

# NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS



JAN FRIIS, MNIF, MRIF  
ODD S. HOLM, MNIF, MRIF  
GUNNAR DAGESTAD, MNIF, MRIF  
ALF G. ØVERLAND, MNIF, MRIF

RÅDGIVENDE INGENIØRER  
GEOTEKNIKK - INGENIØRGEOLOGI  
BETONGTEKNOLOGI

ADRESSE: THV. MEYERSGT. 9, OSLO 5  
TELEFON: 437 25 50  
TELEGRAM: NOTESBY  
BANK: ANDRESENS BANK A.S

Deres ref.:

Sak nr. og ref.: ASS/ÅK

Dato, 11. januar 1971.

Rikshospitalet.

Mellombygg, Høyvoltanlegg og Varmesentral.

Grunnundersøkelser. Geoteknisk utredning.

Rapport nr. 2: Anbudsrapport.

Tegning nr. 8426-1,-2,-3,-4,-5,-51,-91.

Bilag 4851. Betongfundamentering i alunskifer. 3/8.1966.

Bilag 1 og 2.

## A. INNLEDNING.

På Rikshospitalet skal det oppføres et nytt mellombygg på tre etasjer mellom røntgenavdeling og medisinsk blokk samt et høyvoltanlegg (bunker) i parken i hjørnet mellom kirurgisk og røntgenbygning.

Utførende arkitekter er Ark. MNAL Grimsgaard & Øien. Rådgivende ingeniører i byggeteknikk er Siv.ing. Stormorken og Hamre.

Vårt firma har av Statens bygge- og eiendomsdirektorat fått i oppdrag å utføre de nødvendige grunnundersøkelser og vurdere de geotekniske forhold ved prosjektet.

Resultatet av de utførte grunnundersøkelser er gitt i vår rapport nr. 8426 av 11/8.1970. Den foreliggende rapport inneholder resultatet av undersøkelsene, planer for grave- og sikringsarbeidene, samt instruks for fundamenteringsarbeidene.

#### B. UNDERSØKELSER I MARKEN OG LABORATORIET.

For å få en sikker bestemmelse av fjelllets beliggenhet er det utført en rekke boringer med pressluftdrevet vognbormaskin hvor det er boret fra 0.5 til 3.0 m ned i fjellet.

I forbindelse med varmesentralen i tilknytning til mellombygget er det utført 4 slagboringer for å få en orientering om dybdene til fast grunn eller fjell.

Det er tatt en prøveserie med 54 mm prøvetaker for laboratoriebestemmelse av grunnens geotekniske data.

Vi viser til bilag 1 og 2 for nærmere beskrivelse av utstyret, undersøkelsesmetodene og fremstilling av resultatene.

#### C. GRUNNFORHOLD.

Resultatene av undersøkelsene er vist i profiler på tegningene nr. 8426-4 og -5. Profilenes og de enkelte boringers beliggenhet fremgår av borplanene, tegningene nr. 8426-2 og -3.

Kjørebanelen under mellomblokk ligger på ca. kote 22.0. Terrenget inne i det ikke utgravde rom for varmesentral varierer mellom ca. kote 20 og kote 21. Ved det planlagte høyvoltageanlegg er terrenget relativt flatt og ligger på mellom ca. kote 25.6 og 26.2.

Fra tidligere foreligger det fjellkotekart over området utarbeidet av Oslo kommune på grunnlag av boringer utført i 1920-årene. Kartet viser at for mellombygget faller fjelloverflaten av sydøstover fra ca. kote 19 til ca. kote 14. Dvs. at dybdene til fjell varierer mellom ca. 3.5 og 8.0 m.

Fjelloverflaten under den prosjekterte varmesentralen ligger på ca. kote 18.0, tilsvarende fjelldybder på ca. 2 - 3 m.

Ved høyvoltageanlegget viser fjellkotekartet at fjelloverflaten varierer mellom ca. kote 22.0 og ca. kote 25.0, dvs. at fjelldybden er på ca. 1 - 4 m.

De utførte boringer for de planlagte prosjekter bekrefter stort sett beliggenheten av fjelloverflaten etter Oslo kommunes Undergrunnskartverk.

Prøveseriene som er tatt ved den nordlige søyleaksen for mellombygget viser at under en ca. 2 m fylling av sand og grus består grunnen av et tynt grusig tørrskorpelag. Videre ned er det siltig leire avbrutt av enkelte sandlag.

