
RAPPORT

Valldal kvikkleirekartlegging

OPPDRAUGSGIVER

Fjord kommune

EMNE

Datarapport – Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 07.08.2024 / 00

DOKUMENTKODE: 10258791-01-RIG-RAP-001



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

OPPDRAG	Valldal kvikkleirekartlegging	DOKUMENTKODE	10258791-01-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Fjord kommune	OPPDRAGSLEDER	Silje Mordal
KONTAKTPERSON	Terje Systad	UTARBEIDET AV	Magnus Vestad
KOORDINATER	SONE: UTM32 ØST: 409564 NORD: 6908589	ANSVARLIG ENHET	10234072 Seksjon Geoteknikk og Ingeniørgeo M&R
GNR./BNR./SNR.	X / X / X / Valldal		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Fjord kommune for å vurdere områdeskredfaren i sentrumsområdet i Valldal. Multiconsult har i den anledning utført geotekniske grunnundersøkelser for det aktuelle området. Resultatene fra undersøkelsene er presentert i foreliggende rapport.

Utførte grunnundersøkelser i felt omfatter totalsondering i 9 borpunkter, opptak av 11 poseprøver og en 54 mm sylinderprøve. De opptatte prøvene er undersøkt på Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim.

Løsmassene i området er generelt faste og resultatene fra laboratorieundersøkelsene indikerer at løsmassene er grusige, sandige og siltige. Det er påtruffet middels fast leire i ett borpunkt.

00	07.08.2024	Første utkast	MAGV	ARNS	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Formål og bakgrunn	6
1.2	Utførelse	6
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	6
1.4	Innhold og bruk av rapporten	6
2	Områdebeskrivelse	7
2.1	Befaring	7
2.2	Området og topografi	7
3	Geotekniske grunnundersøkelser	9
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	9
3.2	Utførte grunnundersøkelser	9
3.2.1	Feltundersøkelser	9
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	10
4	Grunnforholdsbeskrivelse	11
4.1	Kvartærgeologisk kart	11
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	11
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	12
4.3.1	Generelt	12
4.3.2	Dybde til berg	12
4.3.3	Løsmasser	12
4.3.4	Poretrykk og grunnvann	12
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	13
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	13
5.2	Viktige forutsetninger	13
5.3	Undersøkelses- og prøve kvalitet	13
5.4	Måling av poretrykk	13
5.5	Påvisning av bergnivå	13
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	14
7	Referanser	14

TEGNINGER

10258791-01-RIG-TEG	-000	Oversiktstegning
	-001	Borplan
	-010 til -018	Sonderingsresultat
	-200 til -202	Geotekniske data
	-300 til -302	Korngradering

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 for Valldal i Fjord kommune.

1.1 Formål og bakgrunn

For å avklare faren for områdeskred i sentrumsområdet i Valldal har Multiconsult utført grunnundersøkelser for Fjord kommune.

1.2 Utførelse

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

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

Undersøkelsene ble utført av Multiconsult med hydraulisk borerigg av typen Geotech 605 FM i mars 2024. Alle kotehøyder refererer til NN2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem ETRS89 UTM sone 32N med DGPS-utstyr med nøyaktighet for xyz-koordinatene ± 10 cm.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim.

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 [3] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [6].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [6] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [2].

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.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Befaring

Borpunktene er plassert på bakgrunn av befaring foretatt i forkant av undersøkelsene.

2.2 Området og topografi

Elven Valdøla går gjennom Valldal sentrum fra nord mot sør og har utløp i Norddalsfjorden (Figur 1).

Terrenget langs elven og utløpet er relativt flatt mens det i øst og vest går bratte fjell.

Undersøkelsesområdet preges ellers av definerte elvterrasser i terrenget. Fra historiske flyfoto (Figur 2) kan man anta at sørdelen av Valldal ligger på fyllmasser over elveavsetninger.

Like nord for Valldal sentrum ligger Syltemoa sandtak.



Figur 1 Oversiktsbilde Valldal hentet fra Norge i bilder



Figur 2 Oversiktsbilde Valldal 1965 (venstre) 1976 (høyre) hentet fra Norge i bilder

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det er utført en relevant prøvegraving i Valldal. Prøvegravingen ble utført i sammenheng med utbygging av nye leiligheter. Det ble gravd i en dybde på omtrent 1,5 m under terreng. Løsmassene ble antatt å bestå av sand, silt og grus.

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på borplan
[9]	416054-RIG-NOT-001	Multiconsult	2013	Valldal høvleri AS	Grande garden, Valldal. Geotekniske grunnundersøkelser, rådgivning	Nei

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 9 stk. totalsonderinger
- 3 stk. prøveserie med 11 poseprøver og en 54 mm sylinterprøve (stål)

Borpunktene plassering er vist på borplan, se tegning 10258791-01-RIG-TEG-001. Utskrifter av totalsonderinger er vist på tegning 10258791-01-RIG-TEG-010 t.o.m. -018.

Koordinatsystem og utførte grunnundersøkelser med tilhørende koordinater er vist i Tabell 3-2 og Tabell 3-3.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 3-3: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	Nord (X)	Øst (Y)	Kote (Z)		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
BP-1	6908502,0	409316,2	0,6	TOT	30,3	-	30,3	
BP-2	6908549,7	409896,4	2,6	TOT	29,9	-	29,9	
BP-3	6908743,5	409783,1	7,6	TOT	31,8	-	31,8	
BP-4	6908805,3	409933,8	9,2	TOT	31,2	-	31,2	
BP-5	6908872,2	409624,3	3,0	TOT	30,2	-	30,2	
BP-6	6908929,0	409390,9	28,9	TOT	30,3	-	30,3	
BP-7	6909353,8	409366,5	35,1	TOT	19,7	6,9	26,6	Tolket berg redigert i geosuite fra 26,6 m til 23,7 m
BP-8	6908883,5	409736,2	10,0	TOT	31,8	-	31,8	
BP-9	6909032,7	409752,6	28,8	TOT	31,3	-	31,3	

TOT=Totalsondering, DTR=Dreietrykksondering, CPTU=Trykksondering, PZ=Poretrykksmåling, PR=Prøveserie

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved rutineundersøkelse av sylinderprøve er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold, tyngdetetthet, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene hvis relevant. Rutineundersøkelse av poseprøver innebærer kun visuell beskrivelse.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 6 poseprøver
- Rutineundersøkelser av 1 sylinderprøve (54 mm)
- Korngradering av 3 poseprøver
- Korngradering av 1 sylinderprøve (54 mm)
- Konsistensgrense av 1 sylinderprøve (54 mm)

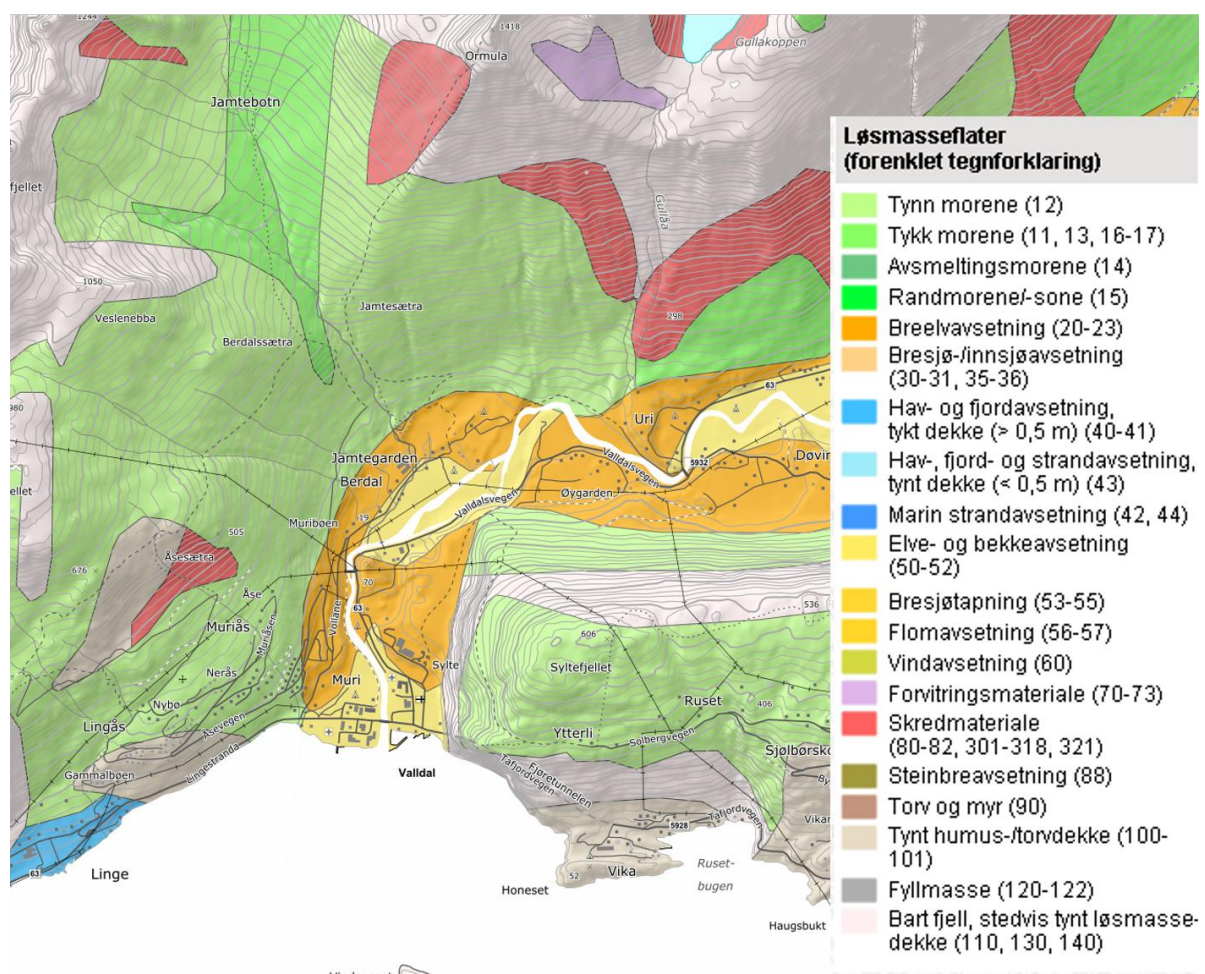
Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning -200 tom. -202. Korngraderingen fra prøvene er presentert i tegning 300 – 302.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kwartærgeologisk kart

Figur 3 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i Valldal i hovedsak består av brelvavsetninger og elve- og bekkeavsetninger med tilstøtende områder av morenemasser og hav- fjordavsetninger.

Det kvartærgeologiske kartgrunlaget 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. Kartutsnittet i Figur 3 har en egnet målestokk på 1:250 000. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 3 Kwartærgeologisk kart over området. Hentet fra NGU [5]

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas[7] er det ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området.

Hele området ligger under marin grense (Figur 4), og man kan dermed ikke utelukke forekomster av marin leire.



