

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS

JAN FRIIS, MNIF, MRIF

ODD S. HOLM, MNIF, MRIF

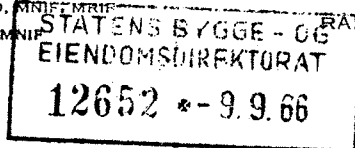
GUNNAR DAGESTAD, MNIF, MRIF

ALF G. ØVERLAND, MNIF



ADRESSE: Oscarsgt. 46 b

TELEFON: 56 46 90



Deres ref.:

Sak nr. og ref.: AGS/KH

Oslo 2, 24. februar 1966.

Statens Sykehus for Epileptikere.

Solberg i Bærum.

Grunnundersøkelser og fundamentering.

Tegning nr. 5670-1,-2,-3.

Bilag 1 og 2.

A. INNLEDNING.

Det foreligger planer for utvidelse av Statens Sykehus for Epileptikere på Solberg i Bærum, og etter oppdrag av Arkitektene Eliassen og Lambertz-Nilssen har vi utført grunnundersøkelser på de aktuelle tomtareal. Programmet for de utførte undersøkelser er satt opp i samråd med prosjektets radgivende ingeniører i bygningsteknikk, Siv.ing. K.K. Prestrud.

Utbyggingens første etappe består i et administrasjonsbygg i 2 og 3 etasjer med en laboratoriefløy i 1 etasje, beliggende ved den eksisterende bebyggelse til Solberg gard. Videre inngår i 1. byggetrinn et fyrhus i 1 etasje lenger øst på tomten, og en teknisk kulvert som forbindelse mellom de to tomtareal.

I 2. byggetrinn er det forutsatt oppført spisesal, kjøkken og tøy-lager i området ved fyrhuset.

Den foreliggende rapport inneholder resultatet av grunnundersøkelsene og en uttalelse om fundamenteringsforholdene. Vi sitter ikke inne med detaljerte planer for prosjektet, og vår vurdering av fundamenteringen er derfor av foreløpig karakter.

B. BORINGSUTSTYR OG UNDERSØKELSESMETODER.

Arbeidet i marken har bestått i sonderboringer med slagbor og rambor til bestemmelse av dybden til fjell eller fast grunn. Sonderboringene gir også en orientering om løsavleiringenes art og relative fasthet.

Sonderboringene er utført etter et rutenett som dekker de aktuelle byggefelter. Ved det prosjekterte fyrhuset er det tatt opp serier med uforstyrrede prøver av grunnen for laboratorieundersøkelse, og det er videre utført vannstandsobservasjoner på fyrhustomten.

For nærmere beskrivelse av boringsutstyr og laboratorieundersøkelsen samt fremstilling av resultatene vises til rapportens bilag 1 og 2.

C. RESULTATET AV UNDERSØKELSEN

frengår av borplanen, tegning nr. 5670-1, og av profilene på tegning nr. 5670-2 og -3. På borplanen er det angitt beliggenheten av rutenett og boringer samt tilnærmet plassering av de enkelte deler av utbyggingsprosjektet.

Grunnforholdene kan sammenfattende beskrives på følgende måte:

På tomten til administrasjonsbygningen og laboratoriefløyen er dybden til fjell overalt liten, og varierer mellom fjell i dagen og ca. 2 m under terreng. Jordmassene under et tynt leirig matjordskikt består vesentlig av fast tørrskorpeleire.

Vest for laboratoriebygningen faller fjellet av inntil ca. 9 m dybde. Under ca. 3 m dybde går tørrskorpeleiren sannsynligvis over i leire med enkelte tynne lag av silt og finsand.

På østre del av tomtearealet er det små dybder til fjell (delvis fjell i dagen) mot syd og nord, mens tykkelsen av løsavleiringene på midtpartiet er av størrelsen 4-10 m. De største dybder til fjell er påvist langs profilet i akse D, orientert i NØ-SV retning over områdets midtparti.