De målte skjærfasthetsverdier ligger på ca.  $1.0 \text{ kp/m}^2$ . Det er imidlertid meget som tyder på at prøvene har vært forstyrret og dermed gir for lave verdier for den udrenerte skjærfasthet i uforstyrret tilstand. Dette henger sammen med at prøven er tatt i bakfyllingen for tunnelen på nordsiden av det prosjekterte mellombygg. Vanninnholdet varierer mellom ca. 20 - 35%, hvilket tilsier at massene er moderat til middels kompressible.

Bergarten i området for det prosjekterte høyvolthanlegg består av vekslende typer skifer og kalk. Ifølge geologiske kart vil man akkurat i tomten delvis få en kalkgang og delvis en blanding av leirskifer og alunskifer. Det er de samme bergarter som går under Patologbygget, og med de erfaringer man sitter inne med fra fjellarbeidene fra Patologbygget kan man si at kalkgangen er meget homogen og lite oppsprukket. Skiferen veksler fra grå leirskifer til svart alunskifer, og hele skiferpartiet må derfor anses som potensielt aggressivt overfor stål og Standard Portland Cement. Oppsprekningsgraden varierer meget. Enkelte partier er meget oppsprukket og tildels oppknust, særlig i forbindelse med foldesoner. En fremherskende sprekkretning synes å være N-S og med fall  $50-85^\circ$  mot vest. Bergartens strøk er ca. Ø-V, fallet er steilt eller noe mot nord.

#### D. FUNDAMENTERING.

##### Mellombygg.

Mellombygget skal i sin helhet fundamenteres til fjell. Søyler i akse 6 skal fundamenteres på peler, og søyler i akse 11 på sjaktede pilarer.

##### Sjaktede pilarer.

Av hensyn til faren for bunnoppressing må sjaktingen utføres innenfor en avstivet spunt til fjell, f.eks. lett stålsputt eller ringavstivet tresputt. I pilarfot skal det renskes til fast fjell. Ved fjellhelning større enn 1:2 skal det sprenges horisontal fjellfot. Ved mindre helning på fjellet kan det brukes bolter i stedet for å sprengre horisontal fjellfot.

Frengangsmåten ved sjaktingen skal på forhånd godkjennes av byggherrens rådgivere.

#### Rammede betongpeler.

Det skal benyttes prefabrikerte, skjøtbare betongpeler. Pelene skal rammes med beltegående rigg og fallodd på 3 tonn.

Av vedlagte rammeinstruks, tegning nr. 8426-91, fremgår de krav vi har stillet opp for utførelse og kontroll av rammearbeidet.

#### Høyvoltanlegg.

Høyvoltanlegget skal i sin helhet fundamenteres på fjell. Bygget vil antagelig bli liggende direkte på alunskifer. Da denne kan være aggressiv, må det treffes spesielle beskyttende tiltak, i form av isolering av alunskiferen og bruk av sulfatresistent cement i betongen. For nærmere beskrivelse vises til bilag 4851. Endelig omfang av arbeidene vil bli bestemt etter ferdig utsprengning.

#### E. UTGRAVING OG SIKRINGSARBEIDER.

##### Varmesentral.

Varmesentralen skal utgraves til kote 19.05. Innvendig gravedybde blir ca. 1-2 m, og det vil ikke bli sprengning på dette parti.

For å få tilfredsstillende stabilitetsforhold under utgravingen samt at deformasjonene under gulv i tilstøtende tunnel holdes på et minimum, skal foten av graveskråningen sikres med trespunt som avstives i to høyder. Med hensyn til arbeidsbeskrivelse, detaljer og dimensjoner viser vi til tegning nr. 8426-51. *Sikring av alunskifer*

##### Høyvoltanlegg.

U.K. gulv i høyvoltanlegget vil bli liggende på ca. kote 21.8. Gravedybden i løsmasser vil bli ca. 1 til 4 m. Utgravingen kan foretas i åpen grop med graveskråninger med helning 1:1 eller slakere. Det tillates ikke å belaste topp av graveskråning på et ca. 5 m bredt parti nærmest kirurgisk avdeling. Under sprengningsarbeidene må det tas hensyn til bløte masser slik at ikke vibrasjoner forårsaker glidninger. Behovet for og fremgangsmåten ved eventuelle sikringsarbeider må bestemmes etter hvert som arbeidet kommer til utførelse. En mulig fremgangsmåte er at skråningsfoten sikres med en fotspunt utført som et bjelkestengslet. Bjelkestengslet etableres i takt med avdekkingen av fjellet, idet det bores min. 1 m lange  $\varnothing$  26

bolter med c/c 2 m ned i fjell og legges 2" x 4" plank mot boltene.

