

Ås kommune

## ► Moer, Eldor og Solli, Ås kommune

Områdestabilitetsvurdering etter NVE-veileder 1/2019

Detaljert utredning

Oppdragsnr.: 52101729 Dokumentnr.: 52101729-RIG-R02 Versjon: B01 Dato: 2021-10-27



**Oppdragsgiver:** Ås kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Jan Fredrik Aarseth  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Kristine H. H. Ekseth  
**Fagansvarlig:** Kristine H. H. Ekseth  
**Andre nøkkelpersoner:** Henning Fürst Tyvold, Arne Engen

| B01     | 2021-10-27 | For bruk    | KriEks, HenTyv | AEn            | KriEks   |
|---------|------------|-------------|----------------|----------------|----------|
| 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.



## ► Sammen drag

Norconsult har gjort en detaljert vurdering av kvikkleiresonene Moer og Solli-Eldor på oppdrag fra Ås kommune. Vurderingen har bestått i befaring, gjennomgang av tilgjengelig grunnlagsmateriale, grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger i henhold til NVEs veileder 1/2019.

Beregnet sikkerhetsfaktor fra stabilitetsberegningene har generelt gitt ikke tilfredsstillende resultater slik veilederen definerer det for nye tiltak for alle beregninger på totalspenningsbasis. Alle beregninger på effektivspenningsbasis har gitt sikkerhetsfaktor vesentlig høyere enn kravet i veilederen.

Tidligere opptegnet sonegeometri forblir uendret fra slik de var da de ble opprettet pga. forekomst av berg i dagen og ikke-sprøbruddmateriale oppover i dalsidene . Det samme gjelder kvikkleiresonenes faregrad-, konsekvens- og risikoklasse, da det ikke har fremkommet endringer i grunnforholdene eller arealbruk.

## ► Innhold

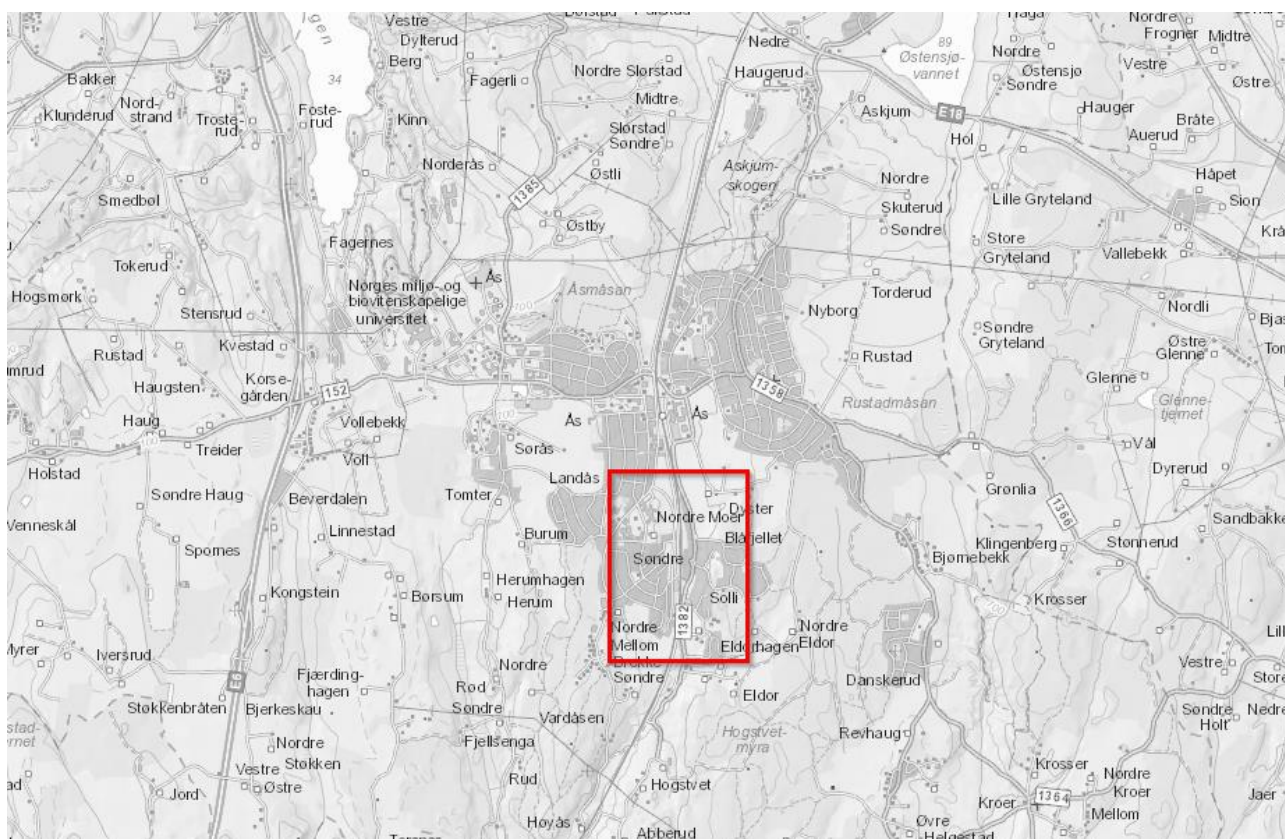
|                  |   |           |
|------------------|---|-----------|
| <b>1</b>         | <b>Innledning</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2</b>         | <b>Topografi og grunnforhold</b>                                  | <b>8</b>  |
| 2.1              | Topografi   | 8         |
| 2.2              | Grunnforhold  | 8         |
| 2.3              | Befaringsobservasjoner  | 9         |
| <b>3</b>         | <b>Stabilitetsberegninger</b>                                     | <b>10</b> |
| 3.1              | Beregningsverktøy   | 10        |
| 3.2              | Beregningsprofiler og lagdeling                                   | 10        |
| 3.3              | Styrkeparametere og partialfaktor                                 | 11        |
| 3.4              | Resultater  | 12        |
| 3.4.1            | <i>Profil A</i>   | 12        |
| 3.4.2            | <i>Profil B</i>   | 12        |
| 3.4.3            | <i>Profil C</i>   | 13        |
| <b>4</b>         | <b>Vurdering av løsne- og utløpsområder</b>                       | <b>14</b> |
| 4.1              | Løsneområder  | 14        |
| 4.2              | Utløpsområder   | 15        |
| 4.3              | Kvikkleiresonenes faktaark  | 15        |
| <b>5</b>         | <b>Konklusjon</b>   | <b>16</b> |
| <b>6</b>         | <b>Referanser</b>   | <b>17</b> |
| <b>Vedlegg A</b> | <b>Tolkede treaksialforsøk</b>                                    | <b>19</b> |
| <b>Vedlegg B</b> | <b>Tolkede trykksonderinger</b>                                   | <b>23</b> |
| <b>Vedlegg C</b> | <b>Faktaark kvikkleiresonene</b>                                  | <b>25</b> |
| <b>Tegninger</b> |   |           |
| V001             | Oversiktstegning med profiler, grunnundersøkelser og berg i dagen |           |
| V101-106         | Stabilitetsberegninger profil A-C                                 |           |



# 1 Innledning

Norconsult er engasjert av Ås kommune for å vurdere kvikkleiresonene «2112 Moer» og «2111 Solli-Eldor», sør for Ås sentrum, i detalj. Kvikkleiresonene er tidligere utredet i 2017-2018 av NGI for NVE, som en del av NVEs oversiktskartlegging av kvikkleiresoner. Denne utredningen finnes i NVE-ekstern rapport 1/2018, «Regional kvikkleirekartlegging. Risiko for kvikkleireskred i Ski, Ås, Vestby og Frogn kommuner» [1]. Sonene ble vurdert i henhold til daværende preaksepterte ytelse, NVE-veileder 7/2014 [2].

Foreliggende rapport vurderer områdestabiliteten for de to sonene etter gjeldende preaksepterte ytelse, NVE-veileder 1/2019 [3]. Den gjeldende veilederen ble publisert i desember 2020 og tatt inn i TEK17 10.02.2021.



Figur 1 Området Moer (vest for jernbanen) og Solli og Eldor (øst for jernbanen), Ås kommune

Kartutsnitt av området er vist på Figur 1. Kvikkleiresonene er i NVE Atlas [4] kategorisert slik:

Moer:

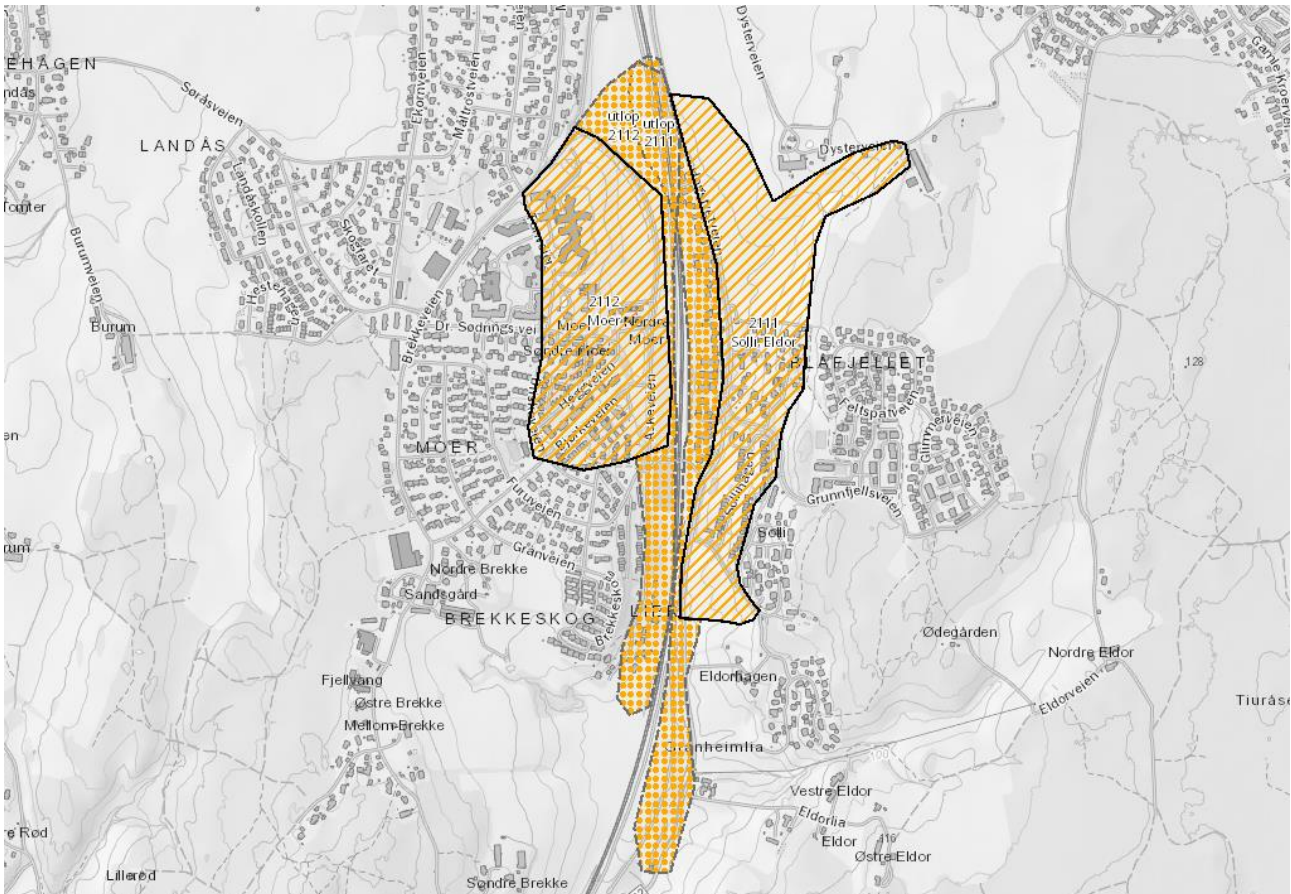
- Faregrad «middels»
- Konsekvensklasse «Meget alvorlig»
- Risikoklasse 4

