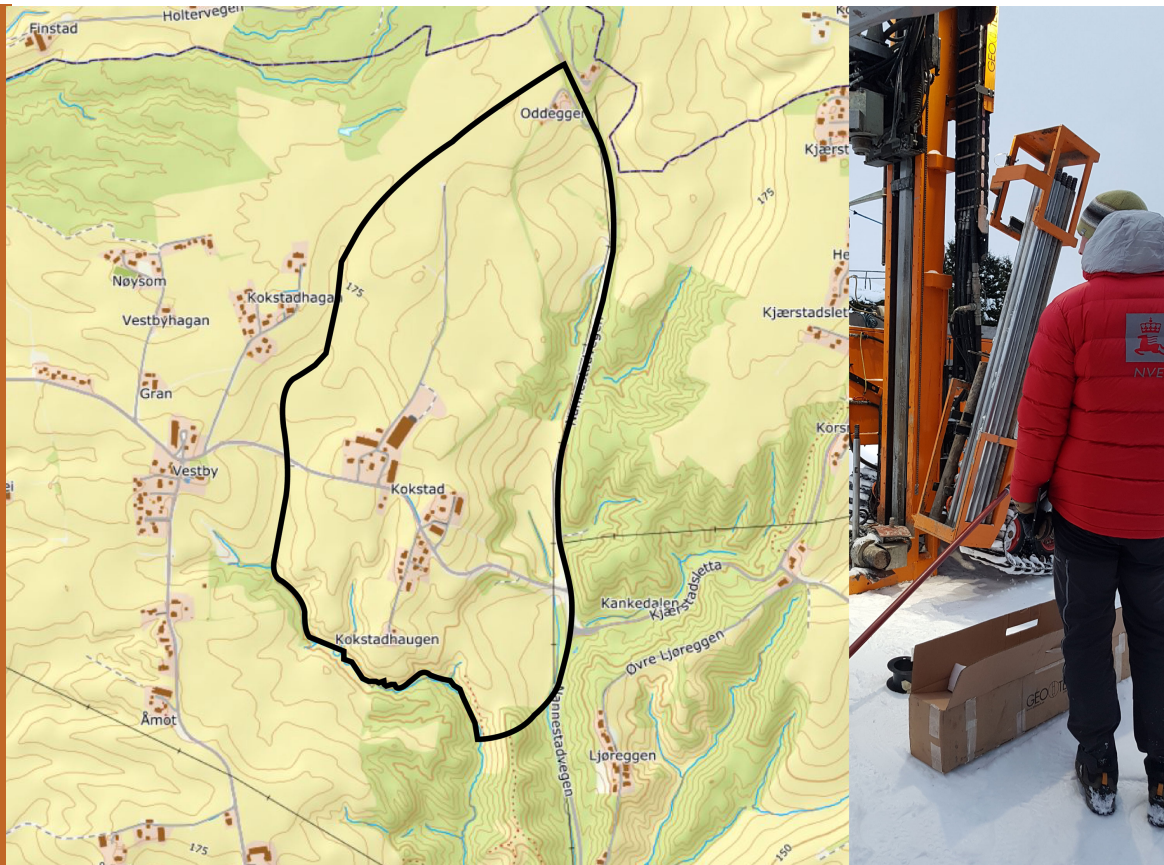


Nr. 3/2021

Geoteknisk vurdering av evakuerte delområder etter kvikkleireskredet i Gjerdrum, 30.12.2020

Kvikkleiresone 107 Kogstad

NVE, Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Multiconsult



NVE Ekstern rapport nr. 3/2021

Geoteknisk vurdering av evakuerte delområder etter kvikkleireskredet i Gjerdrum, 30.12.2020 : kvikkleiresone 107 Kogstad

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfatter: NVE, Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Multiconsult
Forsidefoto: NVE

ISBN: 978-82-410-2114-5
ISSN: 2535-8235

Sammendrag: Denne rapporten inngår i en serie rapporter som inneholder geotekniske vurderinger av delområder som ble evakuert etter kvikkleireskredet i Ask i Gjerdrum den 30.12.2020.

Rapporten omhandler områder innenfor kvikkleiresone 107 Kogstad.

I den første delen av rapporten gis det generell informasjon fra NVE som beboerne i det evakuerte området kan ha nytte av, blant annet for å kunne gå mer i dybden i de faglige vurderingene i del to av rapporten.

I den andre delen følger geoteknisk notat fra Multiconsult som er kvalitetssikret av NGI, og som dokumenterer grunnlaget for NVEs anbefaling til politiet om å oppheve evakueringen av kvikkleiresonen 107 Kogstad. De geotekniske vurderingene dokumenterer at de observasjoner som ble gjort 31.12.2020 ikke var tegn på begynnende utvikling av et kvikkleireskred.

Emneord: Kvikkleire, kvikkleireskred, evakuering, geoteknisk vurdering, Ask, Kogstad, Kokstad, Gjerdrum

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majortuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

mars, 2021

Innhold

FORORD	2
DEL 1	3
1 NVES RÅD FOR EVAKUERTE OMRÅDER I GJERDRUM ETTER SKREDET 30.12.2020	3
2 FORKLARING AV NOEN GEOTEKNISKE BEGREPER OG METODER.....	6
2.1 MYE BRUKTE BEGREP	6
2.2 OM KVIKKLEIRE	6
2.3 VANLIGE METODER FOR Å KARTLEGGE GRUNNEN I OMRÅDER MED MARIN LEIRE	7
2.3.1 Dreietrykk- og totalsondering	7
2.3.2 Trykksondering CPTU	7
2.3.3 Prøvetaking	7
2.3.4 Hvordan resultater fra grunnboringer brukes til å kartlegge grunnen	7
2.4 HVORDAN VURDERE UTSTREKNINGEN AV ET POTENSIELT KVIKKLEIRESKRED	8
2.5 HVA ER DAGENS KRAV TIL SIKKERHET VED UTBYGGING I KVIKKLEIRESONER?.....	8
2.6 OFTE STILTE SPØRSMÅL OG SVAR	10
DEL 2	11
VURDERINGER KNYTTET TIL EVAKUERING I SONE 107 KOGSTAD, ETTER BEKYMRRINGSMEDLING 31.12.2020.....	

Forord

Denne rapporten retter seg særlig til beboere innen kvikkleiresonen 107 Kogstad.

Tidlig på morgenen den 30. desember 2020 ble Ask rammet av et stort kvikkleireskred. Et areal på cirka 240 x 700 meter skled ut, inkludert deler av boligfeltet i Nystulia. Skredmassene fortsatte ca. 2 km nedover bekkedalen. Det er anslått at ca. 1,1 million m³ jordmasser raste ut denne morgenen.

Ti mennesker omkom i skredet, og totalt ble ca. 1200 evakuert fra sine boliger som følge av hendelsen. Målt i antall omkomne, antall berørte husstander og antall evakuerte er denne tragiske hendelsen det mest alvorlige kvikkleireskredet i Norge siden Verdalsraset i 1893.

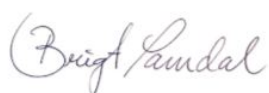
Dagen etter ble det meldt inn en bekymringsmelding til politiet om at det var observert sprekker nær Kokstad gård, som ligger ca. 1,6 km nord for Ask sentrum. Området ble befart av NVE, som sammen med NGI og Multiconsult ga råd til politiet om å evakuere bebyggelsen liggende innenfor kvikkleiresonen 107 Kogstad (se forsiden for kart over utstrekning til sonen). Basert på påfølgende grunnundersøkelser ble fylkesveg 120 gjennom faresonen gjenåpnet 2. januar 2021 og resterende evakuert areal av sonen ble anbefalt opphevet 3. januar 2021.

Denne rapporten er delt inn i to deler. I den første delen gis det generell informasjon fra NVE, som beboerne i det tidligere evakuerte området kan ha nytte av, blant annet for å kunne gå mer i dybden i de faglige vurderingene i del to av rapporten.

I den andre delen følger et geoteknisk notat utarbeidet av Multiconsult og kvalitetssikret av NGI. Dette notatet ligger til grunn for NVEs anbefaling til politiet om å oppheve evakueringen innenfor kvikkleiresonen 107 Kogstad.

Vi håper dette vil bidra til at beboerne får en god forståelse for hvorfor man trygt kunne flytte hjem igjen. Samtidig vil NVE bidra til ytterligere utredning av kvikkleiresone Kogstad gjennom sitt pågående prosjekt om forenklet soneutredning i kommunene Gjerdrum, Nannestad og Ullensaker.

Hamar, 23. mars 2021



Brigt Samdal

Direktør, Skred- og vassdragsavdelingen



Toril Hofshagen

Regionsjef, NVE region øst

DEL 1

1 NVEs råd for evakuerte områder i Gjerdrum etter skredet 30.12.2020

NVE har siden skredet arbeidet fortløpende med å fastslå hvilke av de evakuerte områdene (se figur 1) som ikke har forverret stabilitet som følge av skredet, og som ikke kan bli rammet ved en eventuell videreutvikling av skredet. Rådene har blitt gitt på bakgrunn av NVE, NGI og Multiconsult sine faglige vurderinger om hvilke deler av evakuert sone som anses som forsvarlig å flytte tilbake til. Det har blitt jobbet kontinuerlig med disse avklaringene gjennom hele januar, der man har jobbet seg fra utkanten av evakuert område og nærmere skredkanten med grunnundersøkelser og vurderinger knyttet til disse. Konsulentfirmaene NGI og Multiconsult har gjort geotekniske vurderinger for hver sine delområder og løpende kvalitetssikret hverandres arbeid.

Når det går kvikkleireskred som truer bebyggelse, er det vanlig at man i akutfasen benytter utstrekningen av berørte faresoner til å styre evakueringen. Dette skyldes at man sjeldent har tilstrekkelig informasjon om hvor i grunnen kvikkleiren ligger og hvordan denne kan bli påvirket av en pågående skredhendelse.

Skredet i Gjerdrum 30. desember 2020 berørte de tre kvikkleiresonene «Ask Vestre», «Hønsisletta» og «Fjelstad». NVE gav derfor tidlig på morgenen den 30. desember anbefaling til politiet om å evakuere bebyggelse innenfor disse tre sonene. Det ble samtidig gjort en vurdering av området sør for skredet, og dette området ble også besluttet evakuert av politiet inntil nærmere kunnskap forelå om grunnforholdene. Bebyggelsen langs Flatbyvegen ble evakuert grunnet stengt adkomst fra Brådalsvegen.

Den 31. desember 2020 anbefalte NVE at det ble gitt tillatelse til å gjenåpne Brådalsvegen fra nord og inn til Flatbyvegen. Dette ble gjort etter at Multiconsult og NGI hadde avklart at grunnundersøkelser gjort langs veien ikke påviste kvikkleire.

Samme dag ble det meldt inn til politiet at det var observert sprekker nært Kokstad gård som ligger ca. 1,6 km nord for Ask sentrum. Området ble befart av NVE, som sammen med NGI og Multiconsult gav råd til politiet om å evakuere bebyggelsen liggende innenfor kvikkleiresonen «Kogstad» (se forsiden for kart over sonen). Basert på påfølgende grunnundersøkelser ble fylkesveg 120 gjennom faresonen gjenåpnet 2. januar 2021 og resterende areal av sonen anbefalt opphevet 3. januar 2021. De geotekniske vurderingene ble gjort av Multiconsult.

Den 7. januar 2021 anbefalte NVE oppheving av evakuering for områdene rundt Herredshuset, Gjerdrum barneskole og Vestvang (delområde A og B, se figur 1), samt randsoner nordvest, nord og nordøst for disse områdene. Anbefalingen ble tatt til følge, og disse områdene fikk flytte tilbake 8. januar 2021. Geotekniske vurderinger for området rundt Herredshuset og barneskolen ble gjort av NGI, og vurderingene for Vestvang ble gjort av Multiconsult.

Den 15. januar 2021 anbefalte NVE oppheving av evakuering for områdene øst for fylkesveg 120 ned til og med rundkjøringen og videre ut langs Fjælstadgrenda (delområde C, se figur 1). Anbefalingen ble tatt til følge, og disse områdene fikk flytte tilbake samme dag. Geoteknisk vurdering for området øst for fylkesveg 120 ble gjort av NGI.

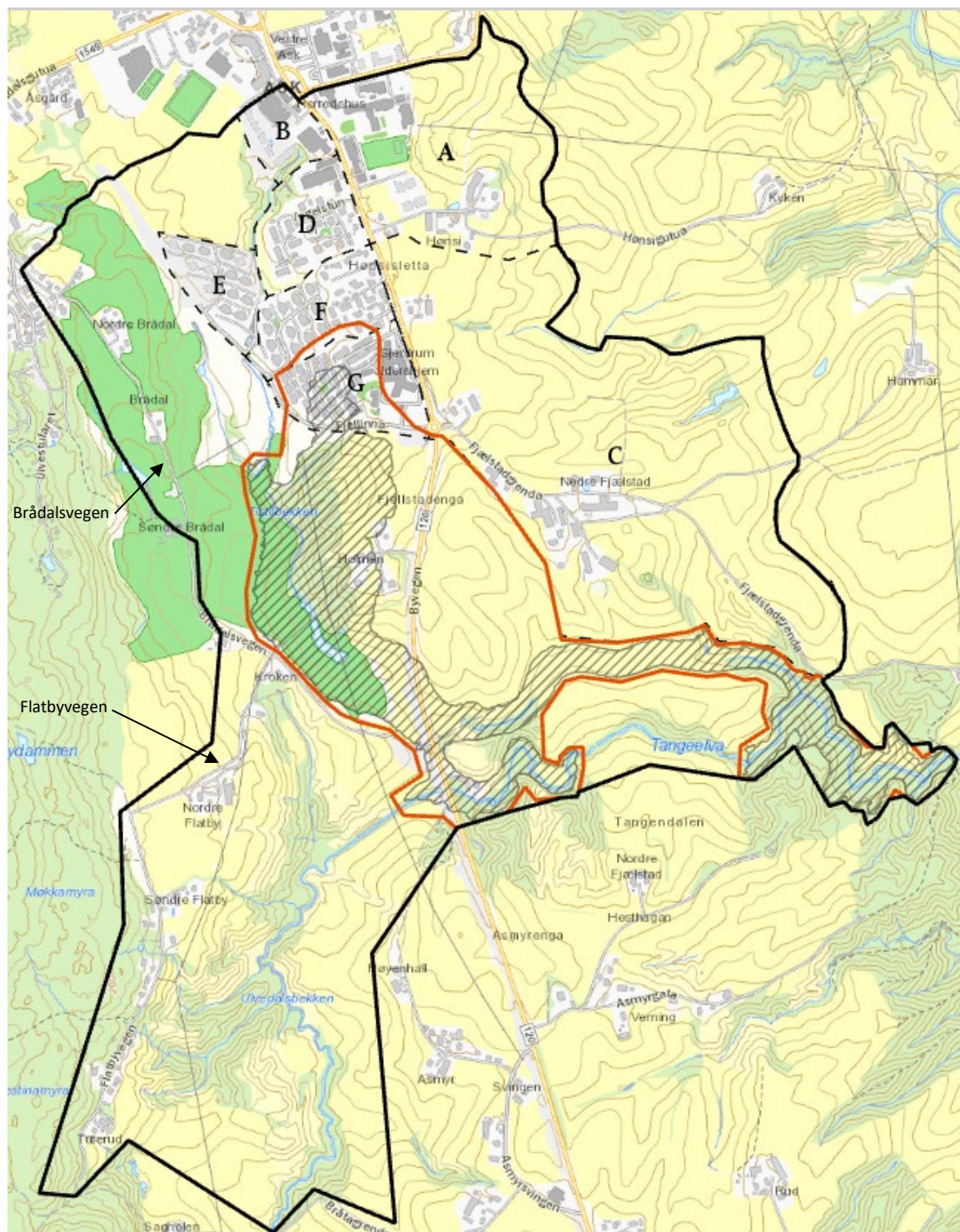
Det ble samtidig gjort en vurdering av det evakuerte området sør for skredområdet, langs Ulvedalsbekken mellom Flatbyvegen og Asmyr (se figur 1). Årsaken til evakuering i dette området var fare for oppdemming av vann bak skredmassene. NVE vurderte at oppdemmingen av vann ikke lenger utgjorde en fare og anbefalte derfor oppheving av evakuering for dette området.

Den 29. januar 2021 anbefalte NVE oppheving av evakuering for deler av sentrumsområdet, inkludert Viervangen, Ingelstun, Hagaveien, Ingelstuhagan, Nystuguta (med unntak av husnr. 4), Gjerdrum Bo- og

behandlingssenter (Nystuen 1), nordre deler av Nystulia (husnr. 67-148) og friområder og jorder nord og vest for Viervangen (delområder D, E, F og G, se figur 1). Det ble også gitt en anbefaling om mindre områder vest og sør for skredområdet. Anbefalingen ble tatt til følge, og disse områdene fikk flytte tilbake 3. februar 2021. Geotekniske vurderinger for delområdene D, F og G ble gjort av Multiconsult og delområde E ble gjort av NGL.

NVE vil arbeide videre med vurderinger i det området som fremdeles er evakuert (rødt omriss, figur 1), og i samarbeid med kommunen planlegge og gjennomføre tiltak for sikring av fortsatt evakuerte områder i Gjerdrum. Dette arbeidet vil anslagvis vare i ett til to år.

Det vil bli gjennomført egne arbeider for å finne årsaken til skredhendelsen på Gjerdrum. Politiet er i gang med etterforskning, og Regjeringen har nedsatt et ekspertutvalg. Dette vil være omfattende og grundige arbeider, og NVE vil stå til disposisjon for politiet og ekspertutvalget med all informasjon de måtte ønske fra vår side.



2 Forklaring av noen geotekniske begreper og metoder

2.1 Mye brukte begrep

Marin grense angir det høyeste nivået som havet nådde etter siste istid. Høyden avhenger av hvor man er i Norge og varierer mellom null og 220 meter over dagens havnivå. I Gjerdrum ligger marin grense på ca. 210 meter over dagens havnivå. Under marin grense kan det finnes marin leire.

Marin leire er leire som er avsatt i saltvann. Leirpartikler er oftest flakformet. Når leirpartikler kommer i kontakt med saltvann gir saltet leirpartiklene en elektrisk ladning. Dette resulterer i at leire avsatt på sjøbunnen får en struktur som kan minne om et korthus. Saltet fungerer som et bindemiddel som holder korthus-strukturen sammen. I hulrommene mellom leirpartiklene er det vann.

Områdeskred brukes som en fellesbetegnelse på skred forårsaket av kvikkleire eller sprøbruddmateriale (se definisjon på sprøbruddmateriale litt lenger ned i teksten). Begrepene «kvikkleireskred» og «områdeskred» kan for alle praktiske formål benyttes om hverandre og blir behandlet likt i regelverket for krav til sikkerhet mot skred.

Områdestabilitet brukes som en betegnelse på stabiliteten innenfor et avgrenset område med tanke på om det kan utløses kvikkleireskred. Er områdestabiliteten dårlig er det fare for at kvikkleireskred kan ramme området.

2.2 Om kvikkleire

Kvikkleire er marin leire som over tid har fått vasket ut mye av saltet som er med på å binde leirpartiklene sammen. Dette skjer som følge av grunnvannsstrømninger av ferskvann over tusenvis av år. Kvikkleira vil likevel forbli fast helt til den blir overbelastet. Da mister den sin styrke, korthus-strukturen kollapser og leira blir rennende.

For å videre forstå hva som skiller en kvikkleire fra en vanlig leire, må vi introdusere tre begreper:

- **Uomrørt skjærfasthet** er den opprinnelige styrken til leira.
- **Omrørt skjærfasthet** er styrken til leira etter at den har blitt overbelastet og blitt fullstendig omrørt/flytende.
- Leiras **sensitivitet** er forskjellen på styrken til leira før og etter den er blitt forstyrret, altså forholdet mellom uomrørt og omrørt skjærfasthet.

En vanlig leire har en lav sensitivitet. Det vil si at den forblir fast selv om den overbelastes. Slike leirer blir ofte også kalt ikke-sensitive (eller «ikke kvikke») leirer. Skred i ikke-sensitiv leire vil fort stoppe opp fordi skredmassene forblir faste. Da vil skredmassene bli liggende i bunnen av skråningen og dermed stabilisere skråningen bak. Et eksempel på dette er de mindre avskallingene av ikke-sensitiv leire som har sklidd ut langs skredkanten i Ask i tiden etter skredet. Disse massene har blitt liggende igjen i bunnen av skredgropa og er nå med på å gjøre skredkanten mer stabil.

En kvikkleire derimot, har en høy sensitivitet. Det vil si at kvikkleira i utgangspunktet er fast, men vil miste nesten all sin styrke hvis den blir overbelastet. I en skredhendelse vil leira bli flytende og renne vekk slik at skråningen bak ikke får noen støtte. Dette gjør at mer kvikkleire kan skli ut og skredet dermed stegvis kan utvikle seg bakover og sideveis i terrenget i skaller. I slike tilfeller vil skredet gjerne ikke stoppe opp før all kvikkleire er rast ut.

Noen viktige presiseringer:

- Geoteknikere opererer ofte med uttrykket «**sprøbruddmateriale**» eller «**leire med sprøbruddegenskaper**». En slik leire ligner på kvikkleire, men har en noe høyere omrørt skjærfasthet. En slik leire kan forårsake samme type store skred som kvikkleire. Derfor blir

kvikkleire og leire med sprøbruddsegenskaper behandlet likt i regelverket for krav til sikkerhet mot skred. Begrepene «kvikkleire», «sprøbruddmateriale» og «leire med sprøbruddsegenskaper» kan derfor for alle praktiske formål benyttes om hverandre.

