



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

R17:1990

**Tystare arbetsmetoder vid
ombyggnad**

Ola Ståleby

Byggforskningsrådet

R17:1990

TYSTARE ARBETSMETODER VID OMBYGGNAD

Ola Ståleby

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
830239-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till DNV Ingemansson AB, Göteborg.

REFERAT

Projektet syftar till att ge en sammanställning av vilken utrustning och vilka metoder som bör användas för att skapa möjligheter att utnyttja delar av en byggnad under tiden som byggnaden genomgår en större ombyggnad. I första delen av projektet studerades två referensljudkällor och hur vibrationerna/stomljudet spreds i ett par byggnader. En jämförelse mellan olika arbetsmoment presenteras också. Som väntat var de värsta arbetsmomenten de som påverkar stommen med slag och har hög arbetsintensitet, t ex bilning med handhållen bilmaskin. Även slagborrning orsakar allvarliga störningar i husen. Betydligt tystare metoder innebär sågning, kärnborrning, rivning med betongsaxar m m.

Till slut presenteras några exempel på hur man löst problematiken med ljudstörningar under ombyggnad av sjukhus. Några förslag till alternativa arbetsmetoder anges också.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R17:1990

ISBN 91-540-5164-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1990

INNEHÅLL

| | | |
|-----------|--|----|
| 1 | INLEDNING | 6 |
| 2 | LITTERATURSÖKNING | 7 |
| 3 | REFERENSLJUDKÄLLOR | 8 |
| 3.1 | Hammarapparat | 8 |
| 3.2 | Elektrisk borr- och mejselhammare | 8 |
| 4 | KARTLÄGGNING AV STÖRANDE ARBETSMOMENT, JÄMFÖRELSE MED HAMMARAPPARATEN | 10 |
| 5 | JÄMFÖRANDE MÄTNINGAR, TE 52 | 12 |
| 5.1 | Jämförelse mellan störande arbets- moment och referensskälla TE 52 | 12 |
| 5.1.1 | Mätning på referensskälla i lab (TE 52) | 12 |
| 5.2 | Mätningar i byggnad | 12 |
| 5.3 | Mätresultat | 13 |
| 6 | ENKÄTUNDERSÖKNING | 15 |
| 7 | OMBYGGNADSARBETEN I PRAKTIKEN | 17 |
| 7.1 | Ombyggnad av centralblocket vid Borås lasarett | 17 |
| 7.2 | Ombyggnad av ögon- och öronpoliklini- kerna vid Sahlgrenska sjukhuset | 20 |
| 7.3 | Ombyggnads-, rivningsarbeten i samband med nybyggnad av op-lab.hus vid Sahlgrenska sjukhuset | 21 |
| 8 | TYSTARE OMBYGGNAD - ALTERNATIVA METODER | 23 |
| 9 | STÖRNINGAR FRÅN BYGGARBETSPLATSER - UTIFRÅN KOMMANDE BULLER | 25 |
| BILAGA I | Använda mätinstrument | 26 |
| BILAGA II | Litteraturförteckning | 27 |

FÖRORD

Vid ombyggnad av fastigheter är alltid störningarna till omgivningen ett svårt problem. Speciellt besvärligt blir det då delar av fastigheten skall utnyttjas för normal verksamhet under ombyggnadstiden. Inom sjukvården är detta ofta aktuellt då man önskar slippa besväret med alltför omfattande flyttningar och störningar i vården. Verksamheten är samtidigt störkänslig. De störningar som orsakar mest irritation är buller och damm.

I denna rapport redovisas ett projekt som utförts vid DNV Ingemansson AB och som finansierats av Statens råd för byggnadsforskning. Syftet med projektet har varit att kartlägga störnivåerna från olika arbetsmoment och presentera tystare metoder eller utrustningar. Dessutom har diskussioner förts med beställare och entreprenörer om hur ombyggnadsarbeten har bedrivits för att minska störningarna till pågående verksamheter. Mätningar och studier har i huvudsak utförts vid Borås lasarett och Sahlgrenska sjukhuset i Göteborg.

Under arbetets gång har jag fått hjälp med mätningar, utvärderingar och andra synpunkter av personal vid Ingemansson. Rune Dalmyr STIBA, Göran Asterhag NCC och Rolf Thomasson SIAB har bistått med värdefulla synpunkter och information.

Margareta Björklund har skrivit rapporten och Göran Ahlgren ritat figurerna.

Till alla dessa och andra involverade personer riktas ett varmt tack.

Göteborg 1989-06-08


Ola Ståleby

SAMMANFATTNING

Projektet "Tystare ombyggnad" syftar till att ge en sammanställning av vilken utrustning och vilka metoder som bör användas för att skapa möjligheter att utnyttja delar av en byggnad under tiden som byggnaden genomgår en större ombyggnad. I första delen av projektet studerades två referensljudkällor och hur vibrationerna/stomljudet spreds i ett par byggnader. En jämförelse mellan olika arbetsmoment presenteras också. Som väntat var de värsta arbetsmomenten de som påverkar stommen med slag och har hög arbetsintensitet, t ex bilning med handhållen bilmaskin. Även slagborrning orsakar allvarliga störningar i husen. Betydligt tystare metoder innebär sågning, kärnborrning, rivning med betongsaxar m m.

Till slut presenteras några exempel på hur man löst problematiken med ljudstörningar under ombyggnad av sjukhus. Några förslag till alternativa arbetsmetoder anges också.

1 INLEDNING

I samband med att andelen ombyggnadsprojekt inom byggsektor ökat har önskemålen om att kunna utnyttja delar av byggnaderna under ombyggnadstiden ökat. Speciellt gäller detta inom den offentliga sektorn (sjukhus, undervisningslokaler etc), men även inom bostadssektorn vore det i många fall fördelaktigt att kunna låta vissa hyrsgäster bo kvar under ombyggnadstiden. Genom att delutnyttja byggnaderna kan man bl a undvika svårigheter att hitta ersättningslokaler, kostnader för dessa, flyttningsarbeten, ökade transporter och transportkostnader m m.

De största orsakerna till störning vid ombyggnadsarbeten är buller och damm. Spridning av damm och luftburet buller går relativt lätt att begränsa med noggranna avskiljningar medan buller som sprids via stommen är svårt att stoppa med enkla metoder. Här måste förändrade arbetsmetoder, alternativ utrustning och stora buffertzoner utnyttjas.

Det projekt som här redovisas påbörjades som ett pilotprojekt vid Sahlgrenska sjukhuset i Göteborg under ombyggnaden av ögon- och öronpoliklinikerna. Under projektets gång har andra ombyggnadsobjekt kunnat följas. Det mest omfattande har varit ombyggnad av Borås lasarettets centralblock, men även andra mindre ombyggnader har studerats t ex vid Sahlgrenska sjukhuset i Göteborg.

Projektet har syftat till att inventera och kartlägga de arbetsmetoder och den utrustning som används idag och som kan sägas vara standard. Som en första fas i projektet testades olika referensstörkällor och störningen från dessa jämfördes med störningen från maskinerna. En förutsättning för att kunna jämföra olika maskiner i olika hustyper/byggnadsstommar är att man har tillgång till en fungerande referensstörkälla.

Ljud- och vibrationsmätningar har utförts vid ett flertal tillfällen i olika objekt. Referensställorna har testats och jämförts med arbetsverktyg och spridningen i byggnaderna har studerats.

Syftet med projektet har varit att kunna presentera metoder och utrustningar som ger upphov till mindre störningar. Genom diskussion med beställare och entreprenörer redovisas ett par exempel på hur ombyggnadsprojekt kan genomföras för att minska störningarna till den pågående verksamheten.

2 LITTERATURSÖKNING

För att hitta de nyheter och senare rön som framkommit inom ombyggnadsområdet beträffande olika arbetsmetoder har bl a sökning i databasen BODIL hos BYGGDOK utförts. Sökningen resulterade i ett antal artiklar som behandlat ombyggnadsarbeten och alternativa metoder ur olika synvinklar. Dessvärre ingen som belyste vibrationer eller bullerstörningar till den ombyggda byggnaden.

I bilaga 2 har en sammanställning av de intressantaste artiklarna gjorts.

3 REFERENSLJUDKÄLLOR

3.1 Hammarapparat

En av de första åtgärderna inom projektet var att kartlägga störningarna från olika arbetsmoment och maskiner. För att kunna göra jämförelser mellan de olika enheterna ute på arbetsplatserna måste en referenskälla tas fram. Kraven på denna vara att den skulle vara välkänd, väldefinierad och lättanvänd. Dessutom måste mätningarna vara reproducerbara så att jämförelser kan göras mellan olika stommar och olika maskiner.

Som första ansats prövades en hammarapparat av fabrikat Brüel & Kjaer, se figur 3.1. Detta är en välkänd och normerad källa och det finns en stor mängd utförda mätningar som kan innehålla intressant information.

Nackdelen med hammarapparaten visade sig vara att vibrationsnivåerna blev låga, speciellt när avståndet till källan växte och några knutpunkter i byggnaderna passerades från källa till mottagare.

3.2 Elektrisk borrar- och mejselhammare

Eftersom hammarapparaten gav för låga vibrationsnivåer i stommen, speciellt på större avstånd från störningspunkten, söktes någon alternativ referenskälla. En tänkbar möjlighet var att använda någon typ av elektrisk bilningsmaskin (mejselhammare). Fördelarna med en sådan maskin är bl a att man får:

- relativt höga vibrationsnivåer i stommen även på stort avstånd
- en standardmaskin med enkel modifiering (mejsel med trubbigt verktyg och applicerad mot ett plattjärn) vilket innebär låga kostnader
- ett relativt bredbandigt spektrum upp till ca 1000 Hz
- en icke förstörande metod
- en under vissa omständigheter repeterbar källa

Vid utvärdering av mätningarna har det visat sig att det finns en del nackdelar med denna typ av referenskälla. Den största invändningen är att repeterbarheten inte är helt kontrollerad. Orsakerna till detta är flera och bl a kan det vara:

- Skillnader i inmatad energi i bjälklaget uppstår beroende på arbetsförhållandena. T ex kan olika tryck mot bjälklaget förorsaka skillnader. Vidare skiljer arbete mot vägg, golv och andra ytor sig åt.

- Stora skillnader mellan olika maskinexemplar beroende på slitage, glapp m m.

För att undersöka en sådan typ av referensskälla valdes en maskin av fabrikat HILTI typ TE52 se figur 3.2. Bearbetningsverktyget är en mejsel som är kapad och platt i änden och som arbetar mot en plåt 10 mm tjock med ett rör fastsvetsat för att styra mejseln, se figur 3.3.

HILTI TE52 är en slagbormaskin för borrhopp till $\varnothing 52$ mm och kan även användas som bilmaskin med en rent slående funktion. Fungerande som bilmaskin utnyttjades den som referensskälla.

4 KARTLÄGGNING AV STÖRANDE ARBETSMOMENT, JÄMFÖRELSE MED HAMMARAPPARATEN

Störningar från arbetsplatsen till övriga byggnadsdelar vid ombyggnad sprids dels som luftljud dels som stomljud. Bullerstörningar som sprids som luftljud är relativt begränsade och deras effekter är lätta att begränsa. Som regel måste arbetsplatsen avgränsas även av andra skäl än ljud, t ex ur säkerhetssynpunkt och nedsmutsningssynpunkt. Man bygger därför provisoriska väggar och dörrar. För att dessa även skall fungera tillfredsställande som bullerskydd krävs kompletteringar, som i många fall kan göras ganska enkla.

Ett komplement till avskiljande konstruktioner är att skaffa sig buffertzoner som evakueras, t ex vid ombyggnad av ett plan töms planet ovanför och under för att skapa en buffertzona.

De bullerstörningar som överförs via stommen är betydligt svårare att begränsa. De faktorer som påverkar utbredningen är stommens beskaffenhet och avståndet till bullerkällan. Stommar med många knutpunkter är gynnsamt speciellt vid horisontell utbredning medan stommar av typ pelardäck är gynnsammare vid utbredning i vertikalled. Det är därför viktigt att kartlägga vilken utbredningsdämpning som man kan påräkna i den aktuella stommen.

Bland de arbetsmoment som förekommer vid ombyggnad är de ur störningssynpunkt intressantaste momenten sådana som bearbetar stommen direkt eller indirekt. En lista på de moment som förmodas ge flest störningar upprättades:

- * Bilningsarbeten
 - handhållna bilningsmaskiner
 - entreprenadmaskiner med verktyg
- * Slagborrning
- * Sågning
- * Kärnborrning
- * Infästningar med bultpistol
- * Spikning
- * Rivningsarbeten (träväggar etc)
- * Rengöring av golv med skrapor
- * El- och VVS-arbeten
- * Övriga snickeriarbeten

Bland dessa borträknades el-, VVS-arbeten och övriga snickeriarbeten från början. De moment som kan orsaka störningar är infästningar i stommen och som ingår bland de övriga momenten.

De olika arbetsmomenten/maskinerna kartlades så att vid normal verksamhet uppmättes vibrationshastighetsnivån intill antingen på bjälklaget eller på väggen.

Mätavståndet till bullerkällan valdes, om möjligt till 1 m. Därefter uppmättes hastighetsnivån p g a hammarapparaten i bjälklaget. Mätavståndet var även här 1 m. I båda fallen uppmättes nivån i ett flertal punkter runt om och ett medelvärde beräknades.

Jämförelse mellan de olika arbetsmomenten kunde därefter ske genom att differensen mellan hastighetsnivån från arbetsmomentet och hammarapparaten ställdes upp. Som mått på störningen användes vibrationshastighetsnivå rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s vägd med A-filter (L_v dB(A)).

