



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

R30:1981

Hissbuller i bostäder

Fältnätningar

Esse Kamph

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr 81-0393

Plac *See*

R
ANT

Bygghorskningsrådet

See

R30:1981

HISSBULLER I BOSTÄDER

Fältmätningar

Esse Kamph

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790894-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till IFM Akustikbyrån AB, Göteborg

R30:1981

ISBN 91-540-3468-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 151415

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
BETECKNINGAR	9
TABELLFÖRTECKNING	11
FIGURFÖRTECKNING	13
1 INLEDNING	15
2 BEDÖMNINGСУNDERLAG FÖR HISSBULLER	17
2.1 Svenska normer	17
2.2 Normer i övriga nordiska länder	18
3 PROJEKTETS UPPLÄGGNING	21
3.1 Val av mätobjekt	21
3.1.1 Hisstyp	21
3.1.2 Lägenhetens placering	23
3.1.3 Belastning, körsätt	23
3.1.4 Mätobjekt	24
3.2 Mätmetod	24
3.3 Varaktigt och momentant ljud	26
3.4 Analysförfarande	27
3.4.1 Varaktigt ljud	27
3.4.2 Momentant ljud	27
3.4.3 Mätinstrumentförteckning	29
4 MÄTRESULTAT	31
4.1 Allmänt	31
4.2 Jämförelser med normkrav	31
4.3 Exempel på ljudnivåregistrering	32
4.4 Spektrum för hissbuller i boningsrum	33
4.5 Ljudnivåer i hissmaskinrum	34
4.6 Stomljudskällor	35
4.7 Vibrations- och stötisolering av hissmaskin	36
4.8 Effekt av åtgärdad vibrationsisolering	37
4.9 Stomljud vid olika hisstyper	37
4.10 Ljudnivåer vid olika belastning samt start/stopp	38
4.11 Hissbullrets utbredning i byggnaden	38
4.11.1 Behov av plantekniska åtgärder	38
4.11.2 Metoder för bestämning av stomljudstransmission	39
4.11.3 Kommentarer till mätresultaten	39
4.11.4 Diskussion av plan- och byggnadstekniska åtgärder	43
BILAGA 1 MÄTOBJEKT OCH MÄTRESULTAT	47
LITTERATUR	63



SAMMANFATTNING

Mätning av buller i bostäder orsakat av hissinstallationer har utförts vid 15 hissaneläggningar. Det huvudsakliga syftet med mätningarna har varit att klarlägga problemets omfattning. Vidare har i projektet ingått att studera eventuella skillnader mellan olika hisstyper, inverkan av läget för känsliga bostadsutrymmen i förhållande till hissaneläggningen samt inverkan av hissbelastningen.

Resultaten av projektet har bedömts bli tillämpliga vid i första hand nybebyggelse. Den numera vanligaste byggnadskonstruktionen för flerfamiljshus torde vara stomme av betong och stomkomplettering av skivmaterial på regelkonstruktion. Mätningarna har därför koncentrerats till fastigheter med liknande byggnadskonstruktion. Studien har med ett undantag omfattat relativt nya hissar, för vilka SBN 67 eller SBN 75 varit tillämpliga. En väsentlig faktor som påverkat valet av mätobjekt har varit möjligheterna att få tillträde till lägenheterna för mätning.

På marknaden förekommande bostadshissar kan grovindelas i fyra kategorier (de 3 första är linhissar):

1. Topphiss. Maskineriet mitt över schaktet.
2. Sidhiss. Maskineriet vid sidan av schaktets övre del.
3. Undersidhiss. Maskineriet vid sidan av schaktets undre del. Brytskivor i toppen.
4. Hydraulhiss. Hissmaskinrum i entré- eller källarplan.

Den exakta förekomsten av de olika hisstyperna är inte känd eftersom branschstatistik saknas. Fördelningen på de fyra hisstyperna under de senaste fem åren uppskattas till 23, 8, 11 respektive 58 %. Fördelningen avser både bostads- och kontorshus. Totalt installerades 1100-1200 hissar per år. I aktuellt fall fördelar sig mätningarna på 33 % av typ 1, 27 % av typ 2 samt 20 % av vardera typ 3 och 4.

Hissinstallationerna ger upphov till stomljud (vibrationer i stommen), som i sin tur medför ljudavstrålning från väggar, tak och golv och därmed luftljud i angränsande lokaler. Stomljudet uppkommer dels av de storkrafter hos hissmaskinen, som överförs där hissaneläggningen är infäst, dels av luftljudet i hissmaskinrummet.

Vid val av lägenheter har det dominerande stomljudet bedömts uppstå vid hissmaskinens och eventuella brytskivors infästningar. För hydraulhissen ansågs infästningspunkterna för pumpaggregat, hydraulledning och hydraulkolv vara kritiska. I första hand har de lägenheter, som legat närmast dessa enheter valts. För att studera stomljudsutbredningen i horisontell led har, där så varit möjligt, mätningarna gjorts i flera rum inom samma lägenhet eller i flera lägenheter. I några fastigheter har ljudutbredningen i vertikal led studerats genom att välja lägenheter på olika avstånd från hissmaskinrum/brytskivor.

Totalt antal lägenheter och boningsrum, som ingått i undersökningen, är 35 respektive 50. Dessutom har mätningar av luftljudsnivån gjorts i sju hissmaskinrum.

Hissbelastningens inverkan har studerats i ett fall.

Mätningarna har med några undantag utförts genom bandinspelningar, varvid en fast och en roterande mikrofon använts. För bestämning av korrektioner för rummets ljudabsorption har kalibrerat brus spelats in.

I SBN 67 och SBN 75 finns krav på högsta ljudnivå för varaktigt och momentant (t ex vid start/stopp av motorer) ljud. Det saknas dock anvisningar om, under vilka driftsbetingelser dessa skall mätas. I aktuellt fall har den bedömningen gjorts, att med varaktigt ljud avses den ekvivalenta ljudnivå (medelljudnivå) som erhålls då hissen går med konstant fart upp eller ned mellan understa och översta våningen. Ljudnivåtoppar vid start eller stoppas därvid ej med. Dessa har betraktats som momentana ljud.

I bilaga 1 redovisas för respektive hiss kortfattade data om hiss, huskonstruktion, lägenhetsplan samt uppmätta ljudnivåer för varaktigt och momentant ljud i varje rum.

Ljudnivåerna för varaktigt ljud har korrigerats till 10 m^2 ljudabsorption, medan momentana ljudnivåer anges som dBA "Fast" utan korrektioner för ljudabsorptionen i rummet.

Uppmätta ljudnivåer har jämförts med de nominella kraven enligt SBN 67 och SBN 75. Kraven för boningsrum (kök) är vid varaktigt ljud 30 (35) dBA och vid momentant ljud 35 (40) dBA för tiden 20-07.

Den nominella kravnivån för varaktigt ljud överskreds vid 7 av 14 hissar. Eftersom ett överskridande om 2 dBA accepteras enligt SBN 67 och SBN 75 med hänsyn till mätprecision, var det 4 hissar som gav oacceptabla nivåer. Dessa var 2-8 dBA för höga. Å andra sidan var ljudnivån vid 4 hissar minst 5 dBA lägre än den acceptabla nivån.

Medelvärde (av ca 10 start eller stopp) för den momentana ljudnivån överskred den nominella kravnivån vid samtliga hissar utom en. Överskridandet var upp till ca 13 dBA. Om man beaktar de maximala momentana ljudnivåerna var överskridandena ca 5-15 dBA för 12 av 14 hissar.

Det framgår av jämförelserna att det är framförallt kravet på momentant ljud som överskrids.

Jämfört med ett normförslag från nordiska kommittén för byggbestämmelser (antaget av Danmark) är de uppmätta momentana ljudnivåerna 10-20 dBA för höga.

Resultaten i denna begränsade undersökning indikerar starkt att det finns ett mycket stort antal hissar som medför bullernivåer, som överskrider kraven enligt svenska byggnormer. Det synes därför motiverat att i samband med större översyner eller renoveringar av befintliga fastigheter även beakta hissanläggningens bulleralsträng.

Ljudnivån vid varaktigt ljud domineras av ljudkomponenter inom frekvensområdet för tersbanden 100-500 Hz. Flera av hissarna ger upphov till markant höga ljudtrycksnivåer inom enstaka tersband. Detta tyder på förekomst av markanta rena toner i stomljudspektrum.

Uppmätta ljudnivåer i hissmaskinrum (vissa med ljudabsorbenter) varierade för varaktigt ljud mellan 62-69 dBA och för momentant ljud mellan 72-81 dBA "Fast". Beräknade ljudnivåbidrag till ett tänkt rum, som gränisar till hissmaskinrummet uppgår för varaktigt ljud till 10-15 dBA vid normala skiljekonstruktioner. Resultatet bekräftar tidigare erfarenheter, att luftljudet i hissmaskinrum eller hisschakt normalt är av underordnad betydelse för ljudnivån i boningsrum. Detta torde också gälla momentant ljud.

Av resultatens kan man också dra slutsatsen att extra ljudabsorbenter i hissmaskinrum eller hisschakt i normala fall inte är motiverade med hänsyn till ljudtransmission till boningsrum. Däremot kan de inverka positivt genom att ljudnivån i hisskorgen blir lägre och att hissen därmed upplevs som tystare.

Kartläggning av väsentliga stomljudkällor och överföringspunkter för stomljud har inte ingått i denna projektdel. Några synpunkter ges dock.

Dåligt justerade låskolvar kan ge upphov till höga momentana ljudnivåer. Detta kan åtgärdas genom justering eller byte av kolvar.

Vid linnissar torde de dominerande vibrationerna vid jämn fart komma från motor och växellåda. Start/stopp medför att hissmaskinen utsätts för kortvariga stötkrafter. Den väsentliga stomljudsöverföringen sker sannolikt vid hissmaskinens, brytskivornas (undersidhiss) och eventuellt också linornas infästningspunkter.

När det gäller hydraulhissar förefaller stomljudsöverföringen via hydraulkolven i hisschaktet vara relativt låg. Hydraulledningens förläggning och infästning till byggnadsstommen tycks däremot vara av stor betydelse.

Gejdrar (styrskenor) för hiss-korg och motvikt bedöms vara av underordnad betydelse för den huvudsakliga ljudtransmissionen till ett rum. Möjligen kan den lokala stomljudsnivån hos den väggskiva gejderna vara infästa till domineras av stomljud via dessa.

Vibrationsisoleringen hos hissmaskinerna var i de flesta fall tillräcklig, då hissen gick med jämn fart. Däremot är isoleringarna uppenbarligen inte tillräckligt effektiva att isolera mot de stötkrafter, som uppstår vid start eller stopp och som ger upphov till momentant ljud. En bättre stötisolering bör kunna åstadkommas med högre maskinmassa, vekare vibrationsisolatorer och eventuellt styvare/tyngre underlag. Stötlaster bör tas upp i underlagets styvaste riktning.

Synpunkter på bulleralstring vid olika hisstyper ges. Toppissen bör vara fördelaktigare än sidhissen. Placeringen medför att stomljudet normalt måste utbredas genom flera konstruktionsdelar och även över större avstånd till boningsrummet vid toppissen än vid sidhissen. Möjligen kan det också vara lättare att stöt- och vibrationsisolera toppissens maskineri.

Jämfört med sidhissen har undersidhissen bl a den nackdelen, att man får två punkter - vid hissmaskin och brytskiva - där stomljudsexcitering kan ske. Det blir därigenom fler utrymmen för vilka hissbullret måste beaktas.

Vad gäller hydraulhissar tycks dessa ha bl a två fördelar framför linhissar: momentant ljud vid start/stopp är lågt och ljudnivån vid nedfärd kan bli mycket låg (pumpen stoppad).

Ljudnivåändringarna på grund av ökad last var för den aktuella hissen (topphiss) marginella ($< \pm 2$ dBA). Om detta gäller generellt vid bostadshissar vet vi inte, men förefaller rimligt. Belastningsökningen från en till två-tre personer är ju relativt liten i förhållande till totalvikten för hissorg, motvikt, linor mm.

Det konstaterades att bullernivåerna från hissinstallationer i många fall överskrider uppställda normkrav. Det primära målet måste vara att utforma hissinstallationen (inklusive byggnadsstommen) på ett sådant sätt, att boningsrum kan placeras godtyckligt i förhållande till denna. Av mätresultaten för en av hissarna förefaller det inte orimligt att detta mål skall kunna nås med förhållandevis enkla medel.

Även om kraven enligt SBN innehålls kan man förvänta sig, att det finns en del människor som ändå upplever hissbullret som störande. Man bör därför sträva efter att utforma planlösningen så att kraven uppfylls med marginal. Detta är önskvärt i speciellt sådana fall, där hissen nyttjas ofta. Man får då också viss gardering mot att montage och vibrationer kan skilja sig åt mellan olika maskinexemplar.

För en sådan planering kan mätresultaten, som redovisas i rapporten vara användbara. Det skall dock framhållas, att det är vanskligt att dra alltför långtgående slutsatser av resultaten med hänsyn till det begränsade underlaget. Mätresultaten torde dock ge en viss bild av hur ljudspridningen kan tänkas bli vid liknande byggnadsutformning.

I rapporten ges förslag till hur boningsrum i princip bör placeras i förhållande till hissinstallationen. Lämpligt placerade betongväggar kan ge värdefull dämpning (knutpunktsdämpning) av stomljudet. Åtminstone då de är placerade nära stomljudskällan. Tex bör lättväggar till hissmaskinrum undvikas, om det finns lägenheter i samma våning eller våningen under.

Det är mycket vanligt att rum som gränsar direkt till hisschakt (betongvägg) eller hissmaskinrum tilläggsisoleras (gipsskivor på regelstomme mot schaktväggen). Eftersom både golv och tak och eventuellt även andra betongväggar ofta kan vara dominerande för ljudavstrålningen är det i många fall tveksamt om åtgärden har nämnvärd effekt.

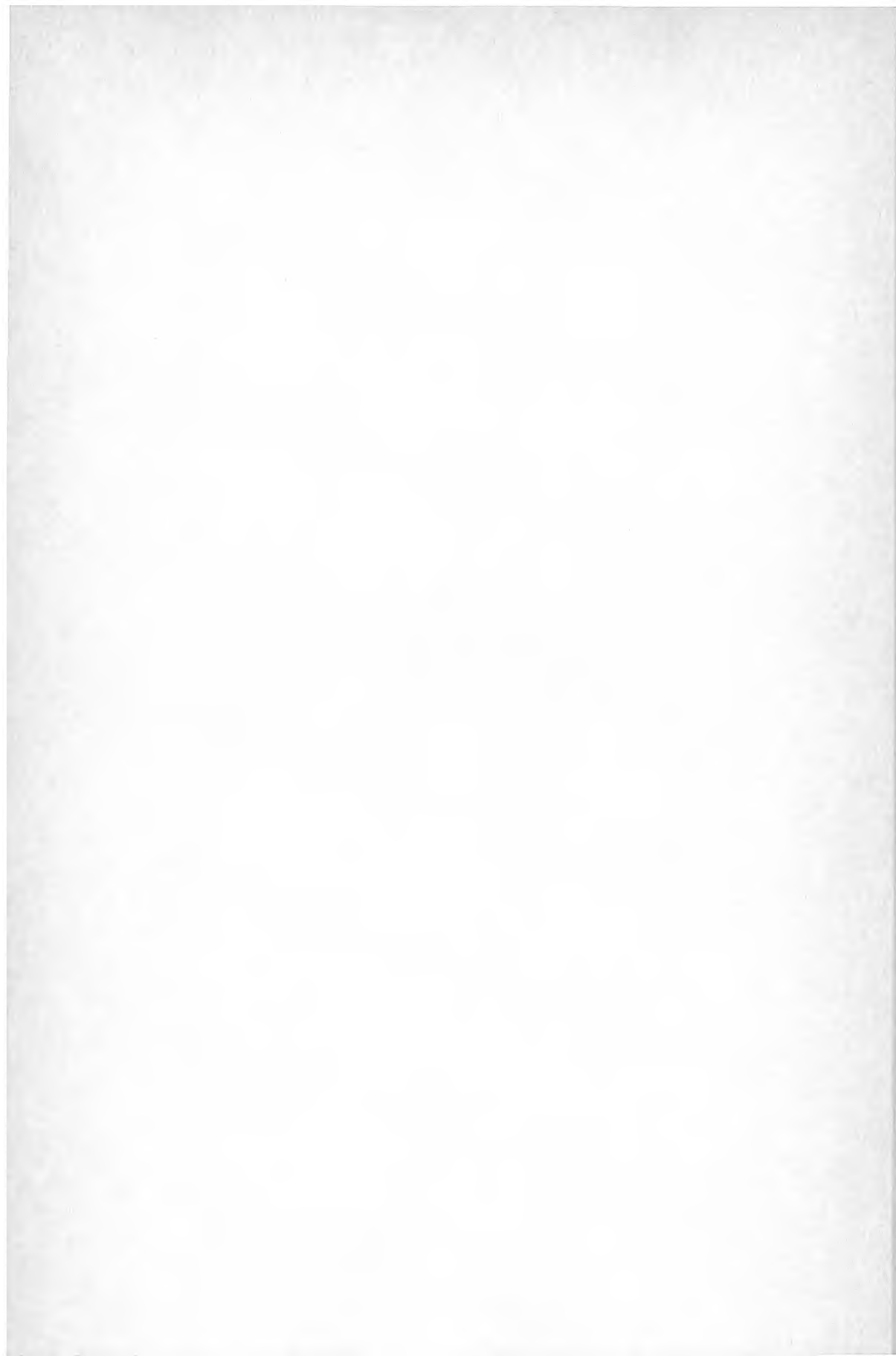
Av mätresultaten kan man inte dra några säkra slutsatser om den ljudnivåsänkning som kan uppnås med en tilläggsisolering. Fall då en tilläggsisolering kan tänkas vara motiverad är bl a

- . Den aktuella väggen kan misstänkas ha högre stomljudsnivå än övriga begränsningsytor (kan gälla väggar nära stomljudskälla).
- . Väggytan är stor i förhållande till bl a golv och tak.
- . Gejdrar eller hydraulkolv är infästa till väggen. Inverkan av dessa är dock inte helt klarlagd.

Inte minst ur ekonomisk synvinkel är det angeläget att få klarlagt stomljudstransmissionen via fästpunkter för gejder och kolv.

