

# NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS



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

RÅDGIVENDE INGENIØRER

ADRESSE: Thv. Meyersgt. 9  
TELEFON: 68 92 90

Deres ref.:

Sak nr. og ref.: AGØ/KH

Oslo 2, 11. april 1967.

Emma Hjorths Hjem, Sandvika.

Kvinnepaviljong.

Grunnundersøkelser. Fundamentering.

Tegning nr. 5977-1,-2,-3,-101,-102.

Bilag 1 og 2.

## A. INNLEDNING.

Det foreligger planer om oppføring av en kvinnepaviljong på Emma Hjorths Hjem i Bærum. Etter oppdrag av Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat har vi utført orienterende grunnundersøkelser på tomten, og resultatet av undersøkelsen er samlet i denne rapport.

Prosjektets arkitekter er Ark. P.A.M. Mellbye, og rådgivende ingeniører i byggeteknikk er Siv.ing. Borring & Rognrud A/S.

## B. BORINGSUTSTYR OG UNDERSØKELSESMETODER.

Arbeidet i marken har bestått i sonderboringer i en rekke punkter til bestemmelse av dybden til fjell eller fast grunn. Boringen gir også en orientering om løsmassenes art og relative fasthet.

I begge ender av tomten er det gravet prøvesjakter med maskin for visuell bedømmelse av jordmassene og prøvetaking for laboratorieundersøkelse.

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

### C. RESULTATET AV UNDERSØKELSEN

er opptegnet i profiler som vist på tegningene 5977-2 og -3, og beliggenheten av de enkelte sonderboringer og prøvesjaktene er angitt på bornplanen, tegning 5977-1.

Tomten ligger mellom kote 58 og 63 i terreng med helning ca. 1 : 4 til 1 : 5, og nybygget er orientert tilnærmet parallelt med terrengkotene.

Grunnforholdene kan sammenfattende beskrives på følgende måte:

Under et øvre lag med sandig matjord består grunnen av meget fast lagret silt, sand, grus og stein. Jordarten er sannsynligvis morene. Kornfordelingen til karakteristiske prøver fra de øvre jordlag under matjordskiktet er vist i diagram på tegningene 5977-101 og -102. Disse prøver er antagelig generelt representative for løsavleiringene i området, og løse og kompressible jordarter kan ikke forekomme på tomten.

Sonderboringene ble avsluttet i meget faste jordlag i dybder varierende mellom 1.5 og 8.5 m under terreng. De fleste av sonderboringene er sannsynligvis stoppet opp på stor stein eller blokk, men enkelte av boringene er muligens ført til fjell.

Løsavleiringene på tomten er i naturlig lagring ukompressible for normale bygningslaster.

Grunnvannstanden ligger forholdsvis høyt, og man bør være forberedt på at vanntilsig kan oppstå under ca. 1 m dybde.

Jordmassene er lite og middels telefarlig, tilsvarende gruppe II og III i Byggedetaljblad NB1(14).101, tabell nr. 12.

### D. FUNDAMENTERING.

Fundamenteringsforholdene på tomten må betegnes som gunstige, idet løsavleiringene i naturlig lagring er meget faste og ukompressible. Vi vil anbefale at bygningskonstruksjoner oppføres på søler eller enkeltfundamenter direkte på grunnen i frostsikker dybde, d.v.s. 1.6 m under ferdig fremtidig terreng.

Fundamentene kan dimensjoneres for inntil  $25 \text{ t/m}^2$ , inklusive nytte-  
laster og vekt av jord over fundamentene.

Det er mulig at lokale fjellpartier påtreffes over normalt funda-  
menteringsnivå. Det skulle da ikke være betenkelig å fundamenter  
dels direkte på fjell og dels på løsavleiringen, forutsatt at det  
utføres omhyggelig fundamentrensk til uforstyrrede jordmasser.  
Setninger vil bli meget små og uskadelige.

