

RAPPORT

13115 SUNNLANDSSKRENTEN GEOTEKNISK DATARAPPORT

RAPPORT

Prosjektnavn:

13115 SUNNLANDSSKRENTEN

Dokumentnavn:

GEOTEKNISK DATARAPPORT

Prosjektnr.: 13115
Dokumentnr.: 13115-OO-R-01

Dato: 09.03.2021
Revisjon: 00
Antall sider: 10

Utarbeidet av: Hallvard Berner Hammer
Kontrollert av: Per Arne Wangen
Godkjent av: Per Arne Wangen

Rettigheter til prosjektmaterialet

Oppdragsgiver har rett til å bruke materialet utarbeidet av prosjekterende Dr.techn.Olav Olsen AS til gjennomføring av prosjektet, senere drift, vedlikehold, ombygging og påbygging. Hvis ikke annet er avtalt, har Dr.techn.Olav Olsen AS alle øvrige rettigheter til sine ideer og det utarbeidede materialet. Dr.techn.Olav Olsen AS kan likevel ikke bruke dette på en måte som er urimelig i forhold til oppdragsgiver. Oppdragsgiver kan ikke overdra materialet til en tredjepart uten samtykke fra Dr.techn.Olav Olsen AS.

Revisjon	Dato	Grunn for utsendelse	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
0	09.03.2021		HBH	PAW	PAW

SAMMENDRAG

3

Sunnlandsskrenten AS planlegger utbygging av boligbygg på eiendommene Njardarvollen 26 og Sunnlandsskrenten 13, gnr./bnr. 69/1 og 69/4 Trondheim kommune. Dr.techn. Olav Olsen AS er i den forbindelse engasjert for å utføre en geoteknisk grunnundersøkelse på området.

Feltundersøkelsene er utført av Multiconsult AS i uke 03/2021. Det er utført totalt seks totalsonderinger, tatt opp prøver av løsmassene i to borpunkter og installert piezometer for registrering av grunnvann og poretrykksforhold i ett borpunkt. De opptatte løsmasseprøver er undersøkt i Multiconsult AS sitt geotekniske laboratorium på Sluppen i uke 5/2021. Det er utført rutineanalyser på samtlige prøver og korngradering på utvalgte prøver.

De utføre sonderinger og opptatte prøver viser at grunnen består av sand med varierende innslag av silt de øverste 12 – 18 meterne. Derunder er det en overgang til leire som kan være kvikk/sensitiv.

Det er installert et piezometer med filter på 6 meters dybde. Avlesning utført 03.02.2021 viste at piezometeret var tørt. Dvs. at grunnvannstanden på avlesningstidspunktet stod dypere enn 6 meters dybde.

Sonderingene på tomte er utført ned til 22 – 25 meter under terrengnivå uten at berg er registrert.

INNHOOLD

1	INNLEDNING	5
2	TILGJENGELIG INFORMASJON OM GRUNNFORHOLD	6
2.1	Historikk	6
2.2	Tidligere undersøkelser	7
2.3	Kvartærgeologisk kart	8
3	UNDERSØKELSER	9
3.1	Feltarbeid	9
3.2	Borepunkter	9
3.3	Laboratoriearbeider	9
3.4	Resultater	9
4	GRUNNFORHOLD	10
4.1	Løsmasser	10
4.2	Grunnvann	10
4.3	Berg	10

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1:50 000
102		SITUASJONSPLAN	1:500
103 - 108		SONDERINGSRESULTATER	1:200

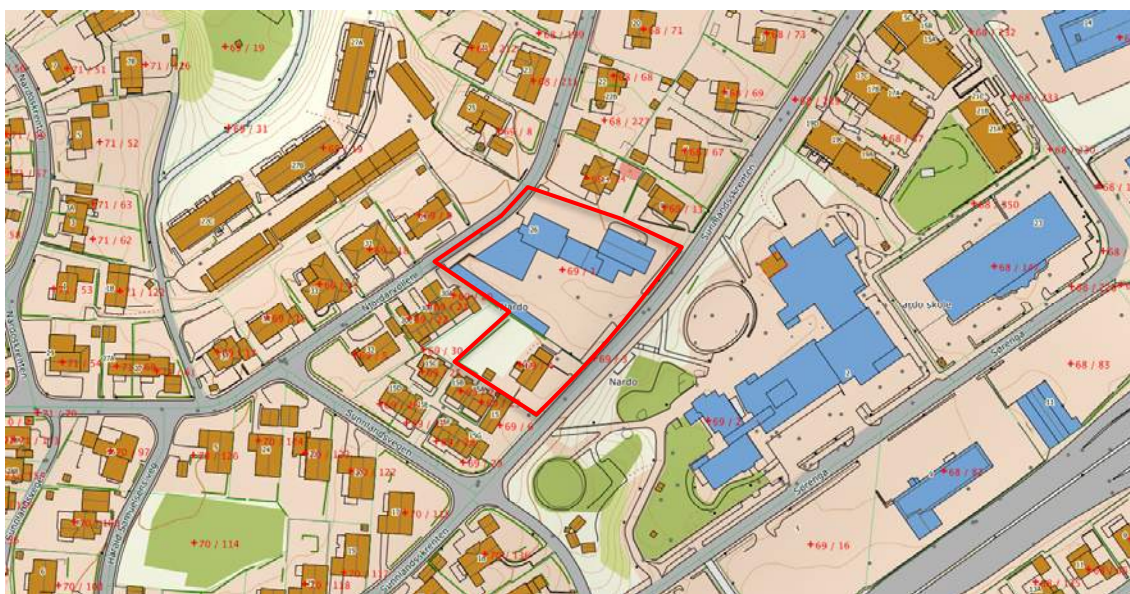
VEDLEGG

- 1 Laboratorierapport fra Multiconsult
- 2 Metodebeskrivelse

1 INNLEDNING

Dr.techn. Olav Olsen (OO) er engasjert av Sunnlandsskrenten AS for å utføre grunnundersøkelser som grunnlag for en geoteknisk prosjektering av boligbygg på eiendommene Njardarvollen 26 og Sunnlandsskrenten 13, gnr./bnr. 69/1 og 69/4 Trondheim kommune. Et kartutsnitt som viser undersøkelsesområdet plassering er vist i figur 1. Et større oversiktskart (1:50 000) er vist på tegning 101.

Foreliggende rapport beskriver de utførte grunnundersøkelsene, sammenstiller de registrerte data og gir en kort orientering om grunnforhold i borpunktene.

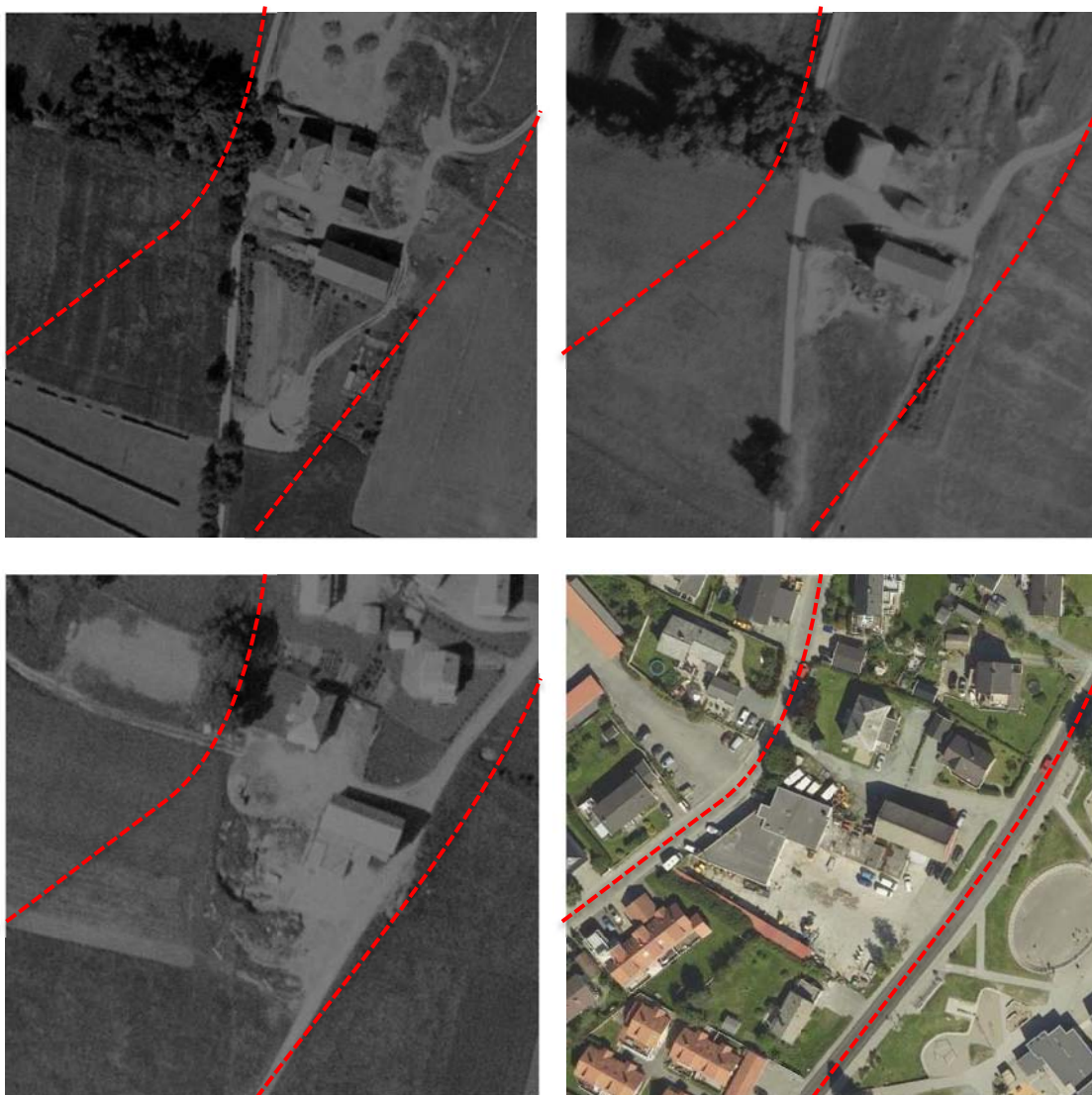


> **Figur 1:** Kartutsnitt med avgrensning av utbyggingsområdet, www.norgeskart.no

