) [9]. Deres tilsvarende er gitt i notat «Tilsvarende uavhengig kontroll iht. NVE 7/2014» [10].

3 Myndighetskrav

Sweco har vurdert tiltaket i **tiltakskategori K4** iht. NVEs veileder nr. 7/2014 [4]. Multiconsult er enig i denne klassifiseringen.

4 Kvalitetssikring av utredning ifølge NVEs veileder 7/2014

Multiconsults kontroll av geoteknisk vurdering av tiltaket omfatter gjennomgang av tilgjengelige grunnundersøkelser og gjennomgang av de vurderinger og antakelser som ligger til grunn for konklusjon i Swecos rapport [2]. Dokumentasjon av intern kvalitetssikring hos Sweco viser at det er utført sidemannskontroll av notatet [2].

5 Vurderinger og konklusjoner

Multiconsult har kontrollert tolkning av grunnundersøkelser, beregningsforutsetninger og vurderinger gitt i det mottatte grunnlaget. Det er ikke utført egne beregninger for verifikasjon av selve beregningsresultatene presentert i Swecos utredning.

Etter vårt syn må enkelte forhold avklares og vurderes nærmere før vi kan gi endelig anbefaling av rapporten.

Våre merknader er hovedsakelig relatert til følgende hovedpunkter:

- Materialparametere
- Tolket lagedling
- Vurdering av løснеområde

Det vises for øvrig til angitte punkter i vedlagte verifikasjonsskjema. Multiconsult ber om å få tilbakemelding på før godkjenning kan gis.

Verifikasjonsskjema er revidert (rev01) etter tilsvar fra Sweco.

6 Sluttkommentar

Før endelig anbefaling av rapportene kan gis, anmodes om at kommentarer gitt i verifikasjonsskjema datert 17.02.2020 svares ut slik at de kan lukkes.

Sweco har revidert sin rapport og svart ut alle åpne kommentarer. Multiconsult gir dermed anbefaling om godkjenning.

7 Referanser

- [1] Sweco Norge AS (2019). Datarapport fra grunnundersøkelser. Kvenildstrøa Tiller. Rapport 10214638-RIG-R01-A01, datert 01. november 2019
- [2] Sweco Norge AS (2019). Geoteknisk vurdering av skråningsstabilitet på Kvenildstrøa. Kvenildstrøa Tiller. Rapport 10213952-RIG-R01-A01, datert 13. desember 2019
- [3] NVE (2014). Retningslinjer nr. 2/2011, rev. 22 mai 2014. Flaum og skredfare i arealplanar.
- [4] NVE (2014). Veileder nr. 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- [5] NVE (2016). NIFS Rapport nr. 14/2016. Metode for vurdering av løсне- og utløpsområder for områdeskred.
- [6] NVE (2014). NIFS Rapport nr. 77/2014. Valg av karakteristisk c_{uA} -profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser.
- [7] NVE (2019). Høringsdokument Nr. 3/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Revisjon av NVE Veileder 7/2014.
- [8] Haugen, E. D., Tveit, M., & Heyerdahl, H. (2017). Mapping Quick Clay Hazard Zones: Comparison of Methods for the Estimation of the Retrogression Distance. In Landslides in Sensitive Clays (pp. 311-321). Springer, Cham.
- [9] Sweco Norge AS (2020). Geoteknisk vurdering av skråningsstabilitet på Kvenildstrøa. Kvenildstrøa Tiller. Rapport 10213952-RIG-R01-A02, datert 06. mars 2020
- [10] Sweco Norge AS (2020). Notat - Tilsvar uavhengig kontroll iht. NVE 7/2014, datert 06. mars 2020

