

Til: NVE  
v/ Ingrid Havnen  
Kopi til:  
Dato: 2016-01-20  
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /  
Dokumentnr.: 20150471-01-TN  
Prosjekt: Kvikkleirekartlegging Sørlandet  
Utarbeidet av : Håkon Heyerdahl, Kristine H. H. Ekseth  
Prosjektleder: Kristine H. H. Ekseth  
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

## Grunnundersøkelsesprogram

### Innhold

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning</b>                                   | <b>2</b> |
| <b>2</b> | <b>Grunnlag for utlysning av grunnundersøkelser</b> | <b>2</b> |
| 2.1      | Gjennomføring                                       | 2        |
| 2.2      | Mengdebeskrivelser                                  | 2        |
| 2.3      | Rapportering  | 3        |
| 2.4      | Beskrivelse   | 3        |
| <b>3</b> | <b>Antall og plassering av borpunkter</b>           | <b>3</b> |
| 3.1      | Antall boringer                                     | 3        |
| 3.2      | Plassering av borpunkter                            | 3        |
| <b>4</b> | <b>Referanser</b>                                   | <b>4</b> |

### Vedlegg

|           |  |
|-----------|--|
| Vedlegg A | Borplaner fase 1, oversiktskart          |
| Vedlegg B | Borplaner fase 1, enkeltboringer         |
| Vedlegg C | Mengdebeskrivelser pr. delområde         |
| Vedlegg D | Generell beskrivelse med oversiktstabell |

### Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

I forbindelse med regional kartlegging av kvikkleireskredfare på Sørlandet skal det utføres grunnundersøkelser i potensielle fareområder for kvikkleireskred.

Vedleggene A tom. D i dette notatet er utarbeidet for å legges ved NVEs anbudsinnbydelse for grunnundersøkelser.

## 2 Grunnlag for utlysning av grunnundersøkelser

### 2.1 Gjennomføring

Grunnundersøkelsene skal utføres i to omganger: fase 1 og fase 2.

Fase 1 omfatter kun dreietrykk- eller totalsonderinger, med beliggenhet som vist på vedlagte borplaner:

- ↗ Oversiktskart pr. delområde er vist i Vedlegg A.
- ↗ Detaljkart pr. borpunkt er vist i Vedlegg B.

Enkelte boringer vist på borplanen kan falle ut, dersom allerede eksisterende grunnundersøkelser dekker samme område (arbeid med gjennomgang av eksisterende grunnundersøkelser pågår).

Feltdata (inkludert digitale rådatafiler) skal rapporteres løpende til geoteknisk rådgiver.

Etter at alle boringer i fase 1 er utført, gjøres en samlet gjennomgang av de gjennomførte boringer fra fase 1, før eventuelle suppleringer (fase 2) iverksettes. Dette medfører at det vil bli en pause i feltarbeidene mellom fase 1 og fase 2.

Fase 2 omfatter supplerende sonderinger, prøvetaking, evt. også CPTU-sonderinger og installasjon av poretrykksmålere. Det skal utarbeides nye borplaner for supplerende boringer i fase 2.

### 2.2 Mengdebeskrivelser

Mengdebeskrivelser er utarbeidet for hvert av de 5 delområdene (Vedlegg C) som undersøkes i denne omgangen. Mengdene er generelt regulerbare, og oppdraget honoreres basert på utførte mengder.

Rundsumposter som *1.11 Gravemelding og påvisning*, *1.51 hovedrigging*, *1.61 Oppmåling* og *20.13 Data levert elektronisk, oversendelse av GS database* er forutsatt å omfatte samlet kostnad for fase 1 og fase 2.

I mengdebeskrivelsene er det tatt med et anslått omfang av boringer og laboratorieundersøkelser for fase 2. Dette anses å være usikre mengder.

Generelt er dreietrykksondering anbefalt metode. I enkelte områder kan totalsondering være nødvendig. Det er derfor medtatt post for totalsondering i mengdebeskrivelsen og en liten mengde.

## 2.3 Rapportering

Det er forutsatt separat datarapport for hvert av de 5 delområdene.

Det er forutsatt å være tilstrekkelig at det lages én datarapport pr. delområde som dekker både fase 1 og fase 2, forutsatt at felldata fra boringene oversendes løpende fra entreprenøren.