2 TILGJENGELIG INFORMASJON OM GRUNNFORHOLD

2.1 Historikk

Eiendommen var tidligere del av landbruksjorda omkring gårdsbruket på Nardro søndre. Utviklingen på tomte er vist med flyfoto fra 1937 til 2020 i figur 2, med referanselinjer langs dagens veglinjer for Njardarvollen og Sunnlandsskrenten.



> **Figur 2:** Flyfoto med samme utsnitt. Øverst, fra venstre: 1937, 1957, 1999 og 2020, www.norgeibilder.no

2.2 Tidligere undersøkelser

Det er utført enkelte grunnundersøkelser på og omkring eiendommen tidligere, i hovedsak i forbindelse med utbygging av den gamle Nardo skole (som nå er revet), ny Nardo skole, og en flere boligutbygginger. Av sistnevnte er undersøkelser for blant annet utbyggingen av Kappelansen Hage og rekkehus i Njardarvollen 27 relevante, se kartutsnitt i figur 3. Borpunkt markert med grønn farge sentralt på eiendommen Njardarvollen 26 er miljøprøve tatt i NGUs generelle miljøkartlegging i Trondheim kommune, rapport 2000.115.



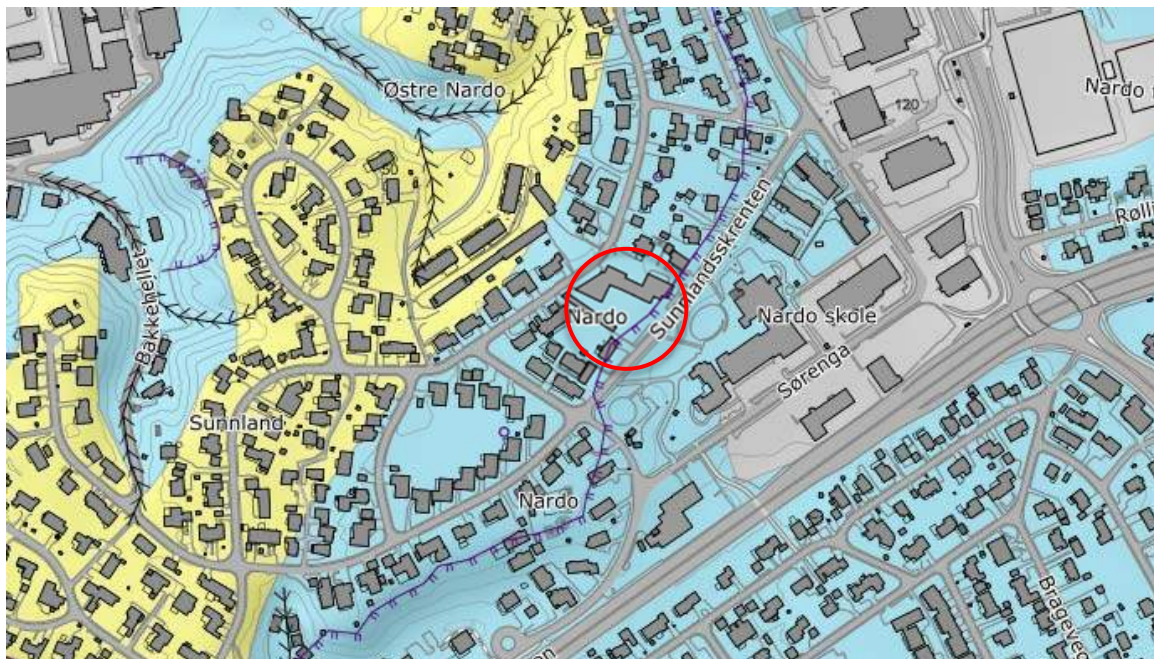
> **Figur 3:** Kartutsnitt med tidligere grunnundersøkelser, www.trondheim.kommune.no

Følgende relevante geotekniske datarapporter foreligger:

Rapport. Nr:	Navn:	Utført av:	Dato:
O.656	Nardo Skole	O. Kummeneje	
37819	Nardo søndre Njardarvollen	Noteby	21.11.1992
37819-2	Nardo søndre Njardarvollen	Noteby	05.02.1993
6060049	Kapellanens Hage	Scandiaconsult AS	

2.3 Kvartærgeologisk kart

Sunnlandsskrenten ligger på et terrengplatå hvor løsmassene ifølge NGU sitt kvartærgeologiske løsmassekart består av marine havavsetninger og elveavsatt materiale, se figur 4. Mektigheten kan være stor og erfaringsmessig har en havavsetninger i fro an leire/silt under de angitte elveavsetningene.



> **Figur 4:** Utsnitt fra NGUs løsmassekart, www.ngu.no

Området ligger under den marine grense som er registrert på kt. +180 til +190 i området.

3 UNDERSØKELSER

9

3.1 Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført av Multiconsult AS i uke 03/2021. Borpunktene plassering er vist i situasjonsplan på tegning 102.

Det er utført totalsondering i seks borpunkt med prosedyre iht. NGF melding 9. Det er i tillegg tatt opp prøveserie i to av borpunktene for klassifisering og bestemmelse av rutineparameter i geoteknisk laboratorium. I ett borpunkt ble det installert hydraulisk piezometer for registrering av grunnvannstand og poretrykkforhold.

3.2 Borepunkter

Koordinater og høyder for borpunktene er vist i tabell 1. Referanse er Euref 89 UTM sone 32 og høyder i NN 2000.

> **Tabell 1:** Koordinater og høyder for borpunktene

Borpunkt	Nord	Øst	Høyde	Metode
1	7031776.1	570674.7	75.3	Tot., prøveserie
2	7031766.2	570689.1	75.2	Tot.
3	7031744.7	570640.3	72.9	Tot.
4	7031730.2	570665.7	73.0	Tot.
5	7031716.1	570694.2	72.7	Tot.
6	7031711.9	570663.8	75.7	Tot., prøveserie, Piezometer

3.3 Laboratoriearbeider

De opptatte prøver er sendt til Multiconsult AS sitt geotekniske laboratorium på Sluppen. Det er utført rutineanalyser på alle prøver samt kornfordelingsanalyser på to av prøvene for bestemmelse av korngradering.

3.4 Resultater

Sonderingsresultater er vist på tegning 103 – 108. Resultater fra laboratorieundersøkelsene opptegnet av Multiconsult er vist i vedlegg 1.

