



Nybygg Bygningsingeniør-
avdelingen NTH, Trondheim.

Orienterende grunnundersøkelse,
stabilitets- og fundamentering-
vurdering.

O.669.

8. mai 1968.

- Bilag 1 : Situasjonsskart M 1:500 m/borpunkter.
" 2-4: Profil A-E m/borerresultater.
" 5-10: Borprofiler.
" 11: Setningskurver fra ødometerforsøk.
" 12+13: Profil I og II m/ stabilitetsberegninger.

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

1. INNLEDNING.

Etter anmodning fra Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat i brev av 9.2. 1968, har undertegnede utført orienterende grunnundersøkelse for Bygningsingeniøravdelingens utbyggningsområde syd for Materialteknisk institutt og Kjemiblokkene.

Grunnundersøkelsen er utført etter retningslinjer trukket opp i konferanse hos administrasjonssjefen, NTH og presentert i vårt brev av 26.1. 1968. Det undersøkte område er, som det fremgår av situasjonsplan i bilag 1, i vest begrenset av Gløshaugveien, i syd av jernbanelinjen Stavne - Leangen og i øst av Brannteknisk laboratorium og Lerkendalsveien.

Nybyggene er prosjektert i 2 etasjer, og en er forelagt 3 forskjellige plasseringer, først i følge arkitektens utredning datert oktober 1967, deretter en sterkt inntrukket plassering, som en av stabilitetsgrunner fant å måtte fraråde, og til sist en noe uttrukket plassering som er stabilitetsmessig vurdert i bilag 12 og 13. Under den stabilitetsmessige vurdering av byggenes plassering, samt terreng-behandlingen, har en ved div. konferanser stått i kontakt med ark. N. H. Eggen, Trondheim og landsk.ark. Aasen, Oslo.

2. UTFØRTE BORINGER.

Markarbeidet er utført i tiden 17. februar - 25. mars 1968 under ledelse av boreformann F. Johnsen.

Det er i det viste rutenett i bilag 1, d.v.s. i 31 borpunkter, utført dreiesonderinger med normaldreiebor til dybde 7-18 meter under terreng.

Videre er det fra 6 borhull tatt opp uforstyrrede prøver med 54 mm sylinderprøvetaker til 7-13 meters dybde, d.v.s. i alt 50 uforstyrrede prøver, samt 6 representative prøver fra topplagene. Grunnvannstanden er målt inn i samtlige 6 borhull.

For å måle porevanntrykket i dybden er det i 2 borpunkter ved foten av skråningen i nord satt ned poretrykkmålere til 2 forskjellige dybder, nemlig 3 og 6 meter i pkt. A-2, til 5 og 8 meters dybde i borpunkt B-7.

Borpunktene er satt ut i terrenget og nivellert ved ing. Daabach; som utgangspunkt for nivellement er benyttet polygonpunkt 3070 ved Gløshaugveien, med oppgitt høyde $k + 36,14$.

Borpunktene plaserings er vist på situasjonsplanen i bilag 1, og borerresultatene er satt opp som funksjon av dybden under terreng i terrengprofilene A-E i bilag 2-4.

Boringenes utførelse er nærmere beskrevet i tillegg 1 bak i rapporten.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

De opptatte prøver er forseglet og brakt til vårt laboratorium til undersøkelse. Her er prøvene etter åpningen først klassifisert og beskrevet, og deretter underkastet rutinemessige forsøk for bestemmelse av vanninnhold og romvekt.

Udrenert skjærfasthet er så bestemt i uforstyrret tilstand ved konusforsøk, enkle trykkforsøk og for faste prøver med penetrometer i omrørt tilstand ved konusforsøk. Forholdet mellom uforstyrret og omrørt skjærfasthet, benevnt sensitiviteten, er utregnet på grunnlag av konusforsøkene.

Av spesielle forsøk er det, med henblikk på senere setningsvurderinger, på 2 prøver utført kompressibilitetsforsøk i ødometer, samt på en del prøver bestemt leiras konsistensgrenser, kalt flyte- og utrullingsgrense, som definerer det plastiske område.

Resultatene av de rutinemessige forsøk er fremstillet i borprofiler i bilag 5-10, mens setningskurvene fra ødometerforsøkene er gitt i bilag 11.

Forsøksmetodene er nærmere beskrevet i tillegg 2 bakerst i rapporten.

4. GRUNNFORHOLD.

Terrenget på utbygningsområdet ligger for størstedelen på ca. kote + 35 med svakt fall vestover mot Gløshaugveien. Mot nord stiger terrenget relativt steilt opp til Gløshaug-plataet på ca. kote + 53.

Dreiesonderingene viser stort sett liten eller middels dreiemotstand i de øvre 5-8 meter og for det meste en markert større motstand videre i dybden.

Prøvetakingene viser at under et øvre lag tørrskorpeleire av mektighet 4-6 meter som er påvist ved samtlige prøvetakinger, er grunnen videre i dybden relativt uensartet og varierende over området. I hull A-3 i nord-vestre hjørne av området samt hull E-1 på forhøyningen i syd-vest er det påvist sand under det øvre tørrskorpelag. Ved resten av prøvetakingene består grunnen i dybden stort sett av leire av noe varierende fasthet, til dels med sandlag og humusforekomster. I den nederste prøven i hull B-7 like over antatt fjell er det påvist bløt, og sannsynligvis noe omrørt kvikkleire.

Udrenert skjærfasthet er for tørrskorpeleiren for det meste målt større enn 10 t/m^2 og i den underliggende leire med sterk variasjon i området $3-10 \text{ t/m}^2$.

Grunnvannstanden er i borhullene observert i relativt liten dybde, 0,2-1,4 meter under terreng. Poretrykkmålingene i hull A-2 og B-7 indikerer med hydrostatisk trykkøkning i dybden en grunnvannstand henholdsvis 1,5 og 2 meter under terreng. Den høyere målte vannstand i borhullene kan skyldes stort tilsig av overflatevann som følge av mildvær og sterk snøsmelting.

Fjell antas å være påtruffet i 4 borpunkter i nord-øst i dybde under terreng 8-18 meter. Fjelloverflaten synes å falle mot sydvest og er ikke påvist ved boringene lenger nede på området.

Hva angår mer detaljerte opplysninger om grunnforholdene, henvises til profiler og borprofiler i bilag 5-11.

5. STABILITET.

Stabiliteten av sydskråningen fra Gløshaugen ned mot utbygningssområdet er beregningsmessig undersøkt langs 2 tidligere undersøkte profiler i forbindelse med oppføringen av Materialteknisk Institutt. Beregningene er hovedsakelig basert på de tidligere utførte boringer fra 1955, idet en som vist i bilag 12 og 13 har tatt med i beregningene den endring av terrenget som har funnet sted siden den gang, samt de fremtidige inngrep med utgravning ved skråningsfot for det prosjekterte nybygg og planlagt terrengbehandling i skråningen ovenfor.

Stabiliteten er uttrykt ved beregnede sikkerhetsfaktorer for inntegnede, valgte glideflater, sikkerhetsfaktor er forholdet mellom målt skjærfasthet og beregnede maksimale skjærspenninger langs glideflatene. Beregningsresultatene er satt opp tabellarisk i profil 12 og 13.

Profil II anses å være representativt for skråningen fra Materialteknisk Institutt ned mot nord-østre hjørne av utbygningssområdet. Tidligere beregninger viser at sikkerheten for opprinnelig terreng var 1,16, som etter nedplanering av plataået til ca. kote + 53, og med last fra Materialteknisk Institutt steg til ca. 1,30, som ble funnet å være en tilfredsstillende sikkerhet.

For nåværende terreng, med betydelig utfylling i skråningen, er beregnet sikkerhet steget til vel 1,50, mens utgravning for nybygg og delvis fjerning av de påfylte masser i skråningen igjen vil senke beregnet sikkerhet til ca. 1,30. Denne sikkerhet er i underkant av det som vanligvis forlanges, men da det her må antas å være en viss romvirkning til stede og leiren p.g.a. de overfylte masser sannsynligvis er blitt litt fastere siden boringene ble utført, finner en likevel å kunne godta denne sikkerhet.

Profil III er lagt sydvestover fra hjørnet av Materialteknisk Institutt gjennom en prosjektert utfylling i skråningen som vist på landskapsarkitektens tegning datert 24. 4. 1968, ned til prosjektert bygg.

Den opprinnelige skråning, med plataået på vel kote +55, hadde dårlig beregningsmessig stabilitet med beregnet sikkerhet 0,95.

Senere er platået senket til kote + 53, Materialteknisk Institutt ført opp og betydelige utfyllinger foretatt i skråningen. Beregnet sikkerhet for nåværende situasjon er således steget til ca. 1,40.

Den prosjekterte terrengbehandling og utgravning for nybygget ved skråningsfot vil bety en stabilitetsforverring til beregnet sikkerhet ca. 1,20. Denne sikkerhet er så lav at den vanskelig kan godtas, og en har derfor funnet det nødvendig å foreslå en redusert utfylling på nåværende terreng, som vist i bilag 13. Med den foreslåtte terrengbehandling er beregnet sikkerhet 1,30, som i tråd med de tidligere stabilitetsberegninger kan godtas som en minimumsverdi.

Den prosjekterte, jevnt hellende skråning sydover fra Kjemi-blokkene ned til prosjektert bygg kan, etter inntegning på tidligere opptatte profiler, sies ikke å være stabilitetsmessig betenkelig.

6. FUNDAMENTERINGSFORHOLD.

Med gulv i underetasje på ca. kote +36 og planering omkring på henholdsvis kote +40 og +36, antas fundamenteringsnivå å komme på ca. kote + 35 for innvendige fundamenter og ytre fundamenter mot nord, mens ytre fundamenter mot den lavere planering av hensyn til frostfri fundamentering må føres noe dypere, her antatt kote + 34.

For størstedelen av området vil en få fundamentene ned i fast tørrskorpeleire eller relativt fast leire. Med forbehold om lokale variasjoner mellom de her utførte, spredte prøvetakinger, mener en at det ikke skulle være bæreevnemessig betenkelig å sålefundamentere nybygg av antydnet størrelse med såletrykk i området 15-20 t/m².

Kompressibilitetsforsøkene på de 2 prøvene fra hull C-2 viser at leiren her er relativt lite kompressibel og synes å være noe overkonsolidert, d.v.s. at den tidligere har stått under høyere trykk enn det nåværende. Tilleggsbelastningen på grunnen fra de prosjekterte, 2 etasjes bygninger skulle etter under- tegnedes vurdering ikke føre til setninger av skadelig størrelse for byggene.

I tillegg til bygningslastene vil imidlertid den prosjekterte høydebeliggenhet medføre en viss oppfylling på terreng, opp til ca. 3 meter i vest for gulv-nivå kote + 36, og opptil 4-5 meter for fotgjengerplatå på kote + 40 på nordsiden av byggene. Overslagsmessige setningsberegninger viser at en ved maksimal oppfylling i nord og vest må vente å få terrengsetning av størrelse kanskje opptil 10-12 cm, avtakende med oppfyllingshøyden østover på området. Førres byggene opp omtrent samtidig med oppfyllingen, må de beregnede setninger også antas å bli byggenes setning over relativt lang tid.

Da en ikke er forelagt detaljerte planer for nybyggene og ikke kjenner deres setningsømfintlighet, kan en vanskelig vurdere om de beregnede setninger er tolererbare. En senkning av de prosjekterte bygg vil føre til mindre oppfylling og derved mindre setninger på byggene. Imidlertid vil dette tiltak føre til en stabilitetsforverring med dypere innskjæring i skråningen mot nord, og kan bare anbefales hvis stabiliteten forbedres tilsvarende på annen måte, f.eks. ved uttrekning fra skråningen.

En vil imidlertid peke på fordelene ved å legge ut de nødvendige fyllinger på terreng på forhånd, slik en del av setningene kan gjøres unna før byggene blir ført opp. Det må også nevnes at hvis det anvendes leirige masser til oppfylling og gulvet i underetasjen ønskes lagt på denne fylling, bør denne legges ut relativt lang tid i forveien, helst flere år, for å unngå store setninger og derved skader på gulv. Ved evt. forhåndsoppfylling, bør det settes ned setningsplater på terreng, slik at setningsforløpet som følge av oppfyllingen kan registreres.

Det er her også en mulighet å lage bærende dekke i underetasjen over oppfylt terreng, eller utføre oppfyllingen med rene grusmaterialer og god komprimering.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Grunnen på området er under et øvre lag fast tørrskorpeleire på 4-6 meters tykkelse noe uensartet både med hensyn til jordart og fasthet. Således er det både i nordvestre og sydvestre hjørne påvist sand under tørrskorpeleiren, mens det i senknin-gen mellom og ved de østenfor-liggende borhull er påvist mid-

dels fast til fast leire i dybden. Det er påvist spredte humusforekomster, og ved foten av skråningen opp til Materialteknisk Institutt i nord-øst er det påvist et relativt tynt kvikkleirelag like over fjell i ca. 10 meters dybde.

Stabiliteten er beregningsmessig undersøkt, og den prosjekterte, endrede beliggenhet vist i brev av 24.4. d.å. skulle være stabilitetsmessig akseptabel, forutsatt at den av landsk.ark. Aasen skisserte utfylling sydvest for Materialteknisk Inst. ~~redusere~~, minst til den av oss foreslåtte størrelse, som vist på profil III i bilag 13.

Fundamenteringsforholdene synes ifølge de spredte prøvetakinger å være relativt gode, og med forbehold om lokale bløtere eller humusholdige partier skulle det ikke være bæreevne-messig betenkelig å sålefundamentere nybyggene i original grunn med såletrykk 15-20 t/m².

De relativt store oppfyllinger i vest og nordvest må ventes å gi visse setninger av terreng og bygg, antydningssvis av størrelse opptil 10-12 cm ved maksimal oppfylling. For å få unnagjort en del av disse setninger før byggene kommer opp, foreslås at den nødvendige oppfylling utføres så tidlig som mulig, f.eks. 1 år i forveien, og helst med setningskontroll på nedfylte setningsplater.

Gulv i underetasjen skulle kunne legges på de oppfylte masser hvis disse består av godt komprimert, ren grus. Brukes derimot tilfeldige, leirige masser til oppfylling, bør disse ha ligget relativt lang tid, før gulvet legges, hvis setningsskader på gulvet skal unngås.

En står fortsatt gjerne til tjeneste ved evt. diskusjon av de fremlagte resultater og vurderinger, og ved den forutsatte, mer detaljerte undersøkelse når byggenes omfang og plassering er endelig bestemt.


Ottar Kummenåge.


Øystein Røe.