

Det Kongelige Norske Vitenskabers
Selskab

Biblioteket

Trondheim.

Grunnundersøkelse

O.885.

4. mars 1969.

Bilagsfortegnelse:

- Bilag 1: Situasjonsplan m/borpunkter
" 2: Profil I-III m/boreresultater
" 3-4: Borprofil hull 1 og 5
" 5: Kornfordelingskurver
" 6: Forslag til avstivet utgravning.

- Tillegg 1: Boringers utførelse
" 2: Laboratorieundersøkelser.

1. INNLEDNING:

Etter anmodning av Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat i brev av 3/1-1969 har undertegnede utført grunnundersøkelse for Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab, Bibliotekets prosjekterte nybygg mot Kalvskinns-gata, syd for de eksisterende museumsbygninger.

Byggeprosjektet består av et boktårn i 10 etasjer med dyp kjeller inntil nåværende boktårn, samt en 3 etg.'s lavblokk med grunnflate ca. 12x40 meter.

Det planlagte anlegg er vist inntegnet på vedlagte situasjonsplan, bilag 1.

Ved befaring på tomten den 6/1 d.å. sammen med den byggetekniske konsulent, dosent Leif Nordgård, ble byggeplanene drøftet og opplegg til boreplan avtalt.

Tegninger av byggene har en fått oversendt fra arkitektene MNAL Anne og Einar Myklebust.

2. UTFØRTE BORINGER.

Markarbeidet er utført i slutten av januar d.å. ved undertegnede boreformann T. Johnsen med eget og leid hjelpemannskap.

Borpunktene er hovedsakelig plasert ved hjørnene av de prosjekterte bygninger. Belliggenheten er angitt på situasjonsplanen.

Boringene har bestått i sonderinger med motorisert dreiebor i 7 punkter, prøvetaking med 54 mm sylinderprøvetaker og Cobra prøvetaker i 2 hull og poretrykksmålinger med piezometer i sentrum av det nye boktårnet.

Dreiesonderingene er ført ned til maks. 25 meters dybde (borkpunkt 3). De øvrige sonderinger er avsluttet 15 meter under terreng.

I hull 1 ved sydøstre hjørne av bestående boktårn er tatt opp uforstyrrede prøver til dybde 11 meter. Cobraprøvetakingen i hull 5 mot Elvegata, som gir representative prøver av grunnen, er avsluttet i 9 meters dybde.

Poretrykksmålingene er foretatt i dybdene 4.5, 6 og 8 meter under terreng.

Resultatet av sonderinger og poretrykksmålinger er sammen med jordartsbeskrivelse fra prøvetakingene vist opptegnet i profil I-III, bilag 2.

En generell orientering om boringenes utførelse og fremstilling er gitt i tillegg 1 bak i rapporten.

Beliggenhet av bestående boktårns fundament er etter ønske lokalisert ved at en har gravd seg ned til underkant fundament ved sydvestre hjørne av tårnet. Målene er anført på bilag 6.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Prøvene er bragt til undertegnedes laboratorium for nærmere undersøkelse.

Etter åpning er prøvene klassifisert og beskrevet ved besiktigelse. Videre er det utført rutinebestemmelser av vanninnhold på samtlige prøver, og for de uforstyrrede sylinderprøver er dessuten romvekten målt.

Resultatet av disse laboratorieundersøkelser er i tallverdi og diagrammer gitt på borprofilene, bilag 3 og 4.

På 4 prøver fra hull 1, lab nr. 01, 04, 06 og 10 er kornfordelingsanalyse foretatt ved sikting. De her bestemte kornfordelingskurver er vist i bilag 5.

Undersøkelsesmetodene i laboratoriet er nærmere beskrevet i tillegg 2.

4. GRUNNFORHOLD.

De utførte boringer viser relativt jevne og gode grunnforhold på området, med faste friksjonsjordarter, noe lagdelt i dybden. Boreresultatene er i detalj vist på de opptegnede profiler og borprofiler, men hovedtrekkene resumeres i følgende oversikt.

