

Bergen kommune

## ► Ortun svømmehall

Geotekniske grunnundersøkelser

Datarapport

Oppdragsnr.: 5167240 Dokumentnr.: RIG01 Versjon: J01 Dato: 2019-05-10



<b>Oppdragsgiver:</b>	Bergen kommune
<b>Oppdragsgivers kontaktperson:</b>	Ivar Alvær
<b>Rådgiver:</b>	Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
<b>Oppdragsleder:</b>	Harald Inge Hovstad
<b>Fagansvarlig:</b>	Kristin Reitan/Torgeir Døssland
<b>Andre nøkkelpersoner:</b>	Synne Tveiten, Hilde Risung, Malin Balstad og Maria Berg Hestad

<b>Emneord</b>	Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport	
<b>Fylke</b>	Hordaland	
<b>Kommune</b>	Bergen	
<b>Sted</b>	Ortun	
<b>Koordinatsystem</b>	EUREF89 UTM 32	
<b>Høydesystem</b>	NN2000	
<b>Prosjektkoordinater</b>	<b>Nord:</b> 6695600	<b>Øst:</b> 295110

Oppdragsnummer LAB og GRU: 5192593

Oppdragsnummer GEO: 5167240

J01	2019-05-10	For bruk	KrRei/MaBal	ToDos	HalHo
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammendrag

Norconsult AS er engasjert av Bergen kommune for å utføre grunnundersøkelser ved Ortun skole som ligger sentralt i Fyllingsdalen bydel. Undersøkelsene er gjort i forbindelse med bygging av ny svømmehall.

Feltarbeidet skal sammen med laboratorieanalysene gi grunnlag for geoteknisk vurdering av området. Hensikten med rapporten er å:

- Presentere resultatene fra felt- og laboratoriearbeidet
- Beskrive registrerte grunnforhold
- Gi grunnlag for videre geoteknisk prosjektering

Detaljert geoteknisk prosjektering eller rådgiving utover dette er ikke innebefattet her.

Feltarbeidet ble utført i uke 15 i 2019. Det er utført grunnundersøkelser i 15 posisjoner nummerert som P1 til P19 (der P10, P12, P14 og P16 ikke er utført). Grunnundersøkelsene består av totalsonderinger i 15 posisjoner, naverprøver i 9 posisjoner og piezometer i 2 posisjoner. Det er boret 7,1 – 14,1 meter i løsmasser før det er påtruffet berg samtlige posisjoner. I posisjon P13 fikk vi brekkasje, og sikker bergpåvisning utgår dermed i denne posisjonen, men vi antar at brekkasjen har skjedd i overgang til berg. I posisjon P8 er det kun boret 2,4 meter i antatt berg, og har derfor per definisjon ikke sikker bergpåvisning, men vi antar at det er berg da det samstemmer bra med omkringliggende boringer.

Fra utførte grunnundersøkelser kan en gi følgende karakteristikker av lagdelingen på den aktuelle tomte:

- Topplag med lav boremotstand. Laboratorieanalysene viser torv og myr fra terreng og ned til boremotstanden øker, 4,6 meter i den dypeste posisjonen.
- Under topplaget kommer et lite mellomlag i flere av posisjonene. Prøveresultatene fra laboratoriet viser at massene i dette laget består i hovedsak av silt og sand.
- Noen av posisjonene har ikke dette nevnte mellomlaget. Her går det direkte over i høy til meget høy boremotstand, der det er benyttet økt rotasjon, spyling og slag i større eller mindre grad. Antar at dette laget består av morene.
- Samtlige boringer avsluttes med boring i berg, bortsett fra posisjon P13 med brekkasje.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Aktuelt område	5
1.3	Løsmassekart	6
<b>2</b>	<b>Felt- og laboratoriearbeid</b>	<b>7</b>
2.1	Generell informasjon om feltarbeidet	8
2.2	Generell informasjon om laboratoriearbeidet	8
<b>3</b>	<b>Resultater grunnundersøkelser</b>	<b>9</b>
3.1	Totalsondering	9
3.2	Telefarlighet	10
3.3	Von Post	10
3.4	Grunnvannstand	10
3.5	Prøvetaking	10
3.6	Lagdelling	11
<b>4</b>	<b>Bilder fra felt</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>27</b>

## Tegninger

Innhold	Format	Målestokk	Tegn.nr.
Boreplan – utførte grunnundersøkelser	A3	1:500	V100
Profiler av enkeltsonderinger	A3	1:200	V101-V106

## Vedlegg

Innhold	Vedlegg nr.
Resultat laboratorieundersøkelser	A
Forklaring geotekniske plan- og profil	B
Generell beskrivelse felt og laboratoriearbeid	C
Tegnforklaring - totalsondering	D

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Norconsult AS er engasjert av Bergen kommune for å utføre grunnundersøkelser i forbindelse med bygging av ny svømmehall ved Ortun skole.

Feltarbeidet skal sammen med laboratorieanalysene gi grunnlag for geoteknisk vurdering av området. Hensikten med rapporten er å:

- Presentere resultatene fra felt- og laboratoriearbeidet
- Beskrive registrerte grunnforhold
- Gi grunnlag for videre geoteknisk prosjektering

Detaljert geoteknisk prosjektering eller rådgiving utover dette er ikke innebefattet her.

## 1.2 Aktuelt område

Det aktuelle området ligger ved Orrtunvatnet i nedkant av Ortun skole i Fyllingsdalen. I undersøkelsesområdet, som er ringet inn med rød sirkel, skal det bygges en svømmehall. Området er også utredet med tanke på å bruke omkringliggende terreng til parkering og eller veg. Terrengen i området som er undersøkt skrår ned mot Orrtunvatnet. Terreng høyden varierer fra 37 moh. til 33 moh, Orrtunvatnet ligger ved ca. 32 meters høyde (terreng høyder er hentet fra høydedata.no).

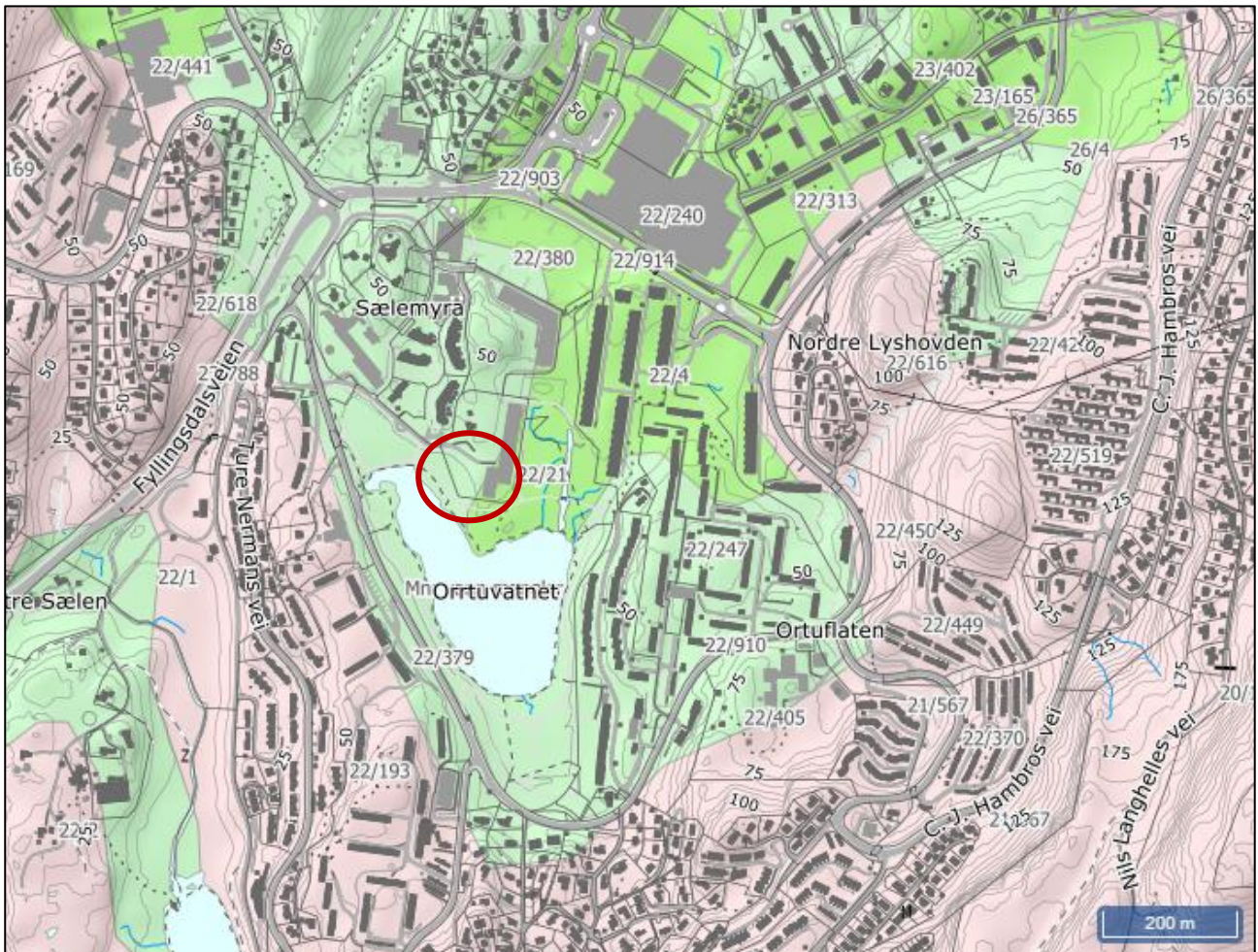


Figur 1: Oversiktsbilde over beliggenheten (indikert med rød sirkel) til undersøkelsesområdet, Ref. 1

### 1.3 Løsmassekart

Løsmassene innenfor den aktuelle tomten består, ifølge NGUs løsmassekart, av tynn- og tykk morene (hhv. Lys- og mørk grønn). Ellers er det også en del bart fjell (lys rosa) i nærområdet.

Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon av et øvre lag i jordprofilen. For å få kjennskap til grunnens egenskaper i dybden er det nødvendig med geotekniske grunnundersøkelser (som presenteres senere i rapporten).



Figur 2: NGUs løsmassekart, Ref. 2. Aktuelle område er indikert med rød sirkel.

## 2 Felt- og laboratoriearbeid

Feltarbeidet ble utført i uke 15, 2019. Norconsult sin avdeling for grunnundersøkelser utførte feltarbeidet under ledelse av boreleder Knut Dahl. Fremgangsmåten ved feltarbeidet er i samsvar med anbefalinger og veiledninger utgitt av Statens Vegvesen og Norsk Geoteknisk Forening som beskrevet i Ref. 3, Ref. 4, Ref. 5 og Ref. 6.

Boreposisjonene og tilhørende terrenghøyder er innmålt med CPOS-korrigert GPS. Koordinater er gitt i Euref-89, UTM 32 og høydesystem NN2000. Tabell 1 oppsummerer utført feltarbeidet mht. posisjon, undersøkelsesmetode og boreddybde ved totalsondering. Boreplan over utførte grunnundersøkelser, Tegning V100, gir samme oversikt.

Feltarbeidet er utført i 15 posisjoner. Følgende program ble gjennomført:

- 15 totalsonderinger
- 2 piezometer (grunnvannsmåling)
- Naverprøvetaking i 9 posisjoner, med tilhørende rutineundersøkelser.

Alle prøvene er analysert ved Norconsults geotekniske laboratorium i Molde.

Laboratoriearbeidet er utført i uke 17 og 18 i 2019. Fremgangsmåte ved laboratoriearbeidene er i samsvar med retningslinjer utgitt av Statens Vegvesen (Ref. 3) og NGF Melding nr. 2 (Ref. 7).

Vedlegg C gir en generell beskrivelse av felt- og laboratoriearbeider. Vedlegg B gir forklaring til geotekniske plan- og profiltegninger.

Tabell 1 Liste over borepunkt

Borpunkt	EUREF89 UTM32, NN2000			Metode	Boreddybde,m (TOT)	
	X (Nord)	Y (Øst)	Z (Høyde)		Løsmasser	Berg
P1	6695638,8	295094,4	35,7	TOT, PRV	13,7	4,8
P2	6695631,9	295107,2	35,9	TOT	12,2	3,0
P3	6695625,0	295082,3	33,6	TOT, Piezo, PRV	11,3	7,0
P4	6695616,8	295094,7	33,7	TOT	14,1	3,0
P5	6695607,7	295108,1	33,8	TOT	12,3	3,0
P6	6695611,7	295070,7	33,0	TOT	10,1	3,1
P7	6695600,3	295088,7	33,1	TOT, PRV	11,0	4,0
P8	6695606,3	295120,2	34,5	TOT	8,6	2,4
P9	6695597,8	295111,0	33,7	TOT, PRV	10,6	3,0
P11	6695599,4	295122,7	34,5	TOT	7,1	3,0
P13	6695589,5	295117,0	33,7	TOT, PRV	6,4	Brekkasje
P15	6695580,2	295112,4	33,1	TOT, PRV	11,4	3,1
P17	6695581,7	295124,2	33,7	TOT, PRV	7,1	3,0

P18	6695584,2	295102,	33,2	TOT, PRV	13,4	3,0
P19	6695573,7	295112,4	32,9	TOT, Piezo, PRV	10,7	3,0

TOT: Totalsondering PRV: Representativ prøvetaking Piezo = Piezometer/poretrykksmåler

## 2.1 Generell informasjon om feltarbeidet

Totalsondering gir grunnlag for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybde til fast grunn eller antatt berg. Sonderingen gir såkalt sikker bergpåvisning ved 3 meter innboring i berg. Ellers gir resultatene grunnlag for å identifisere jordarter og lagdeling, samt vurdere relativ fasthet i grunnen.

Naverboring benyttes for opptak av omrørte prøver i leire, silt, sand og grus. Prøvene overføres fra naveren og ned i plastposer i felten, før de fraktes til laboratoriet.

Resultater fra feltundersøkelser er vist på tegning V100 -V106. For en generell beskrivelse av felt- og laboratoriearbeider henvises det til vedlegg C. Vedlegg B gir forklaring til geotekniske plan- og profiltegninger og vedlegg D gir forklaring til opptegning av totalsonderinger.