Jordmassene over fjellet består øverst av et 0.2 - 0.3 m tykt matjordlag og fast tørrskorpeleire til ca. 3 m dybde. På større dybde er det leire til like over fjelloverflaten. Prøveseriene ved det planlagte

fyrhuset viser at leirens skjærfasthet avtar med dybden fra ca. 5 t/m^2 øverst til ca. 2 t/m^2 . Det naturlige vanninnholdet i leiren varierer gjennomgående mellom 35 og 40 %.

Vannstandsobservasjoner i fyrhuset tyder på at grunnvannstanden ligger 2.0 - 2.5 m under terreng.

Bergarten i området består av ordovicisk mergelskifer med strek NØ-SV.

D. FUNDAMENTERING, 1. BYGGETRINN.

For administrasjonsbygningen og laboratorieflyøyen blir dybden til fjell antagelig mindre enn 2.5 m, og bygningene bør i sin helhet fundamenteres på fjell.

Fyrhuset blir ifølge de foreliggende planer liggende i et område hvor dybdene til fjell er anslagsvis 5-10 m i forhold til næværende terreng, og jordmassene består av tørrskorpeleire og leire.

Ved fundamentering av fyrhuset på søler eller enkeltfundamenter direkte på grunnen vil det oppstå setninger som følge av konsolidering av leiren under fundamentene. Da bygningslaster og sokkelhøyde ikke er kjent, er det ikke mulig å angi størrelsen av setningene med noen rimelig nøyaktighet. Man må imidlertid regne med at de største setningene vil oppstå ved nordre og nordvestre del av bygningen, hvor tykkelsen av de kompressible jordmasser er størst. Spørsmålet om setningene kan vurderes nærmere når detaljer vedrørende prosjektet er kjent.

For dimensjonering av fundamenter på tørrskorpeleiren kan det benyttes et fundamenttrykk på inntil 10 t/m^2 , inklusive nyttelaster og vekten av jord over fundamentene.

For å oppnå setningsfri fundamentering må bygningen oppføres på peler til fjell. Som et alternativ til peler til fjell bør det på grunnlag av et omkostningsoverslag overveies å benytte kompensert fundamentering på hel plate. Denne metode går i prinsippet ut på at bygningsvekten blir kompensert ved den avlastning av grunnen som utgraving for kjelleretasje innebærer. Derved vil det ikke oppstå tilleggsbelastninger i de kompressible jordlag under fundamentplaten.

Nar mere detaljerte planer for utbyggingen foreligger vil vi gjerne
i samrad med prosjektets radgivende ingeniører i bygningsteknikk
vurdere fundamentering av fyrhuset og prosjektets 2. byggetrinn nærmere.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S
Jan Friis

A.G. Overland.
A.G. Overland.

Geotekniske definisjoner. Laboratorieundersøkelse av prøver

LEIRE

er et meget finkornig materiale med kornstørrelser ned til noen tusendels millimeter, og hvor omtrent halvparten av volumet opptas av vann. Ved en økning av belastningen oppstår porevannstrykk, som etterhvert ebber ut. Denne konsolidering krever tid og medfører setninger og bare en langsom økning i fasthet.

SAND

er et grovkornet materiale, hvor porene kan utgjøre 20—60 % av volumet. Ved en belastningsøkning vil porevannstrykket straks dreneres ut og setningene og fasthetsøkningen kommer raskt.

SILT (MOSAND og MJELE eller KVABB) er mellomjordarter med kornstørrelse 0,002—0,006 mm.

MORENE

er en usortert istidsavleiring inneholdende alle kornstørrelser fra leire til store stein. Det skilles mellom grusig, sandig og siltig morene samt moreneleire ut i fra den kornstørrelsen som dominerer jordarten.

