

Mw. Drs. W. Passchier-Vermeer

Mw. A.H. Grundel

Ing. R. van den Berg

Ing. A.J.M. Rövekamp

D. van der Ree

PROJECT PREVENTIE GEHOORSCHADE

Achtergrondinformatie bij de rapportering
van een gehoorbeschermingsprogramma

Groep Mens en Geluid

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR PRAEVENTIEVE GEZONDHEIDSZORG

NIPG-TNO

LEIDEN

Januari 1986

Nederlands Instituut voor
Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Wassenaarseweg 56 Leiden

Postadres:
Postbus 124
2300 AC Leiden

Telefoon: 071-170441

Herziene druk

© 1986 Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Publikatienummer 86004

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.

SAMENVATTING

In voorliggend rapport wordt achtergrondinformatie gegeven bij de rapportering van een gehoorbeschermingsprogramma aan de bedrijfsleiding, het technisch kader en/of VGW-commissie.

Allereerst wordt de omvang van de geluidproblematiek en de wetgeving daaromtrent in Nederland geschetst.

Vervolgens wordt beschreven wat een gehoorbeschermingsprogramma inhoudt, waarbij de aspecten geluid en geluidmeten, gehooronderzoek en lawaaibestrijding in de hoofdstukken 2, 3 en 4 uitgebreider aan de orde komen.

INHOUD

Blz.

1. INLEIDING	1
1.1 Omvang lawaaiprobleem in Nederland	1
1.2 Wettelijke basis	2
1.3 Omschrijving van een gehoorbeschermingsprogramma	4
1.3.1 Informatie, voorlichting, overleg en evaluatie	4
1.3.2 Geluidmetingen en lawaaibestrijding	5
1.3.3 Gehoormetingen	5
1.3.4 Persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen	6
2. AKOESTISCH ONDERZOEK	7
2.1 Algemene geluidbegrippen	7
2.1.1 Geluidniveau	7
2.1.2 Toonhoogte	9
2.1.3 Equivalent geluidniveau en geluidexpositieniveau	10
2.2 Geluidmetingen op de arbeidsplaats	14
3. AUDIOMETRISCH ONDERZOEK	16
3.1 Het meten van het gehoor	16
3.2 Gehoorverlies	17
3.3 Presentatie van de resultaten van gehooronderzoek	21
3.4 Periodiciteit gehooronderzoek	23
4. GLOBAAL LAWAAIBESTRIJDINGSPLAN	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Aanpak van de problematiek	25
4.3 Ontstaansmechanismen van geluid	27
4.3.1 Direct aangestoten luchttrillingen	27
4.3.2 Indirect aangestoten luchttrillingen	28
4.4 Mogelijke maatregelen	29
5. LITERAUUR	32

BIJLAGE: "Gehoorbescherming",

Publikatieblad P 138 van de Arbeidsinspectie

ACHTERGRONDINFORMATIE BIJ DE RAPPORTERING VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA

1. INLEIDING

1.1 OMVANG LAWAAIPROBLEEM IN NEDERLAND

Blootstelling aan lawaai is een zeer omvangrijk probleem. Op veel arbeidsplaatsen in de Nederlandse industrie is de geluidbelasting zo hoog dat bij langdurige blootstelling risico bestaat op ernstige gehoorbeschadiging voor de werknemers die aldaar hun functie vervullen. Volgens de standaard van de International Organization for Standardization ISO 1999 [1], [2] bestaat er risico op gehoorschade bij langdurige blootstelling aan equivalente niveaus boven 80 dB(A). Mede op basis van Oostenrijkse gegevens is een schatting gemaakt voor de Nederlandse situatie. Hieruit blijkt dat 38 % van de werknemers aan geluidniveaus boven 80 dB(A), 25 % aan geluidniveaus boven 85 dB(A) en 6 % aan geluidniveaus boven 95 dB(A) worden blootgesteld.

1.2 WETTELIJKE BASIS

In artikel 179a van het "Veiligheidsbesluit voor Fabrieken of Werkplaatsen 1938" is opgenomen dat machines, werktuigen en de uitvoering van werkzaamheden geen schadelijk geluid mogen veroorzaken, tenzij zulks redelijkerwijze niet kan worden gevergd. Tevens biedt artikel 179a aan de Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid de mogelijkheid om een grenswaarde van schadelijk geluid vast te stellen.

De hoofdpunten van het beleid dat de Ministerraad op 13 september 1985 op voordracht van de Staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid heeft vastgesteld ten aanzien van lawaai op de arbeidsplaats 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 ter 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.

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. De toenmalige Minister van Sociale Zaken heeft daartoe op 18 juni 1981 een advies gevraagd aan de Sociaal Economische Raad. De Raad heeft op 17 februari 1984 een verdeeld advies uitgebracht. De Raad steunde unaniem het voornemen van de Minister normen vast te stellen voor schadelijk geluid. Over de hoogte van de grenswaarden oordeelde de Raad echter verschillend. De werknemers waren van mening dat lawaai bestreden zou moeten worden vanaf 80 dB(A), zoals ook door de Minister werd voorgesteld. De werkgevers daarentegen waren van mening dat uit economische overwegingen in beginsel een grenswaarde van 85 dB(A) aanvaardbaar zou zijn. De werknemers steunden het voorstel van de Minister gehoorbeschermingsmiddelen beschikbaar te doen stellen vanaf 80 dB(A) en de draagplicht bij een hogere grens te leggen. De werkgevers waren van mening dat de grenswaarde voor de beschikbaarstelling en het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen bij 85 dB(A) moest worden gelegd. Besloten is nu de grens van 80 dB(A) voorlopig niet te laten gelden voor het treffen van technische en organisatorische lawaaibestrijdingsvoorzieningen. Voorlopig zal hiervoor als wettelijke grenswaarde 85 dB(A) worden aangehouden. Vanaf 80 dB(A) zullen wel gehoorbeschermingsmiddelen beschikbaar gesteld moeten worden om werknemers de gelegenheid te geven zich te beschermen tegen lawaaidoofheid. Vanaf 90 dB(A) zullen deze gehoorbeschermingsmiddelen verplicht gedragen moeten worden. Bovengenoemde grenswaarden zullen worden opgenomen in het *Veiligheidsbesluit voor Fabrieken of Werkplaatsen 1938* en het *Landbouwveiligheidsbesluit*.

De Minister is zich ervan bewust dat het in veel gevallen niet mogelijk zal zijn om door lawaaibestrijding aan de bron geluidniveaus beneden 80 dB(A) te realiseren. Tevens overweegt de Minister, om praktische redenen op iets langere termijn, de invoering van een verbodsregime, gekoppeld aan een ontheffingenstelsel, voor arbeidsplaatsen met een niveau boven 95 dB(A). Bij overschrijding van deze grenswaarde zal ontheffing door de bedrijven aangevraagd dienen te worden. Ontheffing zal dan slechts worden verleend als door het bedrijf aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Deze voorwaarden zullen onder meer het uitvoeren van een gehoorbeschermingsprogramma inhouden. In de eerder genoemde SER-adviesaanvraag staat de term redelijkerwijs centraal. Expositie aan equivalente geluidniveaus hoger dan 80 dB(A) mag slechts plaatsvinden als redelijkerwijs niet gevergd kan worden dat reductie van geluidniveaus tot beneden deze grens plaatsvindt. Dat zal helaas tot gevolg hebben dat er veel situaties zullen blijven bestaan waarin werknemers geëxposeerd blijven aan geluidniveaus boven 80 dB(A).

Nog een ontwikkeling dient hier genoemd te worden: het in werking treden van gedeelten van de Arbeidsomstandighedenwet. Met het in werking treden van deze wet heeft het overleg tussen werkgever en werknemers over de omstandigheden op de werkplek (veiligheid, gezondheid en welzijn) een nieuwe wettelijke basis gekregen. Ongetwijfeld is lawaai een van de meest voorkomende belastingen op de werkplek en zal dan ook naar verwachting in vele gevallen onderwerp van overleg worden.

Een hulpmiddel voor de uitvoering van het overheidsbeleid is het opzetten en uitvoeren van gehoorbeschermingsprogramma's.

1.3 OMSCHRIJVING VAN EEN GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA

Een gehoorbeschermingsprogramma is een pakket van werkzaamheden en maatregelen ter voorkoming van gehoorschade door blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats. Het uiteindelijke doel van een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf is om te komen tot een situatie waarin op alle arbeidsplaatsen de lawaaioxpositieniveaus zover omlaag zijn gebracht dat er geen kans meer is op gehoorschade door lawaai. Het woord programma geeft al aan dat het uitvoeren vrijwel nooit een eenmalig gebeuren is, maar dat de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf een proces is dat jaren kan duren.

Er zijn een viertal aspecten die bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma een belangrijke rol spelen:

- informatie en voorlichting,
- geluidmetingen en lawaaibestrijding,
- gehoormetingen,
- persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen.

1.3.1 Informatie, voorlichting, overleg en evaluatie

Voor het welslagen van een gehoorbeschermingsprogramma is het van het grootste belang dat alle betrokkenen tot op zekere hoogte weten wat zo'n programma inhoudt. Betrokkenen zijn niet alleen de bedrijfs- en afdelingsleiding, de ondernemingsraad, de VGW-commissie, eventueel een veiligheidsdienst en een technische dienst, maar ook de werknemers die in lawaai werken zelf. Bij een eerste contact wordt de bedrijfsleiding en de ondernemingsraad, hetzij rechtstreeks door TNO (en eventueel BGD), hetzij via de bedrijfsleiding, geïnformeerd over de inhoud en de praktische gang van zaken bij een gehoorbeschermingsprogramma. Ook worden na de start van het programma korte voorlichtingsbijeenkomsten gehouden met groepen werknemers die in lawaai werken.

Individueel gerichte informatie wordt gegeven tijdens de geluid- en gehoormetingen. In de loop van het programma wordt er met de betrokkenen overlegd over de resultaten van het reeds verrichte deel van de metingen en er worden op langere termijn evaluatiebijeenkomsten gehouden.

1.3.2 Geluidmetingen en lawaaibestrijding

Door metingen van het geluid in de fabrieksruimten wordt vastgesteld op welke plaatsen schadelijk lawaai is, welke mensen in schadelijk lawaai werken en aan welke lawaainiveaus deze mensen worden blootgesteld. Op de arbeidsplaatsen waar mogelijk schadelijk lawaai is worden gedetailleerde metingen verricht. Op grond van de resultaten wordt er een globaal lawaai-bestrijdingsplan opgesteld. Dit 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.

Er worden prioriteiten in aangegeven en ook wordt erop gewezen dat bij de aankoop van machines en werktuigen ook de geluidafgifte een medebeslissende factor dient te zijn. Op grond van het lawaai-bestrijdingsplan kan door het bedrijf worden vastgesteld of en zo ja op welke termijn er maatregelen kunnen worden getroffen en of het nodig is om al dan niet derden, zoals een akoestisch adviesbureau in te schakelen ter verdere invulling van bepaalde maatregelen.

Na de uitvoering van maatregelen zijn opnieuw geluidmetingen nodig.

1.3.3 Gehoormetingen

Bij alle werknemers die bij de start van het programma mogelijk in schadelijk lawaai werken worden gehoormetingen verricht, die de gehoorscherpthe van de betrokkene vastlegt in een audiogram. Dit gebeurt ook bij de mensen die in de loop van het programma in lawaai gaan werken. Door met een zekere regelmaat audiogrammen op te nemen (vaker naarmate het lawaainiveau hoger ligt) kan reeds een kleine verslechtering ten opzichte van eerdere metingen worden opgespoord.

Naast deze individuele bewaking van het gehoor worden er ook uit de gehoormetingen groepsaudiogrammen samengesteld, die een indicatie kunnen geven of het lawaai invloed heeft gehad op de gehoorscherpthe van een groep werknemers. De gehoormetingen worden verricht in een audiomobiel, die op het fabrieksterrein wordt gereden.

1.3.4 Persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen

Als vaststaat dat iemand of - wat meestal het geval is - een groep personen in schadelijk lawaai werkt en het is niet mogelijk om dit schadelijk lawaai op korte termijn voldoende te verminderen, dan zal men zijn toevlucht moeten nemen tot het dragen van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen. Middelen zoals oorwatten, schuimplastic oorrolletjes en oorkappen. Omdat oorkappen de grootste demping tegen het fabriekslawaai kunnen geven, zullen bij heel hoge lawaainiveaus oorkappen nodig zijn. Bij lagere, maar toch nog schadelijke niveaus kan men oorwatten of oorrolletjes dragen. De persoonlijke voorkeur van de drager is bij de keuze van het middel zeer belangrijk.

In publicatieblad P 138 "Gehoorbescherming" van de Arbeidsinspectie wordt dit onderwerp uitvoerig behandeld. Dit publicatieblad is als bijlage bij dit rapport gevoegd.

2. AKOESTISCH ONDERZOEK

2.1 ALGEMENE BEGRIPPEN

In dit hoofdstuk worden enkele begrippen op het gebied van het meten van geluid kort toegelicht.

Geluid is een snelle drukverandering (trilling) in de lucht. Aan geluid zijn twee belangrijke facetten te onderscheiden: de sterkte van het geluid en de toonhoogte.