Tabell 2: Generell informasjon feltarbeid

Feltarbeid	
Dato for utførelse	Uke 15, 2019
Boreleder	Knut Dahl
Type borerigg	Geotech 605FM-2018
Relevante standarder	Ref. 3, Ref. 4, Ref. 5, Ref. 6
Resultattegninger	V100-V106

## 2.2 Generell informasjon om laboratoriearbeidet

Forstyrrede naverprøver egner seg kun til grov identifisering og klassifisering. I laboratoriet er det foretatt visuell klassifisering og beskrivelse av massene. I tillegg er det utført korngraderingsanalyser, måling av vanninnhold og humusinnhold ved glødetapsmåling på utvalgte prøver. Rene organiske prøver er klassifisert etter von Posts skala.

Tabell 3 Generell informasjon laboratoriearbeid

Laboratoriearbeid	
Dato for utførelse	Uke 17-18, 2019
Laborant	Hilde Risung, Synne Tveiten
Relevante standarder	Ref. 3 og Ref. 7.
Resultater	Tabell 4



## 3 Resultater grunnundersøkelser

**NB!** Det må presiseres at informasjonen fra felt- og laboratoriearbeid strengt tatt bare er gyldig i de undersøkte posisjoner. Avvik i grunnforholdene i området rundt og mellom de undersøkte posisjoner kan ikke utelukkes. Resultatene må derfor ikke anvendes ukritisk.

### 3.1 Totalsondering

Det er utført totalsondering i 15 posisjoner, hvor det er boret mellom 7,1-14,1 meter i løsmasser. Det er påtruffet berg i samtlige undersøkte posisjoner, unntatt i posisjon P13 hvor vi fikk brekkasje og dermed utgår sikker bergpåvisning i denne posisjonen, men vi antar at brekkasjen har skjedd i overgangen til berg. I posisjon P8 er det kun boret 2,4 meter i antatt berg, og har derfor per definisjon ikke sikker bergpåvisning, men vi antar at det er berg da det samstemmer bra med omkringliggende boringer.

#### P1 og P9:

- De øverste 5 meterne i profilet viser en generell tendens til økende motstand med dybden fra lav til høy.
- Fra ca. 5,0 meters dybde er boremotstanden høy til meget høy ned til avsluttet boring i antatt berg.
- P1 har antatte stein/blokk gjennom store deler av profilet.

#### P2, P5, P8 og P11:

- Topplag av relativ lab boremotstand med varierende dybdeintervall.
- Deretter er det en tydelig overgangssone med økning opp til høy motstand.
- Under overgangssonen er det høy motstand der det er benyttet økt rotasjon, spyling og slag ned til endt boring i antatt berg.

#### P3, P7 og P19:

- Topplag med lav boremotstand registreres ned til 3,0-5,5 meters dybde i de respektive posisjonene.
- Deretter øker boremotstanden med dybden fra lav til middels.
- Fra ca. 4,0- 6,5 meters dybde i de respektive posisjonene øker motstanden fra middels til høy ned til avsluttet boring i antatt berg.

#### P4, P6, P13 og P15:

- Topplag med lav boremotstand ned til ca. 3,0 meter.
- Deretter øker boremotstanden med dybden til høy motstand.
- Fra ca. 3,5 meter er det benyttet økt rotasjon, spyling og slag (meget høy motstand) ned til endt boring.
- Boringen til posisjon P15 er avsluttet i antatt berg, mens posisjon P13 fikk brekkasje ved ca. 6,5 meters dybde.

#### P17 og P18:

- Varierende topplag ned til 2,0 og 3,0 meters dybde. Lav motstand helt i toppen, deretter høy motstand, før det så avtar til lav motstand.
- Fra 2,0 og 3,0 meters dybde øker motstanden til høy og holdes høyt til endt boring i antatt berg.

### 3.2 Telefarlighet

Ifølge analyser av opptatte prøver fra posisjon P3, P7, P9, P17 og P19 havnet prøvene i telegruppe T3 (middels telefarlig) og T4 (T4 er meget telefarlig).

Figur 1 og Figur 2 i laboratorierapporten viser oversikt over utført korngraderingsforsøk, her kommer også telefarligheten frem.

### 3.3 Von Post

I flere av de undersøkte posisjonene er det avdekket torv og masser med høyt organisk innhold ned til relativt store dybder. Da flere av disse prøvene ikke er egnet for rutineklassifisering ved hjelp av glødetap, er det utført klassifisering ved hjelp av Von Post. Torv er mer eller mindre omdannede rester av planter. Etter formulingsgraden klassifiseres torv ved visuell bedømmelse og pressing i hånden i henhold til Von post skala H1-H10.

Det er utført von Post på følgende prøver:

Pos./ID	Dybde	Type torv	Klassifisering
P3	0,0-1,0	Fibertorv	H3
	1,0-2,0	Fibertorv	H3
	2,0-3,0	Fibertorv	H3
	3,0-4,0	Fibertorv	H3
	4,0-4,6	Fibertorv	H3
P9	1,2-1,6	Fibertorv	H4
P13	1,0-1,8	Mellomtorv	H5
P15	1,3-1,7	Mellomtorv	H6
	1,7-2,0	Mellomtorv	H6
	2,2-2,5	Mellomtorv	H6
P17	0,3-1,0	Fibertorv	H4
	1,0-1,7	Fibertorv	H4
P18	1,5-1,8	Mellomtorv	H6
	2,0-2,8	Mellomtorv	H6
P19	0,2-0,8	Mellomtorv	H6
	0,8-1,0	Mellomtorv	H6
	1,0-2,0	Mellomtorv	H6
	2,0-2,6	Mellomtorv	H6

### 3.4 Grunnvannstand

Det er satt ned hydraulisk piezometer i posisjon P3 og P19. Resultatet er vist i Tegning V101 og V106. Piezometer er installert for måling av vanntrykket i grunnen.

Pos./ID	Installert	Installasjonskote (spiss)	Måledato og målt vannivå relativt til terreng kote [m]
		[m]	13.04.19
P3	12.04.19	+27,6	+32,1
P19	12.04.19	+28,4	+31,9

### 3.5 Prøvetaking

Prøvetaking er utført i posisjon P1, P3, P7, P9, P13, P15, P17, P18 og P19. Samtlige prøver er tatt opp ved hjelp av naver. Denne prøvetakingsmetoden gir noe usikkerhet rundt klassifisering, da det lett kan innblandes masser fra de øvrige lag under opptrekk av naveren. Prøvene blir tatt fra naveren og over i

poser, deretter fraktes prøvene til laboratoriet for klassifisering. Resultater fra prøvetaking i felt er vist i Tabell 1 i Vedlegg A.

### 3.6 Lagdeling

Basert på totalsonderingene kan en gi følgende karakteristikkk av lagdelingen på tomta:

- Topplag med lav boremotstand. Laboratorieanalysene viser torv og myr fra terreng og ned til boremotstanden øker, 4,6 meter i den dypeste posisjonen.
- Under topplaget kommer et lite mellomlag i flere av posisjonene. Prøveresultatene fra laboratoriet viser at massene i dette laget består i hovedsak av silt og sand.
- Noen av posisjonene har ikke dette nevnte mellomlaget. Her går det direkte over i høy til meget høy boremotstand, der det er benyttet økt rotasjon, spyling og slag i større eller mindre grad. Antar at dette laget består av morene.
- Samtlige borer avsluttes med boring i berg, bortsett fra posisjon P13 med brekkasje.

## 4 Bilder fra felt

Bilder fra naverprøver i posisjon P1:



Bilder fra naverprøver i posisjon P3:





Bilder fra naverprøver i posisjon P7:









Bilder fra naverprøver i posisjon P9:





Bilder fra naverprøver i posisjon P13:





Bilder fra naverprøver i posisjon P15:



Bilder fra naverprøver i posisjon P17:



Bilder fra naverprøver i posisjon P18:





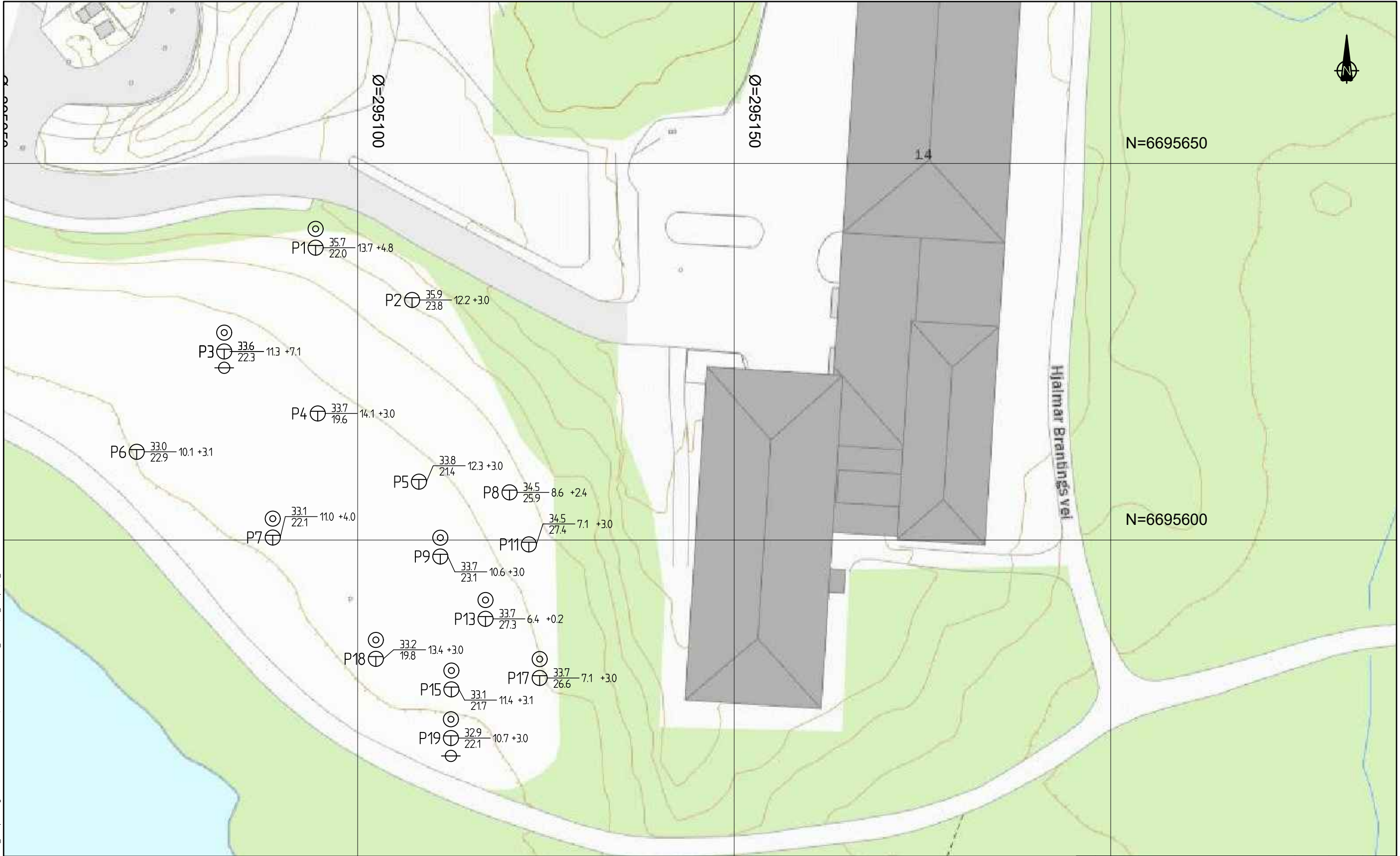
Bilder fra naverprøver i posisjon P19:





## 5 Referanser

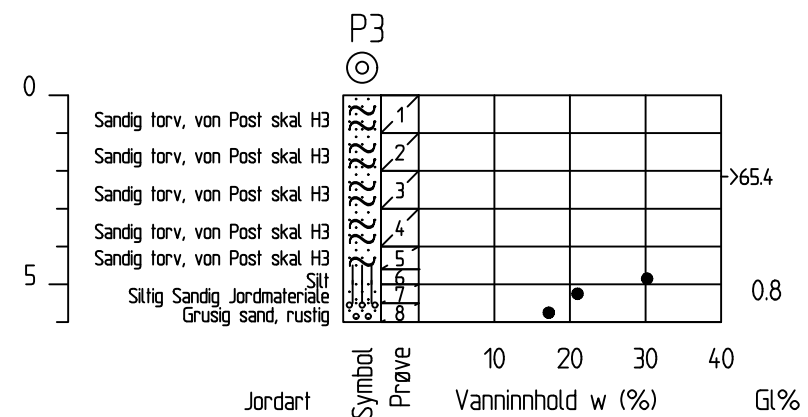
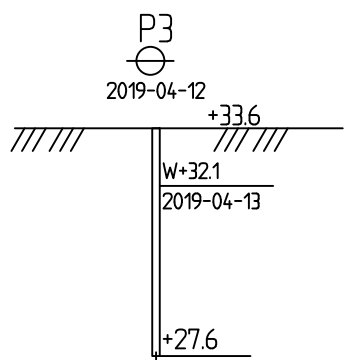
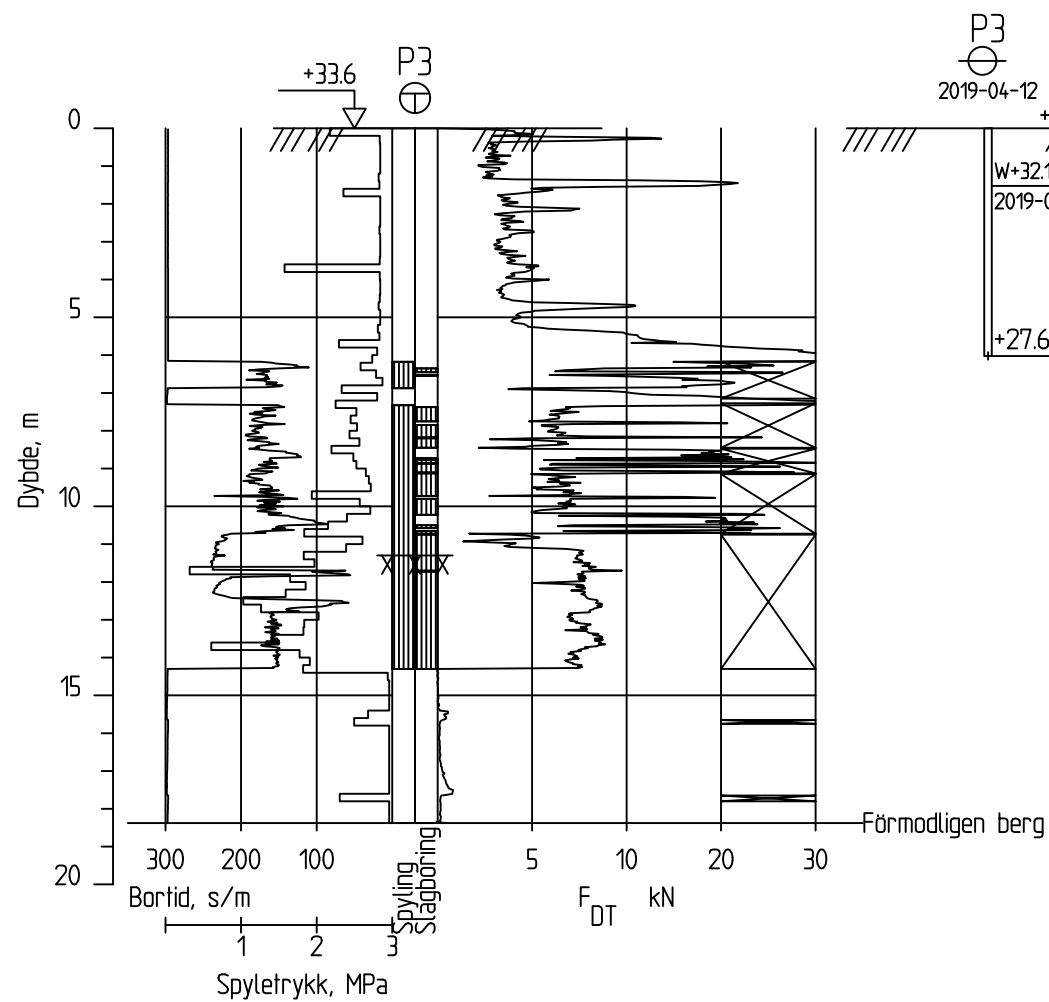
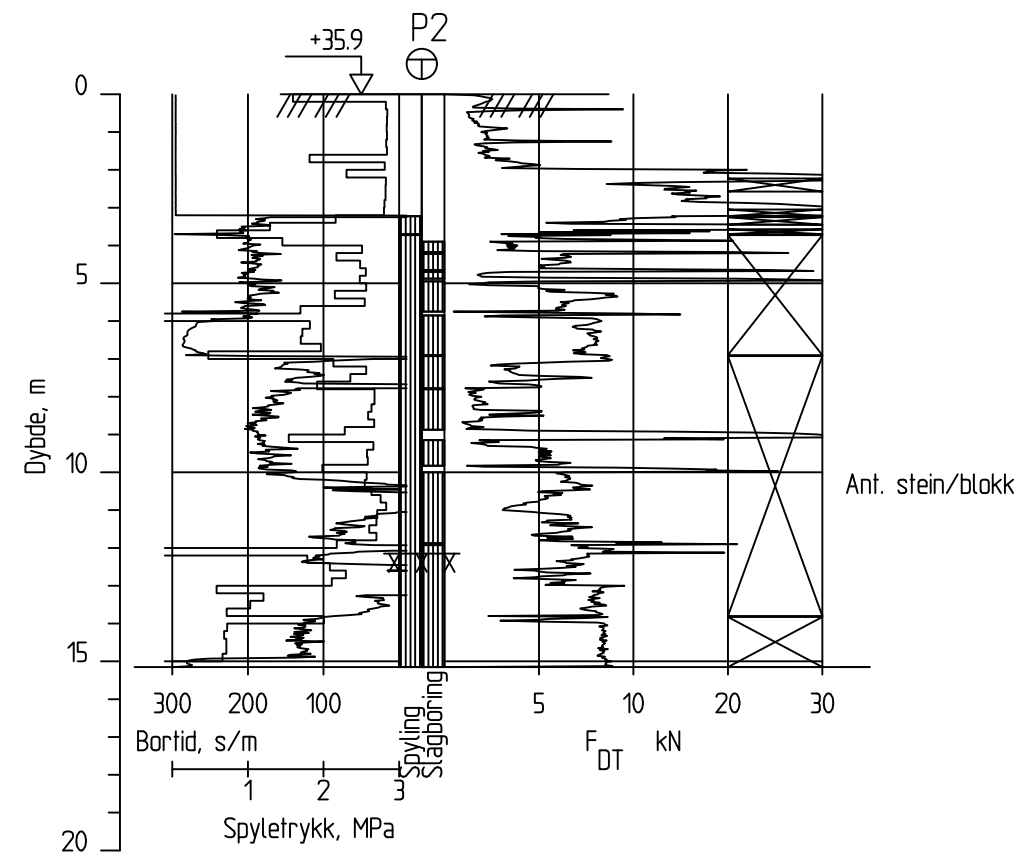
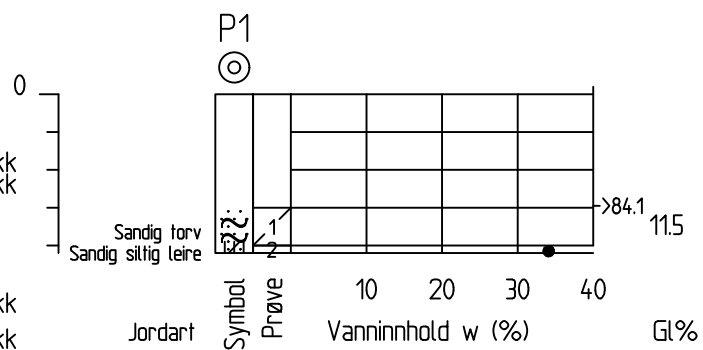
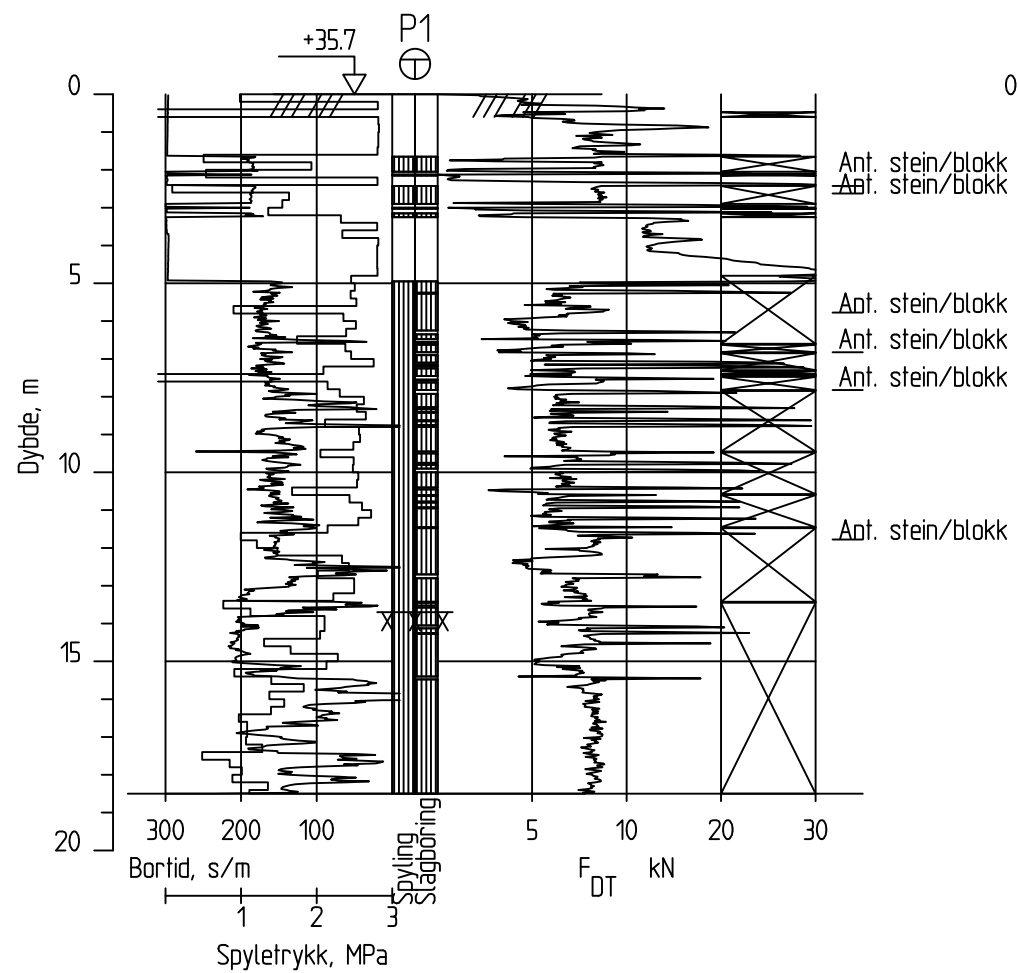
- Ref. 1 GisLink – karttjeneste, tilgjengelig fra: <http://www.gislink.no/Html>
- Ref. 2 NGU – karttjeneste, tilgjengelig fra: [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/) (avlest 2019.04.02)
- Ref. 3 Statens Vegvesen (1997): Feltundersøkelser, Håndbok - R211
- Ref. 4 Norsk Geoteknisk Forening (1994): Veiledning for utførelse av totalsondering, Melding nr. 9.
- Ref. 5 Norsk Geoteknisk Forening (2013): Veiledning for utførelse av prøvetaking, Melding nr. 11.
- Ref. 6 Norsk Geoteknisk Forening (1989): Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk, Melding nr. 6
- Ref. 7 Norsk Geoteknisk Forening (2011): Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk. Identifisering og klassifisering av jord. Melding nr. 2.
- Ref. 8 Statens Vegvesen (2016): Laboratorieundersøkelser, Håndbok R210



\*X:\proppdagg\Bergen\5167240\BIM\Geoteknik\A4\Hull\100\_Boreplan.dwg - MaBal - Plottet: 2019-05-08, 14:55:44 - XREF = M\_rutenett, M\_boreptk, M\_lant

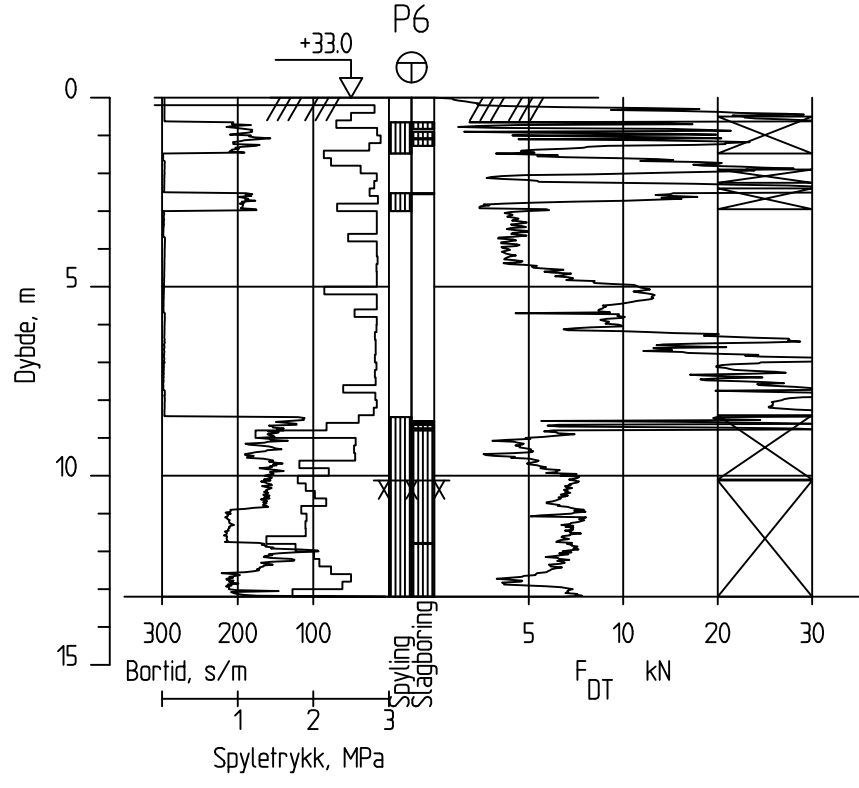
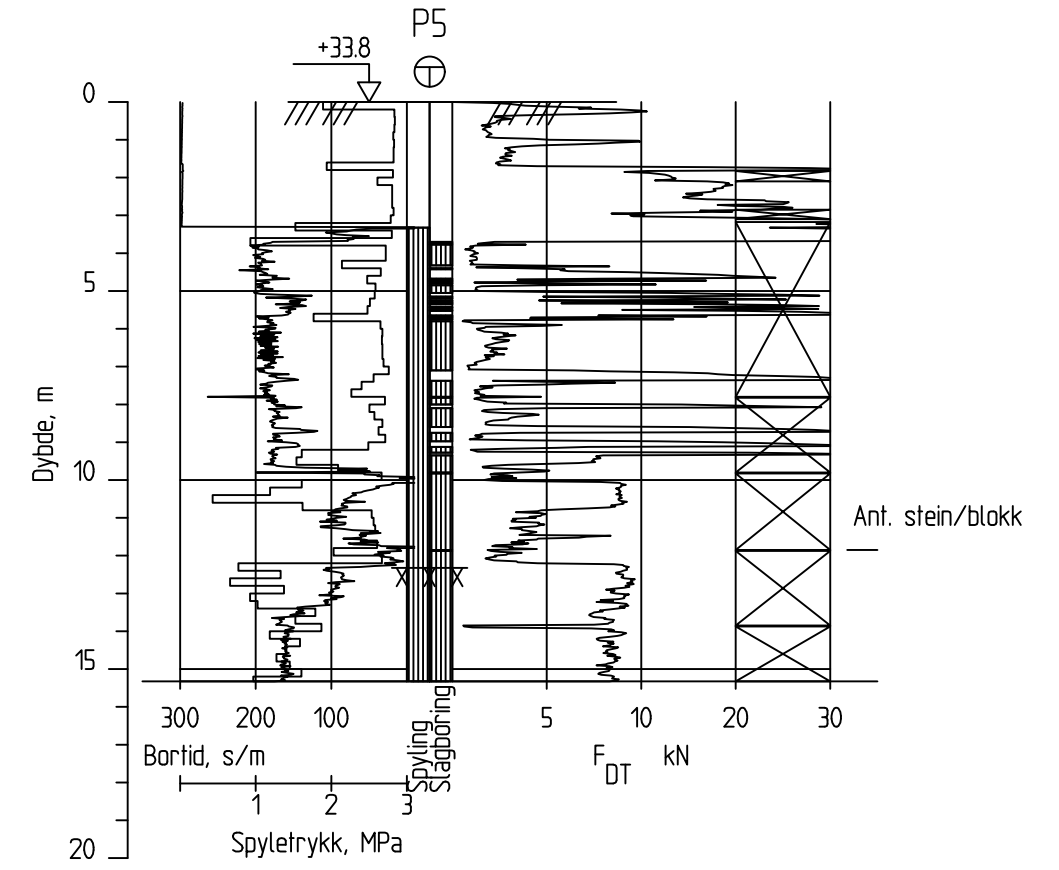
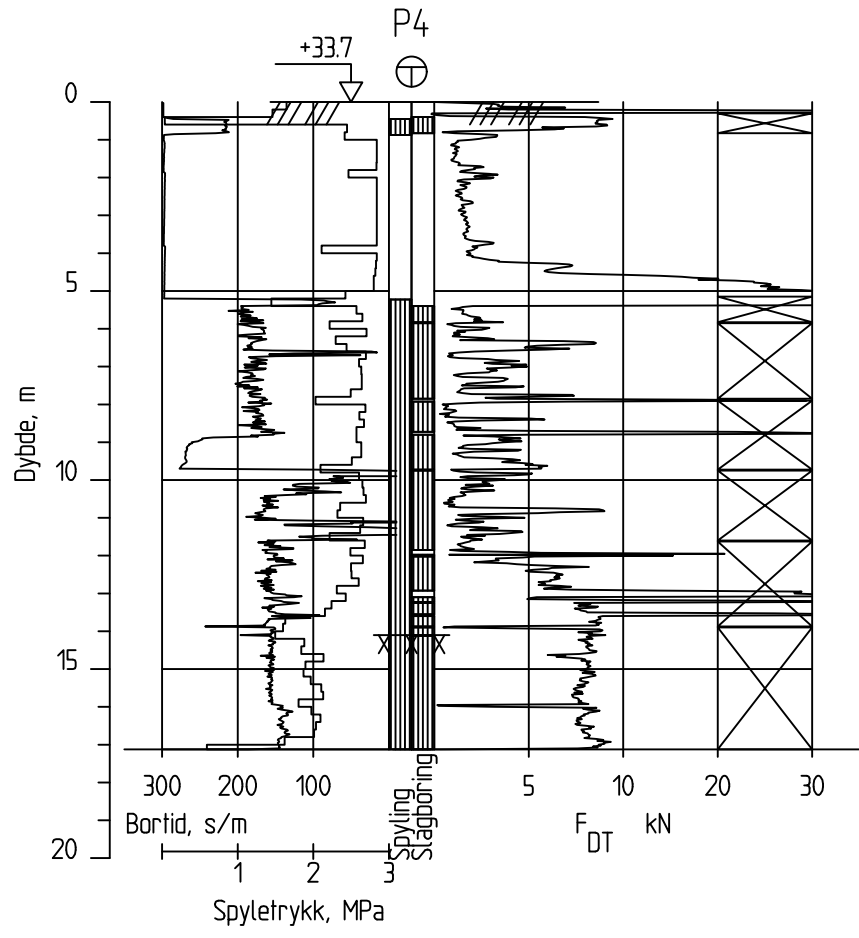
⊕ TOTALSONDERING      ⊙ PRØVESERIE      ⊖ PORETRYKKMÅLING  
 BORHULL ID. ○ KOTE TERRENG ELLER SJØBUNN      BORET DYBDE I LØSMASSE + (BORET I FJELL)  
                                 ○ EVT. KOTE ANTATT FJELL

