

PREVENTIE GEHOORSCHADE DOOR LAWAAI

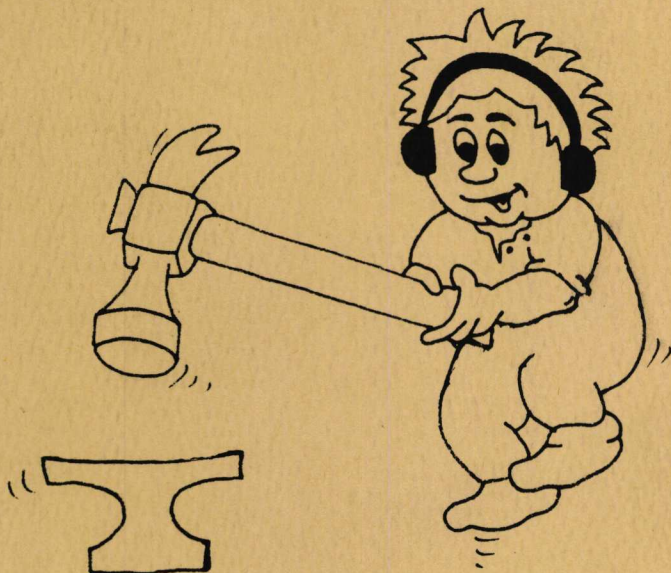
W. Passchier-Vermeer

R van den Berg

A.J.M. Rövekamp

A.H. Grundel

D. van der Ree

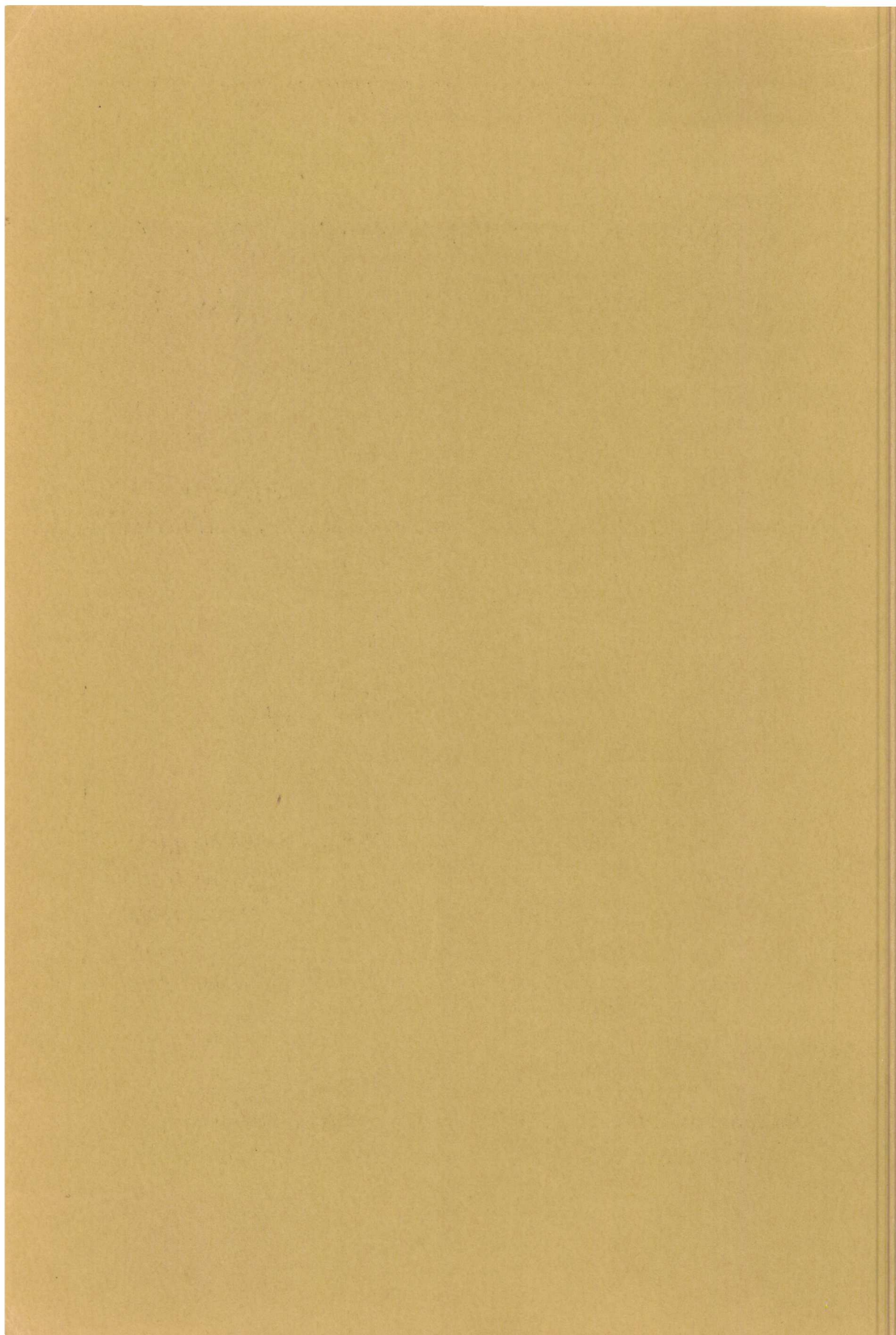


Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg

NPG-TKO

Leiden

ULC
P 21 (3)



ULC
P 21
(3)

PREVENTIE GEHOORSCHADE DOOR LAWAAI

Voordrachten, ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum
van de Nederlandse Vereniging voor Bedrijfsaudiometrie,
gehouden op 18 oktober 1985

BIBLIOTHEEK NEDERLANDS INSTITUUT
VOOR PRAEVENTIEVE GEZONDHEIDSZORG TNO
POSTBUS 124, 2300 AC LEIDEN

W. Passchier-Vermeer

R van den Berg

A.J.M. Rövekamp

A.H. Grundel

D. van der Ree

IBIS STAMBOEKEN
181/00

Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg

NPG-TNO

36 / 12 / 85

Nederlands Instituut voor
Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Wassenaarseweg 56 Leiden

Postadres:
Postbus 124
2300 AC Leiden

Telefoon: 071-170441

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van f 26,25 (incl. BTW) op postrekening 20.22.77 van het NIPG-TNO onder vermelding van bestelnummer 85031.

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Preventie

Preventie gehoorschade door lawaai: voordrachten gehouden ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de Nederlandse Vereniging voor Bedrijfsaudiometrie, gehouden op 18 oktober 1985 / W. Paschier-Vermeer ... (et al.). - Leiden : Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO

ISBN 90-6743-079-X

SISO 614.63 UDC 628.517.2

Trefw.: geluidshinder ; bedrijven / gehoorschade ; preventie / gehoorbeschermingsprogramma's.

© 1985 Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Publikatienummer 85031

Voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever met betrekking tot de inhoud van dit rapport wordt verwezen naar de Algemene Voorwaarden van TNO.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, openbaar gemaakt, en/of verspreid door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het NIPG-TNO.

INHOUD

	blz.
VOORWOORD	I
INTEGRALE GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA'S EN DE ROL VAN DE BEDRIJFSAUDIOMETRIE / W. Passchier-Vermeer.....	1
VOORLICHTING IN HET KADER VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSPRO- GRAMMA / A. H. Grundel, D. van der Ree.....	27
GELUIDMETINGEN OP DE ARBEIDSPLAATS IN HET KADER VAN GE- HOORBESCHERMINGSPROGRAMMA'S -MEETPROTOCOL TER BEPALING VAN GELUIDEXPOSITIENIVEAU'S / R. van den Berg.....	51
REPRODUCEERBAARHEID VAN GELUIDDOSIMETRIE / A.J.M. Rövekamp, R. van den Berg.....	65
LAWAAIBESTRIJDING ALS ONDERDEEL VAN EEN GEHOORBESCHERMINGS- PROGRAMMA / R. van den Berg	83
GEHOORBESCHERMINGSMIDDELEN: EFFECTIVITEIT EN GEBRUIKSPRO- BLEMATIEK / A.H. Grundel, D. van der Ree.....	107
REPRODUCEERBAARHEID DREMPELAUDIOMETRIE EN DE BEOORDELING VAN GEHOORSCHERPTE VERANDERINGEN IN DE LOOP DER JAREN BIJ AAN LAWAAI GEËXPONEERDE WERKNEMERS / W. Passchier-Vermeer, A.H. Grundel, A.J.M. Rövekamp.....	125
AUTOMATISCHE VERWERKING VAN GEGEVENS BIJ DE UITVOERING VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA / A.J.M. Rövekamp.....	145
VERBAND TUSSEN GEHOORSCHADE EN DE SOCIALE HANDICAP DOOR EEN VERMINDERD HOORVERMOGEN BIJ GROEPEN PERSONEN DIE TIJDENS HUN WERK AAN LAWAAI ZIJN GEËXPONEERD / W. Passchier-Vermeer, A.J.M. Rövekamp	185

VOORWOORD

Zoals bekend vindt blootstelling aan lawaai in de arbeidssituatie op grote schaal plaats. Ondanks de bekendheid van dit probleem worden nog onvoldoende maatregelen getroffen, gericht op preventie van gezondheidsschade als gevolg hiervan. Dit geldt zowel voor maatregelen gericht op lawaaibestrijding als voor maatregelen gericht op bescherming en bewaking van de gezondheid van de werkende mens. Het NIPG/TNO houdt zich vanuit de invalshoek van preventie bezig met de relatie lawaai en gezondheid. Hierbij wordt getracht door middel van wetenschappelijk onderzoek en het beproeven en helpen toepassen van de resultaten hiervan in de bedrijfsgezondheidszorg een bijdrage te leveren aan de oplossing van dit probleem. In het kader van het Project Preventie Gehoor schade wordt gewerkt aan de ontwikkeling van in de praktijk toepasbare integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Dit project wordt uitgevoerd in het kader van het onderzoeksprogramma Lawaai op de Arbeidsplaats van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder, in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

In deze publicatie zijn negen voordrachten gebundeld, die ter gelegenheid van het tienjarig bestaan van de Nederlandse Vereniging voor Bedrijfsaudiometrie zijn gehouden door medewerkers en medewerkers aan dit project.

Hierbij komen de volgende onderwerpen aan de orde:

- integrale gehoorbeschermingsprogramma's en de rol van de bedrijfsaudiometrie
- groepsvoorlichting met betrekking tot de lawaaiproblematiek in bedrijven
- meten en beoordelen van geluid
- reproduceerbaarheid van dosimetrie
- lawaaibestrijding
- persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen

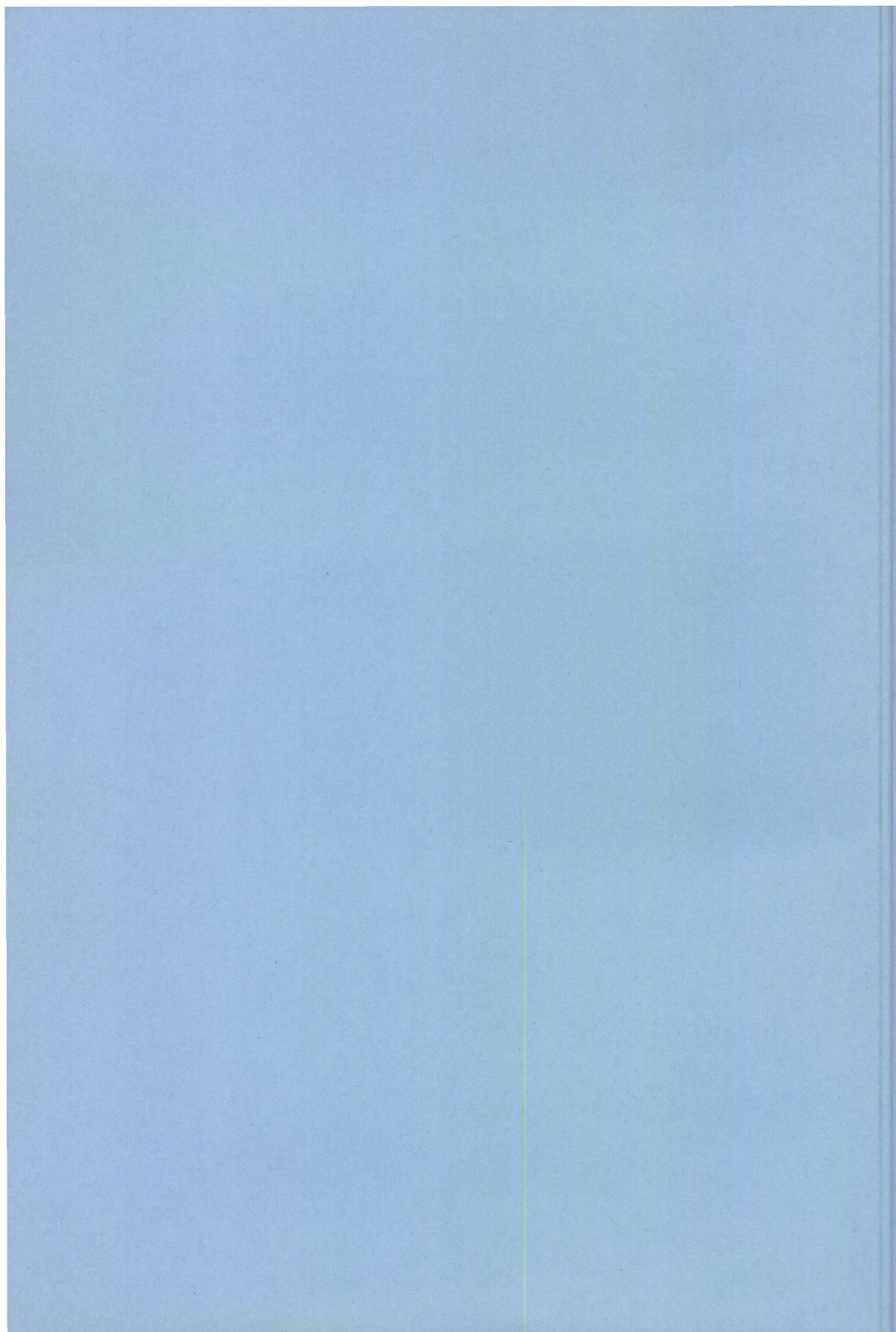
- reproduceerbaarheid van audiometrie
- geautomatiseerde gegevensverwerking
- sociale gevolgen van gehoorschade door lawaai.

Het project Preventie Gehoorschade wordt momenteel nog voortgezet. Verdere publicaties over dit onderwerp zullen te zijner tijd worden uitgebracht.

Dr. C.L. Ekkers, onderdirecteur.

W. Passchier-Vermeer

INTEGRALE GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA'S
EN DE ROL VAN DE BEDRIJFSAUDIOMETRIE



	SAMENVATTING	5
1.	INLEIDING	7
2.	WETTELIJK KADER	8
3.	ROLVERDELING BINNEN BGD	11
4.	DOELSTELLINGEN BEDRIJFSAUDIOMETRIE	12
5.	BEWERKEN VAN AUDIOMETRISCHE GROEPSGEGEVENS	14
	5.1 Normale ouderdomsgehoorverliezen	14
	5.2 Gehoorverliezen die door andere oorzaken dan ver- oudering en lawaai op de arbeidsplaats zijn ontstaan .	18
	LITERATUUR	23
	BIJLAGE	25

SAMENVATTING

Een integraal gehoorbeschermingsprogramma omvat een grote diversiteit aan werkzaamheden: meten van geluid, lawaaibestrijding, audiometrie, dragen van gehoorbeschermingsmiddelen, voorlichting, rapporteren van onderzoekgegevens, evalueren van programma.

Het wettelijk kader van integrale gehoorbeschermingsprogramma's is gegeven in de Arbeidsomstandighedenwet, het op korte termijn van kracht wordende artikel 179a van het Veiligheidsbesluit Fabrieken of Werkplaatsen (1938) en een aantal andere artikelen uit dit Besluit.

Daaruit blijkt dat de werkgever het beleid voert inzake veiligheid, gezondheid en welzijn, dat de werknemers met de werkgever ter zake samenwerken en dat de bedrijfsgezondheidszorg een adviserende, inspirerende en uitvoerende rol heeft.

In de publikatie wordt de rolverdeling binnen de BGD-en met betrekking tot een integraal gehoorbeschermingsprogramma aangegeven. Tevens wordt ingegaan op de doelstellingen van de bedrijfsaudiometrie. Een van de doelstellingen is het rapporteren/informereren van het bedrijf met betrekking tot de uitkomsten van het audiometrisch onderzoek bij de werknemers.

In de publikatie wordt aangegeven op welke wijze deze rapportering kan geschieden, welke problemen daar bij komen kijken en hoe een en ander kan worden opgelost. Er wordt een uitgewerkt voorbeeld gegeven.

1. INLEIDING

Een integraal gehoorbeschermingsprogramma is een pakket van maatregelen en werkzaamheden ter voorkoming van gehoorschade met als uiteindelijk doel om in de bedrijven te komen tot een situatie waarin de geluidniveaus zo laag zijn dat er voor geen der werknemers kans is op gehoorschade.

Integrale gehoorbeschermingsprogramma's omvatten de volgende facetten:

- het meten van geluid en het bestrijden van schadelijk lawaai
- het geven van advies, voorlichting en instructie inzake lawaai en gehoorschade.
- het meten van de gehoorscherpthe van aan schadelijk lawaai geëxponeerden
- het dragen van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen.
- het evalueren van de gang van zaken van het programma door middel van onder andere een analyse van de onderzoeksresultaten.

2. WETTELIJK KADER

Volgens de Arbeidsomstandighedenwet is de werkgever de eerstverantwoordelijke voor wat betreft het gehoorbeschermingsprogramma. Immers, volgens de Arbowet is de werkgever verplicht tot het voeren van een beleid dat mede gericht is op een zo goed mogelijke bescherming van de gezondheid van de werknemers binnen het bedrijf. Beleid veronderstelt daarbij een planmatige aanpak. Tevens moet de werkgever het beleid regelmatig toetsen aan de opgedane ervaringen en eventueel aanpassen als er aanleiding toe bestaat. In dat kader wordt als aanleiding ook genoemd een belangrijke wijziging op het gebied van de bedrijfsgezondheidszorg.

Tevens is in de Arbowet vastgelegd de verplichting van de werkgever tot het doeltreffend verstrekken van onderricht met betrekking tot de gezondheid en tot aanpassing en opnieuw verstrekken van onderricht als daartoe aanleiding bestaat. Indien persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen ter beschikking van de werknemers worden gesteld en indien op werktuigen etc. beveiligingen zijn aangebracht moet de werkgever er voor zorgen dat de werknemers op de hoogte zijn van hun doel en werking.

Werkgever en werknemers dienen ook samen te werken in het behartigen van de zorg voor de gezondheid binnen het bedrijf. Het is de verplichting van de werknemers de nodige voorzichtigheid en zorgvuldigheid in acht te nemen, waarbij in het bijzonder genoemd wordt dat werktuigen etc. en persoonlijke beschermingsmiddelen op de juiste wijze gebruikt moeten worden, evenals de op werktuigen e.d. aangebrachte beveiligingen. De werknemer moet tevens meewerken aan onderricht en voorlichting.

In artikel 179a van het Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen (1938) en het betreffende ministeriële besluit wordt het volgende vastgesteld:

- bij equivalente geluidniveaus vanaf 80 dB(A) is er sprake van schadelijk geluid en moet de werkgever gehoorbeschermingsmiddelen ter beschikking stellen. Bij equivalente geluidniveaus vanaf 90 dB(A) zijn de werknemers verplicht gehoorbeschermingsmiddelen te dragen.

- bij inwerking treding van artikel 179a geldt dat equivalente geluidniveaus niet boven 85 dB(A) mogen uitkomen, tenzij zulks redelijkerwijs niet kan worden gevergd. Daarbij is tevens aangegeven dat lawaaibestrijding in de eerste plaats dient te geschieden aan de bron. Wanneer deze technische maatregelen redelijkerwijs niet gevergd kunnen worden, dienen overdrachtsweggerichte en organisatorische maatregelen te worden getroffen, waarbij het aantal werknemers dat blootstaat aan schadelijk geluid zoveel mogelijk beperkt moet worden.

Artikel 179a treedt waarschijnlijk per 1 januari 1987 in werking.

Ook worden in de Arbowet taken en bevoegdheden van deskundige diensten (Arbodienst, Bedrijfsgezondheidsdienst, Veiligheidsdienst, Gezamenlijke dienst en Arboinstituut) vastgesteld. Slechts ten aanzien van de bedrijfsgezondheidszorg is de Arbowet in werking getreden. Daarbij geldt dat thans bedrijven met meer dan 500 werknemers aangesloten dienen te zijn bij een gezamenlijke dienst of zelf een bedrijfsgezondheidsdienst dienen in te stellen.

De taken van bedrijfsgesondheidsdiensten hebben ondermeer tot doel het beschermen van de gezondheid van werknemers (Artikel 17 en 18 van de Arbowet). Betrokken op de problematiek van het lawaai op de arbeidsplaats hebben bedrijfsgesondheidsdiensten de volgende taken:

- adviseren inzake beleidsvoering met betrekking tot lawaai in het bedrijf
- bijstand verlenen bij het geven van voorlichting en onderricht aan werknemers inzake gezondheidsaspecten
- verrichten van periodiek bedrijfsgeneeskundig onderzoek van werknemers die aan bijzonder gevaar (geluid) blootstaan
- het doen van aanbevelingen ter voorkoming van beroepsziekten, melden van vermoedens omtrent het vóórkomen van beroepsziekten
- meewerken aan het weren en bestrijden van schadelijke invloeden, zoals schadelijk en hinderlijk geluid
- het zich op de hoogte houden van de werkomstandigheden, zoals ten aanzien van geluid
- analyseren en rapporteren over met beroepsziekten samenhangende arbeidsomstandigheden

De taken van bedrijfsgezondheidsdiensten dienen in het licht gezien te worden van de verplichtingen van werkgever en werknemers in de bedrijven. Resumerend kan dan gesteld worden dat de werkgever het beleid voert inzake veiligheid, gezondheid en welzijn, dat de werknemers met de werkgever ter zake samenwerken en dat de bedrijfsgezondheidsdienst een adviserende, inspirerende en uitvoerende rol heeft. De bedrijfsgezondheidsdienst kan derhalve niet verantwoordelijk gesteld worden voor het al dan niet slagen van een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf. Wel zal ze mijns inziens zo veel mogelijk moeten trachten de werkgever en werknemers te overtuigen van het belang van een goed beleid inzake lawaai en tevens zal de bedrijfsgezondheidszorg zoveel mogelijk bouwstenen moeten aandragen, die de werkgever kan benutten bij het uitvoeren van zijn beleid. In dat kader is een globaal lawaaibestrijdingsplan een onmisbaar onderdeel voor het beleid van de werkgever. Wordt dit plan opgesteld door een BGD, dan houdt dit een zeer bruikbare dienstverlening aan een bedrijf in.

3. ROLVERDELING BINNEN BGD

Een integraal gehoorbeschermingsprogramma omvat zoals reeds is aangegeven een aantal zeer uiteenlopende facetten. Duidelijk is dat niet alle facetten door één figuur in een BGD behartigd kunnen worden. Over het algemeen ligt er zowel een taak voor de bedrijfsarts, de arbeidshygiënist en de bedrijfsverpleegkundige/bedrijfsaudiometrist. De taak van de bedrijfsarts ligt daarbij vooral op het terrein van het contact naar bedrijfsleiding en OR en van de advisering van de bedrijven over diverse te stellen prioriteiten en over mogelijk te treffen regelingen en maatregelen en tevens op het gebied van de advisering van individuele werknemers. De taak van de arbeidshygiënist omvat het meer technische gedeelte van het programma, zoals (de supervisie over) en het rapporteren over geluidmetingen en het opstellen van een globaal lawaaibestrijdingsplan. Wellicht vereist het opstellen van een globaal lawaaibestrijdingsplan een dermate gespecialiseerde vakkennis dat niet elke BGD over een dergelijk specialisme kan beschikken. Het "poolen" van deze deskundigheid door een aantal BGD-en is dan wellicht de aangewezen weg om het beoogde doel te bereiken. De taken van de bedrijfsaudiometrist in het kader van het programma zijn velerlei: het opnemen en verwerken van audiogrammen, inclusief otoscopie en anamnese, het geven van een advies aan de werknemers inzake persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen, het begeleiden van het dragen van deze middelen, het geven van (groeps)voorlichting inzake lawaai, lawaaibestrijding, gehoorschade door lawaai, gehoorbeschermingsmiddelen. Daarbij kan optimaal gebruik worden gemaakt van de bekendheid van de bedrijfsaudiometrist met situaties en personen in een bedrijf.

In de volgende publikaties komen vrijwel alle onderdelen van een gehoorbeschermingsprogramma aan de orde. Omdat de bedrijfsaudiometrie als zodanig niet behandeld wordt, volgt hierna een korte formulering van het doel van de bedrijfsaudiometrie en enige onderzoekresultaten uit het project preventie gehoorschade die in dat kader gebruikt kunnen worden.

4. DOELSTELLINGEN BEDRIJFSAUDIOMETRIE

Op het niveau van de individuele werknemer zijn de doelstellingen van de bedrijfsaudiometrie:

1. het vaststellen van de gehoorscherpthe. Door vergelijking met referentiewaarden (b.v. waarden gerelateerd aan de leeftijd en sexe) wordt het audiogram beoordeeld.
2. het bewaken van het gehoor in de loop der jaren. Door vergelijking van audiogrammen, die in de loop der jaren worden opgenomen kan worden vastgesteld of het gehoor in sterkere mate verslechterd is dan op grond van het toenemen der leeftijd aangenomen mag worden. Bij het vergelijken van audiogrammen is de reproduceerbaarheid van de metingen van belang. Een en ander is nader uitgewerkt in het IMG-TNO rapport B 548 (1983) en het NIPG-TNO rapport Reproduceerbaarheid en leereffect bij toondrempelaudiometrie (1985).
3. het informeren en adviseren van de werknemer. De onder 1 en 2 getrokken conclusies worden aan de werknemer meegedeeld. Daarbij kunnen bepaalde adviezen gegeven worden, zoals verwijzing naar huisarts (b.v. voor het uitspuiten van de oren, als dit niet door de BGD geschiedt) en adviezen op het gebied van gehoorbescherming.

Op bedrijfsniveau kan de audiometrie benut worden voor:

4. het vaststellen van de gehoorscherpthe van de onderzochte groep(en). De gehoorverliezen kunnen daarbij verwerkt worden in een groepsaudiogram. Daarbij kan tevens vastgesteld worden of er bij de onderzochte groep sprake is van gehoorschade die is ontstaan door de blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats. Hierop wordt hierna verder ingegaan.
5. het nagaan of het gehoorbeschermingsprogramma effectief is in die zin dat het gehoor van de betrokkenen niet verslechterd. Uit de vergelijking van audiogrammen die in de loop der jaren van de werknemers zijn opgenomen, kan worden nagegaan of de gehoorscherpthe van de groep statistisch significant verslechterd is. Daarbij kan zowel gebruik gemaakt worden van de gemiddelde verslechtering als van het percentage werknemers met een op individuele basis verslechterd gehoor.

6. het informeren en adviseren van werkgever en werknemers. De conclusies met betrekking tot 4 en 5 worden aan de werkgever en de werknemersvertegenwoordiging (een ondernemingsraad, een commissie voor veiligheid, gezondheid en welzijn of de belanghebbende werknemers) meegedeeld. Daarbij kunnen adviezen gegeven worden over prioriteiten te stellen bij lawaaibestrijding, over de aanschaf van (andere) gehoorbeschermingsmiddelen en maatregelen die het dragen bevorderen (b.v. het aangeven van lawaaizones, waarbinnen het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen verplicht is).
7. het signaleren van lawaaidoofheid als beroepsziekte. Als lawaaislechthorendheid als beroepsziekte gemeld moet worden door de werkgever, dan is het de taak van de bedrijfsgezondheidsdienst om deze beroepsziekte bij de betreffende werknemers te identificeren. Naar verwachting zal beroepslechthorendheid gekoppeld worden aan afwijkingen in het toondrempelaudiogram.

5. BEWERKEN VAN AUDIOMETRISCHE GROEPSGEGEVENS

De uitkomsten van gehoortesten bij een groep werknemers worden veelal verwerkt tot een groepsaudiogram. In een groepsaudiogram wordt de procentuele verdeling van de gehoorverliezen gegeven als functie van de frequentie. Afhankelijk van het aantal betrokken werknemers wordt daarbij gepresenteerd het mediane gehoorverlies ($H_{0,50}$), het gehoorverlies dat juist wordt overschreden door 75 en 25% der werknemers (resp. $H_{0,75}$ en $H_{0,25}$) en het gehoorverlies dat juist wordt overschreden door 90 en 10% der werknemers ($H_{0,90}$ en $H_{0,10}$). Om te kunnen vaststellen of lawaai invloed heeft gehad op de gehoorscherptheit van de groep dient in principe met twee aspecten rekening gehouden te worden:

- gehoorverliezen die ontstaan naarmate men veroudert (normale ouderdomsgehoorverliezen)
- gehoorverliezen die door andere oorzaken dan veroudering en het huidige lawaai op de arbeidsplaats zijn ontstaan

In het navolgende wordt op deze problematiek nader ingegaan.

5.1 Normale ouderdomsgehoorverliezen

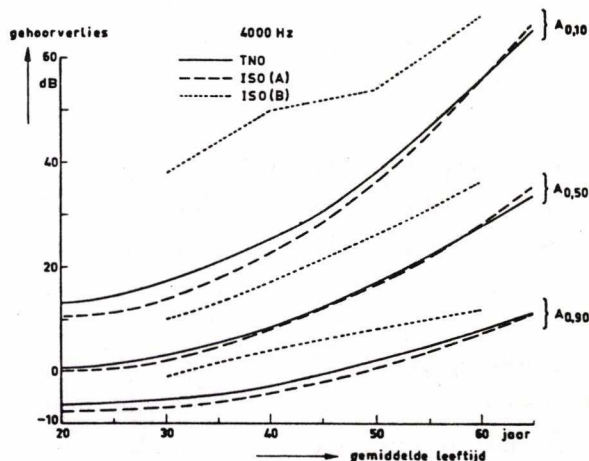
Om te kunnen vaststellen of lawaai invloed heeft (gehad) op de gehoorscherptheit van een groep personen, is het noodzakelijk om de gehoorscherptheit van deze groep te vergelijken met referentiewaarden. Deze referentiewaarden zouden dan moeten gelden voor een vergelijkbare groep, die zich slechts ten aanzien van het kenmerk lawaai op de arbeidsplaats onderscheidt van de betrokken groep. Aangezien de leeftijd van grote invloed is op de gehoorscherptheit, is het allereerst noodzakelijk de juiste leeftijdscorrectie aan te brengen. In de Nederlandse bedrijfsgezondheidszorg worden veelal de gegevens van Spoor (1967) en Spoor en Passchier-Vermeer (1969) gebruikt. Deze gegevens zijn afgeleid uit een aantal buitenlandse publikaties en hebben betrekking op geselecteerde groepen, dat wil zeggen groepen personen waarvan mag worden aangenomen dat slechts de veroudering invloed heeft gehad op de gehoorscherptheit en er geen andere oorzaken van gehoorverlies (infectieziekte, ototoxische geneesmiddelen, oorontstekingen, hoofdletsel) aanwezig zijn. Internationaal

zijn de door de ISO gepresenteerde referentiewaarden in gebruik. Deze referentiewaarden zijn opgenomen in ISO 7029 (1984): Acoustics-Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons. In ISO/DIS 1999/1 (1982) wordt aan deze waarden gerefereerd als data base A. De waarden zouden met name betrekking hebben op "highly-screened" populaties. In ISO/DIS 1999/1 wordt tevens data base B gepresenteerd, die representatief zou zijn voor ongeselecteerde groepen. De gegevens over data base A zijn daarbij door Robinson samengesteld en berusten op vrijwel dezelfde buitenlandse onderzoeken als de waarden die door Spoor zijn gegeven.

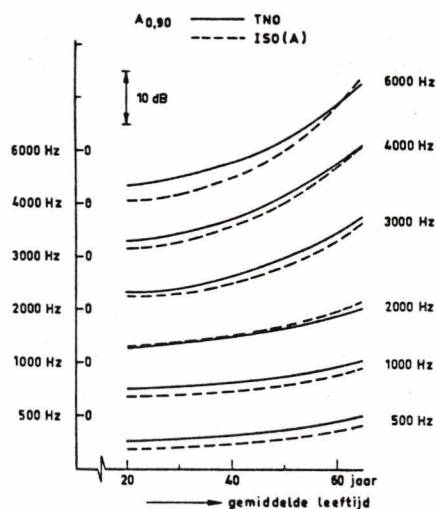
Het mag dan ook geen verwondering wekken dat er een zeer goede overeenkomst is tussen de gegevens van Spoor en die van Robinson (ofwel data base A van de ISO). Vergelijken we de gehoordrempels bij 500, 1000, 2000, 3000, 4000 en 6000 Hz die juist worden overschreden door 95, 75, 50, 25 en 10% der mensen. (bij vijf leeftijden tussen 20 en 60 jaar 150 waarden per sexe) dan is het gemiddelde verschil tussen de gegevens van Spoor en die uit data base A voor mannen slechts 0,25 dB en voor vrouwen 0,33 dB. In beide gevallen is er daarbij vanuit gegaan dat het mediane gehoorverlies op 18-jarige leeftijd gelijk is aan 0 dB. Gezien de geconstateerde zeer geringe verschillen tussen de gegevens van Spoor en die van data base A lijkt dit voor de praktijk van geen enkele betekenis. Daarom wordt dan ook voorgesteld om ook in Nederland de internationaal gestandaardiseerde gegevens van data base A te gebruiken.

Omdat data base B uit ISO/DIS 1999/1 als referentiewaarden voor ongeselecteerde groepen in het geheel niet betrouwbaar bleek, is een transversaal gehooronderzoek uitgevoerd bij ongeveer 500 mannen, met leeftijden variërend van 18 tot 65 jaar. Voor de deelnemende personen gold slechts één selectie-criterium: zowel in de huidige als in vroegere werkkringen mocht men niet aan lawaai zijn geëxponerd. Verder is geen enkele selectie toegepast. In figuur 1 is het resultaat bij 4000 Hz gegeven, evenals de gegevens uit data base A en B. In de figuren 2, 3 en 4 is het resultaat van alle beschouwde frequenties gepresenteerd. Er blijkt een bijzonder goede overeenkomst tussen de resultaten uit het transversale gehooronderzoek en data base A. Nogmaals zij er daarbij op gewezen dat in data base A het mediane gehoorverlies op 18-jarige leeftijd op 0 dB is gesteld, terwijl uit de onderzoeken waarop data base A was gebaseerd de volgende waarden waren berekend: bij 500 Hz 0,2 dB, bij 1000 Hz -0,1 dB, bij 2000 Hz -0,2 dB, bij 3000 Hz 2,2 dB, bij

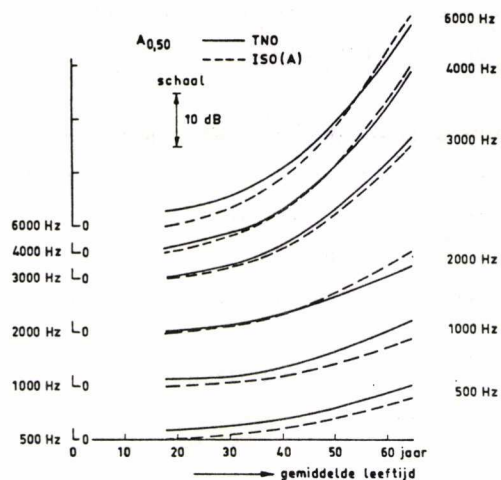
4000 Hz 3,1 dB en bij 6000 Hz zelfs 11,9 dB. Houden we rekening met deze afwijkingen dan blijkt dat de uit het transversale gehooronderzoek berekende waarden voor ongeselecteerde groepen niet meer gehoorverlies te zien geven dan data base A voor streng geselecteerde groepen. Daaruit kan geconcludeerd worden dat data base A ook bruikbaar is voor ongeselecteerde populaties, althans voor populaties die tijdens werktijd niet in lawaai gewerkt hebben en werken.



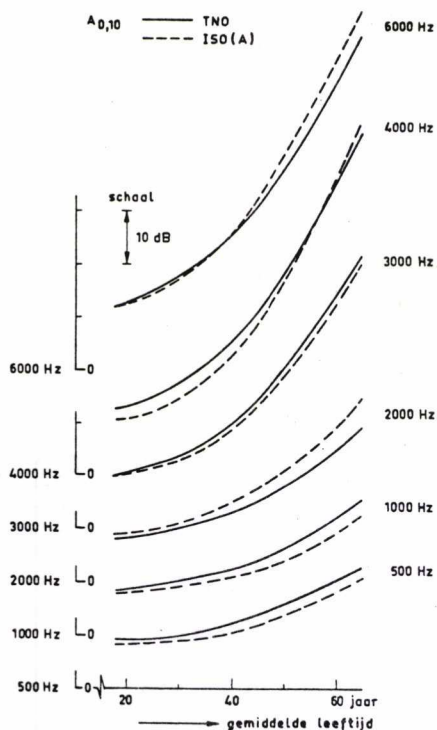
Figuur 1. Het normale ouderdomsgehoorverlies bij 4000 Hz dat door 10, 50 en 90% der mannen juist wordt overschreden, als functie van de gemiddelde leeftijd.



Figuur 2. Het normale ouderdomsgehoorverlies, voor diverse frequenties, dat door 90% der mannen juist wordt overschreden, als functie van de leeftijd.



Figuur 3. Het normale ouderdomsgehoorverlies, voor diverse frequenties, dat door 50% der mannen juist wordt overschreden, als functie van de leeftijd.



Figuur 4. Het normale ouderdomsgehoorverlies, voor diverse frequenties, dat door 10% der mannen juist wordt overschreden, als functie van de leeftijd.

5.2 Gehoorverliezen die door andere oorzaken dan veroudering en lawaai op de arbeidsplaats zijn ontstaan

Met behulp van de destijds beschikbare gegevens van een deel van de in het project preventie gehoorschade geteste mannen is nagegaan wat het effect is van een selectie naar een schone gehooranamnese op het groepsaudiogram. De analyse is gebaseerd op de gegevens van 1325 mannen. Bij de analyse is rekening gehouden met leeftijd, expositietijd en geluidexpositieniveau van de betrokkenen. In tabel 1 is het resultaat gegeven. Uit deze tabel blijkt slechts een geringe invloed van een afwijkende anamnese op het groepsaudiogram.

Tabel 1. Verschillen in de groepsaudiogrammen van ongeselecteerde en van op grond van de gehooranamnese geselecteerde groepen.

	Laagfrequent verschil (in dB) bij 500,1000,2000 Hz	Hoogfrequent verschil (in dB) bij 3000,4000,6000 Hz
$H_{0,90}$, $H_{0,75}$, $H_{0,50}$	0,3	0,8
$H_{0,25}$	1,1	2,5
$H_{0,10}$	3,3	5,4

Tevens is in een later stadium geanalyseerd welke factoren uit de gehoor- en lawaaianamnese van invloed zijn op de gehoorscherpthe. Deze analyse berust op de gegevens van 2076 personen. In tabel 2 is het resultaat opgenomen.

Tabel 2. Resultaat van een analyse van diverse oorzaken van gehoorverlies op de gehoorscherpthe van de in het project preventie gehoorschade onderzochte populatie (2076 personen).

Omschrijving [*]	Percentage mannen met afwijking	Gemiddeld verschil (in dB) in gehoorverlies tussen geselecteerde en ongeselecteerde groep (+ betekent statistisch significant verschil; - niet statistisch significant)	
		laagfrequent	hoogfrequent
Otologische anamnese	28,8	3,8 +	3,8 +
Infectieziekten	8,3	-1,0 -	-0,7 -
Ototoxische geneesmiddelen	4,7	-1,1 -	-1,0 -
Otologische status	31,3	3,9 +	3,0 +
Loopoor (40 t/m 49) [*]	5,1	12,2 +	12,5 +
serumen en uitspuiten	29,5	2,5 +	1,2 +
Lawaai in vorig beroep	47,0	-0,5 -	1,8 +

* Zie voor een nadere beschrijving bijlage 1.

Een geheel schone gehoor- en lawaaianamnese heeft slechts 15,2% van de onderzochte populatie.