4 GRUNNFORHOLD

4.1 Løsmasser

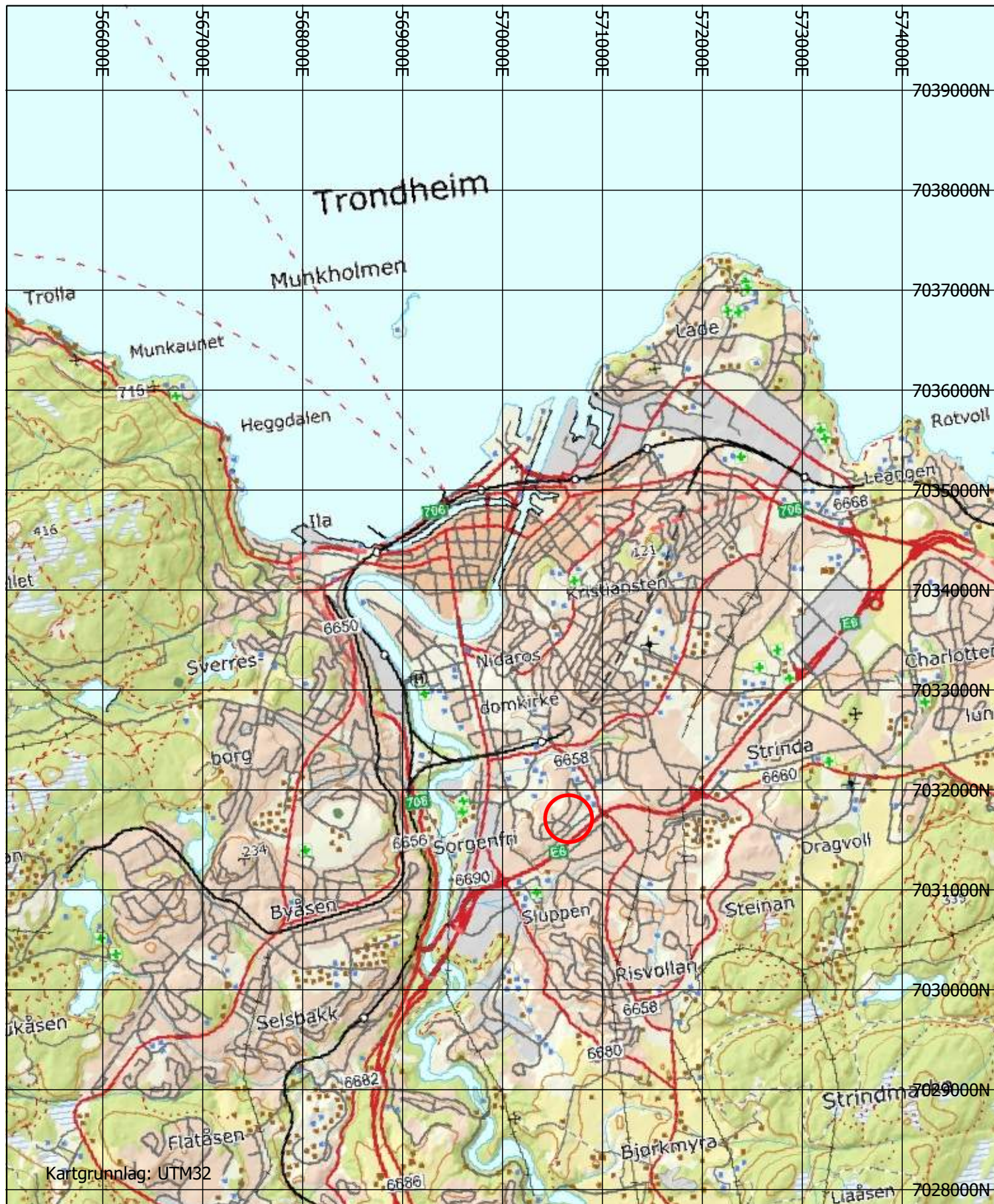
Rutineundersøkelser av de opptatte prøver viser at de øverste 10 meterne består av sand med varierende innslag av silt og grus. Sonderingene viser varierende motstand og antyder friksjonsmasser de øvre 12 – 18 meter med påfølgende, synkende bormotstand og mindre variasjon videre med dybden. Dette antyder homogen leire/siltig leire som også kan være kvikk/sensitiv.

4.2 Grunnvann

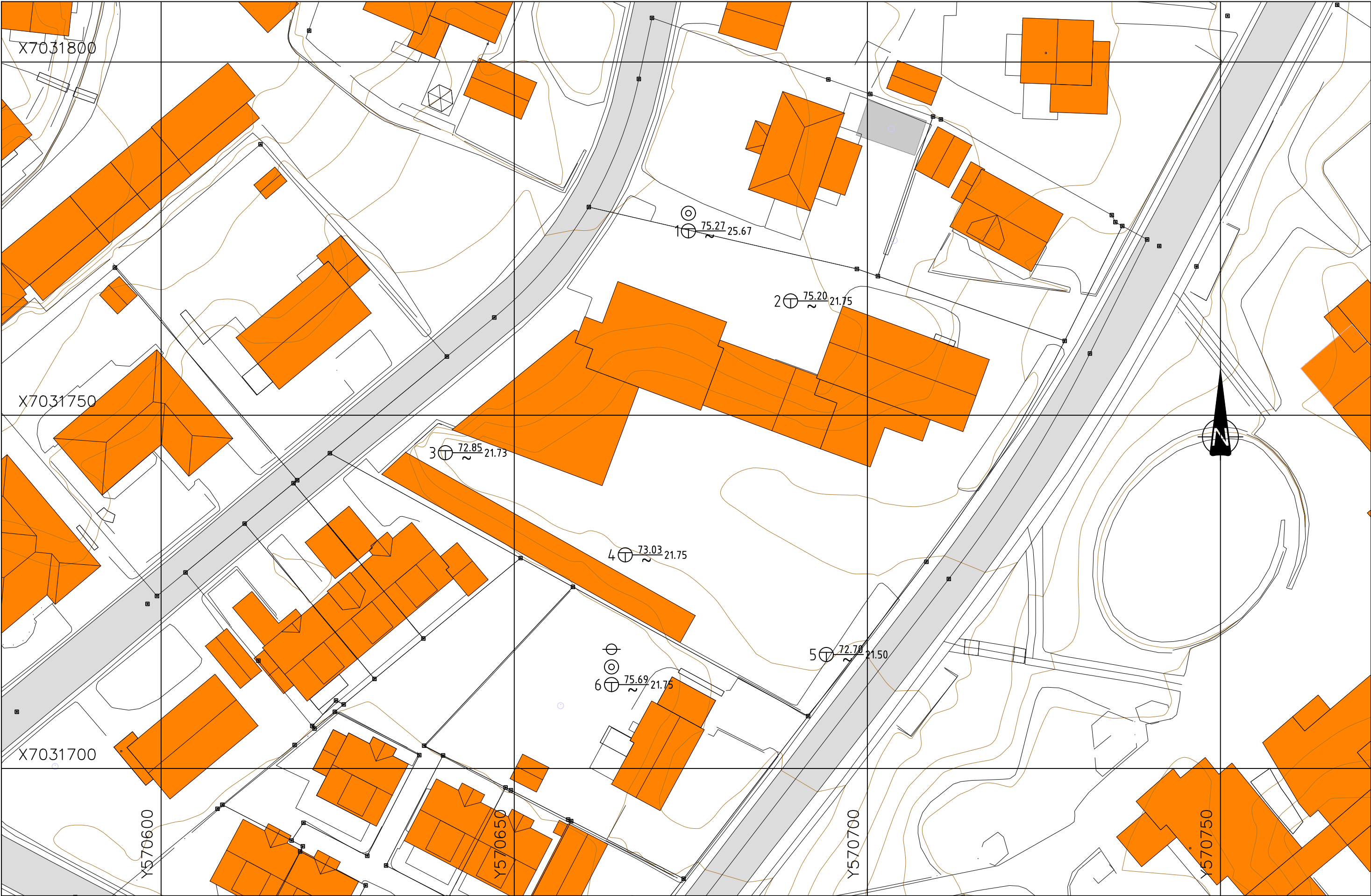
Det er installert et piezometer med filter på 6 meters dybde. Avlesning utført 03.02.2021 viste at piezometeret var tørt. Dvs. at grunnvannstanden på avlesningstidspunktet stod dypere enn 6 meters dybde.

4.3 Berg

Berg er ikke registret i noen av borpunktene.



Oppdrag		Oppdragnr.		
Sunnlandsskrenten		13115		
Kunde		Dato		
Sunnlandsskrenten AS		09.03.2021		
 DR. TECHN. OLAV OLSEN	Piresenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		HBH	PAW	PAW
		Tegningsnr.		
		101		