Vedlegg A - Verifikasjonsskjema for utført kvalitetssikring				Multiconsult	
Oppdragsgiver:		Kvenildstrøa 51 AS			
Oppdrag:		Kvenildstrøa – uavhengig kvalitetssikring iht. NVE			
Oppdragsnummer:		10217361			
Dato 3. partskontroll:		10.03.2020			
Revisjonsnr. 3. partskontroll:		01			
Totalt sider skjema:		6			
	Dok. nr.	Tittel	Dato	Firma	
Dok. underlagt kontroll:	10213952-RIG-R01-A01	Geoteknisk vurdering av skråningsstabilitet på Kvenildstrøa	13.12.2019	Sweco Norge AS	
	10214638-RIG-R01-A01	Datarapport fra grunnundersøkelser. Kvenildstrøa Tiller	01.11.2019	Sweco Norge AS	
	10213952-RIG-R01-A02	Geoteknisk vurdering av skråningsstabilitet på Kvenildstrøa	06.03.2020	Sweco Norge AS	
	Notat	Tilsvaret til uavhengig kontroll iht. NVE 7/2014	06.03.2020	Sweco Norge AS	
Utført av:		Ivana Anusic	Ivana Anusic		
Kontrollert av:		Anders Gylland	Anders S. Gylland		
Godkjent av:		Arne Vik	Arne Vik		
Kommentar	Beskrivelse	Kategori ¹⁾	Status ²⁾		
Generelt	Sweco Norge AS har på oppdrag fra Kvenildstrøa 51 AS utført grunnundersøkelser, samt geoteknisk vurdering for oppsett av bebyggelse og anlegg for industri og lager på eiendommen gnr./bnr. 312/2 på Kvenildstrøa. Planområdet ligger innenfor kvikkleiresone nr. 227 Kvenildstrøa og er klassifisert i høy faregradsklasse. Multiconsult Norge AS har utført uavhengig kvalitetssikring av vurderingsrapport og tilhørende grunnundersøkelser. Vurderingsnotatet [2] dekker de temaer som bør omhandles og har en god struktur. Utført kvalitetssikring dekker forhold nødvendig for å dekke krav i NVEs retningslinjer nr. 2/2011 [3] og NVEs veileder nr. 7/2014 [4]. <i>Sweco har gitt tilsvaret på kommentarene fra rev00 i et eget notat [10]. Kommentarer knyttet til rev_01 av verifikasjonsskjema er skrevet i kursiv.</i>	-	-		
1	Poretrykk				
1.1	Det er utført 6 stk. trykksonderinger (CPTU) i forbindelse med prosjektet. Poretrykkrespons i borpunkter SW-2 og SW-8 virker svak	TS	L		

¹⁾ MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

²⁾ Å - Åpen
L - Lukket

	ned til henholdsvis ca. dybde 7 og 12 m. Multiconsult ber om en vurdering av nøyaktighet av poretrykksrespons og hvorvidt dette har konsekvens for tolkning av beregnings parametere. <u>Tilsvar fra Sweco:</u> «Borpunkt SW-2, SW-3 og SW-4 har lignende poretrykksrespons i ca. 7 – 12 m dybde, ved overgangen mellom overkonsolidert tørrskorpeleire, lav sensitiv leire og sprøbruddmateriale. Sprøbruddmateriale ligger ca. 8 – 13 m under overflaten i borpunkt SW-2, SW-3 og SW-4. Borpunkt SW-6 og SW-7 har ikke samme trend fordi de ligger i et område med veldig tynt lag av tørrskorpeleire og sprøbruddmateriale ligger så grunt som 5 m under overflaten. Lagdelingen samsvarer også med tolkningen av trykkmotstanden. Poretrykksresponsen avhenger derfor av lagdelingen. Borpunkt SW-8 ligger i nærheten av Boring 1 (Kummeneje o.5897) og lagdelingen antyder at materiale i dybde mellom ca. 7 og 12 m kan være skredmasse. Poretrykksresponsen i SW-8 er derfor påvirket av overgangen mellom lav sensitiv leire, tørrskorpeleire og sprøbruddmateriale. Tørrskorpeleire ligger faktisk mellom lav sensitiv leire og sprøbruddmateriale i dette borpunktet. Det understrekes at poretrykksresponsen ikke blir brukt direkte i tolkning av beregningsparametere og at skjærstyrkeprofiler først og fremst er tilpasset til laboratorieresultater, se kapittel 7.1.1 [1].» Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren for lukket.		
1.2	Måling av poretrykk er utført den 30.10.2019 [1]. Multiconsult kan ikke se at det er tatt nevneverdige hensyn til variasjoner i forhold til årstidsvariasjoner og må be om en vurdering av dette. Viser for øvrig til siste avsnitt under kap. 7.2 i NVE 7/2014. <u>Tilsvar fra Sweco:</u> «Et avsnitt om effekten av årstidsvariasjoner har blitt inkludert i kapittel 8.1.» Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren for lukket.	TS	L
2	Kvalitetsskjema CPTU		
2.1	Kvalitetsskjema for CPTU er vedlagt i datarapport 10214638-RIG-R01-A01 [1]. Alle seks CPTU-sonderingene har anvendelsesklasse 1 for både friksjon og poretrykk. Anvendelsesklasse for spissmotstand er 3 for SW_3 og 2 for SW_6, resterende CPTU-sonderinger har anvendelsesklasse 1.	-	L
3	Materialparametere		
3.1	Det ser ut i profil A at det er benyttet samme skjærstyrkeprofil på toppen av skråningen og ved skråningsfot. Multiconsult ber om begrunnelse for valg av disse skjærstyrkeprofilene. Er det tatt hensyn til forskjellig spenningshistorie for disse punktene? <u>Tilsvar fra Sweco:</u> «Skjærstyrkeprofilen i borpunkt Y2 baserer seg på lagdelingen og laboratorieresultater i Y2 og HA-2. CPTU er brukt til tolkningen av	TS	L

