

NOTEBY
NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S



V P. 22/6-73
RÅDGIVENDE INGENIØRER - MNIF, MRIF
GEOTEKNIKK, INGENIØRGEOLOGI, GEOFYSIKK
BETONGTEKNOLOGI, MATERIALKONTROLL

6 1 2 2

NYTT POLITIHUS, OSLO

RAPPORT NR. 3

FORPROSJEKT

GRUNNUNDERSØKELSER. GEOTEKNISK VURDERING

20. juni 1973

INNHALDSFORTEGNELSE:

A.	INNLEDNING	Side 4
B.	UTFØRTE UNDERSØKELSER	" 4
C.	GRUNNFORHOLD	" 5
D.	NABOBYGNINGER. BESKRIVELSE OG NIVELLEMENT	" 7
E.	FUNDAMENTERING	" 8
F.	UTGRAVING. SPRENGNING. SIKRING	" 9
G.	SLUTTBEMERKNING	" 12

Overingeniør: O.S. Holm
Gruppeleder: J.H. Bertnes
Saksbehandler: S. Jørve/ÅS

TEGNINGER:

6122-4	Borplan	(løs i lomme)
-5	Fjellkotecart	(løs i lomme)
-16	Geotekniske data, prøveserie III	
-102	Profil G-G	
-103	" H-H	
-104	" I-I	
-105	" J-J	
-106	" K-K	
-107	" L-L	
-108	" M-M	
-109	" N-N	
-110	" O-O	
-111	" akse 10	
-112	" " 14	
-113	" " 21	
-114	" " 23	
-115	" " 27	
-116	" " 36	
-151	Kjerneboring 1	
-152	" 2	
-500	Spunt- og graveplan	(løs i lomme)
-600	Grunnvannsobservasjoner	

Bilag 1 og 2

A. INNLEDNING.

Det planlegges et nytt politihus på hjørnetomten mellom Åkerbergveien og Borggaten. Prosjektet omfatter en høyblokk på 7 - 9 etasjer og lavere bygninger mot Åkerbergveien. Høyblokken vil få to etasjer under nåværende terrengnivå og herunder en redusert tredje kjeller bestående av en teknisk kulvert og enkelte tekniske rom. Bygningene mot Åkerbergveien er prosjektert med en etasje under terrengnivå. Syd for høyblokken kommer en underjordisk garasjekjeller med adkomst fra Borggaten. Prosjektet omfatter videre en nedgravet fangekulvert frem til Krets-fengslet.

Utførende arkitekter er Ark. MNAL Telje, Torp og Aasen.

Rådgivende ingeniører i byggeteknikk er Dr.techn. Olav Olsen og i VVS-teknikk Axlander og Rosell Konsulentfirma A/S.

Gjennom Statens bygge- og eiendomsdirektorat er NOTEBY engasjert som rådgivende ingeniører i geoteknikk. Våren 1967 ble det utført orienterende grunnundersøkelser for prosjektet, rapport av 22. oktober 1968. I april 1970 ble det utført supplerende undersøkelser og resultatet av disse med en orienterende geoteknisk vurdering ble fremlagt i rapport av 13/7.1970. For vurdering av forprosjektet ble det i mars i år utført nye undersøkelser. Den foreliggende rapport inneholder resultatet av samtlige undersøkelser og en vurdering av fundamentering, utgraving, sikringsarbeider og andre geotekniske forhold.

B. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

Undersøkelsene omfatter sonderboringer til orientering om løsmassenes lagringsfasthet og mektighet. Det er utført fjellkontrollboringer for fastleggelse av fjelloverflaten og kjerneboringer for vurdering av fjellets kvalitet. Videre er det tatt prøveserier med 54 mm prøvetaker for laboratorieundersøkelse av de geotekniske data, og grunnens skjærfasthet er bestemt direkte med vingebor.

Grunnvannstanden er regelmessig avlest i piezometre fra 1970 og til idag. Piezometrene står igjen i bakken og avlesningene vil fortsette.

Opplysninger om den tilstøtende bebyggelse er innhentet fra Oslo kommunes bygningsarkiv.