Figur 4 Kartutsnitt med marin grense (blått) hentet fra NVE Atlas [7]

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

Løsmassene i området er relativt faste og resultatene fra laboratorieforsøk indikerer at massene generelt er grusig, sandig og siltige. Med unntak av boringene i BP-1-2-3, er det benyttet økt rotasjon og spyling i omtrent hele dybden ved alle boringene.

Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap.5.

4.3.2 Dybde til berg

Det er kun boret til antatt berg i borpunkt BP-7. Dybden til antatt berg i borpunkt BP-7 er på 23,7 m.

De resterende borpunktene er stoppet ved en dybde på omtrent 30 m uten påtruffet berg.

4.3.3 Løsmasser

Poseprøvene fra BP-3 er hentet fra dybdene 1,0 – 2,5 m, 2,5 – 4,0 m og 5,7 – 6,0 m.

Laboratorieforsøkene indikerer at massene er sandig grusig materiale, med et vanninnhold på mellom 3,7 – 6,5 %. Poseprøvene fra BP-5 er hentet fra dybden 3,0 – 6,0 m. Laboratorieforsøkene indikerer at massene er grusig, sandig og grusig, sandig, siltig materiale, med et vanninnhold mellom 10,6 – 13,0 %.

Prøvene hentet fra BP-7-PR er hentet fra dybdene 0,0 – 1,0 m og 0,5 – 1,3 m. Laboratorieforsøkene indikerer at løsmassene består av et lag med siltig leire og sandig, leirig silt. Leiren har et vanninnhold på mellom 25 – 46 %. Konusforsøk viser udrenert skjærfasthet mellom 28 – 37 kPa og leiren kan klassifiseres som middels fast. Konusforsøk på omrørte prøver viser omrørt skjærfasthet mellom 2 – 5 kPa. Tilhørende sensitivitet er i størrelsesorden 6 – 18. Leiren kan klassifiseres som middels sensitiv og grenser mot lite sensitiv.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det ble ikke utført poretrykksmåling ved undersøkelsene.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det er beskrevet avvik av standard prøvetakingsprosedyre. Grunnet store blokker var det ikke mulig å utføre naverprøver i borpunkt BP-7. Det ble tatt opp prøver nordøst fra punktet BP-7, angitt som BP-7-PR på tegning 001. Poseprøvene ble gravd frem med spade og det ble manuelt skjært ut en sylinderprøve.

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 Undersøkelles- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt med siltinnhold.

Ved opptak av poseprøver med naver gjennom grusige masser og masser med høyt innhold av større stein kan det være vanskelig å få en representativ poseprøve da større fraksjoner faller av naveren ved opptak.

5.4 Måling av poretrykk

Det ble ikke målt poretrykk i dette oppdraget.

5.5 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 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

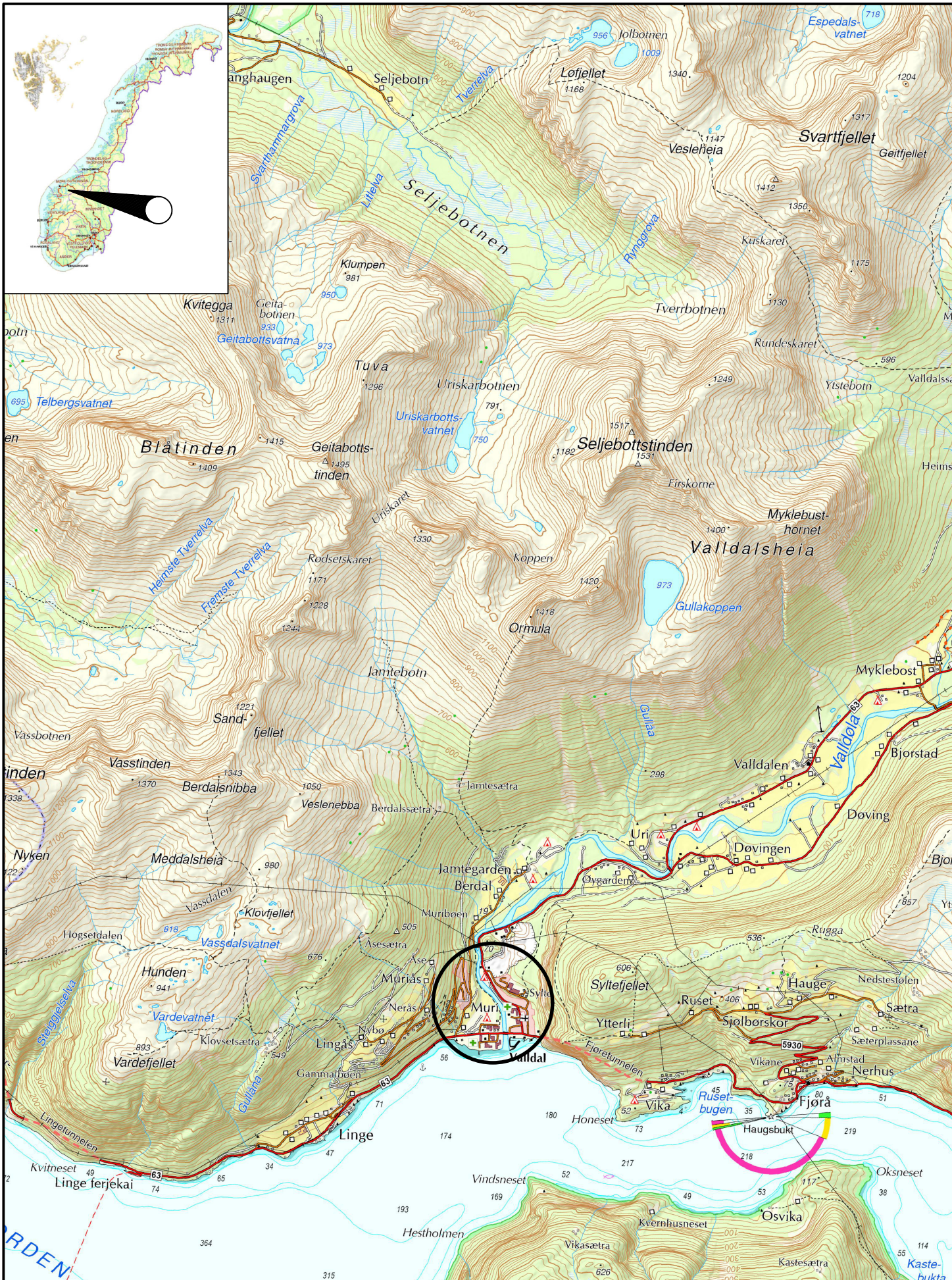
Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

- 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.
- [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
- [8] Norge i bilder: <https://www.norgeibilder.no/>
- [9] Multiconsult, «416054-RIG-NOT-001 – Grande garden, Valldal. Geotekniske grunnundersøkelser, rådgivning»



Multiconsult www.multiconsult.no	Fjord kommune		Status	Godkjent	Fag	RIG	Format	A4	Dato	2024-08-07
	Valldal - kvikkleirekartlegging		Konstr./Tegnet	MAGV	Kontrollert	ARNs	Godkjent	HAN	Målestokk	1:50 000
	Oversiktskart		Oppdragsnr.	10258791-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-000		Rev.	00	



TEGNFORKLARING:

● DREIESONDERING	⊙ PRØVESERIE	⊕ PORETRYKKMÅLING
○ ENKEL SONDERING	□ PRØVEGROP	⊖ KJERNEBORING
▼ RAMSONDERING	◆ DREIETRYKKSONDERING	⊗ FJELLKONTROLLBORING
▽ TRYKKSONDERING	⊠ SKRUPLATEFORSØK	⚡ BERG I DAGEN
⊕ TOTALSONDERING	+ VINGEBORING	

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA GEONORGE
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, UTM 32N
 HØYDEREFERANSE: NN2000

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

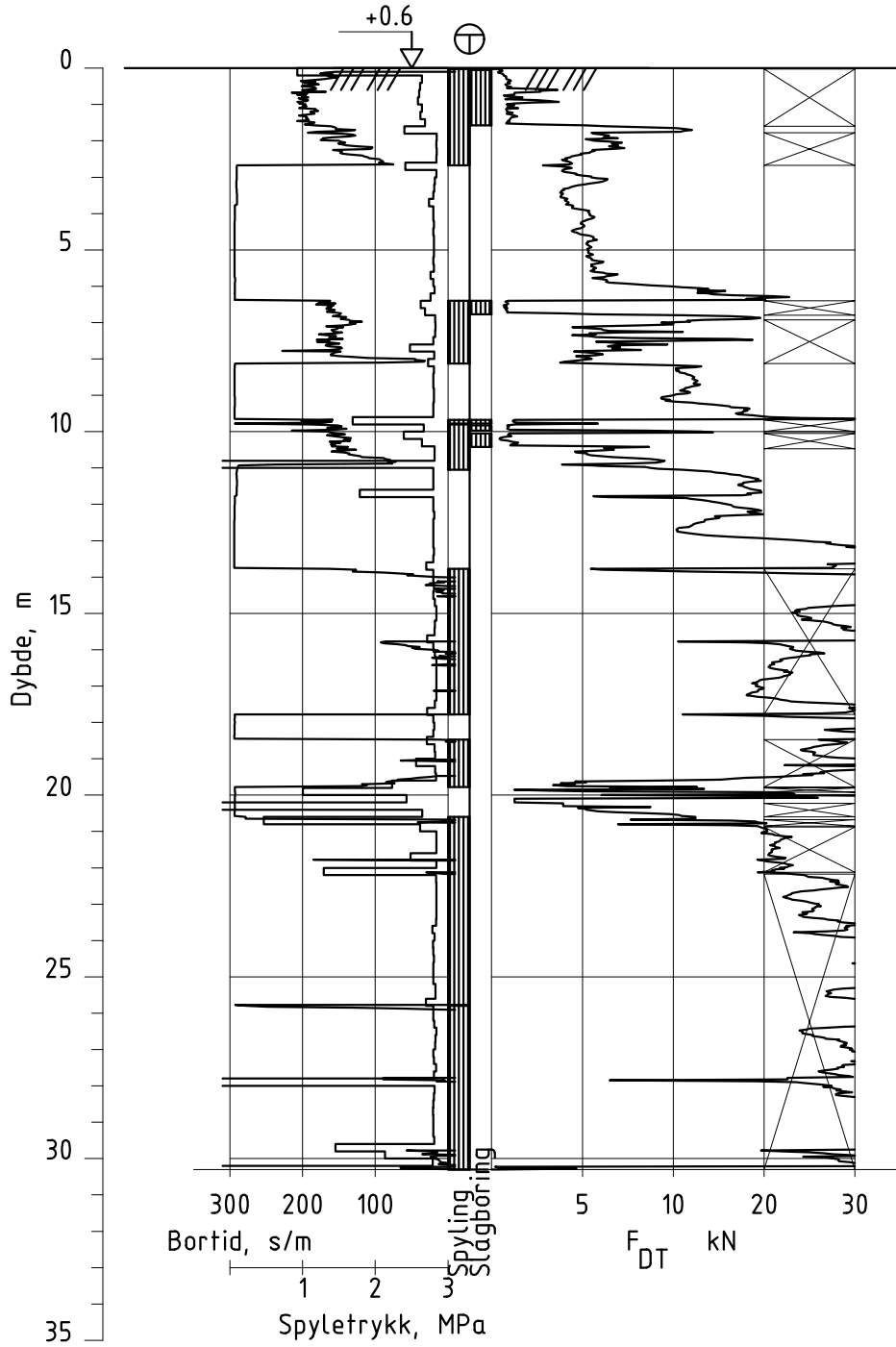
00	Første utgave	2024-08-07	MAGV	ARNS	CRH
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
 Valldal - kvikkleirekartlegging
 Borplan