Jordmassene er svært fast lagret, og til utgravningsarbeidet bør  
det benyttes robust graveutstyr. For å fjerne eventuelt grunnvanns-  
tilsig i groper og grøfter må bruk av lensepumper påregnes.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S  
Jan Friis

*A. G. Øverland*  
A.G. Øverland.

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

Ved prøvetakning og laboratorieundersøkelsen av prøvene fås nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene plasseres på grunnlag av resultatet av sonderboringer 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 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 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

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

som funksjon av dybden.

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

$Q_0 = 10-20$  tm/m 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 ledningsnettet eller fra en motorpumpe. Spyleboret er nederst forsynt med en spylespiss med tilbakeslagsventil og øverst en vannsiv. 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.

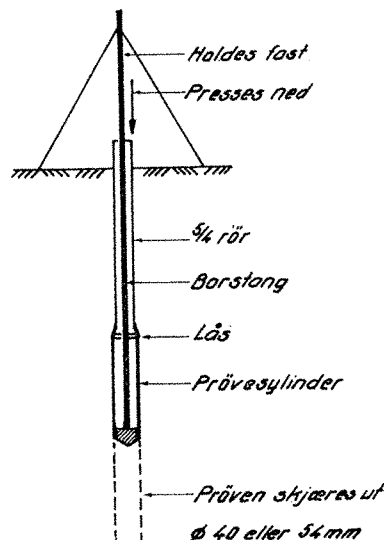
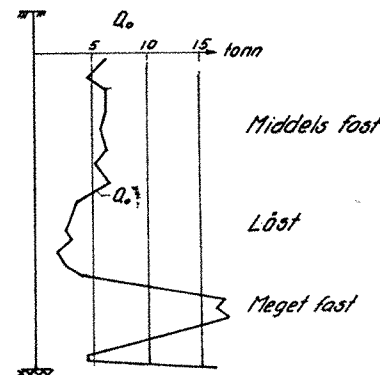
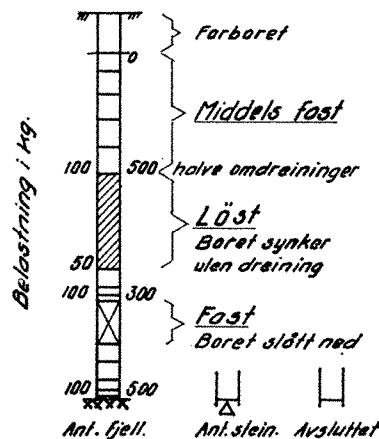
### PRØVETAKING

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  $\frac{5}{8}$ " 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.



**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 porøsiteter 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 ( $\gamma$ )**

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

**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 (sammenpakkes). Prøver av den masse som skal undersøkes innstemples i en sylinder ved forskjellige vanninnhold. Komprimeringsarbeidet holdes konstant (6 kgm/cm<sup>3</sup> eller 25 kgm/cm<sup>3</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 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 ødometerforsøk, 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.

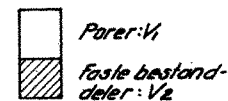
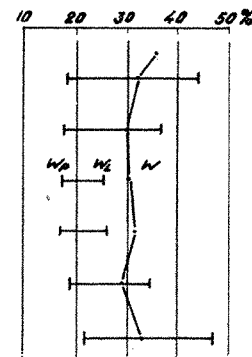
**TELEFARLIGHET**

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

**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.

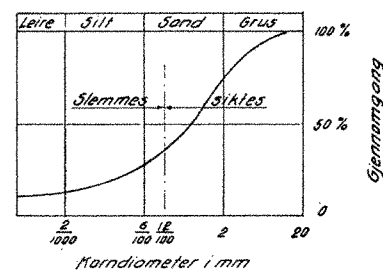
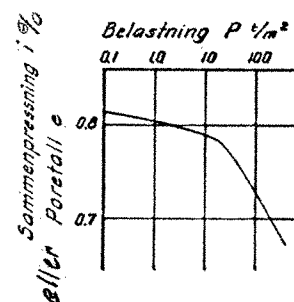
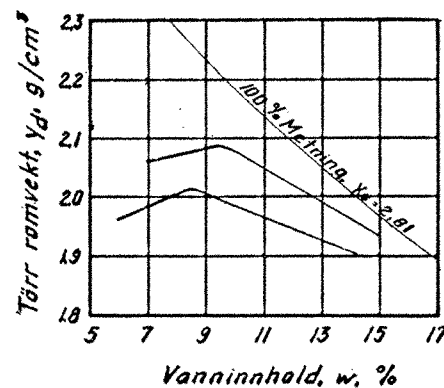
Permeabilitetskoeffisienten kan beregnes ut fra tidsforløpet ved ødometerforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnitt under kjent trykkfall.



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

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

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



NORSK TEKNISK  
BYGGEKONTROLL  
Oslo - Tel. 56 46 90

KORNGRADERING M. M. FOR PRØVER  
AV JORD, SAND, GRUS EL. TILSLAG  
G  
LABORATORIUM:

OPPDRAGSGIVER, PROSJEKT/ANLEGG  
Emma Hjorths hjem  
Kvinnepaviljong

PRØVE NR., TATT HVOR, NÅR, AV HVEM  
Sjakt 1, dybde 1,0m

Br. vekt

TILSLAGS-  
FRAKSJON

JORDARTS-  
FRAKSJON

LEIRE

SILT

Fin

Middels

Grov

SAND

Fin

Middels

Grov

GRUS

Fin

Grov

STEIN

FINT TILSLAG

Sand

GROVT TILSLAG

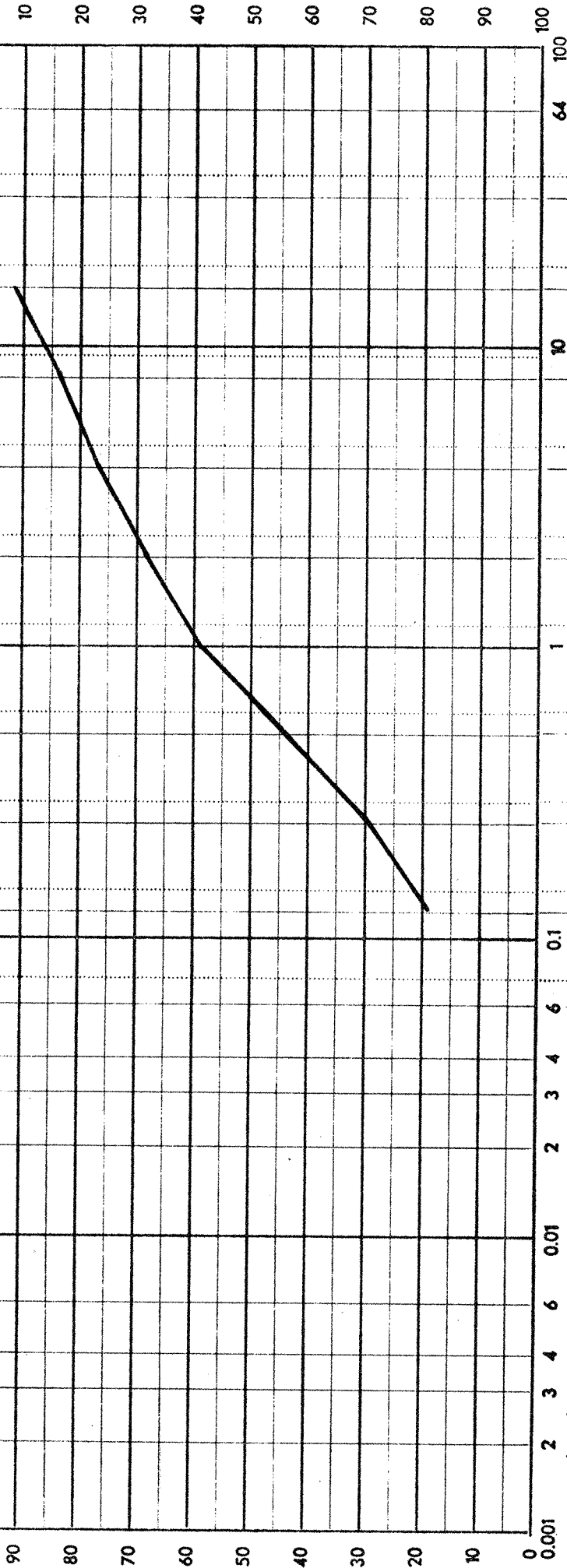
Stein

BETONG-  
TEKNOLOGI

GEOTEKNIKK

Vekt-% finere enn D (siktreglennomgang)

Vekt-% grovere enn D (sikterest)



Prøve nr.  
Lab. nr.

Anvendt metode  
for korngradering

Fri maske-  
vidde, mm

Ekvivalent kornstørrelse D, mm

Sikterest, vekt-%

Sikterest, vekt-%

Sikterest, vekt-%

Sikterest, vekt-%

Sikterest, vekt-%

Sikterest, vekt-%

Sikterest, vekt-%

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Finhets-  
modul

Materialbeskrivelse

Sand, grusig

Sand, grusig

Sand, grusig

Sand, grusig

Sand, grusig

Sand, grusig

Sand, grusig

Sand, grusig

Sand, grusig

Sand, grusig

Sand, grusig

Sp. vekt

Romvekt

Vanninnh.

Humus

Slam

Telegruppe

Telegruppe

Telegruppe

Telegruppe

Telegruppe

Telegruppe

Telegruppe

Dato 2-1-67

Sign. AS HP

Sign. AS HP

Sign. AS HP

Sign. AS HP

Sign. AS HP

Sign. AS HP

Sign. AS HP

Sign. AS HP

Sign. AS HP

Sign. AS HP

Sign. AS HP

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL

Oslo - Tel. 56 46 90

KORNGRADERING M. M. FOR PRØVER AV JORD, SAND, GRUS EL. TILSLAG

LABORATORIUM: G

OPPDRAAGSGIVER, PROSJEKT/ANLEGG

Emma Hjorths hjem

Kvinnepavilljong

PRØVE NR., TATT HVOR, NÅR, AV HVEM

A Sjakt I, dybde 0,3 m

B Sjakt I, dybde 0,6 m

Br.vekt

TILSLAGS-FRAKSJON

JORDARTS-FRAKSJON

BETONG-TEKNOLOGI

GEOTEKNIKK

FINT TILSLAG

SAND

GROVT TILSLAG

LEIRE

SILT

GRUS

STEIN

Fin

Middels

Grov

Fin

Middels

Grov

Fin

Middels

Grov

Prøve nr. Lab. nr.

59777-101

Ekvivalent kornstørrelse D, mm →

2 3 4 6 0.01 2 3 4 6 0.1 1 100 10 16.0 32.0 38.1

Anvendt metode for korngradering

☒ DIN ☐ ASTM

Fri maskevidde, mm

0.06 0.074 0.149 0.25 0.297 0.59 1.19 2.00 2.38 4.00 4.76 8.00 9.51 19.0 32.0 38.1