Följande differenser uppmättes. Plustecken innebär högre nivåer än från hammarapparaten.

| Arbetsmoment | Differens till hammarapparat L_v dB(A) |
|---|---|
| Bilning i betongbjälklag | +15 - +25 |
| Slagborrning ϕ 25 mm | +10 |
| Sågning i betong | + 7 |
| Slagborrning ϕ 12 mm | + 6 |
| Kärnborrning ϕ 300 mm | - 8 |
| Skrapning av betonggolvet | -26 |
| Fastskjutning av träreglar i betonggolvet med bultpistol (Peakvärden) | -14 - + 7 |

Mätningarna bekräftar att de slående maskinerna (bilning, slagborrning) ger de värsta störningarna. Betydligt tystare alternativ är sågning resp. kärnborrning. Fastskjutning med bultpistol ger också avsevärt mindre störningar än om man t ex skulle använda slagborrning + pluggning och skruvning istället. Toppnivåerna från bultpistolen kan visserligen uppgå till samma nivåer som från slagborrning men varaktigheten är betydligt kortare.

5 JÄMFÖRANDE MÄTNINGAR, TE52

5.1 Jämförelse mellan störande arbetsmoment och referensskälla TE52

De mätningar som utförts har syftat till att dels jämföra den utvalda referensskällan (TE52) med ett antal andra arbetsmoment, dels se spridningen av vibrationer i byggnadsstommen. Genom ett pilotprojekt på Sahlgrenska sjukhuset vet vi att de mest störande arbetsmomenten är slående bearbetning av olika slag t ex bilning, slagborrning m m.

Vid Borås lasarett, centralblocket utfördes rivningsarbeten med en sk Brokk 80 dvs en bobcat med hackande och slående verktyg. Vidare utförde man sågning i väggar och slagborrning. Stommen i byggnaden utgörs av betongbjälklag med pelare och bärande hisschakt och trapphus. Väggarna är utförda i tegel och trä (typ Cloissonväggar). Rivningen av tegelväggarna utfördes av Brokk-maskinen, medan träväggarna revs för hand.

5.1.1 Mätning på referensskälla i lab. (TE52)

En fråga beträffande referensskällan som måste undersökas var om luftljudet från bormaskinen påverkade vibrationsnivån i de bjälklag som utsattes för luftljud. I vårt laboratorium undersöktes därför vad som hände när TE52 applicerades på skiljeväggen mellan två rum och vibrationshastighetsnivån avlästes på bjälklaget i respektive rum, se figur 5.1. Dessutom försågs verktyget med ett lager lay-tech (fabr Becker Akustik) och ett lager Stepisol lades mellan verktyg och bjälklag. Härvid vibrationsisolerades verktyget och vibrationerna i bjälklaget från luftljud kunde mätas.

Resultatet av mätningarna visas i figurerna 5.2-5.5 och man ser att från 2000 Hz och uppåt erhålls bidrag från luftljudsexciteringen till bjälklagets vibrationshastighetsnivå medan för frekvenser under 2000 Hz erhålls endast försumbart bidrag till vibrationsnivån.

2000 Hz är i princip övre gränsen för det intressanta frekvensområdet och resultatet innebär därför ingen praktisk inskränkning.

5.2 Mätningar i byggnad

Vid Borås lasarett, centralblocket, hus ÖT, har ljud- och vibrationsmätningar utförts under pågående rivningsarbeten. De arbetsmoment som uppmätts är de som bedömts ge mest störningar i byggnaden:

- Rivning med bobcat-maskin Brokk 80
- Sågning i väggar
- Slagborrning

De arbetsmoment som inte uppmätts men som förväntas ge stora störningar är bilning i betongbjälklaget och i viss mån även sågning i bjälklaget. Detta förekom inte under den period mätningarna utfördes.

De mätningar som utförts är:

- Bakgrundnivåer på alla plan
- Referensskälla TE52 på plan 2:
Uppmätning av ljud- och vibrationsnivåer på plan 3-9 (figur 5.6)
- Med slagborrmaskin HILTI på plan 2:
Uppmätning av ljud- och vibrationsnivåer på plan 1, 3 och 5. Motsvarande mätning med referensskälla TE52 (figur 5.7)
- Med sågning i vägg plan 2:
Ljud- och vibrationsmätningar plan 1, 3 och 5. Motsvarande mätning med referensskälla TE52 (figur 5.8)
- Med Brokk rivning av vägg:
Ljudnivå och vibrationer mättes simultant på plan 3, 5 och 8 (figur 5.9-5.12).
- Motsvarande mätningar med referensskälla TE2; även denna mätning utfördes samtidigt på de olika bjälklagen (figur 5.13-5.16)

5.3 Mätresultat

Mätningarna i laboratoriet visar att referensskällan TE52 ger tillräckligt höga vibrations signaler i plattan för att bidraget från luftljudsexciterade vibrationer skall vara försumbart för frekvenser under 2000 Hz.

Referensskälla

Referensmätningarna i Borås med TE52 på bjälklag plan 2 ger ett likartat frekvensspektrum för alla bjälklagen.

På bjälklaget plan 3 fanns en mattbeläggning av linoleum. Mätningar visar att brytfrekvensen var 1044 Hz och stegljudsförbättring $\Delta I_1 = 11$ dB. För mattbeläggning plan 6-9 var brytfrekvensen $f_0 = 1613$ Hz och $\Delta I_1 = 3$ dB.

Av mätningarna framgår att TE52 är lätt mätbar på alla plan, med höga vibrationsnivåer även på plan 9 (väl över bakgrundsnivån).

Man kan konstatera att högre nivå erhållits på plan 7 och 8 än plan 5 och 6, vilket är oväntat.

Om emellertid dessa mätningar jämförs med motsvarande kontrollmätningar vid andra tillfällena med TE52 som excitator kan konstateras att frekvensspektrum ser helt annorlunda ut. Orsakerna till detta kan vara flera bl a:

- Vid jämförelse med väggsåg och slagborr har TE52 anbringats mot väggen i stället för bjälklaget.
- Olika anliggningsstryck påverkar överföringen.
- Koppling vägg/bjälklagsdel till bärande stomme är olika.

För praktiskt bruk är det sannolikt att det intressantaste fallet är bearbetning mot bjälklag. Detta ger det värsta fallet och visar även utbredningsförhållandena i byggnaden.

Slagborr

Man kan ur diagrammen avläsa en viss följsamhet mellan frekvensspektrum för slagborrmaskinen och referensskällan. (Tyvärr misslyckades den jämförande mätningen på plan 3 för TE52.) Eftersom även referensskällan är av samma maskintyp som slagborrmaskinen är detta inte speciellt förvånande.

Man ser också att vibrationshastighetsnivån vid plan 5 för låga frekvenser är högre än för plan 3. Orsaken måste vara att det är olika knutpunktsdämpning i respektive bjälklag.

Sågning

Aven här kan en viss följsamhet avläsas mellan frekvensspektra, från sågning rel TE52 dock inte så god som vid slagborren.

Brokk 80

Brokk 80 är en rivningsmaskin i form av en liten traktor (bobcat) försedd med slående pikmejsel. Här utfördes samtida mätningar på plan 3, 5 och 8 för att exakt se utbredningsdämpningen.

Stora skillnader mellan de olika mätpunkterna kan konstateras. Mätningen utfördes under rivning av tegelvägg och en del differenser beror sannolikt på olika koppling till stommen och på att maskinens excitering är olika vid olika belastningar/motstånd hos väggen.

Motsvarande mätningar utfördes även för TE52, dvs samtida avläsningar på plan 3, 5 och 8 under bearbetning på plan 2. För TE52 är repeterbarheten god och man kan även avläsa luftljudsbidraget till vibrationsnivån för plan 3 från 1250 Hz och uppåt.

6 ENKÄTUNDERSÖKNING

En av de intressantaste frågeställningarna beträffande störningar vid ombyggnad är hur mycket buller och vibrationer personal och patienter kan stå ut med utan att känna sig störda? För att få en viss uppfattning om detta genomfördes en liten enkätundersökning bland personalen på de avdelningar som var i bruk under ombyggnadsarbetena.

Samtidigt som störande arbeten utfördes på plan 2 fick personalen besvara några enkla frågor. Ljudmätningar utfördes under tiden i avskilda rum på respektive plan. Personalen rörde sig på avdelningen som vanligt vilket innebär att den exakta ljudnivån som personalen utsattes för inte kan fastställas. Provet utfördes en eftermiddag mellan kl 16.00 och 18.30 och tre-fyra personer på varje avdelning fick svara på enkäten.

Frågeblanketten redovisas i figur 6.1.

Även om underlaget är begränsat och tillförlitligheten låg ges ändå en indikation på att det finns en gräns för vad som anses acceptabelt.

Man måste också komma ihåg att informationen från entreprenören till berörd personal varit mycket god. Man har dessutom börjat ombyggnaden av huset uppifrån, vilket innebär att den tillfrågade personalen redan fått nyrenoverade lokaler och alltså sett resultatet av ombyggnadsarbetena och störningarna.

Enkätsvaren har sammanställts i tabellen nedan.

| | Ljudnivå dB(A) | Vibrationshastighetsnivå dB(A) | Enkät svar |
|--------|-------------------|-----------------------------------|------------|
| Plan 6 | 53 | 49 | 4,4,4.2 |
| Plan 7 | 42 | 45 | 2,1,1.1 |
| Plan 8 | 48* | 42 | 2,1.1 |
| Plan 9 | 50* | 36 | 1,1,1.1 |

* troligen hög bakgrundsnivå

Svaren graderas från 5 = outhärdligt till 1 = inte störande.

Graden av störning och hur känslig man är, är i hög grad individuell. Dessutom beror känsligheten på hur mycket man har att göra och vilken typ av arbete som utförs. Denna enkla undersökning har inte tagit hänsyn till dessa faktorer men man kan ju konstatera att där både luftljudsnivå och vibrationshastighetsnivå var högst upplevdes också störningarna värst.

På plan 6 var ljudnivån över 53 dB(A) samtidigt som vibrationshastighetsnivån var 49 dB(A) och här upplevdes störningar. På plan 9 var visserligen ljudnivån 50 dB(A) medan vibrationsnivån var 36 dB(A) och där ansåg man sig inte störd. Sannolikt har något i sammanhanget ovidkommande buller bidragit till den höga luftljudsnivån.

I ett examensarbete vid KTH 1988 av Andreas Novak och Peter Roots "Ombyggnad med kravboende har bl a utförts en enkätundersökning av vilka ljudnivåer som är acceptabla. Man har utfört byggnadsarbete (slagborring i stommen), mätt ljudnivån i lägenheterna och ställt frågor till de boende. Resultatet visar att ljudnivåer över 50 dB(A) uppfattas som mycket störande eller outhärdliga av 42% av de tillfrågade. (Man kan inte tolerera sådana ljudnivåer under en hel arbetsdag.) Vidare tyckte 75% av de tillfrågade att bullret var den viktigaste storkällan. Totalt tillfrågades 40 personer i undersökningen.

7 OMBYGGNADSARBETEN I PRAKTIKEN

Vid några ombyggnadsprojekt har genomförandet kunnat följas på nära håll. Utförandet har även diskuterats med både entreprenör och beställare.

- De projekt som närmare studerats är
- Ombyggnad av centralblocket vid Borås lasarett
 - Ombyggnad av ögon- och öronpoliklinikerna vid Sahlgrenska Sjukhuset
 - Rivnings- och ombyggnadsarbeten i samband med ett nytt operations- och laboratoriehus vid Sahlgrenska Sjukhuset

7.1 Ombyggnad av centralblocket vid Borås lasarett

När ombyggnaden av centralblocket vid Borås lasarett skulle börja bestämdes att man skulle gå fram våningsvis och ha en del av verksamheten i drift under byggtiden. Det är naturligtvis ur byggteknisk synvinkel bättre och enklare att tömma hela huset och göra en snabb och kraftfull byggnadsinsats. Det som talar för en etappvis ombyggnad är att man slipper att anskaffa ersättningslokaler med stora kostnader som följd.

Vid centralblocket valde man att lämna 1-2 våningar buffertzonen mellan byggnadsarbetet och verksamheten. Speciellt vid de tyngre arbetsmomenten (rivning, bilning, sågning i golv etc) valdes två våningar som buffert.

Vid upplägningen av arbetet var man mycket noga med

- Information till sjukhuspersonalen
- Information till byggnadsarbetarna
- Kommunikation mellan bygget och verksamheten
- Planering i förväg av byggnadsarbetena.

Informationen till sjukhuset vände sig till personalen ej till patienterna. Personalen fick bevaka patienternas intressen. Enstaka patienter kan få problem, även av små störningar och kan behöva flyttas. Informationen tog upp de problemområden som förekommer:

- buller
- damm
- Övriga allmänna störningar

Som ett råd i sammanhanget säger ansvariga vid Borås lasarett (Anders Larsson och Rune Dalmyr) att det är bättre att överdriva svårigheterna än att bagatellisera dem. Tala om att det kommer att bullra, att det kommer att bli smutsigt överallt, att det kommer att vara svårt att ta sig fram etc. Allt som fungerar och innebär mindre störningar kommer sedan som glada överraskningar.

Det är naturligtvis viktigt att tala om hur arbetet kommer att bedrivas, vilken tidplan som gäller m m så att alla vet vad som väntar dem. Man skall även berätta vilket resultat som kommer av ombyggnaden och hur respektive avdelning kommer att få det när arbetet är klart.

För att underlätta informationsflödet mellan bygget och sjukhuspersonalen utsågs fasta kontaktpersoner så att varje avdelning hade minst en kontaktperson att vända sig till. Vidare angavs två till tre telefonnummer där alltid någon ansvarig arbetsledare fanns så att hela bygget eller vissa arbetsmoment kunde stoppas med omedelbar verkan vid behov. Detta kan gälla vid vissa "tunga" arbeten och vid känsliga undersökningar/operationer.

Möten med personalen lades in med täta mellanrum. Vid dessa möten stämde man av hur arbetena förflutit och vilka arbeten som planerats för närmaste framtiden. Vidare var både huvudskyddsombud och säkerhetsansvarig vid sjukhuset med på byggmöten m m.

