

Ullensvang kommune

# ► **Boliger Hjølle**

Geoteknisk datarapport

Oppdragsnr.: 52408415 Dokumentnr.: 52408415-RIG-R01 Revisjon: J01 Dato: 2025-03-27



**Oppdragsgjevar:** Ullensvang kommune  
**Oppdragsgjevars kontaktperson:** Per Gunnar Hammer  
**Rådgjevar:** Norconsult Norge AS, Odda  
**Oppdragsleiar:** Geir Helge Isdal  
**Fagansvarleg:** Stephanie Hjelmeland  
**Andre nøkkelpersonar:** Brynjar Øye, Karoline England Reppen

| Nøkkelformat        | Forklaring                                  |
|---------------------|---------------------------------------------|
| Emneord             | Geotekniske grunnundersøkingar, Datarapport |
| Fylke               | Vestland                                    |
| Kommune             | Ullensvang                                  |
| Stad                | Odda                                        |
| Koordinatsystem     | Euref89 UTM Sone 32                         |
| Høgdesystem         | NN2000                                      |
| Prosjektkoordinatar | Nord: 6660980 Øst: 363750                   |

| Revisjon | Dato       | Omtale   | Utarbeida | Fagkontrollert | Godkjent |
|----------|------------|----------|-----------|----------------|----------|
| J01      | 2025-03-27 | For bruk | BryOEy    | KarRep         | GHIsd    |
|          |            |          |           |                |          |
|          |            |          |           |                |          |
|          |            |          |           |                |          |

Dette dokumentet er utarbeidd av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyrer Norconsult. Dokumentet må berre nyttast til det formål som går fram i oppdragsavtalen, og må ikkje kopierast eller gjerast tilgjengeleg på annan måte eller i større utstrekning enn formålet tilseier.

## ► Samandrag

Norconsult er engasjert av Ullensvang kommune for å gi geotekniske råd i samband med eit bustadprosjekt på Hjøllo i Odda i Ullensvang kommune. Prosjektet består av eit bygg med tre bueiningar.

Denne rapporten er ein rein datarapport som oppsummerer resultat frå geotekniske grunnundersøkingar. Geoteknisk prosjektering eller rådgiving er ikkje behandla her.

Totalt er det produsert følgande resultat:

- 4 totalsonderinger
- 1 trykksonderingar (CPTu)
- Prøvetaking i 2 posisjonar med totalt 6 representative prøvar

Grunnundersøkingane viser generelt eit øvre lag med svært stor sonderingsmotstand over eit lag med middels sonderingsmotstand. Under dette igjen er det faste forhold. Prøver viser at massane i det lausare laget består av siltig sand, silt og siltig sandig leirig jordmateriale. Berg er ikkje registrert ved grunnundersøkingane. Grunnvasstanden er ikkje målt.

## ► Innhald

|          |                                             |          |
|----------|---------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Innleiing</b>                            | <b>4</b> |
| 1.1      | Bakgrunn                                    | 4        |
| 1.2      | Aktuelt område                              | 4        |
| 1.3      | Lausmassekart                               | 5        |
| 1.4      | Tidlegare grunnundersøkingar                | 5        |
| <b>2</b> | <b>Felt- og laboratoriearbeid</b>           | <b>6</b> |
| 2.1      | Generell informasjon om feltarbeidet        | 7        |
| 2.2      | Generell informasjon om laboratoriearbeidet | 7        |
| <b>3</b> | <b>Resultat grunnundersøkingar</b>          | <b>8</b> |
| 3.1      | Grunnforhold                                | 8        |
| <b>4</b> | <b>Referansar</b>                           | <b>9</b> |

## Teikningar

| Innhald                              | Format | Målestokk | Tegn.nr.  |
|--------------------------------------|--------|-----------|-----------|
| Borplan – utførte grunnundersøkingar | A1     | 1:200     | 1-1       |
| Enkeltsonderingar                    | A4     | 1:200     | 2-1 – 2-5 |

## Vedlegg

| Innhald                                         | Vedlegg nr. |
|-------------------------------------------------|-------------|
| Laboratorierapport                              | A           |
| CPTu posisjon 1                                 | B           |
| Generell beskrivelse felt og laboratoriearbeid  | C           |
| Forklaring geotekniske plan- og profiltegninger | D           |
| Tegnforklaring – totalsondering                 | E           |
| Tegnforklaring – trykksondering                 | F           |
| Kalibreringsskjema CPTu-sonde                   | G           |

# 1 Innleiing

## 1.1 Bakgrunn

Norconsult er engasjert av Ullensvang kommune for å gi geotekniske råd i samband med eit bustadprosjekt på Hjøllo i Odda i Ullensvang kommune. Prosjektet består av eit bygg med tre bueiningar. Bygget er plassert i ei bratt skråning.

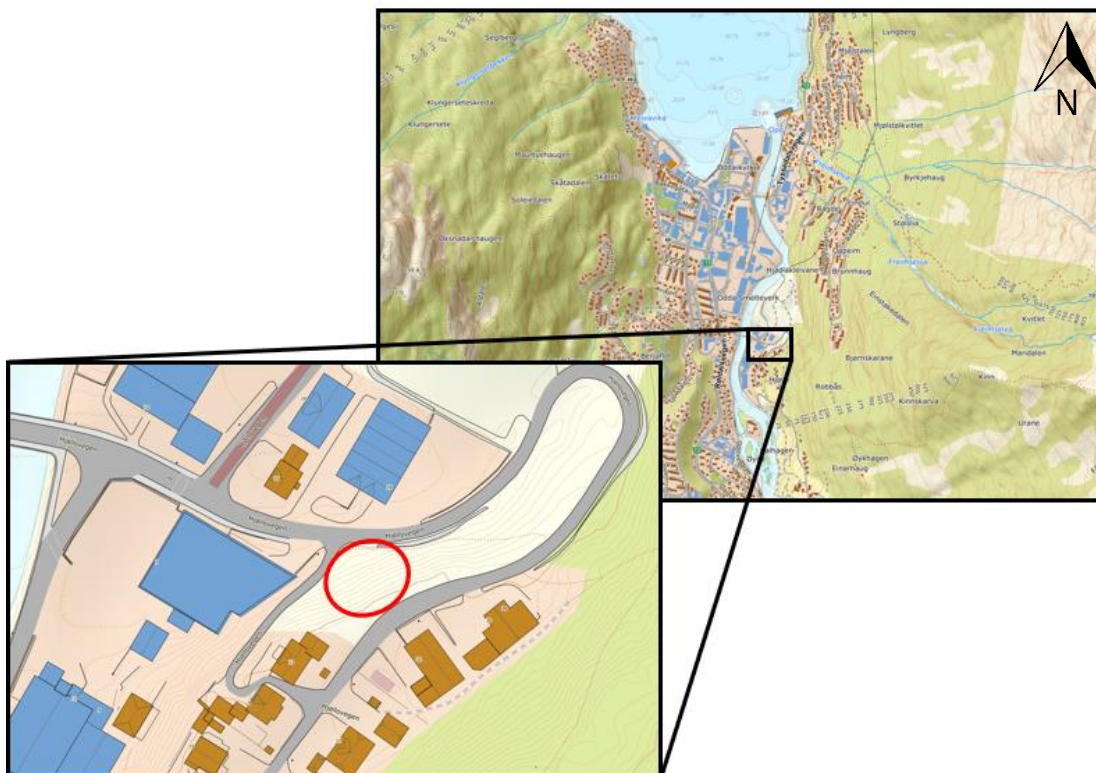
Feltarbeidet skal saman med laboratorieanalysane gje forventa grunnlag for geoteknisk vurdering av området og prosjektering bygg, samt stabilitetsvurdering for byggegrep. Hensikta med rapporten er å:

- Presentere resultatane frå felt- og laboratoriearbeidet
- Beskrive registrerte grunnforhold

Rapporten er ein rein datarapport som oppsummerer resultatane frå geotekniske grunnundersøkingar. Geoteknisk tolking, rådgiving eller prosjektering er ikkje behandla her.

## 1.2 Aktuelt område

Figur 1 syner plasseringa til prosjektet. Tomta ligg i ei skråning med helling på om lag 1:1,5 og høgdeforskjell ca. 10 meter på Hjøllo i Odda.



Figur 1: Aktuelt område, undersøkt område markert med rødt.

### 1.3 Lausmassekart

På Figur 2 er det vist eit aktuelt utdrag frå lausmassekartet til NGU, ref. [1]. Lausmassekart syner at det kan ventast ei breelvavsetning (oransje farge) i toppen av jordprofilen. Kartet indikerer òg elveavsetningar (gult) og berg i dagen (rosa) i nærleiken.

Kartlegginga er gjort i grov målestokk 1:250 000, og kartet gjev derfor berre ein indikasjon på kva eit øvre lag i jordprofilen består av. For å få kjennskap til grunnens eigenskapar i djupna er det naudsynt med geotekniske grunnundersøkingar. Lausmassestypen breelvavsetningar er beskriven som: «*Materiale transportert og avsatt av breelver. Sedimentet består av sorterte, ofte lagdelte avsetninger av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk. Breelvavsetninger har ofte tydelige overflateformer som tørrlagte kanaler, terrasser og rygger. Mektigheten er ofte flere ti-talls meter.*» [1]

Området ligg under marin grense. Marin grense for området er på ca. kote +95, markert med blå stipla linje i Figur 2.



Figur 2: NGUs lausmassekart, prosjektplassering markert med raudt. [1]

### 1.4 Tidlegare grunnundersøkingar

Norconsult er ikkje kjent med at det er gjort grunnundersøkingar i sjølve området tidlegare. Det er ikkje registrert grunnundersøkingar på Hjøllo i NADAG (nasjonal database for grunnundersøkingar) [2]. Norconsult har tidlegare utført grunnundersøkinga på Hjøllo tippen rundt 100 meter mot nord. Massane i dette området består av kalkhaldige massar deponert etter karbidproduksjon ved Odda Smelteverk, og er såleis ikkje representative for naturleg avsette lausmassar i området.

## 2 Felt- og laboratoriearbeid

Det er utført grunnundersøkingar i 4 posisjoner i det aktuelle området. Det er utført 4 totalsonderingar for vurdering av lagdeling og relativ fastleik i grunnen. Det vart utført 1 trykksondering for å gje grunnlag for å vurdere massetype og parameterar for prosjektering, og tatt opp prøver frå 2 posisjonar. Totalt er det produsert følgande resultat:

Feltarbeid:

- 4 totalsonderingar
- 1 trykksondering
- Prøvetaking i 2 posisjonar med totalt 6 representative prøver.

Laboratoriearbeid:

- 6 prøver er beskrivne
- 1 glødetapsmåling
- 3 kornfordelingsanalysar

Posisjonane til kvart borpunkt og tilhøyrande høgder er målt inn med CPOS-korrigert GPS.

Tabell 1 summar opp utført feltarbeid med omsyn til posisjon, undersøkingsmetode og boredjupner ved totalsondering. Borplan over utførte grunnundersøkingar, teikning 1-1, gjev same oversikt.

Tabell 1: Borpunktliste

| Borpunkt | Euref89 UTM Sone 32, NN2000 |           |           | Metode         | Boredjupne (TOT) |          |
|----------|-----------------------------|-----------|-----------|----------------|------------------|----------|
|          | X (Nord)                    | Y (Aust)  | Z (Høgde) |                | Lausm. [m]       | Berg [m] |
| 01       | 363742,2                    | 6660980,7 | 15,0      | TOT, CPTu, PRV | 11,2             | -        |
| 02       | 363756,5                    | 6660970,2 | 25,8      | TOT, PRV       | 23,5             | -        |
| 03       | 363779,4                    | 6660979,6 | 25,0      | TOT            | 21,4             | -        |
| 04       | 363807,3                    | 6660911,8 | 46,8      | TOT            | 21,5             | -        |

TOT: Totalsondering, CPTu: Trykksondering, PRV: Prøvetaking

## 2.1 Generell informasjon om feltarbeidet

Tabell 2 Generell informasjon feltarbeid

| Feltarbeid           |                                         |
|----------------------|-----------------------------------------|
| Dato for utføring    | Veke 5 og 9 2025                        |
| Boreleder            | Joel Lindgren og Svein Hallvard Hagerup |
| Type borerigg        | Geomachine 85 og Geotech 607            |
| Relevante standardar | Ref. [3], [4], [5], [6], og [7]         |
| Resultat             | Teikningar 1-1, 2-1 – 2-5               |

## 2.2 Generell informasjon om laboratoriearbeidet

Tabell 3 Generell informasjon laboratoriearbeid

| Laboratoriearbeid    |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| Dato for utføring    | Veke 12 2025                       |
| Laborant             | Vibeke Silseth Aspen, Hilde Risung |
| Relevante standardar | Ref. [8]                           |
| Resultater           | Vedlegg A                          |



### 3 Resultat grunnundersøkingar

Resultat frå feltundersøkingar er vist på teikning 1-1 og 2-1 – 2-5. Resultata frå laboratorieundersøkingar er beskrivne i vedlegg A.

Vedlegg B gjev ei generell beskriving av felt og laboratoriearbeid. Vedlegg C gjev forklaring til geotekniske plan- og profildeikningar. Vedlegg D og E gjev teiknforklaring for total- og trykksonderingar.

**NB!** Det må presiserast at informasjonen frå felt- og laboratoriearbeidet strengt tatt berre er gyldig i dei undersøkte posisjonane. Avvik i grunnforholda i områda rundt og mellom dei undersøkte posisjonane kan ikkje utelukkast. Resultat må derfor ikkje nyttast ukritisk.

#### 3.1 Grunnforhold

Grunnundersøkingane viser generelt eit øvre lag med svært stor sonderingsmotstand over eit lag med middels sonderingsmotstand.

I posisjon 2 og 3 på toppen av skråninga har det faste øvre laget ei mektigheit på 6-10 meter, medan det lausare laget under har mektigheit på mellom 3-10 meter. Under dette nivået viser totalsonderinga faste forhold. Sonderingane er avslutta etter 21-23 meter utan å treffe berg. Det er tatt opp representative prøver ved naverboring i det lausare laget i djupne 12-14 meter i posisjon 02. Kornfordelingsanalyse viser at materialet består av siltig sandig leirig jordmateriale. Massane er klassifisert i telefarlegheitsklasse T4 og har eit målt glødetap på 0,7%.

