



Kruse Smith AS
Saupstadbrua

Geoteknisk Grunnundersøkelsesrapport

Oppdragsgiver:	Kruse Smith AS				
Prosjektnavn:	Saupstadbrua				
Prosjektnummer:	19573				
Rapportnummer:	GEO-R-01-02				
Fagdisipin:	RIG				
<i>01</i>	<i>16.04.2021</i>	<i>Svar etter kontrollrapport</i>	<i>MSp</i>	<i>MZ</i>	<i>AT</i>
00	11.01.2021	Geoteknisk grunnundersøkelsesrapport	MSp	MZ	AT
REV.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av

Kontoradresse: ÅF ENGINEERING AS Lilleakerveien 8 0283 OSLO	Fakturaadresse: ÅF ENGINEERING AS c/o Fakturamottak Postboks 8608 8606 MO I RANA	Telefon: (+47) 24 10 10 10	E-post: post@afengineering.no	Organisasjonsnr.: 915 229 719
---	---	--------------------------------------	---	---

Innhold

SAMMENDRAG	4
1. INNLEDNING	5
2. OMRÅDEBESKRIVELSE OG TOPOGRAFI	5
3. TIDLIGERE UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	5
4. STYRENDE DOKUMENT	5
5. UTSETTING OG INNMÅLING	6
6. GRUNNUNDERSØKELSER	6
6.1 Poretrykk og grunnvann	7
7. GEOSUITE-DATABASE	7
8. TEGNINGSLISTE	7
VEDLEGGSLISTE	8

SAMMENDRAG

Rapporten inneholder resultater fra geotekniske grunnundersøkelser utført i forbindelse med bygging av ny gang- og sykkelbru som krysser Bjørndalen i Trondheim kommune.

Markarbeidet omfattet totalt 13 totalsonderinger, 4 trykksøndering (CPTu) i 3 hull og opptak av 32 prøver i 5 hull hvorav 4 var forstyrrede poseprøver og 28 var uforstyrrede Ø54 mm sylindereprøver.

Laboratorieundersøkelsene omfattet rutineundersøkelser, 10 treaksialforsøk og 8 ødometerforsøk.

1. INNLEDNING

AFRY er engasjert av Kruse Smith for å utføre geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med bygging av ny gang- og sykkelbru i Trondheim kommune. Brua planlegges over Bjørndalen ca. 1,5 km nord for Heimdal. Den nye broen vil forbinde Saupstad / Kolstad / Huseby på østsiden med Tiller / Rosten på vestsiden, se figur 1.



Figur 1: Oversiktskart.

2. OMRÅDEBESKRIVELSE OG TOPOGRAFI

Brua skal gå over Bjørndalen som er preget av bratte dalsider, noen steder med helning opp mot 1:1,5. Dalbunnen ligger på omtrent kote +100 mens platåene ligger på mellom kote +126 og +130.

3. TIDLIGERE UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER

Det er utført boringer i flere faser:

- I forbindelse med forprosjekt utført av Sweco i 2011 med tilhørende supplering i 2013.
- I forbindelse med reguleringsplan utført av Multiconsult i 2015 med tilhørende supplering i 2018.

AFRY har ikke lyktes med å få tak i komplette databaser for å sammenstille resultatene. Dermed ligger rapportene til Sweco og Multiconsult som hhv. vedlegg 4 og 5.

4. STYRENDE DOKUMENT

Tabell 1: Styrende dokumenter for planlegging og rapportering.

Arbeidsmoment	Standard eller annet styrende dokument
Feltplanlegging og utførelse	NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 Eurokode 7, Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. 2008, Standard Norge Håndbok V220 – Geoteknikk i vegbygging, Kapittel 1 Grunnundersøkelser, 2014, Statens vegvesen Geotekniske felthåndbok, Håndbok V222, 2009, Statens vegvesen
Rapportering og system for betegnelse	Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk. Identifisering og klassifisering av jord, 1982. Rev. 2. 2011, NGF NS-EN ISO 14688-1:2002 NS-EN ISO 14688-2:2004

Tabell 2: Styrende dokumenter for geotekniske undersøkelser.

Arbeidsmoment	Standard eller annet styrende dokument
Totalsondering	Veiledning for utførelse av totalsondering, Melding nr. 9, 1994, NGF
Prøvetaking	Veiledning for prøvetaking, Melding nr. 11, 1997, NGF NS-EN ISO 22475-1
Trykksondering (CPTu)	Veiledning for utførelse av trykksondering. Melding nr 5, revisjon nr.3, 2010, NGF

5. UTSETTING OG INNMÅLING

Utsetting og innmåling av undersøkelsespunktene er utført av Rambøll, Håndbok V222. Følgende koordinat- og høydesystem er benyttet:

Koordinatsystem: UTM SONE 32
Høydesystem: NN2000

6. GRUNNUNDERSØKELSER

Geotekniske grunnundersøkelser er utført iht. NGFs veiledere. Borplan for tiltaksområdet er vist på tegning V001.

Markarbeid ble utført i november 2020 av Rambøll. Borpunktene er innmålt med GPS landmålingsutstyr. Gjennomførte undersøkelser har inkludert:

- 13 totalsonderinger
- 4 trykksonderinger (CPTu)
- 32 prøvetakinger i 5 borehull
 - 28 uforstyrrede Ø54 mm sylindrerprøver
 - 4 forstyrrede poseprøver tatt med naver
- 4 elektriske piezometer i 2 borehull

Resultatene fra totalsonderingene og trykksonderingene fremgår i tegninger V101-V112. Opptatte prøver har blitt analysert på Rambølls geotekniske laboratorium i november og desember. Resultater fremgår i vedlegg 1-3. En oversikt over utførte undersøkelser med tilhørende koordinater finnes i tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over utførte grunnundersøkelser.

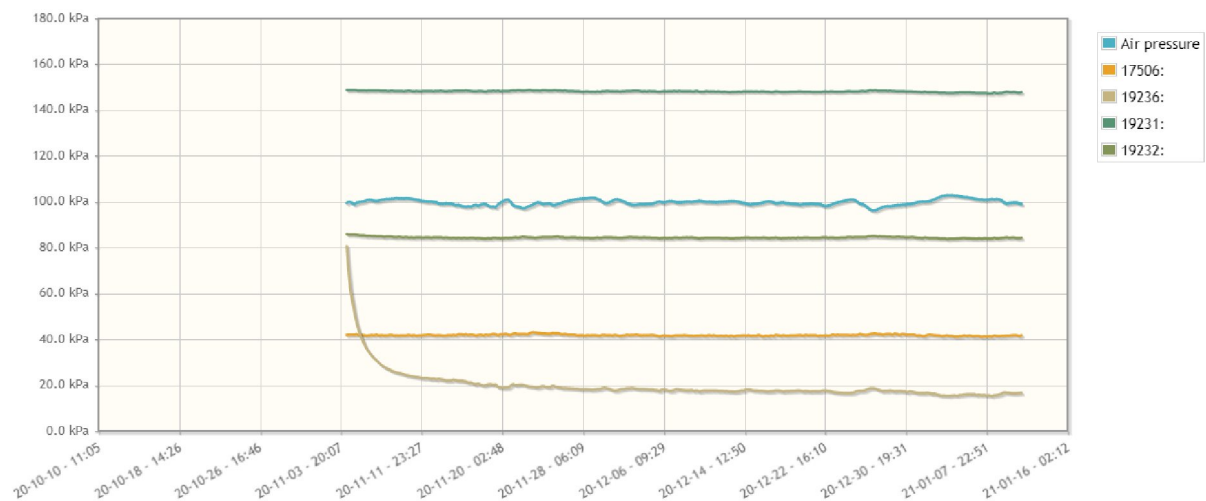
Borhull	Koordinater			Metode				
	X	Y	Z	TOT	CPTu	Sylinderprøve	Poseprøve	Piezometer
SUP1	7026902.238	568332.833	125.984	X	X	X	X	
SUP3	7026892.163	568281.379	113.119	X				
SUP4	7026887.153	568273.88	110.865	X	X	X		
SUP5	7026873.911	568214.229	109.79	X	X	X		
SUP6	7026874.867	568203.25	111.899	X				
SUP7	7026871.834	568146.097	132.628	X				
SUP8	7026861.442	568142.303	122.727	X		X		
SUP9	7026891.681	568229.32	102.855	X		X	X	
G2	7026878.704	568258.503	105.596	X				X
G3	7026888.933	568366.379	127.17	X				X

6.1 Poretrykk og grunnvann

Det er satt ned totalt 4 elektriske Piezometer i forbindelse med denne fasen. Oversikt over Piezometer finnes i tabell 4 og resultater fra de kontinuerlige målingene kan sees i figur 2. Resultatene ble hentet ut 11 januar 2021.

Tabell 4: Oversikt over installerte elektriske Piezometer.

Borehull	Måler	Installasjonsdybde
G2	19232	10 m
G2	19231	15 m
G3	19236	11 m
G3	17506	24 m



Figur 2: Målinger av poretrykk i G2 og G3. Resultater hentet fra Geotechs nettløsning.

7. GEOSUITE-DATABASE

Resultatene fra grunnundersøkelsene er lagret i digitalt format i en Geosuite-database.

8. TEGNINGSLISTE

Tabell 5: Oversikt over tegninger.

Innhold	Tegn. nr.	Målestokk	Format
Borplan	V001	1:300	A1
Enkeltboringer	V101-V114	1:100-1:350	A4

VEDLEGGSLISTE

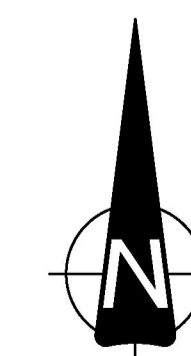
- Vedlegg 1 Laboratorieresultater fra Rambøll – Datakort for jordprøver
- Vedlegg 2 Laboratorieresultater fra Rambøll – Ødometer
- Vedlegg 3 Laboratorieresultater fra Rambøll – Treksialforsøk
- Vedlegg 4 Grunnundersøkelsesrapporter fra forprosjekt – Sweco 2011/2013
- Vedlegg 5 Grunnundersøkelsesrapporter fra regulering – Multiconsult 2015/2018



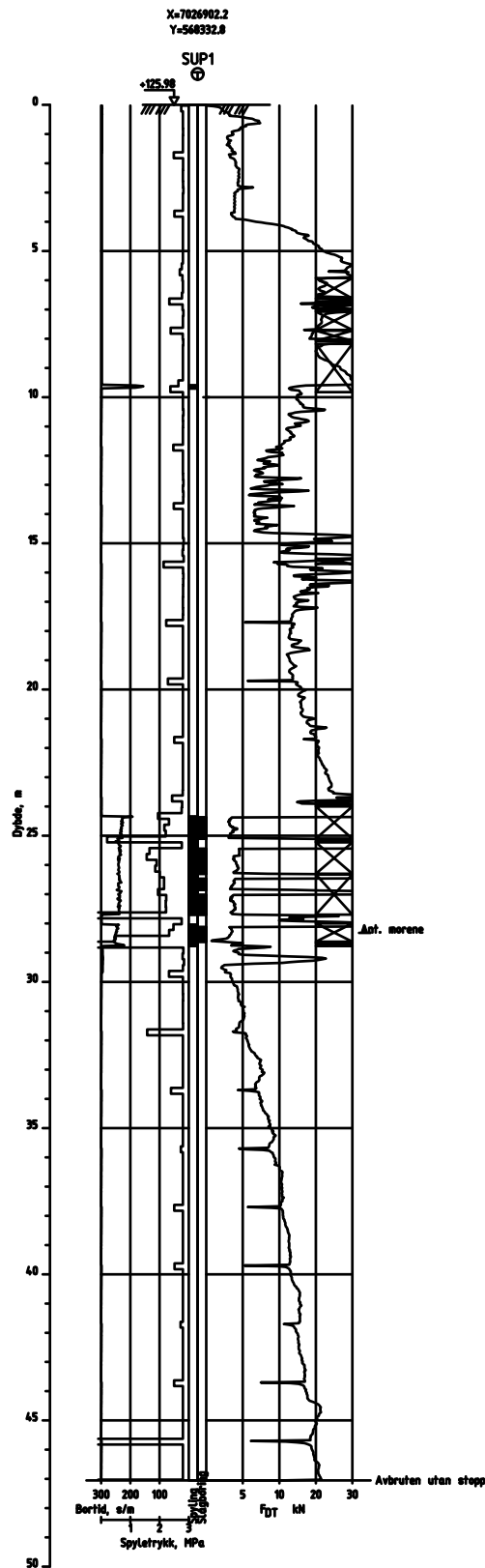
A3 GIR HALV MÅLESTOKK


FIGURFORKLARING

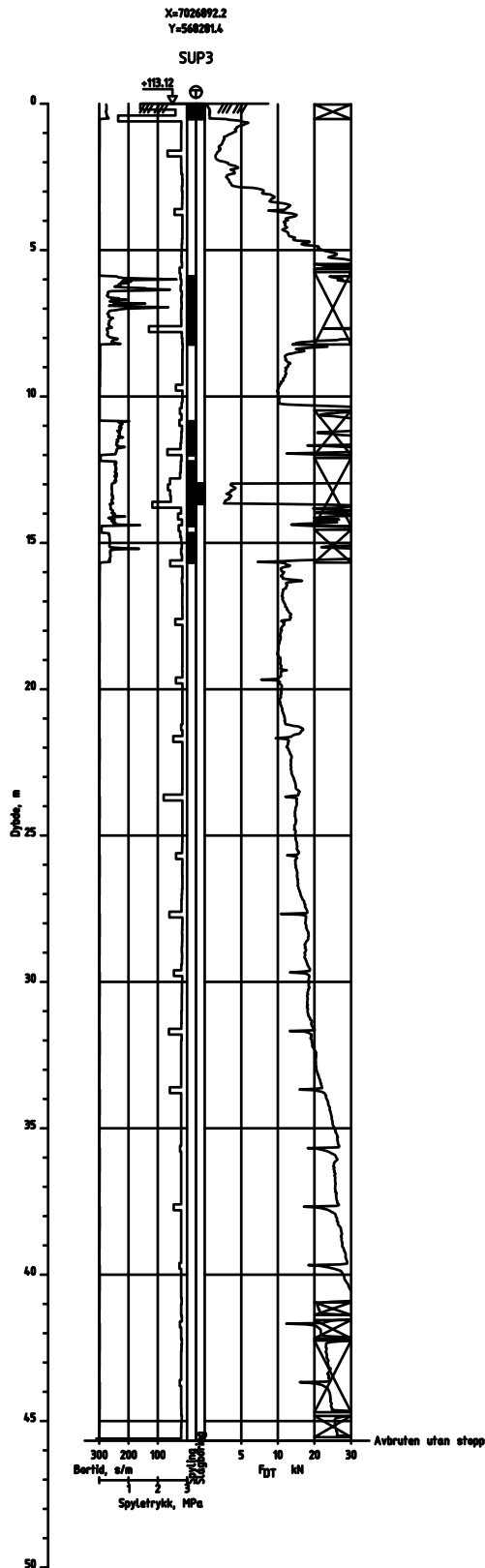
- \oplus Piezometer
- ∇ CPTu
- $\opl�$ Totalsondering
- \odot Prøveserie
- \circ Enkel sondering
- \star Fjellkontrollboring
- \square Prøvegrøft




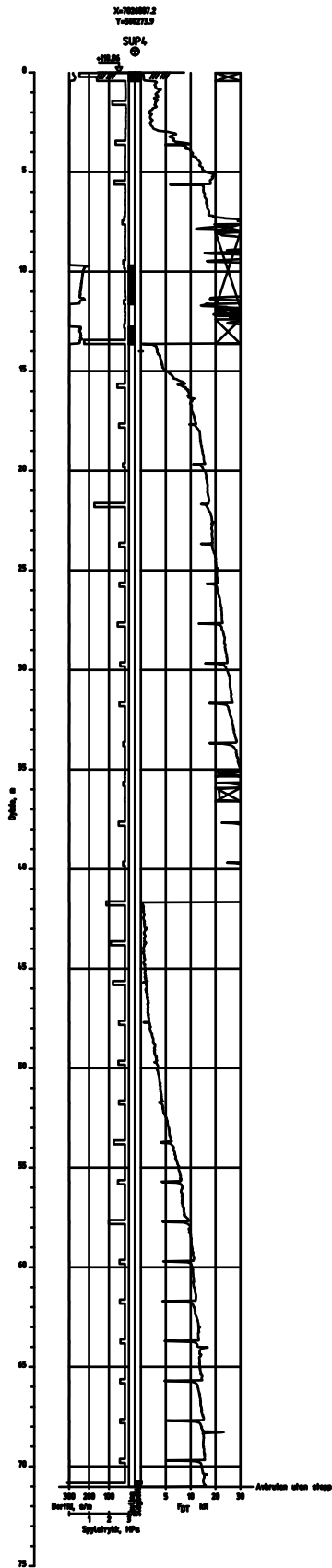
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsfører	Kruse Smith AS	Tegnet	MSP	Kontrollert	MZ
Oppdrag	Saupstadbrua	Godkjent	AT	Dato	16.12.2020
Tegningstittel	Geoteknik grunnundersøkellesplan	Målestokk	1:300	Enhet	m
		Oppdrag nr.	19573	Tegning nr.	V001
				Rev.	00
				Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF.: 41 10 10 10	
<small>RE's arkivnr: 19573 Geoteknik grunnundersøkellesplan A1</small>					



Type boring: Totalsondering		Boring nr.: Sup1	Dato boret: November 2020
		Henvisning, tegning nr.: V101	
		Skala: 1:250	
Prosjekt: Saupstadbrua	Koordinatsystem: Euref89 UTM 32 NN 2000	Tegnet: MSp	



Type boring: Totalsondering	Boring nr.: Sup3	Dato boret: November 2020
	Koordinatsystem: Euref89 UTM 32 NN 2000	Henvising, tegning nr.: V102
		Skala: 1:250 Tegnet: MSp
Prosjekt: Saupstadbrua		



Type boring:

Totalsondering

Boring nr.:

Sup4

Dato boret:

November 2020



AFRY

Henvising, tegning nr.:

V103

Prosjekt:

Saupstadbrua

Koordinatsystem:

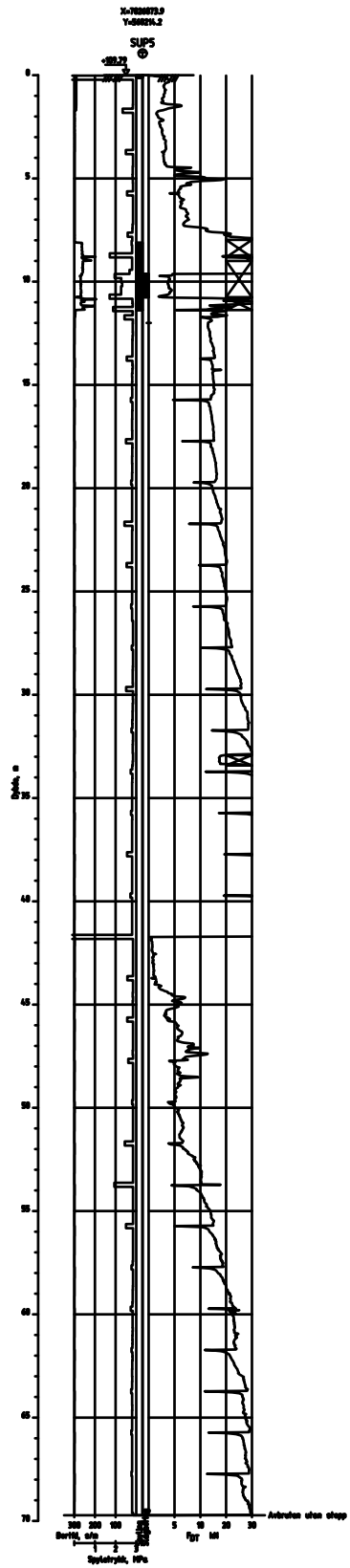
Euref89 UTM 32
NN 2000


Skala:

1:350

Tegnet:

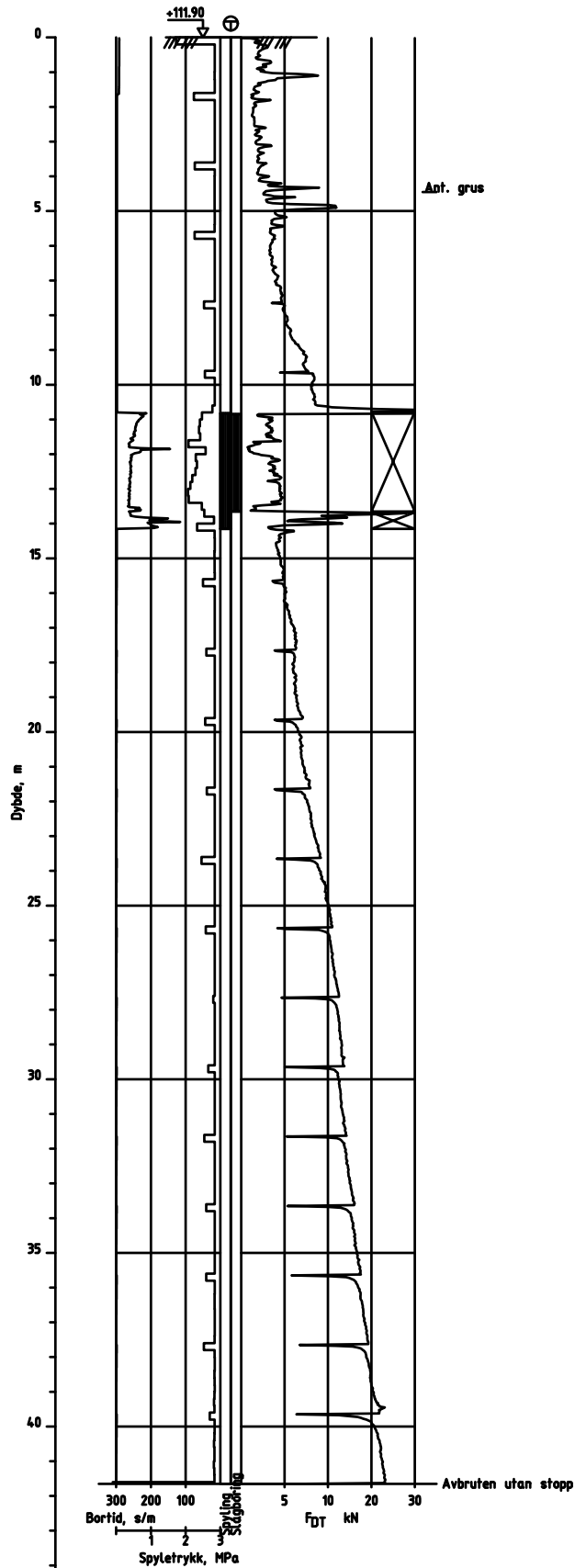
MSp



Type boring: Totalsondering		Boring nr.: Sup5	Dato boret: November 2020
		Henvising, tegning nr.: V104	
		Skala: 1:350 Tegnet: MSp	
Prosjekt: Saupstadbrua	Koordinatsystem: Euref89 UTM 32 NN 2000		

X=7026874.9
Y=568203.3

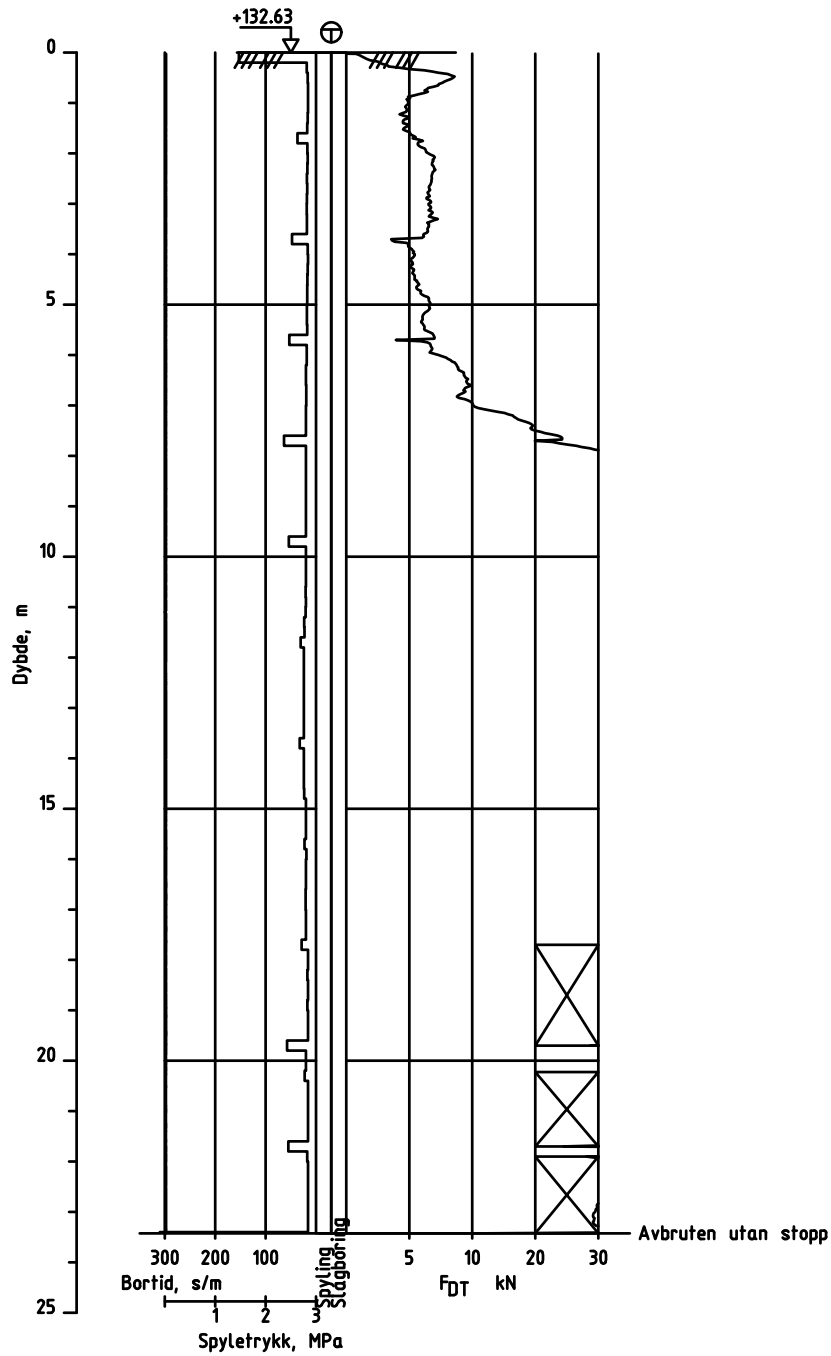
SUP6




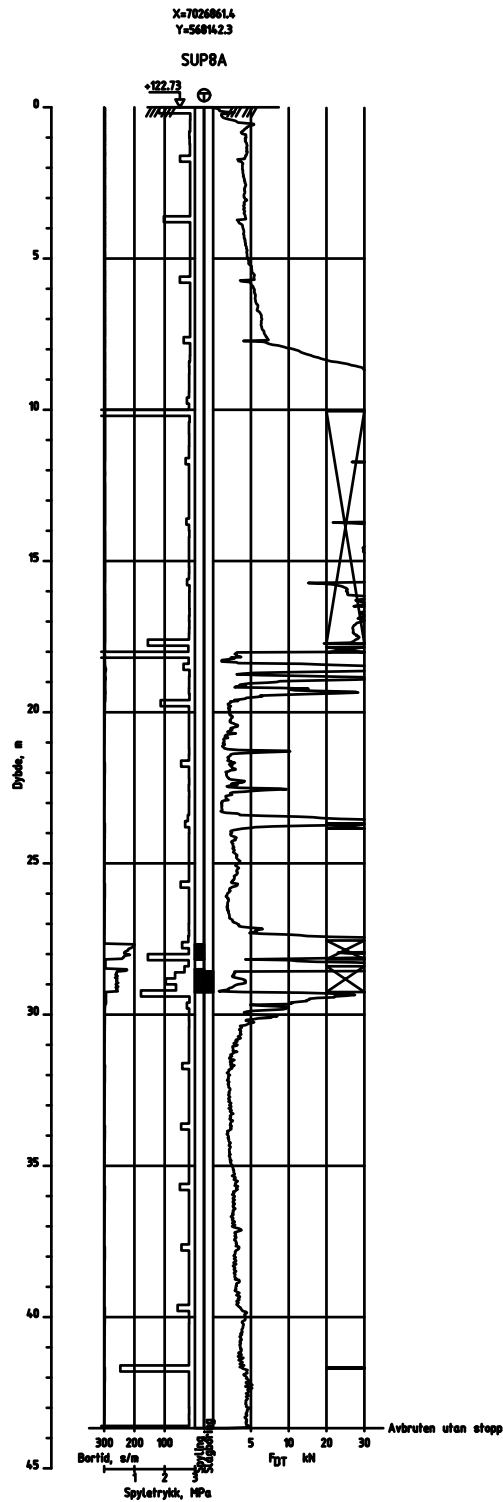
Type boring: Totalsondering	Boring nr.: Sup6	Dato boret: November 2020
AFRY	Koordinatsystem: Euref89 UTM 32 NN 2000	Henvisning, tegning nr.: V105
		Skala: 1:200
Prosjekt: Saupstadbrua		Tegnet: MSp


X=7026871.8
Y=568146.1

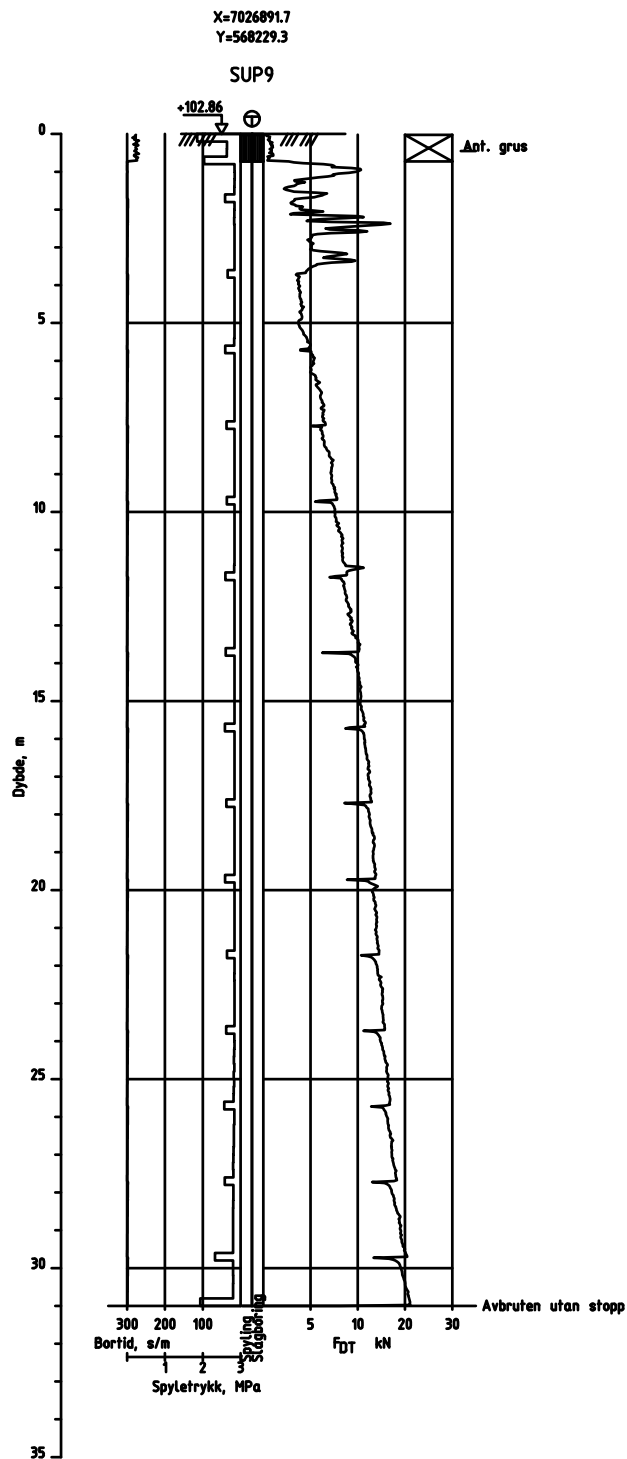
SUP7




Type boring: Totalsondering	Boring nr.: Sup7	Dato boret: November 2020
	Koordinatsystem: Euref89 UTM 32 NN 2000	Henvising, tegning nr.: V106
		Skala: 1:150 Tegnet: MSp
Prosjekt: Saupstadbrua		



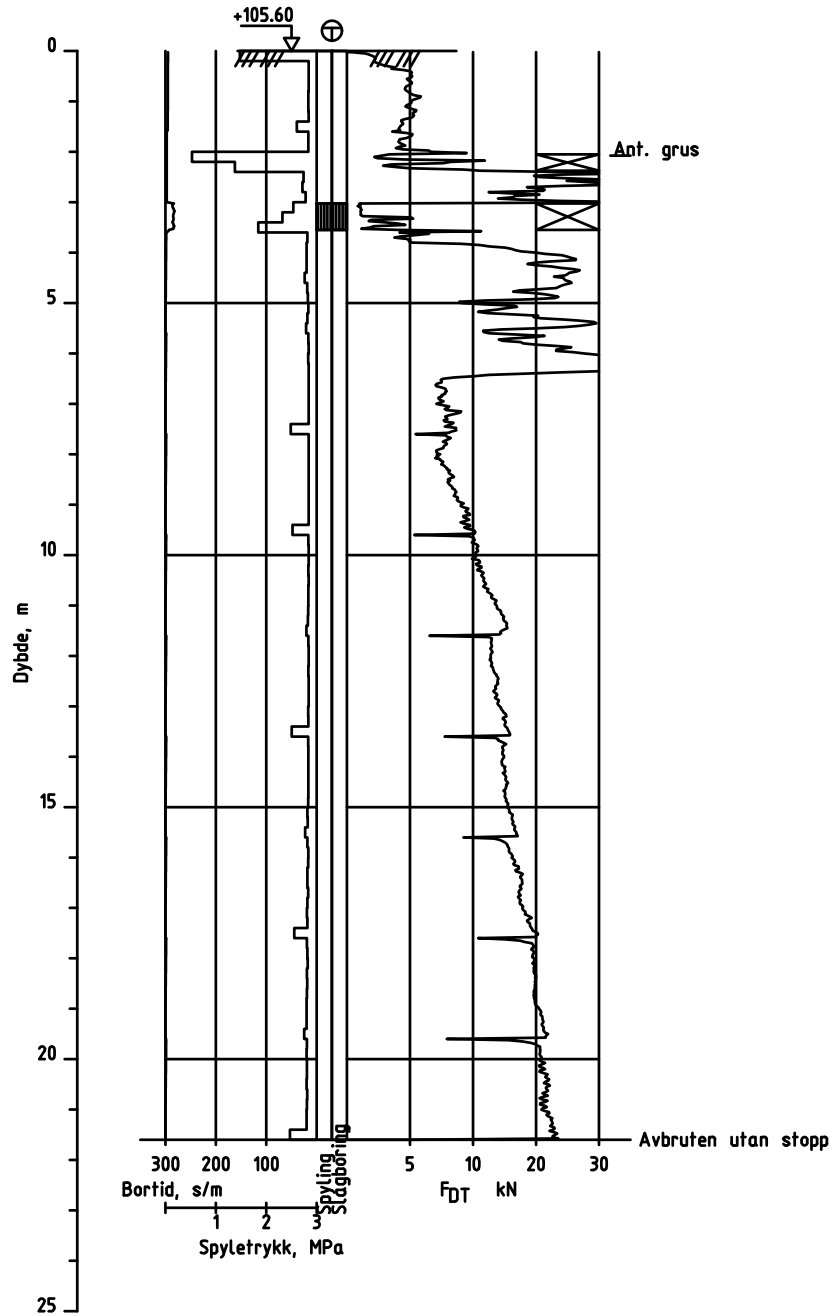
Type boring: Totalsondering		Boring nr.: Sup8	Dato boret: November 2020
		Henvising, tegning nr.: V107	
		Prosjekt: Saupstadbrua	Koordinatsystem: Euref89 UTM 32 NN 2000	Skala: 1:250 Tegnet: MSp



Type boring: Totalsondering		Boring nr.: Sup9	Dato boret: November 2020
		Henvisning, tegning nr.: V108	
		Skala: 1:200	
Prosjekt: Saupstadbrua	Koordinatsystem: Euref89 UTM 32 NN 2000	Tegnet: MSP	

X=7026878.7
Y=568258.5

G2



Type boring:
Totalsondering

Boring nr.:
G2

Dato boret:
November 2020



Henvising, tegning nr.:
V109

Prosjekt:
Saupstadbrua

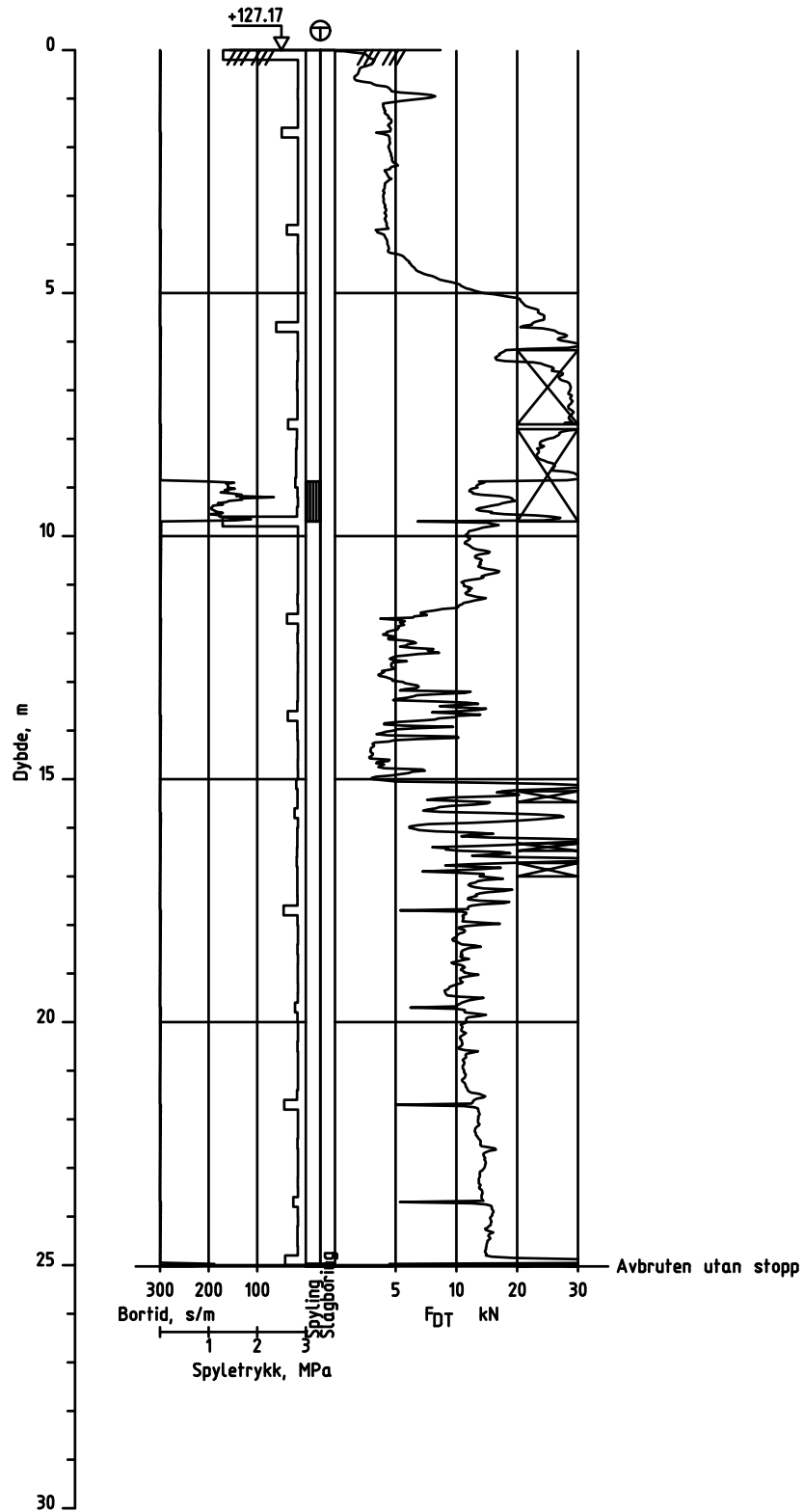
Koordinatsystem:
Euref89 UTM 32
NN 2000


Skala:
1:150

Tegnet:
MSp

X=7026888.9
Y=568366.4

G3

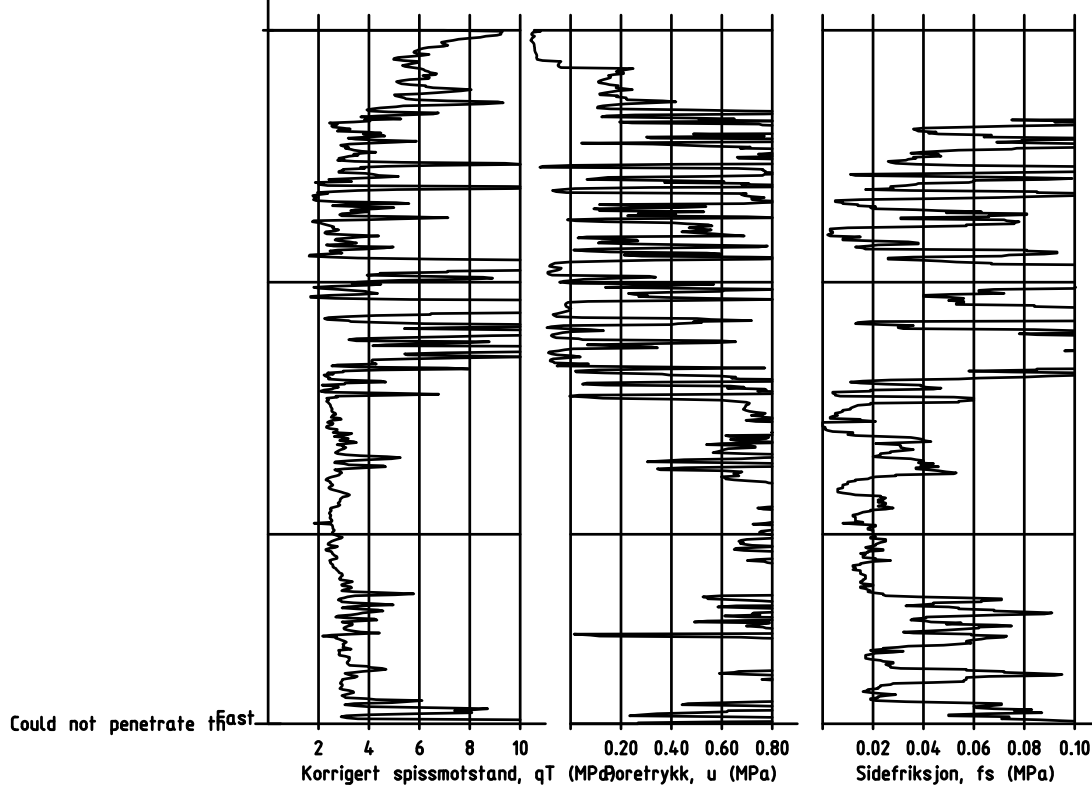
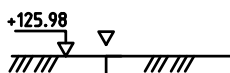


Type boring: Totalsondering	Boring nr.: G3	Dato boret: November 2020
	Koordinatsystem: Euref89 UTM 32 NN 2000	Henvising, tegning nr.: V110
		Skala: 1:200 Tegnet: MSp
Prosjekt: Saupstadbrua		

X=7026902.2

Y=568332.8

SUP1



Type boring:

Dreietrykksondering (CPTu)

Boring nr.:

Sup1

Dato boret:

November 2020



Henvising, tegning nr.:

V110

Prosjekt:

Saupstadbrua

Koordinatsystem:

Euref89 UTM 32
NN 2000

Skala:

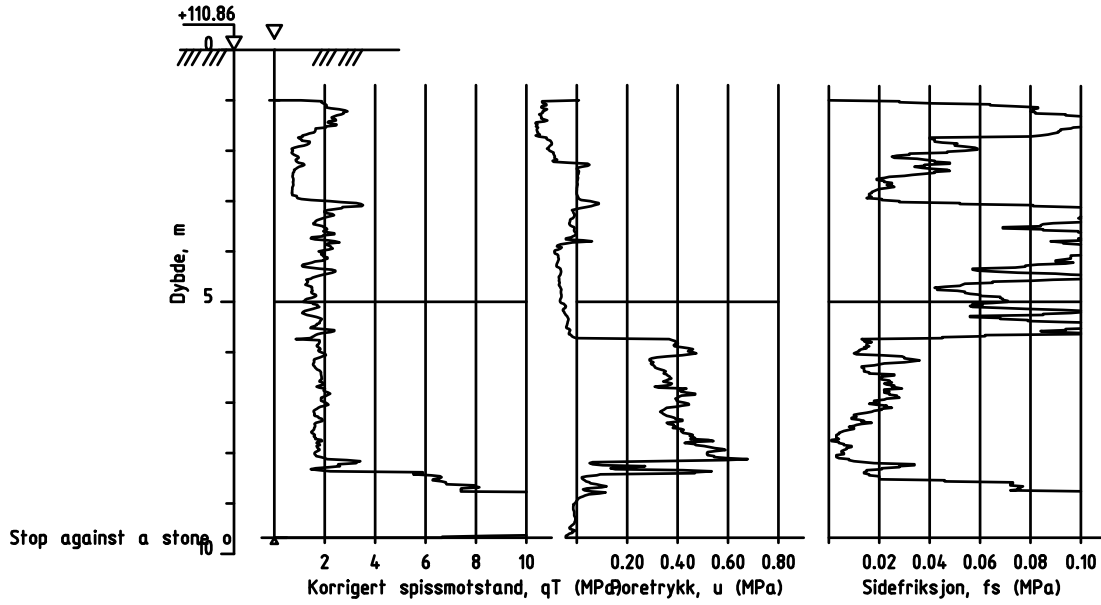
1:150


Tegnet:

MSp

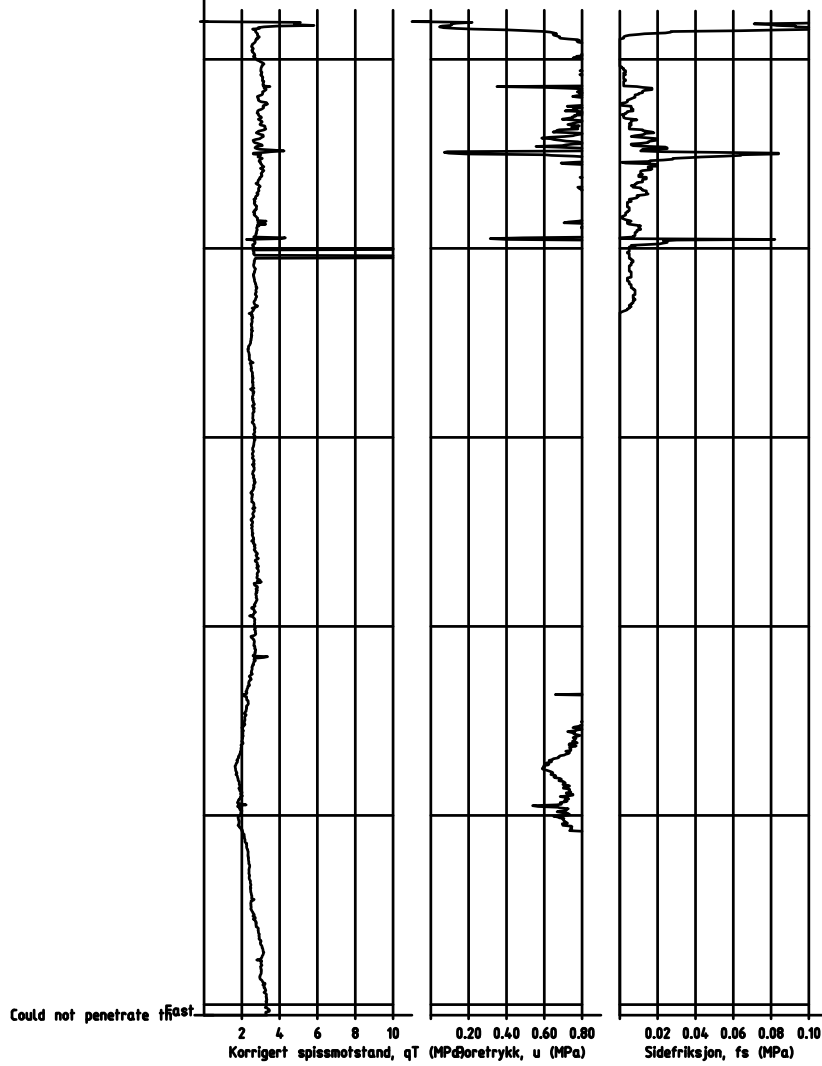
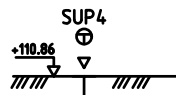
X=7026887.2
Y=568273.9

SUP4A



Type boring: Dreietrykksondering (CPTu)		Boring nr.: Sup4	Dato boret: November 2020
		Henvisning, tegning nr.: V112	
		Skala: 1:150	
Prosjekt: Saupstadbrua	Koordinatsystem: Euref89 UTM 32 NN 2000	Tegnet: MSp	

X=7026887.2
Y=568273.9



Type boring:
Dreietrykksondering (CPTu)

Boring nr.:
Sup4

Dato boret:
November 2020



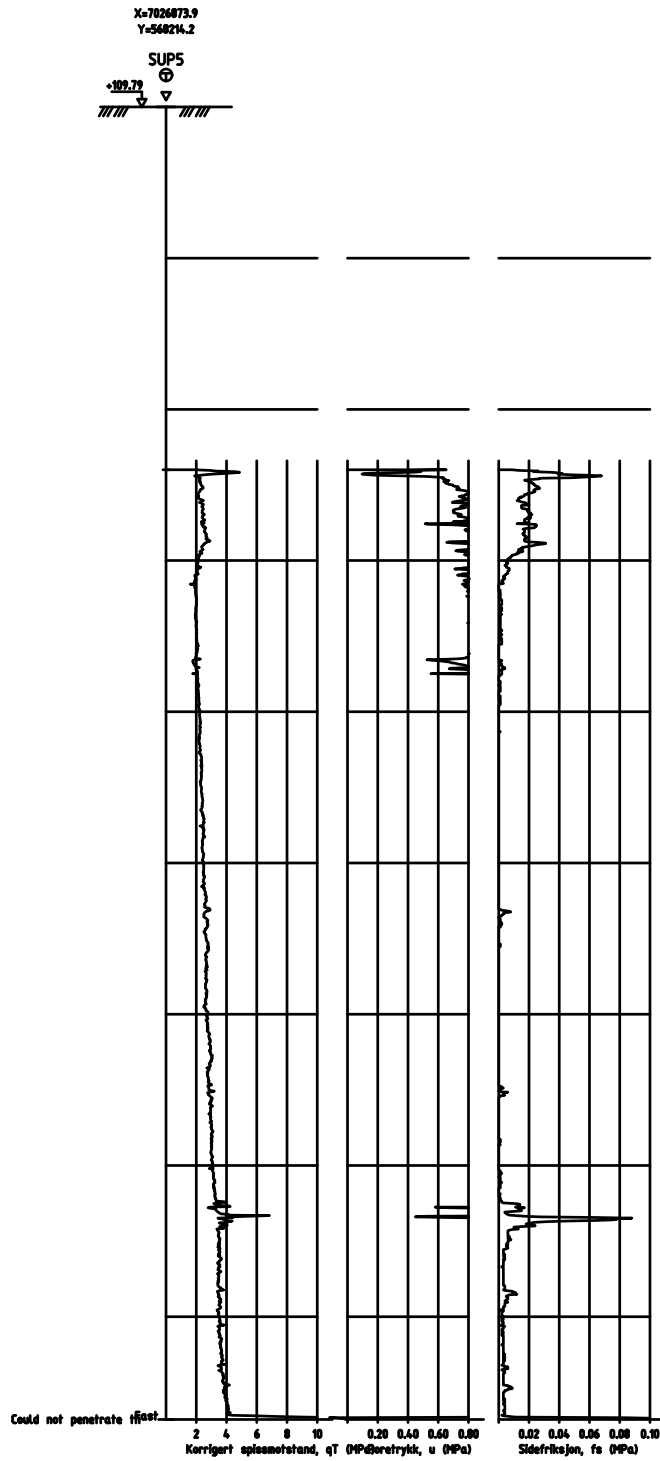
Henvising, tegning nr.:
V113

Prosjekt:
Saupstadbrua

Koordinatsystem:
Euref89 UTM 32
NN 2000

Skala:
1:200

Tegnet:
MSp



Type boring:
Dreietrykksondering (CPTu)

Boring nr.:
Sup5

Dato boret:
November 2020



Henvising, tegning nr.:
V114

Prosjekt:
Saupstadbrua

Koordinatsystem:
Euref89 UTM 32
NN 2000

Skala:
1:250

Tegnet:
MSp

Vedlegg 1

Laboratorieresultater fra Rambøll – Datakort for jordprøver

Sted: Bjørndalsbrun

Oppdrag: 47878

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S1

Dybde: 4-5 m

Lab.nr.: 01

w%

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100cm

21,9 w

Prøven tatt: Apnet: 05.11.20

Jordartbeskrivelse:

Leire, silty m/enkelt
gruskorn

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_P %

Tyngdetetthet
hel syl. γ KN/m^3

Prove KN/m^3

Densitet ρ_s t/m^3

Poresitet n %

Foretall e

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

Trykkforsøk

s_u
 KN/m^2

e_a
%

E
modul

Prøve

P

200

—

Konussforsøk

s_u
 KN/m^2

s_u
 KN/m^2

S_c

Prøve

..

..



Sted: Bjørndalsbrua

Oppdrag: 47873

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S1

Dybde: 5-6 m

Lab.nr.: 02

w%

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100 cm

20,3

W

Prøven tatt: Åpnet: 05.11.20

Jordartbeskrivelse:

Leire, silty ml enkelte
gruskorn

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
hel syl. γ KN/m^3

Prove KN/m^3

Densitet ρ_s t/m^3

Porøsitet n %

Trykkforsøk

s_u
 KN/m^2

e_s
%

E
modul

Porøllast e

Prøve

p

>225

—

Humusinnhold %

..

Saltinnhold g/l

Konussforsøk

s_u
 KN/m^2

s_u
 KN/m^2

S_c

Notater:

Prøve

..

..



Sted: Bjørndalsbrua

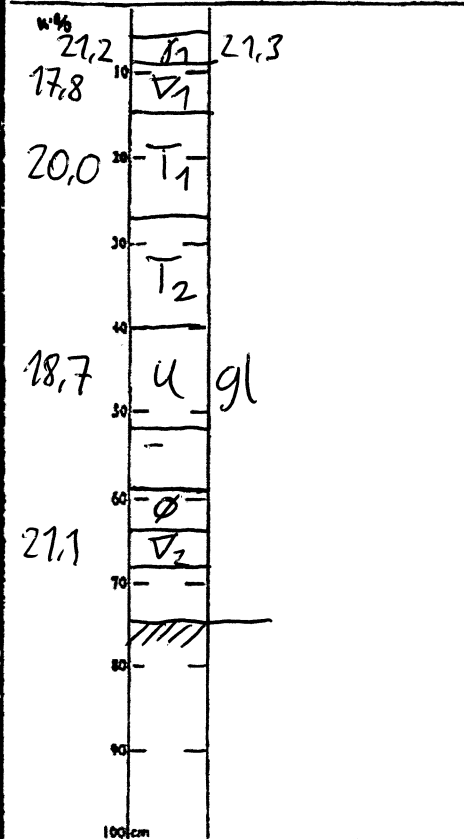
Oppdrag: 41818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S1

Dybde: 12,2 - 13m

Lab.nr.: 03



Prøven tatt: Åpnet: 05.11.20

Jordartbeskrivelse:
Leire, silty ml finsandige
lag

(Mye silt i W_L og W_p)

Flytegrense W_L (20,9) % ←
 Utrull. grense W_p (16,5) % ←
 Tyngdetetthet
 hel syl. γ 20,8 KN/m³
 Prove 21,3 KN/m³
 Densitet ρ_s t/m³
 Poresitet n %
 Porell e
 Humusinnhold %
 Saltinnhold g/l

Trykkforsøk		SU KN/m ²	ϵ_a %	E modul
Prøve	1	92	11	
"				
Konusforsøk		SU KN/m ²	ϕ_u KN/m ²	S_c
Prøve	1	175	—	
"	2	123	—	
"				

Notater:
 Ø ✓
 T ✓



Sted: Bjørndals braa

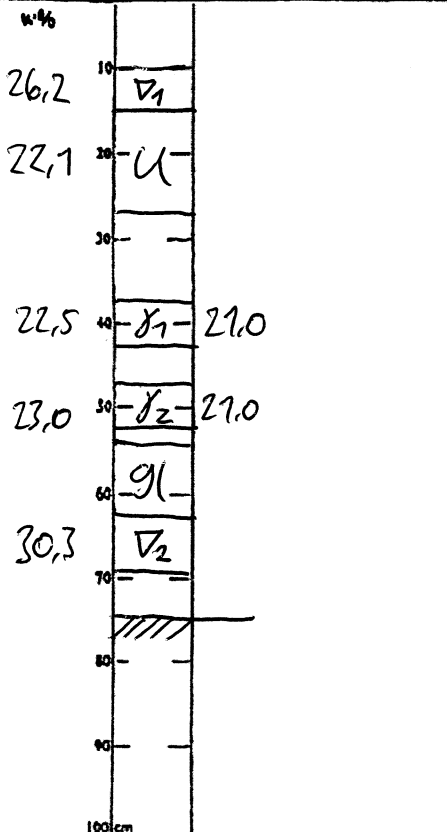
Oppdrag: 41818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S1

Dybde: 13,2 - 14 m

Lab.nr.: 04



Prøven tatt: Apnet: 05.11.20

Jordartbeskrivelse:
 Leire siltig ml finsandlig
 og enkelte gruskorn

Flytegrense W_L %
 Utnull. grense W_p %
 Tyngdetetthet
 hel syl. γ 20,1 KN/m³
 Prove 21,0 KN/m³

Densitet ρ t/m³

Poresitet n %

Trykksøsek	su KN/m ²	ea %	E modul
------------	-------------------------	---------	------------

Poretail e %

Prøve	1	54	9
-------	---	----	---

Humusinnhold %

..			
----	--	--	--

Saltinnhold g/l

Konussøsek	su KN/m ²	su KN/m ²	S _i
------------	-------------------------	-------------------------	----------------

Notater:

Prøve	1	41	1,7
-------	---	----	-----

..	2	39	2,5
----	---	----	-----

..			
----	--	--	--



Sted: Bjørndalsbrua

Oppdrag: 4788

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S1

Dybde: 14,2 - 75 m

Lab.nr.: 05

w%	21,6	21,1		Prøven tatt:	Åpnet: <u>04.11.20</u>				
	27,3			<u>Jordartbeskrivelse:</u>				Flytegrense	w _L (<u>19,5</u>) % ←
	25,3			<u>Leire, finsand, silt, lagdekket</u>				Utrull. grense	w _p (<u>17,1</u>) % ←
	24,1			<u>(Mye finsand/silt i ∇, w_L og w_p)</u>				Tyngdetetthet hel syl. γ	<u>20,2</u> KN/m ³
	23,6								
								Densitet ρ _s	..... t/m ³
								Poresitet	n %
								Forellail	e %
								Humusinnhold %
								Saltinnhold	..... g/l
								Notater:	
								<u>Ødom</u> ✓ <u>T</u> ✓	



Sted: Bjendalsbrua

Oppdrag: 41818

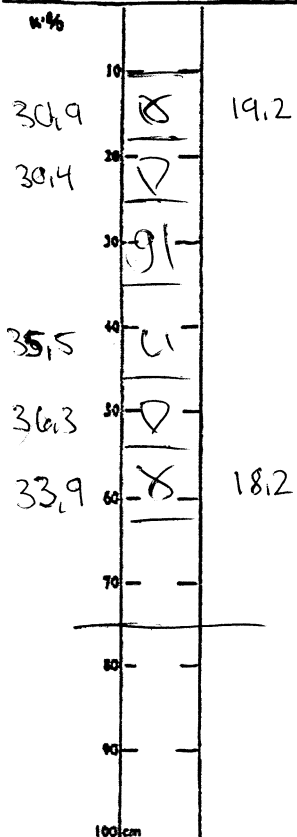
DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: SS

Dybde: 1,2-2m

Lab.nr.: 06

w%



Prøven tatt: Åpnet: 05.11.20.

Jordartbeskrivelse:

Tørrekorpeleire

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_P %

Tyngdetetthet
bel syl. γ 18.5 KN/m³

Prove 18.7 KN/m³

Densitet ρ_s t/m³

Porøsitet n %

Trykkforsøk	su KN/m ²	ea %	E- modul
-------------	-------------------------	---------	-------------

Foretall e

Prøve	su KN/m ²	ea %	E- modul
	128	5	
"			

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Konusforsøk	su KN/m ²	su KN/m ²	S _t
-------------	-------------------------	-------------------------	----------------

Notater:

Prøve	<u>D1</u>	130	—	
"	<u>D2</u>	93	15	
"				

Sted: Bjævdalsbrua

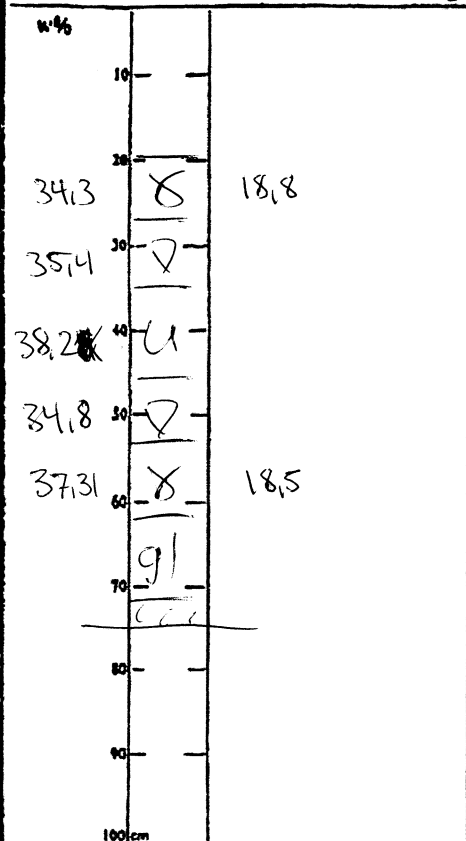
Oppdrag: 41818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S8

Dybde: 3,2-4m

Lab.nr.: C7



Prøven tatt: Åpnet: 05.11.20.