Rev.	Dato	Beskrivelse	MaBal	ToDos	HalHo
	2019-05-08	For bruk			
			Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS.            Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvåren beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.</small>					Målestokk (gjelder A3)
Bergen kommune					1:500
Ortun svømmehall					
Grunnundersøkelser					
Boreplan					
<b>Norconsult</b>		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
5167240		V100	J01		



\*X:\propp\Bergen\51617215167240\BIM\Geoteknik\AUTOGRAF\RTI\EN\kørboring.dwg - MaBaI - Fløret, 2019-05-08, 14:57:14 - LAYOUT = V101\*

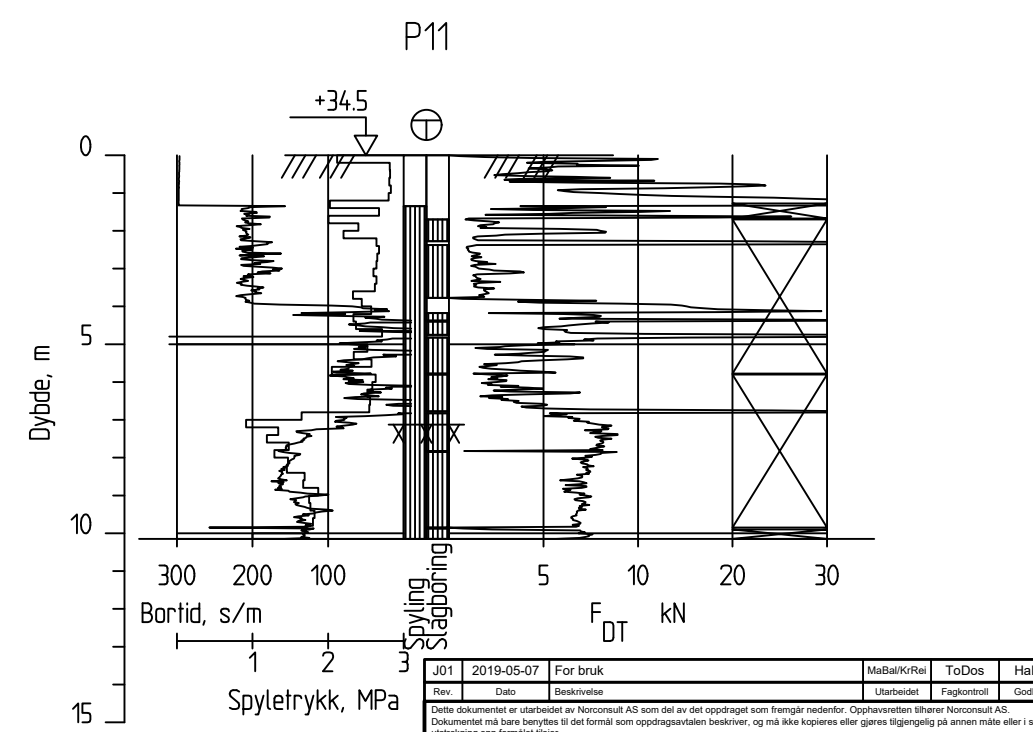
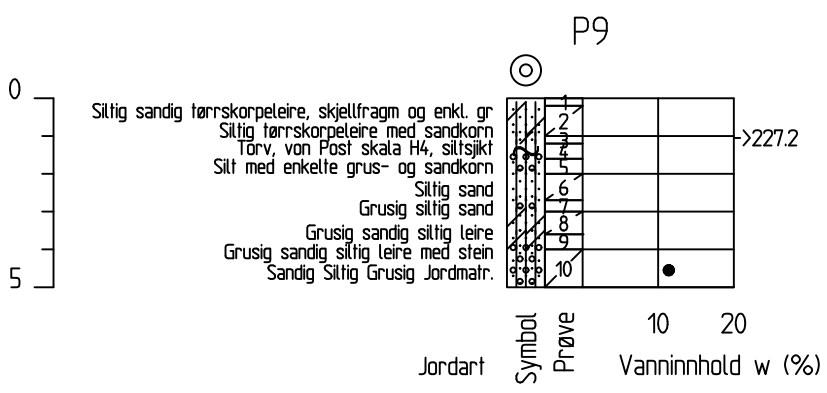
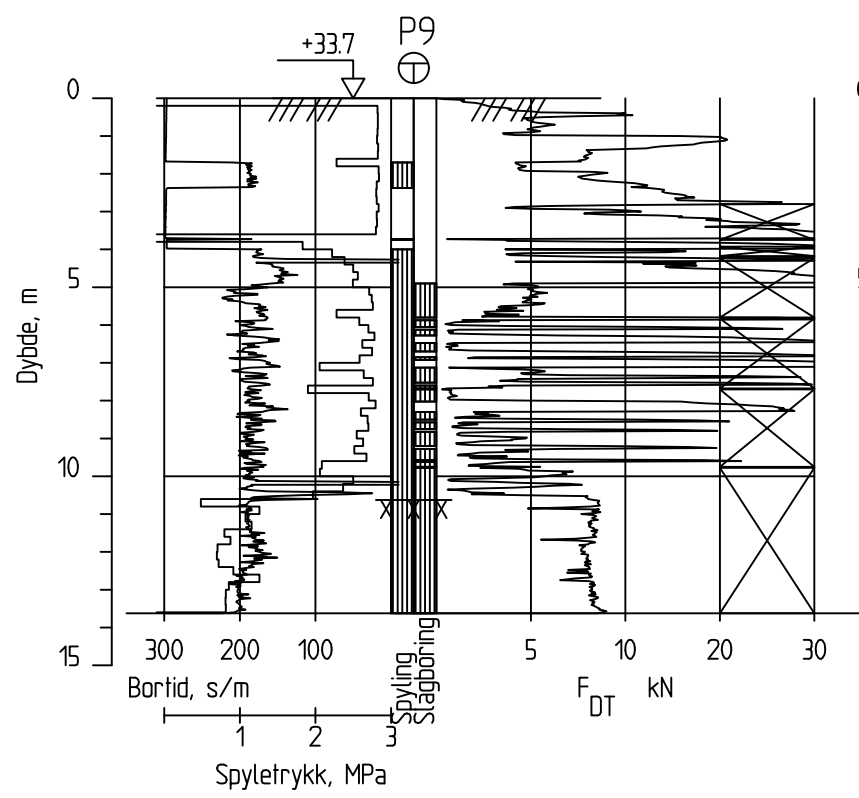
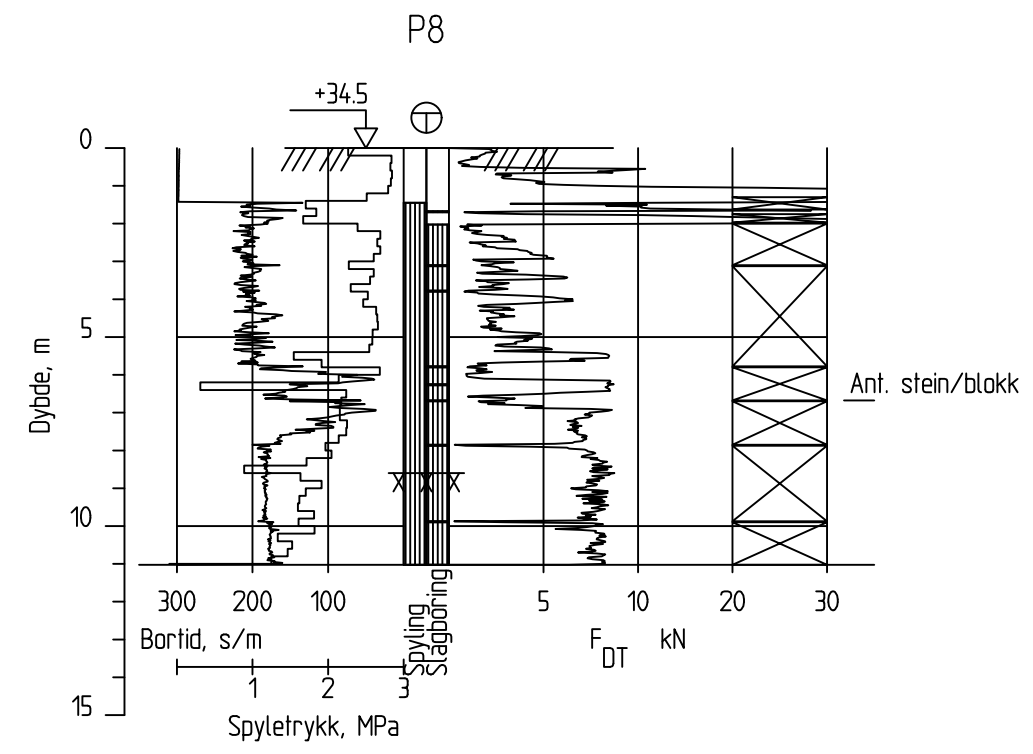
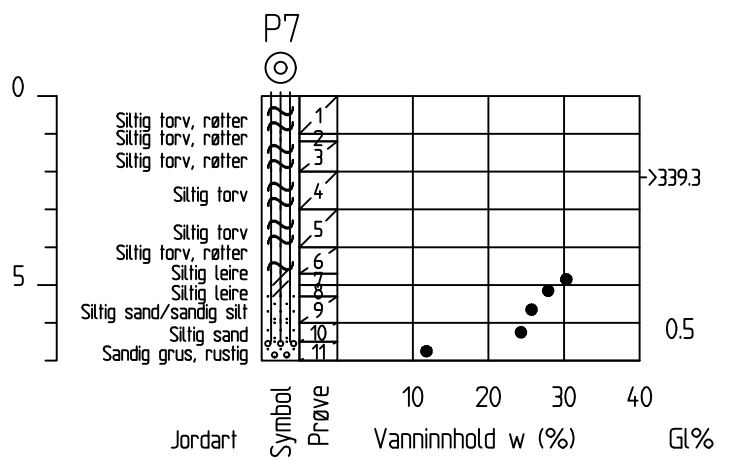
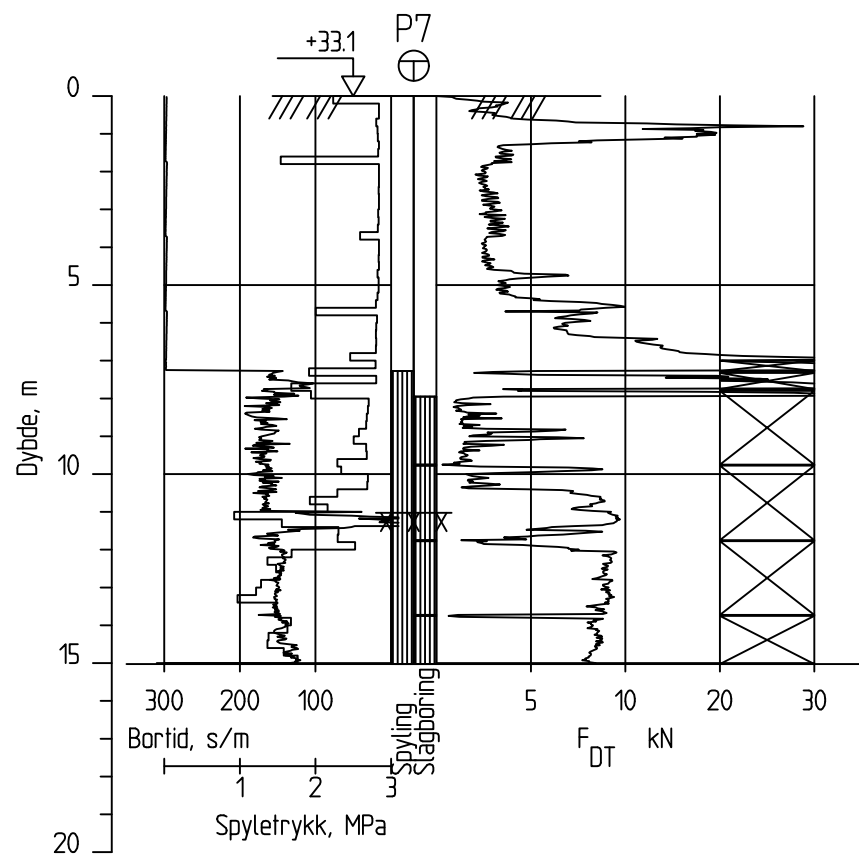
J01	2019-05-07	For bruk	MaBaI/KrRe	ToDos	HalHo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A3)
Bergen kommune					1:200
Ortun Svømmehall					
Grunnundersøkelser					
Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5167240	V101	J01	