- Avsetninger med marine leirer er ofte flere titalls meter tykke. Kvikkleiredannelsen i slike avsetninger vil typisk kun berøre deler av avsetningen. Det vil si at selv om det er påvist kvikkleire i grunnen, så betyr ikke det nødvendigvis at all leira i grunnen er kvikkleire. Det kan ofte være et lag på bare noen få meters tykkelse som er blitt til kvikkleire. Dette kalles ofte en kvikkleirelomme eller et kvikkleirelag.
- Overflaten av terrenget er oftest påvirket av vær og vind og andre forhold. Dette danner det som kalles en tørrskorpe på overflaten. Denne er oftest minimum 1-2 m tykk. Man vil derfor under normale omstendigheter ikke finne kvikkleire helt oppe i overflaten.
- På hvilket dyp nede i bakken kvikkleira ligger i forhold til terrenget rundt, er helt essensielt når man vurderer faren for skred. Som et eksempel - ligger kvikkleira som helhet dypere enn den dypeste ravinen i nærheten, vil kvikkleira ikke ha noe sted å gli ut hvis den skulle bli overbelastet, og det vil dermed ikke være noen fare for kvikkleireskred selv om det er kvikkleire i grunnen.

2.3 Vanlige metoder for å kartlegge grunnen i områder med marin leire

2.3.1 Dreietrykk- og totalsondering

Både dreietrykksondering og totalsondering innebærer å bruke en borerigg som presser et borhode ned i bakken med konstant hastighet. Kraften som maskinen må bruke for å holde konstant hastighet, måles kontinuerlig. Møter borhodet på svake lag i grunnen vil maskinen bruke mindre kraft for å fortsette og omvendt for sterkere lag. Resultatene fra disse sonderingene gir oss informasjon om relative styrkeendringer i grunnen og lagdeling. Totalsonderinger kan i tillegg brukes til å bestemme dyp til fjell.

2.3.2 Trykksondering CPTU

En trykksondering består av en elektrisk sonde som måler motstanden som sonden (borhodet) møter på sin vei ned i grunnen, og måler også poretrykket og friksjonen underveis. Resultatene fra en CPTU gir mulighet til å tolke flere egenskaper til leira, som for eksempel leiras styrke, lagdeling og type løsmasser, og gir en pekepinn på om det er kvikkleire eller ikke i grunnen.

2.3.3 Prøvetaking

Prøvetaking innebærer å fysisk ta opp prøver av leira ved valgte dyp. Prøvene sendes til laboratorium der styrken til leira (i tillegg til mange andre egenskaper) måles med stor nøyaktighet. Det er kun gjennom prøvetaking at man med 100 % sikkerhet kan påvise eller avkrefte kvikkleire.

Det finnes også andre metoder for å utføre grunnundersøkelser (f.eks. dreiesondering, ramsondering, vinge boring, etc). Disse går vi ikke igjennom i detalj her.

2.3.4 Hvordan resultater fra grunnboringer brukes til å kartlegge grunnen

Geoteknikerne utarbeider en boreplan for hvor de ønsker å få utført grunnundersøkelser. Posisjonen til borpunktene bestemmes ut ifra aktuelle skråninger i nærheten hvor skred mulig kan løsne, gitt at det er kvikkleire i grunnen.

Først gjøres det totalsonderinger og CPTU for å kartlegge dyp og utstrekning av svakere lag i grunnen. Dette blir fulgt opp med prøvetaking av utvalgte svake lag for å bekrefte eller avkrefte forekomst av kvikkleire. Treffer man på kvikkleire vil man utvide boreplanen slik at man får kontroll på utstrekningen til kvikkleirelomma. Dette utgjør en svært robust og effektiv metode for å kartlegge utstrekningen av eventuelle kvikkleireforekomster i grunnen.

Resultatene etter slike boringer presenteres gjerne i kart med fargekode som viser hva som er tolket eller påvist i grunnen. Grunnundersøkelsene utført på Ask presenteres i de geotekniske rapportene for de ulike delområdene med følgende fargekode:

- Grønne punkter er boringer hvor prøver bekrefter at det ikke er kvikkleire.
- Gule punkter er totalsonderinger eller CPTU tolket til ikke å være kvikkleire.
- Oransje punkter er totalsonderinger eller CPTU hvor tolkning indikerer kvikkleire.
- Røde punkter er boringer hvor prøvetaking bekrefter kvikkleire.

2.4 Hvordan vurdere utstrekningen av et potensielt kvikkleireskred

Utførte grunnundersøkelser i områdene rundt skredet i Ask har gitt en god oversikt over hvor det er kvikkleire, og hvor dypt i grunnen denne ligger.

I områder der det ikke er påtruffet kvikkleire/sprøbruddmateriale er det ikke fare for kvikkleireskred. Dette forutsetter at området ikke ligger svært nær områder hvor kvikkleire kan gli ut, slik at bygninger kan risikere å bli stående igjen på kanten av skredet. For å ivareta dette er det vanlig å benytte 1:3-linjer (linjer som stiger med ca. 20 grader) målt fra der kvikkleireforekomsten i dypet stopper, og bakover i tilstøtende terreng.

Stigningen 1:3 er benyttet fordi leirskråninger som ikke inneholder kvikkleire, naturlig stabiliseres ved en helning noe brattere enn dette. Det betyr at areal hvor det ikke er påvist kvikkleire i grunnen og som ligger *utenfor* en slik 1:3-linje fra nærmeste kvikkleireforekomst, ikke vil kunne bli berørt av kvikkleireskred.

For områder der det er påvist kvikkleire er det vanlig å bestemme maksimal størrelse på løснеområdet for skred ved hjelp av 1:15-linjer (linjer som stiger med ca. 4 grader), målt fra litt under skråningsfoten.

Stigningen 1:15 benyttes fordi kartlegging av tidligere kvikkleireskred viser at lengden på løśnieområdet bakover fra skråningsfoten ikke når lengre enn dette. Bruken av slike 1:15-linjer er en vanlig og robust metode for å estimere maksimalt bakovergripende areal som kan involveres i et kvikkleireskred. Der linjen kommer ut av kartlagt kvikkleire, går man over til en 1:3-linje som beskrevet over. Areal utenfor disse linjene vil ikke kunne rammes av kvikkleireskred.

I slike vurderinger er det alltid inkludert en sikkerhetsmargin for å ta høyde for usikkerheter i metode og grunnlag.

2.5 Hva er dagens krav til sikkerhet ved utbygging i kvikkleiresoner?

Dagens krav til sikkerhet mot kvikkleireskred er gitt i [byggteknisk forskrift \(TEK17\) § 7-3](#) (se veiledning til andre ledd, del B). Prosedyre for hvordan sikkerhet mot skred skal dokumenteres er gitt i [NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred](#). Kravene er strengest for bygninger der det skal oppholde seg mennesker. Den videre beskrivelsen av regelverket her forholder seg til regelverket for bygninger med personopphold (tiltakskategori K3 og K4).

Kort oppsummert brukes eksisterende kartgrunnlag for å gjøre en innledende vurdering av om det kan være marin leire i grunnen. Deretter gjøres det en vurdering av om det omkringliggende terrenget tilsier at et kvikkleireskred vil kunne bli utløst hvis det skulle være kvikkleire i grunnen.

Hvis skredfaren i et område ikke lar seg avskrive basert på fravær av marin leire i grunnen eller terreng, vil en geotekniker, som et første steg, befare området for å se om det er fjell i dagen eller andre forhold som kan være med på å avskrive fare for kvikkleireskred. Hvis dette ikke er mulig, må det utføres grunnundersøkelser med metoder som beskrevet i forrige kapittel.

Hvis man gjennom grunnundersøkelser ikke finner kvikkleire i grunnen og området heller ikke kan bli rammet av skredmasser fra et skred som blir utløst høyere opp i terrenget, er det ikke fare for at kvikkleireskred skal kunne ramme området.

Hvis det påvises kvikkleire i grunnen, må det gjøres utredning av skredfaren med tanke på de mest utsatte skråningene. For disse skråningene må stabilitetsberegninger vise at sikkerheten er tilstrekkelig. Krav til sikkerhet bestemmes ved hjelp av en sikkerhetsfaktor. Sikkerhetsfaktoren finner man enkelt forklart ved å beregne styrken til en skråning og sammenligne styrken med den belastningen skråningen faktisk blir utsatt for. Sikkerhetsfaktoren må være på minst 1,4. Det vil si at skråningen som et minimum må være 40 % sterkere enn den belastningen den blir utsatt for (inkludert vekten av eventuell utbygging). Beregnes sikkerhetsfaktoren til å være under 1,4 ved planlagt utbygging av boliger, må det utføres sikringstiltak som forbedrer stabiliteten til skråningen og dermed øker sikkerhetsfaktoren før bygging tillates.

Sikringstiltak kan innebære:

- å fjerne masse på toppen av skråninger for å avlaste skråningen.
- å legge masser i bunnen av skråningen som støtter opp skråningen (også kalt motfylling eller støttefylling).
- å stabilisere ved hjelp av kalksement. En stor rigg blander kalksement inn i leira og omdanner kvikkleira til svært fast, stabilisert leire.

Det må i tillegg vurderes om det er nødvendig å sikre mot erosjon langs nærliggende bekker og elver for å hindre at stabiliteten forverres over tid.

Flere detaljer rundt prosedyren for å dokumentere tilfredsstillende sikkerhet finner du i [NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred](#).

2.6 Ofte stilte spørsmål og svar

Hva kan utløse kvikkleireskred?

Kvikkleireskred kan utløses enten naturlig eller gjennom menneskelig inngrep. Naturlige utløsningsårsaker er typisk erosjon langs vassdrag inn i bunnen av skråninger. Menneskelige inngrep kan være å belaste toppen av skråninger med tunge bygninger eller oppfylling/lagring av masser, eller ved å grave seg inn i bunnen av skråninger.

Det er ikke påvist kvikkleire i nærheten av min eiendom nå, men hva med i fremtiden - kan leira under huset mitt bli til kvikkleire om noen år?

Utvasking av salt i marin leire går svært sakte fordi leira er så tett. Det vil trolig gå hundrevis av år før man tidligst kan måle forskjeller i grunnforhold som vil ha betydning for områdestabiliteten.

Er resultatene fra eldre grunnundersøkelser like gode som moderne grunnundersøkelser?

Grunnundersøkelsene er i utgangspunktet like gode. Grunnforholdene er i praksis de samme i dag som de var for 50 år siden. Geoteknikere gjør vurderinger av metoder som er blitt brukt i de eldre grunnundersøkelsene, og supplerer om nødvendig med nye undersøkelser.

Bør jeg følge med på om det oppstår erosjon i bekker i nærheten?

Kvikkleireskred kan utløses av erosjon i elver og bekker. Blir man oppmerksom på at en bekk eller elv graver mye i terrenget, bør man melde ifra til kommunen. Kommunen vil kontakte geoteknisk konsulent eller NVE ved behov for bistand.

Hvor mange bor på kvikkleire i Norge?

Det bor over 100 000 mennesker i kartlagte kvikkleiresoner i Norge. Det er pr. i dag kartlagt over 2300 soner. Det er kartlagt kvikkleire i Norge over mange år. Arbeidet pågår fortsatt og vil holde på i lang tid fremover. Økningen i antall registrerte som bor på kvikkleire de siste årene, skyldes primært at nye områder kartlegges.

Er det trygt å bo på kvikkleire?

Så lenge kvikkleira får ligge i ro er det trygt. Kravene til dokumentasjon av sikkerhet for bygging i kvikkleireområder har blitt strengere med årene. Ny bebyggelse oppføres med strenge krav til sikkerhet. Imidlertid vil eldre bebyggelse, der kunnskapsgrunnlaget var dårligere da det ble bygget, kunne være mer utsatt for skred. Det er nettopp derfor det legges ned så stor innsats i å finne mulige skredfarlige områder slik at man kan øke sikkerheten for disse.

Hvordan bistår NVE med sikring i Norge?

NVE kan gi bistand til planlegging og gjennomføring av sikringstiltak for å redusere risikoen for eksisterende bebyggelse som er utsatt for flom- og skredfare.

Bistand kan enten gis i form av et økonomisk tilskudd der kommunen selv tar på seg oppgavene med utredning, planlegging og gjennomføring, eller som bistand der NVE tar på seg dette arbeidet på vegne av kommunen.

DEL 2

**Vurderinger knyttet til evakuering i Sone 107 Kogstad, etter
bekymringsmelding 31.12.2020**

NOTAT

OPPDAG	Kvikkleireskred Ask Gjerdrum	DOKUMENTKODE	10223695-01-RIG-NOT-002
EMNE	Vurderinger knyttet til evakuering i Sone 107 Kogstad, etter bekymringsmelding 31.12.2020	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	NVE	OPPDRAAGSLEDER	Roger Kristoffersen
KONTAKTPERSON	Toril Hofshagen, NVE	SAKSBEHANDLER	Tor Georg Jensen
KOPI	NVE v/ Ellen Davis Haugen, Toril Wiig og Paul Chr. Røhr. NGI v/ Håkon Heyerdahl og Bjørn G. Kalsnes	ANSVARLIG ENHET	10101080 Geoteknikk Samferdsel

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS og NGI er, med separate avtaler, engasjert av NVE for geoteknisk bistand i forbindelse med kvikkleireskredet på Ask i Gjerdrum, som ble utløst 30.12.2020. Etter skredhendelsen fikk NVE flere bekymringsmeldinger fra andre steder i kommunen. Én slik bekymringsmelding gjaldt et område ved Kokstad, som ligger i den registrerte kvikkleiresonen 107 Kogstad, ca. fire km nord for Ask sentrum.

Observasjoner 31.12.2020, av mulige tegn på begynnende skredutvikling, førte til at kvikkleiresonen ble anbefalt evakuert om ettermiddagen/kvelden samme dag. Fylkesveg 120 gjennom sonen ble samtidig anbefalt stengt.

Notatet oppsummerer aktiviteter og vurderinger knyttet til evakueringssituasjonen, frem til evakueringen ble opphevet. Det gis noen anbefalinger for videre vurderinger av sonen.

Geotekniske grunnundersøkelser, innhenting av informasjon fra blant annet grunneiere, og nærmere befaring/observasjoner gjennomført de to påfølgende dager ledet frem til anbefalinger om at fylkesveien kunne åpnes igjen og at evakueringen av sonen kunne oppheves. Anbefaling om at evakuering av sonen kunne oppheves ble sendt NVE om kvelden 02.02.2021 og ble videreformidlet til politiet påfølgende dag.

Det ble konkludert med at observasjonene som ble gjort 31.12.2020 ikke var tegn på begynnende utvikling av et områdeskred.

Det er imidlertid påpekt noe usikkerhet knyttet til tilstanden til skråningen fra skogholtet og opp til gården, ovenfor der observasjoner ble gjort 31.12.2020, på grunn av synkehull, oppkommer av vann og antatt forekomst av kvikkleire / sprøbruddsmateriale i skråningen.

Fylkesveg 120 ligger i utløpssonen for en eventuell skredhendelse i sonen. På grunn av nevnt usikkerhet knyttet til skråningsstabiliteten anbefales det å gjøre videre utredning av sonen.

Anbefalte tiltak er mer detaljert kartlegging av grunnforhold, samt stabilitetsberegninger.

Etter ønske fra NVE skal alle produkter som utarbeides under oppdraget kvalitetssikres på tvers av de engasjerte firmaene. Dette notatet er derfor kvalitetssikret av NGI.

01	18.03.2021	Etter kommentarer/kvalitetssikring fra NVE/NGI	Tor Georg Jensen	Håvard Narjord	Roger Kristoffersen
00	05.02.2021	Første utgave	Tor Georg Jensen	Håvard Narjord	Roger Kristoffersen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innholdsfortegnelse

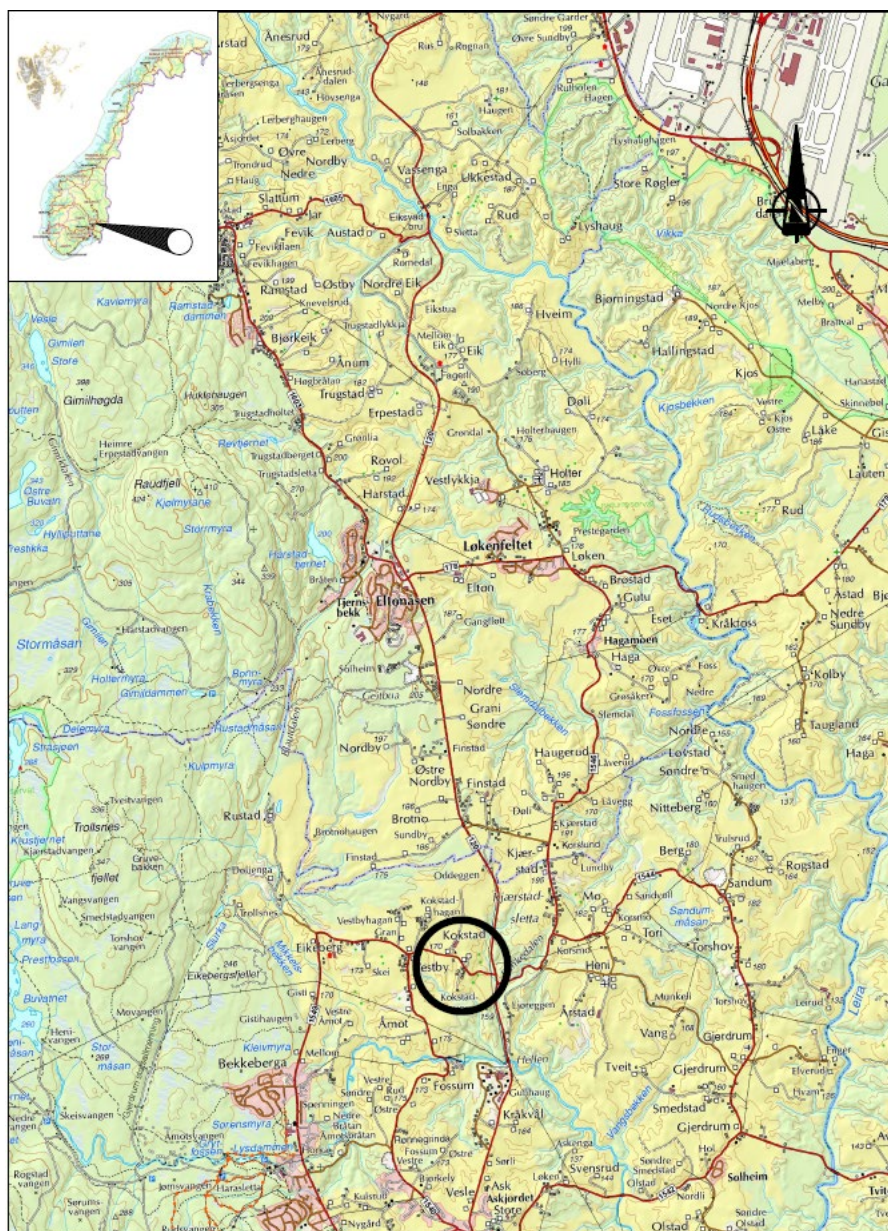
1	Innledning	3
2	Utførte undersøkelser og innhentet informasjon	5
2.1	Fredag 01.01.2021	5
2.2	Lørdag 02.01.2021	7
3	Vurderinger og anbefalinger.....	8
3.1	Fredag 01.01.2021	8
3.2	Lørdag 02.02.2021	8
4	Vedlegg	9
5	Referanser	9

1 Innledning

Multiconsult Norge AS og NGI er, med separate avtaler, engasjert av NVE for geoteknisk bistand etter kvikkleireskredet på Ask i Gjerdrum, som ble utløst 30.12.2020. Etter ønske fra NVE skal alle produkter som utarbeides under oppdraget kvalitetssikres på tvers av de engasjerte firmaene. Dette notatet er derfor kvalitetssikret av NGI. Det vises til Vedlegg 1 for dokumentasjon av denne kontrollen.

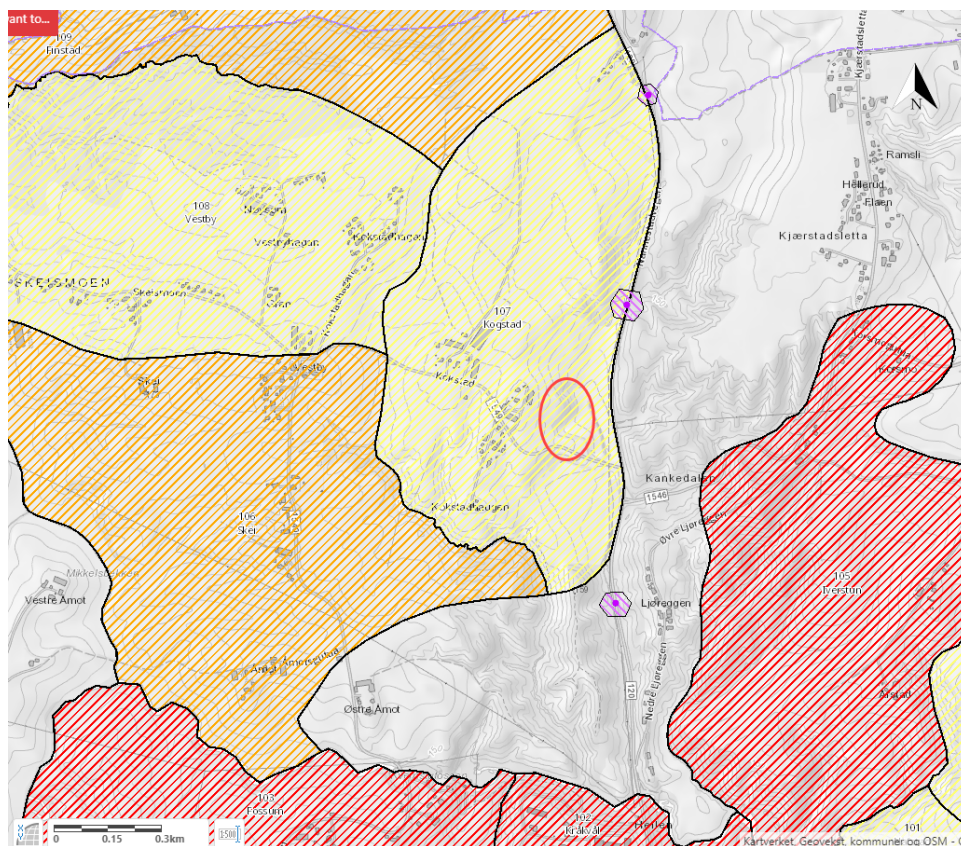
I forbindelse med skredhendelsen fikk NVE etter hvert flere bekymringsmeldinger fra andre steder i kommunen. Én slik bekymringsmelding gjaldt et område ved Kokstad, ca. fire km nord for Ask sentrum.