Jordartbeskrivelse:
 Leire, sorte flekker,
 enk. små skjellrester

Trykkforsøk		su KN/m ²	ea %	E- modul
Prøve		38	4	
"				
Konusforsøk		su KN/m ²	su KN/m ²	S _t
Prøve	1	34	3,2	
"	2	31	3,0	
"				

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
 hel syl. γ 18,3 KN/m³

Prove 18,7 KN/m³

Densitet ρ_s t/m³

Poresitet n %

Foretall e %

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

Sted: Bjørndalen

Oppdrag: 41818

DATA KORT FOR JORDPRØVER

Boring: S8

Dybde: 52-6,0

Lab.nr.: 08

w%	10		Prøven tatt: 16.09.24	Åpnet: 06.11.20																	
35,7	15	T ₁	<p>Jordartbeskrivelse:</p> <p>Leire med enkelte små gruskerne.</p>																		
34,9	20	18,7																			
33,7	30	T ₁																			
32,2	40	T ₂																			
32,8	50	U																			
	60	U	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Trykkforsøk</th> <th>SU KN/m²</th> <th>ea %</th> <th>E- modul</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prøve 1</td> <td>41</td> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Trykkforsøk	SU KN/m ²	ea %	E- modul	Prøve 1	41	8		"							
Trykkforsøk	SU KN/m ²	ea %	E- modul																		
Prøve 1	41	8																			
"																					
	70	U ₂	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Konusforsøk</th> <th>SU KN/m²</th> <th>§u KN/m²</th> <th>S_t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prøve 1</td> <td>40</td> <td>2,9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>" 2</td> <td>41</td> <td>4,2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Konusforsøk	SU KN/m ²	§u KN/m ²	S _t	Prøve 1	40	2,9		" 2	41	4,2		"			
Konusforsøk	SU KN/m ²	§u KN/m ²	S _t																		
Prøve 1	40	2,9																			
" 2	41	4,2																			
"																					
	80																				
	90																				
100cm																					
					Flytegrense W _L % Utrull. grense W _P % Tyngdetetthet hel syl. γ 18,9 KN/m ³ Prove 18,7 KN/m ³ Densitet ρ _s t/m ³ Poresitet n % Poretall e Humusinnhold % Saltinnhold g/l Notater:																



Sted: Bjæindalsbrua Opdrag: 1350041818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: 28 Dybde: 7,2-8 m Lab.nr.: 09

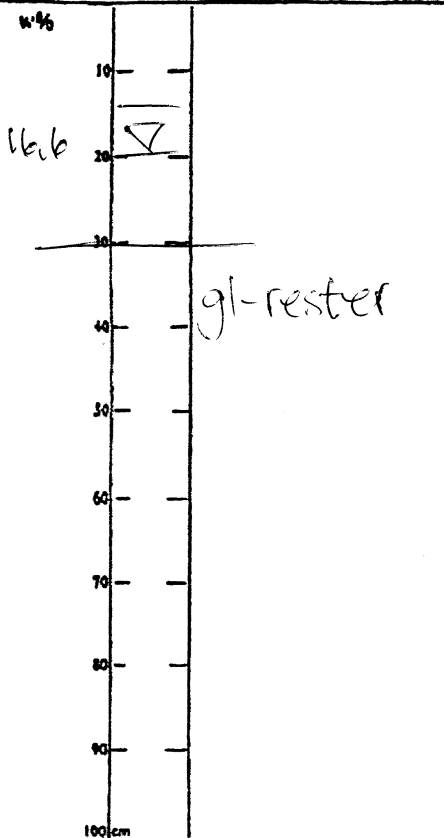
<p>w%</p> <p>10</p> <p>27.4</p> <p>20</p> <p>27.9</p> <p>30</p> <p>29.0</p> <p>40</p> <p>27.0</p> <p>50</p> <p>60</p> <p>24.8</p> <p>70</p> <p>24.4</p> <p>80</p> <p>90</p> <p>100cm</p>		<p>19.73</p> <p>RES</p> <p>20.0</p>	<p>Prøven tatt: Apnet: <u>05.11.20.</u></p> <p><u>Jordartbeskrivelse:</u></p> <p><u>leire, siltig</u></p> <p><u>sandkorn, små gruskkorn</u></p> <p><u>små skjellrester</u></p>	<p>Flytegrense W_L %</p> <p>Utrull. grense W_p %</p> <p>Tyngdetetthet fæi syl. γ <u>19.9</u> KN/m³</p> <p>Prove <u>19.9</u> KN/m³</p> <p>Densitet ρ_s t/m³</p> <p>Poresitet n %</p> <p>Foretall e %</p> <p>Humusinnhold %</p> <p>Saltinnhold g/l</p> <p>Notater:</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Trykksøk</th> <th>su KN/m²</th> <th>ea %</th> <th>E- modul</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prøve 1</td> <td style="text-align: center;">56</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Konusøk</th> <th>su KN/m²</th> <th>su KN/m²</th> <th>S_t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prøve ∇_1</td> <td style="text-align: center;">58</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td></td> </tr> <tr> <td>" ∇_2</td> <td style="text-align: center;">82</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Trykksøk	su KN/m ²	ea %	E- modul	Prøve 1	56	15		"				Konusøk	su KN/m ²	su KN/m ²	S _t	Prøve ∇_1	58	19		" ∇_2	82	25		"			
Trykksøk	su KN/m ²	ea %	E- modul																														
Prøve 1	56	15																															
"																																	
Konusøk	su KN/m ²	su KN/m ²	S _t																														
Prøve ∇_1	58	19																															
" ∇_2	82	25																															
"																																	

Sted: Bjørndalsbrua Oppdrag: 41818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S8 Dybde: 92-10m Lab.nr.: 10

w%



Prøven tatt: Åpnet:

Jordartbeskrivelse:

Leire, fast

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
hel syl. γ KN/m^3

Prove KN/m^2

Densitet ρ_s t/m^3

Poresitet n %

Foretall e

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Trykkforsøk		su KN/m^2	ea %	E- modul
Prøve				
"				
Konusforsøk		su KN/m^2	su KN/m^2	S _t
Prøve	<u>▽ ></u>	<u>370</u>	<u>—</u>	
"				
"				

Notater:

bukket sylinder

Sted: Bjørndalsbrug

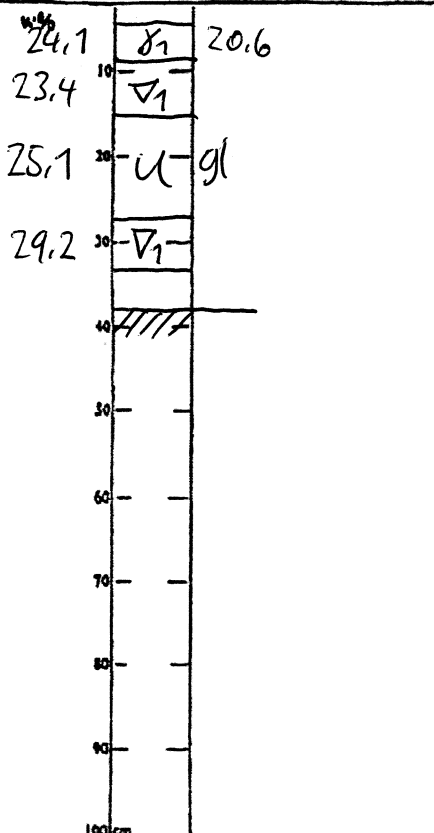
Oppdrag: 47878

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: 54

Dybde: 1.2 - 2 m

Lab.nr.: 11



Prøven tatt: Åpnet: 09.11.20

Jordartbeskrivelse:
 Lære ml tørrskorpelekkor,
 plante- og tre rester, små
 grus Korn

Flytegrense W_L %
 Utrull. grense W_p %
 Tyngdetetthet
 del syl. γ 19.9 KN/m³
 Prove 20.6 KN/m³

Densitet ρ t/m³
 Poresitet n %

Trykkforsøk	su KN/m ²	es %	E- modul
-------------	-------------------------	---------	-------------

Foretall e %

Prøve	1	119	11
"			

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Konussforsøk	su KN/m ²	su KN/m ²	S _i
--------------	-------------------------	-------------------------	----------------

Notater:

Prøve	1	745	58
"	2	745	53
"			



Sted: Bjørndalsbrua

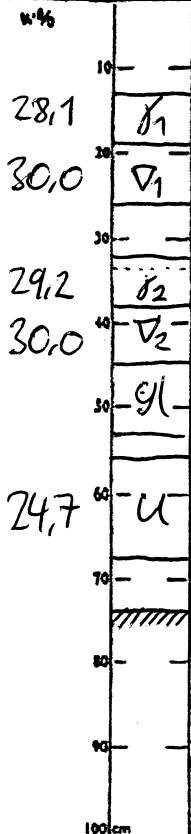
Oppdrag: 41818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S4

Dybde: 2,2-3 m

Lab.nr.: 12



Tørrskorpe-
aktig leire
ml enkelte
tre- og plante-
rester og
små gruskorn

Leire ml
tørrskorpe-
flekker,
enkelte små
sandkorn
og tre- og
planterester.

Prøven tatt: Åpnet: 12.11.20

Jordartbeskrivelse:

(Handwritten description area with a large diagonal line through it)

Flytegrense W_L %
 Utrull. grense W_p %
 Tyngdetetthet
 bei syl. γ 19,1 KN/m³
 Prove 19,9 KN/m³

Densitet ρ_s g/m³
 Poresitet n %

Trykkforsøk	su KN/m ²	ea %	E- modul
-------------	-------------------------	---------	-------------

Forellai e %

Prøve	1	47	75
"			

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Konusforsøk	su KN/m ²	su KN/m ²	S _c
-------------	-------------------------	-------------------------	----------------

Notater:

Prøve	1	80	36
"	2	64	30
"			



Sted: Bjørndalsbrua

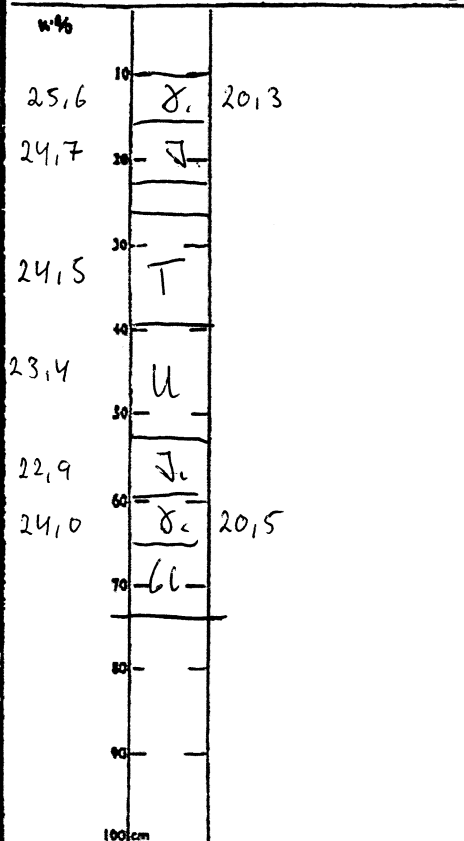
Oppdrag: 47818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S4

Dybde: 17,2-78 cm

Lab.nr.: 15



Prøven tatt: Åpnet: 17/11-20

Jordartbeskrivelse:
 Leire, siltig m/enkelte
 gruskorn

	Trykkforsøk	SU KN/m ²	ea %	E- modul
Prøve	1	116	15	
"				
	Konussforsøk	SU KN/m ²	§U KN/m ²	S _i
Prøve	1	48	17	
"	2	74	30	
"				

Flytegrense W_L %
 Utrull. grense W_p %
 Tyngdetetthet
 del syl. γ 19.9 KN/m³
 Prove 20.4 KN/m³
 Densitet ρ_s t/m³
 Poresitet n %
 Porellast e %
 Humusinnhold %
 Saltinnhold g/l

Notater: T

Sted: Bjørndalsbrua

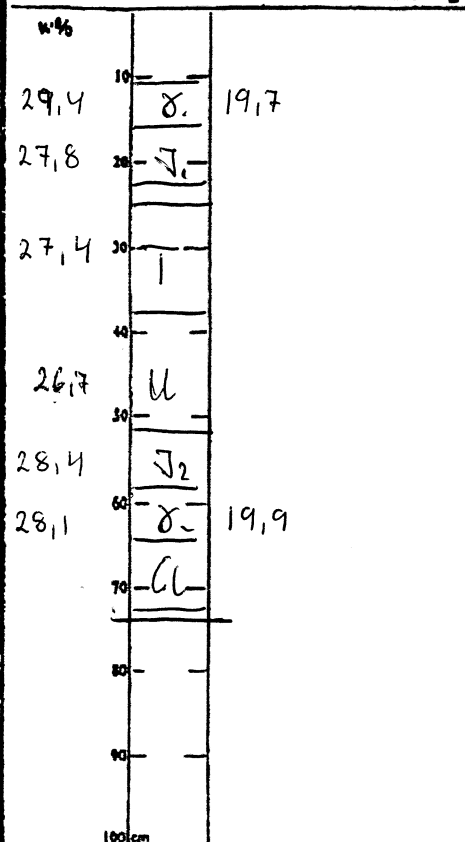
Oppdrag: 47878

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S4

Dybde: 21,2-22 m

Lab.nr.: 16



Prøven tatt: Apnet: 17/11-20

Jordartbeskrivelse:
Leire m/ enkelte siltlag

Trykkforsøk		su KN/m ²	es %	E- modul
Prøve	1	84	6	
"				
Konusforsøk		su KN/m ²	su KN/m ²	Sc
Prøve	1	48	6,6	
"	2	48		
"				

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
 k_{el syl.} 19,9 KN/m³

Prove 19,8 KN/m³

Densitet ρ_s t/m³

Porøsitet n %

Porøllall e %

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater: T

Sted: Bjørndalsbrua

Oppdrag: 47878

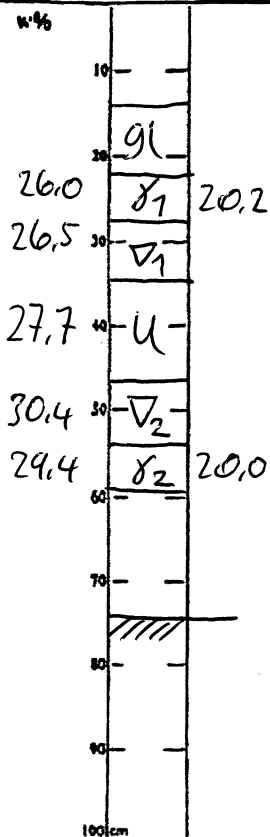
DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: 55

Dybde: 2,2-3m

Lab.nr.: 77

w%



Prøven tatt: Apnet: 09.11.20

Jordartbeskrivelse:

Leire m/ tørrskorpeflekker,
silt/finnsandlag og enkelte
små grushorn

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
d_{syl} γ KN/m³

Prove 20,1 KN/m³

Densitet ρ_s t/m³

Porøsitet n %

Porøllall e %

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

Trykkforsøk		su KN/m ²	ra %	E modul
Prøve	1	42	7	
"				
Konusforsøk		su KN/m ²	su KN/m ²	S _c
Prøve	1	103	19	
"	2	64	73	
"				



Sted: Bjørndalsbrua

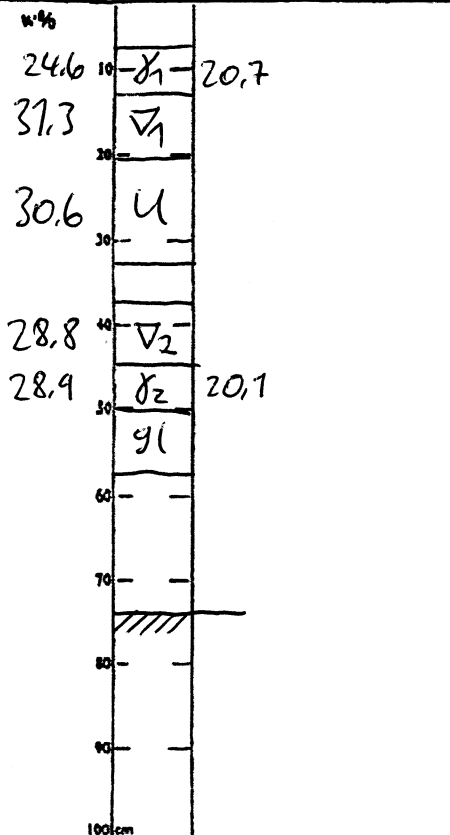
Oppdrag: 41818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: SS

Dybde: 3,2-4 m

Lab.nr.: 18



Prøven tatt: Åpnet: 09.11.20

Jordartbeskrivelse:

Leire m/ tørrskorpellekker,
silt/finsandlag, enkelte
planterester og små
graskorn

Flytegrense W_L %
Utrull. grense W_p %
Tyngdetetthet
d_{sl} γ_s 19,8 KN/m³
Prove 20,4 KN/m³

Densitet ρ_s t/m³

Poresitet n %

Poretall e %

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

Trykkforsøk		su KN/m ²	ea %	E _s modul
Prøve	1	84	5	
"				
Konusforsøk		su KN/m ²	su KN/m ²	S _c
Prøve	1	74	11	
"	2	80	12	
"				



Sted: Bjørndalsbrua

Oppdrag: 47878

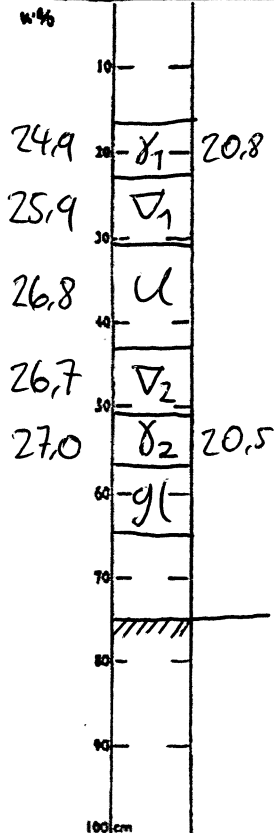
DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: 55

Dybde: 12,2-13 m

Lab.nr: 21

w%



Prøven tatt: Apnet: 11.11.20

Jordartbeskrivelse:
 Leire, silting ml enkelte
 tynne silt/finsandlag,
 og enkelte små grusorn

Flytzegrense W_L %

Utrull. grense W_P %

Tyngdetetthet
 bei syl. γ 20,0 KN/m³

Prove 20,7 KN/m³

Densitet ρ_s 1/m³

Poresitet n %

Porellail e %

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

Trykkforsøk	su KN/m ²	ε _s %	E _s modul
Prøve 1	84	13	
"			
Konussforsøk	su KN/m ²	su KN/m ²	S _c
Prøve 1	74	93	
" 2	82	75	
"			



Sted: Bjørndalsbrua

Oppdrag: 41818

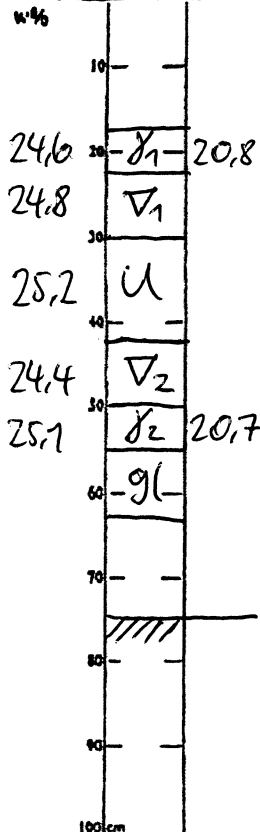
DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: 55

Dybde: 14,2-15 m

Lab.nr.: 22

w%



Prøven tatt: Apnet: 11.11.20

Jordartbeskrivelse:

Leire, siltig ml graskorn
og enkelte skjellrester

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
&ei syl. γ 20,2 KN/m³

Prove 20,8 KN/m³

Densitet ρ t/m³

Poresitet n %

Foretall c %

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

Trykkforsøk		S _u KN/m ²	rs %	E- modul
Prøve	1	78	14	
"				
Konusforsøk		S _u KN/m ²	β _u KN/m ²	S _c
Prøve	1	89	22	
"	2	89	24	
"				



Sted: Bjørndalsbrua Oppdrag: 41818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S5 Dybde: 16,2-17m Lab.nr.: 23

w% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100cm		Prøven tatt: Apnet: <u>12.11.20</u>	<u>Jordartbeskrivelse:</u> <u>Leire m/ enkelte små</u> <u>siltflekker, små gruskorn</u> <u>og sandkorn</u>				Flytegrense	W _L	%		
	30,2						g ₁	19,9	Utrull. grense	W _p	%
	30,3						g ₁	19,9	Tyngdetetthet høi syl. γ	<u>19,5</u>	KN/m ³
	28,5		u					Prove	<u>19,9</u>	KN/m ³	
	30,3		∇ ₂					Densitet ρ	.....	t/m ³
	29,8		∇ ₂	19,9				Porøsitet	n	%	
			∇ ₂					Foretall	e		
								Humusinnhold	.....	%
								Saltinnhold	.....	g/l
								Notater:			

Trykkforsøk		su	rs	E-
		KN/m ²	%	modul
Prøve	1	66	4	
"				

Konusforsøk		su	su	S _c
		KN/m ²	KN/m ²	
Prøve	1	48	4,8	
"	2	48	3,7	
"				



Sted: Bjørndalsbrua

Oppdrag: 41878

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S9

Dybde: 2-3 m

Lab.nr.: 26

w%

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100cm

24.2

W

Prøven tatt: Apnet: 10.10.20

Jordartbeskrivelse:

Leire, silting ml siltt/finsandlag
og enkelte små gruskorn

(Mye siltt i ▽)

Trykkforsøk		SU KN/m ²	ea %	E- modul
Prøve				
"				
Konusforsøk		SU KN/m ²	Su KN/m ²	S _c
Prøve	7	-	(6,6)	
"				
"				

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
fæi syl. γ KN/m³

Prøve KN/m³

Densitet ρ t/m³

Poresitet n %

Porøsitet e %

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:



Sted: Bjørndalsbrua

Oppdrag: 41838

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: S9

Dybde: 3-4 m

Lab.nr.: 27

w%

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100cm

28,7

W

Prøven tatt: Apnet: 10.11.20

Jordartbeskrivelse:

Leire, siltig m/ silt/finsandlag
og enkelte små grusker

(Mye silt i ▽)

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_P %

Tyngdetetthet
sel syl. γ KN/m^3

Prove KN/m^3

Densitet ρ_s t/m^3

Poresitet n %

Trykkforsøk

SU
 KN/m^2

ea
%

E-
modul

Porertall e

Prøve

Humusinnhold %

"

Saltinnhold g/l

Konussforsøk

SU
 KN/m^2

ϕ_u
 KN/m^2

S_t

Notater:

Prøve

7

-

(4,8)

"

"



Sted: Bjørndalsbrua

Oppdrag: 47878

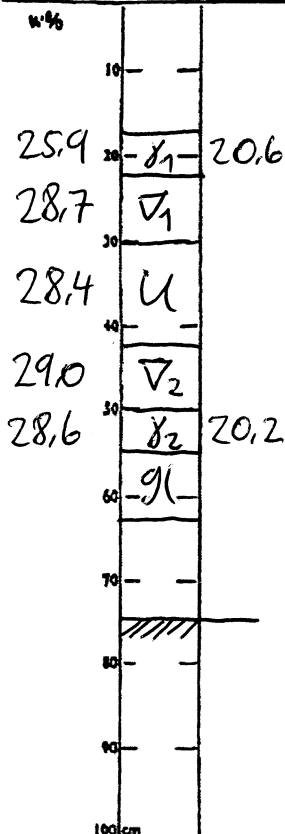
DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: 59

Dybde: 4,2-5 m

Lab.nr.: 28

w %



Prøven tatt: Apnet: 12.11.20

Jordartbeskrivelse:

Leire, delvis silting ml
små grasskorn

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
&ei syl. γ 19,8 KN/m³

Prove 20,4 KN/m³

Densitet ρ_s t/m³

Poresitet n %

Porertall e %

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

Trykkforsøk		S _U KN/m ²	e _s %	E- modul
Prove	1	54	75	
"				
Konusforsøk		S _U KN/m ²	S _U KN/m ²	S _t
Prove	1	53	9	
"	2	67	9	
"				



Sted: Bjørndalsbrua

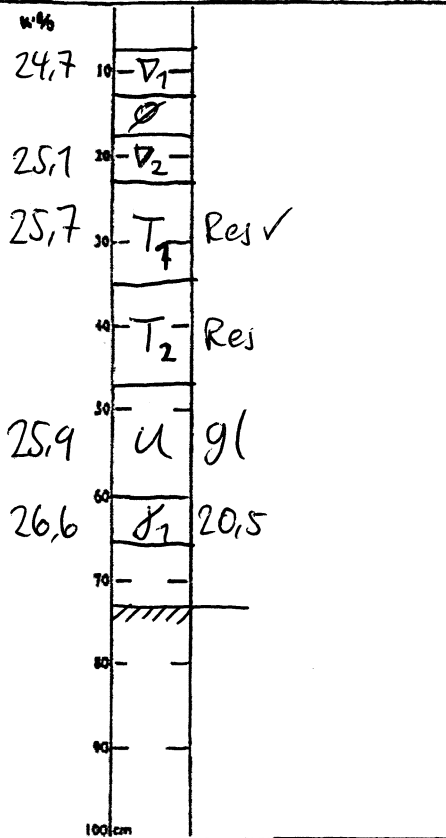
Oppdrag: 47878

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: 59

Dybde: 6.2-7 m

Lab.nr.: 29



Prøven tatt: Apnet: 11.11.20

Jordartbeskrivelse:
 Leire, silting ml små gruskorn

Trykkforsøk	su KN/m ²	ra %	E- modul
-------------	-------------------------	---------	-------------

Prøve	1	70	13
"			

Konussforsøk	su KN/m ²	su KN/m ²	St
--------------	-------------------------	-------------------------	----

Prøve	1	96	28
"	2	113	20
"			

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
 løsl syl. γ KN/m³

Prove 20,5 KN/m³

Densitet ρ t/m³

Porøsitet n %

Porositet e %

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

Sted: Bjørndalsbrua

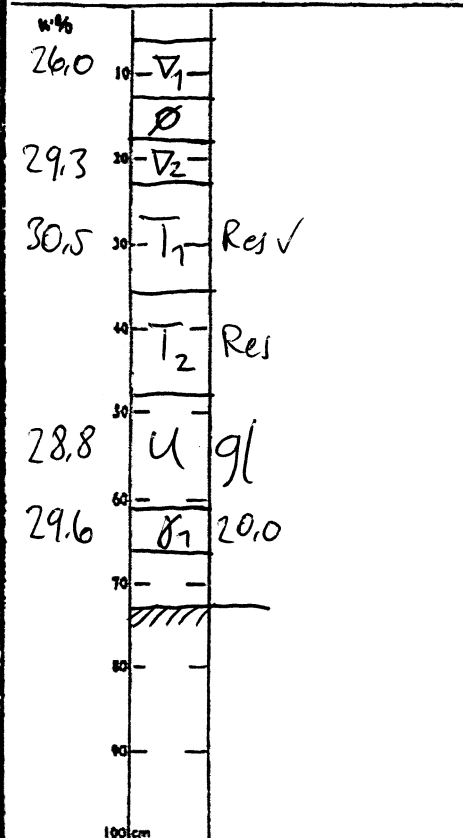
Oppdrag: 41818

DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: 59

Dybde: 12,2 - 13m

Lab.nr.: 31



Prøven tatt: Apnet: 10.11.20

Jordartbeskrivelse:

Leire, silting ml. små gruskom og enkelte siltlag

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
hel syl. γ 19,5 KN/m³

Prove 20,0 KN/m²

Densitet ρ t/m³

Poresitet n %

Porositet e

Trykkforsøk	s_u KN/m ²	c_u %	E- modul
-------------	----------------------------	------------	-------------

Prove	<u>1</u>	<u>62</u>	<u>4</u>
-------	----------	-----------	----------

"			
---	--	--	--

Konussforsøk	s_u KN/m ²	ϕ_u KN/m ²	S_r
--------------	----------------------------	-------------------------------	-------

Prove	<u>1</u>	<u>48</u>	<u>3,3</u>
-------	----------	-----------	------------

"	<u>2</u>	<u>56</u>	<u>3,7</u>
---	----------	-----------	------------

"			
---	--	--	--

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

V
T

Sted: Bjørndalsbrua

Oppdrag: 41878

DATAKORT FOR JORDPRØVER

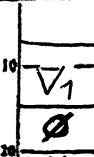
Boring: S5

Dybde: 6,1-6,9 m

Lab.nr.: 20

w%

22,7



Res ✓

Res

21,7

u gl

23,1

∇₂

23,7

∇₁

20,9

100cm

Prøven tatt: Åpnet: 09.11.20

Jordartbeskrivelse:

Leire, siltig

Flytegrense W_L %

Utrull. grense W_p %

Tyngdetetthet
kel syl. γ 20,4 KN/m³

Prøve 20,9 KN/m³

Densitet ρ_s t/m³

Poresitet n %

Foretall e %

Trykkforsøk	su KN/m ²	es %	E- modul
-------------	-------------------------	---------	-------------

Prøve	1	83	15
-------	---	----	----

"			
---	--	--	--

Konussforsøk	su KN/m ²	su KN/m ²	S _c
--------------	-------------------------	-------------------------	----------------

Prøve	1	98	34
-------	---	----	----

"	2	83	26
---	---	----	----

"			
---	--	--	--

Humusinnhold %

Saltinnhold g/l

Notater:

~~∇₂~~
∇₁



Sted: *Bjørndalsbru*Oppdrag: *41818*

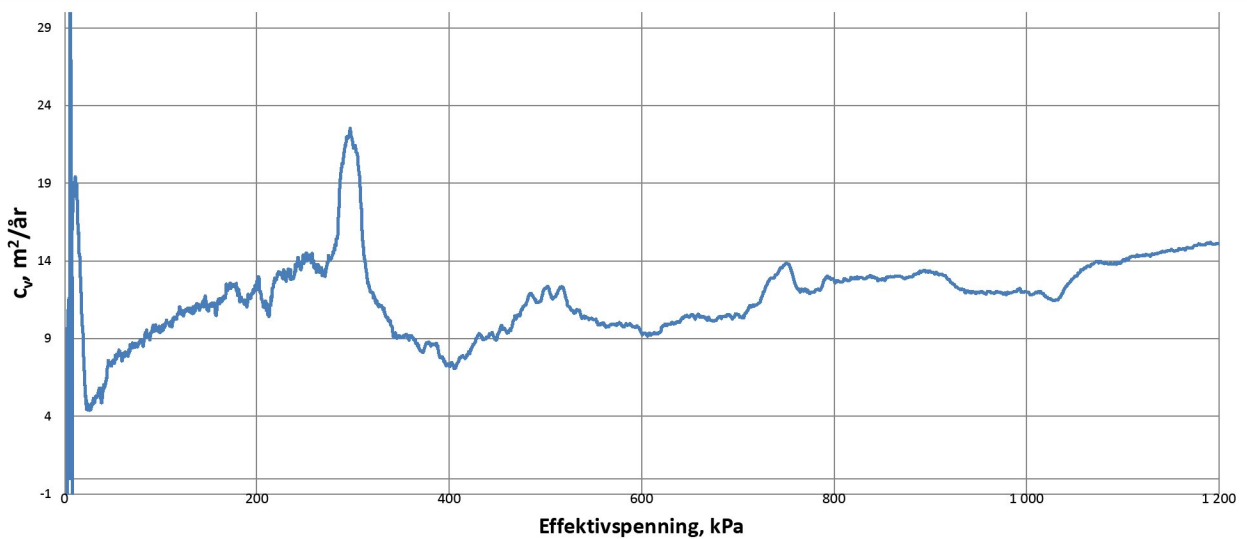
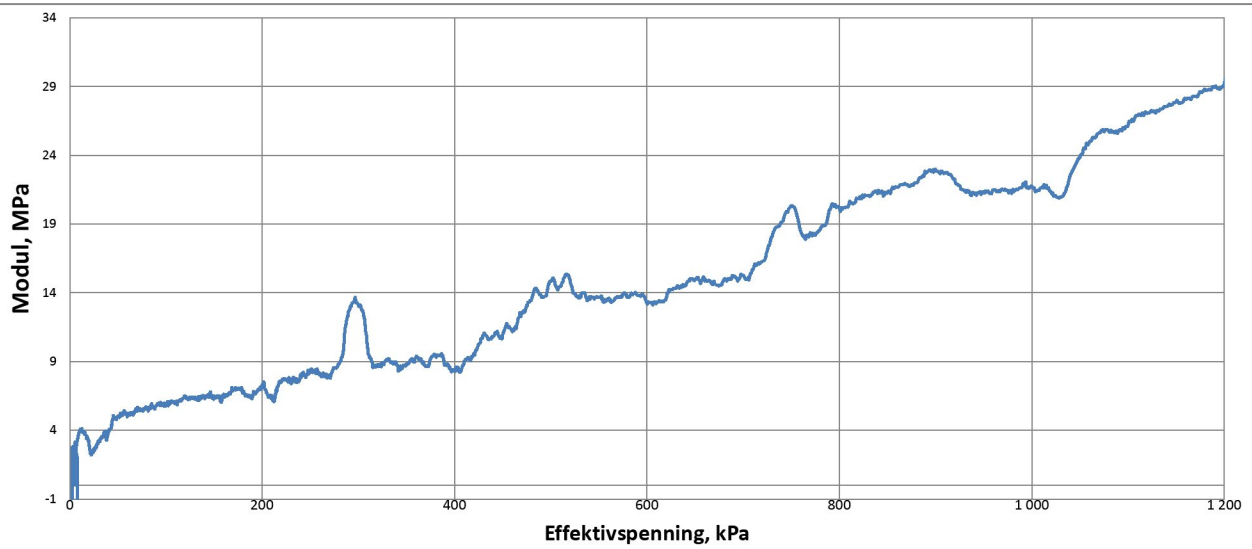
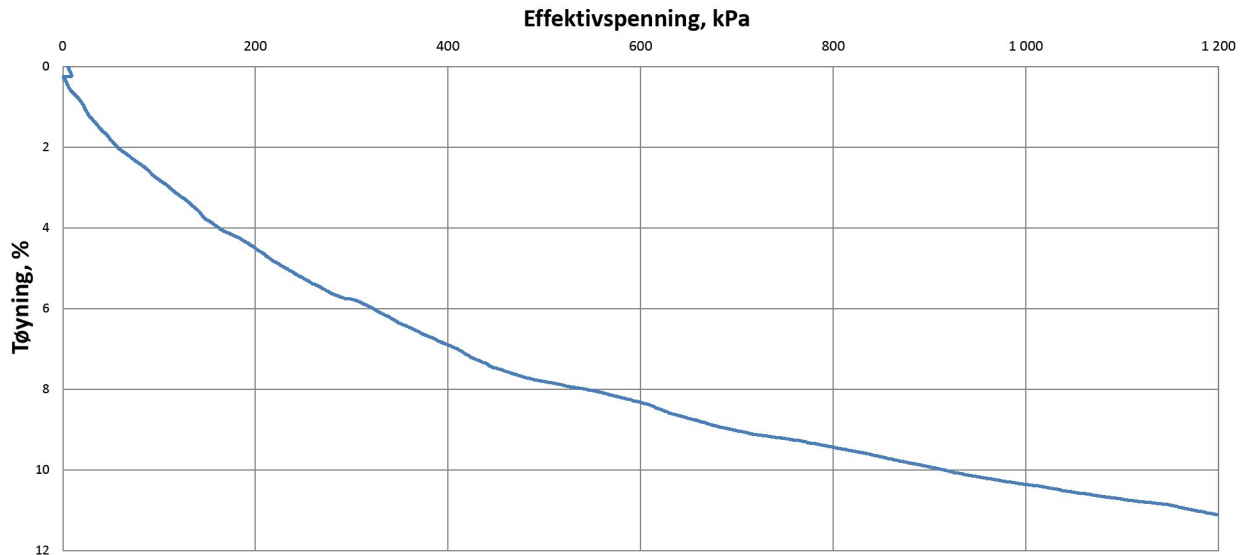
DATAKORT FOR JORDPRØVER

Boring: *SS*Dybde: *18,2-19 m*Lab.nr.: *24*

w% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100cm	27,7	81	20,2	Prøven tatt: Åpnet: <i>10.11.20</i>				Flytegrense	W _L	%
	27,1	▽ ₁		<u>Jordartbeskrivelse:</u>				Utnull. grense	W _p	%
	26,7	○		<i>Leire, silty m/ enkelte</i>				Tyngdetetthet hel syl. γ	<i>19,7</i>	KN/m ³
	25,8	▽ ₂		<i>Små gruskorn</i>				Prove <i>20,2</i>	KN/m ³	
		T ₁	Res ✓					Densitet ρ	.....	t/m ³
		T ₂	Res					Poresitet	n	%
	26,7	U	gl					Porellall	e	
	27,5	82	20,2					Humusinnhold	.....	%
								Saltinnhold	.....	g/l
								Notater: <i>✓</i> <i>✓</i>		
Trykkforsøk				SU KN/m ²	ea %	E modul				
Prøve	1	77	3							
..										
Konusforsøk				SU KN/m ²	su KN/m ²	S _c				
Prøve	1	56	4,4							
..	2	69	4,2							
..										

Vedlegg 2

Laboratorieresultater fra Rambøll – Ødometer



pkt S1 lab 3 dybde 12,8 m Leire, siltig m/ finsandige lag



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

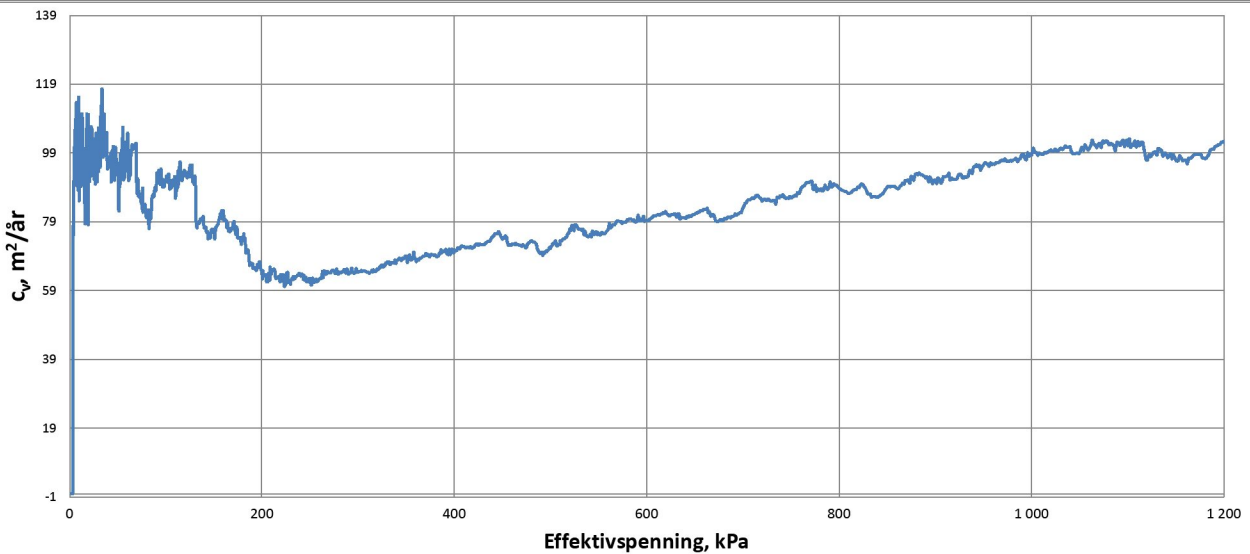
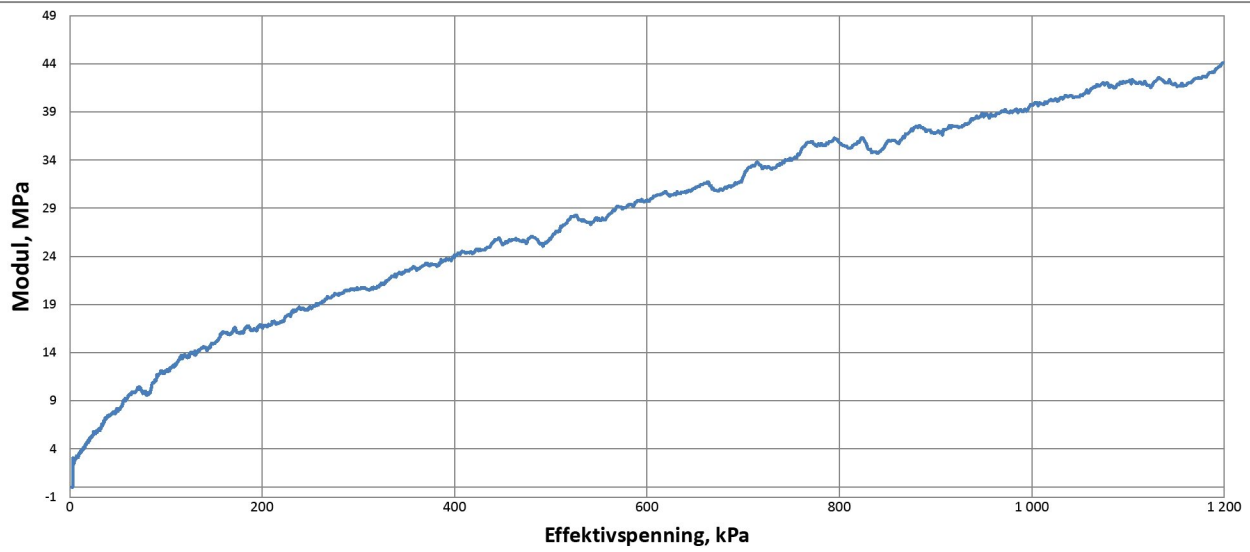
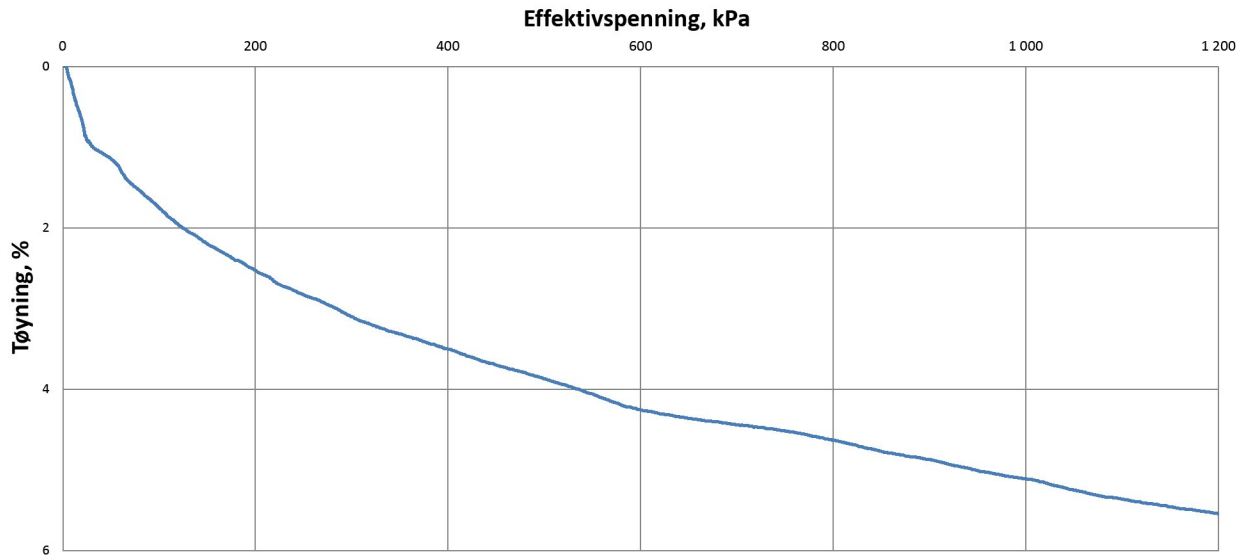
Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.

Bilag

Dato

Tegn. Nr.



pkt S1 lab 5 dybde 14,4 m Leire m/ siltige, sandige lag



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

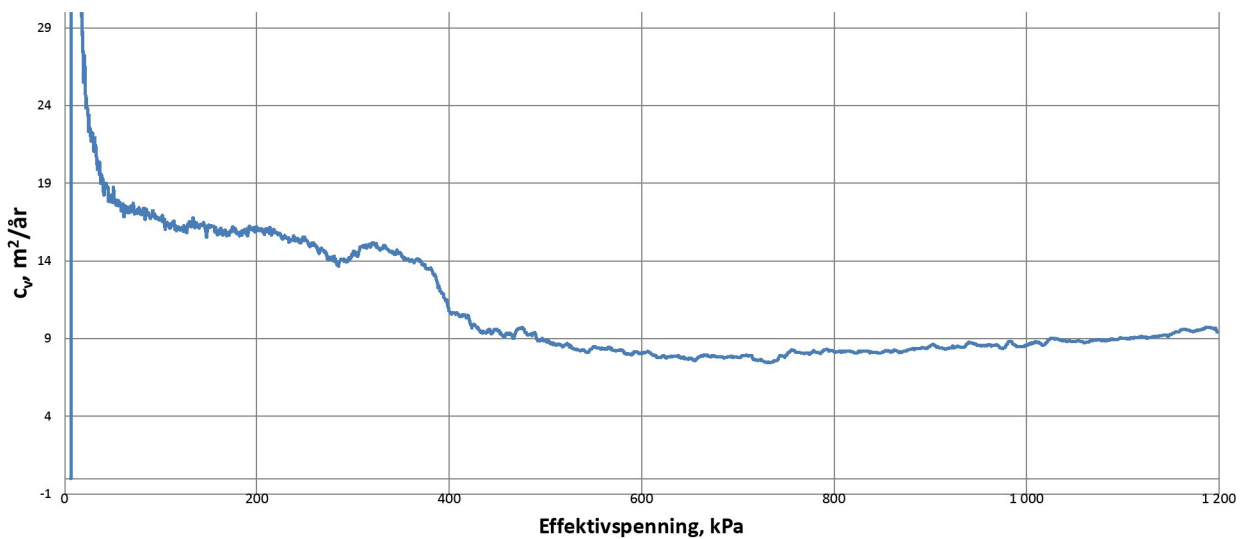
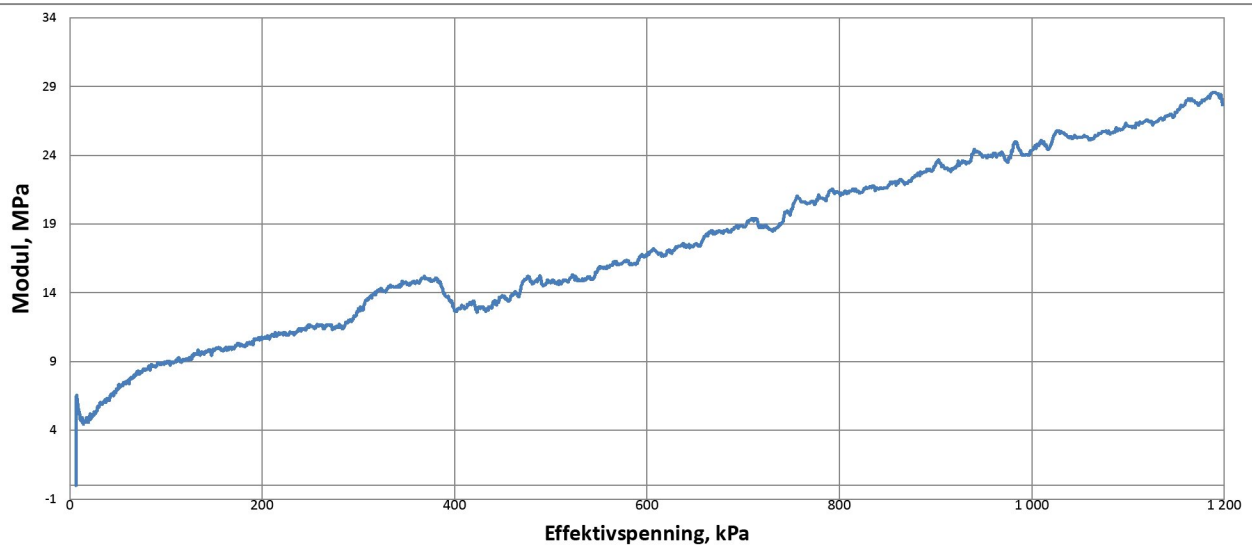
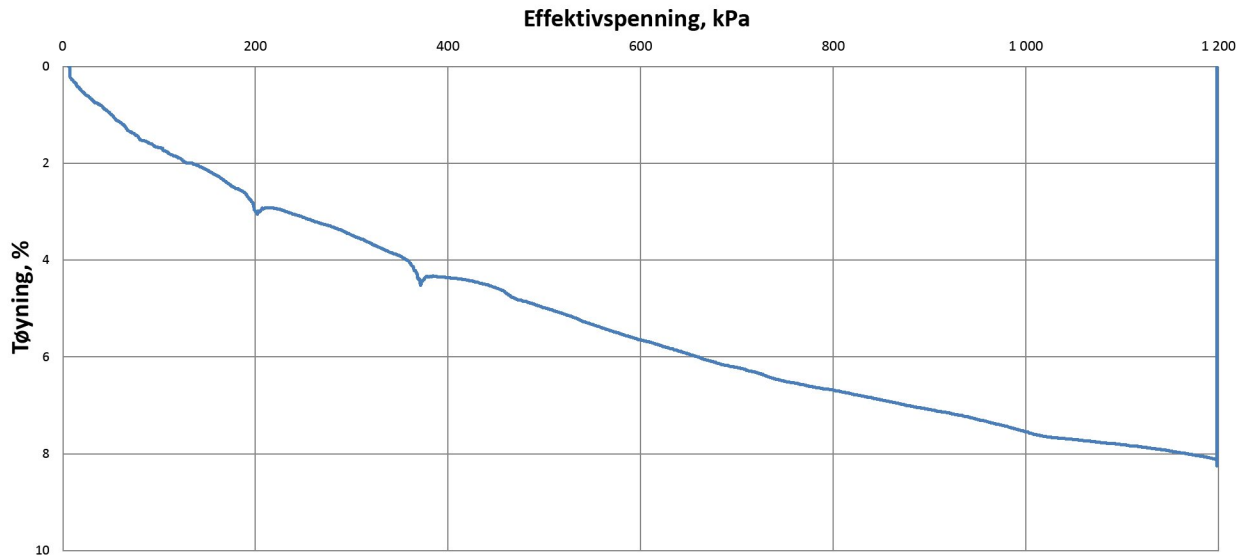
Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.

Bilag

Dato
05.11.2020

Tegn. Nr.
125



pkt S5 lab 20 dybde 6,25 m Leire, siltig



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

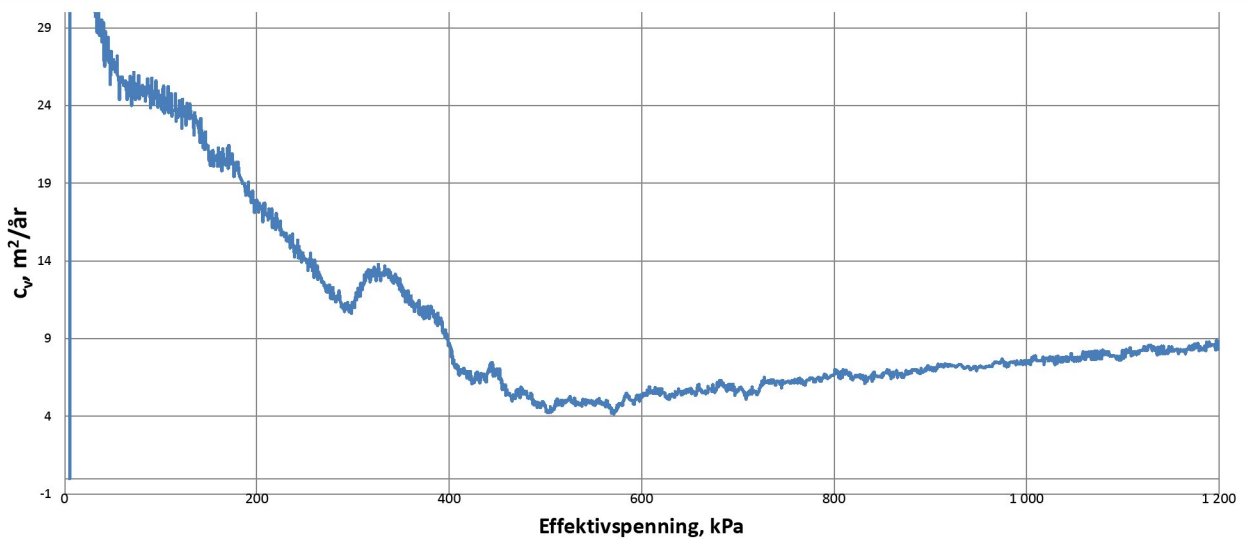
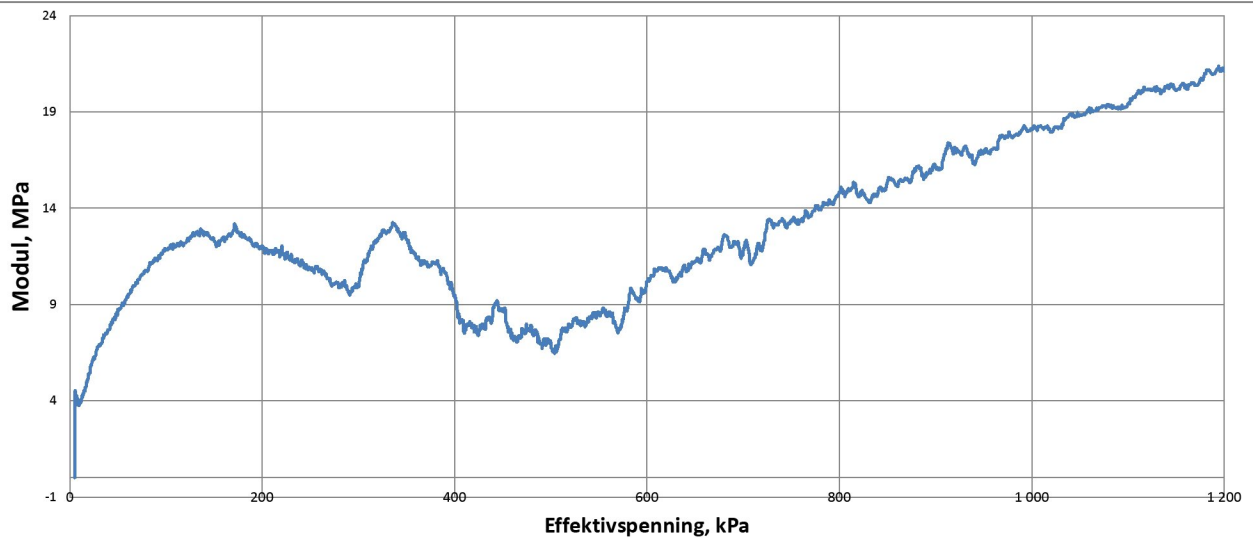
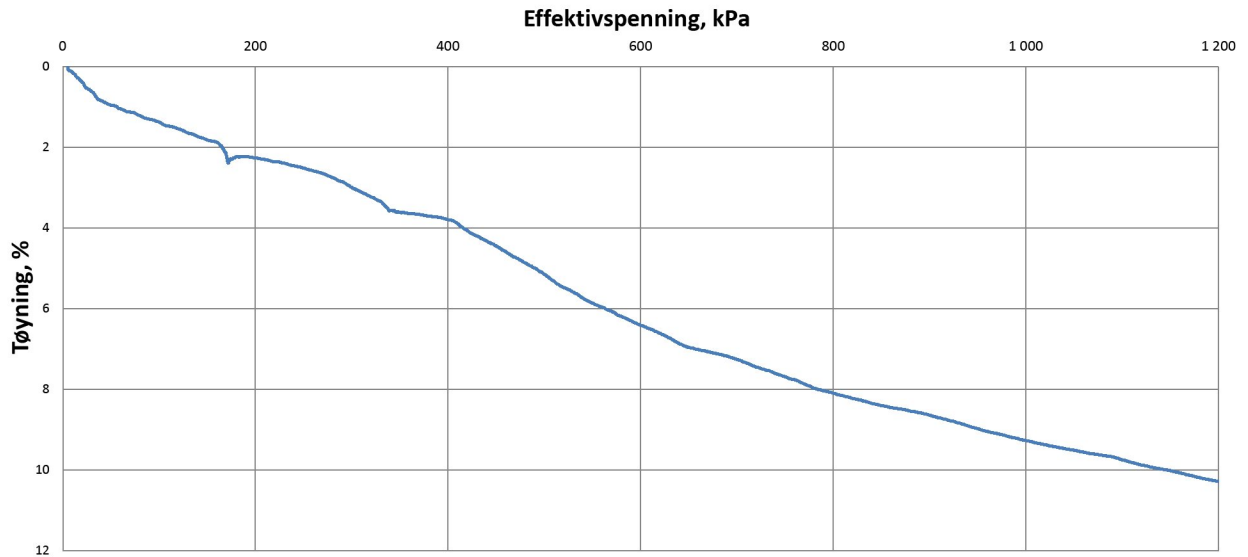
Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.

Bilag

Dato

Tegn. Nr.



pkt S5 lab 24 dybde 18,4 m Leire, siltig m/ enkelte små gruskorn



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

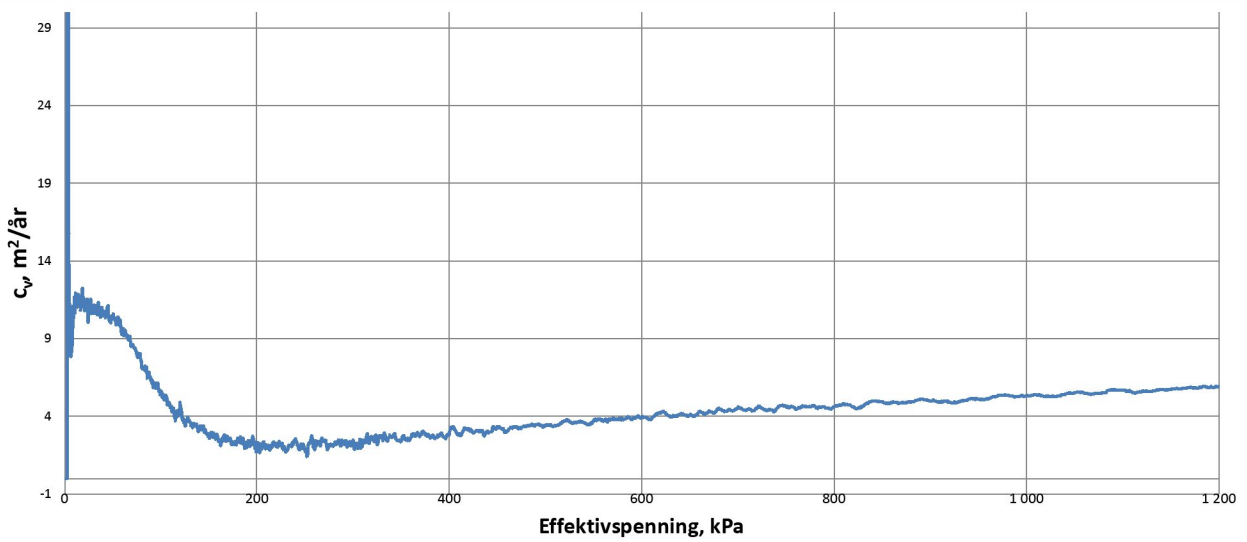
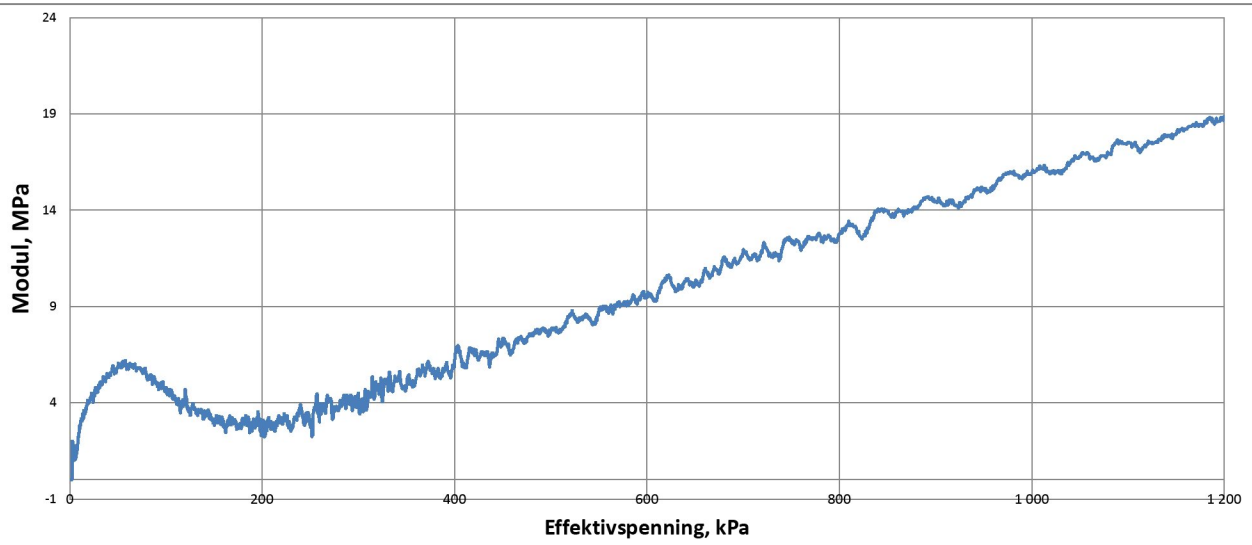
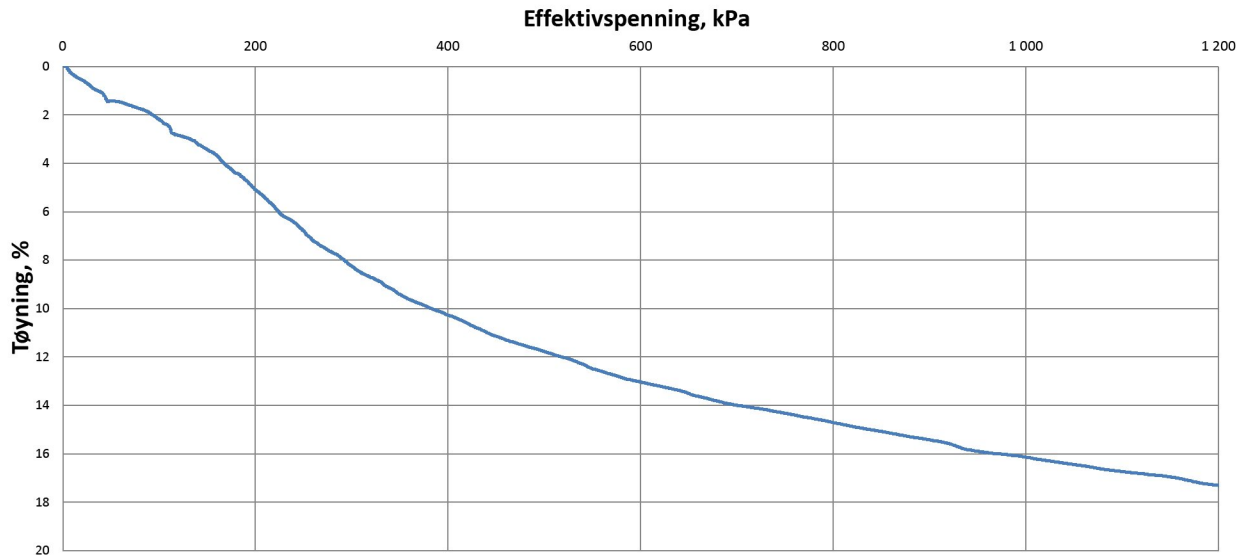
Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.