## 2.4 Beskrivelse

Beskrivelse for gjennomføring av grunnundersøkelsene, inkludert tabell som viser maksimal bordybde for sonderinger i fase 1, er gitt i Vedlegg D.

# 3 Antall og plassering av borpunkter

## 3.1 Antall boringer

Ved utarbeidelse av borplaner for fase 1 er "interesseområdene" fra befaringsrapportene (ref. /2/-/8/) lagt til grunn. Antallet boringer er redusert fra ca. 130 som anslått i befaringsrapportene til ca. 90 sonderinger.

Reduksjonen er delvis resultat av at områder er tatt ut av utredningen (eksempelvis strandsoner i Kristiansand, områder ved sykehuset på Eg, samt delområdene 5 og 6 i sin helhet), jfr. ref. /9/.

Reduksjon av antall boringer i fase 1 er også oppnådd ved at boringer er forsøkt plassert slik at disse dekker flere "interesseområder". Enkelte av punktene som nå er sløffet i fase 1, kan mao. være aktuelle å ta inn igjen i fase 2, sammen med andre suppleringer. Dette må vurderes ut fra boreresultatene (og budsjettmessige forhold).

## 3.2 Plassering av borpunkter

Generelt er det søkt å plassere borpunkter iht. ref. /1/. Som hovedprinsipp angir ref. /1/ at for platåterreng skal sonderinger plasseres på terrasse, i avstand 1,5 x skråningshøyden bakenfor skråningskanten, og det skal sonderes til dybde 1,5 x skråningshøyden (eller stopp mot berg/faste masser). For jevnt hellende terreng plasseres sonderingen midt i

skråningen, og føres ned til dybde tilsvarende skråningshøyden. Plassering foreslått i ref. /1/ er ment å være mest mulig representativ for vurdering av stabilitetsforholdene og skredfaren, gitt at det bare skal utføres én sondering innenfor sonen.

Terrenget avviker ofte fra "idealtopografien" i ref. /1/. Eksempelvis er terrasser på toppen av skråningene ofte smale, med antatt grunt berg i bakkant av potensiell sone, eller terrenget har flere trinn med terrasser i forskjellige nivåer. Generelt antas løsmassemektingen å avta mot dalsidene, i tillegg til at høyereliggende lag av terrassene ofte gjerne består av fluviale eller glasifluviale masser. Boring plassert etter veilederen er derfor i en del tilfeller vurdert som ikke optimalt, og forventes å gi data som er til begrenset nytte i videre kartlegging. Lokale tilpasninger for plassering av borpunktene er derfor gjort, også ut fra hensyn til adkomst/tilgjengelighet, og sett ut fra hovedformålet med sonderingene. Enkelte punkter er trukket utover mot skråningskant eller noe nedover i skråningene, enten for å unngå at sonderingen stopper mot antatt grunnere berg i bakkant av potensiell faresone, eller for å unngå at sonderingen ikke når ned til dypere liggende lag hvor det forventes mest sannsynlig å påtreffes leire.

Plassering av borpunkter nærmere dalbunnen kan være fordelaktig også med tanke på prøvetaking i fase 2, spesielt for å unngå prøvetaking gjennom potensielt tykke lag av friksjonsmasser. Dette vil vurderes nærmere etter fase 1.

Det bemerkes forøvrig at én sondering pr. sone er minimum for en reell vurdering av skredfarepotensial, og at flere sonderinger innenfor hver sone ville være å foretrekke. Én sondering gir berenset grunnlag for avgrensning av kvikkleireforekomst og tolkning av lagdeling og soneutbredelse. Konsekvensen er derfor gjerne at man må velge en konservativ tilnærming ved opptegning av soner.

