

AKUSTISKA KVALITETSNORMER FÖR SKOLOR FÖR HÖRSELSKADADE

Föreliggande förslag till akustiska kvalitetsnormer för hörselskadade har utarbetats av B. Johansson på uppdrag av byggnadsstyrelsens utredningsbyrå.^{x)}

De i förslaget givna rekommendationerna avses tillämpade vid undervisning av hörselskadade, då förstärkning i någon form utnyttjas.

Störningsproblem

Hörselskadade är för sin utbildning såväl som för sin kommunikation med omvärlden beroende av förstärkning av olika slag. Hörapparaten är ett generellt utnyttjat hjälpmedel medan i skolor för hörselskadade dessutom tillkommer gruppförstärkarutrustningar och serier av speciella instrument för såväl auditiv som visuell- taktil presentation av ljud.

En hörselskada kan endast till viss grad kompenseras med förstärkning. Förvrängningar i förstärkare etc. medför begränsningar i elevens möjlighet att tyda signalerna, men oftast härrör de största svårigheterna från själva hörselskadan. Vissa krav måste ställas på återgivningskvaliteten och i all synnerhet när det gäller att ge den hörselskadade språket.

Kvalitetskraven bör vara stora även för talkorrelation då eleven för optimalt utbyte måste höra såväl lärarens som sin egen röst så korrekt återgiven som möjligt.

Arten och graden av förstärkning bestämmes av elevens hörselskada, som kan beskrivas genom hörområdet, begränsat av hörseltröskel resp. obehagsnivå, fig. 1 och fig. 2. I många fall är hörområdet mycket starkt begränsat, t.ex. det streckade området för försöksperson b i fig. 2. Säkra indikationer för en

^{x)} Utredningen har delvis bekostats av byggnadsstyrelsen, kontrakt nr 7013519900.

gräns mellan vad som skall anses vara användbar resp. inte användbar hörselrest finns inte.

Obehags- och smärtförmågor sätter en övre gräns för hur starkt ljud den hörselskadade kan stå ut med.

Det är uppenbart att alla former av yttre störningar lätt försämrar den hörselskadades förmåga att utnyttja sin hörselrest eller t.o.m. omöjliggör detta. Starkt buller maskerar tal, dvs. det blir svårt eller omöjligt att förstå vad som säges och svaga ljud kan överhuvud taget inte uppfattas. I s.k. dålig akustisk miljö uppstår lätt svårigheter även för en normalhörande person. Med två normala öron har man emellertid en förvånansvärt god förmåga att i en bullrande miljö eller i en starkt ekande lokal undertrycka inverkan av de ej önskvärda ljuden och på så sätt minska störverkan.

En hörselskadad med hörapparat på ett öra har inte samma förmåga. Med två apparater, en för vardera örat, kan situationen förbättras under förutsättning att de båda öronens hörselrester är någotsånär likartade. Hörapparaternas begränsade bandbredd och relativt höga förvrängning medför dock en jämfört den normalhörande försämrad stereofonisk effekt.

Det är uppenbart att speciellt stora krav måste ställas på de akustiska förhållandena i undervisningslokaler för hörselskadade för att eleverna skall få möjlighet att fullt och riktigt utnyttja förstärkarutrustningar av olika slag i sin utbildning. Teknisk- audilogiska framsteg innebär att även ytterst små hörselsester med framgång kan utnyttjas, vilket i sin tur ökar kraven på den akustiska miljön i skolan.

Nedan lämnas förslag till akustiska kvalitetsnormer för skolor för hörselskadade. Givna värden bör betraktas som riktvärden.

Kriterium för störnivå

En förstärkarutrustning är alltid behäftad med störningar i form av brum och brus. I särskilda normer för utrustning till hörselskadade föreskrives, hur dessa störningar mätes och

vilka maximivärden, som kan tolereras. Störnivån mätes som avgivet ljudtryck från hörtelefon och omräknas till ekvivalent ingångsljudtryck i mikrofonpunkten. Enligt gällande krav för hörapparater¹⁾ skall ekvivalenta ingångsljudtrycket vara lägre än 30 dB rel $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ och bör vara lägre än 20 dB. Motsvarande nivå för gruppförstärkaranläggningar har givits i ljudnivå, L_A , riktvärde 25 dB(A)²⁾. Det synes lämpligt att utgå från dessa värden vid en diskussion av tillåtna störnivåer i skolmiljö, då de utgör gräns för vilka signaler det lönar sig förstärka.

Fig. 3 visar spektrum av störsignalen från en modern kroppsburen hörapparat. Störsignalen representeras av oktavnivåerna för en ekvivalent akustisk insignal vid mikrofonen. Denna insignal lämnar i hörtelefonen samma störning som apparatens uppmätta egenbrus. Uppmätt brus och brum från en modern gruppförstärkaranläggning har i figuren angivits på samma sätt.

För bedömning av en normalhörande lyssnares värdering av störsignalerna kan dessa jämföras med resp. normal hörtröskel i fritt ljudfält (ISO)³⁾ eller någon annan värderingskurva t.ex. bullertalet N enligt Kosten, van Os, i detta fall N10 till N30.

I föreliggande fall är det orealistiskt strängt att basera krav för maximal störnivå på normal hörtröskel.

Ljudtrycksnivån för normal talstyrka med 1 m avstånd i fritt ljudfält har i litt. uppgivits till 65 dB $\pm$ 6 dB. Talets dynamik är av storleksordningen 30 dB och approximativt kan talnivåerna skisseras fördelade som visas i fig. 3. Med

1) Normer för Handikappinstitutets bedömning av hörapparater. Utgåva 1. 1968.

2) Normer för skolöverstyrelsens bedömning av gruppförstärkaranläggningar m.fl. utrustningar för undervisning av hörselskadade, 1968.

3) International Organization for Standardization.

hänsyn till den angivna spridningen ± 6 dB väljes ljudtrycksnivån 45 dB som svagaste nyttsignal för oktaven 1000 Hz och för talavståndet 1 m.

Avståndet till störnivån bör ej få understiga 10 dB, vilket skulle innebära en maximalt tillåten störnivå av storleksordningen 35 dB ljudtrycksnivå för oktaven 1000 Hz.

Vid bruk av gruppförstärkare eftersträvas kort mikrofonavstånd i och för hög och konstant signalnivå och som en följd härav skulle lägre krav på maximal störnivå i rummet kunna accepteras. Emellertid är det också önskvärt att arbete bedrivs med elevernas individuella hörapparater i grupp, vilket innebär längre mikrofonavstånd. Med 2 m avstånd skulle ytterligare 6 dB sänkning av tillåten störnivå erfordras, vilket då ger 30 dB som högsta tillåtna oktavnivå vid 1000 Hz.

Frekvensvägning

På grund av det normala örats med frekvensen varierande känslighet, se fig. 3, tillåtes i allmänhet högre störnivåer för lägre än för högre frekvenser. Frekvensvägning sker oftast över ljudnivå mätt i dB(A) (ISO). Bullertal N (noise rating curve) motsvarar en serie vägningskurvor med sifferbeteckning efter oktavnivån för 1000 Hz. N 30 innebär således den N-kurva som för 1000 Hz anger oktavnivån 30 dB, fig. 3.

Ovanstående resonemang gäller normal hörsel. Vid förstärkning för hörselskadade tillkommer andra synpunkter på frekvensvägning, varav risken för maskering bör tillmätas stor betydelse. Ett flertal förslag till lämpligaste förstärkningskurva för hörapparat har framlagts, uppvisande varierande stigning från låga till höga frekvenser.

I hörapparater använda mikrofoner har begränsad känslighet i basområdet. Förstärkningskurvan faller som regel under 300-400 Hz för en kroppsburan apparat. Basåtergivningen för huvudburna typer är ändå sämre. Nyare mikrofoner har möjliggjort återgivning ned till 100-200 Hz, avsett för patienter

med hörselrester enbart i lägsta frekvensområdet. Med gruppförstärkare och dessa tillhöriga bättre mikrofoner kan dock lägre basfrekvenser återges.

Det synes lämpligt att för elever med små hörselrester utnyttja rak frekvenskurva. Dessutom kan mycket höga ljudtrycksnivåer vara nödvändiga för att nå in i dessa elevers hörområde. Ev. frekvensvägning av störsignalen enligt tidigare resonemang är då felaktig, då maskeringsrisken på grund av yttre bullerkällor är uppenbar.

När enbart förstärkning av tal avses, är 100 Hz en lämplig undre gränsfrekvens emedan grundtonen för talljud i regel ligger högre. Lägre gränsfrekvens skulle dessutom kräva speciella tättningsåtgärder för hörtelefoner för att undvika läckningsfenomen och därmed sammanhängande nivåförlust i örat.

En minskning av kravet för störnivån med 6 à 12 dB per oktav för frekvenser under 125 Hz synes därför motiverad. Med hänsyn till de tekniska svårigheterna för ljudisolering vid mycket låga frekvenser är dessutom en dylik avvägning nödvändig.

Tonlösa konsonanter har sin huvudsakliga energi i högre frekvensområdet, dvs. i den högra delen av det skuggade området i fig. 1. Hörselskador drabbar som regel i första hand nämnda frekvenser. Begränsad dynamik hos det skadade örat, se fig. 2, kan ibland kompenseras genom förstärkning med kompression. Samtidigt som talets dynamik då minskas, kommer svaga ljud att återges starkare dvs. bullerstörningen ökar. Av denna anledning bör kraven på störsignalen skärpas för högre frekvenser, se fig. 4.

En jämförelse mellan fig. 3 och 4 visar att hörapparatens brus och uppmätt brus och brum från gruppförstärkaren ligger tillfredsställande långt under ovan diskuterad kriteriekurva. Gruppförstärkarens brus är helt försumbart.

Tabell I

Riktvärden för tillåten akustisk stör-
nivå vid undervisning av hörselskadade

oktav mittfrekvens, Hz	oktavnivå, dB
(32)	(42/54) ¹⁾
(63)	(36/42) ¹⁾
125	30
250	30
500	30
1000	30
2000	25
4000	20

¹⁾ Under förutsättning att använd utrustning
begränsar vid c:a 100 Hz.

Störkällor

Vid bedömning av konsekvenserna av i föregående avsnitt diskuterade krav på störnivån spelar störkällornas art och belägenhet stor roll. Följande uppdelning göres: Bullerstörningar utifrån resp. bullerstörningar inom byggnaden; luftburet resp. i byggnadens fasta konstruktion överförd störning (stegljud, stomljud).

Bullerstörningar utifrån

Trafikbullerstörningar från såväl gatutrafik som från rälsbunden trafik och flyg bör i första hand undvikas genom lämplig placering av skola.

Buller från motorfordonstrafik uppmätt enligt ISO med mätavstånd 7 m i stadsmiljö har visat genomsnittsvärden 80-90 dB(A), för högtrafik ibland även överstigande 90 dB(A). I fig. 5 ges exempel på frekvensfördelning för resp. buss och personbil för 7 m avstånd enligt ISO. Fig. 6 visar spektrum för en Metropol-buss uppmätt på ej sluten gård med tvåvåningsbyggnad som skärm mot gatan, motsvarande en senare utbyggd skola i området. Ljudspektrum för bilhorn mätt 7.5 m rakt framför fordonet visas i fig. 7. Hornets ljud är ett linje-

spektrum med huvuddelen av energin koncentrerad till området 2000-2400 Hz. Fig. 8 visar oktavnivåer för tre olika undervisningslokaler i för övrigt relativt tyst distrikt med måttlig trafikintensitet bestående av personbilstrafik.