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2024-08-07
Konstr./Tegnet	MAGV	Kontrollert	ARNS	Godkjent	HAN	Målestokk	1:5000
Oppdragsnr.	10258791-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-001	Rev.	00		

BP-1



Dato boret :03.04.2024

Posisjon: X 6908501.97 Y 409316.17

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
Valldal - kvikkleirekartlegging
Totalsonderinger

Status Godkjent

Konstr./Tegnet MAGV

Oppdragsnr. 10258791-01

Fag RIG

Kontrollert ARNS

Tegningsnr. RIG-TEG-010

Format A4

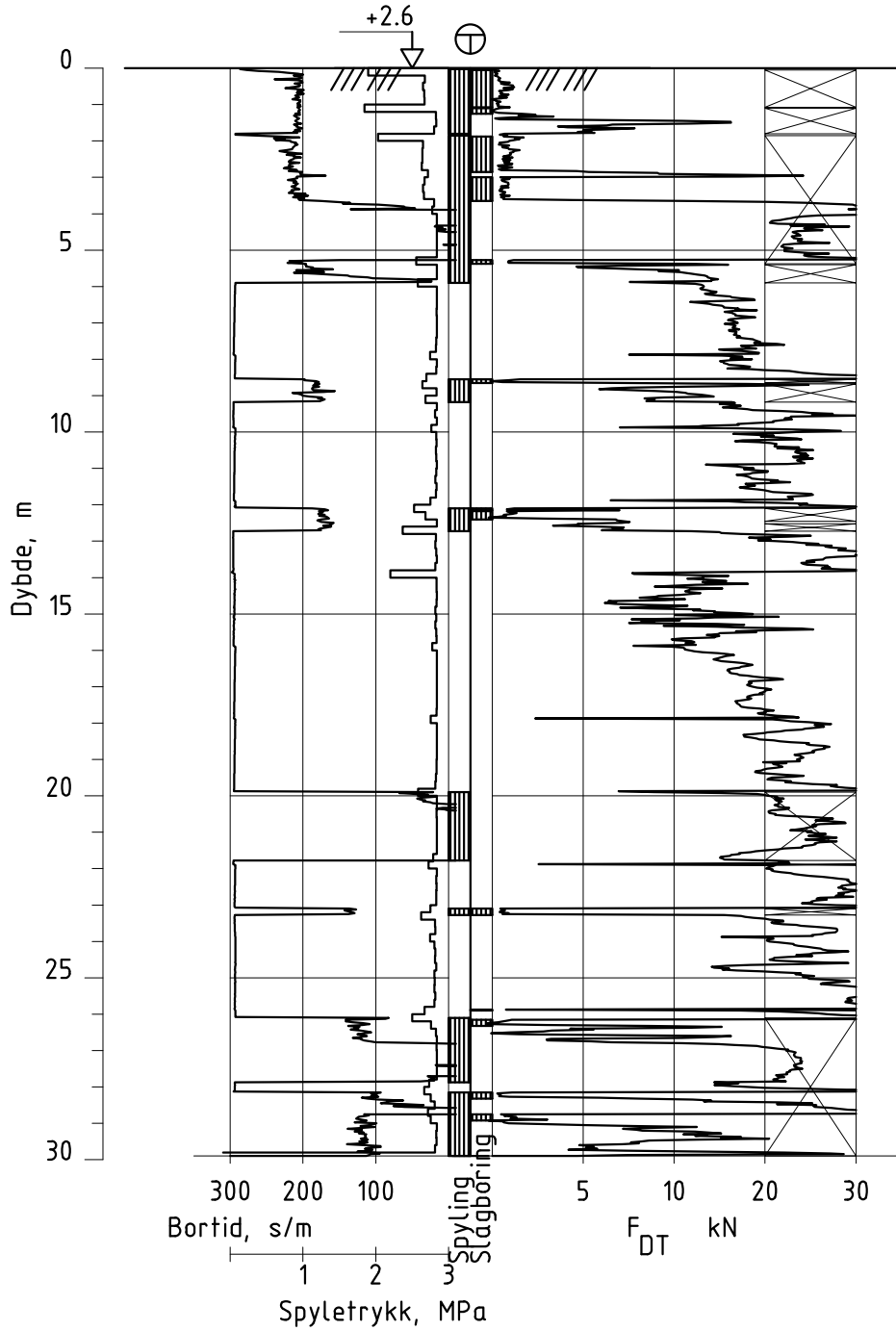
Godkjent HAN

Rev. 00

Dato 2024-08-07

Målestokk 1:200

BP-2



Dato boret :04.04.2024

Posisjon: X 6908549.68 Y 409896.41

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
Valldal - kvikkleirekartlegging
Totalsonderinger

Status Godkjent
Konstr./Tegnet MAGV

Fag RIG
Kontrollert ARNS

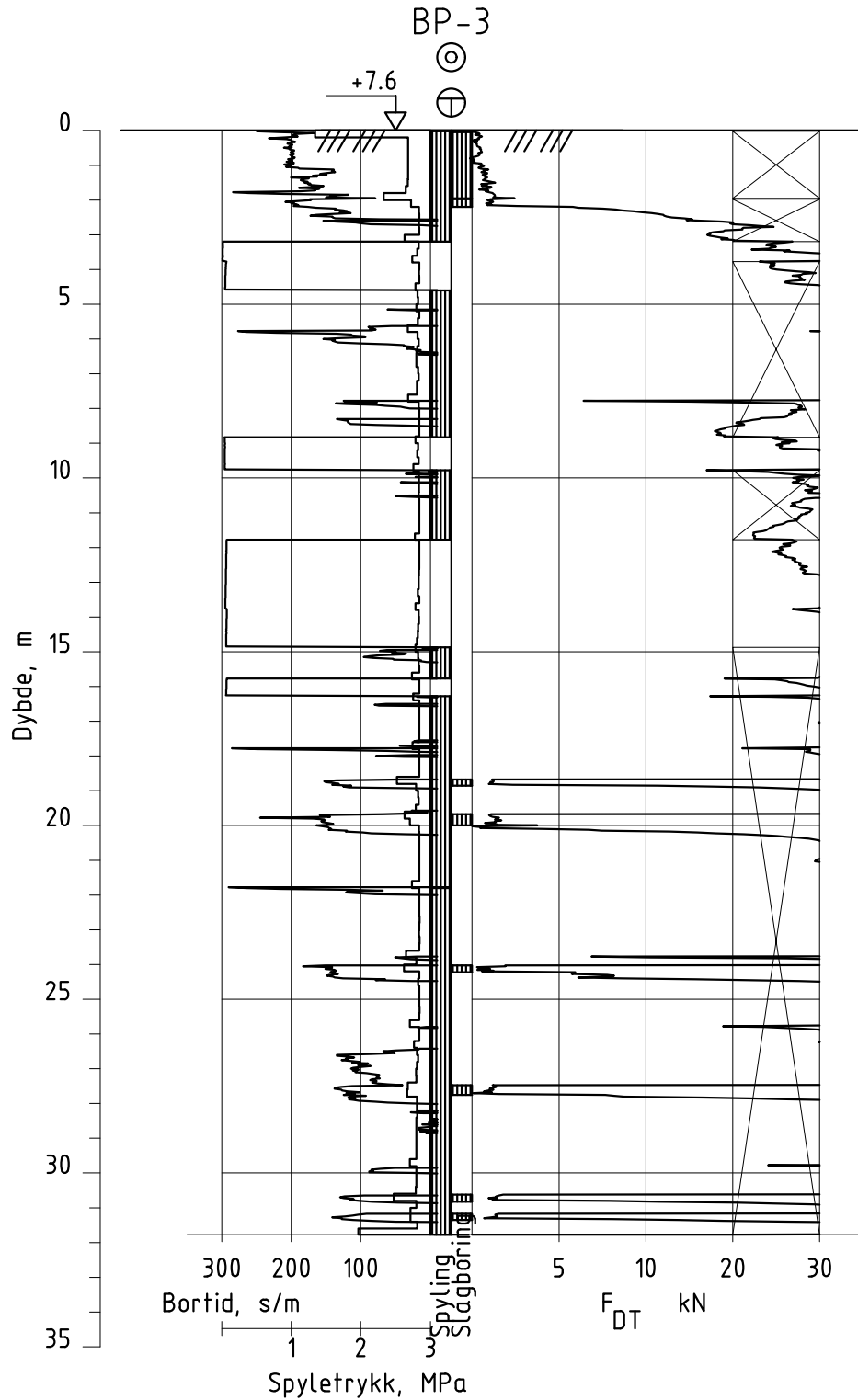
Format A4
Godkjent HAN

Dato 2024-08-07
Målestokk 1:200

Oppdragsnr. 10258791-01

Tegningsnr. RIG-TEG-011

Rev. 00



Dato boret :04.04.2024

Posisjon: X 6908743.47 Y 409783.12

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
Valldal - kvikkleirekartlegging
Totalsonderinger