0	09.03.2021		HBH	PAW	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

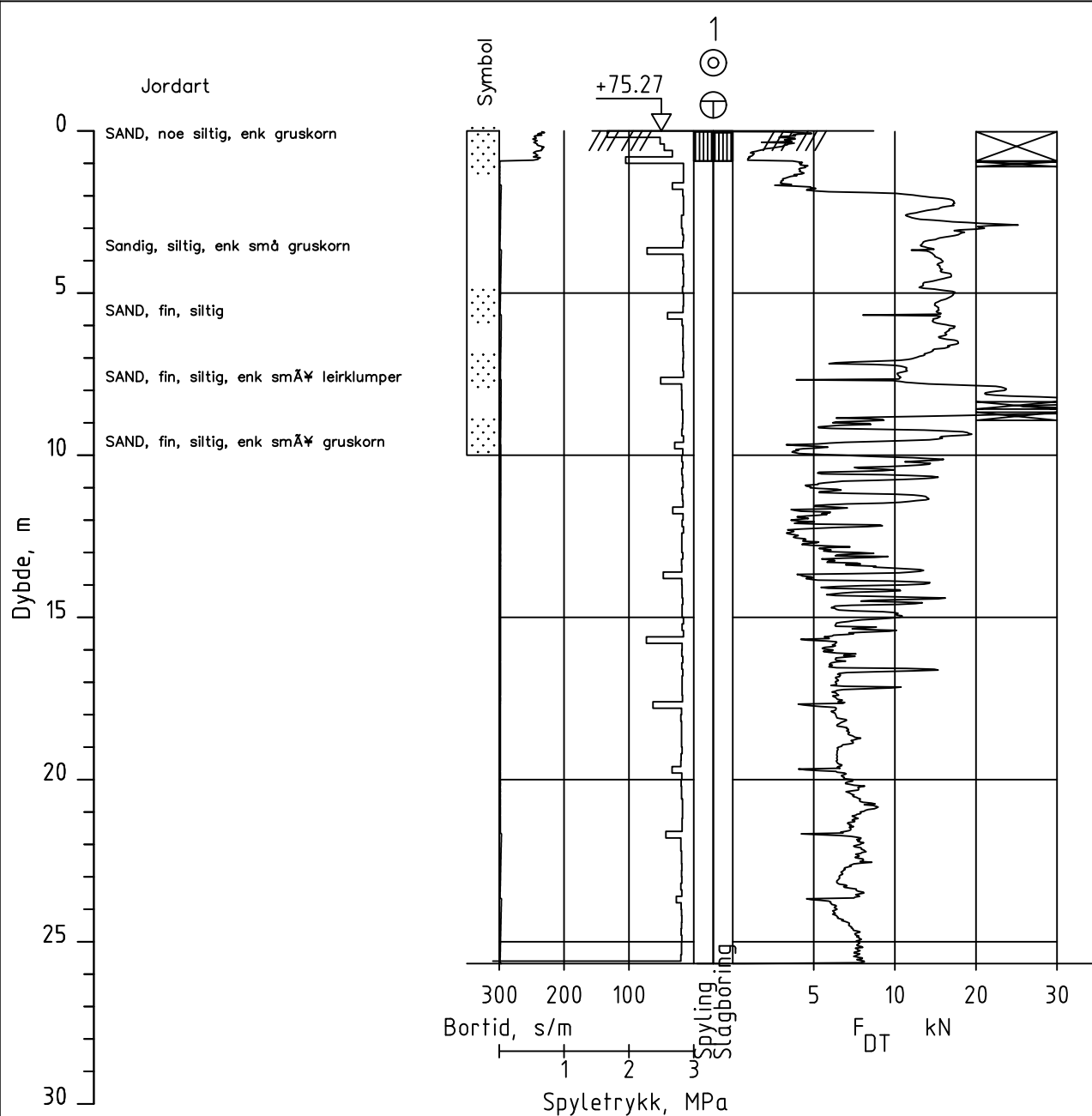
INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
⊕ Totalsondering
⊙ Prøvetaking
⊖ Poretrykksmåling

OPPDRAG
Sunnlandsskrenten
OPPDRAGSGIVER
Sunnlandsskrenten AS

DR. TECHN.
OLAV OLSEN

Pirsenteret
7010 Trondheim
TLF: 67 82 80 00
www.olavolsen.no

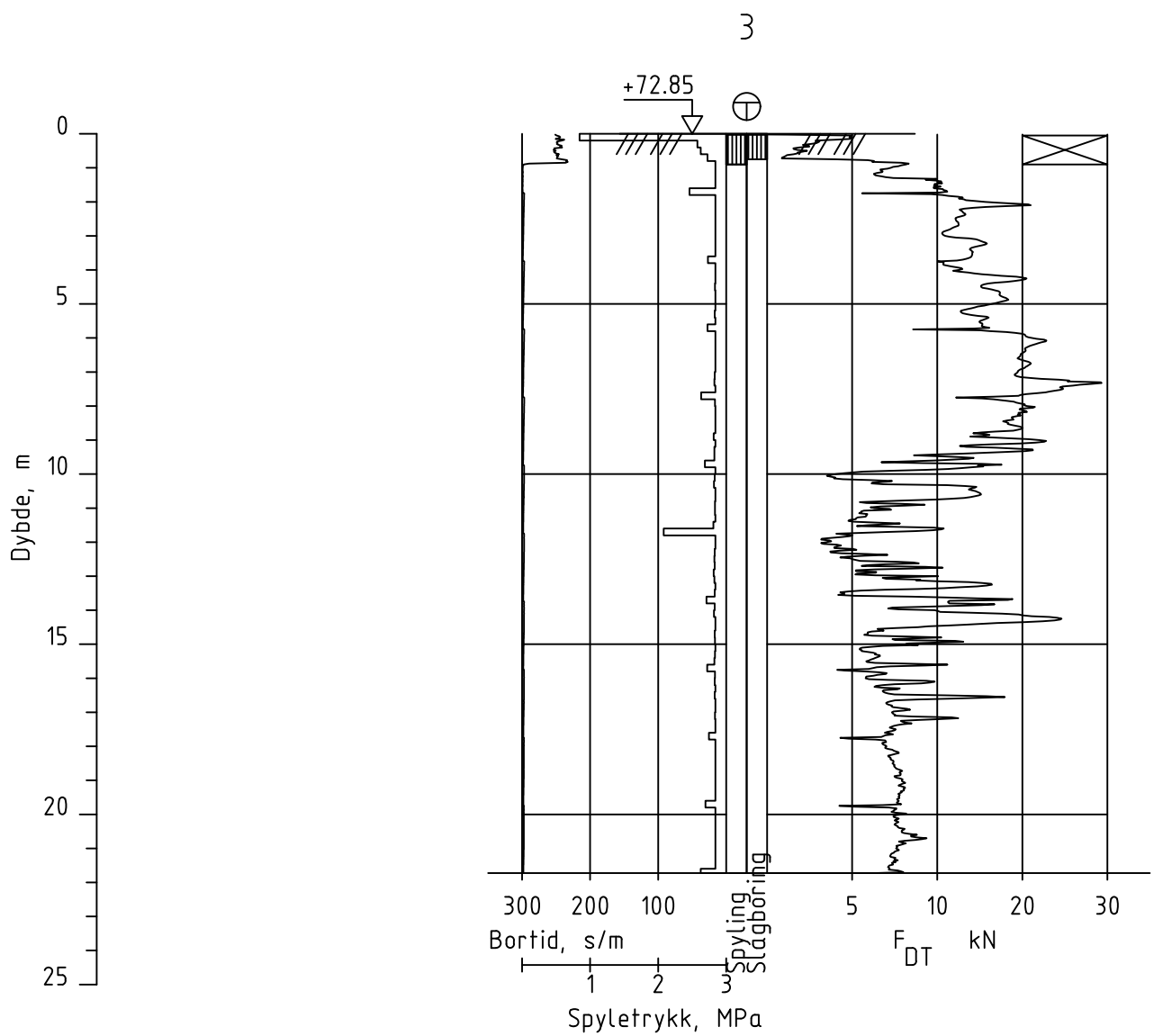
OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
13153	1:500	01	01
TEGNING NR.			REV.
102			0



Posisjon: X 7031776.09 Y 570674.67

(UTM32, NN2000)

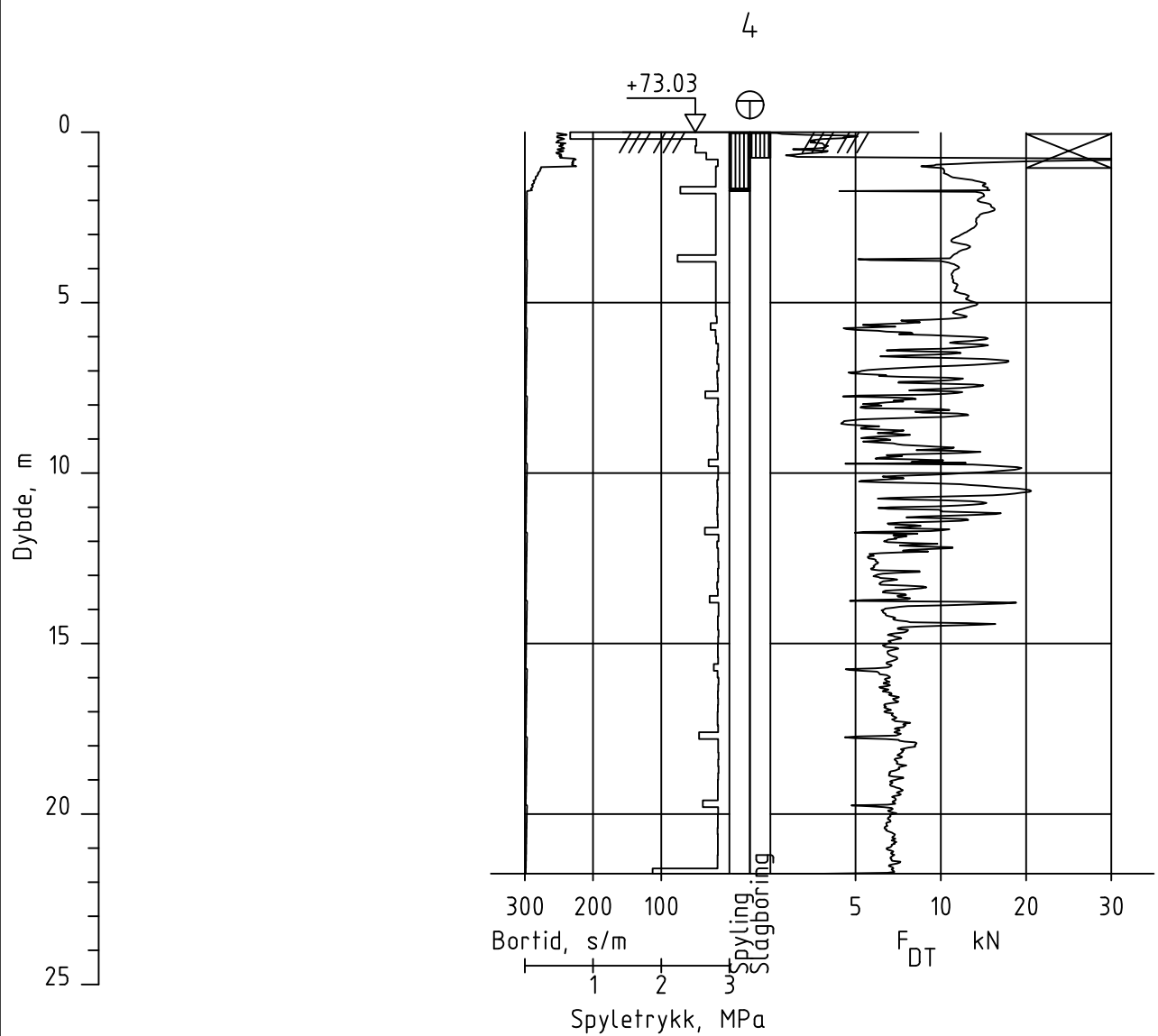
Oppdrag Sunndlandsskrenten	Borhull 1	Oppdragnr. 13115
Kunde Sunndlandsskrenten AS	Totalsondering	Dato 09.03.2021
 DR. TECHN. OLAV OLSEN Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Dato boret :19.01.2021	Tegn. HBH
	M = 1 : 200	Kontr. PAW
		Godkj. PAW
		Tegningsnr. 103