Fra terreng på kote +12,5-13 og ned til ca. kote 10 er ved sonderingene registrert et meget fast lag hvor en måtte benytte slagboring for å komme gjennom. Under det meget faste overflate lag er dreiemotstanden noe varierende, fra middels til relativt stor motstand avbrutt av et markert fastere parti omkring kote + 5. Dette faste laget synes å ligge i svakt fall fra nord til syd på tomten.

På de største dybder er ved boring 3 påtruffet lokale meget faste lag i ca. 18 og 22 meters dybde.

Prøvetakingene viser at grunnen består av lagdelte avsetninger av friksjonsjordarter. Øverst er det et fast grus- og steinlag av ca. 2 meters tykkelse, noe humusholdig mot overflaten. Videre i dybden er lagvis påtruffet avsetninger fra fin tildels noe siltig sand til grov grusig sand. Fra ca. 8 meters dybde til avsluttet prøvetaking er i begge prøvetakingshull funnet et kontinuerlig lag med relativt grov sand.

Vanninnholdet er noe varierende, men er stort sett meget lavt, under 10 %. I hull 1 er for enkelte finsandprøver i forskjellige dybder målt betydelig høyere vanninnhold, ca. 20 %. Romvekten er ca. $1,7 \text{ t/m}^3$ ned til ca. 9 meters dybde i hull 1. De to dypeste prøver viser en romvekt vel $2,0 \text{ t/m}^3$.

Kornfordelingskurvene er relativt steile, dvs. ensgradert materiale, antakelig et elvesortert strandsediment. Det øverste gruslaget er mindre sortert med relativt slak kornfordelingskurve.

Poretrykksmålingene viser at grunnvannstanden må stå meget dypt, idet grunnvann ikke er påvist i de tre dybder målingene er foretatt (Maks. 8 m) Prøvetakingen synes imidlertid å indikere grunnvannstand i ca. 9 meters dybde, (s: kote +3,50), ut fra den markerte øking av romvekten og en økning av vanninnholdet fra 3-4 % til over 10 % av de grusige sandprøver, samt ved et fargeomslag av prøvene på dette nivå.

Fjell er ikke påtruffet ved de utførte borer til største dybde 25 m, dvs. ca. kote - 12.

5. FUNDAMENTERING

Fundamenteringsforholdene må karakteriseres som meget gode, med relativt faste friksjonsjordarter på hele det undersøkte området. De prosjekterte bygg kan derfor såvel bæreevnemessig som setningsmessig fundamenteres på såler.

Underkant av fundamentene blir beliggende på ca. kote + 8 for boktårnet og ca. kote + 10 for lavblokken, dvs. at en kan komme ned i finsandavsetningene under det øvre faste gruslaget. En vil derfor for enkeltfundamenter foreslå benyttet et bæreevnemessig moderat såletrykk, feks. 20 t/m².

Jordarten kan betraktes som lite kompressibel, og det skulle etter undertegnede mening ikke inntre setninger eller setningsdifferanser av noen betydning for boktårnet eller lavblokken. En forutsetter imidlertid at de ulike bygninger adskilles med fuge siden fundamenteringsdybde og belastninger er såvidt forskjellige.

6. UTGRAVNING

Generelt er det gode forhold for utgravning i de faste friksjonsmasser over grunnvannstanden. Graving kan foretas med dozer eller gravemaskin, og det skulle kunne benyttes relativt steile graveskråninger, helning ca. 1:1,5.

Det nye boktårnet skal fundamenteres helt inntil det eksisterende, og en kommer ved utgravningen nesten 2 meter dypere enn

fundamentene av bestående boktårn. Det vil her være nødvendig å ramme ned en spuntvegg for å beskytte bygningen mot uønskede setninger. Spuntveggen kan støttes opp innvendig mot ferdigstøpt del av bunnsplate eller ved injiserte stag forankret i jordmassene under boktårnet bak spunten.

Da en ved ramming av spuntveggen kan få noe pakning av massene under bestående boktårn, slik at det partivis kan oppstå dårlig kontakt med underlaget, vil en tilrå at en for å unngå setninger og sprekkdannelse injiserer under fundamentene mot utgravningen. Dette vil også kunne fordele trykket bedre i dybden. Etter undertegnedes mening bør det injiseres godt forbi forankringspunktet før det graves ut inntil spuntveggen. Helst burde injiseringen foretas parallelt med spuntveggerammingen, men dette kan antakelig by på praktiske problemer.