Solli Eldor:

- Faregrad «Middels»

- Konsekvensklasse «Meget alvorlig»
- Risikoklasse 4

Se utklipp fra temakartet for faregrad i Figur 2



Figur 2 Kvikkleiresonene «2112 Solli Eldor» og «2111 Moer» [4]. Faregrad i sonene er vist, «middels faregrad».

Vurderingen følger kravene til tiltakskategori K4 (gul omkransing), definert slik i tabell 3.2 i NVEs veileder:

| Tiltaks-kategori | Type tiltak  |
|------------------|--|
| K0               | Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer<br>Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger  |
| K1               | Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer<br>Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veier, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)   |
| K2               | Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting<br>Massedepionier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger  |
| K3               | Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi<br>Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg |
| K4               | Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner<br>Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg   |

Nye utredninger etter NVE-veileder setter disse kravene til områdestabiliteten ved *nye tiltak* i sonen:

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot fs$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $fs$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis.

Denne rapporten er ikke en vurderingsrapport for tiltak innenfor kvikkleiresonene, og vil således *ikke* ha de samme kravene til beregnet sikkerhet som for vurdering av nye tiltak innenfor kvikkleiresonene.



## 2 Topografi og grunnforhold

### 2.1 Topografi

Kvikkleiresonene ligger rett sør for Ås sentrum. Terrenget stiger mot øst og vest til mellom kote ca. +100 til +120, og i bunnen av dalen går Hogstvedtbekken. Bekken ligger dels i rør, dels i steinsatt, åpen kulvert. Bekken ligger på ca. kote +78.

### 2.2 Grunnforhold

Løsmassekartet fra NGU [5] (Figur 3) viser at undersøkt område ligger under marin grense, med løsmasser karakterisert som hav- og fjordavsetning, tykt dekke. Det er også registrert andre løsmassetyper mot nord og i øst, henholdsvis morene og marin strandavsetning i nord og tynt humus-/torvdekke i øst.



Figur 3 Løsmassekart [5]

Det har vært utført grunnundersøkelser innenfor kvikkleiresonene, både i forbindelse med dette oppdraget og tidligere. Tilgjengelige grunnundersøkelser er listet opp under:

- Norconsult AS (2021): «Kvikkleiresoner Moer og Solli-Eldor. Geotekniske grunnundersøkelser. Datarapport» Dokument nr. 52101729-RIG-R01, **foreløpig versjon**. [6]
- Norconsult Fältgeoteknik AB (2018): «NVE kvikkleirekartlegging. Geoteknisk datarapport. Ås, Ski, Frogn og Vestby.» Dokument nr. 5171872-RA-RIG-01, versjon 03. [7]
- Multiconsult AS (2017): «Moer sykehjem. Ås kommune. Grunnforhold datarapport» Dokument nr. 512714-RIG-RAP-001. [8]
- InhouseTech (2018): «Ås kommun. Nybyggnation av modulbyggnader, Ås, Norge, Datarapport från Grunnundersøkelse, Norge» Dokument nr. 18.502-01. [9]

- Viken fylkeskommune (2020): «Geoteknisk datarapport. Datarapport fra grunnundersøkelse. GEOT-2020-002-A FV1382 Hogstvetveien. Erosjon, fare for ras og skred langs Hogstvedtbekken» Dokument nr. GEOT-2020-002-A [10]

Grunnundersøkelsene viser varierende grunnforhold innenfor kvikkleiresonene og områdene rundt. I bunn av dalen er det tykke lag med leire, hovedsakelig kvikkleire og sprøbruddleire, mens det oppover i dalsidene, mot øst og vest, er varierende grunnforhold.

### 2.3 Befaringsobservasjoner

Norconsult var på befaring i kvikkleiresonene 27. april 2021. Observasjoner av berg i dagen fra Norconsult, samt NGIs observasjoner fra befaring ved opprinnelig kvikkleirekartlegging, er vist i tegning V001. Generelt ble det observert berg i dagen i samme områder som NGI har avmerket berg. Hogstvetbekken, der den ikke er lagt i rør, har lite-ingen erosjon, se Figur 4.



Figur 4 Bilder tatt langs Hogstvetbekken. T.v. bilde tatt mot sør, t.h. mot nord.



## 3 Stabilitetsberegninger

### 3.1 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av programvaren Geosuite Stability. Det er utført beregninger for både totalspenningsanalyse («udrenert analyse») og for effektivspenningsanalyse («drenert analyse»).

### 3.2 Beregningsprofiler og lagdeling

Det er gjort stabilitetsberegninger i 3 profiler (se Figur 5), antatt som generelle og gyldige for områdestabiliteten i kvikkleiresonene. Alle profiler har omtrent samme lagdeling, basert på grunnundersøkelser utført innenfor kvikkleiresonene.



Figur 5 Profiler A-C



Det antas tørrskorpeleire i ca. 2 m dybde, deretter et tykt lag kvikkleire og leire til berg. Berg er påvist på ca. 16 m dybde i borpunkt NO\_1, mens det i borpunkt NO\_2, NO\_8 og NO\_9 ikke er sikker bergpåvisning da det er utført dreietrykksonderinger. Prøveserie i borpunkt NO\_8 viser kvikkleire i 6-8 m dybde, 10-11 m dybde og 15-16 m dybde. I 18-19 m dybde er det påvist sprøbruddleire. Sylinder forsøkt tatt opp i 5-6 m dybde ble mistet. For mer detaljert informasjon om grunnundersøkelsene henvises det til Norconsults datarapport fra grunnundersøkelsene [6].

Detaljert lagdeling er vist på tegning V101-V106.

### 3.3 Styrkeparametere og partialfaktor

Valgte styrkeparametere benyttet i beregningene er vist i Tabell 1, samt i selve beregningene, se tegning V101-V106.

Tabell 1: Styrkeparametere benyttet i effektivspenningsanalyser.

| Lag                           | Tyngdetetthet $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Friksjonsvinkel $\phi$<br>[grader] | Kohesjon [kPa] |
|-------------------------------|--|------------------------------------|----------------|
| Tørrskorpeleire               | 20   | 30                                 | 0              |
| Sprøbruddmateriale/kvikkleire | 19,5   | 24,6                               | 5              |
| Leire                         | 19,5   | 26                                 | 5              |

Parameterne er dels basert på Statens vegvesens håndbok V220 [11], tabell 2.39, justert i henhold til erfaring med tilsvarende grunnforhold, dels på treaksialforsøk utført på dybde 15,5 og 18,5 m i borpunkt NO\_8. Tolkede treaksialforsøk er vist i 0. Resultater fra laboratorieundersøkelser i prøver tatt opp i borpunkt NO\_1 har ikke vært ferdigstilt ved nåværende tidspunkt (29.10.2021).

Udrenert skjærstyrke ( $c_u$ ) benyttet i beregningene er basert på tolket skjærstyrke fra CPTU-sondering utført i borpunkt NO\_1 og NO\_8 i profil A er trykksondering NO\_8 grunnlaget for skjærfastheten på vestsiden, mens det på østsiden er antatt 30 kPa + NC-linje. I profil B er det antatt 30 kPa + NC-linje for skjærfastheten på vestsiden, mens det på østsiden er benyttet skjærfasthet fra NO\_1. I profil C er det benyttet en konstant skjærfasthet 25 kPa da det er svært kort til berg og nærmeste trykksondering er flere hundre meter unna. Leirlaget i topp av skråningene har en antatt konstant skjærfasthet på 40 kPa slik det er tolket av Rambøll i ref. [12]. Enkelttolkninger er vist i Vedlegg B.

ADP-faktorer er beregnet fra kriterier i NIFS-rapport 14/2014 [12] og er vist i Tabell 2. Alle  $I_p$ -verdier i opptatte prøver er < 10%.

Tabell 2: ADP-faktorer brukt i totalspenningsanalyser – sprøbrudd og ikke-sprøbrudd.

| Anisotrop spenningstilstand | Benyttet verdi |
|-----------------------------|----------------|
| Aktiv                       | 1,0            |
| Direkte                     | 0,63           |
| Passiv                      | 0,35           |

### 3.4 Resultater

Det er beregnet sikkerhetsfaktorer i tre profil, A-C.

Beregningene er gjort for sirkulære og plane skjærflater.

Resultatene er vist i Tabell 3, Tabell 4 og Tabell 5, samt på tegning V101-V106.