Status Godkjent

Konstr./Tegnet MAGV

Oppdragsnr. 10258791-01

Fag RIG

Kontrollert ARNS

Tegningsnr. RIG-TEG-012

Format A4

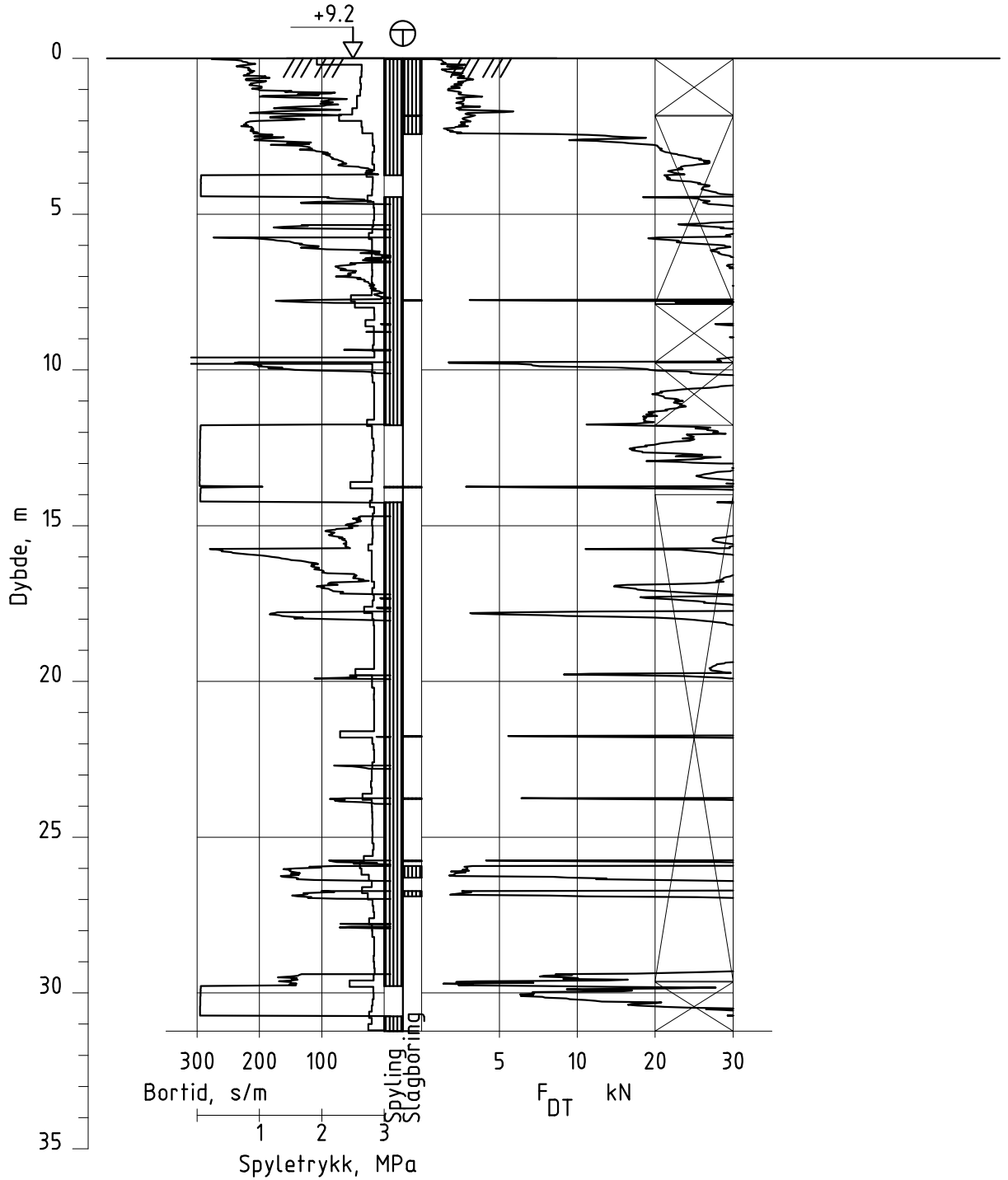
Godkjent HAN

Rev. 00

Dato 2024-08-07

Målestokk 1:200

BP-4



Dato boret :04.04.2024

Posisjon: X 6908805.27 Y 409933.78

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
Valldal - kvikkleirekartlegging
Totalsonderinger

Status Godkjent

Konstr./Tegnet MAGV

Oppdragsnr. 10258791-01

Fag RIG

Kontrollert ARNS

Tegningsnr. RIG-TEG-013

Format A4

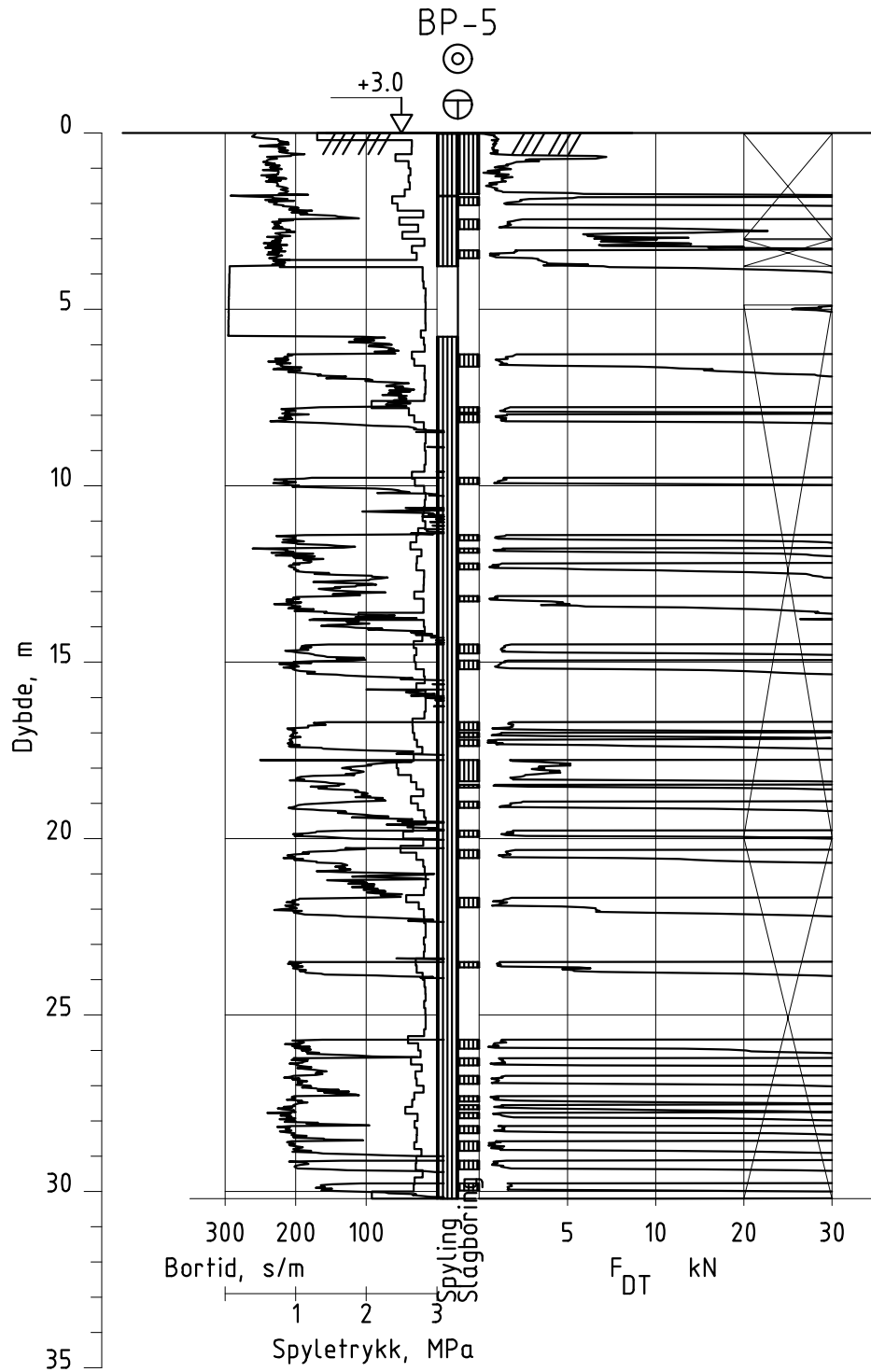
Godkjent HAN

Rev. 00

Dato 2024-08-07

Målestokk 1:200

00



Dato boret :09.04.2024

Posisjon: X 6908872.25 Y 409624.34

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
Valldal - kvikkleirekartlegging
Totalsonderinger

Status Godkjent

Konstr./Tegnet MAGV

Oppdragsnr. 10258791-01

Fag RIG

Kontrollert ARNS

Tegningsnr. RIG-TEG-014

Format A4

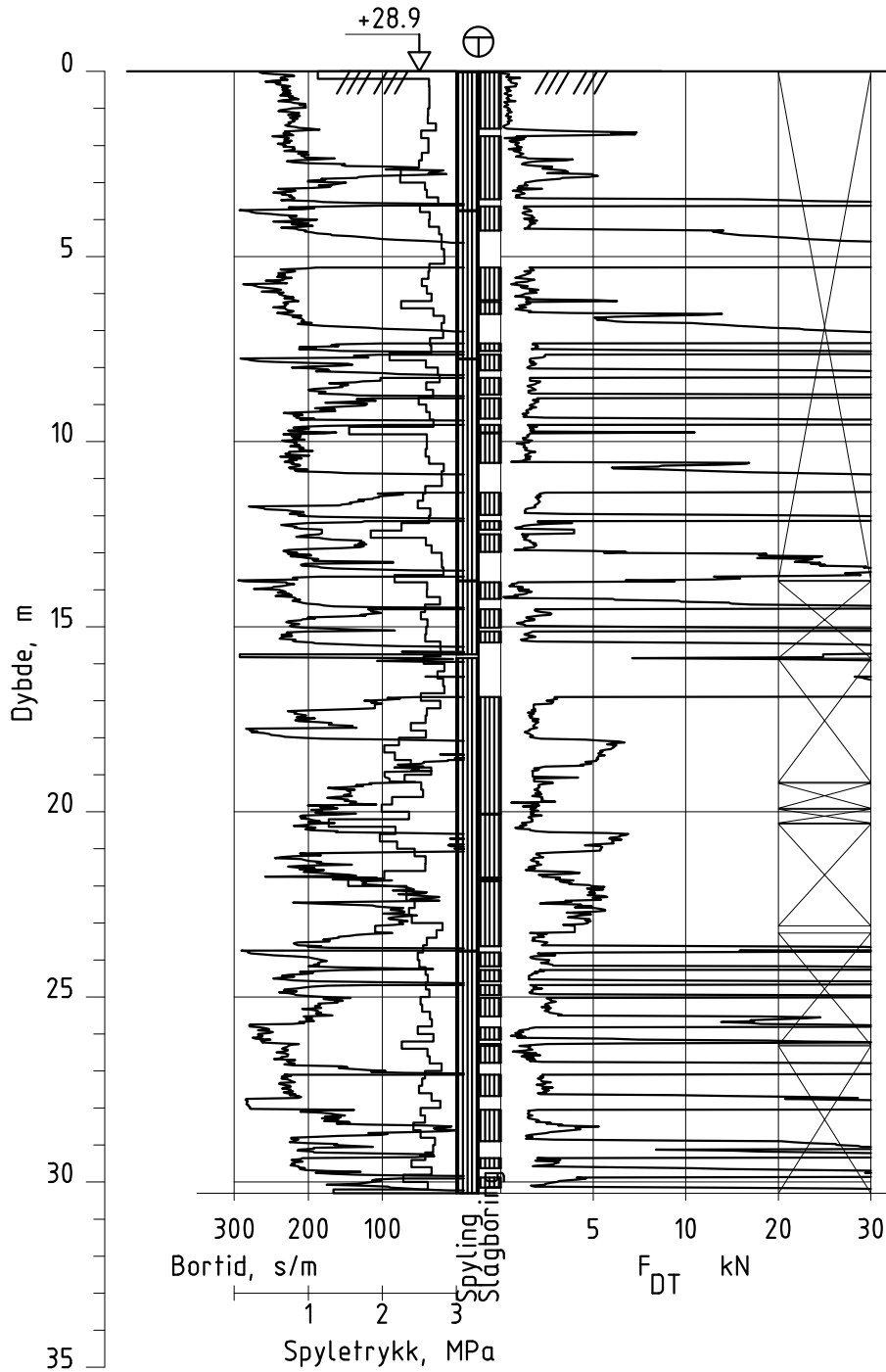
Godkjent HAN

Rev. 00

Dato 2024-08-07

Målestokk 1:200

BP-6



Dato boret :08.04.2024

Posisjon: X 6908929.04 Y 409390.89

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
Valldal - kvikkleirekartlegging
Totalsonderinger