SKJÆRFASTHETEN (k , s_u eller τ_f)

av en leire bestemmes ved konusforsøk eller ved trykkforsøk med uhindret sideutvidelse på uforstyrrede prøver. Ved trykkforsøket settes skjærfastheten lik halve trykkfastheten. Ved konusforsøket måles nedsynkingen av en konus med bestemt form og vekt og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell.

Ved konusforsøk, enaksiale trykkforsøk eller vingebor bestemmes den udrenerte skjærfasthet hvis anvendelse i geotekniske beregninger er betinget av at belastningene påføres såvidt hurtig at jordarten ikke får anledning til å avgi eller oppta vann og endre sin skjærfasthet tilsvarende.

Skjærfastheten uttrykkes i t/m^2 og opptegnes oftest i diagram på tegningene med angivelse av brudddeformasjonen.

SKJÆRFASTHETSPARAMETRENE (c' og ϕ')

(«tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel») bestemmes ved triaksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omsluttet med en gummihud og får konsolidere med fri drenering under allsidig vanntrykk i en trykkselle. Prøven blir dernest belastet aksialt til brudd, mens porevannstrykket måles. Resultatet av flere forsøk med forskjellige konsolideringstrykk fremstilles i et Mohr's diagram hvor skjærfastheten angis som funksjon av de effektive hovedspenninger.

Skjærfasthetsparametrene må kjennes for å kunne utføre beregninger hvor det må tas hensyn til endringene i grunnens skjærfasthet som følge av endringer i belastningene og porevannstrykket.

SENSITIVITETEN (S)

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og i omrørt tilstand, som bestemmes ved konusforsøk. Sensitiviteten varierer vanligvis ved norske leirer mellom verdier på ca. 3 til verdier større enn 100 (kvikkleirer).

RELATIV FASTHET (H_1)

er et sammenligningstall som gir uttrykk for hvor løs en leire er i omrørt tilstand. H_1 bestemmes ved konusforsøk og varierer vanligvis mellom verdier på ca. 80 til verdier under 1.

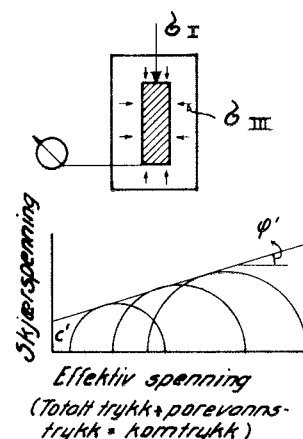
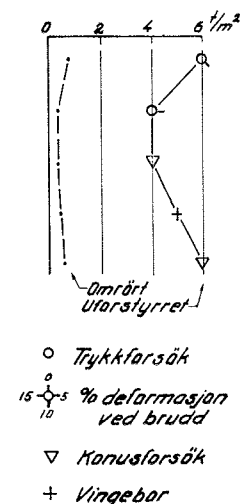
Vi definerer en kvikkleire som en leire med H_1 mindre enn 3,0, hvilket tilsvarer en flytende konsistens.

VANNINNHALDET (W)

angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørring under 110°C .

Ved sandprøver kan det bero på tilfeldigheter hvor meget vann det er i porene. Vanligvis oppgis det vanninnhold som tilsvarer vannfylte porer ved den målte porøsitet.

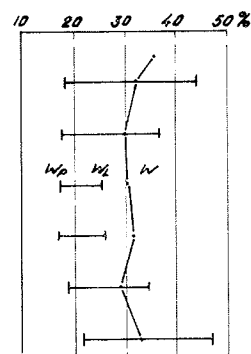
Normalt vanninnhold i norske leirer ligger på omkring 35 %. Høyt vanninnhold tyder på høy kompressibilitet.



FLYTEGRENSE (W_L) og UTRULLINGSGRENSE (W_p)

(Atterbergs grenser) er det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til flytende konsistens henholdsvis fra plastisk til smuldrende konsistens.

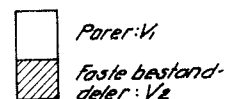
Vanninnhold, flytegrense og utrullingsgrense settes gjerne opp i et felles diagram, som gir oversikt over karakteristiske egenskaper ved leirlagene.

