RAPPORT

# Husvika

OPPDRAGSGIVER

Bulldozer Maskinlag Geopro AS

EMNE

Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 06. oktober 2023 / 00

DOKUMENTKODE: 10253317-RIG-RAP-001



Multiconsult

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

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

Multiconsult

**RAPPORT**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| OPPDRAG | **Husvika** | | DOKUMENTKODE | 10253317-RIG-RAP-001 |
| EMNE | Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser | | TILGJENGELIGHET | Åpen |
| OPPDRAGSGIVER | **Bulldozer Maskinlag Geopro AS** | | OPPDRAGSLEDER | Ole Jakob Hegelund |
| KONTAKTPERSON | Hallgeir Elvenes | | UTARBEIDET AV | Ole Jakob Hegelund |
| KOORDINATER | UTM 33 | ØST: 523231 NORD: 7613271 | ANSVARLIG ENHET | 10235014 Grunnundersøkelser |
| GNR./BNR./SNR. | 6/37, 6/13 | Sortland kommune | | |


**SAMMENDRAG**

Det planlegges for en sjøutfylling vest for Husvikneset, og området planlegges for å bli regulert til næring og havneområde i sjø. I den anledning har Multiconsult Norge AS blitt engasjert for å utføre grunnundersøkelser for å kartlegge og dokumentere grunnforholdene i området.

Det undersøkte området ligger i sjø øst for Husvikneset i indre del av Sigerfjorden, Sortland kommune. Undersøkelsesområdet strekker seg fra ca. kote -2 til marbakken ved kote -10. Sjøbunnen har en gjennomsnittlig helning på ca. 1:12.

Grunnundersøkelsen viser generelt at løsmassene består av 1-2 lag over antatt berg. Det er et topplag som har lav til middels sonderingsmotstand med en mektighet på 1-5 meter. Derunder er det påtruffet faste masser med middels til høy sonderingsmotstand som delvis krevde slag og spyling for å penetrere løsmassene før det møter antatt berg. Dette laget har en mektighet på 2-8 meter.

Ved borpunkt 1 og 2 er det et topplag over antatt berg med høy sonderingsmotstand med en mektighet på 0,5 til 2 meter.

Registrert dybde til antatt berg varierer mellom 0,6 og 8,8 meter, bergoverflaten i borpunktene ligger mellom kote -5,7 og -12,4. Antatt bergoverflate i undersøkelsesområdet ser ut til å ha en varierende helning. I området med borpunkt 4 og 3 har bergoverflaten en helning mot nord, og i området med borpunkt 1,2 og 5 har bergoverflaten en helning mot sør/sørvest.


| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 06.10.2023 | DATARAPPORT – GEOTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE | OLE JAKOB HEGELUND | RAGNHILD FROMREIDE | OLE JAKOB HEGELUND |
| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

# INNHOLDSFORTEGNELSE

**1 Innledning ..... 5**
1.1 Formål og bakgrunn ..... 5
1.2 Utførelse ..... 5
1.3 Kvalitetssikring og standardkrav ..... 5
1.4 Innhold og bruk av rapporten ..... 5
**2 Områdebeskrivelse ..... 6**
2.1 Området og topografi ..... 6
**3 Geotekniske grunnundersøkelser ..... 8**
3.1 Tidligere grunnundersøkelser ..... 8
3.2 Utførte grunnundersøkelser ..... 9
3.2.1 Feltundersøkelser ..... 9
**4 Grunnforholdsbeskrivelse ..... 9**
4.1 Kvartærgeologisk kart ..... 9
4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred ..... 10
4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser ..... 11
4.3.1 Generelt ..... 11
4.3.2 Dybde til berg ..... 12
**5 Geoteknisk evaluering av resultatene ..... 12**
5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder ..... 12
5.2 Viktige forutsetninger ..... 12
5.3 Undersøkelses- og prøvekvalitet ..... 12
5.4 Påvisning av bergnivå ..... 12
**6 Behov for supplerende grunnundersøkelser ..... 13**
**7 Referanser ..... 13**

# TEGNINGER

| | | |
|---|---|---|
| 10253317-01-RIG-TEG- | -000 | Oversiktskart |
| | -001 | Borplan |
| | -010 | Totalsonderinger 1-5 |

# BILAG

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

# 1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i sjø øst for Husvika i Sortland kommune.

## 1.1 Formål og bakgrunn

Det planlegges for en sjøutfylling øst for Husvikneset, og området planlegges for å bli regulert til næring og havneområde i sjø. I den anledning har Multiconsult Norge AS blitt engasjert for å utføre grunnundersøkelser for å kartlegge og dokumentere grunnforholdene i området.

## 1.2 Utførelse

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

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS på sjø med hydraulisk borerigg på borebåten «Geo Cat» løpet av uke 37/2023. Alle kotehøydene referer til NN 2000 og borpunktene er målt inni EUREF 89, UTM 33 ved hjelp av CPOS DGPS, med nøyaktighet ± 10 cm. Kartgrunnlaget på land og dybdedata er hentet som wms fra Kartverket.

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

## 1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [6] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [3].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [3] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [2].

