

STATENS BYGGE-OG  
EIENDOMSDIREKTORAT

19512\*13.12.72

Nybygg Bygningsingeniøravdelingen

NTH Trondheim.

Sammenfattende vurdering av  
endelig prosjekt.

O.669-6

4.desember 1972.

Bilagsfortegnelse:

- Bilag 1:       Situasjonsplan, nåværende terreng  
"   2:       ———"———, terreng 1969  
"   3:       ———"———, terreng 1955  
"   4-6:      Profiler gjennom støttemur, øvre gårds plass  
"   7:       Profil støttemur m/stab.beregninger.

## 1. INNLEDNING.

Etter anmodning fra rådgiv.ing. Reinertsen har vi utført en samlet vurdering av det foreliggende, endelige prosjekt for Bygningsingeniøravdelingens nybygg ved NTH.

Grunnlaget for vurderingen er kart og tegninger fra rådgiv.ing. Reinertsen, landskapsark. Aasens plan for terrengbehandling samt tidligere utførte grunnundersøkelser i området.

Resultatene av tidligere grunnundersøkelser foreligger i følgende rapporter:

Norges Geotekniske Institutt:	O.208, datert 16.2.1955
_____":	O.208-2 " 25.4.1955
Rådgiv.ing. O. Kummeneje:	O.669 " 8.5.1968
_____":	O.669-2 " 21.4.1969
_____":	O.669-4 " 15.7.1971
_____":	O.669-5 " 5.10.1971

Under arbeidets gang har vi konferert med sivilingeniørene Fjærvik, Haarberg og Sakshaug hos rådgiv.ing. Reinertsen.

## 2. GRUNNFORHOLD.

Terrenget på området har gjennomgått betydelige endringer i tiden fra 1955 og frem til idag. I forbindelse med byggingen av Materialteknisk Institutt ble terrenget på denne tomta senket et par meter, mens det av stabilitetshensyn ble lagt opp motfylling ved foten av skråningen. Siden har det gradvis foregått en oppfylling i området, før grovplanering og anleggelse av adkomstveg i forbindelse med det foreliggende prosjekt ble gjennomført i 1970.

Det vises til bilagene 1-3 hvor situasjonsplanen er vist i forhold til terrengkotene idag, i 1969 før grovplaneringen og i 1955 før motfyllingen ved skråningsfot ble lagt ut.

Grunnen består etter dette for en stor del av fyllmasse i de øvre lag. Fyllmassen består hovedsakelig av leire og tørrskorpeleire og synes å ha relativt god fasthet, idet det på de opptatte prøver ikke er målt udrenert skjærfasthet under  $4 \text{ t/m}^2$ . Det kan imidlertid ikke utelukkes at det lokalt finnes bløtere partier i fyllmassen.

Den originale grunn under eller utenfor fyllmassen viser i de øvre lag uregelmessig oppbygning med spredte humusforekomster. Disse synes også å være sekundære avsetninger, sannsynligvis materialer fra tidligere skred i området. Disse avsetninger er for det meste faste og, bortsett fra humusforekomstene, lite kompressible.

De dypere avsetninger består av et sandlag som ved foten av skråningen ligger i dybde ca 5-10 meter under tidligere terreng (1955), og videre leire som er sensitiv og til dels kvikk.

Fjellet ligger i fall mot syd-øst og er påvist på ca kote + 15 ved foten av skråningen ved del 1.

Ang. terreng og grunnforhold henvises til bilag 1-6 og de tidligere rapporter.

### 3. STABILITET.

#### a. Skråningsstabiliteten.

Stabiliteten av skråningen fra Materialteknisk Institutt ned mot det prosjekterte nybygg er tidligere behandlet, sist i vår rapport O.669-5.

Stabiliteten ble, for en beliggenhet praktisk talt den samme som for det foreliggende prosjekt, funnet å være tilfredsstillende. Da prosjektet siden den gang stabilitetsmessig er blitt heller gunstigere, idet bygget er hevet 70 cm, anses stabiliteten av skråningen å være tilfredsstillende.

### b. Utgravning.

Gravedybden blir størst ved nordre begrensning av del 1, mot kjemiblokkene, hvor dybden til u.k. fundament blir opptil 8 meter iflg. terrengkotene i bilag 1.

Det vil på denne siden være en fordel om en grovplanering for det prosjekterte terreng blir utført før utgravningen for selve bygget igangsettes.

På østsiden, mot Materialteknisk Institutt, er skråningen grovplanert iflg. planene. Den gjenstående oppfylling oppe i denne skråningen vil gjøre terrenget steilere ned mot nybygget og bør utstå til grunnmurene og tilfyllingen til disse er ferdig.

Når det gjelder graveskråninger kan tilrådelig helning avhenge noe av årstid, nedbør og lokale grunnforhold. For mindre gravedybder opptil 2,5-3 meter bør det kunne regnes med helning 1:1, mens høyere graveskråninger som skal stå i noen tid, ikke bør gjøres steilere enn 1:1,5. Den permanente skråning under øvre gårdsplass må ikke gjøres steilere enn 1:2.

Vi vil gjerne bistå under utarbeidelsen av en grave/fyllingsplan, evt motta denne til gjennomsyn og kontroll.

### c. Støttemurer, øvre gårdsplass.

For å unngå den stor oppfyllingshøyde inntil byggenes øvre side med de jordtrykks- og setningsproblemer dette ville medføre, er det besluttet å utføre den nærmestliggende del av øvre gårdsplass som selvbærende dekke. Dekket er tenkt lagt opp på konsoller på byggets yttervegg og på en støttemur ca 5 meter fra bygget.

Det er gjennomført en stabilitetsberegning for et typisk snitt gjennom støttemuren som vist i bilag 7. Det er som vist benyttet 2 glideflater som begge starter bak støttemuren og skjærer ut i skråningen like ovenfor bygget.

Med den viste planering er beregnet nødvendig  $S_u$  for likevekt henholdsvis 2 og 2,4 t/m<sup>2</sup> for grunn og dyp glideflate. C $\phi$  - analyse for de samme glideflater gir nødvendig friksjonsvinkel for likevekt på 33 og 26 ° uten beregningsmessig kohesjon. Med antatt kohesjon på 1 t/m<sup>2</sup> senkes nødvendig friksjonsvinkel til 26 og 15°.

De prøvene som er tatt opp av fyllmassen har alle udrenert skjærfasthet større enn 4 t/m<sup>2</sup>. Da det dessuten for store deler av øvre yttervegg ikke er utgravd til laveste kjellernivå, kan profilet ved støttemuren lett gjøres gunstigere ved tilfylling opp til sokkelgolv-nivå.

Vi mener derfor at den viste løsning med støttemur og frittspent dekke over til bygget er stabilitetsmessig forsvarlig.

Med hensyn til evt. deformasjoner av støttemuren vil det være en fordel å fylle opp bak denne før dekket legges på, for å unngå horisontalpåkjenninger på bygget.

#### 4. FUNDAMENTERING.

##### a. De prosjekterte bygg.

Det er utarbeidet fundamentplan for byggene med anvendt såletrykk 15 t/m<sup>2</sup>. Vi mener at dette såletrykket skulle være både bæreevnemessig og setningsmessig forsvarlig, forutsatt inspeksjon og evt. enkle kontrollboringer i ferdig utgravd byggegrop.

For en stor del av byggene er det prosjektert kjeller under sokkeletasjen med golv på kote + 34,2, dvs. omtrent i nivå med det lavestliggende terreng på området.

For de 2 gårdsplassene i del 1 og avgransede deler av del 2 (skyggelagt i bilag 1-3) er det imidlertid ikke prosjektert kjeller, og dekke/golv er her prosjektert lagt på oppfylling til kote + 37,4, dvs. opptil 3,5 meters oppfylling. En slik oppfylling vil representere en tilleggsbelastning på grunnen av størrelse 6-7 t/m<sup>2</sup>.

Det kan her nevnes at tidligere setningsmålinger i forbindelse med oppfylling for adkomstvegen lenger øst, for en fylling av tilsvarende størrelse, gav målte setninger av terreng på 15-16 cm.

Selv om grunnen her synes fastere enn på dette oppfyllingsstedet, måtte det ved bygging umiddelbart etter oppfylling regnes med uakseptable setninger, muligens opptil 10-12 cm og med fare for differansesetninger.

M.h.t. setninger ville det derfor være å foretrekke at også disse deler av byggene ble utført med selvbærende dekker slik at denne store oppfylling kunne unngås. Derved ville det også oppnås et tilleggsvolum som i fremtiden evt. kan brukes til lagerplass e.l.

Hvis prosjektet ønskes gjennomført med gulv/dekke lagt på oppfylt grunn, må oppfyllingen utføres på forhånd og setningsutviklingen kontrolleres v.h. a. målinger på nedfylte setningsplater. På den måten unngås at bygging igangsettes før dette setningsmessig er forsvarlig.

Med henvisning til de tidligere setningsmålinger kan det antydes at storparten av setningene skulle være unnagjort i løpet av 3-4 måneder etter oppfylling.

#### b. Støttemur, øvre gårds plass.

Støttemurfundamentet er dimensjonert av rådgiv.ing. Reinertsen som et eksentrisk belastet fundament, som i tillegg til vertikalbelastningen fra dekke, egenvekt og jordvekt også må ta opp det horisontale jordtrykk bak støttemuren.

Med antatt jordtrykkskoeffisient  $K = 0,5$  gir de utførte beregninger en fundamentbredde på 2,30 meter med et såletrykk på  $13,4 \text{ t/m}^2$ . I original, fast grunn skulle dette såletrykk ikke være bæreevnemessig betydelig. I fyllmassen skulle dette såletrykket også kunne aksepteres hvis de målte fastheter på de opptatte, spredte prøver er representative. Med tanke på mulige bløtere partier i fyllmassen må byggegrunnen også her kontroll-

eres før bygging, og fundamentbredden om nødvendig økes.

## 5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Terrenget i området er preget av de oppfyllings- og planeringsarbeider som har pågått siden 1955, (se bilag 1-3).

Fyllmasselaget som dekker Gløshaugens sydskråning består for det meste av leire og tørrskorpeleire med relativt god fasthet.

Den underliggende grunn består av fast, uregelmessig leire i de øvre lag, til dels med humuslag, videre et sandlag og i dybden stort sett fast, men sensitiv leire.

Stabiliteten av skråningen i nord og nord-øst er funnet å være tilfredsstillende ved det forelagte prosjekt.

Før utgravning bør terrenget nedplaneres noe på nordsiden av del 1, ellers kan det regnes med graveskråninger 1:1 til 1:1,5 noe avhengig av dybden.

Lokalstabiliteten ved støttemur for øvre gårdsplass skulle være tilfredsstillende.

Den forelagte fundamentplan for bygget skulle være bæreenemessig og setningsmessig akseptabel.

Den planlagte oppfylling for nedre gårdsplass og avgrensede felter av del 2 vil, med henvisning til tidligere setningsmålinger, kunne gi betenkelig store setninger og differansesetninger.

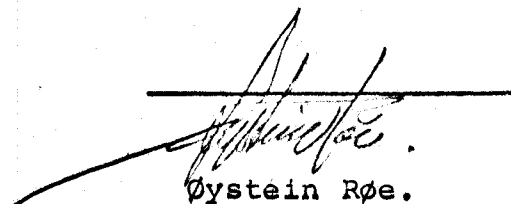
I likhet med øvre gårdsplass vil dette setningsproblemet kunne unngås ved selvbærende dekke også over disse felter.

Oppfyllingsalternativet skulle imidlertid være forsvarlig hvis oppfyllingen gjennomføres en tid i forveien for bygging med setningskontroll av nedfylte plater.

Støttemuren ved øvre gårds plass skulle kunne fundamenteres som planlagt, men ved evt. bløtere partier i fyllmassen kan det vise seg nødvendig med større fundamentbredde.

Vi står gjerne fortsatt til tjeneste ved oppsetting av grave- og oppfyllingsplan samt med kontrollarbeide under arbeidets gang.

OTTAR KUMMENEJE.



Øystein Røe.