Att då och då besöka avdelningarna och speciellt efter störande arbeten bjuda på tårta till kaffet visade sig också ha en god inverkan på samarbetet mellan vård och bygge.

I kontakterna med sjukhuset eftersträvades att få kontakt med avdelningarna och inte hamna för högt upp i hierarkin, vilket är lätt hänt om man följer normala rutiner och går via klinikchefer och motsvarande. Man ville ha kontakt med den dagliga vården för att få snabb kommunikation och snabba svar på frågor som rörde den dagliga vården. Man måste också tänka på att det inte enbart är vården som är störcänslig, utan en mängd andra verksamheter också är känsliga t ex laboratorier, expeditioner m fl. På expeditionerna förekommer bl a samtal med patienter, telefonsamtal med anhöriga etc. Vissa expeditioner är bemanade stor del av dagen t ex tidsbeställning, läkar-sekreterare etc.

Beträffande övriga kommunikationer, transporter etc var det viktigt att skilja sjukhuset och byggarbetsplatsen åt. Det är viktigt för att minska störningar i form av nedsmutsning, blockering, olycksrisker etc.

Vid planeringen av arbetet började man med en kartläggning av vilka tider och vårdmoment som krävde störningsfrihet eller var störningskänsliga. Utifrån detta kunde man skapa tider då störande arbetsmoment undveks respektive utfördes på annat ställe i byggnaden. Det har visat sig även från andra objekt att det är viktigt att kunna skapa vissa tidsintervaller som är störningsfria. Avdelningarna kan planera sin verksamhet efter detta och på så sätt mildra konsekvenserna för den egna avdelningen.

Planeringen av evakueringen inför ombyggnaden är viktig. Genom att styra in- och utflyttning i lokalerna kan man skapa sig möjlighet att göra tyngre rivningsmoment i känsliga delar av huset före inflyttning. Hur detta i detalj skall utföras är beroende av många faktorer och man får söka en lösning från fall till fall.

Den entreprenadform som använts vid Borås är löpande räkning med incitamentavtal mot en budget. Fördelen med denna entreprenadform är att man från beställaren kan påverka entreprenaden och vilka metoder och arbetsformer som väljs. Man kan påverka arbetsplatsens organisation, hur arbetet bedrivs och till viss del styra utförandet. Oförutsedda händelser, som alltid inträffar och speciellt vid ombyggnader, kan lösas på ett för sjukhuset bra sätt och under kontrollerade former.

Faktorer som påverkade val av entreprenör var:

- Platsorganisation. Vilka, hur många och vilken erfarenhet har arbetsledarna
- Arvode. De ekonomiska frågorna måste beaktas
- Riktkostnader, totalkostnader
- Erfarenheter från liknande arbeten, referenser

I samband med att ombyggnadsarbetena startades utfördes en genomgång av de störande arbetsmoment som kunde väntas under arbetet. Vid starten av arbetena hade vissa rekommendationer gjorts och dessa kompletterades i samband med att mätresultaten presenterades.

Ljudmätningar utfördes bl a på bilning, sågning och urlastning. Arbetena utfördes på plan 6 och mätningar på samma plan samt planen över och under.

Följande ljudnivåer uppmättes i dB(A).

| | |
|------------------------|-------------|
| Sågning samma plan | 95 dB(A) |
| planet under | 55 dB(A) |
| planet över | 55 dB(A) |
| handsåg planet över | 60-65 dB(A) |
| Bilning i korridorvägg | |
| samma plan | 100 dB(A) |
| planet under | 95 dB(A) |
| planet över | 75 dB(A) |
| planet snett under | 75 dB(A) |
| Urlastning med bobcat | |
| samma plan | 90 dB(A) |
| planet under | 75-80 dB(A) |

Syftet med mätningarna var att få en uppfattning om vilka störnivåer som man kunde vänta sig i just detta hus. Ljudnivåerna och spridningen är helt beroende av stommen. Stommen bestod av betongbjälklag, fyllnadsbjälklag och bärande väggar av betong och tegel.

Med mätningarna som grund kunde konstateras att det framför allt var bilning som orsakade störningar. Andra arbetsmoment som också studerades var rivning av träväggar och diverse demonteringsarbeten. Dessa gav inte upphov till några störningar i under- eller ovanliggande plan. Man kunde konstatera att spridningen av bullret sker dels via stommen (korridorväggar, bjälklag, fasad), dels som luftljud via trapphus och korridorer.

De åtgärder som beslöts i samband med ombyggnaden i detta skede koncentrerades kring att begränsa spridningen av luft- och stomljud. Detta innebar att man skulle bygga täta väggar och väl fungerande avstängningar mellan vårderna och byggen. Man måste hindra både buller och damm att sprida sig i byggnaden.

Spår skulle sågas i överbetongen intill vissa väggar för att hindra stomljudsspridning dels i samma plan dels via korridorväggarna till ovan- och underliggande plan.

7.2 Ombyggnad av ögon- och öronpoliklinikerna vid Sahlgrenska sjukhuset

Som tidigare redovisats hade i samband med ombyggnaden av ögon-, öron-polikliniken en studie av störningar från byggarbeten utförts. Resultatet av den studien blev bl a att restriktioner infördes i byggbeskrivnings AF-kapitel. Där reglerades bl a tider och utförande för en del byggnadsarbeten. Ett utdrag ur AF-kapitel redovisas nedan:

Ur AF-kapitel Sahlgrenska Sjukhuset ögon-öronpol.

"* Ljudstörningar, buller
För arbeten som orsakar ljudstörningar inom i drift varande våningar i hus 185 och 102 gäller restriktioner enligt nedan.

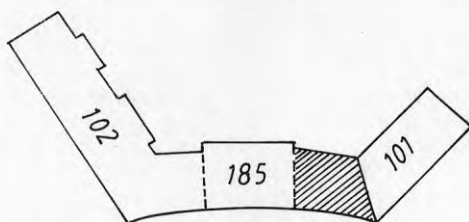
Arbetena som kan orsaka ljudstörningar är följande (ordnade efter minskad störningsgrad):

1. Bilning mellan hus 101 och 185
2. Övrig bilning
3. Sågning i tegel/betong
4. Slagborrning
5. Övrig rivning av väggar
6. Fastskjutning med bultpistol
7. Kärnborrning, golvskrapning

Följande tidsbegränsningar för arbetena gäller:

1. Utförs under nedan angivna dygnstider och efter särskilt samråd med beställaren.
2. Utförs inom hela byggnad 101 endast under nedan angivna dygnstider.
- 3,4,5. Utförs inom markerad del av byggnad 101 endast under nedan angivna dygnstider.

6,7. Utförs utan restriktioner.



Inom markerad del av hus 101 gäller dessutom att ljudstörande arbeten skall utföras omgående vid entreprenadstart och fram till 1982-08-24.

Dygnstider för ljudstörande arbeten

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| morgon: måndag-fredag | 07.00-08.30 |
| eftermiddag: måndag-torsdag | 15.00-20.00 (21.00) |
| eftermiddag: fredag | 13.00-17.00 |

Entreprenören skall samråda med beställaren beträffande tidpunkt för uppförande av avskärmningar (se A3.541) och genombrott mellan byggnad 101 och 185. Vidare skall överenskommas om tidpunkt för bullerfria raster under arbetsdagen.

Raster skall vara samordnade så att två bullerfria perioder erhålls under dagen."

Som resultat av studien vid Sahlgrenska sjukhuset kunde konstateras att det gick att utföra ombyggnadsarbeten under tiden som känsliga undersökningar utfördes, bl a i audiometerum. En skillnad mot Borås-fallet är att man här hade delat huset i sådana etapper att huset blev tillgängligt i vertikaldelar, dvs etappgränserna utgjordes av vertikala väggar vilket gjorde det lättare att hindra stomljudsspridning mellan byggnadsdelarna.

7.3 Ombyggnads-, rivningsarbeten i samband med nybyggnad av op-lab.hus vid Sahlgrenska sjukhuset

Då man skulle bygga ett nytt hus för operation och laboratorier vid Sahlgrenska sjukhuset måste dels ett hus rivas dels det nya huset anslutas till det befintliga centralkomplexet. Restriktioner skrevs på liknande sätt som för ögon- och öronpoliklinikerna in i bygghandlingarna i samband med upphandlingen av entreprenaden. För rivningen av dåvarande lab.huset föreskrevs att en fog mellan huset och centralblocket skulle sågas innan rivningsarbetet fick påbörjas. Dessutom föreskrevs att grundläggningen skulle utföras med s k gräv-pålar istället för konventionell påslagning.

Utdrag ur föreskrifterna:

"Rivningsarbetet medför störningar inom sjukhusområdet och bl a till störkänsliga avdelningar. Restriktioner och krav beträffande entreprenaden ställs därför enligt nedan:

Inom sjukhusområdet gäller som målvärde utanför fasad (frifältsvärde) max ekvivalent ljudnivå 60 dB(A), under varje enskild timma, för buller orsakat av entreprenaden. Detta målvärde kan dock inte innehållas för de mest utsatta fasaderna (027, 032, 024, 035 televäxel).

För dessa gäller som krav: maximalt tillåten ljudnivå framför fasad (frifältsvärden): 70 dB(A) - ekvivalent ljudnivå under varje enskild timma. För övriga fasader gäller målvärdet som krav.

Vid de fönsterrader på byggnad 032 och 035 som är närmast rivningsarbetet kan överskridanden av kravvärdet komma att ske. Entreprenören skall i så fall tilläggsisolera fönstren i de rum där beställarens ombud så finner lämpligt (exempelvis genom insättande av en tredje glasruta, karm, båge + glas). Slutlig omfattning beslutas i samråd med beställarens ombud.

För rivning gäller att samtliga byggnader som skall rivras, även källarvåningar av gamla paviljonger avskiljes med en spalt från centralblocket. Spalten skall utföras genom sågning av två snitt och vara minst 20 cm bred.

Bilning i byggnader som är förbundna med centralblocket får inte ske utan tillstånd av beställarens ombud. Detta innebär bl a att bilning och nedslagning ej får ske i rivningshusen innan spalten är uppsägd.

Entreprenören skall använda metoder och maskiner som ej orsakar onödigt buller och i samråd med beställarens utarbete rutiner som minskar risken för störningar t ex skall kompressorer vara ljuddämpade.

Beställarens ombud kommer att genomföra stickprovsvisa kontrollmätningar under entreprenadtiden. Entreprenören kan närvara vid mätningarna. Om för höga ljudnivåer erhålls vid mätningarna skall entreprenören omedelbart åtgärda detta. Vidtar ej entreprenören åtgärder omedelbart kommer beställaren, på entreprenörens bekostnad, att vidtaga dessa erforderliga åtgärder.

Arbetena får normalt bedrivas endast mellan kl 07.00-17.00."

Byggnadsarbetena innebar ingen allvarlig störning för värden enligt de uppgifter som kommit fram efter färdigställandet. Det moment om orsakade mest irritation var spontslagning och slagning av de enstaka pålar som blev nödvändigt att slå p g a för stort djup.

8 TYSTARE OMBYGGNAD - ALTERNATIVA METODER

Behovet av tystare maskiner för byggverksamheten har gjort att maskintillverkare har ansträngt sig och utvecklat sina produkter. Samtidigt har det under tiden projektet pågått presenterats en del nya arbetsmetoder och redskap som begränsar bullerstörningarna från maskinerna och även minskar vibrationerna i stommen. De metoder som redovisas nedan är sådana som idag finns på marknaden eller är under introduktion. I huvudsak har uppmärksamheten riktats på metoder som medför begränsade störningar till resterande delar av byggnaderna och inte hur bullret påverkar maskinskötarna eller byggnadsarbetarna.

En av de mest uppmärksammade redskapen är **betongsaxen**. Den ersätter bilningen i många fall och "tuggar sönder" väggar och bjälklag. Betongen krossas med hjälp av hydraulisk drift och användes både för golv och väggar. Fördelarna är att vibrationer och buller till byggnaden är mycket låga och bullret till byggarbetsplatsen är lågt.

Dessutom minskar dammspridningen avsevärt jämfört t ex med bilning. Man har inte heller problem med vattenkylning som vid sågning. Betong- eller skrot-saxar finns i varierande storlekar för en rad olika ändamål. De kan monteras på grävmaskiner eller hängas i pendel i tak alternativt stå på något stativ. Se figur 8.1-8.2.

Kärnborrning kan nu ske med relativt stor spännvid på håldiameterna, ca 10-600 mm. Maskinerna har blivit lättare att hantera och kan för de små maskinerna hållas fritt. En möjlig utveckling är ännu lättare maskiner för mindre hål, ner till 6-8 mm, för infästningar istället för slagborrning. Olika typer av maskiner visas på figur 8.3.

Sågarna har också blivit både behändigare och mer lättillgängliga vilket skapar förutsättningar för att använda dessa istället för bilning i många fall, se figur 8.4

Vattenbilning av betong är användbart då övre betongytan behöver repareras t ex verkstadsgolv, väggar etc. Metoden är välprövad bl a vid betongbroar. Vattenbilningen tar bort det övre betonglagret, blottar och rengör armeringen så att ett nytt betongskikt kan läggas dit. Att använda metoden till bilning av hela betongvalv e dyl är inte tänkbart, se figur 8.5.

En utveckling av vattenbilningen är att använda en blandning av sand och vatten som en jetstråle. Med denna kan man skära i betong, stål, glas m m. Man kan även använda den till blästring och bilning. Metoden ger små vibrationer i stommen och är dessutom relativt tyst, se även figur 8.6.

Andra metoder som kan användas istället för bilning är hydraulisk spräckning, expanderade cementbruk och försiktig sprängning. Nackdelen med dessa metoder är att hål måste borraras först och att man härigenom får störningar av slagborrmaskin om inte kärnborrning används.