Vi viser til bilag 1 og 2 for nærmere beskrivelse av boringsutstyr og undersøkelsesmetoder.

C. GRUNNFORHOLD.

Resultatet av undersøkelsene er vist i profiler på tegning nr. 6122-102 til og med -116. Profilenes og de enkelte boringers beliggenhet fremgår av borplanen, tegning nr. 6122-4.

Prosjektet grenser til Åkerbergveien i nord, Borggaten i vest og Botsfengslet i sydøst. Terrenget på tomten faller jevnt av fra ca. kote 18.5 i nordøst til ca. kote 9 lengst sydvest ved publikumsgarasjen.

Boringene viser at fjelloverflaten er karakterisert ved en nordsyd-gående fjellrygg i tomtens østre del. Toppen av ryggen ligger på ca. kote 13-14 ved akse 24-27. Øst for ryggen faller fjellet forholdsvis bratt av til ca. kote 0 ved akse 31-32 i tomtens nordøstre del. Herfra fortsetter fjellet med slakere fall til ca. kote minus 3 lengst nordøst ved akse 36.

Vi gjør oppmerksom på at en del av området mellom akse 28-31 ikke var tilgjengelig på grunn av eksisterende bebyggelse, slik at man her foreløpig må basere seg på et antatt fjellforløp. Supplerende fjellkontrollboringer må utføres når bygningen er revet.

Vest for fjellryggen faller fjellet forholdsvis slakere av enn på østsiden til ca. kote 5 ved akse 12. Videre mot vest er det et markert fall i fjellet til ca. kote 0 ved akse 5. I tomtens søndre del mot publikumsgarasjen er det ikke påvist tilsvarende fall og fjellet avtar forholdsvis jevnt til ca. kote minus 7 lengst sydvest. Orienterende fjellkoter er vist på tegning nr. 6122-5. Vi gjør oppmerksom på at boringene på partier ligger forholdsvis spredt slik at det kan forekomme uregistrerte variasjoner i fjellforløpet.

Ut fra geologisk litteratur og observasjoner i området kan man vente at bergarten på tomten består av leirskifer (alunskifer), kalkleirskifer og syenittporfyr. Det må forventes både vertikale, skrå og horisontale bergartsgrenser, da det antagelig har funnet sted en utstrakt folding og omlagring av bergartene.

Kjerneboringenes plaserings er vist på tegning nr. 6122-4 og beskrivelse av kjernene på tegning nr. 6122-151 og -152. Det ble her kun påvist finkornig, hard syenittporfyr. Fjellkontrollboringene viser relativt liten borsynk (cm/min.), og dette tyder på at fjellet nærmest overflaten stort sett er fast. Det er imidlertid i alle deler av tomten registrert tynne lag med lokalt større borsynk samtidig som man har fått opp mørkt spylevann, og dette indikerer bløtere skiferlag (alunskifer). Det er ikke påvist aggressiv alunskifer på tomten, men det er meget sannsynlig at dette finnes. Vanntapsmålinger som ble utført i to borhull, nr. 86 ved akse 25 mot Botsfengslet og nr. 87 ved akse 23 nærmest Åkerbergveien, viser at fjellet her er meget tett til henholdsvis kote 9.0 og 5.6 hvor målingene ble avsluttet. Man kan imidlertid ikke se bort fra at det finnes permeable lag som følge av den varierte geologi.

Prøveseriene og vinge-boringene viser at løsmassene i hovedtrekkene består av fast, siltig tørrskorpeleire til ca. 2.5 - 4.5 m dybde. På høyderyggen er det tørrskorpeleire til fjell. Øst og vest for høyderyggen er det under tørrskorpe laget gradvis overgang til meget bløt, siltig leire ned til fjell eller til et sand/gruslag nærmest fjell. Leirens skjærfasthet er stort sett $1-3 \text{ Mp/m}^2$ med noe høyere verdier i overgangen til tørrskorpen. Under ca. 6 - 8 m dybde er leiren meget sensitiv, det vil si at den mister det vesentlige av fastheten i omrørt tilstand (kvikkleire).

