

---

# RAPPORT

---

## Datarapport - Grunnundersøkelser



Kunde: Hol kommune

Prosjekt: Hol - detaljprosjektering

Prosjektnummer: 10210716

Dokumentnummer: RIG\_R01\_A01 Datarapport

Rev.: A01

## Sammendrag:

Hallingdal Bergboring har på oppdrag fra Hol kommune gjennomført grunnundersøkelser langs Rv7 og i områder rundt veien ved Geilo i Hol kommune. Sweco Norge AS har fått i oppgave å sammenstille resultatene fra disse undersøkelsene i en datarapport.

Det er utført 17 fjellkontrollboringer, og tatt opp 8 poseprøver fra til sammen 8 punkter. Det er utført laboratorieundersøkelser på alle prøvene.

Dybden til antatt berg er registrert for alle fjellkontrollboringene, og varierer fra 1,3-13,0 meter. Dybden til berg er minst helt nordøst og sørvest på det undersøkte området.

Resultatene fra laboratorieundersøkelsene viser at området for det meste består av kornstørrelsene sand og grus, med noe leire/silt.

## Rapporteringsstatus:

- Endelig  
 Oversendelse for kommentar  
 Utkast

<b>Utarbeidet av:</b> Stine Grimsrud Olsen	<b>Sign.:</b>
<b>Kontrollert av:</b> Rajesh Sharma	<b>Sign.:</b>
<b>Prosjektleder:</b> Fabian Geiser	<b>Prosjekteier:</b> Kari Lundeby Tunli

## Revisjonshistorikk:

00	13.06.2019	Original	NOSTGO	NORAJS
<b>Rev.</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet av</b>	<b>Kontrollert av</b>

## Innholdsfortegnelse

Vedlegg .....	3
1 Innledning .....	4
2 Grunnundersøkelser .....	4
2.1 Feltundersøkelser .....	4
2.2 Laboratorieundersøkelser .....	5
3 Grunnforhold .....	5
3.1 Løsmasser .....	5
4 Referanser .....	6

## Vedlegg

### Tegninger

Tegning nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
G101	00	Oversiktskart	1:20 000
G102	00	Borplan	1:2000

### Bilag

Bilag nr.	Tittel
1	Tegnforklaringer og jordklassifisering
2	Markundersøkelser - Boremetoder
3	Laboratorieundersøkelser
4	Fjellkontrollboringer
5	Kornstørrelsesfordelingsanalyser

# 1 Innledning

Sweco Norge AS er engasjert av Hol kommune for utredning av grunnforhold langs Rv7 og områder rundt riksveien ved Geilo i Hol kommune, se oversiktskart G101 i vedlegg. Grunnundersøkelsene er utført i forbindelse med oppgradering av veien og planlegging av nye veitraséer. Sweco har fått i oppdrag å sammenstille resultatene fra disse undersøkelsene i en datarapport.

Datarapporten inneholder data fra feltundersøkelser utført av Hallingdal Bergboring og laboratorieundersøkelser utført av Hallingdal Bergborings egen lab på Geilo. Rapporten er utformet i henhold til NGF melding nr. 10 [1] og inneholder ingen geotekniske vurderinger. Resultatene er presentert i henhold til NGF melding nr. 2 [2] og kan brukes som grunnlag for geoteknisk vurdering.

## 2 Grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i området i uke 20 av Hallingdal Bergboring.

### 2.1 Feltundersøkelser

Det er utført følgende feltundersøkelser i området:

- 17 fjellkontrollboringer
- 8 prøveserier
  - 8 poseprøver

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

Oppsummering av alle boringene utført i området er presentert i Tabell 1. Borplan (G102) er presentert i Vedlegg og resultatene fra boringene er presentert i Bilag 4. Se Bilag 1-2 for beskrivelse av boremetoder og symboler.

Terrenghøyden (z-koordinatene) har ikke blitt målt inn i forbindelse med disse grunnundersøkelsene. I borplan G102 er terrengoverflaten derfor satt til 0, og alle dybder under dette har negative verdier.

**Tabell 1:** Boringer og borpunktkoordinater (UTM sone 32). F – fjellkontrollboring; PR – prøveserie.

Borpunkt nr.	Nord	Øst	Høyde (moh.)	Boring metode	Boret i løsmasse (m)	Boret i berg (m)
1	6711469	457591	-	F, PR	11,5	0,2
2	6711489	457605	-	F	13,0	0,2
3	6711506	457620	-	F	13,0	0,3
4	6711530	457628	-	F	10,5	0,2
5	6711530	457629	-	F	8,7	0,3
6	6711562	457597	-	F	10,5	0,2
7	6711587	457578	-	F	10,5	0,2
8	6711583	457555	-	F	11,0	0,4
9	6711595	457732	-	F, PR	2,7	3,3

10	6711606	457561	-	F	11,0	0,4
11	6711585	457742	-	F, PR	1,3	0,3
12	6711394	457524	-	F	13,0	0,3
13	6711411	457393	-	F, PR	7,5	0,5
14	6711396	457409	-	F, PR	7,0	0,5
15	6711193	457162	-	F, PR	4,5	0,5
16	6711185	457155	-	F, PR	2,0	3,0
17	6711185	456980	-	F, PR	8,5	0,5

## 2.2 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelser er utført av Hallingdal Bergborings egen lab på prøvene fra borehull 1, 9, 11, 13, 14 og 15. Prøvene er undersøkt i laboratorium 28.05.2019.

