

*TNO Handboek*  
PG/TG/2001.017

**AUDIAM**

**Verwerking van gehoor- en (lawaai)  
anamnesegegevens bij  
gehoorbeschermingsprogramma's**

**TNO Preventie en Gezondheid**

**Technologie in de Gezondheidszorg**  
Zernikedreef 9  
Postbus 2215  
2301 CE Leiden

Telefoon 071 518 18 18  
Fax 071 518 19 02

Datum

14 mei 2001

Auteur(s)

ing A.J.M. Rövekamp

Het kwaliteitssysteem van  
TNO Preventie en Gezondheid  
voldoet aan ISO 9001.

Alle rechten voorbehouden.  
Niets uit deze uitgave mag worden  
vermenigvuldigd en/of openbaar  
gemaakt door middel van druk, foto-  
kopie, microfilm of op welke andere  
wijze dan ook, zonder voorafgaande  
toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd  
uitgebracht, wordt voor de rechten en  
verplichtingen van opdrachtgever en  
opdrachtnemer verwezen naar de  
Algemene Voorwaarden voor onder-  
zoeksopdrachten aan TNO, dan wel  
de betreffende terzake tussen de  
partijen gesloten overeenkomst.  
Het ter inzage geven van het  
TNO-rapport aan direct belang-  
hebbenden is toegestaan.

© 2001 TNO

Titel

**AUDIAM****Verwerking van gehoor- en (lawaai) anamnesegegevens bij  
gehoorbeschermingsprogramma's**

Rapportnummer	Aantal pagina's
<i>PG/TG/2001.017</i>	58
Projectnummer	Aantal bijlagen
011.50214	4
Datum	Aantal tabellen
14 mei 2001	8
ISBN-nummer	Aantal figuren
9054120703	15
Status rapport	
openbaar	
Opdrachtgever	

Voor inlichtingen over software pakket AUDIAM wendde men zich tot TNO Preventie en Gezondheid.

Gegevens omtrent deze complete uitgave:

Rövekamp, A.J.M, ing.

AUDIAM Verwerking van gehoor- en (lawaai)anamnesegegevens bij gehoorbeschermingsprogramma's / A.J.M. Rövekamp - Leiden: TNO Preventie en Gezondheid

ISBN nummer 9054120703 Losbladig Handboek; Met literatuur opgave en softwarepakket AUDIAM voor Windows op CD.

ISBN nummer 905412069X Softwarepakket AUDIAM voor Windows op CD

Trefwoorden: AUDIAM, audiogram, automatisering, automatische verwerking, gehoor, gehoorbeschermingsprogramma, gehoorschade, groepsaudiogram, lawaai

Publikatienummer TNO-PG -Handboek PG/TG/2001.017

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 aan deze uitgave mag worden verveelvuldigd, openbaar gemaakt en/of verspreid door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

## Managementuittreksel

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 lawaai bestrijding als voor maatregelen gericht op bescherming en bewaking van de gezondheid van de werkende mens.

TNO Preventie en Gezondheid houdt zich vanuit de invalshoek van preventie bezig met de relatie lawaai en gezondheid. Hierbij wordt getracht door middel van wetenschappelijk onderzoek en het helpen toepassen van de resultaten hiervan in de arbozorg een bijdrage te leveren aan de oplossing van dit probleem.

Om de problematiek rond gehoorschade door lawaai in de arbeidssituatie onder controle te houden heeft TNO Preventie en Gezondheid de methodiek voor een integraal gehoorbeschermingsprogramma ontwikkeld. Op basis hiervan treft u hierbij een handleiding aan over de mogelijkheden van het verzamelen, bewerken en analyseren van gehoor- en lawaai-anamnesegegevens welke afkomstig zijn van een in een bedrijf uitgevoerd gehoorbeschermingsprogramma.

Het door TNO Preventie en Gezondheid ontwikkelde softwarepakket AUDIAM levert objectieve informatie over mogelijke gehoorschade bij het individu of geselecteerde groepen uit een bedrijf, waardoor u gerichte maatregelen kunt nemen.

Bij het softwarepakket AUDIAM treft u tevens een beschrijving en een handleiding aan voor gebruik aan.

Met behulp van deze handleiding en het software pakket is het mogelijk gegevens afkomstig van gehoorbeschermingsprogramma's op de juiste wijze te verzamelen, te bewerken, te rapporteren en te beheren.

## **Samenvatting**

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.

Arbodiensten en medische diensten van organisaties kennen de interessante uitdaging om medewerkers en managers te motiveren voor gehoorbeschermende maatregelen. Het door TNO Preventie en Gezondheid ontwikkelde softwarepakket AUDIAM levert objectieve informatie over mogelijke gehoorschade bij het individu of geselecteerde groepen uit een bedrijf, waardoor het mogelijk is gerichte maatregelen te nemen.

Op basis van ontwikkelde methodieken voor het uitvoeren van een gehoorbeschermingsprogramma treft u hierbij een handleiding aan over de mogelijkheden van het verwerken en analyseren van gehoor- en lawaaianamnesegegevens welke afkomstig zijn van een in een bedrijf uitgevoerd gehoorbeschermingsprogramma.

Bij het softwarepakket AUDIAM is tevens een beschrijving en een handleiding voor gebruik opgenomen.

Met behulp van deze handleiding en het software pakket is het mogelijk gegevens afkomstig van gehoorbeschermingsprogramma's op de juiste wijze te verzamelen, te bewerken, te rapporteren en te beheren.

## Inhoud

1	Inleiding.....	7
2	Gegevens verzamelen en analyseren .....	8
2.1	Hoe en welke gegevens verzamelen?.....	8
2.2	Groepsgewijs verzamelen van gehoor- en geluidgegevens.....	9
2.3	Analyse op groepsniveau van tijdens gehoorbeschermingsprogramma verzamelde gegevens .....	11
2.3.1	Berekenen van een groepsaudiogram.....	11
2.3.2	Regels bij samenstellen van groepsaudiogram .....	14
2.3.3	Leeftijdscorrectie en berekening van het effect van blootstelling aan lawaai.....	14
2.3.4	Invloed van een niet schone otologische anamnese op het groepsaudiogram van de "door lawaai belaste" groep .....	15
2.3.5	Leeftijdsverdeling van de geselecteerde "door lawaai belaste" groep.....	16
2.3.6	Verdergaande selectie naar deelgroepen .....	16
2.3.7	Inzicht in bedrijfspopulatie voor het samenstellen van (deel)groepen .....	16
2.3.8	Presentatie van groepsgegevens aan management.....	17
2.3.9	Presentatie van afdelingen ten opzichte van elkaar.....	17
2.3.10	Presenteren van groepsgehoorgegevens in verband met slechthorendheid .....	17
2.3.11	Beoordeling effect van blootstelling aan lawaai .....	19
2.3.12	Is er sprake van 'Lawaaislechthorendheid' of 'Beroepsziekte' .....	20
3	Longitudinale analyse van tijdens gehoorbeschermingsprogramma's verzamelde gegevens.....	21
4	Code systemen.....	22
5	Literatuur 23	
5.1	Algemeen .....	23
5.2	Overzicht te raadplegen algemene literatuur.....	23
5.3	Rapporten en publicaties in het kader van integrale gehoorbeschermingsprogramma's .....	23
6	Figuren 1- 15 .....	30
7	Tabellen 1 - 8.....	46

## 1 Inleiding

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 om vervolgens te komen tot een plan van aanpak in het bedrijf waardoor een situatie kan ontstaan waarbij de kans op een gehoorbeschadiging zo klein 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 moet goede structuur gegeven worden aan de methodiek van gegevens verzamelen, bewerken en rapporteren op zowel individueel niveau als op groepsniveau. Een in de praktijk getoetste methodiek wordt in hoofdstukken 2, 3 en 4 nader behandeld. Verwijzingen naar publikaties, die de in de handleiding beschreven methodieken nader onderbouwen en verklaren worden gegeven in hoofdstuk 5.

In bijlage 1 is de handleiding opgenomen van het softwarepakket AUDIAM dat geschikt is voor het verzamelen, het bewerken, het presenteren van bewerkte individuele gegevens en groepsgegevens en ten slotte ook het beheren van de gegevens.

In het addendum zijn aanvullende zaken opgenomen omtrent het technisch beheer en de installatie van het softwarepakket AUDIAM.

In bijlage 2 is de handleiding opgenomen behorende bij de speciaal ontwikkelde gehoor- en (lawaai)anamesekaart. Deze kaart is enerzijds afgestemd op automatische gegevensverwerking en anderzijds op het systematisch gegevensverzamelen bij de uitvoering van gehoorbeschermingsprogramma's.

## 2 Gegevens verzamelen en analyseren

Tijdens de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma worden per persoon gegevens verzameld met behulp van een gehoor- en (lawaaianamnese)kaart. Zo'n kaart c.q. "persoonsrecord" omvat de volgende facetten:

- persoonsgegevens zoals: naam, geboortedatum, geslacht en nationaliteit;
- beroeps- of functiegegevens;
- geluidbelasting in huidig beroep;
- lawaaianamnese omtrent vorig beroep of vrijetijdsbesteding;
- audiometriegegevens;
- otologische anamnese en status;
- gegevens omtrent het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen.

Bij de meeste arbodiensten worden deze gegevens, met uitzondering van de geluidbelastinggegevens, verzameld wanneer de betreffende werknemer op bezoek komt bij de arbodienst voor een periodiek onderzoek. Deze gegevens worden meestal na beoordeling direct in het archiefsysteem van de arbodienst opgenomen. Echter bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf worden de gegevens per werknemer, per groep, afdeling of bedrijfsonderdeel over een relatief korte periode verzameld.

De laatste genoemde groepwijze benadering heeft als voordeel dat men snel inzicht verkrijgt in een eventuele risicogroep. Is snelheid niet van belang en kan het gehooronderzoek gecombineerd met overig periodiek onderzoek dan vervalt men in de eerstgenoemde benaderingswijze.

In beide gevallen is een goede opzet van de informatie stroom naar een centraal archiefsysteem c.q. databasesysteem van groot belang indien men wil beschikken omtrent groepsinformatie. In de navolgende paragrafen wordt deze opzet nader aangegeven.

### 2.1 Hoe en welke gegevens verzamelen?

Globaal passen arbodiensten in Nederland voor gehooronderzoek één der onderstaande typen audiometers toe: met de hand te bedienen audiometer en audiometreerers volgens de continue drempelmethode (figuur 1) of een automatisch werken-



de drempelaudiometer welke een gehoortest uitvoert volgens de **Hughes en Westlake** methode (figuur 6).

Het resultaat van een uitgevoerde gehoortest is een drempelaudiogram met waarden voor de frequenties 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 (en eventueel 8000) hertz. In het kader van de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma zijn de genoemde waarden tot 6000 hertz noodzakelijk voor de beoordeling van het gehoor zowel op individueel- als op groepsniveau. In geval dat gebruik gemaakt wordt van de continue drempelmethode dient direct na een gehoortest het audiogram bij de eerder genoemde frequenties in getalvorm genoteerd te worden. Figuur 2 geeft uitleg op welke wijze een ingevuld continu drempelaudiogram uitgelezen dient te worden.

De keuze voor de frequenties 500, 1000, 2000, 3000, 4000, en 6000 hertz is gebaseerd op de richtlijnen in de ISO-standaard 6189 "Acoustics-pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes".

Naast de audiometriegegevens dienen de persoons- en beroepsgegevens systematisch genoteerd te worden. Figuur 3 toont een veel toegepaste uitgebreide anamnesekaart. Vooral voor wat betreft de otologische anamnese, otologische status alsmede het gebruik van ototoxische geneesmiddelen en infectieziekten dient deze kaart als steun om eventueel een gevonden afwijking in het luchtgeleidingsaudiogram op te kunnen sporen. Met behulp van deze anamnesekaart is tezamen met de audiogramkaart de basis gelegd voor een individuele archivering in het dossier van de betreffende werknemer.

Indien de individuele gegevens verder gebruikt worden voor de beoordeling van het gehoor van groepen werknemers, bijvoorbeeld gerangschikt per afdeling of per bedrijfsonderdeel, dan is het logisch de kaarten per bedrijf of per bedrijfsonderdeel of per afdeling te rangschikken in een kaartenbak. Verdere onderverdeling naar bijvoorbeeld geluidbelastingsklasse is dan mogelijk. Het uitvoeren van berekeningen met behulp van gegevens uit de kaartenbak, zoals het maken van groepsaudiogram is dan al eenvoudiger te realiseren.

In de praktijk is het handmatig uitvoeren van rangschikkingen en berekeningen wel veel werk. Zowel het verzamelen als het verwerken van de gegevens tot groepsgegevens verloopt veel efficiënter met een computer.

## **2.2 Groepsgewijs verzamelen van gehoor- en geluidgegevens**

Bij het groepsgewijs verzamelen van gehoorgegevens kan gebruik gemaakt worden van een bij het bedrijf geplaatste mobiele onderzoekruimte (audiomobiel) in de buurt van het te onderzoeken bedrijf. Bij de toepassing van een computer kunnen de persoons-, beroeps- en anamnestiche gegevens tijdens het vraaggesprek rechtstreeks worden ingetypt. De computer toont via het beeldscherm per onderwerp

steeds een aantal vragen. Na dit gesprek en eventuele otoscopie kan met behulp van een automatisch werkende audiometer een luchtgeleidingsaudiogram opgenomen worden.

De audiometer bepaalt voor de frequenties 500, 1000, 2000, 3000, 4000 en 6000 Hz (en eventueel 8000 Hz) de gehoordrempel. Nadat de audiometer met voldoende betrouwbaarheid de gehoordrempel heeft vastgesteld, wordt deze per frequentie opgeslagen in het geheugen van de audiometer. De gehoortest wordt in feite altijd standaard uitgevoerd. De opslag en uitlezing van gehoordrempelwaarden geschiedt automatisch, hetgeen fouten voorkomt. De gegevens kunnen vanuit de audiometer via een kabelverbinding verzonden worden naar een computer (figuur 5).

Na afloop van het gehooronderzoek zijn alle opgenomen gegevens opgeslagen in de computer. Deze gegevens vormen de basis voor verdere (groeps)bewerking. Tijdens het

onderzoek kan de audiometrist de resultaten direct met de werknemer bespreken waarbij de computer ondersteunende, op de leeftijd van de werknemer afgestemde grafieken, kan tonen omtrent het individuele gehoor en een eventuele afwijking ten opzichte van een referentiegroep. Voor arbodiensten waarvoor deze methode van werken nog niet haalbaar is, wordt hieronder een schets gegeven omtrent de te ondernemen stappen naar de toekomst.

Het automatiseringsproces kan gefaseerd uitgevoerd worden. Verschillende mogelijkheden tot fasering worden hierna gegeven. De aangegeven nummering is niet bedoeld als volgorde voor prioriteit.

1. Een stap in het automatiseringsproces is de toepassing van een automatisch werkende audiometer. De audiometer produceert na afloop van de gehoortest een papierstrook met daarop per frequentie de gemeten gehoordrempel. De uitdraai kan op de anamnesekaart geplakt worden. Het voordeel van deze werkwijze (figuur 6) is dat na een gehoortest direct beschikt kan worden over de gehoordrempelwaarden in getalvorm.
2. Ook kan tijdens het gehooronderzoek ter plaatse een computer ingezet worden, als er geen automatische audiometer beschikbaar is. In dit geval kunnen ter plaatse zowel de audiogramgegevens afgeleid van de audiogramkaart als de anamnesegegevens rechtstreeks ingetypt worden.

Aan het einde van het gehooronderzoek, uitgevoerd zoals beschreven onder 1 of 2, is dan of een kaartenbak met kaarten, of een diskette met gegevens afkomstig van het gehooronderzoek beschikbaar. Op de arbodienst kan nog ter completering van deze gegevens de geluidbelastingsklasse per individu toegevoegd worden (figuur 7). Op basis van geluidmetingen

zijn werknemers ingedeeld in geluidbelastingsklassen vanaf 80 dB(A) met een klassebreedte van 5 dB(A).

3. Worden terplaatse van het gehooronderzoek dus in de audiomobiel of in de onderzoekruimte geen automatiseringsmiddelen toegepast, maar beschikt de dienst zelf wel over een computer, dan verdient het aanbeveling de noodzakelijke gegevens, in eerste instantie te verzamelen met behulp van de TNO gehoor- en (lawaai-) anamnesekaart.