Bilag

Dato

Tegn. Nr.



pkt S8 lab 8 dybde 5,4 m Leire m/ enk små gruskorn



Bjørndalsbrua

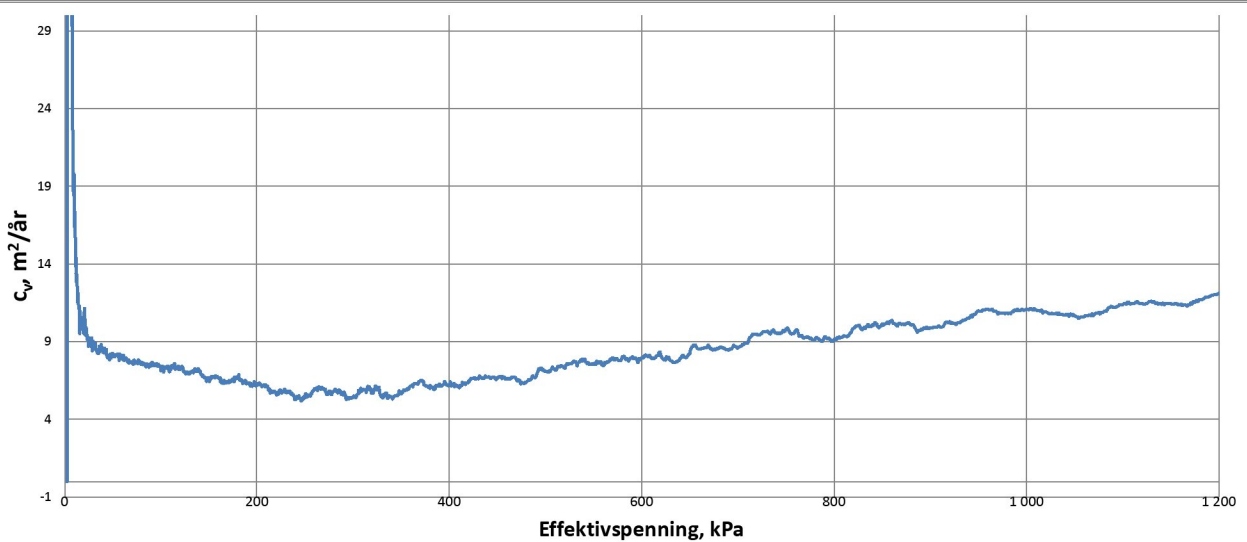
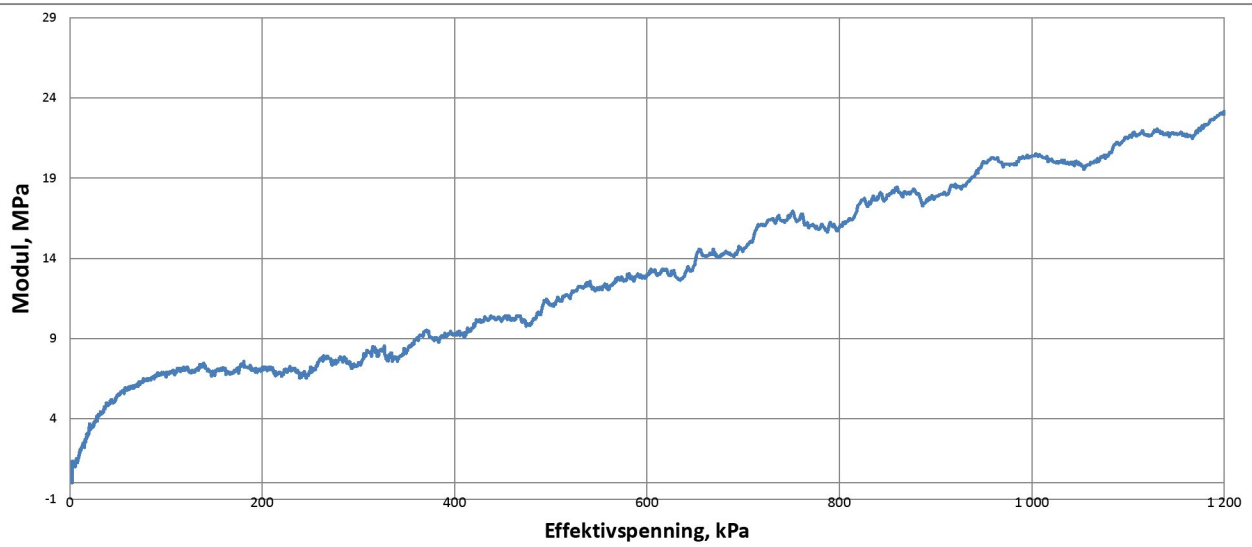
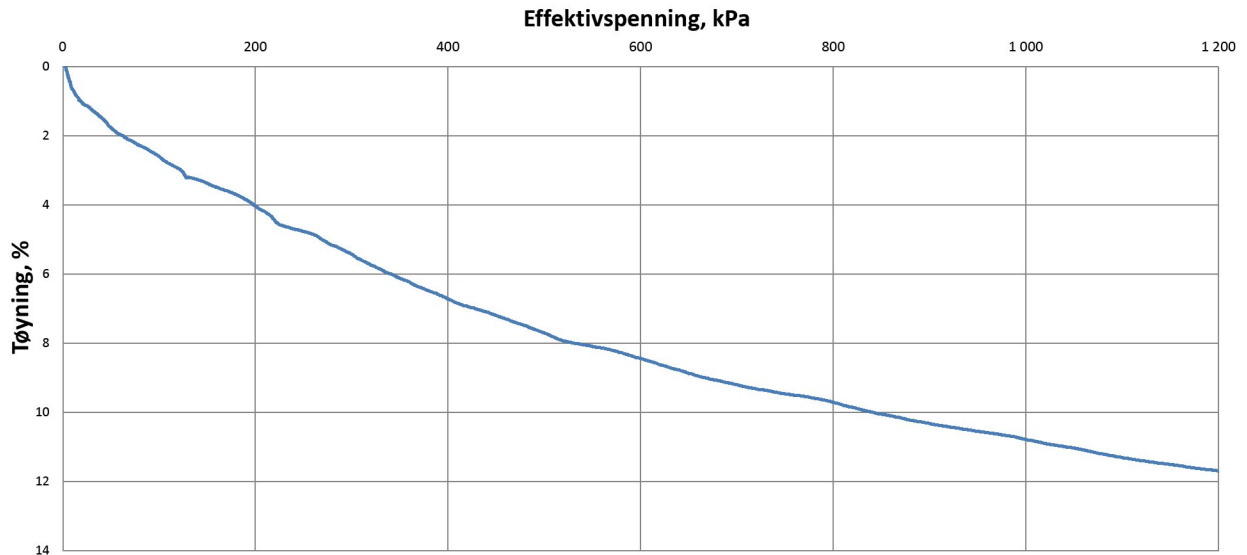
Ødometerforsøk

Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.
GBR/LETL

Dato

Bilag
-
Tegn. Nr.
125



pkt S8 lab 9 dybde 7,70m Leire



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

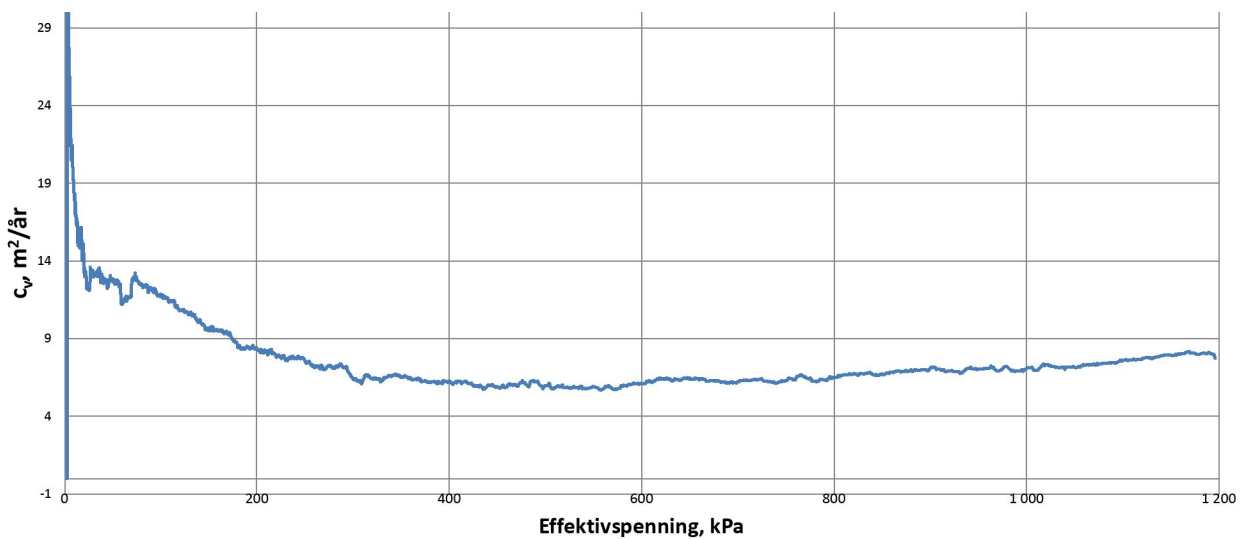
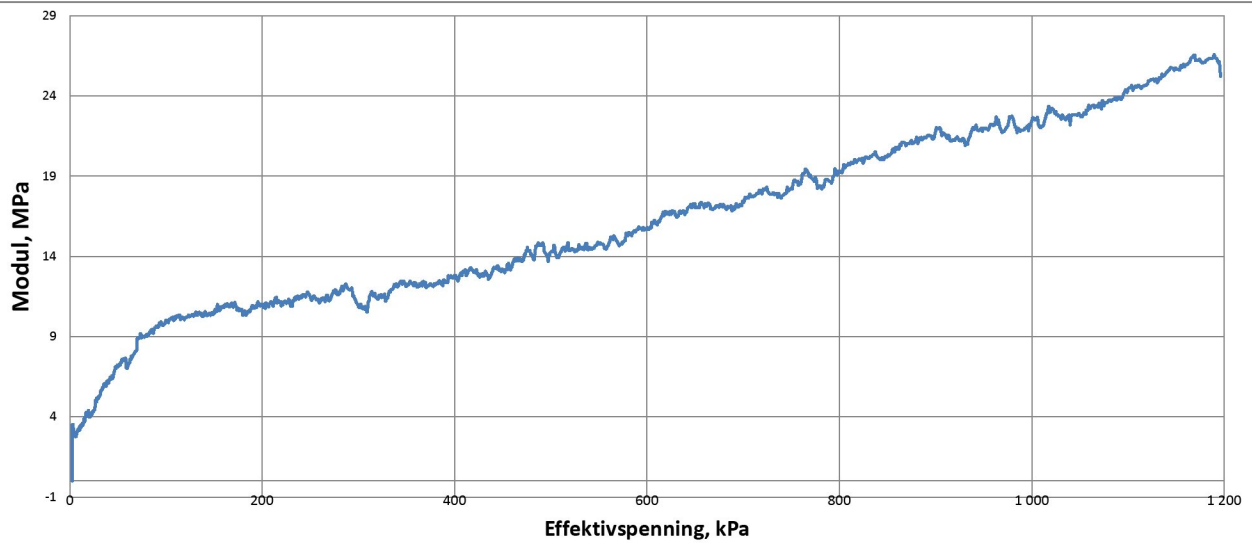
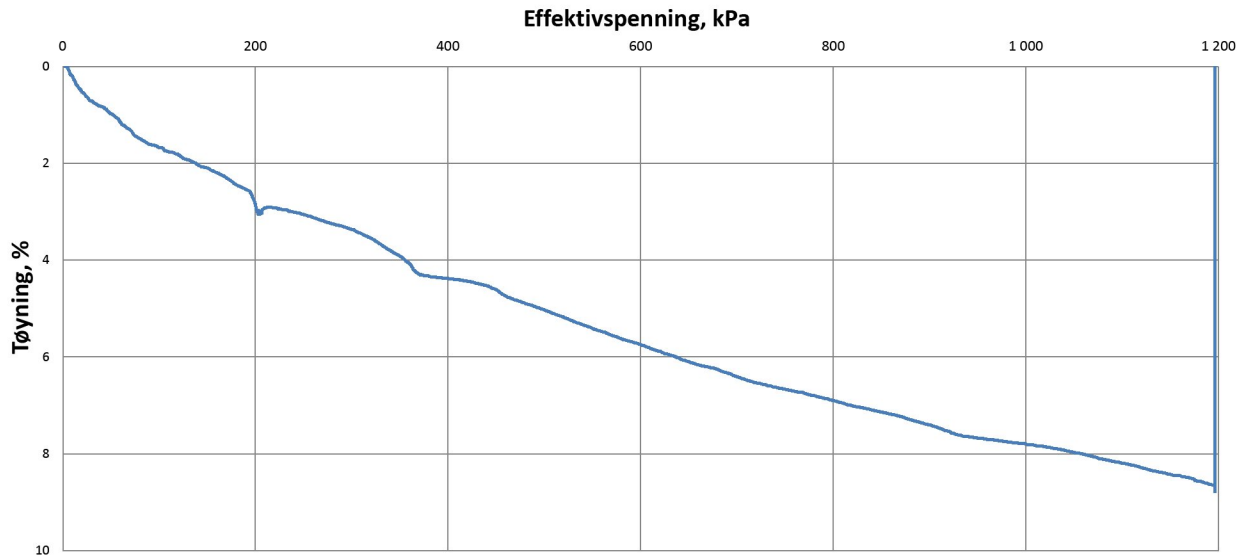
Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.

Bilag

Dato

Tegn. Nr.



pkt S9 lab 29 dybde 6,35 m Leire, siltig m/ små gruskorn



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

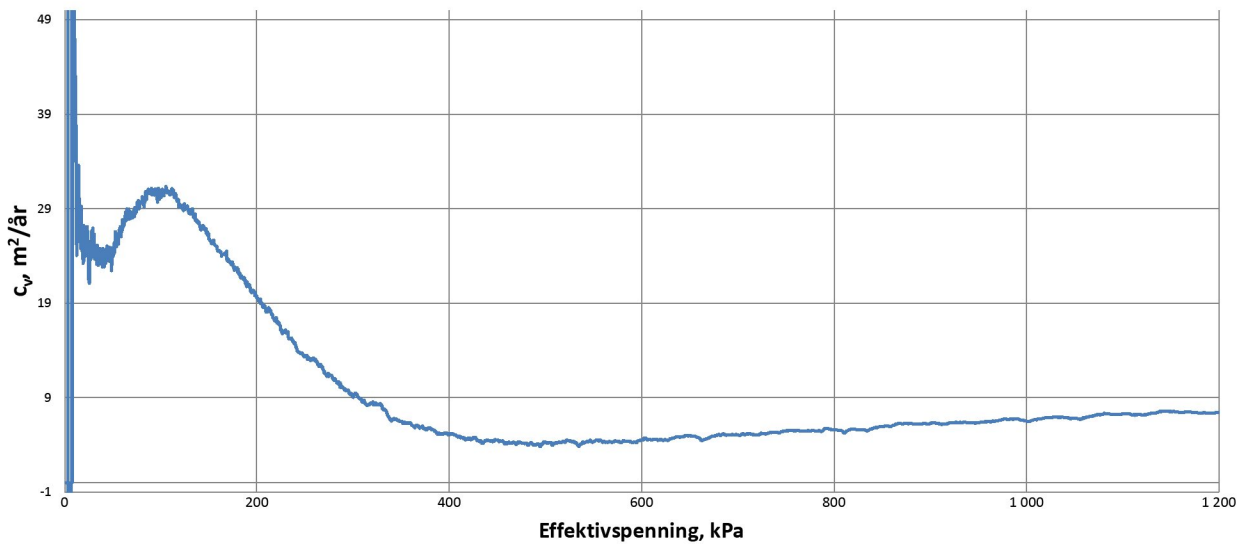
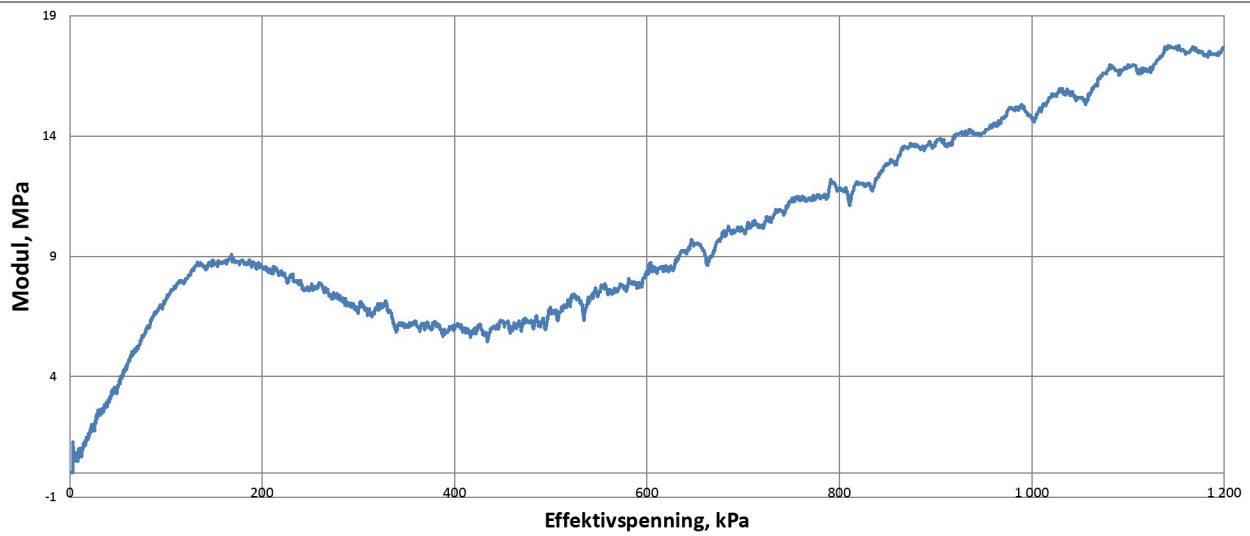
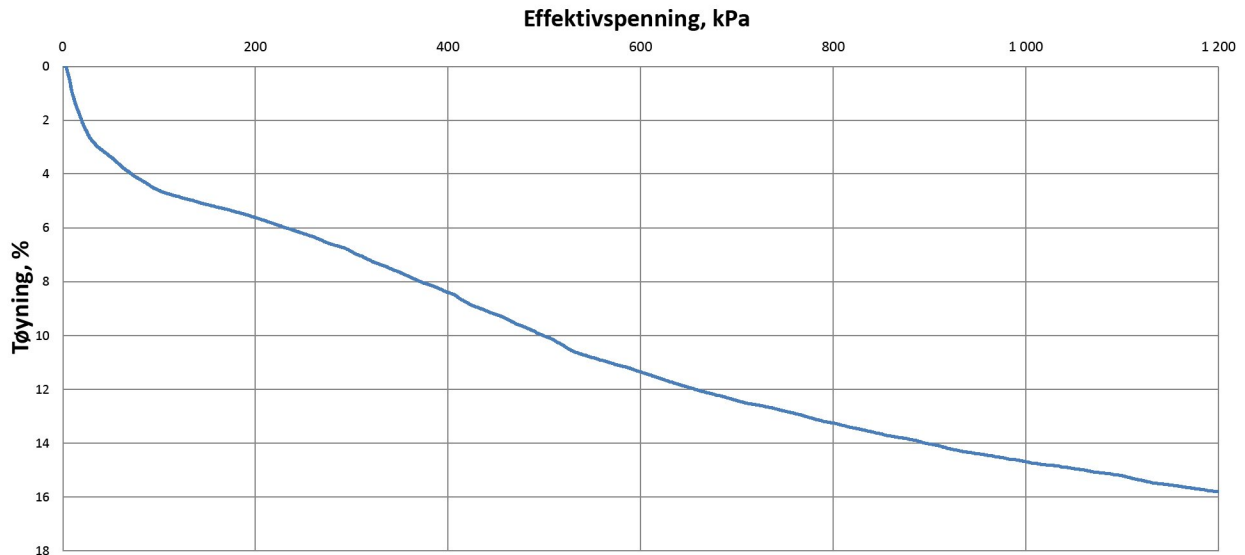
Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.

Bilag

Dato

Tegn. Nr.



pkt S9 lab 31 dybde 12,35 m Leire, siltig m/ små gruskorn og enkelte siltlag



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.

Bilag

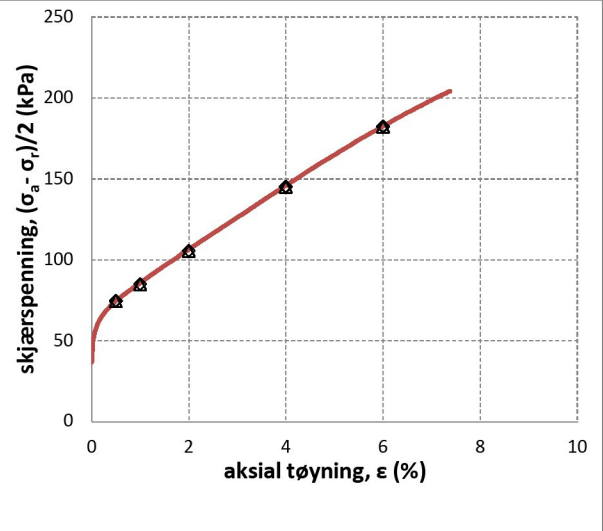
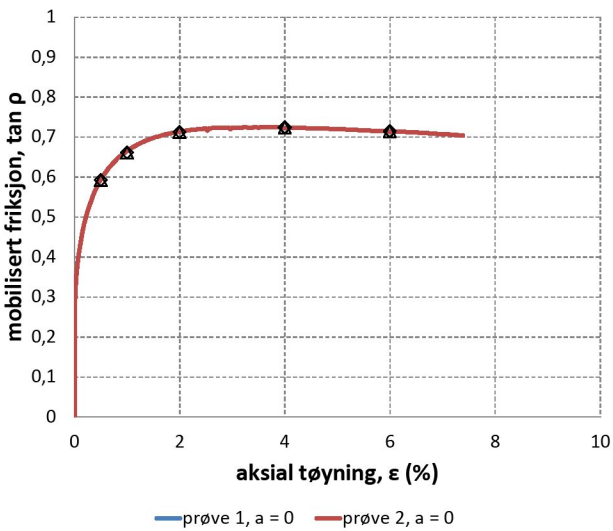
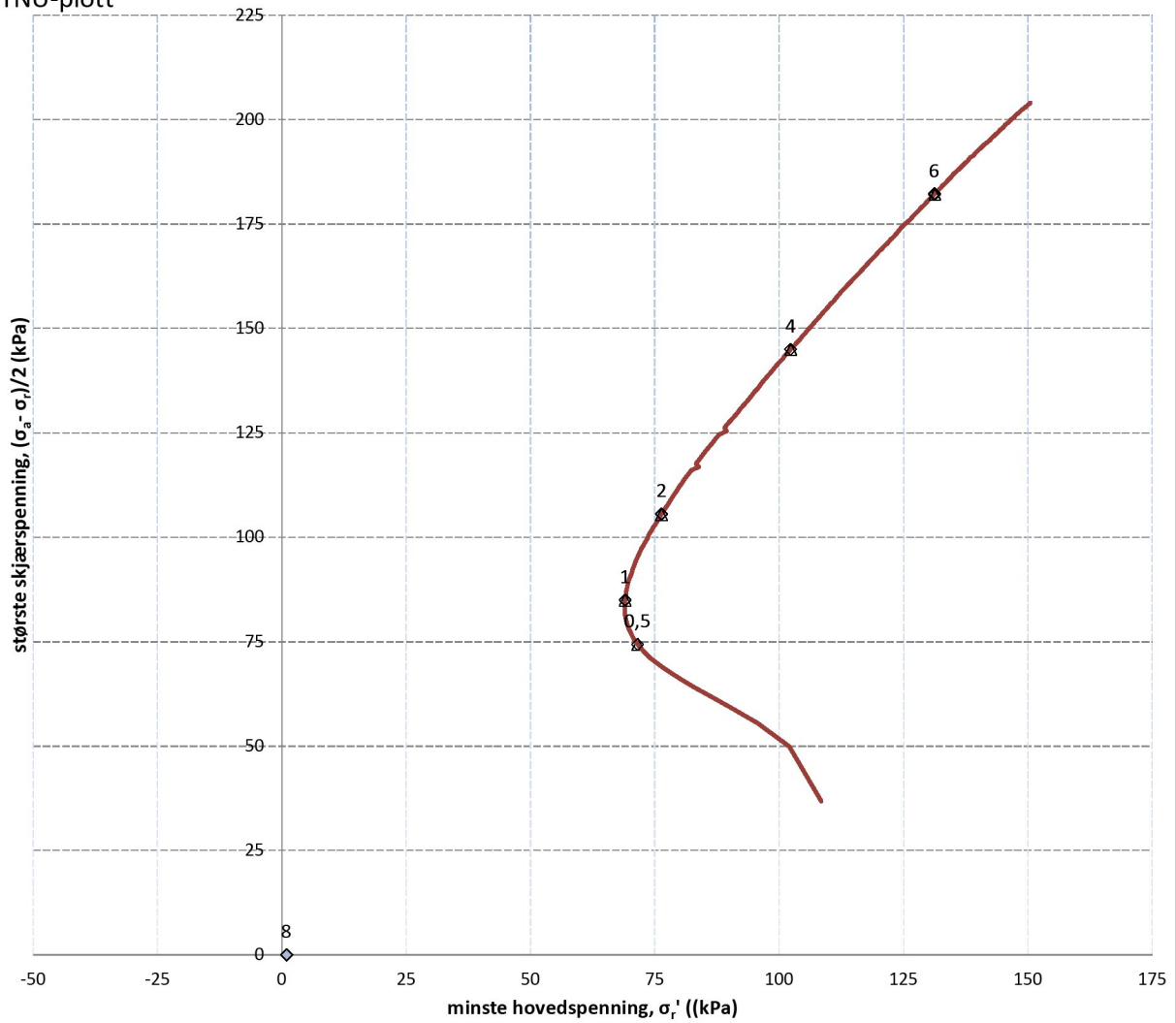
Dato

Tegn. Nr.

Vedlegg 3

Laboratorieresultater fra Rambøll – Treaksialforsøk

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP1 3		12,4 m	CAUA	20,3	2,5	0,071	0	181	109	Leire, siltig m/finsandige lag



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

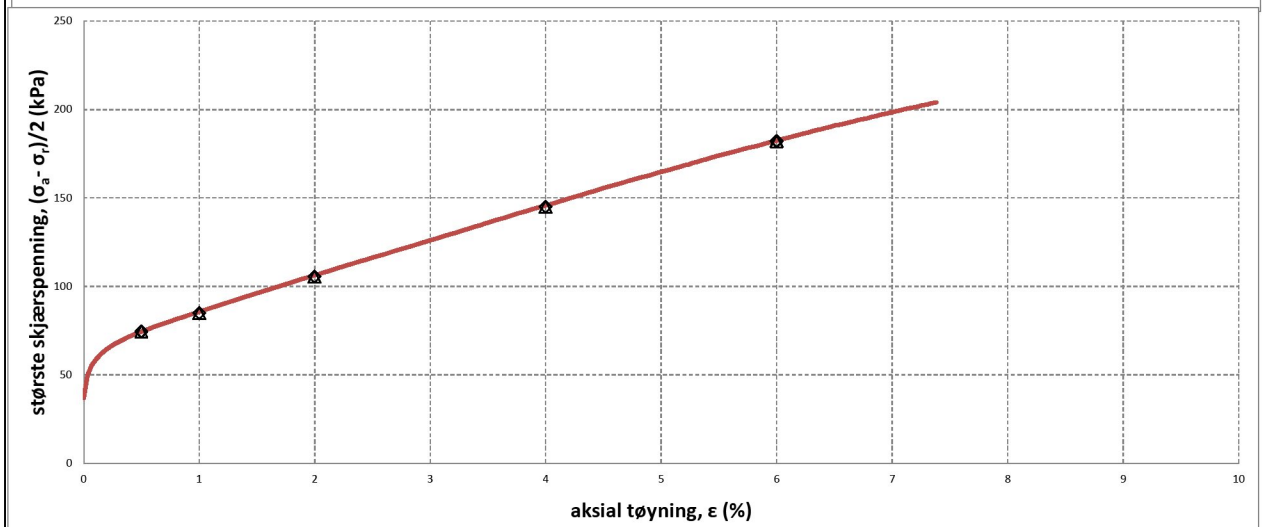
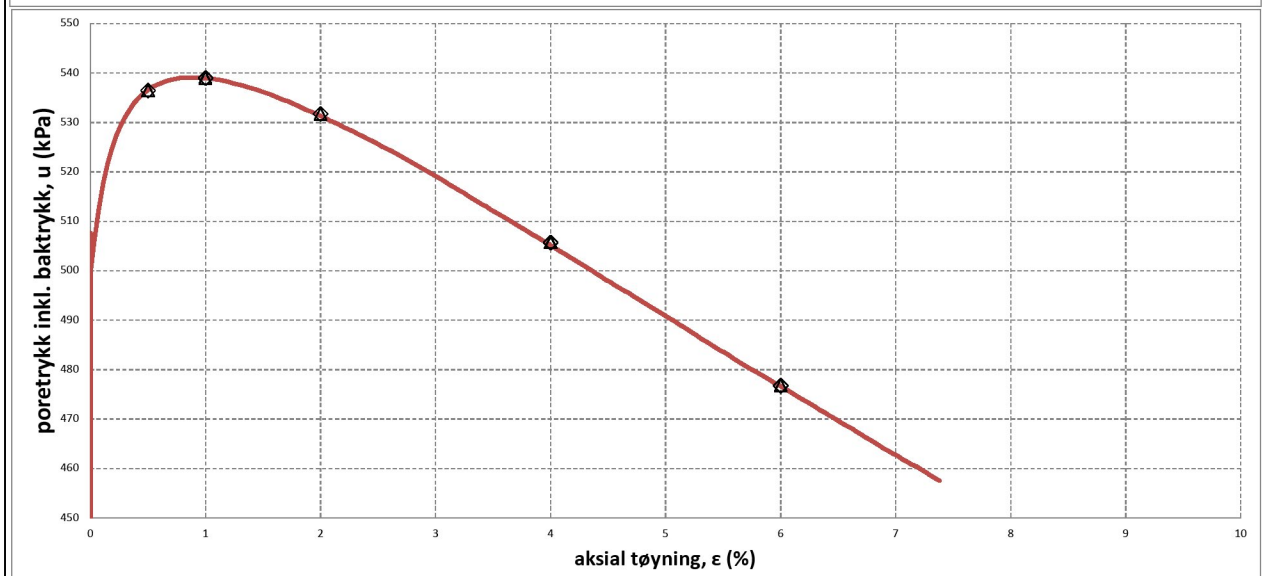
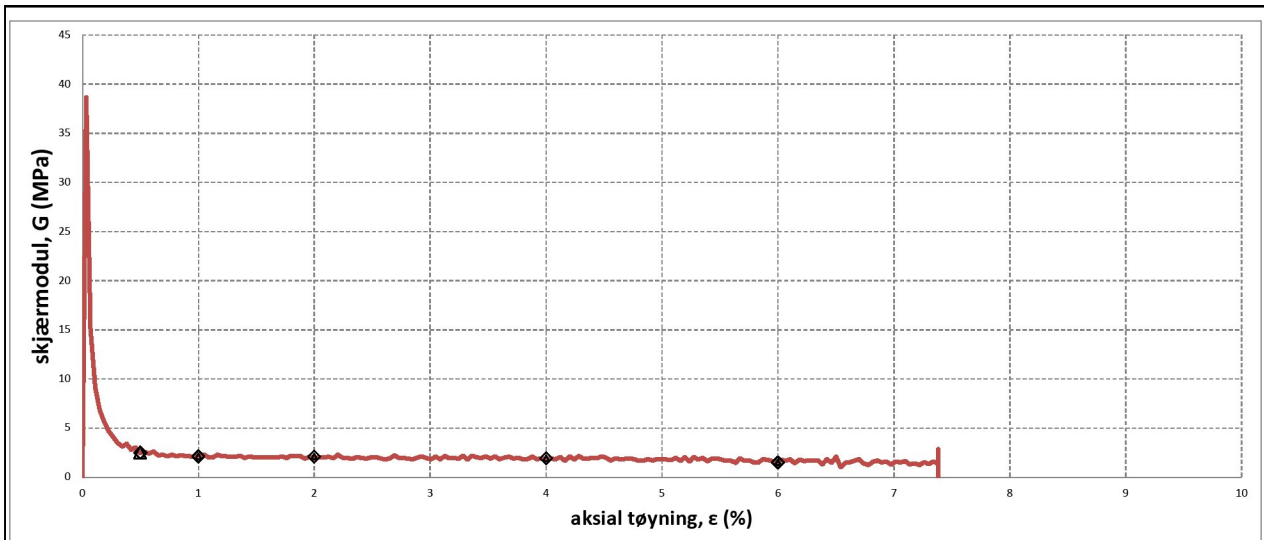
Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.
/

Bilag
-

Dato
18.11.2020

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _v ' (kPa)	
1	Δ	SUP1	3	12,4 m	CAUA	20,3	2,5	0,071	0	181	109	Leire, siltig m/finsandige lag

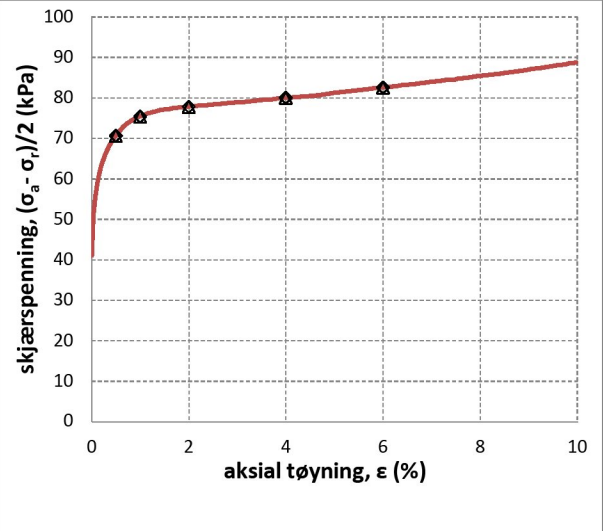
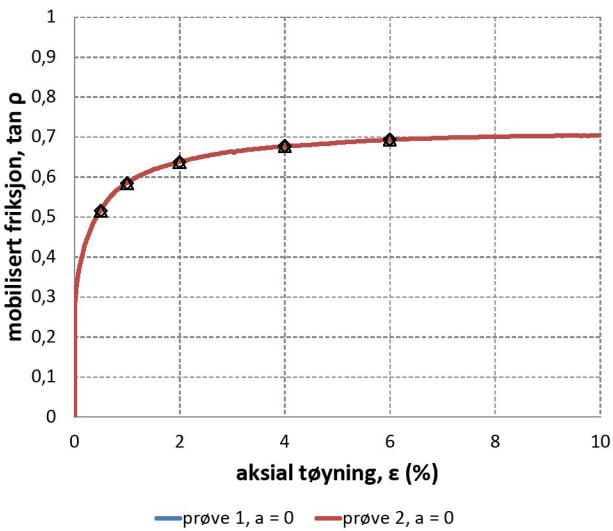
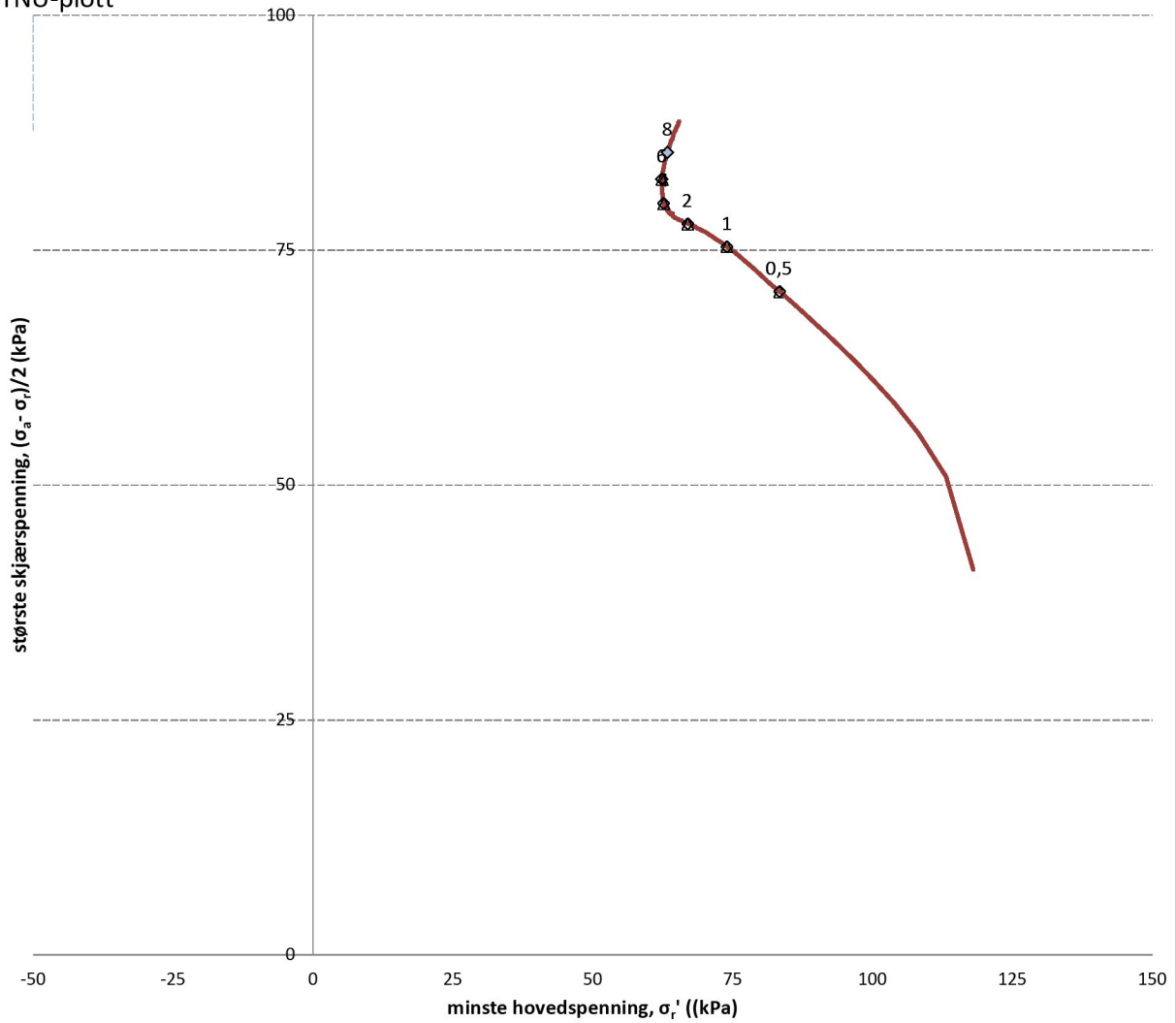


Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350041818
Tegn./kontr. /	Bilag -
Dato 18.11.2020	Tegn. Nr. 0

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP1 5		14,5 m	CAUA	24,3	2,6	0,066	0	198	118	Leire, finsand, silt, lagdelt



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

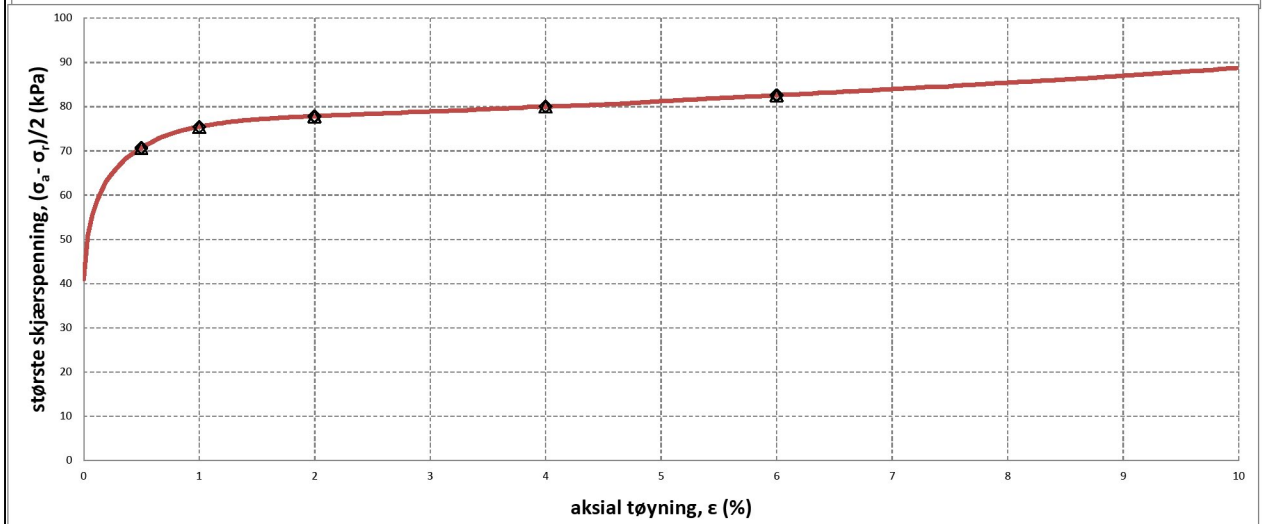
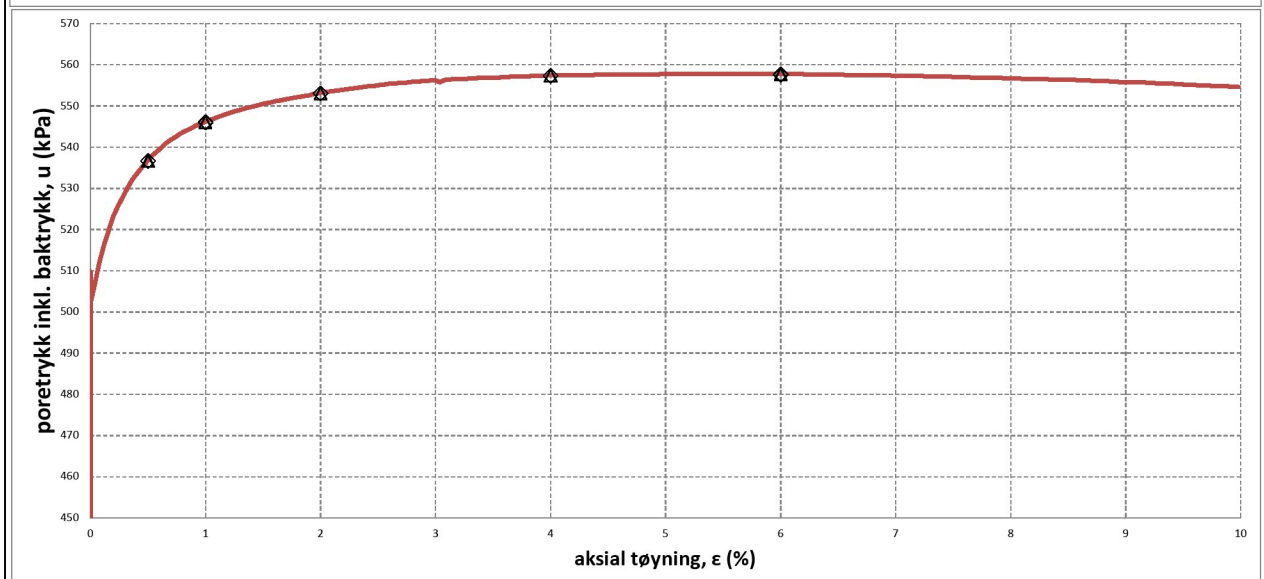
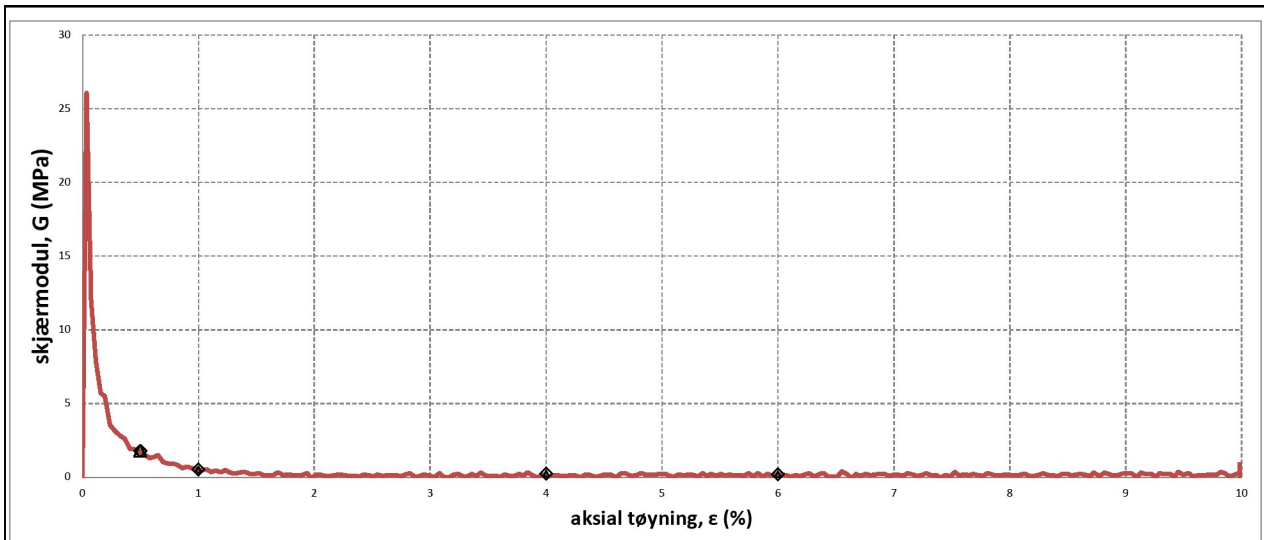
Tegn./kontr.
/

Dato
18.11.2020

Bilag

-

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _v ' (kPa)	
1	Δ	SUP1	5	14,5 m	CAUA	24,3	2,6	0,066	0	198	118	Leire, finsand, silt, lagdelt



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

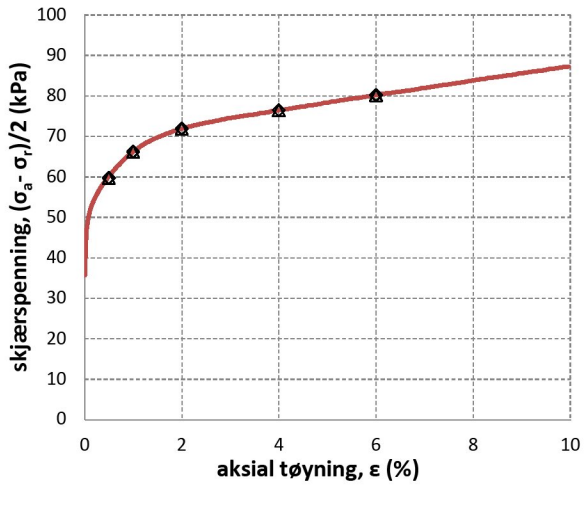
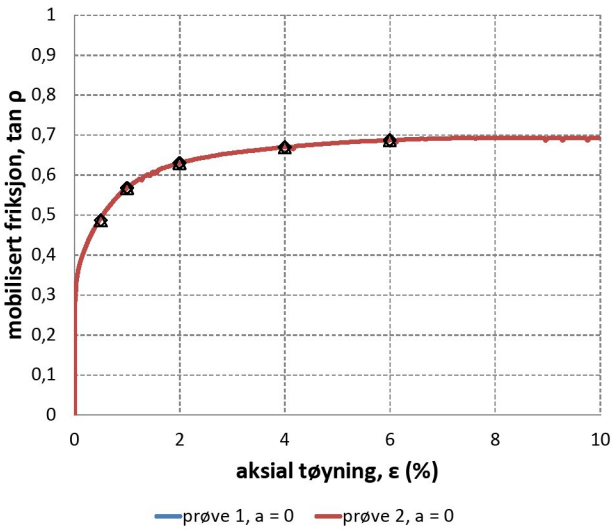
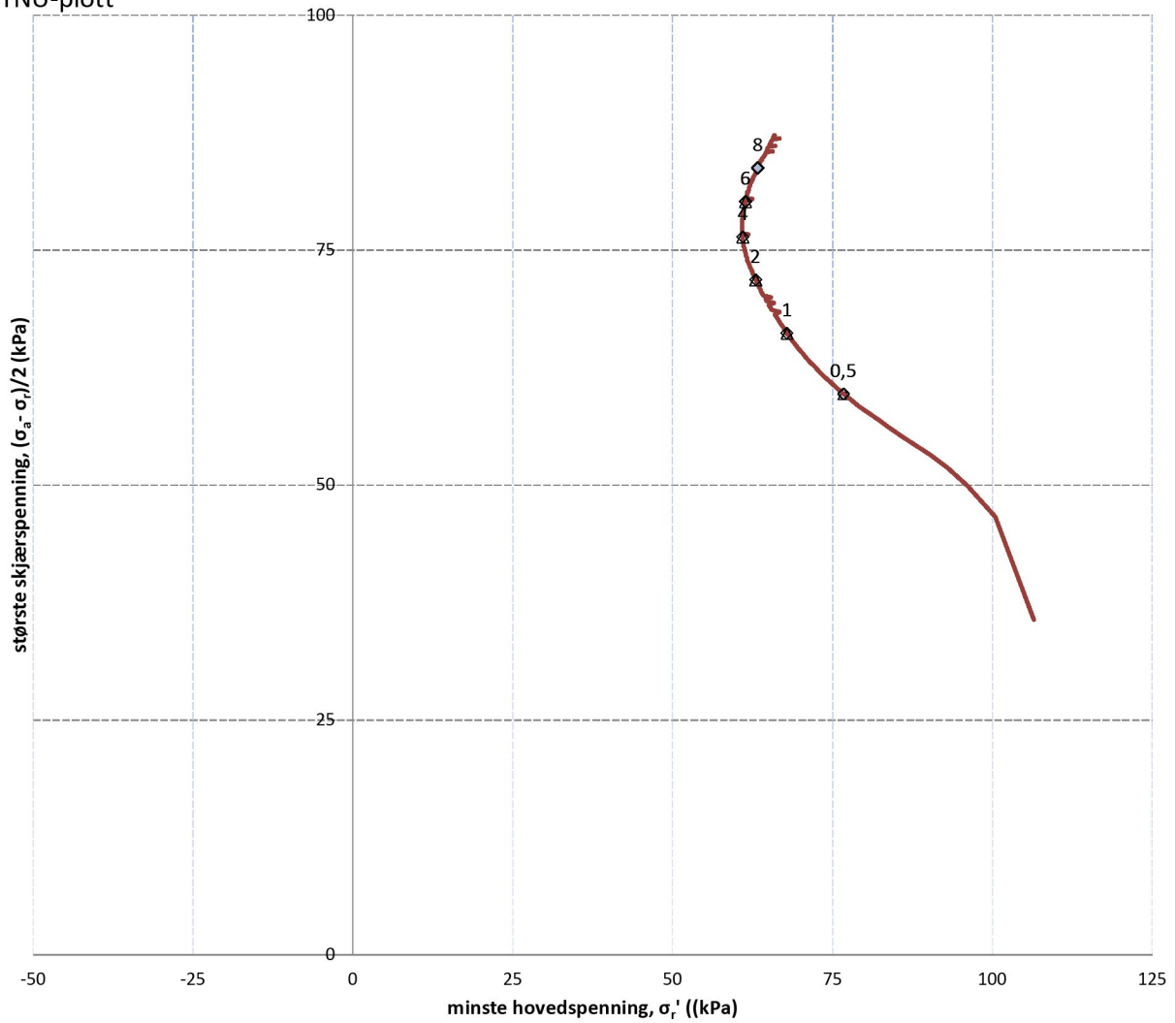
Tegn./kontr.
/

Bilag
-

Dato
18.11.2020

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



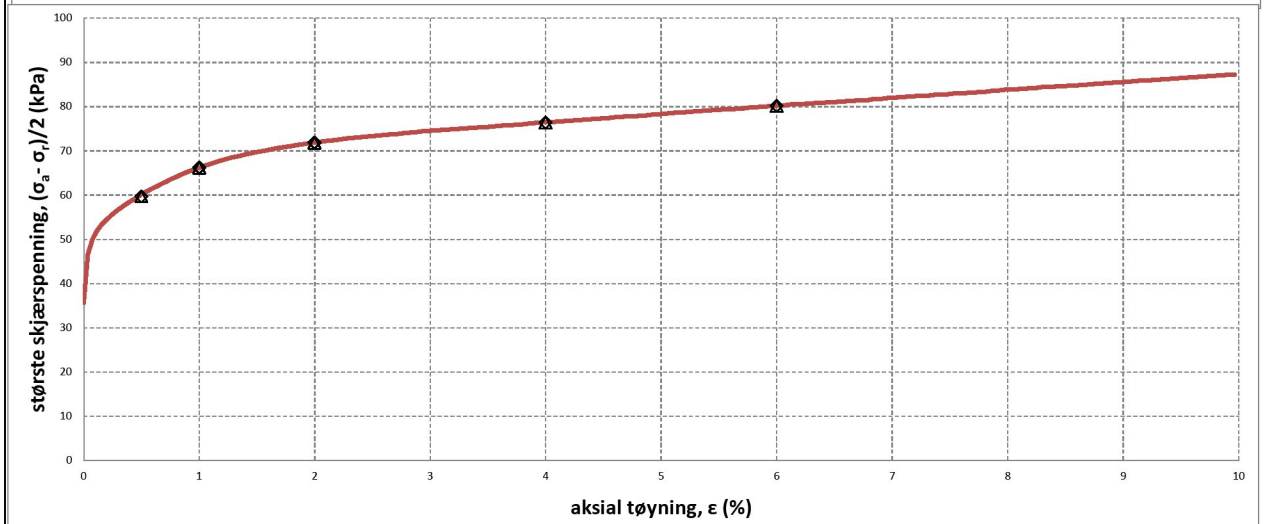
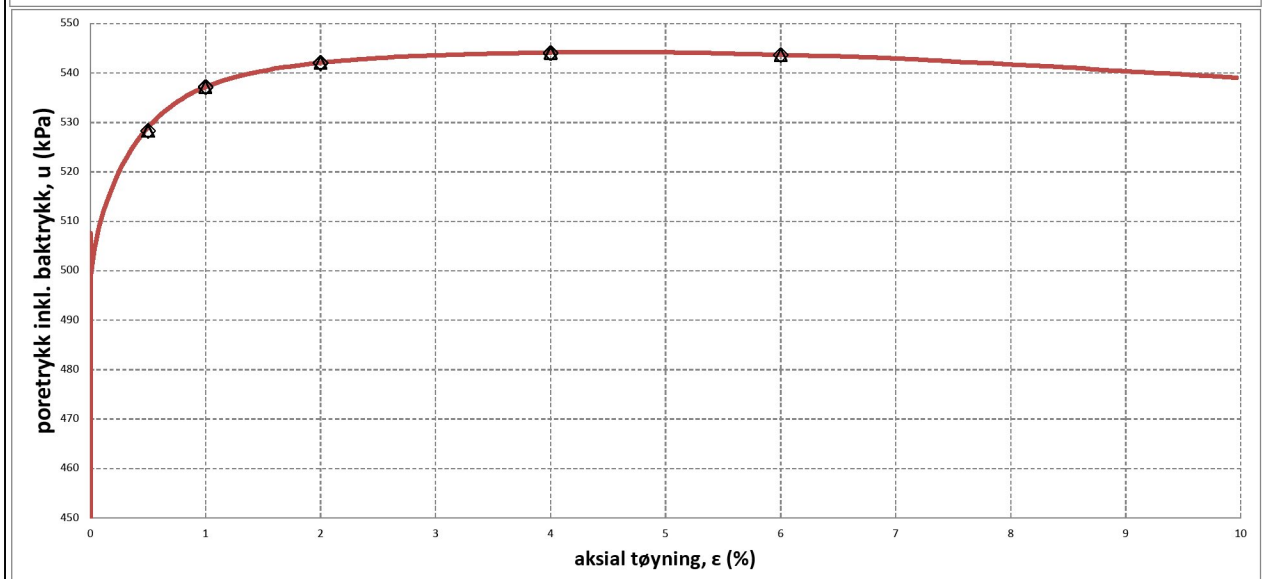
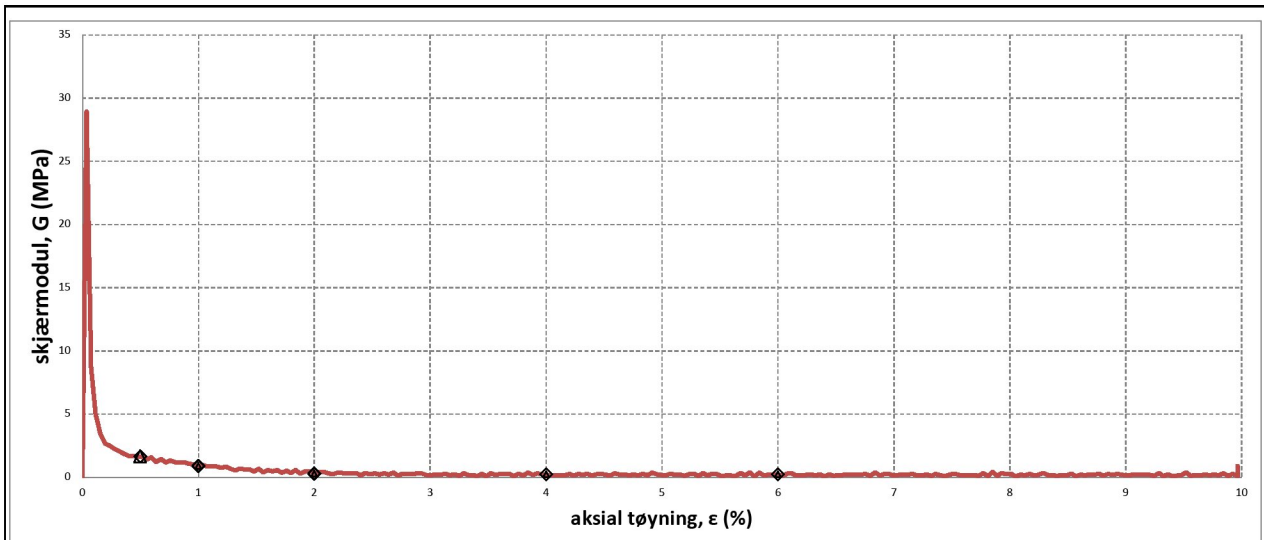
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP4	15	17,50m	CAUA	24,5	2,1	0,051	0	176	106	Leire, siltig m/ enk gruskorn



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350041818
Tegn./kontr. /	Bilag -
Dato 17.11.2020	Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP4	15	17,50m	CAUA	24,5	2,1	0,051	0	176	106	Leire, siltig m/ enk gruskorn



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.
/

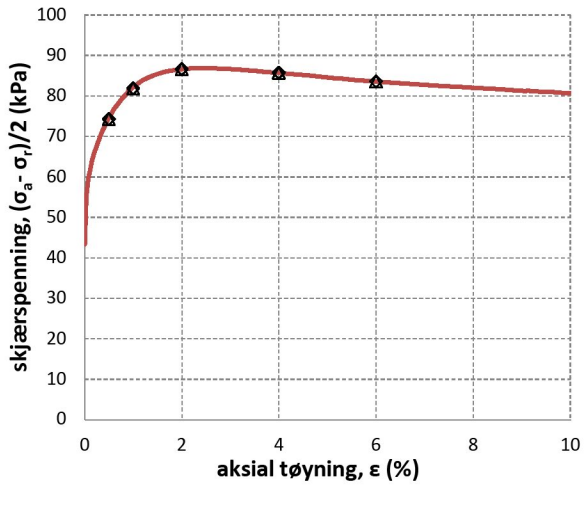
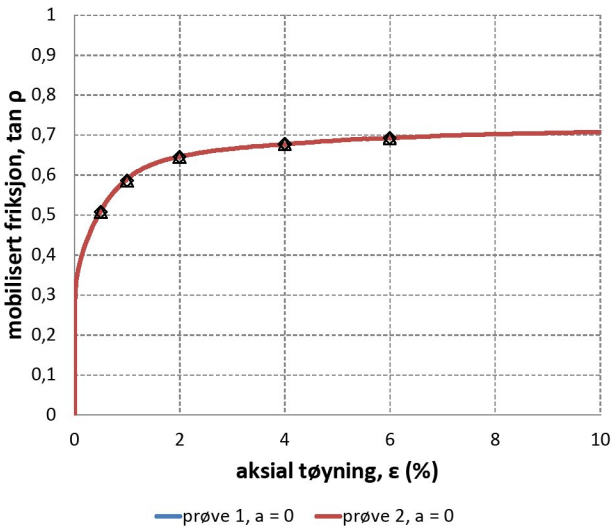
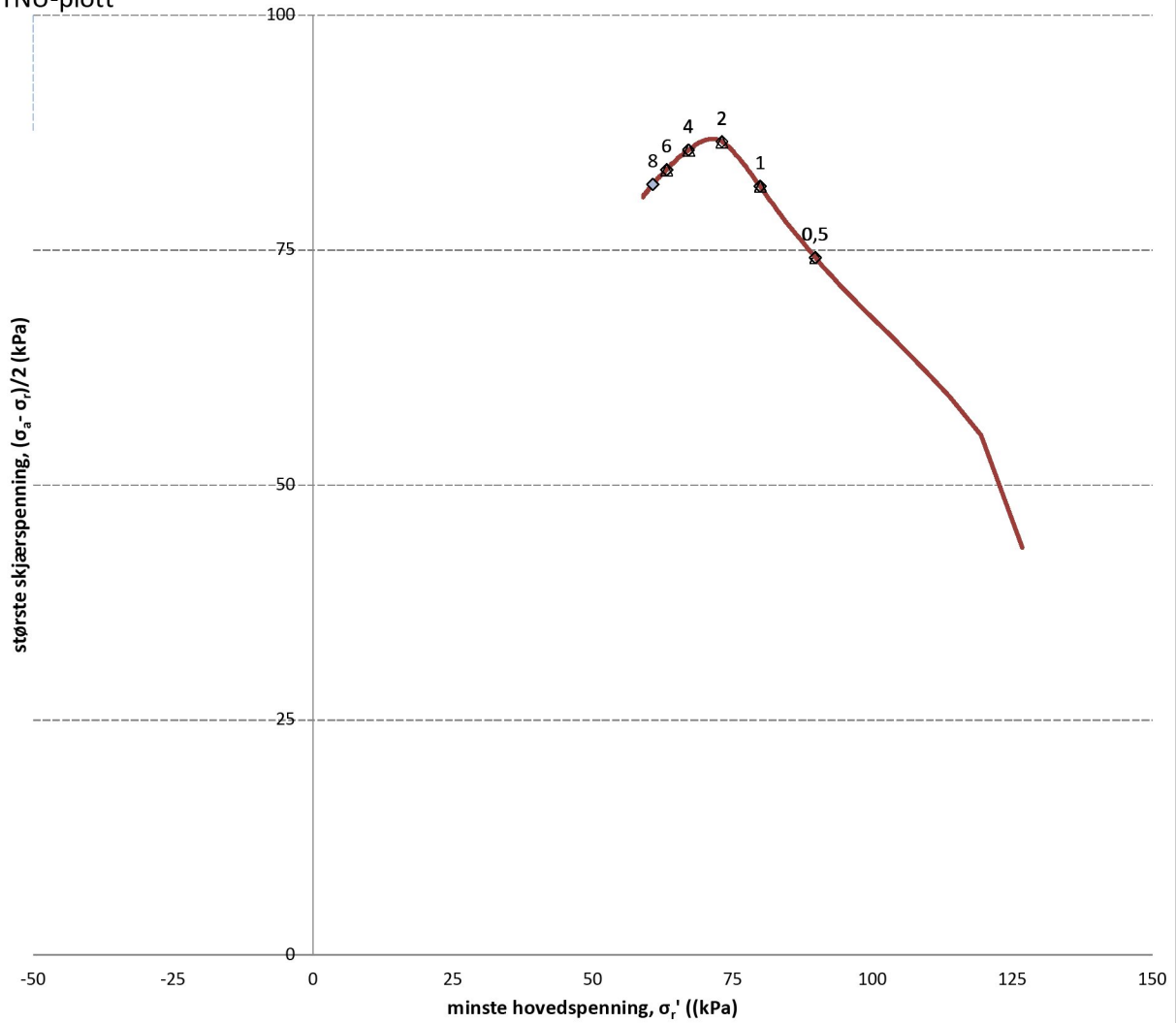
Dato
17.11.2020

