

Bok 4 nr. 24.



RAPPORT

# Grunnundersøkelser Trolltangen og Solheim

DATARAPPORT

DOK.NR. 20170438-01-R  
REV.NR. 1 / 2018-09-07

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



## Halden kommune

Kommunalområde teknisk  
Teknisk Forvaltning

Ågot Lovise Nilsen  
Solheimveien 30/32  
1791 TISTEDAL

Deres ref:	Vår ref:	Arkivkode:	Saksbehandler:	Dato:
	2016/1295-6	L12	Thor Egil Sætre,	22.04.2016

### — Grunnforhold Solheim boligfelt.

Vi viser til brev datert 22/2-2016.

Byggesak/ teknisk forvaltning har valgt å svare på din henvendelse i to separate brev. Dette fordi en del av spørsmålene berører byggesak og en annen del teknisk forvaltning

Vedrørende spørsmålene som gjelder teknisk forvaltning har vi følgende kommentarer:

- a. Det er avklart at Halden kommune vil gjennomføre geotekniske undersøkelser i området. Undersøkelsene er tenkt gjennomført i det området som er regulert til vei. Vi arbeider med å velge utfører samt få en pris på arbeidene.
- b. Vi vil også knytte noen kommentarer til de erfaringer vi har med grunnforholdene og til de tiltak som allerede er utført.  
Området er et kommunalt byggefelt som ble opparbeidet av entreprenør som ble valgt av Halden kommune etter avbudsprisippet. Undertegnede var involvert i arbeidene som prosjektleder og kan bekrefte at vann- og avløpsarbeidene ble gjennomført uten spunting- eller annen form for sikringsarbeider. Dette bør tyde på nogenlunde greie grunnforhold. Vann- og avløpsgrøftene virker som drengrøfter som er med på lede tidligere drengsvann vekk fra området.
- c. Det er i senere tid lagt en avskjærende drengrøft på oversiden av støyskjermen og i grøft langs Solheimveien 30. Begge disse drengrøftene ser ut til å fungere godt.
- d. Det er utbetalt erstatning til eier

Med hilsen

Thor Egil Sætre

---

**Postadresse:**  
Postboks 150, 1751 HALDEN  
**E-post:**

**Besøksadresse:**  
Storgata 7  
**Internett:**  
[www.halden.kommune.no](http://www.halden.kommune.no)

**Telefon:**  
69 17 45 00  
**Telefaks:**  
69 1800 58

**Bank:**  
5315.05.15218  
**Org.nr:**  
959 159 092

Mail fra TESØ Halden.net.

**Solheim tomtefelt** (kommunalt tomtefelt)

**Befaring onsdag 17.2.2016 kl 12.30**

Til stede: Fra kommunen:  
Thor Egil Sætre, Teknisk forvaltning

Fra Solheimveien 30/32 Boligsameie:  
Styret: Ågot L. Nilsen, Rune Harboe, Willy M. Nilsen

Fra Solheimveien 20:  
Inger-Marie Bragvin

**Anmerknings-punkter:**

- stort fuktighetsproblem på hele tomtefeltet
- vann piper ut på ett bestemt område i skråningen ovenfor nr 30, svært fuktig i skråningen, ved frost blir det issvull der vannet kommer ut det har også begynt å sive ut leire av store deler av skråningen
- 'innsjø' på området ovenfor 30 E og F, som er avsatt til vei til event fremtidig boligfelt på jordet til Korpås-gården
- vann siver ut i skråningen nedenfor nr 28, vest for carport-bygningen for nr 30, ved frost dannes det issvuller
- vann siver ut ved innkjørselen/gårdsrommet til nr 4 og renner nedover langs gangveien, ved frost blir et større område i innkjørselen islagt
- etter graving ved støyskjermingen har det begynt å piple vann ut av bakken på tomten til nr 20
- i leilighet 30F har det vært setninger, slik at dør(er) går igjen av seg selv
- har hørt lyder og merket bevegelse (observert av Nilsen i leil 30E)

Uttalelser fra personer som kjenner til området:

'skulle aldri vært bygget her' 'blir aldri tørt her' 'tidligere bekkefar på området'

**Måle vannmetningen, og sjekke stabiliteten i grunnforholdene.**



## Prosjekt

Prosjekttittel: Grunnundersøkelser Trolltangen og Solheim  
Dokumenttittel: Datarapport  
Dokumentnr.: 20170438-01-R  
Dato: 2018-08-28  
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2018-09-07

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Halden kommune  
Kontaktperson: Asle Berg  
Kontraktreferanse: Tilbud signert 12.05.2017, endringsordre, signert 16.02.2018

## før NGI

Prosjektleder: Kristine H. H. Ekseth  
Utarbeidet av: Kristine H. H. Ekseth  
Kontrollert av: Marius M. Søvik

## Sammendrag

NGI har på oppdrag fra Halden kommune utført grunnundersøkelser ved Trolltangen barnehage og ved Solheim kommunale tomtefelt. Halden kommune har i tillegg ønsket å gjennomføre grunnundersøkelser innenfor eiendommen 70/3.

Totalt er det gjennomført totalsonderinger i 12 borpunkt, utført CPTU-sonderinger i fire borpunkt, satt ned tre poretrykksmålere og tatt opp prøveserier i fem borpunkt. Prøveseriene er analysert i NGIs geotekniske løsmasselaboratorium der det ble foretatt standard rutineundersøkelser på alle sylindrerprøver.

Utførte grunnundersøkelser i Halden indikerer stedvis stor løsmassetykkelse av marine avsetning over morene og berg.

Foreliggende rapport inneholder resultater fra grunnundersøkelsene. Rapporten er en ren datarapport, dvs. tolkninger og analyser av grunnforholdene vil gjennomgå i senere rapporter.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Grunnundersøkelser</b>	<b>6</b>
2.1	Generelt	6
2.2	Totalsonderinger	7
2.3	Trykksonderinger (CPTU)	7
2.4	Poretrykksmålinger	7
2.5	Prøvetaking	8
<b>3</b>	<b>Laboratorieundersøkelser</b>	<b>8</b>
3.1	Generelt	8
3.2	Rutineundersøkelser	8

## Bilag

Bilag 1	Tegnforklaringer plan- og profiltegninger
---------	---

## Tegning

Tegning nr. 010	Borplan Solheim
Tegning nr. 011	Borplan Trolltangen

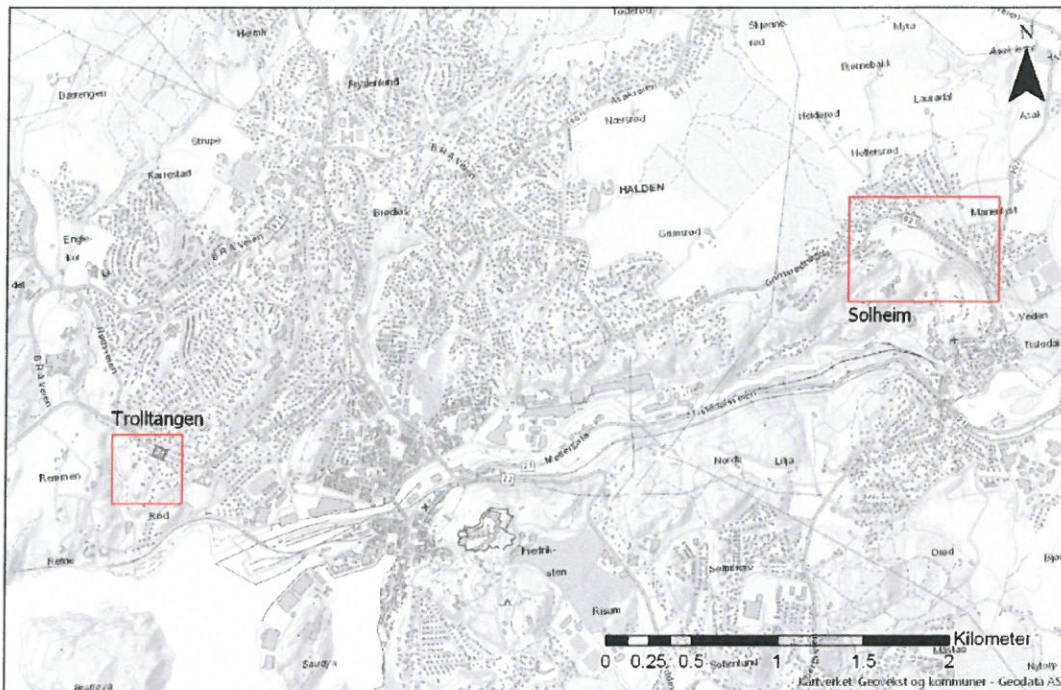
## Vedlegg

Vedlegg A	Totalsonderinger
Vedlegg B	CPTU-sonderinger
Vedlegg C	Poretrykksmålinger
Vedlegg D	Laboratorium og rutineundersøkelser

## Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

NGI har på oppdrag for Halden kommune utført grunnundersøkelser for Trolltangen barnehage og Solheim boligfelt i Halden kommune, se Figur 1.



Figur 1 Trolltangen barnehage og Solheim boligfelt, Halden kommune. Prosjektområder vist som rødt rektangel.

## 2 Grunnundersøkelser

### 2.1 Generelt

Grunnundersøkelsene er gjennomført i felt i periodene 12. – 16. juni og 7. – 12. september 2017. Bormannskapet har bestått av grunnborere fra NGI ved henholdsvis Pål Kristan Karstensen og Martin Akerholt samt Hugo Hendriksveen og Tor Overskeid. Det er under gjennomføringen av grunnundersøkelsene blitt brukt to stk. geotekniske borerigger (Geotech GM100).

Borpunktene er innmålt i koordinatsystemer EUREF 89, UTM sone 32, høydesystem NN2000. En oversikt over borpunkter med tilhørende sonderinger er vist i Tabell 1.

Borprogrammet er utarbeidet av NGI. Beliggenheten av utførte boringer kan sees på borplanene, Tegning 010 og 011.



Tabell 1 Oversikt over utførte grunnundersøkelser og tilhørende koordinater

Borpkt.	Koordinater			Metode			
	N-koord.	Ø-koord.	Høyde	TOT	CPTU	PR	PZ
1	6557649,5	639417,7	119,14	X			
2	6557561,1	639463,4	106,77	X			
3	6557621,4	639524,1	108,89	X	X	X	X
4	6557544,4	639544,6	101,05	X		X	
5	6557498,9	639518,0	98,47	X	X	X	X
6	6557515,0	639629,7	97,31	X			
7	6557578,0	639678,8	101,34	X			
8	6557463,8	639806,6	98,50	X			
9	6557455,3	639714,6	94,31	X	X	X	X
10	6556197,4	635214,7	43,04	X			
11	6556175,7	635153,3	42,48	X	X		
12	6556233,0	635161,2	44,18	X		X	X

TOT=Totalsondering, CPTU=Trykksondering, PR=Prøvetaking, PZ=Piezometer

## 2.2 Totalsonderinger

Det er totalt utført totalsonderinger i 12 borpunkt, ref. Tabell 1, for å kartlegge grunnens relative fasthet, mulige laggrensener samt dybde til berg. For sikker bergpåvisning er det vanlig prosedyre å bore 3 meter inn i berg. I borpunkt 7 ble det brudd i borstengene på ca. 55 m dybde under terreng.

Resultatene av totalsonderingene er vist som enkeltboringer i Vedlegg A.

## 2.3 Trykksonderinger (CPTU)

Det er utført CPTU-sondering i fire borpunkt. Formålet med CPTU-sonderingene er en mer nøyaktig kartlegging av laggrensener og som grunnlag for bestemmelse av geotekniske jordparametere, spesielt leiras skjærfasthet.

Resultatene fra CPTU-sonderingen er vist som enkeltboringer i Vedlegg B.

## 2.4 Poretrykksmålinger

Det er i fire borpunkt installert poretrykksmålere av typen Geotech PVT med minne. I hvert av borpunktene er det satt ned poretrykksmålere i ett nivå, se Tabell 1. Poretrykksmålere brukes for å måle poretrykket i grunnen. Dette brukes til beregninger av in-situ spenninger og estimering av grunnvannstand.

Resultater fra poretrykksmålinger er vist i Vedlegg C.

Tabell 2 Oversikt over poretrykksmålinger

Borpunkt	Målernr.	Poretrykksmålinger, dybde
3	11709	14,0
5	11711	8,0
9	11636	20,0
12	11710	8,0

## 2.5 Prøvetaking

Det er tatt opp uforstyrrede prøveserier i fem borpunkt på (fire på Solheim og ett ved Trolltangen). For å sikre best mulig kvalitet på prøvene er det benyttet Geonor Ø72 mm prøvetaker med stålsylindre.

Det ble tatt opp totalt 13 sylinderprøver i borpunktene 3, 4, 5, 9 og 12. En oversikt over prøvetakingsintervaller er vist i Tabell 2.

Tabell 3 Oversikt over opptatte sylinderprøver

Borpunkt	Sylinderprøver				
	1	2	3	4	5
3	4,0 - 4,8	5,0 - 5,8			
4	3,0 - 3,8	4,0 - 4,8			
5	3,0 - 3,8				
9	2,0 - 2,8	4,0 - 4,8	16,0 - 16,8	18,0 - 18,8	22,0 - 22,8
12	7,0 - 7,8	8,0 - 8,8	9,0 - 9,8		

Etter prøvetaking ble prøvene videresendt til NGIs laboratorium i Oslo for nærmere analyse.

## 3 Laboratorieundersøkelser

### 3.1 Generelt

Alle opptatte prøver er analysert i NGI sitt laboratorium i Oslo. Laboratorieprogram ble utarbeidet av NGI. Det er gjennomført rutineundersøkelser på 13 prøvesylindre fra fem borpunkt – punkt 3, 4, 5, 9 og 12.

### 3.2 Rutineundersøkelser

Det er utført standard rutineundersøkelser på alle sylinderprøver. Rutineundersøkelsene innebærer prøveåpning med visuell materialbeskrivelse, bestemmelse av naturlig vanninnhold ( $w$ ), romvekt ( $\gamma$ ) og skjærfasthet  $c_u$  ved konus- og enaksiale trykkforsøk.

samt sensitivitet ( $S_t$ ) ved konusforsøk. Det er også gjort bestemmelse av plastisitetsgrenser ( $w_P + w_L$ ) og kornfordeling.

Resultatene fra rutineundersøkelsene er presentert i borprofil i Vedlegg D.

### Plantegninger

Symbol	Metode	Symbol	Metode
○	Enkel sondering	▽	Trykksondering (CPTU)
●	Dreiesondering	⊖	Poretrykksmåling
◐	Dreietrykksondering	■	Setningsmåling
▼	Ramsondering	□	Helningsmåling
☆	Fjellkontrollboring	⊗	In situ permeabilitetsmåling
⊕	Totalsondering	⊙	Prøveserie
+	Vingeboring	□	Prøvegrop

#### Nivåer og dybder (m)

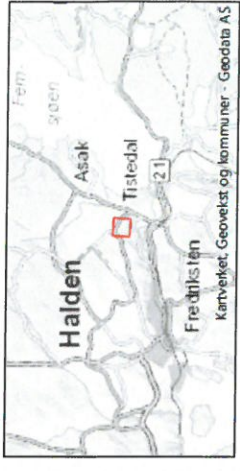
$118 \star \begin{matrix} 12,8 \\ -5,7 \end{matrix} 18,5+3,0$	Foran symbol:	Punkt nr. (118)
	Over linjen:	Kote terreng (12,8) eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann
	Ut for linjen:	Boret dybde i løsmasser (18,5) + boret dybde i fjell (+3,0).
	Under linjen:	Kote antatt fjell (-5, 7). Antas at fjell ikke er påtruffet angis ∞.