Vi viser til rapport nr. 3 vedr. beskrivelse av sprengningsarbeidene.

F. SLUTTELMÆRKNING.

I denne rapporten har vi beskrevet en mulig fremgangsmåte for grunnarbeidene.

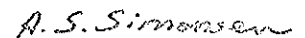
Dersom det under arbeidets gang skulle oppstå vanskeligheter, unormale deformasjoner eller tendens til grunnbrudd, varsles vårt firma straks.

Entreprenøren står fritt til å foreslå andre utførelsesmåter enn den som er beskrevet her. Av hensyn til stabilitetsforholdene mot gater og bygningskonstruksjoner skal forslagene forelegges byggherrens rådgivere for godkjennelse.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

Jan Friis

  
Bj. Finborud



A.S. Simonsen

## Boringsutstyr. Opptegning av resultatet av sonderbøringer

### HENSIKTEN MED MARKARBEIDET

Sonderbøringer 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 sonderbøringer finnes antatt fjells og orienterende verdier for massens geotekniske egenskaper.

Ved prøvetaking og laboratorieundersøkelsen av prøvene fås nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene plasseres på grunnlag av resultatet av sonderbøringer 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 skjoter 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 tverrstrekk på borchullet dit borspissen er nådd for hver 100 halve omdreining. Antall halve omdreininger påføres høyre side av borchullet.

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

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

### RAMSONDERING

utføres med 32 mm borestål i 3 m lengder som skrues sammen med glatte skjoter og som nederst har en 40 mm sylindrisk spiss. Boret rammes ned ved hjelp av et fallødd på 75 kg, som føres på børtangen og drives av en motornøkk.

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

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

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 dreiboret, 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 1/4" 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 vannsiv. 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.

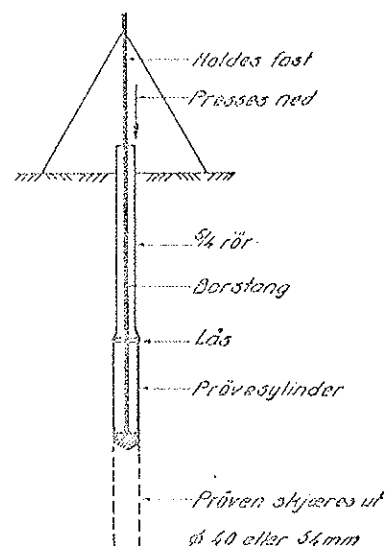
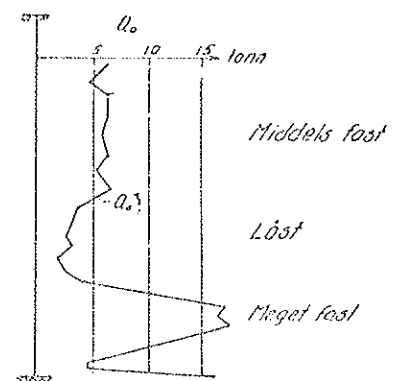
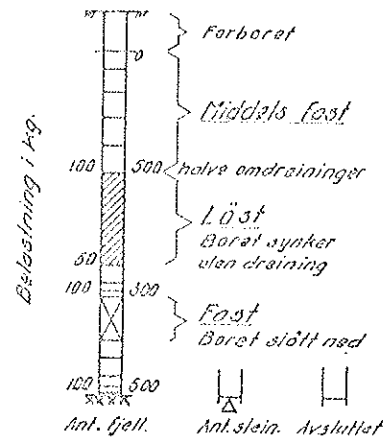
### PRØVETAKING

De vanlig brukte prøvetakere er 40 og 54 mm stempelbor. Begge prøvetakere består av en tynnvegget sylinder, som forbindes opp til terrengoverflaten ved hjelp av 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.

### R/M-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.

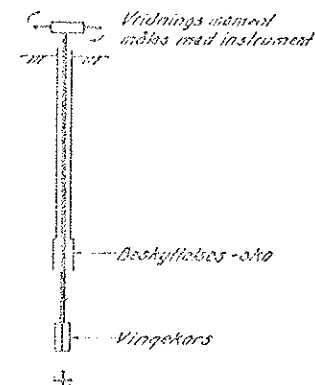


**RØRKJERNEBOR**

(rubbkjernebor) brukes til prøvetaking i faste masser. Et 3" foringsrør med spesiell slo og slagstikke 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 prøve-masse.

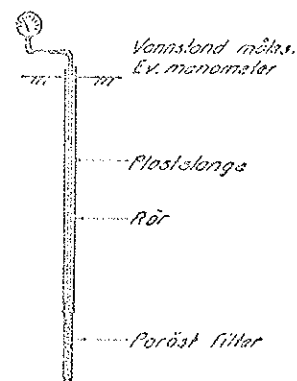
**VINGEBOR**

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 børstenger, 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**

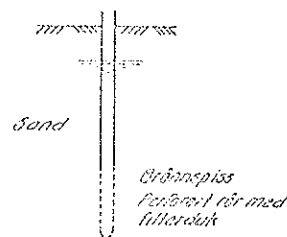
Et piezometer for måling av porevannstrykket eller grunnvannstanden er et sylindrisk porøst filter med 32 mm diameter. Filteret presses ned i bakken ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret går et stigerør av plast opp gjennom røret. Poretrykket bestemmes ved måling av vannstanden i røret ved et elektrisk 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 BYB-21. Bormaskinen er montert på en føring på en vogn. Mating og opptrekk skjer via kjederakk fra en luftmotor. Til boringen brukes 32 mm børstenger i 3 m lengder, som skjøtes ved hjelp av muffe med repgjenger. Det brukes vanligvis 48 mm hardmetallkryssakjær og vannspyling. Maskinen krever en ca. 9 m<sup>3</sup>/min. kompressor og 6 atø lufttrykk.

Med dette utstyr kan børes 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 børes vanligvis 3--5 m ned i fjellet for å påvise fjellets beliggenhet med full sikkerhet.

**ROTASJONSBORING**

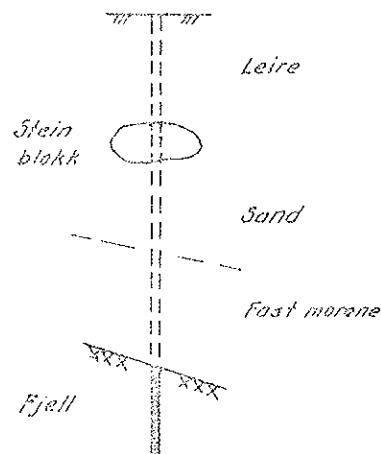
foregår ved hjelp av en diamantbormaskin, som roterer og mater et rør ned gjennom massen. Røret er nederst påskrudd hardmetall- eller diamantkroner. Inne i røret føres børstenger som nederst har et kjernerør med påskrudd hardmetall- eller diamantkroner for boring gjennom større stein og for boring ned 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 rammesspiss som kan tas ut av røret når dette er rammet ned til ønsket dybde.

Tung borvæske brukes i stor utstrekning ved prøvetaking i sand og grus. Borvæskan består bl. a. av oppslømmet bentonitt eller leire og hindrer borchull i sand fra å rase sammen.

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

**Fjellkontrollboring**

Det brukes motornokker, motorpumper og børtårn som muliggjør at redskapen kan heises opp til 20 m i luften over bakken uten å skru av rør.

Nedtrykningsakk og forenklingsrammer, 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 moret isfidsavleiring inneholdende alle kornstørrelser fra leire til store stein. Det skilles mellom grusig, sandig og siltig morene samt morenleire ut i fra den kornstørrelsen som dominerer jordarten.

### SKJÆRFASTHETEN ( $k$ , $S_u$ eller $\tau_f$ )

av en leire bestemmes ved konusforsøk eller ved trykkforsøk med ubindret sideutvidelse på uforstyrrede prøver. Ved trykkforsøket settes skjærfastheten lik halve trykkfastheten. Ved konusforsøket måles nedskytingen 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  $\tau/m^2$  og opetegnes oftest i diagram på tegningene med angivelse av bruddformasjonen.

### SKJÆRFASTHETSPARAMETRENE ( $c'$ og $\varphi'$ )

(effektivtende kohesjon og friksjonsvinkel) bestemmes ved triksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omslutes med en gummiåud 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 (ramstilles 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 ( $H_r$ )

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

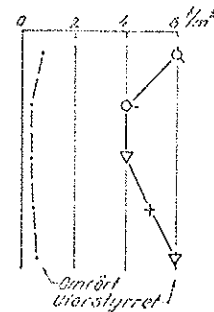
Vi definerer en kvikkleire som en leire med  $H_r$  mindre enn 3,0, hvilket tilsvarende en flytende konsistens.

### VANNINNHALDET ( $W$ )

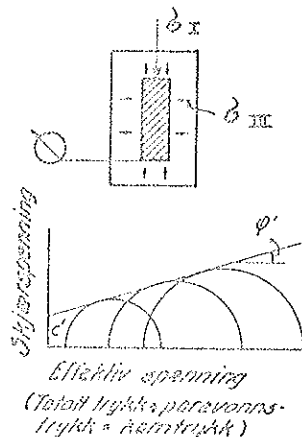
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørring under  $110^\circ \text{C}$ .

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

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



- Trykkforsøk
- △ Konusforsøk
- + Vingebor

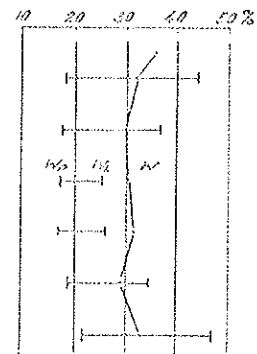




**FLYTEGRENSE ( $W_L$ ) og UTRULLINGSGRENSE ( $W_P$ )**

(Atterbergs grenser) er det vanninnhold hvor en omløst 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 leirslagene.

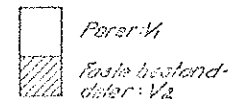
**PORØSITETEN ( $n$ )**

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.



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

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

$$W = \frac{n}{1-n} \cdot \frac{1}{s_g} \quad \%$$

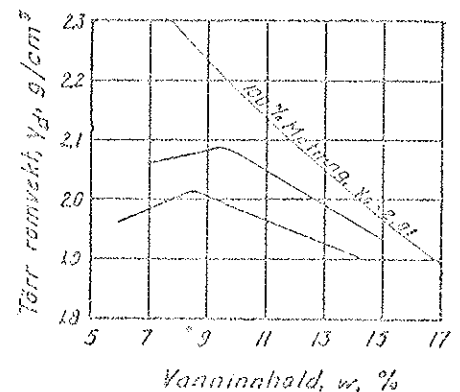
**TØRR ROMVEKT ( $\gamma_D$ )**

er vekten av tørrstoffet pr. volumenhet av en prøve.

**PAKNINGSFORSØK (Proctor-forsøk)**

utføres for å bestemme hvorledes en jordart best kan komprimeres (sammenpakkas). Prøver av den masse som skal undersøkes innstøpes i en sylinder ved forskjellige vanninnhold. Komprimeringsarbeidet holdes konstant (6 kgm/cm<sup>2</sup> eller 25 kgm/cm<sup>2</sup>) 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 natriummetode og angir innholdet av humifiserte 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 oedometerforsøk, hvor en leirprøve påføres belastning trionvis og sammentrykningen avleses på hvert belastningstrinn for bestemte tidsintervaller. Ved forsøket bestemmes jordartens sammentrykningsstall og konsolideringskoeffisient som gir grunnlag for beregning av setningenes størrelse og tidsforløp.

**KORNFORDELINGSANALYSE**

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

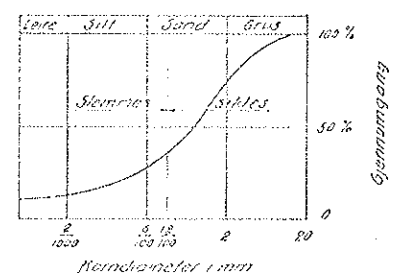
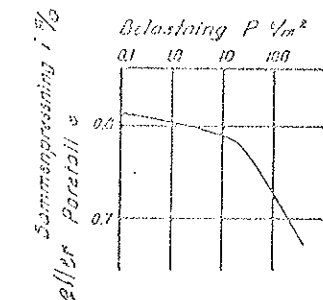
**TELEFARLIGHET**

bestemmes ut fra kornfordelingsanalysen og den kapillære stighøyde i massen som måles i et kapillarmeter. Telefaryligheten 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  $10^{-3}$  til  $10^{-2}$  cm/sek. Under en gradient på  $I = 1$  kan strømningshastigheten i for leire vanligvis være så liten som 1 cm i året.

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



# NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS

JAN FRIIS, MNIF, MRIF  
ODD S. HOLM, MNIF, MRIF  
GUNNAR DAGESTAD, MNIF, MRIF  
ALF G. ØVERLAND, MNIF, MRIF



RÅDGIVENDE INGENIØRER

ADRESSE: THV. MEYERSGT. 9

TELEFON: SENTRALBORD ~~61000~~ 37 28 90

Deres ref.:

Sak nr. og ref.: 4851/TFB/AK

Oslo 5, 3. august 1966.