Ved klassifisering av jordarter og funn av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire – er definisjoner iht. NVE veileder nr 1/2019 lagt til grunn. For omregning av målt konusinntrykk til tolket udrenert skjærfasthet er det konusstandard ISO 17892-6:2017 benyttet:

- Sprøbruddmateriale: materiale med omrørt skjærfasthet som har $S_{u,r}$ <1,27 kPa
- Kvikkleire: leire med omrørt skjærfasthet som har $S_{u,r}$ <0,33 kPa

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

## 1.4 Innhold og bruk av rapporten

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

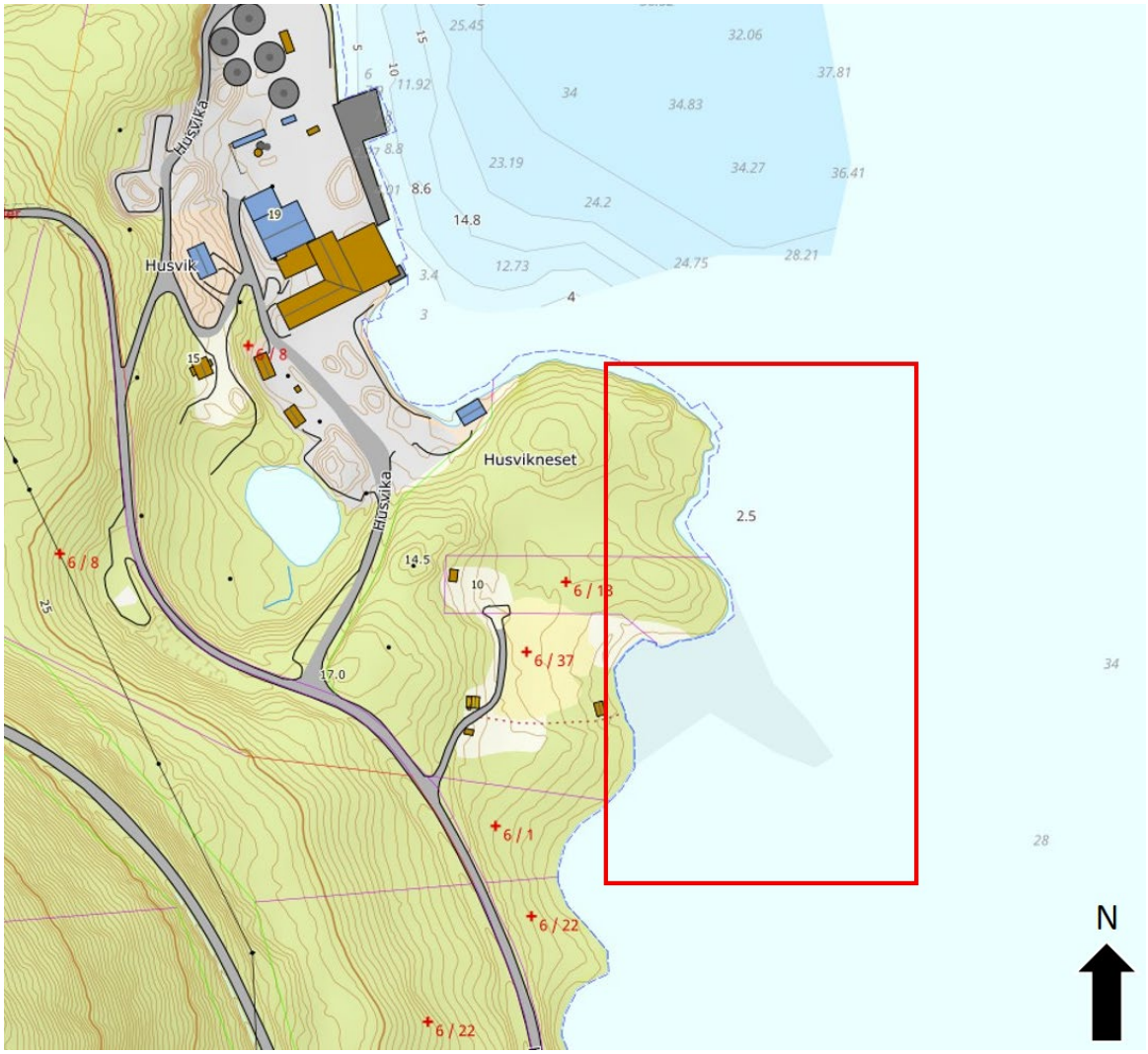
Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske

grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

# 2 Områdebeskrivelse

## 2.1 Området og topografi

Figur 2-1 viser det undersøkte området i sjø som ligger øst for Husvikneset i indre del av Sigerfjorden, Sortland kommune. Undersøkelsesområdet strekker seg fra ca. kote -2 til marbakken ved kote -10. Sjøbunnen har en gjennomsnittlig helning på ca. 1:12. De historiske ortofotoene viser at undersøkelsesområdet på land og sjø har stått uberørt, uten noe større utgravinger eller fyllinger.




*Figur 2-1: Oversiktskart med matrikkelnr. over undersøkelsesområdet [norgeskart.no].*




*Figur 2-2: Historisk ortofoto over undersøkelsesområdet, Vesterålen 2020 [norgeibilder.no].*




*Figur 2-3: Historisk ortofoto over undersøkelsesområdet, Vesterålen 2003-2006 [norgeibilder.no].*

# 3 Geotekniske grunnundersøkelser

## 3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Multiconsult er ikke kjent med at det er gjort noen tidligere grunnundersøkelser på det aktuelle området. Det er iht. NADAG (Nasjonal database for grunnundersøkelser) ikke registrert noen tidligere grunnundersøkelser i området.

## 3.2 Utførte grunnundersøkelser

### 3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte feltundersøkelser omfatter:

- 5 stk. totalsonderinger til antatt berg

Oversiktskart over området er vist i tegning -000 og borpunktenes plassering er vist på borplan i tegning -001. Resultater fra totalsonderingene er vist i tegning -010.