### Profiltegninger

Konturlinjer		Berg		
	Terreng		Berg	
	Vannstand		Grunnvannspeil	

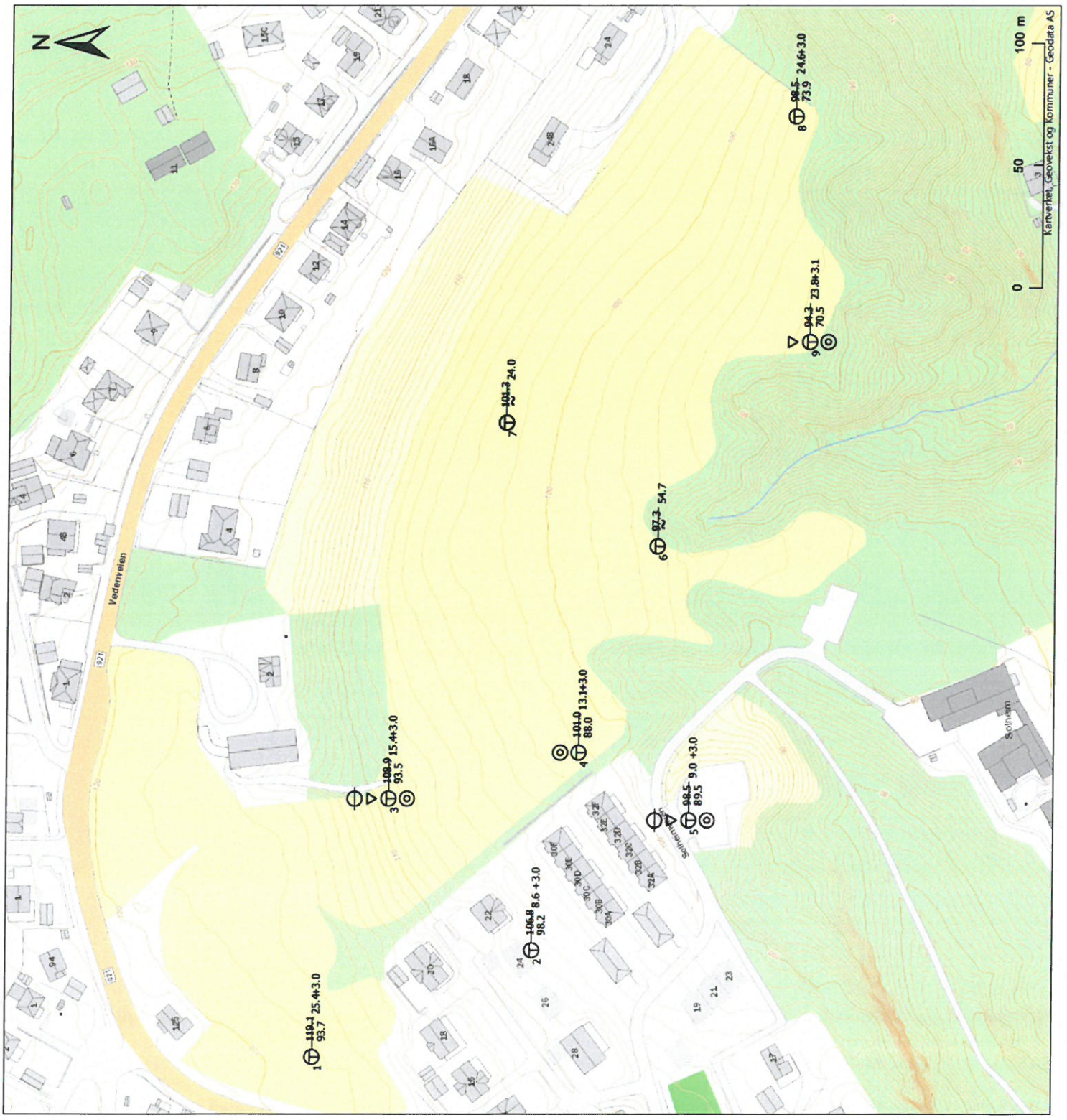
Avslutning av boring		Antatt berg		Antatt stein, blokk eller fast grunn		Boret i berg	
	Boring avsluttet (årsak ikke angitt)		Antatt stein, blokk eller fast grunn		Boret i berg		Boret i berg
	Antatt berg		Boret i berg		Boret i berg		Boret i berg



### Tegnforklaring

### Grunnundersøkelser

- ⊙ Prøvepunkt
- ▽ CPT
- ⊕ Totalsondering
- ⊖ Poretrykksmåling

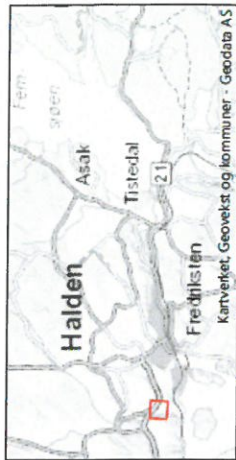


### Grunnundersøkelser Halden

Borplan  
Solheim

Dato	Utlært	Kontrollert	Godkjent
27.08.2018	KEK	MMS	KEK
Oppgave formål og målestokk	Kartprosjekt		
A3 1:1 500	ETRS 1989 NTM Zone 10		
Prosjektnr.	Tekstnr.	Rev.	0
20170438	010	0	0
NORGE'S GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 394, Lunde Allé, 0404 ØSLO Ingeniørnr. 72 Tlf. 22 02 20 00 Fax. 22 24 04 48 www.ngi.no			

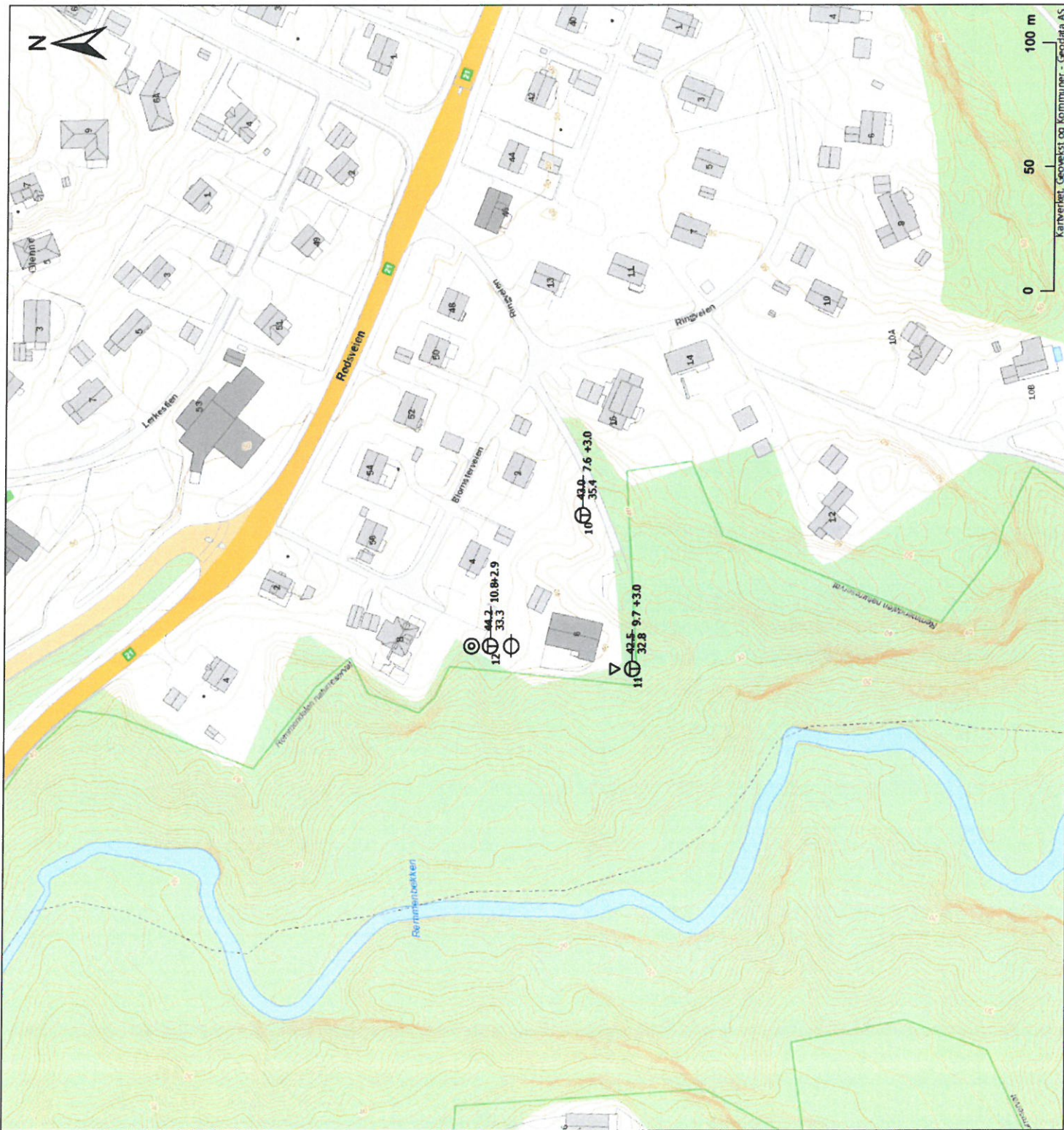




### Tegnforklaring

#### Grunnundersøkelser

- ⊙ Prøvepunkt
- ▽ CPT
- ⊕ Totalsondering
- ⊖ Poretrykksmåling



### Grunnundersøkelser Halden

Borplan  
Trolltangen

Dato	Utørt	Korrigert	Godkjent
27.08.2018	KEK	MMS	KEK
Original form og målestokk	Kartprojeksjon		
A3 1:1 500	ETRS 1989 NTM Zone 10		
Prosjektnr.	Kontnr.	Rev.	
20170438	011	0	

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3000 Oslo, 0403 OSLO  
Telefon: 22 22 22 22  
www.ngi.no



# Vedlegg A

## TOTALSONDERINGER

### Innhold

A1 Metode	2
A2 Resultater	2
A3 Referanser	2

### Figurer

Figur A1 – A13

Totalsonderinger 1 - 12

## A1 Metode

Metoden benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn eller berg.

Metoden regnes for å gi sikker bergpåvisning ved boring 3 m inn i berg.

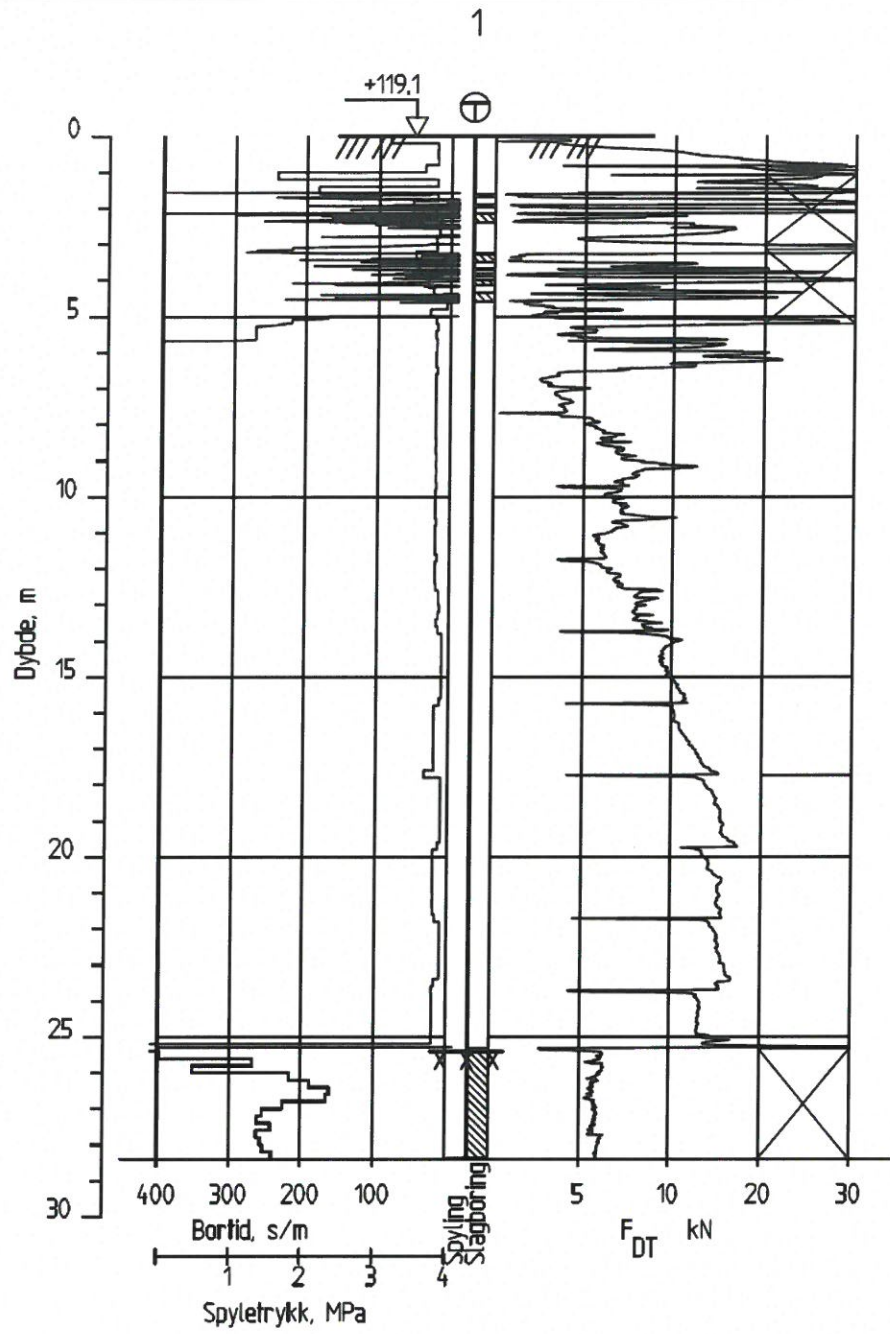
## A2 Resultater

Resultater er vist som enkeltboringer på Figur A1 – A13.

## A3 Referanser

- /A1/ Veiledning for utførelse av totalsondering.  
Melding nr. 9, Norsk geoteknisk forening.
- /A2/ Håndbok R211, Feltundersøkelser  
Statens vegvesen, august 1997.





# Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

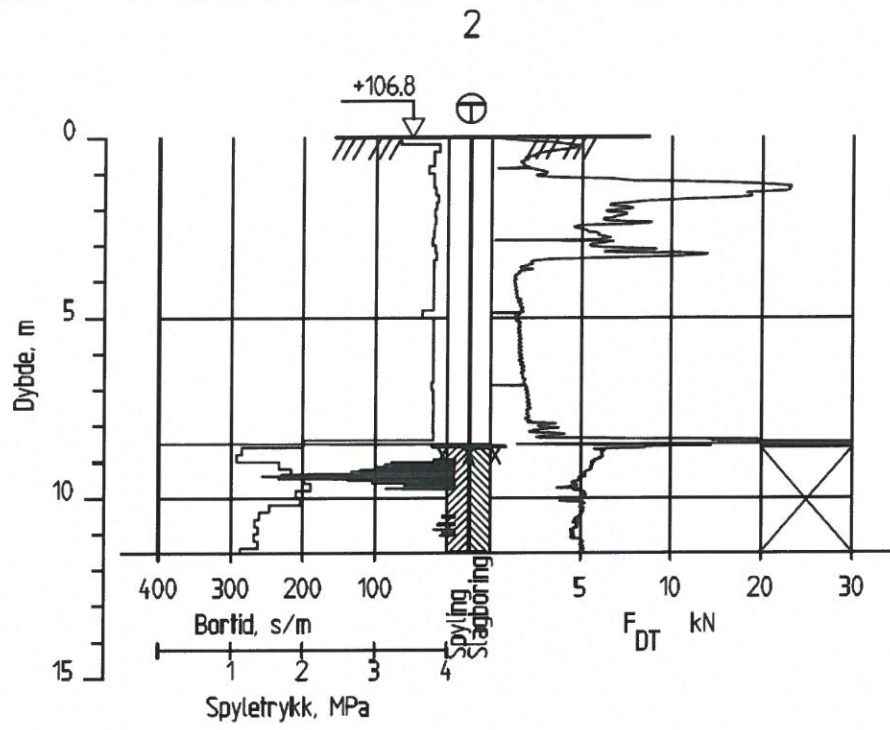
Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato, 26.01.2018    Figur nr. A1

Tegn. TS    Kontr. HHe    Godkj. TrV

Borhull 1  
Posisjon: X 1126820.92 Y 153617.53    Dato boret :16.06.2017





## Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

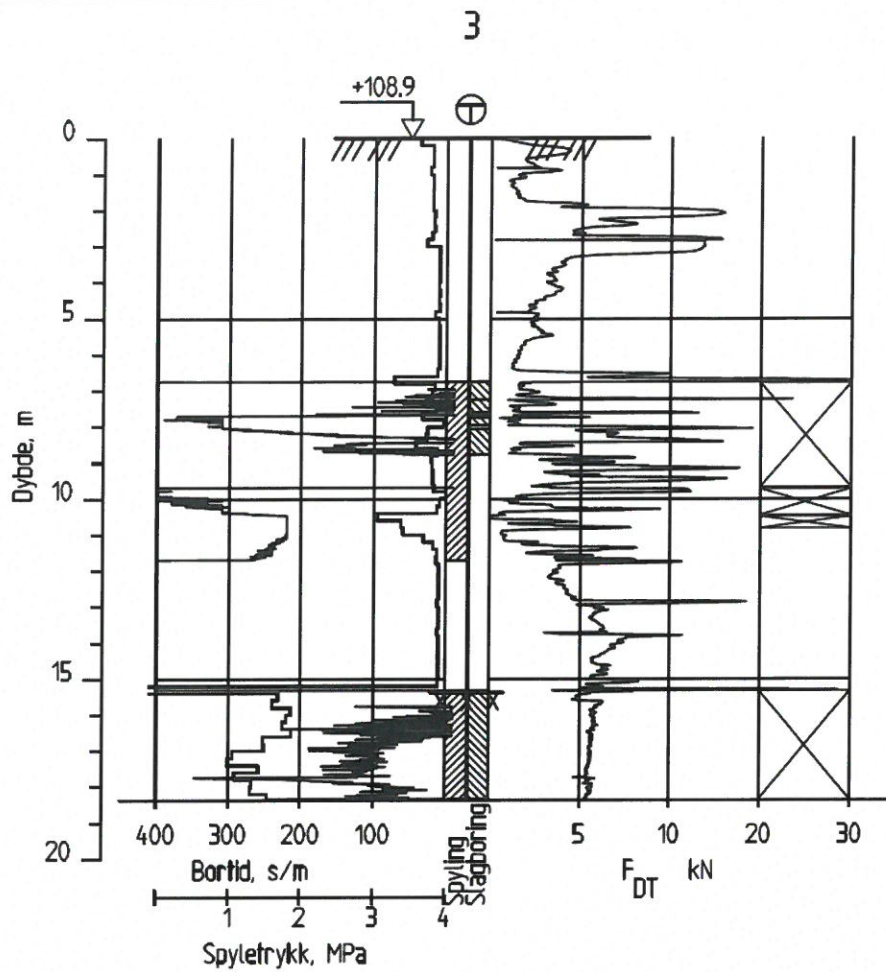
Dato: 26.01.2018    Figur nr.  
A2

Tegn. TS    Kontr. HHe    Godkj. TrV

Borhull 2  
Posisjon: X 1126731.55 Y 153661.20

Dato boret :13.06.2017





Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.

20170438-01-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato  
26.01.2018

Figur nr.  
A3

Tegn.  
TS

Kontr.  
HHe

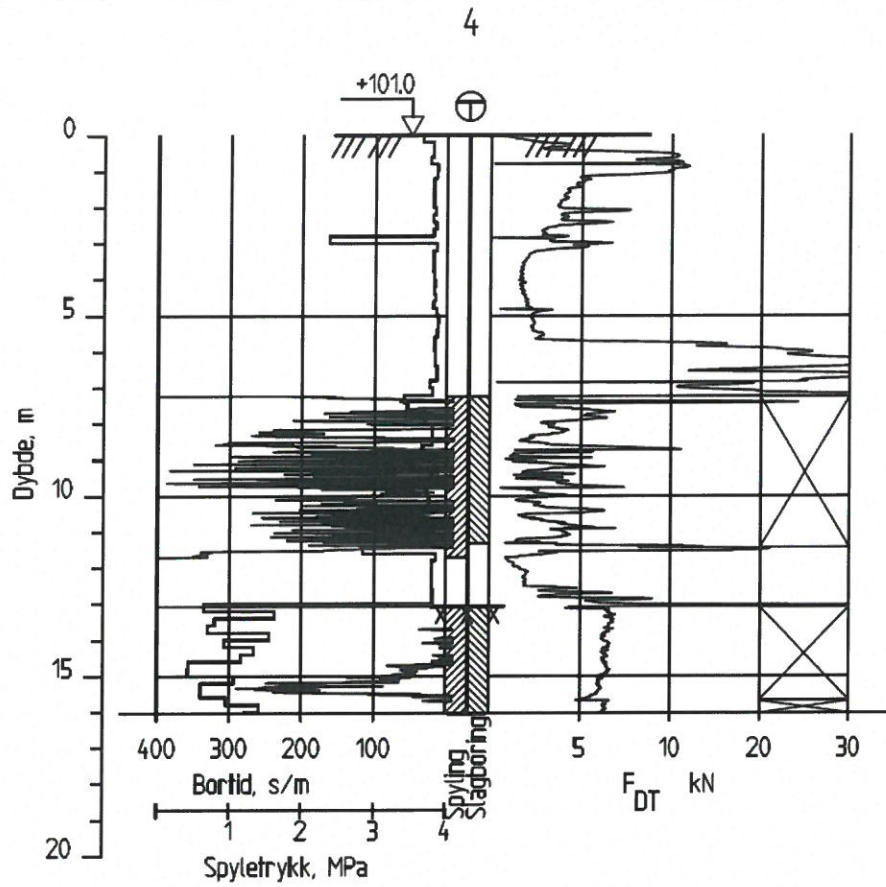
Godkj.  
TrV

Borhull 3

Posisjon: X 1126790.48 Y 153723.24

Dato boret :14.06.2017

**NGI**



Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.

20170438-01-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato  
26.01.2018

Figur nr.  
A4

Tegn.  
TS

Kontr.  
HHe

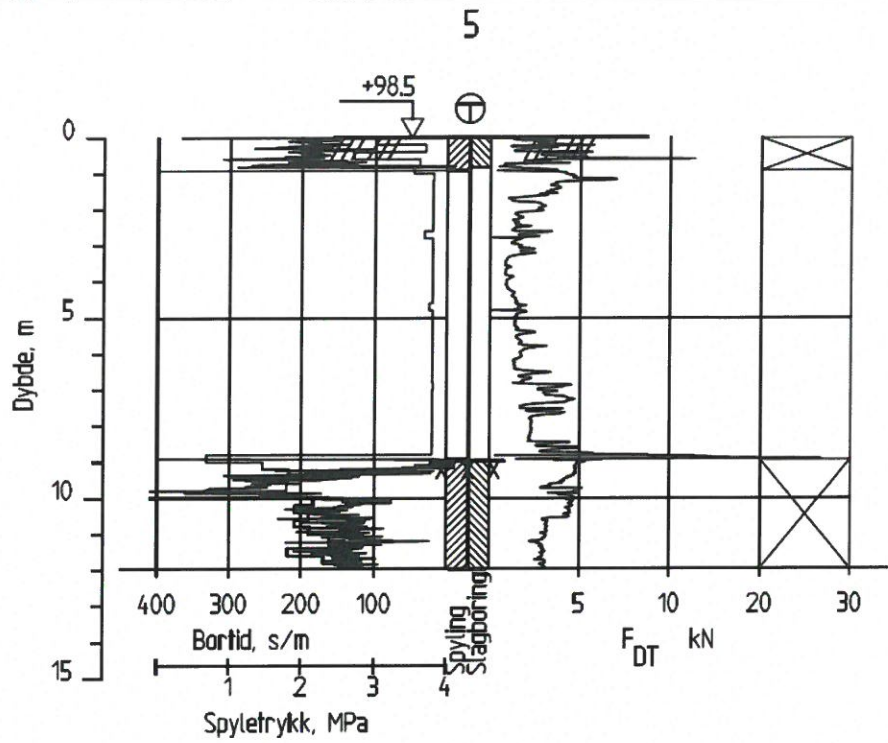
Godk.j.  
TrV

Borhull 4

Posisjon: X 1126713.02 Y 153742.07

Dato boret :14.06.2017

**NGI**



Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.

20170438-01-R

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato  
26.01.2018

Figur nr.  
A5

Tegn.  
TS

Kontr.  
HHe

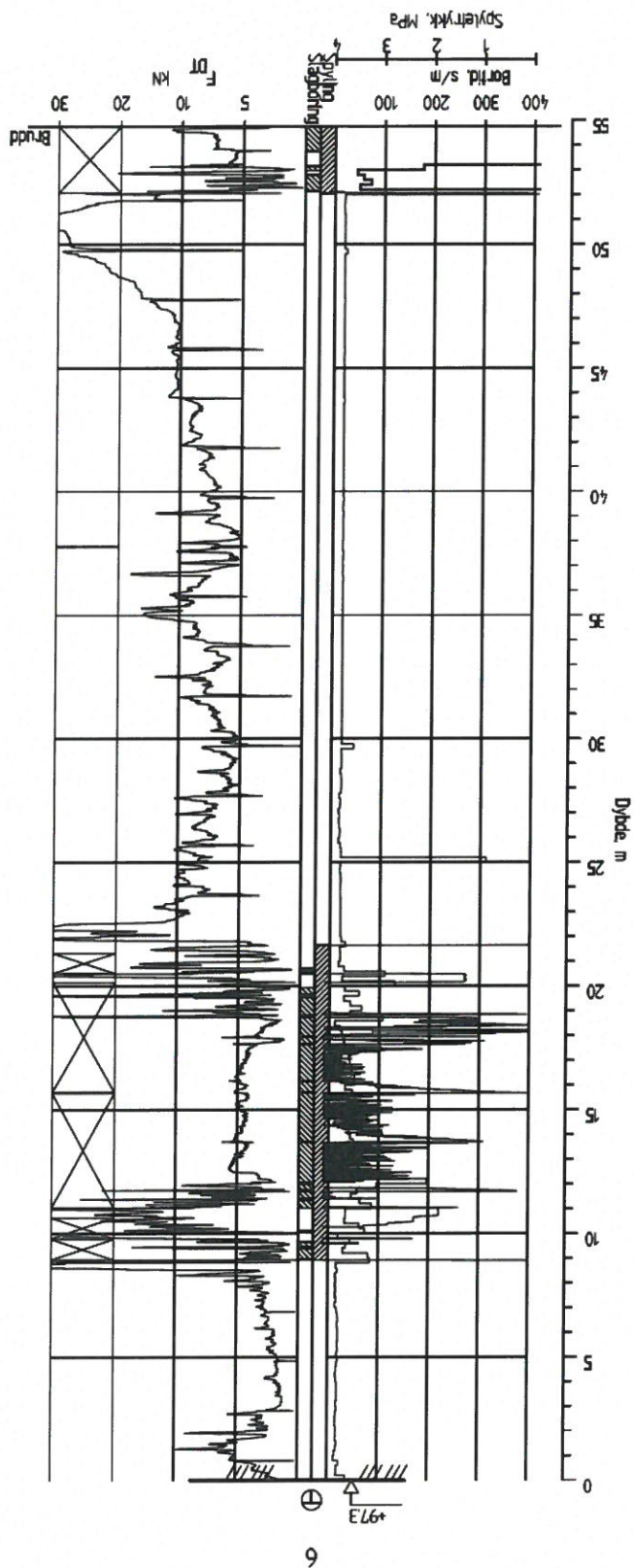
Godkj.  
TrV

Borhull 5

Posisjon: X 1126668.05 Y 153714.38

Dato boret :13.06.2017

**NGI**

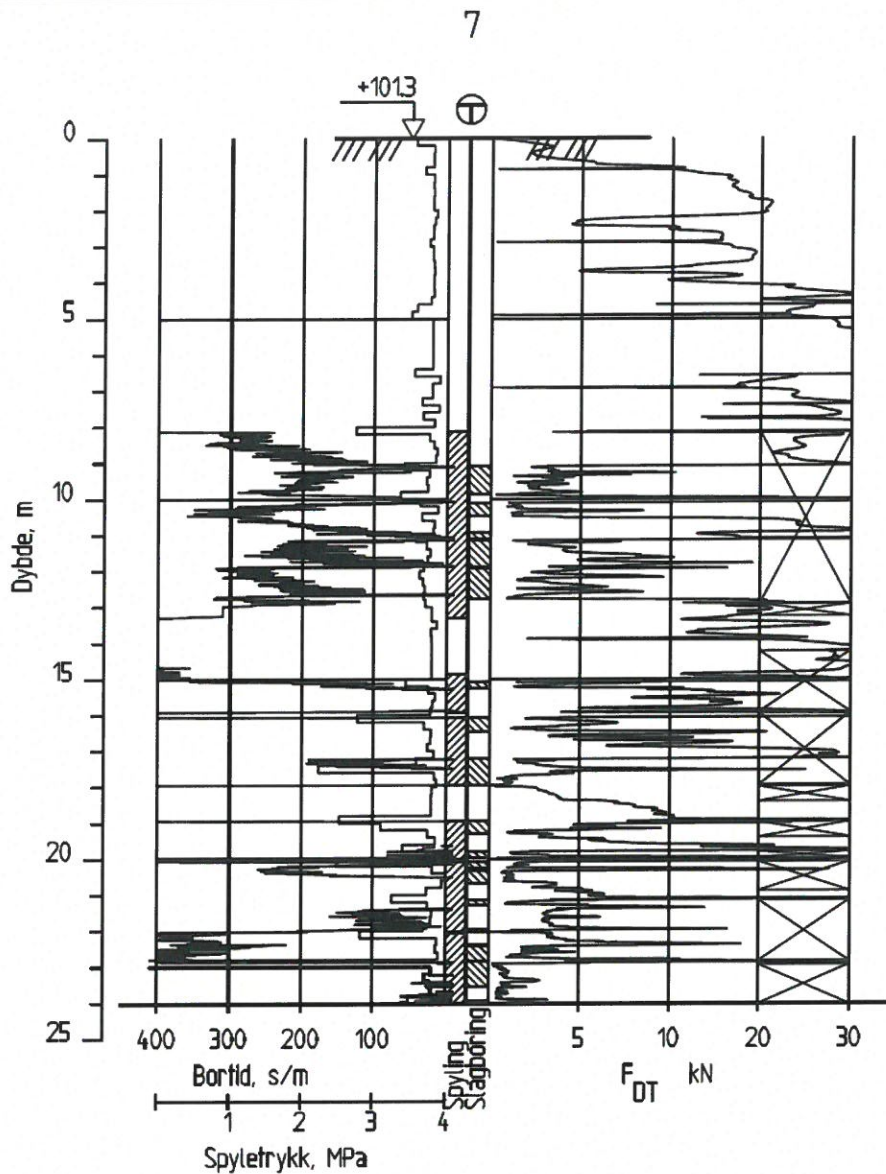


**Halden, Solheim og Trollhagen**

Totalsondering  
M = 1 : 200

Bor hull 6  
Posisjon X 1126681.65 Y 153826.44      Dato boret : 14.06.2017

Report nr. 20170438-01-R	Figur nr. A6	NGI
Dato 26.01.2018	Geof. nr. 114	
Trag. TS	Kontroll HFE	Geof. nr. 114



## Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.