Posisjon: X 7031744.69 Y 570640.26

(UTM32, NN2000)

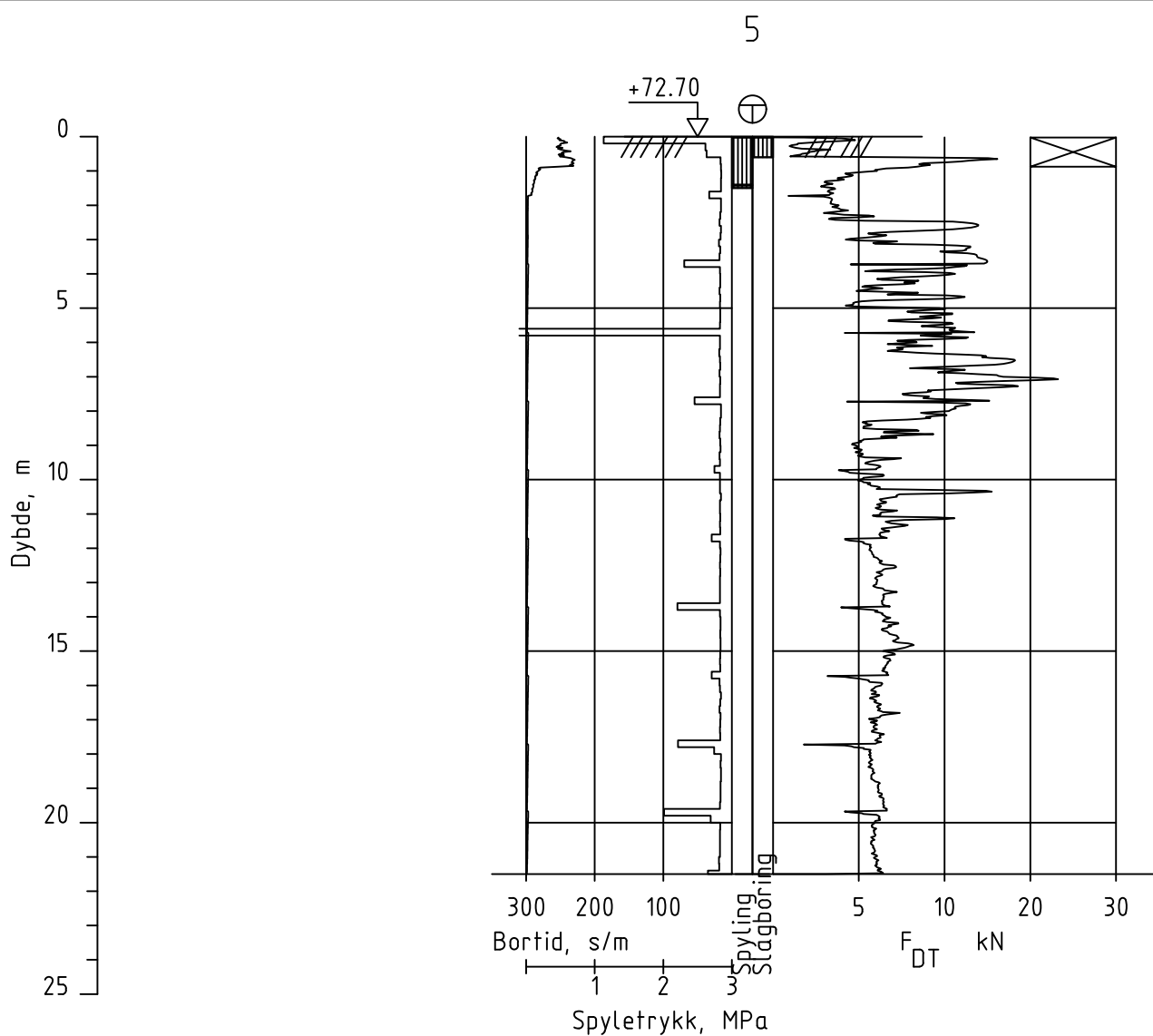
Oppdrag Sunnlandsskrenten	Borhull 3	Oppdragnr. 13115		
Kunde Sunnlandsskrenten AS	Totalsondering	Dato 09.03.2021		
 DR. TECHN. OLAV OLSEN Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Dato boret :19.01.2021	Tegn. HBH	Kontr. PAW	Godkj. PAW
	M = 1 : 200	Tegningsnr. 105		



Posisjon: X 7031730.24 Y 570665.73

(UTM32, NN2000)

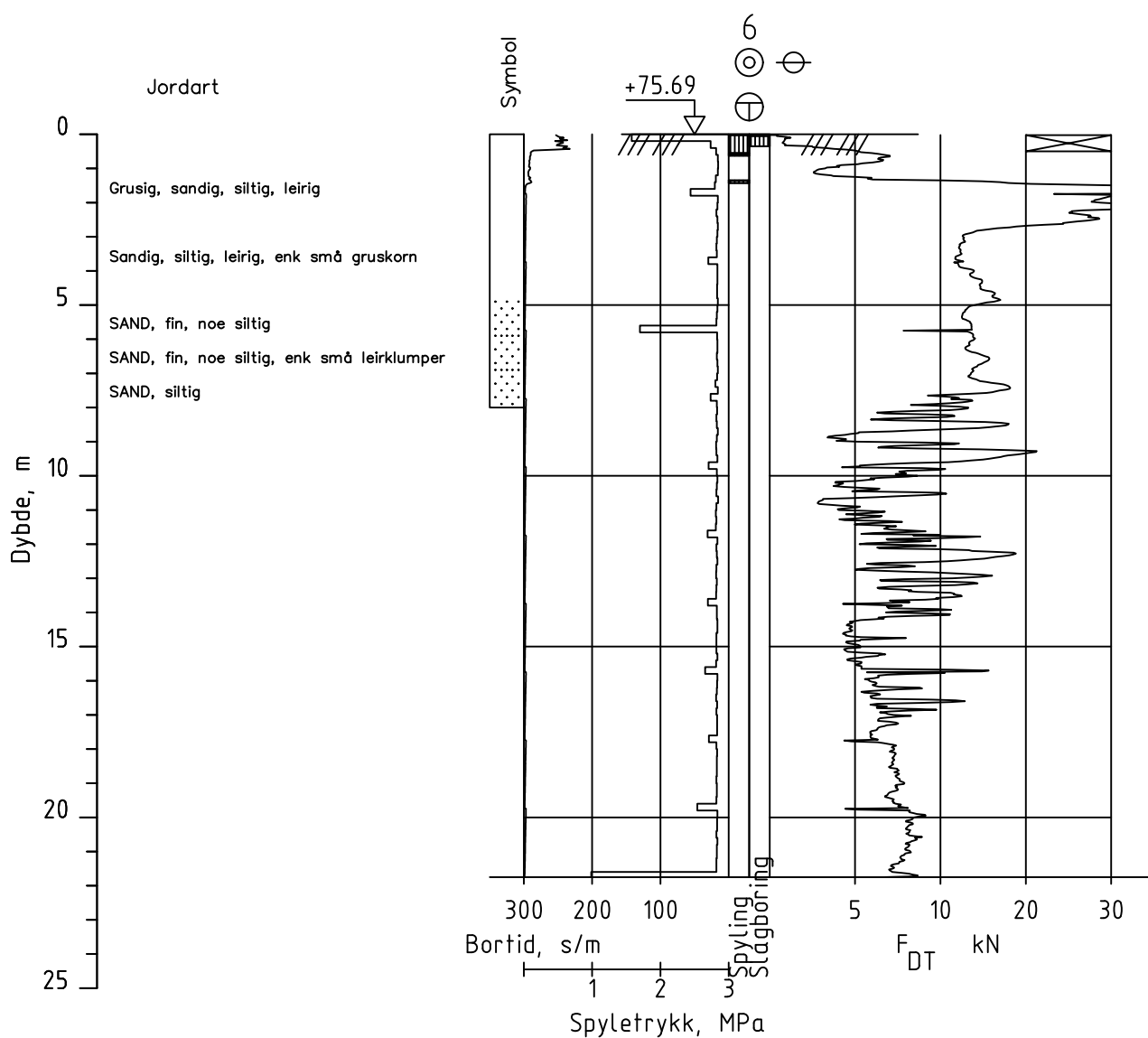
Oppdrag Sunnlandsskrenten	Borhull 4	Oppdragnr. 13115		
Kunde Sunnlandsskrenten AS	Totalsondering	Dato 09.03.2021		
 DR. TECHN. OLAV OLSEN Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Dato boret :19.01.2021	Tegn. HBH	Kontr. PAW	Godkj. PAW
	M = 1 : 200	Tegningsnr. 106		