## BETONGFUNDAMENTERING I ALUNSKIFER.

### A. ALUNSKIFER.

Alunskifer er en mørk leirskifer. Den mørke fargen skyldes et kullinnhold på opptil 16-17% eller mer. Alunskiferen inneholder bl.a. magnetkis og betydelige mengder svovelkis. Svovelkis opptrer som sølv- eller gullglinsende støv eller klumper. Magnetkis er som regel usynlig, men det er denne som ved påvirkning av luft og vann innleder og påskynder forvitringen idet den forvitrer sammen med svovelkisen.

Når kisene forvitrer, dannes bl.a. jernsulfater og gips. Denne forvitring forårsaker en volumforøkelse som derved kan øve et meget høyt svellingstrykk.

Sulfatforbindelsene angriper cementen i betong slik at denne mer eller mindre ødelegges.

Når jernsulfatene kommer i kontakt med luft, oksyderes de til bl.a. svovelsyre som vil angripe såvel cemenet som stål.

Det er mengden av magnetkis som er bestemmende for hvorvidt alunskiferen vil opptre aggressivt eller ikke. Dette kan bestemmes ved kjemisk analyse av alunskiferen.

### B. ISOLASJON.

På grunn av alunskiferens egenskaper er det nødvendig å ta forholdsregler for å unngå skadevirkninger. Disse forholdsregler er følgende:

1. Isolering av fjelloverflaten med asfalt for å stoppe luft- og vanntilgang.
2. Anvendelse av sulfatresistent cement i betong for å gjøre denne mer motstandsdyktig enn vanlig betong mot kjemisk påvirkning av sulfater. Sulfatresistent cement skal være tilsvarende amerikansk type V.

### C. ARBEIDSREGLER.

Følgende punkter skal følges:

1. Fjellet skal sprenges og pigges/renskes så jevnt som mulig. (Dette er viktig for å unngå overflødig forbruk av asfalt og betong og ikke minst for at utstøping mot isolert fjell skal få en jevn tykkelse).
2. Etter at fjellet er rensket for alt løst, skal det blåses rent med trykkluft. For å oppnå god vedheft mellom asfalt og fjell er det meget viktig at rengjøringen blir grundig utført. Hvis fjellet er meget oppsprukket og råttent, kan det være vanskelig å bruke trykkluft til rengjøring. Det må da bare brukes håndredskap som koster etc. til rengjøringen, eventuelt kombinert med forsiktig spyling med vann.
3. Når fjellet er rengjort, fjernes alt vann. Eventuelle fuktige flater må tørkes godt slik at fjellet er tørt. Dette utføres gjerne med gassflamme.
4. For å oppnå best mulig vedheft mellom tørt fjell og asfalt, sprøytes først på et tynt lag asfaltoppløsning.
5. Når asfaltoppløsningen er tørr, påsprøytes oksydert asfalt 85/25, ca.  $4 \text{ kg/m}^2$ . Når dette lag er tørt og kaldt, påsprøytes enda et lag oksydert asfalt 85/25, ca.  $4 \text{ kg/m}^2$ .  
Total teoretisk asfalttykkelse på plant underlag blir ca. 8 mm og forsøk og erfaringer viser at denne fremgangsmåte og dette forbruk gir tilfredsstillende resultater.
6. Påsprøyting av asfalt skal utføres av erfarne folk med velegnet sprøyteutstyr og materialer og etter anerkjent metode.

7. På alle isolerte, horisontale flater hvor det skal støpes skal det snarest, etter at siste påsprøytningslag er tørt, først legges ut et avretningslag av betong med sulfatresistent cement. Dette avretningslaget skal beskytte asfaltlaget mot skader fra ferdsel, lagring o.l. samt jevne ut ujevnheter slik at påfølgende utlagt betong får jevn tykkelse.
8. All betong som støpes direkte mot isolert fjell og/eller avretningslag av sulfatresistent betong, skal fremstilles med sulfatresistent cement.
9. Betongrør i grunnen skal være av sulfatresistent betong (disse spesialbestilles og krever flere ukers leveringstid). Støpejernsrør må isoleres med asfalt og bør dessuten støpes inn.
10. Asfaltisolasjon er svak for støt og slag, særlig ved lave temperaturer. For at asfalthinne skal forbli helt tett er det meget viktig at det utvises den største forsiktighet i byggegruben under lagring, jernbinding, forskaling m.m. slik at asfalten ikke skades. Hvis skader oppstår skal disse utbedres.
11. Under arbeidet kan det forekomme at vannårer, vannsig eller oppsprukket fjell vanskeliggjør eller umuliggjør isolering som her beskrevet. I slike tilfelle kan det benyttes andre sikrings tiltak, f.eks. bortledning av vann, asfaltisolering på sprøytebetong eller avrettet betong, injisering m.m.  
I slike tilfelle må Norsk Teknisk Byggekontroll A/S konsulteres.

