

Til: Cecilienborg Utvikling AS
v/: Roger Holmgren
Kopi til: Multiconsult AS
v/ Odd Magne Solheim
Dato: 4. desember 2014
Rev. nr./ Rev. dato: 0
Dokumentnr.: 20140679-02-TN
Prosjekt: Osloveien 132
Utarbeidet av: Eystein Enlid
Prosjektleder: Kyrre Emaus
Kontrollert av: Kyrre Emaus

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 5687 Sluppen
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Osloveien 132. Geoteknisk vurdering for reguleringsplan. Uavhengig kontroll

Innhold

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Innledning | 2 |
| 2 | Faresonevurdering og tiltakskategori. | 2 |
| 3 | Grunnundersøkelser | 3 |
| 4 | Stabilitetsanalyser | 4 |
| 5 | Sammendrag | 4 |

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for tomten Osloveien 132 i Trondheim har Multiconsult AS utført grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for planen.

Norges Geotekniske Institutt (NGI) er engasjert av Cecilienborg Utvikling AS for å foreta uavhengig kontroll av de geotekniske dokumentene som er utarbeidet for reguleringsplanen.

Resultater fra grunnundersøkelsene ble opprinnelig fremlagt i rapport 416592-RIG-RAP-001 rev 00 av 25. august 2014, mens tilhørende geoteknisk vurdering forelå i notat 416592-RIG-NOT-001 rev 00 av 03. september 2014. Resultater fra uavhengig kontroll av disse dokumentene ble fremlagt av NGI i notat av 31. oktober 2014.

Etter og på grunnlag av NGIs kontrollnotat er revisjon 01 av datarapport 416592-RIG-RAP-001 og notat 416592-RIG-NOT-001 utarbeidet. De reviderte dokumentene er datert 25. november 2014. Det er kontroll av de reviderte dokumentene som omtales i dette notatet.

Kontrollen er gjennomført i hht NVE veileder nr. 7 2014 : "*Sikkerhet mot kvikkleireskred*". I veilederens kap. 5.3 er det listet opp hva kvalitetetsikringen (kontrollen) skal omfatte.

2 Faresonevurdering og tiltakskategori.

Reguleringsområdet grenser inn mot kvikkleiresone nr. 187 Cecilienborg i Trondheim. Denne sonen er tidligere evaluert til kategori middels faregrad.

De utførte grunnundersøkelsene har imidlertid avdekket at det forekommer materiale med sprøbruddegenskaper utenfor sone nr. 187.

Sone Cecilienborg er således større enn tidligere kjent. De utførte grunnundersøkelsene gir grunnlag for å utvide sonegrensen mot sør, og forslag til ny sonegrense er presentert på figur 4.1 i geoteknisk notat av 25. november 2014. Den inntegnede utvidelsen av sonen er relevant i forhold til de tilleggsopplysningene som grunnundersøkelsene for Osloveien 132 gir. I tabell 4 i vedlegg 1 i geoteknisk notat er det anført at kvikkleiresonen kan være mindre enn tidligere angitt mot øst og vest. Det synes derfor å foreligge grunn til en mer omfattende revisjon av sonegrensene, men dette vurderes å være uten betydning for den aktuelle reguleringsplanen på Osloveien 132.

Multiconsult har evaluert den utvidede delen av sonen, og har kommet til poengverdi 11 mht faregrad, dvs **lav faregrad**. Faregradsevaluering for å bestemme krav til sikkerhet etter utbygging må ta utgangspunkt i de opprinnelige terrengforholdene. Multiconsult har evaluert sonen etter at stabiliserende inngrep (oppfylling av ravine)

er foretatt, noe som er feil. Poengverdi for faregrad skal derfor økes til $11 + 6 = 17$. Dette gir fortsatt faregrad lav, og den påviste feilen medfører derfor ingen endring av sikkerhetskravene.

For tiltakskategori K4 og lav faregrad gjelder kurve for krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer gitt i figur 5.1 i NVE veileder nr 7 2014. I det aktuelle tilfellet er kravet til stabilitetsforbedring 10 %. Multiconsult har benyttet riktig sikkerhetskrav ved vurdering av områdestabilitet.

3 Grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser for planen er presentert i geoteknisk datarapport 416592-RIG-RAP-001-rev 01 av 25.november 2014 og har omfattet følgende:

- 8 totalsonderinger
- 3 prøveserier
- 1 poretrykksmåling

I laboratoriet er det foruten rutineundersøkelser utført 2 kontinuerlige ødometerforsøk og 1 treaksialforsøk.

Krav til omfang av grunnundersøkelser fremgår generelt av kap. 6 i NVE veileder nr 7 2014.

Undersøkelsesomfanget, sammen med det som er presentert av tidligere undersøkelser, vurderes tilstrekkelig for å kunne revidere avgrensningen av kvikkleiresone Cecilienborg mot sør.

Som grunnlag for stabilitetsberegning bør det i utgangspunktet foreligge poretrykksmåling i min. 2 nivå og bestemmelse av udrenert skjærfasthet ved CPTU-sonderinger. Ref. kap. 6 og 7 i veilederen. I dette tilfellet viser de fremlagte beregningene at konklusjonene blir basert på stabilitetsforbedring (relative uttrykk for sikkerhet) og ikke på beregning av eksakt verdi av materialkoeffisient. Manglende poretrykksmåling og CPTU har derfor ikke avgjørende betydning for vurdering av bebyggbarhet. På denne bakgrunn mener NGI at omfanget av grunnundersøkelsene er tilstrekkelig som grunnlag for stabilitetsvurdering av reguleringsplanen. Imidlertid antas det nødvendig å foreta supplerende grunnundersøkelser for byggesak når bl.a. sikrings- og kontrolltiltak i byggetid skal detaljeres.

Det er gjort noen korreksjoner og suppleringer i datarapporten etter første gangs uavhengig kontroll. Ref. NGI-notat av 31. oktober 2014. I hovedsak er anmerkningene lukket.

I vårt tidligere kontrollnotat ble det anbefalt å benytte nyere kartgrunnlag enn kart fra 1909 for å konstruere profil for opprinnelig terreng. Dette kan vi ikke se er gjort, slik at det fortsatt kan være noe usikkerhet knyttet til opprinnelig topografi. I figur A-3 i vedlegg A til geoteknisk datarapport er det vist et kartutsnitt fra 1974. Denne

kartutgaven, presentert i Trondheim kommunes rapport R325-2, har NGI benyttet til å kontrollere det profilet for opprinnelig terreng som er presentert på tegning RIG-TEG-301 i Multiconsults notat av 25. november 2014. Sammen med opplysninger om fyllmassetykkelse i PR 2 fra grunnundersøkelsen viser vår kontroll tilfredsstillende overstemmelse med profilet som Multiconsult har benyttet til beregning av stabilitet av opprinnelig terreng.

4 Stabilitetsanalyser

De utførte stabilitetsanalyser for **dagens situasjon** tar utgangspunkt i allerede oppnådd stabilitetsforbedring gjennom oppfylling av ravine på tomten og nedplanering av skråning mot vest.

Beregningene i det kritiske profilet A-A mot vest viser at de utførte endringene av **opprinnelig terreng** på tomten har medført 18 % og 20% stabilitetsforbedring for hhv ADP- og AFI-analyse. I utgangspunktet tilfredsstilles da NVE veileder nr 7 for aktuell tiltakskategori og faregrad.

Til valg av materialparametre i ADP- og AFI-analyse samt til modellert lagdeling har NGI ingen kommentarer.

Stabiliteten i **byggetid** er berørt i notatet. Pga at det forekommer store mengder fyllmasser på byggetomten, må det påregnes nødvendig å benytte pelefundamentering for byggene. Selv med gunstig valg av peletype, vil det neppe være mulig å unngå forstyrrelse av grunnen og poretrykksoppbygging, dvs svekkelse av stabiliteten, i forbindelse med pelearbeidene. Det vil derfor være nødvendig å ha noe sikkerhetsmargin for å ta høyde for den midlertidige destabiliseringen som pelingen vil medføre. Dette må vurderes i detalj i forbindelse med byggesak, også om tomten må stabiliseres ekstra (ved oppfylling) før pelearbeider utføres.

5 Sammendrag

Resultatene fra uavhengig kontroll av reviderte utgaver av geoteknisk datarapport og geoteknisk vurdering for reguleringsplan kan sammenfattes slik:

- Endelig konklusjon om bebyggbarhet baseres her på allerede utført %-vis forbedring av stabiliteten. På den bakgrunn vurderes grunnundersøkelsene tilstrekkelige for reguleringsplannivå, men supplerende undersøkelser antas nødvendig for byggesak.
- Samlet gir utførte grunnundersøkelser/beregninger tilstrekkelig grunnlag for vurdering av områdestabilitet (bebyggbarhet). Det er påvist at krav til stabilitetsforbedring gitt i NVE veileder nr. 7 2014 er tilfredsstilt. Geoteknisk sett vurderes det tilfredsstillende dokumentert at reguleringsplan for boligutbygging på tomten Osloveien 132 kan utarbeides.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



| Dokumentinformasjon/Document information | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--|---|--|
| Dokumenttittel/Document title Osloveien 132. Geoteknisk vurdering for reguleringsplan. Uavhengig kontroll | | | | Dokumentnr./Document No. 20140679-02-TN | |
| Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical Note | | Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited | | Dato/Date 4. desember 2014 | |
| | | | | Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 0 | |
| Oppdragsgiver/Client Cecilienborg Utbugging AS | | | | | |
| Emneord/Keywords Kvikkleire. Bebyggbarhet | | | | | |
| Stedfesting/Geographical information | | | | | |
| Land, fylke/Country, County Norge | | | | Havområde/Offshore area | |
| Kommune/Municipality Trondheim | | | | Felt navn/Field name | |
| Sted/Location Stavne | | | | Sted/Location | |
| Kartblad/Map 1621 IV Trondheim | | | | Felt, blokknr./Field, Block No. | |
| UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32. E 5689 N70325 | | | | | |
| Dokumentkontroll/Document control | | | | | |
| Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001 | | | | | |
| Rev./Rev. | Revisjonsgrunnlag/Reason for revision | Egenkontroll/ Self review av/by: | Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by: | Uavhengig kontroll/ Independent review av/by: | Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by: |
| 0 | Originaldokument | EEn | KE | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release | | Dato/Date 4. desember 2014 | | Sign. Prosjektleder/Project Manager KYRRE EMAUS | |

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002.

www.ngi.no

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

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002.

www.ngi.no

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

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

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

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



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 5687 Sluppen
NO-7485 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281 /IBAN NO26 5096 0501 281
Org.nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg.No. FS 32989

NOTAT

| | | | |
|----------------|--|-----------------|----------------------|
| OPPDRAAG | Osloveien 132 | DOKUMENTKODE | 416592-RIG-NOT-001 |
| EMNE | Geoteknisk vurdering for reguleringsplan | TILGJENGELIGHET | Åpen |
| OPPDRAAGSGIVER | Cecilienborg Utvikling AS | OPPDRAAGSLEDER | Odd Magne Solheim |
| KONTAKTPERSON | Roger Holmgren | SAKSBEH | Alberto Montafia |
| KOPI | | ANSVARLIG ENHET | 3012 Midt Geoteknikk |

SAMMENDRAG

I forbindelse med regulering av tomten på Osloveien 132 i Trondheim har Cecilienborg Utvikling AS engasjert Multiconsult som geoteknisk rådgiver. Det er planlagt å oppføre to leilighetsbygg på 3 og 4 etasjer over en felles sokkeletasje anlagt i terrengnivå.

I dette notatet gis en geoteknisk vurdering for reguleringsplanen. Notatet fokuserer på å dokumentere stabiliteten av tilliggende skråninger hvor det er påvist lag av sprøbruddmateriale

Beregningene viser at skråningen vest for planlagt utbygging har mest anstrengt stabilitet.

Stabiliteten er beregnet for både dagens situasjon og for terrenget før oppfylling av ravinedalen i profil A-A. Beregningene er basert på både total- og effektivspenningsanalyser (henholdsvis ADP- og aφ-analyser).

Totalspenningsanalysen viser for lav sikkerhet for dagens terreng, men det er påvist at skråningens stabilitet i udrenert tilstand er forbedret med ca. 18 % når tidligere terreng sammenlignes med dagens topografi. Dette er tilstrekkelig forbedring ifølge NVEs retningslinjer.

Resultatene tilsier at det ikke tåles svekkelse av stabiliteten i byggefasen. Når tomte er bygd ut etter den løsningen som er skissert, vil det oppnås noe forbedring av skråningsstabiliteten.

| | | | | | |
|------|------------|-----------------------------------|------------------|-------------------|-------------|
| | | | | | |
| 01 | 25.11.2014 | Revidert etter uavhengig kontroll | Alberto Montafia | Odd Magne Solheim | Arne Vik |
| 00 | 3.9.2014 | For utsendelse | Alberto Montafia | Odd Magne Solheim | Arne Vik |
| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

Innhold

| | | |
|-------|---|---|
| 1 | Innledning | 3 |
| 2 | Grunnlag | 3 |
| 2.1 | Grunnundersøkelser | 3 |
| 2.2 | Kort omtale av prosjektet | 3 |
| 3 | Terreng- og grunnforhold | 4 |
| 3.1 | Topografi..... | 4 |
| 3.2 | Grunnforhold | 4 |
| 4 | Sikkerhetskrav..... | 4 |
| 5 | Stabilitetsberegninger | 6 |
| 5.1 | Generelt | 6 |
| 5.2 | Materialparametere | 6 |
| 5.2.1 | ADP-analyse | 6 |
| 5.2.2 | aφ-analyse | 7 |
| 5.3 | Beregningsresultater | 7 |
| 5.3.1 | Beregninger i profil A-A | 7 |
| 5.3.2 | Beregninger i profil D-D | 7 |
| 6 | Geotekniske vurderinger av stabilitetsforholdene..... | 8 |
| 6.1 | Stabilitet i dagens situasjon | 8 |
| 6.2 | Stabilitet i byggefasen | 8 |
| 6.3 | Stabilitet etter utbygging..... | 8 |
| 7 | Kritiske momenter | 9 |
| 8 | Referanser..... | 9 |
| 9 | Vedlegg | 9 |
| 10 | Tegninger | 9 |

1 Innledning

I forbindelse med regulering av tomten i Osloveien 132 i Trondheim har Cecilienborg Utvikling AS engasjert Multiconsult som geoteknisk rådgiver.

I dette notatet gis en geoteknisk vurdering for reguleringsplanen. Notatet fokuserer på å dokumentere stabiliteten av tiliggende skråninger hvor det er påvist lag av sprøbruddmateriale.

Det er utført stabilitetsberegningene for å dokumentere sikkerhetsnivå til skråningen vest for planlagt utbygging og skråningen ned mot ravedalen nordvest for tomta. I notatet presenteres resultatene av ovennevnte beregninger.

2 Grunnlag

2.1 Grunnundersøkelser

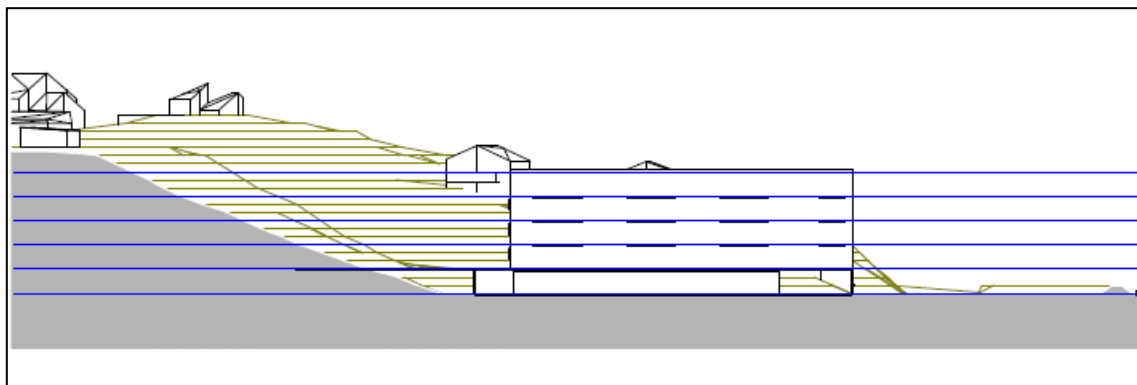
Multiconsult har utført geotekniske grunnundersøkelser på og nær den aktuelle tomta. Det vises til rapport 416592-RIG-RAP-001-rev 01 datert 24.november 2014 (ref. /1/). Her er også resultater fra tidligere grunnundersøkelser i området vist eller omtalt.

2.2 Kort omtale av prosjektet

Det er planlagt å oppføre to leilighetsbygg på 3 og 4 etasjer. Byggene planlegges med underliggende sokkeletasje med P-hus på dagens terrengnivå. Sokkeletasjen planlegges sammenhengende under begge byggene med utearealer på taket mellom og utenfor byggene. Figur 2-1 og 2-2 viser situasjonsplan og et snitt for skissert utbygging.



Figur 2-1 Situasjonsplan med skissert utbygging (kilde: Solem:arkitektur AS)



Figur 2-2 Snitt gjennom skissert utbygging (kilde: Solem:arkitektur AS)

3 Terreng- og grunnforhold

3.1 Topografi

Tomta er nesten flat og ligger i bunnen av en ravedal med bratte og høye skråninger mot vest og nord. Høyden av skråningen i vest er ca. 18 m hvor terrenget stiger fra ca. kote +23,0 nede på tomta til ca. kote +41,0 på toppen av skråningen. Flaten nord for tomta ligger ca. på kote +34,0.

Gammelt kart fra 1909 viser at Oslovegen er anlagt på fylling over ravedalen, og tyder også på at den aktuelle tomta innenfor var oppfylt på denne tiden. Ravinen øst for Oslovegen og bekkedalen mellom jernbanen og Oslovegen er også senere fylt opp. Tidligere var nedre del av skråningen i vest brattere og høyere enn nå med en høydeforskjell opp til ca. 30 m. Dagens terreng og tidligere terreng i skråningen er vist på tegning RIG-TEG-300 og -301.

3.2 Grunnforhold

Løsmassene på tomta har et topplag av fyllmasser (en blanding av sand, grus og organisk materiale) som ligger over et lag marin leire med varierende mektighet mellom 15 og 20 m. I dybde ca. 12 m under dagens terrengnivå er det et lag kvikkleire som strekker seg vestover under skråningen. Berg er påvist i dybder 15-20 m under terreng innerst på tomta og i dybde ca. 26 m nær Osloveien ytterst på tomta.

Grunnvann antas på ca. kote +20,0 ved foten av skråningen mot vest på ca. kote +30,0 under skråningens topp.

For mer detaljert informasjon om grunnforholdene vises til datarapporten (ref. /1/)

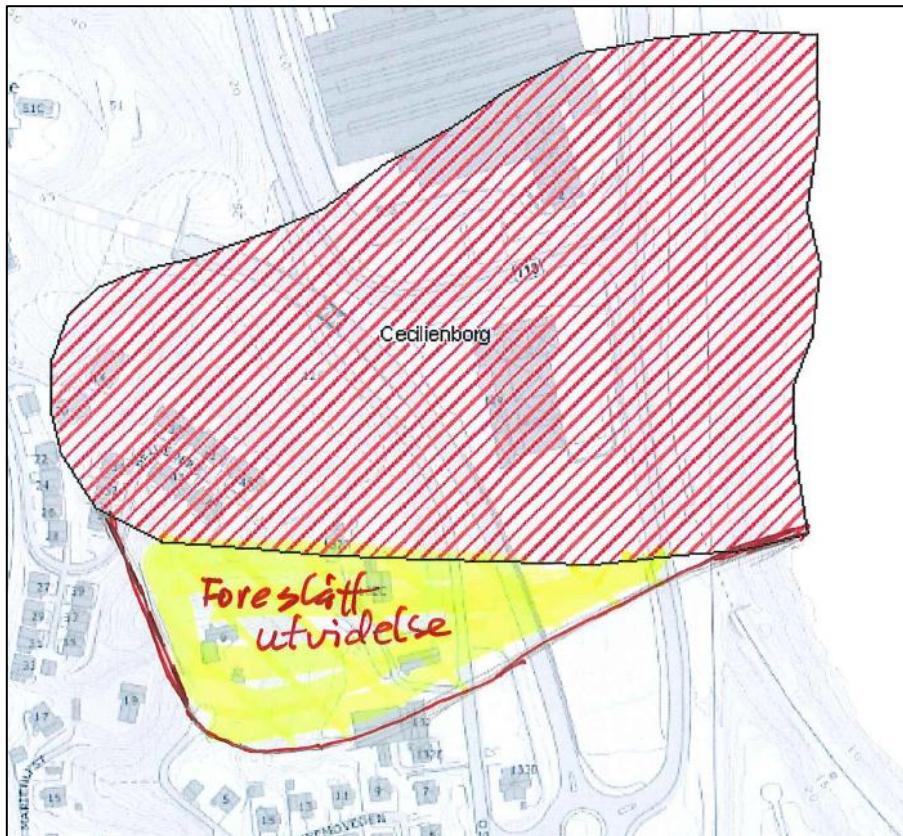
4 Sikkerhetskrav

Eurokode 7 (ref. /2/) stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient $\gamma_m \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse og $\gamma_m \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyser.

Tomta ligger innenfor foreslått utvidet kvikkleiresone Cecilienborg; se figur 4-1. NVEs retningslinjer nr. 7/2014 gir krav til utredninger av skredrisiko for utbygging i kvikkleireområder. For konkrete tiltak er krav til sikkerhetsnivå og utredninger bestemt av tiltakskategori og faregradsklasse.