Ur flygbullerutredningen hämtas resultat för överflygning av dels propellerflygplan, dels jet (Caravelle) på 4 km resp. 7.5 km avstånd från startbanan, mätt rakt under flygplanet, fig. 9.

Överflygning med Caravelle 4 km från startbanan ger med riktvärden enligt tabell I följande krav på ljudisolering:

Tabell II

Caravelle, 4 km från start

frekvens Hz	oktavnivå dB	riktvärden dB	Krav på ljud- isolering, dB
125	95	30	65
250	97	30	67
500	95	30	65
1000	94	30	64
2000	89	25	64

Kraven förutsätter så omfattande åtgärder för ljudisolering att det måste betraktas som orealistiskt att kunna genomföras och området får anses som olämpligt för skola för hörselskadade. Även exponeringstiden måste emellertid beaktas. I fig. 10 visas exempel på ljudnivån i dB(A) som funktion av tiden vid överflygning av skola med tvåmotorigt propellerplan i start. Enstaka dylika belastningar kommer knappast att interferera med undervisningen, utan påverkan bestäms av överflygningsfrekvensen. Enligt rapport från den engelska Committee on the Problem of Noise, London 1963, har i skolor vid Heathrow flygfält avbrott på upp till 10 gånger per lektion åstadkommits genom buller från överflygning, vilket signifikant påverkat undervisningens resultat för normalhörande barn.

Buller från gatutrafik ger på motsvarande sätt:

Tabell III
Gatutrafik, bussar, 7 m

frekvens Hz	oktavnivå dB	riktvärden dB	Krav på ljud- isolering, dB
125	88	30	58
250	86	30	56
500	82	30	52
1000	77	30	47
2000	74	25	49

En skärm bestående av en huskropp, t.ex. genom vändning av klassrummet inåt gård, ger avsevärd förbättring relativt klassrum mot gatan. Genom jämförelse med fig. 6 framgår att vinsten i detta fall skulle bli av storleksordningen 15 dB, varigenom kraven blir realistiska.

Stora krav ställes emellertid på fönsterkonstruktionerna. Fönster bör helst utföras med stort avstånd mellan glasen. Undervisning över apparatur kan heller inte ske med öppna fönster, såvida inte skolan ligger i extremt tyst område och det kan för bullerdistrikt till och med övervägas om fönster skall göras öppningsbara.

Bortsett från enstaka överflygningar bör uppställda riktvärden kunna hållas för utifrån kommande buller under förutsättning skolan lokaliseras med hänsyn taget till bullerstörningar.

Bullerstörningar inom byggnaden

Gruppförstärkaren har i regel en relativt begränsad akustisk förstärkning, storleksordningen 40 dB, och är avsedd att utnyttjas med korta mikrofonavstånd. Med en störnivå i rummet efter ovan föreslagna riktvärden erhålles i hörtelefonerna vid fullt utnyttjande av förstärkningen nivåer enligt fig. 11, vilket innebär att dynamiken blir tillfredsställande.

Med hörapparat arbetas med starkt varierande akustisk förstärkning och apparaten är avsedd utnyttjas för större mikrofonavstånd än ovan antytts. För närvarande godkända kroppsburna hörapparater med extra hög utgångseffekt avsedda för de svåraste hörselskadorna har en akustisk förstärkning av 70-77 dB. Denna

kan knappast utnyttjas helt ut, men med exempelvis en förstärkning på 60 dB vid 1000 Hz blir störnivån för en som exempel vald apparat såsom den visas i fig. 12. Då ljudstyrkebegränsning sättes in vid c:a 130 dB återstår här en dynamik på c:a 40 dB, vilket kan accepteras. En höjd akustisk förstärkning med t.ex. 15 dB innebär att dynamiken minskar, då amplitudbegränsningen är given. I föreliggande fall reduceras dynamiken till c:a 25 dB för 1000 Hz och mindre för högre frekvenser, vilket i många fall är för litet. För fall med grav hörselskada och samtidigt minskad tolerans sänkes obehagsgränsen jämfört med normalfallet, fig. 2. För dylika patienter måste tidigare amplitudbegränsning insättas, varvid dynamiken ytterligare minskar i samma grad.

Understiger patientens dynamik, dvs. avståndet hörtröskel - obehagsnivå, 30 dB, som är det normala talets dynamik, rekommenderas någon form av automatisk styrkekontroll, t.ex. kompression. Kompression av olika grad finnes i gruppförstärkare och i vissa hörapparater. En kompression 30 dB till 5 dB motsvarar i verkligheten en minskning av dynamiken med 25 dB, varför bullerstörningarna i dessa fall kan bli allvarliga även med föreslagna riktvärden.

Buller från egen verksamhet

Verksamheten i klassrum och grupprum kan inte försiggå utan att visst störande buller uppstår. Kraven på buller från andra lokaler bör då avvägas mot detta faktum. Flera samtida samtal eller annat internt buller maskerar inte bara den nyttiga signalen utan reducerar givetvis även utifrån kommande störningars effekt.

Aktivitet skapar ljudproblem i klassen. Fotskrap och stolskarp observeras oftast inte av den normalhörande, men blir en allvarlig storkälla då hög förstärkning erfordras. Såväl golvbeläggning som beläggning på bänklöck och bord bör väljas för ett minimum av kontaktljud.

Luftljudisolering

För luftljudisolering användes begreppet index I_a dB med följande definition eller KBS-rapport nr 12.

"Index för luftljudisolering I_a :

I byggnaden mätt reduktionstal (R') vid de 16 mätfrekvenserna (100-3150 Hz) jämföres med referenskurva med frekvensvägning överensstämmande med kravkurvorna i BABS 1960 (23:12, rumsisolering mot luftljud).

Referenskurvan förskjutes i höjddled tills summan av avvikelserna under referenskurvan vid de 16 mätfrekvenserna är 32 dB och för ingen mätfrekvens större än 8 dB. Referenskurvans värde vid 500 Hz anger index för luftljudisolering I_a (dB)."

Den mest sannolika och oftast förekommande störkällan är tal i klassrummet angränsande lokaler. För bedömning av ljudisoleringsbehovet antas i en första approximation sändarrummet ha en absorption, som ger full diffusering på avstånd >2 m från ljudkällan. Fig. 13 visar nivåfördelning för tal enligt ovan samt den luftljudisolering som krävs för att de riktvärden som tidigare diskuterats skall kunna uppfyllas. Med 10 talare samtidigt, eventuellt högläsning i korus, ökar nivån 10 dB, vilket kunde motivera krav på $I_a > 50$ dB.

Spektrum för barnröster visar emellertid förskjutning av energin mot högre frekvenser. Det torde ej heller vara normalt med korussläsning med 10 elever, varför $I_a = 50$ dB får anses mera realistiskt som minimikrav för klassrum till klassrum. Det förutsattes dock att högtalare med högt uppvriden volym inte användes. Behovet av ljudisolering mot korridor beror givetvis på vilken aktivitet, som kan förväntas i korridoren under pågående lektion, men $I_a = 50$ är även här ett önskemål.

Med buffertutrymmen, om dylika kan anses motiverade och ur praktisk-pedagogisk synvinkel acceptabla, skulle kraven på det enskilda väggelementet kunna minskas och trots detta ovannämnda I_a -värden mellan aktuella rum resp. rum - korridor upprätthållas.

Bullerstörning från VVS-anläggningar

Ventilations- eller luftkonditioneringsanläggning bör vara dimensionerad så att fönster ej behöver öppnas för vädring under pågående lektioner. Då man för god avläsning behöver goda ljusförhållanden och därmed i regel stora fönster kan lätt svårigheter på grund av värme uppstå, speciellt på grund av sol i söderlägen.

Det kan därför bli aktuellt med stora luftmängder.

Ljud från ventilationsanläggning, såväl friskluft som evakuering, får ej överstiga riktvärden enligt tabell I. Mätning bör ske på avstånd från ventiler motsvarande de närmaste punkter mikrofoner resp. hörapparater normalt placeras.

Överhöring mellan rum genom ventilationskanaler bedömes mot riktvärden enligt tabell I och efter behovet dimensionerade ljudfällor insättes. Det är i allmänhet nödvändigt med särskilda ljudfällor för varje rum.

Det bör understrykas att om ventilationskanal föres genom rum med hög störnivå för att därefter mynna i rum, för vilket stora krav på störningsfrihet ställes, ventilationskanalen ljudisolerar eller dess ljudfälla dimensioneras resp. placeras så att riktvärden för buller uppfylles.

Vatten- och sanitetsanläggningar samt cirkulationspumpar och dylikt måste förläggas och avstöras på sådant sätt att i byggnads-konstruktionen överfört resp. direkt utstrålat ljud ej uppnår givna riktvärden.

Stegljud - stomljud

För stegljudisolering användes begreppet

I_1 = index för stegljudsnivå med följande definition ur KBS-rapport nr 12.

"Index för stegljudsnivå I_1 :

I byggnaden uppmätta stegljudsnivåer (L_{10} , se BABS 1960, 23:21) vid de 16 mätfrekvenserna jämföres med referenskurva med förlopp något avvikande från den i BABS 1960 (vågrät kurva 100-315 Hz, 1 dB fall per tersoktav till 1000 Hz, 3 dB fall per tersoktav till 3150 Hz).

Referenskurvan förskjutes i höjddled tills summan av avvikelserna över referenskurvan vid de 16 mätfrekvenserna är 32 dB och för ingen frekvens större än 8 dB. Referenskurvans värde vid 500 Hz höjt med 5 dB anger index för stegljudsnivå, I_1 (dB)."

Som riktvärde vid bedömning av behovet av stegljudsisolering lägges riktvärdena för luftburet ljud i klassrum, tabell I. I normalfall torde $I_1 = 63$ dB vara tillfyllest, särskilt om i tillägg

härtill ställes önskan om golvbeläggning av mjukt material för minskning av direktljudet, fot- och stolskrapning.

Behov av material i bord- och golvbeläggningar avsett att minska luftburet ljud vid kontakt med olika föremål har diskuterats ovan.

Andra störkällor

Bland andra typer störkällor må nämnas lysämnesrör, som kan ge såväl akustiska som elektriska störningar. Riktvärden som ovan för akustiska störnivåer.

Efterklangstid

För att kunna utnyttja hörapparater i undervisningen eller för att överhuvudtaget kunna öka mikrofonavstånd med bibehållen återgivning erfordras förutom låg bullernivå en väl avvägd ljudabsorption. En mycket hög absorption, dvs. ytterst kort efterklangstid, skulle vara önskvärd för god uppfattbarhet på distans, men leder knappast till trivsel vare sig för den hörselskadade eller för den normalhörande. Den hörselskadade bör tillvänjas de akustiska miljöer, i vilka han senare har att verka. För undervisningen kommer emellertid uppfattbarheten i första rummet. Erfarenhetsmässigt bör efterklangstid i undervisningslokaler inte överstiga i tabell IV givna riktvärden.

