



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R42:1975**

**Lättbetonghus utsatt för  
vibrationer från  
sprängning**

**Ingvar Bogdanoff  
Torbjörn Larsson  
Rolf Nilsson**

**Byggforskningen**

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

# Lättbetonghus utsatt för vibrationer från sprängning

Lättbetonghus utsatt för vibrationer från sprängning.  
Undersökning av skador vid olika vibrationsnivåer

I Bogdanoff, T Larsson & R Nilsson

*Försiktig sprängning är i dag en vanlig sprängteknik inom städer i Sverige.*

*Emellertid hur försiktig en sprängning än må utföras blir människor och byggnader i grannskapet utsatta för störningar genom buller och vibrationer. Undersökningar av inverkan från markvibrationer, orsakade av sprängning, på omgivande bebyggelse har utförts av, bland andra, Langefors-Kihlström (1963) som rapporterats i deras bok "Rock Blasting". Dessa undersökningar har resulterat i rekommenderade tröskelvärden på vibrationer relaterade till varierande typer av byggnader och deras grundläggning.*

*Det är viktigt att kompletterande undersökningar utföres för att åstadkomma ökad pålitlighet för dessa tröskelvärden och då speciellt med tanke på att nytt byggnadsmaterial tillkommit som ej tidigare utsatts för studium i detta avseende.*

## Skadekänslighet hos lättbetonghus

Denna rapport över ett lättbetonghus skadekänslighet orsakade av markvibrationer härrörande från sprängningsarbeten har blivit utförda i Älta sydost om Stockholm.

Bild 1 visar det aktuella huset. Sammanlagt har svängningshastighetens tidsförlopp för vibrationerna från 38 salvor registrerats med hjälp av geofoner och UV-skrivare. Vid 28 tillfällen har också maximalvärdet av svängningshastighetens resultant ( $\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ ) registrerats. Huset har kontinuerligt be-

siktigats för att utvärdera eventuella vibrations-skador.

Av resultaten framgår att riksnivån för skada överskrider 90–110 mm/s för svängningshastighetens vertikala komponent.

Ett stort antal salvor med låga vibrationsnivåer har förekommit utan att skador har uppkommit på huset. Detta visar att någon risk för skador på grund av utmattning ej föreligger vid det antal salvor det här varit fråga om förutsatt att nivån på vibrationerna ligger väl under gränsvärdet för omedelbara skador.

Resultantmätningarna har gett något oklara besked om relationerna i fråga om storleken mellan resultanten och de enskilda vektorerna hos vibrationerna. Några slutsatser går därför ej att göra utan att utföra ytterligare jämförande mätningar.

Resultaten av mätningarna ger dock ett tillskott till tidigare undersökningar. Fler undersökningar rekommenderas och då gärna på olika hustyper och med olika mätmetoder så att en ökad tillförlitlighet för tröskelvärden erhålls.

## Slutsatser:

Bergsprängning av idag är en allmänt accepterad teknik och oavsett hur väl tekniken är avpassad kan det ej undvikas att folk och byggnader i omgivningarna blir utsatta för störningar från sprängningarna i form av oljud och vibrationer. Det är av största vikt att få begrepp om vilka gränsvärden (tröskelvärden) som kan tillåtas utan att störa männi-

# Bygghorsningen Sammanfattningar

R42:1975

Nyckelord:

sprängningsarbete, markvibrationer, lättbetonghus, skadekänslighet, mätningar.

Rapport R42:1975 hänför sig till anslag 740496-9 från Statens råd för byggnadsforskning till Nitro Consult AB, Stockholm.

UDK 622.235

69.059.2

SfB A

ISBN 91-540-2468-4

Sammanfattning av:

Bogdanoff, I. Larsson, T & Nilsson, R. 1975. *Lättbetonghus utsatt för vibrationer från sprängning. Undersökning av skador vid olika vibrationsnivåer.* (Statens råd för byggnadsforskning.) Stockholm. Rapport R42:1975. 52 s., ill. 16 kronor + moms.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

Distribution:

Svensk Byggtjänst  
Box 1403, 111 84 Stockholm  
Telefon 08-24 28 60  
Grupp: Konstruktion

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET



FIG. 1 Försökshuset av lättbetong i Älta utanför Stockholm

skor, skada byggnader eller viktig utrustning.

Det är därför av största vikt att riktiga tröskelvärden bestäms eftersom dessa begränsar sprängningarnas storlek och effektivitet. Detta betyder att för låga

tröskelvärden resulterar i icke önskad kostnadsökning och en onödig ökning av arbetets tidsåtgång. Som exempel kan nämnas att enligt vår erfarenhet kan en halvering av tröskelvärdena fördubbla sprängningskostnaderna.

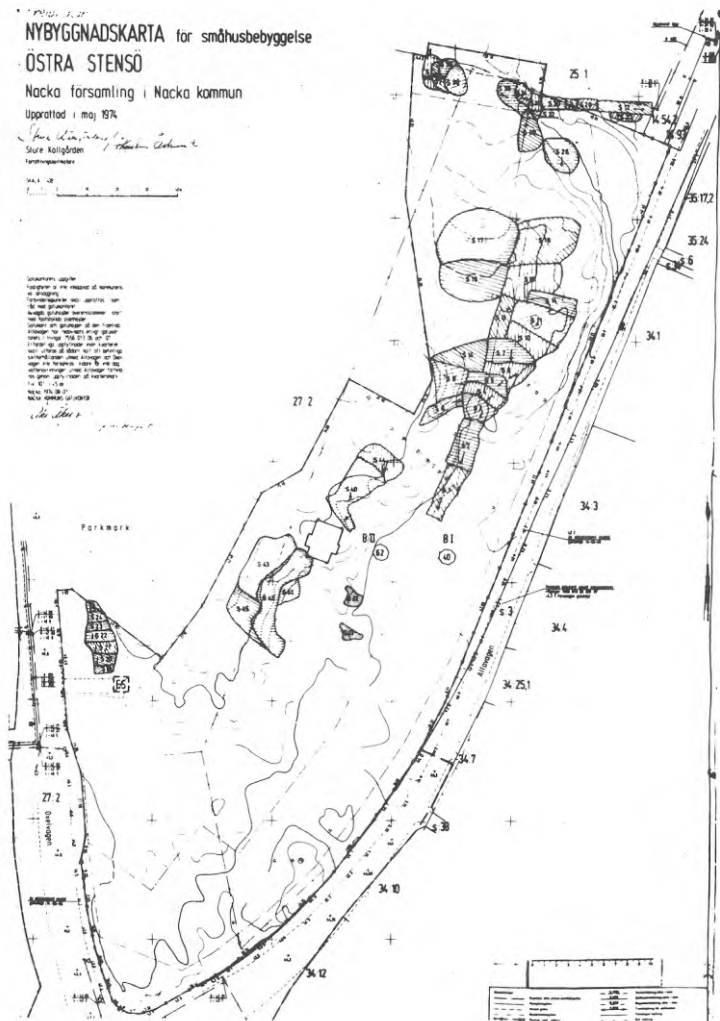


FIG. 2 Försöksplatsen

# Lightweight concrete buildings exposed to vibrations from blasting operations

Lightweight concrete buildings exposed to vibrations from blasting operations.

Investigation of damage caused by different vibration levels

I Bogdanoff, T Larsson & R Nilsson

*Cautious blasting today is a generally used blasting technique in urban areas in Sweden.*

*No matter how careful the blasting is carried out, people and buildings in the surroundings will be subject to disturbances such as noise and vibrations.*

*Investigations on the influence of ground vibrations caused by blasting upon surrounding buildings have been carried out by, among others, Langefors-Kihlström (1963) as reported in their book "Rock Blasting". These investigations have resulted in recommended threshold values on vibrations related to various types of buildings and foundations.*

*It is important that complementary investigations are being carried out in order to arrive at increased reliability of these threshold values, especially in view of additional new building materials which have not previously been subject to evaluations in this respect.*

## Damage susceptibility of a Light Concrete House

The present report on the damage susceptibility of a light concrete house exposed to ground vibrations originating from blasting has been carried out at Älta, outside Stockholm. The actual house is shown in fig. 1.

In total, the time lapse of particle velocity and frequency of vibrations initiated by 38 blasting rounds have been recorded by means of geophones and UV-recorders. At 28 of these rounds also the maximum velocity resultant (three plane) has been recorded. The building has been continuously inspected in respect of possible damage caused by

vibration.

From the results it is evident that the critical vibration level in respect of damages is higher than 90–110 mm/s related to the vertical particle velocity vector.

A great number of blasting rounds with low vibration levels have been accomplished without causing any damage to the house. This reveals that, for the number of rounds involved, there is no risk of damage caused by fatigue, provided the vibration level is kept considerably below the limit value for instant damages.

The measurement of resultant vibration particle velocity has given somewhat indistinct information as to the size relation between the resultant particle velocity and the individual particle velocity vectors. No conclusions could therefore be drawn in this respect without additional comparative measurements being done.

Recordings made on the resultant vibration particle velocity provide complementary information to previous investigations. However, further investigations are being recommended, preferably comprising various types of buildings and measuring methods, in order to arrive at increased reliability for threshold values.

## Conclusions

Rock blasting of today is a generally accepted technique. No matter how well the technique is developed, it can not be avoided that people and buildings in the surroundings will be subject to disturbances from the blasting in the form of noise and vibrations. It is of vital impor-

## Swedish Building Research Summaries

R42:1975

Key words:

blasting operations, ground vibrations, light concrete house, damage susceptibility, measurements

Report R42:1975 refers to Grant 740496-9 from the Swedish Council for Building Research to Nitro Consult AB, Stockholm.

UDC 622.235  
69.059.2  
SfB A  
ISBN 91-540-2468-4

Summary of:  
Bogdanoff, I. Larsson, T & Nilsson, R. 1975. *Lättbetonghus utsatt för vibrationer från sprängning. Undersökning av skador vid olika vibrationsnivåer.*

Lightweight concrete buildings exposed to vibrations from blasting operations. Investigation of damage caused by different vibration levels. (Statens råd för byggnadsforskning.) Stockholm. Report R42:1975. 52 pp. ill. Skr. 16 + moms.

The report is in Swedish with summaries in Swedish and English.

Distribution:

Svensk Byggtjänst.  
Box 1403, S-111 84 Stockholm  
Sweden



FIG. 1 Experimental house of light concrete, Älta outside Stockholm.

tance to get a concept about what upper limits, treshold values, could be applied without causing serious inconvenience to human beings and damages to buildings and delicate equipment.

It is therefore of great concern that correct treshold values are stipulated, since these values will restrict the effi-

ciency of rock excavation. It is evident that too low values will result in unnecessary increase of costs and make the blasting procedure more time consuming. As an example it can be mentioned that, in our experience, cutting the treshold values by half, in certain cases will double the cost of blasting.

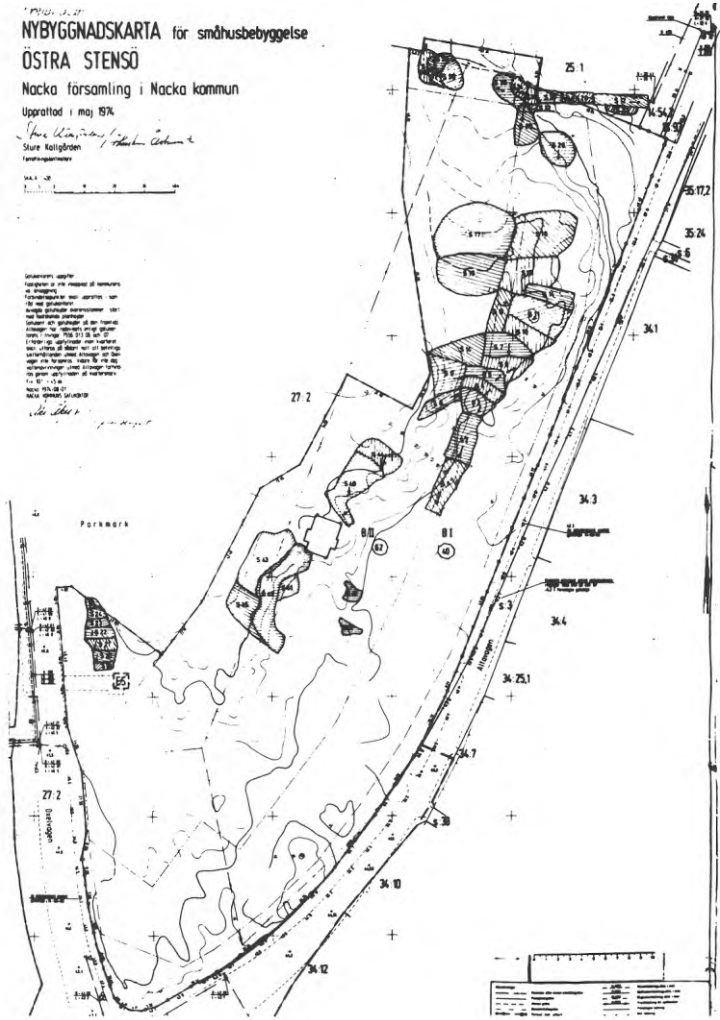


FIG. 2 Experimental site.