Status Godkjent

Konstr./Tegnet MAGV

Oppdragsnr. 10258791-01

Fag RIG

Kontrollert ARNS

Tegningsnr. RIG-TEG-015

Format A4

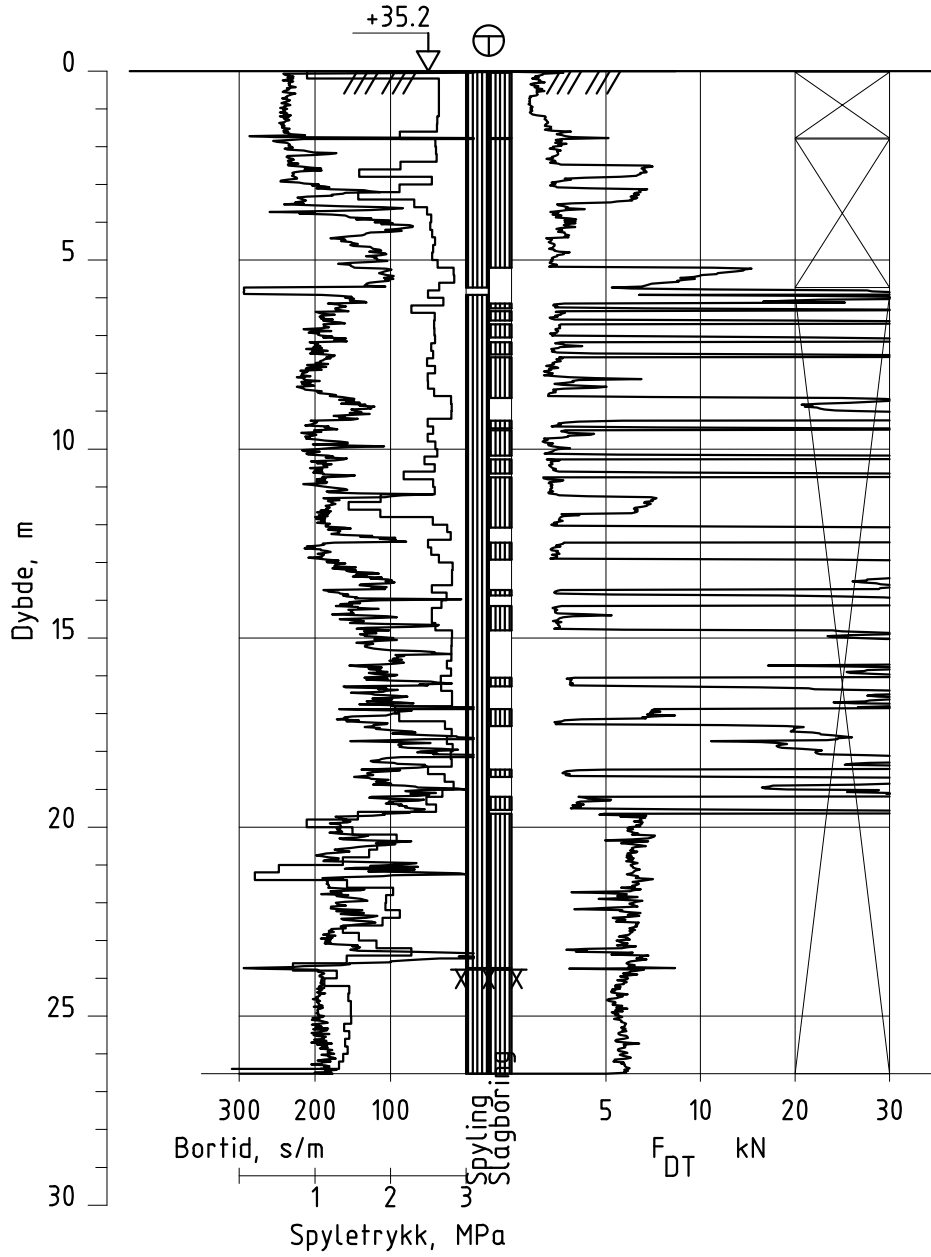
Godkjent HAN

Rev. 00

Dato 2024-08-07

Målestokk 1:200

BP-7



Dato boret :08.04.2024

Posisjon: X 6909353.79 Y 409366.53

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
Valldal - kvikkleirekartlegging
Totalsonderinger

Status Godkjent

Konstr./Tegnet MAGV

Oppdragsnr. 10258791-01

Fag RIG

Kontrollert ARNS

Tegningsnr. RIG-TEG-016

Format A4

Godkjent HAN

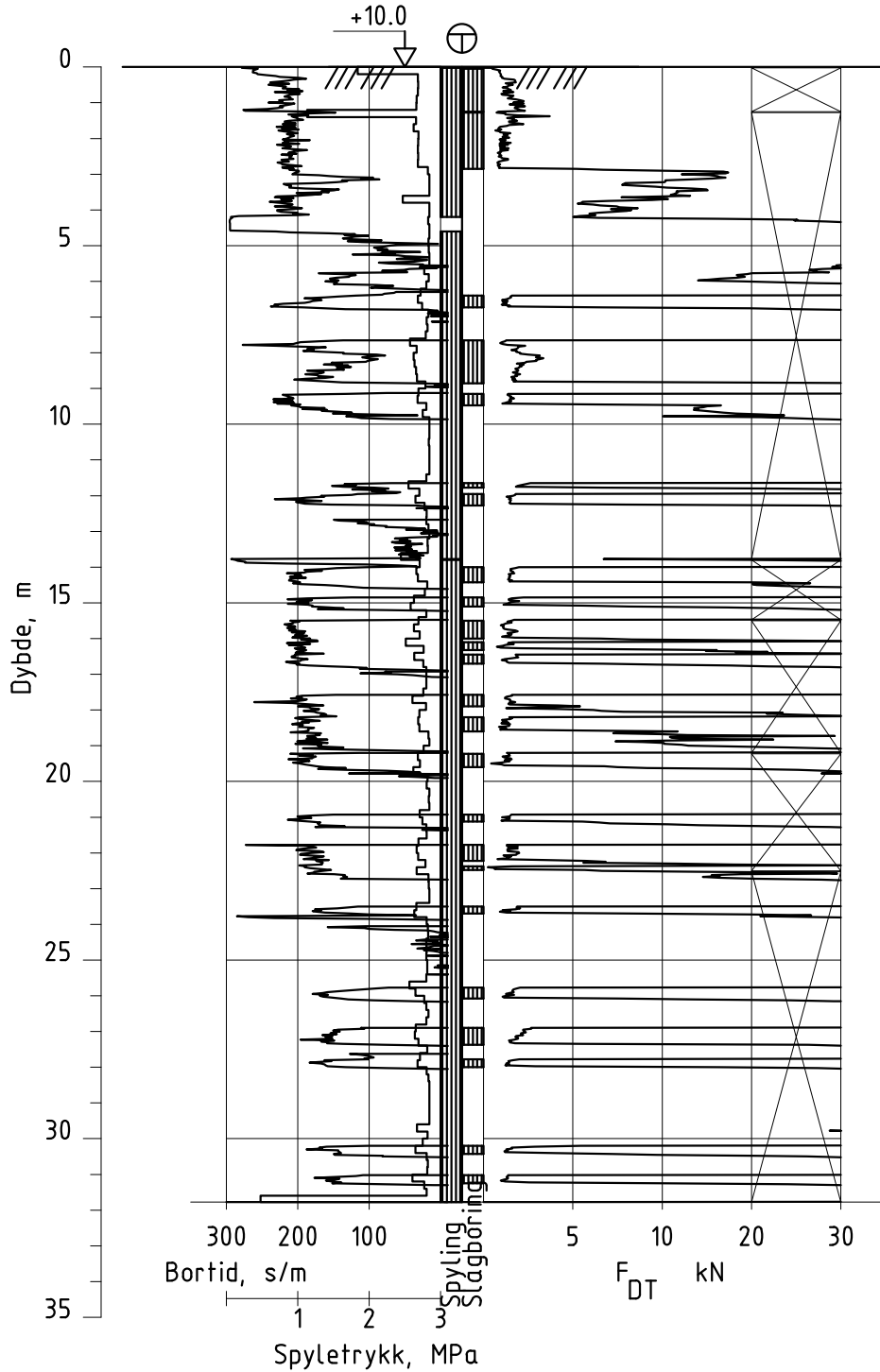
Rev. 00

Dato 2024-08-07

Målestokk 1:200

Rev. 00

BP-8



Dato boret :04.04.2024

Posisjon: X 6908883.45 Y 409736.17

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
Valldal - kvikkleirekartlegging
Totalsonderinger

