

Bibliotheek Hooftdenloer TNO
's-Gravenhage ^{23/6.66.}

DE GELUIDSVERZWAKKING
VAN TIEN VERSCHILLENDE
GEHOORBESCHERMINGSMIDDELEN

Overdruk uit het Tijdschrift voor Sociale Geneeskunde - Jaargang 42 - Nummer 7 - 3 april 1964

GELUIDSVERZWAKKING VAN TIEN VERSCHILLENDE GEGHOORBESCHERMINGSMIDDELEN *

FLORA VAN LAAR, arts m.m.v.
J. BLEEKER, F. L. PIENA en
P. VAN LEEUWEN ** en
Ir R. PLOMP m.m.v. A. M. MIMPEN ***

Inleiding

Reeds lang is bekend, dat hoge lawaainiveaus schadelijk zijn voor het menselijk gehoororgaan en op den duur tot ernstige gehoorverliezen aanleiding geven.

Preventieve maatregelen tegen deze gehoorbeschadiging zijn principieel te onderscheiden in twee groepen:

— maatregelen van technische aard
— maatregelen, die de mens individueel beschermen.

Tot de *technisch-preventieve maatregelen* behoren alle veranderingen in de constructie van de machine, die tot vermindering van het lawaainiveau kunnen leiden. Ook alle technische veranderingen in de arbeidsomgeving, die tot doel hebben het lawaai af te schermen, zoals bijv. het „inkasten” van machines, worden hiertoe gerekend. Ten derde behoren hiertoe de maatregelen, die tot doel hebben de reflectie van geluid tegen harde voorwerpen, vloeren, wanden en plafonds van de arbeidsruimte tegen te gaan, bijv. door het aanbrengen van geluidabsorberend materiaal tegen muren e.d.

Eveneens kunnen alle organisatorische veranderingen, die ertoe leiden, dat de duur van de expositie aan lawaai bekort wordt respectievelijk de afstand tussen de geluidbron en de mens vergroot wordt, tot de eerste groep maatregelen gerekend worden.

Indien deze technisch-preventieve maatregelen te snel, onvoldoende of in het geheel niet zijn te verwezenlijken, zal men *persoonlijke beschuttingsmiddelen* (gehoorbeschermers) moeten toepassen.

* Het onderzoek is verricht met financiële steun van de Gezondheidsorganisatie TNO.

De onderzochte gehoorbeschermers zijn welwillend voor dit onderzoek in bruikleen afgestaan door fabrikanten en importeurs.

De wasproppen zijn beschikbaar gesteld door de Sectie Luchtvaartgeneeskundige Aangelegenheden van de I.G.D.K.L.

** Uit de afdeling Arbeidsgeneeskunde (hoofd: Dr F. H. Bonjer) en de afdeling Statistiek (hoofd: Drs Ch. A. G. Nass) van het Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde, Leiden

*** Uit het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO, Soesterberg (directeur: Prof. dr M. A. Bouman)

Door de in de laatste decennien steeds verder doorgevoerde mechanisatie van het arbeidsproces, zowel binnen als buiten de industrie, is het aantal lawaaibronnen, waaraan de mens gedurende zijn arbeid wordt blootgesteld, in sterke mate toegenomen. Hiermede loopt parallel een voortdurende toeneming van het vermogen per machine-eenheid. Hoewel op grote schaal technische en organisatorische maatregelen worden genomen om lawaaischade te voorkómen en te beperken, blijkt toch in de praktijk, dat persoonlijke bescherming van de mens, die in een lawaaimilieu werkt, in veel gevallen noodzakelijk is.

Vraagstelling

De vraag naar doelmatige en aan de verschillende arbeidssituaties aangepaste gehoorbeschermers neemt steeds toe.

In 1958 is om deze reden door de Stuurgroep Lawaai-invloeden van de Commissie voor Arbeidsgeneeskundig Onderzoek (CARGO) van de Gezondheidsorganisatie TNO, de werkgroep „Persoonlijke Beschuttingsmiddelen tegen Lawaai” ingesteld, met de opdracht de beschikbare gehoorbeschermers te inventariseren en op grond van literatuurgegevens en zonodig eigen onderzoek, de verschillende eigenschappen van deze persoonlijke beschuttingsmiddelen vast te stellen.

Op de eerste vergadering van de werkgroep is besloten in de eerste plaats de geluidsverzwakking van gehoorbeschermers in studie te nemen. Andere eigenschappen, zoals draagbaarheid ook gedurende langere tijd, houdbaarheid in en resistentie van het materiaal tegen de verschillende klimatologische omstandigheden van de onderscheiden bedrijven zijn — hoe belangrijk ook — buiten deze eerste studie gehouden.

Om in Nederland in de toekomst tot een uniforme beoordeling van de geluidsverzwakking van gehoorbeschermers te kunnen komen, is door de werkgroep „Persoonlijke Beschuttingsmiddelen tegen Lawaai” opdracht verstrekt aan het Instituut voor Zintuigfysiologie van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO en de afdeling Arbeidsgeneeskunde van het Nederlands Instituut voor Praeven-

tieve Geneeskunde de verzwakking van tien in Nederland veel gebruikte gehoorbeschermers te meten.

In het kader van dit artikel zou het te ver voeren de meetuitkomsten en de statistische bewerking van de resultaten volledig weer te geven, zoals dit is geschied in de rapporten (Plomp e.a. 1962, Van Laar e.a. 1962), uitgebracht aan de Stuurgroep Lawaai-invloeden.

Volstaan zal worden met het weergeven van de conclusies, die op grond van de statistische bewerking naar voren zijn gekomen en die bij de toepassing van gehoorbeschermers van belang zijn.

Onderzochte gehoorbeschermers

De werkgroep „Persoonlijke Beschuttingsmiddelen tegen Lawaai” heeft verzocht de volgende gehoorbeschermers te onderzoeken:

- 1 oordopjes, fabrikaat Audium
- 2 oordopjes, type Selectone-A
- 3 oordopjes, type Selectone-K (met spraakfilter)
- 4 oordopjes, fabrikaat Focus Veilig
- 5 waspropjes, bestaande uit watten gedrenkt in paraffine en vaseline
- 6 Billesholm glasdons
- 7 plastic oorstukjes, individueel aangepast
- 8 Willson oorkappen, type Sound Barrier 258 *
- 9 Straightaway oorkappen
- 10 M.S.A. Noisefoe oorkappen, type II, liquid seal.

Onderzoek

Meetmethoden

Bij het vaststellen van de te volgen meetprocedure is uitgegaan van de door de American Standard Association (ASA 1957) voorgestelde methode voor het bepalen van de geluidsverzwakking van gehoorbeschermers. Deze methode is gebaseerd op het vaststellen van de psycho-fysische binaurale gehoordrempel, als functie van de frequentie, zonder en met het dragen van de te onderzoeken gehoorbeschermer. De geluidsverzwakking is gedefinieerd als het verschil in decibels (dB) tussen deze twee gehoordrempels. De gehoordrempel van tien proefpersonen wordt bepaald met behulp van zuivere tonen in een echovrije kamer, bij afwezigheid van enig ander geluid. Daar de onderzoekruimte van het Instituut voor Zintuigfysiologie (I.Z.F.) aan de gestelde voorwaarde voldoet, zijn

* Safe T oorkappen blijken identiek aan de Willson oorkappen

de metingen uitgevoerd volgens de hiervoor vermelde methode. De in het Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde (N.I.P.G.) toegepaste methode is een modificatie van deze gestandaardiseerde methode, noodzakelijk door de eigenschappen van de wel geluidarme maar niet echovrije onderzoekruimte en de aard van de beschikbare apparatuur. In het N.I.P.G. zijn in plaats van zuivere tonen $1/3$ octaaf ruisbanden gebruikt voor het vaststellen van de verzwakking van de gehoorbeschermers.

Alle gehoorbeschermers zijn getest bij tien proefpersonen, met een normale gehoordrempel. In het I.Z.F. zijn dit — met de meetprocedure vertrouwde — medewerkers van het instituut geweest, in het N.I.P.G. studenten-vrijwilligers, voorafgaande aan de eigenlijke metingen geoe zijn door middel van een aantal proefmetingen.

Om het leereffect, de vermoeidheid en andere invloeden op de uitkomsten zoveel mogelijk te elimineren, is de volgorde van de te onderzoeken gehoorbeschermers voor ieder van de proefpersonen verschillend gekozen, waarbij de volgorde bepaald is door een zg. Latijns Vierkant.

Door de onderzoekers van het I.Z.F. zijn de binaurale gehoordrempels voor zuivere tonen gemeten zonder en met gehoorbeschermers bij de frequenties 125, 175, 250, 350, 500, 700, 1000, 1400, 2000, 2800, 4000, 5600 en 8000 Hertz (Hz), door de onderzoekers van het N.I.P.G. de binaurale gehoordrempels voor ruisbanden van $1/3$ octaaf met de middenfrequenties 250, 500, 1000, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300 en 8000 Hz.

Resultaten

In de *Figuren 1* tot en met *10* zijn de uitkomsten van het onderzoek naar de geluidsverzwakking van de onderzochte gehoorbeschermers weergegeven. In deze diagrammen geven de dikke lijnen de gemiddelde verzwakking aan en de begrenzingsen van de gearceerde gebieden de standaarddeviatie. Voor de frequenties 250, 500, 1000, 2000, 4000 en 8000 Hz van de zuivere tonen (I.Z.F.), respectievelijk de middenfrequenties van de ruisbanden van $1/3$ octaaf (N.I.P.G.) zijn de gemiddelde geluidsverzwakking en de standaarddeviatie in dB vermeld.*

* In de appendix zijn de verzwakking en de erbij behorende standaarddeviaties in dB vermeld voor alle onderzochte frequenties, respectievelijk $1/3$ octaafbanden

Bij de bewerking van de meetgegevens is gebleken, dat de gemiddelde verzwakking per frequentie gemeten in het I.Z.F. meestal groter is dan de gemiddelde verzwakking per frequentie gemeten in het N.I.P.G. Deze verschillen zijn echter over het algemeen niet significant. Vergelijking van de resultaten van de beide onderzoeksmethoden toont aan, dat de standaarddeviaties per frequentie en per gehoorbeschermer evenmin significant verschillen.

Alleen de geluidsverzwakking van Selectone-A, zoals geregistreerd door de N.I.P.G.-onderzoekers, is significant minder en de berekende standaarddeviatie per frequentie significant groter dan in het I.Z.F.-onderzoek. Bij analyse van het basis-materiaal is gebleken, dat dit wordt veroorzaakt door twee proefpersonen, bij wie Selectone-A een extreem geringe tot geen demping heeft gegeven. Om deze uitkomsten te verifiëren, zijn de metingen bij deze personen herhaald. Ook bij de tweede en volgende metingen is dezelfde lage demping vastgesteld.