BETECKNINGAR

f_0	resonansfrekvens	Hz
K_{abs}	korrektión tersbandsvis för aktuell ljudabsorptionsmängd till 10 m^2 ljudabsorption	dB
K_A	A-vägningsfiltrets dämpning vid tersbandets mittfrekvens	dB
k	fjäderstyvhet	N/m
L_{Aq}	ekvivalent ljudnivå	dB
$L_A(t)$	ljudnivån vid tiden t	dB
L_{A10}	ljudtrycksnivån inom tersband relaterad till 10 m^2 ljudabsorption	dB
L_{bak}	ljudtrycksnivå inom tersband för bakgrunds- ljud	dB
L_{hiss}	ljudtrycksnivå inom tersband för hissljud	dB
LLF	lower limiting frequency	Hz
m	massa	kg
PS	pappershastighet	mm/s
T	tidsperiod, varaktighet hos stötkraft	s
T_0	periodlängd = $1/f_0$	s
t	tid	s
WS	skrivarhastighet	mm/s



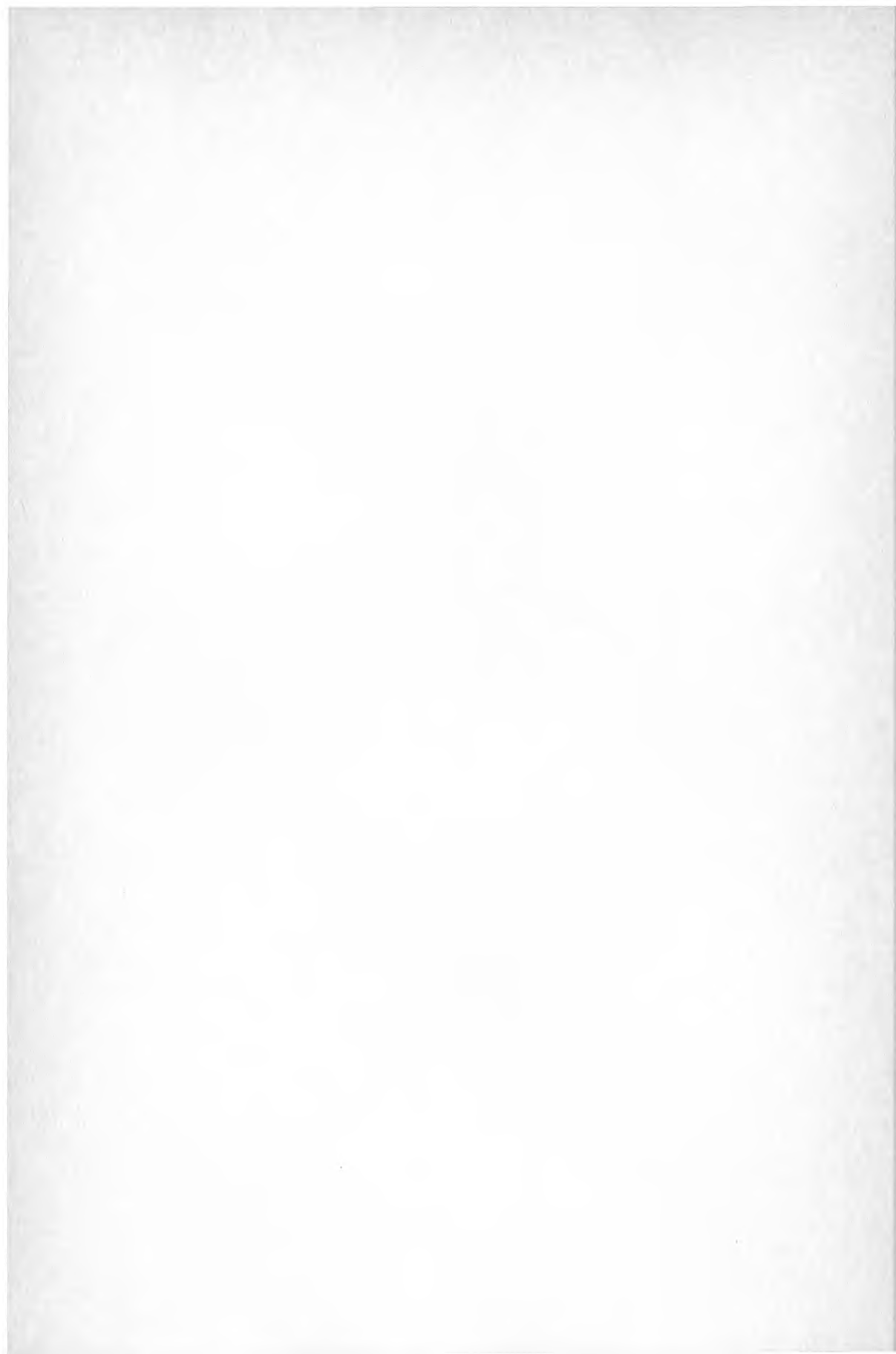
TABELLFÖRTECKNING

- Tabell 2.1 Krav på högsta ljudnivå i dBA i boningsrum.
- Tabell 3.1 Sammanställning av mätobjekt.
- Tabell 3.2 Skillnad i dBA i visarutslag mellan nivåskrivare och ljudnivåmätare (Brüel & Kjaer typ 2305 resp 2203). Medelvärde (MV) och standardavvikelse (σ) för skillnaderna i dBA vid ca 25 start/stopp av hiss. WS = skrivarhastighet i mm/s. LLF = lower limiting frequency i Hz.
- Tabell 3.3 Skillnad i momentan ljudnivå i dBA vid mätning med visardämpning "Impulse" respektive "Fast" (mätförstärkare Brüel & Kjaer typ 2607). Medelvärden av skillnaderna vid ca 12 start- respektive ca 12 stoppförlopp.
- Tabell 4.1 Största differens i dBA mellan uppmätt varaktig ljudnivå och nominell kravnivå för respektive hiss.
- Tabell 4.2 Största differens i dBA mellan uppmätt medelvärde för momentan ljudnivå och nominell kravnivå för respektive hiss.



FIGURFÖRTECKNING

- Figur 3.1 Olika hisstyper: (1) Topphiss; (2) Sidhiss; (3) Undersidhiss; (4) Hydraulhiss.
- Figur 3.2 a,b Mätapparatur för bestämning av korrektionsterm respektive för inspelning av hissljud och bakgrundsljud i boningsrum.
- Figur 4.1 Exempel på ljudnivåregistrering med nivåskrivare (Brüel & Kjaer 2305, WS = 100 mm/s, LLF = 20 Hz, PS = 0,3 mm/s). Hiss nr 10, våning 7, rum 1 (omöblerat). Fasta mikrofonen. Körprogram A respektive B avser start/stopp vid övre och undre våning respektive vid varje våning.
- Figur 4.2 Luftljusspektrum i boningsrum vid linhissar. Medelvärde: - -, spridningsområde: .
- Figur 4.3 a,b Modell av vibrationsisolerad hissmaskin respektive stötkraftens tidsförlopp.
- Figur 4.4 Knutpunkt mellan bjälklag och vägg.
- Figur 4.5 a-c Principförslag till plantekniska åtgärder vid linhissar. Vertikalsektioner. A = bullerkänsligt utrymme (sovrums, vardagsrum). B = mindre bullerkänsligt utrymme (bad, kök, hall, förråd, trapphus). **I** = betongvägg a) topphiss b) sidhiss c) underhiss.



Högsta tillåten ljudnivå i bostäder orsakat av bl a hissinstallations ljudalstring regleras genom svensk byggnorm. Ofta återkommande förfrågningar rörande hissbuller och därpå följande kontrollmätningar inom olika projekt visar dock på uppenbara svårigheter att uppfylla normvärdena. Förhållandena gäller i lika hög grad inom ny som äldre bostadsbebyggelse.

För närvarande tas i regel hissbullerproblemet upp efter hand som klagomål från lägenhetsinnehavare inkommer. Det enskilda projektet bedöms i allmänhet inte kunna bära kostnaderna för en mer ingående studie av problemet. Resultatet blir då att begränsade och dåligt underbyggda åtgärder vidtages, vilka i vissa fall ger förbättringar men lika ofta uteblir dessa. Detta förhållande får ses som otillfredsställande. Det är därför angeläget att skapa en samlad kunskap om problemen och möjliga åtgärder.

Föreliggande projekt syftar dels till att klarlägga problemets omfattning dels till att på ett mera ingående sätt studera de mekanismer som är av betydelse för uppkomsten av buller från hissinstallationer.

Man kan anta att föreliggande krav på högsta tillåten ljudnivå i bostäder överskrids i väsentligt fler fall än vad som kommer till kännedom genom klagomål från olika lägenhetsinnehavare. Det har därför bedömts önskvärt att projektet delas upp i två etapper där den första etappen utgör en inventering av förhållandena i ett antal fastigheter och etapp två utgörs av en mer ingående studie av problemen.

Projektarbetet som redovisas i denna rapport avser den första etappen och har omfattat en kartläggning om bullerförhållandena i ett antal fastigheter. Förutom kartläggningen har i etapp ett ingått att studera eventuella skillnader mellan olika hisstyper och inverkan av läget för känsliga bostadsutrymmen i förhållande till hissaneläggningen.

Vi vill tacka AB Göteborgshem, bostadsrättsföreningen Körsbäret, och Göteborgs Stads Bostads AB som förmedlat mätobjekt.



2. BEDÖMNINGSUNDERLAG FÖR HISSBULLER

2.1 Svenska normer

Krav på högsta ljudnivåer från bl a hissinstallationer finns upptagna i anvisningar till byggnadsstadgan. Under de senaste 20 åren har tre olika anvisningar varit aktuella: BABS 1960, SBN 67 och SBN 75. Enligt dessa ställes följande krav på ljudnivån i bostadslägenhet.

BABS 1960, § 23:14

Riktvärde för högsta ljudnivå uppmätt med ljudnivåmätare i rummets mitt vid normal möblering (10 m² ljudabsorption) och stängda fönster och dörrar är

Inom särskilt tyst distrikt	30 dBA
Inom särskilt bullrande distrikt	40 dBA

Angivna värden gäller för varaktiga ljud men däremot inte för ljud med kort varaktighet, såsom slag i dörrar, signaler eller liknande.

Utförligare anvisningar för kontrollmätning och bedömning huruvida ett distrikt är tyst eller bullrande saknas. Vidare är det oklart hur momentana ljud vid start/stopp av t ex hissar skall bedömas.

SBN 67, § 34:3

Högsta ljudnivå vid mätning i rummets mitt vid normal möblering (10 m² ljudabsorption) och stängda fönster och dörrar är

Rumstyp	Varaktigt ljud under tiden	
	20-07	07-20
Boningsrum	30 dBA	35 dBA
Kök	35 dBA	35 dBA

Liksom i BABS 1960 gäller värdena för varaktigt ljud och inte enstaka ljud med kort varaktighet såsom slag i dörrar, signaler etc. För momentana ljud t ex buller vid start och stopp av motorer, kompressorer godtas normalt ca 5 dBA högre värden.

I publikation 51 (1972) från statens planverk anges att ljudnivån från installationer, maskinella anordningar anses godtagbara om ovan angivna värden inte överskrids med mer än 2 dBA.

Även i SBN 67 saknas utförligare anvisningar om mätförfarande. 1973 kom dock en rekommendation för mätning av ljudnivå i bostäder från statens provningsanstalt, cirkulär 40.

SBN 75, §§ 34:22, 34:724

Vid normal verksamhet i byggnaden gäller för varaktigt ljud

Rumstyp	Ljud under tiden	
	20-07	07-20
Sovrum och vardagsrum	30 dBA	35 dBA
Kök	35 dBA	35 dBA

M h t mätprecision anses ljudnivån godtagbar om värdena inte överskrids med mer än 2 dBA. Liksom i SBN 67 gäller ca 5 dBA högre värden för momentana ljud och att enstaka ljud är undantagna.

För mätning av ljudnivå godtas metod enligt statens provningsanstalt cirkulär 40 (1973).

Kommentar

Eftersom hissar normalt kan nyttjas hela dygnet kommer kraven för tiden 20-07 i SBN 67 och SBN 75 att vara dimensionerande. Kravet för varaktigt ljud är då för kök och boningsrum nominellt 30 respektive 35 dBA men m h t mätprecision accepteras 32 respektive 37 dBA. För momentana ljud gäller ca 35 respektive 40 dBA. Man kan notera att det inte klart framgår av bestämmelserna vad som avses med varaktigt ljud. Vad gäller hissbuller synes det rimligt att betrakta buller under den tid hissen går med konstant fart som varaktigt ljud. Ljudnivåtoppen vid start/stopp bör hänföras till momentant ljud.

För närvarande föreligger inga förslag till förändring av ljudnivåkraven enligt SBN 75.

2.2 Normer i övriga nordiska länder

Inom norden finns samarbetsorganet nordiska kommittén för byggnadsbestämmelser (NKB) som har som mål att skapa samordnade byggnadsbestämmelser i de nordiska länderna. Som ett arbetsområde ingår bestämmelser för ljudklimat.

I NKB-rapport 32 (1978) redovisas av kommittén tidigare framtagna förslag till ljudkrav i bl a bostäder. Kraven har med vissa avvikelser införts i de nationella byggbestämmelserna. Nedan redovisas dels NKB:s förslag dels de för närvarande gällande bestämmelserna i Danmark (Byggningsreglement, 1977), Finland (Finlands byggbestämmelsesamling, 1975) och Norge (Byggeforskrifter, 1979).

I tabell 2.1 redovisas kraven på högsta ljudnivå från tekniska installationer t ex hissar. Kraven gäller boningsrum. För kök är kravet 5 dBA högre. För momentana ljud vid t ex start och stopp av motorer eller om tydliga rena toner kan höras gäller i samtliga fall att man till det avlästa maximalvärdet skall addera 5 dBA. Det så erhållna värdet jämföres med kraven. Detta medför således att kraven på momentana ljud blir 5 dBA hårdare än för varaktigt ljud.

Mätningarna skall göras med ljudnivåmätare som uppfyller kraven enligt IEC publikation 179 (1973). I Norge räcker det att ljudnivåmätaren uppfyller kraven enligt IEC publikation 123 (1961).

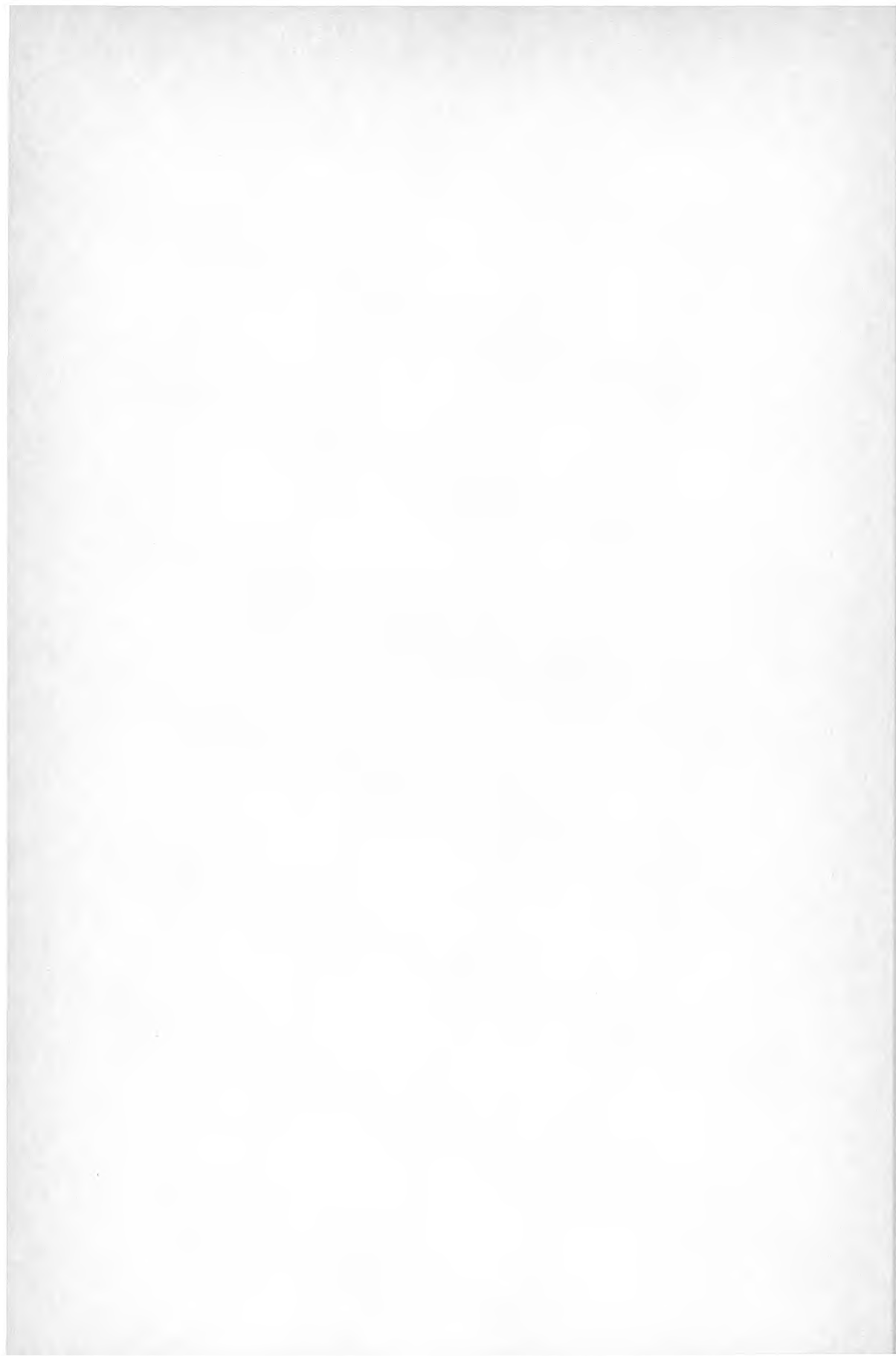
Tabell 2.1. Krav på högsta ljudnivå i dBA i boningsrum.

	NKB/Danmark	Finland	Norge
Varaktigt ljud	35	30	35
Momentant ljud, ljud med rena toner	30	25	30
Mätförhållanden:			
Mätpunkt	rumsmitt	-	rumsmitt
Ljudabsorption	omöblerat	korrektion görs vid behov till 10 m ² ljudabsorption	omöblerat (vid mätning i möblerat rum skall korrektion för absorption göras)
Ljudnivåmätarens visardämpning	"Fast"	"Fast"	"Slow"

Kravet på varaktigt ljud torde bli ungefär detsamma i samtliga fall när hänsyn tas till rumsabsorptionen. Vad gäller momentana ljudnivåer föreligger skillnader både i krav och mätmetod. Den norska metoden med inställning "Slow" torde i praktiken innebära att kravet motsvarar 35-40 dBA vid inställning "Fast". Det är tveksamt om man skall korrigera uppmätta momentana ljudnivåer mot rummets ljudabsorption. Detta diskuteras något i avsnitt 3.4.2 nedan. Om man bortser från sådana korrektioner varierar kraven i de tre länderna således mellan 25 och 35-40 dBA "Fast".

