VSO CONSULTING

# NEDRE HVALSENG, RINGERIKE KOMMUNE

## Geoteknisk undersøkelsesrapport

**April 2021**

**20237**
S:\2020\20237\v\2021\GIR\20237_Geoteknisk_undersøkelsesrapport_Nedre_Hvalseng.docx

| No. utg. | Dato | Utført | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 28.04.2021 | DRH | GÖB | GÖB |

**Utført av:**

VSO Consulting
Furusethgata 5, 2050 Jessheim

www.vso.no

**Utført for:**

Eyolf Angell-Eriksen, Mestergruppen arkitekter
Erland Søraker, BoKvalitet AS

# Innholdsfortegnelse


| | | |
|---|---|---|
| **1** | **Innledning** | **3** |
| 1.1 | Generelt | 3 |
| 1.2 | Sammendrag av tilgjengelig informasjon | 4 |
| **2** | **Krav til sikkerhet** | **6** |
| 2.1 | Generelt | 6 |
| 2.2 | Konsekvensklasse, pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori | 7 |
| 2.3 | Tiltaksklasse | 8 |
| 2.4 | Tiltakskategori | 8 |
| 2.5 | Partialfaktorer | 9 |
| **3** | **Undersøkelser** | **9** |
| 3.1 | Tidligere undersøkelser | 9 |
| 3.2 | Feltundersøkelser | 11 |
| 3.3 | Laboratorieundersøkelser | 13 |
| 3.4 | Tolkning av felt- og laboratorieundersøkelser | 17 |
| **4** | **Terreng og grunnforhold** | **21** |
| 4.1 | Terreng | 21 |
| 4.2 | Grunnforhold og jordparametere | 22 |
| **5** | **Fundamentering og byggetekniske vurderinger** | **22** |
| 5.1 | Frostfri dybde | 22 |
| 5.2 | Fundamentering | 22 |
| 5.3 | Grunntype jordskjelv | 23 |
| 5.4 | Områdestabilitet | 23 |
| *5.4.1* | *NVEs krav* | *23* |
| *5.4.2* | *Stabilitetsberegninger* | *24* |
| 5.5 | Utgravning/lokalstabilitet | 29 |
| **6** | **Konklusjon** | **29** |

**Bilag A: Oversiktstegning.**

**Bilag B: Geotekniske feltundersøkelser: feltrapport, total- og CPTu-sonderinger, prøvekort, piezometerkort og CPTu-resultater.**

**Bilag C: Geotekniske laboratorieundersøkelser - Rapport fra Multiconsult.**

# 1 Innledning

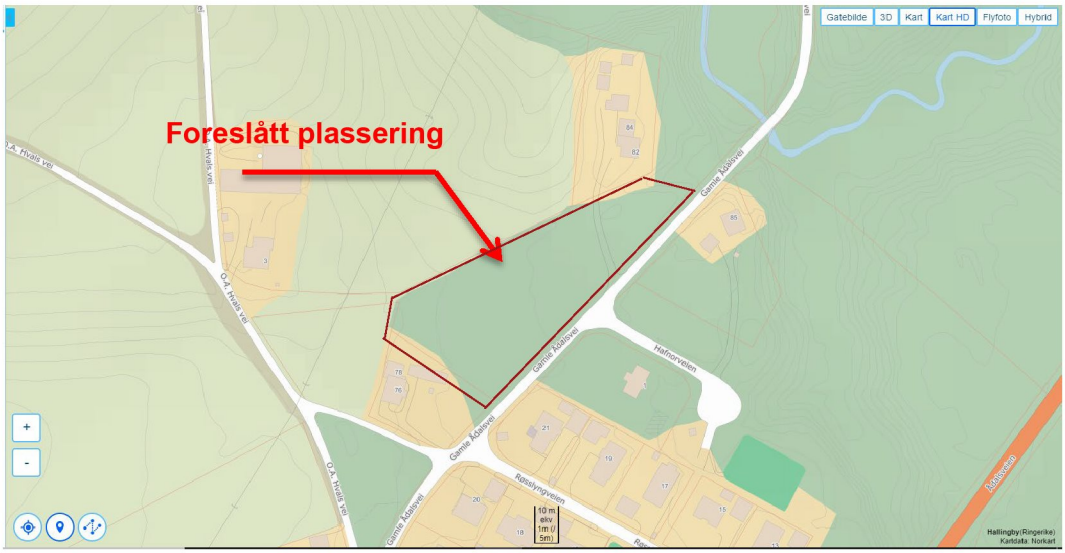
## 1.1 Generelt

VSO Consulting AS i samarbeid med Norsk Grunnboring AS har på oppdrag Innhus AS utført orienterende grunnundersøkelser på tomt gnr/bnr 274/2-0, ved Gamle Ådalsvei i Ringerike kommune i forbindelse med detaljplan av området Nedre Hvalseng. Bilder 1.1 og 1.2 viser kart og flyfoto av området.

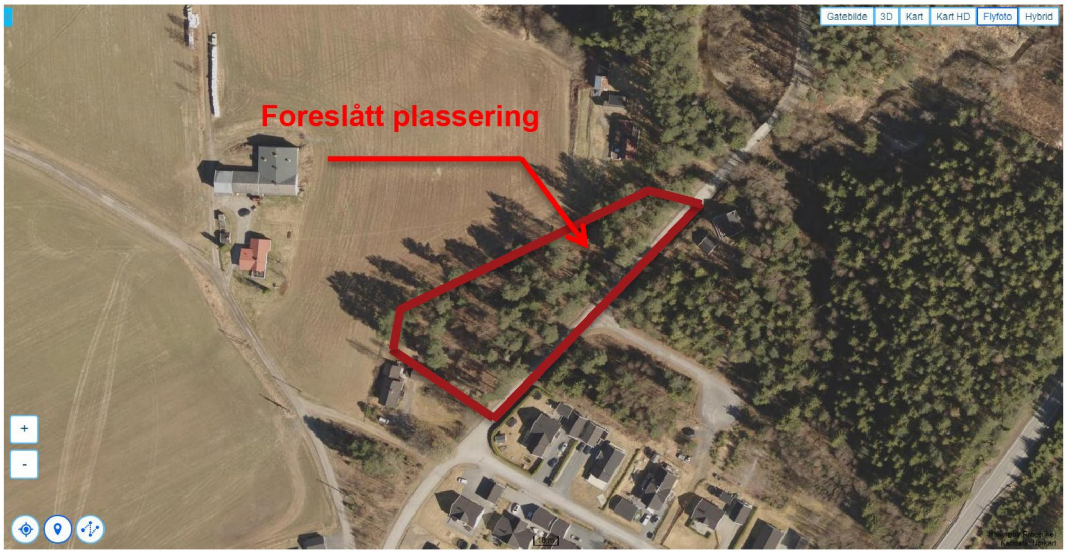
Rapporten viser resultater av feltundersøkelser (totalsonderinger, CPTu-sonderinger, naverboring, opptak av ø54 mm sylinderprøver og poseprøver og piezometer) samt laboratorieundersøkelser.

Undersøkelsene ble utført i henhold til borplan sendt med e-post 19. mars 2021. Undersøkelsene ble utført 29 mars 2021.

Undersøkelsene gir grunnlag for fundamentering av planlagte bygg og områdestabilitet.




Bilde 1.1 Kart av planområdet. Kilde: www.kart.finn.no

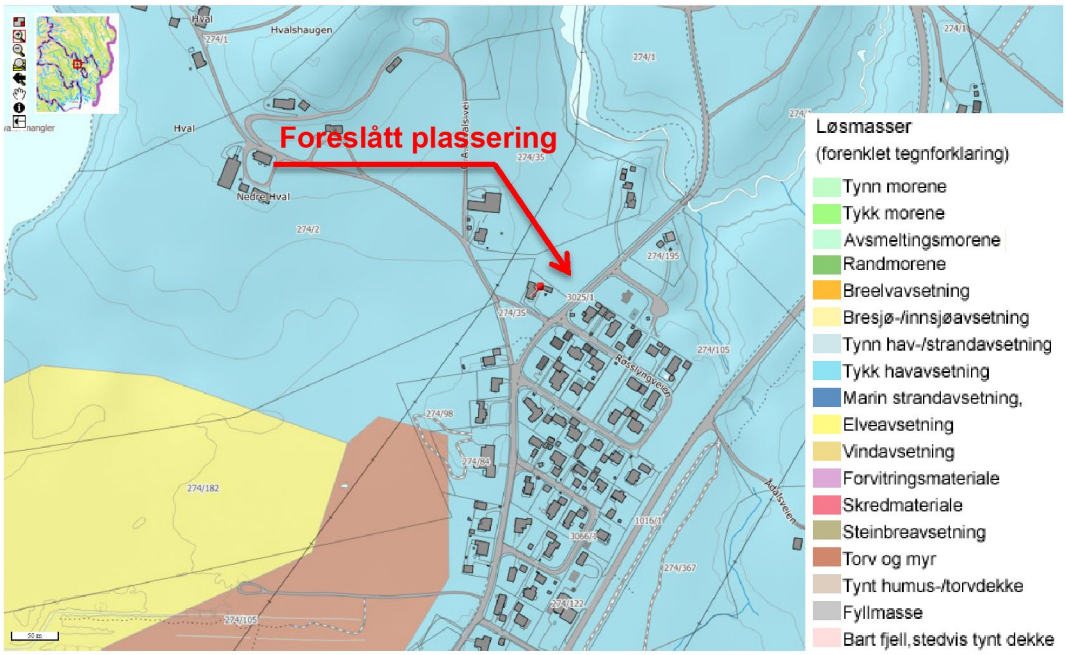



Bilde 1.2 Flybilde fra området. Kilde: www.kart.finn.no

## 1.2 Sammendrag av tilgjengelig informasjon

Tilgjengelig informasjon fra varige kilder er oppsummert i dette kapitlet.

Etter gjennomgang av tilgjengelige data fra området, karter (bilder 1.1-1.2) og informasjon fra Nasjonal løsmassedatabase[1] (bilde 1.3), er det mest sannsynlig at planområdet hovedsakelig består av tykk havavsetning (leire) med elveavsetning og torv og myr i nærheten.



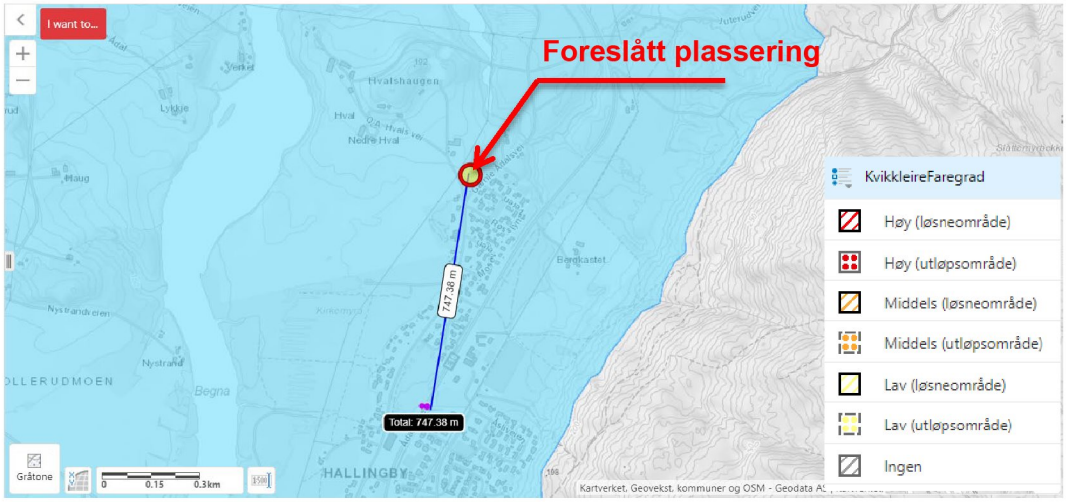

Bilde 1.3 Kart som viser dokumenterte løsmasser, tykk havavsetning, torv og myr i nærheten. Kilde: www.geo.ngu.no/kart/losmasse/

Kartgrunnlaget fra Norges vassdrags- og energidirektorat, i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse, www.skrednett.no (bilde 1.4) viser at planområdet ligger utenfor kartlagte kvikkleireområder men under marin grense og i ca. 750 m avstand fra område der kvikkleire har blitt funnet av Statens Vegvesen.

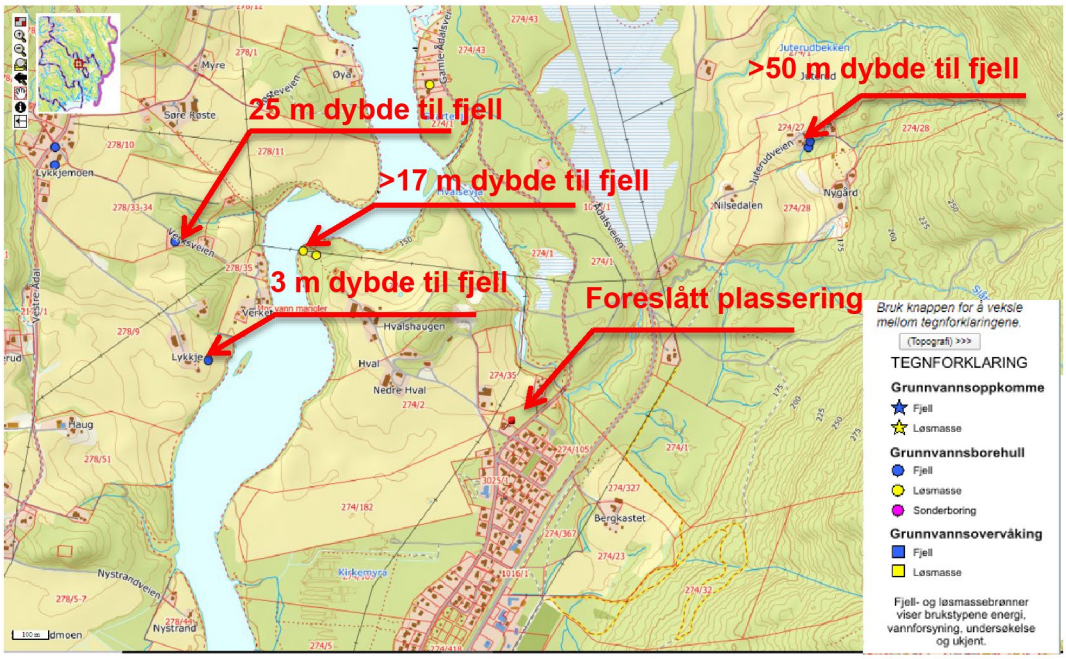
Bilde 1.5 viser plassering av grunnvannsbrønner i nærheten. Det er registrert 3-25 m dybde til fjell ca. 700-1000 m vest for tomten og over 50 m dybde til fjell 1200 m nordøst for tomten.

Bilde 1.6 viser situasjonsplan av området.

[1] http://geo.ngu.no/kart/losmasse/




Bilde 1.4 Kart fra skrednett.no som viser at området ligger ca. 750 m fra nærmeste kvikkleirepunkt men under marin grense. Kilde: www.skrednett.no




Bilde 1.5 Kart som viser plassering av grunnvannsbrønner. Ca. 700-1000 m vest for tomten er målt dybde til fjell mellom 3 og 25 m og ca. 1200 m nordøst for tomten er målt dybde til fjell >50 m. Kilde: http://geo.ngu.no/kart/granada/

Bilde 1.6 Situasjonsplan av området, Nedre Hvalseng.

# 2 Krav til sikkerhet

## 2.1 Generelt

Gjeldende regelverk og standarder som legges til grunn for er oppsummert nedenfor:

- NS-EN 1990:2002+NA:2008 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7 - del 1)
- NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 (Eurokode 7 - del 2)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 (Eurokode 8 - del 1)
- Byggeteknisk forskrift: TEK 17
- Byggesaksforskriften: SAK 10
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, juni 2014
- Arbeidstilsynet, Forskrift om graving og avstiving av grøfter, februar 2007
- NVEs veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred

## 2.2 Konsekvensklasse, pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori

Byggeteknisk forskrift: TEK 17, NS-EN 1990 og NS-EN 1997-1 deler inn i følgende konsekvensklasser for geoteknisk prosjektering:

| Konsekvens-klasse (CC) | Beskrivelse | Eksempel – type bygning |
|---|---|---|
| CC1 | **Liten** konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser | Landbruksbygninger der mennesker vanligvis ikke oppholder seg (f.eks. lagerbygninger), drivhus |
| CC2 | **Middels** stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser | Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelige f.eks. et kontorbygg) |
| CC3 | Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller **svært store** økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser | Tribuner, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er store (f.eks. en konserthall) |

Prosjektet anses være i konsekvensklasse CC2.

Pålitelighetsklasse er bestemt fra følgende tabell (tabell NA.A1(901) i NS-EN 1990:2002 + NA:2008).

| Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler | Pålitelighetsklasse (CC/RC) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Atomreaktor, lager for radioaktiv avfall | | | | x |
| Dammer | | | x | (x) |
| Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien | | | x | (x) |
| Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller [1)] | | (x) | x | (x) |
| Veg- og jernbanebruer | | | x | |
| Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentere, forsamlingslokaler, osv.) | | (x) | x | |
| Kai- og havneanlegg | | x | (x) | |
| Tårn, master, skorsteiner, siloer | | x | (x) | |
| Industrianlegg | | x | (x) | |
| Kontor- og forettningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg, osv. | | x | (x) | |
| Fiskerihavner og –anlegg | (x) | x | | |
| Landbrukdsbygg | x | (x) | | |
| Feste av kledninger, taktekking og lignende komponenter | x | (x) | | |
| Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold [1)] | x | (x) | | |
| Snåhus, rekkehus, mindre lagerhus, osv. | x | | | |
| Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid | x | | | |
| [1)] Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende område og byggverk. | | | | |

Pålitelighetsklasse settes til klasse RC2 i samsvar med SAK10.

Når det gjelder krav til prosjektering av geotekniske prosjekter angir NS-EN 1997-1:2004+NA:2016 tre ulike kategorier. Dette prosjektet er i geoteknisk kategori 2 som er beskrevet her nedenfor:

> *Geoteknisk kategori 2*: bør omfatte konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold og hvor prosjekteringen baseres på kvantitative geotekniske data og analyser og rutinemessige prosedyrer som sikrer at grunnleggende krav blir oppfylt.

**Tabell 1 Definisjon av Geoteknisk Kategori**

| Pålitelighetsklasse | Vanskelighetsgrad | | |
|---|---|---|---|
| | Lav | Middels | Høy |
| CC/RC 1 | 1 | 1 | 2 |
| CC/RC 2 | 1 | 2 | 2/3 |
| CC/RC 3 | 2 | 2/3 | 3 |
| *CC/RC 4** | * | * | * |

** Vurderes særskilt*

## 2.3 Tiltaksklasse

Ifølge «Byggesaksforskriften (SAK 10)» fra Direktoratet for byggekvalitet er fundamentering for anlegg som er plassert i pålitelighetsklasse 2 i tiltaksklasse 2, se tabell her under fra SAK 10.

**Geoteknikk**
Utarbeidelse av grunndata og fundamentering med eventuelt sikringstiltak for bygg, anlegg eller konstruksjon.

| Tiltaksklasse 1 | Tiltaksklasse 2 | Tiltaksklasse 3 |
|---|---|---|
| Småhus inntil 3 etasjer.<br><br>Andre byggverk inntil 2 etasjer med oversiktlige og enkle grunnforhold.<br><br>Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 1. | Fundamentering av byggverk med 3-5 etasjer.<br><br>Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold. Metode for fastleggelse av grunnforhold er godt utviklet.<br><br>Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht NS-EN 1990 +NA plasseres i pålitelighetsklasse 2. | Byggverk med flere enn 5 etasjer<br><br>Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold.<br><br>Metode for fastleggelse av grunnforhold er lite utviklet.<br><br>Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 3 og 4. |

**NB. Dette er foreløpig vurdering av tiltaksklasse og undersøkelsene planlegges med hensyn til det. Ansvarlig prosjekterende må vurdere, bestemme og bli ansvarlig for valg av prosjekteringsklasser.**

## 2.4 Tiltakskategori

Ettersom det ble funnet kvikkleire på tomten må tiltakskategori for prosjektet velges ifølge NVEs veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred. Ifølge følgende tabell fra Veilederen er tiltakskategori valgt K4 for tiltak som medfører tilflytting av personer med mer enn to boenheter.

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

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

**Dette er foreløpig vurdering av tiltakskategori. Ansvarlig prosjekterende må vurdere, bestemme og bli ansvarlig for valg av tiltakskategori.**

## 2.5 Partialfaktorer

I henhold til NS-EN 1997-1 er partialfaktor $\gamma_{\varphi'}$=1,25 for drenert skjærfasthet av jorden og $\gamma_{cu}$ = 1,4 for udrenert skjærfasthet av jorden.

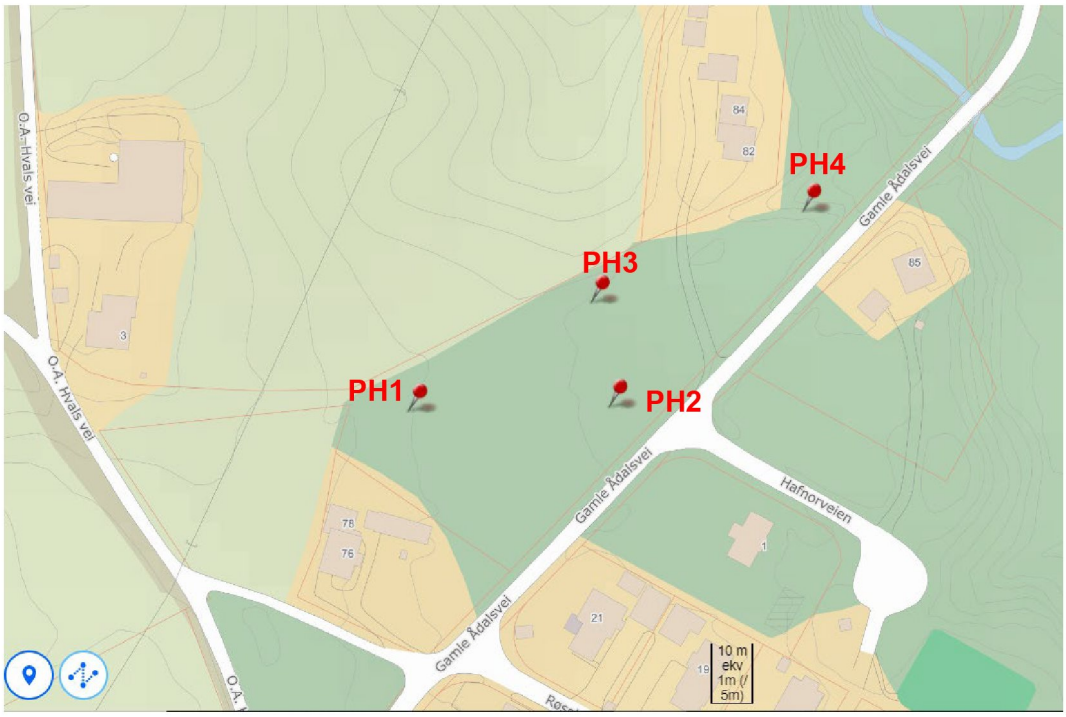
# 3 Undersøkelser

## 3.1 Tidligere undersøkelser

Tidligere har det blitt utført prøvegravning på tomten, se referanse [1]:

[1] Geoteknisk notat. Nedre Hvalseng, Hallingby. Utført av VSO Consulting AS 8. april 2020.

I referanse [1] ble det tatt fire prøvegravninger til 3-4,7 m dybde. Plassering av prøvehullene er vist på bilde 3.1. Prøvegravningen viste lignende grunnforhold i prøvehull PH1-PH3. 0,2-1,0 m av vekstjord over et tynt lag av fin grus eller grov sand til ca. 1,5 m, fast leire fra 1,5 til ca. 2,0-2,5 m dybde og der under middels fast til bløt leire. I PH4 ble ikke funnet leire. Der er det 0,8 m av vekstjord over fast grus til minst 4 m. Bilde 3.2 viser PH3 og bilde 3.3 viser PH4.




Bilde 3.1 Plassering av prøvehull. PH1, PH2, PH3 og PH4. Kilde: referanse [1].

Bilde 3.2 Bilde fra PH3. Vekstjord og fin grus over leire. Kilde: referanse [1].

Bilde 3.3 Bilde fra PH4. Vekstjord over fin grus/ grov sand. Kilde: referanse [1].

## 3.2 Feltundersøkelser

Geotekniske feltundersøkelser ble utført av Romerike Grunnboring AS med veiledning fra VSO Consulting 29. mars 2021.

- Fem totalsonderinger[2] ble boret til ca. 26 m dybde.
  - Det ble tatt opp fire ø54 mm sylinderprøver.
- To CPTu-sonderinger[3] ble boret til ca. 22 m dybde.
- En naverboring[4] ble boret til 5 m dybde.
  - Det ble tatt opp to poseprøver
- En piezometer ble installert til 5 m dybde

Borpunktene ble målt inn med GPS. Foreliggende opplysninger om grunnforhold anses som tilstrekkelig grunnlag for en generell vurdering av jordprofilet.

Det ble forsøkt å ta opp flere sylinderprøver men det gikk ikke.

I bilag A finnes oversiktstegning som viser plassering av undersøkelsene. Logger fra total- og CPTu-sonderinger og prøvekort finnes i bilag B.

