

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS



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

RÅDGIVENDE INGENIØRER

ADRESSE: THV. MEYERSGT. 9

TELEFON: SENTRALBORD ~~XXXX~~ 37 28 90

Deres ref.:

Sak nr. og ref.: BjF/KH

Oslo 5, 2. mars 1970.

8 2 0 4

Det Norske Radiumhospital.

Hovedutvidelse II.

Rapport nr. 1:

Grunnundersøkelser. Geoteknisk utredning.

Innholdsfortegnelse:

A.	Innledning	side 3
B.	Utførte undersøkelser	" 3
C.	Grunnforhold	" 3
D.	Bestående bebyggelse	" 5
E.	Fundamentering av nybygg	" 7
F.	Utgraving	" 9
G.	Grunnvannsforhold. Drenasje	" 10
H.	Stabilitet mot bekkedal	" 11
I.	Sluttbemerkning	" 11

Vedlagte tegninger:

8204-1	Borplan	M = 1:500
-2	Tilbygg H-fløy. Borplan	M = 1:100
-3	Profil A-A	M = 1:200
-4	Profil B-B	M = 1:200
-5	Profil C-C og D-D	M = 1:200
-6	Profil E-E	M = 1:200
-7	Profil F-F	M = 1:200
-8	Profil G-G og H-H	M = 1:100

Bilag 1 og 2.

A. INNLEDNING.

Vårt firma er engasjert som rådgivende ingeniører i geoteknikk for den planlagte hovedutvidelse II ved Det Norske Radiumhospital.

Utførende arkitekt er Ark. MNAL Ole Bull.

Rådgivende ingeniører i byggeteknikk er Ing. Lund & Aass.

Den planlagte bebyggelse fremgår av borplanen, tegning nr. 8204-1. Vi har tidligere utført grunnundersøkelser for deler av den bestående bebyggelse, våre rapporter av 12/10.1944, 18/10.1944 og 21/10.1952. Tidligere utførte boringer som ligger inntil de planlagte nybygg, er tegnet inn på borplanen. Grunnundersøkelsene for hovedutvidelse II er utført vinteren 1970.

Den foreliggende rapport inneholder resultatet av grunnundersøkelsene med en utredning av de geotekniske forhold.

B. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

Undersøkelsene fra 1944 og 1952 består av sonderboringer med dreiebor og delvis spylebor. Videre er det tatt opp prøveserier med 40 mm prøvetaker.

For hovedutvidelse II er det utført fjellkontrollboringer med langhullsbor i 18 stk. punkter. Det er tatt 2 stk. dreieboringer nederst i skråningen mot Mærradalsbekken. Det er videre tatt opp 3 stk. prøveserier med 54 mm prøvetaker, hvorav 2 stk. er ført ned til fjell. Det er satt ned 2 stk. piezometre for måling av grunnvannstanden.

For nærmere beskrivelse av undersøkelsesmetoder og forklaring av opptegningsmåten refereres til bilag 1 og 2.

C. GRUNNFORHOLD.

Resultatet av undersøkelsene er vist i profiler på tegning nr. 8204-3 t.o.m. -8. Beliggenhet av boringer og profiler fremgår av borplan, tegning nr. 8204-1. For tilbygg H-fløy refereres til detaljborplan, tegning nr. 8204-2.

Grunnen består generelt av leire med en tørrskorpe på et par meter nærmest terreng. Leiren er siltig, og inneholder sand- og gruslag. Skjærfastheten avtar med dybden fra 4-6 t/m² like under tørrskorpen til ca. 2 t/m² i 8-10 m dybde. Under 10 m ligger skjærfastheten på 1.5 - 2.0 t/m². Fra ca. 8 m dybde er leiren meget sensitiv, og klassifiseres som kvikkleire. Fjellldybden varierer mellom ca. 10 m og 26 m under nybyggene på sydsiden. Det ser ut til å være en kupert fjelloverflate, stort sett med hovedfall sydvestover. Under tilbygg H-fløy faller fjellet meget bratt sydover.

Mørradalen er dannet av en kraftig forkastningssone, og fjellet langs denne sonen er uregelmessig og oppsprukket. Bergarten består av kalk-leirskifer, gjennomsett av permiske intrusivganger (hard syenittporfyr).

Løsmassene i området er generelt meget telefarlige, og klassifiseres til telegruppe T4.