Selv om jordarten gir inntrykk av å være noe finkornig for injisering, regner en med at den er injiserbar, og spesielt ta vare på eventuelle hulrom.

Med hensyn til valg av oppstøtting- eller forankringsmetode, vil stagforankring bakover i jordmassene være fordelaktig ved at det gir anledning til forspenning av spuntveggen samtidig som det tillater åpen byggegrop uten hindringer.

Siden det gjelder et relativt lite parti av utgravningen, skulle imidlertid innvendig oppstøtting ikke være til særlig stor hinder, samtidig som det synes å kunne bli rimeligere ved et såvidt lite arbeide. Rent teknisk kan imidlertid entreprenøren stilles fritt m.h.t. valg av stagforankring eller innvendig oppstøtting.

På basis av dette vil vi foreslå gravingen mot bestående boktårn utført på følgende måte: (Prinsippet er skissert i bilag 6)

1. Utgravning ned til nivå underkant bankett av bestående boktårn (ca. kote + 10)
2. Nødvendig avmeisling av fundamentutspring.
3. Ramming av spunt til nødvendig dybde.

4. Injisering under bestående fundament gjennom spuntveggen.
5. Utgravning og støping av bunnplate fram til ca. 4,5 meters avstand fra spuntveggen.
6. Utgravning inntil spuntveggen for montering av avstivere mot ferdigstøpt bunnplate.
(Skulle spuntveggen mot formodning vise tegn til deformasjoner under denne utgravning, bør det midlertidig settes opp avstivere mot topp av spuntten). De permanente avstivere tilrås fastkilet for å oppnå en viss forspenning.
7. Full utgravning og støping av resterende del av bunnplate mot bestående boktårn. Det lages utsparinger for stagene. En foreslår støping direkte mot spuntveggen, og en må ha sikkerhet for at trykket kan tas opp av konstruksjonen før avstiverne fjernes.

I bilag 6 er vist forslag til dimensjonering av spunt og avstivninger.

Det forutsettes at bestående boktårn forfølges ved nøyaktige setningsmålinger under grave- og fundamenteringsarbeidene.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

De utførte undersøkelser viser at grunnen består av lagdelte, relativt faste friksjonsjordarter. Øverst er registrert et fast steinholdig gruslag av 2,5-3 meters tykkelse, og videre i dybden består grunnen av sand, fra fin siltig til grov, noe grusholdig fra ca. 8 meters dybde.

Grunnvannstanden synes å stå på ca. kote +3,50, dvs. i 9 meters dybde.

Fjell er ikke påtruffet ved boringer til 25 meters dybde, og må ventes å ligge relativt dypt.

Fundamenteringsforholdene er gode, og en kan tilrå fundamentering på såle med såletrykk 20 t/m^2 .

Det synes ikke å være fare for setninger eller setningsdifferanser av skadelig størrelse.

Fundamentering av det nye boktårnet krever en utgravning knapt 2 meter dypere enn fundamentene av bestående boktårn. Av stabilitetsmessige og setningsmessige grunner tilrås injisering under de eksisterende fundamenter. Ved utgravningen inntil bestående boktårn bør det rammes ned spuntvegg, enten forankret ved injiserte stag i løsmassene bak spunten eller innvendig avstivet mot bunnplaten ved seksjonsvis utgravning og støpning, utført som beskrevet under pkt. 6.

Vi står fortsatt gjerne til tjeneste under den videre prosjektering og utførelse, f.eks. ved drøftelse av de fremlagte resultater, ved nøyere vurderinger eller beskrivelser og ved kontroll og setningsnivellelement under utgravningen.

OTTAR KUMMENEJE

Leif I. Finborud
L. I. Finborud.