*Tabell 3-1: Koordinat-/høydesystem*

| Høydesystem | Koordinatsystem | Sone |
|---|---|---|
| NN2000 | EUREF89 | UTM 33 |

*Tabell 3-2: Utførte feltundersøkelser, Z-verdi fra sjøboringene er korrigert fra middelvannstand til NN2000.*

| Bor-punkt | Koordinater | | | Metode | Boret dybde | | | Kommentar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N / X | Ø / Y | Z Kote (NN2000) | | Løs-masse | Ant. Berg | Totalt | |
| | [m] | [m] | [m] | | [m] | [m] | [m] | |
| 1 | 7613198,71 | 523242,33 | -7,65 | TOT | 0,57 | 1,72 | 2,29 | |
| 2 | 7613266,77 | 523242,04 | -3,42 | TOT | 2,25 | 2,00 | 4,25 | |
| 3 | 7613397,34 | 523241,92 | -3,60 | TOT | 8,82 | 2,00 | 10,82 | |
| 4 | 7613334,14 | 523242,69 | -3,48 | TOT | 3,30 | 2,00 | 5,30 | |
| 5 | 7613257,76 | 523218,60 | -2,15 | TOT | 8,20 | 1,80 | 10,00 | |

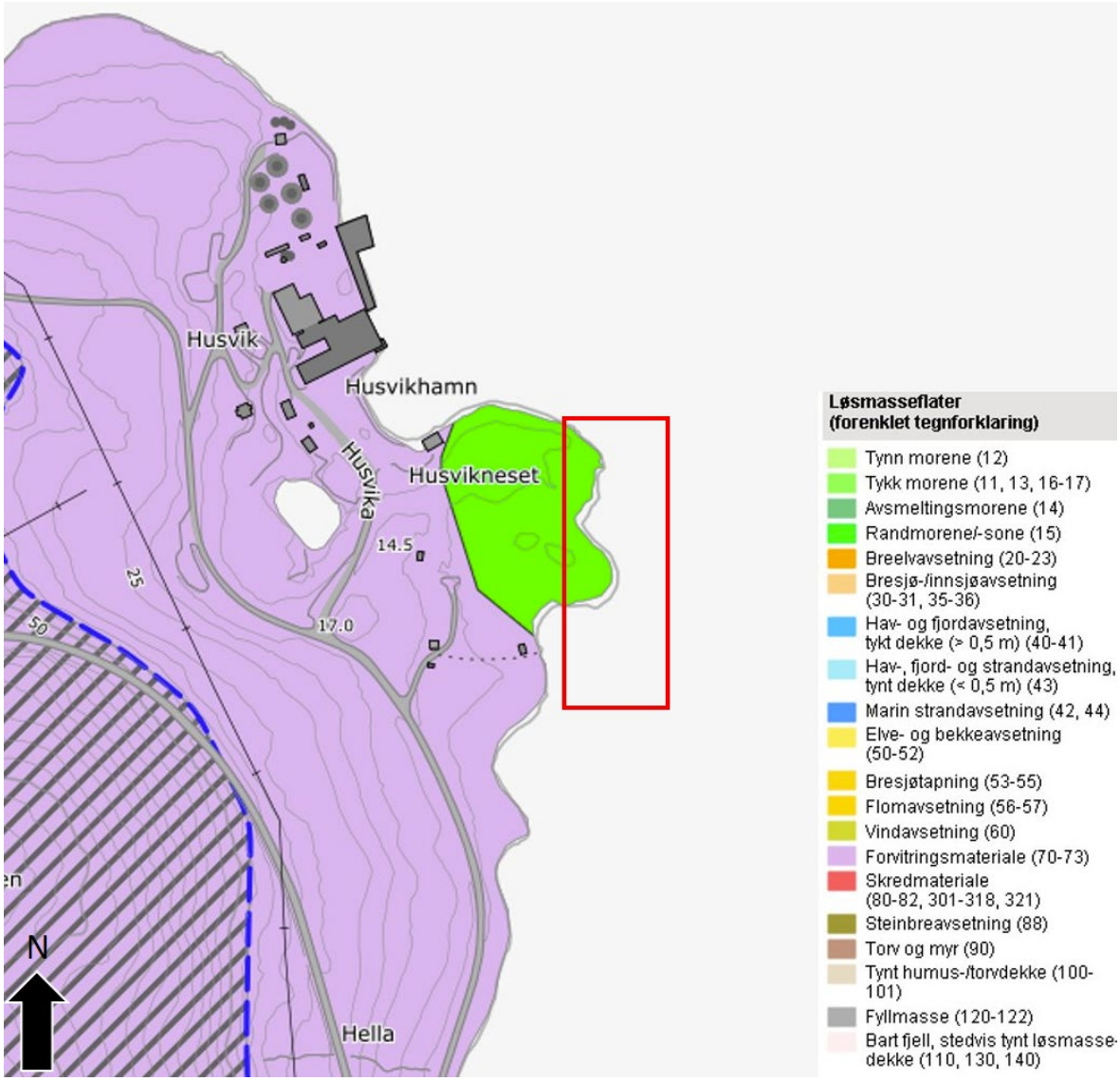
***TOT=Totalsondering***

# 4 Grunnforholdsbeskrivelse

## 4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene på land ved undersøkelsesområdet består hovedsakelig av randmorener og forvitringsmateriale [5]. Randmorener er enkeltrygger eller morenemateriale som er avsatt langs en brefront. Morenematerialet er usortert og kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til stein og store blokker. Forvitringsmaterialet er løsmasser om nedbrytes på stedet ved fysisk eller kjemisk nedbrytning. Da området ligger under marin grense (her 43 moh.), kan ikke forekomst av kvikkleire eller sprøbruddmateriale utelukkes. Kartet er i egnet målestokk 1:250 000.

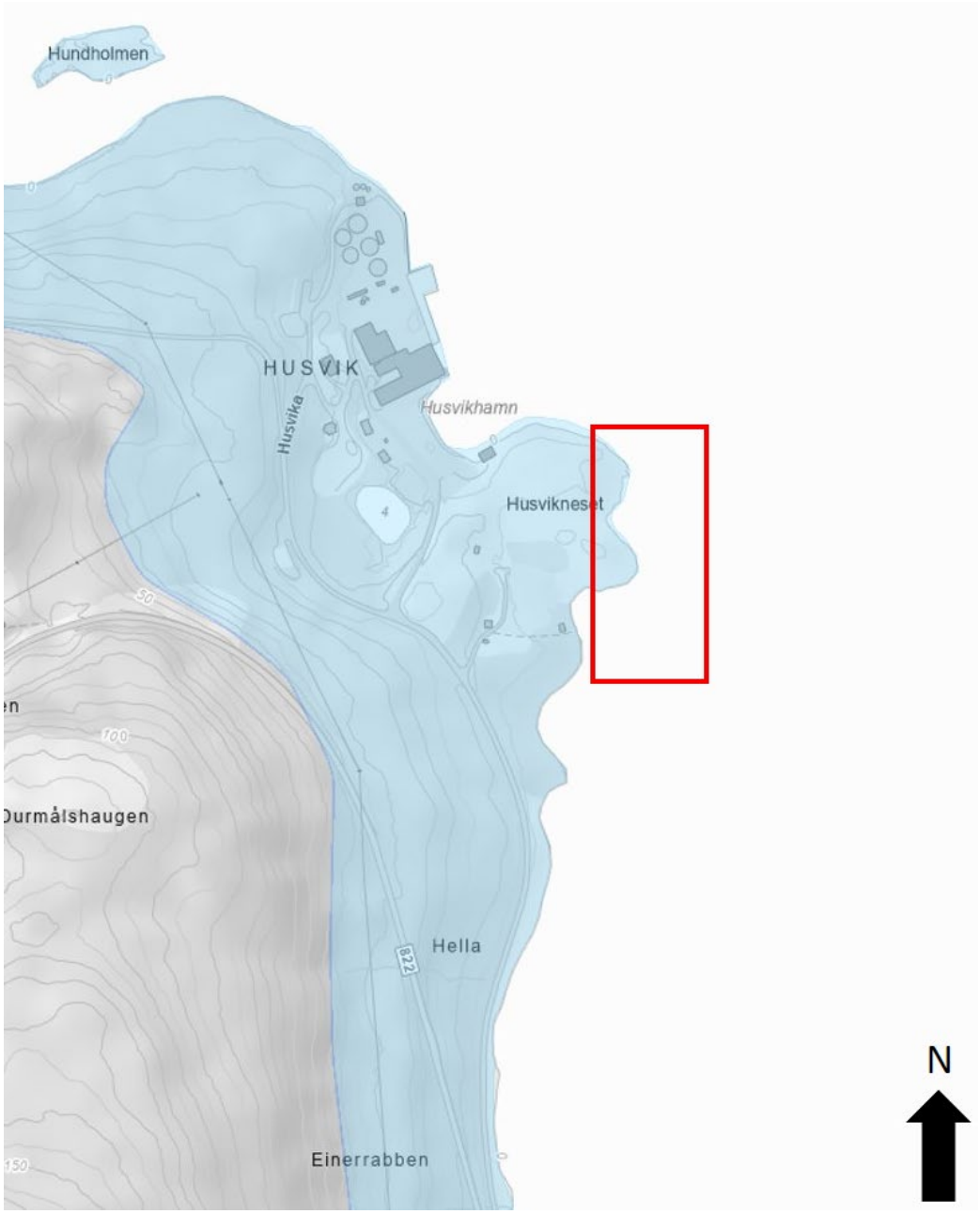
Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen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




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

## 4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [7] er det aktuelle området innenfor aktsomhetsområdet for marin leire (blå skravur figur 4-2). Det er ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området.




*Figur 4-2: Registrerte faresoner for kvikkleire og aktsomhetsområde [7].*

## 4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

### 4.3.1 Generelt

Grunnundersøkelsen viser generelt at løsmassene består av 1-2 lag over antatt berg. Det er et topplag som har lav til middels sonderingsmotstand med en mektighet på 1-5 meter. Derunder er det påtruffet faste masser med middels til høy sonderingsmotstand som delvis krevde slag og spyling for å penetrere løsmassene før det møter antatt berg. Dette laget har en mektighet på 2-8 meter.

Ved borpunkt 1 og 2 er det et topplag over antatt berg med høy sonderingsmotstand med en mektighet på 0,5 til 2 meter.

Det kan være vanskelig å tolke overgangen mellom morene/forvitret berg og antatt berg. Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap.5.

#### 4.3.2 Dybde til berg

Registrert dybde til antatt berg varierer mellom 0,6 og 8,8 meter, bergoverflaten i borpunktene ligger mellom kote -5,7 og -12,4. Antatt bergoverflate i undersøkelsesområdet ser ut til å ha en varierende helning. I området med borpunkt 4 og 3 har bergoverflaten en helning mot nord, og i området med borpunkt 1,2 og 5 har bergoverflaten en helning mot sør/sørvest.

Bergoverflatens forløp mellom borpunktene vil kunne være svært variabel, og det kan finnes lokale forhøyninger som ikke er fanget opp av utførte undersøkelser.

# 5 Geoteknisk evaluering av resultatene

## 5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det ble avtalt på forhånd med geotekniker fra oppdragsgiver om å stoppe etter 2 meter innboring i berg ved totalsonderingene slik at undersøkelsene ble utført med god fremdrift. Innboringlengder i hvert borpunkt er tilgjengelig i tabell 3-2.

## 5.2 Viktige forutsetninger

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

## 5.3 Undersøkelses- og prøvekvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på utførte undersøkelser som god.

## 5.4 Påvisning av bergnivå

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

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

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

# 6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

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

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

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

# 7 Referanser

[1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.

[2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, September 2010

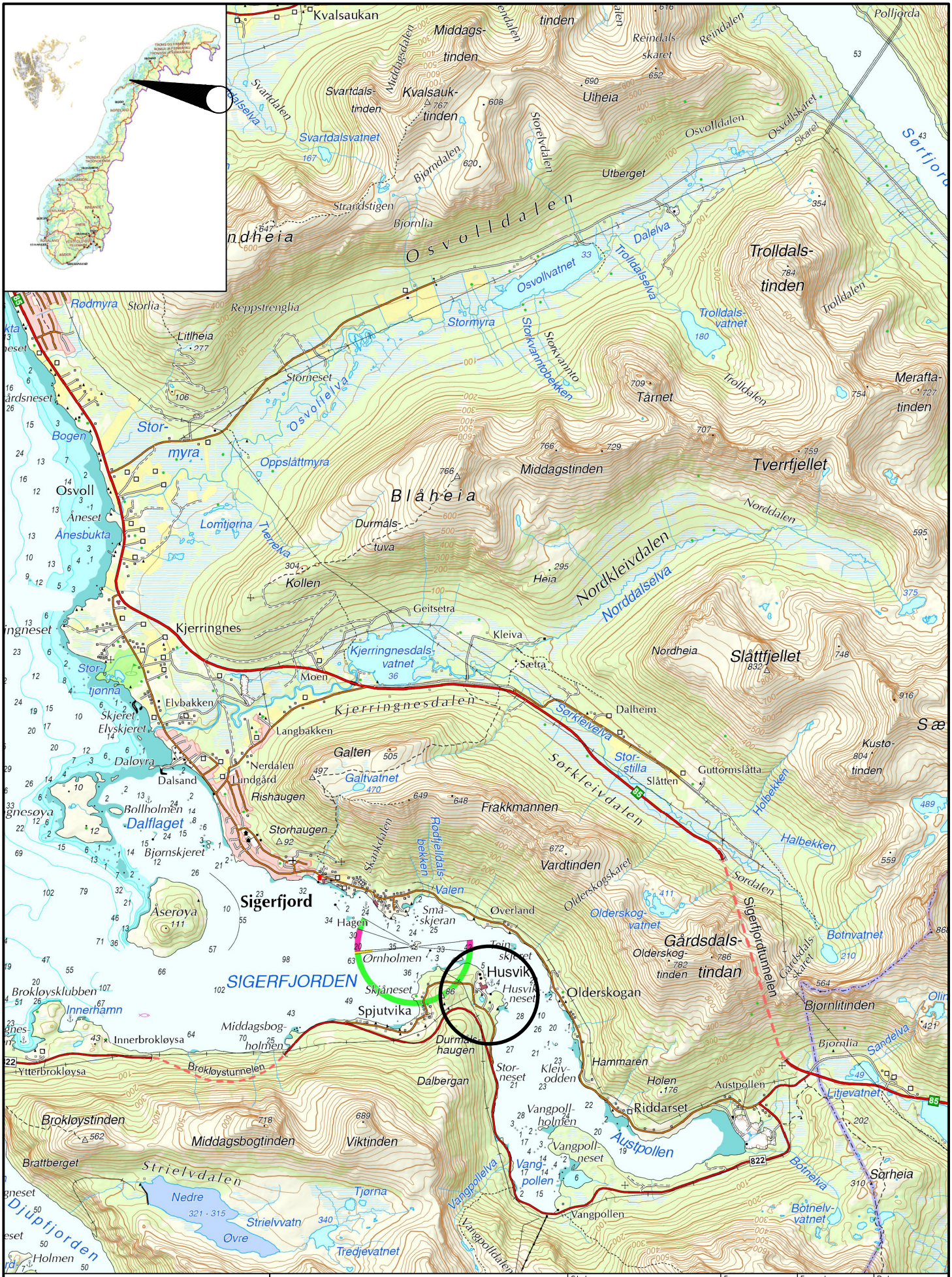
[3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016

[4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, 2018.

[5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».

[6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.

[7] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Multiconsult www.multiconsult.no | BULLDOZER MASKINLAG GEOPRO AS | Status - | Fag RIG | Format A4 | Dato 2023-09-26 |
| | HUSVIKA OVERSIKTSKART | Konstr./Tegnet OJH | Kontrollert RAF | Godkjent OJH | Målestokk 1:50 000 |
| | | Oppdragsnr. 10253317-01 | Tegningsnr. RIG-TEG-000 | | Rev. 00 |




TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET OG TERRENG FRA HØYDEDATA
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, UTM 33
HØYDEREFERANSE: NN2000

EKSEMPEL: TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE over ANTATT BERGKOTE — BORET DYBDE + BORET I BERG

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 00 | Utarbeidet til datarapport | 2023-09-22 | OJH | RAF | OJH |

Multiconsult
www.multiconsult.no

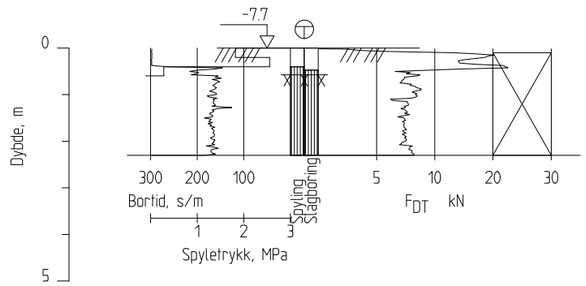
# BULLDOZER MASKINLAG GEOPRO AS

## HUSVIKA
## BORPLAN

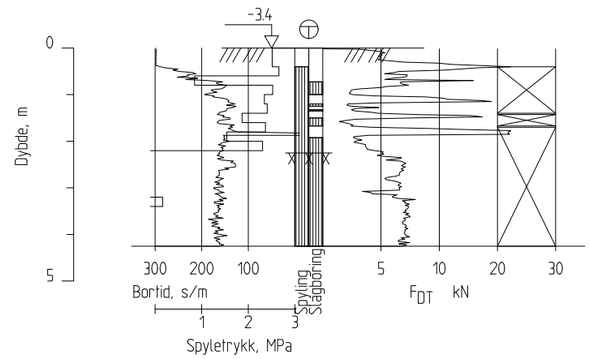
| Status | Fag | Originalt format | Dato |
|---|---|---|---|
| - | RIG | A3 | 2023-09-22 |
| **Konstr./Tegnet** | **Kontrollert** | **Godkjent** | **Målestokk** |
| OJH | RAF | OJH | 1:1200 |

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10253317-01 | RIG-TEG-001 | 00 |

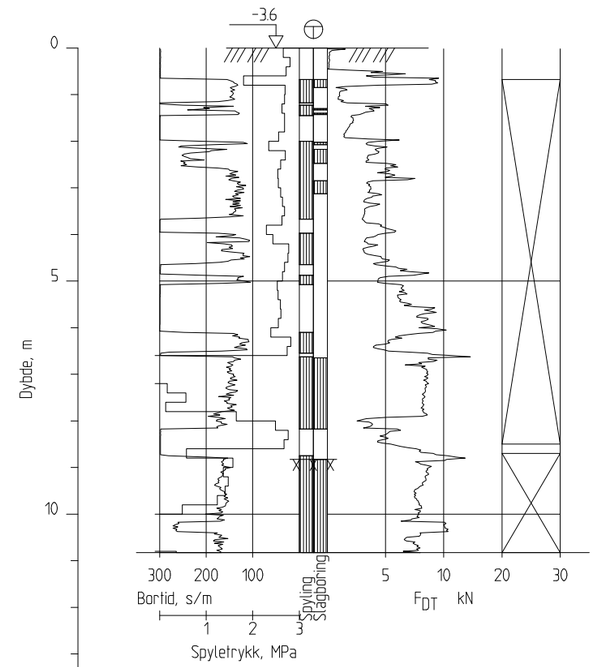
1



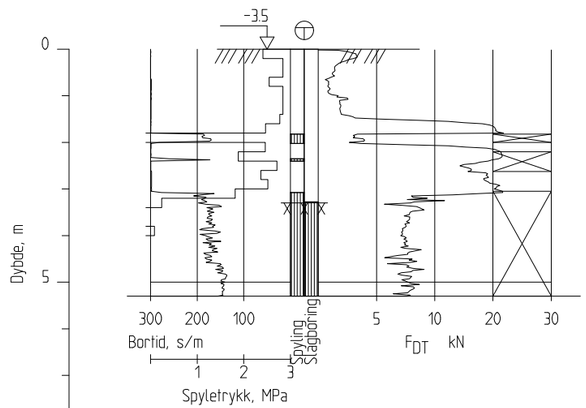

2



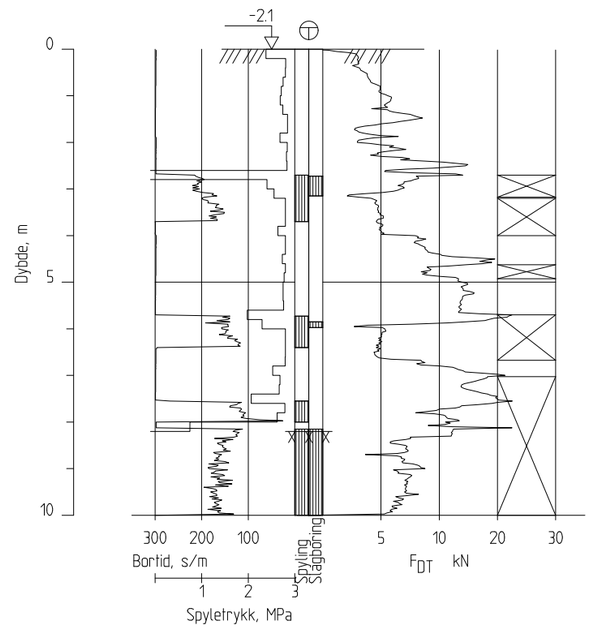

3




4




5




| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | Utarbeidet til datarapport | 2023-09-16 | OJH | RAF | OJH |

Multiconsult
www.multiconsult.no

BULLDOZER MASKINLAG GEOPRO AS

HUSVIKA
TOTALSONDERINGER 1-5

| Status | Fag | Originalt format | Dato |
|---|---|---|---|
| - | RIG | A3 | 2023-09-16 |
| Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent | Målestokk |
| OJH | RAF | OJH | 1:200 |

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10253317-01 | RIG-TEG-010 | 00 |

# Geotekniske bilag 1
## Feltundersøkelser

Multiconsult

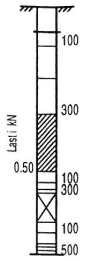


Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn



Avsluttet mot antatt berg

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



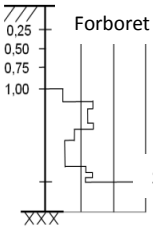

Forboret

Middels stor motstand

Meget liten motstand

Meget stor motstand

Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg




Forboret

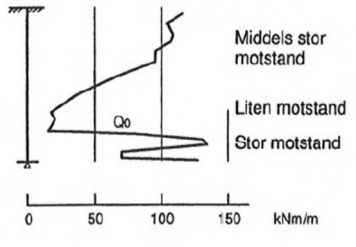
Slått med slegge

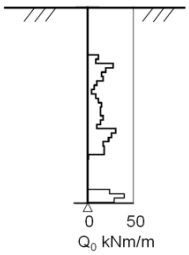
Halve omdreininger pr. m synk

### DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare ϕ22 mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall ½-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybde-skala og tverrstrek for hver 100 ½-omdreininger. Skravur angir synk uten dreiing, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

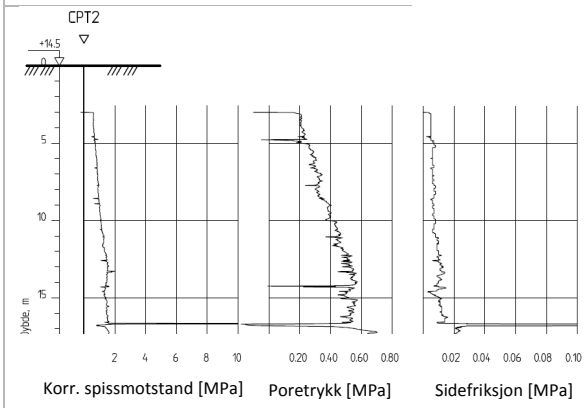



### RAMSONDERING

Boringen utføres med skjøtbare ϕ32 mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden $Q_o$ pr. m nedramming.

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

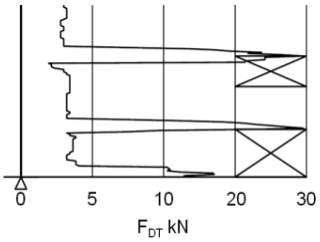



Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]

### TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

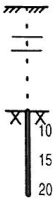
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjons-hastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand $q_c$ og sidefriksjon $f_s$ kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket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

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




### DREIETRYKKSONDERING

Utføres med glatte skjøtbare ϕ36 mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften $F_{DT}$ (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.
Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.

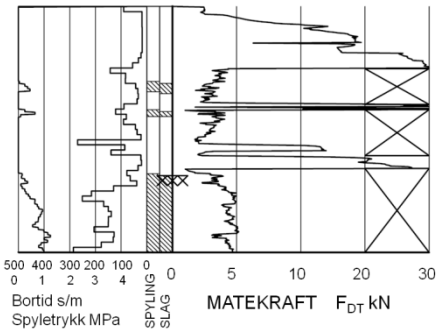



Stein

Borsynk i berg cm/min.

### BERGKONTROLLBORING

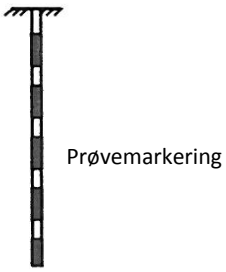
Utføres med skjøtbare ϕ45 mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.




## TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykksondering og berg-kontrollboring. Det benyttes ϕ45 mm borstenger og ϕ57 mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

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




## PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

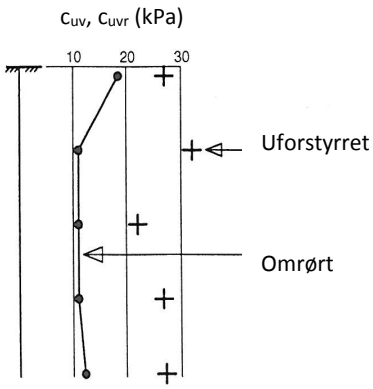
<u>Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):</u>

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

<u>Sylinder/blokkprøvetaing (Uforstyrrede prøver):</u>

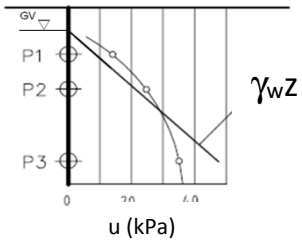
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom ϕ54 mm (vanligst) og ϕ95 mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

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




## VINGEBORING

Utføres ved at et vingekors med dimensjoner b x h = 55x110 mm eller 65x130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet $c_{uv}$ og $c_{ur}$ beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagringstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.