PORØSITETEN (n)

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven. En leire har normalt porøsitet på omkring 50 %. En sand kan ha porøsiteter fra ca. 20 % til ca. 60 %. En høy porøsitet tyder på en høy kompressibilitet.

PORETALLET (e)

er definert som forholdet mellom porevolumet og volumet av fast stoff i en prøve.



$$n = \frac{V_1 \cdot 100}{V_1 + V_2}$$

$$e = \frac{V_1}{V_2} = \frac{n}{1-n}$$

$$w = \frac{n}{1-n} \cdot \frac{1}{s} \%$$

ROMVEKTEN (γ)

er vekten pr. volumenhet av prøven. Romvekt, vanninnhold og porøsitet er sammenhengende verdier ved vannfylte prøver og er alle uttrykk for lagringsfastheten.

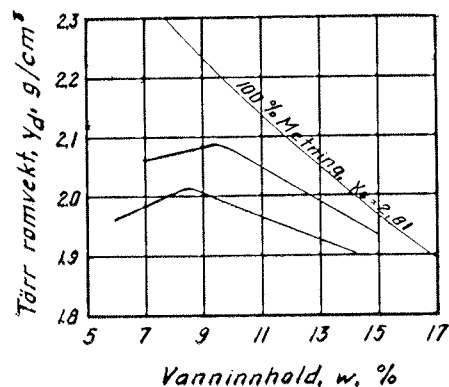
TØRR ROMVEKT (γ_D)

er vekten av tørrstoffet pr. volumenhet av en prøve.

PAKNINGSFORSØK (Proctor-forsøk)

utføres for å bestemme hvorledes en jordart best kan komprimeres (sammenpakkjes). Prøver av den masse som skal undersøkes innstemples i en sylinder ved forskjellige vanninnhold. Komprimeringsarbeidet holdes konstant (6 kgm/cm³ eller 25 kgm/cm³) og for hvert forsøk bestemmes tørr romvekt og vanninnholdet. Resultatene fremstilles i et diagram der tørr romvekt vises som funksjon av vanninnholdet.

Proctor-maksimum er den maksimale oppnådde tørre romvekt. Det tilsvarende vanninnhold betegnes som det optimale vanninnhold.

HUMUSINNHALDET (o)

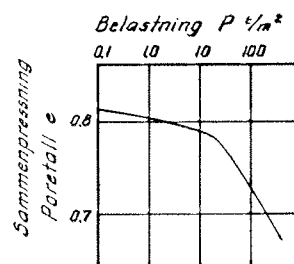
blir bestemt ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humusfiserne organiske bestanddeler tilnærmet i % av tørrstoff. Det tallmessige uttrykk har sin verdi bare for sammenligning. Høye humusinnhold på 2—3 % gir høy kompressibilitet og lang konsolideringstid.

KOMPRESSIBILITETEN

måles ved ødemeterforsøk, hvor en leirprøve påføres belastning trinnvis og sammentrykningen avleses på hvert belastningstrinn for bestemte tidsintervaller. Ved forsøket bestemmes jordartens sammentrykningstall og konsolideringskoeffisient som gir grunnlag for beregning av setningenes størrelse og tidsforløp.

KORNFORDELINGSANALYSE

utføres ved sikting for fraksjonene større enn 0,012 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes i vann og suspensjonens romvekt måles med bestemte tidsintervaller ved et hydrometer. Kornfordelingskurven beregnes ut fra Stokes lov om partiklers sedimentasjonshastighet.



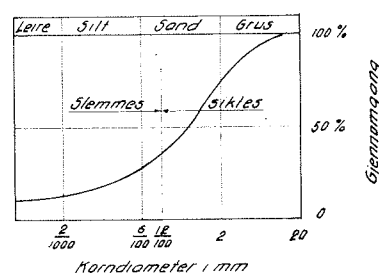
TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingsanalysen og den kapillære stighøyde i massen som måles i et kapillarimeter. Telegruppene T 1 (ikke telefarlig), T 2 (lite telefarlig), T 3 (middels telefarlig) og T 4 (meget telefarlig) angis der dette antas å ha betydning.