20170438-01-R

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato  
26.01.2018

Figur nr.  
A7

Tegn.  
TS

Kontr.  
HHe

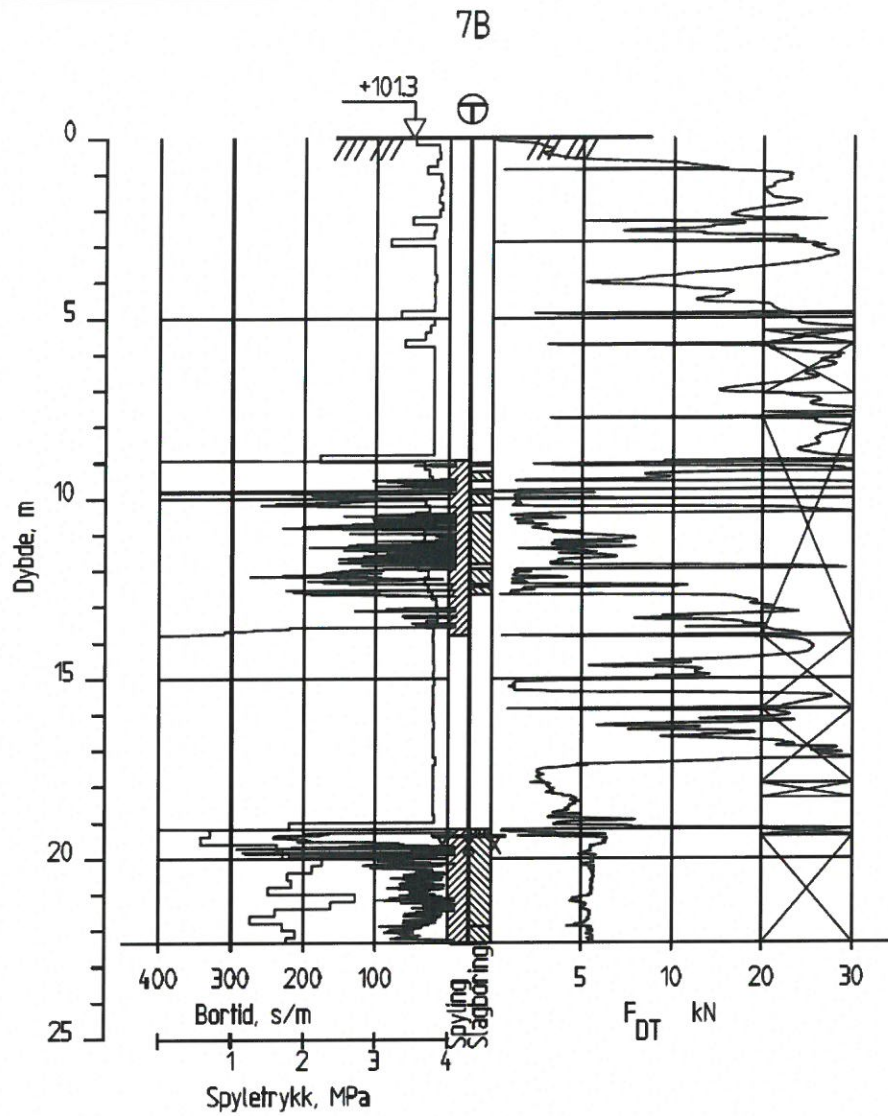
Godkj.  
TrV

Borhull 7

Posisjon: X 1126743.52 Y 153876.99

Dato boret :15.06.2017

**NGI**



## Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato, 26.01.2018    Figur nr.  
A8

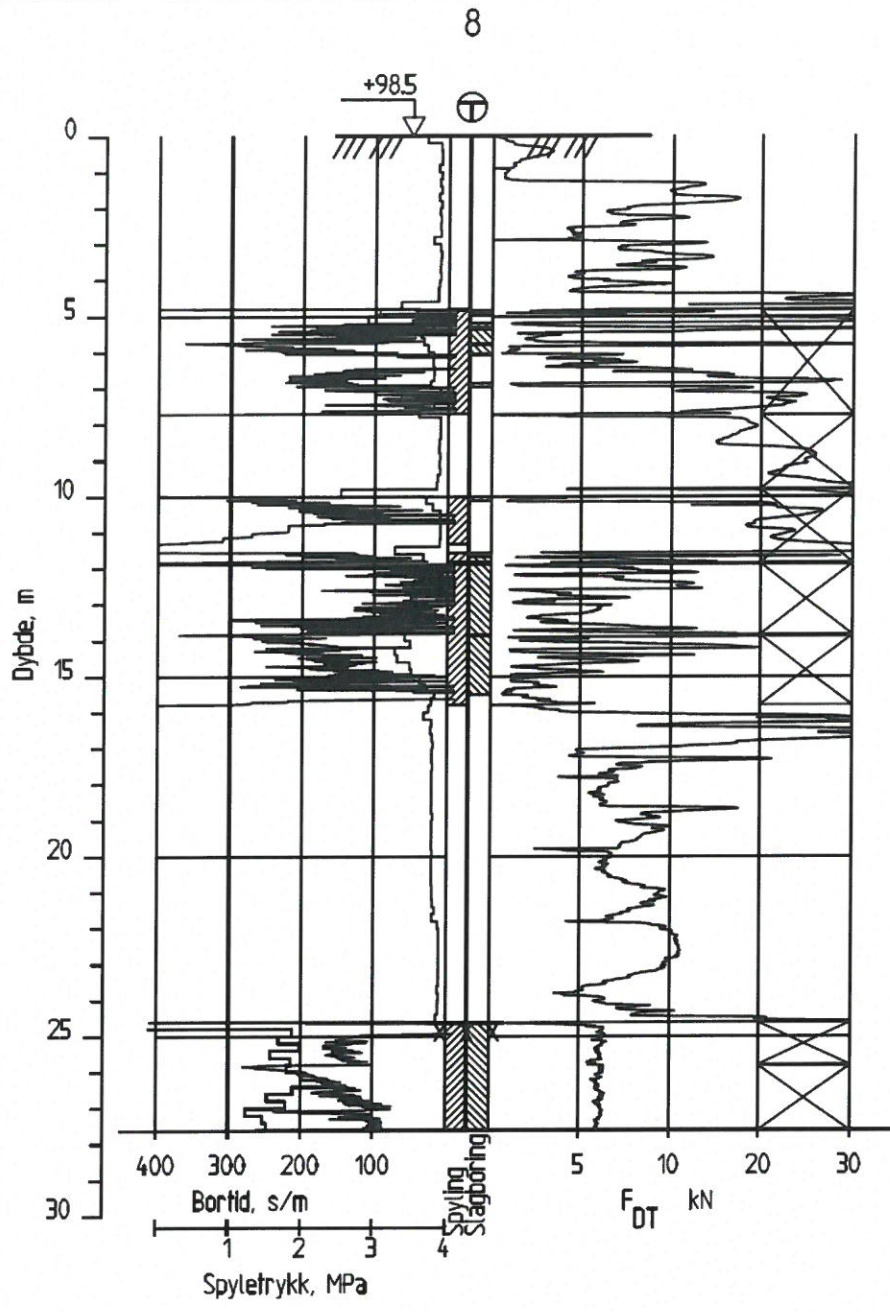
Tegn., TS    Kontr., HHe    Godkj., TrV

Borhull 7B  
Posisjon: X 1126743.52 Y 153876.99

Dato boret :16.06.2017







# Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato.  
26.01.2018

Figur nr.  
A9

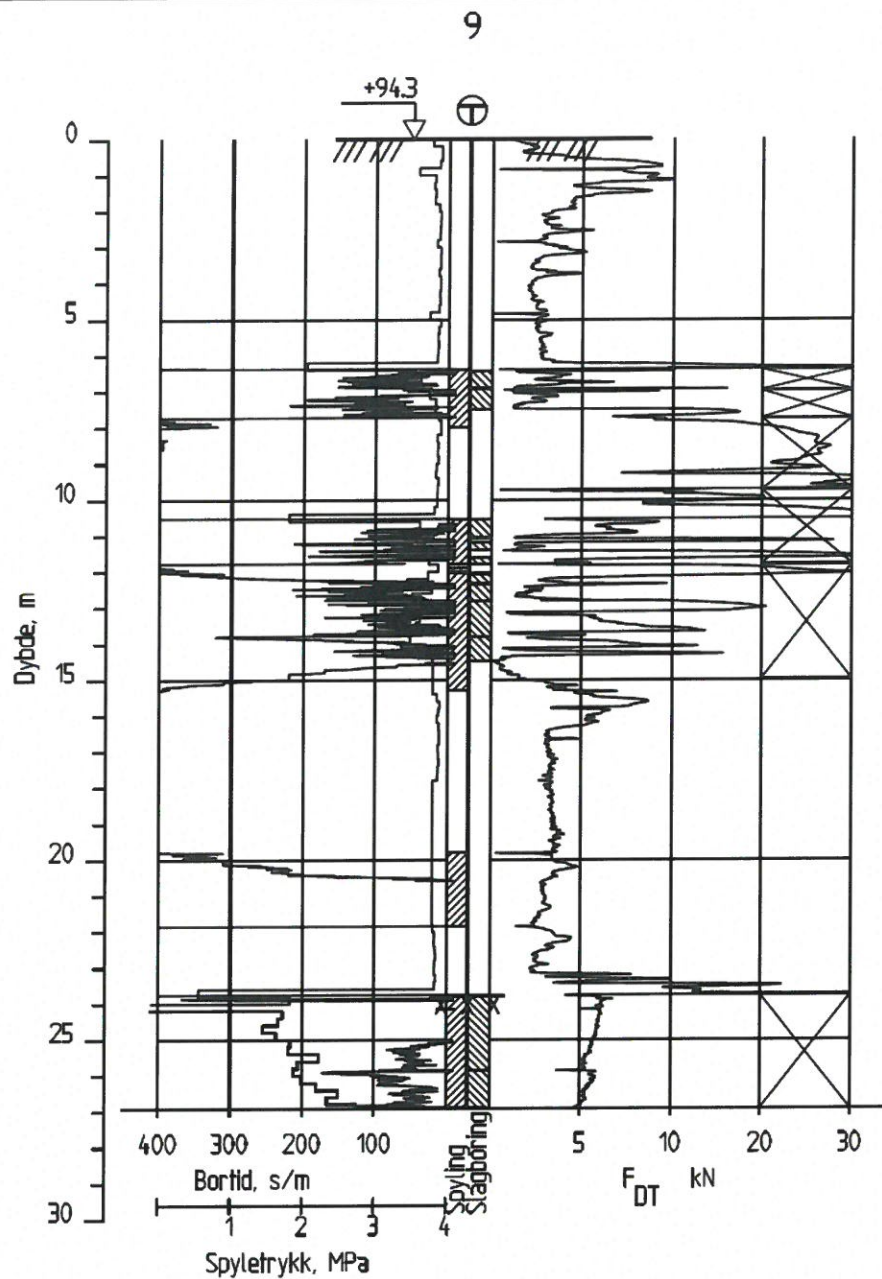
Tegn.  
TS

Kontr.  
HHe

Godkj.  
TrV

Borhull 8  
Posisjon: X 1126626.47 Y 154002.22      Dato boret :15.06.2017





Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

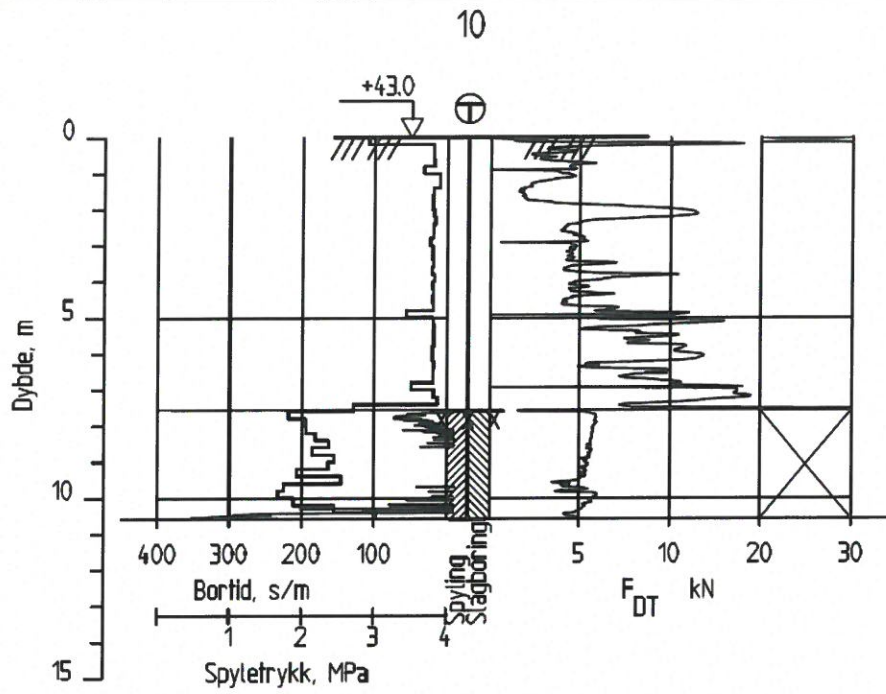
Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato, 26.01.2018      Figur nr. A10

Tegn. TS      Kontr. HHe      Godkj. TrV

Borhull 9  
Posisjon: X 1126620.02 Y 153910.08      Dato boret :15.06.2017





# Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato  
26.01.2018

Figur nr.  
A11

Tegn.  
TS

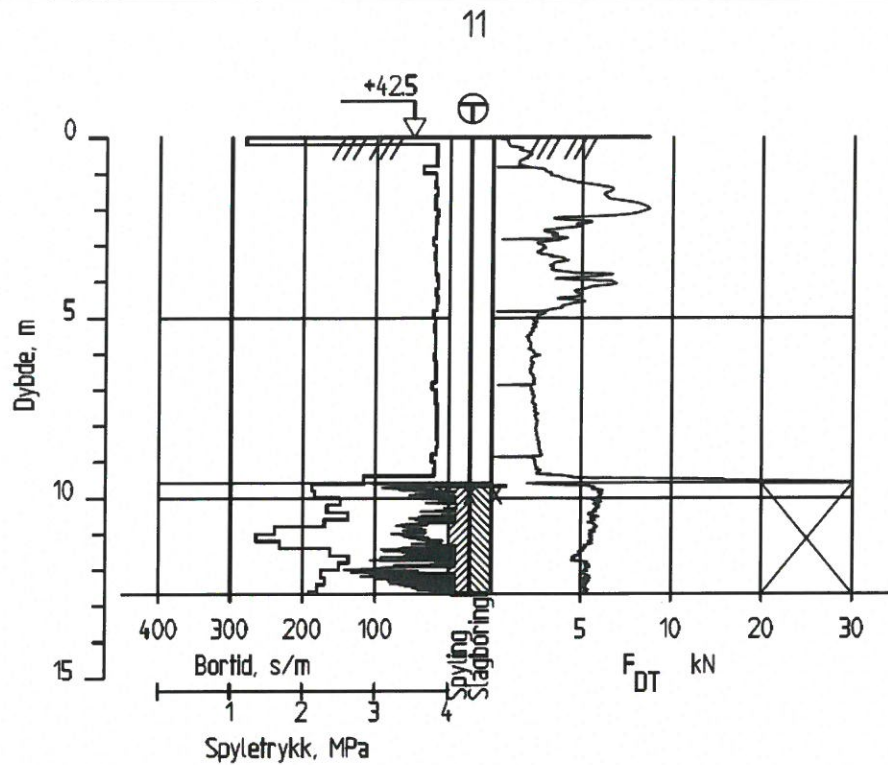
Kontr.  
HHe

Godk.j.  
TrV

Borhull 10  
Posisjon: X 1125463.33 Y 149382.06

Dato boret :13.06.2017





Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato  
26.01.2018

Figur nr.  
A12

Tegn.  
TS

Kontr.  
HHe

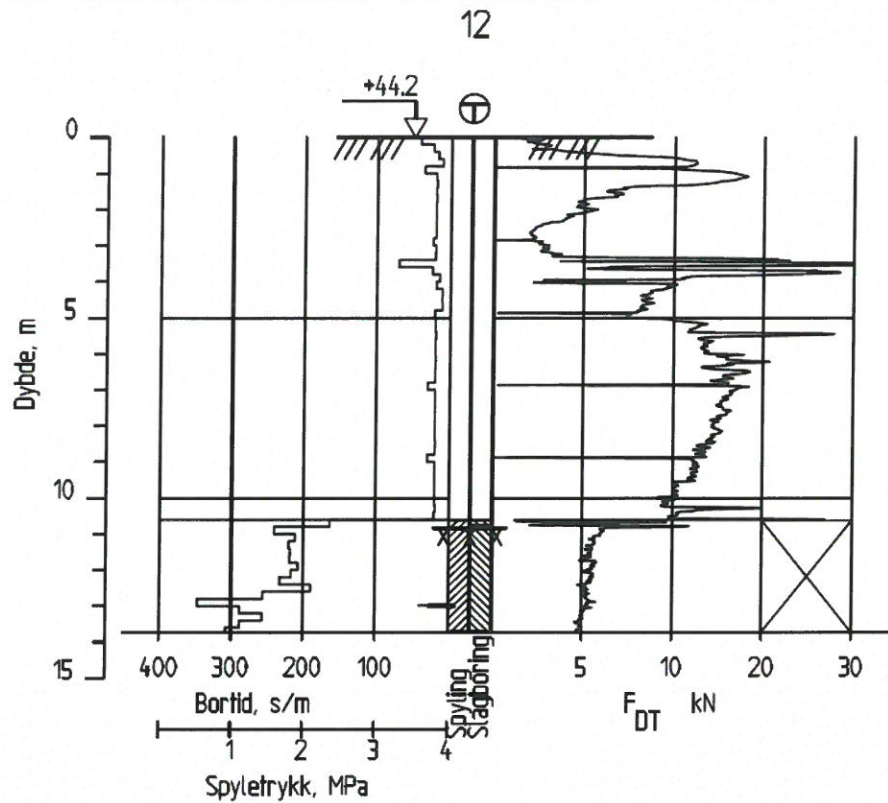
Godkj.  
TrV

Borhull 11

Posisjon: X 1125443.03 Y 149320.17

Dato boret :12.06.2017

**NGI**



Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato, 26.01.2018 Figur nr. A13