Oversikt over alle laboratorieundersøkelsene som er utført er presentert i Tabell 2, og resultatene er presentert i Bilag 5. Se Bilag 3 for beskrivelse av laboratorieundersøkelser og definisjoner.

**Tabell 2:** Laboratorieprogram.

Borpunkt nr.	Prøvetype	Antall prøver	Laboratorieundersøkelser	Spesialforsøk
1	Pose	1	Kornfordeling	-
9	Pose	1	Kornfordeling	-
11	Pose	1	Kornfordeling	-
13	Pose	1	Kornfordeling	-
14	Pose	1	Kornfordeling	-
15	Pose	1	Kornfordeling	-
16	Pose	1	Kornfordeling	-
17	Pose	1	Kornfordeling	-

## 3 Grunnforhold

### 3.1 Løsmasser

Alle de 17 boringene ble boret til antatt berg og 0,2-3 meter inn i antatt berg. Dybden til berg varierer fra 1,3-13,0 meter. Dybden til berg er minst helt nordøst og sørvest på det undersøkte området.

Det ble utført prøvetaking i borpunkt 1, 9, 11, 13, 14, 15, 16 og 17, og det ble hentet opp en prøve fra hvert punkt. Prøvene er såkalte blåseprøver, og består av borkakset som kommer opp under boringen. Prøvene representerer derfor ingen bestemte lag, men gir en indikasjon på hvilke kornstørrelser som har blitt boret gjennom. Prøvene ble analysert etter laboratorieprogrammet i Tabell 2, og resultatene er presentert i Tabell 3 i Bilag 5. Basert på de utførte laboratorieundersøkelsene kan grunnforholdene beskrives som for det meste bestående av sand og grus, med noe leire/silt.

Under boringen observerte boreleder hvilke løsmasser som kom opp som borkaks. Ut ifra disse massene kan løsmassene på området beskrives som for det meste grus, sand og stein i topp, med myr og/eller leire enkelte steder. I de fleste punktene er det grus/stein eller morene over berg. Det er viktig å presisere at disse resultatene er ikke verifisert i lab, og man kan derfor ikke være sikker på at disse observasjonene stemmer. De kan allikevel gi en indikasjon på grunnforholdene.

**Tabell 3:** Laboratorieresultater fra rutinetester (se Bilag 4). *H* – humusinnhold, *w* – vanninnhold;  $\gamma$  – tyngdetetthet

Borpunkt nr.	Leire/silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
1	7,9	70,4	15,6
9	7,7	64,7	13,4
11	11,6	48,5	27,4
13	11,7	33,4	26,9
14	17,2	53,8	16,4
15	9,2	40,2	25,9
16	18,1	42,0	18,4
17	9,0	28,7	39,7

## 4 Referanser


- [1] Norsk Geoteknisk Forening, *NGF Melding Nr. 10 NGFs Beskrivelsestekster for Grunnundersøkelser* (2008).
- [2] Norsk Geoteknisk Forening, *NGF Melding Nr. 2 Veiledning for Symboler Og Definisjoner i Geoteknikk. Identifisering Og Klassifisering Av Jord* (2011).
- [3] Statens Vegvesen, *Håndbok R211 Feltundersøkelser - Retningslinje* (2018).

---

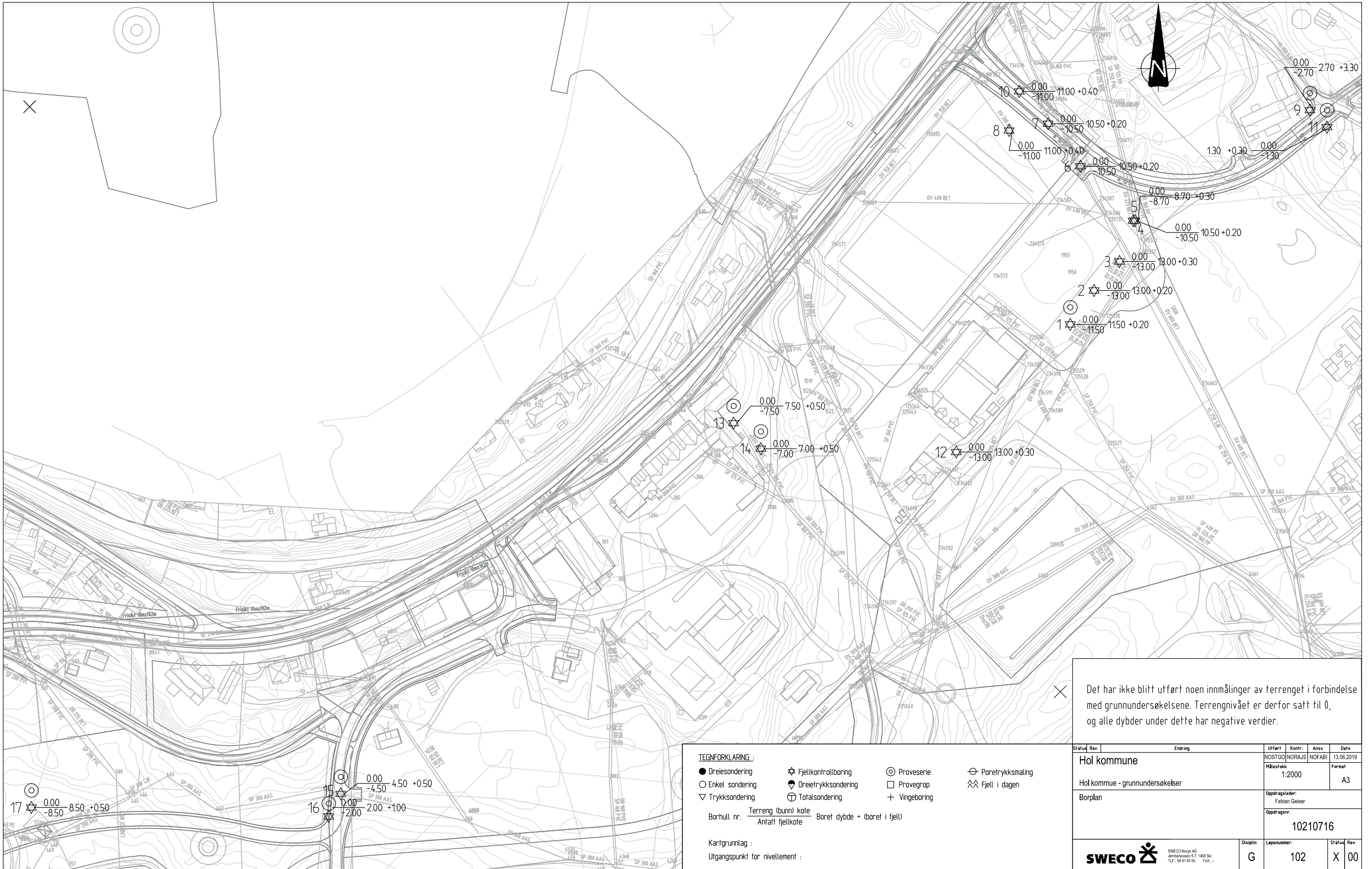
**VEDLEGG**

---



Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
Hol kommune			NOSTGO	NORAJS	NOFABI	04.06.2019
Hol detaljprosjektering - grunnundersøkelser			Målestokk	1:20 000	Format	A4
Oversiktskart			Oppdragsleder:	Fabian Geiser		
Kart: Kartverket			Oppdragsnr.	10210716		
<b>SWECO</b> 			Disiplin:	Løpnummer:	Status	Rev:
SWECO Norge AS Jernbanevien 57, 1400 Ski Tlf.: 84 91 45 50 FAX: -			G	101	X	00





Det har ikke blitt utført noen innmålinger av terrenget i forbindelse med grunnundersøkelsene. Terrengnivået er derfor satt til 0, og alle dybder under dette har negative verdier.

**TEGNFORKLARING :**

● Dreiesondring	⚡ Fjellkontrollboring	⊙ Proveserie	⊖ Poretrykksmåling
○ Enkel sondring	⚡ Dreietrykksondring	□ Provegrop	⚡ Fjell i dagen
▽ Trykksondring	⊕ Totalsondring	+ Vingeboring	

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

Kartgrunnlag :  
Utgangspunkt for nivellement :

Statustekst	Rev.	Endring	Uttført	Kontr.	Ansv.	Date
Hol kommune			NOSTGO	NORAJIS	NOFABI	13.06.2019
Hol kommune - grunnundersøkelser			Målestokk	1:2000		Format A3
Borplan			Oppdragsleder	Fabian Geiser		
			Oppdragsnr.	10210716		
<b>SWECO</b>			Disiplin	Løpenummer	Statustekst	Rev.
SWECO Norge AS Jernbanveien 57, 1400 SN Tlf. 64 91 45 50 Fax. .			G	102	X	00

---

**BILAG 1**

---

## **Tegnforklaringer og jordklassifisering**

## TEGNFORKLARING OG JORDARTSKLASSIFISERING

### TEGNINGSSYSTEMER I PLAN

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	Setningsmåling	Nivellements punkt.
⊙	Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	S.P.T.	Standard Penetration Test
□	Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	⊛	Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊗	Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊖	Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyeboring, slagboring m.m.	⊕	In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
⊖	Dreietrykksondering	Moskinsondering med automatisk registrering.	+	Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⊔	Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	Helningsmåling	Inklinometer.
▼	Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q <sub>0</sub> registreres.	⊕	Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

Nivåer og dybder (i meter)


$$\frac{12,8}{\div 5,7} \quad 18,5 + 3,0$$

Over linjen: Kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann

Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5). Event. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0)

Under linjen: Kote antatt fjell (+5,7). Dersom det er antatt at fjell ikke er påtruffet, angis ~

### KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse i mm	Betegnelsen av fraksjonen	Signatur	Betegnelsen
> 600	Blokk		STEIN/BLOKK
600-60	Stein		GRUS
60-20	Grovgrus		SAND
20-6	Mellomgrus		SILT
6-2	Fingrus		LEIRE
20-0,6	Grovsand		
0,6-0,2	Mellomsand		
0,2-0,06	Finsand		
0,06-0,002	Silt		
< 0,002	Leir		

Den kvantitative største fraksjon nevnes i substantivform, de øvrige fraksjoner tas med i adjektivform etter prosentandel i den utstrekning det er av betydning for karakterisering av jordarten.

Eksempler: sandig grus; steinig sand; sandig silt.

### DREIESONDERING

Sonderingsmotstand	Last kN	Antall halve omdr. pr. m
Meget liten motstand	1	0
Liten motstand	1	< 35
Middels stor motstand	1	35-125
Stor motstand	1	125-250
Meget stor motstand	1	> 250

### UDRENERT SKJÆRSTYRKE

Betegnelse av leire	Betegnelse av skjærstyrke	Skjærstyrke kN/m <sup>2</sup>
Meget bløt leire	Meget lav skjærstyrke	< 12,5
Bløt leire	Lav skjærstyrke	12,5-25
Middels fast leire	Middels høy skjærstyrke	25-50
Fast leire	Høy skjærstyrke	50-100
Meget fast leire	Meget høy skjærstyrke	> 100

### SENSITIVITET

Sensitivitet er forholdet mellom skjærstyrken til uforstyrret og omrørt materiale.