2.1.1 Geluidniveau

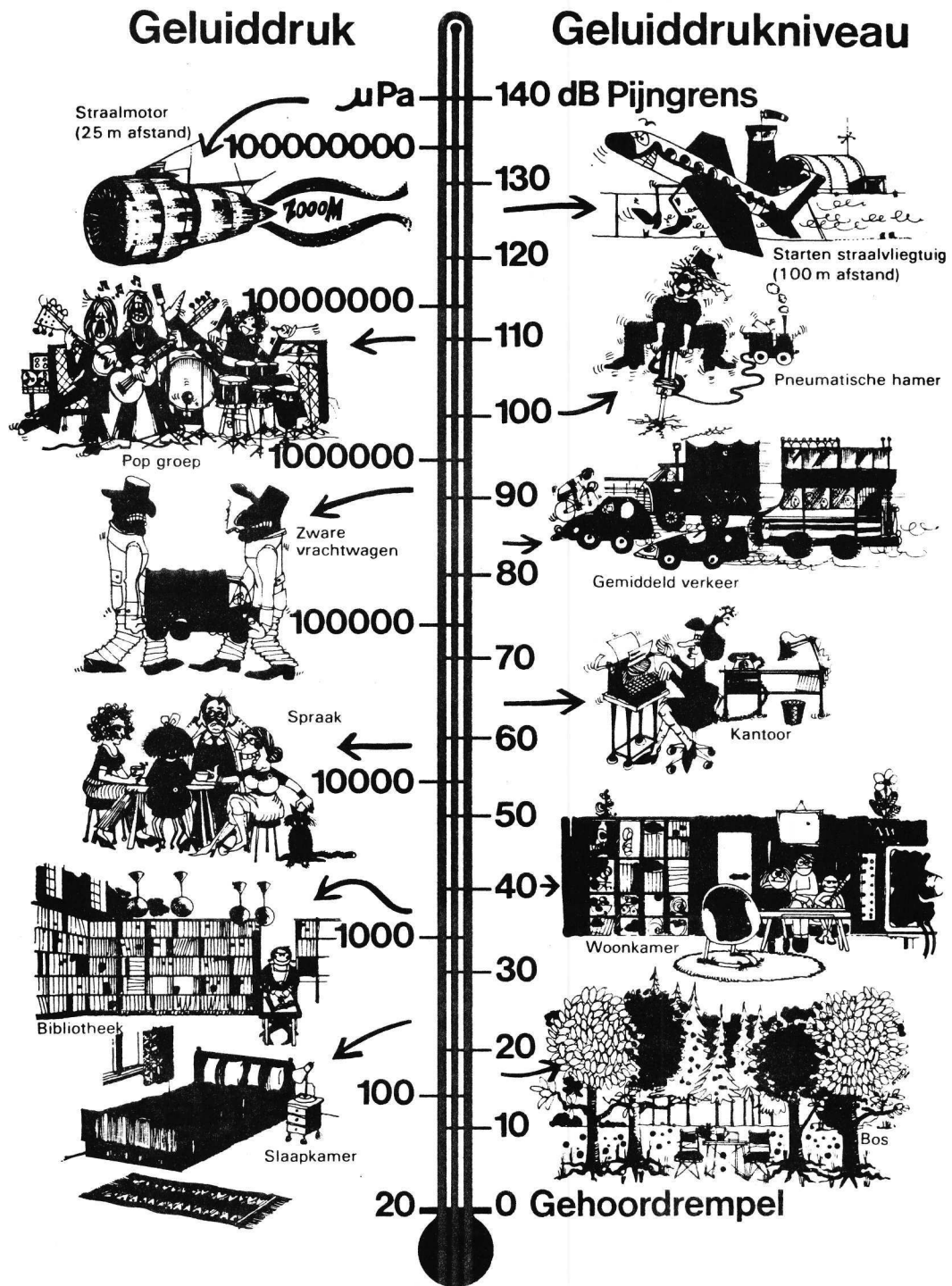
De sterkte van geluid kan worden uitgedrukt in het geluidsdrukkniveau. Een zeer zwak, door de mens nog juist waarneembaar, geluid bestaat uit drukvariaties van 20 micro Pascal (of 20 μPa).

De atmosferische druk bedraagt ongeveer 1 kg/cm^2 of 100.000 Pascal (1 Pascal = 1 N/m^2 = 0,1 kg/m^2).

De drukwisseling van 20 μPa is zo klein, dat het trommelvlies van het oor slechts een uitwijking ondergaat die niet groter is dan de diameter van een waterstofatoom. Maar het oor kan ook geluidsdrukken verdragen die maar liefst een miljoen maal hoger zijn (zie figuur 2.1, linkerkant).

Als we de sterkte van geluid dus in Pascals zouden uitdrukken, resulteert dat in grote onhandelbare getallen. Daarom is gekozen voor een logaritmische schaalverdeling met als eenheid de deciBel (dB) (figuur 2.1, rechterkant). De decibel is derhalve een logaritmische maat.

Het beginpunt van de decibelschaal (0 dB) is zo gekozen dat het overeenkomt met een drukwisseling van 20 μPa .



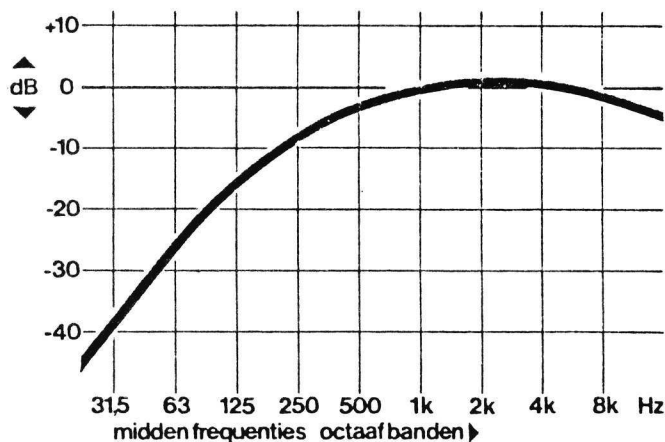
Figuur 2.1: Geluidsschaal

2.1.2 Toonhoogte

Naast de sterkte van geluid kan ook de toonhoogte worden onderscheiden. Deze toonhoogte wordt bepaald door het aantal trillingen per seconde. De toonhoogte wordt ook wel frequentie genoemd, uitgedrukt in hertz (Hz) (Hz is dus het aantal trillingen per seconde). Veel trillingen per seconde geeft een fluittoon, weinig trillingen een bromtoon.

Een normaal menselijk gehoor kan frequenties waarnemen tussen 20 en 20.000 hertz. Echter, lage tonen met een bepaald geluidsdrukniveau worden door ons gehoor minder "hard" ervaren als tonen van een hogere frequentie met hetzelfde geluidsdrukniveau. Daarom is een filter ontwikkeld, het A-filter, dat de frequentieafhankelijkheid van het gehoor nabootst (zie figuur 2.2).

Dit "A"-waarderingsfilter is een internationaal aanvaard filter dat wordt gebruikt bij het meten van geluid als dit in relatie staat tot het waarnemen met het gehoor.

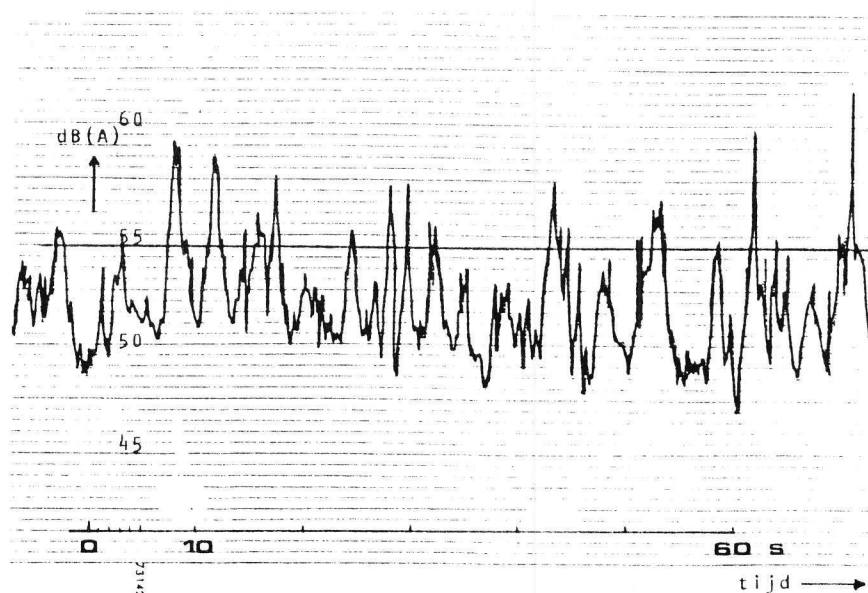


Figuur 2.2: Dempingskarakteristiek van het "A"-filter.

Het geluidsdrukniveau dat is gemeten via het A-filter wordt het geluidsniveau genoemd en het wordt uitgedrukt in dB(A).

2.1.3 Equivalent geluidniveau en geluidexpositieniveau

Het geluidniveau kan in de tijd heel sterk variëren, zeker in een ruimte waar verschillende werkzaamheden worden verricht. Als het geluidniveau zou worden uitgeschreven als functie van de tijd kan dit eruit zien als in figuur 2.3. Om nu toch één getal aan de geluidniveaus gedurende een bepaalde tijd toe te kennen, worden deze geluidniveaus op een bepaalde manier gemiddeld. Dit wordt gedaan op basis van de geluiddrukken gedurende die periode. Dit gemiddelde over die bepaalde tijd wordt het equivalent geluidniveau of L_{Aeq} genoemd (zie figuur 2.3).



Figuur 2.3: Voorbeeld van een variërend geluidniveau gedurende 1 minuut.

Middeling kan over een korte tijd (bijvoorbeeld 1 minuut) maar ook over langere tijd (bijvoorbeeld 1 werkdag) plaatsvinden.

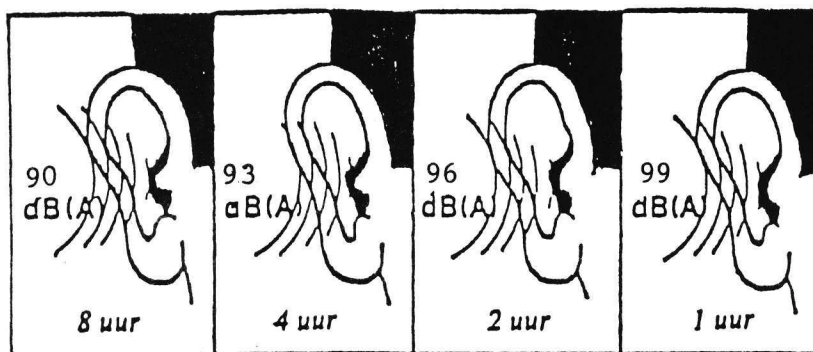
Ook pieken (en impulsen) worden gemiddeld in het equivalent geluidniveau. Voor de bepaling van de kans op gehoorschade is het equivalent geluidniveau de algemeen aanvaarde geluidmaat. Het equivalent geluidniveau wordt daarbij bepaald over een hele werkdag, over het algemeen dus 8 uur. Hierbij dient

het gemeten (of berekende) equivalente geluidniveau van die meetdag representatief te zijn voor een langere periode (bijv. een jaar). Het equivalent geluidniveau over zo'n representatieve dag noemt men het geluidexpositieniveau L_{EX} .

Ook in internationale normen [1], [2] gaat men uit van het expositieniveau en het equivalent geluidniveau over een werkdag. Omdat het equivalent geluidniveau een speciale middeling van de over een werkdag optredende geluidniveau is (waarbij de hoogste niveaus relatief zwaar meetellen) zijn er op het eerste gezicht wat vreemde regels ten aanzien van de schadelijkheid van geluid.

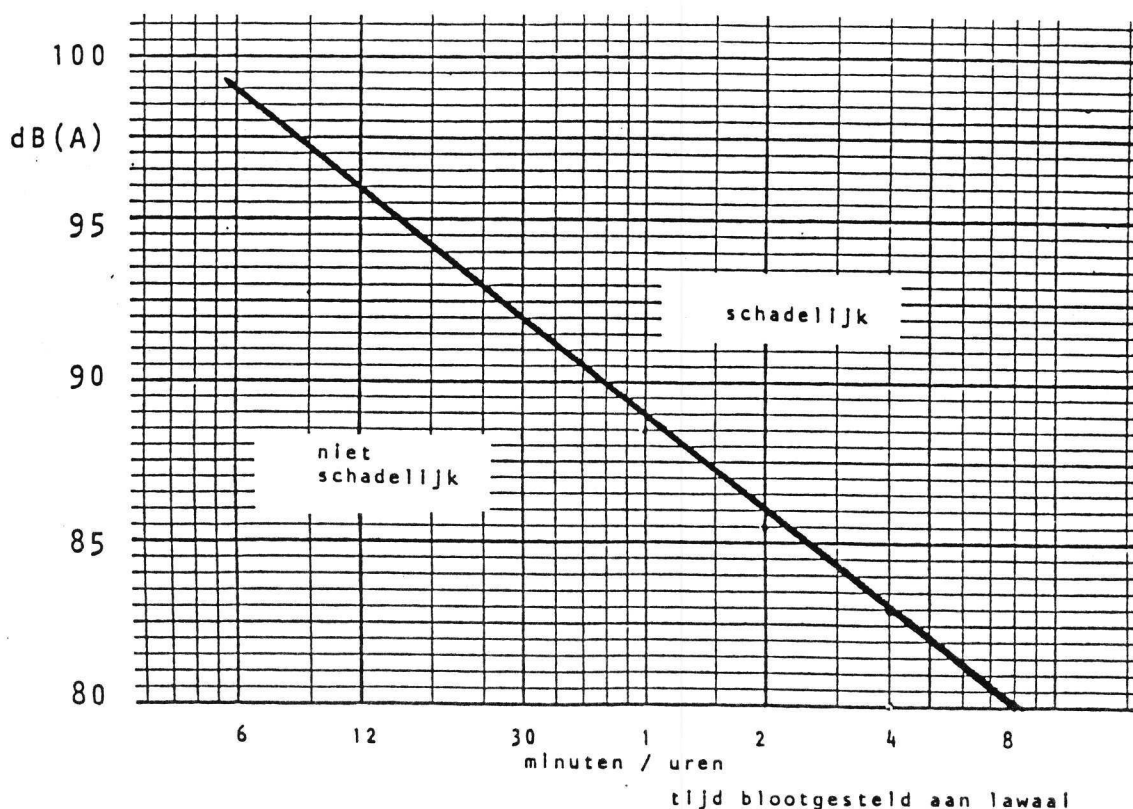
Zo is een equivalent geluidniveau van 90 dB(A) gedurende 8 uur even schadelijk als een equivalent geluidniveau van 93 dB(A) gedurende 4 uur (zie figuur 2.4), als gedurende de overige 4 uur per werkdag het geluidniveau zo laag is dat het niet meetelt (beneden 75 dB(A)).

even schadelijk :



Figuur 2.4: Voorbeeld van schadelijk geluid.