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %				Humus %	Rørvekt γ/m^3	Skjærfasthet t/m^2					Sensi- tivitet
				20	30	40	50			1	2	3	4	5	
12.5	GRUS og STEIN		01 2.0					12							
			02 4.4					11							
	fin siltig		03 4.8					10	1,78						
	middels		04 5.0					9	1,74						
	fin, mellomandsig		05 5.0					8	1,76						
5	SAND, middels		06 5.5					7	1,55						
	finsandig		07 5.4					6	1,66						
			08 2.8					5	1,68						
	grov		09 2.7					4	1,73						
	fin		10 4.5					3	2,12						
	ant GV		11 3.2					2	2,0						
			12 3.6					1							
10	grov, grusig							0							
15															
20															
25															

RÅDGIV. ING. O. KUMMENEJE

BOR PROFIL

Sted *D.K.N.V.S.M. Biblioteket*

Hull 5 Bilag .. 4

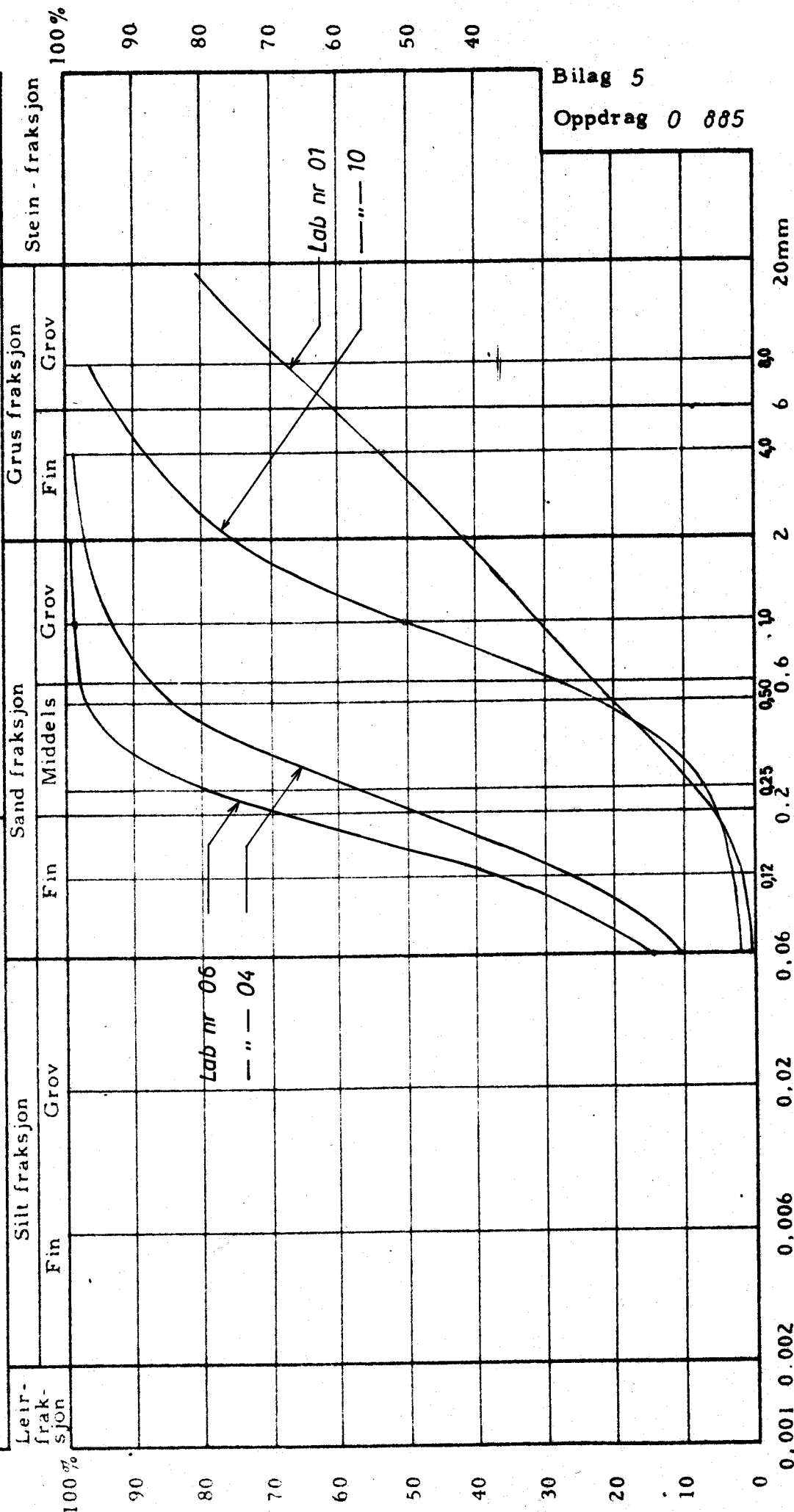
Nivå : kote 13,0 Oppdrag .. 0.885

Prøve ø . COBRA Dato . Feb. 69

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %				Humus	Rørvekt t/m ³	Skjærfasthet t/m ²					Sensi- tivitet
				20	30	40	50			1	2	3	4	5	
5	MATJORD grusbl.	○	13												
		○	14	0											
	GRUS og STEIN	○	15	4,5											
		○	16	4,8											
	fin gruskorn	○	17	4,2											
		○	18	4,5											
	midjels, grusk.	○	19	4,4											
		○	20	4,1											
	SAND	○	21	3,1											
	midjels grovsandig	○	22	3,5											
		○	23	5,7											
	fin	○	24	9,8											
		○	25	3,1											
	midjels grovsandig	○	26	3,2											
10		○	27	4,0											
	grov mellom sandig	○													
15															
20															
25															

+ vingeboing ○ enkelt trykkforsøk ∇ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense

RÅDGIV. ING. O. KUMMENEJE				Sted DKNVSM. - BIBLIOTEKET				Dato 21/2-69 Sign KS	
KORNSTØRRELSE - FORDELING									
Leir- frak- sjon	Silt fraksjon		Sand fraksjon		Grus fraksjon		Stein - fraksjon		
	Fin	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin			



Bilag 5
Oppdrag 0 885

KORNSTØRRELSE (EKV. DIAM.) d →

D.K.N.V.S.M.	MÅLESTOKK:
BIBLIOTEKET	1:100
Forslag til utgravning for nytt boktårn	TEGNET AV: lif
	DATO: feb. 69
Rådgiv. ing. OTTAR KUMMENEJE MNIF MRIF TRONDHEIM	OPPDRAG..... 0 005..... BILAG..... 6.....

T i l l e g g 1. BORINGERS UTFØRELSE.