¹⁾ MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

²⁾ Å - Åpen
L - Lukket

	lagdelingen i borpunkt SW-8 og skjærstyrkeprofilen er utarbeidet med utgangspunkt i laboratorieresultater i borpunkt HA-2. Skjærstyrkeprofilen i toppen av skråningen er en kombinasjon av det. Skjærstyrkeprofilen som baserer seg på laboratorieresultater fra et borpunkt med lignende spenningshistorie anses å være representativ.» Multiconsult aksepterer tilsvaret og anser kommentaren for lukket.		
3.2	In-situ spenningstilstand er viktig ved tolkning av CPTU. Det bes om at dette inkluderes i rapporten og legges ved tolkede CPTU-profiler. <u>Tilsvaret fra Sweco:</u> «In-situ spenningstilstand har blitt inkludert ved CPTU-profiler.» Sweco har inkludert måledata fra CPTU sonderinger i revisjon av rapporten, men ikke in-situ spenningstilstand (in-situ poretrykk, total- og effektiv vertikal spenning brukt i beregninger). På grunn av Swecos tilsvaret i kommentar 4.3 «(...) Det understrekes at skjærstyrkeprofiler baserer seg mer på laboratorieresultater fra borpunkt HA-2 og ikke N_{kt} – og $N_{\Delta u}$ – korrelasjoner (se Vedlegg 4 [1]), noe som er konservativt.», antas det at in-situ spenningstilstand i hver enkelt CPTU var ikke brukt. Dermed aksepterer Multiconsult tilsvaret og anser kommentaren for lukket.	TS	L
3.3	Det ville være nyttig å ha tolkning av prekonsolideringsspenning, p_c', og OCR fra utførte CPTU sonderinger, samt tolkning av tidligere terrengnivå (POP) ut fra disse. Dette for å kontrollere skjærstyrkeprofiler opp mot spenningshistorie. Multiconsult anbefales om at dette inkluderes i rapporten. <u>Tilsvaret fra Sweco:</u> «Sweco Norge AS er enig at tolkning av prekonsolideringsspenning, OCR og POP kunne ha vært presentert, men det anses å ikke være nødvendig for denne rapporten.» Multiconsult aksepterer tilsvaret og anser kommentaren for lukket.	R	L
3.4	Det kunne med fordel vært inkludert en mer omfattende tolkning av CPTU sonderinger, f. eks. inkludert B_q-profiler og andre dimensjonsløse parametere som kan hjelpe med tolkning av lagdeling i de kritiske profilene. <u>Tilsvaret fra Sweco:</u> «Sweco Norge AS er enig at en mer omfattende tolkning av CPTU kunne ha vært presentert, men det anses å ikke være nødvendig for denne rapporten.» Multiconsult aksepterer tilsvaret og anser kommentaren for lukket.	R	L
3.5	Multiconsult anbefales en referanse linje for aktiv udrenert skjærfasthet ($0,28 \cdot \sigma_{v0}'$; anbefalt i NIFS rapport 77/2014 [6]) inkludert på tegninger med CPTU tolkninger. <u>Tilsvaret fra Sweco:</u>	R	L

1) MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

2) Å - Åpen
L - Lukket

	«Referanselinje for aktiv udrenert skjærfasthet har blitt inkludert i tegninger med CPTU tolkninger.»		
	<i>Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren for lukket.</i>		
4	Stabilitetsberegninger		
4.1	Vi er enig i valg av plassering av beregningsprofiler.	-	L
4.2	Stabilitetsberegninger (tegning nr. 104 t.o.m. 107) er utført uten at trafikklast fra adkomstveg og byggenes vekt i planområdet er tatt med. Det forutsettes at bebyggelsen plasseres så langt fra skråningstoppene at byggenes vekt ikke kommer til å ha noe innvirkning på områdestabiliteten. Adkomstveg til bebyggelsen er sørvest for planområdet og ha en betydelig avstand fra skråningstoppene. Multiconsult er enig i at trafikklast og last fra byggene ikke inkluderes i beregningene.	-	L
4.3	Det er utført tolkninger av lagdeling i stabilitetsberegningsprofiler. Multiconsult ber om begrunnelse for utførte tolkninger, spesielt med tanke på overgang mellom leire og sprøbruddmateriale/kvikkleire. I enkelte punkter kan det vurderes å tolke overgang til kvikkleire grunnere enn hva som er gjort. <u>Tilsvar fra Sweco:</u> «Tolkning av overgangen mellom leire og sprøbruddmateriale baserer seg på korrelasjon mellom en omfattende del laboratorieundersøkelser og CPTU (HA-2). Korrelasjonen er videre brukt i tolkning av andre CPTU-resultater, se kapittel 7.1.2 [1]. Noen av overgangene mellom leire og sprøbruddmateriale ble vurdert på nytt og det ble oppdaget at man kunne ha vært noe mer konservativ i tolkning av borpunkt SW-8. Overgangen mellom leire og sprøbruddmateriale kan heves fra 11 m under terreng til 4 m under terreng med en konservativ antagelse om at det kan være en lomme med sprøbruddmateriale som i borpunkt 1 (Kummeneje 0.5897). Dette fører ikke med seg noen betydelige endringer i sikkerhetsfaktorer eller løsneområdet. I borpunkt SW-2 ligger overgangen mellom leire og sprøbruddmateriale 13 m under terreng, noe som stemmer med laboratorieresultater i borpunkt B16. Borpunkt SW-3 ligger noe høyere enn terrenget presentert i profil E – E, på grunn av noen svinger i bekkedalen. Overgangen mellom leire og sprøbruddmateriale kan derfor ligge ca. 4 m lavere enn det som er presentert ved borpunkt SW-3, noe som passer bedre med lagdelingen i borpunkt SW-2. Det understrekes at skjærstyrkeprofiler baserer seg mer på laboratorieresultater fra borpunkt HA-2 og ikke N_{kt} – og $N_{\Delta u}$ – korrelasjoner (se Vedlegg 4 [1]), noe som er konservativt.» <i>Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren for lukket.</i>	TS	L
5	Områdestabilitet		
5.1	<u>Vurdering av løsneområde</u> I vurdering av løsneområde er det tatt «tidligere skredhendelser» som $L/H < 5$. Dette gir at skråningene i profiler A-A, B-B og E-E	TS	L