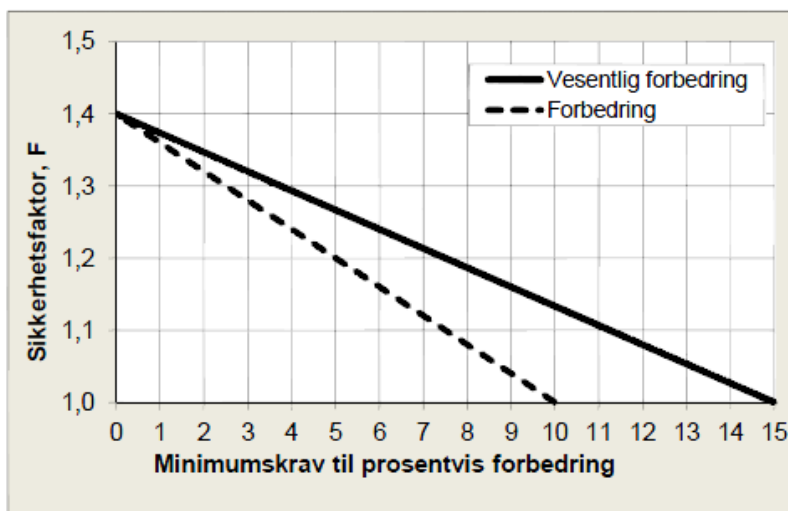
Vi har utført ny vurdering av skadekonsekvens, faregrads- og risikoklasse; se Vedlegg A. Skadekonsekvens ved ras er vurdert til «Meget høy», mens faregradgradsklassen er vurdert til «Lav». Dette gir risikoklasse 3 for sonen.

Tiltaket vil medføre økt aktivitet/tilflytting. Tiltaket plasseres i tiltakskategori K4 etter tabell 5.2 i NVEs retningslinjer nr. 7/2014 /3/.



Figur 4-1 Kvikkleiresone Cecilienborg med foreslått utvidelse basert på grunnundersøkelser i prosjektet

NVEs retningslinjer stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient $\gamma_m \geq 1,4$ for både for totalspennings- og effektivspenningsanalyser i områder med kvikkleire. Alternativt kan man dokumentere hvordan terrengmessige tiltak vil føre til minimum prosentvis forbedring av stabiliteten i henhold til figur 4-2. I dette tilfelle med faregrad lav er det tilstrekkelig å tilfredstille krav til forbedring (stiplet linje) i figur 4-2.



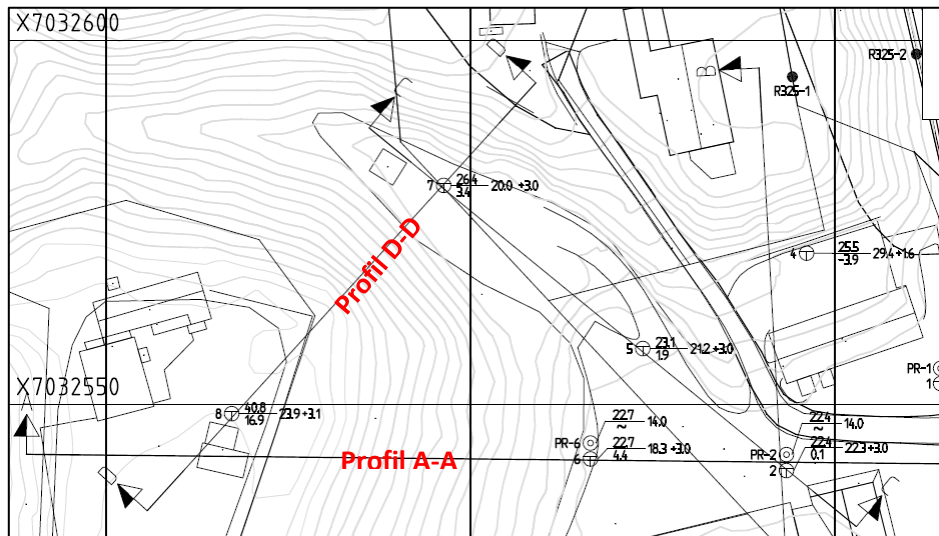
Figur 4-2 Krav til prosentvis forbedring i NVEs retningslinjer 7/2014

5 Stabilitetsberegninger

5.1 Generelt

Stabiliteten er beregnet for både dagens tilstand og for terrenget før oppfylling av ravedalen. Beregningene er basert på både total- og effektivspenningsanalyser (henholdsvis ADP- og $a\phi$ -analyser).

Stabilitetsberegninger er utført i profiler som vurderes å være kritisk. Det mest kritiske profilet vurderes å være profil A-A; se figur 5-1. Det er også utført stabilitetsberegninger i profil D-D i skråningen ned mot ravedalen nordvest for tomta.



Figur 5-1 Beliggenhet av beregningsprofiler A-A og D-D.

5.2 Materialparametere

5.2.1 ADP-analyse

I totalspenningsanalyse er det for materialene betegnet som «leire» og «kvikkleire/sprøbruddsmateriale» benyttet skjærstyrkeprofiler hvor anisotropiforhold, altså forhold mellom aktiv, direkte og passiv skjærstyrke, er ivarett (ADP-analyse). Udrenerte styrkeparametere er bestemt med bakgrunn i resultater av laboratorieundersøkelser. Verdier for c_u fra enaks- og konusforsøk er i våre vurderinger betraktet som verdier for direkte skjærstyrke c_{uD} . Verdier fra treaksforsøk representerer jordens aktive skjærstyrke.

Designverdiene er redusert med 15 % i de sensitive/kvikke massene, i henhold til NVEs retningslinjer.

Tabell 5-1: Valgte ADP koeffisienter for aktiv(A), direkte (D) og passiv(P) skjærstyrke

| Jordart | c_{uA} | c_{uD} | c_{uP} |
|------------|----------|----------|----------|
| Leire | 1 | 0,7 | 0,4 |
| Kvikkleire | 0,85 | 0,6 | 0,3 |

Basert på resultater av laboratorieundersøkelser er det valgt en skjærstyrkeprofil som avtar fra $c_{uA}=110$ kPa til $c_{uA}=90$ kPa med dybden i de øverste 10 m av leirlaget. Imidlertid er det tatt hensyn til skjærstyrkens avhengighet av effektivspenningsnivået, og skjærstyrken øker igjen med ca. 3 kPa per meter dybde fra ca. 10 m under bakken. Siden ødometerforsøk viser at leire ved skråningsfot er noe overkonsolidert, begynner økning i skjærstyrke noe grunnere under fyllmassene.

5.2.2 $a\phi$ -analyse

Drenert materialparametere er tolket fra resultater av nye laboratorieundersøkelser, samt hentet fra erfaringsverdier fra Statens Vegvesens håndbok V220 (ref. /5/)

Tabell 5-2: Materialparametere for effektivspenningsbaserte beregninger

| Jordart | γ (kN/m ³) | γ' (kN/m ³) | $\tan\phi/\phi$ | a (kPa) | c' (kPa) | Kilde |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------|----------|---------|
| Sand | 19 | 9 | 0,65/33° | 5 | 3,2 | HB V220 |
| Fyllmasser | 19 | 9 | 0,6/31° | 0 | 0 | HB V220 |
| Leire | 21 | 11 | 0,55/29° | 10 | 5,5 | HB V220 |
| Kvikkleire | 20 | 10 | 0,54/28° | 7,5 | 4 | Treaks. |

5.3 Beregningsresultater

5.3.1 Beregninger i profil A-A

Resultater fra både total- og effektivspenningsanalyse i profil A-A er oppsummert i Tabell 5-3. Det vises for øvrig til tegninger 416592-RIG-TEG-300 og -301.

Tabell 5-3: Resultat av stabilitetsberegninger i profil A-A

| Profil | Tegning | Beregning | Analyse | Kritisk γ_m | Merknad |
|--------|---------|-------------------|---------|--------------------|--|
| A-A | 300 | Dagens terreng | ADP | 1,12 | |
| | | | $a\phi$ | 1,54 | Dypere glideflate som går ned i kvikkleire |
| | 301 | Tidligere terreng | ADP | 0,95 | |
| | | | $a\phi$ | 1,28 | Dypere glideflate som går ned i kvikkleire |

Med effektivspenningsanalyse har grunne glideflater i skråningen lavere sikkerhetsfaktor lavere enn angitt i tabell 4-3. På grunn av vegetasjon som dekker skråningen er disse glideflatene ikke vurdert som reelle.

Udrenert analyse av tidligere terreng i skråningen gir en sikkerhetsfaktor på 0,95. Siden skråningen trolig har stått i en lengre periode med et slikt terreng, antas at den reelle sikkerhetsfaktor for tidligere terreng var minst 1,0. Dette kan tyde på at utførte analyser er basert på litt konservative materialparametere (spesielt for valgt skjærstyrkeprofil).

5.3.2 Beregninger i profil D-D

Resultater fra både total- og effektivspenningsanalyse i profil D-D er oppsummert i Tabell 5-4.

Tabell 5-4: Resultat av stabilitetsberegninger i profil D-D

| Profil | Beregning | Analyse | Kritisk γ_m | Merknad |
|--------|-------------------|---------|--------------------|-------------------------|
| D-D | Dagens terreng | ADP | 1,24 | |
| | | $a\phi$ | 1,21 | Grunn glideflate i sand |
| | Tidligere terreng | ADP | 1,00 | |
| | | $a\phi$ | 1,19 | Grunn glideflate i sand |

Resultatene av effektivspenningsanalysene vist i Tabell 4-4 er for grunne glideflater. For dype glideflater viser effektivspenningsanalysene større sikkerhetsfaktorer enn i profil A-A. Også de udrenerte analysene viser at profil D-D har bedre stabilitet enn profil A-A.

6 Geotekniske vurderinger av stabilitetsforholdene

6.1 Stabilitet i dagens situasjon

Beregningsresultatene oppsummert i avsnitt 4-4 viser at skråningen i profil A-A vest for tomta er mer kritisk enn skråningen i profil D-D. Sikkerheten mot ras vurderes derfor med utgangspunkt i profil A-A.

Beregningene viser at dagens skråning i snitt A-A har for lav sikkerhet mot utglidning for udrenerte analyser ($\gamma_m=1,12$). NVE-veileder 7/2014 gir da et krav til om minimum 10,5 % forbedring av stabiliteten gjennom topografiske endringer; se figur 4-2. Dette kravet vurderes oppfylt siden beregnet forbedring av stabiliteten gjennom tidligere terrengendringer er på ca. 18 %.

Dersom skråningens tidligere terreng over lang tid har vært som vist på tegning 416592-RIG-TEG-301, vil resultatet av drenert analyse være mer representativ av skråningens sikkerhetsnivå enn resultatet av ADP-analysen. En sikkerhetsfaktor $\gamma_m=1,28$ vurderes derfor å være mer realistisk for den opprinnelige skråningen. For dagens terreng viser drenert analyse tilfredsstillende sikkerhet ($\gamma_m > 1,4$).

Terrengendringer i det aktuelle området kan ha pågått i flere omganger og over lengre tid. Ved oppfylling på tomta oppsto det trolig en oppbygging av poreovertrykk i leirlaget og dermed også midlertidig svekket skråningsstabilitet. Siden det ikke har vært betydelige terrengendringer de siste årene, kan det påregnes at eventuelle poreovertrykk som har utviklet seg tidligere, er forsvunnet. Dette innebærer at dagens reelle sikkerhetsnivå kan beregnes som drenert.

6.2 Stabilitet i byggefasen

På grunn av stabilitetsforholdene med lav sikkerhetsfaktor, vil det ikke være tilrådelig å grave ut ved skråningsfot og avlaste terrenget her. For å opprettholde forsvarlig stabilitet av skråningen vest for tomta i byggefasen, innebærer dette at fundamentnivå må legges omtrent i dagens terrengnivå her.

Fyllmassene under det planlagte nybygget har en del organisk innhold. Med laveste golv omtrent i eller over terreng er det derfor risiko for skadelige setninger ved direkte fundamentering i den oppfylte grunnen. Fundamentering av bygget på peler til berg vurderes derfor som aktuelt.

Erfaring fra tidligere prosjekter har vist at spissbærende mikropeler til berg er en godt egnet løsning for slike grunnforhold, ettersom installasjonsmetoden er skånsom i kvikkleire ved at massefortrengning og oppbygging av poreovertrykk da er begrenset.

6.3 Stabilitet etter utbygging

I forbindelse med utbyggingen vil det være aktuelt for å fylle opp mellom sokkeletasjen og skråningen i vest. Dette vil gi et bidrag til forbedring av stabiliteten i skråningen som følge av utbyggingen. I tillegg vil last fra bygget (som minimum av golv på grunnen) gi et visst stabiliseringsbidrag.



Figur 5-2 Perspektiv av aktuell utbygging og tilliggende skråninger (kilde: Solem:Arkitektur AS)

7 Kritiske momenter

Beregningene viser at skråningen mot vest har tilstrekkelig stabilitet, men resultatene tilsier at det ikke tåles svekkelse av stabiliteten i byggefasen. Dette momentet må ha høy fokus ved prosjektering av utbyggingen og under utførelse av anleggsarbeidene.

De største risikomomentene knyttet til gjennomføring av arbeidene er:

- unøyaktig grave- og fyllingsarbeid
- destabiliserende poretrykksoppbygning i grunnen som følge av anleggsarbeidene

8 Referanser

/1/ Multiconsult AS, datarapport 416592-RIG-RAP-001-rev 01 «Osloveien 132. Geoteknisk datarapport, grunnundersøkelser»

/2/ Eurokode 7

/3/ NVEs retningslinjer 7/2014

/4/ Metoder for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. NGI-notat 200001008-2 Revisjon 3 (2008)

/5/ SVV håndbok V220

9 Vedlegg

Vedlegg 1 Vurdering av skadekonsekvens, faregrads- og risikoklasse

10 Tegninger

416592-RIG-TEG-300 Stabilitetsberegninger i profil A-A. Dagens terreng.

-301 Stabilitetsberegninger i profil A-A. Tidligere terreng.

Vedlegg 1

1 Skadekonsekvensklasse

Tabell 1 Grunnlag for evaluering av skadekonsekvensklasse

| Faktorer | Vekttall | Skadekonsekvens, score | | | |
|-------------------------------|----------|------------------------|-------------|--------------|------------|
| | | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Boligenheter, antall | 4 | Tett>5 | Spredt>5 | Spredt<5 | Ingen |
| Næringsbygg, personer | 3 | > 50 | 10-50 | <10 | Ingen |
| Annen bebyggelse, verdi | 1 | Stor | Betydelig | Begrenset | Ingen |
| Vei, ÅDT | 2 | >5000 | 1001-5000 | 100-1001 | <100 |
| Toglinje, baneprioritet | 2 | 1-2 | 3-4 | 5 | Ingen |
| Kraftnett | 1 | Sentral | Regional | Distribusjon | Lokal |
| Oppdemning/flom | 2 | Alvorlig | Middels | Liten | Ingen |
| Sum poeng | | 45 | 30 | 15 | 0 |
| % av maksimal poengsum | | 100 % | 67 % | 33 % | 0 % |

Skadekonsekvensklassene er delt inn i tre klasser iht. [4]:

- Skadekonsekvensklasse mindre alvorlig: Poengverdi fra 0 til 6
- Skadekonsekvensklasse alvorlig: Poengverdi 7 til 22
- Skadekonsekvensklasse meget alvorlig: Poengverdi 23 til 45

Tabell 2 Skadekonsekvensevurdering utført iht.[3].

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|-------------------------|----------|-------|-----------|--|
| Boligenheter, antall | 4 | 3 | 12 | Det er tett bebyggelse i øvre del av kvikkleiresonen. |
| Næringsbygg, personer | 3 | 2 | 6 | Næringsbygg trolig med 10-50 arbeidsplasser i midtre del av kvikkleiresonen. |
| Annen bebyggelse, verdi | 1 | 2 | 2 | Barnehage lengst sør i utvidet del av kvikkleiresonen. |
| Vei, ÅDT | 2 | 3 | 6 | Fv. 706 og Osloveien. Begge veiene har ÅDT>5000. |
| Toglinje, baneprioritet | 2 | 3 | 6 | Dovrebanen krysser kvikkleiresonen. |
| Kraftnett | 1 | 1 | 1 | Brudd på kraftnettet kan påvirke distribusjonsnettet. |
| Oppdemning/flom | 2 | 2 | 4 | Et ras kan gi oppdemning av Nidelva med mulig alvorlige konsekvenser. |
| Poengverdi | | | 37 | Gir skadekonsekvensklasse "Meget alvorlig" |

2 Faregradsklasse

Tabell 3 Grunnlag for evaluering av faregrad, hentet fra [4]

| Faktorer | Vekt-tall | Faregrad, score | | | |
|--|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------------|
| | | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Tidl. skredaktivitet | 1 | Høy | Noe | Lav | Ingen |
| Skråningshøyde, meter | 2 | > 30 | 20 - 30 | 15 - 20 | < 15 |
| Tidligere/ nåværende terrengnivå (OCR) | 2 | 1,0 – 1,2 | 1,2 – 1,5 | 1,5 – 2,0 | > 2,0 |
| Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa | +3 | > + 30 | 10 – 30 | 0 – 10 | Hydrostatisk |
| | -3 | > -50 | - (20 – 50) | - (0 – 20) | |
| Kvikkleiremektighet | 2 | > H/2 | H/2 – H/4 | < H/4 | Tynt lag |
| Sensitivitet | 1 | > 100 | 30 - 100 | 20 - 30 | < 20 |
| Erosjon | 3 | Aktiv/ glidning | Noe | Lite | Ingen |
| Inngrep Forverring Forbedring | +3 | Stor | Noe | Liten | Ingen |
| | -3 | Stor | Noe | Liten | |
| Sum poeng | | 51 | 34 | 16 | 0 |
| % av maksimal poengsum | | 100 % | 67 % | 33 % | 0 % |

Faregradsklassene er inndelt i tre faresoner iht. [4]:

- Faregradsklasse lav: Poengverdi fra 0 til 17
- Faregradsklasse middels: Poengverdi 18 til 25
- Faregradsklasse høy: Poengverdi 26 til 51

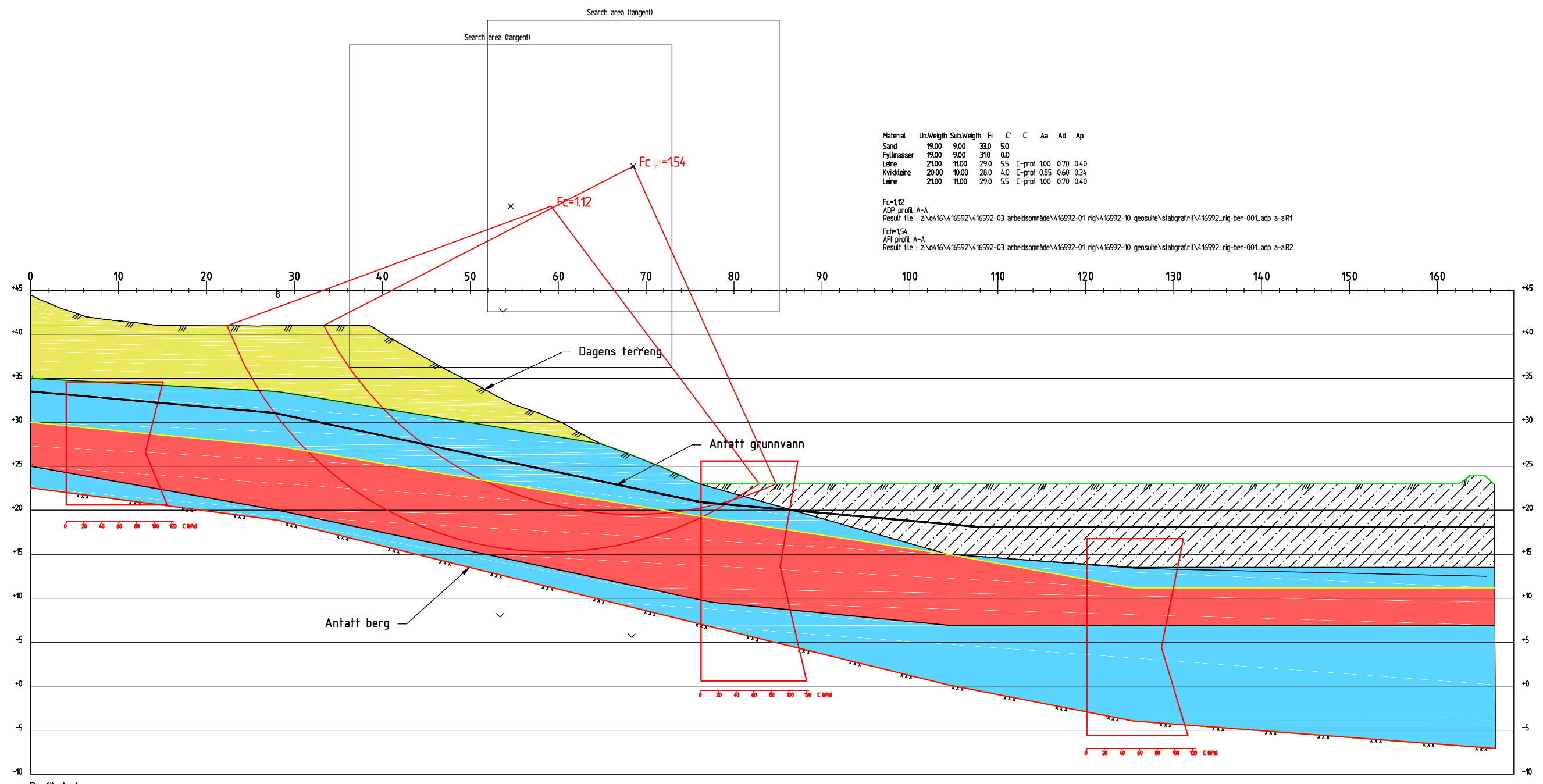
Tabell 4 Faregradsevaluering av antatt mest kritiske del av faresonen, utført iht. [4]