A. SONDERINGSBORING FOR GRUNNENS RELATIVE FASTHET, EVT. FJELLDYBDE.

Dreiesondering utføres med normaldreiebor som nederst består av en 20 cm. lang pyramideformet spiss med sidekant 3 cm., som er vridd en omdreining. Spissen forlenges oppover med 20 mm. skjøtstenger i en meters lengder. Boret belastes trinnvis opp til 100 kg.'s last. Synker ikke boret med denne vekt, dreies det, manuelt eller med motor, og antall halve omdreininger pr. 20 cm. synkning blir notert.

Ved opptegningen er antall halve omdreininger pr. meter synkning vist grafisk i dybden i borhullet, og belastningen angitt til venstre i diagrammet.

Ramsondering utføres med 32 mm. massive stålstenger som skrues sammen med glatte skjøter og rammes ned i grunnen ved hjelp av et fallodd med vekt 70 kg. og konstant fallhøyde. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm. synkning og uttrykkes ved anvendt rammeenergi $Q = WH/s$, der W = vekt av fallodd, H = fallhøyde og s = synkning pr. slag.

Maskinsondering utføres med lette bensindrevne fjellboremaskiner, hvor 20 mm. borstenger, skjøtbare i 1 meters lengder og forsynt med en spesiell spiss, rammes ned i grunnen. Den observerte nedsynkningshastighet som funksjon av dybden gir et relativt bilde av grunnens fasthet, men metoden benyttes oftest bare til bestemmelse av fjelldybde.

B. OPPTAKING AV PRØVER FOR LABORATORIEUNDERSØKELSE.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm. prøvetaker. Prøvene blir her skåret ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm. og lengde 80, eller 40 cm.. Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking før de sendes til laboratoriet.

Representative prøver tas ved skovleboring i de øvre lag, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, og v.h.j.a. forskjellige typer ram-prøvetakere. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver er tilfredsstillende.

C. MÅLINGER.

Vingeboring bestemmer udrenert skjærfasthet in situ ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærfasthet. Skjærfastheten bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand for hver halve og hele meter i dybden.