Tegn. TS Kontr. HHe Godk.J. TrV

Borhull 12  
Posisjon: X 1125500.18 Y 149329.41

Dato boret :13.06.2017

**NGI**

# Vedlegg B

## CPTU-SONDERINGER

### Innhold

<b>B1 Metode</b>	<b>2</b>
<b>B2 Utstyr</b>	<b>2</b>
<b>B3 Resultater</b>	<b>2</b>
<b>B4 Referanser</b>	<b>2</b>

### Bilag

Bilag B1      Kalibreringsark, sonde 50660

### Figurer

Figur B1-B4      CPTU-sonderinger

## B1 Metode

Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) benyttes for å tolke lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens styrkeegenskaper.

Under nedpressingen måles trykket ( $q_c$ ) mot den koniske spissen og sidefriksjonen ( $f_s$ ) mot friksjonshylsen. I tillegg måles poretrykket ( $u$ ) på en eller flere steder langs sondens overflate.

## B2 Utstyr

CPTU-sonderingen er utført med sonde av typen ENVI Memocone, data for sonden er gjengitt i Tabell 1. Kalibreringsark for sonden er vist i Bilag B1.

Tabell 1 Data for CPT-sonder

Type	Sondennummer	Arealfaktor
ENVI Memocone II	50660	0.70

## B3 Resultater

Resultatet er vist som enkeltboring på Figur B1-B4.

## B4 Referanser

- /B1/ Veiledning for utførelse av trykksondering  
Melding nr. 5, Norsk Geoteknisk Forening, 1982  
Rev. Nr.3, 2010
- /B2/ Håndbok 211. Feltundersøkelser  
Statens Vegvesen, august 1997.

# Kalibreringscertifikat

Environmental Mechanics AB intygar att CPT sonden av typ Memocone, med det serienummer som anges nedan, har blivit kalibrerad i vårt laboratorie samt passerat vår kvalitetskontroll.

Serienummer:	50660	Visad last/crosstalk:	
Kalibreringsdatum:	01-sep-2016	Q när F lastas:	0.0 %FSO
Max tillåten belastning:	50 kN	F när Q lastas:	<0.3 %FSO
Area faktor:	a=0.70b=0.004	U när Q lastas (Q<=7MPa):	<0.2 %FSO

ISO 22476-1 användningsklass 1 godkännande



ASTM D 5778 godkännande



ISO 22476-1 användningsklass 0 godkännande

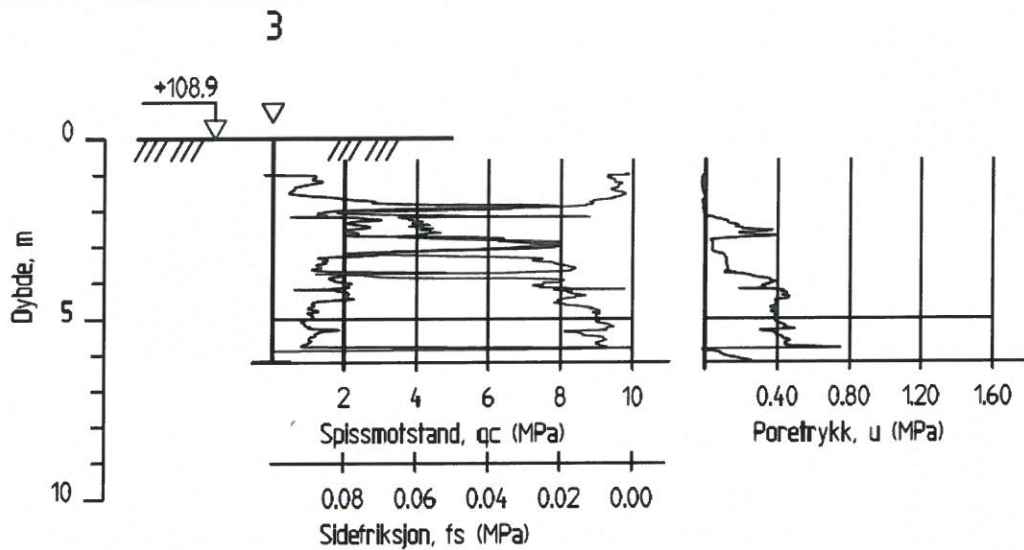


Envi 

**Envi**   
Environmental Mechanics AB  
Kungegårdsgatan 7  
S-441 57 Alingsås  
SWEDEN

  
.....





Halden, Solheim og Trollhagen

Report nr.  
20170438-01-R

CPT-sondering  
M = 1 : 200

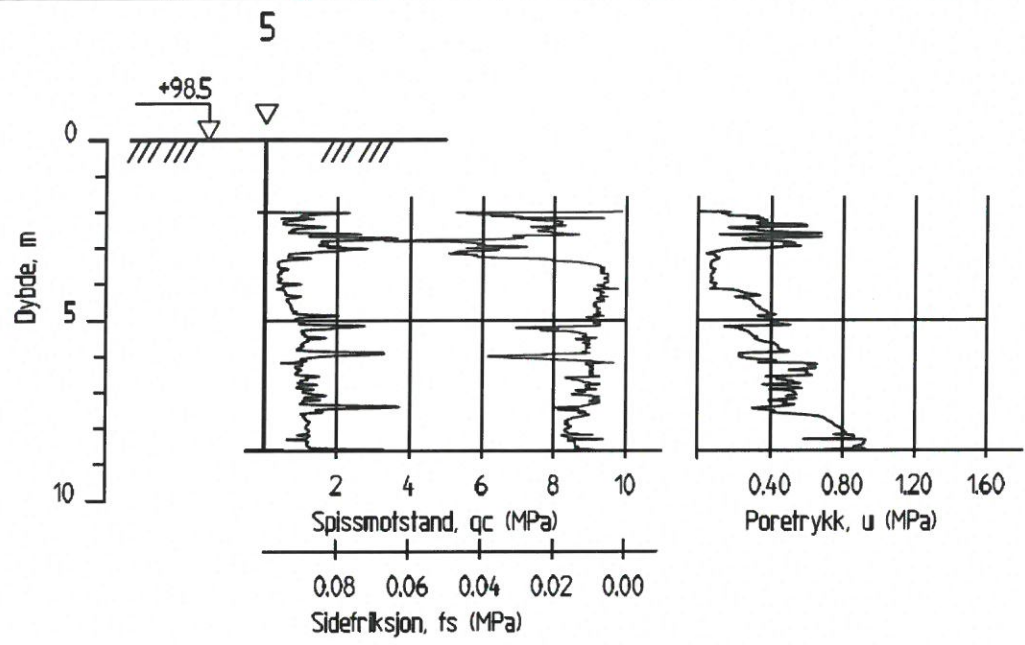
Dato, 26.01.2018      Figur nr. B1

Tegn. TS      Kontr. HHe      Godkj. TrV

Borhull 3  
Posisjon: X 1126790.48 Y 153723.24

Sonde nr.:  
Dato boret :14.06.2017





# Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

CPT-sondering  
M = 1 : 200

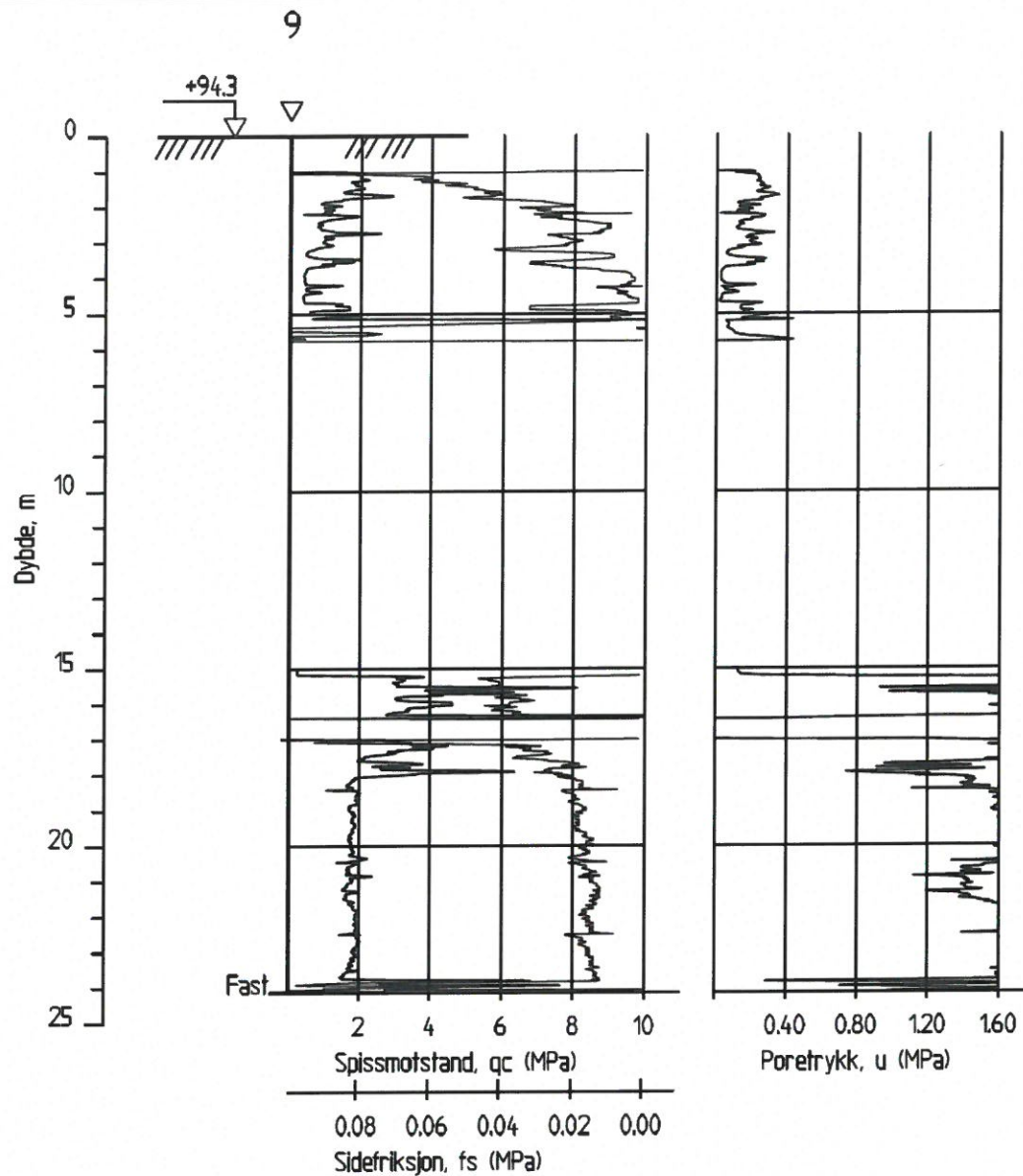
Dato, 26.01.2018      Figur nr. B2

Tegn. TS      Kontr. HHe      Godkj. TrV

Borhull 5  
Posisjon: X 1126668.05 Y 153714.38

Sonde nr.:  
Dato boret :13.06.2017





Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Dato, 26.01.2018

Figur nr.  
B3

Tegn.  
TS

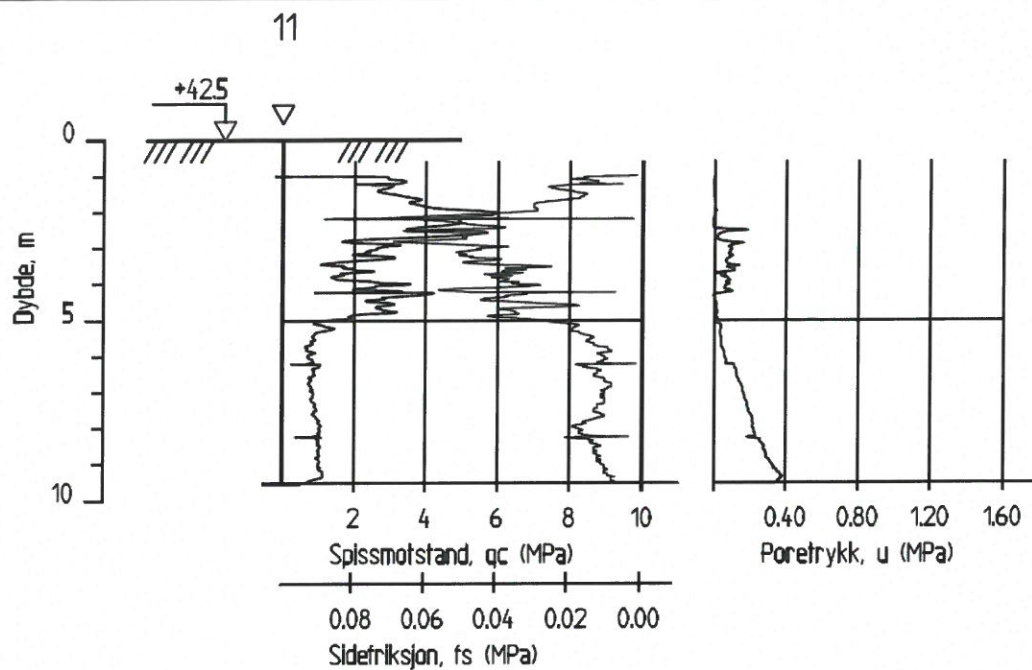
Kontr.  
HHe

Godk.  
TrV

Borhull 9  
Posisjon: X 1126620.02 Y 153910.08

Sonde nr.:  
Dato boret :19.06.2017

NGI



Halden, Solheim og Trollhagen

Rapport nr.  
20170438-01-R

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Dato  
26.01.2018

Figur nr.  
B4

Tegn.  
TS

Kontr.  
HHe

Godkj.  
TrV

Borhull 11  
Posisjon: X 1125443.03 Y 149320.17

Sonde nr.:  
Dato boret :12.06.2017

**NGI**

# Vedlegg C

## PORETRYKKS MÅLINGER

### Innhold

C1	Metode	2
C2	Utstyr	2
C3	Installasjon	2
C4	Resultater	2
C5	Referanser	2

### Bilag

Bilag C1	Kalibreringssertifikat PVT-måler_11709
Bilag C2	Kalibreringssertifikat PVT-måler_11711
Bilag C3	Kalibreringssertifikat PVT-måler_11710

### Figurer

Figur C1-C3 Resultater fra poretrykksmålere i borpunkt 3, 5 og 12

## C1 Metode

Poretrykksmålere brukes for å måle poretrykket i grunnen. Dette brukes til beregninger av in-situ spenninger og estimering av grunnvannstand, ref. /C1/ og /C2/. Det er installert poretrykksmålere av NGI i forbindelse med grunnundersøkelsene utført i 2017.