**Tabell 1. Koordinater av borehull og dybde av løsmasser.**

| Punkt | Metode | Nord | Øst | Overflate [moh.] | Fjellkote [moh.] | Dybde i løsm. [m] | Kommentar (Boreleder) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Totalsondering, tre ø54 sylinderprøver og CPTu-sondering | 6683204.043 | 565738.918 | 157.400 | - | 25.73 | 0,0m jord/sand/grusig til 1,8m. Silt/lag til 5,8m. Silt/bløt/lag til 25,7m |
| B | Totalsondering | 6683248.040 | 565746.140 | 157.096 | - | 25.73 | 0,0m sand/grusig til 2,1m. Sand/lag til 3,7m. Silt/lag/bløt til 13,4m. Silt/lag/bløt til 25,7m |
| C | Totalsondering, naverboring, to poseprøver og piezometer | 6683245.862 | 565781.075 | 156.346 | - | 25.73 | 0,0m jord/sand/grusig til 1,8m. Silt/lag til 5,8m. Silt/bløt/lag til 19,7m. Silt/bløt til 25,7m |
| D | Totalsondering | 6683279.093 | 565806.052 | 156.821 | - | 25.77 | 0,0m jordig/grusig/sand til 3,1m. Sand/silt til 4,2m. Silt/lag til 7,6m. Sandig/lag til 17,8m. Silt/leirig til 25,7m. |
| E | Totalsondering, en ø54 sylinderprøve og CPTu-sondering | 6683302.126 | 565838.691 | 152.385 | - | 25.75 | 0,0m jord/sandig/grusig til 2,1m. Silt/bløt/lag til 25,7m |

Koordinatsystem UTM sone 32 basert på Euref89, høyder i NN2000.

Grunnvannstand ble målt med piezometer ca. 0,75 m under terreng i borpunkt C.

Følgende bilder (3.4 – 3.8) viser opptak fra naverboring i borpunkt C.

[2] Beskrivelse finnes i kapitel 15.213 Totalsondering, fra Håndbok R211 utgitt av Statens vegvesen

[3] Beskrivelse finnes i kapitel 15.222 Trykksondering, fra Håndbok R211 utgitt av Statens vegvesen

4 Beskrivelse finnes i kapitel 15.243 Naverboring, fra Håndbok R211 utgitt av Statens vegvesen

Bilde 3.4 Borpunkt C: Dybde 0-1 m. Torv, overgang til leire.

Bilde 3.5 Borpunkt C: Dybde 1-2 m. Siltig leire.

Bilde 3.6 Borpunkt C: Dybde 2-3 m. Siltig leire.

Bilde 3.7 Borpunkt C: Dybde 3-4 m. Siltig leire.

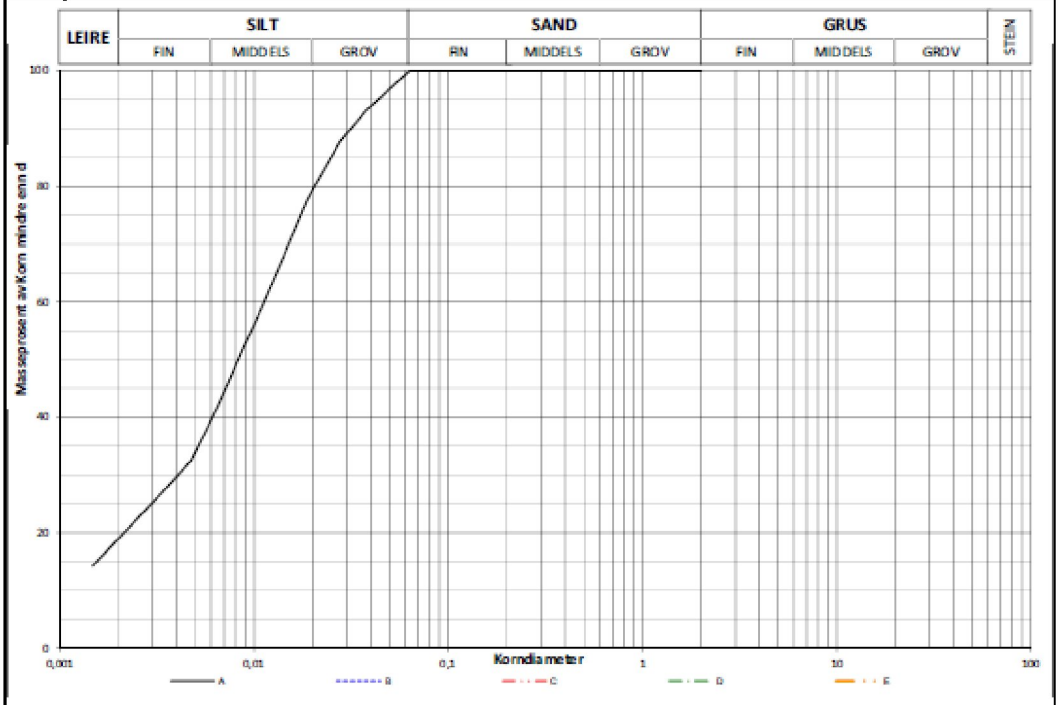
Bilde 3.8 Borpunkt C: Dybde 4-5 m. Siltig leire.

## 3.3 Laboratorieundersøkelser

Det ble tatt tre stk. ø54mm sylinderprøver på 6-7 m, 12-13 m og 15-16 m dybde fra punkt A, et stk. ø54mm sylinderprøve på 5-6 m dybde fra punkt E og to stk. poseprøver fra 0-1 m og 1-3 m dybde fra punkt C og sendt til Multiconsults laboratorium til undersøkelser.

Følgende graf og tabeller viser resultater av undersøkelser av prøver fra Multiconsult. Rapporten fra laboratoriet finnes i bilag C.

| Prøve | Borpunkt | Dybde (m) | Jordarts Betegnelse | Anmerkinger | Metode | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | TS | VS | HYD |
| A | C | 1,0-3,0 | LEIRE, siltig | | | | X |
| B | | | | | | | |
| C | | | | | | | |
| D | | | | | | | |
| E | | | | | | | |




METODE:
**TS** = Tørrsikt **VS** = Våtsikt **HYD** = Hydrometer

$$C_c = \frac{D^2_{30}}{(D_{60})(D_{10})} \qquad C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

| Prøve | Tele gruppe | w (%) | $S_u$ kN/m$^2$ | $S_{ur}$ kN/m$^2$ | Plastisitet | | Glødetap % | < 0.02 mm % | Densitet g/cm$^3$ | $D_{10}$ mm | $D_{30}$ mm | $D_{50}$ mm | $D_{60}$ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Wf | Wp | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | 0,0041 | 0,0083 | 0,0113 |
| B | | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | | | | | |

| | | Utarbeidet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|---|
| VSO Consulting | | SISJ | ANNM | ANNM |
| Nedre Hvalseng, Hallingby | | Borpunkt | Dato | Revisjon |
| | | - | 14.04.2021 | 0 |
| Multiconsult | Korngradering | Oppdragsnummer | | Tegningsnummer |
| | | 10225723 | | RIG-TEG-300 |

## Borpunkt A

| Borpunkt A | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Konus | | | | | | | | | | | | |
| Beskrivelse | Dybde-intervall | Dybde | Vann-innhold | Uforstyrret | Omrørt | Sensitivitet | Enaks | Brudd-tøyning | Utrullings-grense | Flytegrense | Glødetap | Korn-densitet | Total densitet | Porøsitet | Spes.forsøk |
| | z | z | w | $c_{ufc}$ | $c_{urfc}$ | $S_t$ | $c_{uuc}$ | $\varepsilon_f$ | $w_p$ | $w_l$ | O | $\rho_s$ | $\rho$ | n | |
| | m | m | % | kN/m² | kN/m² | | kN/m² | % | % | % | % | g/cm³ | g/cm³ | % | |
| LEIRE, siltig | 6,0-7,0 | 6,2 | 26,9 | 9,7 | 1,31 | 7 | | | | | | | 1,99 | | |
| | | 6,4 | 48,2 | | | | 22,7 | 7 | | | | | | | Ø |
| sjikt og lag av silt og sand | | 6,6 | 26,5 | 12,3 | 1,10 | 11 | | | 20,5 | 26 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| SILT, leirig | 12,0-13,0 | 12,2 | 27,2 | 11,4 | 1,31 | 9 | | | | | | | | | |
| | | 12,4 | 35,1 | | | | 24,35 | 10 | | | | | 1,93 | | |
| overgang til KVIKKSILT, leirig | | 12,6 | 29,6 | | 0,20 | | | | 21,0 | 29 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mulig frostskade midt i prøven? Forstyrret prøve. Uforstyrret konus ikke mulig på C pga forstyrrelse. | | | | | | | | | | | | | | | |
| KVIKKLEIRE, siltig | 15,0-16,0 | 15,1 | 26,5 | | 0,07 | | | | 19,4 | 24,2 | | | | | |
| | | 15,3 | 25,9 | | | | 11,04 | 6,39 | | | | | 1,97 | | |
| enk. siltsjikt og -lag | | 15,5 | 30,5 | | 0,12 | | | | | | | | | | |
| Fritt vann, forstyrret | | | | | | | | | | | | | | | |

## Borpunkt E

| Borpunkt E | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Konus | | | | | | | | | | | |
| Beskrivelse | Dybde-intervall | Dybde | Vann-innhold | Uforstyrret | Omrørt | Sensitivitet | Enaks | Brudd-tøyning | Utrullings-grense | Flytegrense | Glødetap | Korn-densitet | Total densitet | Porøsitet | Spes.forsøk |
| | z | z | w | $c_{ufc}$ | $c_{urfc}$ | $S_t$ | $c_{uuc}$ | $\varepsilon_f$ | $w_p$ | $w_l$ | O | $\rho_s$ | $\rho$ | n | |
| | m | m | % | kN/m² | kN/m² | | kN/m² | % | % | % | % | g/cm³ | g/cm³ | % | |
| SILT, leirig | 5,0-6,0 | 5,2 | 24,2 | 23,7 | 12,26 | 2 | | | | | | | | | |
| | | 5,4 | 23,1 | | | | 79,2 | 14,84 | | | | | 1,98 | | |
| | | 5,6 | 22,9 | 37,1 | 18,02 | 2 | | | | | | | | | |

## Borpunkt C

| Borpunkt C | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Konus | | | | | | | | | | | |
| Beskrivelse | Dybde-intervall | Dybde | Vann-innhold | Uforstyrret | Omrørt | Sensitivitet | Enaks | Brudd-tøyning | Utrullings-grense | Flytegrense | Glødetap | Korn-densitet | Total densitet | Porøsitet | Spes.forsøk |
| | z | z | w | $c_{ufc}$ | $c_{urfc}$ | $S_t$ | $c_{uuc}$ | $\varepsilon_f$ | $w_p$ | $w_l$ | O | $\rho_s$ | $\rho$ | n | |
| | m | m | % | kN/m² | kN/m² | | kN/m² | % | % | % | % | g/cm³ | g/cm³ | % | |
| TORV, H6 i pose nr 1 | 0,0-1,0 | | 327,7 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 30,5 | | | | | | | | | | 2,00 | | |
| LEIRE, siltig, forvitret i pose nr 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| LEIRE, siltig | 1,0-3,0 | | 23,4 | | | | | | | | | | | | K |
| | | | | | | | | | | | | | 2,03 | | |
| enk. forvitringsflekker | | | | | | | | | | | | | | | |

- Borpunkt A
  - 6-7 m dybde
    - Siltig leire
    - Vanninnhold ble målt mellom 26,9 og 48,2% og romvekt ble målt 19,5 kN/m$^3$.
    - Uomrørt skjærstyrke ble målt 9,7 og 12,3 kPa med konus, men omrørt skjærstyrke ble målt 1,31 og 1,10 kPa. Sensitiviteten er beregnet 7 og 11 hvilket fører til lite til middels sensitiv leire. Enaksial skjærstyrke ble målt 22,7 kPa.
    - Flytegrense ble målt 26% og plastisitetsgrense 20,5%. Plastisitetsindeks $I_p$ beregnes 5,5% hvilket fører til lite plastisk leire.
  - 12-13 m dybde
    - Leirig silt, overgang til leirig kvikksilt (forstyrret prøve)
    - Vanninnhold ble målt mellom 27,2 og 35,1% og romvekt ble målt 19,0 kN/m$^3$.
    - Uomrørt skjærstyrke ble målt 11,4 kPa med konus, men omrørt skjærstyrke ble målt 1,31 og 0,20 kPa hvilket fører til kvikkleire. Sensitiviteten er beregnet 9 hvilket fører til middels sensitiv leire. Enaksial skjærstyrke ble målt 24,35 kPa.
    - Flytegrense ble målt 29% og plastisitetsgrense 21,0%. Plastisitetsindeks $I_p$ beregnes 8% hvilket fører til lite plastisk leire.
  - 15-16 m dybde
    - Siltig kvikkleire (forstyrret prøve.
    - Vanninnhold ble målt mellom 25,9 og 30,5% og romvekt ble målt 19,3 kN/m$^3$.
    - Omrørt skjærstyrke ble målt 0,07 og 0,12 kPa med konus hvilket fører til kvikkleire. Enaksial skjærstyrke ble målt 11,04 kPa.
    - Flytegrense ble målt 24,2% og plastisitetsgrense 19,4%. Plastisitetsindeks $I_p$ beregnes 4,8% hvilket fører til lite plastisk leire.

- Borpunkt E
  - 5-6 m dybde
    - Leirig silt
    - Vanninnhold ble målt mellom 22,9 og 24,2% og romvekt ble målt 19,4 kN/m$^3$.
    - Uomrørt skjærstyrke ble målt 23,7 og 37,1 kPa med konus, men omrørt skjærstyrke ble målt 12,26 og 18,02 kPa. Sensitiviteten er beregnet 2 hvilket fører til lite sensitiv leire. Enaksial skjærstyrke ble målt 79,2 kPa.

- Borpunkt C
  - 0-1 m dybde
    - Torv og siltig leire
    - Vanninnhold ble målt 30,5% i leiren og 327,7% i torven. Leirens romvekt ble målt 19,6 kN/m$^3$.
  - 1-3 m dybde
    - Siltig leire
    - Vanninnhold ble målt 23,4% og romvekt ble målt 19,9 kN/m$^3$.
    - Telefarlighetsklassifisering ut fra korngraderingsanalyse viser at prøven er i telefarlighetsklasse T4, meget telefarlig.

| Betegnelse av leire | $I_P$ % |
|---|---|
| Lite plastisk | < 10 |
| Middels plastisk | 10 - 20 |
| Meget plastisk | > 20 |

| Leirtype | $s_{ut}$ kN/m$^2$ |
|---|---|
| Bløt | < 25 |
| Middels fast | 25 – 50 |
| Fast | > 50 |

| Betegnelse | Sensitivitet $S_t$ |
|---|---|
| Lite sensitiv | < 8 |
| Middels sensitiv | 8 - 30 |
| Meget sensitiv | > 30 |

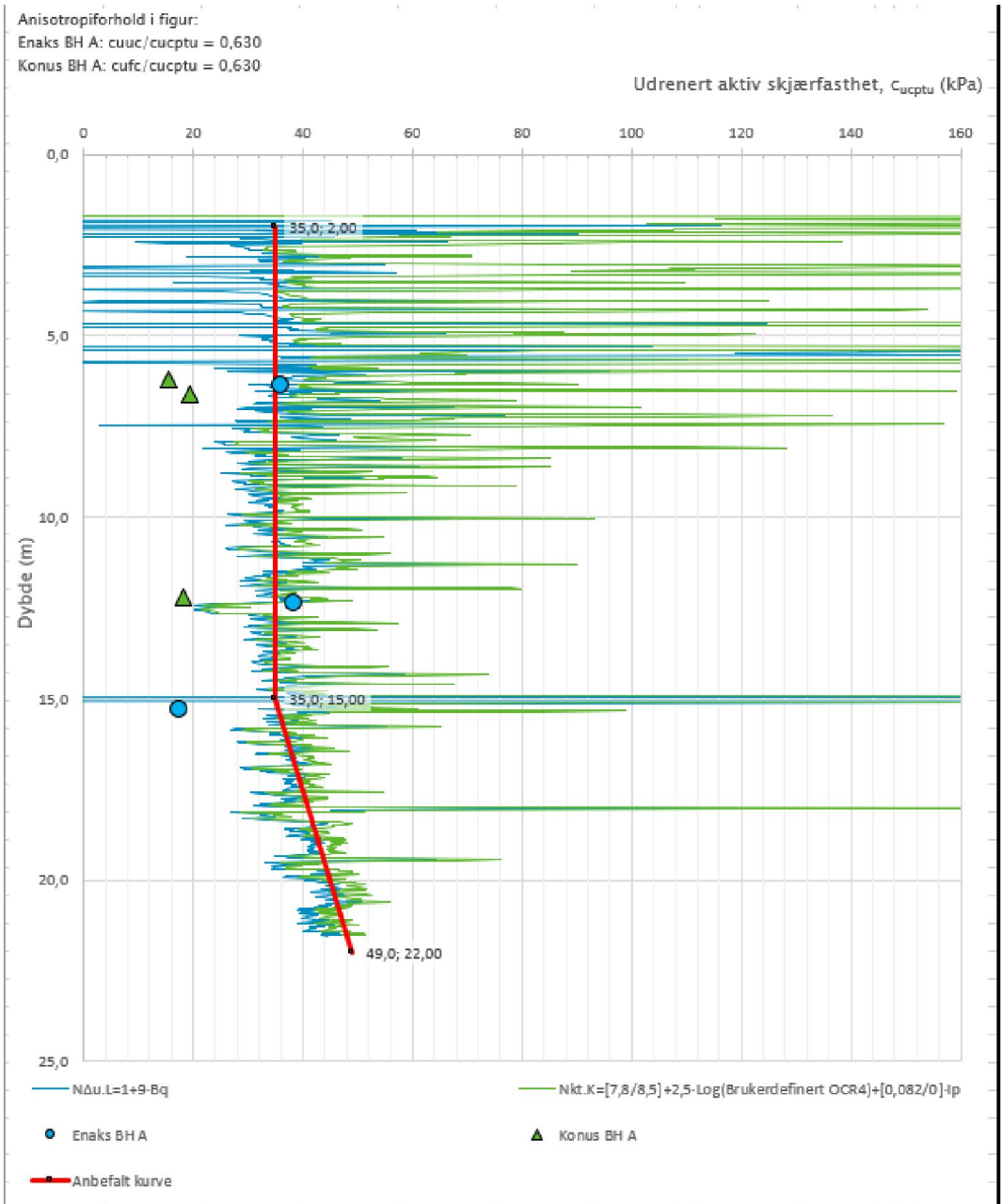
Bilde 3.9 Betegnelse av leire ut fra udrenert skjærstyrke, sensitivitet og plastisitetsindeks.

## 3.4 Tolkning av felt- og laboratorieundersøkelser

Graf i bilag B og bilder 3.10 og 3.11 viser tolket udrenert uforstyrret aktiv skjærstyrke (suA) respektive utfra CPTu-sonderingene i borpunkt A og E. På grafen er også vist resultater fra laboratorieforsøk; direkte skjærstyrke, suD, og enaksial skjærstyrke skalet til aktiv skjærstyrke, suA, samt anbefalt suA skjærstyrkeprofil. Anvendelsesklasse for CPTu-sonderingene er klasse 1. Noen av prøvene er derimot forstyrrede. Derfor er CPTu-sonderingene bedømt som mer pålitelige for bestemmelse av udrenert skjærstyrke.

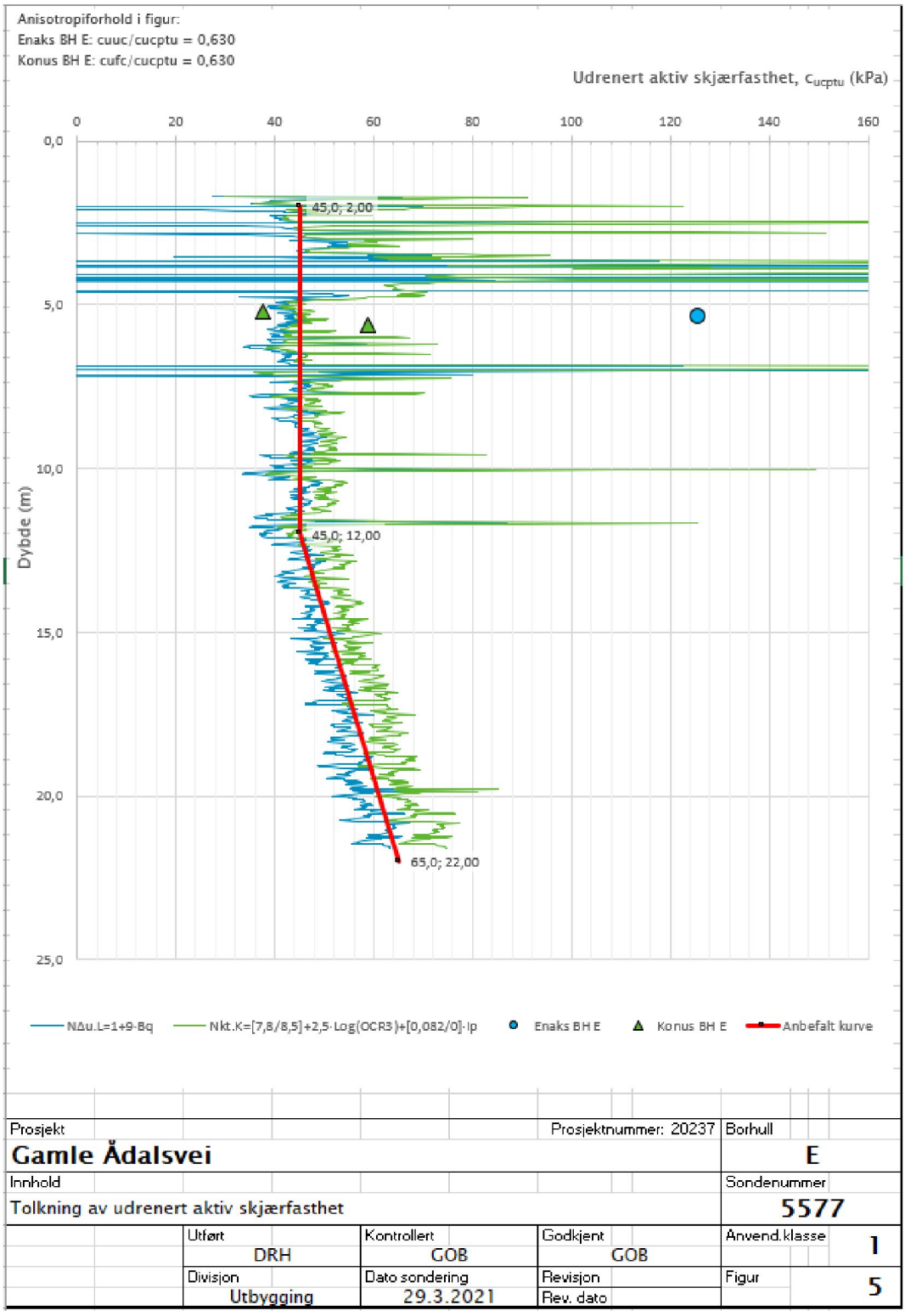
Aktiv udrenert skjærstyrke (suA) i borpunkt A er estimert 35 kPa fra 2 til 15 m dybde og økes med 2 kPa/m til minst 22 m dybde. Se graf i bilag B og på bilde 3.10. Aktiv udrenert skjærstyrke (suA) i borpunkt E er estimert 45 kPa fra 2 til 12 m dybde og økes med 2 kPa/m til minst 22 m dybde. Se graf i bilag B og på bilde 3.11.

Ifølge Robertson ’90 jordklassifisering med hjelp av CPTu er jordarten fra 2 til ca. 5 m dybde klassifisert som vekslende sand og silt og jordarten fra 5 til 22 m som leire i borpunkt A. Ifølge Robertson ’90 jordklassifisering med hjelp av CPTu er jordarten fra 2 til ca. 4 m dybde klassifisert som sand, jordarten fra 4 til ca. 6 m som silt, jordarten fra 6 til ca. 12 m som leire og jordarten fra 12 til 22 m som sensitiv leire (kvikkleire) i borpunkt E. Se bilder 3.12 og 3.13. Denne jordklassifiseringen stemmer generelt bra med resultater fra laboratorieundersøkelsene. Et viktig unntak er at laboratorieundersøkelsene bekrefte kvikkleire i borpunkt A.