Vanninnholdet i tørrskorpeleiren er moderat og varierer mellom 20-30%. Den underliggende leire har et vanninnhold på 30-40% og tilsier at massene er middels kompressible.

Piezometerobservasjoner viser at grunnvannsnivå i april 1973 lå på ca. kote 16 i tomtens sydøstre hjørne (akse 36). Det samme nivå ble målt ved akse 30 mot Åkerbergveien. Ved akse 13 mot Åkerbergveien er grunnvannet registrert på ca. kote 12.5. Lengst sydvest på tomten ved innkjøringen til publikumsgarasje ligger grunnvannet på ca. kote 7.5 eller ca. 1.5 m under terrengoverflaten. Piezometrene er satt ned i forskjellige dybder. Målingene nærmest fjell viser at grunnvannstrykket

her er noe mindre enn det som svarer til en hydrostatisk trykkfordeling, hvilket tyder på at det pågår en svak drenering i massene nærmest fjell og/eller gjennom permeable lag i selve fjellet.

Grunnvannstandsobservasjonene har pågått regelmessig fra april 1970 og resultatene er vist på tegning nr. 6122-600. Som det fremgår av tegningen er det tildels betydelige variasjoner i avlesningene for ett og samme piezometer som følge av årstid og nedbørsforhold. Målingene vil fortsette i tiden fremover.

D. NABORYGNINGER. BESKRIVELSE OG NIVELLEMENT.

Den tilstøtende bebyggelse langs Åkerbergveien er av eldre dato og bygningene er i noe varierende forfatning. Det finnes få opplysninger om bygningenes fundamentering i kommunens bygningsarkiv, og det vi har funnet av interesse er følgende:

Eriksgt. 2 er fundamentert med gråsteinsmur delvis direkte på fjell og delvis på flåte.

Åkerbergveien 22, 28 og Magnusgt. 1 er fundamentert med gråsteinsmur på flåte.

Av hensyn til eventuelle ansvar for skader som følge av byggingen er det nødvendig å etablere et kontrollsystem dels ved bygningsbeskrivelse og dels ved nivellementer. Det er viktig at dette utføres i god tid før byggearbeidet starter slik at man får tilstrekkelig materiale for bedømmelse av eventuelle setninger.

Botsfengslet må vies spesiell oppmerksomhet på grunn av de antikvariske verdier som knytter seg til dette anlegg. Mest utsatt er det nordvestre hjørnet av ringmuren som kommer ca. 10-15 m fra den dypeste delen av byggegropen. Vi har til nå ikke kunnet skaffe opplysninger om murens fundamenter, og det kan bli nødvendig med inspeksjonssjakter hvis ikke opplysninger kan innhentes på annen måte. Det må også utføres nivellement og bygningsbeskrivelse av fengselsanlegget.

E. FUNDAMENTERING.

Deler av bygget kan fundamenteres direkte på fjell, kfr. tegning nr. 6122-500. I forprosjektet er det forøvrig forutsatt fundamentering på rammede betongpeler og sjaktede pilarer. Vi mener imidlertid at man bør basere seg på en variert fundamentering på borede pilarer, betongpeler og sjaktede pilarer. Når det gjelder bruk av borede pilarer begrunnes dette som følger:

På grunn av leirens bæreevne må fundamenteringsarbeider som krever innsats av tyngre maskinelt utstyr, dvs. peleramming og maskiner for borede pilarer utføres fra nåværende terreng eller fra et avgravet nivå inntil 1 - 1.5 m under nåværende terreng. Dette medfører at man ved pelefundamentering vil få et merforbruk av peler som "blindpeler" over det teoretiske fundamenteringsnivå. Ved borede pilarer vil man kunne unngå dette ved at pilarene støpes opp til et nivå like over det teoretiske og pilarhullet videre opp til terreng tilbakefylles med sand.

Utgraving etter at pelene er rammet må utføres forsiktig slik at pelene og det etablerte fjellfeste ikke skades. Man må gjøre regning med at leiren innenfor en pelegruppe og for pelehoder må graves ut for hånd.