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet St
Lite sensitiv leire	Lav sensitivitet	< 8
Middels sensitiv leire	Middels høy sensitivitet	8-30
Meget sensitiv leire	Høy sensitivitet	> 30

Med *kvikkleire* forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m<sup>2</sup>

---

**BILAG 2**

---

**Markundersøkelser - Boremetoder**

## MARKUNDERSØKELSER - BORMETODER

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

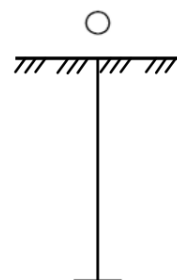
- Sondringer utføres for å få en orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller fast grunn.
- Vingeboringer og trykksondringer utføres for in-situ bestemmelse av udrenert skjærfasthet i leire.
- For nærmere bestemmelse av grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

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

### ENKEL SONDERING

Utstyret består av Ø22 mm stålrør i 1 m lengde som skrus sammen med glatte skjøter. Det benyttes en Ø25 mm 200 mm lang spiss. Boret bores ned ved hjelp av en bærbar slagmaskin. Normal kapasitet 20-100 m pr. dag.

Enkel sondering gir en veiledende bestemmelse av dybden til antatt berg eller fast grunn. Utstyret har begrensninger med hensyn til sikker bergbestemmelse.

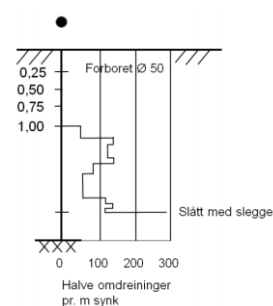


### DREIESONDERING

Utstyret består av Ø22 mm stålrør i 1 m lengde som skrus sammen med glatte skjøter. Spissen er pyramideformet med lengde 200 mm og største sidekant 25 mm.

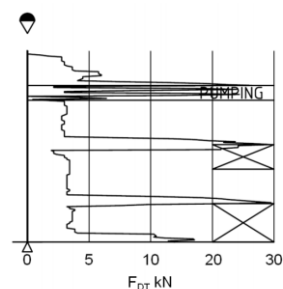
Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies den ned med en motor. Antall halve omdreininger noteres. Normal kapasitet 20-100 m pr. dag.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr. meter synkning. Belastning på utstyret angis i kN til venstre.



### DREIETRYKKSONDERING

Utstyret består av Ø36 mm stålrør i 2 m lengde som skrus sammen i glatte skjøter. Det benyttes en Ø40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høy skrueformet sveiselarve. Boret drives ned med konstant nedpressingshastighet 3 m/min. og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressingskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver. Når motstanden øker slik at normalt nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet





## BERGKONTROLLBORING

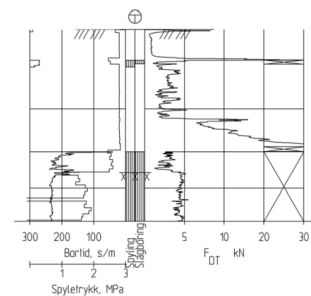
Utstyret består av Ø32 mm stålrør med muffeskjøter og hardmetallkrone. Boret drives av en hydraulisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Når berget er nådd, bores det noe ned i berget, vanligvis ca. 3 m, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

## TOTALSONDERING

Totalsondering kombinerer prinsippene for dreietrykksondering og bergkontrollboring. Utstyret består av Ø44 mm borstenger med innvendige skjøtetapper. Det benyttes en Ø57 mm stiftborkrone. Normert penetrasjonshastighet er 3 m/min. og normert rotasjonshastighet er 25 omdr./min.

Sonderingen starter som en dreietrykksondering. Når videre nedtrengning stopper, økes rotasjonshastigheten og om nødvendig aktiveres også vannspyling. Hvis dette ikke gir videre nedtrengning, aktiveres også slaghammeren samtidig som rotasjonshastigheten økes.

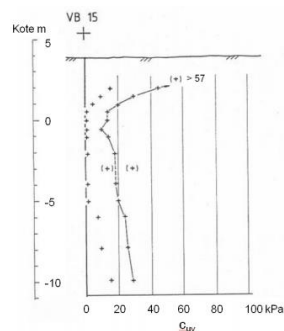
Når berget er nådd, bores det noe ned i berget, vanligvis ca. 3 m, under registrering av bortid, spyletrykk og matekraft for sikker påvisning.



## VINGEBORING

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

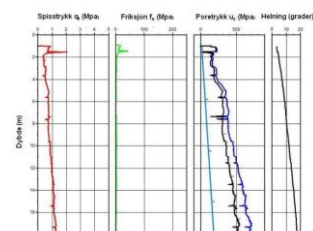
Lommevingebor er et forenklet utstyr for omtrentlig bestemmelse av udrenert skjærfasthet f.eks. i grøfter og utgravinger. Måledybden er begrenset til 3 meter.



## TRYKKSONDERING (CPT)

Utstyret består av en sonde med areal 10 cm<sup>2</sup>, Ø35,7 mm som presses ned med standardisert penetrasjonshastighet 2 cm/sek. Under nedpressingen registreres spissmotstand og sidefriksjon.

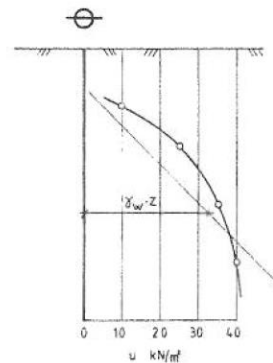
Det kan i tillegg registreres poretrykk (CPTU) og resistivitet (RCPTU). Registrert spissmotstand må korrigeres for poretrykkseffekter.