Kommentar

Jämför man kraven enligt tabell 2.1 med de svenska kraven enligt SBN 75 finner man att kraven är i stort sett desamma för varaktigt ljud (kl 20-07) om detta inte innehåller tydliga rena toner. Vid vissa hissar torde dock detta vara fallet. För momentana ljud (kl 20-07) är kraven ca 5 respektive 10 dBA strängare i Danmark respektive Finland. Det norska kravet torde i stort sett vara likvärdigt med det svenska. Det skall påpekas att det i de finska bestämmelserna står "Vid mätning av buller, som innehåller impulsartat ljud eller tydliga rena toner, skall 5 dB läggas till det erhållna mätningresultatets maximalvärde". Beteckningen "impulsartat ljud" har förutsatts avse även momentant ljud vid start/stopp av motorer etc.



3 PROJEKTETS UPPLÄGGNING

3.1 Val av mätobjekt

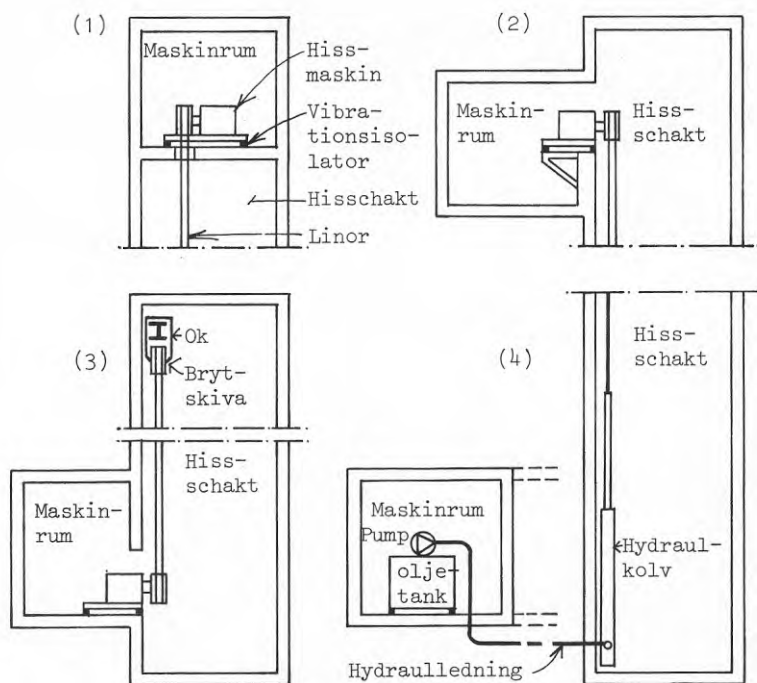
Som nämnts inledningsvis har huvudsyftet med projektet varit att göra en inventering av bullerförhållandena i ett antal fastigheter. Vid val av mätobjekt finns det en mångfald faktorer vars betydelse för bullerförhållandena kan vara av intresse att studera. Exempel på sådana faktorer är: hisstyp, hissfabrikat, hisstorlek, lyfthastighet, belastning, körsätt, ålder, slitage, hissmaskineriets placering, byggnadskonstruktion (stomme av lättbetong eller betong, prefabricerad eller platsbyggd stomme etc).

Följande faktorer har dock prioriterats: hisstyp, lägenheternas placering i förhållande till hissmaskineri och hisschakt samt belastning. Resultaten av projektet har bedömts bli tillämpliga vid i första hand nybebyggelse. Den numera vanligaste byggnadskonstruktionen för flerfamiljshus torde vara stomme av betong och stomkomplettering av skivmaterial på regelkonstruktion. Mätningarna har därför koncentrerats till fastigheter med liknande byggnadskonstruktion. Vidare har studien inriktats på nyare hissinstallationer. En väsentlig faktor som påverkat valet av mätobjekt har varit möjligheterna att få tillträde till lägenheter för mätning. Urvalet av lägenheter har dessutom begränsats av kravet på lågt bakgrundsbuller, främst trafikbuller.

3.1.1 Hisstyp

Vad gäller olika hisstyper kan dessa grovindelas i följande fyra kategorier, jämför även figur 3.1.

1. Linhiss med hissmaskineriet centriskt placerat över hisschakt (topphiss).
2. Linhiss med hissmaskineriet excentriskt placerat vid sidan av hisschakt på översta våningsplanet eller vindsplanet (sidhiss).
3. Linhiss med brytskivor vid hisschaktets tak och hissmaskinrummet placerat i entré eller källarplan (undersidhiss).
4. Hydraulhiss med hissmaskinrummet placerat i entré- eller källarplan.



Figur 3.1. Olika hisstyper: (1) Tophiss; (2) Sidhiss; (3) Undersidhiss; (4) Hydraulhiss.

Den exakta förekomsten av de olika hisstyperna är svår att få fram eftersom branschstatistik saknas. Från en tillverkare har vi dock fått en uppskattad fördelning för de senaste fem åren. Fördelningen avser hissar för både bostads- och kontorshus.

Totalt installerades 1100-1200 hissar per år. Den vanligaste storleken var personhiss för 6 personer respektive möbelhiss för 500 kg med övergång till hiss för 8 personer respektive 630 kg. Den procentuella fördelningen på olika typer var följande.

1. Tophissar	23 %
2. Sidhiss	8 %
3. Undersidhiss	11 %
4. Hydraulhiss	58 %

Den höga andelen hydraulhissar beror på en kraftigt ökad försäljning under de senaste 6 à 8 åren p g a övergång till lägre byggelse. Hydraulhissen är oftast den lämpligaste typen för hus med upp till 3 à 4 våningar. En nackdel som ibland framhålls är att hastigheten är relativt låg, 0,5-0,6 m/s.

Av tidigare nämnda skäl har det inte varit möjligt att välja mätobjekt m h t förekomsten av olika hisstyper. I aktuellt fall har fördelningen blivit 33 % av typ 1, 27 % av typ 2 samt 20 % av vardera typ 3 och 4.

3.1.2 Lägenhetens placering

Hissinstallationerna ger upphov till stomljud (vibrationer i stommen) som i sin tur medför ljudavstrålning från väggar, tak och golv och därmed luftljud i angränsande lokaler. Stomljud exciteras dels av de störkrafter hos hissmaskinen som överförs där hissansläggningen är infäst till byggnadsstommen dels av luftljudet i hissmaskinrummet. Tänkbara väsentliga exciteringspunkter är bl a hissmaskinens infästningspunkter, fästpunkter för gejdtrar (styrskenor för hisskorg), linor, brytskivor, skåp med reglerutrustning. Även låskolvar i hissdörrarna kan vara av betydelse. Luftljudet i hissmaskinrummet härrör från hissmaskineriets elmotor, bromsutröstning, växellåda och reglerutrustning. Tidigare erfarenheter tyder på att luftljudet i hisschakt och maskinrum är av underordnad betydelse för bullernivån i angränsande lägenheter vid normala byggnadskonstruktioner.

Vid val av lägenheter har det dominerande stomljudet bedömts uppstå vid hissmaskinens och eventuella brytskivors infästningar. För hydraulhissen ansågs infästningspunkterna för pumpaggregat, hydraulledning och hydraulkolv vara kritiska. I första hand har de lägenheterna som legat närmast dessa enheter valts. För att studera stomljudsutbredningen i horisontell led har där så varit möjligt mätningar gjorts i flera rum inom samma lägenhet. I några fastigheter har ljudutbredningen i vertikal led studerats genom att välja lägenheter på olika avstånd från hissmaskinrum/brytskivor.

3.1.3 Belastning, körsätt

Undersökning av hissbelastningens inverkan har begränsats till ett fall. En topphiss (hiss nr 2 i tabell 3.1 nedan) avsedd för maximalt 5 personer eller 400 kg kördes dels med en person dels med fyra personer. Hiss nr 4 och 5 belastades med 2 personer och övriga med en person.

När det gäller körsättet har följande två fall tillämpats.

1. Start och stopp av hiss endast vid övre och nedre våningsplanen. Mätvärdena för detta fall avses ligga till grund för bestämning av varaktigt ljud enligt SBN 67 och SBN 75.
2. Start och stopp av hiss vid varje eller varannan våning. Mätvärdena för detta fall avses ligga till grund för bestämning av momentant ljud enligt SBN 67 och SBN 75. Momentant ljud vid fall 1 beaktas dock.

3.1.4 Mätobjekt

I tabell 3.1 nedan har aktuella mätobjekt sammanställts. Utför-
ligare hissdata, lägenhetsplaner mm redovisas i bilaga 1.

Tabell 3.1 Sammanställning av mätobjekt

Hiss nr	Hisstyp	Tillverk- ningsår	Utförda mätningar	
			antal lägenh.	antal rum
1	Topp hiss	1969	4	7
2	"	1971	4	7
3	"	1973	3	3
4	"	1974	1	1
5	"	1974	1	1
6	Sidhiss	1969	1	2
7	"	1972	3	3
8	"	1976	3	5
9	"	1980	2	2
10	Undersidhiss	1976	3	5
11	"	1976	3	3
12	"	1976	2	3
13	Hydraulhiss	1966	1	2
14	"	1977	2	3
15	"	1977	2	3

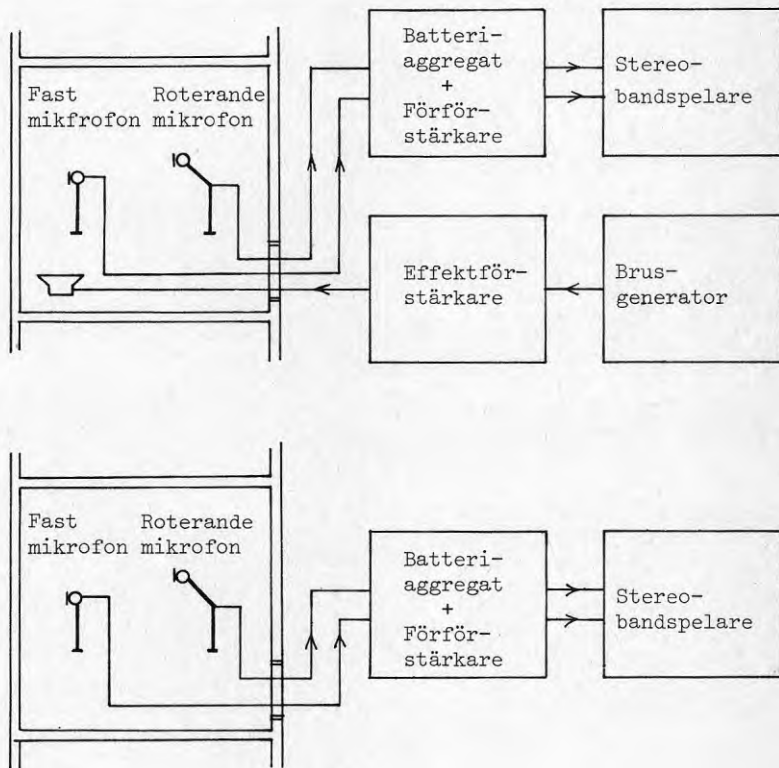
Totalt antal lägenheter och boningsrum som ingått i undersök-
ningen är 35 respektive 50. Dessutom har mätningar av luftljuds-
nivån gjorts i sju hissmaskinrum.

3.2 Mätmetod

Ljudnivåkraven enligt BABS 60, SBN 67 och SBN 75 är relaterade
till 10 m^2 ljudabsorption. Uppmätta ljudnivåer skall därför kor-
rigeras för rummets ljudabsorption. Angivna mätmetoder är något
olika i de tre normerna (i rummets mitt enligt BABS 60 och
SBN 67). Det har dock bedömts som önskvärt att använda samma
mätmetod med hänsyn till bl a möjligheterna att jämföra olika
mätobjekt.

Vi har valt en metod som uppfyller kraven på mätnoggrannhet en-
ligt statens provningsanstalts cirkulär 40 (1973). Det bör på-
pekas att cirkulär 40 avser mätning av stationärt eller kvasis-
stationärt buller d v s buller som ger upphov till ljudnivåer med
relativt små variationer i tiden. Anvisningar för mätning och
korrektion m h t rumsabsorption av momentana ljud saknas.

Den valda metoden har tidigare använts av Nordlund (1977) vid kartläggning av ljudisoleringen mot vägtrafikbuller hos fasadkonstruktioner. Den stora fördelen med mätmetoden är att korrektionstermen för rumsabsorption bestäms med brus från en standardljudkälla. Mätssystemet blir därmed i stor utsträckning datoranpassat, vilket leder till kortare utvärderingstid. Ytterligare fördelar är dels att rumsvolymen inte behöver bestämmas, dels att hänsyn tas automatiskt till utrymmen, t ex en hall, som är akustiskt kopplade till mätrummet. En utförlig beskrivning av mätmetod och mätutrustning återfinns i nämnda rapport. Nedan ges en kort beskrivning av systemets utformning i aktuellt fall, se även figur 3.2 a,b.



Figur 3.2 a,b. Mätapparatur för bestämning av korrektionsterm respektive för inspelning av hissljud och bakgrundsljud i bostadsrum.

För bestämning av korrektionstermen för rummets ljudabsorption görs inspelning av kalibrerat brus från en högtalare. Denna matas från en stabil effektförstärkare vars insignal ges från en digital brusgenerator. Brusets frekvensområde omfattar tersbanden med mittfrekvens 80-4000 Hz. Inspelning sker med både fast och roterande mikrofon under 60 sekunder. Under denna tid vrids den roterande mikrofonen ett varv, varvid mikrofonen rör sig längs en oregelbunden åtta. Korrektionstermen som bestäms med den roterande mikrofonen representerar ett rumsmedelvärde medan korrektionstermen bestämd med den första mikrofonen blir representativ för en position i rummet - mikrofonpositionen.

Bakgrundsljudet med stoppad hiss spelades in under 60 sekunder med både fast och roterande mikrofon.

Inspelning av hiss-ljudet gjordes vid körning med hissen enligt ett bestämt körprogram:

1. Start och stopp av hiss endast vid övre och nedre våningsplan, två eller tre gånger upp och ned.
2. Start och stopp av hiss vid varje eller vartannat våningsplan, en eller två gånger upp och ned.

Vid körning med hissen spelades hiss-ljudet in simultant med den fasta och roterande mikrofonen.

Inspelningarna i hissmaskinrummet är gjorda med en fast mikrofon och omfattar endast hissbullret.

Det skall redan här framhållas att tiden mellan start och stopp vid körning enligt punkt 1 ovan är mindre än 60 sekunder. Den roterande mikrofonen kommer därför endast att svepa en del av mikrofonbanan mellan ett start och stopp. Korrigering av ljudnivån som erhålls under ett sådant svep med en korrektionsterm som gäller för hela mikrofonbanan leder till större eller mindre fel. Bl a har svepets längd betydelse.

Ett par typiska brusinspelningar har därför analyserats m a p korrektionstermens variation utefter mikrofonbanan och dess inverkan på hissbullernivån. Uppmätta hissbullernivåer korrigerades därför med korrektionstermer bestämda för olika långa tidsavsnitt. Dessa bullernivåer jämfördes med bullernivån korrigerad på normalt sätt (sveptid 60 sekunder). Med korrektionstermen för ett svep om 10 sekunder, som är den kortaste tiden mellan start och stopp, blev den maximala avvikelserna ca 2 dBA. För sveptiden 30 sekunder var avvikelserna < 1 dBA.

3.3 Varaktigt och momentant ljud

Som tidigare framhållits saknas det klara anvisningar om vad som avses med varaktigt och momentant ljud i SBN 67 och SBN 75 och under vilka driftbetingelser dessa skall mätas.

I aktuellt fall har gjorts den bedömningen att med varaktigt ljud avses den ekvivalenta ljudnivå (medelljudnivå) som erhålls då hissen går med konstant fart mellan understa och översta våningsplanet. Eventuella ljudnivåtoppar vid start eller stopp tas därvid ej med. Den ekvivalenta ljudnivån definieras enligt följande.

$$(3.1) \quad L_{Aq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_A(t)/10} dt$$

där $L_A(t)$ är ljudnivån i dBA vid tiden t under det aktuella tidsintervall T . Tidsintervallets längd varierar mellan 10-40 sekunder beroende på hisshastighet och antal våningar. Hissbullret är i vissa fall avhängigt av om hissen går upp eller ned (speciellt markant vid hydraulhissar). Den mest bullriga transportvägen har bedömts vara dimensionerande.

Ljudnivåtoppar vid start och stopp har betraktats som momentana ljud.

3.4 Analysförfarande

A-vägda ljudnivåer och ljudspektra för varaktigt ljud avser tersbanden med mittfrekvensen 100-3150 Hz om ej annat anges. Inverkan av de ljudkomponenter som ligger utanför detta frekvensområde är normalt i storleksordningen 0,5 dBA. Någon korrektion för detta har inte gjorts utom i några enstaka fall där inverkan varit större än ca 1 dBA. För momentant ljud avser den A-vägda ljudnivån hela frekvensområdet.

3.4.1 Varaktigt ljud

Utvärdering av ekvivalenta ljudnivåer och frekvensspektra för brus, bakgrundsbuller och hissbuller har utförts med parallellanalysator (Brüel & Kjaer typ 3347) och minidator (Digital Equipment typ Minc 11). Ljudtrycksnivån i dBA inom respektive tersband, L_{A10} , för varaktigt ljud vid 10 m² ljudabsorption har bestämts enligt följande.

$$(3.2) \quad L_{A10} = 10 \log (10^{L_{hiss}/10} - 10^{L_{bak}/10}) + K_{abs} + K_A \text{ dBA}$$

där L_{hiss} och L_{bak} är inspelade hiss- respektive bakgrundsljudnivåer. K_{abs} och K_A är korrektioner i dB för rummets ljudabsorption respektive A-filtrets vägning.

3.4.2 Momentant ljud

Utvärderingen av momentana ljudnivåer har gjorts på följande sätt.

Inspelat ljudnivåförlopp (A-vägt) vid körning med hiss och täta start/stopp har registrerats på nivåskrivare (Brüel & Kjaer typ 2305). Det har bedömts önskvärt att kunna jämföra skrivarvärdena för start och stopp med motsvarande nivåer bestämda med precisionsljudnivåmätare (enligt IEC publikation 179) med visardämpning inställd på "Fast".

För detta ändamål gjordes försök med olika skrivarhastigheter (WS) och "lower limiting frequency" (LLF) hos skrivaren. Samma start/stopp-förlopp mättes med ljudnivåmätare (Brüel & Kjaer typ 2203). Inspelningar från ett möblerat och ett omöblerat rum utnyttjades. Ca 25 start/stopp registrerades i varje rum. Medelvärdet (MV) av skillnaden mellan skrivarvärdet och ljudnivåmätarvärdet samt standardavvikelsen (σ) för denna skillnad redovisas i tabell 3.2 nedan.