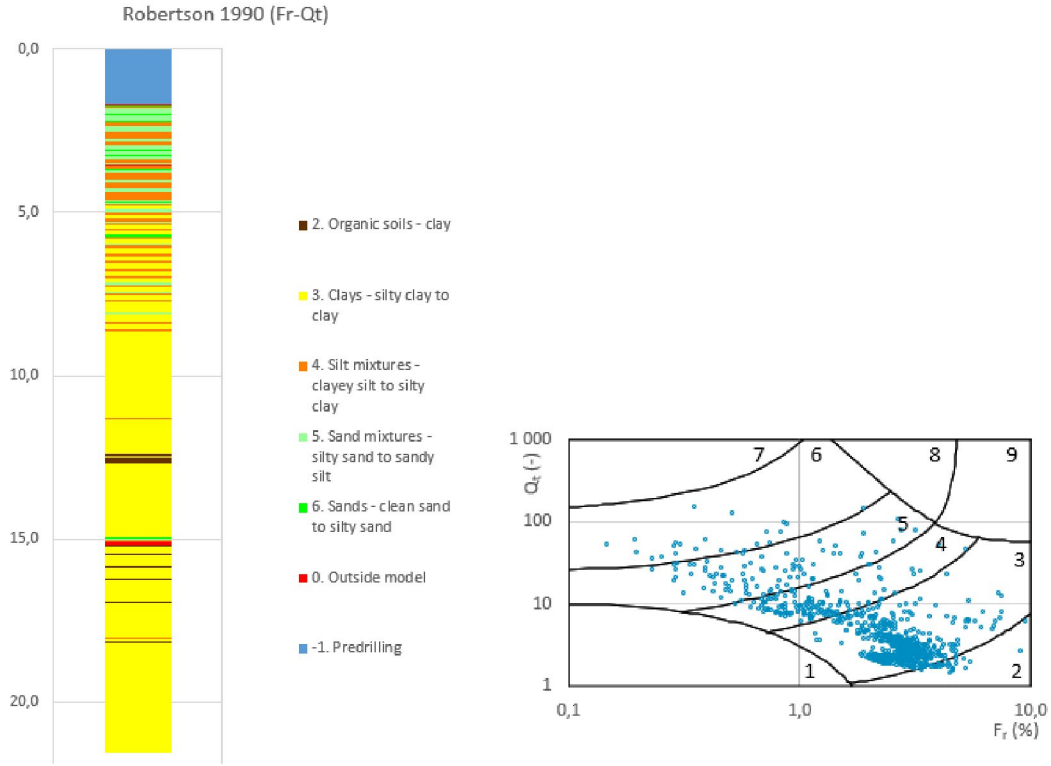



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Prosjekt | | | Prosjektnummer: 20237 | Borhull |
| **Gamle Ådalsvei** | | | | A |
| Innhold | | | | Sondenummer |
| Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet | | | | 5577 |
| | Utført | Kontrollert | Godkjent | Anvend.klasse |
| | DRH | GOB | GOB | 1 |
| | Divisjon | Dato sondering | Revisjon | Figur |
| | Utbygging | 29.3.2021 | Rev. dato | 5 |

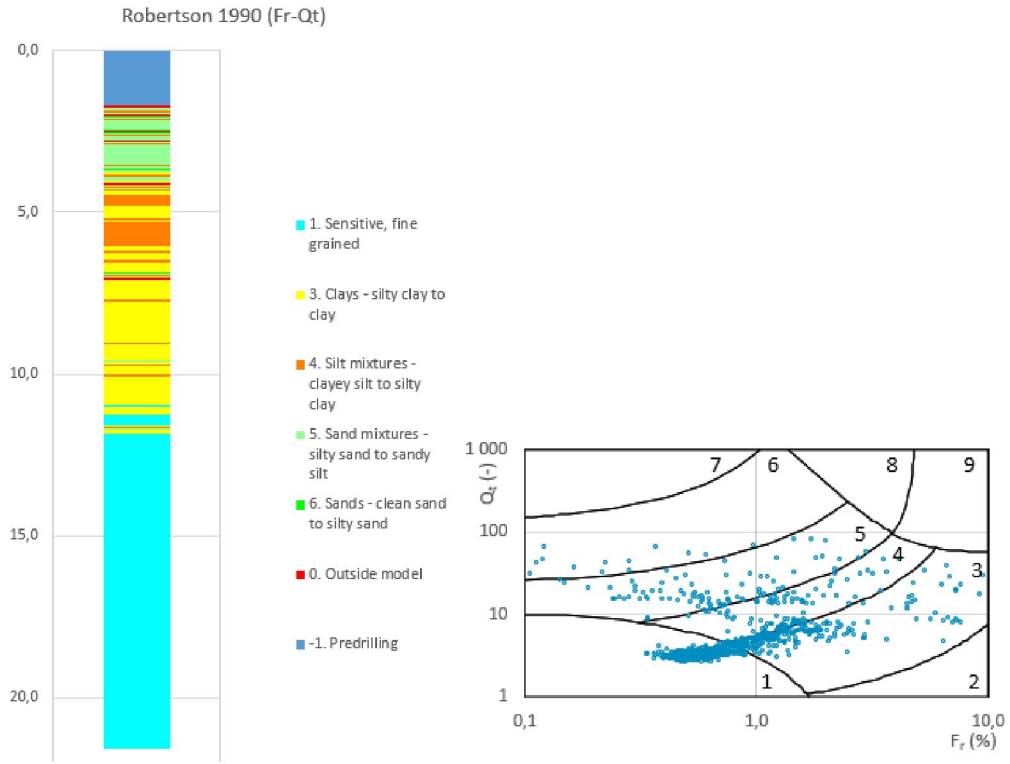
Bilde 3.10 Tolkning av udrenert aktiv skjærstyrke i borhull A.




Bilde 3.11 Tolkning av udrenert aktiv skjærstyrke i borhull E.

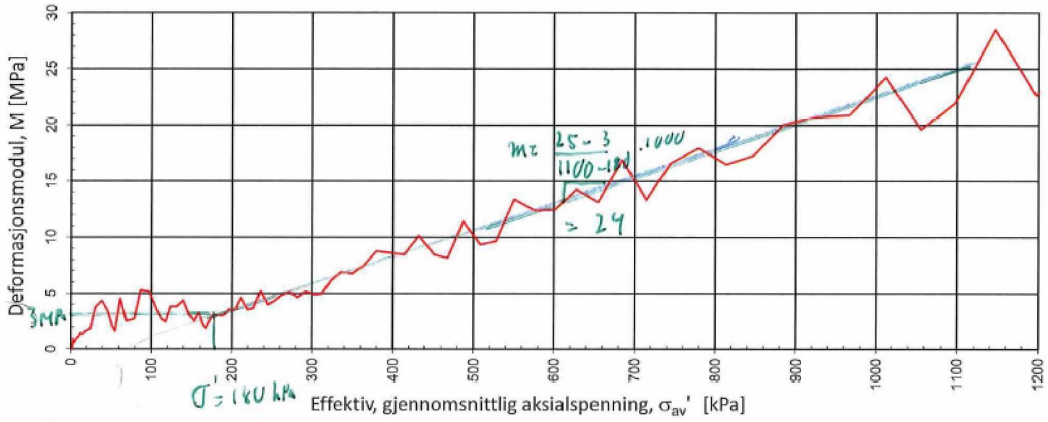



Bilde 3.12 Jordklassifisering ifølge Robertson '90 i borhull A.




Bilde 3.13 Jordklassifisering ifølge Robertson '90 i borhull E.

Tolkning av ødometerforsøk på 6,45 m dybde fra borhull A viser at leiren er lidt overkonsolidert med OCR ~ 2.5, gjennomsnittlig modultall m = 24, modulus M = 3 MPa og forkonsolideringstrykk p'=180 kPa. Se bilde 3.14.




Bilde 3.14 Tolkning av setningsparametere ut fra ødometerforsøk på 6,45 m dybde i borpunkt A.

# 4 Terreng og grunnforhold

## 4.1 Terreng

Terrenghøyden på tomten varierer mellom kote ca. 156 og 158 moh. Nordøst for tomten heller terrenget med helning ca. 1:5-1:6 med høydeforskjell på ca. 8 m. Nord for tomten heller terrenget med helning ca. 1:10-1:11 med høydeforskjell på ca. 8 m.

Bilder 4.1 og 4.2 ble tatt i forbindelse ved feltundersøkelsene.

Bilde 4.1 Bildet viser tiltaksområdet.

Bilde 4.2 Bildet viser bro nordøst for tiltaksområdet.

## 4.2 Grunnforhold og jordparametere

Ut fra foreliggende undersøkelser og referanse [1] er jordprofilet estimert som følgende:

- 0 til 0,2-1,0 m er jord og vekstjord (torv)
  - Vanninnhold ble målt mellom 30,5 og 327,7% og romvekt ble målt 19,6 kN/m$^3$.
  - Grunnvannstand er målt på ca. 0,75 m dybde i borpunkt C.
- 0,2-1,0 til 1,5 m er fast lagret fin grus / grov sand
- 1,5 til 5-6 m er leire og silt
  - Vanninnhold ble målt mellom 22,9 og 24,2% og romvekt ble målt mellom 19,4 og 19,9 kN/m$^3$.
  - Telefarlighetsklassifisering ut fra korngraderingsanalyse viser telefarlighetsklasse T4, meget telefarlig.
- 5-6 m til fjell er **kvikkleire eller meget sensitiv leire med sprøbruddegenskaper**
  - Vanninnhold ble målt mellom 25,9 og 48,2% og romvekt ble målt mellom 19,0 og 19,5 kN/m$^3$.
  - Aktiv udrenert skjærstyrke (suA) er estimert 35 kPa ned til 15 m dybde med økning på 2 kPa/m derunder oppe på planområdet. Nedenfor planområdet er aktiv udrenert skjærstyrke (suA) estimert 45 kPa ned til 12 m dybde med økning på 2 kPa/m derunder.
  - vist på bilder 3.10 og 3.11.
  - Omrørt skjærstyrke ble målt 0,07 og 1,31 kPa hvilket fører til **kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper.**
  - Plastisitetsindeks ble målt mellom 4,8 og 8% hvilket betyr at leiren er lite plastisk.
  - Tolkning av ødometerforsøk på 6,45 m fra borehull A dybde viser at leiren er lite overkonsolidert med gjennomsnittlig modultall m~24, modulus M = 3 MPa forkonsolideringstrykk p'~180 kPa.
- Det ble boret til 25,7 m uten å treffe fjell.

# 5 Fundamentering og byggetekniske vurderinger

## 5.1 Frostfri dybde

Ifølge dokument 451.021 fra Byggforskserien «Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring» er frostfri dybde i Ringerike kommune 1,9 m. Fundamenter må derfor plasseres på minimum 1,9 m dybde fra overflate eller å bruke spesielt isolerende tiltak. Ledninger må også plasseres på minimum 1,9 m dybde eller å bruke spesielt isolerende tiltak.

## 5.2 Fundamentering

Foreløpige beregninger indikerer at bæreevne i bruddgrensetilstand for stripefundamenter fundamentert på 1,0 m dybde med 10% andel horisontale laster av vertikale laster er ca. 80 kPa. Det bør merkes at bæreevnen reduseres med mindre fundamenteringsdybde og større horisontale laster i forhold til vertikale laster.

Foreløpige setningsberegninger viser at 1 m brede stripefundamenter på 1 m dybde med 50 kPa laster fører til 4-5 cm setninger som skjer på noen tiår.

**Utførte setningsberegninger indikerer at setninger blir kritiske for prosjektering av fundamenter.** Det er sannsynlig at byggene må fundamenteres enten på brede fundamenter og/eller med kompensert fundamentering, dvs. erstatning med lette masser. Kompensert fundamentering med kjeller er også mulig men pga. relativt høy grunnvannstand samt kort avstand til bløte masser er kompensert fundamentering med kjeller trolig ikke aktuelt.

***Disse foreløpige beregninger gir kun indikasjoner på setninger og fundamentering men er ikke formel prosjektering. Formel detaljprosjektering av fundamenter må utføres av ansvarlig prosjekterende i senere faser.***

## 5.3 Grunntype jordskjelv

I seksjon NA.3.1.2 i Eurokode 8 (NS EN 1998:1 2004 + NA 2014) er veiledninger om identifisering av grunntyper med hensyn til jordskjelv. Ifølge tabell NA.3.1 fra denne koden (bilde 5.1 i denne rapporten) er anbefalt grunntype $S_2$ pga. at kvikkleire ble funnet i utførte undersøkelser.

***Ansvarlig prosjekterende må bekrefte grunntype i prosjekteringsfasen.***

**Tabell NA.3.1 – Grunntyper**

| Grunn-type | Beskrivelse av stratigrafisk profil | Parametere | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $v_{s,30}$ (m/s) | $N_{SPT}$ (slag/30cm) | $c_u$ (kPa) |
| A | Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 m svakere materiale på overflaten. | > 800 | – | – |
| B | Avleiringer av svært fast sand eller grus eller svært stiv leire, med en tykkelse på flere titalls meter, kjennetegnet ved en gradvis økning av mekaniske egenskaper med dybden. | 360 – 800 | > 50 | > 250 |
| C | Dype avleiringer av fast eller middels fast sand eller grus eller stiv leire med en tykkelse fra et titalls meter til flere hundre meter. | 180 – 360 | 15 - 50 | 70 - 250 |
| D | Avleiringer av løs til middels fast kohesjonsløs jord (med eller uten enkelte myke kohesjonslag) eller av hovedsakelig myk til fast kohesjonsjord. | 130 – 180 | 10 – 15 | 40 – 70 |
| E | Et grunnprofil som består av et alluviumlag i overflaten med $v_s$-verdier av type C eller D og en tykkelse som varierer mellom ca. 5 m og 20 m, over et stivere materiale med $v_s$ > 800 m/s. | | | |
| $S_1$ | Avleiringer som består av eller inneholder et lag med en tykkelse på minst 10 m av bløt leire/silt med høy plastisitetsindeks (PI > 40) og høyt vanninnhold. | < 100 (antydet) | – | 10 - 20 |
| $S_2$ | Avleiringer av jord som kan gå over i flytefase (liquefaction), sensitive leirer eller annen grunnprofil som ikke er med i typene A – E eller $S_1$. | | | |

Bilde 5.1 Tabell NA.3.1 fra Eurokode 8, nasjonalt tillegg.

## 5.4 Områdestabilitet

### *5.4.1 NVEs krav*

Foreløpige stabilitetsberegninger presentert i dette kapitlet er i tråd med NVEs veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred.

Tabell 3.1. i kapittel 3.2 i NVEs veileder 1/2019 – *Sikkerhet mot kvikkleireskred* viser en stegvis prosedyre for utredning av områdeskredfare. Se punkter 1-10 her nedenfor fra tabell 3.1 i veilederen:

1. Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.
    a. Nei, se bilde 1.4

2. Avgrens områder med mulig marin leire
    a. Hele tiltaksområdet ligger under marin grense og dermed med mulig marin leire, se bilde 1.4.
3. Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred
    a. Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m, se kapittel 4.1.
4. Bestem tiltakskategori.
    a. Ettersom tiltaket medfører tilflytting av personer med mer enn to boenheter faller tiltaket i tiltakskategori K4, se kapittel 2.4.
5. Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde
    a. Tiltaksområdet ligger på et platå som faller med mild skråning mot nord og nordøst. Det ble funnet kvikkleire på tomten. Kritiske skråninger er vist i kapittel 5.4.2.
6. Befaring
    a. Det har tidligere blitt utført prøvegravning på området.
7. Gjennomfør grunnundersøkelser
    a. Grunnundersøkelser er presentert i denne rapporten.
8. Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder
    a. Utføres i senere faser.
9. Klassifiser faresoner
    a. Utføres i senere faser
10. Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet.
    a. Foreløpige stabilitetsberegninger er presentert i kapittel 5.4.2.

Nærmere avgrensing av løsne/utløpsområder, klassifisering av faresoner osv., samt detaljerte stabilitetsberegninger må utføres i prosjekteringsfasen.

### 5.4.2 *Stabilitetsberegninger*

Denne rapporten er geoteknisk undersøkelsesrapport, men hensikten med stabilitetsvurderingene og -beregningene i dette kapitlet er å veldig grovt vurdere stabilitetsforhold i området for planlagt boligfelt og å gi oppdragsgivere informasjon hvis og hvordan prosjektet er løsbart/gjennomførbart.

Programmet GeoSuite Stability ble brukt for stabilitetsberegninger. Høydekoter ble hentet fra innmålte borpunkter samt fra skrednett.no.

For å ta leirens anisotropi med i betraktningen ble det benyttet følgende erfaringstall for forholdet mellom aktiv, direkte og passiv sone for ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale: *(kilde: Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Rapport 14/2014. 20. januar 2014.)*

$s_{uD} = 0{,}63 * s_{uA}$, $s_{uP} = 0{,}35\ s_{uA}$

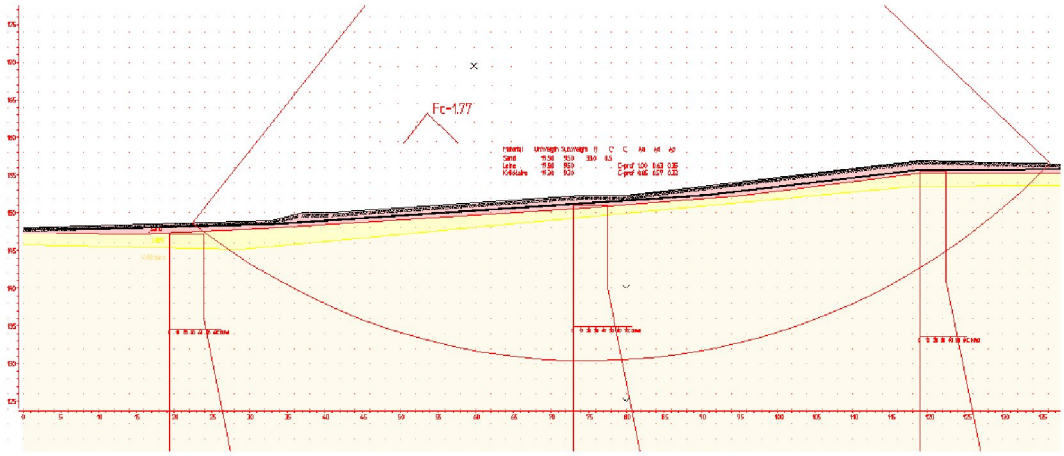
For å ta leirens anisotropi med i betraktningen ble det benyttet følgende erfaringstall for forholdet mellom aktiv, direkte og passiv sone for kvikkleire/sprøbruddmateriale: *(kilde: Naturfareprosjektet Dp. Kvikkleire: Bruk av anisotropiforhold i stabilitetsberegninger i sprøbruddmaterialer. Rapport 75/2012. 8. januar 2012.)*

$s_{uAk} = 0{,}85 * s_{uA}$, $s_{uDk} = 0{,}57 * s_{uA}$, $s_{uPk} = 0{,}33\ s_{uA}$

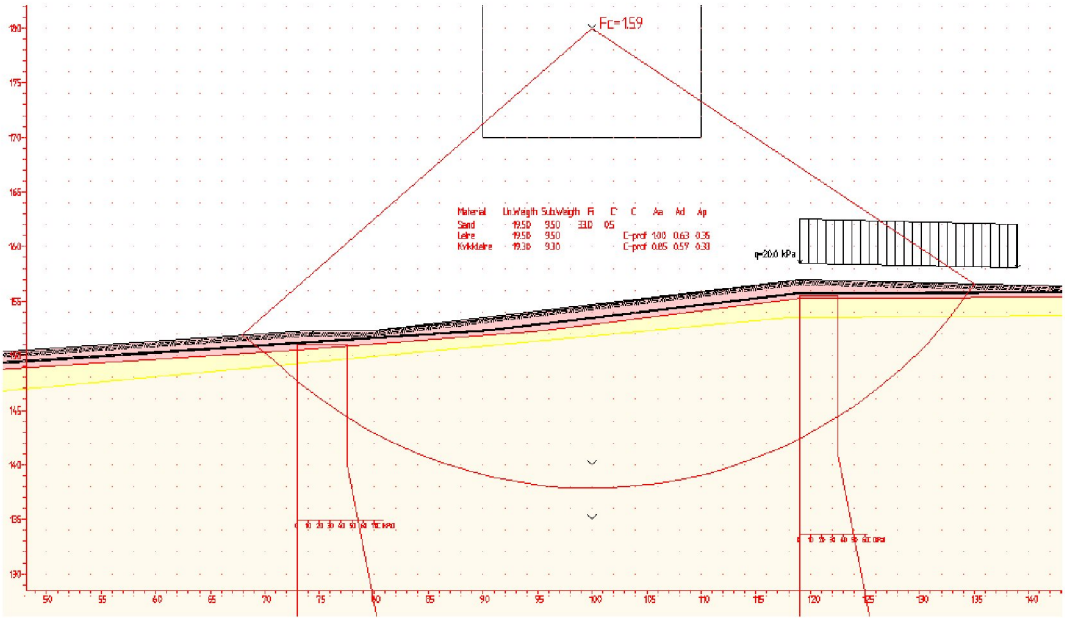
Bilde 5.2 viser kritisk beregningssnitt A for områdestabilitet i plan. Snitt A går ned i en ravine. 3D-påvirkning er derfor brukt med «3D side friction parameter» på 0,01 som samsvarer 200 m bred ravine hvilket anses som konservativ tolkning. Beregnet sikkerhetsfaktor for eksisterende forhold er 1,77, se bilde 5.3. Beregnet sikkerhetsfaktor for forhold med 20 m bred 20 kPa last på toppen av skråningen er 1,59, se bilde 5.4. Krav til sikkerhetsfaktor er 1,4, se kapittel 2.5. Områdestabilitet er derfor beregnet tilstrekkelig sikker i snitt A. Forhold med bygg med laster på 20 kPa er også vurdert tilstrekkelig sikker.

Bilde 5.5 viser kritisk beregningssnitt B for områdestabilitet i plan. Beregnet sikkerhetsfaktor for eksisterende forhold er 1,20 hvilket er for lav, se bilde 5.6. NVE krever vanlig prosentvis bedring for skråninger som ikke har tilstrekkelig høy sikkerhet. Det er sannsynlig at krav i denne situasjonen er 5 % forbedring som betyr at sikkerhetsfaktor må høyes til 1,26. Bilder 5.7 og 5.8 viser forslag til å forhøye sikkerhetsfaktoren til 1,26. Bilde 5.7 viser resultater fra stabilitetsberegninger med ca. 0,5 m nedsenkning/avlastning av ca. 15 m bredt område. Sikkerhetsfaktor er beregnet 1,26. Bilde 5.8 viser resultater fra stabilitetsberegninger med ca. 1,0 m nedsenkning/avlastning av ca. 15 m bredt område samt 8 kPa og 12 m brede laster (bygg med kompensert fundamentering) bak det nedsenkete området. Sikkerhetsfaktor er også her beregnet 1,26. Bilde 5.9 viser omtrentlig avlastningsområde, ca. 250 m$^2$ område. Planlag bygg i felt BFS2, se bilde 1.6, er delvis i avlastningsområdet. Stabilitetsberegninger viser derfor at plassering av dette huset må endres for å oppfylle krav til områdestabilitet.

Bilde 5.2 Beregningssnitt A i plan.

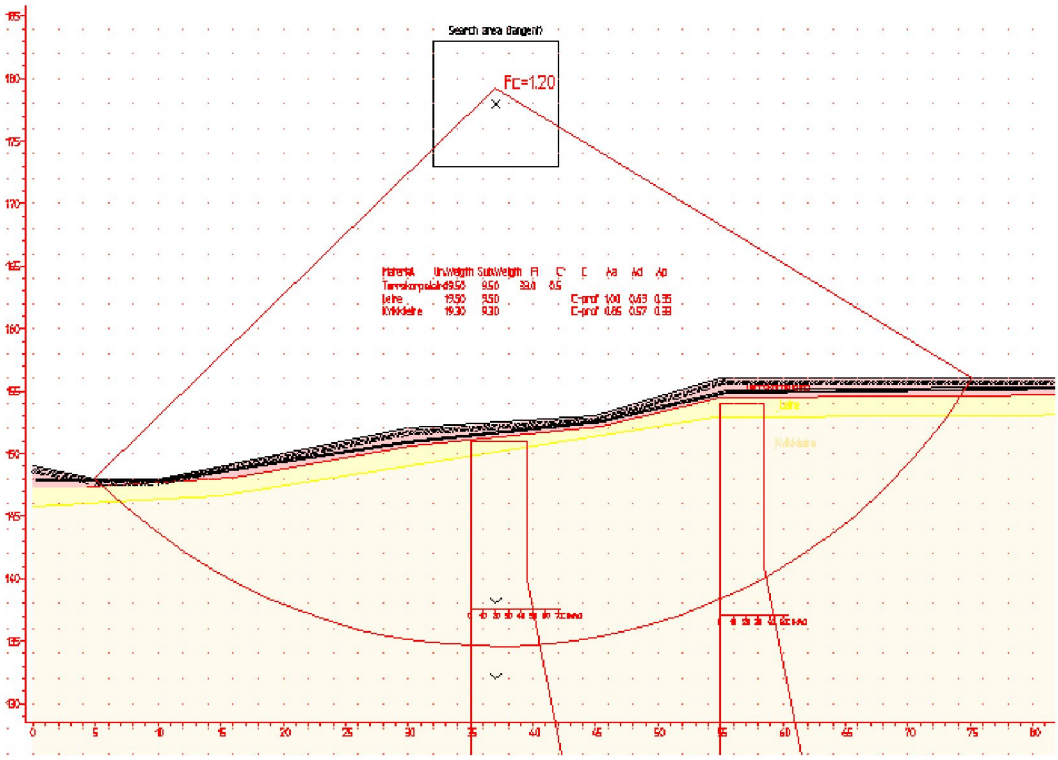



Bilde 5.3 Snitt A. Resultater stabilitetsberegninger. Eksisterende forhold. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,77.

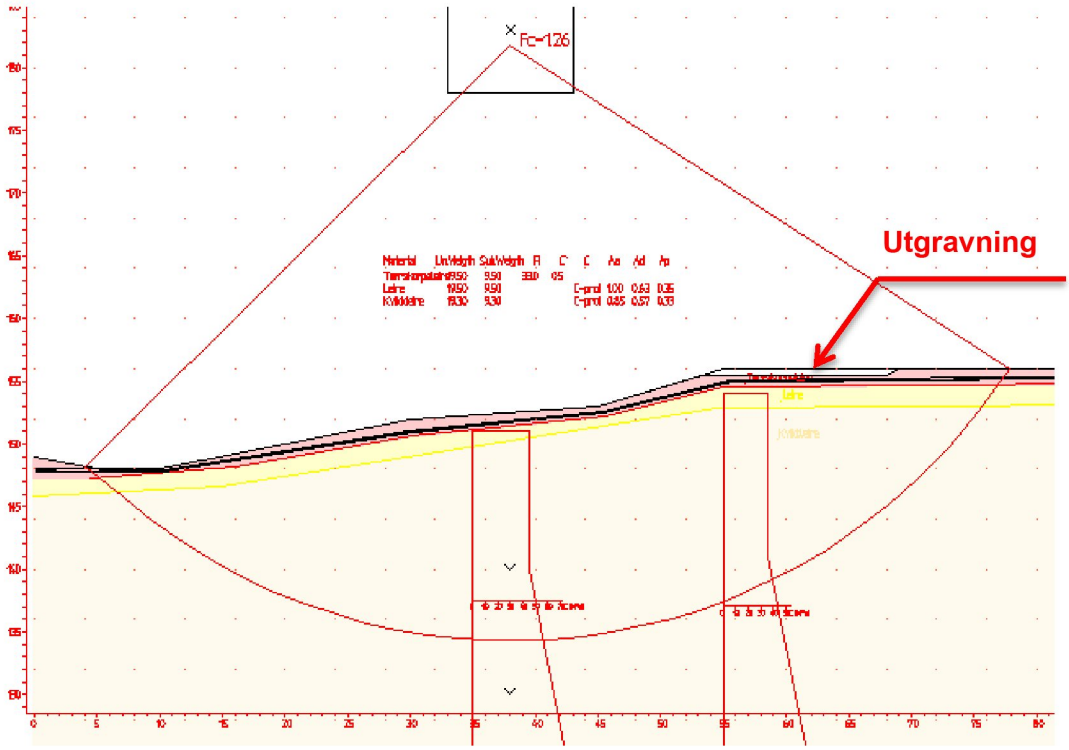



Bilde 5.4 Snitt A. Resultater stabilitetsberegninger med 20 kPa laster på marken. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,59.