Onderzoek heeft uitgewezen dat er kans bestaat op gehoorschade bij jarenlange dagelijkse expositie aan equivalente geluidniveaus vanaf 80 dB(A).



Figuur 2.5: Equivalente geluidniveaus die al dan niet schadelijk zijn wanneer zij gedurende meer dan een bepaalde tijd van de dag voorkomen.

In figuur 2.5 is het hierboven geschetste "principe van gelijke schadelijkheid" in een grafiek weergegeven. De lijn stelt de grens voor van geluidniveaus die al dan niet schadelijk zijn wanneer zij gedurende meer dan de aangegeven tijd voorkomen. Daarbij wordt er dan wel van uitgegaan dat gedurende de rest van de werkdag het geluidniveau niet meer dan 75 dB(A) bedraagt.

Samenvattend:

Het equivalent geluidniveau (L_{Aeq}) is dus het geluidniveau, zoals dat wordt gemeten op werkplekken bij machines of apparaten, of aan personen tijdens hun werkzaamheden gedurende een bepaalde tijd. Deze waarde geeft aan in hoeverre het geluidniveau, afkomstig van een bepaalde machine of werkzaamheid, een mogelijk gevaar voor gehoorschade voor de werknemers oplevert.

Het geluidexpositieniveau (L_{EX}) is gekoppeld aan een persoon of groep van personen en karakteriseert de blootstelling aan geluid, gemiddeld over een representatieve werkdag.

De L_{EX} wordt meestal berekend aan de hand van gegevens over equivalente geluidniveaus en de daarbijbehorende expositietijd, of wordt gemeten met behulp van een geluidexpositiemeter.

Worden er verschillende werkzaamheden bij n verschillende hoge geluidniveaus, L_{Aeqwi} , verricht en zijn de niveaus en de expositietijden, t_i , bekend, dan kan het expositieniveau worden berekend door de deexpositieniveaus, L_{EXi} , te sommeren:

$$L_{EX1} = L_{Aeqw1} + 10 \cdot \lg[t_1/T] \quad \text{waarin } T = 8 \text{ uur}$$

$$L_{EXi} = L_{Aeqwi} + 10 \cdot \lg[t_i/T]$$

$$\dots \quad \dots \quad + \quad \dots$$

$$L_{EXn} = L_{Aeqwn} + 10 \cdot \lg[t_n/T]$$

$$L_{EX} = 10 \cdot \lg[10^{L_{EX1}/10} + 10^{L_{EXi}/10} + \dots + 10^{L_{EXn}/10}]$$

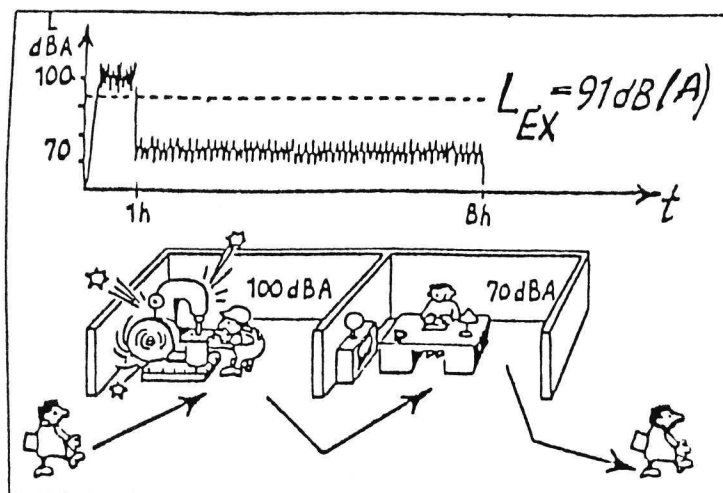
In het voorbeeld van figuur 2.6 wordt een persoon gedurende een uur van de werkdag blootgesteld aan een geluidniveau van 100 dB(A), en gedurende de resterende zeven uur aan 70 dB(A).

Het totale expositieniveau bedraagt nu:

$$L_{EX1} = 100 + 10 \cdot \lg(1/8) = 91 \text{ dB(A)}$$

$$L_{EX2} = 70 + 10 \cdot \lg(7/8) = 69 \text{ dB(A)}$$

$$L_{EX \text{ totaal}} = 10 \cdot \lg[10^{9,1} + 10^{6,9}] = 91 \text{ dB(A)}$$



Figuur 2.6: Voorbeeld van expositieniveau en blootstellingstijd.

2.2 GELUIDMETINGEN OP DE ARBEIDSPLAATS

Het doel van de vaststelling van de geluidssituatie is tweedelig:

- ten behoeve van een audiometrieprogramma en het adviseren van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen, wanneer nog niet voldoende lawaai-bestrijding heeft plaatsgevonden;
- ten behoeve van het opstellen van een globaal lawaai-bestrijdingsplan; dit is een plan dat aangeeft welke soort maatregelen kunnen worden overwogen, om de geluidbelasting op een bepaalde arbeidsplaats te reduceren tot op een voor het gehoor veilig niveau.

In eerste instantie is het van belang de geluidbelasting van de werknemers te kennen in termen van geluidexpositieniveaus, want dit is de belasting die uiteindelijk bepalend is voor een eventuele kans op een gehoorbeschadiging. Is de geluidexpositie bekend dan kan ook adequate persoonlijke gehoorbescherming worden aanbevolen, rekening houdend met de verdeling van de geluidexposities gedurende de diverse werkzaamheden. Tevens kan aan de hand van de gemeten geluidexpositieniveaus de periodiciteit van het audiometrisch onderzoek worden vastgesteld [3].

In tweede instantie is het ook van belang de equivalente geluidsniveaus op een bepaalde plaats te kennen, aangezien op basis hiervan een globaal lawaai-bestrijdingsplan kan worden opgesteld. Hierbij is ook de tijd dat een dergelijke plaats wordt bezet van belang. Immers, is deze erg kort dan kan het minder urgent zijn om op deze plaats het geluidsniveau te reduceren, hoewel een hoog geluidsniveau in korte tijd veel kan bijdragen aan het totale geluidexpositieniveau.

Ter bepaling van de geluidexpositie van de werknemers kan gebruik worden gemaakt van door de werknemers te dragen geluidexpositiemeters (dosimeters) - zeer geschikt bij grote mobiliteit van de werknemers - en van een integrerende geluidmeter, die door een meettechnicus wordt gehanteerd.

Vaak is het vanwege de aard van het bedrijf (transport, mobiliteit van de werknemers e.d.) niet goed mogelijk om meetapparatuur op vaste plaatsen, welke representatief zijn voor de arbeidsplaatsen, op te stellen.

Per werkzaamheid kunnen dan wel (kortdurende) werkzaamheidsgebonden geluidmetingen worden verricht.

Omdat binnen één functie diverse werkzaamheden kunnen worden verricht, kunnen verschillende geluidbelastingen binnen één functie optreden. Voor de presentatie van de gegevens aan derden is het daarom gewenst datareductie toe te passen middels een indeling in geluidexpositieklassen in plaats van één enkele waarde aan een functie toe te kennen.

De klassen zijn gevormd met breedten van 5 dB(A) vanaf 80 dB(A): 80 tot 85 dB(A), 85 tot 90 dB(A) enzovoorts.

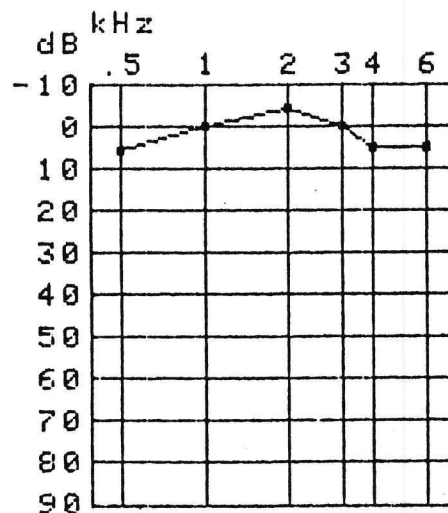
Ook is voorzien in een (niet schadelijke) klasse van minder dan 80 dB(A).

3. AUDIOMETRISCH ONDERZOEK

3.1 HET METEN VAN HET GEHOOR (AUDIOMETRIE)

Het meten van iemands gehoorscherptheit gebeurt door deze persoon in een stille ruimte via de hoofdtelefoon van de audiometer tonen te laten horen van verschillende frequenties en van verschillende niveaus, voor elk oor afzonderlijk. Daarbij stelt men vast bij welke niveaus en frequenties de tonen door de onderzochte persoon juist worden gehoord [3].

De niveaus worden bij de desbetreffende frequenties in een grafiek uitgezet en door een lijn verbonden. Deze lijn wordt het audiogram genoemd (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1 Een audiogram, waarin het gehoorverlies in dB (decibel) is uitgezet als functie van de frequentie in kHz (1 kHz = 1000 Hz).

Het verschil tussen het audiogram bij een bepaalde frequentie en de nullijn van de audiogramkaart heet gehoorverlies. Gehoorverlies wordt uitgedrukt in decibels (dB).

Jonge mensen van 18 jaar tot 30 jaar - mits zij niet reeds een gehoorbeschadiging hebben opgelopen - hebben gemiddeld een audiogram dat samenvalt met de nullijn van de audiogramkaart. Het gehoorverlies van deze groep mensen is dus bij elke frequentie gemiddeld 0 dB.

Het gehoor noemt men normaal, wanneer het audiogram van zowel het linker-als het rechteroor geen groter gehoorverlies te zien geeft dan 10 dB.

3.2 GEHOORVERLIES

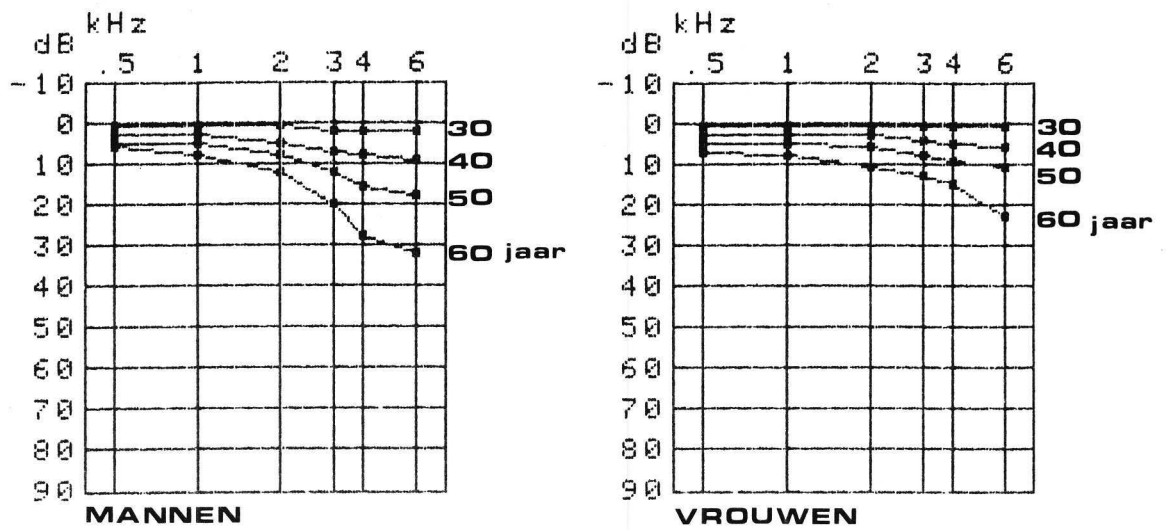
Gehoorverlies kan door verscheidene oorzaken ontstaan, zoals door lawaai, bij bepaalde ziekten, ongevallen en door het gebruik van bepaalde medicijnen.

Ook met het vorderen der jaren neemt de gehoorscherpthe af. Dit is een zeer geleidelijk proces en dit proces begint bij mensen in onze Westerse maatschappij reeds rond het dertigste levensjaar. Het houdt verband met het normale verouderingsproces. Zoals zoveel functies van het menselijk lichaam verliest ook ons gehoor bij het vorderen van de jaren aan kwaliteit. Men noemt dit verschijnsel de ouderdomsslechthorendheid. Het is een zeer geleidelijk proces van vermindering van gehoorscherpthe, dat aanvankelijk vooral een gehoorverlies vertoont bij hoge tonen en op den duur ook in iets lagere gebieden.

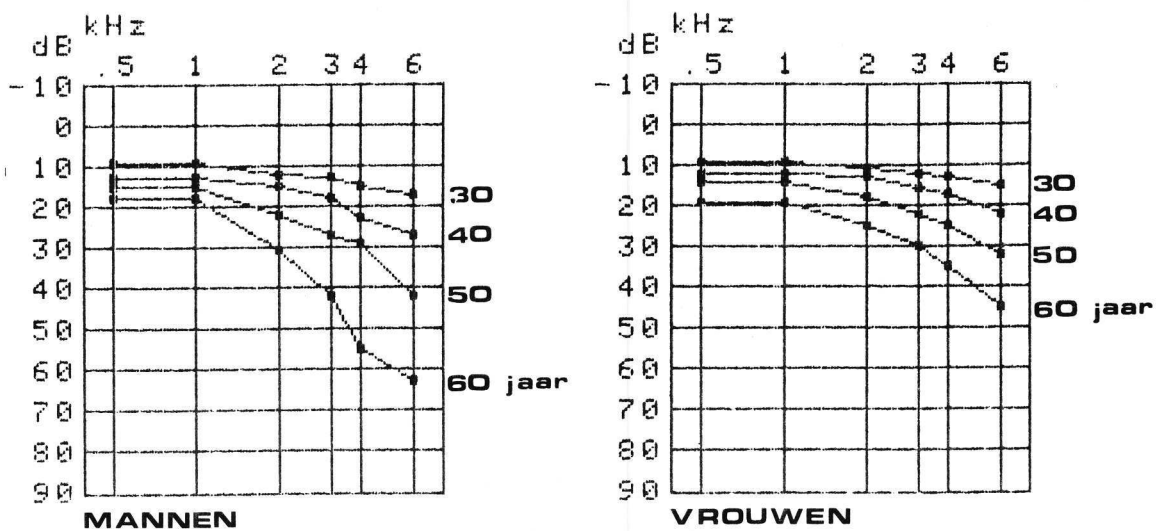
In figuur 3.2 zijn de mediane ouderdomsgehoorverliezen opgenomen van groepen vrouwen en van groepen mannen, die niet in lawaai werken of hebben gewerkt. Het mediane gehoorverlies is het gehoorverlies dat juist wordt overschreden door 50 % van de individuele gevallen.