¹⁾ MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

²⁾ Å - Åpen
L - Lukket

	klassifiseres som lav L/H klasse, og innebærer maksimalt løснеområdet kan beregnes til $L/H=5$. Multiconsult synes det valget er ikke konservativt og refererer til NIFS rapport 14/2016 [5]: «<i>Tidligere skredhendelser kan gi verdifull informasjon om forventet L/H for et framtidig skred. Topografiske og kvartærgeologiske kart viser tidligere skredgroper, og L/H forhold for disse undersøkes i nærheten av studieområdet for å vurdere score. I noen tilfeller kan det være vanskelig å vurdere denne faktoren og det anbefales å velge en middels verdi dersom det ikke er registrert tidligere skredhendelser i studieområdet.</i>» Ved bruk av middels verdi, klassifiseres skråningene i middels L/H klasse, dvs. løснеområdet beregnes til $L/H=10$. Planområdet er dermed skredutsatt. Multiconsult ber om begrunnelse for valgt $L/H<5$. <u>Tilsva fra Sweco:</u> «Det er registrert mange skredhendelser i området, både med løsnedområde $L/H>10$, $5<L/H<10$ og $L/H\leq 5$. Skredhendelsene som har en høydeforskjell (H) på 4 – 6 m hadde et relativt langt løsnedområde på 70 – 100 m. Skredhendelsene som har en høydeforskjell (H) på ca. 10 m hadde et begrenset løsnedområde på mindre enn 50 m. Det er vurdert at skredhendelser med løsnedområde $L/H\leq 5$ er representative for profilene A – A og B – B på grunn av tilsvarende høydeforskjell og skråningsgeometri. En høyere verdi er vurdert å være for konservativ. Profil E – E har en tilfredsstillende skråningsstabilitet med sikkerhetsfaktor på 1,42. Løsnedområde er vurdert sammen med alle de andre profilene, men det ble ikke konkludert med at løsnedområde gjelder for dette profilet. Tegning G108 viser løsnedområde i profil E – E som er en kritisk skjærflate, bare for å markere området man ikke kan bygge på. Side 4 i vedlegg 8 har blitt fjernet for å unngå misforståelser angående løsnedområde.» Multiconsult aksepterer begrunnelse for valg av $L/H<5$, men anbefales at vurdering av skredhendelsene inkluderes i vurderingsrapport, spesielt tolkning av H og L fra tidligere skredhendelser i området. Siden «NGI-metoden» er brukt i tillegg og viser at omfanget av løsnedområdet er noe større enn det valgte $L/H=5$ og mindre enn $L/H=10$, og siden en mer konservativ grense enn $L/H=5$ er valgt i vurdering av løsnedområde, anser Multiconsult kommentaren for lukket.		
5.2	Vurdering av utløpsområde er utført kun i henhold til fremgangsmåte beskrevet i NIFS rapport 14/2016 [5]. Metoden er fremdeles på utforskningsstadiet og er ikke etablert som en entydig bransjestandard. Multiconsult anbefales at vurderingen utføres som foreslått i «NGI-metoden» [7, 8] i tillegg. Resultatene sammenlignes. <u>Tilsva fra Sweco:</u> «Løsnedområde i henhold til NGI-metode er vurdert. Omfanget av løsnedområde er noe større enn det valgte $L/H=5$ og mindre enn	R	L

1) MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

2) Å - Åpen
L - Lukket

	<i>L/H=10. Praktisk betydning av utvidelsen av løsneområde anses å være minimalt, med hensyn til det planlagte arbeidet på tomten, og en mer konservativ grense enn L/H=5 er valgt.»</i> <i>Multiconsult aksepterer tilsvaret og anser kommentaren for lukket.</i>		
5.3	<u>Sammensatte glideflater</u> I plott av beregningsresultat er det kun vist sirkulærsylindriske skjærflater. Der det er kvikkleirelag som ligger parallelt med terrenget i hellende terreng må det også vises beregningsresultater med sammensatte flater. <u>Tilsvaret fra Sweco:</u> <i>«Kvikkleirelaget ligger parallelt med hellende terreng i et begrenset område i Profil A – A, B – B og C – C. De sirkulærsylindriske skjærflater dekker hele området med hellende terreng og anses til å være representative. Det ble gjort forsøk på å beregne sammensatte glideflater i GeoSuite og resultatene antyder at sammensatte glideflater ikke gir et lavere sikkerhetsnivå enn sirkulære flater.»</i> <i>Multiconsult aksepterer tilsvaret og anser kommentaren for lukket.</i>	TS	L
6	Tiltakskategori		
6.1	Tiltaket plasseres i tiltakskategori K4. Multiconsult er enig i denne klassifiseringen.	-	L
7	Kvalitetssikring av kollega		
7.1	Sweco har oversendt dokumentasjon av gjennomført kvalitetssikring av kollega.	-	L