Det skal rammes spunt og etableres avstivninger og forankringer i ulike utgravingsfaser. Ved en pelefundamentering må dette arbeid utføres mellom oppstikkende peler og vil i stor grad vanskeliggjøre en rasjonell fremdrift. Ved pilarfundamentering vil disse vanskeligheter unngås ved at pilaren er avsluttet umiddelbart over teoretisk kappnivå.

Peleramming medfører en betydelig massefortrengning som vil gi økede porevanntrykk og fasthetsnedsettelse i leiren. Massefortrengningen må reduseres ved at det for en del av fundamentene tas opp leirpropper tilsvarende pelens tverrsnitt før pelene rammes (Pølsemaskin).

Et annet forhold av betydning er faren for horisontale deformasjoner i leiren som følge av utgravingene. Dette kan bevirke forskyvninger av peler i og nær inntil graveskråninger.

Pelene må etterrammes og dette kan først utføres en tid etter at utgravingen er ferdig slik at eventuelle deformasjoner i leiren er avsluttet. Etterrammingen må antagelig utføres med luftlodd montert på kran på grunn av begrensede adkomstmuligheter i ferdig utgravet byggegrube.

I høyblokken er bæresøylene tildels ført ned parvis på samme fundament, hvilket har medført relativt store fundamentlaster. Videre kommer det ned store konsentrerte belastninger fra heissjakten ved akse 8 - 10. Ved pelefundamentering fører dette til fundamenter med en betydelig konsentrasjon av peler. Under heissjakten er rammeforholdene meget vanskelige på grunn av den steile fjelloverflaten i denne delen og man må her være forberedt på skrens og brekkasje ved den avsluttende ramming mot fjell. Vanskelige fjellforhold kan forekomme også andre steder. På grunn av det betydelige peleantall vil det være store problemer forbundet med etablering av erstatningspeler. Ved bruk av borede pilarer vil man generelt oppnå en sikrere fjellfot da pilaren bores og meisles et stykke ned i selve fjellet.

Fundamentene i bygningene mot Åkerbergveien og i publikumsgarasjen ligger forholdsvis spredt og antall peler i hvert fundament er her med enkelte unntak vesentlig mindre enn for høyblokken. For disse deler av bygget ligger således forholdene adskillig gunstigere til rette for en pelefundamentering enn for høyblokken.

Vi anbefaler derfor at fundamentering utføres med borede pilarer for de største belastningene, og videre på partier hvor peler vil bli til vesentlig hinder for utførelsen av grunnarbeidene. Forøvrig benyttes rammede betongpeler. På partiene nærmest fjellryggen hvor dybdene fra bunnen av byggegruben til fjell er mindre enn ca. 2 - 3 m kan man benytte sjaktede pilarer. De gode plassforholdene på tomten medfører at de ulike fundamenteringsarbeider kan utføres parallelt.

F. UTGRAVING. SPRENGNING. SIKRING.

Omtrentlige grave- og sprengningsnivåer er vist på tegning nr. 6122-500.

Utgraving av byggegruben vil komme ned i bløt leire, og på de dypereliggende partier i meget bløt kvikkleire. Utgravingen er av stor vanskelighetsgrad, og det må utføres omfattende sikringstiltak for å unngå større glidninger i kvikkleiren, lokal bunnoppressing og innrasing av graveskråninger. Sikringsarbeidenes omfang er i grove trekk vist på tegning nr. 6122-500. Det er angitt partier hvor det kan graves åpent, eventuelt kombinert med avlastning av terrenget nærmest utgravingen. Videre er det vist partier med spunt og det er antydning på hvilken måte spunten kan forankres og/eller avstives. Området hvor fjellet kommer opp i byggegropen er også vist.

Spuntdimensjoner er angitt som middels og meget tung spunt, og vil ligge i området henholdsvis $W_x = \text{ca. } 600 - 1600 \text{ cm}^3/\text{m}$ og større enn $3000 \text{ cm}^3/\text{m}$. Spuntdimensjoner mellom disse graderinger kan også bli aktuelle.