De TNO gehoor- en (lawaai) anamnesekaart is geschikt voor gegevensverzameling in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma. Gegevens omtrent eventuele lawaaioxpositie in vorige beroepen of tijdens militaire dienst of bij het privé uitoefenen van een hobby kunnen op deze kaart gecodeerd worden. Ook het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen is een onderdeel van deze kaart. Afwijkingen in de otologische anamnese en de otologische status kunnen op deze kaart per oor aangegeven worden onder 'bijzonderheden', echter nadere specificaties zijn niet mogelijk. In de praktijk worden personen met grote gehoorafwijkingen doorverwezen naar een huisarts. Juist in deze gevallen zal de eerder genoemde kno anamnesekaart (figuren 3 en 4) een duidelijke steun zijn bij het onderzoek.

De in figuur 8 weergegeven gehoor- en (lawaai) anamnesekaart is ontworpen voor gebruik door arbodiensten welke audiometreeren volgens de continue methode. In bijlage 2 is aangegeven hoe het audiogram gedeelte van de kaart eruit kan zien, indien gebruik gemaakt wordt van een andere methode van audiometrie.

Bij gebruik van het TNO softwarepakket AUDIAM treft men in het betreffende invoerdeel van het programma eenzelfde "layout" aan als de in figuur 8 afgebeelde kaart.

## **2.3 Analyse op groepsniveau van tijdens gehoorbeschermingsprogramma verzamelde gegevens**

### **2.3.1 Berekenen van een groepsaudiogram**

Eén van de doelstellingen van een gehoorbeschermingsprogramma is om na te gaan of er in één of meerdere afdelingen gehoorbeschadiging als gevolg van blootstelling aan lawaai voorkomt. Om dit na te kunnen gaan, worden er uit de individuele audiogrammen groepsaudiogrammen samengesteld. Tabel 1 geeft aan welke individuele gegevens meestal beschikbaar zijn. Op basis van deze gegevens kan in combinatie met het doel van het onderzoek de onderzochte groep personen inge-

deeld worden in deelgroepen. Tabel 2 geeft keuzemogelijkheden op basis waarvan zo'n deelgroep samengesteld kan worden.

Is een bepaalde deelgroep geselecteerd dan kan uit de individuele audiogrammen van deze deelgroep een groepsaudiogram berekend worden. Figuur 9 geeft een groepsaudiogram weer van timmerlieden in de leeftijdsklasse van 55 tot en met 65 jaar.

Een groepsaudiogram is voor te stellen als een verzamelaudiogram dat wordt samengesteld uit de individuele audiogrammen van de personen uit een groep. Dit verzamelaudiogram geeft de verdeling van de gehoorverliezen per frequentie weer. De verdeling zelf wordt weergegeven door middel van percentielen.

De gehoorverliezen behorend bij een bepaalde percentielwaarde vertegenwoordigen het groepsaudiogram. Bijvoorbeeld: bij 90% bevindt zich de waarde van het gehoorverlies dat door 90% van het totaal aantal geselecteerde 'oren' overschreden wordt. In dit geval heeft dus 10% van het aantal 'oren' een gehoorverlies overeenkomstig of minder dan de waarde welke door 90% overschreden wordt.

Aan de hand van een rekenvoorbeeld zal nu duidelijk gemaakt worden op welke wijze de berekening van een percentielwaarde gerealiseerd wordt.

### *Rekenvoorbeeld*

Stel dat er 20 audiogrammen beschikbaar zijn op basis waarvan een groepsaudiogram samengesteld moet worden. In figuur 10 zijn alleen de gehoorverliezen van één oor per persoon weergegeven behorend bij 4000 Hz in de volgorde zoals ze aangetroffen werden in het bestand.

Als eerste stap in het berekeningsproces is het verstandig de gevonden waarden te sorteren. Dit is op eenvoudige wijze te realiseren met behulp van een zogenaamde 'turftabel'. Per 5 dB wordt geturfd hoe vaak een overeenkomstige gehoordrempelwaarde voorkomt. Er ontstaat aldus inzicht in hoe de gehoorverliezen verdeeld zijn. Direct wordt het grootste en het kleinste gehoorverlies zichtbaar. In dit geval ligt het kleinste gehoorverlies bij 0 dB en het grootste bij 55 dB. Vanaf de onderkant (dus vanaf -10 dB) is telkens het totaal aantal 'turven' en het cumulatief aantal turven bepaald. De 'cumulatief' kolom groeit bij iedere opvolgende klasse naar het totaal aantal (20 in dit geval). De waarde van het gehoorverlies dat door 90% van de onderzochte groep overschreden wordt en dat 10% van de groep heeft of waar 10% van de groep onder zit wordt als volgt bepaald:

$$\begin{array}{rcl} (100\% - 90\%) & \times (\text{totaal aantal}) & = \\ & 10\% \times 20 & = & 2 \end{array}$$

Het 90ste percentiel (dus de waarde bij 90%) moet liggen bij de klasse behorend bij een cumulatief aantal waarnemingen van 2. In dit geval ligt de 90% waarde bij een gehoorverlies van 0 dB.

Andersom, het 10de percentiel (ofwel de 10% waarde) moet dus liggen bij een cumulatief aantal waarnemingen van  $(100\% - 10\%) \times 20 = 18$ . In dit geval ligt 10% bij 40 dB.

*Bepaling van het gehoorverlies indien de percentielwaarde niet overeenkomt met één der cumulatieve aantallen.*

In figuur 11 wordt aangegeven hoe het gehoorverlies bepaald wordt indien de percentielwaarde niet overeenkomt met één der cumulatieve aantallen. In principe wordt uitgegaan van de cumulatieve aantallen waartussen de percentielwaarde moet liggen. Allereerst wordt het verschil in aantal tussen de bovengelegen en ondergelegen cumulatieve aantallen berekend (in het voorbeeld is dit verschil:  $12 - 9 = 3$ ). Vervolgens wordt het verschil tussen het aantal dat de percentielwaarde vertegenwoordigt (in het voorbeeld is dat 50% van 20 is 10) en het ondergelegen cumulatieve aantal (in het voorbeeld: 9) berekend. (Het verschil in het voorbeeld is:  $10 - 9 = 1$ ). Het gehoorverlies wordt meestal bepaald in stappen van 5 dB. Op basis van evenredigheid tussen de cumulatieve aantallen en het aantal dat bij de percen-

tielwaarde behoort, wordt het bij de percentielwaarde behorend gehoorverlies berekend.

(In het voorbeeld dus  $10 + x$  dB ofwel de percentielwaarde is:

$$10 + (10-9) / (12-9) \times (15-10) = 10 + 1,66$$

ofwel afgerond:  $10 + 2 = 12$  dB.)

Ditzelfde kan gerealiseerd worden met de percentielen behorend bij 75% en 25% van de groep. (Dus in het voorbeeld de gehoorverliezen welke behoren bij de cumulatieve aantallen van respectievelijk 5 en 15).

### 2.3.2 Regels bij samenstellen van groepsaudiogram

In het voorbeeld, zoals getoond in figuur 10, is duidelijk te zien dat het vanwege de grote onnauwkeurigheid bij een kleine groep niet interessant is om de 10de en de 90ste percentielwaarde te berekenen. In feite gaat het in beide gevallen om slechts twee waarden (afkomstig van slechts 2 oren). Voor de praktijk gelden de volgende rekenregels: bij groepen van meer dan 5 alleen de mediaan ofwel het 50ste percentiel berekenen, bij groepen van 10 of meer personen eveneens het 75ste en 25ste percentiel en bij groepen van 25 of meer personen ook het 90ste en 10de percentiel berekenen. Daarbij worden van iedere persoon de gegevens van beide oren gebruikt. **Literatuurverwijzing**

### 2.3.3 Leeftijdscorrectie en berekening van het effect van blootstelling aan lawaai

Internationaal zijn de ouderdomsgehoorverliezen vastgelegd in tabellen en in de vorm van formules. Tabel 5 geeft een voorbeeld van zo'n tabel uit de ISO-norm 7029. In deze ISO-norm worden de gehoordrempelwaarden gegeven voor de verschillende frequenties van zowel mannen als vrouwen bij verschillende leeftijden. Met behulp van deze norm kunnen voor diverse leeftijden groepsaudiogrammen samengesteld worden van zowel mannen als vrouwen welke in hun werk niet aan lawaai blootgesteld worden. Ook zijn in deze norm formules opgenomen om voor iedere willekeurige leeftijd vanaf 18 tot en met 65 jaar per jaar de op grond van de leeftijd te verwachten gehoorscherp te berekenen. Het softwarepakket AUDIAM berekent de percentielen op basis van gemiddelde leeftijd met behulp van de in de ISO norm gegeven formule.

Dus voordat deze berekening uitgevoerd wordt, moet eerst de gemiddelde leeftijd van de geselecteerde (door lawaai belaste) groep berekend worden. In de ISO-tabel of met behulp van de in de norm opgenomen formule kan voor deze zojuist berekende gemiddelde leeftijd voor de verschillende percentielen de gehoordrempel opgezocht worden. Aldus ontstaat een groepsaudiogram van een 'schone' of niet

aan lawaai blootgestelde groep (in vervolg wordt deze groep "ISO-referentiegroep" genoemd) met dezelfde gemiddelde leeftijd als de onderzochte groep.

Een mogelijk effect van de blootstelling aan lawaai wordt zichtbaar indien het groepsaudiogram van de onderzochte groep wordt vergeleken met de uit de ISO-tabel afgeleide "schone" groep.

In tabel 3 wordt onderaan het verschil ten opzichte van de ISO-referentiegroep weergegeven. Bij tabel 3 is ook een figuur weergegeven met daarin het groepsaudiogram van de onderzochte groep. Eveneens is daarbij op basis van de gemiddelde leeftijd van de onderzochte groep het verschil ten opzichte van een uit de ISO-norm afgeleide 'schone groep' weergegeven.

De invloed op het gehoorverlies als gevolg van blootstelling aan lawaai is het meest zichtbaar bij 4000 Hz. Naarmate de verschillen groter worden, wordt het steeds waarschijnlijker dat er sprake kan zijn van een gehoorbeschadiging met als oorzaak lawaai.

#### **2.3.4 Invloed van een niet schone otologische anamnese op het groepsaudiogram van de "door lawaai belaste" groep**

In de voorgaande paragraaf is aangegeven de wijze waarop de belaste groep vergeleken kan worden met een "schone" ISO-referentiegroep. Deze "schone" referentiegroep is afgeleid uit gegevens afkomstig van geselecteerde groepen personen waarvan wordt aangenomen dat alleen de veroudering invloed heeft gehad op de gehoorscherppte. Bij de ISO-referentiegroep zijn dus alleen de gehoordrempelwaarden in de databank opgenomen, waarvan zeker was, dat die waarden afkomstig waren van personen waarbij geen andere oorzaken van gehoorverlies, zoals infectieziekten, ototoxische geneesmiddelen, oorontstekingen, hoofdletsels en lawaaiexposities, aanwezig waren.

De in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma verzamelde gegevens van een door lawaai belaste groep werknemers zijn meestal niet geselecteerd op gehooranamnese. In het TNO rapport "De relatie tussen gehoorverlies en leeftijd" [?] is nagegaan of de gegevens van een "schone" ISO referentieroep gebruikt kunnen worden als referentie voor groepen waarvoor geen selectie op gehooranamnese heeft plaatsgevonden. In het genoemde rapport wordt geconcludeerd dat met betrekking tot ongeselecteerde groepen werknemers (mannen en vrouwen) die in lawaai werken, de ISO-referentiegroep, zoals beschreven in de ISO norm 7029 kan dienen als referentiegroep. Slechts een kleine correctie op de uit de norm afgeleide drempelwaarden is nodig. In tabel 7 worden deze correctiewaarden gegeven.

De referentiewaarden voor een ongeselecteerde groep werknemers waarvoor geen otologische selectie heeft plaatsgevonden kunnen als volgt berekend worden. Bepaal uit de ISO tabel voor de gemiddelde leeftijd van de onderzochte groep de

gehoordrempelwaarden behorend bij de verschillende percentielwaarden en tel vervolgens bij de aldus verkregen ISO referentiewaarden de in tabel 5 gegeven correctiewaarden op. Het resultaat is een set referentiewaarden voor de betrokken groep.

Het groepsaudiogram van de betrokken groep kan nu vergeleken worden met de berekende set referentiewaarden waardoor een mogelijk effect als gevolg van blootstelling aan lawaai zichtbaar wordt.

### **2.3.5 Leeftijdsverdeling van de geselecteerde "door lawaai belaste" groep**

Bij de vergelijking van de belaste groep met de ISO referentiegroep is uitgegaan van de gemiddelde leeftijd van de belaste groep. Daarbij moet er van uitgegaan worden dat de belaste groep voor wat betreft leeftijdsopbouw homogeen verdeeld is. Een groep werknemers met zeer uiteenlopende leeftijden kan een inhomogeen groepsaudiogram tot gevolg hebben. Met name de 10% en 25% waarden kunnen hoger uitvallen. In dit geval mag niet zo maar het berekende groepsaudiogram vergeleken worden met het groepsaudiogram behorende bij de ISO-referentiegroep.

### **2.3.6 Verdergaande selectie naar deelgroepen**

Is een bepaalde populatie groot genoeg dan is het mogelijk selecties te maken van deelgroepen, bijvoorbeeld van personen welke uitsluitend in hun huidige beroep in lawaai gewerkt hebben en/of van personen die in hun vrije tijd geen lawaaiïge hobby beoefenen. Indien na een dergelijke selectie alsnog een 'lawaai-effect' zichtbaar wordt, 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 wordt om andere redenen geen verdere groepsselectie toegepast dan is het aan te bevelen 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 te berekenen. Voor de gehele groep kan dan tevens de gemiddelde arbeidstijd in het huidige beroep berekend worden. De resultaten geven inzicht in de gemiddelde expositietijd tijdens vorig en huidig beroep.

### **2.3.7 Inzicht in bedrijfspopulatie voor het samenstellen van (deel)groepen**

Een bedrijfspopulatie kan meestal ingedeeld worden in deelgroepen. In tabel 2 zijn mogelijke selecties aangegeven. Voordat een bedrijfspopulatie onderverdeeld wordt in deelgroepen, is het van belang te weten hoe een bedrijfspopulatie is opgebouwd.



In ieder geval moet men de volgende kentallen weten:

- het aantal werknemers per afdeling;
- de leeftijdsopbouw van de werknemers in bedrijf en/of afdeling;
- het aantal werknemers per geluidbelastingklasse;
- typen van toegepaste gehoorbeschermingsmiddelen.

### **2.3.8 Presentatie van groepsgegevens aan management**

Het op een andere wijze presenteren van groepsgehoorgegevens is in figuur 12 aangegeven. Het betreft hier een presentatie van alleen de gehoorgegevens, welke geregistreerd werden bij de frequentie van 4000 Hz. Het getoonde staafdiagram is geschikt voor een presentatie aan het management van een bedrijf. Ook is in het staafdiagram een vergelijking gemaakt met een referentie groep met dezelfde gemiddelde leeftijd als de onderzochte groep. In gehoorverliesklassen van 15 dB te beginnen vanaf 0 dB wordt telkens het percentage oren ten opzichte van het totaal aantal in de groep gegeven dat zich in de betreffende klasse bevindt. Zo kan men snel zien hoe de verhouding zien tussen het aantal 'ernstig' beschadigden en het aantal 'beginnend' beschadigde oren. Indien naast de staaf van de onderzochte groep de staaf van een referentiegroep getekend wordt krijgt men direct een indruk van de omvang van de schade.

### **2.3.9 Presentatie van afdelingen ten opzichte van elkaar**

Om na te kunnen gaan hoe afdelingen ten opzichte van elkaar ervoor staan is de in de voorgaande paragraaf 2.3.8 beschreven presentatie van de verdelingen bij 4000 Hz in een staafdiagram zeer geschikt. De staven voor de verschillende afdelingen inclusief de bijbehorende referentie staven worden naast elkaar afgebeeld waardoor een totaalbeeld ontstaat omtrent de afdelingen en de aldaar aanwezige gehoorschade. Figuur 12.2 geeft een voorbeeld van een bedrijf met verschillende afdelingen. Duidelijk is te zien dat er afdelingen zijn met veel aanwezige gehoorschade.

### **2.3.10 Presenteren van groepsgehoorgegevens in verband met slechthorendheid**

Het betreft hier het weergeven van de mate van slechthorendheid in een groep werknemers. Dit in verband met de mogelijkheid dat werknemers in lawaai in een eventuele combinatie met gehoorbeschermingsmiddelen niet altijd (waarschuwings)signalen kunnen waarnemen. De te berekenen kentallen kunnen in combinatie met de geluidbelasting aanleiding zijn tot speciale maatregelen. Als een groepsaudiogram wordt samengesteld en vervolgens weergegeven, wordt eveneens

een klassering van het gemiddeld gehoorverlies van beide oren bij de frequentie 2000 Hz en 4000 Hz gegeven zonder verrekening van eventuele leeftijdsinvloeden.