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|----------------------|----------|-------|---------|---|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 1 | 1 | Vi er ikke kjent med skredaktivitet innenfor sonen tidligere. |
| Skråningshøyde | 2 | 3 | 6 | Høyestliggende del av den angitte kvikkleiresonen har terrengnivå høyere enn kote 50. Kvikkleiresonen er angitt å strekke seg helt til Nidelva med elvebunn omkring kote 0. Utbredelsen av kvikkleiresonen oppover i skråningen og nedover mot Nidelva er trolig mindre enn avmerket sone, men skråningshøyden innen sonen er uansett stor. |
| OCR | 2 | 1 | 2 | Basert på tolking av ødometerforsøk vurderes midtre del av sonen å være noe overkonsolidert med <i>POP</i> mer enn 150 kPa høyere enn dagens effektivspenning. <i>OCR</i> vurderes å ligge i området fra 1,5 til større enn 2,0 for sonen som helhet. |
| Poretrykk | +3 | 1 | 3 | Poretrykksmåling ved Oslovegen 132 indikerer hydrostatisk poreovertrykk i nedre del av sonen. Det kan være noe poreundertrykk i høyereliggende del av sonen, men dette er ikke dokumentert. Det antas svakt poreovertrykk (<10 kPa) i sonen som helhet. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 1 | 2 | Mektigheten av kvikke/sensitive masser er inntil ca. 10 m i området ved Oslovegen. Oppover i skråningen er mektigheten trolig mindre. Dette er mindre enn 25 % av skråningshøyden.. |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | Sensitiviteten i kvikkeleira er for enkeltprøver i søndre del av sonen målt til mellom $S_t = 90$ og 190. |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Det er ingen åpne bekker med aktiv erosjon innen kvikkleiresonen. Nidelva passerer sonen i utkurve, men antas å ha god erosjonssikring på dette partiet. |
| Inngrep | -3 | 2 | -6 | I ravinedaler i søndre del av sonen er det tidligere foretatt oppfylling. Det er tidligere også utført betydelig oppfylling i en ca. 20 m dyp bekkedal mellom Oslovegen og Dovrebanen i lavestliggende del av sonen. I forbindelse med etablering av Fv. 706 er det foretatt oppfylling i lavereliggende del av nordre del av sonen. Alle disse tiltakene har gitt vesentlige bidrag til stabilitetsforbedring. Planlagt utbygging vil innebære ytterligere oppfylling og forbedring i det førstnevnte området. |
| Poengverdi | | | 11 | Gir faregradsklasse "Lav" før og etter tiltak Gir faregradsklasse "Lav" etter tiltak |

3 Risikoklasse

- For dagens **situasjon før tiltak** klassifiseres sonen i **Risikoklasse 3** (tallverdi 1773)
- For **situasjon etter tiltak** klassifiseres sonen i **Risikoklasse 3** (tallverdi omtrent som før tiltak)

Z:\04\16\4\16592\03 ARBEIDSONMRÅDE\4\16592-01 RIG\4\16592-04 TEGNINGER\4\16592-RIG-TEG-300.dwg, - Layout: (A3 skjema), - Plottet av: alm, Dato: 2014.09.03 kl 12:30



Profil A-A

- Sand
- Leire
- Kvikkleire/sprøbruddsmateriale
- Fyllmasser

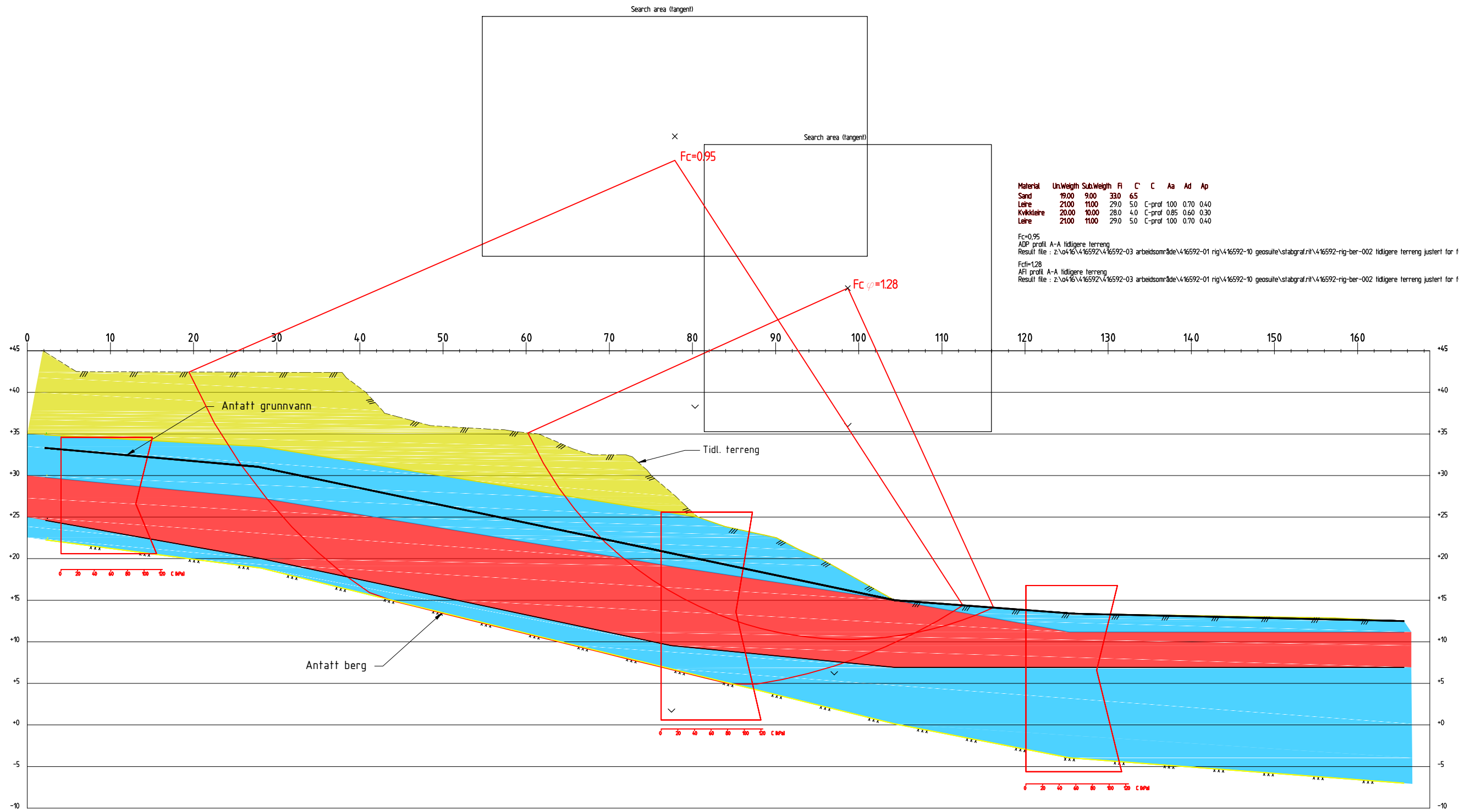
| Rev. | Beskrivelse | Endr.liste | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|------|-------------|------------|------|-------|--------|--------|
| | | | | | | |

Multiconsult
www.multiconsult.no

Osloveien 132
Stabilitetsberegninger i profil A-A
Dagens terreng

| | | | | | | | |
|----------------|--------|-------------|-------------|-----------------|-----|-----------|------------|
| Status | - | Fag | Geoteknikk | Original format | A3 | Dato | 03.09.2014 |
| Konstr./Tegnet | ALM | Kontrollert | OMS | Godkjent | ARV | Målestokk | 1:500 |
| Oppdragsnr. | 416592 | Tegningsnr. | RIG-TEG-300 | Rev. | 00 | | |

Z:\0416\416592\03 ARBEIDSONMRÅDE\416592-01 RIG\416592-04 TEGNINGER\416592-RIG-TEG-301.dwg. - Layout: (A3 skjema). - Plottet av: alm. Dato: 2014.09.03 kl 12:53



| Material | UnWeigh | SubWeigh | Fi | C | C | Aa | Ad | Ap |
|------------|---------|----------|------|-----|--------|------|------|------|
| Sand | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 6.5 | | | | |
| Leire | 21.00 | 11.00 | 29.0 | 5.0 | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.0 | 4.0 | C-prof | 0.85 | 0.60 | 0.30 |
| Leire | 21.00 | 11.00 | 29.0 | 5.0 | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |

Fc=0.95
 ADP profil A-A tidligere terreng
 Result file : Z:\0416\416592\416592-03 arbeidsområde\416592-01 rig\416592-10 geosulte\stabgraf\rit\416592-rig-ber-002 tidligere terreng justert for f=1R2

Fc=1.28
 AFI profil A-A tidligere terreng
 Result file : Z:\0416\416592\416592-03 arbeidsområde\416592-01 rig\416592-10 geosulte\stabgraf\rit\416592-rig-ber-002 tidligere terreng justert for f=1R1

Profil A-A

- Sand
- Leire
- Kvikkleire/sprøbruddsmateriale

| Rev. | Beskrivelse | Endr.liste | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|------|-------------|------------|------|-------|--------|--------|
| | | | | | | |

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Osloveien 132
 Stabilitetsberegninger i profil A-A
 Tidligere terreng
 ADP- og AFI-analyse

| | | | | | | | |
|----------------|--------|-------------|-------------|-----------------|-----|-----------|------------|
| Status | - | Fag | Geoteknikk | Original format | A3 | Dato | 03.09.2014 |
| Konstr./Tegnet | ALM | Kontrollert | OMS | Godkjent | ARV | Målestokk | 1:500 |
| Oppdragsnr. | 416592 | Tegningsnr. | RIG-TEG-301 | Rev. | 00 | | |

RAPPORT

Osloveien 132, Trondheim

OPPDRAKSGIVER

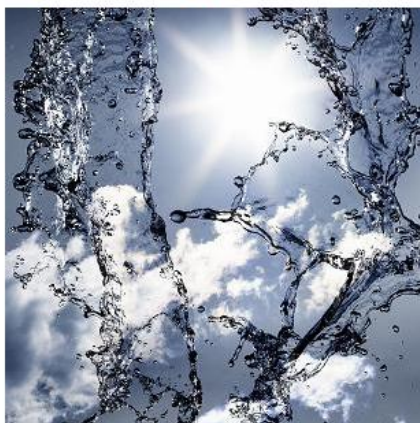
Cecilienborg Utvikling AS

EMNE

Geoteknisk datarapport, grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 25. NOVEMBER 2014 / 01

DOKUMENTKODE: 416592-RIG-RAP-001-rev 01



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

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

| | | | |
|----------------|--|-----------------|---------------------------|
| OPPDRAG | Osloveien 132, Trondheim | DOKUMENTKODE | 416592-RIG-RAP-001-rev 01 |
| EMNE | Geoteknisk datarapport, grunnundersøkelser | TILGJENGELIGHET | Åpen |
| OPPDRAGSGIVER | Cecilienborg Utvikling AS | OPPDRAGSLEDER | Odd Magne Solheim |
| KONTAKTPERSON | Roger Holmgren | UTARBEIDET AV | Amund Quitzau Growen |
| KOORDINATER | SONE: 32 ØST: 5689 NORD: 70325 | ANSVARLIG ENHET | 3012 Midt Geoteknikk |
| GNR./BNR./SNR. | 95 / 124, 52, 596 / - / Trondheim | | |

SAMMENDRAG

Oslovegen 132 er under regulering med tanke på utbygging til boligformål. Multiconsult er engasjert som geoteknisk rådgiver i reguleringssaken.

Etter anmodning utførte vi i mars 2014 en forstudie av tomta basert på kartstudie og gjennomgang av eksisterende datagrunnlag på og nær tomta. Det er deretter utført en grunnundersøkelse på tomta med siktemål å avklare stabilitetsforhold og fundamenteringsforhold på tomta og hvorvidt det er sensitiv eller kvikk leire på og ovenfor tomta.

I denne rapporten presenteres resultatene av grunnundersøkelsen. I rapporten er også kunnskap om grunnforholdene for relevante tidligere undersøkelser i nærheten medtatt. Rapporten er revidert etter uavhengig kontroll ved NGI i notat datert 31.oktober 2014.

Hovedfunnene fra undersøkelsene er at:

- tomta tidligere er oppfylt og at skråningen mot vest er vesentlig endret gjennom tidligere terrenngrep
- det er et lag av kvikkeleire på tomta og sprøbruddmateriale indikeres også under tilliggende skråninger mot vest og nord

| | | | | | |
|------|----------|-----------------------------------|-----------------|-------------------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 01 | 25.11.14 | Revidert etter uavhengig kontroll | Amund Q.Growen | Odd Magne Solheim | Arne Vik |
| 00 | 25.08.14 | For utsendelse | Amund Q. Growen | Odd Magne Solheim | Arne Vik |
| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Innledning | 6 |
| 1.1 | Bakgrunn..... | 6 |
| 1.2 | Myndighetskrav | 6 |
| 2 | Utførte grunnundersøkelser | 7 |
| 2.1 | Feltundersøkelser | 7 |
| 2.2 | Laboratorieundersøkelser..... | 7 |
| 2.3 | Kvalitet av prøver og laboratorieundersøkelser | 7 |
| 3 | Topografi og grunnforhold | 8 |
| 3.1 | Områdebeskrivelse | 8 |
| 3.2 | Kvartærgeologisk kart | 9 |
| 3.3 | Kjente kvikkleiresoner..... | 9 |
| 3.4 | Tidligere utførte grunnundersøkelser | 10 |
| 3.5 | Resultat av grunnundersøkelser | 10 |
| 3.6 | Grunnvann og poretrykksforhold | 11 |
| 4 | Referanser | 12 |

TEGNINGER

| | | |
|----------------|--------|---|
| 416592-RIG-TEG | -000 | Oversiktskart |
| | -001 | Borplan |
| | -010 | Geotekniske data PR.1 |
| | -011 | Geotekniske data PR.2 |
| | -012 | Geotekniske data PR.6 |
| | -075.1 | Kontinuerlig ødometerforsøk, BP.2, d=11,25 m, CRS-rutine. Plott A |
| | -075.2 | Kontinuerlig ødometerforsøk, BP.2, d=11,25 m, CRS-rutine. Plott B |
| | -076.1 | Kontinuerlig ødometerforsøk, BP.6, d=9,60 m, CRS-rutine. Plott A |
| | -076.2 | Kontinuerlig ødometerforsøk, BP.6, d=9,60 m, CRS-rutine. Plott B |
| | -090.1 | Treaksialforsøk. BP.6, d=9,70 m, Deviatorspenningssti. NTNU-plott |
| | -090.4 | Treaksialforsøk. BP.6, d=9,70 m, Poretrykks- og mobiliseringsforløp |
| | -100 | Lengdeprofil A-A |
| | -101 | Lengdeprofil B-B |
| | -102 | Lengdeprofil C-C |
| | -103 | Lengdeprofil D-D |
| | -150 | Sonderinger BP.3 |
| | -500 | Utsnitt av kart fra 1909 |

VEDLEGG

Vedlegg A: Resultat fra tidligere grunnundersøkelser

BILAG

1. Geotekniske bilag - feltundersøkelser
2. Geotekniske bilag - laboratorieundersøkelser
3. Metodestandarder og retningslinjer – feltundersøkelser
4. Metodestandarder og retningslinjer – laboratorieundersøkelser

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Oslovegen 132 er under regulering med tanke på utbygging til boligformål og det planlegges å bygge leilighetsbygg på tomta. Cecilienborg Utvikling AS har engasjert Multiconsult som geoteknisk rådgiver i reguleringssaken.

Etter anmodning utførte vi i mars 2014 en forstudie av tomta basert på kartstudie og gjennomgang av eksisterende datagrunnlag på og nær tomta. Tilgjengelig informasjon om grunnforholdene viste seg da å ikke gi tilstrekkelig grunnlag for å gi en geoteknisk vurdering for utbyggingsplanen. Det er derfor utført en grunnundersøkelse på tomta med siktemål å avklare stabilitetsforhold og fundamenteringsforhold på tomta og hvor vidt det er sensitiv eller kvikk leire på og ovenfor tomta.

I denne rapporten presenteres resultatene av grunnundersøkelsen. I rapporten er også kunnskap om grunnforholdene for relevante tidligere undersøkelser i nærheten medtatt. Rapporten er revidert etter uavhengig kontroll ved NGI i notat datert 31.oktober 2014.

1.2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008 [1].

Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 2 Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver [2] og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag nr. 3 og 4 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

2 Utførte grunnundersøkelser

2.1 Feltundersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 15 og i uke 20 2014 av boreleder Bård Einar Krogstad og hjelpemann Oddbjørn Rønning. Boringene er utført med Geotech 607 D beltegående borerigg.

Feltundersøkelsene omfattet:

- Totalsonderinger i 8 borpunkter.
- Opptak av 54mm sylinderprøver og skovelprøver i 3 borpunkter.
- Installasjon av hydraulisk poretrykksmåler i ett punkt.

Totalsonderinger gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samtidig som metoden har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

Borpunktene er satt ut, og senere innmålt, av borleder med Trimble GPS med CPOS. Systemet opplyses å ha en nøyaktighet på inntil +/-0,02m i horisontalplanet, og noe dårligere i høyde. Plassering av borpunkt er vist på borplanen, tegning nr. 416592-RIG-TEG-001.

Sonderingsresultatene er opptegnet i profiler på tegning nr. 416592-RIG-TEG-100 tom. -103, og som vanlig borutskrift på tegning -150.

Boringenes utførelse og tilhørende resultater er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1.

2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper. Ved denne undersøkelsen er prøvene geoteknisk klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og tyngdetetthet. Der det lar seg gjøre er det også målt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Det er utført kontinuerlige ødometerforsøk (CRS-forsøk) på 2 prøver og aktivt, udrenert treaksialforsøk (CIU_A-forsøk) på en prøve.

Resultat fra rutineundersøkelsen er presentert som geotekniske data i tegning nr. 416592-RIG-TEG-010 tom. -012. Resultat av ødometerforsøkene er vist i tegning 075.1, 075.2, 076.1 og 076.2, mens resultat av treaksialforsøket er vist i tegning 090.1 og 090.2.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

2.3 Kvalitet av prøver og laboratorieundersøkelser

Opptatte sylinderprøver av leire i borpunkt 2 og borpunkt 6 har lave tøyingsnivåer (fra 3-5 %) ved brudd i eaksiale trykkforsøk. Dette indikerer relativt god prøve kvalitet.

Begge ødometerforsøkene viser en tydelig definisjon av forkonsolideringsspenningen og tydelig egenskapsvariasjon ved passering av forkonsolideringsspenningen.

Treaksialforsøket på kvikkleireprøve fra dybde 9,7 m i borpunkt 6 viser markert kontraktant brudd ved 2 % tøyning, men viser en noe slapp mobilisering opp mot brudd. Bedømmelse av prøve kvalitet av treaksialprøven ut fra volumtøyning ved konsolidering (etter Andresen & Strandvik, 1979) gir akseptabel kvalitet, mens bedømmelse av prøve kvalitet ut fra poreallsending under konsolidering (etter NGF-melding 11, 2013) gir dårlig prøve kvalitet.

3 Topografi og grunnforhold

3.1 Områdebeskrivelse

Tomta er relativt flat og ligger i bunnen av en ravinedal med bratte og høye skråninger mot vest og nord. I vestlig retning stiger terrenget fra rundt kote +23 til en flate på ca. kote +41. I nord flater terrenget ut på ca. kote +34.



Figur 1: Tomtas beliggenhet og topografien i nærområdet (kilde: kart fra Trondheim kommune).

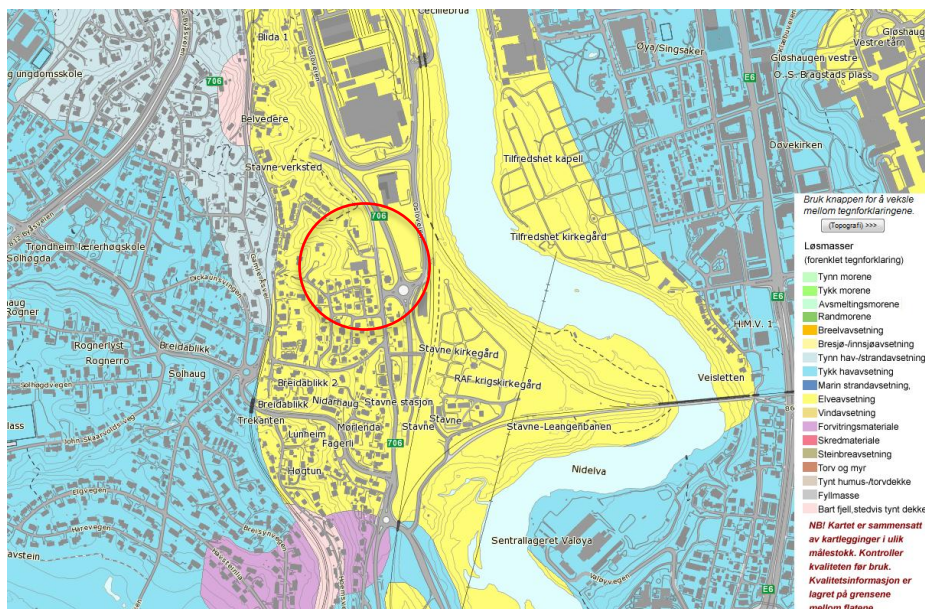


Figur 2: Terrengforhold i området i følge kart fra 1909 (kilde: kart fra Trondheim kommune).