Tabell IV

Frekvens, Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Efterklangstid, sek	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6

Stora parallella ytor bör på grund av risken för besvärande eko-effekter i möjligaste mån undvikas.

Maskering vid audiometri

Vid alla former av hörselmätningar kommer buller att innebära en interfererande faktor. Bullerstörningen kan medföra en maskeringsverkan, dvs. en förskjutning av hörtröskeln vid tonaudiometri mot för höga värden, som alltså motsvarar en falsk hörförlust. Vid talaudiometri kan även icke direkt maskerande buller innebära en distraherande inverkan som påverkar resultatet.

Nedan givna riktvärden baseras på normal hörsel. För vissa hörselskador skulle betydligt högre värden på bullernivå kunna accepteras, men därigenom avhändes dock möjligheten att mäta normalhörande resp. med normal hörsel kontrollera utrustning. Slutligen förekommer relativt ofta grava hörselskador i ett frekvensområde, medan god eller till och med normal hörsel visas för vissa frekvenser.

I tabell V och fig. 14 visas oktavnivåer motsvarande 0 till 10 dB maskering vid mätning med hörtelefon TDH39 MX41/AR. Värdena utgör medelvärde för grupp normalhörande i diffuserat ljudfält.

Tabell V				
Mätfrekvens Hz	Maskering i dB med hörtelefon TDH39, MX41/AR, 6 cm ³ 9A			
	0	2.5	5	10
Tillåten oktavnivå i dB				
250	<15	25	29	36
500	<10	17	23	30
1000	<17	27	33	40
2000	<25	35	40	48
4000	<38	47	53	61

Tabell VI och fig. 15 visar riktvärden för tillåten störnivå vid talaudiometri i fritt ljudfält (med högtalare) och normalhörande lyssnare. Värdena har beräknats.

Tabell VI							
Frekvens, Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tillåten oktavnivå, dB	26	22	18	17	14	8	25

Riktvärden för olika lokaler

I nedanstående förslag till riktvärden för olika grupper av lokaler används rubriker motsvarande de som utnyttjats i KBS rapport nr 16 sid. 159 tabell 22, rubrikförklaring. Se bifogad tabell ur KBS rpt 16.

1	B u l l e r		3	Akustik 4	Ljudisolering 5
	från VVS n.m.	utifrån rummet			
Angränsande lokal, primärtrum understruket		trafik- buller			I a dB 6 I i dB

Klassrum

riktvärden enl. tabell I, enstaka
passage enl. fig. 10 motsvarar 2 ggr
per lektion, c:a 0.3% av tiden

- annat rum	50	63 ¹⁾
- korridor	50	63

Grupprum

s o m k l a s s r u m s o m k l a s s r u m

Speciallärosal av typ slöjdsal,
mek. verkstad el.dyl. placeras
lämpligen skilt från känsligare
lokaler

<N30;fig. 3 <N30 fig. 3 <N40 fig. 3 max 0.85 s
gäller ej f.
maskiner. Se
norm f. hör-
selskaderisk

beror på placering
(intill klassrum
kan I >50 dB bli
aktuellt)

Rytmikrum

riktvärden enl. tabell I som klass-
rum

- annat rum	50	63 ²⁾
- korridor	50	63

Gymnastiksal helst skild från
känsligare lokaler

<N30 s e f i g. 3 <N40 3)

- annan lokal

3) 3)

Samlingssal, aula

riktvärden tabell I, se klassrum
3)

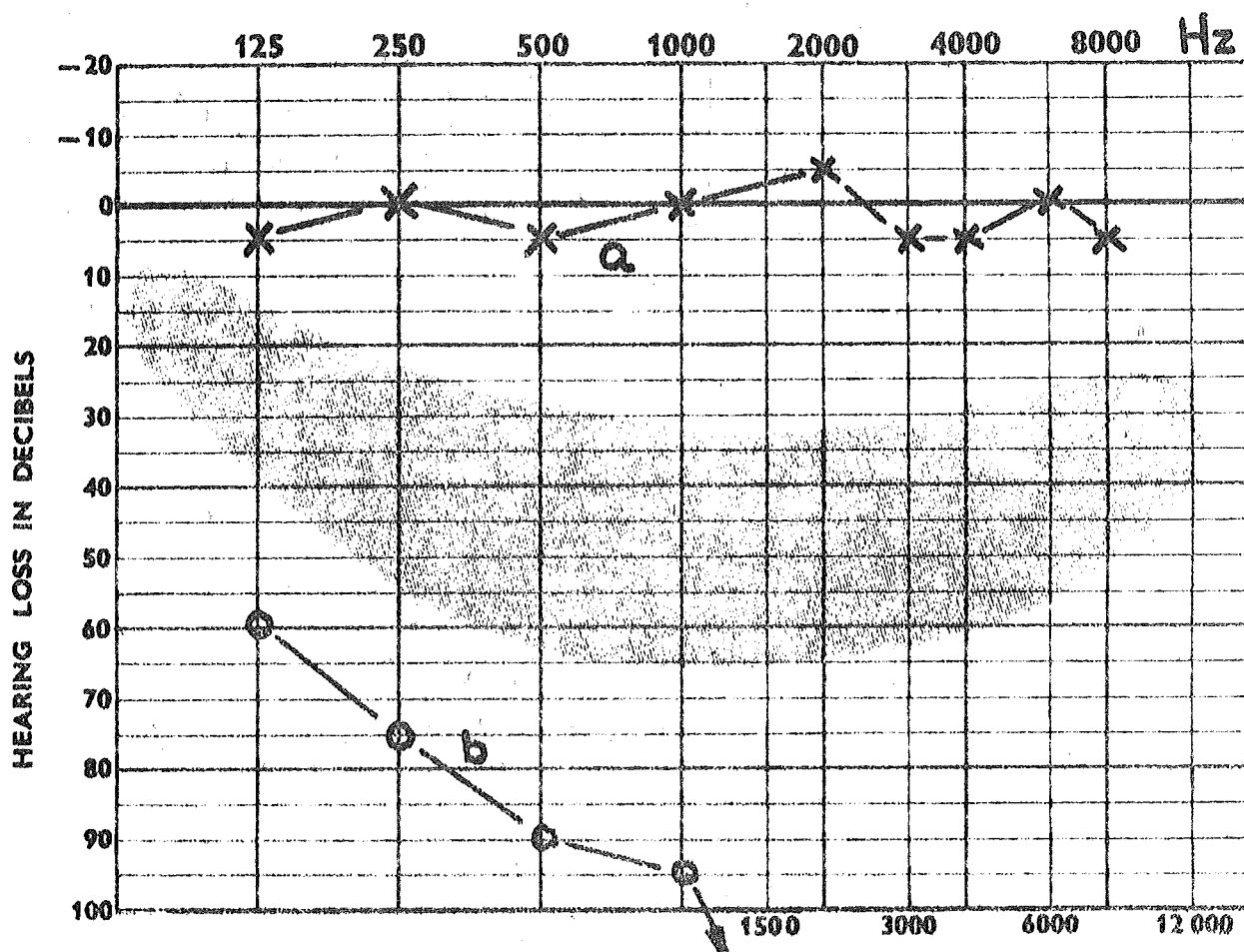
- annat rum	50	63
- korridor	48	63

- 1) se text
2) bör ej förläggas rakt över klassrum
3) efter samråd akustisk expertis

Angränsande lokal, primärutrymme understruket	l	B u i l e r			trafik- buller	akustik 4	Ljudisolering	
		från VVS m.m.	utifrån rummet	s e f i g.			I a dB	I i dB
Kontorsrum, expeditioner, lärrum	<N30	<N30	<N30	<N40	0.6-0.8 s		50	63
- annat rum (undervisn.lokal)							40	68
- annat rum (ej underv. el.dyl)							30	68
- korridor								
Tekniskt-audiologiskt lab.:								
Skrivrum				s o m k l a s s r u m				
Lab., kopplingsverkstad	<N30	<N30	<N30	<N40	0.5/0.6 s tabell IV		50	63
- annan lokal							50	63
- korridor								
Audiometrirum								
se specifikationer sid 11, i öv- rigt i samråd med teknisk-audio- logiskt expertis								
Läkarmottagning	<N30	<N30	<N30	<N40	0.5/0.6 s tabell IV		50	63
- annat rum							50	63
- korridor								
Uppehållsrum, dagrum	<N30	<N30	<N30	<N40	0.5/0.6 s tabell IV		40	63
- annat rum							30	68
- korridor								
Matsal	<N30	<N30	<N30	<N40	0.6-0.8 s			
Korridorer	<N30	<N30	<N30	<N40	absorbent i hela takytan, ⁴⁾ ej hårda golv			
Trapphus	<N30	<N40	<N40	<N50	absorbent i tak ⁴⁾			