#### 3.4.1 Profil A

Profil A er helt nord i kvikkleiresonene. I vest ligger Moer sykehjem, i øst Dyster gård. Sykehjemmet ligger på relativt fast leire, ikke kvikkleire/sprøbruddleire, og dybde til berg varierer. I henhold til Rambøll-rapportene «Moer sykehjem, Ås – Prosjekteringsforutsetninger sykehjem» dokumentnr. 1350033240-G-not-002 [13] og «Moer sykehjem, Ås – geotekniske vurderinger og prosjektering» dokumentnr. 1350033240-G-not-003 [14] er sykehjemmet dels kompensert fundamentert, dels fundamentert på berg. En evt. skredhendelse i skråningen øst for sykehjemmet vil ikke kunne nå sykehjemmet.

Dyster gård ligger øst for et område med oppstikkende berg, slik at et skred vil ikke kunne nå bebyggelsen her.

Tabell 3 Beregningsresultater profil A

| Beregningstype   | Laveste beregnet sikkerhetsfaktor, vest | Laveste beregnet sikkerhetsfaktor, øst | Tegning |
|------------------|---|--|---------|
| Effektivspenning | 2,22                                    | 4,73                                   | V101    |
| Totalspenning    | 1,08                                    | 3,45                                   | V102    |

Beregnet sikkerhetsfaktor er ikke tilfredsstillende slik kravene til skråningsstabilitet er i NVE-veilederen, men dette gjelder totalspenningsbasis («korttidstilstand», dvs. stabilitet ved plutselig tilførsel av last, gravearbeid i fot av skråning osv.). Beregnet sikkerhetsfaktor på effektivspenningsbasis («langtidstilstand», tilstand uten plutselige endringer) er godt over kravet.

#### 3.4.2 Profil B

Profil B er i søndre ende av kvikkleiresone Moer og midt i kvikkleiresone Solli-Eldor. Dybde til berg varierer i likhet med profil A. Her vil heller ikke en skredhendelse kunne bli retrogressiv mot øst da det er oppstikkende berg i bakkant av sonen. Boligfeltet Dyster/Eldor ble bygget etter at det ble gjennomført terrengavlastning, slik det er beskrevet i NGI-rapport 20011084-1 [15] og teknisk notat 20011084 [16].

Tabell 4 Beregningsresultater profil B

| Beregningstype   | Laveste beregnet sikkerhetsfaktor, vest | Laveste beregnet sikkerhetsfaktor, øst | Tegning |
|------------------|---|--|---------|
| Effektivspenning | 2,33                                    | 1,64                                   | V103    |
| Totalspenning    | 1,32                                    | 1,57                                   | V104    |

Beregnet sikkerhetsfaktor er ikke tilfredsstillende slik kravene til skråningsstabilitet er i NVE-veilederen, men dette gjelder totalspenningsbasis («korttidstilstand», dvs. stabilitet ved plutselig tilførsel av last, gravearbeid i fot av skråning osv.). Beregnet sikkerhetsfaktor på effektivspenningsbasis («langtidstilstand», tilstand uten plutselige endringer) er godt over kravet.

### 3.4.3 Profil C

Profil C ligger helt sør i kvikkleiresone Solli-Eldor. Dybde til berg er antatt å variere, fra større dybde i bunn av profilet og kortere i topp. Det er oppstikkende berg i bakkant av sonen. En skredhendelse vil ikke kunne bli retrogressiv på grunn av dette.

Tabell 5 Beregningsresultater profil C.

| Beregningstype   | Laveste beregnet sikkerhetsfaktor, øst | Tegning |
|------------------|--|---------|
| Effektivspenning | 2,17                                   | V105    |
| Totalspenning    | 1,19                                   | V106    |

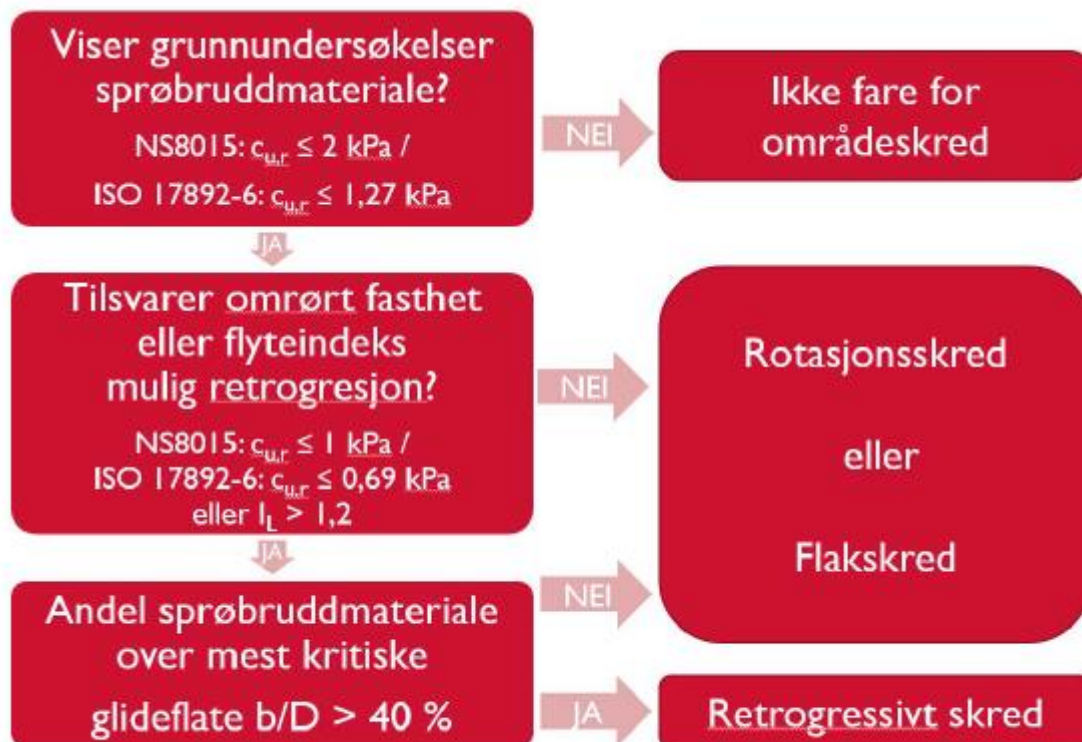
Beregnet sikkerhetsfaktor er ikke tilfredsstillende slik kravene til skråningsstabilitet er i NVE-veilederen, men dette gjelder totalspenningsbasis («korttidstilstand», dvs. stabilitet ved plutselig tilførsel av last, gravearbeid i fot av skråning osv.). Beregnet sikkerhetsfaktor på effektivspenningsbasis («langtidstilstand», tilstand uten plutselige endringer) er godt over kravet.



## 4 Vurdering av løсне- og utløpsområder

### 4.1 Løsneområder

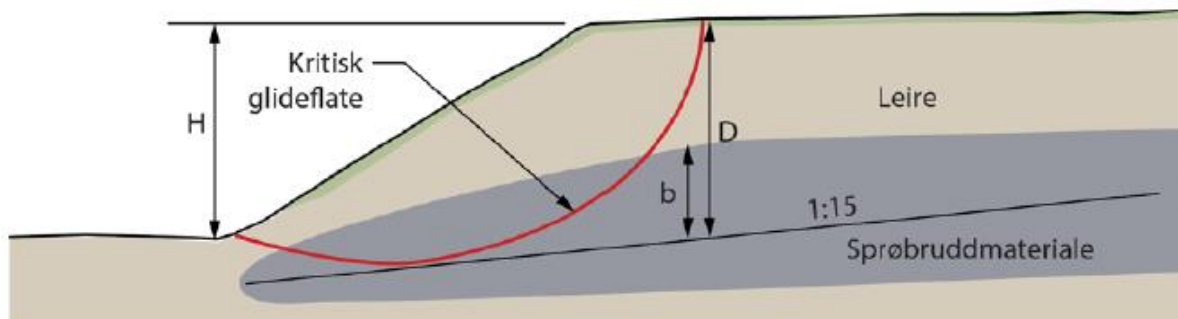
Info om grunnforhold og topografi vurderes etter følgende flytskjema vist i Figur 6.



Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

Figur 6 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, hentet fra NVE-veileder 1/2019, figur 4.3.

Det er påvist og/eller antatt kvikkleire basert på dreietrykksonderinger og prøveserier i alle profiler, slik at det må vurderes om retrogressivt skred kan være en aktuell mekanisme. Ved vurdering av andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate for alle profilene fremkommer det at alle har andel  $b/D > 40\%$ . Det vurderes dithen at alle profilene teoretisk vil kunne ha en retrogressiv skredmekanisme.



Figur 7 Figur 4.4 fra NVE-veileder 1/2019 og viser hvordan man vurderer b/D for skred i platåterreng.

Løsneområdene for sonene endres ikke sammenlignet med NGIs vurderinger, da sonene er avgrenset av oppstikkende berg i bakkant eller av områder med ikke-sprøbruddleire.

Faregrad lav med poengsum 17 (33,33 % av maks), vurderes å fortsatt være gjeldende da det ikke er tilkommet ny informasjon om grunnforholdene som endrer faktorene som ligger til grunn for bestemmelse av faregrad, siden sonen ble meldt inn.

## 4.2 Utløpsområder

I henhold til veileder 1/2019 vil retrogressive skred i kanalisert terreng ha teoretisk, maksimal utløpslengde  $L_u = 3 \times L$ , der L er lengden på løsneområdet. En skredhendelse i en av sonene vil kunne følge dalbunnen/bekken i en større utstrekning. NGIs opptegning av løsneområdet tilfredsstillende dette kravet.

## 4.3 Kvikkleiresonenes faktaark

Sonenes faregrad-, konsekvens- og risikoklassifisering trenger ikke oppdateres. Grunnundersøkelsene i 2021 har ikke avdekket nye momenter knyttet til faregradsklassifiseringen sammenlignet med opprinnelig vurdering i 2017/2018. Det har heller ikke vært endringer i bruk av arealet, slik at konsekvensklassen også forblir den samme.

Sonenes faktaark er lagt ved i Vedlegg C.

## 5 Konklusjon

Norconsult har gjort en detaljert vurdering av kvikkleiresonene Moer og Solli-Eldor på oppdrag fra Ås kommune. Vurderingen har bestått i befaring, gjennomgang av tilgjengelig grunnlagsmateriale, grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger i henhold til NVEs veileder 1/2019.

Beregnet sikkerhetsfaktor fra stabilitetsberegningene i tre profiler A-C har generelt gitt ikke tilfredsstillende resultater slik veilederen definerer det for alle beregninger på totalspenningsbasis. Alle beregninger på effektivspenningsbasis har gitt sikkerhetsfaktor vesentlig høyere enn kravet i veilederen.