Oppdrag
1350041818

Bilag
-

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



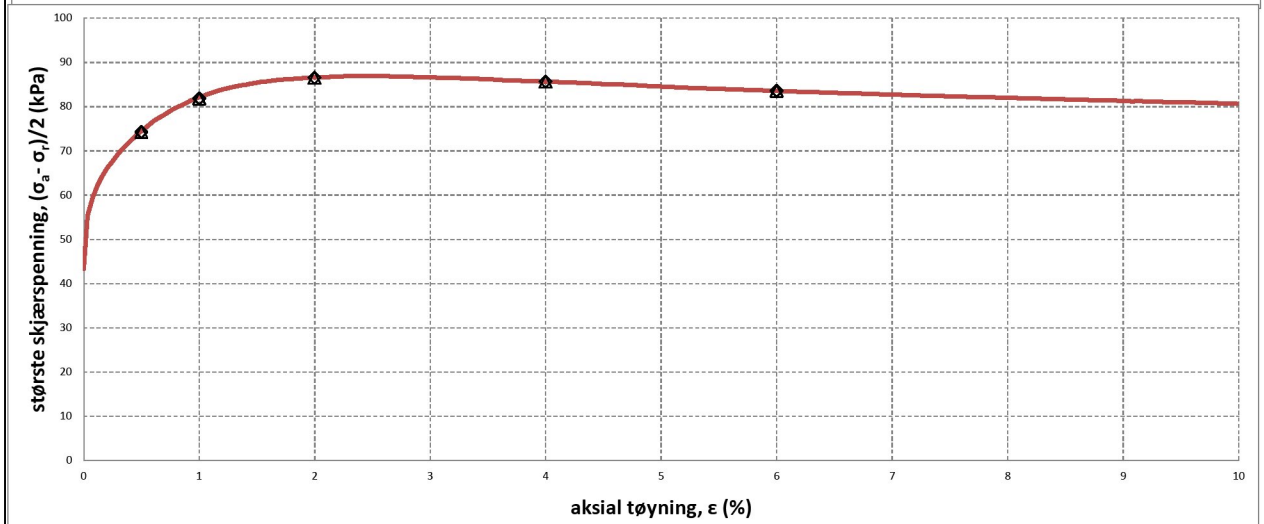
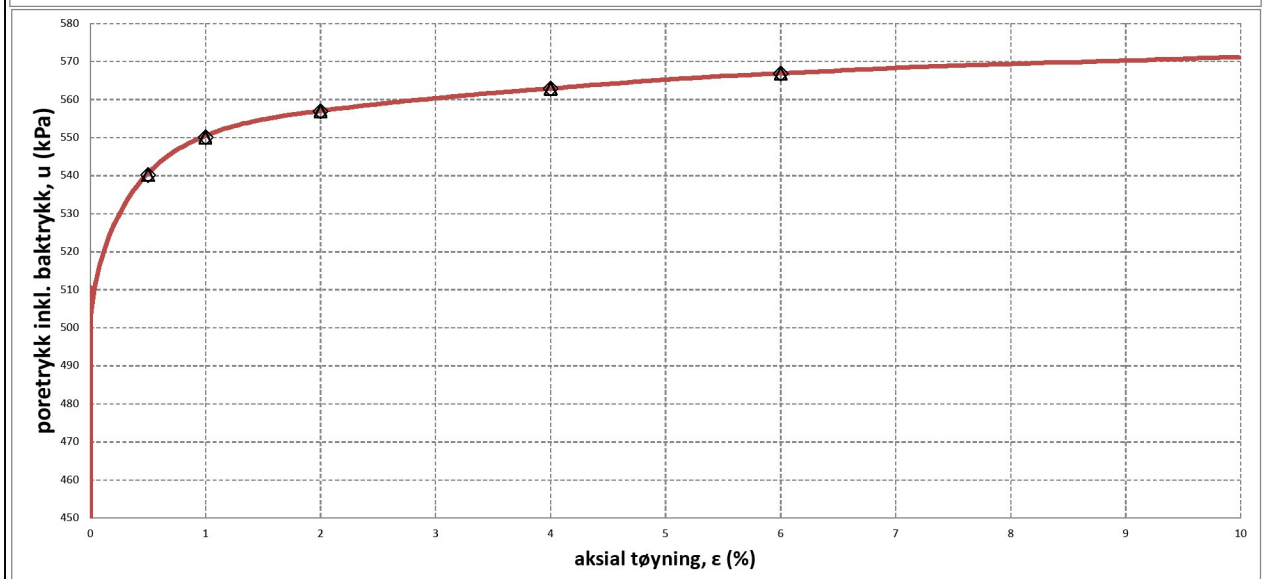
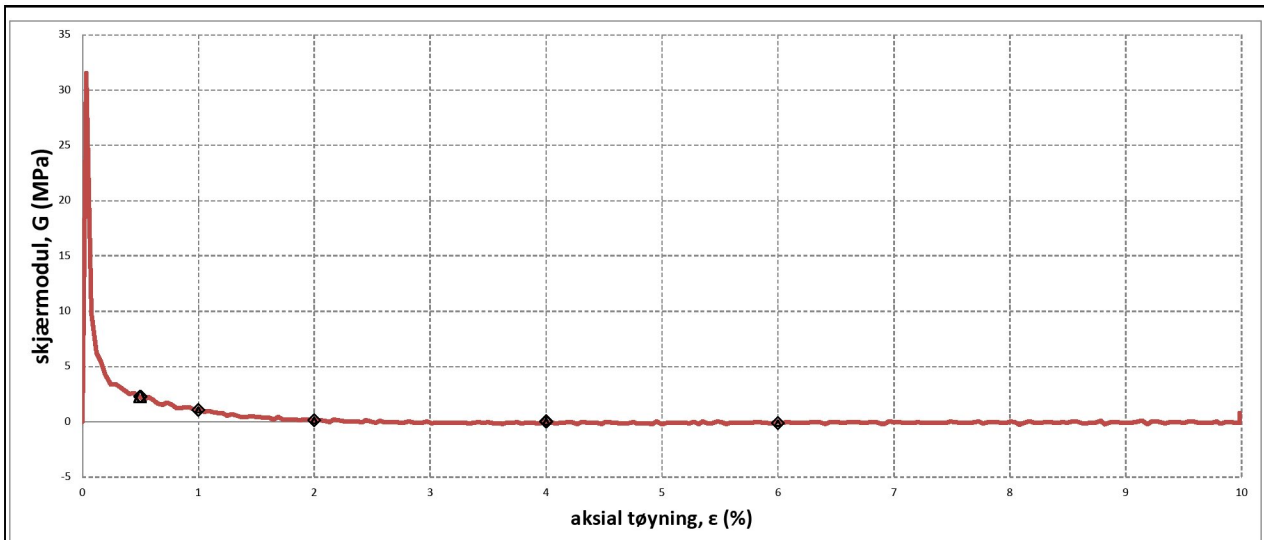
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP 4	16	21,50m	CAUA	27,3	2,4	0,056	0	212	127	Leire m/ enkelte siltlag



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350041818
Tegn./kontr. /	Bilag -
Dato 17.11.2020	Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP 4	16	21,50m	CAUA	27,3	2,4	0,056	0	212	127	Leire m/ enkelte siltlag



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

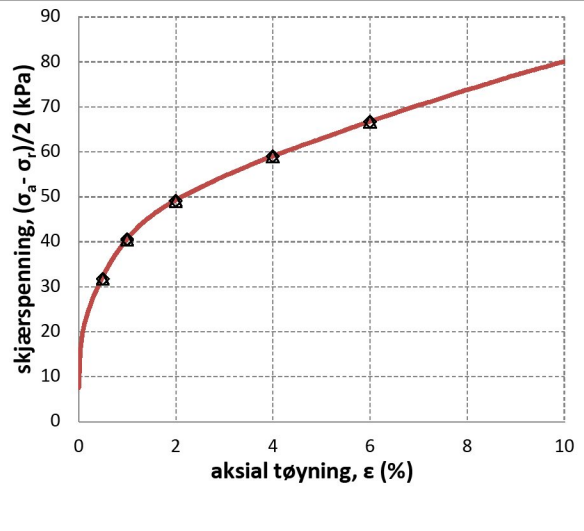
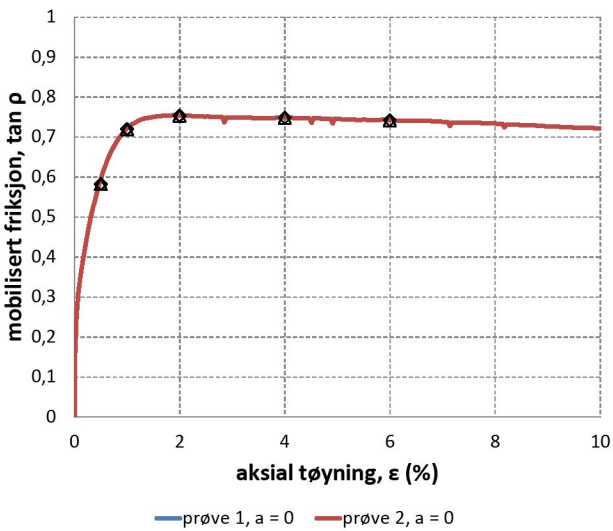
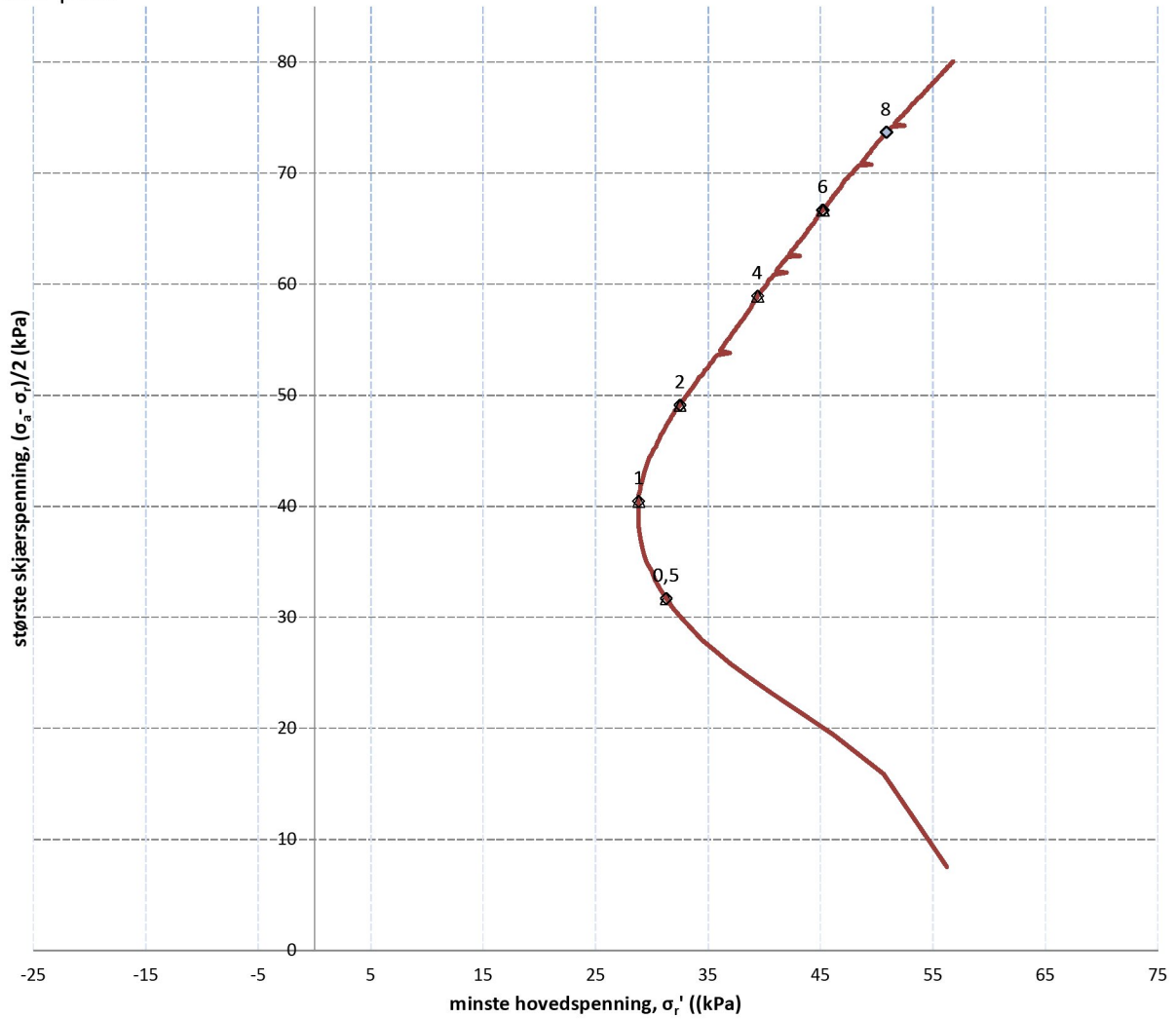
Tegn./kontr.
/

Bilag
-

Dato
17.11.2020

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



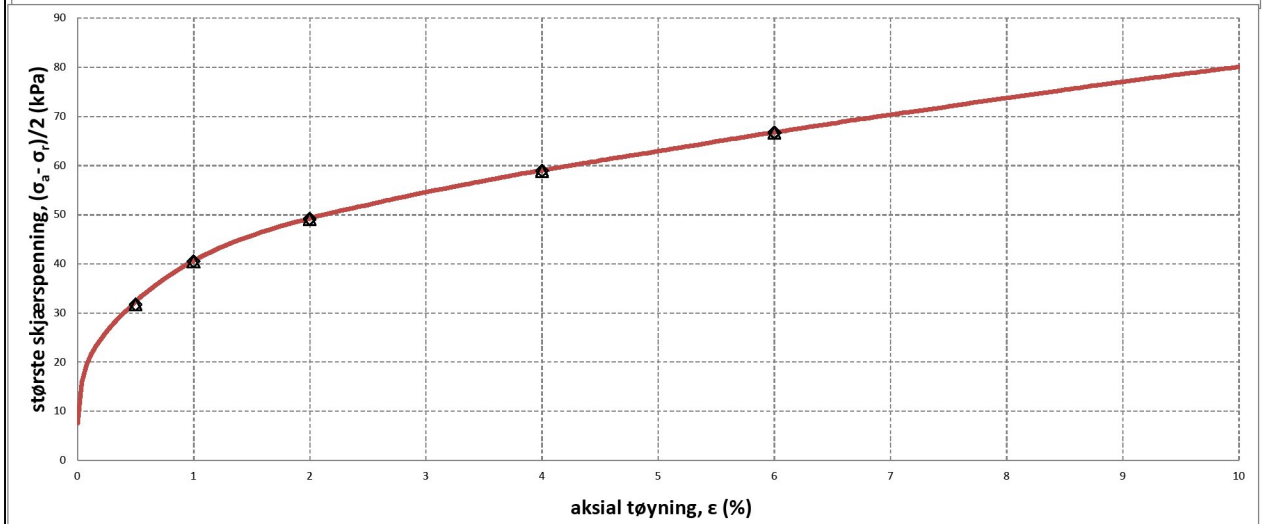
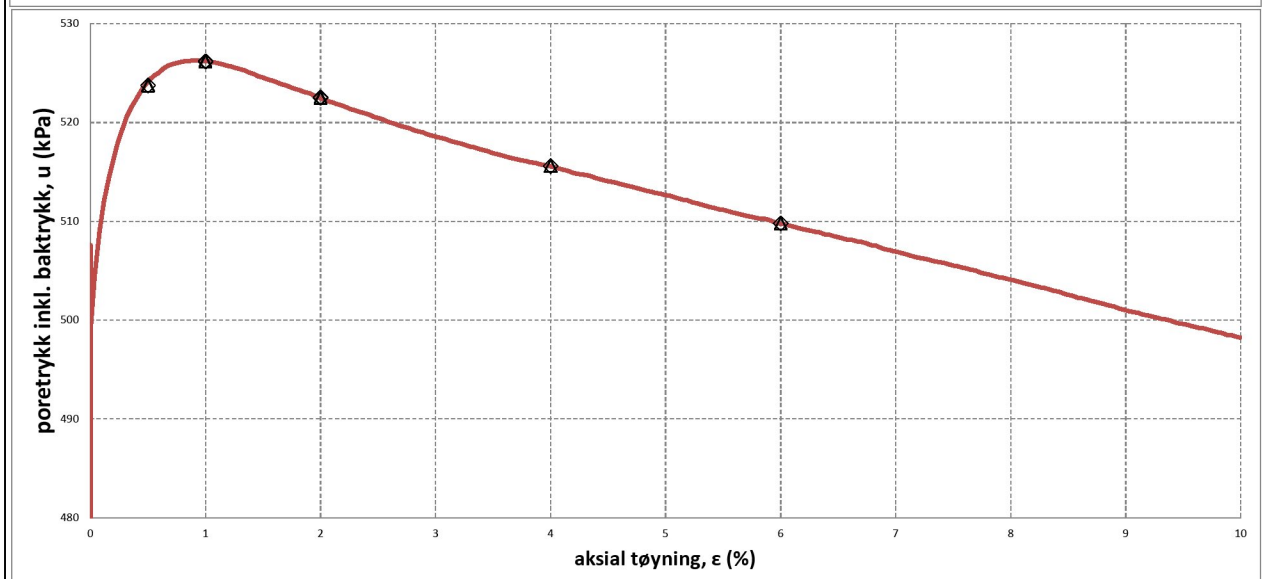
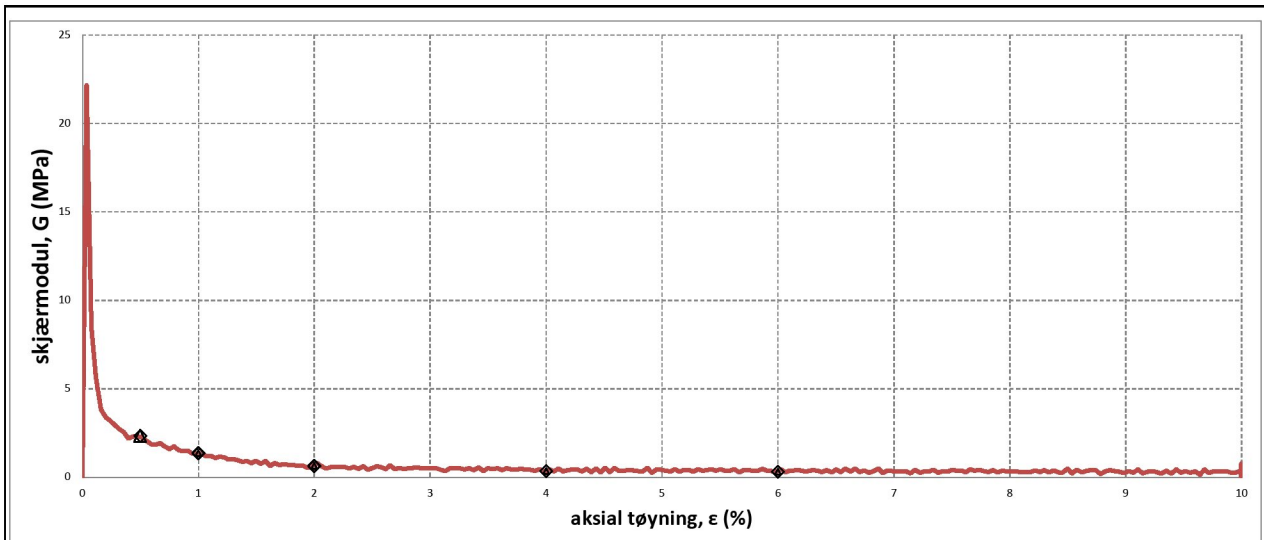
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP5	20	6,4 m	CAUA	23,1	1,0	0,027	0	71	56	Leire, siltig



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350041818
Tegn./kontr. /	Bilag -
Dato 20.11.2020	Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵢ' (kPa)	
1	Δ	SUP5	20	6,4 m	CAUA	23,1	1,0	0,027	0	71	56	Leire, siltig



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

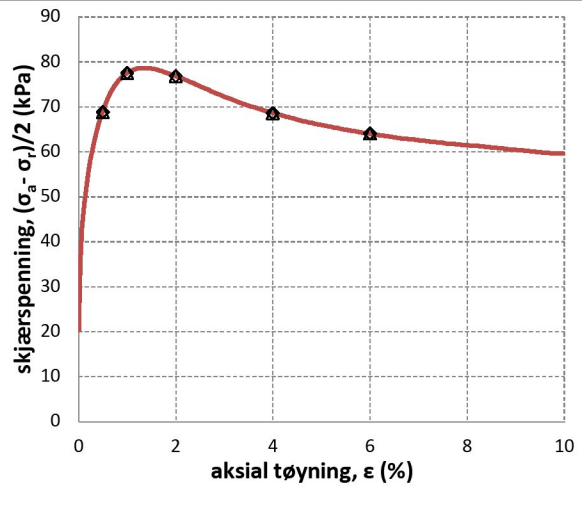
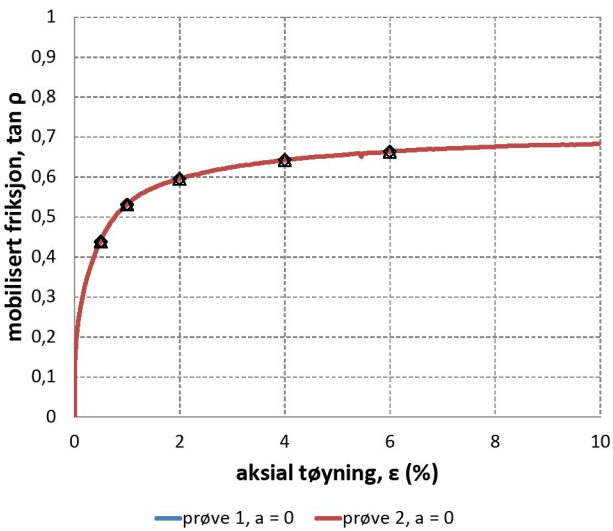
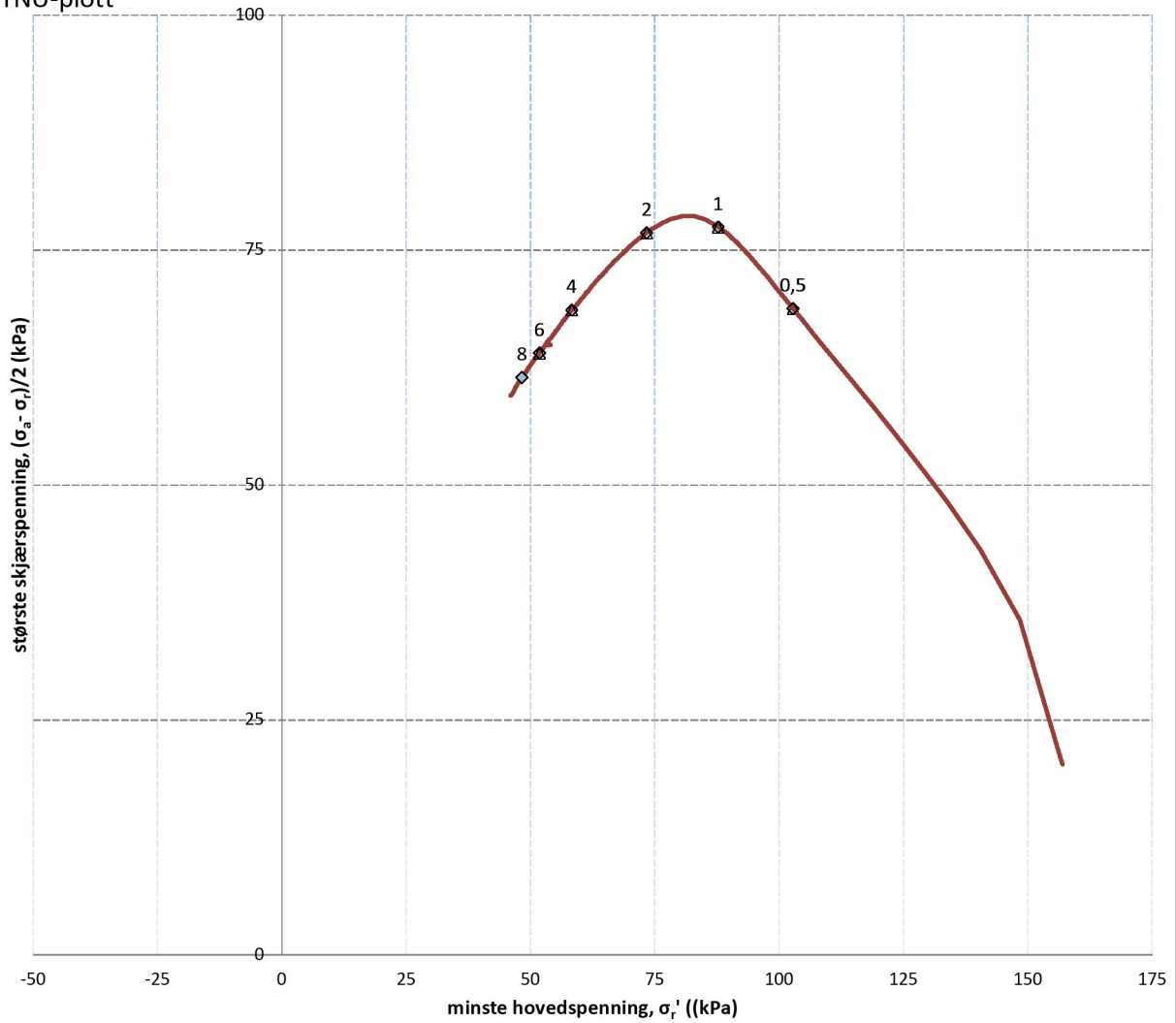
Tegn./kontr.
/

Dato
20.11.2020

Bilag
-

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP5	24	18,5 m	CAUA	26,2	2,3	0,053	0	197	157	Leire, siltig m/ enk. små gk



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

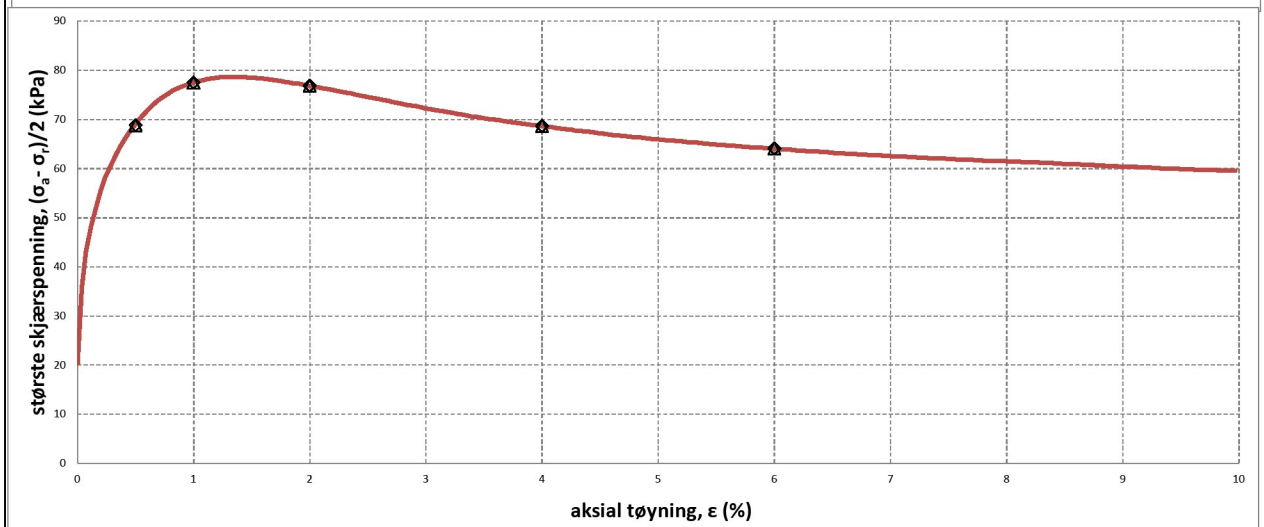
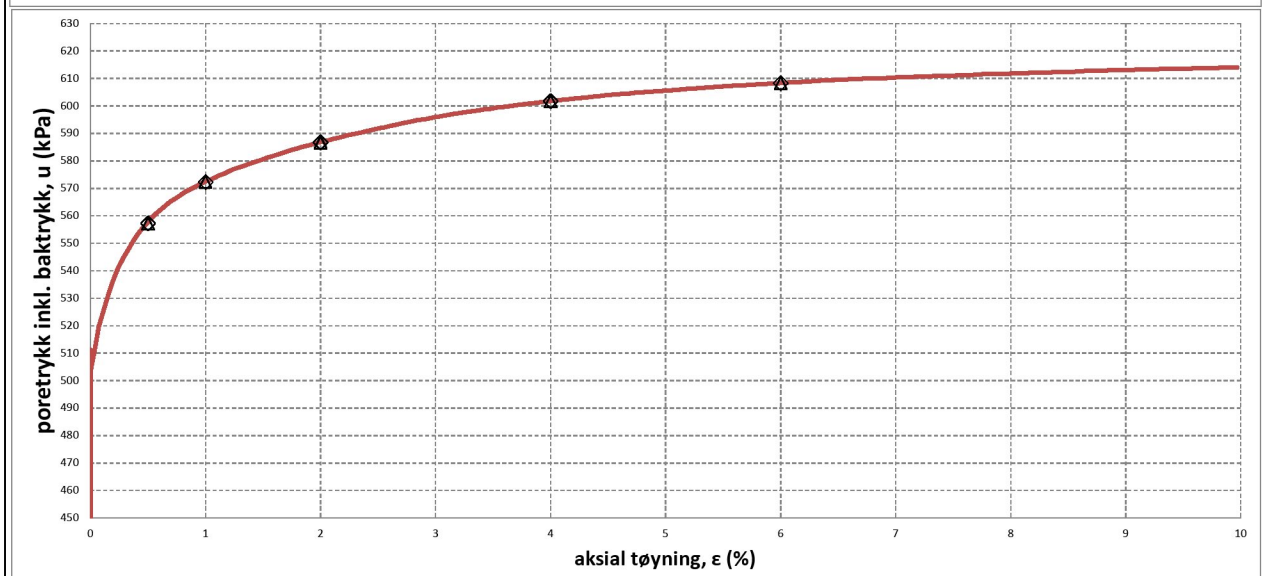
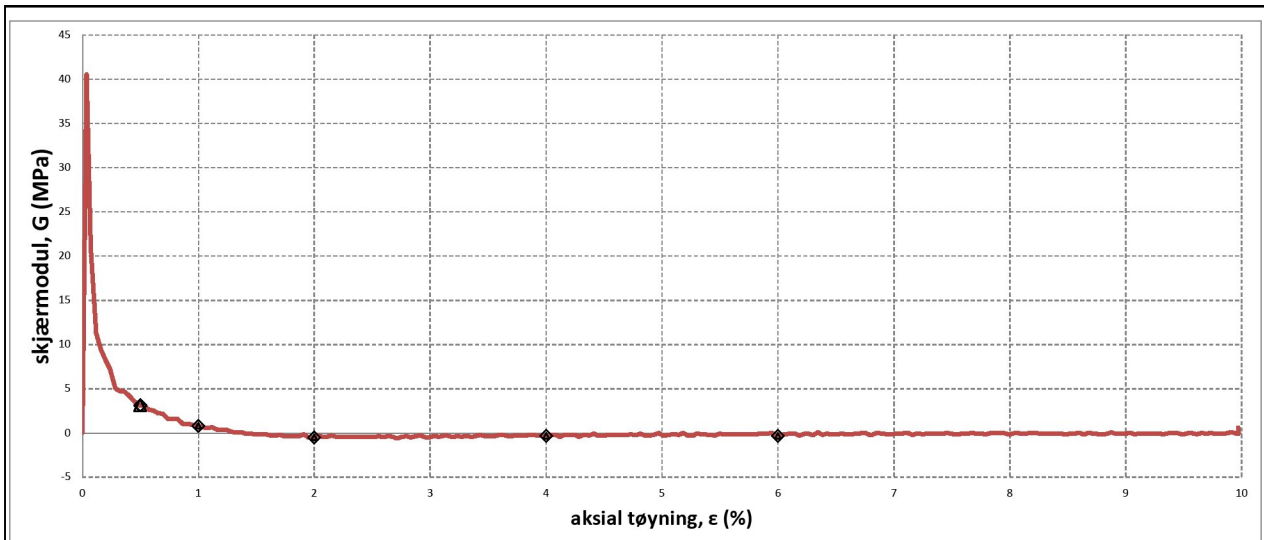
Tegn./kontr.
/

Dato
20.11.2020

Bilag

-

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵢ' (kPa)	
1	Δ	SUP5	24	18,5 m	CAUA	26,2	2,3	0,053	0	197	157	Leire, siltig m/ enk. små gk



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

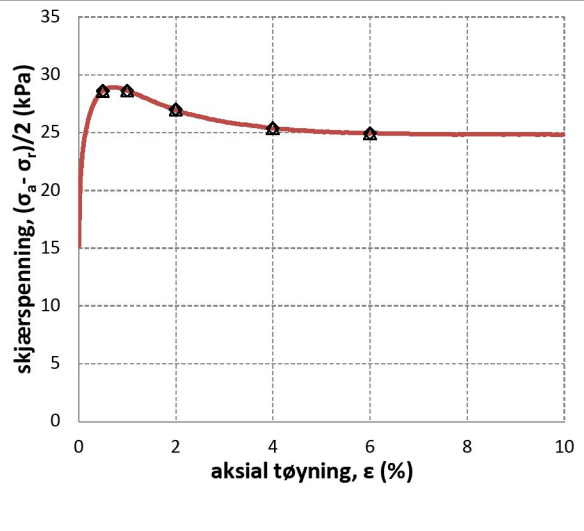
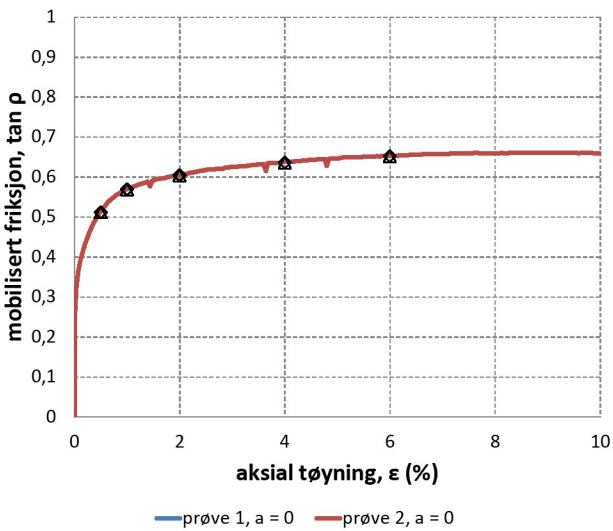
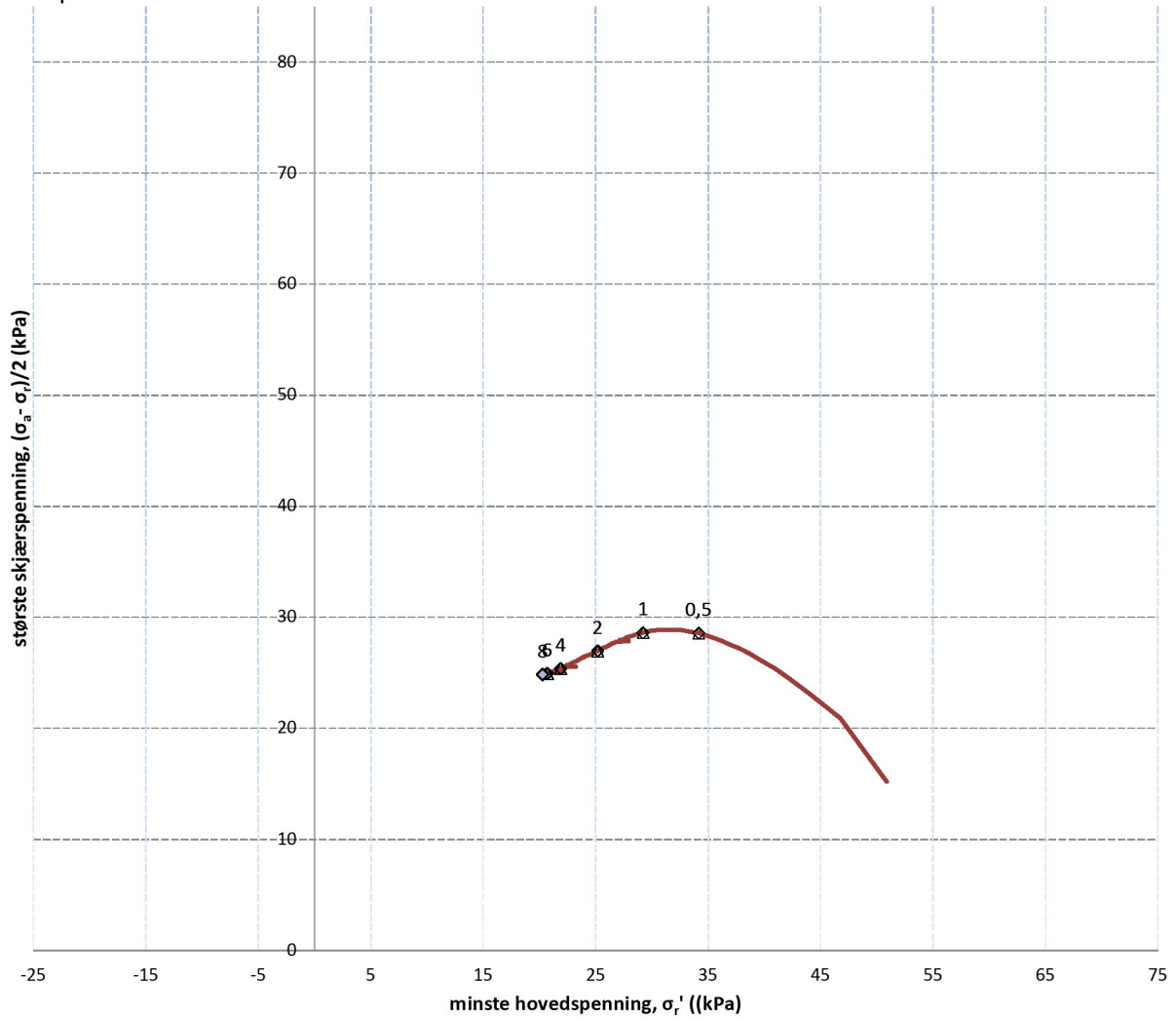
Tegn./kontr.
/

Bilag
-

Dato
20.11.2020

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



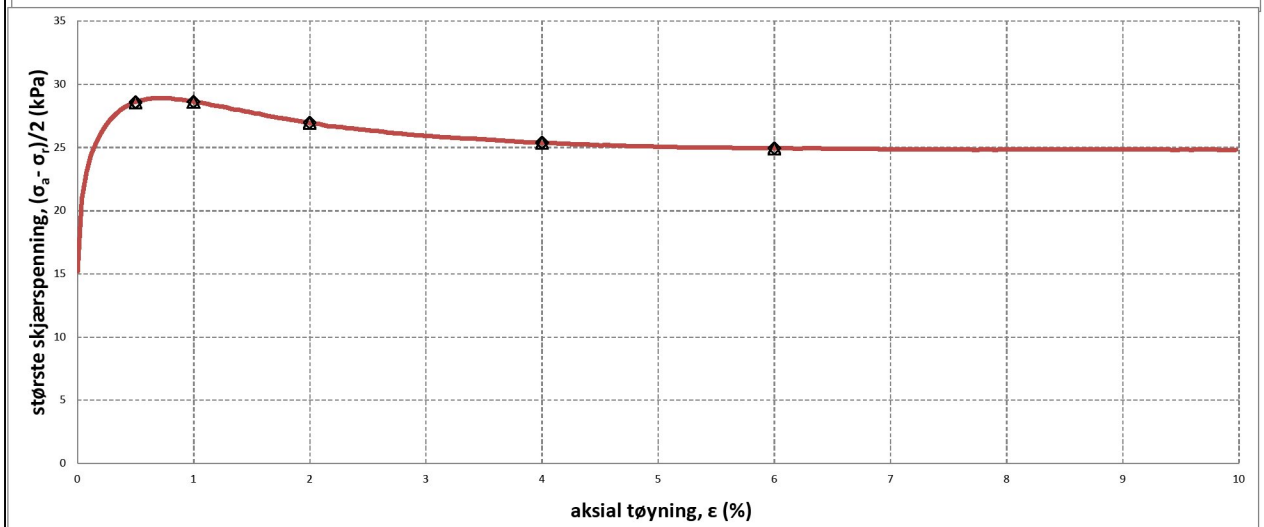
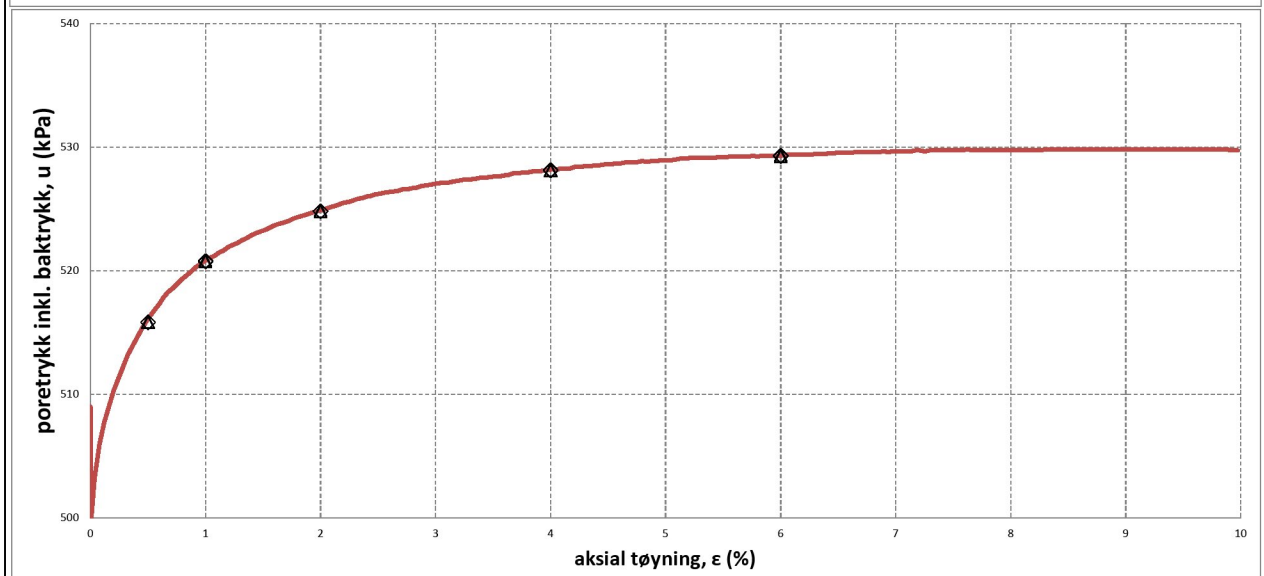
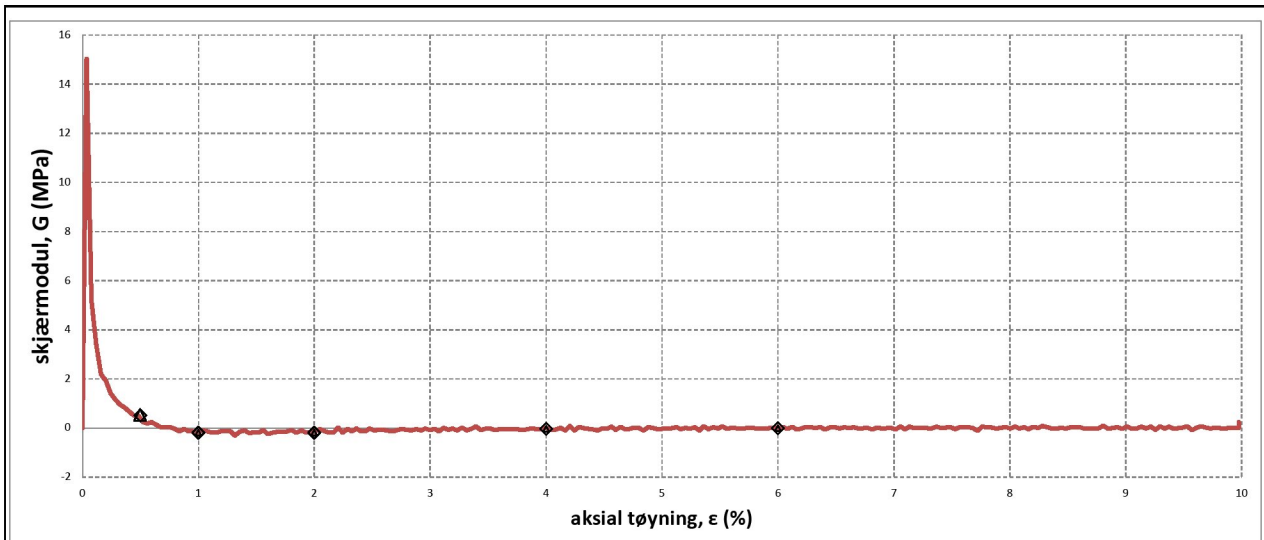
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP8	8	5,5 m	CAUA	33,8	1,3	0,026	0	81	51	Leire m/ enk små gruskorn



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350041818
Tegn./kontr. /	Bilag -
Dato 19.11.2020	Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _v ' (kPa)	
1	Δ	SUP8	8	5,5 m	CAUA	33,8	1,3	0,026	0	81	51	Leire m/ enk små gruskorn



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

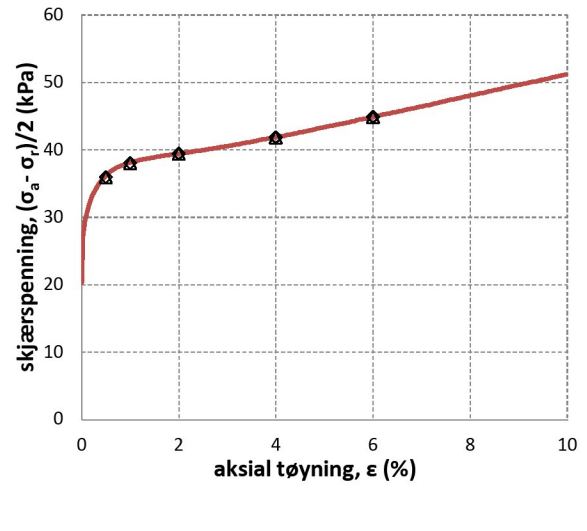
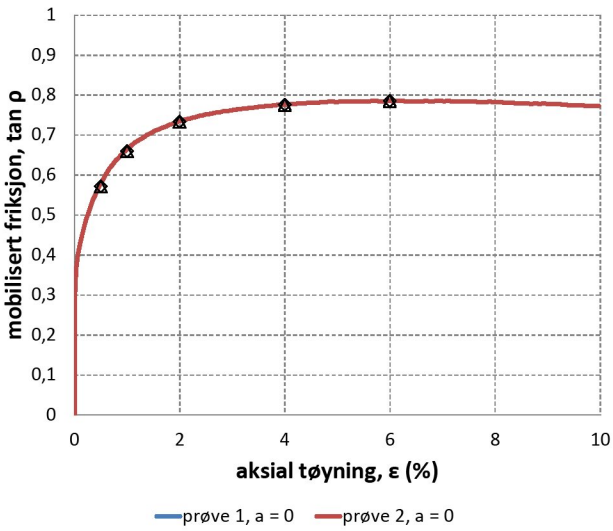
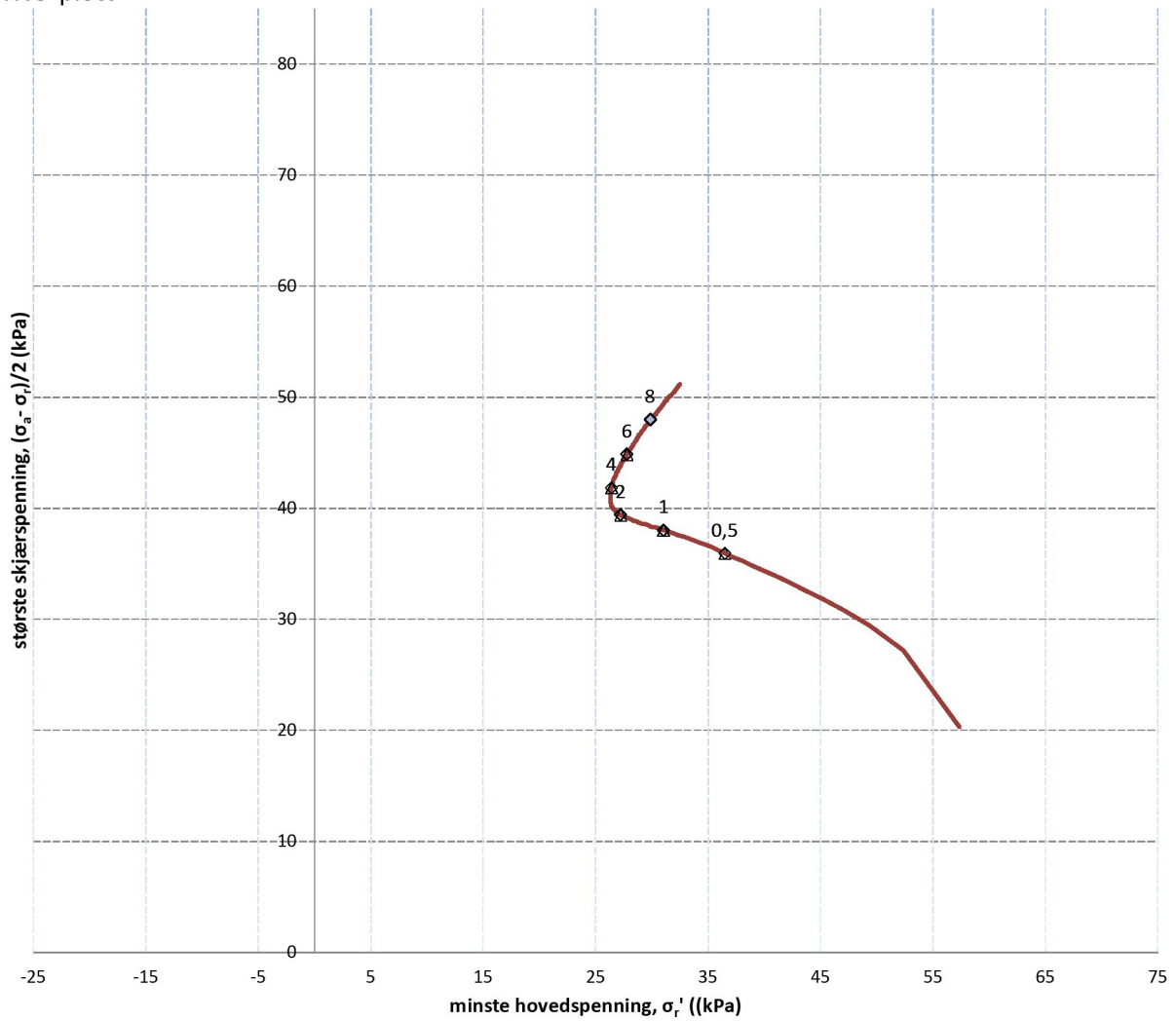
Tegn./kontr.
/

Dato
19.11.2020

Bilag
-

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP8	9	7,6 m	CAUA	27,4	1,6	0,037	0	97	57	Leire, siltig, sandkorn



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

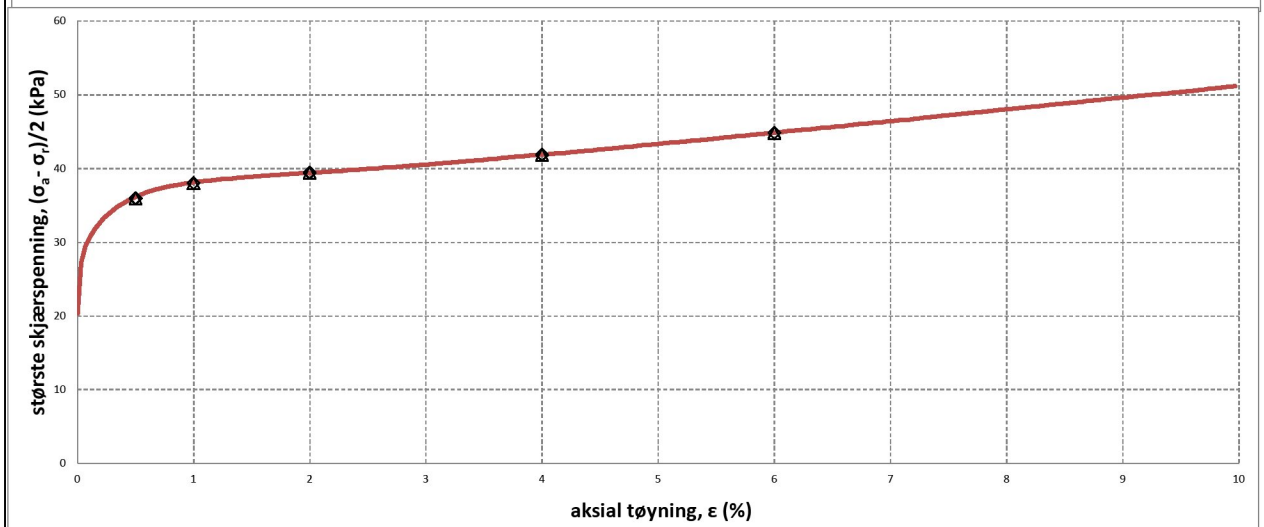
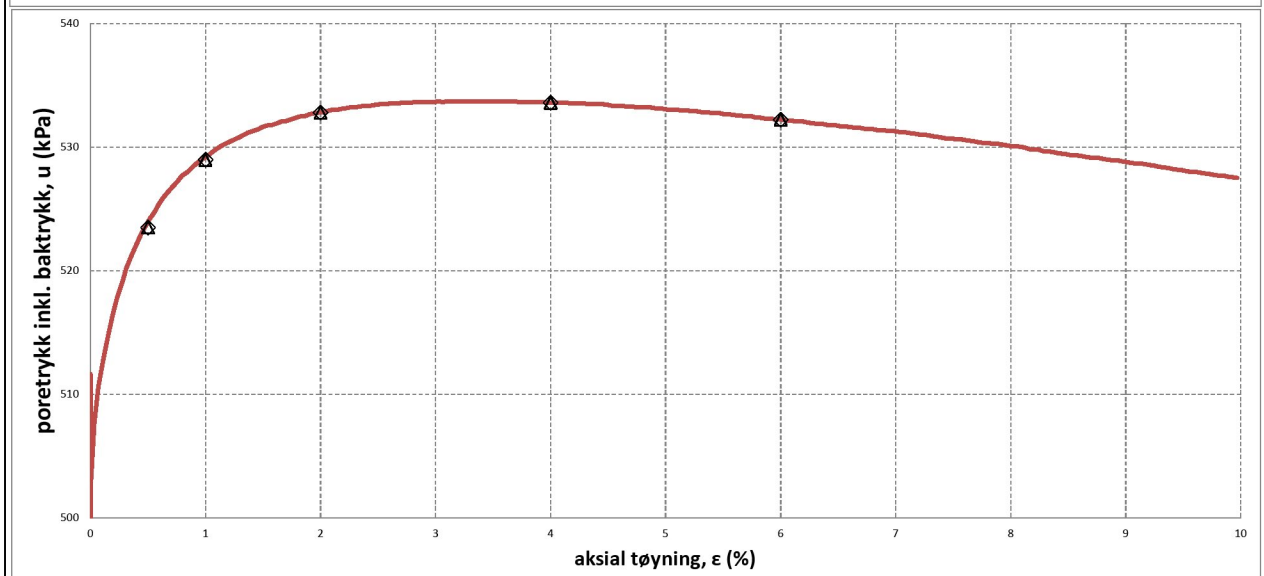
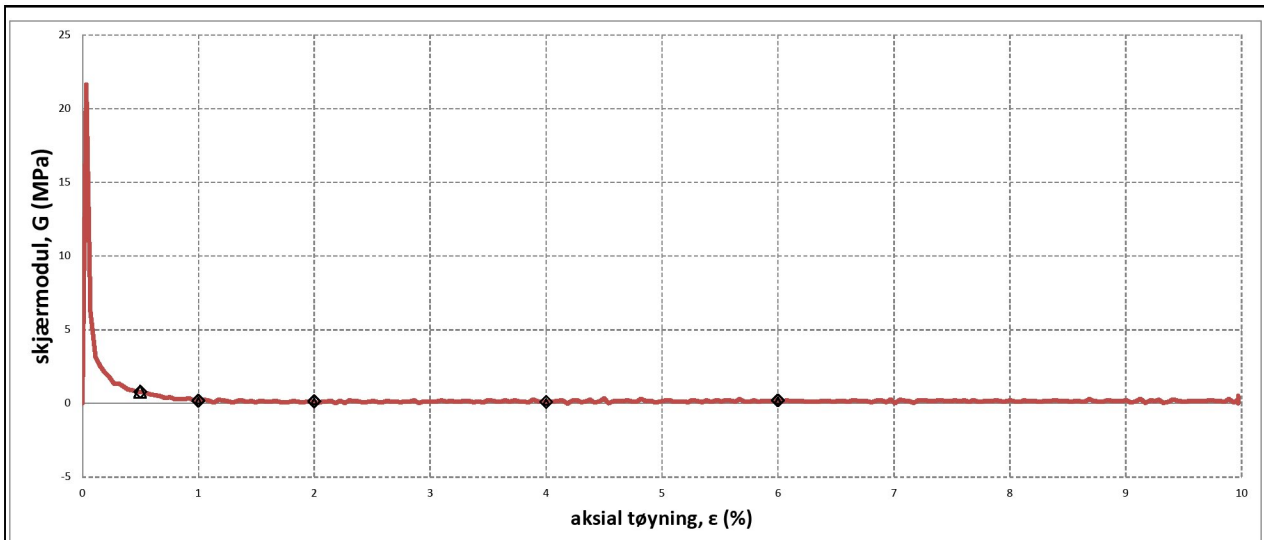
Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.
/

Dato
19.11.2020

Bilag

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵢ' (kPa)	
1	Δ	SUP8	9	7,6 m	CAUA	27,4	1,6	0,037	0	97	57	Leire, siltig, sandkorn



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

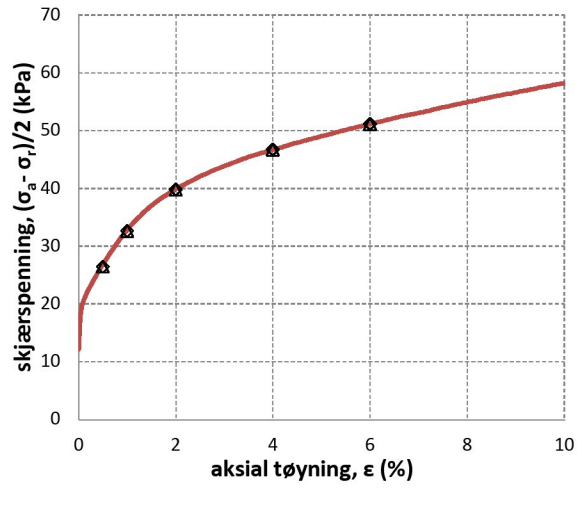
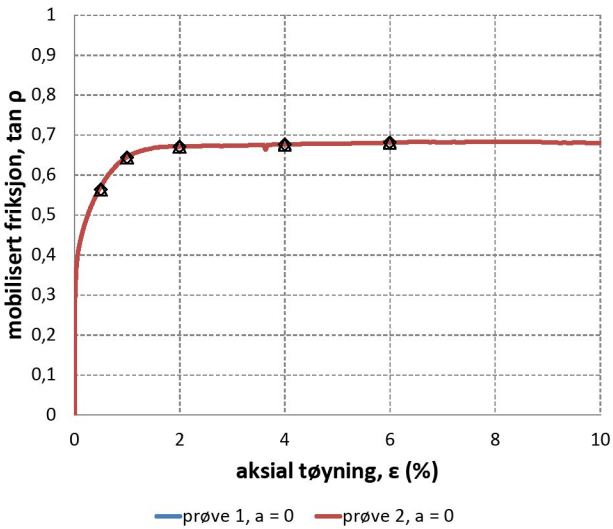
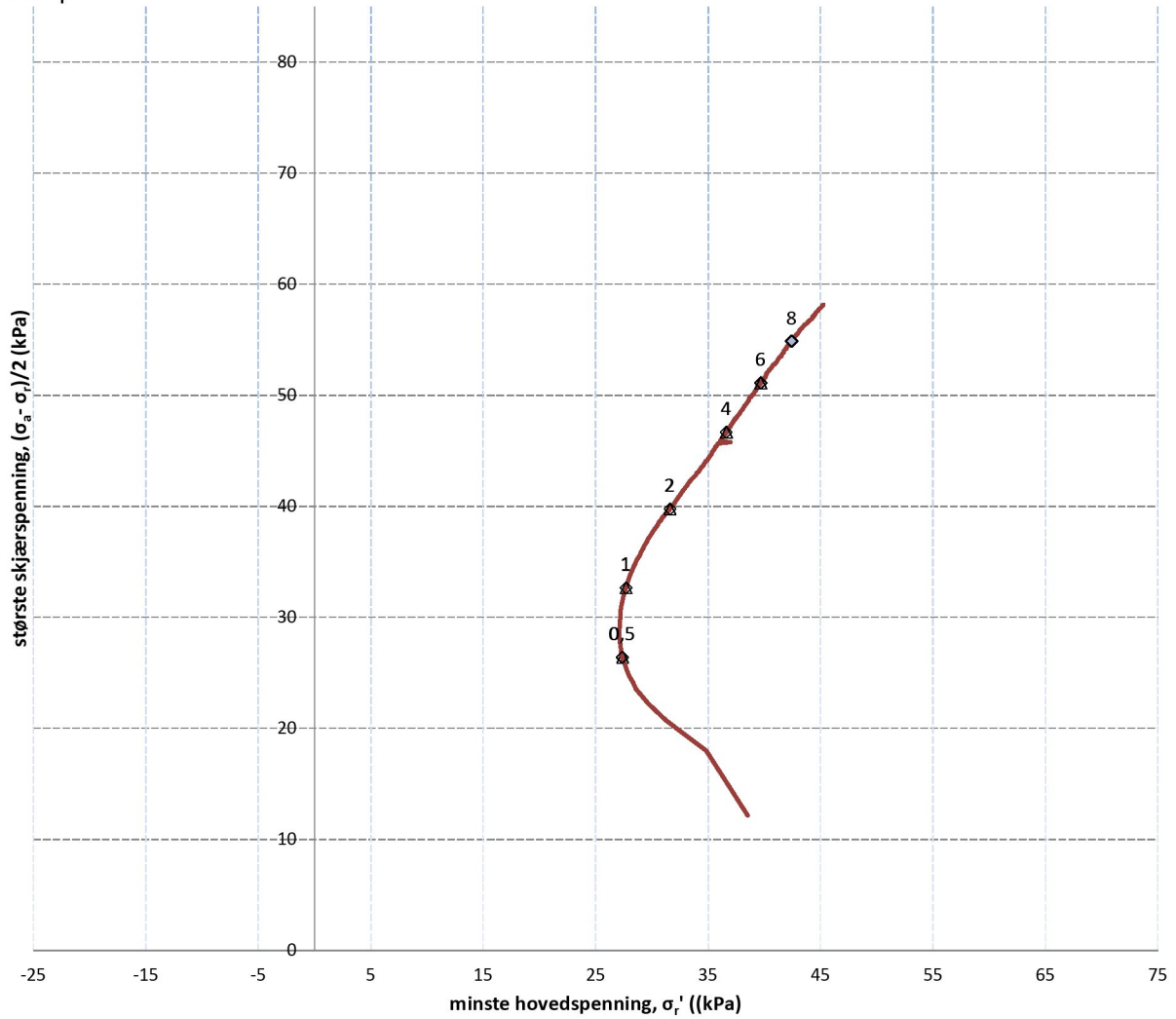
Tegn./kontr.
/