4) resonanser beaktas i samråd akustisk expertis

AUDIOGRAM

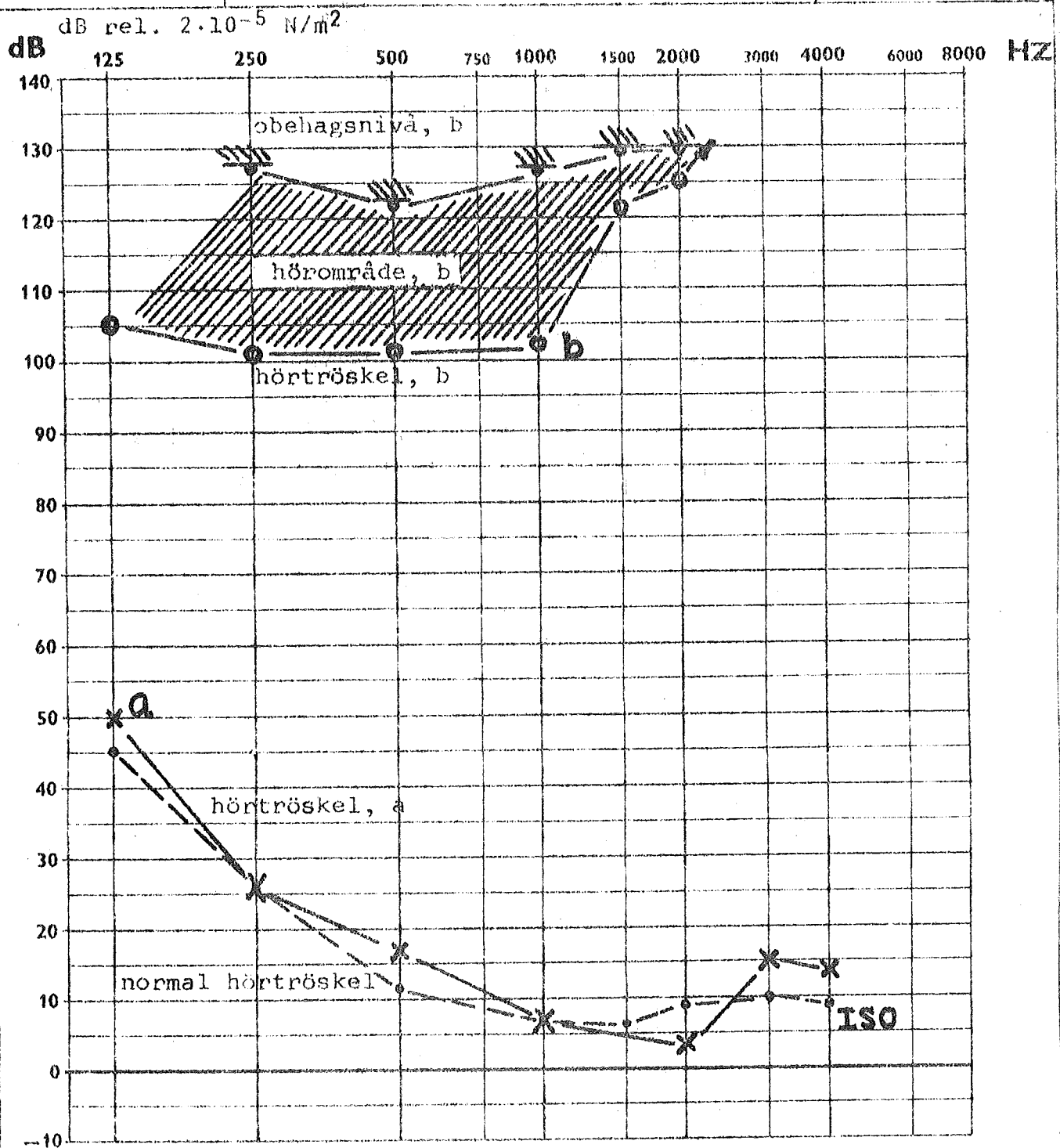
Date: okt. 68 Sign *SM* nr — Name: —

Audiogram, luftledning

x — x normalhörande, försöksperson a

o — o gravt hörselskadad, försöksperson b

Det skuggade området svarar approximativt mot det normala talets fördelning i nivå och frekvens för ett avstånd av c:a 1 m.



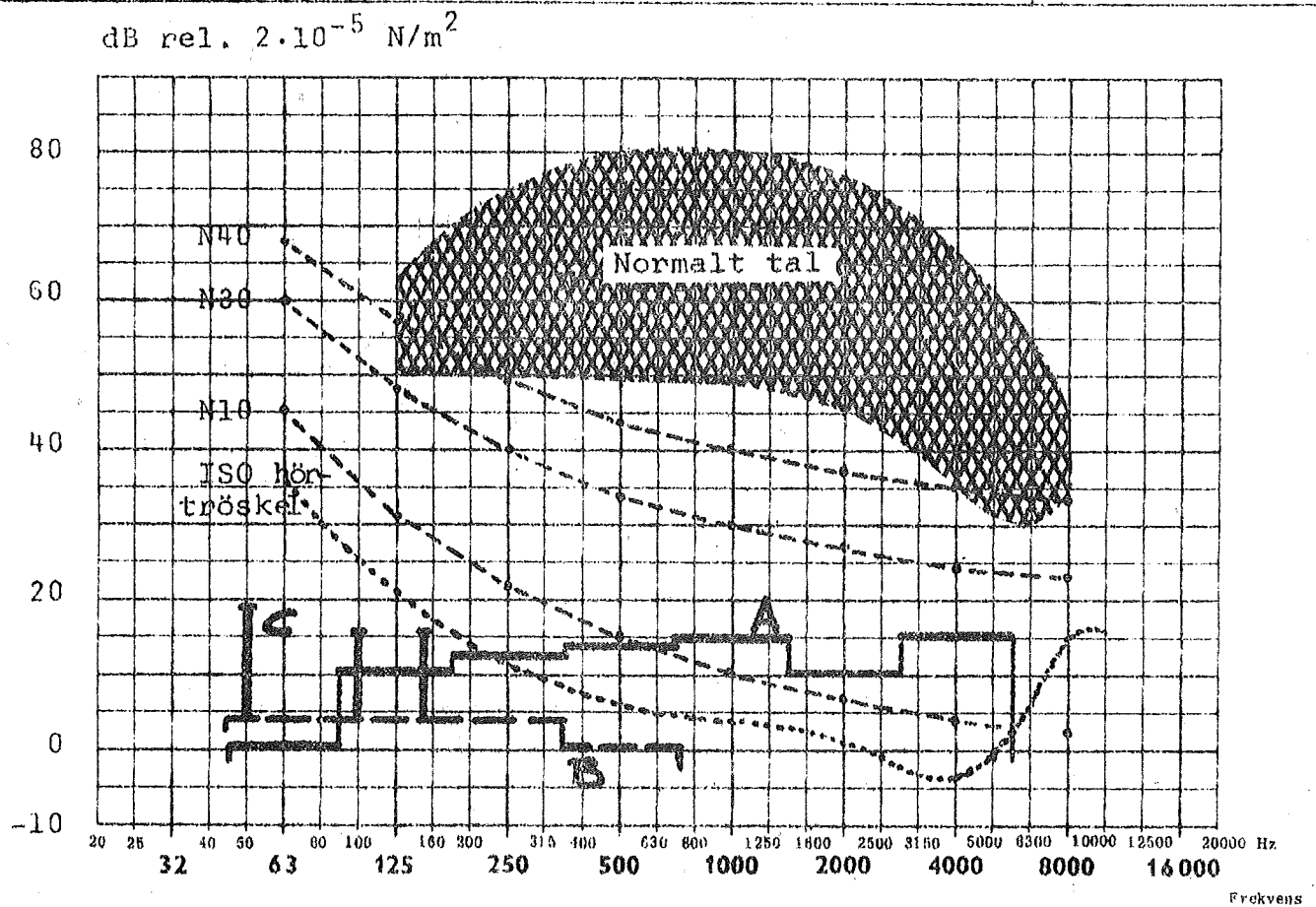
Tryckdiagram för försökspersonerna från fig. 1.

•---• normal hörröskel, ISO, hörtelefon TDH39, Mx41/AR, mätt i 6 cm³ tryckkammare NBS, 9A; svarar mot 0 dB hörförlust i fig. 1.

x---x normalhörande försöksperson, a, från fig. 1.

o---o gravt hörselskadad försöksperson, b, från fig. 1.

///---/// obehagsnivå för försöksperson b för 1 sek. tonpulser. Streckat område den hörselskadades hörområde, hörselresten.



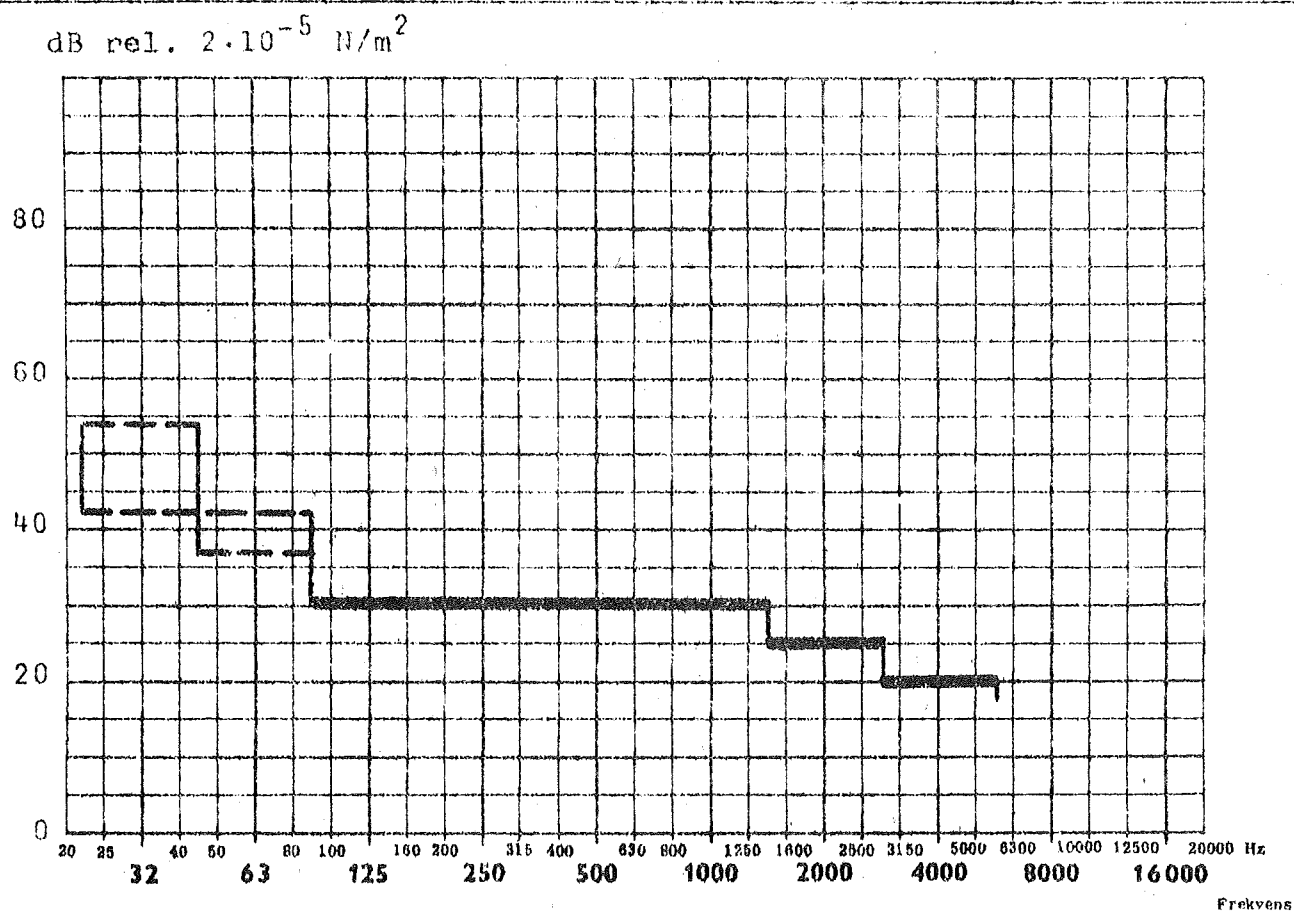
Brus från hörapparat omräknat till ekvivalent insignal i oktavnivå, A heldragen.

Störsignal från gruppförstärkare som ekvivalent innivå:

brus, B streckad kurva

brum 50 Hz, 100 Hz och 150 Hz, C.