Tabell 3.2 Skillnad i dBA i visarutslag mellan nivåskrivare och ljudnivåmätare (Brüel & Kjaer typ 2305 resp 2203). Medelvärde (MV) och standardavvikelse (σ) för skillnaderna i dBA vid ca 25 start/stopp av hiss. WS = skrivarhastighet i mm/s. LLF = lower limiting frequency i Hz.

Rumstyp		LLF=10 Hz			LLF=20 Hz		
		WS=63	100	160	WS=63	100	160
Omöblerat rum	MV	+0,4	+2,6	+3,4	-0,1	+1,8	+3,2
	σ	1,3	0,8	1,2	1,4	0,8	0,8
Möblerat rum	MV	+1,6	+2,3	+4,2	+0,7	+2,0	+3,4
	σ	0,6	0,9	1,7	0,6	0,8	1,5

Vid utvärderingarna har genomgående skrivarhastigheten 100 mm/s och "lower limiting frequency" 20 Hz använts. Enligt tabell 3.2 är skrivarvärdet för start/stopp i medeltal är ca 2 dBA högre än ljudnivåmätarvärdet för båda rumstyperna samtidigt som spridningen är relativt liten. Det kan tilläggas att medeldifferensen av skrivarvärde minus ljudnivåmätarvärde är ungefär densamma för start respektive stopp (skillnad 0,5 dBA). Samtliga skrivarvärden har därför korrigerats med 2 dBA. Vad gäller rumabsorptionens inverkan på de momentana ljudnivåerna är det inte självklart hur stor den är och hur den skall beaktas. Följande bedömning har dock gjorts (mätresultat för hiss 10 har utnyttjats).

Start och stopp ger upphov till stomljudspulser. Oscilloskopbilder på dessa tyder på att startpulsen är i storleksordningen 0,1-0,2 sekunder. Stoppulsen är ungefär hälften så lång. Pulsen ger i boningsrummet upphov till en luftljudspuls. Det förefaller rimligt att anta att luftljudet initieellt bestäms av pulsens utseende medan dess avklingningsförlopp beror på rummets dämpningsegenskaper. Det är då snarare rummets efterklangstid än mängden ljudabsorption i rummet som är avgörande.

Vid mätning med visardämpning "Fast" (tidskonstant = ca 0,2 s) kommer ljudnivåerna att bero på både det initiella förloppet och avklingningsförloppet. För att något belysa den inbördes betydelsen av dessa förlopp har även impulsljudnivån (visardämpning "Impulse") bestämts för ett antal start/stopp. Tidskonstanten för "Impulse" skall enligt IEC publikation 179A (1973) vara 0,035 sekunder. Detta medför att impulsljudnivån kan antas helt bestämd av det initiella förloppet. I tabell 3.3 nedan jämförs skillnaden i ljudnivå erhållen med visardämpning "Impulse" resp "Fast". Resultaten avser samma rum som anges i tabell 3.2.

Tabell 3.3 Skillnad i momentan ljudnivå i dBA vid mätning med visardämpning "Impulse" respektive "Fast" (mätförstärkare Brüel & Kjaer typ 2607). Medelvärden av skillnaderna vid ca 12 start- respektive ca 12 stoppförlopp.

Rumstyp	Omöblerat		Möblerat	
	Start	Stopp	Start	Stopp
Skillnad	1,8	3,0	1,4	2,0

Av tabell 3.3 framgår att skillnaden är minst för startförloppet, ca 1,5 dBA. Den större skillnaden, ca 3 dBA för stoppförloppet beror på att detta är kortare. De relativt små skillnaderna mellan "Impulse" och "Fast" som erhållits tyder på att avklingningsförloppet för de här fallen knappast dominerar ljudnivån som erhålls med "Fast". Ett måttligt snabbare eller långsammare förlopp inverkar sannolikt lite på ljudnivån som erhålls med "Fast". I det möblerade och omöblerade rummet var efterklangstiden inom de lägsta tersbanden, som bedöms innehålla den dominerande ljudenergin hos pulsen, ca 0,7 respektive 1 sekund. Dessa efterklangstider kan anses vara typiska för boningsrum.

Självklart skall man vara försiktig med att dra allt för långtgående slutsatser av ovanstående resonemang. Det förefaller dock rimligt att förutsätta att det normalt inte har så stor betydelse om man mäter de momentana hissbullernivåerna (i dBA "Fast") från start/stopp i möblerat eller omöblerat rum. Det är heller inte motiverat att korrigera för mängden ljudabsorption i rummet. Några korrektioner av de här aktuella mätvärdena har därför ej skett. Inverkan av bakgrundsljudnivån har försumrats eftersom den normalt är mer än 10 dBA lägre än de momentana ljudnivåerna.

3.4.3 Mätinstrumentförteckning

Inspelning i fält

Pseudobrusgenerator	Egen konstruktion
Effektförstärkare	Egen konstruktion
Högtalare	Fischer planex
Roterande mikrofonstativ	Konstruerad vid Institutionen för byggnadsakustik Chalmers Tekniska Högskola
Mätmikrofoner	Brüel & Kjaer 2619 + 4145
Förförstärkare	Egen konstruktion
Batteriaggregat	Brüel & Kjaer 2804
Bandspelare	Nagra IV S

Utvärdering

Parallellanalysator	Brüel & Kjaer 3347
Dator	Digital Equipment Minc 11
Förstärkare	Brüel & Kjaer 2607
Nivåskrivare	Brüel & Kjaer 2305
Precisionsljudnivåmätare	Brüel & Kjaer 2203

För utförligare information och data om mätutrustningen hänvisas till Nordlund (1977).



4 MÄTRESULTAT

4.1 Allmänt

I bilaga 1 redovisas för respektive hiss hissdata, huskonstruktion, lägenhetsplan samt uppmätta ljudnivåer för varaktigt och momentant ljud. Ljudnivåerna är korrigerade enligt beskrivning i avsnitt 3.4 ovan.

I avsnitt 4.2 jämföres mätresultaten med normkraven för hissbuller. I avsnitt 4.3 - 4.10 kommenteras resultaten mer utförligt. När det gäller framtida bostäder bör möjligheterna att påverka bullersituationen med hjälp av plan- och byggnadstekniska åtgärder beaktas. Detta diskuteras något i avsnitt 4.11.

4.2 Jämförelser med normkrav

Uppmätta ljudnivåer har ställts i relation till de nominella kraven enligt SBN 67 och SBN 75. De nominella kraven för boningsrum (kök) är vid varaktigt ljud 30 (35) dBA och vid momentant ljud 35 (40) dBA för tiden 20-07.

För varje hiss har den största differensen mellan uppmätt ljudnivå och kravnivå bestämts. Vad gäller momentant ljud avser uppmätt ljudnivå redovisade medelvärden. För hiss nr 13 är BABS 1960 tillämplig. Med hänsyn till att det är oklart vilken kravnivå som skall gälla (se avsnitt 2.1.1) har denna hiss utelämnats vid jämförelsen.

Varaktigt ljud

I tabell 4.1 nedan redovisas differenserna för varaktigt ljud.

Tabell 4.1. Största differens i dBA mellan uppmätt varaktigt ljudnivå och nominell kravnivå för respektive hiss.

Hisstyp	Topp hiss					Sidhiss				Undersidhiss			Hydraulhiss		
Hiss nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Differens	2	0	<-1	-5	<-5	0	-3	10	1	8	4	2	-	6	<-5

Av tabell 4.1 framgår att den nominella kravnivån överskrids vid 7 av de 14 hissarna. Eftersom ett överskridande om 2 dBA accepteras enligt SBN 67 och SBN 75 (se avsnitt 2.1.1) med hänsyn till mätprecision är det 4 av hissarna som ger oacceptabla nivåer. Den acceptabla nivån överskrids vid dessa hissar med 2 - 8 dBA. Å andra sidan noterar man att för 4 av hissarna är nivåerna minst 5 dBA lägre än den acceptabla nivån.

För hiss nr 13 är den högsta ljudnivån 39 dBA. Denna ljudnivå är ungefär lika hög som de högsta nivåerna som uppmätts vid övriga hissar.

Momentant ljud

I Tabell 4.2 nedan redovisas differenserna för momentant ljud.

Tabell 4.2. Största differens i dBA mellan uppmätt medelvärde för momentan ljudnivå och nominell kravnivå för respektive hiss.

Hisstyp	Topp hiss					Sidhiss				Undersidhiss			Hydraulhiss		
Hiss nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Differens	13	11	1	1	4	3	4	10	0	7	8	7	-	3	2

Med undantag för hiss nr 4 och 9 är den högsta uppmätta momentana ljudnivån endast 1 - 3 dBA högre än medelvärdet. För hiss nr 4 och 9 är motsvarande skillnad 8 - 10 dBA respektive 5 dBA. Av tabell 4.2 framgår att den nominella kravnivån överskrids vid samtliga hissar utom nr 9. Om man beaktar de maximala momentana ljudnivåerna är överskridandet ca 5 - 15 dBA för 12 av 14 hissar. Kravnivån enligt SBN 67 och SBN 75 anges som ett cirkavärde. Även om man antar att ett överskridande på några dBA kan anses godtagbart ger de 12 hissarna upphov till för höga ljudnivåer.

För hiss nr 13 gäller att de momentana ljudnivåerna varierar mellan 37 - 49 dBA. Den högsta nivån är således ungefär lika hög som de högsta nivåerna som uppmätts vid övriga hissar.

Kommentar

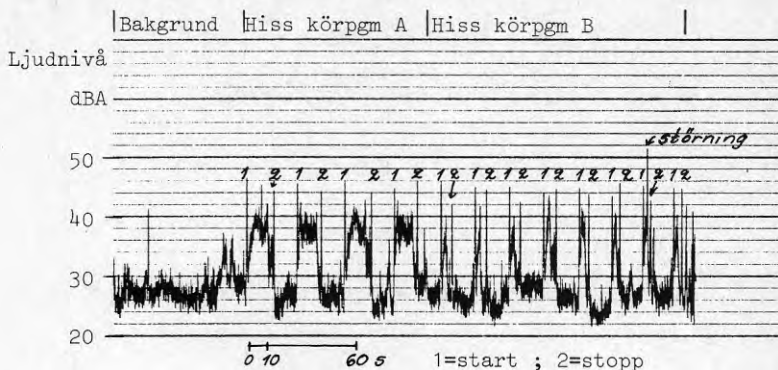
Det framgår av jämförelserna ovan att det är framförallt kravet på momentana ljud som överskrids. Det varaktiga ljudet från en del hissar är lågt med hänsyn till kravet. Man kan också konstatera att de hissar som medför högst varaktigt ljud inte nödvändigtvis ger högst momentant ljud. Jämfört med NKB:s förslag (avsnitt 2.1.2) till ljudnivåkrav är de uppmätta momentana ljudnivåerna 10 - 20 dBA för höga.

Resultaten i denna begränsade undersökning indikerar starkt att det finns ett mycket stort antal hissar som medför bullernivåer som överskrider kraven enligt svenska byggnormer. Det synes därför motiverat att i samband med större översyner eller renoveringar av befintliga fastigheter även beakta hissanslaggnings bulleralstring.

Synpunkter på bulleralstrande komponenter i en hissansläggning ges i avsnitt 4.5 och 4.6. Vad gäller hissmaskinen (linhiss) har vibrations- och stötisoleringen av denna bedömts vara en kritisk punkt, jämför avsnitt 4.7.

4.3 Exempel på ljudnivåregistrering

I figur 4.1 nedan ges ett exempel på ljudnivåförloppet under en mätning (bruskalibreringen är ej medtagen). Inspelningen är ovanligt fri från störningar.

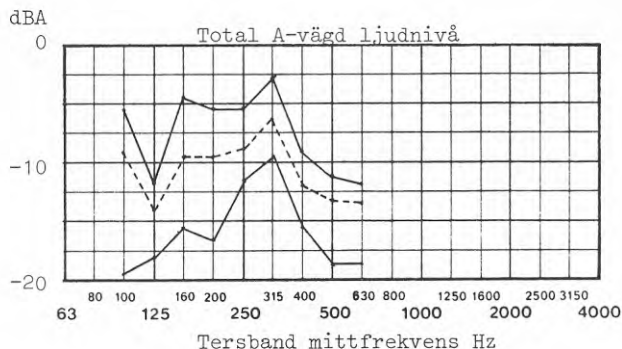


Figur 4.1 Exempel på ljudnivåregistrering med nivåskrivare (Brüel & Kjaer 2305, WS = 100 mm/s, LLF = 20 Hz, PS = 0,3 mm/s). Hiss nr 10, våning 7, rum 1 (omöblerat). Fasta mikrofonen. Körprogram A respektive B avser start/stopp vid övre och undre våning respektive vid varje våning.

4.4 Spektrum för hissbulleer i boningsrum

Ljudnivån vid varaktigt ljud domineras av ljudkomponenter inom frekvensområdet som omfattar tersbanden 100 - 500 Hz. Som framgår av bilaga 1 ger flera av hissarna upphov till markant höga ljudtrycksnivåer inom enstaka tersband. Detta tyder på förekomst av markanta rena toner i stomljudsspektrum. En hög ljudtrycksnivå inom enstaka tersband kan också bero på att man har exciterat en svagt dämpad rumsmod. Eftersom detta främst inträffar vid lågfrekventa moder kommer ljudnivån att variera kraftigt med mikrofonpositionen. Sådana variationer har observerats vid hiss nr 2 och 14.

Någon mer ingående ananalys av luftljudsspektrum och orsaken till dess utseende och variationer har inte gjorts. En ungefärlig uppfattning om luftljudsspektrums utseende för de aktuella linhissarna ges av figur 4.2 nedan. Medelvärde (effektbaserat) och spridningsområde redovisas. Spektrums utseende för tersbanden 800 Hz och högre är osäker med hänsyn till bakgrundsljudnivåerna vid mättillfället. Som nämnts kan spektrum variera mellan olika rum vid samma hissinstallation. Spridningsområdet i figur 4.2 är också stort vid samtliga frekvenser.



Figur 4.2. Luftljudsspektrum i boningsrum vid linhissar.
Medelvärde: --, spridningsområde: == .

4.5 Ljudnivåer i hissmaskinrum

Som nämnts tidigare är luftljudsnivån i hissmaskinrummet normalt av underordnad betydelse för ljudnivån i angränsande lägenheter. Utgående från uppmätta ljudnivåer i hissmaskinrum och aktuell byggnadskonstruktion har bidraget till ljudnivån i närmast intilliggande rum uppskattats. Beräkningarna avser varaktigt ljud. Mätningar har utförts i maskinrum till hiss nr 2, 7, 8, 11 samt 13-15. Både hissmaskinrum med och utan extra ljudabsorbenter ingår.

Ljudnivåerna varierade för varaktigt ljud mellan 62 - 69 dBA och för momentant ljud mellan 72 - 81 dBA "Fast". Den högsta momentana ljudnivån var ca 10 - 15 dBA högre än den varaktiga ljudnivån vid respektive hiss. Det A-vägda ljudspektrum för varaktigt ljud domineras av ljudtrycksnivåerna inom oktavbanden 250-4000 Hz. De momentana ljuden har inte analyserats med avseende på spektrum.

De beräknade ljudnivåbidragen för varaktigt ljud uppgår till 10 - 15 dBA. De torde därmed vara minsta 10 dBA lägre än uppmätta ljudnivåer. Om man antar att spektrum och ljudisolering är ungefär desamma för momentant och varaktigt ljud skulle det momentana ljudet i boningsrummet uppgå till 20 - 30 dBA.

Av resultaten ovan kan man också dra slutsatsen att extra ljudabsorbenter i hissmaskinrum eller hisschakt i normala fall inte är motiverade med hänsyn till ljudtransmissionen till boningsrum. Däremot kan de inverka positivt genom att ljudnivån i hiss-korgen blir lägre och att hissen därmed upplevs som tystare.

4.6 Stomljudskällor

Kartläggningen av väsentliga stomljudskällor och överföringspunkter för stomljud ligger utom ramen för denna projektdel. Ur mätresultaten kan ändå vissa slutsatser dras. Dessa redovisas nedan.

Låskolvar

Hissdörrarna är blockerade då hissen är igång, vanligen av en elektriskt manövrerad låskolv. Vid start/stopp påverkas endast låskolven på den våning där hisskorgen befinner sig. Dåligt justerade låskolvar kan ge upphov till höga momentana ljudnivåer, jämför mätvärdena för hiss 4, 13 och 14. De momentana ljudnivåerna varierar i vissa fall också avsevärt med hissens läge. Denna störkälla kan reduceras genom justering eller byte av låskolven.

Hissmaskin, linfästen, hydraulledning

Vid linhissar torde de dominerande vibrationerna vid jämn fart komma från motor och växellåda. Undersidhissens brytskivor kan eventuellt också ge upphov till buller. Start/stopp medför att hissmaskinen utsätts för kortvariga stötkrafter. Även linfästen och brytskivor utsätts då för stötkrafter.

Vid topp- och sidhissar sker den väsentliga stomljudsöverföringen sannolikt vid hissmaskinens och eventuellt linornas infästningspunkter. Eftersom linfästena sitter relativt nära hissmaskinen har inverkan av enbart dessa inte kunnat fås fram ur mätresultaten. Vid undersidhissar är brytskivornas upphängningspunkter (se figur 3.1) av stor betydelse med tanke på transmission av maskinvibrationer via linorna.

När det håller hydraulhissar förefaller stomljudsöverföringen via hydraulkolven i hisschaktet vara relativt låg, jämför varaktigt ljud i rum 2 vid hiss 13-15. Hydraulledningens förläggning och infästning till byggnadsstommen tycks däremot ha mycket stor betydelse för stomljudsöverföringen. Aggregaten vid hiss 14 och 15 är likvärdigt vibrationsisolerade, men det senare ger upphov till >10 dBA högre ljudnivåer i närliggande boningsrum. Olikheter i pumputförande kan dock inte uteslutas. Jämför också med hiss nr 13.

Reglerutrustning

Reglerutrustningen för hissarna sitter normalt i ett apparatskåp som är infäst till byggnadsstommen med gummielement. Kontaktorljud mm bör därför inte medföra några problem. Elkablarna mellan apparatskåp och hissmaskin är normalt klammade direkt i byggnadsstommen. Vilken inverkan detta kan ha på vibrationsisolerings-effekten för hissmaskin och apparatskåp har inte undersökts.

Gejdrar

Gejdrarna eller styrskenorna för hisskorgen (och för motvikten) är stumt fastbultade i schaktväggarna. Vid en dominerande stomljudsöverföring via gejdrarna borde ljudnivån inte variera med avståndet vertikalt till hissmaskinen vilket är fallet.

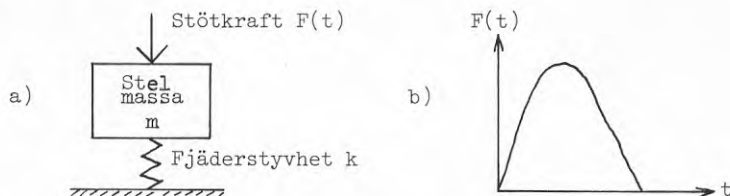
Gejdrar bedöms därför vara av underordnad betydelse för den huvudsakliga stomljustransmissionen till ett rum. Möjligen kan transmission via gejderna dominera den lokala stomljudsnivån hos de väggskivor som gejderna är infästa till. I de fall dessa väggar gränsar till känsliga utrymmen skulle det kunna vara motiverat att förse dessa med en så kallad "strålningsminskande" beklädnad, se avsnitt 4.11.

4.7 Vibrations- och stötisolering av hissmaskin

Vibrationsisoleringen av de undersökta hissmaskinerna utgörs av underlägg av gummi mellan hissmaskinens balkramfundament och byggnadsstommen. Av tabell 4.1 framgår att i de flesta fall erhålls tillräcklig isolering av vibrationerna när hissen går med jämn fart. I de fall man fått överskridanden av ljudnivåkraven kan orsaken vara att vibrationsisoleringen "kortslutits" på något sätt.

När det gäller att reducera de stötkrafter som uppstår vid start och stopp av hissen och som ger upphov till momentant ljud är isoleringen uppenbarligen inte tillräckligt effektiv, se tabell 4.2 med kommentarer. Möjligen kan kraven komma att klaras vid hiss nr 9 efter justering. Denna är den enda hiss med en vibrationsisolering (se bilden 1) som förefaller utformad med tanke även på stötkrafter. Det ligger utom ramen för denna projektetapp att närmare gå in på stötisoleringsproblemet. Några synpunkter skall dock ges.

Approximera hissmaskinen med en stel massa som är avisolerad från underlaget (stelt) med en fjäder (vibrationsisolering), se figur 4.3 a. Antag att massan utsätts för en stötkraft med viss amplitud och varaktighet enligt figur 4.3, b.



Figur 4.3 a,b Modell av vibrationsisolerad hissmaskin respektive stötkraftens tidsförlopp.

Det enkla massa-fjädersystemet har en resonansfrekvens $f_0 = \sqrt{k/m}/2\pi$, vilket innebär en periodlängd $T_0 = 1/f_0$. För att erhålla stötisolering, d v s att kraften mot underlaget blir lägre än stötkraften mot massan, krävs att systemets halva periodlängd ($T_0/2$) är längre än stötkraftens varaktighet T , se Harris (1976). Det gäller således att sträva efter en så låg resonansfrekvens hos systemet som möjligt. Ju större massa och ju vekare fjäder desto lägre blir resonansfrekvensen.

En möjlig orsak till att hissmaskinernas vibrationsisolering inte fungerar som stötisolering kan således vara att montagen har för höga resonansfrekvenser. Större massa och vekare gummimellanlägg skulle då kunna ge önskad effekt, jämför med hiss nr 9 i bilaga 1.

Det är självfallet flera andra problem förknippade med utformningen av en effektiv stötisolering. Tex får maskinrörelserna inte bli alltför stora med hänsyn till den mekaniska funktionen. Vidare ställs krav på underlagets styvhet/tyngd.

Framförallt när det gäller befintliga hissaneläggningar finns ett behov av någorlunda enkla och billiga lösningar för att förbättra vibrations- och stötisoleringen. Det är också angeläget att för nybebyggelse få fram någon form av typlösningar för utformningen av hissmaskinrum och stöt- och vibrationsisolering för hissmaskin.

4.8 Effekt av åtgärdad vibrationsisolering

Mätningarna avser hiss nr 5 och har gjorts före och efter en enkel åtgärd av vibrationsisoleringen. Hissen var från början isolerad med fyra underlägg (ca 150 x 150 mm²) av 2 lager gummi typ Trelleborg "Novibraplatta dubbel". Åtgärden bestod i komplettering med ytterligare ett lager Novibraplatta.

De momentana ljudnivåerna var i medeltal ca 3 dBA lägre vid stopp efter åtgärd. Vid start var nivå-sänkningen endast ca 2 dBA. Motsvarande differenser uppmätta med den roterande mikrofonen var ca 1,5 respektive 0,5 dBA. De senare förändringarna är marginella och kan ligga inom mätonoggrannheten. De momentana ljudnivåerna vid start/stopp beror på stomljud från både hissmaskin och slag i låskolvar. Det är därför vanskligt att dra några slutsatser om förändringen av stötisolerings-effekten. Man kan dock konstatera att åtgärden inte var tillräcklig för att innehålla de nominella normkraven enligt SBN 67.

Vid båda tillfällena var den varaktiga ljudnivån låg, < 25 dBA, vilket tyder på att isoleringen fungerar bra som vibrationsisolering. Det är dock tveksamt om den är lämplig som stötisolering, dvs för att reducera de stötkrafter som uppkommer vid start och stopp av hissen. Detta diskuteras något i avsnitt 4.7 ovan.

4.9 Stomljud vid olika hisstyper

Det skall framhållas att mätresultaten inte kan användas för att jämföra olika fabrikat m a p stomljudsalstring. Vad gäller de olika hisstyperna ges nedan några allmänna synpunkter.

Jämför topphiss och sidhiss. Topphissen är normalt placerad en våning högre än översta bostadsvåningen, medan sidhissen står i samma våning (hiss nr 9 är en speciell variant). Topphissen kommer därigenom ofta längre från närmsta boningsrum. Stomljudet från hissmaskinen skall passera fler konstruktionsdelar och kan därmed komma att dämpas mer, jämför avsnitt 4.11 nedan. Möjligen kan det också vara lättare att stöt- och vibrationsisolera topphissens maskineri.

Jämför sidhis och undersidhiss. Nackdelen med undersidhiss är att man får två punkter - vid hissmaskin och brytskiva - där stomljudsexcitering kan ske. Det blir fler utrymmen för vilka hissbullret måste beaktas.

Vad gäller hydraulhissarna tycks dessa ha bl a två fördelar framför linhissarna: momentant ljud vid start/stopp är lågt och ljudnivån vid nedfärd är mycket låg (pumpen stoppad). Nackdelen rent subjektivt kan vara att hydraulhissens bullerspektrum innehåller kraftiga singeltoner (Kan dock även gälla linhissar).

4.10 Ljudnivåer vid olika belastning samt start/stopp

Hiss nr 2 belastades dels med en person dels med fyra personer. Hissen är avsedd för maximalt 5 personer eller 400 kg. Momentant och varaktigt ljud mättes i båda fallen i rum 1 i våning 7. Mätpositionen för den fasta mikrofonen var i båda fallen exakt densamma.

Vid belastning med 4 personer ökade den varaktiga ljudnivån med ca 2 dBA. Denna ökning beror huvudsakligen på ökningen (ca 3 dBA) av ljudtrycksnivån inom tersbandet 100 Hz. Den varaktiga ljudnivån varierade avsevärt (8-10 dBA) med mikrofonpositionen - sannolikt beroende på kraftig excitering av en svagt dämpad rumsmod inom tersbandet 100 Hz. I den fasta mikrofonpositionen dominerade ljudtrycksnivån inom tersbandet 315 Hz och den varaktiga ljudnivån minskade från ca 26 till 24 dBA vid belastningsökningen. Belastningens betydelse för det varaktiga ljudet är därför något osäker.

De momentana ljudnivåerna, uppmätta i den fasta mikrofonpositionen, ökade i medeltal ca 1 dBA vid belastningsökningen.

Ljudnivåändringarna på grund av ökad last för den aktuella hissen får anses vara marginella. Om detta gäller generellt vet vi inte. Åtminstone när det gäller hissar i bostadshus förefaller det rimligt att anta att belastningen i de flesta fall är betydligt lägre än kapaciteten. Belastningsökningen från en till säg två eller tre personer är relativt liten i förhållande till totalvikten för hisskorg, motvikt, linor mm. Detta talar för att hisskorgsbelastningen är av underordnad betydelse för hissbullernivåerna.

De momentana ljudnivåerna är för flertalet hissar högst vid stopp. Skillnaden mellan stopp och start är i medeltal 2 - 3 dBA.

4.11 Hissbullrets utbredning i byggnaden

4.11.1 Behov av plantekniska åtgärder

I avsnitt 4.2 konstaterades att bullernivåerna från hissinstallationen i många fall överskrider uppställda normkrav. Det primära målet måste vara att utforma hissinstallationen på ett sådant sätt att boningsrum kan placeras godtyckligt i förhållande till denna. Det förefaller inte orimligt att detta mål skall kunna nås med förhållandevis enkla medel, se hiss nr 9 i bilaga 1.

Även om kraven enligt SBN innehålls kan man förvänta sig att det finns en del människor som ändå upplever hissbullret som störande. Detta indikeras av de danska och finska kraven. Man bör därför sträva efter att utforma planlösningen så att kraven kan uppfyllas med marginal.

Detta är önskvärt i speciellt sådana fall där hissen nyttjas ofta (t ex vid dubbla hissar). Att planera för en marginal medför också att man får viss gardering mot att montage och vibrationer kan skilja sig åt mellan olika maskinexemplar.

För att bedöma effekten av plantekniska åtgärder är kunskaper om stomljudstransmissionen i byggnaden från hissmaskineri till böningsrum avgörande.

4.11.2 Metoder för bestämning av stomljudstransmission

Det finns för närvarande inga enkla metoder för förhandsberäkning av stomljudstransmission i en så komplicerad struktur som en byggnadsstomme. I fartygssammanhang har man använt sig av sk statistisk energianalysmetod (SEA) för att studera stomljudsutbredning, se Plunt (1980). Denna metod skulle kunna användas för att studera betydelsen av t ex väggplacering, vägg- och bjälklagstjocklek, väggtyp och betongens inre förluster för vissa typfall. Metoden har dock en del begränsningar, bl a är frekvensområdet begränsat nedåt.

På den rent experimentella sidan finns en kartläggning av stomljudstransmission i bl a ett bostadshus (betongstomme) redovisad av Gadefelt et al (1974). Bl a redovisas stomljudsnivåer hos väggar och bjälklag och luftljudsnivåer i rum på olika våningsplan vid punktexcitering av hissmaskinrummets bjälklag. Ljudtransmissionskurvorna redovisas för tersbanden 25 - 2000 Hz. Det framhålls i rapporten att kurvorna ger en grov bild av ljudtransmissionen i de aktuella byggnaderna. Spridningen från frekvens till frekvens är dock ofta så stor att en exakt prognos med svårighet låter sig genomföras. Inverkan av störande maskiner som alstrar singeltoner i lågfrekvens- eller mellanfrekvensområdet kan därför med svårighet bestämmas noggrant ($\pm 5 - 10$ dB). Hissmaskiner alstrar mer eller mindre kraftiga singeltoner.

4.11.3 Kommentarer till mätresultaten

Av resonemanget ovan framgår att det kan vara vanskligt att dra alltför långtgående slutsatser av mätresultaten. Underlaget är ju också litet. Mätresultaten torde dock ge en viss bild av hur ljudspridningen kan tänkas bli vid liknande byggnadsutformning. De absoluta ljudnivåerna skall förhoppningsvis vara betydligt lägre.

Mätresultaten i bilaga 1 kommenteras något nedan. Ett par begrepp som är aktuella vid stomljudsutbredning skall först nämnas. Beskrivningen blir högst schematisk. För en mer ingående beskrivning hänvisas till Cremer/Heckl (1967).

Knutpunktsdämpning

Se figur 4.4 nedan. Betongbjälklaget 1 intill ett rum exciteras av en störkälla som ger upphov till stomljud (bl a i form av böjvågor i bjälklaget) som utstreckes sig från störkällan.



Figur 4.4 Knutpunkt mellan bjälklag och vägg.

Om skiljeväggen 3 är av betong eller annan tung konstruktion kommer stomljudet att dämpas vid utbredning från punkt 1 till 2. Samtidigt transmitteras en del av stomljudet till skiljeväggarna 3 - 4. Även i dessa väggar blir stomljudsnivån lägre än i bjälklaget 1. Om skiljeväggen är av typ gipsskivevägg erhålls ingen nämnvärd dämpning från punkt 1 till 2. Med hänsyn till knutpunktsdämpning är en tung skiljevägg fördelaktig.

Dämpningens storlek beror på ett flertal faktorer bl a styvhet, ytvikt, vägg- och bjälklagsstorlek och inre förluster i materialet. För en knut enligt figur 4.4 med lika tjocka betongväggar som bjälklag kan dämpningen från 1 till 2 eller 1 till 3 vara i storleksordningen 10 dB. Utan vägg 3 eller 4 blir den lägre - i storleksordningen 5 dB.

Ljudavstrålning

Stomljudet i form av böjvågor i väggar och bjälklag ger genom "avstrålning" upphov till luftljud i rummet. Begränsningsytornas storlek och avstrålningsförmåga (strålningsfaktor) bestämmer instrålad ljudeffekt och därmed ljudnivån i rummet. Kort uttryckt är avstrålningsförmågan hos en 15 - 20 cm tjock betongplatta god för frekvensen över ca 100 Hz. En gipsskivevägg har däremot dålig avstrålningsförmåga för frekvenser under 1000 - 2000 Hz. Ur denna synpunkt är därför gipsväggen fördelaktig.

Luftljudsnivån i rummet torde i bästa fall bli högst 5 - 10 dBA lägre med betongvägg än med en gipsvägg som skiljevägg (figur 4.4).

Geometrisk dämpning

Man kan förvänta sig att stomljudsnivån hos olika ytor i en byggnad genomsnittligt minskar med ökat avstånd till stomljudskällan. Förenklat uttryckt kan stomljudsenergin fördelas på allt större ytor. Mätningarna enligt Gedefelt et al (1974) visade att vid excitering av hissmaskinrummets bjälklag sjönk vibrationshastighetsnivåerna på bjälklagsytorna med endast ca 2 - 3 dB per våning vid frekvenser 125 - 2000Hz. Samma dämpningsvärden erhöles för ljudtrycksnivån.

Vid stomljudsutbredning i t ex ett stort bjälklag utan tunga skiljeväggar avtar stomljuds-nivån (böjvågor) med avståndet till källan. På större avstånd från källan där bjälklagets ränder påverkar stomljuds-nivån betydligt gäller inte detta. Avtagandet är snabbare för högre än för lägre frekvenser, Cremer/Heckl (1967). Detta framgår också av Gedefelts et al mätningar.

Hiss nr 1

Hisschaktet och angränsande väggar antas vara dominanta vägar (vertikalt) för stomljudet från hissmaskinen - åtminstone till de översta våningsplanen.

I plan 7 och 8 avtar det varaktiga ljudet med 5 - 7 dBA från rum 1 till 2. Mellan dessa rum saknas betongväggar som kan tänkas ge väsentlig knutpunktsdämpning. Den viktigaste orsaken torde därför vara geometrisk dämpning. I plan 5 är det ingen markant skillnad i ljudnivå mellan rummen. Andra transmissionsvägar än schaktväggarna kan tänkas vara väsentliga på detta avstånd från hissmaskinen.

När det gäller momentant ljud i plan 8 och 7 är skillnaden i ljudnivå mellan rum 1 och 2 ca 1 - 3 dBA vilket alltså är betydligt lägre än för varaktigt ljud. En möjlig förklaring kan vara att det är lägre frekvenser som dominerar den A-vägda momentana ljudnivån. Utbredningsdämpningen bör därmed bli lägre. Någon enkel förklaring till att nivån är högre i rum 2 än 1 i plan 5 har inte kunnat finnas.

Hiss nr 2

De varaktiga ljudnivåerna är högst i rum 1 i våning 7 och 8. Dessa rum har också det ogynnsammaste läget ur bullersynpunkt. Ljudnivåerna uppfyller dock kravet enligt SBN. I plan 7 dominerar ljudnivån av en ren ton inom tersbandet 100 Hz, vilket sannolikt beror på att en rumsmod exciteras kraftigt. I övriga rum är ljudnivåerna inte markant lägre än i rum 7. Ljudnivåerna är emellertid osäkra med hänsyn till bakgrundsljudnivån.

Även de momentana ljudnivåerna är högst i rum 1. Ljudnivåskillnaden är liten mellan våning 7 och 8. Sannolikt är bjälklaget i plan 8 en betydande avstrålningsyta för båda våningarna. I rum 2 är ljudnivåerna markant lägre, ca 7 - 10 dBA. En tänkbar förklaring till detta kan vara geometrisk dämpning i kombination med knutpunktsdämpning vid betongväggen i köket. I rum 3 i våning 7 är ljudnivån ca 5 dBA lägre än i rum 1. Betongväggen mot kök kan tänkas ge något högre knutpunktsdämpning än väggen till rum 1. Samtidigt ligger rum 3 på större avstånd.

Hiss nr 3

De varaktiga ljudnivåerna är här låga i samtliga våningar. Värdena är något osäkra med hänsyn till bakgrundsljudnivån. Mellan hisschakt och boningsrum ligger ett trapphus. Väggen mellan boningsrum och trapphus är av betong. Trapphuset och det stora avståndet till hissmaskinen bör ha gett betydande dämpning av stomljudet. Trots detta överskrider de momentana ljudnivåerna det nominella kravet med 2 - 3 dBA. Man kan därför misstänka att hissmaskinen är dåligt stötisolerad. Eventuellt kan slag från låskolvar ha inverkat.

Hiss nr 6

I båda rummen påverkas det varaktiga ljudet betydligt av ljudtrycksnivån inom ett eller två tersband (100 och 315 Hz). Det är därför vanskligt att dra slutsatser om rumsplaceringens betydelse. I båda rummen sker med stor sannolikhet betydande ljudavstrålning från tak (och även betongväggar). Tilläggsisoleringen med gips-skiva på en relativt liten väggyta torde därför ha liten effekt på bullret från hissen.

Den momentana ljudnivån är 2 - 3 dBA lägre i rum 2 än 1. Med hänsyn till bl a betongväggen mellan dessa rum hade man förväntat sig en något större ljudnivåefferen.

Hiss nr 7

Det varaktiga ljudet är ungefär lika lågt i både plan 5 och 6. Stomljuds-nivåer och ljudavstrålningsförhållanden torde också vara likartade med hänsyn till att bjälklaget i plan 6 är en gemensam yta. Även de momentana ljudnivåerna är ungefär lika stora i dessa plan. Den genomgående skiljeväggen i betong och avståndet till hissmaskinrummet bör här ge väsentlig stomljuddämpning. Trots detta är de momentana ljudnivåerna för höga.

Hiss nr 8

I våning 8 och 9 är det varaktiga ljudet högst i rum 1 och ungefär lika högt i båda våningarna. Troligen sker en dominerande ljudavstrålning från bjälklaget i plan 9. Rummen är öppna till hallen varför den strålände ytan blir mycket stor. Mellan bjälklagets anslutning till hisschaktet och rum 1 finns heller inga betongväggar som skulle kunna ge nämnvärd knutpunktsdämpning.

Den varaktiga ljudnivån är ca 4 dBA lägre i rum 2 i våning 9 medan den är ca 10 dBA lägre i rum 3 i våning 8. Båda dessa rum förefaller ligga likvärdigt till i förhållande till hissmaskinrummet. I samtliga rum är dock ljudtrycksnivån inom tersbandet 160 Hz mycket hög vilket tyder på en singelton. I rum 2 och 3 dominerar denna ton den A-vägda ljudnivån. Som tidigare påpekats är det svårt att prediktera ljudnivåer när dessa domineras av singeltoner. Ljudnivån i rum 1 har sjunkit ca 10 dBA mellan våning 8 och 6. Ungefär samma skillnad (12 dBA) erhöles mellan motsvarande våningar vid hiss nr 1.

Även de momentana ljudnivåerna är högst i rum 1 i våning 8 och 9 och lika höga i båda våningarna. Rum 2 i våning 9 har 6 - 7 dBA lägre nivå än rum 1 - huvudsakligen beroende på knutpunktsdämpning vid den genomgående betongväggen mot hallen. Mellan rum 1 och 3 i våning 8 är nivåskillnaden endast ca 2 dBA. Förklaringen till detta torde vara att det saknas betongväggar som skulle kunna ge betydande knutpunktsdämpning. Betongväggen mot rum 1 är inte genomgående och väggen mot badet är en gipsvägg. Resultatet är också ungefär detsamma som för hiss nr 1 i våning 7 och 8. Mellan rum 1 i plan 8 och 6 är ljudnivåskillnaden ca 9 dBA. Detta är ungefär samma skillnad som erhöles (8-9 dBA) mellan motsvarande våningar vid hiss nr 1. Det är också ungefär samma skillnad som erhöles för varaktigt ljud.

Hiss nr 9

Mätresultaten för denna hiss är mycket begränsade. Man kunde dock konstatera att både de varaktiga och momentana ljudnivåerna var lägre i rum 2 än 1. Visserligen är väggen mot hisschaktet i rum 2 tilläggsisolerad med gipsskivor på stålregelstomme och med mineralull i spalten. Orsaken till ljudnivåeffferensen har dock bedömts bero i huvudsak på hissmaskinens placering i förhållande till rummen. Mellan hissmaskin och rum 2 finns nämligen hisschaktet. Detta medför att stomljud från maskinen har längre utbredningsdämpningsväg och fler vägganslutningar att passera till rum 2 än 1. Stomljudsdämpningen bör därmed bli högre.

Med hänsyn till att bl a golv och tak i rum 2 utgör en stor yta som kan stråla av ljud är det tveksamt om tilläggsisoleringen på väggen mot hisschaktet ger nämnvärd effekt. Möjligen kan den vara motiverad i en eller två av våningarna närmast hissmaskinen.

Hiss nr 10

Den varaktiga ljudnivån är högst i de rum (1 i våning 6 och 7) som gränsar direkt till hisschaktet. Det dominerande stomljudet kommer från brytskivornas upphängningspunkter som ligger strax under bjälklaget i plan 7. I rum 1 i våning 6 och 7 torde den dominerande ljudavstrålningen ske från detta bjälklag. Mellan rum 1 och 2 är ljudnivåskillnaden ca 10 dBA i både våning 6 och 7. Betongväggen beräknas ge en betydande knutpunktsdämpning samtidigt som flankerande väggar är gipsskiveväggar med låg ljudavstrålningsförmåga. Mellan rum 1 i våning 7 och 8 är differensen också ca 10 dBA.

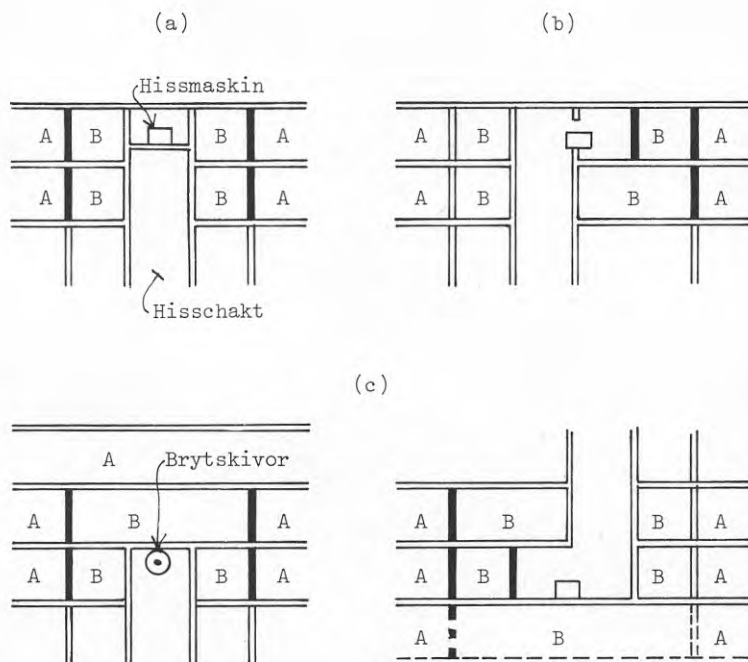
Även för de momentana ljudnivåerna är skillnaden mellan rum 1 och 2 i våning 7 respektive mellan rum 1 i våning 7 och 8 ungefär 10 dBA. I rum 1 i våning 6 var ljudnivån betydligt lägre än i våning 7. De momentana ljudnivåerna uppmätta i detta rum varierade avsevärt (med mikrofonposition) och var i medeltal markant högre än de som erhöles i den fasta mikrofonpositionen. Orsaken har inte studerats närmare. Mätvärdena bör därför ses som osäkra. I normala fall är skillnaden i momentan ljudnivå mätt med fast och roterande mikrofon liten (i medeltal ca 1 dBA).

4.11.4 Diskussion av plan- och byggnadstekniska åtgärder

För linhissar konstaterades att rummen närmast hissmaskin och brytskivor utsätts för de högsta ljudnivåerna. Vidare konstaterades att en lämpligt placerad betongvägg kan ge en betydande dämpning av hissbullernivån i känsliga utrymmen. I figur 4.5 ges ett förslag till placering av bullerkänsliga utrymmen (sovrumsrum, vardagsrum) och stomljudsdämpande betongväggar. Åtgärderna är främst aktuella i de 2 - 3 våningarna närmast hissmaskinen eller brytskivorna. Det är speciellt viktigt att beakta detta då lägenheten har endast ett sovrumsrum.

Betongväggen måste ha tillräcklig utsträckning i sidled, jämför kommentarerna till hiss nr 8 och 10 ovan. Lättväggar till hissmaskinrum bör undvikas om det finns lägenheter i samma våning eller våningen under. Betongväggar bör vara att föredra eftersom de kan ge viss knutpunktsdämpning.

Vi vet för närvarande inte hur stor betydelse stomljudstransmissionen via gejderna har. Som nämnts i avsnitt 4.11.3 tyder mätresultaten på att dessa är av underordnad betydelse. I de fall man är tvungen att placera ett rum intill hisschaktet bör man undvika de schaktväggar i vilka gejderna är infästa. Man kan därigenom undvika tilläggsisoleringar av vägg, se nedan.



Figur 4.5 a-c Principförslag till plantekniska åtgärder vid linhissar. Vertikalsektioner. A = bullerkänsligt utrymme (sovrum, vardagsrum). B = mindre bullerkänsligt utrymme (bad, kök, hall, förråd, trapphus). ■ = betongvägg a) topphiss b) sidhiss c) undersidhiss.

Som påpekas i avsnitt 4.6 kan en dominerande stomljudsöverföring tänkas ske från hydraulleddningen om denna har fästs till byggnadsstommen på ett olämpligt sätt. En planteknisk åtgärd som kan ge viss gardering mot för höga nivåer i sådana fall är placeringen av hissmaskinrummet. Detta bör placeras så att hydraulleddningen kan dras fram på så stort avstånd som möjligt från känsliga rum. Angränsande utrymmen bör därför vara sådana som är mindre bullerkänsliga t ex kök, bad, förråd, trapphus etc.

Tilläggsisolering

Det är mycket vanligt att rum som gränsar direkt till hisschakt (betongvägg) eller hissmaskinrum tilläggsisoleras. Tilläggsisoleringen mot schaktväggen utgörs oftast av gipsskivor på trä- eller stålregelstomme med luftspalt bakom, som fylls med mineralull. Som påpekats ovan för hiss 6 och 9 i avsnitt 4.11.3 är det i många fall tveksamt om denna åtgärd har nämnvärd effekt.

Eftersom tilläggsisoleringen är förenad med kostnader, som knappast är försumbara, är det angeläget att kunna begränsa dess omfattning. Med 10 m² beklädd yta och ett kvadratmeterpris på 100 kronor kostar alltså tilläggsisoleringen 1000 kronor per rum. Till detta kommer också att inklädnaden upptar en viss byggnadsyta, vilket också medför kostnader.

Av de mätresultat som erhållits inom denna projektdel kan man inte dra säkra resultat om den absoluta ljudnivåsänkningen på grund av en tilläggsisolering. Några synpunter på när en tilläggsisolering kan vara motiverad skall dock ges nedan.

- . Då den aktuella väggen kan misstänkas ha högre stomljudsnivå än övriga begränsningsytor. Detta kan vara fallet med väggar som gränsar till hissmaskinrum och möjligen motsvarande väggar i våningen under.
- . Väggytan är stor i förhållande till övriga begränsningsytor av betong såsom golv och tak. Som exempel kan nämnas att om väggytan är en tredjedel av totala begränsningsytan (exklusive gipsväggar och liknande) kan ljudnivåsänkningen bli ca 2 dBA med en tilläggsisolering. Samma stomljudsnivå har då förutsatts för samtliga ytor.
- . Gejdrar eller hydraulkolvar är infästa till väggen. Som nämnts tidigare är gejdarnas eller hydraulkolvens inverkan inte helt klarlagd.

Av resonemanget ovan framgår att det inte minst ur ekonomisk synvinkel är angeläget att få klarlagt stomljudstransmissionen via fästpunkter för gejdrar och hydraulkolvar.



BILAGA 1 MÄTOBJEKT OCH MÄTRESULTAT

I denna bilaga redovisas för respektive hiss: typ, fabrikat, kapacitet, hastighet, tillverkningsår och förekommande fall uppgifter om vibrationsisolering. Vidare finns lägenhetsplaner samt kortfattade uppgifter om byggnadskonstruktionen.

Mätresultaten är utvärderade enligt beskrivning i avsnitt 3.4:

Med varaktigt ljud, L_{Avar} avses den högsta ekvivalenta ljudnivån L_{Aq} som erhållits då hissen går upp eller ner mellan översta och understa planet. Start/stoppförloppet ingår inte. Ljudnivåerna är relaterade till 10 m^2 rumsabsorption och avser mätvärden erhållna med roterande mikrofon om inget annat anges.

Med momentant ljud, L_{Amom} , avses de ljudnivåer i dBA "Fast" (enligt IEC publikation (179)), som erhålles vid start eller stopp. L_{Amom} anges för det förlopp (start/stopp) som ger högst värden. Mätvärdena avser denna fasta mikrofon. Angivna nivåer är medelvärden (aritmetiska) av ca 10 start eller stopp. Till höger om medelvärdet anges variationsintervallet. Adderade till medelvärdet ges dessa värden lägsta och högsta momentana ljudnivå.

HISS NR 1Hissdata

Typ: Topphiss (linhiss)

Fabrikat: KALEA

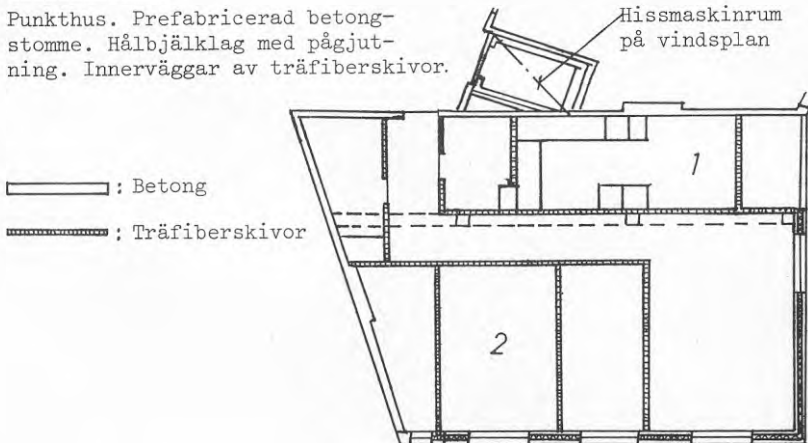
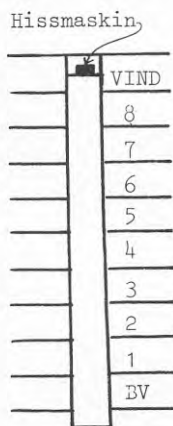
Korg last/hastighet: 400 kg eller 5 personer/1 m/s

Tillverkningsår: 1969

Vibrationsisolering: Hissmaskinen monterad på stativ av stål-balkar med 4 stödben. Mellan stödben och betongbjälklag (hiss-schaktets tak) underlägg av massivt gummi, ca $120 \times 150 \times 15 \text{ mm}^3$.

Lägenhetsplan

Punkthus. Prefabricerad betong-stomme. Hålbjälklag med pågjutning. Innerväggar av träfiberskivor.

Mätresultat

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA			Momentant ljud L_{Amom} dBA		
	L_{Avar}	Rum		L_{Amom}	Rum	
	1	2	3	1	2	3
8	37	30		-3 48 +3	-3 48 +2	
7	32	27		-2 46 +2	-2 43 +2	
5	25	27		-1 38 +1	-2 42 +3	
3	<25			-3 39 +1		

Samtliga rum var vid mättillfället omöblerade. Inspelningar är gjorda på en kanal. L_{Avar} var högst för uppåtgående hiss, 1-3 dBA högre än för nedåtgående. Tersbandet 315 Hz ger markant bidrag till L_{Avar} i de översta våningarna. Ljudnivån inom tersbandet 80 Hz är genomgående hög. L_{Avar} har därför korrigerats för detta. L_{Amom} är lägst vid start, ca 2 resp 4 dBA lägre i rum 1 resp 2 än vid stopp.

HISS NR 2Hissdata

Typ: Topp hiss (linhiss)

Fabrikat: SCANLIFT AB

Korg last/hastighet: 400 kg eller 5 personer/1 m/s

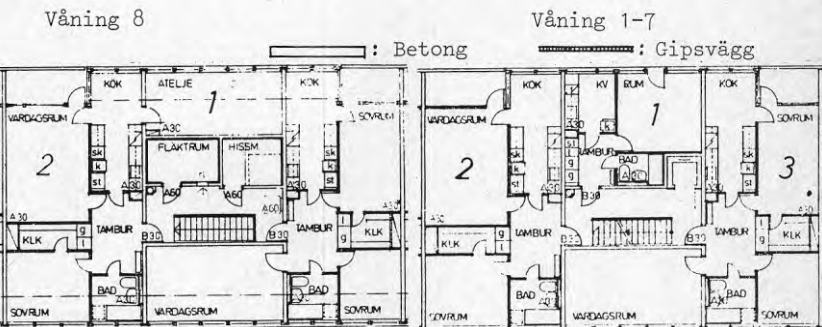
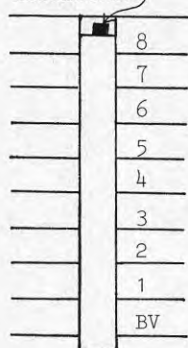
Tillverkningsår: 1971

Vibrationsisolering: Hissmaskinen monterad på stativ av stål-balkar. Mellan stativ och betongbjälklag (hisschaktets tak) 4 underlägg av massivt gummi ca $110 \times 150 \times 27 \text{ mm}^3$.

Anmärkning: Mätningar har företagits med 1 resp 4 personers belastning.

Lägenhetsplan

Platsgjuten betongstomme. Ytterväggar av tegel + lättbetong. Innerväggar av gipsskivor.

MätresultatHissmaskin

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA			Momentant ljud L_{Amom} dBA		
	1	2	3	1	2	3
8	28	27		46^{-4} 37^{+2}	37^{-2} 37^{+1}	
7	30	-	26	44^{-3} 44^{+2}	37^{-2} 37^{+1}	40^{-2} 40^{+1}
6		<25			33^{-2} 33^{+2}	

I rum 1 våning 7 domineras L_{Avar} av ljudnivån inom tersbandet 100 Hz. Ljudnivån varierar 8-10 dBA beroende på mikrofonposition. Sannolikt exciteras en rummod kraftigt. L_{Amom} är lägst vid start ca 5-7 dBA lägre än vid stopp. Vid belastning med 4 personer ökade L_{Avar} till 32 dBA i rum 1 våning 7. Ökningen var därvid ca 3 dBA inom tersbandet 100 Hz. I den fasta mikrofonpositionen dominerade tersbandet 315 Hz. Vid belastningsökning från 1 till 4 personer minskade L_{Avar} från ca 26 till 24 dBA. L_{Amom} ökade i medeltal ca 1 dBA.

HISS NR 3Hissdata

Typ: Topp hiss (linhiss)

Fabrikat: KALEA

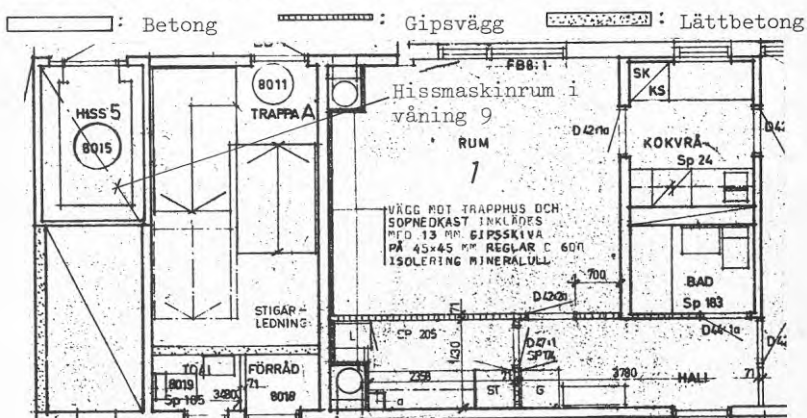
Korg last/hastighet: 500 kg eller 6 personer/1 m/s

Tillverkningsår: 1973

Vibrationsisolering: Hissmaskinen monterad på stålbalkram.
Mellan stativ och betongbjälklag (hisschaktets tak) 4 underlägg
av 2 lager gummi typ Trelleborg Novibraplatta dubbel, ca
100x150 mm².

Lägenhetsplan

Prefabricerad betongstomme. Hissmaskinrummets väggar delvis av
lättbetong. Ytterväggar av sandwichelement av betong.
Innerväggar av gipsskivor eller betong.

Mätresultat

Hissmaskin

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L _{Avar} dBA			Momentant ljud L _{Amom} dBA		
	Rum			Rum		
	1	2	3	1	2	3
9						
8						
7						
6						
5	8	<29		36 ⁻⁴	+2	
4						
3	7	<26		36 ⁻³	+1	
2						
EV	3	<27		33 ⁻²	+2	
KV						

Bakgrundsljud dominerar L_{Avar}. L_{Amom} avser både start och stopp.

HISS NR 4Hissdata

Typ: Topphiss (linhiss)

Fabrikat: KONE HISSAR AB

Korg last/hastighet: 500 kg eller 6 personer/1 m/s

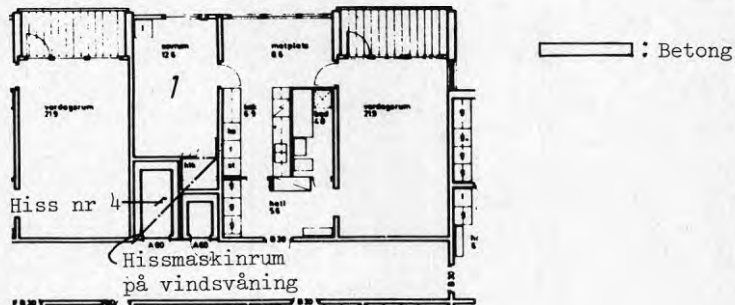
Tillverkningsår: 1974

Vibrationsisolering: Hissmaskinen är monterad på stativ av stål-balkar. Mellan stativ och bjälklag (hisschaktets tak) 4 underlägg av 2 lager gummi typ Trelleborg Novibraplatta dubbel, ca 100x150 mm².

Anmärkning: Hissen är placerad intill hiss nr 5. Hissen belastades med 2 personer under mätningar som gjordes vid 2 tillfällen.

Lägenhetsplan

Platsgjuten betongstomme.

Mätresultat

Hissmaskin

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA		Momentant ljud L_{Amom} dBA	
	Rum		Rum	
	1	1 1)	1	1 1)
9	25	25	36^{-6}_{+7}	36^{-7}_{+9}
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				
BV				

1) Avser mättillfälle 2.

L_{Amom} är lägst vid start, i medeltal ca 3 respektive 10 dBA vid mättillfället 1 respektive 2. Ljudnivån varierar avsevärt med hissläget. De absolut högsta nivåerna observerades vid stopp vid våning 7-9. De höga nivåerna beror på slag i låskolvar.

HISS NR 5Hissdata

Typ: Tophiss (linhiss)

Fabrikat: KONE HISSAR AB

Korg last/hastighet: 325 kg eller 4 personer/1 m/s

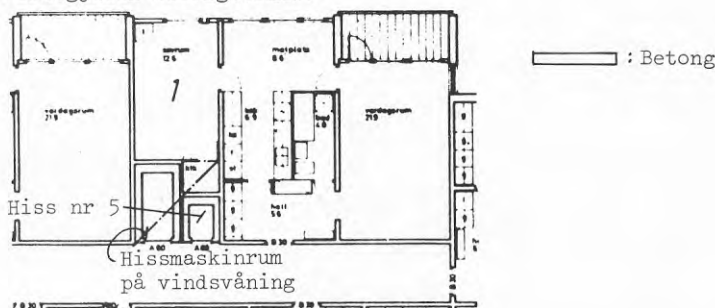
Tillverkningsår: 1974

Vibrationsisolering: Hissmaskinen är monterad på stativ av stål-balkar. Mellan stativ och bjälklag (hisschaktets tak) 4 underlägg av 2 lager gummi typ Trelleborg Novibraplatta dubbel, ca 100x150 mm². På prov försågs hissmaskinen med ytterligare 1 lager Novibraplatta.

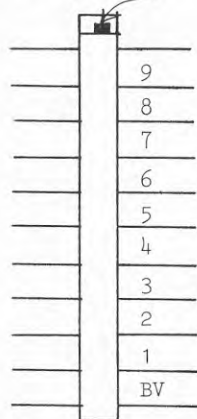
Anmärkning: Hissen är placerad intill hiss nr 4. Hissen belastades med 2 personer under mätningarna som gjordes vid 2 tillfällen.

Lägenhetsplan

Platsgjuten betongstomme.

Mätresultat

Hissmaskin



Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L _{Avar} dBA		Momentant ljud L _{Amom} dBA	
	1	1 ¹⁾	1	1 ¹⁾
9	<25	<25	39 ⁻³ ₊₂	36 ⁻² ₊₄
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				
BV				

1) Avser mättillfälle 2 efter åtgärdad vibrationsisolering.

L_{Amom} var ca 2 dBA lägre vid start än stopp vid mättillfälle. Vid mättillfälle 2 var de lika. Inverkan av slagljud i låskolvar kan inte uteslutas.

HISS NR 6Hissdata

Typ: Sidhiss (linhiss)

Fabrikat: KALEA

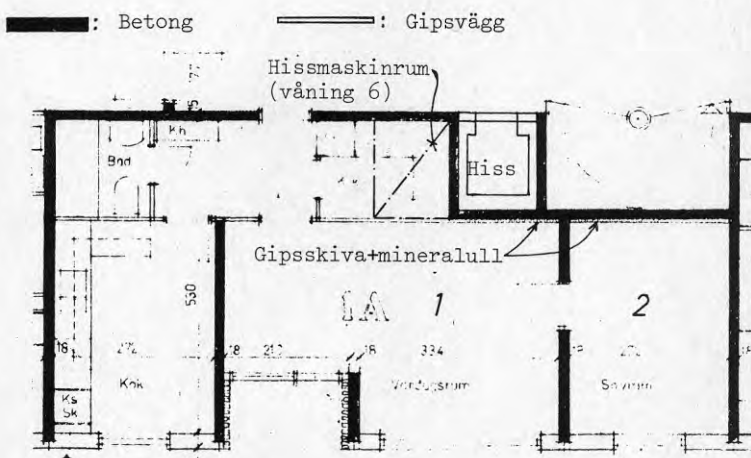
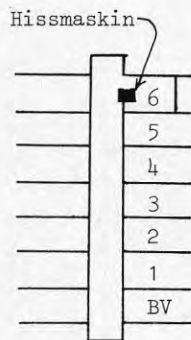
Korg last/hastighet: 320 kg eller 4 personer/1 m/s

Tillverkningsår: 1969

Vibrationsisolering: Hissmaskinen är monterad på vinkelstativ av stålbalkar. Mellan stativ och betongvägg (hisschaktsvägg) två vertikala och två horisontella gummiisolatorer av standardtyp (dimensioner saknas).

Lägenhetsplan

Platsgjuten betongstomme. Innerväggar av betong eller gipsskivor.

Mätresultat

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA			Momentant ljud L_{Amom} dBA		
	Rum			Rum		
	1	2	3	1	2	3
5	30	30		38_{+1}^{-2}	35_{+2}^{-2}	

I rum 2 är ljudnivån inom tersbandet 100 Hz markant hög. Detta gäller även tersbandet 315 Hz i båda rummen. I rum 1 domineras L_{Avar} av nivån inom tersbandet 315 Hz. L_{Amom} är lägst vid start, 2-3 dBA lägre än vid stopp.

HISS NR 7Hissdata

Typ: Sidhiss (linhiss)

Fabrikat: KALEA

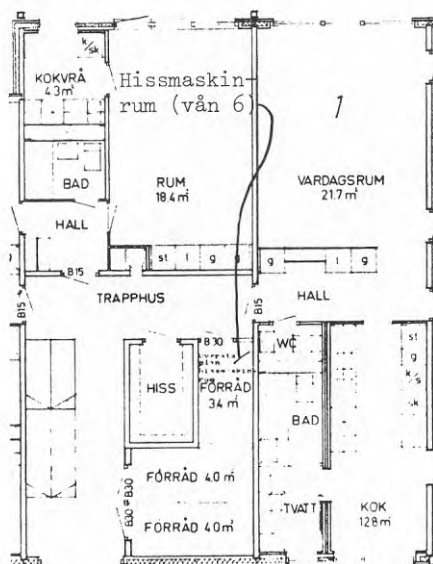
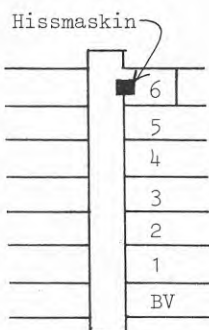
Korg last/hastighet: 400 kg eller 5 personer/0,6 m/s

Tillverkningsår: 1972

Vibrationsisolering: Hissmaskinen är monterad på vinkelstativ av stål balkar. Mellan stativ och betongvägg (hisschaktsvägg) två vertikala och två horisontella gummiisolatorer av standard-typ (dimensioner saknas).

Lägenhetsplan

Prefabricerad betongstomme. Innerväggar huvudsakligen av betong.

Mätresultat

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA			Momentant ljud L_{Amom} dBA		
	Rum			Rum		
	1	2	3	1	2	3
6	26			39^{-1} $+1$		
5	27			37^{-2} $+3$		
BV	<27			<35		

I plan 5 och 6 är ljudnivån inom tersbandet 315 Hz markant hög. L_{Amom} är lägst vid start, 2-3 dBA lägre än vid stopp. I botten-våningen dominerade bakgrundsljudet.

HISS NR 8Hissdata

Typ: Sidhiss (linhiss)

Fabrikat: KONE HISSAR AB

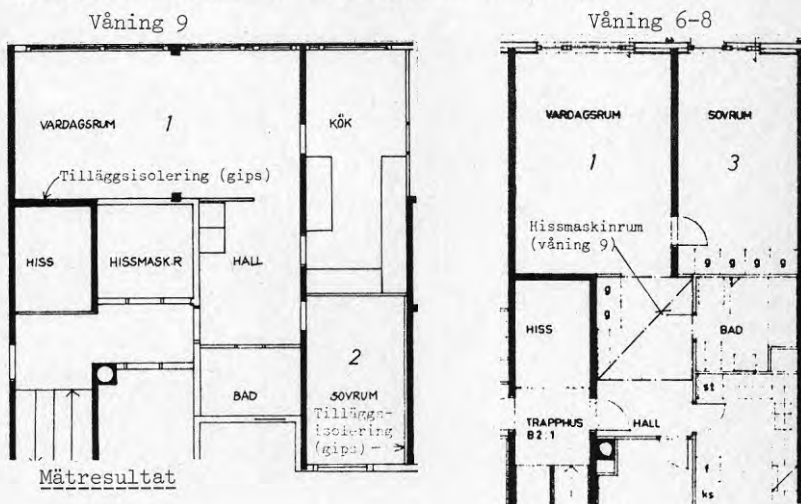
Korg last/hastighet: 500 kg eller 6 personer

Tillverkningsår: 1976

Vibrationsisolering: Hissmaskinen är monterad på stativ av stål-balkar. Mellan stativ och betongvägg (hisschaktsvägg) 4 underlägg av 3 lager gummi typ Trelleborg Novibraplatta dubbel, ca 50x100 mm². Hissmaskinens mothåll avisererat med 2 gummiklossar ca 80x80x20 mm³.

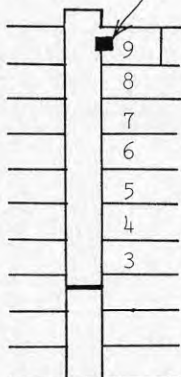
Lägenhetsplan

Stomme av plattsgjuten betong. Innerväggar av gipsskivor eller betong. Ytterväggar av tegel+gipsskivor. Betong: ██████████



Mätresultat

Hissmaskin



Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L _{Avar} dBA			Momentant ljud L _{Amom} dBA		
	Rum			Rum		
	1	2	3	1	2	3
9	38	34		45 ⁻² ₊₂	39 ⁻² ₊₁	
8	40		30	45 ⁻² ₊₁		43 ⁻² ₊₁
6	29			36 ⁻¹ ₊₁		

Markant hög ljudnivå inom tersbandet 160 Hz erhöles i samtliga rum. I flera fall dominerade denna tersbandsnivå den totala ljudnivån. L_{Amom} är lägst vid stopp, 4-9 dBA lägre än vid start.

HISS NR 9

Hissdata

Typ: Sidhiss (linhiss)

Fabrikat: KONEHISSAR AB

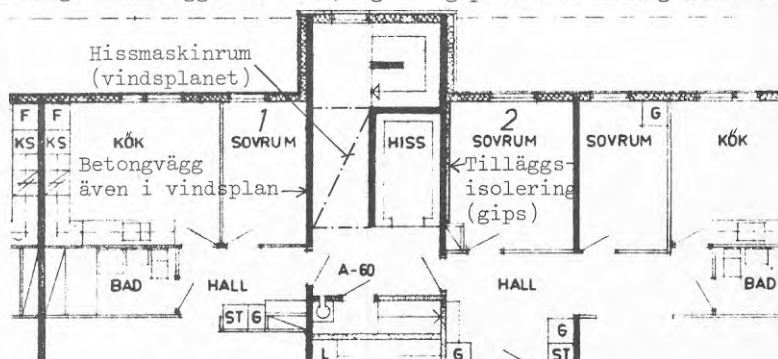
Korg last/hastighet: 500 kg eller 6 personer/1 m/s

Tillverkningsår: 1980

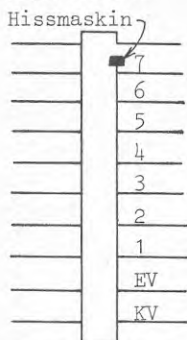
Vibrationsisolering: Hisschaktsyväggen är i maskinrummet förstyvad med en betongplint ca $0,4 \times 0,5 \text{ m}^2$ i tvärsnitt. Hissmaskinen har ca 150 kg extra massa. Maskinen vilar på 8 relativt vecka cylindriska gummielement (obelastad höjd är ca 55 mm). Mothållet avlastas via betongplinten och är avisolerat med ett par lager gummi av typ Trelleborg Novibraplatta dubbel, ca $100 \times 300 \text{ mm}^2$.

Lägenhetsplan

Platsgjutten stomme av betong. Innerväggar av gipsskivor eller betong. Ytterväggar av plåt/tegel + gipsskivor. Betong: ████████



Mätresultat



Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA Rum			Momentant ljud L_{Amom} dBA Rum		
	1	2	3	1	2	3
6	31 ¹⁾	<30 ²⁾		35 ⁻³ ₊₅	<36 ²⁾	

1) Mätt med 2 fasta mikrofoner. Absorptionsmätning saknas. Korrektionen är baserad på uppskattad absorption vid dominerande frekvenser.

2) Mätt med ljudnivåmätare (Brüel & Kjaer 2203). Mätningen var kraftigt störd under stor del av mättiden. Angivna värden skall ses som en indikation på bullerförhållandena. Ljudnivåerna i detta rum bedömdes som klart lägre än i rum 1.

L_{Avar} i rum 1 domineras av ljudtrycksnivåerna inom tersbanden 160, 200 och 400 Hz.

L_{Amom} i rum 1 var i medeltal ca 2 dBA högre vid start än stopp. L_{Amom} varierade mellan 32-37 dBA vid start från samtliga våningar utom från källarvåningen där ljudnivån var 40 dBA. Orsaken till detta kan vara ett injusteringsfel (huset nyligen inflyttat).

HISS NR 10Hissdata

Typ: Undersidhiss (linhiss)

Fabrikat: KONE HISSAR AB

Korg last/hastighet: 600 kg eller 8 personer/0,8 m/s

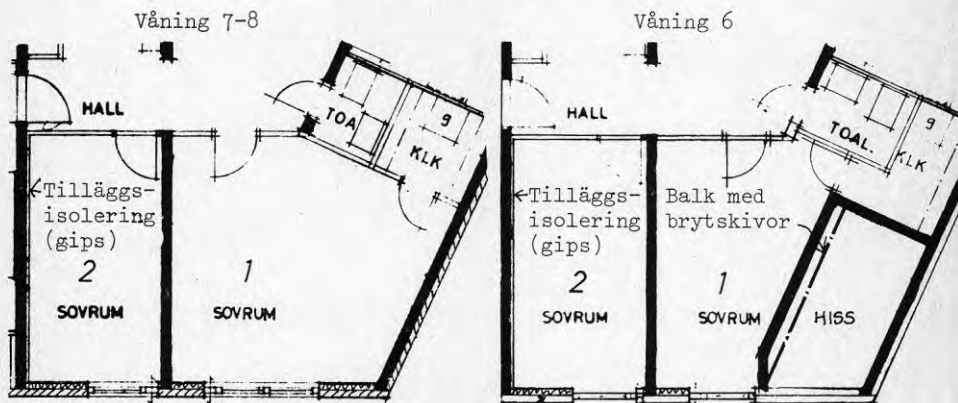
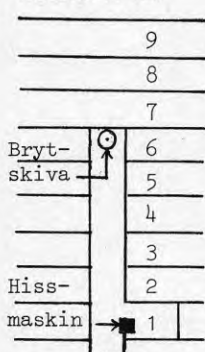
Tillverkningsår: 1976

Vibrationsisolering: Hissmaskinen är monterad på stativ av stål-balkar. Mellan stativ och betongbjälklag 2 underlägg av gummi, ca 30x100x20 mm³ samt 2 underlägg för mothåll, ca 80x80x20 mm³. Brytskiveoken i hisschaktet har underlägg av gummi typ Trelleborg Novibraplatta dubbel.

Anmärkning: Hissen placerad i samma bostadsområde som hiss nr 11-12.

Lägenhetsplan

Platsgjuten betongstomme. Innerväggar av gipsskivor eller betong. Ytterväggar av tegel + gipsskivor. Betong: ■■■■■

Mätresultat

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud			Momentant ljud		
	L _{Avar}	dBA		L _{Amom}	dBA	
		Rum			Rum	
	1	2	3	1	2	3
8	25			34 ⁻² ₊₁		
7	36	26		42 ⁻³ ₊₁	32 ⁻¹ ₊₂	
6	38	29		36 ⁻² ₊₂	35 ⁻¹ ₊₁	

Rum 1 i våning 7 var omöblerat. I rum 1 erhöles i samtliga våningar markant hög ljudnivå inom tersbandet 160 Hz. L_{Amom} är ungefär lika vid start och stopp. I våning 6 erhöles markant högre (i medel ca 4 dBA) och större variation hos L_{Amom} med den roterande mikrofonen. Orsaken har inte studerats närmare, varför dessa mätvärden bör användas med försiktighet.

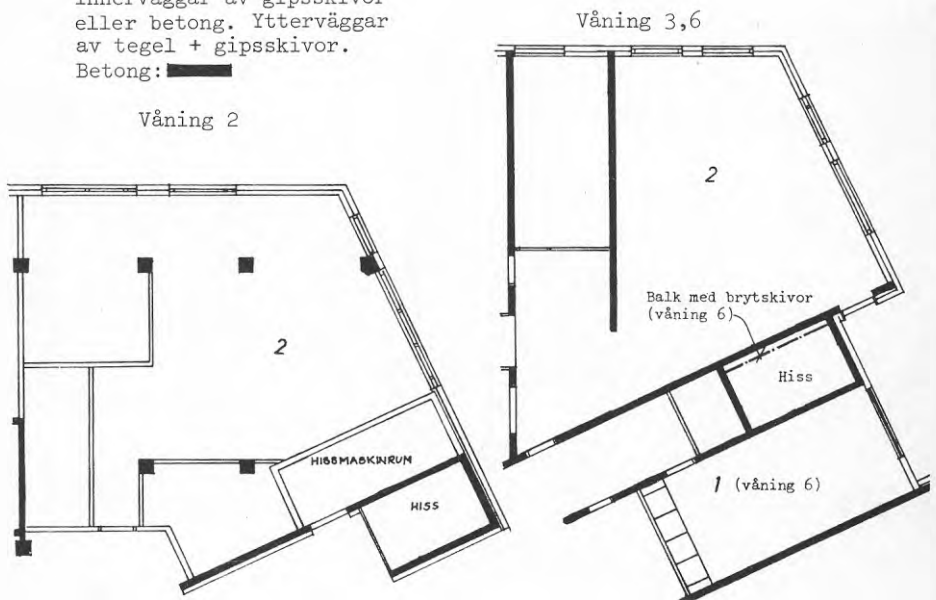
HISS NR 11Hissdata

Typ: Undersidhiss (linhiss)

Fabrikat: KONE HISSAR AB

Korg last/hastighet: 600 kg eller 8 personer/0,6 m/s

Tillverkningsår: 1976

Vibrationsisolering: Hissmaskinen avisolerad som hiss nr10.
Uppgift om isolering av brytskiveoken saknas.Anmärkning: Hissen placerad i samma bostadsområde som hiss nr 10 och 12.LägenhetsplanPlatsgjuten betongstomme.
Innerväggar av gipsskivor
eller betong. Ytterväggar
av tegel + gipsskivor.
Betong: ■Mätresultat

9	
8	
7	
Bryt- skiva	6
5	
4	
Hiss- maskin	3
2	

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA			Momentant ljud L_{Amom} dBA		
	1	2	3	1	2	3
6	34			37 ⁻² ₊₂		
3		32			43 ⁻² ₊₂	
2		31			41 ⁻¹ ₊₁	

 L_{Amom} är ungefär lika vid start och stopp.

HISS NR 12Hissdata

Typ: Undersidhiss

Fabrikat: KONE HISSAR AB

Korg last/hastighet: 600 kg eller 8 personer/0,6 m/s

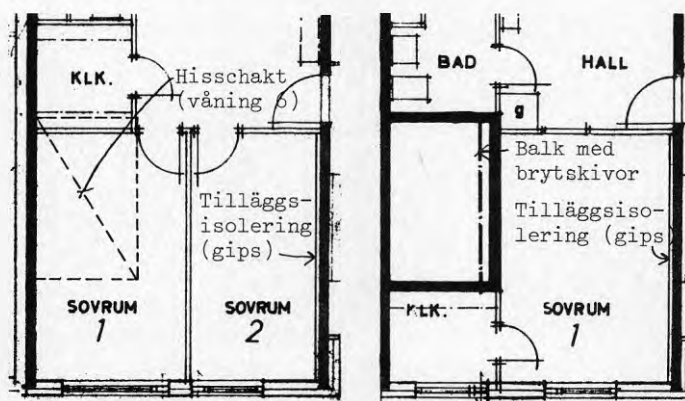
Tillverkningsår: 1976

Vibrationsisolering: Uppgift om isolering av hissmaskin och brytskivor saknas.

Anmärkning: Hissen placerad i samma bostadsområde som hiss nr 10-11.LägenhetsplanPlatsgjutet betongstomme. Innerväggar av gipsskivor eller betong. Ytterväggar av tegel + gipsskivor. Betong: ████████

Våning 7

Våning 6

Mätresultat

	Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA			Momentant ljud L_{Amom} dBA		
		Rum			Rum		
		1	2	3	1	2	3
	10						
	9						
	8						
	7						
Bryt- skiva	6	7	32	29 ¹⁾	39 ⁻¹ +2	36 ⁻² +3	
Hiss- maskin	4	6	32		42 ⁻¹ +4		
	3						

1) Avser fast mikrofon

 L_{Amom} är lägst vid stopp, ca 2-4 dBA lägre än vid start.

HISS NR 13Hissdata

Typ: Hydraulhiss

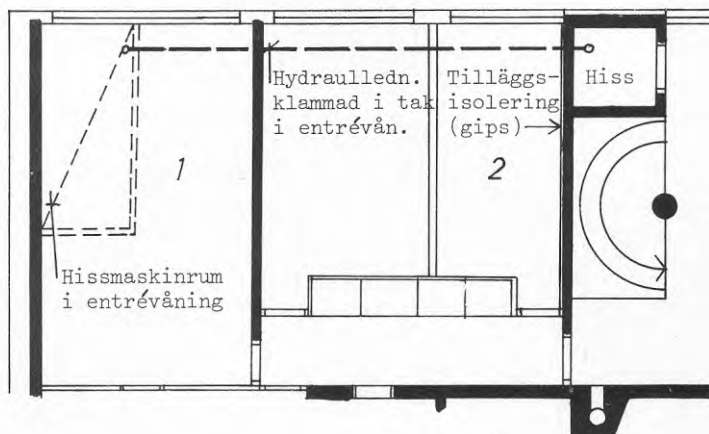
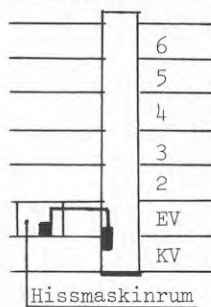
Fabrikat: DEVEHISSAR AB

Korg last/hastighet: 320 kg eller 4 personer/0,6 m/s

Tillverkningsår: 1966

Vibrationsisolering: Mellan oljetank (med pump) och betonggolv
4 underlägg av gummi typ Trelleborg Novibra-platta dubbel.Lägenhetsplan

Platsgjuten betongstomme. Innerväggar av gipsskivor eller betong.
Ytterväggar av tegel + gipsskivor. Vagg i hissmaskinrum samt
ytterväggar i entréplan helt eller delvis av lättbetong. Betong: ■■■■■
Våning 2 - 6.

Mätresultat

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA			Momentant ljud L_{Amom} dBA		
	Rum			Rum		
	1	2	3	1	2	3
2	39	31		39 ⁻³ +2	43 ⁻⁶ +6	

L_{Avar} i rum 1 var ca 6 dBA lägre vid nedfärd. I rum 1 erhöjls markant höga ljudnivåer inom tersbanden 200, 315 och 400 Hz. I rum 2 är ljudnivåerna högst inom tersbanden 100 och 315 Hz. L_{Amom} i rum 1 är ungefär lika för start och stopp. I rum 2 var L_{Amom} vid stopp 5-10 dBA lägre än vid start. Den högsta nivån erhöjls vid start från våning 2. De momentana ljudnivåerna i rum 2 dominerades av slag i låskolvar.

HISS NR 14Hissdata

Typ: Hydraulhiss

Fabrikat: KONE HISSAR AB

Korg last/hastighet: 500 kg eller 6 personer/0,5 m/s

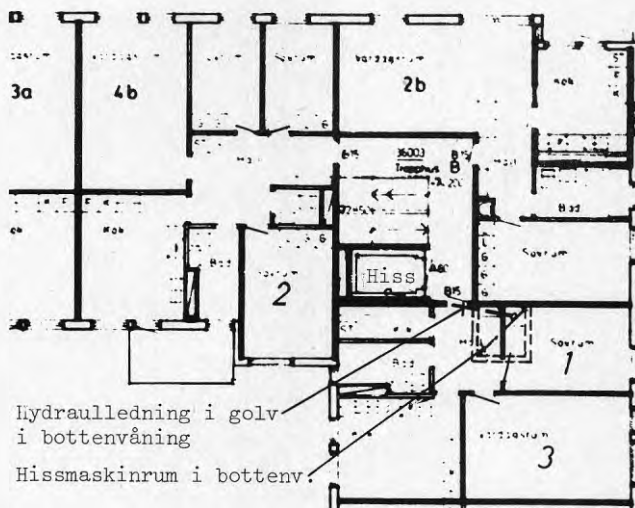
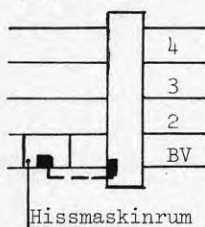
Tillverkningsår: 1977

Vibrationsisolering: Mellan oljetank (med pump) och betonggolv
4 underlägg av 2 lager gummi typ Trelleborg Novibraplatta dubbel.

Anmärkning: Hissen placerad i samma fastighet som hiss nr 15.

Lägenhetsplan

Platsgjuten betongstomme. Innerväggar av betong eller gipsskivor.
Ytterväggar av tegel + gipsskivor. Betong: ████████
Våningsplan 2 - 4.

Mätresultat

Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA			Momentant ljud L_{Amom} dBA		
	Rum			Rum		
	1	2	3	1	2	3
2	36 ¹⁾	<25	35 ¹⁾	38	37 ⁻² ₊₂	-

1) Uppmätta med ljudnivåmätare (Brüel & Kjaer 2203). Ljudnivån varierar betydligt med mikrofonpositionen. En markant hög ljudnivå inom tersbandet 315 Hz erhöles i båda rummen. Ljudnivån vid nedfärd är i storleksordningen 10 dBA lägre.

L_{Amom} i rum 2 härrör sannolikt från slag i hissdörrarnas låsanordning. Inga markanta momentana ljud i rum 3. Rum 2 var omöblerat vid mättillfället.

HISS NR 15Hissdata

Typ: Hydraulhiss

Fabrikat: KONE HISSAR AB

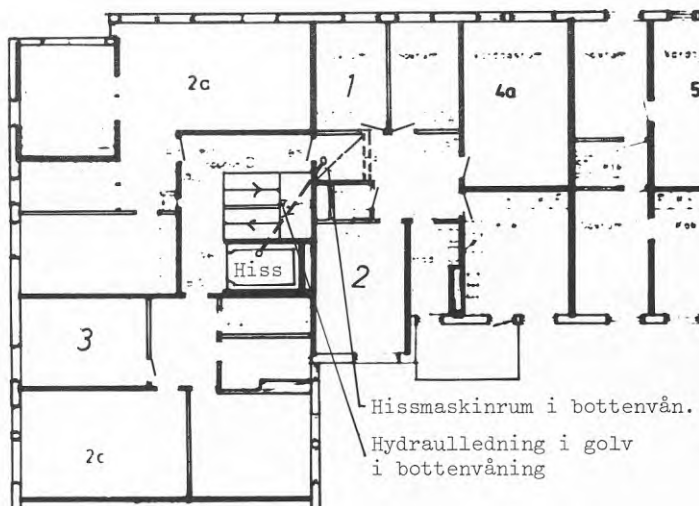
Korg last/hastighet: 500 kg eller 6 personer/0,5 m/s

Tillverkningsår: 1977

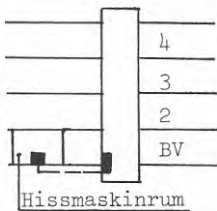
Vibrationsisolering: Motsvarande isolering som för hiss nr 14.

Anmärkning: Hissen placerad i samma fastighet som hiss nr 14.LägenhetsplanPlatsgjuten betongstomme. Innerväggar av betong eller gipsskivor. Ytterväggar av tegel + gipsskivor. Betong: ████████

Våningsplan 2 - 4.

Mätresultat

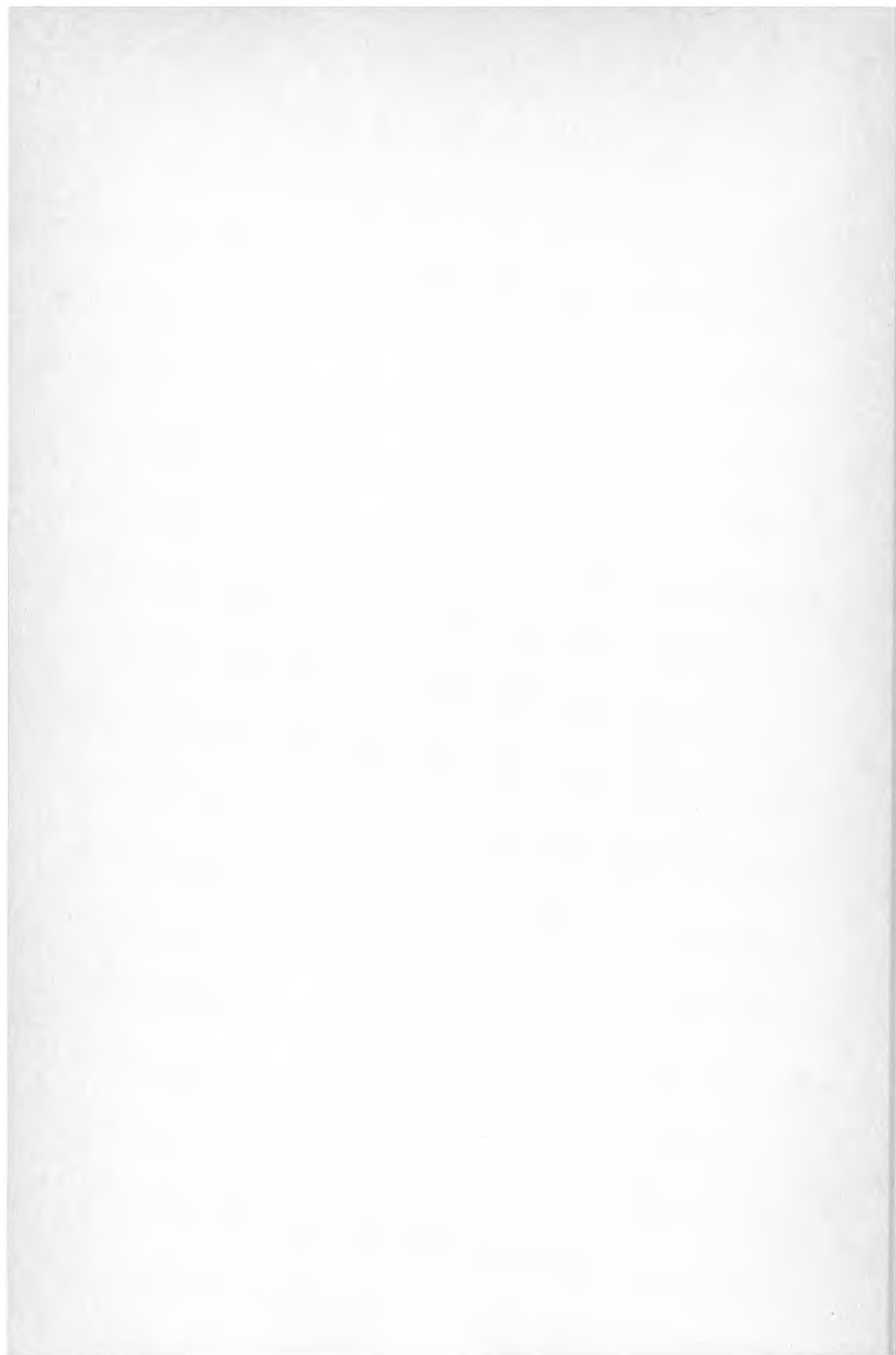
Våning (jfr figur)	Varaktigt ljud L_{Avar} dBA			Momentant ljud L_{Amom} dBA		
	1	2	3	1	2	3
2	<25	<25	Ej mät- bart	<35	37 ⁻³ +1	Ej mät- bart



L_{Avar} avser uppfärd. Vid nedfärd är nivåerna markant lägre. I rum 1 har tersbanden 250-315 och 500-630 Hz markant högre ljudtrycksnivåer. I rum 2 gäller samma för tersbandet 160 Hz. L_{Amom} i rum 2 härrör sannolikt från slag i hissörrarnas låsanordning. Rum 1 och 2 var omöblerade vid mättillfället.

LITTERATUR

- Anvisningar till byggnadsstadgan, 1960. BABS 1960. Tredje tryckningen. Kungliga Byggnadsstyrelsen. Kapitel 23. Stockholm.
- Byggeforskrifter av 1 aug. 1969, 1979. Utgåva 4 med ändringar t o m 4 april 1979. (A.S. Byggtjeneste). Kapitel 53. (Oslo).
- Bygningsreglement, 1977. BR-77. Boligministeriet. Kapitel 9. Köpenhamn.
- Cirkulär 40, 1973. Rekommendationer för mätning av ljudnivå i bostäder. (Statens provningsanstalt). Stockholm.
- Cremer, L, Heckl, M, 1967. Körperschall (Springer-Verlag) (Berlin/Heidelberg/New York).
- Finlands byggbestämmelsesamling, 1975. Byggnadskalendern för år 1979. Svenska byggmästareförbundet i Finland. Sid 588-597. Helsingfors.
- Gadefelt, G, et al, 1974. Punktexciterat ljud i byggnader. (Statens institut för byggnadsforskning) Rapport R52:1974. Stockholm.
- Harris, C M, Crede, C E (editors), 1976. Shock and vibration handbook. Second edition. (McGraw-Hill, Inc.) Chapter 8.
- Ljudmätningar i byggnader, 1972. Publikation nr 51. Statens planverk.
- Nordlund, L, 1977. Ljudisolering hos fasadkonstruktioner i befintlig bebyggelse. (Statens råd för byggnadsforskning) Rapport R2: 1977. Stockholm.
- Plunt, J, 1980. Methods for predicting noise levels in ships. Experiences from empirical and SEA calculation methods. Part II: Prediction of structure-borne sound transmission in complex structures with the SEA-method. Chalmers tekniska högskola, avdelningen för byggnadsakustik. Rapport 80-06. Göteborg.
- Publication 123, 1961. Recommendations for sound level meters. International Electrotechnical Commission. Geneva.
- Publication 179, 1973. Precision sound level meters. International Electrotechnical Commission. Geneva.
- Publication 179A, 1973. First supplement to Publication 179, 1973, Precision sound level meters. International Electrotechnical Commission. Geneva.
- Retningslinjer för bygningsbestämmelser vedrørende lydforhold, 1978. NKB-rapport nr.32. Nordiska kommittén för byggbestämmelser.
- Svensk byggnorm, 1967. SBN 67. Andra tryckningen. Statens planverk. Kapitel 34. (Stockholm).
- Svensk byggnorm, 1975. SBN 75. Tredje upplagan. Statens planverk. Kapitel 34. (Liber Förlag/Allmänna Förlaget).



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 790894-4
från Statens råd för byggnadsforskning till IFM Akustik-
byrå, Göteborg.**

R30: 1981

ISBN 91-540-3468-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700330

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 30 kr exkl moms