

NGI



RAPPORT

NYTT RIKSHOSPITAL, GAUSTAD, OSLO  
GRUNNUNDERSØKELSE

Oppdragsgiver: Statens bygge- og  
eiendomsdirektorat

890013-1

31 MARS 1989

Norges Geotekniske Institutt



# Norges Geotekniske Institutt

Norwegian Geotechnical Institute



RAPPORT

NYTT RIKSHOSPITAL, GAUSTAD, OSLO

GRUNNUNDERSØKELSE

Oppdragsgiver: Statens bygge- og  
eiendomsdirektorat

890013-1

31 MARS 1989

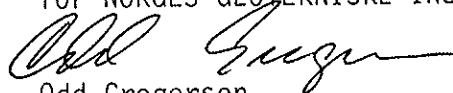
I henhold til Deres bestilling av 8 mars 1989 har Norges Geotekniske Institutt (NGI) utført forberedende grunnundersøkelser for ovennevnte prosjekt.

UTFØRTE SONDERINGER VISER AT DYBDEN TIL FJELL VARIERER  
MELLOM 0 OG 12.4 m. DYBDEN TIL FJELL ER MINDRE ENN 5 m OVER  
STORE DELER AV OMRÅDET.

LØSMASSENE BESTÅR GENERELT AV CA. 0.2 m MATJORD OVER TØRR-  
SKORPELEIRE TIL FJELL. KUN I ET DYPERE PARTI SENTRALT PÅ OM-  
RÅDET ER DET FUNNET MIDDELS FAST, MIDDELS SENSITIV LEIRE  
OVER FJELL.

Vedlegg A inneholder resultater fra feltarbeid og laboratoriearbeid samt  
beskrivelse av grunnforhold.

for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

  
Odd Gregersen

  
Hallvard Slettebø

HS/RBjH

Postal Address:  
P.O.B. 40 Tåsen  
N-0801 Oslo 8  
Norway

Street Address:  
Sognsveien 72  
Oslo

Telephone:  
National  
(02) 23 03 88  
International  
+ 47 2 23 03 88

Telex:  
19 787 ngi n

Facsimile:  
National  
(02) 23 04 48  
International  
+ 47 2 23 04 48

Postal Giro  
Account No.  
516 06 43

Bankers:  
Bergen Bank  
Account No.:  
5096.05.01281

## VEDLEGG A - GRUNNLAGSMATERIALE

Innhold:

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 1. PROSJEKTBEKRIVELSE ..... | s. A2 |
| 2. FELTARBEID .....         | s. A2 |
| 3. LABORATORIEARBEID .....  | s. A2 |
| 4. GRUNNFORHOLD .....       | s. A3 |

Tillegg:

Tillegg I - Markundersøkelser - boremetoder

Tillegg II - Laboratorieundersøkelser

Tillegg III - Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter

Tabeller:

Tabell A1 - Sammenstilling av borerresultater fra 1971 (Preklinisk Institutt)

Tabell A2 - Sammenstilling av borerresultater fra 1973 (nord for kraftlinjen)

Figuroversikt:

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Fig. nr. A 001       | Oversiktskart                 |
| Fig. nr. A 002       | Situasjonsplan, fjellkotecart |
| Fig. nr. A 003-A 004 | Borprofiler                   |
| Fig. nr. A 005-A 007 | Profiler                      |



## 1. PROSJEKTBEKRIVELSE

Det planlegges å bygge nytt rikshospital på Gaustad i Oslo.

NGI har utført forberedende grunnundersøkelser i forbindelse med ovennevnte prosjekt. Resultater fra feltarbeid og laboratoriearbeid er gjengitt nedenfor.

Vi har også benyttet resultater fra tidligere grunnundersøkelser i området.

## 2. FELTARBEID

Feltarbeidet er utført i uke 11-13/1989.

Det ble i denne omgang utført 30 dreietrykksonderinger til antatt fjell. Det ble tatt opp 2 stk. 54 mm prøveserier med til sammen 7 poseprøver (skovleprøver) og 8 prøvesylindre.

Det undersøkte området er vist på oversiktskartet, fig. nr. A 001. Beliggenheten av gamle og nye boringer er vist på situasjonsplanen i fig. nr. A 002.

Resultater fra de tidligere grunnundersøkelsene i området er gjengitt i tabell A1 og A2.

Resultater fra dreietrykksonderingene (1989) er vist i profilene i fig. nr. A 005- A 007.