Ongetwijfeld hebt U de ervaring dat niet elk mens van dezelfde leeftijd dezelfde gehoorscherpthe heeft, ook al kunnen er geen mogelijke oorzaken voor een gehoorverlies worden aangegeven, afgezien van de veroudering. De normale ouderdomsgehoorverliezen vertonen een zekere spreiding.

Om enige indruk te hebben van de grootte van deze spreiding zijn in figuur 3.3 de gehoorverliezen getekend die door 10 % van de gehoorverliezen van de bovengenoemde groepen juist worden overschreden. Zo is het verschil bij een groep mannen van gemiddeld 60 jaar tussen het mediane ouderdomsgehoorverlies en het gehoorverlies dat door 10 % juist wordt overschreden gelijk aan 27 dB bij 4000 Hz en voor vrouwen 19 dB.



Figuur 3.2 Mediane gehoorverliezen van groepen mannen en vrouwen, die niet in lawaai werken en hebben gewerkt, voor de gemiddelde leeftijden van 30, 40, 50 en 60 jaar.

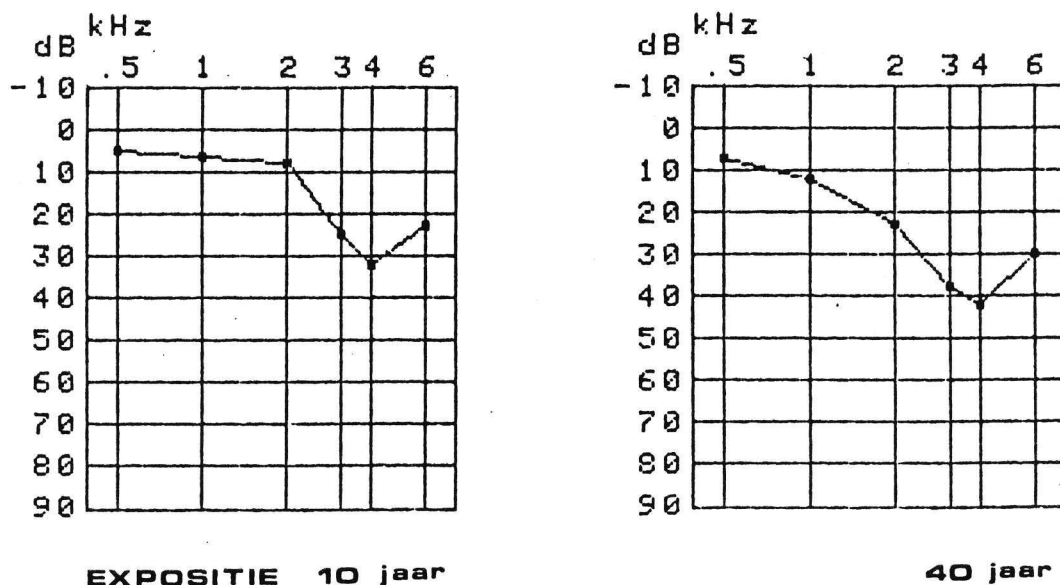


Figuur 3.3 Gehoorverliezen die in 10 van 100 gevallen juist worden overschreden bij groepen mannen en vrouwen die niet in lawaai werken en hebben gewerkt.

De gehoorverliezen die ontstaan door blootstelling aan lawaai zijn over het algemeen ook gehoorverliezen in het hoge-tonen-gebied. Bij mensen die in een lawaaiige omgeving werken ontstaat allereerst een gehoorverlies in het frequentiegebied rond 4000 Hz. Dit geldt althans gemiddeld. In individuele gevallen kan het gehoorverlies bij een andere frequentie dan 4000 Hz het grootst zijn.

Na een expositie van een jaar of tien op de arbeidsplaats heeft het mediane gehoorverlies bij 4000 Hz een maximum bereikt en is er nog vrijwel geen gehoorverlies beneden 3000 Hz en boven 6000 Hz. De zeer karakteristieke "lawaaidip" is dan zichtbaar in het audiogram (figuur 3.4).

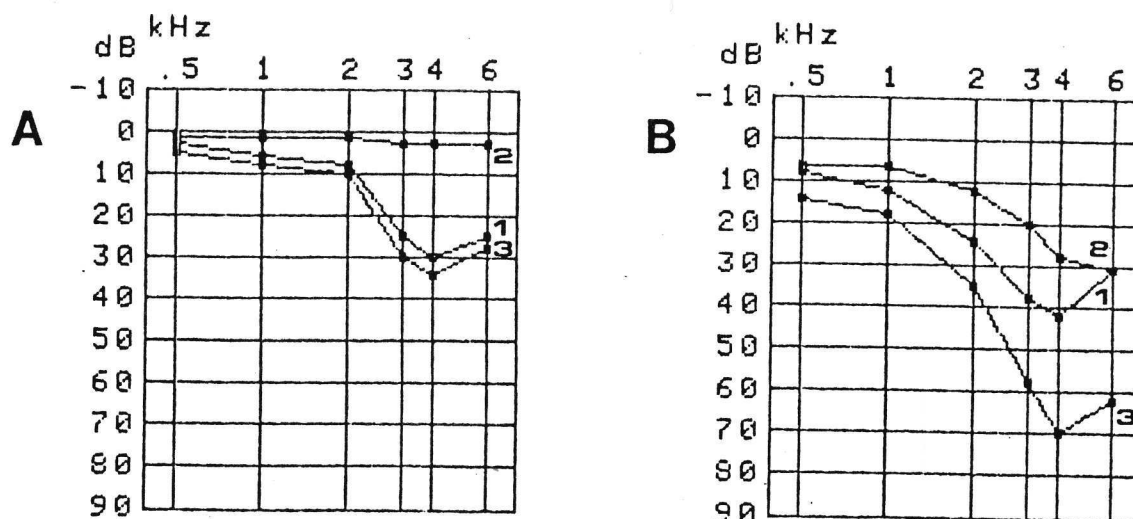
Duurt de expositie aan lawaai voort, dan wordt de lawaaidip dieper en breder en strekt zich ook uit over de lagere frequenties. Een en ander blijkt uit figuur 3.4 waarin de mediane gehoorverliezen, ten gevolge van expositie aan lawaai met een lawaaiexpositieniveau van 100 dB(A) zijn uitgezet voor expositietijden van tien en veertig jaar.



Figuur 3.4 Mediane gehoorverliezen door lawaai met een lawaaiexpositieniveau van 100 dB(A).

Onderzoek heeft aannemelijk gemaakt dat voor groepen mensen die jarenlang in lawaai werken het gehoorverlies door lawaai en het normale ouderdomsgehoorverlies bij benadering bij elkaar kunnen worden opgeteld om zodoende het totale gehoorverlies te berekenen. Dit is gedemonstreerd in figuur 3.5, waarin het mediane ouderdomsgehoorverlies, het mediane gehoorverlies door lawaai en het resulterende totale gehoorverlies is uitgezet voor twee groepen.

De eerste groep (mannen) heeft een gemiddelde leeftijd van 30 jaar en werkt 10 jaar in een lawaaiexpositieniveau van 100 dB(A) en de tweede groep (mannen) is gemiddeld 60 jaar en werkt 40 jaar in 100 dB(A).



Figuur 3.5 Mediane gehoorverliezen door lawaai (1), mediane ouderdomsgehoorverliezen (2) en het totale mediane gehoorverlies (3) van twee groepen mannen, die in een lawaai-expositieniveau van 100 dB(A) werken.

A : Gemiddelde leeftijd 30 jaar, expositietijd 10 jaar.

B : Gemiddelde leeftijd 60 jaar, expositietijd 40 jaar.

Niet iedereen is even gevoelig voor het ontstaan van een lawaaidip: er bestaat een groot verschil in individuele gevoeligheid.

Of men tot de gevoeligen behoort kan echter alleen achteraf - als het gehoorverlies dit aantoont - worden geconstateerd en dan is het kwaad al geschied. Deze gevoeligheid moet niet worden verward met gevoelig zijn voor geluid in de zin van snel gehinderd zijn of geluid scherp kunnen horen.

Het verschil in individuele gevoeligheid voor het ontstaan van gehoorverlies door lawaai wordt duidelijk gedemonstreerd in een groepsaudiogram, waarop in de volgende paragraaf wordt ingegaan.

3.3 PRESENTATIE VAN DE RESULTATEN VAN GEHOORONDERZOEK

De resultaten van een gehooronderzoek bij een individu worden in een audiogram weergegeven. Dit audiogram toont dan afzonderlijk de gehoorverliezen aan het linker- en rechteroor.

De resultaten van gehooronderzoek bij groepen mensen kunnen worden verwerkt in een groepsaudiogram als de groep groot genoeg is (in elk geval meer dan 5 personen). Het groepsaudiogram is een soort verzamelaudiogram dat wordt gemaakt uit de audiogrammen van de mensen uit een groep.

Allereerst wordt bij de onderzochte frequenties het mediane gehoorverlies berekend en ingetekend in een grafiek. Deze waarden van de mediane gehoorverliezen worden met elkaar verbonden. Tevens wordt het mediane normale ouderdomsgehoorverlies in de grafiek ingetekend. Het verschil tussen beide curven is het mediane gehoorverlies door expositie aan lawaai. Naast de grafiek wordt tevens in een tabel het mediane gehoorverlies opgenomen en daaronder het verschil tussen het mediane gehoorverlies en het mediane ouderdomsgehoorverlies. In de tabel is behalve de mediaanwaarden ook een aantal percentielwaarden opgenomen als de groep groot genoeg is. Bij een groep van 10 personen of meer zijn naast de mediane waarden eveneens de 25 %- en 75 %-waarden gegeven. Voor groepen van 20 personen of meer zijn ook nog de 10 %- en 90 %-waarden gegeven. De bovenste tabel betreft daarbij de percentielwaarden van de gemeten gehoorverliezen en in de onderste tabel is het verschil tussen de percentielwaarden van de gemeten gehoorverliezen en de waarde van het normale ouderdomsgehoorverlies bij het overeenkomstige percentiel opgenomen. Deze verschillen zijn dus de gehoorverliezen, die zijn ontstaan door blootstelling aan lawaai.

Om het gecorrigeerde groepsaudiogram in kwalitatieve termen te beoordelen, worden de volgende termen gebruikt. Er is sprake van een lichte gehoorschade door lawaai als bij één of meer frequenties de afwijkingen meer zijn dan 4 dB maar minder dan 10 dB. Matig ernstig wordt de gehoorschade door lawaai genoemd als de afwijkingen liggen tussen 10 en 25 dB.

Als afwijkingen meer dan 25 dB zijn, bij één of meer frequenties, dan noemen we de gehoorschade door lawaai ernstig. Deze kwalitatieve indeling is slechts een voorlopige; wellicht zullen toekomstige onderzoekresultaten de genoemde grenzen nog wijzigen.

Als de onderzochte groep klein (ten hoogste 5 personen) is, dan is het statistisch gezien niet verantwoord om groepsresultaten te presenteren. Immers, de individuele gehoorverliezen zijn dan herkenbaar in het groepsaudiogram. Tevens zijn er dan te weinig metingen om de conclusie te rechtvaardigen dat het verschil tussen het gemeten gehoorverlies en het normale ouderdomsgehoorverlies het gehoorverlies is dat is ontstaan door blootstelling aan lawaai. Het verschil is dan te onnauwkeurig.

3.4 PERIODICITEIT GEHOORONDERZOEK

Als het op korte termijn niet mogelijk is om het geluid in een bedrijf dusdanig te verlagen dat de lawaaioxpositieniveaus van alle werknemers beneden de 80 dB(A) zijn, dan is het gebruik van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen, met daarbij een periodieke controle van het gehoor [3], de enige overgebleven mogelijkheid om (verder) gehoorverlies te voorkomen. Nadere informatie over gehoorbescherming is te vinden in Publikatieblad 138 van de Arbeidsinspectie (zie Bijlage).

Hoe vaak van een werknemer of een groep werknemers een audiogram moet worden opgenomen ter controle van het gehoor hangt van een paar factoren af. Ten eerste het lawaaioxpositieniveau waarin men werkt. Is dit hoog, dan dient een controle vaker te worden uitgevoerd dan wanneer het lawaaioxpositieniveau juist iets boven de 80 dB(A) ligt. De tweede factor is of er (consequent) gehoorbeschermingsmiddelen worden gedragen en zo ja welke middelen. Ten derde is van belang hoe lang men reeds in lawaai werkt. Als men pas in lawaai werkt, dan dient het gehoor zeer geregeld gecontroleerd te worden om na te gaan of de betrokkene behoort tot de groep extra gevoeligen waarbij zich snel een gehoorverlies door lawaai ontwikkelt. Werkt men langer in lawaai en zijn er geen aanwijzingen dat er een lawaaidip aan het ontstaan is, dan kan de audiometrische controle minder frequent worden. In de tabellen 4 en 5 in de Bijlage is een schema voor de periodiciteit van audiometrisch onderzoek opgenomen (uit [3]).

De periodiciteit varieert daarbij van één keer per jaar tot een keer per vier jaar.

Dit schema kan worden gehanteerd onder het volgende voorbehoud:

- Op medische indicatie kan de frequentie van het audiometrisch onderzoek worden verhoogd.
- Het audiometrische onderzoek dient op voldoende goede wijze uitgevoerd te worden.
- Het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen dient voldoende goed begeleid te worden. Er dient zowel bij de keuze van een beschermingsmiddel als tijdens het dragen van de middelen voldoende voorlichting en instructie gegeven te worden.
- Het gehoorbeschermingsmiddel wordt altijd gedragen als het equivalente geluidsniveau boven 80 dB(A) uitkomt.