Dato
19.11.2020

Bilag
-

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



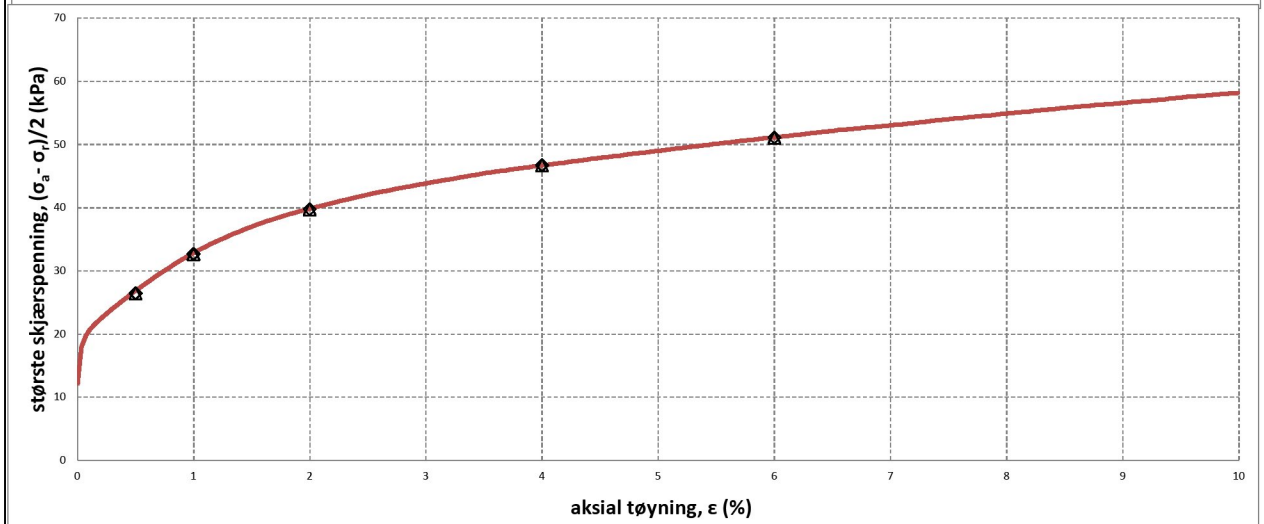
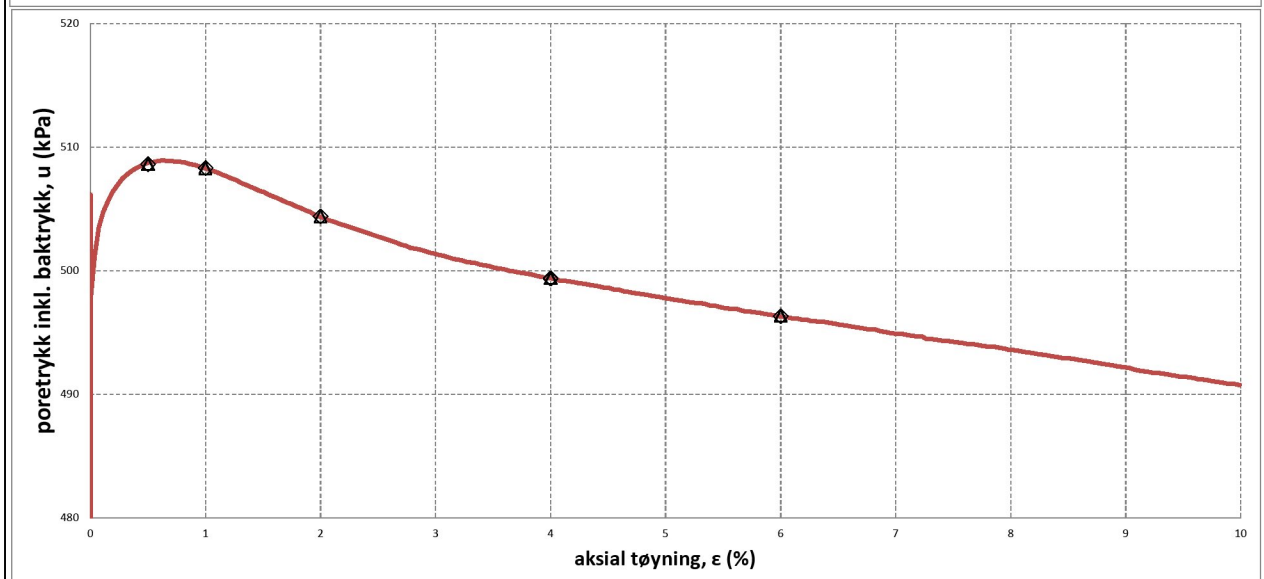
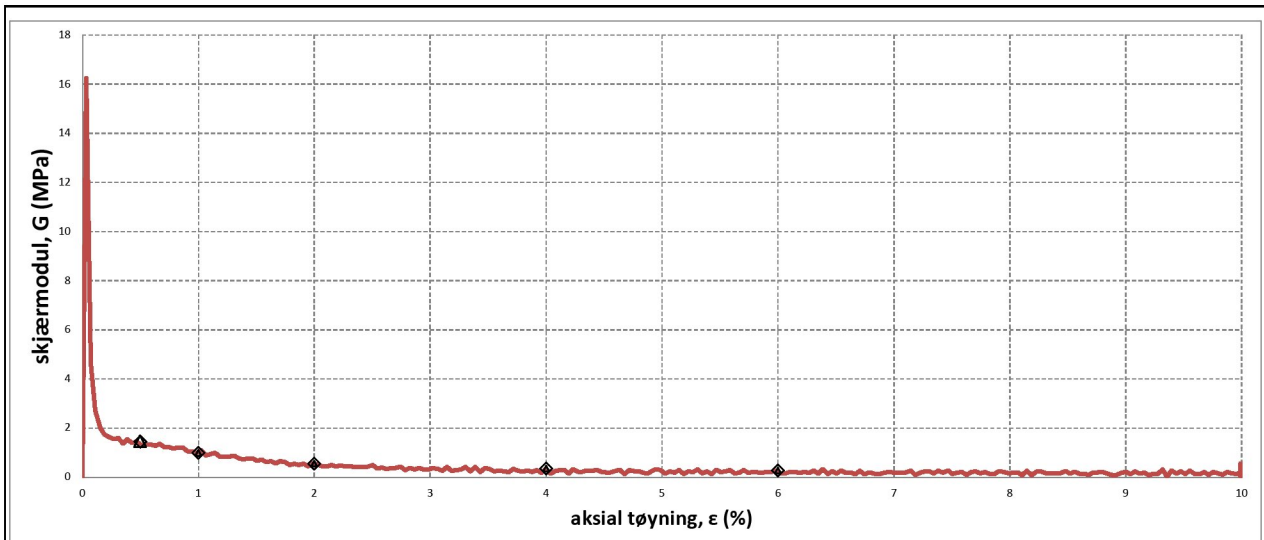
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP9	29	6,5 m	CAUA	25,7	0,9	0,022	0	63	39	Leire, siltig m/ små gk



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350041818
Tegn./kontr. /	Bilag -
Dato 23.11.2020	Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵣ' (kPa)	
1	Δ	SUP9	29	6,5 m	CAUA	25,7	0,9	0,022	0	63	39	Leire, siltig m/ små gk



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

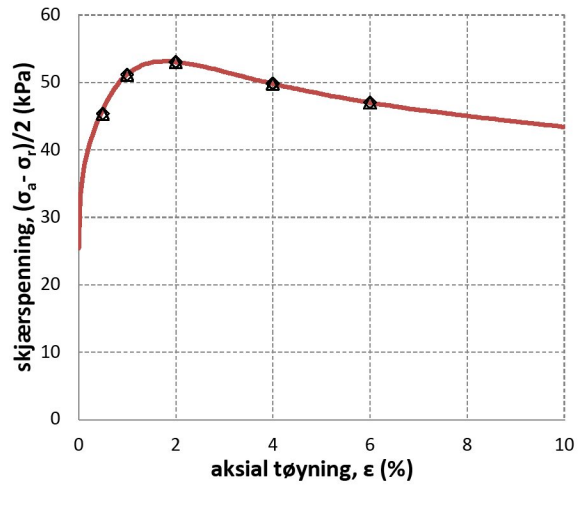
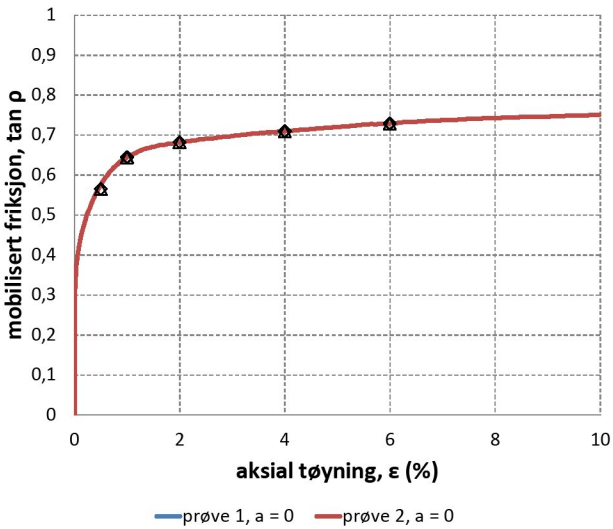
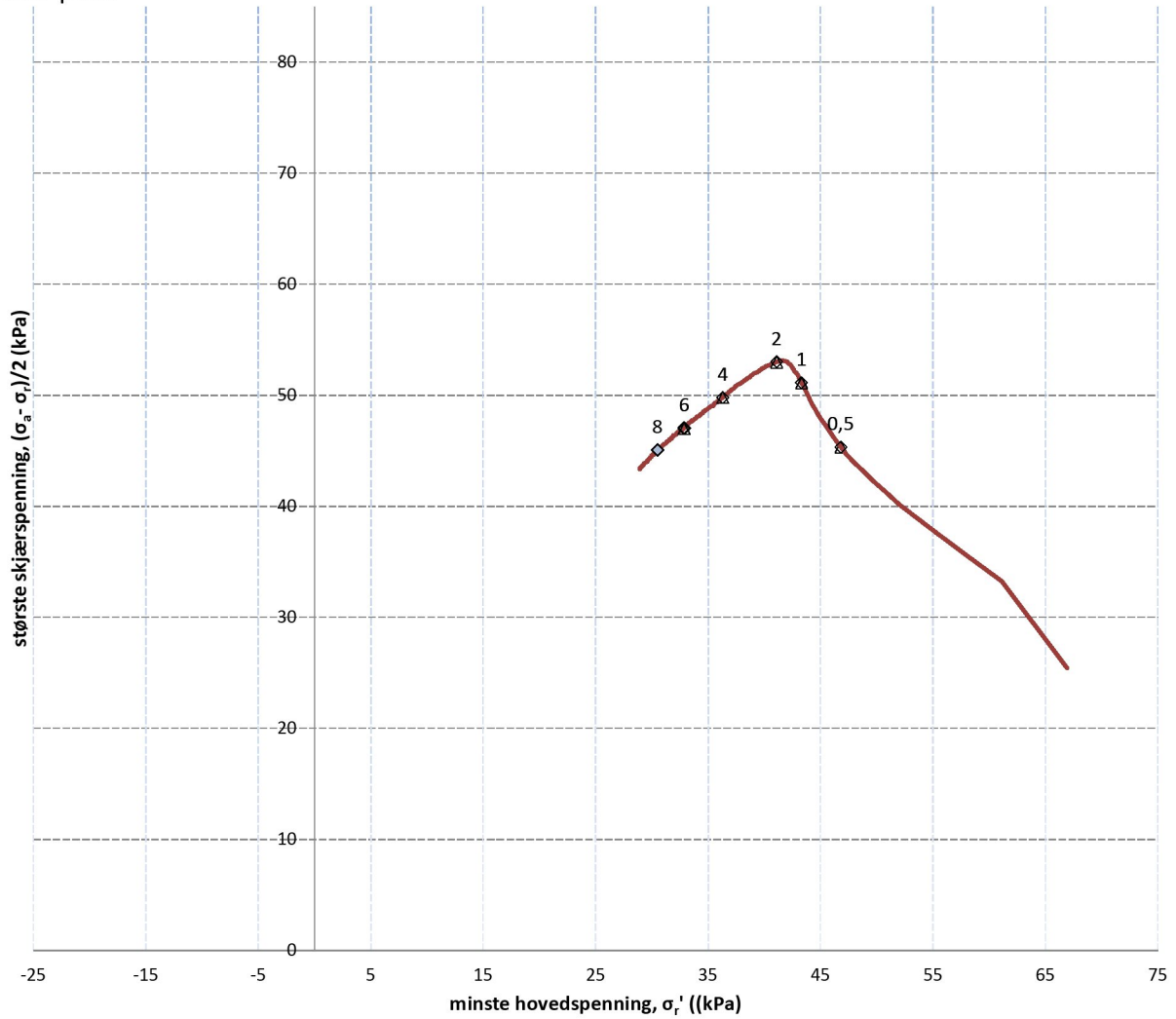
Tegn./kontr.
/

Dato
23.11.2020

Bilag
-

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	SUP9	31	12,5 m	CAUA	30,5	2,0	0,043	0	117	67	Leire, siltig



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

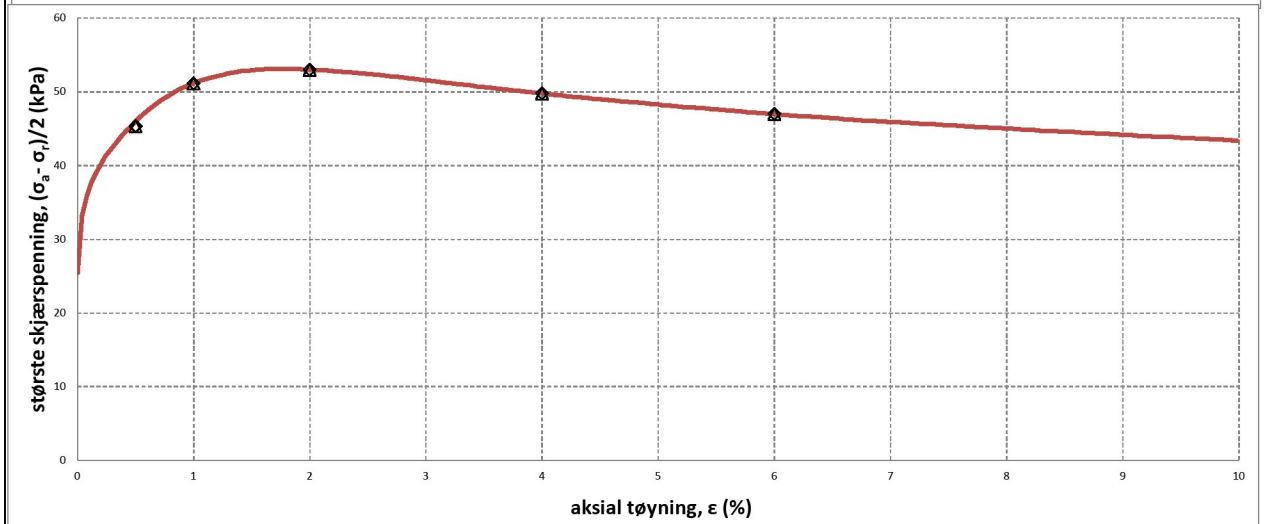
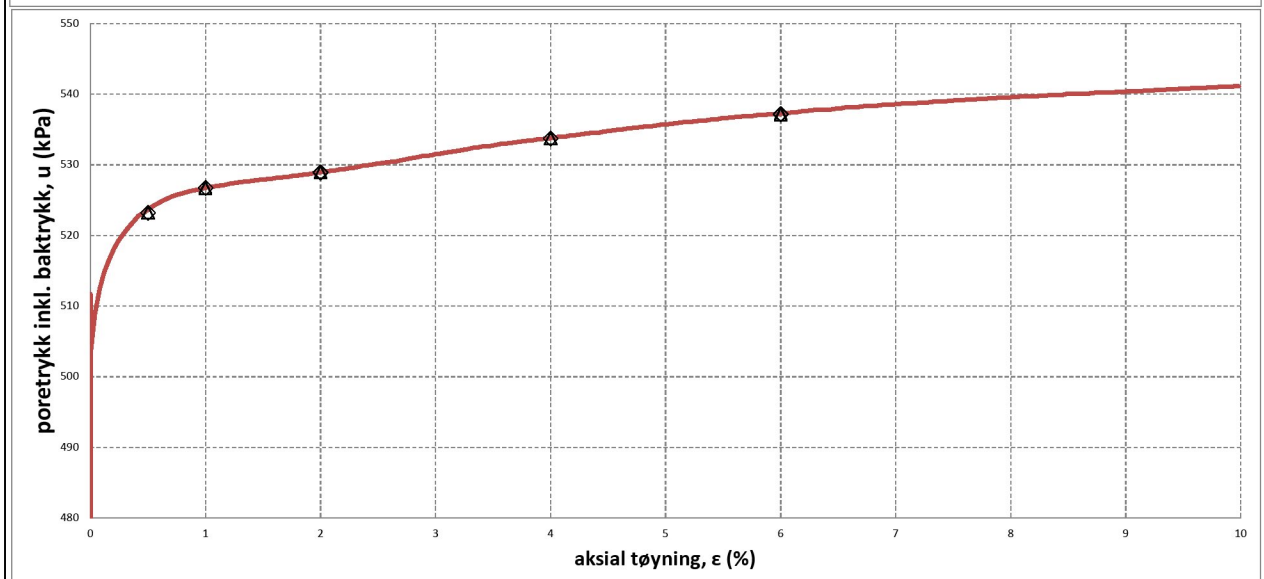
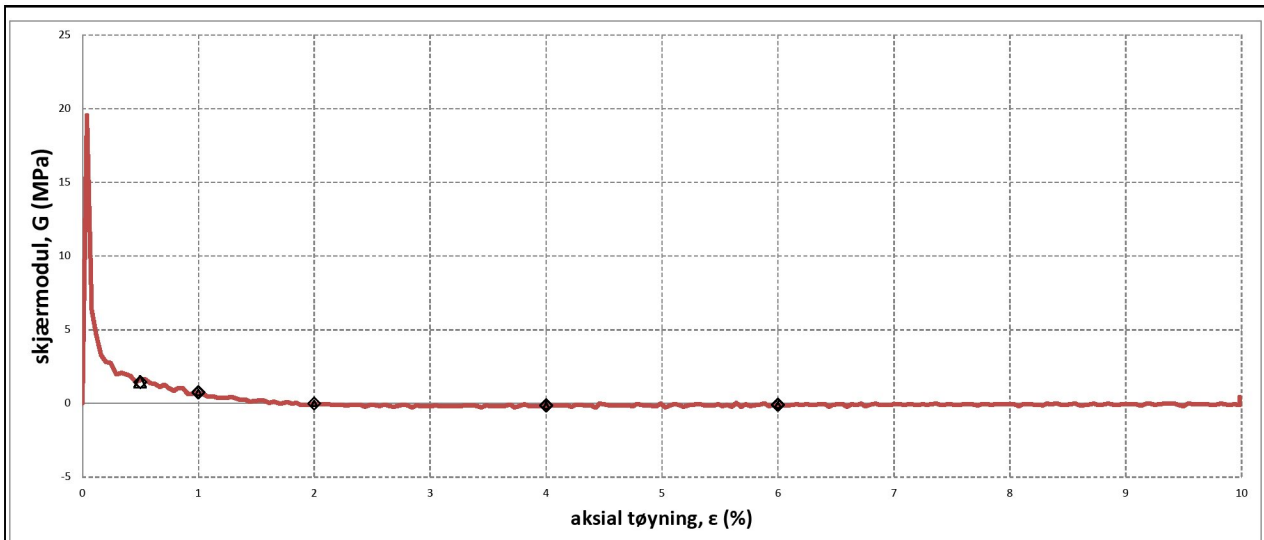
Tegn./kontr.
/

Dato
23.11.2020

Bilag

-

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵢ' (kPa)	
1	Δ	SUP9	31	12,5 m	CAUA	30,5	2,0	0,043	0	117	67	Leire, siltig



Bjørndalsbrua

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350041818

Tegn./kontr.
/

Dato
23.11.2020

Bilag
-

Tegn. Nr.
0

Vedlegg 4

Grunnundersøkelsesrapporter fra forprosjekt – Sweco
2011/2013

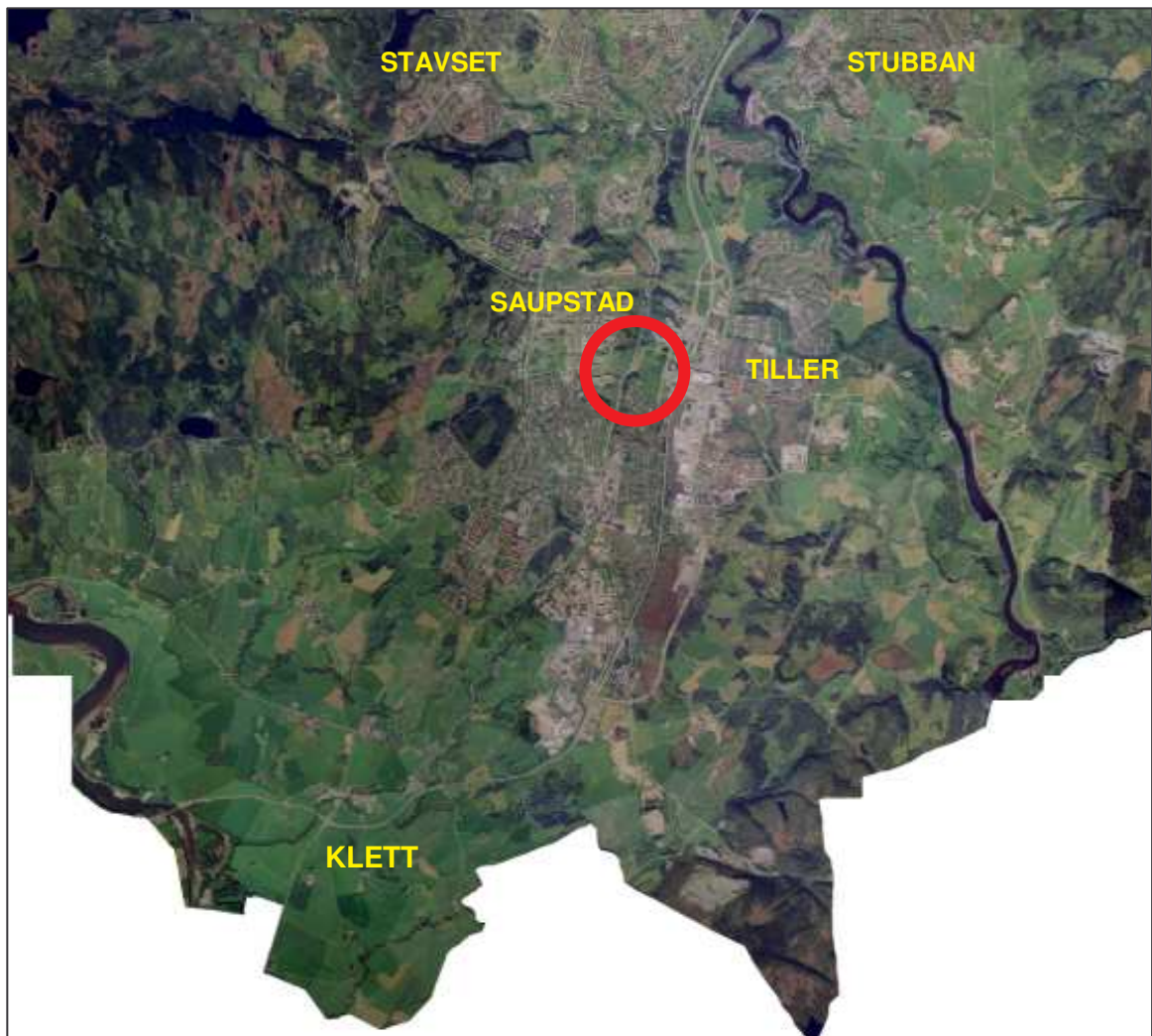


TRONDHEIM KOMMUNE

R.1507 BJØRNDALEN

Ny gang og sykkelveg

GRUNNUNDERSØKELSER
DATARAPPORT





24.10.2011



TRONDHEIM KOMMUNE
Stabsenhet for byutvikling

Rapport fra Geoteknisk faggruppe.

Oppdrag: R.1507	BJØRNDALEN. NY GANG OG SYKKELVEG		
	Datarapport		
Trondheim den:	24.10.2011		
Oppdragsgiver:	Intern	Oppdrag ved:	Anne Tora Elmenhorst
Repr. punkt:	Euref 89. øst: 568 100	Euref 89 nord:	7 026 900
Sted:	Saupstad	Antall tekstsider:	3
Feltarbeid utført:	28.07-08.08.2011	Antall bilag:	-
Feltmetoder:	Dreietrykksondering	Totalsondering	Prøvetaking
	Trykksondering	Poretrykksmåling	
Emneord:	Kvikkleire	Stabilitet	
Saksbehandler:	 Konstantinos Kalomoiris	Kvalitetssikrer:	 Tone Furuberg
<p>Sammendrag:</p> <p>Det skal bygges ny gang- og sykkelbru i Bjørndalen. Etter anmodning fra Anne Tora Elmenhorst, veg-gruppa, foretok geoteknisk faggruppe en grunnundersøkelse for prosjektet.</p> <p>Det ble gjort 2 dreietrykksonderinger, 1 totalsondering og 2 trykksonderinger. Det ble tatt opp 7 54mm sylindprøver og 2 representative prøver i 1 punkt. I tillegg ble det gjort poretrykksmålinger i 2 punkt.</p> <p>Grunnen i området er lagdelt og består av noen få meter leire over fastere sand- og siltlag. Under det faste sand- og siltlaget kommer et leirelag. Overgangen til leira ligger på ca kote 98 m.o.h. Leira derunder er fra middels fast til fast og middels sensitiv. Under 30 m dybde i punkt 2 ble det registrert sprøbruddleire.</p>			

1. INNLEDNING

Prosjekt	Det skal bygges ny gang- og sykkelbru i Bjørndalen. Sweco Norge AS er ansvarlig for geoteknisk prosjektering. Kommunalteknikk ved geoteknisk faggruppe gjør grunnundersøkelser for prosjektet. Det er tidligere registrert kvikkleire i området og prosjektet ligger innenfor NVEs kvikkleiresone 213 Heimdal som er klassifisert i lav faregrad.
Lokalisering	Saupstad.
Oppdrag	Etter anmodning fra Anne Tora Elmenhorst, veg-gruppa, foretok geoteknisk faggruppe en grunnundersøkelse i Bjørndalen. Hensikten med grunnundersøkelsen er å gi datagrunnlag til geoteknisk prosjektering av den nye brua.
Innhold	Rapporten er en ren datarapport og inneholder resultatene av grunnundersøkelsen i Bjørndalen.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

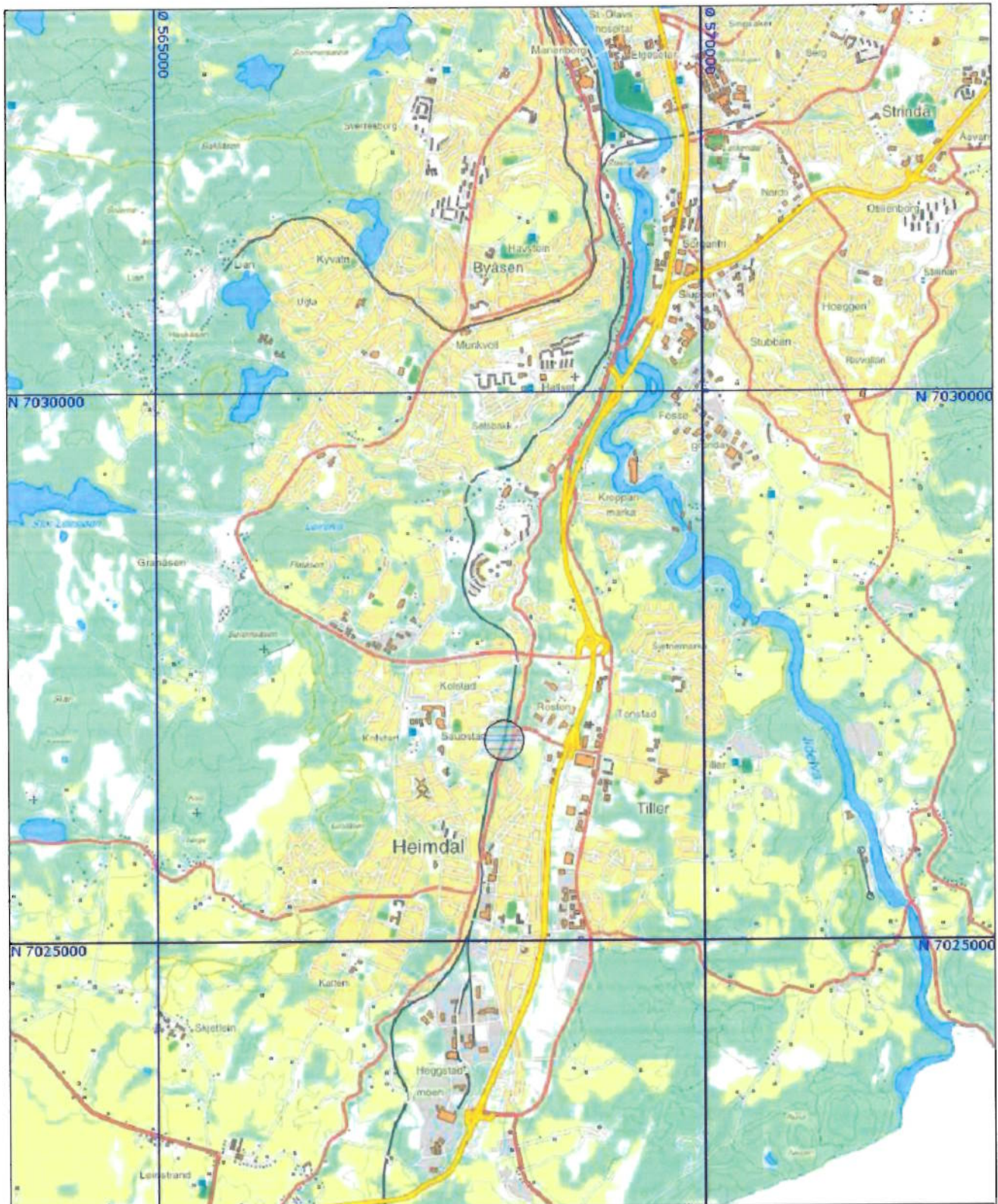
Feltarbeid	<p>Grunnundersøkelsen ble utført etter borplan utarbeidet av Sweco Norge AS. Det ble gjort 2 dreietrykkssonderinger, 1 totalsondering og 2 trykksonderinger. Det ble tatt opp 7 54mm sylindrerprøver og 2 representative prøver i 1 punkt. I tillegg ble det gjort poretrykksmålinger i 2 punkt. Borpunktene plasseringer og undersøkelsestype er vist på situasjonskart i tegning 02.</p> <p>Sonderingsresultater er vist på tegningene 31-34. Resultater fra poretrykksmålingene er vist i tegning 35.</p> <p>Koordinatene og terrenghøydene for borpunkter er gitt i tegning 99. Innmålingen ble gjort dels av grunnborerne som brukte LEICA GPS500, og dels kart- og oppmålingskontoret.</p> <p>Feltarbeidene ble utført i tidsperiode 28.07-08.08.2011.</p>
Laboratorieundersøkelser	<p>Prøvene som ble tatt opp ble undersøkt i vårt geotekniske laboratorium. Prøvene er beskrevet og klassifisert. Videre er romvekt og vanninnhold bestemt. Den udrenerte skjærfastheten er bestemt ved konus- og trykkforsøk. Sensitiviteten er beregnet på grunnlag av konusforsøkene. I tillegg er det kjørt 1 treaksialforsøk med isotrop konsolidering for å bestemme styrkeparametrene på effektivspenningsbasis. Resultatene fra laboratorieundersøkelsene er sammenstilt i borprofilet i tegning 51. Resultater fra triaksialforsøket er vist i tegning 71.</p>

3. GRUNNFORHOLD

- Topografi** I det undersøkte området faller terrenget fra ca kote 128 til ca kote 103 med gjennomsnittlig helning 1:3,5. Lokal helning er noe høyere, opp mot 1:2. På østsiden av Bjørndalen skråner terrenget opp til samme kotenivå men noe brattere, med helning ca 1:3 i gjennomsnitt. Her er også skråningen noe brattere lokalt.
- Grunnforhold** Grunnen i området er lagdelt og består av noen få meter leire over fastere sand- og siltlag. Under det faste sand- og siltlaget kommer et leirelag. Overgangen til leira ligger på ca kote 98 m.o.h. Leira derunder er fra middels fast til fast og middels sensitiv. Under 30 m dybde i punkt 2 ble det registrert sprøbruddleire.
- Grunnvann** Det er utført poretrykksmålinger i 2 punkt, både på toppen og i bunnen av skråningen. På toppen av skråningen avtar poretrykket kraftig i sandlaget (poreundertrykk). I bunnen av skråningen antas imidlertid at grunnvannstanden ligger like under terrenget og poretrykket øker høyere enn hydrostatisk med dybden (poreovertrykk).
- Fjell** Ingen av sonderingene ble avsluttet mot fjell. Fjellovergangen antas å ligge dypt.

4. TEGNINGSLISTE

- 01 Oversiktskart, 1:50000
- 02 Situasjonkart, 1:1000
- 31 Dreietrykkssonderinger 1 og 2
- 32 Totalsondering 1
- 33 CPTU-sondering 1
- 34 CPTU-sondering 2
- 35 Poretrykksmålinger i punkt 1 og punkt 3
- 51 Borprofil 2
- 71 Treksialforsøk i punkt 2, d=23.33m
- 99 Koordinater for innmålte punkt

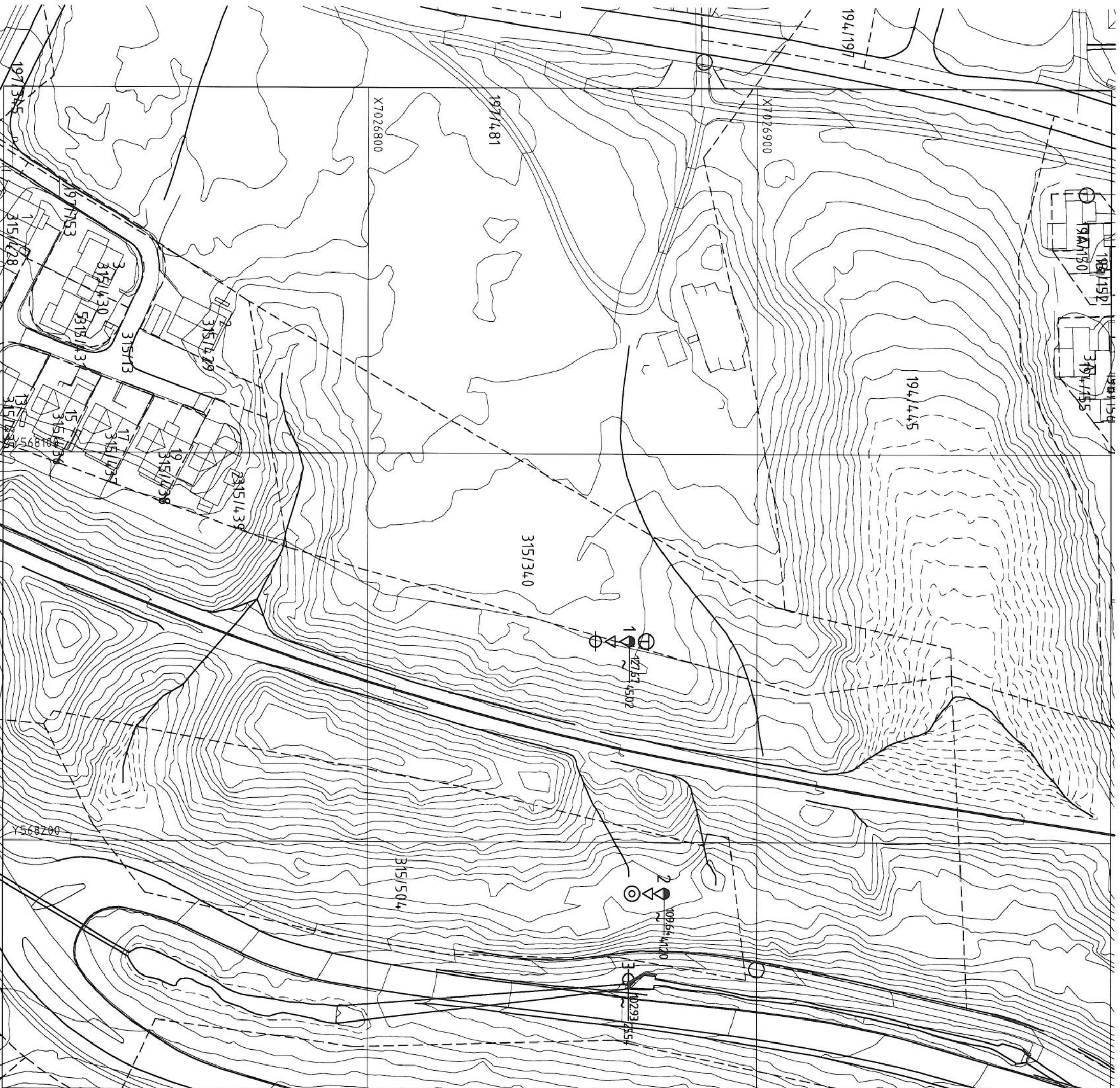


Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru
Oversiktskart



TRONDHEIM KOMMUNE

Tegnet:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	24.10.2011
Målestokk:	150000
Prosjekt nr. R.1507	Tegn.nr. 01



- TEGNFORKLARING:**
- Dreiesondering
 - Enkel sondering
 - ▽ Trykksondering
 - ⊙ Felikontrollboring
 - ⊖ Dreietrykksondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingeboring
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ⊖ Fjell i dagen
 - Torvdybdmåling

Borhull n. Terreng (dunn) kote Boret dybde + (boret i fjell)
 Anlati fjellkote

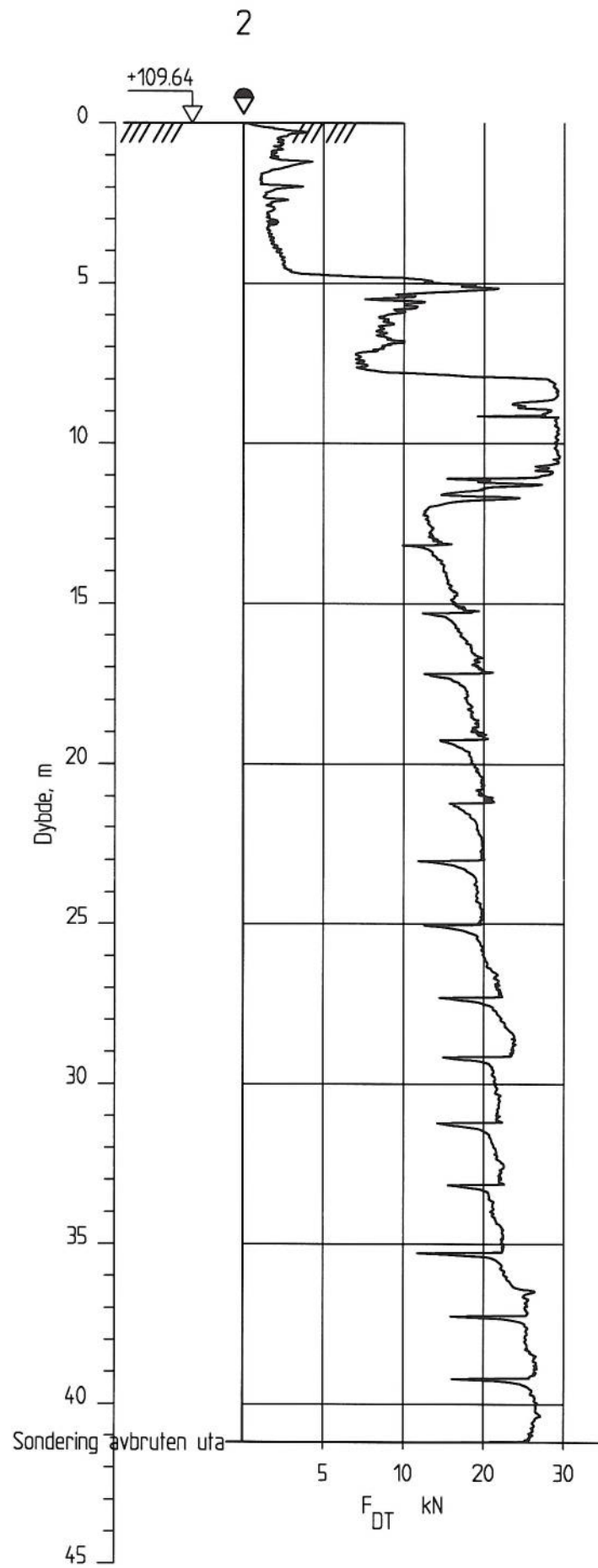
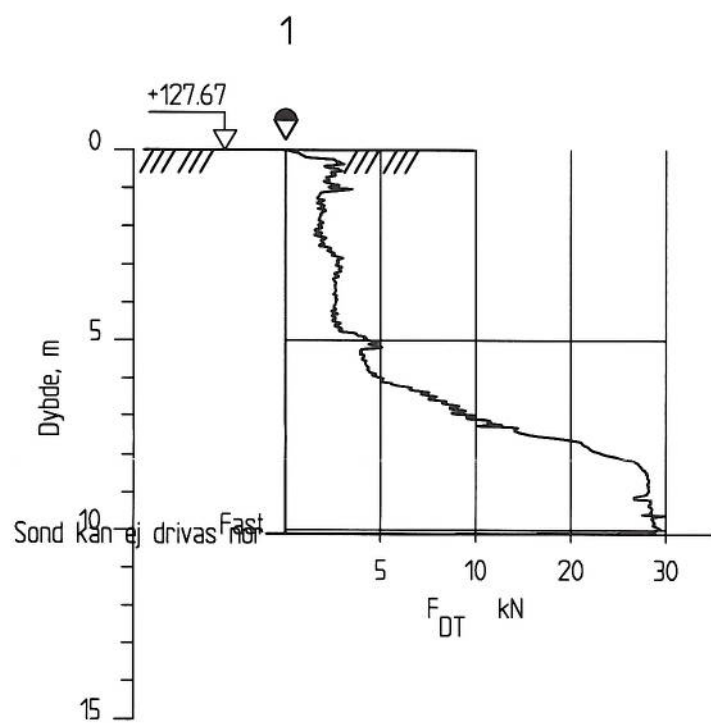
Karplan (x,y): Euret 89 - UTM32, høyderreferanse: NN2000

Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru
 Situasjonsskart



TRONDHEIM KOMMUNE

Tegnet:	ZFX
Godkjent:	
Saksbeh:	ZFX
Dato:	24.10.2011
Målestokk:	1:1000
Prosjekt nr.:	R.1507
Tegn.nr.:	02



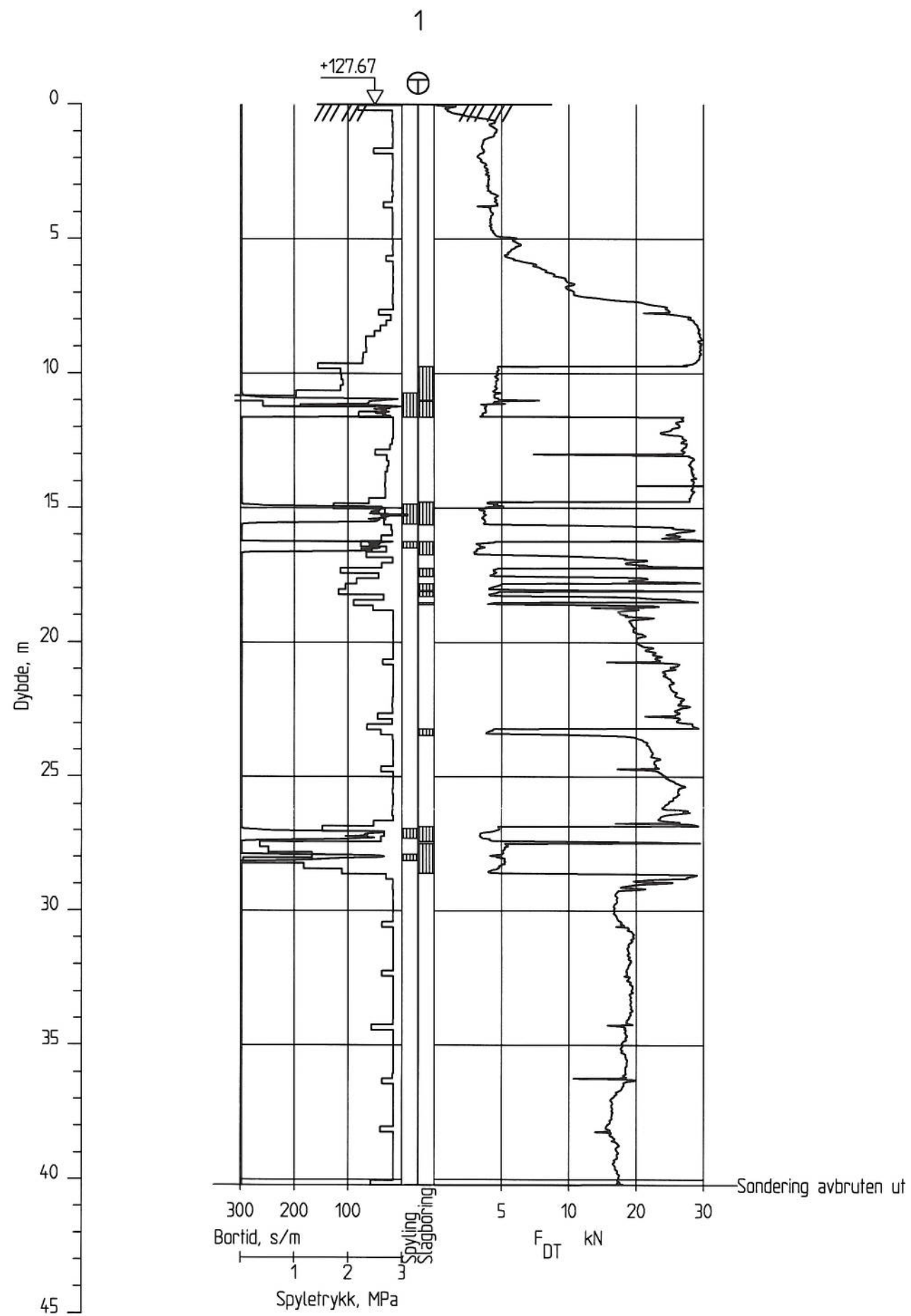
Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru
Dreietrykksonderinger 1 og 2

Tegnet:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	24.10.2011
Målestokk:	1:200



TRONDHEIM KOMMUNE

Prosjekt nr. R.1507	Tegn.nr. 31
------------------------	----------------



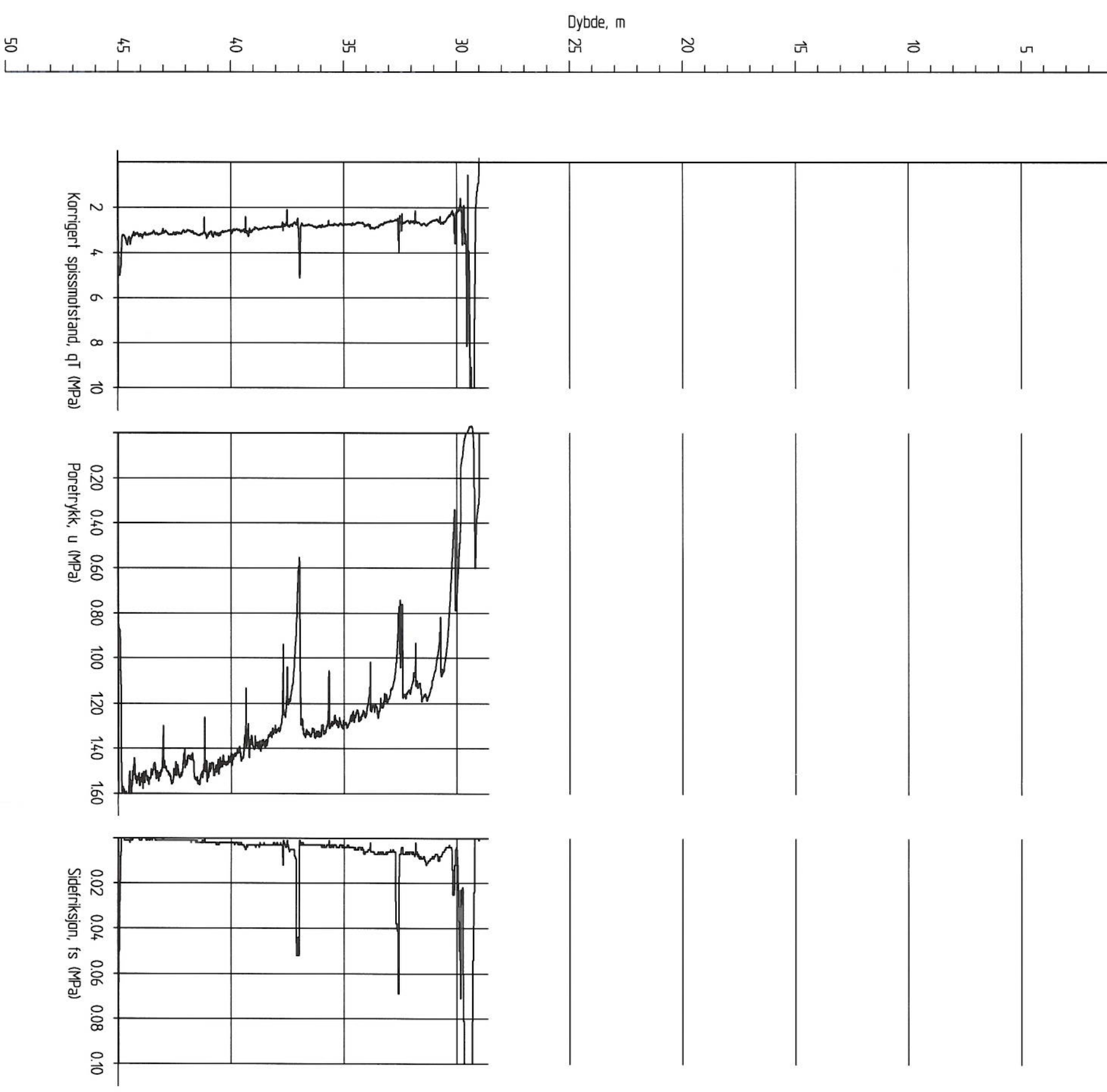
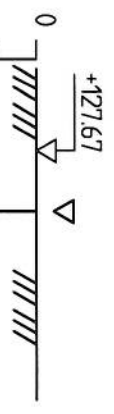
Bjørndalen. Ny gang- og
sykkelbru
Totalsondering 1




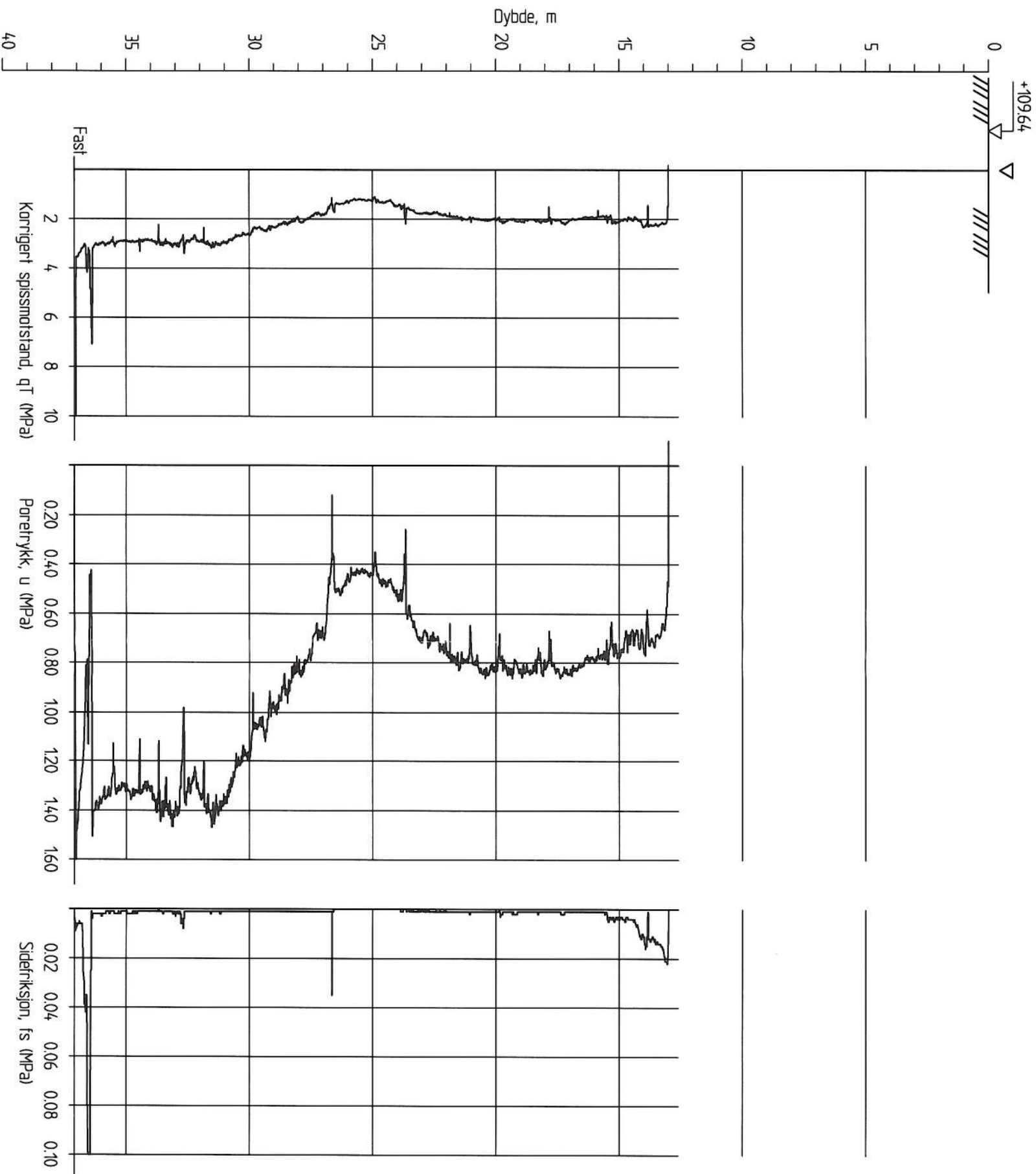
TRONDHEIM KOMMUNE

Tegnet:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	24.10.2011
Målestokk:	1:200
Prosjekt nr. R.1507	Tegn.nr. 32

1



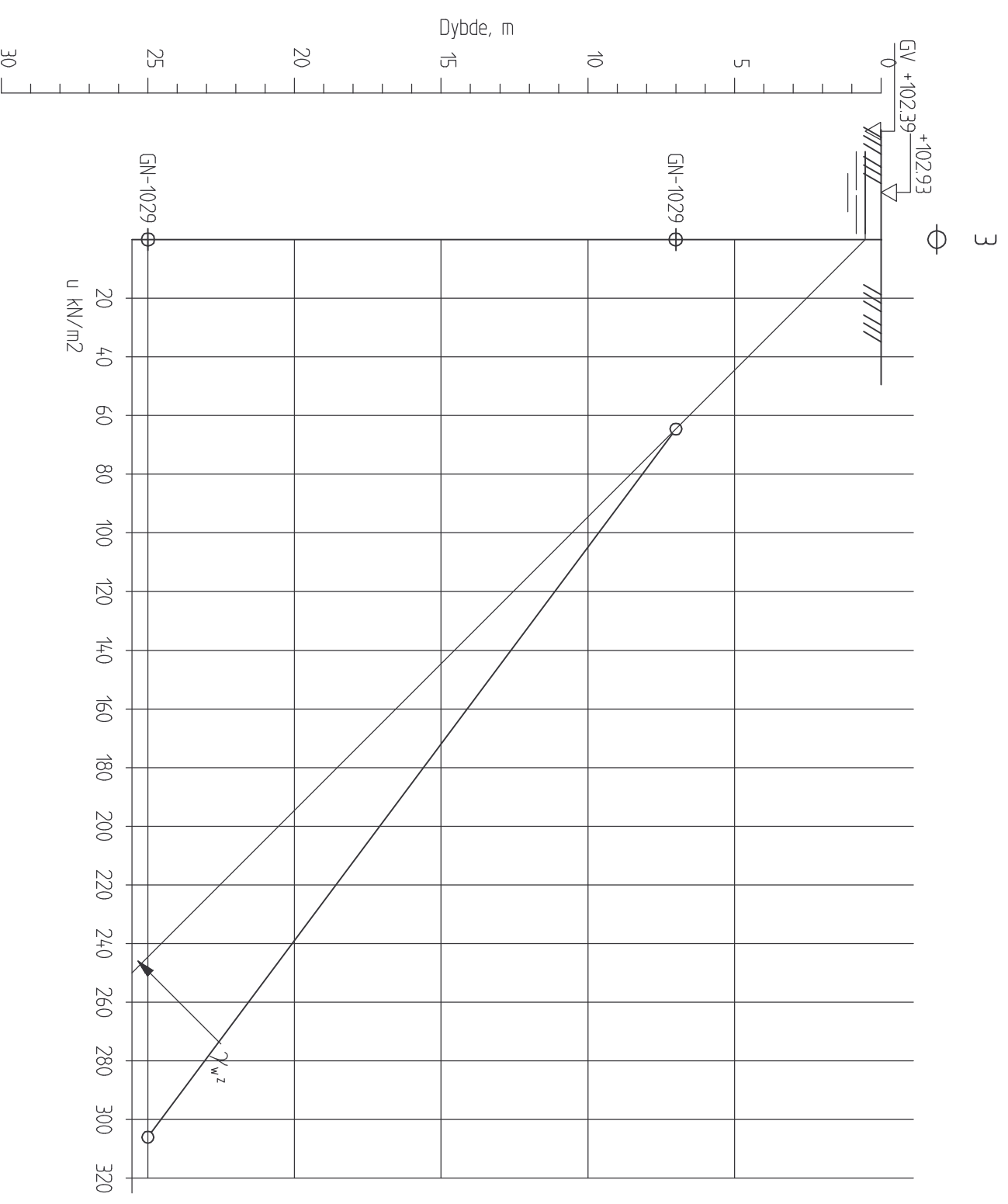
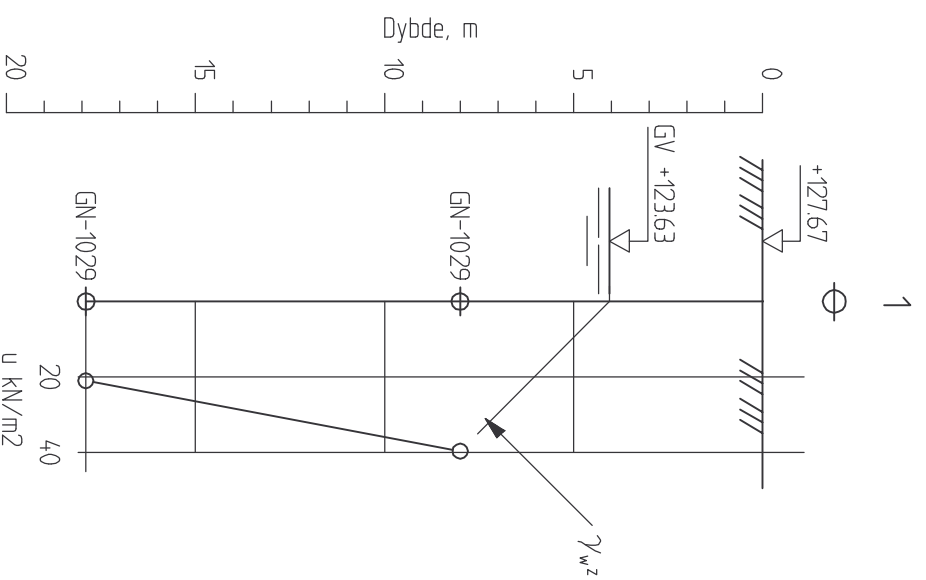
 <p>Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru Trykksondering 1</p>	
Tegnet:	ZFX
Godkjent:	
Saksber:	ZFX
Dato:	24.10.2011
Målestokk:	1:200
Prosjekt nr.:	R.1507
Tegnr.:	33



<p>Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru Trykksondering 2</p>	
Tegnet:	ZFX
Godkjent:	
Saksbehr:	ZFX
Dato:	24.10.2011
Målestokk:	1:200
Prosjekt nr. R:1507	Tegn.nr. 34