Daarbij wordt de onderstaande formule gehanteerd:

$$\text{Gemiddeld gehoorverlies} = (Li(2000) + Li(4000) + Re(2000) + Re(4000)) / 4$$

Li: gehoorverlies linkeroor in dB bij de gegeven toonhoogte in Hz.

Re: gehoorverlies rechteroer in dB bij de gegeven toonhoogte in Hz.

Voor de indeling van het aantal personen dat in bepaalde klasse valt, worden de volgende grenzen gehanteerd:

Gemiddeld gehoorverlies	Beoordeling van mate van slechthorendheid
tot 30 dB	geen
van 30 tot 45 dB	enigermate
van 45 tot 60 dB	ja
van 60 dB en meer	ja , zeer

Analyse op individueel niveau van tijdens gehoorbeschermingsprogramma verzamelde gegevens

### 2.3.11 Beoordeling effect van blootstelling aan lawaai

Vergelijking van het individuele gehoorverlies met het te verwachten normale ouderdomsgehoorverlies en de beoordeling van een eventueel effect van blootstelling aan lawaai. Uit tabel 5 blijkt dat er bij normale ouderdomsgehoorverliezen al sprake is van een grote spreiding. Bijvoorbeeld het gehoorverlies bij 4000 Hz van 40 jarige mannen is bij 10% van de mannen gelijk of minder dan -4 dB terwijl er aan de andere zijde van de verdeling 10% van de mannen een gehoorverlies van 23 dB of meer heeft. Er is in dit geval sprake van een traject van 27 dB waarbinnen zich de waarde van het gehoorverlies van 80% van de populatie bevindt. Ligt het gemeten individuele gehoorverlies binnen deze marge, dan is het onduidelijk of een gehoorverlies nu ontstaan is als gevolg van lawaai-blootstelling of dat er sprake is van een "normaal" ouderdomsgehoorverlies.

Hierna wordt een beslisschema gegeven aan de hand waarvan een individueel audiogram van een aan lawaai geëxponeerde werknemer beoordeeld kan worden.

Schematisch ziet zo'n beoordeling er als volgt uit:

Gemiddelde *) waarde van het individuele gehoorverlies komt overeen of past in het gebied van de bij de hieronder genoemde percentielen behorende gemiddelde ouderdomsgehoorverliezen op basis van de ISO-norm 7029	Beoordeling van het gemiddelde *) gehoorverlies in verband met lawaai-belasting
tot ten hoogste 90%	goed
vanaf 90% tot ten hoogste 50%	goed
vanaf 50% tot ten hoogste 10%	nog normaal
vanaf 10%	afwijkend

\*) Gemiddelde waarde van vastgestelde gehoorverliezen bij 2000, 3000, 4000 en 6000 Hz van beide oren.

Uit voorgaand schema kan bepaald worden of de gehoorscherpthe van de betrokken werknemer al dan niet normaal is voor de leeftijd. Een afwijkend gehoorverlies kan veroorzaakt zijn door de invloed van lawaai. Dit geldt indien zeker is dat er geen andere duidelijk aanwijsbare redenen in de gehooranamnese aanwezig zijn welke gehoorschade tot gevolg kunnen hebben dan lawaai-expositie en veroudering.

Figuur 13 geeft een voorbeeld van een op basis van de in het beslisschema aangegeven methode door de computer uitgevoerde berekening. De berekening kan de computer uitvoeren op het moment dat de audiometrie-gegevens beschikbaar komen na het gehooronderzoek. De beoordeling kan direct met de betreffende

werknemer besproken worden. Ook kan achteraf het gehele bestand met behulp van een computer "doorlopen" worden ter beoordeling van de ingevoerde individuele audiogramgegevens.

Bij het gebruik van het beslisschema ter beoordeling van individuele audiogrammen moet wel zeer zorgvuldig te werk worden gegaan. Er moet een duidelijk beeld zijn van de lawaaioxpositie tijdens de huidige beroepsuitoefening, tijdens vroeger werk en thuis bij het uitoefenen van hobbies. De beoordeling in aanwezigheid van een werknemer kan bijdragen tot de motivatie van de werknemer zichzelf tijdens lawaaioxpositie te beschermen tegen lawaai.

Om een handmatige beoordeling aan de hand van de beslisschema's, zoals gegeven in de tabellen 6.1 en 6.2, op eenvoudige wijze te kunnen realiseren is aan tabel 6 nog een beschrijving van een eenvoudige hulpmethode toegevoegd.

### **2.3.12 Is er sprake van 'Lawaaislechthorendheid' of 'Beroepsziekte'**

Hardhorendheid of doofheid ten gevolge van lawaai, samengevat onder de term 'lawaaislechthorendheid' is een verlies van de gehoorfunctie, dat in hoofdzaak een gevolg is van arbeid of arbeidsomstandigheden. Lawaaislechthorendheid kan aangetoond worden door vergelijking met een eerder audiogram, zo mogelijk vervaardigd vóór blootstelling aan lawaai.

Het audiogram waarop het criterium 'beroepsziekte' wordt beoordeeld dient gemaakt te zijn onder standaardcondities. Indien het gehoorverlies bij 4000 Hz groter is dan bij 90% van de referentiepopulatie van de ISO 7029 bij dezelfde frequentie, dan is er sprake van een gehoorverlies dat voldoet aan de criteria voor registratie van lawaaislechthorendheid als mogelijke beroepsziekte. In tabel 5.2 is een overzicht opgenomen met de referentiewaarden voor respectievelijk 4000 Hz en 1000 Hz van zowel mannen als vrouwen in leeftijdsklassen van 5 jaar vanaf de leeftijd van 20 jaar. De registratie richtlijn zoals die is vastgesteld door het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten is vermeld in tabel 8.

### **3 Longitudinale analyse van tijdens gehoorbeschermingsprogramma's verzamelde gegevens**

Indien een gehoorbeschermingsprogramma periodiek in een bedrijf wordt uitgevoerd ontstaat op de lange duur een beeld van het verloop van eventuele gehoorverliezen bij werknemers. Indien niet te veel verloop in groepssamenstelling plaatsvindt is het mogelijk vergelijkingen te maken tussen de resultaten afkomstig van verschillende in de loop der jaren uitgevoerde onderzoeken.

Figuur 14 geeft aan op welke wijze een en ander gepresenteerd kan worden. De ontwikkeling van het gehoorverlies is nu in kaart gebracht en daarmee ook een aanwijzing ten aanzien van de effectiviteit van een gehoorbeschermingsprogramma.

In figuur 15 is nog een beeld gegeven van de individuele ontwikkeling.

## **4 Code systemen**

## **5 Literatuur**

### **5.1 Algemeen**

In paragraaf 5.2 zijn de titels van literatuur gegeven, welke onderwerpen in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's behandelen. De in deze paragraaf genoemde normen zijn verkrijgbaar bij het Nederlands Normalisatie Instituut (NNI) te Delft.

Indien een Arbodienst een eerste stap wil zetten op het gebied van integrale gehoorbeschermingsprogramma's dan is het rapport "Integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Handleiding voor de bedrijfsgezondheidszorg. Studiereeks nr. S 36, Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg, 1987." zeer aan te bevelen. In paragraaf 5.3 worden de rapporten genoemd welke de in deze handleiding genoemde onderwerpen verder onderbouwen.

De meeste rapporten of publikaties, genoemd in paragraaf 5.3 zijn verkrijgbaar of aanwezig bij TNO Preventie en Gezondheid te Leiden.

### **5.2 Overzicht te raadplegen algemene literatuur**

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION DIS/ISO 1999.1, 1982 and DIS/ISO 1999.2, 1982 Acoustics-Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 7029, 1984. Acousticsthreshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 6189, 1983. Acoustics-pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes.

### **5.3 Rapporten en publicaties in het kader van integrale gehoorbeschermingsprogramma's**

ABEL, S.M., P.W. ALBERTI & K. RIKO. User fitting of hearing protectors: attenuation results. In: P.W. Alberti (red.). Personal hearing protection in industry. New York, Raven press, 1981. Pp. 315-322

- ABEL, S.M., P.W. ALBERTI, C. HAYTHORNTHWAITE & K. RIKO. Speech intelligibility in noise; effects of fluency and hearing protector type. *J. Acoust. Soc. Am.* 71 (1982) 708-716
- ABEL, S.M., H. KUNOV, M.K. PICHORA-FULLER & P.W. ALBERTI. The effect of hearing protection on narrowband signal detection in industrial noise. *J. Otolaryngol.* 12 (1983) 83
- ABEL, S.M., H. KUNOV, M.K. PICHORA-FULLER & P.W. ALBERTI. Signal detection in industrial noise. *Scand. Audiol.* 14 (1985) 161-173
- ACTON, W.I. Problems associated with the use of hearing protection. *Ann. Occup. Hyg.* 20 (1977) 387-395
- ANDERSON, H.P. *Statistische methoden in de audiometrie.* 's-Gravenhage, Ned. Ver. Bedrijfsaudiometrie, 1982.
- ARBEIDSINSPECTIE. *Gehoorbescherming.* 's-Gravenhage, 1982 (Publ. bl. P 138)
- ARBEIDSINSPECTIE. *Lawaai op de Arbeidsplaats. Algemeen. Publikatie blad P 166-1*
- ARBEIDSINSPECTIE. *Lawaai op de Arbeidsplaats. Gehoorbescherming. Publikatieblad P 166-2*
- ARBEIDSOMSTANDIGHEDENWET. Stb 664, 1980.
- ATHERLEY, G.R.C. & W.G. NOBLE. Effect of ear-defenders (ear muffs) on the localization of sound. *Br. J. Ind. Med.* 27 (1980) 260-265
- AXELSSON, K.A., AXELSSON & A. JONSSON. Aspects on personal noise protection. *Scand. Audiol.* 7 (1978) 247-253
- BEHAR, A. Field evaluation of hearing protectors. *Noise Cont. Eng. J.* 24 (1985) 13-18
- BERANEK, L.L. *Noise and vibration control.* New York, McGraw Hill, 1971.
- BERG, R. VAN DEN, W. PASSCHIER-VERMEER. *Geluidmetingen op de arbeidsplaats in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's. Meetprotocol ter bepaling van geluidexpositieniveaus.* Leiden, NIPG-TNO, 1985. (ICG proj. LA-06-1)
- BERG, R. VAN DEN. *Lawaai bestrijding: Achtergronden, aanpak en methoden; praktijkvoorbeelden.* Leiden, NIPG-TNO, 1985 (publ. 85027)



BERG, R. VAN DEN. Geluidmetingen op de arbeidsplaats in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's -meetprotocol ter bepaling van geluidexpositieniveaus. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. RÖVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO, 1985. Pp. 51-64

BERG, R. VAN DEN. Lawaaibestrijding als onderdeel van een gehoorbeschermingsprogramma. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. RÖVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO 1985. Pp. 83-106

BERG, R. VAN DEN, A.J.M. RÖVEKAMP & D. VAN DER REE. Evaluatie van resultaten van geluidmetingen in gehoorbeschermingsprogramma's.

Leiden, NIPG-TNO, 1986.

BERG, R. VAN DEN, A.H. GRUNDEL & W. PASSCHIER-VERMEER. De effectiviteit van in de gehoorgang gedragen gehoorbeschermingsmiddelen in praktijksituaties. Leiden, NIPG-TNO, 1986.

BERG, R. VAN DEN, D. VAN DER REE & A.A. JURRIENS. Analyse van factoren als basis voor een verbodswetgeving voor arbeidsplaatsen met een geluidexpositieniveau hoger dan 95 dB(A) en van een daaraan gekoppeld ontheffingstelsel. Leiden, NIPG-TNO, 1985.

CARGO/TNO. Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma. 's-Gravenhage, 1981.

EUROPESE ECONOMISCHE GEMEENSCHAP. Richtlijn van de Raad betreffende de bescherming van werknemers tegen de risico's van blootstelling aan chemische, fysische en biologische agentia op het werk: Lawaai. Luxemburg, 1985.

GRUNDEL, A.H. & D. VAN DER REE. Voorlichting in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. RÖVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO 1985. Pp. 27-50

GRUNDEL, A.H. & D. VAN DER REE. Gehoorbeschermingsprogramma in de praktijk: Voorlichting en audiometrie. Leiden, NIPG-TNO, 1986.

HEALTH AND SAFETY COMMISSION. Protection of hearing at work; consultive document. London, 1982.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION 225, 1966. Octave, half-octave and third octave band filters intended for analysis of sounds and vibrations. Genève, 1966.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION 303, 1970. IEC provisional reference coupler for the calibration of earphones used in audiometry. Genève, 1970.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION 318, 1970. An IEC artificial ear, of the wide band type, for the calibration of earphones used in audiometry. Genève, 1970.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION 645, 1980. Audio-meters. Genève, 1980.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION 651, 1980. Sound level meters. Genève, 1980.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION 804, 1985. Integrating average sound level meters. Genève, 1985.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 389, 1975. Acoustics standard reference zero for the calibration of pure-tone air conduction audiometers.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 4869, 1981. Acoustics measurement of sound attenuation of hearing protectors-subjective method.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION DIS/ISO 1999.1, 1982 and DIS/ISO 1999.2, 1985. Acoustics-determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 7029, 1984. Acoustics-threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons. Genève, 1984.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 7029, 1984. Acoustics-threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons.

JONGE, H. DE. Inleiding tot de medische statistiek. Groningen, Wolters-Noordhoff, 1963.

JURRIENS, A.A., R. VAN DEN BERG & A.H. GRUNDEL. Intercomparison of measurements on ear protectors by subjective and objective methods, Netherlands contribution. Delft, IMG-TNO, 1983 (B 579)

KRYTER, K.D. Effects of ear protective devices on the intelligibility of speech in noise. J. Acoust. Soc. Am. 18 (1946) 413-417

KRYTER, K.D. The effects of noise on man. New York, Academy Press, 1985.

NEN 3011 Veiligheidskleuren en -tekens; 3e drk. Delft, 1977.

PASSCHIER-VERMEER, W. Bedrijfsgeneeskundige inbreng bij de voorkoming van gehoorschade door lawaai op de arbeidsplaats. Geluid en Omgeving 5 (1982) 85-87

PASSCHIER-VERMEER, W. Periodiciteit van audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma. Delft, IMG-TNO, 1979 (rep. B 413)

PASSCHIER-VERMEER, W. Bedrijfsaudiometrie en presbycusis. Delft, IMG-TNO, 1983. (rep. B 548)

PASSCHIER-VERMEER, W. Audiometrie en Anamnese. Delft, IMG-TNO, 1984a. (rep. B 610)

PASSCHIER-VERMEER, W. Groepsaudiogram en Lawaaiexpositieniveau. Delft, IMG-TNO, 1984b. (rep. B 626)

PASSCHIER-VERMEER, W. & A.A. JURRIENS. Industrielawaai. Schattingen naarbedrijfs grootte en industriële bedrijfsklasse van de omvang van de problematiek; 5e versie. Delft, IMG-TNO, (rep. B 493)

PASSCHIER-VERMEER, W., D. GRUNDEL & A.J.M. RÖVEKAMP. Reproduceerbaarheid en leereffect bij toondrempelaudiometrie. Leiden, NIPG-TNO, 1985.

PASSCHIER-VERMEER, W. & A.A. JURRIENS. Omvang van de lawaai-problematiek in de Nederlandse industrie. Geluid en Omgeving 8 (1985) 83-90

PASSCHIER-VERMEER, W. De relatie tussen gehoorverlies en leeftijd. Leiden, NIPG-TNO, 1985.

PASSCHIER-VERMEER, W. Integrale gehoorbeschermingsprogramma's en de rol van de bedrijfsaudiometrie. In: W. PASSCHIER-VERMEER et al. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA, 1985. Pp. 1-26

PASSCHIER-VERMEER, W., A.H. GRUNDEL & A.J.M. RÖVEKAMP. Reproduceerbaarheid drempelaudiometrie en de beoordeling van gehoorscherppe veranderingen in de loop der jaren bij aan lawaai geëxponeerde werknemers. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai. Voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. 1985. Pp. 125-144

PASSCHIER-VERMEER, W. & 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. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai. Voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. 1985. Pp. 185-202

PASSCHIER-VERMEER, W., A.H. GRUNDEL & R. VAN DEN BERG, et al. Achtergrondinformatie bij de rapportering van een gehoorbeschermingsprogramma. Leiden, NIPG-TNO, 1986 (pbl. 86004)

PASSCHIER-VERMEER, W. & A.J.M. RÖVEKAMP. Vergelijking van gehoorverliezen bij zes vaste frequenties tussen 500 en 6000 Hz met gehoorverliezen in een continu audiogram over hetzelfde frequentiegebied. T. Bedrijfsaudiometrie 11 (1986) 1, Pp. 16-20

PASSCHIER-VERMEER, W. Gehoorschade door lawaai; methoden om op individueel en groepsniveau gebruik te maken van het verband tussen lawaai en gehoorschade door lawaai. Leiden, NIPG-TNO, 1986.

