


# Detaljprosjekteringsnotat geoteknikk

## 10233417-G-02-Detaljprosjekteringsnotat Sikrings- og overføringsledning Ringerike Hen Kilemoen

<b>Sweco Norge AS</b>	967032271	 <small>Digitally signed by Niklas Burau DN: cn=Niklas Burau, c=NO, o=Sweco Norge AS, email=niklas.burau@sweco.no Date: 2023.06.06 15:30:31 +02'00'</small>
<b>Prosjekt</b>	Ringerike VBA detaljprosjekt	
<b>Prosjektnummer</b>	10233417	 <b>Jure Kokosin</b> <b>2023.06.06</b> <b>16:59:20 +02'00'</b>
<b>Kunde</b>	Ringerike kommune	
<b>Opprettet av</b>	Niklas Burau	
<b>Kontrollert av</b>	Jure Kokosin	
<b>Dato</b>	06.06.2023	
<b>Dokumentreferanse</b>	10233417-g-02-detaljprosjekteringsnotat ringerike hen-kilemoen	

### Sammendrag:

Sweco er engasjert som geoteknisk rådgiver ifm. prosjektering av sikrings- og overføringsledning mellom Hen og Kilemoen i Ringerike kommune. Dette notatet tar for seg nødvendige geotekniske tiltak i forbindelse med grøftarbeidene og styrt boring på detaljprosjekteringsnivå.

Tiltaket omhandler etablering av vannledninger i en lengde på ca. 2,5 km totalt. Det skal etableres grøfter med utgravingsdybder mellom ca. 2,5-3,5 m. Ca. halvdel av gavetraséen skal etableres i eksisterende grusvei, mens andre halvdel skal etableres ved siden av fylkesvei 2872. Det er planlagt å bruke styrt boring som gravefri etableringsmetode av ledninger på 3 avsnitt av traséen.

Det er utført grunnundersøkelser i området, som viser for hovedsakelig sandige og grusige masser til stor dybde. Noen grunnundersøkelser i nærheten av Tjoreputten tyder på noen lag med silt og leire i toppen. Berg ble ikke registrert under utførelsen av grunnundersøkelsene. Grunnvannstand vurderes å ligge dypt under terreng- og gravenivå for størstedelen av trasé, mens grunnvannstand i nærheten av Tjoreputten kan forekomme grunnere.

Tiltaket vurderes å tilfalle tiltaksklasse 2 iht. SAK10 og konsekvens- og pålitelighetsklasse vurderes å tilfalle CC/RC 2 iht. Eurokode. Iht. Eurokode skal det da utføres prosjekteringskontroll (PKK 2) og utførelseskontroll (UKK 2).

## Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Godkjent av
00	06.06.2023	Første utgave	NONIBU	NOJURE

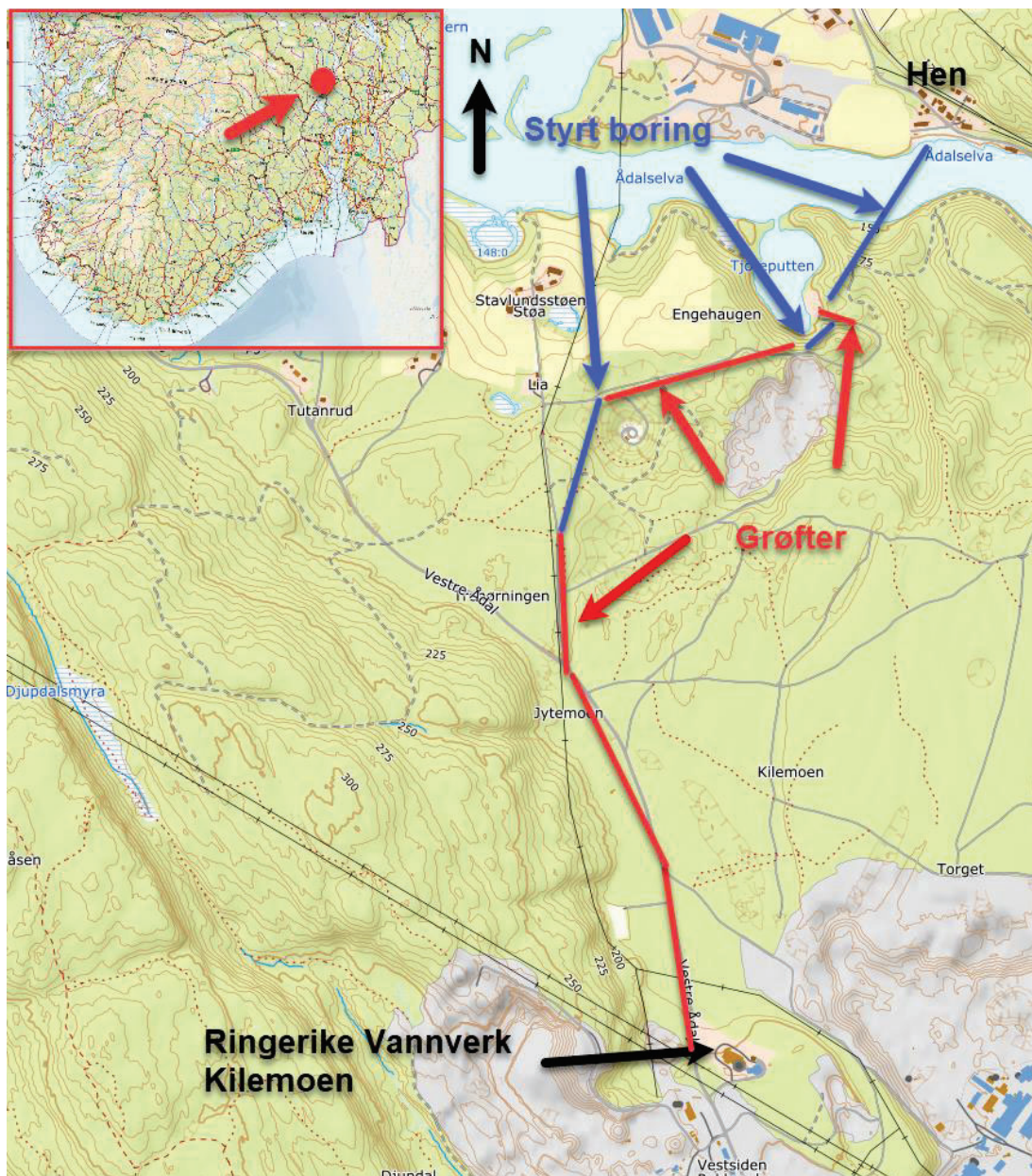
## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	3
2	Grunnlag .....	4
3	Terreng- og Grunnforhold .....	4
4	Prosjekteringsforutsetninger .....	5
5	Områdestabilitetsvurdering .....	6
6	Geoteknisk vurdering av nødvendige tiltak langs traséen .....	6
6.1	Trasé del 1 pel ca. 0-1200 (Grøft) .....	7
6.2	Trasé del 2 pel ca. 1200-1420 (Styrt boring) .....	7
6.3	Trasé del 3 pel 1420-1850 (Grøft) .....	8
6.4	Trasé del 4 pel ca. 1850-2045 (Styrt boring) .....	9
6.5	Trasé del 5 ved Tjoreputten (grøfter) .....	10
6.6	Trasé del 6 pel 0-440 (Styrt boring) .....	11
7	Oppsummering av tiltak .....	12
8	Kontroll av utførelse .....	12
9	SHA plan .....	13

# 1 Innledning

Sweco er engasjert som geoteknisk rådgiver ifm. prosjektering av sikrings- og overføringsledning mellom Hen og Kilemoen i Ringerike kommune. Dette notatet tar for seg nødvendige geotekniske tiltak i forbindelse med arbeidene på detaljprosjekteringsnivå.

Tiltaket omhandler etablering av vannledninger i en lengde på totalt ca. 2,5 km, se Figur 1 for oversiktskart. Det skal etableres grøfter med utgravingsdybder mellom ca. 2,5-3,5 m. Ca. halvdel av gravetraséen skal etableres i en eksisterende grusvei, mens andre halvdel ligger ved siden av fylkesvei 2872 «Vestre Ådal». Det er planlagt å bruke styrt boring som gravefri etableringsmetode av ledninger på 3 avsnitt av traséen.



Figur 1: Oversiktskart over planlagt tiltak. Det skal legges 2 vannledninger (Ø500 og Ø315) fra Ringerike Vannverk Kilemoen til Tjoreputten. Fra Tjoreputten bores én vannledning (Ø315) videre under Adalselva (styrt boring). Det benyttes grøftegraving og styrt boring på 3 avsnitt av traséen. Kilde: Norgeskart.no

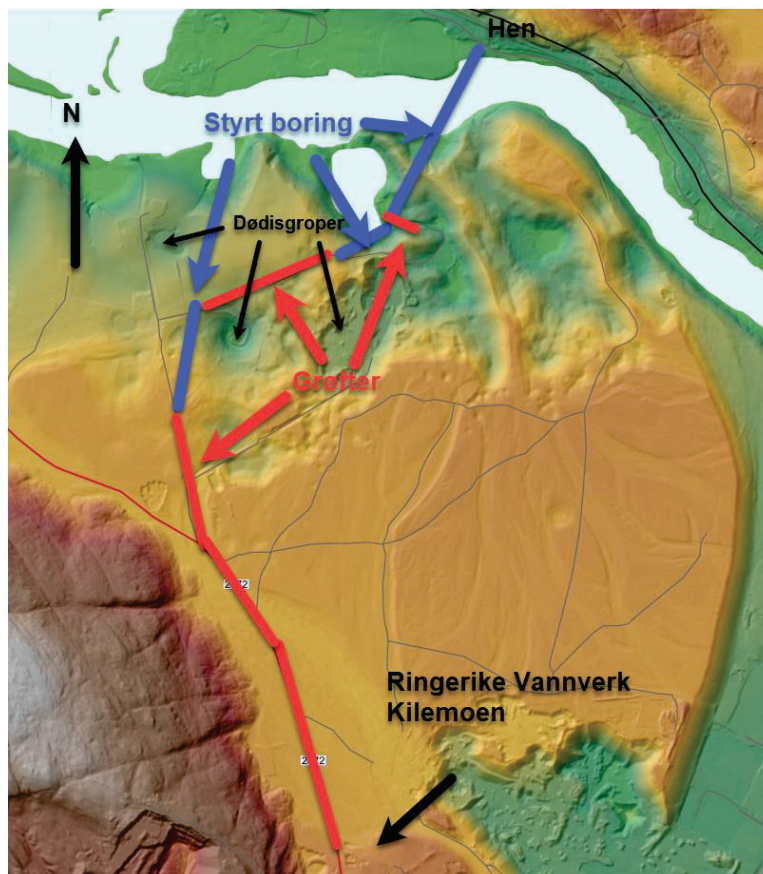
## 2 Grunnlag

Det er benyttet følgende grunnlag i geoteknisk prosjektering:

- 10233417\_RIG\_R01\_A01 Datarapport grunnundersøkelser, Sweco Norge AS, 25.01.2023 [1]
- 10233417-G-01-Geoteknisk notat - Ringerike VBA - sikring og overføringsledning, Sweco Norge AS, 2022 [2]
- Seismiske målinger på Kilemoen, Rapport nr. 1642, NGU, 1979 [3]
- V2 Ringerike vannverk – forprosjektrapport, Rambøll, 01.02.2022 [4]
- Forprosjektrapport Innledende vurdering av grunnforhold, Terraplan AS, 2022 [5]
- Forskrift om utførelse av arbeid [6]
- Kartgrunnlag
- Tegninger fra RIVA,
  - Plan- og profil gravetraséer B210-213
  - Grøftesnitt gravetraséer B400-403
  - Plan og profil bortraséer B201-203
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7) [7]
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+AC:2010+NA:2016 (Eurokode 0) [8]

## 3 Terreng- og Grunnforhold

Terrenget langs planlagt trasé er tilnærmet flatt på første grøfteavsnitt langs Vestre Adalsveien. Lengre ned mot Adalselva er terrenget kupert med bratte skråninger og er preget av dødisgroper samt menneskelige inngrep, dvs. uttak av masser. Terreng for de enkle traséavsnitt er nærmere beskrevet i kapittel 6.



Figur 2: Oversikt over terrengforhold ved planlagt tiltaksområde. Kilde: Høydedata.no

Avsetningene i området er glasifluviale iht. NGU løsmassekart. Det er utført grunnundersøkelser ifm. tiltaket i 2023 [1], samt seismiske målinger av NGU i 1979 [3]. Det er registrert hovedsakelig sand og grus med stor mektighet. Stedvis er det funnet tynne lag med silt eller leire nær Tjoreputten. Resultater fra grunnundersøkelser er nærmere beskrevet i datarapport [1]

Det ble utført befarings 02.11.2022. Registreringer fra befarings bekrefter at det kan forventes store løsmassemektheter av sand og grus. Registreringer fra befarings er nærmere beskrevet i geoteknisk notat G-01, se [2].

Tidligere utførte grunnundersøkelser er beskrevet i innledende vurderinger fra Terraplan AS. [4]

Grunnvannstand er ikke observert under borerings. I forprosjektrapport antas at grunnvannstand ved Tjoreputten ligger nær vannspeilet på ca. kote +147,3, dvs. 3-5 m under terreng. Grunnvannstand ved dødisgrope er antatt å ligge 2,5-5 m under terreng på ca. kote +147,5. [4] Langs fylkesvei 2872 «Vestre Ådal» antas at grunnvannet ligger langt under terrengnivå. Grunnvannet vil generelt variere med nedbørsmengde og årstidsvariasjoner.

## 4 Prosjekteringsforutsetninger

Det skal etableres 2 vannledninger (Ø500 og Ø315) mha. grøfter med dybder på generelt ca. 2,5 m, lokalt inntil 3,5 m i grusvei samt ved siden av fylkesvei, se tegning B-210-213. Ved Tjoreputten skal ledningene føres til pumpehus Tjoreputten samt at det skal etableres mindre

ledninger mha. grøfter til lokale brønner i tillegg, se tegning B-213. I tre avsnitt skal det utføres styrt boring, se tegning B201-203.

Grunnforholdene er forholdsvis gunstig for planlagt tiltak med hovedsakelig tykke sand og grusavsetninger og grunnvannstand dypt under utgravingsbunn, sml. kapittel 3.

Tiltaket vurderes som middels kompleks og derfor vurderes at oppgavene tilfalle tiltaksklasse 2 iht. SAK10.

Geoteknisk kategori vurderes å tilfalle til kategori 2 iht. Eurokode 7.

Konsekvens- og pålitelighetsklasse vurderes å tilfalle CC/RC 2 iht. Eurokode 7. Iht. Eurokode skal det da utføres prosjekteringskontroll PKK2 og utførelseskontroll UKK2.

Prosjekteringen utføres i samsvar med gjeldende standarder, i hovedsak benyttes Eurokode 7 [7] og Eurokode 0 [8].

Tabell 1 oppsummerer vurderte prosjekteringsforutsetningene.

Tabell 1: Prosjekteringsforutsetninger, inndeling i kategorier og klasser

Kategori/klasse		Forkortelse	Valgt Kategori/Klasse
Tiltaksklasse SAK10	Etablering av ledninger med grøfter og styrt boring	GK	2
Geoteknisk kategori		GK	2
Konsekvens-/pålitelighetsklasse		CC/RC	2
Prosjekteringskontrollklasse		PKK	2
Utførelseskontrollklasse		UKK	2

## 5 Områdestabilitetsvurdering

Utførte grunnundersøkelser langs traseen har påvist grunnforhold som består av ulike materialer, sml. datarapport [1]. Grunnen består hovedsakelig av sand og grus med stor mektighet. Stedvis forekommer tynne lag av materiale med større innhold av leire og silt. Massene viste middels til høy motstand under utførte totalsonderingene. Vanninnhold i massene er generelt sett lavt.

Det er ikke utført konusforsøk eller CPT for å kontrollere skjærstyrke. Imidlertid vurderer vi at det ikke ble påtruffet sprøbruddmateriale som vil kunne forårsake områdeskred ut fra de utførte grunnundersøkelsene, samt registreringer fra befaring og utført skrivebordstudie. Videre vurderer vi at det ikke er behov for en vurdering etter NVE kvikkleireveileder 01/2019.

## 6 Geoteknisk vurdering av nødvendige tiltak langs traséen

I det følgende beskrives planlagte tiltak og antatte grunnforhold, samt anbefalt avstivning av grøfter, og styrt boring for de respektive traséavsnittene. Under sterkt regnvær, graving under grunnvannstand eller andre ugunstige forhold kan det være nødvendig med slakere graveskråninger og andre tiltak, som f.eks. presenning. Geotekniker må ved ustabile skråninger kontaktes umiddelbart for å vurdere ytterligere tiltak. Geotekniker må også

kontaktes hvis det skulle vise seg avvikende grunnforhold enn beskrevet i dette notatet under arbeidene.

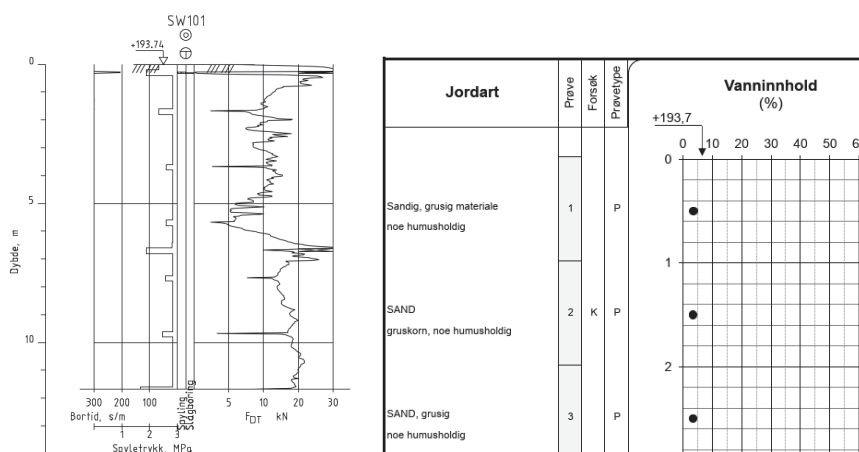
Ved evt. bruk av grøftekasser må de være egnet for å ta opp jordtrykket. Dette kan avleses i produsentens bruksveiledning. Produsentens bruksveiledning må foreligge ved byggeplassen. Ved bruk av grøftekasser må dimensjonerende jordtrykk etterspørres av geotekniker for å kunne vurdere rimelig type grøftekasse. Etter nedsetting av grøftekasser må de tilbakefylles umiddelbart, slik at lastoverføringen fra terreng til grøftekassene ivaretas.

## 6.1 Trasé del 1 pel ca. 0-1200 (Grøft)

### Tiltak, terreng og grunnforhold

Her er det planlagt å grave grøfter på generelt ca. 2,5 m dybde, se tegning B-210 og 211 for plan og lengdeprofil og B-410 og B411 for grøftesnitt. Lokalt kan grøftene blir noe dypere, inntil ca. 3,5 m. Terrengoverflaten er tilnærmet flat. Grunnforholdene vurderes å bestå av sandige, grusige masser til stor dybde, se Figur 3. Ut fra terrengforhold og observasjoner fra befaring antas det at grunnvannstanden ligger dypere enn bunn utgraving.

Eksisterende ledninger er inntegnet på nevnte tegninger.



Figur 3: T.v.: Totalsonderingsprofil SW101, ca. ved pel 1200 viser høy sonderingsmotstand som tyder stort sett på forekomst av sandig grusig materiale hele veien. T.h.: Utklipp som viser resultater fra prøvetaking SW101. Kilde: Datarapport [1]

### Geoteknisk vurdering

Det kan brukes åpne grøfter med helning 1:1 eller slakere ved graving inntil 3,0 m dybde i sandige, grusige masser over grunnvannstand.

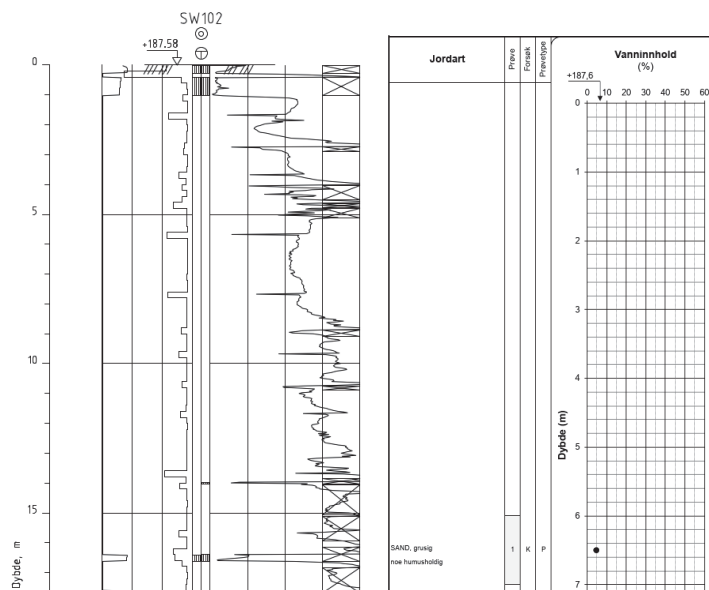
Ved utgraving dypere enn 3,0 m må utgravingen utføres i seksjoner på maks. 10 m.

Ved dårlig plass f.eks. pga. kort avstand til vei «Vestre Ådal» må det vurderes bruk av grøftekasser for å unngå undergraving av fylkesvei.

## 6.2 Trasé del 2 pel ca. 1200-1420 (Styrt boring)

### Tiltak, terreng og grunnforhold

Plan og Profil for styrt boring vises på tegning B-201. Det foreligger forholdsvis harde friksjonsmasser der det skal utføres styrt boring, se Figur 4.



Figur 4: T.v.: Totalsonderingsprofil SW102, ca. ved pel 1300 som viser høy sonderingsmotstand og tyder stort sett på forekomst av sandig grusig materiale hele veien. T.h.: Utklipp som viser resultater fra prøvetaking SW102. Kilde: Datarapport [1]

### Geoteknisk vurdering

Evt. innførings- og mottaksgrop kan graves med helning 1:1 inntil 3,0 m dybde.

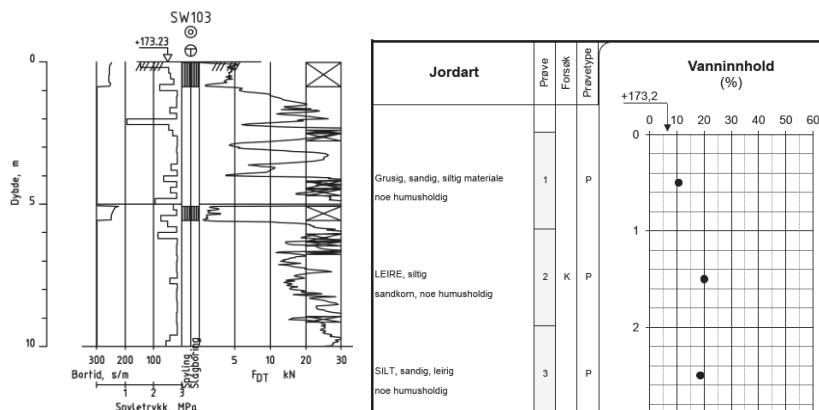
Ut fra befaringen og totalsonderinger kan det ikke utelukkes større steiner som kan skape utfordringer for utførelse av styrt boring. Det anbefales derfor å utføre prøveboringen for å avklare forholdene på stedet. Hvis det skulle vise seg at vanlig styrt boring er ikke gjennomførbart, må det evt vurderes bruk av en annen metode.

## 6.3 Trasé del 3 pel 1420-1850 (Grøft)

### Tiltak, terreng og grunnforhold

Det er planlagt å grave grøfter mellom ca. 2,5-3,5 m dybde, se tegning B-212 for plan og lengdeprofil og B-412 for grøftesnitt. Enkelte grøfteavsnitt skal graves i noe brattere terreng. Terrengtet heller mer enn 1:10 inn mot skråningssidene fra ca. pel 1725-1850. Grunnforholdene vurderes å bestå hovedsakelig av sandige / grusige masser i toppen, men utførte grunnundersøkelser samt tidligere grunnundersøkelser tyder på at også silt og leire stedvis kan forekomme, se Figur 5. Grunnvannstand vurderes å ligge flere meter under bunn utgraving.





Figur 5: T.v.: Totalsonderingsprofil SW103, ca. ved pel 1450 som viser høy sonderingsmotstand og tyder stort sett på forekomst av sandig grusig materiale hele veien, men tyder på noen tynne, svakere lag mellom ca. 2 og 4 m. T.h.: Utklipp som viser resultater fra prøvetaking SW103. Kilde: Datarapport [1]

### Geoteknisk vurdering

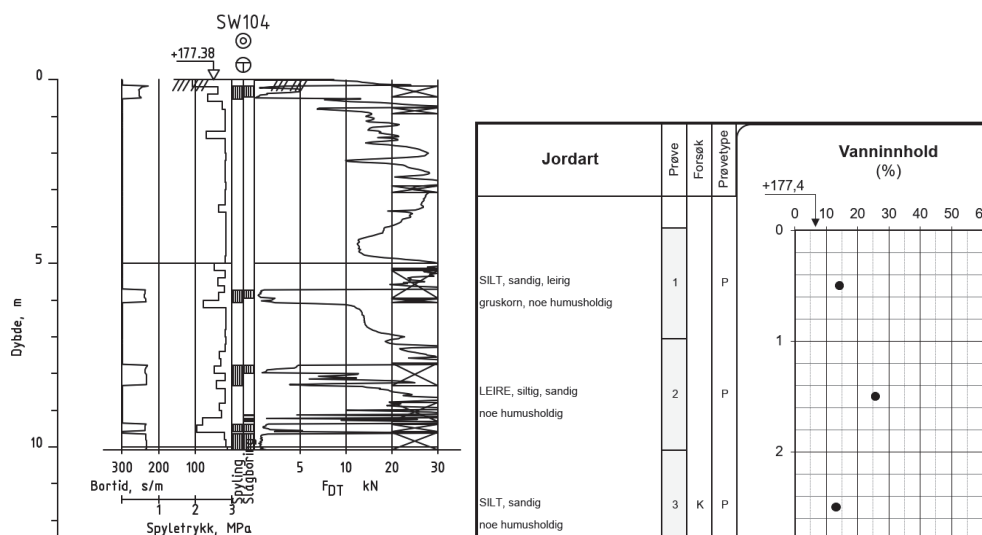
Fra pel 1450-1725 kan det brukes åpne graveskråninger med helning 1:1 eller slakere inntil 3,0 m dybde. Ved utgraving dypere enn 3,0 m må utgravingen utføres i seksjoner på maks. 10 m.

Der hvor sideterreng skråer brattere enn 1:5 inn mot grøftesidene, anbefales også å grave i korte seksjoner på maks. 10 m. Gravegropa må ikke være unødvendig åpen og ikke over natt.

## 6.4 Trasé del 4 pel ca. 1850-2045 (Styrt boring)

### Tiltak, terreng og grunnforhold

Plan og Profil for styrt boring vises i tegning B-202. Det foreligger forholdsvis harde friksjonsmasser der det skal utføres styrt boring, se Figur 6.



Figur 6: T.v.: Totalsonderingsprofil SW104, ca. ved pel 1850 som viser høy sonderingsmotstand og tyder stort sett på forekomst av sandig og grusig materiale hele veien, men tyder på noen tynne, svakere lag mellom ca. 2 og 5 m. T.h.: Utklipp som viser resultater fra prøvetaking SW104. Kilde: Datarapport [1]

## Geoteknisk vurdering

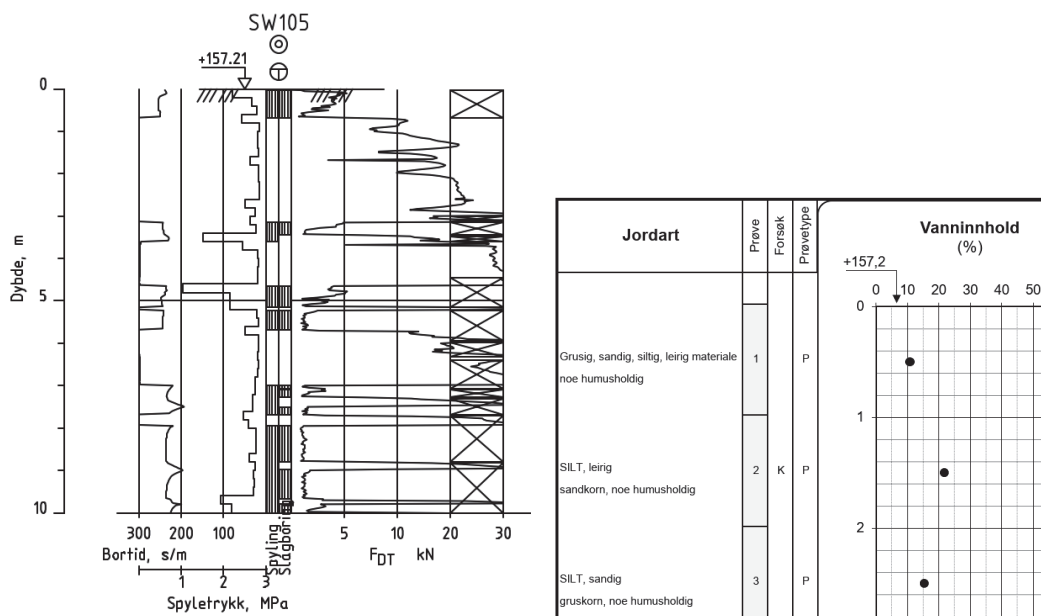
Evt. innførings- og mottaksgrop kan graves med helning 1:1 inntil 3,0 m dybde.

Ut fra befaringen og totalsonderinger kan det ikke utelukkes større steiner som kan skape utfordringer for utførelse av styrt boring. Det anbefales derfor å utføre prøveboringen for å avklare forholdene på stedet. Hvis det skulle vise seg at vanlig styrt boring er ikke gjennomførbart, må det evl vurderes bruk av en annen metode.

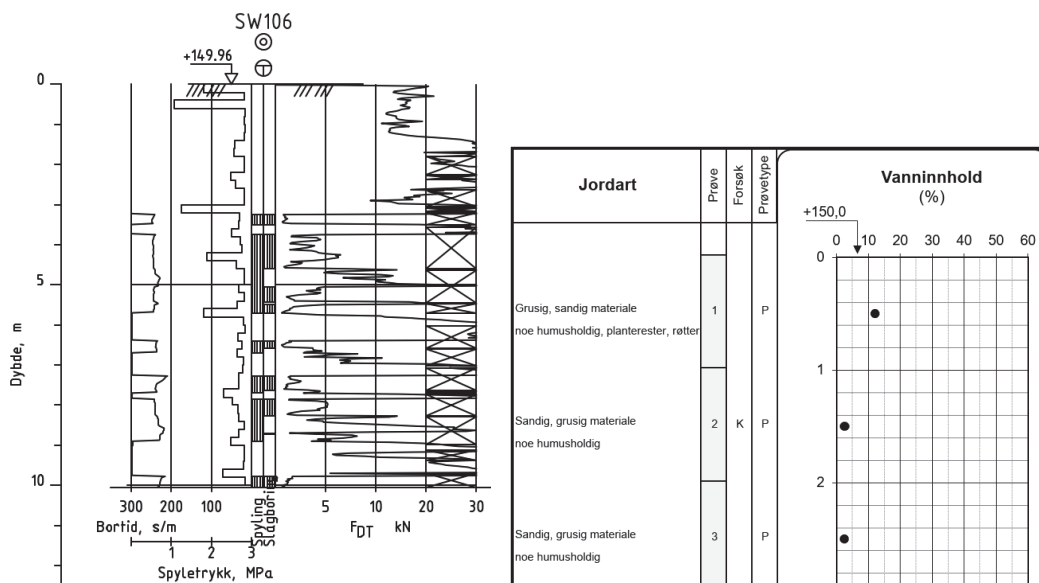
## 6.5 Trasé del 5 ved Tjoreputten (grøfter)

### Tiltak, terreng og grunnforhold

Det er planlagt å grave grøfter på ca. 2,5 m dybde, se tegning B-213 for plan og lengdeprofil og B-413 for grøftesnitt. Grunnforholdene vurderes å bestå hovedsakelig av sandige og grusige masser i toppen, men utførte grunnundersøkelser samt tidligere grunnundersøkelser tyder på at også silt og leire kan stedvis forekomme, se Figur 7 og Figur 8. Vannstand i Tjoreputten ligger på ca. +147,3 moh. Grunnvannstanden vurderes derfor å være på lignende nivå ved Tjoreputten og stige noe med stigende terreng.



Figur 7: T.v.: Totalsonderingsprofil SW105, ca. ved pel 2050/VK6 som viser høy sonderingsmotstand og tyder stort sett på forekomst av sandig grusig materiale hele veien, men tyder på noen tynne, svakere lag mellom ca. 1 og 3 m. T.h.: Utklipp som viser resultater fra prøvetaking SW105. Kilde: Datarapport [1]



Figur 8: T.v.: Totalsonderingsprofil SW106, ca. ved pumpestasjon Tjoreputten som viser høy sonderingsmotstand og tyder stort sett på forekomst av sandig grusig materiale hele veien. T.h.: Utklipp som viser resultater fra prøvetaking SW106. Kilde: Datarapport [1]

### Geoteknisk vurdering

Det kan brukes åpne graveskråninger med helning 1:1 eller slakere, men dette er avhengig av faktiske forhold på stedet. Der hvor sideterreng skrår brattere enn 1:5 inn mot grøftesidene, anbefales å grave i korte seksjoner på maks. 10 m. Gravegrop må ikke være unødvendig åpen og ikke over natt.

## 6.6 Trasé del 6 pel 0-440 (Styrt boring)

### Tiltak, terreng og grunnforhold

Plan og Profil for styrt boring vises på tegning B-202. Det foreligger forholdsvis harde friksjonsmasser der det skal utføres styrt boring – vurdert ut fra topografien, registreringer fra befaring samt løsmassekart. Grunnundersøkelser kunne ikke utføres pga. manglende tillatelse.

### Geoteknisk vurdering

Evt. innførings- og mottaksgrop kan graves med helning 1:1 inntil 3,0 m dybde.

Ut fra befaringen og løsmassekart kan det ikke utelukkes større steiner som kan skape utfordringer for utførelse av styrt boring. Det anbefales derfor å utføre prøveboringen for å avklare forholdene på stedet. Hvis det skulle vise seg at vanlig styrt boring er ikke gjennomførbart, må det evt vurderes bruk av en annen metode.