I det følgende er grunnforholdene under de forskjellige deler av hovedutvidelse II nærmere beskrevet.

Syd-østre del (SØ 2 og A).

Boringene viser fjellldybder på 10.9 m - 18.7 m. Langs øst- og nordvegg ligger fjellet dypest, på ca. kote pluss 35. I sydvestre del går det inn en høyere rygg på ca. kote pluss 40. Man må her regne med partier med meget bratt fjelloverflate..

Prøveserie VI viser øverst 2.5 m tørrskorpe, og derunder siltig leire til 8 m hvor det er overgang til kvikkleire, som går ned til antatt fjell på ca. 12 m. Skjærfastheten i leiren avtar rettlinjet fra 6 t/m² til 2 t/m². I kvikkleiren var det ikke mulig å få opp uforstyrrede prøver. Vanninnholdet ligger på 30-38 %, som tilsvarer en middels høy kompressibilitet.

Grunnvannet er målt på kote 49.9, d.v.s. 1.8 m under gulv i bestående SØ-fløy.

Søndre og syd-vestre del (S2, SV, SV2).

Fjellldybden ligger på 13-17 m på østsiden og 18-25.6 m på vestsiden. Fjellkotene varierer fra pluss 31 til pluss 38 under høyblokken S2,

og fra pluss 23 til pluss 34 under lavblokken SV-SV2. Man må også her regne med lokalt bratt fjell (brattere enn 1:1), og en del variasjoner i dybdene i forhold til rettlinjet interpolasjon mellom borpunktene.

Prøveserie VII midt i høyblokken viser øverst 4 m tørrskorpeleire med enkelte sandlag. Under tørrskorpen er det siltig leire med sandlag til 8 m. Derunder er det kvikleire videre til 18 m dybde, hvor det er overgang til sand. Det er antagelig et sand-gruslag på 1-2 m over fjellet. Skjærfastheten i den siltige leiren ligger på $3-4 \text{ t/m}^2$ og i kvikkleiren på ca. 2.0 t/m^2 .

Prøveserie VIII ute mot Mærradalen viser fylling og tørrskorpe til 3 m dybde, og derunder lagdelt leire og kvikleire med silt og sand, delvis med noe organisk materiale. Skjærfastheten er på ca. 3 t/m^2 ned til 9 m dybde, videre nedover under 2 t/m^2 .

Vanninnholdet i serie VII og VIII ligger lavere enn i serie VI, og stort sett på 25-30 %. Dette tilsvarer en moderat kompressibilitet.

Grunnvannet er målt på kote 45.5 ved SV2, mens vannstanden i Mærradalsbekken lå på kote 44.7 i profil A-A og 43.3 i profil B-B.

Tilbygg H-fløy.

Fjellet ligger her på kote 43-48 i nordre og østre del, men faller meget bratt av i sydvestre hjørne ned til ca. kote 35.

Det er ikke tatt noen prøveserie, men grunnen antas å bestå av ca. 3 m fylling over leire med sand- og gruslag. En prøveserie utført i 1944 under fløy V ca. 12 m syd for det nye tilbygget viser fylling og tørrskorpe ned til ca. kote 50, derunder 2.5 m grus og sand, ca. 2 m sandig leire og kvikleire under kote 45. Skjærfastheten i kvikkleiren ble målt til ca. 2.0 t/m^2 .

D. BESTÅENDE BEBYGGELSE.

Av den bestående bebyggelse er høyblokken (S og C) samt nord- og vestfløy (N og V) fundamentert på rammede stålpeler til fjell. Det er benyttet peler av profilstål, dimensjon DIP 20 - DIP 26 ved høyblokken og DIP 16 - DIP 20 ved lavblokkene.

Ved høyblokken er det installert katodisk beskyttelsesanlegg, som er planlagt av Norges geotekniske institutt. Fra hospitalet opplyses at anlegget har vært i drift kontinuerlig. Anlegget vil bli noe berørt av utvidelsen, idet 2 av elektrodene ligger under de nye fløyene S2 og SV. Beskyttelsesanlegget vil nå bli kontrollert og vurdert av Norges geotekniske institutt.