Gammelt kart fra 1909 (se figur 2 og tegning 416592-RIG-TEG-500) viser at Oslovegen er anlagt på fylling over ravinedalen og tyder på at også selve tomten innenfor var oppfylt på denne tiden. Ravinen øst for Oslovegen og bekkedalen mellom jernbanen og Oslovegen er senere fylt opp.

3.2 Kvartærgeologisk kart

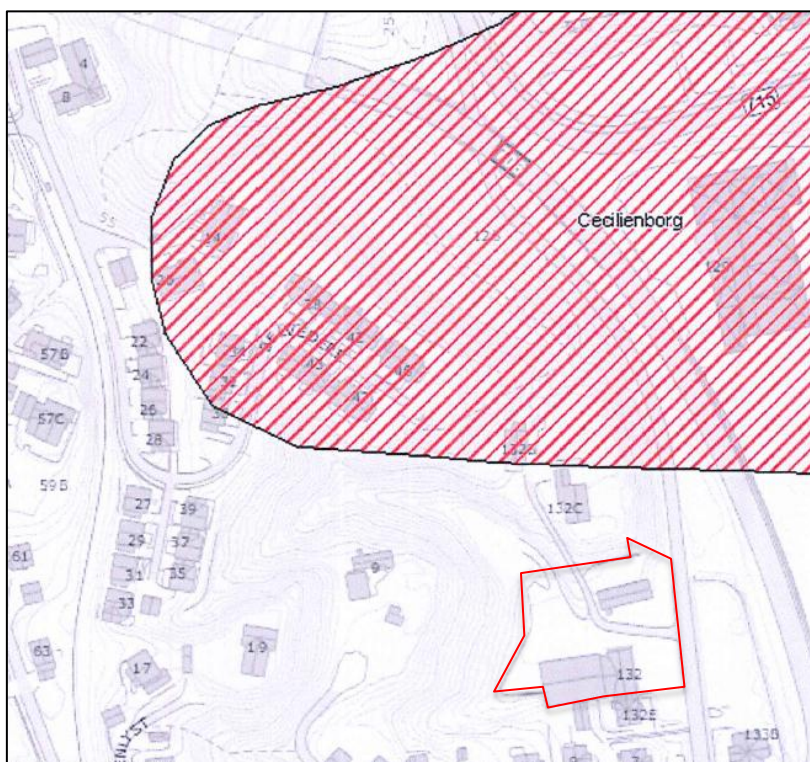
Kvartærgeologisk kart (se figur 3) angir at løsmassene i området består av elveavsetninger (vanligvis sand og grus). Siden elveavsetningene er omringet av marine avsetninger (vanligvis leire), er det sannsynlig at det er marine avsetninger under elveavsetningene.



Figur 3: Utsnitt fra kvartærgeologisk kart. Den røde sirkelen viser det aktuelle området (kilde: www.ngu.no).

3.3 Kjente kvikkleiresoner

Det er angitt en kvikkleiresone litt nord for tomta; se figur 4. Denne er beskrevet å strekke seg østover helt ned til Nidelva.

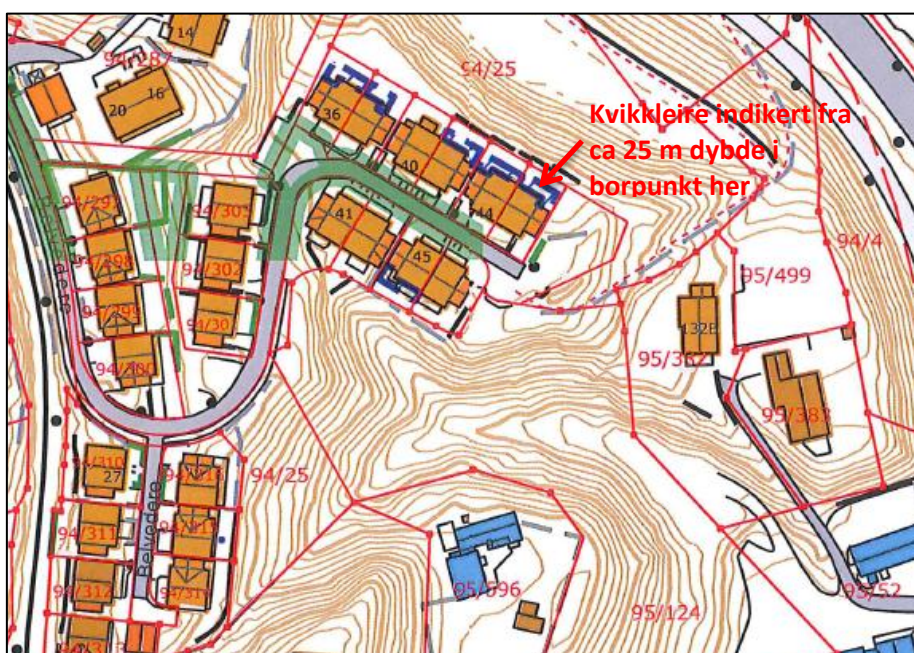


Figur 4: Angitt kvikkleiresone Cecilienborg nord for tomta. Tomta avmerket. (kilde: www.skrednett.no).

3.4 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Resultat fra tidligere grunnundersøkelser i området er vist i Vedlegg A. Tidligere undersøkelser viser:

- Relativt god grunn bestående av et øvre lag sandig grus over sand og fast siltig leire i Stavnemovegen sør for tomta (ref. Trondheim kommunes rapport R.1323). Det kan likevel ikke utelukkes sensitiv leire under dybde ca. 13 m.
- Faste sandmasser i skråningen ned mot Osloveien på eiendommen nord for tomta, men boringene er for grunne til å avgjøre om det er leire i dybden (ref. Trondheim kommunes rapport R.325-2)
- En grunnundersøkelse rett øst for tomta og øst for Osloveien viser at det er betydelige fyllmasser i dette området. Original grunn består av sand og grus med overgang til leire på ca kote +8 til +9. (ref. Noteby-rapport 379242). Noen av sonderingene indikerer sprøbruddmateriale (sensitiv eller kvikk leire).
- I det utbygde området opp mot Gråkallbanen Breidablikk hageby (Belvedere) vest og nordvest for tomta opp mot Gråkallbanen (se figur 5) er det påvist friksjonsmasser over leire før overgang til fast grunn eller fjell. Med unntak av i et borpunkt på terrengryggen lengst mot øst (se figur 5) er det ikke indikasjon på sensitiv eller kvikk leire i dette området.



Figur 5: Kart som viser beliggenhet av Breidablikk hageby (Belvedere).

3.5 Resultat av grunnundersøkelser

De opptatte prøveseriene i borpunkt 1 og 2 viser et lag i toppen bestående av sand, grus og organisk materiale, som antas å være fyllmasser. I borpunkt 1 er det, fra ca. 4 meters dybde, funnet leirfattig silt. I borpunkt 2 er det blitt påvist kvikkleire fra ca. 9 meters dybde.

Prøveserien i borpunkt 6 innerst på tomta viser leire fra terreng. Leiren er meget sensitiv fra dybde ca. 6,5 meter. Mellom 9 og 10 meter er det påvist kvikkleire. Vanninnholdet i leira ligger i området = 20-30 %.

Prøveseriene som er tatt opp på tomta i punkt 2 og punkt 6 viser altså et lag av sensitiv og kvikk leire. I sonderingen i BP 8 indikeres sensitiv eller kvikk leire også under skråningen mot vest; se profil A.

Også mot nordsiden av tomta indikerer sonderingen i BP 4 lag av sensitiv eller kvikk leire; se profil B. I den tidligere boringen på sørsiden kan det heller ikke utelukkes sprøbruddmateriale i dybden.

Også under ravedalen mot nordvest indikerer sonderingene i BP 5 og BP 7 et lag av sprøbruddmateriale, men dette er ikke fastlagt med prøvetaking.

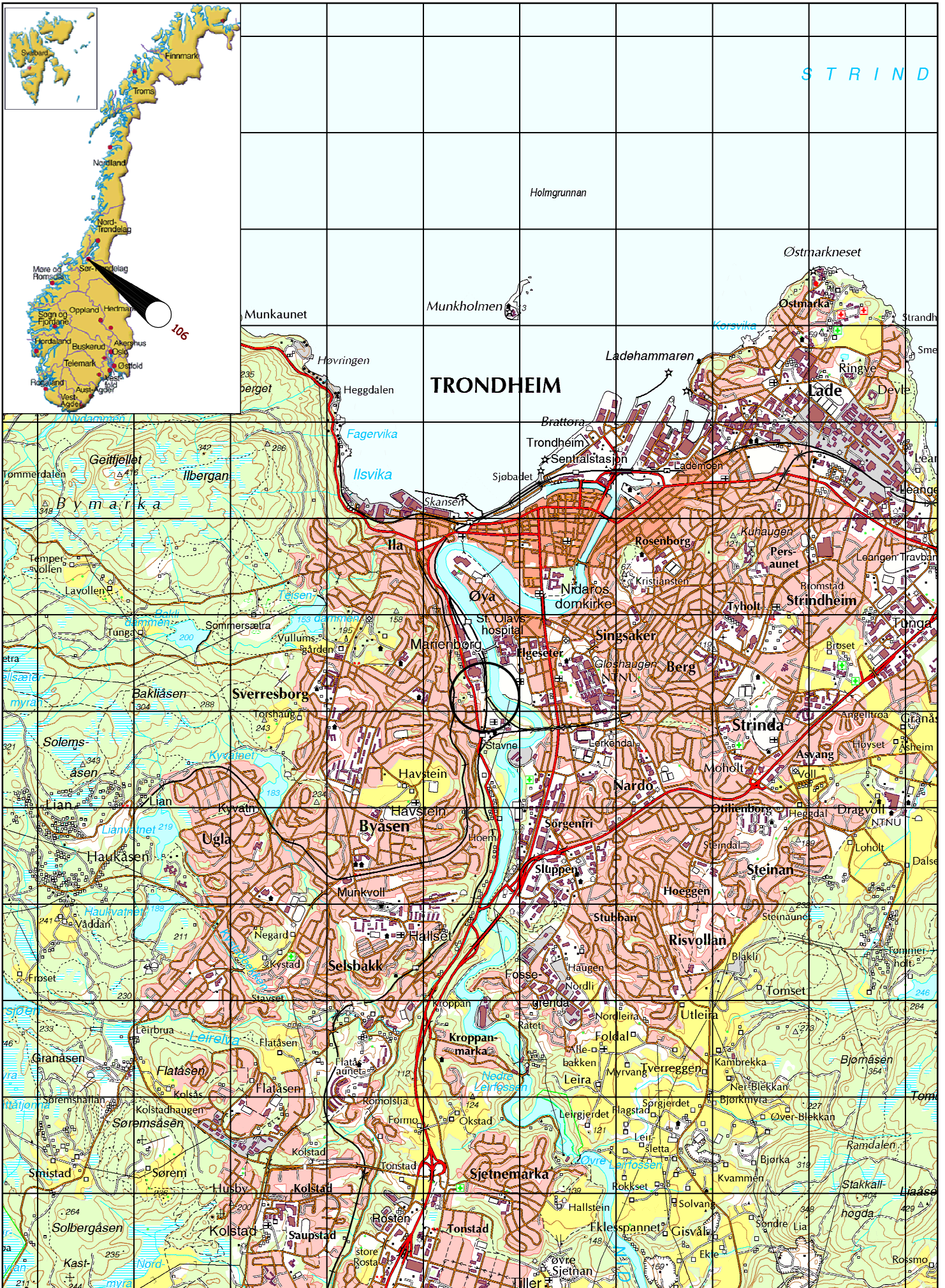
3.6 Grunnvann og poretrykksforhold

Følgende er lest av fra de hydrauliske piezometrene i borpunkt 3.

| Borpunkt | Kote terreng | Filterspissens dybde under terreng | Antatt GV-nivå under terreng | Måt poretrykk i piezometer | | |
|----------|--------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------|------------|
| | | | | Installasjon 09.04.2014 | 30.04.2014 | 13.05.2014 |
| [-] | [-] | [m] | [m] | [kPa] | [kPa] | [kPa] |
| 3 | 23,3 | 7,5 | 2,6 | - | 51,7 | 48,9 |

4 Referanser

- /1/ NS-EN ISO 9001:2008. Systemer for kvalitetssikring. Krav (ISO 9001:2008). November 2008.
- /2/ Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.
- /3/ NGF-melding nr. 11, revisjon 2013 «Veiledning for prøvetaking»



| | | | | |
|---|----------------|-------------|-----------------|-----------|
| <p>Osloveien 132</p> <p>Oversiktskart</p> | Status | Fag | Original format | Dato |
| | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent | Målestokk |
| | Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. | |
| | 416592 | RIG-TEG-000 | | 00 |

X7032600

X7032550

X7032500

Y568850

Y568900

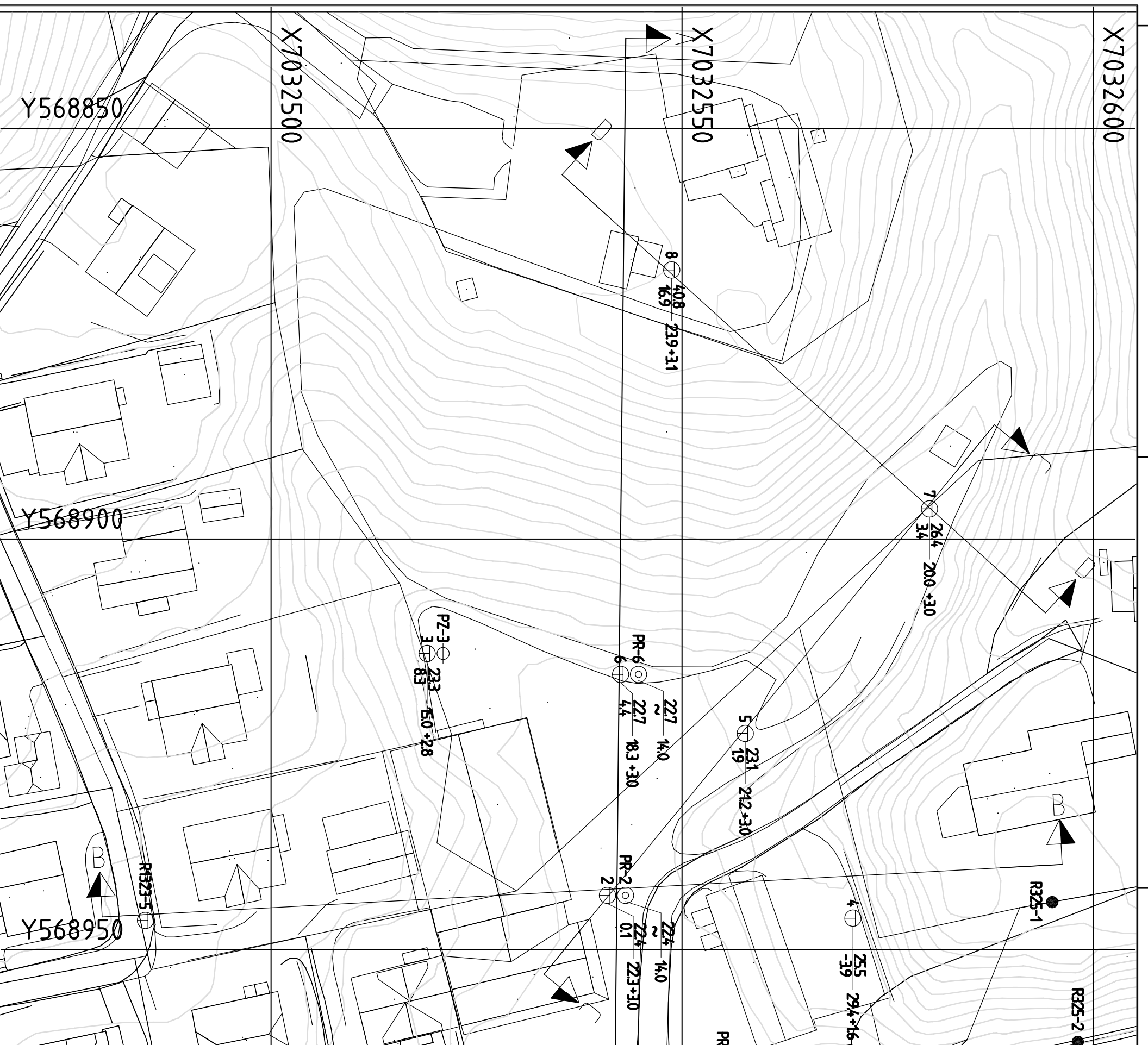
Y568950

Y569000

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er opprullet fra scannet kopi, og kan ha noe avvik. Tidligere boringer er angitt med indreiser foran borhullsnr.

R325-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. 325-2 (1974)-OSLOVEGEN
R1323-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R.1323 (2006)-STAVNEMOVEGEN



TEGNEFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGRUPP
- ⊕ DREIETRYKKSONDERING
- ⊗ SKRUPPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⊗ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEHENT:
 BORROR NR:
 LAB BOK NR:

Digitalt kart fra arbeidsgiver
 UTM zone 32
 NN 2000
 BP 1 ⊕ 430 14,8+24 — BORET DYBDE • BORET I BERG
 28,2 ANTAATT BERGKOTE
 2065

| Rev | Beskrivelse | Dato | Tegn | Kontrollert | Godkjent |
|-----|-------------|------|------|-------------|----------|
| | | | | | |

Cecilienborg Utvikling AS
 Osloveien 132
 Borplan

Dato 04.06.2014
 Format/Målestokk 1:500

| | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|----------------|-------------|----------|------|
| Multiconsult www.multiconsult.no | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent | ARV |
| | Oppdragsnr. 416592 | AMG | ONS | | |
| | Tegningsnr. | | | | Rev. |
| | | | | | 00 |

RIG-TEG-001

| TERRENGKOTE +22.3 | m DYBDE PRØVE | VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER % | | | | n % | O _{gl} % | ρ g/cm ³ | SKJÆRFESTHET S _u (kN/m ²) | | | | | S _t | |
|---|---------------------|--|----|----|----|--------|----------------------|------------------------|---|----|----|----|----|----------------|--|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | |
| Sandig, grusig, materiale | | | | | | | | | | | | | | | |
| ORGANISK MATERIALE sandig, mye teglrester (FYLLMASSE) | | | | | | | | | | | | | | | |
| SAND, fin, lagdelt m/silt små humuslinser | | | | | | | | | | | | | | | |
| SILT, finsandig, leirfattig | | | | | | | | | | | | | | | |
| SILT, finsandig, humusholdig (ANTATT FYLLMASSE) | | | | | | | | | | | | | | | |
| SILT, finsandig, leirfattig | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

LAB.BOK NR.: 2065

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
— W_L FLYTEGRENSE
W_f — " — KONUSMETODE
— W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOOLD
O_{gl} = GLØDETAP
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET
○ TRYKKFORSØK
15-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

| | | | |
|---|-----------------------|----------------------------|---|
| GEOTEKNISKE DATA | | Boring nr. 1 | Tegningens filnavn 416592-RIG-TEG-010-h1.dwg |
| Cecilienborg Utvikling AS Osloveien 132 Grunnundersøkelse | | Borplan nr. -001 | |
| | | Boret dato: 13.05.2014 | |
| | Dato 30.05.2014 | Tegnet kjt | Kontrollert OMS |
| | Oppdragsnr. 416592 | Tegningsnr. RIG-TEG-010 | Godkjent ARV |
| 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70 | | Rev. | |

| TERRENGKOTE +22.4 | DYBDE PRØVE | VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER % | | | | n | O _{gl} | ρ _g | SKJÆRFESTHET S _u (kN/m ²) | | | | | S _t | |
|---|----------------|---------------------------------------|----|----|----|------|-----------------|----------------|---|----|----|----|----|----------------|--|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | |
| SAND, noe grusig | 0-1 | 6% | | | | | | | | | | | | | |
| | 1-2 | 10% | | | | | | | | | | | | | |
| ORGANISK MATERIALE sandig | 2-5 | | | | | 6.2% | | | | | | | | | |
| Leirig, sandig materiale | 5-6 | | | | | | | | | | | | | | |
| SAND, humusholdig noe grusig gammelt håndtak | 6-8 | | | | | 3.7% | | | | | | | | | |
| Leirig, sandig, siltig materiale glasskår (FILLMASSE) | 8-10 | | | | | 2.7% | | | | | | | | | |
| KVIKKLEIRE, m/sand-gruskorn enk. skjellrester | 10-11 | | | | | 3.4% | | | | | | | | | |
| | 11-12 | | | | | | | | | | | | | | |
| KVIKKLEIRE, enk. gruskorn | 12-13 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13-14 | | | | | | | | | | | | | | |
| KVIKKLEIRE, enk. sand-gruskorn tynne finsandlag | 14-15 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15-16 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 16-17 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 17-18 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18-19 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19-20 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 20-21 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21-22 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 22-23 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 23-24 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 24-25 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25-26 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 26-27 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27-28 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 28-29 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 29-30 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30-31 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 31-32 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 32-33 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 33-34 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 34-35 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 35-36 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 36-37 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 37-38 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 38-39 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 39-40 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 40-41 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 41-42 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 42-43 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 43-44 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 44-45 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 45-46 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 46-47 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 47-48 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 48-49 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 49-50 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50-51 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 51-52 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 52-53 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 53-54 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 54-55 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 55-56 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 56-57 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 57-58 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 58-59 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 59-60 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 60-61 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 61-62 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 62-63 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 63-64 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 64-65 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 65-66 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 66-67 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 67-68 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 68-69 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 69-70 | | | | | | | | | | | | | | |