## C2 Utstyr

Det er brukt elektriske poretrykksmålere av typen Geotech PVT med minne, der hver måler er utstyrt med et identifikasjonsnummer.

## C3 Installasjon

Målerne er installert etter metoden som er beskrevet i NGF melding 6, med nedpressing i løsmasser. Det ble forboret gjennom faste lag over installasjonsdybden før måleren ble presset ned i jomfruelige masser.

## C4 Resultater

Figur C1 - C3 viser poretrykksmålinger i borpunktene. Kalibreringssertifikat for PVT-målerne er vist i Bilag C1 – C3.

Installasjonsdata for hver poretrykksmåler er sammenstilt i Tabell C3-1, mens resultatene er vist på Figur C1-C3.

Tabell C3-1 Oversikt over installerte poretrykksmålere

Borpunkt	Målernr.	Installasjonsdato	Dybde	Kote
3	11709	2017-09-08	14 m	94,9
5	11711	2017-09-07	8 m	90,9
12	11710	2017-09-07	8 m	36,2

## C5 Referanser

/C1/ Norsk Geoteknisk Forening, «Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk».  
Melding nr. 6, revisjon 1, datert 1989.

/C2/ Statens vegvesen, «Feltundersøkelser».  
Håndbok R211, datert 2014.

## Calibration certificate for piezometer

PM Serial number: 11709 (with memory)

Calibration day: 20170816

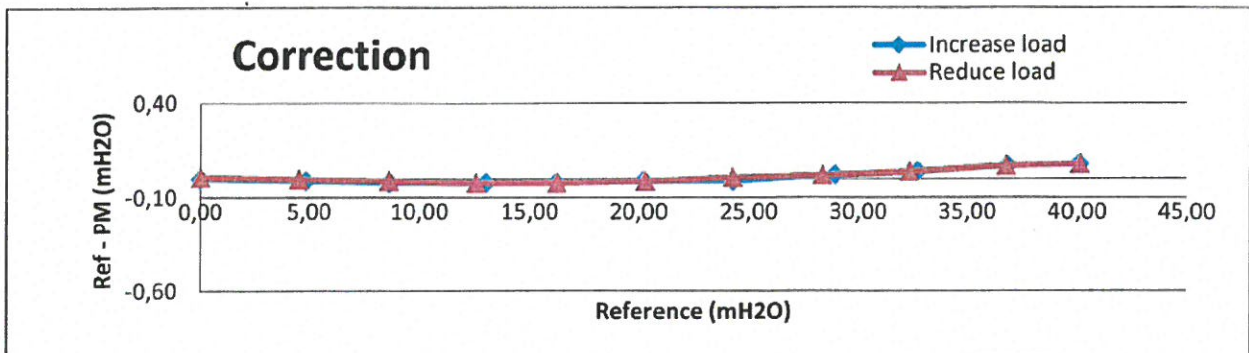
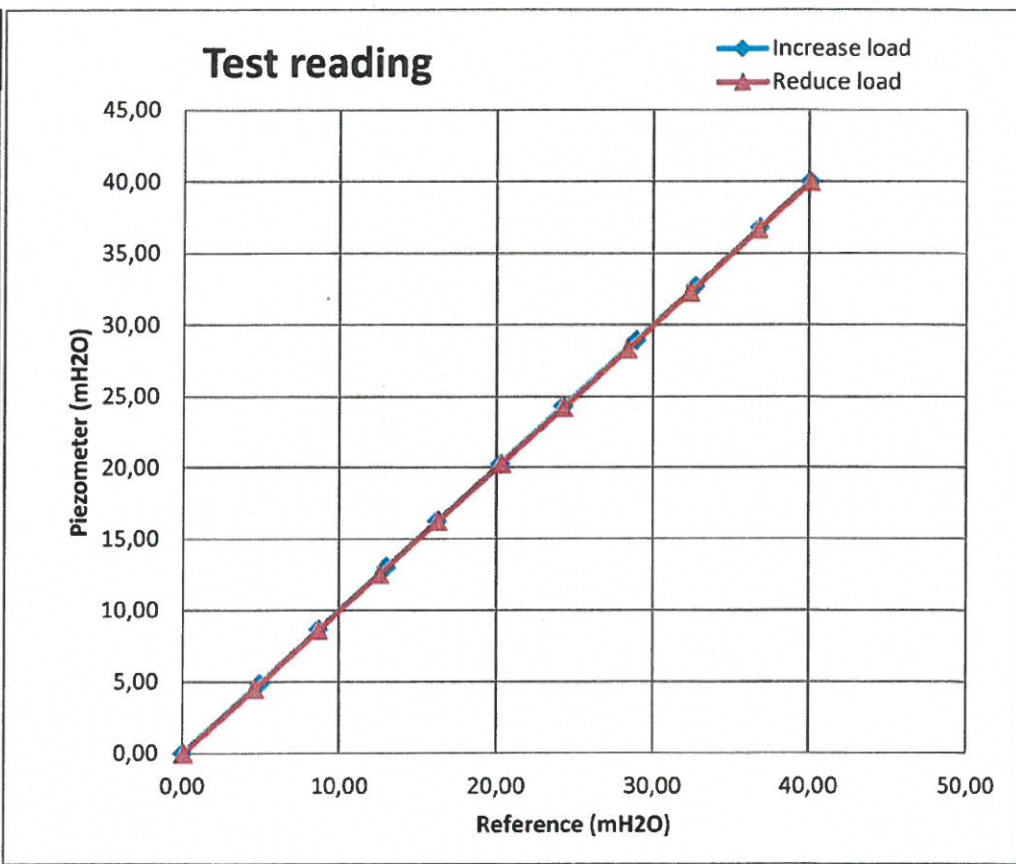
Calibrated by:  .....

Mikael Engdahl

Reference equipment: GE Druck PACE 1000

S/N: 4393171

Ref mH2O	PM mH2O	Corr mH2O
0,00	0,00	0,00
4,86	4,87	-0,01
8,66	8,68	-0,02
13,02	13,04	-0,02
16,24	16,26	-0,02
20,25	20,26	-0,01
24,31	24,32	-0,01
28,96	28,94	0,02
32,74	32,70	0,04
36,87	36,80	0,07
40,08	40,00	0,08
36,77	36,70	0,07
32,35	32,31	0,04
28,34	28,32	0,02
24,26	24,25	0,01
20,29	20,30	-0,01
16,25	16,27	-0,02
12,55	12,57	-0,02
8,62	8,63	-0,01
4,51	4,51	0,00
0,01	0,00	0,01





## Kalibreringscertifikat för PVT-mätare

PVT-Serienummer: 11710 (med minne)

Kalibreringsdag: 20170816

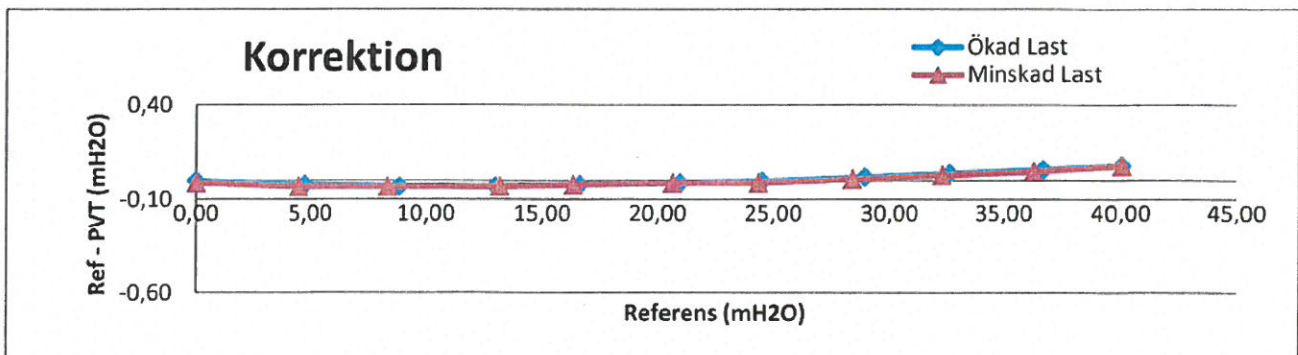
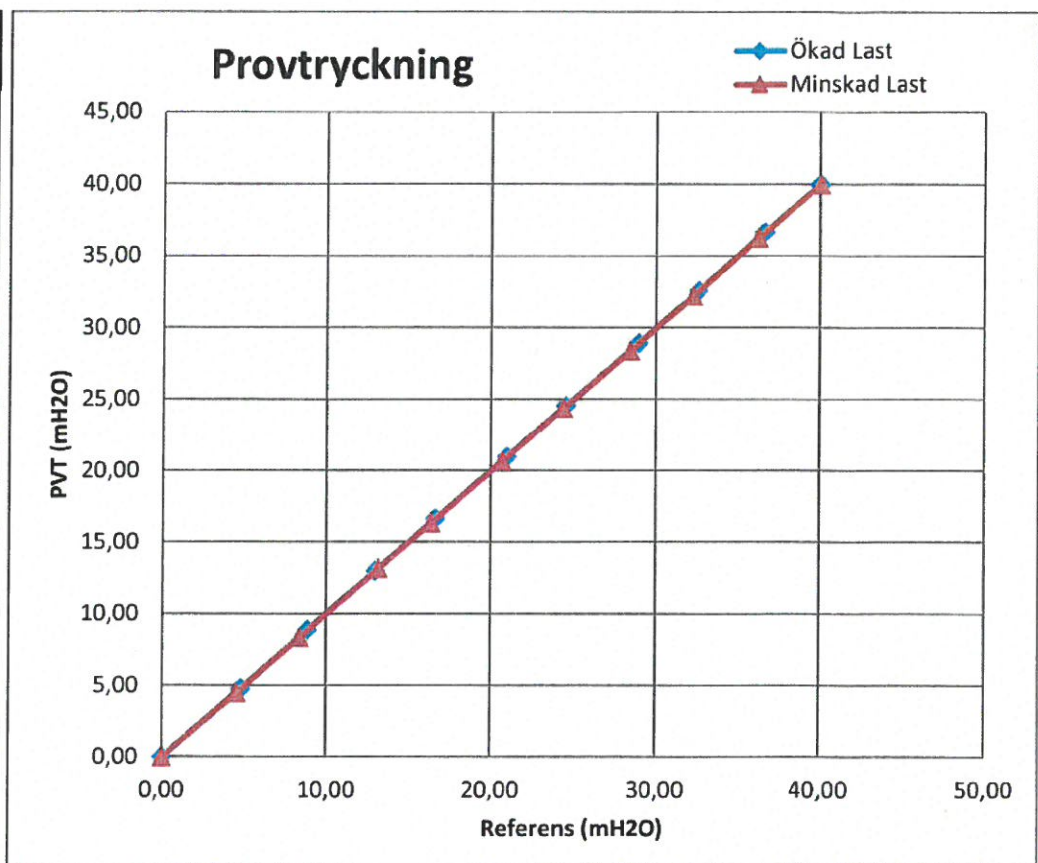
Kalibrerad av:  .....

Mikael Engdahl

Referensutrustning: GE Druck PACE 1000

S/N: 4393171

Ref mH2O	PVT mH2O	Korr mH2O
0,00	0,00	0,00
4,75	4,77	-0,02
8,86	8,89	-0,03
12,97	13,00	-0,03
16,64	16,66	-0,02
20,98	20,99	-0,01
24,54	24,54	0,00
28,93	28,91	0,02
32,62	32,58	0,04
36,72	36,66	0,06
40,04	39,96	0,08
36,31	36,26	0,05
32,27	32,24	0,03
28,39	28,38	0,01
24,37	24,38	-0,01
20,66	20,67	-0,01
16,34	16,36	-0,02
13,14	13,17	-0,03
8,36	8,39	-0,03
4,47	4,50	-0,03
0,00	0,01	-0,01



## Calibration certificate for piezometer

PM Serial number: 11711 (with memory)

Calibration day: 20170816

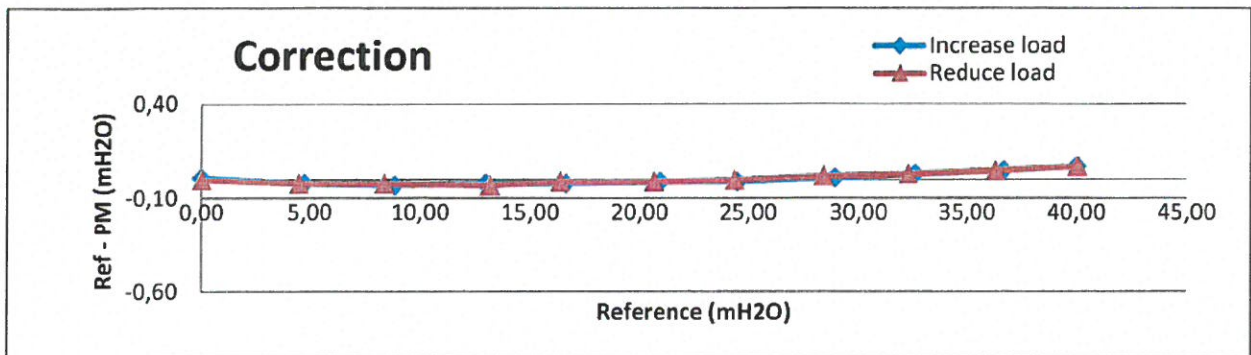
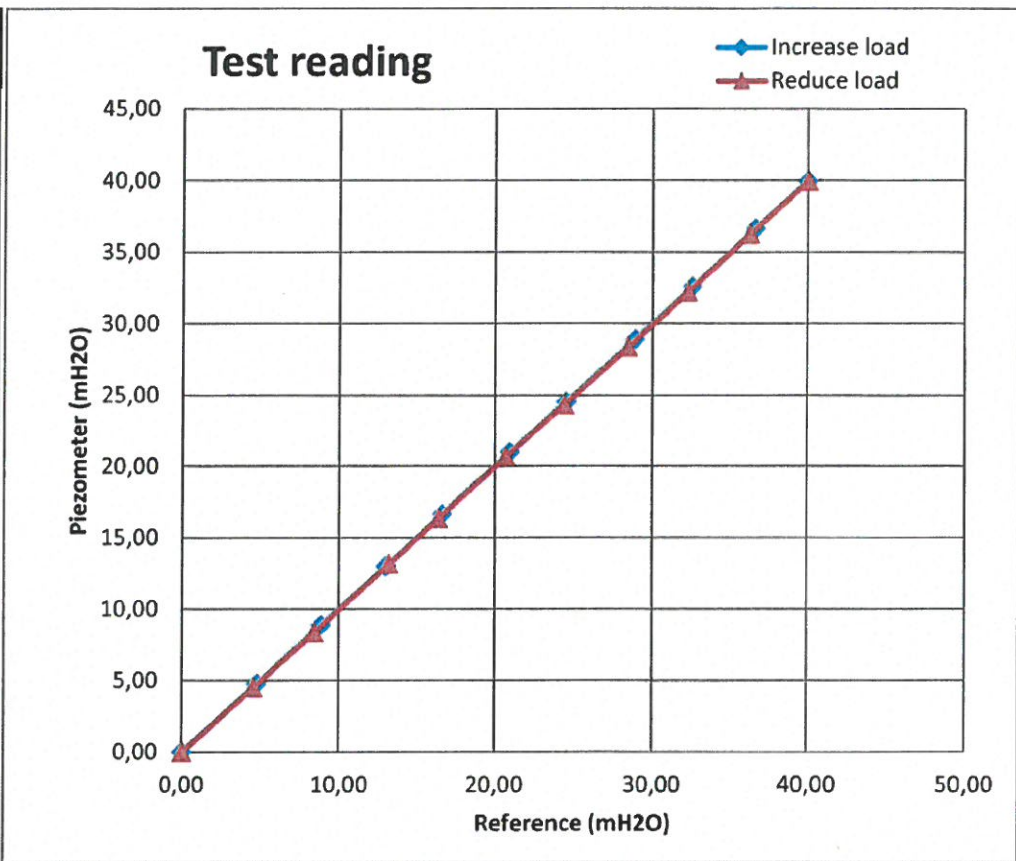
Calibrated by:  .....

