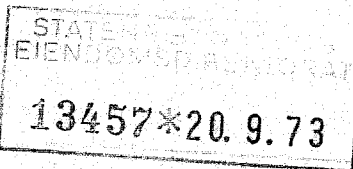


NOTEBY

NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S



RÅDGIVENDE INGENIØRER - MNIF, MRIF
GEOTEKNIKK, INGENIØRGEOLOGI, GEOFYSIKK
BETONGTEKNOLOGI, MATERIALKONTROLL



6 0 4 0

BÆRUM SYKEHUSOMRÅDE

SPRENGNINGSRYSTELSER FRA FRANZEFOSSE BRUK A/S

3. april 1967

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS



JAN FRIIS, MNIF, MRIF

ODD S. HOLM, MNIF, MRIF

GUNNAR DAGESTAD, MNIF, MRIF

ALF G. ØVERLAND, MNIF

RÅDGIVENDE INGENIØRER

ADRESSE: Thv. Meyersgt. 9

TELEFON: 68 92 90

Deres ref.:

Sak nr. og ref.: TFB/KH

Oslo 2, 3. april 1967.

Bærum Sykehusområde.

Sprengningsrystelser fra Franzefoss Bruk A/S.

Tegning nr. 6040-1.

Bilag 1 - diagram.

A. INNLEDNING.

Rådgivende ingeniør, C.R. Carlson, Oslo, har av Norges By- og Herredsforbund fått i oppdrag å utrede spørsmålet om utnyttelsen av Bærum Sykehusområde som grenser inntil Bærum Sykehus. Dette område ligger i terrenget delvis over den gruvevirksomhet for utvinning av kalksten som drives av Franzefoss Bruk A/S.

Ett av problemene i forbindelse med utnyttelsen av området er hvilken innflytelse sprengningsrystelser fra gruvevirksomheten kan ha på en eventuell sykehusbebyggelse.

Vi er av sivilingeniør C.R. Carlson anmodet om å utrede spørsmålet om sprengningsrystelser, og i det følgende er dette behandlet.

B. GENERELT OM RYSTELSER.

Ved sprengninger i fjell vil den vesentligste del av sprengstoffets energi gå med til å knuse og bryte løs fjellet. Den resterende energi vil dels forårsake luftstøt og dels medgå til å sette det omkringliggende fjell i forbigående svingninger.

Problemer i forbindelse med slike svingninger eller rystelser er meget

kompliserte, og selve teorien er ikke helt avklaret.

Svingningene vil opptre som forskjellige typer bølger hvorav den vertikale overflatebølge vanligvis antas å være mest merkbar i bygningskonstruksjoner og for mennesker.

Ved bedømmelse av sprengningsrystelser er det vanlig å vurdere enkeltvis eller i kombinasjoner svingningens amplitude, frekvens, svingehastighet og aksellerasjon avhengig av hvilke vurderinger som er ønsket. Disse verdier kan alle registreres med forskjellige typer instrumenter.

På grunn av bergartens inhomogenitet vil selv en rekke registreringer på samme grunnlag vise innbyrdes avvik. Registrering kan derfor bare gi veiledende størrelsesorden av rystelsene og av samme grunn er det heller ikke mulig å fastsette nøyaktige grenser for ubehagelige eller skadelige rystelser.

I bilag 1 viser diagrammene empiriske data av amplitude-frekvens for sprengningsrystelsers virkning på bygninger og mennesker.

Vanlig frekvensområde i fjell er 40-90 perioder/sekund. Av bilag 1 går det frem at selv i det laveste frekvensområde, 40 per/s, vil rystelser med amplitude 3-4 μ ($\mu = \frac{1}{1000}$ mm) virke lett merkbare for mennesker, og ved 20-30 μ virke ubehagelige.

Fare for mindre skader i bygninger inntreffer først ved amplitude = 150 μ og frekvens = 90 per/s. Dette gjelder grunnmur og bærende konstruksjoner. For gjentatte påkjenninger gjennom flere år vil disse verdier måtte reduseres med opptil 40-50 %.

Rystelser og/eller smell fra sprengning vil ofte forårsake klirring i vindusruter og løse gjenstander, og derved forsterke menneskers inntrykk av at rystelsene er kraftige selvom dette ikke behøver å være tilfelle.

For faste innbyggere nær et bergverksområde vil smell, rystelser og klirring tildels bli en vane, mens derimot mennesker som oppholder seg der i kortere tid (ikke permanent) vil reagere.