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

LAB.BOK NR.: 2065

○ NATURLIG VANNINNHold
— W_L FLYTEGRENSE
W_f — KONUSMETODE
— W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHold
O_{gl} = GLØDETAP
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET
○ TRYKKFORSØK
15-5 % DEFORSASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Cecilienborg Utvikling AS
Osloveien 132
Grunnundersøkelse

Boring nr.
2

Tegningens filnavn
416592-RIG-TEG-011-h2.dwg

Borplan nr.
-001

Boret dato:
13.05.2014

Multi
consult

Multi
consult

Dato
30.05.2014

Tegnet
kjt

Kontrollert
OMS

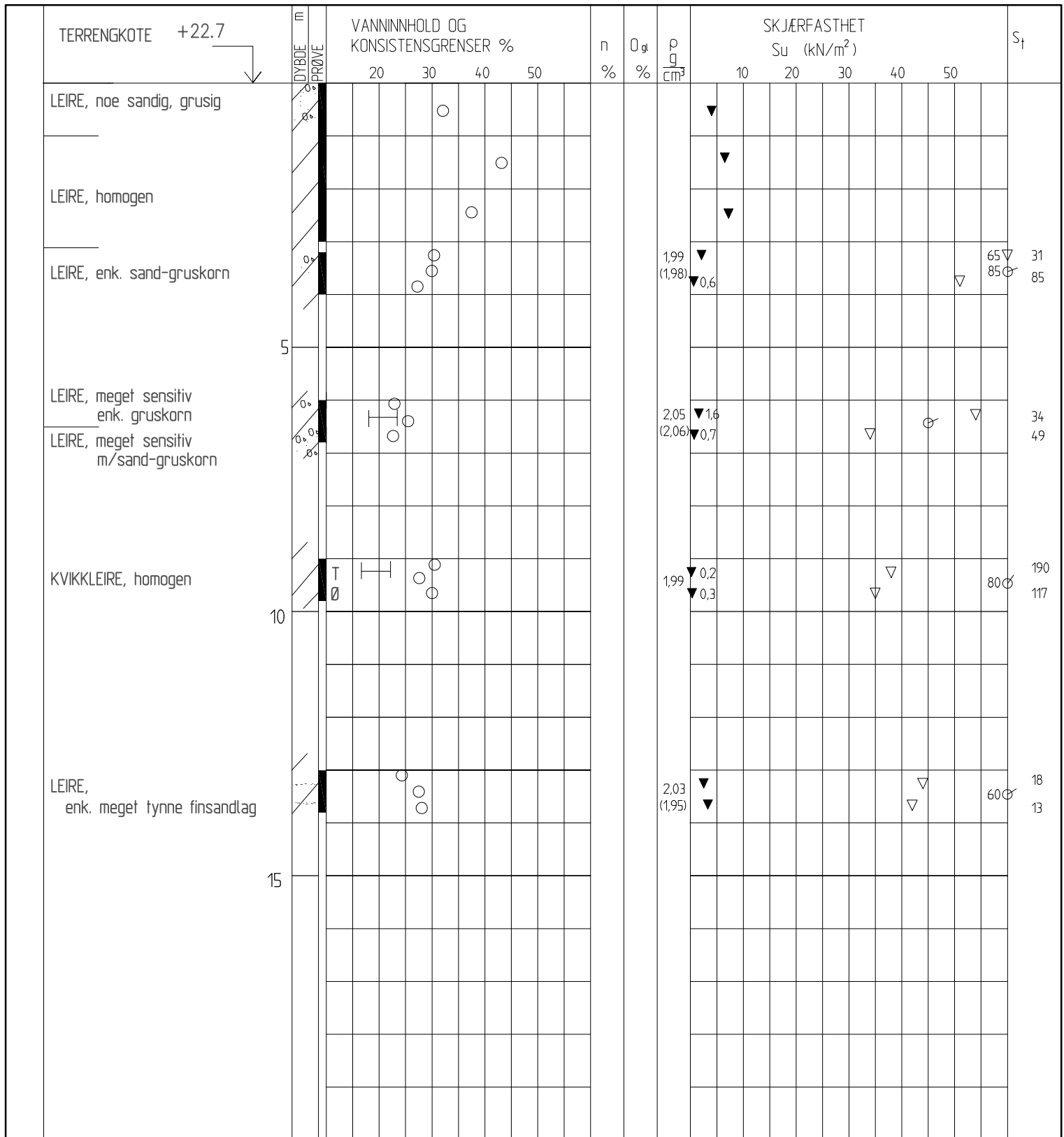
Godkjent
ARV

Oppdragsnr.
416592

Tegningsnr.
RIG-TEG-011

Rev.

7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGRUPP
VB = VINGEBORING

LAB.BOK NR.: 2065

○ NATURLIG VANNINNHold
— W_L FLYTEGRENSE
W_f — " — KONUSMETODE
— W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHold
O_{gl} = GLØDETAP
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET
○ TRYKKFORSØK
15-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Cecilienborg Utvikling AS
Osloveien 132
Grunnundersøkelse

Boring nr.
6

Tegningens filnavn
416592-RIG-TEG-012-h6.dwg

Borplan nr.
-001

Boret dato:
13.05.2014

**Multi
consult**

Multiconsult

Dato 02.06.2014

tegnet
kjt

Kontrollert
OMS

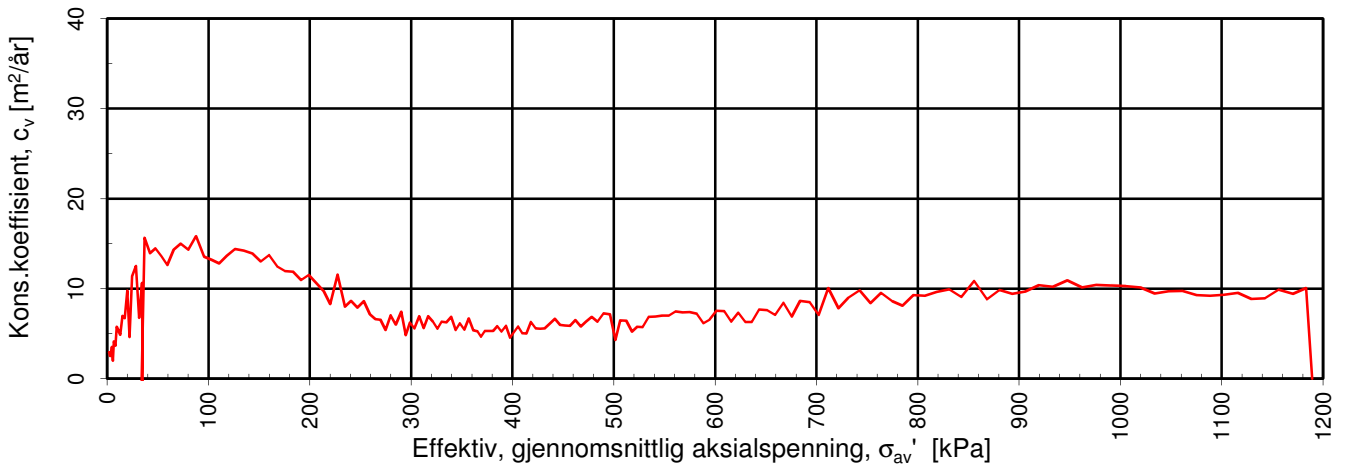
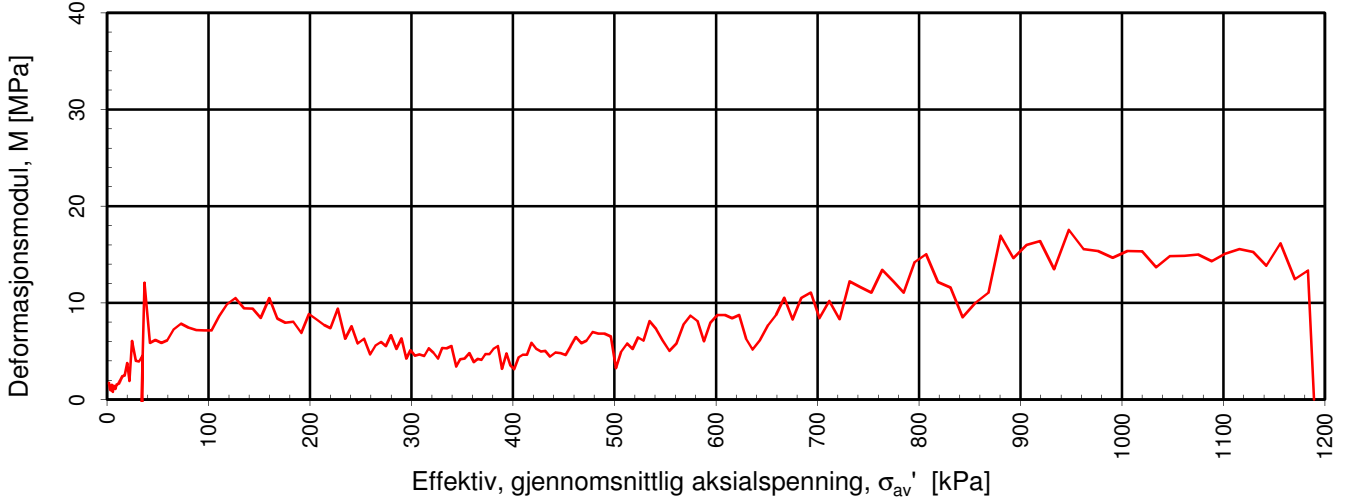
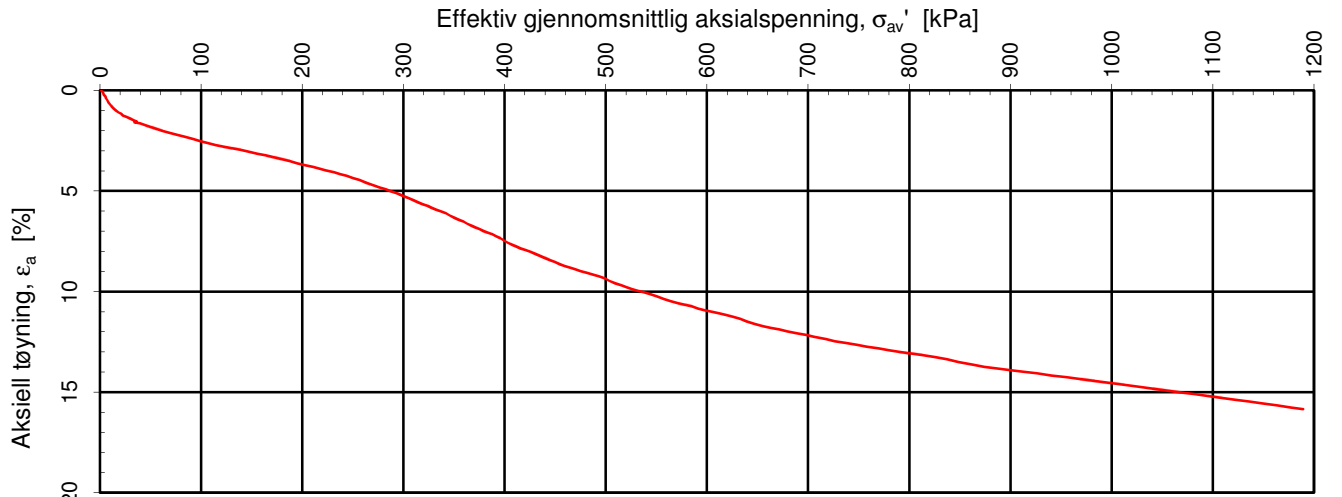
Godkjent
ARV

7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Oppdragsnr.
416592

tegningsnr.
RIG-TEG-012

Rev.



Densitet ρ (g/cm³): **2.00**
 Vanninnhold w (%): **28.80**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **108.23**

Cecilienborg Utvikling AS
Osloveien 132

Tegningens filnavn:

416592-RIG-TEG-075-h2,d11,25.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

27.05.2014

Dybde, z (m):

11.25

Borpunkt nr.:

2

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

kjt

Kontrollert:

OMS

Oppdrag nr.:

416592

Tegning nr.:

RIG-TEG-075.1

Prosedyre:

CRS

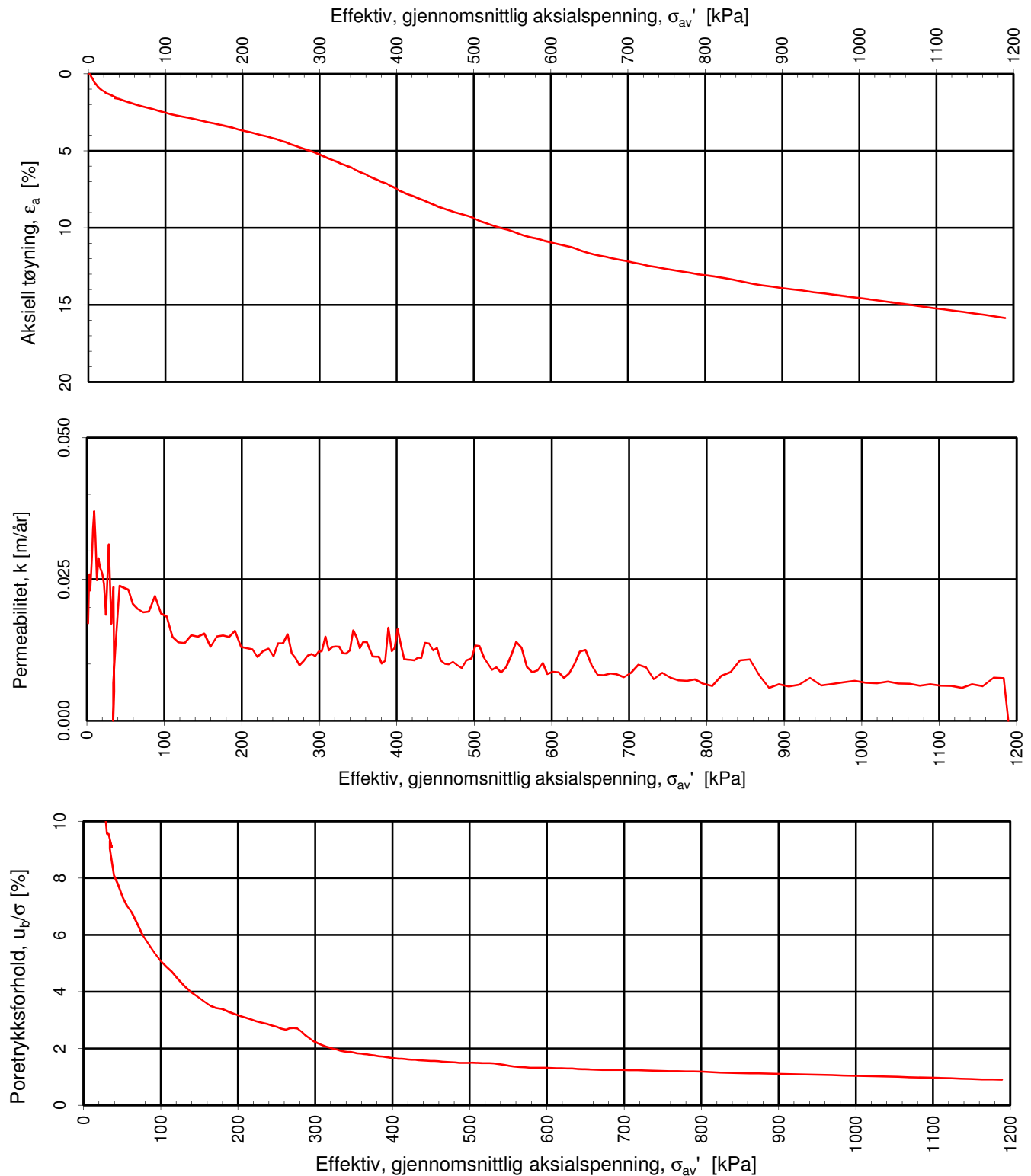
Godkjent:

ARV

Programrevisjon:

07.01.2014

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³):

Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

2.00

Vanninnhold w (%):

28.80

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

108.23

Cecilienborg Utvikling AS

Osloveien 132

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

416592-RIG-TEG-075-h2,d11,25.xlsx

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

27.05.2014

Dybde, z (m):

11.25

Borpunkt nr.:

2

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

kjt

Kontrollert:

OMS

Oppdrag nr.:

416592

Tegning nr.:

RIG-TEG-075.2

Prosedyre:

CRS

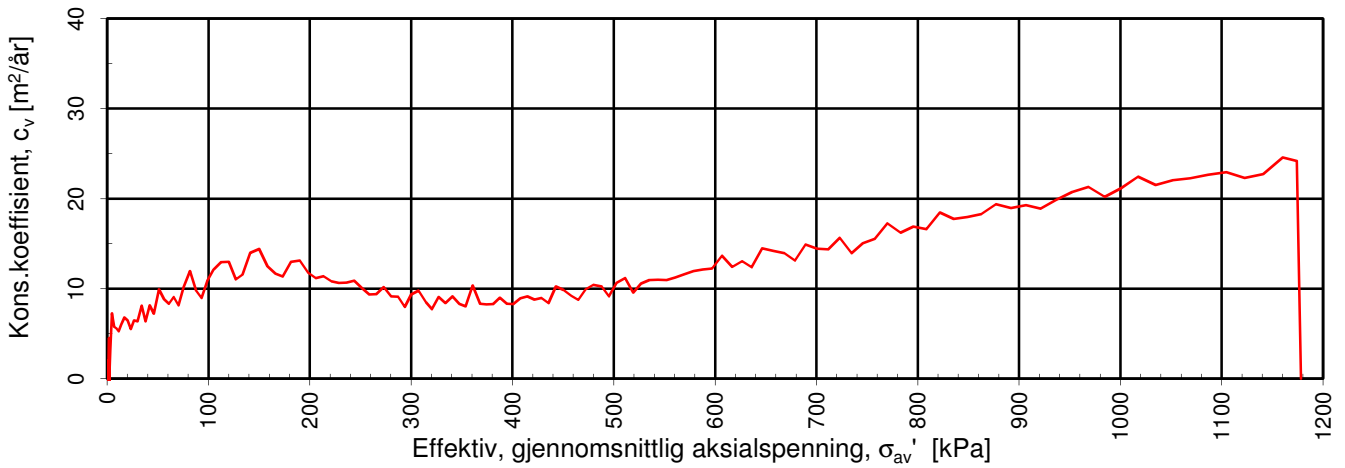
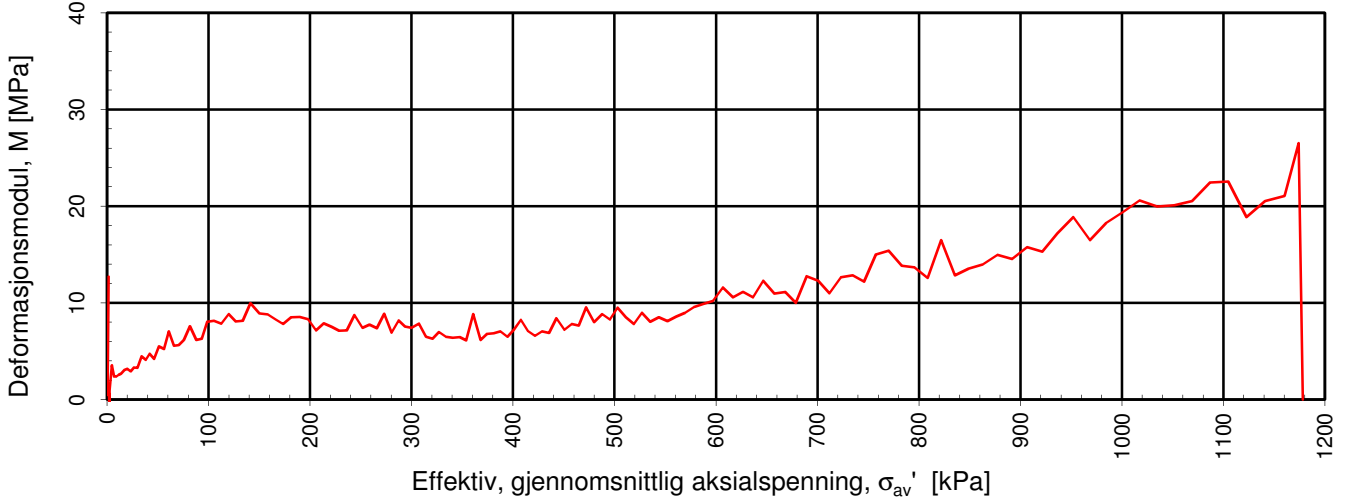
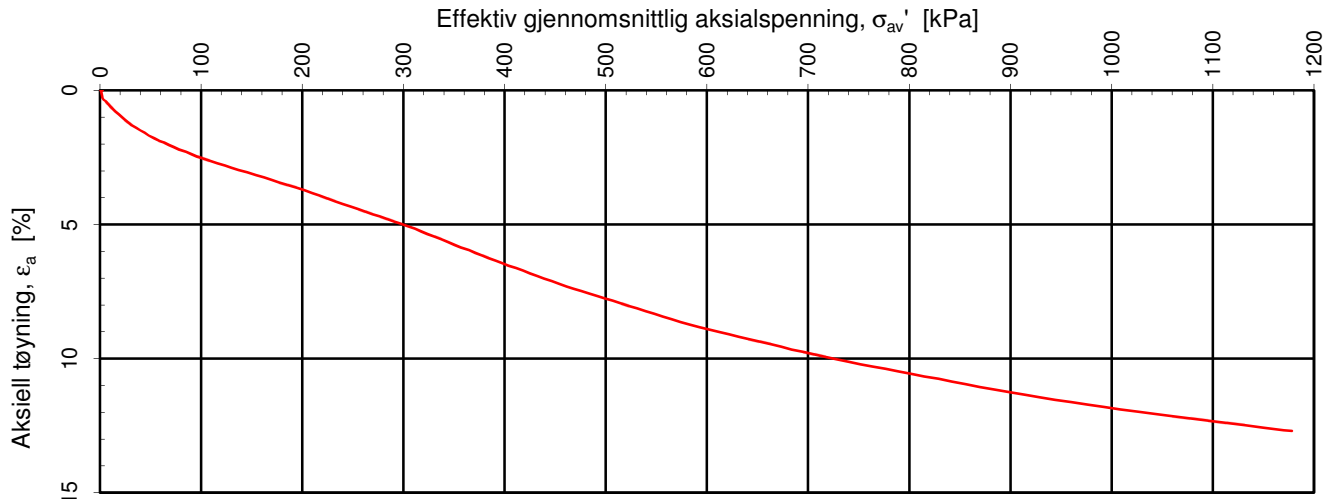
Godkjent:

ARV

Programrevisjon:

07.01.2014

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³): **1.98**
 Vanninnhold w (%): **27.60**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **113.43**

Cecilienborg Utvikling AS
Osloveien 132

Tegningens filnavn:

416592-RIG-TEG-076-h2,d9,60.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:
 27.05.2014

Dybde, z (m):
 9.60

Borpunkt nr.:
 6

Forsøksnr.:
 2

Tegnet av:
 kjt

Kontrollert:
 OMS

Oppdrag nr.:
 416592

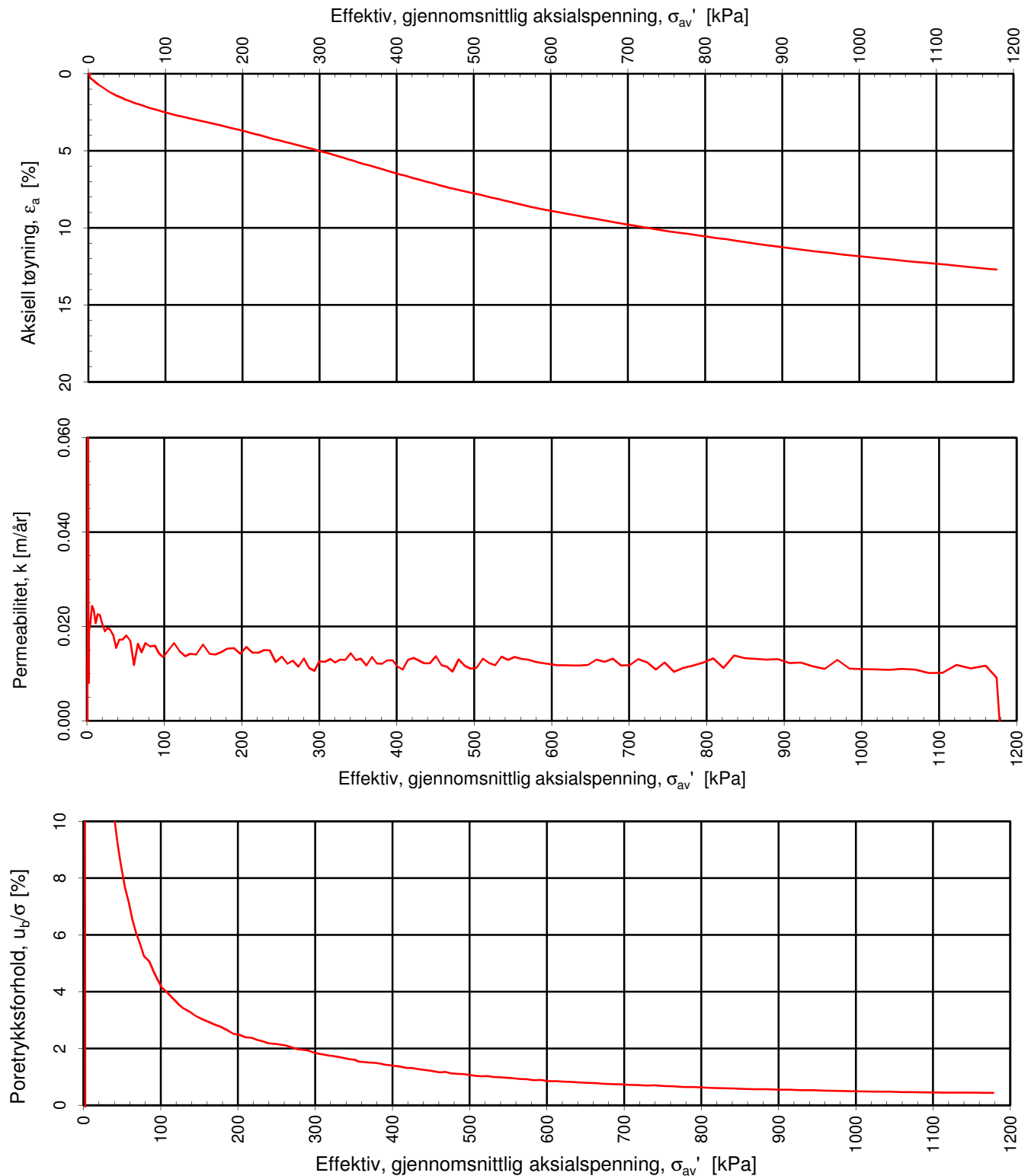
Tegning nr.:
 RIG-TEG-076.1

Prosedyre:
 CRS

Godkjent:
 ARV

Programrevisjon:
 07.01.2014

Multi
 consult



Densitet ρ (g/cm³):

1.98

Vanninnhold w (%):

27.60

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

113.43

Cecilienborg Utvikling AS

Osloveien 132

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

416592-RIG-TEG-076-h2,d9,60.xlsx

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

27.05.2014

Dybde, z (m):

9.60

Borpunkt nr.:

6

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

kjt

Kontrollert:

OMS

Oppdrag nr.:

416592

Tegning nr.:

RIG-TEG-076.2

Prosedyre:

CRS

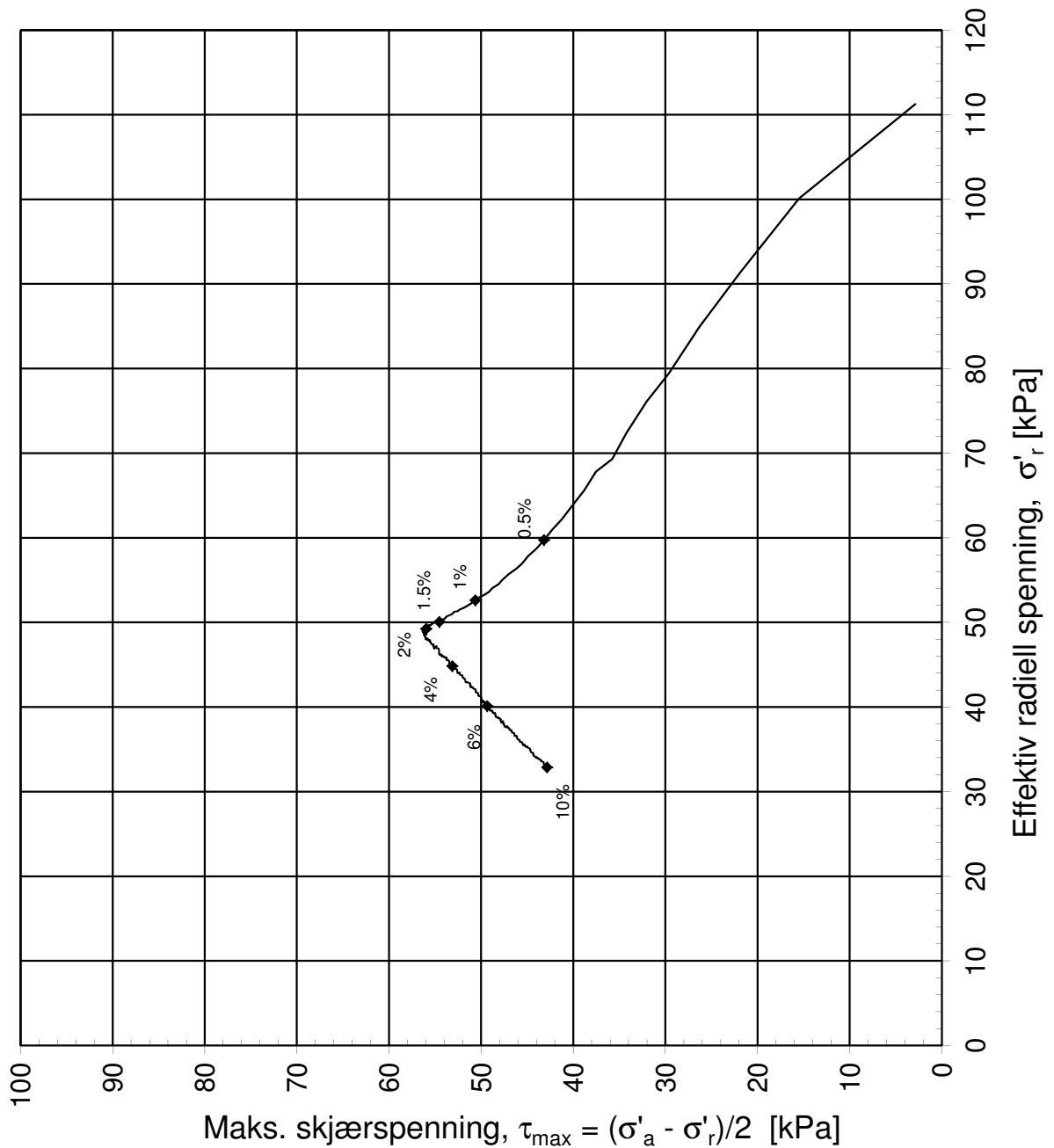
Godkjent:

ARV

Programrevisjon:

07.01.2014

Multi
consult



| | | |
|------------------------------------|---|--|
| Konsolideringsspenning, aksial: | σ'_{ac} (kPa): | 117.02 |
| Konsolideringsspenning, radial: | σ'_{rc} (kPa): | 111.26 |
| Volumtøyning i konsolideringsfase: | ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: | 2.79 |
| Baktrykk u_b (kPa): | 500 | B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.90 |
| Vanninnhold w_i (%): | 30.00 | Densitet ρ_i (g/cm ³): 1.98 |

Cecilienborg Utvikling AS

Osloveien 132

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:

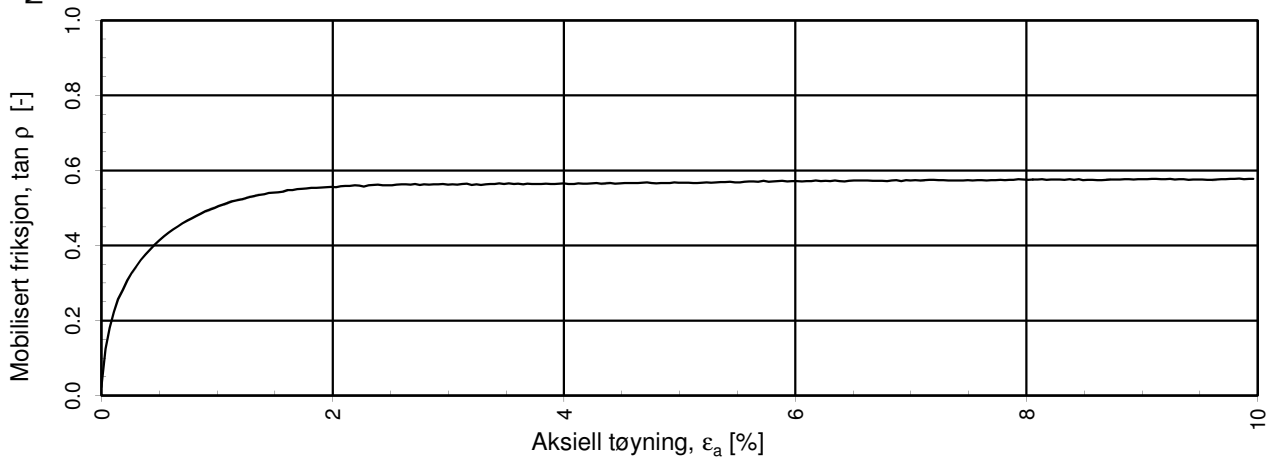
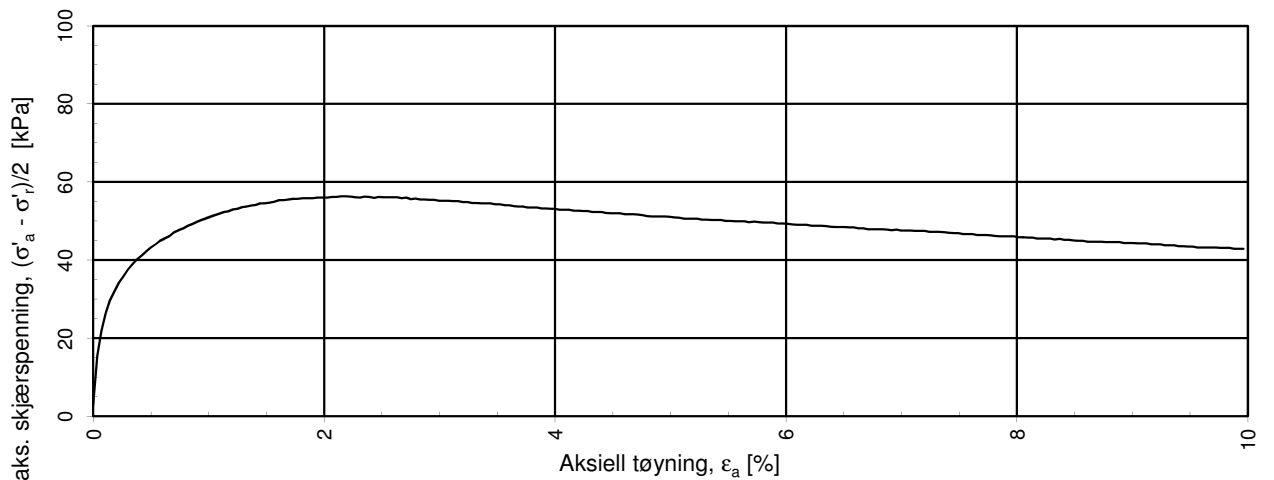
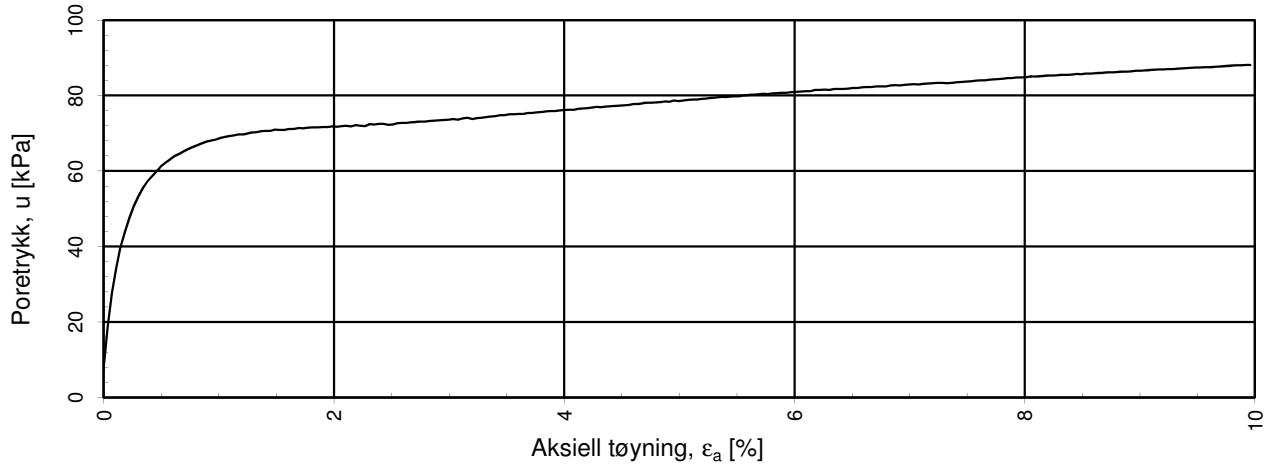
416592-RIG-TEG-090-h6-d9,70.xlsx



MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

| | | | |
|----------------------------|------------------------------|---------------------|------------------|
| Forsøksdato: 29.05.2014 | Dybde, z (m): 9.70 | Borpunkt nr.: 6 | Godkjent: ARV |
| Forsøk nr.: 1 | Tegnet: kjt | Kontrollert: OMS | |
| Oppdrag nr.: 416592 | Tegning nr.: RIG-TEG-90.1 | Prosedyre: CAUa | |



$a = 10$ kPa benyttet for tolkning av $\tan \rho$

Cecilienborg Utvikling AS

Osloveien 132

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

416592-RIG-TEG-090-h6-d9.70.xlsx

Multi
consult

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
29.05.2014

Dybde, z (m):
9.70

Borpunkt nr.:
6

Forsøk nr.:
1

Tegnet:
kjt

Kontrollert:
OMS

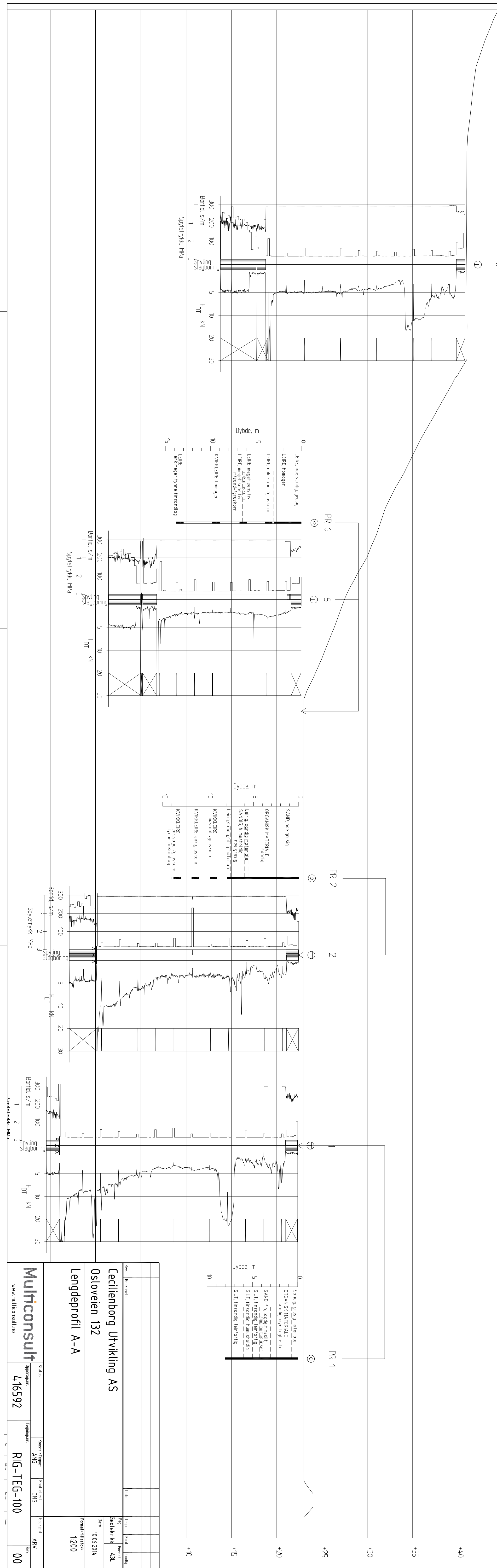
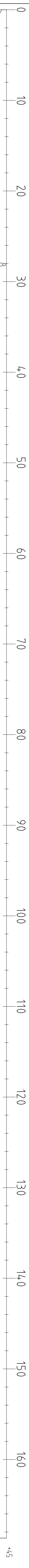
Godkjent:
ARV