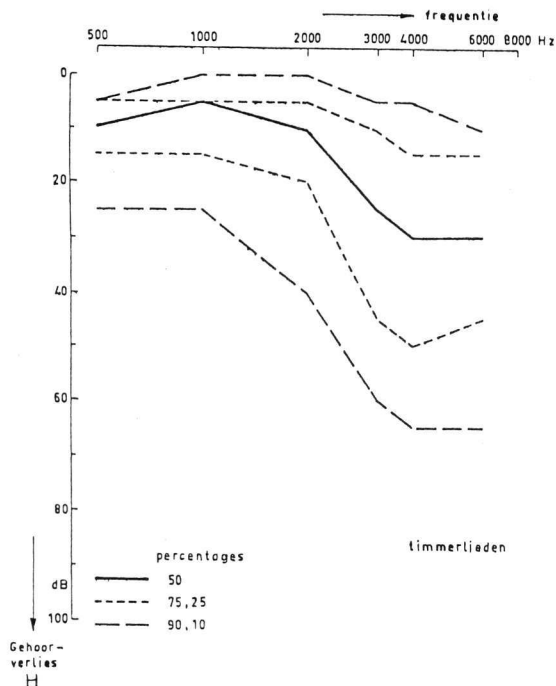
Daaruit blijkt dat een afwijkende otologische anamnese en/of een afwijkende otologische status effect hebben op de gehoorscherpthe. Geen effect blijkt er door infectieziekten en ototoxische geneesmiddelen. Het effect van afwijkingen die met de otoscoop geconstateerd kunnen worden blijkt bijzonder groot. Dit pleit voor een goede otoscopische inspectie van de oren.

De mate van voorkomen van een oorzaak en de gevolgen op de gehoorscherpthe bepalen tesamen of een bepaalde oorzaak van gehoorverlies ook zichtbaar wordt in het groepsaudiogram. Uit tabel 1 blijkt dat er kennelijk slechts een gering effect is te bespeuren in het groepsaudiogram. De mediane gehoordrempel lijkt vrijwel geheel niet beïnvloed. Het effect op de gehoordrempel, die door 10% der waarden wordt overschreden is duidelijker: 3 en 5 dB, afhankelijk van de frequentie waarbij het gehoorverlies bepaald is.

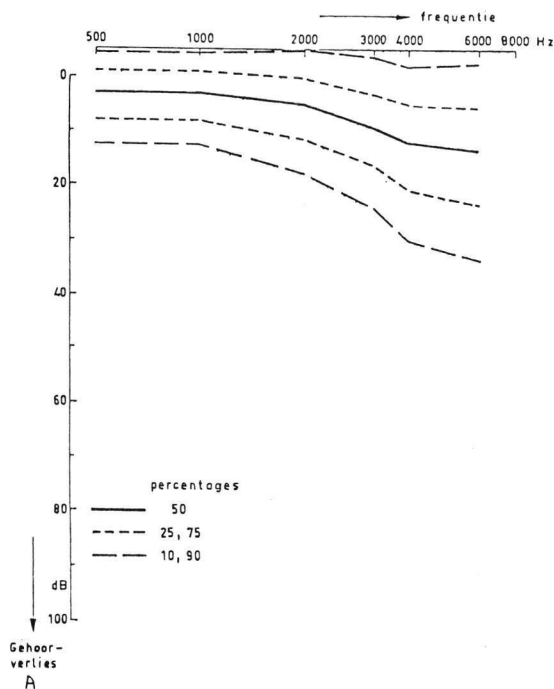
Ten aanzien van het presenteren van het groepsaudiogram en het zichtbaar maken van een mogelijk effect van lawaai in het groepsaudiogram kan de volgende werkwijze gehanteerd worden:

- bepaal de gehoordrempels (H) bij 500 tot 6000 Hz die juist worden overschreden door 90, 75, 50, 25 en 10% der werknemers in een groep (althans als de groep groot genoeg is. Bij kleinere groepen wordt alleen de 50%-waarde of de 75%, 50% en 25%-waarde bepaald)
- bepaal uit data base A de overeenkomstige percentielwaarden (A), behorende bij de gemiddelde leeftijd van de betreffende groep
- bepaal de verschillen (N) tussen de overeenkomstige percentielen ($N_x = H_x - A_x$)
- zet deze verschillen uit als functie van de frequentie
- uit het resultaat kunnen de volgende conclusies getrokken worden:
als de berekende N-waarden kleiner zijn dan de in tabel 1 gegeven waarden, dan is er geen gehoorschade door expositie aan lawaai opgetreden. Als de N-waarden groter zijn dan de aangegeven waarden, dan heeft lawaai hoogstwaarschijnlijk effect gehad op de gehoorscherptheit van de onderzochte groep. Rekening houdend met een zekere mate van onnauwkeurigheid in de metingen, wordt deze uitspraak des te waarschijnlijker naarmate de N-waarden verder aflaggen van de in de tabel gegeven waarden.

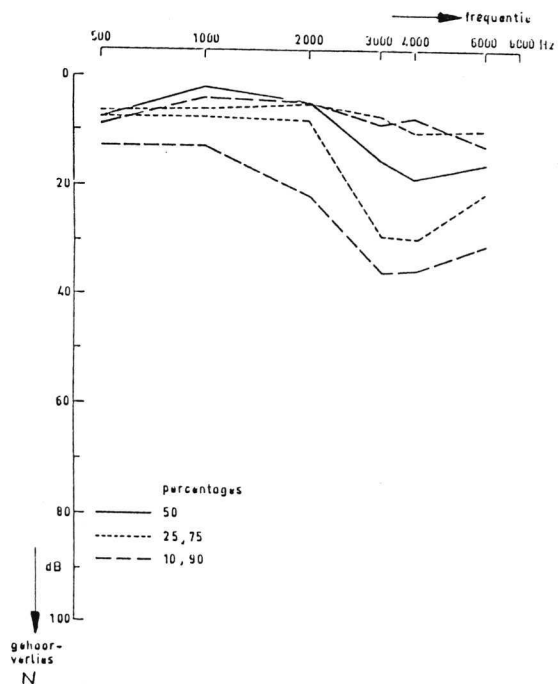
Een uitgewerkt voorbeeld voor een groep timmerlieden is gegeven in de figuren 5, 6 en 7.



Figuur 5. Groepsaudiogram van een groep timmerlieden.
Gemiddelde leeftijd 45 jaar.



Figuur 6. Groepsaudiogram van een referentiegroep, volgens ISO A.
Gemiddelde leeftijd 45 jaar.



Figuur 7. Verschillen tussen groepsaudiogrammen in figuur 5 en 6.
Toename door lawaai van de gehoordrempels bij de groep timmerlieden.

LITERATUUR

W. Passchier-Vermeer. Bedrijfsaudiometrie en presbycusis. Rapport B 548 van het IMG-TNO (1983).

W. Passchier-Vermeer, D. Grundel, A.J.M. Rövekamp. Reproduceerbaarheid en leereffect bij toondrempelaudiometrie. Rapport NIPG-TNO (1985).

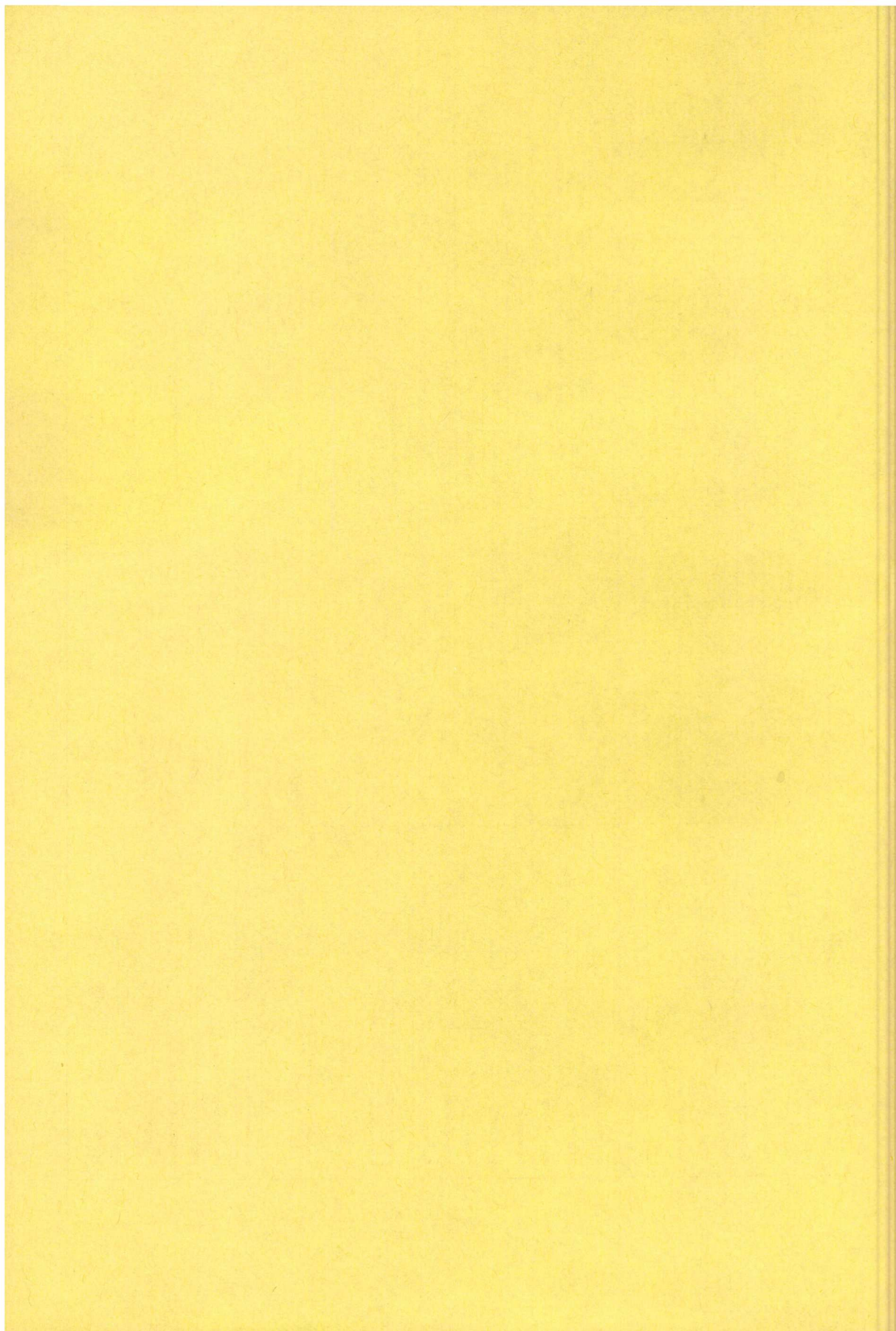
A. Spoor. Presbycusis values in relation to noise-induced hearing loss. Int. Audiol 6: 48-57 (1967).

A. Spoor, W. Passchier-Vermeer. Spread in hearing levels of non-noise exposed people at various ages. Int. Audiol 8. 328-336 (1969).

ISO 7029: Acoustics-Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons (1984).

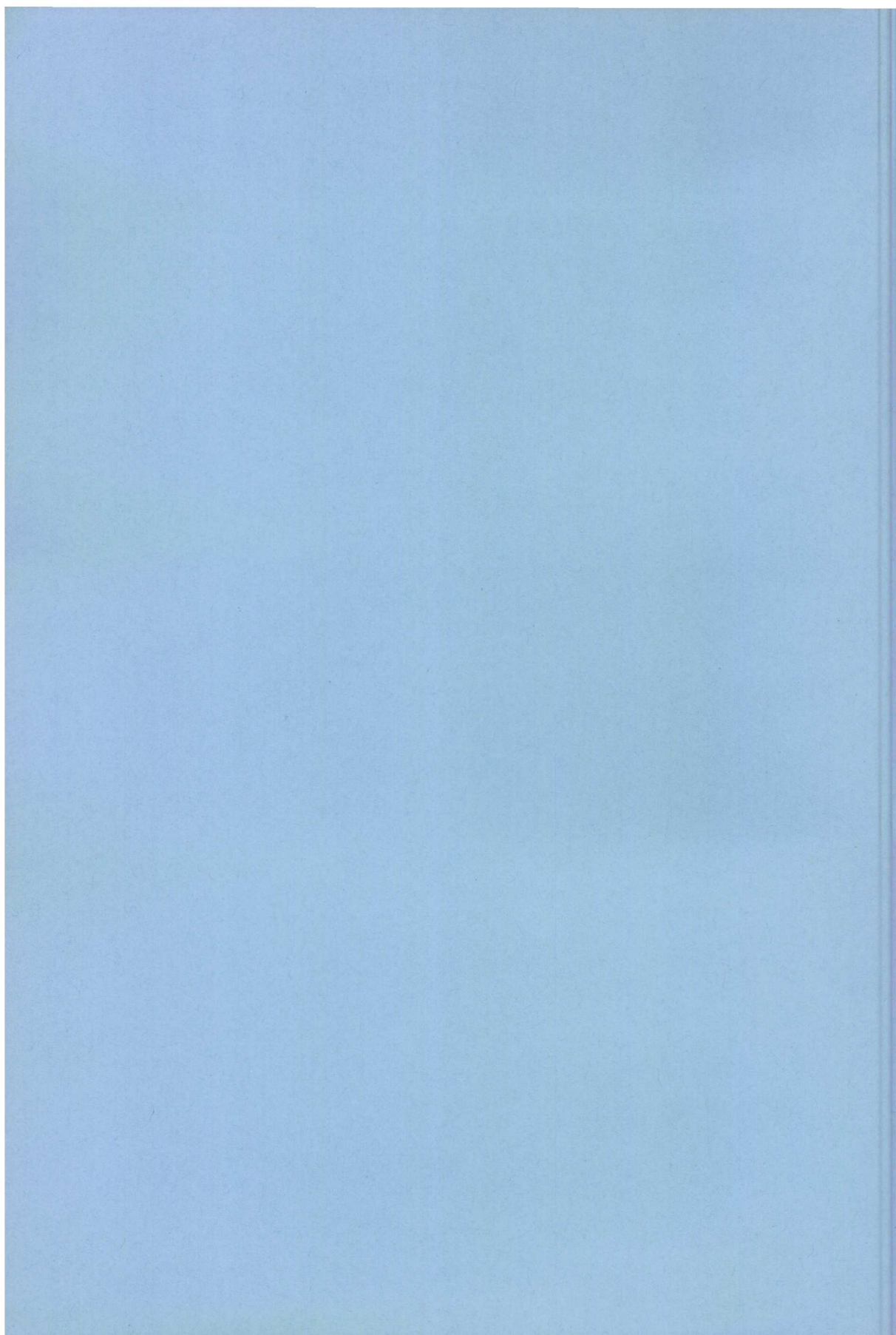
ISO/DIS 1999/1: Acoustics-Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss (1982).

Naam/Voorl. 1 Persoons nr Man 3 ☐ Vrouw 4 ☐ Geboortedatum Afdeling sinds Werkzaamheden		BGD nr Bedrijfs nr Onderzoek volg nr eerste onderzoek datum		9 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 10 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 11 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ vervolg 13 ☐ 14 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐		L 40 ☐ 42 ☐ 44 ☐ 46 ☐ 48 ☐ 50 ☐ 52 ☐		R 41 ☐ 43 ☐ 45 ☐ 47 ☐ 49 ☐ 51 ☐ 53 ☐		Otiol. status mixv. uitw. geh. gang loopoor tr. vl. perforatie litteken intrekking cerumen uitsputten		L  R  Otiol. status Otiol. status Verstaan van spraak		niet goed goed 57 ☐ 59 ☐ 61 ☐ 63 ☐ R 65 ☐ L 67 ☐ niet goed 69 ☐ goed 70 ☐	
2 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 3 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 4 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 5 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 6 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 7 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 8 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐		R 15 ☐ 17 ☐ 19 ☐ 21 ☐ 23 ☐ 25 ☐ 27 ☐		L 16 ☐ 18 ☐ 20 ☐ 22 ☐ 24 ☐ 26 ☐		Wanneer? oortint loopoor oortintsteking oortintoperatie oortintgeval anders schedeltrauma		Otologische anamnese Infektie ziekten/Toxische geneesmiddelen Infektieziekten 30 ☐ Toxische geneesmiddelen 31 ☐		L 28 ☐ 30 ☐ 32 ☐ 34 ☐ 35 ☐ 36 ☐ 37 ☐ 38 ☐ 39 ☐		schoon 29 ☐ schoon 33 ☐ schoon 37 ☐ schoon 41 ☐ schoon 45 ☐ schoon 49 ☐ schoon 53 ☐			



A.H. Grundel
D. van der Ree

VOORLICHTING IN HET KADER VAN EEN
GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA



	SAMENVATTING	31
1.	INLEIDING	33
2.	VOORLICHTING ALGEMEEN	34
3.	VOORLICHTING IN SAMENWERKING MET EEN TOLK	36
4.	VOORLICHTINGSMATERIAAL	38
5.	LAWAAIVoorlichting door TNO in de grotere bedrijven	39
	5.1 Praktische informatie	39
	5.2 Theoretische informatie	41
	5.3 Film	42
	5.4 Gehoorbeschermingsmiddelen	43
	5.5 Groepsgesprek	43
6.	LAWAAIVoorlichting door TNO in de kleinere bedrijven	45
7.	EVALUEREN	46
8.	CONCLUSIE	47
	BIJLAGE	49

SAMENVATTING

In deze publicatie wordt de opbouw en ontwikkeling beschreven van de TNO voorlichting betreffende lawaai en hierdoor veroorzaakte gehoorschade.

De voorlichting wordt uitgevoerd in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma voor groepen werknemers, die werkzaam zijn in lawaaiige bedrijven.

1. INLEIDING

Een belangrijk onderdeel van een gehoorbeschermingsprogramma is de voorlichting aan werknemers van een bedrijf omtrent schadelijk lawaai, gehoorbeschadiging door lawaai en mogelijke beschermende maatregelen.

De informatie is afgestemd op werknemers met een lawaaiige werkplek, doch tevens van belang voor mensen die zelf niet in lawaai werken, maar wel met de begeleiding van "lawaaiwerknemers" te maken hebben in het bedrijf (bijv. chefs, bedrijfsleiding).

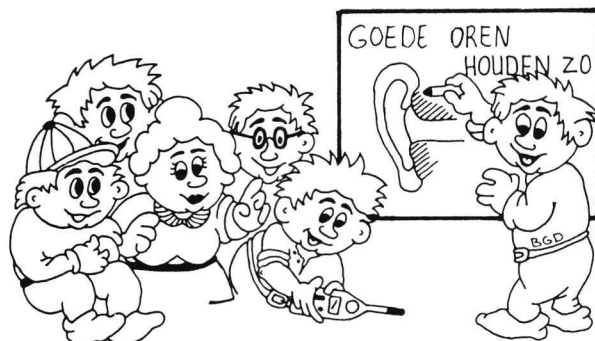
Tijdens de ontwikkeling van het programma is samengewerkt met mensen van diverse bedrijfsgezondheidsdiensten (BGD) gedurende de uitvoering in de bedrijven. Men loopt mee op de "meetdagen" in een bedrijf wat betreft geluidmetingen en audiometrie.

Tevens is er meestal iemand van de BGD aanwezig bij de voorlichtingsbijeenkomsten in een bedrijf, om met een korte inleiding het TNO lawaaieteam te introduceren bij de werknemers.

Het is echter de bedoeling dat bedrijfsgezondheidsdiensten in de toekomst deze lawaaiproblematiek nog intensiever gaan aanpakken. Niet alleen op meetgebieden zoals geluidmeten en audiometrie, maar ook op voorlichtingsgebied, wat immers prima in het takenpakket van een BGD past.

Veelal heeft de BGD al een grote rol bij het informeren van werknemers over veiligheid, gezondheid en welzijn in relatie tot arbeid, doch deze informatieoverdracht is meestal individueel.

Ten gevolge van de ARBO wet zijn bedrijven verplicht hun werknemers voor te lichten over bijvoorbeeld schadelijke stoffen waarmee gewerkt wordt of over gehoorbeschadigend geluid, etc. Hierbij kan de rol van de BGD nog groter worden en naast individuele voorlichting ook voorlichting in groepsverband in samenwerking met het bedrijf gaan inhouden.



2. VOORLICHTING ALGEMEEN

Om te kunnen voorlichten moet men zelf over voldoende informatie beschikken betreffende de onderwerpen waarover iets verteld moet worden.

Een goede voorlichting is niet slechts, zoals velen denken, even een verhaal-tje vertellen met misschien wat plaatjes ter illustratie.

Voor het goed overkomen van de informatie en het zelfvertrouwen van de voorlicht(st)er dient een programma van te voren systematisch opgebouwd te worden. Dat is, naargelang de problematiek en/of het onderwerp, niet altijd even eenvoudig.



**WIE EEN VOORLICHTING LEIDT
LIJDT VAAK HEEL WAT AF**

Tevens draagt bij tot rust en zelfvertrouwen van de voorlicht(st)er, dat men ruimschoots voor de aanvang van de voorlichtingsbijeenkomst aanwezig is om alle benodigdheden klaar te zetten en te controleren.

Het is prettig om de groep te zien binnenkomen en de mensen te observeren. Aan de hand van tegen elkaar gemaakte opmerkingen is vaak al enigszins op te maken, welke mensen het verloop van de voorlichtingsbijeenkomst positief zouden kunnen beïnvloeden. Zodra men voor de groep staat kan men hiervan gebruik maken door die mensen bij het verhaal te betrekken, hetgeen de voorlichtingstaak wat leuker en lichter maakt.

Het staan voor een groep heeft veel invloed op de manier van voorlichten. Men kan veel kennis hebben en die uit angst voor de groep toch niet kunnen overdragen.

Een feit is dat men voorlichting geven in groepsverband al doende leert, maar toch kan men er zich enigszins op voorbereiden door het werkplan van een voorlichtingsprogramma nauwkeurig samen te stellen.

Voor schema werkplan voorlichtingsprogramma zie Bijlage 1.

De mogelijkheid om voor dit laatste een cursus te volgen is er bij het ITV (Instituut voor Toegepaste Voorlichtingskunde) in Wageningen:

Het opstellen van een voorlichtingsprogramma in de GVO (Gezondheids Voorlichting en Opvoeding).

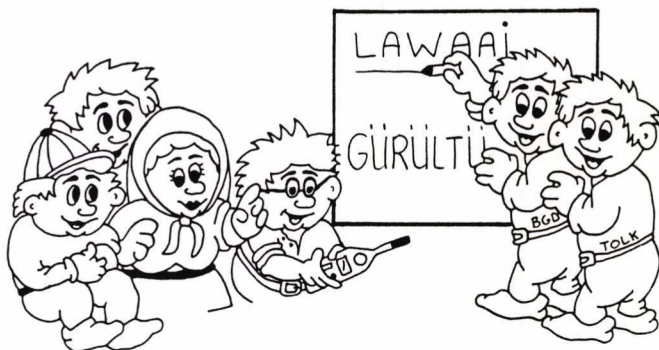
3. VOORLICHTING IN SAMENWERKING MET EEN TOLK

Tijdens een voorlichtingsbijeenkomst, waar nogal veel buitenlandse werknemers aanwezig waren, bleek dat het verhaal niet door iedereen goed begrepen werd. Er kwamen vrijwel geen reacties en op vragen werd meestal door Nederlanders een antwoord gegeven. In eerste instantie werd getracht dit probleem te verminderen, door de buitenlandse werknemers een folder in hun eigen taal mee te geven. Maar niet iedereen bleek die te kunnen lezen. Door veel aandacht te besteden aan persoonlijke voorlichting in de audiomobiel en op de werkvloer, vooral aan goed Nederlands sprekende buitenlandse werknemers, werd bereikt dat ook deze groep op de hoogte werd gesteld.

Aan het verzoek, één en ander aan niet goed Nederlands sprekende landgenoten door te vertellen, werd vaak gehoor gegeven.

Doch ergens waren wij niet zo gelukkig met de situatie. Een groot deel van de informatie kwam via, via wel over, maar tijdens de voorlichtingsbijeenkomsten zat men er steeds verwachtingsvol en niet begrijpend bij.

Bij een bedrijf met veel buitenlandse werknemers, waaruit men groepen kon samenstellen, werd de voorlichting in samenwerking met een tolk gegeven. Dit ging uitstekend, via de tolk kwamen veel vragen en opmerkingen.



In deze groepen waren de Nederlanders vaak in de minderheid en soms nogal luidruchtig. Men vond het vervelend dat het Nederlandse verhaal steeds onderbroken werd om de tolk de gelegenheid te geven de tekst te vertalen.

Daarom werd verder zoveel mogelijk geprobeerd voorlichtingsbijeenkomsten met een tolk zonder Nederlandstaligen te houden. Belangrijk is dat de juiste tolk voor een groep komt te staan. Dus een Marokkaanse tolk voor een Marokkaanse groep en een Turkse tolk voor een Turkse groep. Dit bij een bedrijf goed informeren.

Vooraf vertalen in het Turks schijnt wel eens moeilijk te zijn, in verband met de vele taalgebieden die Turkije kent. Daarom is het prettig als de tolk van tevoren de inhoud van het voorlichtingsprogramma gelezen heeft, zodat de vertaling enigszins kan worden voorbereid.

4. VOORLICHTINGSMATERIAAL

Daar wij niet alleen mondeling informatie wilden verstrekken maar ook schriftelijk, werd een boekje samengesteld waarin een samenvatting van diverse onderwerpen van het voorlichtingsprogramma. De bedoeling van dit boekje is dat men het mee naar huis neemt om eens door te lezen en dat op die manier tegelijkertijd het thuisfront wordt geïnformeerd. Het bleek belangrijk mensen voortdurend te herinneren aan de noodzaak van een gehoorbeschermer op een lawaaiige werkplek. De weinige, meestal reeds bekende afbeeldingen en borden van gehoorbeschermingsfabrikanten trokken nauwelijks nog de aandacht.

Daarom werd ten behoeve van het project een serie nieuwe posters, stickers en "stripverhaaltjes" ontworpen, om door een bedrijf te verspreiden ter ondersteuning van de voorlichting. De "stripverhaaltjes" met eenvoudige tekst werden vooral ontworpen om de buitenlandse werknemers te informeren over het onderwerp, doch tevens om, zoals de posters en stickers, te herinneren aan de noodzaak van gehoorbeschermers op een bepaalde werkplek.

In het ene bedrijf werden de uitgereikte stickers en posters teruggevonden in de omgeving van lawaaiige machines, in het andere bedrijf werd dit materiaal meer mee naar huis genomen. Ook prima, daar zich de toekomstige lawaaiwerknemers thuis kunnen bevinden en de positieve beïnvloeding van thuis belangrijk zou kunnen zijn wat betreft het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen en lawaaibewust gedrag op de werkvloer. Het effect van dit begeleidende voorlichtingsmateriaal is vrijwel niet te meten. Men kan slechts hopen dat het als herinnering aan het dragen van gehoorbeschermers dient.

Naast deze serie werd tevens voorlichtingsmateriaal van bijvoorbeeld gehoorbeschermingsfabrikanten, GAK en Veiligheidsinstituut gebruikt. Dit alles met hetzelfde doel: informatie over lawaai en mogelijke gevolgen, etc.

5. LAWAAIVoorLICHTING DOOR TNO IN DE GROTERE BEDRIJVEN

Het lijkt me handig om aan de hand van de indeling, onze lawaaivoorlichting even door te nemen. Wat wij belangrijk vinden om in het programma op te nemen:

- * praktische informatie
- * theoretische informatie
- * film
- * gehoorbeschermingsmiddelen
- * groepsgesprek

5.1 Praktische informatie

De bedoeling van de lawaaivoorlichting is, in eerste instantie, de werknemers te informeren over het onderzoek dat gaat plaatsvinden in hun bedrijf. Daarom wordt verteld hoe de geluidmetingen uitgevoerd worden en wat het aandeel van de werknemers daarbij kan zijn.

Om het geluidexpositieniveau op de arbeidplaats te weten te komen, kunnen de volgende twee methoden gebruikt worden:

- Eerst alle geluidsniveaus bij machines of werkzaamheden meten, dan alle tijden meten (schatten) die iemand bij bepaalde machines doorbrengt en vervolgens berekenen wat het gemiddelde geluidexpositieniveau over de hele dag is geweest.
- Een aantal werknemers vragen enkele werkdagen een draagbare geluidexpositiemeter mee te dragen en vervolgens het gemiddelde geluidexpositieniveau per dag uitrekenen.

Bij het project preventie gehoorschade is vooral van deze laatste methode gebruik gemaakt.

Tevens wordt verteld wat er precies bij het opnemen van het audiogram in de audiomobiel gaat gebeuren, zodat men alle handelingen van te voren weet.

Eerst worden voorbeelden gegeven van de vragen die gesteld worden ten behoeve van de anamneselijst:

- of men al lang in lawaai werkt,
- of men problemen heeft bij het verstaan van mensen,
- of men wel eens ernstig ziek is geweest en/of langdurig medicijnen heeft geslikt,
- of men vaak last heeft gehad van oorontstekingen.

Dan wordt verteld en gedemonstreerd dat met een speciale orenkijker (otoscoop), voorzien van een lampje, even in de oren gekeken wordt, wat niet zeer doet maar een beetje kan kriebelen.

Op deze oreninspectie wordt later in het verhaal even teruggegrepen, waarbij verteld wordt wat er te zien valt: We kunnen zien of het trommelvlies aan het eind van de gehoorgang gaaf is, of dat er een gaatje of litteken te zien is. Tegelijkertijd kunnen we bekijken of er een prop oorsmeer zit die de gehoorgang afsluit.

Deze uitleg kan pas gegeven worden als men weet, wat waar zit in het oor.

Vervolgens beschrijven we het verloop van de gehoortest:

Via een computergestuurde audiometer zijn tonen te horen op een koptelefoon, die men op het hoofd krijgt. Hoge en lage tonen, harde en heel zachte tonen. Men moet proberen zich zo goed mogelijk te concentreren. Eerst wordt het linkeroor getest en daarna het rechteroor. De bedoeling is dat men, zodra geluid te horen is, op een knopje drukt en dit weer loslaat. Even als sein-tje dat de toon gehoord is. Aan het eind van de test, als beide oren getest zijn, krijgen we de uitslag in de vorm van een rijtje getallen te zien.

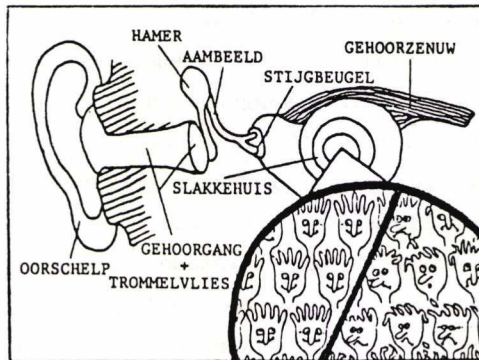
De uitslag wordt besproken, zodat men precies op de hoogte is van de toestand van het gehoor op dat moment.



Deze informatie over onze werkzaamheden hebben wij altijd erg belangrijk gevonden. Men weet ongeveer wat er gaat gebeuren en dat geeft de werknemers iets meer zekerheid. Wij zijn in grote mate afhankelijk van de medewerking in een bedrijf, dus die proberen we positief te beïnvloeden door zoveel mogelijk onbekendheid weg te nemen.

5.2 Theoretische informatie

Daarnaast vonden wij het noodzakelijk wat extra informatie over bijvoorbeeld geluid en horen te geven. Dit om het verhaal wat aantrekkelijker en completer te maken. Belangrijk is de informatie overzichtelijk en begrijpelijk over te brengen. Dit is niet alleen prettig voor de toehoorders, maar ook om zelf de draad van het verhaal niet kwijt te raken. Als voorbeeld nemen we het schema van het oor, waarbij we een dia gebruiken. Dit plaatje zal de meesten van u bekend voorkomen, doch dat is meestal niet het geval bij de "lawaaierknemers".



We gaan ervan uit dat we grotendeels nieuwe informatie geven en moeten dus bij het begin beginnen:

- uitleg van het plaatje,
- uitleg proces normaal horen,
- uitleg lawaaibeschaadigd horen.

De moeilijkheidsgraad van het verhaal hangt af van de groep, maar maak het liever niet te ingewikkeld.

Allereerst wordt verteld wat er op het plaatje te zien is:

een stukje oorschelp, de gehoorgang met aan het eind ervan het trommelveel (uitleg otoscopie sluit hier prima op aan), de gehoorbeentjes (hamer, aambeeld, stijgbeugel) en het eigenlijke gehoororgaan: het slakkehuis. Het slakkehuis is een holle, opgerolde buis in de vorm van een slakkehuis, daarom is het voor het gemak ook maar zo genoemd.

Dan wordt het proces van normaal horen uitgelegd:

Geluid is een trilling van de lucht. Via de oorschelp en de gehoorgang worden de geluidstrillingen naar het trommelvlies geleid, dat eveneens in beweging gebracht wordt. De trillingen van het trommelvlies worden via de gehoorbeentjes doorgegeven naar de holle gangen van het slakkehuis, waar zich de gehoorcellen bevinden. Deze gehoorcellen, 20.000 in ieder oor, hebben voelsprietjes op hun kop. Een soort antennes, waarmee ze geluidstrillingen op kunnen vangen. Via gehoorzenuwen wordt het geluid uiteindelijk geregistreerd in de hersenen en dan pas hoort men het geluid.

Tenslotte een door lawaai beschadigd hoorproces:

Een beschadiging door lawaai zit in de gehoorcellen in het slakkehuis. Te hard (80 dB(A) en hoger) en lang aangehouden geluid heeft als gevolg dat de antennes op de gehoorcellen kapot gaan. Het is zo'n beetje te vergelijken met de t.v.-antennes, die vroeger in grote getale op de daken van de huizen stonden. Na een flinke storm kwam het nogal eens voor dat vele antennes omgewaaid of afgebroken waren en dat er iemand het dak op moest om ze te repareren of te vervangen. Een beschadigde antenne van een gehoorcel kan geen trillingen meer opvangen, zodat er ook geen signalen meer doorgegeven kunnen worden aan de hersenen.

Het trieste is dat een gehoorbeschadiging door lawaai niet te genezen is.

Geen medicijn of operatie kan verbetering geven en ook een gehoorapparaat helpt bij deze vorm van doofheid niet. Men mist blijvend een deel van het gehoor. Doordat zo'n lawaaibeschadiging heel geleidelijk erger wordt, kan het jaren duren voor men er iets van merkt. Daarom is het belangrijk dat mensen, die in lawaai werken, weten wat er door lawaai kan gebeuren. Zodat men tijdig maatregelen kan nemen, bijvoorbeeld door gehoorbeschermers te gaan gebruiken of lawaaiige werkgewoonten te veranderen. Lawaaidoof is echt doof, dus beter voorkomen, want genezen is er niet bij.

5.3 Film

De film vat een en ander van het verhaal nog eens samen, zodat men de informatie op een andere manier nog eens hoort en ziet en dingen kan herkennen. Of als men het de eerste keer niet helemaal begreep een mogelijkheid om alsnog te begrijpen. Voor het tonen van de film wordt men attent gemaakt op bepaalde gedeelten, bijvoorbeeld: de kleedkamerscene, waarbij men geluid kan horen, zoals een lawaaidove hoort.

5.4 Gehoorbeschermingsmiddelen

Tevens een belangrijk onderdeel van de voorlichting zijn de gehoorbeschermers. In een tiental minuten is het eigenlijk onmogelijk om mensen wegwijs te maken in de warwinkel van doppen, proppen, beugels en kappen. Ook hier proberen we de onbekendheid en vaak negatieve houding ten opzichte van gehoorbeschermers enigszins te veranderen door voorbeelden te laten zien en het gebruik ervan toe te lichten. Daarbij wordt iets verteld over de demping van de diverse beschermers, mits goed gedragen:

watten, doppen en beugels dempen ± 10 dB(A),	
proppen	dempen ± 15 dB(A),
kappen	dempen $\pm 15-20$ dB(A).

Deze getallen houden we aan bij de uitleg in welk geluidniveau men welke gehoorbeschermer zou moeten gebruiken voor een optimale bescherming. Doch als iemand, werkzaam in een niveau van 96 dB(A) absoluut geen kap wil of kan dragen, maar wel proppen wil proberen, dan geldt beter iets dan niets.

5.5 Groepsgesprek

Een groepsgesprek barst soms spontaan los, doch het komt vaker voor dat het gesprek op gang geholpen moet worden door middel van het stellen van vragen aan de groep. Bijvoorbeeld: "Werkt u al lang in lawaai? Wel eens een gehoorbeschermer geprobeerd? Hoe vond u die beschermer? Kunt u aangeven waarom u de beschermer niet prettig vond?" etc.

Dit onderdeel is net als de rest van het programma zeer aan tijd gebonden, dus liefst diepgaande vragen, waarvan het antwoord het grootste deel van de groep waarschijnlijk niet interesseert, eventueel doorverwijzen naar een later tijdstip. Dan kan in alle rust de vraag beantwoord worden. Iedereen moet aan deze groeps"dicussie" mee kunnen doen en denken en zijn/haar vragen durven stellen. Probeer gebruik te maken van de mensen in de groep. Mensen die zich positief opstellen ten opzichte van het onderwerp kunnen helpen de niet-geïnteresseerden te motiveren tot bijvoorbeeld het gebruik van gehoorbeschermers. Laat ze maar vertellen.



We blijven erop hameren dat gehoorbeschermingsmiddelen belangrijk zijn.

Dit zijn de punten waar wij gedurende de lawaaivoorlichting aandacht aan besteden. Het neemt zo'n drie kwartier tot een uur in beslag. Dit hangt af van de groep en de wel of juist niet gestelde vragen.

De resultaten van het eerste deel van het gehoorbeschermingsprogramma worden in rapportvorm aan het bedrijf gemeld en besproken met bedrijfsleiding en OR-leden.

6. LAWAAIVoorlichting door TNO in de kleinere bedrijven

Hier bleek het vaak moeilijk een uur werktijd voor een voorlichtingsbijeenkomst vrij te maken.

Daarom werd het programma in twee delen van ± 20 min. gesplitst, zodat het verhaal tijdens twee wat uitgebreidere koffiepauzes gehouden kan worden. In kleine bedrijven kan meer aandacht gegeven worden aan individuele voorlichting op de werkvloer, dus is het niet erg als tijdens de voorlichtingsbijeenkomst niet alles aan bod is gekomen. De resultaten worden behalve in het tweede deel van de voorlichting ook in rapportvorm aan het bedrijf gemeld en besproken.

7. EVALUEREN

Voor beide voorlichtingsprogramma's is evalueren van groot belang.

Waarom evalueren:

- voor onszelf en voor de doelgroep om voortdurend het programma te kunnen bijsturen

Wat evalueren:

- is het belangrijk dat het doel van de voorlichting bereikt wordt (effect)
- of is de manier waarop dat doel bereikt is (of niet) juist erg belangrijk (proces)

Wanneer evalueren:

- direct na afloop van de voorlichting, tussentijds, na een week, na enige maanden, na 1½ jaar etc. Effectevaluatie kan vlak na een lezing vaak een goed resultaat geven maar na zes maanden kan dat effect bij de doelgroep grotendeels verdwenen zijn. Procesevaluatie doet men meestal tijdens of direct na een voorlichting, omdat dat belangrijk is voor de bijstelling van het programma of je eigen optreden.

Wie evalueert:

- effectevaluatie kan men zelf doen, maar tevens door een buitenstaander gedaan worden, wat de kans op meer objectieve informatie groter maakt. Duidelijk aangeven wat men precies wil weten en waarom.
- procesevaluatie kan men zelf doen met de doelgroep, maar ook, indien dat niet mogelijk is, met kritisch toebehorende collega's.

Hoe evalueren:

- mondeling
- schriftelijk

8. CONCLUSIE

Daar een bedrijfsgezondheidsdienst de gelegenheid heeft om regelmatig een gehoorbeschermingsprogramma te herhalen, kunnen de mensen op de lawaaiige werkplekken beter begeleid worden.

Het blijkt belangrijk dat men bij tussenpozen wordt herinnerd aan de noodzaak van bijvoorbeeld het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen in een lawaaiige werkomgeving.

Naast folders, stickers, stukjes in het bedrijfsblad, individuele voorlichting en groepsvoorlichting, kan de BGD een positieve invloed hebben op de mensen op de werkvloer door geregeld ter plekke te informeren naar bijvoorbeeld het gebruik van de gehoorbeschermers en de eventuele problemen hierbij. Juist op de werkvloer is het belangrijk mensen intensief te begeleiden bij het dragen van gehoorbeschermers en lawaai bewust gedrag.

Daar moet men immers, wat men te weten is gekomen tijdens de voorlichtingsbijeenkomst, in praktijk gaan brengen.

Voor veel werknemers blijkt dit erg moeilijk te zijn en ondanks opgestoken kennis, zonder deskundige begeleiding vaak niet consequent vol te houden.