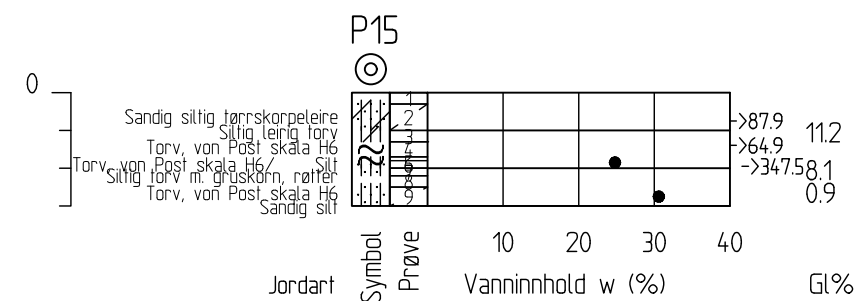
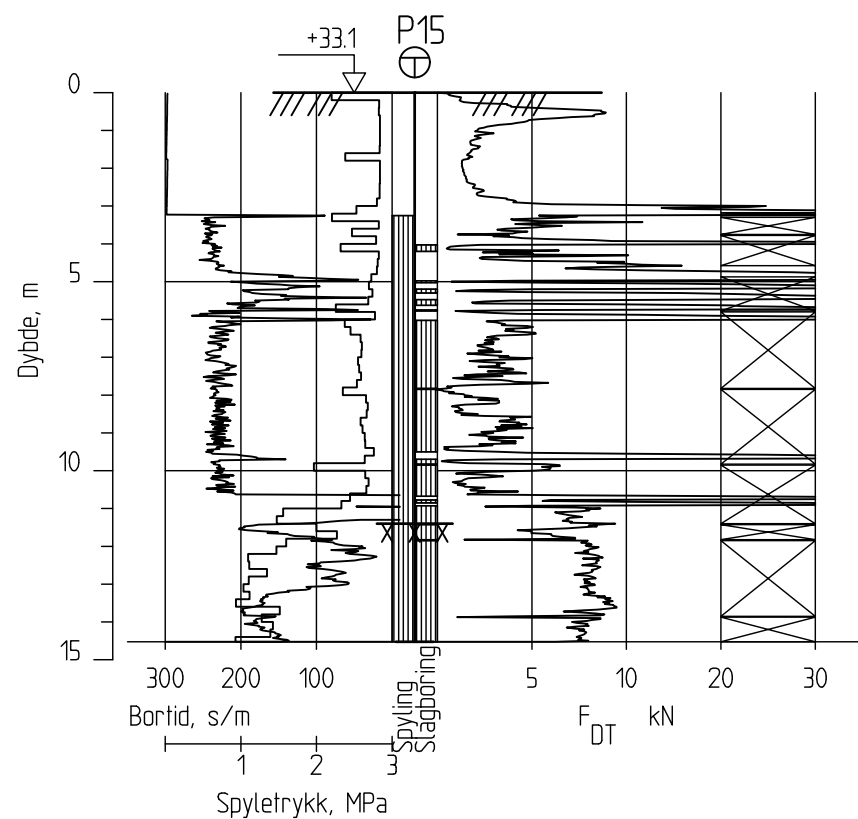
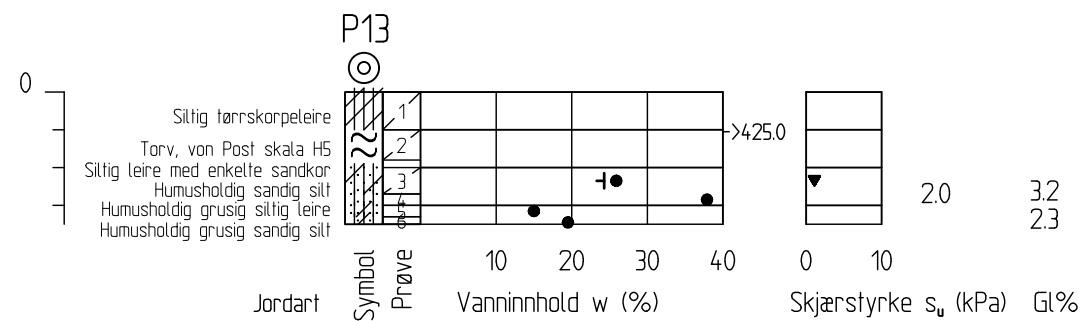
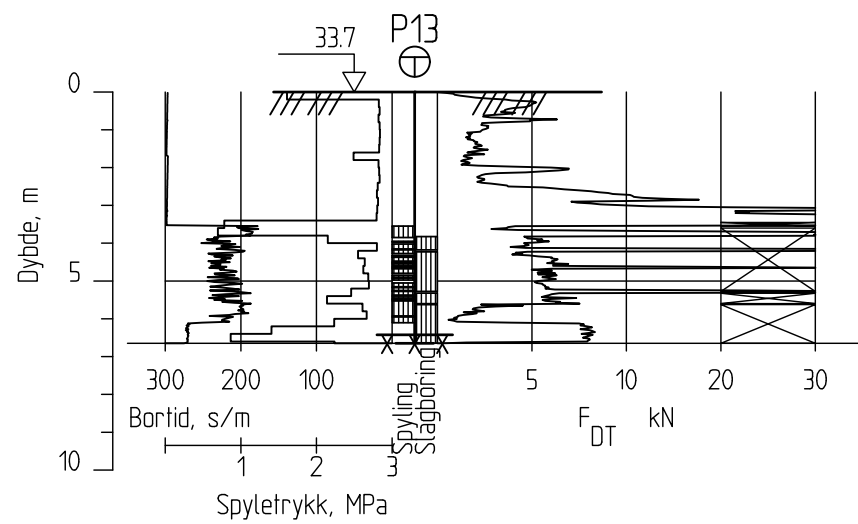
\*X:\propp\p\Bergen\51617215167240\BIM\Geoteknik\AUTOCAD\FRTI\Tilnetborring.dwg - MaBaI - Fløter, 2019-05-08, 14:58:02 - LAYOUT = V102

J01	2019-05-07	For bruk	MaBaI/KR	ToDos	HalHo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvåren beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrøkning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A3)
Bergen kommune					1:200
Ortun Svømmehall					
Grunnundersøkelser					
Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5167240	V102	J01	

\*X:\prosjektoppgaver\Bergen\5167240\BIM\Geoteknik\AUTOCAD\FRT\Tiltekningsborring.dwg - MaBal - Fløret, 2019-05-08, 15:00:07 - LAYOUT = V103\*



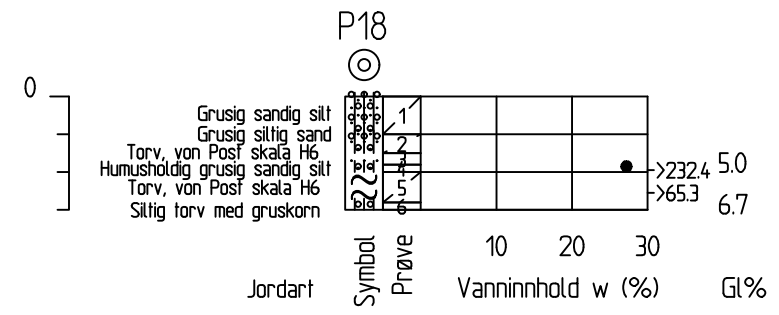
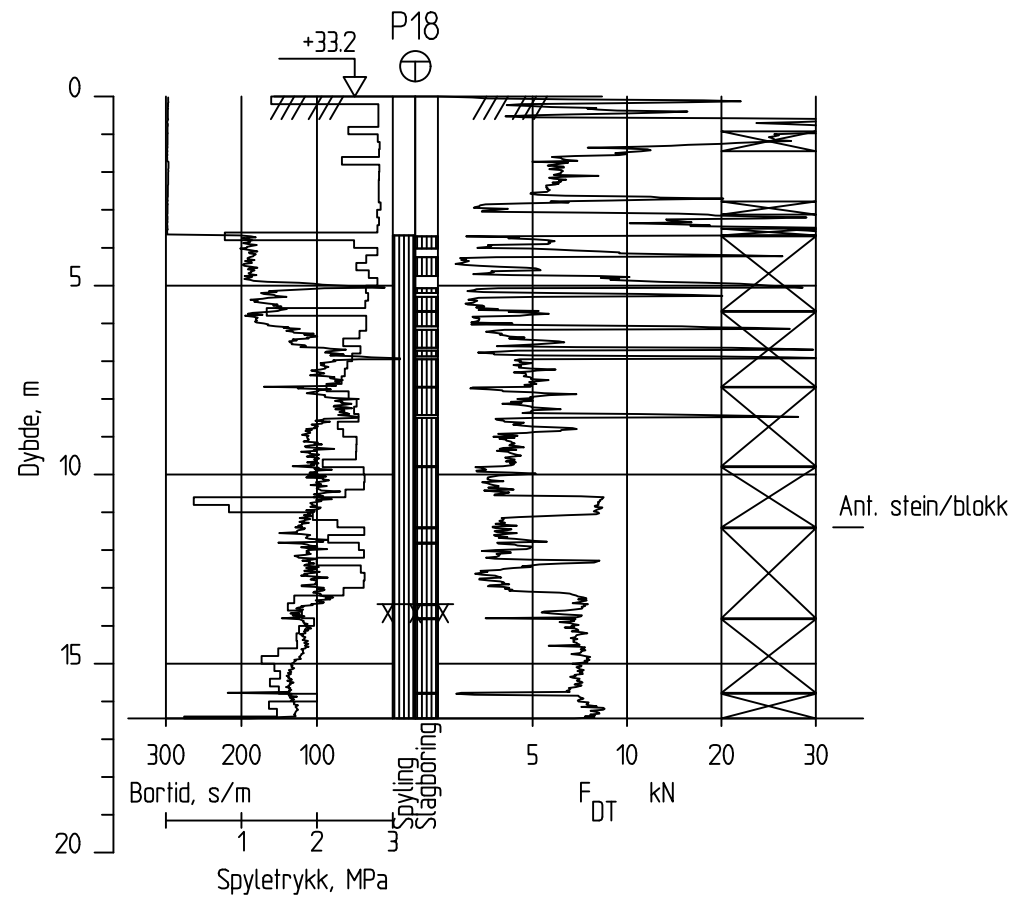
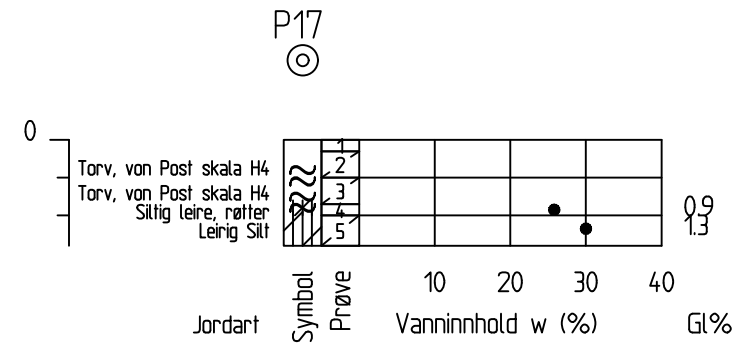
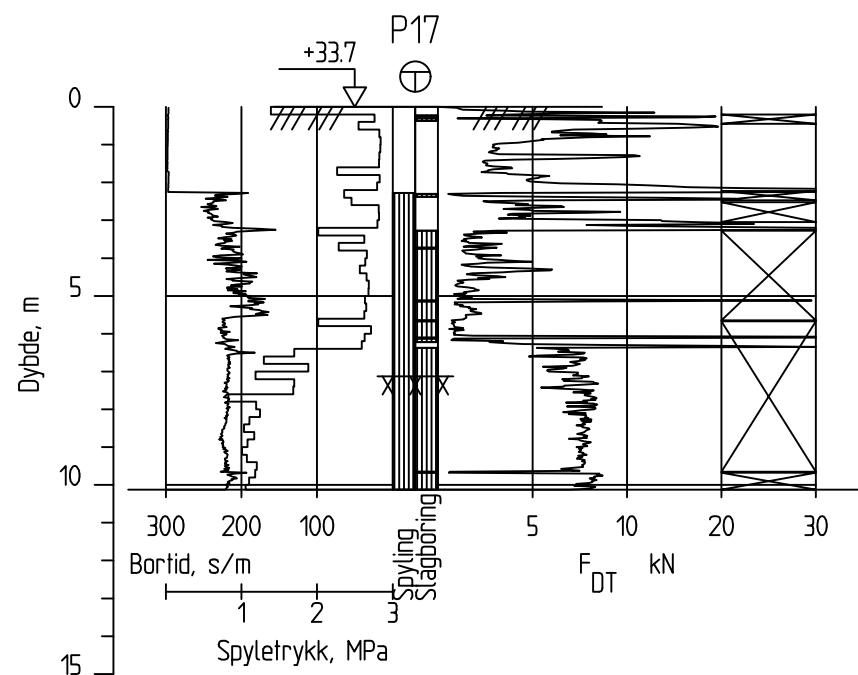
J01	2019-05-07	For bruk	MaBal/KRer	ToDos	HalHo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small>                 Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvåren beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.             </small>					Målestokk (gjelder A3)
Bergen kommune					1:200
Ortun Svømmehall					
Grunnundersøkelser					
Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5167240	V103	J01	