En metod att använda vid infästningar istället för slagborrning är fastskjutning med bultpistol. Detta ger en impuls stället för ett långdraget knattrande och upplevs mycket mindre störande än slagborrning. Man kan idag använda tekniken i de allra flesta sammanhang och tillverkarna står gärna till tjänst med råd och anvisningar om utnyttjandet av metoden, se figur 8.7

Sammanfattningsvis kan sägas beträffande tystare metoder att man måste inrikta sig på att förhindra vibrationer i stommen att spridas. Detta kan göras genom att undvika att föra in vibrationer i stommen - välj inte slående arbetsmetoder och att avskilja området med (störkänslig) verksamhet från byggarbetsplatsen genom att utnyttja knutpunktsförluster i stommen, säga upp fogar etc.

Det är viktigt att man byter ut metoder av typen slående bearbetning (bilning, slagborrning etc) mot metoder som bänder, bräcker och till viss del roterar (hydraulsaxar, domkrafter, sågar, kärnborrar m m.

Den viktigaste slutsatsen av diskussioner med ansvariga för ombyggnadsprojekt både inom och utom sjukvården är att information och kommunikation mellan bygget och nyttjarna måste fungera. Det visar sig att man från byggarnas sida i första hand ser till hur rationell en metod är oavsett om den stör eller inte. Detta gäller även i de fall då man får betalt för att använda tysta metoder. För att få entreprenören att bli intresserad av att välja tystare metoder måste beställaren sätta krav på max ljudnivå och kontrollera denna eller på något annat sätt skapa incitament på att tysta byggmetoder skall användas.

Att det under byggnadstiden alltid förekommer tillfällen då inte ljudkrav kan innehållas eller andra störningar uppstår kan i stor utsträckning kompenseras genom god och öppen information till nyttjarna.

9 STÖRNINGAR FRÅN BYGGARBETSPLATSER - UTIFRÅN
KOMMANDE BULLER

Utöver de störningar som sprids via stommen i huset stör även byggarbetsplatsen med buller från verksamheten runt om. Ofta kombineras arbetet med schakter för kulvertar, utbyggnader m m. Transporter till och från byggplatsen orsakar också buller.

De arbetsmoment som man speciellt måste se upp med i detta sammanhang är:

- schaktning i berg eller mark
- vid bergsschakt: speciellt borrhning - sprängning
- transporter/transportfordon
- pålning
- spontning

Denna typ av störningar faller utanför projektets ram men även här är det angeläget att finna tystare arbetsmetoder.

Med tanke på att centralt belägen tomtyta är mycket attraktiv numera även som bostäder, måste hänsyn tas till hyresgäster vid byggnadet.

En del användbara alternativ finns redan på marknaden t ex Silent Piling för tyst spontning.

Något tyst sätt att slå ner pålar på finns inte idag. Det förut etablerade systemet med impulsdrivare verkar inte finnas tillgängligt längre. Nya hydrauliska pålningsmaskiner har endast medfört marginella förbättringar jämfört med lindrivna pålkranar. Fabrikanterna säger sig arbeta för att nå fram till tystare metoder men vill idag inte avslöja några detaljer. Tills vidare kan man därför endast rekommendera grävpålar där detta är en möjlig lösning istället för slagpålar. Djupet till fast mark är dock begränsat för metoden med grävpålar.

BILAGA I Använda mätinstrument

Vid mätningarna har följande mätutrustning och analysutrustning använts:

| | |
|----------------------|--------------------------------|
| Ljudnivåmätare | Brüel & Kjaer 2209, 2215, 2218 |
| Accelerationsgivare | Brüel & Kjaer 4368, 4362 |
| Laddningsförstärkare | Brüel & Kjaer 2635 |
| FFT-analysator | Hewlett Packard 3562A |
| Parallellanalysator | General Radio 1921 |
| Bandspelare | Nagra IV SJ |
| Bandspelare | Studer B62 |
| Hammarapparat | Brüel & Kjaer 3204 |
| Bordsdator | Hewlett Packard 9830 A |

BILAGA II Litteraturförteckning

Nosie Control in Building Services. Sound Research Laboratories Ltd

Falch, Edvard. Begrensning av støy fra BA-veriksomhet. Produktoversikt. ELAB, Aug. 1977

Liasjø, Kåre H och Storeheier, Svein, A. Produktregister for støydatabanken 1986. ELAB, juli 1986

Novak, Andreas och Roots, Peter. Ombyggnad med kvarboende. Examensarbete vid Inst. för Byggnadsteknik, KTH 1988

Jönis, Per Johan och Molin, Christer. Håltagning i och partiell rivning av betong vid ombyggnader. CBI rapporter nr 1, 1985.

Musannif, A A B. Thermic boring. Building Research Establishment, CP 58/75

Overödder, Thomas. Vattenbilning: Ett utmärkt sätt att ta bort skadad betong. Byggteknik från Bro 88

Ross, B C. Exposure of Construction Workers to Noise from Piling Plant. Noise & Vibration Control Worldwide, Nov. 1983.

Baklid, Ingvild. Håndverktøy - for menneskehånd?. Byggaktuellt 21, sept. 1987

Albért, Torbjörn. Atlas Copcos E-serie utvidgad Borrmaskin kraftigt avvibrerad. Leveranstidningen Entreprenad, Nr 20-21, 24 maj 1988

Herbert, Stan. 68 Lombard Street, Civil Engineering, Dec. 1984.

Herbert, Stan. Diamond sawing - a developing technique, Civil Engineering, sept. 1984.

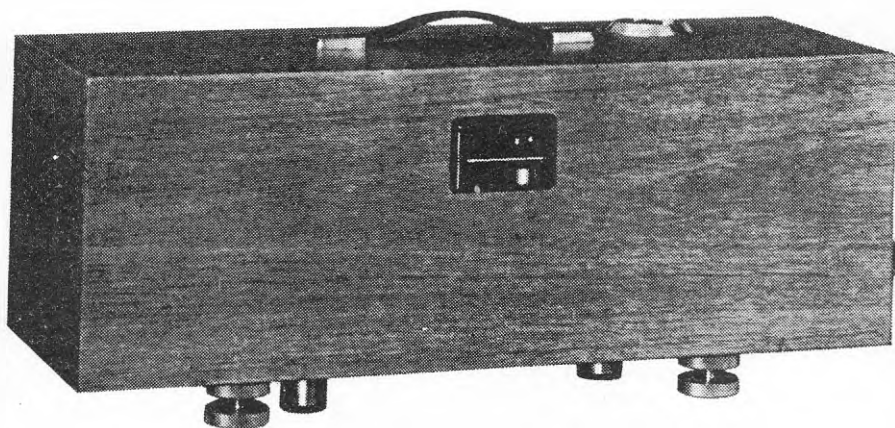
Johansson, Sture. Ny metod för effektiv rivning. Byggindustrin, nr 10, 1985.

Molin, Christer. Försiktig sprängning. Husbyggaren 2, 1981.

Molin, Christer. Ombyggnadsrivning i betong. CBI informerar, nr 3, 1986.

Rivningshandboken. Atlas Copco MCT AB, Nacka 1985.

Tapping Machine Type 3204



Figur 3.1. Referensljudkälla, hammarapparat,
Brüel & Kjaer

Användningsområde

Börning i betong och tegel. \varnothing 8-52 mm. Borrkronor t.o.m. 90 mm.
Montering av kemiskt ankare upp till M24.
Mindre mejslingsarbeten.

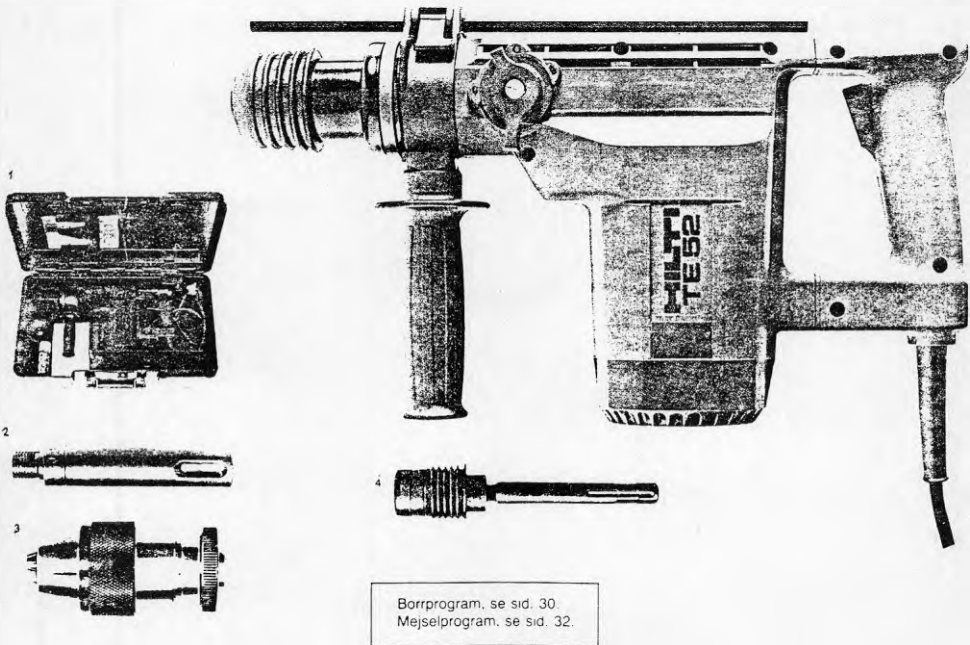
Tekniska data

| | |
|------------------------|-----------------|
| Upptagen effekt | 780 W |
| Spänning | 220 V |
| Frekvens | 50-60 Hz |
| Varvtal vid belastning | 380 varv minut |
| Slagtal vid belastning | 2580 slag minut |
| Dimension | 440x106x230 mm |
| Vikt | 6,5 kg |

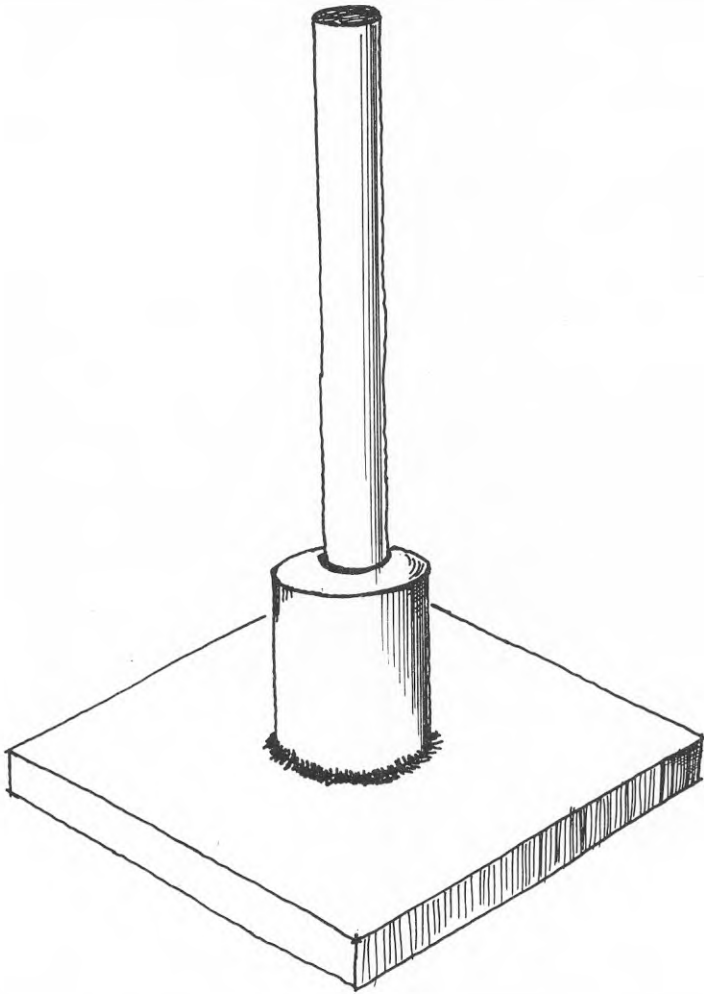
| Best.nr | Beteckning | Urustad med | Pris per st |
|----------|---------------------|---|-------------|
| 740266 1 | Hilti TE52 komplett | 4 m anslutningskabel, verktygsåda av slagålig plast, putsduk och Hilti universalspray | 9525,00 |

Tillbehör

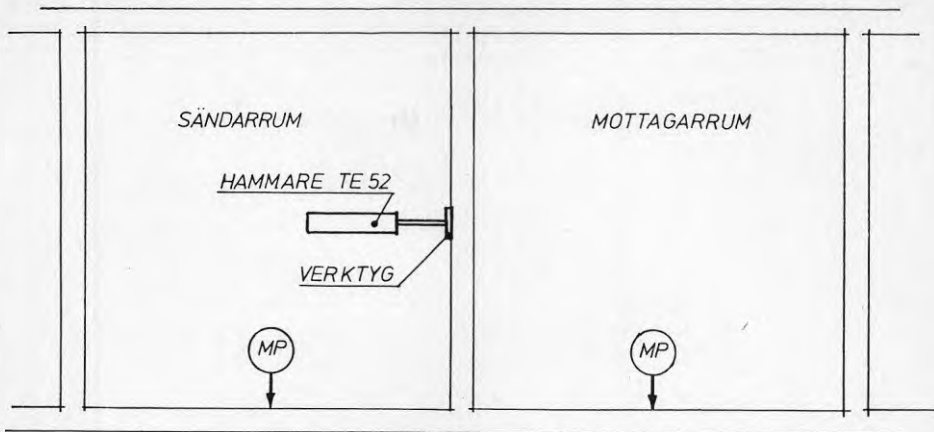
| Best.nr | Beteckning | Pris per st |
|----------|---|-------------|
| 602805 1 | Chuckhallare TE-F 1/2" | 173,00 |
| 602086 3 | Chuck TE-C-F 1/2" max. borråste 13 mm | 245,00 |
| 742841 4 | Adapter TE-F till TE + borr. Se sid 26. | 482,00 |



Figur 3.2. Referensljudkälla, HILTI TE 52.



