

Grunnundersøkelse

for

Sentralbygg II, N.T.H.

o.297.

17.desember 1964.

- | | | |
|-------|---------|---|
| Bilag | 1 : | Situasjonsplan. |
| - " - | 2 : | Profil I og III, dreiesonderinger. |
| - " - | 3 : | Profil II, ramsonderinger. |
| - " - | 4 : | Profil II, poretrykkmålinger, jord-
artsbeskrivelse. |
| - " - | 5 - 6 : | Borprofil hull 4 og 6. |

- | | | |
|---------|-----|---------------------------|
| Tillegg | 1 : | Boringers utførelse. |
| - " - | 2 : | Laboratorieundersøkelser. |

1. INNLEDNING.

Etter anmodning av siv.ing. N. J. Wiig er det utført grunnundersøkelse for prosjektert Sentralbygg II ved Norges Tekniske Høgskole.

Sentralbygg II er plasert nord for Sentralbygg I og inntil bestående mellombygg, og består i 1.etappe av et høybygg på 13 etasjer og mellombygg nordenfor på 2 etasjer.

Grunnundersøkelser for byggetrinn 1 med et lignende høybygg ble utført i 1957 og 58 av Norges geotekniske institutt fremlagt i rapport o.487 og o.487.2. Lavbyggene ble her fundamentert på såler, men da det fra midten av høybygget ble funnet et bløtt siltlag som øket i tykkelse vestover til 6 meter, ble dette av setningsmessige hensyn fundamentert på relativt korte betongpeler i sandlaget over leira i dybden. Setningsreducerende midler som forbelastning og kompensert fundamentering ble overveiet, men av hensyn til tid og årstider ble peler foretrukket.

Setningsmålinger viser at høyblokken så vel som lavblokken har fått meget små setninger, bare opp-til 19 mm. 3 år etter oppførelsen.

Da det prosjekterte høybygg skal oppføres inntil bestående bygg og med gjennomløpende korridor- og hallforbindelse med dette, må nybygget fundamenteres slik at setningene blir av begrenset størrelse, med mulighet for utjevning eller justering.

2. UTFØRTE BORINGER.

Borearbeidet er utført i tiden 5. august - 11. september 1964 i det vesentlige med F. Johnsen som boreformann. Noen supplerende boringer er utført den 22. - 24. september. Hjelpemannskap er leiet av A/S Anlegg.

Borpunktene er stukket ut fra bestående bygninger i henhold til professor Grevstads situasjonsplan. Beliggenhet av boringer og profiler er vist på situasjonsplanen i bilag 1.

Boringene har bestått i dreiesonderinger i 5 hull midt i og i hvert hjørne av høybygget ført ned til dybder fra 14,5 - 20,5 meter under terreng, ramsonderinger i 3 hull ned til 21 meters dybde, poretrykkmålinger i 3 hull med målinger ned til 16 meters dybde og opptaking av prøver i 2 hull ned til 26 meter under terreng. Det er dessuten spyleboret videre i dybden i prøvetakingshullet for å bestemme dybden til fjell. Denne ble stoppet i 76 meters dybde uten at fjell var påtruffet.

I de to prøvetakingshull ble det ialt tatt opp 23 uforstyrrede prøver med 54 mm. sylinderprøvetaker, samt representative skovle- og spyleprøver. For å komme ned med prøvetakingen måtte det spyles ned foringsrør.

Resultater fra boringene er vist i profiler i bilag 2 - 4 og i tillegg 1 er det gitt en beskrivelse av boringers utførelse.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Prøvene er undersøkt på laboratoriet hvor de først er beskrevet og jordartsklassifisert. Videre er det utført bestemmelse av vanninnhold og romvekt. For de leirige prøver er den udrenerte skjærfasthet bestemt ved enkle trykkforsøk og ved konusmetoden. Sensitiviteten er beregnet ut fra konusforsøkene.

Resultater fra laboratorieundersøkelsen er angitt i tall og diagrammer på borprofilene, bilag 5 og 6, og i tillegg 2 er forsøkene nøyere beskrevet.

3. GRUNNFORHOLD.

Grunnforholdene under høyblokken fremgår av bilagene 2 - 4 og borprofilene, bilag 5 - 6, hvor resultater av sonderinger og laboratorieundersøkelse av prøvene er opptegnet.

Grunnen må sies å være forholdsvis ens i høyblokkens lengderetning og består av lag av silt, sand og grus med kvikkleire påtruffet først i 25 meters dybde.