Som det fremgår kan det graves åpent på partier kombinert med terrengavlastning for bakhuset mot Borggaten og Åkerbergveien fra akse 5 til ca. akse 25. Videre frem til akse 27 og i akse 27 er utgravingen sikret med stagforankret spunt. Utgraving fra akse 27 til akse 36 utføres åpent kombinert med terrengavlastninger. Nærmest akse 36 er stabilitetsforholdene meget svake og i tillegg til terrengavlastning må det regnes med seksjonsvis utgraving og utlegging av bærelag og dekke.

Utgravingene for høyblokken øst for fjellryggen medfører gravedybder på ca. 8 - 9 m under terreng. På partiet mot Botsfengslets ringmur, i akse 36 og langs fangekulverten fra ca. akse 28 til akse 36 må byggegropen sikres med en meget tung spunt til fjell og stagforankringer i flere nivåer. Videre må det lokalt spuntet for kjørerampe mot bakhuset, teknisk kulvert, kanal mellom akse 32 og 33 og innvendige sprang i kjellernivåer. Disse spuntvegger antas å kunne avstives innover i byggegropen kombinert med seksjonsvis utgraving og oppføring av konstruksjonene.

Vest for høyderyggen må utgravingen for K2-kjelleren sikres med stagforankret spunt fra ca. akse 22 til akse 12. Den tekniske kulvert sikres med innvendig avstivet spunt som rammes og fordybles til fjell. Fra ca. akse 12 til akse 5 hvor det er en markert økning i fjelldybden vil spunting til fjell medføre betydelige omkostninger og utgravingen for K2-kjelleren utføres åpent kombinert med omfattende terrengavlastninger. Utgraving for teknisk kulvert sikres med innvendig avstivet spunt. Tilfredsstillende stabilitetsforhold i denne delen betinger videre at utgraving og oppføring til og med K2-kjelleren utføres i seksjoner.

Utgraving for publikumsgarasje kan utføres i åpen grop. Ledningsgrøftene mot Borggaten må sikres med innvendig avstivet spunt. Fangekulverten mot Kretsfengslet kan graves åpent.

Avvikling av anleggstrafikken i byggegropen må vurderes spesielt. De avgravde nivåer kan ikke trafikeres med tungt utstyr uten forsterkningsarbeider, f.eks. egne bærelag og kalkstabilisering av leiren. De permanente bærelag i bakhusene er ikke dimensjonert for anleggstrafikk.

Det understrekes at den angitte graveplan er basert på orienterende beregninger som i hovedtrekk fastsetter omfanget av sikringsarbeidene. Detaljprosjektering med beregninger av spunt, stag og avstivninger kan medføre visse endringer. Videre må de endelige grave- og sikringsplaner tilpasses en praktisk fremdrift og seksjonering av bygget.

Sprengningsarbeidet på tomten vil bli betydelig med sprengningsdybder inntil 6 - 7 m. Sprengningen må planlegges med hensyn til de bløte masser, spunt, avstivninger og fundamenter slik at ikke rystelser kan forårsake glidninger eller andre brudd. På grunn av de vekslende fjellformasjoner vil det sannsynligvis bli nødvendig med bolting og betongforsterkning av ustabile partier. Videre må man være forberedt på å påtreffe partier med aggressiv alunskifer som må isoleres. Det må utarbeides plan for sprengningsarbeidets utførelse.

Bakhusene mot Åkerbergveien er prosjektert med asfaltdekke, og det er enighet om at overbygningen utføres med et bærelag av velgradert grus. Da sikkerheten mot utglidninger og oppløfting av dekket tildels er lav i endelig tilstand må det vurderes konstruktive tiltak, f.eks. fritt-bærende betongdekke på felter nærmest yttervegger, bruk av lette fyllmasser ved utvendig tilbakefylling eller senkning av utvendig terrengnivå.

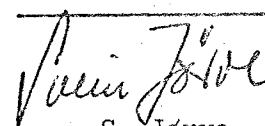
Betongkonstruksjoner må beregnes for vann- og jordtrykkskrefter. Størrelsen av vanntrykket er gitt ut fra det prosjekterte drenasjenivå. Dimensjonerende jordtrykkskrefter blir nærmere angitt under den videre prosjektering.