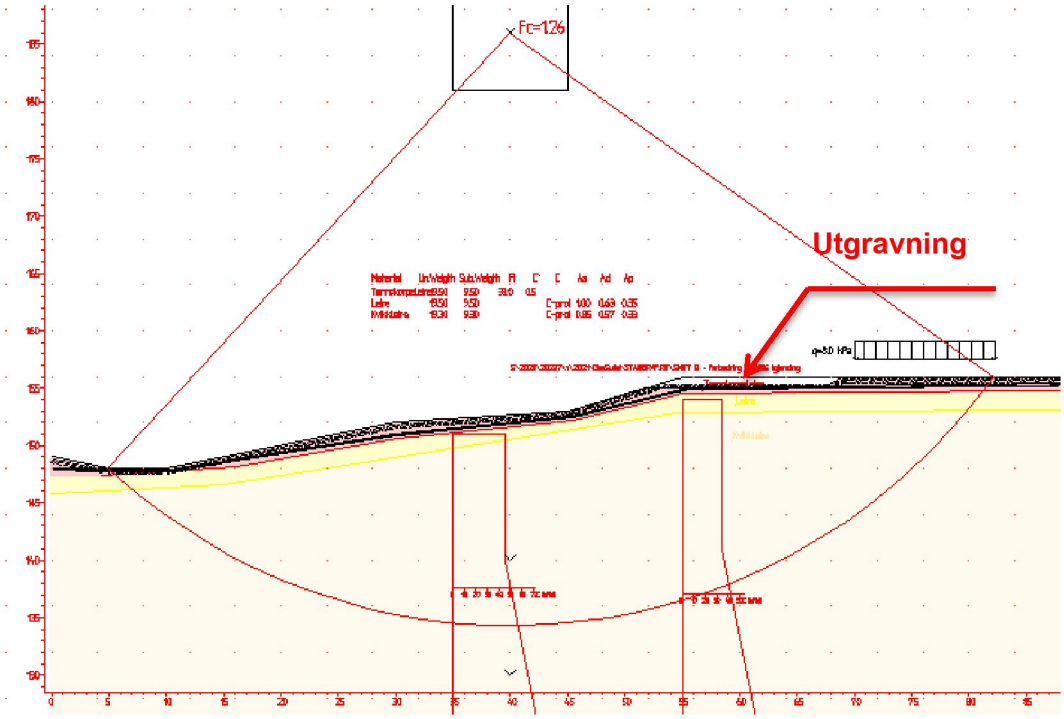
Bilde 5.5 Beregningssnitt B i plan.



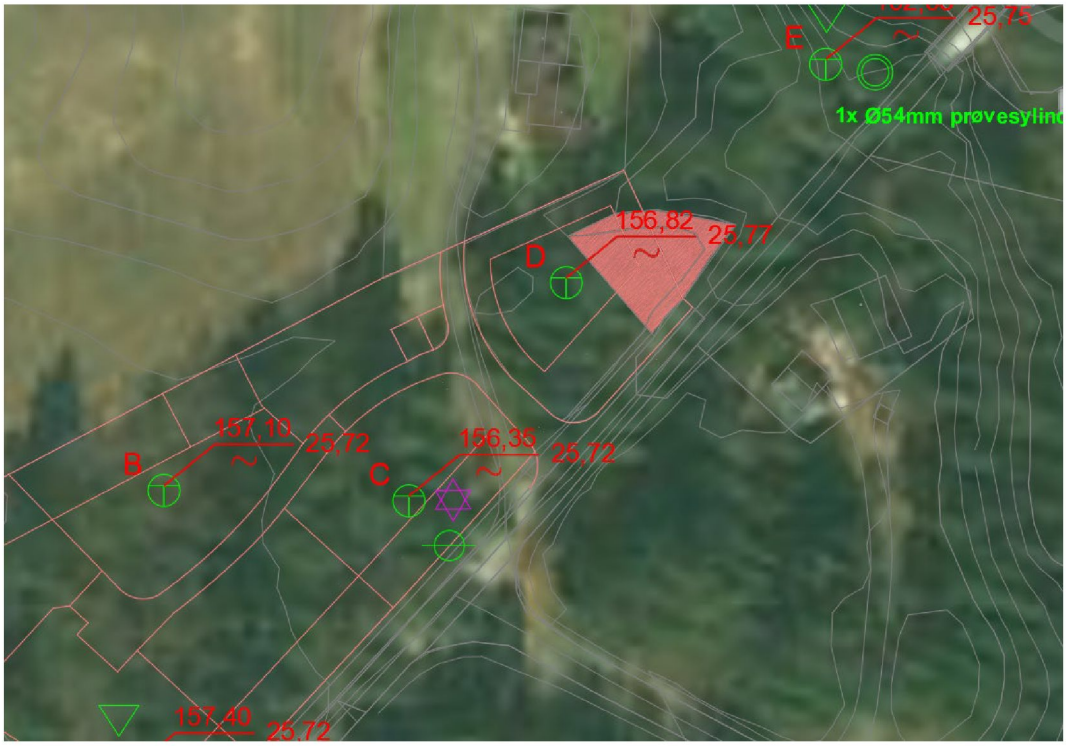

Bilde 5.6 Snitt B. Resultater stabilitetsberegninger. Eksisterende forhold. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,20.




Bilde 5.7 Snitt B. Resultater stabilitetsberegninger med 0,5 m dyp og 15 m bred nedgravning på toppen av skråningen. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,26. 5% forbedring.




Bilde 5.8 Snitt B. Resultater stabilitetsberegninger med 1,0 m dyp og 15 m bred nedgravning på toppen av skråningen samt 8 kPa og 12 m brede laster på toppen. Sikkerhetsfaktor, FS = 1,26. 5% forbedring.




Bilde 5.9 Omtrentlig område (rødt) som må senkes for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet.

***Disse beregninger og vurderinger gir kun indikasjoner på områdestabiliteten, men er ikke formel prosjektering.***

## 5.5 Utgravning/lokalstabilitet

Det er ikke anbefalt å grave dypere enn 1-1,5 m ned på tomten ettersom bløt leire finnes fra ca. 2 m dybde og nedover og at grunnvannstand er målt på ca. 0,75 m dybde. Skråningshelning for grøfter mindre enn 2 m uten avstivning og over grunnvannstanden kan settes til ~1:1. Ved dypere utgravning må geoteknisk sakkyndig konsulteres.

Det henvises til veiledninger fra Arbeidstilsynets «Graving og avstiving av grøfter»[5] for generelle anbefalinger for utgravning.

***Disse foreløpige vurderinger og sammendrag fra regelverket gir kun indikasjoner på skråningshellinger men er ikke formel prosjektering. Formel detaljprosjektering av fyllinger og skjæringer må utføres av ansvarlig prosjekterende i senere faser.***

# 6 Konklusjon

VSO Consulting AS i samarbeid med Norsk Grunnboring AS har på oppdrag Innhus AS utført orienterende grunnundersøkelser på tomt gnr/bnr 274/2-0, ved Gamle Ådalsvei i Ringerike kommune i forbindelse med detaljplan av området Nedre Hvalseng.

Terrenghøyden på tomten varierer mellom kote ca. 156 og 158 moh. Nordøst for tomten heller terrenget med helning ca. 1:5-1:6 med høydeforskjell på ca. 8 m. Nord for tomten heller terrenget med helning ca. 1:10-1:11 med høydeforskjell på ca. 8 m.

Jordprofilet er estimert som følgende:

- 0 til 0,2-1,0 m er jord og vekstjord (torv)
    - Vanninnhold ble målt mellom 30,5 og 327,7% og romvekt ble målt 19,6 kN/m$^3$.
    - Grunnvannstand er målt på ca. 0,75 m dybde i borpunkt C.
- 0,2-1,0 til 1,5 m er fast lagret fin grus / grov sand
- 1,5 til 5-6 m er leire og silt
    - Vanninnhold ble målt mellom 22,9 og 24,2% og romvekt ble målt mellom 19,4 og 19,9 kN/m$^3$.
    - Telefarlighetsklassifisering ut fra korngraderingsanalyse viser telefarlighetsklasse T4, meget telefarlig.
- 5-6 m til fjell er **kvikkleire eller meget sensitiv leire med sprøbruddegenskaper**
    - Vanninnhold ble målt mellom 25,9 og 48,2% og romvekt ble målt mellom 19,0 og 19,5 kN/m$^3$.
    - Aktiv udrenert skjærstyrke (suA) er estimert 35 kPa ned til 15 m dybde med økning på 2 kPa/m derunder oppe på planområdet. Nedenfor planområdet er aktiv udrenert skjærstyrke (suA) estimert 45 kPa ned til 12 m dybde med økning på 2 kPa/m derunder.
    - vist på bilder 3.10 og 3.11.
    - Omrørt skjærstyrke ble målt 0,07 og 1,31 kPa hvilket fører til **kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper.**

[5] http://radem.no/dok/publikasjoner/AT-151%20-%202007%20Grofter.pdf

  - Plastisitetsindeks ble målt mellom 4,8 og 8% hvilket betyr at leiren er lite plastisk.
  - Tolkning av ødometerforsøk på 6,45 m fra borehull A dybde viser at leiren er lite overkonsolidert med gjennomsnittlig modultall m~24, modulus M = 3 MPa forkonsolideringstrykk p'~180 kPa.
- Det ble boret til 25,7 m uten å treffe fjell.

**Det ble funnet kvikkleire på tomten.**

Foreløpige beregninger indikerer at bæreevne i bruddgrensetilstand for stripefundamenter fundamentert på 1,0 m dybde med 10% andel horisontale laster av vertikale laster er ca. 80 kPa.

Foreløpige setningsberegninger viser at 1 m brede stripefundamenter på 1 m dybde med 50 kPa laster fører til 4-5 cm setninger som skjer på noen tiår.

**Utførte setningsberegninger indikerer at setninger blir kritiske for prosjektering av fundamenter.** Det er sannsynlig at byggene må fundamenteres enten på brede fundamenter og/eller med kompensert fundamentering, dvs. erstatning med lette masser. Kompensert fundamentering med kjeller er også mulig men pga. relativt høy grunnvannstand samt kort avstand til bløte masser er kompensert fundamentering med kjeller trolig ikke aktuelt.

Områdestabilitet er beregnet tilstrekkelig sikker i skråningen nord for området (snitt A). Sikkerhetsfaktor for områdestabiliteten nordøst for området (snitt B) er derimot beregnet for lav. Det er i rapporten vist forslag på hvordan sikkerhetsfaktoren kan forhøyes. **Foreløpige stabilitetsberegninger viser at ca. 250 m$^2$ område nordøst for bygget i felt BFS2 må senkes og at plassering av dette bygget må endres for å oppfylle krav til områdestabilitet.**

Undersøkelsene anses som tilstrekkelig grunn for videre planlegging av prosjektet. VSO Consulting ber om å bli holdt orientert om sakens videre gang. Påtreffes uregistrerte grunnforhold, ber vi om å bli varslet.

# Bilag A - Tegninger

- Plan, plassering av undersøkelser

**TEGNFORKLARING**

- Totalsondering
- CPTu-sondering
- Prøveserie
- Naverboring
- Piezometer

Terrengkote / Ant. Fjellkote — Dybde i løsmasser + dybde i fjell

| Rev. | Dato | Revisjonen gjelder | Tegnet | Prosj. |
|---|---|---|---|---|

VSO CONSULTING
FURUSETHGATA 5, 2050 JESSHEIM, TEL.+354 585-9000, E-POST: vso@vso.no

Nedre Hvalseng, Hallingby
Ringerike kommune

| | | |
|---|---|---|
| Geotekniske undersøkelser | Prosjektert av: | DRH |
| Oversiktstegning | Tegnet av: | DRH |
| | Kontrollert av: | GÖB |
| | Godkjent av: | GÖB |
| Målest. 1:100 (A1) | Dato | 29.03.2021 |

| Prosjekt nr. | Tegning nr. | Rev. |
|---|---|---|
| 20237 | JA-V-Y-01 | |

S:\2020\20237\6Tekn\dll\00-20237-JA-V-Y.dwg

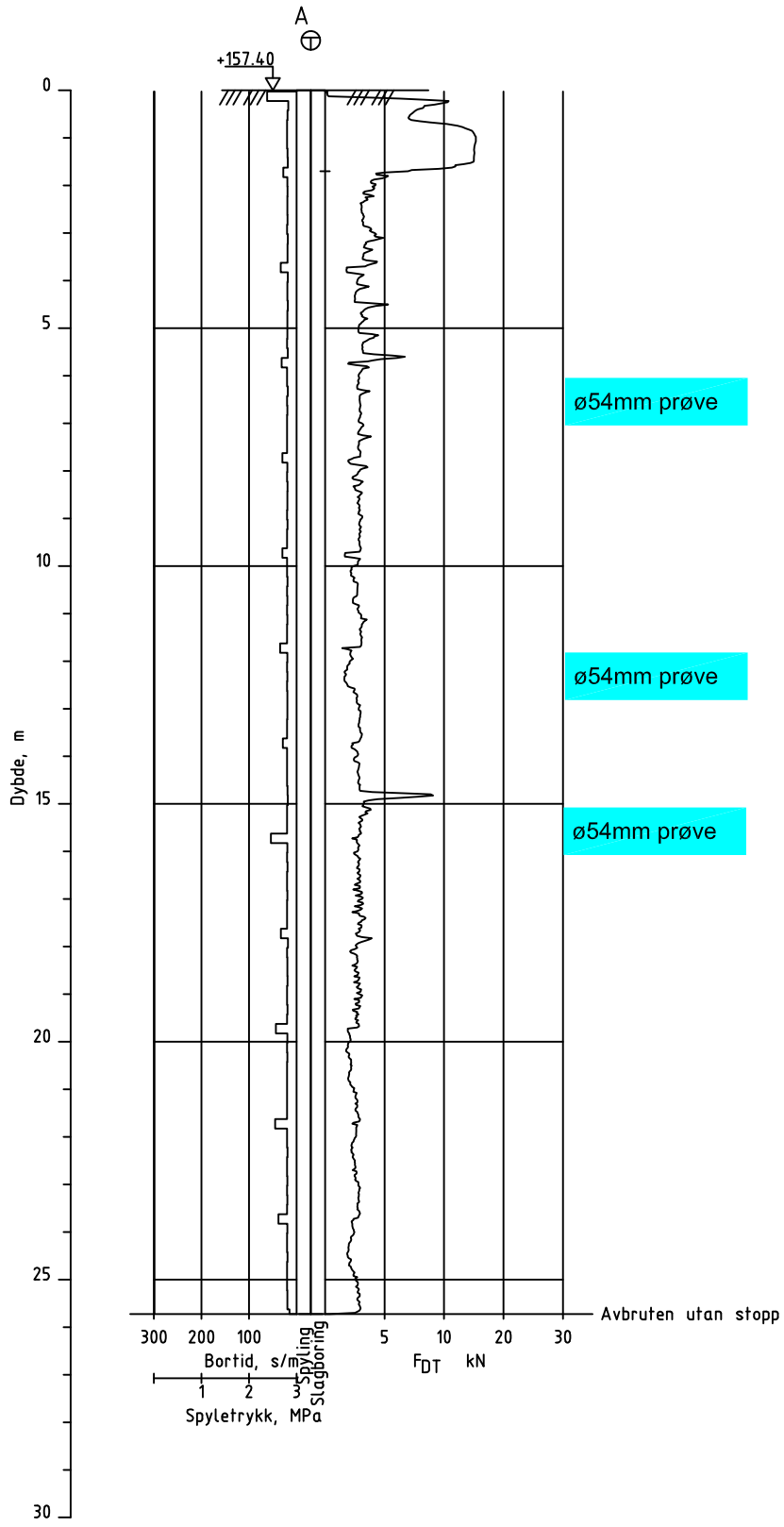
# Bilag B - Geotekniske feltundersøkelser

- Feltrapport
- Totalsonderings- og CPTu-logger
- Prøvekort
- Piezometer
- Resultater fra CPTu-sonderinger

**NORSK GRUNNBORING AS**

| | | | | | Innmålinger - Koordinatsystem | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Fakturaadresse** | | | | | Topcon Hyper SR | **Laboratorie** | |
| **Prosjekt** | VSO Gamle Ådalsvei Hallingby | | | | | **Firma** | NORSK GRUNNBORING AS |
| **Oppdragsnr** | | | | | | | |
| **Firma** | VSO Consulting AS | | | | | | Ørjan R Stokmann |
| **Geotekniker** | | | | | | | orjan@norskgrunnboring.no |
| **Tlf** | Davíð Rósenkrans Hauksson | | | | | | |
| **Epost** | | | | | | | 958 18 052 |
| **Borleder:** | Ørjan R Stokmann | | | ØRJAN R STOKMANN | | | |

| **Borlogg** | | | | | | | | | | **Kommentarer** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dato** | **Punkt #** | **Metode** | **Antall / Totaldybde** | **Fjelldybde** | **Fjellboring** | **Forboring** | **Spyling (V/L)** | **Stoppkode** | **Info** | **(Se instruksjoner)** |
| 29.03.21 | | INNMÅLING GPS | 5,00 | | | | | | | |
| | | TIMER RIGG | 1,00 | | | | | | | Ordne varsel med grunneier på pkt E . Utbygger varsler |
| | D | TOT | 25,70 | | | | | 90 | | 0,0m jordig/grusig/sand til 3,1m. Sand/silt til 4,2m. Silt/lag til 7,6m. Sandig/lag til 17,8m. Silt/leirig til 25,7m. |
| | B | TOT | 25,70 | | 25,70 | | | 90 | | 0,0m sand/grusig til 2,1m. Sand/lag til 3,7m. Silt/lag/bløt til 13,4m. Silt/lag/bløt til 25,7m |
| | C | TOT | 25,70 | | 25,70 | | | 90 | | 0,0m jord/sand/grusig til 1,8m. Silt/lag til 5,8m. Silt/bløt/lag til 19,7m. Silt/bløt til 25,7m |
| | A | TOT | 25,70 | | 25,70 | | | 90 | | 0,0m jord/san/grusig til 1,8m. Silt/lag til 5,8m. Silt/bløt/lag til 25,7m |
| | A | CPT | 20,00 | | | 1,70 | | 90 | | |
| | E | TOT | 25,70 | | 25,70 | | | 90 | | 0,0m jord/sandig/grusig til 2,1m. Silt/bløt/lag til 25,7m |
| | E | CPT | 20,00 | | | 1,70 | | 90 | | |
| | A | SYL 54 | 16,00 | | | 3,00 | | | 3 Sylindere | |
| | A | VENTETID PRØVE | 1,00 | | | | | | | |
| | C | NAV | 5,00 | | | | | | 2 poser | |
| | C | PIEZO HYD | 5,00 | | | 3,00 | | | | 5,0m under terrenget og 2,2m over terrenget, mistenker stort poretrykk! |
| | E | SYL 54 | 6,00 | | | | | | 1 sylinder | |
| | | | | | | | | | | |




TEGNFORKLARING:

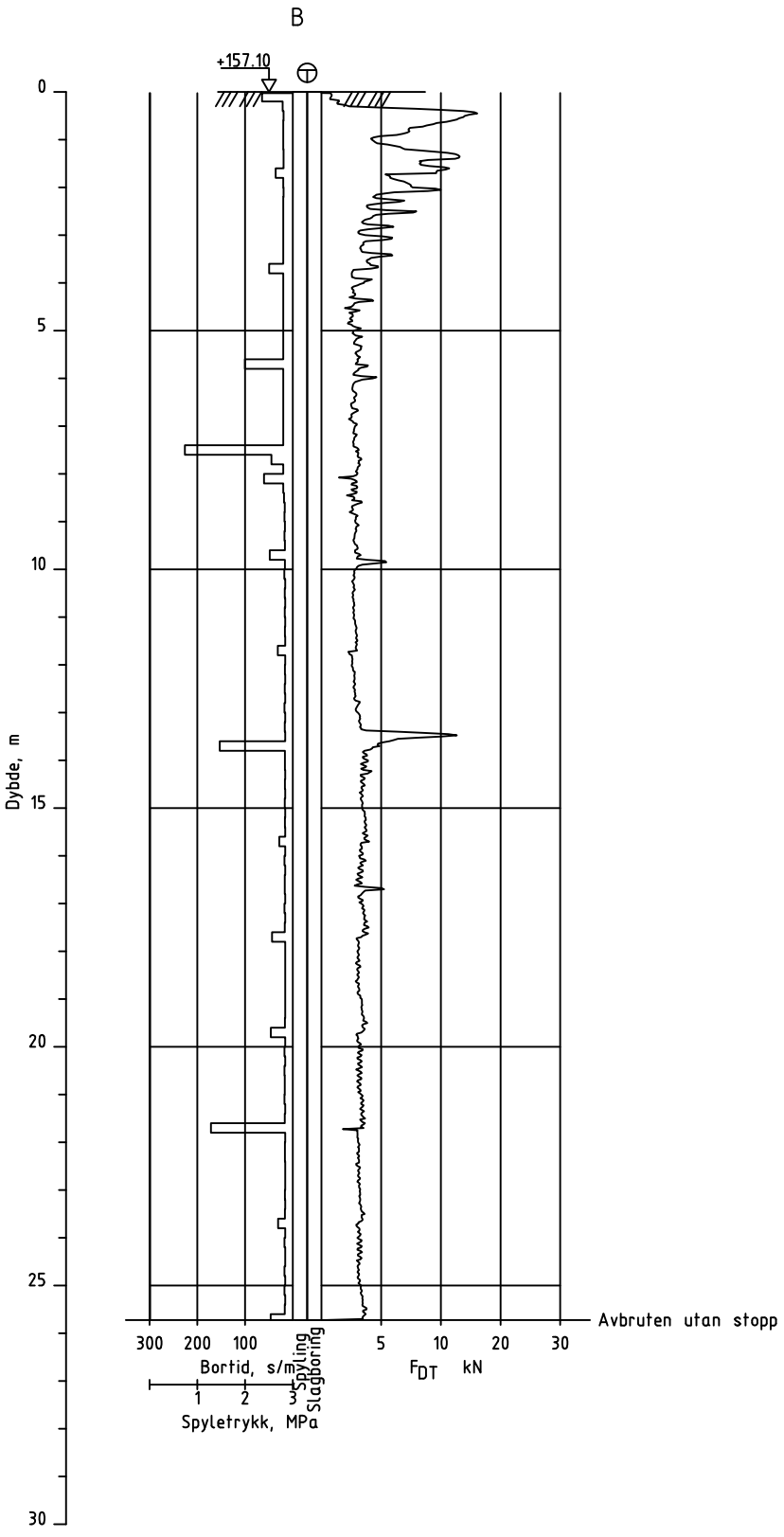
| Rev. | Dato | Forklaring | Tegnet | Prosj. |
|---|---|---|---|---|

VSO CONSULTING

Nedre Hvalseng, Hallingby
Gnr/Bnr: 274/2-0
Boreresultater
Totalsondering borpunkt A

| | |
|---|---|
| Prosjektert av: | DRH |
| Tegnet av: | DRH |
| Kontrollert av: | GÖB |
| Godkjent av: | GÖB |
| Målest: 1:150 | Dato 29.03.2021 |

| Prosjekt no. | Tegning no. | Rev. |
|---|---|---|
| 20237 | JA-V-JAT-01 | - |




TEGNFORKLARING:

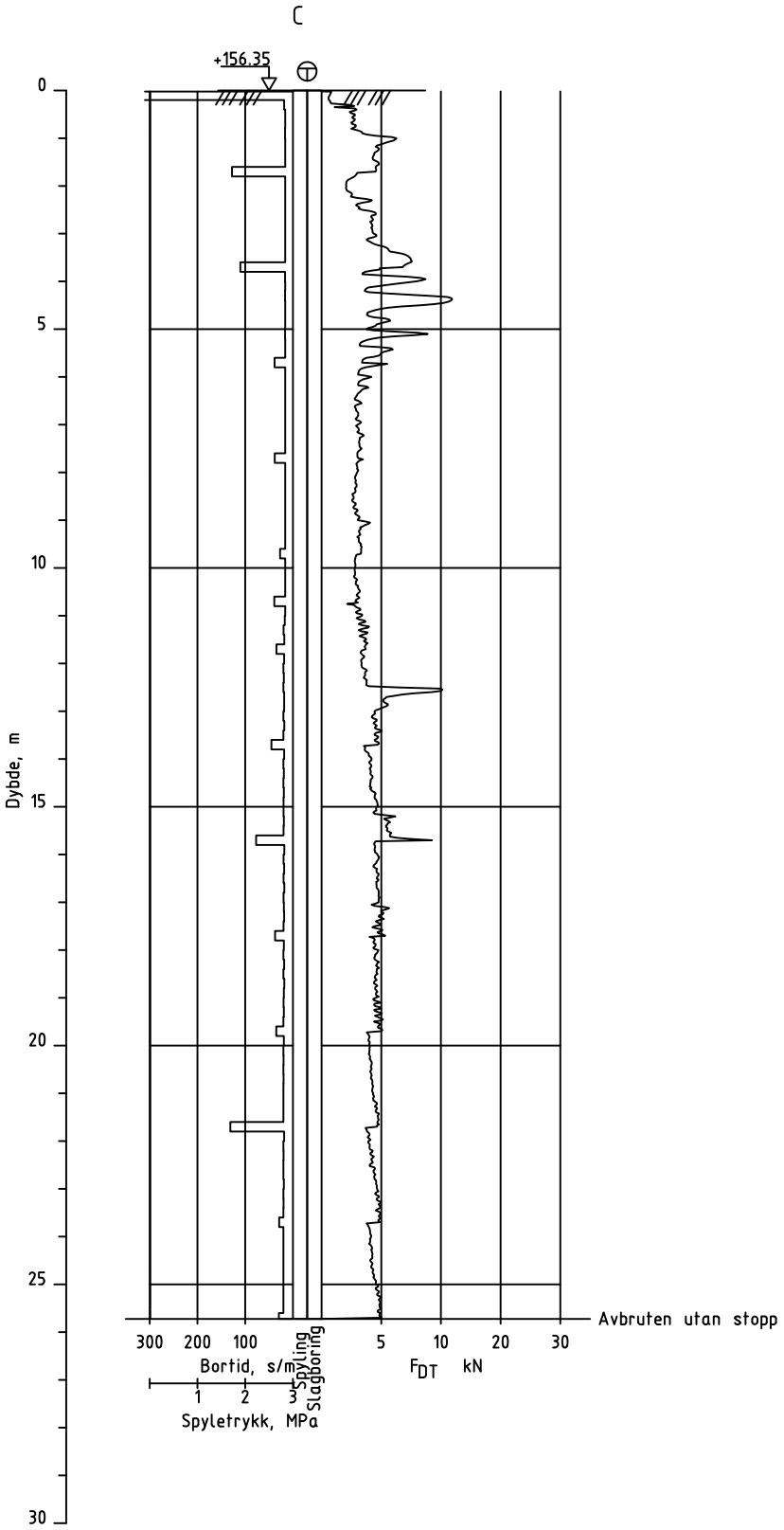
| Rev. | Dato | Forklaring | Tegnet | Prosj. |
|---|---|---|---|---|