I posisjon 1 ved foten av skråninga viser totalsonderinga eit fast øvre lag på om lag 2,5 meter over eit middels fast lag på om lag 2,5 meter. Under dette indikere sonderinga faste forhold. Sonderinga er avslutta etter 11 meter utan å treffe berg. Det er tatt opp naverprøver frå djupne 2,0 – 6,0 meter. Korngraderingsanalyse viser at det middels faste materialet består av sandig siltig jordmateriale og siltig sand. Massane er klassifisert i telefaregruppe T4 og har eit glødetap på mellom 0,7 og 2,1%.

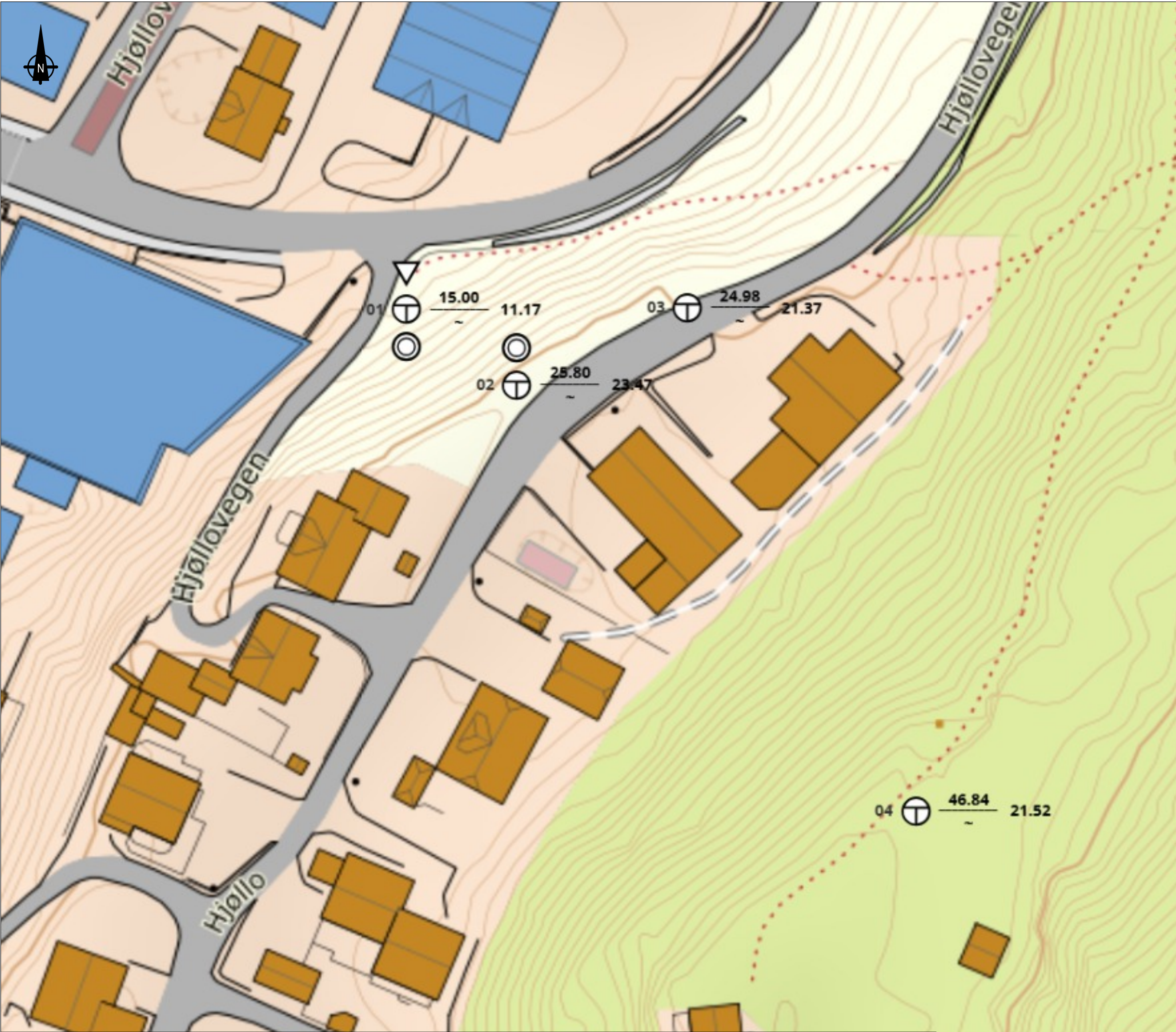
Som grunnlag for avklaring av områdeskredfare vart det utført ei fjerde totalsondering i ein høgareliggande terrasse i posisjon 04. Sonderinga viser svært faste forhold under et tynt øvre lag antatt å vere torv. Det er påtruffe blokker med diameter opptil ca. 4 meter. Boringa er avslutta etter ca. 21 meter utan å treffe berg då forholda var så faste at det ikkje var mogleg å bore lenger.

Grunnvasstanden er ikkje målt.

## 4 Referansar

- [1] Norges Geologiske Undersøkelse, «Løsmasser, nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/). [Funnen 10 02 2025].
- [2] Norges Geologiske Undersøkelse, «Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG),» [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/nadag\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/). [Funnen 17 03 2025].
- [3] Statens vegvesen, Håndbok R211 Feltundersøkelser, Statens vegvesen, 2021.
- [4] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 9 - Veiledning for utførelse av totalsondering, Norsk geoteknisk forening, 1994.
- [5] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 5 - Veiledning for utførelse av trykksøndering, Norsk geoteknisk forening, 1982.
- [6] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 6 - Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk, Norsk geoteknisk forening, 1989.
- [7] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 11 - Veiledning for utførelse av prøvetaking, Norsk geoteknisk forening, 2013.
- [8] Statens vegvesen, Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser, Statens vegvesen, 2016.





**Kartutsnitt**

Kote terreng

$\frac{XXX.XX}{XXX.XX}$

Kote antatt fjell

Boret dybde i løsmasser

$XX.XX + XX.XX$

Boret dybde i fjell

**Metoder**

▽ Trykksondering (CPT)

⊕ Totalsondering

◆ Dreietrykksondering

⊙ Prøveserie

⊖ Poretrykksmåling

○ Enkelsondering

● Dreiesondering

☆ Fjellkontrollboring

▼ Ramsondering

⊕ Vinge-boring

⊖ Standard Penetrasjonstest

⊙ Kjerneboring

□ Prøvegrop

⊗ Permeabilitetstest

□ Miljøprøve

⊕ Svensk trykksondering

⊙ Skovlboring

⋈ Berg i dagen

⊖ Inklinometer

■ Deformasjonsmåling

⊙ Infiltrasjonsbrønn

▽ Dissipasjonstest

◆ Annet

⊕ Svensk slagsondering

⊙ Svensk stikksondering

**Beskrivelse**

Borplan

Utførte grunnundersøkingar

Prosjekt :  
**Boliger Hjøllo**

Oppdragsgiver :  
**Ullensvang kommune**

Rapportnummer :  
**52408415-RIG-R01**

Tegningnr :  
**1-1**

Revisjon :  
**Z01**

Dato :  
**2025-03-27**

Tegnet av :  
**BryOEy**

Kontrollert av :  
**KarRep**

Godkjent av :  
**GHIsd**

**Norconsult**

Bakgrunnskart : NORWAY\_TOPOGRAPHIC

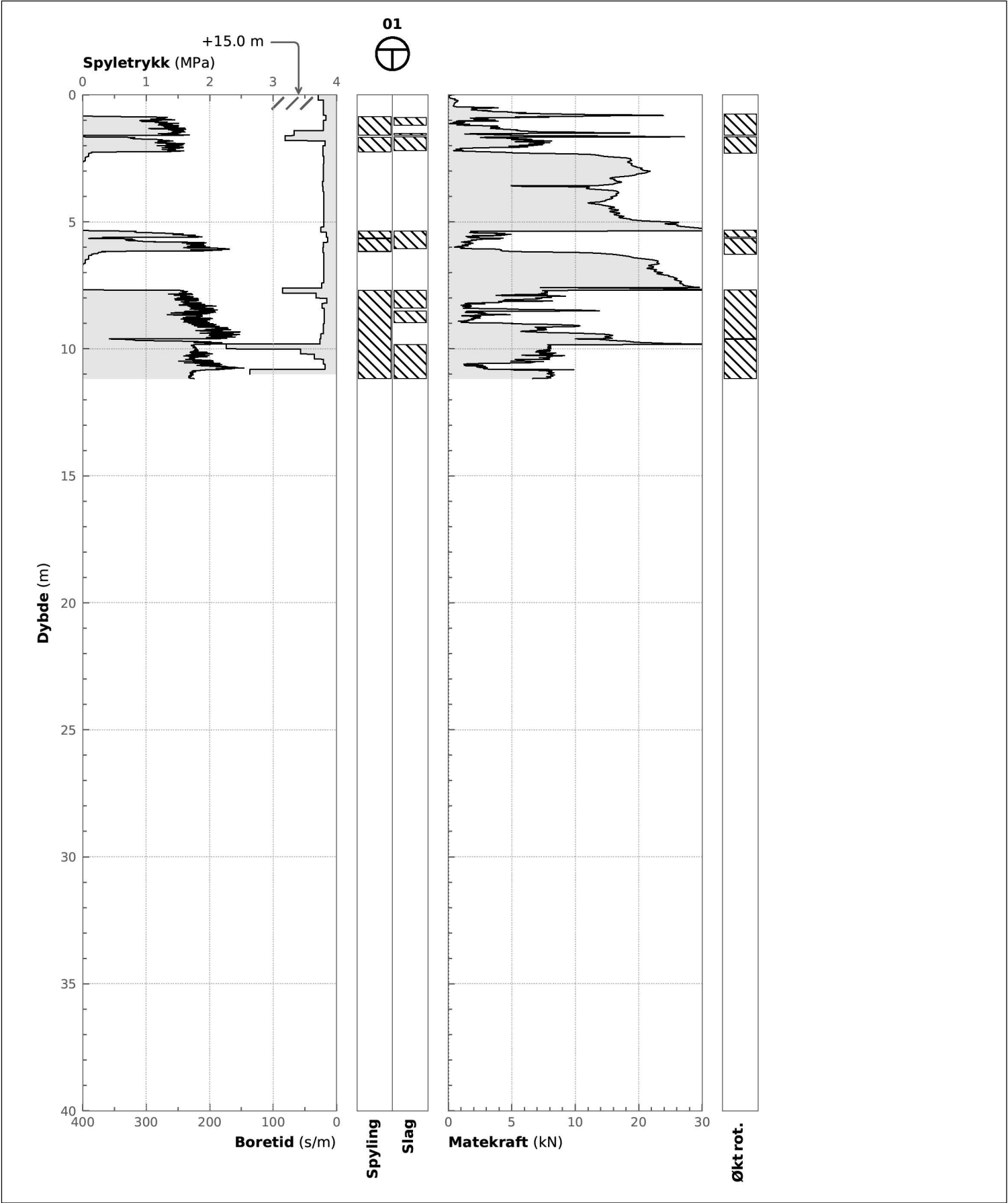
Prosjektkoordinatsystem : ETRS89 / UTM zone 32N