Status Godkjent

Konstr./Tegnet MAGV

Oppdragsnr. 10258791-01

Fag RIG

Kontrollert ARNS

Tegningsnr. RIG-TEG-017

Format A4

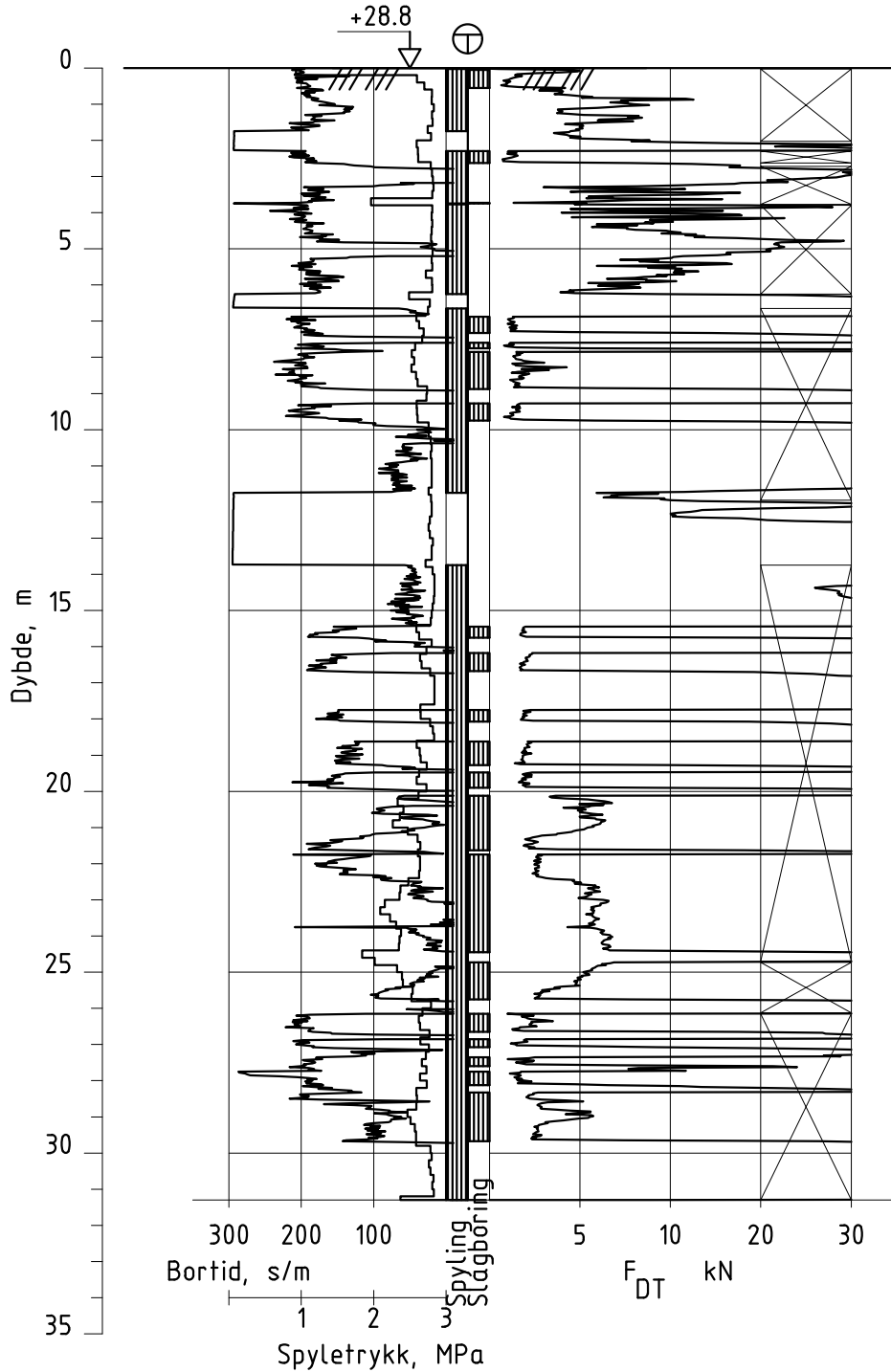
Godkjent HAN

Rev. 00

Dato 2024-08-07

Målestokk 1:200

BP-9



Dato boret :04.04.2024

Posisjon: X 6909032.67 Y 409752.55

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fjord kommune
Valldal - kvikkleirekartlegging
Totalsonderinger

Status Godkjent

Konstr./Tegnet MAGV

Oppdragsnr. 10258791-01

Fag RIG

Kontrollert ARNS

Tegningsnr. RIG-TEG-018

Format A4

Godkjent HAN

Rev. 00

Dato 2024-08-07

Målestokk 1:200

Dybde	Jordart	Kt.	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S_t (-)
					0	10	20	30	40				50	60	0	10	20	
0																		
1	MATERIALE, sandig, grusig			K	○													
2																		
3	MATERIALE, sandig, grusig			K	○													
4																		
5	SAND, grusig				○													
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		

Symboler:

Grunnvannstand:
Borbok:

T: Treaksialforsøk
Ø: Ødometerforsøk
K: Korngradering

ρ Densitet
 ρ_s Korndensitet
Org. Organisk innhold
 S_t Sensitivitet

○ Vanninnhold
— Plastisitetsindeks (I_p)

▽ Uomrørt konus
▼ Omrørt konus
Enaksialforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd)

Fjord kommune

Valldal kvikkleirekartlegging

Multiconsult

Prøveserie

V1.17.3 19.04.2024

Utarbeidet

REGR

Borpunkt

BP-3

Oppdragsnummer

10258791

Kontrollert

VT

Dato

19.04.2024

Tegningsnummer

RIG-TEG-200

Godkjent

SILM

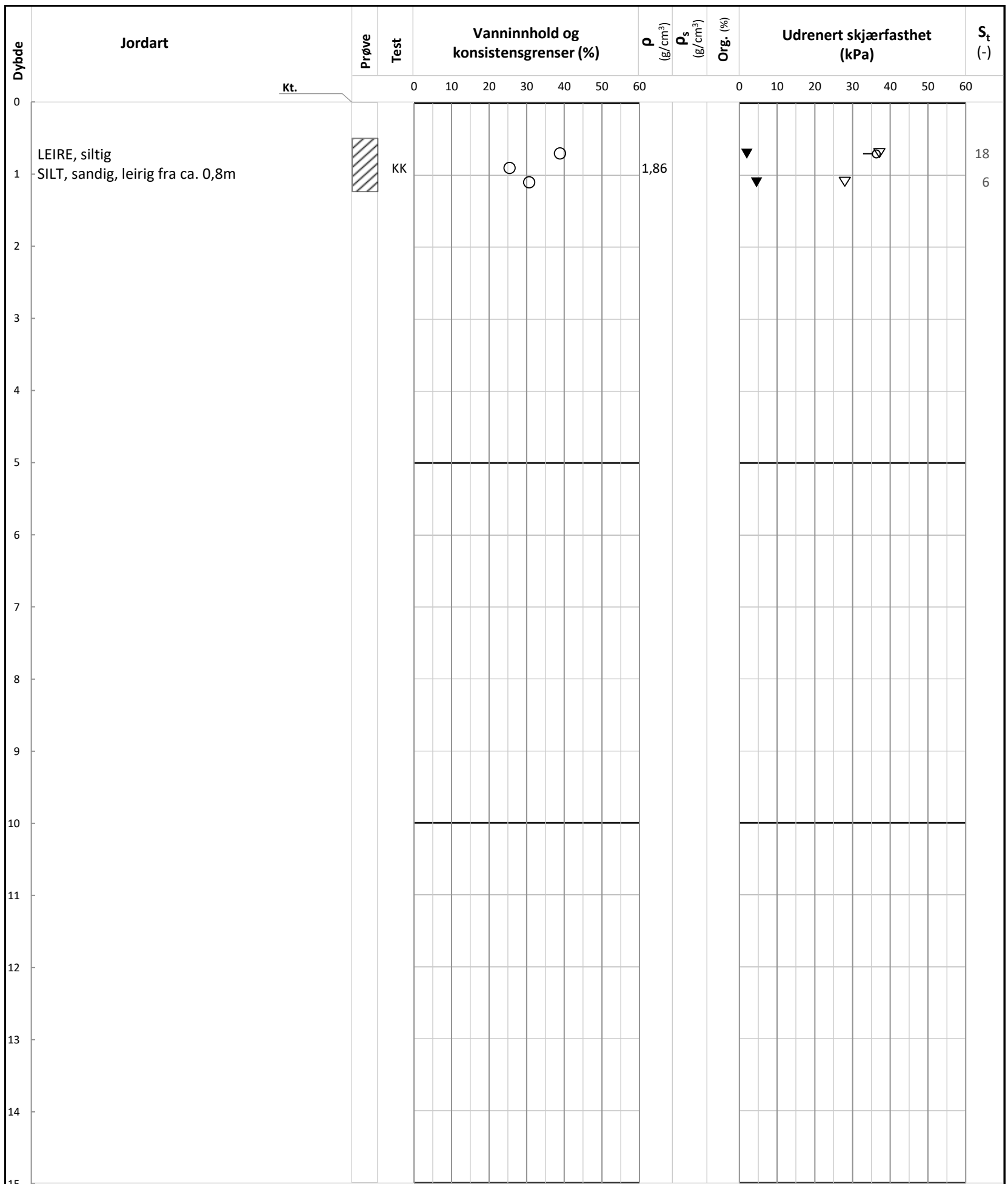
Revisjon

00

Dybde	Jordart	Kt.	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)						ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S_t (-)
					0	10	20	30	40	50				60	0	10	20	30	40	
0																				
1																				
2																				
3																				
4	MATERIALE, grusig, sandig, siltig			K	○															
5	MATERIALE, grusig, sandig				○															
6	MATERIALE, grusig, sandig				○															
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				

Symboler:	T: Treaksialforsøk	ρ Densitet	○ Vanninnhold	▽ Uomrørt konus
	Ø: Ødometerforsøk	ρ_s Korndensitet		▼ Omrørt konus
Grunnvannstand:	K: Korngradering	Org. Organisk innhold	— Plastisitetsindeks (I_p)	 Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)
Borbok:		S_t Sensitivitet		

Fjord kommune	Utarbeidet REGR	Kontrollert VT	Godkjent SILM
Valldal kvikleirekartlegging	Borpunkt BP-5	Dato 29.04.2024	Revisjon 00
Multiconsult	Oppdragsnummer 10258791		Tegningsnummer RIG-TEG-201
	Prøveserie V.1.17.3 19.04.2024		



Symboler:

- T: Treaksialforsøk
- Ø: Ødometerforsøk
- K: Korngradering

Grunnvannstand:
Borbok:

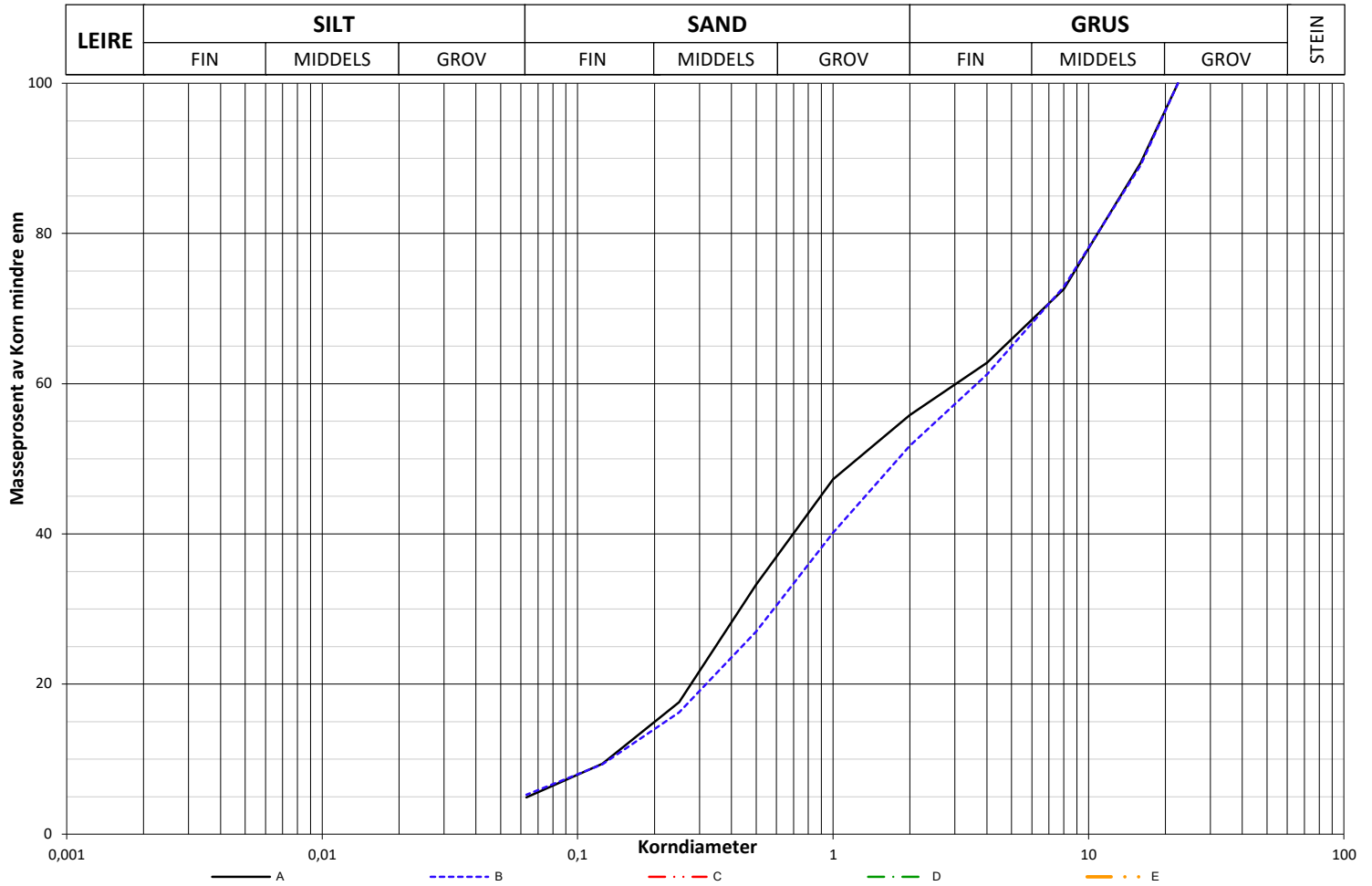
- ρ Densitet
- ρ_s Korndensitet
- Org. Organisk innhold
- S_t Sensitivitet

- Vanninnhold
- Plastisitetsindeks (I_p)

- ▽ Uomrørt konus
- ▼ Omrørt konus
- Enaksialforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd)

Fjord kommune	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	REGR	VT	SILM
Valldal kvikleirekartlegging	Borpunkt	Dato	Revisjon
	BP-7-PR	19.04.2024	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Prøveserie V1.17.3 19.04.2024	10258791	RIG-TEG-202

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	BP-3	1,0-2,5	MATERIALE, sandig, grusig		X		
B	BP-3	2,5-4,0	MATERIALE, sandig, grusig		X		
C							
D							
E							



METODE:

TS = Tørrsikt VS = Våtsikt HYD = Hydrometer

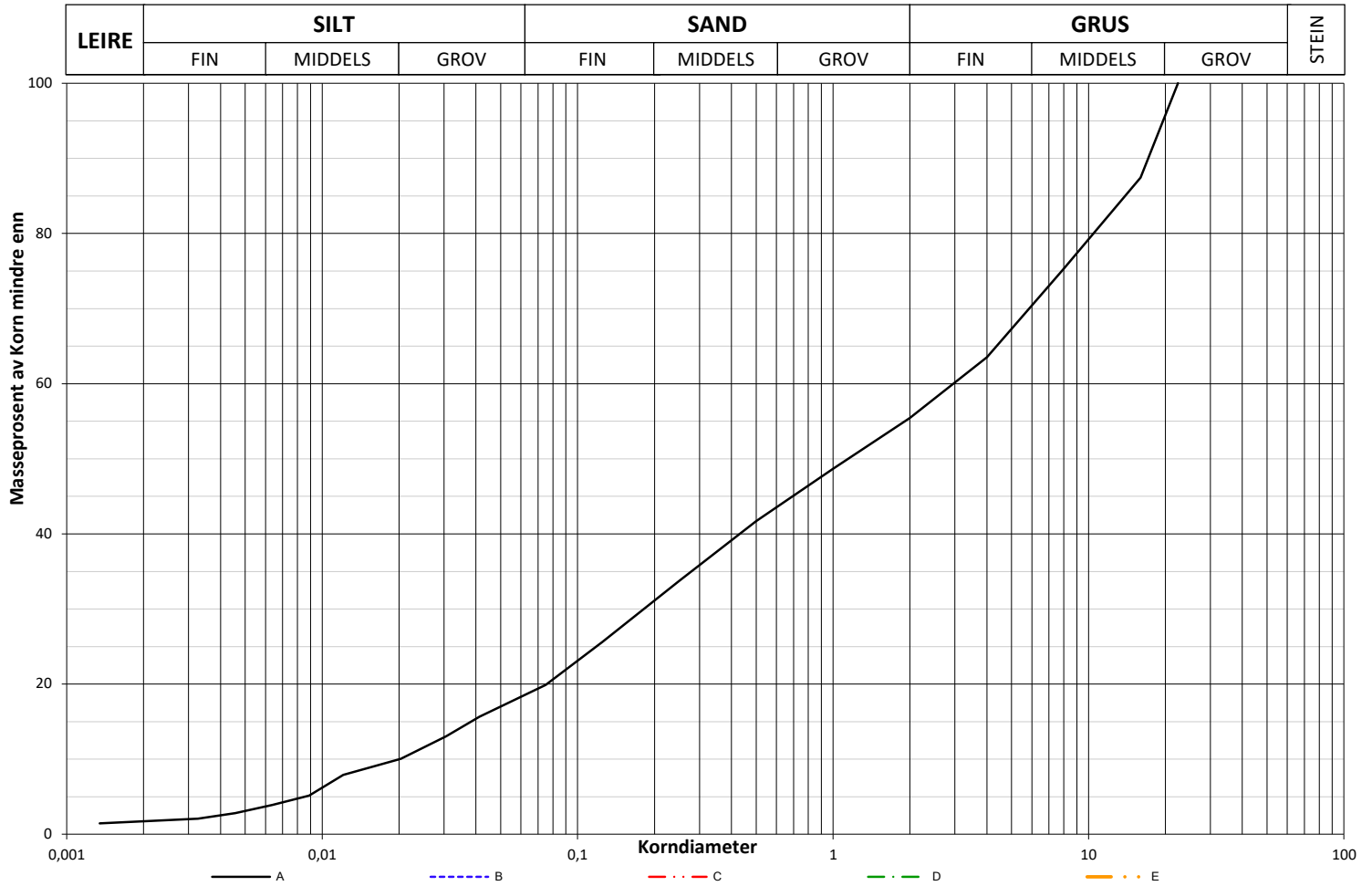
*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Glødetap %	**Telegruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A	6,5		T1			14,3	55,8	44,2	0,1345	0,4478	1,3175	3,2012	
B	3,7		T1			13,5	51,7	48,3	0,1374	0,6139	1,8501	3,7383	
C													
D													
E													

Fjord kommune		Utarbeidet REGR	Kontrollert VT	Godkjent SILM
Valldal kvikkleirekartlegging		Borpunkt BP-3	Dato 19.04.2024	Revisjon 0
Multiconsult	Korngradering <small>V.1.17.8 23.11.2023</small>	Oppdragsnummer 10258791		Tegningsnummer RIG-TEG-300

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	BP-5	3,0-4,0	MATERIALE, grusig, sandig, siltig		X	X	
B							
C							
D							
E							



METODE:

TS = Tørrsikt VS = Våtsikt HYD = Hydrometer

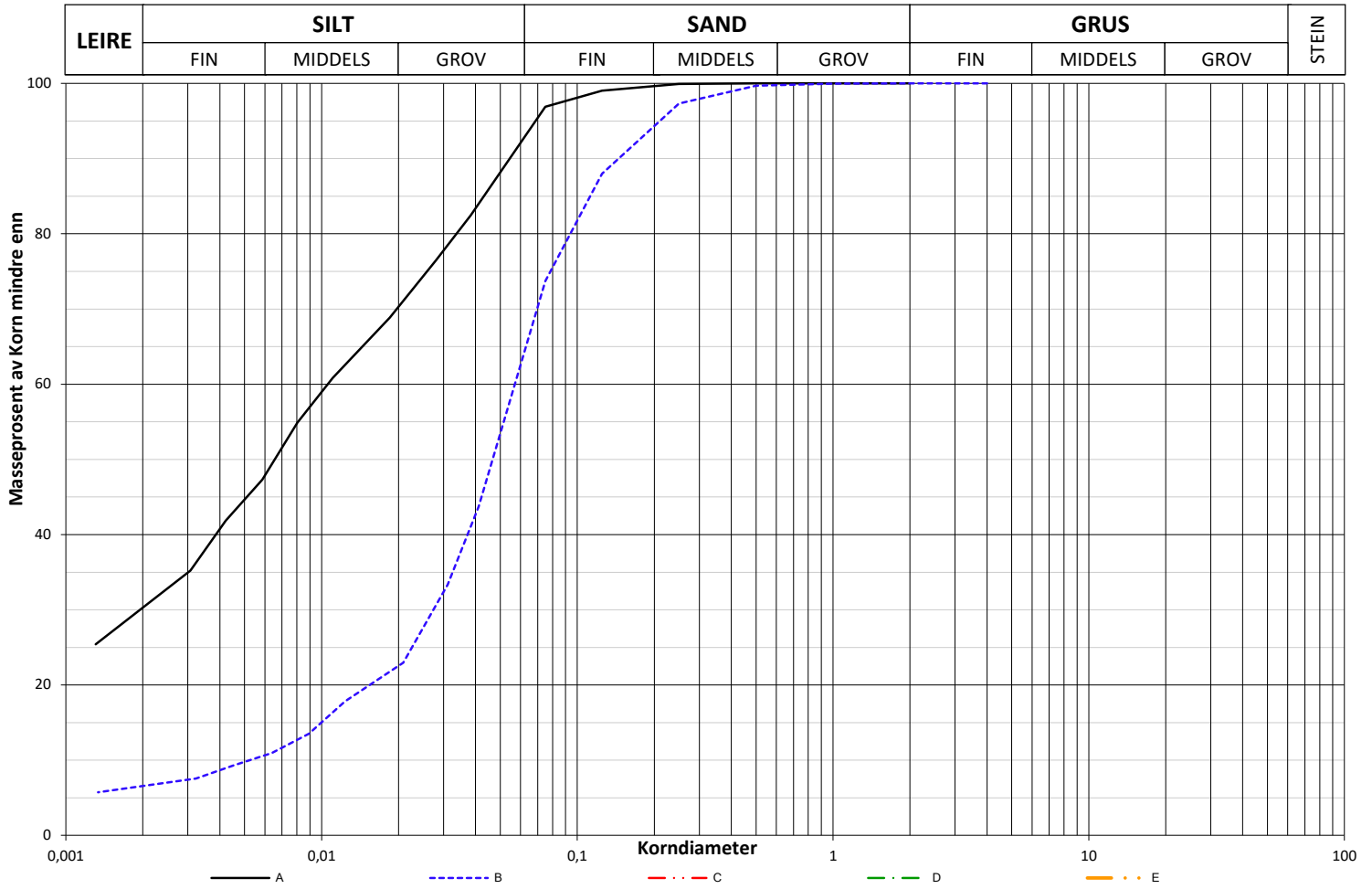
*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Gløde- tap %	**Tele- gruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A	10,6		T2	1,7	10,0	30,5	16,4	37,3	44,6	0,0200	0,1925	1,1961	3,1287
B													
C													
D													
E													