Figur 3.3. Verktyg för TE 52.

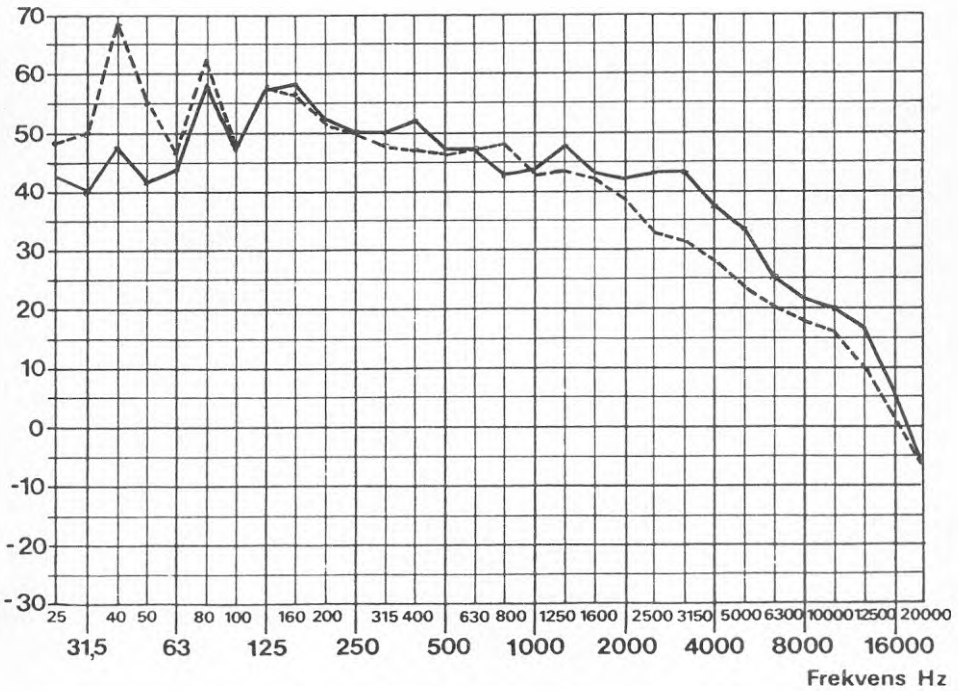


Figur 5.1. Uppställning av mätning i laboratorium.

Vibrationshastighetsnivå

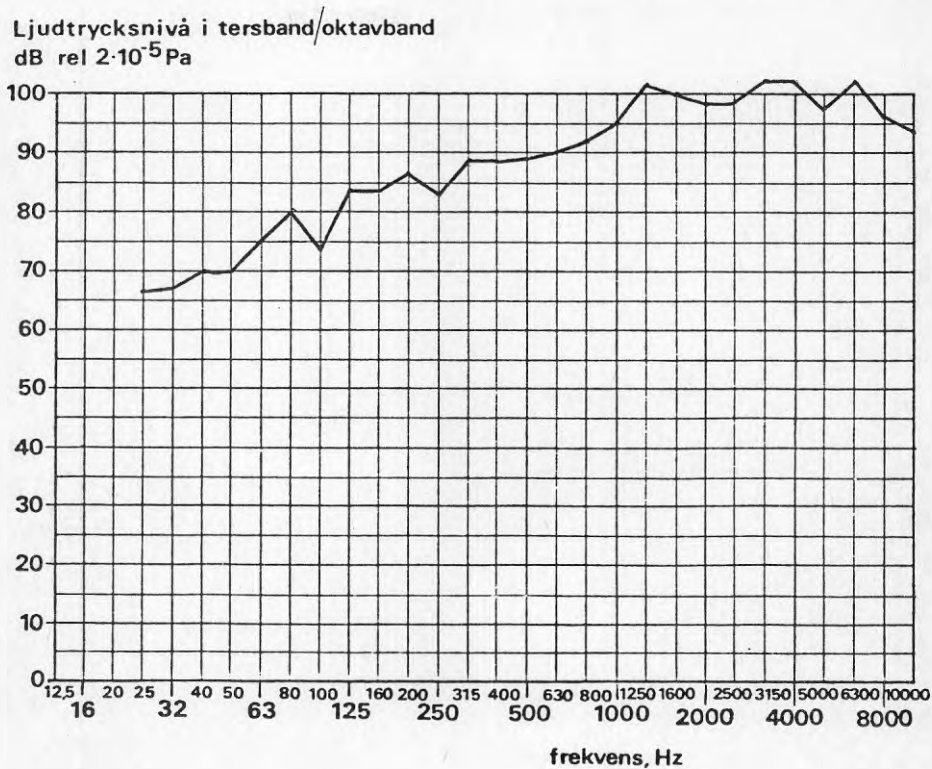
i sändarrum —————
i mottagarum - - - - -

Vibrationshastighetsnivå i tersband
dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.2. Mätning i laboratorium.

TE 52 + verktyg direkt mot vägg



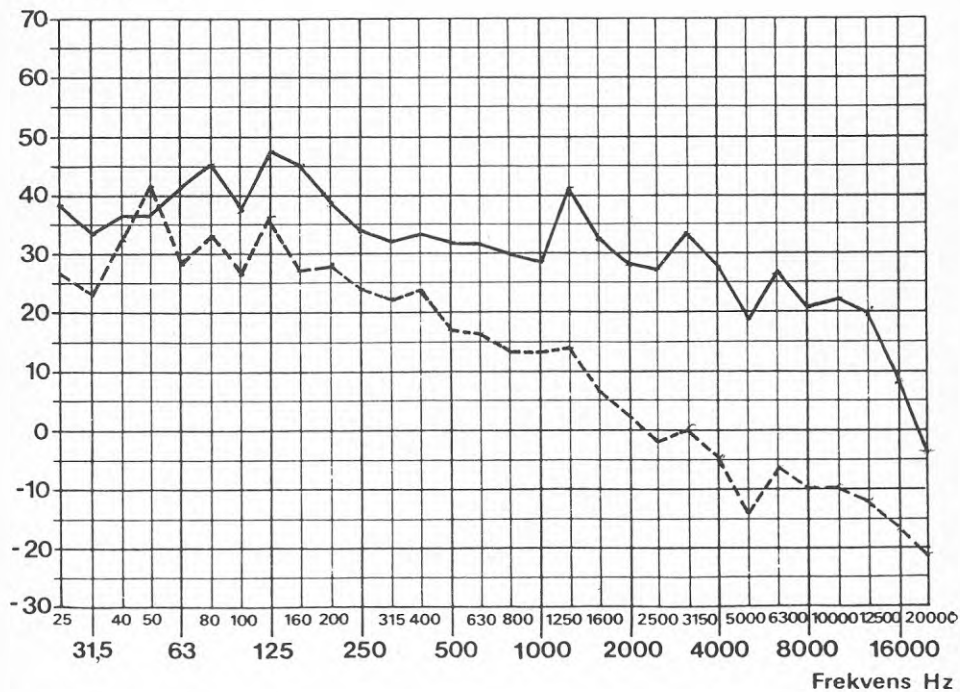
Figur 5.3. Mätning i laboratorium.
TE 52 + verktyg direkt mot vägg

Vibrationshastighetsnivåer

i sändarrum —————

i mottagarum - - - - -

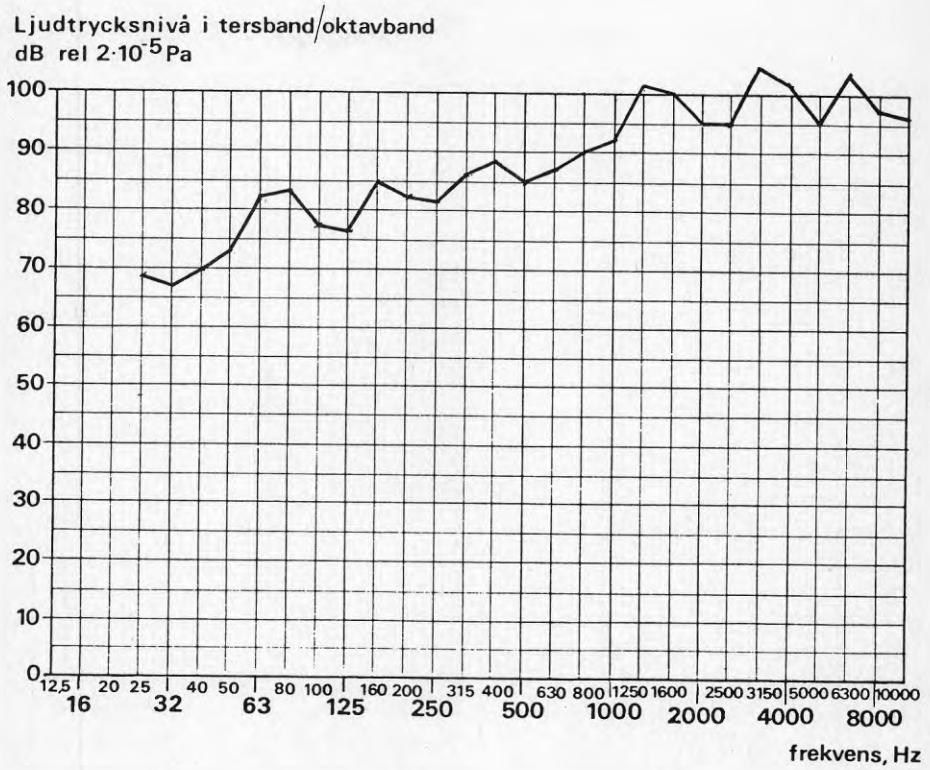
Vibrationshastighetsnivå i tersband
dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.4. Mätning i laboratorium.

TE 52 + verktyg + 100 mm stepisol mot vägg.

Ljudtrycksnivå i sändarrum

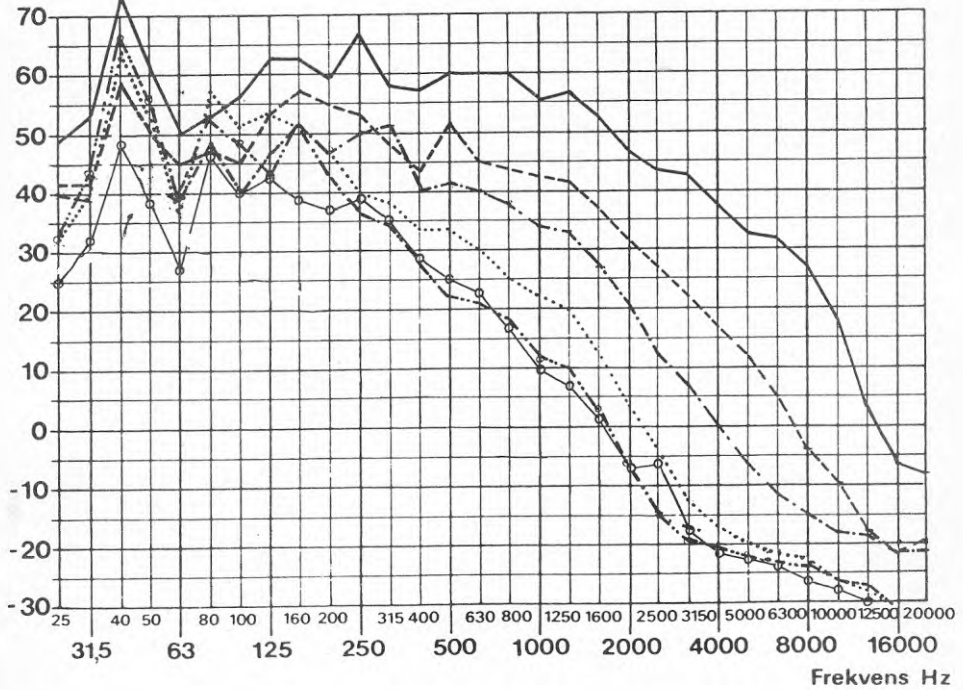


Figur 5.5. Mätning i laboratorium.
TE 52 + verktyg + 100 mm stepisol mot
vägg.