## 7 Oppsummering av tiltak

Tabell 2 oppsummerer tiltak langs traséen.

Tabell 2: Oppsummering av tiltak langs trasé. X angir vurdert metode for det respektive avsnittet av traséen.

Trasé del	Pel	Åpen grøft	Grøftekasse	Styrt boring
1	0-1200	X - Helning graveskråning 1:1 eller slakere, - seksjonsvis utgraving ved utgraving dypere enn 3,0 m	(X): vurderes på basis av stedlige forhold	
2	1200-1420			X
3	1420-1850	X - Helning graveskråning 1:1 eller slakere, - seksjonsvis utgraving ved utgraving dypere enn 3,0 m - seksjonsvis utgraving ved sideterreng heller brattere enn 1:5 inn mot grøftesidene	(X): vurderes på basis av stedlige forhold	
4	1850-2045			X
5	Grøfter ved Tjoreputten	X - helning 1:1 eller slakere, - seksjonsvis utgraving ved utgraving dypere enn 3,0 m	(X): vurderes på basis av stedlige forhold	X
6	0-440			X

## 8 Kontroll av utførelse

Grave- og boreentreprenør oppfordres til å kontakte geotekniker i oppstartsfasen av arbeid slik at geotekniker presenterer vurderingen som er utført i prosjekteringen. I tillegg oppfordres entreprenøren til å kontakte geotekniker under grave- og borearbeid ved uklarheter og behov for avklaringer.

Det skal ikke være unødig personopphold i grøfter med aktive maskiner nær grøftekant.

Grøfter skal ikke være unødig åpne og det planlegges generelt for effektiv framdrift. Grøfter tilstrebes å være lukket over natten der det er usikre grunnforhold.

Entreprenør er ansvarlig for utarbeidelse av prosjektspesifikk kontrollplan for grunnarbeider.

Entreprenør må sikre at all prosjektdokumentasjon med arbeidstegninger er tilgjengelig på arbeidsstedet. Grunnarbeid må utføres etter Forskrift om utførelse av arbeid. [6]

Registrering på stedet må dokumenteres etter gjeldende standard NS-EN 1997-1, kap. 4.2.2.

Kontroll på byggeplassen må utføres etter NS-EN 1997-1, kap. 4.4.

## 9 SHA plan

Før oppstart av grave- og borearbeid skal det foreligge en skriftlig plan for sikkerhet, helse- og arbeidsmiljø som beskriver hvordan risikoforholdene i prosjektet skal håndteres. Input til SHA-plan vurdert av RIG ligger under i Tabell 3.

Tabell 3: Input til SHA-plan vurdert av RIG.

Tema	Risiko, fare eller forhold som krever tiltak	Beskriv tiltak for å fjerne/reducere risiko	Ansvarlig
Installasjoner i grunn	Eventuelle kabler og ledninger i grunnen	-Kabler/ledninger må påvises av kommune/tekniske etater før graving. -Prøvegraving	ENT
Lastebiler/Store maskiner	Klemfare, fallende gjenstander, påkjørsel	- Sikkerhetsavstander ved bruk, - Merking, - Verneutstyr, - synlig arbeidstøy	ENT
Åpen grøft	Fall ned dersom åpent	-Inngjerdet området -skilting.	ENT
Åpen grøft	Grunnbrudd	-Bruk av grøftekasser -Etablering av rømningsvei -Registrering av =>oppførsel av graveskråninger =>nye sprekker eller eksisterende sprekker i grøftesiden endrer seg, =>gyngende traubunn => større innsig av vann.	ENT
Retningsstyrt boring	Må vurderes av boreentreprenør	Må vurderes av boreentreprenør	ENT

10233417 RIG\_R01\_A01

---

## Datarapport - Grunnundersøkelser



Kunde: Ringerike kommune

Prosjekt: Ringerike Vannverk - Detaljprosjektering

Prosjektnummer: 10233417

Dokumentnummer: RIG\_R01

Rev.: A01

## Sammendrag:

Sweco Norge AS er engasjert av Ringerike kommune for å utføre geotekniske grunnundersøkelser langs Pv.99894 sør for Engelhaugen og Pv.10159 Vestre Ådal på Kilemoen i Hønefoss, Ringerike kommune.

Det er utført til sammen 6 totalsonderinger, og tatt opp til sammen 16 poseprøver fra seks borpunkt. Det er utført laboratorieundersøkelser på samtlige prøver.

Terrengoverflaten i utførte sonderinger ble registrert mellom kote +149.96 og +193.74, og mektigheten på løsmassene varierer fra 10,00-30,03 meter. Etter avtale med geotekniker ble boret dybde i løsmasser avklart, og det ble ikke utført bergkontrollboring.

Basert på resultatet fra kornfordelingsanalyse består prøvematerialet i prøvene fra borpunkt SW101-SW106 av hhv. sand, grusig sand, siltig leire, sandig silt, leirig silt, og sandig, grusig materiale. Materialet er klassifisert til telefarlighetsgruppe T4, T2 og T1.

Vanninnholdet i prøvene varierer mellom 2,5-25,6%.

### Rapporteringsstatus:

- Endelig  
 Oversendelse for kommentar  
 Utkast

<b>Utarbeidet av:</b> Synne Sandvoll	<b>Sign.:</b>
<b>Kontrollert av:</b> Dina Elisabeth Moter Hauge	<b>Sign.:</b>
<b>Prosjektleder:</b> Synne Sandvoll	<b>Prosjekteier:</b> Iselin Aarseth

### Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
A01	25.01.2023	Første leveranse	NOSYSA	NODINH

## Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	4
1.1	Koordinat- og høydesystem .....	4
2	Grunnundersøkelser.....	4
2.1	Feltundersøkelser .....	4
2.2	Laboratorieundersøkelser .....	5
3	Grunnforhold .....	5
3.1	Topografi og løsmasser .....	5
3.2	Resultater .....	6
3.2.1	Løsmasser.....	6
3.2.2	Berg.....	6
3.2.3	Grunnvann/poretrykk.....	6
3.2.4	Laboratorieresultater .....	6
4	Evaluering av resultatene .....	8
4.1	Forutsetninger ved bruk av resultatene .....	8
4.2	Kvalitet på grunnundersøkelser og prøver .....	8
4.3	Miljøkrav .....	8
5	Referanser .....	9

## Vedlegg Tegninger

Tegning nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101	A01	Oversiktskart	1:40 000
102	A01	Borplan	1:2500
103 – 106	A01	Totalsondering	1:150

## Bilag

Bilag nr.	Tittel
1	Tegnforklaringer og jordartsklassifisering
2	Grunnundersøkelser – Boremetoder
3	Laboratorieundersøkelser
4	Sweco Norge AS – 10233417-001 Hen-Kilemoen, Ringerike - Labresultater



# 1 Innledning

Sweco Norge AS er engasjert av Ringerike kommune for å utføre geotekniske grunnundersøkelser langs Pv.99894 sør for Engelhaugen og Pv.10159 Vestre Ådal på Kilemoen i Hønefoss, Ringerike kommune. Planområdet er vist i oversiktskart G101 i Vedlegg.

Foreliggende rapport inneholder data fra feltundersøkelser utført av Sweco Norge AS og laboratorieundersøkelser utført av Løvlien Georåd AS. Rapporten er utformet i henhold til NGF melding nr. 10 [1] og inneholder ingen geotekniske vurderinger. Resultatene er presentert i henhold til NGF melding nr. 2 [2] og kan brukes som grunnlag for geoteknisk vurdering.

## 1.1 Koordinat- og høydesystem

Borpunkt ble satt ut og målt inn av feltpersonell fra Sweco Norge AS. Koordinatsystem er oppgitt i UTM sone 32 og høydesystem er NN2000. Nøyaktighet på GPS/ innmålinger er i henhold til NGF melding nr. 10 [1], og innenfor en nøyaktighet på  $\pm 10$  cm i alle tre akser.

# 2 Grunnundersøkelser

Det er utført feltundersøkelser i perioden 02.05.-05.05.2023 av Sweco Norge AS. Boreriggen er av typen Geotech 605FM, og boringene ble utført av Alexander Stenholt og Felix Aracena.

## 2.1 Feltundersøkelser

Det er utført følgende geotekniske feltundersøkelser:

- 6 totalsonderinger
- 6 prøveserier
  - 16 stk. poseprøver

Sonderingene er utført i henhold til Statens vegvesens retningslinjer beskrevet i Håndbok R211 Feltundersøkelser [3].

Oppsummering av alle boringene utført i området er presentert i Tabell 1, borplan (102) og opptegning av sonderingsprofilene (103-106) er presentert i Vedlegg. Se Bilag 1-2 for beskrivelse av boremetoder og symboler.

Tabell 1: Boringer og borpunktkoordinater. T – totalsondering; PR – prøveserie.

Borpunkt nr.	Nord	Øst	Høyde (moh.)	Boring metode	Boret i løsmasser (m)	Boret i berg (m)
SW101	6675617.876	566815.715	193.744	T, PR	11,67	-
SW102	6675723.314	566843.340	187.576	T, PR	30,03	-
SW103	6675851.577	566871.378	173.226	T, PR	10,00	-
SW104	6675985.568	567266.774	177.381	T, PR	10,08	-

SW105	6676076.524	567418.998	157.210	T, PR	10,00	-
SW106	6676094.846	567358.657	149.963	T, PR	10,05	-

## 2.2 Laboratorieundersøkelser

Det ble tatt opp 16 stk. poseprøver og fra borpunkt SW101-SW106. Det er utført laboratorieundersøkelser på samtlige prøver. Laboratorieundersøkelsene er utført av Løvlien Georåd AS på Hamar, og prøvene er åpnet og undersøkt i perioden 12.01. – 19.01.23.

Oversikt over alle laboratorieundersøkelsene som er utført er presentert i Tabell 2, og resultatene er presentert i Bilag 4. Se Bilag 3 for beskrivelse av laboratorieundersøkelser inkludert definisjoner.

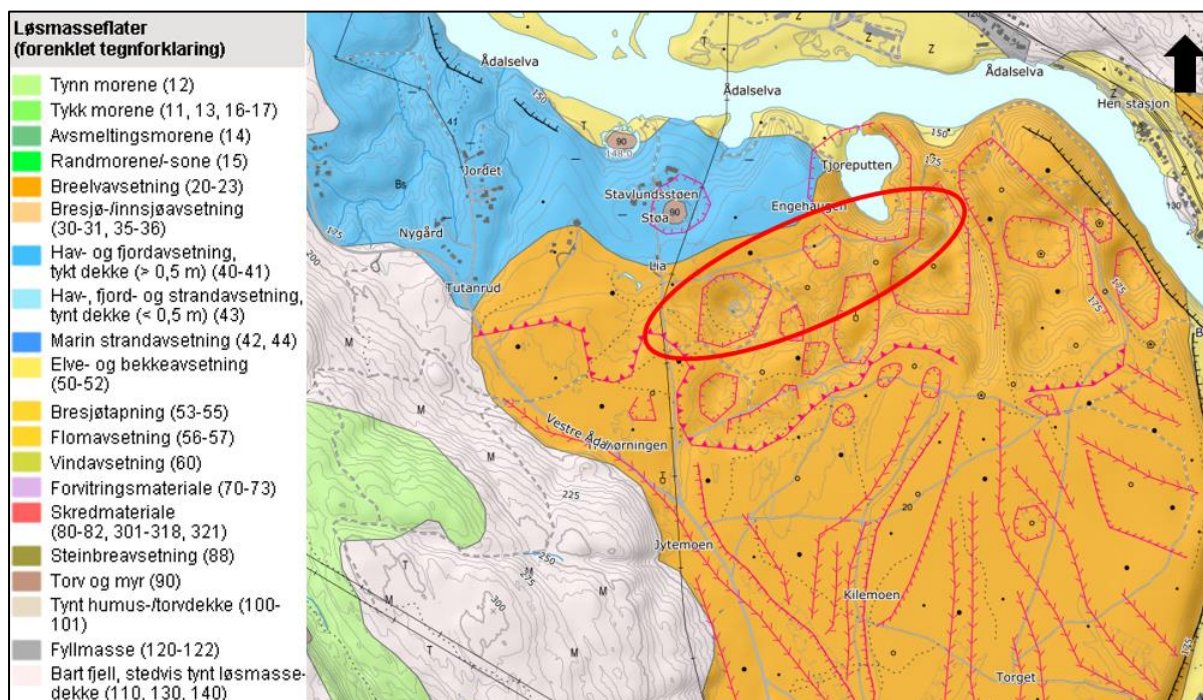
Tabell 2: Laboratorieprogram. R – rutinetester for sylinderprøver (inkluderer visuell beskrivelse, 4 konusforsøk (2 omrørt, 2 uforstyrret), 3 vanninnhold, 2 densitet, 1 enaksialt trykkforsøk; B – beskrivelse; W – vanninnhold, K – kornfordelingsanalyse; Ogl – humus; OS – omrørt skjærstyrke; A – attergerggrense; D – korndensitet; CRS – ødometerforsøk; CAUa – treaksforsøk.

Borpunkt nr.	Prøvetype	Antall prøver	Dybde (m)	Laboratorieundersøkelser	Spesialforsøk
SW101	Poseprøve	1	0,0 – 1,0	B, W	-
	Poseprøve	1	1,0 – 2,0	B, W, K	-
	Poseprøve	1	2,0 – 3,0	B, W	-
SW102	Poseprøve	1	6,0 – 7,0	B, W, K	-
SW103	Poseprøve	1	0,0 – 1,0	B, W	-
	Poseprøve	1	1,0 – 2,0	B, W, K	-
	Poseprøve	1	2,0 – 3,0	B, W	-
SW104	Poseprøve	1	0,0 – 1,0	B, W	-
	Poseprøve	1	1,0 – 2,0	B, W	-
	Poseprøve	1	2,0 – 3,0	B, W, K	-
SW105	Poseprøve	1	0,0 – 1,0	B, W	-
	Poseprøve	1	1,0 – 2,0	B, W, K	-
	Poseprøve	1	2,0 – 3,0	B, W	-
SW106	Poseprøve	1	0,0 – 1,0	B, W	-
	Poseprøve	1	1,0 – 2,0	B, W, K	-
	Poseprøve	1	2,0 – 3,0	B, W	-

## 3 Grunnforhold

### 3.1 Topografi og løsmasser

Planområdet ligger langs Pv.99894 sør for Engelhaugen og Pv.10159 Vestre Ådal, plassert nord for Kilemoen og sør- og vest for Ådalselva på Hønefoss i Ringerike kommune. Terrenget i det undersøkte området er kupert, og består i dag av skog- og myrområder, med noe dyrket mark og spredt bebyggelse. Løsmassekartet (Figur 1) fra Norges geologiske undersøkelse viser at området består hovedsakelig av breelavsetninger, med omkringliggende elve- og bekkeavsetninger, hav- og fjordavsetninger og bart fjell [4].



Figur 1: Skjermklipp av løsmassekart med undersøkt område markert med røde sirkler (kartlagte løsmasser i målestokk 1:50 000) [4].

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Løsmasser

Terrengoverflaten i utførte sonderinger ble registrert mellom kote +149.96 og +193.74. Mektigheten på løsmassene varierer fra 10,00-30,03 meter. Boret dybde i løsmasser ble avtalt med geotekniker.

Beskrivelser av løsmassene fra laboratorieanalyser er presentert i avsnitt 3.2.4.

### 3.2.2 Berg

Etter avtale med geotekniker ble det ikke utført bergkontrollboring.

### 3.2.3 Grunnvann/poretrykk

Det ble ikke installert poretrykksmåler eller rør for grunnvannstandsmåling.

### 3.2.4 Laboratorieresultater

Det ble utført prøvetaking i borpunkt SW101-SW106 med naverbor. Prøvene er analysert etter laboratorieprogrammet i Tabell 2 og resultatene er presentert i Bilag 4. En oppsummering av resultatene er utført nedenfor.

Borpunkt SW101

Basert på resultatet fra kornfordelingsanalyse består prøvematerialet i prøven fra 1,0-2,0 meters dybde av sand. Materialet er klassifisert til telefarlighetsgruppe T1.

Vanninnholdet i prøvene varierer mellom 3,4-3,6%.

Borpunkt SW102

Basert på resultatet fra kornfordelingsanalyse består prøvematerialet i prøven fra 6,0-7,0 meters dybde av grusig sand. Materialet er klassifisert til telefarlighetsgruppe T2.

Vanninnholdet i prøven ble målt til 4,7%.

Borpunkt SW103

Basert på resultatet fra kornfordelingsanalyse består prøvematerialet i prøven fra 1,0-2,0 meters dybde av siltig leire. Materialet er klassifisert til telefarlighetsgruppe T4.

Vanninnholdet i prøvene varierer mellom 10,7-20,0%.

Borpunkt SW104

Basert på resultatet fra kornfordelingsanalyse består prøvematerialet i prøven fra 2,0-3,0 meters dybde av sandig silt. Materialet er klassifisert til telefarlighetsgruppe T4.

Vanninnholdet i prøvene varierer mellom 13,2-25,6%.

Borpunkt SW105

Basert på resultatet fra kornfordelingsanalyse består prøvematerialet i prøven fra 1,0-2,0 meters dybde av leirig silt. Materialet er klassifisert til telefarlighetsgruppe T4.

Vanninnholdet i prøvene varierer mellom 10,8-21,8%.