I overflaten er det til ca. 1 meters dybde noe skiftende øyensynlig oppfylt masse. Videre i dybden er det et lag grov sand 1 - 1,5 meter tykt og under dette et 1 - 2 meter tykt siltlag før en igjen har et grovt sandlag ca. 1,5 meter tykt i øst og ca. 3 meter i vest. Under dette sandlaget er det silt med enkelte tynnere lag av leire ned til ca. kote 36 - 37 i øst og til kote 35 i vest.

Vanninnholdet i silten er ca. 25 % og i leirlagene opp til 48 %, mens romvekten er ca. $2,0 \text{ t/m}^3$. Den udrenerte skjærfasthet i leirlagene ligger i området $3 - 5 \text{ t/m}^2$ og sensitiviteten er 7 - 14.

Under silten består grunnen av et fastere lag av skiftende materialer, i det vesentlige sand og silt, men også noen gruslag. Dette laget maktet en bare ved prøvetaking 4 å komme gjennom, hvor en i 25 meters dybde fant overgang til kvikk leire. Den kvikke leire har et vanninnhold på 25 %, romvekten er $2,05 \text{ t/m}^2$, den udrenerte skjærfasthet 4 t/m^2 og sensitiviteten er 110 - 130.

Dreiesonderingene viser meget varierende og til dels stor fasthet av de øvre lag. I silten med leirlagene er dreiemotstanden forholdsvis liten, mens den igjen er meget stor i sand- siltlaget under kote 35.

Ramsonderingene viser noenlunde lik rammemotstand i byggets lengderetning. Fra terreng og ned til ca. kote 35 er rammemotstanden liten, ca. 2 tonn, men øker til 4 - 6 tonn ned til kote 30. Under kote 30 øker motstanden betydelig og var over 14 tonn da boringene ble avsluttet.

Poretrykkmålingene viser en grunnvannstand i 4 meters dybde i øst som faller til 7,5 meters dybde i vest. Poretrykket videre i dybden er opptegnet i diagrammer, bilag 4, og stiger mindre enn hydrostatisk trykk fra grunnvannstanden. I vestenden av høyblokken står det i det øvre siltlag noe poretrykk. Vanntrykket i dette øvre siltlag vil antagelig variere med nedbørsforhold og vil lett kunne dreneres til det underliggende tørrlagte sandlag.

Fjell er ikke påtruffet ved boring til 76 meters dybde

under midten av bygget.

4. FUNDAMENTERING.

A. Mellombygget.

Som de tidligere lavbygg bør mellombygget i nord kunne fundamenteres på såler, helst atskilt fra høybygget med fuge, noe beroende på dennes fundamentering. Setningene skulle ikke bli av noen betydning, men da fundamentene delvis kan komme ned i siltig materiale, bør det forsiktigvis ikke benyttes såletrykk høyere enn 15 t/m^2 .

B. Høybygget.

Den tidligere høyblokk er fundamentert på peler på grunn av et bløtere siltlag med tykkelse opp til 6 meter under vestre del av bygget.

For det foreliggende blokkprosjekt er forholdene noe jevnere fra øst mot vest, selv om siltlagene stort sett er mere dominerende enn ved den tidligere høyblokk. Bæreevnemessig kan man si at en sålefundamentering av blokken er mulig, men grunnforholdene ligger også godt tilrette for en pelefundamentering med god utnyttelse av ikke spesielt lange peler. Da setningsforholdene ved denne blokk inntil bestående bygg med gjennomgående korridor vil ha betydning for valget av fundamenteringsmåte, vil en nedenfor nærmere vurdere de nevnte fundamenteringer.

a) Sålefundamentering.

En regner med at høyblokken belastningsmessig, i likhet med den tidligere, vil representere en jevnt fordelt belastning, ca. 15 t/m^2 . Blokken må i tilfelle fundamenteres på bærende plate under hele bygget, idet maksimallast eller kantbelastning ikke bør overskride 15 t/m^2 i vanlig kjellerdybde.

Grunnlaget for vurdering av setninger med de foreliggende grunnforhold vil vanskelig kunne gjøres sikkert, da resultatene fra kompressibilitetsforsøk på sand og silt må vent-

es å kunne være beheftet med feilkilder som relativt sett kan være betydelig. For det første må en vente at prøver fra disse jordarter vil kunne være en del forstyrret under prøveutskjæring. For de rene friksjonsjordarter er det videre vanskelig å bringe de i hel tilstand over i et ødometer, og selv kohesjonsaktig silt må ventes å kunne få vesentlige strukturendringer under innmontering.

Da også disse jordarter har mindre kompressibilitet, vil initialsetninger ved pålastning og på grunn av monteringsunøyaktigheter bli relativt store. Den større permeabilitet vanskeliggjør også å skjelne mellom initial- og konsolideringssetninger.

En fant det derfor lite hensiktsmessig å utføre nye forsøk i ødometer, men har for en vurdering av setningene for høybygget benyttet seg av de forsøk som ble utført på de samme jordarter for høybygg I. Med utgraving for vanlig kjeller har en da beregningsmessig funnet en setning av størrelse 15 cm. under midten av bygget. En er derfor av den mening at en med vanlig kjeller kan vente setninger av størrelse 10 - 15 cm. Med hensyn til differansesetninger skulle forholdene under bygget være relativt like, men erfaringsmessig bør en regne med differansesetninger for dette relativt stive bygg anslagsvis av størrelse 5 cm.

En har forstått at setninger av denne størrelse ikke kan tolereres for høybygget, og må derfor i tilfelle sålefundamentering skal benyttes gripe til setningsreducerende midler. En forbelastning av området, f.eks. med gravemasser vektsmessig lik bygget over en viss tid vil kunne tenkes, men er vel neppe praktisk og økonomisk fordelaktig i det foreliggende tilfelle. Hvis en derimot kunne dra nytte av dype kjellere, skulle setningene kunne reduseres betydelig ved anvendelse av kompensert fundamentering, d.v.s. utgravning for kjeller av masser vektsmessig lik byggets belastning. En vil da tro at setningene kunne reduseres til størrelsesorden 2 - 3 cm.

b) Pelefundamentering.

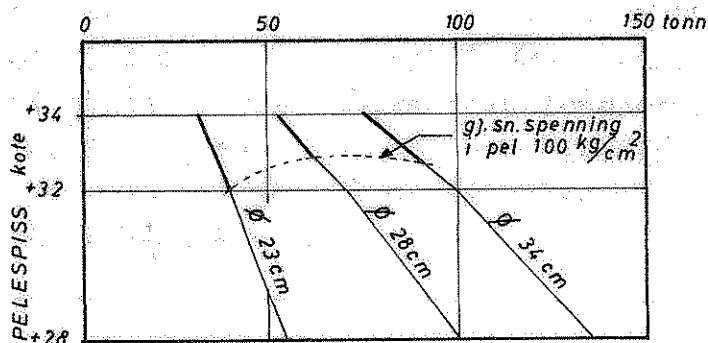
Det vil ligge vel tilrette for en fundamentering av høy-blokken på peler, idet en mellom kote 35 og 24 har et fast og bæredyktig lag før en kommer over i kvikk leire videre i dybden. Grunnvannstanden står såvidt dypt at en må se bort fra trepeler og derfor benytte svevende betongpeler.

Setningene ved en pelefundamentering vil være meget vanskelig å beregne med de foreliggende grunnforhold. Målingene ved Sentralbygg I viser imidlertid at setningene her er blitt meget små, maks. ca. 2 cm. etter 3 1/2 år. Da grunnforholdene i dybden under pelene ikke er svært forskjellig for denne blokk, skulle en vente at setningene ikke blir vesentlig større ved en pelefundamentering av Sentralbygg II.

En har foretatt en statisk forutvurdering av pelers bæreevne ut fra erfaringene fra Sentralbygg I, hvor det var god overensstemmelse med den målte bæreevne ved belastningsforsøk. Grunnforholdene er imidlertid noe forskjellige i de to tilfeller, slik at en statisk beregning ikke er direkte sammenlignbar.

I diagrammet nedenfor er satt opp beregnede prosjekteringslaster for betongpeler med varierende diametre rammet til forskjellige dybder. Den antatte prosjekteringslast er satt til ca. halve av den beregnede bæreevne for pelene. Det aktuelle bruksområde for pelene er angitt med tykk strek, idet en har regnet med maksimalt 100 kg/m^2 i gjennomsnittlig spenning i pelene ved brukslasten.

Antatt prosjekteringslast.



Av diagrammet sees at en får god utnyttelse av pelene med pelene rammet til mellom kote 32 og 33, d.v.s. ca. 15 - 16 meter lange peler fra nåværende terreng.

De foran angitte pelelaster bygger på visse antagelser og må bare ansees som foreløpige retningslinjer ved prosjekteringen. En bør derfor så snart pelearbeidet har kommet igang på basis av rammedata justere nødvendig rammedybde og utføre belastningsforsøk på helst to peler, en i hver ende av bygget. Belastningsforsøket kunne da om mulig utføres med forankring i peler som skal benyttes i konstruksjonen.

Ved ramming bør det benyttes lodd med forholdsvis stor fallvekt, minst 3 tonn og heller moderat fallhøyde for å hindre overramming av pelene. Rammingen bør kontrolleres ved observasjon av rammedata for hver pel, og det bør forut, når rammeutstyret er kjent, settes opp et kriterium som sikrer at pelene blir rammet forsvarlig og til tilfredsstillende bæreevne.