#### D. ANDRE UTFØRELSESMETODER.

Andre utførelsesmetoder kan tillates, men først etter at forsøk har vist resultater som kan godkjennes.

Ved utbedring av gamle fundamenter kan de nye fundamenter dimensjoneres slik at de motstår svelletrykket.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S  
Jan Friis

*T.F. Barbo.*

T.F. Barbo.  
(ansvarlig medarbeider)

Ang.: Instruks for ramming av prefabrikerte betongpeler.

Peler.

Det forutsettes anvendt prefabrikerte skjøtbare betongpeler, tverrsnitt ca. 600 cm<sup>2</sup>.

Betongkvalitet B-500. Det tillates ikke rammet peler med lavere alder enn 28 døgner. Betongens trykkstyrke skal da være minst 500 kg/cm<sup>2</sup>. Det vil bli tatt stikkprøver. Antatte pelelengder ca. 6-8 m fra terreng.

Peler som har fått sprekkdannelser under transport, oppheising e.l. skal kasseres uten omkostninger for byggherren.

Pelespiss.

Pelene skal være forsynt med fjellsko av akselstål, herdet til Brinell 400-500 eller tilsvarende hard stålqualität. Pelespissen skal ha lengde ca. 220 mm.

Rammeutstyr.

Fallodd med vekt 3 tonn. Det forlanges at føringen for falloddet er stillbar og alltid kan justeres til å ligge i pelens forlengelse, også hvis denne trekker seg noe skjevt under rammingen. Det forutsettes brukt slaghetten av stål.

Ramming med jomfru tillates ikke.

Protokoll.

Rammeprotokoll skal føres for hver pel på utlevert skjema, som skal inneholde alle nødvendige opplysninger om pelen og pelingen. Originalene oppbevares av entreprenøren, og kopi sendes Sivilingeniørene Stormorken og Ramre og Norsk Teknisk Byggekontroll A/S fortløpende. Et eksempel på hvordan rammeprotokoll skal føres er vedlagt.

Utsetting.

Alle peler, også eventuelle erstatningspeler, skal utsettes fra bestemte og vel etablerte akser for bygget og innmåles i forhold til disse etter rammingen. Entreprenøren er ansvarlig for utsettingen. Peler som står mer enn 10 cm ut av stilling etter ramming kan bli vraket av bygnings-teknisk konsulent.

Ang.: Instruks for ramming av prefabrikerte betongpeler.

Ramming.

*Skrapeler*  
Hver pel skal ansettes i lodd. Oppretting av pelen må ikke utføres etter at mer enn 2 m av pelen er nedrammet.

Fallhøyden skal ved ramming gjennom løsavleiringene ikke overstige 30 cm. Når fjell ventes påtruffet, eller senest når synkningen pr. slag blir lik eller mindre enn 5 mm, går man over til å ramme slagserier.

Peler på fjell innmeisles ved hjelp av 150 slag i slagserier á 50 slag og fallhøyde 10 cm.

Deretter innstilles fallhøyden på 20 cm.

Skjøting.

Pelene skjøtes som angitt av produsenten. Skjøten skal godkjennes av de rådgivende ingeniører.

Synkningsmåling.

Når pelens synkning etter hver slagserie á 10 slag blir mindre enn 20 mm, skal synkningsmåling utføres. Målingene utføres på en av følgende måter:

1. En høvlet planke festes til to stolper som er nedslått i grunnen på hver side av pelen i ca. 1.5 m avstand fra denne. Med bordets ene kant som linjal trekkes for hver slagserie en strek på et klebebånd festet til pelen, eller på selve pelen. Avstanden mellom strekene måles.
2. En nivellerkikkert oppstilles på et uforstyrret sted i byggegropen og avlesning gjøres på en meterstokk som holdes mot et merke på pelen.

Kriterium.

Etter den første innmeisling med 150 slag fortsettes rammingen inntil følgende kriterium er oppnådd:

Ang.: Instruks for ramming av prefabrikerte betongpeler.

Synkningen for de siste 5 slagserier á 5 slag med fallhøyde som beskrevet under "Ramming" skal vise avtagende tendens og tilsammen være mindre enn 15 mm.

Entreprenøren skal påse at pelen for hvert slag står på fjell. Dette gjøres ved å la loddet hvile en stund på pelen mellom slagene.

#### Etterramming.

Alle peler skal etterrammes etter at pelene i nærheten er rammet. Man stiller følgende krav til etterrammingen.

Pelens synkning for 2 slagserier á 10 slag skal tilsammen være lik eller mindre enn 5 mm, med fallhøyder som angitt under "Ramming". Synkningen skal være jevn eller avtagende.

Dersom dette krav ikke tilfredsstilles skal rammingen fortsettes inntil rammekriteriet er oppfylt på nytt.

#### Nivellering.

Hver peletopp nivelleres inn umiddelbart etter avsluttet etterramming og umiddelbart før kapping. Viser de to nivellementer at noen pel har beveget seg mer enn 3 mm opp eller ned, skal pelen etterrammes på ny før den kappes. Alle nivellementer skal protokollføres med angivelse av dato.

#### Vrakpeler.

Oppfører noen pel seg unormalt med hensyn til synkningsforløp, skråstilling eller ekstrem dybde (stor eller liten), og den mulighet foreligger at pelen kan være bøyd eller brukket, skal dette protokollføres med angivelse av dato. Spørsmålet om erstatningspeler skal i hvert enkelt tilfelle tas opp med de rådgivende ingeniører.

#### Kontroll.

Under pelearbeidet vil byggherren ha en kontrollør på byggeplassen. Hans plikter skal være:

Ang.: Instruks for ramming av prefabrikerte betongpeler.

1. Føring av rammeprotokoll.
2. Å påse at arbeidet blir utført som beskrevet i denne instruks.
3. Å underrette byggherren og Norsk Teknisk Byggekontroll A/S snarest om eventuelle vanskeligheter eller uregelmessigheter i arbeidet.

Godkjennelse.

Ingen peler tillates kappet før godkjennelse foreligger fra Sivilingeniørene Stormorken og Hamre og Norsk Teknisk Byggekontroll A/S.

Oslo, 7. januar 1971.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

Jan Friis

*Bj. Finborud*  
Bj. Finborud

*A.S. Simonsen*

A.S. Simonsen

Bilag:

Eksempel på føring av  
rammeprotokoll, side 5.



## Peleprotokoll (A)

Pel nr. 2  
(ref. til peleplan)Anlegg  
Rikshospitalet, Mellombygg.

Rammet 19/y 1971

Rekkefølge nr.  
2

Peletype ..... 600 cm<sup>2</sup> ..... Støpt 20/x 1971.....  
Pelelengde, før kapp, inkl. spiss (sum av skjøtelengder) L = 4.22 x 2 ..... = 6.22 m  
Overpel: Topp.diam. ...." Rot diam. ...." Underpel: Topp.diam. ...." Rot diam. ...."  
Skråpel ..... Rammeutstyr ..... Åkermann 600 ..... Loddets vekt (effektivt) ..... 3 t.

Fallh. cm	Antall slag	Synk mm	Fallh. cm	Antall slag	Synk mm	Anmerking Dato - Koter peletopp - Etterramming
						Eksempel pel på fjell.
						Pelen gikk lett ned til 4 m dybde
						med fallhøyde 30 cm. Økende motstand
						videre ned.
30	10	50				
"	"	5				Antatt fjell.
15	50	15				Fallhøyde 10 cm.
"	"	10				
"	"	8				
20	10	8				Fallhøyde 20 cm.
"	"	5	)			
"	"	3	)			
"	"	2	)			
"	"	2	)			
"	"	1	) 13			
						Etterramming 30/x.1971. Eks. 1.
20	10	4	)			
"	"	1	) 5			Peletopp kote 21.610. Kontrollniv. før kapp 21.610. O.K.
						Etterramming 30/x.1971. Eks. 2.
20	10	14	)			
"	"	5	) 12			
"	"	1				
"	"	1				
"	"	2				
"	"	1	10			Peletopp kote 21.601. Kontrollniv. før kapp 21.601.
						Antall slagserier:
						kapp, kote

Peletopp etter avsluttet ramming og etterramming og før kapp, kote ..... 21.610 .....  
Vertikal pelelengde (L x 0, ..... ) ..... 6.220 ..... m  
Pelespiss ..... kapp, kote ..... 15.390 .....

Ført av:

N.N.

Godkjent

Ja/Nei

av:

N.N.

Avregnings-  
lengde

4.76

m