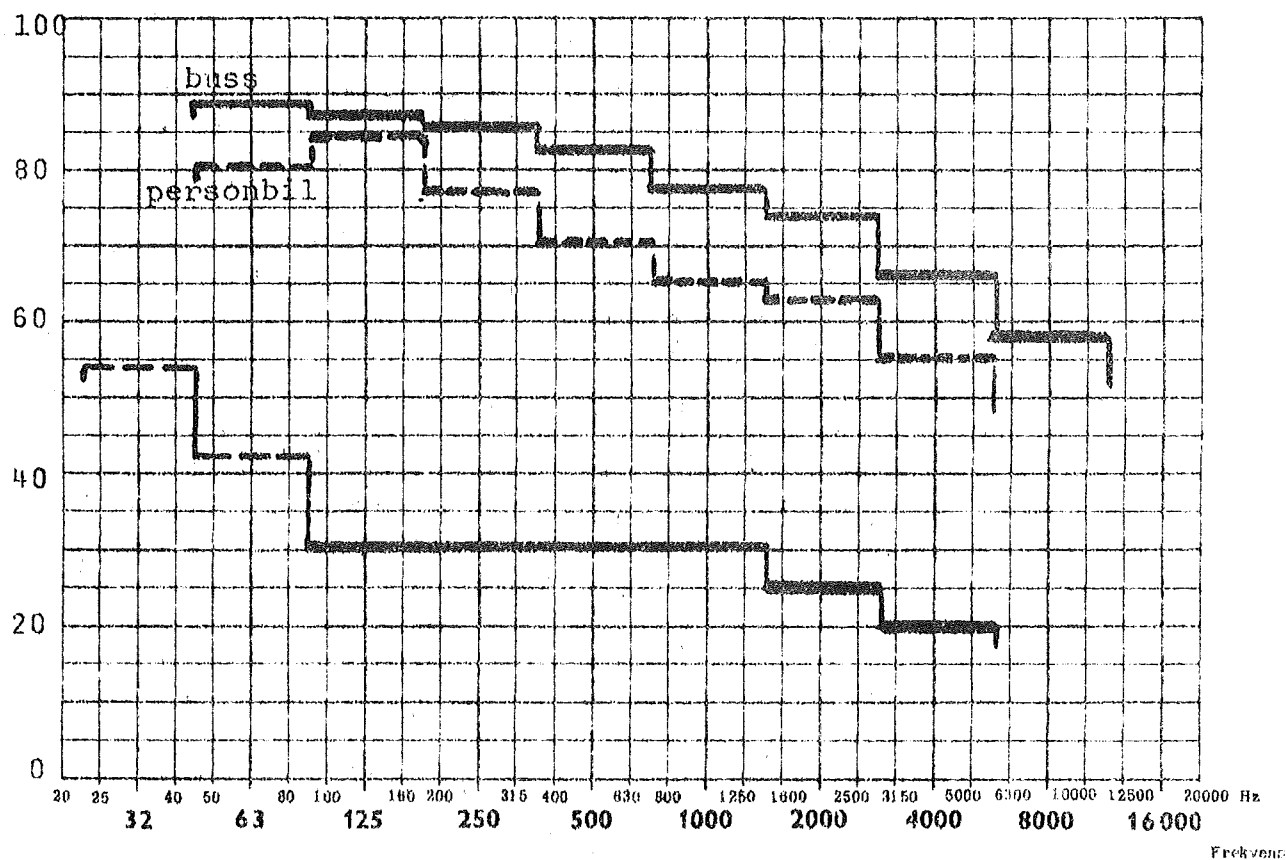
För jämförelse: Normal talnivå, bullertal N40, N30 och N10 samt normal hörtröskel i fritt fält (ISO).



Riktvärden för tillåten störnivå vid undervisning av hörsel-skadade, oktavnivå, 125-4000 Hz.

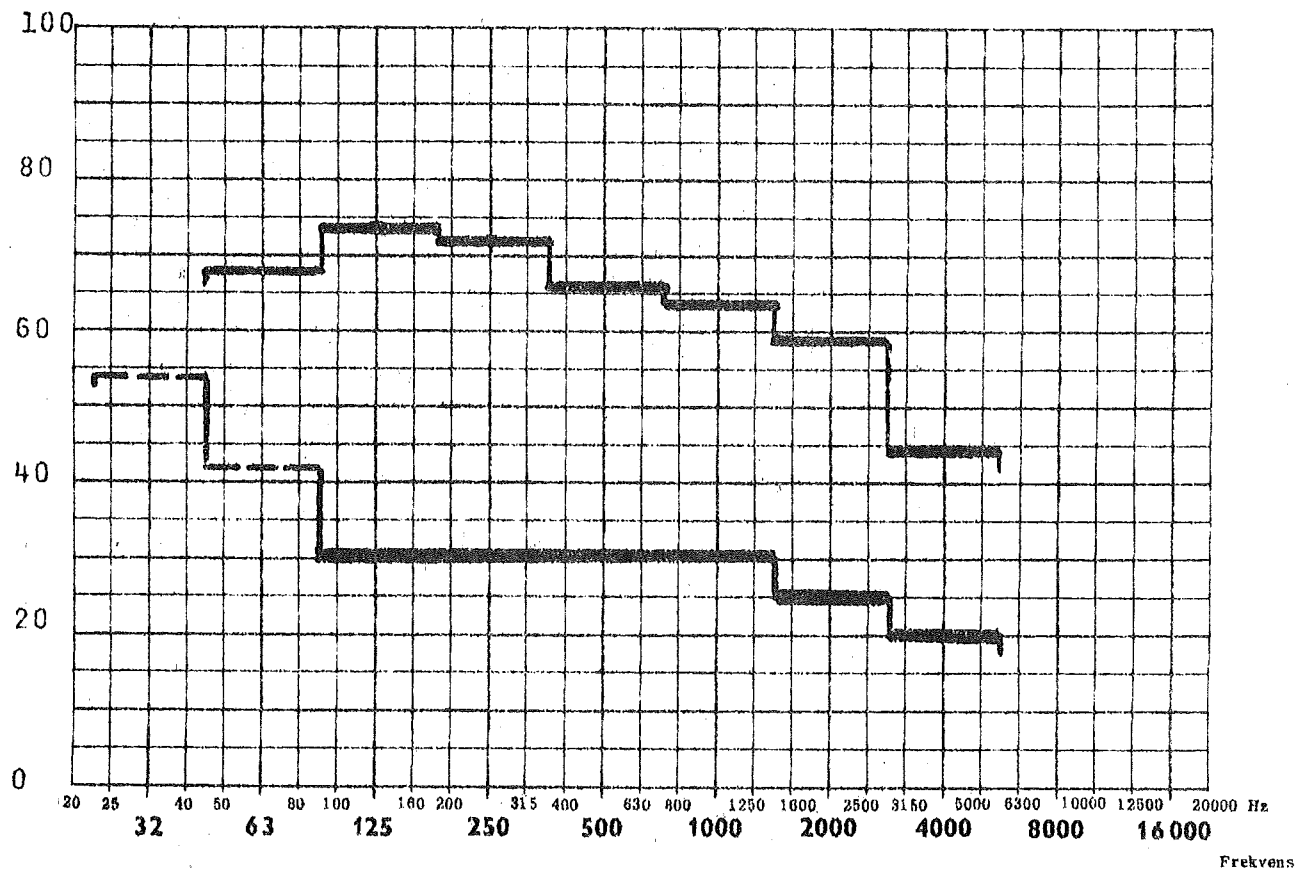
Oktaverna 32 och 63 Hz bedömes mot använd utrustning, se text.

dB rel. $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$

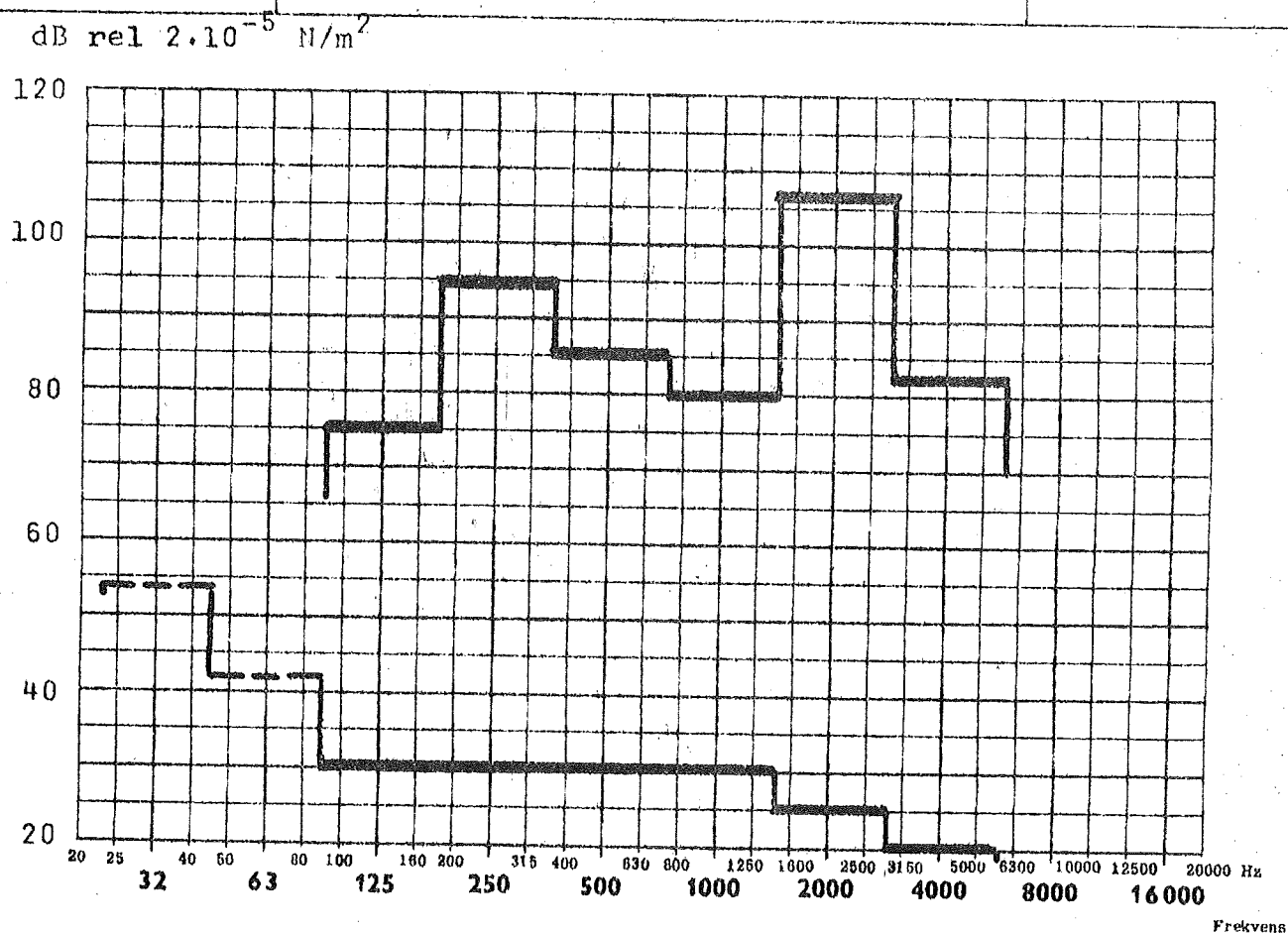


Oktavnivå för buss och personbil på 7 m avstånd mätt enligt standardiserad mätmetod för trafikbullerkontroll. Riktvärden enligt tabell 1 inlagda.