Borpunkt SW106

Basert på resultatet fra kornfordelingsanalyse består prøvematerialet i prøven fra 1,0-2,0 meters dybde av sandig, grusig materiale. Materialet er klassifisert til telefarlighetsgruppe T1.

Vanninnholdet i prøvene varierer mellom 2,5-12,1%.

## 4 Evaluering av resultatene

### 4.1 Forutsetninger ved bruk av resultatene

Grunnundersøkelsene som er utført avdekker kun lokale forhold i hvert av borpunktene. Informasjon om grunnforholdene i hvert av punktene kan brukes for å beskrive grunnforholdene i området. Ettersom grunnundersøkelsene ikke gir informasjon om grunnforholdene mellom punktene, kan grunnforholdene variere mer enn det man kan tolke ut fra resultatene.

### 4.2 Kvalitet på grunnundersøkelser og prøver

Kvaliteten på de utførte grunnundersøkelsene og prøvene som er tatt opp vurderes til å være god/akseptabel. Sonderingene er utført etter normal sonderingsprosedyre i henhold til NGF melding 9 [6]. Det er anledning for grunnborer å fravike eller endre prosedyren dersom dette er nødvendig av hensyn til utstyr eller grunnforhold. Prøvene er tatt opp med naverbor (poseprøver), og er forstyrrede prøver. Disse vil likevel gi representative opplysninger om lagene de er tatt opp fra.

### 4.3 Miljøkrav

Sweco Norge AS verner om helse og sikkerhet, og til å opptre rettskaffent og med omtanke for miljøet. Sweco Norge AS er sertifisert i henhold til ISO 9001, ISO 45001 og til ISO 14001.

Det er vurdert følgende miljøaspekter i forbindelse med utførte grunnundersøkelser:

- Støy, støv og rystelser

Det er ikke rapportert klager på støy innen foreliggende rapport ferdigstilles.

- Utslipp

Det er ikke rapportert om skader på omgivelsene som følge av uhell eller feil på utstyr eller utførelse innen foreliggende rapport ferdigstilles.

- Forurenset grunn

Det er ikke utført miljøteknisk undersøkelse i forbindelse med grunnundersøkelsene.

- Kulturminner

Kulturminner innenfor det undersøkte området er hensyntatt.

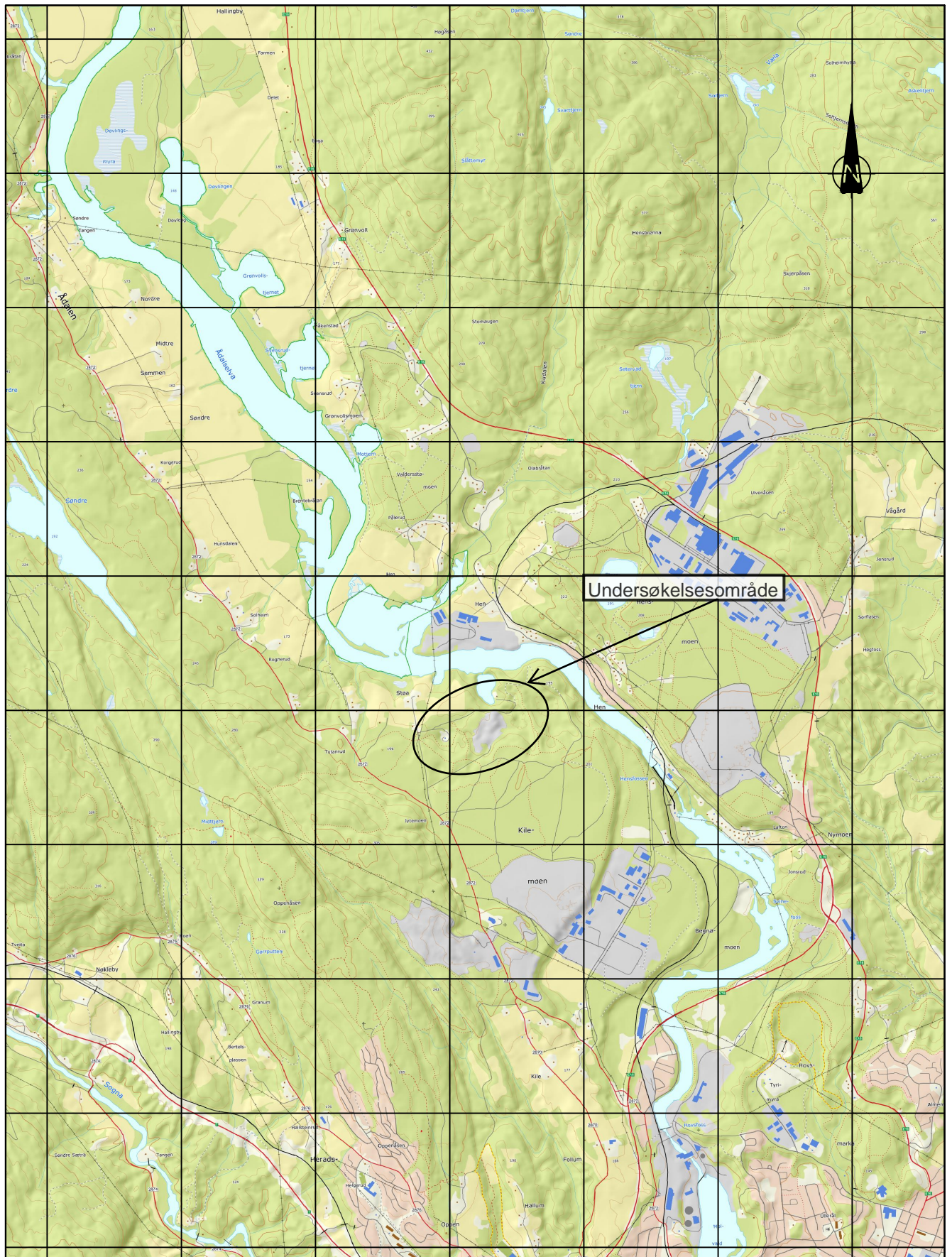
## 5 Referanser

- [1] Norsk Geoteknisk Forening, «NGF Melding Nr. 10 NGFs Beskrivelsestekster for Grunnundersøkelser», 2008.
- [2] Norsk Geoteknisk Forening, «NGF Melding Nr. 2 Veiledning for Symboler Og Definisjoner i Geoteknikk. Identifisering Og Klassifisering Av Jord», 2011.
- [3] Statens Vegvesen, «Håndbok R211 Feltundersøkelser – Retningslinje», 2018.
- [4] Norges geologiske undersøkelse, Løsmassekart skjermutklipp hentet fra:  
[https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil) den 24.01.2023
- [5] Norsk Geoteknisk Forening, «NGF Melding Nr. 12 Veiledning for Detektering Av Sprøbruddmateriale», 2019.
- [6] Norsk Geoteknisk Forening, «NGF Melding Nr. 9 Veiledning for utførelse av totalsondering», 2018.
- [7] Statens Vegvesen, «CPTU regneark v.2020.01».

---

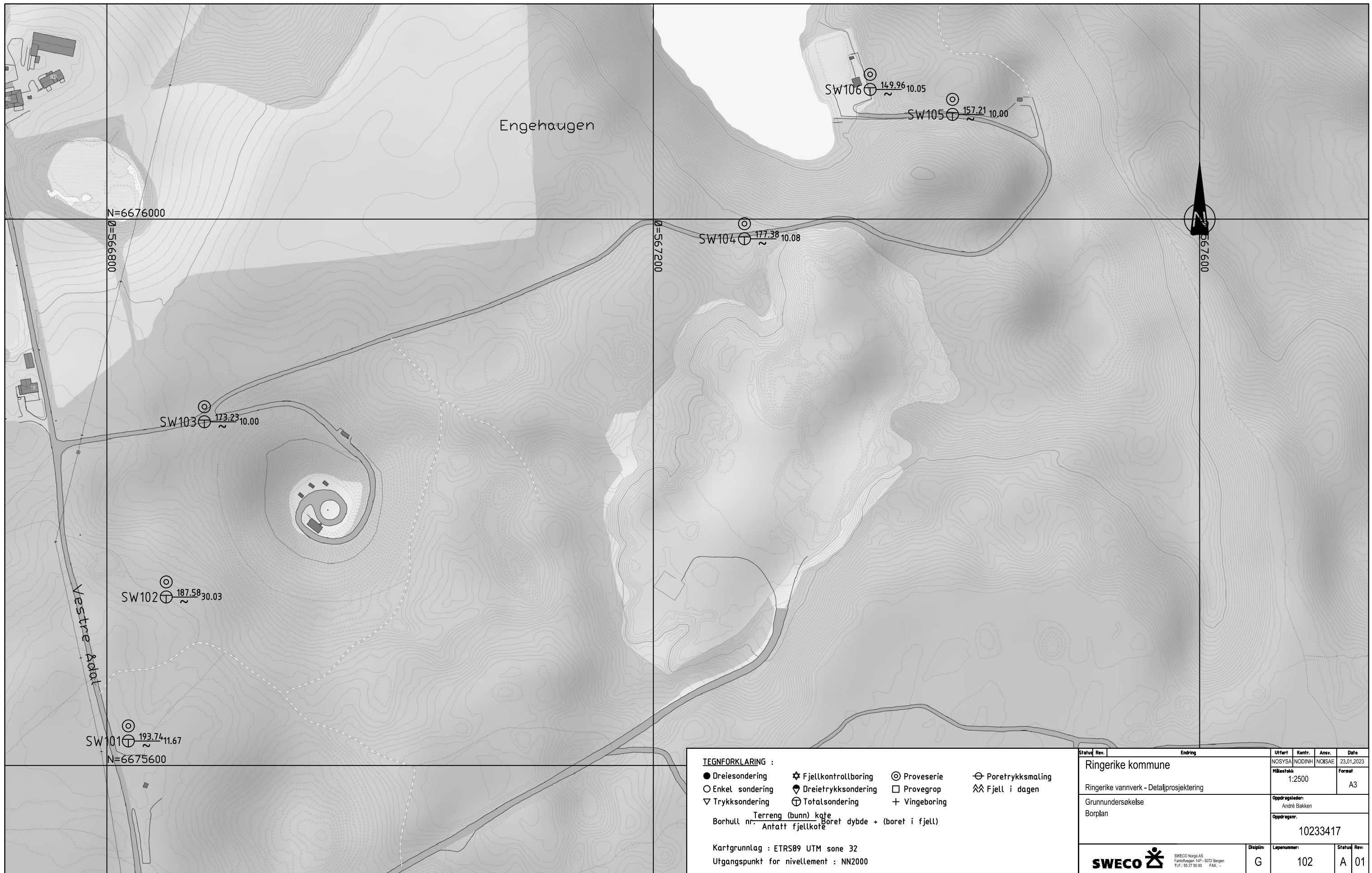
**VEDLEGG**

---



Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
Ringerike kommune			NOSYSA	NODINH	NOISAE	23.01.2023
Ringerike vannverk - Detaljprosjektering			Målestokk	1:40000		Format
Grunnundersøkelser			Oppdragsleder: André Bakken			
Oversiktskart			Oppdragsnr.			
Kartgrunnlag: ETRS89 UTM sone 32			10233417			
Utgangspunkt for nivellement: NN2000			Disiplin:	Løpenummer:	Status	Rev.
			G	101	A	01





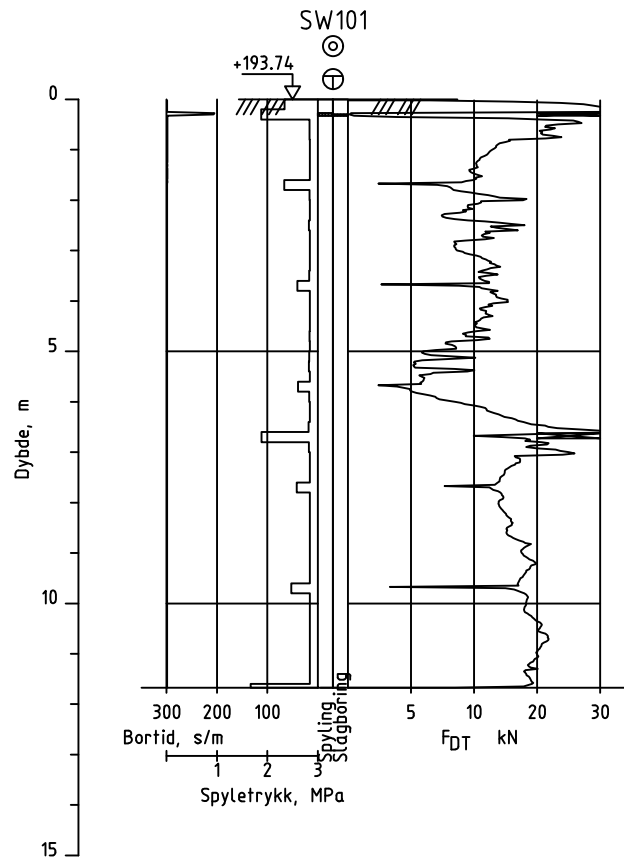
**TEGNFORKLARING :**


● Dreiesondering	✱ Fjellkontrollboring	⊙ Proveserie	⊖ Poretrykksmåling
○ Enkel sondering	⬇ Dreiestrykksondering	□ Provegrop	⚡ Fjell i dagen
▽ Trykksondering	⊕ Totalsondering	+ Vingeboring	

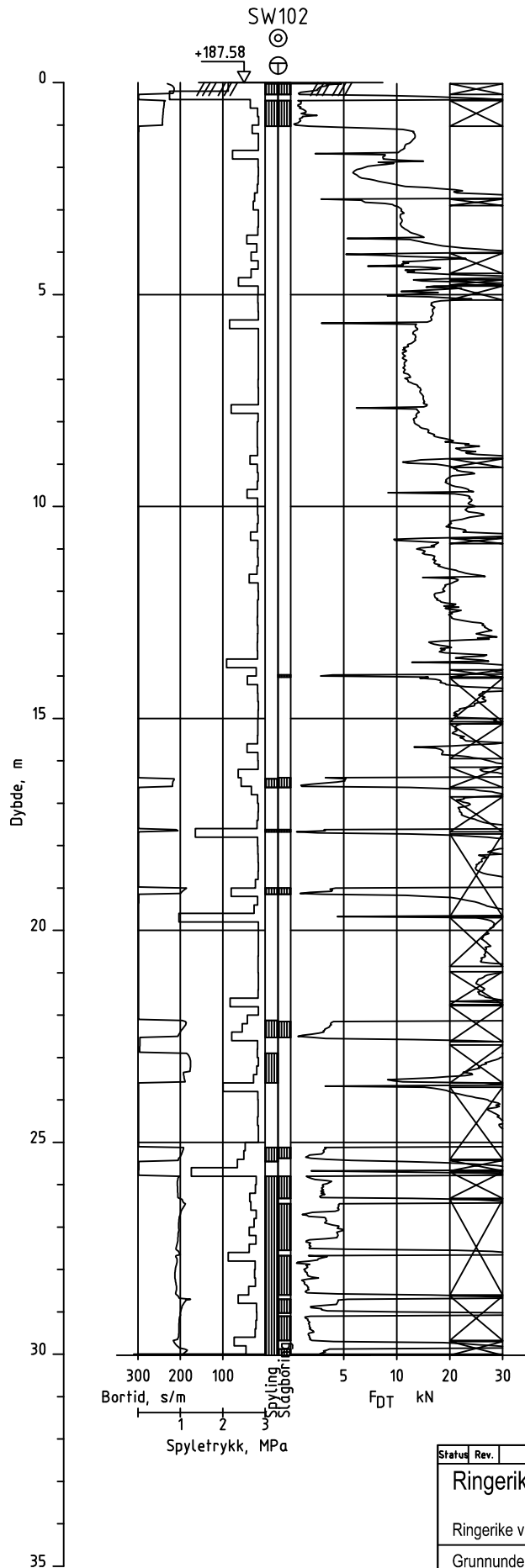
Terreng (bunn) kote  
 Borhull nr. Antatt fjellkote Boret dybde + (boret i fjell)