Sikterest, vekt-%

64 54 72 59 45 33 33 24 17 10 3

Sikterest, vekt-%

64 54 72 59 45 33 33 24 17 10 3

Materialbeskrivelse

Sand, siltig og grusig

Sp. vekt

72 59 45 33 33 24 17 10 3

Humus

22 17 11

Slam

17 11

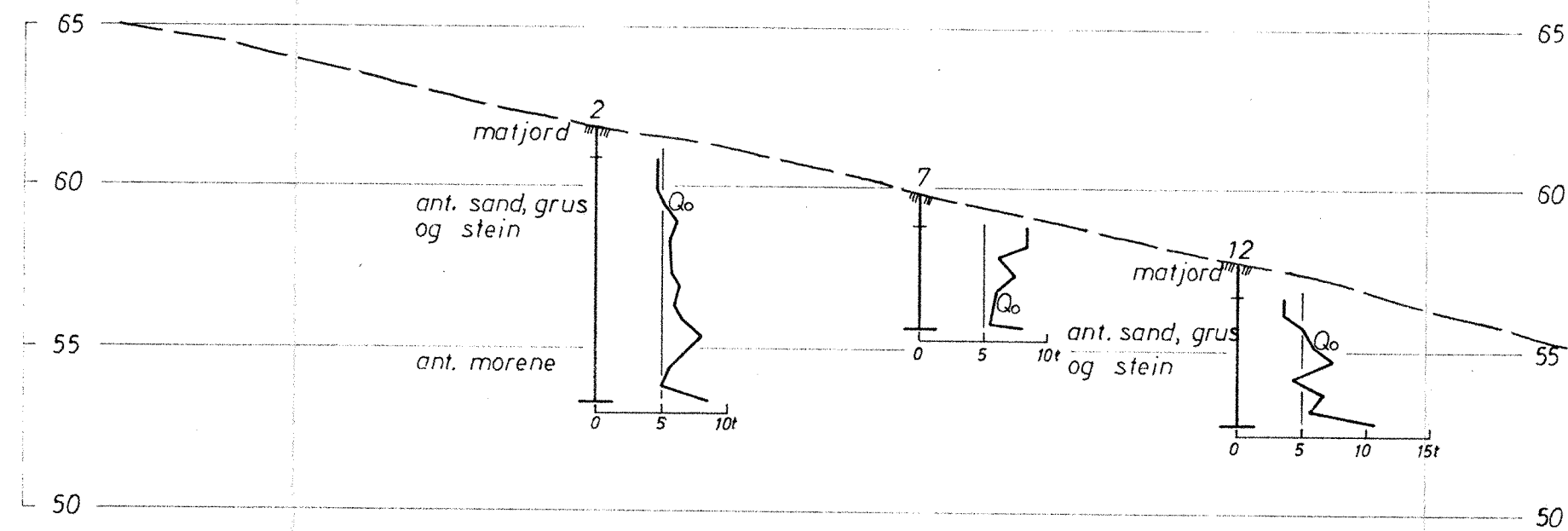
Telegruppe

3

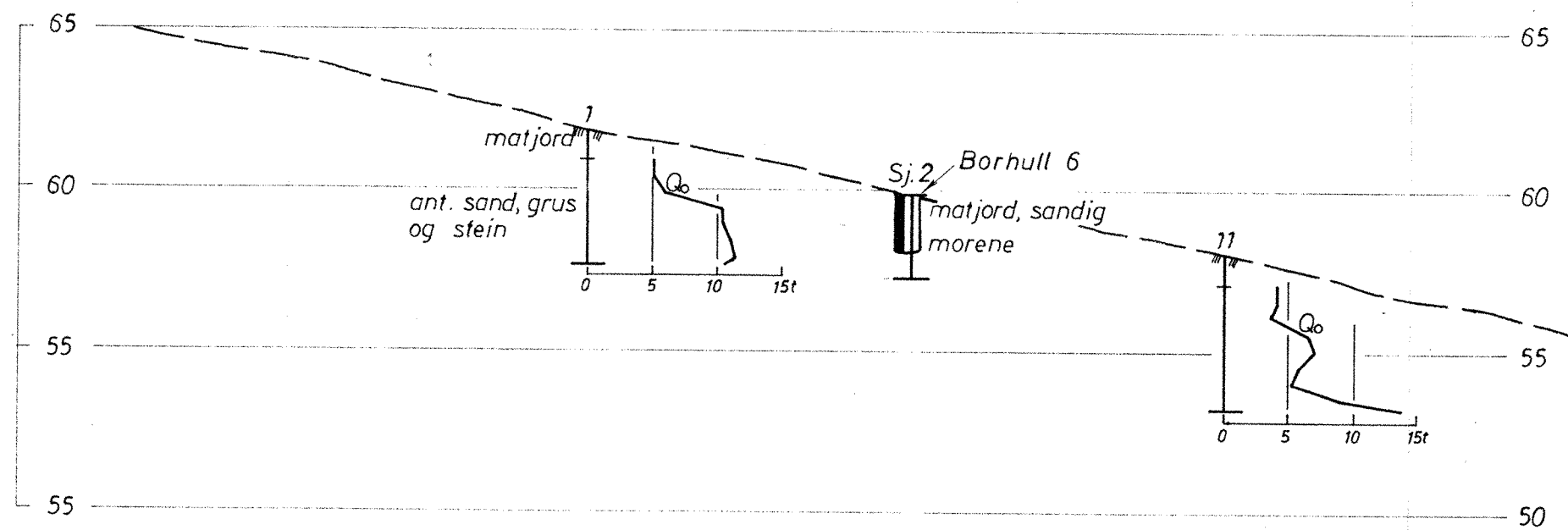
Dato 2-1-67

Sign. ÅS HP

# Profil D - D



# Profil E - E



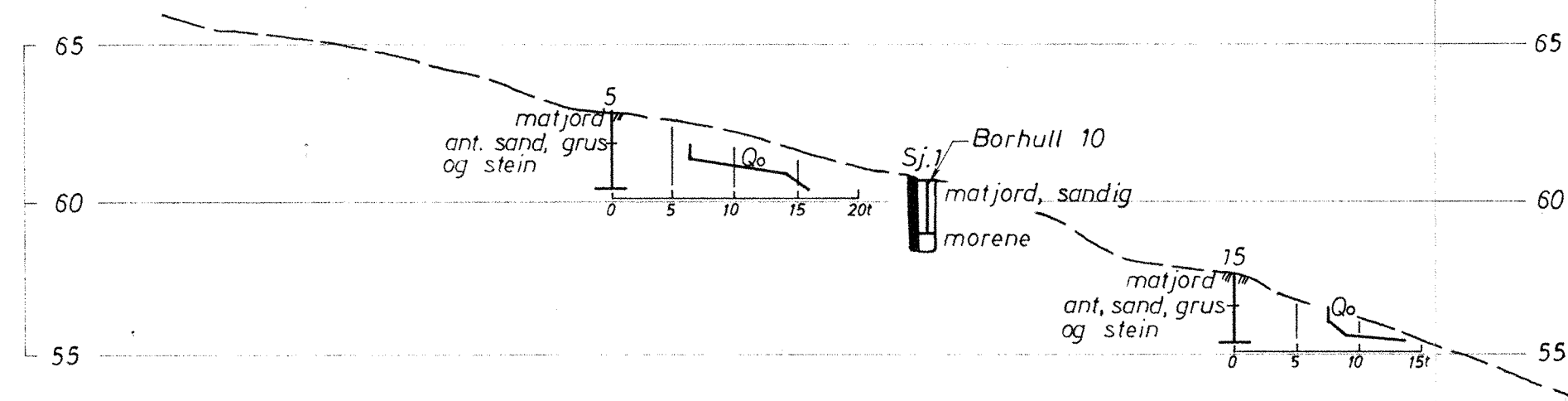
Emma Hjorths hjem  
Kvinnepaviljong  
Profil D-D og E-E

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S  
JAN FRIIS

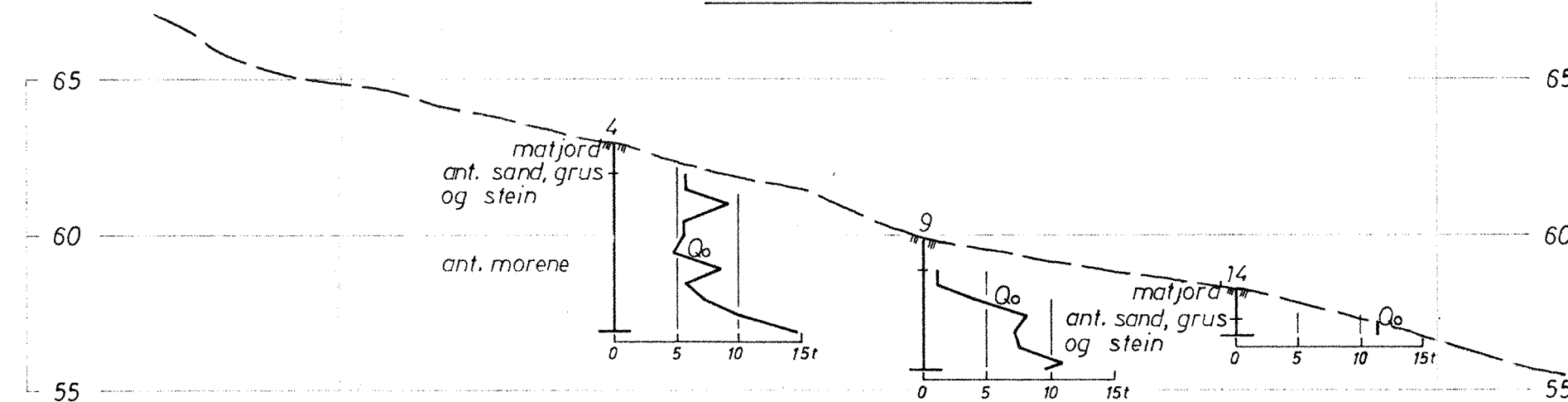
Målestokk	Tegn. E.N.	25/11-66
1:200		
Erstatning for:		
5977-3		
Erstattet av:		