Fjord kommune	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	REGR	VT	SILM
Valldal kvikkleirekartlegging	Borpunkt	Dato	Revisjon
	BP-5	29.04.2024	0
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Korngradering	10258791	RIG-TEG-301

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	BP-7-PR	0,6	LEIRE, siltig		X		X
B	BP-7-PR	0,8	SILT, sandig, leirig		X		X
C							
D							
E							



METODE:



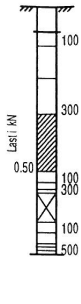
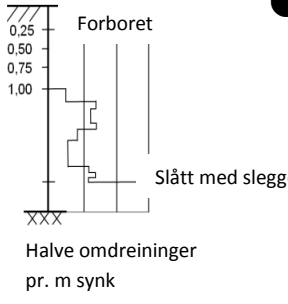
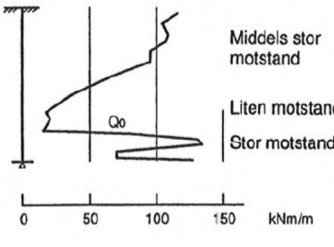
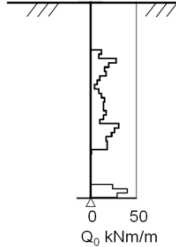
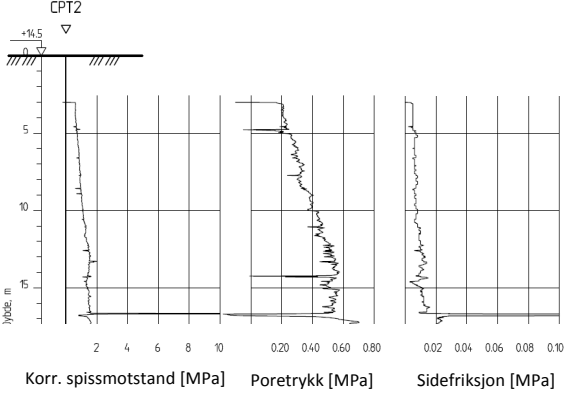
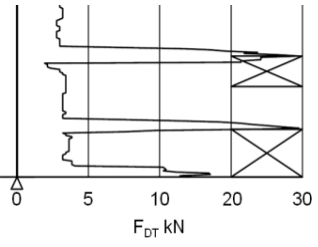
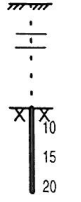
TS = Tørssikt VS = Våtsikt HYD = Hydrometer

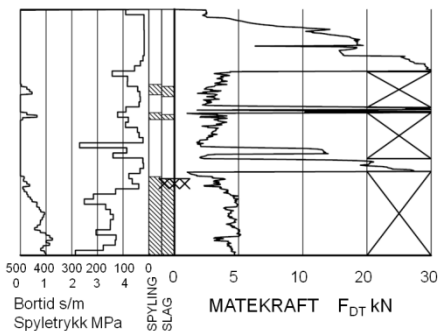
*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Glødetap %	**Telegruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A	38,9		T4	29,3	70,1	99,6	61,5	8,6		0,0021	0,0066	0,0106	
B	25,5		T4	6,4	22,5	93,6	54,8	38,7	0,0	0,0053	0,0278	0,0483	0,0595
C													
D													
E													

Fjord kommune	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	REGR	VT	SILM
Valldal kvikkleirekartlegging	Borpunkt	Dato	Revisjon
	BP-7-PR	02.05.2024	0
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Korngradering	10258791	RIG-TEG-302

 <p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>  <p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>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».</p>
 <p>Forboret</p> <p>Middels stor motstand</p> <p>Meget liten motstand</p> <p>Meget stor motstand</p> <p>Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>  <p>Forboret</p> <p>0,25</p> <p>0,50</p> <p>0,75</p> <p>1,00</p> <p>Slått med slegge</p> <p>Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p>DREIESONDERING</p> <p>Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.</p> <p>Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$-omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.</p>
 <p>Middels stor motstand</p> <p>Liten motstand</p> <p>Stor motstand</p> <p>0 50 100 150 kNm/m</p>  <p>0 50 kNm/m</p> <p>Q_0 kNm/m</p>	<p>RAMSONDERING</p> <p>Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.</p> <p>$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$</p>
 <p>CPT2</p> <p>+18,5</p> <p>5</p> <p>10</p> <p>15</p> <p>2 4 6 8 10 0,20 0,40 0,60 0,80 0,02 0,04 0,06 0,08 0,10</p> <p>Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)</p> <p>Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.</p> <p>Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).</p>
 <p>0 5 10 20 30</p> <p>F_{DT} kN</p>	<p>DREIETRYKKSONDERING</p> <p>Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 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.</p> <p>Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>
 <p>Stein</p> <p>10</p> <p>15</p> <p>20</p> <p>Borsynk i berg cm/min.</p>	<p>BERGKONTROLLBORING</p> <p>Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.</p>



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykksondring og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm borstenger og $\phi 57$ 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.



Prøvemarkering



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

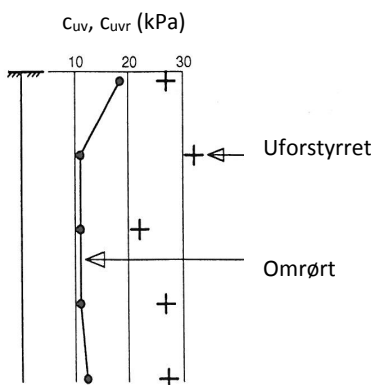
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (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.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

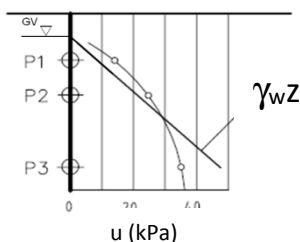
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

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



VINGEBORING

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet C_{uv} og C_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = C_{uv}/C_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKSMÅLING

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 stighøyde 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.

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
<ul style="list-style-type: none"> Fibrig torv Delvis fibrig torv, mellomtorv Amorf torv, svarttorv 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene 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.

VANNINNHOOLD

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).

HUMUSINNHOOLD

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

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

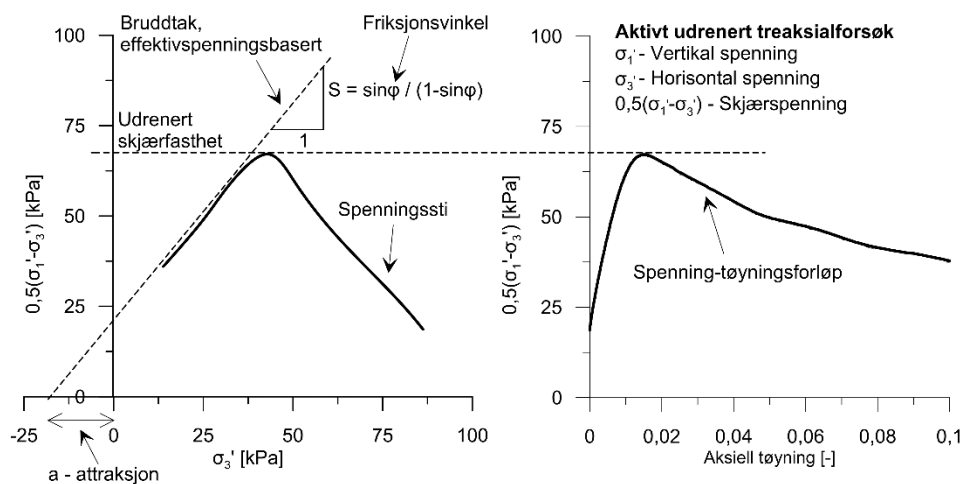
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_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 ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASHTHET

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 $\tan \phi$ (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 tøyningutvikling 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) ($c_{u\text{CPTU}}$) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

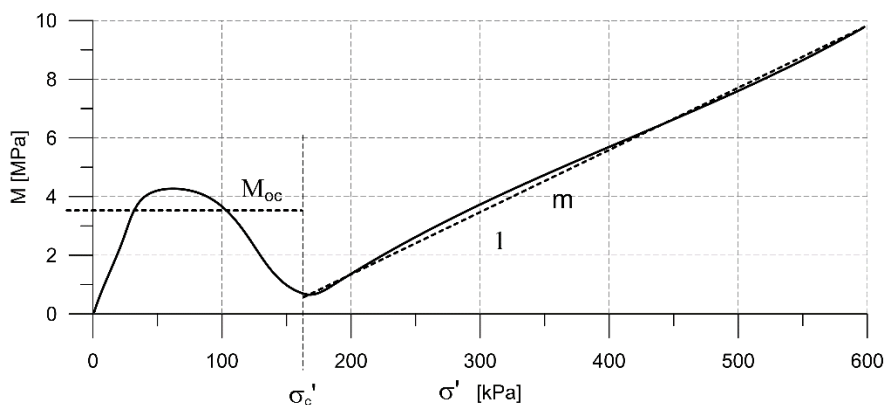


SENSITIVITET

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 (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_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 stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

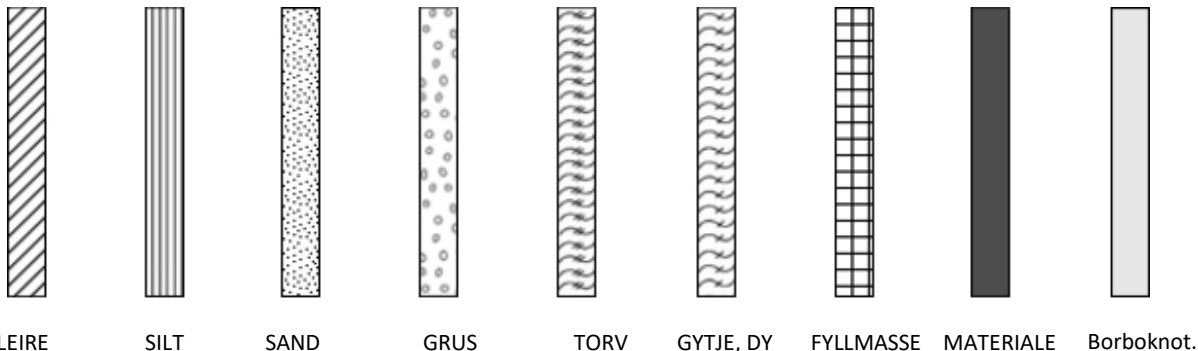
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering 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 sylindere», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (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 maksimum 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 maksimum vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{urfc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 1,27 \text{ kPa}$	

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	Svinggrense
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