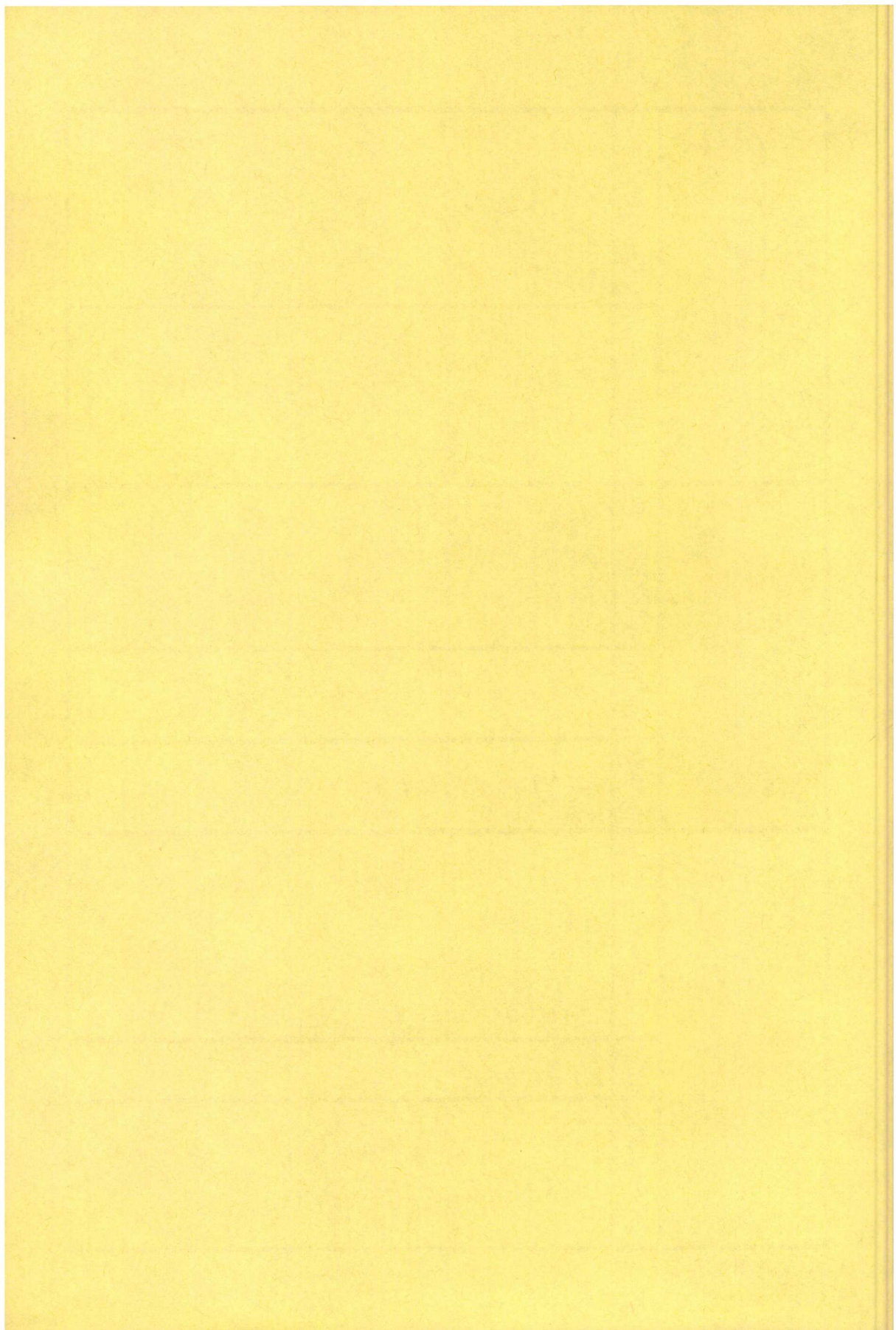
Een belangrijke taak voor de BGD kan zijn door middel van groepsvoorlichting en individuele voorlichting vanuit de dienst en op de werkvloer, de houding van werknemers in lawaai en bedrijfsleiding positief te beïnvloeden. Zodanig, dat men de boodschap van de voorlichting niet alleen begrijpt, maar er tevens naar gaat handelen door te werken aan lawaaibestrijding op de werkvloer of het gehoor tegen schadelijk lawaai te beschermen.

Een gehoorbeschermingsprogramma is geslaagd te noemen wanneer men dit als BGD kan bereiken.



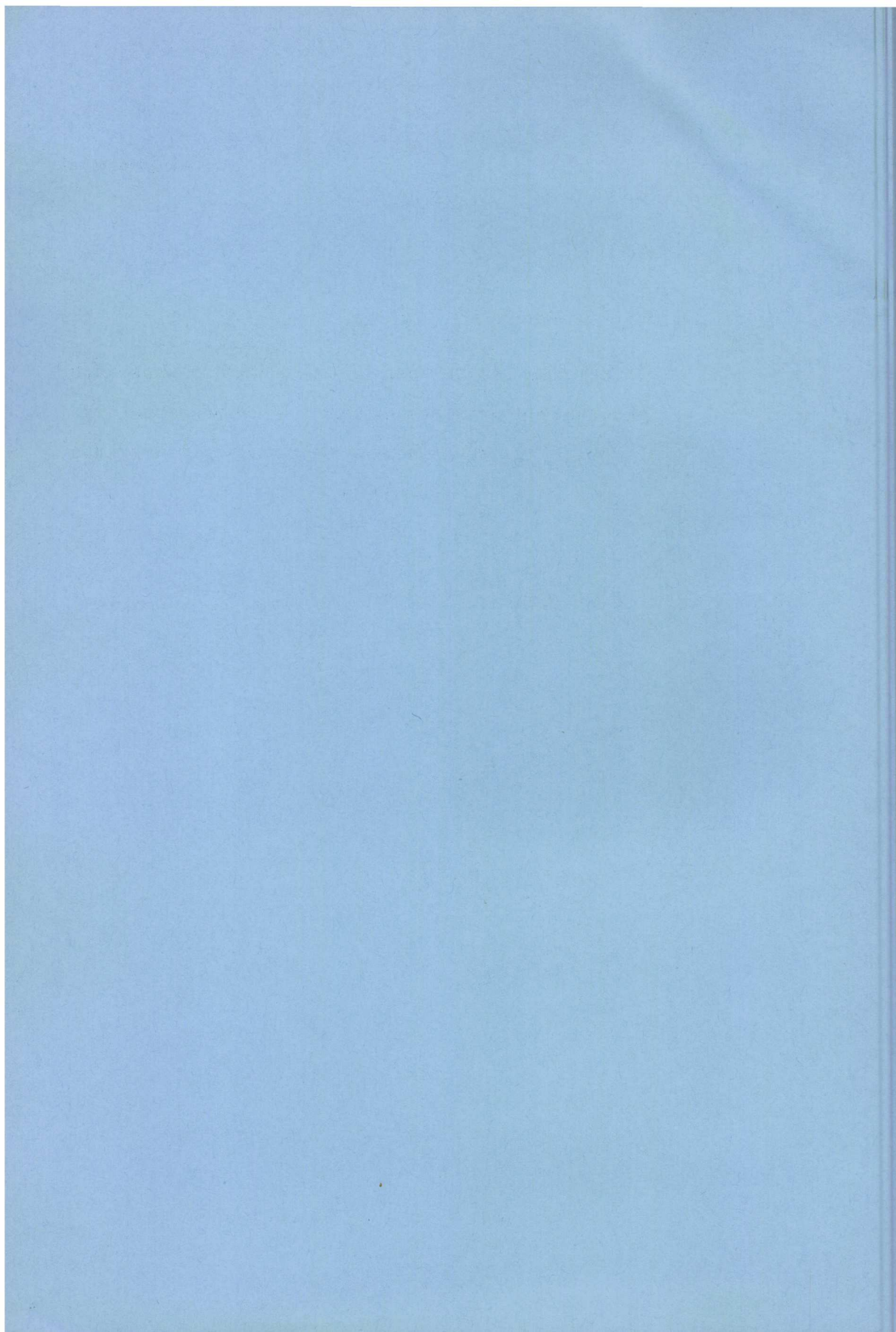
VEEL SUCCES !

DOEL : wat men wil bereiken met de voorlichting		DOELGROEP : de groep die men met het voorlichtingsprogramma wil bereiken		EXTERNE BEPERKINGEN : alles waar men geen invloed op heeft en waar men toch rekening mee moet houden bij het opstellen van een voorlichtingsprogramma			
ONDERWERP	TYD	INHOUD	METHODE	GROEPS-AKTIVITEIT	HULPMIDDELEN	DIA'S	ORGANISATIE
thema voorlichting		de boodschap die men met de voorlichting wil overdragen	de manier waarop men de boodschap wil overbrengen	mogelijke inbreng van de groep	de benodigde middelen waarmee men de boodschap wil overbrengen	onderwerpen plaatjes	werkzaamheden en personen die voor de voorlichting nodig zijn binnen de eigen werkring en de bedrijven



R. van den Berg

GELUIDMETINGEN OP DE ARBEIDSPLAATS IN HET KADER VAN
GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA'S - MEETPROTOCOL TER
BEPALING VAN GELUIDEXPOSITIENIVEAUS



	SAMENVATTING	55
1.	INLEIDING	57
2.	SAMENVATTING MEETPROTOCOL	59
2.1	Vooronderzoek	59
2.1.1	Apparatuur	59
2.1.2	Meetplaats	59
2.1.3	Meettijd	60
2.1.4	Beoordeling	61
2.2	Uitgebreid akoestisch onderzoek	61
2.2.1	Apparatuur	62
2.2.2	Persoonsgebonden metingen	62
	2.2.2.1 Meetplaats	62
	2.2.2.2 Meettijd en aantal metingen	62
2.2.3	Werkzaamheidsgebonden metingen	63
	2.2.3.1 Meetplaats	63
	2.2.3.2 Meettijd en aantal metingen	63
2.3	Stroomschema meetprotocol	64

SAMENVATTING

Onlangs is het beleid ten aanzien van lawaai op de arbeidsplaats vastgesteld. Hierin zijn grenswaarden opgenomen voor schadelijk lawaai, waarboven gehoorbeschermingsmiddelen aanwezig moeten zijn en wanneer de werknemer verplicht is deze te dragen. Ook is een grenswaarde opgenomen waarboven de werkgever verplicht is het lawaai te gaan bestrijden. In het kader van de uitvoering van gehoorbeschermingsprogramma's is een meetprotocol opgesteld ter bepaling van de geluidexpositieniveaus van de werknemers. Het protocol bestaat uit twee delen, het vooronderzoek en het uitgebreide akoestische onderzoek. In het vooronderzoek wordt een overzicht gemaakt van de in een bedrijf voorkomende werkzaamheden die een potentieel schadelijk geluidsniveau veroorzaken. In het uitgebreide onderzoek worden de totale geluidexpositieniveaus van elk der betrokken werknemers vastgesteld en tevens de equivalente geluidsniveaus die ten gevolge van werkzaamheden op bepaalde arbeidsplaatsen heersen.

1. INLEIDING

Op 13 september 1985 is het beleid ten aanzien van lawaai op de arbeidsplaats door de ministerraad vastgesteld.

De hoofdpunten zijn:

- Geluidniveaus boven 80 dB(A) worden geacht schadelijk te zijn voor de gezondheid.
- Boven deze grens moet de werkgever gehoorbeschermingsmiddelen beschikbaar stellen.
- Boven deze grens zal de werkgever te zijner tijd het lawaai moeten bestrijden voorzover dat redelijkerwijs mogelijk is. Voorlopig hoeft dat pas vanaf 85 dB(A).
- Boven 90 dB(A) zijn de werknemers verplicht gehoorbeschermingsmiddelen te dragen.

Naar schatting staan in de Nederlandse industrie zo'n 400.000 mensen dagelijks bloot aan schadelijk geluid boven 80 dB(A).

De bovengenoemde grenswaarden zullen worden opgenomen in de desbetreffende artikelen 179a en 184 van het Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen 1938.

Voor de uitvoering van dit beleid is het natuurlijk noodzakelijk dat er een eenduidige meetmethode bestaat voor het vaststellen van geluidniveaus op arbeidsplaatsen, en tevens dat de toetsing van deze geluidniveaus aan de grenswaarden op eenduidige wijze geschiedt.

In het kader van het onderzoekprogramma van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder is de Subcommissie "Lawaai op de Arbeidsplaats" ingesteld en deze heeft in het onderzoek LA-07 een meet- en beoordelingsmethode beschreven. In het onderzoek dat hier centraal staat is in aansluiting op, of eigenlijk meer een uitwerking van de meet- en beoordelingsmethode voor lawaai op de Arbeidsplaats een meetprotocol opgesteld ter bepaling van de geluidexpositieniveaus van werknemers in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma.

Tussen de standaard meet- en beoordelingsmethode van LA-07 en het meetprotocol bestaat alleen een verschil in benadering. Waar de standaard meet- en

beoordelingsmethode beoogt de lawaaisituatie in een bedrijf vast te leggen en van daaruit de lawaai-belasting van (groepen) werknemers, is de benadering volgens het meetprotocol meer persoons gericht. Daardoor ligt in deze methode het accent meer op geluidexpositiemeting en in de Standaard meet- en beoordelingsmethode op werkzaamheidsgebonden geluidmetingen. Belangrijk daarbij is dat er bij het meetprotocol van wordt uitgegaan dat metingen worden verricht in het kader van de bedrijfsgezondheidszorg en veelal door iemand die reeds bekend is met het bedrijf, terwijl de standaard meetmethode van LA-07 ook geschikt is voor controle door bijvoorbeeld de Arbeidsinspectie. In het navolgende is een samenvatting van het meetprotocol gegeven.

2. SAMENVATTING MEETPROTOCOL

Het geluidonderzoek bestaat in principe uit twee delen:

- het vooronderzoek, waar nodig gevolgd door
- het uitgebreid akoestisch onderzoek.

2.1 Vooronderzoek

Het doel is in een bedrijf een overzicht te maken van werkzaamheden die een potentieel schadelijk geluidniveau, dat wil zeggen meer dan 80 dB(A), veroorzaken. In het vooronderzoek worden uitsluitend werkzaamheidsgebonden metingen verricht. De grootte die gemeten dient te worden is het equivalente geluidniveau van de werkzaamheid in dB(A): L_{Aeqw} .

2.1.1 Apparatuur

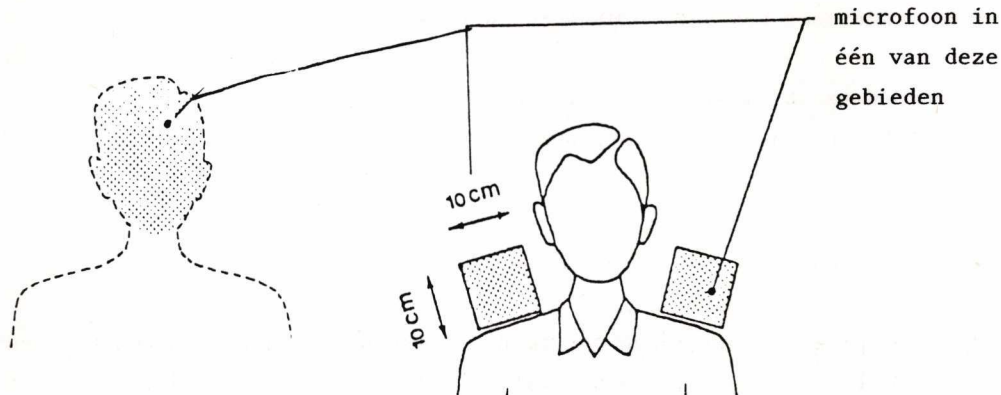
Er wordt gebruik gemaakt van een integrerende geluidniveau-meter (minimaal type 2, IEC 651).

2.1.2 Meetplaats

Alle lawaaiige werkzaamheden dienen te worden geïnventariseerd. De microfoon moet worden geplaatst ter hoogte van het oor van de werknemer die de werkzaamheid uitvoert (zie figuur 1).

geen proefpersoon
aanwezig

proefpersoon
aanwezig



Figuur 1. Microfoonposities.

Het minimum aantal meetplaatsen per afdeling is:

- 2 bij 1 tot 10 arbeidsplaatsen
- 3 bij 11 tot 50 arbeidsplaatsen
- 4 bij meer dan 50 arbeidsplaatsen

2.1.3 Meettijd

De beoordelingstijd bedraagt minimaal 10 minuten. Wanneer de periodiciteit van een werkzaamheid langer dan 10 minuten is dan wordt de beoordelingstijd gelijk gekozen aan de periodetijd van de werkzaamheid (dit is de tijd waarin het geluidpatroon terugkeert).

De meettijd hoeft niet gelijk te zijn aan de beoordelingstijd, maar dient minimaal 1 minuut te bedragen.

Bij fluctuerende geluidniveau moet de meting een aantal malen worden herhaald. Middeling van de niveaus volgens de formule:

$$L_{Aeqw} = 10 * L_g \left[\sum_{i=1}^N \left(\frac{t_i}{T} \right) \times 10^{L_{Aeqwi}/10} \right]$$

waarin $T = \sum_{i=1}^N t_i$

2.1.4 Beoordeling

Als uit het vooronderzoek blijkt dat er op bepaalde afdelingen in een bedrijf potentieel schadelijk geluid voorkomt, dient een uitgebreid akoestisch onderzoek plaats te vinden op de afdelingen.

2.2 Uitgebreid akoestisch onderzoek

Het doel van het uitgebreide onderzoek is om ten aanzien van de in het vooronderzoek geselecteerde werkruimten de volgende grootheden vast te stellen:

- het totale geluidexpositieniveau ($L_{EX, 8 h}$) in dB(A) van elke der betrokken werknemers;
- de equivalente geluidniveaus die ten gevolge van werkzaamheden (machines/apparaten) op bepaalde arbeidsplaatsen heersen (L_{Aeqw}).

Daartoe dient uit een werkanalyse van de betrokken werknemer allereerst vastgesteld te worden welke werkzaamheden er worden verricht op welke plaatsen. Daarbij dient ook een schatting gemaakt te worden van de tijdsduur van deze werkzaamheden gemiddeld over langere tijd.

Vaak komt het voor dat een aantal werknemers min of meer dezelfde werkzaamheden uitvoeren in dezelfde ruimte. Nagegaan moet worden of deze werknemers als één groep mogen worden beschouwd.

Het totale geluidexpositieniveau van (een groep) werknemers wordt bepaald uit een sommatie van de partiële niveaus volgens:

$$L_{EX,T} = 10 \times \lg \left[\sum_{i=1}^N 10^{L_{EXti}/10} \right]$$

De equivalente geluidniveaus ten gevolge van werkzaamheden/apparaten/machines kunnen op een tweetal manieren worden vastgesteld, namelijk door:

- 1) persoonsgebonden metingen, met behulp van geluidexpositiemeters;
- 2) werkzaamheidgebonden metingen, met behulp van integrerende geluidniveaumeters.

Als van iedere werknemer (of groep werknemers) het geluidexpositieniveau bekend is kunnen zij worden ingedeeld in zogenaamde geluidexpositieklassen met een breedte van 5 dB(A): minder dan 80 dB(A), 80 tot 85 dB(A), 85 tot 90 dB(A), enz.

2.2.1 Apparatuur

Er wordt gebruik gemaakt van geluidexpositiemeters en integrerende geluidniveau-meters (minimaal type 2, IEC 651).

Ook kan eventueel andere geluidmeetapparatuur worden gebruikt zoals een statistische geluidniveau-analysator of een niveauschrijver.

De instrumenten dienen te worden gebruikt met ingeschakeld A-filter en dienen voor en na de metingen akoestisch gecalibreerd te worden.

2.2.2 Persoonsgebonden metingen

Om een nauwkeurig beeld te krijgen van de geluidexposities van de werknemers is het noodzakelijk erop toe te zien dat de metingen op de juiste wijze worden uitgevoerd, gecontroleerd en op verschillende dagen onafhankelijk van elkaar en van het productieproces worden herhaald. De gekozen dagen dienen representatief te zijn ten aanzien van de geluidbelasting.

2.2.2.1 Meetplaats

De meest gunstige microfoonplaats voor een geluidexpositiemeting is die zoals aangegeven in figuur 1 (rechter plaatje), dus ter hoogte van het oor van de betreffende werknemer.

2.2.2.2 Meettijd en aantal metingen

De metingen met een geluidexpositiemeter dienen op tenminste drie verschillende dagen uitgevoerd te worden. Als er verschillen optreden in de uitkomsten op de verschillende dagen van meer dan 5 dB(A) dan dient het totale geluidexpositieniveau wellicht te worden gebaseerd op partiële geluidexpositieniveaus.

Als een groep werknemers ongeveer dezelfde werkzaamheden uitvoert en elkaar bij bepaalde werkzaamheden afwisselt, dan dienen expositiemeters gedragen te worden door tenminste 25% van deze werknemers. Liggen de geluidexpositieniveaus over een werkdag van deze mensen binnen 5 dB(A), dan kunnen deze personen als één groep worden beschouwd.

2.2.3 Werkzaamheidsgebonden metingen

Door middel van meting van het geluidsniveau L_{Aeqw} van bepaalde werkzaamheden en een nauwkeurige schatting van de expositieduur t van deze werkzaamheden kan worden vastgesteld waaruit het totale expositieniveau is opgebouwd.

Van werkzaamheden die per dag niet even lang duren moet een gemiddelde per dag worden berekend, evenals van werkzaamheden die niet elke dag voorkomen.

2.2.3.1 Meetplaats

De plaats van de microfoon is op ten hoogste 10 cm afstand van het meest belaste oor van de werknemer (zie figuur 1).

Het aantal meetplaatsen zou in principe gelijk moeten zijn aan het aantal verblijfplaatsen van de diverse werknemers in een bedrijfsruimte. In de praktijk zal men trachten het aantal meetplaatsen te beperken.

Als de uitkomsten van oriënterende metingen op diverse plaatsen in een range van ten hoogste 5 dB(A) liggen, kunnen de metingen in eerste instantie op één meetplaats worden verricht. Is dit niet het geval dan dient op diverse meetplaatsen gemeten te worden. De verblijfplaatsen kunnen nu niet als identiek worden beschouwd.

2.2.3.2 Meettijd en aantal metingen

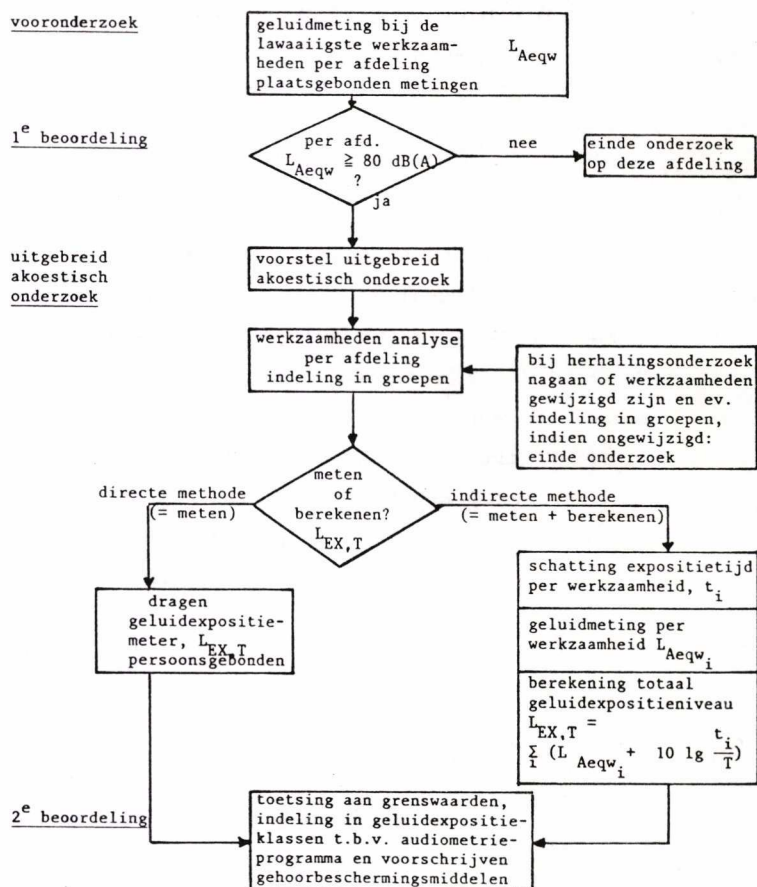
De meettijd is sterk afhankelijk van de geluidssituatie. Kies de meettijd bij voorkeur gelijk aan de periode waarin een bepaalde werkzaamheid/handeling met/bij bepaalde geluidproducerende bronnen wordt verricht. Is deze periode te lang, maak dan gebruik van de volgende vuistregel. Kies de meettijd zodanig lang dat de uitkomst van de meting met een integrerende geluidmeter een vrijwel constante waarde blijft houden. Een uitzondering hierop betreft

het meten van intermitterend geluid.

Het aantal metingen per meetplaats dient tenminste drie te zijn. Als er verschillen optreden in de uitkomsten van meer dan 5 dB(A), dan dient vastgesteld te worden waardoor deze verschillen zijn opgetreden. Zijn de verschillen 5 dB(A) of minder, dan wordt een gemiddeld niveau bepaald.

2.3 Stroomschema meetprotocol

In figuur 2 is een stroomschema gegeven van het meetprotocol met daarin de verschillende fasen van het onderzoek.



Figuur 2. Stroomschema van werkzaamheden in het gehele geluidonderzoek.

A.J.M. Rövekamp

R. van den Berg

REPRODUCEERBAARHEID VAN

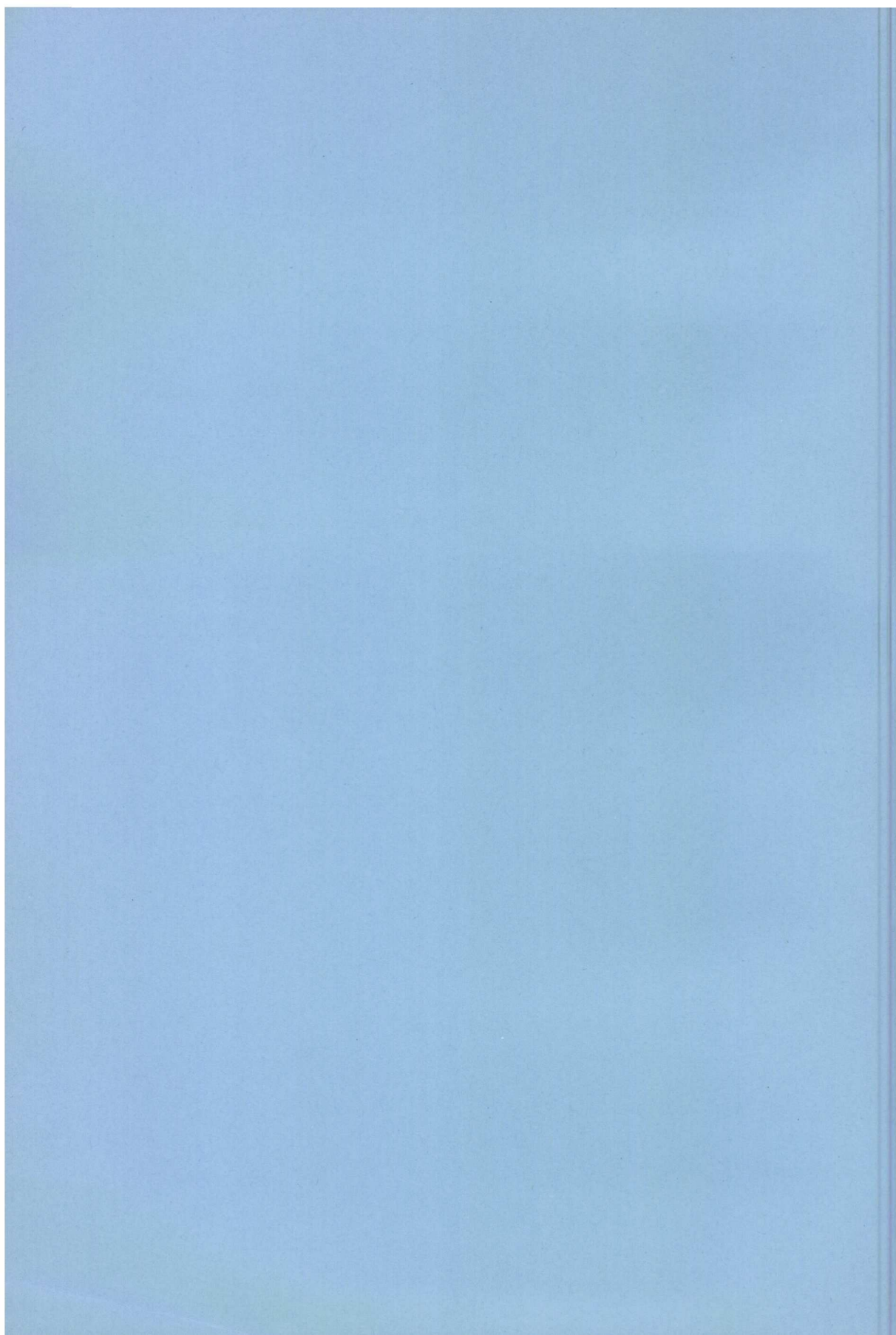
GELUIDDOSIMETRIE

ERVARINGEN BIJ HET METEN

VAN DE GELUIDEXPOSITIE-

NIVEAUS MET BEHULP VAN

GELUIDEXPOSITIEMETERS



	SAMENVATTING	69
1.	INLEIDING	71
2.	DE DOSIMETER ALS MEETINSTRUMENT	72
3.	ERVARINGEN OPGEDAAN IN HET GEBRUIK VAN DOSIMETERS	74
3.1	Verband tussen het aantal metingen en de variantie in de meetuitkomsten	74
3.2	Verband tussen de variantie en het geluidexpositie- niveau ($L_{EX, 8h}$)	76
3.3	Verband tussen het aantal metingen en het expositie- niveau	77
4.	CONCLUSIES EN WENKEN VOOR DE PRAKTIJK BIJ GEBRUIK VAN GELUID- EXPOSITIEMETERS	80
	LITERATUUR	81

SAMENVATTING

In het meetprotocol ten behoeve van gehoorbeschermingsprogramma's neemt dosimetrie, ofwel persoonsgebonden geluidexpositiemeting een ruime plaats in. Sinds de aanvang van het project Preventie Gehoorschade is met behulp van geluidexpositiemeters of kortweg dosimeters, het expositieniveau van werknemers bepaald.

In de meeste gevallen zijn de geluidexpositiemetingen uitgevoerd onder toezicht van een geluidmeettechnicus, zodat men kan spreken van bewaakte dosimetrie. In totaal is bij 700 personen de geluidexpositie gemeten met behulp van diverse typen dosimeters. Dosimeters met een geheugen waarin het equivalente geluidniveau van elke minuut (of een langer ingestelde tijd) over een periode van 8 uur kan worden opgeslagen blijken zeer handig in het gebruik. Immers bij bewaakte dosimetrie heeft men reeds waargenomen welke werkzaamheden de werknemer verricht waardoor het mogelijk is deze werkzaamheden te koppelen aan het verloop van het expositieniveau gedurende de waarnemingstijd. De meetresultaten afkomstig van 700 personen zijn geanalyseerd om na te gaan hoe groot de reproduceerbaarheid van dosimetrie nu eigenlijk is.

De conclusies van deze analyse luiden:

- de variantie in de meetuitkomsten is niet afhankelijk van het aantal metingen dat men uitvoert, als men uitgaat van tenminste 3 metingen;
- de gemiddelde variantie bedraagt $6,21 \text{ dB(A)}^2$ ofwel de standaarddeviatie is $2,49 \text{ dB(A)}$. Op basis van deze standaarddeviatie kan men stellen dat het meten met dosimeters resulteert in een meetnauwkeurigheid met een klassebreedte van 5 dB(A) ;
- de gemiddelde variantie is wel afhankelijk van het expositieniveau. Hoe hoger het expositieniveau des te groter de variantie. Dit resulteert in een toename in de klassebreedte van de meetnauwkeurigheid van $3,5 \text{ dB(A)}$ bij een expositieniveau van 80 dB(A) tot een klassebreedte van $6,0 \text{ dB(A)}$ bij 95 dB(A) ;
- het aantal metingen bleek ook afhankelijk van het expositieniveau. Uit het berekende verband kon worden afgeleid dat bij een expositieniveau van 80 dB(A) vijf metingen zijn uitgevoerd en bij 95 dB(A) negen metingen. Tevens kon uit de gegevens worden afgeleid dat de standaarddeviatie in het gemiddelde expositieniveau over het gehele gebied van de gemeten lawaaiexpositieniveaus gemiddeld ongeveer 1 dB(A) is.

Intuïtief hebben dus de meettechnici het aantal metingen aangepast aan de reproduceerbaarheid der metingen.

Voor de praktijk betekenen deze conclusies het volgende:

- de in de meetmethode [1] beschreven klassebreedte der meetuitkomsten van 5 dB(A) is haalbaar;
- zeker 3 metingen dienen te worden uitgevoerd bij expositieniveaus tot 90 dB(A);
- bij expositieniveaus boven 90 dB(A) moet men zeker meer dan 3 metingen uitvoeren;
- liggen de meetwaarden meer dan 5 dB(A) uit elkaar ga dan na waar deze overschrijding het gevolg van is.

1. INLEIDING

Uit het meetprotocol ten behoeve van gehoorbeschermingsprogramma's blijkt dat voor dosimetrie, ofwel persoonsgebonden geluidexpositiemetingen een ruime plaats is toebedacht.

Sinds de aanvang van het project Preventie Gehoorschade is met behulp van geluidexpositiemeters of kortweg dosimeters, het expositieniveau van de werknemers bepaald.

In de meeste gevallen zijn de expositiemetingen uitgevoerd onder toezicht van de geluidmeettechnicus, zodat men kan spreken van bewaakte dosimetrie.

In de navolgende paragrafen zal aangegeven worden wat een dosimeter voor instrument is, hoe nauwkeurig men ermee kan meten en waar men in de praktijk op moet letten.

2. DE DOSIMETER ALS MEETINSTRUMENT

De dosimeter is een klein (licht) instrument dat gedragen kan worden door een werknemer tijdens zijn werk en dat de geluidexpositie van die werknemer registreert.

Aan de toepassing van dergelijke instrumenten kleven voor- en nadelen.

Hieronder wordt er daarvan een aantal opgesomd.

Voordelen:

- . De huidige op de markt verkrijgbare dosimeters zijn relatief gemakkelijk instelbaar. De calibratie kan eenvoudig uitgevoerd worden.
- . Vele meters kunnen gelijktijdig ingezet worden, waardoor snel een redelijk beeld verkregen kan worden omtrent de geluidexpositie bij bepaalde functies of van groepen werknemers.
- . In gevallen waarbij men niet plaatsgebonden kan werken is dosimetrie een uitkomst.

Nadelen:

- . Indien de werknemers middels voorlichting niet goed gemotiveerd en betrokken worden bij een gehoorbeschermingsprogramma moet men op zijn hoede zijn voor eventuele sabotage.
- . Vooral resultaten uit de eerste meetperiode kunnen onnauwkeurig zijn, omdat het nogal eens voorkomt dat de werknemer gaat experimenteren.
- . De huidige meters zijn niet geschikt voor het verzamelen van informatie ten behoeve van het opstellen van een lawaaibestrijdingsplan. Daarvoor is meestal een diepergaande analyse noodzakelijk zoals een oktaafanalyse of de meting van nagalmtijden.

Wat meet een dosimeter?

Geluidexpositiemeters ofwel dosimeters meten de momentane A gewogen geluidsdruk en integreren die over een bepaalde tijd. Het op de meter af te lezen resultaat noemt men dan de geluidsdosis ofwel de geluidexpositie.

Afhankelijk van het type toegepaste meter heeft men na een bepaalde meettijd de beschikking over een meetwaarde welke na eventuele omrekening het equivalente geluidniveau representeert.

De wat oudere typen dosimeters geven aan het einde van de meettijd een percentage op hun ingebouwde schermje. Men noemt dit percentage de "Noise Dose Count" of afgekort de NDC-waarde. Meestal gaat men bij het afregelen van deze meter uit van een maximaal toegestane geluidexpositie, die gelijk is aan het equivalente geluidniveau en een waarde heeft bereikt van 90 dB(A) over 8 uur meettijd. Men leest op deze meter op dat moment dan ook een NDC-waarde af van 100%.

Bij een dergelijke dosimeter wordt door de fabrikant een tabel meegeleverd waarmee men op eenvoudige wijze aan de hand van de meettijd en het percentage het equivalente geluidniveau L_{Aeq} kan aflezen.

Later ontwikkelde dosimeters gaan uit van de term geluidexpositie (E) welke gerelateerd is aan de over de tijd geïntegreerde waarde van het kwadraat van de A-gewogen geluiddruk. Met behulp van een tabel of een eenvoudige berekening kunnen ook bij deze meter de afgelezen E-waarden omgerekend worden naar een equivalent geluidniveau L_{Aeq} over de meetperiode of gerelateerd worden naar een waarde over een 8-urige werkdag.

Momenteel zijn er ook dosimeters met een uitgebreid geheugen verkrijgbaar bij diverse fabrikanten die tevens als geluidniveau-meter dienst kunnen doen. Gebruikt men deze meter als dosimeter dan kan men deze meter zodanig instellen dat het momentaan gemeten geluiddruk-niveau in dB(A) per minuut wordt omgerekend in een equivalent geluidniveau. Vervolgens wordt deze waarde opgeslagen in het geheugen van de meter. Stel men meet gedurende een gehele werkdag, dan heeft men na afloop de beschikking over het verloop van het equivalente geluidniveau van minuut tot minuut. Ook worden deze minuutwaarden aan het einde van de periode omgerekend naar het equivalente geluidniveau over de gehele meetperiode.

Met behulp van een dergelijk meetinstrument is het mogelijk na te gaan welke werkzaamheden welke geluidbelasting veroorzaken als men deze werkzaamheden gedurende de meettijd registreert. Een meer uitgebreide analyse is met een dergelijk instrument veel eenvoudiger en comfortabeler geworden.

3. ERVARINGEN OPGEDAAN IN HET GEBRUIK VAN DOSIMETERS

Met zowel de eerst- als laatstgenoemde dosimeters in paragraaf 2 zijn in het project Preventie Gehoorschade metingen uitgevoerd.

Tevens is in dit project nagegaan hoe reproduceerbaar men kan meten met behulp van dosimeters.

In totaal zijn bij 700 verschillende werknemers persoonsgebonden geluidexpositiemetingen uitgevoerd door middel van de reeds genoemde dosimeters. Per werknemer is minimaal 1 werkdag gemeten. Uit de groep van 700 verschillende werknemers zijn "sub"-groepen werknemers geselecteerd per bedrijf en per afdeling, die dezelfde werkzaamheden verrichten. Dit op basis van de CBS-beroeps codering en waarneming ter plaatse. Wanneer de subgroep uit drie of meer personen bestond is deze in de totale populatie opgenomen voor verdere analyse.

Op deze wijze werden 83 subgroepen samengesteld van minimaal 3 personen. In totaal bestonden deze 83 subgroepen uit 511 personen, hetgeen een gemiddelde groepsgrootte van 6,1 personen inhoudt.

De totale meettijd bij deze 511 personen bedroeg 3.710 uur, dit is gemiddeld 7 uur en 15 minuten per persoon.

In eerste instantie lijkt dit weinig maar kijkt men naar de gemiddelde grootte van één groepje personen dat dezelfde werkzaamheden verricht dan komt dit neer op een gemiddelde geregistreerde meettijd van ruim 42 uur.

Om na te gaan hoe reproduceerbaar men met dosimeters kan meten is een aantal statistische bewerkingen uitgevoerd op de meetresultaten afkomstig van de 83 subgroepen.

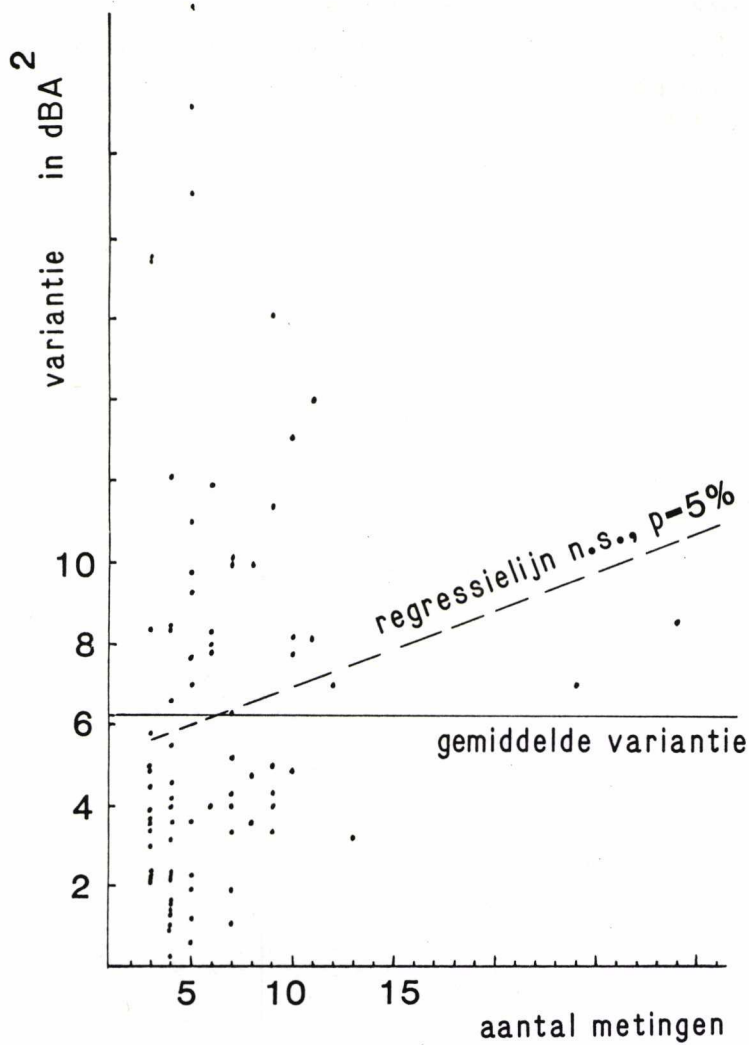
3.1 Verband tussen het aantal metingen en de variantie in de meetuitkomsten

Om na te gaan of de spreiding in de meetuitkomsten onafhankelijk is van het aantal metingen is per subgroep de variantie in de meetuitkomsten berekend en vervolgens uitgezet in een grafiek als gegeven in figuur 1.

Met behulp van een lineair normale regressie-analyse is vervolgens nagegaan welk verband er is tussen deze variantie en het aantal meetwaarden.

Na toetsing blijkt dat met een betrouwbaarheid van 95% gesteld kan worden dat de variantie in de gemeten waarden onafhankelijk is van het aantal metingen, als het aantal minstens drie is. Voor alle subgroepen te zamen be-

droeg de gemiddelde variantie $6,21 \text{ dB(A)}^2$ ofwel de gemiddelde standaarddeviatie bedroeg $2,49 \text{ dB(A)}$.

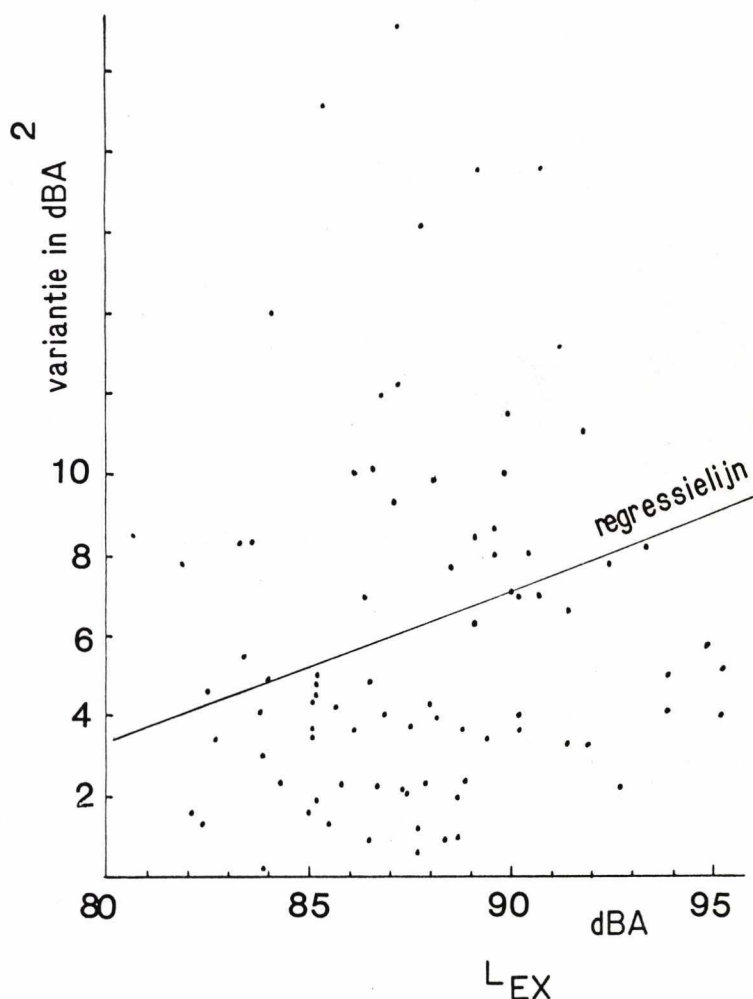


Figuur 1. De variantie in de meetuitkomsten als functie van het aantal metingen.

3.2 Verband tussen de variantie en het geluidexpositieniveau ($L_{EX, 8h}$)

Ook is nagegaan of de spreiding in de meetuitkomsten per subgroep afhankelijk is van het expositieniveau. In figuur 2 is de variantie in de meetuitkomsten uitgezet als functie van het gemeten expositieniveau.

Eveneens is de afhankelijkheid nagegaan met behulp van een lineair-normale regressie-analyse. Hier blijkt na toetsing dat met een betrouwbaarheid van 95% gesteld kan worden dat de variantie in de meetuitkomsten afhankelijk is van het expositieniveau. De best passende regressielijn is in figuur 2 eveneens weergegeven.



Figuur 2. De variantie in de meetuitkomsten als functie van het expositieniveau.

Met behulp van de variabelen, welke deze regressielijn representeren, is het mogelijk bij een geluidexpositieniveau de te verwachten variantie in de meetuitkomsten te voorspellen.

Onderstaande tabel 1 geeft bij een aantal geluidexpositieniveaus vanaf 80 dB(A) in stappen van 5 dB(A) de te verwachten variantie alsmede de daaruit afgeleide standaarddeviatie.

Tabel 1. Variantie en standaarddeviatie per expositieniveau.

Expositieniveau $L_{EX,8h}$ in dB(A)	Variantie in (dB(A)) ²	Standaard- deviatie in dB(A)
80	3,30	1,8
85	5,20	2,3
90	7,10	2,7
95	9,00	3,0

In de meetmethode voor lawaai op de arbeidsplaats [1] is een klassebreedte gekozen van 5 dB(A). Dit komt goed overeen met tweemaal de in tabel 2 gegeven standaarddeviaties.

Wel moet men bedenken dat de meetmethode spreekt van vast gekozen klassen van 80-85 dB(A), 85-90 dB(A) enzovoort. Destijds is gekozen voor deze vaste klasse-indeling vanwege de aansluiting met het schema voor de periodiciteit van het audiometrisch onderzoek, en voor het eenvoudiger samenstellen van bepaalde groepen werknemers met eenzelfde geluidbelasting ten behoeve van de berekening van een groepsaudiogram.

3.3 Verband tussen het aantal metingen en het expositieniveau

In het project is vrij intuïtief het aantal metingen per groepje werknemers gekozen. Met behulp van een lineair normale regressie-analyse is nagegaan of er een verband is tussen het aantal meetwaarden en het expositieniveau. Na bewerking van de gegevens blijkt dat er, met een betrouwbaarheid van 95%, een statistisch significant verband bestaat tussen het aantal metingen en het expositieniveau. Uit dit verband volgt dat bij hogere expositie-

niveaus er relatief meer metingen per situatie zijn verricht dan bij de lagere expositieniveaus.

Onderstaande tabel 2 geeft een overzicht van het aantal metingen dat men volgens dit verband heeft verricht bij een bepaald expositieniveau. De aantallen zijn afgeronde waarden, welke afgeleid zijn uit de waarden behorend bij de berekende regressielijn.

Tabel 2. Aantal meetwaarden per expositieniveau.

Expositieniveau $L_{EX,8h}$ in dB(A)	Aantal meetwaarden
80	5
85	6
90	7
95	9

In tabel 1 is de standaarddeviatie in de enkele meting opgenomen. De standaarddeviatie in het gemiddelde van n metingen is gelijk aan $1/\sqrt{n}$ maal de standaarddeviatie in tabel 1.

In tabel 2 zijn bij diverse expositieniveaus waarden gegeven voor n .

Met behulp van de gegeven formule en de tabellen 1 en 2 kan de standaarddeviatie in het gemiddelde expositieniveau bij diverse expositieniveaus berekend worden.

Tabel 3 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 3. Standaarddeviatie in het gemiddelde expositieniveau bij expositieniveaus als gegeven in tabel 1 en 2.

Expositieniveau $L_{EX,8h}$ in dB(A)	Standaarddeviatie in het gemiddelde expositieniveau in dB(A)
80	0,8
85	0,9
90	1,0
95	1,0

Intuïtief hebben dus de meettechnici het aantal metingen aangepast aan de reproduceerbaarheid der metingen, zodat over het gehele gebied van de gemeten lawaaiexpositieniveaus de standaarddeviatie gemiddeld ongeveer 1 dB(A) is.

4. CONCLUSIES EN WENKEN VOOR DE PRAKTIJK BIJ GEBRUIK VAN GELUIDEXPOSITIEMETERS

Bij persoonsgebonden geluidonderzoek zoals dat aanbevolen wordt bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf is de toepassing van geluidexpositiemeters zeer voor de hand liggend.

Geluidexpositiemeters zijn handig bruikbare instrumenten mits men ze toepast onder de juiste condities. In deze paragraaf wordt een aantal praktische wenken gegeven mede gebaseerd op de in paragraaf 3 gegeven resultaten.

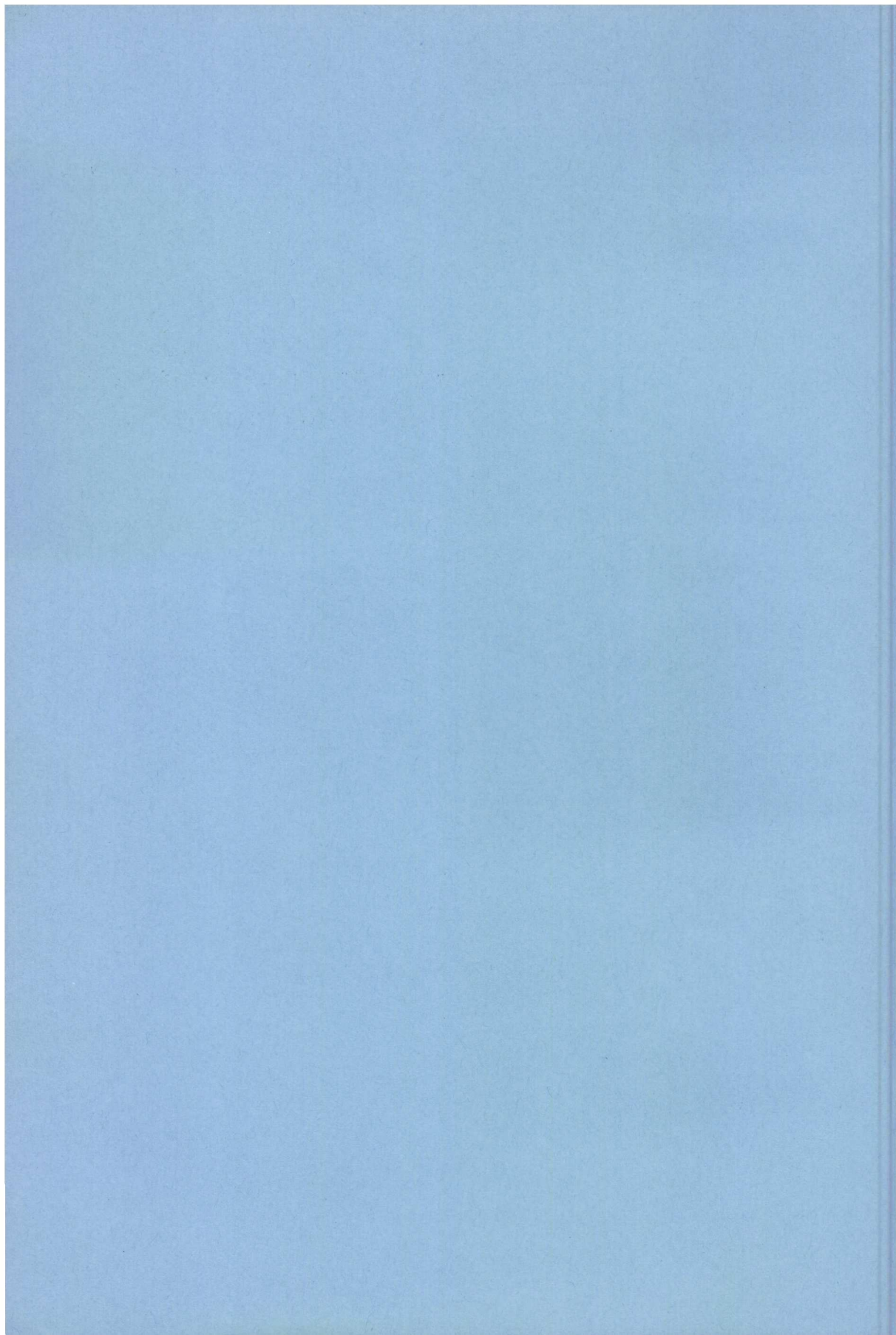
- . Voer tenminste drie metingen uit. Liggen de meetwaarden meer dan 5 dB(A) uit elkaar ga dan na waar deze overschrijding het gevolg van is.
- . Heeft men te maken met situaties waarin geluidexpositieniveaus van meer dan 90 dB(A) voorkomen verhoog dan het aantal metingen. Tabel 2 geeft hiervan een voorbeeld zoals het meetteam gemeten heeft tijdens het project Preventie Gehoorschade.
- . Calibreer het meetinstrument vóór en na iedere meting.
- . Bevestig de microfoon altijd op dezelfde plaats en bij voorkeur op de kraag in verticale stand. Indien men te maken heeft met directe geluidvelden dan zal plaatsing van de microfoon op de borst resulteren in een te hoge waarde van het expositieniveau (ongeveer 3 dB(A) te hoog).
- . Zorg dat de werknemers door middel van juiste voorlichting goed gemotiveerd zijn om mee te werken aan het geluidonderzoek.
- . Zorg voor een deskundige begeleiding bij het uitvoeren van het dosimetrie-onderzoek en analyseer zoveel mogelijk tijdens het onderzoek de diverse functies opdat in de rapportagefase een zo representatief mogelijke indeling gerealiseerd kan worden.
- . Gebruik, indien dit financieel haalbaar is, één of meerdere geluidexpositiemeters met een geheugen waarin equivalente geluidniveaus per minuut of per 10 minuutwaarden over een langere periode opgeslagen kunnen worden. Is dit niet mogelijk, lees dan de dosimeter zeer regelmatig, bijvoorbeeld om de 2 uur, of om verkeerd gebruik (sabotage) en dergelijke vroegtijdig te signaleren.

LITERATUUR

- [1] Berg, R. van den en W. Passchier-Vermeer,
Geluidmetingen op de arbeidsplaats in het kader van gehoorbescher-
mingsprogramma's (ICG Project LA-06-01),
Meetprotocol ter bepaling van geluidexpositieniveaus
NIPG-TNO, Leiden, april 1985

R. van den Berg

LAWAABESTRIJDING ALS ONDERDEEL VAN
EEN GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA



	SAMENVATTING	87
1.	INLEIDING	89
2.	ONTSTAANSMECHANISMEN VAN GELUID	90
	2.1 Direct aangestoten luchttrillingen	90
	2.2 Indirect aangestoten luchttrillingen	90
3.	AANPAK VAN DE PROBLEMATIEK	92
4.	LAWAAIBESTRIJDING AAN DE BRON	93
	4.1 Vermindering van direct aangestoten luchttrillingen . .	93
	4.2 Vermindering van indirect aangestoten luchttrillingen .	93
5.	OVERDRACHT VAN GELUID	96
	5.1 Vermindering van de luchtgeluidoverdracht	98
	5.1.1 Afstandsvergroting	98
	5.1.2 Vergroten van de hoeveelheid absorptie	98
	5.1.3 Afscherming	100
	5.1.4 Omkastingen enabri's	101
	5.1.5 Geluidisolierende cabine	102
	5.2 Vermindering van de contactgeluidoverdracht	103
6.	VERMINDERING VAN DE GELUIDONTVANGST	104
	LITERATUUR	105

SAMENVATTING

Het opstellen en uitvoeren van een lawaaibestrijdingsplan behoort een onderdeel te zijn van een gehoorbeschermingsprogramma. Het doel is om de geluidsniveaus op alle arbeidsplaatsen beneden de lawaaigevaarlijke grens van 80 dB(A) te krijgen. Eén van de hoofdpunten uit het beleid van de regering ten aanzien van lawaai op de arbeidsplaats is ook de verplichting van de werkgever om alle lawaai vooralsnog boven 85 dB(A) op arbeidsplaatsen te bestrijden. Later zal deze grens op 80 dB(A) worden gesteld. Een lawaaibestrijdingsplan omvat een omschrijving van de maatregelen, de kosten, de te behalen resultaten, eventueel een prioriteitstelling ten aanzien van welke maatregelen eerst uitgevoerd moeten worden en een tijdplanning.

In deze publicatie gaat het om technische maatregelen die bij de lawaaibestrijding mogelijk zijn. In de eerste plaats zijn dit brongerichte maatregelen; zijn deze niet mogelijk dan kan men overgaan op maatregelen gericht op de overdrachtsweg, zoals schermen en omkastingen. Blijft ondanks de maatregelen het geluidsniveau op de arbeidsplaats boven 80 dB(A) dan dient men zijn toevlucht te nemen tot de persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen. Hierop zal echter niet verder worden ingegaan.

1. INLEIDING

Zoals bekend bestaat een gehoorbeschermingsprogramma uit verschillende facetten. Eén daarvan is de lawaaibestrijding. Het doel van de lawaaibestrijding is om het geluidniveau op alle arbeidsplaatsen beneden de lawaaigevaarlijke grens van 80 dB(A) te krijgen. Over het algemeen kan dit niet van de ene op de andere dag plaatsvinden maar zal er een weloverwogen, eventueel gefaseerd, plan gemaakt moeten worden. Zo'n plan omvat een beschrijving van de maatregelen - akoestische technische en/of organisatorische - die in de loop der jaren kunnen worden genomen om met succes het lawaai te bestrijden. Vaak zullen bij het opstellen van een plan prioriteiten gesteld moeten worden waar het lawaai probleem het eerst aangepakt moet worden. Over het algemeen zullen eerst die arbeidsplaatsen aangepakt moeten worden waar de geluidniveaus het hoogst zijn. Het aantal werknemers dat met een bepaalde maatregel geholpen is kan ook een belangrijk argument zijn. Er dient op te worden gewezen dat de materie van de lawaaibestrijding tamelijk complex is waardoor in de meeste gevallen een grondig onderzoek nodig zal zijn om uit te maken welke maatregelen in bepaalde gevallen de beste resultaten zullen geven.

In het navolgende wordt ingegaan op de ontstaansmechanismen van geluid en technische maatregelen die nodig zijn om het lawaai te bestrijden. In grote lijnen staan hierbij de volgende mogelijkheden ter beschikking:

- beperken van de geluidafstraling van de bron zelf;
- beperken van de geluidoverdracht van de bron naar de ontvanger;
- bescherming van de ontvanger door middel van persoonlijke bescherming;
(op het laatste wordt hier verder niet ingegaan)

Te werken in de volgorde van bovengenoemde mogelijkheden is altijd de beste aanpak van de lawaaibestrijding.

2. ONTSTAANSMECHANISMEN VAN GELUID

Bij de lawaaibestrijding van geluid moet men zich altijd realiseren dat geluid zich zowel door de lucht als door constructies (contactgeluid, trillingen) voortplant. Bijna alle geluidbronnen veroorzaken tegelijkertijd zowel luchtgeluid als contactgeluid.

Alvorens men zich met de bestrijding van lawaai bezig houdt, is het van belang te weten hoe lawaai ontstaat.

2.1 Direct aangestoten luchttrillingen

De omgevingslucht wordt direct aangestoten, wanneer door bewegingen van machine-onderdelen luchttrillingen worden opgewekt.

Dit is onder andere het geval bij de volgende soorten geluidprocessen respectievelijk geluidbronnen:

- Pulserende of gelijkmatige verdringing van de lucht die de geluidbron omgeeft (vliegtuigpropellers, ventilatoren en het aanzuig- respectievelijk uitlaatgeluid van verbrandingsmotoren).
- Turbulente gasstromen (stromingsgeluid in ventilatiekanalen, persluchtpistolen, windgeluid om auto's)
- Bij processen waarbij warmte wordt opgewekt, treden plotselinge volumevergrotingen op, die weer zorgen voor overeenkomstige drukwisselingen (branders, explosies en elektrische ontladingen).

2.2 Indirect aangestoten luchttrillingen

In een machine of installatie kunnen door allerlei oorzaken trillingen worden opgewekt, die via de constructie worden overgedragen op het oppervlak. Dit oppervlak kan vervolgens de trillingen als geluid naar de omgeving afstralen.

Aan het ontstaan van trillingen kunnen vele oorzaken ten grondslag liggen:

- Turbulente gas- of vloeistofstromen in leidingssystemen (regelkleppen, afsluiters, meetflenzen).
- Cavitatie in vloeistofleidingen (achter een afsluiter, plotselinge diameterverkleining).
- Drukwisselingen (verbrandingsmotoren, compressoren en hydraulische installaties).
- Massakrachten (onbalans in roterende machinedelen of heen en weer bewegende sleden).
- Wisselkrachten ten gevolge van niet-continue krachtoverbrenging (tandwielaandrijvingen of lagers met te veel speling).
- Magnetische krachten in elektromotoren, generatoren en transformatoren.
- Het op elkaar botsen van machine-onderdelen (persen).
- Snijkrachten bij verspanende bewerkingen.
- Vervormingskrachten (smeden, klinken, hameren of persen).

3. AANPAK VAN DE PROBLEMATIEK

In het algemeen heeft men alleen bij nieuwbouw, vernieuwing of uitbreiding de mogelijkheid rekening te houden met de geluidproductie van machines of processen en de plaatsing in de werkruimten.

In zo'n situatie kan vaak worden gekozen voor stillere machines, of stillere werkmethoden. Bij plaatsing van nieuwe machines kan dan tevens worden gezorgd voor een goede isolatie of demping van de lucht- en contactgeluiden.

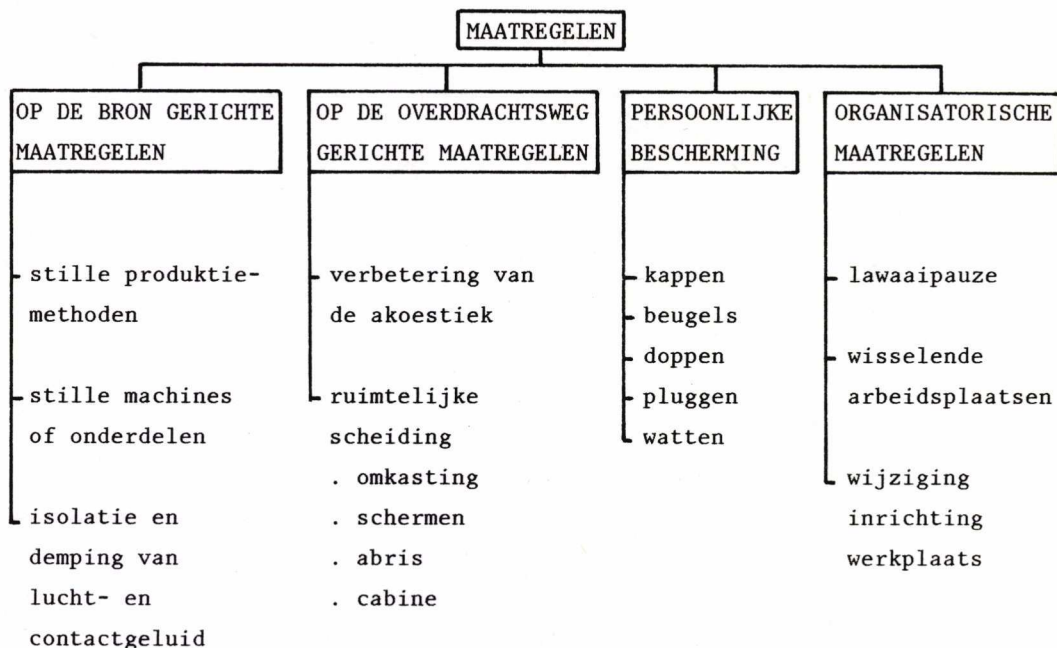
Primair is echter de lawaaibestrijding - eigenlijk de lawaai beheersing - bij de bron in de ontwerp- en constructiefase.

Slechts incidenteel zal het mogelijk zijn om in bestaande situaties maatregelen voor te stellen die in deze categorie vallen.

Dit vindt vooral z'n oorzaak in de complexiteit van de problematiek, waardoor zeer uitgebreide metingen nodig zijn om verantwoord elementaire voorstellen te kunnen doen.

De maatregelen die achteraf - in bestaande situaties - door een lawaai bestrijdingsteam en/of technische dienst, eventueel geassisteerd door een akoestisch adviesbureau kunnen worden getroffen, kunnen als secundair worden aangemerkt.

Hierin is de volgende onderverdeling te maken:



4. LAWAAIBESTRIJDING AAN DE BRON

De meest elementaire methode van lawaaibestrijding is het ontstaan van het geluid te voorkomen dan wel te verminderen. Afhankelijk van de wijze waarop de geluidproduktie tot stand komt zijn hiervoor verschillende mogelijkheden aan te geven.

4.1 Vermindering van direct aangestoten luchttrillingen

Voorkomen van plotseling optredende drukvereffening.

Voorbeelden: Besturingslucht bij pneumatische installaties niet direct naar de omgevingslucht uitblazen, maar via een dempertje dat een zekere weestand heeft en daardoor de drukpuls over een langere tijd uitsmeert.

Voorkomen van turbulente gasstromen of de afmetingen van de turbulenties dusdanig verkleinen dat het meeste geluid wordt geproduceerd bij frequenties boven het hoorbare gebied.

Voorbeelden: Zodanige vormgeving van kanalen, bochten en aanzuig-respectievelijk uitstroomroosters van ventilatie-installaties dat turbulentie zoveel mogelijk wordt vermeden.

Toepassing van persluchtpistolen met vele kleine uitstroomgaatjes in plaats van één uitstroomopening.

Vermijden van drukpulsen ten gevolge van periodieke vernauwingen van openingen waarlangs lucht moet passeren.

Voorbeelden: Tafellippen bij vlakbanken of vierzijdige schaaftbanken vervangen door getande tafellippen, zodat drukvereffening kan plaatsvinden.

4.2 Vermindering van indirect aangestoten luchttrillingen

Voorkomen van cavitatie in vloeistofleidingen door vermijden van grote drukverschillen over korte trajecten en het optreden van plotselinge snelheidsverhogingen.

Voorbeelden: Voor drukreductie in vloeistofleidingen gebruik maken van vaste weerstanden in plaats van afsluiters. Dergelijke weerstanden kunnen bestaan uit na elkaar geplaatste schijven waarin gaten zijn gemaakt waarin door een

speciale constructie een geleidelijke drukval wordt gerealiseerd.

Krachten dienen zo geleidelijk mogelijk te worden overgebracht ter vermindering van impulsen.

Voorbeelden: Tandwielen met schuine of V-vormige vertanding.

Stansgereedschap met schuine zijkanalen.

Houtbewerkingsmachines met spiraalvormige of schuine zijkanalen.

Drijfriemen met schuine las.

Zo klein mogelijk houden van versnellingen of vertragingen bij het overbrengen van bewegingen.

Voorbeelden: Bij het omzetten van rotaties in heen- en weergaande of andersoortige bewegingen worden veelvuldig zogenaamde curve-schijven toegepast. Deze kunnen zodanig worden ontworpen dat bewegingen geleidelijk worden opgelegd, zodat de grootte van de optredende versnellingen wordt beperkt.

Het ontstaan van massakrachten voorkomen door zorgvuldig balanceren van roterende machinedelen.

Voorkomen van botsingen tussen machine-onderdelen of, indien deze onvermijdelijk zijn, trachten de krachtimpuls als gevolg van de botsingen te verminderen door verkleining van de massa en verlaging van de snelheid waarmee de delen elkaar treffen.

Ook kan de impuls door toepassing van verende elementen over een langere periode worden uitgespreid, zodat de piekwaarde vermindert.

Verhoging van de mechanische impedantie van de constructie op plaatsen, waar wisselkrachten op de constructie worden uitgeoefend.

Dit leidt in veel gevallen tot een daling van de resulterende trillingsniveaus, en uiteindelijk van de geluidproductie.

Voorbeeld: Vervanging van een aanslag vervaardigd uit L-profiel door een massief stalen blok.

Voorkomen van speling in lagers, drijfstaangmechanismen, vervolgnokken op curveschijven e.d.

Materialen of produkten niet laten vallen, maar opvangen en gecontroleerd neerlaten.

Kiezen van geluidarme bewerkingsmethoden en werkingsprincipes.

Voorbeelden: *Drukken in plaats van hameren,*
Hydraulische in plaats van pneumatische of mechanische
krachtoverbrenging.
Toerentalgeregelde elektromotoren in plaats van toerentalre-
ductie door middel van tandwielkasten.
Snaar- in plaats van kettingaandrijving.
Elastische in plaats van starre koppelingen.

Beperking van de geluidafstraling naar de omgeving.

Voorbeelden: *Stalen goten voor afvoer van produkten, vervangen door een*
korfconstructie of vervaardigen uit sandwichplaat (dubbele staalplaat met
elastische tussenlaag).
Stortkokers voor transport van produkten of materialen inwendig bekleden met
slijtvaste rubber.

5. OVERDRACHT VAN GELUID

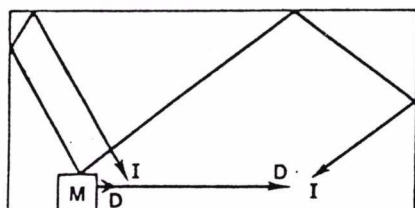
Geluid dat door een machine wordt afgestraald kan op verschillende manieren ons oor bereiken.

Allereerst is er de directe geluidsoverdracht: de van de machine afkomstige drukgolven verspreiden zich naar alle richtingen in de ruimte en bereiken ons oor rechtstreeks. De sterkte van dit geluid is afhankelijk van het zogenaamde geluidvermogen van de desbetreffende bron, en van de afstand tussen de bron en de ontvanger. Bij een verdubbeling van de afstand tot de bron wordt het door de ontvanger waargenomen geluidsniveau 6 dB lager.

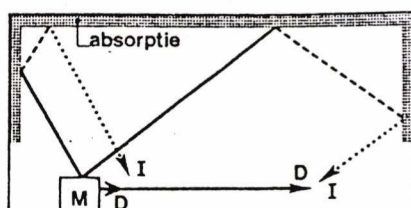
In een besloten ruimte zal het van de bron afkomstige geluid na korte tijd invallen op één van de begrenzingsvlakken en daardoor worden gereflecteerd.

De sterkte van het gereflecteerde geluid is afhankelijk van de eigenschappen van het reflecterende oppervlak. Een ontvanger in de ruimte neemt dus niet alleen het direct van de bron naar hem overgedragen geluid waar, maar ook het gereflecteerde (= indirecte) geluid.

Omdat het indirecte geluidveld voornamelijk bestaat uit meerdere malen gereflecteerd geluid, is de sterkte ervan slechts in geringe mate afhankelijk van de afstand tot de geluidbron of de positie in de ruimte.



wanden en plafond
akoestisch hard

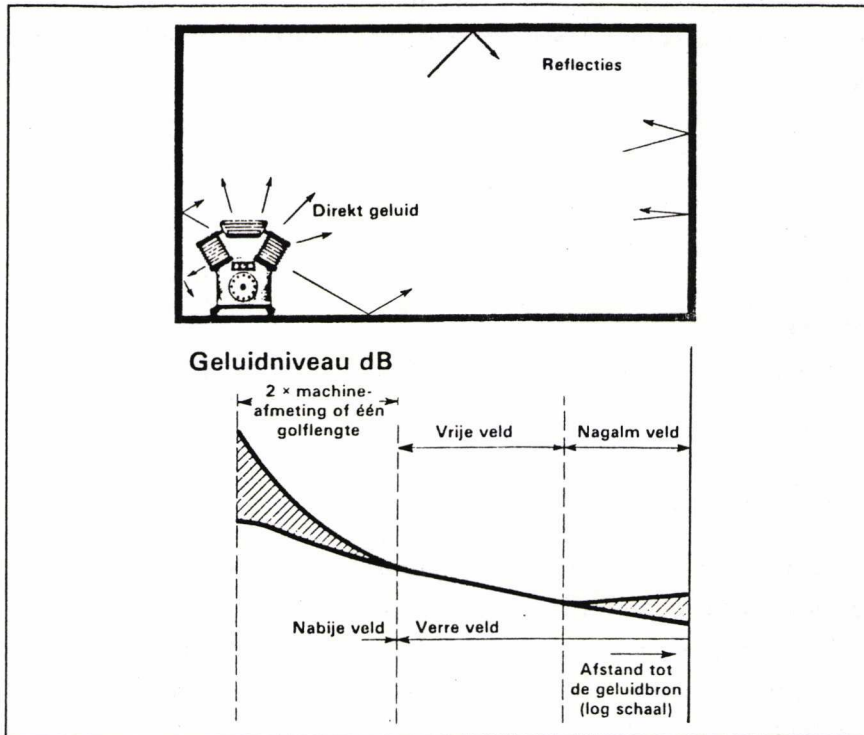


wanden en plafond
geluidabsorberend

Figuur 1. Effect van geluidabsorptie op het indirecte geluid in een ruimte (M = geluidbron, D = direct geluid, I = indirect geluid).

De sterkte van het geluid wordt daarentegen rechtstreeks bepaald door de afstand tot de geluidbron. Hieruit volgt, dat in een besloten ruimte waarin zich een geluidbron bevindt, het geluidsniveau op geringe afstand van de bron wordt bepaald door het direct overgedragen geluid, maar dat op enige afstand het indirecte geluid de overhand krijgt. De afstand tot de geluidbron, waarop het directe en indirecte geluid even sterk zijn wordt de galm-

straal genoemd. De sterkte van het indirecte geluid en daarmee ook de grootte van de galmstraal, wordt bepaald door de akoestische eigenschappen van de ruimte, met name de totale hoeveelheid absorptie in relatie tot het volume van de ruimte. Dit ligt voor de hand, aangezien de sterkte van het gereflecteerde geluid vermindert naarmate het reflecterende oppervlak meer geluid absorbeert.



Figuur 2. Verschillende geluidvelden.

Naast luchtgeluid produceert een machine of installatie ook trillingen, die via de fundatie of via leidingen op de bouwkundige constructie kunnen worden overgebracht. Wanneer deze trillingen vervolgens weer als geluid worden afgestraald spreekt men van contactgeluid. Doorgaans zal het door vloeren of wanden afgestraalde contactgeluid voor het lawaai op de arbeidsplaats in de opstellingsruimte van de bron niet van doorslaggevende betekenis zijn. Contactgeluid speelt vaak wel een belangrijke rol in de totale geluidproductie wanneer trillingen die ergens in een installatie zijn ontstaan, via leidingen of dergelijke worden overgebracht op lichte constructiedelen, die gemak-

kelijk geluid kunnen afstralen. Dit wordt vaak aangetroffen bij hydraulische systemen, waarbij de leidingen of de pomp star bevestigd zijn aan lichte plaatconstructies.

5.1 Vermindering van de luchtgeluidoverdracht

Wanneer maatregelen aan de bron nog niet tot een voldoende geluidemissie-reductie hebben geleid, komen overdrachtsweggerichte maatregelen in aanmerking.

Deze kunnen zijn:

1. vergroten van de afstand tussen bron en ontvanger,
2. vergroten van de hoeveelheid absorptie,
3. afscherming,
4. omkasting,
5. cabines.

5.1.1 Afstandsvergroting

Door vergroten van de afstand tussen bron en ontvanger kan theoretisch een grote geluidsniveauperlaging worden gerealiseerd, als er sprake is van overwegend direct geluid en er of één geluidbron is of meerdere gegroepeerd.

Daar in de meeste situaties bijna nooit aan beide voorwaarden wordt voldaan is het effect in de praktijk vaak klein.

5.1.2 Vergroten van de hoeveelheid absorptie

Het aanbrengen van geluidabsorberend materiaal in de opstellingsruimte van lawaaiige machines heeft alleen effect op de mate waarin het geluid door de te behandelen grensvlakken wordt gereflecteerd. Er is alleen sprake van een verlaging van het niveau van het indirecte geluid. Het effect is daardoor beperkt tot enkele decibellen.

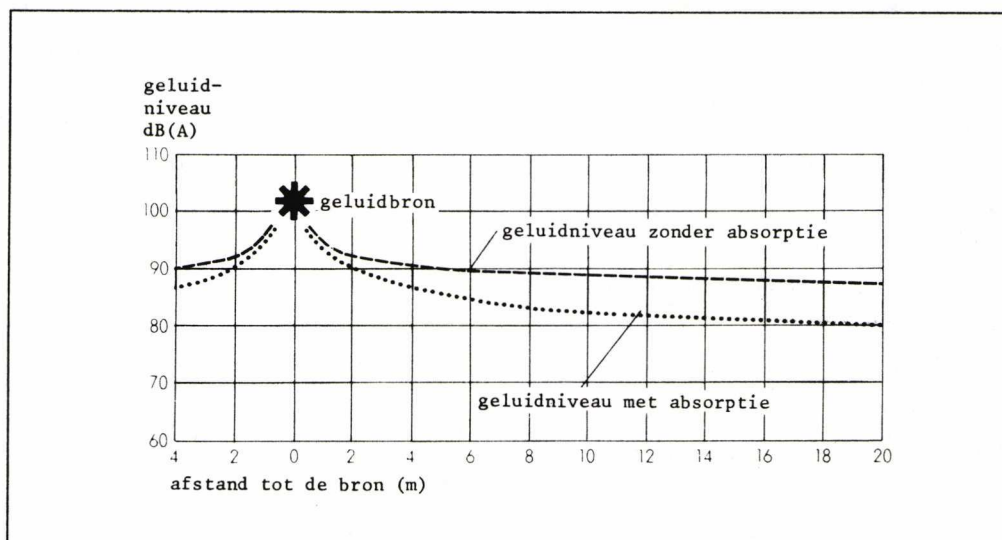
De Bedieningsplaats van een machine zal zich vrijwel altijd in het directe geluidveld bevinden, zodat het daar heersende geluidsniveau nauwelijks wordt beïnvloed door het aanbrengen van extra absorptie. Bij machines die op kor-

te afstand van een wand zijn geplaatst, kan het niveau op de arbeidsplaats merkbaar worden beïnvloed door het geluid, dat tegen deze nabijgelegen wand reflecteert.

Bekleding van de wand met geluidabsorberend materiaal kan dan leiden tot een niveauverlaging van ca. 3 dB.

Van het aanbrengen van geluidabsorberend materiaal in een ruimte kan alleen enig nut worden verwacht wanneer aan onderstaande voorwaarden is voldaan.

- Er is sprake van een akoestisch "harde" ruimte (lange nagalmtijd).
- Er is een grote afstand tussen bron en ontvanger.
- De ontvanger bevindt zich niet in de nabijheid van een andere sterke lawaibron.



Figuur 3. Het geluidniveau op verschillende afstanden van de bron in een ruimte zonder absorptie en in dezelfde ruimte nadat over een groot oppervlak aan het plafond absorptiemateriaal is bevestigd.

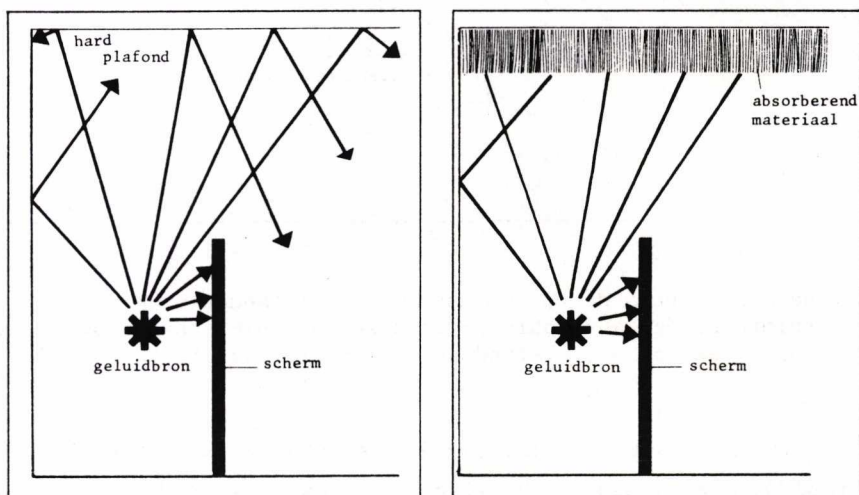
Een aspect dat hier nog niet ter sprake is gekomen, maar dat wellicht mede van invloed kan zijn bij de beslissing om extra geluidsabsorptie aan te brengen, is het feit dat door de verkorting van de nagalmtijd het "akoestische klimaat" (comfort) in de te behandelen ruimte verbetert.

5.1.3 Afscherming

Wanneer een scherm wordt gebruikt om het geluidniveau van een lawaaiige machine op een arbeidsplaats te verlagen, wordt de niveaureductie bewerkstelligd door afscherming van het direct overgedragen geluid. Wanneer de ontvanger zich dicht achter het scherm bevindt, kan deze afschermdende werking aanzienlijk zijn.

De niveaudaling door afscherming is afhankelijk van de verhouding tussen de omweg van de geluidgolven via de bovenrand respectievelijk zijkanten van het scherm en de golflengte van het geluid. Hieruit volgt, dat een scherm zo hoog en zo breed moet zijn als in de gegeven omstandigheden mogelijk is. Hoogfrequent geluid kan gemakkelijker afgeschermd worden dan laag-frequent geluid omdat laag frequent geluid zonder intensiteitsverlies ombuigt langs randen en gaten, terwijl dat bij hogere frequenties veel minder het geval is. Het effect van een scherm is groter naarmate de omweg groter wordt. Dit geldt zowel voor de verticale als horizontale omweg. Bij een optimaal scherm moet gedacht worden aan geluidniveaureducties van maximaal 8 dB(A).

Aangezien het resterende geluidniveau achter het scherm voor een belangrijk deel wordt bepaald door het indirecte geluid (het directe geluid is immers afgeschermd), is het van belang een scherm te combineren met een geluidabsorberende bekleding van reflecterende vlakken. Ook de naar de bron gekeerde zijde van het scherm geldt daarbij als reflecterend vlak!



Figuur 4. Voorbeeld van de werking van een scherm in combinatie met absorptiemateriaal als het plafond.

5.1.4 Omkastingen enabri's

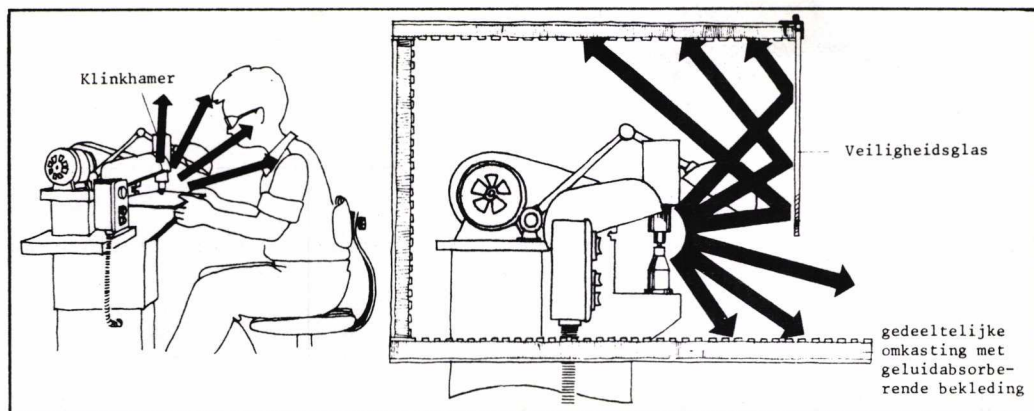
Verreweg de meest effectieve methode - mits zorgvuldig uitgevoerd - voor beperking van luchtgeluidoverdracht is het geheel of gedeeltelijk omkassen van lawaaiige machines of onderdelen daarvan. Een omkasting bestaat in feite uit een gesloten kast met goed geluidisolierende wanden, aan de binnenzijde voorzien van een geluidabsorberende bekleding om een verhoging van het niveau binnen de omkasting als gevolg van reflecties te voorkomen.

Vooral openingen in de omkasting zoals doorvoeren voor materialen, aan- en afvoeropeningen voor koellucht, niet goed sluitende deuren e.d. kunnen de met een omkasting te bereiken niveaureductie aanzienlijk beperken.

Om dit te voorkomen moeten voorzieningen worden getroffen als profielrubber strips in deursponningen, gecombineerd met knevelsluitingen, geluidgedempte doorvoeren voor materialen, assen en leidingen en geluiddempers in aanzuigen en afvoeropeningen van koellucht. Ook aan de aansluiting van de omkasting op de vloer moet de nodige aandacht worden besteed. Daarbij wordt veelvuldig gebruik gemaakt van stroken rubber, die niet alleen dienen voor afdichting van eventuele kieren, maar er tevens voor zorgen dat trillingen in de vloer niet op de omkasting kunnen worden overgedragen. Om ervoor te zorgen dat machines ondanks een omkasting makkelijk bereikbaar blijven, zijn omkastingen ontwikkeld die geheel of gedeeltelijk op rails kunnen worden weggeschoven.

De extra problemen die daarbij ontstaan in verband met de noodzakelijke afdichting zijn op verschillende manieren opgelost.

Omdat machines vaak grillig van vorm zijn, is een kiervrije aansluiting van de omkasting op de machine veelal moeilijk tot stand te brengen.



Figuur 5. Voorbeeld van een gedeeltelijke omkasting.

Behalve geheel gesloten omkastingen worden ook wel half-open omkastingen, ook wel aangeduid als abri's toegepast. Een abri is in feite een scherm, dat aan de bovenzijde en aan de zijkanten van de bron is doorgetrokken.

Er kunnen aanzienlijk grotere verzwakkingen mee worden bereikt dan met een scherm, namelijk tot ca. 20 dB(A).

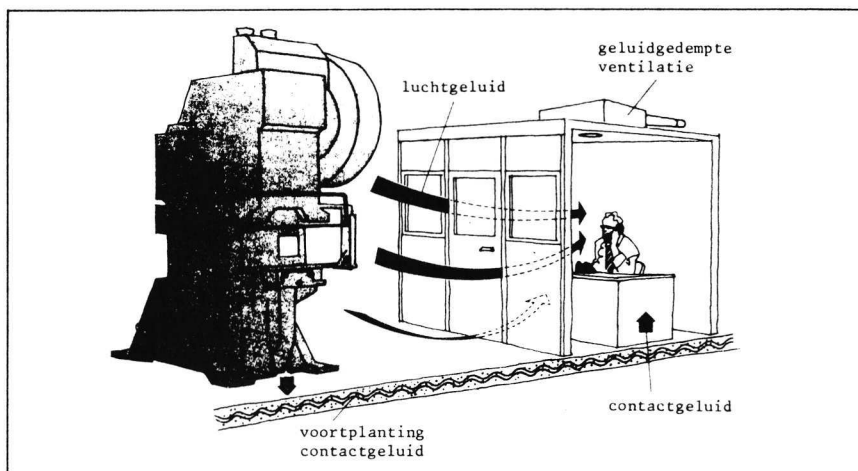
Wel geldt hierbij dat voor een bevredigend resultaat zich in de nabijheid van de abri geen reflecterende wanden mogen bevinden.

5.1.5 Geluidisolerende cabine

Wanneer de lawaaibronnen te groot, te talrijk of te gecompliceerd zijn om te worden omkast, worden omkastingen ook wel gebruikt om er de ontvanger in onder te brengen.

In dat geval wordt een omkasting een geluidisolerende cabine genoemd.

Worden deze ruimten verlaten voor inspectieronden of dergelijke dan is persoonlijke gehoorbescherming toch weer noodzakelijk.



Figuur 6. Voorbeeld van een geluidisolerende cabine en voortplanting van contactgeluid.

5.2 Vermindering van de contactgeluidoverdracht

Voor vermindering van de overdracht van machinetrillingen via de machinefundatie op de bouwkundige constructie wordt de machine meestal op rubber of stalen trillingsdempers opgesteld. Voorwaarde voor een goede werking hiervan is wel dat onder de veren voldoende massa aanwezig is.

Een zware compressor verend opstellen op een dunne betonvloer heeft geen zin. Daarom wordt ook vaak een extra betonnen voet gestort om een machine op te plaatsen.

Om te voorkomen dat machinetrillingen via leidingen op de bouwkundige constructie worden overgedragen worden in deze leidingen compensatoren opgenomen. Voor een goede werking daarvan moet de leiding vlak achter de compensator wel stevig aan een zwaar bouwkundig element worden bevestigd.

Vloeistoftrillingen in leidingen kunnen worden verzwakt door in deze leidingen expansie- of membraandempers op te nemen. Vooral moet worden vermeden trillende leidingen, pompen en dergelijke star aan lichte constructies te bevestigen.

6. VERMINDERING VAN DE GELUIDONTVANGST

Als alle maatregelen ter vermindering van de geluidproduktie en ter beperking van de geluidoverdracht er niet toe hebben geleid dat het geluidniveau op de werkplek tot beneden de risicogrens van 80 dB(A) is teruggebracht, komt toepassing van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen in aanmerking.

Dit moet echter worden gezien als een laatste redmiddel in een overigens ongewenste situatie. Het kan niet genoeg worden benadrukt dat gehoorbeschermingsmiddelen vrijwel nooit een oplossing voor een lawaai probleem kunnen zijn, maar alleen dienen als noodmaatregel om te voorkomen dat mensen als gevolg van te hoge geluidsniveaus in hun werkomgeving gehoorschade oplopen.

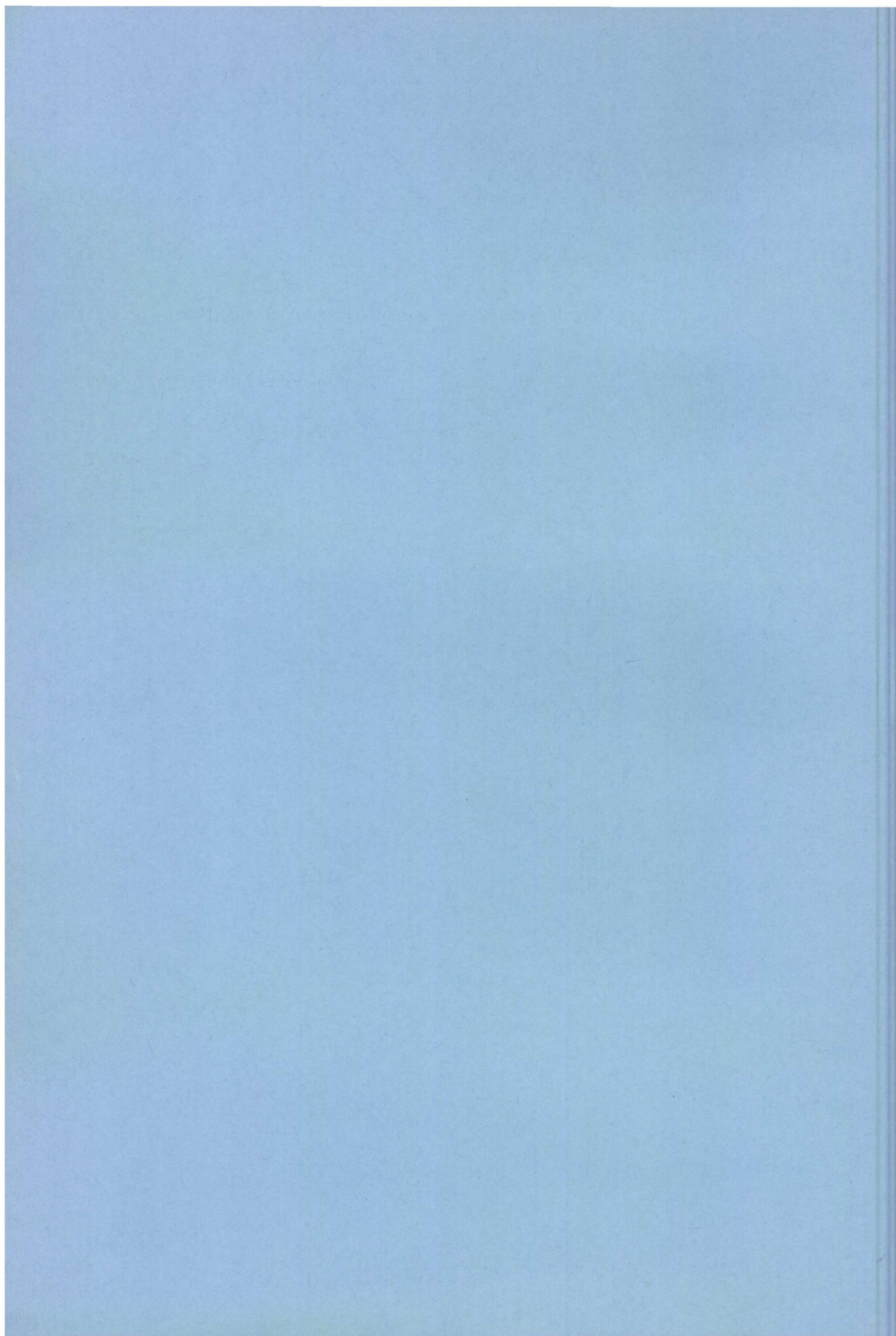
LITERATUUR

- [1] Berg, R. van den (1985)
Lawaaibestrijding. Achtergronden, aanpak en methoden.
Praktijkvoorbeelden.
NIPG-TNO publikatienummer 85027, Leiden, oktober 1985.
ISBN 90-6743-074-9
- [2] Steenbrugge, van, Gerritsen en Tukker (1984)
Inventarisatie basiskennis geluidarm installeren.
ICG-rapport LA-HR-03-01.
Ministerie van Sociale zaken en Werkgelegenheid, Voorburg.
- [3] Tukker, J.C. (1984)
Inventarisatie basiskennis geluidarm construeren.
Interdepartementale Commissie Geluidhinder, rapport LA-HR-03-02
Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Voorburg.
- [4] Interdepartementale Commissie Geluidhinder,
Onderzoekproject LA-02, diverse rapporten over de stand van de
techniek ten aanzien van lawaaibestrijding.
O.a. over persluchtsystemen (LA-02-02)
houtbewerkingsmachines (LA-02-03)
handgereedschap (LA-02-04)
leidingsystemen (LA-02-05)
intern transport (LA-02-06)*
kunststofverwerking (LA-02-07)*
mechanische overbrengingen (LA-02-08)*
electrische machines (LA-02-09)*
bouw- en wegenbouwmachines (LA-02-10)*
verspanende bewerkingen in
de metaalindustrie (LA-02-11)*

* in voorbereiding.

A.H. Grundel
D. van der Ree

GEHOORBESCHERMINGSMIDDELEN:
EFFECTIVITEIT EN GEBRUIKS-
PROBLEMATIEK



	SAMENVATTING	111
1.	INLEIDING	113
2.	EFFECTIVITEIT EN GEBRUIK VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSMIDDEL .	114
3.	EFFECTIVITEIT EN GEBRUIK VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSMIDDEL IN DE PRAKTIJK	115
	3.1 Oriënterende metingen in de praktijk	115
4.	GEBRUIK VAN GEHOORBESCHERMINGSMIDDELEN	117
	4.1 Hoe gebruikt men een gehoorbeschermer?	117
5.	GEBRUIKSPROBLEMATIEK VAN GEHOORBESCHERMINGSMIDDELEN	118
6.	CONCLUSIE	121
	BIJLAGE	123

SAMENVATTING

De bedrijfsgezondheidsdiensten hebben veel te maken met mensen die in, voor het gehoor schadelijke, geluidsniveaus werken boven 80 dB(A).

Naast mogelijke bronbestrijding van of overdrachtsmaatregelen tegen het lawaai zal voor vele werknemers de persoonlijke gehoorbescherming noodzakelijk blijven.

In het kader van het project Preventie Gehoorschade wordt aan werknemers in lawaaiige bedrijven informatie verstrekt over gehoorbeschermingsmiddelen en het gebruik ervan.

De effectiviteit en de gebruiksproblematiek van gehoorbeschermingsmiddelen in de praktijk worden in dit stuk wat nader bekeken.

1. INLEIDING

Naar schatting staan in de Nederlandse industrie 400.000 mensen dagelijks bloot aan schadelijk geluid van 80 dB(A) of meer.

Het staat vast dat langdurige blootstelling aan deze geluidsniveaus blijvende gehoorschade kan veroorzaken.

Naarmate het niveau hoger is en de blootstelling langer duurt wordt de kans op gehoorschade groter. Deze gehoorschade ontstaat geleidelijk. Daarom denkt men wel eens ten onrechte dat men aan lawaai went. Wanneer men op latere leeftijd bovendien te maken krijgt met ouderdomsdoofheid kan een sociale handicap ontstaan of verergeren. Men krijgt dan moeite met het luisteren naar muziek en het voeren van een gesprek, vooral in een rumoerige omgeving.

De blootstelling van werknemers aan schadelijk geluid moet worden tegengegaan.

Is het niet mogelijk lawaai aan de bron te bestrijden of iets te doen aan de overdracht van geluid van de bron naar de mens, dan is de laatste mogelijkheid het gebruik van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen zoals oorkappen of oordopjes.

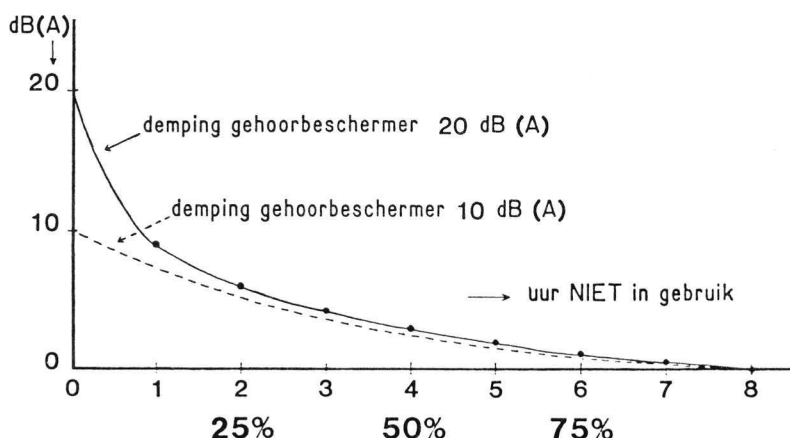
Op dit moment zijn in Nederland nog nagenoeg geen wettelijke bepalingen van kracht ten aanzien van lawaai op de arbeidsplaats. In de meeste geïndustrialiseerde landen bestaan dergelijke regels wel. Gezien de omvang en de ernst van de problematiek is enige jaren geleden besloten wetgeving op dit gebied tot stand te brengen.

Onlangs heeft de ministerraad het beleid ten aanzien van lawaai op de arbeidsplaats vastgesteld. De hoofdpunten zijn:

- Equivalente geluidsniveaus boven 80 dB(A) worden geacht schadelijk te zijn voor de gezondheid.
- Boven deze grens moet de werkgever gehoorbeschermingsmiddelen beschikbaar stellen.
- Boven deze grens zal de werkgever te zijner tijd het lawaai moeten bestrijden voor zover dat redelijkerwijs mogelijk is. Voorlopig hoeft dat pas vanaf 85 dB(A).
- Boven equivalente geluidsniveaus van 90 dB(A) zijn de werknemers verplicht gehoorbeschermingsmiddelen te dragen.

2. EFFECTIVITEIT EN GEBRUIK VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSMIDDEL

De bedoeling van een gehoorbeschermer is ten eerste, dat het geluidniveau dat het oor bereikt verlaagd wordt en ten tweede, om dat in voldoende mate te bereiken, dat hij gebruikt wordt gedurende de gehele tijd dat in lawaai verbleven wordt. Wanneer de gehoorbeschermer al slechts een klein gedeelte van de lawaaiige werktijd niet in gebruik is, zal de effectiviteit van het middel snel afnemen (zie figuur 1).



Figuur 1. Effectiviteit versus gebruik van een gehoorbeschermer.

Bijvoorbeeld:

Werkt men gedurende de hele dag (8 uur) in een geluidniveau van 100 dB(A) en daarvan 50% van de tijd met een gehoorbeschermer met een effectieve damping van 20 dB(A), dan vermindert het expositieniveau slechts 3 dB(A) van 100 dB(A) tot 97 dB(A). Anders gezegd, de effectieve damping gerekend over de gehele werkdag is dan nog maar 3 dB(A).

Gebruikt men zo'n 90% van de tijd een gehoorbeschermer in lawaai dan ziet men eigenlijk pas enig effect op het expositieniveau optreden.

3. EFFECTIVITEIT EN GEBRUIK VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSMIDDEL IN DE PRAKTIJK

Omdat de effectiviteit van gehoorbeschermingsmiddelen in sterke mate afhangt van de wijze waarop zij worden aan- of ingebracht, is dit in de praktijk nagegaan.

Met name voor in de gehoorgang gedragen middelen zoals watten en proppen is het goed inbrengen van belang. Ook is het mogelijk dat door trillingen (lopen) en/of slikken en kauwbewegingen deze middelen in de loop van de tijd naar buiten gewerkt worden, waardoor de demping afneemt.

3.1 Oriënterende metingen in de praktijk

Ongeveer een jaar voor het praktijkonderzoek was in het bedrijf een gehoorbeschermingsprogramma door TNO uitgevoerd, waarbij men informatie en instructies kreeg omtrent het gebruik van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen.

Volgens de, door de werknemers zelf ingevulde, enquêteformulieren (zie hierna), gebruikten ongeveer 15 mensen regelmatig een gehoorbeschermer in de gehoorgang. Uiteindelijk bleken slechts 4 personen tijdens hun lawaaiige werkdag werkelijk een gehoorbeschermer te gebruiken.

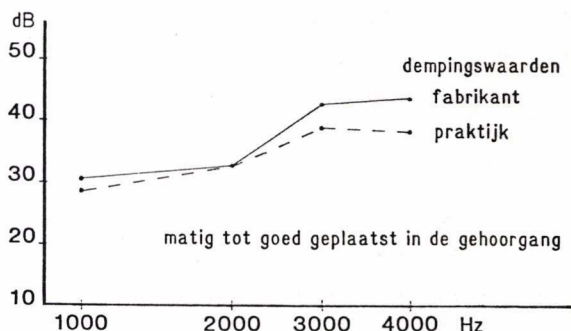
Daarom werd ook niet-gebruikers ($\frac{3}{4}$ van de uiteindelijke onderzoeksgroep) gevraagd gedurende de gehele werkdag een schuimrol of een voorgevormde gehoorwat te dragen. In totaal hebben 18 personen aan het onderzoek meegedaan.

Voor de meting werd gevraagd wanneer de middelen voor het laatst ingebracht waren. Dat varieerde van een $\frac{1}{2}$ uur tot 4 uur daarvoor (gemiddeld zo'n $1\frac{1}{2}$ uur).

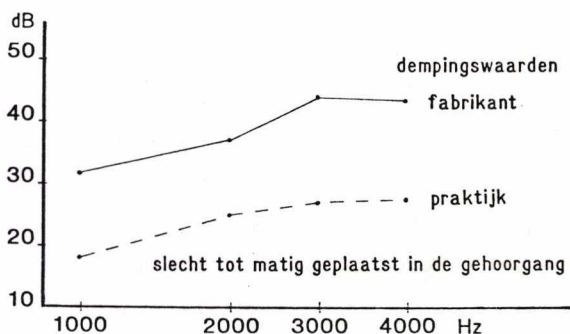
Men had zelf de gehoorbeschermers in de gehoorgang geplaatst en bij de meting werd pas nagegaan hoe dat gedaan was. Over het algemeen was de schuimrol beter in de gehoorgang geplaatst dan de gehoorwat. Deze laatste vond men moeilijk in de gehoorgang te krijgen en vond men er sneller uitvallen.

De meting van de demping van een gehoorbeschermingsmiddel is verricht volgens een door TNO uitgeteste methode (zie IMG-TNO rapport B572). Daarbij werd eerst een gehoortest afgenomen met de in de gehoorgang gedragen gehoorbeschermer en vervolgens een test zonder gehoorbeschermer. Het verschil is een maat voor de demping van het middel. In figuur 2 is de gemiddelde demping van de negen onderzochte schuimrollen weergegeven en in figuur 3

die van de watten (eveneens bij 9 personen). Omdat het in beide gevallen om slechts 9 personen gaat, is de berekende standaarddeviatie in de dempingswaarden minder betrouwbaar dan de standaarddeviatie die wordt berekend uit de in laboratoriumonderzoeken vereiste 20 proefpersonen. Daarom is in de figuren alleen de gemiddelde demping gegeven en niet de volgens publikatieblad P 138 vereiste effectieve waarde dat wil zeggen de gemiddelde waarde verminderd met eenmaal de standaarddeviatie. Als indicatie kan vermeld worden dat deze effectieve waarden, gemiddeld over de vier onderzochte frequenties, bij de schuimrol 26,1 dB is (standaarddeviatie 8,3 dB) en bij de oorwatten 12,3 dB (standaarddeviatie 12,3 dB). Dit betekent dat de effectieve waarden nog meer van de door de fabrikant opgegeven waarden afliggen dan de gemiddelde waarden.



Figuur 2. Gemiddelde demping van schuimrollen in de praktijk.



Figuur 3. Gemiddelde demping van gehoorwatten in de praktijk.

4. GEBRUIK VAN GEHOORBESCHERMINGSMIDDELEN

De demping van een gehoorbeschermer is afhankelijk van een aantal factoren:

- het materiaal waar de beschermer van gemaakt is;
- het onderhoud van de beschermer;
- juist of niet juist gebruik van het middel.

In de praktijk worden voor de demping van gehoorbeschermers de volgende realistische waarden aangehouden:

watten, doppen en beugels 10 dB(A)

schuimrollen 15 dB(A)

kappen 15-20 dB(A).

In een geluidniveau van 90 dB(A) heeft men voldoende demping van een gehoordop in de gehoorgang, doch in een niveau van meer dan 95 dB(A) kan men beter een gehoorkap gaan gebruiken om een goede demping te verkrijgen.

Het juist onderhouden van een gehoorbeschermer heeft ook invloed op de demping ervan. Bij kappen zullen regelmatig de ringen en het binnenwerk vervangen moeten worden, ook mag de klemkracht niet te veel verzwakken.

Sommige oordoppen en proppen kunnen gewassen en weer gebruikt worden, doch slechts bij voldoende veerkracht van het materiaal is voldoende demping te verwachten.

4.1 Hoe gebruikt men een gehoorbeschermer?

Wanneer men de gehoorbeschermer niet goed op de oren plaatst of in de gehoorgang brengt zal het middel minder geluid tegenhouden.

Een oorkap moet goed om de oorschelp sluiten, waarbij het haar zoveel mogelijk achter het oor gestreken moet worden.

Een gehoorbeschermer die in de gehoorgang gebruikt wordt, dient nauwkeurig volgens de gebruiksaanwijzing geplaatst te worden.

De oorschelp iets naar boven/achteren trekken en met een draaiende beweging de oordop of samengerolde oorprop in de gehoorgang brengen.

5. GEBRUIKSPROBLEMATIEK VAN GEHOORBESCHERMINGSMIDDELEN

Een nogal eens gehoorde klacht is: ik krijg die dingen met geen mogelijkheid in m'n oren, ze vallen er op een gegeven moment uit.

In de loop van de draagtijd kan door bijvoorbeeld kaakbewegingen de oordop of -wat zich iets verschuiven uit de gehoorgang, zeker als het middel niet goed geplaatst werd.

Ook mensen met zeer nauwe gehoorgangen lukt het vaak niet oorproppen of -watten goed in de gehoorgang te brengen.

Daardoor geven ze het al snel op en zijn geneigd weer zonder gehoorbeschermer aan het werk te gaan.

Waarom dragen mensen vaak geen gehoorbeschermer terwijl ze weten dat het lawaai op hun werkplek hun gehoor kan beschadigen?

Daartoe heeft TNO een enquête gehouden onder de werknemers van de bedrijven die aan het onderzoek deelnamen.

Ongeveer een half jaar na het uitvoeren van het gehoorbeschermingsprogramma werden de enquêteformulieren naar de mensen toegestuurd met het verzoek deze in te vullen.

In totaal werden ongeveer 1100 formulieren verstuurd, daarvan werden er ongeveer 650 terugontvangen, waarvan 405 exemplaren goed (= bruikbaar) ingevuld. Deels vulde men de formulieren zelf in, deels werd dat gedaan door chefs van afdelingen of door mensen van de BGD. In het laatste geval waren de formulieren vaak wat secuurder ingevuld.

Voor de vragen van het enquêteformulier zie bijlage 1.

In tabel 1 is het verband gegeven tussen de mate waarin men tevreden is over het gehoorbeschermingsmiddel en de mate waarin men het middel consequent gebruikt.

Tabel 1. Mate van tevredenheid en mate van gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen.

Mate van tevredenheid	Gebruik in lawaai				totaal aantal
	100%	50%	25%	0%	
tevreden	59	17	21	3	206
matig	32	25	37	7	76
niet tevreden	16	10	37	37	51

Uit de tabel blijkt duidelijk dat de mate van tevredenheid het gebruik van gehoorbeschermers sterk beïnvloedt. Zo gebruikt 59% van de tevreden werknemers het middel consequent (100%) en slechts 16% van de niet tevreden werknemers.

In tabel 2 is aangegeven hoe tevreden men over de diverse typen gehoorbeschermers is.

Tabel 2. Tevredenheid bij diverse soorten gehoorbeschermingsmiddelen (in procenten).

Mate van tevredenheid	Type gehoorbeschermers					
	kap	beugel	dop	wat	schuim	combinatie
tevreden	65	50	38	67	69	50
matig tevreden	24	25	31	19	8	27
niet	11	25	31	14	23	23
totaal	195	32	26	52	26	22

Uit de tabel blijkt dat men over kappen, watten en schuimrollen over het algemeen meer tevreden is dan over beugels en doppen. De oordoppen scoren wat tevredenheid betreft het laagst. Ook blijkt dat de oorkappen verreweg het meest in trek zijn. Ruim 55% van het totaal aantal van 395 beantwoordingen in tabel 2 draagt een kap. Gezien de in het project vastgestelde niveaus is dit percentage veel hoger dan in eerste instantie verwacht moet worden gezien de aanbevelingen op grond van de demping van de middelen.

Bij de keus tussen een oorkap of een ander middel kiest men derhalve ook nogal eens voor een kap, hoewel dit gezien de noodzakelijke demping niet nodig is.

Wanneer men niet of matig tevreden was met de gekregen gehoorbeschermer gaf men overwegend de volgende bezwaren aan:

- oncomfortabel: zoals irriterend, klemmend, vervelend om te dragen (niet specieke hinder over het algemeen)
- lastig in verband met communicatie of het horen van machines
- te warm, transpiratie.

Bij vraag 7 had men de mogelijkheid een eigen mening of idee te noteren. Een greep uit de vele serieuze en minder serieuze opmerkingen t.a.v. gehoorbeschermers en het dragen ervan:

- er zou een walkman in moeten zitten
- een beugel is altijd bij je te dragen, ook al gebruik je hem niet
- ben al doof, en dan ben ik nog dover
- draag er geen, omdat ik er geen heb
- te grote oren, past niet
- het is geen gehoor
- waardeloos
- er zijn andere manieren om lawaai te bestrijden
- beter gaatjes in de oorkappen voor ventilatie.



**GOEDE OREN
HOUDEN ZO**

6. CONCLUSIE

De BGD kan een grote rol spelen bij het stimuleren van het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen door mensen die werken in een lawaaiige omgeving.

Men kan proberen het gebruik positief te beïnvloeden door het geven van informatie op het gebied van gehoorbeschermingsmiddelen door middel van groepsvoorlichting en individuele voorlichting, folders, stickers, etc.

Gedurende het TNO-onderzoek bleek het belangrijk de mensen op hun werkplek te bezoeken en hen daardoor de mogelijkheid te geven hun werk en het daarbij behorende lawaai te demonstreren. Tevens kon het team van TNO bekijken of men de instructies, wat betreft het dragen van gehoorbeschermers, begrepen had en de middelen op de juiste manier gebruikte. Daar waar dit niet het geval bleek, werd één en ander nog eens uitgelegd, voorgedaan en geëfend.

Zo'n "kontrole" op de werkvloer zou door de BGD regelmatig uitgevoerd moeten worden. Het bleek noodzakelijk mensen zo nu en dan aan de noodzaak van gehoorbeschermers te herinneren en het gebruik en onderhoud ervan steeds bij te sturen.

Aan de hand van effectevaluatie en herhalingsaudiometrie, die men als BGD kan uitvoeren in een bedrijf, zou in de loop der jaren kunnen blijken of intensievere begeleiding van werknemers in lawaai, het gebruik van gehoorbeschermers zal doen toenemen. Een begeleiding, zowel van het bedrijf op de vloer (chefs, voorlieden, bedrijfsleiding) als van de BGD, tijdens periodiek onderzoek, keuringen en op de werkplek. Ten gevolge van de toekomstige wetgeving waarbij boven 90 dB(A) verplicht gehoorbescherming moet worden gedragen, zullen te zijner tijd maatregelen bedacht moeten worden, waardoor men in deze geluidniveaus werkelijk een gehoorbeschermers draagt. De tevredenheid van de gebruiker is belangrijk voor het consequent dragen. Waarom als BGD niet geprobeerd mensen zodanig te motiveren, dat deze (waarschijnlijk rigoureuze ingrijpende) maatregelen achterwege kunnen blijven.

Ook hiervoor geldt, net als voor een gehoorbeschadiging door lawaai: beter voorkomen, want genezen is er (nog) niet bij.

Naam :

Afdeling :

Datum :

1. Welke gehoorbeschermer heeft U van Uw bedrijf ontvangen?

0 watten 0 doppen 0 proppen 0 oorkap 0 beugel 0 anders



2. Wanneer heeft U deze gehoorbeschermer ontvangen?

Datum :

3. Bent U tevreden over Uw gehoorbeschermer.

0 ja
0 matig
0 nee

4. Indien U bij vraag 3 matig of nee hebt ingevuld, kunt U dan aangeven hoe het komt dat U niet tevreden bent?

.....
.....

5. Wanneer gebruikt U Uw gehoorbeschermer?

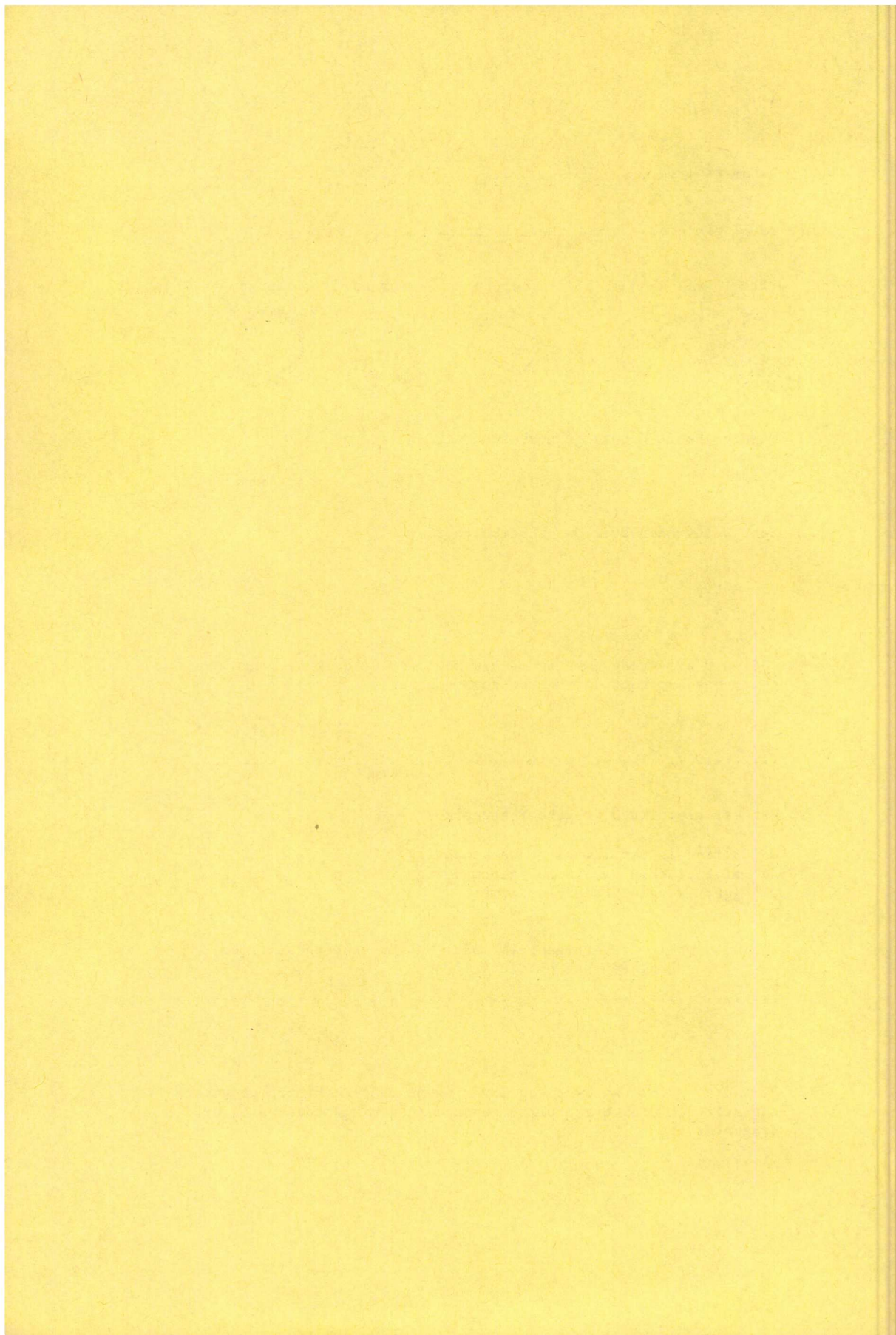
0 altijd in een lawaaige werkomgeving
0 af en toe in een lawaaige omgeving
0 gebruik geen gehoorbeschermer

6. Indien U matig of geen gebruik maakt van Uw gehoorbeschermer, kunt U dan aangeven waarom niet?

.....
.....

7. Hebt U op grond van Uw eigen ervaringen nog opmerkingen of adviezen over het door U gebruikte gehoorbeschermingsmiddelen of het dragen ervan?

.....
.....

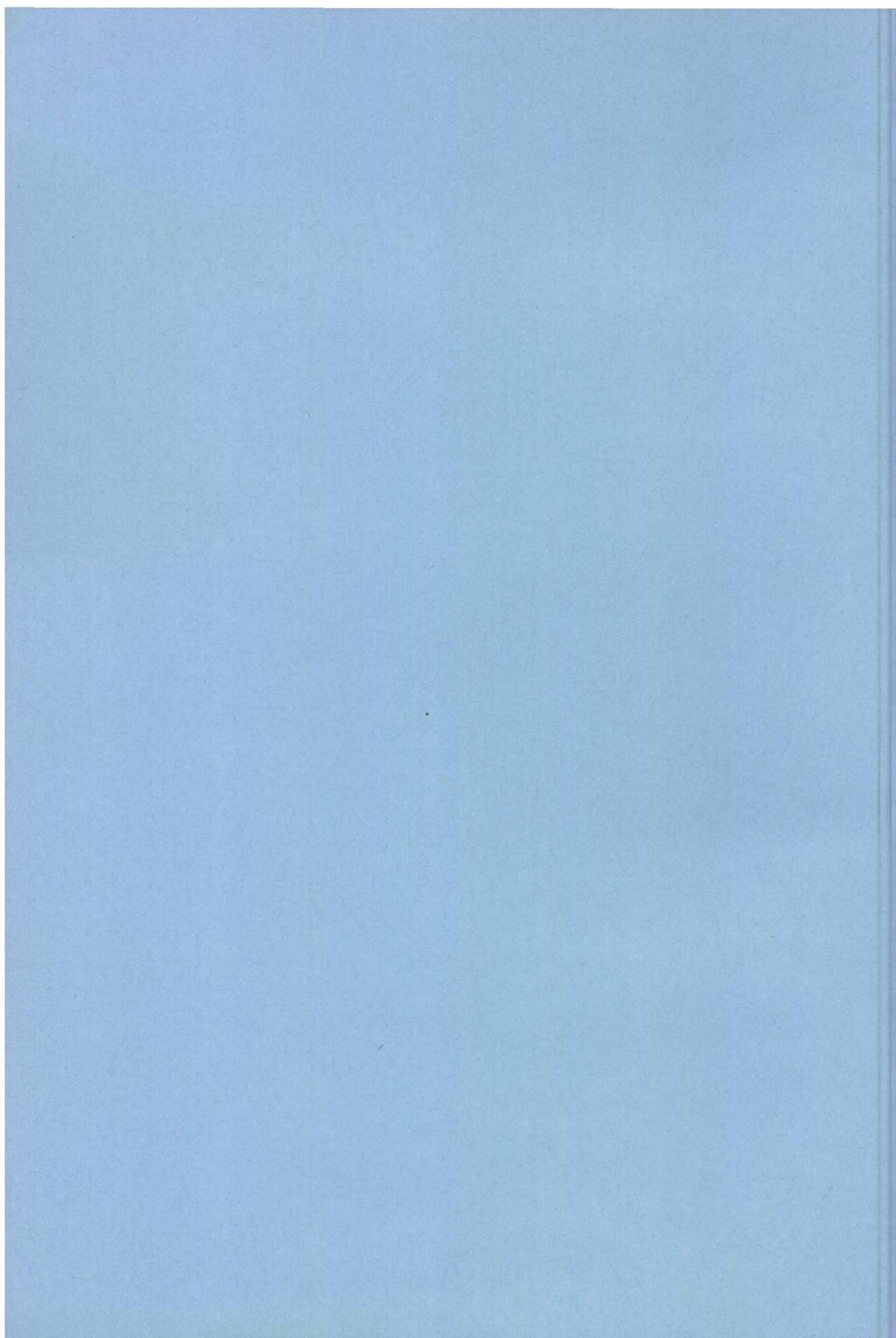


W. Passchier-Vermeer

A.H. Grundel

A.J.M. Rövekamp

REPRODUCEERBAARHEID DREMPELAUDIOMETRIE EN DE BEOORDELING
VAN GEHOORSCHERPTE VERANDERINGEN IN DE LOOP DER JAREN
BIJ AAN LAWAAI GEËXPONEERDE WERKNEMERS



	SAMENVATTING	129
1.	INLEIDING	131
2.	OPZET VAN DE ONDERZOEKEN	132
3.	RESULTAAT VAN BEIDE ONDERZOEKEN	134
4.	REPRODUCEERBAARHEID EN NORMALE OUDERDOMSGEHOORVERLIEZEN . .	137
5.	TOEPASSING RESULTATEN OP AUDIOMETRISCH ONDERZOEK IN BEDRIJ- VEN	139

SAMENVATTING

Er zijn twee onderzoeken uitgevoerd naar de reproduceerbaarheid en het leereffect bij toondrempelaudiometrie, als de gehoortesten worden verricht met een automatische audiometer, merk Madsen, type MTA 86. In het eerste onderzoek zijn van 27 proefpersonen de gehoordrempels bepaald bij vijf opeenvolgende gelegenheden: op de eerste dag drie maal, op de tweede dag éénmaal en op de derde dag eveneens éénmaal. In het tweede onderzoek zijn van 28 proefpersonen (anderen dan die uit het eerste onderzoek) twee audiogrammen afgenomen met een tussenperiode van ruim één jaar.

Uit de onderzoeken is gebleken dat er met betrekking tot de gehanteerde methode van toondrempelaudiometrie sprake is van een leereffect op korte termijn: bij herhaalde metingen op dezelfde dag of de opeenvolgende dagen heeft het eerste audiogram gehoordrempels die gemiddeld 1,8 dB hoger zijn dan die uit de daaropvolgende audiogrammen. Tussen het tweede en daaropvolgende audiogrammen valt geen statistisch significante verbetering te constateren. Herhaling van het audiogram op langere termijn (één jaar) geeft geen statistisch significante verbetering tussen het eerste en tweede audiogram te zien.

Tevens is uit de onderzoeken gebleken dat de reproduceerbaarheid van audiogrammen onafhankelijk is van de tijd die tussen het opnemen van de audiogrammen verstrijkt. Daarbij is in de onderzoeken een periode beschouwd van een dag, een drietal dagen en een jaar.

Bij de beoordeling van audiogrammen die in de loop der jaren worden opgenomen dient zowel rekening gehouden te worden met de meetonnauwkeurigheid in gehoordrempelbepalingen als met de toename in de gehoordrempels ten gevolge van het ouder worden van de betrokken personen. In de publikatie worden gegevens gepresenteerd die met beide effecten rekening houden.

Tevens zijn de resultaten van de onderzoeken gebruikt om de toepassing ervan op de audiometrische gegevens van aan lawaai geëxponeerde populaties te illustreren.

1. INLEIDING

In het project preventie gehoorschade wordt gebruik gemaakt van audiometers, merk Madsen, type MTA 86. Dit is een geautomatiseerd systeem, waarbij de te testen persoon testtonen te horen krijgt, waarvan geluidsdrukkniveau en frequentie door de audiometer volgens van te voren vastgestelde regels geselecteerd worden, afhankelijk van de response van de testpersonen op de testtonen. De volgorde van de testtonen is in essentie zoals vastgesteld in de ISO standaard 6189: Acoustics - Pure tone air-conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes (1984).

In de door CARGO-TNO opgestelde Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma (1981) is de reproduceerbaarheid gegeven van diverse audiometrische testmethoden. De gegevens uit deze aanbevelingen zijn hier gereproduceerd in tabel 2. Geen der vier genoemde methoden is identiek aan de in het project gehanteerde methode. Aangezien de reproduceerbaarheid een belangrijk aspect is van een audiometrische testmethode, werd besloten de reproduceerbaarheid van de gehanteerde testmethode vast te stellen.

Onder meer uit een publikatie door Passchier-Vermeer (1981) is bekend dat er bij de toondrempelaudiometrie sprake kan zijn van een leereffect:

het eerste audiogram laat een hogere gehoordrempel (meer gehoorverlies) zien dan volgende audiogrammen. Van belang is het om ook voor de in het project gehanteerde methode deze factor te kennen.

Vele reproduceerbaarheidstesten spelen zich af in een korte tijdspanne, bijvoorbeeld een aantal dagen. Aangezien het bij gehoorbeschermingsprogramma's gaat om herhaling van gehoortesten op langere termijn (bijvoorbeeld één of twee jaar) is het ook van belang de reproduceerbaarheid en het leereffect op langere termijn te kennen.

2. OPZET VAN DE ONDERZOEKEN

Ter beantwoording van de hiervoor gestelde vragen zijn twee (laboratorium) onderzoeken uitgevoerd:

1. onderzoek bij 27 proefpersonen (vrouwen), waarvan voor het onderzoek nooit eerder een audiogram was opgenomen en waarvan uit het eerste audiogram bleek dat haar gehoordrempel niet hoger lag dan voor de leeftijd normaal geacht mag worden. Onder normaal wordt hier verstaan een gehoordrempel die ten hoogste gelijk is aan de bij de leeftijd behorende 10%-overschrijdingswaarde van de gehoordrempels, zoals gegeven in de ISO-standaard 7029: Acoustics-Threshold of hearing by air-conduction as a function of age and sex for otologically normal persons (1984). De leeftijden van de proefpersonen lagen tussen de 20 en 40 jaar, met een gemiddelde van 31 jaar.

De proefpersonen legden op hun eerste testdag drie audiometrische testen af, waarbij de eerste test tussen 8 en 10 uur 's morgens werd afgenomen, de tweede test tussen 11 en 13 uur en de derde test tussen 13 en 16 uur. De vierde en vijfde test werden verricht op de tweede en derde testdag van de proefpersoon en vrijwel steeds op dezelfde tijd als het derde audiogram op de eerste dag werd afgenomen.

2. Onderzoek bij 28 proefpersonen (mannen), waarvan voor het onderzoek eveneens nooit een audiogram was afgenomen. Van deze proefpersonen werden met een tussenperiode van ruim één jaar twee audiogrammen afgenomen. De gemiddelde leeftijd van de mannen bij de eerste test was ruim 39 jaar. Voor de aanvang van hun eerste gehoortest is vastgesteld dat geen der proefpersonen in lawaai werkte of gewerkt had. Er heeft geen uitsluiting ten gevolge van andere mogelijke oorzaken van gehoorverlies plaatsgevonden. Niettemin bleken alle gehoordrempels geringer te zijn dan de bij de leeftijd behorende 5%-overschrijdingswaarde van de gehoordrempels uit ISO 7029. Voordat het tweede audiogram werd afgenomen, werden de proefpersonen ondervraagd naar mogelijke in de tussen de testen liggende periode ontstane gehoorschade door diverse oorzaken (ziekte, medicijnen, ongeval, expositie aan lawaai). Bij geen der 28 proefpersonen is naar alle waarschijnlijkheid enig ander gehoorverlies ontstaan dan door het normale verouderingsproces.

In beide onderzoeken zijn de gehoortesten afgenomen in testruimten, die zo stil zijn dat metingen vanaf een gehoordrempel van -10 dB mogelijk zijn, zonder dat maskeereffecten optreden. De gebruikte audiometers zijn geregeld gec calibreerd en voldeden steeds aan de in ISO 389 gestelde eisen. De testen stonden onder supervisie van ervaren audiometristen.

3. RESULTAAT VAN BEIDE ONDERZOEKEN

Uit het eerste onderzoek is gebleken dat er met betrekking tot de gehanteerde methode sprake is van een leereffect op korte termijn: bij herhaalde metingen op dezelfde dag of op de twee daaropvolgende dagen heeft het eerste audiogram gehoordrempels die gemiddeld 1,8 dB hoger liggen dan die uit de daaropvolgende audiogrammen. Tussen het tweede en de daaropvolgende audiogrammen valt geen statistisch significante verbetering te constateren. Herhaling van het audiogram op langere termijn (één jaar) geeft geen statistisch significante verbetering ten zien tussen het eerste en het tweede audiogram.

In tabel 1 is de standaarddeviatie gegeven in een gemeten gehoordrempel, zoals deze uit beide onderzoeken is bepaald.

Tabel 1. Standaarddeviatie (s_e) in de gehoordrempel, als metingen binnen een paar dagen en als metingen na een jaar herhaald worden.

Frequentie in hertz	Meting van dag tot dag	Meting van jaar tot jaar	Gemiddeld
500	3,5	3,8	3,6
1000	2,8	3,0	2,9
2000	3,6	2,8	3,2
3000	3,0	3,3	3,2
4000	3,8	4,0	3,9
6000	4,8	5,1	4,9

Opvallend is de goede overeenkomst tussen de standaarddeviatie bij meting van dag tot dag en die bij meting van jaar tot jaar. Gemiddeld over de zes frequenties is de standaarddeviatie (van korte termijn metingen gelijk aan 3,67 dB en die van metingen op langere termijn 3,58 dB. Naar verwachting zou de laatste standaarddeviatie groter zijn omdat:

- er de kans is dat een gehoordrempel in de loop van een jaar meer varieert dan in de loop van een dag/een paar dagen.
- tengevolge van de veroudering gedurende het tussenliggende jaar er niet alleen een gemiddelde verhoging van de gehoordrempel is, maar te-

vens een spreiding in de verhoging van de gehoordrempel, die in principe een vergroting van de standaarddeviatie teweeg zou brengen. Uit het IMG-TNO rapport B 548 (1983) over bedrijfsaudiometrie en presbycusis kan worden afgeleid dat de bijdrage van de spreiding in de toename van het normale ouderdomsgehoorverlies gedurende een jaar tot de standaarddeviatie in de orde is van 0,01 tot 0,04 dB, dat wil zeggen verwaarloosbaar.

- er de kans is dat de caliabratie van audiometers van jaar tot jaar meer verschilt dan van dag tot dag (hoewel in alle gevallen de calibratie voldeed aan de in ISO 389 gestelde eisen).

Kennelijk is echter geen van deze factoren van voldoende belang om de reproduceerbaarheid van de meetmethode aanmerkelijk te verminderen. Kennelijk zijn de standaarddeviaties uit tabel 1 onafhankelijk van de periode tussen de metingen. In de laatste kolom van de tabel is derhalve de gemiddelde waarde weergegeven. Deze waarden zullen beschouwd worden representatief te zijn voor zowel metingen op korte als langere termijn.

In tabel 2 zijn de standaarddeviaties in een gehoordrempelbepaling gegeven, zowel bij andere meetmethoden als bij meting met de Madsen MTA 86.

Tabel 2. Standaarddeviaties (in dB) van een gehoordrempelmeting, uitgevoerd met diverse audiometers.

Frequentie in hertz	Bekesky audiometer	zelfschrij- vende auto- maat vaste freq.	handbediende audiometer vaste freq.	continue audiome- ter	Madsen ty- pe MTA 86 audiometer
500	3,2	4,3	3,0	3,2	3,6
1000	2,8	4,1	2,9	3,3	2,9
2000	3,5	3,3	2,4	3,3	3,2
3000	2,8	3,9	2,4	3,3	3,2
4000	3,3	4,8	3,1	4,9	3,9
6000	3,4	5,5	4,5	5,9	4,9

In de praktijk worden audiogrammen afgelezen in stappen van 5 dB. Om uit twee audiogrammen tot een statistisch significante verslechtering van het gehoor te mogen concluderen (5%-significantieniveau) dient het verschil minimaal zo groot te zijn als gegeven is in tabel 3. De gegevens betreffen de continu audiometer en de Madsen MTA 86.

Tabel 3. Minimaal verschil om tot significante drempeltoename te kunnen besluiten (5%-niveau, eenzijdig getoetst) als de gehoordrempels bepaald zijn met een Madsen audiometer type MTA 86, of een continu audiometer en uitgelezen in stappen van 5dB.

Frequentie in hertz	Minimaal verschil in dB	
	Madsen MTA 86	continu audiometer
500	10	10
1000	10	10
2000	10	10
3000	10	10
4000	10	15
6000	15	15

4. REPRODUCEERBAARHEID EN NORMALE OUDERDOMSGEHOORVERLIEZEN

In gehoorbeschermingsprogramma's worden in de loop der jaren audiogrammen opgenomen ter controle van het gehoor van werknemers die - al dan niet met gehoorbeschermingsmiddelen - in lawaai werken. In het Engels wordt daarvoor de term "monitoring audiometry" gebruikt. De vraag die deze herhalingsaudiometrie tracht te beantwoorden is of de gehoorscherpthe van de onderzochten al dan niet verslechterd is.

Een steeds weerkerende vraag is daarbij of de geconstateerde verslechtering van het gehoor veroorzaakt zou kunnen zijn door presbycusis. Presbycusis is een verslechtering van het gehoor, die gepaard gaat met een vermindering van de gehoorscherpthe naarmate men ouder wordt.

In het IMG-TNO rapport B 548 wordt dit onderwerp behandeld. Daarbij wordt uiteengezet dat bij vergelijking van vervolgaudiogrammen in de loop der jaren twee statistische grootheden een rol spelen: de meetonnauwkeurigheid en tevens de spreiding in de toename van de individuele ouderdomsgehoorverliezen. Wordt met beide grootheden rekening gehouden, dan kunnen de minimale verschillen om tot significante verslechtering van de gehoordrempel te besluiten groter zijn dan wanneer er alleen met de meetonnauwkeurigheid rekening gehouden wordt. In tabel 4 zijn de resultaten van de continu audiometrie en audiometrie met een Madsen MTA 86 opgenomen, waarbij als tussenliggende periodes 1,2 en 5 jaar zijn gekozen.

Tabel 4. Minimaal verschil - in stappen van 5 dB - om tot significante verslechtering door andere oorzaken dan veroudering te mogen concluderen als de audiogrammen worden opgenomen met een tussenliggende periode van 1,2 en 5 jaar. Gegevens van de Madsen MTA 86 en continu audiometer.

Frequentie gehoordrempel (in hertz)	Madsen MTA 86			Continue audiometer		
	tussenliggende periode			tussenliggenden periode		
	1 jaar	2 jaar	5 jaar	1 jaar	2 jaar	5 jaar
500	10	10	10	10	10	10
1000	10	10	10	10	10	10
2000	10	10	10	10	10	10
3000	10	10	15	10	10	15
4000	10	10	15	15	15	20
6000	15	15	20	15	15	20

Uit een vergelijking van tabel 3 en 4 blijkt dat voor de laagste drie frequenties het minimale verschil steeds 10 dB is, onafhankelijk van de tussenliggende periode en de meetmethodiek. Ook als de tussenliggende periode één of twee jaar is, is het minimale verschil bij de drie hoogste frequentie bij uitsluiting van leeftijdseffecten gelijk aan het minimale verschil ten gevolge van de meetonnauwkeurigheid. Is de tussenliggende periode vijf jaar, dan is er één 5 dB-stap meer nodig om tot een significante verslechtering van de gehoordrempel door andere oorzaken dan veroudering te mogen concluderen, dan bij korterduurende perioden.

5. TOEPASSING RESULTATEN OP AUDIOMETRISCH ONDERZOEK IN BEDRIJVEN

Om te illustreren op welke manier de resultaten uit het voorgaande in het kader van een gehoorberschermingsprogramma gebruikt kunnen worden wordt gebruik gemaakt van de audiogrammen van 112 personen. Een eerste audiometrisch onderzoek van deze mensen heeft plaatsgevonden bij de aanvang van het gehoorberschermingsprogramma. De betreffende werknemers werken in lawaaioxpositieniveaus van 90 dB(A) of meer. Een groot deel der werknemers droeg geen gehoorberschermingsmiddelen. Het tweede audiometrische onderzoek vond ongeveer 1,5 jaar later plaats. Slechts een deel van de werknemers was consequent gehoorberschermers, voornamelijk oorkappen, gaan dragen na het eerste onderzoek. De gemiddelde leeftijd ten tijde van het eerste onderzoek was 36,3 jaar, bij het tweede onderzoek 37,9 jaar.

De vergelijking van de audiogrammen uit het eerste onderzoek kan op de volgende twee manieren gebeuren:

Methode 1: berekening van de gemiddelden verandering in de gehoorscherppte in de tussenliggende periode.

In tabel 5 is het gemiddelde verschil gegeven tussen het tweede en eerste audiogram. In de tussenliggenden periode is er een kleine gemiddelde toename van de gehoordrempel geweest ten gevolge van de veroudering (zie de tweede regel van de tabel). Trekken we deze gemiddelde toename van het geconstateerde verschil af, dan resteert de gemiddelde toename van de gehoordrempel door de expositie aan lawaai op de arbeidsplaats. Deze gemiddelde verschillen zijn slechts gering en variëren van 0,1 dB bij 500 Hz tot 1,7 en 1,9 dB bij resp 6000 en 3000 Hz. Als we willen toetsen of deze gemiddelde verschillen statistisch significant zijn, dan kan gebruik gemaakt worden van de Student-t-toets. Toetsen we eenzijdig met een significantieniveau van 5%, dan is er sprake van een statistisch significante toename als t groter is dan 1,65. De waarden van t zijn gegeven in de onderste regel van tabel 5. Het blijkt dus dat de gehoorschade door lawaai is toegenomen bij alle frequenties, behalve 500 Hz.

Tabel 5. Gegevens over de verschillen tussen herhalingsaudiogrammen en eerste audiogrammen van 112 aan lawaai geëxponeerde werknemers.

Frequentie gehoordrem- pel (in Hz)	Gemiddeld gemeten verschil (in dB)	Gemiddelde toename t.g.v. ver- oudering (in dB)	Gemiddeld verschil na correc- tie (in dB)	t*
500	0,2	0,1	0,1	0,29
1000	1,3	0,1	1,2	4,38
2000	0,8	0,2	0,6	2,00
3000	2,2	0,3	1,9	6,32
4000	1,7	0,5	1,2	3,27
6000	2,3	0,6	1,7	3,69

* $t = \frac{\bar{v}}{2} \sqrt{\frac{n}{2}}$, waarbij n gelijk is genomen aan het aantal waarnemingen per frequentie (te weten 2 waarnemingen per persoon).

Wordt n gelijk genomen aan het aantal personen dan is de t-waarde 0,71 van de opgegeven waarde. Dit heeft dan tot consequentie dat er bij 2000 Hz geen statistisch significante toename is.

Ook kan er worden nagegaan of de verandering van de gehoordrempel in de tussenliggende periode afhangt van de hoogte van de gehoordrempel (b.v. bij eerste meting). In figuur 1 en 2 is het gemiddelde verschil in gehoordrempels (ΔH) uitgezet als functie van de gehoordrempel bij eerste meting (H). Op de relatie tussen ΔH en H_1 is een lineaire regressieanalyse toegepast. Het resultaat is gegeven in tabel 6. Daaruit blijkt dat er een statistisch significante afname van ΔH met H_1 is (tweezijdig getoetst, significantiedrempel van 5%) bij 2000, 4000 en 6000 Hz. Daaruit kan geconcludeerd worden dat bij deze frequenties de gehoorscherpthe van de mensen met relatief het beste gehoor sterker in de tussenliggenden periode is verslechterd dan bij mensen met een relatief reeds meer beschadigd gehoor. Overigens zijn de verschillen in de praktijk niet groot: bij 2000 Hz van +1,2 dB bij een gehoordrempel van 0 dB tot -1,1 dB bij de hoogst gemeten gehoordrempel; bij 4000

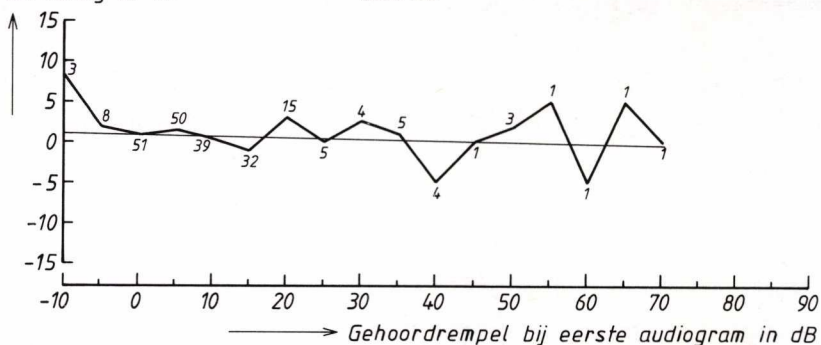
Hz van 2,6 tot -0,8 dB, bij 6000 Hz van 3,3 tot 0,0 dB. De betreffende bestpassende rechten zijn in de figuren ingetekend.

Tabel 6. De relatie tussen de gehoordrempel bij de eerste meting (H_1) en het verschil (ΔH) tussen de gehoordrempels bij tweede en eerste meting ($\Delta H = a + bH_1$)

Frequentie in hertz	a	b	t = b/sb	sign.
500	0,35	-0,009	-0,34	-
1000	1,07	0,030	1,28	-
2000	1,19	-0,032	-2,01	+ (1,19 tot -1,05)
3000	2,47	-0,013	-0,73	-
4000	2,55	-0,042	-3,73	+ (2,55 tot -0,81)
6000	3,31	-0,039	-2,01	+ (3,31 tot -0,01)

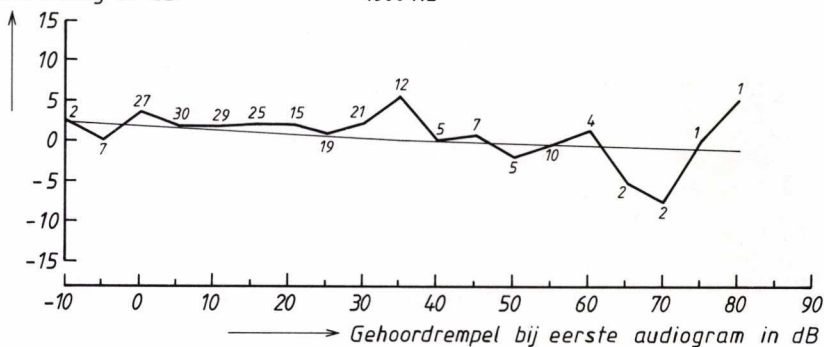
Gemiddeld verschil
na herhaling in dB

2000 Hz



Gemiddeld verschil
na herhaling in dB

4000 Hz



Figuur 1 + 2: Het gemiddelde verschil tussen de gehoordrempel uit het tweede en die uit het eerste audiogram als functie van gehoordrempel uit het eerste audiogram. De getallen zijn het aantal waarnemingen waarover gemiddeld is. De dun getrokken rechte is de bestpassende rechte berekend volgens de kleinste kwadraten methode.

Methode 2: bepaling van het aantal gehoordrempels dat statistisch significant verslechterd is.

In tabel 7 zijn de minimale verschillen gegeven om tot significante verslechtering door andere oorzaken dan veroudering te mogen concluderen. Deze waarden zijn voor de betreffende tussenliggende periode en de gebruikte meetmethodiek 10 dB bij alle frequenties van 500 tot 4000 Hz en 15 dB bij 6000 Hz. Bij een niet aan lawaai geëxponeerde vergelijkbare populatie zou 5% van de gehoordrempels deze verschillen minimaal vertonen. Bij de onderzochte populatie zijn de volgende percentages geteld.

Tabel 7. Toename van de gehoordrempels bij aan lawaai geëxponeerde werknemers.

Frequentie gehoordrempel (in hertz)	Percentage gehoordrempels met een verschil van minstens 10 dB bij 500 tot 4000 Hz en 15 dB bij 6000 Hz.
500	10,3 (3,6)
1000	13,0 (2,7)
2000	8,5 (2,7)
3000	20,1 (8,5)
4000	13,8 (2,7)
6000	10,3 (4,9)

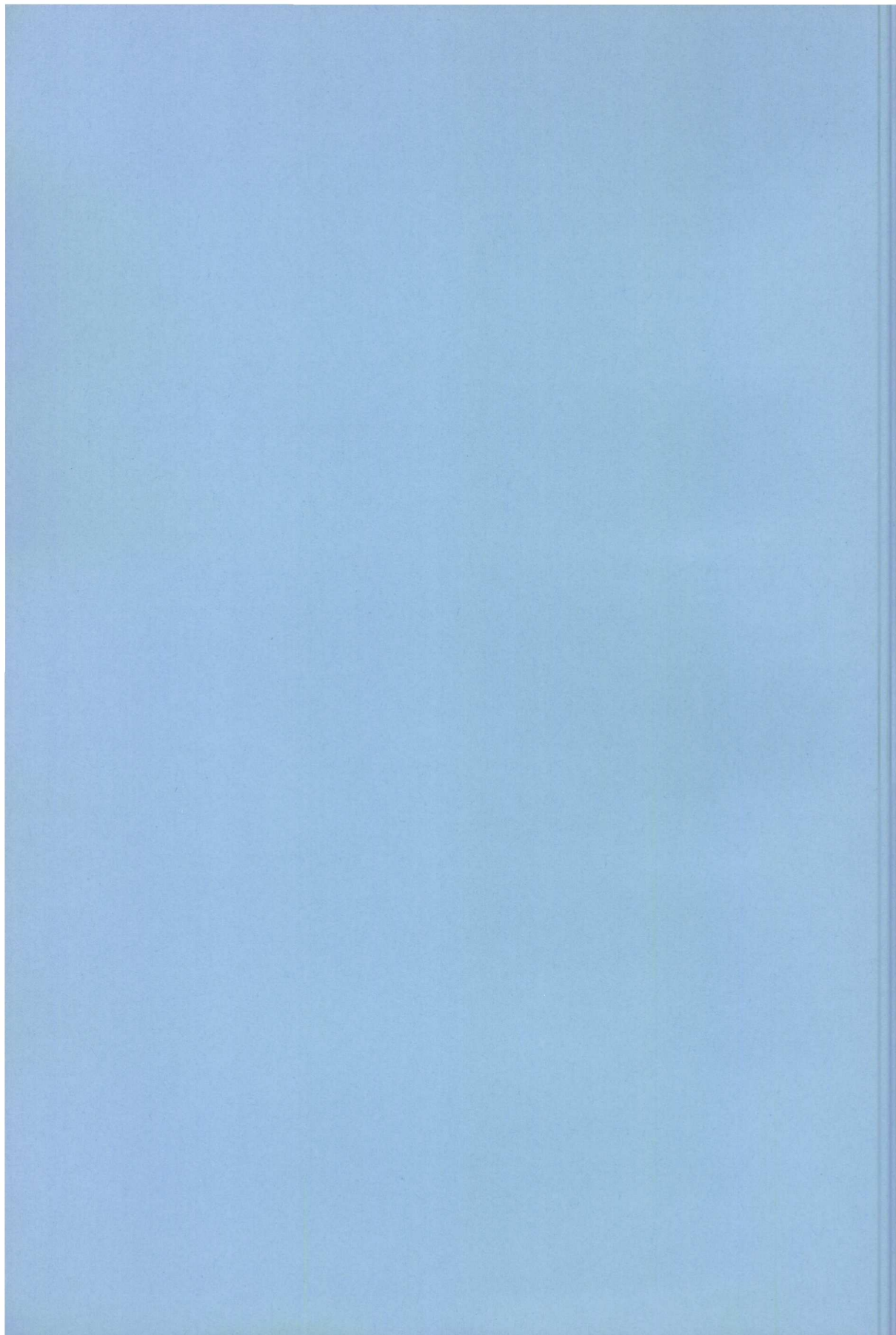
De tussen haakjes geplaatste getallen zijn de percentages die een 5 dB grotere stap overschrijden dan in de kop van de tabel is aangegeven.

Uit deze tabel blijkt dat voor de beschouwde populatie de percentages personen met een verslechterd gehoor duidelijk hoger liggen dan bij niet geëxponeerde groepen.

A.J.M. Rövekamp

AUTOMATISCHE VERWERKING VAN GEGEVENS
BIJ DE UITVOERING VAN EEN GEHOORBE-
SCHERMINGSPROGRAMMA

MOGELIJKHEDEN TOT GEBRUIK VAN COM-
PUTERSYSTEMEN DOOR BEDRIJFSGEZOND-
HEIDSDIENSTEN



	SAMENVATTING	149
1.	INLEIDING	151
2.	GEGEVENS VERZAMELEN	152
	2.1 Hoe en welke gegevens kan een BGD verzamelen?	152
	2.2 Mogelijkheden tot automatisering bij het gegevensverzamen	154
	2.3 Verdere verwerking en toevoeging van de geluidexpositie	154
	2.4 Berekening van een groepsaudiogram	155
3.	GEGEVENSBEHEER IN EEN 'CENTRALE' COMPUTER	157
	3.1 Gegevensbeheer ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek	158
4.	WAT KAN HET NIPG DE BEDRIJFSGEZONDHEIDSZORG BIEDEN TEN AAN- ZIEN VAN AUTOMATISCHE GEGEVENSVERWERKING IN HET KADER VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA?	159
5.	TENSLOTTE	161
	LITERATUUR	163
	FIGUREN	165
	BIJLAGEN	173

SAMENVATTING

Een bedrijfsgezondheidsdienst, die in een bedrijf een gehoorbeschermingsprogramma uitvoert, verkrijgt naast algemene gegevens, ook gegevens omtrent de geluidbelasting, het gehoor en de gehoorbescherming van individuele werknemers.

Met behulp van deze verzamelde informatie kan men na verwerking en analyse zowel de bedrijfsleiding als de werknemers informeren omtrent de stand van zaken in het desbetreffende bedrijf en daarbij voorstellen doen om op (korte) termijn te komen tot een situatie waarbij de kans op gehoorbeschadiging zo laag mogelijk is.

Om één en ander goed te kunnen realiseren zal een goede structuur gegeven moeten worden aan de methodiek van gegevens verzamelen, bewerken, rapporteren en tenslotte beheren.

Tijdens het project Preventie Gehoorschade, dat het NIPG in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid uitvoert is ruim aandacht besteed aan methodieken om dit zo efficiënt mogelijk te kunnen laten verlopen.

Gezien de stand der huidige techniek is het aanbevelenswaardig om ter verhoging van de efficiency en tegelijk ter verbreding van het inzicht in de gegevens over te gaan tot automatische verwerking. Echter lang niet alle bedrijfsgezondheidsdiensten hebben ervaring op dit terrein. Voorgesteld wordt dan ook in het kader van een uit te voeren gehoorbeschermingsprogramma op eenvoudige wijze met automatische gegevensverwerking te beginnen. Dit mede omdat bij gegevensverzameling en bewerking in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma gestandaardiseerd gewerkt kan worden.

De huidige op de markt zijnde personal computers zijn uitstekend geschikt om op dit terrein benut te worden. Zij kunnen zowel ter plaatse bijvoorbeeld in een audiomobiel of bij een in het bedrijf ingerichte onderzoekruimte ten behoeve van gegevensverzameling ingezet worden alsmede dienen als een meer centraal systeem voor gegevensinvoer en verdere bewerking.

Gegevens van groepen werknemers kunnen dan bewerkt worden tot groepsaudiogrammen, overzichten kunnen worden gemaakt van de geluidbelasting, gehoorbeschadiging en het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen.

De rapportage naar bedrijfsleiding en werknemers kan met deze informatie degelijk onderbouwd worden, hetgeen een positieve invloed kan uitoefenen op het beleid van de directie ten aanzien van het terugdringen van te hoge geluidbelastingen en op de motivatie van de werknemers zichzelf op de juiste wijze te beschermen tegen lawaai.

Bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf worden naast gegevens omtrent de algehele geluidssituatie ook gegevens omtrent de geluidbelasting, het gehoor en de gehoorbescherming van individuele werknemers verzameld met als doel inzicht te verkrijgen in waar zich eventuele risicogroepen bevinden en vervolgens te komen tot een situatie in het bedrijf waarbij de kans op een gehoorbeschadiging zo laag mogelijk is. Duidelijke informatie op grond van de verzamelde gegevens naar zowel de bedrijfsleiding als de werknemers is daarbij van groot belang.

Om dit te kunnen realiseren zal een goede structuur gegeven moeten worden aan de methodiek van gegevens verzamelen, bewerken, rapporteren en tenslotte beheren.

In deze publikatie zal ingegaan worden op al deze facetten. Tevens wordt daarbij aangegeven waar automatisering nuttig is.

2. GEGEVENS VERZAMELEN

Tijdens de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma worden gegevens per persoon verzameld. Zo'n gegevensverzameling (een zogenaamd persoons-record) omvat de volgende facetten:

- . persoonsgegevens, geboortedatum, geslacht, nationaliteit
- . beroeps- of functiegegevens
- . geluidbelasting in huidig beroep
- . lawaai-anamnese omtrent vorig beroep of vrijetijdsbesteding
- . audiometriegegevens
- . otologische anamnese/status
- . gegevens omtrent het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen.

Bij de meeste BGD-en worden deze gegevens met uitzondering van de geluid-belastingsgegevens, verzameld op de BGD wanneer de betreffende werknemer op bezoek komt voor een periodiek onderzoek. Het voordeel van deze manier van werken is dat de gegevens omtrent de persoon direct in het systeem van de BGD opgenomen kunnen worden.

Echter bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf worden de gegevens per werknemer, per groep werknemers, afdeling of bedrijfsonderdeel over een korte periode verzameld. Het voordeel van deze werkwijze is dat men sneller inzicht verkrijgt in een eventuele risicogroep in een bedrijf. Zo'n groepsgewijze benadering is gerealiseerd in het project Preventie Gehoorschade in samenwerking met een aantal regionale BGD-en. Tijdens dit project worden de eerder genoemde gegevens per individu verzameld in een audiomobiel en een geschikte onderzoekruimte. Daar worden de persoons-, beroeps- en anamnestiche gegevens tijdens het vraaggesprek rechtstreeks in een personal computer ingetypt. Bij de gehoortest wordt een automatisch werkende audiometer toegepast welke gekoppeld is aan de personal computer. Na afloop van het onderzoek worden alle gegevens opgeslagen op een schijf of cassetteband.

2.1 Hoe en welke gegevens kan een BGD verzamelen?

Vrijwel de meeste BGD-en in Nederland beschikken over een handbediende audiometer en audiometreren daarbij volgens de continue drempelmethode. Als resultaat van een volgens deze methode uitgevoerde gehoortest verkrijgt men een drempelaudiogram zoals afgebeeld is in figuur 1a.

Indien men in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma de audiogramgegevens verder wil bewerken dan is het verstandig om direct na een gehoor-test het audiogram bij een aantal frequenties uit te lezen. Figuur 1a geeft aan hoe zo'n uitlezing gerealiseerd en genoteerd kan worden op een voor dit doel aangepaste audiogramkaart. De uitlezing geschiedt in dit voorbeeld bij de frequenties 500, 1000, 2000, 3000, 4000 en 6000 hertz.

Beschikt men ter plaatse van het gehooronderzoek niet over een computer dan is het van belang naast de audiometriegegevens systematisch de persoons- en beroepsgegevens te noteren. Figuur 2 toont een kaart welke in de komende fase van het project Preventie Gehoorschade door een BGD gebruikt zal worden.

Gegevens omtrent eventuele lawaaioxpositie in vorige beroepen of tijdens militaire dienst of bij het uitoefenen van een hobby worden op deze kaart gecodeerd. Ook het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen is een onderdeel van deze kaart.

Afwijkingen in de otologische anamnese c.q. status kunnen op deze kaart per oor aangegeven worden onder "bijzonderheden".

De reden dat men bij de gegevensverzameling niet de nadruk legt op specificatie van gegevens omtrent de otologische anamnese en/of status alsmede het gebruik van toxische geneesmiddelen en infectieziekten is voortgekomen uit het project Preventie Gehoorschade waar de audiometristen de door de CARGO [1] ontwikkelde anamnesekaart (bijlage 1) consequent toepasten, hetgeen zo'n 150 gegevens per persoon inhield.

Na bewerking van deze gegevens afkomstig van ruim 2000 uitgevoerde gehooronderzoeken bleek dat een afwijkende otologische anamnese en/of status van invloed kan zijn op de individuele gehoorscherpthe. Geen invloed op de gehoorscherpthe kon worden vastgesteld bij het gebruik van toxische geneesmiddelen of als gevolg van infectieziekten. Echter de mate van voorkomen en de gevolgen voor de individuele gehoorscherpthe bleken van geringe invloed te zijn op het groepsaudiogram. Tabel 1, overgenomen uit de publikatie van mw. drs. W. Passchier-Vermeer [2] geeft de invloed van een al dan niet schone otologische anamnese en/of status aan (zie ook [3]).

Tabel 1. Verschillen in de groepsaudiogrammen van ongeselecteerde en van op grond van de gehooranamnese geselecteerde groepen.

Percentiel			Laagfrequent verschil (in dB) bij 500, 1000, 2000 Hz	Hoogfrequent verschil (in dB) bij 3000, 4000, 6000 Hz
H 0,90	H 0,75	H 0,50	0,3	0,8
	H 0,25		1,1	2,5
	H 0,10		3,3	5,4

2.2 Mogelijkheden tot automatisering bij het gegevensverzamelen

Zoals reeds in de voorgaande paragraaf is beschreven, kan bij het verzamelen van de gegevens in meer of mindere mate gebruik gemaakt worden van automatiseringsmiddelen. Figuur 3.1 en 3.2 geeft stapsgewijs de mate van automatisering weer. Afhankelijk van het stadium waarin de BGD zich bevindt kan men vanuit dit schema de volgende stap voorbereiden.

Maakt men gebruik van een personal computer zoals aangegeven in stadium 2 en 3, figuur 3.2, dan kunnen de gegevens welke anders via een kaart verzameld worden rechtstreeks in de computer ingetypt worden aan de hand van door de computer gestelde vragen. De ingetypte gegevens kunnen eveneens door het invoerprogramma gecontroleerd worden. Een foutmelding volgt onmiddellijk waarna de audiometrist(e) het antwoord kan corrigeren.

2.3 Verdere verwerking en toevoeging van de geluidexpositie

Aan het einde van het gehooronderzoek heeft men dan de beschikking over ofwel een kaartenbak met kaarten of een tape of schijf met gegevens afkomstig van het gehooronderzoek.

Op de dienst zelf kan nog ter completering van deze gegevens de geluidbelasting per individu toegevoegd worden.

Tijdens het project Preventie Gehoorschade werden de werknemers individueel ingedeeld in geluidbelastingsklassen vanaf 80 dB(A) met een klassebreedte van 5 dB(A).

Op de in figuur 2 afgebeelde kaart is een vakje aangebracht ter codering van de geluidklasse. Past men een personal computer toe dan moeten de reeds ingevoerde persoonsrecords met behulp van een computerprogramma uitgebreid worden met de geluidklassecode. De gegevensverzameling of anders gezegd het gegevensbestand is nu gereed voor verdere bewerking en analyse. Bestaat het bestand uit niet meer dan 10 personen dan zal verdere handmatige bewerking in geval van een kaartenbakbestand weinig problemen opleveren. Bij grotere bestanden echter moet de BGD een grote inspanning leveren om de kaarten te bewerken en te analyseren.

De inzet van een computer op dit moment geeft grote voordelen. Het intypen van de kaarten in de computer kan in de "verloren" uurtjes plaatsvinden. Beschikt men reeds over een gegevensbestand op schijf of tape, dan kan bewerking en analyse na invoering in de computer op de dienst opgestart worden. Dit alles kan gerealiseerd worden met een personal computer, met, uiteraard, voldoende grote geheugencapaciteit.

2.4 Berekening van een groepsaudiogram

Om te kunnen nagaan in welke groep of afdeling gehoorbeschadiging als gevolg van blootstelling aan lawaai voorkomt worden groepsaudiogrammen samengesteld.

Het selecteren van de individuele audiogrammen op basis van een aantal selectiecriteria kan zeer efficiënt uitgevoerd worden met een personal computer. Voor de uitvoering van deze selectie en de berekening van het groepsaudiogram is een geschikt computerprogramma noodzakelijk.

Gedurende de uitvoering van het project Preventie Gehoorschade is een dergelijk computerprogramma dat geschikt is voor personal computers ontwikkeld.

Bijlage 2 geeft de selectiemogelijkheden van dit programma en eveneens de berekeningsmethode, welke toegepast wordt bij het berekenen van het groepsaudiogram.

Na selectie van de individuele gegevens berekent het computerprogramma een of meerdere groepsaudiogrammen. Vervolgens wordt het groepsaudiogram op basis van de gemiddelde leeftijd van de gekozen groep vergeleken met gegevens van een referentiegroep met dezelfde gemiddelde leeftijd. Deze referentiegroep is gebaseerd op gegevens afkomstig van database A uit de ISO/DIS norm 1999/1 [4]. Grotendeels komen deze gegevens overeen met de in Nederland veel toegepaste "Spoor"-lijnen.

Aldus beschikt men over het groepsaudiogram van de gekozen groep en het verschil ten opzichte van de niet aan lawaai belaste ISO-A referentiegroep. Bijlage 3 geeft een voorbeeld van een drietal naar leeftijd geselecteerde groepen welke werkzaam zijn in een equivalent geluidniveau boven de 80 dB(A).

Ook zijn in deze bijlage de verschillen aangegeven ten opzichte van de ISO-A referentiegroep. Is het verschil positief en overschrijden de waarden de in tabel 1 gegeven waarden dan heeft lawaai hoogstwaarschijnlijk effect gehad op de gehoorscherpheid van de groep.

Naarmate het verschil groter wordt, wordt de uitspraak waarschijnlijker dat er sprake is van een lawaai-effect.

Beschikt men over een voldoende grote onderzoekpopulatie dan kan men met behulp van het computerprogramma ook nog selecties maken van groepen personen welke uitsluitend in hun huidige beroep in lawaai gewerkt hebben en/of van personen die in hun vrije tijd geen lawaaiige hobby beoefenen. Bewijst men na deze selectie alsnog een "lawaai-effect" dan zal de argumentatie ten aanzien van voorstellen ter verbetering van de lawaaiomstandigheden en de motivatie voor het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen nog beter onderbouwd kunnen worden.

Is de groep klein of maakt men om andere redenen geen verdere groepsselectie dan berekent de computer naast de gegevens van het groepsaudiogram het aantal personen dat in vorige beroepen aan lawaai werd blootgesteld alsmede van deze deelgroep het gemiddeld aantal expositiejaren. Voor de gehele groep wordt tevens de gemiddelde arbeidstijd in het huidige beroep berekend (zie ook bijlage 3).

Naast deze berekeningen kunnen nog diverse tabellen worden samengesteld. Bijlage 4 geeft hiervan een voorbeeld. Het gaat dan om bijvoorbeeld het aantal werknemers per geluidklasse of het aantal werknemers per afdeling.

Al de hierboven genoemde computerberekeningen of uitdraaien vormen de basis voor de rapportering van de geluid- en gehoorsituatie voor een bepaalde groep werknemers in een bedrijf of afdeling.

3. GEGEVENSBEHEER IN EEN 'CENTRALE' COMPUTER

De in paragraaf 2 genoemde mogelijkheden tot automatisering zijn voldoende indien eenmalige rapportage aan een bedrijf voldoende is. Echter gaat een BGD na de eerste fase van het gehoorbeschermingsprogramma over tot periodiek onderzoek per groep of afdeling dan zal al snel de behoefte bestaan de gegevens afkomstig van de eerste fase van het gehoorbeschermingsprogramma beschikbaar te houden in een eenvoudig te benaderen bestandsstructuur. Zo'n in een computer aangebrachte bestandsstructuur (figuur 4) noemt men een databank (of database). Stelt men niet al te hoge eisen aan verwerkings-snelheid, beveiliging en rekenmogelijkheden dan is het met de huidige stand der techniek al mogelijk zo'n databank in te richten met behulp van een personal computer met een daaraan gekoppelde vaste opslageenheid.

Via een telefoonlijn of rechtstreeks gekoppeld kunnen de eerder opgenomen persoonsrecords welke in principe per bedrijf in een bestand op schijf of tape stonden, ingevoerd worden in de databank van de "centrale" computer (of centraal opgestelde personal computer).

De eerder opgenomen gegevens kan men uitbreiden met meer bedrijfsgerichte gegevens, andere werkplek of andere anamnesegegevens.

Figuur 4 geeft één en ander weer in de vorm van een schema. De structuur in een databank maakt het mogelijk door middel van een eenvoudige vraagtaal gegevens uit de databank op het beeldscherm van de computer te projecteren. Op grond van een persoonscode of naam kan men gegevens van één of meer personen selecteren en vervolgens aanvullen of bestuderen.

Algemene gegevens van een persoon, afdeling en bedrijf behoeven maar eenmalig ingebracht te worden. Indien bijvoorbeeld een BGD een herhalingsonderzoek uitvoert in een bepaald bedrijf dan hoeft men slechts de nieuw opgenomen of gemeten gegevens in te voeren. Aldus ontstaat na ieder herhalingsonderzoek een volgende "bladzijde" in de databank. Het is nu een eenvoudige zaak de ontwikkeling van het gehoor van een werknemer over een aantal jaren te volgen.

Ditzelfde geldt natuurlijk ook voor zaken als het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen. Overzichten omtrent het gebruik en merk kunnen uitgedraaid worden vanuit de "centrale" computer.

Op basis van de in het bestand opgenomen gegevens over geluidbelasting en onderzoekdatum kunnen eveneens lijsten uitgedraaid worden met persoonsgegevens van degenen die in aanmerking komen voor een herhalingsonderzoek. Kortom een eenvoudige methode ter bewaking van de periodiciteit ten aanzien van audiometrisch onderzoek.

3.1 Gegevensbeheer ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek

Naast de in de voorgaande paragraaf genoemde mogelijkheden leent een in de computer opgeslagen databank zich uitstekend voor wetenschappelijk onderzoek, als het basismateriaal daarvoor voldoende goed is. Bij het project Preventie Gehoorschade kwamen de voordelen van een geautomatiseerde databank sterk naar voren. De onderwerpen welke in diverse NIPG-TNO publikaties beschreven worden, zijn gebaseerd op uit de databank bewerkte gegevens van rond de 2600 personen.

Samenvattend kunnen de volgende onderwerpen genoemd worden die met de gegevens uit de databank onderzocht werden:

- de relatie tussen lawaai-belasting en het groepsaudiogram;
- de relatie tussen het groepsaudiogram van groepen met een schone of vuile anamnese;
- de waarde van het afnemen van een uitgebreide gehooranamnese;
- de verschillen in audiogrammen bij herhalingsonderzoek;
- het verband tussen gehoorschade en een sociale handicap.

Longitudinaal onderzoek behoort eveneens tot de mogelijkheden, indien men over voldoende herhalingsaudiogrammen beschikt over een langere termijn.

4. WAT KAN HET NIPG DE BEDRIJFSGEZONDHEIDSZORG BIEDEN TEN AANZIEN VAN AUTOMATISCHE GEGEVENSBEWERKING IN HET KADER VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA?

Uiteraard kan het NIPG de BGD behulpzaam zijn bij de gegevensbewerking in dit kader. Heeft een BGD in het geheel niet de beschikking over een computer dan kan men als eerste stap de gegevens op de in paragraaf 2 genoemde audiogram-/anamnesekaart opnemen en vervolgens het NIPG verzoeken om zelf de gegevens met behulp van het ontwikkelde computerprogramma in een op het instituut aanwezige computer in te mogen voeren.

Begeleiding bij de verwerking is dan aanwezig.

Beschikt een BGD over een eigen computer (personal of minisysteem) dan kan contact met het NIPG nuttig zijn omtrent de te volgen procedure teneinde te komen tot een eigen BGD-systeem. Beschikt men over soortgelijke apparatuur als waarover de groep Mens en Geluid beschikt dan zal uitwisseling van programmadelen vrij eenvoudig zijn. Echter in de praktijk zal men ermee rekening moeten houden dat bij het opstarten van eigen automatiseringsfaciliteiten een aanzienlijke intensieve personele begeleiding dan wel opleiding noodzakelijk is. Daarnaast zal een BGD bij een voorgenomen aanschaf van een computersysteem moeten nagaan welke andere onderwerpen eveneens via zo'n systeem verwerkt moeten (kunnen) worden.

In het kader van het project Preventie Gehoorschade ontwikkelde de groep Mens en Geluid programmatuur voor een "laboratorium" personal computer van Hewlett Packard type HP 85.

De programmatuur voor dit systeem is geschikt om gegevens uit een automatische audiometer te zamen met de overige anamnesegegevens te verwerken volgens de in voorgaande paragrafen genoemde methoden. Daarnaast is het mogelijk de opgenomen gegevens over te zenden naar een HP 1000 minicomputer waarin een software pakket gecreëerd is dat de gegevens bij invoer nogmaals controleert en vervolgens onderbrengt in een met behulp van het IMAGE 1000 pakket gecreëerde databank.

Het HP 1000 systeem bevat alle software welke nodig is om de in paragraaf 3 genoemde mogelijkheden te realiseren.

Naast de HP 85 en de HP 1000 computersystemen wordt momenteel een pakket ontwikkeld en getoetst op zijn bruikbaarheid bij een regionale gezondheidsdienst op een HP 150 (of HP touchscreen computer) personal computer met een

"MS DOS operating" systeem. De programmatuur wordt daarbij geschreven in MS-Basic. Dit genoemde systeem is geschikt voor standaardadministratieve pakketten zodat de gebruiksmogelijkheden voor een BGD uitgebreider zijn dan bij de eerdergenoemde personal computer. Vanuit een HP 150 personal computer is de overdracht van gegevens naar een minicomputer als een HP 1000 of HP 3000 eenvoudig.

Bij de aanschaf van een personal computer door een BGD kan ook een zogenaamde "harde schijf" eenheid worden aangeschaft waardoor de in paragraaf 3 genoemde mogelijkheden gerealiseerd kunnen worden. Afhankelijk van de behoefte van een BGD kan men met meerdere personal computers één zo'n "schijf" eenheid benutten. Men kan nu met meerdere personen tegelijk een gegevensbestand benutten. Bij het manipuleren met deze gegevens moet men wel in ogenschouw nemen dat het systeem voldoende beveiligd moet zijn tegen het gelijktijdig muteren van één gegeven (vergelijk bij reisbureaus op hetzelfde moment dezelfde plaats in een vliegtuig bespreken voor twee verschillende personen).

Afhankelijk van de gekozen software voor het creëren van een eigen databank kan men naast gegevens afkomstig van een gehoorbeschermingsprogramma ook andere gegevens per persoon opslaan.

5. TENSLOTTE

Denk niet dat automatiseren automatisch minder werk betekent! Door middel van een juiste aanpak van automatische gegevensverwerking komt men tot verbreding van het inzicht waar problemen in de bedrijven aanwezig zijn. Juiste voorstellen ten aanzien van de verbetering van de situatie kunnen in de toekomst leiden tot uitvoering van deze voorstellen. Het automatiseren zal men dan ook meer in het licht moeten zien van een verhoging van de kwaliteit van de serviceverlening naar de bedrijven toe. Dit zal daardoor bij bedrijven kunnen leiden tot een verbetering van de werksituatie.

LITERATUUR

- [1] Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma.
Door: CARGO-TNO uitgave september 1981.

- [2] Model van een Gehoorbeschermingsprogramma; tekst lezing jubileumdag Nederlandse Vereniging voor Bedrijfsaudiometrie.
Door: Mw. drs. W. Passchier-Vermeer, oktober 1985.

- [3] Audiometrie en Anamnese.
Door: Mw. drs. W. Passchier-Vermeer e.a.
IMG-TNO rapport B 610, Delft, augustus 1984.

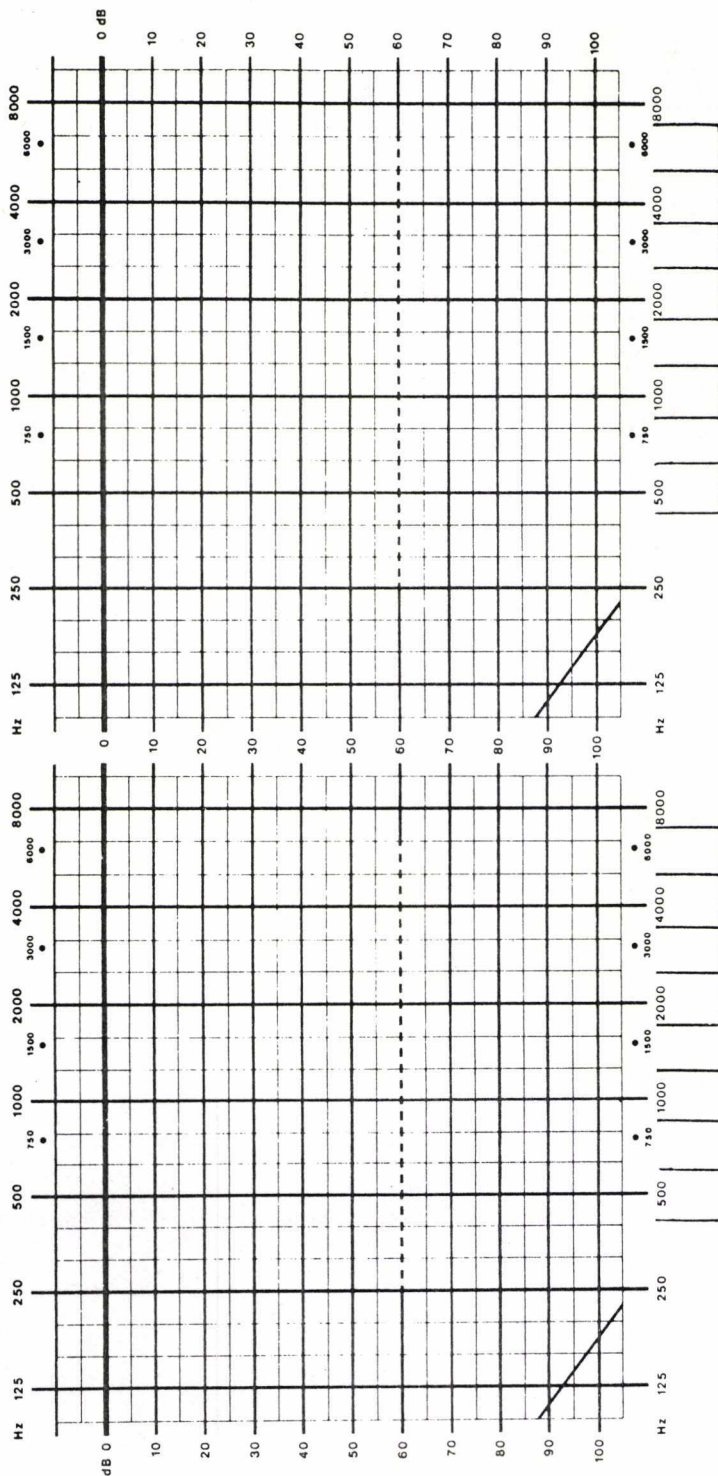
- [4] ISO/DIS 1999, Acoustics-Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.
Geneve, 1982.

FIGUREN

1. Audiogramkaart
 - 1.a Uitlezing van de audiogramkaart
2. Invullen anamnese bij een gehoorbeschermingsprogramma
3. (Automatische) gegevensverzameling
 - 3.1 Verzamelen op kaarten
 - 3.2 Verzamelen met een computer
4. Gegevensbeheer in centrale computer

RECHTS

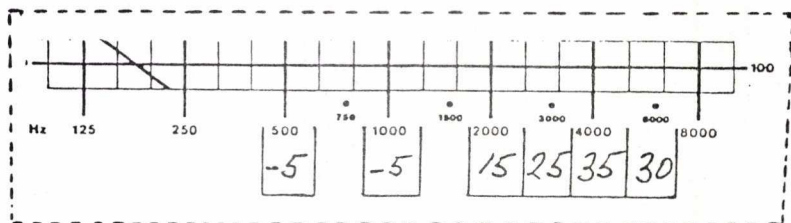
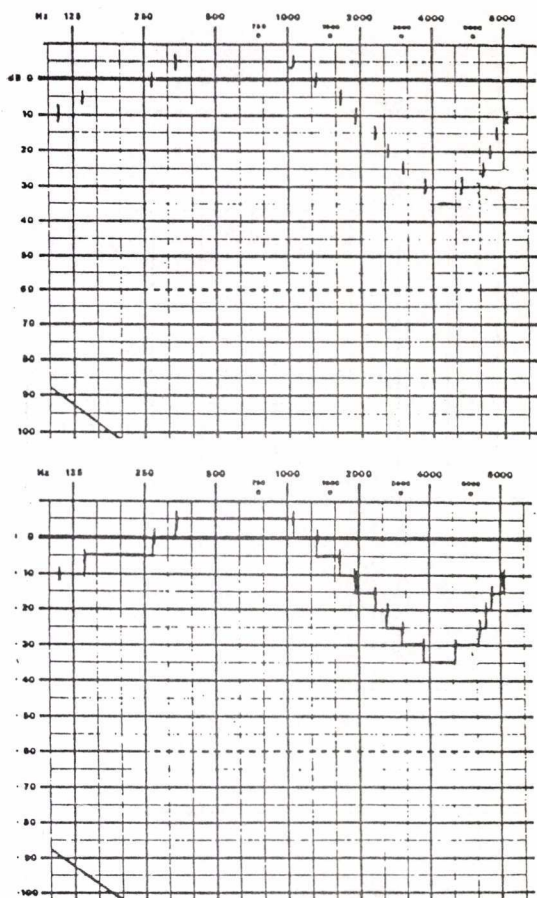
LINKS



BIJZONDERHEDEN R ☐ L ☐ O LUCHTGELEIDING X
[BEENGELEIDING]

OPGENOMEN DOOR

Figuur 1. Audiogramkaart aangepast t.b.v. gegevensverwerking.



Figuur 1.a Testresultaat (boven) en bepaling gehoordrempels (onder) volgens continue methode.

Bedrijf	_____	Code nr. bedrijf	____
Afdeling	_____	Code nr. afdeling	____
Onderzoekdatum	j____m____d____	Audiogramvolgnummer	____
Naam	_____	Voorletters	____
Geboortedatum	j____m____d____	Geslacht	M____V____
Functie	_____	Personnelnummer	____
Aantal werkjaren	____	CBS code functie	____
		Expositieklasse	____

GEHOORBESCHERMING				Toepassing in lawaai	
geen	kap	beugel	dop	wat	rol
____	____	____	____	____	____
					alijd vaak soms

LAWAAIANAMNESE

Lawaai in vorige functie of opleiding
functie cbs in jaren

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Lawaai militaire dienst
lawaai taak code in jaren

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

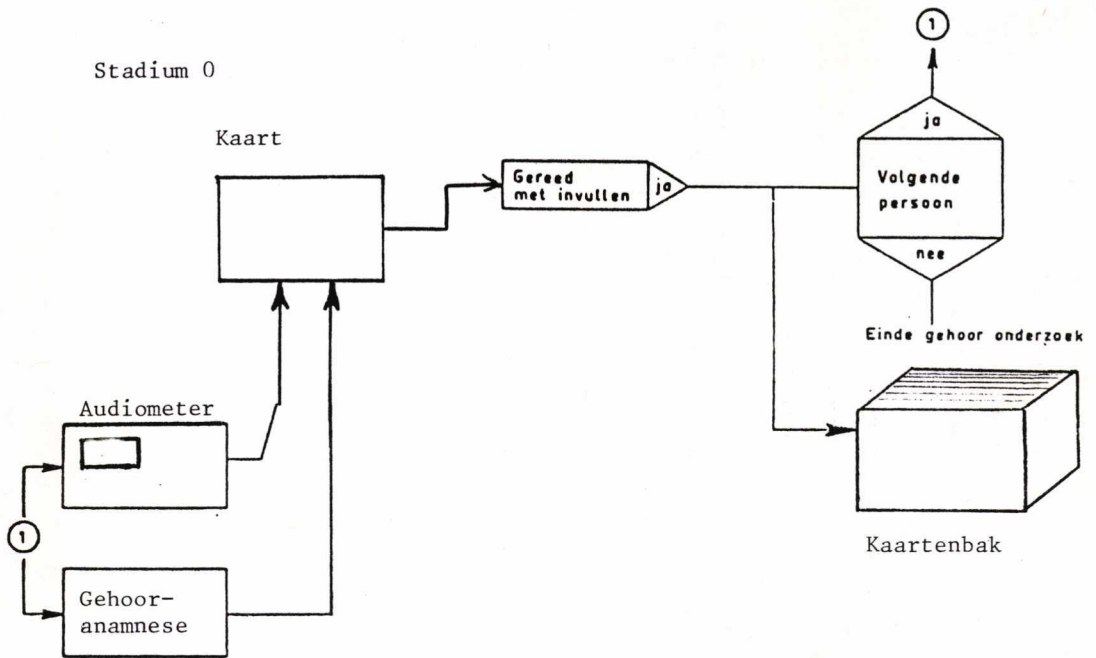
Lawaaiige hobby
type code in jaren

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

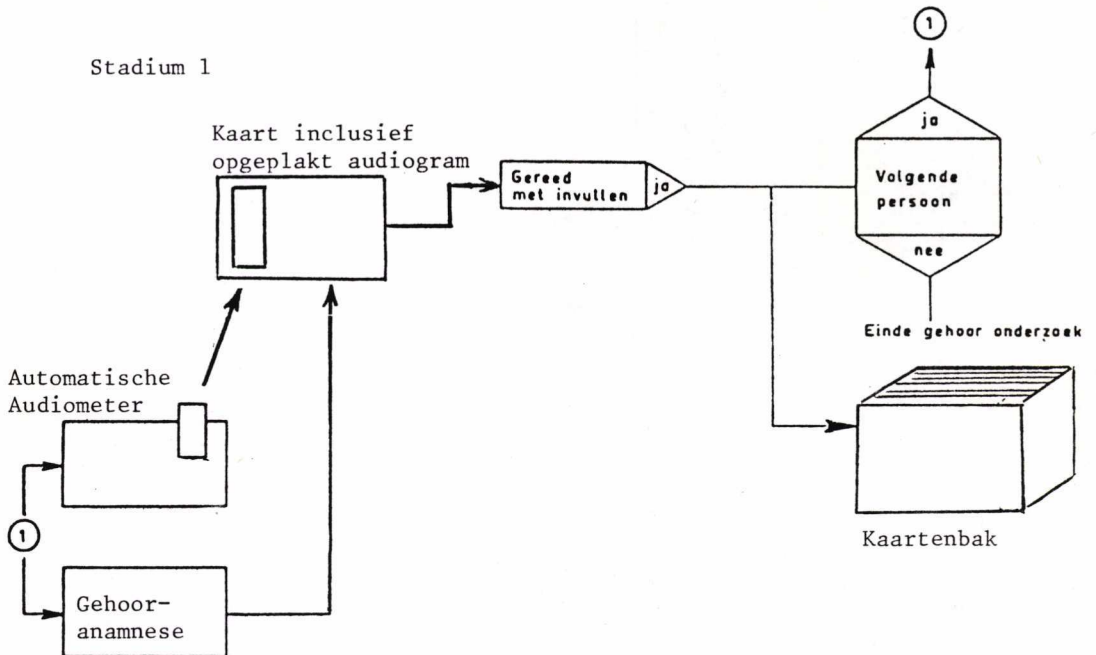
Explosie(s) ja____

Figuur 2. Opnamekaart beroeps- en lawaaiianamne (achterkant van de audiogramkaart uit figuur 1).

Stadium 0

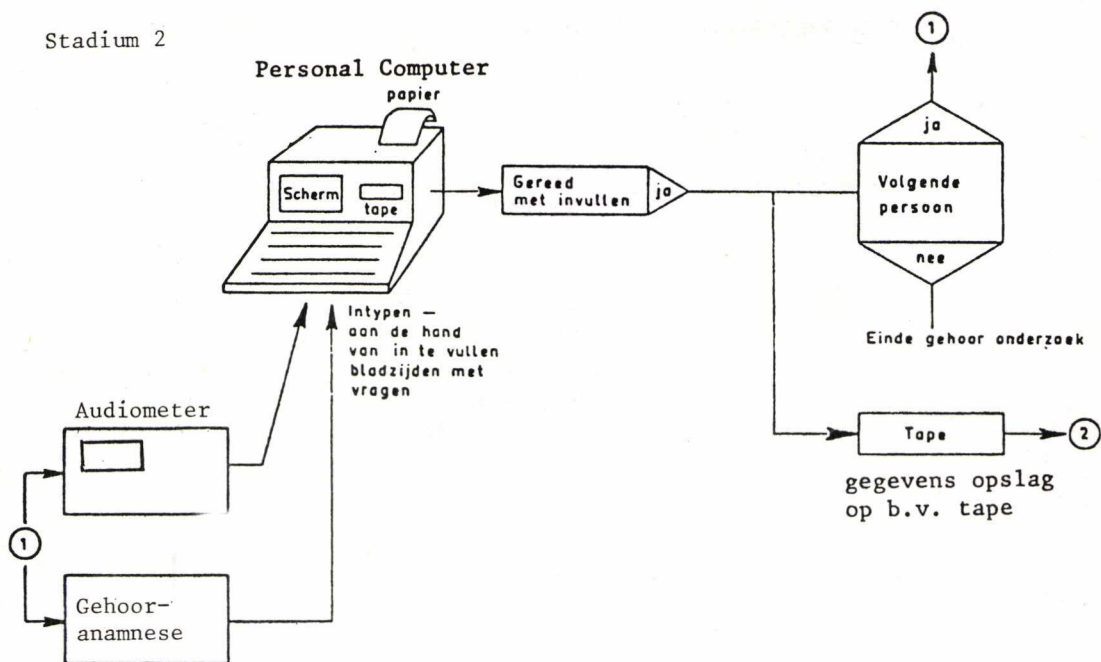


Stadium 1

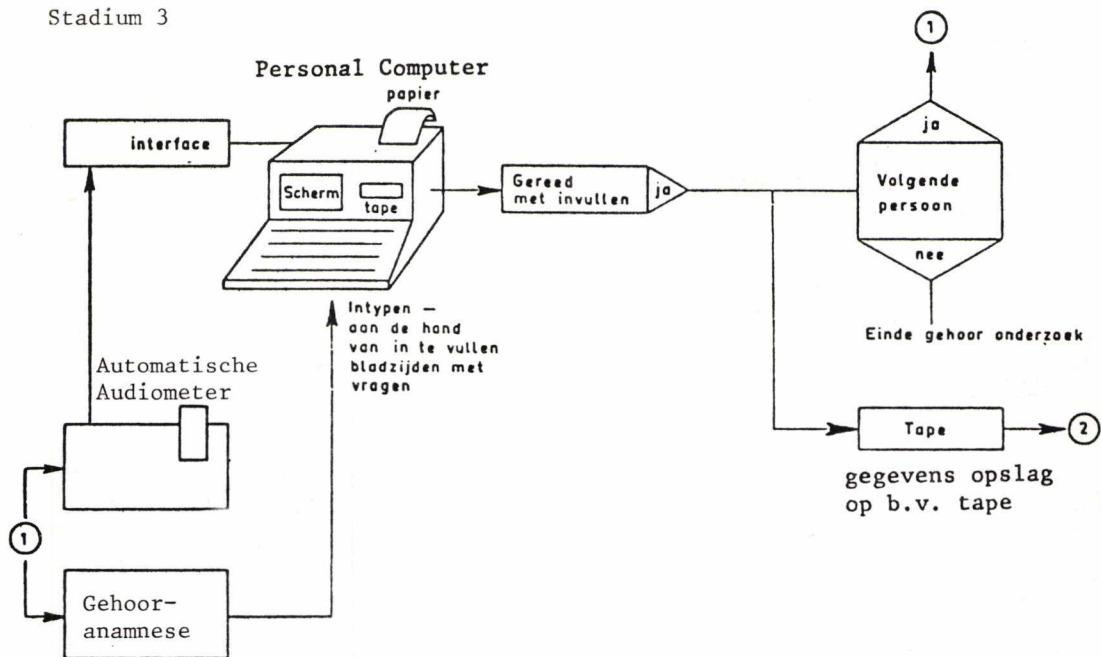


Figuur 3.1 Gegevensverzameling op kaarten tijdens het gehooronderzoek in of bij bedrijf.

Stadium 2

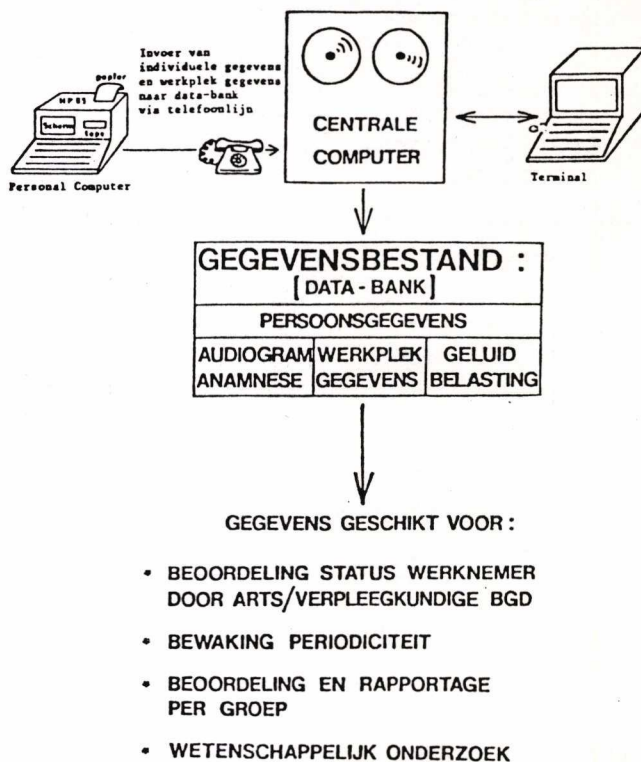


Stadium 3



Figuur 3.2 Gegevensverzameling met computer tijdens het gehooronderzoek in of bij bedrijf.

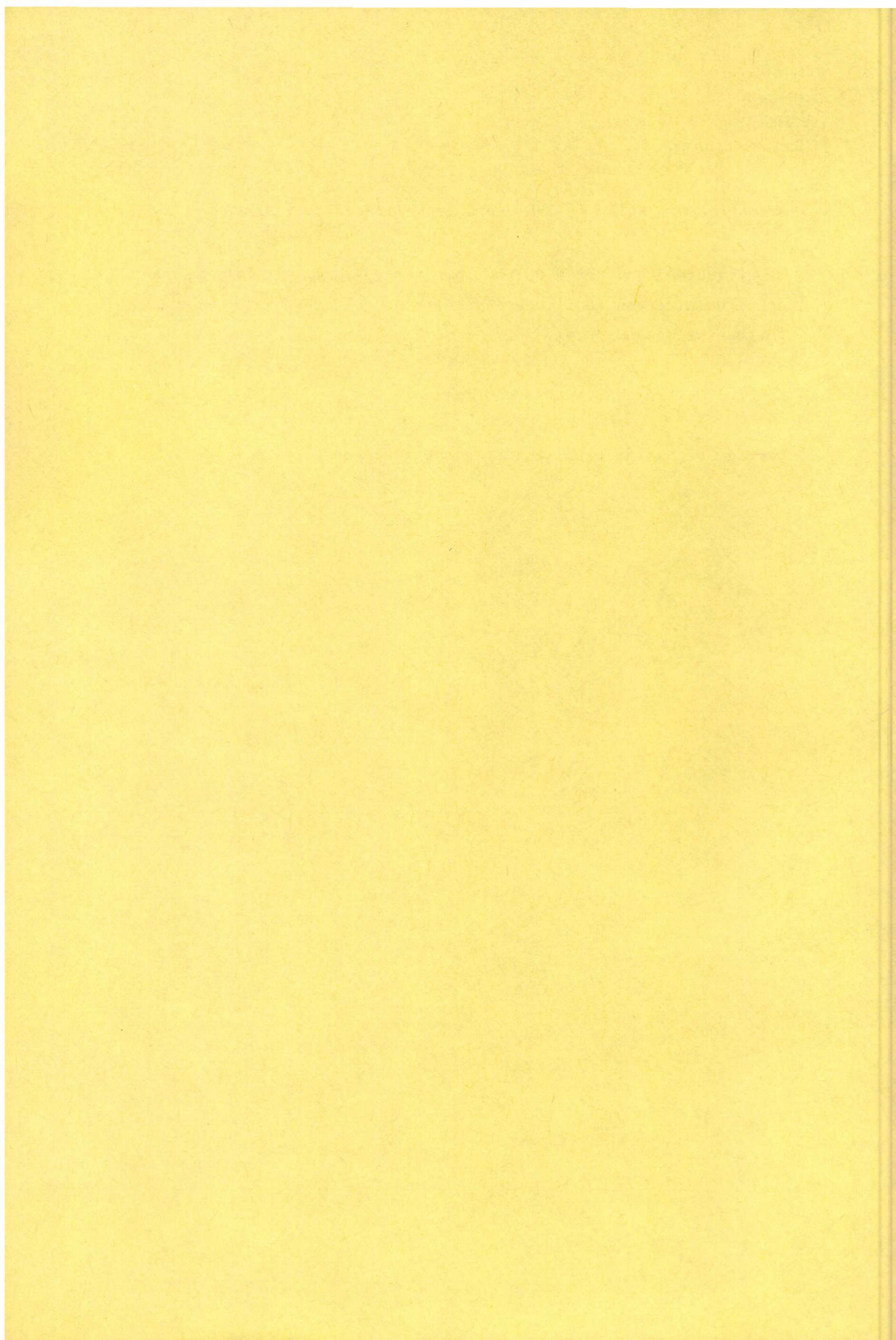
GEGEENSVERZAMELING IN CENTRALE COMPUTER [BIJ BGD OF TNO]



Figuur 4. Gegevensverzameling in centrale computer.

BIJLAGEN

1. Anamnesekaart welke in 1981 werd gepubliceerd door de CARGO-TNO
2. Mogelijkheden van het NIPG-TNO computerprogramma ten behoeve van de verwerking van individuele gehoor- en geluidexpositiegegevens tot een groepsaudiogram
3. Enkele voorbeelden groepsaudiogrammen
4. Overige afgeleide tabellen uit een gegevensbestand



Naam/Voorl. 1 _____ Persoons nr _____ Man ☐ 3 Vrouw ☐ 4 Geboortedatum _____ Afdeling _____ sinds _____ Werknaam(en) _____ _____				BGD nr 9 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Bedrijfs nr 10 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Onderzoek volg nr 11 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ eerste 12 ☐ vervolg 13 ☐ onderzoek datum 14 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐																																																																																		
Otol. anamnese <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>R</th> <th>L</th> <th>Wanneer?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>oorpijn</td><td>15 ☐</td><td>16 ☐</td><td></td></tr> <tr><td>loopoor</td><td>17 ☐</td><td>18 ☐</td><td></td></tr> <tr><td>oorontsteking</td><td>19 ☐</td><td>20 ☐</td><td></td></tr> <tr><td>ooperatie</td><td>21 ☐</td><td>22 ☐</td><td></td></tr> <tr><td>oorongeval</td><td>23 ☐</td><td>24 ☐</td><td></td></tr> <tr><td>anders</td><td>25 ☐</td><td>26 ☐</td><td></td></tr> <tr><td>schedeltrauma</td><td></td><td>27 ☐</td><td></td></tr> </tbody> </table> Otologische anamnese vuil 28 ☐ schoon 29 ☐					R	L	Wanneer?	oorpijn	15 ☐	16 ☐		loopoor	17 ☐	18 ☐		oorontsteking	19 ☐	20 ☐		ooperatie	21 ☐	22 ☐		oorongeval	23 ☐	24 ☐		anders	25 ☐	26 ☐		schedeltrauma		27 ☐		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Verstaan van spraak</th> <th>niet goed</th> <th>goed</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>tweegesprek in rustig milieu</td><td>57 ☐</td><td>58 ☐</td></tr> <tr><td>tweegesprek in lawaaiig milieu</td><td>59 ☐</td><td>60 ☐</td></tr> <tr><td>kerk, toneel, vergadering</td><td>61 ☐</td><td>62 ☐</td></tr> <tr><td>radio, televisie</td><td>63 ☐</td><td>64 ☐</td></tr> <tr><td>telefoongesprek</td><td>R 65 ☐</td><td>66 ☐</td></tr> <tr><td>telefoongesprek</td><td>L 67 ☐</td><td>68 ☐</td></tr> <tr><td>Verstaan</td><td>niet goed 69 ☐</td><td>goed 70 ☐</td></tr> </tbody> </table>				Verstaan van spraak	niet goed	goed	tweegesprek in rustig milieu	57 ☐	58 ☐	tweegesprek in lawaaiig milieu	59 ☐	60 ☐	kerk, toneel, vergadering	61 ☐	62 ☐	radio, televisie	63 ☐	64 ☐	telefoongesprek	R 65 ☐	66 ☐	telefoongesprek	L 67 ☐	68 ☐	Verstaan	niet goed 69 ☐	goed 70 ☐																							
	R	L	Wanneer?																																																																																			
oorpijn	15 ☐	16 ☐																																																																																				
loopoor	17 ☐	18 ☐																																																																																				
oorontsteking	19 ☐	20 ☐																																																																																				
ooperatie	21 ☐	22 ☐																																																																																				
oorongeval	23 ☐	24 ☐																																																																																				
anders	25 ☐	26 ☐																																																																																				
schedeltrauma		27 ☐																																																																																				
Verstaan van spraak	niet goed	goed																																																																																				
tweegesprek in rustig milieu	57 ☐	58 ☐																																																																																				
tweegesprek in lawaaiig milieu	59 ☐	60 ☐																																																																																				
kerk, toneel, vergadering	61 ☐	62 ☐																																																																																				
radio, televisie	63 ☐	64 ☐																																																																																				
telefoongesprek	R 65 ☐	66 ☐																																																																																				
telefoongesprek	L 67 ☐	68 ☐																																																																																				
Verstaan	niet goed 69 ☐	goed 70 ☐																																																																																				
Infektie ziekten/Toxische geneesmiddelen Infektieziekten 30 ☐ Toxische geneesmiddelen 31 ☐				Laawaai anamnese Gehoorbescherming <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>periode lawaai</th> <th>opleidingen werkzaamheden voorheen</th> <th>soort</th> <th>consequente toepassing</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>71</td><td>72 ☐</td><td></td><td>73</td><td>74 ☐</td></tr> <tr><td>75</td><td>76 ☐</td><td></td><td>77</td><td>78 ☐</td></tr> <tr><td>79</td><td>80 ☐</td><td></td><td>81</td><td>82 ☐</td></tr> <tr><td>83</td><td>84 ☐</td><td></td><td>85</td><td>86 ☐</td></tr> <tr><td>87</td><td>88 ☐</td><td></td><td>89</td><td>90 ☐</td></tr> <tr><td>91</td><td>92 ☐</td><td></td><td>93</td><td>94 ☐</td></tr> <tr><td>95</td><td>96 ☐</td><td></td><td>97</td><td>98 ☐</td></tr> <tr><td>99</td><td>100 ☐</td><td>lawaai/hobby's:</td><td>101</td><td>102 ☐</td></tr> <tr><td>103</td><td>104 ☐</td><td>mil. dienst:</td><td>105</td><td>106 ☐</td></tr> <tr><td>107</td><td>108 ☐</td><td>wapens:</td><td>109</td><td>110 ☐</td></tr> <tr><td>111</td><td>112 ☐</td><td>schiet sport/jagen:</td><td>113</td><td>114 ☐</td></tr> <tr><td>115</td><td>116 ☐</td><td>explosie/vuurwerk:</td><td>117</td><td>118 ☐</td></tr> <tr><td>119</td><td>120 ☐</td><td>andere:</td><td>121</td><td>122 ☐</td></tr> <tr><td colspan="3">Lawaai werk voorheen</td><td>vuil 123 ☐</td><td>schoon 124 ☐</td></tr> <tr><td colspan="3">Lawaai hobby's etc.</td><td>vuil 125 ☐</td><td>schoon 126 ☐</td></tr> </tbody> </table>				periode lawaai	opleidingen werkzaamheden voorheen	soort	consequente toepassing	71	72 ☐		73	74 ☐	75	76 ☐		77	78 ☐	79	80 ☐		81	82 ☐	83	84 ☐		85	86 ☐	87	88 ☐		89	90 ☐	91	92 ☐		93	94 ☐	95	96 ☐		97	98 ☐	99	100 ☐	lawaai/hobby's:	101	102 ☐	103	104 ☐	mil. dienst:	105	106 ☐	107	108 ☐	wapens:	109	110 ☐	111	112 ☐	schiet sport/jagen:	113	114 ☐	115	116 ☐	explosie/vuurwerk:	117	118 ☐	119	120 ☐	andere:	121	122 ☐	Lawaai werk voorheen			vuil 123 ☐	schoon 124 ☐	Lawaai hobby's etc.			vuil 125 ☐	schoon 126 ☐
periode lawaai	opleidingen werkzaamheden voorheen	soort	consequente toepassing																																																																																			
71	72 ☐		73	74 ☐																																																																																		
75	76 ☐		77	78 ☐																																																																																		
79	80 ☐		81	82 ☐																																																																																		
83	84 ☐		85	86 ☐																																																																																		
87	88 ☐		89	90 ☐																																																																																		
91	92 ☐		93	94 ☐																																																																																		
95	96 ☐		97	98 ☐																																																																																		
99	100 ☐	lawaai/hobby's:	101	102 ☐																																																																																		
103	104 ☐	mil. dienst:	105	106 ☐																																																																																		
107	108 ☐	wapens:	109	110 ☐																																																																																		
111	112 ☐	schiet sport/jagen:	113	114 ☐																																																																																		
115	116 ☐	explosie/vuurwerk:	117	118 ☐																																																																																		
119	120 ☐	andere:	121	122 ☐																																																																																		
Lawaai werk voorheen			vuil 123 ☐	schoon 124 ☐																																																																																		
Lawaai hobby's etc.			vuil 125 ☐	schoon 126 ☐																																																																																		
Inf. ziekten/Tox. gen. vuil 32 ☐ schoon 33 ☐ Overige bijzonderheden slechthorendheid in familie 34 ☐ hoofdpijn door lawaai 35 ☐ duizeligheid 36 ☐ oorsuizen 37 ☐ R 38 ☐ L anders 39 ☐				Gehoorbescherming thans geh. bescherming wordt gedragen ja 127 ☐ nee 128 ☐ soort gehoorbeschermers oorkappen 129 ☐ schuimrubber rollen 132 ☐ oordoppen 130 ☐ combinatie 133 ☐ oorwatten 131 ☐ andere 134 ☐ toepassing consequent ja 135 ☐ nee 136 ☐																																																																																		
Otol. status <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>R</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>misv. uitw. geh. gang</td><td>40 ☐</td><td>41 ☐</td></tr> <tr><td>loopoor</td><td>42 ☐</td><td>43 ☐</td></tr> <tr><td>tr. vl. perforatie</td><td>44 ☐</td><td>45 ☐</td></tr> <tr><td>litteken</td><td>46 ☐</td><td>47 ☐</td></tr> <tr><td>intrekking</td><td>48 ☐</td><td>49 ☐</td></tr> <tr><td>cerumen</td><td>50 ☐</td><td>51 ☐</td></tr> <tr><td>uitspuiten</td><td>52 ☐</td><td>53 ☐</td></tr> </tbody> </table>   Otol. status vuil 54 ☐ schoon 55 ☐ Otol. status niet onderzocht 56 ☐					R	L	misv. uitw. geh. gang	40 ☐	41 ☐	loopoor	42 ☐	43 ☐	tr. vl. perforatie	44 ☐	45 ☐	litteken	46 ☐	47 ☐	intrekking	48 ☐	49 ☐	cerumen	50 ☐	51 ☐	uitspuiten	52 ☐	53 ☐	Lawaai belasting thans Belangrijkste lawaai bron(nen) 137/138 _____ Omschrijving lawaai belasting 139/140 _____ _____ Geluidmeetgegevens dB(A) 141/149 _____																																																										
	R	L																																																																																				
misv. uitw. geh. gang	40 ☐	41 ☐																																																																																				
loopoor	42 ☐	43 ☐																																																																																				
tr. vl. perforatie	44 ☐	45 ☐																																																																																				
litteken	46 ☐	47 ☐																																																																																				
intrekking	48 ☐	49 ☐																																																																																				
cerumen	50 ☐	51 ☐																																																																																				
uitspuiten	52 ☐	53 ☐																																																																																				

Computerprogramma ten behoeve van de verwerking van individuele gehoor- en geluidexpositiegegevens tot een groepsaudiogram.

Inleiding

Op grond van ervaring opgedaan in het project Preventie Gehoorschade is een computerprogramma opgesteld om uit gehoor- en geluidgegevens afkomstig van individuen een groepsaudiogram samen te stellen. In de navolgende paragrafen zal worden aangegeven op welke gegevens het programma is gebaseerd, welke selecties bij groepen personen mogelijk zijn en welke criteria worden gesteld bij de verwerking tot een groepsaudiogram.

In te voeren gegevens

Het computerprogramma maakt per persoon een "uittreksel" uit het aangeboden gegevensbestand dat in een eerdere fase gecreëerd is uit zowel de audiogramkaart als de anamnesekaart (figuren 1 en 2). Dit "uittreksel" wordt voor verder gebruik opgeslagen in het geheugen van de computer.

Tabel 2.1 geeft een overzicht van de per persoon in het geheugen opgeslagen gegevens.

Daarna volgt in tabel 2.2 een aantal keuzemogelijkheden welke toegepast wordt in het ontwikkelde programma. De in deze tabel gegeven eerste keuzemogelijkheid bij 4 ten aanzien van de lawaai-anamnese gaat uit van de in 1 tot en met 3 gekozen personen. Een groepsaudiogram kan nu berekend worden. Elke volgende selectiestap in fase 4 selecteert uit de gekozen groep vervolgens personen met een lawaai-schone en/of ten slotte een otologisch schone anamnese.

Indien men alle selectiestappen aktiveert houdt men een groep personen over met een schone anamnese. Dit laatste is alleen interessant indien men van start gaat met een voldoende grote populatie, immers ongeveer 16% van een populatie zal bestaan uit een geheel schone anamnese.

Berekenen van het groepsaudiogram

Omdat men over het algemeen te maken heeft met (statistisch gezien) niet normaal verdeelde waarden van gehoorverliezen, is een vergelijking van gemiddelde en standaarddeviatie niet zinvol. Daarom is het het beste om percentielwaarden van de gehoorverliezen van de onderzochte populatie te berekenen. Afhankelijk van de grootte van de onderzochte groep worden de medianen (bij groepen tot 10 personen), eveneens de 75%- en 25%-waarden (bij groepen tot 20 personen), en ook nog de 90%- en 10%-waarden bij groepen van meer dan 20 personen berekend ten behoeve van het groepsaudiogram. Bij de berekening worden de gehoorverliezen van beide oren betrokken. Van de populatie, waarvan het groepsaudiogram berekend is wordt ook de gemiddelde leeftijd berekend.

Op basis van deze gemiddelde leeftijd wordt uit de ISO-A database een groepsaudiogram samengesteld met overeenkomstige percentielen als de gekozen populatie. Dit berekende groepsaudiogram van een op basis van de ISO-A geselecteerde referentiegroep wordt vergeleken met de gekozen populatie. De verschillen worden vervolgens berekend.

Aantal personen welke in een keer door het programma verwerkt kunnen worden

Het ontwikkelde programma haalt alle voor de berekening relevante gegevens van schijf of band, waarna in het geheugen verdere selecties als genoemd in de tabellen 2.1 en 2.2 kunnen plaatsvinden. Na iedere berekening van een groepsaudiogram kan men terugkeren naar het selectiemenu om vervolgens een nieuwe selectie te definiëren, zonder dat de gegevens opnieuw ingelezen behoeven te worden. Deze methodiek voorkomt met name bij eenvoudige computers lange verwerkingstijden.

Men moet er naar streven een zodanig systeem te creëren dat men ruim 300 audiogramgegevens op bovenstaande wijze kan bewerken.

Dit betekent indien men met een MS-BASIC programma werkt men moet rekenen op een belasting van het interne geheugen met ongeveer 64 KByte.

Uiteraard heeft men bij grote systemen niet te maken met deze beperkende factor.

Tabel 2.1. Overzicht van de door het programma gebruikte gegevens.

Verrichtingsnummer of persoonsnummer

Leeftijd in jaren

Geslacht

Bedrijf c.q. afdelingsnummer

CBS codering werkzaamheid

Aantal werkjaren in huidige functie

Geluidklasse waarin persoon is ingedeeld

Lawaaijaren vroeger werk: totaal der jaren doorgebracht in één of meerdere lawaaiige beroepen

Andere zware lawaai blootstelling door een explosie of bij het beoefenen van een hobby

Bijzonderheden aanwezig in otologische status welke van invloed kunnen zijn op audiogram

Audiogram in dB voor linker en rechter oor bij de frequenties 500, 1000, 2000, 3000, 4000 en 6000 hertz

BIJLAGE 3

BEDRIJFSNR. : 18
 GROEPSCODE : 1
 KEUS ANAMNESE: ALLEN
 EXPOSITIE : vanaf 80
 LEEFTIJD : t/m 30
 GEM. LEEFTIJD: 25
 GESLACHT : MAN
 AANTAL PERS.: 31

GEM. AANTAL JAREN WERKZAAM IN
 HUIDIG BEROEP: 4

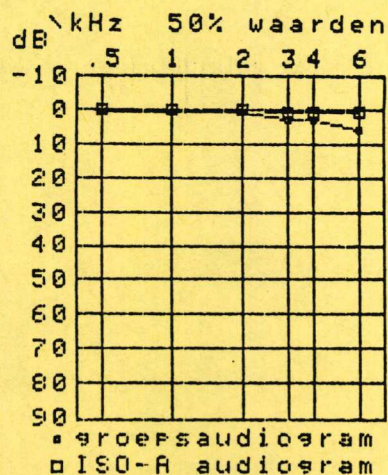
LAWAAR-EXPOSITIE IN VORIG BEROEP
 bij: 11 pers. over gem.: 3 jaar

GEHOORDREMPEL IN dB

kHz	.5	1	2	3	4	6
N	62	62	62	62	62	62
90%	-05	-06	-07	-06	-06	-07
75%	-02	-03	-03	-02	-02	00
50%	01	01	01	03	03	06
25%	07	04	05	08	10	14
10%	12	13	12	13	15	19

VERSCHIL IN dB t.o.v.
 ISO-A REFERENTIE GROEP

90%	01	00	00	02	02	02
75%	01	00	01	02	02	04
50%	01	01	01	02	02	05
25%	03	-00	-00	02	03	06
10%	04	05	02	02	03	05



Groepsaudiogram van de werknemers uit afdeling 1, werkzaam in een
 geluidniveau hoger dan 80 dB(A) in de leeftijd tot en met 30 jaar.

BEDRIJFSNR. : 18
 GROEPSCODE : 1
 KEUS ANAMNESE: ALLEN
 EXPOSITIE : vanaf 80
 LEEFTIJD : vanaf 46
 GEM. LEEFTIJD: 54
 GESLACHT : MAN
 AANTAL PERS.: 40

GEM. AANTAL JAREN WERKZAAM IN
 HUIDIG BEROEP: 22

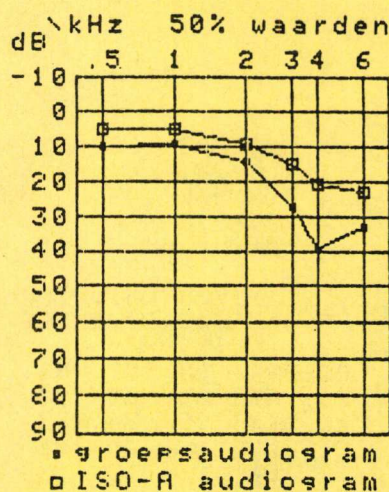
LAWAAI-EXPOSITIE IN VORIG BEROEP
 bij: 18 pers. over gem.: 10 jaar

GEHOORDREMPEL IN dB

kHz	.5	1	2	3	4	6
N	80	80	80	80	80	80
90%	00	00	01	08	14	13
75%	04	04	07	15	23	19
50%	10	09	14	27	39	33
25%	17	23	28	45	51	46
10%	30	40	44	58	65	64

VERSCHIL IN dB t.o.v. ISO-A REFERENTIE GROEP

90%	04	03	03	08	11	10
75%	04	03	04	08	12	06
50%	05	04	05	12	18	10
25%	07	12	11	20	18	09
10%	15	24	20	25	22	15



Groepsaudiogram van de werknemers uit afdeling 1, werkzaam in een
 geluidniveau hoger dan 80 dB(A) in de leeftijd vanaf 46 jaar en
 ouder.

BIJLAGE 3 (vervolg)

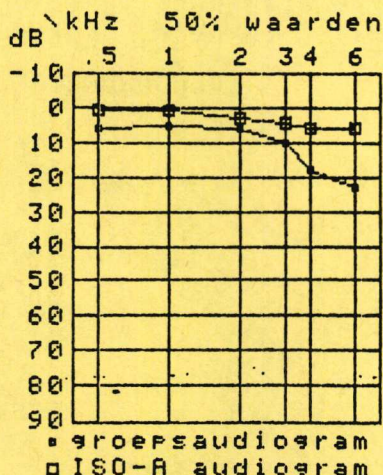
BEDRIJFSNR. : 18
 GROEPSCODE : 1
 KEUS ANAMNESE : ALLEN
 EXPOSITIE : vanaf 80
 LEEFTIJD : 31 t/m 45
 GEM. LEEFTIJD : 37
 GESLACHT : MAN
 AANTAL PERS. : 30

GEM. AANTAL JAREN WERKZAAM IN
 HUIDIG BEROEP : 11

LAWAARI-EXPOSITIE IN VORIG BEROEP
 bij: 14 pers. over gem.: 5 jaar

GEHOORDREMPEL IN dB						
kHz	.5	1.	2.	3.	4.	6.
N	60	60	60	60	60	60
90%	-03	-03	-03	-02	02	05
75%	01	01	01	04	11	11
50%	06	05	06	10	18	23
25%	12	11	13	19	32	37
10%	21	23	23	43	50	60

VERSCHIL IN dB t.o.v. ISO-A REFERENTIE GROEP						
90%	03	02	03	04	07	11
75%	03	03	03	05	11	11
50%	05	04	03	06	12	17
25%	06	05	05	08	19	22
10%	11	13	10	27	30	38



Groepsaudiogram van de werknemers uit afdeling 1, werkzaam in een geluidniveau hoger dan 80 dB(A) in de leeftijd van 31 tot en met 45 jaar.

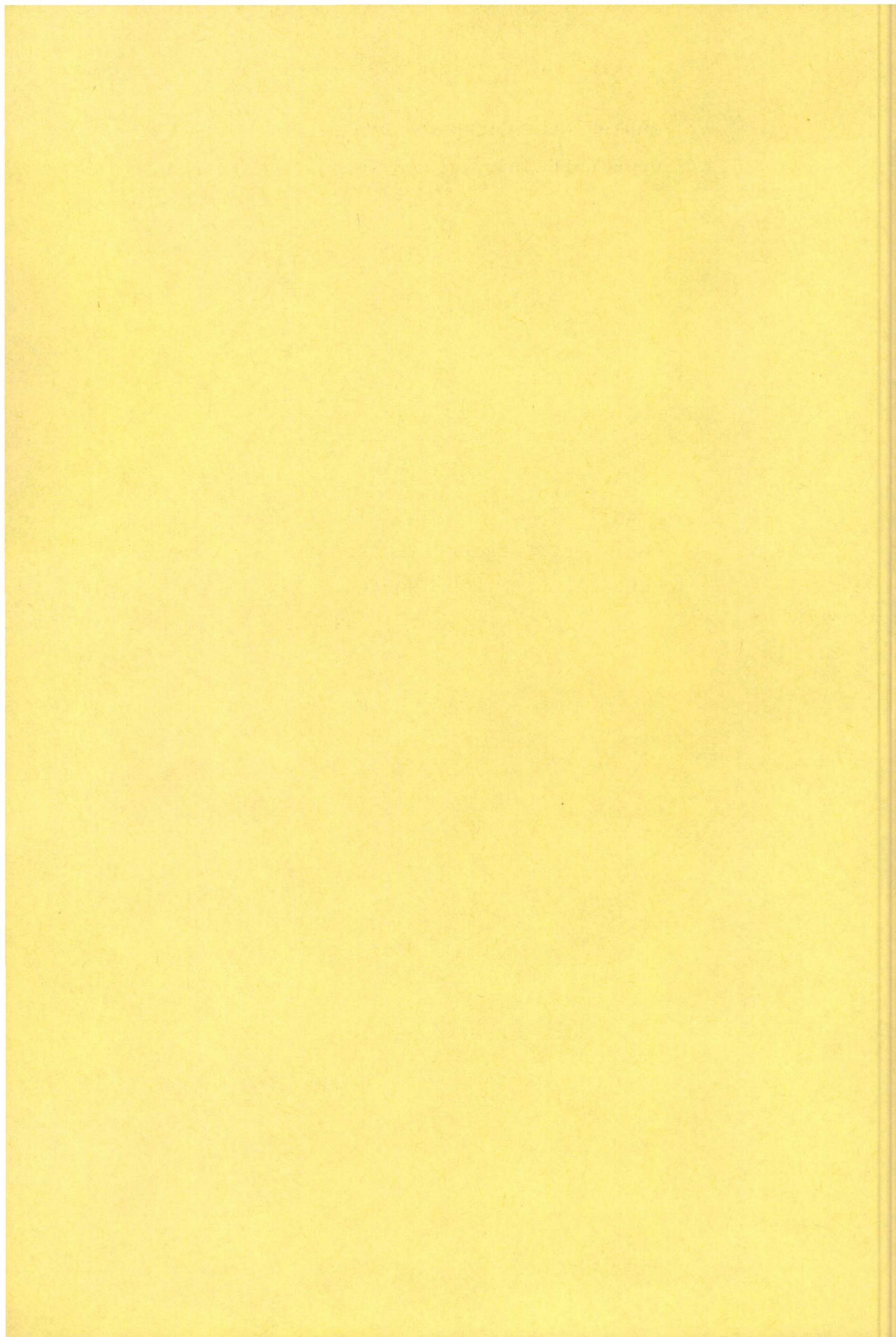
AANTAL MEDEWERKERS PER AFDELING

CODE AFDELING:	AANTAL:
1	15
2	15
3	17
4	13
5	8
6	2
7	1
13	1
14	4
17	10
76	5
99	1
1234	2
8888	1
9999	2

OVERZICHT GELUIDEXPOSITIEKLASSEN

AANTAL MEDEWERKERS PER KLASSE

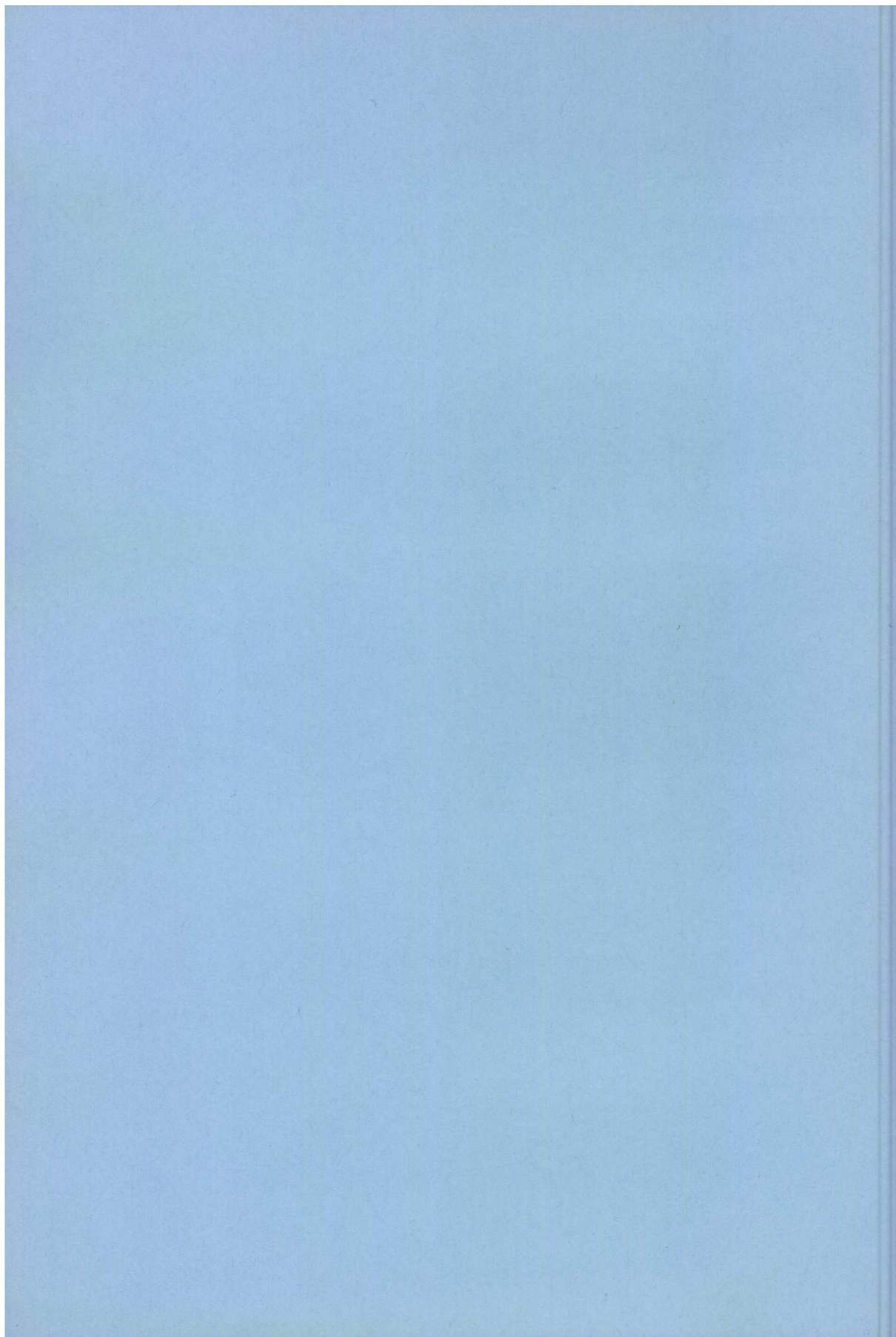
KLASSE CODE :	AANTAL:
1	8
2	2
3	14
4	70
5	3



W. Passchier-Vermeer

A.J.M. Rövekamp

VERBAND TUSSEN GEHOORSCHADE EN DE SOCIALE HANDICAP
DOOR EEN VERMINDERD HOORVERMOGEN BIJ GROEPEN PERSONEN
DIE TIJDENS HUN WERK AAN LAWAAI ZIJN GEËXPONEERD



	SAMENVATTING	189
1.	INLEIDING	191
2.	NEDERLANDS ONDERZOEK	193
3.	EFFECTEN IN AAN LAWAAI GEEEXPONEERDE POPULATIES	198
	LITERATUUR	201

SAMENVATTING

Uit Nederlands onderzoek (transversaal gehooronderzoek in de bouwnijverheid) blijkt dat de beste schatter uit het toondrempelaudiogram van de sociale handicap ten gevolge van een verminderd hoorvermogen het gehoorverlies is, gemiddeld over 2000 Hz en 4000 Hz en gemiddeld over beide oren.

De onderzochte populatie betreft 6763 personen werkzaam in de bouwnijverheid. Gegevens uit het project preventie gehoorschade (2011 personen werkzaam in de Nederlandse industrie) zijn geheel in overeenstemming met die uit het onderzoek in de bouwnijverheid.

De relaties tussen de gehoorverliezen in het toondrempelaudiogram en de sociale handicap door een verminderd hoorvermogen zijn onafhankelijk van de leeftijd.

Correctie van het gehoorverlies met betrekking tot het normale ouderdomsgehoorverlies levert relaties die minder nauwkeurig zijn dan de relaties bij een niet voor de leeftijd gecorrigeerd gehoorverlies.

Vanaf een gehoorverlies van 10 dB (gemiddeld bij 2000 Hz en 4000 Hz en gemiddeld over beide oren) is er bij groepen mensen een statistisch significante toename van de gemiddelde sociale handicap door een verminderd hoorvermogen.

1. INLEIDING

In DIS/ISO 1999/1 (1984) wordt gehoorschade (hearing impairment) omschreven als : "A deviation or a change for the worse of the threshold of hearing from normal", dat wil zeggen een negatieve afwijking van de gehoordrempel van de normale gehoordrempel (nulniveau van de audiometer). Hearing handicap wordt in DIS/ISO 1999/1 gedefinieerd als : "The disadvantage imposed by hearing impairment sufficient to affect one's personal efficiency in the activities of daily living, usually expressed in terms of understanding of conversational speech in low levels of background noise". Vertaald is dat : "Het nadeel ten gevolge van gehoorschade dat groot genoeg is om de individuele mogelijkheden in het dagelijkse leven te beïnvloeden, veelal uitgedrukt in termen van het verstaan van spraak bij lage achtergrondgeluidsniveaus". Bij deze definitie gaat het dus vooral om de nadelen van een slecht gehoor met betrekking tot het leven van alledag in de huiselijke sfeer (lage achtergrondniveaus) en niet zozeer om de nadelen die een slecht gehoor met zich meebrengt in de werkomgeving (hogere achtergrondniveaus, extra handicap door een extra maskering van spraak en andere signalen, extra handicap bij het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen).

Er zijn vele onderzoekers die het verband hebben vastgelegd tussen gehoorschade enerzijds en sociale handicap anderzijds (Ewertsen (1973), High (1966), Lindeman (1967), Kryter (1962), Noble (1970), Taylor (1975), Glorig (1973), Lafon (1981), Smoorenburg (1982), Tempest (1977)). Daarbij berusten een aantal onderzoeken (mede) op spraakaudiometrische testen. In het voorgaande zijn alleen die onderzoeken genoemd die betrekking hebben op personen met gehoorschade door lawaai, eventueel gesuperponeerd op de normale ouderdomsgehoorverliezen. Op grond van deze onderzoeken zijn een aantal indices uit het toonaudiogram voorgesteld om de gehoorshandicap te kwantificeren. Deze indices zijn gewoonlijk gebaseerd op de gemiddelde waarde van de gehoorverliezen bij bepaalde geselecteerde frequenties. De meest bekende indices zijn gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Index uit het toonaudiogram in relatie tot de sociale handicap door een verminderd hoorvermogen.

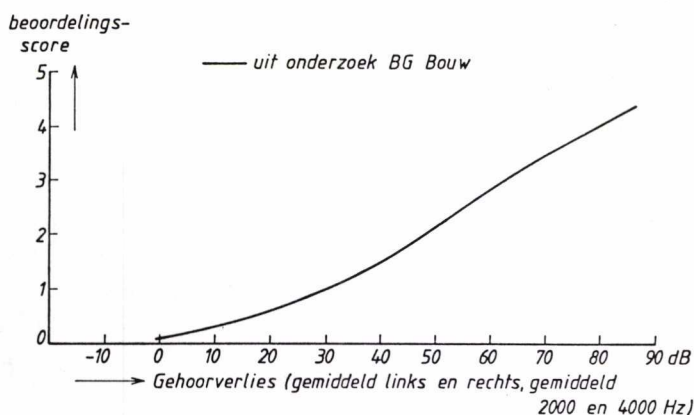
Index	Auteur/instantie	Omschrijving index
1	Passchier	$L_I = L_{2000}$
2	Passchier	$L_{II} = L_{4000}$
3	Lafon	$L_{III} = 1/2 (L_{2000} + L_{4000})$
4	AA00	$L_{IV} = 1/3 (L_{500} + L_{1000} + L_{2000})$
5	NISOH, Smoorenburg Br. Ass. Otolaryng	$L_V = 1/3 (L_{1000} + L_{2000} + L_{3000})$
6	Pearson	$L_{VI} = L_{2000} + 1/2 (L_{6000} - L_{4000})$
7	Noble	$L_{VII} = 1/6 (L_{500} + L_{1000} + L_{2000} + L_{3000} + L_{4000} + L_{6000})$

2. NEDERLANDS ONDERZOEK

a. Transversaal gehooronderzoek in de bouwnijverheid

In de periode van 1982 tot 1984 is onder werknemers in de bouwnijverheid een transversaal gehooronderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek werd, na instructie en overleg door medewerkers van TNO, verricht op de 43 bij de BG Bouw aangesloten bedrijfsgezondheidsdiensten. Naast het gestandaardiseerd opnemen van toondrempelaudiogrammen werden tevens vragenlijsten ingevuld. Een deel van de vragenlijst betreft vragen naar het verstaan van spraak in diverse in het leven van alledag voorkomende situaties. De antwoorden op 4 vragen konden ingedeeld worden in de categorie goed, matig of slecht. Alle antwoorden goed (vier in totaal) resulteert in een beoordelingsscore 0 en alle antwoorden slecht in een maximale score van 8. Een antwoord matig draagt één bij tot de beoordelingsscore.

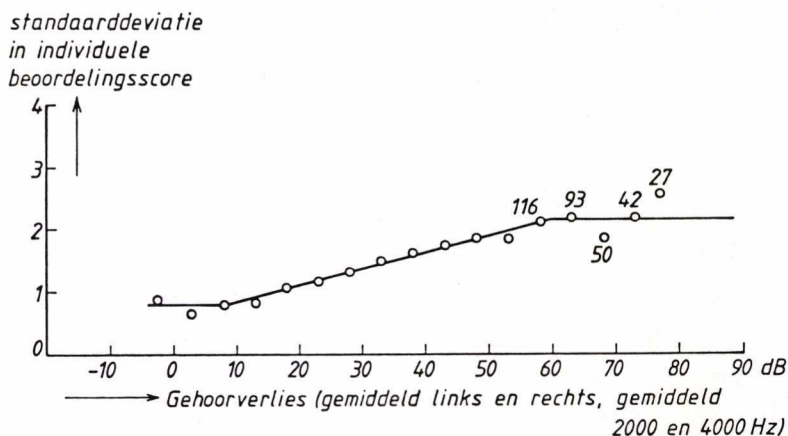
In totaal zijn de gegevens geanalyseerd van 6763 personen, met een geheel ingevulde vragenlijst en een volledig drempelaudiogram. Daarbij zijn alleen de in tabel 1 gegeven indices van het toondrempelaudiogram betrokken. De genoemde personen zijn daarbij in groepen ingedeeld volgens de gegeven indices, waarbij de klassen van de diverse indices 5 dB breed zijn gekozen. Als voorbeeld is in figuur 1 het resultaat gegeven van de index waarbij het gemiddelde gehoorverlies bij 2000 en 4000 Hz van beide oren is gekozen.



Figuur 1. De relatie tussen de beoordelingsscore met betrekking tot een verminderd hoorvermogen in het leven van alledag en het gehoorverlies in het toondrempelaudiogram. De maximale beoordelingsscore is acht.

Om te beoordelen welke index het meest geschikt is om de sociale handicap uit te schatten zijn vier kenmerken van belang:

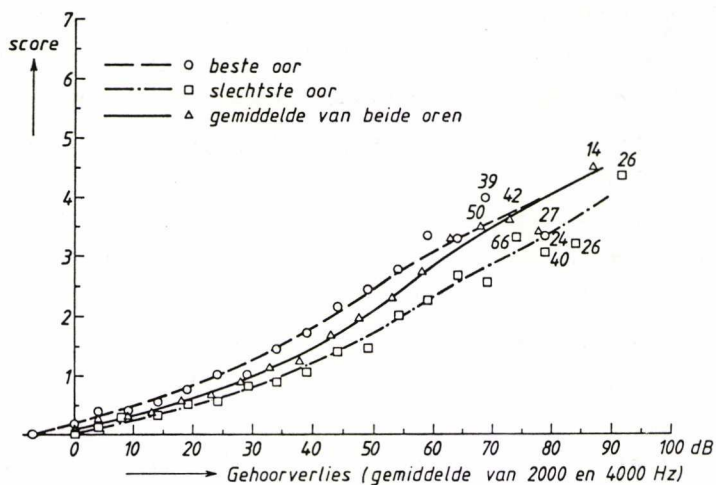
- de steilheid van de curve, zoals gegeven in figuur 1
- het bereik van de curve op de horizontale as
- de spreiding van de punten (gemiddelden) rond de getrokken curve
- de interindividuele spreiding in de beoordelingsscore bij vast gekozen gehoorverliezen. Met betrekking tot dit kenmerk is in figuur 2 de standaarddeviatie in de beoordelingsscore gegeven als functie van het gehoorverlies (gemiddeld bij 2000 en 4000 Hz, gemiddeld over beide oren).



Figuur 2. De standaarddeviatie in de beoordelingsscore als functie van het gehoorverlies, waarbij de gehoorverliezen zijn ingedeeld in klassen met een breedte van 5 dB. De getallen zijn het aantal personen in de betreffende groep.

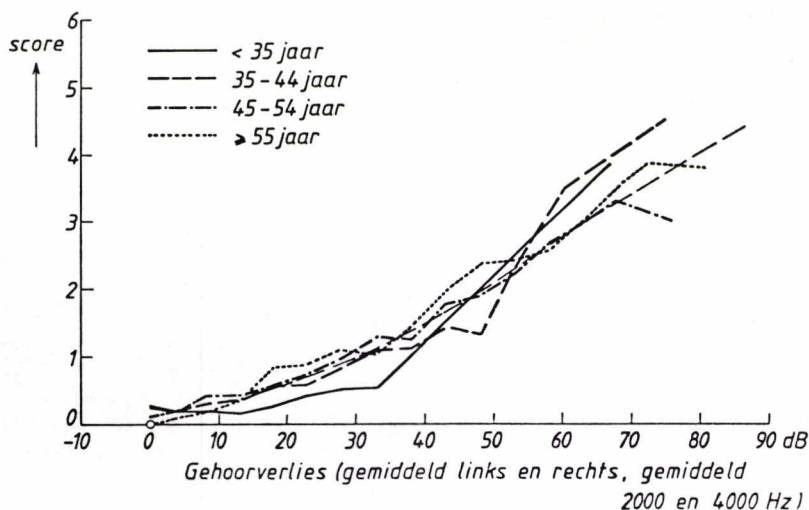
Uit een analyse met betrekking tot deze vier kenmerken blijkt dat het gehoorverlies gemiddeld bij 2000 Hz en 4000 Hz en gemiddeld over beide oren de meest geschikte index is om de sociale handicap uit te schatten.

Nagegaan is tevens welk gehoorverlies, gemiddeld bij 2000 en 4000 Hz - dat wil zeggen van het beste oor, van het slechtste oor of het gemiddelde van beide oren - de beste schatter van de sociale handicap is. Ter illustratie zijn in figuur 3 de drie desbetreffende curven gegeven. Uit de analyse blijkt dat het gemiddelde over beide oren de beste schatting van de sociale handicap geeft. Dit geldt te meer voor de grotere gehoorverliezen in het toondrempelaudiogram.



Figuur 3. De relatie tussen de beoordelingsscore en het gehoorverlies, gemiddeld over 2000 en 4000 Hz, van het slechtste oor, het beste oor en het gemiddelde van beide oren. De getallen zijn het aantal personen in de betreffende groep.

Ook is nagegaan of de relatie tussen de gehoorverliezen uit het toondrempelaudiogram en de sociale handicap, uitgedrukt in de beoordelingsscore, afhankelijk is van de leeftijd. In figuur 4 zijn vier curven voor vier leeftijdsgroepen gegeven. Daaruit blijkt dat de relatie leeftijdsonafhankelijk is.



Figuur 4. De relatie tussen de beoordelingsscore en het gehoorverlies in het toondrempelaudiogram voor diverse leeftijdsgroepen.

Tenslotte is vastgesteld dat als het gehoorverlies gecorrigeerd wordt met betrekking tot het normale ouderdomsgehoorverlies dat dan de relatie tussen beoordelingsscore en gehoorverlies minder nauwkeurig is als bij de ongecorrigeerde gehoorverliezen. De gehoorverliezen zijn daarbij gecorrigeerd volgens de in ISO 7029 gegeven relaties.

Resumerend kan derhalve gesteld worden dat uit de analyse van de gegevens uit het transversale gehooronderzoek blijkt dat het ongecorrigeerde gehoorverlies, gemiddeld bij 2000 en 4000 Hz en gemiddeld over beide oren, de beste schatter is van het gehoorverlies in relatie tot de sociale handicap.

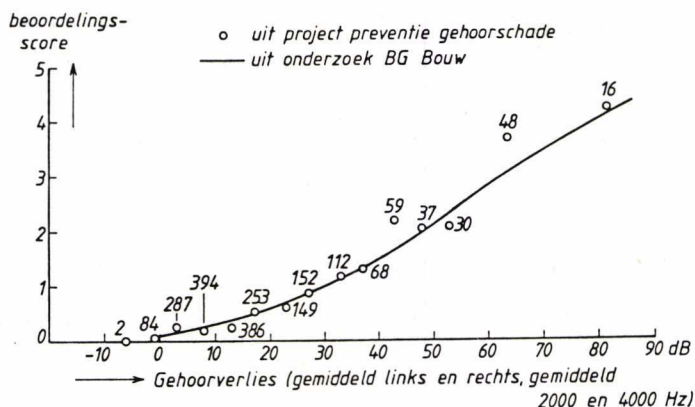
Uit het transversale gehooronderzoek in de bouwnijverheid blijkt tevens dat de beoordelingsscore van de groep mensen met gehoorverliezen (gemiddeld over beide oren, gemiddeld bij 2000 en 4000 Hz) van ten hoogste 10 dB en die van mensen met gehoorverliezen van 11 tot en met 15 dB statistisch significant (5%-niveau, eenzijdig getoetst) van elkaar afwijken. Daarbij is een student-t-toets op de gemiddelde verschillen toegepast. In tabel 2 is het resultaat voor diverse deelgroepen gegeven. Vanaf een gehoorverlies van 10 dB is er dus reeds een statistisch significante toename in de beoordelingsscore aantoonbaar. Wellicht is met omvangrijker materiaal nog een lagere waarde als een statistisch significant verschil te bepalen.

Tabel 2. Gegevens met betrekking tot het vaststellen van een grens waarboven de beoordelingsscore statistisch significant slechter is.

Klasse gehoorverlies	Aantal personen	Gemiddelde beoordelingsscore	t-waarden
-5 tot 0	138	0,24	
1 tot 5	498	0,16	-1,2
6 tot 10	846	0,29	3,1
11 tot 15	975	0,34	1,3
16 tot 20	921	0,55	4,8
			2,9

b. Project preventie gehoorschade

Ook in het project preventie gehoorschade zijn vragen naar de sociale handicap van een verminderd hoorvermogen in het leven van alledag gesteld. Deze vragen zijn identiek aan die uit het transversale gehooronderzoek in de bouwrijverheid. In het project preventie gehoorschade betreft het 2011 personen werkzaam in de Nederlandse industrie. Er blijkt een bijzonder goede overeenstemming tussen de uitkomsten uit beide onderzoeken (zie figuur 5).



Figuur 5. Vergelijking van de relatie die in het BG Bouw onderzoek is gelegd tussen beoordelingsscore en gehoorverlies met de resultaten uit het project preventie gehoorschade. De getallen betreft het aantal personen.

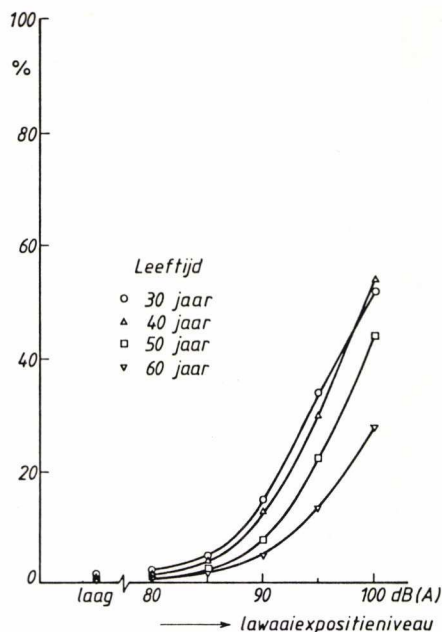
3. EFFECTEN IN AAN LAWAAI GEËXPONEERDE POPULATIES

Uit ISO 7029 kan afgeleid worden dat het percentage, niet aan lawaai geëxponeerde personen, dat een zeker gehoorverlies heeft, afhankelijk is van de leeftijd. In tabel 3 is de gehoorverlieswaarde (gemiddeld over beide oren, gemiddeld over 2000 en 4000 Hz) gegeven die door ongeveer 1% van een tijdens het werk niet aan lawaai geëxponeerde populatie juist wordt overschreden, als functie van de leeftijd.

Gegeven de in ISO/DIS 1999/1 gegeven relaties tussen het lawaaiexpositieniveau en gehoorschade door expositie aan lawaai kan voor diverse aan lawaai geëxponeerde populaties worden berekend welk percentage personen uit de gekozen populatie de in tabel 3 gegeven grenswaarden overschrijden. In figuur 6 is het resultaat gegeven, waarbij is aangenomen dat de leeftijd 20 jaar hoger is dan het aantal arbeidsjaren.

Tabel 3. Gehoorverlies (gemiddeld over beide oren, gemiddeld over 2000 en 4000 Hz) dat door ongeveer 1% van een tijdens het werk niet aan lawaai geëxponeerde populatie juist wordt overschreden.

Leeftijd jaren	Gehoorderlies in dB
30	20
40	30
50	45
60	65



Figuur 6. Het percentage mannen met een leeftijdsafhankelijk gehoorverlies dat een bepaalde waarde overschrijdt (zie tabel 3) als functie van het lawaaiexpositieniveau.

Uit figuur 6 blijkt dat het percentage mensen dat de gegeven grenswaarden overschrijdt sterk afhankelijk is van het lawaaiexpositieniveau. Gelden voor 80 dB(A) percentages die ternauwernood uitkomen boven die van de niet tijdens het werk aan lawaai geëxponeerden, bij 90 dB(A) liggen de percentages reeds zo'n 5 tot 15% hoger dan bij de niet-geëxponeerden en bij 100 dB(A) zijn de percentages reeds gestegen tot 30 à 50. Hieruit blijkt dus dat het percentage mensen met een gehoorverlies - gemiddeld bij 2000 en 4000 Hz en gemiddeld over beide oren, dat ternauwernood (bij 1% van de populatie) voorkomt in niet-geëxponeerde groepen - sterk toeneemt met het lawaaiexpositieniveau. Ook bij 90 dB(A) is er reeds een aanzienlijke toename in genoemd percentage ten opzichte van niet-geëxponeerde populaties.

LITERATUUR

Beasley, W.C., The national health survey: hearing study series bulletin no. 2. US Public Health Service, Washington 1938.

British Occupational Hygiene Society, Hygiene standard for wide-band noise. Ann. occup. Hyg. 14 (1971) 57.

Davis, H en F.W. Kranz, The international standard reference zero for pure-tone audiometers and its relation to the evaluation of impairment of hearing. J. Speech Hearing Res 7 (1965) 7.

Ewertsen, H.W., en H. Birk-Nielsen, Social hearing handicap index. Audiology 12 (1973) 180.

Fox, M.S., Comparative provisions for occupational hearing loss. Arch. Otolaryng. 81 (1965) 257.

Glorig, A., Audiometric reference levels. Laryngoscope 76 (1966) 842.

High, W. S., G. Fairbanks en A. Glorig, Scale for selfassessment of hearing handicap. J. Speech Hearing Dis. 29 (1966) 215.

Lindeman, H.E., en P. van Leeuwen, Bepaling van de validiteit van het gehoor met behulp van een bedrijfsspraakaudiometer. T. soc. Geneesk. 45 (1967) 814.

Kryter, K.D., Auditory acuity and the perception of speech. J. Acoust. Soc. Am. 34 (1962) 1217.

Noble, W.G., en G.R.C. Atherley, The hearing measurement scale: a questionnaire for the assessment of auditory disability. J. Aud. Res. 10 (1970) 229.

Noble, W.G., Pure-tone acuity, speech-hearing ability and deafness in acoustic trauma. Adiology 12 (1973) 291.

Taylor, W., R.L. Kell en J.C.G. Pearson, An index of hearing impairment derived from the pure-tone audiogram.

International Organization for Standardization DIS 1999/1 (1982). Acoustics-Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.

International Organization for Standardization ISO 7029 (1984) Acoustics-Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons.