

# STATSBYGG

## HØGSKOLEN I TELEMARK STUDIESTED PORSGRUNN, KJØLNES NYTT ADMINISTRASJONSBYGG

### *Grunnundersøkelse/fundamentering*

Prosjekt nr.	Dato
113591	24. september 1998
Utført av	Kontrollert av
Navn: Jan Slungaard	Navn: Gunnar Aas
Sign.: <i>JS</i>	Sign.: <i>GA</i>
Dato: 24/9-98	Dato: 24/9-98





## RAPPORT

### STATSBYGG

### HØGSKOLEN I TELEMARK, NYTT ADMINISTRASJONSBYGG GRUNNUNDERSØKELSE/FUNDAMENTERING

Statsbygg planlegger bygging av nytt administrasjonsbygg ved Høgskolen i Telemark. Tomten ligger på Høgskoleområdet på Kjølnes i Porsgrunn ved siden av Helse- og Sosialfagbygget.

Rapporten gir en sammenstilling av utførte grunnundersøkelser og anbefalinger i forbindelse med fundamenteringen.

Det er utført 1 stk prøveserie til 12 m, 1 stk vinge boring til 15 m og 4 stk skovlboringer til 5 m. I tillegg er det satt ned 2 stk poretrykksmålere i henholdsvis 4 m og 12 m dybde.

Grunnen består av tørrskorpesilt ned til ca 2 m dybde. Derunder er det registrert siltig leire ned til 5 m og siltig kvikkleire ned til avsluttet boring i 12 m dybde. Vanninnholdet i leiren varierer mellom 30 og 35 %. Skjærstyrken bestemt ved enaksialt trykk og konusforsøk varierer mellom 10 kN/m<sup>2</sup> og 25 kN/m<sup>2</sup>. Grunnvannsstanden er registrert i 1-1,2 m dybde. Massene kan betegnes som bløt meget sensitiv siltig leire (siltig kvikkleire fra 5 m dybde).

Administrasjonsbygget er foreslått utført ved hjelp av kompensert fundamentering. Vi forutsetter at det masseutskiftes med lettklinker og etableres langsgående stripefundamenter (b=2,5 m) som angitt.

Såfremt fundamenteringen gjøres fullt kompensert, vil vi teoretisk unngå setninger. Svelleeffekter og senere gjenbelastning vil likevel kunne gi små bevegelser.

Vi vil anbefale at arbeidene med fundamenteringen utføres i den varme årstiden. Vi anmoder også om at arbeidene følges opp av en representant med geoteknisk kompetanse.

Lysaker, 24. september 1998

GRØNER AS



Harald Pedersen

Avdelingsleder Geoteknikk og fjellanlegg



Jan Slungaard



**INNHOLDSFORTEGNELSE**

	<b>Side</b>
1	INNLEDNING ..... 3
2	GRUNNUNDERSØKELSE ..... 3
3	FUNDAMENTERING ..... 4
4	KONKLUSJON ..... 6

**TILLEGG**

- Nr. 1      Tegnforklaring og jordartsklassifisering
- Nr. 2      Markundersøkelser, boremetoder
- Nr. 3      Laboratorieundersøkelser

**BILAG**

Situasjonsplan med boringer, 1:500  
Innmålingsdata  
Profil A-A, 1:100  
Prøveserie  
Vingeboring  
Skovlboringer  
Poretrykksmålere  
Tegning nr. 1791-F1  
Tegning nr. 1791-S1  
Tegning nr. 113591-G-001, 1:100



## **1 INNLEDNING**

Grøner AS har på oppdrag fra Statsbygg foretatt grunnundersøkelser på tomten for nytt administrasjonsbygg ved Høgskolen i Telemark.

Stormorken og Hamre er engasjert som bygningsteknisk konsulent.

Feltarbeidene er utført av A/S Seismikk v/Jan Magne Andersen i mai/juni 1998.  
Laboratoriearbeidene er utført av NOTEBY AS v/Ståle Kildahl i juni/juli 1998.

Rapporten gir en sammenstilling av utførte undersøkelser og anbefalinger med hensyn til fundamentering.

## **2 GRUNNUNDERSØKELSE**

Tomten for nytt administrasjonsbygg ved Høgskolen i Telemark ligger nordøst for Helse- og Sosialfagbygningen. Tomten er relativt flat og ligger på ca kote 5-5,5.

Som vist på vedlagte borplan er det utført 1 stk prøveserie til ca 12 m dybde, 1 stk vinge boring til 15 m dybde og 4 stk skovlboringer til ca 5 m dybde. I tillegg er det satt ned 2 stk poretrykksmålere til henholdsvis 4 m og 12 m dybde sentralt på tomten.

Prøveserien viser at vi har silt og matjord i øverste 0,5 m. Fra 0,5 m til 2 m består massene av tørrskorpesilt. Derunder er det registrert siltig leire med tørrskorpeflekker, enkelte skjellrester og noe finsand ned til ca 5 m. Fra 5 m dybde består grunnen av en bløt meget sensitiv siltig kvikkleire ned til avsluttet boring i 12 m dybde.

Vanninnholdet varierer fra 27 til 36 %. Romvekten varierer fra 18,5 til 19,6 kN/m<sup>3</sup>. Humusinnholdet ligger på ca 1,5 % ned til 2 m dybde. Derunder er det registrert humusinnhold på ca 0,5 %.

Konusforsøk og enaksiale trykkforsøk indikerer en uomrørt skjærstyrke på ca 15 kN/m<sup>2</sup> ned til ca 5 m.

Vinge boringen viser at vi under tørrskorpelaget har registrert en uomrørt skjærstyrke på den siltige leiren som varierer mellom 25-30 kN/m<sup>2</sup>. Omrørt skjærstyrke varierer mellom 0,5 kN/m<sup>2</sup> og 2,5 kN/m<sup>2</sup>. Korrigert vinge boring gir et skjærstyrkeforløp som vist i bilag.

Skovlboringene er tatt i 4 hjørner av tomten for å sjekke eventuelle humusholdige/organiske materialer. Vanninnholdet i massene varierer mellom 30 og 40 %. Humusinnholdet varierer mellom 0,4 og 1,0 % som er relativt lavt.

Det er ikke registrert fjell i området.





2 stk poretrykksmålere ble montert 5. juni 1998. De er plassert sentralt på tomten med spisser i henholdsvis 4 m og 12 m dybde. Vi har foretatt avlesninger 29.06.98 og 28.07.98. Målerne indikerer at grunnvannsnivået har steget fra kote 4,40 til 4,55 i løpet av juli. Det tilsvarer et grunnvannsnivå i 1-1,2 m dybde. Det er ubetydelige forskjeller i nivåene mellom den dype og den grunne måleren.

### 3 FUNDAMENTERING

Det nye administrasjonsbygget er tenkt oppført i 2 etasjer uten kjeller.

Vi foreslår å fundamenter bygningen ved hjelp av såkalt kompensert fundamentering. Dette innebærer at man erstatter de naturlige massene ( $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ) med lettklinker ( $\gamma = 6 \text{ kN/m}^3$ ) slik at samlet belastning på grunnen etter bygging ikke er større enn det den var før bygging.

Masseutskiftingsnivået i byggegropa vil variere og må tilpasses belastningen på de ulike fundamentene/gulvet. Det er viktig at belastningene fra bygget på grunnen fordeler seg mest mulig jevnt på fundamentene slik at man unngår differansesetninger. Det etableres langsgående stripefundamenter med bredde ca 2,5 m som plasseres ca 70 cm ned i lettklinkerlaget.

Vi har fra bygningsteknisk konsulent (Stormorken og Hamre) fått oppgitt følgende laster (brukslast):

Last på grunnmur fra søyler c/c 2,4 m:

Last	Egenl./ Nyttel.	(kN)	Sum brukslast (kN)	Sum bruddlast (kN) (*)
P1	g	100		
	p	66	166	226
P2	g	46		
	p	30	76	103
P3	g	158		
	p	102	260	353
P4	g	86		
	p	56	142	193

(\*): Bruddlastene fremkommer ved å benytte lastfaktor 1,2 for egenlast og 1,6 for nyttelast.

Vi har i beregningene benyttet en karakteristisk udrenert skjærstyrke på  $15 \text{ kN/m}^2$  og en tilhørende materialkoeffisient  $\gamma_m$  på 1,7. Jordas bæreevne er beregnet til  $75 \text{ kN/m}^2$ . Dette gir en stripefundamentbredde på minimum 2,3 m. Vi har anbefalt  $b = 2,5 \text{ m}$ .



Ved en fullstendig kompensert fundamentering skal vi teoretisk unngå setninger ettersom avlastning er lik pålastning. Vi har derfor foreslått en løsning som gir full kompensering for de oppgitte brukslastene.

Belastningene er størst under sålefundamentene og relativt små under gulvene. Lastoppsettet viser også at belastningene (P1, P2, P3 og P4) varierer en del. Ved å masseutskifte til større dybder under stripefundamentene enn under gulvene og plassere stripefundamentene relativt høyt i lettklinkerfyllingen, oppnår vi en god lastspredning gjennom lettklinkerlaget ned til underkant masseutskiftingsnivå. Dette bidrar til å forhindre lastkonsentrasjoner under stripefundamentene og tilhørende setninger.

Den foreslåtte fundamenteringsløsning er vist på tegning nr. 113591-G-001.

En setningsdifferanse på 1-2 cm mellom fundamentene for lastene P2 og P3 vil gi en skjevsetning på fra 1:500 til 1:250. Sprekkefrie bygg regner man å ha dersom skjevsetningen er mindre enn 1:500. Dette illustrerer at bygningen er følsom for differansesetninger. Jevne setninger burde ikke være noe problem såfremt de kun er noen få centimeter.

For å sikre en setningsfri fundamentering måtte bygget fundamenteres til fjell. Det er ikke påvist fjell i området.

### **Utgravingsarbeider/oppfyllingsarbeider**

Erfaringene fra utgravingen for Helse- og Sosialfagbygningen viste at massene ble svært oppbløtte i regnvær og vanskelig å håndtere. Vi vil derfor anbefale at man planlegger gravearbeidene meget nøye og sørger for å stabilisere byggegruben med magerbetong eller med fiberduk (klasse 4) og friksjonsmasser. Det er også viktig å grave med maskinskuffen uten tenner slik at man unngår omrøring av leirmassene under utgravingsnivået. Anbefalt graveskråning: 1:1 eller slakere.

Likeledes må man påse at utgravingsmassene ikke legges nærmere skråningstopp (ned til byggegruben) enn 10 m. Massene må heller ikke lagres i store hauger på Kjølnes-området for øvrig på grunn av de dårlige grunnforholdene. Oppbygging av større løsmassehauger vil kunne medføre glidninger i grunnen og/eller setninger på tilstøtende bygninger.

Det er også viktig å fjerne eventuelle humusholdige masser som måtte påtreffes.

I grunnundersøkelserapporten for Helse- og Sosialfagbygget er det angitt fare for humusholdige masser i grunnen som kan gi uventede setninger/differansesetninger. Skovlboringene vi har utført har ikke avdekket masser med stort humusinnhold ( $O_{Na} < 1-2\%$ ).



Det forutsettes benyttet fiberduk mellom de naturlige massene og lettklinkeren. Før støping av fundamentene er det viktig å stabilisere lettklinkeren slik at man unngår skvisning av lettklinkeren i støpeprosessen. Det bør også ordnes med en form for sidestøtte under støpingen.

Man må likeledes påse at det ikke fylles opp med naturlige fyllmasser (for parkeringsarealer eller grøntarealer) de nærmeste meterene inntil bygget til et nivå som ligger høyere enn dagens terreng. Dette vil gi tilleggslaster og tilhørende setninger.

Direkte fundamentering betinger at det ikke er frost i bakken. Erfaring tilsier at det er uheldig å utføre denne type fundamentering på vinterstid dersom man ikke tar skikkelige forholdsregler/forhåndsregler. Vi vil anbefale at fundamenteringsarbeidene utføres i den varme årstiden.

#### 4 KONKLUSJON

De utførte grunnundersøkelsene viser at grunnen består av tørrskorpesilt ned til ca 2 m dybde. Derunder er det registrert siltig leire ned til 5 m og siltig kvikkleire ned til avsluttet boring i 12 m dybde. Skjærstyrken varierer mellom 10 kN/m<sup>2</sup> og 25 kN/m<sup>2</sup>. Dette indikerer en bløt meget sensitiv siltig leire som stedvis er kvikk. Grunnvannsstanden står i 1-1,2 m dybde.

Administrasjonsbygget er foreslått utført ved hjelp av såkalt kompensert fundamentering. Vi forutsetter at det masseutskiftes med lettklinker og etableres langsgående stripefundamenter (b=2,5 m) som vist på vedlagte skisser.

Såfremt fundamenteringen utføres kompensert vil vi få små setninger.

Grunnarbeidene må utføres med stor forsiktighet for å unngå problemer. Til orientering kan det opplyses at man på nabotomten hadde store problemer i forbindelse med utgraving for heisgrube.

Vi vil anbefale at fundamenteringsarbeidene utføres i den varme årstiden av hensyn til mulig skader som følge av tele i bakken, snø og is i massene osv.

Vi vil anmode om at grave- og fyllingsarbeidene følges opp av en representant med geoteknisk kompetanse.



# **TILLEGG**





Oppdrag : KJØLNES

V/G-Land 10

Koordinater - alle punkter sortert

Punkt	X	Y	H	Kode	
8953	127306.701	-59786.848	4.830	RØR	
8954	126953.134	-59623.711	6.437	RØR	
DR1-1	127023.260	-59973.990	4.730	TERR.	
HP1	127124.863	-59741.054	5.667	SPIKER	
HP2	127066.868	-59839.698	5.498	SPIKER	
HP3	127019.506	-59915.990	5.940	SPIKER	
HP4	127058.807	-59938.514	5.539	SPIKER	
HP5	127087.619	-59924.208	5.461	SPIKER	
HP6	127168.780	-59926.184	5.646	SPIKER	
HP7	127223.959	-59910.510	6.100	SPIKER	
PM1-2	127044.220	-59821.600	6.530	OK RØR	PZ. 1
PM2-2	127045.590	-59821.970	6.560	OK RØR	PZ. 2
PR1-1	127024.260	-59973.990	4.730	TERR.	
PR1-2	127043.780	-59822.390	5.460	TERR.	PR. 1
PZA-3	127160.216	-59910.237	6.230	OK RØR	
PZB-3	127226.257	-59881.740	7.510	OK RØR	
SKB1-1	127014.630	-59985.520	5.220	TERR.	
SKB1-2	127052.030	-59836.100	5.520	TERR.	SK 1
SKB2-1	127011.740	-59973.860	4.850	TERR.	
SKB2-2	127062.350	-59819.240	5.300	TERR.	SK 2
SKB3-1	127000.400	-59974.140	5.310	TERR.	
SKB3-2	127027.950	-59816.420	5.590	TERR.	SK 3
SKB4-1	127009.690	-59962.680	5.230	TERR.	
SKB4-2	127042.010	-59796.320	4.970	TERR.	SK 4
VB1-2	127045.820	-59823.220	5.410	TERR.	VB 1
VB1-3	127197.923	-59944.449	2.570	TERR.	
VB2-3	127183.037	-59932.061	5.850	TERR.	
VB3-3	127254.548	-59925.638	1.100	TERR.	
VB4-3	127243.416	-59901.337	6.280	TERR.	

## INNMALINGSDATA














(HØGSKOLEN I TELEMARK  
NYTT ADMINISTRASJONSBYGG)

113591



## Tegnforklaring og jordartklassifisering

### TEGNINGSSYSTEMER I PLAN

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
	Prøveserie	Prøver tatt med boreredskap (skovl, kannebor, prøvetager mm)		Fjellkontroll-boring	Boring ned til og i fjell
	Prøvegrop			Vannstands-måling	
	Prøvebelastning			Vannprøver	
	Setningsmåling	Sondering uten registrering av motstand		Poretrykksmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping mm
	Enkel sondering			In situ permabilitetsmåling	
	Dreiesondering			Vingeboring	
	Dreie-trykk sondering	Maskinsondering med automatisk opptegning			

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 ( $\div 5,7$ ). Dersom det er antatt at fjell ikke er påtruffet, angis ~

### KORNFRAKSJONER

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

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>

## Markundersøkelser - Boremetoder

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

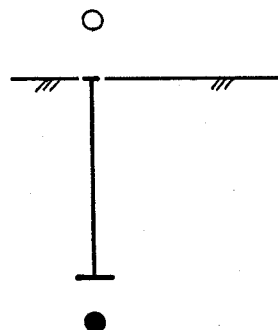
- Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller fast grunn.
- Vingeboringer utføres for in-situ bestemmelse av udrenert skjærfasthet i leire.
- For nærmere bestemmelse av grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

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 Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Det benyttes en Ø 25 mm 200 mm lang spiss. Boret bores ned ved hjelp av en bærbar slagmaskin. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Enkel sondering gir veiledende bestemmelse av dybden til antatt fjell eller fast grunn. Utstyret har begrensninger med hensyn til sikker fjellbestemmelse.

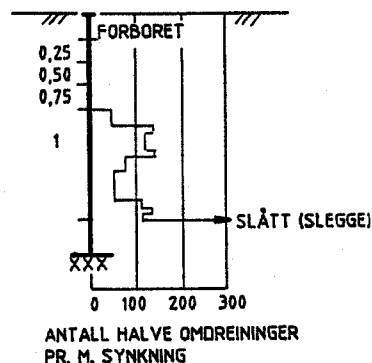


### DREIESONDERING

Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues 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 motor. Antall halve omdreininger noteres. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

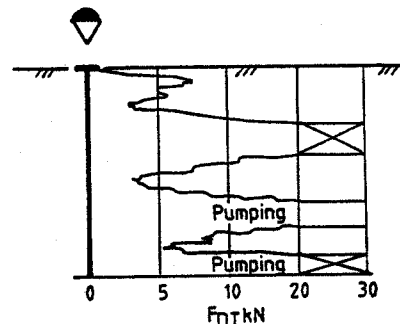
Diagrammet viser antall halve omdreininger pr.meter synkning. Belastning på utstyret angis i kN til venstre.



### DREIETRYKKSONDERING

Utstyret består av Ø 36 mm stålrør i 2 m lengde som skrues sammen i glatte skjøter. Det benyttes en Ø 40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høy skrueformet sveiselarve.

Boret drives ned med konstant nedpressningshastighet 3 m/min. og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressningskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver. Når motstanden øker slik at normert nedtrekningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



### FJELLKONTROLLBORING

Utsyret består av Ø 32 mm stålrør med muffeskjøter og hardmetallkrone. Boret drives av en hydraulisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Når fjellet er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 m, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

### Vingeboring

Vingeboring brukes til 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 torsjonsmoment ved sakte omdreining til brudd. Maksimale 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 utgravninger. Måledybden er begrenset til 3 meter.

### PORETRYKKSÅLING

Trykket i porevannet i en gitt dybde måles med poretrykkmåler (piezometer). Utstyret består av et Ø32 mm porøst filter (bronse eller epoxy) 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.

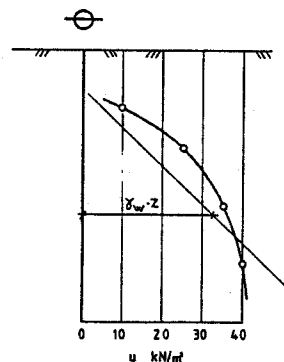
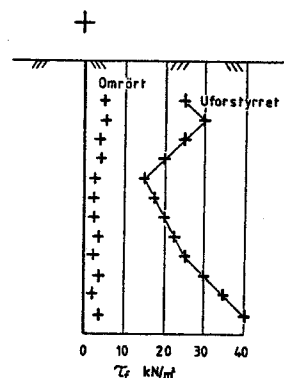
Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket på en fleksibel membran.

### PRØVETAGNING

For opptak av uforstyrrende prøver benyttes vanligvis Ø54 mm NGI stempelprøvetager. Standard prøvelengde 800 mm.

Skovlbor benyttes for opptak av prøver i de øvre jordlag. Skovlboret er laget av to skålformede stålblader som skrus ned ved hjelp av Ø 19 mm forlengelsesrør med muffe.

For opptak av omrørte prøver av torv, leire og delvis sand og grus under grunnvannstanden, kan kannebor benyttes. Kanneboret er nederst forsynt med en snodd spiss og forlenges med 22/Ø 12 mm sonderør.



## Laboratorieundersøkelser

**FORMÅL:** Laboratorieundersøkelser 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<sup>3</sup>) er forholdet mellom masse av korn og kornvolum i prøven.

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

**Vanninnhold** ( $w$ ) angir i prosent forholdet mellom masse av porevann og masse av korn etter uttørkning ved 110°C.

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

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

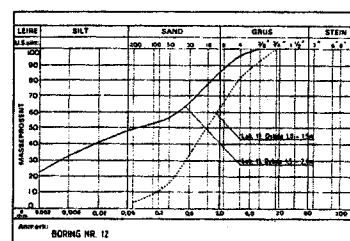
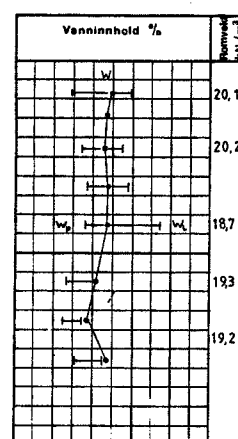
**Plastisitetsindeksen** ( $I_p$  i %) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense.  $I_p = w_L - w_p$ .

**Udrenert skjærstyrke** ( $s_u$  i kN/m<sup>2</sup>) av leire bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med Ø 54 mm og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten.

Skjærstyrken måles også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk hvor nedsynkningen av en normert konus registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell.

**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.

**Kornfordelingen** i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,074 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av dråpeforsøk. Analysen bygger på Stoke's lov. En viss mengde tørket materiale slennes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller tas det ut prøvedråper fra en gitt dybde i oppløsningene med mikropipette. Dråpene slippes i en anisoloopløsning, og falltiden over en gitt høyde bestemmer mengden. Kornstørrelsen bestemmes fra sedimentasjonstiden.



**Kompressibiliteten** av jord bestemmes ved konsolideringsforsøk i ødometer. Prøvehøyden er 20 mm og diameter 50 mm. Prøven bygges inn i en stålsylinder og belastes trinnvis. For hvert lasttrinn måles sammentrykning av jordprøven som en funksjon av tid etter pålastning. For praktiske formål kan variasjon i kompressibilitet uttrykkes ved en parameter, spenningsmodulen  $M$ . Diagrammet viser en typisk belastningskurve, og spenningsmodulen er definert som

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

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 tørrdensitet  $\rho_{dopt}$  og tilsvarende vanninnhold  $w_{opt}$  bestemmes.

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

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

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

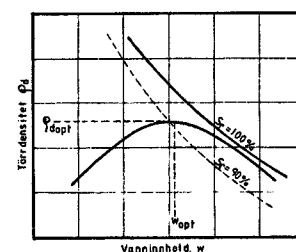
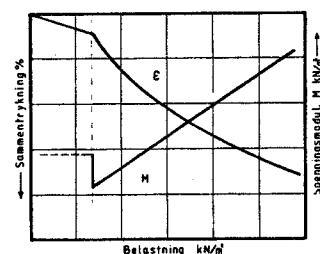
**Permeabilitetskoeffisienten** ( $k$  i mm/s) er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

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 leirprøver fra svakhetssoner i fjell 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.



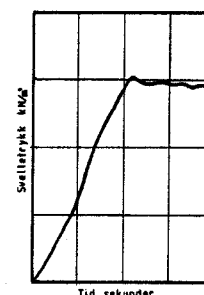
$$A_r = \frac{V_g}{V}$$

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

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

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

Typiske variasjonsområder





## **BILAG**

**Situasjonsplan med boringer, 1:500**

**Innmålingsdata**

**Profil A-A, 1:100**

**Prøveserie**

**Vingeboring**

**Skovlboringer**

**Poretrykksmålere**

**Tegning nr. 1791-F1**

**Tegning nr. 1791-S1**

**Tegning nr. 113591-G-001**



TERRENGKOTE BUNNKOTE	5.46 DYBDE PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER	n	O <sub>Na</sub>	γ	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
		20 30 40 50	%	%	kN/m <sup>3</sup>	10 20 30 40 50
SILT, MATJORD				>3.5		
TØRRSK.SILT				1.4		
Noe sandig				1.6		
Leirig				1.4		
LEIRE, SILTIG			47	0.5	18.7	
Tørrsk.flekke						
Enk. skjell			46	0.5	18.7	
			43	0.5	19.3	
	5		41	0.4	19.6	
KVIKKLEIRE, SILTIG			42	0.4	19.5	
			43	0.4	19.3	
			43	0.4	19.3	
	10		43	Spor	19.3	
			43	0	19.3	
			45	0	19.5	
	15					
	20					

PR= Ø 54 mm  
SK=SKOVLBORING  
PG=PRØVEGROP  
LAB.BOK 1673  
BORBOK KORT

○ VANNINNHOOLD  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
— W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOOLD  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK  
○ TRYKKFORSØK  
15-○ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
• OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
S<sub>i</sub> SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREAKSIALFORSØK

## PRØVESERIE

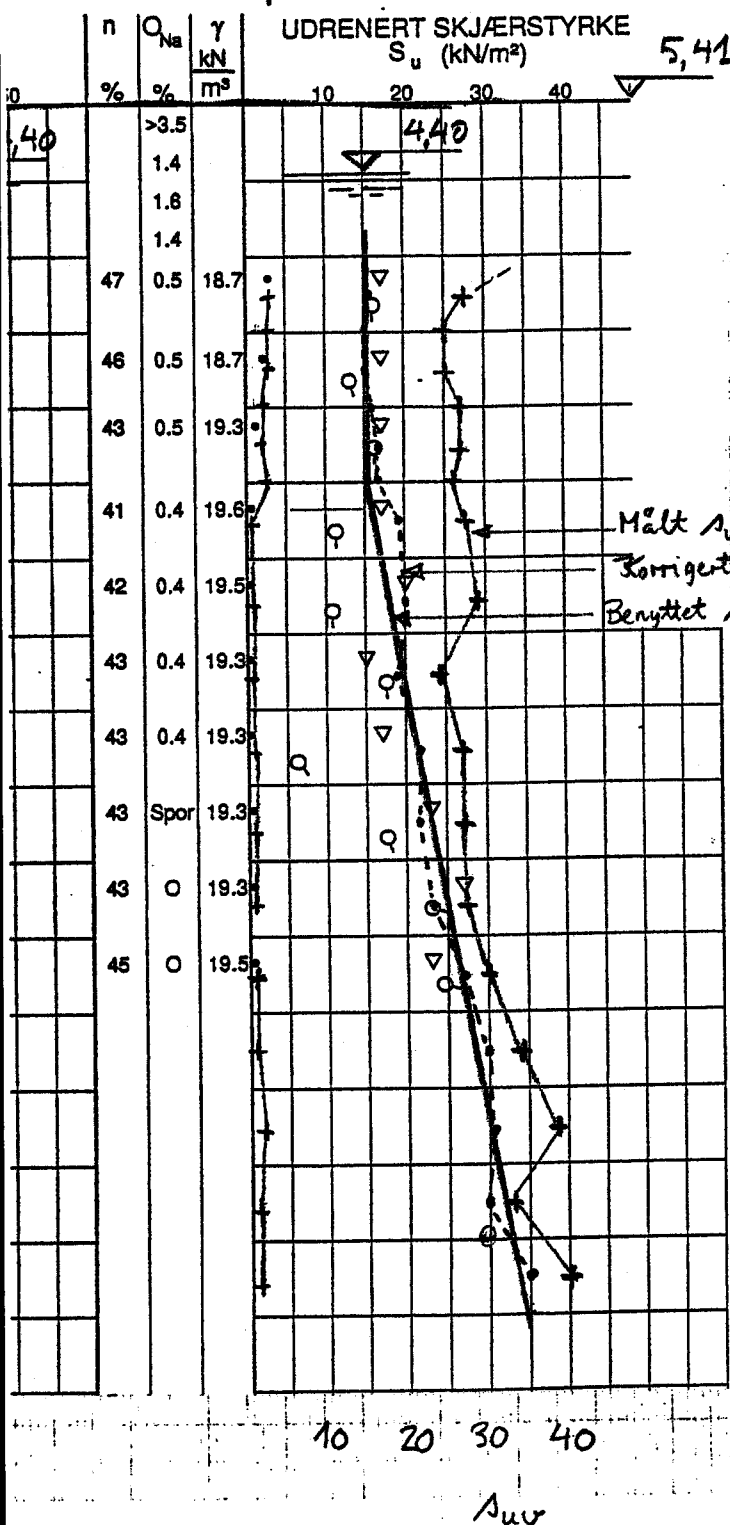
HØGSKOLEN I TELEMARK, KJØLNES  
NYTT ADMINISTRASJONSBYGG

Borpunkt nr. <b>PR. 1</b>	Tegnet <b>SK</b>	Rev.
Borplan nr.	Kontr.	Kontr.
Boret dato <b>08.06.9800</b>	Dato <b>25.06.98</b>	Dato
Tegning nr.	Rev.	Side