Høydereferansesystem : NN2000

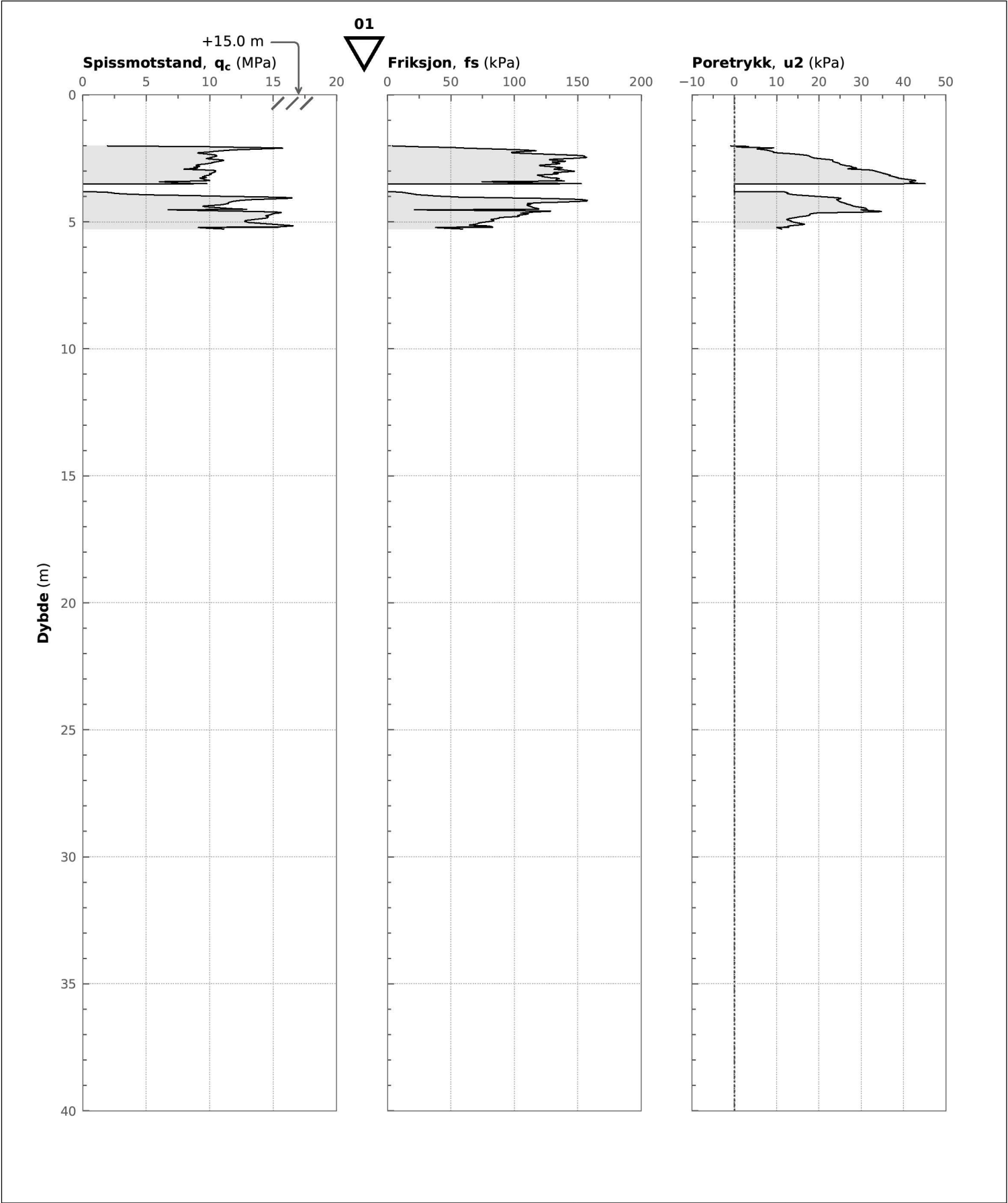
Format : A3

Målestokk : 1:500

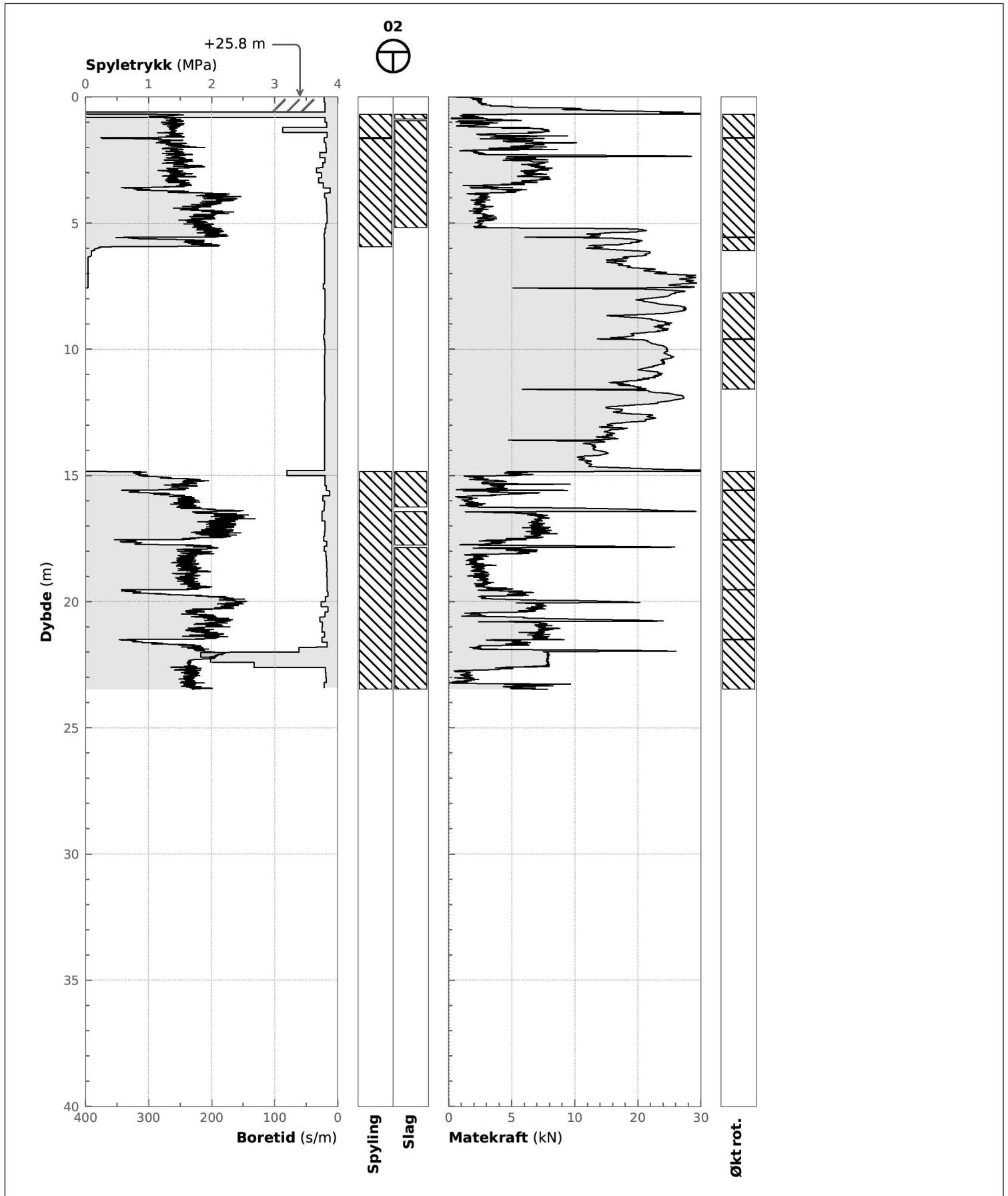




|                           |                                          |                                                                                                                        |     |                                    |              |
|---------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------|--------------|
| 52408415   Boliger Hjøllø |                                          | Oppdragsgiver:<br>Ullensvang kommune                                                                                   |     | Rapportnummer:<br>52408415-RIG-R01 |              |
| Borehull / Metode:        | 01 / TOT                                 | Figurnummer:                                                                                                           | 2-1 | Revisjon:                          | Z01          |
| Koordinater (m):          | Ø = 363742.2, N = 6660980.7, Z = +14.999 | Dato:                                                                                                                  |     |                                    |              |
| Koordinatsystem:          | ETRS89 / UTM zone 32N                    | Tegnet av:                                                                                                             |     | Kontr. av:                         | Godkjent av: |
| Dato utført:              | 2025-01-29                               | BryOEy                                                                                                                 |     | KarRep                             | GHlsd        |
| Format / Målestokk:       | A4 / 1:200                               | <div>Norconsult</div> <div></div> |     |                                    |              |



|                           |                                          |                                                                                                             |            |                                    |     |
|---------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------|-----|
| 52408415   Boliger Hjøllø |                                          | Oppdragsgiver:<br>Ullensvang kommune                                                                        |            | Rapportnummer:<br>52408415-RIG-R01 |     |
| Borehull / Metode:        | 01 / CPT                                 | Figurnummer:                                                                                                | 2-2        | Revisjon:                          | Z01 |
| Koordinater (m):          | Ø = 363742.2, N = 6660980.7, Z = +14.999 | Dato:                                                                                                       | 2025-03-27 |                                    |     |
| Koordinatsystem:          | ETRS89 / UTM zone 32N                    | Tegnet av:                                                                                                  | Kontr. av: | Godkjent av:                       |     |
| Dato utført:              | 2025-01-30                               | BryOEy                                                                                                      | KarRep     | GHIsd                              |     |
| Format / Målestokk:       | A4 / 1:200                               | <div>Norconsult</div>  |            |                                    |     |
| Cone reference:           | 51709                                    |                                                                                                             |            |                                    |     |
| Anvendelsesklasse:        | 1                                        |                                                                                                             |            |                                    |     |



52408415 | Boliger Hjøllø

Oppdragsgiver:  
Ullensvang kommune

Rapportnummer:  
52408415-RIG-R01

Borehull / Metode: 02 / TOT  
Koordinater (m): Ø = 363756.5, N = 6660970.2, Z = +25.797  
Koordinatsystem: ETRS89 / UTM zone 32N  
Dato utført: 2025-01-29  
Format / Målestokk: A4 / 1:200

Figurnummer:  
2-3

Revisjon:  
Z01

Dato:  
2025-03-27

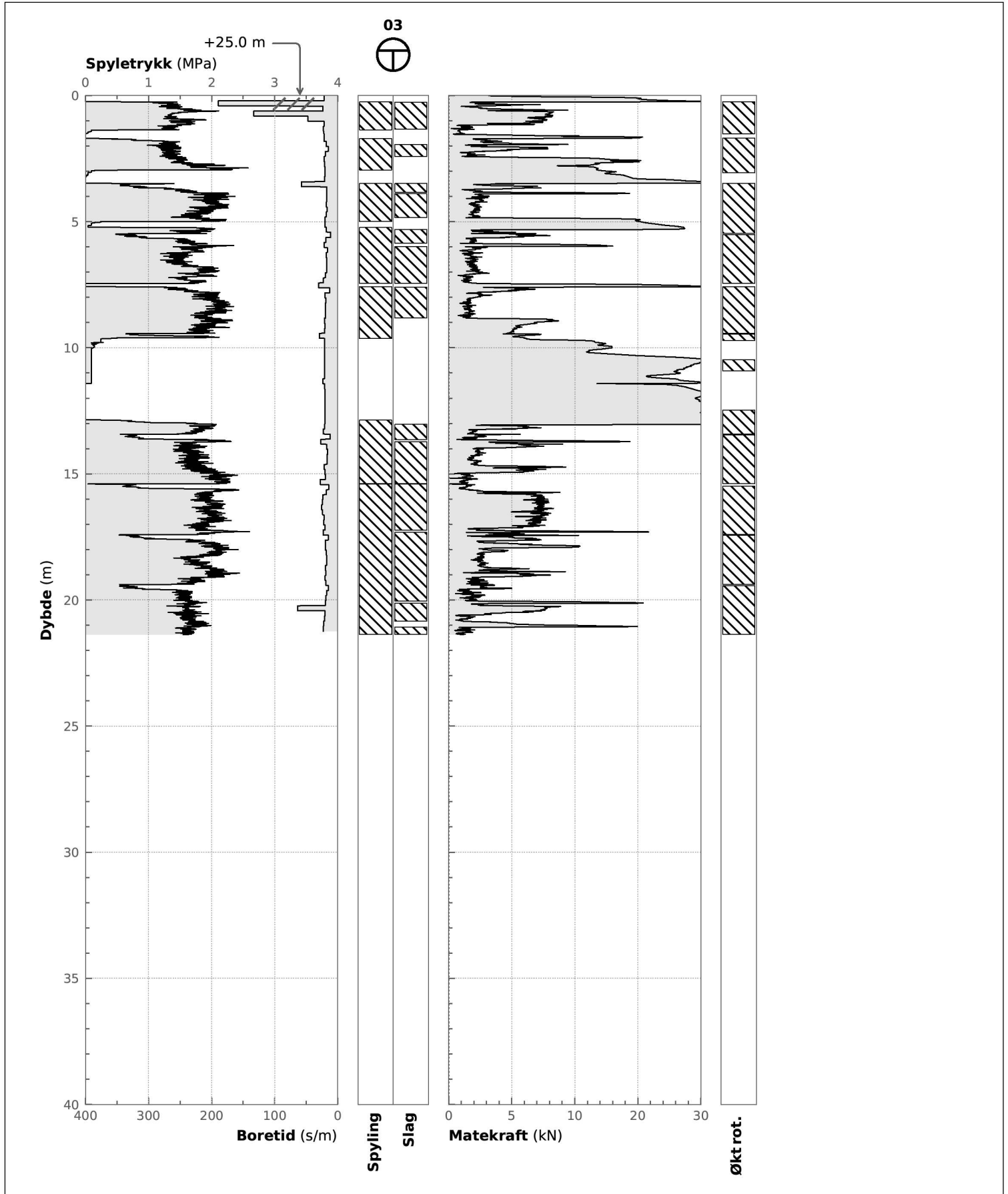
Tegnet av:  
BryOEy

Kontr. av:  
KarRep

Godkjent av:  
GHIsd

Norconsult





52408415 | Boliger Hjøllø

Oppdragsgiver:  
Ullensvang kommune

Rapportnummer:  
52408415-RIG-R01

Borehull / Metode: 03 / TOT  
Koordinater (m): Ø = 363779.4, N = 6660979.6, Z = +24.98  
Koordinatsystem: ETRS89 / UTM zone 32N  
Dato utført: 2025-01-29  
Format / Målestokk: A4 / 1:200