(Beläggning)

| | | |
|--------|-----------|-------------|
| Plan 4 | Betong | ————— |
| Plan 5 | Betong | - - - - - |
| Plan 6 | Korkmatta | - · - · - · |
| Plan 7 | Korkmatta | ····· |
| Plan 8 | Korkmatta | - · - · - · |
| Plan 9 | Korkmatta | —○—○— |

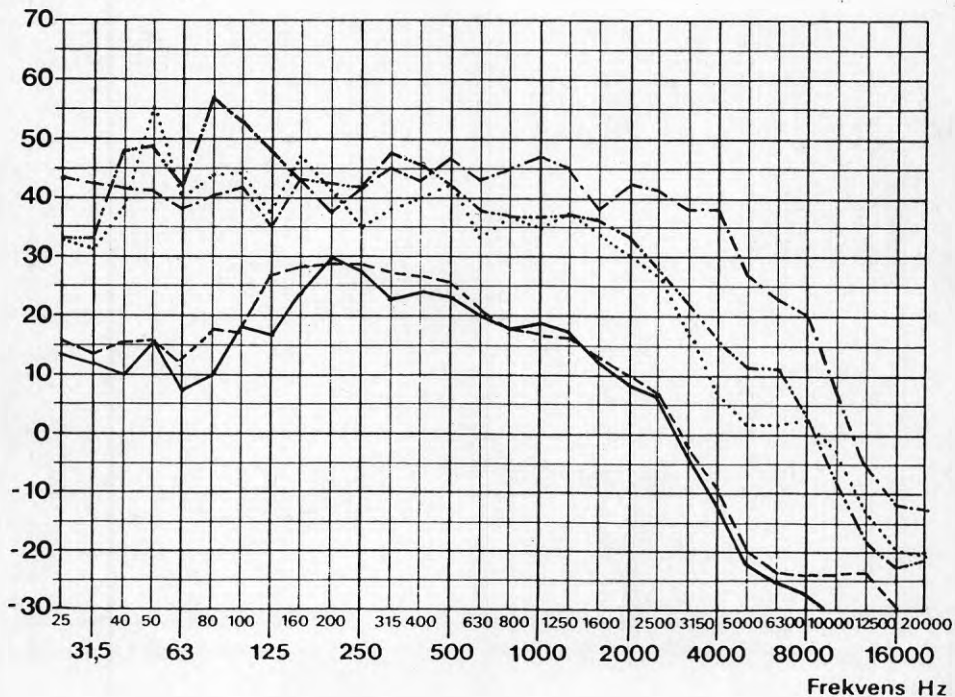
Vibrationshastighetsnivå i tersband
dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.6. Referensälla TE 52 på plan 2. Mätning i byggnad

| | |
|-----------------|-------------|
| Plan 1: Borr | ———— |
| TE 52 vid borrh | ----- |
| Plan 3: Borr | - . - . - . |
| Plan 5: Borr | |
| TE 52 vid borrh | - . . - . |

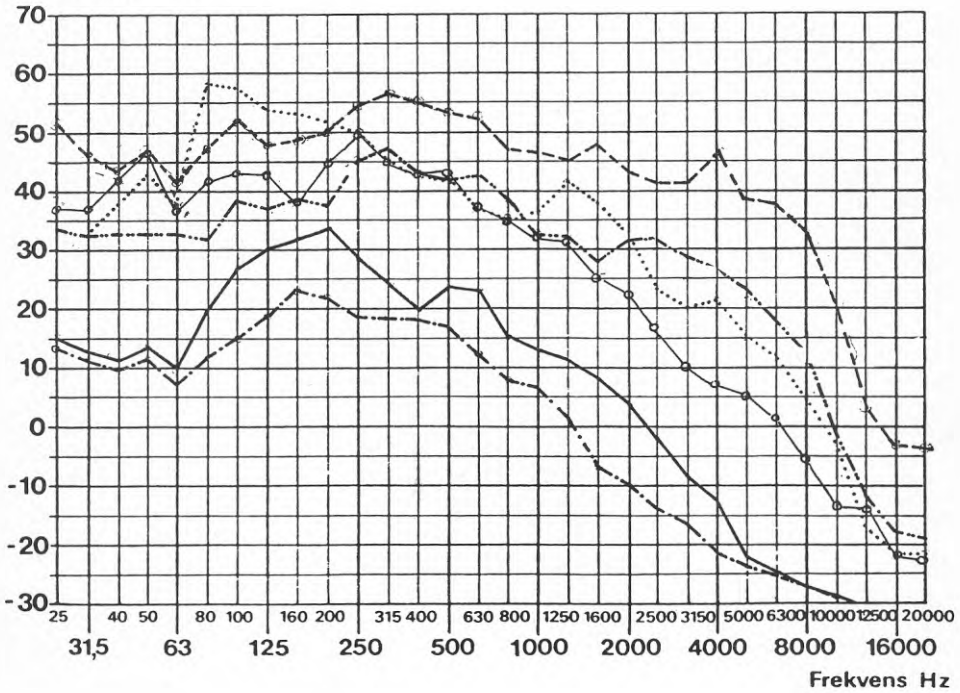
Vibrationshastighetsnivå i tersband
dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.7. Slagborrning + referensälla TE 52 på plan 2.

| | |
|---------------|---------------|
| Plan 1: Såg | — · — · — |
| TE 52 vid såg | — — — — — |
| Plan 3: Såg | — · · — · · — |
| TE 52 vid såg | - - - - - |
| Plan 5: Såg | — ○ — |
| TE 52 vid såg | · · · · · |

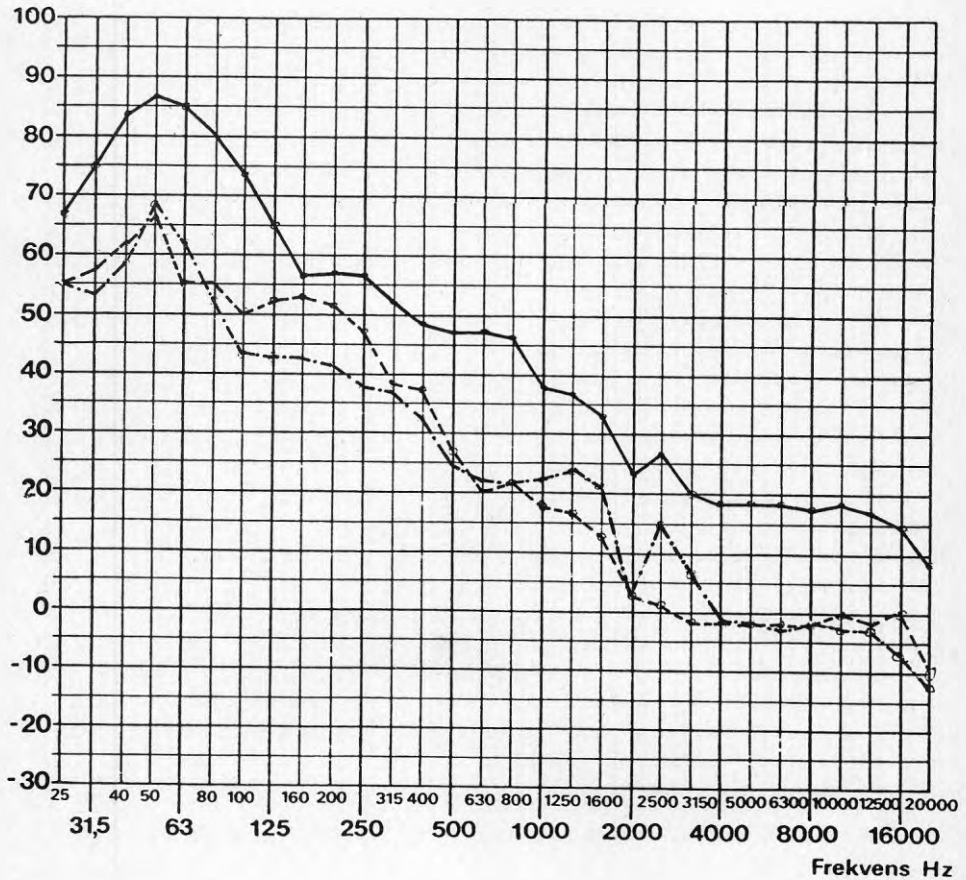
Vibrationshastighetsnivå i tersband
dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.8. Sågning i vägg + referenskälla TE 52 på plan 2.

| | | |
|--------|----------------|-----------|
| Plan 3 | mätning nr 1.2 | — |
| Plan 5 | mätning nr 2.2 | - - - |
| Plan 8 | mätning nr 4.2 | - · - · - |

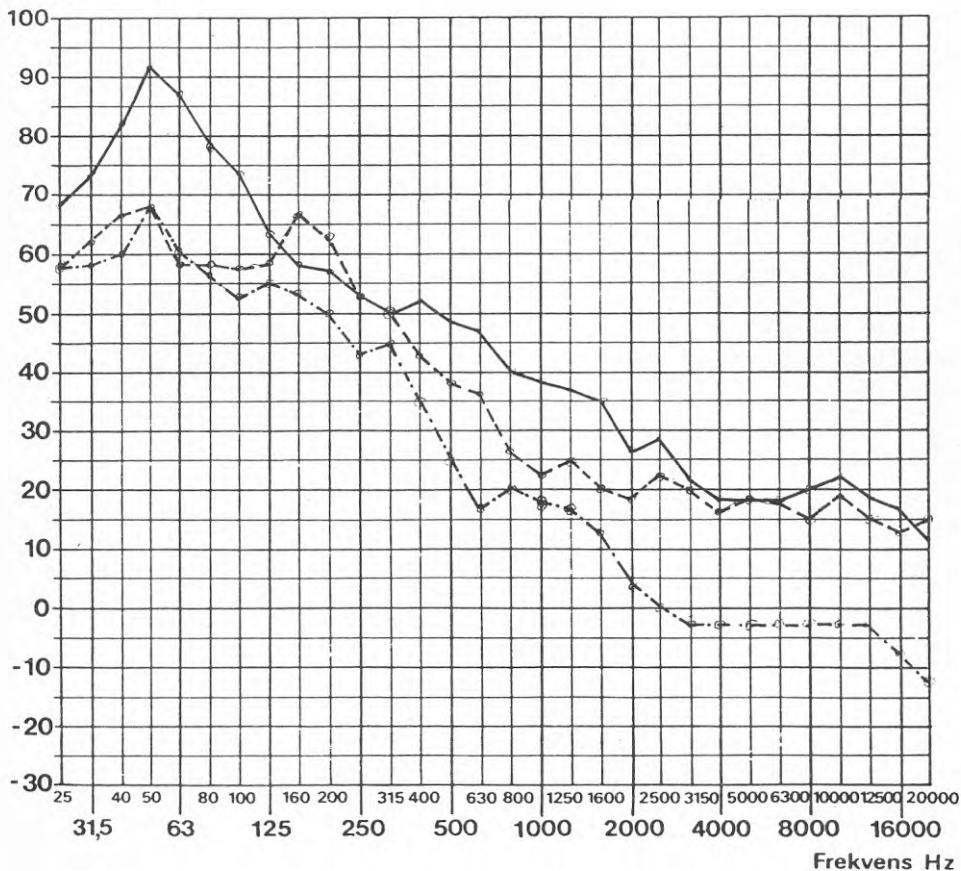
Vibrationshastighetsnivå i tersband
dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.9. Brokk 80. Simultanmätning, störkälla på plan 2.

Plan 3 mätning nr 1.3 ———
 Plan 5 mätning nr 2.3 - - - -
 Plan 8 mätning nr 4.3 - · - ·

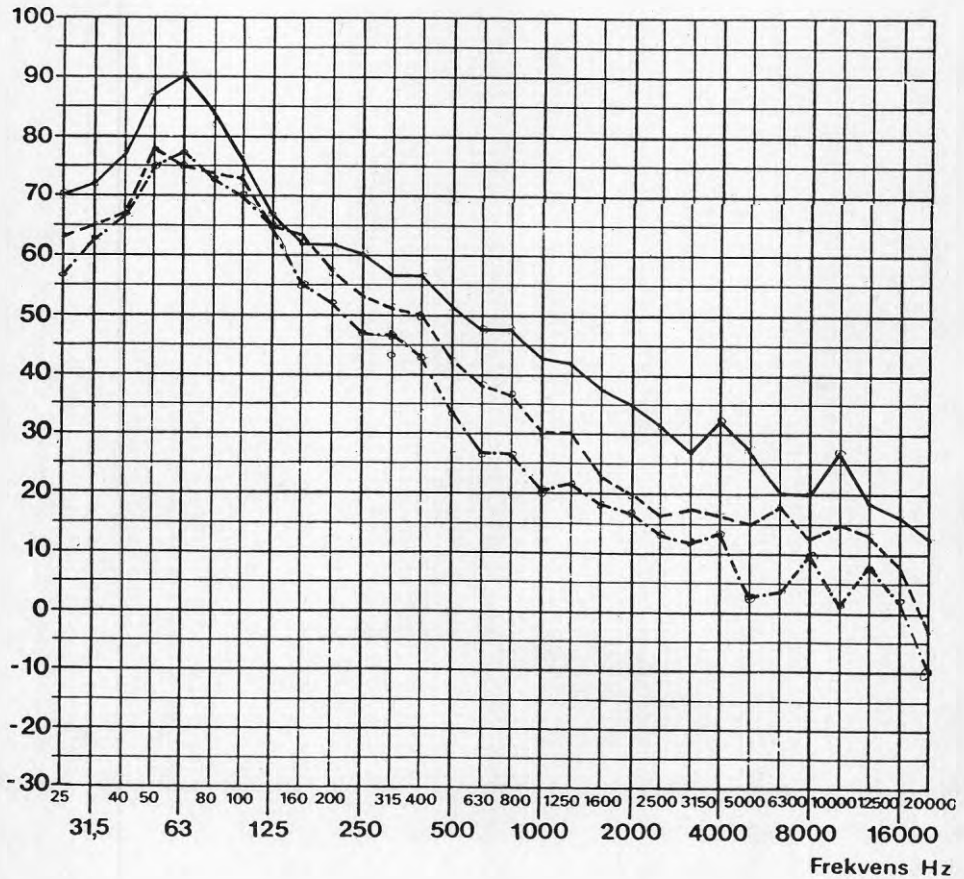
Vibrationshastighetsnivå i tersband
 dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.10. Brokk 80. Simultanmätning. Störkälla på plan 2.