NVE v/ Mads-Peter Jacob Dahl var på befaring til stedet 31.12.2020 og registrerte mulige tegn til begynnende skredutvikling i bunnen av en skråning, terrengsprekker lenger opp i skråningen og en bekk med flytende vann/leire. Området ligger i en registrert kvikkleiresone, Sone 107 Kogstad. Oversiktskart, utsnitt fra NVE atlas, med kvikkleiresoner, samt et utsnitt fra NVE sin presentasjon av registreringer [2] er vist i Figur 1-1 til Figur 1-3.

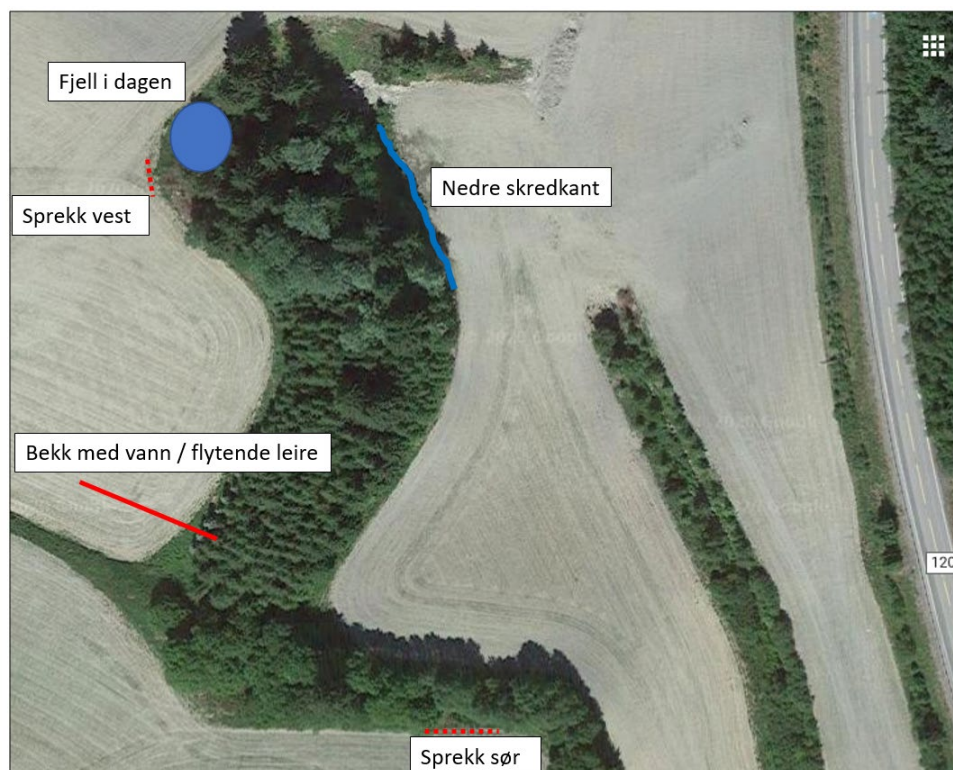


Figur 1-1: Oversiktskart som viser det aktuelle området, fra [1].

Vurderinger knyttet til evakuering i Sone 107 Kogstad



Figur 1-2: Utsnitt fra NVE-atlas, med kvikkleiresoner. Rød ring markerer området med observasjoner, i sone 107 Kogstad



Figur 1-3: Utsnitt fra NVE presentasjon av registreringer etter befaring 31.01.2020 **Error! Reference source not found.**

Basert på foreliggende informasjon, som i verste fall kunne tilsi begynnende utvikling av et områdeskred, ble det om ettermiddagen/kvelden 31.12.2020 gitt en anbefaling om å evakuere

sonen. Dette innebar også anbefaling om å stenge en strekning av fv. 120, samt noen tilstøtende veger, som ligger i utløpssonen for et eventuelt skred.

Notatet gir en samlet fremstilling av undersøkelser og vurderinger som ble gjort fortløpende i tidsrommet fra sonen ble anbefalt evakuert og frem til det ble gitt anbefaling om at evakuering kunne oppheves.

2 Utførte undersøkelser og innhentet informasjon

Etter at det var gitt anbefaling om å evakuere kvikkleiresonen ble det besluttet å snarest hente inn en geoteknisk borerigg for å kunne gjøre grunnundersøkelser. Dette som underlag og støtte for videre vurderinger.

Løpende vurderinger knyttet til sikkerhet for mannskaper som skulle bevege seg inn i sonen ble utført om kvelden 31.12 og om morgenen 1.1. Til støtte ved disse vurderingene hadde vi blant annet tilgjengelig dronebilder fra brannvesenets overflyging om natten og observasjoner meddelt muntlig fra geotekniker som var med brannvesenet denne natten. En mulig sprekk i terrenget ble vurdert nøye, men etter kontroll av kart og flyfoto ble det konkludert med at dette var en bekk. Videre vurderinger knyttet til sikkerhet ble utført fortløpende utover dagen.

Utførte undersøkelser i sonen, samt supplerende informasjon innhentet underveis, er nærmere beskrevet i etterfølgende kapitler. Beskrivelsen er basert på dagboknotater og daglig rapportering til NVE, oversendt i takt med at arbeidene ble utført.

For nærmere informasjon om utførte grunnundersøkelser vises til datarapport 10223695-01-RIG-RAP-001[1]. Rapporten er vedlagt i Vedlegg 2.

2.1 Fredag 01.01.2021

Innledende informasjon

Boremannskaper, sammen med vakt/sambandsmann fra brannvesenet, grunneier til gården Kokstad 25, en representant fra Geomatikk (kabelpåvisning) og ansvarlig geotekniker fra Multiconsult reiste inn til Kokstad 25, gården i øvre venstre hjørne på Figur 2-1, om morgenen 01.01.2021.

Planlagte borpunkter i dette området ble avklart med Geomatikk, mens privat teknisk infrastruktur ble avklart med grunneier. Ansvarlig geotekniker ble også satt i telefonisk kontakt med grunneier til Kokstad 3, gården som ligger like ovenfor området hvor registreringer var gjort dagen før, ref. Figur 2-1. Opplysninger fra grunneier her tilsa at det er grunt til berg i et belte som følger lengderetningen på skogholtet som ligger mellom Kokstad 3 og fylkesvegen i bunnen av skråningen ned fra gården. Informasjonen samsvarte med registrering av en bergblotting NVE hadde gjort dagen før, ref. Figur 1-3. Det ble videre opplyst at området i overkant av skogholtet delvis bestod av utfylte masser av varierende sammensetning, med blant annet gamle hesteredskaper og «diverse» i bunnen.

Observasjoner

Etter samtale med grunneier ble det vurdert som forsvarlig å gjennomføre en ny befaring til området hvor mulige tegn til skredaktivitet var registrert dagen før. Planlagte borpunkter i området ble samtidig markert.

Ved befaringen ble det gjort supplerende observasjoner i området rundt skogholtet. Det vises til Figur 2-1.

Vurderinger knyttet til evakuering i Sone 107 Kogstad

I østre (høyre) del av skogholtet ble det registrert berg i dagen der det dagen før var registrert mulig rasaktivitet (lang rød strek). Det var tegn på at noe løsmasser kan ha glidd på berget, men det ble ikke gjort observasjoner som tilsa at det var snakk om dyperegående glideflater.

I vestre del av skogholtet (rød strek under markering «bergblotning») ble det funnet at registrert oppsprekking i terreng har skjedd i en bratt fyllingskant bestående av løsmasser og trematerialer.

Befaringen for øvrig viste at det er et oppkomme av vann i jordet mellom skogholtet og gården. Det ble i tillegg registrert et par synkehull.

Utførte grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser denne dagen startet med totalsonderinger 1-3 vist i Figur 2-1. Boringene i disse punktene viste dybder til faste masser i størrelsesorden 30 meter. Det må antas at løsmasser her delvis er kvikkleire / sprøbruddsmateriale. Supplerende grunnundersøkelser vil være nødvendig for en eventuell nærmere kartlegging av løsmassene, og for å bekrefte / avkrefte forekomst av kvikkleire.

Etter at markerte borpunkter var avklart med Geomatikk, ble boringer på jordet nedenfor Kokstad 3 påbegynt. Utførte boringer denne dagen omfattet boringer sør for oransje strek i Figur 2-1. Kun boring 10 (20 m sonderingsdybde) mistenkes å vise kvikkleire/sprøbruddsmateriale i deler av dybden. Boring 11 (15 m sonderingsdybde) tolkes som ikke kvikkleire. Boringene 14 og 16, med sonderingsdybde i underkant av 7 meter, tolkes som forholdsvis faste masser.

Utførte boringer fremgår av datarapport[1], som ligger vedlagt i Vedlegg 2.



Figur 2-1: Illustrasjon knyttet til beskrivelse for fredag 01.01.2021. Oransje strek vedrørende rekkefølge på boringer. Røde streker er angivelse av observasjoner fra 31.12.2020.

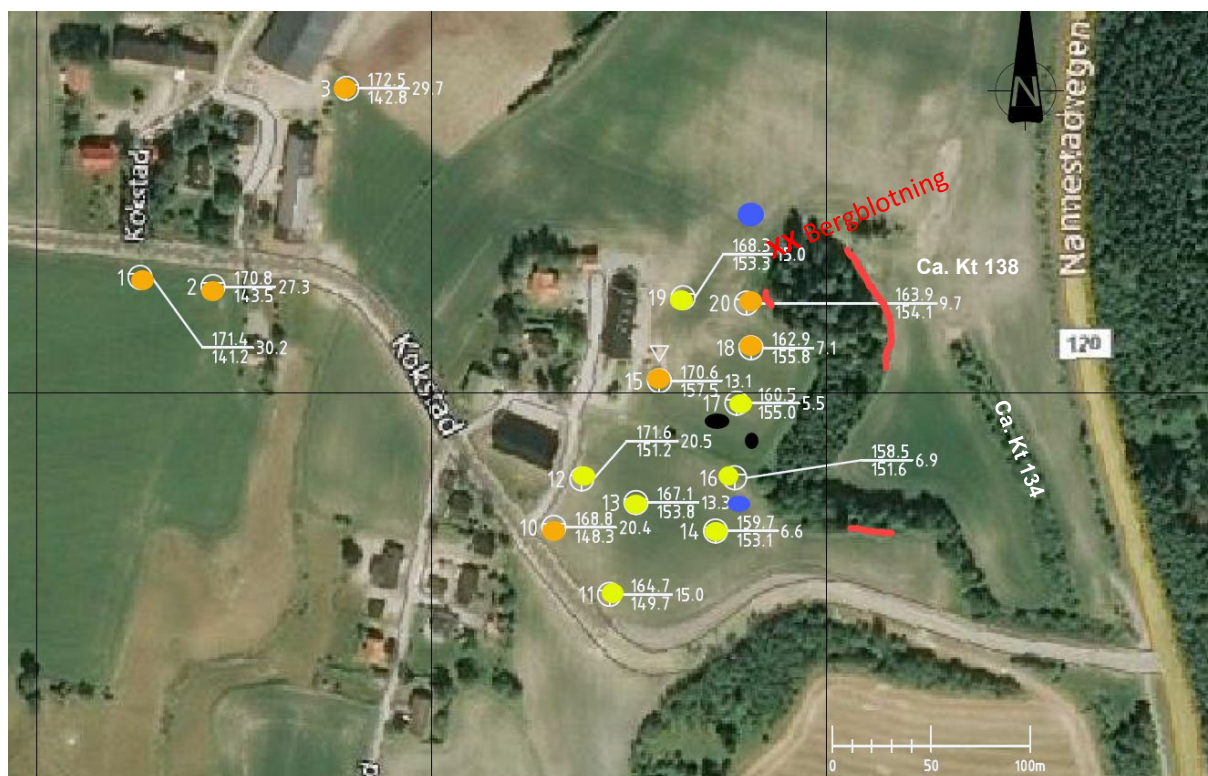
2.2 Lørdag 02.01.2021.

Informasjon

Denne dagen var det ny kontakt med grunneier til Kokstad 3, og mottatt informasjon, sammen med resultater fra grunnundersøkelser, kunne behandles nærmere. Det ble gjort en samlet tolkning av antatte løsmasser i borpunktene, og etablert en samlet oversikt over boringer, med tolkning av antatte masser. Oversiktsfiguren ble supplert med noen observasjoner. Det vises til Figur 2-2.

Utførte grunnundersøkelser og sammenstilling av informasjon

Grunnundersøkelser i sonen ble avsluttet denne dagen. Gjenstående totalsonderinger ved Kokstad 3 ble utført, og det ble supplert med en CPTU sondering i borhull 15, som grunnlag for en nærmere tolkning av massenes egenskaper. Utførte boringer fremgår av datarapport[1] i Vedlegg 2 og er sammenstilt i Figur 2-2 under. Ved videre beskrivelse vises det til figuren.



Figur 2-2: Sammenstilling av utførte grunnundersøkelser, med tolkning, i tillegg til sentrale observasjoner. Gul = boring tolket: ikke kvikkleire, oransje = boring tolket: indikerer kvikkleire. Blå prikk = oppkomme vann og sort prikk = synkehull.

Boringene viser at dybder til berg i vestre (venstre) del av skogholdet er i størrelse 5 – 10 meter. Dybder til berg øker på opp mot gårdsbruket, tilsynelatende omtrent i takt med terrengstigningen.

I Figur 2-2 er det markert med farge hvordan boringene er tolket med tanke på kvikkleire/sprøbruddsmateriale. Gul farge innebærer at boringen er tolket som IKKE kvikkleire / sprøbruddsmateriale. Oransje farge innebærer mistanke om kvikkleire / sprøbruddsmateriale, og at boringene er tolket til dette i deler av dybden. Ytterligere grunnundersøkelser (prøvetaking) vil være nødvendig for å bekrefte/avkrefte tolkningene.

I figuren er det markert med blå prikk steder hvor det er observert vann som kommer opp av bakken, observasjon er gjort enten av oss eller grunneier. Grunneier angir at det også kan være flere steder hvor det kommer vann opp av bakken, uten at sted er nærmere angitt.

Videre er det markert, med svart prikk, to steder hvor vi har observert synkehull i bakken. Grunneier oppgir at dannelse av synkehull er forholdsvis vanlig i skråningen der det er boret.

Vurderinger knyttet til evakuering i Sone 107 Kogstad

Opplysninger fra grunneier tilsier at det ligger oppfylte masser i nedre del av skråningen mellom gården og skogholtet. Det skal være gjort noe bakkeplanering i området og det er opplyst at deler av området har vært benyttet som fyllplass. Begge forannevnte tiltak kan ligge langt tilbake i tid.

Vi har observert at det ligger treverk og diverse utfylt materiale i kanten av jordet ned mot skogholtet. Utfylt materiale ligger delvis støttet opp mot trærne øverst i skogholtet.

3 Vurderinger og anbefalinger

Vurderinger ble gjort fortløpende og forslag til anbefalinger ble oversendt NVE etter hvert. Grunnlag for anbefalinger ble diskutert mellom NGI, Multiconsult og NVE fortløpende.

En nærmere beskrivelse av vurderinger og anbefalinger er gitt i etterfølgende kapitler.

3.1 Fredag 01.01.2021

Allerede om kvelden denne dagen var det vår vurdering at observasjonene som ble gjort dagen i forveien, etter all sannsynlighet, ikke representerte begynnende skredutvikling, eller noen vesentlig forhøyet fare for at det skulle utløses et kvikkleireskred. Det var likevel ønskelig å fullføre planlagt borprogram mellom skogholtet og gården Kokstad 3 for nærmere dokumentasjon og vurdering av situasjonen i dette området.

Basert på informasjon innhentet denne dagen ble det, sent om kvelden, anbefalt at fv. 120 kunne åpnes, men at evakuering av sonen skulle opprettholdes inntil videre. Det ble anbefalt at veg fra fv. 120 og opp i sonen skulle holdes stengt så lenge evakuering av sonen ble opprettholdt.

3.2 Lørdag 02.02.2021

Basert på en sammenstilling og tolkning av utførte grunnundersøkelser, samtaler med grunneier til Kokstad 3 og egne observasjoner var vår endelige vurdering at observasjonene rundt skogholtet, som førte til evakuering av sonen, ikke innebar noen indikasjon på utløsning av et områdeskred i sonen.

I skråningen fra skogholtet og opp til gården ble det registrert noen synkehull og oppkommer av vann som etter opplysninger fra grunneier har vært registrert i lengre tid. Sammenholdt med de øvrige observasjonene er ikke dette vurdert som begynnende skredutvikling.

Etter dette var vår anbefaling at evakuering av sonen kunne oppheves.

Det ble samtidig bemerket at fyllingsskråningen, som ligger inn mot skogholtet fra oversiden, må antas å være lite stabil i toppen, uten at dette nødvendigvis innebærer fare for annet enn noe sig og oppsprekking ved fyllingstopp, slik som observert.

Det ble også påpekt at registrerte synkehull og oppkommer av vann, sammen med antatt forekomst av kvikkleire / sprøbruddsmateriale i skråningen innebærer en viss usikkerhet om skråningens stabilitet. Denne usikkerheten anses imidlertid ikke å være endret i forhold til situasjonen før sonen ble evakuert.

Fylkesveg 120 ligger i utløpssone for en eventuell skredhendelse i sonen. På grunn av nevnt usikkerhet knyttet til skråningen fra skogholtet og opp til gården anbefales det å gjøre videre utredning av sonen. Videre arbeider bør omfatte nærmere kartlegging av grunnforhold og stabilitetsberegninger.

4 Vedlegg

Vedlegg 1 – Dokumentasjon på NGI-kontroll av foreliggende notat

Vedlegg 2 – Datarapport, referanse [1]

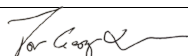
5 Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS, 10223695-01-RIG-RAP-001, Kvikkleireskred Ask Gjerdrum – Akutt bistand. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser – Sone 107 Kogstad. Datert 04.01.2021.
- [2] NVE, Skredbefaring Kokstad Gjerdrum 31.12.2020_Mads-Peter_Jacob_Dahl. Powerpoint presentasjon benyttet ved gjennomgang av NVE sin første befaring.

Vedlegg 1**1 Kvalitetssikring NGI/Multiconsult**

NGI og Multiconsult er, med separate avtaler, engasjert av NVE for geoteknisk bistand i forbindelse med kvikkleireskredet på Ask i Gjerdrum kommune (30.12.20). NGI og Multiconsult samarbeider om geoteknisk rådgiving og grunnundersøkelser i forbindelse med skredet. Det er et ønske fra NVE at alle produkter som utarbeides i forbindelse med disse avtalene skal kvalitetssikres på tvers av de engasjerte firmaene. I henhold til avtalt arbeidsopplegg har NGI og Multiconsult etablert foreliggende dokumentasjon på kontroll som vedlegges alle offisielle dokumenter som oversendes NVE. Kontrollen går ut over, og kommer i tillegg til, etablerte kontrollrutiner i firmaenes kvalitetsstyringssystemer.

Dokumentasjon på kontroll:

Dokumentnummer	Innhold	Dato utarbeidet	Utarbeidet av (x)		Navn	Sign
10223695-01-RIG-NOT-002	Vurderinger knyttet til evakuering i Sone 107 Kogstad, etter bekymringsmelding 31.12.2020	2021-03-18				
			x	Multiconsult	Tor Georg Jensen	
		Dato kontrollert	Kontrollert av (x)		Navn	Sign
		2021-03-18	x	NGI	Håkon Heyerdahl	
Oversendt NVE dato			Oversendt av (x)		Navn	
2021-03-18				NGI		
			x	Multiconsult		

RAPPORT

Kvikkleireskred Ask Gjerdrum – Akutt bistand

OPPDRAAGSGIVER

NVE

EMNE

Datarapport – Geotekniske
grunnundersøkelser – Sone 107 Kogstad

DATO / REVISJON: 4. februar 2021 / 00

DOKUMENTKODE: 10223695-02-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Kvikkleireskred Ask Gjerdrum – Akutt bistand	DOKUMENTKODE	10223695-01-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser – Sone 107 Kogstad	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	NVE	OPPDRAAGSLEDER	Astri Macdonald
KONTAKTPERSON		UTARBEIDET AV	Morten Hovind
KOORDINATER	SONE: UTM 32 ØST: 6664200 NORD: 613100	ANSVARLIG ENHET	10101080 Geoteknikk Samferdsel
GNR./BNR./SNR.	62 / 1 / 0 / Gjerdrum		

SAMMENDRAG

Foreliggende rapport presenterer resultater fra geotekniske grunnundersøkelser utført i kvikkleiresone 107 Kogstad i Gjerdrum kommune. Boringene er utført som en del av akutt bistand i forbindelse med oppdraget Kvikkleireskred Ask Gjerdrum. Det påpekes for ordens skyld at denne kvikkleirsonen ikke er i umiddelbar nærhet av skredet som har gått i Ask.

Det er utført 14 stk totalsonderinger og 1 stk CPTU-sondering.

00	04.02.2021	Førstegangs utsendelse	MORH	TGJ	RK
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Utførelse	5
1.2	Kvalitetssikring og standardkrav	5
1.3	Innhold og bruk av rapporten	5
2	Områdebeskrivelse	6
2.1	Området og topografi	6
3	Geotekniske grunnundersøkelser	7
3.1	Utførte grunnundersøkelser	7
3.1.1	Feltundersøkelser	7
4	Grunnforholdsbeskrivelse	8
4.1	Kvartærgeologisk kart	8
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	8
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	10
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	10
5.2	Viktige forutsetninger	10
5.3	Undersøkelses- og prøvekvalitet	10
5.4	Påvisning av bergnivå	10
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	11
7	Referanser	11

TEGNINGER

10223695-01-RIG-TEG

-000	Oversiktskart
-001	Borplan
-010 til -023	Totalsondering
-500	CPTU

VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonde

BILAG

1. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
2. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser ved Kokstad i Gjerdrum kommune. Boringene er utført i kvikkleiresone 107 Kogstad, som ligger ca. 4 km nord for Ask sentrum.

1.1 Utførelse

Boringenes utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg 1. og 2. januar 2021. Innmåling av punktene er utført av Multiconsult med GPS.

1.2 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 0 og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening 0.

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 0 og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 0.

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.3 Innhold og bruk av rapporten

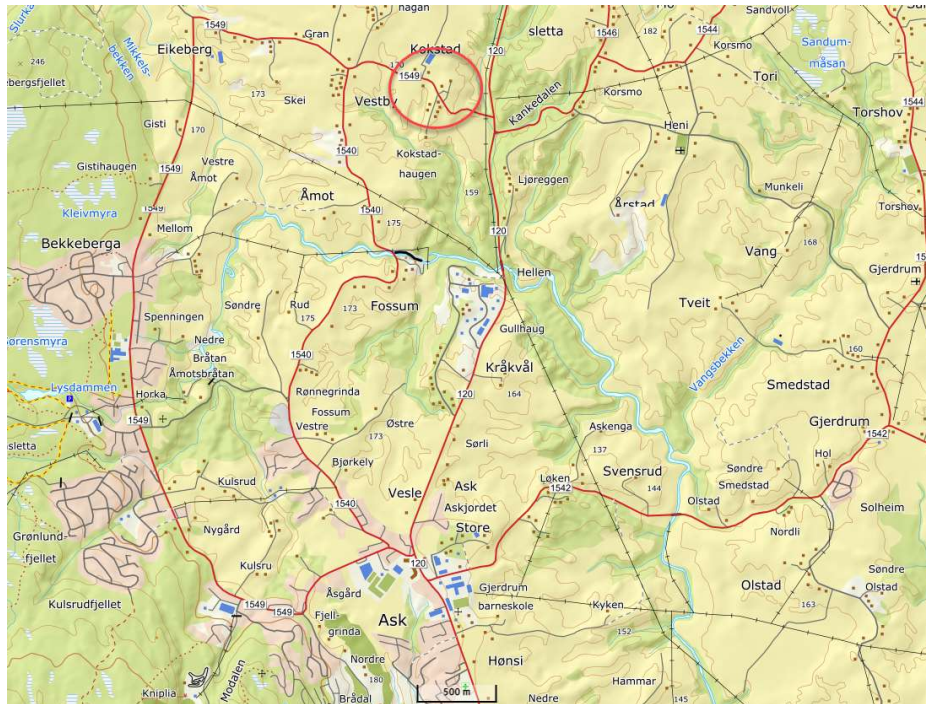
Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

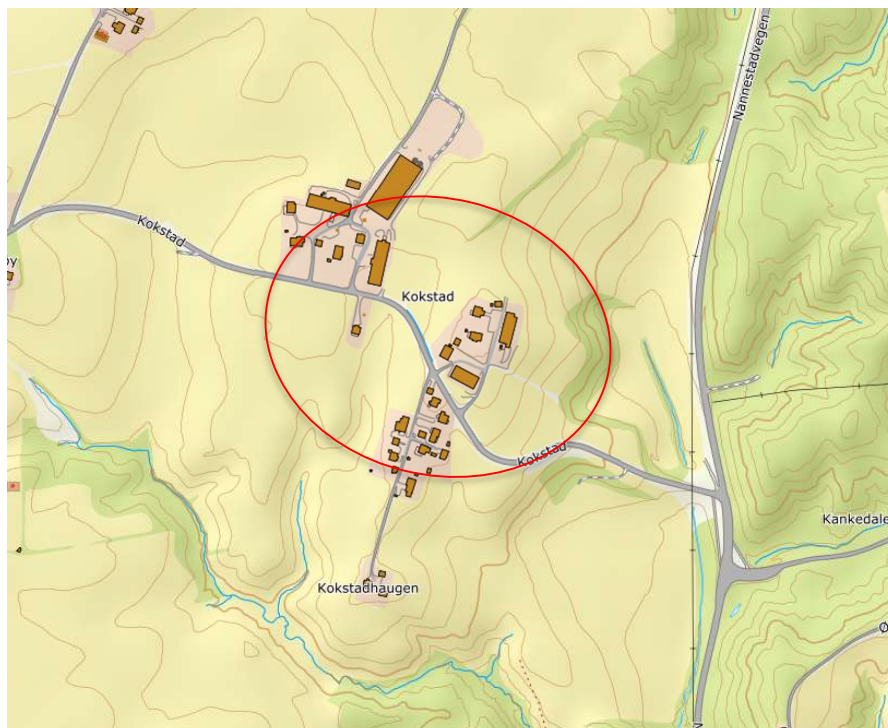
2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Det undersøkte området ligger ved Kokstad i Gjerdrum kommune. Terrenget er lett kupert og varierer mellom kote ca. +176 og +135. Det eksisterer bekkeløp øst og sør for området. Bekkene i øst og vest ligger på henholdsvis ca. kote +134 og +154. Koter er hentet fra Norgeskart.no. Kartutsnitt er vist i Figur 2-1 og Figur 2-2 nedenfor.



Figur 2-1: Oversiktskart med undersøkt område [norgeskart.no]



Figur 2-2: Kart over undersøkelsesområdet [norgeskart.no]

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Utførte grunnundersøkelser

3.1.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 14 stk. totalsonderinger
- 1 stk. CPTU

Borpunktens plassering er vist på borplan, se tegning -001. Koordinat- og høydesystem, samt borpunktens koordinater er vist i Tabell 3-1 og Tabell 3-2.

Utskrifter av totalsonderinger er vist på tegning -010 t.o.m. -023.

Tabell 3-1: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 3-2: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	X	Y	Z		Løs-masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	6664258,5	612852,4	171,4	TOT	30,2	0,0	30,2	
2	6664253,8	612889,3	170,8	TOT	27,3	0,0	27,3	
3	6664354,2	612957,0	172,5	TOT	29,7	0,0	29,7	
10	6664132,0	613061,9	168,8	TOT	20,4	0,0	20,4	
11	6664098,1	613090,1	164,7	TOT	15,0	0,0	15,0	
12	6664156,4	613076,0	171,6	TOT	20,5	0,0	20,5	
13	6664144,6	613103,4	167,1	TOT	13,3	0,0	13,3	
14	6664130,1	613143,8	159,7	TOT	6,6	0,0	6,6	
15	6664206,2	613115,4	170,6	TOT, CPTU	13,2	0,0	13,2	
16	6664157,1	613153,4	158,5	TOT	6,9	0,0	6,9	
17	6664194,8	613154,6	160,5	TOT	5,5	0,0	5,5	
18	6664222,9	613161,7	162,9	TOT	7,2	0,0	7,2	
19	6664248,3	613127,3	168,3	TOT	15,0	0,0	15,0	
20	6664245,5	613159,5	163,9	TOT	9,8	0,0	9,8	

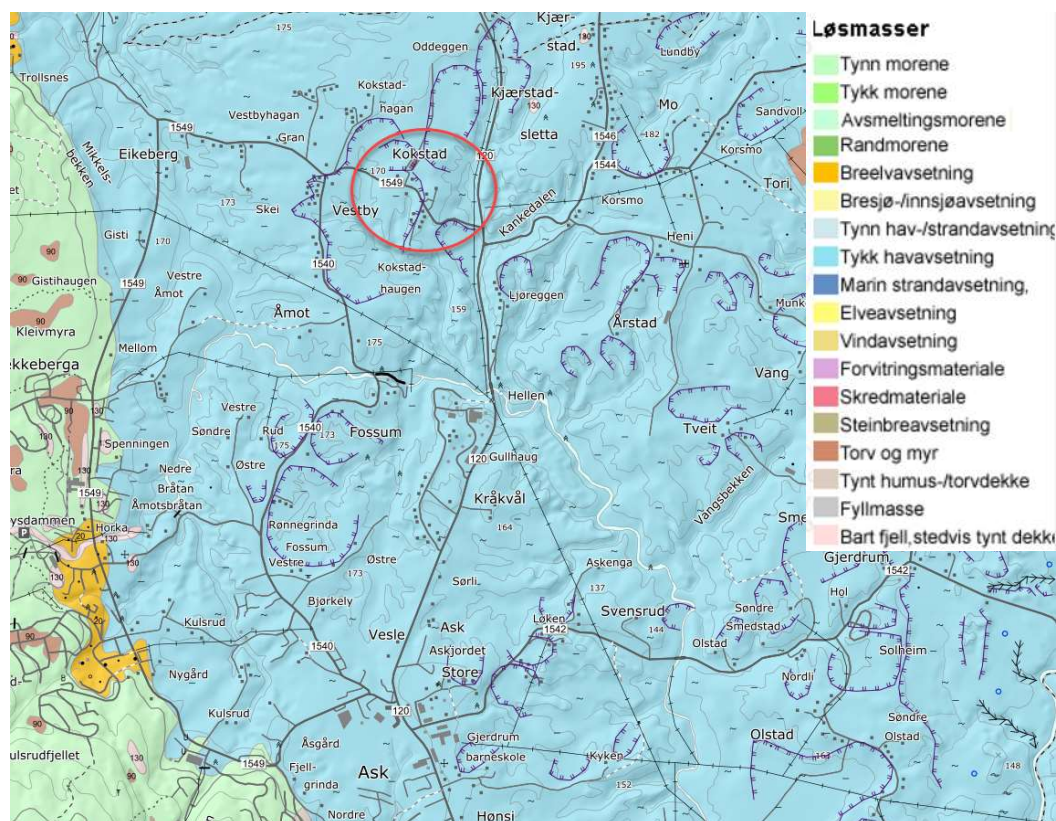
TOT=Totalsondering; DTR=Dreietrykksondering; CPTU=Trykksondering; PZ=Poretrykksmåling; PR=Prøveserie;
Ann.=Annen metode (spesifiser)

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i området hovedsakelig består av hav- og fjordavsetning. For områder med hav- og fjordavsetning kan det forventes finkornede, marine avsetninger med mektighet fra 0,5 m til flere ti-talls meter.

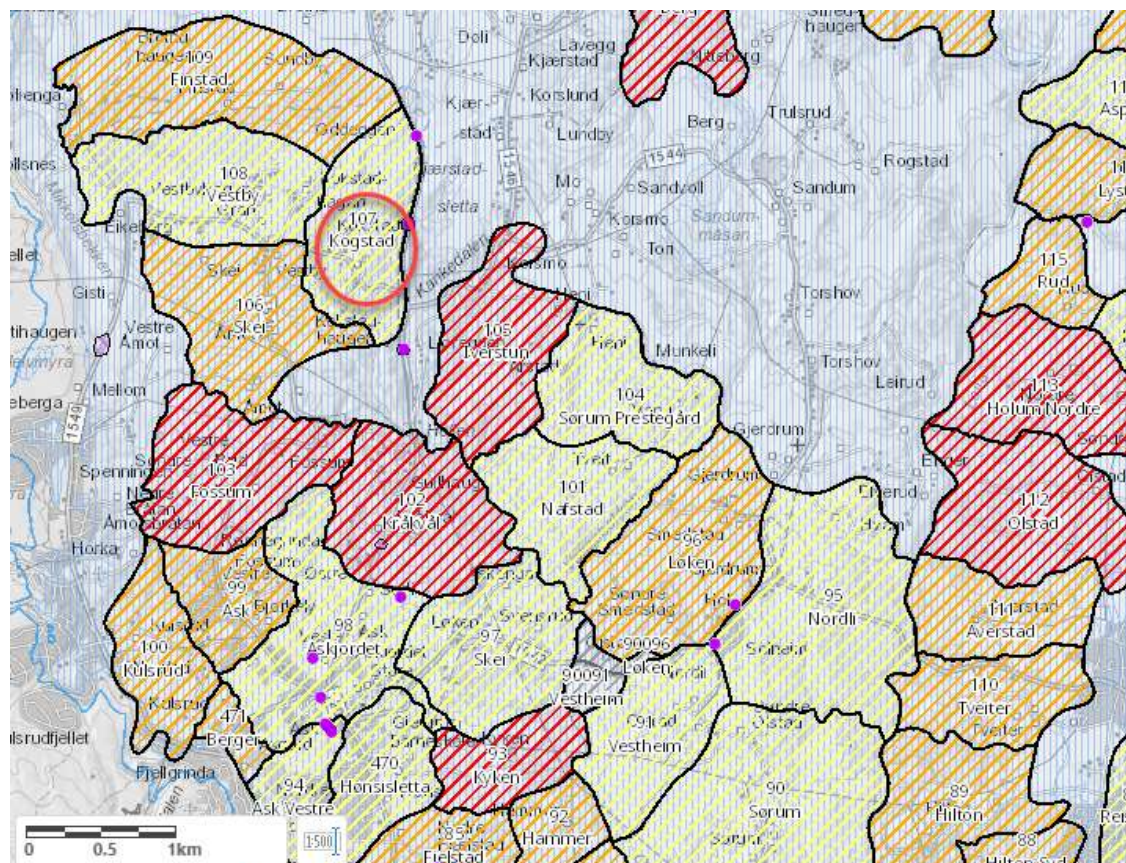
Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekthet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 4-1: Kvartærgeologisk kart over området [5].

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

Det undersøkte området ligger i en registrert kvikkleiresone, Sone 107 Kogstad. I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [7] er sonen tidligere kartlagt med faregrad: Lav, konsekvens: Alvorlig og risiko: Risikoklasse 3.



Figur 4-2: Registrerte faresoner for kvikkleireskred [7].

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Alle grunnundersøkelser er utført i henhold til standard metoder, ref. metodestandarder gitt i geoteknisk bilag 3.

5.2 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser.

5.3 Undersøkelles- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på utførte undersøkelser som god/akseptabel.

5.4 Påvisning av bergnivå

Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskrifter.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

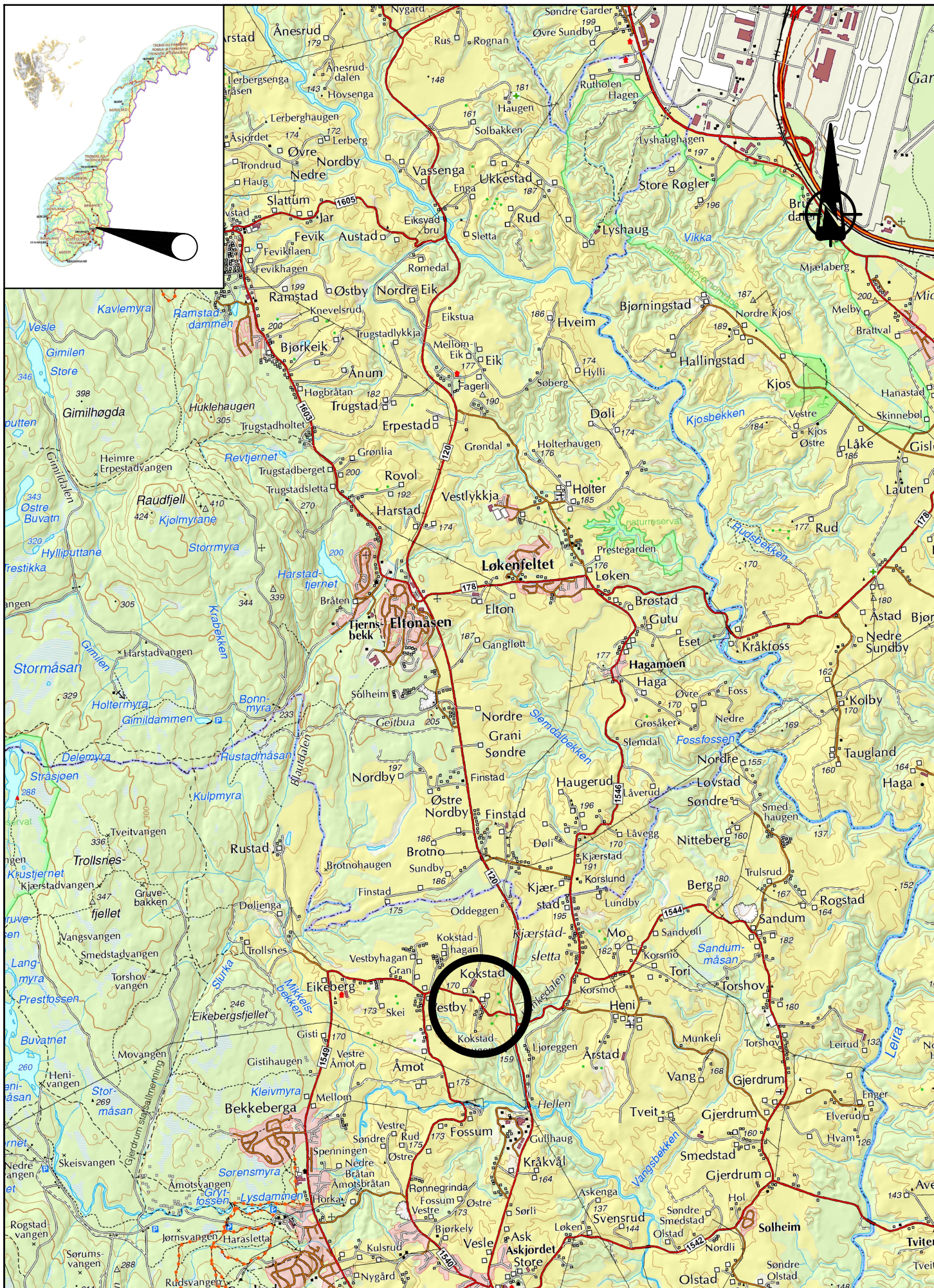
Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

7 Referanser

- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, September 2010
- [3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, 2018.
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat(NVE): atlas.nve.no



Multiconsult www.multiconsult.no	NVE		Revisjon	Fag	Original format	Dato
	Kvikkleireskred Ask Gjerdrum		Konstr./Tegnet	RIG	A4	2021-02-04
	Oversiktskart		MORH	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
	Sone 107 Kogstad		Oppdragsnr.	10223695-01		Tegningsnr.
				RIG-TEG-000		



\\ns2-nasuni-01\Presjekt\10223695-01\10223695-01\10223695-01\10223695-01-04\TEGNINGER\lay_V_borplan.dwg - Layout: (V001)

SYMBOLER

- Dreiesondering
 - Enkel sondering
 - ▽ Trykksondering
 - ◆ Dreietrykksondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ✱ Fjellkontrollboring
- + Vinge-boring
 - ⊙ Prøveserie (PR)/ Naver (SK)
 - Prøvegrop
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ▲ Fjell i dagen
- Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Borboknr. :

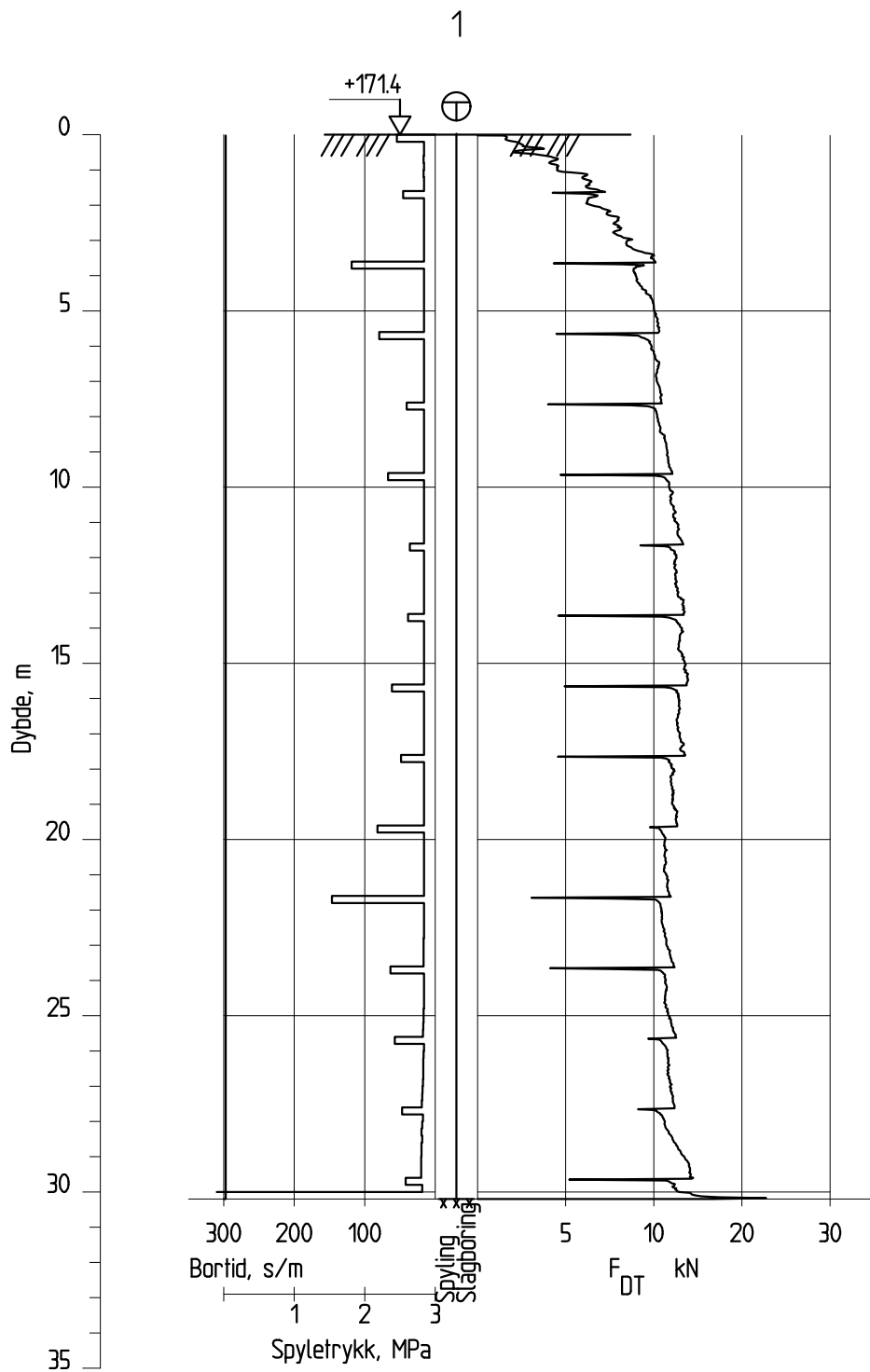
Lab.boknr. :

Kartgrunnlag :



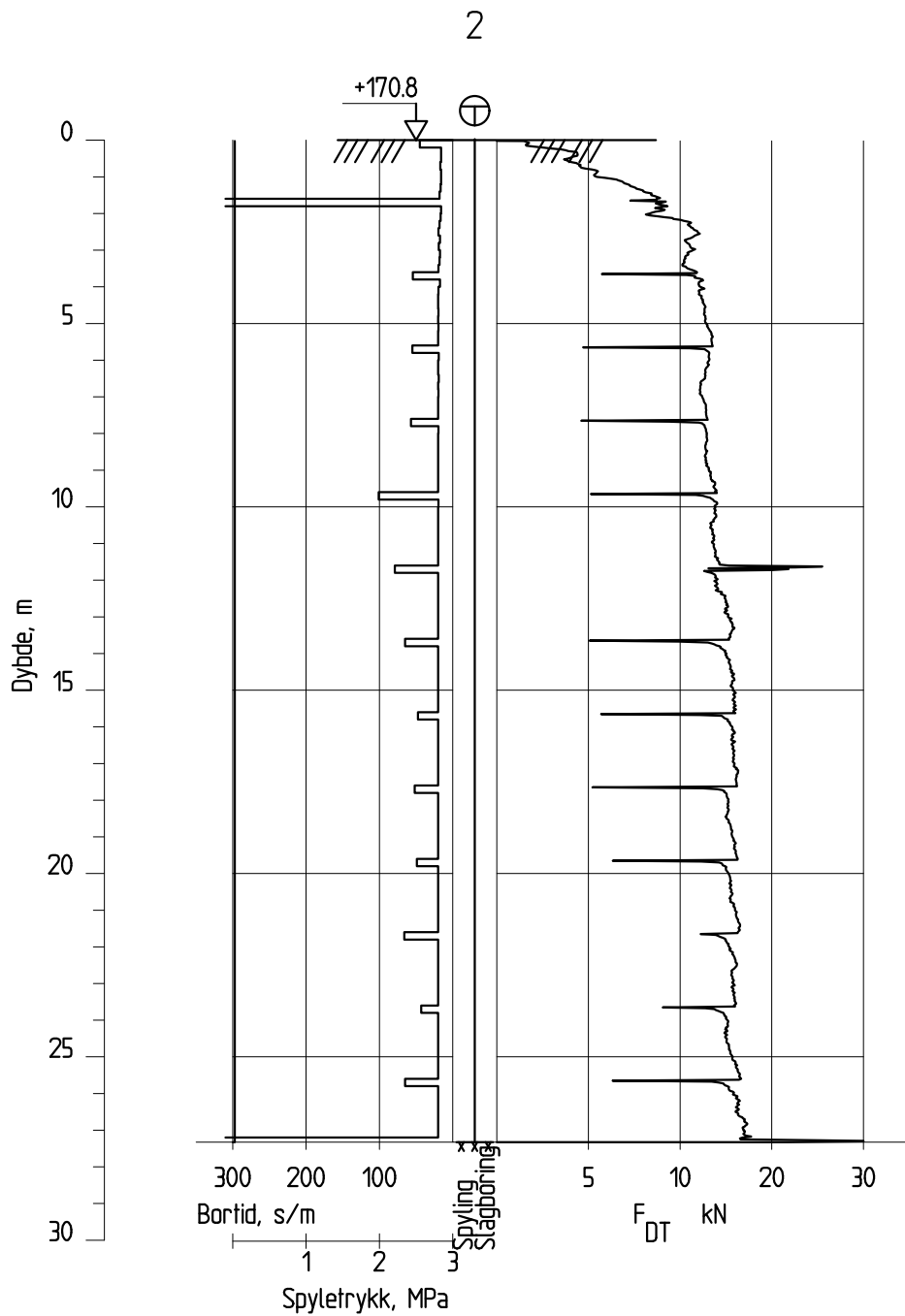
Koordinatsystem: UTM sone 32 basert på EUREF89/WGS84. Høydegrunnlag: NN2000

Rev		Beskrivelse	Dato		Taget	Kontr.	Godkj.
		NVE			Fas	RIG	Format A3
		Kvikkleireskred Ask Gjerdrum			Dato	2021-02-04	
		Borplan			Format/Målestokk	1:1000	
		Sone 107 Kogstad					
Multiconsult		Status	Til datarapport	Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	TGJ
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	10223695-01	Tegningsskr.	RIG-TEG-001	Godkjent	TGJ
		Rev.					



