

NOTAT

Oppdrag **1350011578**
Kunde **Kristiansand kommune**
Notat nr. **G-not-001 rev.01**
Til **Lasse C. Eikaas**

Fra **Ernst Pytten**
Kopi **Per Stenhamar, Sweco**

Dato 2017-04-28

UAVHENGIG KONTROLL OMRÅDESTABILITET, TVEIT IDRETTSHALL

1. Innledning

Rambøll har fått i oppdrag av Kristiansand kommune å utføre en uavhengig kontroll av Swecos utredning av områdestabilitet i forbindelse med bygging av Tveit idrettshall i Kristiansand. I dette notat gjennomgås rapport for gjennomførte grunnundersøkelser og rapport med geotekniske vurderinger.

Følgende dokumenter fra Sweco er vurdert i revidert kontrollnotat:

- /1/ Notat RIG-04, datert 04.01.2017
- /2/ Rapport RIG-RAP-02 Rev.: 02 «Tveithallen, Kristiansand – Vurdering av områdestabilitet», datert 26.04.2017 er vurdert i revidert kontrollnotat.

2. Grunnlag

Grunnlagsrapporter for kontroll av områdestabilitet:

- **Multiconsult**, Kristiansand kommune, Byarkitekten - Rapport nr. 600044-1:" Grunnundersøkelser. Fundamentering", datert 29.02.2000
- **Sweco**, Datarapport geoteknikk- Rapport nr. 22166001-RIG-RAP-001:"Grunnundersøkelser Tveithallen, Kristiansandg", datert 05.09.2016
- **Sweco**, Rapport nr. 22166001-RIG-RAP-02:"Tveithallen, Kristiansand – Vurdering av områdestabilitet", datert 03.08.2016

Rambøll
Hoffsveien 4
Pb 427 Skøyen
NO-0213 OSLO

T +47 22 51 80 00
F +47 22 51 80 01
www.ramboll.no

Vår ref. 1350016962/ERP



3. Krav til utredning

Det er påvist kvikkleire i området. Alle vurderinger skal derfor utføres i henhold til NVEs retningslinjer 7/2014: *Sikkerhet mot kvikkleireskred*). Prosjektet er i byggefasen, og på byggesaksnivå, som for reguleringsplaner, gjelder det krav til uavhengig kontroll. Rambøll har utført uavhengig 3. partskontroll for omfang av grunnundersøkelser, tolkning av materialparametre, samt kontroll av stabilitetsberegninger i forhold til NVEs veileder kapittel 4.4:» *Utredning tilpasset byggesak* ».

Sweco har klassifisert tiltaket i tiltakskategori K4 og faregrad middels. Denne tiltakskategorien medfører at det er nødvendig å identifisere, avgrense og faregradsevaluere hele faresonen.

4. Kvalitetssikring

For kommentarer i kontrolltabellen er det benyttet følgende gradering angående merknadenes alvorlighetsgrad.

Gradering	Betydning
R	Mindre alvorlig merknad eller råd
AN	Anmerkning som aksepteres, men bør innarbeides i rapport
A	Avvik som bør gjennomgås, svares ut eller rettes opp

I henhold til NVEs Veileder 7 (2014) skal kvalitetssikringen dokumentere at følgende utredninger i samsvar med Veilederen har tilstrekkelig kvalitet, og omfatte følgende vurderinger:

- Om faresonen er korrekt avgrenset og klassifisert etter faregrad, og at rett tiltakskategori er valgt
- Om utførte grunnundersøkelser gir tilstrekkelig grunnlag for de geotekniske vurderingene
- Tolkning av jordparametre basert på tilgjengelig informasjon
- Vurdering av utførte stabilitetsanalyser inklusiv benyttede lagdelinger/ parametre og regnemodeller, med enkle overslagsbetrakninger for grov stikkprøvekontroll (uten egne detaljerte stabilitetsanalyser på terrengmodellen)
- Om valgte kritiske profiler for stabilitetskontrollene er dekkende, og vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra situasjon og beregningsresultater
- Vurdering av nødvendighet/ effekt av foreslåtte og/ eller planlagte stabiliserende tiltak og prinsipp for utførelse av disse

Eventuelle kommentarer til de ulike vurderingene er svart ut punktvis i tabellen nedenfor.