Figurnummer:  
2-4

Revisjon:  
Z01

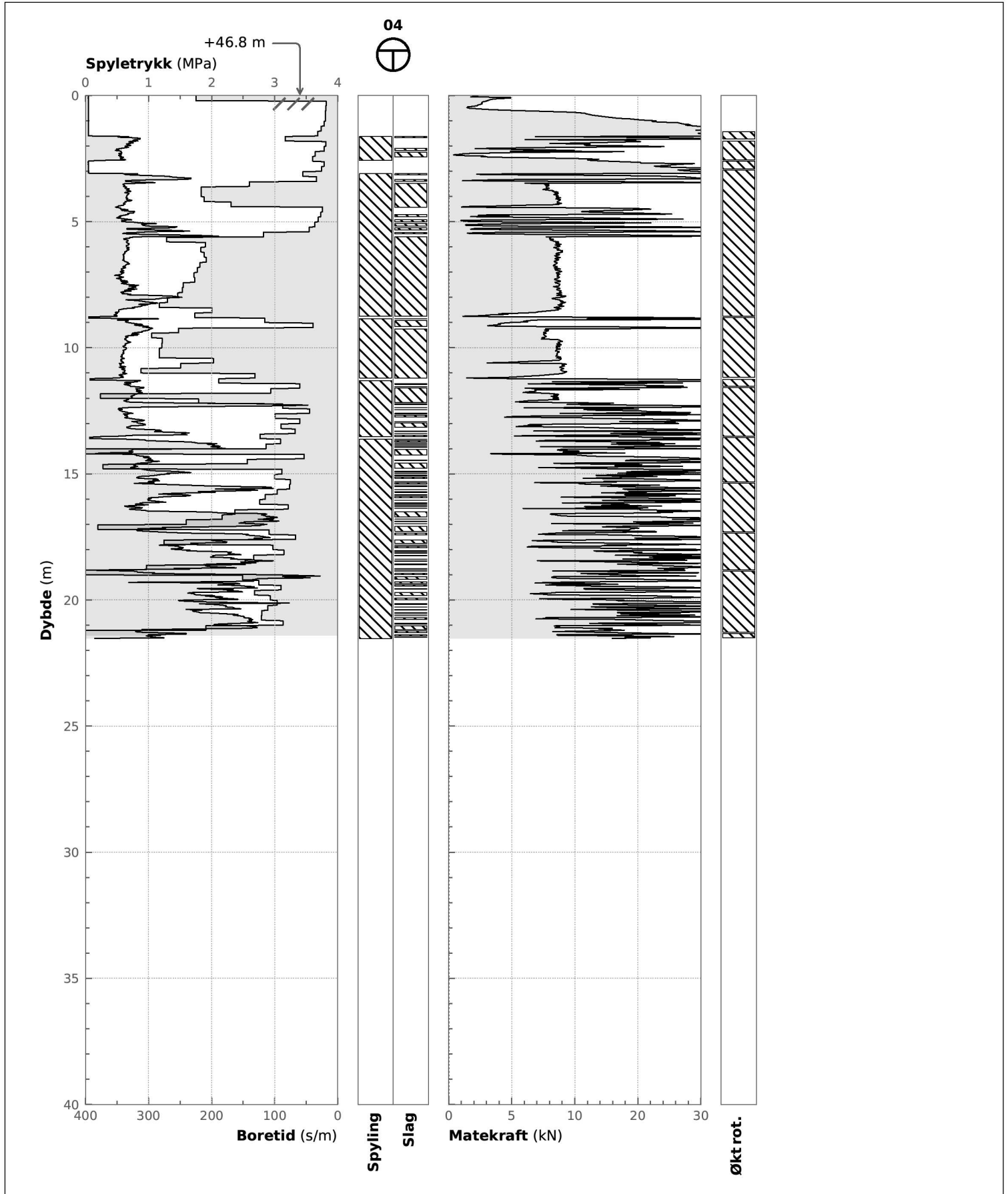
Dato:  
2025-03-27

Tegnet av:  
BryOEy

Kontr. av:  
KarRep

Godkjent av:  
GHIsd





52408415 | Boliger Hjøllø

Oppdragsgiver:  
Ullensvang kommune

Rapportnummer:  
52408415-RIG-R01

Borehull / Metode: 04 / TOT  
Koordinater (m): Ø = 363807.3, N = 6660911.8, Z = +46.838  
Koordinatsystem: ETRS89 / UTM zone 32N  
Dato utført: 2025-02-24  
Format / Målestokk: A4 / 1:200

Figurnummer:  
2-5

Revisjon:  
Z01

Dato:  
2025-03-27

Tegnet av:  
BryOEy

Kontr. av:  
KarRep

Godkjent av:  
GHIsd





Ullensvang kommune

## ► Boliger Hjølle - Mulighetsstudie

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52408415 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01 Dato: 2025-03-18



Illustrasjonsfoto

**Oppdragsnavn** Boliger Hjøllø - Mulighetsstudie  
**Oppdragsgiver:** Ullensvang kommune  
**Rådgiver:** Norconsult Norge AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde  
**Fagansvarlig lab:** Hilde Risung  
**Ansvarlig geotekniker** Stephanie Hjelmeland  
**Andre nøkkelpersoner:** Vibeke Silseth Aspen

**Prøver mottatt** 10.02.2025 og 04.03.2025  
**Representative prøver** 6 stk.  
**Dato oppstart for prøvingen** 12.03.2025

**Oppdragsnummer GEO:** 52408415  
**Oppdragsnummer GRU:** 4011042

|         |            |             |            |                |          |
|---------|------------|-------------|------------|----------------|----------|
| J01     | 2025-03-18 | Til bruk    | VibAsp     | HiRis          | VibAsp   |
| Versjon | Dato       | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontrollert | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult Norge AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult Norge AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Innhold

|          |                               |          |
|----------|-------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Forsøksresultater</b>      | <b>4</b> |
| <b>2</b> | <b>Korngraderingsanalyser</b> | <b>5</b> |
| <b>3</b> | <b>Bilder</b>                 | <b>6</b> |
| <b>4</b> | <b>Referanser</b>             | <b>7</b> |
| <b>5</b> | <b>Rapportering</b>           | <b>8</b> |

### Lab-profiler

|         |            |
|---------|------------|
| G600-01 | Posisjon 1 |
| G600-02 | Posisjon 2 |

## 1 Forsøksresultater

Tabell 1: Opptatte prøver og laboratoriearbeid

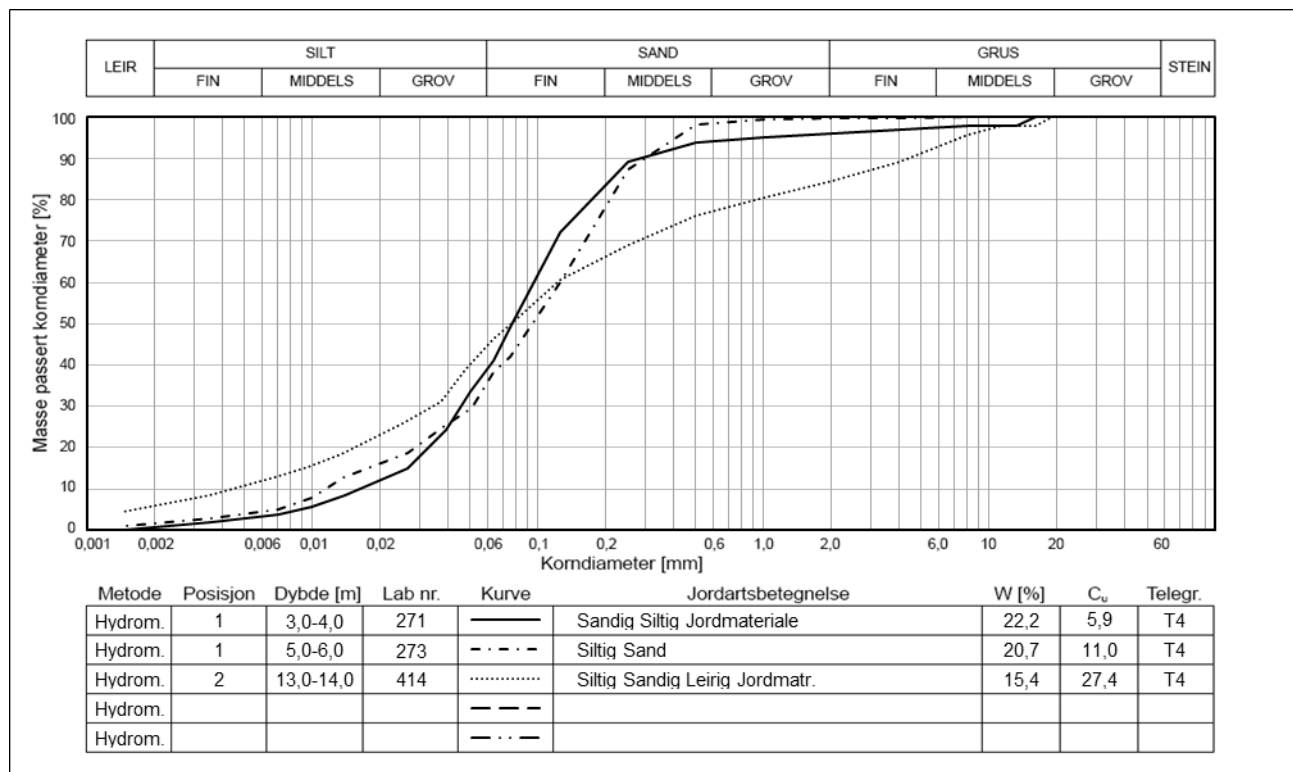
| Pos.<br>/ID | Type<br>[-] | Dybde<br>[m] | Klassifisering                          | W<br>[%] | TG<br>[-] | GI<br>[%] |
|-------------|-------------|--------------|-----------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 1           | P           | 2,0-3,0      | Humusholdig sand med gruskorn og røtter |          |           | 2,1       |
| 1           | P           | 3,0-4,0      | <b>Sandig Siltig Jordmateriale</b>      | 22,2     | T4        | 0,7       |
| 1           | P           | 4,0-5,0      | Fin sand med enkelte gruskorn           |          |           | 0,8       |
| 1           | P           | 5,0-6,0      | <b>Siltig Sand</b>                      | 20,7     | T4        |           |
| 2           | P           | 12,0-13,0    | Siltig sand med enkelte gruskorn        |          |           |           |
| 2           | P           | 13,0-14,0    | <b>Siltig Sandig Leirig Jordmatr.</b>   | 15,4     | T4        | 0,7       |

Jordartsklassifisering basert på korngraderingsanalyser er markert med **fet skrift**, andre prøver er visuelt identifisert.

### Symboler:

|    |                              |
|----|------------------------------|
| P  | Poseprøve (representativ)    |
| W  | Naturlig in-situ vanninnhold |
| TG | Telefaregruppe (T1-T4)       |
| GI | Glødetapsmåling              |

## 2 Korngraderingsanalyse



Figur 1 Korngraderingskurver i posisjon 1 og 2



### 3 Bilder

#### Posisjon 1

Dybde 2,0-3,0 m



Dybde 3,0-4,0 m



Dybde 4,0-5,0 m



Dybde 5,0-6,0 m



#### Posisjon 2

Dybde 12,0-13,0 m



Dybde 13,0-14,0 m



## 4 Referanser

- Ref. 1 SVV (2024): Håndbok R210 – Laboratorieundersøkelser. Statens vegvesen
- Ref. 2 NGF (2011): Melding nr. 2 – Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk, identifisering og klassifisering av jord. Norsk geoteknisk forening, datert 2011.
- Ref. 3 NS-EN 17892-1:2014 Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Laboratorieprøving av jord - Del 1: Bestemmelse av vanninnhold.
- Ref. 4 NS-EN 17892-4:2016 Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 4: Determination of particle size distribution.
- Ref. 5 NS-EN 14688-2:2018 Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Identifisering og klassifisering av jord – Del 2: Klassifiseringsprinsipper

## 5 Rapportering

### ❖ Vanninnhold

Vanninnhold regnes som forhold mellom masse vann og masse tørrstoff i prøven. Vanninnhold kan bestemmes både for representative- og uforstyrrede prøver.

$$w = \frac{\text{masse fuktig} - \text{masse tørr}}{\text{masse tørr prøve}}$$

Vanninnhold bestemmes ved veiing før og etter tørking av materialet til konstant vekt.

Vanninnholdene i

Tabell 1 og kornfordelingskurvene, som er fra samme prøvedybde, kan variere. Ved avvik benyttes vanninnholdet fra Tabell 1.

### ❖ Kornfordeling, klassifisering, telefarlighet og gradering

Kornfordeling defineres som masseandel av standardiserte kornstørrelsesgrupper i prøven.

Kornfordeling av prøvemateriale bestemmes ved bruk av sikter og vekter, samt hydrometer hvis materialet har høyt innhold av finstoff. Materialet kan enten vaskes og tørkes i forkant av siktingen, eller siktes fuktig. Våtsikting evt. kombinert med slemmeanalyse brukes når materialets telefarlighet skal bestemmes (*kombianalyse*).

Resultatene presenteres som kornfordelingskurver der akkumulert %-vekt oppgis mot kornstørrelse. I tilfelle kombianalyse kombineres resultatene fra sikting og hydrometeranalysen til én kurve.

For klassifisering benyttes gruppene oppgitt i Tabell 2.

Tabell 2 Kornstørrelsesgrupper

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

Primære bestanddeler angis i substantivform, mens de sekundære bestanddelene evt. gis som ett eller flere adjektiver (f.eks. *siltig sandig leire*).

Telefarlighet kan bedømmes ut fra materialets kornkornfordeling etter Tabell 3.

Tabell 3 Regler for inndeling i telegrupper

| Telegruppe      | Masseprosent av matr. <20mm |                    |           |
|-----------------|-----------------------------|--------------------|-----------|
|                 | <0,002mm                    | <0,02mm            | <0,2mm    |
| Ikke telefarlig | T1                          | < 3                |           |
| Litt telefarlig | T2                          | 3 - 12             |           |
| Middels telef.  | T3                          | <sup>1)</sup> > 12 | < 50      |
| Meget telef.    | T4                          | < 40               | > 12 > 50 |

<sup>1)</sup> *jordarter med mer enn 40% < 0,002 mm regnes som middels telefarlige*

Materialets gradering kan bestemmes fra kornfordelingskurvens helning i området der 10% og 60% av materialet passerer ved sikting.

$$c_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Hvis dette av praktiske grunner ikke lar seg utføre brukes  $d_{75}$  og  $d_{25}$ . Materialets gradering kan beskrives etter retningslinjer gitt i Tabell 4.

Tabell 4 Betegnelser basert på graderingstallet

| $C_u$  | Betegnelse      |
|--------|-----------------|
| < 5    | Ensgradert      |
| 5 - 15 | Middels gradert |
| > 15   | Velgradert      |

## ❖ Humusinnhold

Humusinnhold i mineraljordarter bestemmes med glødetapsmåling og regnes som masse organisk materiale dividert med masse tørrstoff i prøven.

$$GL = \frac{\text{masse tørket} - \text{masse glødet}}{\text{masse glødet prøve}}$$

Humusinnhold kan bestemmes både for representative- og uforstyrrede prøver, og presenteres etter retningslinjer gitt i Tabell 75.

Tabell 5 Betegnelser basert på humusinnhold

| %      | Betegnelse       |
|--------|------------------|
| 2 - 6  | Humusholdig .... |
| 6 - 20 | ...torv          |
| >20    | Torv             |

## ❖ Korndensitet

Korndensitet (eller relativ densitet) for finkornede jordarter som leire, silt og sand kan bestemmes ved bruk av pyknometer Korndensiteten regnes som

$$\rho_s = \frac{\text{partiklenes tørrmasse}}{\text{partiklenes reelle volum}}$$

## ❖ Konsistensgrenser og plasititet

Konsistensgrenser defineres som vanninnholdsområdet der prøven oppfører seg plastisk (formbar). Nedre grensen (plastisitetsgrense,  $w_p$ ) defineres som vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten å sprekke opp. Øvre grensen (flytegrense,  $w_L$ ) defineres som vanninnholdet der materialet går over til flytende tilstand. Plastisitetsindeks defineres som

$$I_P = w_L - w_p$$

og brukes for å angi det plastiske området for jordarten samt for klassifisering.