Pelene under nord- og vestfløy er ikke beskyttet, og det er heller ikke forberedt installasjon av beskyttelsesanlegg. I forbindelse med den planlagte ombygging og påbygging av vestfløy har vi foreslått nærmere undersøkelse av korrosivitet og vagabonderende strømmer i grunnen, samt frigraving av øvre delen på et par peler for besiktning. På dette grunnlag vurderes om det er behov for beskyttelse av pelene. I denne forbindelse bemerkes at påbyggingen vil føre til ubetydelig lastøkning på pelene, og stålspenningene vil ligge under ca. 800 kg/cm^2 .

Østre del av bestående bebyggelse (fløyene SØ, Ø og NØ) er fundamentert direkte på grunnen på såler, dimensjonert for tillatt belastning på 15 t/m^2 . Det har her oppstått setninger i grunnen, og bygningene har fått en del sprekker. Det foreligger ingen nivellementer som viser setningenes utvikling med tiden, eller setningsdifferenser mellom de forskjellige fløyer.

Av fugen mot fløy C og N fremgår imidlertid at setningene har vært av størrelsen 5-10 cm. Det er tendens til skjevsetning sydover, spesielt i blokk Ø. Vi har foretatt nivellement av gulv i 1. etasje ved blokk SØ (poliklinikk) for om mulig å påvise eventuell skjevsetning av denne fløyen. Nivellementene langs korridoren viser høydedifferenser på $\pm 1 \text{ cm}$, men ikke noe entydig fall sydover.

Setningene kan delvis tilskrives bygningenes vekt, men en betydelig del skyldes sannsynligvis grunnvannssenkning. Kjelleren i bestående høyblokk ligger på kote 48 (fyrhus) og det er antagelig drenert til ca. kote 47, noe som kan ha medført et par meter grunnvannssenkning under nærmeste del av østfløyene.

Vi regner med at setningene nå har opphørt. Hvis grunnvannet senkes ytterligere, vil det imidlertid bli ytterligere setninger i grunnen.

E. FUNDAMENTERING AV NYBYGG.

Den planlagte bebyggelse må fundamenteres til fjell. I det følgende har vi gitt en nærmere vurdering av fundamenteringen for de enkelte fløyer. ✓

SØ2 og A.

Fløyene SØ2 og A er i 1 etasje pluss underetasje. SØ2 får nederste gulv i høyde med bestående SØ-fløy, d.v.s. ca. kote 51.75, mens gulvet i auditoriet er prosjektert på kote 49.20. Belastningene kommer ned langs ytterveggene og i innvendige søylepunkter samt enkelte innvendige bærevegger.

Fundamenteringen foreslås utført på rammede betongpeler til fjell. På grunn av bratt fjell bør det benyttes en spesielt robust pelstype med en konisk utformet fjellspiss.

Gulv i underetasje kan legges direkte på grunnen i østre delen. I et parti nærmest auditoriet kan det bli aktuelt med frittstående gulv for å unngå setningsskader. Hvorvidt dette er absolutt nødvendig vil imidlertid avhenge av hvilken bygningsdel som oppføres først, og hvilke spesifikasjoner og krav som settes til utgraving, tilbakefylling og drenasje for auditoriet.

For auditoriet vil vi foreslå tett bunnplate for å motvirke utdrenering og tilleggssetning under bestående fløy SØ, kfr. avsnitt F og G.

S2, SV og SV2.

Høyblokken S2 er på 12 etasjer inkl. kjeller og underkjeller, SV i 5 etasjer mens SV2 kun får en kjelleretasje. Belastningene kommer ned i yttervegger og innvendige søylepunkter. Søylelastene er oppgitt til maksimalt ca. 700 tonn for høyblokken.

Belastningene er her såvidt store at man bør vurdere bruk av borede pilarer, type Benoto eller GH. Metoden består i prinsippet av at et stålrør føres til fjell, og massen i røret fjernes med grabb. Deretter meisles det ut fjellfot og røret støpes ut med betong, eventuelt med armering. Ved de foreliggende grunnforhold må røret føres helt til fjell før tømning, og utstøping foretas med vannfylt rør. De aktuelle søylelasten tilsier pilardimensjon på noe under 1.0 m diameter.

Alternativt kan høyblokken fundamenteres på rammede betongpeler. Det vil da bli et stort peleanfall, som vil gi en betydelig massefortrengning i grunnen ved rammingen. Dette kan ha uheldig innflytelse på bestående peler og stabilitet mot bekkedal.

Mulighetene for kontrollert utførelse er bedre ved borede pilarer, og denne metode er teknisk sett å foretrekke. Videre gir metoden mindre støy ved utførelsen, og skulle være til mindre sjenanse for sykehusets drift. Vi vil anbefale denne metode, selv om omkostningene muligens vil ligge noe høyere. Borede pilarer kan kombineres med rammede peler for de minst belastede konstruksjoner i sydvestre delen.

Gulv i underetasje kan utføres som vanlig drenert kultgulv. I nordøstre del av høyblokken bør det imidlertid benyttes vanntett bunnplate av hensyn til grunnvannsforholdene, kfr. avsnitt G.

Tilbygg H-fløy.

Bestående H-fløy på nordsiden er fundamentert på sjaktede pilarer til fjell. Tilbygget skal legges opp på 2 eksisterende pilarer i nordre del, men får forøvrig nye fundamenter. Regnet fra gulvkote 51.25 er fjelldybden 4-8 m i nordøstre og midtre del av tilbygget, men faller bratt av til ca. 15 m i sydøstre hjørne.

For tilbygget vil sjaktede pilarer bli kostbart på grunn av vanskelige graveforhold (leire med sand- og gruslag, betydelig grunnvannstilsig). På grunn av nærliggende peler ved fløy N og V er det ikke tilrådelig å foreta sprengninger for pilarfot. Pilarfot på skrått fjell kan eventuelt utføres ved boring og kiling med hydraulisk utstyr.

Vi vil imidlertid foreslå at tilbygget fundamenteres på peler. Det kan benyttes rammede betongpeler, fortrinnsvis forsterkede peler med en kraftig fjellspiss. I sydvestre hjørne er det stor risiko for skrens, og pelene bør settes an noe skrått inn mot fjellet. Dette forutsetter at det kan tas opp en horisontalkraft i bygget.

Større sikkerhet ved fundamentering på skrått fjell kan oppnås ved borede peler, f.eks. av type Lindø. Lindøpelene utføres ved at et stålrør Ø 11 cm føres til fjell, og det bores og meisles ut en fjellfot. I røret settes ned et akselstål Ø 90 mm, som eventuelt omstøpes før stålrøret trekkes opp. Pelen tillates normalt belastet til ca. 65 tonn.

Borede peler blir dyrere enn rammede peler. Riggen er imidlertid lettere og krever mindre plass. Da det her neppe blir mere enn anslagsvis 100 lm peler, vil vi på grunn av de eksepsjonelle fjellforholdene anbefale bruk av Lindøpeler eller en tilsvarende peletype. Pelepunktene bør plasseres slik at man om mulig unngår det bratteste partiet.

F. UTGRAVING.

Graveplanum for auditoriet kommer på ca. kote 48.70, d.v.s. ca. 3 m under gulv i SØ og ca. 2.5 m under sålefundamentene. Gavlvegg på auditoriet kommer ca. 2 m inn på bestående bygg.

Av hensyn til risiko for deformasjoner i bygningen finner vi at hjørnet på fløy SØ midlertidig må henges opp på peler til fjell. Det foreslås benyttet stålpeler som rammes på yttersiden og påsveises konsoller inn i veggen. Konsollene kappes etter at underetasje i auditoriet er støpt. Det blir minst 4 stk. peler. Mellom pelene rammes spunt for å sikre jordmasser under gulv i SØ og nærmeste innvendige søylefundament. Gravingen for auditoriet utføres i 2 seksjoner, og spuntten avstives mot støpt bunnplate i første seksjon. Det må utarbeides graveplan med nærmere beskrivelse av utførelsen.

Underkjeller i syd- og sydvestfløy kommer på kote 47.00, og byggegruben skal graves ut til ca. kote 46.50, d.v.s. ca. 5.5 m under terrenget på østsiden. Sikkerheten ved åpen utgraving er ikke tilfredsstillende uten en avlastning av terrenget ut mot Noreveien. Vi regner foreløpig med avlastning til ca. kote 50 i en bredde på 10-15 m. Dette innebærer at avlastningsplatået kommer ut mot de planlagte spillvanns- og overvannsledningene på vestsiden av Noreveien.

Utgravingen for sydfløy kommer ned i en middels fast leire under grunnvannsstanden. Grunnen vil ikke ha tilstrekkelig bæreevne for tungt maskinelt utstyr (pele- og pilarrigg) uten bruk av bærelag og kjørelemmer. Vi vil foreslå at fundamenteringsarbeidene utføres fra et midlertidig graveplanum på ca. kote 48.

Åpne graveskråninger bør generelt trimmes til en helning på ca. 1:1. Ved graving inntil de bestående bygg vil man delvis komme under de gamle grunnmurene. For å sikre jordmasser og kultgulv må man her

regne med spunting, normalt en enkel trespunt. Spunting og graving må utføres med forsiktighet slik at bestående fundamenter ikke skades. Arbeidene må planlegges i detalj under den videre prosjektering, og nødvendige graveplaner utarbeides.

Nye vann- og avløpsledninger kommer i 2-3 m dybde under terreng. Grøftene kan graves åpent med skråninger, eventuelt benyttes brattere avstemplede grøftesider. I hjørnet Noreveien - Ullernchausséen er planlagt en rensetank på ca. 9 x 24 m, som kommer ca. 6.5 m under terreng. Tanken ligger inntil bestående funksjonærbolig, og skal bygges før boligen rives. Vi har ingen borer ved tanken. Ved samme grunnforhold som i prøveserie VII-VIII vil utgravingen bli meget vanskelig, og det vil kreves en avstivet stålspunt, muligens med utvendig avlastning og seksjonsvis graving. Gravedybden bør etter vår mening reduseres. Det må utføres en undersøkelse av grunnen før gravings utførelse kan planlegges i detalj.

G. GRUNNVANNSFORHOLD. DRENASJE.

Av grunnvannsmålingene referert i avsnitt C fremgår at grunnvannet i borprofil B-B er målt på kote pluss 49.9 ved fløy SØ2 og kote pluss 45.5 ved SV2, mens vannstanden i bekken lå på ca. kote pluss 43.3. Dette tilsvarer et fall i grunnvannsspeilet på ca. 1:10 vestover mot bekkedalen. Grunnvannstanden vil antagelig variere noe opp og ned med årstid og nedbørsforhold.

De nye fløyene A og S2 kommer dypere enn tilstøtende fløyer, og det er risiko for ytterligere grunnvannssenkning. Det foreslås utført spesielle tiltak for å motvirke utdrenering under den tidligere sålefundamenterte bebyggelse. Dette kan utføres ved tett bunnplate i auditorium og nordre del av den nye sydfløyen. Videre bør fundamentgrøfter på disse partier gjenfylles med tett leire som komprimeres godt. Sperrevegger eller andre tiltak for å hindre vanntransport kan også bli aktuelle. Disse spørsmål må behandles nærmere under detaljprosjekteringen.

Det vil likevel foreligge risiko for noe senkning av grunnvannstanden. Dette forhold bør holdes under kontroll, og vi vil foreslå at det settes ned en del grunnvannsrør (piezometre) for regelmessige målinger av grunnvannstand.

Videre foreslås snarest installert en del setningsbolter i fløyen NØ, Ø og SØ for kontrollnivellelementer under byggetid for hovedutvidelse II og eventuelt senere.

H. STABILITET MOT BEKKEDAL.

Terrenget på vestsiden av sydvestfløy er oppfylt til ca. kote 48, d.v.s. ca. 3.5 m over bunn av bekkedal i borprofil A-A og ca. 4.5 m i profil B-B. Sikkerheten mot utglidning av fyllingen er etter vår mening ikke betryggende, spesielt på grunn av bestående 15" hovedvannledning langs bekken.


Av stabilitetsmessige hensyn er det ønskelig å kulvertere bekken og foreta noe oppfylling av dalen. Vann- og kloakkvesenet i Oslo kommune opplyser imidlertid at det ikke foreligger planer om kulvertering.

Hvis bekken skal beholdes åpen, bør terrenget senkes noe, forslagsvis til kote 47.0 på partiet vest for SV2. Man bør regne med å foreta denne senkning før byggearbeidene for hovedutvidelse II påbegynnes. Partiet ut mot bekken må ikke belastes med tunge kraner, byggematerialer, gravemasser etc. uten ytterligere sikring.

I. SLUTTBEMERKNING.

De geotekniske spørsmål forutsettes behandlet nærmere under den videre prosjektering. Det kan i denne forbindelse bli påkrevet med ytterligere borer. Når alle forhold er avklaret, må det utarbeides anbudsrapporter med endelige spesifikasjoner for utførelsen av grunnarbeidene.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S
Jan Friis


Bj. Finborud
(ansvarlig medarbeider)