PERMEABILITETSKOEFFISIENTEN (k)

er definert ved Darcys lov, $V = k \cdot I$, hvor V er strømningshastigheten av porevannet og I er gradienten. k uttrykkes vanligvis i cm/sek. og ligger for leirer i området 10^{-6} til 10^{-9} cm/sek. og for sand i området 10^{-1} til 10^{-3} cm/sek. Under en gradient på $I = 1$ kan strømningshastigheten i fet leire følgelig være så liten som 1 cm i året.

Permeabilitetskoeffisienten kan beregnes ut fra tidsforløpet ved ødemeterforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnitt under kjent trykfall.



Boringsutstyr. Opptegning av resultatet av sonderboringer

HENSIKTEN MED MARKARBEIDET

Sonderboringer med forskjellige typer redskap brukes for å få den første orientering om dybdene til fjell eller fast grunn samt art og lagringsfasthet av massen. Ved sonderboringerne finnes «antatt fjell» og orienterende verdier for massens geotekniske egenskaper.

Ved prøvetaking og laboratorieundersøkelsen av prøvene fåes nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene plasseres på grunnlag av resultatet av sonderboringerne og det foreliggende tekniske problem, slik at de best mulig blir representative for byggegrunnen.

Undersøkelsene i marken kan foruten sonderboring og prøvetaking omfatte måling av grunnvannstanden eller porevannstrykket ved piezometere, vinge-boring for skjærefasthetsbestemmelse, belastningsforsøk direkte på grunnen eller på peler, setningsobservasjoner osv.

DREIEBOR

er 20 mm spesialstål i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 30 mm skruespiss. Boret belastes med 100 kg og dreies ned. Motstanden mot boret tegnes opp med en tverrstrek på borhullet dit borspissen er nådd for hver 100 halve omdreining. Antall halve omdreininger påføres høyre side av borhullet.

Skravert borhull angir at boret er sunket uten dreining for den belastning som er påført venstre side av borhullet. Er borhullet merket med kryss betyr det at boret er slått ned.

Dreieboret gir forholdsvis god orientering om art og lagringsfasthet av den masse som det bores gjennom.

RAMSONDERING

utføres med 32 mm borstål i 3 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 40 mm sylindrisk spiss. Boret rammes ned ved hjelp av et fallodd på 75 kg, som føres på borstangen og drives av en motornokk.

Rammearbeidet registreres som det antall slag med fallhøyde 50 cm som skal til for å drive boret ned 50 cm. Resultatet tegnes opp ved å avsette rammemotstanden

$$Q_0 = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{Sykning pr. slag}} \quad (\text{tonn})$$

som funksjon av dybden.

$Q_0 = 1-3$ tonn tilsvarer en løs grunn.

$Q_0 = 8-15$ tonn tilsvarer en fast grunn.

Ramboret har normalt større nedtrengningsevne enn dreieboret, men gir mindre pålitelige opplysninger om arten av jordmassene. Ramboret gir gode opplysninger om den dybde peler må rammes til for å oppnå den forutsatte bæreevne.

SPYLEBOR

består av $\frac{3}{4}$ " rør som spyles ned i grunnen ved hjelp av trykkvann fra ledningsnett eller fra en motorpumpe. Spyleboret er nederst forsynt med en spylespiss med tilbakeslagsventil og øverst en vannsvivel. Spyleboret er egnet for oppsøkning av fjell i finkornet masse, men boret stopper lett i grove masser. Spyleboret gir i alminnelighet ikke pålitelige opplysninger om grunnens art.