PASSCHIER-VERMEER, W. Regelingen en aanbevelingen voor de aanpak van de lawaaiproblematiek in bedrijven ter voorkoming van gehoorschade door lawaai op de arbeidsplaats. Leiden, NIPG-TNO, 1986.

PASSCHIER-VERMEER, W. Statistische aspecten bij de verwerking van audiometrische gegevens. Leiden, NIPG-TNO, 1987.

PASSCHIER-VERMEER, W. Beschrijving van het project preventie gehoorschade. NIPG-TNO-rapport. Leiden, oktober 1987. Verschijnt als rapport in het kader van de LA-reeks van de ICG.

RÖVEKAMP, A.J.M. Automatische verwerking van gegevens bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA, 1985. Pp. 145-184

RÖVEKAMP, A.J.M. & R. VAN DEN BERG. Reproduceerbaarheid van geluid-dosimetrie. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai. Voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA, 1985. Pp. 65-82

RÖVEKAMP, A.J.M. & W. PASSCHIER-VERMEER. Anamnese tijdens gehooronderzoek bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma. NIPG/TNO, 1987.

SPOOR, A. Presbycusis valued in relation to noise-induced loss. *Int. Audiol.* 6 (1967) 48-57

SPOOR, A. & W. PASSCHIER-VERMEER. spread in hearing levels of non-noise exposed people at various ages. *Int. Audiol.* 8 (1969) 328-336

STEENBRUGGE, B. VAN, E. GERRITSEN & J.C. TUKKER. Inventarisatie basiskennis geluidarm installeren. Voorburg, Min. Soc. Zaken Werkgelegenheid, 1984. (ICG-rep. LA-HR-03-01)

STEENBRUGGE, B. VAN. Geluidbeheersing, lawaai bestrijding. 's-Gravenhage, Nijgh & van Ditmar. 1975.

STRAATSMA, H. geluidbewust construeren. *De Constructeur* (1981) no. 10, themanummer.

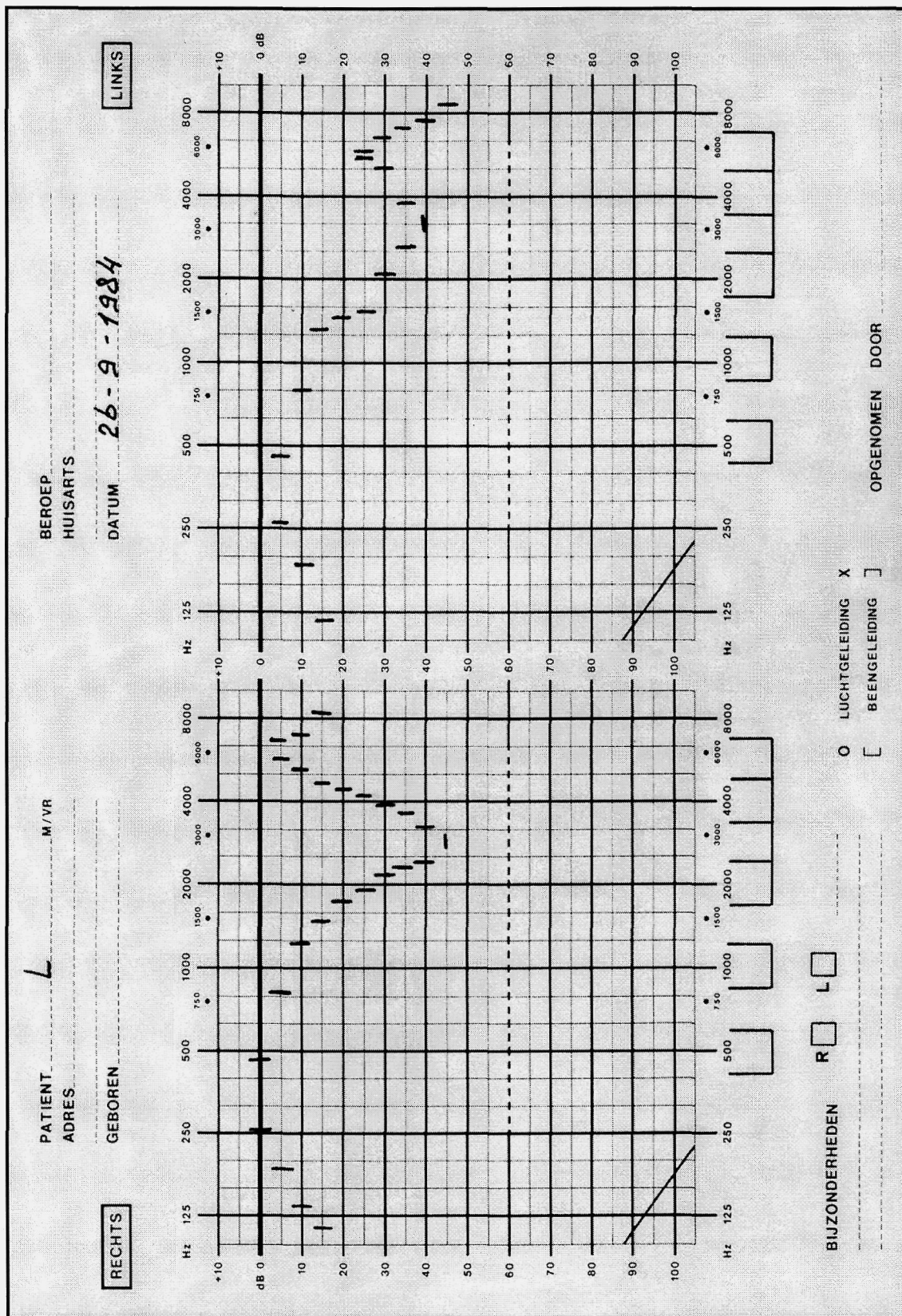
TUKKER, J.C. & Tj. TEN WOLDE. Meting en beoordeling van schadelijk lawaai op de arbeidsplaats. Voorburg, Min. Soc. Zaken Werkgelegenh., 1983. (ICG-rep. LA-HR-07-01)

TUKKER, J.C. Inventarisatie basiskennis geluidarm construeren. Voorburg, Min. Soc. Zaken Werkgelegenheid., 1984 (ICG rep. LA-HR-03-02)

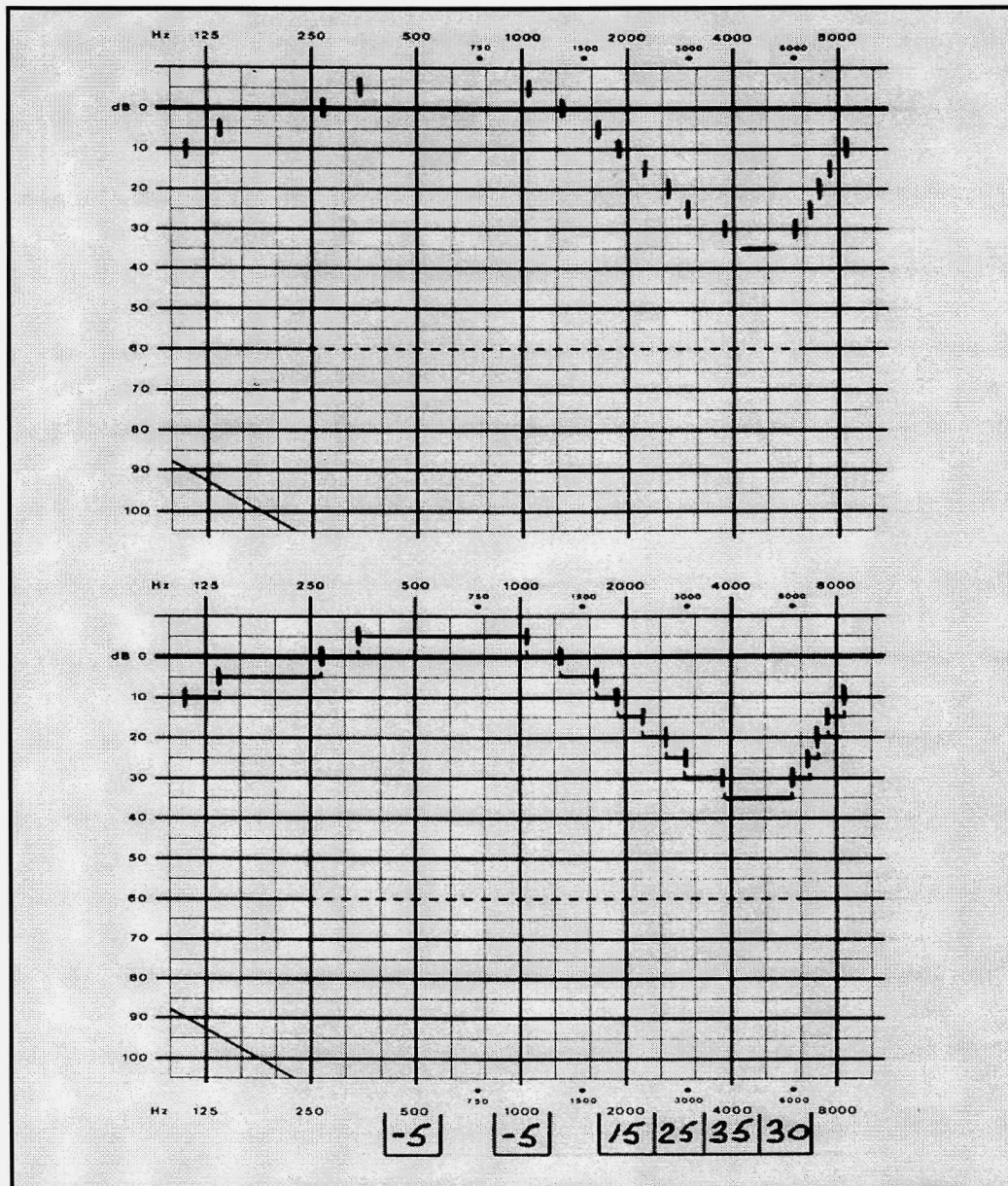
## 6 Figuren 1- 15

1. Drempelaudiogram opgenomen volgens de continue drempel methode.
2. Uitlezing van een volgens de continue methode opgenomen drempelaudiogram.
3. Afbeelding van de voorkant van de KNO anamnesekaart.
4. Afbeelding van de achterkant van de KNO anamnesekaart (samenvattend overzicht).
5. Automatisch verzamelen van audiometrie- en (lawaai)anamnesegegevens.
6. Uitvoer van een automatisch werkende audiometer aanbrengen op een (lawaai) anamnesekaart.
7. Automatisch verwerken van informatie afkomstig uit gehoorbeschermingsprogramma's.
8. TNO gehoor- en (lawaai) anamnesekaart als hulp bij automatische gegevensverwerking.
9. Groepsaudiogram van timmerlieden in de leeftijd van 55 tot en met 65 jaar.
10. Rekenvoorbeeld met turftabel voor een groepsaudiogram bij 4000 Hz.
11. Berekening van het tussengelegen aantal.
12. Voorbeelden van staafdiagrammen.
13. Individueel audiogram inclusief beoordeling.
14. Longitudinale analyse van gehoorverliezen bij 4000 Hz bij 5 keer audiometreeren (N=32)
15. Longitudinaal overzicht van individueel audiogram

Figuur 1. Drempelaudiogram opgenomen volgens de continue drempelmethode



Figuur 2. Uitlezing van een volgens de continue methode opgenomen drempelaudiogram Testresultaat (boven) en bepaling gehoordrempels (onder)

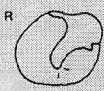



Bepaling gehoordrempels uit de testresultaten volgens de continue methode

Geef steeds aan over een bepaald frequentiegebied, met een lijn evenwijdig aan de frequentie-as, het laagste niveau dat de testpersoon juist kan horen. Elke lijn trekt men vanaf een streepje op het niveau waar het streepje gezet is tot aan de frequentie van het er naast getekende streepje, dat op een 5 dB lager niveau ligt. De lijnen kunnen met elkaar verbonden worden door de streepjes tot aan een 5 dB hoger niveau te laten doorlopen.

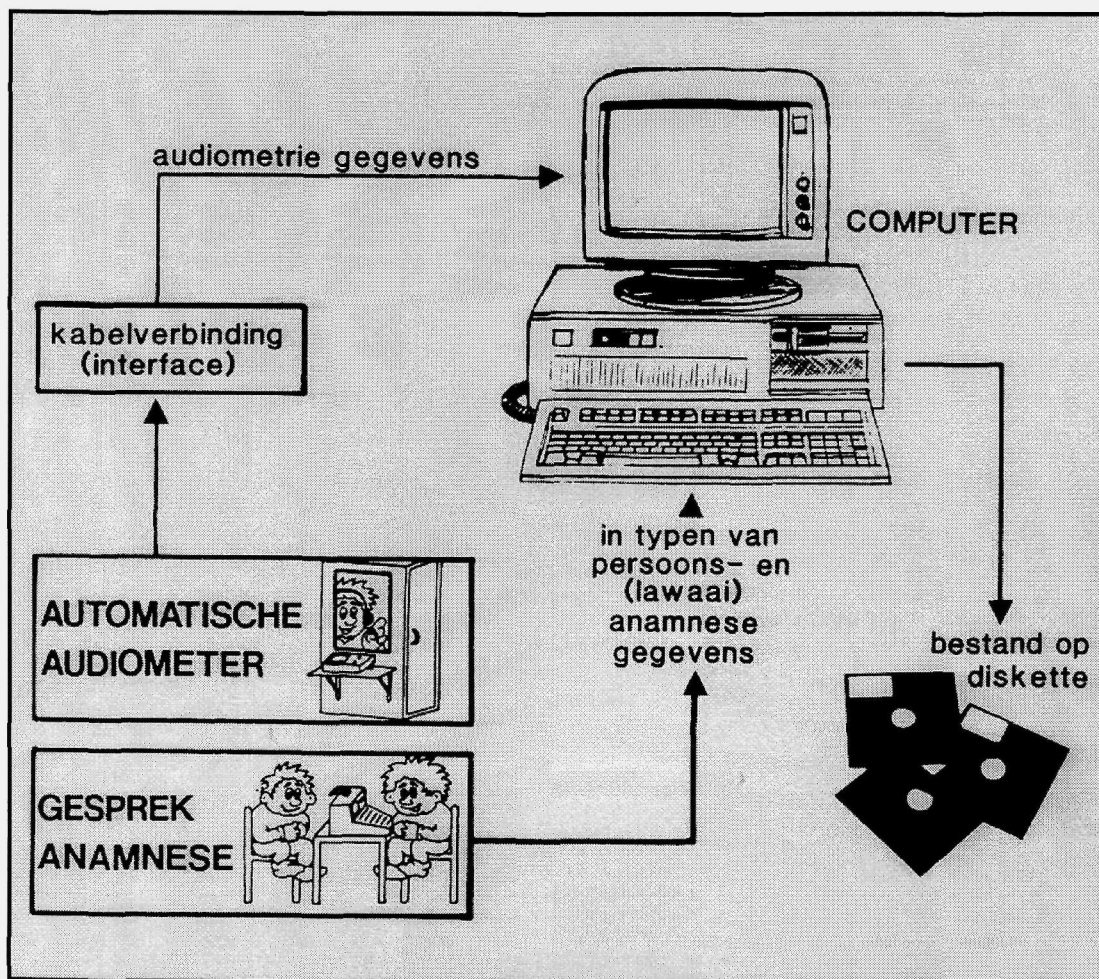


Figuur 3. Afbeelding van de voorkant van de kno-anamnesekaart

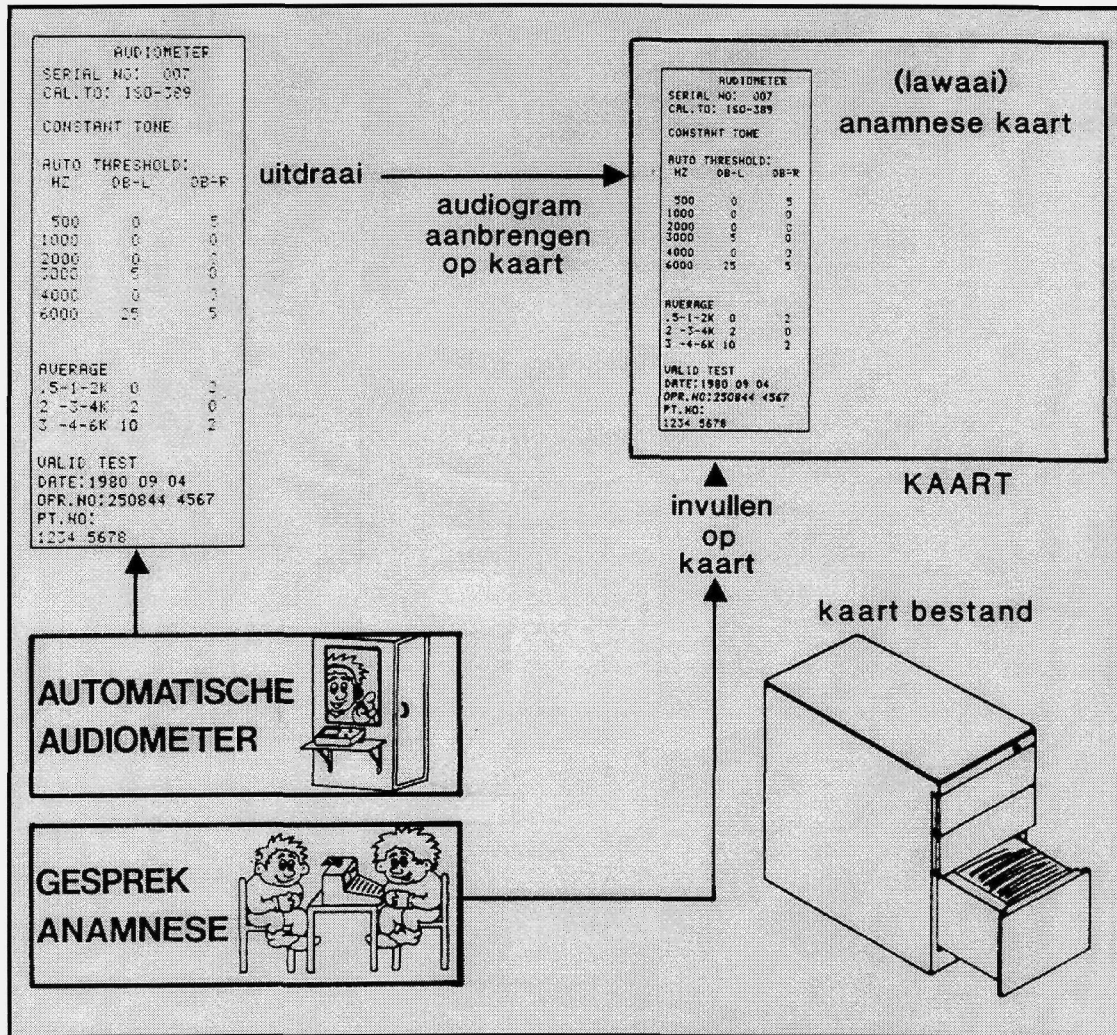
Naam/Voorl. 1 Persoons nr. 2 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		BGD nr. 9 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>																																	
Man 3 <input type="checkbox"/> Vrouw 4 <input type="checkbox"/>		Bedrijfs nr. 10 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>																																	
Geboortedatum 5 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Onderzoek volg nr. 11 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>																																	
Afdeling 6 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		eerste 12 <input type="checkbox"/> vervolg 13 <input type="checkbox"/>																																	
sinds 7 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		onderzoek datum 14 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>																																	
Werkzaamheden 8 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Verstaan van spraak																																	
Otol. anamnese		niet goed <input type="checkbox"/> goed <input type="checkbox"/>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>R</th> <th>L</th> <th>Wanneer?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>oorspijn</td> <td>15 <input type="checkbox"/></td> <td>16 <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>loopoor</td> <td>17 <input type="checkbox"/></td> <td>18 <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>oorontsteking</td> <td>19 <input type="checkbox"/></td> <td>20 <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>oortoperatie</td> <td>21 <input type="checkbox"/></td> <td>22 <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>oorongeval</td> <td>23 <input type="checkbox"/></td> <td>24 <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>anders</td> <td>25 <input type="checkbox"/></td> <td>26 <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>schedeltrauma</td> <td colspan="2">27 <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			R	L	Wanneer?	oorspijn	15 <input type="checkbox"/>	16 <input type="checkbox"/>		loopoor	17 <input type="checkbox"/>	18 <input type="checkbox"/>		oorontsteking	19 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>		oortoperatie	21 <input type="checkbox"/>	22 <input type="checkbox"/>		oorongeval	23 <input type="checkbox"/>	24 <input type="checkbox"/>		anders	25 <input type="checkbox"/>	26 <input type="checkbox"/>		schedeltrauma	27 <input type="checkbox"/>			tweegesprek in rustig milieu 57 <input type="checkbox"/> 58 <input type="checkbox"/>	
	R	L	Wanneer?																																
oorspijn	15 <input type="checkbox"/>	16 <input type="checkbox"/>																																	
loopoor	17 <input type="checkbox"/>	18 <input type="checkbox"/>																																	
oorontsteking	19 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>																																	
oortoperatie	21 <input type="checkbox"/>	22 <input type="checkbox"/>																																	
oorongeval	23 <input type="checkbox"/>	24 <input type="checkbox"/>																																	
anders	25 <input type="checkbox"/>	26 <input type="checkbox"/>																																	
schedeltrauma	27 <input type="checkbox"/>																																		
		tweegesprek in lawaaig milieu 59 <input type="checkbox"/> 60 <input type="checkbox"/>																																	
		kerk, toneel, vergadering 61 <input type="checkbox"/> 62 <input type="checkbox"/>																																	
		radio, televisie 63 <input type="checkbox"/> 64 <input type="checkbox"/>																																	
		telefoongesprek R 65 <input type="checkbox"/> 66 <input type="checkbox"/>																																	
		telefoongesprek L 67 <input type="checkbox"/> 68 <input type="checkbox"/>																																	
		Verstaan niet goed 69 <input type="checkbox"/> goed 70 <input type="checkbox"/>																																	
Otologische anamnese vuil 28 <input type="checkbox"/> schoon 29 <input type="checkbox"/>		Lawaai anamnese																																	
Infektie ziekten/Toxische geneesmiddelen		opleidingen																																	
Infektieziekten 30 <input type="checkbox"/>		werkzaamheden voorheen																																	
Toxische geneesmiddelen 31 <input type="checkbox"/>		periode lawaai:																																	
Inf. ziekten/Tox. gen. vuil 32 <input type="checkbox"/> schoon 33 <input type="checkbox"/>		soort																																	
Overige bijzonderheden		consequente toepassing																																	
slechthorendheid in familie 34 <input type="checkbox"/>		71 72 <input type="checkbox"/> 73 74 <input type="checkbox"/>																																	
hoofdpijn door lawaai 35 <input type="checkbox"/>		75 76 <input type="checkbox"/> 77 78 <input type="checkbox"/>																																	
duizeligheid 36 <input type="checkbox"/>		79 80 <input type="checkbox"/> 81 82 <input type="checkbox"/>																																	
oorsuizen 37 <input type="checkbox"/> R 38 <input type="checkbox"/> L		83 84 <input type="checkbox"/> 85 86 <input type="checkbox"/>																																	
anders 39 <input type="checkbox"/>		87 88 <input type="checkbox"/> 89 90 <input type="checkbox"/>																																	
		91 92 <input type="checkbox"/> 93 94 <input type="checkbox"/>																																	
		95 96 <input type="checkbox"/> 97 98 <input type="checkbox"/>																																	
		99 100 <input type="checkbox"/> lawaai/hobby's: 101 102 <input type="checkbox"/>																																	
		103 104 <input type="checkbox"/> mil. dienst: 105 106 <input type="checkbox"/>																																	
		107 108 <input type="checkbox"/> wapens: 109 110 <input type="checkbox"/>																																	
		111 112 <input type="checkbox"/> schietsport/jagen: 113 114 <input type="checkbox"/>																																	
		115 116 <input type="checkbox"/> explosie/vuurwerk: 117 118 <input type="checkbox"/>																																	
		119 120 <input type="checkbox"/> andere: 121 122 <input type="checkbox"/>																																	
		Lawaai werk voorheen vuil 123 <input type="checkbox"/> schoon 124 <input type="checkbox"/>																																	
		Lawaai hobby's etc. vuil 125 <input type="checkbox"/> schoon 126 <input type="checkbox"/>																																	
Otol. status		Gehoorbescherming thans																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>R</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>misv. uitw. geh. gang</td> <td>40 <input type="checkbox"/></td> <td>41 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>loopoor</td> <td>42 <input type="checkbox"/></td> <td>43 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>tr. vi. perforatie</td> <td>44 <input type="checkbox"/></td> <td>45 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>litteken</td> <td>46 <input type="checkbox"/></td> <td>47 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>intrekking</td> <td>48 <input type="checkbox"/></td> <td>49 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>cerumen</td> <td>50 <input type="checkbox"/></td> <td>51 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>uitspuiten</td> <td>52 <input type="checkbox"/></td> <td>53 <input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>			R	L	misv. uitw. geh. gang	40 <input type="checkbox"/>	41 <input type="checkbox"/>	loopoor	42 <input type="checkbox"/>	43 <input type="checkbox"/>	tr. vi. perforatie	44 <input type="checkbox"/>	45 <input type="checkbox"/>	litteken	46 <input type="checkbox"/>	47 <input type="checkbox"/>	intrekking	48 <input type="checkbox"/>	49 <input type="checkbox"/>	cerumen	50 <input type="checkbox"/>	51 <input type="checkbox"/>	uitspuiten	52 <input type="checkbox"/>	53 <input type="checkbox"/>	geh. bescherming wordt gedragen ja 127 <input type="checkbox"/> nee 128 <input type="checkbox"/>									
	R	L																																	
misv. uitw. geh. gang	40 <input type="checkbox"/>	41 <input type="checkbox"/>																																	
loopoor	42 <input type="checkbox"/>	43 <input type="checkbox"/>																																	
tr. vi. perforatie	44 <input type="checkbox"/>	45 <input type="checkbox"/>																																	
litteken	46 <input type="checkbox"/>	47 <input type="checkbox"/>																																	
intrekking	48 <input type="checkbox"/>	49 <input type="checkbox"/>																																	
cerumen	50 <input type="checkbox"/>	51 <input type="checkbox"/>																																	
uitspuiten	52 <input type="checkbox"/>	53 <input type="checkbox"/>																																	
R  L 		soort gehoorbeschermers																																	
Otol. status vuil 54 <input type="checkbox"/> schoon 55 <input type="checkbox"/>		oorkappen 129 <input type="checkbox"/> schuimrubber rollen 132 <input type="checkbox"/>																																	
Otol. status niet onderzocht 56 <input type="checkbox"/>		oordoppen 130 <input type="checkbox"/> combinatie 133 <input type="checkbox"/>																																	
		oorwatten 131 <input type="checkbox"/> andere 134 <input type="checkbox"/>																																	
		toepassing consequent ja 135 <input type="checkbox"/> nee 136 <input type="checkbox"/>																																	
		Lawaai-belasting thans																																	
		Belangrijkste lawaai-bron(nen) 137/138																																	
		Omschrijving lawaai-belasting 139/140																																	
		Geluidmeetgegevens dB(A) 141/149																																	



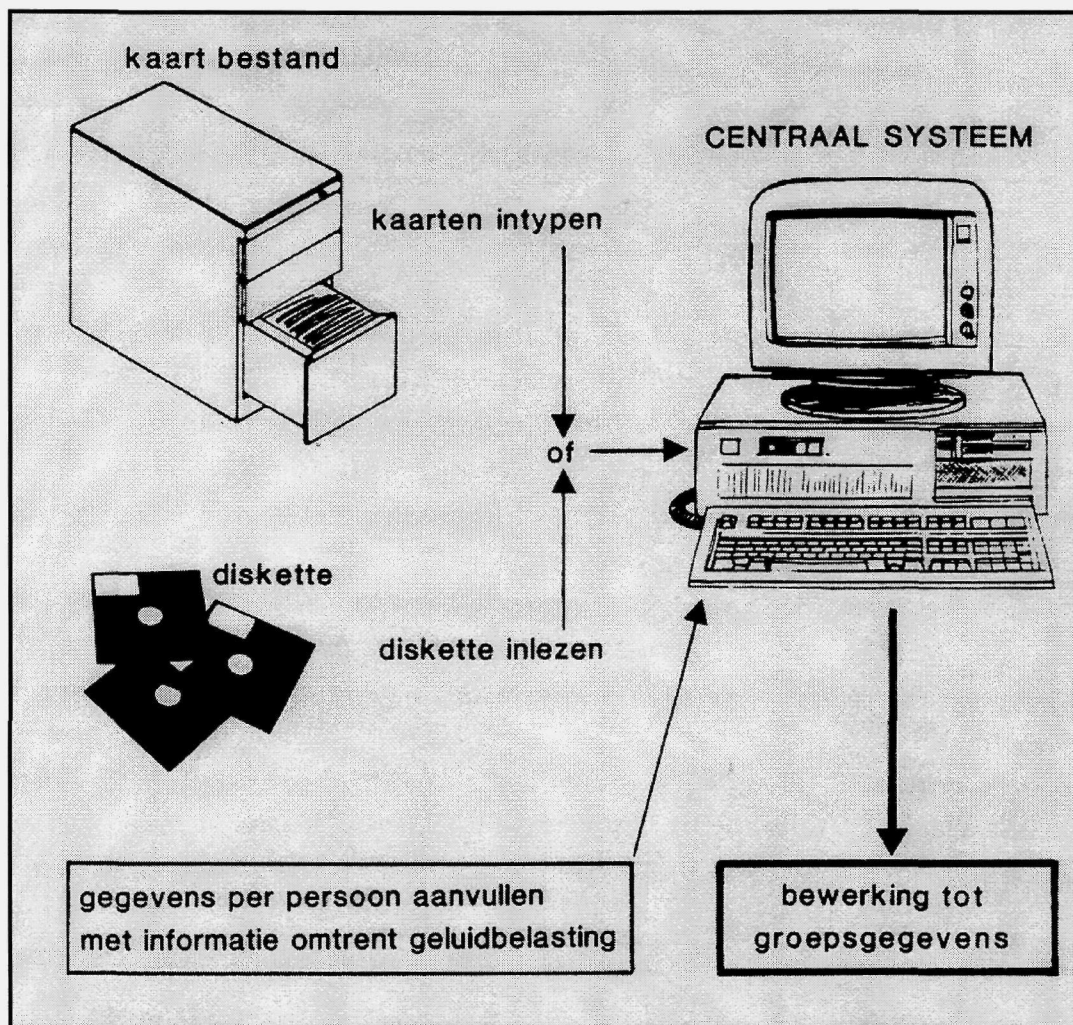
Figuur 5. Automatisch verzamelen van gehoor- en (lawaai) anamnesegegevens



**Figuur 6.** Uitvoer van een automatisch werkende audiometer aanbrengen op een (lawaai) anamnesekaart



Figuur 7. Automatisch verwerken van informatie afkomstig uit gehoor schermingsprogramma's

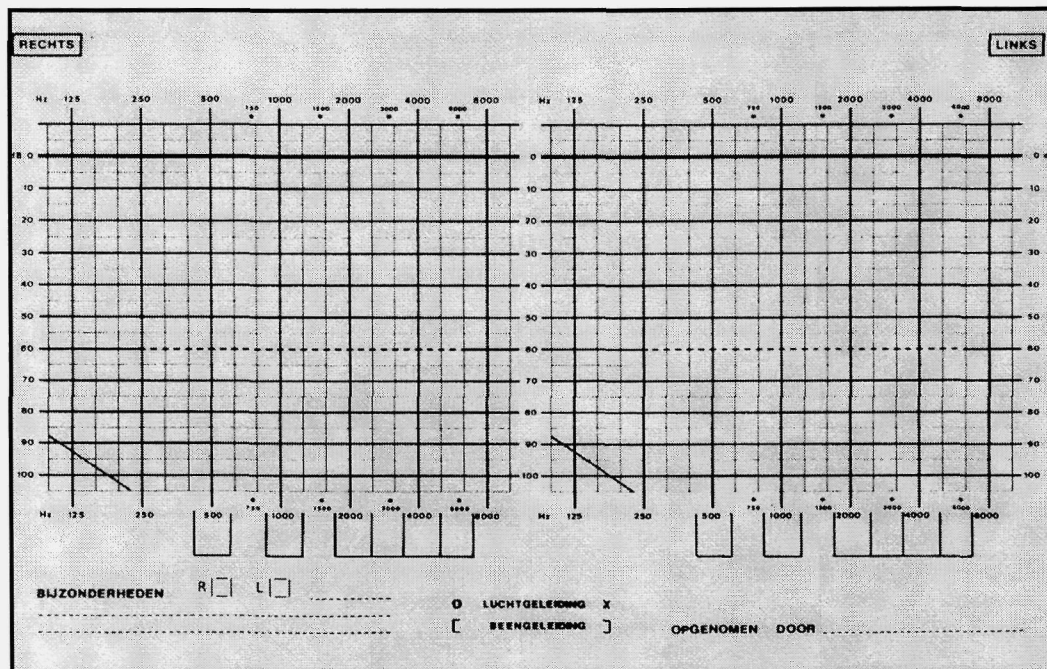


Figuur 8. TNO gehoor- en (lawaai) anamnesekaart als hulp bij automatische gegevensverwerking.

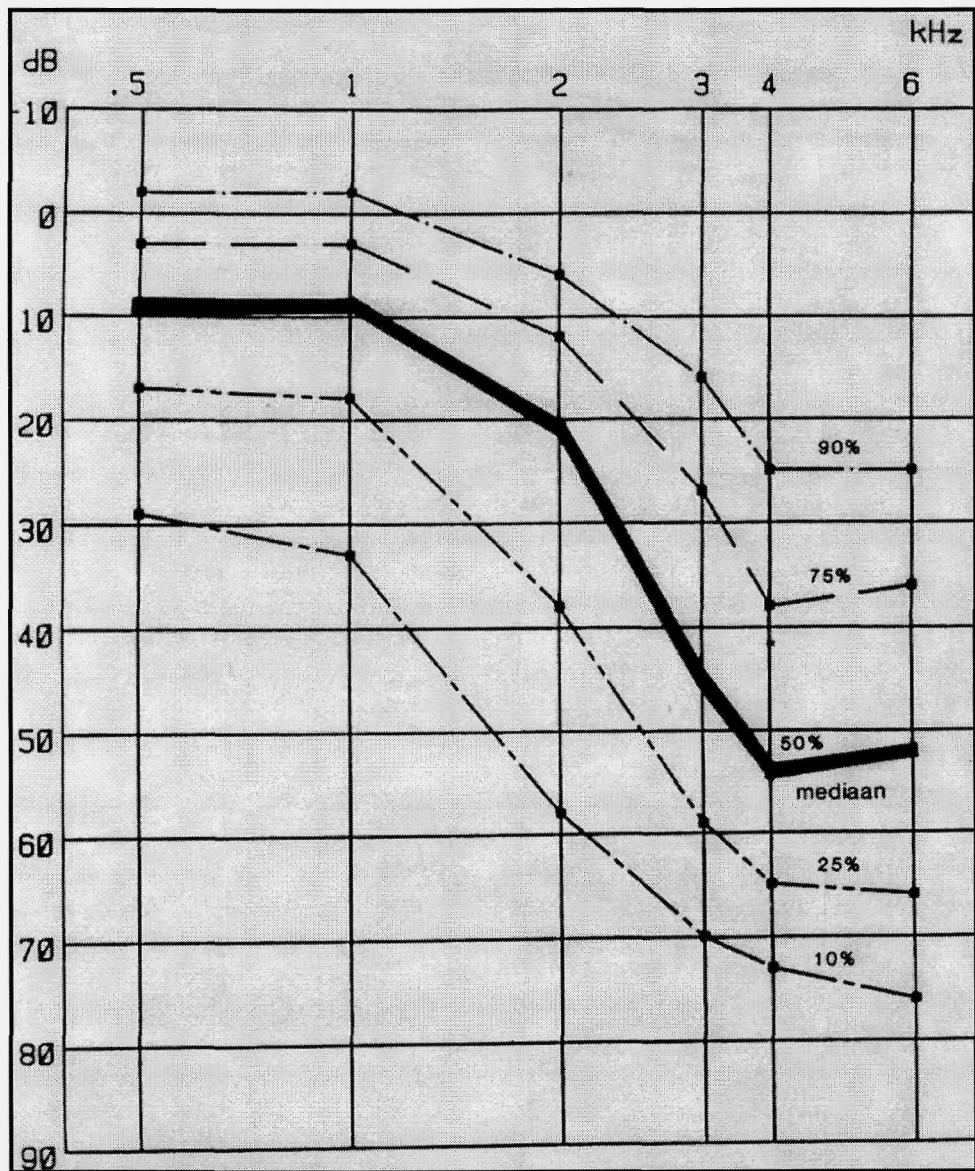
Bedrijf	-----	<b>TNO</b>	<b>NIPG</b>	Code bedrijf	
Afdeling	-----			Code nr. afdeling	
Onderzoekdatum	j _ m _ d			Audiogramvolnummer	
Naam				Voorletters	
Geboortedatum	j _ m _ d			Geslacht	M <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/>
Functie	-----			Personeelscode	
Werkjaren in huidige afdeling				CBS code functie thans	
				Expositieklasse	

**TOEPASSING GEHOORBESCHERMING IN LAWAAI**

	geen	kap	beugel	dop	wat	rol	oto- plastiek	Dragen in lawaai altijd	vaak	soms
GEHOORBESCHERMING THANS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>LAWAAIANAMNESE</b>										
Lawaai in vorige functie										
Functie	CBScode	in jaren								
1			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lawaai militaire dienst										
lawaai taak	code	in jaren								
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lawaaiige hobby										
type	code	in jaren								
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Explosie(s)	ja	<input type="checkbox"/>								



Figuur 9. Groepsaudiogram van timmerlieden in de leeftijd van 55 tot en met 65 jaar.



Figuur 10. Rekenvoorbeeld met turftabel van groepsaudiogram bij 4000 Hz.

Gemeten verliezen bij 4000 Hz: in dB

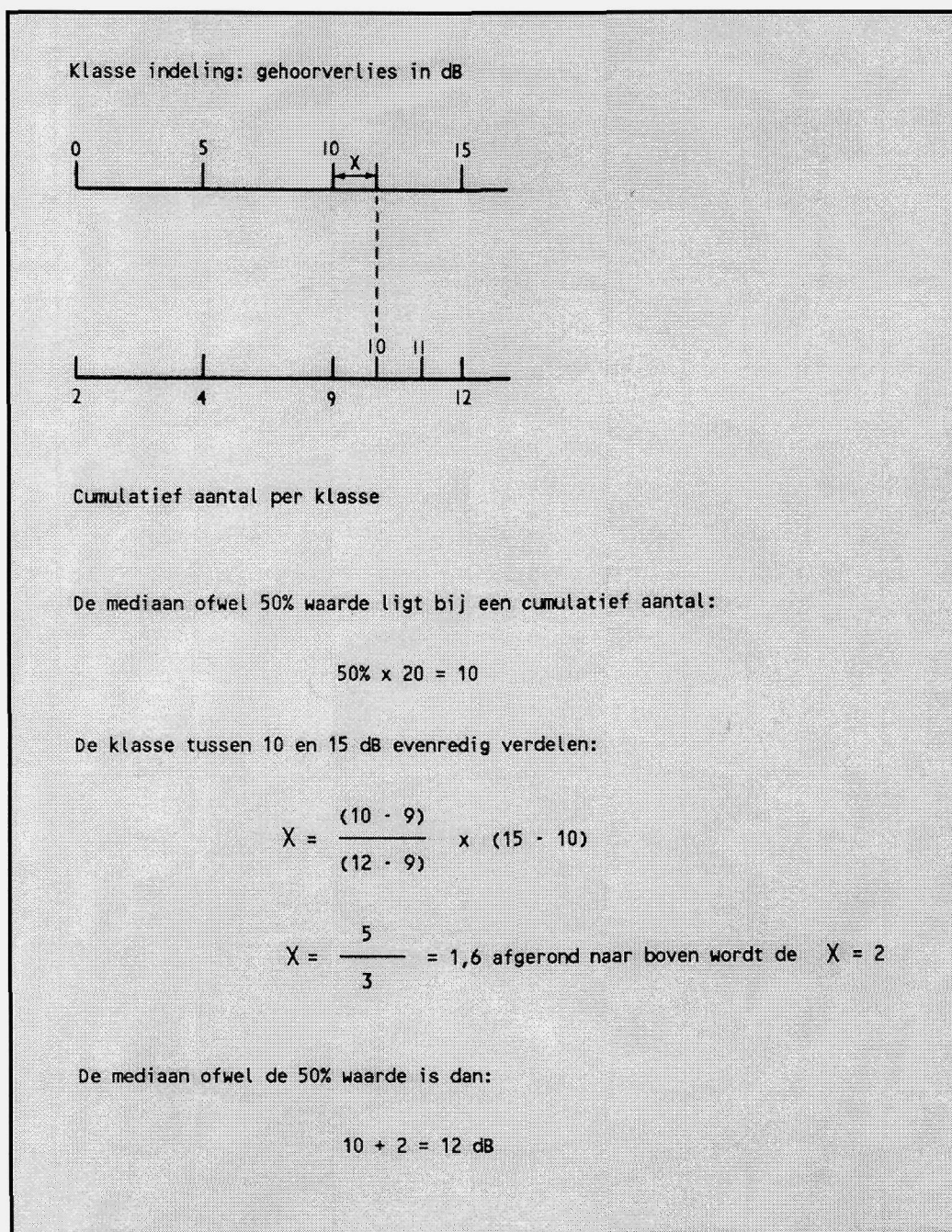
10, 0, 25, 0, 20, 15, 55, 15  
 40, 30, 50, 20, 15, 10, 10, 5  
 10, 5, 10, 25

Bewerking van de gegevens

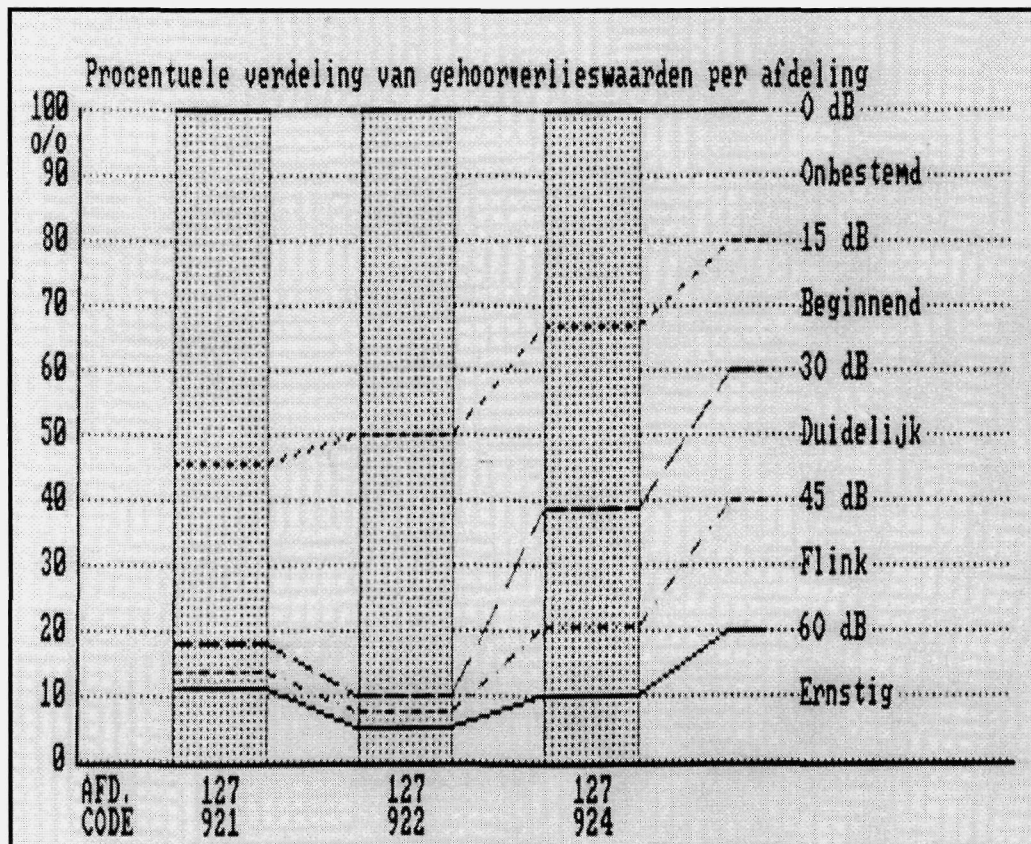
Turftabel:		cumulatief		te berekenen
Verlies in dB	aantal	aantal		percentielwaarde
-10				
-5				
0	// 2	2		← 90%
5	// 2	4		← 75%
10	///// 5	9		← 50%
15	/// 3	12		
20	// 2	14		← 25%
25	// 2	16		
30	/ 1	17		
35				
40	/ 1	18		← 10%
45				
50	/ 1	19		
55	/ 1	20		
60				
65	Totaal 20	20		
70				
75				
80				
85				
90				



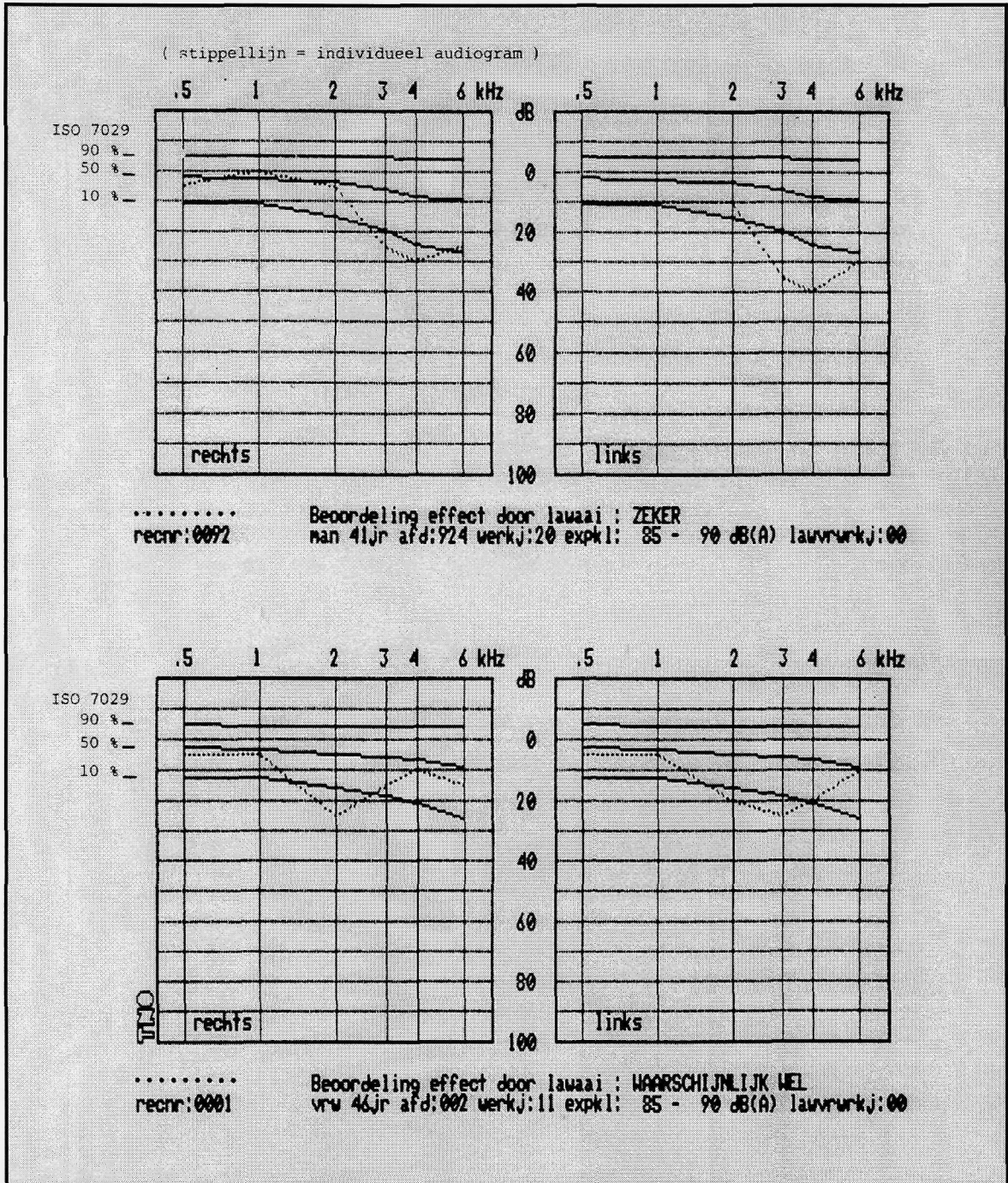
Figuur 11. Berekening van het tussengelegen aantal.



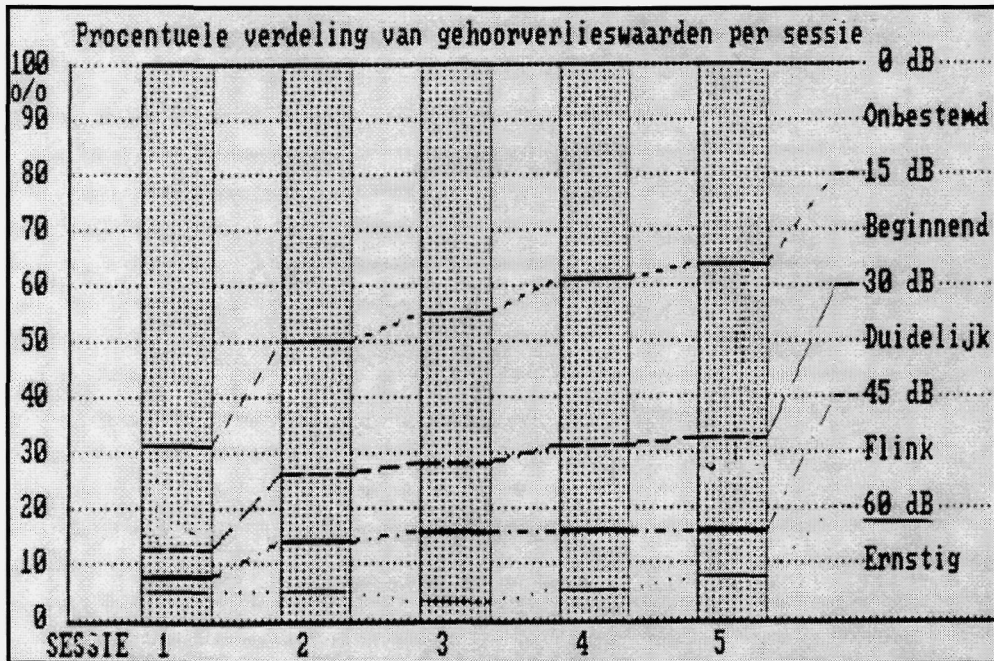
Figuur 12. Voorbeelden van staafdiagrammen.



Figuur 13. Individueel audiogram inclusief beoordeling.



Figuur 14. Longitudinale analyse van gehoorverliezen bij 4000 Hz bij 5 keer audiometreeren (N=32).



sessie	gemiddelde	st.de
( 1 )	Li: 23.44	17.57
	gemiddelde leertijd	25.15
( 2 )	Li: 28.28	18.91
	gemiddelde leertijd	27.18
( 3 )	Li: 28.75	16.26
	gemiddelde leertijd	30.81
( 4 )	Li: 30.97	16.79
	gemiddelde leertijd	34.15
( 5 )	Li: 30.47	19.44
	gemiddelde leertijd	39.43



## 7 Tabellen 1 - 8

1. Gegevens welke van belang zijn bij de analyse van het gehoor van groepen werknemers.
2. Mogelijkheden ten aanzien van het samenstellen van een deelgroep uit het gehele bedrijfsbestand. Op basis van in tabel 1 verzamelde gegevens. Van zo'n deelgroep kan dan een groepsaudiogram berekend worden.
3. Computerafgedrukt van een groepsaudiogram.
4. Automatisch geproduceerde overzichten met informatie afkomstig uit een gehoorbeschermingsprogramma bij een bepaald bedrijf.
5. Gehoordrempelwaarden per leeftijd, geslacht en frequentie overgenomen uit de ISO-norm 7029.
6. Beoordelingsschema's met betrekking tot het individuele audiogram van een aan lawaai geëxponeerde werknemer (tabel 6.1), werkneemster (tabel 6.2) die geen andere duidelijk aanwijsbare redenen tot gehoorschade in de gehooranamnese heeft dan lawaaiexpositie en veroudering. In stappen van 5 dB. Het gehoorverlies is gemiddeld bij 2000, 3000, 4000, 6000 Hz, gemiddeld over beide oren en afgerond op 5 dB (bij 2,5 naar boven).
7. Toename van de percentielwaarden uit de ISO-norm 7029 ten gevolge van het niet selecteren naar schone gehooranamnese. De toename is onafhankelijk van de leeftijd en geslacht.
8. Registratie richtlijn "Lawaaislechthorend" en het criterium "Beroepsziekte" door Nederlands Centrum voor Beroepsziekten.

Tabel 1. Gegevens welke van belang zijn bij de analyse van het gehoor van groepen werknemers.

---

Verrichtingsnummer of persoonsnummer;  
Leeftijd in jaren;  
Geslacht;

Bedrijfscode en/of afdelingsnummer;  
Codering werkzaamheid, bijvoorbeeld met behulp van CBS functiecodesysteem;  
Aantal werkjaren in huidige functie;  
Geluidbelastingsklasse waarin persoon is ingedeeld;

Aantal jaren in lawaai tijdens vorig werk: totaal der jaren doorgebracht in één of meerdere lawaaiige beroepen.

Andere zware lawaai blootstelling tijdens militaire dienst door een explosie of bij het beoefenen van een hobby.

Toepassing gehoorbeschermingsmiddelen tijdens lawaai-expositie.

Bijzonderheden aanwezig in otologische status of anamnese welke zeer waarschijnlijk van invloed zijn op audiogram.

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

---

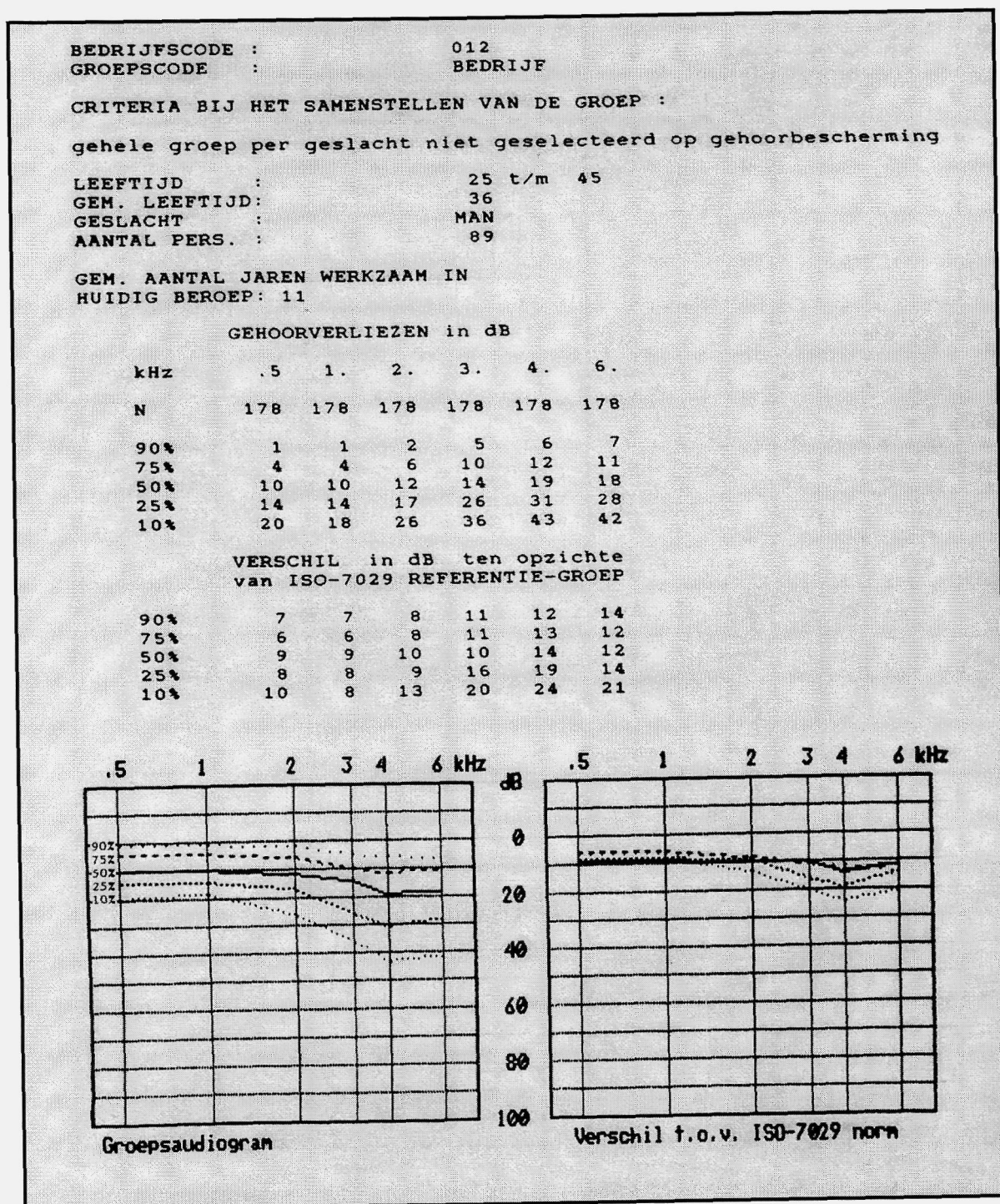
**Tabel 2.** Mogelijkheden ten aanzien van het samenstellen van een deelgroep uit het gehele bedrijfsbestand. Op basis van in tabel 1 verzamelde gegevens. Van zo'n deelgroep kan dan een groepsaudiogram berekend worden.

De keuzemogelijkheden zijn altijd per geslacht:

- |    |   |  |
|----|---|--|
| 1- | bedrijfsgericht:                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>. gehele bedrijf</li> <li>. per afdeling</li> <li>. voor meerdere afdelingen bij elkaar</li> <li>. voor één of meerdere functies</li> <li>. voor één of meerdere functies uit één of meerdere afdelingen</li> </ul>   |
| 2- | per geluidklasse:                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>. alle of een aantal klassen tezamen</li> <li>. per gespecificeerde klasse</li> <li>. of indien niet gespecificeerd alle klassen boven de 80 dB(A)</li> <li>. of beneden de 80 dB(A)</li> </ul>   |
| 3- | per leeftijdsklasse:                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>. alle leeftijden</li> <li>. in 3 leeftijdscategorieën: tot en met 30 jaar<br/>31 tot en met 45 jaar<br/>ouder dan 45 jaar</li> <li>. willekeurig te kiezen klasse in de range van 18....65 jaar</li> </ul>   |
| 4- | lawaaianamnese en eventuele bijzonderheden. | <p>op basis van keuze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. en/of met uitzondering van personen die in vorig beroep aan lawaai blootgesteld werden</li> <li>. en/of uitgezonderd degenen die blootgesteld werden aan een explosie</li> <li>. en/of degenen die een lawaaiïge disco/muziek hobby beoefenen</li> <li>. en/of degenen die een lawaaiïge niet nader genoemde hobby beoefenen</li> <li>. en/of met uitzondering van personen met otologische indicatie</li> </ul> |
| 5- | toepassing van gehoorbescherming in lawaai  | <ul style="list-style-type: none"> <li>. <u>geen selectie</u> op toepassing gehoorbescherming</li> <li>. alleen degenen die in lawaai <u>consequent</u> gehoorbescherming toepassen.</li> <li>. alleen degenen die <u>NIET consequent</u> in lawaai gehoorbescherming toepassen</li> </ul>   |



Tabel 3. Computeruitdraai van een groepsaudiogram.



Tabel 4. Automatisch geproduceerde overzichten met informatie afkomstig uit een gehoorbeschermingsprogramma bij een bepaald bedrijf.

Indeling werknemers over de verschillende afdelingen, BEDRIJFSCODE : 012					
AFDELINGS CODE	AANTAL WERKNEMERS				
	TOTAAL		ALTIJD GEH.BESCH.		
	VRW	MAN	VRW	MAN	
1	90	17	17	1	
2	14	15	3	6	
3	0	19	0	0	
4	0	11	0	5	
5	0	21	0	3	
7	5	5	0	1	
8	0	9	0	1	
22	0	1	0	1	
666	1	22	0	6	

Indeling werknemers over de verschillende afdelingen, geselecteerd naar geluidexpositie en toepassing van gehoorbescherming					
BEDRIJFSCODE : 012					
AFDELINGS CODE	EXPOSITIE- KLASSE	AANTAL WERKNEMERS			
		TOTAAL		ALTIJD GEH.BESCH.	
		VRW	MAN	VRW	MAN
1	Geen meting	3	2	0	0
1	85 - 90 dB(A)	87	15	17	1
2	Geen meting	0	1	0	1
2	85 - 90 dB(A)	9	14	1	5
2	115 - 120 dB(A)	5	0	2	0
3	Geen meting	0	1	0	0
3	tot 80 dB(A)	0	18	0	0
4	tot 80 dB(A)	0	2	0	0
4	85 - 90 dB(A)	0	9	0	5
5	85 - 90 dB(A)	0	20	0	3
5	95 - 100 dB(A)	0	1	0	0
7	85 - 90 dB(A)	5	5	0	1
8	Geen meting	0	1	0	0
8	80 - 85 dB(A)	0	8	0	1
22	Geen meting	0	1	0	1
666	Geen meting	0	1	0	0
666	85 - 90 dB(A)	1	21	0	6

(vervolg) tabel 4. Automatisch geproduceerde overzichten met informatie afkomstig uit een gehoorbeschermingsprogramma bij een bepaald bedrijf.

Indeling werknemers over de verschillende afdelingen, geselecteerd naar leeftijd en toepassing van gehoorbescherming					
BEDRIJFSCODE : 012					
AFDELINGS CODE	LEEFTIJD- SELECTIE	AANTAL WERKNEMERS			
		TOTAAL		ALTIJD GEH. BESCH.	
		VRW	MAN	VRW	MAN
1	t/m 30	17	5	3	0
1	31 t/m 45	59	8	13	1
1	vanaf 46	14	4	1	0
2	t/m 30	4	2	0	1
2	31 t/m 45	7	11	2	5
2	vanaf 46	3	2	1	0
3	t/m 30	0	4	0	0
3	31 t/m 45	0	11	0	0
3	vanaf 46	0	4	0	0
4	t/m 30	0	2	0	0
4	31 t/m 45	0	9	0	5
5	t/m 30	0	2	0	1
5	31 t/m 45	0	12	0	1
5	vanaf 46	0	7	0	1
7	t/m 30	2	4	0	0
7	31 t/m 45	3	1	0	1
8	t/m 30	0	3	0	0
8	31 t/m 45	0	3	0	0
8	vanaf 46	0	3	0	1
22	31 t/m 45	0	1	0	1
666	t/m 30	0	4	0	0
666	31 t/m 45	1	15	0	3
666	vanaf 46	0	3	0	3

(vervolg) tabel 4. Automatisch geproduceerde overzichten met informatie afkomstig uit een gehoorbe schermingsprogramma bij een bepaald bedrijf.

OVERZICHT BEROEPEN/FUNKTIES IN BEDRIJF : 012			
AANTAL MEDEWERKERS PER BEROEP			
BEROEPEN-CODE	AANTAL		
101	9		
123	1		
202	10		
222	43		
333	63		
444	20		
555	19		
666	32		
678	1		
777	15		
888	10		
999	5		

Indeling werknemers over de geluidexpositieclassen, geselecteerd naar toepassing van gehoorbescherming

BEDRIJFSCODE : 012

EXPOSITIE- KLASSE	AANTAL WERKNEMERS ALTIJD GEH. BESCH.			
	VRW		MAN	
	VRW	MAN	VRW	MAN
Geen meting	3	7	0	2
tot 80 dB(A)	0	20	0	0
80 - 85 dB(A)	0	8	0	1
85 - 90 dB(A)	102	84	18	21
95 - 100 dB(A)	0	1	0	0
115 - 120 dB(A)	5	0	2	0

Indeling werknemers over de verschillende leeftijdsklassen, geselecteerd naar toepassing van gehoorbescherming

BEDRIJFSCODE : 012

LEEFTIJD- KLASSE	AANTAL WERKNEMERS ALTIJD GEH. BESCH.			
	VRW		MAN	
	VRW	MAN	VRW	MAN
t/m 30	23	26	3	2
31 t/m 45	70	71	15	17
vanaf 46	17	23	2	5

(vervolg) tabel 4. Automatisch geproduceerde overzichten met informatie afkomstig uit een gehoorbeschermingsprogramma bij een bepaald bedrijf.

Indeling werknemers over de verschillende geluidklassen, geselecteerd naar leeftijdsklasse en toepassing van gehoorbescherming						
BEDRIJFSCODE : 012						
EXPOSITIE- KLASSE	LEEFTIJD- KLASSE	AANTAL WERKNEMERS ALTIJD GEH. BESCH.				
		VRW		MAN		
Geen meting	t/m 30	0	2	0	0	
Geen meting	31 t/m 45	3	5	0	2	
tot 80 dB(A)	t/m 30	0	3	0	0	
tot 80 dB(A)	31 t/m 45	0	13	0	0	
tot 80 dB(A)	vanaf 46	0	4	0	0	
80 - 85 dB(A)	t/m 30	0	3	0	0	
80 - 85 dB(A)	31 t/m 45	0	2	0	0	
80 - 85 dB(A)	vanaf 46	0	3	0	1	
85 - 90 dB(A)	t/m 30	22	18	3	2	
85 - 90 dB(A)	31 t/m 45	64	51	14	15	
85 - 90 dB(A)	vanaf 46	16	15	1	4	
95 - 100 dB(A)	vanaf 46	0	1	0	0	
115 - 120 dB(A)	t/m 30	1	0	0	0	
115 - 120 dB(A)	31 t/m 45	3	0	1	0	
115 - 120 dB(A)	vanaf 46	1	0	1	0	

Indeling aantal werknemers per type gehoorbeschermingsmiddel en de mate van gebruik in lawaai							
BEDRIJFSCODE : 012							
TOEPASSING IN LAWAAI	TOTAAL	KAPPEN	BEUGEL	DOPPEN	WATTEN	ROLLEN	OTOPLASTIEK
Niet	161	0	0	0	0	0	0
Soms	11	5	0	6	0	0	0
Vaak	13	11	0	2	0	0	0
Altijd	45	23	1	19	0	0	1
Totaal	230	39	1	27	0	0	1

Tabel 5. Gehoordrempelwaarden per leeftijd, geslacht en frequentie overgenomen uit de ISO norm 7029.

Values, rounded to the nearest whole decibel, of hearing threshold deviation at frequencies from 125 to 8 000 Hz, expressed relative to the median hearing threshold level at 18 years of age, that can be expected to be exceeded by fractions from 0,1 to 0,9 (10 to 90 %) of otologically normal groups of males and females, at intervals of 10 years of age from 20 to 70 years											
Frequency in Hz	Age in years	Males					Females				
		0,9	0,75	0,5	0,25	0,1	0,9	0,75	0,5	0,25	0,1
125	20	-7	-4	0	5	9	-7	-4	0	5	9
	30	-7	-4	0	5	10	-7	-3	0	5	9
	40	-7	-3	2	7	12	-6	-2	2	6	11
	50	-6	-2	3	9	14	-5	-1	3	9	13
	60	-4	0	5	12	18	-4	0	5	11	17
	70	-3	2	8	15	22	-2	3	8	15	21
250	20	-7	-4	0	5	9	-6	-3	0	4	8
	30	-7	-3	0	5	9	-6	-3	0	5	9
	40	-6	-2	2	6	11	-5	-2	2	6	10
	50	-5	-1	3	9	13	-5	-1	3	8	13
	60	-4	0	5	11	17	-3	1	5	11	16
	70	-2	3	8	15	21	-2	3	8	15	21
500	20	-6	-3	0	4	8	-6	-3	0	4	8
	30	-6	-3	1	5	9	-6	-3	1	5	9
	40	-5	-2	2	6	11	-5	-2	2	6	11
	50	-4	-1	4	9	14	-4	-1	4	9	14
	60	-3	1	6	12	18	-3	1	6	12	18
	70	-1	4	10	16	23	-1	4	10	16	23
1 000	20	-6	-3	0	4	8	-6	-3	0	4	8
	30	-6	-3	1	5	9	-6	-3	1	5	9
	40	-5	-2	2	7	11	-5	-2	2	7	11
	50	-4	0	4	9	14	-4	0	4	9	14
	60	-2	2	7	13	19	-2	2	7	13	19
	70	0	5	11	18	25	0	5	11	18	25
1 500	20	-7	-4	0	5	9	-7	-4	0	5	9
	30	-6	-3	1	6	10	-6	-3	1	5	10
	40	-5	-2	3	8	13	-5	-2	2	8	12
	50	-4	1	6	12	17	-4	0	5	11	17
	60	-2	4	10	17	24	-2	3	9	16	22
	70	1	8	15	24	32	1	7	14	22	30

(vervolg) tabel 5. Gehoordrempelwaarden per leeftijd, geslacht en frequentie overgenomen uit de ISO norm 7029.

Values, rounded to the nearest whole decibel, of hearing threshold deviation at frequencies from 125 to 8 000 Hz, expressed relative to the median hearing threshold level at 18 years of age, that can be expected to be exceeded by fractions from 0,1 to 0,9 (10 to 90 %) of otologically normal groups of males and females, at intervals of 10 years of age from 20 to 70 years

2 000	20	-7	-4	0	5	9	-7	-4	0	5	9
	30	-7	-3	1	6	11	-6	-3	1	6	10
	40	-6	-1	3	9	15	-5	-1	3	8	13
	50	-3	2	7	14	21	-3	1	6	13	18
	60	-1	6	12	21	29	-1	4	11	18	25
	70	3	11	19	30	39	2	9	16	26	34
3 000	20	-8	-4	0	5	10	-7	-4	0	5	9
	30	-7	-3	2	7	13	-7	-3	1	6	11
	40	-5	0	6	13	19	-5	-1	4	10	15
	50	-2	5	12	21	29	-3	2	8	15	21
	60	3	11	20	32	42	0	6	13	22	30
	70	9	19	31	46	59	4	12	20	31	41
4 000	20	-8	-4	0	8	11	-8	-4	0	5	10
	30	-7	-3	2	9	14	-7	-3	1	7	12
	40	-4	1	8	16	23	-6	-1	4	11	17
	50	0	8	16	27	36	-3	3	9	17	24
	60	7	17	28	42	55	1	8	16	26	35
	70	15	28	43	62	79	5	14	24	37	48
6 000	20	-10	-5	0	7	12	-9	-5	0	6	12
	30	-8	-3	3	10	16	-8	-3	2	8	14
	40	-5	2	9	18	26	-6	0	6	14	21
	50	0	9	18	30	41	-2	5	12	22	31
	60	8	19	32	48	62	2	11	21	34	45
	70	17	32	49	70	>80	9	20	32	48	62
8 000	20	-11	-6	0	7	14	-11	-6	0	7	14
	30	-9	-3	3	11	19	-10	-4	2	10	17
	40	-5	2	11	21	30	-7	0	7	17	25
	50	1	11	23	36	49	-3	6	15	27	38
	60	10	24	39	58	75	4	14	27	42	55
	70	22	40	60	>80	>80	11	25	41	60	77

**Tabel 6.1** Beoordelingsschema met betrekking tot het individuele audiogram van een an lawaai geëxponeerde werknemer, die geen andere duidelijk aanwijsbare redenen tot gehoorschade in de gehooranamnese heeft dan lawaaiexpositie en veroudering. In stappen van 5 dB. Het gehoorverlies is gemiddeld bij 2000, 3000, 4000, 6000 Hz, gemiddeld over beide oren en afgerond op 5 dB (bij 2,5 naar boven)

Beoordeling ten aanzien van effect door lawaai		Gemiddeld Gehoorverlies (in dB) in audiogram Leeftijd in jaren								Beoordeling ten aanzien van effect door lawaai
		30	35	40	45	50	55	60		
geen	ten hoogste	-5	-5	-5	0	0	5	5	geen	
misschien		0	0	0	5	5	10	10	waarschijnlijk geen	
		5	10	10	15	20	25		waarschijnlijk geen	
		5	10	15	15	20	25	30	waarschijnlijk wel	
		10	15	20	25	30	35	45	waarschijnlijk wel	
zeker	ten minste	15	20	25	30	35	40	50	zeker	



**Tabel 6.2** Beoordelingschema met betrekking tot het individuele audiogram van een aan lawaai geëxponeerde werkneemster, die geen andere duidelijk aanwijsbare redenen tot gehoorschade in de gehooranamnese heeft dan lawaaiexpositie en veroudering. In stappen van 5 dB. Het gehoorverlies is gemiddeld bij 2000, 3000, 4000, 6000 Hz, gemiddeld over beide oren en afgerond op 5 dB (bij 2,5 naar boven)

Beoordeling ten aanzien van effect door lawaai		Gemiddeld Gehoorverlies (in dB) in audiogram Leeftijd in jaren								Beoordeling ten aanzien van effect door lawaai
		30	35	40	45	50	55	60		
geen	ten hoogste	-5	-5	-5	0	0	5	5		geen
misschien		0	0	0	5	5	5	10		waarschijnlijk geen waarschijnlijk geen
		5	5	5	10	10	15	15		waarschijnlijk wel
zeker		10	10	15	15	20	25	30		waarschijnlijk wel
	ten minste	15	15	20	20	25	30	35		zeker

### *Hulpmethode bij de tabellen 6.1 en 6.2*

Alhoewel de tabellen er in eerste instantie voor de praktijk ingewikkeld uitzien, is hantering van de tabellen vrij eenvoudig als de volgende hulpmethode wordt benut. Op een doorzichtig vel, zoals bijvoorbeeld gebruikt wordt voor overheadprojectie, wordt een rechte lijn getrokken ter lengte van de frequenties van het audiogram en in het midden van de lijn wordt een punt aangegeven. Met het doorzichtige vel wordt vervolgens zo over het audiogram geschoven dat de lijn ongeveer het audiogram in het betreffende frequentiegebied volgt. De lijn mag derhalve ook scheef ten opzichte van de frequenties van het audiogram komen te liggen. Daarbij wordt er voor gezorgd dat het op de lijn aangegeven punt precies tussen de frequenties 3000 en 4000 Hz komt te liggen. Als de lijn zo gemiddeld het audiogram volgt, wordt op de gehoorverliesas afgelezen bij welke waarde het punt ligt. Dit is het gemiddelde gehoorverlies over het beschouwde frequentiegebied. De waarden voor het linker- en rechteroor kunnen vervolgens gemiddeld worden en tenslotte vergeleken worden met de desbetreffende tabel.

Tabel 7. Toename van de percentiewaarden uit de ISO-norm 7029 ten gevolge van het niet selecteren naar schone gehooranamnese. De toename is onafhankelijk van de leeftijd en geslacht

---

frequentie (in hertz)	toename in dB bij de percentielen:				
	90%	75%	50%	25%	10%
500	0,3	0,3	0,3	1,9	3,3
1000	0,3	0,3	0,3	1,9	3,3
2000	0,3	0,3	0,3	1,9	3,3
3000	0,8	0,8	0,8	3,2	5,4
4000	0,8	0,8	0,8	3,2	5,4
6000	0,8	0,8	0,8	3,2	5,4

---

Tabel 8. Registratie richtlijn "Lawaaislechthorend" en het criterium  
"Beroepsziekte" door Nederlands Centrum voor Beroepsziekten.

**Zie volgende 2 bladzijden**

## (503: Hardhorendheid of doofheid ten gevolge van lawaai)

**Toelichting op het document**

Lawaaislechthorendheid is een verlies van de gehoorfunctie, dat in hoofdzaak een gevolg is van arbeid of arbeidsomstandigheden.

Afhankelijk van het soort werk dat wordt gedaan en het geluidsniveau, kan geluid ook effect hebben op andere organen dan het gehoor. Dit document heeft alleen betrekking op de effecten op het gehoor. In de arbeidsomgeving kan, afhankelijk van de wisselingen in geluidsniveau, het geluid gelijkmatig, fluctuerend of variabel zijn of een impuls-karakter hebben en, afhankelijk van de duur, continu of intermitterend aanwezig zijn.

**Gezondheidseffecten****A. Acute effecten****A.1. Neuroperceptieve effecten.****A.2. Mechanisch letsel.**

Hoewel het hierbij gaat om letsel, dat eigenlijk voldoet aan het criterium voor een bedrijfsongeval, worden de acute effecten van blootstelling aan lawaai als beroepsziekte geregistreerd. Het betreft de inwerking van een meestal kortdurende blootstelling aan zeer hoge geluidsniveaus, bv explosies.

**Registratie-richtlijnen in het kader van het pilotproject****a. Klinisch beeld****Ad A.1.:**

Duizeligheid, oorsuizen en gehoorverlies, eventueel een volledige doofheid.

Het gehoorverlies is neuroperceptief of van gemengd karakter (zowel een geleidingsverlies als een perceptieverlies), in het algemeen eenzijdig en ten dele reversibel, afhankelijk van de intensiteit en duur van de blootstelling.

**Ad A.2.:**

Inscheuring van het trommelvlies, soms gepaard gaande met een bloeding uit het oor. De bloedende laesie is gelokaliseerd in het trommelvlies, het middenoor of het binnenoor.

**b. Blootstelling**

**Minimale blootstellingsintensiteit.** Beroepsmatige blootstelling, beoordeeld aan de hand van anamnese en onderzoek van de arbeidsomstandigheden, waaruit blijkt dat er een plotselinge blootstelling is geweest aan zeer hoog geluidsniveau. Belangrijk is het plotselinge optreden van het oorzakelijk gebeurtenis (klap, explosie etc.).

**Minimale blootstellingsduur.** Kort.

**Maximale latentietijd.** De symptomen moeten zich direct na het incident manifesteren.

**B. Chronische effecten****- Beroepshardhorendheid.**

De aandoening ontwikkelt zich sluipend. Oorsuizen kan in elk stadium voorkomen.

De laesie is gelokaliseerd in de cochlea en de meer centraal gelegen structuren; het gehoorverlies is neuroperceptief van aard en het meest uitgesproken bij frequenties tussen de 3 en 6 kHz. Het gehoorverlies is dubbelzijdig en in het algemeen symmetrisch en irreversibel, maar meestal niet progressief na staken van de blootstelling aan lawaai. De wél progressieve presbycusis telt echter als het ware op bij het lawaaiverlies. Door deze combinatie van oorzaken kunnen de klachten met het ouder worden toch toenemen, ook lang na het staken van de blootstelling aan lawaai.

**Het audiogram**

Bij voorkeur dient de verslechtering van het audiogram aangetoond te worden door vergelijking met een eerder audiogram, zo mogelijk vervaardigd vóór blootstelling.

Het audiogram waarop het criterium 'beroepsziekte' wordt beoordeeld dient gemaakt te worden onder

standaardcondities, waarbij het effect van tijdelijke drempelverschuiving (TTS) is uitgewerkt (gesteld op 6 uur).

Op basis van werk van Passchier-Vermeer en van Hees is als cut-off-waarde gekozen voor de HL (Hearing Level) 10 van de ISO 7029. Dat wil zeggen dat, indien het gehoorverlies bij 4 kHz groter is dan bij 90% van de referentiepopulatie van de ISO 7029 bij dezelfde frequentie, er sprake is van een gehoorverlies dat voldoet aan de criteria voor registratie.

Een tabel voor de HL10 wordt onder vermeld; de correctie voor presbycusis is reeds in deze tabel verwerkt.

#### Registratie-richtlijn

##### a. Klinisch beeld

1. De gehoordrempel bij 4 kHz overschrijdt de HL10 voor hetzelfde geslacht en dezelfde leeftijdsgroep.
2. Het verschil tussen de gehoordrempels van het linker- en het rechteroor bij 4 kHz is kleiner of gelijk aan 15 dB.
3. In de anamnese ontbreken aanwijzingen voor
  - aangeboren hardhorendheid
  - otosclerose
  - ziekte van Menière
  - operaties of ziekten aan middenoor of binnenoor
  - traumata gehoororgaan of rotsbeen.
4. Het gehoorverlies is bij 1 kHz aan beide oren niet groter dan de HL10-waarde van hetzelfde geslacht en dezelfde leeftijdsgroep (zie tabel). Is dat wel het geval dan is nader onderzoek naar de aard van het gehoorverlies nodig.

##### b. Blootstelling

*Minimale blootstellingsintensiteit.* Herhaalde of langdurige beroepsmatige blootstelling aan geluidsniveaus hoger dan 80 dB, aannemelijk op basis van de anamnese en zo mogelijk bevestigd door werkplekinformatie.

*Minimale blootstellingsduur.* Zes maanden, rekening houdend met variaties in individuele gevoeligheid.

*Maximale latentietijd.* Niet van toepassing. Gehoorverlies neemt niet toe of treedt niet op na staken van de blootstelling. Dus: een verslechtering van een gedocumenteerde toestand (audiogram), na beëindiging van de blootstelling, is geen gevolg van die blootstelling, vooropgesteld dat het audiogram lege artis gemaakt is en rekening wordt gehouden met de voortschrijdende presbycusis.

#### Referentiewaarden HL10 volgens ISO 7029

Leeftijd	Mannen 4 kHz	Vrouwen 4 kHz	Mannen/Vrouwen 1kHz
20-24	11	10	7
25-29	12	11	8
30-34	15	12	9
35-39	19	15	10
40-44	25	18	11
45-49	31	21	13
50-54	39	26	15
55-59	48	31	17
60-64	59	37	20
65-69	71	43	22