Den nevnte vibrering av løse gjenstander kan skyldes at lavfrekvente

rystelser (5-20 per/s) i grunnen faller sammen med bygningers egen-svingetall (ofte 5-20 per/s) og at resonansfenomener, spesielt i høye bygninger, oppstår.

C. RYSTELSER FRA FRANZEFLOSS BRUK A/S.

Allerede i august 1956 ble (daværende) Fjellsprengningsutvalget, NTNPF, engasjert av Franzefloss Bruk A/S for å utføre rystelsesmålinger på grunn av klager fra naboer i Ringeriksveien. Målingene viste amplitude 10 μ . Senere er det utført følgende målinger:

Tid	Målested	Avstand m	Amplitude μ	Frekvens per/s	Oppdr.giver
juli 1957	Plathes Minde	190	60	ukjent	Fr.foss Bruk A/S
" "	" "	190	60	"	" " "
mai 1958	" "	165	45	20	" " "
juli 1958	" "	140	20	20	Bærum Ing.vesen

På tegning nr. 6040-1 er disse og følgende målepunkter markert.

I tiden 1958-62 finnes ingen registreringer, men i tiden 1962-65 ble det påny utført sporadiske rystelsesmålinger.

Kontor for fjellsprengningsteknikk, NTNPF (tidligere Fjellsprengningsutvalget) sendte 14/1.1965 rapport til Teknisk Rådmann, Bærum kommune, etter at det på anmodning var foretatt nye målinger i endel bygninger over tunnelanlegget. Målingene ble utført fordi smell og rystelser virket sjenerende på beboerne, særlig nattsøstre samt endel barn og gamle.

Det ble målt ved 3 normale tunnelsprengninger og avstand fra sprengningssted til målepunkter varierte fra 36-125 m. På 125 m var rystelsene små, mens det på ca. 40 m var amplitude = 50 μ i kjeller og samtidig ca. 130 μ i 2. etasje i samme bygning. Dette viser hvordan resonansfenomener kan forårsake en øking av svingningene oppover i selv en relativt lav bygning.

D. SPESIELLE ERFARINGER.

Erfaring fra endel kontrollerte sprengningsarbeider i nærheten av

bygninger med ømfintlige installasjoner, skal kort nevnes for å belyse hva som kan oppstå.

Med kontrollerte sprengningsarbeider menes at det er utført rystelsesmålinger og at arbeidet er lagt opp med henblikk på å unngå bygnings-skader.

Ved Wilhelmsen's Institutt i Oslo ble en ultra-highspeed sentrifuge påført betydelig skade fordi den var i drift mens moderat sprengning ble utført i nærheten. Samme sted ble avslutningen av et langtidsforsøk i laboratoriet ødelagt fordi det dumpe smell og klirringen som fulgte en sprengning virket forstyrrende på vedkommende som foretok pipetrering.

I nærheten av steinbrudd og fjellanlegg vil det ofte kunne observeres at lyspærer har meget kort levetid.

Sprengning i nærheten av driftssentralen for T-banen i Oslo ble utført med stor forsiktighet fordi de elektronisk styrte reléer var meget ømfintlige.

Her ble det på gulv ved yttervegg målt lave rystelser, mens rystelser målt på samme gulv 2 m fra yttervegg var mer enn det dobbelte. Dette viser hvordan egensvingninger og resonansfenomener kan gjøre seg gjeldende på et frittstående gulv.

I forbindelse med de her nevnte og lignende tilfeller har det bestandig vist seg at leverandører av forskjellig slags utstyr ikke har hatt kjennskap til utstyrets egenfrekvenser eller hva det tåler av rystelser. Noen tall er det derfor ikke mulig å fremlegge. Man har målt rystelser i bygninger for å kontrollere at disse ikke skades og så eventuelt redusert de vanlige grenser rent skjønnsmessig av hensyn til ømfintlig utstyr.

Faren for uhell i forbindelse med sprengstoff vil alltid være tilstede, selv under alle tenkelige sikkerhetsmessige forhold. Et uhell med sprengstoff vil kunne føre til at større mengder sprengstoff enn tilsiktet detonerer samtidig. Dette vil kunne forårsake skadelige rystelser og luftstøt over store avstander.

E. PÅGÅENDE OG FREMTIDIG DRIFT VED FRANZEFLOSS BRUK A/S.

1) Følgende opplysninger er innhentet av sivilingeniør C.R. Carlson:

"Franzefoss Bruk A/S driver gruvevirksomhet i et område som strekker seg fra Dønsskitomtens nordvestre del. Virksomheten har delvis preg av dagbrudd i det nordvestre konsesjonsområde nær Sandvikselven, og delvis tunnel og kammerdrift i dybden i området nærmest Dønsskitomten.