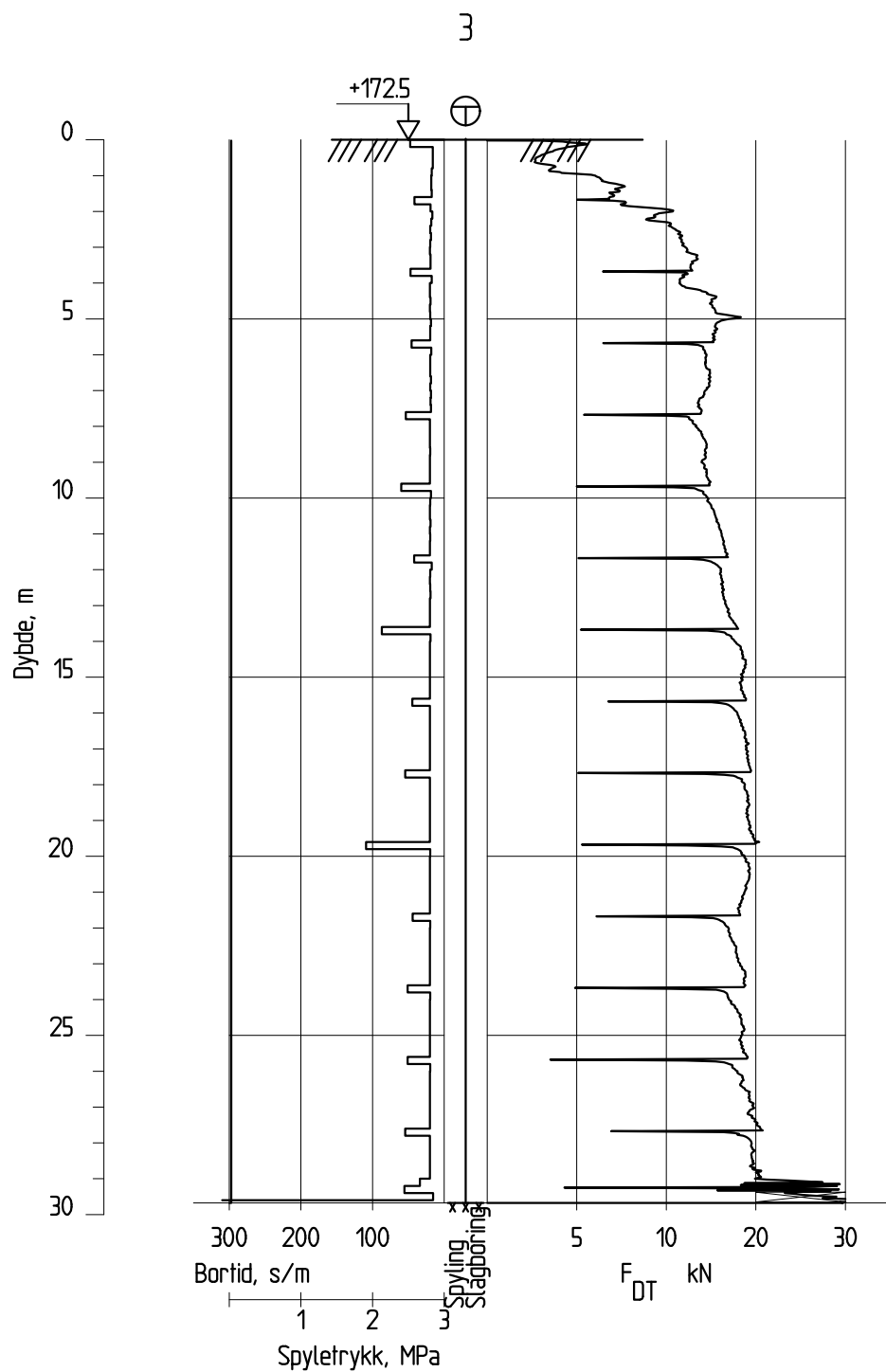
Dato boret :01.01.2021

Posisjon: X 6664258.49 Y 612852.35



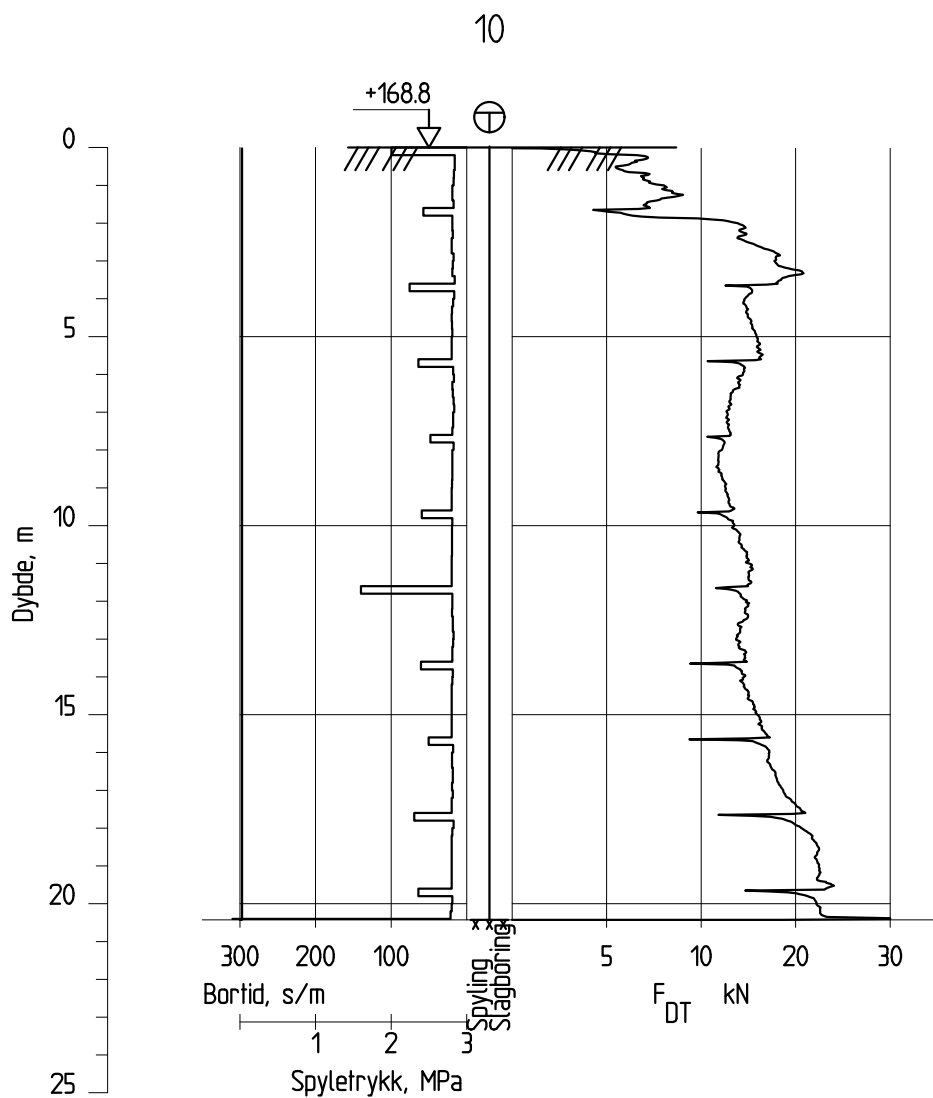
Dato boret :01.01.2021

Posisjon: X 6664253.84 Y 612889.33



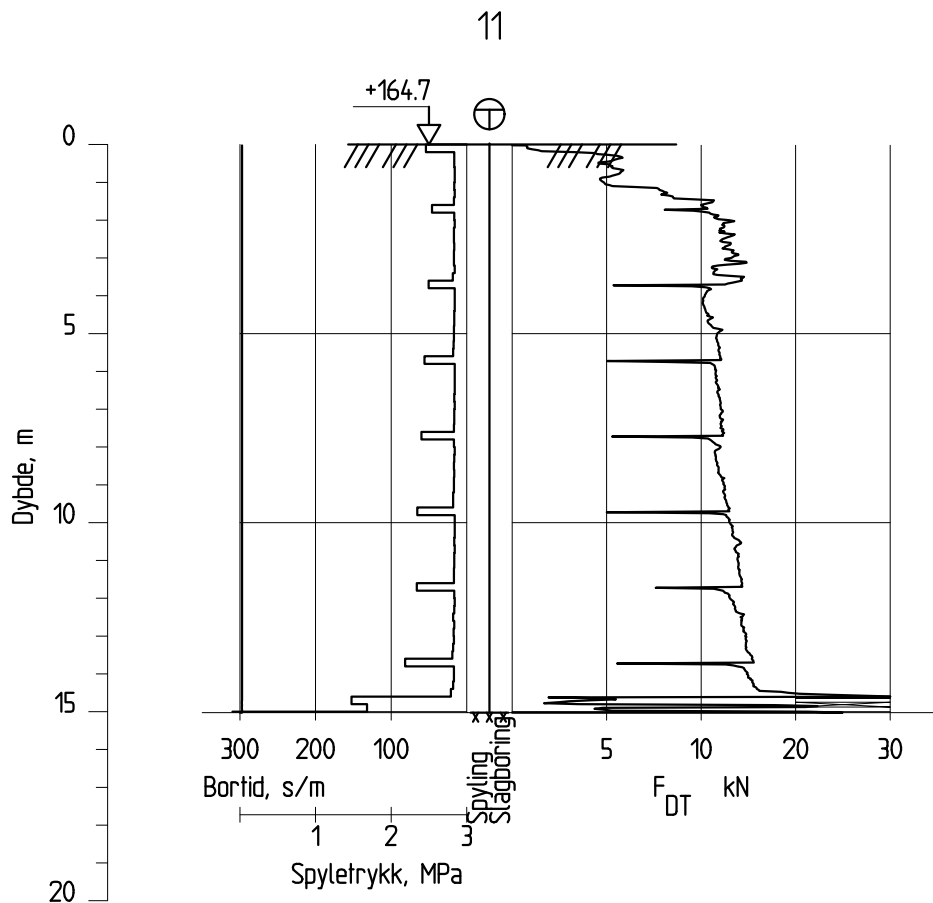
Dato boret :01.01.2021

Posisjon: X 6664354.22 Y 612957.00



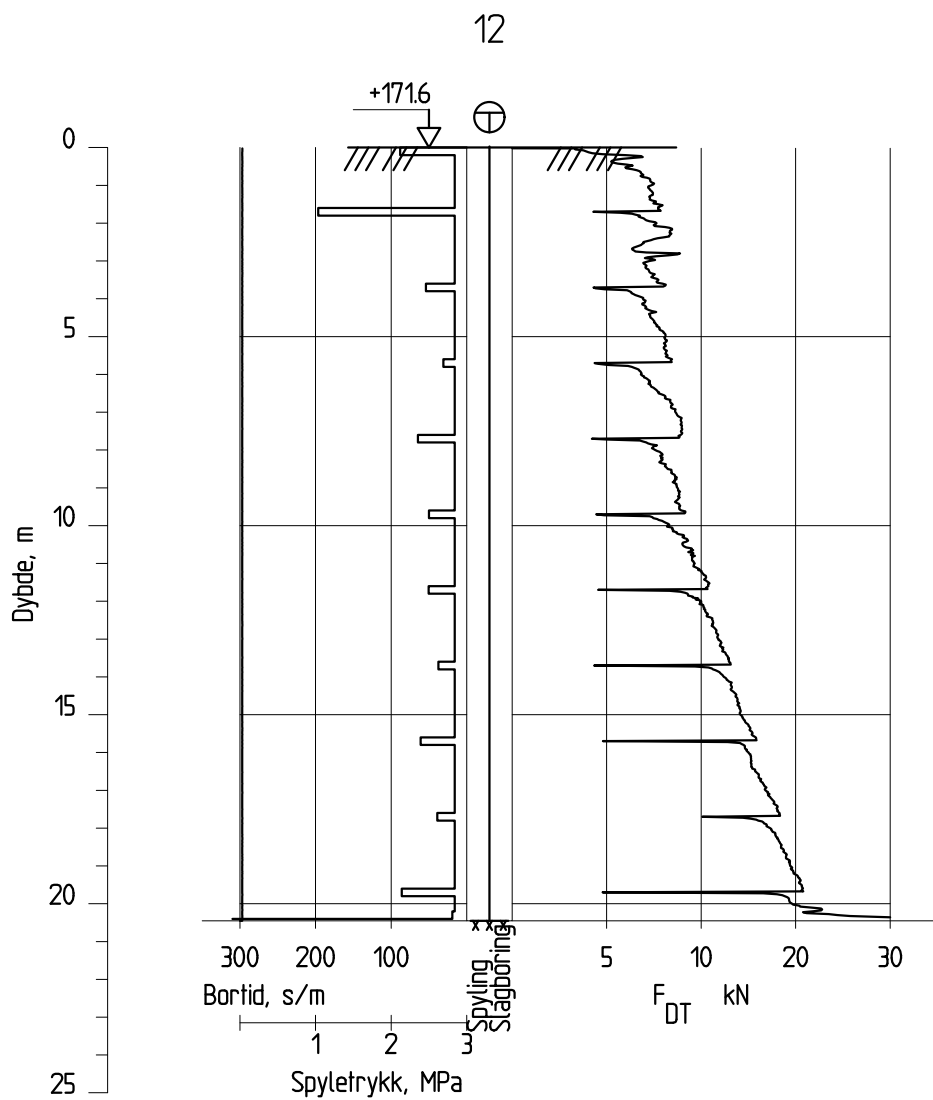
Dato boret :01.01.2021

Posisjon: X 6664131.98 Y 613061.87



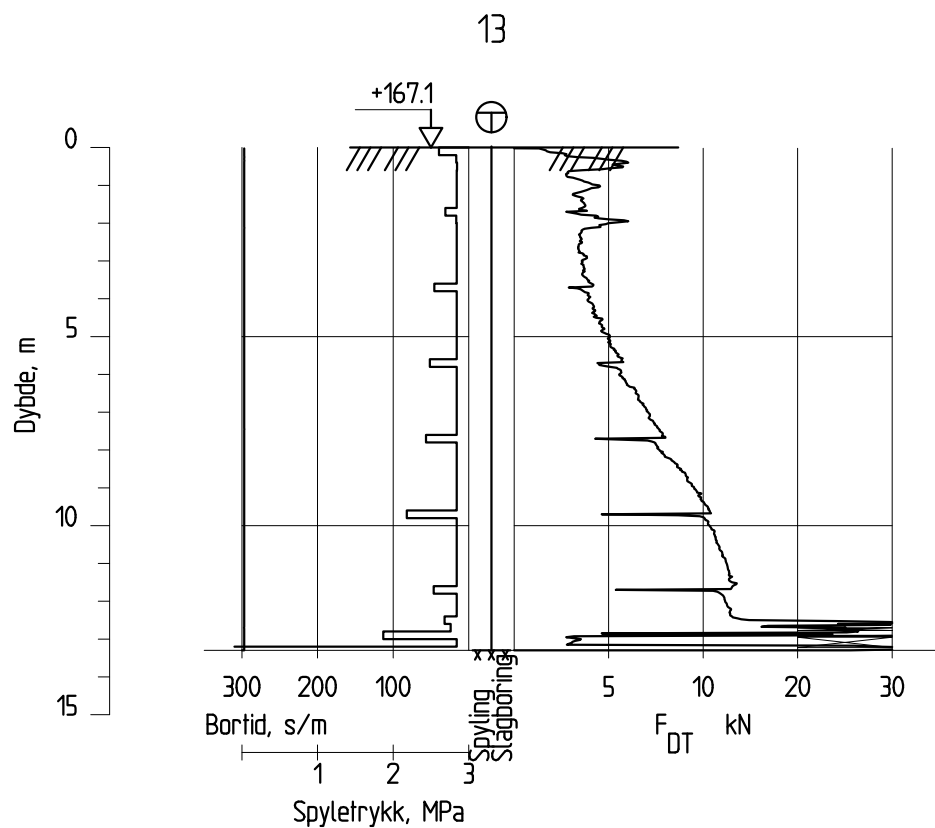
Dato boret :01.01.2021

Posisjon: X 6664098.08 Y 613090.13



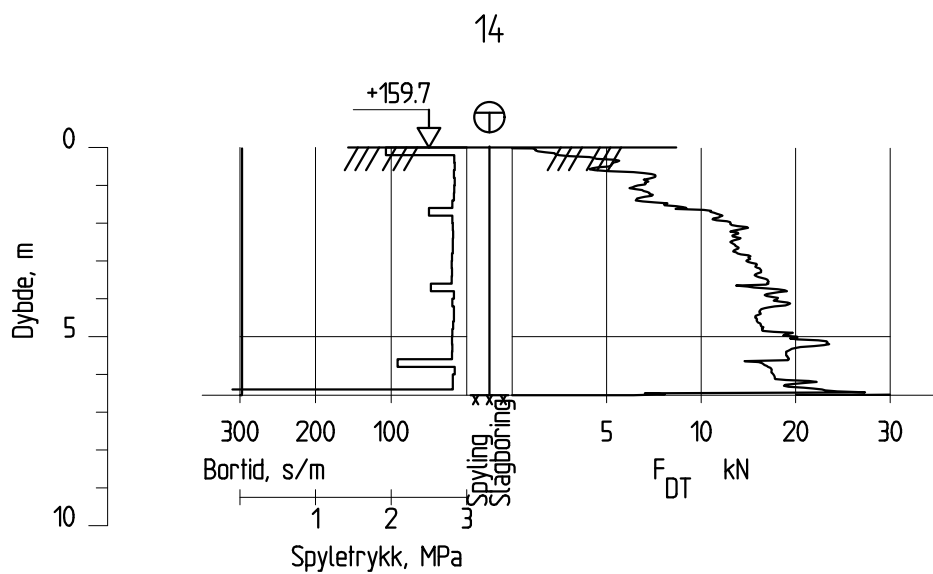
Dato boret :02.01.2021

Posisjon: X 6664156.44 Y 613076.01



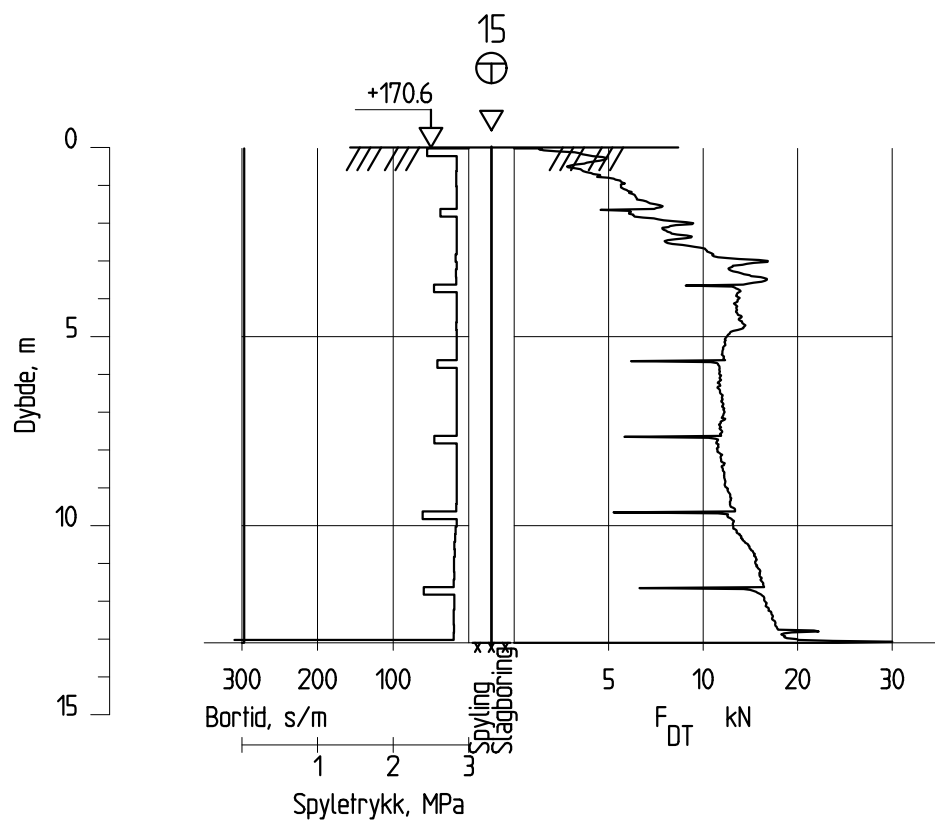
Dato boret :02.01.2021

Posisjon: X 6664144.55 Y 613103.45



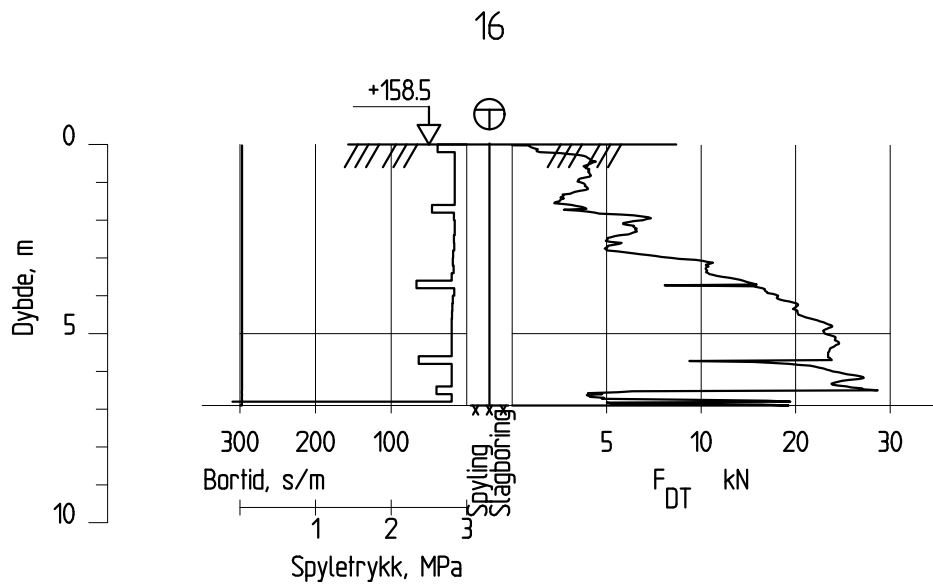
Dato boret :01.01.2021

Posisjon: X 6664130.13 Y 613143.78



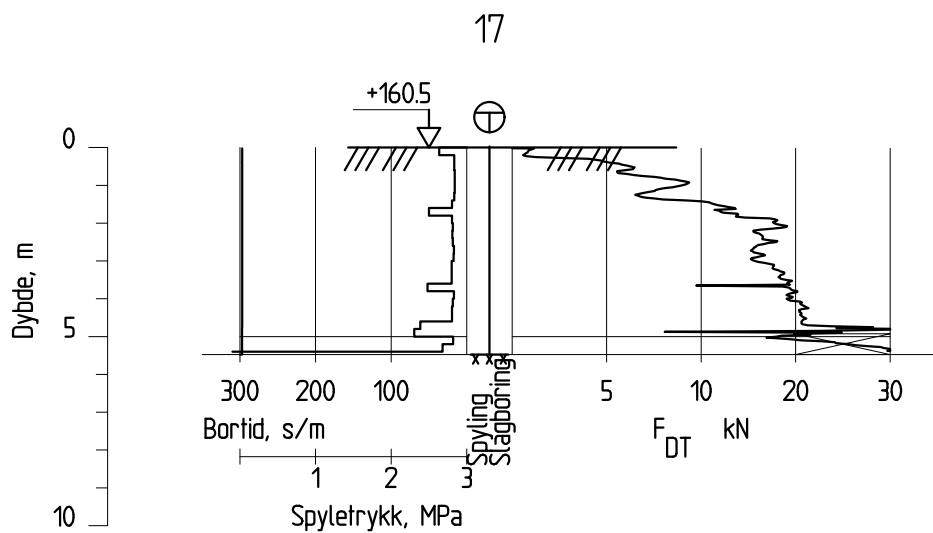
Dato boret :02.01.21

Posisjon: X 6664206.16 Y 613115.36



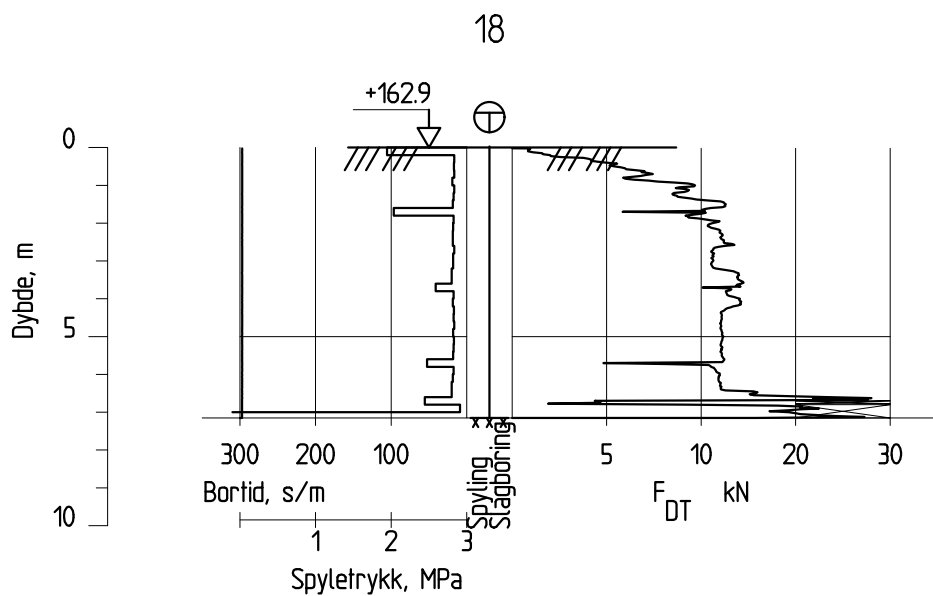
Dato boret :01.01.2021

Posisjon: X 6664157.08 Y 613153.38



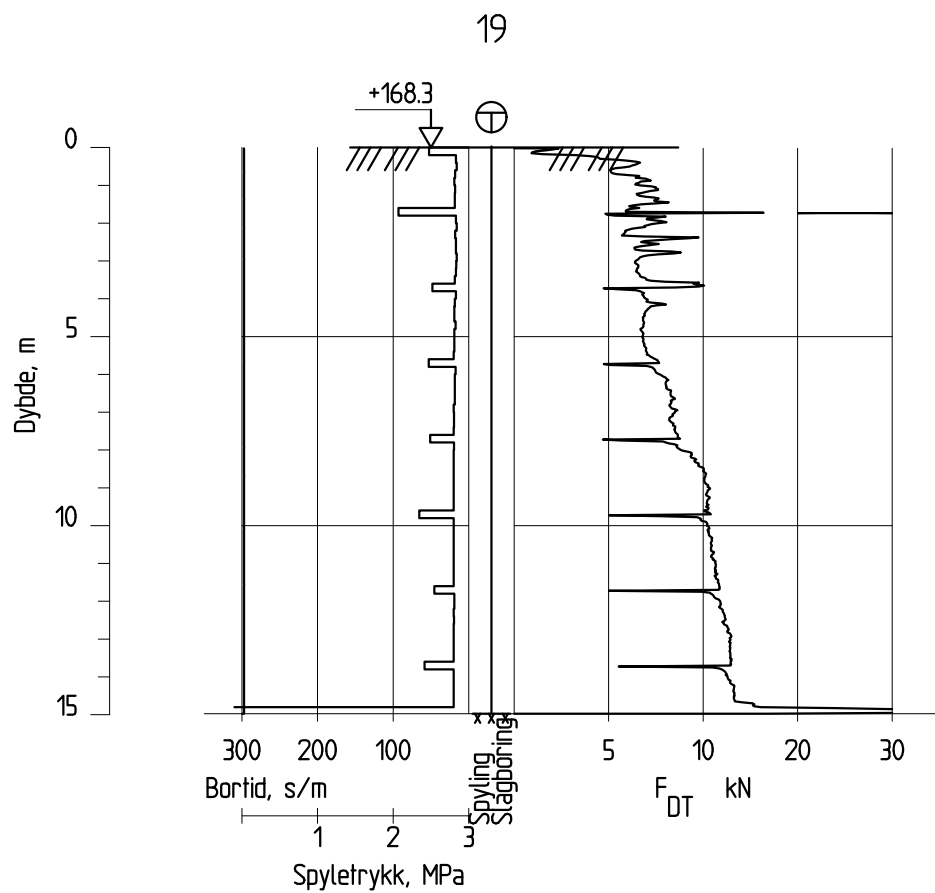
Dato boret :02.01.2021

Posisjon: X 6664194.81 Y 613154.63



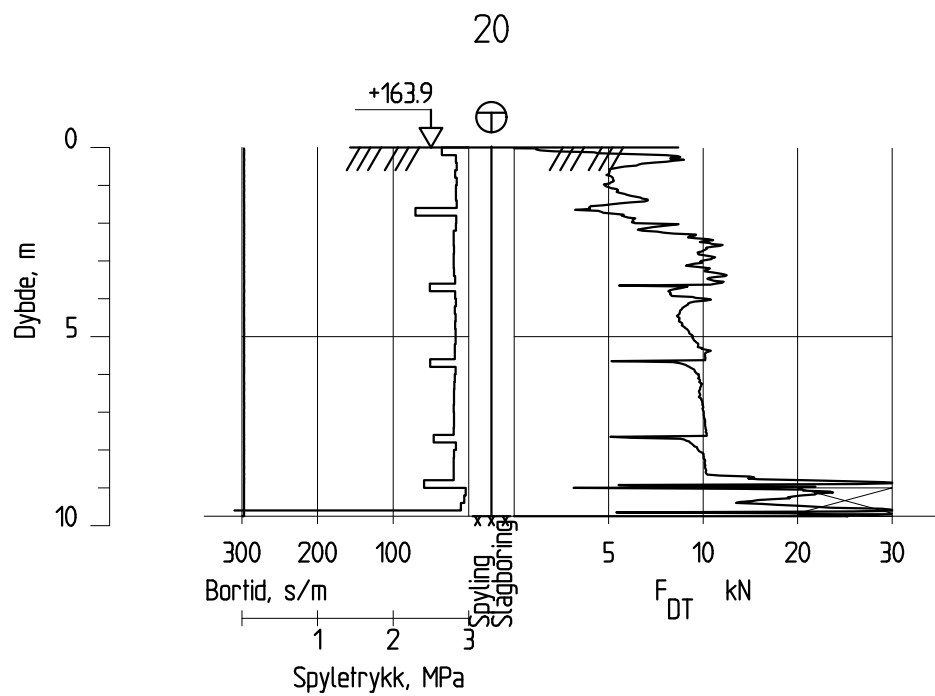
Dato boret :02.01.2021

Posisjon: X 6664222.91 Y 613161.68



Dato boret :02.01.2021

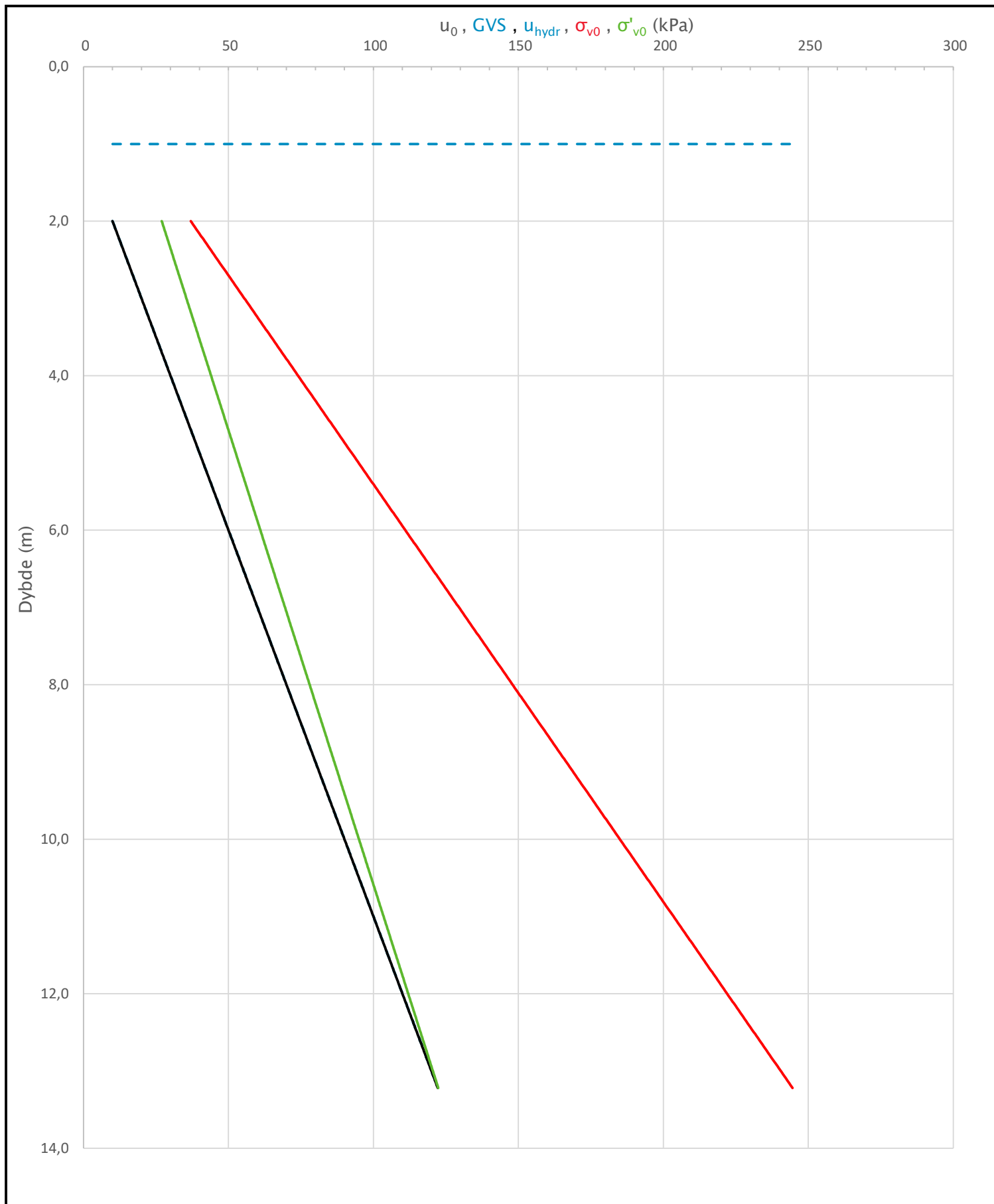
Posisjon: X 6664248.28 Y 613127.32



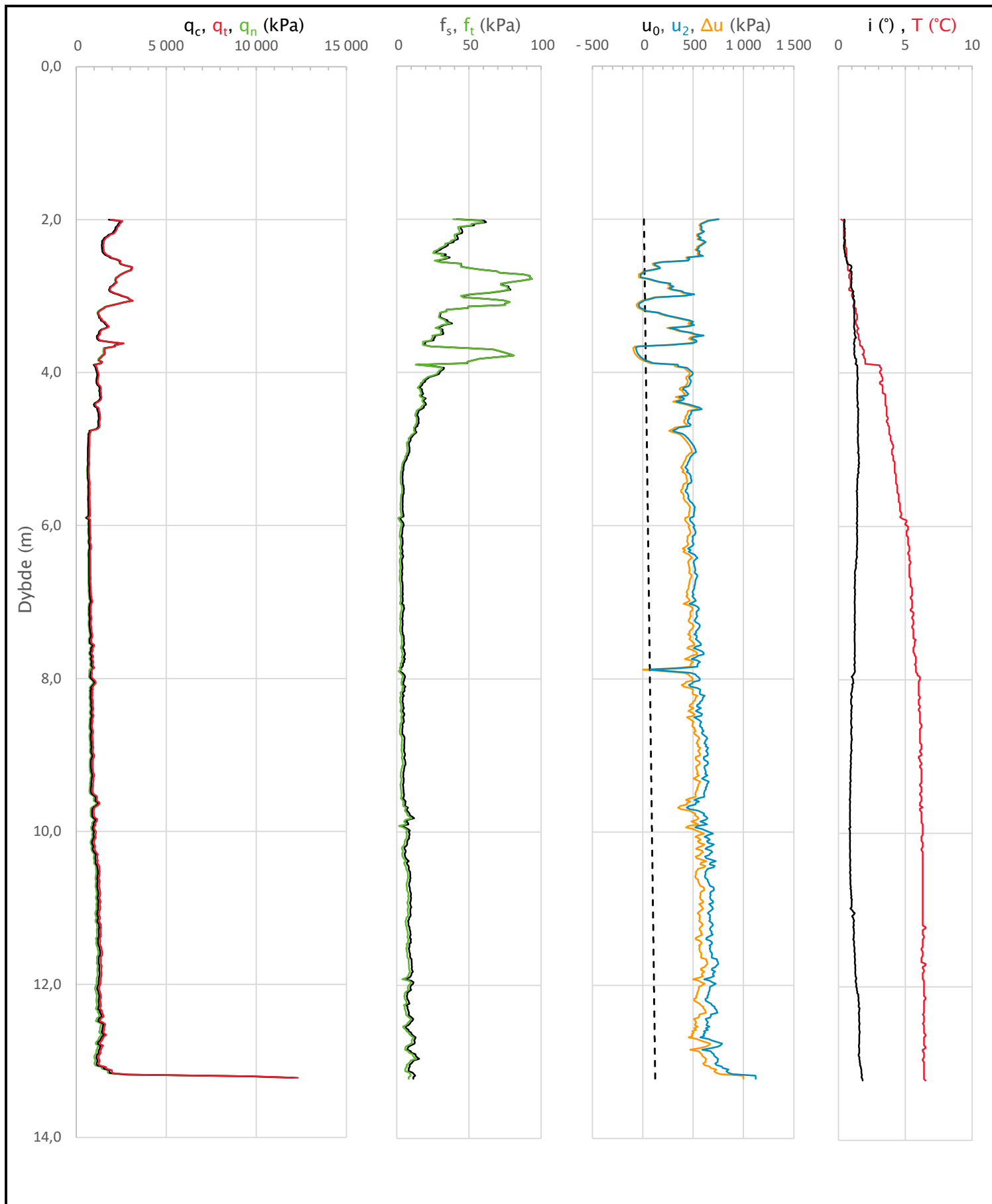
Dato boret :02.01.2021

Posisjon: X 6664245.51 Y 613159.45

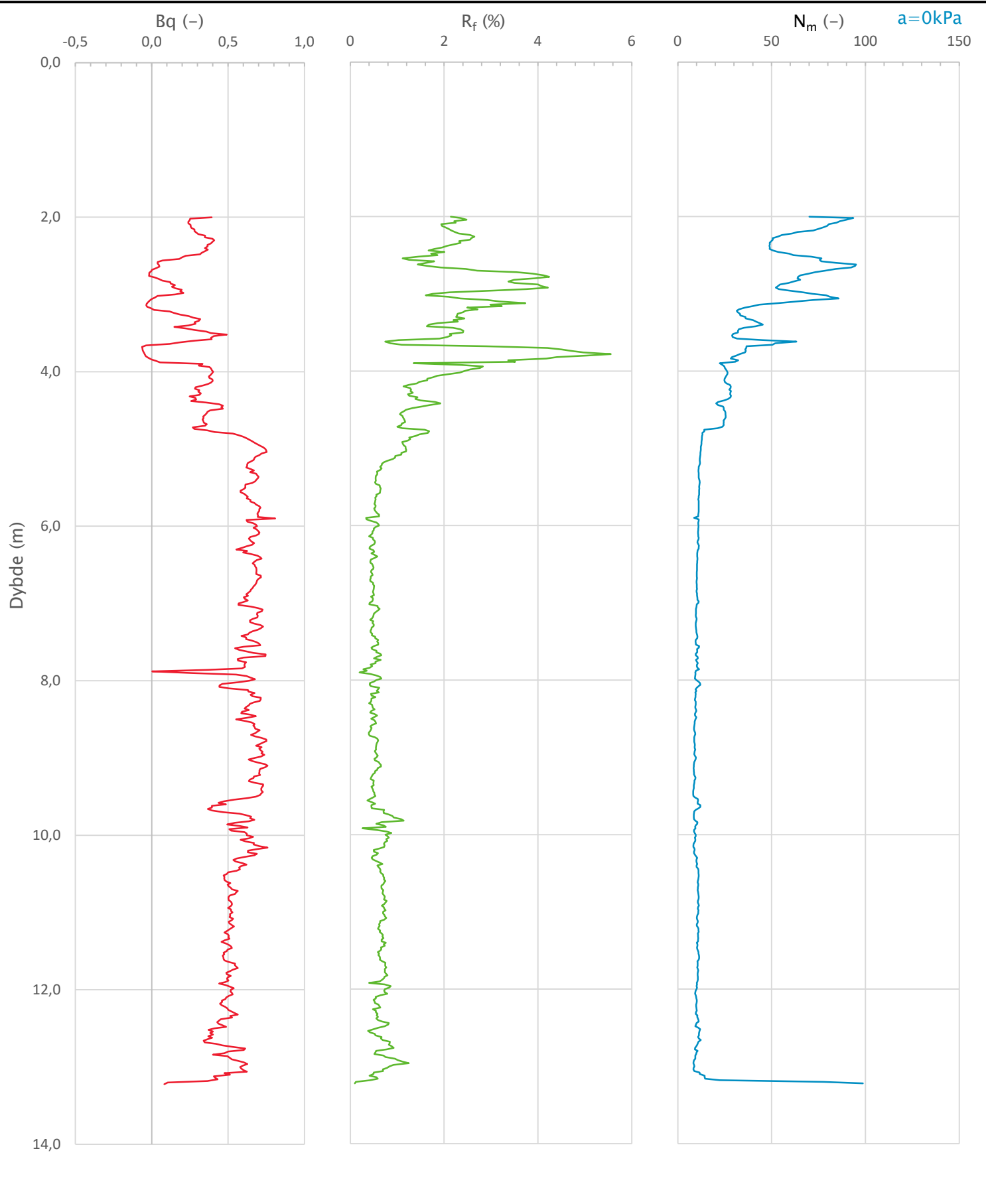
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4842		Boreleder		Terje	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		6,3	
Kalibreringsdato	04.12.2019		Maks helning (°)		1,8	
Dato sondering	02.01.2021		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1594		3373		3487	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,4786		0,0113		0,0219	
Arealforhold	0,8410		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	22,961		0,576		1,443	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	6211,0		137,9		264,2	
Registrert etter sondering (kPa)	-29,2		-0,5		0,7	
Avvik under sondering (kPa)	29,2		0,5		0,7	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	3,6		0,1		0,2	
Maksverdi under sondering (kPa)	12131,1		93,8		1121,7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	33,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Kvikkleireskred Ask Gjerdrum			Prosjektnummer: 10223695-01		Borhull Kote +170,5 15	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 4842	
Multiconsult	Tegnet MORH		Kontrollert TGJ		Godkjent TGJ	
	Utførende Multiconsult		Dato sondering 02.01.2021		Revisjon Rev. dato	
					RIG-TEG 500.1	
Anvend.klasse 1						



Prosjekt				Prosjektnummer: 10223695-01		Borhull		Kote +170,5	
Kvikkleireskred Ask Gjerdrum						15			
Innhold						Sondenummer			
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						4842			
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1			
	MORH	TGJ	TGJ						
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		500.2			
	Multiconsult	02.01.2021	Rev. dato						

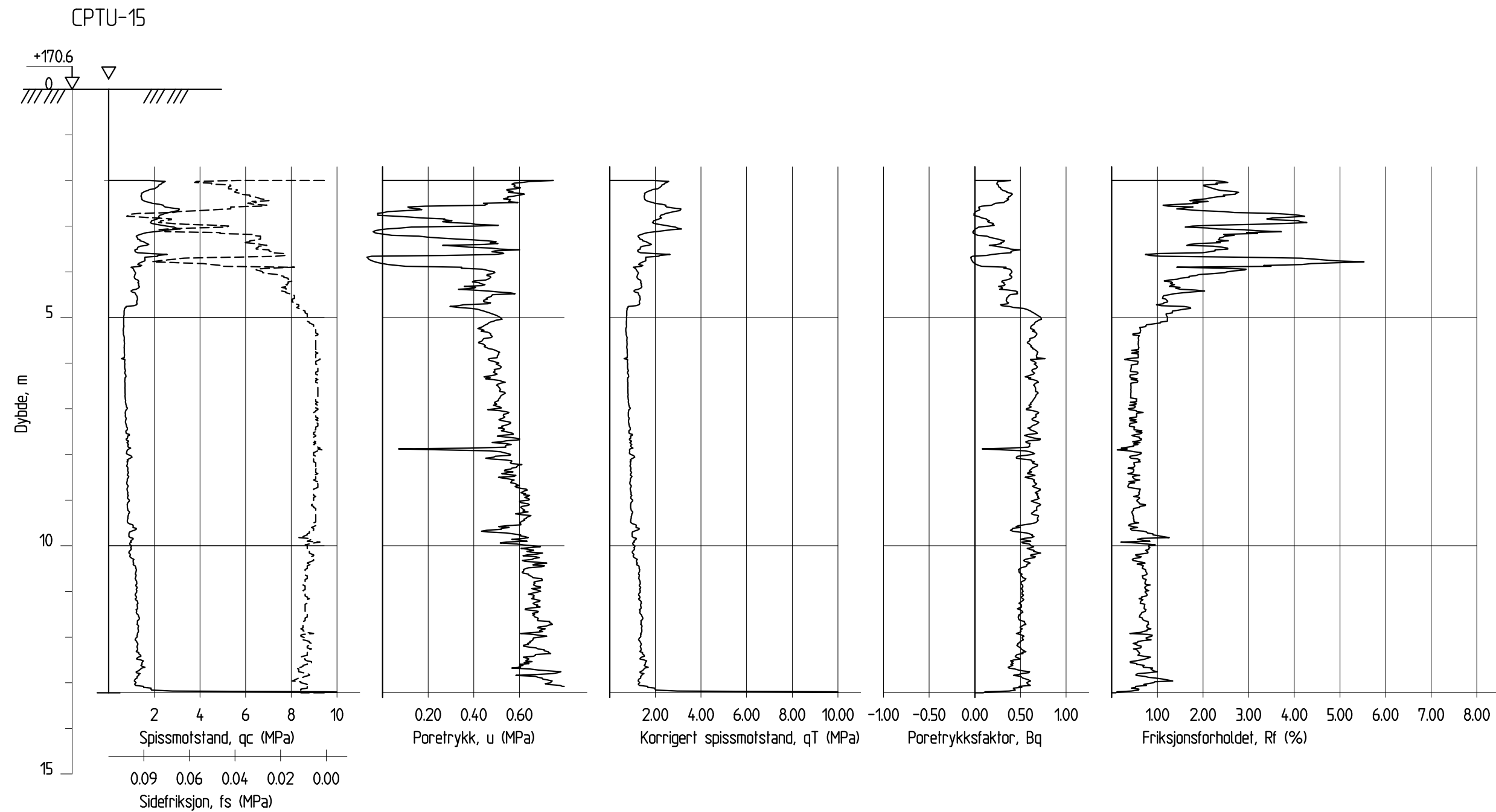


Prosjekt			Prosjektnummer: 10223695-01	Borhull	Kote +170,5
Kvikkleireskred Ask Gjerdrum				15	
Innhold			Sondennummer		
Måledata og korrigerte måleverdier			4842		
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MORH	TGJ	TGJ	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	02.01.2021	Rev. dato	500.3	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10223695-01		Borhull	Kote +170,5
Kvikkleireskred Ask Gjerdrum					15	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4842	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MORH	TGJ	TGJ	1		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
Multiconsult		02.01.2021	Rev. dato			
					500.4	

\\nsv2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-01\10223695-01-03 ARBEIDSSOMRAADE\10223695-01-04 TEGNINGER\lay_CPTU.dwg, - Layout: 600 (Profiler - A3); - Plottet av: morh, Dato: 2021.02.03 kl 11:01