R42:1975

LÄTTBETONGHUS UTSATT FÖR VIBRATIONER FRÅN SPRÄNGNING.  
UNDERSÖKNING AV SKADOR VID OLIKA VIBRATIONSNIVÅER

Ingvar Bogdanoff  
Torbjörn Larsson  
Rolf Nilsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 740496-9  
från Statens råd för byggnadsforskning till Nitro Consult AB,  
Stockholm.

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm  
ISBN 91-540-2468-4

LiberTryck Stockholm 1975



## FÖRORD

I föreliggande rapport redovisas en undersökning av skadebenägenheten hos ett lättbetonghus exponerat för markskakningar orsakade av sprängning.

Undersökningen kan ses som ett led i de undersökningar av sambandet mellan markvibrationer och skador på hus som utförts under 50- och 60-talet av Langefors - Kihlström - Westerberg och som resulterade i rekommendation av tröskelvärden på vibrationer för olika typer av bebyggelse i samband med sprängning.

Det är av intresse att med nya mätningar kontinuerligt komplettera det statistiska material som ligger till grund för ovan nämnda tröskelvärden. Detta inte minst med tanke på att nya byggnadsmaterial framkommit under senare år för vilka inget samband mellan vibrationer och skador finns dokumenterat.

På senare tid har skönjts en tendens till sänkning av tröskelvärdena utan annan grund än oberättigade skadeståndskrav vilket medför en fördyring av sprängningsarbetena och en ökad kostnad för hela samhället. Detta är ytterligare en anledning till undersökningar så att ej onödigt låga tröskelvärden blir gällande.

Problemet har alltid varit att hitta lämpliga objekt, hus som kommer att utsättas för så stora markskakningar att skador uppstår. I det kontinuerliga sökandet av dylika objekt har Nitro Consult i Älta utanför Stockholm påträffat ett lättbetonghus som uppfyller våra önskemål.

Genom välvillighet från entreprenörerna WP Väg AB och Södertälje Berg & Anläggning AB har huset kunnat bevaras så länge att en undersökning kunnat genomföras.

Undersökningen har bedrivits med anslag från BFR och i samarbete med Institutionen för Jord och Byggmekanik vid KTH samt Stiftelsen Svensk Detonikforskning. Vidare har representanter från några av de försäkringsbolag Folksam, Skandia och Trygg-Hansa som är engagerade i dessa ärenden deltagit i den styrgrupp som bildats för projektet.

Avslutningsvis ber vi att få framföra vårt tack till alla de som bistått oss vid genomförandet av undersökningen.

## INNEHÅLL

BAKGRUND . . . . .	5
ÄLTA-PROJEKTET . . . . .	12
UNDERSÖKNINGENS GENOMFÖRANDE . . . . .	14
Allmänt . . . . .	14
Besiktning . . . . .	14
Täthetsprovning av skorstenen . . . . .	14
Bergsprängning . . . . .	18
MÄTNINGS- OCH BESIKTNINGSRESULTAT . . . . .	19
Vertikal svängningshastighet i grund- murarna samt besiktningarna . . . . .	26
Svängningshastigheten i skorstenen i relation till röktryckprovningarna . . . . .	28
Salvornas fördelning med avseende på den vertikala komposantens maximala intensitet . . . . .	29
ANALYS . . . . .	30
FELUPPSKATTNING . . . . .	33
Mätsystem . . . . .	33
Besiktning . . . . .	33
FORTSATTA FÖRSÖK . . . . .	35
LITTERATUR . . . . .	36

## BAKGRUND

### Bergsprängning allmänt

De senaste 40 åren har inneburit en revolution inom bergsprängningstekniken. Från att ha varit en teknik förpassad till mer eller mindre obefolkade områden är det idag en teknik som dagligen utnyttjas även inom tätbefolkade områden. Denna revolution går att hänföra till flera faktorer varav kan nämnas utvecklingen av intervallsprängningstekniken, sprängämnenas snabba förbättring samt uppfinningen av hårdmetall som drastiskt förändrade borrhningstekniken.

Principerna för kortintervallsprängning skall här anges, då denna är av avgörande betydelse för effektiv sprängning med ett minimum av störning i omgivningen. Avsikten med intervallsprängning är att i tiden dela upp en salva så att den laddning som detonerar i ett visst ögonblick endast är en bråkdel av hela salvan. Tidsavstånden mellan sprängkapslar av olika intervall varierar från 13 millisek till 500 millisek. Vid normal pallsprängning kan upp till 30 olika intervall med tidsavstånd från 13 - 25 millisek utnyttjas i samma salva.

Med intervallsprängning kan sprängningen styras så att den del av salvan som detonerar i ett visst ögonblick alltid slår mot en fri yta, vilket gör sprängningen effektiv. Vidare nedbringas markskakningarna eftersom dessa är beroende av den i varje intervall sammanlagt detonerande laddningen.

### Bergsprängning i tätort

Den förbättrade sprängtekniken har snabbt fått stor användning inom tätbebyggt område inom vilket idag sprängs ca 10 milj m<sup>3</sup>/år av totalt ca 48 milj m<sup>3</sup>/år i hela Sverige.

En viktig orsak är den ökade utnyttjningsgraden av marken. Man vill även komma åt djupare delar av tomtmarken, varför sprängning måste tillgripas. De typer av sprängningar som är aktuella är plan- och pallsprängning och tunnelsprängning.

I Stockholm har sprängning för tunnelbanan, el - tele och VA tunnlar varit betydande under många år. Även sprängningar för oljelagringsrum och fjärrvärme är mycket aktuella.

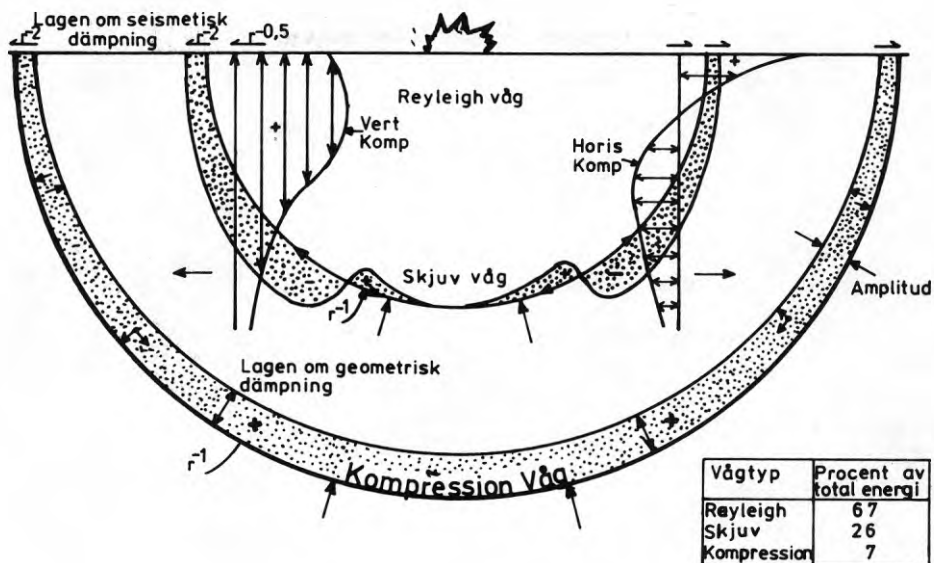
Bergsprängningen är alltså idag allmänt accepterad, men hur väl tekniken än är utvecklad går det ej att undvika att människor och byggnader i omgivningen utsätts för störningar i form av buller och vibrationer. Det är därvid väsentligt att skapa sig en uppfattning om vilka övre nivåer, tröskelvärden, på dessa immisioner människor och byggnader tål utan att ta skada.

Att riktiga tröskelvärden fastställs är mycket viktigt då det är dessa värden som begränsar bergbrytningens effektivitet och det är givet att för låga värden onödigt fördyrar och försenar. Som exempel kan nämnas att en halvering av tröskelvärdena enligt vår erfarenhet i vissa fall kan fördubbla sprängkostnaden per kubikmeter.

#### Markvibrationer vid sprängning

Den energi som frigöres då en laddning detonerar uträttas till största delen nyttigt arbete genom sönderbrytning och förflyttning av berget. En del av energin ger dock upphov till vågrörelser i omgivande mark. (Se figur 1.) Vågrörelsens intensitet beror på den vid sprängningen maximalt samverkande laddningen. Genom användning av intervallsprängkapslar delas en salva upp i ett antal mindre laddningar. Detta innebär att omgivningen från en salva exponeras för ett flertal omgångar markvibrationer men alla med väsentligt lägre intensitet än om hela salvans sprängämnesmängd detonerat samtidigt. Eftersom markvibrationernas intensitet är avgörande

för dess inverkan på omgivningarna, är det alltså av stor betydelse att man genom intervallsprängning sänker den maximala intensiteten.



Figur 1.  
Vågutbredning i ett homogent, elastiskt halvoändligt medium.  
(Efter D. Weiner och B. Broms)

Ytterligare en faktor bidrar till att minska den samverkande laddningen, nämligen den att bland sprängkapslarna inom samma intervall förekommer en viss tidsspridning, vilket innebär att av 10 sprängkapslar från samma intervall endast 4 till 6 samverkar vid uppkomsten av markvibrationen.

Från att ha sin största intensitet i själva sprängplatsen dämpas vågorna snabbt ut med avståndet från denna. Dämpning beror dels på att vågorna sprider sig ringformigt runt centrum och den utsända energin sprids alltså över ett större område, dels på att den omgivande marken absorberar energin. Vid sprängningen är det alltså ur skadesynpunkt betydelsefullt hur nära känsliga anläggningar befinner sig.

Då det för planering av sprängningar är av intresse att kunna beräkna vibrationernas intensitet på olika avstånd från sprängplatsen har olika empiriska formler konstruerats för att uttrycka sambandet mellan vibrationens intensitet i en viss punkt, dennas avstånd från sprängplatsen och samverkande laddning.

Den i Sverige mest använda formeln är följande:

$$v = k \sqrt{\frac{Q}{R^{3/2}}}$$

$v$  = svängningshastigheten i en punkt på avståndet  $R$  från sprängpunkten

$$\frac{Q}{R^{3/2}} = \text{laddningsnivån}$$

$Q$  = max samverkande laddning

$R$  = avståndet mellan sprängplats och mätpunkt

$k$  = en materialkonstant varierande från 50 i trasigt berg till 400 i orörd granit

Med hjälp av denna formel kan approximativa beräkningar av svängningshastigheten göras vilket är till god hjälp då ett sprängarbete skall planeras. För vinnande av ytterligare säkerhet innan ett arbete igångsättes kan man genom provsprängning bestämma faktorn  $k$ .

Vågornas utbredning till omgivningen sker i form av relativt snabba kompressionsvågor, 4 000 - 5 000 m/s i gott berg, och skjuvvågor samt litet långsammare ytvågor Rayleigh-vågor, 2 500 - 3 000 m/s. Ytvågorna, som uppträder ned till djup motsvarande våglängden, dominerar över kompressions- och skjuvvågorna redan på relativt korta avstånd från vågkällan.

## Vibrationers inverkan på hus

Sprängning i tätort innebär att omgivande bebyggelse exponeras för vibrationer härstammande från sprängningarna.

Det som är av intresse att veta är vid vilka nivåer, tröskelvärden, på den i ett hus inkommande vibrationen skada kan uppstå.

Komplexet vibrationer från sprängning kontra skada har teoretiskt utretts av Langefors - Kihlström, se Rock Blasting sid 269.

Resultaten av dessa utredningar samt kompletterande empiriska undersökningar har visat att partikelhastigheten är den mest relevanta parametern vid bedömning av vibrationer från sprängning. Utgångspunkten för bedömningen av skaderisker har varit skjuvningsvinkeln som t ex en vägg i en byggnad utsättes för.

Skjuvningsvinkeln definieras:

$$\gamma = \frac{dy}{dr} = \frac{v}{c}$$

där  $v$  = svängningshastighet

$c$  = vibrationsutbredningshastighet

Detta visar att skadenivån inte är beroende enbart av svängningshastigheten utan också vibrationens utbredningshastighet i undergrunden.

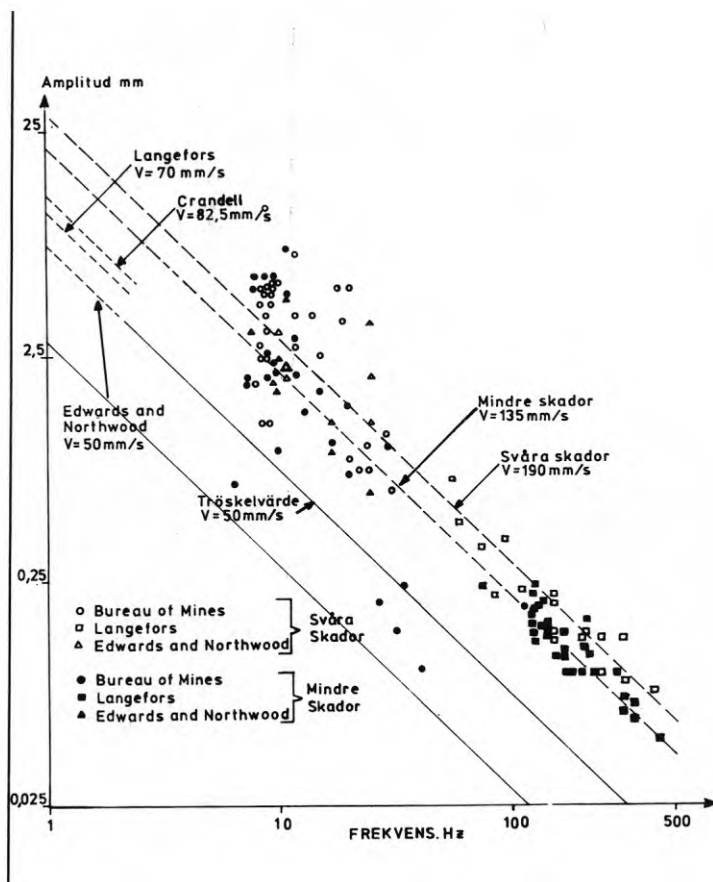
De skadekriterier som Langefors - Kihlström upprättade framgår av nedanstående tabell I. I dessa värden har hänsyn tagits till vågutbredningshastigheten i undergrunden, i huset ingående byggmaterial samt husets kondition. Kriterierna grundar sig på ett antal konstaterade samband mellan vibrationsnivån, utbredningshastighet och skada. Mätningarna har skett i ett flertal olika punkter i byggnaderna, men kriterierna är slutgiltigt relaterade till vibrationsnivåerna hos svängningshastighetens vertikala komponent mätt i husets grund närmast sprängplatsen.

TABELL 1: GRADERING AV SKADERISK I NORMAL BOSTADSBEBYGGELSE  
I FÖRHÅLLANDE TILL SVÄNGNINGSHASTIGHETEN  $v$  MED  
HÄNSYN TILL BEBYGGELSENS GRUNDFÖRHÅLLANDEN.

Våghastighet $c$ m/s	1000 - 1500	2000 - 3000	4500 - 6000	Resultat i normal bo- stadsbe- byggelse
	Sand, grus lera under grundvat- tennivå	Morän, skiffer, mjuk kalk- sten	Granit, gnejs, hård kalksten, kvarsistisk sandsten, diabas	
Svängnings- hastighet $v$ mm/s	18	35	70	Ingen märkbar sprickbildning
	30	55	100	Finsprickor och putsfall (tröskelvärde)
	40	80	150	Sprickbild- ning
	60	115	225	Svår sprick- bildning

Samtidigt med Langefors - Kihlström har det förekommit en del undersökningar utomlands, varav de mest kända är US Bureau of Mines och Edwards-Northwood från Canada. Även i dessa undersökningar ansluter man sig till Langefors - Kihlströms idéer om svängningshastigheten som den signifikanta parametern. En sammanställning av resultaten från olika undersökningar och därpå grundade tröskelvärden framgår av figur 2.





Figur 2.  
Rekommenderade tröskelvärden

Det undersökningsmaterial som ligger till grund för tidigare undersökningar är relativt begränsat och omfattar framförallt inte byggnader med nya byggmaterial för vilka det är av intresse att etablera tröskelvärden. Därför är det betydelsefullt att gjorda undersökningar kompletteras kontinuerligt med nya.

Beträffande vibrationers inverkan på människor åberopas undersökningar av Reiher-Meister från 30-talet. För maskiner erhålles i allmänhet specifikationer från maskinleverantörer.

Det är önskvärt att öka kunskaperna om människors och maskiners tålighet mot vibrationer genom nya undersökningar. Detta ligger dock utanför ramen av denna undersökning.

## ÄLTA PROJEKTET

### Försöksområde

Försöksområdet är beläget i Nacka kommun, ungefär 20 km sydost om Stockholm.

På ett 30 000 m<sup>2</sup> stort område skall ett nytt bostadsområde anläggas. Eftersom terrängen till stor del består av berg medför detta en avsevärd mängd bergschakt, sammanlagt ca 14 000 m<sup>3</sup>.

Bergarten får närmast betecknas som en gnejsgranit av normal kvalitet. Slag och sprickor förekom i normal omfattning utan några markerade svaghetszoner.

Bergschakten bestod av rörgravssprängning, plansprängning och pallsprängning med upp till 5 m pällhöjd.

Områdets utseende och de olika salvornas lägen framgår av kartan, bilaga 1.

### Försökshuset

Mitt i området fanns ett mindre hus (fig 3), vars läge framgår av kartan.

Det var ett enplans, lättbetonghus om 3 rum och kök med halvt utgrävd källare. Grundmurarna av betonghålsten var nedförda till berg runt om. En besiktning av grunden under huset visar på gott berg utan iakttagna svagheter. Övriga detaljer framgår av ritningar, bilaga 2.

Avsikten var att huset skulle rivas i ett tidigt skede av schaktningsarbetena men efter en förfrågan från Nitro Consult ändrade entreprenörerna sina planer och ställde huset till förfogande för våra försök.

Husets läge i förhållande till bergschakten innebar att sprängning skulle ske på olika avstånd från något 100-tal m bort till husets omedelbara närhet.

Ingen hänsyn skulle tas till huset vid sprängningarna, varför mycket höga värden på vibrationerna med åtföljande skador var att vänta.

Tillåten svängningshastighet skulle enligt våra rekommendationer varit 35 mm/s.

I övrigt beträffande huset skall nämnas att värmen stängdes av vid arbetenas igångsättning. Den utkylning av huset och fuktinträngning som följde medförde en hel del rörelser som kunde ge upphov till förändringar och sprickor. Klimatväxlingarna var betydande under försöksperioden.



FIG. 3

Försökshuset i lättbetong, Älta utanför Stockholm.

## UNDERSÖKNINGENS GENOMFÖRANDE

### Allmänt

Undersökningen har följt de rutiner som Nitro Consult utvecklats genom åren i samband med övervakning och kontroll av sprängningsarbeten. Skillnaden är att övervakningen i detta fall varit intensivare. Följande moment ingår i övervakningen:

- För- och efterbesiktning
- Täthetsprovning av skorstenen
- Vibrationsmätning

### Besiktning

Genom NC:s besiktningsspersonal ombesörjdes en grundlig förbesiktning, där olika typer av skador, d v s stora och små sprickor, med putsfall etc noterades på härför avsedda formulär.

Efter varje sprängning gjordes en mer översiktlig efterbesiktning av personal på platsen. Denna efterföljdes av noggrann efterbesiktning av vår besiktningsspersonal. Mot slutet när skador var att förvänta, skedde noggrann efterbesiktning efter varje salva.

### Täthetsprovning av skorstenen

För en bedömning av en skorstens kondition täthetsprovas denna genom att piporna fylls med en rök och utsättes för ett övertryck av 2 mm vattenpelare. Med ledning av utträngande rök kan eventuella otätheter lokaliseras. Ansvarig för täthetsprovningen är den lokale skorstensfejarmästaren.

Normalt sker provning innan sprängningsarbetet påbörjats och när det är slutfört. I detta fall utfördes ytterligare 2 provningar.

## Vibrationsmätning

### Mätutrustning

Eftersom svängningshastigheten är den mest relevanta parametern vid bedömning av vibrationernas samband med skadebenägenheten användes vid mätningarna givare av elektrodynamisk typ som direkt registrerar svängningshastigheten.

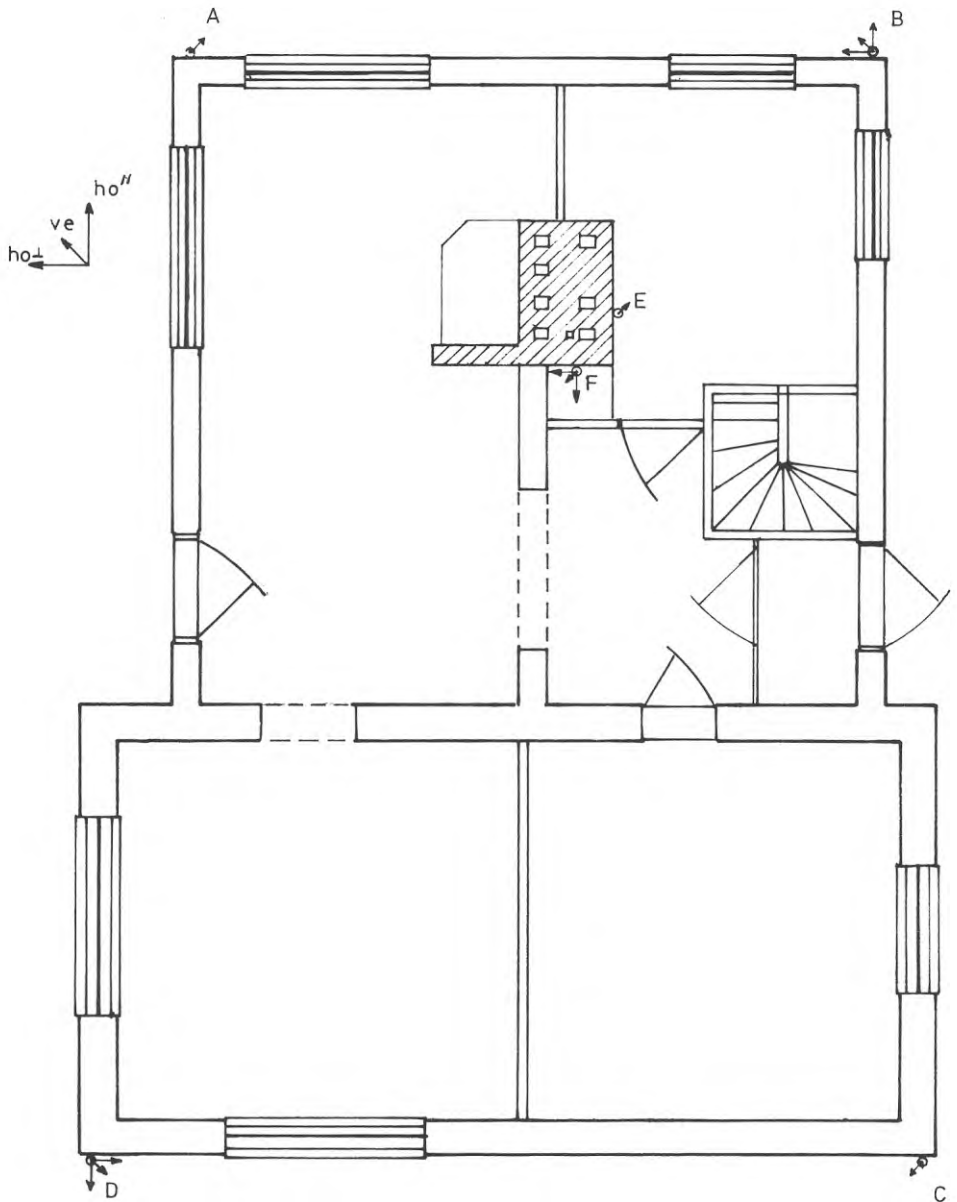
Givarna arbetar efter samma princip som ett enkelt massa-fjädersystem. Den rörliga massan motsvaras av en fjäderupphängd spole som rör sig i ett permanent magnetfält. Den i spolen vid vibration alstrade elektriska spänningen är direkt proportionell mot svängningshastigheten.

Sammanlagt användes 12 st givare typ Hs-1 av Geospace's fabrikat med frekvensområdet 4,5-1500 Hz. Geofonerna testades före och efter undersökningarna på skakbord, varvid ingen förändring i prestanda kunde konstateras. Registrering av signalerna från geofonerna skedde på en ljusstråleoscillograf av UV-typ fabrikat SE 3006. UV-skrivaren kan samtidigt registrera signaler från tolv anslutna givare inom frekvensområdet 0 till 300 Hz.

### Placering av givarna

Givarnas placering framgår av skissen figur 4. Vertikala givare placerades i alla fyra hörnen på husets yttervägg och på skorstensstocken dels i källarplanet dels i höjd med takbjälklaget. De vertikala givarna kompletterades i punkterna B, D och F med två mot varandra vinkelräta horisontella givare. Fastsättningen av givarna skedde med en fästkub som monterades på väggen med hjälp av en expander.

Att givarna placerades på grundmuren beror på att vi ville så mycket som möjligt ansluta till förutsättningarna för de tröskelvärden som tidigare omnämnts. Dessa värden är i huvudsak uppbyggda på vibrationsmätningar utförda i byggnaders stom-



Figur 4.  
Schematisk skiss av huset samt placering av givare

-delar nära markytan. Vid val av mätpunkter är det i det praktiska vibrationsmättningsarbetet lättast och billigast att montera vibrationsmätaren utomhus på t ex grundmuren och of-tast enda möjligheten då t ex husägaren inte är anträffbar. Vidare önskade vi kunna genom den uppmonterade konstellation-en se hur en våg dämpas från ena sidan huset till den andra.

### Resultantmätning

I hörnet D monterades ytterligare tre mot varandra vinkel-räta givare. Dessa kopplades till ett nytt av NC konstruerat resultantmätande instrument, Vibroscope.

Avsikten med dessa registreringar var att få värden på resul-tanten som underlag för framtida skadekriterier. Relationerna mellan resultanten och den vertikala komponenten var också av intresse.

### Mätning av våghastighetsutbredningen

I angivna kriterier tas hänsyn till vågutbredningshastigheten. Denna bestämdes därför. Då det är mycket snabba förlopp som kräver stor tidsupplösning användes för detta ändamål en mät-bandspelare av märket TEAC.

Även här användes geofoner för registrering av vågen. Dessa satt monterade i berget på så stora avstånd från varandra att god noggrannhet i hastighetsbestämningen erhöills (se kartan bilaga I).

### Mätning med trådtöjningsgivare

Beroende på svårigheter med utrustningen gjordes endast ett fåtal mätningar med trådtöjningsgivare. Avsikten var att få en uppfattning om vilka deformationer en väggs ytskikt ut-sattes för vid olika vibrationsnivåer.

## Bergsprängning

Entreprenör för sprängarbetet var Södertälje Berg & Anläggnings AB som påbörjade sitt arbete 18/10 1974 samma dag som mätutrustningen installerades. Förbesiktningen ägde rum den 15/10 1974.

Sprängarbetet skedde helt utan styrning från Nitro Consults sida. Vår personal följde däremot i detalj laddningsarbetet för att på så sätt registrera väsentliga data om de olika salvorna. Salvornas läge framgår av kartan, bilaga I.

Som det framgår av ritningen låg ett antal salvor på stort avstånd från huset, varefter sprängningarna succesivt flyttades närmare.

På grund av problem med massdisponering av området kunde huset ej behållas längre än till den 16/12 1974. Den sista salvan som registrerades sprängdes den 12/12 1974.



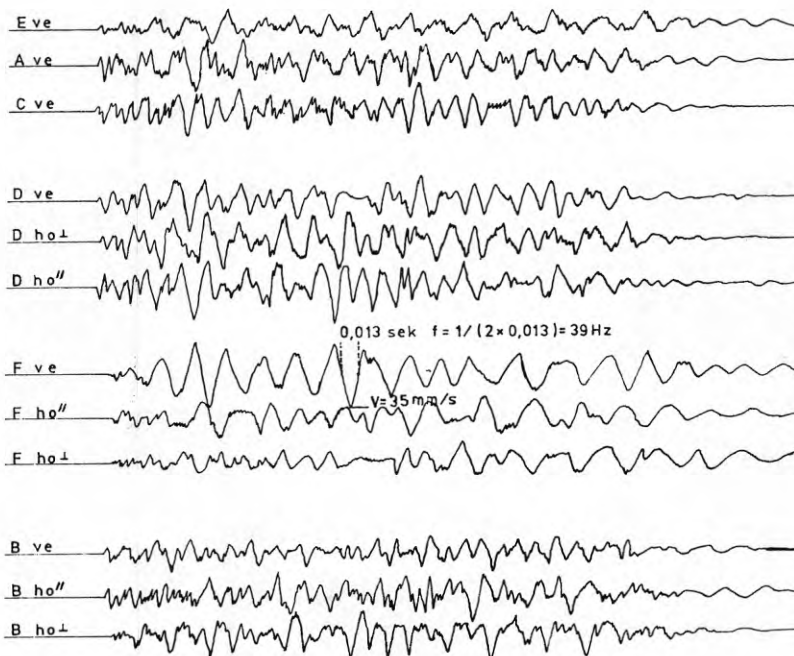
## MÄTNINGS- OCH BESIKTNINGSRESULTAT

### Allmänt

Figur 5 är ett exempel på ett vibrogram. Utslaget från nolllinjen är proportionellt mot svängningshastigheten. Tillhörande periodtid bestäms genom att den betraktade kurvdelen approximeras till en sinuskurva. Genom invertering av periodtiden erhålles frekvensen. Förfarandet framgår av figuren.

Värdena är uppförda i tabell 2.

Givarbeteckningen hänför sig till den schematiska skissen av huset, figur 4.



Figur 5.  
Vibrogram utvisande svängningshastighetens tidsförlopp.

TABELL 2 Mät- och besiktningresultat Ålta-projektet

Salva nr	Mät- datum	Mät- och besiktningresultat																Dr							
		Ave		Bve		B//		Bl		Cve		Dve		D//		Dl			Eve		Fve		F//		Fl
1	18.10	8.4	105	8.6	45	-	-	-	-	11.	45	120 <sub>2</sub>	45	-	-	-	8.8	35	14.	35	-	-	-	-	-
2	22.10	3.6	105	3.7	45	-	-	-	7.5	105	6.0	80	-	-	-	4.2	40	6.9	30	-	-	-	-	-	
3	23.10	4.0	70	3.1	90	-	-	-	5.4	105	6.3	80	-	-	-	3.2	65	5.0	40	-	-	-	-	-	
4	24.10	2.0	105	1.5	65	-	-	-	2.1	105	3.4	80	-	-	-	1.3	45	2.1	40	-	-	-	-	-	4.8
5	25.10	5.4	90	4.2	65	-	-	-	7.8	90	12.	65	-	-	-	2.9	90	3.7	50	-	-	-	-	-	8.8
6	28.10	-	-	4.2	60	5.3	80	4.9	60	5.5	120	8.5	70	5.7	70	4.8	60	3.4	60	3.5	40	3.6	55	4.0	8.0
7	29.10	3.1	65	4.2	60	3.1	50	4.1	70	3.6	80	6.2	55	7.4	70	3.6	50	3.1	70	4.3	50	3.6	50	4.0	7.4
8	30.10	2.	80	5.4	50	8.8	65	15.	105	6.7	55	6.9	45	15.	65	5.8	80	9.1	35	5.2	45	13.	110	7.4	16.0
9	31.10	5.7	-	5.8	-	7.8	-	5.1	-	-	12.	-	-	10.	-	11.	-	4.5	-	5.4	-	7.7	-	5.5	9.9
10	4.11	1.8	35	1.6	45	2.0	30	2.0	50	2.9	90	3.7	50	1.7	105	3.2	55	1.5	30	2.6	40	2.2	30	1.5	4.3

\*Frekvensen ej möjlig att beräkna p g a för låg pappershastighet

TABELL 2 Mät- och besiktningresultat Älita-projektet. Forts.

Salva nr	Mät-punkt - svängningshastighet v mm/s och frekvens f Hz																		Dr							
	Ave		Bve		B//		B I		Cve		Dve		D//		D I		Eve			F//		F I				
datum	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f		
11	5.11	1.3	160	1.1	95	1.8	55	1.5	105	2.1	65	2.5	60	1.9	95	1.0	50	1.7	40	1.1	45	1.9	35	8.8		
12	6.11																									
13	7.11	4.3	65	3.4	55	3.7	80	4.0	55	3.1	65	7.7	45	4.4	40	4.4	55	4.3	60	5.5	40	4.1	35	3.1	45	5.8
14	8.11	1.8	120	1.6	155	1.3	60	1.8	50	1.6	195	2.3	80	1.8	60	1.9	80	0.9	195	1.3	45	1.1	30	1.3	50	3.1
15	11.11	3.5	60	2.9	50	2.6	30	2.5	50	3.6	65	3.4	65	4.5	55	3.5	80	2.2	45	3.6	40	3.5	35	1.8	50	-
16	12.11	3.1	55	2.3	80	3.6	50	3.5	50	3.1	60	4.4	50	5.0	60	4.1	55	1.8	50	3.8	40	2.7	40	2.3	40	-
17	13.11	1.3	60	1.0	80	1.3	80	1.0	80	1.3	80	1.7	50	1.1	60	1.2	55	0.8	45	1.9	40	1.4	55	1.0	75	-
18	14.11	2.3	45	2.3	70	*	-	-	-	2.8	75	4.0	60	2.8	65	4.3	55	2.6	80	3.8	40	2.2	45	*	-	-
19	14.11																									
20	15.11	2.3	70	2.1	90	1.9	90	3.9	90	1.8	100	2.0	65	1.9	80	3.8	70	1.5	55	2.6	40	1.2	50	1.0	65	-

\*Ej med p g a mätning av-utbredningshastighet

TABELL 2 Mät- och besiktningresultat Älta-projektet. Forts.

Salva	Mätpunkt - svängningshastighet v mm/s och frekvens f Hz																									
	Ave		Bve		B I		Cve		Dve		D I I		Eve		F I I											
nr	datum	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	Dr								
21	15.11	2.7	60	1.3	60	2.6	105	2.3	105	3.0	85	3.4	60	2.2	75	2.7	50	1.9	50	1.0	35	1.6	45	1.0	35	-
22	15.11	1.8	-	1.7	-	2.0	-	3.0	-	1.8	-	2.0	-	2.9	-	3.0	-	1.9	-	3.6	-	1.5	-	1.4	-	-
23	18.11	2.1	105	1.4	80	2.8	105	2.2	80	2.3	80	1.9	80	2.2	80	2.4	80	1.8	45	3.4	35	1.9	50	2.0	35	-
24	18.11	1.0	80	1.3	90	1.5	130	0.9	105	1.1	85	1.3	65	1.4	70	1.8	45	1.4	45	1.9	35	0.9	45	0.8	60	-
25	19.11	1.7	45	3.6	35	2.8	60	4.0	90	5.1	60	-**	-	5.0	50	7.7	50	5.4	35	12.	40	3.2	40	2.3	45	8.0
26	20.11	1.2	50	1.3	50	1.5	50	1.3	50	2.0	60	-**	-	1.5	55	1.4	65	2.0	40	3.1	40	2.2	30	1.0	50	3.1
27	21.11	1.0	-	1.3	-	1.0	-	1.4	-	1.0	-	1.8	-	1.2	-	1.3	-	1.0	-	1.8	-	0.9	-	0.9	-	-
28	21.11	0.9	30	0.7	25	0.8	15	1.1	15	0.9	30	1.5	20	1.3	20	1.8	15	0.7	20	0.8	10	1.1	15	1.1	10	-
29	22.11	1.0	60	0.6	60	0.8	85	0.7	50	0.9	60	1.2	60	0.6	80	0.8	80	1.1	60	1.2	40	1.0	40	0.9	60	0.
30	25.11																									

Liten salva - ej mätt

\* Frekvensen ej möjlig att beräkna p g a för låg pappershastighet

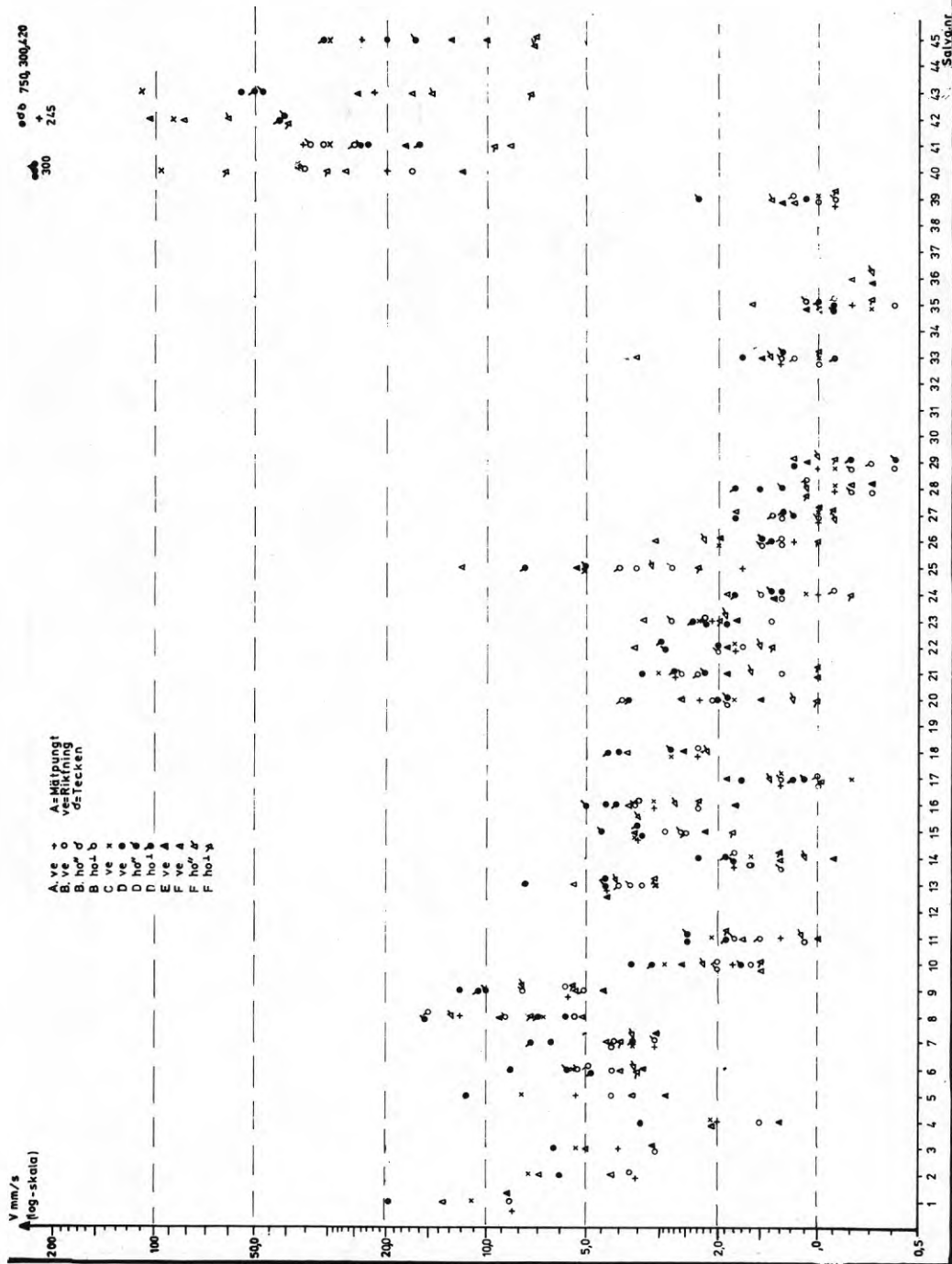
\*\* Kabelbrott

TABELL 2 Mät- och besiktningsresultat Xita-projektet. Forts.

Salva nr	Mätpunkt - svängningshastighet v mm/s och frekvens f Hz																										
	Ave	Bve	B//	B I	Cve	Dve	D//	D I	Eve	Fve	F//	F I	Dr														
31	25.11	v f	v f	v f	v f	v f	v f	v f	v f	v f	v f	v f	v f	v													
32	26.11	Liten salva - ej mätt																									
33	26.11	1,3	45	1,0	75	1,3	75	1,2	75	1,0	45	1,7	40	1,3	75	0,9	75	1,5	35	3,6	35	1,4	35	1,0	40	f	
34*	27.11	0	-	0,3	-	0	-	0,3	-	0,3	-	0	-	0,3	-	0,4	-	0,5	-	0	-	0,3	-	0,4	-	1	
35	28.11	0,8	155	0,6	105	1,1	155	0,9	105	0,7	75	0,9	75	0,9	75	1,0	105	1,1	40	1,6	35	1,0	50	0,7	60	1	
36	29.11	0,5	45	0,4	80	0,4	80	0,5	80	0,4	60	0,5	50	0,2	-	0,4	50	0,7	40	0,8	35	0,7	35	0,5	45	0	
37	29.11	0,2	155	0,4	45	0,3	125	0,2	75	0,4	105	0,3	75	0,4	75	0,3	60	0,3	75	0,5	40	0,4	50	0,3	50	0	
38	2.12	Liten salva - ej mätt																									
39	2.12	0,9	140	1,0	55	0,9	55	1,2	55	1,0	45	1,1	55	2,3	40	1,3	50	1,3	125	1,2	55	1,4	55	0,9	55	0	
40	3.12	20	70	17	170	36	260	37	105	96	390	7300	7400	7500	7400	7500	7400	7500	7400	7500	7400	7500	7400	7500	7400	7500	99

\* Frekvensen ej möjlig att beräkna p g a för låg pappershastighet





Figur 6

För de horisontella givarna avser beteckningen // att givaren är parallell Ältavägen och ⊥ att givaren är vinkelrät densamma.

En överblick av vibrationsnivåerna erhålles i diagrammet i fig. 6 där värden i tabellen finns markerade.

Resultaten av detaljbesiktningarna återfinns i besiktningssprotokollen. Som bilaga 3 respektive 4 redovisas förbesiktningssprotokollet resp. ett av mellanbesiktningssprotokollen.

Resultaten av röktryckprovning framgår av bilaga 5 och 6.

#### Vertikal svängningshastighet i grundmurarna samt besiktningarna.

Vid jämförelse mellan de vertikala svängningshastigheterna i grundmurarna och besiktningssprotokollen framkommer följande:

- |             |  |
|-------------|--|
| Salva 1-10  | Av mellanbesiktningarna den 4/11 efter salva 10 framgick att någon förändring ej skett från förbesiktningen. Den maximala svängningshastigheten för salva 1-10 var 20 mm/s i punkt D. Övriga värden varierar mellan 3 och 12 mm/s. Salvorna befann sig på ett avstånd mellan 36 och 50 m från närmaste hörn på huset.  |
| Salva 11-21 | Vid mellanbesiktningen den 15/11 efter salva 21 konstaterades en hårfin knappt märkbar spricka i en fasadtegelfog vid hörn C. Förändringen har enligt besiktningmännen orsakats av utkyllningen av huset i kombination med väderleksförändringar regn - kyla. Maximal svängningshastighet för salva 11-21 var 7,7 mm/s i punkt D. Övriga värden ligger mellan 1 och 5 mm/s. Avstånden till salvorna varierade mellan 90 och 120 m. |
| Salva 22-34 | Vid mellanbesiktningen den 27/11 efter salva 34 konstaterades en del förändringar i form av knappt synbara hårsprickor inomhus i sovrums   |



vid hörn D, entrédörr, trappa till källare, torkrum vid hörn A. Förändringarna är betingade av den nämnda utkyllningen med åtföljande fuktupptagning och rörelser i träverket. Maximal svängningshastighet för salva 22-34 uppmättes till 5,1 mm/s i punkt C. Övriga värden ligger vid maximalt 2 mm/s.

Salvorna befann sig på 80-170 meters avstånd från huset.

Salva 35-39 Besiktningen efter salva 39 den 2/12 visade ingen förändring relativt besiktningen efter salva 34 den 27/11.

Svängningshastigheterna var mycket låga under 1,7 mm/s.

Salva 40 Av besiktningen den 5/12 framgår att det efter salva 40 inträffat en del förändringar som hänför sig till vibrationer. Inomhus har i sovrummet vid D hårsprickor övergått till finsprickor, hårsprickor har förlängts, puts har fallit ur sprickorna. Vid klädkammaren mellan sovrummen har ett par finsprickor uppstått och i ytterligare några rum har hårfina sprickor uppstått.

Utomhus vid hörn D har en finspricka uppkommit runt nedre delen av själva hörnpartiet. Den maximala svängningshastigheten var över 300 mm/s i punkt D. Salvan befann sig som närmast 3 m från huset.

Salva 41 Besiktningen den 5/12 efter salva 41 visade ingen förändring relativt besiktningen efter salva 40. Maximal svängningshastighet bestämdes till 36 mm/s i punkt A.

Salva 42 Salva 42 fick en sådan utformning att delar av grunden vid hörn B bröts loss. Detta med-

förde stora sättningar framförallt i den södra delen i huset som ansågs hel förstört.

Av besiktningen efter denna salva framgår att i den norra delen av huset erhöles i södra delen av sovrummet vid C, grova och medelgrova sprickor och i passagen uppkom medelgrova sprickor.

Maximal svängningshastighet uppmättes till 750 mm/s på den del av grunden som bröts loss.

Salva 43-45 I besiktning efter salva 45 konstaterades i den intakta delen av huset inga förändringar relativt besiktningen efter salva 42.

Maximal svängningshastighet för denna delen av huset 110 mm/s vid C.

#### Svängningshastigheten i skorstenen i relation till röktryckprovningarna

Salva 1-39 Resultaten från röktryckprovningen visar att ingen förändring ägt rum. De vertikala svängningshastigheterna i skorstenen har varierat från max 13,5 mm/s för givare i höjd med vindsbjälklag ned till 1,0 mm/s.

Max värdet för givaren i höjd med grundmuren mättes till 9,1 mm/s. Det visade sig vidare att för låga värden på vibrationerna dessa i allmänhet var högre uppe i skorstenen än nere vid grundmuren. Förklaringen torde vara att skorstenen svarade med sin egen svängningsfrekvens som visade sig ligga mellan 35 Hz och 45 Hz.

Salva 40-43 Vid röktryckprovningen den 9/12 visade sig en horisontell spricka i höjd med vindsbjälklaget, orsakad av sprängningarna. Närmast får den sökas i salva 42 som kraftigt demolerade huset.

Salva 44-45 Någon ytterligare förändring inträffade ej i skorstenen. Max svängningshastigheten registrerades till 30 mm/s i punkt C.

Salvornas fördelning med avseende på den vertikala komponentens maximala intensitet

15 salvor mellan	0 - 2,1 mm/s
8 " "	2,1 - 6 "
6 " "	6 - 11 "
3 " "	11 - 16 "
1 " "	16 - 20 "
1 " "	26 - 30 "
1 " "	36 - 40 "
1 " "	106 - 110 "
2 " "	> 300

Resultantmätning

För 28 st salvor har resultanten registrerats. På grund av de låga vibrationerna är det i en del av salvorna svårt att göra jämförelser med de enskilda komponenterna i intilliggande punkt. För övriga salvor kunde man finna att den uppmätta resultanten inte var signifikant större än någon av komponenterna. Ibland var den t o m något mindre.

## ANALYS

1. Eftersom vibrationsnivåerna ej är jämnt fördelade från låga till höga värden går det ej att göra en exakt bestämning av den nivå vid vilket huset kunde skadas. De skador som inträffat har skett vid mycket höga värden 300 mm/s på den vertikala komponenten.

Skadorna har varit ringa, fina och hårfina sprickor vid dessa höga nivåer, fränsett det tillfälle då husets grund sprängdes loss. Detta indikerar att skadenivån ligger högt.

En bekräftelse på detta har också fått av salva 43 där 110 mm/s mäts utan förändringar i den intakta delen av huset.

Mot den bakgrunden torde den lägsta skadenivån för detta hus ej understiga 90 - 110 mm/s för den vertikala komponenten.

2. Det stora antalet salvor med låga vibrationsvärden, det största på 30 mm/s, visar att när vibrationer ligger väl under skadenivån risken för skador på grund av utmattning är obetydlig vid det antal salvor det här varit fråga om.
3. Vid normal mätning med en enda givare i en byggnad bör den vara fästad på grundmuren på den sida som är närmast salvan. Med få undantag har det nämligen visat sig att givaren närmast salvan visar det största värdet.  
Undantagen har förekommit då salvan befunnit sig på stort avstånd från huset. Värdena har då generellt varit mycket låga och vid något tillfälle har en mät punkt längre bort än den närmaste visat högre värden.
4. Om mätningen i en byggnad sker i flera punkter exempelvis på grund av varierande infallsriktning för markvågen bör skadebenägenheten relateras till den maximalt uppmätta vibrationen och att mätvärdena i övriga punkter torde

vara irrelevanta för skador i de senares omgivning i de fall då byggnadens utsträckning i likhet med det aktuella försöksobjektet är relativt begränsad. Motiveringen härtill är att om maximala vibrationsnivåer upphov till skador så fortplantar sig dessa i form av deformationer och rubbning av husets jämviktstillstånd, vilka ej kan relateras till övriga svängningshastighetsmätningar i husets grund.

5. För en bedömning av komponenternas inbördes relation har de punkter särskilt studerats i vilka alla tre komponenterna mättes. Det kan av materialet konstateras att någon signifikant dominans hos någon komponent ej föreligger. Någon av de horisontella komponenterna är i de flesta fallen av samma storlek som den vertikala.

Ur skaderelationssynpunkt är därför knappast någon av de enskilda horisontella komponenterna praktiska då det är problem att konsekvent mäta en och samma komponent och därmed skapa skadekriterier.

Ett alternativ till den vertikala komponenten är att bestämma resultanten i horisontalled men det naturliga är i så fall att bestämma resultanten till samtliga komponenter och bygga upp skadekriterier relativt denna.

6. Resultanten  $v_r = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$  kan maximalt anta ett värde  $\sqrt{3} \sim 1,7$  ggr den största komponenten.

Denna relation har ej inträffat vid dessa mätningar utan den uppmätta resultanten har varit ungefär lika stor som den största komponenten ibland t o m mindre.

Orsaken härtill är det systematiska fel som finns i utrustningen (olika givare för komponent- och resultantmätning etc) och utvärderingsnoggrannheten. Avståndet mellan fästpunkterna har också viss inverkan.

För att vid framtida undersökningar få en tillförlitliga-

re relation mellan en enskild komponent och resultat-  
ten bör signaler från samma givare nyttjas både för re-  
gistrering av resultatent och de enskilda komponenterna.

Här framkomna värden indikerar hur mätning i framtiden  
bör äga rum. Mätningarna ger dock ej underlag för uppställ-  
ande av skadekriterier relaterade till resultatent.

## FELUPPSKATTNING

Undersökningen består av två huvudmoment mätning respektive besiktning för vilka följande feluppskattning gjorts.

### Mätsystem

Geofon:

Den maximala spridningen torde ligga på  $\pm 1,5\%$

Galvanometer till UV-skrivaren:

Galvanometrarna har enligt tillverkaren ett linearitetsfel på max  $\pm 2\%$ . Från fel p g a frekvensgång-  
en d v s för frekvenser i närheten av egenfrekven-  
sen bortses.

Utvärdering:

Felen här orsakas av den mänskliga faktorn och torde ligga på  $3\%$  vid bestämning av utslagetets storlek och något över  $10\%$  vid frekvensbestämning.

Sammanlagt fel:

Eftersom felet är oberoende av varandra kan det sammanlagda felet uppskattas till något under  $10\%$  för vibrationsnivån och något över  $10\%$  för frekvensen.

### Besiktning

Besiktning består av att i en förbesiktning observera och notera befintliga skador och sprickor, och i en efterbesiktning notera dels tillkommande skador och sprickor dels förändringar i befintliga.

Kvaliteten på en besiktning är svår att mäta då den väsentliga delen i denna är beroende av den mänskliga faktorn, besiktningsmannens noggrannhet. Andra felkällor är belysningsförhållandena vid besiktningen och husets naturliga, t ex av

klimatiförändringar orsakade rörelser som ständigt förändrar sprickbildningen så att till och med tidigare synliga sprickor blir osynliga. Vidare har husets kondition inverkan eftersom förekomsten av många sprickor medför svårigheter att urskilja nya.

Här skall därför endast anges några allmänna synpunkter på besiktningsfeten.

För skador och sprickor ned till finsprickor med 0,5 - 1 mm vidd, är sannolikheten att de upptäcks i det närmaste hundra procentig. Beträffande hårfina sprickor, < 0,5 mm, är det svårare att ange sannolikheten.

Ovan nämnda faktorer spelar stor roll. Vid en noggrann besiktning kan man dock förväntas uppmärksamma ca 90% av de hårfina sprickorna.

För att förändringar i befintliga skador och sprickor skall uppmärksammas torde förändringen behöva överstiga 5% enligt gjorda undersökningar av människans uppfattningsförmåga i dessa avseenden.



### FORTSATTA FÖRSÖK

Vi har kunnat konstatera att huset i Älta hade en motståndskraft mot skador som väsentligt överstiger det av oss rekommenderade tröskelvärdet, 35 mm/s, för denna typ av hus grundlagt på berg.

Då antalet höga vibrationsnivåer vid en undersökning av denna karaktär är begränsat är det enligt vår uppfattning nödvändigt att komplettera med ytterligare undersökningar för att öka tillförlitligheten för tröskelvärdena.

Eftersom objekt av denna typ är relativt sällsynta är det viktigt att en "beredningsplan" upprättas så att undersökningar kan genomföras med mycket kort varsel, när nya objekt dyker upp.

Med föreliggande undersökning som utgångspunkt torde en dylik plan kunna utarbetas.

En del modifieringar är lämpliga. Sålunda bör resultatmätning ske i fler punkter så att ett stort antal relationer mellan den vertikala komponenten och resultanten erhålles.

Mer omfattande mätningar med trådtöjningsgivare är av intresse då man på så sätt kan få en uppfattning om vid vilka töjningar olika ytmaterial som puts, tapeter etc spricker ävensom relation mellan vibrationsnivåer och töjningar.

LITTERATUR

- Crandell, F.J., Ground vibration due to blasting and its effect on structures. J. Boston Soc. Civil Ingrs. 36, p. 222-245, 1949.
- Duvall, W. I. and Fogelson, D.E., Review of criteria for estimating damage to residences from Blasting vibrations U.S. Bureau of Mines reports of investigations 5968, 1962.
- Edwards A. T. and Nortwood, T. D., Experimental studies of the effects of blasting on structures. The Engineer, 210, p. 538-546, 1960.
- Lande - Jonasson, en inventering av utländska vibrationsnormer. Bjerking Ingenjörbyrå, Uppsala. 1974.
- Langefors U, Westerberg H. och Kihlström B. Skadeverkan av markvibrationer vid sprängning. Jernkontorets Annaler 140, s. 261-299. Stockholm 1956.
- Langefors - Kihlström, Rock Blasting, Almqvist & Wiksell, Stockholm 1963.
- Nicholls, H.R. and others. Blasting vibrations and their effects on structures. 105 p., Washington 1971, Bureau of Mines, Bulletin 656, U.S. Department of the interior.
- Reiher, H. and Meister, E. J. Die Empfindlichkeit des Menschen gegen Erschütterungen. Forschung auf dem Gebiet des Ingenieurwesens. 2. p. 381-386, 1931.
- Weiner - Broms, Vibrationer i ramsågverk. Forskningsrapport, Institutionen för Jord och Bergmekanik, KTH. 1974.

# NYBYGGNADSKARTA för småhusbebyggelse ÖSTRA STENSÖ

Nacka församling i Nacka kommun

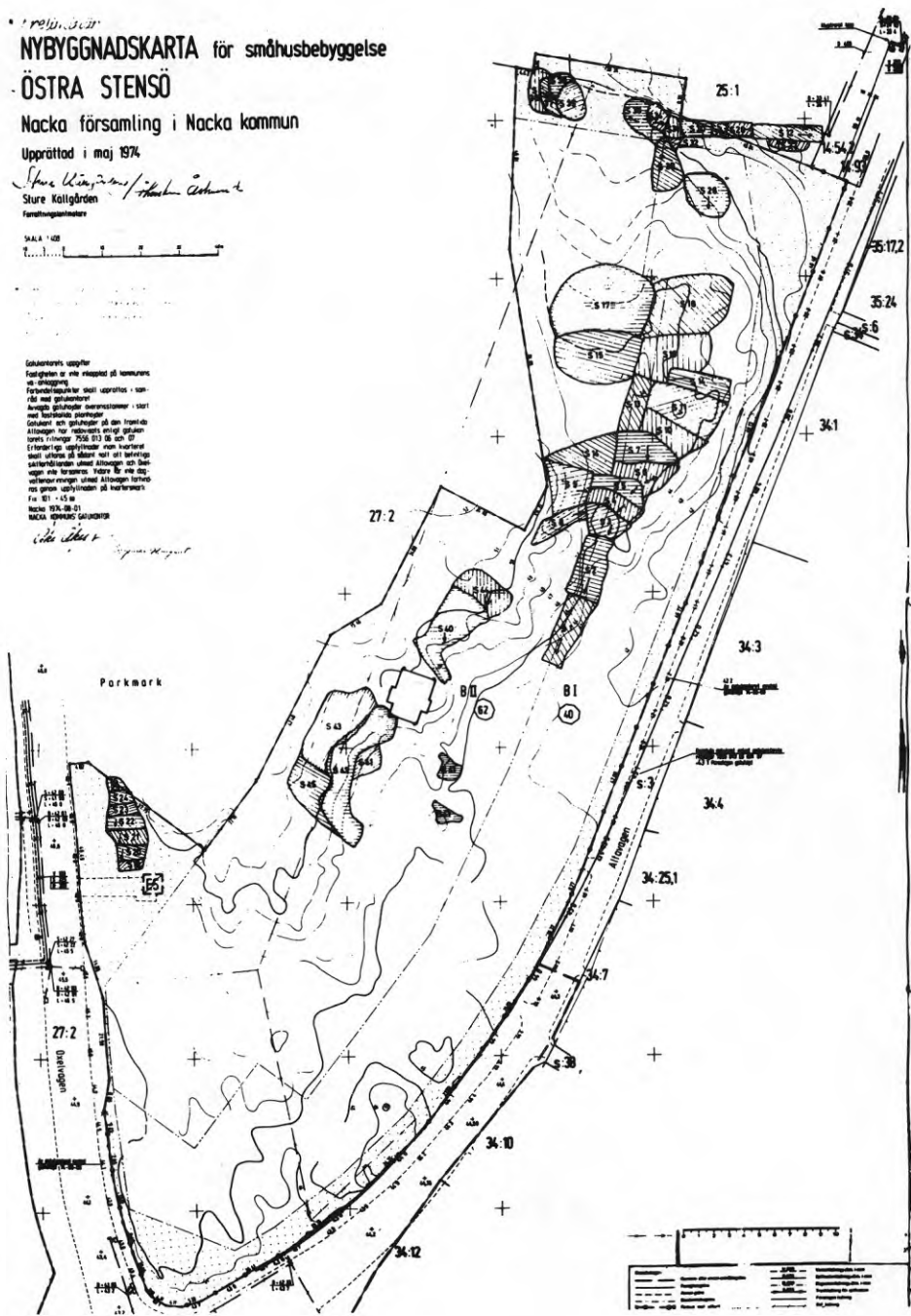
Upprättad i maj 1974

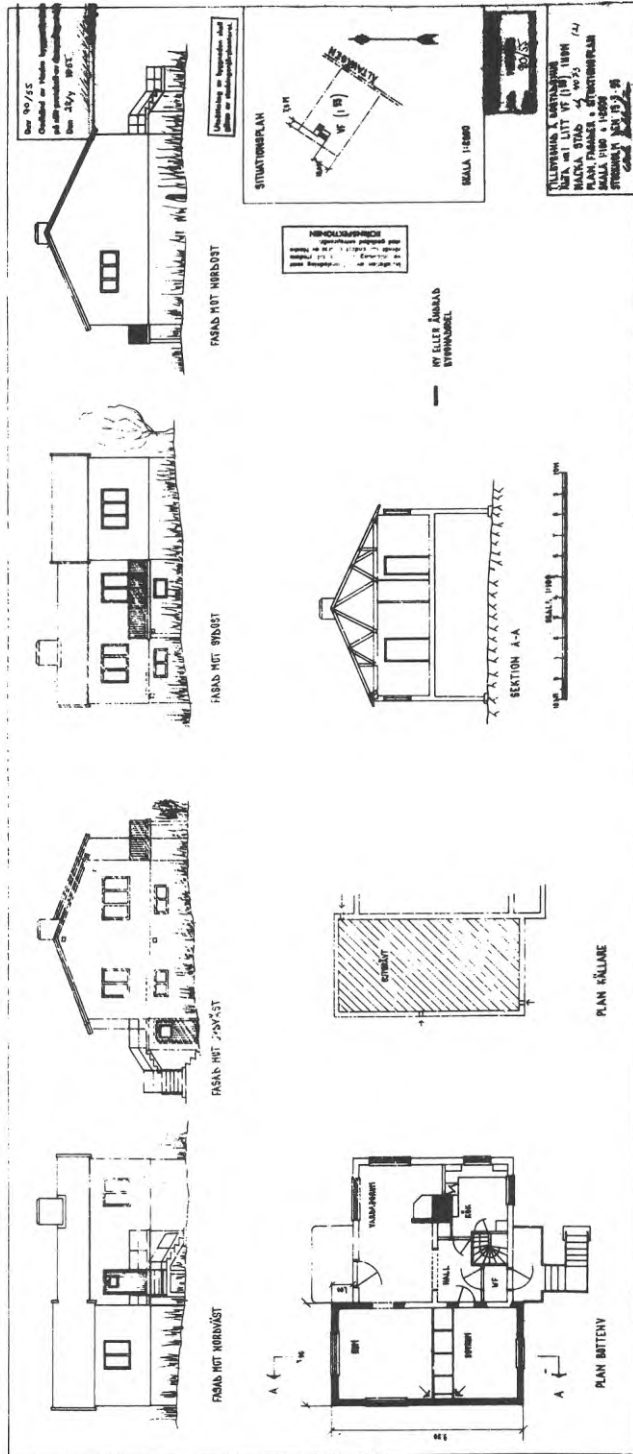
*Sture Wängberg / Henrik Carlsson*  
Sture Wängberg  
Förhållningsmått



Solståndets utgång  
Fotografen är inte uttagen på kommunens  
utbyggnadsplan  
Fotografen är uttagen på kommunens  
utbyggnadsplan  
Fotografen är uttagen på kommunens  
utbyggnadsplan

Nacka 1974-08-01  
Nacka kommunens tekniska nämnden





<b>Nitro Consult AB</b> • vibrationsmätning • sprängrådgivning • husbesiktning				BILAGA 3
<b>BESIKTNINGSprotokoll</b>				Litt. NCSH 1974:439
Fastighetsägare		Fastighetens nr el. dyl.		
Testhus		--		
Adress		Kvarter		
Ältavägen 210		--		
Postadress		Stad el. samhälle		
130 12 Älta				
Anledning till besiktning				
Byggherre		Entreprenör		
Kontaktman		Kontaktman		
Telefon		Telefon		
Besiktningsobjekt		Besiktningsomfattning		
UPPGIFTER OM FASTIGHETEN				
Avstånd till sprängplate	Märkeleg	Stomme	Bjälklag	
	berg	betong hålstén/ betong	betong	
Byggn.år	Grundläggningssätt	Fasadmaterial	Taktäckning	
1952	mur på berg	puts/tegel	tegel	
Sen. reparation	Tätetsprovning erfordras			A n m.
	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>			
NÄRVARANDE VID BESIKTNINGEN				
Förbesiktning		Mellanbesiktning		Efterbesiktning
Datum	15 / 10 19 74	/	19	/ 19
För fastighetsägaren				
För beställaren				
För entreprenören				
<b>Nitro Consult AB</b> <i>Urban Backman</i>		För Nitro Consult AB		

Besiktningen har utförts för att fastställa fastighetens tillstånd och för att framledes kunna bedöma i vilken mån fastigheten ev. skadats av ovan nämnda arbeten.

Fastighetens tillstånd framgår av bifogat protokoll och därtill hörande bilagor.

Uppgifterna om fastigheten är vanligen erhållna genom samtal med fastighetsägaren eller dennes ombud.

I den händelse skador uppstår på fastigheten, som kan vara orsakade av ovanstående sprängningearbeten skall fastighetsägaren eller dennes ombud omedelbart anmäla skadan till arbetsledningen på platsen.

Detta protokoll har framställts i ..... exemplar och tillämnats ovanstående parter enl. följande: Fastighetsägare ..... ex.,

Byggherre ..... ex., Entreprenör ..... ex.

Fotografier har kopierats i ..... ( ) ex för efterbesiktning. Negativ och kopior arkiveras av Nitro Consult.

Nitro Consult AB		Husbesiktningsavdelningen	
<b>REGISTER</b>			
			Sid.
	Begrepps- och teckenförklaringar		<u>1</u>
	Situationsplan		.....
	Plan med rumsindelning för orientering. Rumsnummer eller -benämningar återfinnes på rumsbesiktningsprotokoll		.....
	Rumsbesiktningsprotokoll		<u>2-4</u>
	Fasadritningar, ev. fotografier över berörda fasader, där anteckningar görs enligt samma mönster som på rumsbesiktningsprotokollen		<u>5</u>
	Särskilt intyg om besiktning och täthetsprovning av skorstenar		<u>6</u>
<b>Begrepps- och teckenförklaringar</b>			
Symbol	Betydelse	Symbol	Betydelse
0	Ingen anmärkning	<input type="checkbox"/>	Skymd yta
B	Bomt material	<input checked="" type="checkbox"/>	Yta som saknas
AV	Anvisning till skada	P	Panel
L	Lagning	K	Käkel
KR	Krackelering	(GR)	Gropar
VS	Vattenskada	1,0	Meter
H	Hårfin spricka (< 0,5 mm)	45	Centimeter
F	Fin spricka (0,5–1,0 mm)	BL	Blåsbildningar
M	Medelgrov spricka (1,0–2,0 mm)	KS	Kylskador
G	Grov spricka (2,0–4,0 mm)	LP	Lös puts
S	Stor spricka (> 4,0 mm)	SER	Serie (antal i samma riktning löpande sprickor)
gg	Genomgående spricka	NAT	Nätverk (antal varandra korsande sprickor)
T	Tapetskada	LB	Lös betong
⊗	Avflagnig	NB	Nedfallen betong
NP	Nedfallen puts	H-sten	H-sprickor i trappstegsform (fogsprickor)
↗	Sprickor i smygar	<input checked="" type="checkbox"/> i, y, b	Spräckt fönsterruta, inner, ytter, båda
SS	Spruckna snickeri- eller plattskarvar	Dr	Dragning i tapet eller väv
SN	Markerar snickerielement	DD	Delvis dolt
TS	Torksprickor i trämaterial		
<p>Besiktningen omfattar endast vid besiktningstillfället tillgängliga utrymmen.  Ytor och markeringar återges ej skalenligt.  Samtliga markeringar är symboliska.  Sprickors längd och bredd är uppskattade såvida ej mått angivits.  Antalet H-sprickor kan avvika från verkliga förhållandet.  Färgkod: Blått eller svart = förbesiktning  Grönt = mellanbesiktning  Rött = efterbesiktning</p>			


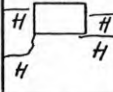
Nitro Consult AB HUSBESIKTN.AVD		NCSH 1974 : 439			Datum 741015		Sign. <i>G. Bm</i>
		Festighet <i>Testluns, Älta S.V.</i>					
Rum	Tak norr	Väggarna				Golv norr	Anm.
		norra	östra	södra	västra		
<i>Sopp.</i>	<i>KL</i> <i>H</i> <i>H</i>	<i>1f</i> <i>B</i> <i>BL</i> <i>NP</i>	<i>BL</i> <i>SN</i>	<i>XXXX</i> <i>F</i>	<i>BL</i>	<i>o</i>	
<i>K.K.</i>	<i>#</i> <i>H</i>	<i>o</i>	<i>2f</i> <i>o</i>	<i>#</i> <i>H</i>	<i>P O</i>	<i>o</i>	
<i>pers.</i>	<i>o</i> <i>□</i>	<i>o</i>	<i>H-F</i> <i>3f</i>	<i>H</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	
<i>WC</i>	<i>o</i>	<i>o</i> <i>□</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	
<i>SOPP.</i>	<i>UP</i> <i>o</i>	<i>H</i> <i>4f</i> <i>H</i>	<i>H</i>	<i>H</i> <i>NP</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	
<i>Landh.</i>	<i>LO</i> <i>LP</i> <i>3f</i> <i>H</i>	<i>H</i> <i>H</i>	<i>Y</i> <i>X</i> <i>H</i>	<i>H</i> <i>X</i> <i>Y</i> <i>H</i>	<i>H</i> <i>H</i> <i>H</i>	<i>o</i>	
<i>gard.</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	
<i>Kök</i>	<i>H</i> <i>SW</i>	<i>o</i>	<i>J N</i> <i>7f</i> <i>B K B</i>	<i>H</i> <i>8f</i> <i>SW</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>y. 4st. kakel gäs</i>
<i>hall</i>	<i>H</i>	<i>o</i>	<i>H</i> <i>SN</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	
<i>BNKs</i>	<i>o</i>	<i>19f</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	
Ant. ....							

Bl. nr NC 18. 1984. 1984. 1984. 1984.

Nitro Consult AB HUSBESIKTN.AVD		NCSH 1974 : 439 Reg.		Datum 741015		Sign. G. Blom	
		Festighet k.v.					
Rum	Tak norr	Väggarna				Golv norr	A n m.
		norra	östra	södra	västra		
<i>trappan</i>							
<i>k.v.</i>							
<i>under a/hörn till k.v.</i>							
<i>scallo</i>							
<i>under köpman</i>							
<i>7 pers.</i>							
<i>mult. 1</i>							
<i>2</i>							
<i>3</i>							
<i>förbr.</i>							
<i>bad</i>							
Ant. .... .....							

Bl. nr NC 16. 1974. 10/10/74. 10/10/74.



Nitro Consult AB HUSBESIKTN.AVD		Reg. <b>NCSH 1974 : 439</b>			Datum <b>7/10 15</b>		Sign. <i>G. B. M.</i>
		Fastighet <b>K.V.</b>					
Rum	Tak norr	Väggarna				Golv norr	Anm.
		norra	östra	södra	västra		
<i>partez.</i>	0	0 	6		0	0	
Ant. ....							

Bl. nr NC 16. www.nitroconsult.se 10074

<p>Nitro Consult AB Husbesiktningsavdelningen</p>	<p>Lik <b>NCSH 1974 : 439</b> Fastighet</p>	<p>Besiktningdatum <b>7/10/15</b></p>	<p>Sign. <i>G. Br</i></p>
<p><b>FASADER</b></p>			
<p>FASAD MOT ÖSTER</p>	<p>FASAD MOT VÄSTER</p>		
<p>FASAD MOT NORR</p>	<p>FASAD MOT SÖDER</p>		

Bl. nr. NC 15. sks.sshnrc.cfm 15012

<b>Nitro Consult AB</b> vibrationsmätning • sprängrådgivning • husbesiktning		BILAGA 4	
		Lit.	
<b>BESIKTNINGSPROTOKOLL</b>		NCSH 1974:439	
Fastighetsägare	Fastighetens nr el. dyl.		
Testhus	---		
Adress	Kvarter		
Ältavägen 210	---		
Postadress	Stad el. samhälle		
130 12 Älta			
Anledning till besiktning			
Byggherre	Entreprenör		
Kontaktman	Kontaktman		
Telefon	Telefon		
Besiktningsobjekt	Besiktning omfattning		
<b>UPPGIFTER OM FASTIGHETEN</b>			
Avstånd till sprängplats	Markslag	Stomme	Bjälklag
	berg	betong hålstén/ betong	betong
Byggn.år	Grundläggningssätt	Fasadmaterial	Taktäckning
1952	mur på berg	puts/tegel	tegel
Sen. reparation	Täteteprovning erfordras		A n m.
	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>		
<b>NÄRVARANDE VID BESIKTNINGEN</b>			
Förbesiktning		Mellanbesiktning	
Datum 15 / 10 19 74		/ 19	
		4 112 19 74	
		1225	
För fastighetsägaren			
För beställaren			
För entreprenören			
För Nitro Consult AB			
<b>Nitro Consult AB</b> <i>Urban Barkman</i>			

Besiktningen har utförts för att fastställa fastighetens tillstånd och för att framledes kunna bedöma i vilken mån fastigheten ev. skadats av ovan nämnda arbeten.

Fastighetens tillstånd framgår av bifogat protokoll och därtill hörande bilagor.






Uppgifterna om fastigheten är vanligen erhållna genom samtal med fastighetsägaren eller dennes ombud.

I den händelse skador uppstår på fastigheten, som kan vara orsakade av ovanstående sprängningsarbeten skall fastighetsägaren eller dennes ombud omedelbart anmäla skadan till arbetsledningen på platsen.

Detta protokoll har framställts i ..... exemplar och tillställts ovanstående parter enl. följande: Fastighetsägare ..... ex.,

Byggherre ..... ex., Entreprenör ..... ex.

Fotografier har kopierats i ..... ( 1 ) ex för efterbesiktning. Negativ och kopior arkiveras av Nitro Consult.

Nitro Consult AB		Husbesiktningsavdelningen	
<b>REGISTER</b>			
			Sid.
Begrepps- och teckenförklaringar			<u>1</u>
Situationsplan			.....
Plan med rumsindelning för orientering. Rumsnummer eller -benämningar återfinnes på rumsbesiktningsprotokoll			.....
Rumsbesiktningsprotokoll			<u>2-4</u>
Fasadritningar, ev. fotografier över berörda fasader, där anteckningar görs enligt samma mönster som på rumsbesiktningsprotokollen			<u>5</u>
Särskilt intyg om besiktning och täthetsprovning av skorstenar			<u>6</u>
<b>Begrepps- och teckenförklaringar</b>			
Symbol	Betydelse	Symbol	Betydelse
0	ingen anmärkning		Skymd yta
B	Bomt material		Yta som saknas
AV	Anvisning till skada	P	Panel
L	Lagning	K	Kakel
KR	Krackelering	(GR)	Gropar
VS	Vattenskada	1,0	Meter
H	Härfin spricka (< 0,5 mm)	45	Centimeter
F	Fin spricka (0,5–1,0 mm)	BL	Blåsbildningar
M	Medelgrov spricka (1,0–2,0 mm)	KS	Kylskador
G	Grov spricka (2,0–4,0 mm)	LP	Lös puts
S	Stor spricka (> 4,0 mm)	SER	Serie (antal i samma riktning löpande sprickor)
gg	Genomgående spricka	NAT	Nätverk (antal varandra korsande sprickor)
T	Tapetskada	LB	Lös betong
	Avflagnig	NB	Nedfallen betong
NP	Nedfallen puts	H-sten	H-sprickor i trappstegsform (fogsprickor)
	Sprickor i smygår	 i, y, b	Spräckt fönsterruta, inner, ytter, båda
SS	Spruckna snickeri- eller plattskarvar	Dr	Dragning i tapet eller väv
SN	Markerar snickerielement	DD	Delvis dolt
TS	Torksprickor i trämaterial		
<p>Besiktningen omfattar endast vid besiktningstillfället tillgängliga utrymmen.</p> <p>Ytor och markeringar återges ej skalenligt.</p> <p>Samtliga markeringar är symboliska.</p> <p>Sprickors längd och bredd är uppskattade såvida ej mått angivits.</p> <p>Antalet H-sprickor kan avvika från verkliga förhållandet.</p> <p>Färgkod: Blått eller svart = förbesiktning            Grönt = mellanbesiktning            Rött = efterbesiktning</p>			

Nitro Consult AB HUSBESIKTN.AVD		Reg. NCSH 1974 : 439		Datum 741015		Festighet Testhus, Älta B.V.		Sign. G. Bm	
Rum	Tak norr	Väggarna				Golv norr	Anm.		
		norra	östra	södra	västra				
SDP						o	✓		
KCK						o	∴ Märken från Hylle med tagen		
REN.						o			
WC						o	✓		
SDP						o			
Vardst.						o			
gard.						o			
KCK						o	x/ 4st. kakel loss		
hall						o			
SDP						o			
Ant. ....									

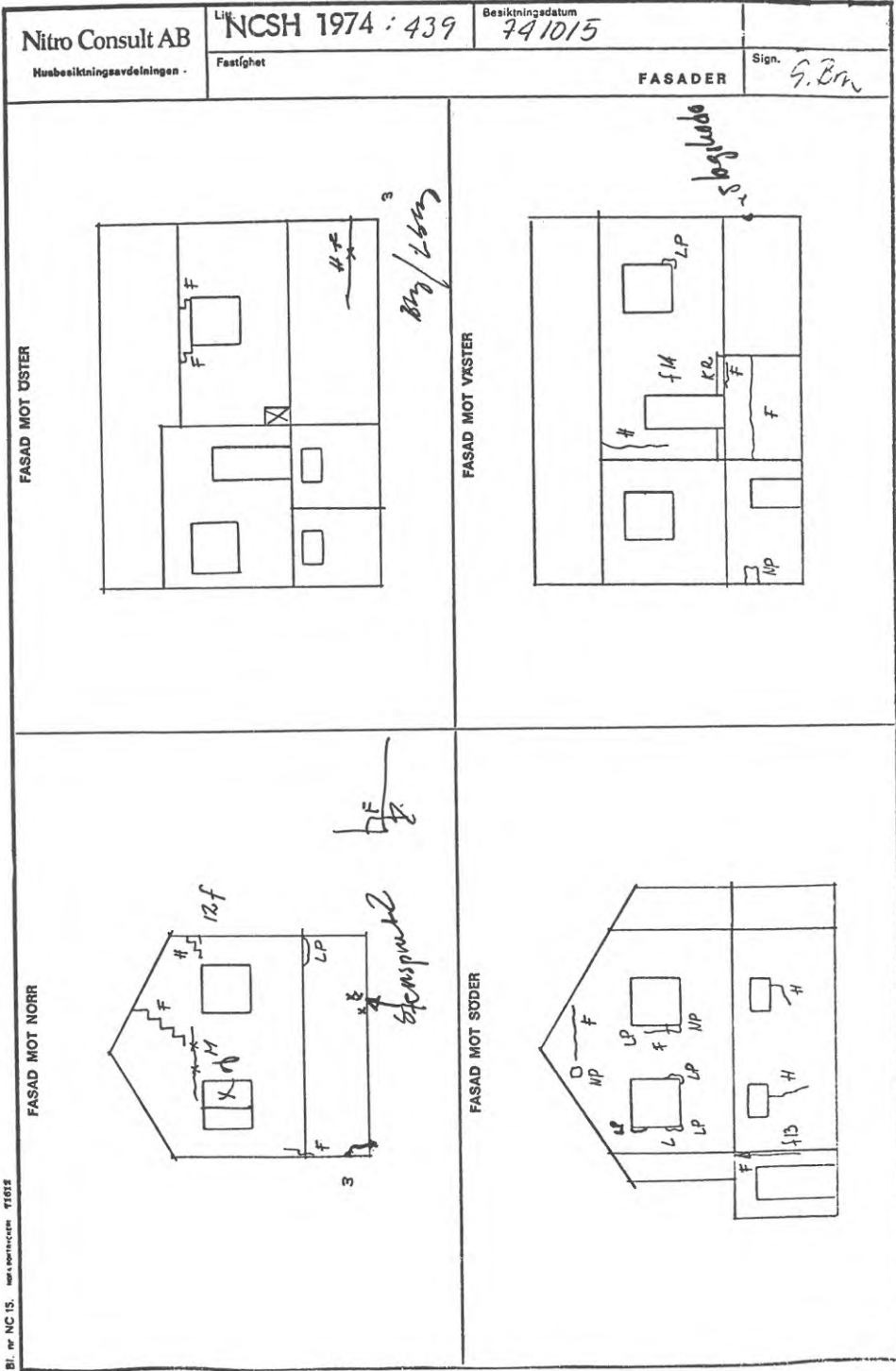
Bl. nr NC 15. 1974

Nitro Consult AB HUSBESIKTN.AVD		NCSH 1974 : 439			Datum 741015		Sign. <i>G.F.M</i>
		Fastighet <i>K.V.</i>					
Rum	Tak norr	Väggarna				Golv norr	Anm.
		norra	östra	södra	västra		
<i>2000</i>							
<i>K.V. under a/hen</i>						<i>delt</i>	
<i>svaga</i>							
<i>under bopp</i>	<i>delt</i>				<i>delt</i>	<i>delt</i>	
<i>posi.</i>							
<i>mrk. 1</i>							
<i>2</i>							
<i>3</i>							
<i>Arb.</i>							
<i>bed</i>							
Ant. ....							

Bl. nr NC 18. underskrifts. 1974

Nitro Consult AB HUSBESIKTN.AVD		Reg. NCSH 1974 : 439		Datum 7/10/15			
		Festighet K.V.				Sign. G. E. M.	
Rum	Tak norr	Väggarna				Golv norr	Anm.
		norra	östra	södra	västra		
0	0	0	6	H H H	0	0	
Ant. ....							
.....							

911, nr NC 16, serie 00000000000000000000 19974



Bl. nr NC 15. info@nitroconsult.se 076152

2



**STEN O. HALLDÉN**

SKORSTENSFEJAREMÄSTARE

1:a sotningsdistriktet

NACKA KOMMUN

Telefon 71613 20

Postgiro 47 88 57 - 6

Postadress 130 10 Ektorp

Nacka den 18 okt. 1974

P R O T O K O L L.Betr. fastigheten Ältavägen 210 Nacka kommun.

vid den 15 oktober d.å. inom rubr. fastighet företagen besiktning av skorstenen, jämte röktryckprovning av värmeanläggningens rökkanal, konstaterades;

att murfogarna i skiljeväggarna mellan värmeanläggningens rökkanal och tre intilliggande kanaler voro något otäta,

att någon anmärkning i övrigt icke fanns att anteckna.

  
Skorstensfejaremästare

# STEN O. HALLDÉN

SKORSTENSFEJAREMÄSTARE

1:a sotningsdistriktet

NACKA KOMMUN

Telefon 7161320

Postgiro 47 88 57 - 6

Postadress 130 10 Ektorp

BILAGA 6

52

Nacka den 10 dec. 1974



## P R O T O K O L L.

Betrf. fastigheten Ältavägen 210 Älta Nacka kommun.

Vid den 9 december d.å. inom rubr. fastighet företagen efterbesiktning av skorsten och eldstäder, jämte röktryckprovning av värmeanläggningens rökkanal, konstaterades förutom vad som angivits i förbesiktningsprotokollet av den 3 dec. 1974: att å vinden fanns en horisontell spricka i skorstenens mursida genomsläppande rök.

*Sten O. Halldén*  
Skorstensfejaremästare

**R42: 1975**

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 740496-9 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Nitro Consult AB,  
Stockholm.**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm  
Grupp: konstruktion**

**Pris: 16 kronor + moms**