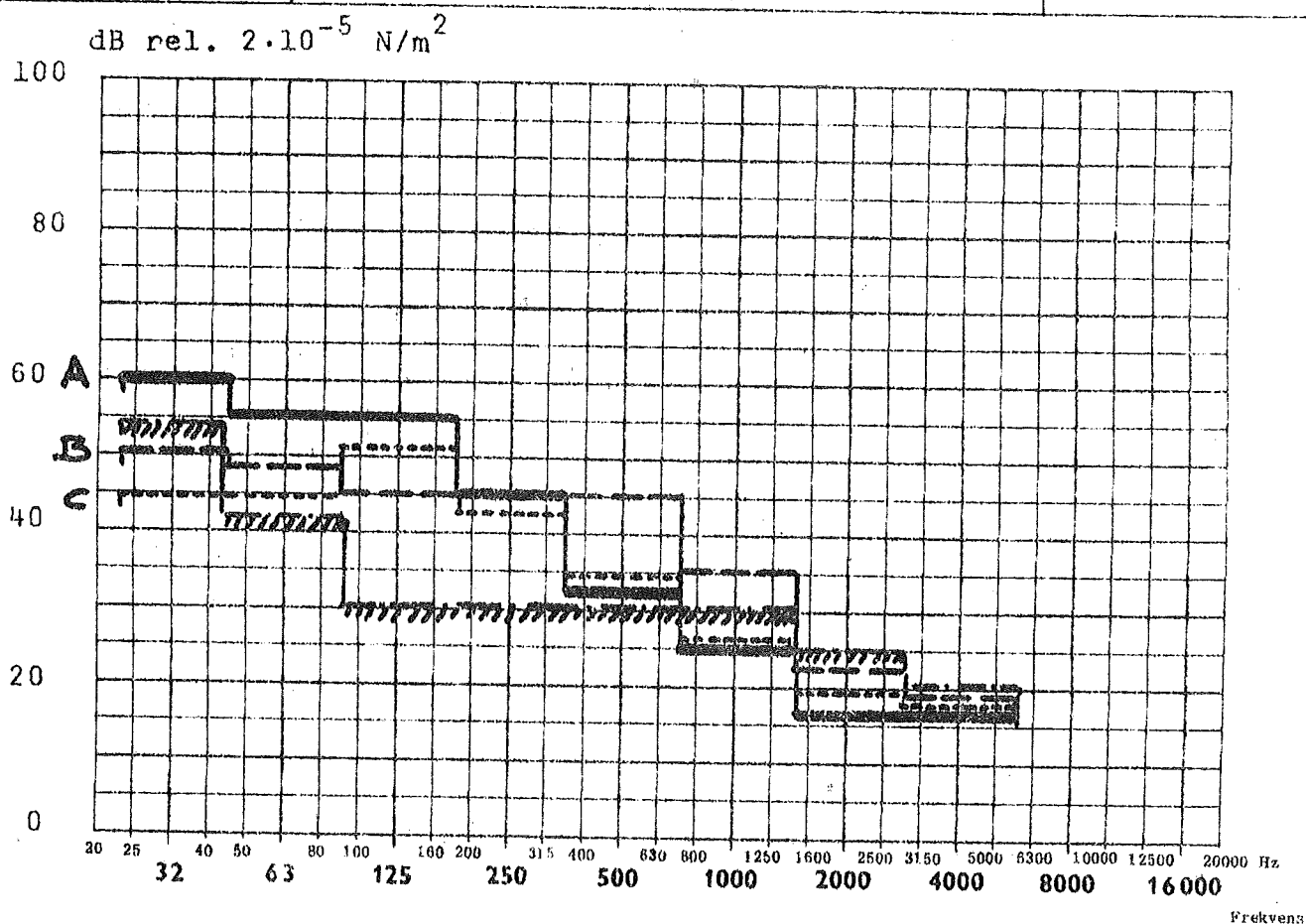
dB rel. $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$



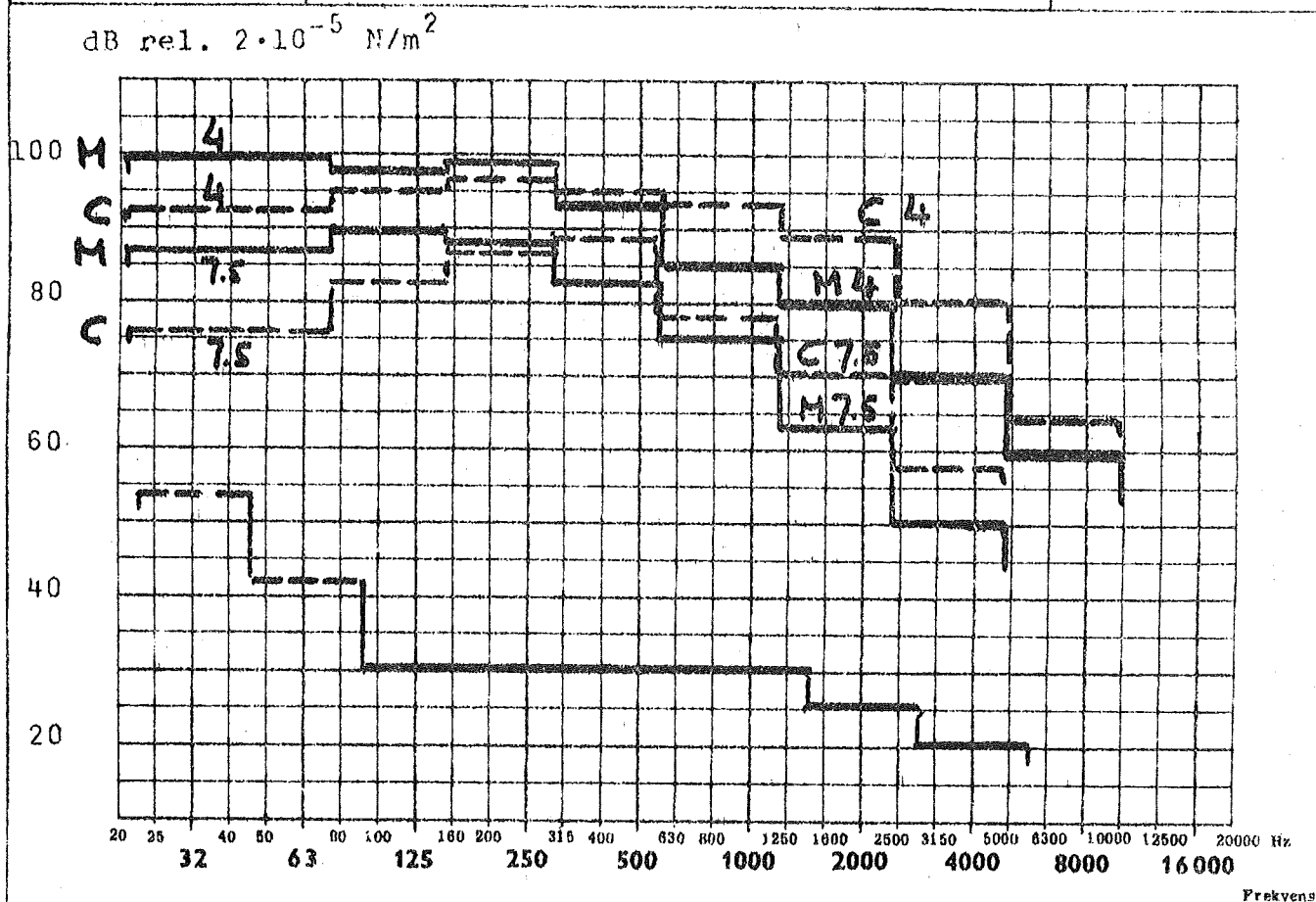
Bullerspektrum för buss vid passage av mot gatan öppen
gård med tvåvåningsbyggnad som skärm, mätning med Metro-
polbuss 17.3.1965. Riktvärden enligt tabell I inlagda.



Spektrum för normalt bilhorn 7.5 m rakt framför,
1.25 m över mark. Riktvärden enligt tabell I inlagda.



Oktavnivåer för tre undervisningslokaler A, B, C vid gata med måttlig trafikintensitet, personbiltrafik. Ordinära dubbelkopplade fönster, nedre botten.
Riktvärden enligt tabell I angivna.



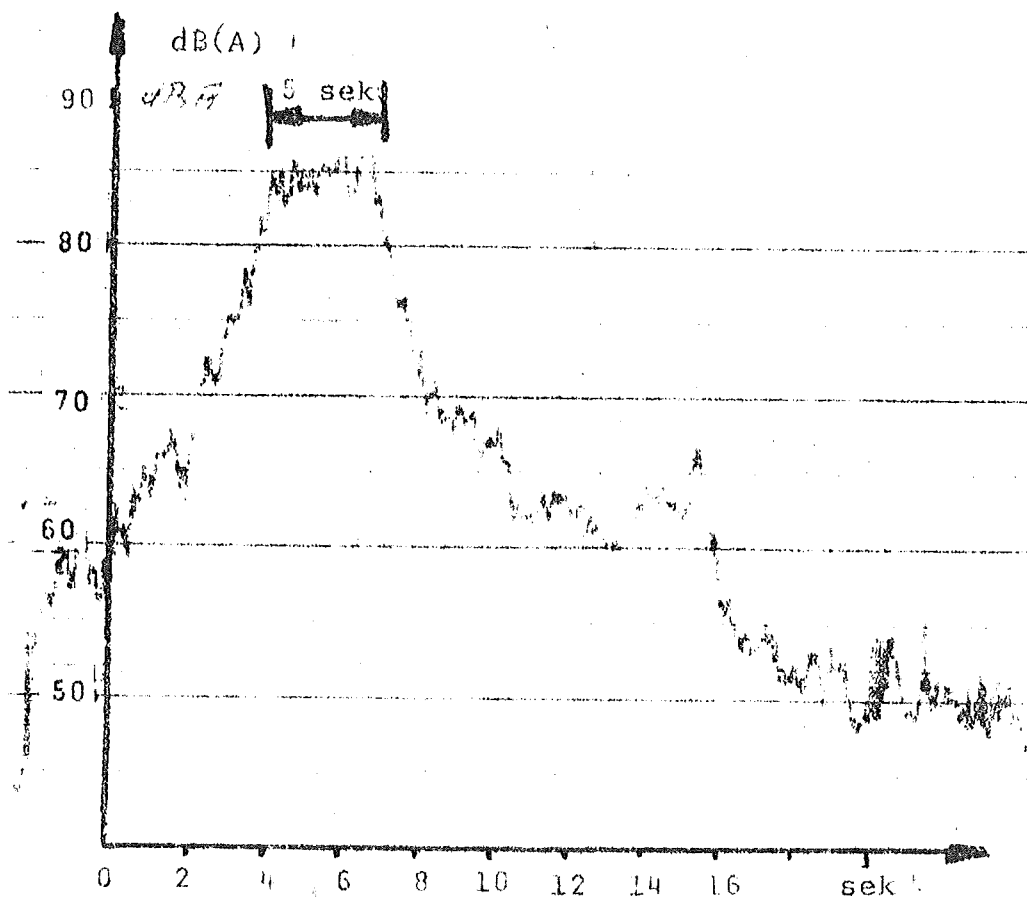
Buller från överflygning av:

M fyrmotorigt propellerplan

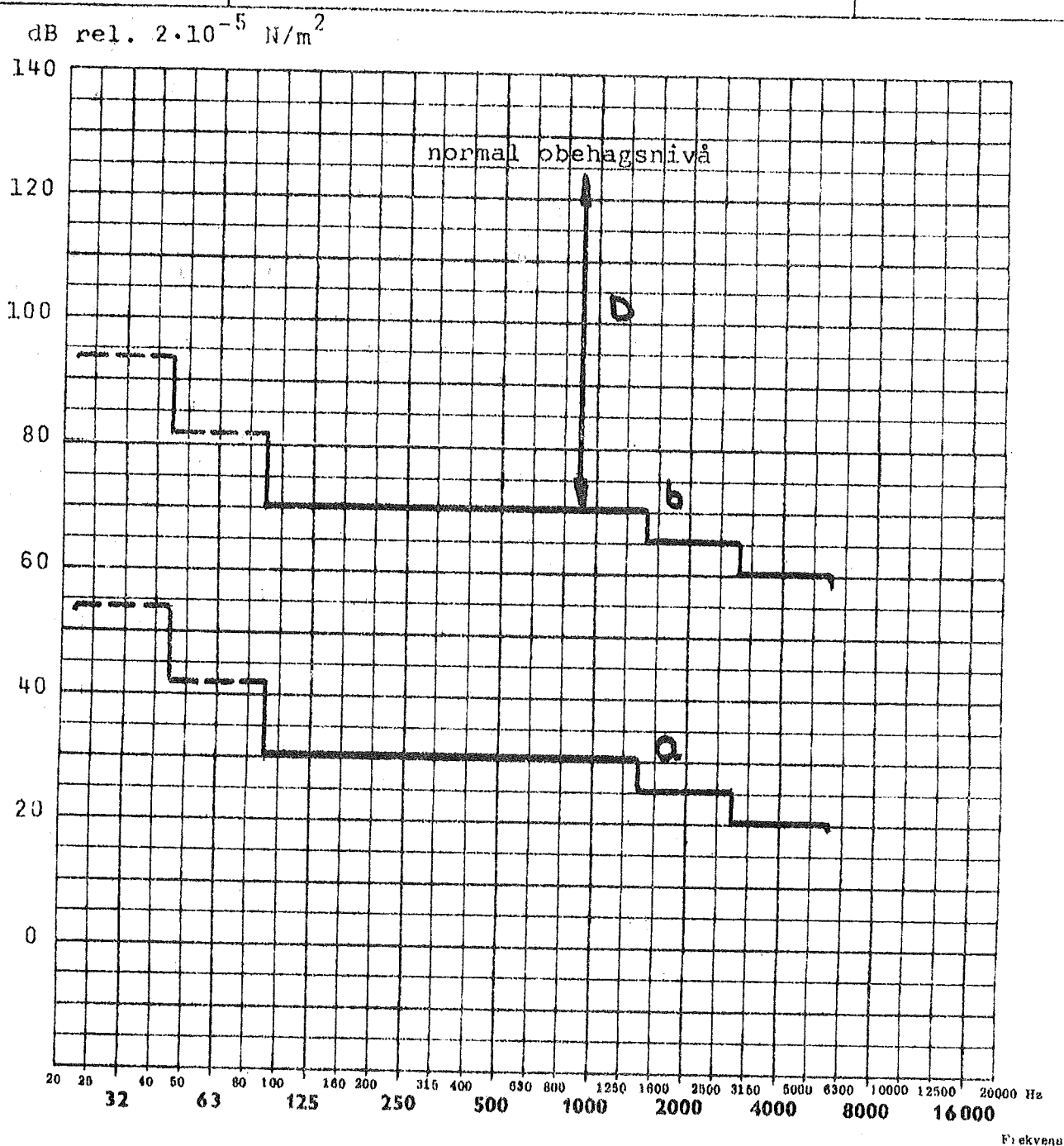
C tvåmotorigt jetplan (Caravelle)

4 km resp. 7.5 km från startpunkt

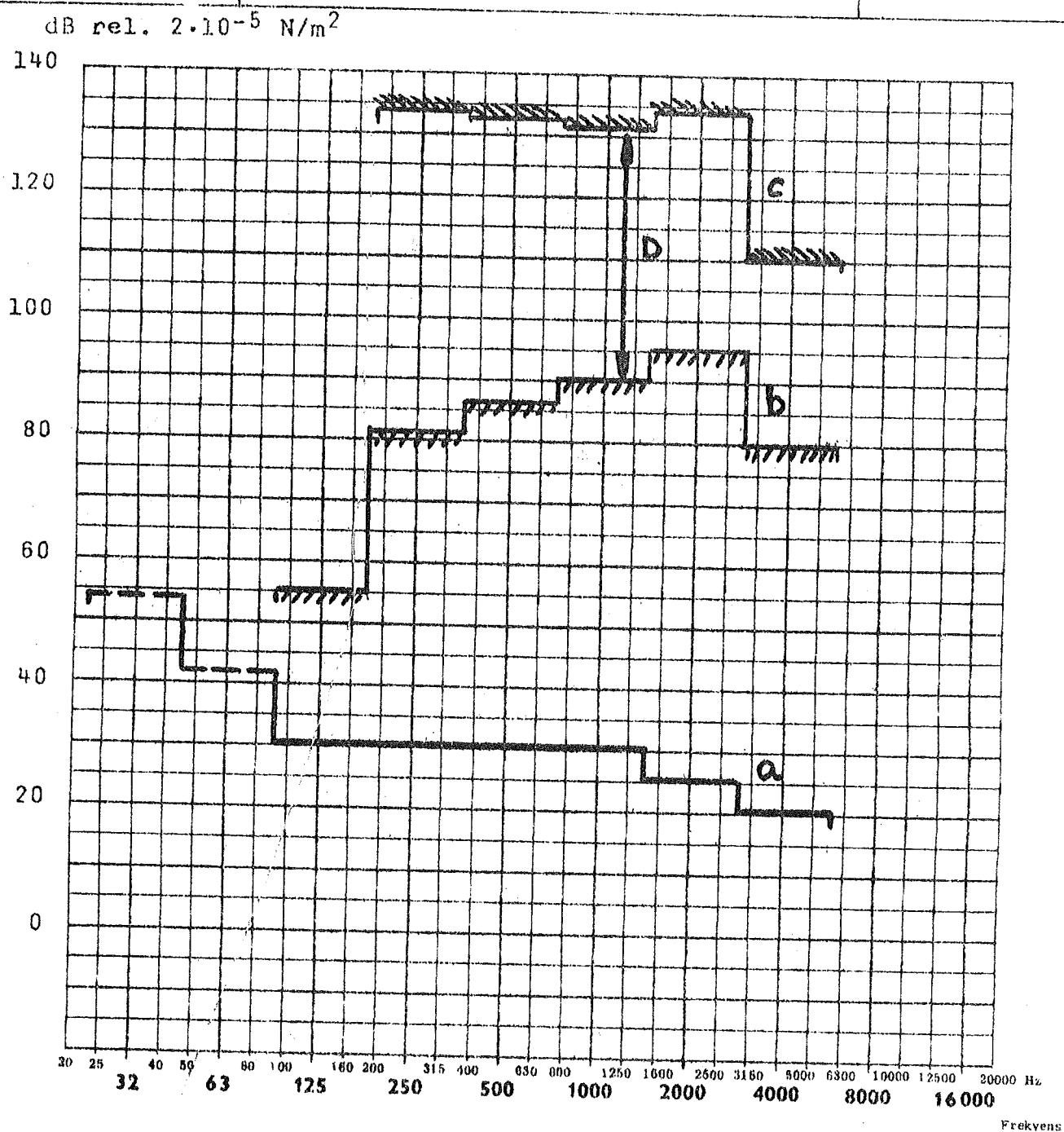
(ur flygbullerutredningen 1961).



Ljudnivå i dB(A) som funktion av tiden vid överflygning med tvåmotorigt flygplan, Metropolitan, Alviks skola.



Störnivå enl. riktvärden tabell I för klassrum, a.
Störnivå i hörtelefon efter 40 dB akustisk förstärkning, b.
Tillgänglig dynamik, D.



Dynamik för hörapparat.

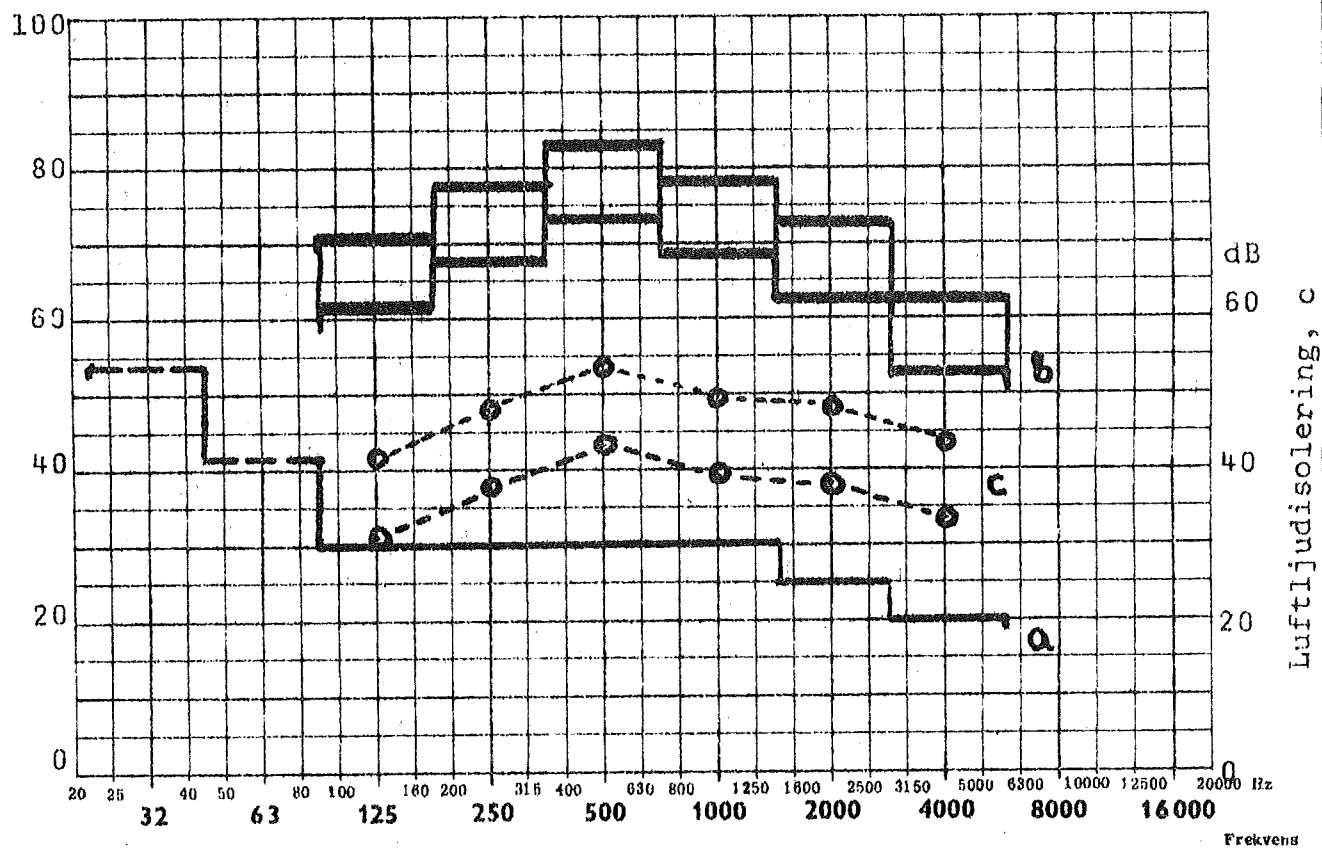
Störnivå enl. riktvärden tabell I för klassrum, a.