TRONDHEIM KOMMUNE



Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru

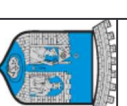
Poretrykksmålinger i punkt 1 og punkt 3

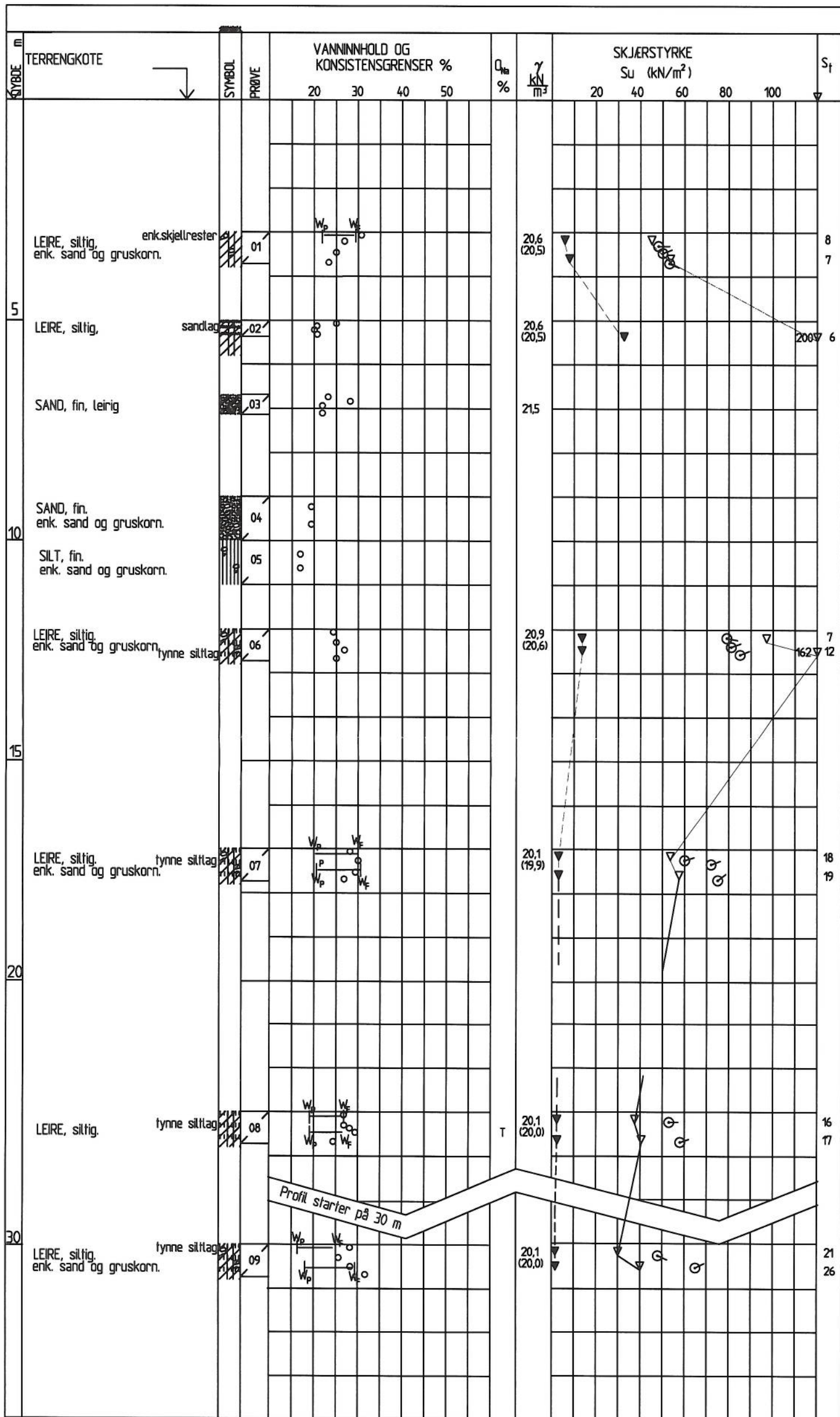
Tegnet:	ZFX
Godkjent:	
Saksbeh:	ZFX
Dato:	24.10.2011
Målestokk:	1:200

TRONDHEIM KOMMUNE

Prosjekt nr.
R/507

Tegn.nr.
35





PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

○ NATURLIG VANNINHOLD
—| W_L FLYTEGRENSE
W_F —|— KONSUMMETODE
—|— W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O₉₀ = HUMUSINHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
 γ = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
○ TRYKKFORSØK
⊕-○ 5% DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK



TRONDHEIM KOMMUNE

Sted: BJØRNDALEN, NY GANG- OG SYKKELBRU

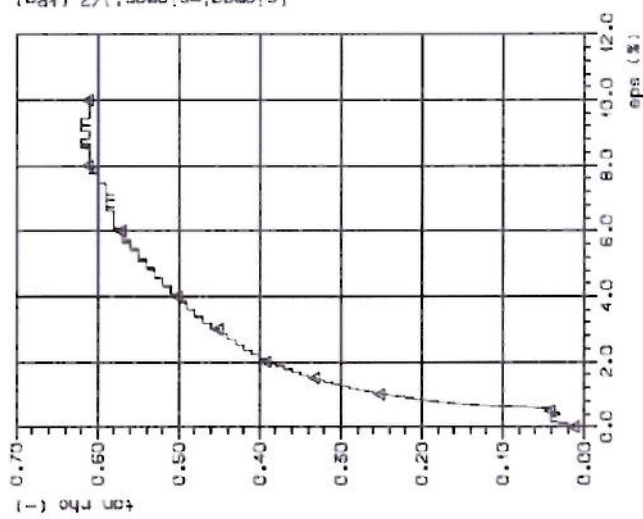
Tegn.nr.: 51

Boring nr.: 2 Date: 16.08.2011

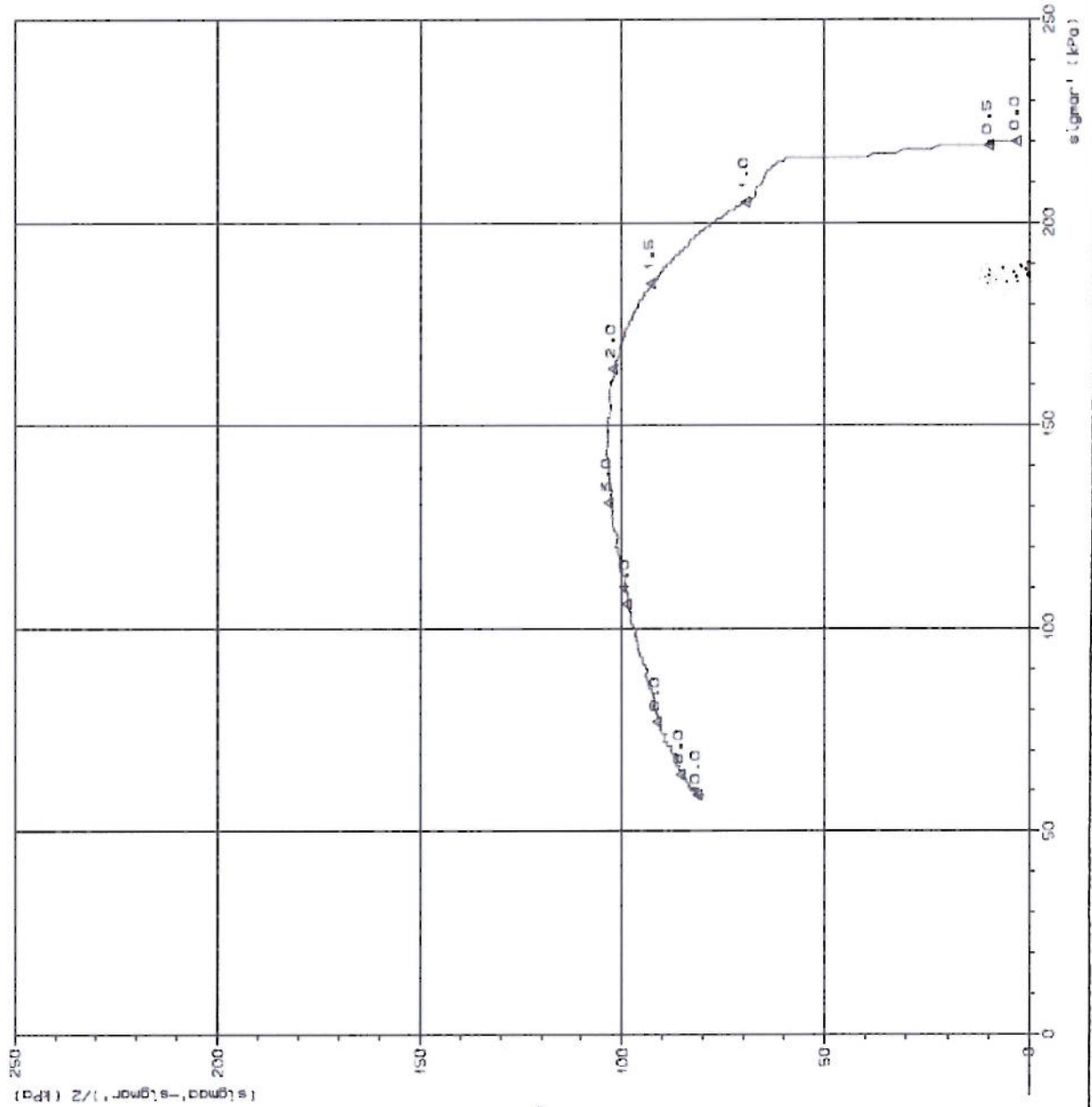
Prøvetaker: 54mm/SKRUE

Oppdragsnr.: R-1507

Syn A Profil 2 Dybde(m) 23,33 Labnr 08
 Forsøksstype dV(cm³) 7,50 Korr. f 4
 C1U Kommentar



σ (kPa) = 15,00



TREKKS I ALFORSØK




TRONDHEIM KOMMUNE

Oppdr.nr.
R. 1507

Dato
19. 8. 11

Tegningsnr: 71

Punkt nr.	x-koordinat	y-koordinat	Terrenghøyde	Kommentar
1	7026867.292	568148.244	127.670	Kart- og oppmåling
2	7026876.192	568213.213	109.640	Kart- og oppmåling
3	7026867.069	568235.258	102.946	

Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru Koordinater for innmålte punkt.	Tegnet:	2FX
	Godkjent:	
	Saksbeh:	2FX
	Dato:	24.10.2011
	Målestokk:	
 TRONDHEIM KOMMUNE	Prosjekt nr. R.1507	Tegn.nr.: 99

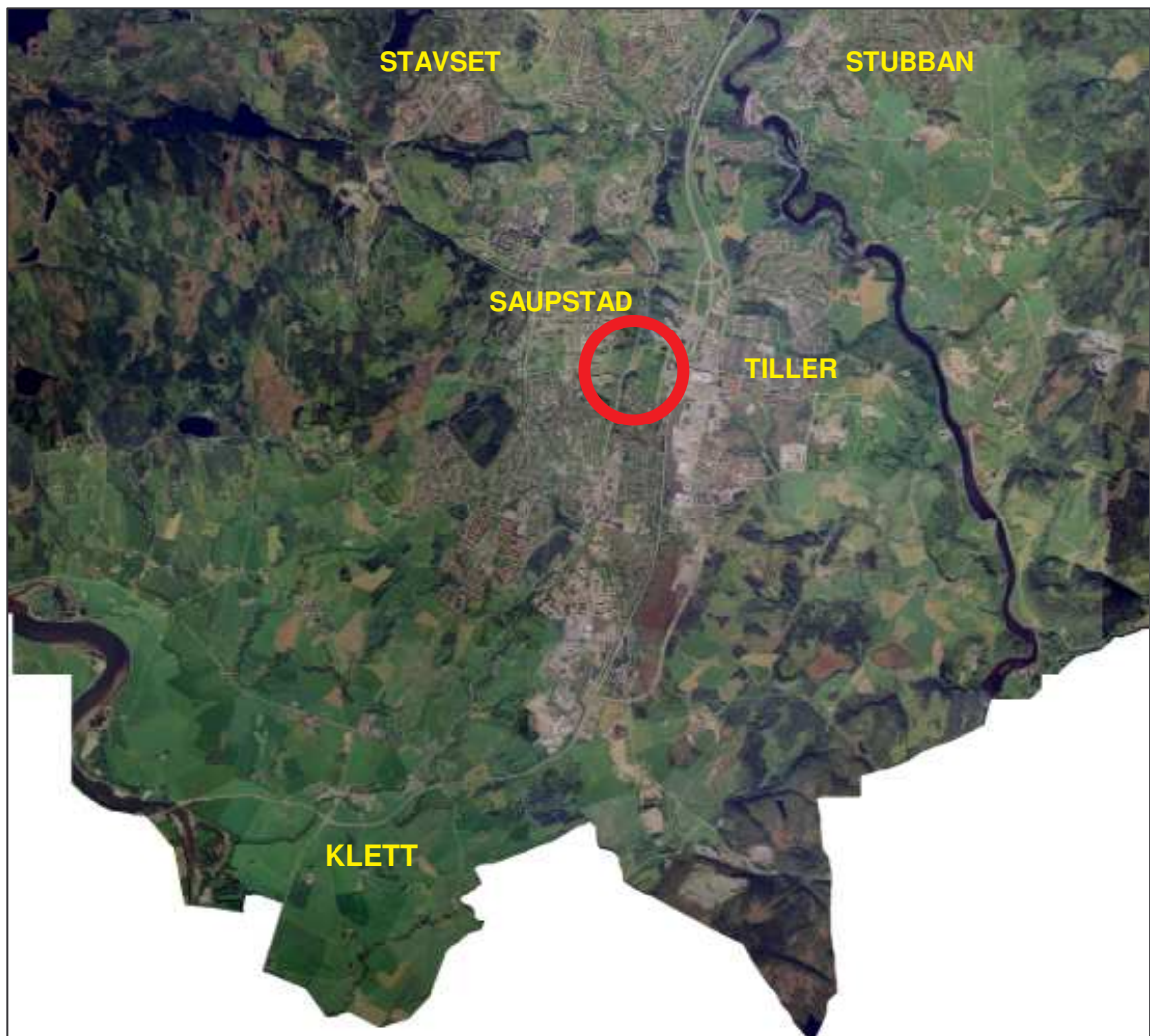


TRONDHEIM KOMMUNE

R.1507-2 BJØRNDALEN

Ny gang og sykkelbru

GRUNNUNDERSØKELSER
DATARAPPORT



06.02.2013



TRONDHEIM KOMMUNE
Kommunalteknikk

Rapport fra Geoteknisk avdeling.

Oppdrag: R.1507-2	BJØRNDALEN. NY GANG- OG SYKKELBRU Datarapport		
Trondheim den:	06.02.2013		
Oppdragsgiver:	Intern	Oppdrag ved:	Anne Tora Elmenhorst
Repr. punkt:	Euref 89. øst: 568 100	Euref 89 nord: 7 026 900	
Sted:	Saupstad	Antall tekstsider:	3
Feltarbeid utført:	05.12.2012-30.01.2013	Antall bilag:	0
Feltmetoder:	Dreietrykksondering	Totalsondering	Prøvetaking
	Trykksondering	Poretrykksmåling	
Emneord:	Grunnforhold	Kvikkleire	
Saksbehandler:	<i>Konstantinos Kalomoiris</i> Konstantinos Kalomoiris	Kvalitetssikrer:	<i>Tone Furuberg</i> Tone Furuberg

Sammendrag:

Det skal bygges ny gang- og sykkelbru i Bjørndalen. Sweco Norge AS er ansvarlig for geoteknisk prosjektering og utredning av områdestabilitet. Kommunalteknikk ved geoteknisk avdeling gjør grunnundersøkelser for prosjektet. Denne rapporten inneholder supplerende grunnundersøkelser som er planlagt av Sweco Norge AS.

Det ble gjort 5 dreietrykksonderinger, 2 totalsonderinger og 3 trykksonderinger. Det ble tatt opp til sammen 5 54mm sylindrerprøver og 4 representative prøver i 2 punkt. I tillegg ble det gjort poretrykksmålinger i 2 punkt.

Grunnen i det undersøkte området er lagdelt og består av 9-11 meter bløt til middels fast leire over et fast sand- og siltlag. Under det faste laget ligger et leirelag. Overgang til leira ligger på ca kote +98, men enkelte tynne leirelag kan forekomme over dette nivået. Vanninnholdet ligger i området 30-40%.

På toppen av skråningen ligger grunnvannstanden ca 4 m under terreng og øker mindre enn hydrostatisk med dybden, mens i bunnen av skråningen, punkt 4, ligger grunnvannstanden ca 3 m under terreng og poretrykket øker hydrostatisk med dybden.

1. INNLEDNING

- Prosjekt** Det skal bygges ny gang- og sykkelbru i Bjørndalen. Sweco Norge AS er ansvarlig for geoteknisk prosjektering og utredning av områdestabilitet. Kommunalteknikk ved geoteknisk avdeling gjør grunnundersøkelser for prosjektet. Denne rapporten inneholder supplerende grunnundersøkelser som er planlagt av Sweco Norge AS. Det vises også til ref/1/.
- Lokalisering** Saupstad.
- Oppdrag** Etter anmodning fra Anne Tora Elmenhorst, veg-avdelingen, foretok geoteknisk avdeling en supplerende grunnundersøkelse i Bjørndalen. Hensikten med grunnundersøkelsen er å gi datagrunnlag til utredning av områdestabilitet.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

- Feltarbeid** Grunnundersøkelsen ble utført etter borplan utarbeidet av Sweco Norge AS. Det ble gjort 5 dreietrykksonderinger, 2 totalsonderinger og 3 trykksonderinger. Det ble tatt opp til sammen 5 54mm sylindrerprøver og 4 representative prøver i 2 punkt. I tillegg ble det gjort poretrykksmålinger i 2 punkt. Borpunktene plasseringer og undersøkelsestype er vist på situasjonskart i tegning 02.
- Sonderingsresultater og resultater fra poretrykksmålinger er vist på tegninger 31-37.
- Koordinatene og terrenghøydene for borpunkter er gitt i tegning 99. Innmålingen ble gjort av grunnborene som brukte LEICA GPS500 og kart- og oppmålingskontoret.
- Feltarbeidene ble utført i tidsperiode 05.12.2012-30.01.2013.
- Laboratorieundersøkelser** Prøvene som ble tatt opp ble undersøkt i vårt geotekniske laboratorium. Prøvene er beskrevet og klassifisert. Videre er romvekt og vanninnhold bestemt. Den udrenerte skjærfastheten er bestemt ved konus- og trykkforsøk. Sensitiviteten er beregnet på grunnlag av konusforsøkene. I tillegg er det kjørt 2 treksialforsøk med isotrop konsolidering for å bestemme styrkeparametrene på effektivspenningsbasis. Resultatene fra laboratorieundersøkelsene er sammenstilt i borprofilene, tegninger 51-52. Resultater fra treksialforsøkene er vist i tegninger 71-72.
- Tidligereundersøkelser** Det er tidligere gjort grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektering av gang- og sykkelbrua, ref /1/. De vises på situasjonskart i tegning 02.

3. GRUNNFORHOLD

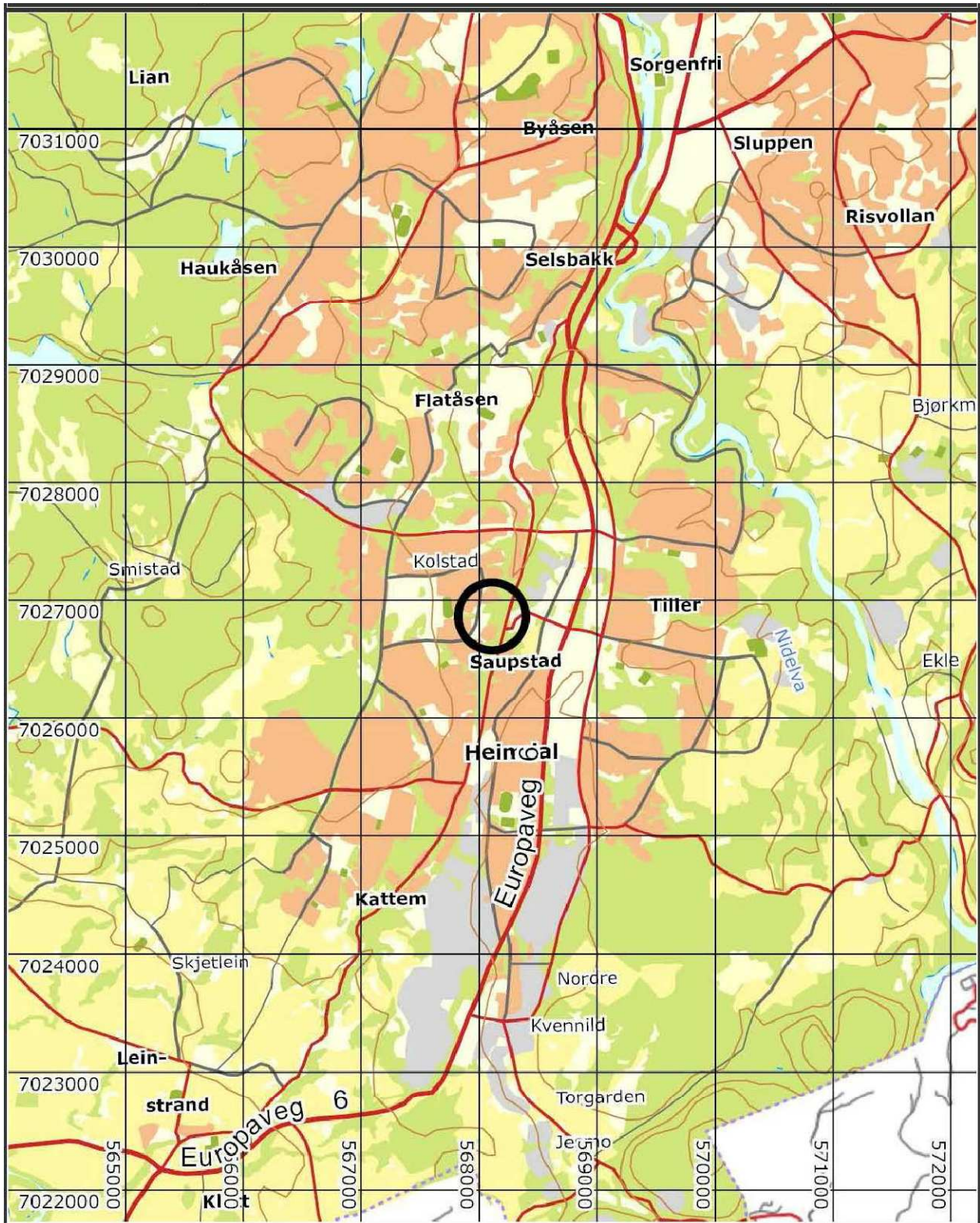
- Topografi** Det undersøkte området ligger på ca kote 103-131 m. På vestsiden av Bjørndalen har skråningen helning 1:3,5 i gjennomsnitt. Lokalt er helningen noe høyere, opp mot 1:2. På østsiden av Bjørndalen skråner terrenget opp til samme kotenivå men noe brattere, med helning ca 1:3 i gjennomsnitt.
- Grunnforhold** Grunnen i det undersøkte området er lagdelt og består på toppen av skråningen av 9-11 meter bløt til middels fast leire som er middels sensitiv over et fast sand- og siltlag. Under det faste laget ligger et leirelag. Overgang til leira ligger på ca kote +98, men enkelte tynne leirelag kan forekomme over dette nivået. I bunnen av skråningen har det faste sand- og siltlaget en tykkelse på ca 3m (punkt 4) og derunder, under kote +98, ligger et middels fast til fast leirelag som også er middels sensitiv og i enkelte dybder kan klassifiseres som sprøbruddeleire, ref /1/. Vanninnholdet ligger i området 30-40%.
- Grunnvann** Det er utført poretrykksmålinger i 2 punkt, både på toppen og i bunnen av skråningen. På toppen av skråningen ligger grunnvannstanden ca 4 m under terreng og øker mindre enn hydrostatisk med dybden, mens i bunnen av skråningen, punkt 4, ligger grunnvannstanden ca 3 m under terreng og poretrykket øker hydrostatisk med dybden.
- Fjell** Ingen av sonderingene ble avsluttet mot fjell. Fjellovergangen antas å ligge dypt.

4. TEGNINGSLISTE

- 01 Oversiktskart, 1:50000
- 02 Situasjonsskart, 1:1000
- 31 Dreietrykksonderinger 4, 5, 6
- 32 Dreietrykksonderinger 7, 8
- 33 Totalsonderinger 7, 8
- 34 CPTu-sondering 4
- 35 CPTu-sondering 5
- 36 CPTu-sondering 6
- 37 Poretrykksmålinger i punkt 1, 4
- 51 Borprofil 6
- 52 Borprofil 8
- 71 Treksialforsøk i punkt 8, d=5.33m
- 72 Treksialforsøk i punkt 8, d=7.33m
- 99 Koordinater for innmålte punkt

5. REFERANSER

- 1 Trondheim kommunes rapport R.1507 "Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru" datert 24.10.2011

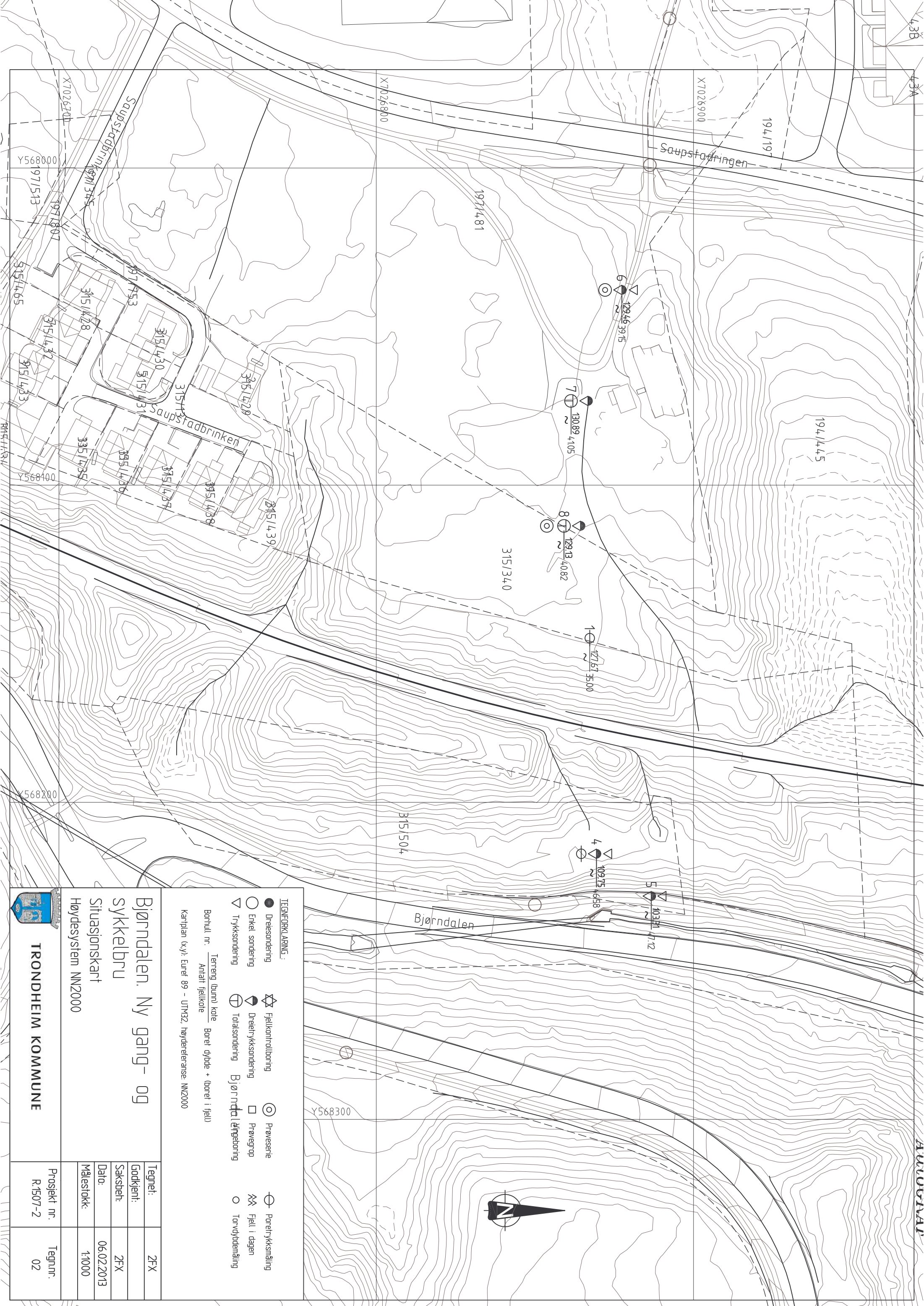


Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru
Oversiktskart



TRONDHEIM KOMMUNE

Tegnet:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	06.02.2013
Målestokk:	
Prosjekt nr. R.1507-2	Tegn.nr. 01



TEGNFORKLARING:

- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ⊗ Felikontrollboring
- ⊕ Dreiertrykksondring
- ⊖ Totalsondering
- ⊙ Proveserie
- ⊞ Prøvegrop
- ⊗ Porertrykksmåling
- ⊕ Fel i dagen
- Torvdybdenåling

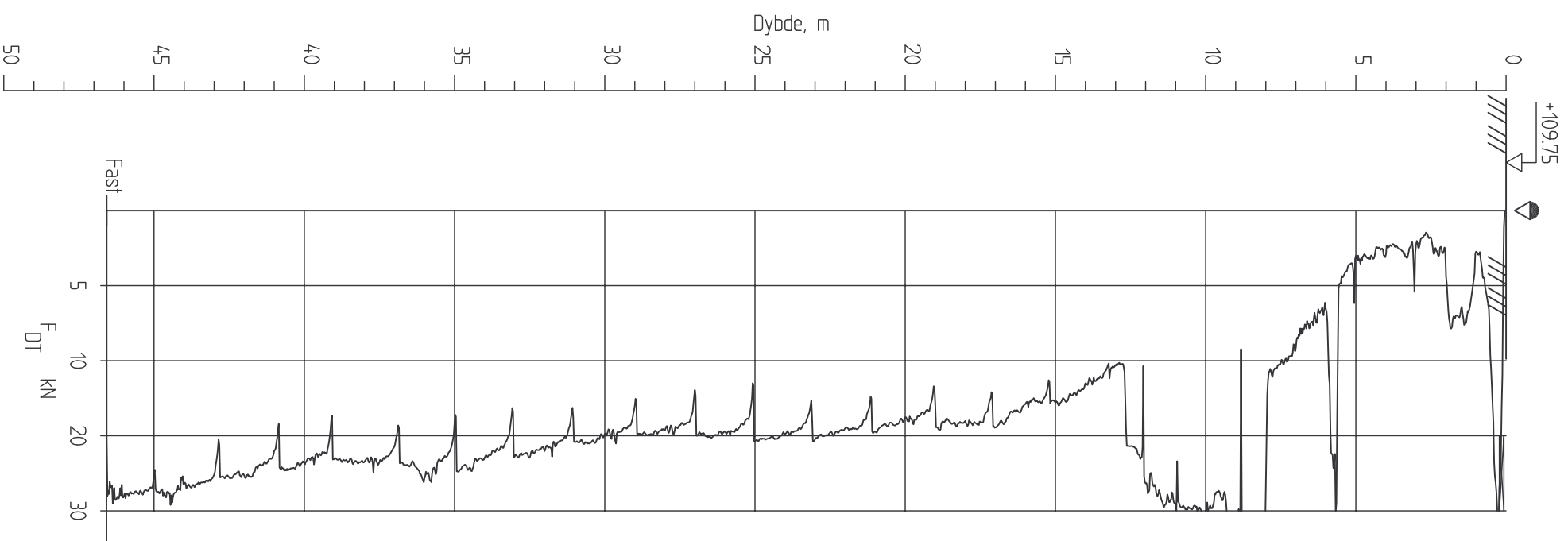
Borhull nr. _____
 Antall fjelkote _____
 Terreng (dunn) kote _____
 Borei dybde + (borei i fjell) _____
 Kartplan (x,y): Euret 89 - UTM32, høyderreferanse: NN2000

Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru	
Situasjonskart	
Høydesystem NN2000	
Tegnelt:	2FX
Godkjent:	
Saksbehr:	2FX
Dato:	06.02.2013
Målestokk:	1:1000
Prosjekt nr. R.1507-2	Tegn.nr. 02

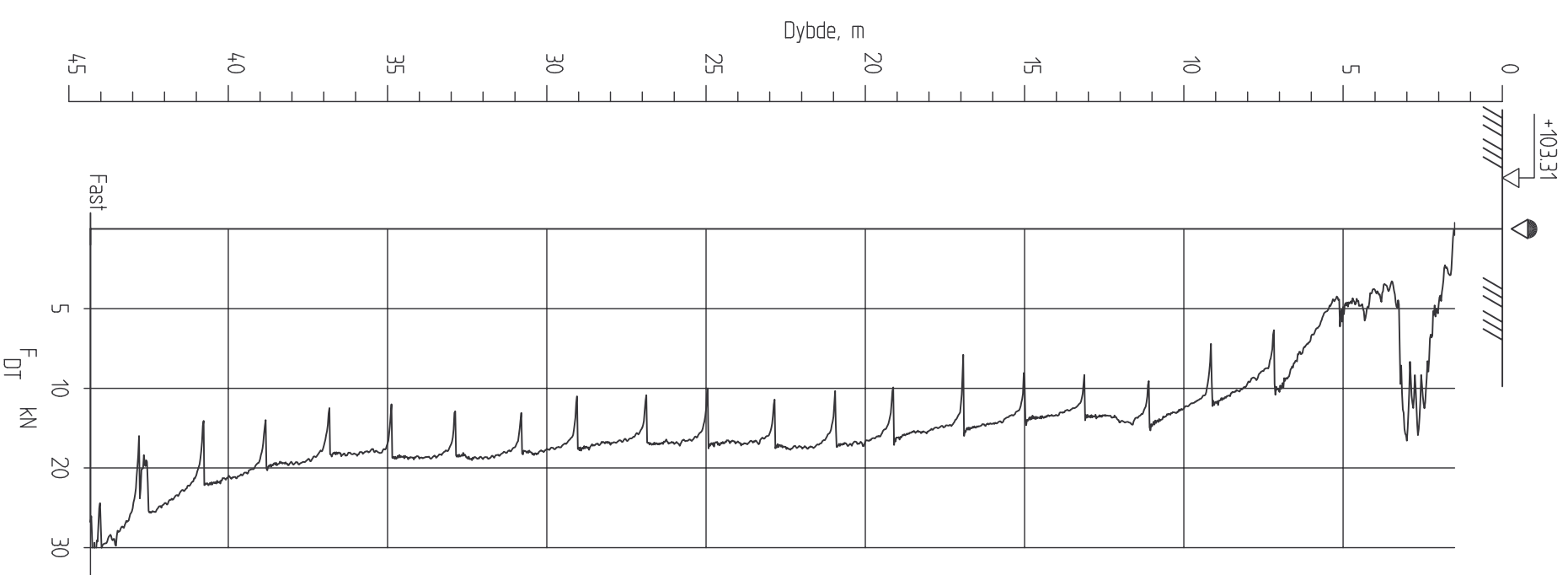


TRONDHEIM KOMMUNE

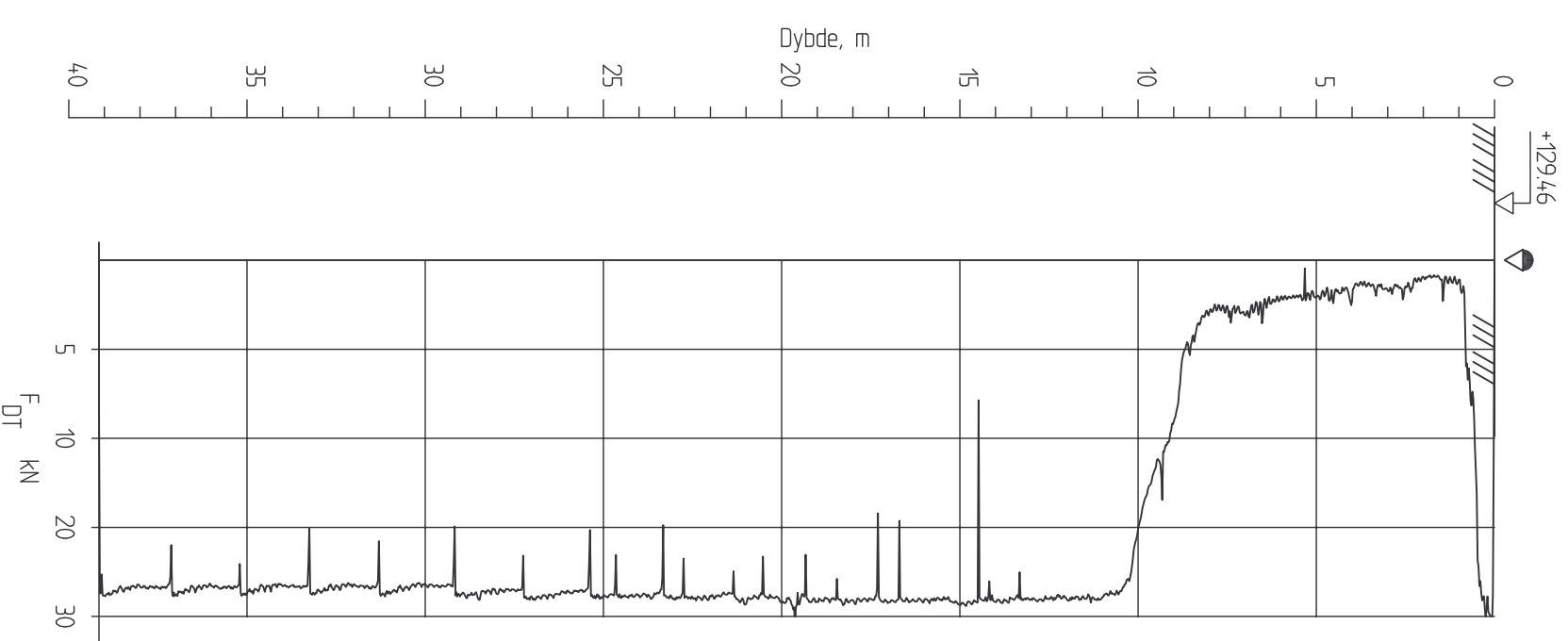
4

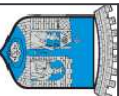


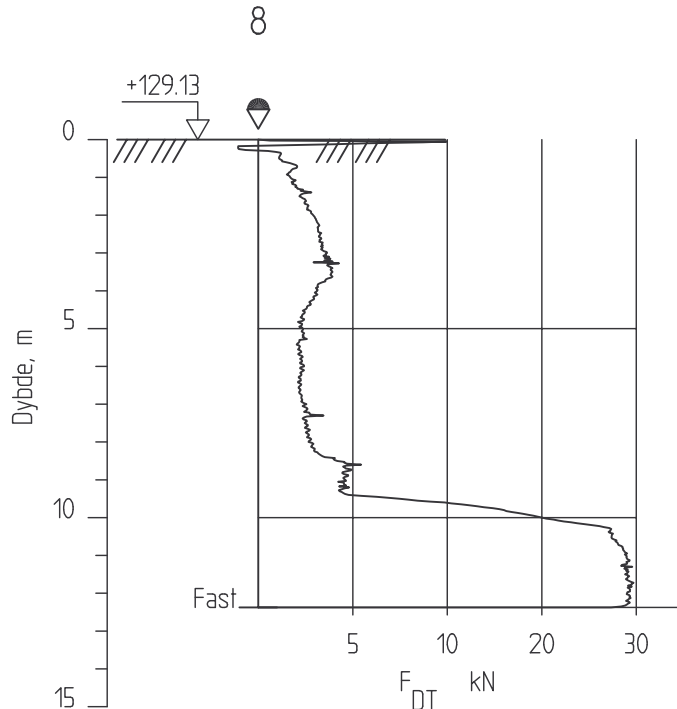
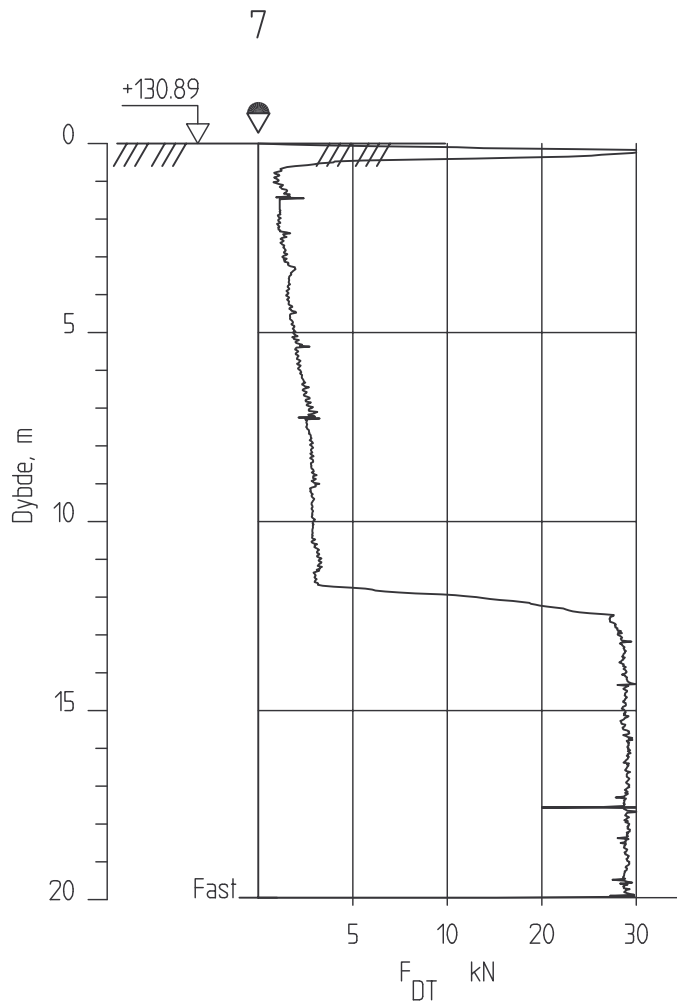
5



6



 <p>TRONDHEIM KOMMUNE</p>	
<p>Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru. Dreietrykksonderinger 4, 5, 6 Høydesystem NN2000</p>	
Tegnelt:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	04.02.2013
Målestokk:	1:200
Prosjekt nr. R.1507-2	Tegn.nr. 31

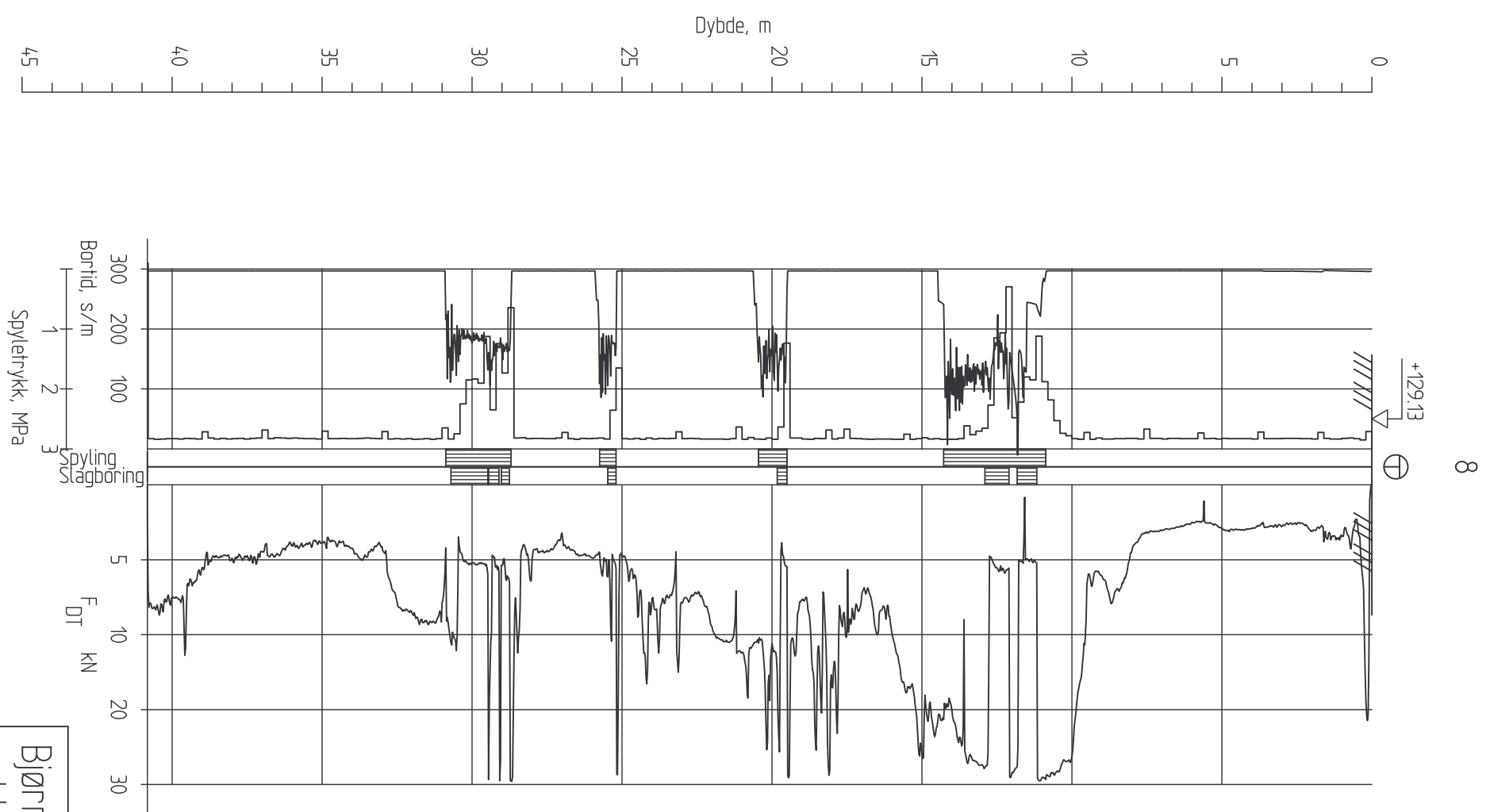
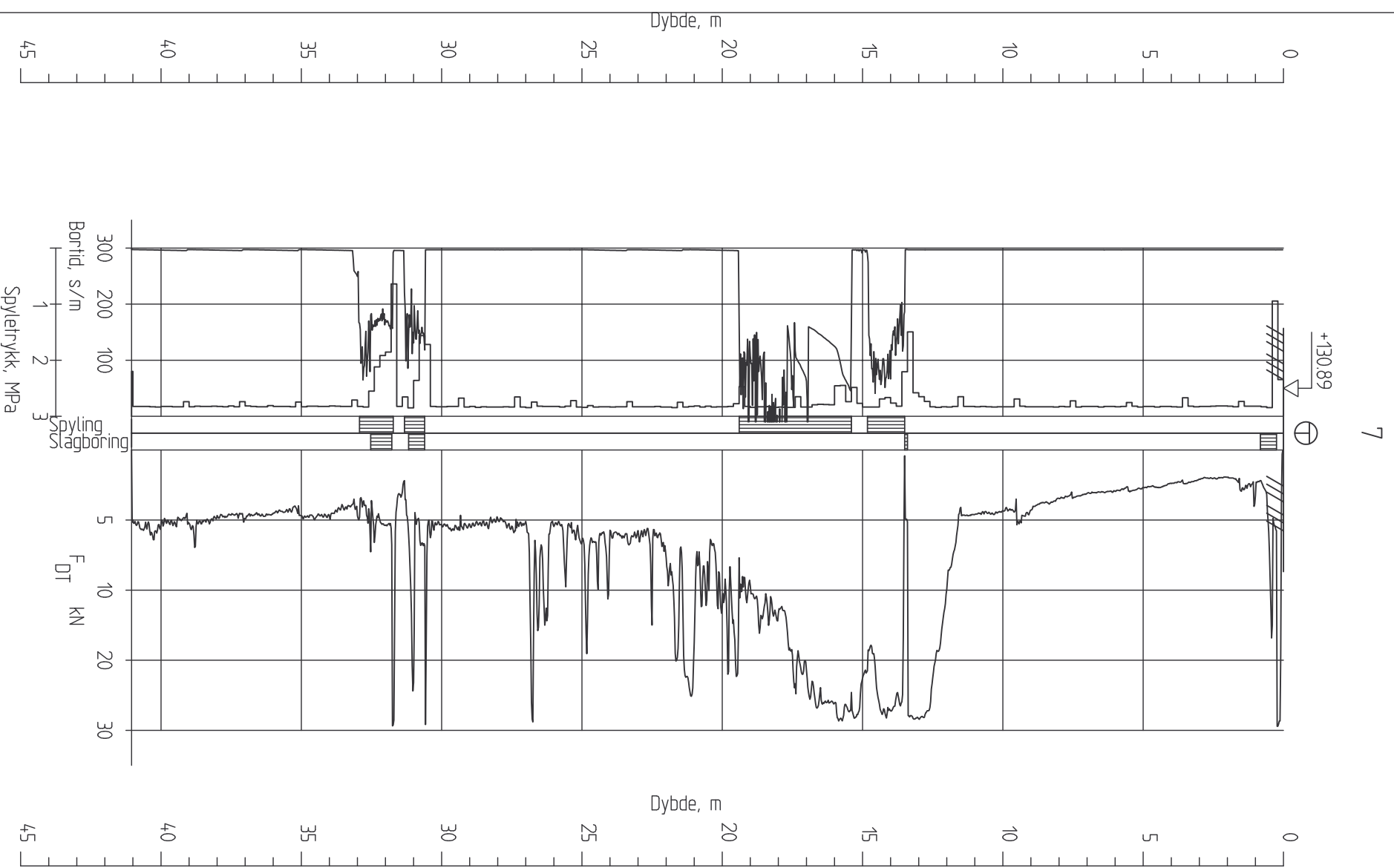


Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru.
Dreietrykksonderinger 7, 8
Høydesystem NN2000

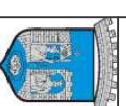


TRONDHEIM KOMMUNE

Tegnet:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	04.02.2013
Målestokk:	1:200
Prosjekt nr. R.1507-2	Tegn.nr. 32

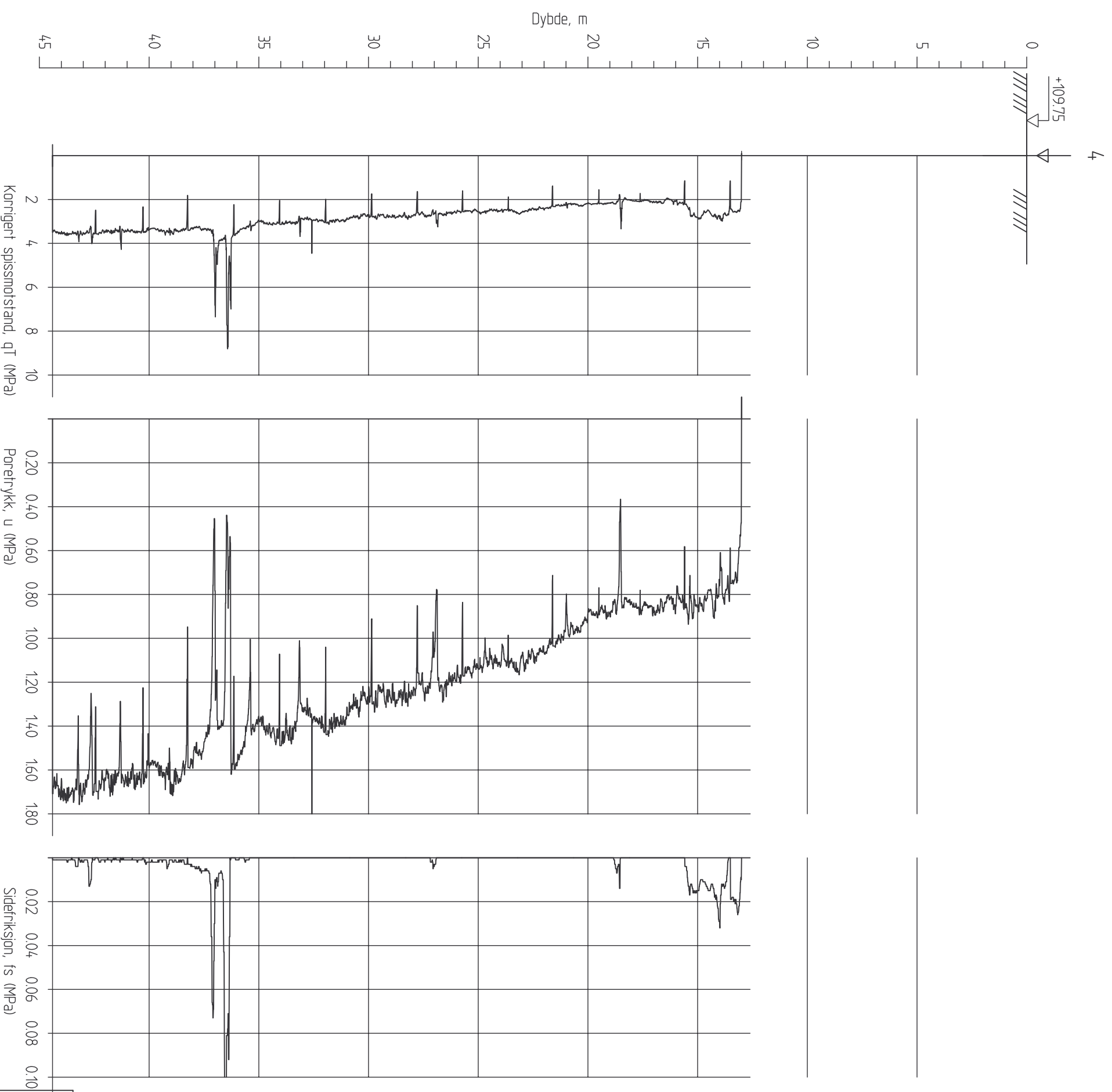


Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru.
 Totalsonderinger 7, 8
 Høydesystem NN2000



TRONDHEIM KOMMUNE

Tegnelt:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	04.02.2013
Målestokk:	1:200
Prosjekt nr. R.1507-2	Tegn.nr. 33



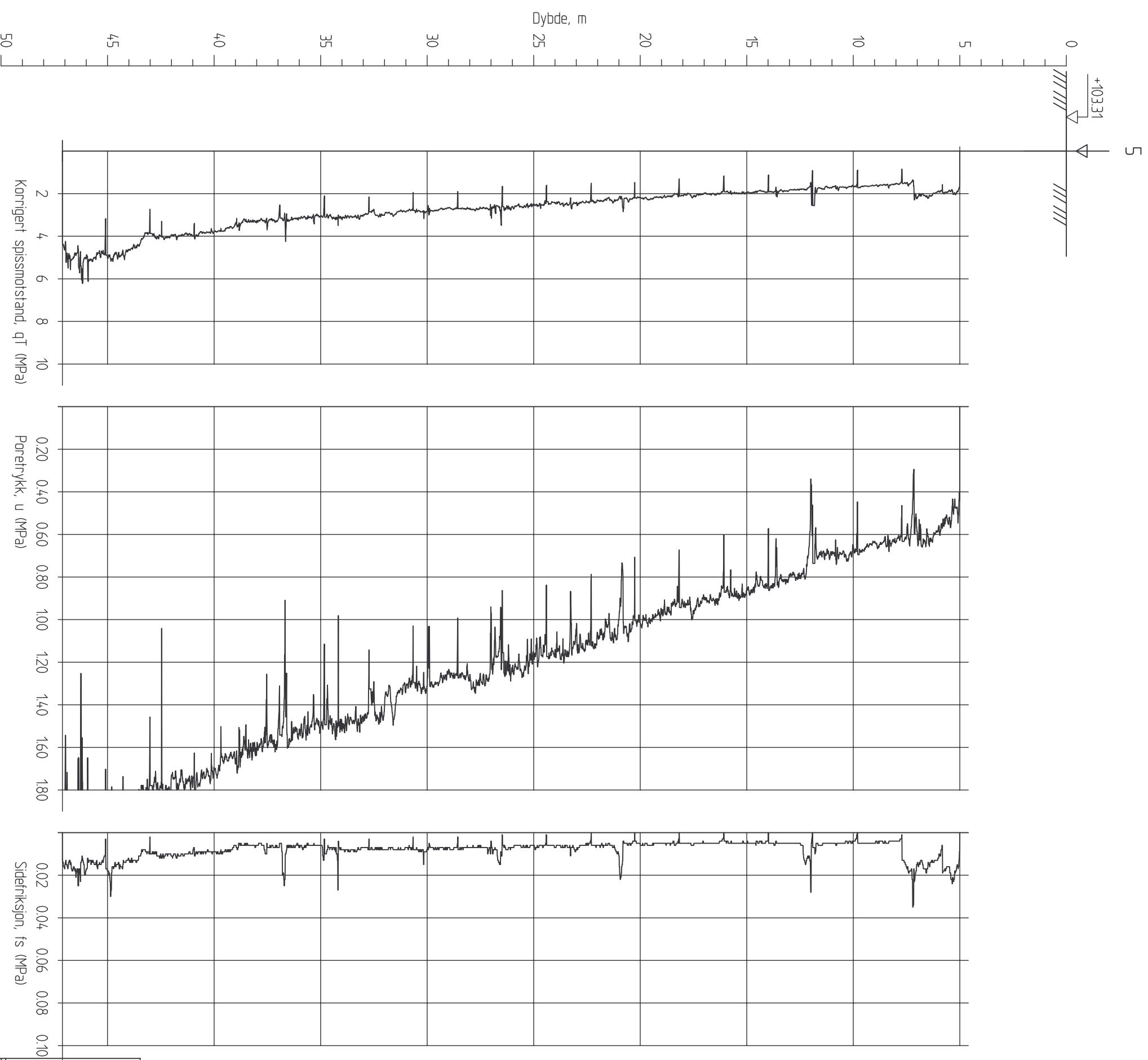
Bjørndalen. Ny gang- og
sykkelbru.
Trykksondering 4
Høydesystem NN2000

Tegnelt:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	04.02.2013
Målestøkk:	1200

Prosjekt nr. R.1507-2	Tegn.nr. 34
--------------------------	----------------



TRONDHEIM KOMMUNE



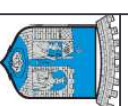
Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru.

Trykksondering 5
Høydesystem NN2000

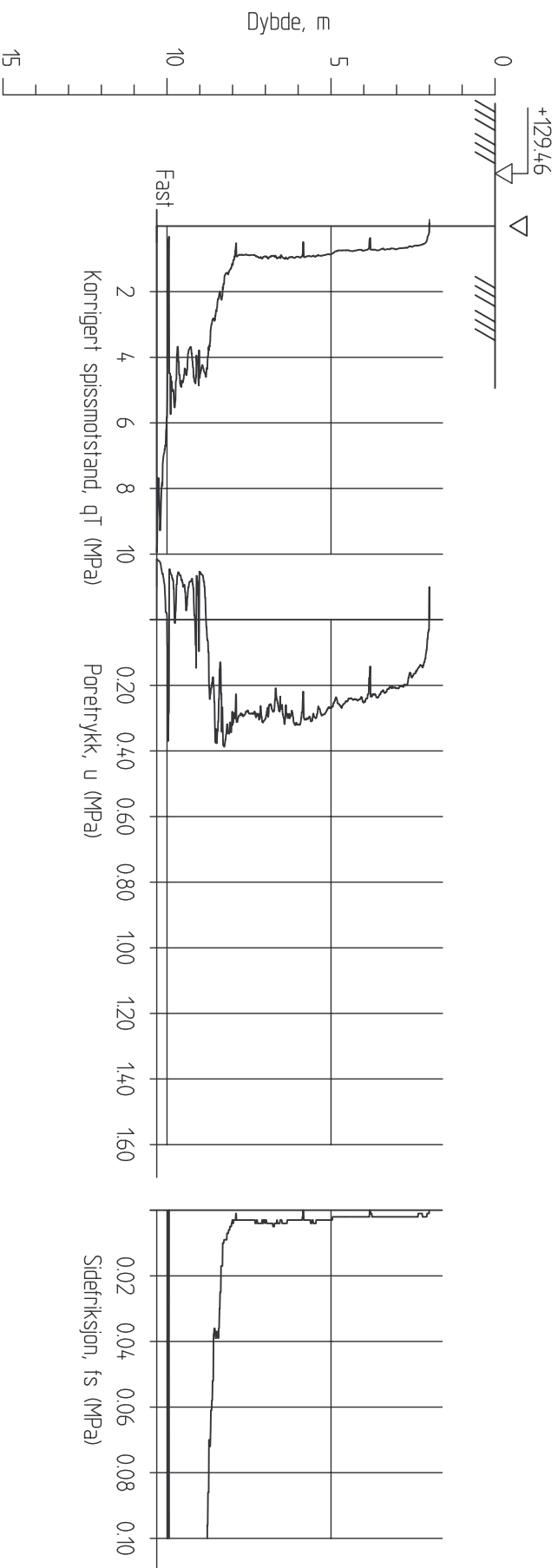
Tegnelt:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	04.02.2013
Målestokk:	1:200

TRONDHEIM KOMMUNE

Prosjekt nr. R.1507-2	Tegn.nr. 35
--------------------------	----------------



6



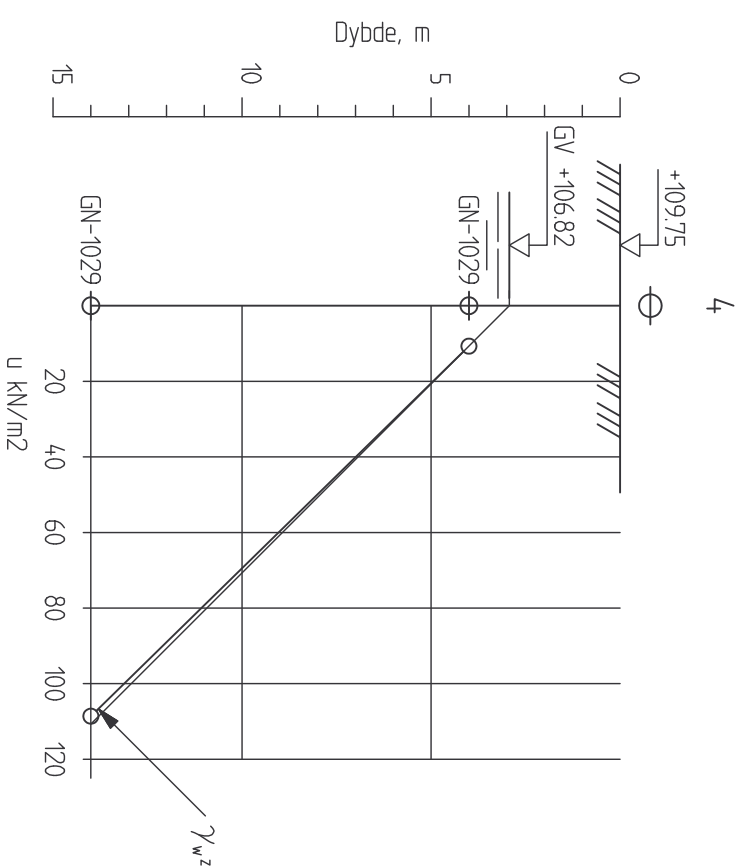
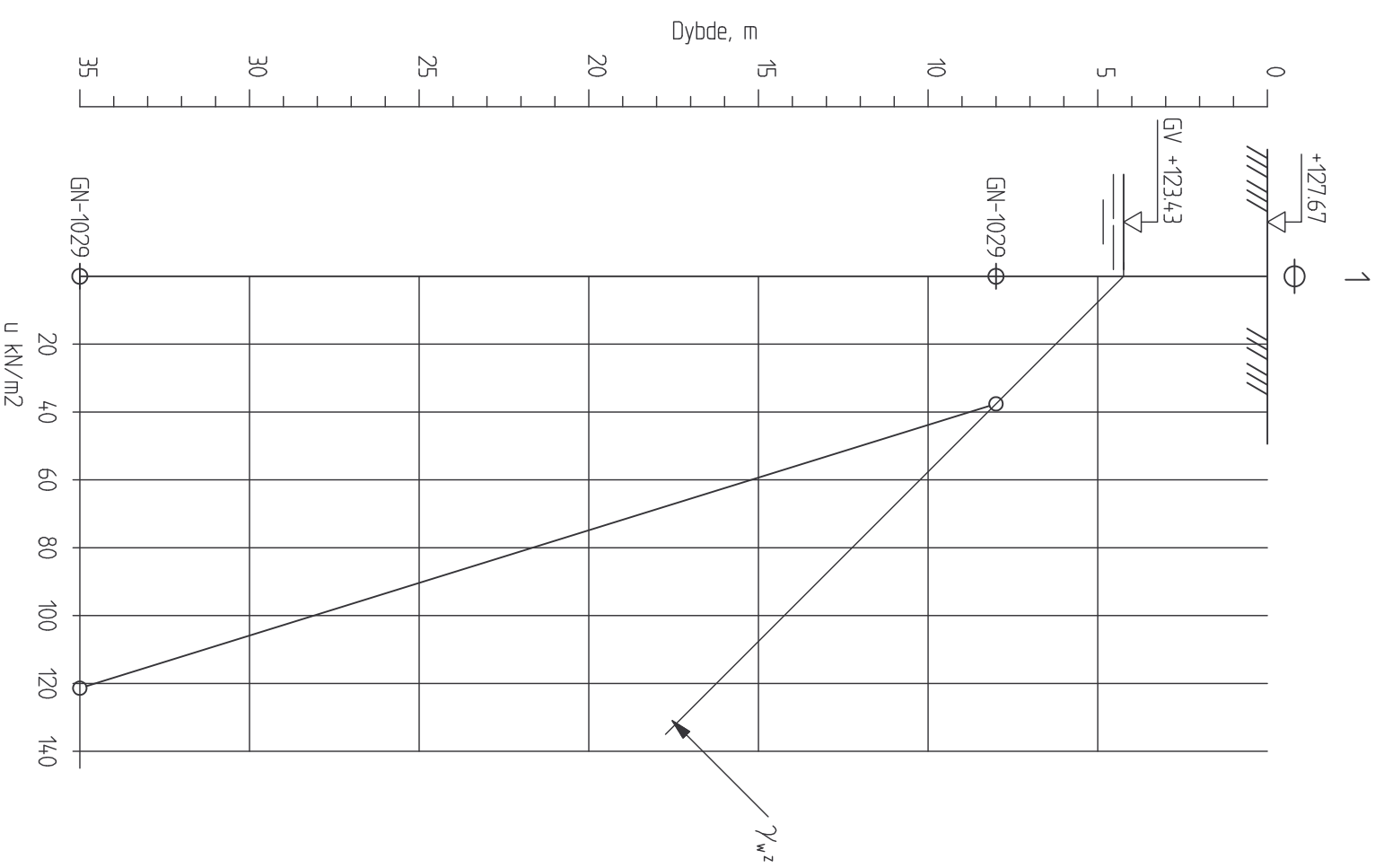
Bjørndalen. Ny gang- og
sykkelbru.
Trykksondering 6
Høydesystem NN2000

Tegnet:	ZFX
Godkjent:	
Saksbeh:	ZFX
Dato:	04.02.2013
Målestøkk:	1:200

TRONDHEIM KOMMUNE

Prosjekt nr:
R.1507-2

Tegn.nr:
36

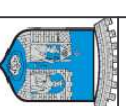


Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru.
 Poretrykksmålinger i punkt 1, 4
 Høydesystem NN2000

Tegnelt:	2FX
Godkjent:	
Saksbehr:	2FX
Dato:	04.02.2013
Målestøkk:	1:200

Prosjekt nr. R.1507-2	Tegn.nr. 37
--------------------------	----------------

TRONDHEIM KOMMUNE



DYBDE m	TERRENGKOTE	SYMBOL	PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %					γ kN/m ³	SKJÆRFESTHET Su (kN/m ²)					S _t		
				20	30	40	50	20		40	60	80	100				
5	LEIRE, sandig gruskorn		01														
	LEIRE, siltig enk. sandkorn, noe gruskorn sandkorn, enk. silt-/fin- sandlag enk. sand-/gruskorn		02														
			05	W _p						18,1 (18,3)							9 10
			03														
	sandkorn, enk. gruskorn, enk. skjellrester		06	W _p	W _f					19,1 (19,0)							11 12
10																	
15																	
20																	

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
—| W_L FLYTEGRENSE
—| W_F — " — KONUSMETODE
—| W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOOLD
O_{gl} = GLØDETAP
 γ = TYNGDETTETTHET

▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
○ TRYKKFORSØK
⊕-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK



TRONDHEIM KOMMUNE

Sted:

BJØRNDALEN

Prosjekt nr.