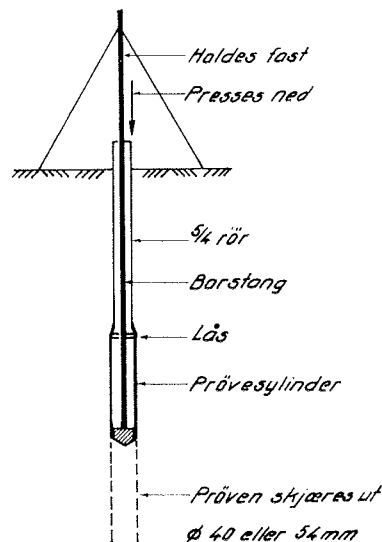
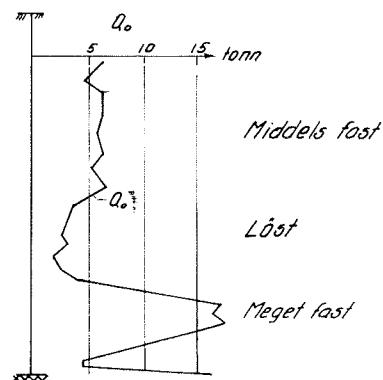
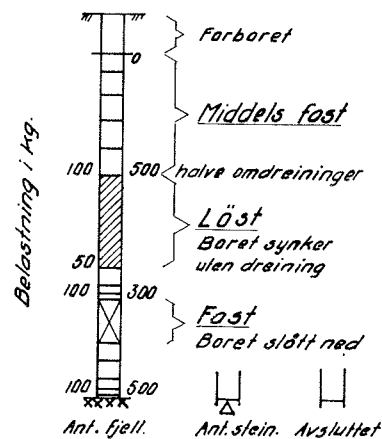
PRØVETAKING

De vanlig brukte prøvetakere er 40 og 54 mm stempelbor. Begge prøvetakere består av en tynnvegget sylinder, som forbindes opp til terrengoverflaten ved hjelp av $\frac{3}{4}$ " rør. Nederst i sylindern er et stempel som er forbundet til overflaten med borstenger. Stempleet er fastlåst i sylinderns nedre ende når prøvetakeren presses ned til ønsket dybde. Når en prøve skal tas, frigjøres låsen, stempelet holdes fast og sylindern presses ned ved hjelp av forlengelsesrørene og skjærer ut prøven.

Prøvetakeren trekkes opp og etter forsegling med voks blir prøvene sendt til laboratoriet for undersøkelse.

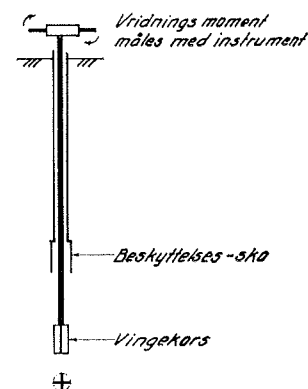
RAM-PRØVETAKERE

brukes i meget fast masse. De er i prinsippet som 40 og 54 mm prøvetaker, men vesentlig solidere, slik at de kan rammes ned i grunnen. Prøvene blir ikke uforstyrrede, men blir representative for grunnen hva de øvrige geotekniske egenskaper angår.



RØRKJERNEBOR

(tubkjernebor) brukes til prøvetaking i faste masser. Et 3" foringsrør med spesiell sko og slagstykke rammes ned med et 150 kg fallodd. Prøver av massen trengs opp gjennom skoene og inn i et indre rør som av og til tas opp og tømmes for prøvemasse.