G. SLUTTBEMERKNING.

De geotekniske spørsmål forutsettes behandlet i detalj under den videre prosjektering. Det vil videre bli behov for supplerende boringer på steder som ikke var tilgjengelig på grunn av eksisterende bebyggelse. Når alle forhold er avklaret må det utarbeides anbudsrapporter med endelige spesifikasjoner for utførelsen av grunnarbeidene.

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S


O.S. Holm


S. Jørve

NOTEBY

NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S

NYTT POLITIHUS OSLO

PR. III

BORING NR. PR. III
BORET DATO 6. 3. 73.

GEOTEKNISKE DATA

BORPLAN NR.

TERRENGKOTE 18.6
BUNNKOTEDYBDE
F
PRØVEVANNINNHOLD OG
KONSISTENSGRENSER %

n

O_{na}

γ

Mp

m³

SKJÆRFESTHET

S_u (Mp/m²)S_t

20 30 40 50

1 2 3 4 5

UREN

TÖRRSKORPELEIRE,
SILTIG

M/SAND OG GRUS

M/ENK. SANDKORN

LEIRE, SILTIG

KVIKKLEIRE, SILTIG

M/SAND OG GRUSKORN

M/SAND OG GRUSKORN

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGRUPP
VB = VINGEBORING○ NATURLIG VANNINNHOLD
— (W_F) FINHETSTALL ELLER
(W_L) FLYTEGRENSE
— (W_p) UTRULLINGSGRENSE
ELLER (W) KONUSGRENSEn = PORØSITET
O_{na} HUMUSINNHOLD
(NATRONLUT MET.)
γ = TOTAL ROMVEKT
γ_d = TØRR ROMVEKT▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-0-5 DEFORMASJON VED BRUDD %
10
+ VINGEBORING
• OMRØRT SKJÆRFESTHET
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TRIAKSIALFORSØK

4000-515

KONTR.

TEGNET

DATO

15. 6. 73.

MÅL

1:100

SAK NR.

6122

TEGN. NR.

16

REV.

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 sonderboringene finnes «antatt fjell» og orienterende verdier for massens geotekniske egenskaper.

Ved prøvetaking og laboratorieundersøkelsen av prøvene fås nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene olaseres på grunnlag av resultatet av sonderboringene 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 skjærfasthetsbestemmelse, 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 for hånd eller motor.

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.

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

RAMSONDERING

utføres med 32 mm borestål 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

$$Q_0 = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{Synkning pr. slag}} \quad (\text{cm/m})$$

som funksjon av dybden.

$Q_0 = 1-3$ tm/m tilsvarende en løs grunn.

$Q_0 = 10-20$ tm/m tilsvarende 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 oppsøking av fjell i finkornet masse, men boret stopper lett i grove masser. Spyleboret gir i alminnelighet ikke pålitelige opplysninger om grunnens art.

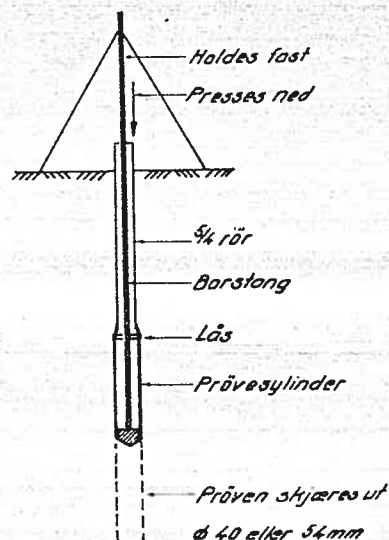
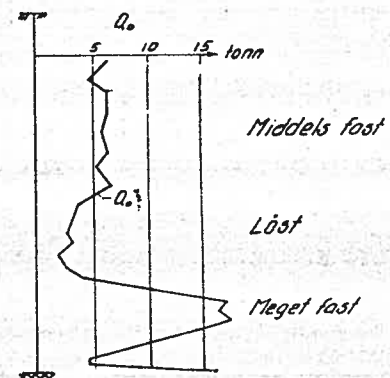
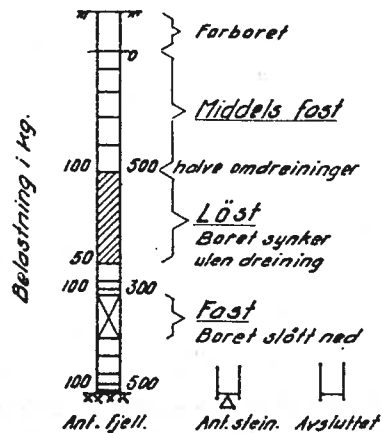
PRØVETAKING