R.1507-2

Dato:

30.01.2013

Boring nr.

6

Prøvetaker:

54mm/Skrue

Tegn.nr.

51

DYBDE m	TERRENGKOTE	SYMBOL	PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %				γ kN m ³	SKJÆRFASTHET Su (kN/m ²)					S _t	
				20	30	40	50		20	40	60	80	100		
	LEIRE, siltig, tørrskorpig sandkorn, skumplast, gummi FYLLMASSER	|||||	07			○	○	17,7 (19,1)		▼	▽	⊖	>250/200	▼	2
5	LEIRE, siltig sandkorn	|||||	08	T	WP	○	○	17,7 (17,8)	▼	▽	⊖				12 8
	enk. skjellrester	|||||	09	T	WP	○	○	18,5 (17,9)	▼	▽	⊖				10 9
10															
15															
20															

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
—| W_L FLYTEGRENSE
—| W_F — " — KONUSMETODE
—| W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOOLD
O_{gl} = GLØDETAP
 γ = TYNGDETTETHET

▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
○ TRYKKFORSØK
⊖ 5% DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK



TRONDHEIM KOMMUNE

Sted:

BJØRNDALEN

Prosjekt nr.

R.1507-2

Dato:

31.01.2013

Boring nr.

8

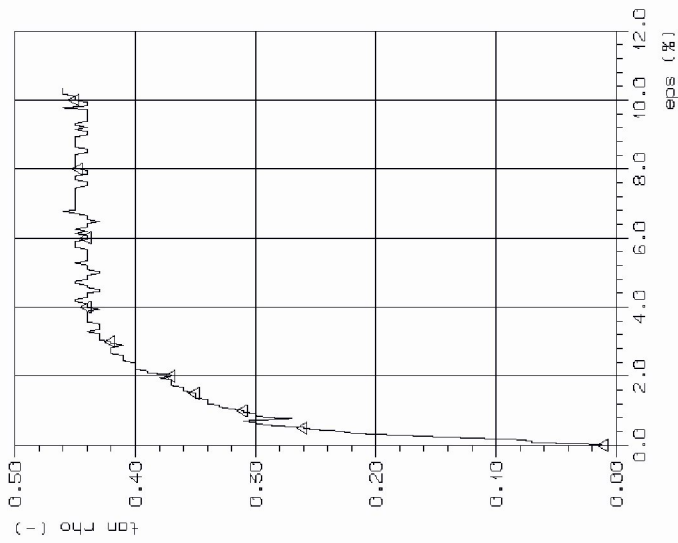
Prøvetaker:

54mm

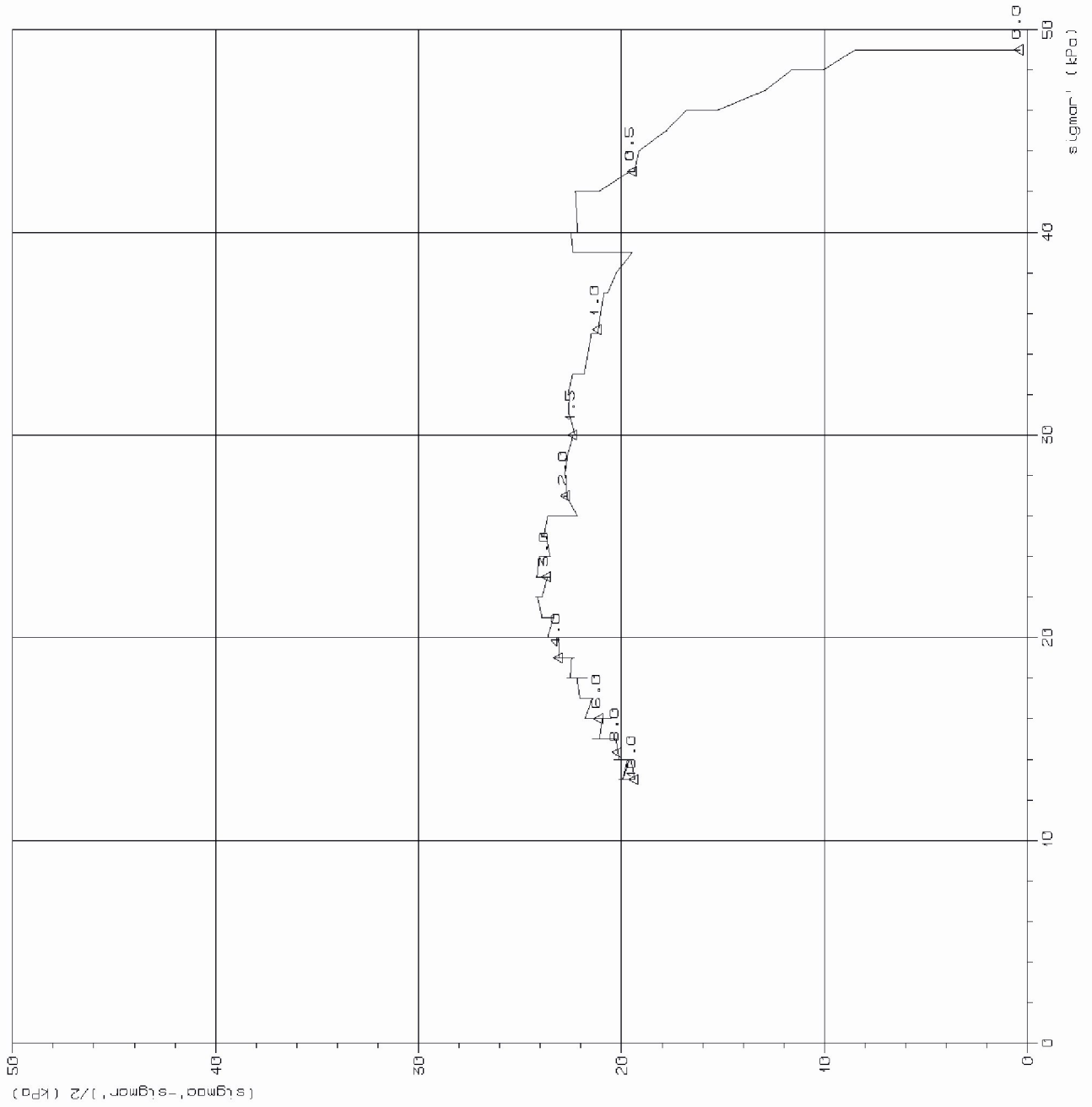
Tegn.nr.

52

Sym Δ Profil Dybde(m) Labnr 08 Forsøkstype dV(cm³) 7,2 Korr. 1 4 Kommentar



σ_a (kPa) = 15.00



TREKSI ALFORSØK



TRONDHEIM KOMMUNE

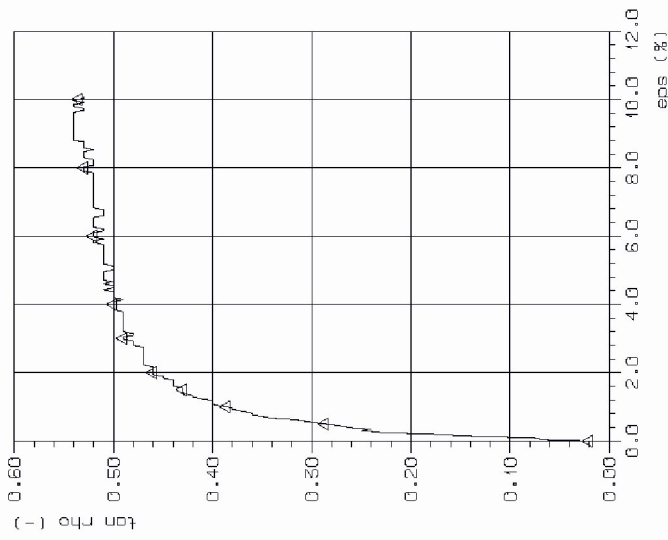
Oppdr.nr.
R.1507_2

Dato
30. 1. 13

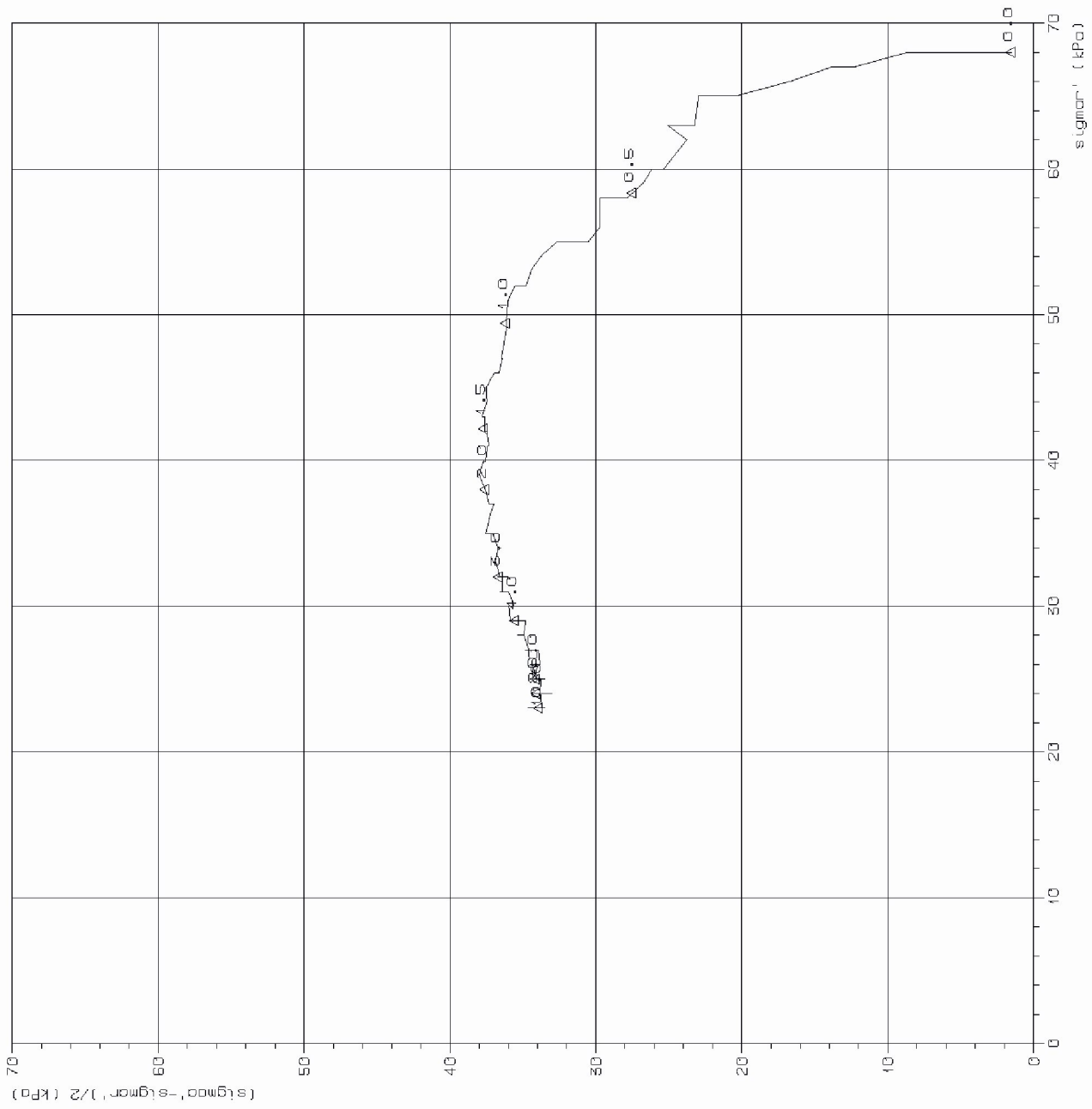
Tegn.nr.: 71

Sym A Forsøkstype dV(cm³) Korn. Kommentar
 CIU 7,9 1 4

Prof. 8 Dybde(m) Labnr 7.33 09



a (kPa) = 15.00



TREKSI ALFORSØK



TRONDHEIM KOMMUNE

Oppdr.nr.
R.1507-2

Dato
31. 1. 13

Tegn.nr.: 72

Punkt nr	x-koordinat	y-koordinat	Terrenghøyde NN2000	Kommentar
4	7026869,41	568216,25	109,75	K&O-kontor
5	7026886,68	568229,58	103,31	
6	7026877,43	568038,44	129,46	
7	7026861,39	568073,44	130,89	
8	7026859,18	568112,85	129,13	K&O-kontor

Bjørndalen. Ny gang- og sykkelbru
Koordinater for innmålte punkt.

Tegnet:	2FX
Godkjent:	
Saksbeh:	2FX
Dato:	06.02.2013
Målestokk:	



TRONDHEIM KOMMUNE

Prosjekt nr. R.1507-2	Tegn.nr.: 99
--------------------------	-----------------

Vedlegg 5

Grunnundersøkelsesrapporter fra regulering – Multiconsult
2015/2018

RAPPORT

Gang- og sykkelbru Bjørndalen

OPPDRAKSGIVER

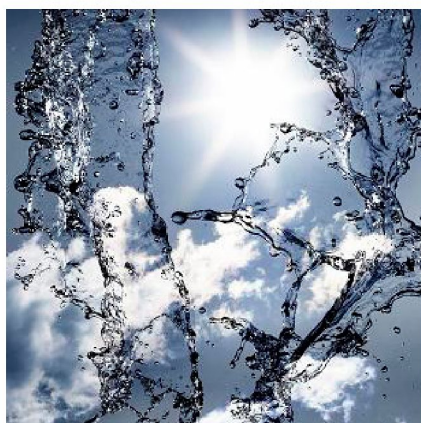
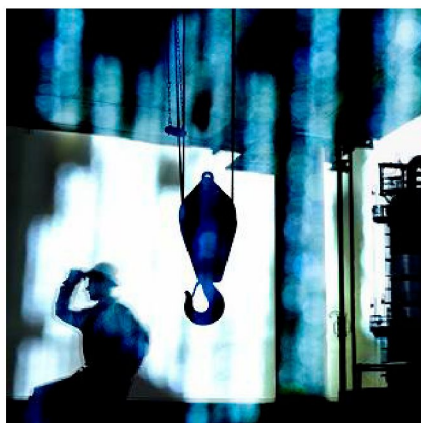
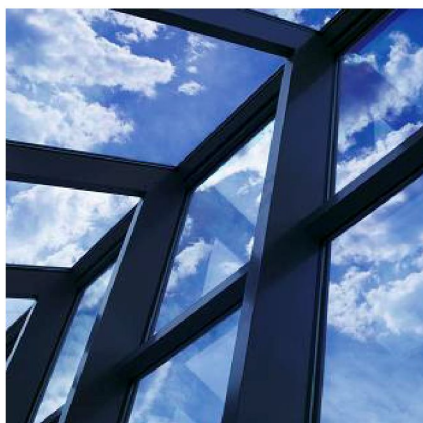
Trondheim kommune

EMNE

Datarapport grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 22. september 2015 / 00

DOKUMENTKODE: 415556-RIG-RAP-001



Multiconsult

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

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

RAPPORT

OPPDRAAG	Gang- og sykkelbru Bjørndalen	DOKUMENTKODE	415556-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Trondheim kommune	OPPDRAAGSLEDER	Rolf Sandven
KONTAKTPERSON	Tone Furuberg	UTARBEIDET AV	Konstantinos Kalomoiris
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5681 NORD: 70269	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	315 / 441 / / Trondheim		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Trondheim kommune som geoteknisk rådgiver i forbindelse med regulering av gang- og sykkelbrua over Bjørndalen. I den forbindelse utførte Multiconsult en grunnundersøkelse. Hensikten med grunnundersøkelsen var å kartlegge grunnforhold til stor dybde på østsida av dalen.

Utførte grunnundersøkelse består av en totalsondering.

Totalsonderingen indikerer et bløtt topplag over fastere grunn som antas å bestå av både leire, silt, og sand. I stor dybde indikerer sonderingskurven et bløtere leirlag som antas å ha sprøbruddegenskaper. Det er imidlertid valgt å ikke ta opp prøver i denne fasen for å påvise dette.

			KONK	ROS	Ra
00	22.09.2015	Datarapport grunnundersøkelser	Konstantinos Kalomoiris	Roar Skulbørstad	Rolf Sandven
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Formål og bakgrunn	5
1.2	Myndighetskrav	5
2	Grunnundersøkelser	5
2.1	Tidligere feltundersøkelser	5
2.2	Nye feltundersøkelser	5
2.3	Laboratorieundersøkelser	6
3	Topografi og grunnforhold	6
3.1	Områdebeskrivelse	6
3.2	Kvartærgeologi	7
3.3	Kvikkleire	7
3.4	Grunnforhold	8
3.5	Grunnvannstand	8
4	Sluttbemerkning	8
5	Referanser	8

Tegning

4175556-RIG-TEG-000	Oversiktskart
-002	Borplan
-150	Totalsondering i BP1

Geoteknisk bilag

1. Geoteknisk informasjon: Terminologi for feltundersøkelser
2. Geoteknisk informasjon: Terminologi for laboratorieundersøkelser
3. Oversikt over metodestandarder – felt- og laboratorieundersøkelser

1 Innledning

1.1 Formål og bakgrunn

Multiconsult er engasjert av Trondheim kommune som geoteknisk rådgiver i forbindelse med regulering av gang- og sykkelbrua over Bjørndalen. I forbindelse med reguleringsplanen skal det dokumenteres at planområdet er skredsikkert og at planen er gjennomførbar.

Multiconsult utførte i den forbindelse en grunnundersøkelse der hensikten var å kartlegge grunnforhold til stor dybde på østsida av dalen.

Foreliggende rapport presenterer resultater fra grunnundersøkelsen.

1.2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygd opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende i henhold til kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008, ref. /1/. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode 7 – Del 2, ref. /2/, og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg er feltundersøkelsene utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

2 Grunnundersøkelser

2.1 Tidligere feltundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området av Trondheim kommune og Kummeneje:

- R.643-2 John Aaes vei – Forlengelse vestover ned til Bjørndalen. Trondheim kommune
- R.741-4 Bjørndalen. Trondheim kommune
- R.1507 Bjørndalen. Ny gang og sykkelbru. Trondheim kommune
- R.1507-2 Bjørndalen. Ny gang og sykkelbru. Trondheim kommune
- O.363-3 Rosten – Tonstad. Kummeneje
- O.363-5 Heimdalsbyen. Kummeneje
- O.1182 Gangbro Bjørndalen. Kummeneje

Relevante grunnundersøkelser er vist i borplanen, tegning nr. 415556-RIG-TEG-002. Vi har fått innsyn i Trondheim kommunes rapporter og Kummenejes rapport O.1182.

2.2 Nye feltundersøkelser

Geotekniske feltundersøkelser ble utført 15.06.2015 med borerigg av typen Geotech 607D. Undersøkelsene ble ledet av borleder Bård Einar Krogstad.

Borplan med plassering av grunnundersøkelsen er vist på tegning nr. 415556-RIG-TEG-002. Utførte grunnundersøkelse består av en totalsondering.

Borpunktet er satt ut av borleder og er senere målt inn med Trimble GPS med CPOS og nøyaktighet 1-2 cm i horisontalplanet og 4-5 cm i vertikalplanet. Alle kotehøyder refererer til NN 2000. Innmålte koordinater er gitt i tabell 1.

Tabell 1. Innmålte koordinater for borpunkter

Borpunkt	Boremetode	Terrengekote	Boret i løsmasse	Nord	Øst
(-)	(-)	m.o.h.	(m)	(m)	(m)
BP1	TOT	126,06	57,72	7026901,17	568344,73

Resultater fra grunnundersøkelsen er opptegnet i eget profil på tegning nr. 415556-RIG-TEG-150.

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

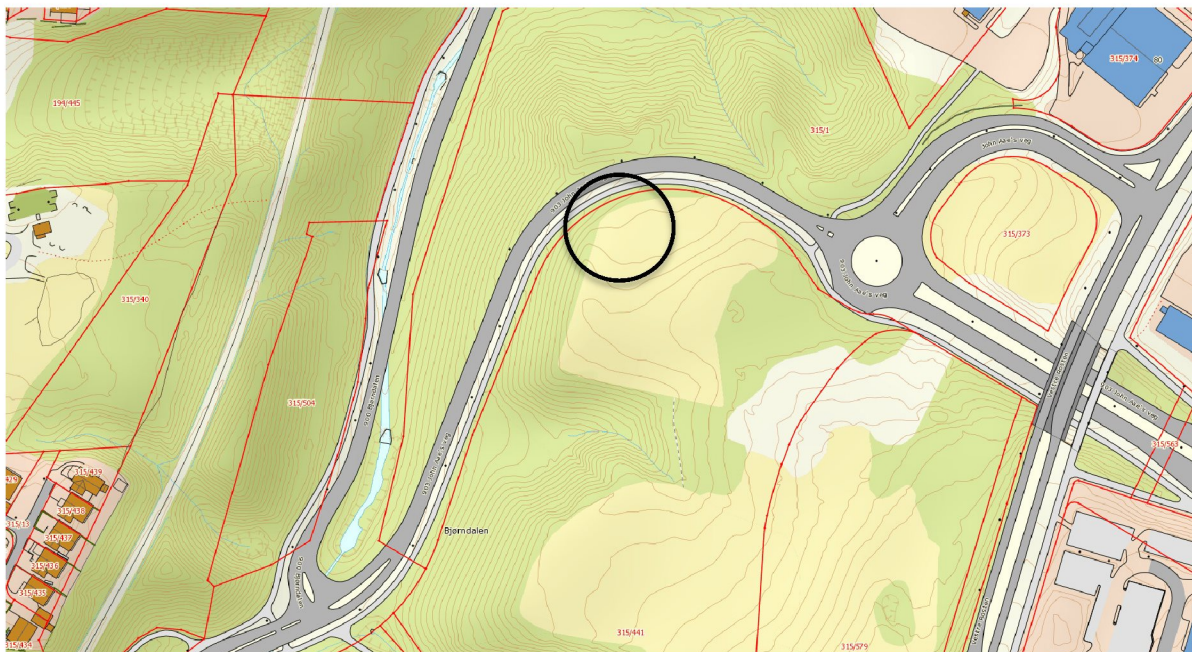
2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er ikke tatt opp prøver i forbindelse med denne grunnundersøkelsen.

3 Topografi og grunnforhold

3.1 Områdebeskrivelse

Bjørndalen er ca. 30 m dyp. Dalbunnen ligger på ca. kote +101 og platået i øst ligger på ca. kote +126-+129. Dalsidene har gjennomsnittlig terrenghelning 1:3, men lokalt er skråningshelningen inntil 1:1,5. John Aaes veg går i skråningen vest for undersøkelsesområde. Bekken Sørå som går i dalbunnen er lagt i rør på enkelte strekninger.

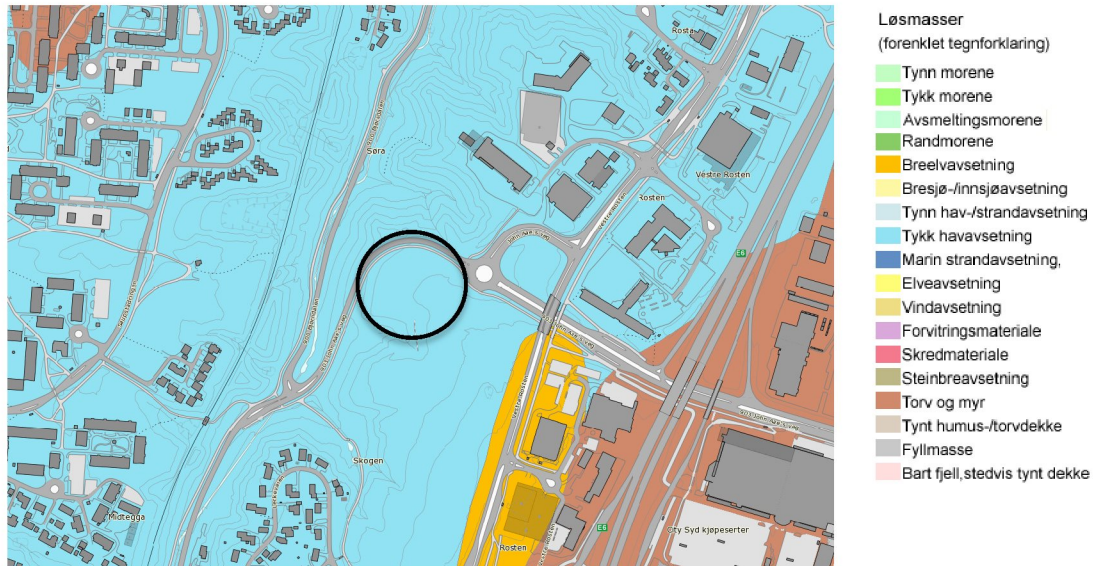


Figur 1: Oversiktskart (kilde: www.norgeskart.no).

3.2 Kvartærgeologi

Kvartærgeologisk kart indikerer at løsmassene i det aktuelle området består av marine avsetninger, det vil si leire og/eller silt, som vist i Figur 2. Lenger øst viser kartet at løsmassene består av breelv- (sand og grus) og torvavsetninger.

Det bemerkes at kvartærgeologisk kart er basert på relativt grunn prøvetaking, og beskriver dermed kun øvre løsmasselag. Følgelig kan løsmassene i dybden bestå av andre masser.



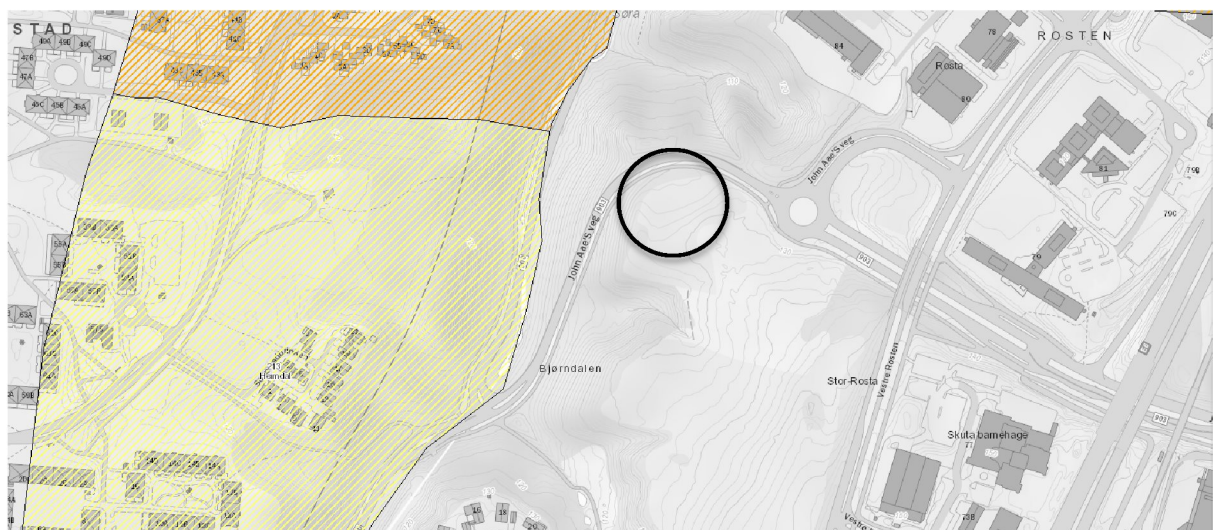
Figur 2: Utsnitt av kvartærgeologisk løsmassekart (kilde: www.ngu.no).

3.3 Kvikkleire

På NVEs kartløsning (atlas.nve.no) ligger en kartlagt kvikkleiresone på andre side av Bjørndalen, kvikkleiresone 213 Heimdal. Kvikkleiresonen er klassifisert med

- ✓ Lav faregrad
- ✓ Meget alvorlig konsekvensklasse
- ✓ Risikoklasse 3

Beliggenhet og utbredelse av kvikkleiresonen er vist i figur 3.



Figur 3: Utsnitt av faregradskart (kilde: atlas.nve.no).

3.4 Grunnforhold

Totalsonderingen indikerer et bløtt topplag fra 1,7 til 4,3 m dybde over fastere grunn som antas å bestå av vekslende lag med leire, silt, og sand. Fra 38 m dybde indikerer sonderingskurven et bløtere leirlag som antas å ha sprøbruddegenskaper. Det er imidlertid valgt å ikke ta opp prøver i denne fasen av prosjektet for å påvise dette.

3.5 Grunnvannstand

Det er ikke gjort poretrykksmålinger eller målinger av grunnvannstanden i forbindelse med denne grunnundersøkelsen.

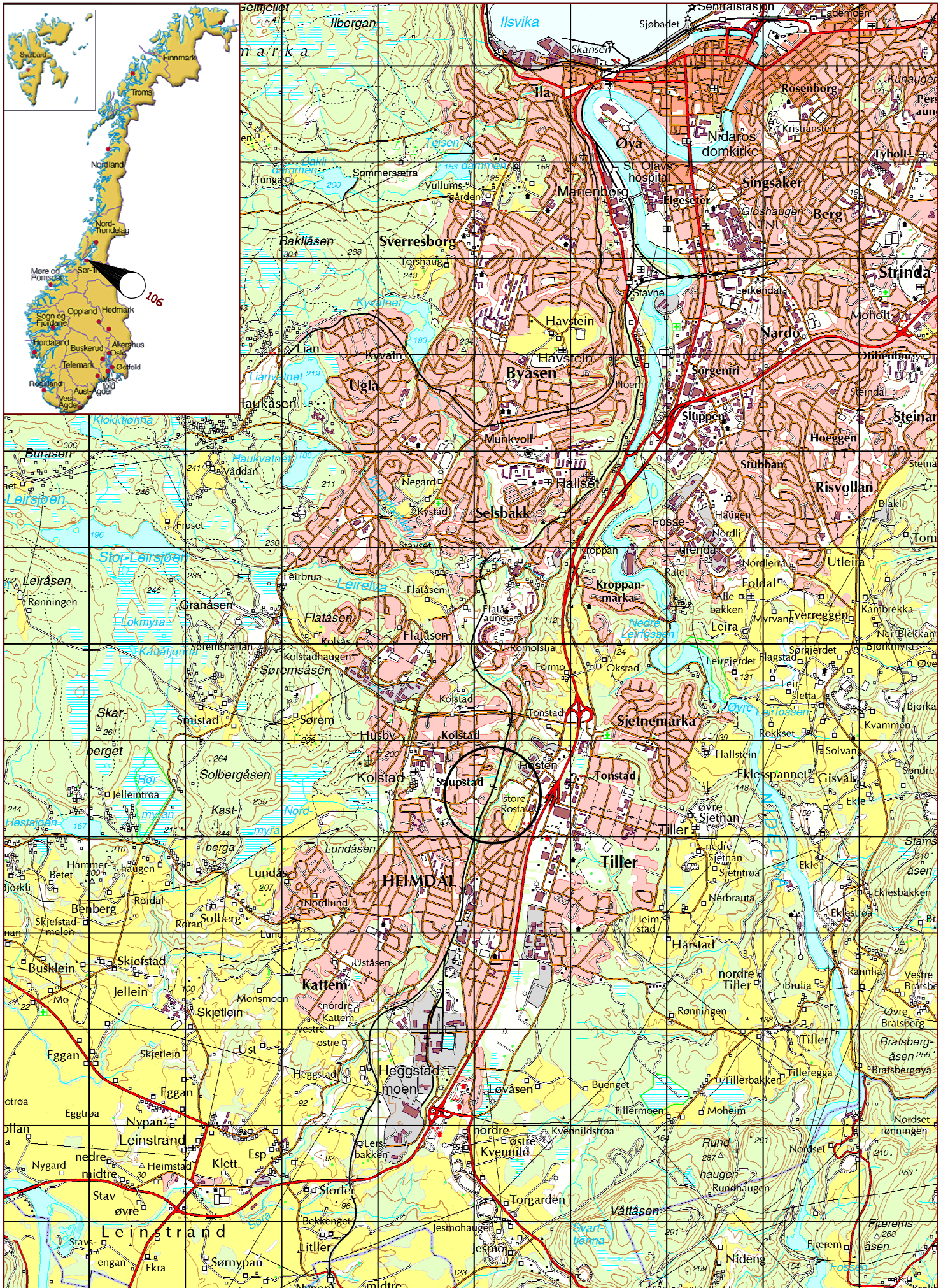
4 Sluttbemerkning

Det påpekes at grunnundersøkelsen avdekker lokale forhold i de respektive borhull/sonderingspunkt. Disse er å betrakte som «nålestikk» og grunnforholdene utenfor det aktuelle borpunktet kan avvike fra forholdene påvist i grunnundersøkelsen.

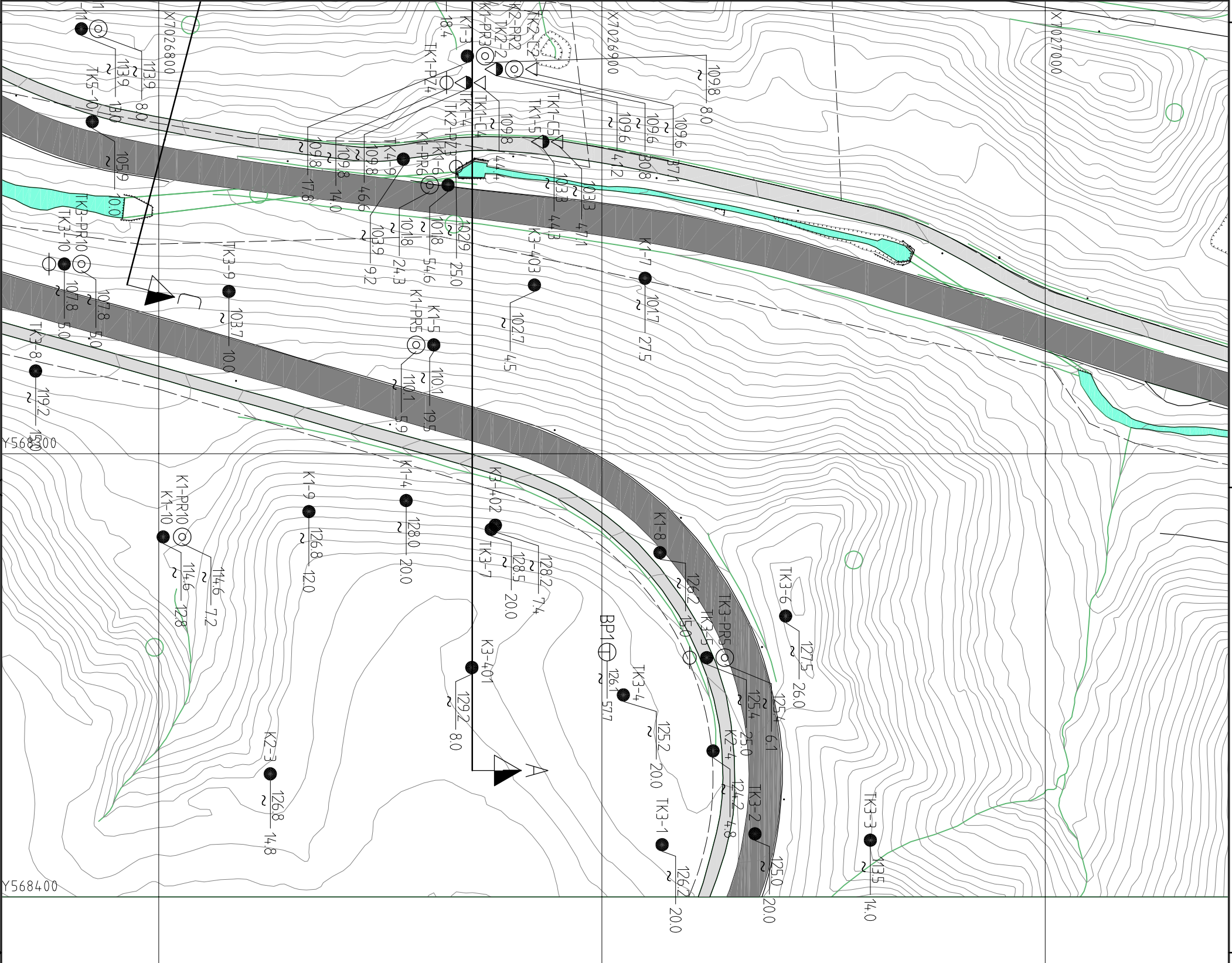
5 Referanser

- /1/ Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring – Krav», Standard Norge, Norsk standard (ISO) NS-EN ISO 9001:2008, Des. 2008jpo
- /2/ Standard Norge (2007) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008
- /3/ NGI rapport 81075-1 «Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred / Kartblad Støren» (1988)

Z:\041514\15556\4\15556-01 RIG\4\15556-04 TEGNINGER\4\15556-RIG-TEG-000 OVERSIKTSKART.dwg - Layout: Iny logoj - Plottet av: jkm. Dato: 2015.04.17 kl 13:01



 www.multiconsult.no	Oversiktskart Trondheim kommune Gang og sykkelbru Bjørndalen	Status Konstr./Tegnet Oppdragsnr	Fag Geoteknikk Kontrollert Tegningsnr.	Original format A4 Godkjent ROLS	Dato 17.04.2015 Målestokk 1:50000 Rev.	
		415556	RIG-TEG-000		00	



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING ⊙ PRØVESERIE
- ENKEL SONDERING □ PRØVEGRUP
- ▼ RAMSONDERING ◐ DREIFTRYKSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING ☒ SKRUPPLATEFORSSØK
- ⊕ TOTALSONDERING + VINGEBORING

KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
 BORRØK NR:
 LAB.BOK NR:

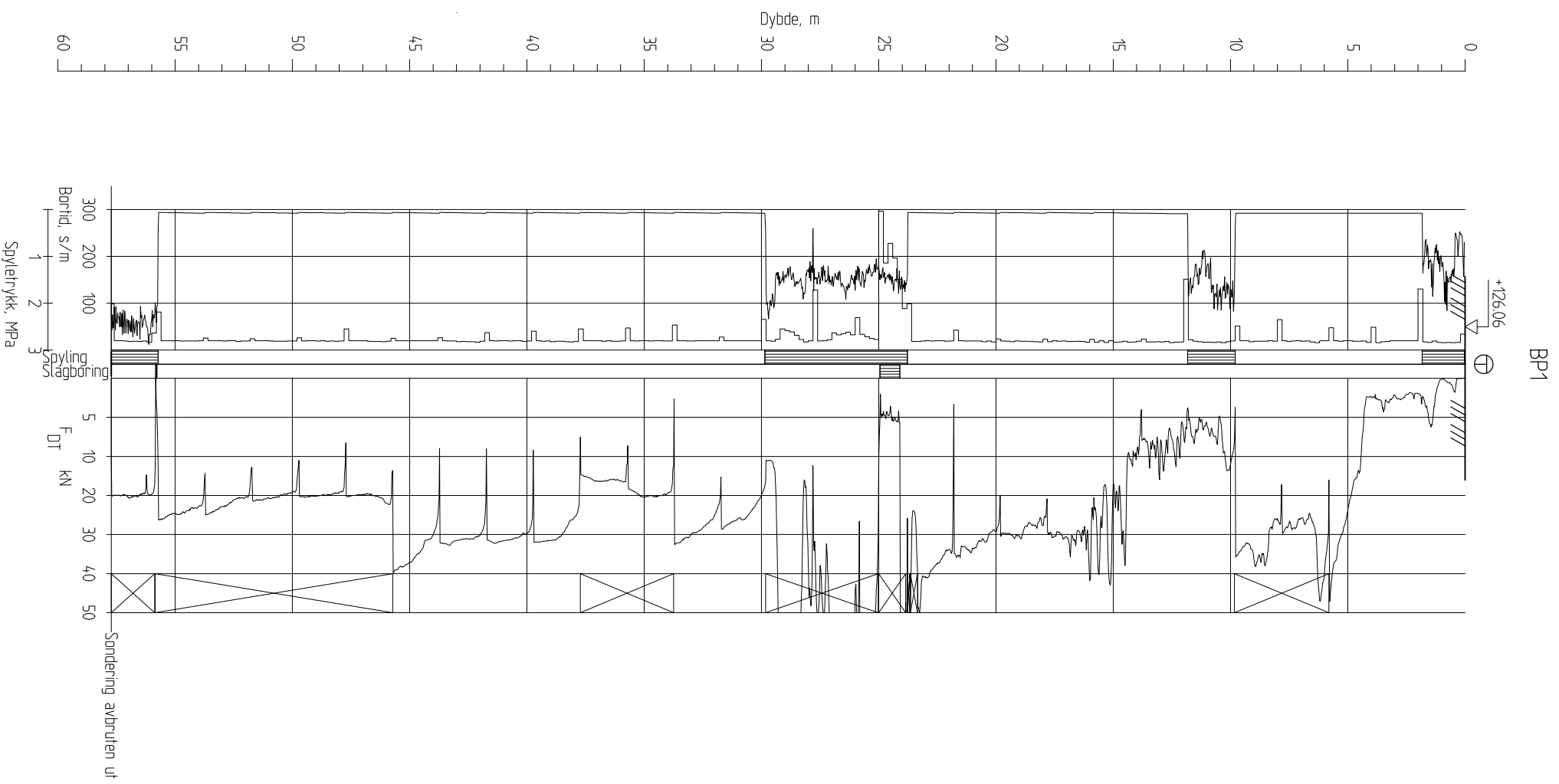
Digitalt kart fra oppdragsgiver - NN 2000
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLOMNAS CPOS
 xxx
 xxx

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er opprignet fra tidligere rapporter og kan ha noe avvik. Tidligere boringer er angitt med indikser foran borhullsnr.

Referanse	Rapport nr	Utførende	Oppdrag	År
K1-X	0.1182	Kummeneje(Rambøll)	Gangbro Bjørndalen	1973 Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på -76 cm
K2-X	0.363-3	Kummeneje(Rambøll)	Rosten-Tonstad	Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på -76 cm Rapport ikke tilgjengelig
K3-X	0.363-5	Kummeneje(Rambøll)	Heimdalsbyen	Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på -76 cm Rapport ikke tilgjengelig
TK1-X	R.1507-2	Trondheim kommune	Bjørndalen Ny gang og sykkelbru	2013 kot-fra Trondheim kommune NN 2000
TK2-X	R.1507	Trondheim kommune	Bjørndalen Ny gang og sykkelbru	2011 kot-fra Trondheim kommune NN 2000
TK3-X	R.643-2	Trondheim kommune	John Aaes vei-forlengelse vestover med til Bjørndalen	1990 Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på -76 cm
TK5-X	R.741-4	Trondheim kommune	Bjørndalen	1992 Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på -76 cm

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
			Fag	Godkj.
			Geoteknikk	A31
Trondheim kommune		Dato		
Gang og sykkelbru Bjørndalen		18.06.2015		
Borplan		Format/Målestokk:		
		1:1000		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	JKM	KONK
		415556	Tegningsnr.	RIG-TEG-002
			Godkjent	ROLS
			Rev.	00

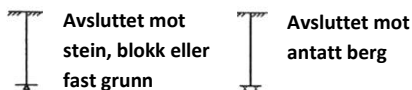


Rev.		Beskrivelse		Dato		Tegn.		Kontr.		Godkj.	
		Trondheim kommune				Fag				Format	
		Gang og sykkelbru Bjørndalen				Geoteknikk				A3	
		Totalsondering i BP1				Dato		17.06.2015		Format/Målestokk:	
										1:200	
Status		Konstr./Tegnet		Kontrollert		Godkjent		Rev.			
Utsendt		KONK		ROS		ROLS					
Oppdragsnr.		Tegningsnr.									
415556		RIG-TEG-150								00	
Multiconsult											

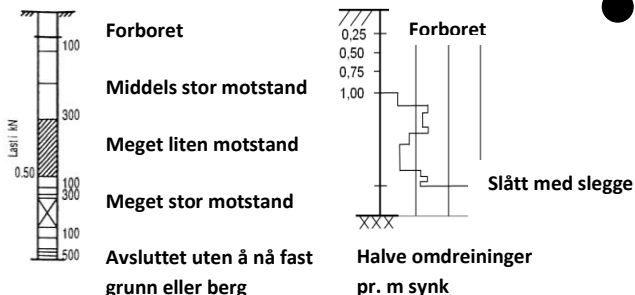
BILAG 1

Geotekniske bilag - feltundersøkelser

(2 sider)



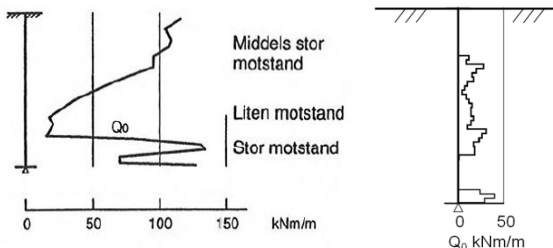
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)

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 $\frac{1}{2}$ -omdreinger pr. 0,2 m synk registreres.

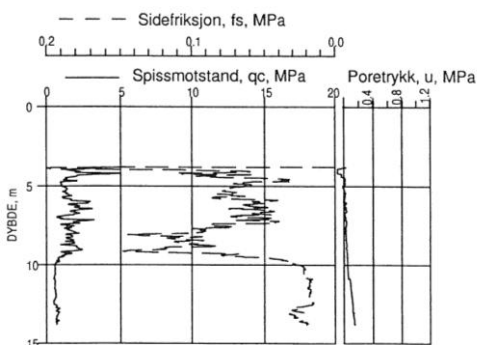
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreinger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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.

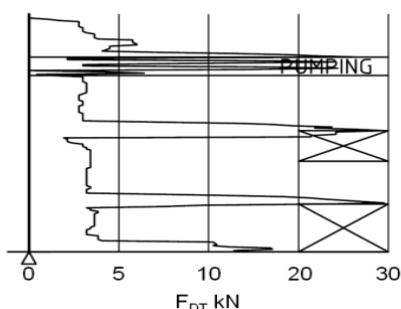
Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.
 $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

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.

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

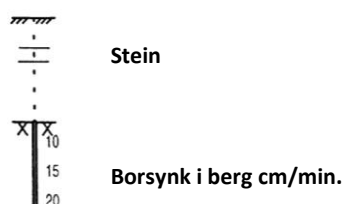


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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 omdreinger/min.

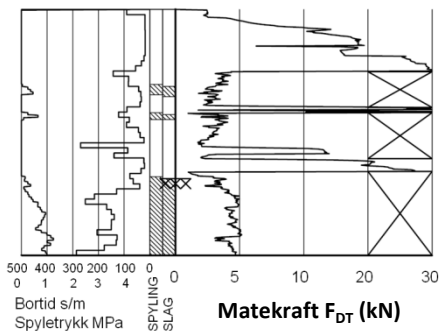
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



BERGKONTROLLBORING

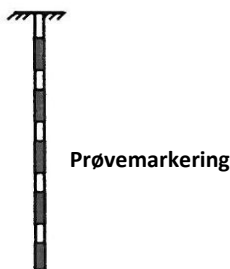
Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



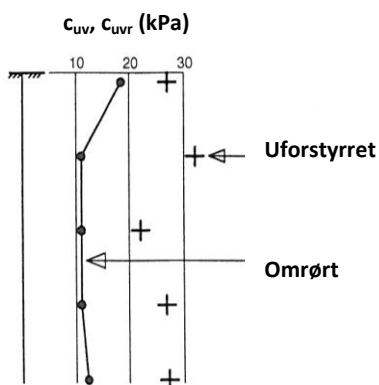
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)
Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag 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.



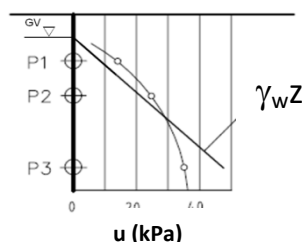
⊙ MASKINELL NAVERBORING
Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom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



⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking 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 blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved 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. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)
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 (NGF MELDING 6)
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.

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieundersøkelser

(2 sider)

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner 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 leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

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

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	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 omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a, c, ϕ (tan ϕ) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

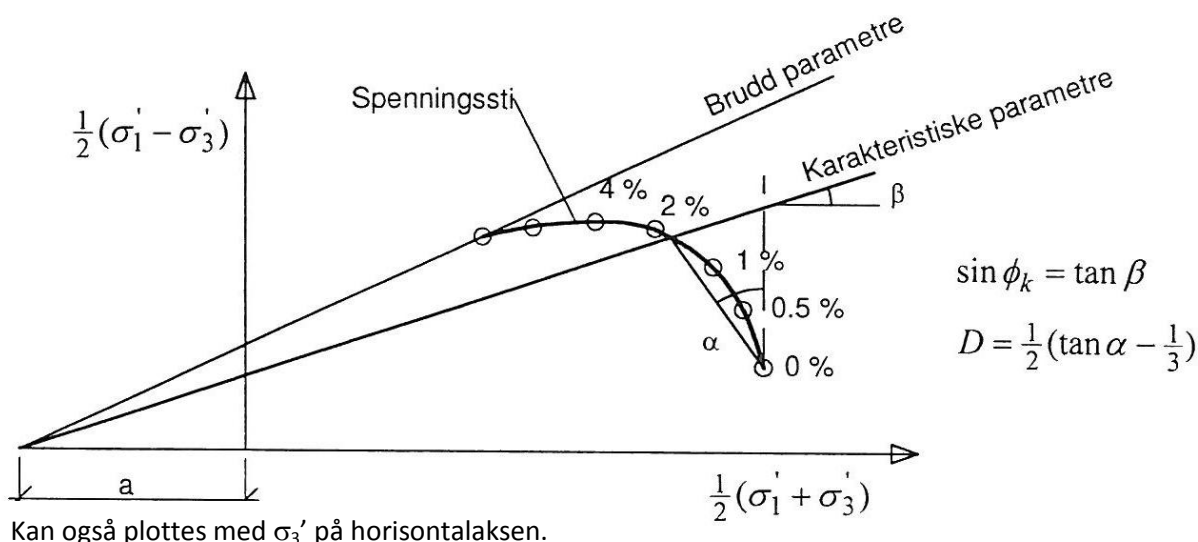
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a, c, ϕ (tan ϕ) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), tan ϕ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan \phi$ (kohesjon) 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 tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A, B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}) (NS8016), konusforsøk (c_{uk} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c_r ($s_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

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 – FLYTEGRENSE (w_l %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

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. Plastisiteten $I_p = w_l - w_p$ (%) 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).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm ³)	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm ³)	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm ³)	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m ³)	Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m ³)	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m ³)	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. 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.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

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.

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_r 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}).

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).

HUMUSINNHOLD

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

BILAG 3

Metodestandarder og retningslinjer – felt- og laboratorieundersøkelser

(2 sider)

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

NGF Veiledninger Norske standarder NS	Tema
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Norske standarder NS	Tema
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser

RAPPORT

Gang- og sykkelbru Bjørndalen

OPPDRAGSGIVER

Trondheim kommune

EMNE

Datarapport – Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 27. april 2018 / 00

DOKUMENTKODE: 415556-RIG-RAP-002



Multiconsult

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

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

RAPPORT

OPPDRAG	Gang- og sykkelbru Bjørndalen	DOKUMENTKODE	415556-RIG-RAP-002
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Trondheim kommune	OPPDRAGSLEDER	Konstantinos Kalomoiris
KONTAKTPERSON	Tone Furuberg	UTARBEIDET AV	Konstantinos Kalomoiris
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 568304 NORD: 7026863	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	315 / 441 / / Trondheim		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Trondheim kommune som geoteknisk rådgiver i forbindelse med regulering av gang- og sykkelbrua over Bjørndalen. I den forbindelse har Multiconsult utført supplerende grunnundersøkelser. Hensikten med grunnundersøkelsen var å bekrefte/avkrefte løsmasser med sprøbruddegenskaper på østsida av dalen, samt skaffe datagrunnlag til stabilitetsberegninger.

Utførte supplerende grunnundersøkelser består av en prøveserie med poseprøver og ø54 mm sylindrerprøver.

Utførte laboratorieundersøkelser viser at løsmassene i hovedsak består av leire til stor dybde. Det er påvist et sandlag på 25 m dybde under terreng.

Basert på resultatene fra prøveserien har leiren et naturlig vanninnhold i intervallet 20-50 %. Plastisitetsindeksen varierer mellom 20-30 %, og leiren kan karakteriseres som lav til middels plastisk. Enaksial- og konusforsøk viser udrenert skjærfasthet mellom 30-130 kPa, og leiren kan i hovedsak karakteriseres som middels fast til fast. Konusforsøk på omrørte prøver viser omrørt skjærfasthet fra ca. 0,2-30 kPa, med tilhørende sensitivitet i størrelsesorden 2-8. Det er kun ett konusforsøk som viser omrørt skjærfasthet under 2 kPa, men dette skyldes sannsynligvis det høye finsandinnholdet i leira. I hovedsak kan løsmassene klassifiseres som lite sensitive.

			KONK	ROS	ROS
00	27.04.2018	Datarapport grunnundersøkelser	Konstantinos Kalomoiris	Roar Skulbørstad	Roar Skulbørstad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Formål og bakgrunn	5
1.2	Utførelse	5
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	5
1.4	Innhold og bruk av rapporten	5
2	Områdebeskrivelse	7
2.1	Området og topografi	7
3	Geotekniske grunnundersøkelser	8
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	8
3.2	Utførte grunnundersøkelser	8
3.2.1	Feltundersøkelser	8
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	9
4	Grunnforholdsbeskrivelse	10
4.1	Kvartærgeologisk kart	10
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	10
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	11
4.3.1	Generelt	11
4.3.2	Dybde til berg	11
4.3.3	Løsmasser	11
4.3.4	Poretrykk og grunnvann	11
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	12
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	12
5.2	Viktige forutsetninger	12
5.3	Undersøkelses- og prøve kvalitet	12
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	13
7	Referanser	14

TEGNINGER

415556-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-004	Borplan
	-200-1	Geotekniske data, PR. 2, d=0-20 m
	-200-2	Geotekniske data, PR. 2, d=25-45 m
	-300	Korngradering, PR. 2, d=11,20 m
	-450.1	Aktivt treksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott, PR. 2, d=13,30 m
	-450.2	Aktivt treksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp, PR. 2, d=13,30 m
	-450.3	Aktivt treksialforsøk. Vannutpressing – volumtøyning, PR. 2, d=13,30 m
	-451.1	Aktivt treksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott, PR. 2, d=15,30 m
	-451.2	Aktivt treksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp, PR. 2, d=15,30 m
	-451.3	Aktivt treksialforsøk. Vannutpressing – volumtøyning, PR. 2, d=15,30 m

BILAG

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

1 Innledning

1.1 Formål og bakgrunn

Multiconsult er engasjert av Trondheim kommune som geoteknisk rådgiver i forbindelse med regulering av gang- og sykkelbrua over Bjørndalen. I forbindelse med reguleringsplanen skal det dokumenteres at planområdet er skredsikkert og at planen er gjennomførbar.

Multiconsult har i den forbindelse utført en supplerende grunnundersøkelse der hensikten er å bekrefte/avkrefte løsmasser med sprøbruddegenskaper på østsida av dalen, samt skaffe datagrunnlag til stabilitetsberegninger.

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte supplerende geotekniske grunnundersøkelser for planlagt gang- og sykkelbru over Bjørndalen i Trondheim 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.

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen Geotech 607H i januar 2018. Borpunktet er satt ut av borleder og er senere målt inn med Trimble GPS med CPOS og nøyaktighet 1-2 cm i horisontalplanet og 4-5 cm i vertikalplanet. Alle kotehøyder referer til NN2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref89 UTM sone 32.

Det ble installert en foringsrør av stål og med diameter 168 mm ned til 25 m dybde i forkant av grunnundersøkelsen. Foringsrøret ble installert av Trøndelag Brønnboring AS. Hensikten med installasjon av foringsrøret var å komme gjennom det fastere topplaget og ned til stor dybde med sylindrerprøvetakeren.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 5/2018.

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

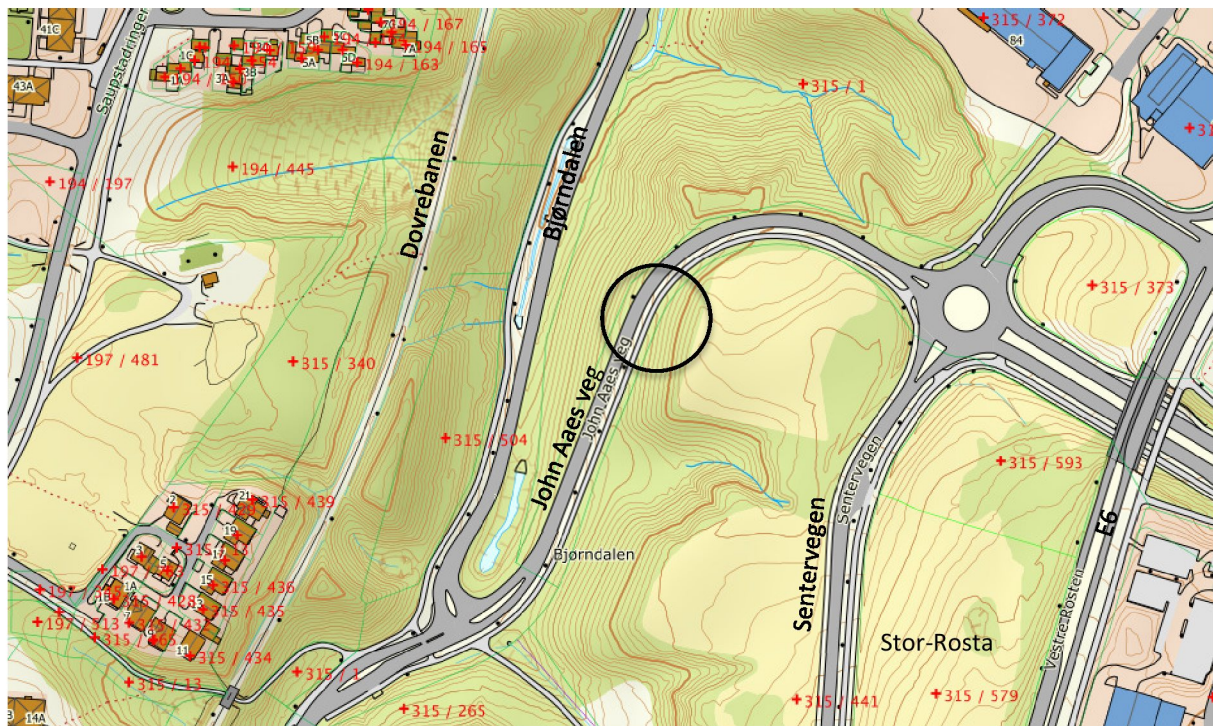
Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringsammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler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

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Bjørndalen er ca. 30 m dyp. Dalbunnen ligger på ca. kote +101 og platået i øst ligger på ca. kote +126 til +129. Dalsidene har gjennomsnittlig terrenghelning 1:3, men lokalt er skråningshelningen inntil 1:1,5. John Aaes veg går i skråningen vest for undersøkelsesområdet. Bekken som går i dalbunnen er lagt i rør på enkelte strekninger. Det vises til kartutsnitt i figur 2-1 nedenfor.



Figur 2-1: Oversiktskart med undersøkt område [kilde: www.norgeskart.no]

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Tidligere relevante datarapporter er listet opp i tabell 3-1.

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på borplan
[A]	0.1182	Kummeneje(Rambøll)	1973	Trondheim kommune	Gangbro Bjørndalen	Nei
[B]	0.363-3	Kummeneje(Rambøll)		-	Rosten-Tonstad	Nei
[C]	0.363-5	Kummeneje(Rambøll)		-	Heimdalsbyen	Nei
[D]	0.893-3	Kummeneje(Rambøll)	1969	Reinertsen	Boligfelt Kolstad	Nei
[E]	0.893-5	Kummeneje(Rambøll)		-	Huseby-Flatåsen	Nei
[F]	R.1507-2	Trondheim kommune	2013	Trondheim kommune	Bjørndalen Ny gang og sykkelbru	Nei
[G]	R.1507	Trondheim kommune	2011	Trondheim kommune	Bjørndalen Ny gang og sykkelbru	Nei
[H]	R.643-2	Trondheim kommune	1990	Trondheim kommune	John Aaes vei-Forlengelse vestover ned til Bjørndalen	Nei
[I]	R.741.9	Trondheim kommune	1999	Trondheim kommune	Bjørndalen	Nei
[J]	R.741-4	Trondheim kommune	1992	Trondheim kommune	Bjørndalen	Nei
[K]	415556-001	Multiconsult	2015	Trondheim kommune	Ny gang- og sykkelbru Bjørndalen	Nei

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 1 stk. prøveserie med poseprøver og ø54 mm sylindprøver (stål)

Borpunktets plassering er vist på borplan, se tegning nr. -004. Innmålte koordinater er gitt i 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
	X	Y	Z		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
2	7026862,9	568304,3	119,2	PR	41,8	-	-	-

TOT=Totalsondering; DTR=Dreietrykksondering; CPTU=Trykksondering; PZ=Porettrykksmåling; PR=Prøveserie; Ann.=Annen metode (spesifiser)

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 undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold, tyngdetetthet, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser på 3 poseprøver
- Rutineundersøkelser på 7 sylinderprøver (54 mm)
- 1 stk. kornfordelingsanalyse
- 2 stk. treaksialforsøk
- Bestemmelse av korndensitet på 1 prøve
- Konsistensgrenser på 2 prøver

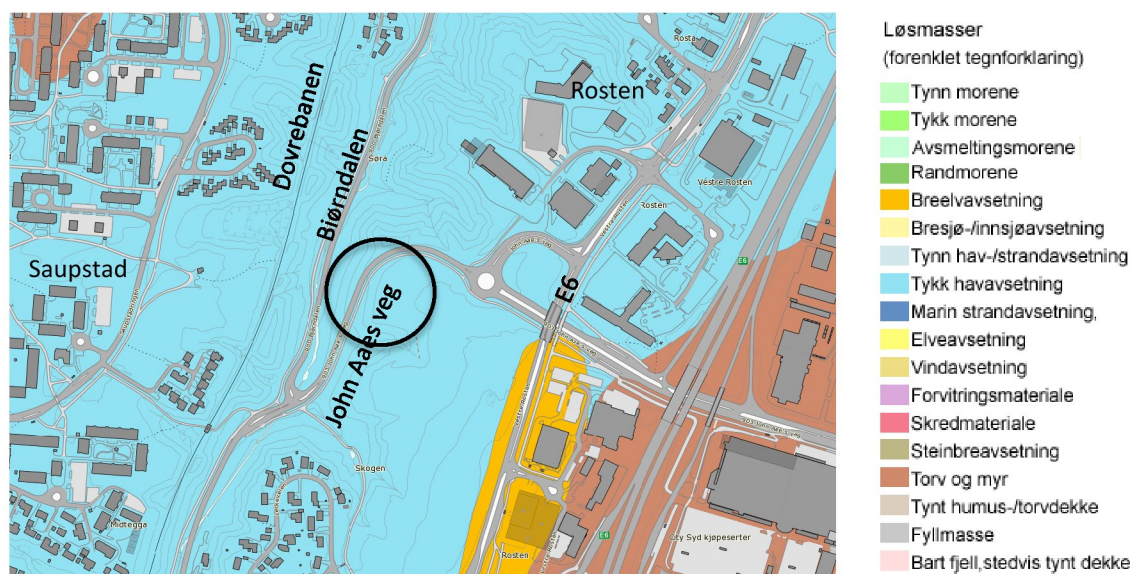
Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning nr. -200-1 og -200-2.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kwartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i området består av marine avsetninger. For områder med marine avsetninger kan det forventes at massene består av silt og leirholdige løsmasser.

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 løsmassemekktighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til www.ngu.no.



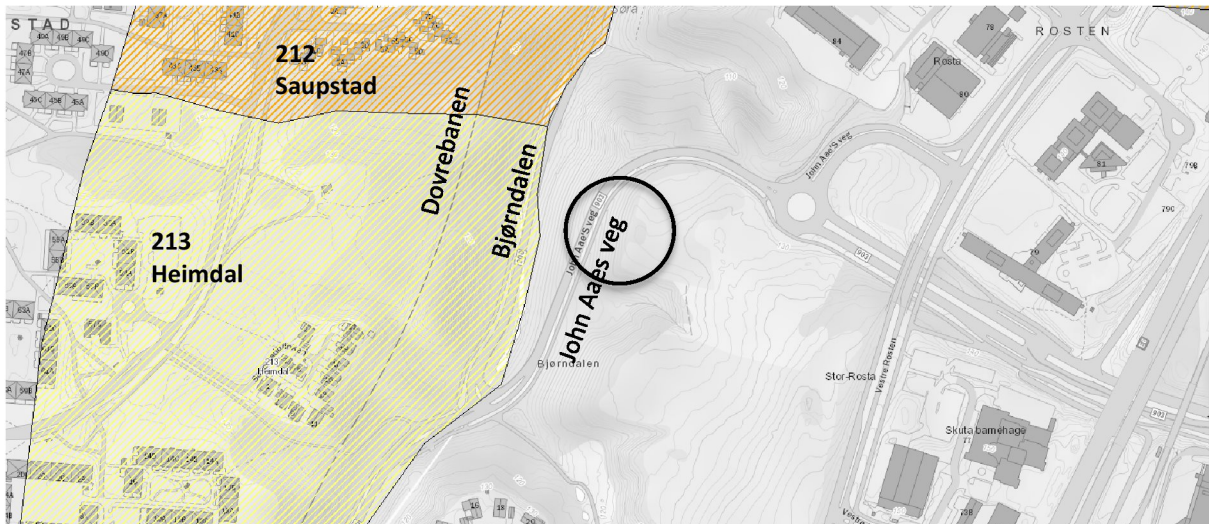
Figur 4-1: Kwartærgeologisk kart over området [5].

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [7] er det en kartlagt faresone for kvikkleireskred på vestre side av Bjørndalen, kvikkleiresone nr. 213 Heimdal. Kvikkleiresonen er klassifisert med

- ✓ Lav faregrad
- ✓ Meget alvorlig konsekvensklasse
- ✓ Risikoklasse 3

Beliggenhet og utbredelse av kvikkleiresonen er vist i figur 4-2.



Figur 4-2: Registrerte faresoner for kvikkleireskred [7]

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

Utførte laboratorieundersøkelser viser at løsmasser hovedsakelig består av leire til stor dybde. Det er påvist et sandlag på 25 m dybde under terreng.

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

4.3.2 Dybde til berg

Dybde til berg er ikke påvist ved de utførte grunnundersøkelsene.

4.3.3 Løsmasser

Basert på resultatene fra prøveserien har leiren et naturlig vanninnhold i intervallet 20-50 %. Plastisitetsindeksen varierer mellom 20-30 %, og leiren kan karakteriseres som lav til middels plastisk. Enaksial- og konusforsøk viser udrenert skjærfasthet mellom 30-130 kPa, og leiren kan i hovedsak karakteriseres som middels fast til fast. Konusforsøk på omrørte prøver viser omrørt skjærfasthet fra ca. 0,2 til 30 kPa, med tilhørende sensitivitet i størrelsesorden 2-8. Det er kun ett konusforsøk som viser omrørt skjærfasthet under 2 kPa, men dette skyldes sannsynligvis det høye silt- og finsandinnholdet i leira. I hovedsak kan løsmassene klassifiseres som lite sensitive.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er ikke målt poretrykk eller grunnvann i forbindelse med disse undersøkelsene.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det ble installert et foringsrør av stål og med diameter 168 mm ned til 25 m dybde i forkant av grunnundersøkelsen. Foringsrøret ble installert av Trøndelag Brønnboring AS. Hensikten med installasjon av foringsrøret var å komme gjennom det fastere topplaget og ned til stor dybde med sylindrerprøvetakeren. Opptak av prøver grunnere enn 25 m dybde er utført i et nabohull, mens prøver dypere enn 25 m under terreng er tatt opp ved å senke prøvetakeren gjennom foringsrøret.

5.2 Viktige forutsetninger

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

5.3 Undersøkelses- og prøve kvalitet

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

Enaksiale trykkforsøk utført på prøveserien i borhull 2 viser varierende bruddtøyning (1-15 %), noe som indikerer varierende prøve kvalitet.

Treaksialforsøkene utført på to prøver fra borhull 2 viser en poretallsendring på 0,12 og 0,15. Basert på vurdering av prøve kvalitet ut fra overkonsolideringsgrad og poretallsendring iht. NGF-Melding 11, tabell 6 [6] vurderes prøve kvaliteten til forsøkene som henholdsvis «dårlig» og «meget dårlig». Basert på utpresset porevann vurderes prøvene å falle inn under betegnelsen «dårlige forsøk» iht. SVV håndbok V220 [4].

6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

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

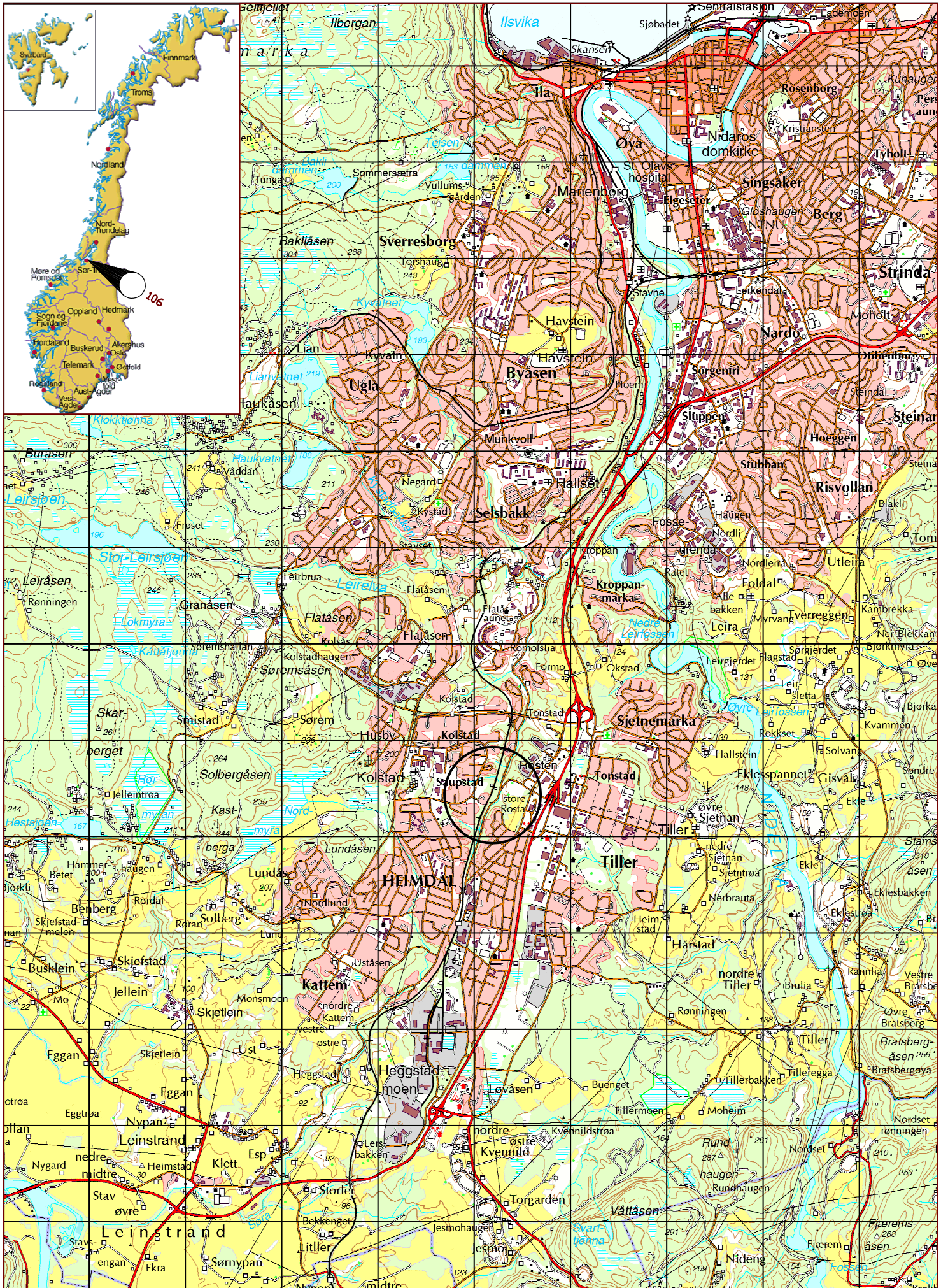
- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

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

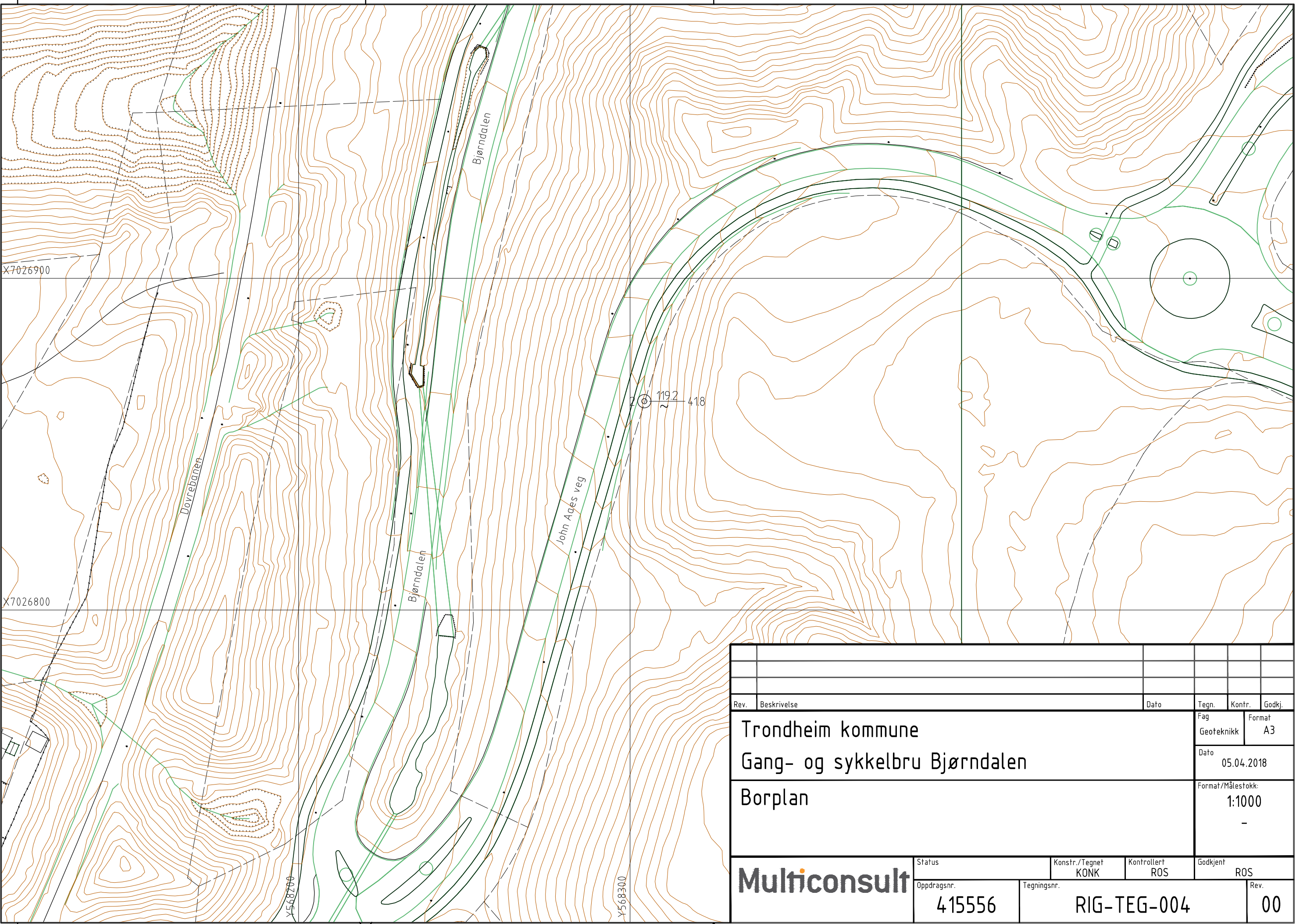
- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mars 2007.
- [3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Veiledning, Oslo, Juni 2010.
- [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

Z:\0415\4\15556\4\15556-01 RIG\4\15556-04 TEGNINGER\4\15556-RIG-TEG-000 OVERSIKTSKART.dwg - Layout: Iny logoj. - Plottet av: jkm. Dato: 2015.04.17 kl 13:01



 www.multiconsult.no	Oversiktskart Trondheim kommune Gang og sykkelbru Bjørndalen		Status	Fag	Original format	Dato	
			Konstr./Tegnet	Geoteknikk	A4	17.04.2015	
			Oppdragsnr	Kontrollert	Godkjent	Målestokk	
			415556	KONK	ROLS	1:50000	Rev.
			Tegningsnr.		00		
			RIG-TEG-000				

Z:\04\15\415556\415556-03 ARBEIDSSOMRÅDE\415556-04 TEGNINGER\415556-RIG-TEG-004_rev00 BORPLAN.dwg. - Layout: (A3). - Plottet av: konk. Dato: 2018.04.27 kl 13:10



Rev.		Beskrivelse			Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Trondheim kommune					Fag		Format	
Gang- og sykkelbru Bjørndalen					Geoteknikk		A3	
Borplan					Dato		05.04.2018	
					Format/Målestokk:		1:1000	
							-	
Multiconsult		Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
		Oppdragsnr. 415556		KONK	ROS	ROS		
		Tegningsnr. RIG-TEG-004				Rev. 00		

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)										St (-)		
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	60	70	80	90				
25	SAND, fin, noe siltig				○																			
	LEIRE, homogen				○																			
30	LEIRE, enk. sand-gruskorn				○																			
35	LEIRE, noe siltig				○	○	○	○	○	2,05	41	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	6
	LEIRE, siltig				○	○	○	○	○	2,05	41	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	5
	LEIRE, homogen				○	○	○	○	○	2,05	41	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	7
40	LEIRE, homogen				○	○	○	○	○	2,05	41	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	6
	LEIRE, homogen				○	○	○	○	○	2,06	41	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	5
45	LEIRE, homogen				○	○	○	○	○	2,06	41	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	4

Symboler:



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

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

┌─┐ Plastisitetesindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok:

Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

2

Trondheim Kommune

Gang-og sykkelbru Bjørndalen

Dato:

2018-02-27

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

kjt / vt

Kontrollert:

konk

Godkjent:

ros

Oppdragsnummer:

415556

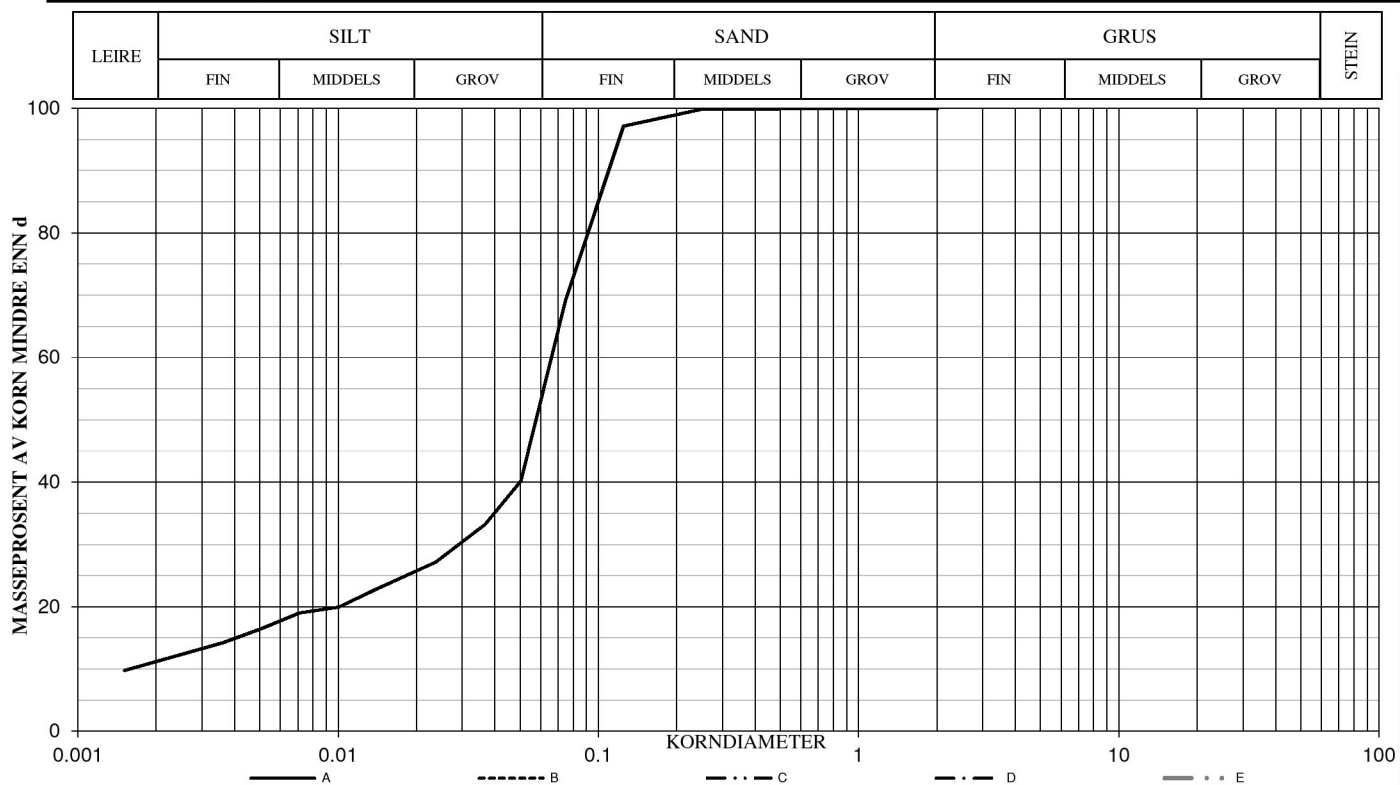
Tegningsnr.:

RIG-TEG-200-2

Rev. nr.:

00

SYMBOL OL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	2	11.20	Finsandig, siltig, leirig materiale		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 %	Su kN/m ²	Su r 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		27.4								0.0016	0.0298	0.0633	0.0764
B													
C													
D													
E													

KORNGRADERING

Trondheim kommune
Gang og sykkelbru Bjørndalen
Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet
kjt / vt

Kontrollert
konk

Godkjent
ros

Dato
07.02.18

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAG NR.

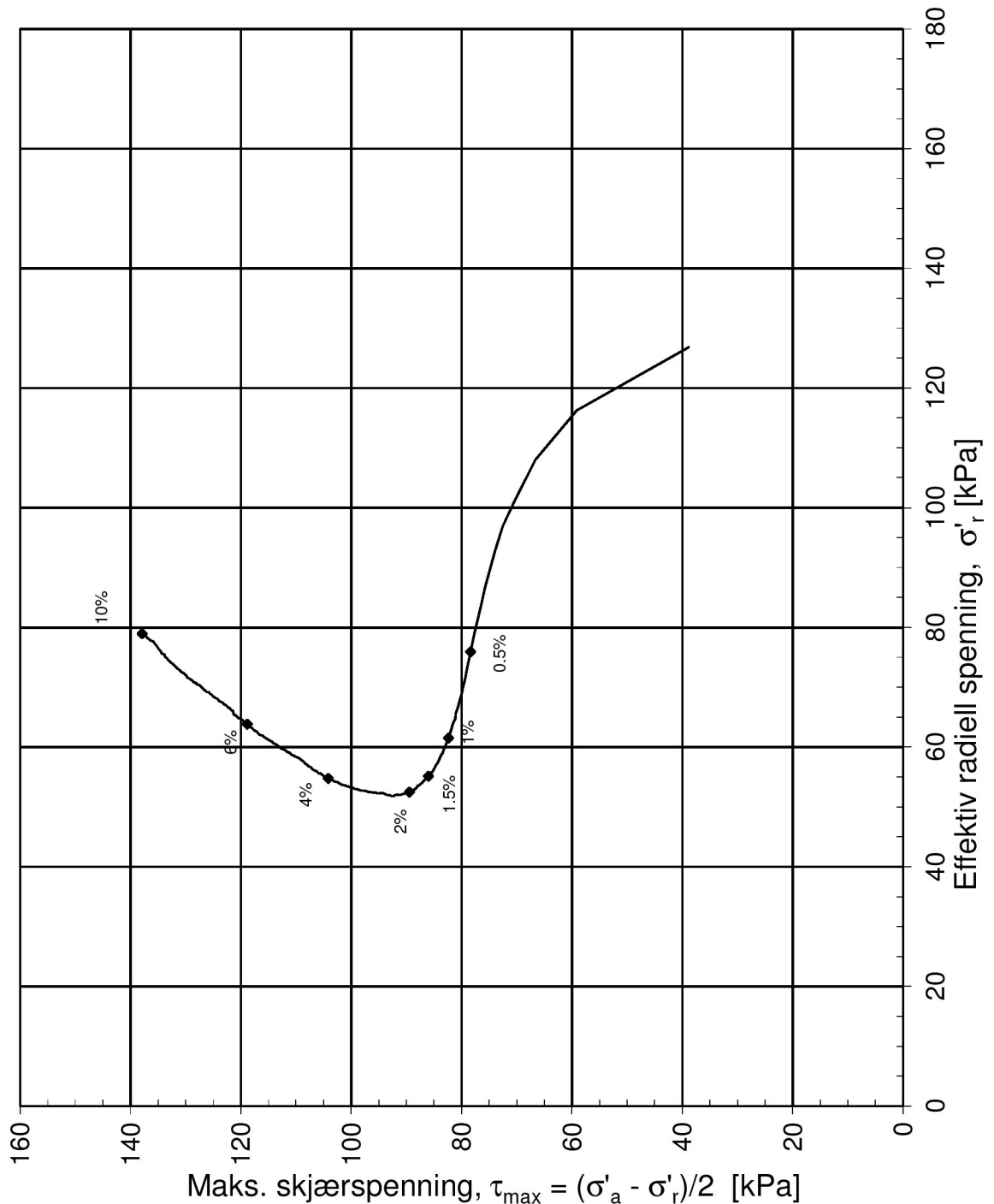
415556

TEGN.NR.

RIG-TEG-300

REV.

00



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	204.51	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	126.85	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	5.56	$\Delta e/e_o$ (-): 0.15
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0.94
Vanninnhold w_i (%):	22.53	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2.06

Trondheim kommune

Gang og sykkelbru Bjørndalen

Aktivt treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
02.02.2018	13.30	2
Forsøk nr.:	Tegnet/kontrollert lab:	Kontrollert:
1	kjt / vt	KONK
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:
415556	RIG-TEG-450.1	CAUa

Tegningens filnavn:

415556-RIG-TEG-450-h2-d13,30m

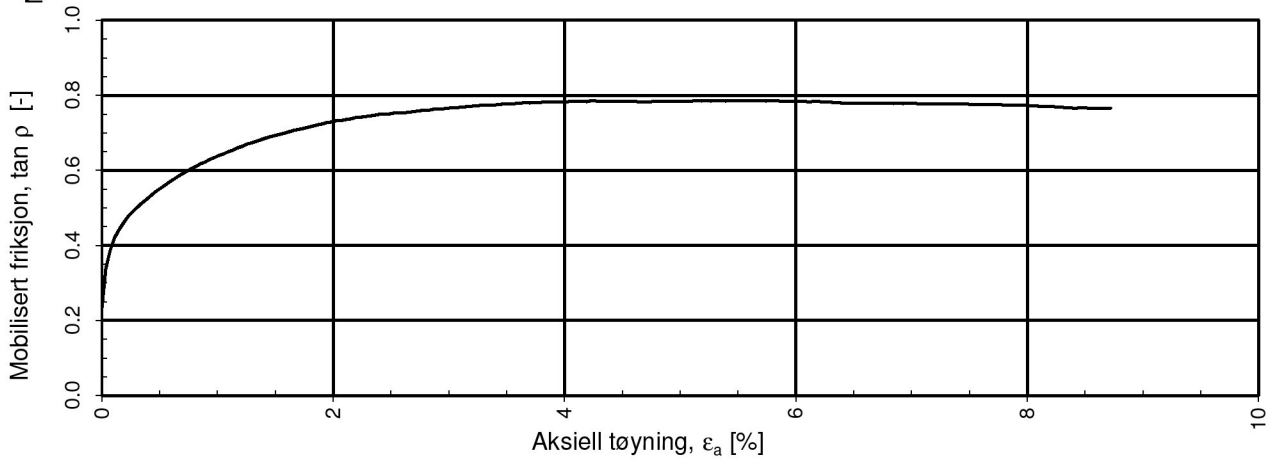
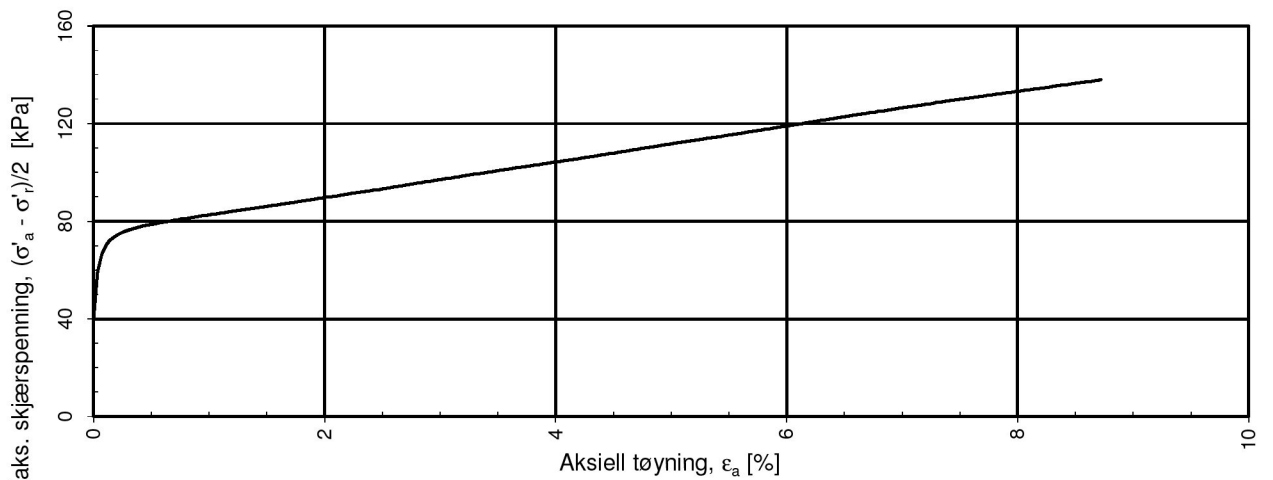
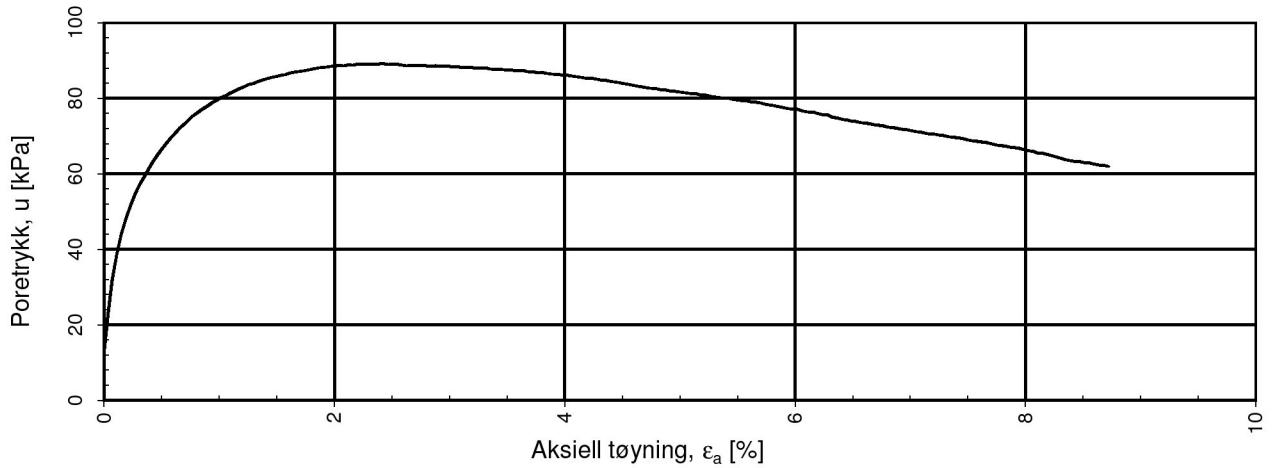
Multi
consult

Godkjent:

ROS

Programrevisjon:

15.12.2014



$a = 10 \text{ kPa}$ benyttet for tolkning av $\tan \rho$

Trondheim kommune

Gang og sykkelbru Bjørndalen

Aktivt treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

415556-RIG-TEG-450-h2-d13,30m

Multi
consult

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
02.02.2018

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
415556

Dybde, z (m):
13.30

Tegnet/kontrollert lab:
kjt / vt

Tegning nr.:
RIG-TEG-450.2

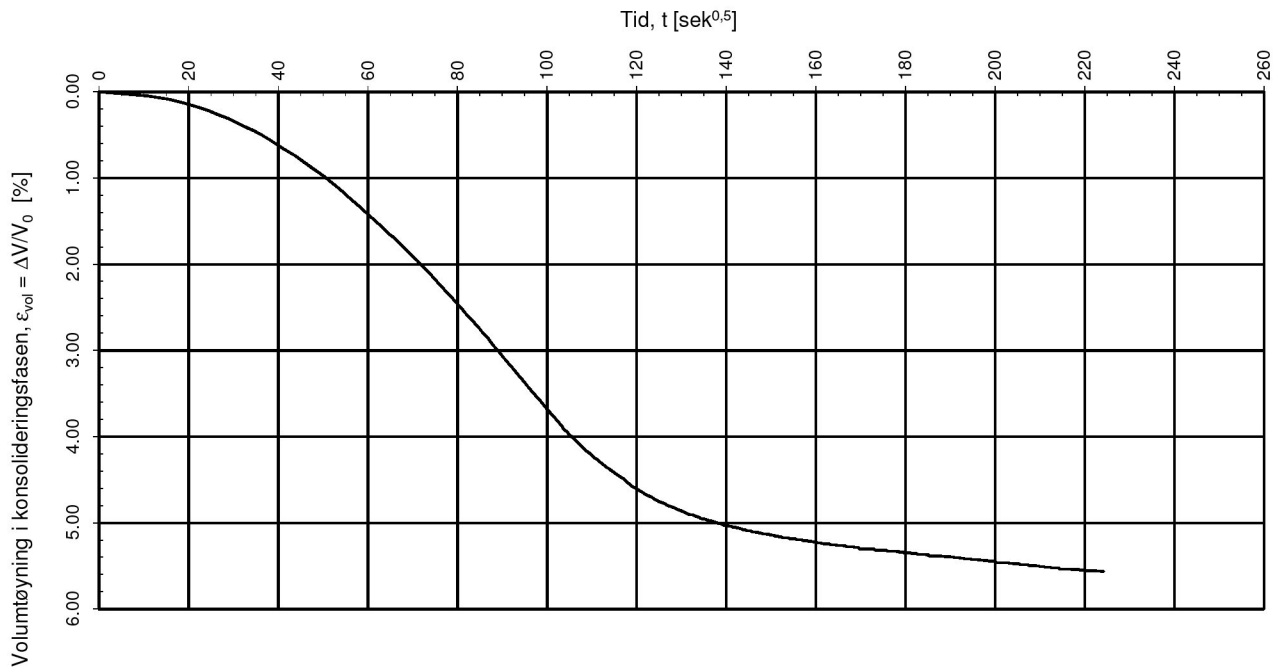
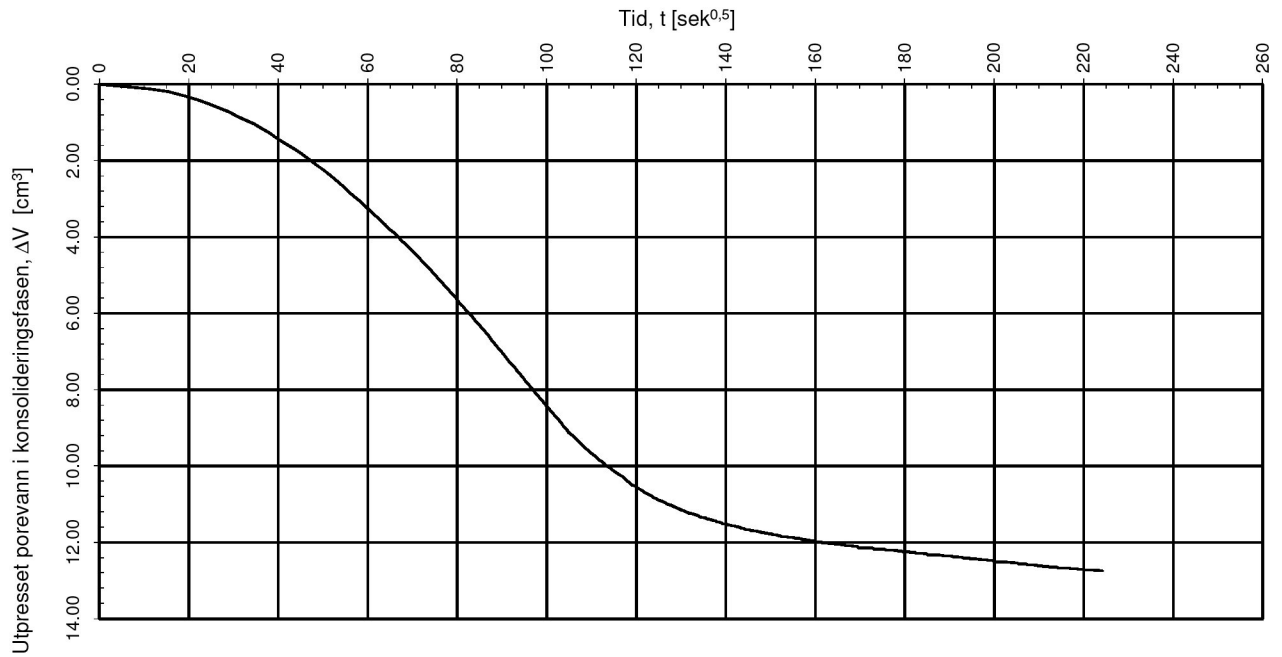
Borpunkt nr.:
2

Kontrollert:
KONK

Prosedyre:
CAUa

Godkjent:
ROS

Programrevisjon:
15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	204.51	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	126.85	$\Delta e/e_0$ (-): 0.15
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	5.56	
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0.94
Vanninnhold w_i (%):	22.53	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2.06

Trondheim kommune

Gang og sykkelbru Bjørndalen

Aktivt treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:

415556-RIG-TEG-450-h2-d13,30m

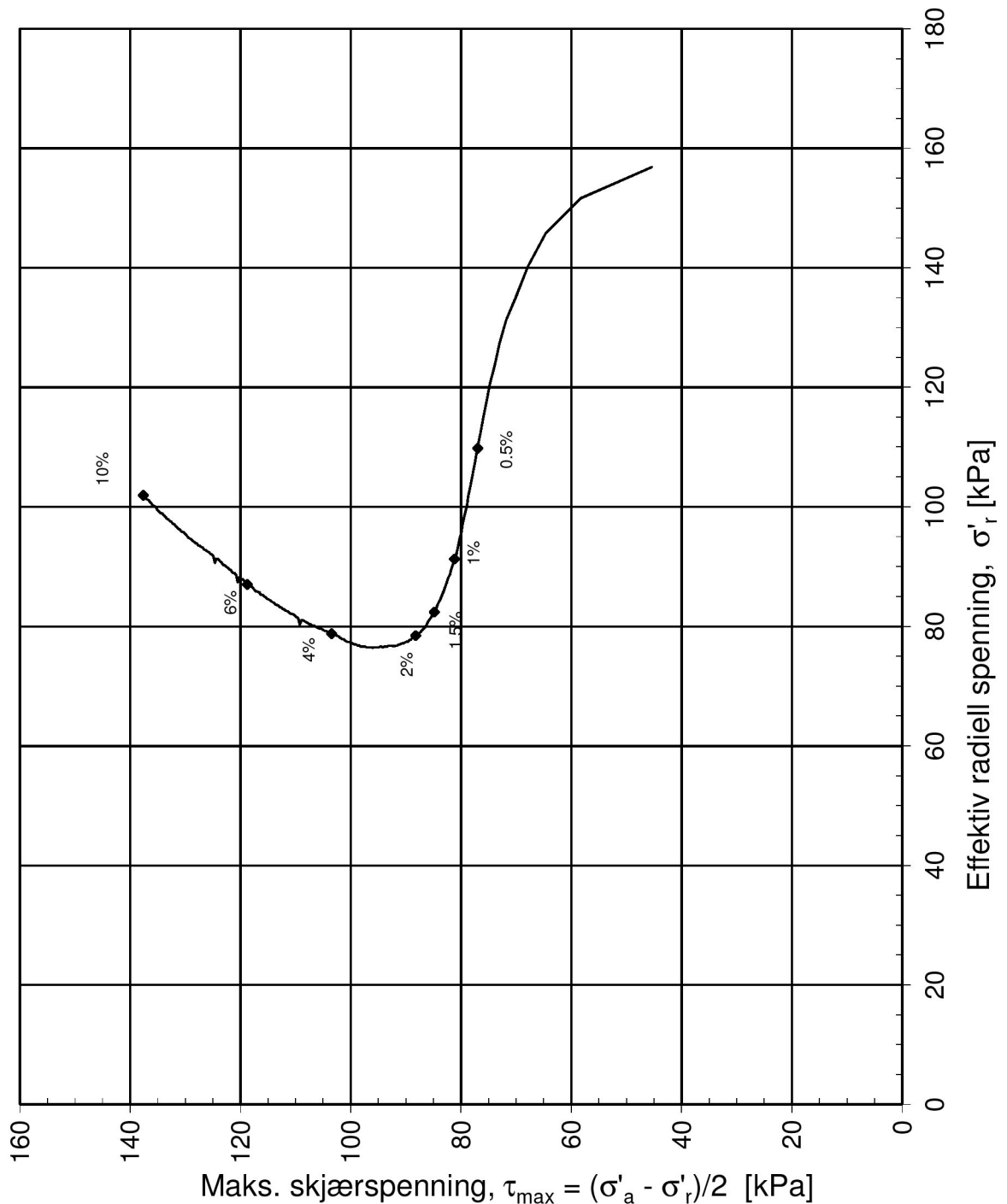
Multi
consult

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato: 02.02.2018	Dybde, z (m): 13.30	Borpunkt nr.: 2
Forsøk nr.: 1	Tegnetkontrollert lab: kjt / vt	Kontrollert: KONK
Oppdrag nr.: 415556	Tegning nr.: RIG-TEG-450.3	Prosedyre: CAUa

Godkjent: ROS
Programrevisjon: 15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	247.70	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	156.89	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	4.33	$\Delta e/e_o$ (-): 0.12
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0.93
Vanninnhold w_i (%):	22.60	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2.11

Trondheim kommune

Gang og sykkelbru Bjørndalen

Aktivt treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

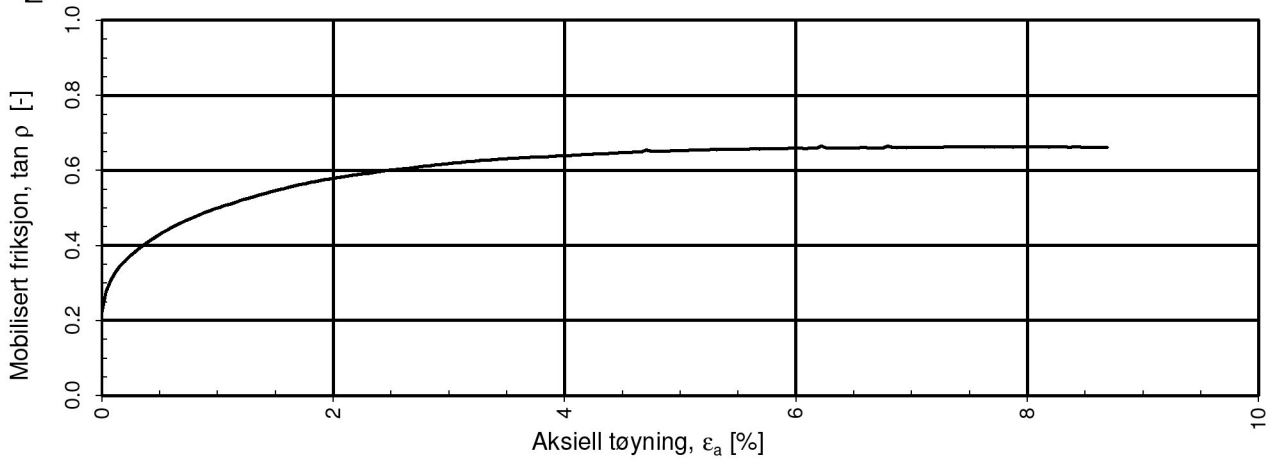
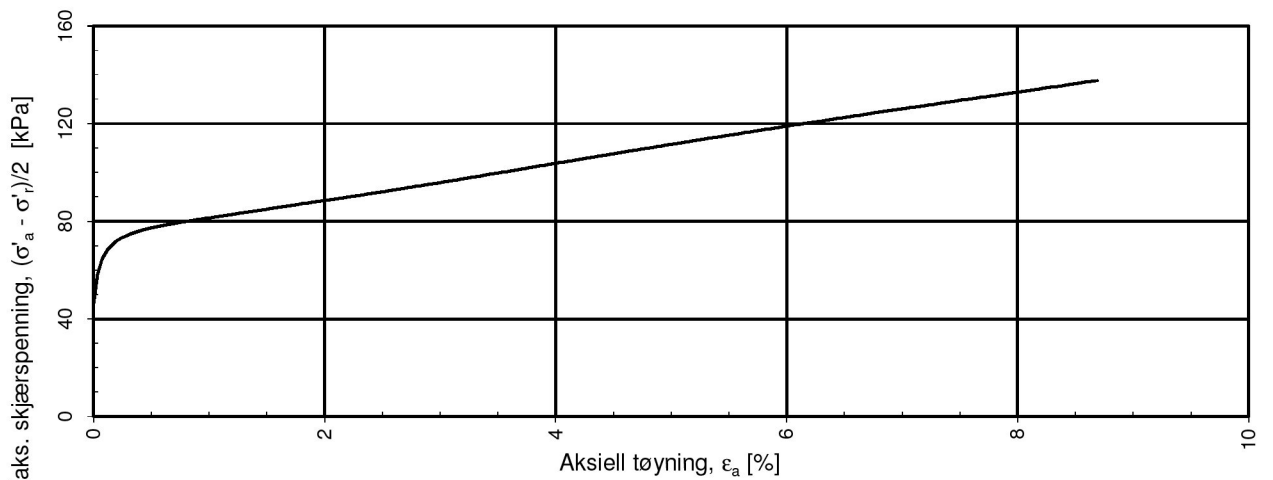
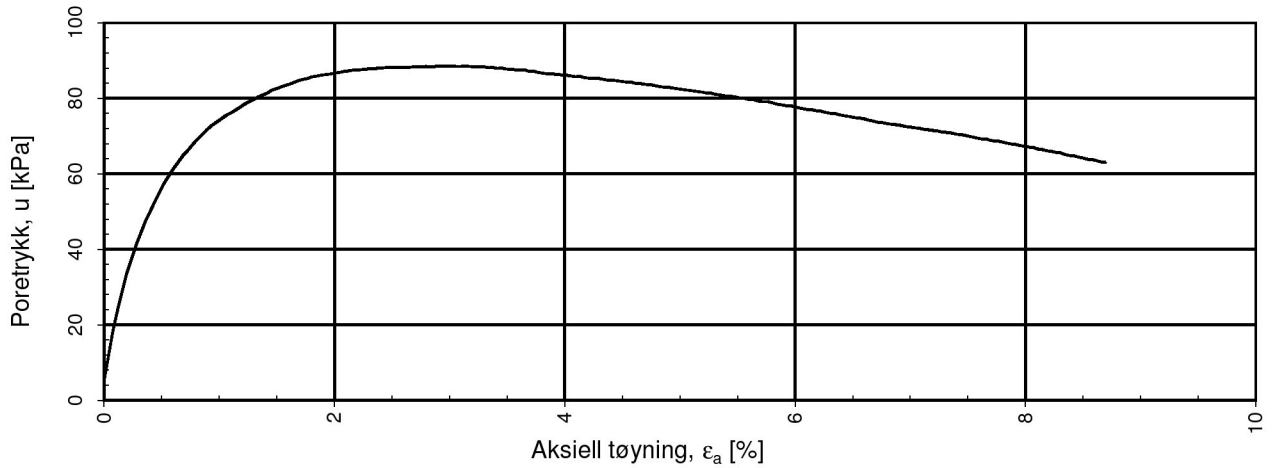
Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
05.02.2018	15.30	2
Forsøk nr.:	Tegnet/kontrollert lab:	Kontrollert:
2	kjt / vt	KONK
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:
415556	RIG-TEG-451.1	CAUa

Tegningens filnavn:
415556-RIG-TEG-451-h2-d15,30m



Godkjent:	Programrevisjon:
ROS	15.12.2014



a = 10 kPa benyttet for tolkning av tan ϕ

Trondheim kommune

Gang og sykkelbru Bjørndalen

Aktivt treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

415556-RIG-TEG-451-h2-d15,30m

Multi
consult

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
05.02.2018

Forsøk nr.:
2

Oppdrag nr.:
415556

Dybde, z (m):
15.30

Tegnet/kontrollert lab:
kjt / vt

Tegning nr.:
RIG-TEG-451.2

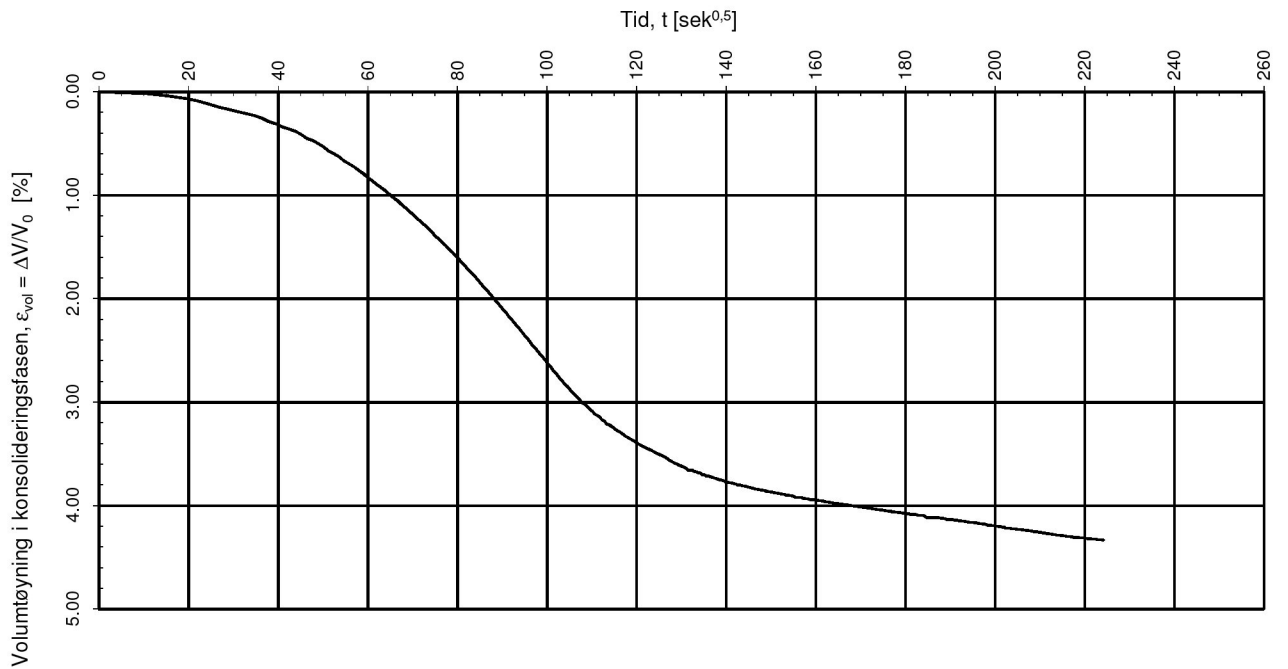
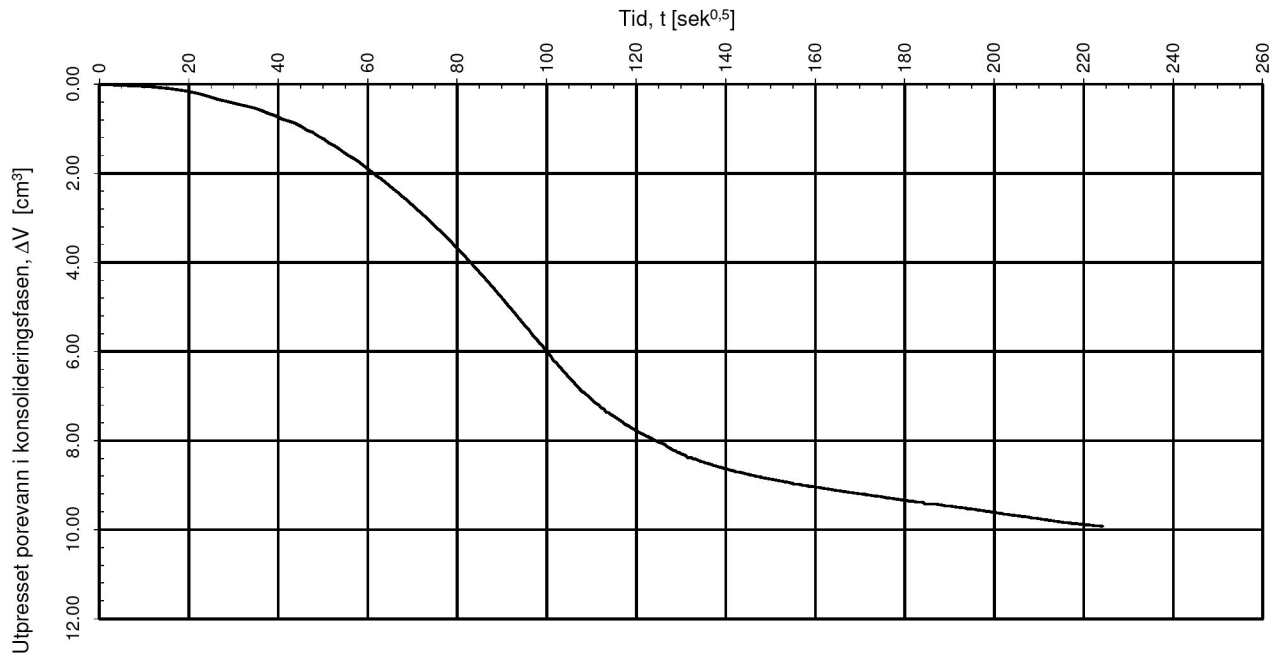
Borpunkt nr.:
2

Kontrollert:
KONK

Prosedyre:
CAUa

Godkjent:
ROS

Programrevisjon:
15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	247.70	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	156.89	$\Delta e/e_0$ (-): 0.12
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	4.33	
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0.93
Vanninnhold w_i (%):	22.60	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2.11

Trondheim kommune

Gang og sykkelbru Bjørndalen

Aktivt treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
05.02.2018

Forsøk nr.:
2

Oppdrag nr.:
415556

Dybde, z (m):
15.30

Tegnetkontrollert lab:
kjt / vt

Tegning nr.:
RIG-TEG-451.3

Borpunkt nr.:
2

Kontrollert:
KONK

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

415556-RIG-TEG-451-h2-d15,30m

Multi
consult

Godkjent:

ROS

Programrevisjon:

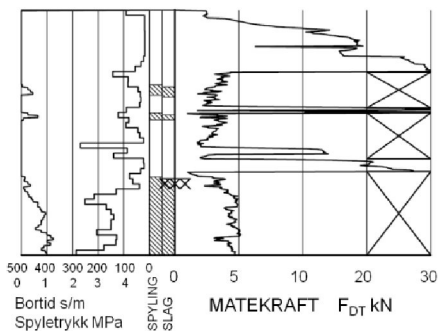
15.12.2014

BILAG 1

Geotekniske bilag - feltundersøkelser

(2 sider)

<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 0,50 0,75 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 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 10 15</p> <p>2 4 6 8 10 0,20 0,40 0,60 0,80</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 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.</p> <p>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>Borsynk i berg cm/min.</p> <p>10 15 20</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.

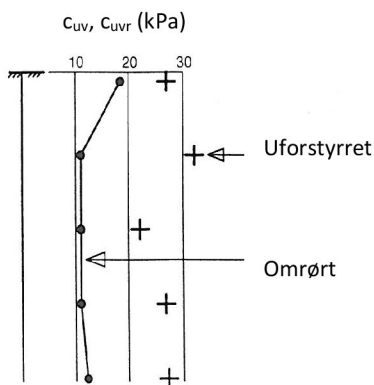
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (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):

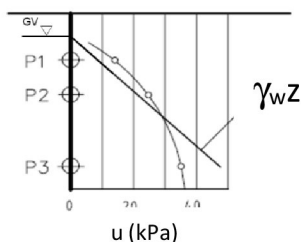
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der 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 stige høyde 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.

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieforsøk

(4 sider)

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

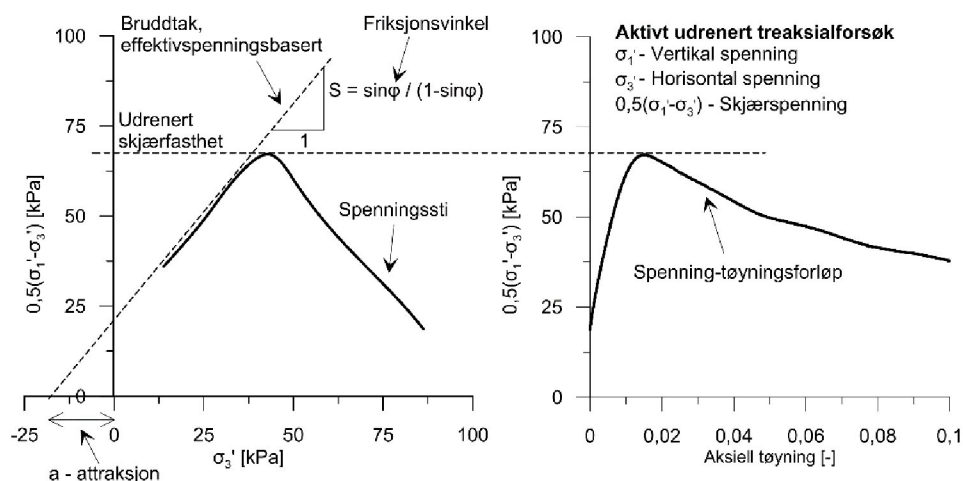
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet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

SKJÆRFASTHET

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

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \varphi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende 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}).

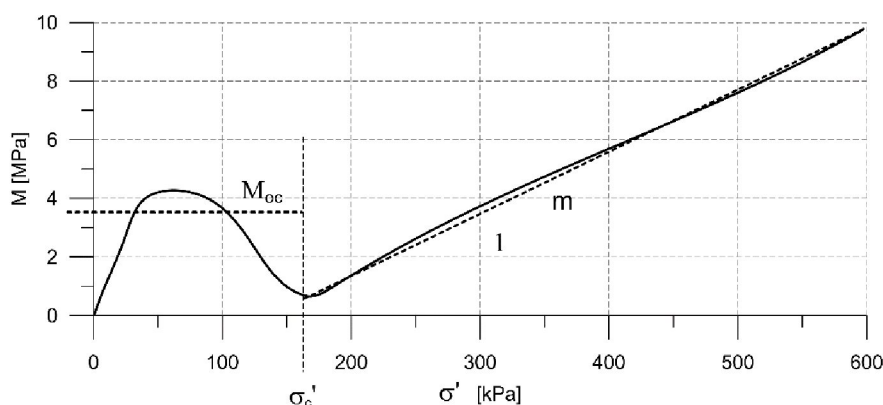


SENSITIVITET

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), 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

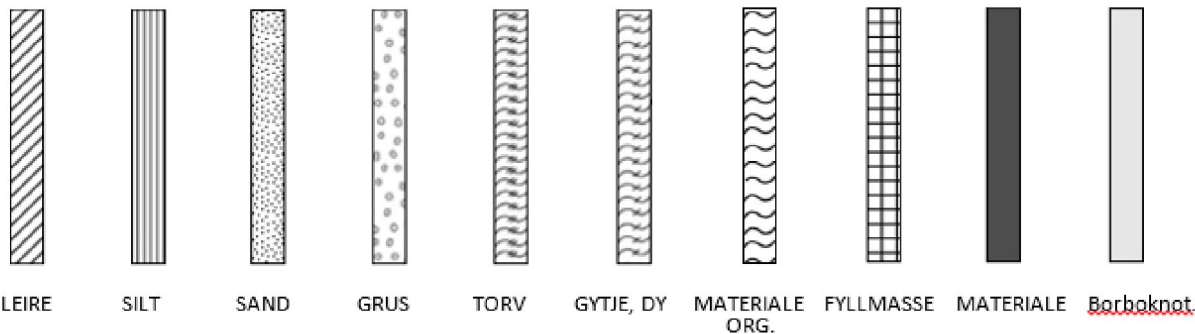
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr 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 maksimumsgrense 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 maksimumsgrense 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 $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

BILAG 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

(2 sider)

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
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
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
NS8015	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser