

MÄTNING AV INTERMODULATION I HÖRAPPARATER

En jämförelse mellan mätning med sinustoner resp. brusband.

B. Johansson, A-C. Lindblad, H.Sjögren
i samarbete med audiologisk institutt, Oslo
G. Flottorp

Såsom framgår av rapport nr 52 beslöts vid fjärde Nordiska hörapparatteknikermötet i Oslo, 6 - 7 mars 1967, att en jämförelse skulle göras mellan vid audiologisk institutt i Oslo resp. vid inst. för teknisk audiologi i Stockholm praktiserade mätmetoder för intermodulation i hörapparater. Samma exemplar av sex olika typer hörapparater har undersökts.

Mätningar vid teknisk audiologi

Mätmetod utnyttjad vid inst. för teknisk audiologi har utförligt beskrivits i rapport 52 liksom även mätningarnas primärresultat. En sammanfattning av mätresultat, där för resp. hörapparat utnivå samt intermodulationsprodukterna av 1:a och 2:a ordningen visas som funktion av innivån presenteras i fig. 1-18.

Mätningar vid audiologisk institutt

Vid audiologisk institutt utnyttjas vid intermodulationsundersökning på hörapparater som insignal ett brusband 3200-6400 Hz med ljudtrycksnivån 60 dB. Brusbandet erhålles genom filtrering av vitt brus över ett bandpassfilter, Siemens Octav-Sieb, med dämpning 30 dB/oktav, fig. 19. Samtliga hörapparater har inställts för 40 dB akustisk förstärkning vid 1000 Hz.

Icke lineariteter i hörapparaten medför korsmodulation som resulterar i tillskott i brusnivån även utanför det påtryckta frekvensbandet.

Arbetet har utförts med stöd av statens tekniska forskningsråd, anslag nr 67-266-f.

Brusnivån i ett 50 Hz brett frekvensband med mittfrekvens 500, 750 resp. 1000 Hz uppmättes dels utan insignal, dels med ovannämnda brusband.

Medelvärden av brustillskotten vid de tre frekvenserna har beräknats och apparatens intermodulation värderats enligt följande empiriska skala (Flottorp).

Tillskott i brusnivå	Värdering
$\frac{L_{500}+L_{750}+L_{1000}}{3}$ dB	
>20	"ej acceptabel"
15-19	"dålig"
9-14	"någorlunda bra"
3-8	"bra"
<3	"mycket bra"

Mätresultaten framgår av fig. 20-22 samt tabell I.

Tabell I

Hör-app.	Ljudtrycksnivå i dB för 50 Hz bandbredd med mittfrekvenser				Värdering
	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	medelvärde	
E	7,5	6,5	6	7	"bra"
F	21	17	13	17	"dålig"
G	1	0,5	0,6	0,7	"mycket bra"
H	0	0	0,5	0,2	"mycket bra"
K	7,5	6	5	6	"bra"
L	0,5	1	0,5	0,7	"mycket bra"

Jämförelse av mätresultat audiologisk institutt och teknisk audiologi

I tabell II jämföres medelvärden från tabell I med resultat från teknisk audiologi fig. 1-18. Av dessa resultat anges dels nivåskillnaden i dB mellan signal och intermodulationsprodukter vid den i detta fall lägsta innivån, dvs ljudtrycksnivån 65 dB, dels de in-

nivåer vid vilka första och andra ordningens intermodulation för någon frekvens uppnått 3% resp. 10% av nyttig signal. Avläsningen har skett från 300 Hz till en övre gränsfrekvens, vilken i detta fall definierats såsom den frekvens där med 65 dB innivå ljudtrycket i tryckkammaren sjunkit 10 dB under högsta toppen i frekvenskurvan.

Resultaten från värdering enligt audiologisk institutt samt 3% och 10%-gränserna enligt teknisk audiologi har även presenterats i diagramform, fig. 23.

Diskussion

De två metoderna att mäta och värdera intermodulation i hörapparater ger relativt god överensstämmelse för vissa av apparaterna. Av resultaten framgår att i dessa fall intermodulation av första resp. andra ordningen är av samma storleksordning eller att första ordningens intermodulation dominerar. Detta är helt naturligt, då uttryttjad brusbandsmetod i huvudsak visar första ordningens intermodulationsprodukter.

För apparat G skiljer sig resultaten markant från varandra, vilket kan förklaras av de olika innivåer som använts. Intermodulationen ökar kraftigt vid höjd innivå, först med en kraftig topp vid 3300 Hz och därefter över hela frekvensområdet, se fig. 7-9.

För apparat H dominerar andra ordningens intermodulation, vilket som väntat ger en viss diskrepans mellan mätvärdena enligt resp. mätmetod.

Resultaten av jämförelsen understryker nödvändigheten av noggrant specificerade belastningsförhållanden vid mätningen. Då arbetspunkt ofta kommer att väljas nära överstyrningsgränsen kan även små förstärkningsändringar, t.o.m. inom mättoleransen tillåtna, ge avsevärda skillnader i intermodulationsgrad.

Det har visat sig nödvändigt att rikta intresse även mot strömkällan. Batteriets polspänning och inre im-

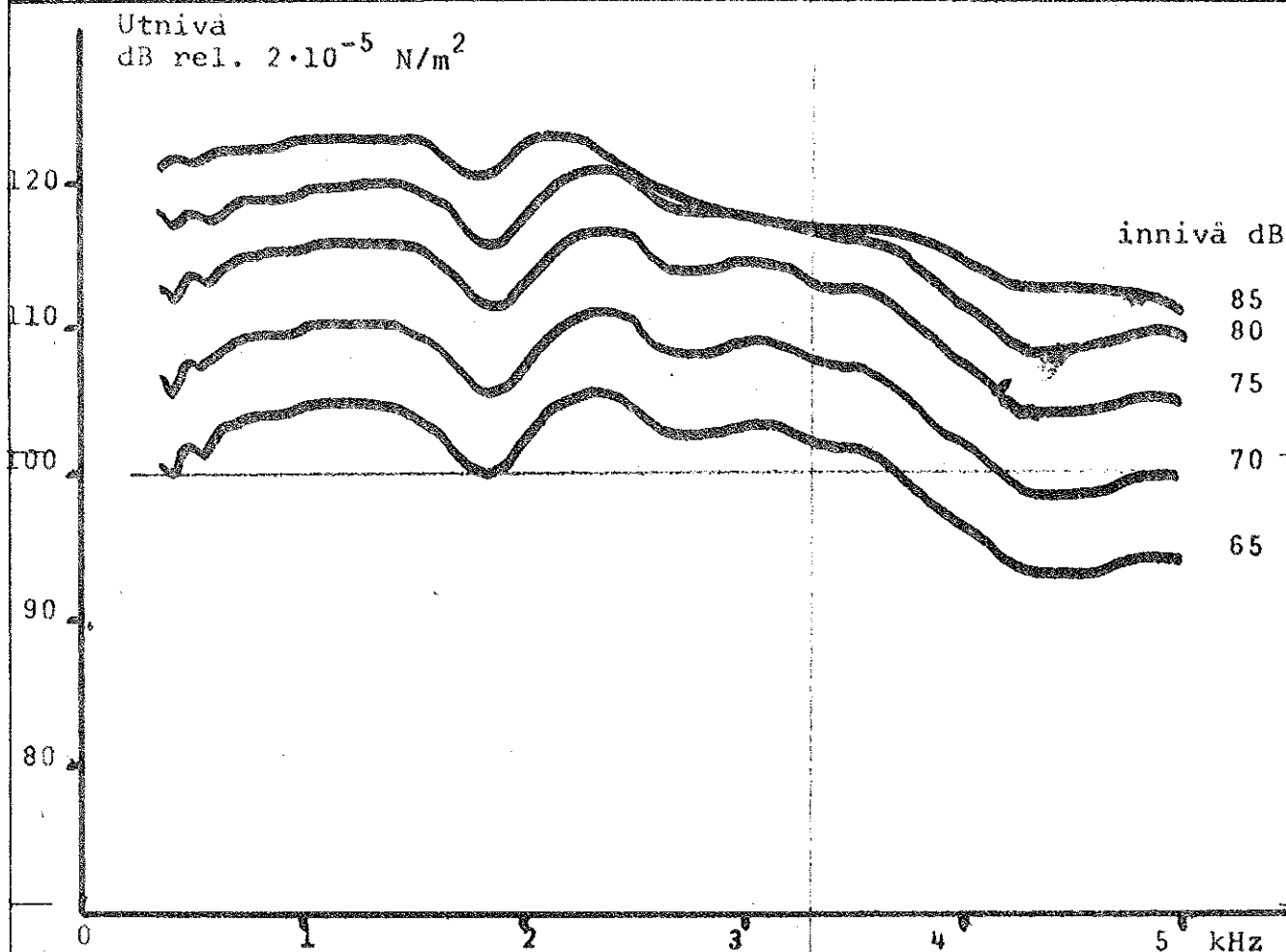
Tabell II

Hör- apparat	Mätning brus- bandmetod	Mätning sinuston, två-tonsnätod						Övre gräns- frekv. vid av- låsning
		1:a ordn. intermodulation		2:a ordn. intermodulation				
		Sign.-inter- mod.prod. dB innivå 65dB	innivå i dB mot- svarande inter- mod.grad	Sign.-inter- mod.prod. dB innivå 65dB	innivå i dB mot- svarande intermod. grad			
						3%	10%	
E	7	32	70	80	36	75	80	4100
F	17	3	<65	<65	33	70	75	3900
G	0.7	29	65	70	21 (topp)	65	70	3700
H	0.2	34	75	80	32	70	75	3500
K	6	40	75	>85	32	75	85	2400
L	0.7	48	85	>85	34	85	>85	2300

pedans är känsliga parametrar. Den mättekniska noggrannheten medger således inte för närvarande användningsfritt en direkt jämförelse mellan resultat av mätning av harmonisk distorsion och intermodulation.

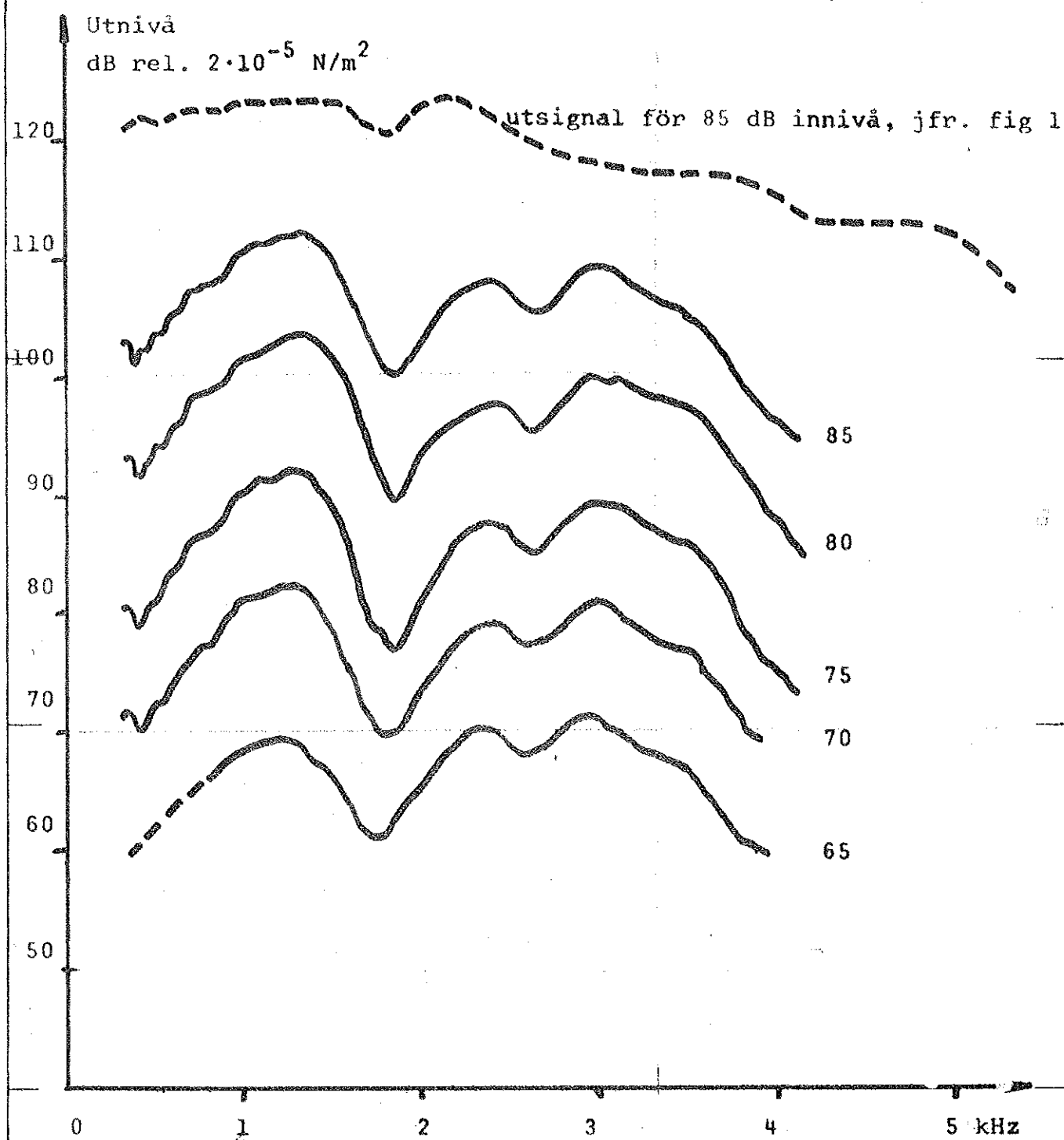
Av de jämförda mätförfarandena är brusbandsmetoden enklast och snabbast, men visar i sitt resultat huvudsakligen första ordningens intermodulation. Tvåtonsmetoden kräver mera omfattande apparatur, men ger i gengäld mera detaljerat resultat, nämligen dels första och andra ordningens intermodulation var för sig, dels frekvensberoendet.

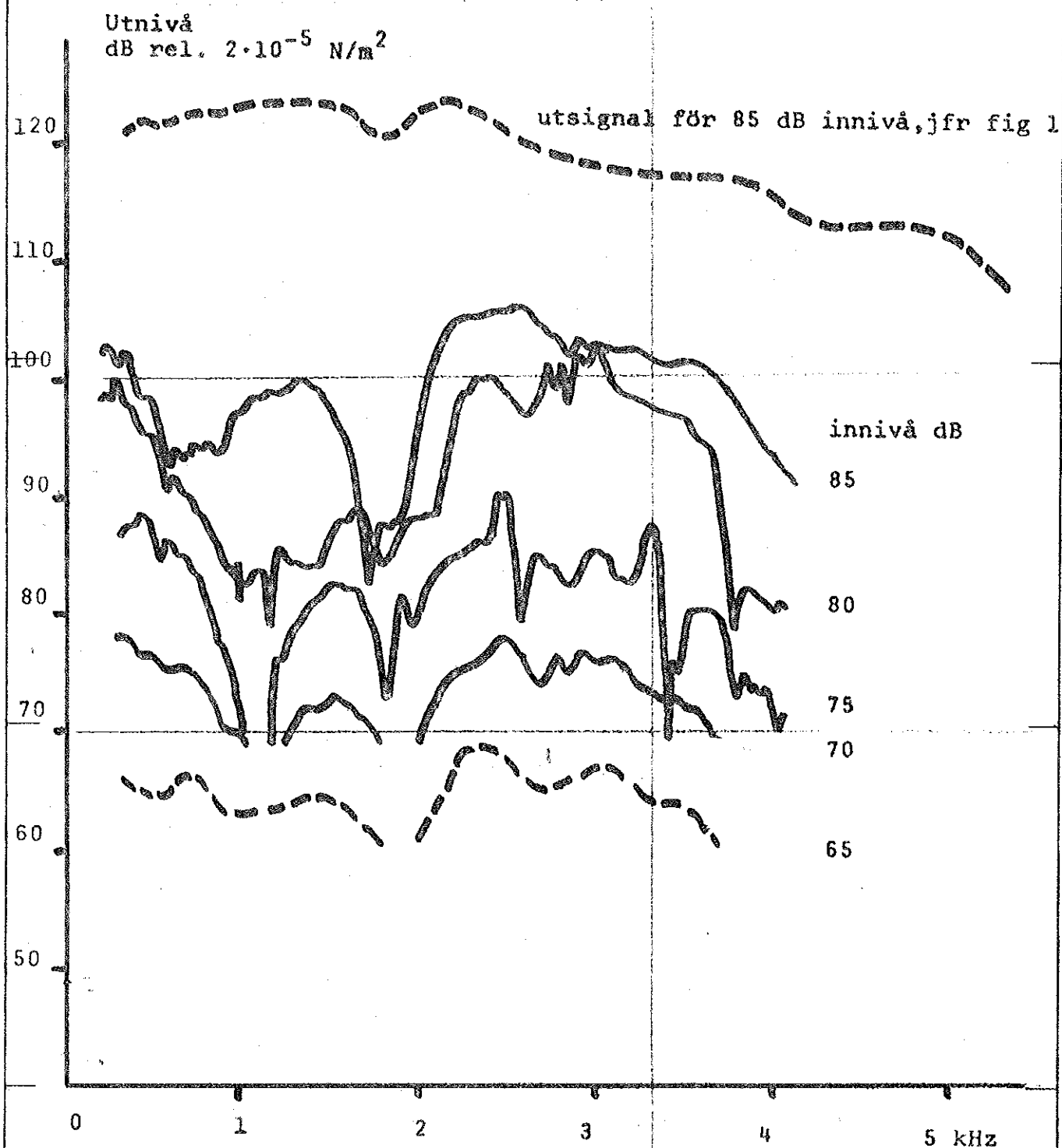
De skillnader i mätresultat, som i vissa fall framkommit har lett till planering av fortsatta jämförelsemätningar där bl.a. de normala mät- och driftstoleransernas inverkan skall studeras.

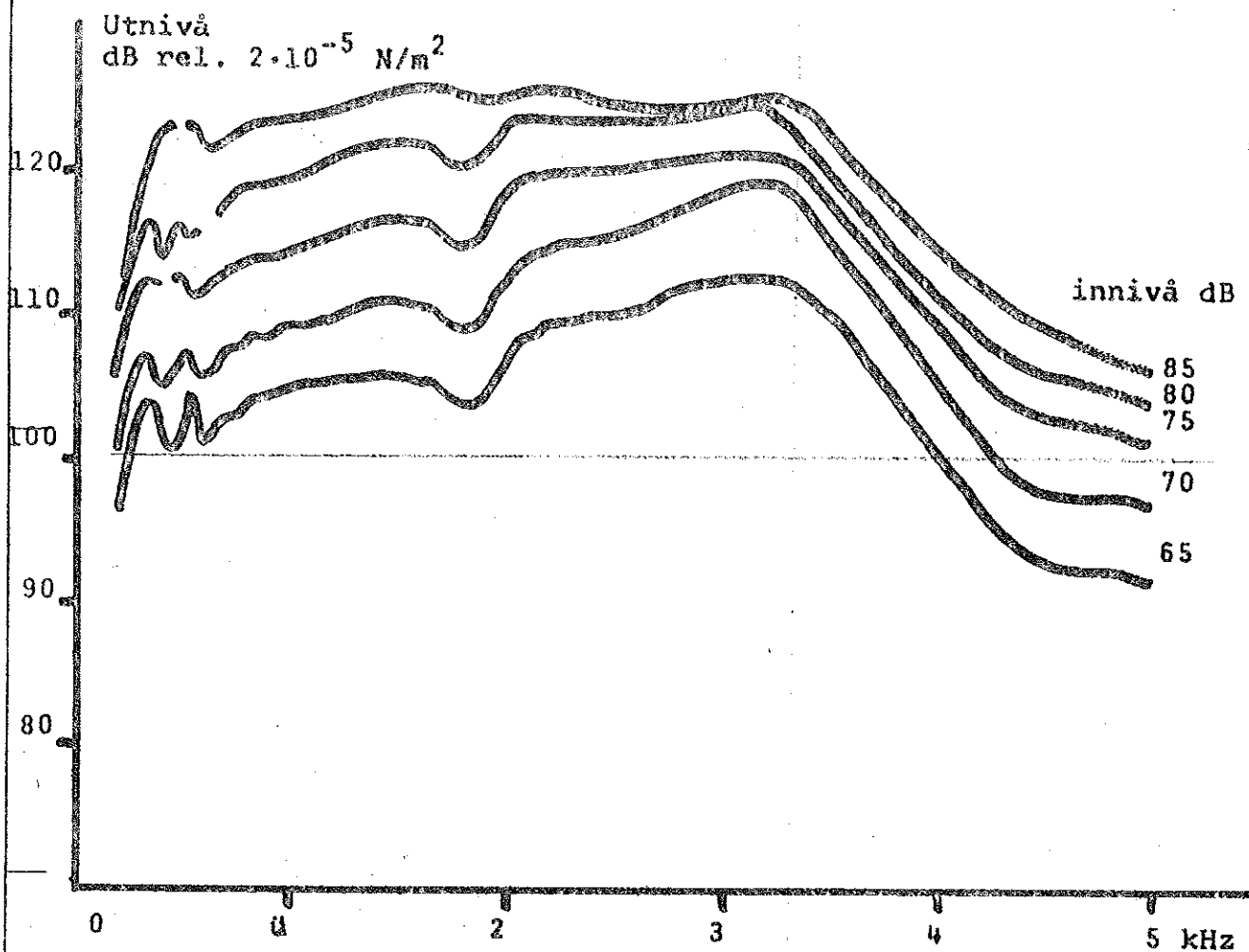


Harmonisk distorsion

Frekvens Hz	Utnivå 110dB
500	4.6%
1000	5.2%
1200	7.2%

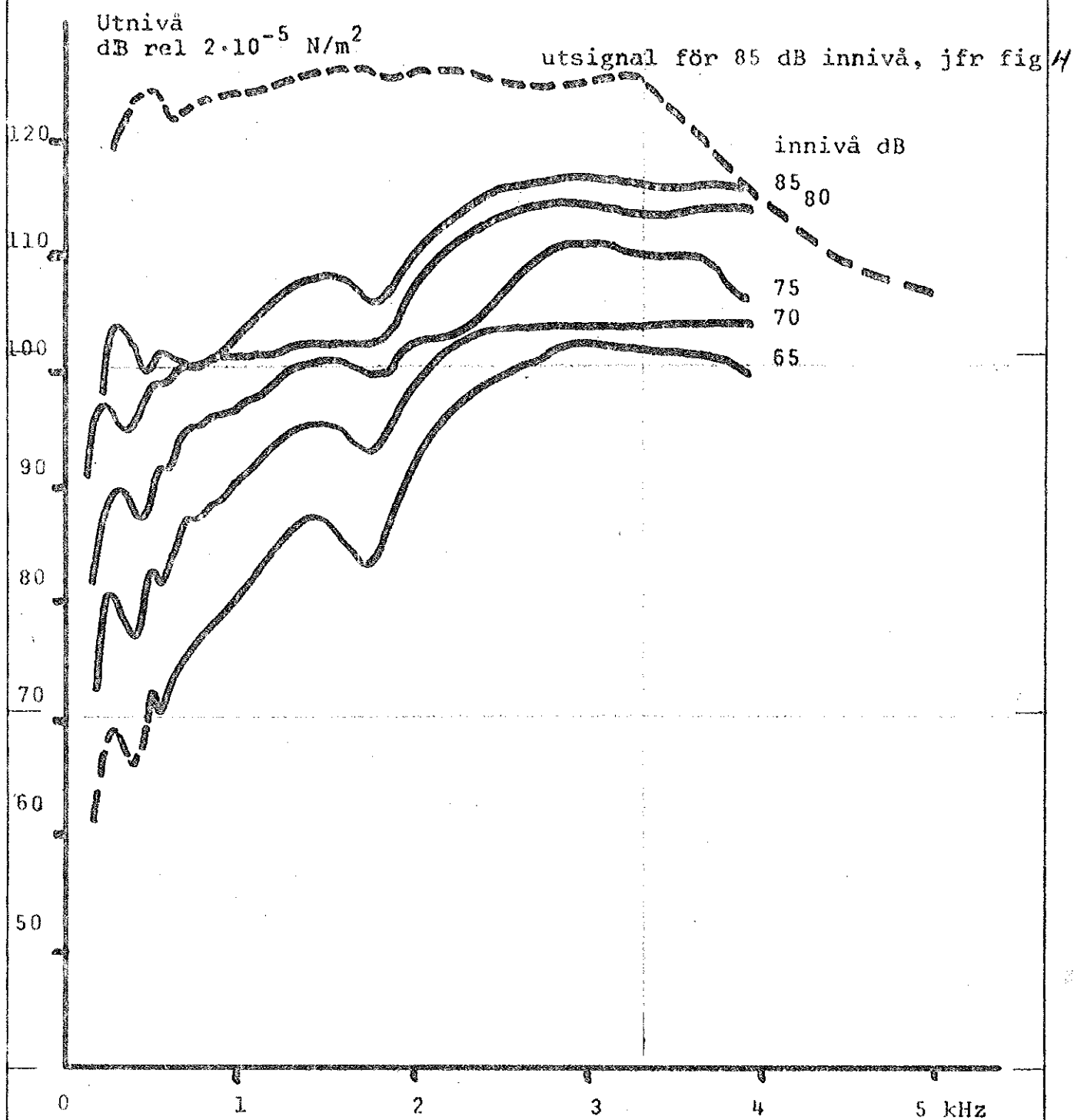


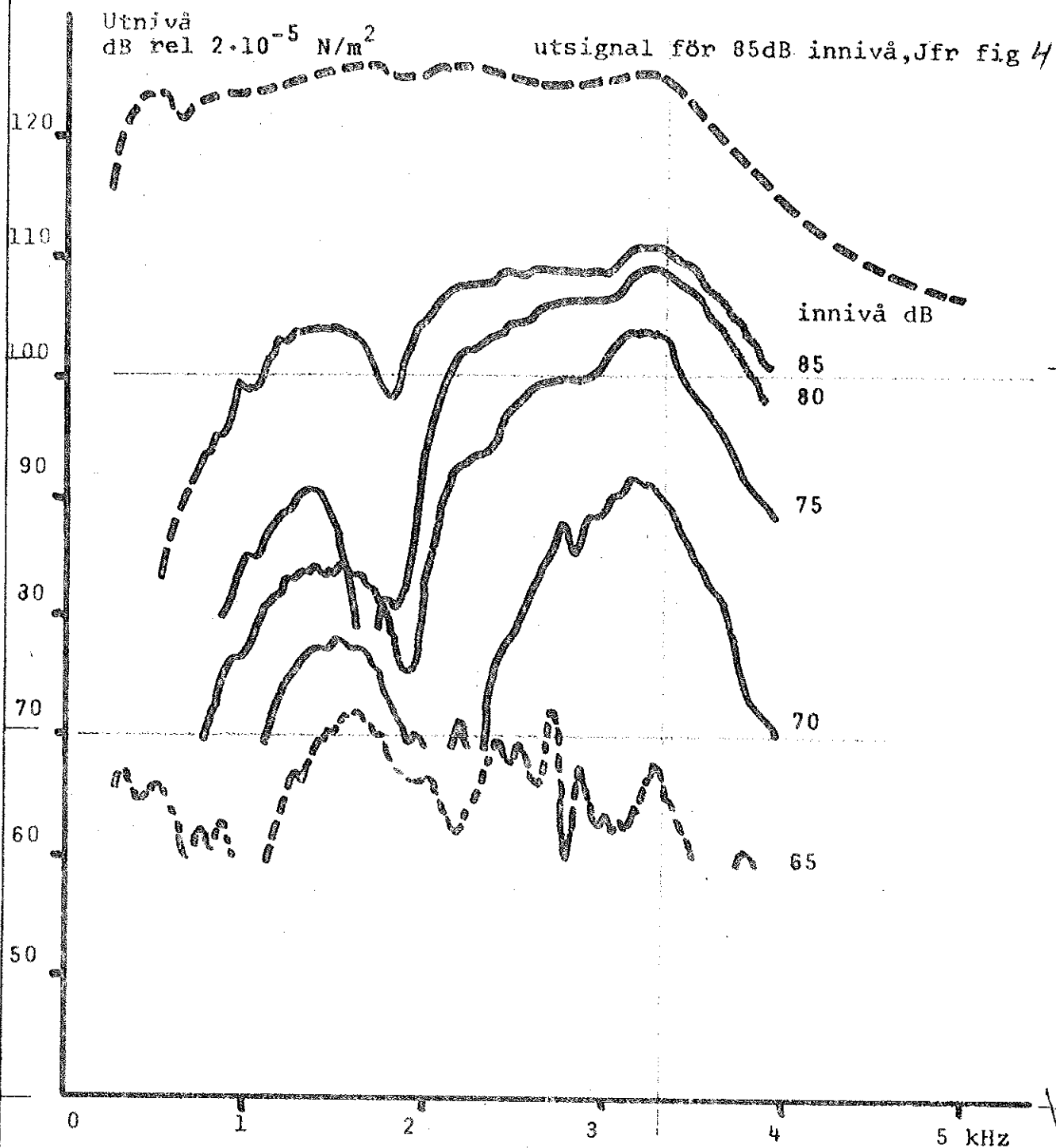


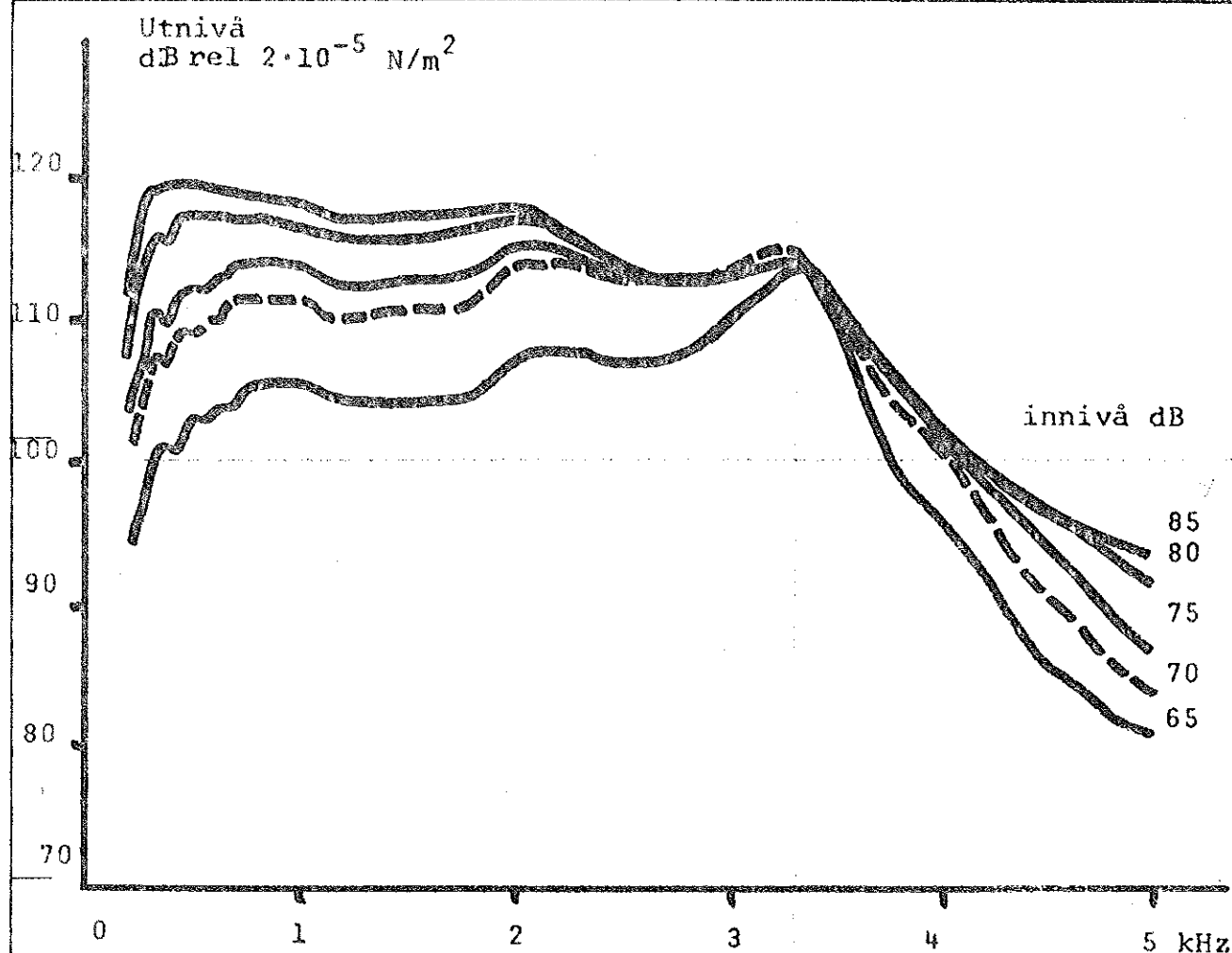


Harmonisk distortion

Frekvens Hz	Utnivå 110 dB
500	1.2%
1000	3.4%
1200	2.8%
1700	2.5%

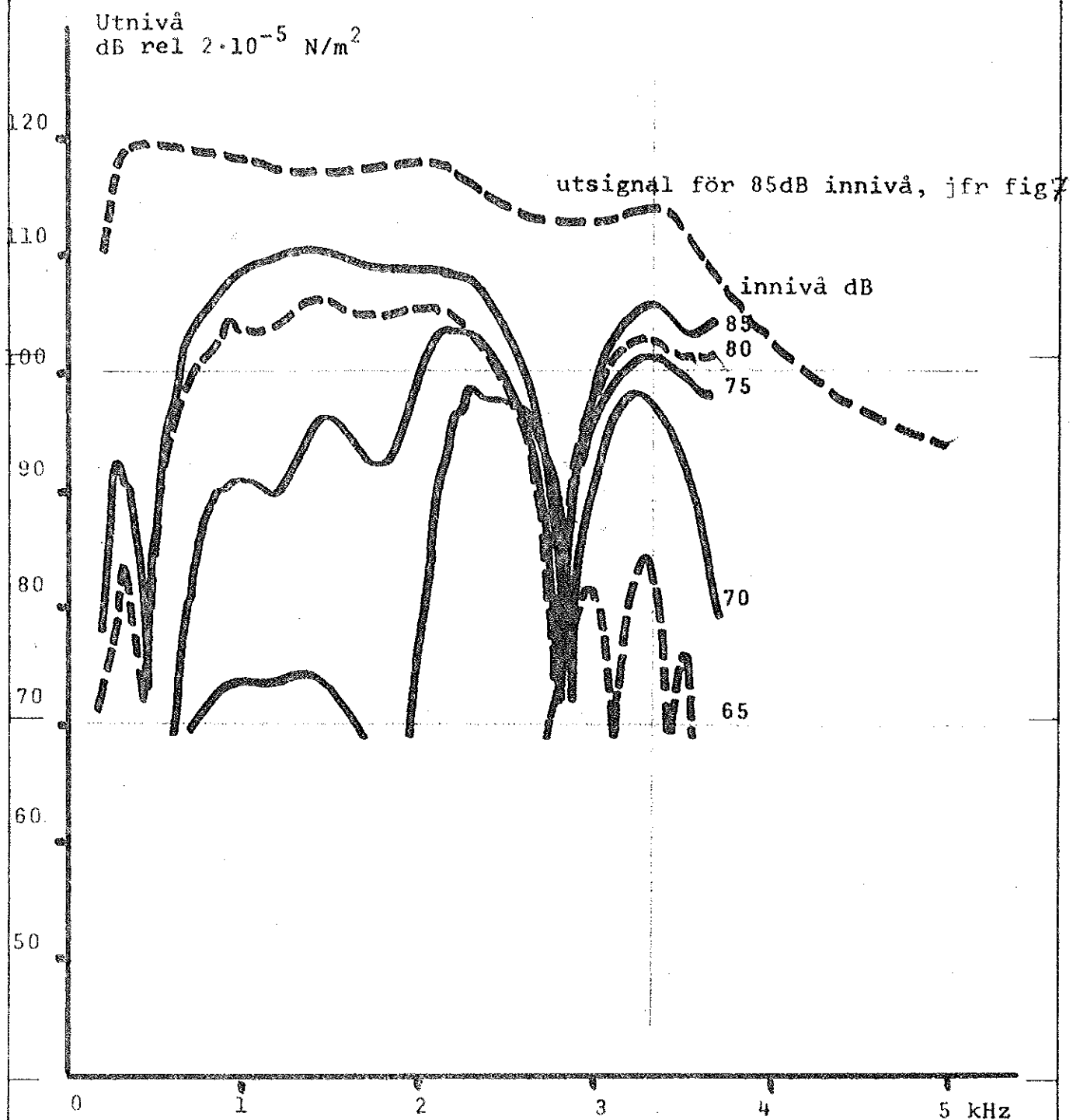


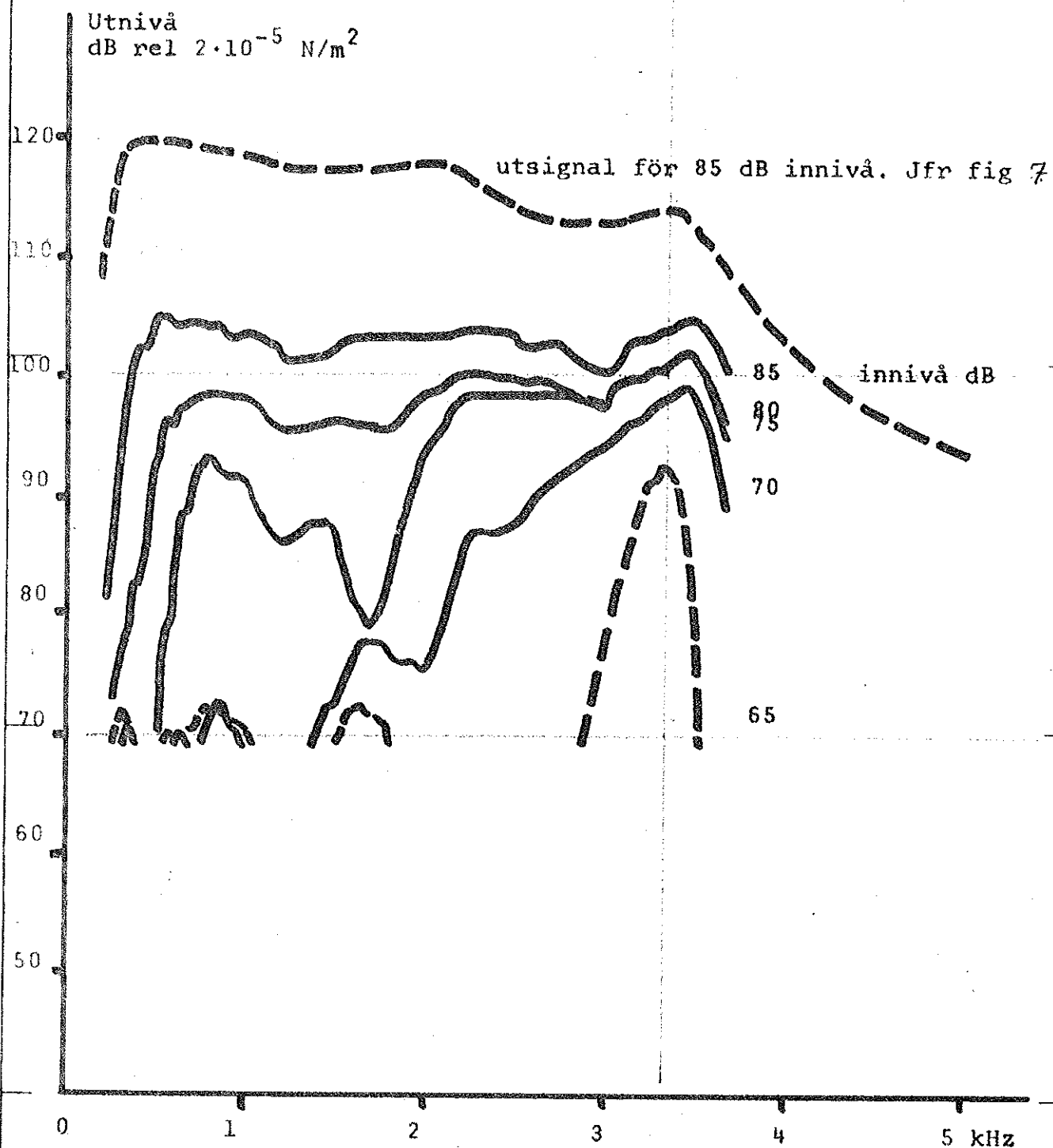


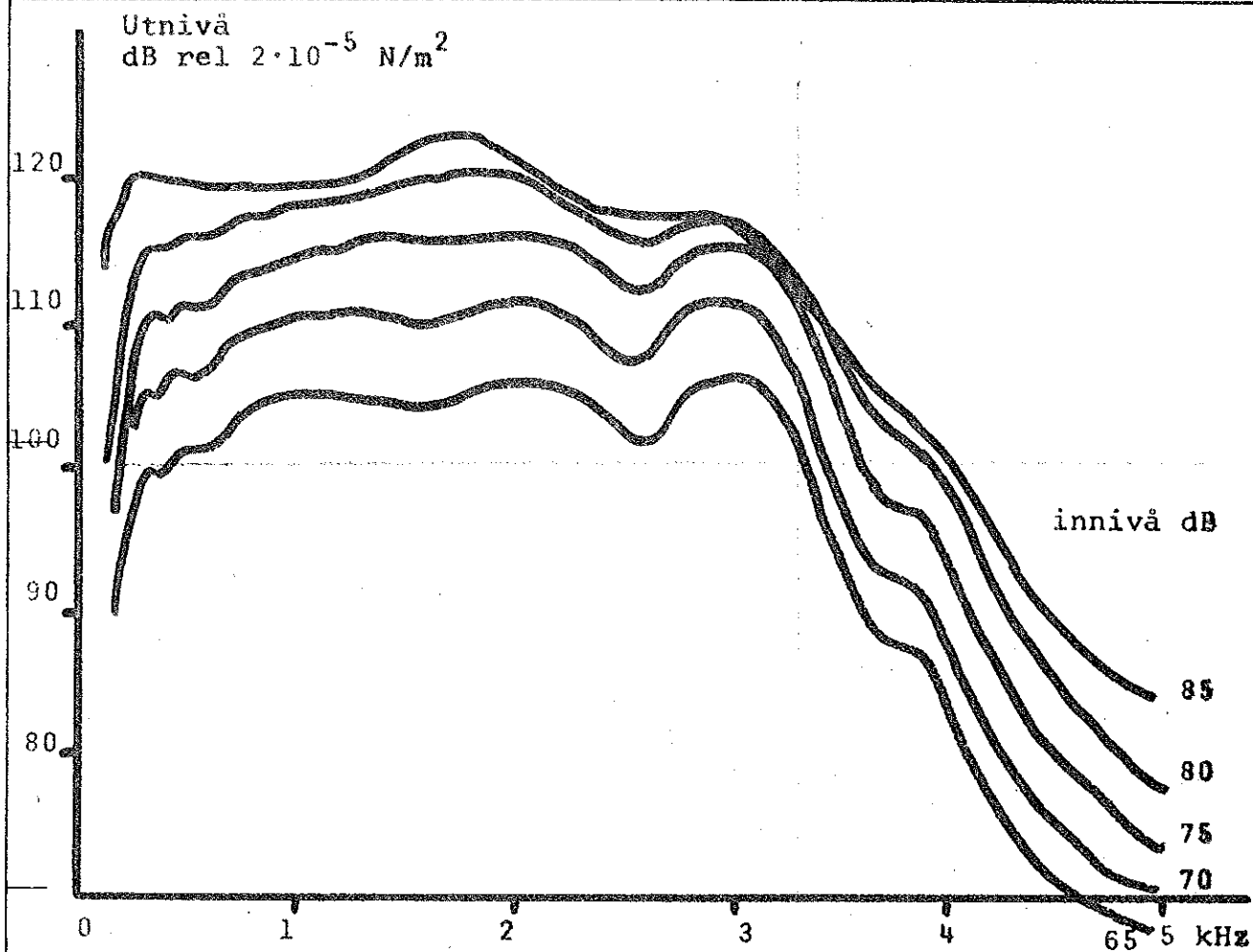


Harmonisk distorsion

Frekvens	Utnivå				
Hz	dB				
	102,	103,	110,	112,	115
1000	2.6%	-	7.5%	9.3%	19%
1800	-	3.4%	9.0%	15%	

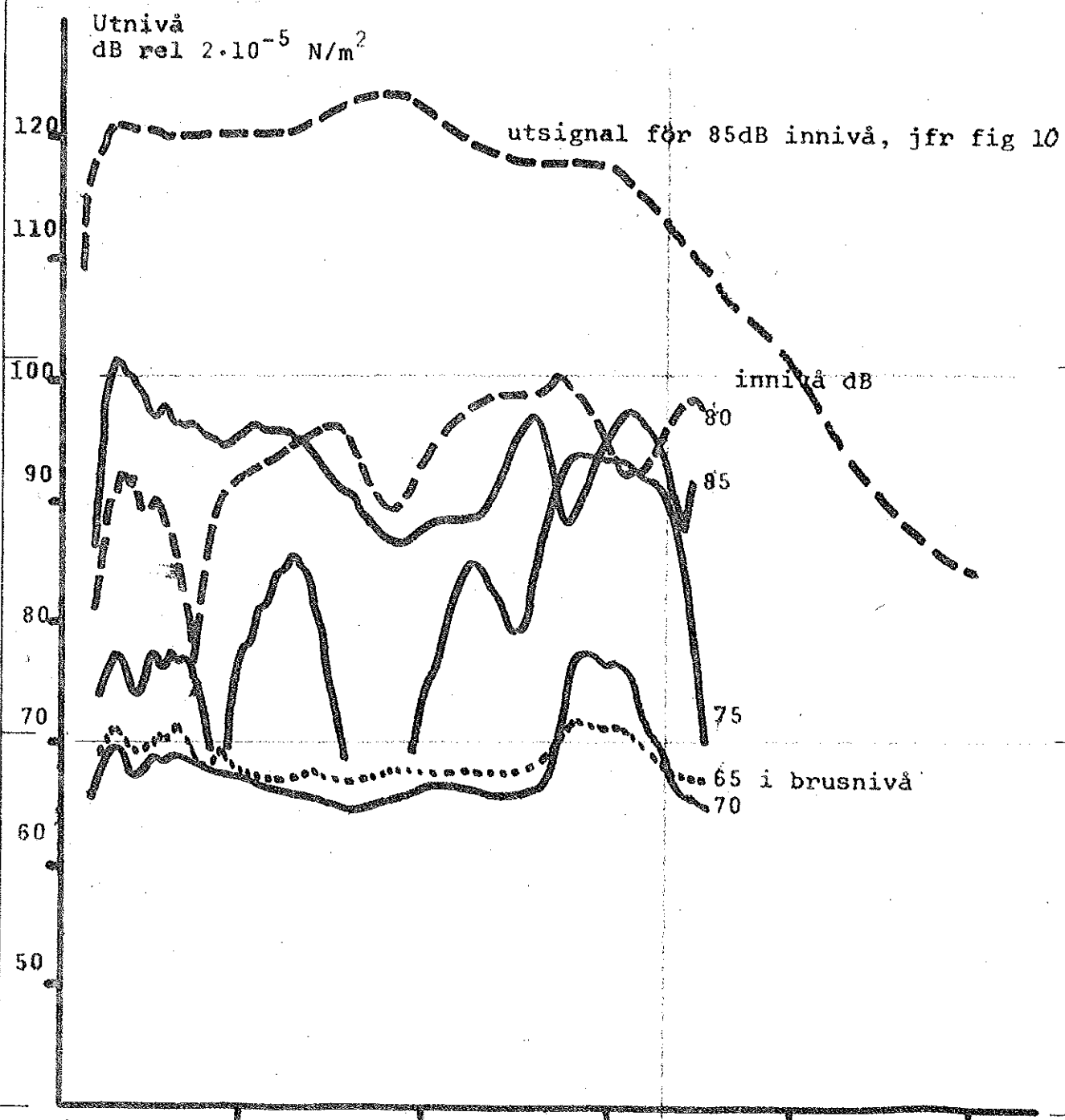


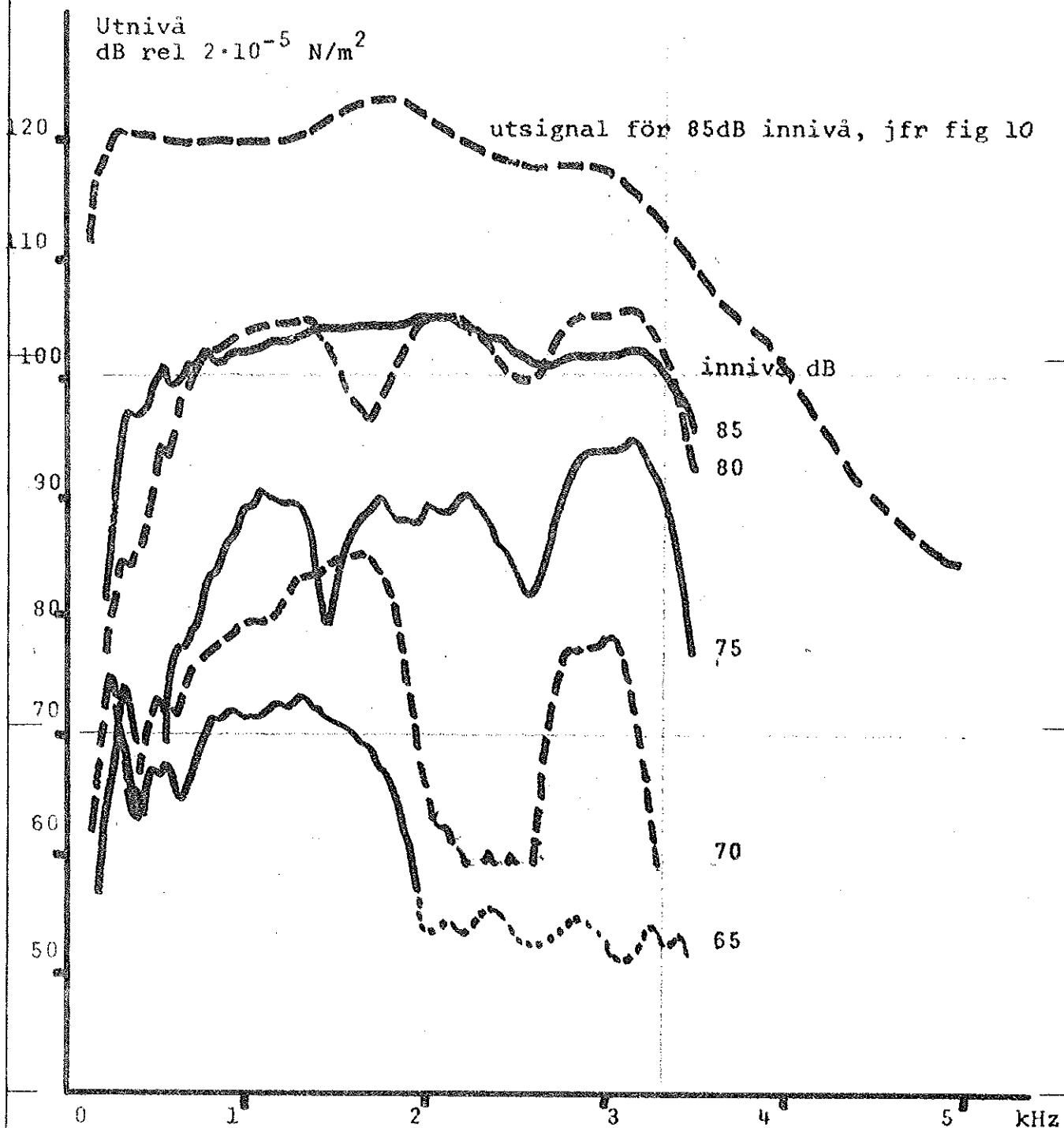


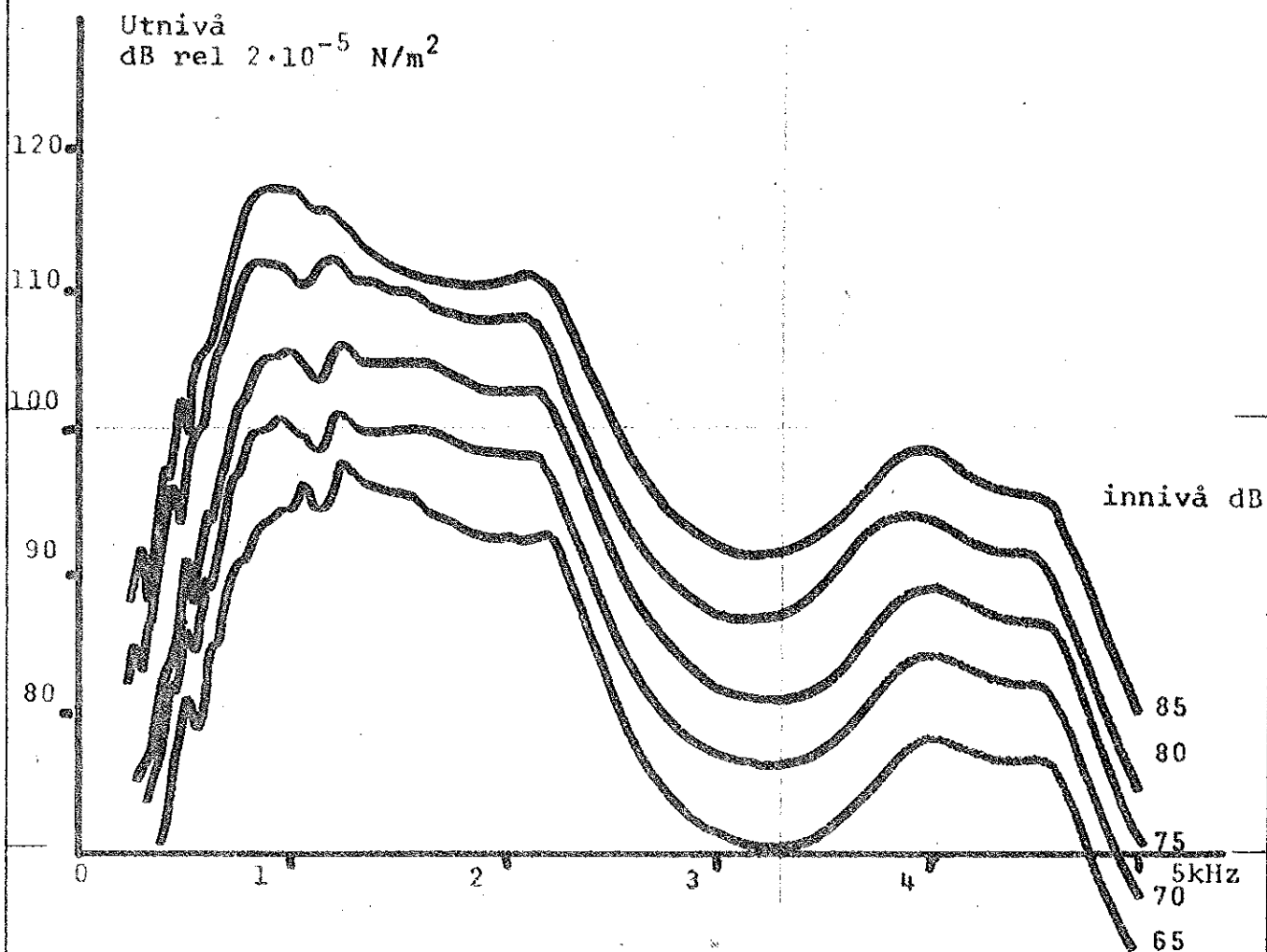


Harmonisk distorsion

Frekvens Hz	Utnivå dB	
	110	120
500	3.6%	19%
1000	3.5%	36%
1500	2.9%	35%

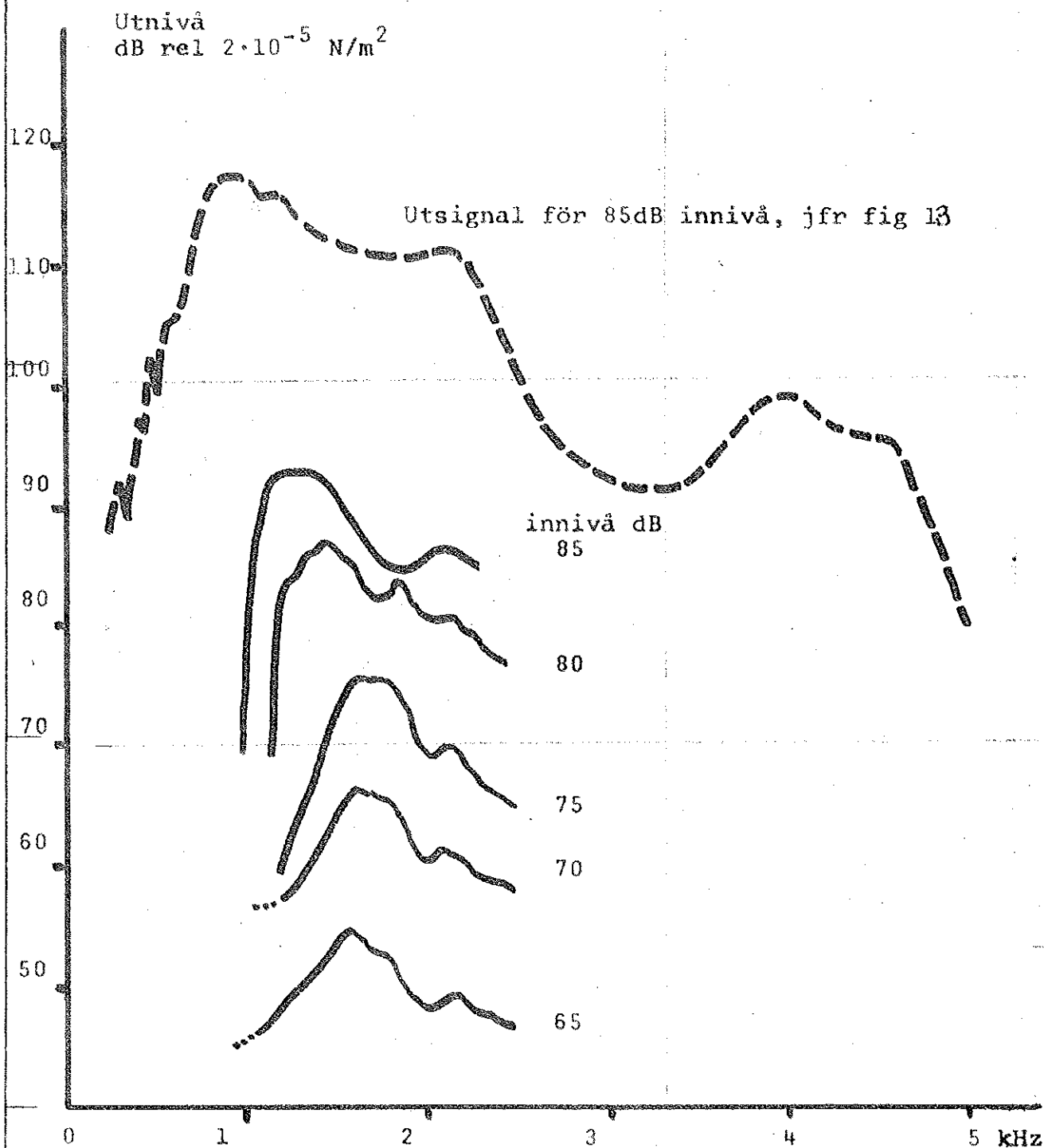


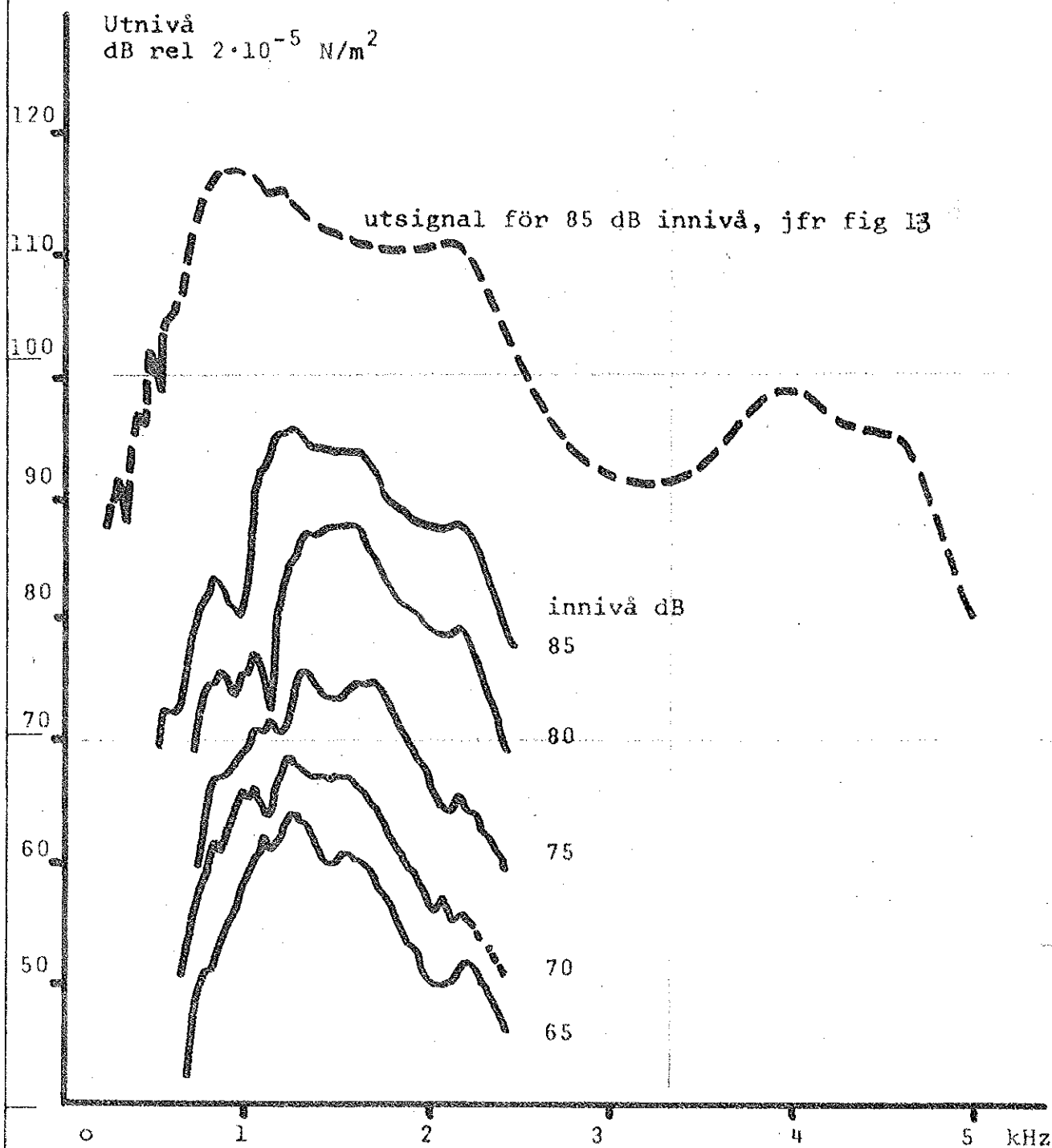


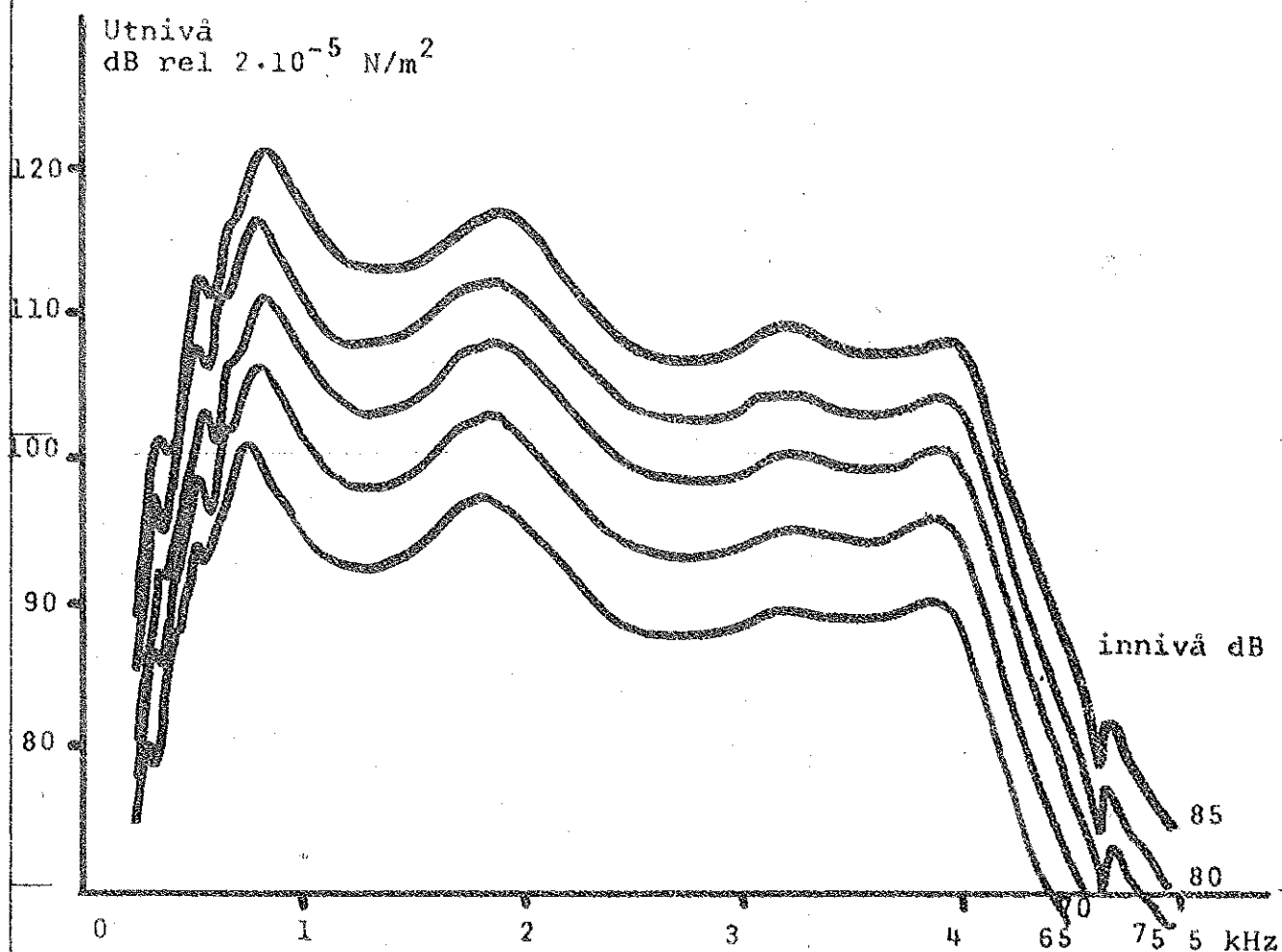


Harmonisk distorsion

Frekvens	Utnivå			
Hz	105,	110,	114,	115
1000	2.1%	-	-	7.6%
1700	2.2%	4.4%	13%	-

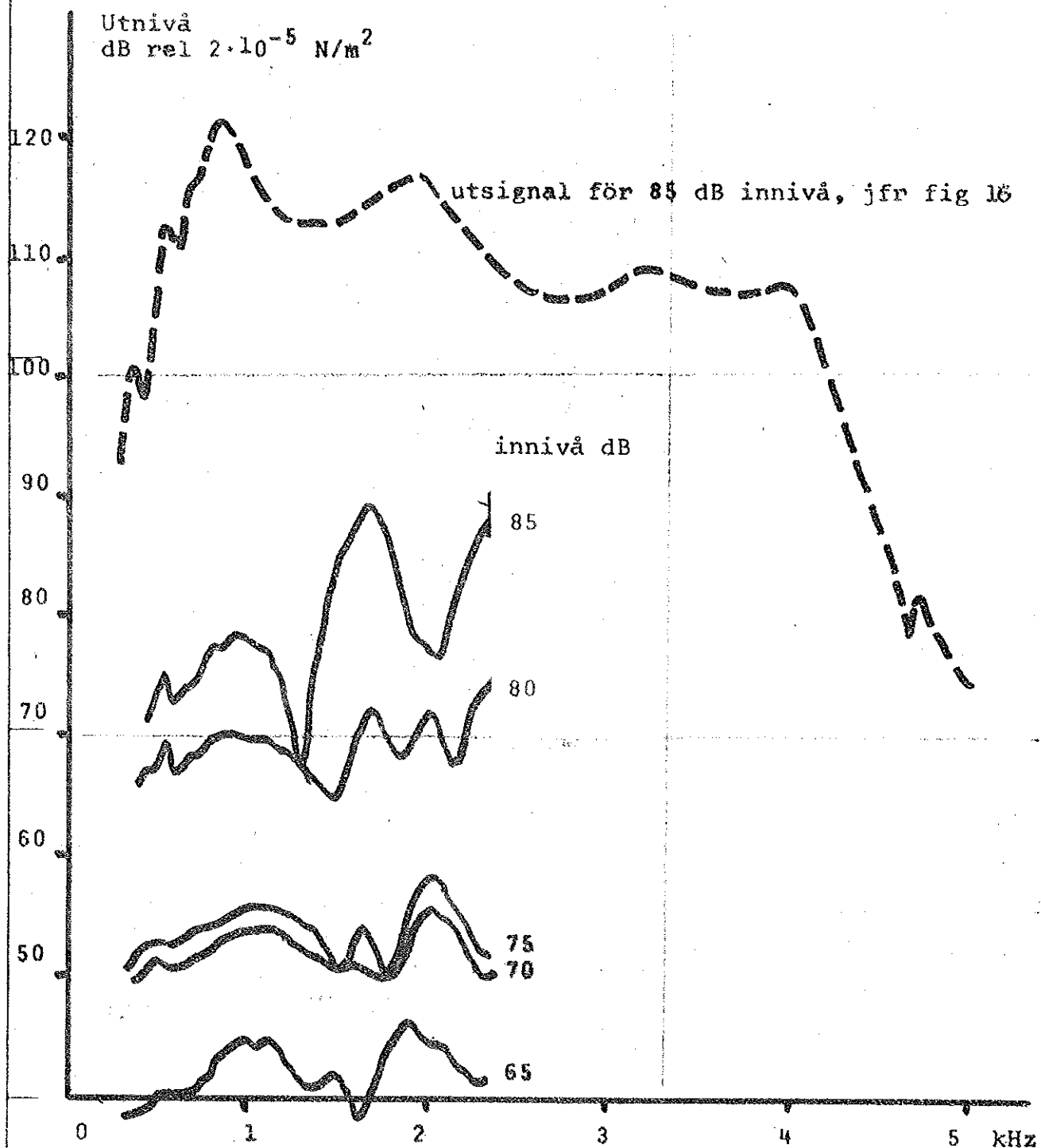


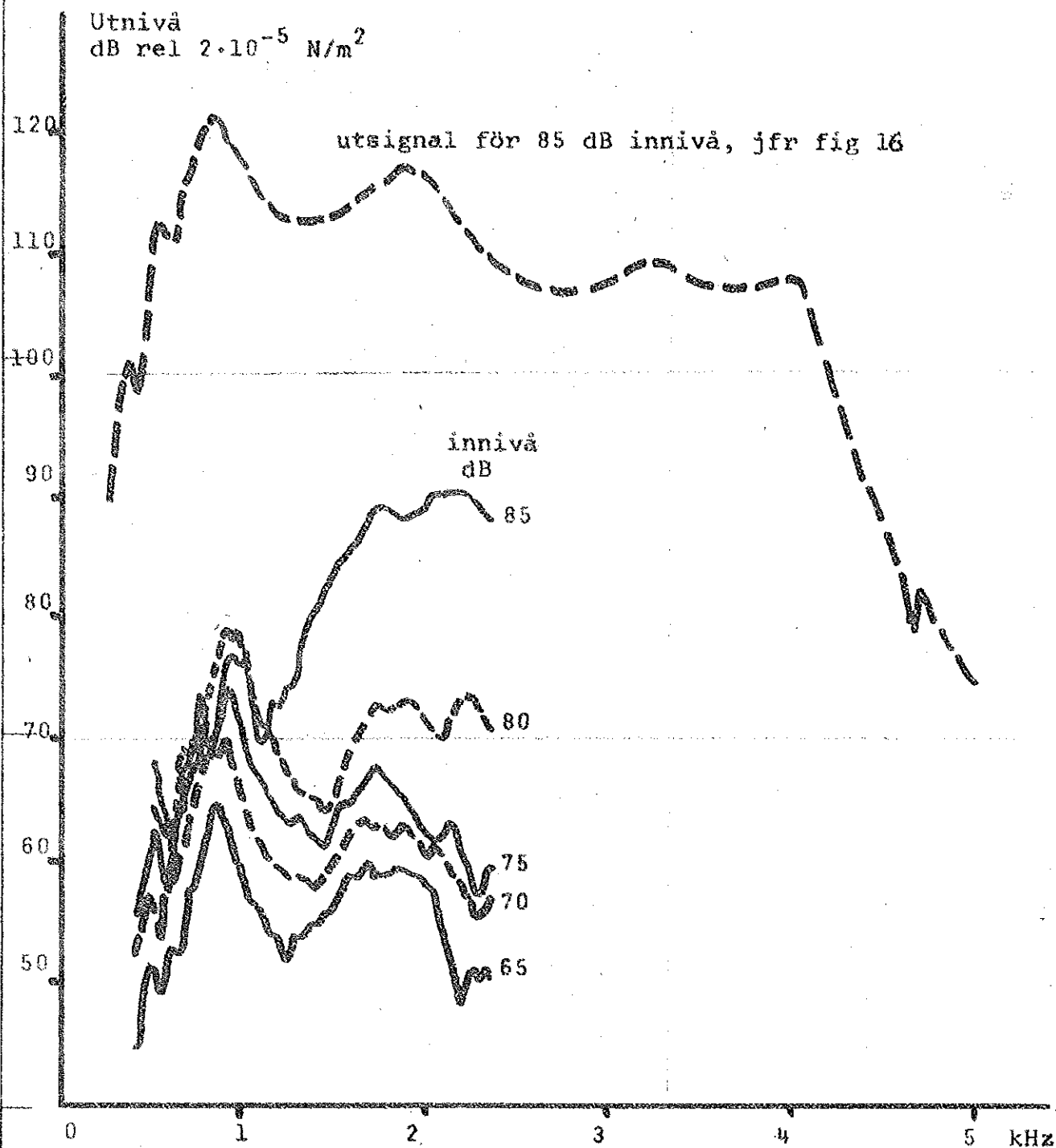




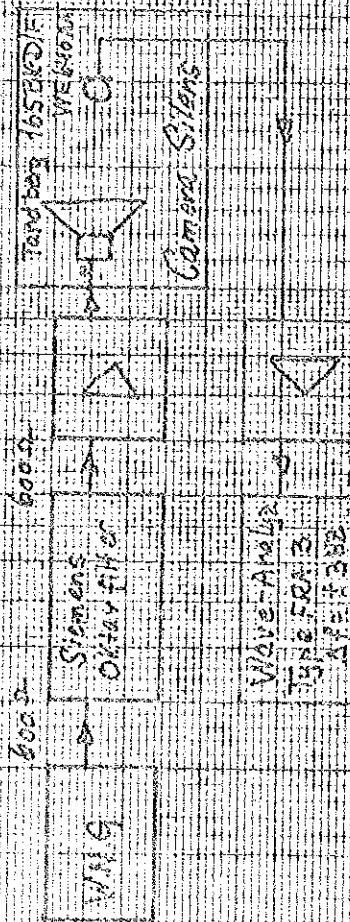
Harmonisk distorsion

Frekvens Hz	Utnivå dB									
	100,	103,	107,	110,	113,	114,	115,	118,	121	
500	1.7	-	3.4	5.3	-	-	15	-	-	%
1000	-	1.3	-	-	-	3.7	-	-	13	%
1250	0.8	-	1.4	-	2.5	-	3.6	10	-	%





Frekvenskarakteristikk av Siemens oktavfilter - Røntgen 146. A for oktavbåndet 7 (3200-6400) Hz
 målt elektrisk med en W.N.G. som signalkilde. Målingen er utført etter nedenstående
 apparatoppstilling.



3200-6400 Hz

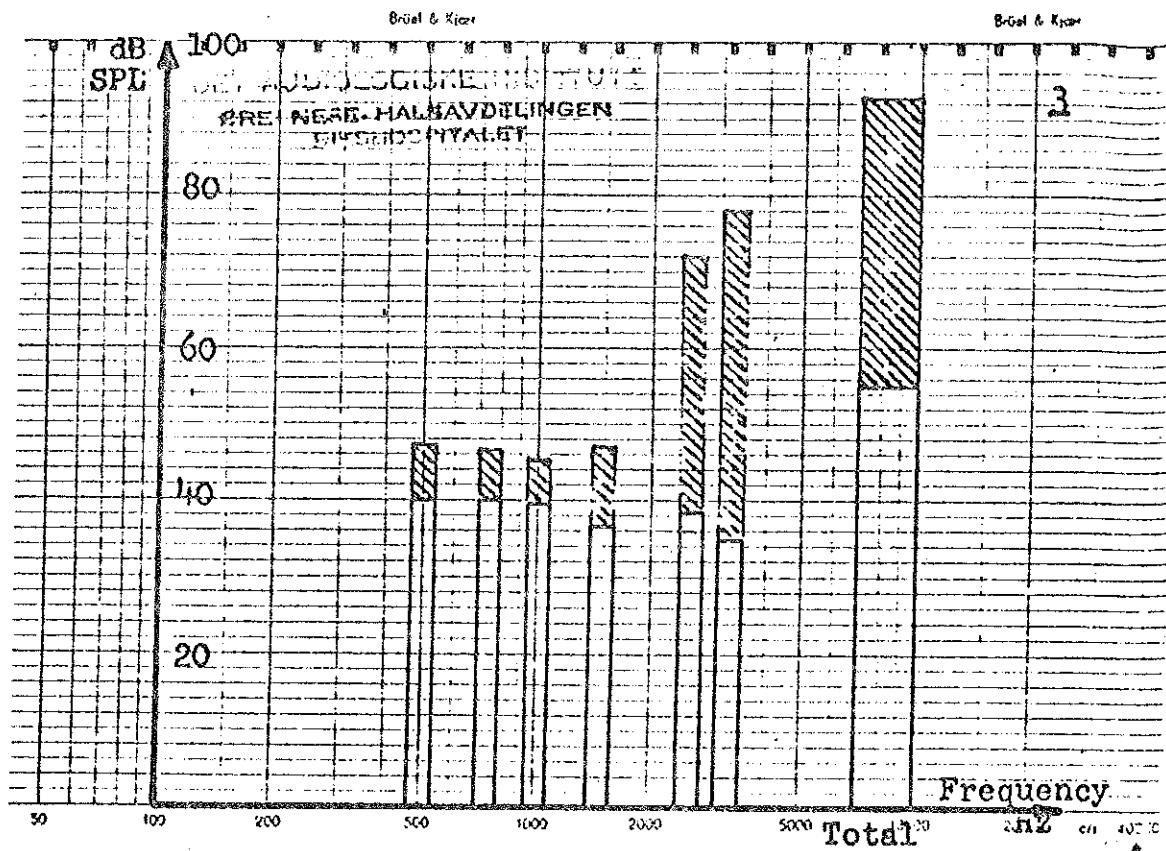
$\Delta f = \pm 3 \text{ Hz}$

W.N.G. 146. A
 11.1.1969
 J. H. L. Lørdal

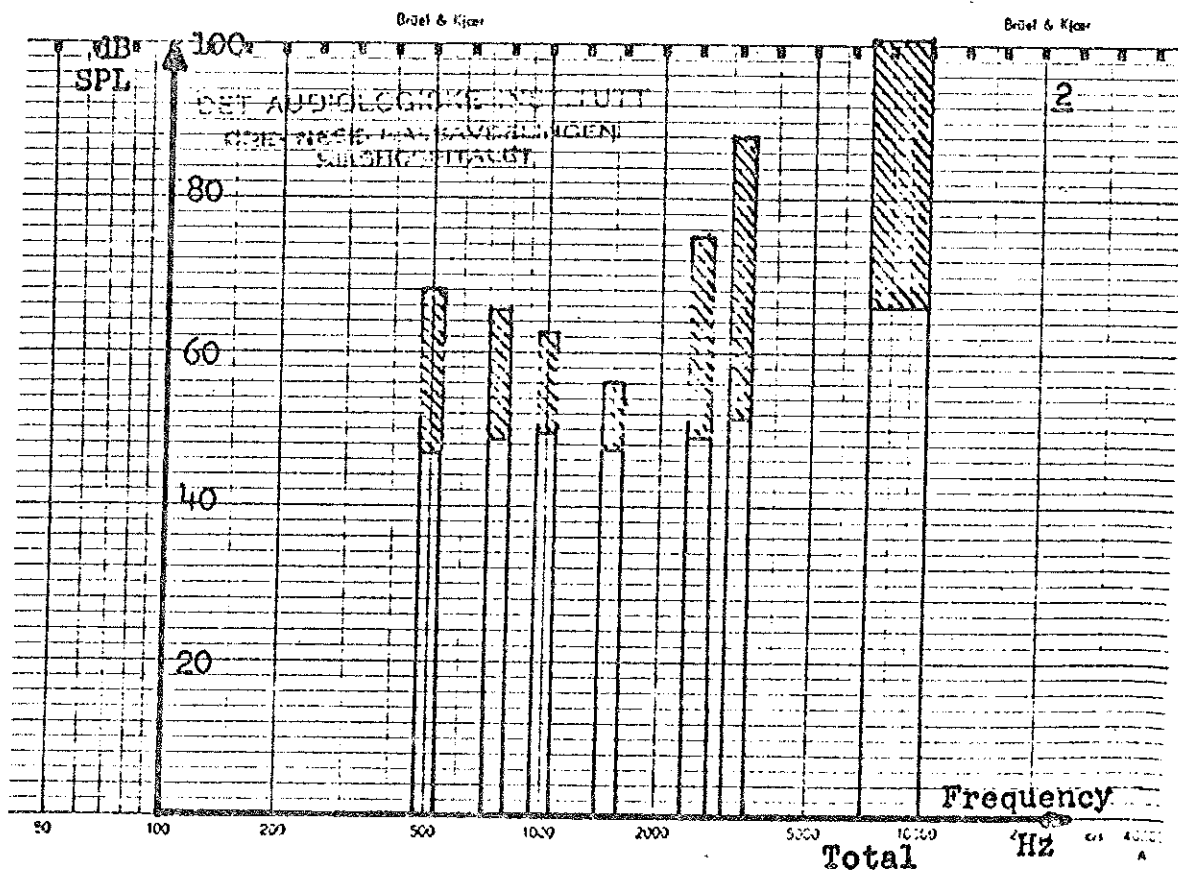
10000 Hz

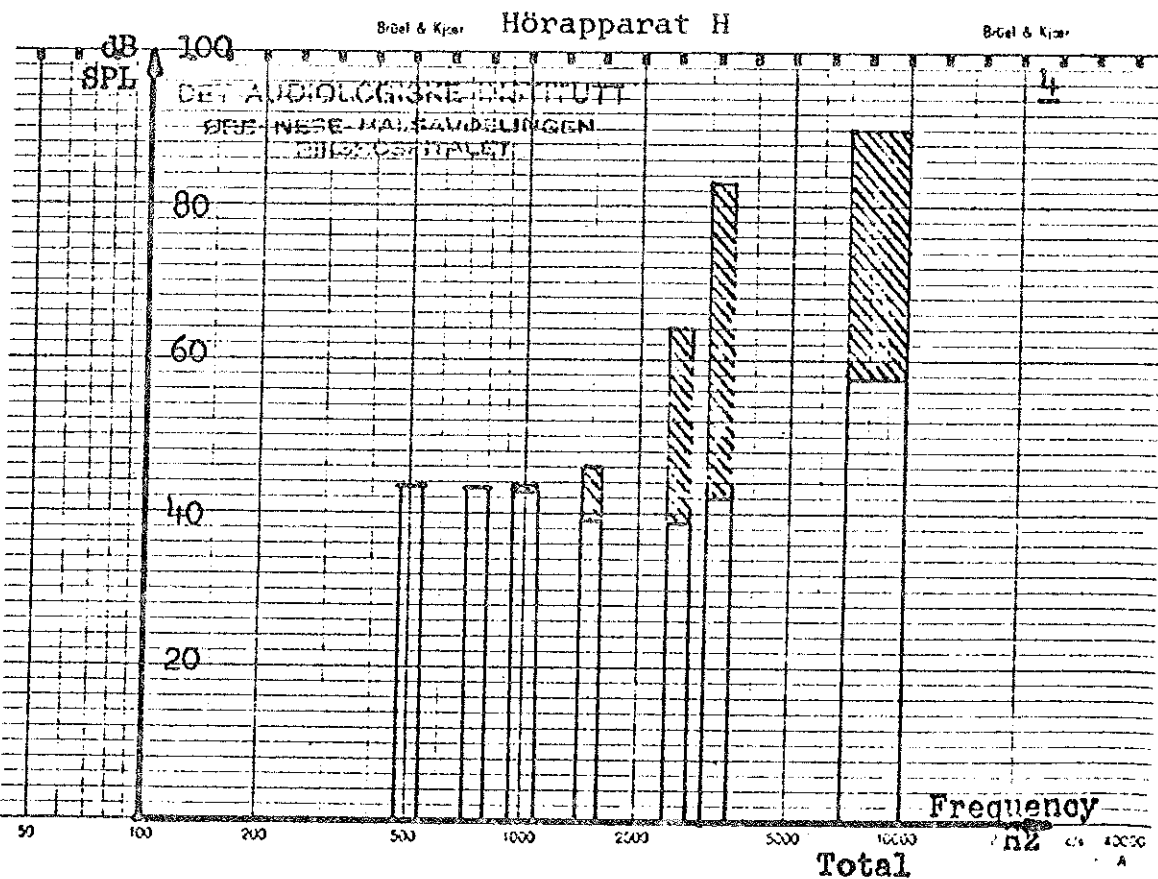
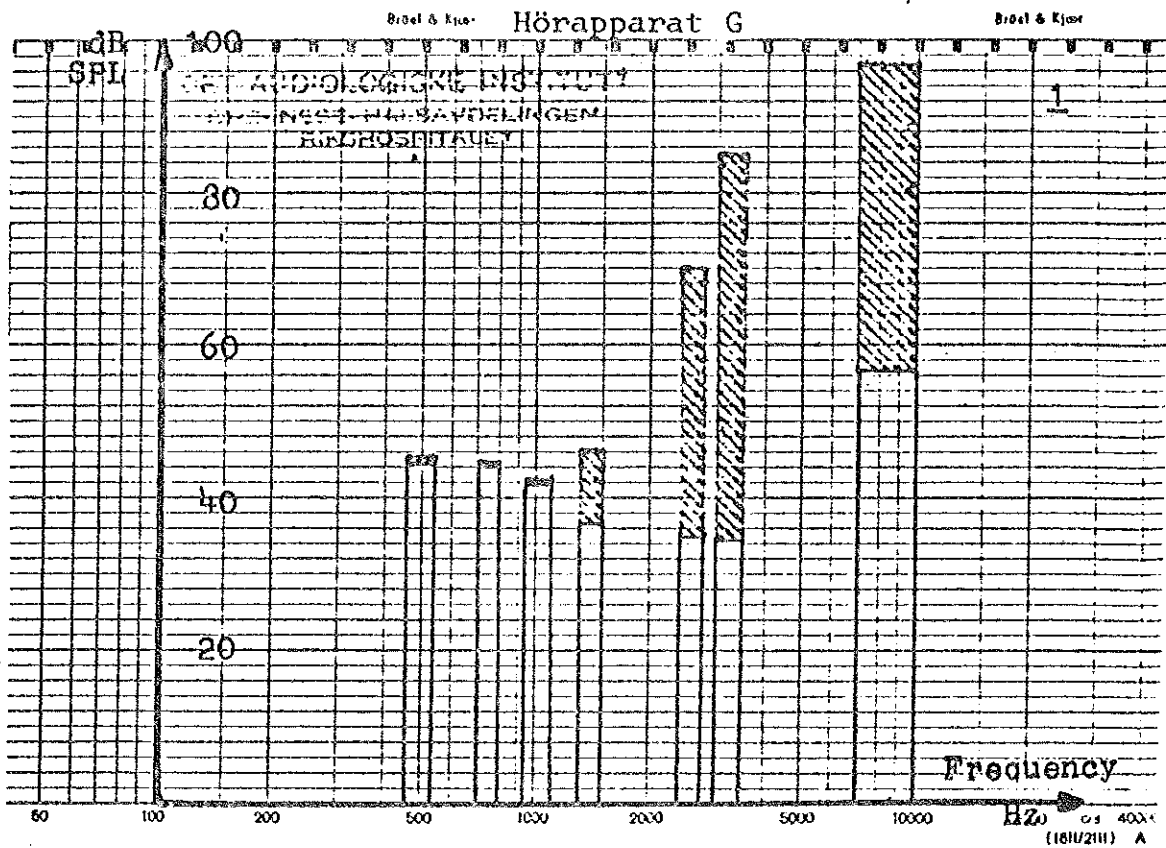
1000 Hz

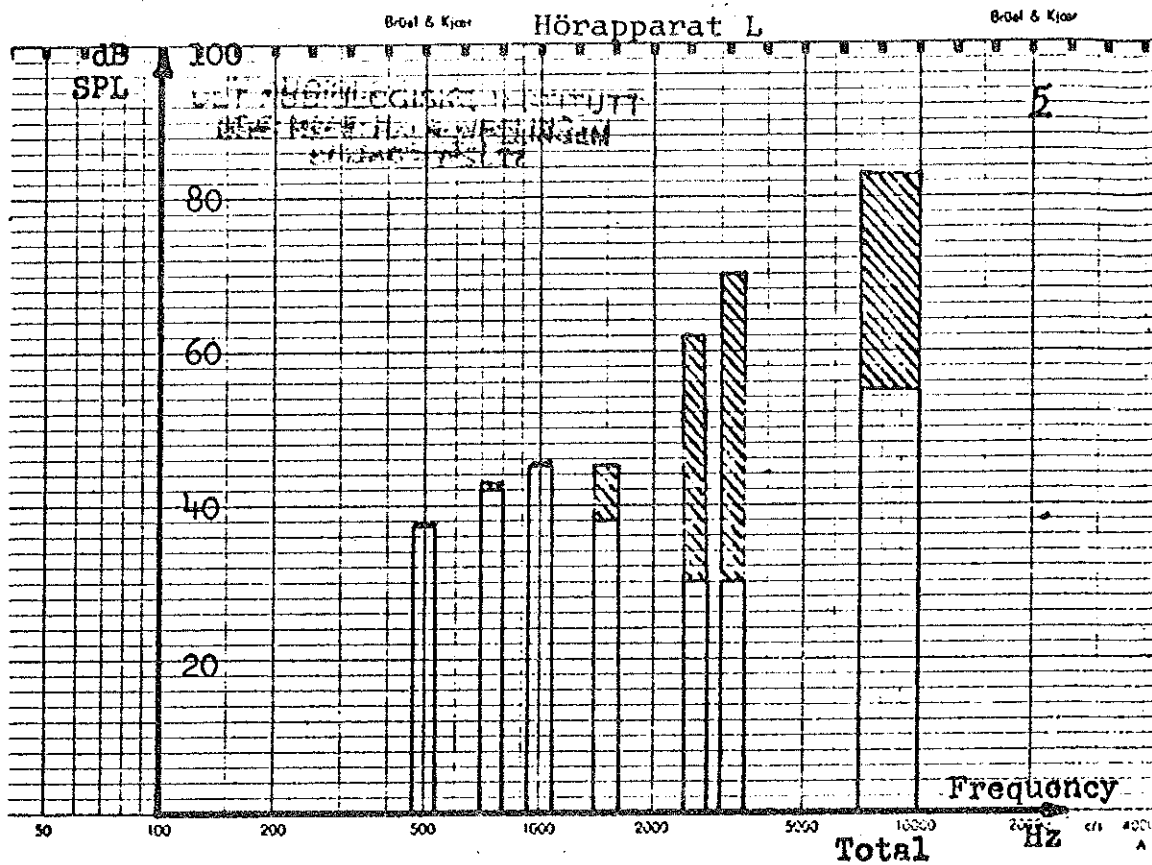
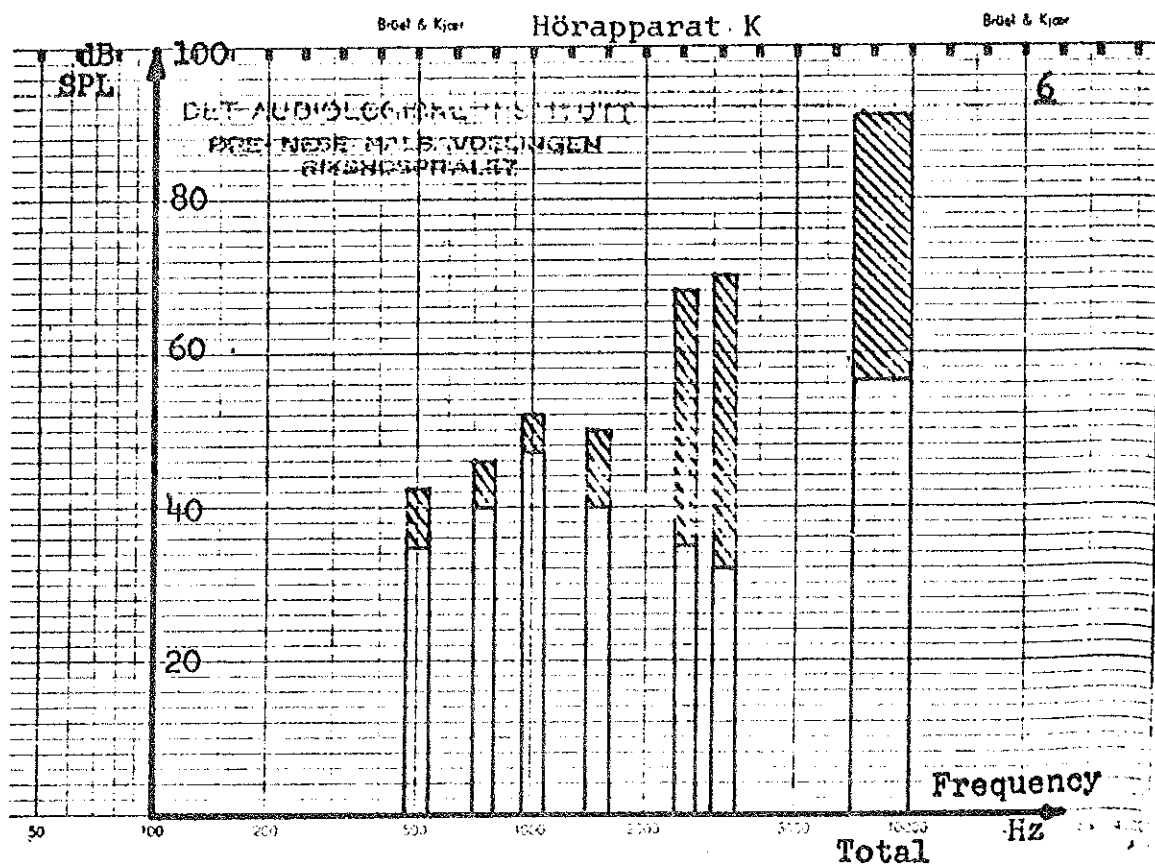
Hörapparat E



Hörapparat F







XGF värdering

● IM₂ 3%
■ IM₂ 10%

○ IM₁ 3%
□ IM₁ 10%

Brustill-
skott 500, Innivå för
750, 1000 Hz resp. 3%, 10%
p g a inter- intermodula-
modulation tionsprod.