### PORETRYKKSÅLING

Trykket i porevannet i en gitt dybde måles med en poretrykksmåler (piezometer). Utstyret består av et Ø32 mm porøst filter (bronse eller epoxy) som av lengde 300 mm som trykkes ned i ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkoblet systemet.

Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket på en fleksibel membran.



### PRØVETAGNING

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

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

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





---

**BILAG 3**

---

**Laboratorieundersøkelser**

TILLEGG 3

LABORATORIEUNDERSØKELSER

**FORMÅL:** Laboratorieundersøkelsene utføres for klassifisering og identifisering av jordarten. I tillegg utføres forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper og parametere for bruk i geotekniske analyser.

**Korndensitet** (Spesifikk vekt) ( $\rho_s$  i  $t/m^3$ ) er forholdet mellom masse av korn og volum i prøven.

**Romvekt** ( $\gamma$  i  $kN/m^3$ ) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven.

**Vanninnhold** ( $w$ ) angir prosent forholdet mellom masse av proevann og masse av korn etter uttørking ved  $110^\circ C$ .

**Flytegrense** ( $w_L$ ) angir prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

**Plastisitetsgrense** ( $w_P$ ) angir i prosent vanninnholdet av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

**Plastisitetsindeks** ( $I_p$ ) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense.  $I_p = w_L - w_P$

**Skjærfasthet** beskriver jordens styrke. Ved korttidsbelastning av finkornige jordarter (leire) vil porevannet være fanget i materialet og massene oppfører seg udrenert. Den udrenerte skjærfastheten ( $c_u$  i  $kN/m^2$ ) av leire bestemmes ved enaksiale trykkforsøk, konusforsøk, både uforstyrret og omrørt materiale, udrenerte treaksialforsøk og direkte skjærforsøk. Forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt materiale kalles sensitivitet ( $S_t$ ).

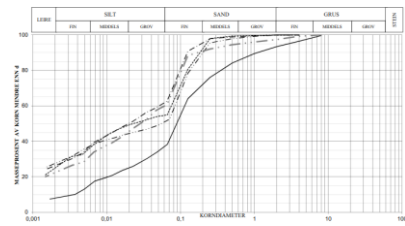
For mer grovkornige jordarter og belastning over lengre tidsperioder vil materialet karakteriseres som drenert. Drenert (effektiv) skjærfasthetsparametere  $a$  (atraksjon i  $kN/m^2$ ) og  $\tan \phi$  (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk.

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

Djupde (m)	Beskrivelse	Prøve Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					$\rho$ ( $g/cm^3$ )	Porevanninnhold (%)
			10	20	30	40	50		
0 5 10 15	MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskkorn, spor av plantester, kalk	K							
	MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskkorn, spor av plantester	K							
	MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskkorn	K							
	LEIRE, sandig, siltig øvre 20cm SAND, siltig	K						1.99 44	
	LEIRE, sandig, siltig	K						1.92 48	
	LEIRE, sandig, siltig spor av skjellrester	K						1.89 49	
	LEIRE, sandig, siltig skjellrester	K						1.99 43	
	LEIRE, sandig, siltig, gruslig spor av skjellrester	K						2.08 37	
	LEIRE, sandig, siltig enk. gruskkorn	K						2.01 44	
	LEIRE, sandig, siltig enk. gruskkorn	K						1.95 46	
	LEIRE, siltig, sandig enk. gruskkorn	K						2.05 41	
	LEIRE, siltig, sandig enk. gruskkorn	K						1.92 46	
	LEIRE, siltig, sandig enk. gruskkorn	K						2.04 41	
	LEIRE, siltig, sandig enk. gruskkorn	K						2.06 41	

Djupde (m)	Udrenert skjærfasthet ( $\sigma_{1f}$ )	$S_t$ (%)		
			10	20
7				
5				
4				
3				
4				
3				
5				
8				
8				
12				
9				
5				
8				
7				
6				
6				
9				
11				
6				
10				
12				

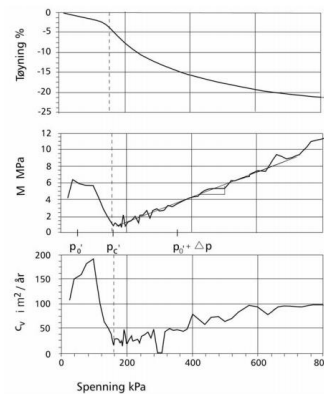
**Kornfordeling** i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,063 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av slemmeanalyse og bruk av hydrometer. Analysen bygger på Stokes lov. En viss mengde tørket materiale slemmes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller måles densiteten av suspensjonen. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann.



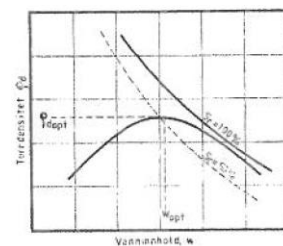
**Kompressibilitet** av jord bestemmes ved komprimeringsforsøk i ødometer. Prøvehøyden er 20 mm og diameter 50 mm. Prøven bygges inn i en stålring og belastes enten trinnvis eller med kontinuerlig økende last. Sammenhørende verdier for spenning og tøyning registreres og materialets kompressibilitet (deformasjonsmodul, M) kan beregnes.

$$M = \frac{\delta\sigma'}{\delta\varepsilon}$$

Forsøksresultatene gir grunnlag for beregning av konsolideringssetningene og setningenes tidsforløp.