Punkt	Kommentar	Gradering
1	Forekomst av kvikkleire og sprøbruddsmateriale synes å være tilstrekkelig kartlagt i det aktuelle området	R
2	Vi savner en begrunnelse for avgrensningslinje av sone mot vest som går mellom bolighusene på toppen av overliggende platå. Svart ut i /1/	Lukkes
3	Vi savner begrunnelse for avgrensningslinjen mot sør ved totalsondering nr. 17, der terrenget heller ned mot et lavereliggende søkk. Sone anbefales utvidet mot øst iht. /1/	Lukkes

4	<p>Omfang av utløpsområdet bør vises på kart og anbefales vurdert i henhold til NIFS rapport 14/2016 - Metode for vurdering av løsne- og områdeskred</p> <p>Utløpsområde er vurdert og vist i revidert rapport vedlegg 2.4 /2/</p>	Lukkes
5	<p>Vurdering av utløpsområde for søndre skråning beskriver ikke sekundæreffekter ved en eventuell oppdemning av Vesbekken</p> <p>Utløpsområde er vurdert og vist i revidert rapport vedlegg 2.4 /2/</p>	Lukkes
6	<p>Konsekvens, score for antall boligenheter er satt til 1 med begrunnelse 3 boliger. Vi mener antall boliger bør økes til over 5. Avhengig av vurdering om spredt eller tett bebyggelse blir skadekonsekvensklasse henholdsvis Alvorlig eller Meget alvorlig.</p> <p>Antall boliger økt iht. /1/</p>	Lukkes
7	<p>Anvendelsesklasse for CPTU er ikke vurdert og må oppgis.</p> <p>Vurdert og tatt med i revidert rapport /2/</p>	Lukkes
8	<p>Ingen av mottatt CPTUer er i anvendelsesklasse 1. Tolkede og benyttede materialparametre må vurderes ut fra oppnådd kvalitet på CPTU.</p>	R
9	<p>Udrenert skjærstyrke benyttet i bunnen av beregningsprofil for vestre skråning er høy, og er kun vurdert ut fra CPTU i punkt nr. 1. Valg av skjærstyrke i bunnen av skråningen må begrunnes bedre da det ikke er utført laboratorieundersøkelser som kan verifisere tolket CPTU. CPTU 1 tilfredsstillende ikke anvendelsesklasse 3 for spissmotstand, og valg av designparametre må i henhold til NVEs regelverk vurderes i henhold til oppnådd kvalitet. Hvilke korrelasjoner er benyttet ved tolkning av skjærfasthet? Sannsynligvis er det profil i topp skråning noe konservativt valgt (ned mot antatt minimumsverdi for bløt leire).</p> <p>I henhold til /1/ er skjærstyrke for CPTU i pkt. 1 tolket ut fra poretrykk ($N_{\Delta U}$). Bq er i henhold til Vedlegg 8 i /2/ stort sett under 0,4, noe som medfører større usikkerhet ved tolkning mot poretrykk. Det anbefales generelt at skjærstyrke tolkes mot spissmotstand når Bq er under 0,5.</p>	AN
10	<p>Sand og tørrskorpeleire er for søndre skråning slått sammen, og har tilsvarende styrkeparametre som sand. Sand og tørrskorpeleire bør vurderes som to ulike lag, alternativt kan det benyttes gjennomsnittsparemetre beregnet utfra registrerte lagtykkelser</p> <p>Svart ut og begrunnet i /1/</p>	Lukkes
11	<p>Generelt bør 15 % reduksjon av skjærstyrke utføres ved hjelp av ADP faktorer og ikke i skjærstyrkeprofilen.</p>	R
12	<p>Vestre skråning, vedlegg 6.1:</p> <p>For effektivspenningsberegningene (side 2, 3, 4 og 5) er det satt begrensninger i forhold til beregning av kritiske skjærsirkler for nederste del av leirelaget ved å sette «lower tangential Z level» høyt oppe i leirelaget. Denne begrensningen må legges lavere da kritiske skjærflater kan gå dypere enn vist</p> <p>Svart ut og begrunnet i /1/.</p>	Lukkes
13	<p>Søndre skråning, stabilitetsberegning, profil 1, vedlegg 6.4:</p> <p>Beregnet stabilitet er 1,13, og dermed under krav i henhold til NVEs veileder på 1,4. Tiltak for å øke stabiliteten må utredes.</p> <p>Revidert beregning viser stabilitet på ca. 1,1 i total og effektivspenningsanalyse. Da hallen er vurdert å ligge utenfor løseområdet til et kvikkleireskred er ikke stabiliserende tiltak nødvendig i forbindelse med bygging av Tveit idrettshall.</p>	Lukkes
14	<p>Søndre skråning, stabilitetsberegning, profil 1, vedlegg 6.4:</p> <p>Skjærstyrke i bunn av skråningen vurderes å være overestimert.</p> <p>Friksjonsvinkel endret i forhold til utført treaksialforsøk ved borhull 19. Skjærstyrke i bunnen av skråningen er redusert i henhold til anbefalinger. Isolinjene og skjærstyrkeforholdene i bunnen av skråningen er i henhold til tegning i vedlegg 6.4 noe rotete, og kunne med fordel vært jevnet ut slik at den blir mer lik reel situasjon. Beregnet stabilitet nærmer seg kritisk grense, noe som også forventes i en skråning med helning 1:1.</p>	R