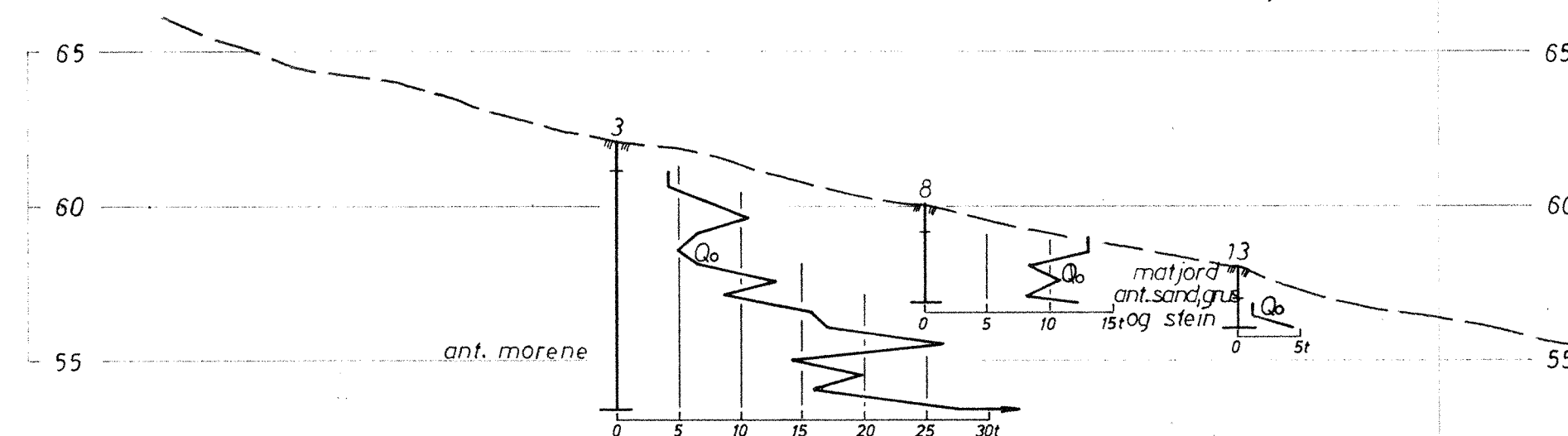
### Profil A - A



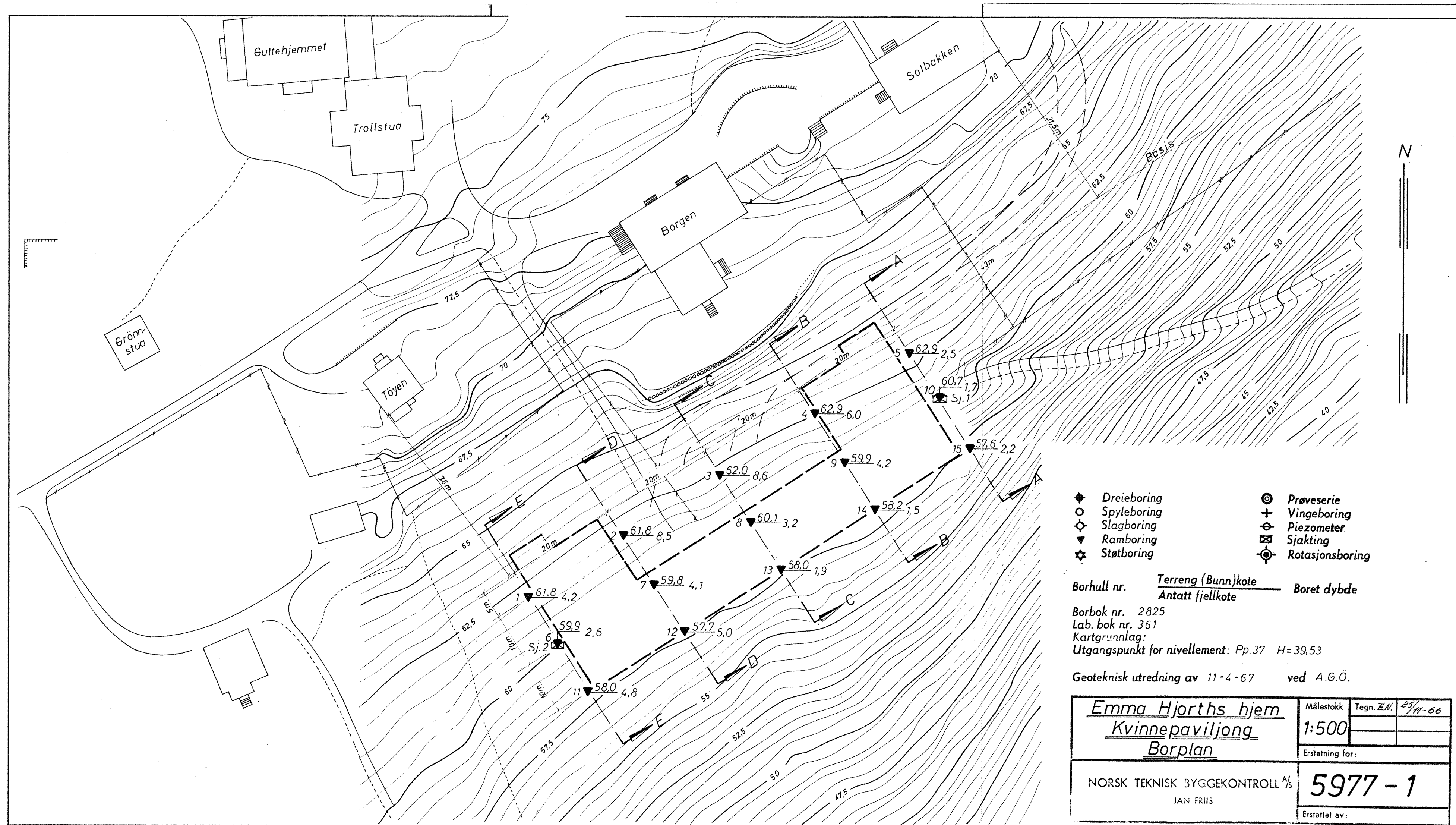
### Profil B - B



### Profil C - C



Emma Hjorths hjem		Målestokk	Tegn. E.N.	25/11-66
Kvinnepaviljong		1:200		
Profil A-A, B-B og C-C		Erstatning for:		
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S		5977-2		
JAN FRIIS		Erstattet av:		



## 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 $\tau_f$ )

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 bruddformasjonen.

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

(«tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel») bestemmes ved triaksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omslutes 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 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.

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  $110^\circ C$ .

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.