Störnivå i hörtelefon efter förstärkning i hörapparat, 60 dB vid 1000 Hz, b.

Hörapparatens amplitudbegränsning, c.

Tillgänglig dynamik, d.

dB rel. $2 \cdot 10^{-5}$ N/m²

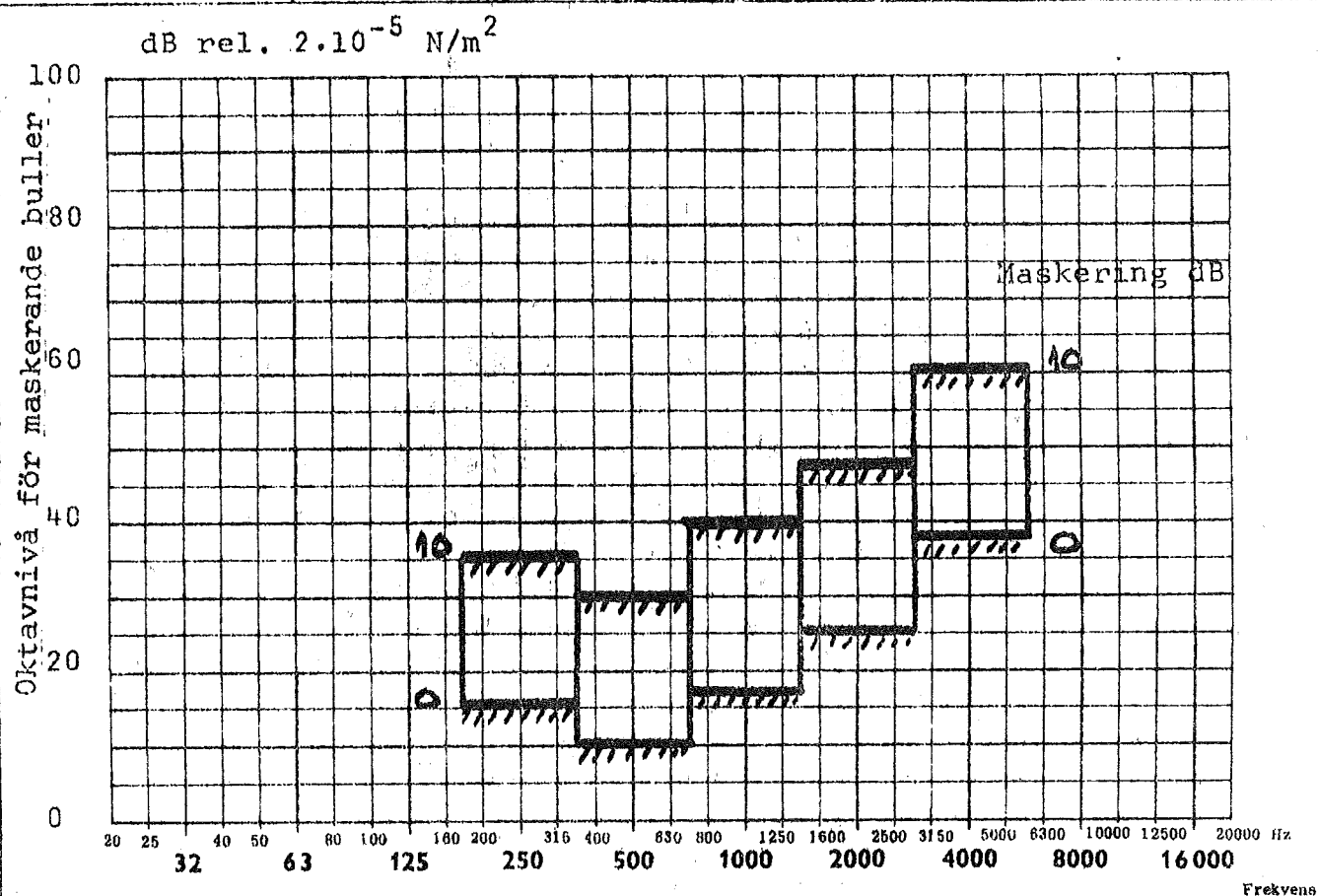


Nivåfördelning för tal och starkt tal med upp till
10 talare samtidigt.

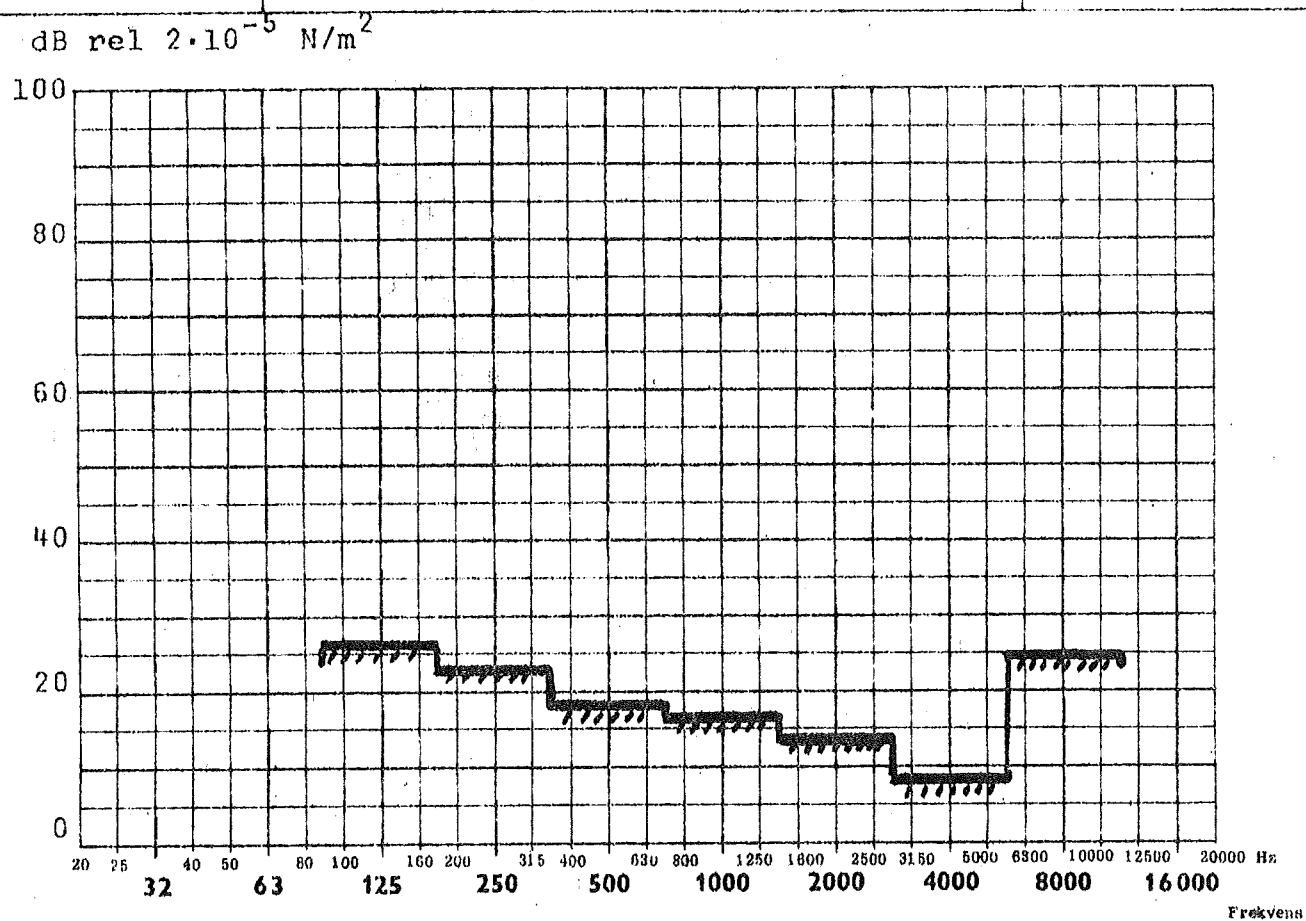
Störnivå enl. riktvärden tabell I, a.

Talnivå i reflexfältet i sändarrum, b.

Motsvarande ljudisoleringsbehov mellan rummen, c.



Maskering vid tonaudiometri med hörtelefon. Hörtelefon TDH39 med MX41AR-kudde, diffust ljudfält och hörtelefon mätt i 6 cm^3 tryckkammare NBS, 9A. Maskeringsrisk 0-10 dB gäller genomsnitt för normalhörande lyssnare (B. Johansson, 1959).



Riktvärden för störnivå i rum avsett för
audiometri med högtalare (talaudiometri),
beräknade värden, (B. Johansson, 1959).

Rubrikförklaring

	Rubrik nr	Beteckn. resp. enhet	Förklaring
Buller	1	N	Max tillåtet bullertal för långvarigt buller från ventilationsanläggning och övriga installationer.
	2	N	Max tillåtet bullertal för långvarigt verksamhetsbuller från bullerkällor utanför rummet.
	3	N	Max tillåtet bullertal för trafikbuller. Högre nivåer kan dock accepteras vid enstaka passager (max 1% av tiden).
			Angivna bullertal gäller vid en för rumstypen normal absorption och efterklangstid.
Akustik	4	-	Rummet skall lämnas akustiskt obehandlat.
		00 %	Rummet skall förses med absorbent, som är effektiv över stort frekvensområde (absorptionskurvans utseende ej särskilt viktig). Nödvändig yta uttryckt i % av takyta anges. Absorbenten placeras i tak och/eller på väggar.
		xx	Rummet skall dimensioneras och akustiskt behandlas i samråd med akustikexpertis.
		0.0 s	Rummet skall ges en efterklangstid av 0.0 s fr.o.m. 500 Hz.
Ljudisolering	5	I _a	Index för luftljudsisolering. Anger referenskurvans (se KBS-rpt nr 12) läge vid 500 Hz.
	6	I _i	Index för stegljudsnivå. Anger referenskurvans (se KBS-rpt nr 12 ljudfrågor) läge vid 500 Hz höjt med 5 dB. Stegljudsnivån mätes i primär rummet (understruket).

Tillåten summa avvikelser 32 dB, dock högst 8 dB vid enskild tersoktav. Förutom angivna index skall konstruktioner ges sådan ljudisolering som förmå att tillåtna bullernivåer inte överskrides.