Posisjon: X 7031716.13 Y 570694.19

(UTM32, NN2000)

Oppdrag Sunnlandsskrenten	Borhull 5	Oppdragnr. 13115
Kunde Sunnlandsskrenten AS	Totalsondering	Dato 09.03.2021
 DR. TECHN. OLAV OLSEN Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Dato boret :19.01.2021	Tegn. HBH
	M = 1 : 200	Kontr. PAW
		Godkj. PAW
		Tegningsnr. 107



Posisjon: X 7031711.87 Y 570663.78

(UTM32, NN2000)

Oppdrag Sunlandsskrenten	Borhull 6	Oppdragnr. 13115
Kunde Sunlandsskrenten AS	Totalsondering	Dato 09.03.2021
 DR. TECHN. OLAV OLSEN Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	Dato boret :19.01.2021	Tegn. HBH
	M = 1 : 200	Kontr. PAW
		Godkj. PAW
		Tegningsnr. 108

TEKNISK RAPPORT – LABORATORIEOPPDRAG

OPPDRAG	Sunnlandsskrenten, Trondheim	DOKUMENTKODE	10223990-01-RIG-RAP-001
EMNE	Laboratorierapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Dr.techn. Olav Olsen AS	OPPDRAGSLEDER	Magne Wold
KONTAKTPERSON	Per Arne Wangen	SAKSBEHANDLER	Anders S. Gylland
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234014 Grunnundersøkelser Midt

1 Bakgrunn

Multiconsult Norge AS har på oppdrag fra Dr.techn. Olav Olsen AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag 10223990-01 Sunnlandsskrenten, Trondheim. Prøvetaking er utført av Multiconsult Norge AS medio januar 2021 og materialet ble levert vårt laboratorium uke 2.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført 4-5, 2021 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Materiale	Type	Antall	Merknad knyttet til prøvematerialet
Rutine	Friksjon	Poser	9	
Rutine	Friksjon	54 mm	1	
Kornfordeling		Våtsikt/sikte/hydrometer	2	

Undersøkelsen er utført av laborant Marthe Sofie Haugan. Opptegning av resultater er inkludert i tegningsvedlegg.

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og relevante ISO-standarder, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 01.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9000:2000.

00	04.02.2021	Rapport opprettet	Marthe S. Haugan	Vidar Tøndervik	Anders S. Gylland
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

4 Kommentarer til utførte undersøkelser

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang med følgende kommentarer:

Sylindernr/dybde	Merknad/avvik/beskrivelse av undersøkelse
Hull 1, 54 mm, dybde 1-1,8m	Prøven bestod av SAND, noe siltig, enk gruskorn, enk små humusrester.
Hull 1, pose, 3-4m	Prøven bestod av MARETIALE, sandig, siltig, enk små gruskorn. Det ble utført 1 stk. kornfordeling.
Hull 1, pose, 5-6m	Prøven bestod av SAND, fin, siltig.
Hull 1, pose, 7-8m	Prøven bestod av SAND, fin, siltig, enk små leirklumper.
Hull 1, pose, 9-10m	Prøven bestod av SAND, fin, siltig, enk små humusrester.
Hull 6, pose, 1-2m	Prøven bestod av MATERIALE, grusig, sandig, siltig, leirig.
Hull 6, pose, 3-4m	Prøven bestod av MATERIALE, sandig, siltig, leirig, enk gruskorn, enk planterester. Det ble utført 1 stk. kornfordeling.
Hull 6, pose, 5-6m	Prøven bestod av SAND, fin, noe siltig, enk humusrester.
Hull 6, pose, 6-7m	Prøven bestod av SAND, fin, siltig, enk små leirklumper, enk små humusrester.
Hull 6, pose, 7-8m	Prøven bestod av SAND, siltig, enk meget små humusrester.

Tegningsliste

10223990-01-RIG-TEG-200 til 201	Geotekniske data
10223990-01-RIG-TEG-300 til 301	Korngraderinger

Vedlegg

Metodestandarder og retningslinjer-laboratorieundersøkelser

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)				
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50					
5	SAND, noe siltig, enk gruskorn enk små humusrester		K							1,90											
	MATERIALE, sandig, siltig, enk små gruskorn																				
	SAND, fin, siltig																				
10	SAND, fin, siltig, enk små leirklumper																				
	SAND, fin, siltig, enk små gruskorn																				
15																					
20																					

Symboler:



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



Vanninnhold



Plastisitetsindeks, I_p



ISO 17829-6: 2017

Omrørt konus



Uomrørt konus

ρ = Densitet

ρ_s = Korndensitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok:

PRØVESERIE

Borhull:

1

Dr.techn. Olav Olsen AS

Sunnlandsskrenten, Trondheim

Dato:

2021-02-05

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

mash

Kontrollert:

vt

Godkjent:

ANG

Oppdragsnummer:

10223990

Tegningsnr.:

RIG-TEG-200

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse kt.	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1																	
2	MATERIALE, grusig, sandig, siltig, leirig				○												
3																	
4	SAND, sandig, siltig, leirig, enk små gruskorn enk planterester		K		○												
5																	
6	SAND, fin, noe siltig enk små humusrester				○												
7	SAND, fin, noe siltig, enk små leirklumper enk små humusrester				○												
8	SAND, siltig enk meget små humusrester				○												
9																	
10																	

Symboler:


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



Vanninnhold


 Plastisitetssindeks, I_p


ISO 17829-6: 2017

Omrørt konus



Uomrørt konus

 ρ = Densitet

 ρ_s = Korndensitet

 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

 $\emptyset$ = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok:

PRØVESERIE

Borhull:

6

Dr.techn. Olav Olsen AS

Sunnlandsskrenten, Trondheim

Dato:

2021-02-04

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

mash

Kontrollert:

vt

Godkjent:

ANG

Oppdragsnummer:

10223990

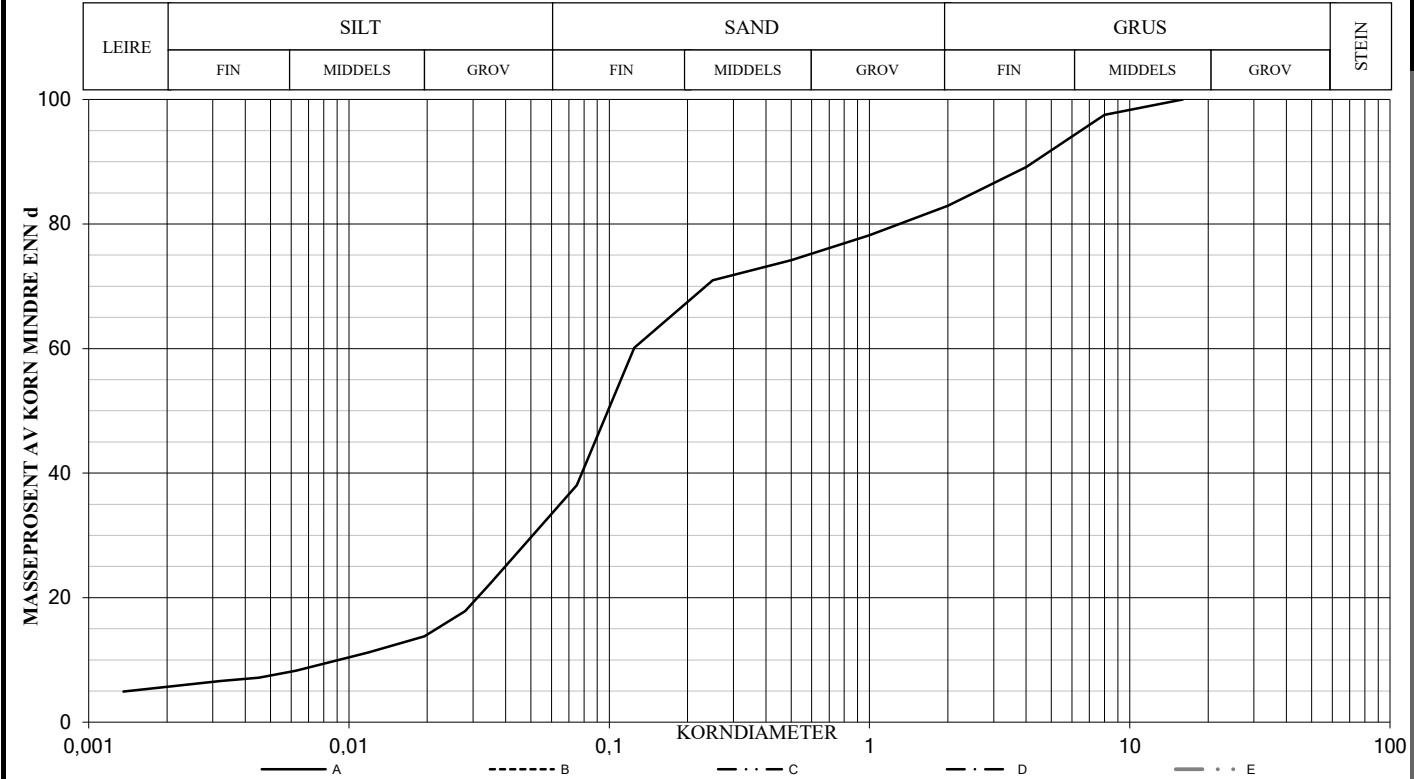
Tegningsnr.:

RIG-TEG-201

Rev. nr.:

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	1	3,0-4,0	MATERIALE, sandig, siltig, leirig			X	X
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

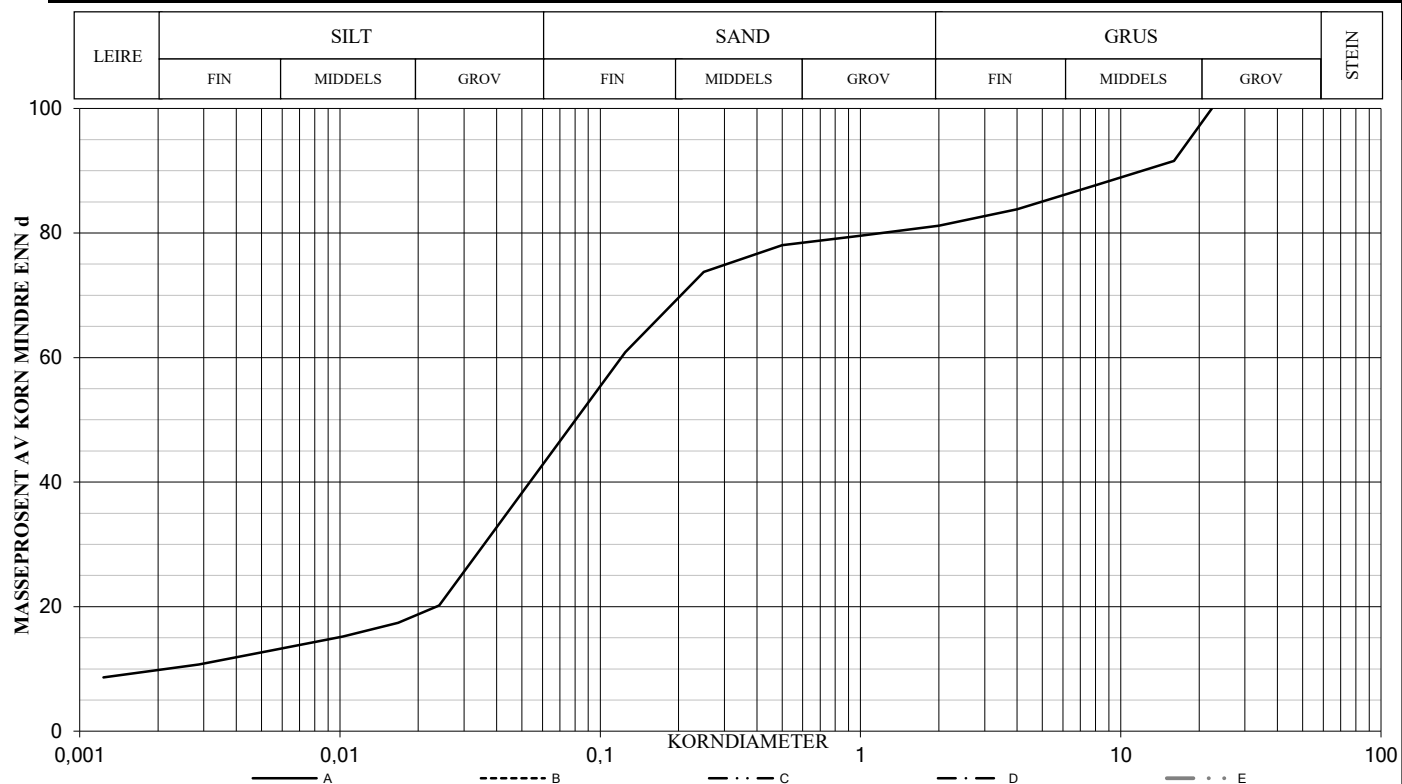
HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	S _u kN/m ²	S _{ur} kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					W _f	W _p							
A		8,4								0,0092	0,0546	0,1021	0,1247
B													
C													
D													
E													

KORNGRADERING

Dr.techn. Olav Olsen AS Sunnlandsskrenten, Trondheim									Konstr./Tegnet mash	Kontrollert vt
									Godkjent ANG	Dato 04.02.21
Multiconsult www.multiconsult.no					OPPDRAK NR. 10223990			TEGN. NR. RIG-TEG-300		REV. 00

SYMB OL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	6	3,0-4,0	MATERIALE, sandig, siltig, leirig	enk planterester		X	X
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

[illegible]

KORNGRADERING

Dr.techn. Olav Olsen AS
Sunnlandsskrenten, Trondheim

Konstr./Tegnet
mash

Kontrollert	vt
-------------	----

Godkjent

	Dato
--	------

ANG

04.02.21

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAG NR.

10223990

TEGN. NR.

RIG-TEG-301

REV.

00

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. Utførelsesstandarder er inkludert til slutt i dette vedlegget.

MINERALSKE JORDARTER

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

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

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

ORGANISKE JORDARTER

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

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

KORNFORDELINGSANALYSER

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

VANNINNHold

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

KONSISTENSGRENSER

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

HUMUSINNHold

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

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

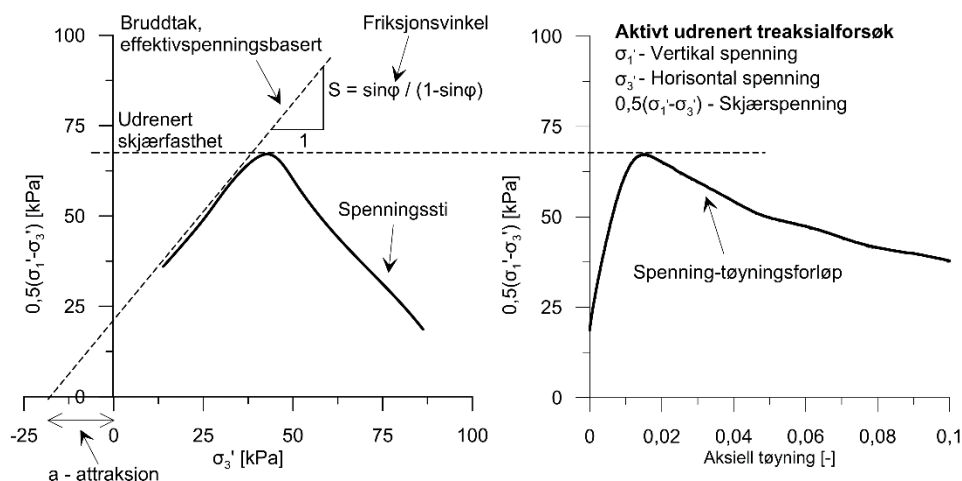
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet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

SKJÆRFASTHET

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

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (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.