Plan 3 mätning nr 1.4 ———
 Plan 5 mätning nr 2.4 - - - -
 Plan 8 mätning nr 4.4 - · - ·

Vibrationshastighetsnivå i tersband
 dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s

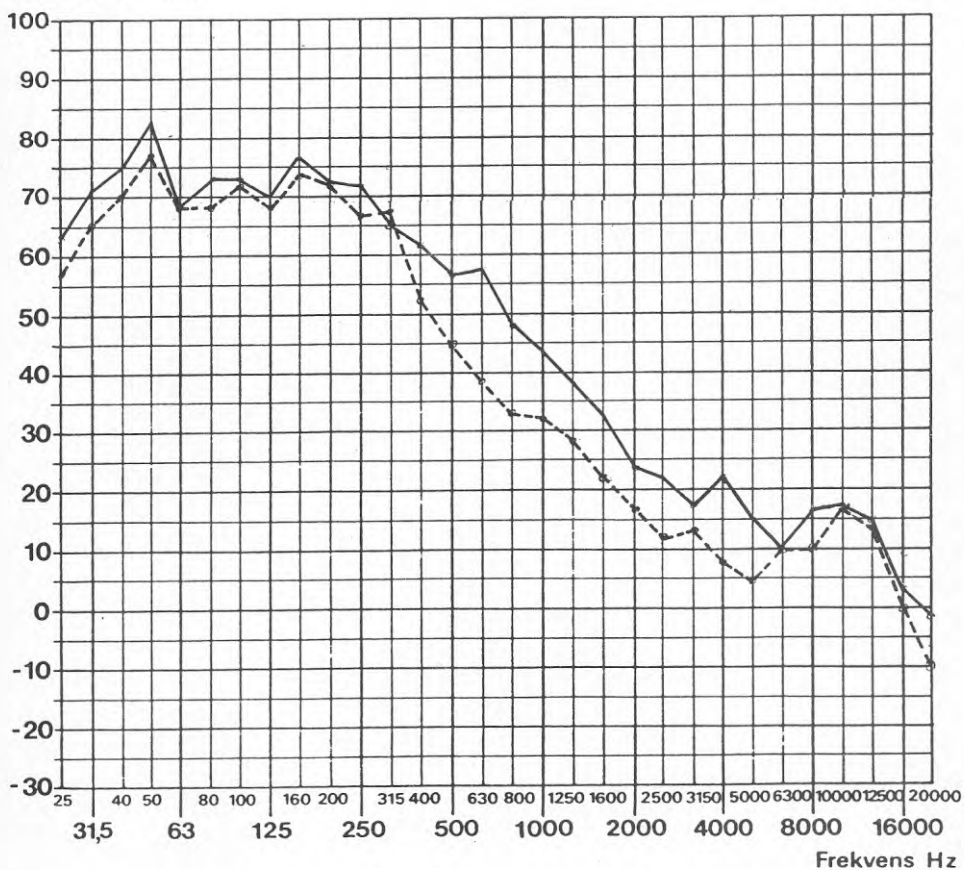


Figur 5.11. Brokk 80. Simultanmätning. Störkälla på plan 2.

Plan 5 mätning nr 2.1 —

Plan 8 mätning nr 4.1 - - -

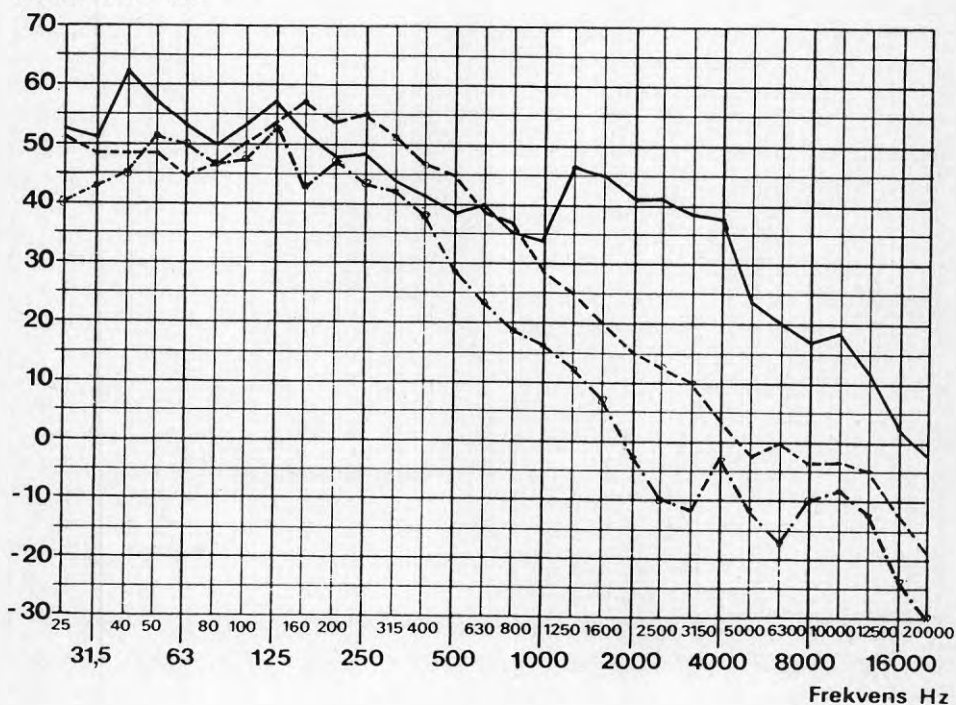
Vibrationshastighetsnivå i tersband
dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.12. Brokk 80. Simultanmätning på flera plan.
Störkälla på plan 2.

| | | |
|--------|----------------|-----------|
| Plan 3 | mätning nr 1.5 | — |
| Plan 5 | mätning nr 2.5 | - - - |
| Plan 8 | mätning nr 4.5 | - · - · - |

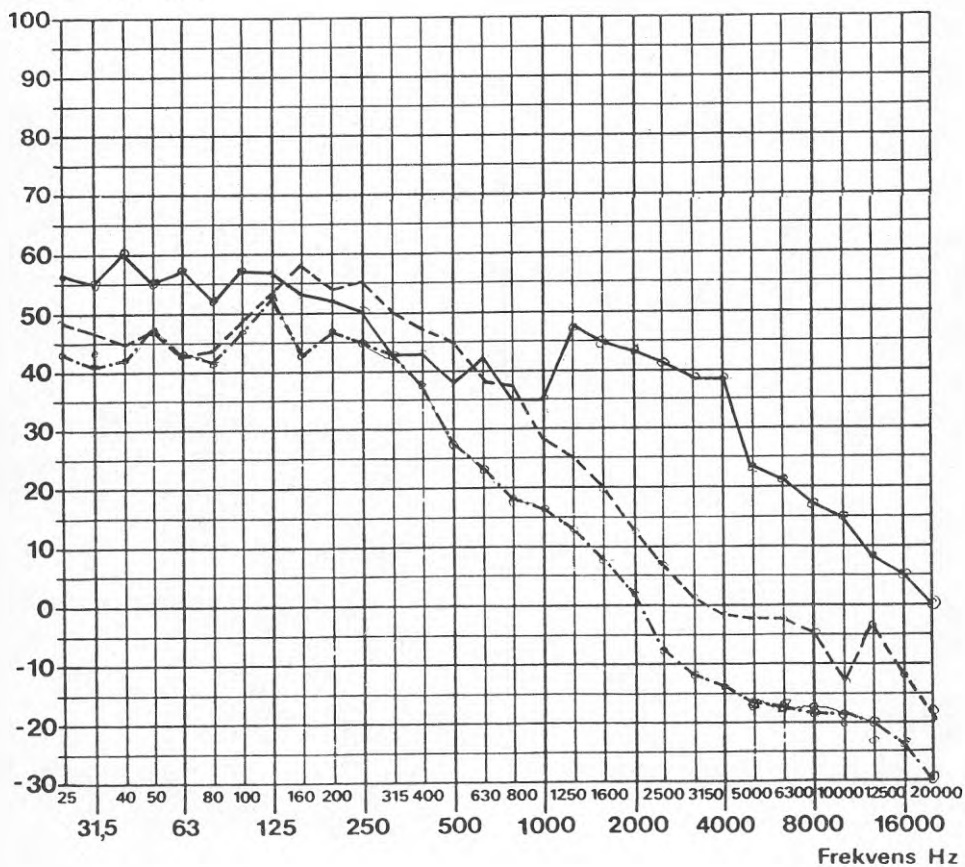
Vibrationshastighetsnivå i tersband
dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.13. TE 52. Simultanmätning på flera plan.
Störkälla på plan 2.

Plan 3 mätning 1.6 ———
 Plan 5 mätning 2.6 - - - -
 Plan 8 mätning 4.6 - · - ·

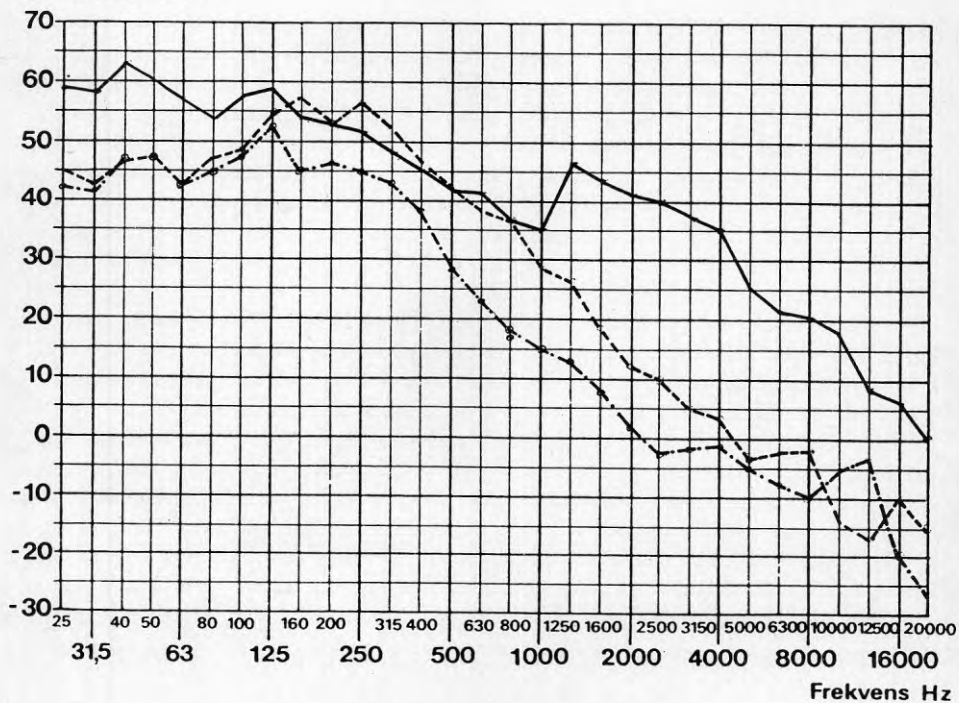
Vibrationshastighetsnivå i tersband
 dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.14. Referensmätning TE 52. Simultanmätning.
 Störkälla på plan 2.

| | |
|-----------------------|-------|
| Plan 3 mätning nr 1.7 | — |
| Plan 5 mätning nr 2.7 | - - - |
| Plan 8 mätning nr 4.7 | - · - |

Vibrationshastighetsnivå i tersband
dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s

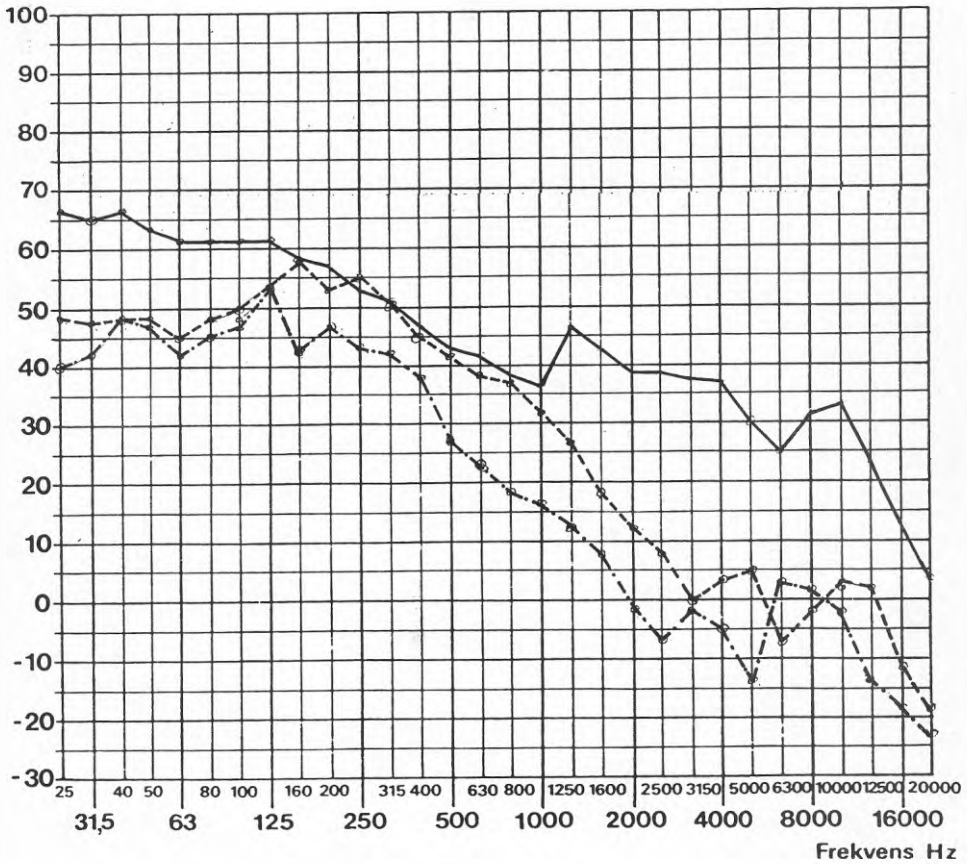


Figur 5.15. Simultanmätning, flera plan, TE 52.
Referensskälla på plan 2.

Plan 3 mätning 1.8
 Plan 5 mätning 2.8
 Plan 8 mätning 4.8



Vibrationshastighetsnivå i tersband
 dB rel $5 \cdot 10^{-8}$ m/s



Figur 5.16. Referensmätning TE 52. Simultanmätning.
 Störkälla på plan 2.

Intervju-undersökning

"Upplevt buller" vid Borås lasarett den

Resultatet av undersökningen kommer inte att påverka bullret från den pågående ombyggnaden, endast framtida projekt kommer att dra nytta av undersökningen.

- Hur störande uppfattade Du arbetsmomentet mellan kl och kl
(ringa in ett alternativ)

- 1 Inte störande
- 2 Måttligt störande
- 3 Störande
- 4 Mycket störande
- 5 Outhärdligt

- Under vilka tider/arbetsmoment anser Du denna störningsnivå acceptabel för både personal och patienter?

- Vilka uppgifter arbetar Du huvudsakligen med?
Egna kommentarer:
.....
.....

Ifylld blankett lämnas till Rune Dalmyr, STIBA

Tack för hjälpen.

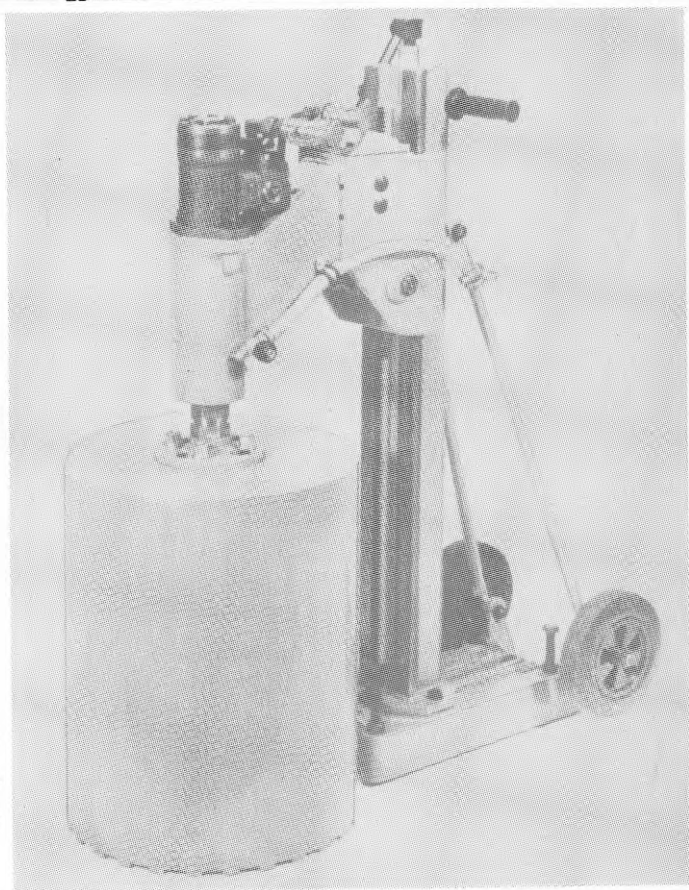
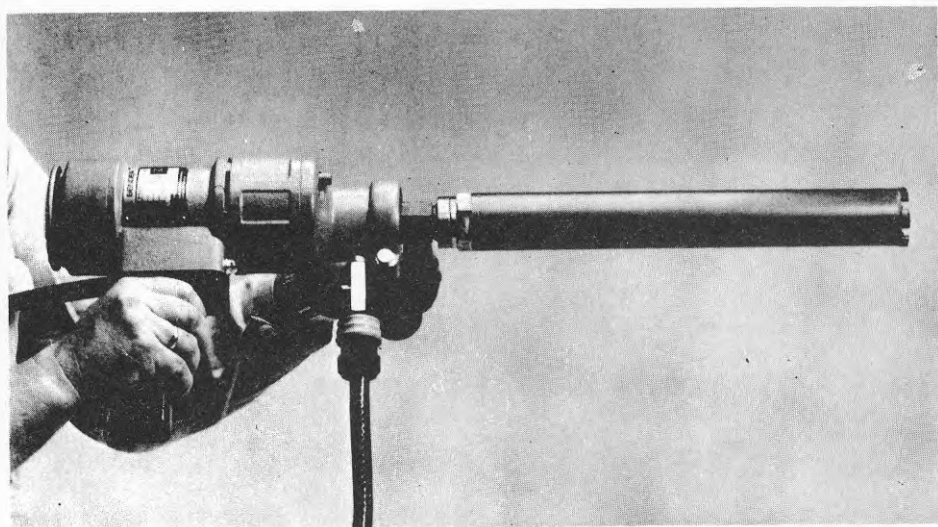
Figur 6.1. Intervju-blankett



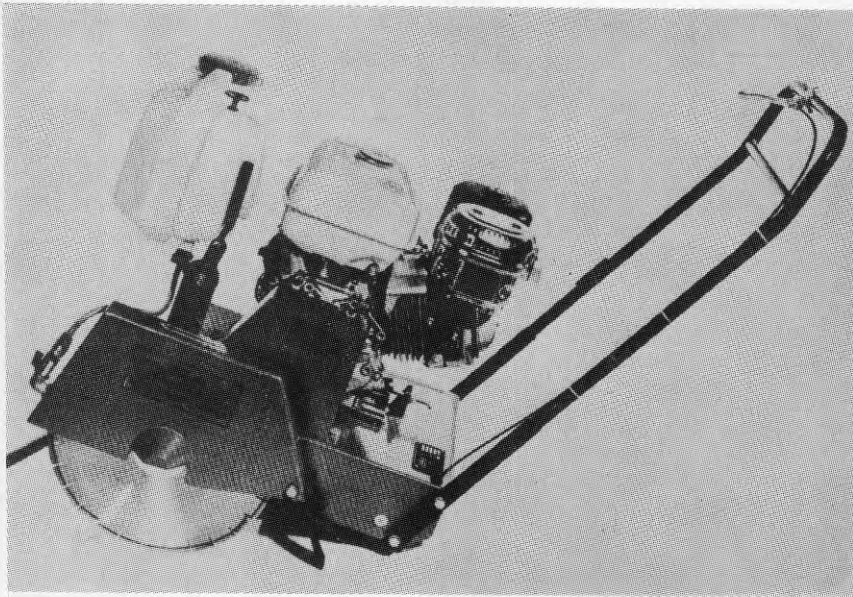
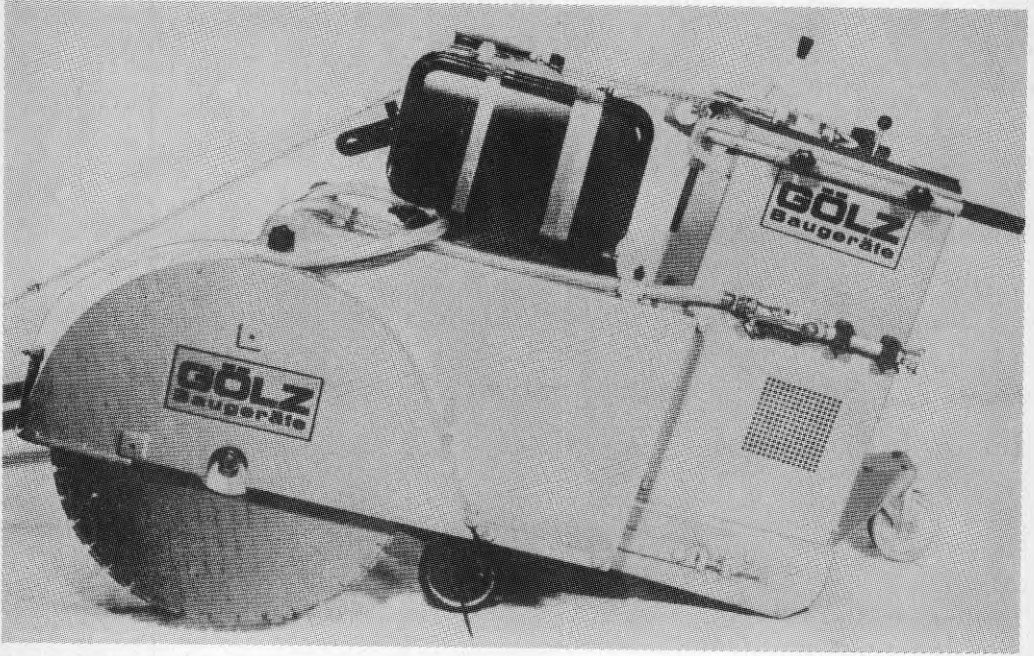
Figur 8.1. Betongsax, typ Handy Crusher.



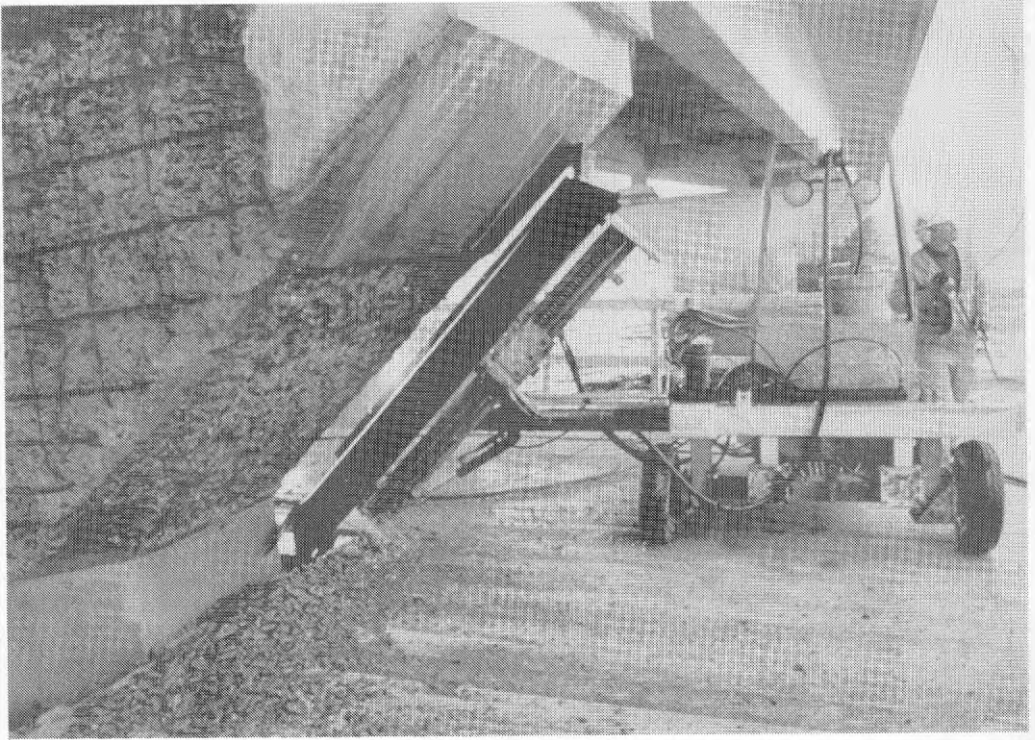
Figur 8.2. Hydraulsax för skrothantering och rivnings-
arbeten typ Vibra-ram.



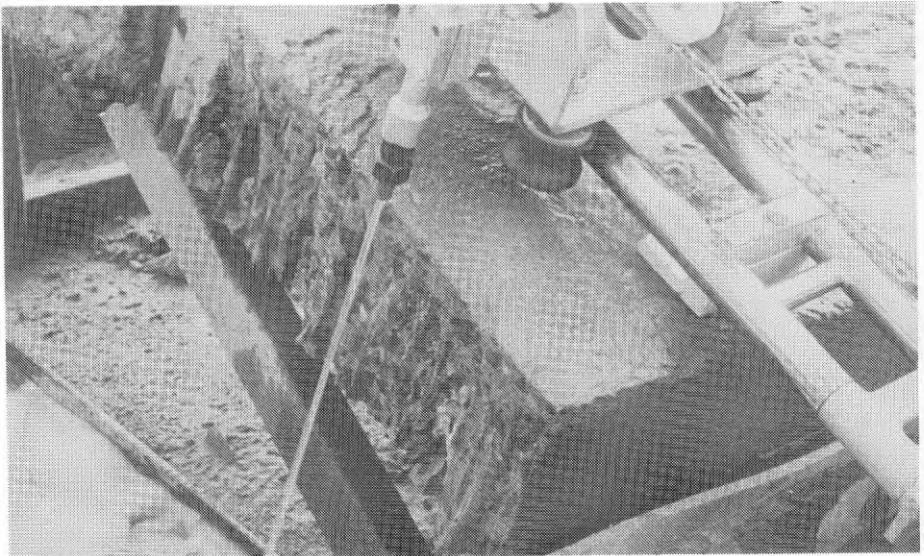
Figur 8.3.
Exempel på kärnbör-
ningsutrustning från
 $\varnothing 10-50$ mm respektive
 $\varnothing 50-600$ mm.



Figur 8.4. Exempel på olika typer av betongsågar.



Figur 8.5. Vattenbilning av lutande betongvägg.



Figur 8.6. Jetstråle som skurit genom ett betongblock av 220 mm armerad betong K40, längd 0,8 m, tid 10 min

Användningsområde

Montering av trä och plåt på betong och stål med spik
Fastsiktning av gängbult för demonterbara montage

Tekniska data

| | | | |
|-------------------------------------|--|---|-------------|
| Funktion | Kolvverktyg | | |
| | Patronmagasin med automatisk patronframmatning och steglös effektregering. | | |
| | Utrustad med ljuddämpare. | | |
| Vikt | 3,2 kg | | |
| Verktöglängd | 350 mm | | |
| Patron | 6,8/11 M i engångsmagasin om vardera 10 patroner, 2 styrkor. | | |
| Effektdosering (steglöst reglerbar) | Röd: Från svag till max. mycket stark laddning Svart: Från medel till max. ultrastark laddning | | |
| Spik- och bultprogram | NK-spik för montage i betong och stål ENK-spik för montage i stål TB-bult för montage i betong EM6, EM8, EM10 bult för montage i stål | | |
| Godkännande | ASS 40-52 | | |
| Best nr | Benämning | Utrustad med | Pris per st |
| 006924 | DX 450 komplett | 1 stödpatta 45/S 1, 1 bultstyrning 45 F 1, 2 kolv 45 NK Med verktygslåda och tillbehör | 7335,00 |

Specialpatroner kaliber 6,8/11 M i magasin om 10 st.

| Best nr | Benämning | Färg | Laddning (inställbar dosering) | Föropacknings storlek st | Pris per 100 st |
|---------|-----------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 502757 | 6,8/11 M röd | röd | svag till mycket stark | 100/1000 | 125,00 |
| 502765 | 6,8/11 M svart | svart | medel till ultrastark | 100/1000 | 125,00 |



Tekniska ändringar förbehålles!

11

Figur 8.7. Fästpistol HILTI DX 450.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830239-0
från Statens råd för byggnadsforskning till DNV Ingemansson AB,
Göteborg.**

R17: 1990

ISBN 91-540-5164-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6801017

**Abonnemangsgrupp:
S. Byggplatsens verksamhet**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna**

Cirkapris: 44 kr exkl moms