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

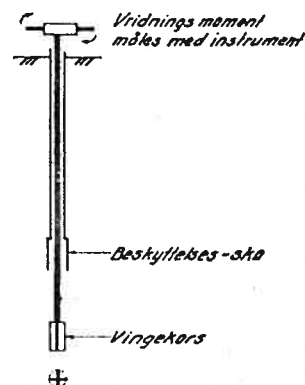


RØRKJERNEBOR

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

VINGEBOR

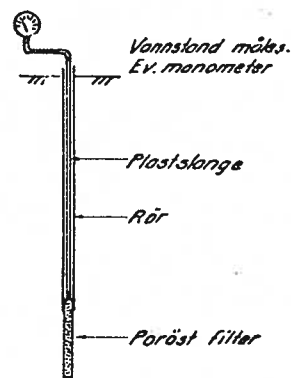
brukes for direkte bestemmelse av leirens skjærfasthet i marken uten å ta opp prøver. Et vingekorset som ligger inne i en beskyttelsessko føres ned til 60 cm over den dybde det skal måles og vingekorset skyves ut av beskyttelsesskoen og ned i leiren. Vingekorset er forbundet opp med borstenger, som gjør 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.



PORETRYKKSÅLING. 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.

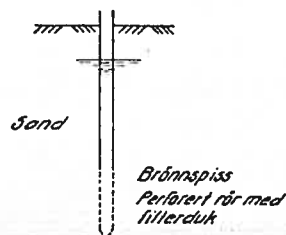
En brønnspiss brukes til å finne grunnvannstanden i grov sand og grus. Vannstanden måles direkte i røret.



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 atmo 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 fjellets beliggenhet med full sikkerhet.



ROTASJONSBORING

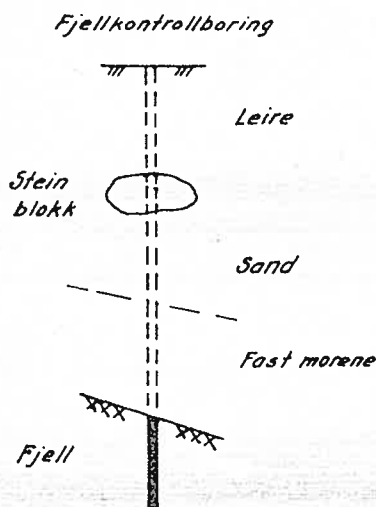
foregår ved hjelp av en diamantbormaskin, som roterer og mater et rør ned gjennom massen. Røret er nederst påskrudd hardmetall- eller diamantkroner. Inne i røret føres borstenger som nederst har et kjernerør med påskrudd hardmetall- eller diamantkroner for boring gjennom større stein og for boring ned i fjellet for påvisning av fjellets 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 og forankringsrammer, sandpumper, verktøy, arbeidsbrakker osv. er vanlig hjelpeutstyr.

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 0,06—0,002 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.

SKJÆRFASHTHETEN (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 nedsynken 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 avgis eller oppta vann og endre sin skjærfasthet tilsvarende.

Skjærfastheten uttrykkes i t/m^2 og opetegnes ofte i diagram på tegningene med angivelse av bruddformasjonen.

SKJÆRFASHTHETSPARAMETRENE (c' og φ')

(«tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel») bestemmes ved triaksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omgittes med en gummihud og får konsolidere med fri drenering under allsidig vanntrykk i en trykkselle. Proven 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 bestemt 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.

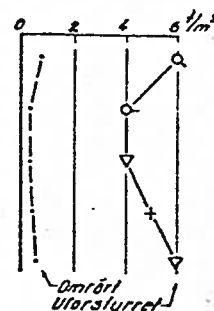
H_1 definerer en kvikkleire som en leire med H_1 mindre enn 3,0, hvilket tilsvarer en flytende konsistens.