\*X:\ner\oppdrag\Bergen\51617215167240\BIM\Geoteknik\AUTOCAD\FRT\IE\keltborring.dwg - MaBal - Fløter, 2019-05-08, 15:06:04 - LAYOUT = V104\*

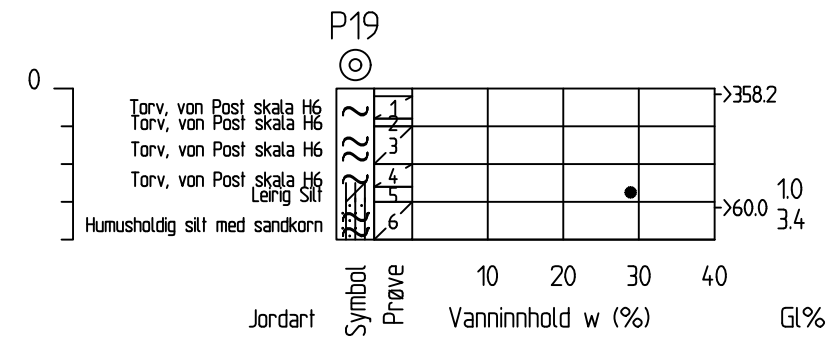
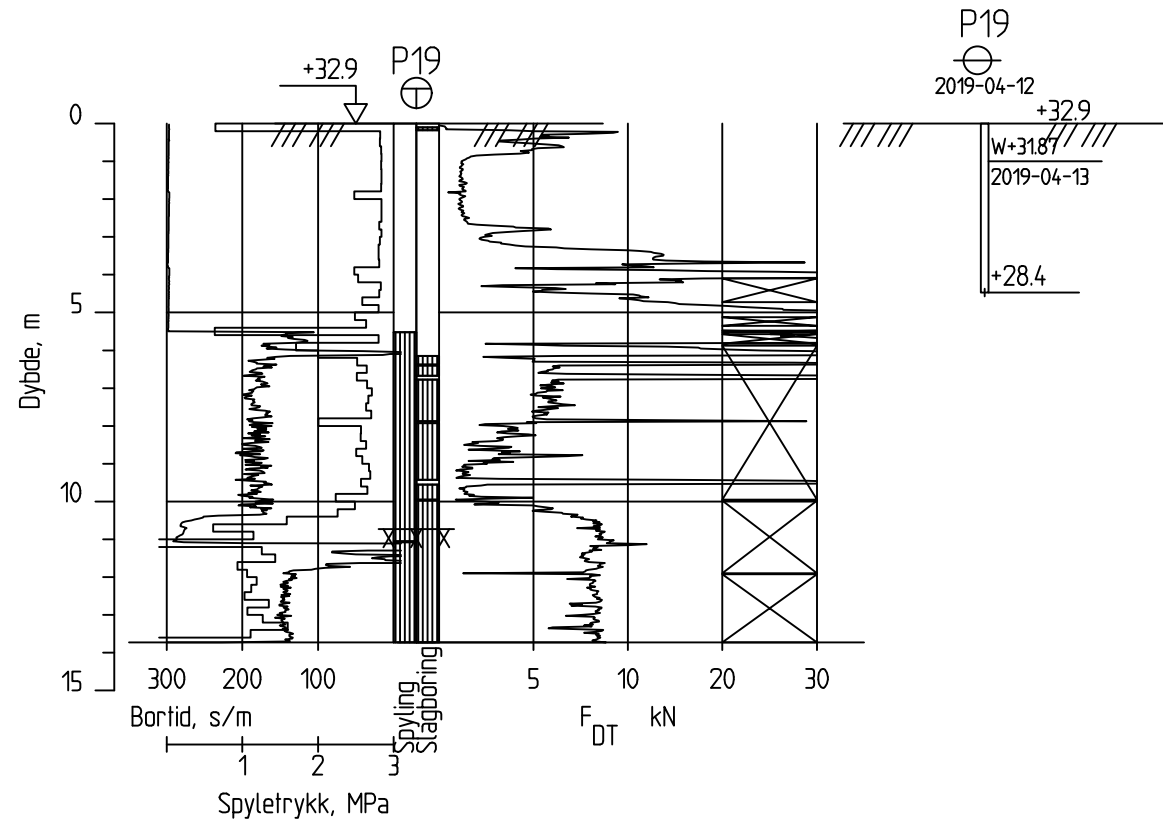
J01	2019-05-07	For bruk	MaBal/KR	ToDos	HalHo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvåren beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A3)
Bergen kommune					1:200
Ortun Svømmehall					
Grunnundersøkelser					
Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5167240	V104	J01	





\*X:\propp\propp\Bergen\5167240\BIM\Geoteknik\AUTOCAD\FRT\EN\keltboring.dwg - MaBaI - Fløret, 2019-05-08, 15:08:2 - LAYOUT = V105\*

J01	2019-05-07	For bruk	MaBaI/KiRei	ToDos	HalHo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gender A3)
Bergen kommune					1:200
Ortun Svømmehall					
Grunnundersøkelser					
Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5167240	V105	J01	



\*X:\propp\propp\Bergen\5167215167240\BIM\Geoteknik\AUTOGRAF\RTI\Enkelboring.dwg - MaBal - Fløter: 2019-05-08, 15:09:42 - LAYOUT = V106

J01	2019-05-07	For bruk	MaBal/KiRei	ToDos	HalHo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvåren beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gender A3)
Bergen kommune					1:200
Ortun Svømmehall					
Grunnundersøkelser					
Enkelboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5167240	V106	J01	

Bergen kommune

## ► Ortun svømmehall

Geoteknisk laboratorierapport

Vedlegg A

Oppdragsnr.: 5167240 Dokumentnr.: LAB01 Versjon: J01 Dato: 2019-05-08



Illustrasjonsfoto

**Oppdragsgiver:** Bergen kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Ivar Alvær  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde  
**Hovedoppdragsleder/underoppdragsleder:** Harald Inge Hovstad / Tove Brudevoll Skotheim  
**Fagansvarlig:** Synne Tveiten  
**Andre nøkkelpersoner:** Hilde Risung, Maria Berg Hestad

**Oppdragsnummer LAB og GRU:** 5192593  
**Oppdragsnummer GEO:** 5167240

J01	2019-05-08	For bruk	MaBal	SyTve	HalHo
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Generelt</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Forsøksresultater</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Korngraderingsanalyser</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Referanser</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Rapportering</b>	<b>11</b>

# 1 Generelt

Norconsult er i forbindelse med prosjektet Ortun svømmehall engasjert av Bergen kommune for å utføre laboratorieforsøk på prøver fra det aktuelle området.

Feltarbeidet er utført av Norconsult AS under ledelse av boreleder Knut Dahl. Prøvetakingen er utført i uke 15 og prøvene ankom til Norconsult sitt geoteknisk laboratorium i uke 17.

Det har i tillegg til rutineundersøkelser blitt utført 7 hydrometer, 15 glødetap og 1 konusforsøk.

Kristin Reitan er geotekniker på prosjektet

## 2 Forsøksresultater

Tabell 1: Opptatte prøver og laboratoriearbeid

Pos /ID	Typ e [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	GI [%]	W <sub>L</sub> [%]	C <sub>urfc</sub> [kPa]
P1	P	3,0-4,0	Sandig torv	84,1		11,5		
P1	P	4,0-4,2	Sandig siltig leire	34,1				
P3	P	0,0-1,0	Sandig torv, von Post skala H3					
P3	P	1,0-2,0	Sandig torv, von Post skala H3					
P3	P	2,0-3,0	Sandig torv, von Post skala H3	65,4				
P3	P	3,0-4,0	Sandig torv, von Post skala H3					
P3	P	4,0-4,6	Sandig torv, von Post skala H3					
P3	P	4,6-5,0	<b>Silt</b>	30,2	T4			
P3	P	5,0-5,5	<b>Siltig Sandig Jordmateriale</b>	21,0	T4	0,8		
P3	P	5,5-6,0	Grusig sand, rustig	17,2				
P7	P	0,0-1,0	Siltig torv, røtter					
P7	P	1,0-1,2	Siltig torv, røtter					
P7	P	1,2-2,0	Siltig torv, røtter					
P7	P	2,0-3,0	Siltig torv	339,3				
P7	P	3,0-4,0	Siltig torv					
P7	P	4,0-4,7	Siltig torv, røtter					
P7	P	4,7-5,0	Siltig leire	30,3				
P7	P	5,0-5,3	<b>Siltig Leire</b>	27,9	T4			
P7	P	5,3-6,0	Siltig sand/sandig silt	25,7				
P7	P	6,0-6,5	Siltig sand	24,3		0,5		
P7	P	6,5-7,0	Sandig grus, rustig	11,8				
P9	P	0,2-1,0	Siltig sandig tørrskorpeleire, skjellfragmenter og enkelte gruskorn					
P9	P	1,0-1,2	Siltig tørrskorpeleire med sandkorn					
P9	P	1,2-1,6	Torv, von Post skala H4, siltsjikt	227,2				
P9	P	1,6-2,0	Silt med enkelte grus- og sandkorn					
P9	P	2,0-2,7	Siltig sand					
P9	P	2,7-3,0	Grusig siltig sand					
P9	P	3,0-3,6	Grusig sandig siltig leire					
P9	P	3,6-4,0	Grusig sandig siltig leire med stein					

Pos /ID	Typ e [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	GI [%]	W <sub>L</sub> [%]	C <sub>urfc</sub> [kPa]
P9	P	4,0-5,0	<b>Sandig Siltig Grusig Jordmatr.</b>	11,4	T3			
P13	P	0,0-1,0	Siltig tørrskorpeleire					
P13	P	1,0-1,8	Torv, von Post skala H5	425,0				
P13	P	2,0-2,7	Siltig leire med enkelte sandkorn	25,9			24,3	1,1
P13	P	2,7-3,0	Humusholdig sandig silt	37,9		3,2		
P13	P	3,0-3,3	Humusholdig grusig siltig leire	15,0		2,0		
P13	P	3,3-3,5	Humusholdig grusig sandig silt	19,5		2,3		
P15	P	0,3-1,0	Sandig siltig tørrskorpeleire					
P15	P	1,0-1,3	Siltig leirig torv	87,9		11,2		
P15	P	1,3-1,7	Torv, von Post skala H6					
P15	P	1,7-2,0	Torv, von Post skala H6					
P15	P	1,8-2,0	Silt	24,8				
P15	P	2,0-2,2	Siltig torv m. gruskorn, røtter	64,9		8,1		
P15	P	2,2-2,5	Torv, von Post skala H6	347,5				
P15	P	2,5-3,0	<b>Sandig Silt</b>	30,6	T4	0,9		
P17	P	0,3-1,0	Torv, von Post skala H4					
P17	P	1,0-1,7	Torv, von Post skala H4					
P17	P	1,7-2,0	Leirig silt, røtter	25,8		0,9		
P17	P	2,0-2,8	<b>Leirig Silt</b>	30,0	T4	1,3		
P18	P	0,0-1,0	Grusig sandig silt					
P18	P	1,0-1,5	Grusig siltig sand					
P18	P	1,5-1,8	Torv, von Post skala H6					
P18	P	1,8-2,0	Humusholdig grusig sandig silt	27,2		5,0		
P18	P	2,0-2,8	Torv, von Post skala H6	232,4				
P18	P	2,8-3,0	Siltig torv med gruskorn	65,3		6,7		
P19	P	0,2-0,8	Torv, von Post skala H6	358,2				
P19	P	0,8-1,0	Torv, von Post skala H6					
P19	P	1,0-2,0	Torv, von Post skala H6					
P19	P	2,0-2,6	Torv, von Post skala H6					
P19	P	2,6-3,0	<b>Leirig Silt</b>	28,9	T4	1,0		
P19	P	3,0-4,0	Humusholdig silt med sandkorn	60,0		3,4		

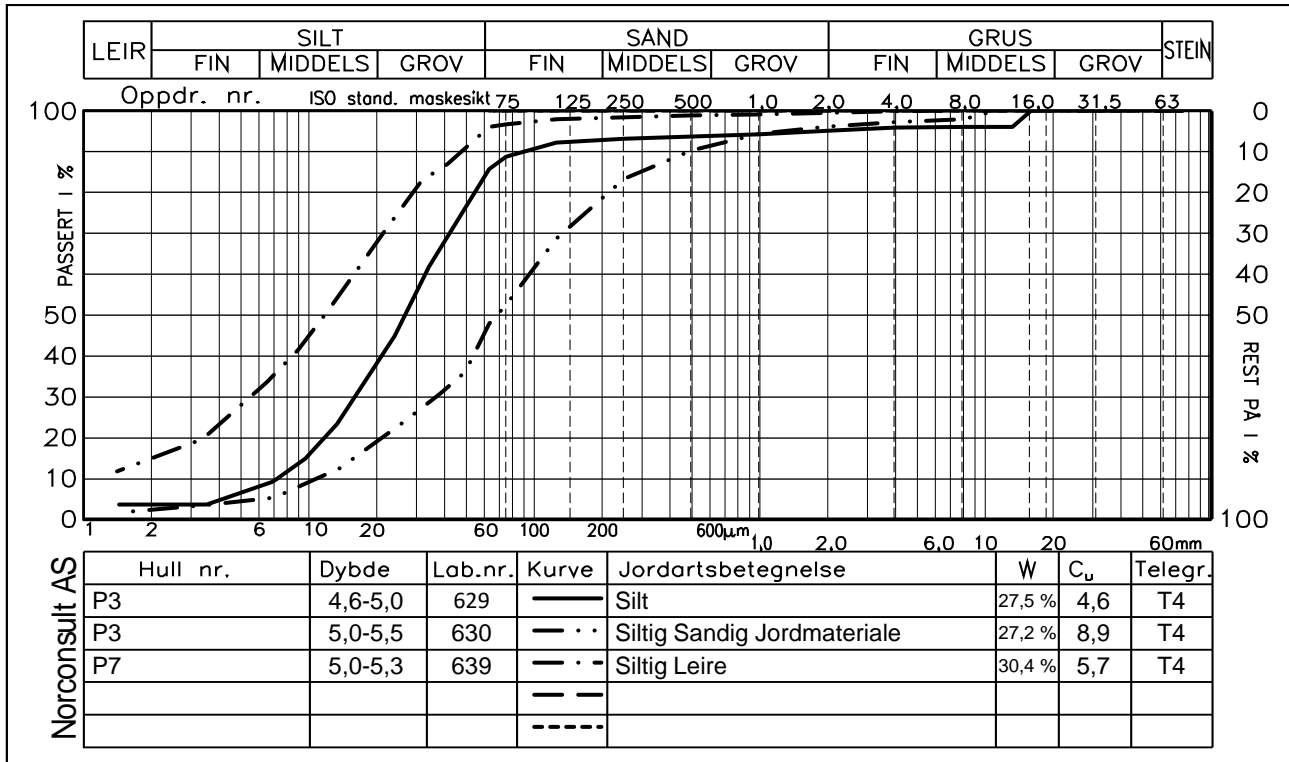
Jordartsklassifisering basert på korngraderingsanalyser er markert med **fet skrift**, andre prøver er visuelt klassifisert.