På vedlagte kart, tegning nr. 6040-1, er vist de områder som er aktuelle i denne sammenheng. Dagbruddene er skravert og det nåværende konsesjonsområde for undergrunnsdrift er tegnet inn og merket med bokstavene ABCDK. Franzefoss Bruk søker konsesjon på ytterligere arealer, nemlig områdene AGFCBA og KDEL. Området KDEL er av spesiell stor interesse for Franzefoss Bruk A/S, da dette området ifølge statsgeolog Skjesets rapport av 2/11.1962 inneholder kalkstein, som er betingelsen for videre drift.

Området AGFCBA, som strekker seg inn mot sentrum av Dønsskitomten, er ikke av så stor betydning for Franzefoss Bruk A/S, da dette området i vesentlig grad består av skifer beregnet til singelproduksjon med lagerhaller i fjell som biprodukt.

Tunneldriften foregår idag med bunnen i et plan stigende fra ca. kote 25 (ved siloanlegget ved Ringeriksveien) til ca. kote 32 i den lengst fremskutte stollen. Denne stollen ligger omtrent halvveis regnet fra påslaget til nordøstre konsesjongrense (Pkt. D). Franzefoss Bruk A/S regner ikke med at driften vil nå dette punktet av de nærmeste 10 år. Dette er imidlertid usikkert på grunn av en rekke ukjente faktorer så som kalkens gehalt og utbredelse, oppnådd utvidelse av kontraktgrenser, markedsforhold, bergtekniske forhold m.v.

Når driften gjør det ønskelig, regner Franzefoss Bruk A/S med å drive videre i dybden under nåværende tunnelgolv. Minimum fjelloverdekning skal ifølge de nåværende konsesjonsbestemmelsene være 20 m. Fjelloverdekningen synes å være stort sett av størrelsesorden 30-50 m.

Hvis konsesjongrensen ikke tillates flyttet mot sydvest, og hvis man unngår å plasere bygninger i tomtens nordøstre hjørne, vil den nåværende drift ikke bli til hinder for evt. dyptliggende

fundamenter eller for tilfluktsrom".

- 2) Det skal her kort redegjøres for hvilke rystelser som kan ventes. Det vises til tegning nr. 6040-1. Går man ut fra konsesjonsgrensen B-C vil man kunne få en avstand = 150 m fra pkt. C til nærmeste tenkt bebyggelse mellom kraftledningen (hvis denne bibeholdes) og Sykehusveien.

Med de enhetsladninger (20-25 kg sprengstoff pr. tennernr. og totalt ca. 325 kg) som Franzefoss Bruk A/S anvender idag vil dette, ut fra følgende formel

$$A = \frac{K \sqrt{L}}{d}$$

hvor A = amplitude i μ

K = fjellkonstant, her lik 1200

L = enhetsladning pr. tennernr. i kg

d = avstand fra sprengningssted til den aktuelle konstruksjon i m.

kunne føre til rystelser med amplitude = 40 μ og en erfaringsmessig frekvens = 20 per/s. Dette vil ifølge bilag 1 ligge i et område som vil virke ubehagelig for mennesker, men uskadelig for gode bygningskonstruksjoner. Sekundære svingninger i bygninger vil som tidligere vist kunne bli dobbelt så høye eller mer.

Hvis kraftledningen flyttes vil bebyggelsen antagelig rykke nærmere linjen B-C og rystelsene øke. Likeledes vil en utvidelse av konsesjonsgrensen for Franzefoss Bruk A/S til linjen G-F redusere alle avstander så meget at rystelser kan virke skadelig på bygninger.

F. KONKLUSJON.

- 1) En minimumsavstand på 75 m mellom sprengningssted og bygninger må holdes for å unngå skadelige langtidsvirkninger i bærende bygningskonstruksjoner. Med denne avstand vil rystelsesamplituder være ca. 100 μ .
- 2) De sekundære, høye svingninger som kan oppstå andre steder i bygninger må sannsynligvis vurderes selv på større avstander enn 75 m. Disse problemer kan reduseres ved å ta spesielle konstruktive hensyn ved beregningen av bygningene, samt ved å benytte sjokkabsorberende

materialer, opplagringer, fjæropphengninger både for såvel enkelte deler av bygningen som for ømfintlig utstyr. Disse ting anvendes i jordskjelvfarlige strøk i utlandet, men er ukjente i praksis i Norge.

- 3) Det faktum at det i perioden 1957-65 er foretatt en rekke rystelsesmålinger viser at sprengningsrystelser har virket sjenerende på innbyggerne i området.

Ingen av de registrerte rystelser har vært skadelige for bygningskonstruksjoner.

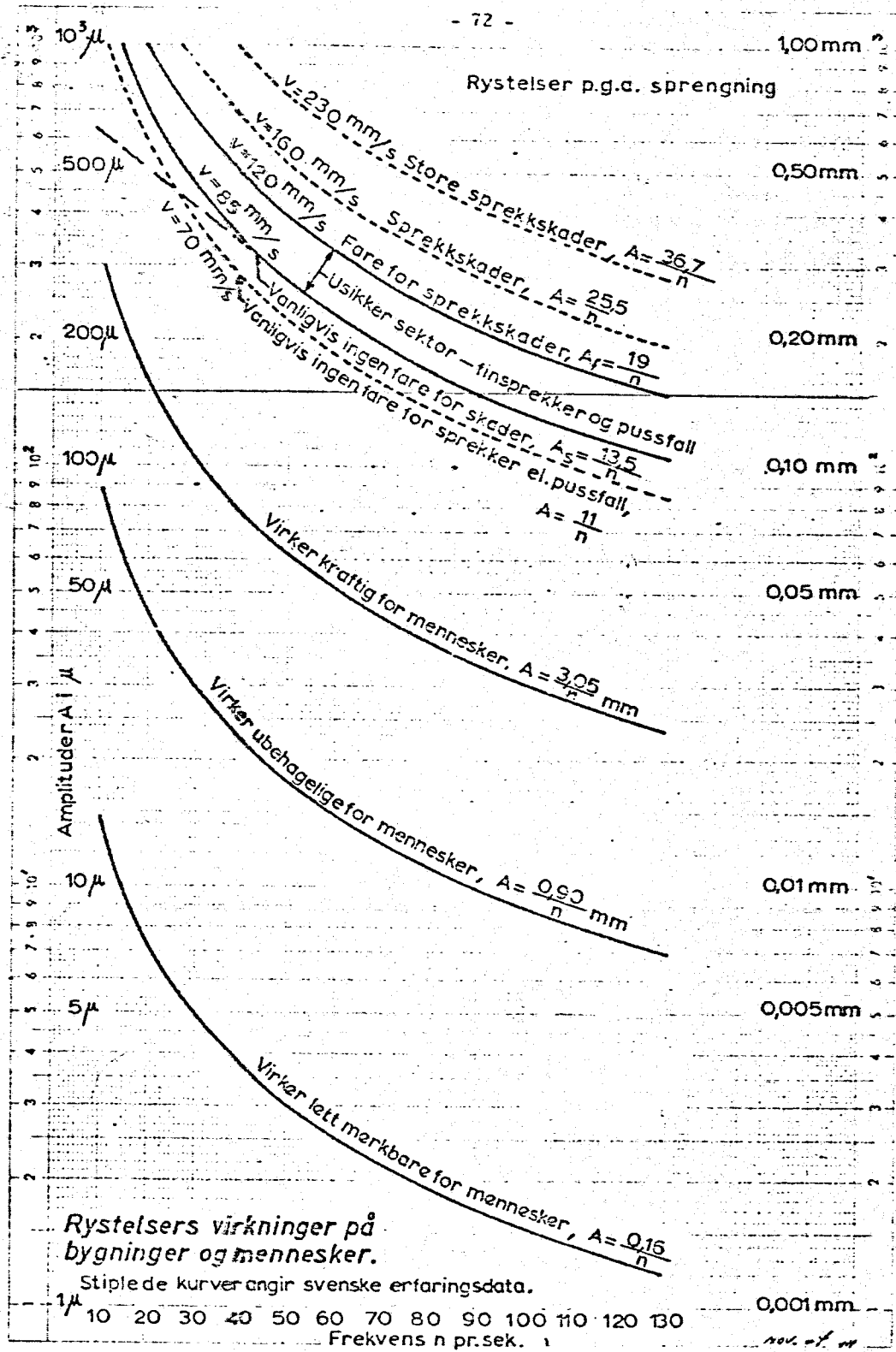
Anslagsvise beregninger av rystelser fra fremtidig sprengninger viser at rystelsene vil kunne ligge i et område som vil variere fra lett merkbare til ubehagelige for mennesker.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

Jan Friis



T.F. Barbo.
(ansvarlig medarbeider)



Bilag 1

Ang.: *Vurdering av rystelser fra Franzefoss Bruk A/s*