VSO CONSULTING

Nedre Hvalseng, Ringerike kommune
Gnr/Bnr: 274/2-0
Boreresultater
Totalsondering borpunkt B

| | |
|---|---|
| Prosjektert av: | DRH |
| Tegnet av: | DRH |
| Kontrollert av: | GÖB |
| Godkjent av: | GÖB |
| Målest: 1:150 | Dato 29.03.2021 |

| Prosjekt no. | Tegning no. | Rev. |
|---|---|---|
| 20237 | JA-V-JAT-02 | - |




TEGNFORKLARING:

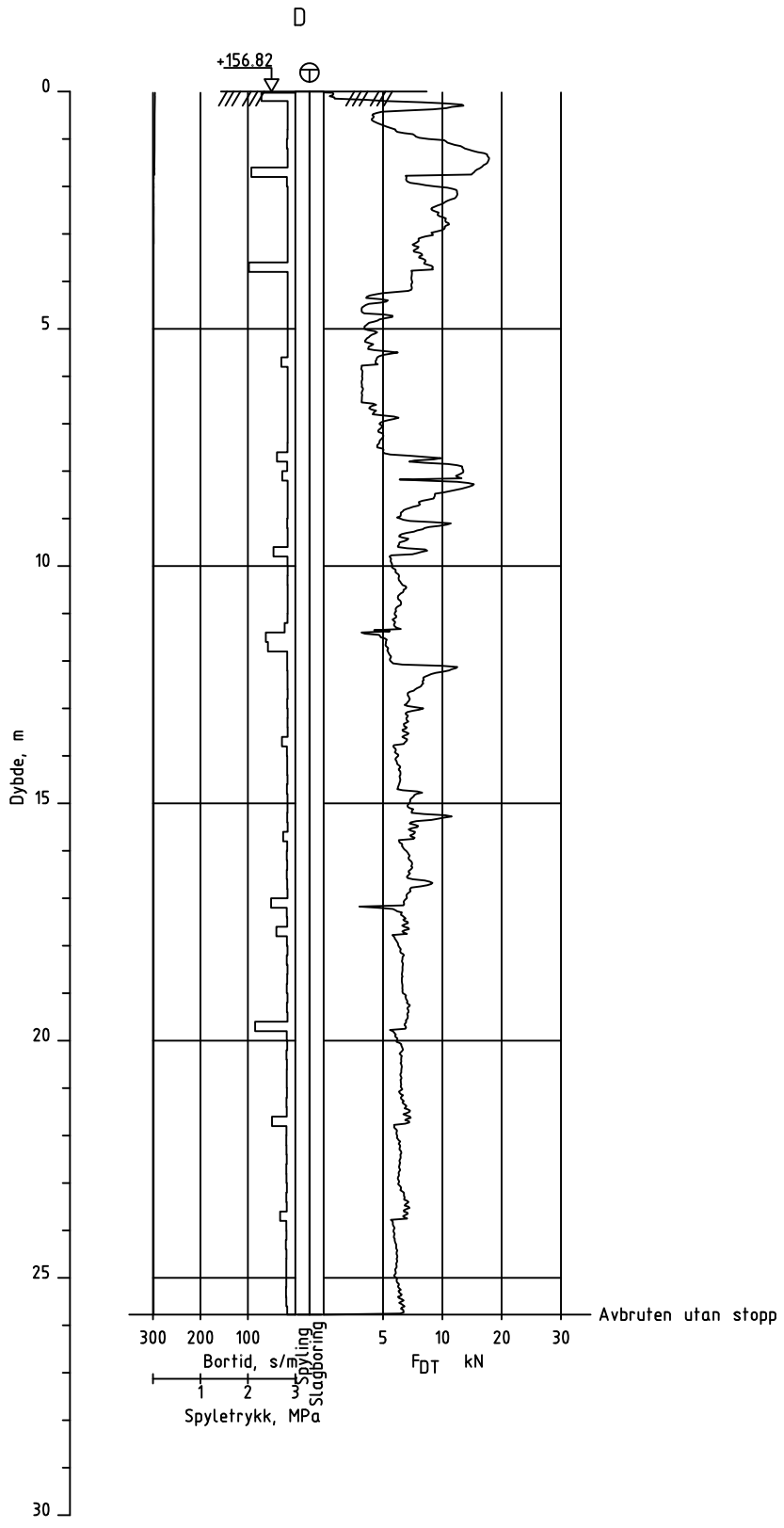
| Rev. | Dato | Forklaring | Tegnet | Prosj. |
|---|---|---|---|---|

VSO CONSULTING

Nedre Hvalseng, Ringerike kommune
Gnr/Bnr: 274/2-0
Boreresultater
Totalsondering borpunkt C

| | |
|---|---|
| Prosjektert av: | DRH |
| Tegnet av: | DRH |
| Kontrollert av: | GÖB |
| Godkjent av: | GÖB |
| Målest: 1:150 | Dato 29.03.2021 |

| Prosjekt no. | Tegning no. | Rev. |
|---|---|---|
| 20237 | JA-V-JAT-03 | - |



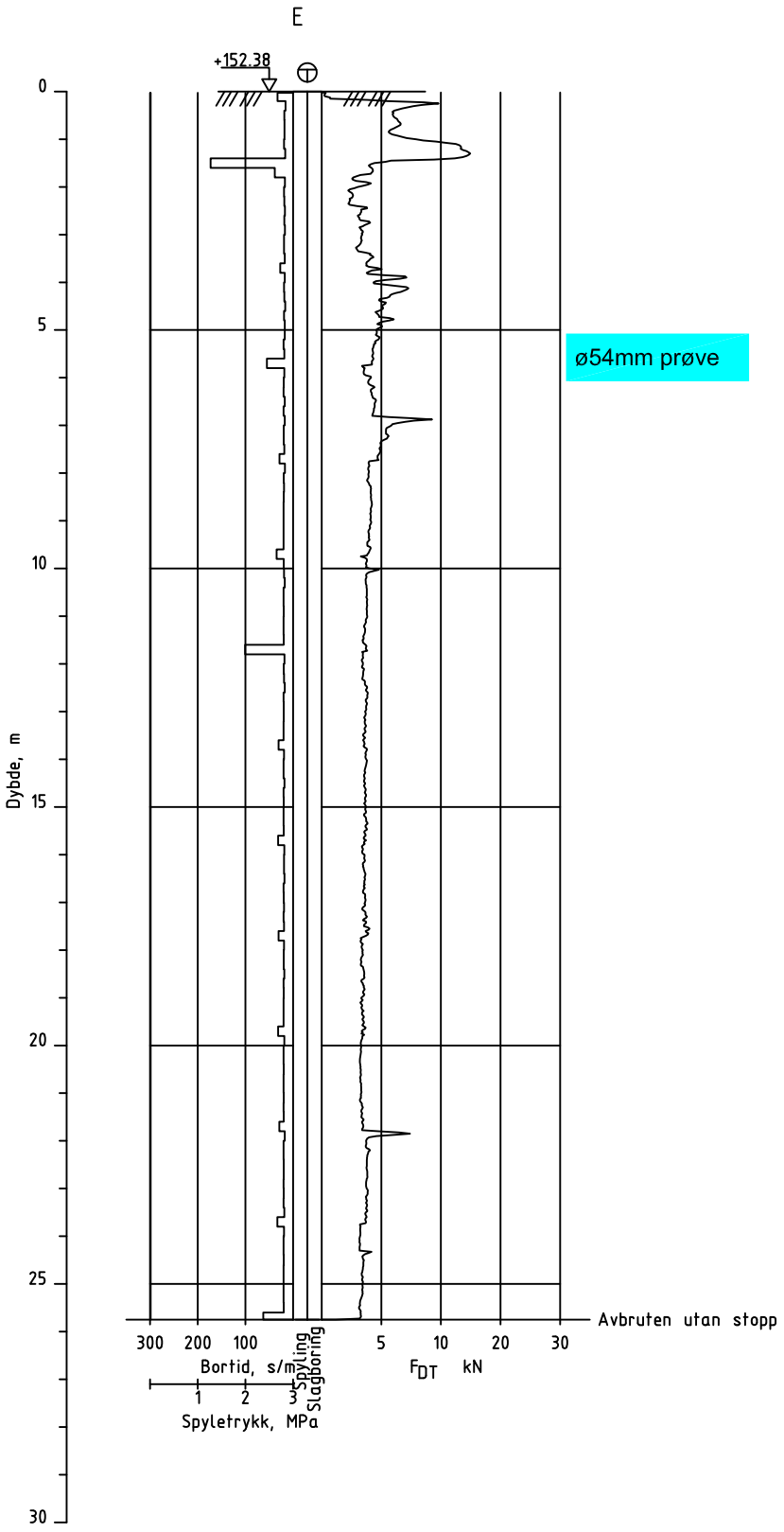

TEGNFORKLARING:

VSO CONSULTING

Nedre Hvalseng, Ringerike kommune
Gnr/Bnr: 274/2-0
Boreresultater
Totalsondering borpunkt D

| | |
|---|---|
| Prosjektert av: | DRH |
| Tegnet av: | DRH |
| Kontrollert av: | GÖB |
| Godkjent av: | GÖB |
| Målest: 1:150 | Dato 29.03.2021 |
| Prosjekt no. 20237 | Tegning no. JA-V-JAT-04 |
| | Rev. - |

Rev. Dato Forklaring Tegnet Prosj.



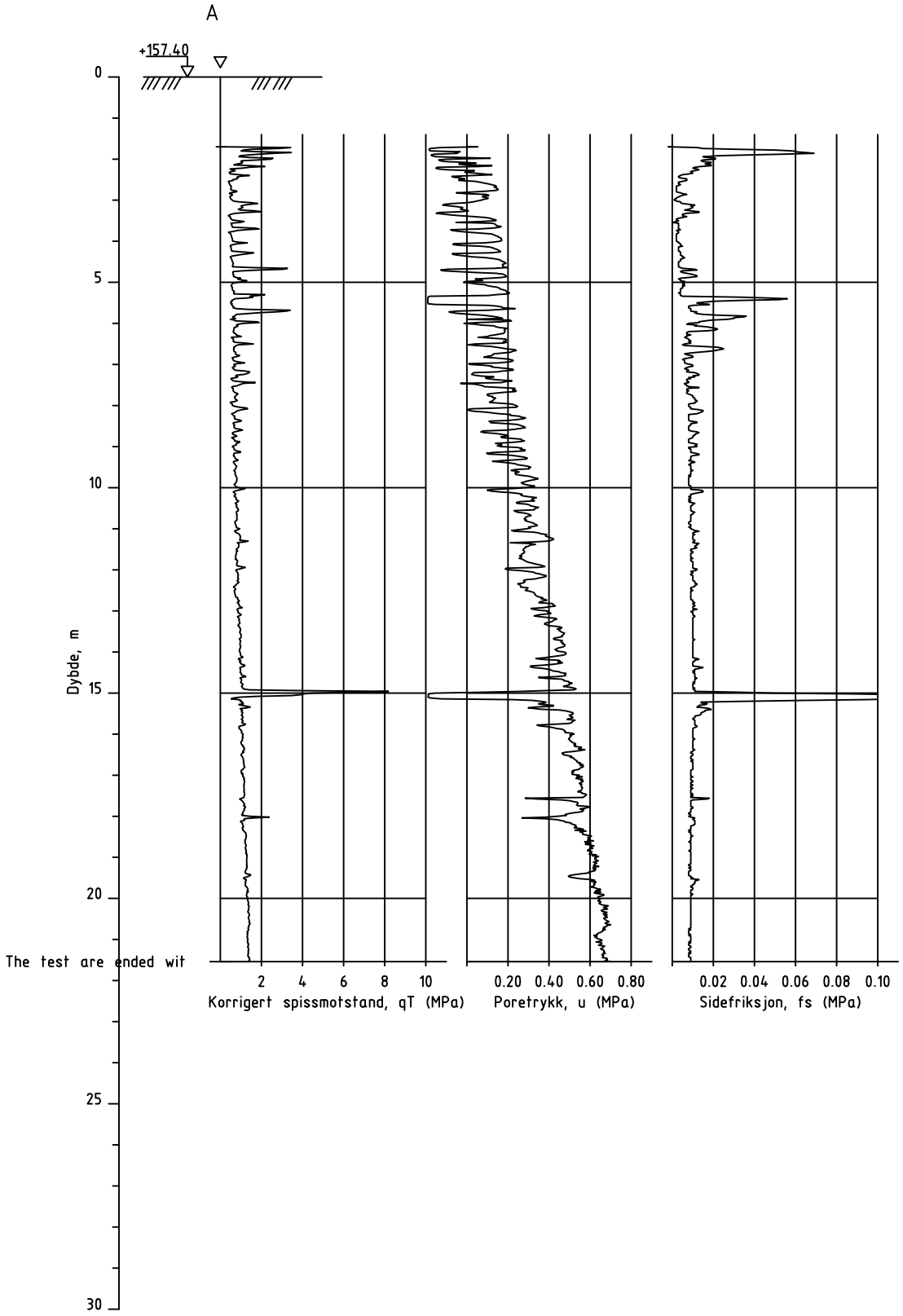

TEGNFORKLARING:

VSO CONSULTING

Nedre Hvalseng, Ringerike kommune
Gnr/Bnr: 274/2-0
Boreresultater
Totalsondering borpunkt E

| | |
|---|---|
| Prosjektert av: | DRH |
| Tegnet av: | DRH |
| Kontrollert av: | GÖB |
| Godkjent av: | GÖB |
| Målest: 1:150 | Dato 29.03.2021 |
| Prosjekt no. | Tegning no. / Rev. |
| 20237 | JA-V-JAT-05 / - |

| Rev. | Dato | Forklaring | Tegnet | Prosj. |
|---|---|---|---|---|



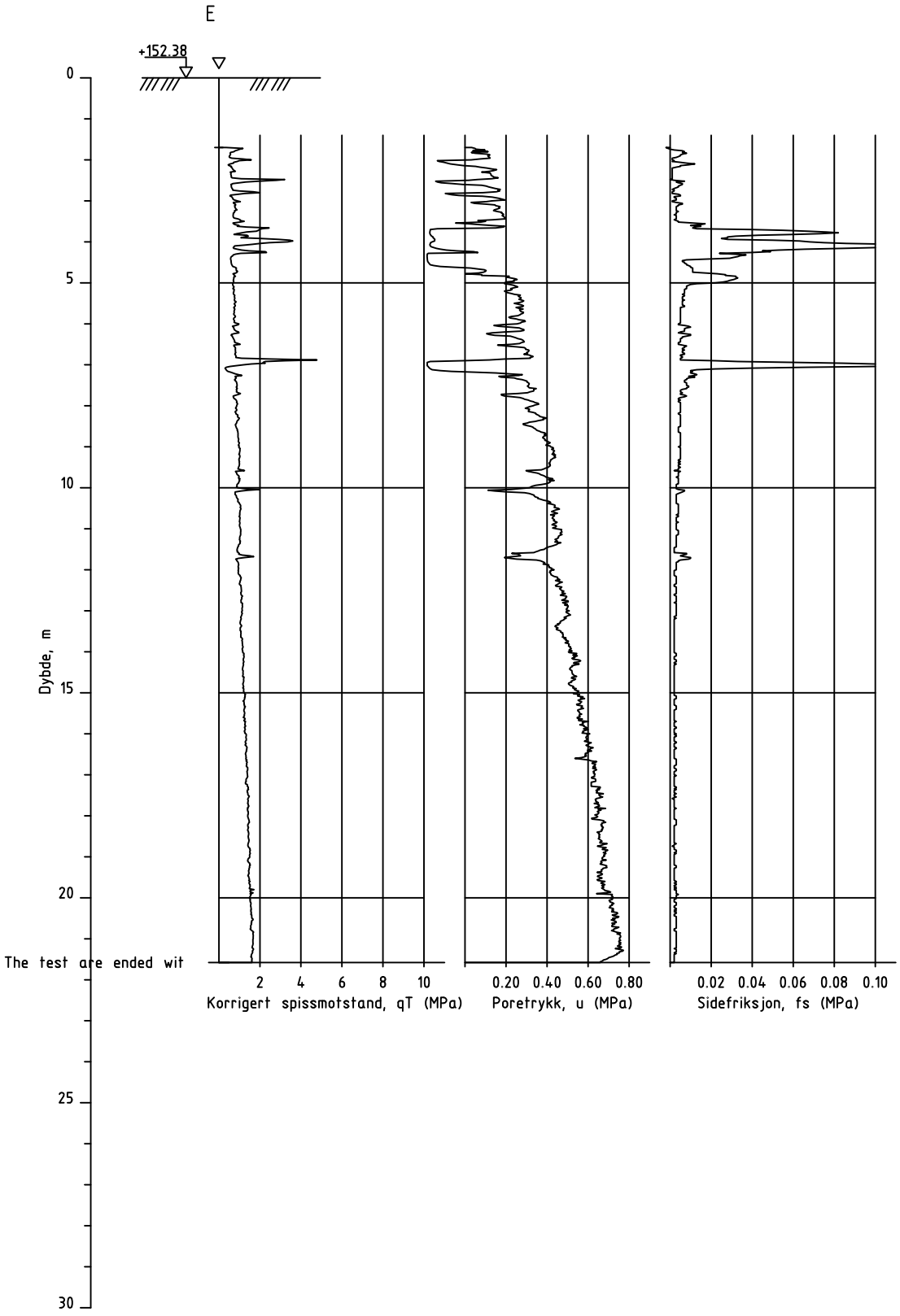

TEGNFORKLARING:

| Rev. | Dato | Forklaring | Tegnet | Prosj. |
|---|---|---|---|---|

VSO CONSULTING

Nedre Hvalseng, Ringerike kommune
Gnr/Bnr: 274/2-0
Boreresultater
CPTu-sondering borpunkt A

| | |
|---|---|
| Prosjektert av: | DRH |
| Tegnet av: | DRH |
| Kontrollert av: | GÖB |
| Godkjent av: | GÖB |
| Målest: 1:150 | Dato 29.03.2021 |
| Prosjekt no. | Tegning no. | Rev. |
| 20237 | JA-V-JAT-06 | - |




TEGNFORKLARING:

VSO CONSULTING

Nedre Hvalseng, Ringerike kommune
Gnr/Bnr: 274/2-0
Boreresultater
CPTu-sondering borpunkt E

| | |
|---|---|
| Prosjektert av: | DRH |
| Tegnet av: | DRH |
| Kontrollert av: | GÖB |
| Godkjent av: | GÖB |
| Målest: 1:150 | Dato 29.03.2021 |
| Prosjekt no. 20237 | Tegning no. JA-V-JAT-07 |
| | Rev. - |

Rev. Dato Forklaring Tegnet Prosj.

NORSK GRUNNBORING AS

# Prøvekort

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oppdragsnr / Navn | VSO Ådalsvei Hallingby | Prøvetaker | 54mm |
| Geotekniker / Firma | VSO David | Grunnvannst. | |
| Hull | A | Terrengkote | |
| Dato | 29.3.2021 | Sign | ØS |

| Dybde i meter | Prøve dybde | prøve nr. | |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | 6-7 | 603 | silt |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | 12-13 | BD2 | silt bløt/kvikk |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | 15-16 | OB5 | kvikk leire |
| 17 | | | |

NORSK GRUNNBORING AS

# Prøvekort

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oppdragsnr / Navn | VSO Ådalsvei Hallingby | Prøvetaker | NAV |
| Geotekniker / Firma | VSO David | Grunnvannst. | 0,1m CA |
| Hull | C | Terrengkote | |
| Dato | 29.3.2021 | Sign | ØS |

| Dybde i meter | Prøve dybde | prøve nr. | |
|---|---|---|---|
| | 0-1 | P1 | humus/tørskorpe |
| 1 | 1-3 | P2 | silt/tørskorpe |
| 2 | 1-3 | P2 | silt/tørskorpe |
| 3 | 3-4 | bilde | silt/overgang sand |
| 4 | 4-5 | bilde | sand/overgang silt |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |

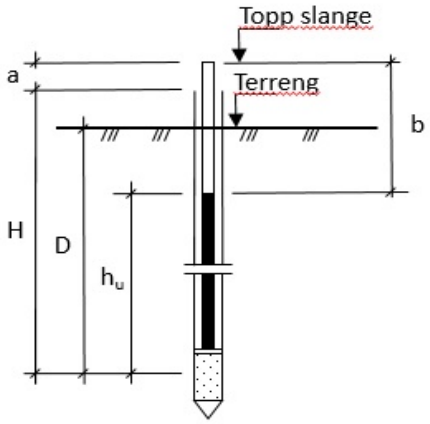
| NORSK GRUNNBORING AS | Prøvekort | | |
|---|---|---|---|
| Oppdragsnr / Navn | VSO Ådalvei Hallingby | Prøvetaker | 54mm |
| Geotekniker / Firma | VSO David | Grunnvannst. | |
| Hull | E | Terrengkote | |
| Dato | 29.3.2021 | Sign | ØS |

| Dybde i meter | Prøve dybde | prøve nr. | |
|---|---|---|---|
| 1 | | | sand |
| 2 | | | sand |
| 3 | | | silt |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | 5-6 | K8 | tørskorpe/silt |
| 7 | 6-7 | | full stop i sand/marin lag |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | 9-10 | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | 14-15 | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |

# Piezometer

**NORSK GRUNNBORING**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Sted:** | Hallingby | **D (Meter):** | 5 |
| **Oppdrag:** | VSO Ådalsvei | **Høyde rør** | 2,20 |
| **Profil / Hull:** | C | **Terreng kote** | 0 |
| **Pitzom dato** | 29.03.21 | **Topp rør kote** | 0,00 |
| **H (Meter):** | 7,2 | **a (Meter):** | 0 |

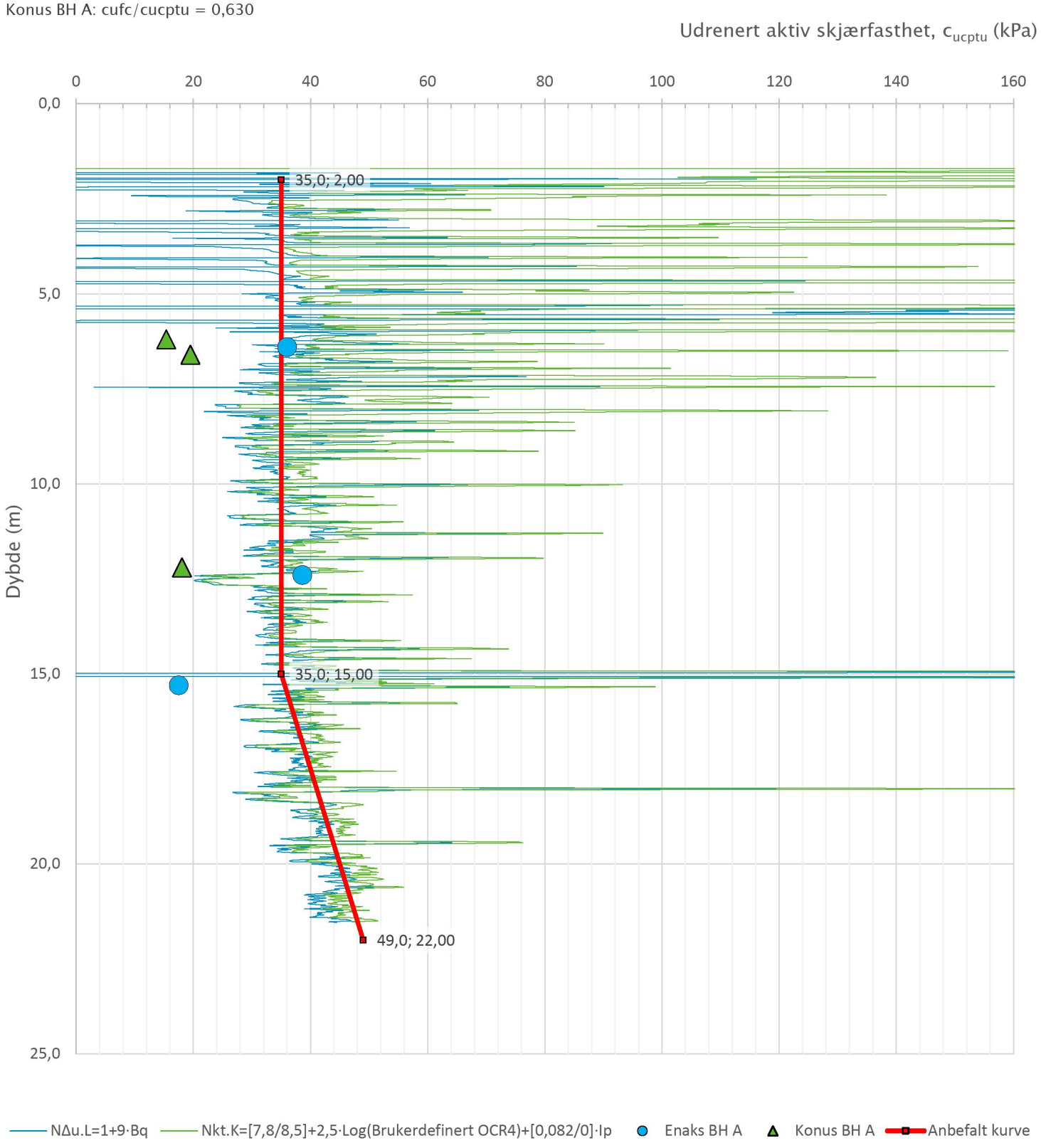



D = dybde av spiss under terreng [m]
$h_u$ = trykkhøyde [m]
H = høyde fra top rør til filter [m]
a = avstand fra top rør til topp slange [m]
b = målt dybde fra top slange til vann-stand i slangen [m]