¹⁾

MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

²⁾

Å - Åpen
L - Lukket

NOTAT

KUNDE / PROSJEKT Kvenildstrøa 51 AS RIG Kvenildstrøa Tiller	PROSJEKTLEDER Helene Alexandra Amundsen	DATO 06.03.2020
PROSJEKTNUMMER 10213952	OPPRETTET AV Helene Alexandra Amundsen	REV. DATO
UTARBEIDET AV NAVN Helene Alexandra Amundsen	SIGNATUR	KONTROLLERT AV NAVN Åsmund Elgvasslien
		SIGNATUR

DISTRIBUSJON: **FIRMA** **NAVN**
TIL: Multiconsult AS Ivana Anusic
KOPI TIL: Kvenildstrøa 51 AS Tom Arntsen

Tilsvar til uavhengig kontroll iht. NVE 7/2014

Multiconsult AS har utført kvalitetssikring av rapporten «Geoteknisk vurdering av skråningsstabilitet på Kvenildstrøa» [1] iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplaner» [2] og veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [3]. Multiconsult har også mottatt tilhørende datarapport fra grunnundersøkelser i området [4]. Foreliggende notat presenterer svar på åpne kommentarer i kontrollnotatet [5].

1. Poretrykk

1.1 **Teknisk spørsmål:** Det er utført 6 stk. trykksonderinger (CPTU) i forbindelse med prosjektet. Poretrykkesrespons i borpunkter SW-2 og SW-8 virker svak ned til henholdsvis ca. dybde 7 og 12 m. Multiconsult ber om en vurdering av nøyaktighet av poretrykkesrespons og hvorvidt dette har konsekvens for tolkning av beregningsparametere.

Besvarelse: Borpunkt SW-2, SW-3 og SW-4 har lignende poretrykkesrespons i ca. 7 – 12 m dybde, ved overgangen mellom overkonsolidert tørrskorpeleire, lav sensitiv leire og sprøbruddmateriale. Sprøbruddmateriale ligger ca. 8 – 13 m under overflaten i borpunkt SW-2, SW-3 og SW-4. Borpunkt SW-6 og SW-7 har ikke samme trend fordi de ligger i et område med veldig tynt lag av tørrskorpeleire og sprøbruddmateriale ligger så grunt som 5 m under overflaten. Lagdelingen samsvarer også med tolkningen av trykkmotstanden. Poretrykkesresponsen avhenger derfor av lagdelingen.

Borpunkt SW-8 ligger i nærheten av Boring 1 (Kummeneje o.5897) og lagdelingen antyder at materiale i dybde mellom ca. 7 og 12 m kan være skredmasse. Poretrykkesresponsen i SW-8 er derfor påvirket av overgangen mellom lav sensitiv leire, tørrskorpeleire og sprøbruddmateriale. Tørrskorpeleire ligger faktisk mellom lav sensitiv leire og sprøbruddmateriale i dette borpunktet.

Det understrekes at poretrykkesresponsen ikke blir brukt direkte i tolkning av beregningsparametere og at skjærstyrkeprofiler først og fremst er tilpasset til laboratorieresultater, se kapittel 7.1.1 [1].

1.2 **Teknisk spørsmål:** Måling av poretrykk er utført den 30.10.2019 [4]. Multiconsult kan ikke se at det er tatt nevneverdige hensyn til variasjoner i forhold til årstidsvariasjoner og må be om en vurdering av dette. Viser for øvrig til siste avsnitt under kap. 7.2 i NVE 7/2014.

Besvarelse: Et avsnitt om effekten av årstidsvariasjoner har blitt inkludert i kapittel 8.1.

3. Materialparametere

3.1 **Teknisk spørsmål:** Det ser ut i profil A at det er benyttet samme skjærstyrkeprofil på toppen av skråningen og ved skråningsfot. Multiconsult ber om begrunnelse for valg av disse skjærstyrkeprofilene. Er det tatt hensyn til forskjellig spenningshistorie for disse punktene?

Besvarelse: Skjærstyrkeprofilen i borpunkt Y2 baserer seg på lagdelingen og laboratorieresultater i Y2 og HA-2. CPTU er brukt til tolkningen av lagdelingen i borpunkt SW-8 og skjærstyrkeprofilen er utarbeidet med utgangspunkt i laboratorieresultater i borpunkt HA-2. Skjærstyrkeprofilen i toppen av skråningen er en kombinasjon av det.

Skjærstyrkeprofilen som baserer seg på laboratorieresultater fra et borpunkt med lignende spenningshistorie anses å være representativ.