15	<p>Søndre skråning, stabilitetsberegning, profil 1, vedlegg 6.4:</p> <p>Det er ikke vist stabilitetsberegning i drenert situasjon (effektivspenningstilstand)</p> <p>Beregning utført og vist i revidert rapport /2/</p>	Lukkes
16	<p>Søndre skråning, profil 2, vedlegg 6.2:</p> <p>Det er kun vedlagt stabilitetsberegninger for udrenert situasjon. Stabilitetsberegning for drenert situasjon (effektivspenningsanalyse) må utføres/ vedlegges</p> <p>Beregning tatt med i revidert rapport /2/</p>	Lukkes
17	<p>Søndre skråning, profil 2, vedlegg 6.2:</p> <p>Det er benyttet sidefriksjonsfaktor i stabilitetsberegningene for å ivareta sideinnspenning/ 3D effekt for stabiliteten. Generelt bør bruk av sidefriksjonsfaktorer utføres med forsiktighet, da dette har stor innvirkning på beregningsresultatene. Da det vil være stor forskjell på tøyningene fra bunnen av kritisk skjærflate til toppen av terreng til siden for beregnet profil, bør faktoren vurderes redusert. Vi mener den kritiske tøyningen vil først oppstå i bunnen av profilet, og spre seg utover sidevegs etter hvert som kritisk skjærstyrke oppnås. Vi anbefaler at dette tas hensyn til ved å benytte vurdert en %- vis reduksjon fra full innspenning på 0,02.</p> <p>Vurdert og begrunnet i /1/</p>	Lukkes
18	<p>Søndre skråning, profil 2, vedlegg 6.2:</p> <p>Det er det satt begrensninger i forhold til beregning av kritiske skjærsirkler for nederste del av leirelaget ved å sette «lower tangential Z level» høyt oppe i leirelaget. Denne begrensningen må legges lavere da kritiske skjærflater kan gå dypere enn vist</p> <p>Svart ut og begrunnet i /1/</p>	Lukkes
19	<p>Søndre skråning, profil 2, vedlegg 6.2:</p> <p>Skjærstyrke i bunn av skråningen vurderes å være overestimert.</p> <p>Skjærstyrke i bunnen av skråningen er redusert i henhold til anbefalinger. Isolinjene og skjærstyrkeforholdene i bunnen av skråningen er i henhold til tegning i vedlegg 6.4 noe rotete, og kunne med fordel vært jevnet ut slik at den blir mer lik reel situasjon. Stabiliteten for skråningen er for lav i henhold til krav, men tiltak ikke nødvendig da tiltaket er vurdert å ligge utenfor løsnemrådet.</p> <p>Vi synes beregnet stabilitet i skråningen er noe høy geometri og løsmasser tatt i betraktning.</p>	R
20	<p>Søndre skråning, profil 4, vedlegg 6.3:</p> <p>Det er benyttet sidefriksjonsfaktor i stabilitetsberegningene for å ivareta sideinnspenning/ 3D effekt for stabiliteten. Generelt bør bruk av sidefriksjonsfaktorer utføres med forsiktighet, da dette har stor innvirkning på beregningsresultatene. Da det vil være stor forskjell på tøyningene fra bunnen av kritisk skjærflate til toppen av terreng til siden for beregnet profil, bør faktoren vurderes redusert. Vi mener den kritiske tøyningen vil først oppstå i bunnen av profilet, og spre seg utover sidevegs etter hvert som kritisk skjærstyrke nås. Vi anbefaler at dette tas hensyn til ved å benytte vurdert en %- vis reduksjon fra full innspenning på 0,02.</p> <p>Vurdert og begrunnet i /1/</p>	Lukkes
21	<p>Søndre skråning, profil 4, vedlegg 6.3:</p> <p>Styrkeparametre i bunnen av skråningen er basert på CPTU fra toppen av skråningen. Det stilles spørsmål til om styrken i bunnen av skråningen er så høy som forutsatt i beregningen. Dette må vurderes og begrunnes nærmere.</p> <p>Skjærstyrke i bunnen av skråningen er redusert i henhold til anbefalinger. Isolinjene og skjærstyrkeforholdene i bunnen av skråningen er i henhold til tegning i vedlegg 6.4 noe rotete, og kunne med fordel vært jevnet ut slik at den blir mer lik reel situasjon. Stabiliteten for skråningen er for lav i henhold til krav, men tiltak ikke nødvendig da tiltaket er vurdert å ligge utenfor løsnemrådet.</p> <p>Vi synes beregnet stabilitet i skråningen er noe høy skråningsgeometri og løsmasser tatt i betraktning.</p>	R
22	<p>Søndre skråning, profil 4, vedlegg 6.3 :</p> <p>Senter skjærsirkel treffer toppen av søkeområdet på side 2. Søkeområdet må flyttes</p> <p>Endret i /2/</p>	Lukkes