Oppdrag nr.:
416592

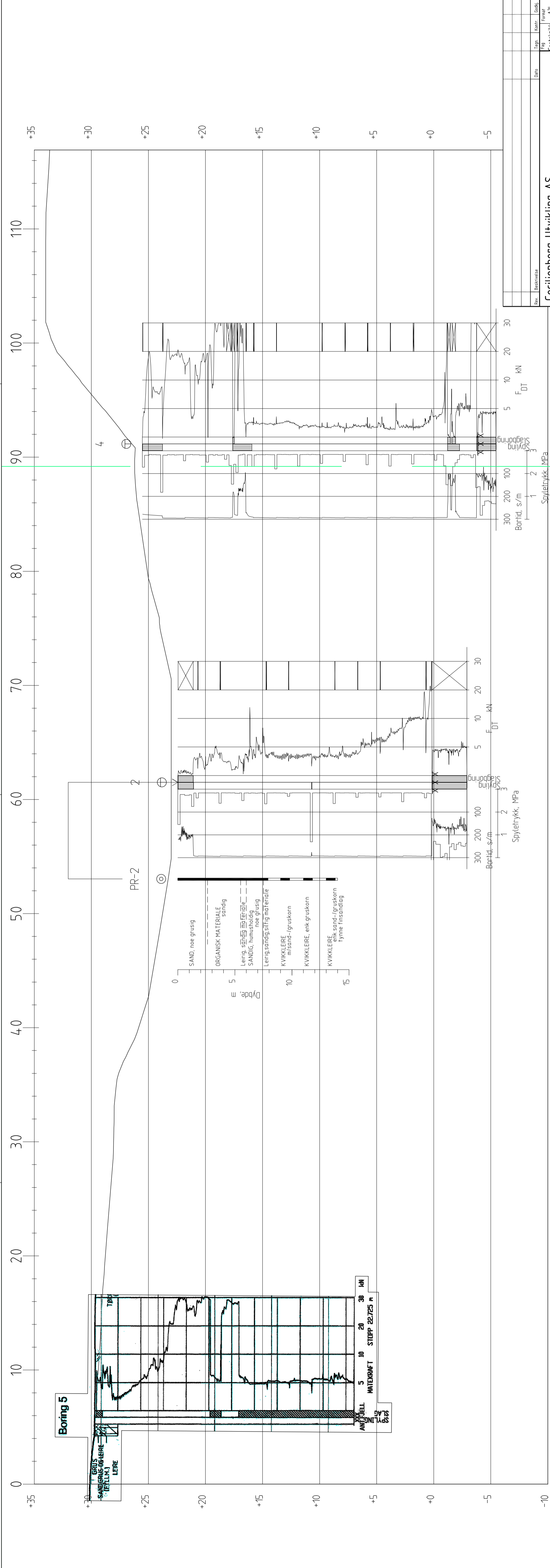
Tegning nr.:
RIG-TEG-90.4

Prosedyre:
CAUa

Programrevisjon:
05.01.2014

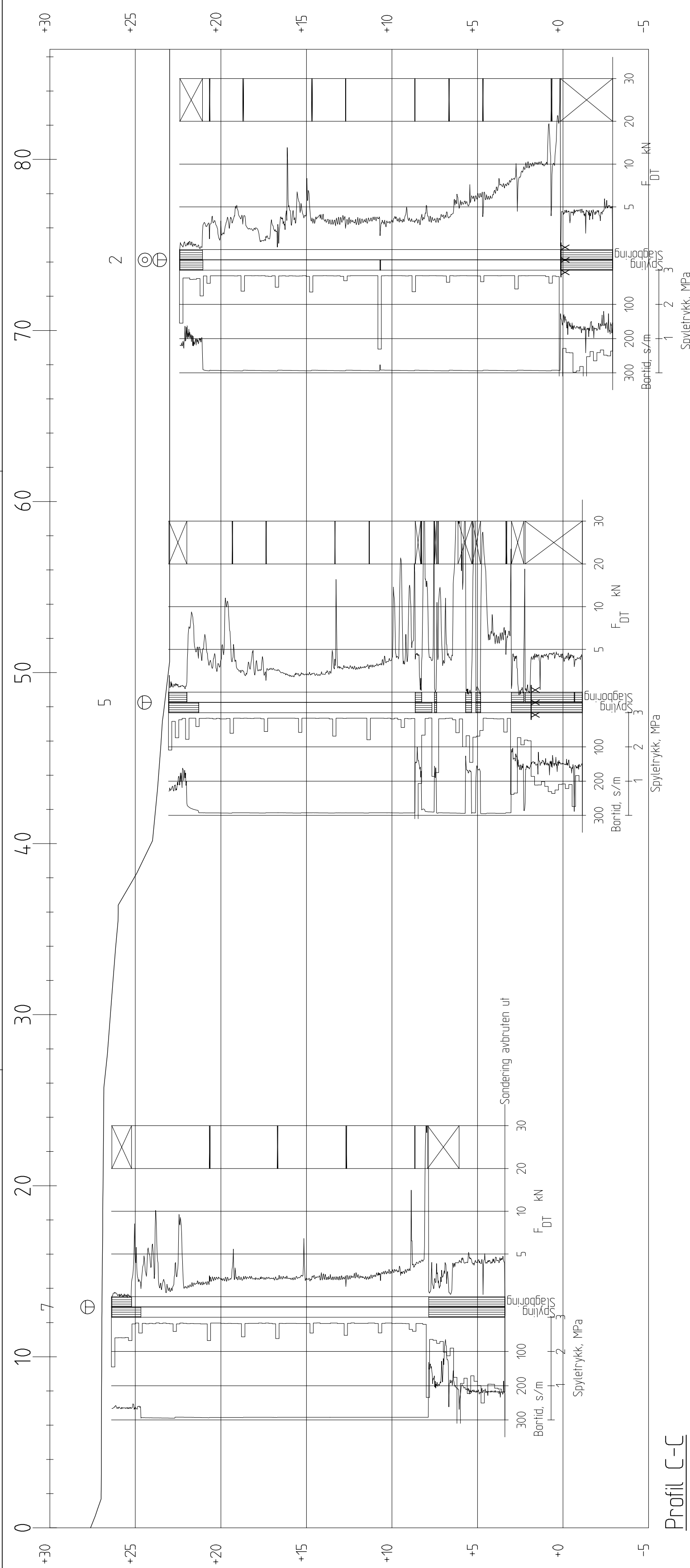


| | | | | | |
|---|-------------|---|---|-------------|-----------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontrollert | Godekjent |
| | | | | | |
| Cecilienborg Utvikling AS Osloveien 132 Lengdeprofil A-A | | | Dato: 10.06.2014 Formål: Geoteknikk A3L Formål/Målestokk: 1:200 | | |
| Multiconsult www.multiconsult.no | | Status: Oppdragsnr. 4-16592 Konstr./Tegnet: ARV Kontrollert: OKS Godkjent: ARV | Revisjon: 00 Tegning: RIG-TEG-100 | | |



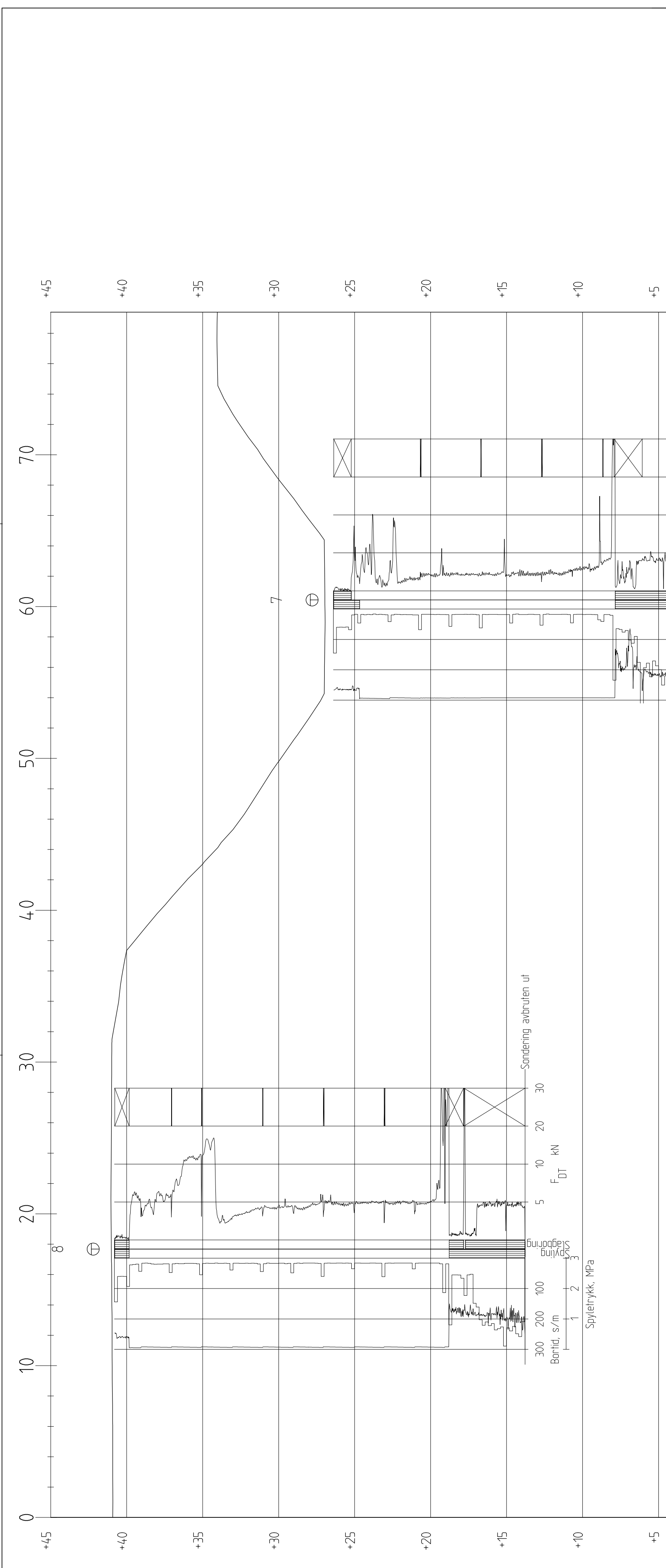
Profil B-B

| | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|------|-----------------|-------|----------------------|---------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Fag | Legn. | Kont. | Forsik. |
| | | | Geoteknikk | A3L | | |
| Cecilienborg Utfvikling AS | | | | | | |
| Osloveien 132 | | | | | | |
| Profil B-B | | | | | | |
| Status Oppdragsnr. 4 16592 | | | Kontrollert OMS | | Godkjent ARV | |
| Tegningssnr. RIG-TEG-101 | | | Dato 10.06.2014 | | Forsikringsnr. 1:200 | |
| Multiconsult www.multiconsult.no | | | | | | |

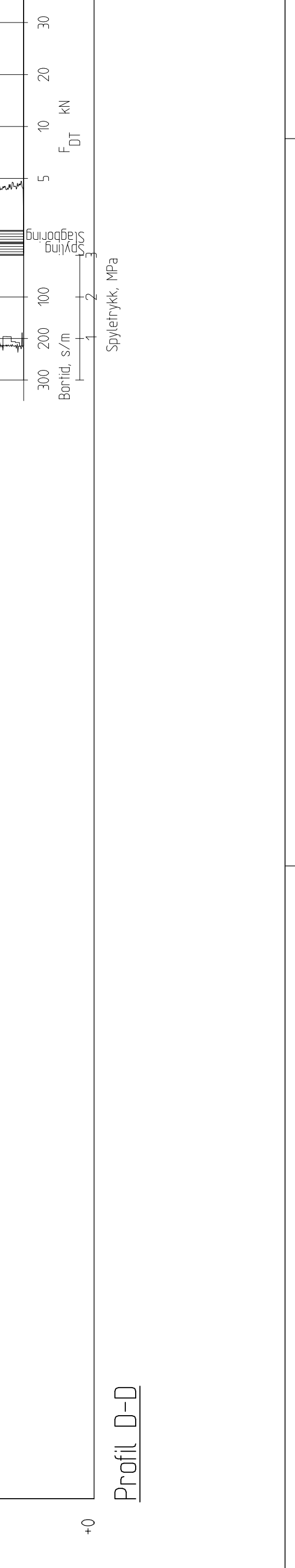


Profil C-C

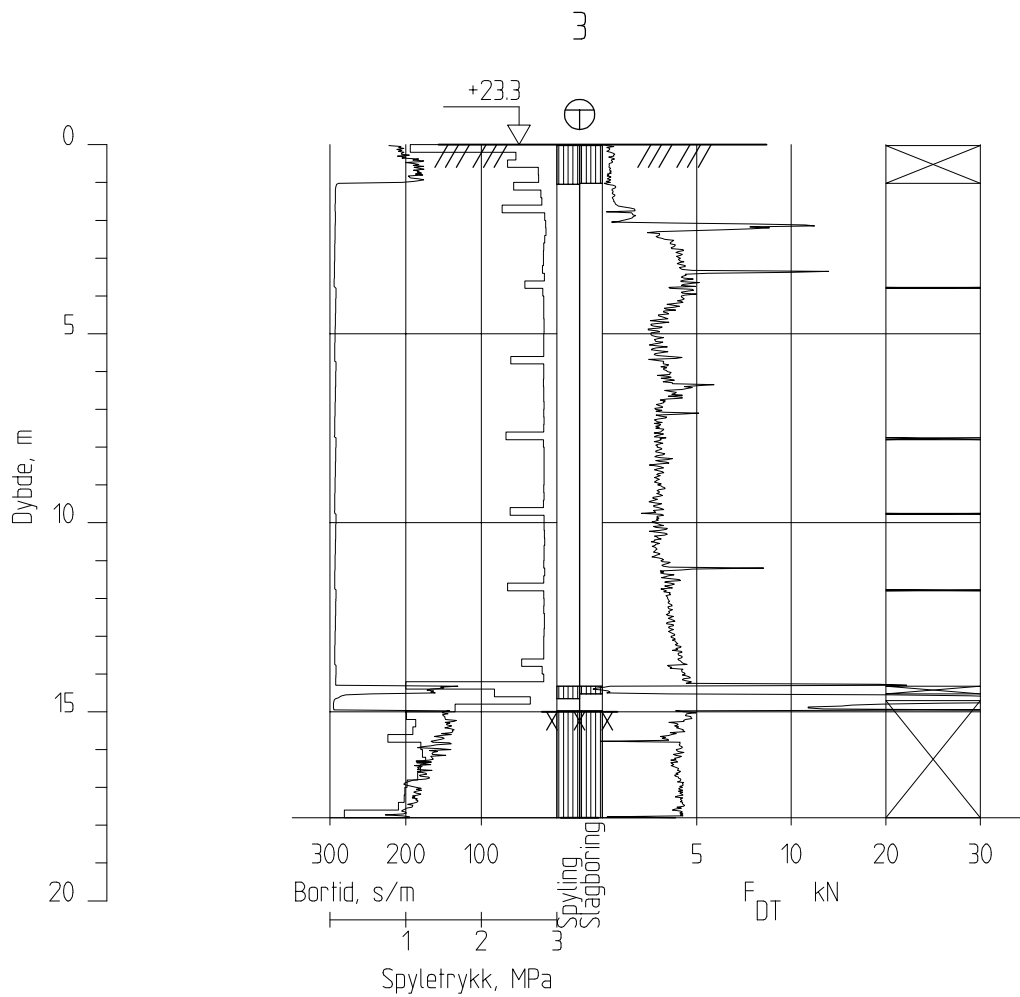
| | | | | | |
|--|-------------|----------------|------------------------------------|----------|--------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| | | | | | |
| Cecilienborg Utvikling AS Osloveien 132 Lengdeprofil C-C | | | Fag Geoteknikk Format A3L | | |
| | | | Dato 10.06.2014 | | |
| | | | Format/Målestokk 1:200 | | |
| Status | | Konstr./Tegner | Kontrollert | Godkjent | Rev. |
| Oppdragsnr. | | AMG | OMS | ARV | |
| 416592 | | RIG-TEG-102 | | | 00 |
| www.multiconsult.no | | | | | |



| | | | | | |
|--|-------------|------|-------------------|-------------|----------|
| Rev. | Beskrivelse | Date | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| | | | Fag | Fornat | |
| | | | Geoteknikk A3L | | |
| | | | Date | 10.06.2014 | |
| | | | Fornat/Bløttstokk | 1:200 | |
| Cecilienborg Utvikling AS Osloveien 132 Profil D-D | | | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| | | | AMG | DMS | ARV |
| Status | | | Oppdragnr. | | |
| | | | 416592 | | |
| Tegningnr. | | | RIG-TEG-103 | | |
| Rev. | | | 00 | | |



Profil D-D



Vedlegg A

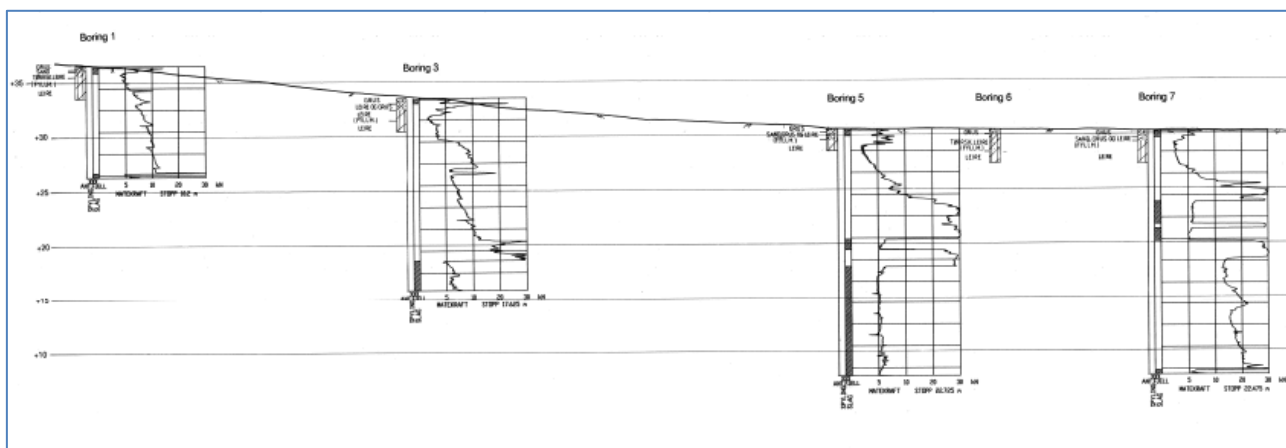
Innholdsfortegnelse

| | | |
|-----|---|---|
| A.1 | Fra Trondheim kommunes rapport R.1323 | 2 |
| A.2 | Fra Trondheim kommunes rapport R.325-2 (1974) | 3 |
| A.3 | Fra NOTEBY-rapport 300616-1 og -2 (2001) | 4 |
| A.4 | Annen informasjon | 5 |

A.1 Fra Trondheim kommunes rapport R.1323



Figur A-1 Borpunkter i Stavnevegen sør for tomta

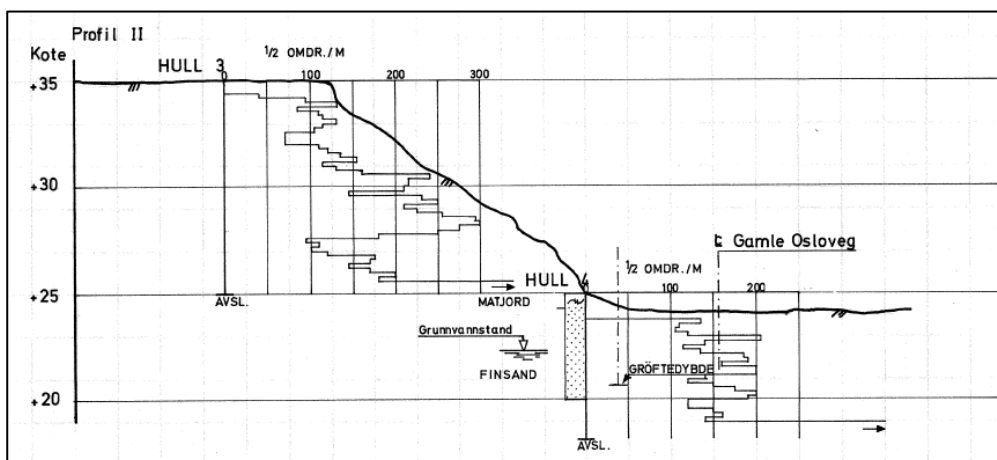
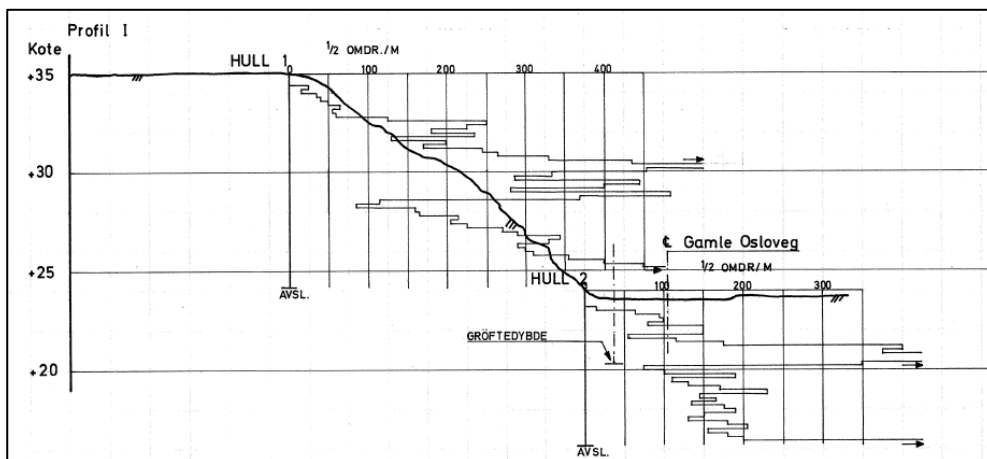