Kartgrunnlag : ETRS89 UTM sone 32  
 Utgangspunkt for nivellement : NN2000

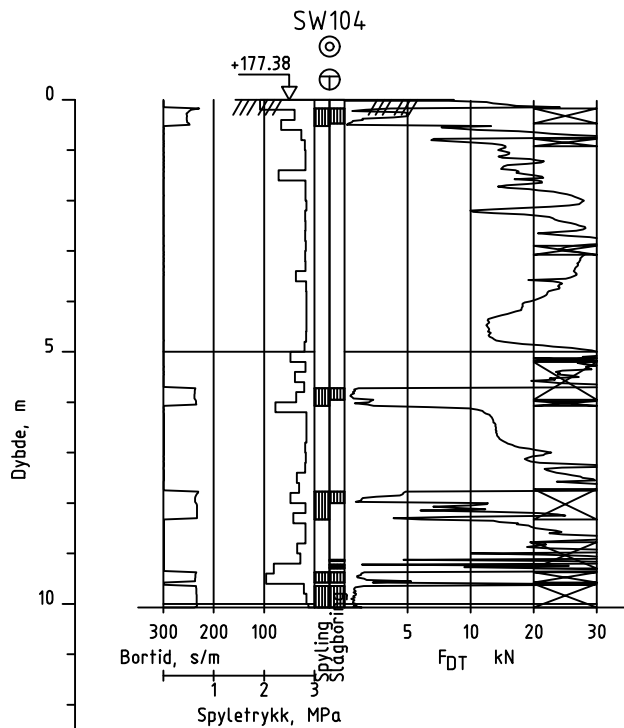
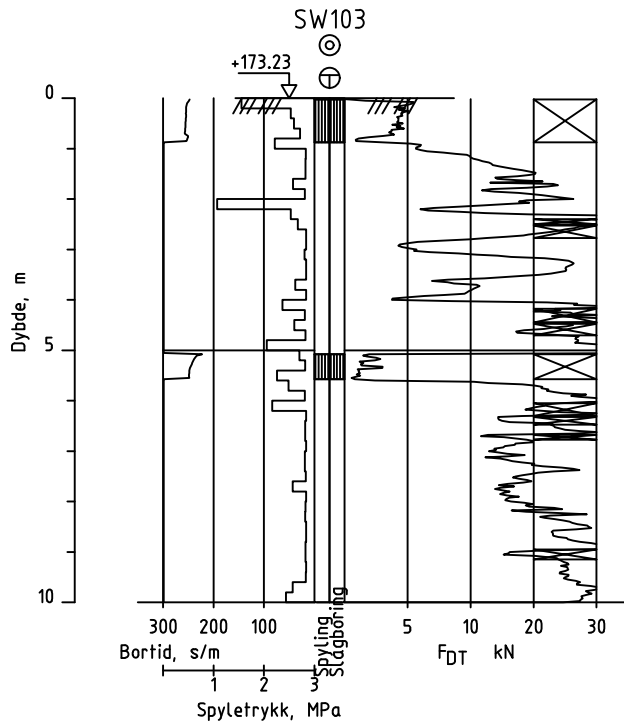
Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
Ringerike kommune			NOSYSA	NODINH	NOISAE	23.01.2023
Ringerike vannverk - Detaljprosjektering			Målestokk	1:2500	Format	A3
Grunnundersøkelse			Oppdragsleder: André Bakken			
Borplan			Oppdragsnr.: 10233417			
SWECO		SWECO Norge AS Fortschøggen 14P · 5072 Bergen Tlf.: 55 27 50 00 · FAK: .	Disiplin	Løpnummer	Status	Rev.
			G	102	A	01




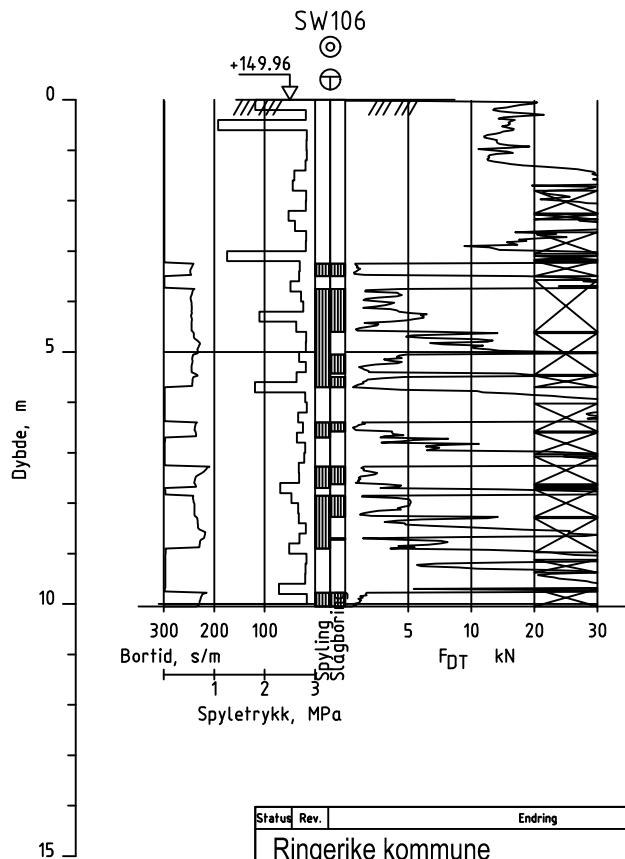
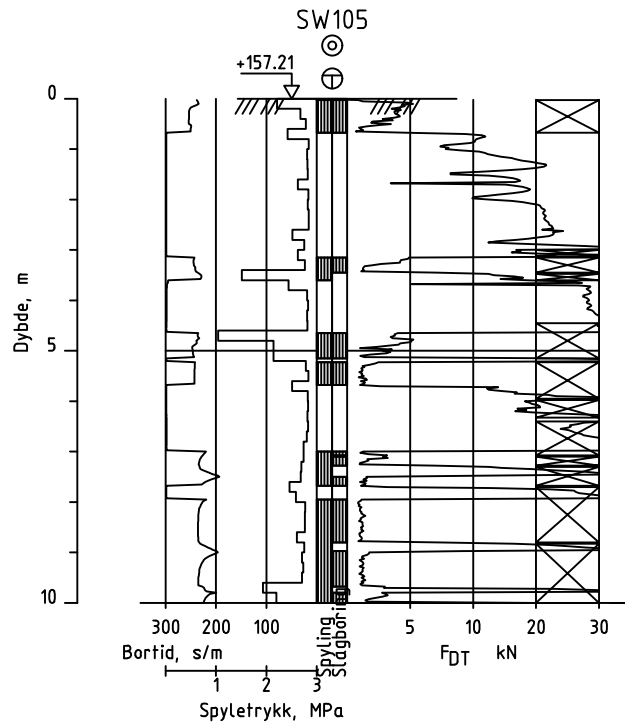
Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
		Ringerike kommune	NOSYSA	NODINH	NOISAE	23.01.2023
		Ringerike vannverk - Detaljprosjektering	Målestokk	1:150	Format	A4
		Grunnundersøkelser Totalsondering SW101 Kartgrunnlag: ETRS89 UTM sone 32 - Utgangspunkt for nivålement: NN2000	Oppdragsleder:	André Bakken		
			Oppdragsnr.	10233417-001		
		<b>SWECO</b>  SWECO Norge AS Fantoftvegen 14P - 5072 Bergen Tlf.: 55 27 93 00 FAX: -	Disiplin:	Løpenummer:	Status	Rev:
			G	103	A	01




Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
		Ringerike kommune	NOSYSA	NODINH	NOISAE	23.01.2023
		Ringerike vannverk - Detaljprosjektering	Målestokk 1:150		Format A4	
		Grunnundersøkelser Totalsondering SW102	Oppdragsleder: André Bakken			
		Kartgrunnlag: ETRS89 UTM sone 32 - Utgangspunkt for nivålement: NN2000	Oppdragsnr. 10233417-001			
		<b>SWECO</b> 	Disiplin: G	Løpnummer: 104	Status: A	Rev: 01



Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
		Ringerike kommune	NOSYSA	NODINH	NOISAE	23.01.2023
		Ringerike vannverk - Detaljprosjektering	Målestokk 1:150		Format A4	
		Grunnundersøkelser Totalsondering SW103 - SW104 Kartgrunnlag: ETRS89 UTM sone 32 - Utgangspunkt for nivålement: NN2000	Oppdragsleder: André Bakken		Oppdragsnr. 10233417-001	
		<b>SWECO</b> 	Disiplin: G	Løpenummer: 105	Status: A	Rev: 01



Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
		Ringerike kommune	NOSYSA	NODINH	NOISAE	23.01.2023
		Ringerike vannverk - Detaljprosjektering	Målestokk 1:150		Format A4	
		Grunnundersøkelser Totalsondering SW105 - SW106 Kartgrunnlag: ETRS89 UTM sone 32 - Utgangspunkt for nivålement: NN2000	Oppdragsleder: André Bakken		Oppdragsnr. 10233417-001	
		<b>SWECO</b> 	Disiplin: G	Løpenummer: 106	Status: A	Rev: 01

---












BILAG 1-3

---

**Tegnforklaringer og jordklassifisering**  
**Grunnundersøkelser - Boremetoder**  
**Laboratorieundersøkelser**

## TEGNFORKLARING OG JORDARTSKLASSIFISERING

### TEGNINGSSYMBOLER

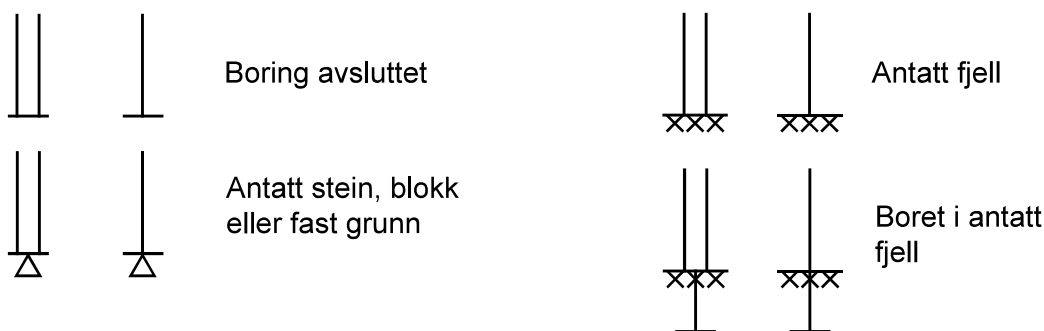
 Dreiesondering	 Prøvebelastning
 Dreietrykksondering	 Prøvegrop
 Elektrisk sondering	 Prøveserie
 Enkel sondering	 Ramsondering
 Fjellkontrollboring	 Setningsmåling
 Helningsmåler	 Totalsondering
 In-situ permeabilitetsmåling	 Trykksondering, CPTU
 Poretrykksmåling	 Vingebor

### NIVÅER OG DYBDER

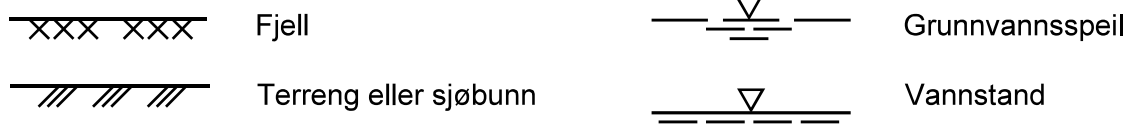
$$SW-03 \oplus \frac{120.87}{111.70} 9.18 + 3.00$$

$$\text{Borhull nr. } \oplus \frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}} \text{ Boret dybde + (boret i fjell)}$$

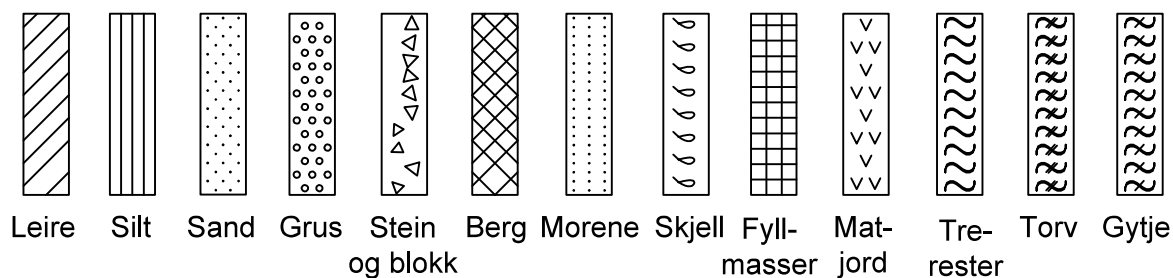
### AVSLUTNING AV BORING



### KONTURLINJER



### MATERIALSYMBOLER



## KORNFRAKSJONER (NS-EN ISO 14688-1)

Fraksjon	Kornstørrelse (mm)
Blokk og stein	-
Stor blokk	>630
Blokk	200-630
Stein	63-200
Grus	2,0-63
Grov grus	20-63
Middels grus	6,3-20
Fin grus	2,0-6,3
Sand	0,063-2,0
Grov sand	0,63-2,0
Middels sand	0,2-0,63
Fin sand	0,063-0,2
Silt	0,002-0,063
Grov silt	0,02-0,063
Middels silt	0,0063-0,02
Fin silt	0,002-0,0063
Leire	≤0,002

## UDRENERT SKJÆRFESTHET (NGF Melding 2, 2010)

Betegnelse av leire	Betegnelse av skjærfesthet	Udrenert skjærfesthet, $c_u$ (kPa)
Meget bløt	Svært lav	<10
Bløt	Lav	10-25
Middels fast	Middels	25-50
Fast	Høy	>50

## SENSITIVITET (NGF Melding 2, 2010)

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet, $S_t = c_{ufc}/c_{urfc}^{a,b}$
Lite sensitiv	Lav	<8
Middels sensitiv	Middels	8-30
Meget sensitiv	Høy	>30

<sup>a</sup>  $c_{ufc}$  – uomrørt udrenert skjærfesthet og  $c_{urfc}$  – omrørt udrenert skjærfesthet fra konusforsøk.

<sup>b</sup> Kvikkleire har  $c_{urfc} < 0,33$  kPa (ISO 17892-6:2017).



## GRUNNUNDERSØKELSER - BORMETODER

### FORMÅL

Grunnundersøkelser utføres vanligvis for å kartlegge grunnens beskaffenhet tilstrekkelig til at grunnarbeider og fundamentering kan utføres på en teknisk og samtidig økonomisk forsvarlig måte.

- Sondringer utføres for å få en orientering om grunnens lagdeling, lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller fast grunn.
- Målinger av grunnvannstand og poretrykk.
- Vingeboringer og trykksondringer utføres for in-situ bestemmelse av udrenert skjærfasthet i leire.
- For nærmere bestemmelse av grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

Grunnundersøkelsene vil også kunne omfatte måling av deformasjon i grunnen og på konstruksjoner, samt belastningsforsøk på f.eks. peler.

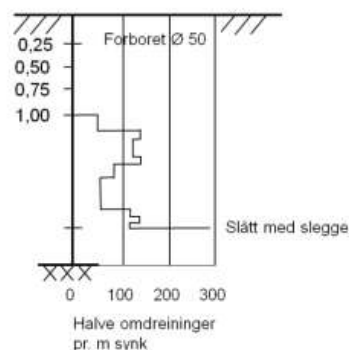
### ENKEL SONDERING

Enkel sondering gir en veiledende bestemmelse av dybden til antatt berg eller fast grunn. Utstyret består av stålør som skrus sammen med glatte skjøter. Det benyttes en Ø25 mm 200 mm lang spiss. Utstyret har begrensninger med hensyn til sikker bergbestemmelse.



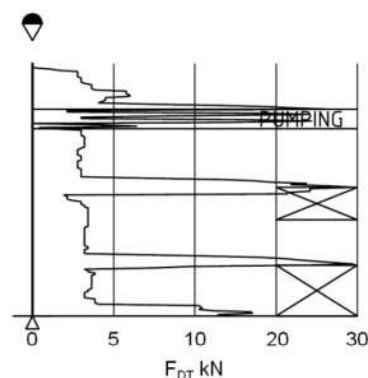
### DREIESONDERING

Utstyret består av stålør som skrus sammen med glatte skjøter. Spissen er pyramideformet med lengde 200 mm og største sidekant 25 mm. Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies den ned med en motor. Antall halve omdreininger noteres. Belastning på utstyret angis i kN til venstre.



### DREIETRYKKSONDERING

Utstyret består av stålør som skrus sammen i glatte skjøter. Det benyttes en Ø40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høy skrueformet sveiselarve. Boret drives ned med konstant nedpressingshastighet 3 m/min. og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressingskraften blir registrert kontinuerlig. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet

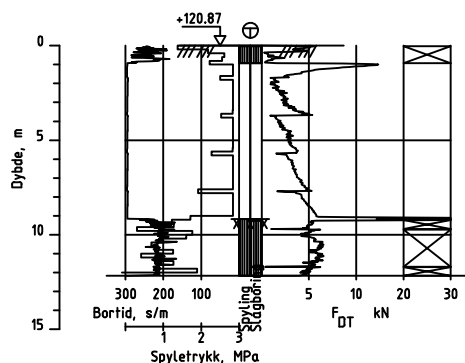


### BERGKONTROLLBORING

Utstyret består av stålør med muffeskjøter og hardmetallkrone. Boret drives av en hydraulisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Når berget er nådd, bores det noe ned i berget, vanligvis ca. 3 m, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

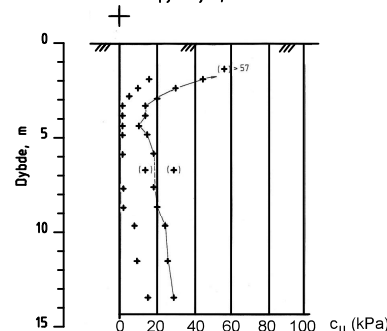
## TOTALSONDERING

Totalsondering kombinerer prinsippene for dreietrykksondering og bergkontrollboring. Utstyret består av borstenger med innvendig skjøtetapper og en Ø57 mm borkrone. Normert penetrasjonshastighet er 3 m/min. og normert rotasjonshastighet er 25 omdr. /min. Sonderingen starter som en dreietrykksondering. Når videre nedtrengning stopper, økes rotasjonshastigheten og om nødvendig aktiveres også vannspyling. Hvis dette ikke gir videre nedtrengning, aktiveres også slaghammeren samtidig som rotasjonshastigheten økes. Når berget er nådd, bores det noe ned i berget, vanligvis ca. 3 m, under registrering av bortid, spyletrykk og matekraft for sikker påvisning.



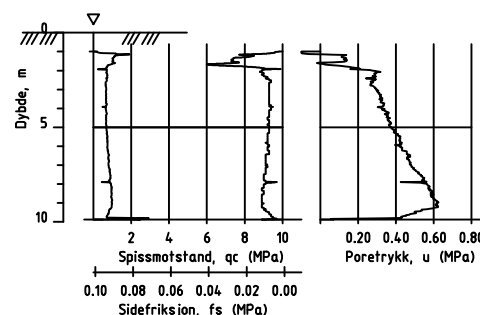
## VINGEBORING

Vingeboring brukes for å bestemme in-situ udrenert skjærfasthet av kohesjonsmaterialer, vesentlig leire. Utstyret består av et vingekors som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmomentet ved sakte omdreining til brudd. Maksimale moment gir grunnlag for beregning av skjærfasthet som bestemmes i uforstyrret og etter brudd, i omrørt tilstand.



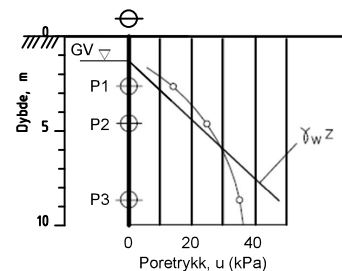
## TRYKKSONDERING (CPT, CPTU OG RCPTU)

Utstyret består av en sonde med areal 10 cm<sup>2</sup>, Ø35,7 mm som presses ned med standardisert penetrasjonshastighet 2 cm/sek. Under nedpressingen registreres spissmotstand, sidefriksjon, vertikal helning og temperatur. Det kan i tillegg registreres poretrykk (CPTU) og resistivitet (RCPTU).



## PORETRYKKS MÅLING

Trykket i porevannet i en gitt dybde måles med en poretrykksmåler (piezometer). Hydraulisk piezometer består av et porøst filter som trykkes ned i ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkoblet systemet. Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket på en fleksibel membran.



## PRØVETAKING

For opptak av uforstyrrede prøver benyttes vanligvis Ø54 mm NGI stempelprøvetaker. Standard prøvelengde er 800 mm. Det kan også benyttes prøvetakere med Ø75 mm og Ø95 mm.

For opptak av høykvalitets prøver av sensitiv leire benyttes blokkprøvetakere, enten Ø250 mm Sherbrooke blokkprøvetaker eller Ø160 mm NTNU miniblokkprøvetaker.

Skovlbor benyttes for opptak av forstyrrede prøver i de øvre jordlag. Skovlboret er laget av to skålformede stålblad som skrues ned ved hjelp av Ø19 mm forlengelsesrør med muffe.

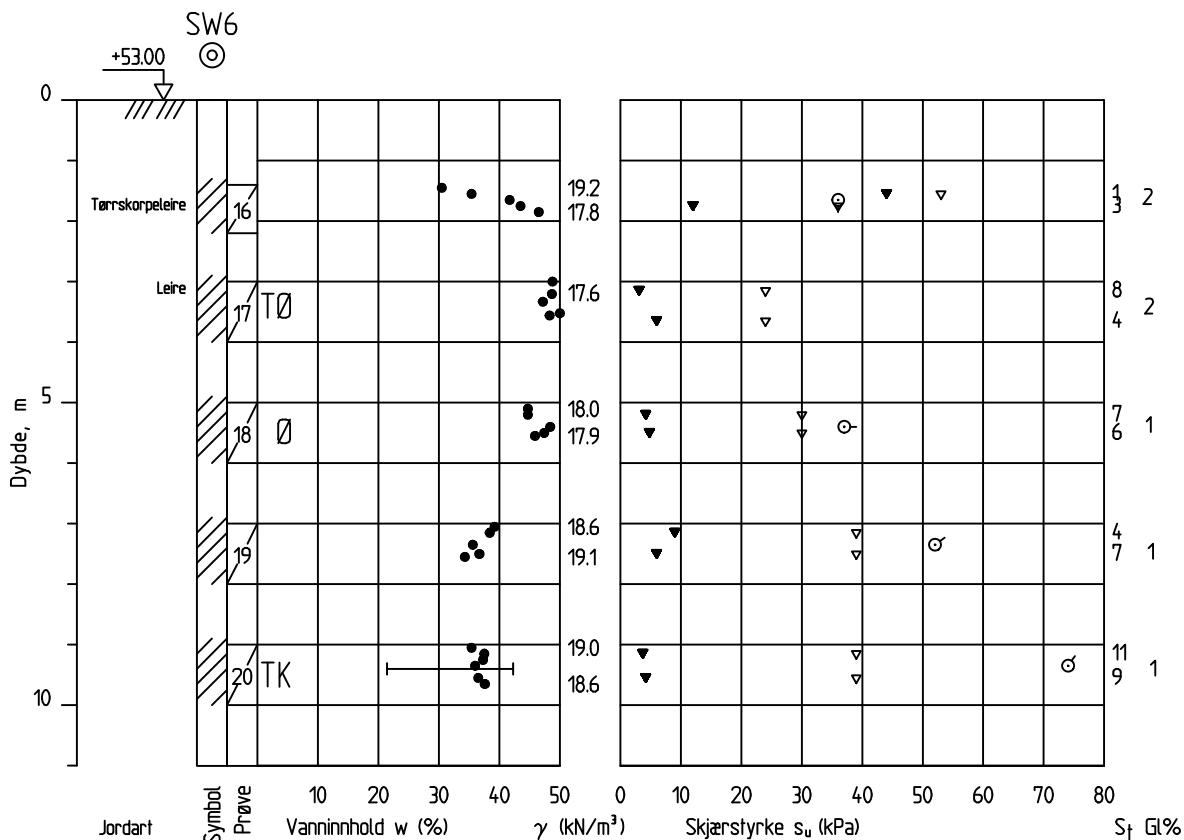
For opptak av omrørte prøver av torv, leire og delvis sand og grus under grunnvannstanden, kan kannebor benyttes. Kanneboret er nederst forsynt med en snodd spiss og forlenges med Ø22/Ø12 mm sonderør.

## LABORATORIEUNDERSØKELSER

### FORMÅL

Laboratorieundersøkelsene utføres for klassifisering av jordarten og bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper og parametere for bruk i geotekniske analyser.

### PRESENTASJON AV RESULTATENE



### TEGNFORKLARING

- Vanninnhold (%)
- Konsistensgrenser, flyte- og plastisitetsgrense (%)
- $\gamma$  Tyngdetetthet (kN/m<sup>3</sup>)
- ▼/▽ Udrenert skjærfasthet fra konusforsøk, omrørt/uomrørt (kPa)
- Udrenert skjærfasthet fra enaksialt trykkforsøk (kPa)  
strek angir %-deformasjon ved brudd
- $S_f$  Sensitivitet, forhold mellom uomrørt og omrørt skjærfasthet (-)
- Gl% Humusinnhold, bestemmes vanligvis ved glødetap (%)

### TEGNFORKLARING (RESULTATER PRESENTERES SEPARAT)

- T Treaksialforsøk, for bestemmelse av skjærfasthetsparametere
- Ø Ødometerforsøk, for bestemmelse av deformasjonsparametere
- K Kornfordeling, for bestemmelse av telefarlighetsgrad

## UTVALGTE DEFINISJONER

**Vanninnhold** ( $w$ ) er forhold mellom massen av vann og faststoff i jorda (%).

**Plastisitetsindeks** ( $I_P$ ) er differansen mellom flytegrense ( $w_L$ ) og plastisitetsgrense ( $w_P$ ).  
 $I_P = w_L - w_P$  (%)

**Flyteindeks** ( $I_L$ ) beskriver forholdet mellom naturlig vanninnhold og plastisitetsindeks.  
 $I_L = (w - w_P) / (w_L - w_P)$  (-)

**Porøsitet** ( $n$ ) er porevolum angitt i prosent av totalt volum (%).

**Poretall** ( $e$ ) er porevolum dividert med volum fast stoff,  $e = n / (100 - n)$  (-).

**Tyngdetetthet** ( $\gamma$ ) er forhold mellom massen av prøven og volum ( $\text{kN/m}^3$ ).

**Korndensitet** ( $\rho_s$ ) er forhold mellom massen av faststoff og volum ( $\text{g/cm}^3$ ).

**Graderingstall** ( $C_U$ ) er mål for kornfordelingskurvens helning fra  $d_{10}$  til  $d_{60}$ ,  $C_U = d_{60} / d_{10}$  (-).

**Skjærfasthet** beskriver jordens styrke. Skjærfasthetsparametere bestemmes ved laboratorieforsøk på uforstyrrede materialer eller innebygde prøver, og ved feltforsøk.

For grovkornige jordarter og for langtidsbelastninger oppfører materiale seg drenert. Jordens skjærfasthetsparametre (effektivspenningsanalyse) er da gitt ved:

$\sigma$	effektiv normalspenning	(kPa)	$a$	attraksjon	(kPa)
$u$	poretrykk	(kPa)	$c$	kohesjon, $c = a \tan \phi$	(kPa)
$\sigma'$	effektiv normalspenning, $\sigma' = \sigma - u$	(kPa)	$\phi$	friksjonsvinkel	(°)
			$T_f$	skjærfasthet, $T_f = c + \sigma' \tan \phi$	(kPa)

Ved korttidsbelastning av finkornige jordarter vil porevannet være fanget i materialet og massene oppfører seg udrenert. Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenningen i et materiale før brudd. Jordens udrenerte skjærfasthet (totalspenningsanalyse):

$C_U$	udrenert skjærfasthet	(kPa)	$C_{U\text{CPTU}}$	trykksondering CPTU	(kPa)
$C_{UC}$	aktivt treaksialforsøk	(kPa)	$C_{U\text{FC}}$	uomrørt, konusforsøk	(kPa)
$C_{UE}$	passivt treaksialforsøk	(kPa)	$C_{U\text{FC}}$	omrørt, konusforsøk	(kPa)
$C_{UD}$	direkte skjærforsøk	(kPa)	$C_{U\text{FV}}$	uomrørt, vingeborforsøk	(kPa)
$C_{UUC}$	enkelt trykkforsøk	(kPa)	$C_{U\text{FV}}$	omrørt, vingeborforsøk	(kPa)

**Sensitivitet** ( $S_t$ ) er forhold mellom uomrørt og omrørt skjærfasthet fra konusforsøk.

$$S_t = C_{U\text{FC}} / C_{U\text{FC}} \text{ (-)}$$

**Deformasjons- og konsolideringsegenskaper** for setningsberegninger bestemmes i ødometer forsøk, trinnsvis belastning (IL) eller kontinuerlig belastning (CRS). Sammenhengende verdier for vertikalspenning, deformasjon/tøyning ( $\epsilon$ ) og poretrykk brukes i beregninger og tolkninger av:

$M$  – deformasjonsmodul,  $M = \Delta \sigma' / \Delta \epsilon$  (MPa)

$\sigma'_c$  – prekonsolideringsspenning (kPa)

$m$  – modultall (-)

**Permeabilitet** ( $k$ , cm/sek eller m/år) er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene, definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk. I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes fra ødometerforsøk.

**Telefarlighet** bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet.

**Saltinnhold** (g/l) bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.

**Sweco Norge AS**  
**10233417-001 Hen-Kilemoen, Ringerike**

**Labresultater**

**R01C00**

<p><b>SWECO Norge AS</b></p> <p>10233417-001 Hen-Kilemoen, Ringerike</p> <p>Labresultater Prosjekt 23020</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Utførende laborant	Dato	Kontrollert av	Dato
MS <i>M. Stongstad</i>	18.01.23	KS <i>Kristian Storsveen</i>	20.1.23

## Bilagsoversikt

### Løsmasseprofiler og laboratorieundersøkelser

**C**

Løsmasseprofiler

R01C01 – C06

Kornfordelingsanalyser

R01C41 – C46

Samleark rådata

R01C91

GB - laboratorieundersøkelser

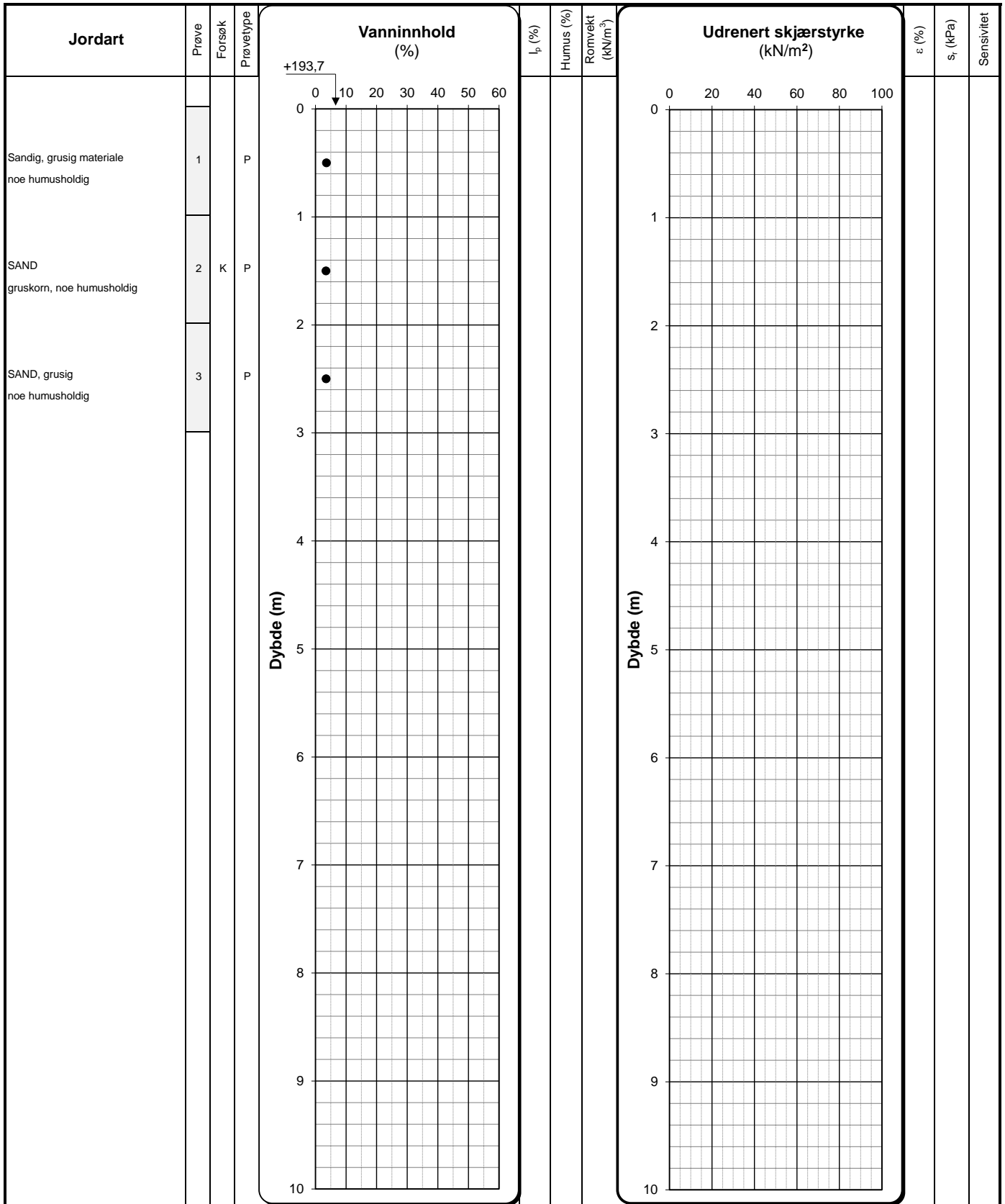
#### 1.1 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelsene som ble utført er oppsummert i tabell 1.1.

*Tabell 1.1 Oppsummering av utførte laboratorieundersøkelser.*

Kode	Beskrivelse	Antall
10.11	Visuell klassifisering	16
10.2	Vanninnhold (w)	16
10.61	Tørrsikt, ned til 0,063mm	2
10.64	Kombianalyse NS 8005/8006	4

Resultater fra laboratorieundersøkelsene er presentert iht. bilagsoversikt, se tegning GB-laboratorieundersøkelser for forklaring av løsmasseprofil.



Enkialsforsøk ○ Forsøk: T = Treakialsforsøk Prøvetype: Romvekt: Humusinnhold:  
 Omrørt konus ▼ T = Treakialsforsøk P = Representativ poseprøve Romvekt liten ring Humus % total  
 Uforstyrret konus ▽ Ø = Ødometerforsøk Tall = Diameter på sylinderprøve Romvekt hel sylinder Humus % av materiale <2 mm  
 Plastisitets- og flytgrense - - - - K = Kornkurve V = Visuell vurdering på stedet  
 Målt vanninnhold ● D = Korndensitet

$I_p$  = Plastisitetsindeks  $\varepsilon$  = Aksial bruddtøyning enkialsforsøk  $s_r$  = omrørt skjærstyrke fra konusforsøk iht. ISO 17892-6:2017

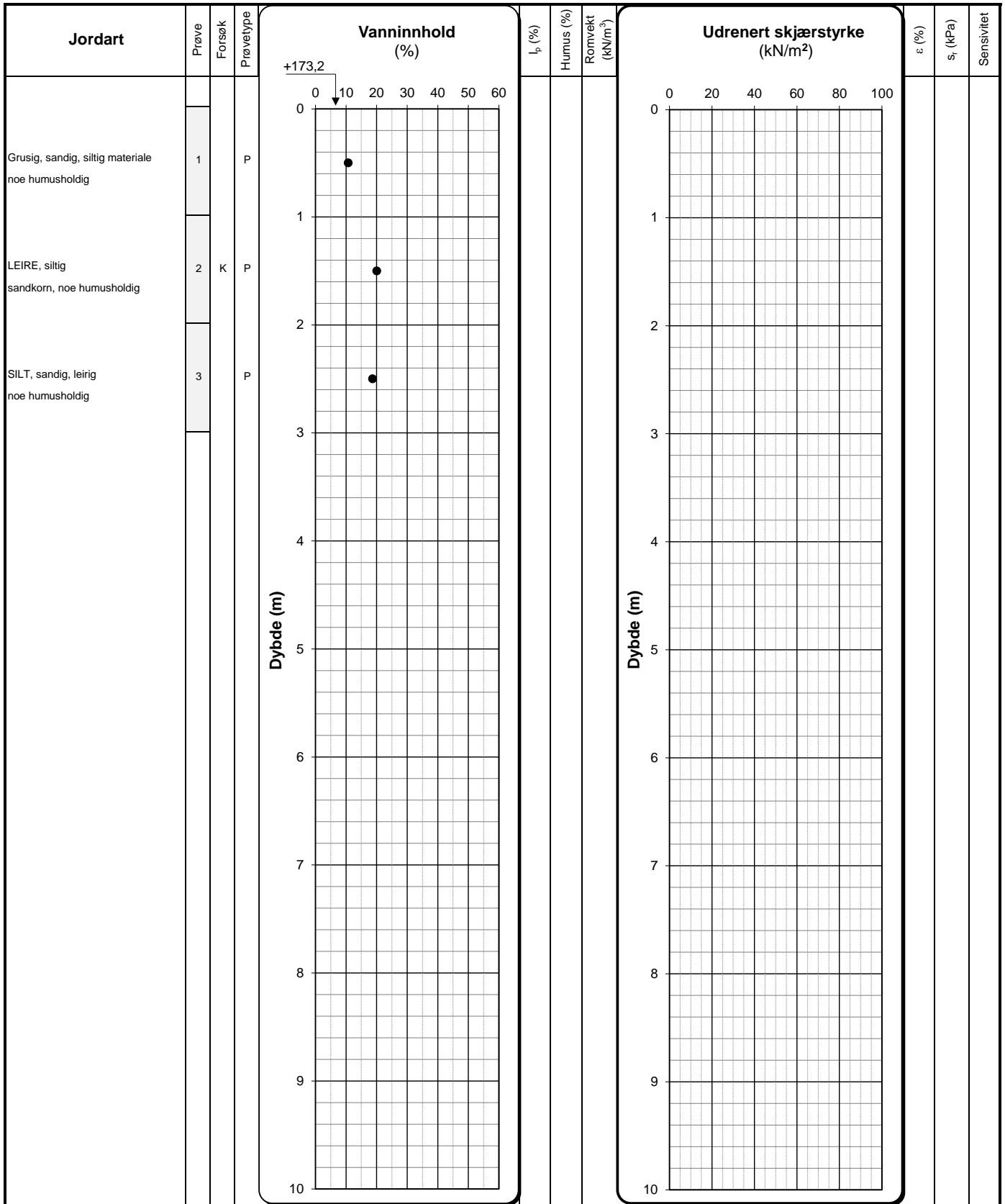
	Oppdragsgiver	Tegning nr.	R01C01
	SWECO Norge AS	Prosjekt nr.	23020
	Prosjekt	Terrengkote	+193,7
	10233417-001 Hen-Kilemoen	Dato	19.01.2023
	Tittel	Ansvarlig	MS
Løsmasseprofil pkt.	SW101	Kontrollert	KS

Jordart	Prøve	Forsøk	Prøvetype	Vanninnhold (%)	$I_p$ (%)	Humus (%)	Romvekt (kN/m <sup>3</sup> )	Udrenert skjærstyrke (kN/m <sup>2</sup> )	$\varepsilon$ (%)	$s_r$ (kPa)	Sensivitet
SAND, grusig noe humusholdig	1	K	P								

Enaksialforsøk	○	Forsøk:	Prøvetype:	Romvekt:	Humusinnhold:
Omrørt konus	▼	T = Treaksialforsøk	P = Representativ poseprøve	Romvekt liten ring	Humus % total
Uforstyrret konus	▽	Ø = Ødometerforsøk	Tall = Diameter på sylinderprøve	Romvekt hel sylinder	Humus % av materiale <2 mm
Plastisitets- og flytgrense	┆ - - ┆	K = Kornkurve	V = Visuell vurdering på stedet		
Målt vanninnhold	●	D = Korndensitet			
		$I_p$ = Plastisitetsindeks	$\varepsilon$ = Aksial bruddtøyning enaksialforsøk	$s_r$ = omrørt skjærstyrke fra konusforsøk iht. ISO 17892-6:2017	

	Oppdragsgiver	Tegning nr.	R01C02
	SWECO Norge AS	Prosjekt nr.	23020
	Prosjekt	Terrengkote	+187,6
	10233417-001 Hen-Kilemoen	Dato	19.01.2023
	Tittel	Ansvarlig	MS
Løsmasseprofil pkt.	SW102	Kontrollert	KS

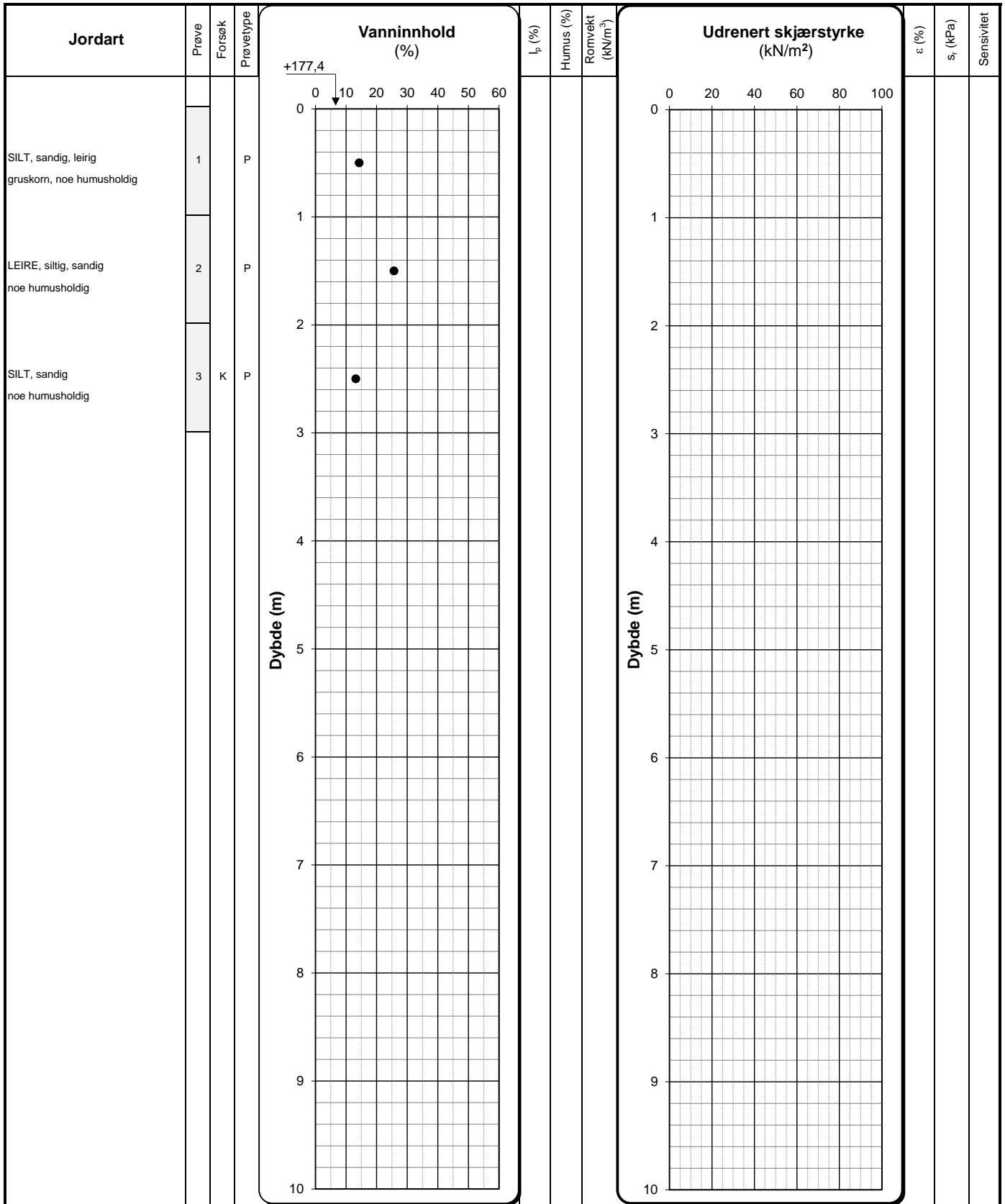




Enaksialforsøk	○	Forsøk:	Prøvetype:	Romvekt:	Humusinnhold:
Omrørt konus	▼	T = Treaksialforsøk	P = Representativ poseprøve	Romvekt liten ring	Humus % total
Uforstyrret konus	▽	Ø = Ødometerforsøk	Tall = Diameter på sylinderprøve	Romvekt hel sylinder	Humus % av materiale <2 mm
Plastisitets- og flytgrense	┆ - - ┆	K = Kornkurve	V = Visuell vurdering på stedet		
Målt vanninnhold	●	D = Korndensitet			

$I_p$  = Plastisitetsindeks       $\varepsilon$  = Aksial bruddtøyning enaksialforsøk       $s_r$  = omrørt skjærstyrke fra konusforsøk iht. ISO 17892-6:2017

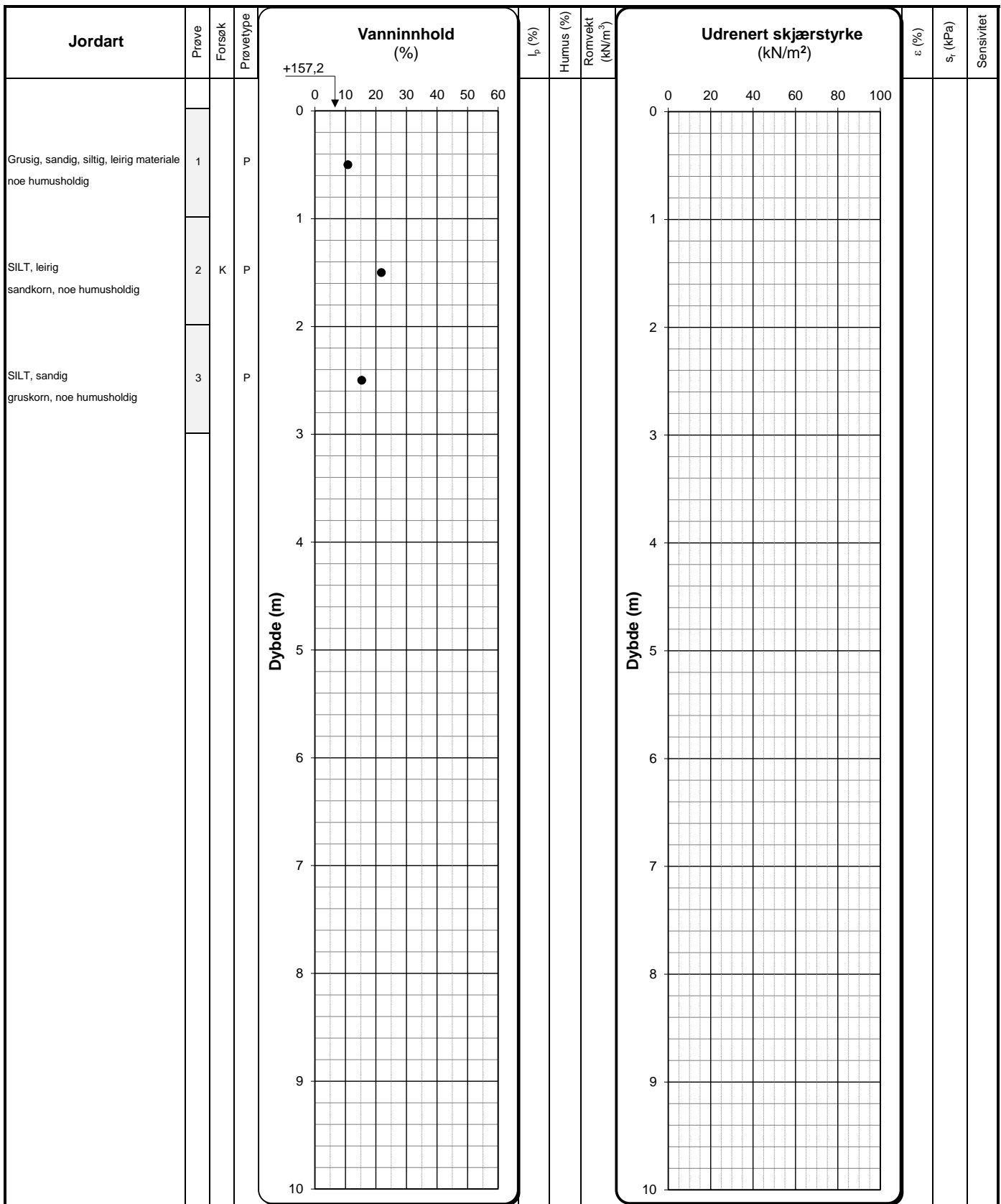
	Oppdragsgiver	Tegning nr.	R01C03
	SWECO Norge AS	Prosjekt nr.	23020
	Prosjekt	Terrengkote	+173,2
	10233417-001 Hen-Kilemoen	Dato	19.01.2023
	Tittel	Ansvarlig	MS
Løsmasseprofil pkt.	SW103	Kontrollert	KS



Enkialsforsøk ○ Forsøk: T = Treaksialforsøk Prøvetype: Romvekt: Humusinnhold:  
 Omrørt konus ▼ T = Treaksialforsøk P = Representativ poseprøve Romvekt liten ring Humus % total  
 Uforstyrret konus ▽ Ø = Ødometerforsøk Tall = Diameter på sylinderprøve Romvekt hel sylinder Humus % av materiale <2 mm  
 Plastisitets- og flytgrense | - - | K = Kornkurve V = Visuell vurdering på stedet  
 Målt vanninnhold ● D = Korndensitet

$I_p$  = Plastisitetsindeks  $\varepsilon$  = Aksial bruddtøyning enkialsforsøk  $s_r$  = omrørt skjærstyrke fra konusforsøk iht. ISO 17892-6:2017

	Oppdragsgiver	Tegning nr.	R01C04
	SWECO Norge AS	Prosjekt nr.	23020
	Prosjekt	Terrengkote	+177,4
	10233417-001 Hen-Kilemoen	Dato	19.01.2023
	Tittel	Ansvarlig	MS
Løsmasseprofil pkt.	SW104	Kontrollert	KS



Enaksialforsøk	○	Forsøk:	Prøvetype:	Romvekt:	Humusinnhold:
Omrørt konus	▼	T = Treaksialforsøk	P = Representativ poseprøve	Romvekt liten ring	Humus % total
Uforstyrret konus	▽	Ø = Ødometerforsøk	Tall = Diameter på sylinderprøve	Romvekt hel sylinder	Humus % av materiale <2 mm
Plastisitets- og flytgrense	┆ - - ┆	K = Kornkurve	V = Visuell vurdering på stedet		
Målt vanninnhold	●	D = Korndensitet			

$I_p$  = Plastisitetsindeks       $\varepsilon$  = Aksial bruddtøyning enaksialforsøk       $s_r$  = omrørt skjærstyrke fra konusforsøk iht. ISO 17892-6:2017

	Oppdragsgiver	Tegning nr.	R01C05
	SWECO Norge AS	Prosjekt nr.	23020
	Prosjekt	Terrengkote	+157,2
	10233417-001 Hen-Kilemoen	Dato	19.01.2023
	Tittel	Ansvarlig	MS
Løsmasseprofil pkt.	SW105	Kontrollert	KS

Jordart	Prøve	Forsøk	Prøvetype	Vanninnhold (%)	$I_p$ (%)	Humus (%)	Romvekt (kN/m <sup>3</sup> )	Udrenert skjærstyrke (kN/m <sup>2</sup> )	$\varepsilon$ (%)	$s_r$ (kPa)	Sensivitet
Grusig, sandig materiale noe humusholdig, planterester, røtter	1		P								
Sandig, grusig materiale noe humusholdig	2	K	P								
Sandig, grusig materiale noe humusholdig	3		P								

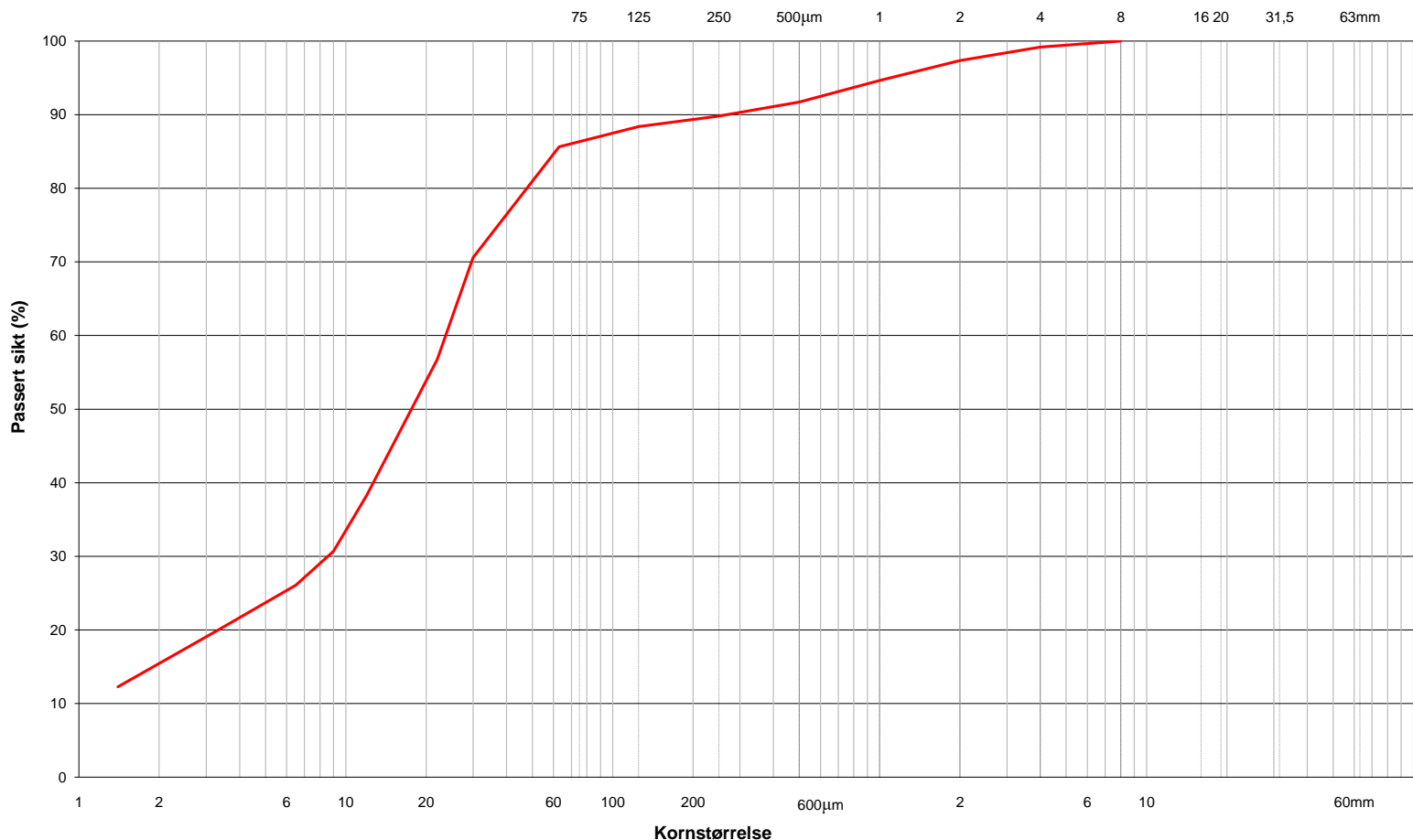
Enkialsforsøk	○	Forsøk:	Prøvetype:	Romvekt:	Humusinnhold:
Omrørt konus	▼	T = Treaksialforsøk	P = Representativ poseprøve	Romvekt liten ring	Humus % total
Uforstyrret konus	▽	Ø = Ødometerforsøk	Tall = Diameter på sylinderprøve	Romvekt hel sylinder	Humus % av materiale <2 mm
Plastisitets- og flytgrense	┆ - - ┆	K = Kornkurve	V = Visuell vurdering på stedet		
Målt vanninnhold	●	D = Korndensitet			
		$I_p$ = Plastisitetsindeks	$\varepsilon$ = Aksial bruddtøyning enkialsforsøk	$s_r$ = omrørt skjærstyrke fra konusforsøk iht. ISO 17892-6:2017	

	Oppdragsgiver	Tegning nr.	R01C06
	SWECO Norge AS	Prosjekt nr.	23020
	Prosjekt	Terrengkote	+150,0
	10233417-001 Hen-Kilemoen	Dato	19.01.2023
	Tittel	Ansvarlig	MS
Løsmasseprofil pkt.	SW106	Kontrollert	KS






LEIR	SILT			SAND			GRUS			STEIN
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	



\* Telefarligheten oppgis i forhold til materiale < 22,4 mm.

\*\* Humus andelen oppgis som 2 verdier hvorav den første angir % i forhold til total masse, og den andre % i forhold til materiale < 2 mm

Oppdragsgjiver	SWECO Norge AS
Prosjekt	10233417-001 Hen-Klempoen
Titel	Kornfordelingskurve pkt. SW103
MS	Lab. ansvarlig
KS	Kontrollert

Prøve nr.	Dybde (m)	Kurve	Jordartsbetegnelse	Cu	* %< 20 µm	* Telegruppe	**Humus (%)	Vanninnhold (%)
2	1,0 - 2,0		LEIRE, siltig		53,9	T4		20,0

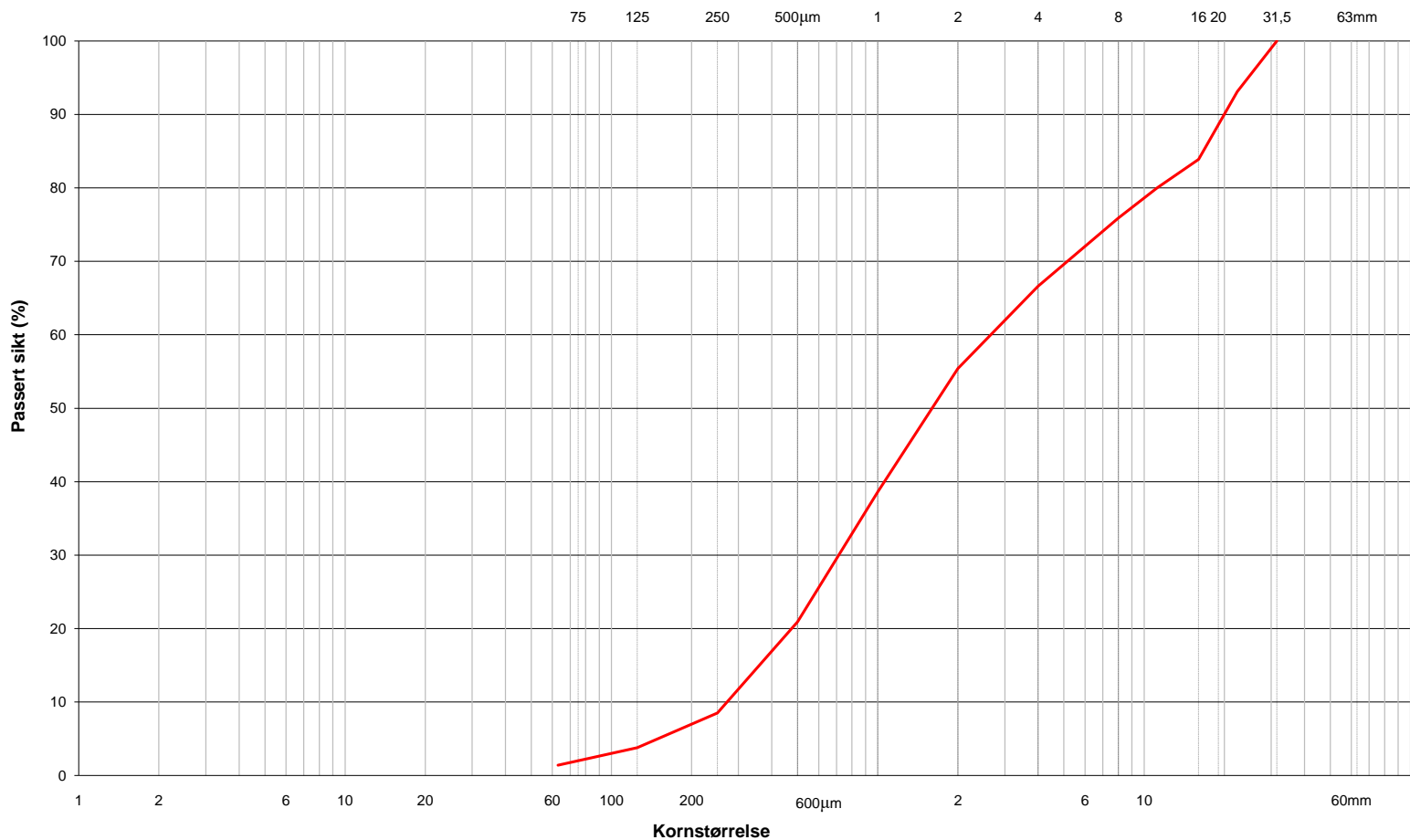
Tegning nr.	R01C43
Dato	12.01.2023
Prosjekt nr.	23020







LEIR	SILT			SAND			GRUS			STEIN
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	



\* Telefarligheten oppgis i forhold til materiale < 22,4 mm.

\*\* Humus andelen oppgis som 2 verdier hvorav den første angir % i forhold til total masse, og den andre % i forhold til materiale < 2 mm

Oppdragsgjiver	SWECO Norge AS
Prosjekt	10233417-001 Hen-Klempoen
Titel	Kornfordelingskurve pkt. SW106
Lab ansvarlig	MS
Kontrollert	KS

Prøve nr.	Dybde (m)	Kurve	Jordartsbetegnelse	Cu	* %< 20 µm	* Telegruppe	**Humus (%)	Vanninnhold (%)
2	1,0 - 2,0	—	Sandig, grusig materiale	10	< 3	T1		2,6

Tegning nr.  
R01C46

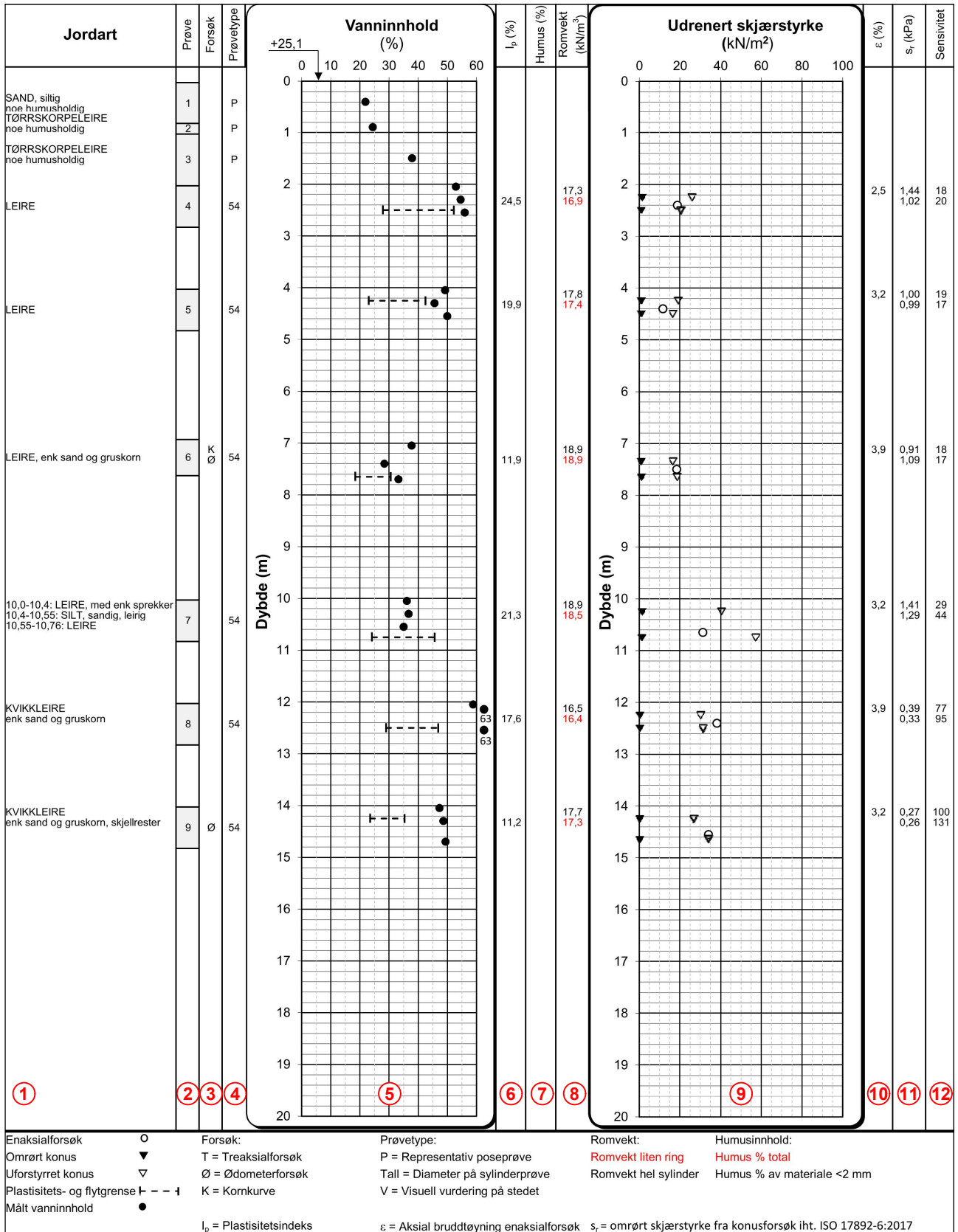
Dato  
12.01.2023

Prosjekt nr.  
23020

Middeldybde \* \* \* \* \*

Punkt	Vanninnhold						Annet					Beskrivelse
	Dybde w1 [m]	Vanninnhold [%]	Dybde w2 [m]	Vanninnhold [%]	Dybde w3 [m]	Vanninnhold [%]	Dybde[m]	Tyngdetetthet liten ring [kN/m3]	Tyngdetetthet sylinder [kN/m3]	Humus < 2 mm [%]	Humus total [%]	
SW101	0,5	3,6					0,5					Sandig, grusig materiale
SW101	1,5	3,4					1,5					SAND
SW101	2,5	3,5					2,5					SAND, grusig
SW102	6,5	4,7					6,5					SAND, grusig
SW103	0,5	10,7					0,5					Grusig, sandig, siltig materiale
SW103	1,5	20,0					1,5					LEIRE, siltig
SW103	2,5	18,6					2,5					SILT, sandig, leirig
SW104	0,5	14,3					0,5					SILT, sandig, leirig
SW104	1,5	25,6					1,5					LEIRE, siltig, sandig
SW104	2,5	13,2					2,5					SILT, sandig
SW105	0,5	10,8					0,5					Grusig, sandig, siltig, leirig materiale
SW105	1,5	21,8					1,5					SILT, leirig
SW105	2,5	15,3					2,5					SILT, sandig
SW106	0,5	12,1					0,5					Grusig, sandig materiale
SW106	1,5	2,6					1,5					Sandig, grusig materiale
SW106	2,5	2,5					2,5					Sandig, grusig materiale

## EKSEMPEL PÅ LØSMASSEPROFIL MED FORKLARING



### FORKLARING:

1. Jordartsbeskrivelse
2. Dybdeintervall for den aktuelle beskrivelsen
3. Utført spesialforsøk
4. Prøvetakingsmetode
5. Målt vanninnhold i % og konsistensgrenser
6. Plastisitetsindeks (I<sub>p</sub>) i % fra konsistensgrenseforsøk

7. Humusinnhold i % v/ glødetap for materiale < 2 mm (rød skrift angir humusinnhold for den totale prøvemassen)
8. Målt romvekt (γ) i kN/m<sup>3</sup> gjennomsnitt for hele sylinderen (rød skrift angir målt romvekt fra liten ring)
9. Målt udreneret skjærstyrke fra konus og enaksialforsøk
10. Vertikal tøyning i % ved brudd fra enaksialforsøk
11. Omrørt skjærstyrke fra konusforsøk
12. Beregnet sensitivitet (S<sub>v</sub>) fra konusforsøk

### Benyttede teststandarder og utstyr ved våre laboratorieundersøkelser:

Analyse	Standard	Utstyr	Merknad
Generelt, identifisering og klassifisering av jord	NS-EN ISO 14688-1:2018 og 14688-2		
Bestemmelse av vanninnhold	NS-EN ISO 17892-1		
Bestemmelse av romdensitet	NS-EN ISO 17892-2		
Bestemmelse av komdensitet	NS-EN ISO 17892-3		
Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling	NS-EN ISO 17892-4	Retsch AS-200 Hydrometer 152H62 1g/l	
Ødometer, trinnvis belastning	EN ISO 17892-5	GDS instruments	
Ødometer CRS	NS8018	GDS instruments	
Konusforsøk, uomrørt og omrørt	EN ISO 17892-6	UTEST fall cone UTS-0180, semiautomatic penetrometer	
Enaksialt trykkforsøk, Enaks	EN ISO 17892-7	GDS instruments	
Treaksialt forsøk, Ukonsolidert, udrenert	EN ISO 17892-8	GDS instruments	
Treaksialt forsøk, Konsolidert, udrenert CAU	EN ISO 17892-9	GDS instruments	
Permeabilitets forsøk i Treaks og Ødo	EN ISO 17892-11	GDS instruments	
Konusflytgrense, plastisitetsgrense, $I_p$	ISO/TS 17892-12	UTEST fall cone ETM2432	
Humusinnhold ved gløding	ISO 14688-2 2017 4.5 Organic content	Glødeskap Nabertherm B150	
Proctor-komprimering	NS-EN 13286-2	Automatic Soil Compactor	