3.2 **Teknisk spørsmål:** In-situ spenningstilstand er viktig ved tolkning av CPTU. Det bes om at dette inkluderes i rapporten og legges ved tolkede CPTU-profiler.

Besvarelse: In-situ spenningstilstand har blitt inkludert ved CPTU-profiler.

3.3 **Råd:** Det ville være nyttig å ha tolkning av prekonsolideringsspenning, pc' , og OCR fra utførte CPTU sonderinger, samt tolkning av tidligere terrengnivå (POP) ut fra disse. Dette for å kontrollere skjærstyrkeprofiler opp mot spenningshistorie. Multiconsult anbefales om at dette inkluderes i rapporten.

Besvarelse: Sweco Norge AS er enig at tolkning av prekonsolideringsspenning, OCR og POP kunne ha vært presentert, men det anses å ikke være nødvendig for denne rapporten.

3.4 **Råd:** Det kunne med fordel vært inkludert en mer omfattende tolkning av CPTU sonderinger, f. eks. inkludert B_q -profiler og andre dimensjonsløse parametere som kan hjelpe med tolkning av lagdeling i de kritiske profilene.

Besvarelse: Sweco Norge AS er enig at en mer omfattende tolkning av CPTU kunne ha vært presentert, men det anses å ikke være nødvendig for denne rapporten.

3.5 **Råd:** Multiconsult anbefales en referanse linje for aktiv udrenert skjærfasthet ($0,28\sigma_0'$; anbefalt i NIFS rapport 77/2014 [6]) inkludert på tegninger med CPTU tolkninger.

Besvarelse: Referanselinje for aktiv udrenert skjærfasthet har blitt inkludert i tegninger med CPTU tolkninger.

4. Stabilitetsberegninger

4.3 **Teknisk spørsmål:** Det er utført tolkninger av lagdeling i stabilitetsberegningsprofiler. Multiconsult ber om begrunnelse for utførte tolkninger, spesielt med

tanke på overgang mellom leire og sprøbruddmateriale/kvikkleire. I enkelte punkter kan det vurderes å tolke overgang til kvikkleire grunnere enn hva som er gjort.

Besvarelse: Tolkning av overgangen mellom leire og sprøbruddmateriale baserer seg på korrelasjon mellom en omfattende del laboratorieundersøkelser og CPTU (HA-2). Korrelasjonen er videre brukt i tolkning av andre CPTU-resultater, se kapittel 7.1.2 [1].

Noen av overgangene mellom leire og sprøbruddmateriale ble vurdert på nytt og det ble oppdaget at man kunne ha vært noe mer konservativ i tolkning av borpunkt SW-8. Overgangen mellom leire og sprøbruddmateriale kan heves fra 11 m under terreng til 4 m under terreng med en konservativ antagelse om at det kan være en lomme med sprøbruddmateriale som i borpunkt 1 (Kummeneje 0.5897). Dette fører ikke med seg noen betydelige endringer i sikkerhetsfaktorer eller løsneområdet.

I borpunkt SW-2 ligger overgangen mellom leire og sprøbruddmateriale 13 m under terreng, noe som stemmer med laboratorieresultater i borpunkt B16. Borpunkt SW-3 ligger noe høyere enn terrenget presentert i profil E – E, på grunn av noen svinger i bekkedalen. Overgangen mellom leire og sprøbruddmateriale kan derfor ligge ca. 4 m lavere enn det som er presentert ved borpunkt SW-3, noe som passer bedre med lagdelingen i borpunkt SW-2.

Det understrekes at skjærstyrkeprofiler baserer seg mer på laboratorieresultater fra borpunkt HA-2 og ikke N_{kt} – og N_{Au} – korrelasjoner (se Vedlegg 4 [1]), noe som er konservativt.