Een gegeven, dat noch uit de figuren, noch uit de tabellen in de appendix naar voren komt, is het feit dat er bij elke gehoorbeschermer grote *inter-individuele* verschillen bestaan in de geluidsverzwakking per frequentie (band). Bij een willekeurige proefpersoon is bijv. de verzwakking voor de hoge tonen beter dan voor de tonen in het middengebied, terwijl bij een andere proefpersoon met dezelfde gehoorbeschermer juist het omgekeerde het geval is. * Zowel in het I.Z.F.- als in het N.I.P.G.-onderzoek is geconstateerd, dat deze — vaak statistisch significante — verschillen niet systematisch zijn, hetgeen de verklaring is van het feit, dat zij niet tot uitdrukking komen in de gemiddelde verzwakking en de standaarddeviatie.

Bespreking en conclusies

Uit de uitkomsten van het onderzoek naar de geluidsverzwakking van gehoorbeschermers zijn enkele voor de praktijk van belang zijnde aspecten naar voren gekomen.

In de literatuur wordt nergens expliciet vermeld, dat bij de tot nu toe gebruikte meetmethoden niet gesproken mag worden van „de geluidsverzwakking” van een gehoorbeschermer. Het ook

door andere onderzoekers vastgestelde feit, dat er grote inter-individuele verschillen in verzwakking per frequentie bestaan, wordt in de uiteindelijke conclusies meestal niet verdisconteerd. De verschillen in gemiddelde verzwakking per frequentie per gehoorbeschermer, zoals geregistreerd door de I.Z.F.- en N.I.P.G.-onderzoekers zijn terug te voeren op de inter-individuele verschillen bij de onderscheiden proefpersonen. De verschillen tussen de proefpersonen zijn nl. van dien aard, dat bij een iets andere samenstelling van de onderzochte groep verwacht kan worden, dat dit tot uitdrukking komt in de gemiddelde geluidsverzwakking.

Daar noch door de onderzoekers van het I.Z.F., noch door de onderzoekers van het N.I.P.G. als proefpersonen een aselechte groep is gekozen uit de populatie en de beide groepen een betrekkelijk klein aantal (10) personen omvatten, zijn de geregistreerde gemiddelde waarden van de onderscheiden gehoorbeschermers een benadering van „de geluidsverzwakking”. Dit betekent, dat bij de toepassing van gehoorbeschermers de gemiddelde verzwakking wel als richtlijn gebruikt kan worden, maar dat geen absolute waarde aan het opgegeven getal gehecht mag worden.

Indien men uitgaande van het lawaaïspectrum heeft nagegaan voor welke frequenties, frequentiebanden of frequentiegebieden het gehoor beschermd moet worden, kan men aan de hand van de in de figuren en tabellen weergegeven uitkomsten de meest adequate gehoorbeschermer kiezen. Bij de keuze is echter niet alleen de gemiddelde verzwakking belangrijk, maar ook de standaarddeviatie. Het is nl. niet ondenkbaar, dat verschillende gehoorbeschermers gemiddeld dezelfde verzwakking geven, maar dat aan één de voorkeur moet worden gegeven, omdat daarvan de standaarddeviatie kleiner is.

Daar als gevolg van de niet in gemiddelde waarden of standaarddeviatie tot uitdrukking komende inter-individuele verschillen geen volledige zekerheid is te verkrijgen, dat ieder voldoende beschermd wordt, blijft het noodzakelijk om in de beginperiode van een „hearing conservation program” het gehoor te controleren. De noodzakelijkheid van de gehoorcontrole, ook bij het dragen van gehoorbeschermers, is zeer duidelijk naar voren gekomen door de ervaring met één gehoorbeschermer bij twee proefpersonen in het N.I.P.G.-materiaal.

* Belangstellenden worden voor gedetailleerde informatie verwezen naar de basisrapporten

Samenvatting

Door het Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO te Soesterberg (I.Z.F.) en de afdeling Arbeidsgeneeskunde van het Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde te Leiden (N.I.P.G.) is de geluidsverzwakking van tien verschillende gehoorbeschermingsmiddelen onderzocht. De metingen zijn verricht, zoals aanbevolen in de ASA-Standard Z 24.22 - 1957. Daar de geluidkamer van het N.I.P.G. niet geschikt is voor metingen met zuivere tonen is in het N.I.P.G. gebruik gemaakt van ruisbanden van $1/3$ octaaf.

In tien grafieken en twee tabellen zijn de gemid-

delde waarden van de verzwakking per frequentie van de onderzochte gehoorbeschermers en de erbij behorende standaarddeviaties weergegeven.

Op grond van de resultaten zijn de voor de toepassing van gehoorbeschermers meest belangrijke onderzoekresultaten vermeld.

Bij de keuze van een gehoorbeschermers moet naast de gemiddelde geluidsverzwakking aandacht besteed worden aan de standaarddeviaties. Audiometrische controle bij het gebruik van gehoorbeschermers is noodzakelijk, daar bij elke gehoorbeschermers is vastgesteld, dat er een grote inter-individuele spreiding in de verzwakking per frequentie is.