HØGSKOLEN I TELEMARK  
 NYTT ADMINISTRASJONSBYGG  
 (11 3591)

VB 1



$S_{u, \text{målt}}$	$\rho_0'$	$\frac{S_{u, \text{målt}}}{\rho_0'}$	$\mu$	$\mu \cdot S_{u, \text{målt}}$
72	24	3.00		
28	33	0.85	0.58	16
26	37	0.70	0.59	15
25	42	0.60	0.60	15
27	46	0.59	0.61	16
27	51	0.53	0.64	17
26	55	0.47	0.67	17
28	60	0.47	0.67	19
29	69	0.42	0.70	20
24	78	0.31	0.79	19
28	87	0.32	0.79	22
27	96	0.28	0.82	22
27	105	0.26	0.87	23
31	114	0.27	0.87	27
34	123	0.28	0.87	30
39	132	0.30	0.80	31
33	141	0.23	0.90	30
40	150	0.27	0.87	35

VINGEBORING (VB 1)

KORRIGERT UDRENERT SKJÆR-  
 STYRKE BASERT PÅ VINGEBORING



[illegible]





TERRENGKOTE SK.3-2	5.59	DYBDE m PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER					n %	O <sub>Na</sub> %	γ kN/m <sup>3</sup>	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S
			20	30	40	50					10	20	30	40	50	
TØRRSK.SILT				○					1.0							
		Leirig				○			1.0							
LEIRE	Noe forvitret			○					0.6							
	Noe forvitret			○					0.5							
KVIKKLEIRE, SILTIG		5		○					0.5							
TERRENGKOTE SK.4-2	4.97	0			○				0.8							
TØRRSK.SILT					○				0.8							
TØRRSK.LEIRE, SILTIG				○					0.6							
				○					0.6							
LEIRE				○					0.5							
		5														
		10														

PR= Ø 54 mm  
SK=SKOVLBORING  
PG=PRØVEGROP  
LAB.BOK 1673  
BORBOK KORT

○ VANNINNHOOLD  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
— W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOOLD  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK  
○ TRYKKFORSØK  
15-○ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
S<sub>t</sub> OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREAKSIALFORSØK

SKOVLBORING

Borpunkt nr. <b>SK.3-4/2</b>	Tegnet <b>SK</b>	Rev.
Borplan nr.	Kontr.	Kontr.
Boret dato <b>08.06.9800</b>	Dato <b>25.06.98</b>	Dato

HØGSKOLEN I TELEMARK, KJØLNES  
NYTT ADMINISTRASJONSBYGG



Oppdrag nr.

70401

Tegning nr.

12

Rev.

Side

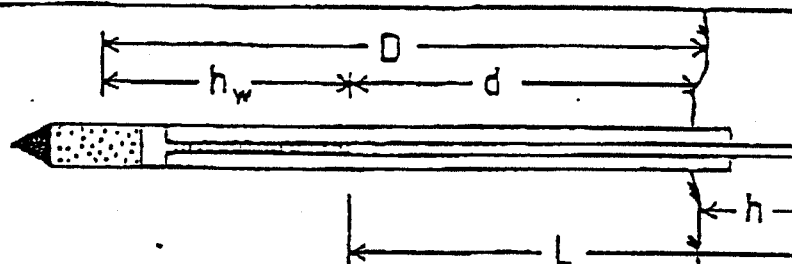






35569540

Sted Høtnes, Porsgrunn Oppdragsnr. ....  
Hull PM 2-2 Terr. kote: ..... Sign. 7 MA



Dybde D = 12,09 m OK rør : 6,56  
Høyde h = 1,08 m Terreng : 5,48  
Gr.vannst. Z = 1,07 m  
Mont.dat. 5/6 - 98 (KOTE)

[illegible]

Ant	Revisjon	Målestokk	Nr	Sign
INSTALLASJON AV PORETRYKKSMALER			Tegn	
			Kontr	
		Saksbehandler		
A/S SEISMIKK		113591 - (PZ-2)		