$h_u = H + a - b$

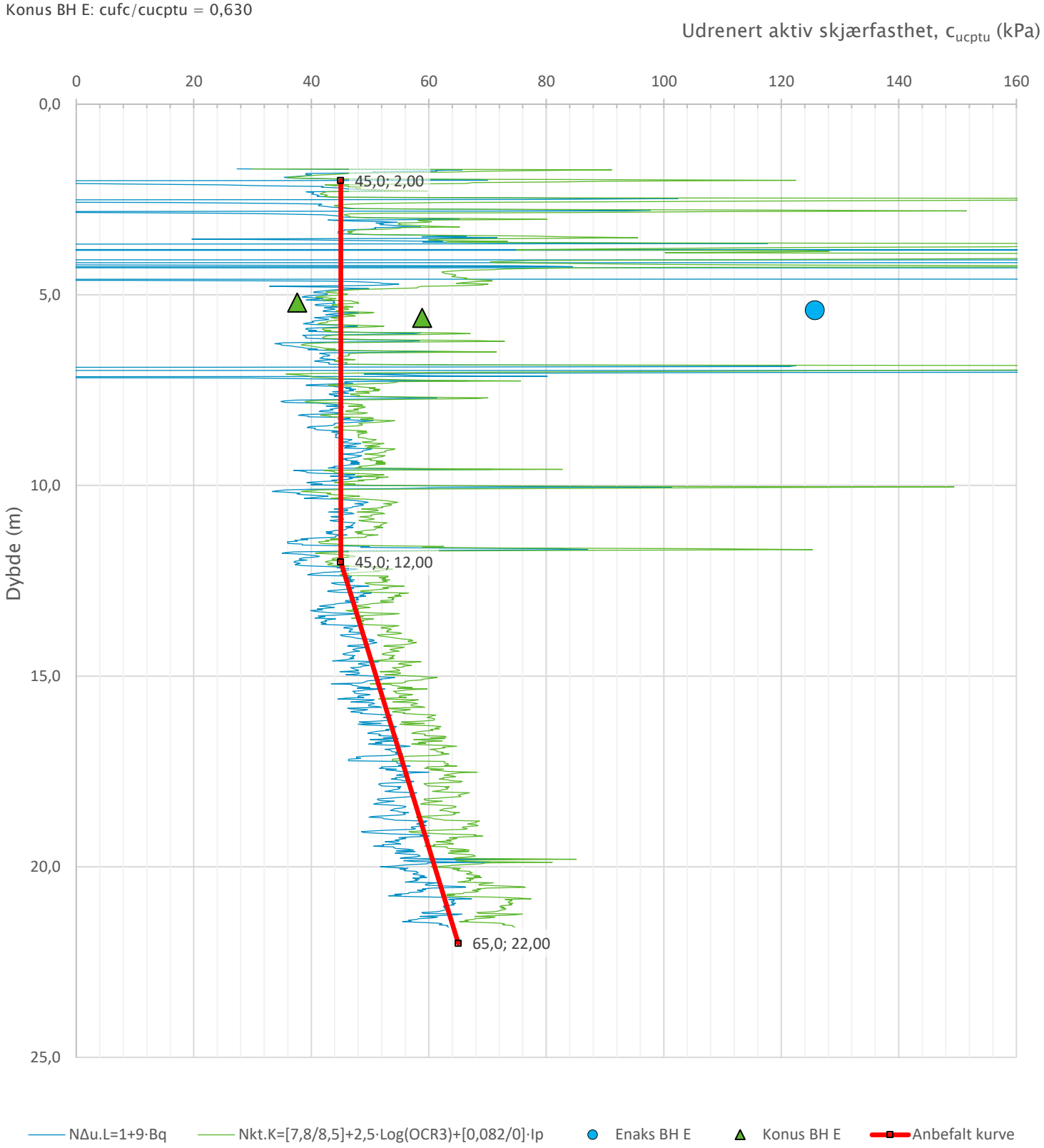
| Dato | Tid | Avlesning - Meter (b) | Trykkhøyde - Meter (hu) | Kommentarer |
|---|---|---|---|---|
| 09.04.21 | 17:45 | 2,1 | 5,10 | målt top rør |
| 16.04.21 | 12:19 | 2,96 | 4,24 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |
| | | | 7,20 | |

Anisotropiforhold i figur:
Enaks BH A: cuuc/cucptu = 0,630
Konus BH A: cufc/cucptu = 0,630




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Prosjekt<br>**Gamle Ådalsvei** | | Prosjektnummer: 20237 | | Borhull<br>**A** |
| Innhold<br>Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet | | | | Sondenummer<br>**5577** |
| | Utført<br>DRH | Kontrollert<br>GÖB | Godkjent<br>GÖB | Anvend.klasse<br>1 |
| | Divisjon<br>Utbygging | Dato sondering<br>29.3.2021 | Revisjon<br>Rev. dato | Figur<br>5 |

Anisotropiforhold i figur:
Enaks BH E: cuuc/cucptu = 0,630
Konus BH E: cufc/cucptu = 0,630




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Prosjekt<br>**Gamle Ådalsvei** | | | Prosjektnummer: 20237 | Borhull<br>**E** |
| Innhold<br>Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet | | | | Sondenummer<br>**5577** |
| | Utført<br>DRH | Kontrollert<br>GÖB | Godkjent<br>GÖB | Anvend.klasse<br>1 |
| | Divisjon<br>Utbygging | Dato sondering<br>29.3.2021 | Revisjon<br>Rev. dato | Figur<br>5 |

# Bilag C - Geotekniske laboratorieundersøkelser

- Rapport fra Multiconsult

RAPPORT

# Laboratorieundersøkelser

OPPDRAGSGIVER

VSO Consulting

OPPDRAG

Nedre Hvalseng, Hallingby

DATO / REVISJON: 14. april 2021 / 00

DOKUMENTKODE: 10225723-RIG-LAB-RAP

Multiconsult

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

Multiconsult

**RAPPORT**

| | | | |
|---|---|---|---|
| EMNE | **Laboratorieundersøkelser** | DOKUMENTKODE | 10225723-RIG-LAB-RAP |
| OPPDRAG | Nedre Hvalseng, Hallingby | TILGJENGELIGHET | Åpen |
| OPPDRAGSGIVER | **VSO Consulting** | OPPDRAGSLEDER | Anna Molnes |
| KONTAKTPERSON | Davíð Rósenkrans Hauksson | UTARBEIDET AV | Anna Molnes |
| KOORDINATER | SONE: XXX ØST: XXXX NORD: XXXXXX | ANSVARLIG ENHET | 10101070 GeoLab |
| GNR./BNR./SNR. | X / X / X / Ringerike | | |


**SAMMENDRAG**

Multiconsult er engasjert av VSO Consulting til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av Norsk Grunnboring AS.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.


| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 00 | 14.04.2021 | Første utsendelse av rapport | ANNM | GEO | ANNM |
| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

# INNHOLDSFORTEGNELSE

**1 Bakgrunn ..... 5**
**2 Omfang av laboratorieundersøkelsen ..... 5**
**3 Prosedyrer for gjennomføring ..... 5**
**4 Resultater ..... 6**
4.1 Borpunkt A ..... 6
4.2 Borpunkt C ..... 6
4.3 Borpunkt E ..... 7
**5 Tegningsliste ..... 7**
**6 Vedlegg ..... 7**
6.1 Geotekniske bilag ..... 7

# 1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra VSO Consulting utført laboratorieundersøkelser for oppdrag «Nedre Hvalseng, Hallingby». Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 31.03.2021 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Norsk Grunnboring AS og prøvene ble levert til vårt laboratorium som poseprøver og 54 mm sylinderprøver den 06.04.2021. Multiconsult AS har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

# 2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 07.-13.04.2021 og omfatter følgende undersøkelser:

| Undersøkelse | Type | Antall | Merknad/avvik |
|---|---|---|---|
| Prøveåpning + vanninnhold | Poser | 2 | +2 stk. ca. densitet |
| Prøveåpning (standard undersøkelse) | 54mm | 4 | |
| Konsistensgrenser | wf/wp | 3 | |
| Kornfordeling | Hydrometeranalyse | 1 | |
| Ødometerforsøk | CRS | 1 | |

# 3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892 serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for NS-EN ISO 9000 serien og NS-EN ISO/IEC 17025

# 4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

## 4.1 Borpunkt A

| Borpunkt A | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Konus | | | | | | | | | | | | |
| Beskrivelse | Dybde-intervall | Dybde | Vann-innhold | Uforstyrret | Omrørt | Sensitivitet | Enaks | Brudd-tøyning | Utrullings-grense | Flytegrense | Glødetap | Korn-densitet | Total densitet | Porøsitet | Spes.forsøk |
| | z | z | w | $c_{ufc}$ | $c_{urfc}$ | $S_t$ | $c_{uuc}$ | $\varepsilon_f$ | $w_p$ | $w_l$ | O | $\rho_s$ | $\rho$ | n | |
| | m | m | % | kN/m$^2$ | kN/m$^2$ | | kN/m$^2$ | % | % | % | % | g/cm$^3$ | g/cm$^3$ | % | |
| LEIRE, siltig | 6,0-7,0 | 6,2 | 26,9 | 9,7 | 1,31 | 7 | | | | | | | 1,99 | | |
| | | 6,4 | 48,2 | | | | 22,7 | 7 | | | | | | | Ø |
| sjikt og lag av silt og sand | | 6,6 | 26,5 | 12,3 | 1,10 | 11 | | | 20,5 | 26 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| SILT, leirig | 12,0-13,0 | 12,2 | 27,2 | 11,4 | 1,31 | 9 | | | | | | | | | |
| | | 12,4 | 35,1 | | | | 24,35 | 10 | | | | | 1,93 | | |
| overgang til KVIKKSILT, leirig | | 12,6 | 29,6 | | 0,20 | | | | 21,0 | 29 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mulig frostskade midt i prøven? Forstyrret prøve. Uforstyrret konus ikke mulig på C pga forstyrrelse. | | | | | | | | | | | | | | | |
| KVIKKLEIRE, siltig | 15,0-16,0 | 15,1 | 26,5 | | 0,07 | | | | 19,4 | 24,2 | | | | | |
| | | 15,3 | 25,9 | | | | 11,04 | 6,39 | | | | | 1,97 | | |
| enk. siltsjikt og -lag | | 15,5 | 30,5 | | 0,12 | | | | | | | | | | |
| Fritt vann, forstyrret | | | | | | | | | | | | | | | |

## 4.2 Borpunkt C

| Borpunkt C | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Konus | | | | | | | | | | | | |
| Beskrivelse | Dybde-intervall | Dybde | Vann-innhold | Uforstyrret | Omrørt | Sensitivitet | Enaks | Brudd-tøyning | Utrullings-grense | Flytegrense | Glødetap | Korn-densitet | Total densitet | Porøsitet | Spes.forsøk |
| | z | z | w | $c_{ufc}$ | $c_{urfc}$ | $S_t$ | $c_{uuc}$ | $\varepsilon_f$ | $w_p$ | $w_l$ | O | $\rho_s$ | $\rho$ | n | |
| | m | m | % | kN/m$^2$ | kN/m$^2$ | | kN/m$^2$ | % | % | % | % | g/cm$^3$ | g/cm$^3$ | % | |
| TORV, H6 i pose nr 1 | 0,0-1,0 | | 327,7 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 30,5 | | | | | | | | | | 2,00 | | |
| LEIRE, siltig, forvitret i pose nr 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| LEIRE, siltig | 1,0-3,0 | | 23,4 | | | | | | | | | | | | K |
| | | | | | | | | | | | | | 2,03 | | |
| enk. forvitringsflekker | | | | | | | | | | | | | | | |

### 4.3 Borpunkt E

| Borpunkt E | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Konus | | | | | | | | | | | |
| Beskrivelse | Dybde-intervall | Dybde | Vann-innhold | Uforstyrret | Omrørt | Sensitivitet | Enaks | Brudd-tøyning | Utrullings-grense | Flytegrense | Glødetap | Korn-densitet | Total densitet | Porøsitet | Spes.forsøk |
| | z | z | w | $c_{ufc}$ | $c_{urfc}$ | $S_t$ | $c_{uuc}$ | $\varepsilon_f$ | $w_p$ | $w_l$ | O | $\rho_s$ | $\rho$ | n | |
| | m | m | % | kN/m$^2$ | kN/m$^2$ | | kN/m$^2$ | % | % | % | % | g/cm$^3$ | g/cm$^3$ | % | |
| SILT, leirig | 5,0-6,0 | 5,2 | 24,2 | 23,7 | 12,26 | 2 | | | | | | | | | |
| | | 5,4 | 23,1 | | | | 79,2 | 14,84 | | | | | 1,98 | | |
| | | 5,6 | 22,9 | 37,1 | 18,02 | 2 | | | | | | | | | |

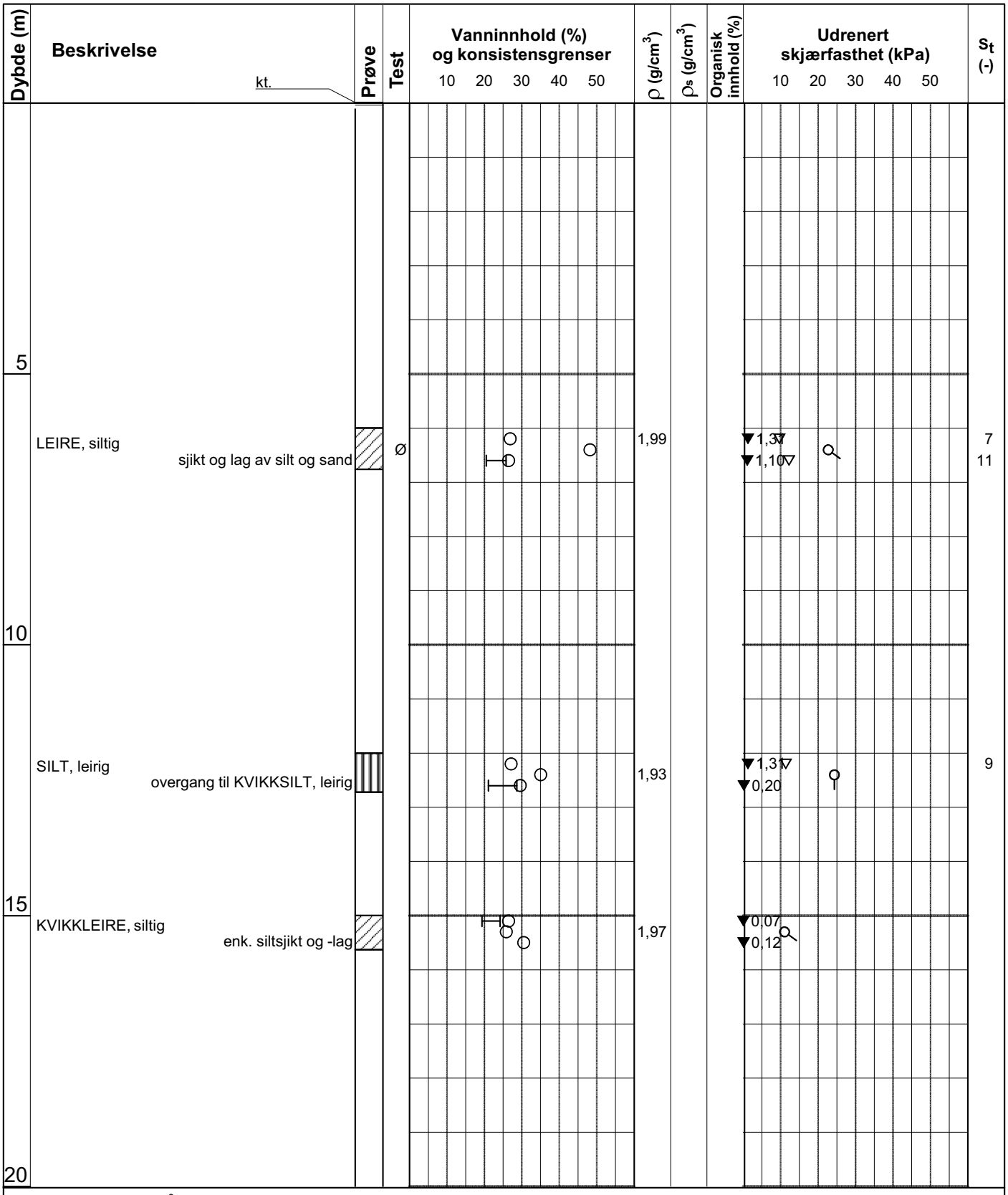
# 5 Tegningsliste

| | |
|---|---|
| 10225723-RIG-TEG-200 | Geotekniske data, borpunkt A |
| 10225723-RIG-TEG-201 | Geotekniske data, borpunkt C |
| 10225723-RIG-TEG-202 | Geotekniske data, borpunkt E |
| 10225723-RIG-TEG-250.1-3 | Enaksialforsøk, borpunkt A |
| 10225723-RIG-TEG-252.1 | Enaksialforsøk, borpunkt E |
| 10225723-RIG-TEG-300 | Kornfordelingskurver, borpunkt C |
| 10225723-RIG-TEG-400.1-2 | Ødometerforsøk, CRS, borpunkt A, dybde = 6,45m |

# 6 Vedlegg

### 6.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer




**Symboler:**

Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

Vanninnhold

Plastisitetsindeks, $I_p$

ISO 17892-6: 2017

Omrørt konus

Uomrørt konus

$\rho$ = Densitet

$\rho_s$ = Korndensitet

$S_t$ = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok: NG

PRØVESERIE

Borhull: A

VSO Consulting

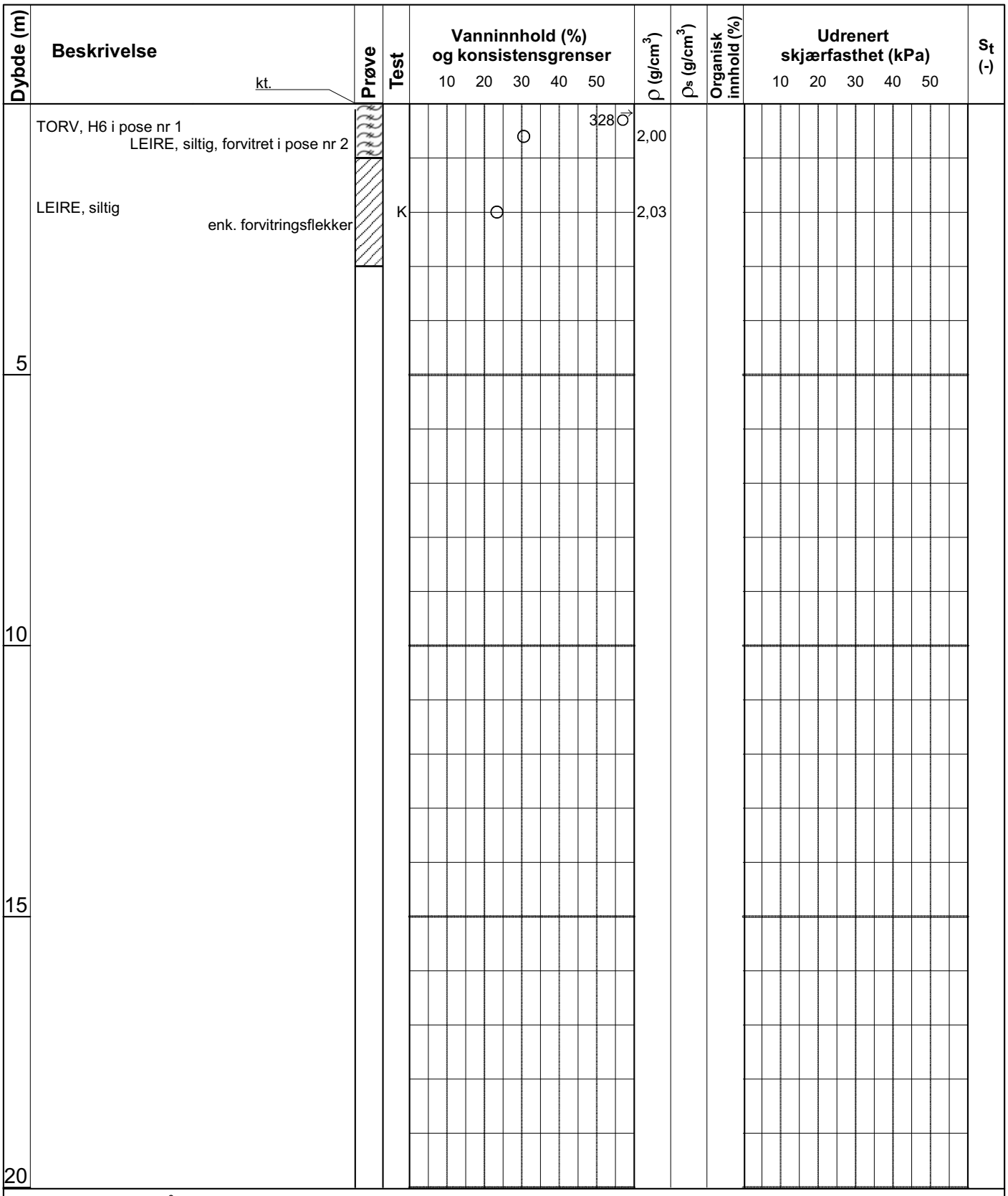
Dato: 2021-04-14

Nedre Hvalseng, Hallingby

Multiconsult

www.multiconsult.no

| Konstr./Tegnet: | Kontrollert: | Godkjent: |
|---|---|---|
| SISJ | ANNM | ANNM |
| **Oppdragsnummer:** | **Tegningsnr.:** | **Rev. nr.:** |
| 10225723 | RIG-TEG-200 | 00 |




**Symboler:**

15 / 0 / 5 / 10 — Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

Vanninnhold

Plastisitetsindeks, $I_p$

ISO 17892-6: 2017

Omrørt konus

Uomrørt konus

$\rho$ = Densitet

$\rho_s$ = Korndensitet

$S_t$ = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: 0,1 m

Borbok: NG

PRØVESERIE

Borhull: C

VSO Consulting

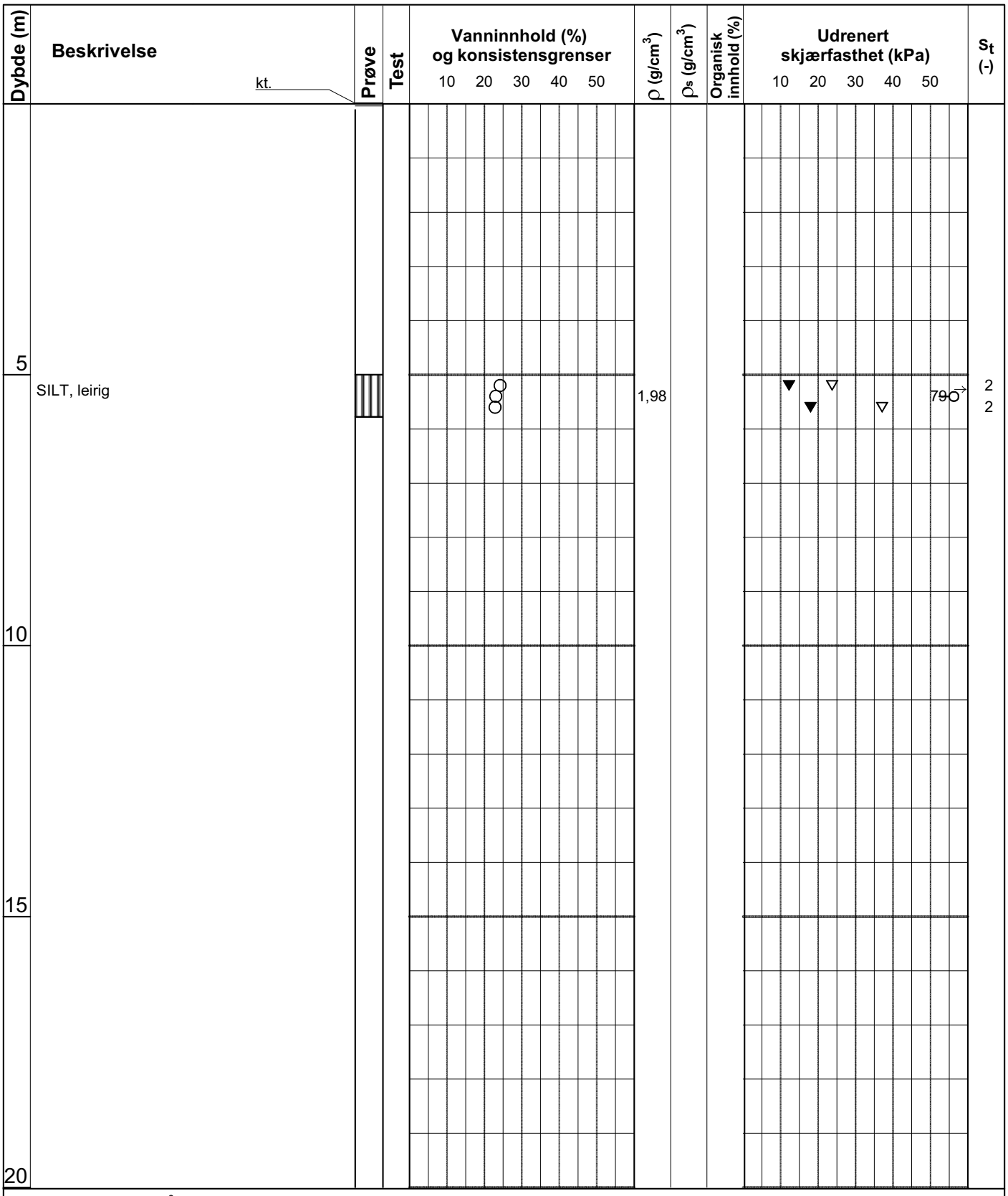
Dato: 2021-04-14

Nedre Hvalseng, Hallingby

Multiconsult

www.multiconsult.no

| Konstr./Tegnet: | Kontrollert: | Godkjent: |
|---|---|---|
| SISJ | ANNM | ANNM |
| **Oppdragsnummer:** | **Tegningsnr.:** | **Rev. nr.:** |
| 10225723 | RIG-TEG-201 | 00 |