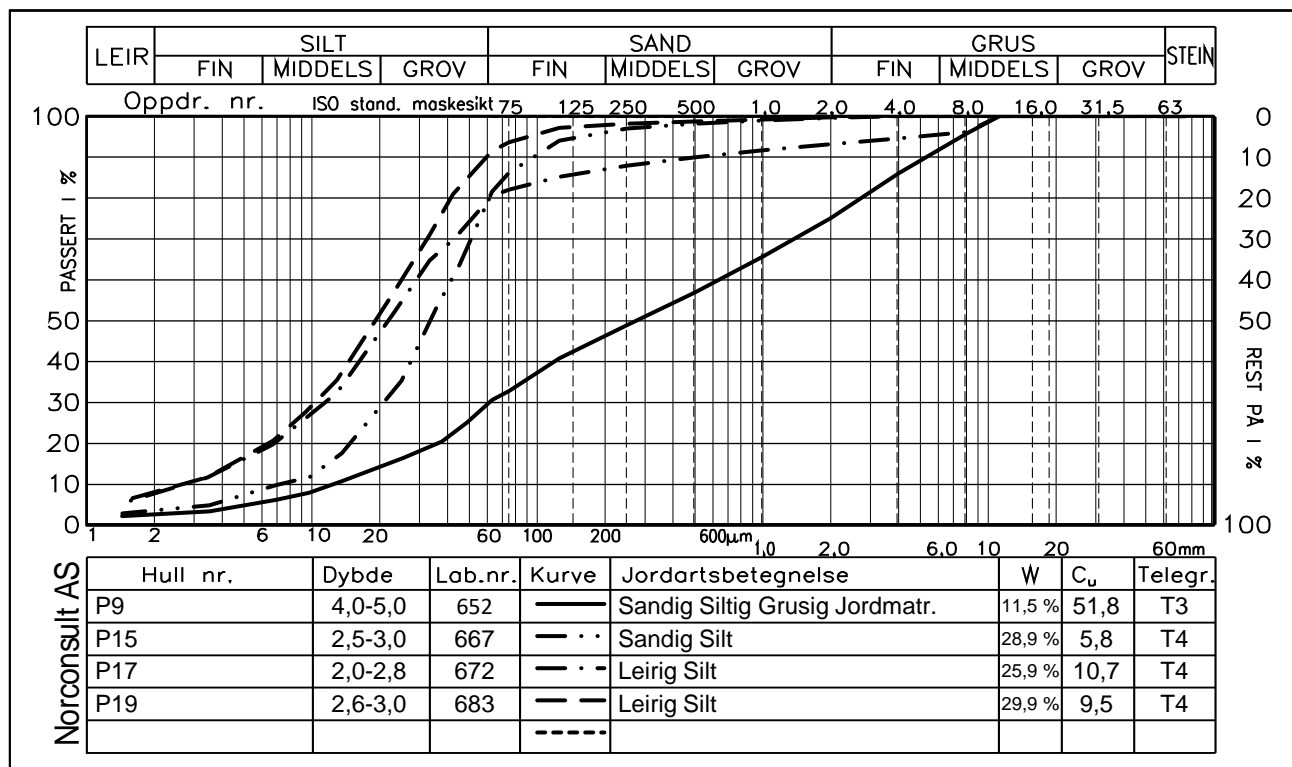
## Symboler:

P	Poseprøve (representativ)
W	Naturlig in-situ vanninnhold
TG	Telefaregruppe (T1-T4)
GI	Glødetapsmåling
W <sub>L</sub>	Flytegrense (konus)
C <sub>urfc</sub>	Omrørt skjærfasthet (konus)
H1-H10	Von Post skala

### 3 Korngraderingsanalyse



Figur 1 Korngraderingskurver i posisjon P3 og P7



Figur 2 Korngraderingskurver i posisjon P9, P15, P17 og P19

## 4 Referanser

- Ref. 1 SVV (2016): *Håndbok R210 – Laboratorieundersøkelser. Statens vegvesen*
- Ref. 2 NGF (2011): *Melding nr. 2 – Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk, identifisering og klassifisering av jord. Norsk geoteknisk forening, datert 2011.*
- Ref. 3 NS 8002 (1982). *Geoteknisk prøving – laboratoriemetoder – Korusflytegrensen.*
- Ref. 4 CEN ISO/TS 17892-1:2014 *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Laboratorieprøving av jord - Del 1: Bestemmelse av vanninnhold.*
- Ref. 5 CEN ISO/TS 17892-4:2004 *Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 4: Determination of particle size distribution.*
- Ref. 6 CEN ISO/TS 17892-6:2004 *Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 6: Fall cone test.*

## 5 Rapportering

### ❖ Vanninnhold

Vanninnhold regnes som forhold mellom masse vann og masse tørrstoff i prøven. Vanninnhold kan bestemmes både for representative- og uforstyrrede prøver.

$$w = \frac{\text{masse fuktig} - \text{masse tørr}}{\text{masse tørr prøve}}$$

Vanninnhold bestemmes ved veiing før og etter tørking av materialet til konstant vekt.

Vanninnholdene i

Tabell 1 og kornfordelingskurvene, som er fra samme prøvedybde, kan variere. Ved avvik benyttes vanninnholdet fra Tabell 1.

### ❖ Kornfordeling, klassifisering, telefarlighet og gradering

Kornfordeling defineres som masseandel av standardiserte kornstørrelsesgrupper i prøven.

Kornfordeling av prøvemateriale bestemmes ved bruk av sikter og vekter, samt hydrometer hvis materialet har høyt innhold av finstoff. Materialet kan enten vaskes og tørkes i forkant av siktingen, eller siktes fuktig. Våtsikting evt. kombinert med slømeanalyse brukes når materialets telefarlighet skal bestemmes (*kombianalyse*).

Resultatene presenteres som kornfordelingskurver der akkumulert %-vekt oppgis mot kornstørrelse. I tilfelle kombianalyse kombineres resultatene fra sikting og hydrometeranalysen til én kurve.

For klassifisering benyttes gruppene oppgitt i Tabell 2.

Tabell 2 Kornstørrelsesgrupper

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

Primære bestanddeler angis i substantivform, mens de sekundære bestanddelene evt. gis som ett eller flere adjektiver (f.eks. *siltig sandig leire*).

Telefarlighet kan bedømmes ut fra materialets kornfordeling etter Tabell 3.

Tabell 3 Regler for inndeling i telegrupper

Telegruppe	Masseprosent av matr. <20mm		
	<0,002mm	<0,02mm	<0,2mm
Ikke telefarlig T1		< 3	
Litt telefarlig T2		3 - 12	
Middels telef. T3	1)	> 12	< 50
Meget telef. T4	< 40	> 12	> 50

1) *jordarter med mer enn 40% < 0,002 mm regnes som middels telefarlige*

Materialets gradering kan bestemmes fra kornfordelingskurvens helning i området der 10% og 60% av materialet passerer ved sikting.

$$c_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Hvis dette av praktiske grunner ikke lar seg utføre brukes  $d_{75}$  og  $d_{25}$ . Materialets gradering kan beskrives etter retningslinjer gitt i Tabell 4.

Tabell 4 Betegnelser basert på graderingstallet

$C_u$	Betegnelse
< 5	Ensgradert
5 - 15	Middels gradert
> 15	Velgradert

## ❖ Humusinnhold

Humusinnhold i mineraljordarter bestemmes med glødetapsmåling og regnes som masse organisk materiale dividert med masse tørrstoff i prøven.

$$GL = \frac{\text{masse tørket} - \text{masse glødet}}{\text{masse glødet prøve}}$$

Humusinnhold kan bestemmes både for representative- og uforstyrrede prøver, og presenteres etter retningslinjer gitt i Tabell 75.

Tabell 5 Betegnelser basert på humusinnhold

%	Betegnelser
2 - 6	Humusholdig
6 - 30	.....torv
> 30	Torv

## ❖ Korndensitet

Korndensitet (eller relativ densitet) for finkornede jordarter som leire, silt og sand kan bestemmes ved bruk av pyknometer Korndensiteten regnes som

$$\rho_s = \frac{\text{partiklenes tørrmasse}}{\text{partiklenes reelle volum}}$$

## ❖ Konsistensgrenser og plasititet

Konsistensgrenser defineres som vanninnholdsområdet der prøven oppfører seg plastisk (formbar). Nedre grensen (plastisitetsgrense,  $w_p$ ) defineres som vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten å sprekke opp. Øvre grensen (flytegrense,  $w_L$ ) defineres som vanninnholdet der materialet går over til flytende tilstand. Plastisitetsindeks defineres som

$$I_P = w_L - w_p$$

og brukes for å angi det plastiske området for jordarten samt for klassifisering.

## ❖ Tyngdetetthet

Tyngdetetthet av prøver regnes som masse per volum ganget med jordens grunnakselerasjon. Den kan bestemmes for uforstyrrede prøver, enten for en hel sylinder eller for en mindre prøvebit.

## ❖ Deformasjons- og konsolideringsegenskaper

Deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved evaluering av forventet setning og tidsforløp ved endring i spenningstilstand. Modellparametere for setningsberegning kan evalueres ved hjelp av belastningsforsøk i laboratoriet. Forsøkene utføres i såkalt ødometerapparat, der prøver belastes vertikalt samtidig som vertikal deformasjon måles. Sideveis deformasjon er hindret av en stiv ring.

Aksiell last, aksiell tøyning og poretrykksforhold under prøven registreres gjennom forsøket. Forsøkene kan utføres med kontinuerlig belastning (CRS/CRP) eller evt. ved en simulert trinnvis belastning.

En generell modell for spenningsmodul kan defineres som

$$M = m\sigma_a \left( \frac{\sigma' - \sigma_r'}{\sigma_a} \right)^{1-n}$$

Formuleringen beskriver konstant-, lineært økende- og parabolisk økende modell, som gjerne benyttes for å beskrive OC leire (konstant med  $n=1$ ), NC leire og fin silt (lineært økende med  $n=0$ ) eller sand og grov silt (parabolisk økende med  $n=0,5$ ).

Tolkning av ødometerforsøk gir verdier på  $M$ ,  $m$  og  $n$ .

## ❖ Skjærfasthet

### Drenert skjærfasthet

På effektivspenningsbasis er skjærfastheten avhengig av effektivspenning normalt på bruddplanet.

$$\tau_f = (a + \sigma') \cdot \tan(\phi)$$

Modellparameterne kan bestemmes ved treaksialforsøk i laboratoriet. Spenningsforholdene for slike forsøk bør presiseres av prosjekterende på forhånd slik at resultatene blir mest mulig representative for det aktuelle tilfellet.

## Udrenert skjærfasthet

På totalspenningsbasis beskrives skjærfastheten som skjær-belastningen materialet tåler før det bryter sammen. Totalspenningsanalyse analyser benyttes for å beskrive materialopptørking av finkornige jordarter, ved plutselige eller raske spenningsendringer. Udrenert skjærfasthet defineres som

$$c_u = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2}$$

Skjærfastheten bestemmes ved en rekke forsøk i laboratorium og i felt, og målemetoden oppgis derfor i parameternavnet etter retningslinjer gitt i Tabell 6.

Tabell 6 Betegnelse for udrenert skjærfasthet basert på målemetode

Udrenert skjærfasthet	Målemetode
C <sub>uC</sub>	Aktivt teaksialforsøk (compression test)
C <sub>uE</sub>	Passivt treaksialforsøk (extension test)
C <sub>uD</sub>	Direkte skjærforsøk
C <sub>ufc</sub> (uomrørt), C <sub>urfc</sub> (omrørt)	Konusforsøk
C <sub>uuc</sub>	Enaksialt trykkforsøk

Residual skjærfasthet etter brudd/omrøring kalles omrørt skjærfasthet,  $c_{ur}$ . Omrørt skjærfasthet kan være vesentlig lavere enn uforstyrret skjærfasthet.

Forholdet mellom uforstyrret og omrørt skjærfasthet kalles sensitivitet og defineres som

$$S_t = \frac{C_u}{C_{ur}}$$

Sensitivitet kan presenteres etter retningslinjer gitt i Tabell 7.

Tabell 7 Betegnelse basert på sensitivitet

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

## Variasjoner i skjærfasthet og presentasjon av måledata

Udrenert skjærfasthet er avhengig av bruddflatens retning ift. hovedspenningenes retning in-situ. Udrenert skjærfasthet fra alle spenningsområder (aktivt-, direkte- og passivt spenningsområde) kan evalueres med forsøk listet opp i Tabell 6.

I tillegg til å måle varierte materialeegenskaper vil bestemmelser av den samme parameteren ha en viss spredning på grunn av de ulike forsøktypene.

Resultater fra enkelte forsøk kan være påvirket av flere faktorer (som f.eks. steininnhold eller interne sprekker i prøvebiten).

Ved visuell presentasjon av måleresultater plottes alle typer forsøk på samme figur, med én målestokk for skjærfastheten  $C_u$ . Forsøktypen oppgis med symbol på figuren.

Ved sammenstilling av laboratoriedata utføres ingen korrigerende for anisotropi.

### ❖ Prøvelagring

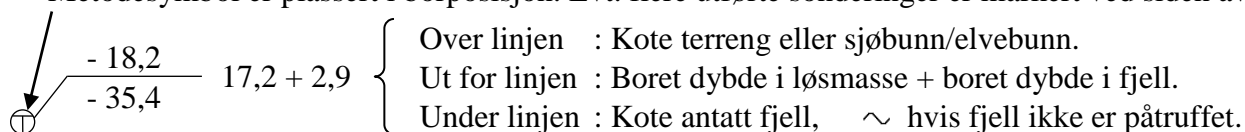
Hvis laboratorieforsøk ikke utføres umiddelbart etter ankomst til laboratoriet, blir prøvene lagret i et eget kjølerom.