## ❖ Tyngdetetthet

Tyngdetetthet av prøver regnes som masse per volum ganget med jordens grunnakselerasjon. Den kan bestemmes for uforstyrrede prøver, enten for en hel sylinder eller for en mindre prøvebit.

## ❖ Deformasjons- og konsolideringsegenskaper

Deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved evaluering av forventet setning og tidsforløp ved endring i spenningstilstand. Modellparametere for setningsberegning kan evalueres ved hjelp av belastningsforsøk i laboratoriet. Forsøkene utføres i såkalt ødometerapparat, der prøver belastes vertikalt samtidig som vertikal deformasjon måles. Sideveis deformasjon er hindret av en stiv ring.

Aksiell last, aksiell tøyning og poretrykksforhold under prøven registreres gjennom forsøket. Forsøkene kan utføres med kontinuerlig belastning (CRS/CRP) eller evt. ved en simulert trinnvis belastning.

En generell modell for spenningsmodul kan defineres som

$$M = m\sigma_a \left( \frac{\sigma' - \sigma_r'}{\sigma_a} \right)^{1-n}$$

Formuleringen beskriver konstant-, lineært økende- og parabolisk økende modell, som gjerne benyttes for å beskrive OC leire (konstant med  $n=1$ ), NC leire og fin silt (lineært økende med  $n=0$ ) eller sand og grov silt (parabolisk økende med  $n=0,5$ ).

Tolkning av ødometerforsøk gir verdier på  $M$ ,  $m$  og  $n$ .

## ❖ Skjærfasthet

### Drenert skjærfasthet

På effektivspenningsbasis er skjærfastheten avhengig av effektivspenning normalt på bruddplanet.



$$\tau_f = (a + \sigma') \cdot \tan(\phi)$$

Modellparameterne kan bestemmes ved treaksialforsøk i laboratoriet. Spenningsforholdene for slike forsøk bør presiseres av prosjekterende på forhånd slik at resultatene blir mest mulig representative for det aktuelle tilfellet.

## Udrenert skjærfasthet

På totalspenningsbasis beskrives skjærfastheten som skjær-belastningen materialet tåler før det bryter sammen. Totalspenningsanalyse analyser benyttes for å beskrive materialoppførsel av finkornige jordarter, ved plutselige eller raske spenningsendringer. Udrenert skjærfasthet defineres som

$$c_u = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2}$$

Skjærfastheten bestemmes ved en rekke forsøk i laboratorium og i felt, og målemetoden oppgis derfor i parameternavnet etter retningslinjer gitt i Tabell 6.

Tabell 6 Betegnelse for udrenert skjærfasthet basert på målemetode

| Udrenert skjærfasthet                      | Målemetode                               |
|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| $C_{uc}$                                   | Aktivt teaksialforsøk (compression test) |
| $C_{uE}$                                   | Passivt treaksialforsøk (extension test) |
| $C_{uD}$                                   | Direkte skjærforsøk                      |
| $C_{ufc}$ (uomrørt),<br>$C_{urf}$ (omrørt) | Konusforsøk                              |
| $C_{uuc}$                                  | Enaksialt trykkforsøk                    |

Residual skjærfasthet etter brudd/omrøring kalles omrørt skjærfasthet,  $c_{ur}$ . Omrørt skjærfasthet kan være vesentlig lavere enn uforstyrret skjærfasthet.

Forholdet mellom uforstyrret og omrørt skjærfasthet kalles sensitivitet og defineres som

$$S_t = \frac{c_u}{c_{ur}}$$

Sensitivitet kan presenteres etter retningslinjer gitt i Tabell 7.

Tabell 7 Betegnelse basert på sensitivitet

| Betegnelse av sensitivitet | Betegnelse av leire | St (-) |
|----------------------------|---------------------|--------|
| Lav                        | Lite sensitiv       | < 8    |
| Middels                    | Middels sensitiv    | 8 - 30 |
| Høy                        | Meget sensitiv      | > 30   |

## Variasjoner i skjærfasthet og presentasjon av måledata

Udrenert skjærfasthet er avhengig av bruddflatens retning ift. hovedspenningenes retning in-situ. Udrenert skjærfasthet fra alle spenningsområder (aktivt-, direkte- og passivt spenningsområde) kan evalueres med forsøk listet opp i Tabell 6.

I tillegg til å måle varierte materialegenskaper vil bestemmelser av den samme parameteren ha en viss spredning på grunn av de ulike forsøkstypene.

Resultater fra enkelte forsøk kan være påvirket av flere faktorer (som f.eks. steininhold eller interne sprekker i prøvebiten).

Ved visuell presentasjon av måleresultater plottes alle typer forsøk på samme figur, med én målestokk for skjærfastheten  $C_u$ . Forsøkstypen oppgis med symbol på figuren.

Ved sammenstilling av laboratoriedata utføres ingen korrigering for anisotropi.

## ❖ Prøvelagring

Hvis laboratorieforsøk ikke utføres umiddelbart etter ankomst til laboratoriet, blir prøvene lagret i et eget kjølerom.

Kjølerommet har lufttemperatur på ca. 5°C.

Resterende prøvemateriale blir lagret i 14 dager etter ferdigstilt rapport.



Dwg - VlbAsp - Plottet: 2025-03-18, 14:46:48 - LAYOUT = G600-01"

| Dybde (m) | Beskrivelse                                                                                                                                                | Prøve | Type | Vanninnhold (%) |    |    |    |    | Tyngdetetthet (kN/m³) |    |    |    |    | Korndens.<br>(g/cm³) | Humus<br>(%) | Skjærfasthet (kN/m²) |   |   |   |    |    |    |    |    |  | S <sub>t</sub><br>Konus<br>( Ving ) |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-----------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|----|----------------------|--------------|----------------------|---|---|---|----|----|----|----|----|--|-------------------------------------|
|           |                                                                                                                                                            |       |      | 5               | 10 | 15 | 20 | 25 | 17                    | 18 | 19 | 20 | 21 |                      |              | 2                    | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |  |                                     |
| 2         | Humusholdig sand med gruskorn og røtter<br><br><u>Sandig Siltig Jordmateriale (T4)</u><br><br>Fin sand med enkelte gruskorn<br><br><u>Siltig Sand (T4)</u> |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
|           |                                                                                                                                                            | 1     | P    |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      | 2,1          |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
| 4         |                                                                                                                                                            | 2     | P    |                 |    |    | ○  |    |                       |    |    |    |    | 0,7                  |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
|           |                                                                                                                                                            | 3     | P    |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    | 0,8                  |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
| 6         |                                                                                                                                                            | 4     | P    |                 |    |    | ○  |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
|           |                                                                                                                                                            |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
| 8         |                                                                                                                                                            |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
|           |                                                                                                                                                            |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
| 10        |                                                                                                                                                            |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
|           |                                                                                                                                                            |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
| 12        |                                                                                                                                                            |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
|           |                                                                                                                                                            |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
| 14        |                                                                                                                                                            |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |
|           |                                                                                                                                                            |       |      |                 |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |                      |              |                      |   |   |   |    |    |    |    |    |  |                                     |

TEGNFORKLARING:

○ Vanninnhold

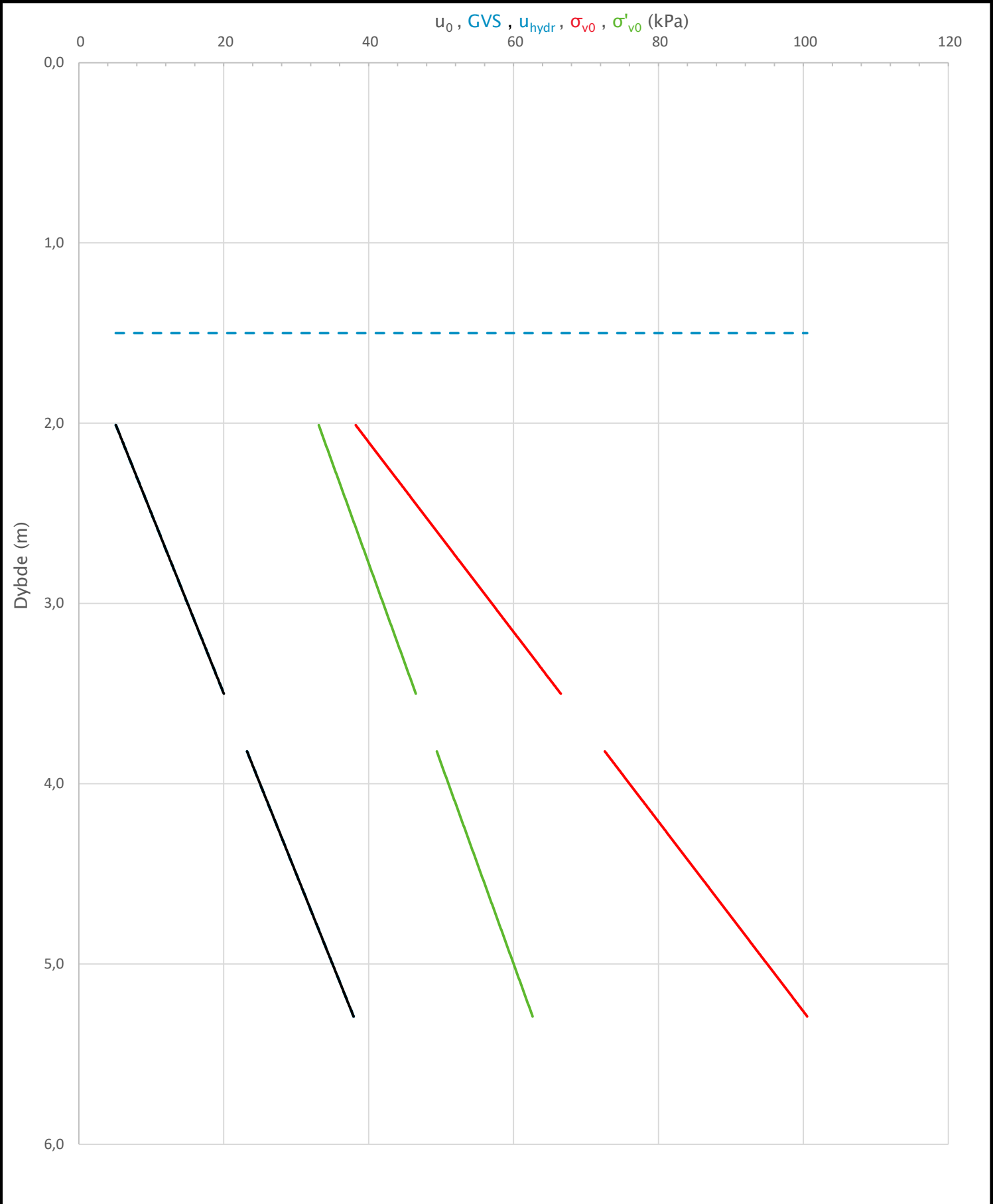
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |                |                |       |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|----------------|-------|------------------------|
| J01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 18.03.2025 | Til bruk       | VibAsp         | HiRis | VibAsp                 |
| Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier. |            |                |                |       | Målestokk (gjelder A1) |
| Ullensvang kommune                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                |                |       |                        |
| Boliger Hjørlo - Mulighetsstudie                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                |                |       |                        |
| Geoteknisk Labresultat<br>Posisjon 1                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                |                |       |                        |
| Norconsult                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            | Oppdragsnummer | Tegningsnummer |       | Revisjon               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            | 52408415       | G600-01        |       | J01                    |

[illegible]

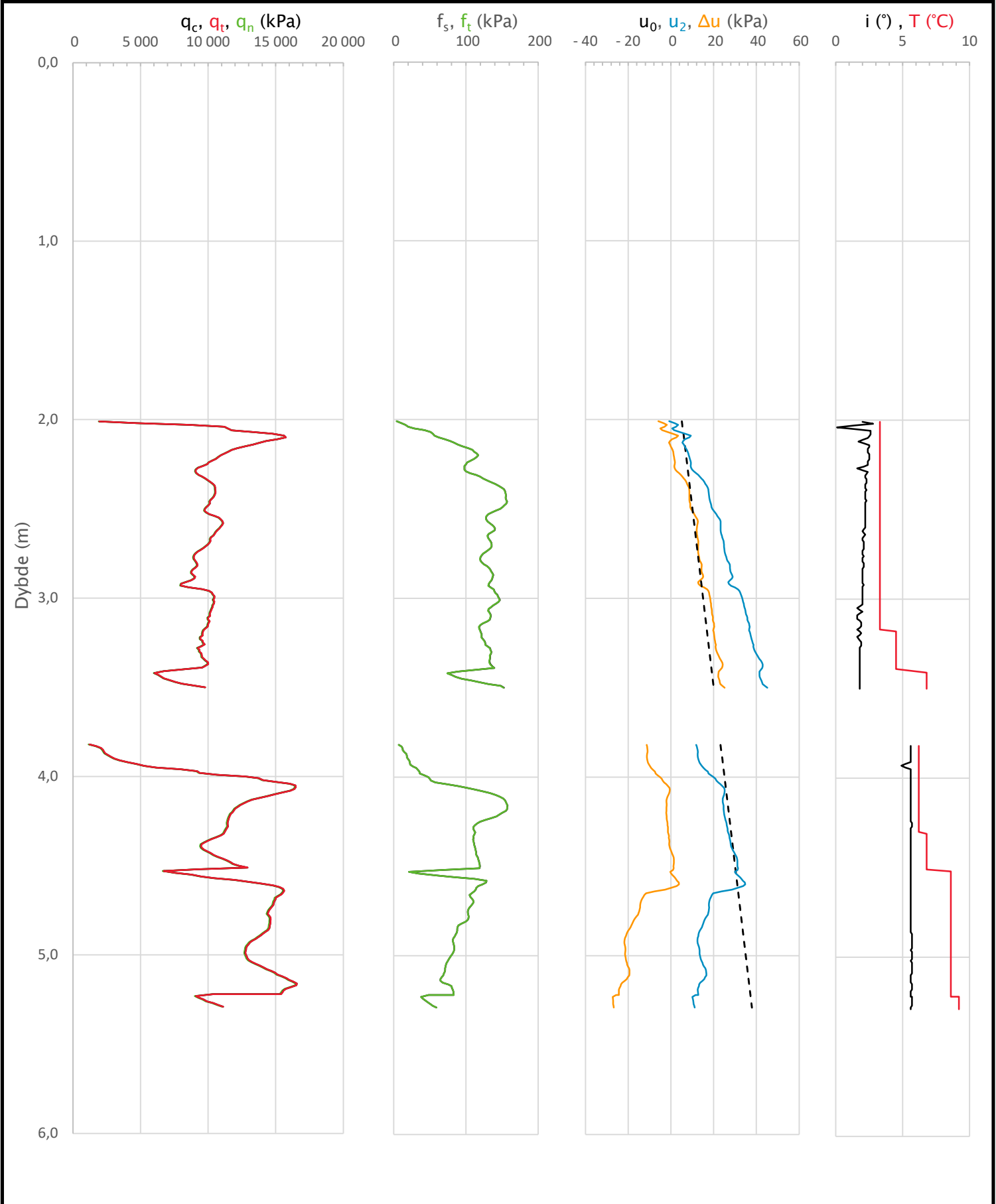
TEGNFORKLARING:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                |                |       |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|----------------|-------|------------------------|
| J01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 18.03.2025 | Til bruk       | VibAsp         | HiRis | VibAsp                 |
| <p>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tiler.</p> |            |                |                |       |                        |
| Ullensvang kommune                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                |                |       | Målestokk (gjelder A1) |
| <p>Boliger Hjøllø - Mulighetsstudie</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                |                |       |                        |
| <p>Geoteknisk Labresultat</p> <p>Posisjon 2</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                |                |       |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                             |            | Oppdragsnummer | Tegningsnummer |       | Revisjon               |
| Norconsult                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            | 52408415       | G600-02        |       | J01                    |