**Symboler:**

15 – 0 – 5 – 10 Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

Vanninnhold

Plastisitetsindeks, $I_p$

ISO 17892-6: 2017

▼ Omrørt konus

▽ Uomrørt konus

ρ = Densitet

$\rho_s$ = Korndensitet

$S_t$ = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok: NG

PRØVESERIE

Borhull: E

VSO Consulting

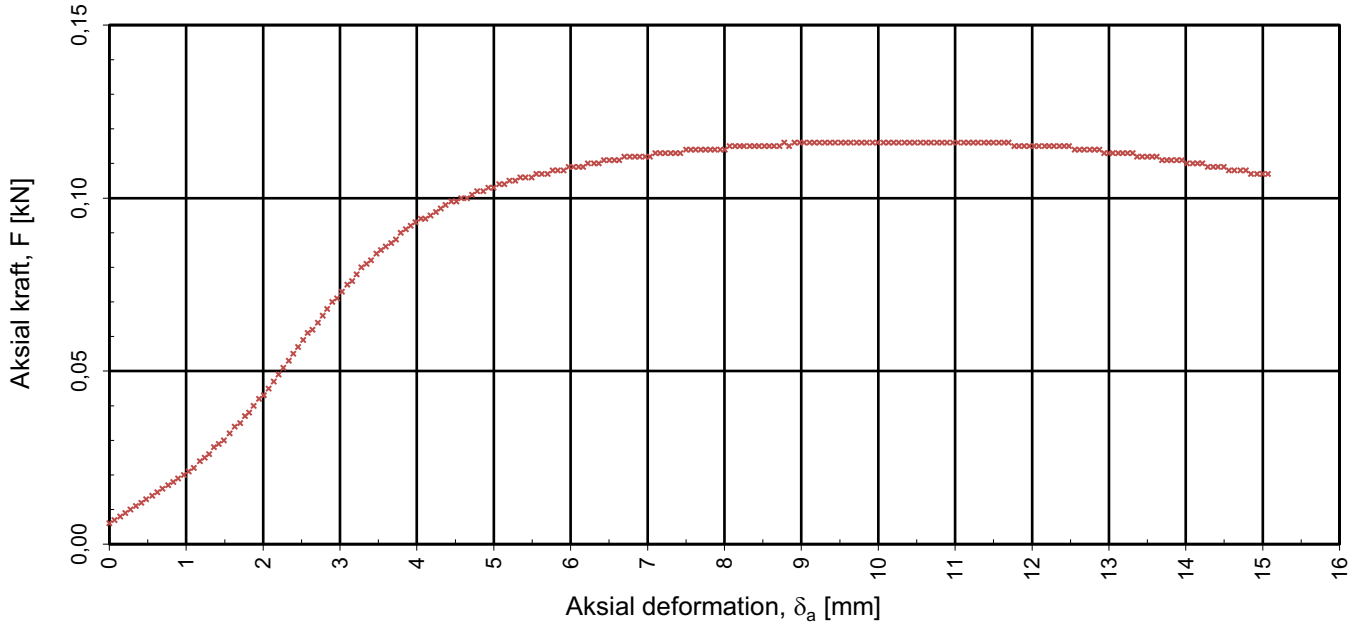
Dato: 2021-04-14

Nedre Hvalseng, Hallingby

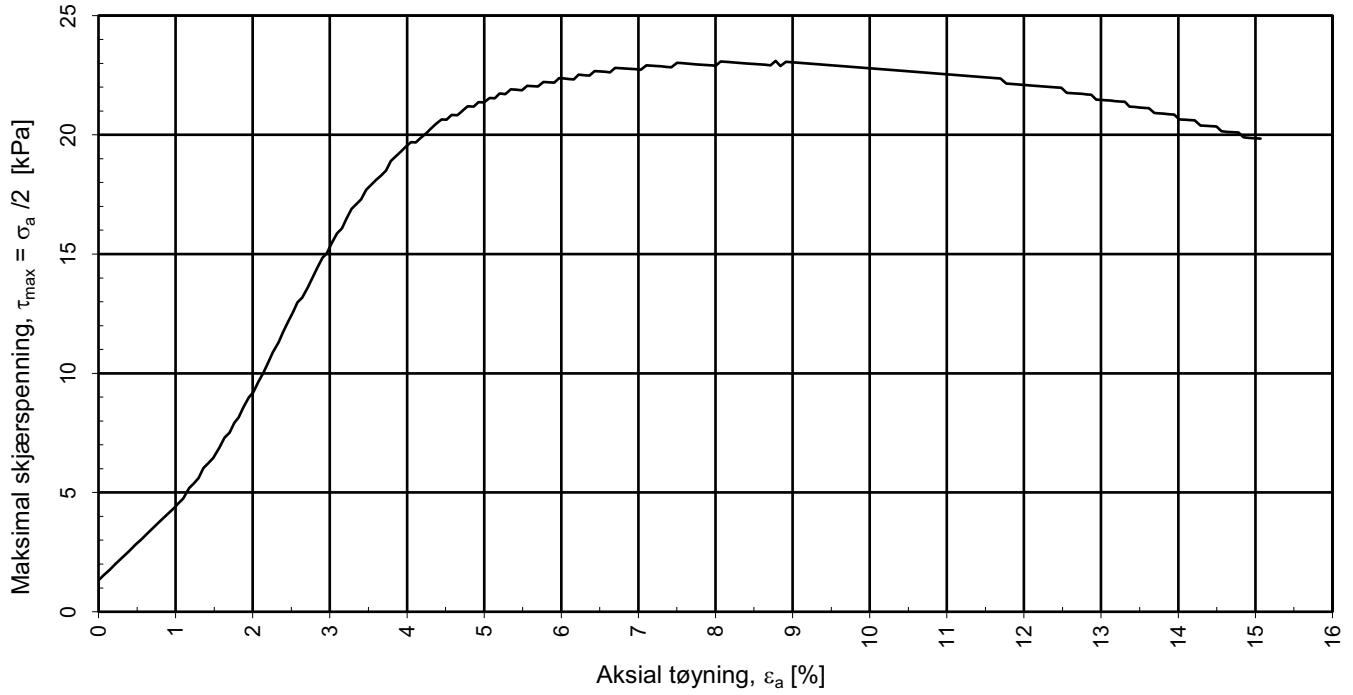
Multiconsult

www.multiconsult.no

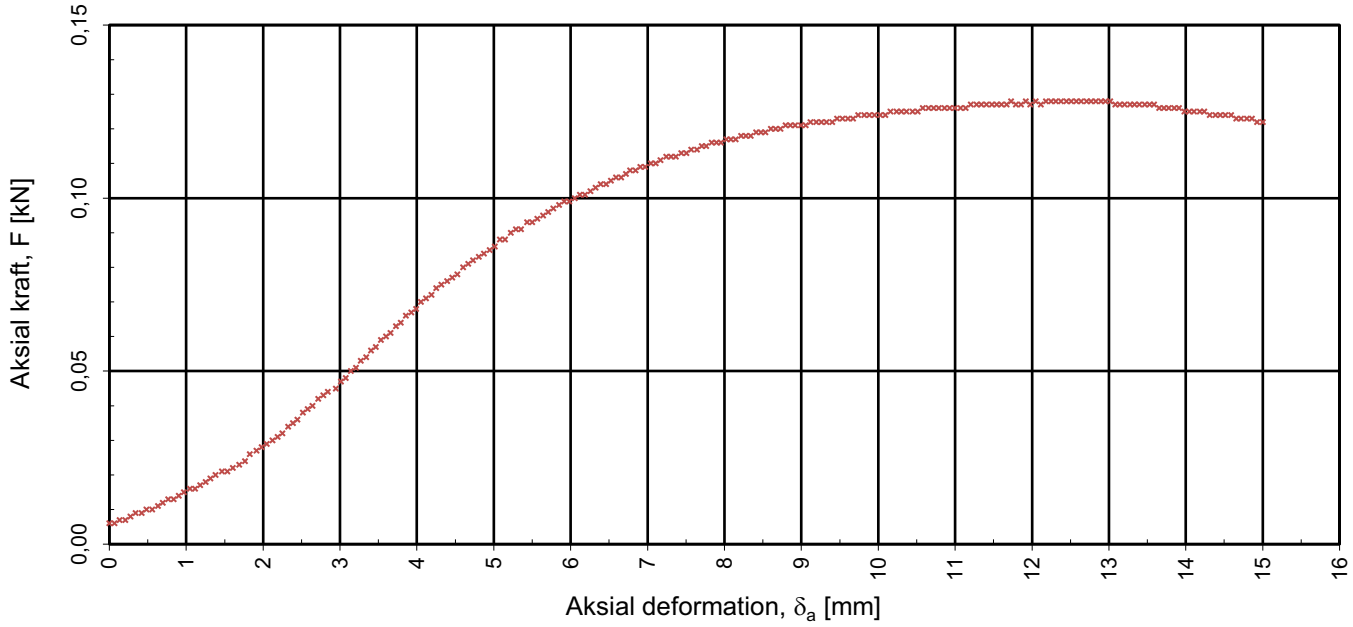
| Konstr./Tegnet: | Kontrollert: | Godkjent: |
|---|---|---|
| SISJ | ANNM | ANNM |
| **Oppdragsnummer:** | **Tegningsnr.:** | **Rev. nr.:** |
| 10225723 | RIG-TEG-202 | 00 |



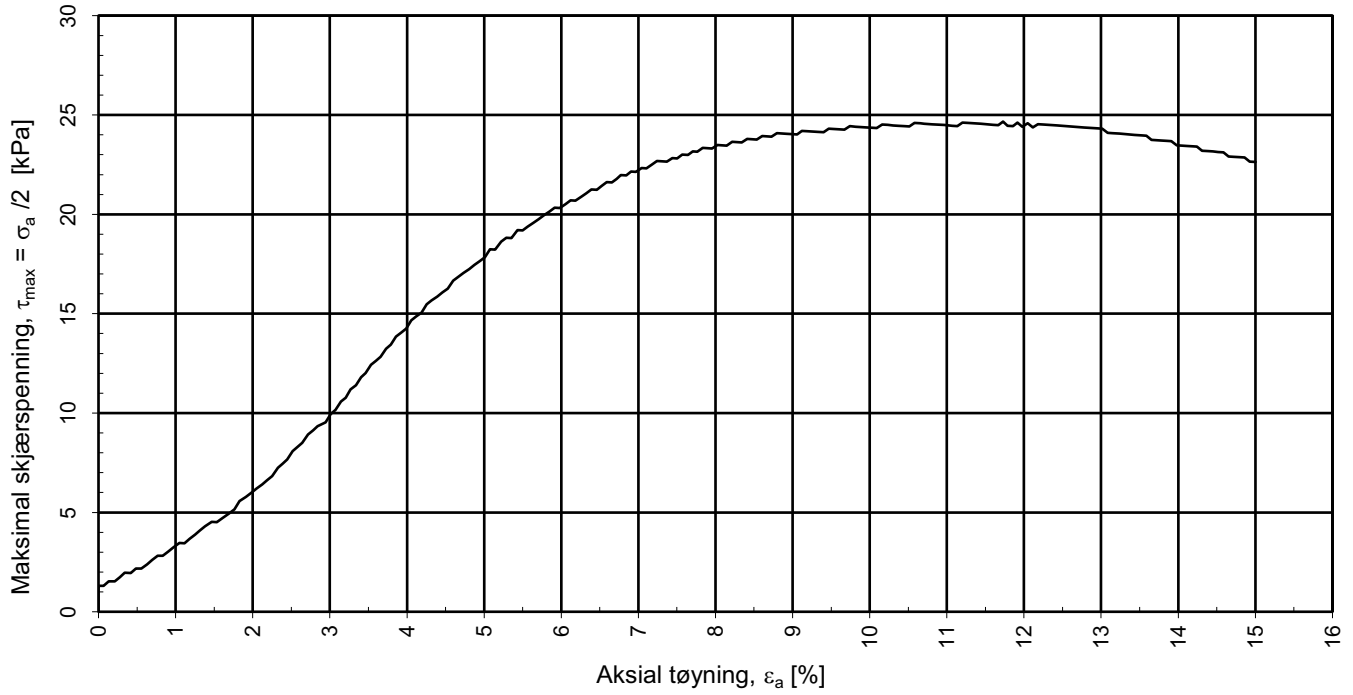

strain v av stress



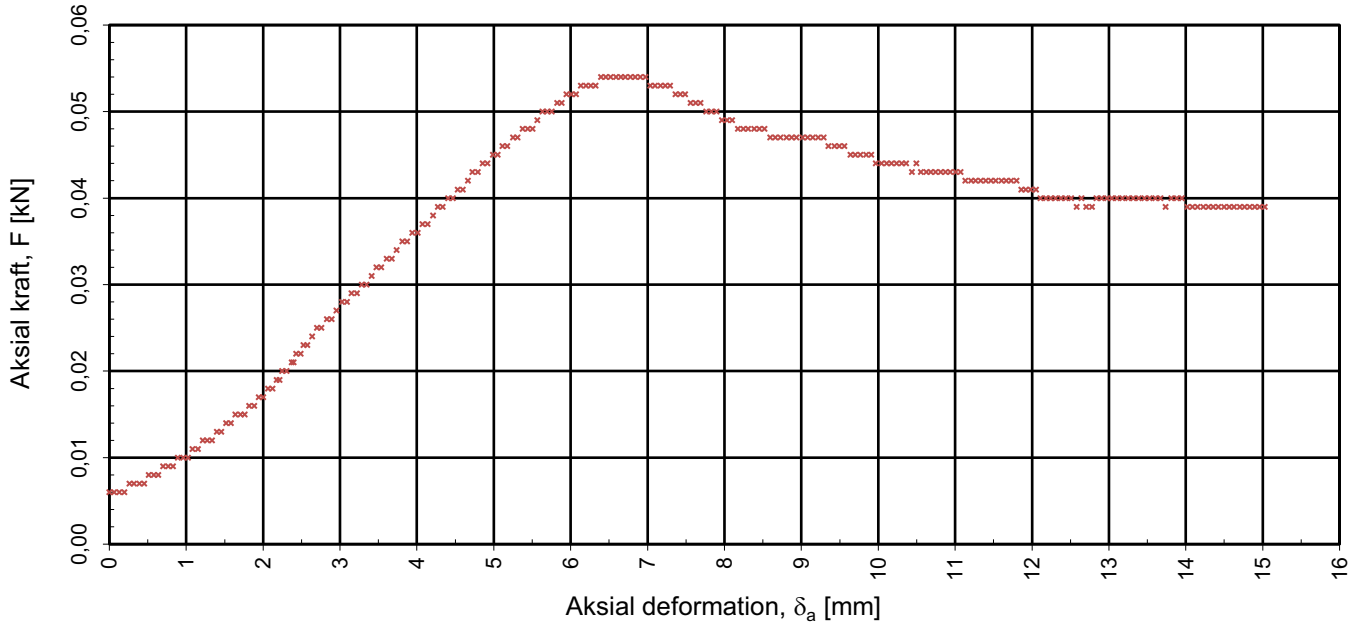

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Tegningens filnavn: |
| Prøvediameter<br>54,00 | Prøvehøyde<br>100,00 | | | Multiconsult |
| **MULTICONSULT AS**<br>Nedre Skøyen vei 2,<br>0213 OSLO<br>Tlf.: +47 21 58 50 00<br>www.multiconsult.no | Forsøksdato:<br>07.04.2021 | Dybde, z (m):<br>6,28 | Borpunkt nr.:<br>A | |
| | Forsøk nr.:<br>1 | Tegnet:<br>EIVSO | Kontrollert:<br>MARS | Godkjent:<br>ANNM |
| | Oppdrag nr.:<br>10225723 | Tegning nr.:<br>RIG-TEG-250.1 | Prosedyre:<br>Enaks | Programrevisjon:<br>00 |



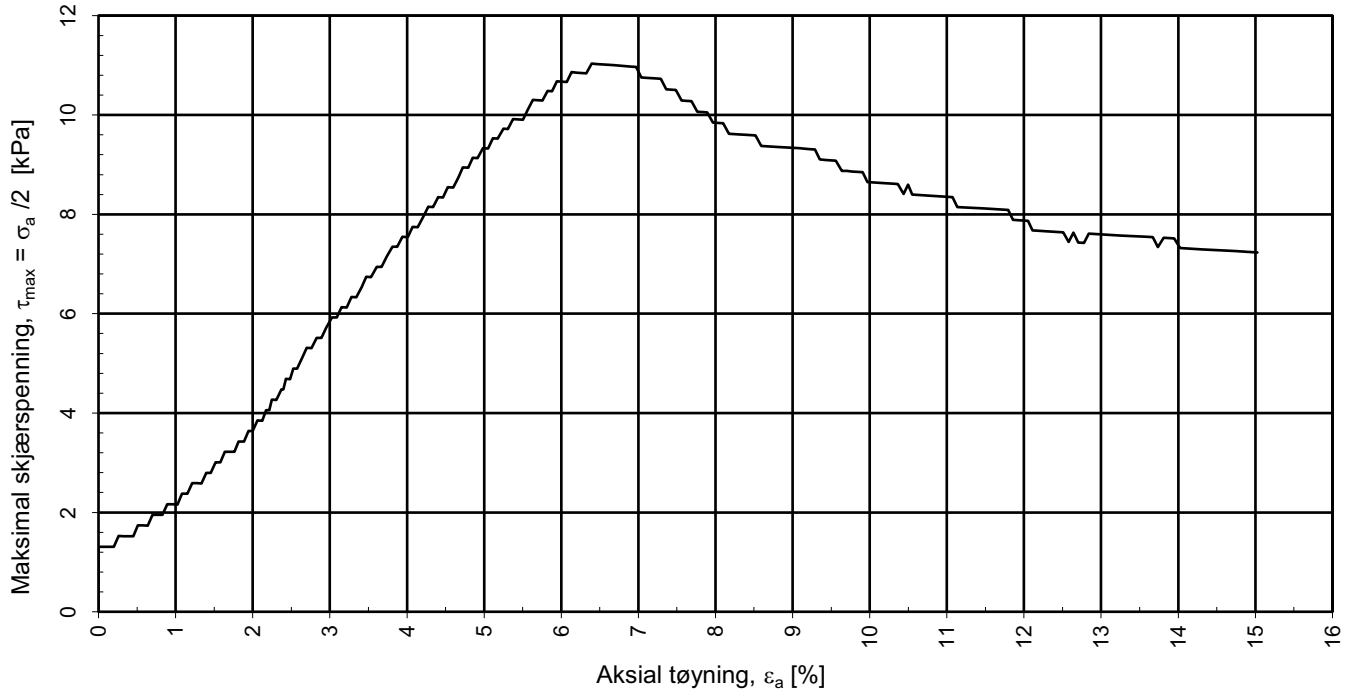

strain v av stress




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Tegningens filnavn: |
| Prøvediameter: 54,00 | Prøvehøyde: 100,00 | | | Multiconsult |
| **MULTICONSULT AS**<br>Nedre Skøyen vei 2,<br>0213 OSLO<br>Tlf.: +47 21 58 50 00<br>www.multiconsult.no | Forsøksdato: 07.04.2021 | Dybde, z (m): 12,2 | Borpunkt nr.: A | |
| | Forsøk nr.: 1 | Tegnet: EIVSO | Kontrollert: METS | Godkjent: ANNM |
| | Oppdrag nr.: 10225723 | Tegning nr.: RIG-TEG-250.2 | Prosedyre: Enaks | Programrevisjon: 00 |

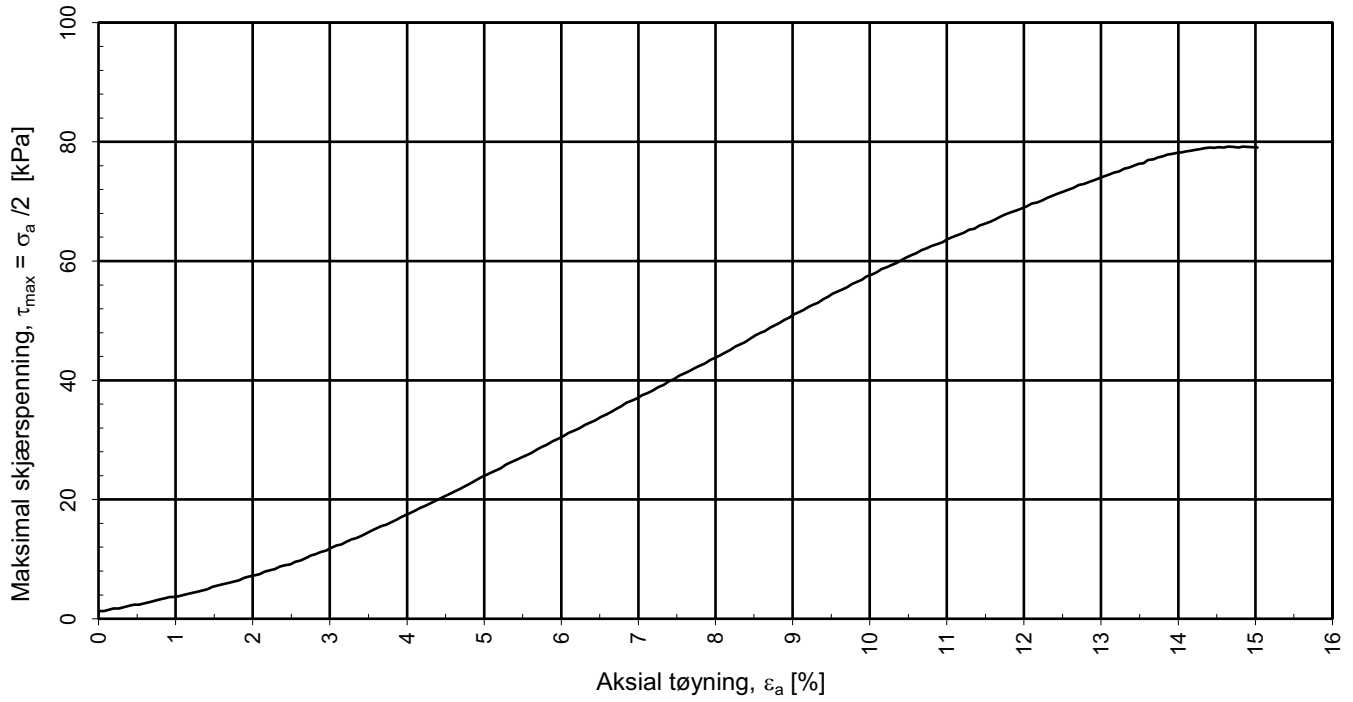



strain v av stress



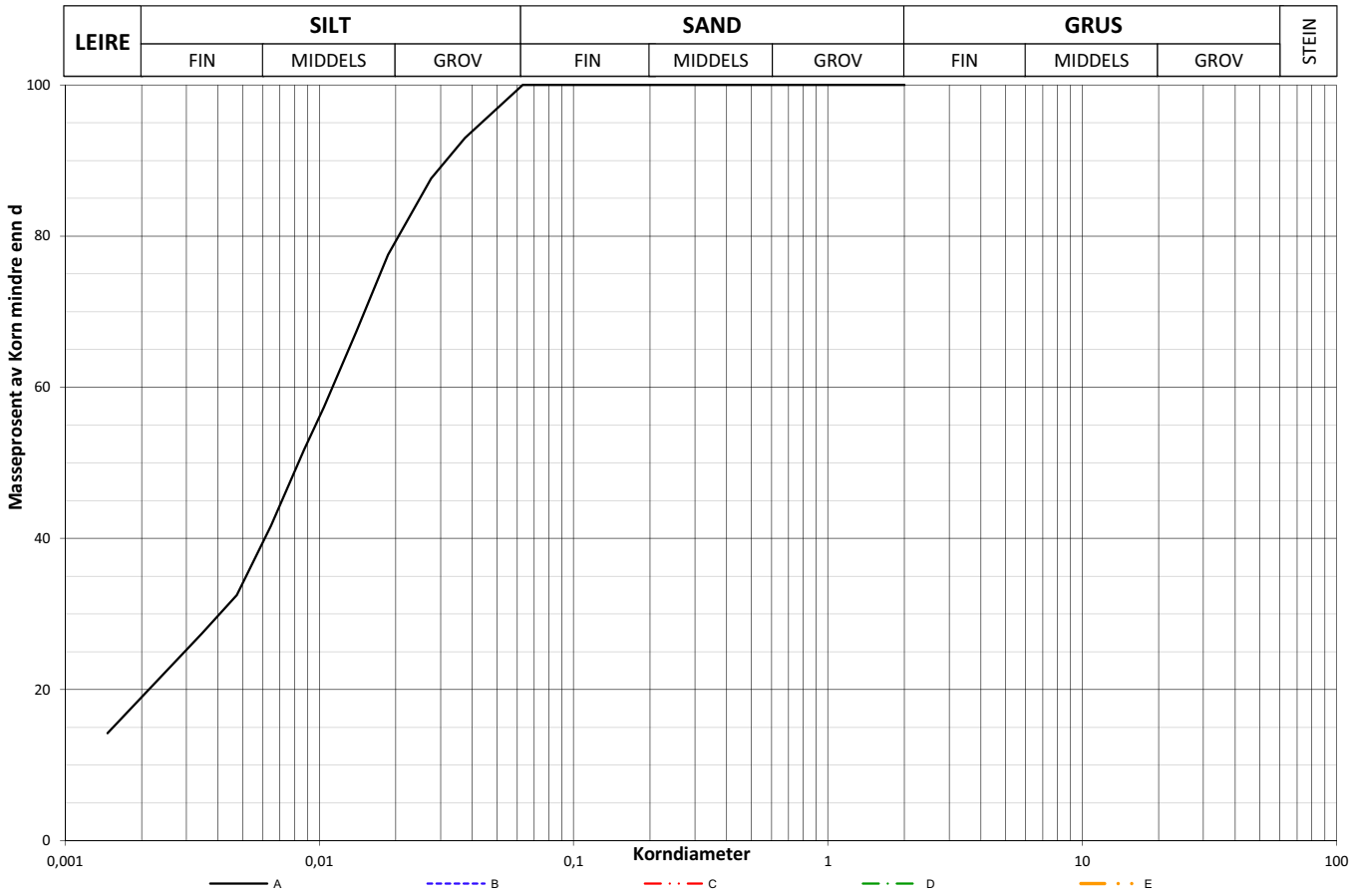

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Tegningens filnavn: |
| Prøvediameter<br>54,00 | Prøvehøyde<br>100,00 | | | Multiconsult |
| **MULTICONSULT AS**<br>Nedre Skøyen vei 2,<br>0213 OSLO<br>Tlf.: +47 21 58 50 00<br>www.multiconsult.no | Forsøksdato:<br>07.04.2021 | Dybde, z (m):<br>15,50 | Borpunkt nr.:<br>A | |
| | Forsøk nr.:<br>1 | Tegnet:<br>EIVSO | Kontrollert:<br>METS | Godkjent:<br>ANNM |
| | Oppdrag nr.:<br>10225723 | Tegning nr.:<br>RIG-TEG-250.3 | Prosedyre:<br>Enaks | Programrevisjon:<br>00 |

strain v av stress




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Tegningens filnavn: |
| Prøvediameter<br>54,00 | Prøvehøyde<br>100,00 | | | Multiconsult |
| **MULTICONSULT AS**<br>Nedre Skøyen vei 2,<br>0213 OSLO<br>Tlf.: +47 21 58 50 00<br>www.multiconsult.no | Forsøksdato:<br>08.04.2021 | Dybde, z (m):<br>5,50 | Borpunkt nr.:<br>E | |
| | Forsøk nr.:<br>1 | Tegnet:<br>EIVSO | Kontrollert:<br>MARS | Godkjent:<br>ANNM |
| | Oppdrag nr.:<br>10225723 | Tegning nr.:<br>RIG-TEG-252.1 | Prosedyre:<br>Enaks | Programrevisjon:<br>00 |

| Prøve | Borpunkt | Dybde (m) | Jordarts Betegnelse | Anmerkinger | Metode | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | TS | VS | HYD |
| A | C | 1,0-3,0 | LEIRE, siltig | | | | X |
| B | | | | | | | |
| C | | | | | | | |
| D | | | | | | | |
| E | | | | | | | |