Sonegeometrien for kvikkleiresonenes løsne- og utløpsområder forblir uendret fra slik de var da de ble opprettet pga. forekomst av berg i dagen og ikke-sprøbruddmateriale oppover i dalsidene, samt at NGIs vurderinger har lagt til grunn mest konservative utløpsdistanse, slik også ny veileder krever. Det samme gjelder kvikkleiresonenes faregrad-, konsekvens- og risikoklasse, da det ikke har fremkommet endringer i grunnforholdene eller arealbruk.

Sikkerhetsfaktor under kravet for beregninger på totalspenningsbasis er ikke uvanlig i Norge, og svært mange naturlige skråninger står med for lav beregningsmessig sikkerhet for denne typen beregninger. Fremtidige tiltak innenfor sonene må følge krav til beregningsmessig sikkerhet i NVEs veileder slik det beskrives for de ulike tiltakskategoriene.

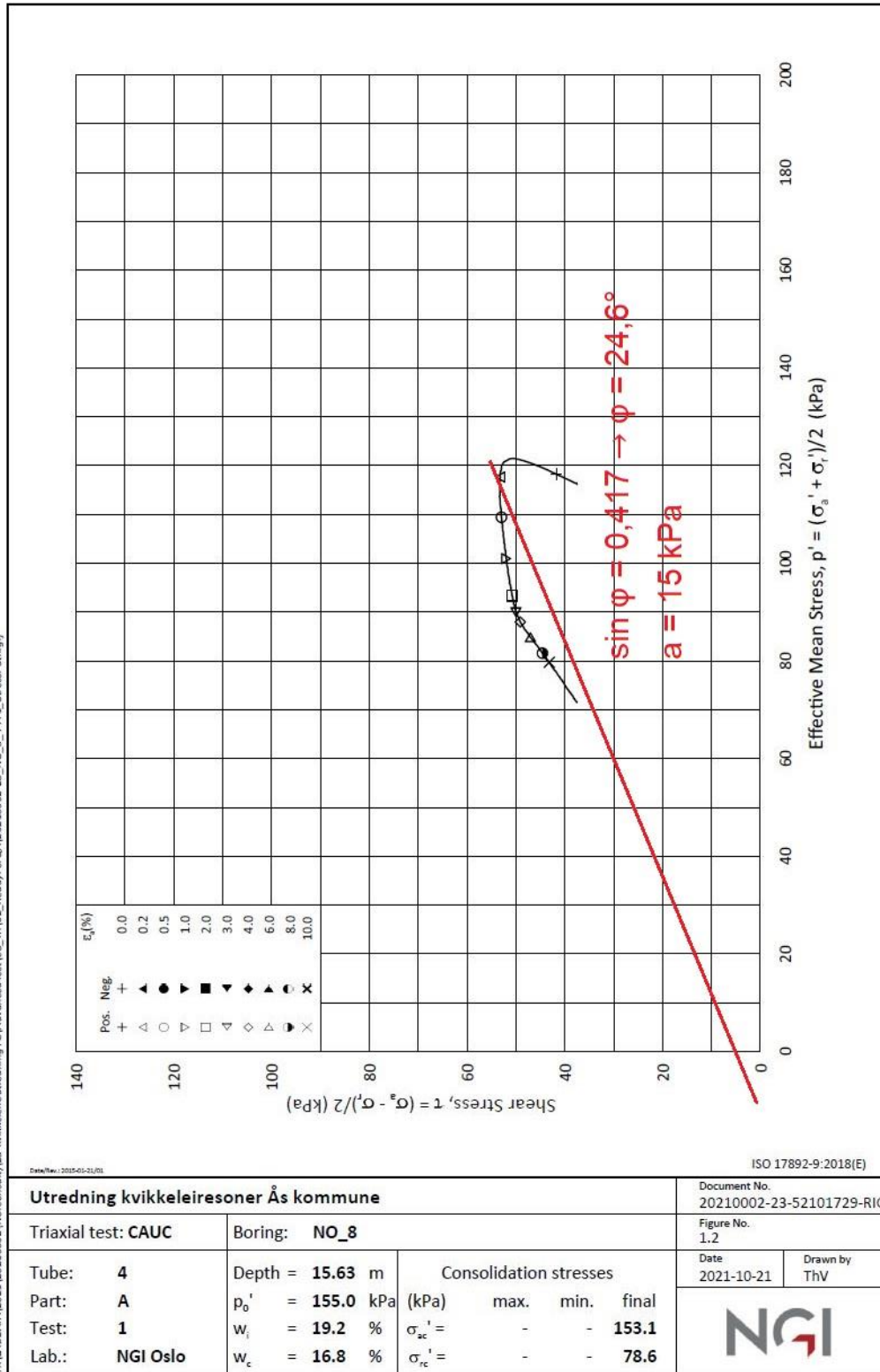


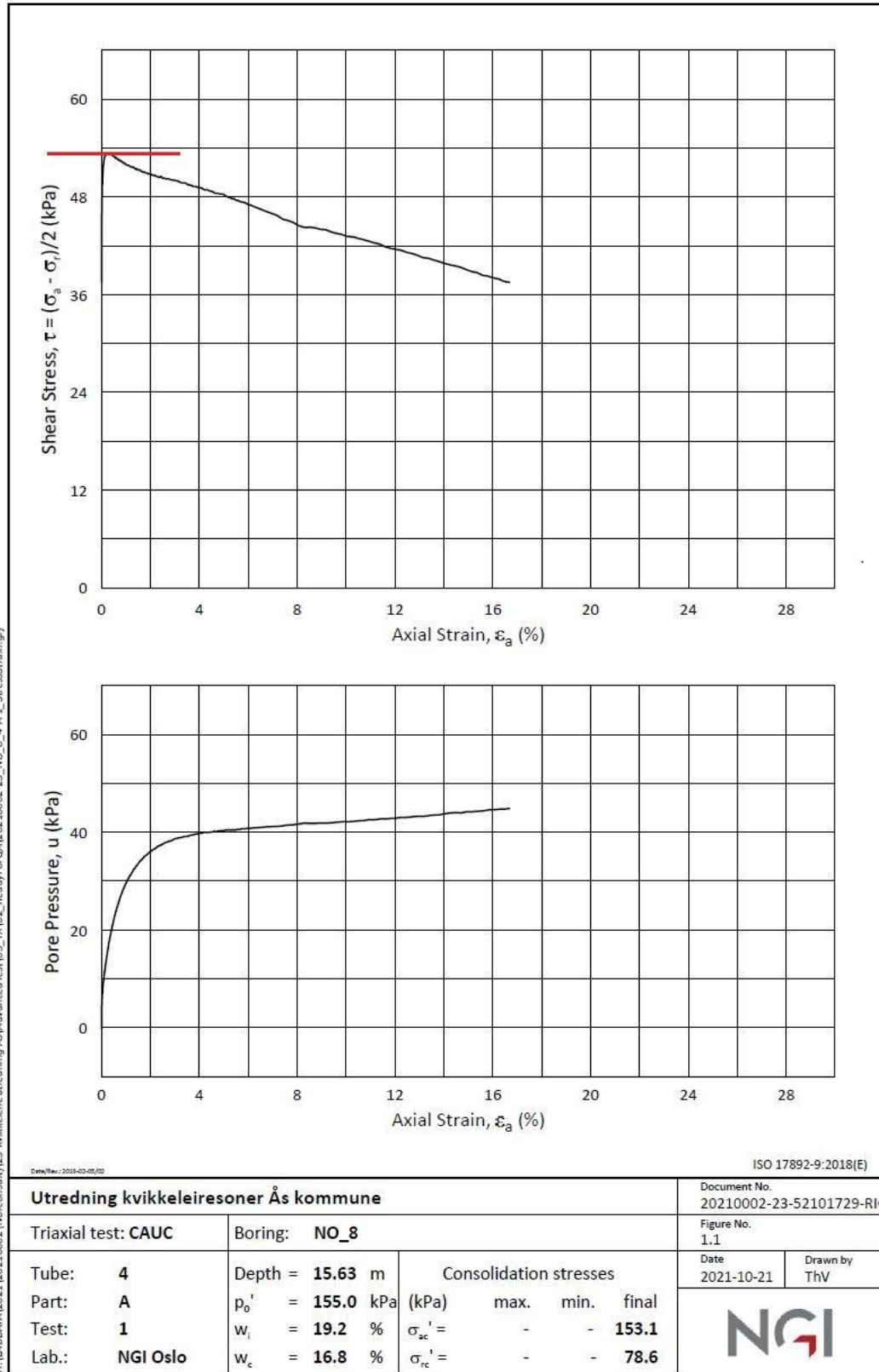
## 6 Referanser

- [1] NVE, «Regional kvikkleirekartlegging. Risiko for kvikkleireskred i Ski, Ås, Vestby og Frogn kommuner. NVE ekstern rapport 1/2018,» NVE, Oslo, 2018.
- [2] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper. Veileder 7/2014.,» NVE, Oslo, 2014.
- [3] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper. Rapport nr. 1/2019,» NVE, Oslo, 2020.
- [4] NVE, «NVE Atlas,» 2021. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>.
- [5] NGU, «Løsmasse,» 2021. [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 2021].
- [6] Norconsult, «Ås kommune. Kvikkleiresoner Moer og Solli-Eldor. Geotekniske grunnundersøkelser. Datarapport. Dokument nr. 52101729-RIG-R01, foreløpig versjon,» Norconsult, Sandvika, 2021.
- [7] Norconsult Fältgeoteknik AB, «NVE kvikkleirekartlegging. Geoteknisk datarapport. Ås, Ski, Frogn og Vestby. Dokument nr. 5171872-RA-RIG-01, v. 03,» Norconsult Fältgeoteknik AB, Sandvika, 2018.
- [8] Multiconsult, «Moer sykehjem. Ås kommune. Grunnforhold datarapport. Dokument nr. 512714-RIG-RAP-001,» Multiconsult, Fredrikstad, 2017.
- [9] InhouseTech, «Ås kommun. Nybyggnation av modulbyggnader, Ås, Norge, Datarapport från Grunnundersøkelse, Norge. Dokument nr. 18.502-01,» InhouseTech, Göteborg, 2018.
- [10] Viken Fylkeskommune, «Geoteknisk datarapport. Datarapport fra grunnundersøkelse. 2020-002-A FV 1382 Hogstvetveien. Erosjon, fare for ras og skred langs Hogstvetbekken. Dokument nr. GEOT-2020-002-A,» Viken fylkeskommune, Sarpsborg, 2020.
- [11] Statens Vegvesen, «Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220,» Vegdirektoratet, Oslo, 2018.
- [12] NIFS-prosjektet, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Rapport nr. 14/2014,» NIFS, Oslo, 2014.
- [13] Rambøll, «Moer sykehjem, Ås - prosjekteringsforutsetninger sykehjem. Dokumentnr. 135033240-G-not-002,» Rambøll, Oslo, 2019.
- [14] Rambøll, «Moer sykehjem, Ås - Geotekniske vurderinger og prosjektering. Dokumentnr. 1350033240-G-not-003,» Rambøll, Oslo, 2020.
- [15] NGI, «Sollia Borettslag. Stabilitetsvurdering av et planlagt boligfelt. Dokument nr. 20011084-1,» NGI, Oslo, 2001.
- [16] NGI, «Sollia Borettslag, Ås. Graveprosyre. Dokument nr. 20011084,» NGI, Oslo, 2001.

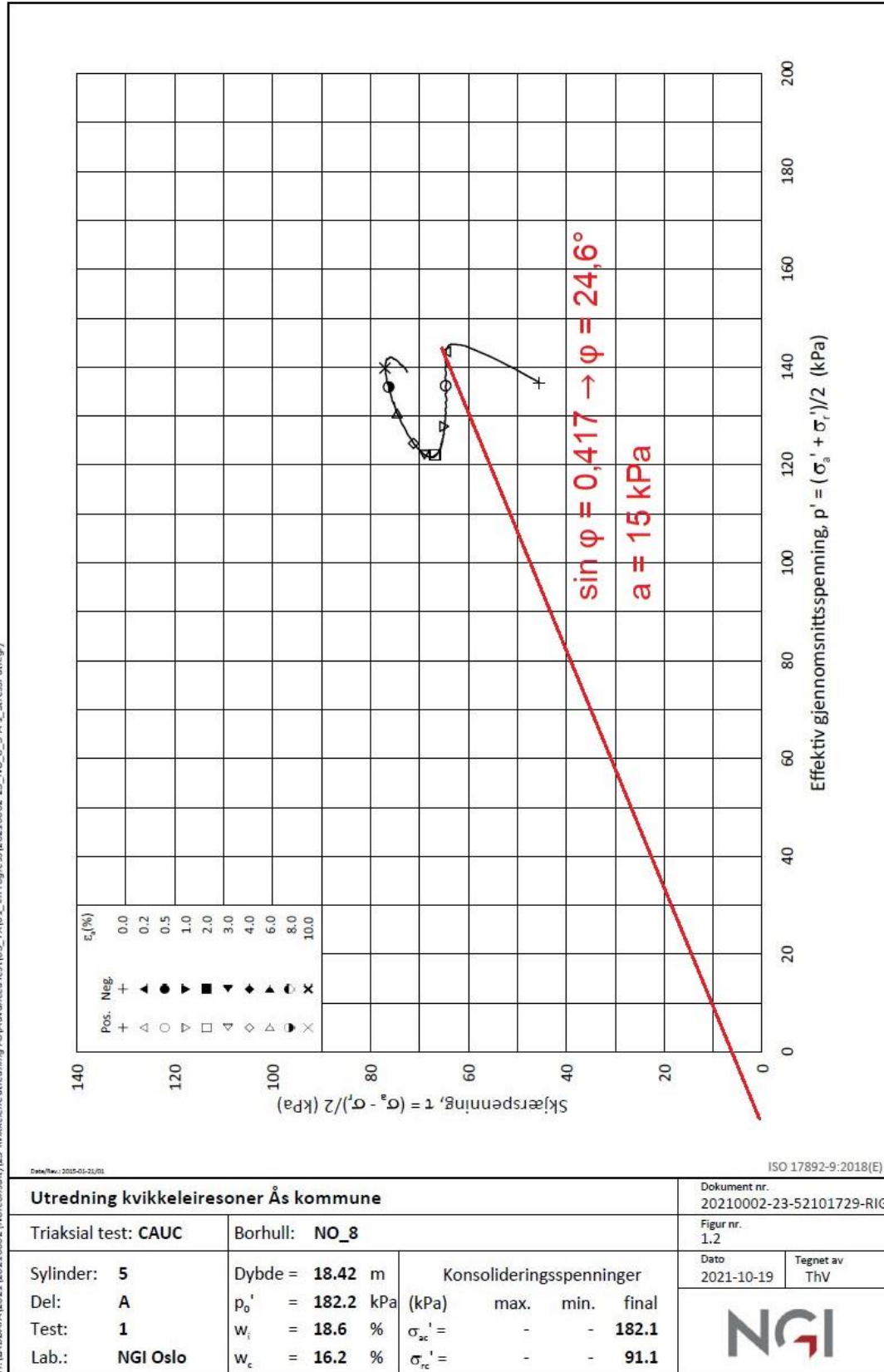


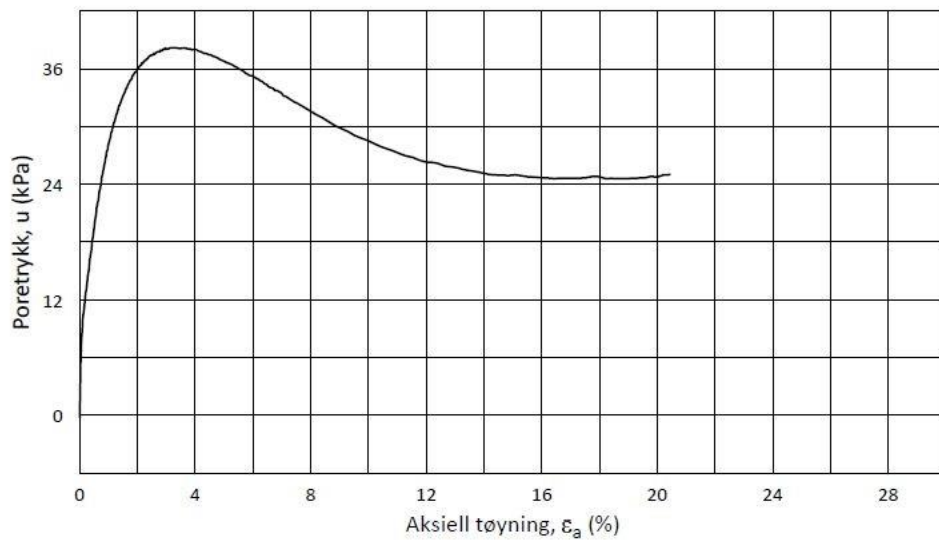
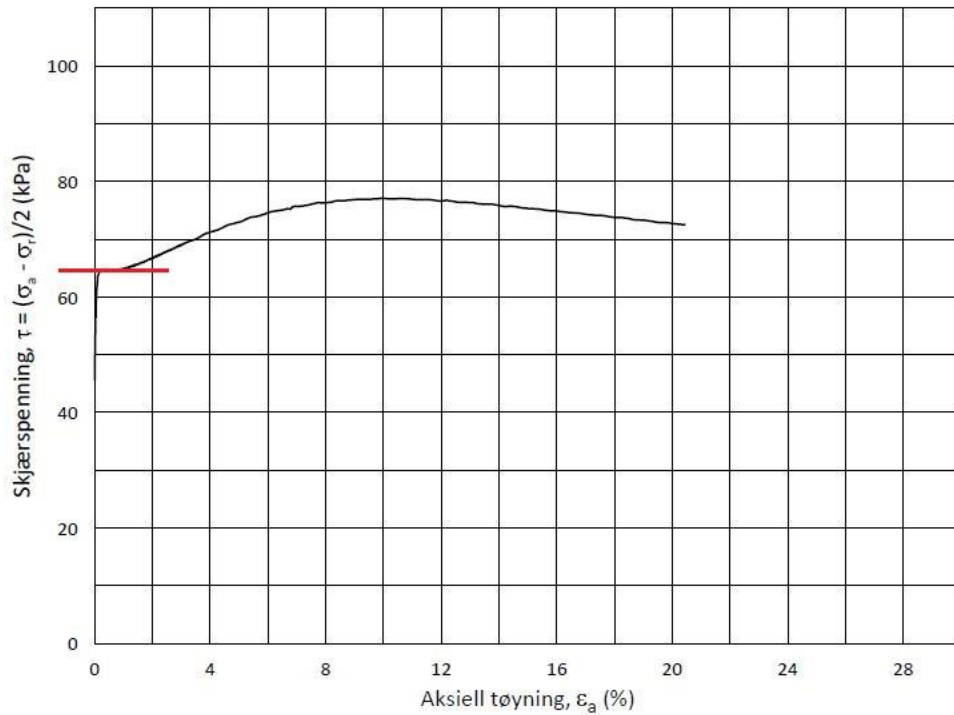
## Vedlegg A Tolkede treaksialforsøk











Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

**Utredning kvikkeleiresoner Ås kommune**

Dokument nr.  
20210002-23-52101729-RIG-R02

Triaksial test: CAUC

Borhull: NO\_8

Figur nr.  
1.1

Sylinder: 5

Dybde = 18.42 m

Konsolideringsspenninger

Dato  
2021-10-19

Tegnet av  
ThV

Del: A

$p_o' = 182.2$  kPa

(kPa) max. min. final



Test: 1

$w_i = 18.6$  %

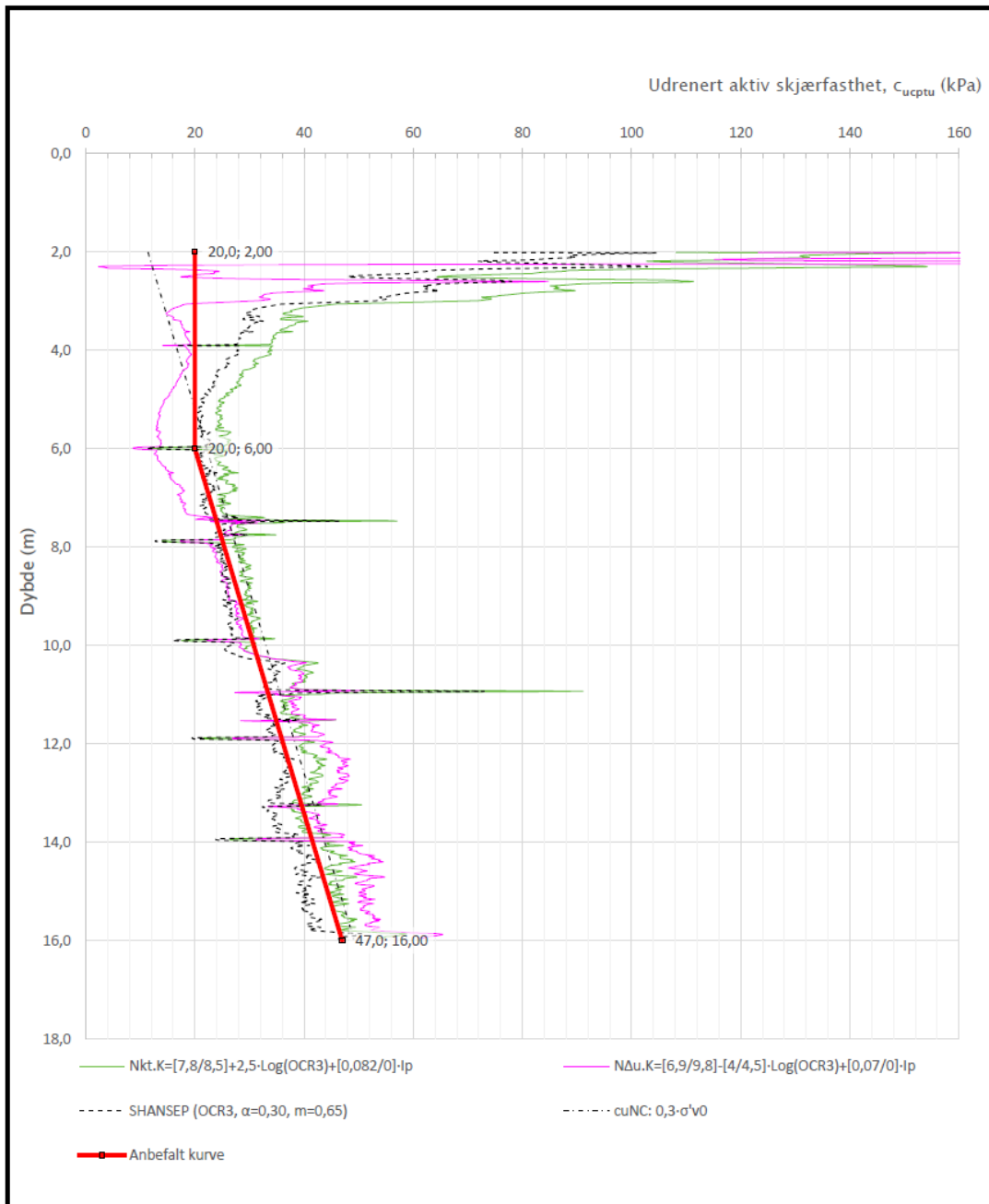
$\sigma_{zc}' = -$  - - 182.1

Lab.: NGI Oslo

$w_c = 16.2$  %

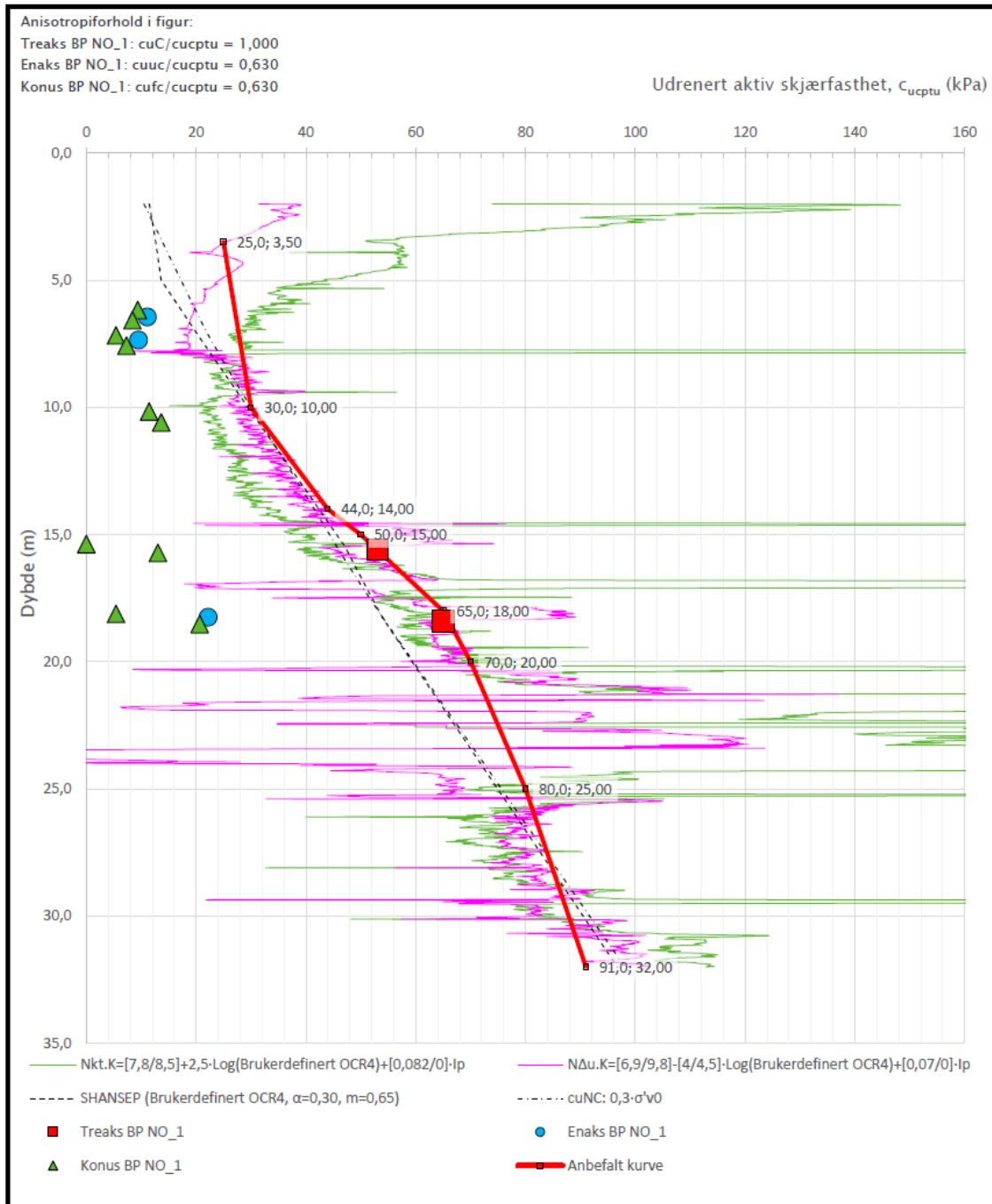
$\sigma_{zc}' = -$  - - 91.1

## Vedlegg B Tolkede trykksonderinger



|  |               |  |           |               |          |
|--|---------------|--|-----------|---------------|----------|
| Prosjekt   |               | Prosjektnummer: 52101729 Rapportnummer: 52101729-RIG-R02 |           | Borhull       | Kote +85 |
| Utredning kvikkleiresoner Ås kommune   |               |  |           | NO_1          |          |
| Innhold  |               |  |           | Sondennummer  |          |
| Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet  |               |  |           | 51506         |          |
| Norconsult  | Utført        | Kontrollert  | Godkjent  | Anvend.klasse |          |
|  | KriEks        | Aen  | KriEks    | 1             |          |
|  | Oppdragsgiver | Dato sondering   | Revisjon  | Figur         |          |
|  | Ås kommune    | 2021-09-30   | Rev. dato | B1            |          |

X:\nor\oppdrag\sandvika\521\01\52101729\5 Arbeidsdokumenter\52 RIG\Beregninger\CPT\NO\_1 CPTu 2020\_01\_NO-logo\_SVV1.xlsm CPTu v.2020.01



|   |               |  |          |               |          |
|---|---------------|--|----------|---------------|----------|
| Prosjekt  |               | Prosjektnummer: 52101729 Rapportnummer: 52101729-RIG-R02 |          | Borhull       | Kote +92 |
| <b>Utredning kvikkleiresoner Ås kommune</b>   |               |  |          | <b>NO_1</b>   |          |
| Innhold   |               |  |          | Sondennummer  |          |
| Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet   |               |  |          | 4736          |          |
|  | Utført        | Kontrollert  | Godkjent | Anvend.klasse |          |
|   | KriEks        | Aen  | KriEks   | 1             |          |
|   | Oppdragsgiver | Dato sondering   | Revisjon | Figur         |          |
| Ås kommune  | 2021-09-07    | Rev. dato  | B2       |               |          |

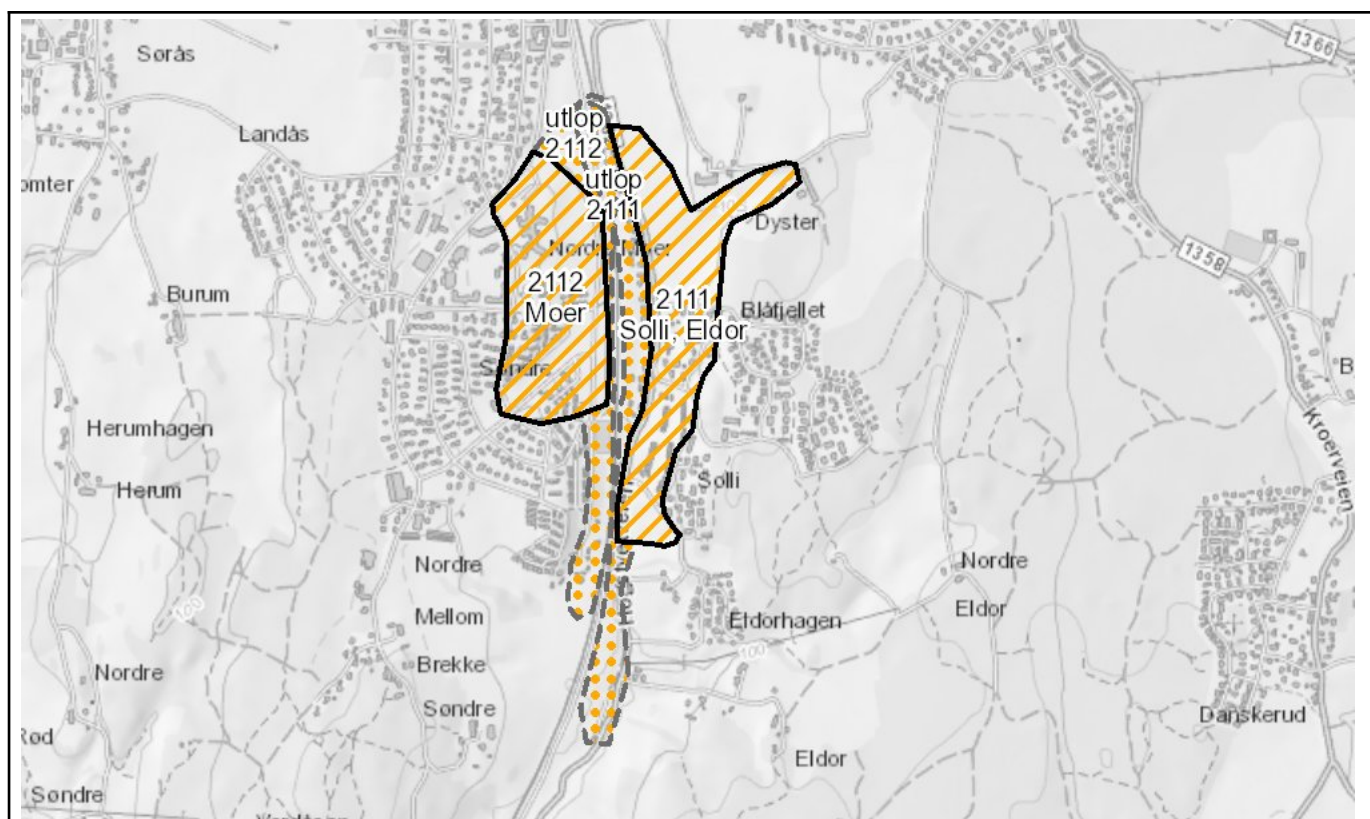
X:\nor\oppdrag\sandvika\521\01\52101729\5 Arbeidsdokumenter\52 RIG\Beregninger\CPT\NO\_8 CPTu 2020\_01\_NO-logo\_SVV1.xlsm CPTu v.2020.01



## Vedlegg C Faktaark kvikkleiresonene

## Kvikkleiresone 2111: Solli, Eldor - Kommune: Ås

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| Faregradklasse    | Middels            |
| Konsekvensklasse  | Meget alvorlig     |
| Risikoklasse      | 4                  |
| Grunnforhold      | Mulig kvikkleire   |
| Sonestatus        | Enkel undersøkelse |
| Opprettet         | 1.2.2018           |
| Sist oppdatert    | 3.5.2019           |
| Sist oppdatert av | NGI                |



### Bemerkninger

NIFS-metoden for vurdering av utløpsområder fra kvikkleireskred på kommuneplannivå ("aktsomhetsområder") angir utløpsdistansen til tilsvarende maksimalt 3 ganger lengden av løsneområdet.

### Referanser

NGI rap 20011084-1, Sollia Borettslag, Ås - Stabilitetsvurdering av et planlagt boligfelt, datert 10.mai 2001

NGI t-not 20011084. Sollia Borettslag, Ås - Graveprosedyrer, datert 24. oktober 2001

## Referanser

Norconsult Fältgeoteknikk AB, «Kvikkleirekartlegging Ås, Ski, Frogn og Vestby. Geoteknisk datarapport. Oppdrag 5171872. Rapport nr. RA-RIG-01. rev 03,» 16.03.2018.

## Fareberegning

| Faktor                               | Beskrivelse   | Faregrad         | Score | Vekt | Poeng |
|--------------------------------------|---|------------------|-------|------|-------|
| Skredaktivitet                       | Ingen registrerte hendelser   | Ingen            | 0     | 1    | 0     |
| Skråningshøyde i meter               | maks 25 meter før oppstikkende berg   | 20-30            | 2     | 2    | 4     |
| Forkonsolidering pga terrengsenkning | Fra NGI rap 20011084-1, datert 10.mai 2001  | 1,2-1,5          | 2     | 2    | 4     |
| Poretrykk                            | Fra NGI rap 20011084-1, datert 10.mai 2001  | 10-30            | 2     | 3    | 6     |
| Kvikkleiremektighet                  | Mektighet avhengig av dybde til fast lag/berg. Men generelt større enn H/2. Fra NGI rap 20011084-1, datert 10.mai 2001 og Norconsult-rapport. Geoteknisk datarapport. Oppdrag 5171872. Rapport nr. RA-RIG-01 boring 2-95 og 2-138 | >H/2             | 3     | 2    | 6     |
| Sensitivitet                         | Fra NGI rap 20011084-1, datert 10.mai 2001  | >100             | 3     | 1    | 3     |
| Erosjon                              | Ingen til lite erosjon. Litt blakket vann. Bekk er delvis lagt i kulvert i nord.  | Lite             | 1     | 3    | 3     |
| Inngrep                              | Ved utbygging av boligområdet på Dyster/Eldor ble det gjennomført terrengavlastning før bygging av boliger. Det henvises til NGI rap 20011084-1, datert 10.mai 2001 og NGI-notat 20011084 datert 24.oktober 2001                  | Liten forbedring | -1    | 3    | -3    |
| Total poengsum                       |   |                  |       |      | 23    |
| Prosent av maks                      |   |                  |       |      | 45.10 |
| Sist oppdatert                       | 8.6.2018  |                  |       |      |       |

## Konsekvensberegning

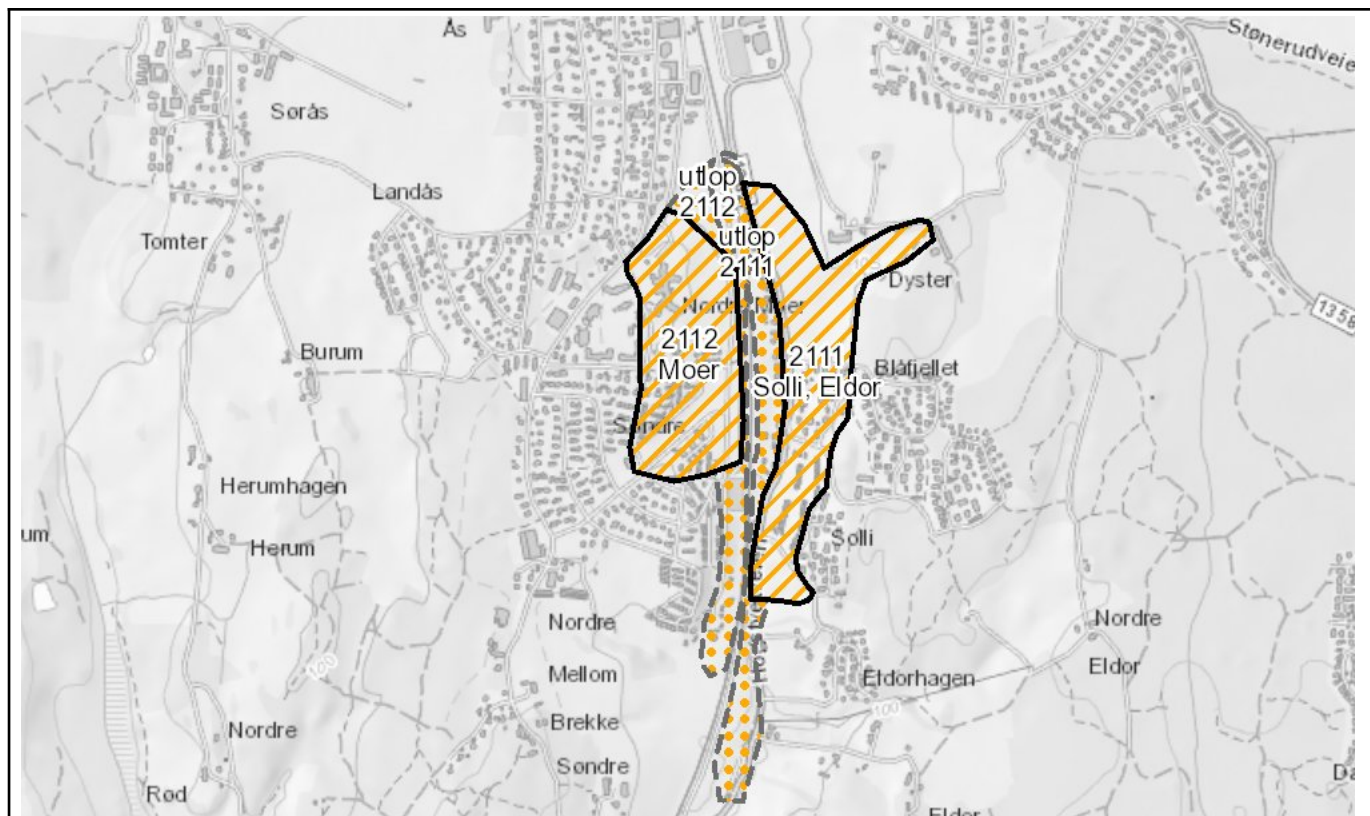
| Faktor           | Beskrivelse | Konsekvens | Score | Vekt | Poeng |
|------------------|-------------|------------|-------|------|-------|
| Boligenheter     | Boligområde | Tett > 5   | 3     | 4    | 12    |
| Næringsbygg      | Ingen       | Ingen      | 0     | 3    | 0     |
| Annen bebyggelse | Ingen       | Ingen      | 0     | 1    | 0     |

| Konsekvensberegning |  |           |   |   |       |
|---------------------|--|-----------|---|---|-------|
| Veier               | Vei, FV55 (ÅDT 1315)   | 1001-5000 | 2 | 2 | 4     |
| Toglinje            | BaneNOR. Baneprioritet 1.<br>Østfoldbanen ligger i<br>utløpsområde | 1-2       | 3 | 2 | 6     |
| Kraftnett           | Ingen  | Lokal     | 0 | 1 | 0     |
| Oppdemning          | Østfoldbanen ligger i<br>utløpsområde                              | Middels   | 2 | 2 | 4     |
| Total poengsum      |  |           |   |   | 26    |
| Prosent av maks     |  |           |   |   | 57.78 |
| Sist oppdatert      | 14.9.2018  |           |   |   |       |



## Kvikkleiresone 2112: Moer - Kommune: Ås

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| Faregradklasse    | Middels            |
| Konsekvensklasse  | Meget alvorlig     |
| Risikoklasse      | 4                  |
| Grunnforhold      | Mulig kvikkleire   |
| Sonestatus        | Enkel undersøkelse |
| Opprettet         | 1.2.2018           |
| Sist oppdatert    | 3.5.2019           |
| Sist oppdatert av | NGI                |



### Bemerkninger

NIFS-metoden for vurdering av utløpsområder fra kvikkleireskred på kommuneplannivå ("aktsomhetsområder") angir utløpsdistansen til tilsvarende maksimalt 3 ganger lengden av løsneområdet.

### Referanser

NGI rap 20011084-1, Sollia Borettslag, Ås - Stabilitetsvurdering av et planlagt boligfelt, datert 10.mai 2001

Norconsult Fältgeoteknikk AB, «Kvikkleirekartlegging Ås, Ski, Frogn og Vestby. Geoteknisk

**Referanser**

datarapport. Oppdrag 5171872. Rapport nr. RA-RIG-01. rev 03,» 16.03.2018.

**Fareberegning**

| Faktor                               | Beskrivelse   | Faregrad         | Score | Vekt | Poeng |
|--------------------------------------|---|------------------|-------|------|-------|
| Skredaktivitet                       | Ingen registrerte hendelser   | Ingen            | 0     | 1    | 0     |
| Skråningshøyde i meter               | 15-18 m   | 15-20            | 1     | 2    | 2     |
| Forkonsolidering pga terrengsenkning | Antar det sammes som funnet på Eldor, ref NGI rap 20011084-1, datert 10.mai 2001                | 1,2-1,5          | 2     | 2    | 4     |
| Poretrykk                            | Antar det sammes som funnet på Eldor, ref NGI rap 20011084-1, datert 10.mai 2001                | 10-30            | 2     | 3    | 6     |
| Kvikkleiremektighet                  | Norconsult-rapport. Geoteknisk datarapport. Oppdrag 5171872. Rapport nr. RA-RIG-01. Boring 2-92 | >H/2             | 3     | 2    | 6     |
| Sensitivitet                         | Ingen prøveserie. Antar sensitivitet  | 30-100           | 2     | 1    | 2     |
| Erosjon                              | Ingen bekk i sonen  | Ingen            | 0     | 3    | 0     |
| Inngrep                              | Utbygd område   | Liten forverring | 1     | 3    | 3     |
| Total poengsum                       |   |                  |       |      | 23    |
| Prosent av maks                      |   |                  |       |      | 45.10 |
| Sist oppdatert                       | 8.6.2018  |                  |       |      |       |

**Konsekvensberegning**

| Faktor           | Beskrivelse  | Konsekvens | Score | Vekt | Poeng |
|------------------|--|------------|-------|------|-------|
| Boligenheter     | Boligfelt  | Tett > 5   | 3     | 4    | 12    |
| Næringsbygg      | Ingen  | Ingen      | 0     | 3    | 0     |
| Annen bebyggelse | Sykehjem   | Begrenset  | 1     | 1    | 1     |
| Veier            | Vei, FV55 (ÅDT 1315)                                   | 1001-5000  | 2     | 2    | 4     |
| Toglinje         | Baneprioritet 1 (BaneNOR). Østfoldbanen i utløpsområde | 1-2        | 3     | 2    | 6     |
| Kraftnett        | Ingen  | Lokal      | 0     | 1    | 0     |
| Oppdemning       | Østfoldbanen i utløpsområde                            | Middels    | 2     | 2    | 4     |
| Total poengsum   |  |            |       |      | 27    |
| Prosent av maks  |  |            |       |      | 60.00 |
| Sist oppdatert   | 14.9.2018  |            |       |      |       |



X:\tron\oppdrag\Sandvika\5210152\101729\BIM\Geoteknik\Kvikkleiresoner\001\_oversiktstegning.dwg - Kvikkleiresoner - P01ret\_2021-10-29, 13:16:53 - XREF = berg\_i\_dagen, T\_V\_profilier, T\_V\_alle, 2000\_oppdatert



**FORKLARINGER**

- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåler
- ⊕ Totalsondering
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- ⊕ Terrenngote  
Bergkote Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg
- Beregningsprofiler
- ⚓ Berg i dagen

**BORPUNKT NAVN**

- 2-\* NVE-kartlegging
- VK\_\* Viken fylkeskommune
- MC\_\* Multiconsult
- NO\_\* Norconsult

|                |          |
|----------------|----------|
| Tegningsnummer | Revisjon |
| V001           | J01      |

2021-10-29

| Rev. | Dato       | Beskrivelse | KriEks | AEn | KriEks |
|------|------------|-------------|--------|-----|--------|
| J01  | 2021-10-26 | For bruk    |        |     |        |

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 utstrækning enn formålet tilsier.

Ås kommune Målestokk (gjelder A1)  
1:2000

Utredning kvikkleiresoner Ås kommune  
Oversiktstegning  
Grunnundersøkelser og beregningsprofiler

|                   |                |                |          |
|-------------------|----------------|----------------|----------|
| <b>Norconsult</b> | Oppdragsnummer | Tegningsnummer | Revisjon |
|                   | 52101729       | V001           | J01      |





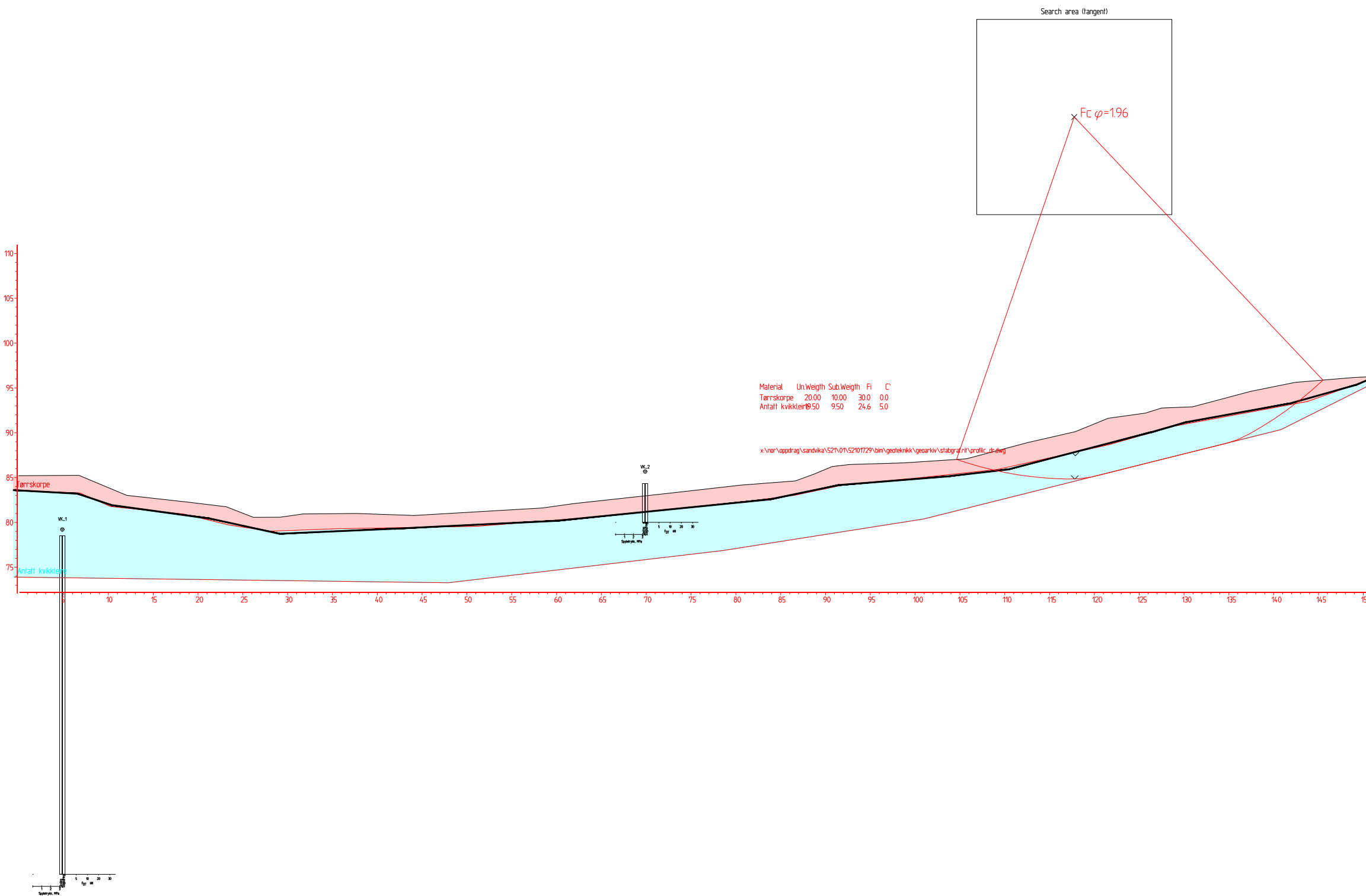








C:\Users\krieks\appdata\local\temp\AcPublish\_25768\stabilitet\_V101.dwg - Krieks - Plottet: 2021-10-29, 13:20:59 - LAYOUT = V105 - XREF = profilc\_dr, profilc, ProfilB, profilA



### FORKLARINGER

-Stabilitetsberegninger i henhold til kravene i NVEs veileder 1/2019, "Sikkerhet mot kvikkleireskred".

|                |          |
|----------------|----------|
| Tegningsnummer | Revisjon |
| V105           | J01      |

2021-10-29

|      |            |             |            |             |          |
|------|------------|-------------|------------|-------------|----------|
| J01  | 2021-10-26 | For bruk    | KriEks     | AEn         | KriEks   |
| 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 utstrækning enn formålet tillater.

Ås kommune Målestokk (gjelder A1)  
1:250

Utredning kvikkleiresoner Ås kommune  
Områdestabilitetsvurdering i henhold til NVE 1/2019  
Profil C - effektivspenningsanalyse

|            |                |                |          |
|------------|----------------|----------------|----------|
| Norconsult | Oppdragsnummer | Tegningsnummer | Revisjon |
|            | 52101729       | V105           | J01      |