5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

De utførte boringer for Sentralbygg II viser at grunnforholdene består av lag av varierende jordarter og fasthet i dybden. Avgjørende for den foreslåtte fundamenteringsløsning er et 5 - 8 meter tykt siltlag med tynnere leirlag som ligger 5 - 8 meter under nåværende terreng, og ett ca. 12 meter tykt relativt fast lag av friksjonsmaterialer videre i dybden, før en påtreffer kvikkleire under ca. 25 meters dybde.

Den nedre grunnvannstand er observert i 4 - 7 meters dybde.

En direkte fundamentering av høybygget kan utføres bæreevнемessig på hel plate, men setningene vil sannsynligvis med vanlig kjeller bli så store, 10 - 15 cm., at en slik fundamentering må utelukkes. For å redusere setningene må en derfor enten gå til en tilnærmet kompensert fundamentering med dypere kjeller eller pelefundamentering.

Da en forstår at en dypere kjeller eller underkjeller er

lite aktuell, foreslåes høybygget fundamentert på betongpeler rammet ned til ca. kote 32 - 33, d.v.s. 13 - 14 meter lange. I foregående avsnitt er i diagram angitt de laster en mener betongpeler vil kunne prosjekteres med. Angivelsen av prosjekteringslaster og rammedybder er noe usikker, og rammedybden for å få tilfredsstillende bæreevne bør derfor justeres når rammearbeidet igangsettes på basis av rammedata og belastningsforsøk. Et rammekriterium bør settes opp når utstyret er kjent, og bæreevnen bør kontrolleres ved observasjon av rammedata for hver pel.

Ved en pelefundamentering antar en at setningene vil bli av noenlunde samme størrelse som ved Sentralbygg I, d.v.s. 2 - 3 cm. i løpet av de første 3 - 4 år.

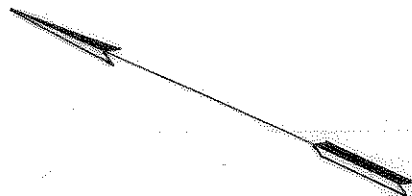
Mellombygget kan fundamenteres på såler med såletrykk 15 t/m^2 .

En står fortsatt til tjeneste med råd og konferanser ved den videre prosjektering og ved valg av peletyper, samt utførelse av belastningsforsøkene og kontroll under pelearbeidet.

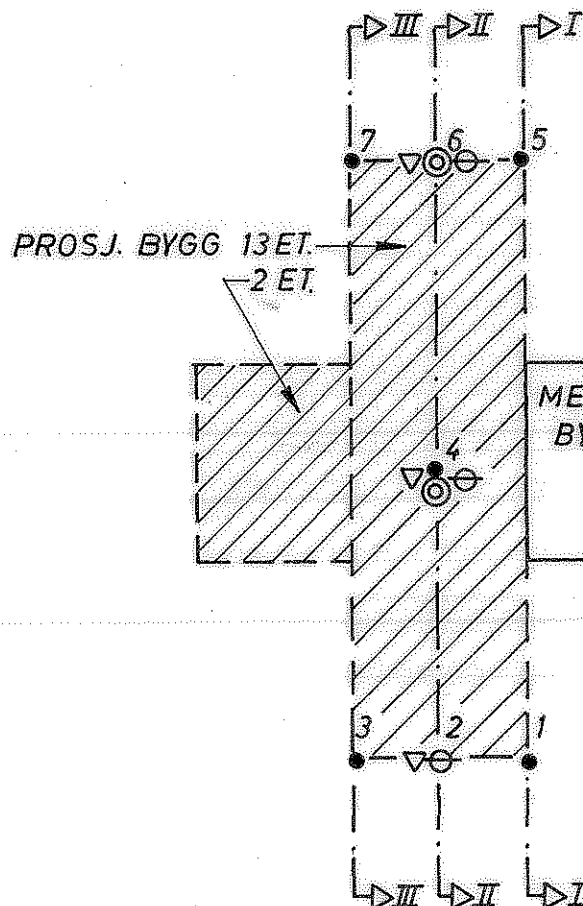

Ottar Kummeneje.


Gunnar Lundgren.

NORD



VASSKRAFT.



GML.
KJEMI

SENTRALBYGG II,
N.T.H.

SITUASJONSPLAN

- dreiesondering
- ▽ ramsondering
- ⊙ prøvetaking
- ⊗ poretrykkmåling

M= 1: 500

Tegn.

Dato

G.L.

okt. 64

Rådgiv. ing. O. KUMMENEJE
Stiklestadv. 3 - Trondheim

O-nr. 0.297

Bilag 1