For nærmere beskrivelse av boremetoder henvises til Tillegg I.

## 3. LABORATORIEARBEID

Samtlige prøver er åpnet. På poseprøvene er det utført vanninnholdsbestemmelser i tillegg til materialbeskrivelse. På sylinderprøvene er det utført materialbeskrivelse, uforstyrrete og omrørte konusforsøk, enaksiale trykkforsøk samt bestemmelse av vanninnhold og tyngdetetthet. Vi har også utført flyte- og utrullingsforsøk fra samtlige sylindre.





Resultater fra laboratorieundersøkelsene er gjengitt i borprofilene, figur A 003 og A 004.

Laboratorieundersøkelsene er nærmere beskrevet i Tillegg II.

Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter er vist i Tillegg III.

#### 4. GRUNNFORHOLD

I 1973 utførte NGI en grunnundersøkelse nord for kraftlinjen som krysser det aktuelle området. 27 slagsonderinger viser at dybden til fjell her varierer fra 0.4 til 5.4 m. Skovleboring viser at det er ca. 0.2 m matjord over tørrskorpeleire til fjell.

I 1971 utførte NGI grunnundersøkelser for nybygg for Preklinisk Institutt. 33 slagsonderinger ved det aktuelle området viser at dybden til fjell varierer fra 0 til 6.2 m. Det er ikke utført prøvetaking i dette området. Vi antar likevel at løsmassene vesentlig består av tørrskorpeleire.

Grunnundersøkelsene i denne omgang har vi konsentrert om området mellom kraftlinjen og Preklinisk Institutt. Dreietrykksonderingene viser at dybden til fjell er inntil 12.4 m. Løsmassenes mektighet kan ses av fjellkotekartet i fig. A 002. Som det fremgår av borprofilene består grunnen ved boring nr. 19 av tørrskorpeleire til fjell. Ved boring nr. 11 er det tørrskorpeleire med bløtere partier til ca. 4.5 m dybde, derunder en middels fast, middels sensitiv leire til fjell.

Sonderingene er ført ned til antatt fjell, men kan ha stoppet på stein eller blokk. Fjellkotekartet er tegnet på grunnlag av gamle og nye boringer og kan lokalt være unøyaktig. Fjellet er forvitret i toppen, og en del av boringene kan være ført noe ned i fjell.

Fjellet består sannsynligvis av kambrosilurisk leirskifer med rikelig kalkbollelag.

I et område syd for kraftlinjen er det foretatt oppfylling av jord og stein, mektigheten kan være flere meter.

| Hull nr. | Terrengkote, m | Boret dybde, m | Ant. fjellkote |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| 1        | 112.3          | 5.5            | 106.8          |
| 2        | 112.3          | 5.3            | 106.0          |
| 3        | 109.7          | 3.5            | 106.2          |
| 4        | 112.9          | 3.9            | 109.0          |
| 5        | 112.1          | 6.2            | 105.9          |
| 6        | 111.4          | 2.9            | 108.5          |
| 7        | 110.7          | 2.4            | 108.3          |
| 12       | 112.6          | 3.8            | 108.8          |
| 13       | 113.5          | 0.5            | 113.0          |
| 14       | 113.7          | 0.7            | 113.0          |
| 19       | 117.0          | 0.3            | 116.7          |
| 20       | 117.3          | 0.5            | 116.8          |
| 21       | 117.0          | 2.1            | 114.9          |
| 22       | 116.6          | 1.0            | 115.6          |
| 27       | 119.4          | 0.4            | 119.0          |
| 28       | 118.7          | 0.3            | 118.4          |
| 29       | 117.6          | 0              | 117.6          |
| 35       | 117.0          | 1.0            | 116.0          |
| 42       | 116.2          | 1.2            | 115.0          |
| 44       | 113.3          | 1.0            | 112.3          |
| 49       | 114.6          | 2.1            | 112.5          |
| 50       | 114.6          | 0.5            | 114.1          |
| 52       | 112.5          | 1.0            | 111.5          |
| 57       | 112.8          | 1.2            | 111.6          |
| 58       | 113.1          | 1.8            | 111.3          |
| 59       | 112.6          | 0.9            | 111.7          |
| 60       | 112.3          | 1.0            | 111.3          |
| 61       | 111.4          | 1.0            | 110.4          |
| 62       | 110.5          | 1.3            | 109.2          |
| 66       | 112.9          | 0.8            | 112.1          |
| 68       | 110.9          | 0.8            | 110.1          |
| 69       | 110.4          | 0.5            | 109.9          |
| 70       | 109.8          | 1.0            | 108.8          |

Tabell A 1 Sammenstilling av boreresultater fra 1971 (ved Preklinisk Institutt)

| Hull nr. | Terrengkote, m | Boret dybde, m | Ant. fjellkote |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| 1        | 141.6          | 2.5            | 139.1          |
| 2        | 141.0          | 2.6            | 138.4          |
| 3        | 141.5          | 4.1            | 137.4          |
| 4        | 141.7          | 1.8            | 139.9          |
| 5        | 141.1          | 2.6            | 138.5          |
| 6        | 139.6          | 5.1            | 134.5          |
| 7        | 138.8          | 1.6            | 137.2          |
| 8        | 138.5          | 4.5            | 134.0          |
| 9        | 138.4          | 2.2            | 136.2          |
| 10       | 137.1          | 0.6            | 136.5          |
| 11       | 137.8          | 4.0            | 133.8          |
| 12       | 137.7          | 2.8            | 134.9          |
| 13       | 135.7          | 2.1            | 133.6          |
| 14       | 137.2          | 4.9            | 132.3          |
| 15       | 137.2          | 3.3            | 133.9          |
| 16       | 136.3          | 0.4            | 135.9          |
| 17       | 136.7          | 3.8            | 132.9          |
| 18       | 136.8          | 3.9            | 132.9          |
| 19       | 136.8          | 1.5            | 135.3          |
| 20       | 136.6          | 5.4            | 131.2          |
| 21       | 136.7          | 3.1            | 133.6          |
| 22       | 135.8          | 1.9            | 133.9          |
| 23       | 136.3          | 4.5            | 131.8          |
| 24       | 136.3          | 4.0            | 132.3          |
| 25       | 136.9          | 4.4            | 132.7          |
| 26       | 136.9          | 5.1            | 131.8          |
| 27       | 137.2          | 2.6            | 134.6          |

Tabell A2 Sammenstilling av boreresultater fra 1973 (nord for kraftlinjen)

## MARKUNDERSØKELSER – BOREMETODER

Sonderboringer utføres for å få en første orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Vingeboringer utføres for bestemmelse av leirers udrenerte skjærfasthet.

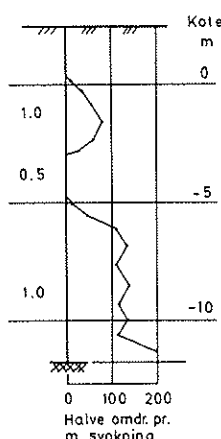
For å få nøyaktigere opplysninger om grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

### Dreiesondering ●

Utstyret består av 20 mm borstenger av 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Nederst ender boret i en pyramideformet skruespiss, lengde 200 mm og største sidekant 25 mm.

Boret belastes trinnvis til 1 kN (100 kg). Hvis boret ikke synker ved 1 kN belastning dreies det ned for hånd eller motor, og antall halve omdreininger noteres.

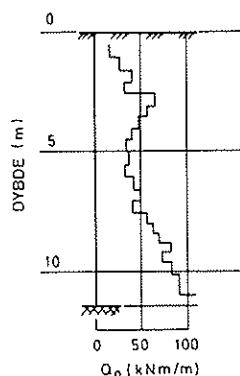
Ved opptegning av resultatene er belastningen angitt på venstre side av borhullet, mens diagrammet på høyre side angir antall halve omdreininger pr. meter synkning av boret.



### Ramsondering ▼

Utstyret består av  $\phi$  32 mm stenger som skrues sammen med glatte skjøter og rammes ned i grunnen ved hjelp av et falllodd. Spissen er glatt  $\phi$  32 eller utvidet  $\phi$  41,2 mm.

Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 200 mm synkning.



$$\text{Rammemotstanden } Q_0 = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}}$$

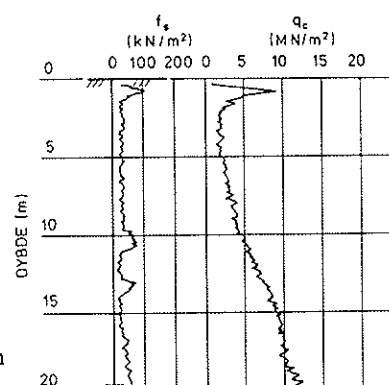
angis i diagram som funksjon av dybden.

### Spyleboring

Utstyret består vanligvis av 19 mm rør som spyles ned ved hjelp av trykkvann. Røret er nederst forsynt med en spiss med tilbakeslagsventil og øverst med en vannsvivel.

### Trykksondering ▽

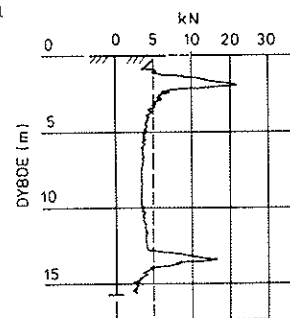
Utstyret består av et rør  $\phi$  36 mm som presses ned i bakken med jevn hastighet 10–20 mm/s (ca. 1 m/min.). For enden av røret er det en kjegleformet  $60^\circ$  spiss med diameter 35,7 mm (1000 mm<sup>2</sup>). Over spissen er det en 150 mm friksjonshylse  $\phi$  36 mm. Spissmotstanden  $q_c$  og mantelfriksjonen  $f_s$  måles ved hjelp av elektriske strekk-lapper og registreres kontinuerlig på en automatisk skriver.



### Maskinsondering (Dreie-trykksondering) ▽

Utstyret består av  $\phi$  33,5 mm rør påsatt en  $\phi$  40 mm spiss påsveisert en 5 mm høy skrueformet sveiselarve.

Boret drives ned med konstant nedpresningshastighet 3 m/min og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpresningskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver.



### Slagsondering

Utstyret består av  $\phi$  22 mm stålrør påsatt en  $25 \times 25$  mm eller  $\phi$  25 mm 100 mm lang spiss. Boret rammes ned ved hjelp av en bærbar motordrevet støtbormaskin.

For sikrere fjellbestemmelse brukes ofte et trykkluft-drevet fjellbor. Med dette utstyr er det mulig å fortsette boringen et stykke ned i fjell.



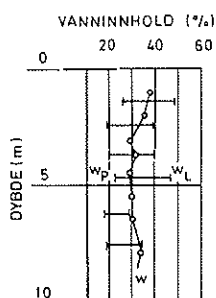
## LABORATORIEUNDERSØKELSER

De opptatte jordprøver skyves ut av sylindren og det gis en beskrivelse av materiale og lagdeling før den blir delt opp for videre undersøkelser.

**Romvekt** ( $\gamma$  i  $\text{kN/m}^3$ ) er forholdet mellom total tyngde og total volumenhet av prøven i naturlig tilstand.

**Vanninnhold** ( $w$  i %) er angitt som vekt av vann i prosent av tørrvekt etter tørking ved  $110^\circ\text{C}$ .

**Flytegrense** ( $w_L$  i %) og **utrullingsgrense** ( $w_P$  i %) angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale.

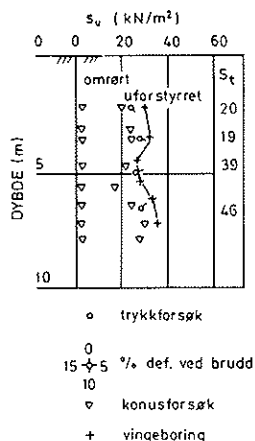


**Plastisitetsindeksen** ( $I_P$  i %) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen.

**Saltinnhold** (i g/l) bestemmes ved å presse ut en liten mengde porevann hvori det måles elektrisk ledningsevne. Saltinnholdet angis ekvivalent med g/l natriumklorid som gir samme ledningsevne.

**Humusinnhold** ( $O$  i %) bestemmes ved våtveis oksydasjon med kromsvovelsyre og angis i vektprosent av tørrstoff.

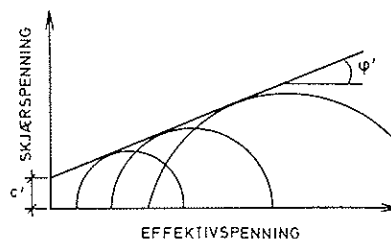
**Udrenert skjærfasthet** ( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk på tilskårne prøver med grunnflate  $36 \times 36$  mm og høyde 100 mm. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten. Videre bestemmes uforstyrret og omrørt skjærfasthet med konusforsøk. Nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles og skjærfastheten tas ut av en tabell.



**Sensitiviteten** ( $S_t$ ) er forholdet mellom skjærfastheten av uforstyrret og omrørt materiale, og bestemmes på grunnlag av konusforsøk eller vingeboresforsøk.

**Friksjonsvinkel** ( $\phi'$ ) og **kohesjon** ( $c'$  i  $\text{kN/m}^2$ ). En stabilitetsberegning kan utføres med effektive spenninger hvis man i tillegg til poretrykkene kjenner jordartens friksjonsvinkel og kohesjon. I laboratoriet bestemmes disse parametre ved triaksialforsøk. En sylindrisk prøve med tverrsnitt  $2000 \text{ mm}^2$  og høyde 100 mm omgis med en tynn gummihud og filterstener for endene, og bygges inn i en trykkcelle. Prøven konsoliderer for forskjellige vertikalltrykk og celletrykk. Deretter belastes prøven til brudd normalt enten ved å øke eller redusere vertikalbelastningen (henholdsvis aktivt og passivt forsøk).

Resultatet av en serie forsøk ved forskjellig konsolideringstrykk fremstilles i Mohr's diagram.



**Hydraulisk konduktivitet**

(permeabilitet) ( $k$  i m/s) er strømningshastigheten for en hydraulisk gradient lik 1, og angir derfor vannføringen pr. flateenhet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved

**Jordart**

**k m/s**

|       |                      |
|-------|----------------------|
| grus  | 1                    |
| sand  | $1 - 10^{-6}$        |
| silt  | $10^{-6} - 10^{-9}$  |
| leire | $10^{-9} - 10^{-11}$ |

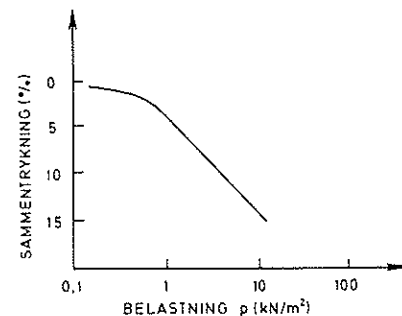
Typiske variasjonsområder

direkte vanngjennomgangs-forsøk. For leire kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av ødometerforsøk.

**Kompressibiliteten**

av en jordart bestemmes ved ødometerforsøk. En prøve 20 mm tykk og 50 mm i diameter innesluttet i en stålsylinder og belastes trinnvis idet man for hvert last-trinn bestemmer sammentrykningen av prøven som funksjon av tiden.

Forsøksresultatene gir grunnlag for beregning av konsolideringssetningenes størrelse og tidsforløp.



## Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter

| Kornfraksjoner     |                          | Jordarter |            |
|--------------------|--------------------------|-----------|------------|
| Kornstørrelse i mm | Betegnelse av fraksjonen | Signatur  | Betegnelse |
| >600               | Blokk                    |           | Grus       |
| 600-60             | Stein                    |           |            |
| 60-20              | Grovgrus                 |           |            |
| 20-6               | Mellomgrus               |           | Sand       |
| 6-2                | Fingrus                  |           |            |
| 2-0,6              | Grovsand                 |           | Silt       |
| 0,6-0,2            | Mellomsand               |           |            |
| 0,2-0,06           | Finsand                  |           |            |
| 0,06-0,002         | Silt                     |           | Leire      |
| <0,002             | Leir                     |           |            |

En *jordart* inneholder en eller flere kornfraksjoner og betegnes etter den fraksjon som har størst innflytelse på dens egenskaper. En spesiell jordartsbetegnelse er *morene* som benyttes for en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

### Skjærfasthet

| Skjærfasthet i kN/m <sup>2</sup> | Betegnelse av skjærfasthet | Betegnelse av leire |
|----------------------------------|----------------------------|---------------------|
| <12,5                            | Meget lav                  | Meget bløt          |
| 12,5-25                          | Lav                        | Bløt                |
| 25-50                            | Middels høy                | Middels fast        |
| 50-100                           | Høy                        | Fast                |
| >100                             | Meget høy                  | Meget fast          |

### Sensitivitet

| Sensitivitet | Betegnelse av sensitivitet | Betegnelse av leiren |
|--------------|----------------------------|----------------------|
| <8           | Lav                        | Lite sensitiv        |
| 8-30         | Middels høy                | Middels sensitiv     |
| >30          | Høy                        | Meget sensitiv       |

Med *kvikkleire* forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærfasthet <0,5 kN/m<sup>2</sup> (60 g/60° konus gir inntrykk >20 mm).

Norges Geotekniske Institutt.

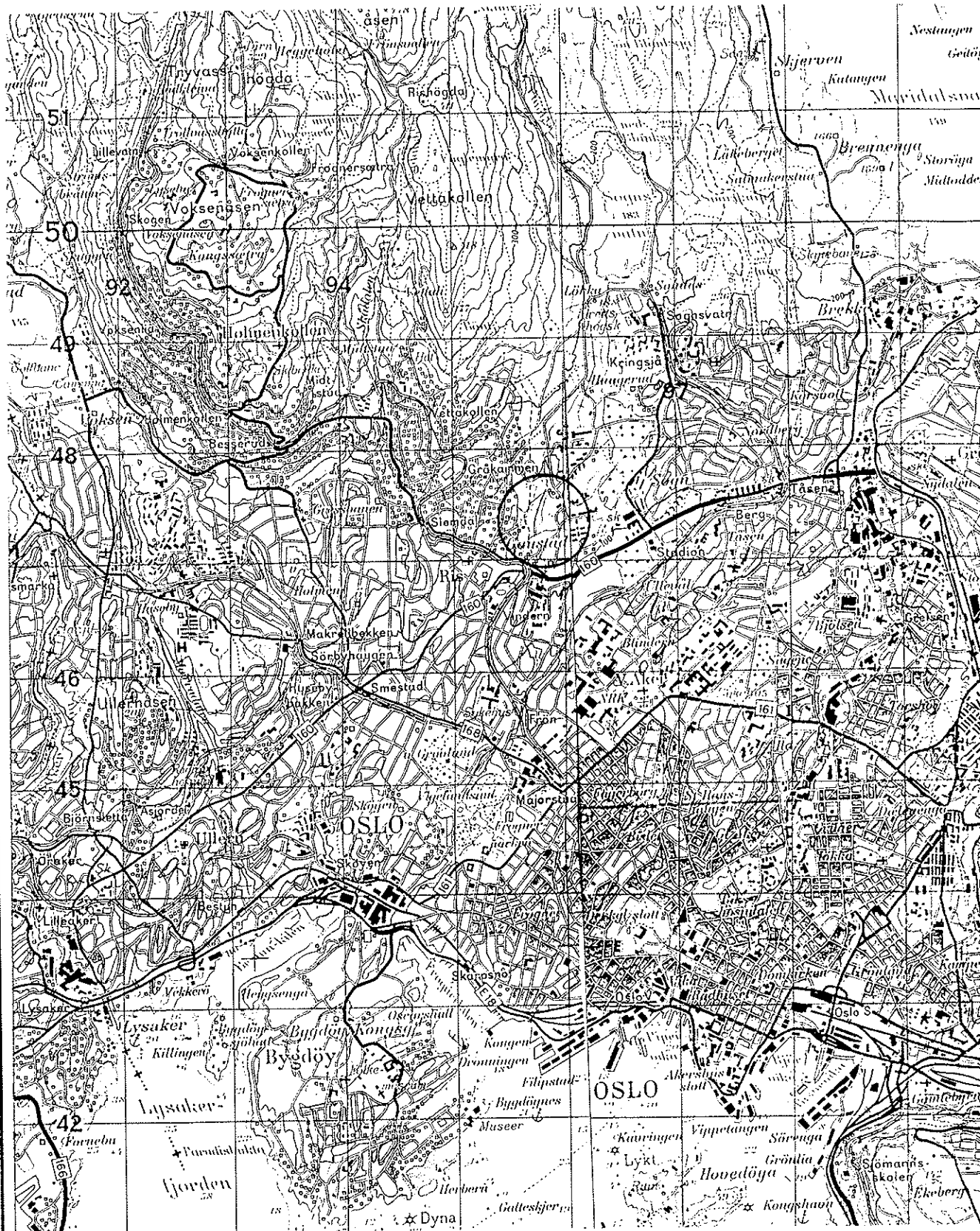
Tillegg til rapporter.

I. Markundersøkelser – boremetoder. Aug. 1979

II. Laboratorieundersøkelser. Aug. 1979

III. Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter. Aug. 1979

IV. Elementmetoden. En kort utredning. Febr. 1971



Kartreferanse : NGO-serie (M711), 1814 I og 1914 IV, UTM-referanse : 32V NM 959 473

GAUSTAD, NYTT RIKSHOSPITAL

Oversiktskart,  
M = 1 : 50 000

Rapport nr  
890013-1

Figur nr  
A001

Tegner

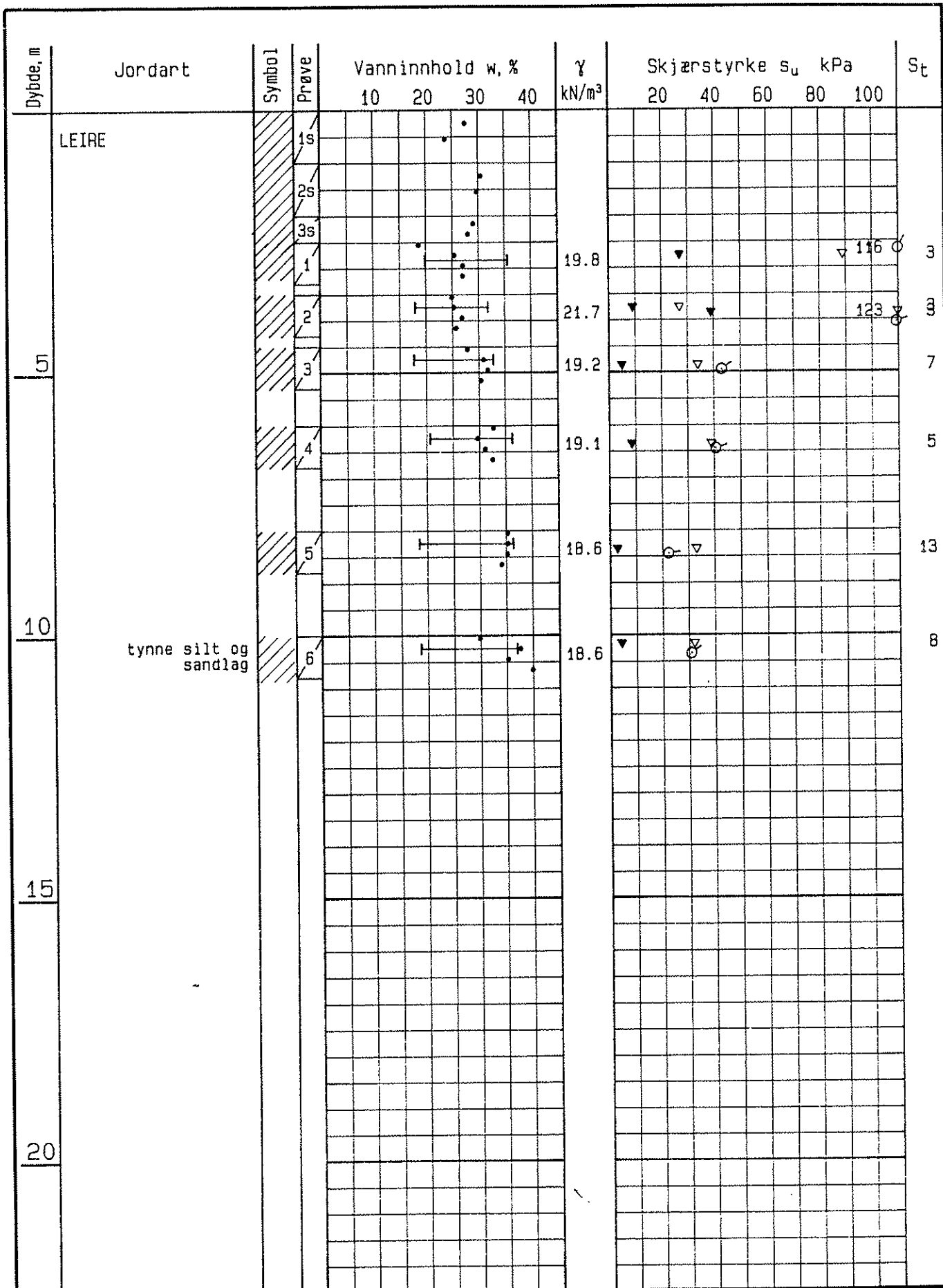
Dato  
89-03-31

Kontrollert

Godkjent







GAUSTAD.NYTT RIKSHOSPITAL.

Rapport nr.

890013 -1

Figur nr.