- | | | |
|----|---|--------|
| 23 | <p>Søndre skråning, profil 4, vedlegg 6.3:
 Uten sidefriksjon er det en beregnet sikkerhetsfaktor på 1,24. Ved sidefriksjonsfaktor på 0,02 øker sikkerhetsfaktoren til 1,35. Det knyttes litt usikkerhet til styrkeparametre fra utført CPTU da anvendelsesklasse på CPTU ikke er oppgitt, at innspenningsforholdet er utnyttet fullt for hele den 3 dimensjonale skjærflaten, samt at lagdeling og styrkeparametre i nederste del av skråningen ikke er kjent, vurderes beregnet sikkerhetsfaktor å være for liten i henhold til krav angitt i NVEs regelverk.</p> <p>Vurdert og begrunnet i /1/</p> | Lukkes |
| 24 | <p>Søndre skråning, profil 4, vedlegg 6.3:
 I henhold til kapittel 6.9 er det beskrevet at den lokalt dårlige skråningsstabiliteten ikke utgjør en risiko for Tveithallen, kun for bebyggelse på toppen av skråningen ved Kalvåsveien. Vi ønsker en nærmere forklaring på hvordan avgrensningen av løснеområdet er vurdert.</p> <p>Løснеområdet vurdert i henhold til i henhold til NGLs Teknisk notat, vedlegg til NIFS rapport 14, 2016 – Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred. Ut fra poengscore i veilederen legges det til grunn en linje med helning 1:10 fra bunnen av skråningen til den treffer toppen av laget med sprøbruddsmateriale. I sandlaget har linjen en helning på 1:1, og treffer terrengnivå ca. 3 meter i forkant av idrettshallen.</p> <p>Dette er svært nær idrettshallen. Vi gjør oppmerksom på at bunnen av kvikkleirelaget ser ut til å falle av mot vest, samt at skjærflaten vist i vedlegg 2.3 ikke er oppdatert i henhold til siste beregninger vist i vedlegg 6.3. En svært liten senkning av avgrensningslinja i bunnen av skråningen vil medføre at hallen ligger i løsneområdet for et eventuelt kvikkleireskred.</p> <p>Begge punktene nevnt over vil kunne medføre en endring av løsneområdet vist på profil i vedlegg 2.3.</p> <p>Vi gjør også oppmerksom på at det i NIFS rapport 14 står at metoden for bestemmelse av løsneområdet har behov for mer utprøving før den implementeres i NVEs kvikkleireveileder, og at den må betraktes som foreløpig.</p> <p>Tatt i betraktning beregnet avstand fra kant av løsneområde til tiltaket, og at metoden for beregning av løsneområde beskrevet i NIFS rapport 14 er foreløpig og ikke implementert i NVEs kvikkleireveileder, mener vi at stabiliserende tiltak bør iverksettes i forbindelse med bygging av Tveithallen.</p> | AN |
| 25 | <p>Vurdering av løsneområde for søndre skråning, kap. 4.1.1
 Det er ikke regnet med poeng for tidligere skredhendelser i Tabell 2. NIFS rapport 14 anbefaler å benytte middels verdi dersom det ikke er registrert tidligere skredhendelser i området. Poengscore bør revideres.</p> | AN |
| 26 | <p>Vurdering av løsneområde for søndre skråning, Vedlegg 2.3
 Beregnet skjærflate vist i profilet er ikke oppdatert. Da løsneområdet er vurdert i henhold til skjærflaten bør denne oppdateres for å se om avgrensningslinje blir påvirket.</p> | AN |
| 27 | <p>Faresonekart, vedlegg 2.2
 Faresonene er overlappende, og bør vises som en sammenhengende sone. Avgrensning av løsneområde for tiltaket innenfor sonen er vurdert spesifikt.</p> | R |

5. Sammendrag/ konklusjon

Uavhengig kontroll av rapport RIG-RAP-02 – Vurdering av områdestabilitet anbefales godkjent. Anmerkninger angitt i denne kontrollrapporten anbefales hensyntatt og bør innarbeides i rapport for områdestabilitet.



Ernst Pytten
 Senior rådgiver geoteknikk
 M: 970 33245
 ernst.pytte@ramboll.no



Trine Flobak
 Sivilingeniør geoteknikk
 M: 911 54765
 trine.flobak @ramboll.no