Figur A-2 Sonderingene nærmest tomta indikerer relativt fast leire og ikke sprøbruddmateriale

A.2 Fra Trondheim kommunes rapport R.325-2 (1974)

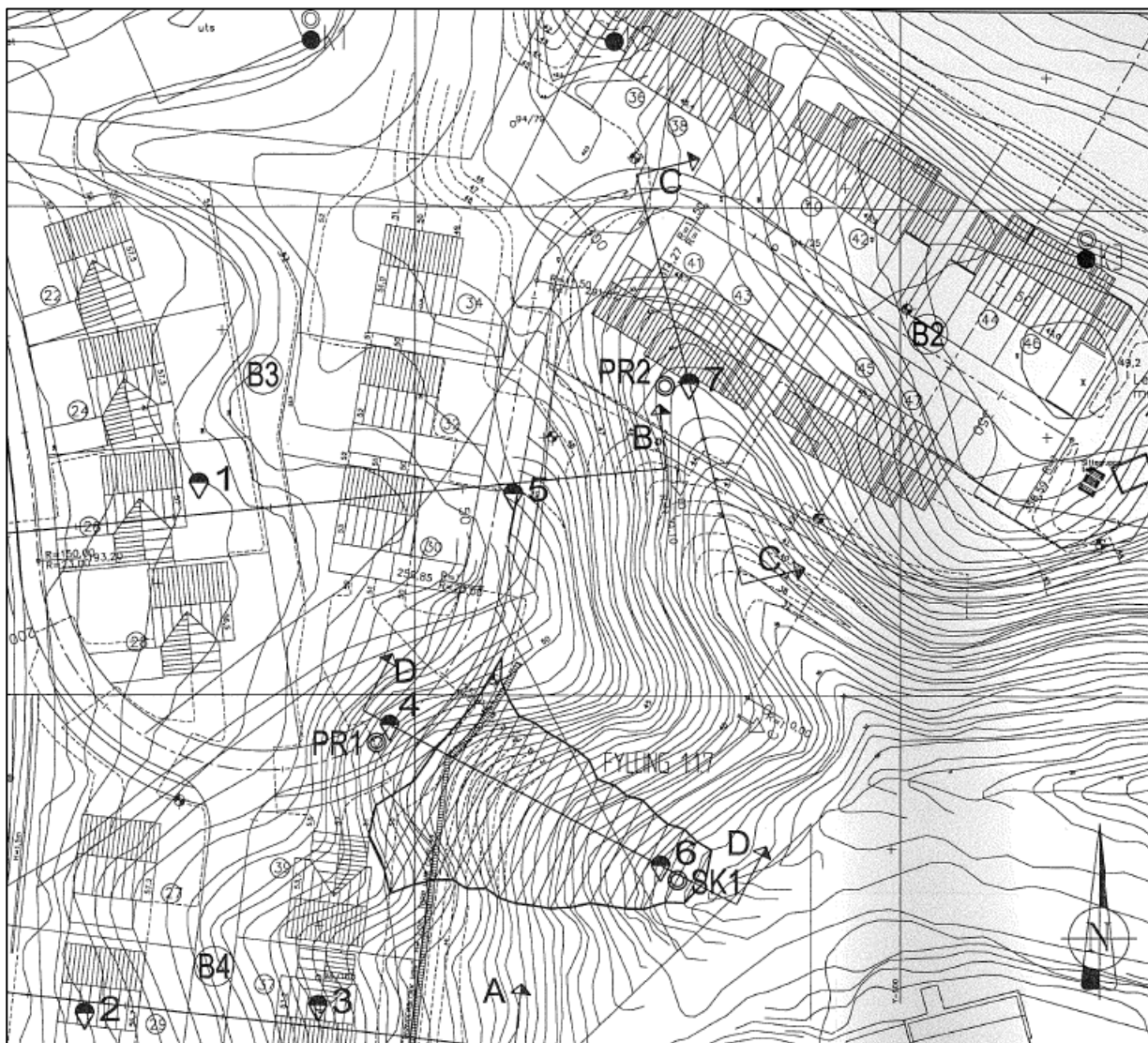


Figur A-3 Borpunkter i topp og bunn av skråningen mot Oslovegen på eiendommen nord for tomta



Figur A-4 Profiler med boreresultater. Boringene er avsluttet i for liten dybde til å avklare om det er sprøbrudsmateriale

A.3 Fra NOTEBY-rapport 300616-1 og -2 (2001)



Figur A-3 Borpunkter (K1, K2 og K3 er fra Kummeneje-rapport O.3578, 1982)

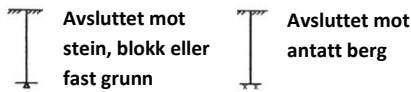
Undersøkelsen ble utført for utbygging av Breidablikk hageby (Belvedere). Området har kupert terreng og preget av grunnvannsraviner med mellomliggende plataer og rygger. Høydeforskjellene var opptil 20 m og skråningene var lokalt bratte med helning lokalt nær 1:1. Innen områdene B2-B3 angitt i figur 1 ble det angitt følgende grunnforhold:

| Område | Grunnforhold | Andre forhold |
|--------|---|---|
| B2 | <ul style="list-style-type: none"> Sand i toppen , videre silt og gruslag før overgang til leire i dybden Kvikkleire antatt fra dybde 17-20 m under terreng | Tidligere nedplanert terrengrygg særlig i øst |
| B3 | <ul style="list-style-type: none"> Øverst grus/sand, deretter silt/leire og nederst morene over fjell | Ikke indikasjon på sensitiv leire i dette området |
| B4 | <ul style="list-style-type: none"> Sand og grus over antatt fjell i dybde ca 4 m | |

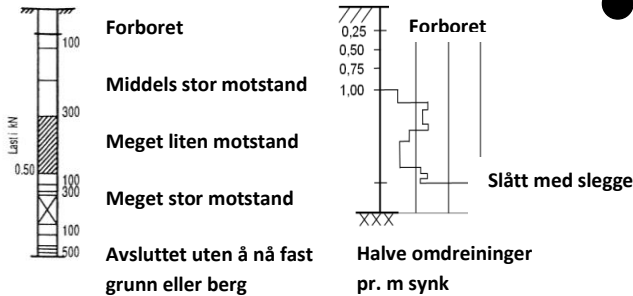
A.4 Annen informasjon

På selve tomta er det tidligere kun utført 2 enkle sonderinger. Disse er utført for å undersøke dybden til berg og er avsluttet i dybde 10 m uten bergkontakt. Borerne har i sine notater antatt kvikkleire, men dette er ikke verifisert. (ref. Trondheim kommunes rapport R.157).

En grunnundersøkelse rett øst for tomta og øst for Osloveien viser at det er betydelige fyllmasser i dette området. Original grunn består av sand og grus med overgang til leire på ca kote +8 til +9. (ref. Noteby-rapport 379242). Noen av sonderingene indikerer sprøbruddmateriale (sensitiv eller kvikk leire).

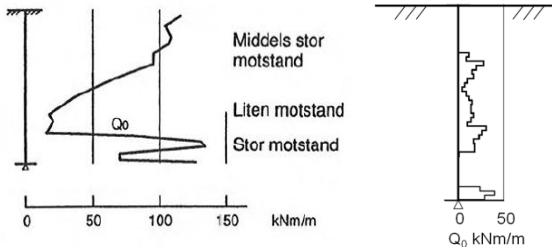


Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)
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 $\frac{1}{2}$ -omdreinger pr. 0,2 m synk registreres.

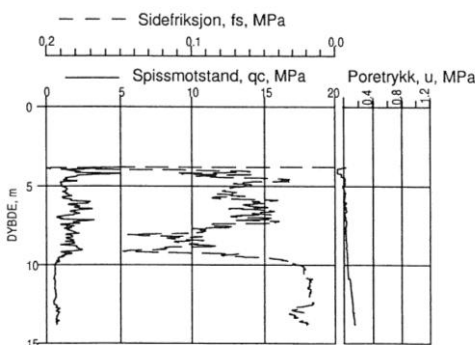
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreinger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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.

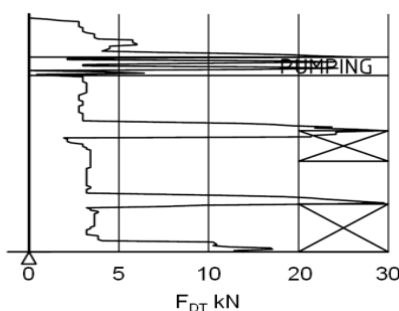
Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.
 $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

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).

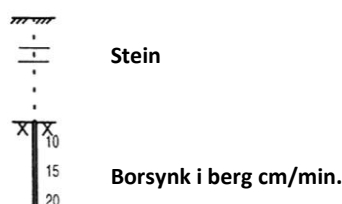


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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 omdreinger/min.

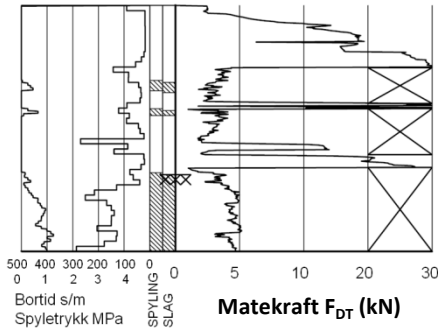
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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.



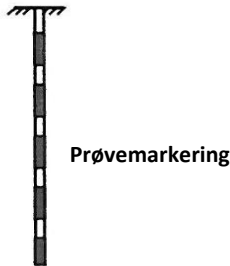
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



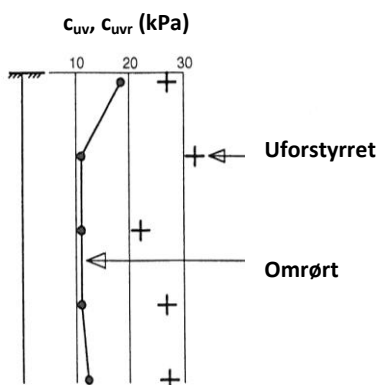
⊙ MASKINELL NAVERBORING

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhjull 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.



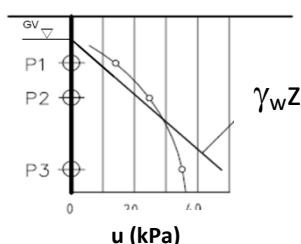
⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking 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 blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved 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 ramprøvetakere og blokkprøvetakere. Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. 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 (NGF MELDING 6)

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 stige høyde 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.

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner 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 leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

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

| Benevnelse | Beskrivelse |
|---|--|
| Torv | Myrplanter, mer eller mindre omdannet. |
| • <i>Fibrig torv</i> | Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke. |
| • <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i> | Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene. |
| • <i>Amorf torv, svarttorv</i> | 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 omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget. |

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

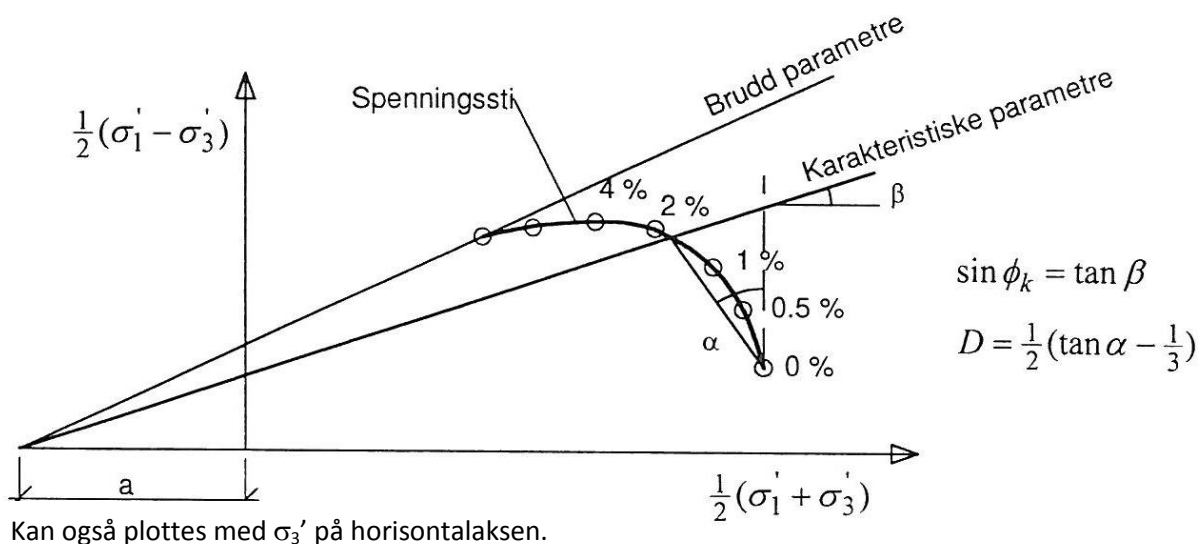
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) 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.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A , B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}) (NS8016), konusforsøk (c_{uk} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c_r ($s_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

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 – FLYTEGRENSE (w_l %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

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. Plastisiteten $I_p = w_l - w_p$ (%) 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).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

| | |
|---|--|
| Densitet (ρ , g/cm ³) | Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del. |
| Korndensitet (ρ_s , g/cm ³) | Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff |
| Tørr densitet (ρ_d , g/cm ³) | Masse av tørt stoff pr. volumenhet |

TYNGDETETHETER

| | |
|---|--|
| Tyngdetetthet (γ , kN/m ³) | Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$) |
| Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m ³) | Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$) |
| Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m ³) | Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$) |

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

| | |
|------------------------|---|
| Poretall e (-) | Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%) |
| Porøsitet n (%) | Volum av porer i % av totalt volum av prøven |

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. 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.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

| Modell | Moduluttrykk | Jordart - spenningsområde |
|-------------------------|--------------------------------|--|
| Konstant modul | $M = m_{oc}\sigma_a$ | OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen) |
| Lineært økende modul | $M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$ | Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$ |
| Parabolisk økende modul | $M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$ | Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$ |

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

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.

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_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

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).

HUMUSINNHOLD

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

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

| NGF Veiledninger Norske standarder NS | Tema |
|--|--|
| NGF 1 (1982) | SI Enheter |
| NGF 2, rev.1 (2012) | Symboler og terminologi |
| NGF 3, rev. 1 (1989) | Dreiesondering |
| NGF 4 (1981) | Vingeboring |
| NGF 5, rev.3 (2010) | Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) |
| NGF 6 (1989) | Grunnvanns- og poretrykksmåling |
| NGF 7, rev. 1 (1989) | Dreietrykksondering |
| NGF 8 (1992) | Kommentarkoder for feltundersøkelser |
| NGF 9 (1994) | Totalsondering |
| NGF 10, rev.1 (2009) | Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser |
| NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006) | Prøvetaking |
| Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010) | Feltundersøkelser |

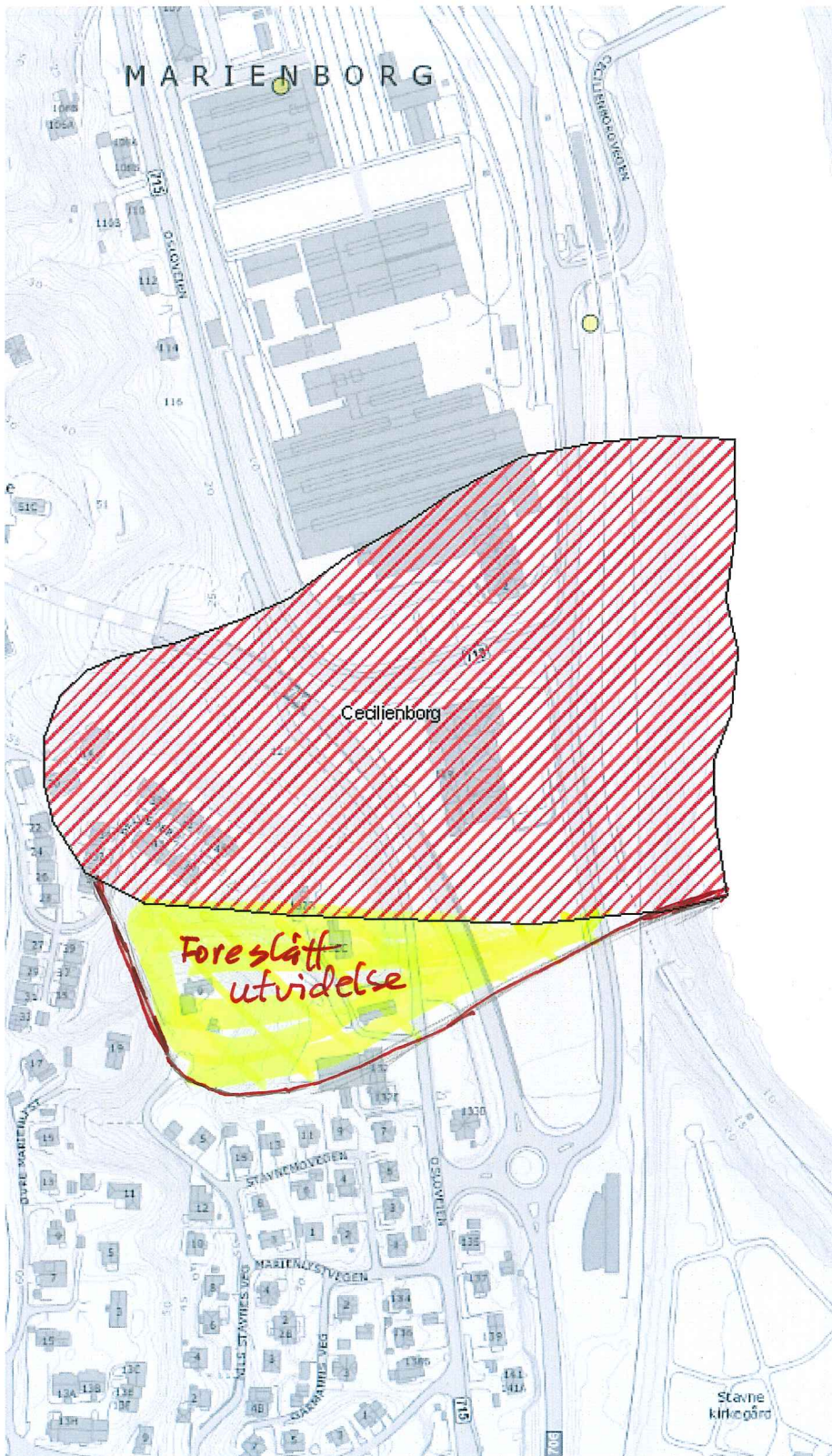
METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

| Norske standarder NS | Tema |
|-------------------------------------|--|
| NS8000 (1982) | Konsistensgrenser – terminologi |
| NS8001 (1982) | Støtflytegrense |
| NS8002 (1982) | Konusflytegrense |
| NS8003 (1982) | Plastisitetsgrense (utrullingsgrense) |
| NS8004 (1982) | Svinngrense |
| NS8005 (1990) | Kornfordelingsanalyse |
| NS8010 (1982) | Jord – bestanddeler og struktur |
| NS8011 (1982) | Densitet |
| NS8012 (1982) | Korndensitet |
| NS8013 (1982) | Vanninnhold |
| NS8014 (1982) | Poretall, porøsitet og metningsgrad |
| NS8015 (1987) | Skjærfasthet ved konusforsøk |
| NS8016 (1987) | Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk |
| NS8017 (1991) | Ødometerforsøk, trinnvis belastning |
| NS8018 (1993) | Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning |
| NS14688-1 og -2 (2009) | Klassifisering og identifisering av jord |
| NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005) | Treaksialforsøk (UU, CU) |
| Statens vegvesen Håndbok 015 (2005) | Laboratorieundersøkelser |

Vedlegg 2. Skjema for innmelding av reviderte/nye faresoner til NVE

| INNMELDING AV SONEUTREDNING, JUSTERING AV EKSISTERENDE FARESONE FOR KVIKKLEIRESKRED | | | |
|--|--|----------------|-------------------|
| Kartblad: | 1621 IV | | |
| Kommune: | 1601 Trondheim | | |
| Sted: | Cecilienborg | | |
| Kvikkleirefaresone: | Cecilienborg | Sonenr.: | 187 |
| Oppdragsgiver: | Cecilienborg Utvikling AS | Kontaktperson: | Roger Holmgren |
| SONEUTREDNING ER UTFØRT AV: | | | |
| Foretak: | Multiconsult AS | Kontaktperson: | Odd Magne Solheim |
| Kvalitetssikring uavhengig foretak: | NGI | Kontaktperson: | Eystein Enlid |
| FAREGRADESKLASSE OG UTSTREKNING: | | | |
| Tidligere faregrad: | Middels | Ny faregrad: | Lav |
| Revidert soneavgrensing: | (tegning, shapefil o.l.) Kartutskrift med påtegnet forslag til utvidelse av sonen | | |



Tegnforklaring

Kvikkleire - skredrisiko

-  Risikoklasse 5
-  Risikoklasse 4
-  Risikoklasse 3
-  Risikoklasse 2
-  Risikoklasse 1
-  Kartlagte områder
- Bakgrunn gråtonekart



NVE
Norges vassdrags-
og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens kartverk
Kartdatum: EUREF89 (WGS84)
Projeksjon: UTM sone 33
Dato: 11.18.2014

Dette kartet er automatisk produsert på internett og kan inneholde feil og mangler.