A003

BORPROFIL

Hull: 11  
Terr.kote: 116.9 m  
Prøvetype: 54mm

• vanninnhold  
▼ konus omrørt

— — utrullings- og flytegrense  
▼ konus uomrørt    ○ trykkforsøk

Tegner

[Signature]

Kontrollert

[Signature]

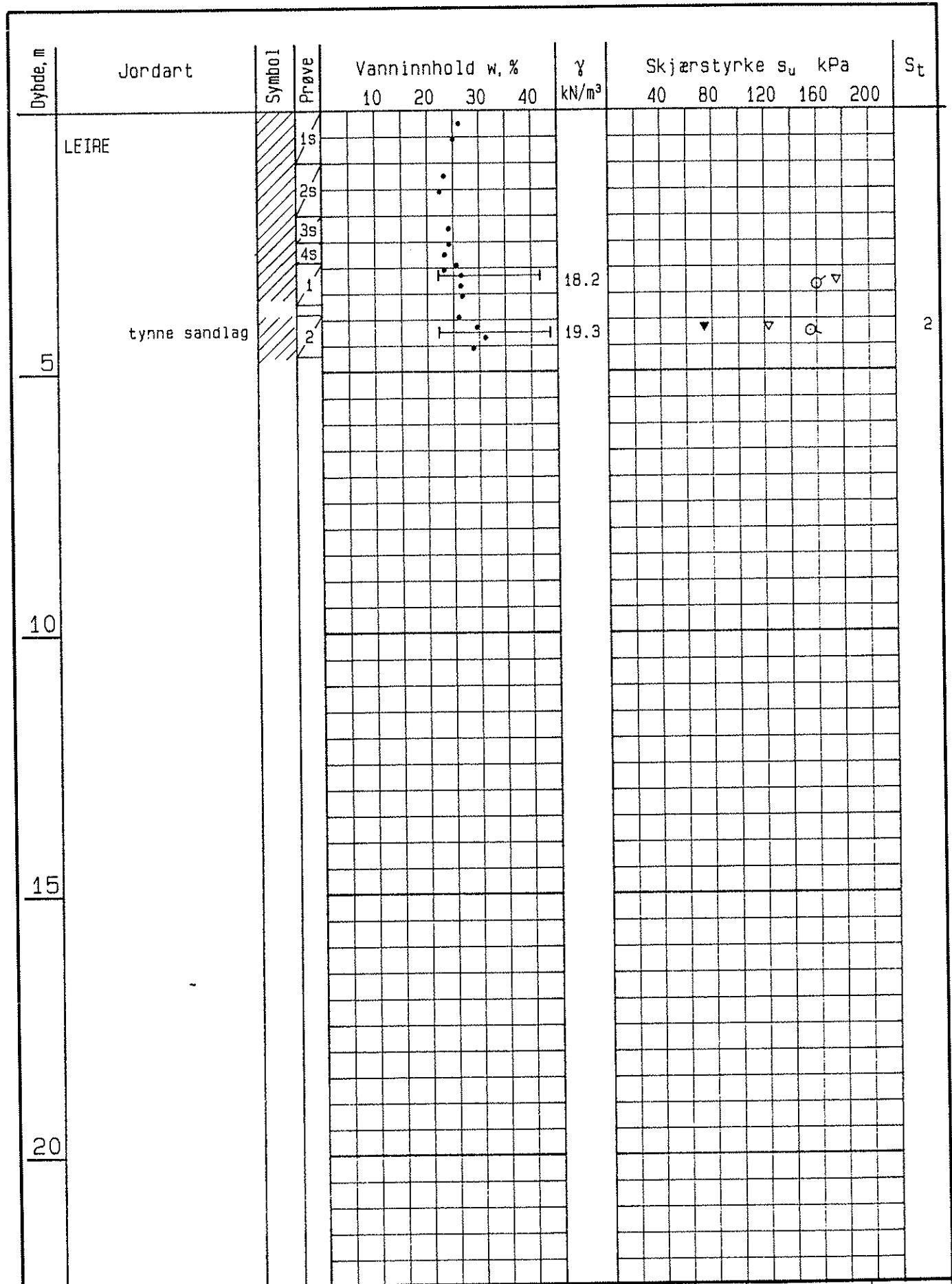
Godkjent

[Signature]

Dato

88-03-31





GAUSTAD.NYTT RIKSHOSPITAL

Rapport nr.

890013-1

Figur nr.

A004

BORPROFIL

Hull: 19

Terr.kote: 136 m

Prøvetype: 54mm

• vanninnhold

— — utrullings- og flytegrense

▼ konus omrørt

▼ konus uomrørt

○ trykkforsøk

Tegner

Kontrollert

Godkjent

Dato

88-03-31



NGI