Porevanntrykket i grunnen måles med et piezometer som nederst består av et sylindrisk filter av sintret bronse i lengde 30 cm. og med ytre diameter 32 mm. Filteret påsettes \varnothing 32 mm. emnesrør etter hvert som det presses ned i grunnen til ønsket måledybde. Fra filterets gjennomhullede kjerne fører en 8 mm. plastslange innvendig i rørene opp til overflaten. Vannstanden i slangen observeres med tiden til det innstiller seg på en bestemt høyde, og vannstandshøyden over filteret gir porevanntrykket i filterdybden. Ved vannstand betydelig over terreng, påsettes plastslangen manometer for trykkmåling. Porevanntrykket måles i flere dybder og opptegnes som funksjon av dybden.

Grunnvannstanden observeres direkte ved vannstand i borhullet.

Korrosjonssondering utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). En måler i forskjellig dybde strømstyrke og motstand i elementet, og kan da beregne en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand, hvorav korrosjonsfare for jern og stål kan vurderes.

T i l l e g g 2. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Når prøven skyves ut av sylindren, beskrives og klassifiseres jordarten. For hver prøve utføres videre følgende bestemmelser:

Romvekt (t/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold (%) i vektsprosent av materiale tørket ved $110^\circ C$, med 3 - 5 bestemmelser fordelt over prøven.

Plastisk område (for leirig materiale) i omrørt tilstand angis i % vanninnhold. Den øvre grense, flytegrense, W_L , bestemmes ved Casagrandes flytegrenseapparat. Den nedre grense for det plastiske område er utrullingsgrensen, W_p , og området $W_L - W_p$ benevnes plastisitetsindeks.

Disse konsistensgrenser er til hjelp ved vurdering av materialet og dets egenskaper. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring. Det plastiske område og flytegrensen øker også i alminnelighet med innhold av finere korn, leirpartikler.

Udrenert skjærfasthet, s_u , (t/m^2) bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm. og høyde 10 cm. Skjærfastheten regnes lik halve trykkfastheten. Skjærfastheten bestemmes også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk. Dette er en empirisk metode, idet nedsynkningen av en konus med bestemt vekt og form måles, og skjærfastheten på dette grunnlag tas ut av en tabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på inn-synkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten, $S = s_u/s'_u$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet.

Konsolideringsforsøk utføres for å bestemme jordartens kompressibilitet. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 og høyde 2 cm. belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen som funksjon av tiden. Prøvens relative deformasjon opptegnes som funksjon av belastning i logaritmisk målestokk, konsolideringskurven.

Kornfordeling bestemmes for grovkornete materialer ved å sikte tørket materiale på sikt med maskeåpninger ned til $0,06 \text{ mm.}$ Gjenliggende materiale på siktene veies, og gjennomgangen i vektsprosent tegnes opp i et kornfordelingsdiagram mot siktenes maskeåpning. For finkornet materiale bestemmes kornfordeling ved hydrometeranalyse, idet en benytter seg av Stoke's lov om kulers synkehastighet i vann. Av en suspensjon av vann og kjent vekt av materiale måles volumvekt i bestemt dybde som funksjon av tid. Av dette kan en regne seg til kornfordelingen.

Jordarten benevnes i henhold til kornenes størrelse, med substantiv for den dominerende og adjektiv for medvirkende fraksjoner.

Fraksjoner	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein
Kornstørrelse mm.	0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-20	20

Humusinnhold bestemmes ved våtveis oksydasjon med kromsvovelsyre, idet frigjort CO_2 beregnes av gasstrykket. Kullstoffinnholdet settes til 50 % av humusinnholdet, som angis i vektsprosent. Humusinnholdet kan også bestemmes relativt ut fra fargeomslag i en natronlut-oppløsning.

Saltinnhold i porevannet finnes ved titrering og angis i g/l eller o/oo. Vannets klorinnhold bestemmes med kromsurt kali som indikator og med tilsetning av sølvnitratopløsning.

Spesielle undersøkelser, f.eks. triaksial- og permeabilitetsforsøk, samt undersøkelse av grunnvannets aggressivitet overfor betong, utføres ved behov.