Dato boret :02.01.2021

Posisjon: X 6664206.16 Y 613115.36

00	Til datarapport		2021-02-04	MORH	TGJ	TGJ
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Kvikkleireskred Ask Gjerdrum
CPTU
Sone 107 Kogstad

Status Til datarapport	Fag RIG	Original format A3	Dato 2021-02-04
Konstr./Tegnet MORH	Kontrollert TGJ	Godkjent TGJ	Målestokk 1:100
Oppdragsnr. 10223695-01	Tegningsnr. RIG-TEG-500	Rev. 00	

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4842

Probe No 4842
 Date of Calibration 2019-12-04
 Calibrated by Mikael Engdahl.....
 Run No 1236
 Test Class: ISO 1

Point Resistance Tip Area 10cm²

Maximum Load 50 MPa
 Range 50 MPa
 Scaling Factor **1594**
 Resolution 0,4786 kPa
 Area factor (a) 0,841

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 22,961 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction Sleeve Area 150cm²

Maximum Load 0,5 MPa
 Range 0,5 MPa
 Scaling Factor **3373**
 Resolution 0,0113 kPa
 Area factor (b) 0

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,576 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure

Maximum Load 2 MPa
 Range 2 MPa
 Scaling Factor **3487**
 Resolution 0,0219 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,443 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle. Scaling Factor: 0,93

Range 0 - 40 Deg.

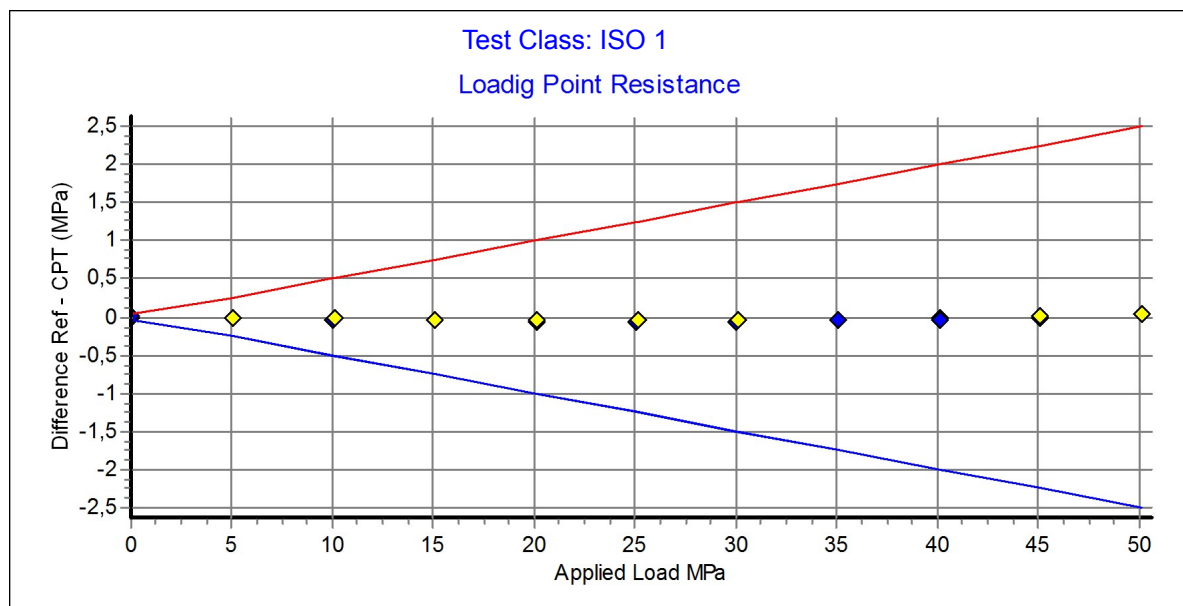
Backup memory
Temperature sensor



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Probe No: **4842**
 Date of Calibration: **2019-12-04**
 Calibration Run No: **1236**
 Calibrated by: **Mikael Engdahl**
Scaling Factor: 1594
 Reference Cell: **75672**

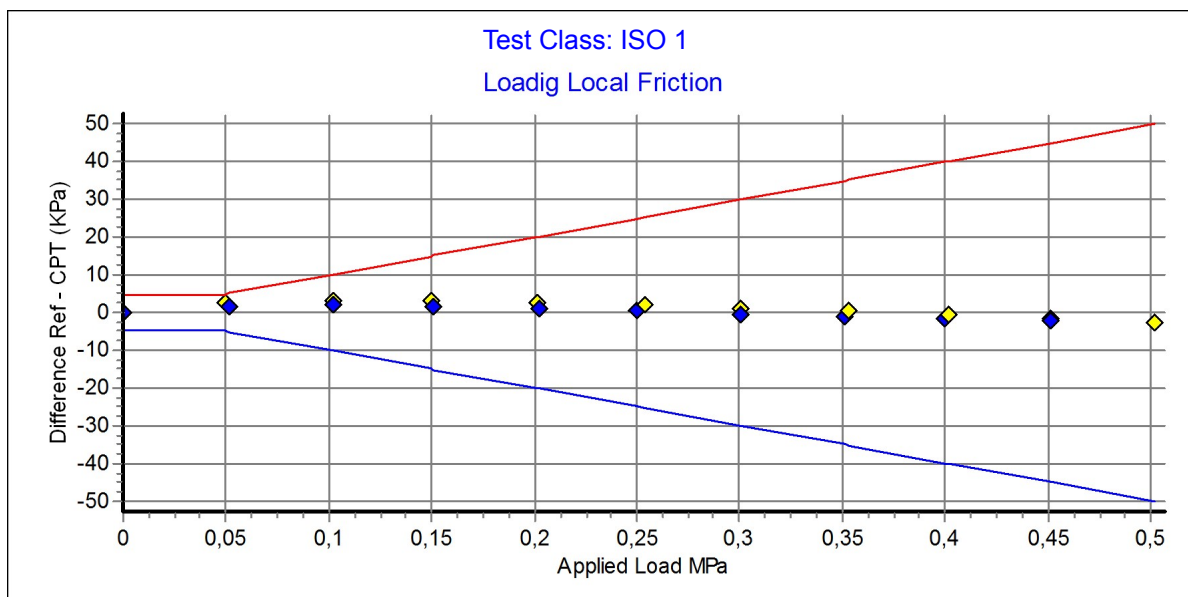
Applied Load MPa	PointRes. MPa	Difference MPa	Accuracy %/MV	Friction MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5,063	5,070	-0,007	-0,138	0,000	0,000
10,065	10,082	-0,017	-0,168	0,000	0,000
15,079	15,107	-0,028	-0,185	0,000	-0,001
20,102	20,141	-0,039	-0,194	0,000	-0,001
25,144	25,185	-0,041	-0,163	0,000	-0,001
30,069	30,106	-0,037	-0,123	0,000	-0,002
35,044	35,079	-0,035	-0,099	0,000	-0,002
40,089	40,104	-0,015	-0,037	0,000	-0,002
45,069	45,062	0,007	0,015	0,000	-0,003
50,111	50,063	0,048	0,095	0,001	-0,003
45,066	45,070	-0,004	-0,008	0,000	-0,002
40,101	40,129	-0,028	-0,069	0,000	-0,001
35,047	35,090	-0,043	-0,122	0,000	-0,001
30,005	30,062	-0,057	-0,190	0,000	0,000
25,046	25,108	-0,062	-0,247	0,000	0,000
20,093	20,151	-0,058	-0,288	0,000	0,000
15,070	15,119	-0,049	-0,325	0,000	0,000
10,037	10,076	-0,039	-0,388	0,000	0,000
5,056	5,072	-0,016	-0,316	0,000	0,000
0,006	-0,010	0,016	0,000	0,000	0,000



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

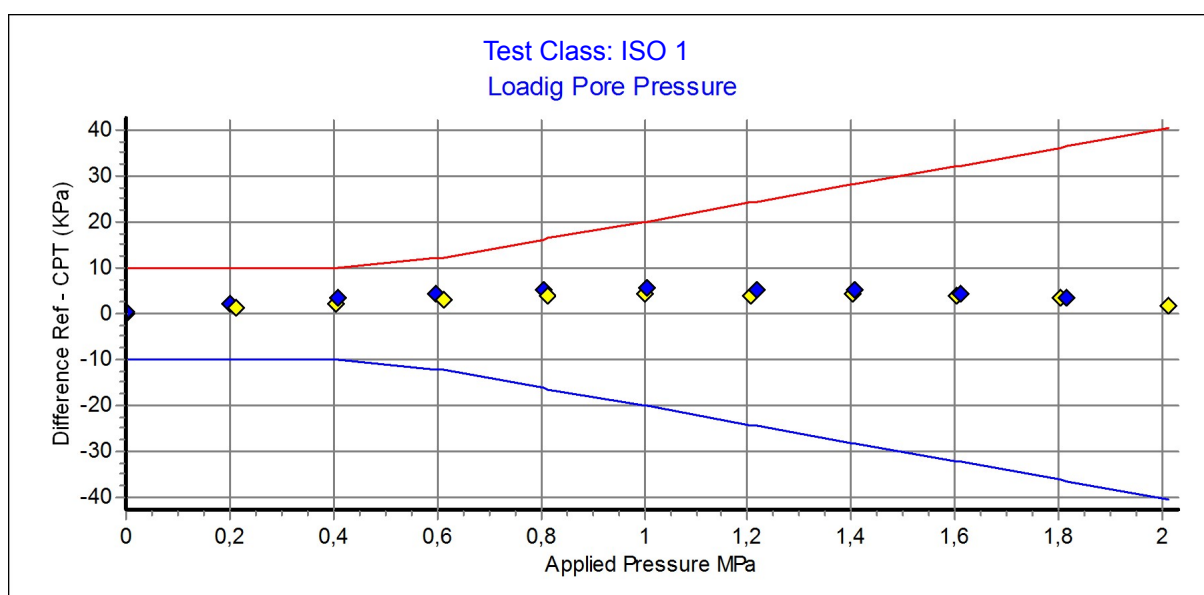
Probe No: 4842
 Date of Calibration: 2019-12-04
 Calibration Run No: 1236
 Calibrated by: Mikael Engdahl
Scaling Factor: 3373
 Reference Cell: 76360

Ref MPa	Friction MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,050	0,047	2,767	0,000	0,001	0,000
0,102	0,098	3,317	0,000	0,001	0,000
0,150	0,147	3,295	0,000	0,001	0,000
0,201	0,198	2,769	0,000	0,002	0,000
0,254	0,252	2,010	0,797	0,002	0,000
0,301	0,299	1,261	0,420	0,003	0,000
0,353	0,353	0,289	0,082	0,004	0,000
0,402	0,402	-0,645	-0,160	0,003	0,000
0,451	0,452	-1,666	-0,367	0,003	0,000
0,502	0,505	-2,839	-0,561	0,003	0,000
0,451	0,453	-2,227	-0,491	0,003	0,000
0,400	0,402	-1,615	-0,401	0,003	0,000
0,351	0,352	-0,973	-0,276	0,002	0,000
0,301	0,301	-0,328	-0,108	0,000	0,000
0,250	0,250	0,448	0,179	0,002	0,000
0,202	0,201	1,085	0,538	0,000	0,000
0,151	0,150	1,641	0,000	0,001	0,000
0,102	0,100	1,995	0,000	0,000	0,000
0,052	0,050	1,775	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	-0,094	0,000	0,001	0,000



Probe No: **4842**
 Date of Calibration: **2019-12-04**
 Calibration Run No: **1236**
 Calibrated by: **Mikael Engdahl**
Scaling Factor: 3487
 Reference Cell: 44410026