| Sonde og utførelse                                    |               |            |                           |                      |                        |       |
|-------------------------------------------------------|---------------|------------|---------------------------|----------------------|------------------------|-------|
| Sondennummer                                          | 51709         |            | Boreleder                 |                      | Joel Lindgren          |       |
| Type sonde                                            | Envi          |            | Temperaturendring (°C)    |                      |                        |       |
| Kalibreringsdato                                      | 2023-03-24    |            | Maks helning (°)          |                      | 5,7                    |       |
| Dato sondering                                        | 2025-01-30    |            | Maks avstand målinger (m) |                      | 0,01                   |       |
| Filtertype                                            | Porøst filter |            |                           |                      |                        |       |
| Kalibreringsdata                                      |               |            |                           |                      |                        |       |
|                                                       | Spissmotstand |            | Sidefriksjon              |                      | Poretrykk              |       |
| Maksimal last (MPa)                                   | 50            |            | 1                         |                      | 2                      |       |
| Måleområde (MPa)                                      | 50            |            | 1                         |                      | 2                      |       |
| Skaleringsfaktor                                      | -             |            | -                         |                      | -                      |       |
| Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)                  | -             |            | -                         |                      | -                      |       |
| Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)                  | 5             |            | 0,1                       |                      | 0,1                    |       |
| Arealforhold                                          | 0,7000        |            | 0,0060                    |                      |                        |       |
| Kalibreringsavvik (%)                                 | 0,03          |            | 0,17                      |                      | 0,06                   |       |
| Temperaturområde (°C)                                 | -             |            |                           |                      |                        |       |
| Nullpunktskontroll                                    |               |            |                           |                      |                        |       |
|                                                       | NA            |            | NB                        |                      | NC                     |       |
| Registrert før sondering (kPa)                        | 0,0           |            | 0,0                       |                      | 0,0                    |       |
| Registrert etter sondering (kPa)                      | 44,0          |            | -0,1                      |                      | 5,9                    |       |
| Avvik under sondering(kPa)                            | 44,0          |            | 0,1                       |                      | 5,9                    |       |
| Beregnet avvik under sondering (kPa)                  | 5,0           |            | 0,3                       |                      | 0,0                    |       |
| Maksverdi under sondering (kPa)                       | 16567,0       |            | 157,6                     |                      | 45,1                   |       |
| Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012 |               |            |                           |                      |                        |       |
|                                                       | Spissmotstand |            | Sidefriksjon              |                      | Poretrykk              |       |
|                                                       | (kPa)         | (%)        | (kPa)                     | (%)                  | (kPa)                  | (%)   |
| Samlet nøyaktighet (kPa)                              | 54,0          | 0,3        | 0,5                       | 0,3                  | 6,0                    | 13,4  |
| Tillatt nøyaktighet klasse 1                          | 35            | 5          | 5                         | 10                   | 10                     | 2     |
| Tillatt nøyaktighet klasse 2                          | 100           | 5          | 15                        | 15                   | 25                     | 3     |
| Tillatt nøyaktighet klasse 3                          | 200           | 5          | 25                        | 15                   | 50                     | 5     |
| Tillatt nøyaktighet klasse 4                          | 500           | 5          | 50                        | 20                   |                        |       |
| Anvendelsesklasse                                     | 2             | 1          | 1                         | 1                    | 1                      | OBS   |
| Anvendelsesklasse måleintervall                       | 1             |            |                           |                      |                        |       |
| Anvendelsesklasse                                     | 1             |            |                           |                      |                        |       |
| Måleverdier under kapasitet/krav                      |               |            |                           |                      |                        |       |
| Spissmotstand                                         | Sidefriksjon  |            | Poretrykk                 |                      | Helning                |       |
| OK                                                    | OK            |            | OK                        |                      | Temperatur             |       |
| -                                                     |               |            |                           |                      |                        |       |
| Kommentarer:                                          |               |            |                           |                      |                        |       |
|                                                       |               |            |                           |                      |                        |       |
| Prosjekt                                              |               |            | Prosjektnummer: 52408415  |                      | Rapportnummer: RIG-R01 |       |
| Hjøllo boliger                                        |               |            | Borhull                   |                      | Kote +15               |       |
|                                                       |               |            |                           |                      | 1                      |       |
| Innhold                                               |               |            | Sondennummer              |                      |                        |       |
| Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet            |               |            |                           |                      | 51709                  |       |
| Norconsult                                            | Utført        |            | Kontrollert               |                      | Godkjent               |       |
|                                                       | BryOEy        |            | KarRep                    |                      | GHlsd                  |       |
|                                                       | Oppdragsgiver |            | Dato sondering            |                      | Revisjon               |       |
| Ullensvang kommune                                    |               | 2025-01-30 |                           | J01                  |                        | Figur |
|                                                       |               |            |                           | Rev. dato 2025-03-21 |                        |       |
|                                                       |               |            |                           |                      |                        | 1     |
|                                                       |               |            |                           |                      |                        | 1     |



|                                                                                                |                    |                |                                                 |               |             |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|-------------------------------------------------|---------------|-------------|----------|
| Prosjekt                                                                                       |                    |                | Prosjektnummer: 52408415 Rapportnummer: RIG-R01 |               | Borhull     | Kote +15 |
| Hjøllo boliger                                                                                 |                    |                |                                                 |               | 1           |          |
| Innhold                                                                                        |                    |                |                                                 |               | Sondenummer |          |
| In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger                           |                    |                |                                                 |               | 51709       |          |
| Norconsult  | Utført             | Kontrollert    | Godkjent                                        | Anvend.klasse |             | 1        |
|                                                                                                | BryOEy             | KarRep         | GHlsd                                           |               |             |          |
|                                                                                                | Oppdragsgiver      | Dato sondering | Revisjon                                        | Figur         |             | 2        |
|                                                                                                | Ullensvang kommune | 2025-01-30     | Rev. dato                                       | 2025-03-22    |             |          |



|                                    |                    |                                                 |            |               |          |
|------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------|------------|---------------|----------|
| Prosjekt                           |                    | Prosjektnummer: 52408415 Rapportnummer: RIG-R01 |            | Borhull       | Kote +15 |
| Hjøllo boliger                     |                    |                                                 |            | 1             |          |
| Innhold                            |                    |                                                 |            | Sondennummer  |          |
| Måledata og korrigerte måleverdier |                    |                                                 |            | 51709         |          |
| Norconsult                         | Utført             | Kontrollert                                     | Godkjent   | Anvend.klasse | 1        |
|                                    | BryOEy             | KarRep                                          | GHlsd      |               |          |
|                                    | Oppdragsgiver      | Dato sondering                                  | Revisjon   | Figur         | 3        |
|                                    | Ullensvang kommune | 2025-01-30                                      | J03        |               |          |
|                                    |                    |                                                 | Rev. dato  |               |          |
|                                    |                    |                                                 | 2025-03-23 |               |          |



## Generell beskrivelse felt og laboratoriearbeid

### Generell beskrivelse av sonderboring og grunnvannsmåling

Totalsondering gir grunnlag for å bestemme løsmassetykkelse og dybder til fast grunn eller antatt berg. Sonderingen gir såkalt sikker bergpåvisning ved 3 m innboring i berg. Tolkning av resultatene kan gi en indikasjon på lagdeling og aktuelle jordarter.

Trykksondering (CPTU) utføres ved nedpressing av en sonde som måler spissmotstanden jorda gir på sondens spiss, samt friksjon og poretrykk på sondens overflate. Resultatet blir brukt til å vurdere lagdeling, jordart og spenningsforholdene i grunnen (in-situ spenning). Mekaniske jordparametere som fasthetsegenskaper og deformasjonsegenskaper kan også bestemmes.

Piezometre installeres for måling av porevanntrykket i grunnen. Piezometre presses ned i grunnen sammen med et stålrør som vil stikke opp over terreng. Røret må stå urørt i måleperioden. Vanntrykket ved filteret i piezometer-spissen registreres enten hydraulisk som stighøyde i en plastslange inne i røret eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret. Porevanntrykket måles manuelt i felt. Alternativt kan et piezometer installeres med dataminne for automatisk logging og registrering av naturlige eller menneskeskapte variasjoner over en valgt periode. Hensikten med å måle poretrykket i grunnen er for å bestemme spenningsforholdene i bakken (in-situ spenning).

Grunnvannsbrønner installeres normalt for måling av grunnvannstanden i det øvre jordlaget. Ofte består grunnvannsbrønnen av et perforert PVC-rør som er installert i en gitt dybde. Vann i grunnen vil trenge inn i røret og innstille seg på nivået for det naturlige grunnvannsspeilet, i den gitte sonen som røret er installert i. Grunnvannstanden måles manuelt i felt. Alternativt kan brønnen installeres med dataminne for automatisk logging og registrering av naturlige eller menneskeskapte variasjoner over en valgt periode.

Vedlegg B, C og D viser tegnforklaring for plan- og profiltegning, totalsondering og trykksondering.

### Generell beskrivelse av prøvetaking og laboratoriearbeid

Naverboring og ramprøvetaking benyttes for opptak av omrørte prøver i leire, silt, sand og grus. Omrørte prøver egner seg kun til en grov identifisering og klassifisering av jordartene. Prøvene overføres til plastposer i felten før de fraktes til laboratoriet.

I laboratoriet kan det foretas en visuell klassifisering og beskrivelse av massene. I tillegg er det mulig å utføre en grov identifisering av jordartene ved kornfordelingsanalyser, og måling av vanninnhold og humusinnhold.

Stempelprøvetaker benyttes til opptak av uforstyrrede sylinderprøver i leire, silt, løst lagret sand og organiske jordarter. Uforstyrrede prøver skal ha materialstruktur og vanninnhold så lik som mulig det jordarten har i sin naturlige lagring i grunnen. Uforstyrrede prøver egner seg til en generell identifisering og klassifisering av jordartene. I tillegg kan fysiske/mekaniske egenskaper bestemmes for jordarten. Det gjelder bestemmelse av materialstyrke, deformasjonsegenskaper og permeabilitet.

Sylinderprøver skyves ut av sylindren i laboratoriet og det foretas visuell klassifisering og beskrivelse av massene. Vanninnhold, densitet og enkle styrkedata bestemmes ved rutineundersøkelser. I tillegg kan det utføres kornfordelingsanalyser, plastisitetsanalyser og måling av humusinnhold.

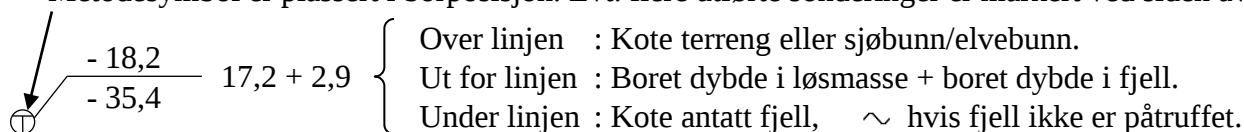
Ødometerforsøk i laboratorium benyttes til å bestemme jordens forkonsolideringsspenning og deformasjonsegenskaper. Ødometeret gir en endimensjonal deformasjonstilstand som er en forenkling av virkeligheten, men som samtidig er godt tilpasset de vanligste beregningsmodeller for setninger. Beregningsmodeller for setninger er som regel basert på endimensjonal konsolideringsteori.

Treaksialforsøk i laboratorium benyttes for å bestemme jordens styrkeegenskaper. For en uforstyrret prøve av leire/silt forsøker en å ta utgangspunkt i den opprinnelige spenningstilstanden prøven hadde i grunnen og deretter teste prøven til brudd ved et skjærforsøk. Skjærforsøket kan utføres med ulike hovedspenningsretninger avhengig av hvilken belastningssituasjon en ønsker å teste for. For testing av en prøve av sand må prøven bygges inn i apparaturen med ulik grad av komprimering. Styrkeparametrene bestemmes deretter som en funksjon av lagringstetthet.

