

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS



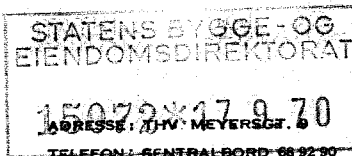
RÅDGIVENDE INGENIØRER

JAN FRIIS, MNIF, MRIF

ODD S. HOLM, MNIF, MRIF

GUNNAR DAGESTAD, MNIF, MRIF

ALF G. ØVERLAND, MNIF, MRIF



Deres ref.:

Sak nr. og ref.: 6839/JH/R

Oslo 5, 11.november 1969

Haukeland Sykehus, Bergen.

Ingeniørgeologisk forprosjekt - undersøkelsesprogram.

Tegning nr. 6839-0,-151,-152,-153,-154.

A. INNLEDNING

I forbindelse med planleggingen av det nye Haukeland Sykehus, Bergen, har vi fått i oppdrag å gi en ingeniørgeologisk utredning vedrørende de geologiske og fjelltekniske forhold vedrørende prosjektet. Se plassering på vedlagte tegning nr. 6839-0.

En fullstendig ingeniørgeologisk undersøkelse deles vanligvis i tre faser:

- Fase I. Forundersøkelse (Kartlegging av problemer)
- " II. Detaljundersøkelse
- " III. Kontroll og spesifikasjoner.

I første omgang har vi begrenset vårt arbeide til fase I, som har bestått i:

1. Beskrivelse av tomteområdet.
2. Geologisk oversikt.
3. Vurdering av fjellskjæringens stabilitet.
4. Vurdering av sikringsmetoder.
5. Vurdering av sprengningsarbeider og rystelser.
6. Vurdering av borbarhet, borslitasje og sprengbarhet.
7. Vurdering for anvendelse av sprengmasser.

B. BESKRIVELSE AV TOMTEOMRÅDET

Den vesentligste del av tomteområdet for det nye Haukeland Sykehus ligger øst for Haukelandsveien hvor terrenget stiger jevnt opp mot en steil fjellskrent i sørøst. Dette område er ikke bebygget.

På vestsiden av Haukelandsveien hvor enkelte bygninger av det nåværende Haukeland Sykehus ligger, er terrenget utflatet og småkupert. Bygningene på dette område skal senere rives.

Haukelandsveien vil bli lagt i en lukket skjæring under sykehusområdet.

C. GEOLOGI.

1. Løsmasser

Den marine grense i dette område går til kote 57.0 m.o.h., dvs. omtrent til samme nivå som Haukelandsveien. Dette nivå representerer en gammel strandlinje som markerer seg i landskapet.

Over den marine grense består løsmassene av et sparsomt dekke av morenemasser og forvittringsmasser. Det antas at dybdene vil variere fra 0-2 m. Disse løsmasser vil sannsynligvis bestå av usortert materiale som varierer fra silt til sand og grus, løst pakket og rikt på organisk materiale.

Strandsedimentene vil sannsynligvis bestå av terrasser og rygger parallelt strandlinjen med bremmer rundt og mellom de oppstikkende fjellknauser under den marine grense. Materialet vil være godt sortert og variere fra sand til grus og stein. Sannsynligvis er det lite organisk materiale bortsett fra overflatelagene. Det er sannsynlig å finne fordypninger og kløfter som er uthulet av den tidligere brenning og som nå vil være fylt med løsmasser.

Løsmassedybden kan derfor variere meget i områdene ved og under den marine grense.

Det anbefales å sette opp et borprogram for å undersøke løsmassenes karakter og dybdene til fjell.

2. Fjellet.

Fjellet kan observeres i dagen på flere steder innenfor tomteområdet, særlig i de høyereliggende partier øst for Haukelandsveien. Etter de observasjoner som er foretatt er bergarten noenlunde den samme over hele tomteområdet og består av en meget hard kvartsittisk skifer med enkelte bånd

av amfibolitt og lokale ganger av pegmatitt.

Det er foretatt sprekkeobservasjoner en rekke steder innen tomteområdet hvor strøkkretningen, fallet og avstanden mellom sprekkenes er målt. Strøkkretningen er målt i nye grader, mens fallet er angitt i gamle grader. Sprekkeavstanden er et gjennomsnitt av flere observasjoner. De forskjellige sprekkeobservasjoner er plottet inn på vedlagte tegning nr. 6839-151.

1. Skifrihet:	Strøk N-38-V, fall 62°NØ, sprekkeavst. 5-10 cm.
Sekundærsprekker:	" N-25-Ø " 70°NV, " 30-50 "
2. Skifrihet:	" N-38-V " 60°SV " 5-10 "
	" N-25-Ø " 70°NV " 20-30 "
"	" N-40-V " 60°SV " 50-70 "
3. Skifrihet:	" N-35-V " 50°NØ " 10-15 "
Sekundærsprekker:	" N-30-Ø " 75°NV " 25-30 "
"	" N-40-V " 50°SV " 50-60 "
4. Skifrihet:	" N-40-V " 58°NØ " 10-20 "

Knusningssoner eller leirslepper kunne ikke observeres under befaringen, men tilstedeværelsen bør ikke utelukkes da store områder er dekket med løsmasser.

Observasjonene viser at fjellforholdene er forbausende jevne over hele området og kan sammenfattes i de tre hovedsprekkeretninger:

- I: Skifrihet: N-38-V, fall 60°NØ, sprekkeavstand 5-20 cm.
 II: Sekundærsprekker: N-25-30-Ø, fall 70-75°NV, sprekkeavstand 20-30 cm.
 III: " N-40-V fall 60°SV " 50-70 "

Det anbefales å få tegnet et geologisk kart over området som viser bergartsfordelingen, løsmassefordelingen og de forskjellige sprekkesystemer.

D. FJELLSKJÆRINGENS STABILITET

De faktorer som i dette tilfelle har innvirkning på fjellskjæringens stabilitet er i første rekke sprekkenes retning i forhold til den ønskede fjellskråning.

Generelt kan sies at i de tilfeller hvor sprekkene faller inn i fjellet, har man ingen vanskeligheter med stabiliteten. Heller ikke i de tilfeller hvor sprekkene faller ut av fjellet under en vinkel større enn ca. 45° med fjellskjæringens lengderetning. Er derimot sprekkenes vinkel mindre enn ca. 45° med skjæringens lengderetning, vil dette kunne skape stabilitetsproblemer hvor sprekkenes fallvinkel samtidig er mindre enn fjellskjæringens helning. Sprekkene vil si så fall bli underskåret ved fjellsprenghningen og kan danne løse flak som ikke har understøttelse og vil medføre meget sikringsarbeider.

For østveggen i byggetomten vil ovenfornevnte sprekkeretninger II og III gjøre seg gjeldende hvor sprekkene vil falle ut av fjell under vinkler på henholdsvis $50-75^{\circ}$ og 60° . Ved å velge en fjellskråning på 70° eller mindre, vil en kunne unngå underskjæring av dette sprekkesystem som har minst sprekeavstand.

Den andre sprekkeretning (III) som har 60° fall, er det vanskelig å unngå på grunn av de store overmasser som i så fall må sprenges ut. Friksjonsvinkelen for en løs steinblokk er vanskelig å anslå eksakt uten spesielle forsøk, men må forutsettes å ligge på ca. 45° . Belastningene vil derfor bli beskjedne og en må kunne anta at det vil lønne seg å sikre fjellskjæringen med bolter og evt. sprøytebetong fremfor å benytte så slak skråning som 60° .

Vi vil derfor anbefale at det benyttes en fjellskråning på 70° for østskjæringen av byggetomten.

Nord- og sørveggen av byggetomten vil sannsynligvis ikke by på noen spesielle problemer da sprekkene enten faller inn i fjellet eller strøketretningene danner vinkler som er større enn 45° med skjæringens lengderetning. Vi anbefaler likevel å velge 70° fjellskråning for disse partier.

De øvrige fjellskjæringer under prosjektet er foreløpig for lite definert til at vi har kunnet ta standpunkt til utformingen, og vi forutsetter at dette blir tatt opp senere.

E. SIKRINGSARBEIDER

For å unngå vanskelighetene ved en ustabil fjellskjæring er det flere metoder som kan benyttes, blant annet:

1. Redusering av fjellskråningens helning

Som nevnt foran anbefaler vi en helningsvinkel på maks. 70°.

2. Presplitting - sømboring.

Under sprengningsarbeidene bør det unngås å få revet opp fjellet unødig, da dette vil medføre økte sikringsarbider i fjellskråningene. Dette kan reduseres ved benyttelse av f.eks. presplitting eller sømboring med reduserte ladninger i kranshullene. Nærmere beskrivelse for disse arbeider må gjøres i forbindelse med utarbeidelse av sprengningsplanen.

3. Fjellbolter

På utsatte steder og i områder med uregelmessig fjell må en regne med fjellbolting for å unngå ras. Når sprengningsplanene er nærmere utformet bør det utarbeides en egen bolteplan med angivelse av bolte-typer, lengder og arbeidsutførelse.

4. Sprøytebetong - utstøpninger.

Ved uregelmessigheter i fjellet må en på lokale partier regne med å benytte sprøytebetong evt. utstøpninger til sikringsarbeidene. For å sikre en forsvarlig utførelse, bør det på forhånd utarbeides spesifikasjoner for disse arbeider med krav til tykkelser, materialer, utstyr, arbeidsmåte og måleregler.

5. Avtrapping av fjellskråninger

Ved fjellskjæringer som er høyere enn ca. 10-12 m kan en med fordel foreta en avtrapping av disse ved utarbeidelse av endelige sprengningsplaner. Avtrappingene vil være istand til å fange opp nedfallende steinblokker, spesielt hvor det anordnes en fangmur ytterst på hver avtrapping. Ved spesielt høye fjellskjæringer vil en slik fremgangsmåte lette tilriggingsarbeidene for fjellsikringen, fjellrensk og inspeksjon. Imidlertid må det bemerkes at sprengningsmassene vil bli noe større ved en slik utførelse.

Det anbefales å foreta en vurdering av hvilke sikringsmetoder som skal benyttes, den sannsynlige fordeling av disse og en beskrivelse av arbeidene. Dette må gjøres i nært samarbeide med bygningsteknisk konsulent.

F. FJELLSPRENGNING- RYSTELSER

Da det ikke er fri sprengning i området, dvs. at sprengningene ikke kan foretas uhindret på grunn av de eksisterende sykehusbygninger, veier, trafikk, kraftledninger etc., er det meget viktig å få utarbeidet en sprengningsplan som tar hensyn til disse forhold. Rystelsene fra sprengningsarbeidene vil kunne forårsake skader på eksisterende bygninger og installasjoner samtidig som de vil virke kraftig forstyrrende på pasienter og personale.

Bl.a. må det bringes på det rene hvilke sprengningsmetoder som skal benyttes med angivelse av sprengstofftyper, hullavstander, forsetning, maksimalt tillatte ladninger, tennerfordeling og dekningsmåter.

Parallelt med sprengningsarbeidene må det foretas rystelsesmålinger på nærliggende konstruksjoner for å kontrollere arbeidets utførelse samt for å kunne justere sprengningsplanene etterhvert slik at skader unngås.

Det anbefales å få utarbeidet en sprengningsplan for de forskjellige faser sprengningsarbeider samtidig som det tas hensyn til å oppnå minst mulige skadelige rystelser.

G. BORBARHET, BORSLITASJE, OG SPRENGBARHET

Uten å ha gjort nærmere forsøk i marken eller laboratoriet kan vi antyde følgende retningslinjer:

Da bergarten har et meget høyt kvartsinnhold med skifrig struktur er det ventet at fjellet vil være vanskelig å bore og at en vil få høy borslitasje. Sprengbarheten vil sannsynligvis være middels.

På bakgrunn av de store fjellmasser som her skal sprenges ut, er det av betydning å få fastslått med forsøk i marken og med laboratorieforsøk de virkelige verdier for borbarhet, borslitasje og sprengbarhet som kan ventes.

Vi anbefaler at disse forsøk blir utført og at resultatene blir tilstillet entreprenørene på forhånd for at sprengningsprisene skal bli mest mulig realistiske.

H. ANVENDELSE AV SPRENGMASSER.

Etter foreløpige oppgaver er det angitt at sprengningsmassene vil bli ca. 400.000 m³ fast fjell. Disse sprengningsmasser representerer en betydelig verdi for anvendelse til f.eks. veibyggingsformål og en bør ta sikte på å få utnyttet dette økonomisk.

Vi har utført laboratorieundersøkelser av 4 bergartsprøver fra tomteområdet med hensyn på sprøhet og slisighet. Fremgangsmåten er vist på bilag 4. Analyseresultatene er fremstilt på vedlagte tegning nr. 6839-151 og -152, lab.nr. 132 - 134, 145 og 146. Lab.nr. 132 og 146 er en kvartsittisk skifer med tynne bånd av amfibolitt, fraksjon 11-16 mm. Resultatene viser en stor spredning i flisighet og sprøhet, noe som kan tyde på at fasthetsegenskapene for fjellet er varierende innen tomteområdet. Gjennomsnittet for prøvene viser flisighet på 1.37 og sprøhet 43.

Lab.nr. 134 er en kvartsittisk skifer, fraksjon 8-16 mm. Resultatet viser en forholdsvis høy flisighet 1.52 og sprøhet 43.

Lab.nr. 145 er en amfibolitt, mørk og finkornig med spor av svovelkis, fraksjon 11-16 mm. Resultatene viser en gjennomsnittlig flisighet på 1.46 og en høy sprøhet på 53. Se vedlagte tegning nr. 6839-153.

På vedlagte klassifiseringsdiagram tegning nr. 6839-154 er gjennomsnittsverdien for flisighet og sprøhet plottet inn for hver prøvegruppe.

Kvartsittisk skifer fraksjon 11-16 mm faller i kl. 2 og kan anvendes til slitematerialer i veidekker for middels trafikkerte veier, f.eks. til asfalt- og betongdekker.

Kvartsittiske skifer fraksjon 8-11 mm faller i klasse 5 på grunn av sin store flisighet. Sprøheten derimot er av samme størrelsesorden som de øvrige kvartsittiske prøver. Massene kan anvendes som bærelagsmasser, men det er grunn til å anta at en gunstig knuseprosess vil kunne redusere flisigheten så en oppnår mer kubiske korn.

Amfibolittisk skifer fraksjon 11-16 mm faller i kl. 4 på grunn av høy flisighet og sprøhet. Steinmateriale kan muligens benyttes til asfalt-grusbetong, men sannsynligvis ikke til betongdekker på grunn av sitt innhold av svovelkis.

Amfibolittmengden i tomteområdet utgjør imidlertid kun en mindre del av de totale masser.

Da de foreløpige undersøkelser av steinmaterialene synes å kunne antyde en anvendelse til veiformål, vil vi anbefale at det foretas en mer omfattende prøvetaking over hele tomteområdet med en parallellprøving ved Veglaboratoriet for offisiell godkjennelse. Samtidig vil vi anbefale at det foretas knuseforsøk for å kunne gi anvisning for den gunstigste knusemetode som vil gi lavest flisighet.

I. KONKLUSJON

Våre undersøkelser har tatt sikte på å kartlegge problemene i forbindelse med ovennevnte prosjekt, og vi vil foreslå følgende undersøkelsesprogram for det videre arbeide:

1. Utføre et borprogram for å undersøke løsmassenes karakter og dybdene til fjell.
2. Tegne et geologisk kart over området som viser bergartsfordelingen, løsmassefordeling og de forskjellige sprekkesystemer.
3. Foreta en vurdering av hvilke sikringsmetoder som skal benyttes, den sannsynlige fordeling av disse og en beskrivelse av arbeidene. Dette gjøres i samarbeide med bygningsteknisk konsulent.
4. Utarbeide en sprengningsplan for de forskjellige faser av sprengningsarbeidene.
5. Utføre forsøk i marken og på laboratoriet vedrørende bergartenes borbarehet, borslitasje og sprengbarhet.
6. Utføre omfattende laboratorieundersøkelser av bergartenes sprøhet, flisighet og petrografiske egenskaper med henblikk på offentlig godkjennelse som veibyggingmateriale.
7. Angi gunstigste knusemetode som vil gi lavest flisighet.

Vi vil kunne utføre ovennevnte undersøkelser og diskuterer gjerne et opplegg for det videre arbeide.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

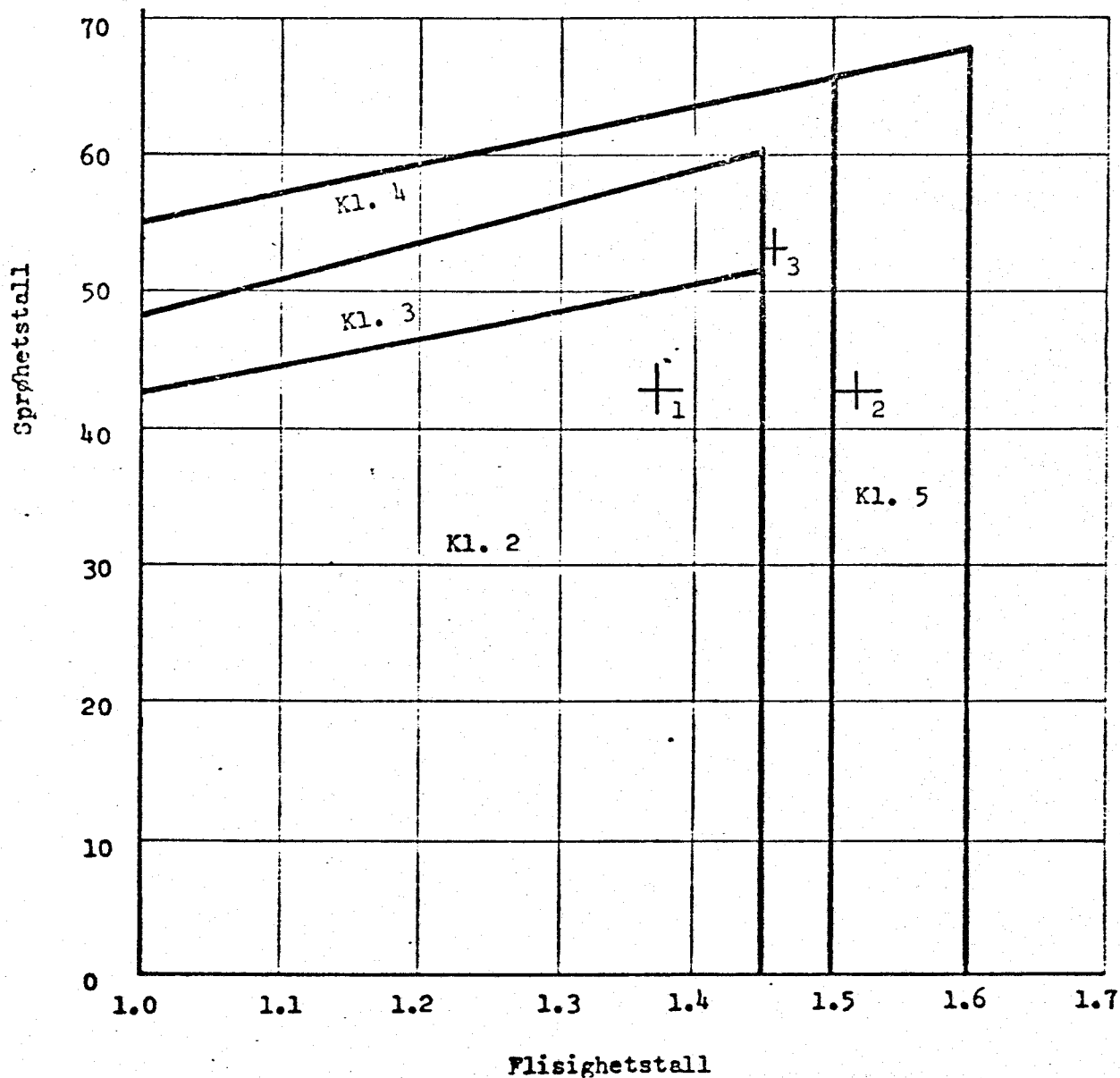
Jan Friis

Jan Hatle

J. Hatle.

(ansvarlig medarbeider)

Ang.: Klassifisering av steinmaterialer til asfaltdekker og bærelag.



- 1) Kvartsittisk skifer, fraksjon 11-16. Gj.snitt av 4 prøver
- 2) " " " 8-11, En prøve
- 3) Amfibolitt, " 11-16. Gj.snitt av 2 prøver.

FLISIGETS- of SPRINGSTALL

6839-153

FLIGHTS- of SPRINGHILL, ALA 30-1745

6839-152