5. Områdestabilitet

5.1 **Teknisk spørsmål:** *I vurdering av løsneområde er det tatt «tidligere skredhendelser» som $L/H < 5$. Dette gir at skråningene i profiler A-A, B-B og E-E klassifiseres som lav L/H klasse, og innebærer maksimalt løsneområdet kan beregnes til $L/H = 5$.*

Multiconsult synes det valget er ikke konservativt og refererer til NIFS rapport 14/2016 [5]: «Tidligere skredhendelser kan gi verdifull informasjon om forventet L/H for et framtidig skred. Topografiske og kvartærgeologiske kart viser tidligere skredgroper, og L/H forhold for disse undersøkes i nærheten av studieområdet for å vurdere score. I noen tilfeller kan det være vanskelig å vurdere denne faktoren og det anbefales å velge en middels verdi dersom det ikke er registrert tidligere skredhendelser i studieområdet.»

Ved bruk av middels verdi, klassifiseres skråningene i middels L/H klasse, dvs. løsneområdet beregnes til $L/H = 10$. Planområdet er dermed skredutsatt.

Multiconsult ber om begrunnelse for valgt $L/H < 5$.

Besvarelse: Det er registrert mange skredhendelser i området, både med løsneområde $L/H > 10$, $5 < L/H < 10$ og $L/H \leq 5$. Skredhendelsene som har en høydeforskjell (H) på 4 – 6 m hadde et relativt langt løsneområde på 70 – 100 m. Skredhendelsene som har en høydeforskjell (H) på ca. 10 m hadde et begrenset løsneområde på mindre enn 50 m. Det er vurdert at skredhendelser med løsneområde $L/H \leq 5$ er representative for profilene A – A og B – B på grunn av tilsvarende høydeforskjell og skråningsgeometri. En høyere verdi er vurdert å være for konservativ.

Profil E – E har en tilfredsstillende skråningsstabilitet med sikkerhetsfaktor på 1,42. Løsneområde er vurdert sammen med alle de andre profilene, men det ble ikke konkludert med at løsneområde gjelder for dette profilet. Tegning G108 viser løsneområde i profil E – E som er en kritisk skjærflate, bare for å markere området man ikke kan bygge på. Side 4 i vedlegg 8 har blitt fjernet for å unngå misforståelser angående løsneområde.

5.2 Råd: Vurdering av utløpsområde er utført kun i henhold til fremgangsmåte beskrevet i NIFS rapport 14/2016 [5]. Metoden er fremdeles på utforskningsstadiet og er ikke etablert som en entydig bransjestandard. Multiconsult anbefales at vurderingen utføres som foreslått i «NGI-metoden» [7, 8] i tillegg. Resultatene sammenlignes.

Løsneområde i henhold til NGI-metode er vurdert. Omfanget av løsneområde er noe større enn det valgte L/H=5 og mindre enn L/H=10. Praktisk betydning av utvidelsen av løsneområde anses å være minimalt, med hensyn til det planlagte arbeidet på tomten, og en mer konservativ grense enn L/H=5 er valgt.

5.3 Teknisk spørsmål: I plott av beregningsresultat er det kun vist sirkulærsylindriske skjærflater. Der det er kvikkleirelag som ligger parallelt med terrenget i hellende terreng må det også vises beregningsresultater med sammensatte flater.

Besvarelse: Kvikkleirelaget ligger parallelt med hellende terreng i et begrenset område i Profil A – A, B – B og C – C. De sirkulærsylindriske skjærflater dekker hele området med hellende terreng og anses til å være representative. Det ble gjort forsøk på å beregne sammensatte glideflater i GeoSuite og resultatene antyder at sammensatte glideflater ikke gir et lavere sikkerhetsnivå enn sirkulære flater.

Referanser

- [1] Sweco Norge AS. *Geoteknisk vurdering av skråningsstabilitet på Kvenildstrøa. 10213952-RIG-R01-A01.* (2019).
- [2] NVE. *NVEs Retningslinjer nr. 2/2011: Flom- og skredfare i arealplaner. Vedlegg 1 : 'Vurderings av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre sensitive/kvikke jordarter med sprøbruddegenskaper'.* (2011).
- [3] NVE. *Sikkerhet mot kvikkleireskred. NVEs veileder nr. 7/2014.* (2014).
- [4] Sweco Norge AS. *Datarapport fra grunnundersøkelser. Kvenildstrøa Tiller. Rapport 10214638-RIG-R01-A01.* (2019).
- [5] Multiconsult AS. *Uavhengig kvalitetssikring NVE. Kvenildstrøa -uavhengig kontroll iht. NVE 7/2014. 10217361-RIG-NOT-001.* (2020).