## PORETRYKKSMÅLING

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

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

# 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**

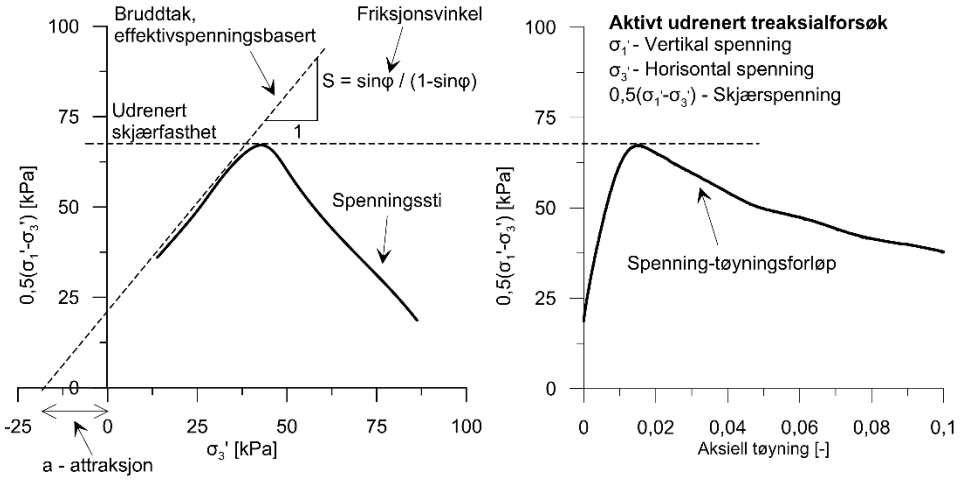
| Navn | Symbol | Enhet | Beskrivelse |
|---|---|---|---|
| Densitet | $\rho$ | g/cm$^3$ | Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del |
| Korndensitet | $\rho_s$ | g/cm$^3$ | Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff |
| Tørr densitet | $\rho_d$ | g/cm$^3$ | Masse tørt 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 $c_{uvr}$).

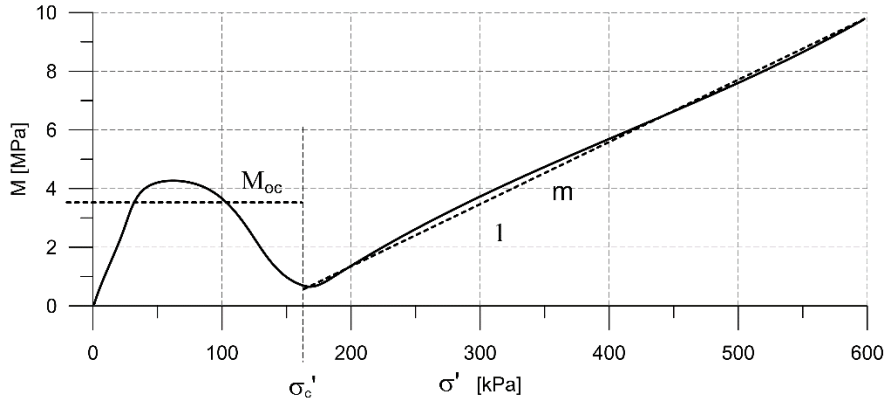



**SENSITIVITET**

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**

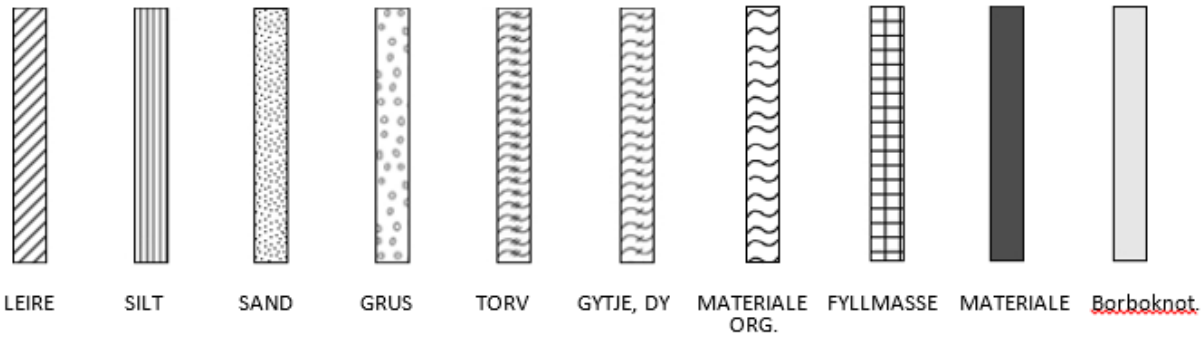
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr 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 – FELTUNDERSØKELSER

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

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

## METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

| **Dokument** | **Tema** |
|---|---|
| NS8000 | Konsistensgrenser – terminologi |
| NS-EN ISO 17892-12:2018 | Støtflytegrense |
| NS-EN ISO 17892-12:2018 | Konusflytegrense |
| NS-EN ISO 17892-12:2018 | Plastisitetsgrense (utrullingsgrense) |
| NS8004 | Svinngrense |
| NS-EN ISO 17892-4:2016 | Kornfordelingsanalyse |
| NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2:2018 | Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering. |
| NS-EN ISO 17892-2:2014 | Densitet |
| NS-EN ISO 17892-3:2015 | Korndensitet |
| NS-EN ISO 17892-1:2014 | Vanninnhold |
| NS8014 | Poretall, porøsitet og metningsgrad |
| NS-EN ISO 17892-6:2017 | Skjærfasthet ved konusforsøk |
| 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 17892-8 og -9:2018 | Treaksialforsøk (UU, CD) |
| Statens vegvesen Håndbok R210 | Laboratorieundersøkelser |