## PLAN

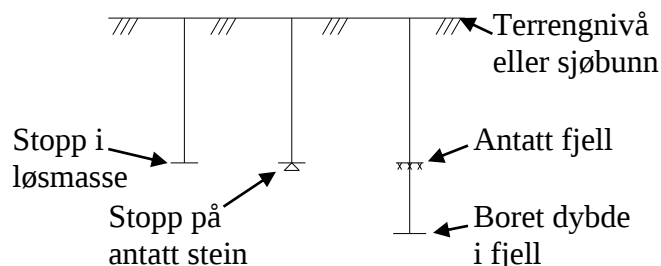
|                        |                    |                                   |
|------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| ○ Enkel sondering      | ● Dreiesondering   | ▼ Dreietrykkssondering            |
| ⊗ Fjellkontrollboring  | ⊕ Totalsondering   | ▽ Trykksondering                  |
| + Vinge-boring         | ▼ Ramsondering     | ⊗ Standard Penetration Test (SPT) |
| □ Prøvegrop            | ⊙ Prøveserie       | ⊗ Prøvegrop med prøveserie        |
| ☪ Vannprøver           | ⊖ Vannstandsmåling | ⊖ Poretrykksmåling                |
| ⊗ Permeabilitetsmåling | ⊗ Prøvebelastning  | ■ Setningsmåling                  |
| ⊖ Elektrisk sondering  | ^^ Fjell i dagen   |                                   |

Metodesymbol er plassert i borposisjon. Evt. flere utførte sonderinger er markert ved siden av.

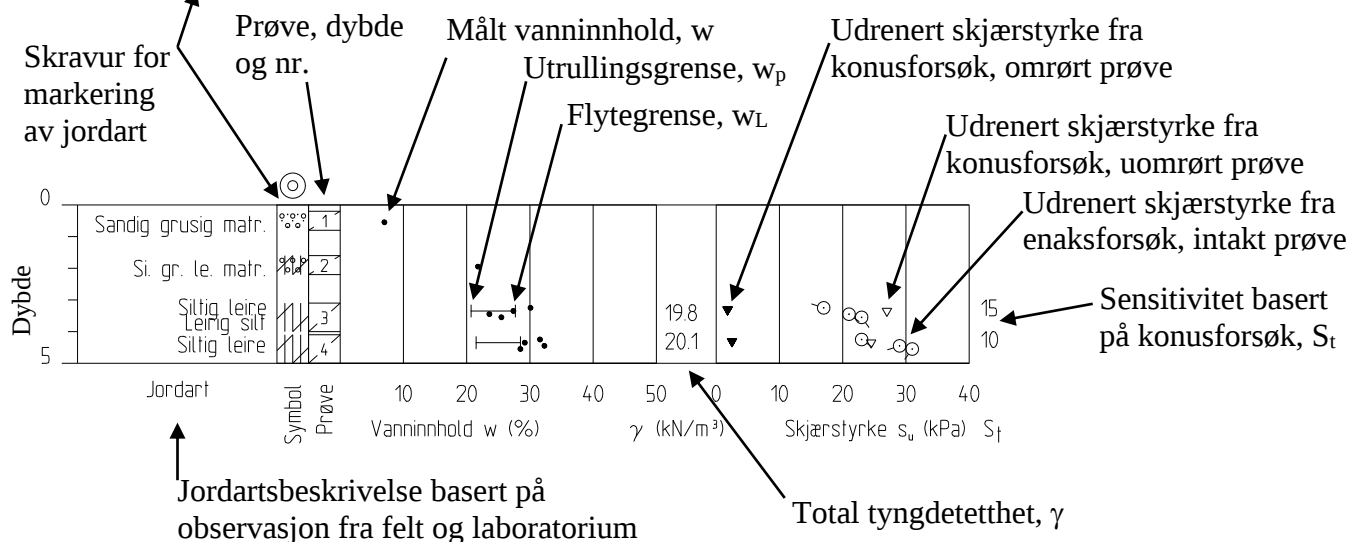


## PROFILER

|                        |           |                                              |
|------------------------|-----------|----------------------------------------------|
| Enaksialt trykksforsøk | ( $S_u$ ) | (15) (5) (10) = aksial deformasjon ved brudd |
| Torsjonsvinge          | ( $S_u$ ) | *                                            |
| Penetrometer           | ( $S_u$ ) | □                                            |



|           |       |         |                   |                   |        |             |               |
|-----------|-------|---------|-------------------|-------------------|--------|-------------|---------------|
| Leire     | Silt  | Sand    | Grus              | Stein             | Blokk  | Moreneleire | Grusig morene |
| Fyllmasse | Fjell | Matjord | Torv/planterester | Trerester/sagflis | Skjell | Gytje/dye   |               |



## Prosedyrer og presentasjon

## Geotekniske tegninger, plan og profiler

Norconsult

MÅLESTOKK

M =

DATO

UTFØRT

Arne Kavli

KONTROLLERT

Torgeir Døssland

RAPPORT

VEDLEGG

D

Utstyr: Ø 57 mm butt borekrone med tilbakeslagsventil.  
Ø 44 mm borestenger.

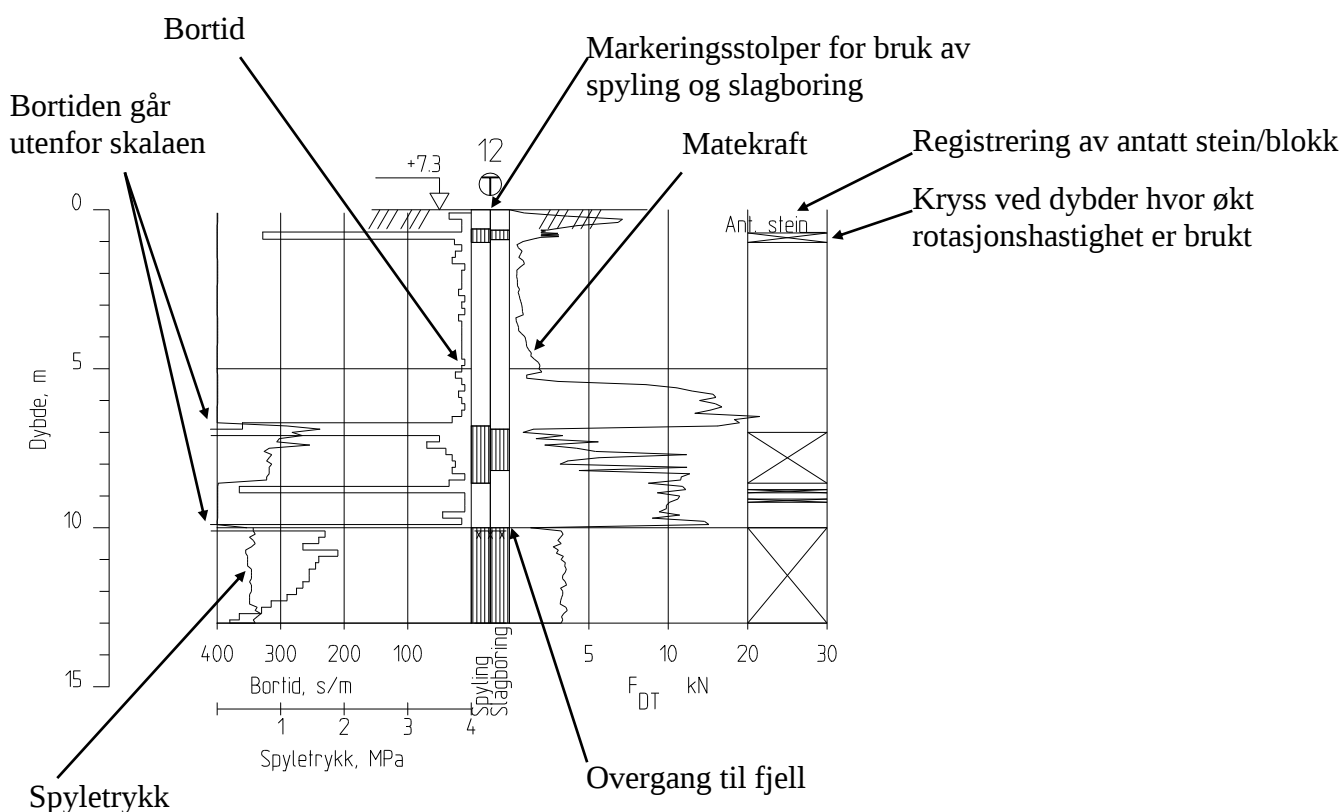
Som dreietrykksondering: Konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.  
Nedpressingshastighet 3 m/min (20 sek/m).

Når normert nedtrengningshastighet ikke er mulig, økes rotasjonshastigheten til 75 omdreininger/min.

Som fjellkontrollboring: Dersom nedtrengingen igjen stopper opp, går en over til prosedyre som for fjellkontroll. Dvs. at en først setter på spyling, hvorefter ny stopp i nedtrenging fører til at en også setter på slaghammer.

Med denne prosedyren kan det bores gjennom steiner og ned i fjell. Ved påvisning av fjell, bør det bores 2-3 meter ned i antatt fjell.

Presentasjon: Skravur for vannspyling og slag i egne kolonner.  
Kurver for nedpressingskraft, boretid og spyletrykk.  
Kryss for markering av økt rotasjon.



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil - Totalsondering 

**Norconsult** 

MÅLESTOKK

M =

DATO

UTFØRT

Arne Kavli

KONTROLLERT

Torgeir Døssland

PROSJEKT

VEDLEGG

E

# Trykksondering – "Cone Penetration Tests" (CPT)

Utstyr:

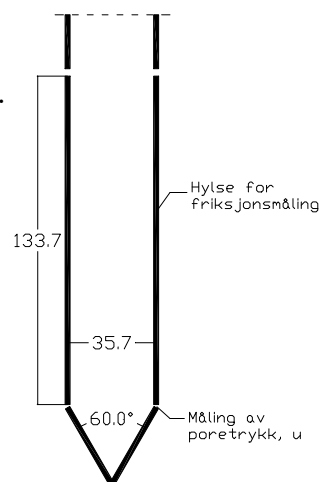
Ø 36 mm borstenger.  
Sonde med konisk spiss og automatisk logging av spissmotstand, poretrykk og friksjon, se figur.

Prosedyre:

Konstant nedpressingshastighet; 20 mm/sek.

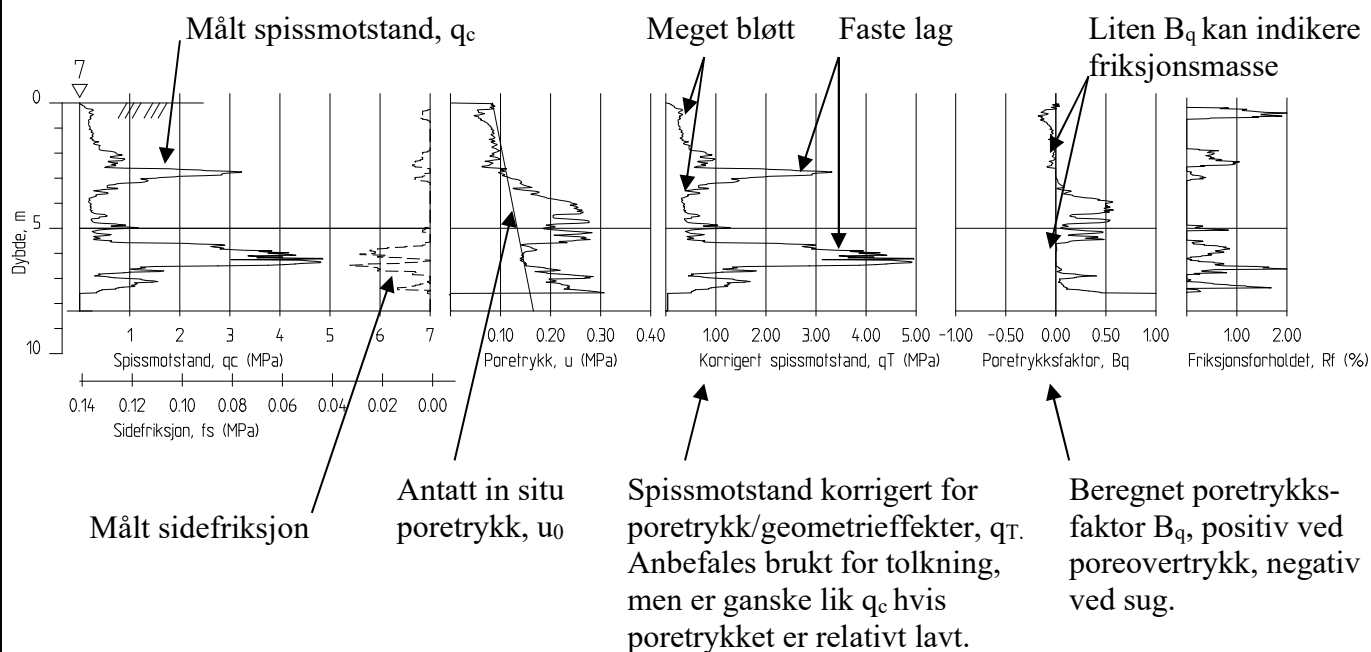
Presentasjon:

Kurver som viser målt spissmotstand, friksjon og poretrykk mot dybde.  
Kan også inkludere antatt in situ poretrykk og beregnede forløp som vist nedenfor.



Direkte målte verdier  
(untatt  $u_0$ )

Avledete/beregnete verdier  
(presenteres ikke alltid)



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil – Trykksondering (CPT)



Norconsult

UTFØRT  
Arne Kavli

KONTROLLERT  
Torgeir Døssland

MÅLESTOKK

M =

DATO

PROSJEKT

VEDLEGG

F

# Kalibreringscertifikat

Environmental Mechanics AB intygar att CPT sonden av typ Memocone, med det serienummer som anges nedan, har blivit kalibrerad i vårt laboratorium samt passerat vår kvalitetskontroll.

Serienummer:

51709

Kalibreringsdatum:

18-okt.-2024

Max tillåten belastning:

50 kN

Area faktor:

a=0.73 b=0.003

Visad last/crosstalk:

Q när F lastas:

0.0 %FSO

F när Q lastas:

&lt;0.3 %FSO

U när Q lastas  
( $Q \leq 7 \text{ MPa}$ ):

0.0 %FSO

☒ ISO 22476-1 användningsklass 1 godkännande☒ ASTM D 5778 godkännande☒ ISO 22476-1 användningsklass 0 godkännande

För klass 0 får maximal belastning på Q inte överstiga 10MPa (10kN)!