Kjølerommet har lufttemperatur på ca. 5°C.

# PLAN

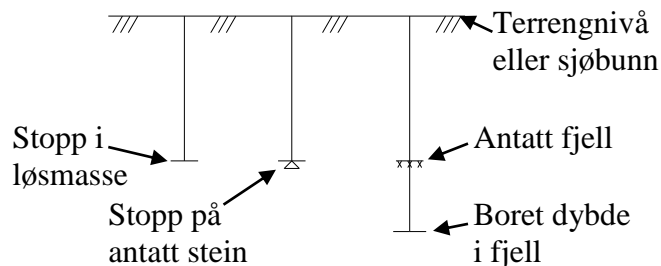
- |                        |                    |                                   |
|------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| ○ Enkel sondering      | ● Dreiesondering   | ◊ Dreietrykksondering             |
| ⊗ Fjellkontrollboring  | ⊕ Totalsondering   | ▽ Trykksondering                  |
| + Vingeboring          | ▼ Ramsondering     | ⊖ Standard Penetration Test (SPT) |
| □ Prøvegrop            | ⊙ Prøveserie       | ⊞ Prøvegrop med prøveserie        |
| ☉ Vannprøver           | ⊖ Vannstandsmåling | ⊖ Poretrykksmåling                |
| ⊗ Permeabilitetsmåling | ⊞ Prøvebelastning  | ■ Setningsmåling                  |
| ⊖ Elektrisk sondering  | ^^ Fjell i dagen   |                                   |

Metodesymbol er plassert i borposisjon. Evt. flere utførte sonderinger er markert ved siden av.

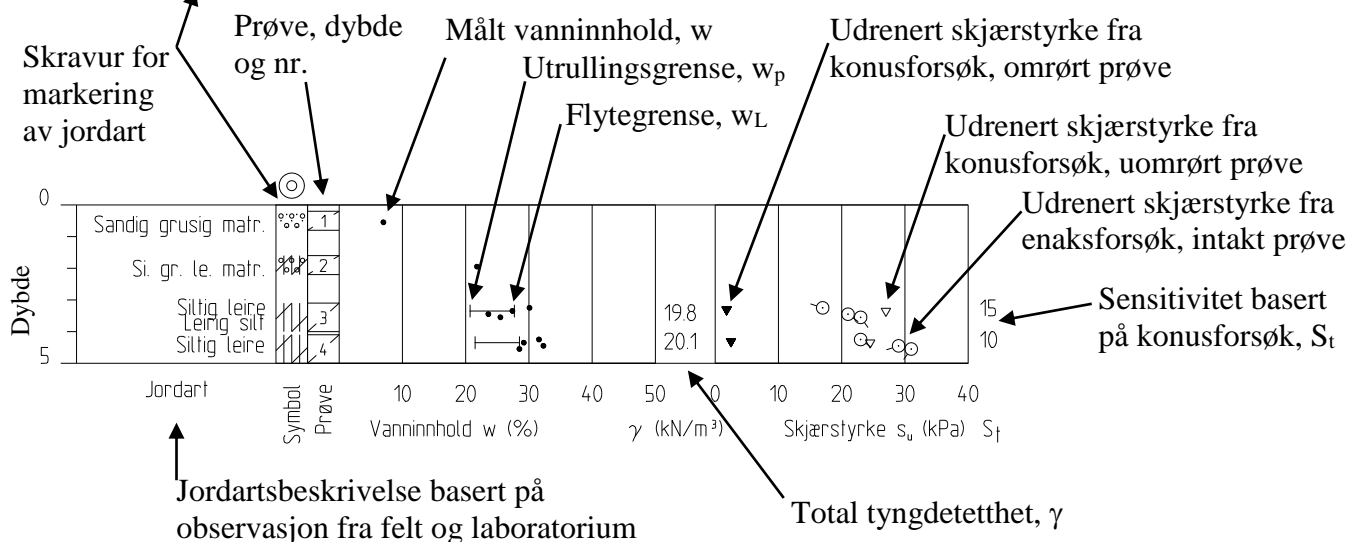


# PROFILER

- |                       |           |   |                                    |
|-----------------------|-----------|---|------------------------------------|
| Enaksialt trykkforsøk | ( $s_u$ ) |   | ( ) = aksial deformasjon ved brudd |
| Torsjonsvinge         | ( $s_u$ ) | * |                                    |
| Penetrometer          | ( $s_u$ ) | □ |                                    |



- |  |           |  |       |  |         |  |                   |  |                   |  |        |  |             |  |               |
|--|-----------|--|-------|--|---------|--|-------------------|--|-------------------|--|--------|--|-------------|--|---------------|
|  | Leire     |  | Silt  |  | Sand    |  | Grus              |  | Stein             |  | Blokk  |  | Moreneleire |  | Grusig morene |
|  | Fyllmasse |  | Fjell |  | Matjord |  | Torv/planterester |  | Trerester/sagflis |  | Skjell |  | Gytje/dye   |  |               |



## Prosedyrer og presentasjon

## Geotekniske tegninger, plan og profiler

Norconsult

MÅLESTOKK	DATO
M =	
RAPPORT	VEDLEGG
	B

UTFØRT  
Arne Kavli

KONTROLLERT  
Torgeir Døssland



## Generell beskrivelse felt og laboratoriearbeid

### Generell beskrivelse av sonderboring og grunnvannsmåling

Totalsondering gir grunnlag for å bestemme løsmassetykkelse og dybder til fast grunn eller antatt berg. Sonderingen gir såkalt sikker bergpåvisning ved 3 m innboring i berg. Tolkning av resultatene kan gi en indikasjon på lagdeling og aktuelle jordarter.

Trykksondering (CPTU) utføres ved nedpressing av en sonde som måler spissmotstanden jorda gir på sondens spiss, samt friksjon og poretrykk på sondens overflate. Resultatet blir brukt til å vurdere lagdeling, jordart og spenningsforholdene i grunnen (in-situ spenning). Mekaniske jordparametere som fasthetsegenskaper og deformasjonsegenskaper kan også bestemmes.

Piezometre installeres for måling av porevanntrykket i grunnen. Piezometre presses ned i grunnen sammen med et stålrør som vil stikke opp over terreng. Røret må stå urørt i måleperioden. Vanntrykket ved filteret i piezometer-spissen registreres enten hydraulisk som stige høyde i en plastslange inne i røret eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret. Porevanntrykket måles manuelt i felt. Alternativt kan et piezometer installeres med dataminne for automatisk logging og registrering av naturlige eller menneskeskapt variasjoner over en valgt periode. Hensikten med å måle poretrykket i grunnen er for å bestemme spenningsforholdene i bakken (in-situ spenning).

Grunnvannsbrønner installeres normalt for måling av grunnvannstanden i det øvre jordlaget. Ofte består grunnvannsbrønnen av et perforert PVC-rør som er installert i en gitt dybde. Vann i grunnen vil trenge inn i røret og innstille seg på nivået for det naturlige grunnvannsspeilet, i den gitte sonen som røret er installert i. Grunnvannstanden måles manuelt i felt. Alternativt kan brønnen installeres med dataminne for automatisk logging og registrering av naturlige eller menneskeskapt variasjoner over en valgt periode.

Vedlegg C, D og E viser tegnforklaring for plan- og profiltegnning, totalsondering og CPTU.

### Generell beskrivelse av prøvetaking og laboratoriearbeid

Naverboring og ramprøvetaking benyttes for opptak av omrørte prøver i leire, silt, sand og grus. Omrørte prøver egner seg kun til en grov identifisering og klassifisering av jordartene. Prøvene overføres til plastposer i felten før de fraktes til laboratoriet.

I laboratoriet kan det foretas en visuell klassifisering og beskrivelse av massene. I tillegg er det mulig å utføre en grov identifisering av jordartene ved kornfordelingsanalyser, og måling av vanninnhold og humusinnhold.

Stempelprøvetaker benyttes til opptak av uforstyrrede sylindrerprøver i leire, silt, løst lagret sand og organiske jordarter. Uforstyrrede prøver skal ha materialstruktur og vanninnhold så lik som mulig det jordarten har i sin naturlige lagring i grunnen. Uforstyrrede prøver egner seg til en generell identifisering og klassifisering av jordartene. I tillegg kan fysiske/mekaniske egenskaper bestemmes for jordarten. Det gjelder bestemmelse av materialstyrke, deformasjonsegenskaper og permeabilitet.

Sylinderprøver skyves ut av sylindren i laboratoriet og det foretas visuell klassifisering og beskrivelse av massene. Vanninnhold, densitet og enkle styrkedata bestemmes ved rutineundersøkelser. I tillegg kan det utføres kornfordelingsanalyser, plastisitetanalyser og måling av humusinnhold.

Ødometerforsøk i laboratorium benyttes til å bestemme jordens forkonsolideringsspenning og deformasjonsegenskaper. Ødometeret gir en endimensjonal deformasjonstilstand som er en forenkling av virkeligheten, men som samtidig er godt tilpasset de vanligste beregningsmodeller for setninger. Beregningsmodeller for setninger er som regel basert på endimensjonal konsolideringsteori.

Treaksialforsøk i laboratorium benyttes for å bestemme jordens styrkeegenskaper. For en uforstyrret prøve av leire/silt forsøker en å ta utgangspunkt i den opprinnelige spenningstilstanden prøven hadde i grunnen og deretter teste prøven til brudd ved et skjærforsøk. Skjærforsøket kan utføres med ulike hovedspenningsretninger avhengig av hvilken belastningssituasjon en ønsker å teste for. For testing av en prøve av sand må prøven bygges inn i apparaturen med ulik grad av komprimering. Styrkeparametrene bestemmes deretter som en funksjon av lagringstetthet.

Utstyr: Ø 57 mm butt borekrone med tilbakeslagsventil.  
Ø 44 mm borestenger.

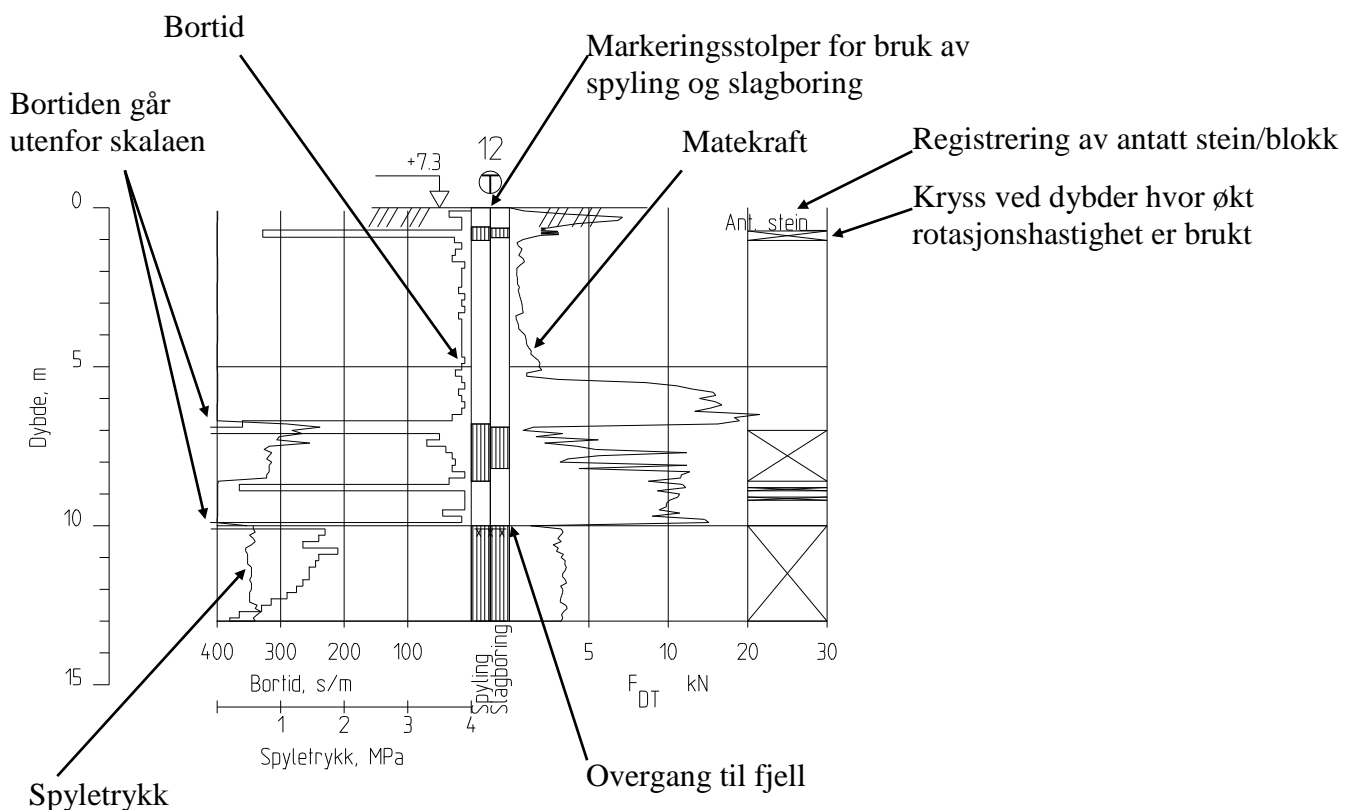
Som dreietrykksondering: Konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.  
Nedpressingshastighet 3 m/min (20 sek/m).

Når normert nedtrengningshastighet ikke er mulig, økes rotasjonshastigheten til 75 omdreininger/min.


Som fjellkontrollboring: Dersom nedtrengingen igjen stopper opp, går en over til prosedyre som for fjellkontroll. Dvs. at en først setter på spyling, hvorefter ny stopp i nedtrenging fører til at en også setter på slaghammer.

Med denne prosedyren kan det bores gjennom steiner og ned i fjell. Ved påvisning av fjell, bør det bores 2-3 meter ned i antatt fjell.

Presentasjon: Skravur for vannspyling og slag i egne kolonner.  
Kurver for nedpressingskraft, boretid og spyletrykk.  
Kryss for markering av økt rotasjon.



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil - Totalsondering 

Norconsult 

MÅLESTOKK

M =

DATO

UTFØRT  
Arne Kavli

KONTROLLERT  
Torgeir Døssland

PROSJEKT

VEDLEGG

**D**