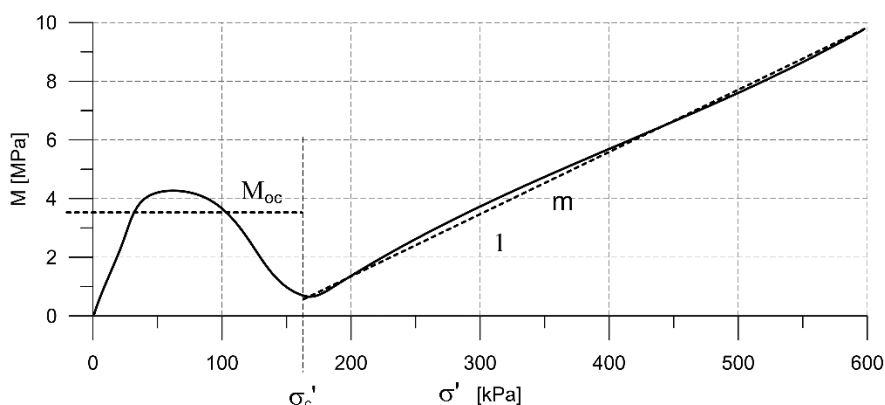
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , 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 trykksøndering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

**SENSITIVITET**

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

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ε) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\varepsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (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

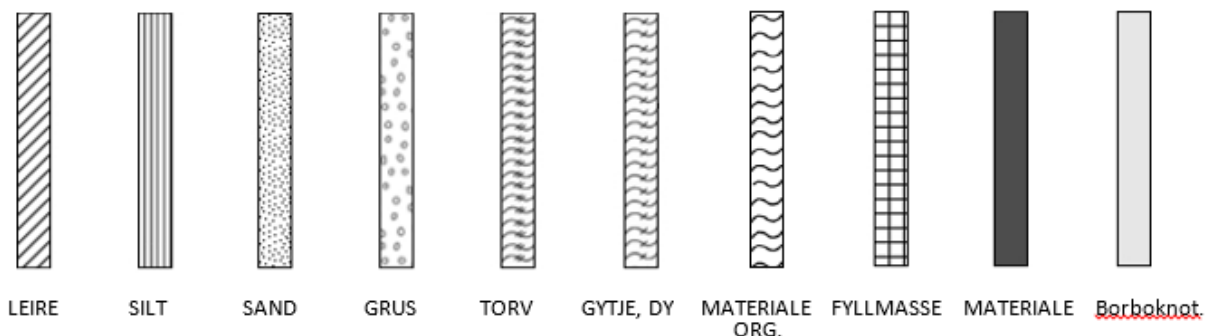
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

PERMEABILITET

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

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



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

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

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

Uomrørt konus c_{ufc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

METODESTANDARDS OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

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

Vedlegg 2: METODEBESKRIVELSE

1

Statens vegvesen Blankett nr. 497	TEGNINGSFORKLARING for geotekniske kart og profiler	Bilag 1A
--------------------------------------	--	----------

Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellements punkt.
⊙	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovlibor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	▽	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊗	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊖	2413 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊗	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
▼	2406 Dreietrykksondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrørt skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	Ω	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q ₀ registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

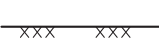
NIVÅER OG DYBDER (i meter)

☆ $\frac{12,8}{-5,7}$ 18,5+3,0

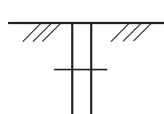
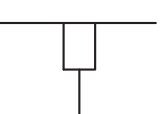
Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).
Under linjen : sikker fjellkote.

OPPTEGNING I PROFIL

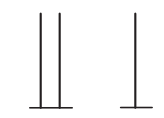
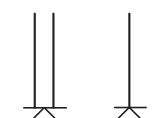
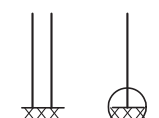
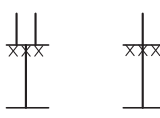
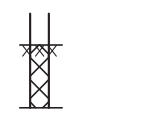
Generelt

 Terreng
  Fjell
  Vannstand

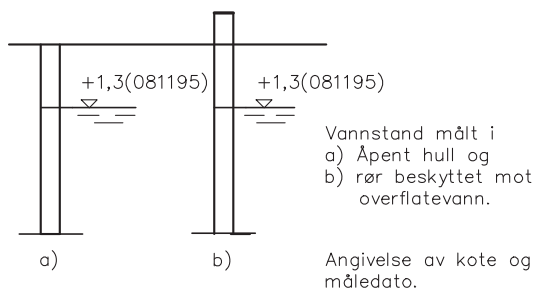
FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)

 Forboret
  Forboret med tyngre utstyr

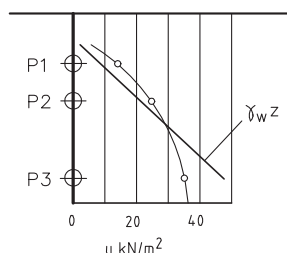
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)

 Boring avsluttet
  Ant. stein, blokk eller fast grunn.
  Ant. fjell, berg. Ring=bergindikator
  Boret i ant. fjell
  Boret i fjell og kjerne opptatt

GRUNNVANNSTAND



PORETRYKK

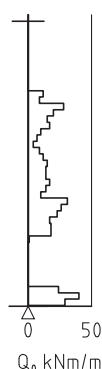


Poretrykk, u , fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling $\gamma_w z$ kan vises.

VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste regulerede vannstand
LRV	Laveste regulerede vannstand
HHV	Høyeste høyvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høyvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

RAMSONDERING



Rammemotstanden Q_0 angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

der W = Tyngde av lodd (kN)
 H = Fallhøyde (m)
 s = Synk i m pr. slag

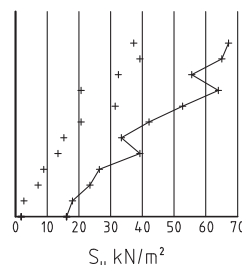
ENKEL SONDERING



Boringer som bare har til hensikt å registrere dybder til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.

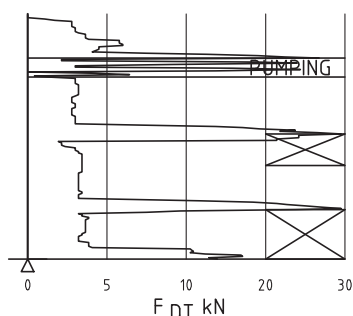
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek/m.

+ VINGEBORING



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjærstyrken s_u og s'_u angis i kN/m² med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdien som angis er den kalibrerte omrørte og uomrørte skjærstyrke.

DREIETRYKKSONDERING



Vanlig boring med 25 omdr./min.
Pumping

Økt rotasjon

Borhullet markeres med en enkel tykk strek. Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

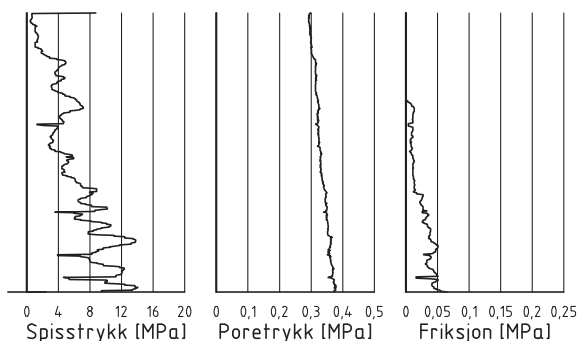
DREIESONDERING



Forboringdybde markeres og diameter angis i mm. Vertikallasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrek. Synk uten dreining markeres med skyggelegging eller raster.

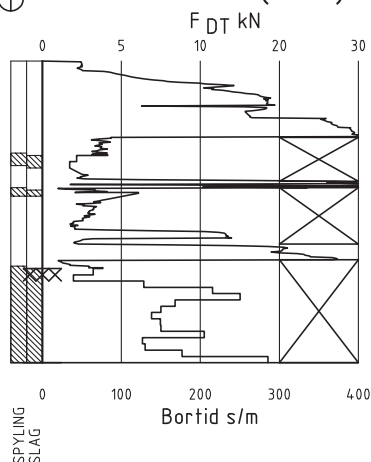
Hel tverrstrek for hver 100 halv-omdreining. Halv tverrstrek for hver 25 halvomdreining. Mindre enn 100 halvomdreining vises ved å skrive ant. halvomdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverrstr.

▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borhullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i nærliggende nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

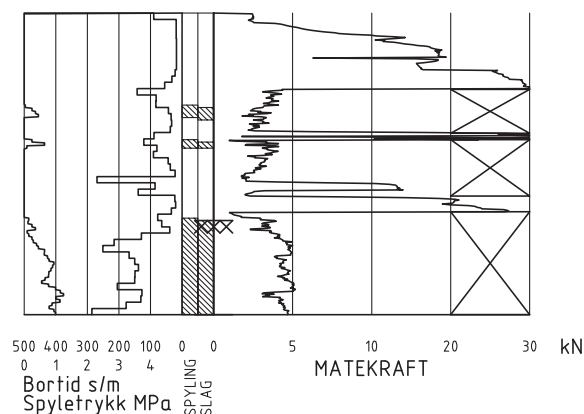
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skravur. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørrekorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Splying begynner
- 73 Splying slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og splying starter samt.

- 77 Slag og splying slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

PRØVESERIE

Materialsignatur (iht. NGF)



Fjell



Stein og blokk



Grus



Sand



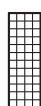
Silt



Leire



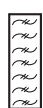
Skjell



Fyllmasse

Trerester
Sagflis

Matjord

Torv
PlanteresterGytje, dy
(vannavsatt)

Anmerkning

Leire: T = tørrskorpe
R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.

Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



Moreneleire

Grusig morene

For konkresjoner kan bokstavssymboler settes inn i materialsignaturen.

Ca = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurlulle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W _P W _L W _F	• 	Angis i masseprosent av tørrstoff. Metode skal angis.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ _d ρ _s		Tyngdetetthet kN/m ³ . Densitet t/m ³ . γ (kN/m ³)
Porøsitet Poretall	n e		
Skjærstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	Cu _{fc} Cu _{rc} Cu _{uc}	▼ ▼ α	Symbolet settes i () hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε _f) angis i % slik: $\frac{15-5}{10}$
Sensitivitet	S _t		Metode bør angis.
Organisk materiale Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formuldingsgraden	O _c O _{gl} O _{Na} vP		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk. Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H ₁ –H ₁₀

Forøvrig benyttes bokstavssymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.