**Envi** 



U (MPa)

| Applied load | Reading |
|--------------|---------|
| 0.000        | 0.000   |
| 0.500        | 0.500   |
| 1.000        | 1.000   |
| 1.500        | 1.500   |
| 2.000        | 2.001   |
| 1.500        | 1.501   |
| 1.000        | 1.001   |
| 0.500        | 0.501   |
| 0.000        | 0.001   |

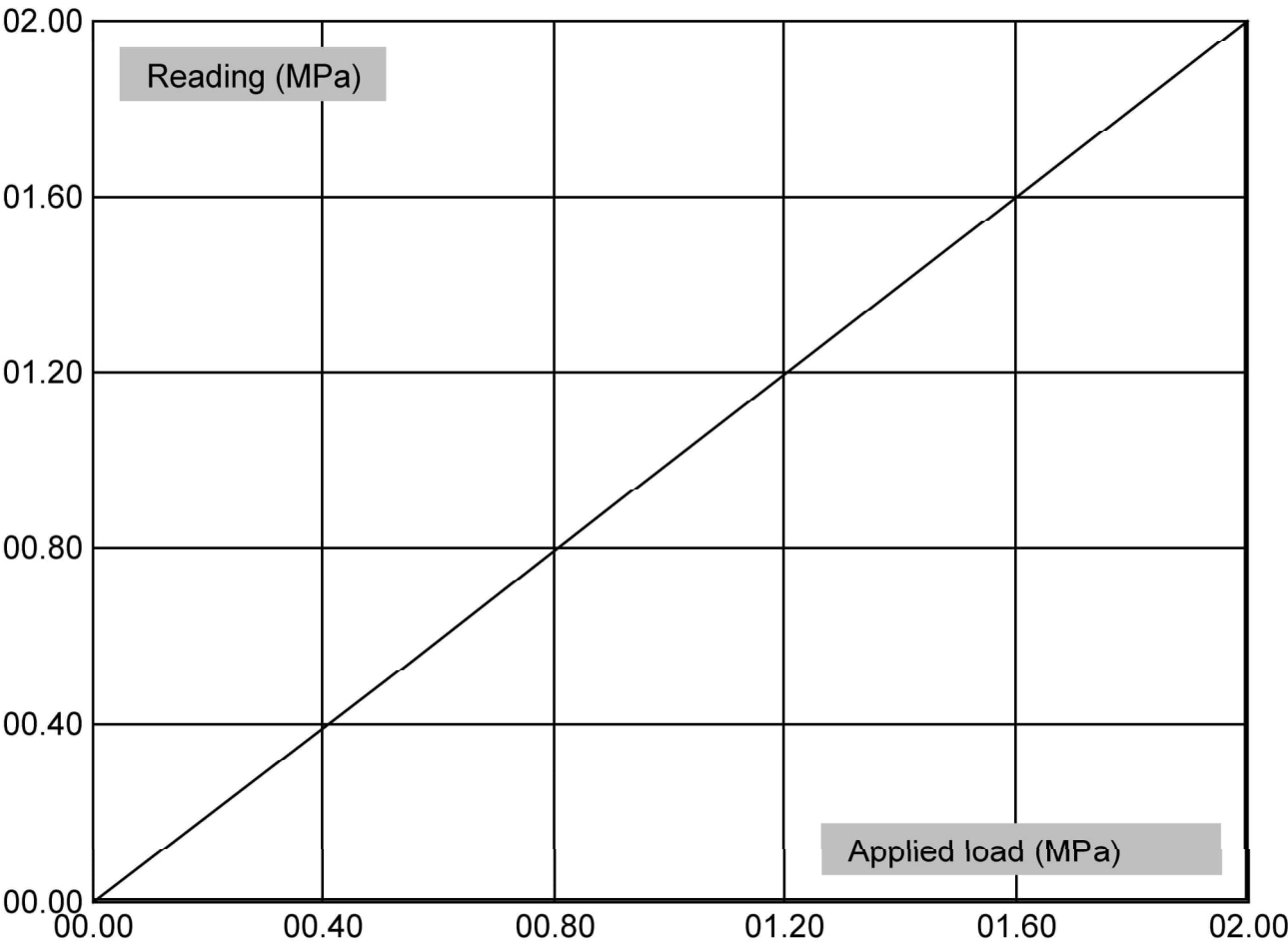
Calibration error: 0,10 % MO @ >=20% FSO

Calibration error: 0,04 % FSO

Nonlinearity: 0,03 % FSO

Hysteresis: 0,05 % FSO

Zero load error: 0,05 % FSO



Q (MPa)

| Applied load | Reading |
|--------------|---------|
| 0.00         | 0.00    |
| 5.00         | 5.00    |
| 15.00        | 15.00   |
| 30.00        | 30.00   |
| 50.00        | 50.00   |
| 30.00        | 30.01   |
| 15.00        | 15.01   |
| 5.00         | 5.00    |
| 0.00         | 0.00    |

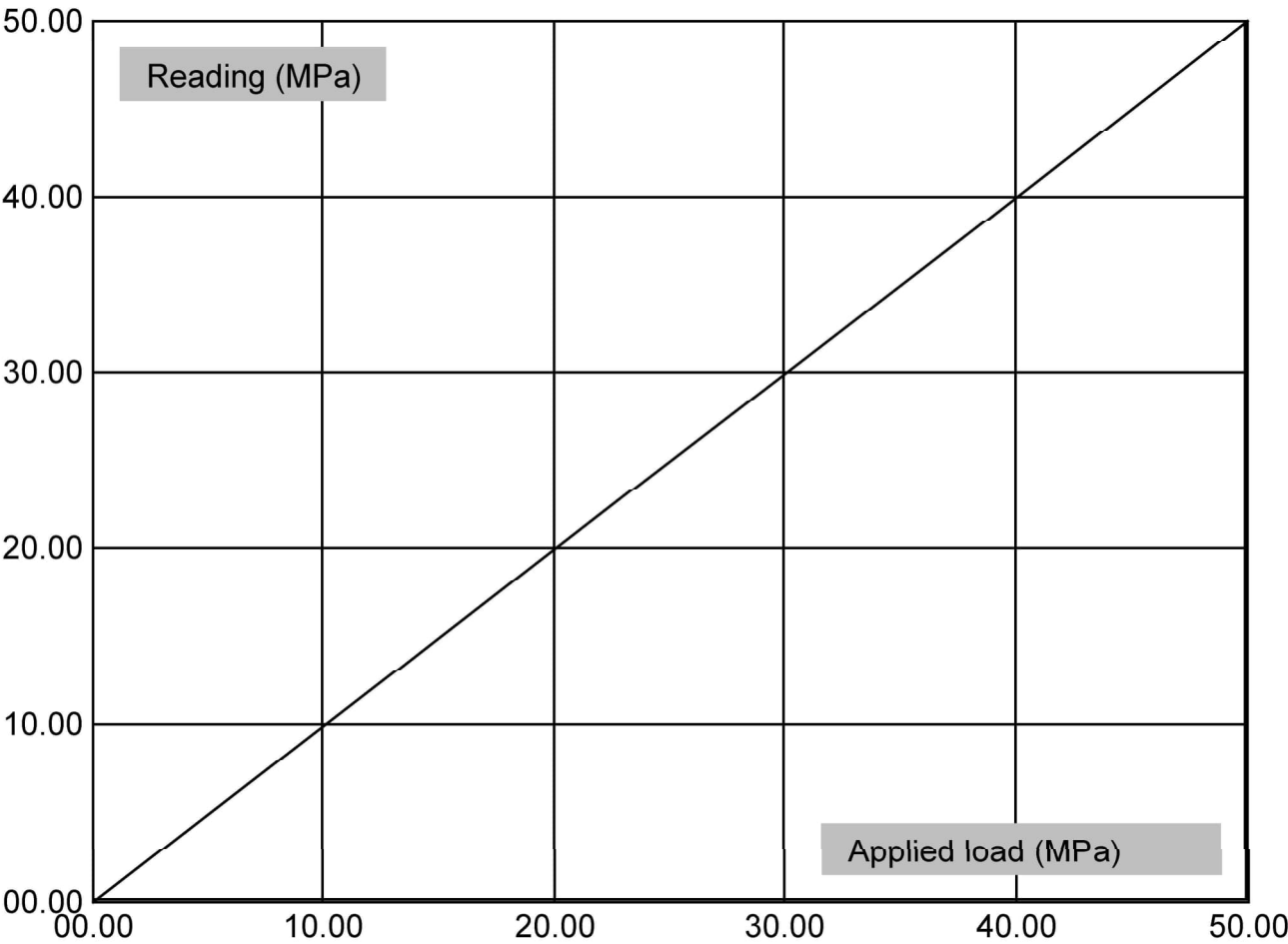
Calibration error: 0.01 % MO @ >=20% FSO

Calibration error: 0.01 % FSO

Nonlinearity: 0.02 % FSO

Hysteresis: 0.02 % FSO

Zero load error: 0.00 % FSO



Q Low range only (Maximum load 10 MPa)      Note 10 MPa used as FSO for data below

| Applied load | Reading |
|--------------|---------|
| 0.00         | 0.00    |
| 1.00         | 0.99    |
| 3.00         | 3.00    |
| 6.00         | 6.00    |
| 10.00        | 10.00   |
| 6.00         | 6.00    |
| 3.00         | 3.00    |
| 1.00         | 0.99    |
| 0.00         | 0.00    |

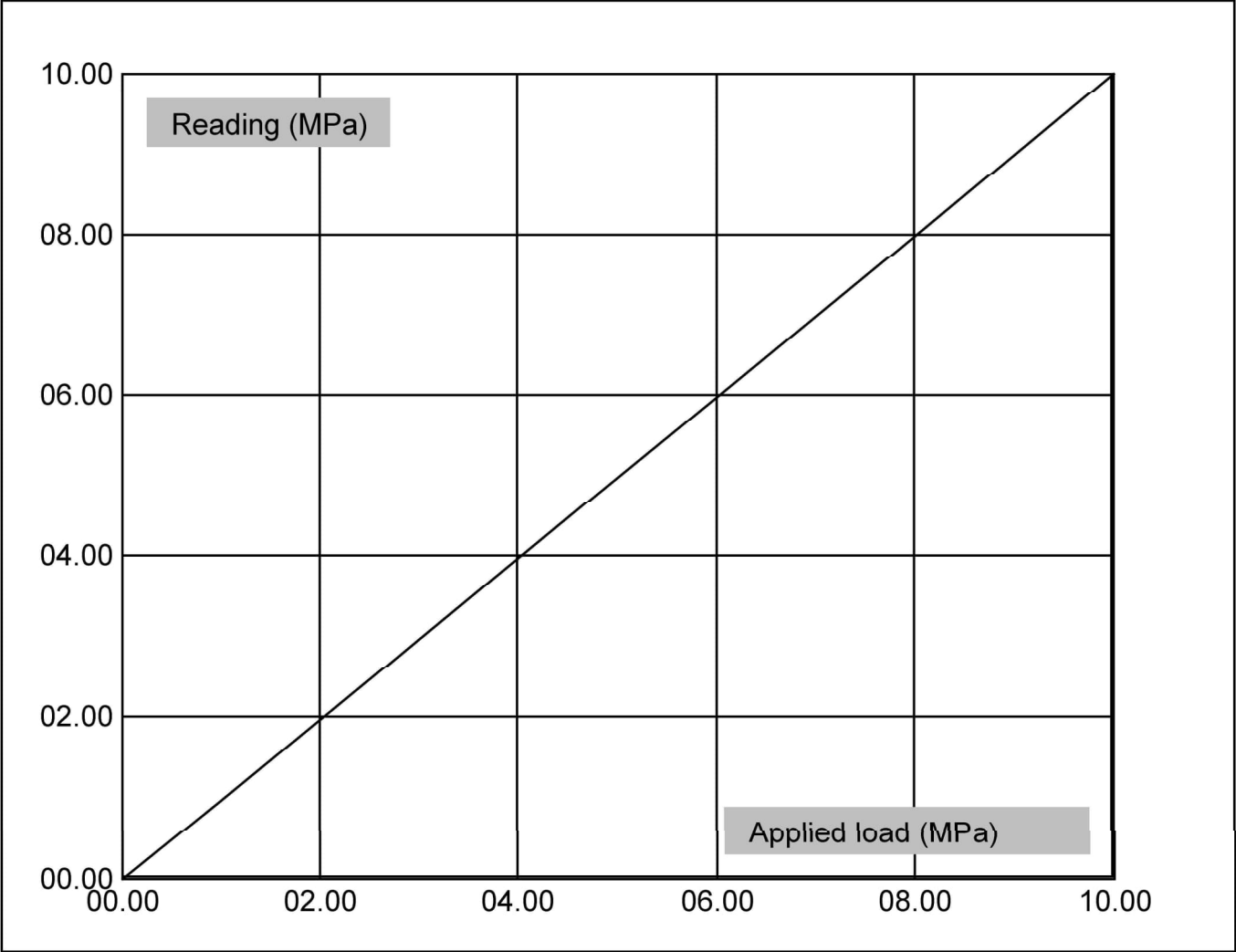
Calibration error: -0.08 % MO @ >=20% FSO

Calibration error: 0.01 % FSO

Nonlinearity: 0.07 % FSO

Hysteresis: 0.00 % FSO

Zero load error: 0.00 % FSO



F (MPa)

| Applied load | Reading |
|--------------|---------|
| 0.000        | 0.000   |
| 0.200        | 0.198   |
| 0.400        | 0.398   |
| 0.600        | 0.598   |
| 1.000        | 1.000   |
| 0.600        | 0.601   |
| 0.400        | 0.401   |
| 0.200        | 0.201   |
| 0.000        | 0.000   |

Calibration error: -0,16 % MO @  $\geq 20\%$  FSO

Calibration error: -0,04 % FSO

Nonlinearity: 0,17 % FSO

Hysteresis: 0,30 % FSO

Zero load error: 0,00 % FSO