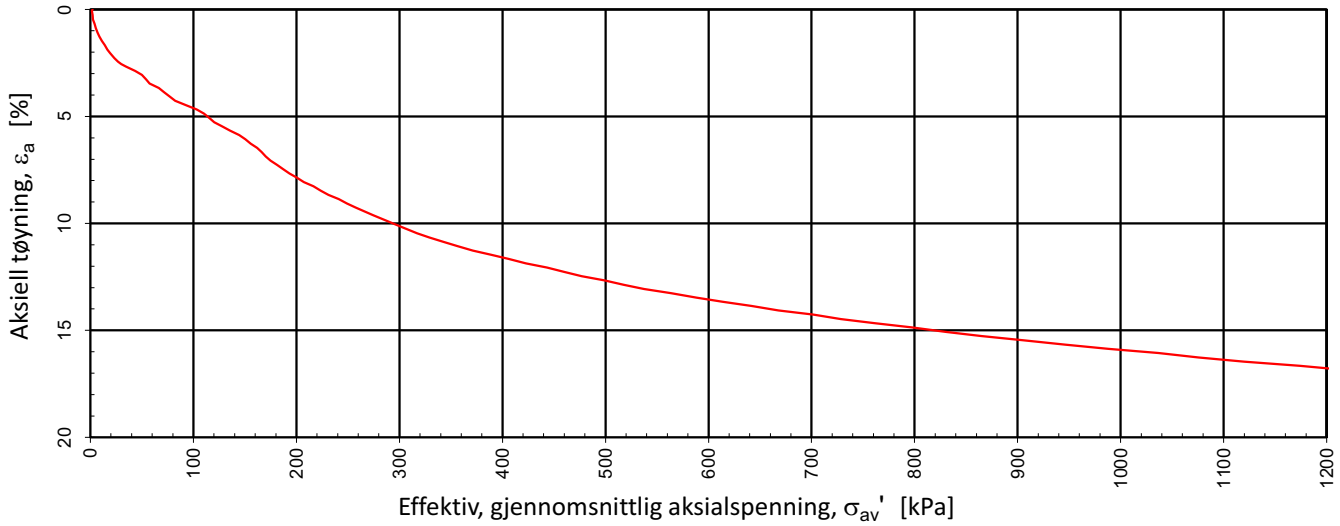


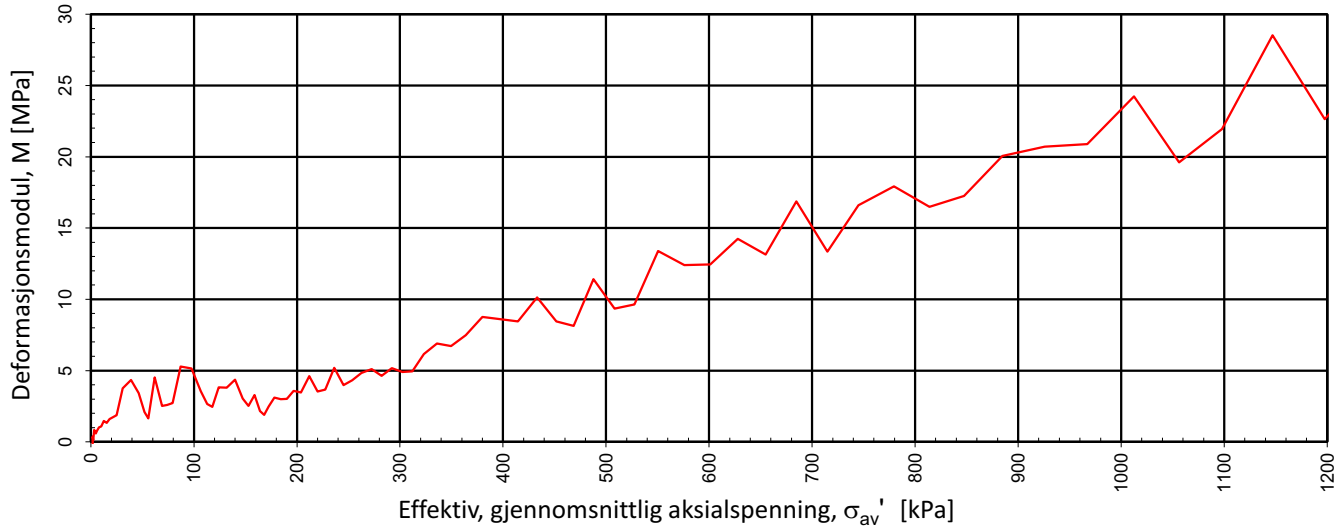

METODE:
**TS** = Tørrsikt **VS** = Våtsikt **HYD** = Hydrometer

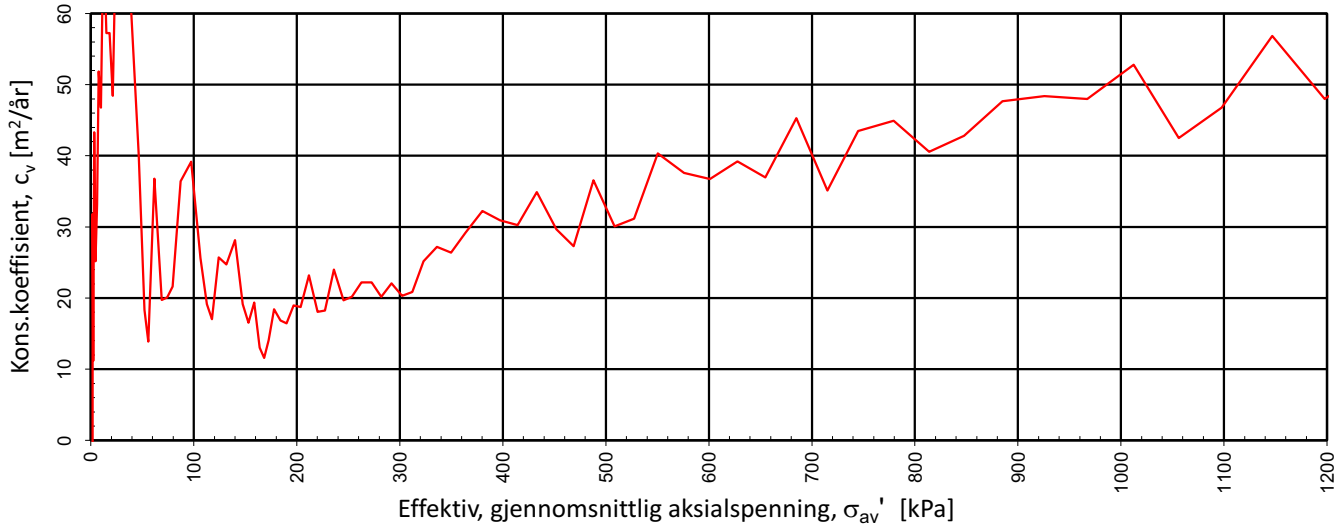
$$C_z = \frac{D^2{}_{30}}{(D_{60})(D_{10})} \qquad C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

| Prøve | Tele gruppe | w (%) | $S_u$ kN/m$^2$ | $S_{ur}$ kN/m$^2$ | Plastisitet | | Gløde-tap % | < 0.02 mm % | Densitet g/cm$_3$ | $D_{10}$ mm | $D_{30}$ mm | $D_{50}$ mm | $D_{60}$ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Wf | Wp | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | 0,0041 | 0,0083 | 0,0113 |
| B | | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | | | | | |

| | | Utarbeidet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|---|
| **VSO Consulting** | | **SISJ** | **ANNM** | **ANNM** |
| | | Borpunkt | Dato | Revisjon |
| **Nedre Hvalseng, Hallingby** | | **-** | **14.04.2021** | **0** |
| Multiconsult | **Korngradering** | Oppdragsnummer | | Tegningsnummer |
| | | **10225723** | | **RIG-TEG-300** |



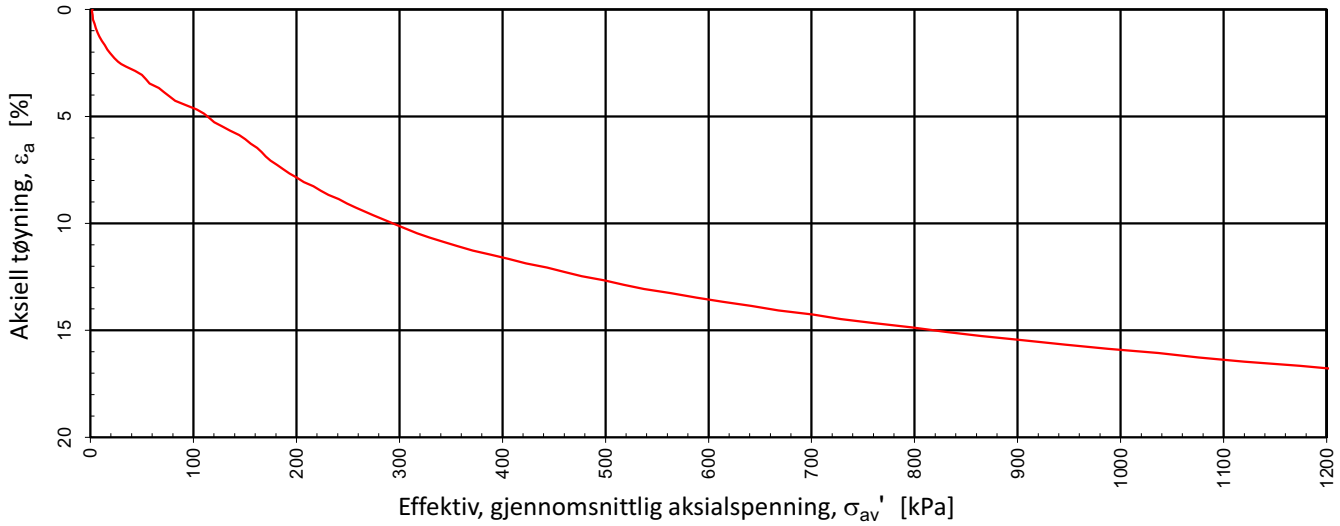



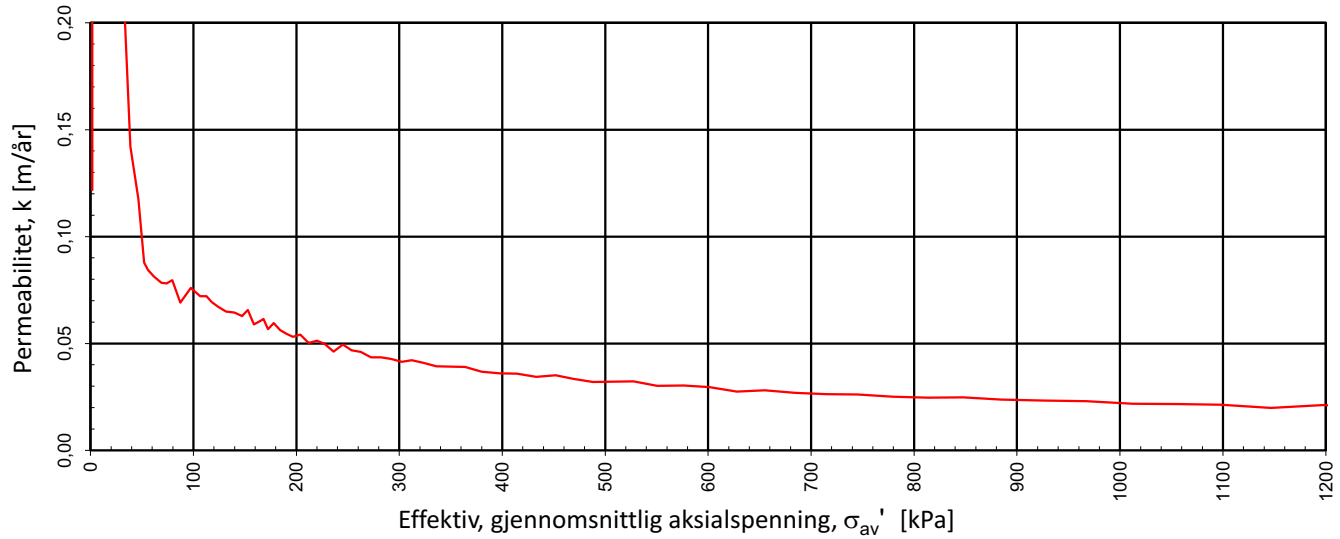



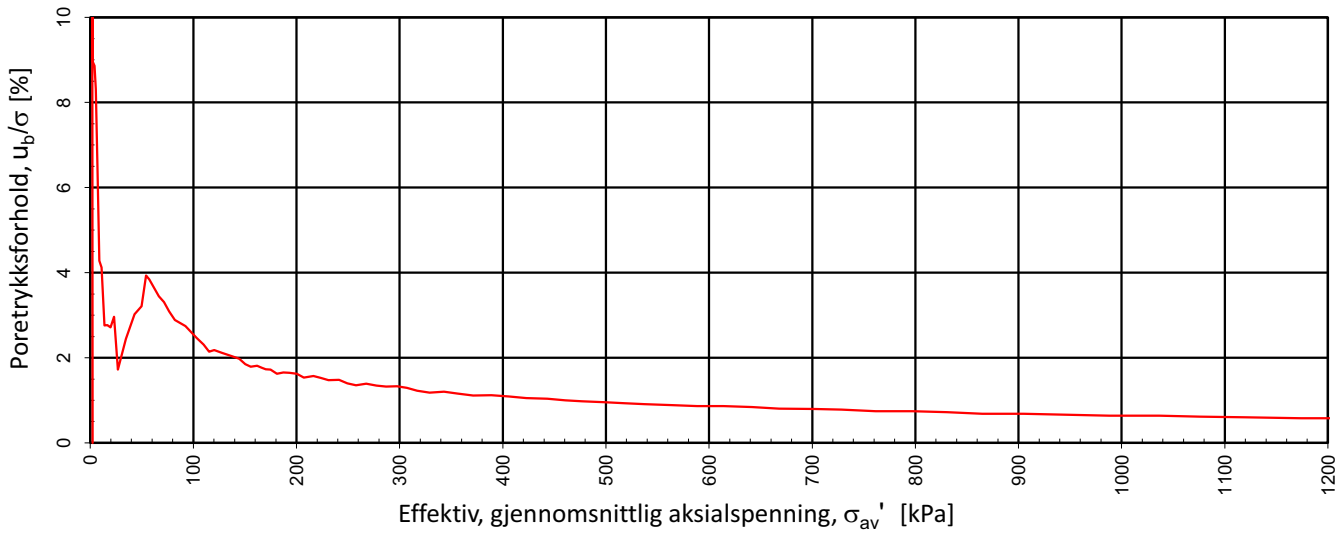

| Type forsøk | Forsøk nr | Densitet ρ (g/cm3) | Vanninnhold w (%) | Dybde, z (m) |
|---|---|---|---|---|
| **CRS** | **1** | **1,90** | **32,26** | **6,45** |

| | Utarbeidet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| **VSO Consulting** | **SISJ** | **ANNM** | **ANNM** |
| | Borpunkt | Dato | Revisjon |
| **Nedre Hvalseng, Hallingby** | **A** | **07.04.2021** | **0** |

| | | Oppdragsnummer | Tegningsnummer |
|---|---|---|---|
| Multiconsult | **Ødometerforsøk** | **10225723** | **RIG-TEG-400.1** |




| Type forsøk | Forsøk nr | Densitet ρ (g/cm3) | Vanninnhold w (%) | Dybde, z (m) |
|---|---|---|---|---|
| **CRS** | **1** | **1,90** | **32,26** | **6,45** |

| | Utarbeidet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| **VSO Consulting** | **SISJ** | **ANNM** | **ANNM** |
| | Borpunkt | Dato | Revisjon |
| **Nedre Hvalseng, Hallingby** | **A** | **07.04.2021** | **0** |

| | | Oppdragsnummer | Tegningsnummer |
|---|---|---|---|
| Multiconsult | **Ødometerforsøk** | **10225723** | **RIG-TEG-400.2** |

# Geotekniske bilag 2

Laboratorieforsøk

Multiconsult

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

**MINERALSKE JORDARTER**

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

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

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

**ORGANISKE JORDARTER**

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

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

**KORNFORDELINGSANALYSER**

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

**VANNINNHOLD**

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

**KONSISTENSGRENSER**

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

**HUMUSINNHOLD**

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

**DENSITET, TYNGDETETTHET, PORETALL OG PORØSITET**

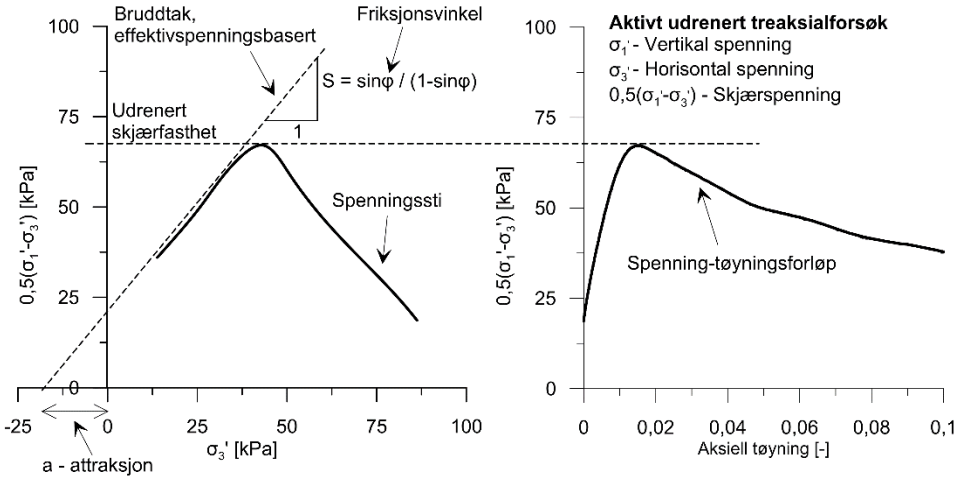
| Navn | Symbol | Enhet | Beskrivelse |
|---|---|---|---|
| Densitet | $\rho$ | g/cm$^3$ | Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del |
| Korndensitet | $\rho_s$ | g/cm$^3$ | Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff |
| Tørr densitet | $\rho_d$ | g/cm$^3$ | Masse tørt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

**SKJÆRFASTHET**

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

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

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

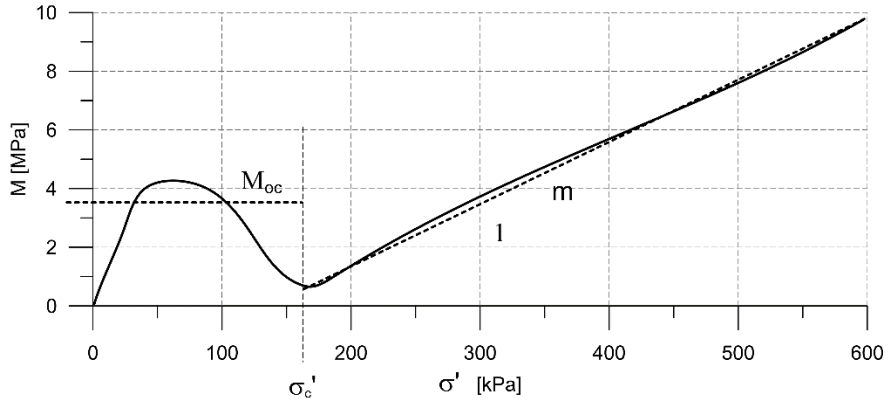



**SENSITIVITET**

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

**DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER**

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




**TELEFARLIGHET**

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

**KOMPRIMERINGSEGENSKAPER**

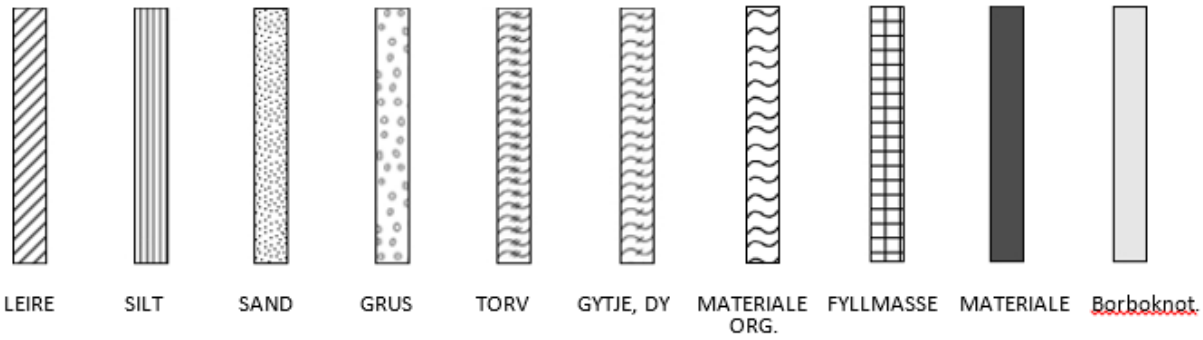
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

**PERMEABILITET**

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

**OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING**

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




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

**LEIRE:** Leirinnholdet er større enn 15 %
**SILT:** Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %
**SAND:** Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %
**GRUS:** Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %
**MATERIALE:** Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelsene kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse
**TORV:** Mer eller mindre omvandlede planterester
**GYTJE/DY:** Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske
**MATERIALE ORG.:** Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur
**FYLLMASSE:** Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)
**Borboknotat:** Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

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

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

**OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser**

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vanninnhold $w$ | ○ | Plastisitetsgrense $w_p$ | ⊢ |
| | | Flytegrense $w_f$ | ⊣ |

**OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet**

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| Uomrørt konus $c_{ufc}$ | ▽ | Omrørt konus $c_{urfc}$ | ▼ |
| Enaksialt trykkforsøk<br>*Strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd* | 0 / 15 / 5 / 10 | Omrørt konus $c_{urfc}$ ≤2,0kPa | ▼ 0,9 |

# Geotekniske bilag 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

## METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

| Dokument | Tema |
|---|---|
| NS8000 | Konsistensgrenser – terminologi |
| NS8001, NS-EN ISO 17892-12:2018 | Støtflytegrense |
| NS8002, NS-EN ISO 17892-12:2018 | Konusflytegrense |
| NS8003, NS-EN ISO 17892-12:2018 | Plastisitetsgrense (utrullingsgrense) |
| NS8004 | Svinngrense |
| NS8005, NS-EN ISO 17892-4:2016 | Kornfordelingsanalyse |
| NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2 | Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering. |
| NS8011, NS-EN ISO 17892-2:2014 | Densitet |
| NS8012, NS-EN ISO 17892-3:2015 | Korndensitet |
| NS8013, NS-EN ISO 17892-1:2014 | Vanninnhold |
| NS8014 | Poretall, porøsitet og metningsgrad |
| NS-EN ISO 17892-6:2017 | Skjærfasthet ved konusforsøk |
| NS8016, NS-EN ISO 17892-7:2018 | Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk |
| NS-EN ISO 17892-11:2019 | Permeabilitetsforsøk |
| NS-EN ISO 17892-5:2017 | Ødometerforsøk, trinnvis belastning |
| NS8018 | Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning |
| NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9:2018 | Treaksialforsøk (UU, CD) |
| Statens vegvesen Håndbok R210 | Laboratorieundersøkelser |