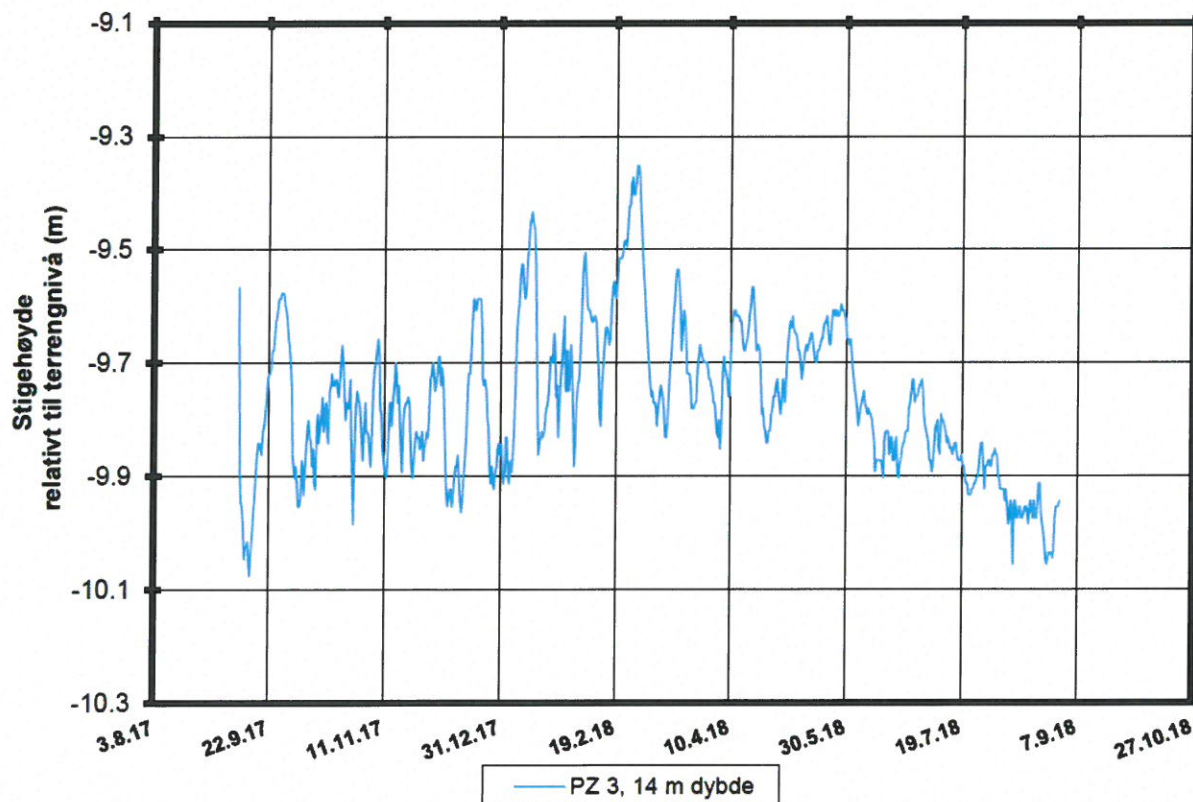
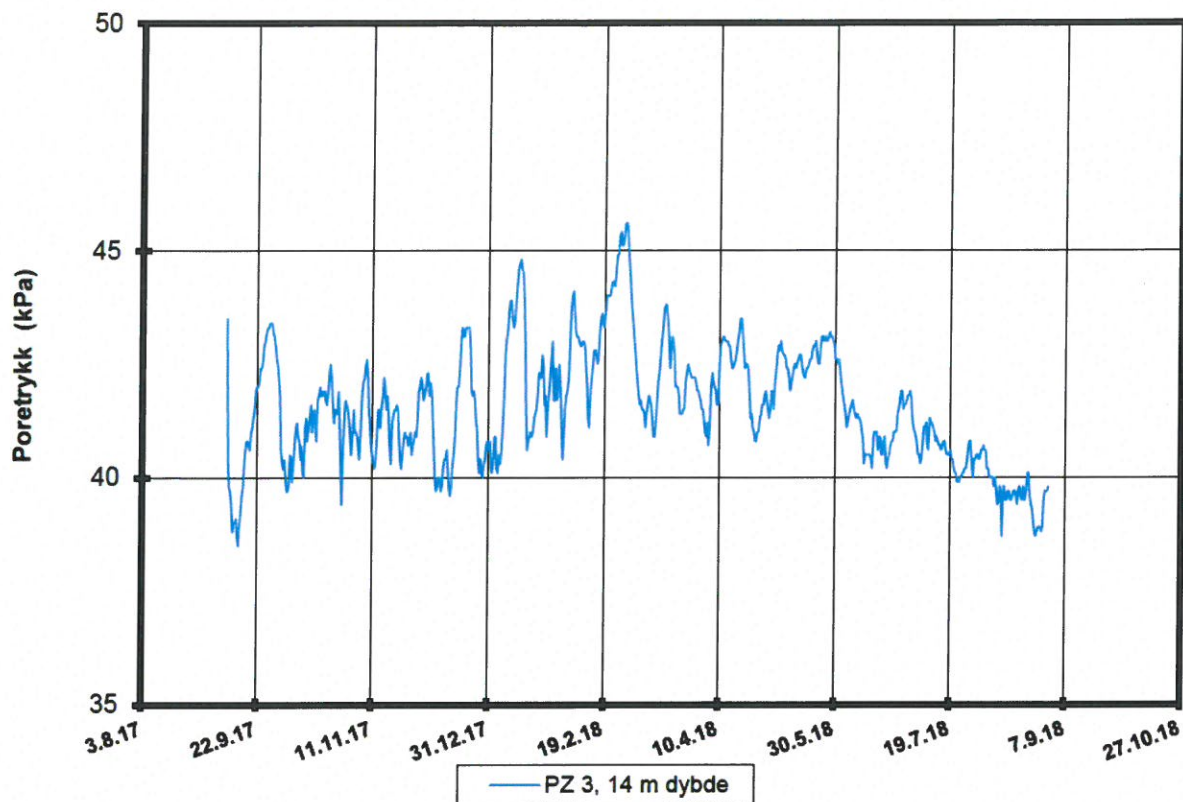
Mikael Engdahl

Reference equipment: GE Druck PACE 1000

S/N: 4393171

Ref mH2O	PM mH2O	Corr mH2O
0,01	0,00	0,01
4,75	4,77	-0,02
8,86	8,89	-0,03
12,98	13,00	-0,02
16,64	16,66	-0,02
20,98	20,99	-0,01
24,53	24,54	-0,01
28,92	28,91	0,01
32,61	32,58	0,03
36,71	36,66	0,05
40,03	39,96	0,07
36,31	36,26	0,05
32,27	32,24	0,03
28,40	28,38	0,02
24,38	24,38	0,00
20,66	20,67	-0,01
16,35	16,36	-0,01
13,14	13,17	-0,03
8,37	8,39	-0,02
4,48	4,50	-0,02
0,00	0,00	0,00





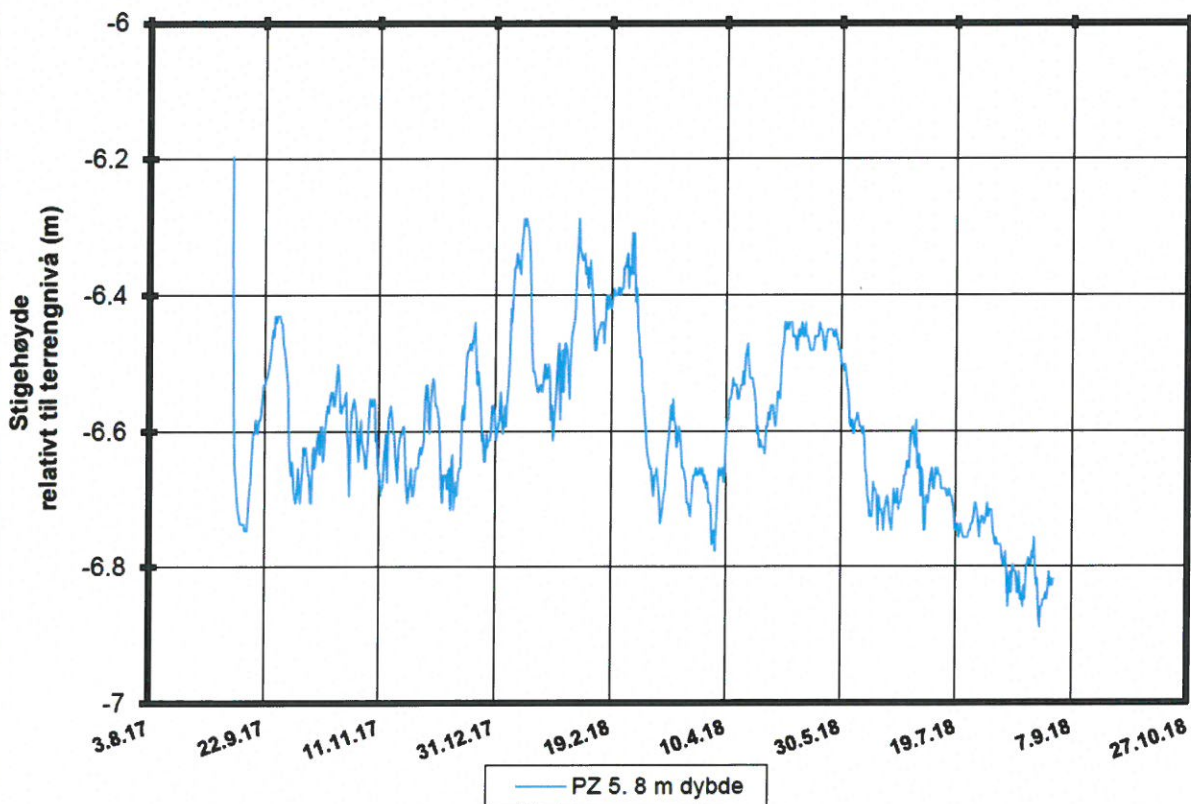
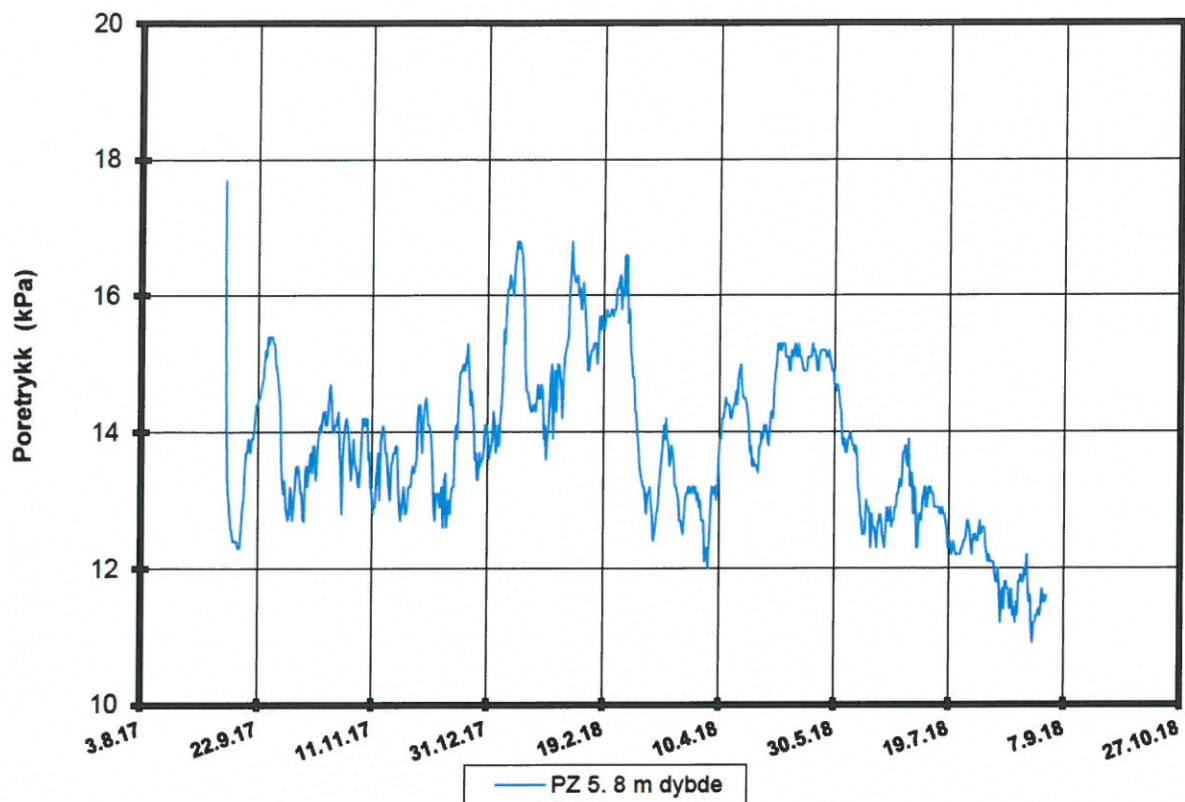
P:\2017\04\20170438\Beregninger\Poretrykk[poretrykk\_3.XLSX]Figur

### Grunnundersøkelser Trolltangen og Solheim, Halden

Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT)

Borhull: 3  
 Terrenkote målere: 108.9 moh  
 Dato for installasjon: 2017-09-08

Rapport nr. 20170438-01-R	Figur nr. C1
Tegner KEk	Dato 2018-08-31
Kontrollert MMS	NGI
Godkjent KEk	