**Komprimeringsforsøk** (Proctor-forsøk) utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensiteten  $\rho_{dopt}$  og vanninnhold  $w_{opt}$  bestemmes.



**Luftporøsitet** ( $A_r$ ) er volumet av luft (gass),  $V_g$ , angitt i prosent av totalt volum,  $V$ .

$$A_r = \frac{V_g}{V}$$

**Metningsgrad** ( $S$ ) er volum av porevann,  $V_w$ , angitt i prosent av porevolum  $V_p$ .

$$S = \frac{V_w}{V_p} \quad V_p = V_w + V_g$$

**Porøsitet** ( $n$ ) er porevolum,  $V_p$ , angitt i prosent av totalt volum,  $V$ .

$$n = \frac{V_p}{V}$$

**Permeabilitetskoeffisienten** ( $k$  i mm/s) er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene, definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

Jordart	$k$ (mm/s)
grus	10
sand	$10^{-3} - 10^{-3}$
silt	$10^{-3} - 10^{-6}$
leire	$10^{-6} - 10^{-8}$

Typiske variasjonsområder

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

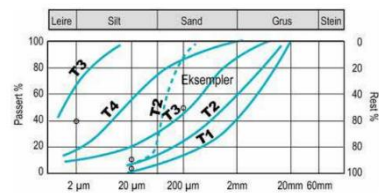
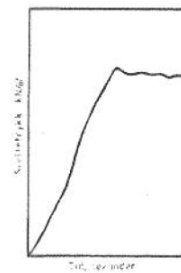
**Fri svelling** er volum av en leirprøve som får svulle fritt etter tilsetning av destillert vann, angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

**Fritt svellevolum** er volum av vann innesluttet i en leirprøve etter fri svelling, angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

**Svelletrykk** på leire fra svakhetssoner i berg måles i ødometer. En tørket prøve bygges inn, konsolideres og tilføres destillert vann. Volumet av prøven holdes konstant under svelling, og prøvens aktive svelletrykk registreres.

**Humusinnhold** bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), gløding av prøve eller våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd, angitt i masseprosent av tørrstoff.

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



---

**BILAG 4**

---

**Fjellkontrollboringer**

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

1

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-2	grus	
2-4	myrmold	
4-5,5	sand	
5,5-10	leire	
10-11,5	morene	
11,5-11,7	berg	

**Bordata****Utført dato:****Maskin:** 407-3**System:** odex 140**Rør dimensjon (mm):** 168,3**Rørlengde (m):** 11,7**Boring i berg m/rør (m):** 0,2**Boring i berg uten rør (m):****Total lengde (m):** 11,7**Merknader:**

ØV 457591 NS 6711469

Innsendt av

Martin Skjauff / 02.06.2019

OPPRETTET AV:  
M.VGODKJENT DATO:  
31.10.2013GODKJENT AV:  
G.VREVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

2

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-2	grus	
2-3	myrmold	
3-6	sand	
6-10	leire	
10-13	grus	
13-13,2	berg	

**Bordata****Utført dato:****Maskin:** 407-3**System:** odex 140**Rør dimensjon (mm):** 168,3**Rørlengde (m):** 13,2**Boring i berg m/rør (m):****Boring i berg uten rør (m):****Total lengde (m):** 13,2**Merknader:**

øv:457605 ns:6711489

Innsendt av

Martin Skjauff / 02.06.2019

OPPRETTET AV:  
M.VGODKJENT DATO:  
31.10.2013GODKJENT AV:  
G.VREVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-1,5	grus	
1,5-3	myrmold	
3-5	leire	
5-8	sand	
8-13	grus	
13-13,3	berg	

**Bordata****Utført dato:****Maskin:** 407-3**System:** odex 140**Rør dimensjon (mm):** 168,3**Rørlengde (m):** 13,3**Boring i berg m/rør (m):** 0,3**Boring i berg uten rør (m):****Total lengde (m):** 13,3**Merknader:**

øv:457620 ns:6711506

Innsendt av

Martin Skjauff / 02.06.2019

OPPRETTET AV:  
M.VGODKJENT DATO:  
31.10.2013GODKJENT AV:  
G.VREVISJONSNUMMER:  
8



**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

4

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-1,5	grus	
1,5-3	myrmold	
3-4	leire	
4-8	sand	
8-10,5	grus	
10,5-10,7	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:** 407-3

**System:** odex 140

**Rør dimensjon (mm):** 168,3

**Rørlengde (m):** 10,7

**Boring i berg m/rør (m):** 0,2

**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):** 10,7

**Merknader:**

øv:457628 NS: 6711530

Innsendt av

**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
M.V

 GODKJENT DATO:  
31.10.2013

 GODKJENT AV:  
G.V

 REVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

5

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-1,3	myrmold	
1,3-1,6	steinblokk	
1,6-8,7	grus	
8,7-9,0	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:** 407-3

**System:** odex 140

**Rør dimensjon (mm):** 168,3

**Rørlengde (m):** 9,0

**Boring i berg m/rør (m):** 0,3

**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):** 9,0

**Merknader:**

øv:457629 ns:6711530

Innsendt av

**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
M.V

 GODKJENT DATO:  
31.10.2013

 GODKJENT AV:  
G.V

 REVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

6

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-3	grus	
3-5	sand	
5-10,5	grus	
10,5-10,7	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:** 407-3

**System:** odex 140

**Rør dimensjon (mm):** 168,3

**Rørlengde (m):** 10,7

**Boring i berg m/rør (m):**
**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):** 10,7

**Merknader:**

øv: 457597 Ns: 6711562

Innsendt av

**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
 M.V

 GODKJENT DATO:  
 31.10.2013

 GODKJENT AV:  
 G.V

 REVISJONSNUMMER:  
 8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

7

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-2	grus	
2-8	sand	
8-10,5	grus/stein	
10,5-10,7	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:** 407-3

**System:** odex 140

**Rør dimensjon (mm):** 168,3

**Rørlengde (m):** 10,7

**Boring i berg m/rør (m):** 0,3

**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):** 10,7

**Merknader:**

øv: 457578 ns: 6711587

Innsendt av

**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
M.V

 GODKJENT DATO:  
31.10.2013

 GODKJENT AV:  
G.V

 REVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

8

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-1,5	grus	
1,5-3	myrmold	
3-9	sand	
9-11	grus	
11-11,4	berg	

**Bordata****Utført dato:****Maskin:** 407-3**System:** odex 140**Rør dimensjon (mm):** 168,3**Rørlengde (m):** 11,4**Boring i berg m/rør (m):****Boring i berg uten rør (m):****Total lengde (m):** 11,4**Merknader:**

øv:457555 ns: 6711583

Innsendt av

Martin Skjauff / 02.06.2019

OPPRETTET AV:  
M.VGODKJENT DATO:  
31.10.2013GODKJENT AV:  
G.VREVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

9

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-1	jord	
1-2,7	grus	
2,7-6	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:** 407-3

**System:** odex 140

**Rør dimensjon (mm):** 168,3

**Rørlengde (m):** 6

**Boring i berg m/rør (m):**
**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):** 6

**Merknader:**

øv:457732 ns:6711595 boret langt i fjell for å sjekke at det ikke var blokk.

Innsendt av

**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
M.V

 GODKJENT DATO:  
31.10.2013

 GODKJENT AV:  
G.V

 REVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

10

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-2	grus	
2-2,5	myrmold	
2,5-4	leire	
4-9	grus	
9-11	leire	
11-11,4	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:**

407-3

**System:**

odex 140

**Rør dimensjon (mm):**

168,3

**Rørlengde (m):**

11,4

**Boring i berg m/rør (m):**
**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):**

11,4

**Merknader:**

øv: \_457561 Ns:6711606

**Innsendt av**
**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
M.V

 GODKJENT DATO:  
31.10.2013

 GODKJENT AV:  
G.V

 REVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

11

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-1,3	stein/grus	
1,3-1,6	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:** 407,3

**System:** odex 140

**Rør dimensjon (mm):** 168,3

**Rørlengde (m):** 1,6

**Boring i berg m/rør (m):**
**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):** 1,6

**Merknader:**

øv:457742 ns: 6711585

Innsendt av

**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
 M.V

 GODKJENT DATO:  
 31.10.2013

 GODKJENT AV:  
 G.V

 REVISJONSNUMMER:  
 8



**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

12

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-1,5	myrmold	
1,5-7	grus	
7-13	stein	
13-13,3	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:** 407-3

**System:** odex 140

**Rør dimensjon (mm):** 168,3

**Rørlengde (m):** 13,3

**Boring i berg m/rør (m):**
**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):** 13,3

**Merknader:**

øv:457524 ns:6711394

Innsendt av

**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
M.V

 GODKJENT DATO:  
31.10.2013

 GODKJENT AV:  
G.V

 REVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

13

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-0,5	jord	
0,5-3	sand	
3-7,5	grus	
7,5-8	berg	

**Bordata****Utført dato:****Maskin:** 407-3**System:** odex 140**Rør dimensjon (mm):** 168,3**Rørlengde (m):** 8**Boring i berg m/rør (m):****Boring i berg uten rør (m):****Total lengde (m):** 8**Merknader:**

øv:457393 ns:6711411

Innsendt av

Martin Skjauff / 02.06.2019

OPPRETTET AV:  
M.VGODKJENT DATO:  
31.10.2013GODKJENT AV:  
G.VREVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

14

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-0,5	jord	
0,5-2	sand	
2-3	steinblokk	
3-7	grus	
7-7,5	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:**

407-3

**System:**

odex 140

**Rør dimensjon (mm):**

168,3

**Rørlengde (m):**

7,5

**Boring i berg m/rør (m):**
**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):**

7,5

**Merknader:**

øv: 457409 nS: 6711396

**Innsendt av**
**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
M.V

 GODKJENT DATO:  
31.10.2013

 GODKJENT AV:  
G.V

 REVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

15

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-0,5	jord	
0,5-1,5	blokk	
1,5-4,5	grus/stein	
4,5-6	berg	

**Bordata****Utført dato:****Maskin:** 407-3**System:** odex 140**Rør dimensjon (mm):** 168,3**Rørlengde (m):** 6**Boring i berg m/rør (m):****Boring i berg uten rør (m):****Total lengde (m):** 6**Merknader:**

øv:457162 ns:6711193

Innsendt av

Martin Skjauff / 02.06.2019

OPPRETTET AV:  
M.VGODKJENT DATO:  
31.10.2013GODKJENT AV:  
G.VREVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

16

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-0,5	blokk	
0,5-2	grus	
2-3	berg	

**Bordata****Utført dato:****Maskin:** 407-3**System:** odex 140**Rør dimensjon (mm):** 168,3**Rørlengde (m):** 3**Boring i berg m/rør (m):** 1**Boring i berg uten rør (m):****Total lengde (m):** 3**Merknader:**

øv: 457155 ns:6711185

Innsendt av

Martin Skjauff / 02.06.2019

OPPRETTET AV:  
M.VGODKJENT DATO:  
31.10.2013GODKJENT AV:  
G.VREVISJONSNUMMER:  
8

**PROSJEKT**

2019 Brønn 2019

**Emne**

Hol Kommune

**Punkt**

17

Til Dybde	Løsmasser/berg	Merknader
0-1	jord	
1-4	sand/grus	
4-8,5	grus/stein	
8,5-9	berg	

**Bordata**
**Utført dato:**
**Maskin:**

407-3

**System:**

odex 140

**Rør dimensjon (mm):**

168,3

**Rørlengde (m):**

9

**Boring i berg m/rør (m):**
**Boring i berg uten rør (m):**
**Total lengde (m):**

9

**Merknader:**

øv: 456980 ns:6711185

**Innsendt av**
**Martin Skjauff / 02.06.2019**

 OPPRETTET AV:  
M.V

 GODKJENT DATO:  
31.10.2013

 GODKJENT AV:  
G.V

 REVISJONSNUMMER:  
8

## **Kornstørrelsesfordelingsanalyser**

## SIKTEPRØVE

Sted Geilo Dato 28.5.19  
 Punkt 1 Vekt totalt 1138,5  
 Djup

Sikt nr	Vekt gram	g	Vekt %
8	69,6	1068,9	93,9
4	74,6	994,3	87,3
2	102,4	891,9	78,3
1	130,9	761,0	66,8
0,5	164,7	596,3	52,4
0,25	255,7	340,6	29,9
0,125	147,5	193,1	17,0
0,063	102,8	90,3	7,9
Bunn	87,1	3,2	0,3
	1135,3		

## SIKTEPRØVE

Sted Geilo Dato 28.5.19  
 Punkt 9 Vekt totalt 1084,6  
 Djup

Sikt nr	Vekt gram	g	Vekt %
8	153,7	930,9	85,8
4	81,5	849,4	78,3
2	63,8	785,6	72,4
1	71,2	714,4	65,9
0,5	121,9	592,5	54,6
0,25	172,5	420,0	38,7
0,125	222,0	198,0	18,3
0,063	114,0	84,0	7,7
Bunn	82,4	1,6	0,1
	1083		

## SIKTEPRØVE

Sted Geilo Dato 28.5.19  
 Punkt 11 Vekt totalt 919,4  
 Djup

Sikt nr	Vekt gram	g	Vekt %
8	115,3	804,1	87,5
4	123,8	680,3	74,0
2	128,2	552,1	60,1
1	130,3	421,8	45,9
0,5	93,1	328,7	35,8
0,25	88,2	240,5	26,2
0,125	76,5	164,0	17,8
0,063	57,5	106,5	11,6
Bunn	103,3	3,2	0,3
	916,2		

## SIKTEPRØVE

Sted Geilo Dato 28.5.19  
 Punkt 13 Vekt totalt 657,8  
 Djup

Sikt nr	Vekt gram	g	Vekt %
8	184,2	473,6	72,0
4	107,9	365,7	55,6
2	69,2	296,5	45,1
1	55,0	241,5	36,7
0,5	36,5	205,0	31,2
0,25	34,2	170,8	26,0
0,125	53,3	117,5	17,9
0,063	43,8	73,7	11,2
Bunn	70,6	3,1	0,5
	654,7		



## SIKTEPRØVE

Sted Geilo Dato 28.5.19  
 Punkt 14 Vekt totalt 989,1  
 Djup

Sikt nr	Vekt gram	g	Vekt %
8	124,4	864,7	87,4
4	79,7	785,0	79,4
2	82,5	702,5	71,0
1	94,6	607,9	61,5
0,5	79,2	528,7	53,5
0,25	93,2	435,5	44,0
0,125	140,9	294,6	29,8
0,063	124,4	170,2	17,2
Bunn	165,2	5,0	0,5
	984,1		

## SIKTEPRØVE

Sted Geilo Dato  
 Punkt 16 Vekt totalt 682,3  
 Djup

Sikt nr	Vekt gram	g	Vekt %
8	146,8	535,5	78,5
4	60,9	474,6	69,6
2	64,8	409,8	60,1
1	79,7	330,1	48,4
0,5	61,0	269,1	39,4
0,25	43,1	226,0	33,1
0,125	43,4	182,6	26,8
0,063	59,3	123,3	18,1
Bunn	122,8	0,5	0,1
	681,8		

## SIKTEPRØVE

Sted Geilo Dato 28.5.19  
 Punkt 15 Vekt totalt 1103,9  
 Djup

Sikt nr	Vekt gram	g	Vekt %
8	273,0	830,9	75,3
4	160,2	670,7	60,8
2	125,3	545,4	49,4
1	134,4	411,0	37,2
0,5	100,6	310,4	28,1
0,25	79,9	230,5	20,9
0,125	69,0	161,5	14,6
0,063	59,7	101,8	9,2
Bunn	97,7	4,1	0,4
	1099,8		

## SIKTEPRØVE

Sted Geilo Dato  
 Punkt 17 Vekt totalt 1100,8  
 Djup

Sikt nr	Vekt gram	g	Vekt %
8	248,8	852,0	77,4
4	266,0	586,0	53,2
2	170,7	415,3	37,7
1	102,1	313,2	28,5
0,5	65,4	247,8	22,5
0,25	48,4	199,4	18,1
0,125	49,3	150,1	13,6
0,063	51,3	98,8	9,0
Bunn	97,4	1,4	0,1
	1099,4		

### Sikteanalyse Geilo 2019