## 4 Referanser

- /1/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /2/ NGI (2015). Kvikkleirekartlegging Sørlandet. Befaringsrapport Søgne – Søgne kommune. Rapport nr. 20150471-01-R, rev. 0, datert 2015-12-15.
- /3/ NGI (2015). Kvikkleirekartlegging Sørlandet. Befaringsrapport Hortemo-Birkelid. Rapport nr. 20150471-02-R, rev. 0, datert 2015-12-15.
- /4/ NGI (2015). Kvikkleirekartlegging Sørlandet. Befaringsrapport Mosby-Strai, Kristiansand kommune. Rapport nr. 20150471-03-R, rev. 0, datert 2015-12-15.
- /5/ NGI (2015). Kvikkleirekartlegging Sørlandet. Befaringsrapport Kristiansand og Vågsbyg, Kristiansand kommune. Rapport nr. 20150471-04-R, rev. 0, datert 2015-12-15.

- /6/ NGI (2015). Kvikkleirekartlegging Sørlandet. Befaringsrapport Øvre Timenes-Tømmerstø, Kristiansand kommune. Rapport nr. 20150471-05-R, rev. 0, datert 2015-12-15.
- /7/ NGI (2015). Kvikkleirekartlegging Sørlandet. Befaringsrapport Heltenes-Fagerholt, Kristiansand kommune. Rapport nr. 20150471-06-R, rev. 0, datert 2015-12-15.
- /8/ NGI (2015). Kvikkleirekartlegging Sørlandet. Befaringsrapport Kverndalen-Kjevik, Kristiansand kommune. Rapport nr. 20150471-07-R, rev. 0, datert 2015-12-15.
- /9/ NVE (2016). Oppfølgingsmøte mellom NVE og NGI. Utkast til møtereferat utarbeidet av NVE v/ Ingrid Havnen, oversendt NGI pr. epost 2016-01-14.

| <b>Dokumentinformasjon/Document information</b>  |                                    |  |
|--|------------------------------------|--|
| <b>Dokumenttittel/Document title</b><br>Grunnundersøkellesprogram  |                                    | <b>Dokumentnr./Document no.</b><br>20150471-01-TN  |
| <b>Dokumenttype/Type of document</b><br>Teknisk notat / Technical note   | <b>Oppdragsgiver/Client</b><br>NVE | <b>Dato/Date</b><br>2016-01-20                     |
| <b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract</b><br>NGI   |                                    | <b>Rev.nr.&amp; dato/Rev.no. &amp; date</b><br>0 / |
| <b>Distribusjon/Distribution</b><br>BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees |                                    |  |
| <b>Emneord/Keywords</b><br>Kvikkleire, faresone, grunnundersøkelser, kartlegging   |                                    |  |

| <b>Stedfesting/Geographical information</b>                   |   |
|---|---|
| <b>Land, fylke/Country</b><br>Norge, Vest-Agder               | <b>Havområde/Offshore area</b>                                  |
| <b>Kommune/Municipality</b><br>Kristiansand, Søgne, Songdalen | <b>Feltnavn/Field name</b>                                      |
| <b>Sted/Location</b><br>-                                     | <b>Sted/Location</b>  |
| <b>Kartblad/Map</b><br>1411-2 Mandal & 1511-3 Kristiansand    | <b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>                          |
| <b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b><br>Sone: Øst: Nord:    | <b>Koordinater/Coordinates</b><br>Projeksjon, datum: Øst: Nord: |

| <b>Dokumentkontroll/Document control</b><br>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001 |  |   |  |  |   |
|---|--|---|--|--|---|
| <b>Rev/Rev.</b>   | <b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b> | <b>Egenkontroll av/<br/>Self review by:</b> | <b>Sidemanns-kontroll av/<br/>Colleague review by:</b> | <b>Uavhengig kontroll av/<br/>Independent review by:</b> | <b>Tverrfaglig kontroll av/<br/>Inter-disciplinary review by:</b> |
| 0   | Originaldokument                             | 2016-01-15<br>Håkon Heyerdahl               | 2016-01-15<br>Bjørn Kalsnes                            |  |   |
|   |  |   |  |  |   |
|   |  |   |  |  |   |
|   |  |   |  |  |   |
|   |  |   |  |  |   |
|   |  |   |  |  |   |

|  |                                     |   |
|--|-------------------------------------|---|
| <b>Dokument godkjent for utsendelse/<br/>Document approved for release</b> | <b>Dato/Date</b><br>20. januar 2016 | <b>Prosjektleder/Project Manager</b><br>Kristine H H Ekseth |
|--|-------------------------------------|---|

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