VANNINNHALDET (w)

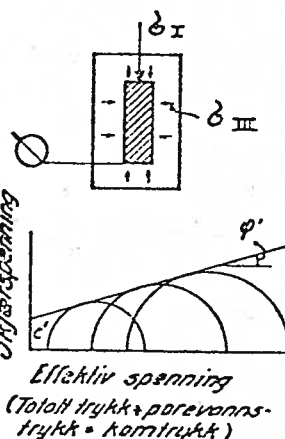
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørking under 110°C .

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 prositet.

formale vanninnhold i norske leirer ligger på omkring 35 %. Høyt vanninnhold er på høy kompressibilitet.



- Trykkforsøk
- △ Konusforsøk
- + Vingebor



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

PORETALLET (e)

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

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 (sammenpakkes). 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 maksimalt oppnådde tørre romvekt. Det tilsvarende vanninnhold betegnes som det optimale vanninnhold.

HUMUSINNHALDET (o)

blir bestemt ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humusferte 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 odometorforsøk, 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 fra 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.

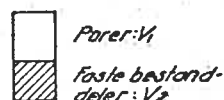
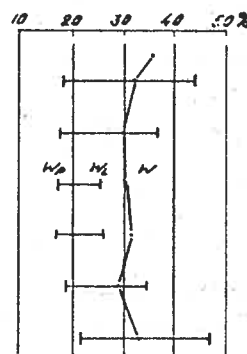
TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingsanalysen og den kapillære stighøyde i massen som måles i et kapillarmeter. Telefarligheten graderes i gruppene T 1 (ikke telefaryl, T 2 (lite telefaryl), T 3 (middels telefaryl) og T 4 (meget telefaryl).

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.

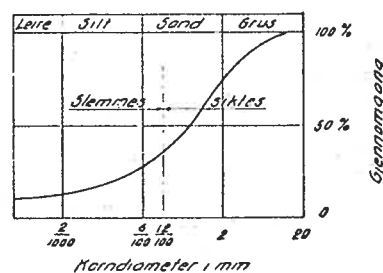
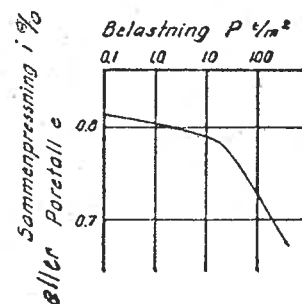
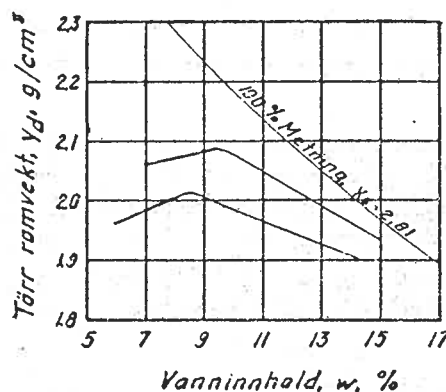
Permeabilitetskoeffisienten kan beregnes ut fra tidsforløpet ved ødometerforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnitt under kjent trykkfall.



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

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

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



NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S

LOG FOR KJERNEBORING

BORPLAN NR. 6122-4

HULL NR.
KJERNEBORING 1

VINKEL MED HOR. 100° BORET LENGDE I LÖSMASSER 3,37 m BORET LENGDE I FJELL 2,29 m

ANM. VANNTAPSMÅLINGER UTFÖRT I NÄRLIGGENDE BORHULL VISER AT FJELLET
ER NÆRMEST IMPERMEABELT

NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S

HULL NR.
KJERNEBORING 2

BORPLAN NR. 6122-4

VINKEL MED HOR. 100^g BORET LENGDE I LÖSMASSER 2.27 m BORET LENGDE I FJELL 2.03 m

ANM. VANNTAPSMÅLINGER UTFØRT I NÆRLIGGENDE BORHULL VISER AT FJELLET ER NÆRMEST IMPERMEABELT