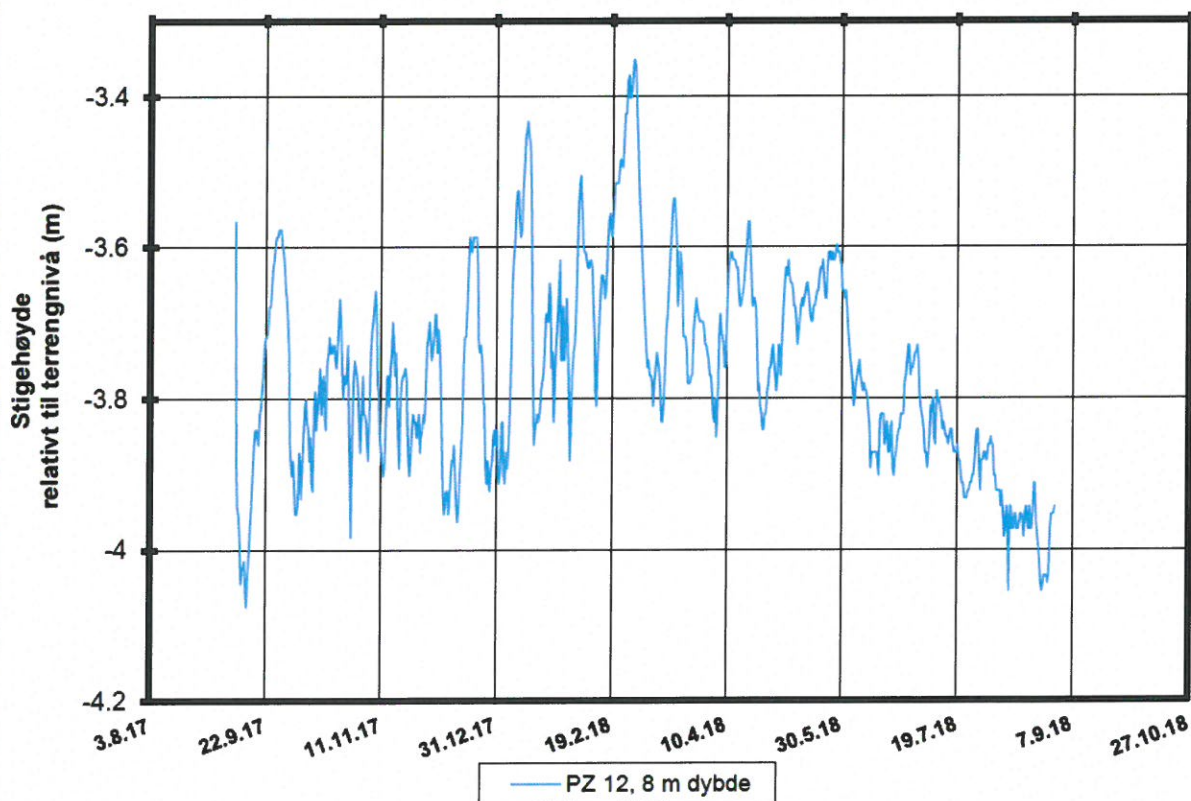
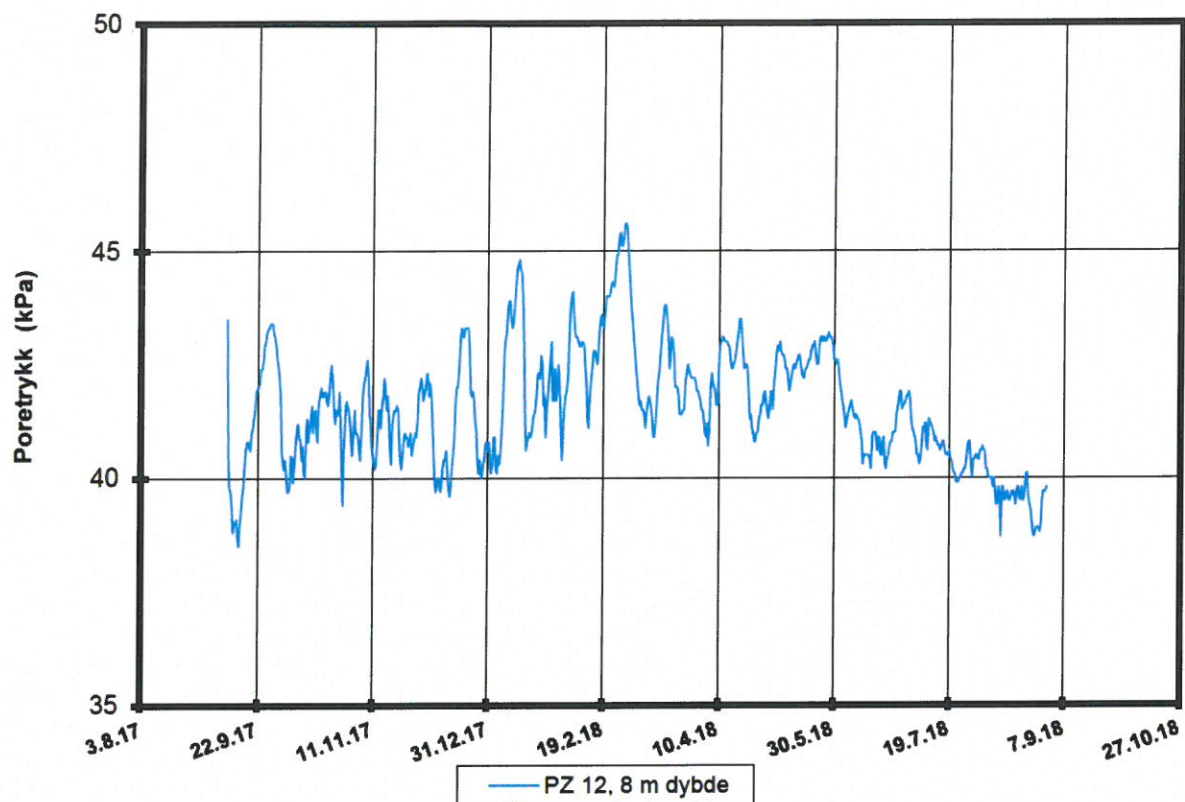
P:\2017\04\20170438\Beregninger\Poretrykk\poretrykk\_5.XLSX\Figur

**Grunnundersøkelser Trolltangen og Solheim, Halden**

Rapport nr. 20170438-01-R	Figur nr. C2
Tegner KEK	Dato 2018-08-31
Kontrollert MMS	NGI
Godkjent KEK	

Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT)

Borhull: 5  
 Terrengekote målere: 98.5 moh  
 Dato for installasjon: 2017-09-07



P:\2017\04\20170438\Beregninger\Poretrykk\poretrykk\_12.XLSX\Figur

**Grunnundersøkelser Trolltangen og Solheim, Halden**

Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT)

Borhull: 12  
 Terrengkote målere: 44.2 moh  
 Dato for installasjon: 2017-09-07

Rapport nr. 20170438-01-R	Figur nr. C3
Tegner KEK	Dato 2018-08-31
Kontrollert MMS	NGI
Godkjent KEK	

# Vedlegg D

## RUTINEUNDERSØKELSER

### Innhold

<b>D1</b>	<b>Prøveåpning og materialbeskrivelse</b>	<b>2</b>
<b>D2</b>	<b>Rutineforsøk</b>	<b>2</b>
	D2.1 Romvekt	2
	D2.2 Vanninnhold	2
	D2.3 Udrenert og omrørt skjærstyrke ( $s_u$ ) ved konusprøving	2
	D2.4 Udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) ved enaksielt trykkforsøk	2
<b>D3</b>	<b>Flyte- (<math>w_L</math>) og utrullingsgrense (<math>w_p</math>)</b>	<b>2</b>
<b>D4</b>	<b>Kornfordeling</b>	<b>3</b>
<b>D5</b>	<b>Resultater</b>	<b>3</b>
<b>D6</b>	<b>Referanser</b>	<b>3</b>

### Figurer

Figur D1	Borprofil, borpunkt 3
Figur D2	Borprofil, borpunkt 4
Figur D3	Borprofil, borpunkt 5
Figur D4	Borprofil, borpunkt 9
Figur D5	Borprofil, borpunkt 12

## D1 Prøveåpning og materialbeskrivelse

Alle prøver registreres, åpnes og det foretas visuell klassifisering og beskrivelse av materialtype, ref. /D1/.

## D2 Rutineforsøk

Ulike rutineundersøkelser har blitt utført av NGL.

### D2.1 Romvekt

Romvekt bestemmes som gjennomsnitt for hel sylinder.

Romvekt bestemmes i henhold til ref. /D2/.

### D2.2 Vanninnhold

For hver prøvesylinder tas det ut to prøver for bestemmelse av naturlig vanninnhold (vekt %).

Naturlig vanninnhold bestemmes i henhold til ref. /D3/.

### D2.3 Udrenert og omrørt skjærstyrke ( $s_u$ ) ved konusprøving

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut to prøver for bestemmelse av udrenert og omrørt skjærstyrke med konusprøving.

Konusprøving utføres i henhold til ref. /D4/.

### D2.4 Udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) ved enaksielt trykkforsøk

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut én prøve for bestemmelse av udrenert skjærstyrke med enaksielt trykkforsøk. Det tas også én prøve for bestemmelse av vanninnhold på disse prøvene.

Enaksielt trykkforsøk utføres i henhold til ref. /D5/.

## D3 Flyte- ( $w_L$ ) og utrullingsgrense ( $w_P$ )

Plastisitetsgrensene bestemmes i henhold til ref. /D6/ og /D7/ og plastisitetsindeks ( $I_P$ ) bestemmes ved  $I_P = w_L - w_P$ .

## D4 Kornfordeling

Kornfordelingsanalyse utføres i henhold til ref. /D8/ og for analysene er det benyttet Falling drop, ref. /D9/.

## D5 Resultater

Resultatene er vist i Figur D1-D5.

## D6 Referanser

- /D1/ Norsk Geoteknisk Forening, «Veiledning for prøvetaking». Melding nr. 11, revisjon 1, datert 2013.
- /D2/ Standard Norge, «Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Densitet». NS 8011, datert 1. november 1982.
- /D3/ Standard Norge, «Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Vanninnhold». NS 8013, datert 1. november 1982.
- /D4/ Standard Norge, «Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Bestemmelse av udrenert skjærstyrke ved konusprøving». NS 8015, datert 1. februar 1988.
- /D5/ Standard Norge, «Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Bestemmelse av udrenert skjærstyrke ved enaksial trykkprøving». NS 8016, datert 1. februar 1988.
- /D6/ Standard Norge, «Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Konusflytegrensen». NS 8002, datert 1. november 1982.
- /D7/ Standard Norge, «Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Plastisitetsgrensen». NS 8003, datert 1. november 1982.
- /D8/ Standard Norge, «Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Kornfordelingsanalyse av jordprøver». NS 8005, datert 1. desember 1990.
- /D9/ Moun, J. (1965). Falling drop used for grain-size analysis of fine grained materials. Sedimentology, Vol. 5, No. 4, pp. 343-347. Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute. Publication, 70, 1966.



Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve Forsøk	Vanninnhold (%)		Tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )		Porøsitet (%)		Humus (%)		Skjærfasthet (kN/m <sup>2</sup> )		S <sub>i</sub> Konus								
			10	20	30	40	50	60	70	18	19	20		21	22	10	20	30	40	50	60
2																					
4	LEIRE, tørrskorpe siltig, sandig, fast, brungrå	1	18	19	20	21	22						6								
6	LEIRE siltig, sandig middels fast til fast, brungrå	2	18	19	20	21	22						7								
8													14								
10													20								

**TEGNFORKLARING:**

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 15-10 Enaks. trykkforsøk/def. ved brudd
- Treksial forsøk, aktiv
- Treksial forsøk, passiv
- ⊞ Direkte skjærforsøk
- S<sub>i</sub> Sensitivitet

Ø = Ødiometer forsøk D = Direkte skjærforsøk (DSS)

P = Permeabilitetsforsøk

K = Korngraderingsanalyse

T = Treksial forsøk

K/S = Kalk-/Sement stabilisering

**Solheim og Trolltangen, Halden**

Borprofil

Prøvetype: 72 mm  
 Terrengkote: - moh  
 Grunnvannst. dybde: - m  
 Dato boret: 2017-09-11

Dokument nr.  
20170438-01-R

Figur nr.  
C-1

Dato  
2017-11-15



Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk	Vanninnhold (%)		Tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )		Porøsitet (%)	Humus (%)	Sjærfasthet (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>1</sub> Konus	
				10	20	30	40			50	60	70	80	90		100
2																
4	LEIRE siltig, bløt, enkelte siltlag, mørk grå	1			28	19	19				10	15	20	25	30	9
6	LEIRE siltig, bløt til middels fast enkelte sandlag, mørk grå	2			28	19	19				10	15	20	25	30	20
8																
10																

**TEGNEFORKLARING:**

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 15-10-5 Enaks. trykkforsøk/def. ved brudd
- Trealsial forsøk, aktiv
- Trealsial forsøk, passiv
- ⊞ Konus forsøk, uforstyrret
- ⊞ Direkte skjærforsøk
- + Vingeboring
- S<sub>1</sub> Sensitivitet

Ø = Ødometer forsøk    D = Direkte skjærforsøk (DSS)

P = Permeabilitetsforsøk

K = Korngraderingsanalyse

T = Trealsial forsøk

K/S = Kalk-/Sement stabilisering

Prosjekt nr. 20170438-01-R  
Figur nr. C-2

Borprofil  
Borpunkt nr.: 4

Prøvetype: 72 mm  
Terrengkote: - moh  
Grunnvannst. dybde: - m  
Dato boret: 2017-09-11

Dato Rev: 2017-08-31-17





Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk	Vanninnhold (%)			Romvekt (kN/m <sup>3</sup> )			Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærstyrke (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>1</sub> Konus									
				10	20	30	40	50	60			70	16	17	18	19		20	20	40	60	80	100	120	140	160
5	LEIRE middels fast til fast, gråbrun siltig, sandig	1		28	28	28		18	18	18																3 27
5	LEIRE finsandig, siltig, bløt til fast, mørk grå	2		28	28	28		18	18	18																9 59
10																										
15	SAND LEIRE (16-16.22m) fast, mørk grå	3		28	28	28		18	18	18																8
20	LEIRE fast, mørk grå	4		28	28	28		18	18	18																18 52
25	LEIRE SAND kvikk (22-22.80m) fast til middels fast ett grovt gruskorn enkelt siltfinsandlag fin, enkelte leirformer, mørk grå	5		28	28	28		18	18	18																265 490

**TEGNEFORKLARING:**

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- Enaks trykkforsøk/def. ved brudd
- Trealsial forsøk, aktiv
- Trealsial forsøk, passiv
- Konus forsøk, uforstyrret
- Konus forsøk, omrørt
- Vingeboring
- Direkte skjærforsøk
- Sensitivitet
- Ø = Ødometer forsøk
- P = Permeabilitetsforsøk
- K = Korngraderingsanalyse
- T = Trealsial forsøk
- K/S = Kalk-/Sement stabilisering

D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Dokument nr. 20170438-01-R

<b>Solheim og Trolltangen, Halden</b>	
Borprofil	Prøvetype: 72 mm
Borpunkt nr.: 9	Terrengkote: - moh
	Grunnvannst. dybde: - m
	Dato boret: 2017-09-11



Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve Forsøk	Vanninnhold (%)			Tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )			Porøsitet (%)	Humus (%)	Sjærfasthet (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>i</sub> Konus															
			10	20	30	40	50	60			70	18	19	20	21		22	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200				
2																															
4																															
6																															
8	SILT leirig, fast noen sand- og gruskorn, mørk grå	1																													
		2																													
		3																													
10	LEIRE siltig, sandig, fast noen gruskorn, mørk grå	1																													
		2																													
		3																													

**TEGNEFORKLARING:**

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- Enaks. trykkforsøk/def. ved brudd
- Trealsial forsøk, aktiv
- Trealsial forsøk, passiv
- Direkte skjærforsøk
- S<sub>i</sub> Sensitivitet
- Ødometer forsøk
- P = Permeabilitetsforsøk
- K = Korngraderingsanalyse
- T = Trealsial forsøk
- K/S = Kalk-/Sement stabilisering

Ø = Ødometer forsøk D = Direkte skjærforsøk (DSS)

**Solheim og Trolltangen, Halden**

Dato/Rev: 2017.06.23/2  
 Dokument nr.: 20170438-01-R  
 Figur nr.: C-5  
 Dato: 2017-11-16  
 Tegnet av / Levert: FI / MAS  


**Borprofil**  
 Prøvetype: 72 mm  
 Terrengkote: - moh  
 Grunnvannst. dybde: - m  
 Dato boret: 2017-09-07  
 Borpunkt nr.: 12  
 Merknad: Konus uforstyrret resultat usikker pga grus.



# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Datarapport		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20170438-01-R
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport / Report	<b>Oppdragsgiver/Client</b> Halden kommune	<b>Dato/Date</b> 2018-08-28
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract</b> NGI		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b> 1 / 2018-09-07
<b>Distribusjon/Distribution</b> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
<b>Emneord/Keywords</b> Grunnundersøkelser, skredfare, stabilitet		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Østfold	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Halden	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Trolltangen og Solheim	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b> 1913-2, Halden	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: Øst: Nord:	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b> Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/ Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/ Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2018-08-27 Kristine H. H. Ekseth	2018-08-28 Marius M. Søvik		
1	Piezometer 5 i Vedlegg C hadde feil verdier i rev 0.	2018-09-07 Kristine H. H. Ekseth	2018-09-07 Marius M. Søvik		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 7. september 2018	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Kristine H. H. Ekseth
--	---------------------------------------	---

2015-11-16, 043 n/e, rev.03

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