Appendix A. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie in dB per frequentie per gehoorbeschermers (Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO)

gehoor- beschermers		meetfrequentie in Hz												
		125	175	250	350	500	700	1000	1400	2000	2800	4000	5600	8000
Audium oordopjes	gemiddelde verzwakking	10,1	11,0	12,0	12,7	12,7	13,1	15,8	18,8	27,0	32,2	25,7	27,9	25,4
	standaarddeviatie	9,7	8,7	8,6	10,5	10,4	8,3	10,9	9,8	11,7	7,5	8,5	10,4	9,5
Selectone-A oordopjes	gemiddelde verzwakking	22,0	22,6	22,7	23,1	24,3	24,7	27,4	32,2	42,9	44,8	42,7	45,4	38,1
	standaarddeviatie	6,5	4,2	6,0	5,3	5,1	4,8	8,4	5,7	7,0	5,1	5,3	7,4	9,5
Selectone-K oordopjes	gemiddelde verzwakking	0,4	0,6	3,2	4,3	5,6	8,1	9,7	15,3	25,2	36,0	35,0	42,0	33,9
	standaarddeviatie	3,8	4,5	3,4	3,1	4,5	5,4	5,7	6,7	7,2	8,9	8,7	8,0	8,5
Focus Veilig oordopjes	gemiddelde verzwakking	20,0	18,2	19,3	20,5	20,8	22,6	26,1	26,2	34,4	38,5	32,1	37,9	31,6
	standaarddeviatie	5,7	5,7	6,4	6,1	7,2	5,8	7,7	6,6	4,0	5,8	7,4	9,1	10,8
wasproppen	gemiddelde verzwakking	19,3	18,9	21,6	21,3	22,5	29,0	31,3	29,4	39,9	38,6	34,9	39,9	37,5
	standaarddeviatie	12,8	10,9	10,5	10,0	9,6	9,7	9,4	5,8	7,0	4,3	6,5	5,5	5,5
Billesholm glasdons	gemiddelde verzwakking	6,1	8,8	10,4	13,7	13,9	16,8	20,8	24,0	28,5	33,7	34,2	35,4	36,
	standaarddeviatie	6,4	6,7	7,0	7,4	4,9	7,2	9,9	8,3	7,2	8,5	6,2	7,8	4,6
plastic oorstukjes	gemiddelde verzwakking	1,2	-0,3	1,1	2,6	0,7	2,9	5,6	9,5	18,4	22,2	23,6	17,4	12,4
	standaarddeviatie	3,2	2,3	2,4	3,0	4,9	4,6	6,3	6,0	9,2	5,8	10,1	7,4	8,5
Willson oorkappen	gemiddelde verzwakking	16,4	19,1	22,3	26,9	33,3	40,1	41,3	38,9	37,7	44,5	45,2	31,8	32,1
	standaarddeviatie	3,8	4,9	4,5	3,8	4,1	4,5	4,2	8,0	2,8	3,8	3,3	4,7	4,8
Straightaway oorkappen	gemiddelde verzwakking	12,9	13,7	19,4	22,6	27,7	39,4	35,9	28,1	28,9	31,2	31,8	35,4	30,7
	standaarddeviatie	4,6	4,9	3,4	3,4	5,9	6,4	2,0	4,1	5,4	7,1	7,6	7,9	8,3
Noisefoe oorkappen	gemiddelde verzwakking	18,0	18,4	23,3	26,1	33,9	37,6	34,5	34,8	38,2	43,0	44,7	41,9	37,0
	standaarddeviatie	5,2	4,8	4,3	4,5	4,8	4,3	6,7	3,9	4,5	5,6	4,8	8,1	5,7

Summary

In the Institute for Perception RVO-TNO at Soesterberg (I.Z.F.) and in the department of Occupational Medicine of the Netherlands Institute for Preventive Medicine at Leiden (N.I.P.G.) the attenuation of ten ear defenders has been examined.

The measurements are performed according to the ASA-Standard Z 24.22 - 1957. As the N.I.P.G. sound proof room does not permit measurements with pure tones, use has been made of $\frac{1}{3}$ octave band noise.

The average attenuation and the standard deviations are represented in ten diagrams and two tables.

The most important aspects concerning the use of ear defenders are discussed.

Attention should be given not only to the average attenuation, but also to the standard deviations. As there are important interindividual variations in the attenuation

of every frequency of every ear defender, the fitting of ear defenders must be checked individually by audiometry.

Literatuur

American Standard Association. American standard method for the measurement of the real-ear attenuation of ear protectors at threshold. Standard Z 24.22 - 1957.

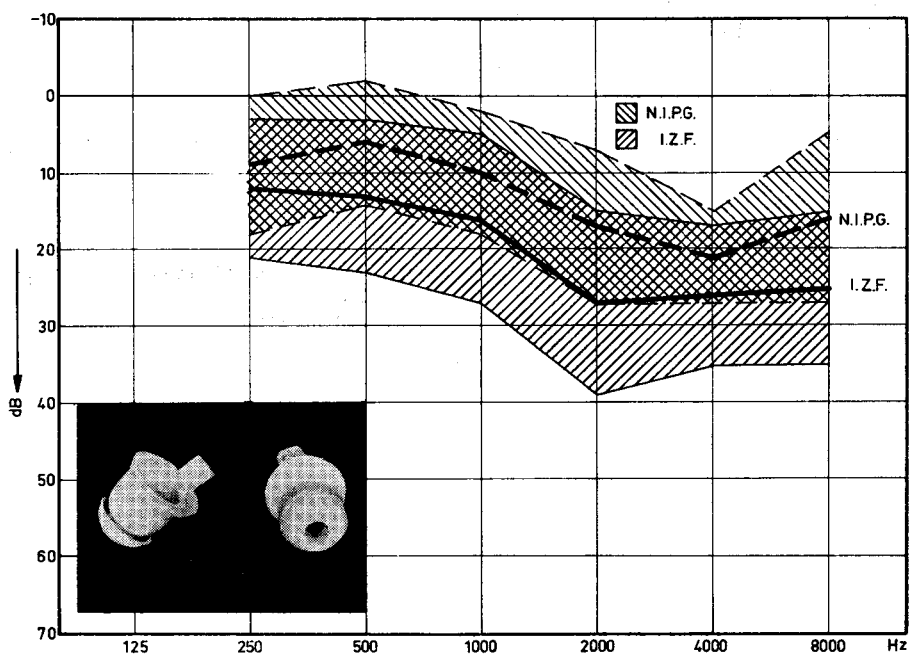
L a a r, F. v a n, e.a. Rapport van een onderzoek naar de geluidsdemping van tien in de handel verkrijgbare gehoorbeschermers. Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde, rapport nr. AG/C 15.

P l o m p, R., en A. M. M i m p e n. De geluidsdemping van enige gehoorbeschermingsmiddelen. Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO, rapport nr. IZF 1962 - C 1.

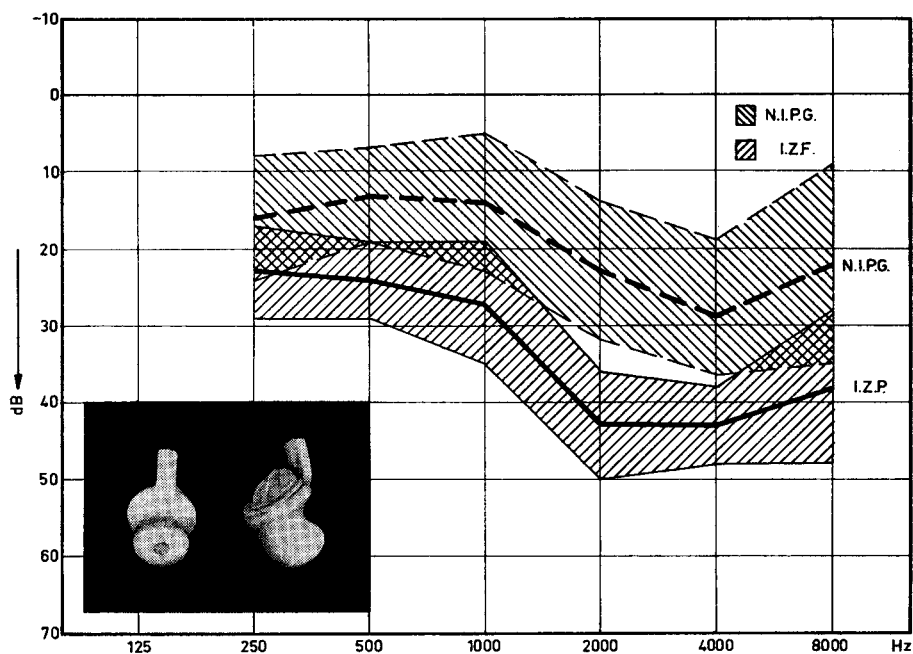
Appendix B. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie in dB per $\frac{1}{3}$ octaafband per gehoorbeschermer (Afdeling Arbeidsgeneeskunde N.I.P.G.)

gehoor- beschermer		meetfrequentie (midden $\frac{1}{3}$ octaafband) in Hz										
		250	500	1000	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
Audium oordopjes	gemiddelde verzwakking	9,1	6,1	10,0	14,9	16,8	21,0	23,3	21,3	19,5	18,4	16,3
	standaarddeviatie	9,4	7,9	8,2	6,1	10,1	7,7	6,5	5,7	5,9	7,3	10,5
Selectone-A oordopjes	gemiddelde verzwakking	16,1	13,1	14,4	21,4	23,3	28,0	28,6	28,7	28,6	26,5	21,8
	standaarddeviatie	8,1	6,4	9,0	9,2	8,6	10,1	9,1	9,5	10,9	12,6	15,2
Selectone-K oordopjes	gemiddelde verzwakking	5,3	9,5	10,6	13,9	19,5	28,1	28,2	29,9	30,1	29,3	25,2
	standaarddeviatie	6,2	8,1	4,7	9,7	7,7	11,7	11,7	8,4	7,4	9,3	11,2
Focus Veilig oordopjes	gemiddelde verzwakking	16,7	18,1	22,5	27,8	29,1	32,4	32,4	29,7	29,8	27,7	27,8
	standaarddeviatie	6,5	6,0	5,2	7,4	6,7	7,2	6,3	4,0	9,5	9,0	9,1
wasproppen	gemiddelde verzwakking	20,8	21,8	25,1	28,6	31,5	33,3	33,8	36,8	34,3	38,4	37,9
	standaarddeviatie	4,9	7,8	5,8	5,6	6,1	5,5	7,2	8,2	7,9	7,8	6,6
Illesholm glasdons	gemiddelde verzwakking	14,2	15,2	19,1	20,7	22,7	26,2	30,6	31,3	36,3	34,9	35,7
	standaarddeviatie	9,7	10,5	9,6	7,4	8,2	7,8	5,0	5,9	5,3	4,9	4,1
plastic oorstukjes	gemiddelde verzwakking	4,8	5,3	7,5	12,0	12,0	15,2	20,8	23,0	24,1	18,8	21,2
	standaarddeviatie	3,4	2,7	5,2	6,1	5,5	7,9	9,1	9,6	5,3	4,7	6,5
Willson oorkappen	gemiddelde verzwakking	20,1	28,5	32,9	32,7	35,6	36,8	39,0	40,3	34,4	29,8	31,3
	standaarddeviatie	7,5	4,5	4,0	3,5	5,0	4,1	6,3	6,5	6,5	7,0	6,3
Straightaway oorkappen	gemiddelde verzwakking	18,7	27,6	32,4	26,7	25,1	30,2	28,6	29,5	32,0	31,1	29,1
	standaarddeviatie	6,0	4,7	5,5	6,0	4,5	6,7	6,5	5,7	8,2	6,0	7,9
Noisefoe oorkappen	gemiddelde verzwakking	19,1	25,8	30,5	28,3	30,1	31,1	33,2	35,7	31,8	30,7	25,7
	standaarddeviatie	6,4	6,4	5,4	5,9	3,4	6,0	5,2	5,7	6,2	5,2	4,9

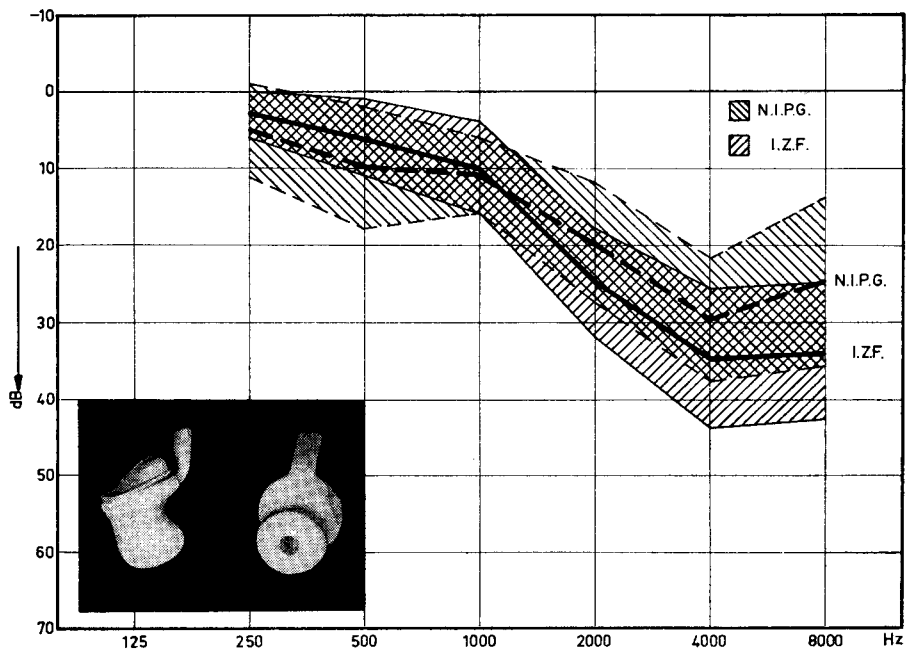
Figuur 1. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van oordopjes, fabrikaat Audium



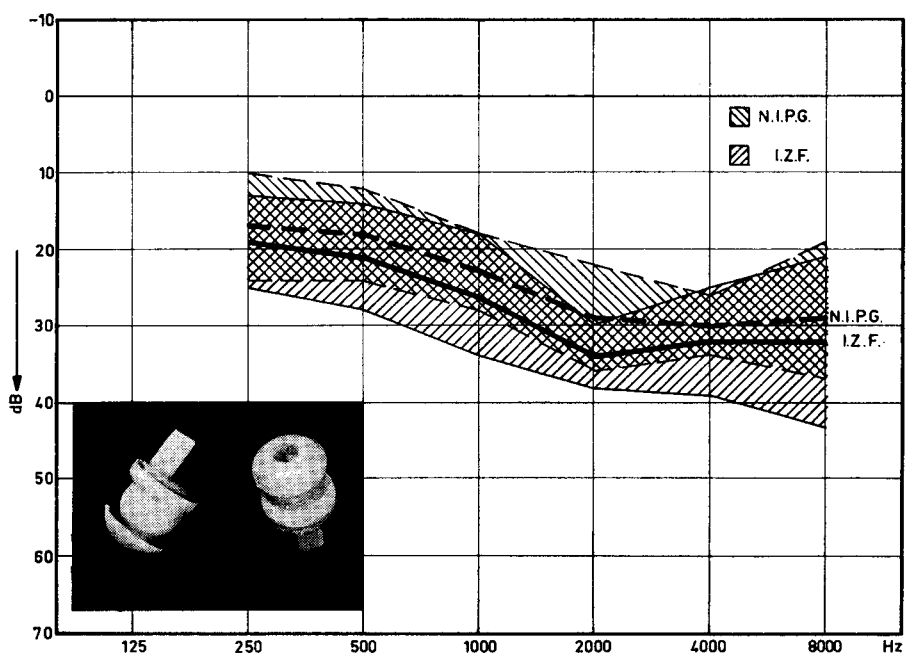
Figuur 2. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van oordopjes, type Selectone-A



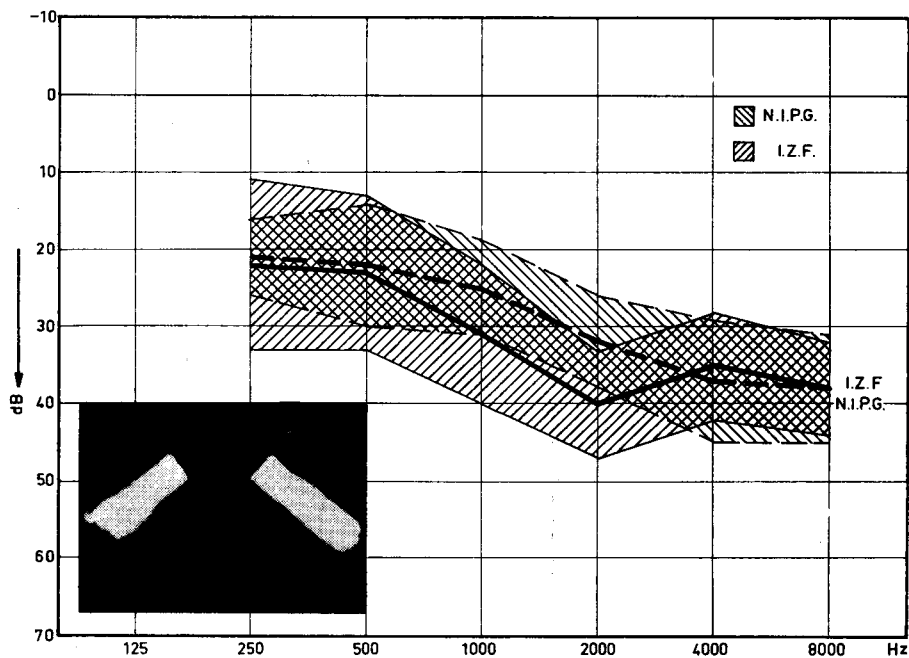
Figuur 3. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van oordopjes, type Selectone-K (spraakfilter)



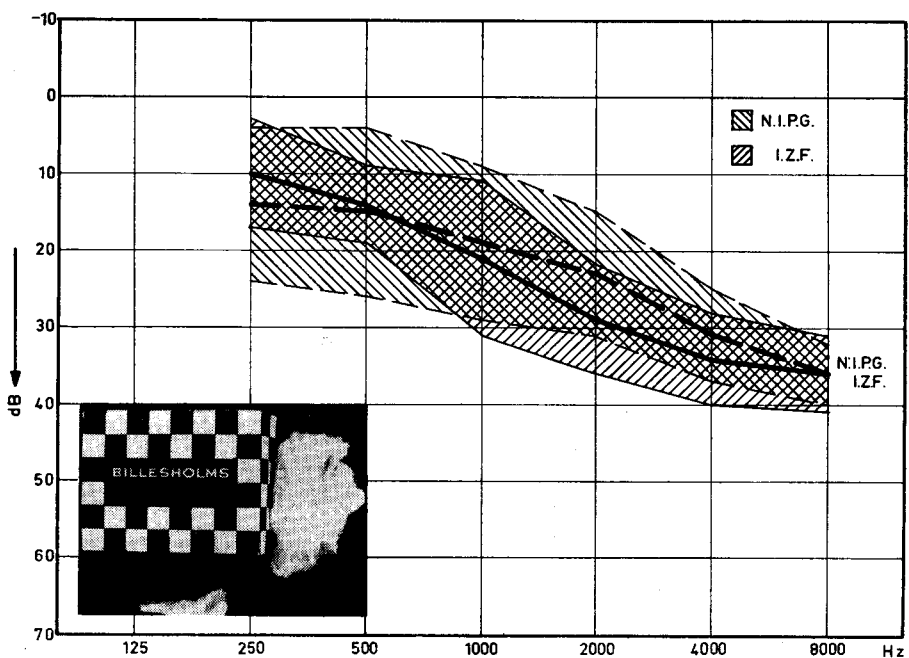
Figuur 4. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van oordopjes, fabrikaat Focus Veilig



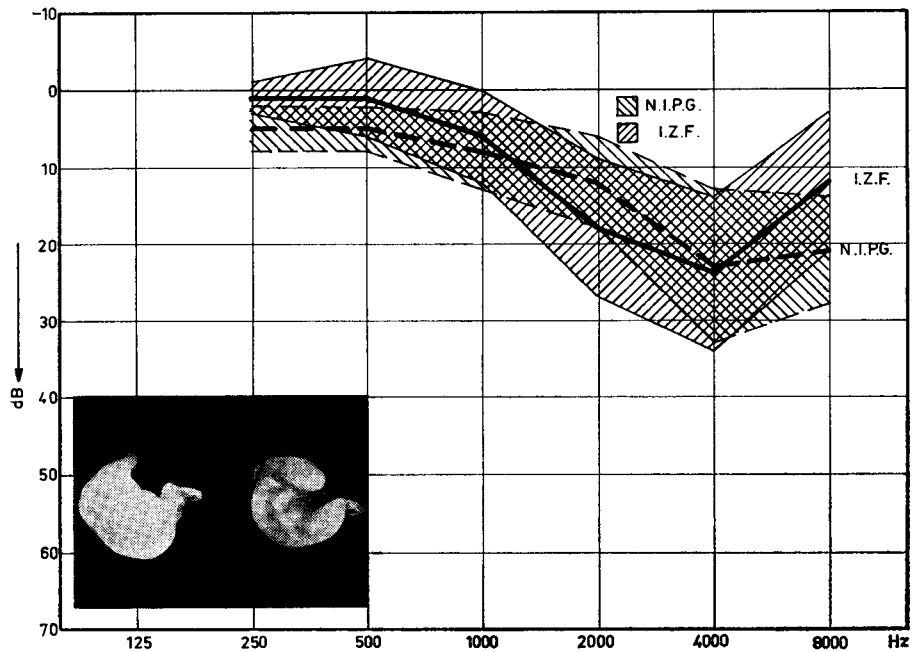
Figuur 5. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van wasproppen (watten gedrenkt in paraffine en vaseline)



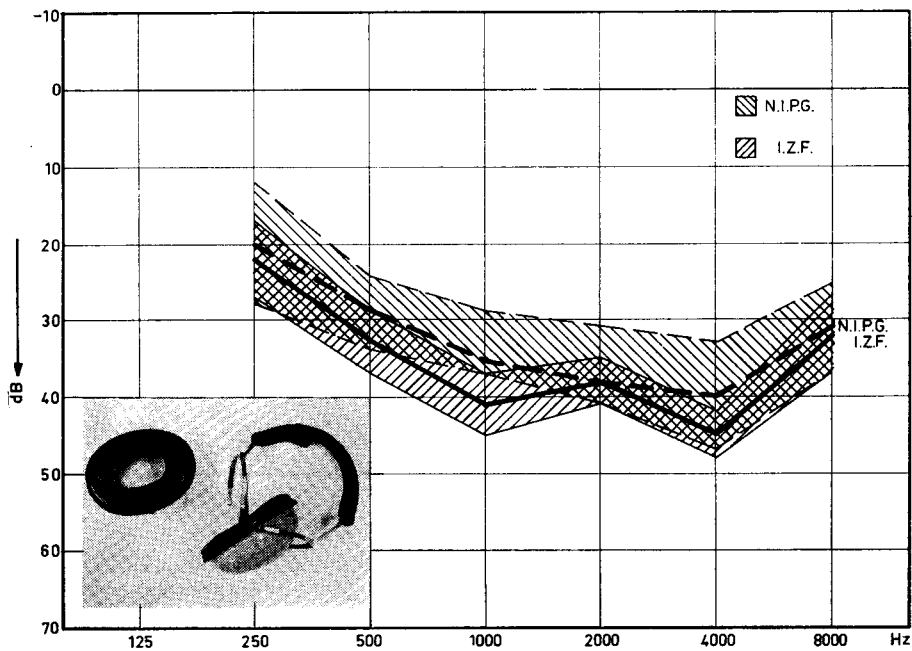
Figuur 6. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van Billesholm glasdons



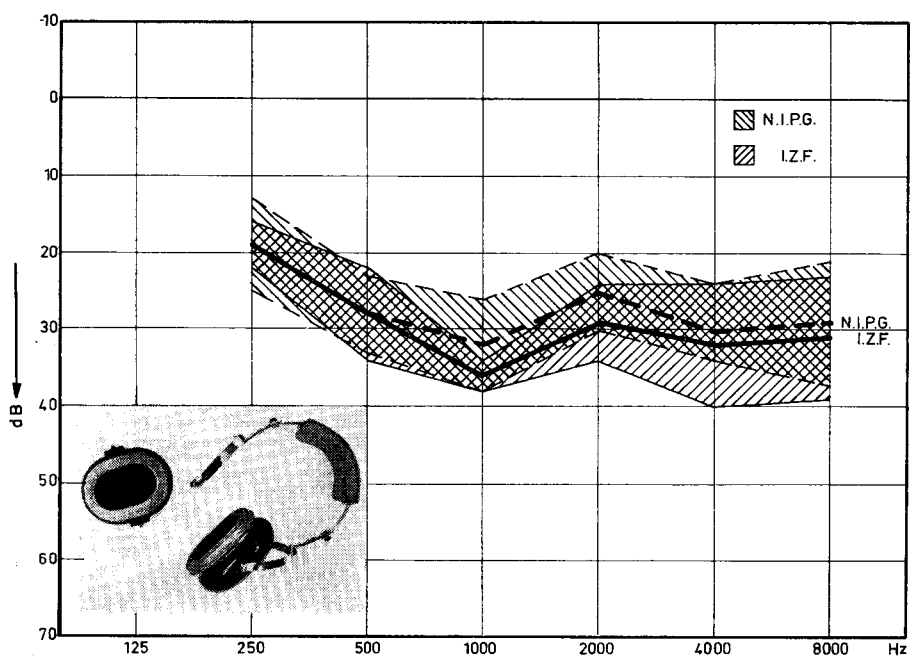
Figuur 7. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van plastic oorstukjes, individueel aangepast



Figuur 8. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van Willsonkap, type Sound Barrier 258



Figuur 9. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van Straightaway oorkap



Figuur 10. Gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie per frequentie van M.S.A. Noisefoe oorkap, type II, liquid seal