VINGEBOR

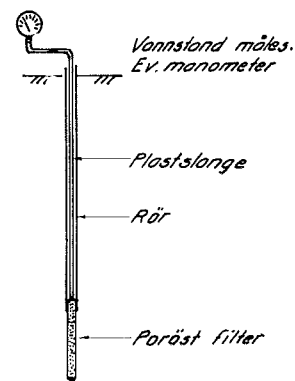
brukes for direkte bestemmelse av leirens skjærfasthet i marken uten å ta opp prøver. Et vingekorset som ligger inne i en beskyttelsessko føres ned til 60 cm over den dybde det skal måles og vingekorset skyves ut av beskyttelsesskoen og ned i leiren. Vingekorset er forbundet opp med borstenger, som gjør det mulig å dreie vingekorset rundt ved hjelp av et instrument som samtidig registrerer det maksimale torsjonsmoment ved brudd i leirmassen rundt vingekorset. Skjærfastheten finnes av en kalibreringskurve.

PORETRYKKSMÅLING. BESTEMMELSE AV GRUNNVANNSTANDEN

Et piezometer for måling av porevannstrykket eller grunnvannstanden er et sylindrisk porøst filter med 32 mm diameter. Filteret presses ned i bakken ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret går et stigerør av plast opp gjennom røret. Poretrykket bestemmes ved måling av vannstanden i røret ved et elektrisk instrument eller ved et tilkoblet manometer.

En brønnspiss er et ca. 1 m langt perforert 1 1/2" rør, som er forsynt med en fin silduk. Brønnspissene presses ned i bakken ved hjelp av 1" rør eller rammes ned.

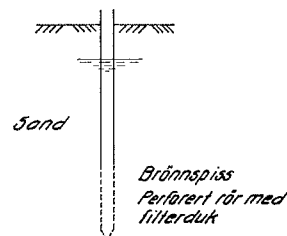
Brønnspisser brukes til å finne grunnvannstanden i grov sand og grus. Vannstanden måles direkte i røret.



FJELLKONTROLLBORING

foregår med vognbormaskiner av type Atlas Copco BVB-21. Bormaskinen er montert på en føring på en vogn. Mating og opptrekk skjer via kjedetrekk fra en luftmotor. Til boringen brukes 32 mm borstenger i 3 m lengder, som skjøtes ved hjelp av muffer med repgjenger. Det brukes vanligvis 48 mm hardmetallkrysskjær og vannspyling. Maskinen krever en ca. 9 m³/min. kompressor og 6 ato lufttrykk.

Med dette utstyr kan bores gjennom all slags grunn fra leire til steinfylling. Overgangen mellom løs masse og fjell konstateres ved øket bormotstand og ved at boringen gir jevn fremdrift i fjell. Det bores vanligvis 3—5 m ned i fjellet for å påvise fjelllets beliggenhet med full sikkerhet.



ROTASJONSBORING

foregår ved hjelp av en diamantbormaskin, som roterer og mater et rør ned gjennom massen. Røret er nederst påskrudd hardmetall- eller diamantkroner. Inne i røret føres borstenger som nederst har et kjernerør med påskrudd hardmetall- eller diamantkroner for boring gjennom større stein og for boring ned i fjellet for påvisning av fjelllets beliggenhet med full sikkerhet. Man får kjerner av større stein og av fjellet, men kun lite representative prøver av den masse som ligger over fjellet. Til kjøling av kronen og stabilisering av borchullet brukes enten vannspyling eller spyling med tung borvæske.

HJELPEUTSTYR

består av rør av forskjellig art som kan senkes, spyles eller rammes ned i grunnen for utføring av borchullet, og som ofte er forsynt med en rammespiss som kan tas ut av røret når dette er rammet ned til ønsket dybde.

Tung borveske brukes i stor utstrekning ved prøvetakning i sand og grus. Borvesken består bl. a. av oppslemmet bentonit eller leire og hindrer borchull i sand fra å rase sammen.

I spesielle tilfeller blir borvesken pumpet ned gjennom en meisel som løsner massene ved bunnen av borchullet.

Det brukes motornokker, motorpumper og bortårn som muliggjør at redskapen kan heises opp til 20 m i luften over bakken uten å skru av rør. Nedtrykningsåk for ankingsrammer, sandpumper, verktøy, arbeidsbrakker osv. er vanlig hjelpeutstyr.