Appl. Press MPa	PorePress MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	Friction MPa	Area Factor A = PR/PP	Area Factor B = LF/PP
0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000		
0,211	0,209	1,191	0,568	0,167	0,000	0,799	0,000
0,404	0,401	2,177	0,541	0,325	0,000	0,810	0,000
0,611	0,608	2,976	0,489	0,504	0,000	0,828	0,000
0,811	0,807	3,985	0,493	0,674	0,000	0,835	0,000
1,003	0,999	4,168	0,417	0,838	0,000	0,838	0,000
1,207	1,202	4,085	0,339	1,011	0,000	0,841	0,000
1,401	1,396	4,184	0,299	1,179	0,000	0,844	0,000
1,604	1,600	3,754	0,234	1,353	0,000	0,845	0,000
1,803	1,800	3,383	0,188	1,525	0,000	0,847	0,000
2,011	2,009	1,917	0,095	1,704	0,000	0,848	0,000
1,816	1,812	3,331	0,183	1,537	0,000	0,848	0,000
1,610	1,606	4,360	0,271	1,362	0,000	0,848	0,000
1,408	1,403	5,082	0,362	1,191	0,000	0,848	0,000
1,217	1,212	5,360	0,442	1,028	0,000	0,848	0,000
1,005	1,000	5,434	0,543	0,848	0,000	0,848	0,000
0,806	0,801	5,198	0,648	0,679	0,000	0,847	0,000
0,598	0,594	4,295	0,722	0,501	0,000	0,843	0,000
0,408	0,405	3,334	0,822	0,340	0,000	0,839	0,000
0,202	0,199	2,343	0,000	0,163	0,000	0,819	0,000
0,000	0,000	0,304	0,000	0,000	0,000		



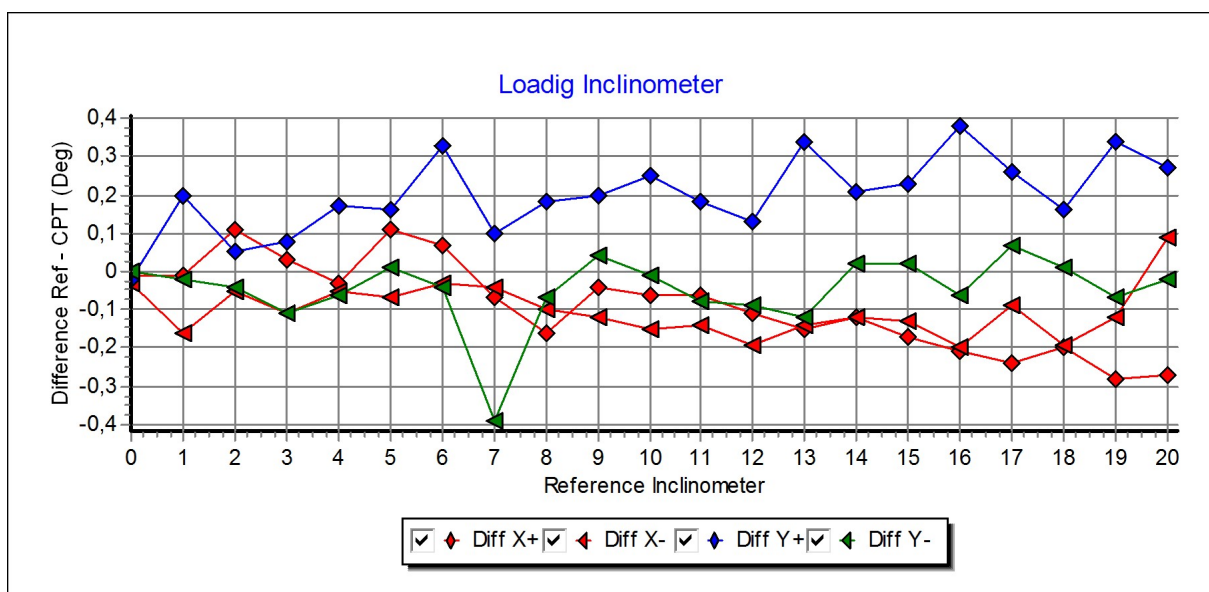
Calibration Certificate.

Loading Inclinometer

Göteborg:2019-12-04

Probe No: 4842
 Date of Calibration: 2019-12-04
 Calibration Run No: 1236
 Calibrated by: Mikael Engdahl
 Scaling Factor: 0,93

Appl. Incin. Deg	X+ Deg	X- Deg	Y+ Deg	Y- Deg	Diff X+ Deg	Diff X- Deg	Diff Y+ Deg	Diff Y- Deg
0,00	0,01	0,03	0,02	0,00	-0,01	-0,03	-0,02	0,00
1,00	1,01	1,16	0,80	1,02	-0,01	-0,16	0,20	-0,02
2,00	1,89	2,05	1,95	2,04	0,11	-0,05	0,05	-0,04
3,00	2,97	3,11	2,92	3,11	0,03	-0,11	0,08	-0,11
4,00	4,03	4,05	3,83	4,06	-0,03	-0,05	0,17	-0,06
5,00	4,89	5,07	4,84	4,99	0,11	-0,07	0,16	0,01
6,00	5,93	6,03	5,67	6,04	0,07	-0,03	0,33	-0,04
7,00	7,07	7,04	6,90	7,39	-0,07	-0,04	0,10	-0,39
8,00	8,16	8,10	7,82	8,07	-0,16	-0,10	0,18	-0,07
9,00	9,04	9,12	8,80	8,96	-0,04	-0,12	0,20	0,04
10,00	10,06	10,15	9,75	10,01	-0,06	-0,15	0,25	-0,01
11,00	11,06	11,14	10,82	11,08	-0,06	-0,14	0,18	-0,08
12,00	12,11	12,19	11,87	12,09	-0,11	-0,19	0,13	-0,09
13,00	13,15	13,14	12,66	13,12	-0,15	-0,14	0,34	-0,12
14,00	14,12	14,12	13,79	13,98	-0,12	-0,12	0,21	0,02
15,00	15,17	15,13	14,77	14,98	-0,17	-0,13	0,23	0,02
16,00	16,21	16,20	15,62	16,06	-0,21	-0,20	0,38	-0,06
17,00	17,24	17,09	16,74	16,93	-0,24	-0,09	0,26	0,07
18,00	18,20	18,19	17,84	17,99	-0,20	-0,19	0,16	0,01
19,00	19,28	19,12	18,66	19,07	-0,28	-0,12	0,34	-0,07
20,00	20,27	19,91	19,73	20,02	-0,27	0,09	0,27	-0,02

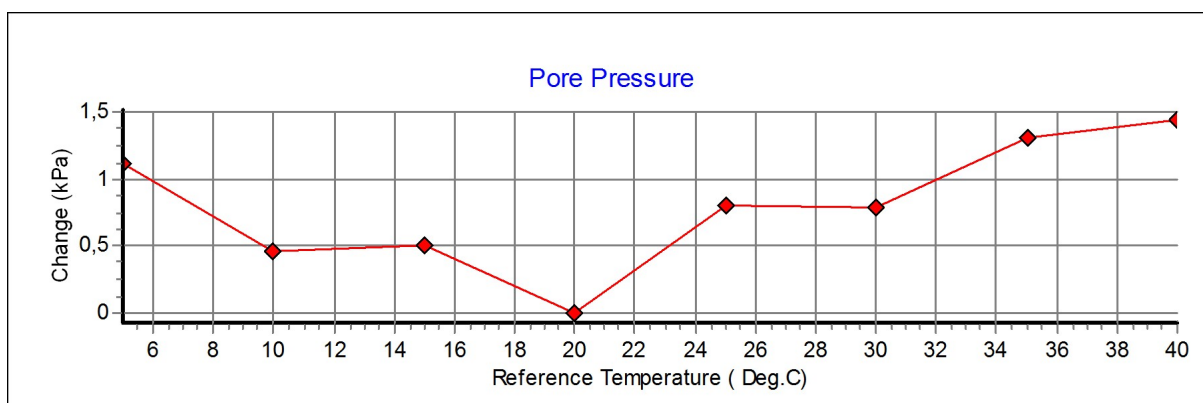
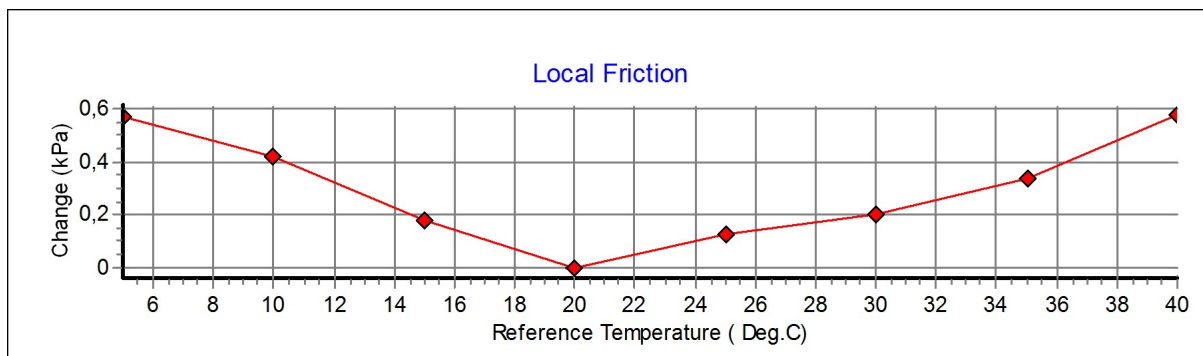
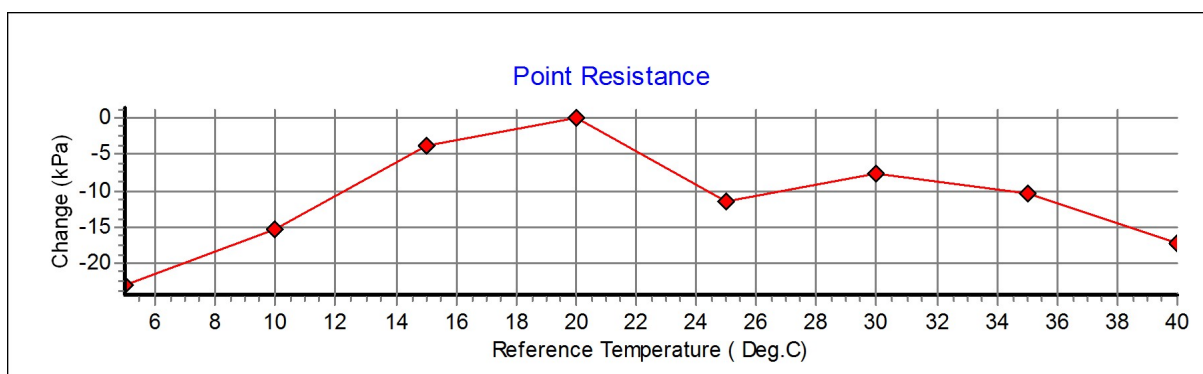


Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Calibration of temperature effect when not loaded.

Göteborg:2019-12-04

Probe No: 4842
Date of Calibration: 2019-12-04
Calibration Run No: 1236
Calibrated by: Mikael Engdahl



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Calibration procedure.

Göteborg: 2019-12-04

Upon delivery, the equipment complies with ISO 22476-1:2012, including Technical Corrigendum 1 (ISO 22476-1:2012/Cor 1:2013)

Point resistance.

The point resistance is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down. Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

Local friction.

A special adapter unit substitutes the cone and transfers the axial forces to the lower end of the friction sleeve. The friction is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down then the sleeve is turned 90 degrees and the calibration repeated. Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

Pore pressure & Area ratio a and b.

The completed probe is installed in a special chamber and the pore pressure sensor are calibrated from 0 to maximum range in 10 step up and down.

Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

At half range the pressure of the point and friction is registered and used for calculation of the area factor.

Tilt inclination.

The tilt sensor is calibrated +/- 20deg. from vertical line in steps of 1 deg. This will be done in 2 orthogonal directions.

Temperature.

The temperature sensor are calibrated in steps of 5°C from 5 to 40 °C.

Temperature compensation.

The Point, Friction and the Pore pressure sensors in the probe is temperature compensated and tested in the range 5 to 40 °C.

Calibration reference equipment.

Reference	Load cell	HBM C2/100kN FB088 no.N75672
Reference	Load cell	HBM C2/20kN FB088 no.N76360
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 1MPa no.160410072
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 2MPa no.44410026
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 50MPa no.140510158

The reference sensors are connected to the Geotech black box together with the CPT probe. The measuring data from the reference sensors are simultaneously send to the computer and stored in the Geotech calibration software. The completed systems are recalibrated at RISE Research Institutes of Sweden once a year.

Environment.

Air pressure: 999,9 hPa.



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Cptlog Cone data base information

Göteborg: 2019-12-04

Cone name

4842

Serial number

4842

Date of purchase

User.

Ranges

Point resistance

50

(Mpa)

Geometric parameters

Area factor a

0,841

Scaling factors

Point resistance

1594

Local friction

0,5

(Mpa)

Area factor b

0

Local friction

3373

Pore pressure

2

(Mpa)

Tip area

10

(cm²)

Pore pressure

3487

Tilt sensor

40

(Deg)

Sleeve area

150

(cm²)

Tilt sensor

0,93

temperature

°C

temperature

1

Elect. Conductivity

(mS/m)

Elect. Conductivity A

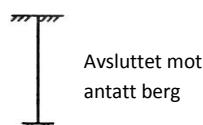
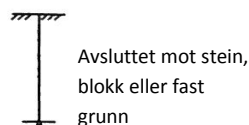
Elect. Conductivity B

Type

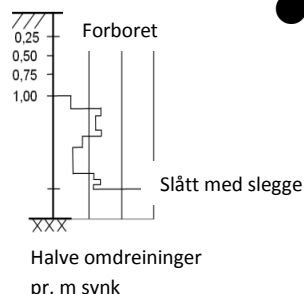
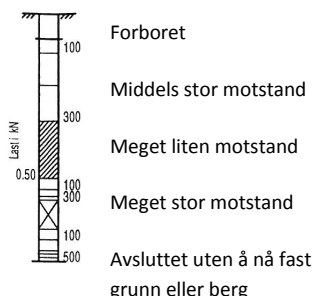
NOVA cone

Memory option

With memory



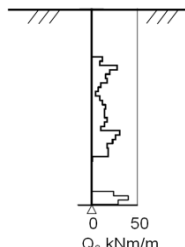
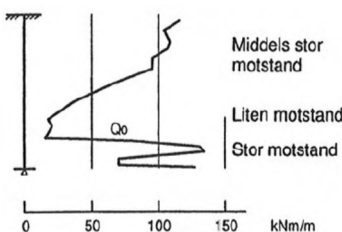
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».



DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

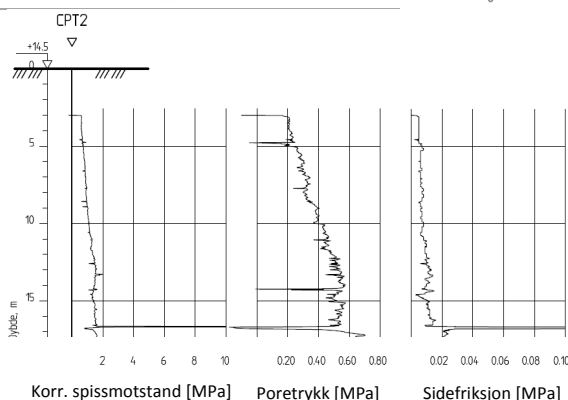
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



RAMSONDERING

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

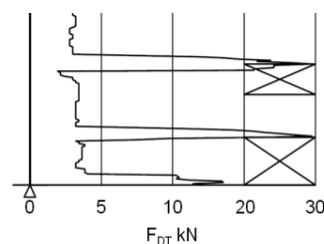
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).

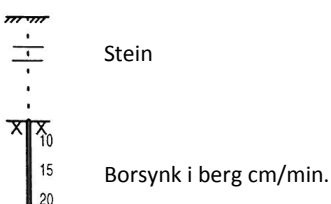


DREIETRYKKSONDERING

Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.

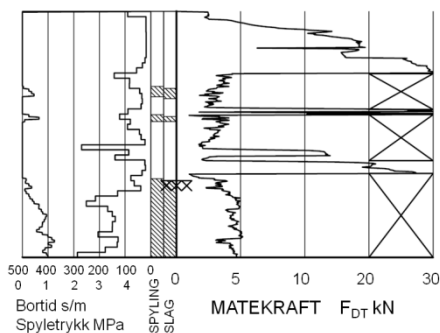
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



BERGKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarkering



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

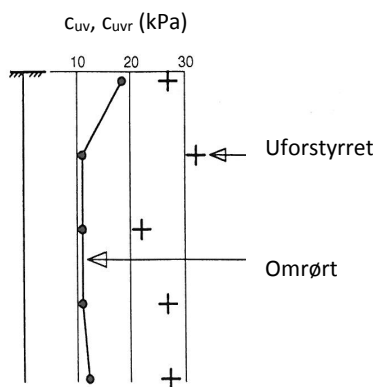
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjelp kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

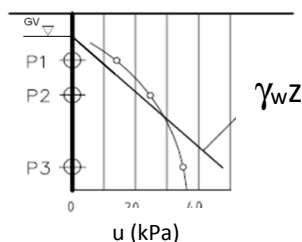
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel rampprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet.



VINGEBORING

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målnivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKSMÅLING

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
Delvis fibrig torv, mellomtorv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
Amorf torv, svarttorv	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHOOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

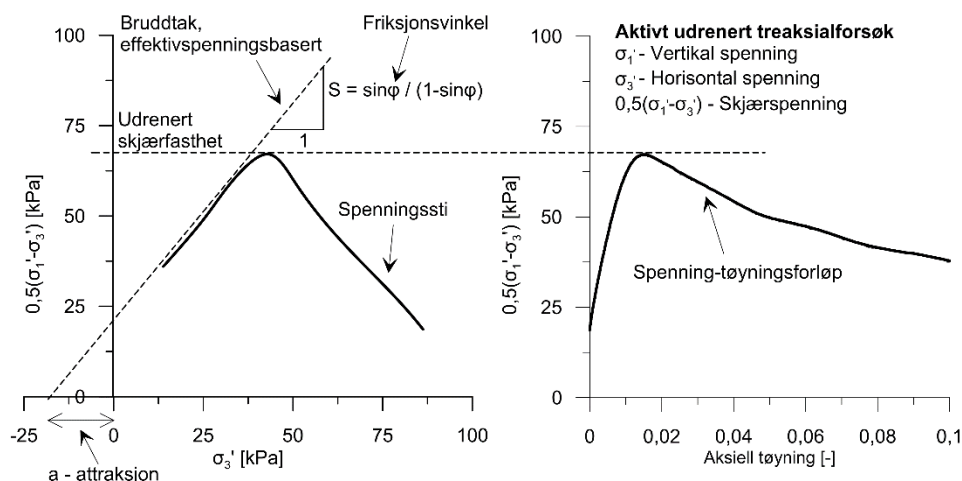
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

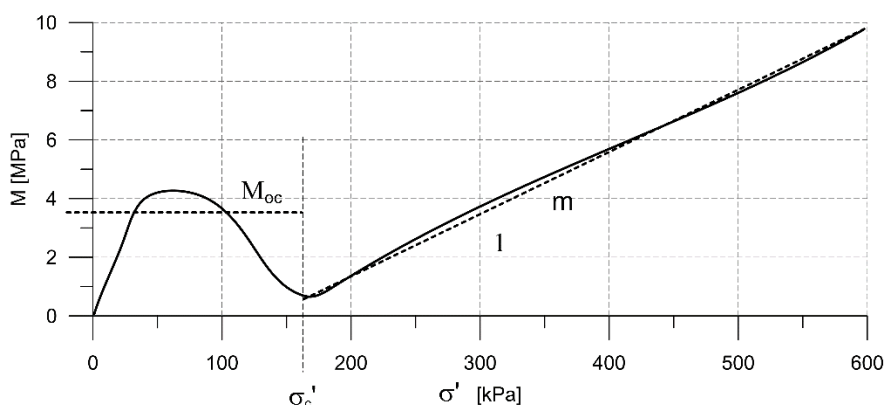
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA} , avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{ud}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

**SENSITIVITET**

Sensitiviteten $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa NS8015, $c_r < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .

**TELEFARLIGHET**

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

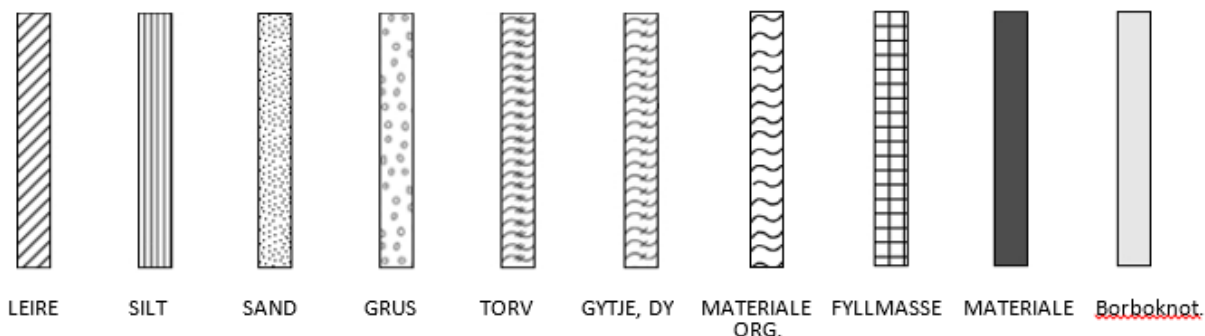
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Silteinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

Fyllmasse: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{ufc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

.....

MIDDELTHUNS GATE 29
POSTBOKS 509 I MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no