4. Globaal Lawaai Bestrijdingsplan

4.1 INLEIDING

Op grond van geluidmeetresultaten kan een globaal lawaai bestrijdingsplan worden opgesteld. 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.

De beste maatregelen zijn die, die het lawaai bij de bron aanpakken.

Vaak zijn maatregelen nodig om de overdracht van het geluid naar de medewerker te beperken. Vanwege het belang van dit soort maatregelen wordt in hoofdstuk 4.3 in het algemeen ingegaan op de overdrachtswegen en de mogelijke maatregelen.

Men dient rekening te houden met het feit dat slechts globale mogelijkheden kunnen worden aangegeven. Het is wenselijk om bij veranderingen in het productieproces, wijzigingen in de opstelling, verbouwingen, vervangen apparatuur en nieuwbouw het geluidaspect vroegtijdig nauwkeurig te bezien. Het is vaak eenvoudiger en goedkoper direct maatregelen te nemen dan later voorzieningen aan te brengen.

De in een lawaai bestrijdingsplan aangegeven mogelijkheden zijn vaak in eigen beheer te verwezenlijken. Bij ingewikkelder voorzieningen is het zinvol een akoestisch adviseur te raadplegen. Soms kan ook bij de leverancier van het betreffende apparaat advies worden ingewonnen en zijn ook de leveranciers van akoestische materialen bereid advies te geven.

4.2 AANPAK VAN DE PROBLEMATIEK

De mogelijkheden om zich in de keten bron-overdrachtsweg-mens met lawaai-bestrijding bezig te houden kan in twee gedeelten worden gesplitst:

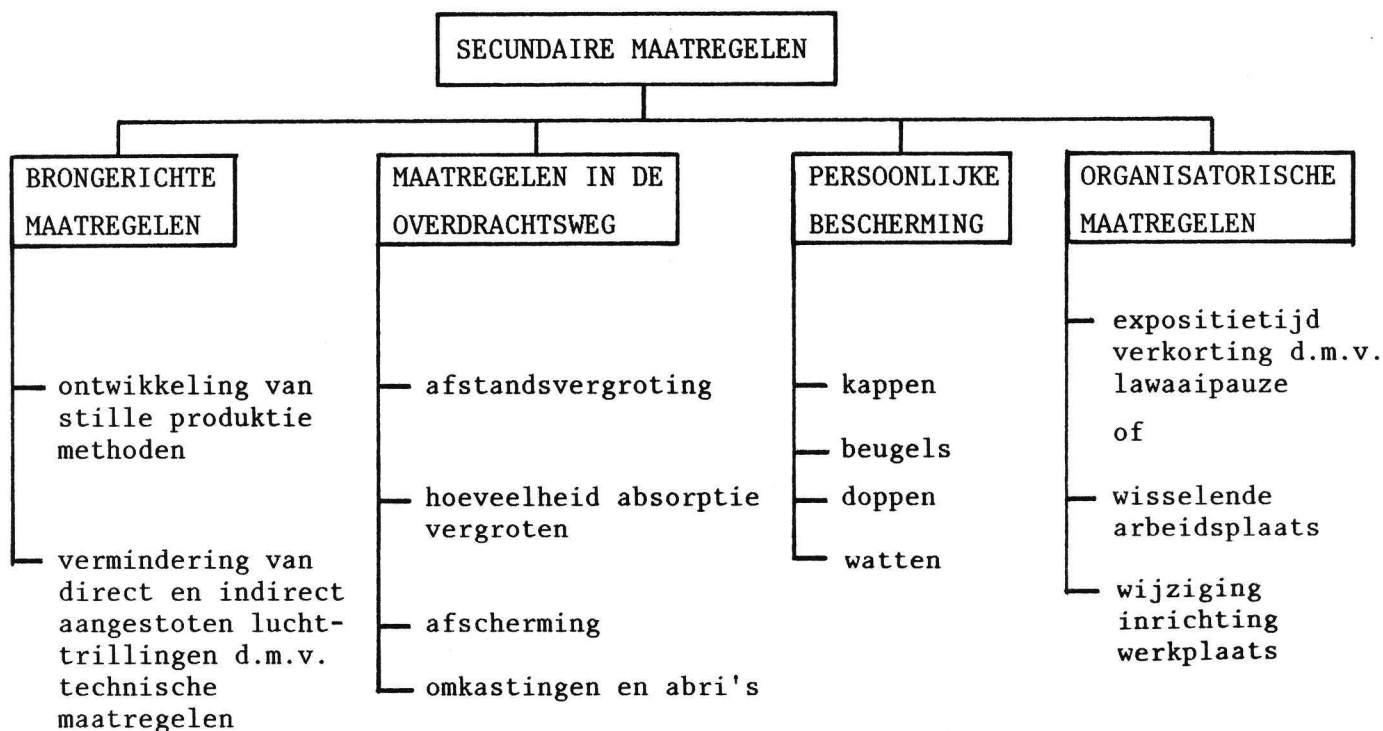
Primair is de lawaai-bestrijding - eigenlijk de lawaai-beheersing - bij de bron in de ontwerp- en constructiefase.

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. Dit valt echter buiten het kader van dit onderzoek.

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:



Van de volgorde in aanpak van lawaaibestrijding bij geluidbron, overdrachts-
weg en ontvanger wordt in het Veiligheidsbesluit de wenselijkheid benadrukt.

Wanneer het niet of met onvoldoende resultaat mogelijk is om de geluidpro-
duktie door brongerichte maatregelen te beperken komen maatregelen ter be-
perking van de geluidoverdracht in aanmerking. Wanneer deze werkwijzen nog
tot een onvoldoende resultaat leiden is men gedwongen zijn toevlucht te zoe-
ken tot persoonlijke bescherming.

Uitgebreide informatie over de ontstaansmechanismen van geluid met een groot
aantal voorbeelden is te vinden in "Lawaaibestrijding, achtergronden, aanpak
en methoden, praktijkvoorbeelden" [4] van het NIPG-TNO. Deze uitgave is
gebaseerd op publicaties van de Zweedse Werknemersvereniging "Arbydsskud-
fonden".

In Hoofdstuk 4.3 worden in het kort enkele algemene maatregelen bij de over-
dracht van geluid aangegeven.

4.3 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.

Om een goed resultaat te bereiken, zal vaak een aantal verschillende lawaai-bestrijdingsprincipes moeten worden gehanteerd. In het laatste hoofdstuk zijn enkele lawaaibestrijdingstechnieken beschreven die met goed gevolg in diverse industrieën zijn toegepast.

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

4.3.1 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. Voorbeelden hiervan zijn vliegtuigpropellers, ventilatoren en het aanzuig- respectievelijk uitlaatgeluid van verbrandingsmotoren.*
- *Turbulente gasstromen, rond obstakels of vrij uitstromend in de omgevingslucht. Voorbeelden: Stromingsgeluid in ventilatiekanalen, persluchtpistolen, windgeluid om auto's.*
- *Bij processen waarbij warmte wordt opgewekt, treden plotselinge volumevergrotingen op, die weer zorgen voor overeenkomstige drukwisselingen. Het geluid van branders komt op deze wijze tot stand evenals de geluiden die gepaard gaan met explosies en elektrische ontladingen.*

4.3.2 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. De belangrijkste daarvan worden hieronder nader genoemd:

- Turbulente gas- of vloeistofstromen in leidingsystemen. Deze treden vooral op bij regelkleppen, afsluiters, meetflenzen e.d.
- Cavitatie in vloeistofleidingen. Dit verschijnsel doet zich vooral voor bij plotselinge drukverlaging in het leidingsysteem, bijvoorbeeld achter een afsluiter of in een plotselinge diameterverkleining. Er vormen zich dan dampbellen, die na korte tijd imploderen. Daarbij treden schokgolven op in de vloeistof, die als trillingen op de leidingwand worden overgedragen.
- Drukwisselingen, zoals bij verbrandingsmotoren, compressoren en hydraulische installaties.
- Massakrachten in de vorm van onbalans in roterende machinedelen of heen en weer bewegende sleden e.d.
- Wisselkrachten ten gevolge van niet-continue krachtoverbrenging, zoals bij tandwielaandrijvingen of bij lagers met te veel speling.
- Magnetische krachten in elektromotoren, generatoren en transformatoren.
- Het op elkaar botsen van machine-onderdelen, bijvoorbeeld bij persen of meeneemmechanismen, of het rammelen van metalen delen tegen elkaar.
- Snijkrachten bij verspanende bewerkingen.
- Vervormingskrachten bij bepaalde bewerkingen, zoals smeden, klinken, hameren of persen.

4.4 MOGELIJKE MAATREGELEN

Over het algemeen kan men ervan uitgaan dat de emissie van geluidbronnen in bestaande situaties moeilijk te wijzigen is. In feite moet dit type lawaai-bestrijding (aan de bron) al in de ontwerp- of constructiefase van een machine plaatsvinden.

Voor de consument is het daarom van zeer groot belang om bij de aanschaf van nieuwe machines goed te letten op de geluidproduktie van de nieuwe machine en deze te vergelijken met de geluidproduktie van soortgelijke machines. Dit is voor hem vrijwel de enige mogelijkheid om lawaai-bestrijding aan de bron te realiseren.

In dit hoofdstuk worden dan ook in het kort enkele maatregelen genoemd die kunnen worden genomen om de overdracht van geluid van de bron naar de ontvanger te beperken.

Aan de hand van een voorbeeld worden verschillende mogelijkheden geschetst. In figuur 4.1 is dit voorbeeld schematisch weergegeven.

MAATREGELEN NABIJ DE BRON

De noodzaak doet zich voor als op plaatsen, zowel binnen als buiten het gebouw, bedieningsplaatsen zijn waar het geluidniveau te hoog is.

Toegepast kunnen worden: geluiddempers (A), kappen of schermen (B), omkastingen (C), isolatie van leidingen (D) en verende elementen (I, K, en L).

MAATREGELEN BINNEN DE RUIMTEN

Het geluidniveau binnen een ruimte wordt op een wat grotere afstand bepaald door de vorm en de afwerking van de wanden en plafond.

Verlaging van het niveau kan worden bereikt door geluidabsorberende materialen (E) aan te brengen. Ook het goed indelen van de ruimte, met eventueel gebruik van scheidingswanden, kan een grote bijdrage leveren.

MAATREGELEN BIJ OVERDRACHT BINNEN GEBOUWEN

Een geluidbron in een gebouw kan ook problemen geven in aangrenzende ruimten. Ook hier zijn verbeteringen mogelijk door maatregelen aan de bron (A, B, C en D) of door aanbrengen van geluidabsorptie in de opstellingsruimte (E). Verder is een goede geluidisolatie van wanden, plafond en vloer nodig (H). De kieren moeten niet worden vergeten (M).

Ook van belang is de invloed van constructiegeluid. Vermindering daarvan is mogelijk door toepassing van veren (I) onder machines, balgen, slangen of manchetten (K) in leidingen en verende bevestiging daarvan (L).

MAATREGELEN BIJ GELUIDOVERDRACHT VIA KANALEN EN LEIDINGEN

Geluidoverdracht via kanalen en leidingen, aanzuig- en uitblaasopeningen van lucht, gas, stoom kan als regel worden beperkt door middel van geluiddempers (A). Hierbij kan een verende bevestiging (L), alsmede een goede afdichting (M), bij doorvoer door wanden of gevels, nodig zijn.

De overdracht langs wanden en leidingen kan worden beperkt door de reeds genoemde balgen, slangen of manchetten (K).

MAATREGELEN BIJ DE WERKNEMER

Bij maatregelen bij de werknemer gaat het om toepassing van persoonlijke gehoorbescherming zoals oorkappen, dopjes of watjes (G).

In dit rapport wordt hier niet nader op ingegaan, verwezen wordt naar het publicatieblad van de Arbeidsinspectie P 138, Gehoorbescherming, dat als bijlage bij dit rapport is gevoegd.

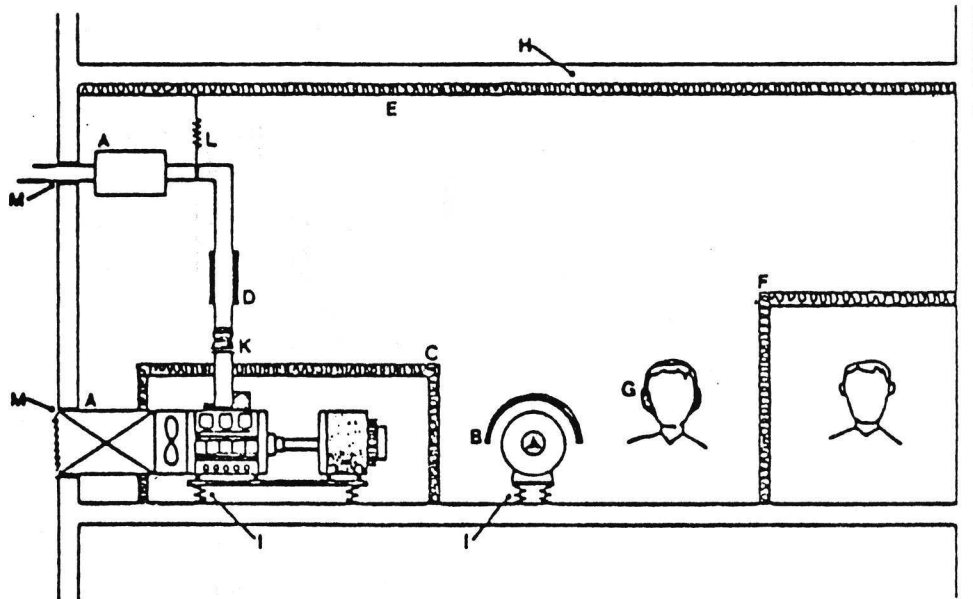
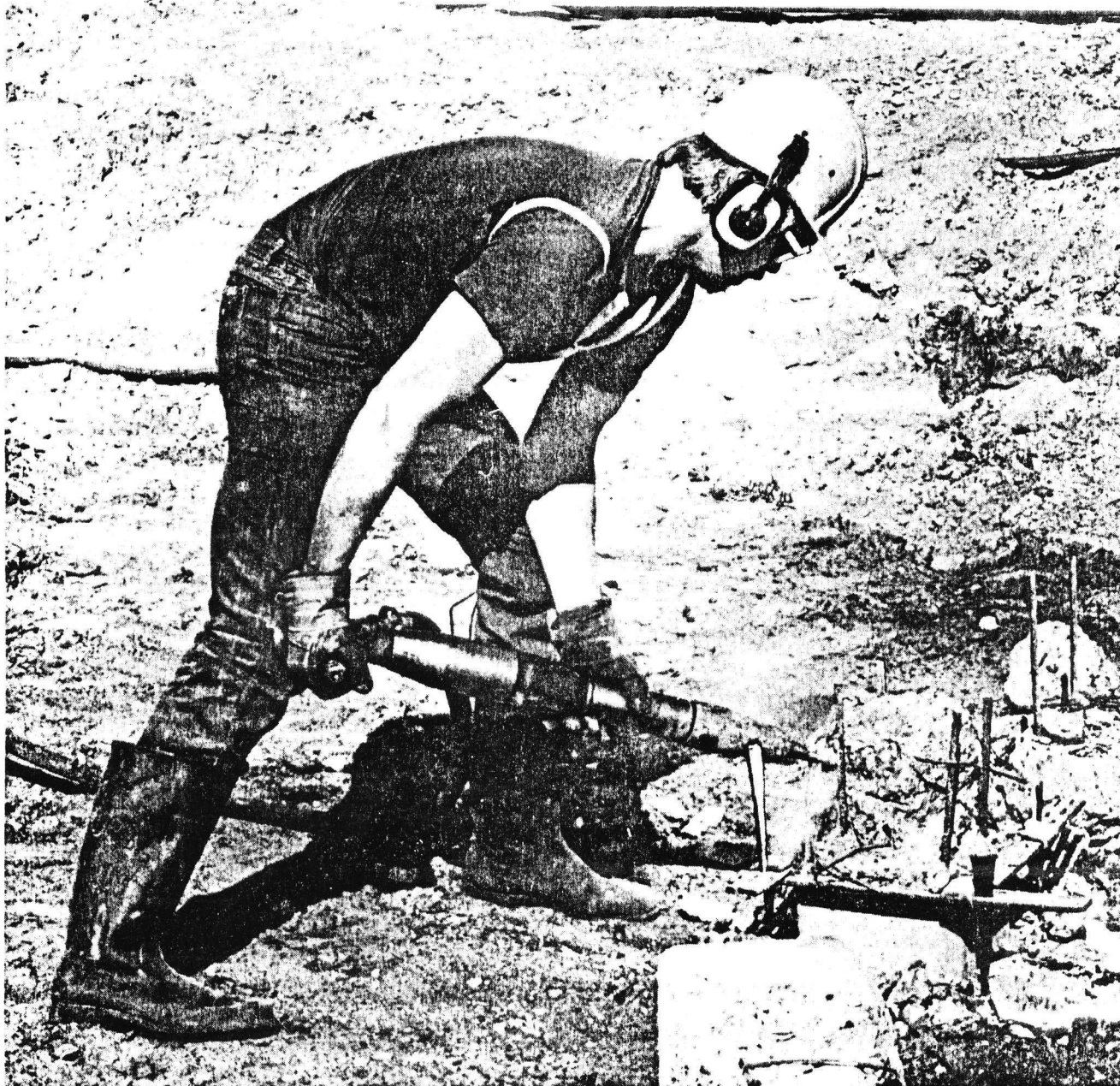


Fig. 4.1 Overzicht van maatregelen t.b.v. geluidarm installeren bij de opstelling van bijv. een noodaggregaat in een gebouw. (Overgenomen uit [6]).

- A geluiddempers
- B kappen en schermen
- C omkastingen
- D leidingisolatie
- E geluidabsorptie tegen wand en/of plafond
- F bedieningscabines
- G oorkappen, oordopjes o.i.d.
- H isolerende wanden, vloeren en deuren
- I verende opstelling van machines
- K balgen, slangen, manchetten in leidingen en kanalen
- L verende ophanging van leidingen
- M afdichting van kieren

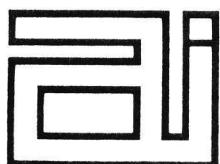
5. LITERATUUR

- [1] International Organization for Standardization, ISO Standard R 1999, Acoustics, Assessment of Occupational Noise Exposure for Hearing Conservation Purposes, Geneve, 1971, 11 p.
- [2] International Organization for Standardization, Draft International Standard ISO/DIS 1999, Acoustics, Determination of Occupational Noise Exposure and Estimation of Noise-Induced Hearing Impairment, Geneve, 1982, 17 p.
- [3] Commissie voor Arbeidsgeneeskundig Onderzoek TNO (CARGO-TNO), Werkgroep Lawaai-invloeden.
Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma,
Den Haag, september 1981.
- [4] Berg, R. van den
Lawaaibestrijding. Achtergronden, aanpak en methoden.
Praktijkvoorbeelden.
NIPG-TNO, publicatie nummer 85027, Leiden 1985
ISBN 90-6743-074-09.
- [5] Tukker, J.C., Ten Wolde en Verhey
Inventarisatie basiskennis. Geluidarm construeren.
ICG-rapport LA-HR-03-02, Leidschendam, 1984.
- [6] Steenbrugge, van, Gerritsen en Tukker
Inventarisatie basiskennis. Geluidarm installeren.
ICG-rapport LA-HR-03-01, Leidschendam, 1984.



Arbeidsinspectie

Gehoorbescherming



P 138

Gehörschutz
Ear protection
Protection individuelle contre le bruit

SUMMARY

It is generally known that the keenness of hearing decreases with advancing years.

This process is accelerated when some one has to be present for many years in places where a high noise level prevails. If the natural decrease is combined with a noise-induced loss of hearing, this may affect the so-called hearing capacity. It is therefore necessary to take the following measures to protect persons exposed to noise during their work.

a Technical provisions by which the amount of noise can be suppressed to an acceptable level.

b The use of ear protectors.

This sheet indicates when the use of ear protectors is desirable or compulsory; a survey is also given of the various types of ear protectors that are available. The instructions given in this sheet are based in part on one or more articles of the Factory Act 1934.

BEKNOPTE SAMENVATTING

Het is algemeen bekend dat de gehoorscherpthe met het "stijgen van de jaren" afneemt. Wanneer iemand jarenlang verblijft op plaatsen waar een hoog geluidsniveau heerst, wordt dit proces versneld. Een dergelijk gehoorverlies kan grote invloed hebben op de verstaanbaarheid van spraak. Daarom moet het ontstaan van gehoorverlies door lawaai worden vermeden door:

— technische maatregelen te treffen om het lawaai-niveau te verminderen;

— gehoorbeschermingsmiddelen te gebruiken.

In dit blad worden aanwijzingen gegeven waaraan gehoorbeschermingsmiddelen moeten voldoen. Tevens wordt informatie gegeven over gehoorbeschermingsmiddelen en over aspecten die bij de keuze en het gebruik van belang zijn. De aanwijzingen in dit blad zijn deels gebaseerd op een of meer artikelen van de Veiligheidswet 1934.

1. *Inleiding*
2. *Gevolgen van hoge geluidsniveaus*
3. *Programma voor gehoorbescherming*
4. *Overzicht van gehoorbeschermingsmiddelen*
 - 4.1 In de gehoorgang te dragen gehoorbeschermingsmiddelen
 - 4.2 Over de gehoorschelp te dragen gehoorbeschermingsmiddelen
5. *Geluidsverzwakking van gehoorbeschermingsmiddelen*
 - 5.1 Algemeen
 - 5.2 Berekening van de geluidsverzwakking in dB(A)
 - 5.3 Schatting van de geluidsverzwakking in dB(A)
 - 5.4 Globale schatting van de geluidsverzwakking in dB(A)
6. *Keuze van het gehoorbeschermingsmiddel*
 - 6.1 Algemeen
 - 6.2 Comfort
 - 6.3 Hygiëne
 - 6.4 Duurzaamheid
7. *Voorwaarden waaraan gehoorbeschermingsmiddelen moeten voldoen*
 - 7.1 Bepaling van de geluidsverzwakking
 - 7.2 In de gehoorgang te dragen gehoorbeschermingsmiddelen
 - 7.3 Oorkappen
8. *Informatie te verstrekken door leverancier*
9. *Praktische aspecten bij het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen*
 - 9.1 Algemeen
 - 9.2 Introductie
 - 9.3 Effect van tijdelijk niet dragen van gehoorbeschermingsmiddelen
 - 9.4 Gelijktijdig dragen van oorkappen en een gehoorbeschermingsmiddel in het oor
 - 9.5 Gelijktijdig dragen van gehoorbeschermingsmiddelen en een veiligheidshelm
 - 9.6 Effecten van het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen op de communicatie en het horen van waarschuwingssignalen
10. *Audiometrisch onderzoek*
 - 10.1 Algemeen
 - 10.2 Periodiek audiometrisch onderzoek
11. *Wettelijke bepalingen*
 - 11.1 Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen 1938 (VBF)
 - 11.2 Landbouwveiligheidsbesluit
 - 11.3 Arbeidsbesluit jeugdigen



Uitgave van het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Postbus 69, 2270 MA Voorburg.

Overname van de tekst of gedeelten daarvan is uitsluitend toegestaan met vermelding van de bron.

1. INLEIDING

Het is algemeen bekend dat de gehoorscherpthe met het "stijgen van de jaren" afneemt. Wanneer iemand jarenlang verblijft op plaatsen waar een hoog geluidsniveau heerst daalt de gehoorscherpthe sneller dan onder normale omstandigheden het geval zou zijn. Omdat een betrekkelijk kleine achteruitgang van de gehoorscherpthe bij oudere personen reeds een grote invloed heeft op de verstaanbaarheid van spraak en omdat een eenmaal ontstane beroepshardhorendheid definitief is, is het voorkomen van gehoorschade door lawaai een dwingende eis. Wetenschappelijk staat vast dat geluidsniveaus boven 80 dB(A) op den duur gehoorschade door lawaai kunnen veroorzaken. Primair moet met alle ter beschikking staande middelen worden gestreefd naar het bereiken van geluidsniveaus op de arbeidsplaats beneden deze grens. Slechts wanneer dit redelijkerwijze niet mogelijk is, zal men zijn toevlucht moeten nemen tot het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen. Dit uitgangspunt is in overeenstemming met de strekking van de Arbeidsomstandighedenwet¹⁾ (artikel 3, lid 1, sub d). Wettelijke bepalingen met betrekking tot geluid op de arbeidsplaats zijn in deze zin geformuleerd in artikel 179a van het Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen 1938 en artikel 68a van het Landbouwveiligheidsbesluit. Bovendien kan worden opgemerkt dat het Districtshoofd van de Arbeidsinspectie op grond van artikel 35 van de Arbeidsomstandighedenwet¹⁾ aanwijzingen kan geven met betrekking tot geluid op de arbeidsplaats. On zeer veel plaatsen zal het echter de eerste -- tientallen -- jaren niet mogelijk zijn het lawaai op de arbeidsplaats voldoende te beperken.

Daarom ook zal het in zeer veel gevallen noodzakelijk blijven, gebruik te maken van gehoorbeschermingsmiddelen. In dit blad wordt voorlichting gegeven over gehoorbeschermingsmiddelen en over aspecten die bij de keuze en het gebruik van belang zijn. Tevens worden aanwijzingen gegeven waaraan deze middelen moeten voldoen.

De wettelijke bepalingen waarop deze aanwijzingen zijn gebaseerd zijn verkort weergegeven in hoofdstuk 11.

In dit blad wordt tevens informatie gegeven over gehoorbeschadiging door lawaai, het opzetten van een gehoorbeschermingsprogramma en de tijdstippen van een periodiek audiometrisch onderzoek.

¹⁾ Naar het zich laat aanzien zal in januari 1983 de Arbeidsomstandighedenwet gedeeltelijk in werking treden.

2. GEVOLGEN VAN HOGE GELUIDSNIVEAUS

Geluid ontstaat wanneer de lucht in trilling wordt gebracht. De trillingen planten zich voort door de lucht en worden door de mens waargenomen. De sterkte van geluid wordt uitgedrukt in decibel, afgekort dB. De toonhoogte van geluid wordt bepaald door het aantal trillingen per seconde. Dit wordt de frequentie genoemd en uitgedrukt in hertz, afgekort Hz. Het oor is voor hoge tonen (piepen) gevoeliger dan voor lage tonen (brommen). Daarom heeft men een zogenaamde decibel A afgekort dB(A) ingevoerd. Hiermee wordt in één getal -- gecorrigeerd voor de gevoeligheid van het oor -- de sterkte van geluid uitgedrukt.

Wanneer men wordt blootgesteld aan een hoog geluidsniveau, kan blijvende schade aan het gehoororgaan ontstaan. De ernst van deze schade wordt mede bepaald door de sterkte van het geluid en de duur van de blootstelling aan dat geluid. Gehoorschade is niet bij alle hoorbare frequenties even groot. Veelal is de schade door lawaai het grootst bij frequenties rond 4000 Hz en geringer bij hogere en lagere frequenties. In grafiek 1 is voor geluidsniveaus van 75 tot 100 dB (A)²⁾ op de arbeidsplaats gehoorschade bij 4000 Hz uitgezet als functie van de blootstellingsduur. Omdat niet iedereen even gevoelig is voor het ontstaan van gehoorschade door lawaai, zijn in deze grafiek voor elk geluidsniveau 2 curven opgenomen. Van mensen die gedurende 25 jaar zijn blootgesteld aan een geluidsniveau van 95 dB(A) heeft bijvoorbeeld 50% een schade door lawaai van ten minste 23 dB en 5% van ten minste 35 dB. Met name bij geluidsniveaus vanaf 90 dB(A) is de spreiding groot.

Niet alleen lawaai heeft invloed op de gehoorscherpthe; ook door ouderdom kan vermindering van gehoorscherpthe ontstaan. Als andere oorzaken van deze vermindering kunnen worden genoemd: middenoorontstekingen, bepaalde infectieziekten, bepaalde medicamenten en schedelletsel.

Over het algemeen moeten alle vormen van gehoorverlies (uitgedrukt in dB) bij elkaar worden opgeteld. Een geringe gehoorschade door lawaai kan samen met het normale gehoorverlies door ouderdom het verstaan van een gesprek nadelig beïnvloeden. Het is dan ook dringend gewenst ervoor te zorgen dat het gehoor niet wordt blootgesteld aan ge-

²⁾ Wanneer het geluidsniveau op de arbeidsplaats niet constant is, moet worden uitgegaan van het equivalent (gemiddeld) geluidsniveau per 8-urige werkdag.

luid waardoor gehoorschade kan ontstaan. Uit grafiek 1 blijkt dat een geluidsniveau van 80 dB(A) gedurende een werkdag kan worden gezien als een veilige grens.

Met nadruk wordt opgemerkt dat lawaai op de arbeidsplaats niet alleen gehoorschade kan veroorzaken, maar ook andere negatieve effecten kan hebben, zoals:

- hinder;
- slechte herkenning van signalen;
- verminderde verstaanbaarheid van een gesprek.

3.

PROGRAMMA VOOR GEHOORBESCHERMING

Wanneer het geluidsniveau op een arbeidsplaats hoger is dan 80 dB(A) verdient het aanbeveling een programma voor gehoorbescherming op te stellen dat is aangepast aan de actuele arbeidssituatie.

Een programma voor gehoorbescherming kan onder andere de volgende aspecten omvatten:

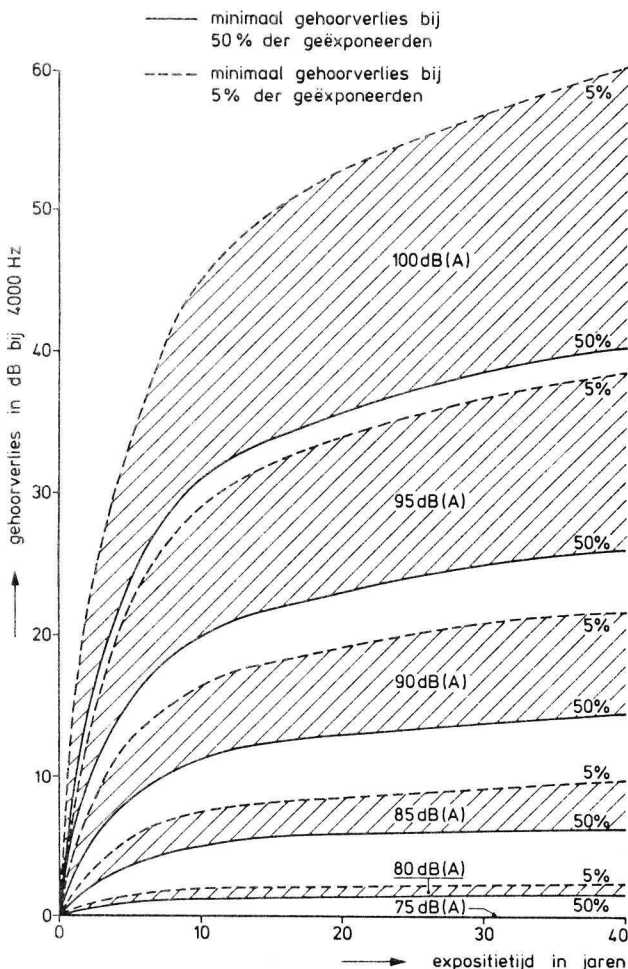
- opstellen van een meerjarenplan voor gehoorbescherming, waarin gefaseerd is aangegeven hoe het lawaai probleem zal worden aangepakt;
- voorlichten en informeren van de betrokkenen;
- treffen van technische en/of akoestische voorzieningen, waardoor het geluidsniveau wordt teruggebracht tot beneden de veilige grens of in elk geval tot een zo laag mogelijke waarde;
- markeren van de plaatsen waar schadelijk geluid heerst;
- beschikbaar stellen en dragen van gehoorbeschermingsmiddelen;
- uitvoeren van een audiometrisch programma om na te gaan of bij werknemers al dan niet (beginnend) gehoorschade door lawaai ontstaat.

Beperking van het geluid op de arbeidsplaats verdient de voorkeur boven het dragen van gehoorbeschermers en het uitvoeren van een audiometrisch onderzoek. Wanneer het (op korte termijn) niet mogelijk is, het geluid op de arbeidsplaats voldoende te beperken, is het dringend gewenst het gehoor van de werknemers regelmatig te controleren. Indien noodzakelijk, moet het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen worden voorgeschreven.

Primair moet echter — voor zover dit redelijkerwijs kan worden verlangd — met alle ter beschikking staande middelen worden gestreefd naar het bereiken van veilige of in elk geval zo laag mogelijke geluidsniveaus op de arbeidsplaats.

Het aspect lawaai verdient voortdurende aandacht; zowel bij het ontwerpen van fabrieken, werkplaatsen, enzovoort, als bij de aankoop van machines, werktuigen, installaties en dergelijke. De beste resultaten worden bereikt, wanneer bij nieuwbouw vanaf het eerste ontwerp stadium

- in nauwe samenwerking met projectleider, architect, constructeurs en leveranciers van machines — rekening wordt gehouden met de geluidsbeheersing. Het aanbrengen van lawaai beperkende voorzieningen is in een later stadium soms niet mogelijk, vaak



Grafiek 1 Geheerterlies bij 4000 Hz als functie van de blootstellingsduur, voor geluidsniveaus op de arbeidsplaats van 75 tot 100 dB (A)

zeer kostbaar en meestal minder effectief. Voor het verrichten van metingen, bestrijding van lawaai en advies bij aankoop van nieuwe machines en dergelijke, kan een akoestisch adviesbureau worden ingeschakeld.

4.1

In de gehoorgang te dragen gehoorbeschermingsmiddelen

4.1.1

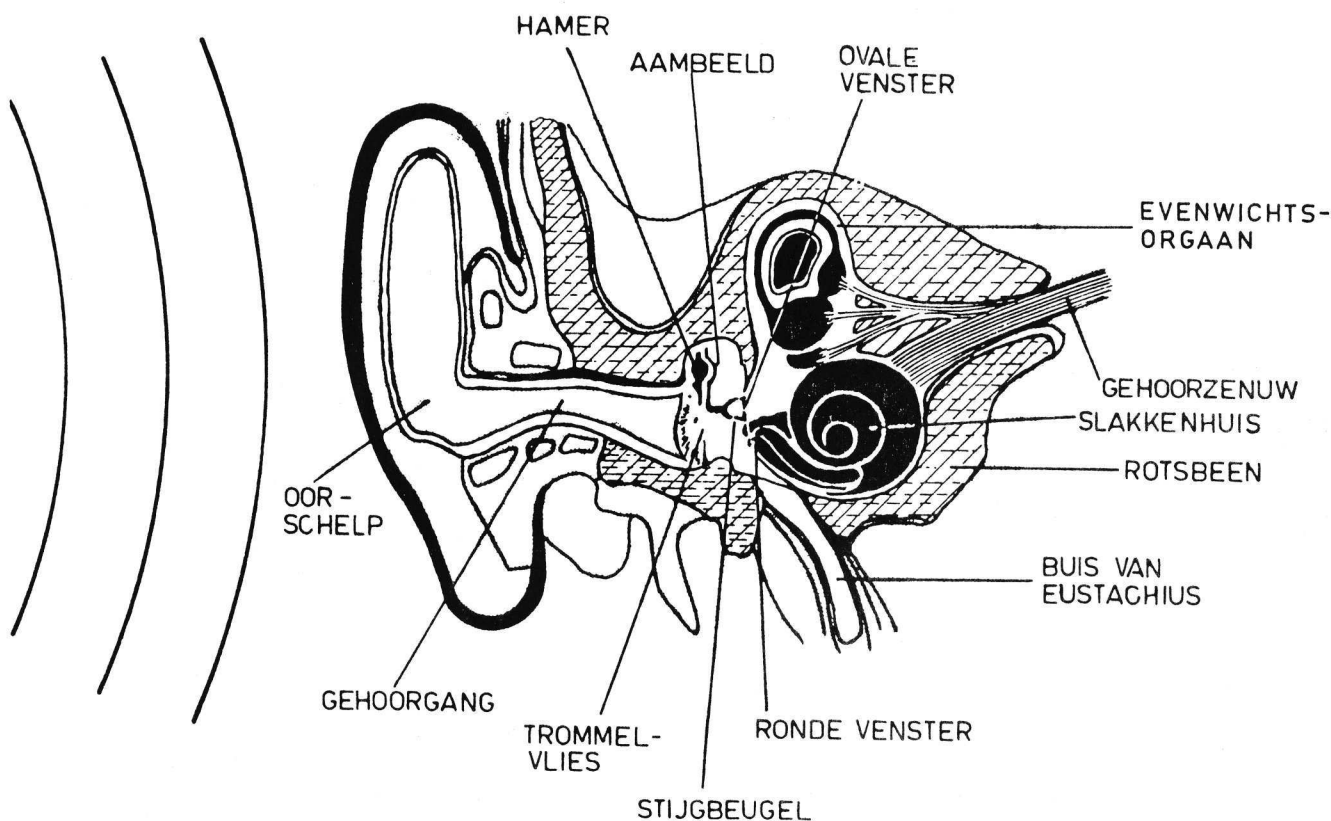
Anatomie

De gehoorgang vormt samen met de oorschelp het uitwendig oor. Afbeelding 1 is een schets van het uitwendig oor, het middenoor en het binnenoor. Het middenoor is van het uitwendig oor gescheiden door het trommelvlies. In het middenoor bevinden zich de gehoorbeentjes, bestaande uit hamer, aambeeld en stijgbeugel. Het middenoor is met de mond-neusholte verbonden door de buis van Eustachius. Het binnenoor wordt gevormd door een spiraalsgewijze gevormd kanaal (slakkehuis), waarin zich een groot aantal gevoelige cellen bevindt. Deze cellen kunnen via de gehoorzenuw signalen aan de hersenen doorgeven. Het geluid dat het oor bereikt, wordt via de gehoorgang overgebracht op het trommelvlies, dat gaat trillen. Deze trillingen worden hierna via de gehoorbeentjes overgebracht naar de cellen in het slakkehuis. Deze cellen geven tenslotte een signaal door aan de hersenen, waardoor het geluid wordt waargenomen.

De gehoorgang heeft een lengte van ongeveer 3,5 cm is gekromd en enigszins ellipsvormig.

4. OVERZICHT VAN GEHOORBESCHERMINGS- MIDDELEN

Er zijn vele soorten gehoorbeschermingsmiddelen in de handel. Gehoorbeschermingsmiddelen kunnen worden ingedeeld in twee categorieën. De eerste categorie omvat middelen die in de uitwendige gehoorgang worden gedragen. De tweede categorie omvat middelen die over de oorschelp worden geplaatst.



Afb. 1 Het menselijk oor

Door de oorschelp naar achteren en naar boven te trekken, wordt de kromming van de gehoorgang tijdelijk verminderd. Dit vergemakkelijkt het inbrengen van een gehoorbeschermingsmiddel.

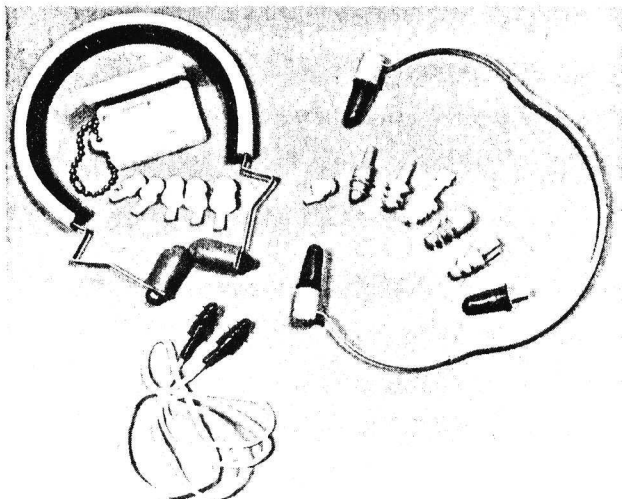
De doorsnee van de gehoorgang varieert van mens tot mens en ligt meestal tussen 7 en 11 mm.

4.1.2 Voorgevormde oordopjes

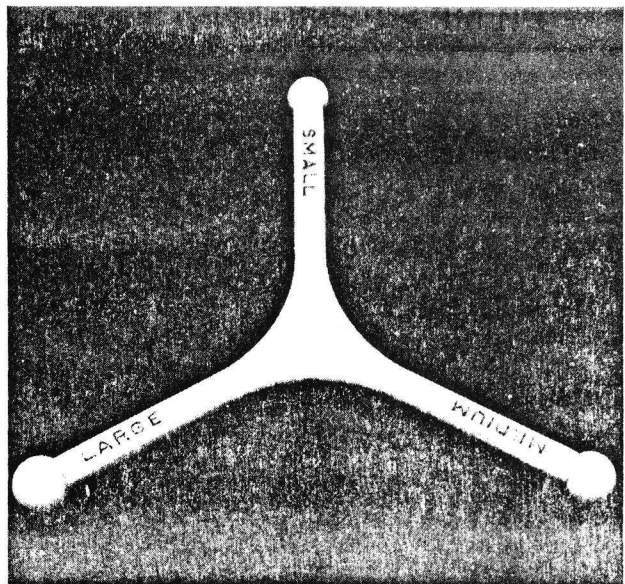
Voorgevormde oordopjes zijn gemaakt van zacht flexibel materiaal, zodat een nauwsluitende, comfortabele en luchtdichte afsluiting kan worden bereikt.

De dopjes zijn geschikt voor meermalig gebruik en verkrijgbaar in diverse uitvoeringen (zie afbeelding 2). Het is erg belangrijk dat oordopjes goed passen, omdat daarvan de verzwakking van het geluid voor het grootste gedeelte afhangt.

Oordopjes kunnen een vorm hebben waardoor ze iedereen passen, of kunnen worden geleverd in verschillende maten. De juiste maat van het oordopje kan voor het linker en rechteroor afzonderlijk worden vastgesteld met een oormal (zie afbeelding 3). Bij het passen van oordopjes moet erop worden gelet dat de drager comfort niet laat prevaleren boven goed passen, door een te kleine maat te laten aanmeten. Dit geldt ook voor vervanging van oordopjes. Indien de doorsnee van de gehoorgang tussen twee maten ligt, moet voor het gehoordopje met de grootste maat worden gekozen; te meer daar bij het geregeld dragen van oordopjes de ingang van de gehoorgang iets wijder kan



Afb. 2 Oordopjes



Afb. 3 Oormalletjes voor oordopjes

worden. Daarom moet na verloop van tijd worden gecontroleerd of de oordopjes nog passen.

Voorgevormde oordopjes kunnen per paar met een smalle hoofdbeugel aan elkaar zijn verbonden. Deze hoofdbeugel duwt de dopjes tegen de ingang van de gehoorgang.

De voordelen van dit type zijn dat:

- één maat vrijwel iedereen past;
- ze op hygiënische wijze (op- en afdoen) kunnen worden gebruikt;
- ze geschikt zijn op arbeidsplaatsen waar het verliezen van een gehoorbeschermingsmiddel moet worden vermeden;
- ze geschikt zijn voor mensen die af en toe gedurende korte tijd aan lawaai worden blootgesteld.

Een nadeel van deze oordopjes is dat ze niet comfortabel zijn, aangezien ze hard tegen de ingang van de gehoorgang moeten drukken om effectief te zijn.

4.1.3 Otoplastieken

Otoplastieken

Otoplastieken worden per persoon aangemeten aan de hand van een afdruk van de gehoorgang. Ze zijn veelal gemaakt van siliconen-rubber en sluiten de gehoorgang af zonder op de wand van de gehoorgang te drukken.

Het goed passen hangt sterk af van de vakbekwaamheid van de leverancier. Een psychologisch voordeel van otoplastieken is dat ze slechts geschikt zijn voor strikt persoonlijk gebruik.

4.1.4 Waspropfen

Vóór het gebruik van een wasprop wordt het propje tot een kegeltje gekneed. De top van het kegeltje moet krachtig in de gehoorgang worden gedrukt, zodat de wasprop de vorm van de gehoorgang aanneemt en zichzelf in positie houdt. In het algemeen zijn waspropfen redelijk comfortabel en geven — indien ze op de juiste wijze zijn gemaakt en ingebracht — een verzwakking van het geluid die vergelijkbaar is met gevormde oordopjes. Een nadeel is dat ze soms moeilijk uit de gehoorgang zijn te verwijderen. Waspropfen zijn geschikt voor éénmalig gebruik en mogen niet nat worden.

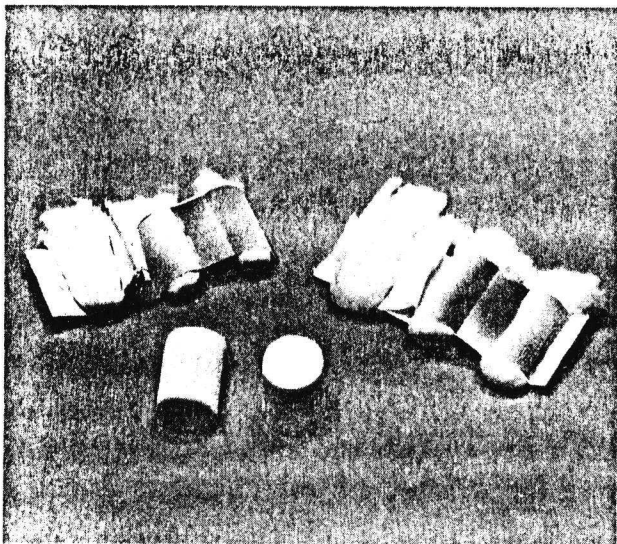
4.1.5 Glasdonswatten

Glasdonswatten zijn verkrijgbaar als voorgevormde propfen die zijn omhuld met een folie (zie afbeelding 4). De folie-omhulling vermijdt het achterblijven van glasvezeltjes in de gehoorgang. Glasdonswatten zijn bestemd voor éénmalig gebruik en zijn redelijk comfortabel, omdat men niet het gevoel heeft dat zich een vreemd voorwerp in de gehoorgang bevindt. Losse gehoorwatten zijn momenteel nagenoeg niet meer verkrijgbaar.

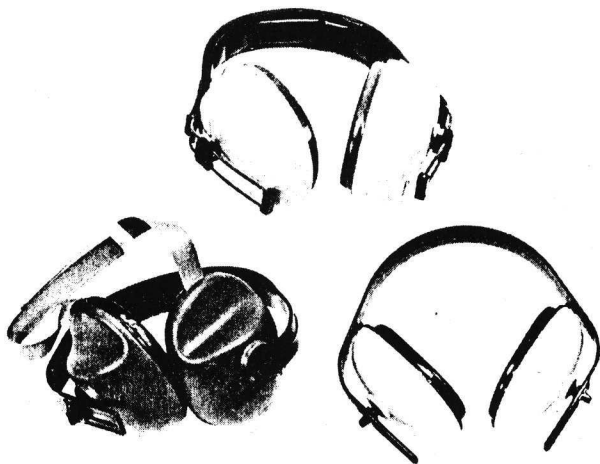
Verbandwatten zijn absoluut ongeschikt als gehoorbeschermingsmiddel.

4.1.6 Rolletjes van schuimplastic

Deze rolletjes worden gemaakt van geïmpregneerd schuimplastic (zie afbeelding 4). Daardoor hebben ze de eigenschap dat ze langzaam uitzetten, nadat ze zijn ineengedrukt. Nadat een ineengedrukt



Afb. 4 Glasdonswatten en schuimplastic rolletjes



Afb. 5 Oorkappen met hoofdbeugel en nekbeugel

rolletje in de gehoorgang is gebracht, neemt het binnen enkele seconden de vorm van de gehoorgang aan. Rolletjes van schuimplastic zijn daarom een comfortabel middel en geven een aanzienlijke bescherming aan de drager. De rolletjes zijn geschikt voor meermalig gebruik.

4.2 Over de gehoorschelp te dragen gehoorbeschermingsmiddelen

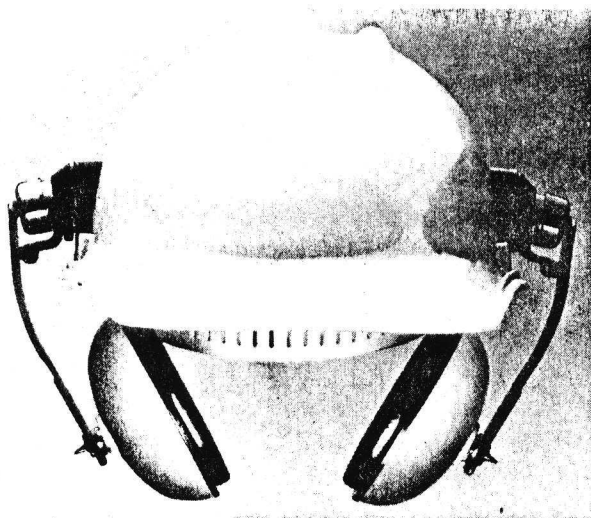
4.2.1 Oorkappen

4.2.1.1 Algemeen

Oorkappen zijn meestal van eenzelfde ontwerp en bestaan uit twee kappen die zijn verbonden door een verstelbare beugel. De kappen zijn voorzien van afdichtingen, die de oorschelp geheel omsluiten en tegen de zijkanalen van het hoofd rusten.

4.2.1.2 Beugels

Er zijn oorkappen met een hoofdbeugel, een nekbeugel of een inbeugel. Ook zijn er kappen met een universeel beugel die zowel over het hoofd, in de nek, als rond de kin kan worden gedragen (zie afbeelding 5). Kappen met een nek- of kinbeugel kunnen bij lichamelijke arbeid gemakkelijk verschuiven, waardoor hogere aandrukkrachten nodig zijn die het comfort verminderen. Om verschuivingen te voorkomen worden dergelijke oorkappen ook wel met een hoofdband geleverd.



Afb. 6 Oorkappen op veiligheidshelm

De verzwakking van het geluid hangt mede af van de kracht waarmee de afdichtringen tegen het hoofd zijn gedrukt. De beugel mag dan ook niet worden verbogen om daardoor de oorkappen comfortabeler te laten zitten.

Verder zijn er oorkappen die op een veiligheidshelm kunnen worden gemonteerd (zie afbeelding 6). Soms worden veiligheidshelmen gecombineerd met oorkappen aangeboden. Ook zijn er oorkappen in de handel met bevestigings-elementen om zelf op een helm te monteren. De opgegeven geluidsverzwakking is echter vastgesteld voor een combinatie met een bepaalde veiligheidshelm en kan geringer zijn bij een andere combinatie.

4.2.1.3 Asymmetrische oorkappen

Asymmetrische oorkappen kunnen slechts op één manier worden gedragen. Deze oorkappen worden aanbevolen in situaties waar zeer hoge verzwakkingswaarden nodig zijn. Op de kappen moet zijn aangegeven, welke kap voor het rechteroor en welke voor het linkeroor is bestemd. Indien nodig moet ook zijn aangegeven in welke stand de oorkap moet worden gedragen.

4.2.1.4 Oorkappen met communicatiesysteem

In de handel zijn diverse oorkappen met een communicatiesysteem. Daartoe zijn speaker-tjes in de kappen aangebracht, zodat de drager naar de radio kan luisteren (als bij een hoofdtelefoon) en berichten kan ontvangen (zie afbeelding 7). Het niveau van het radiogeluid in de oorkap moet zijn begrensd tot maximaal 80 dB(A).

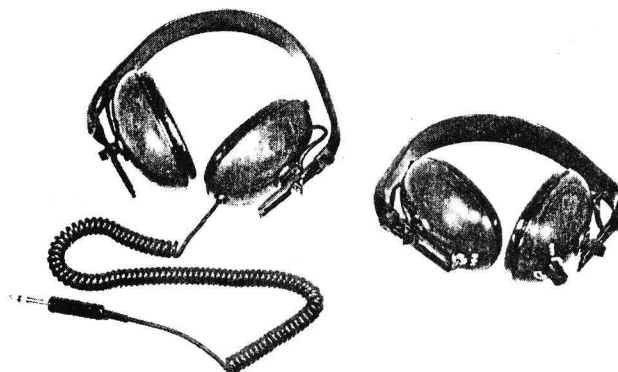
4.2.1.5

Afdichtringen

Afdichtringen zijn gevuld met schuimplastic of met een olie-achtige vloeistof. Met vloeistof gevulde afdichtringen hebben een geringere aandrukkraft nodig dan ringen die zijn gevuld met schuimplastic. Bij met vloeistof gevulde ringen wordt de druk op het hoofd bovendien gelijkmatiger verdeeld; daardoor zijn deze ringen iets comfortabeler. Voor buitengebruik 's winters verdienen afdichtringen gevuld met schuimplastic de voorkeur boven vloeistof gevulde afdichtringen.

Afdichtringen geven een maximale bescherming indien ze over een glad oppervlak zijn geplaatst. Daarom is de geluidsverzwakking geringer wanneer de oorkappen worden gedragen over lang haar of over het montuur van een bril. Veiligheidsbrillen kunnen de verzwakking met ongeveer 5 dB(A) doen afnemen.

De vermindering van de verzwakking kan nog groter zijn indien het montuur van een bril dik is of de poten van de bril niet dicht tegen de zijkanten van het hoofd liggen. Bij de keuze van een gehoorbeschermer moet hiermee rekening worden gehouden. Er zijn veiligheidshelmen in de handel waaraan gehoorbeschermers en een gelaatsscherm zijn bevestigd.



Afb. 7 Oorkappen met communicatiemogelijkheid/muziek

4.2.1.6 Hoesjes

Oorkappen kunnen worden voorzien van katoenen of linnen hoesjes, die zweet kunnen absorberen. Deze hoesjes zijn soms wasbaar. De geluidsverzwakking van oorkappen is met hoesjes geringer dan zonder hoesjes. Bij gebruik van hoesjes in droge toestand is het verschil in verzwakking bij afdichtringen gevuld met schuimplastic ongeveer 5 dB(A); bij hoesjes in natte toestand is het verschil geringer. Het gebruik van hoesjes wordt ontraden bij afdichtringen die met vloeistof zijn gevuld, omdat hierdoor een grotere vermindering van geluidsverzwakking zal ontstaan. Ook zijn zelfklevende inlegstukjes van celstof in de handel die zweet kunnen absorberen en bovendien het draagcomfort verbeteren, doordat de afdichtringen niet meer in direct contact met de huid komen. De verzwakking wordt hierdoor niet noemenswaard vermindert.

4.2.2 Gehoorbeschermingshelmen

Gehoorbeschermingshelmen bedekken een groot deel van het hoofd en zijn daardoor in veel gevallen zeer oncomfortabel. Deze helmen hebben vrijwel geen beschermende functie ten aanzien van vallen en stoten. Ze moeten daarom niet worden beschouwd als veiligheidshelmen, tenzij ze als veiligheidshelm zijn goedgekeurd en toegestaan. De geluidsverzwakking van gehoorbeschermingshelmen is bij frequenties beneden 2000 Hz veelal geringer dan die van een goede oorkap, terwijl bij frequenties boven 2000 Hz de verzwakking gelijk of iets hoger is. Gehoorbeschermingshelmen zijn daarom alleen geschikt voor zeer uitzonderlijke situaties (geluid van vliegtuigen).



Afbramen van een groot gietstuk met behulp van een haakse slijpmachine

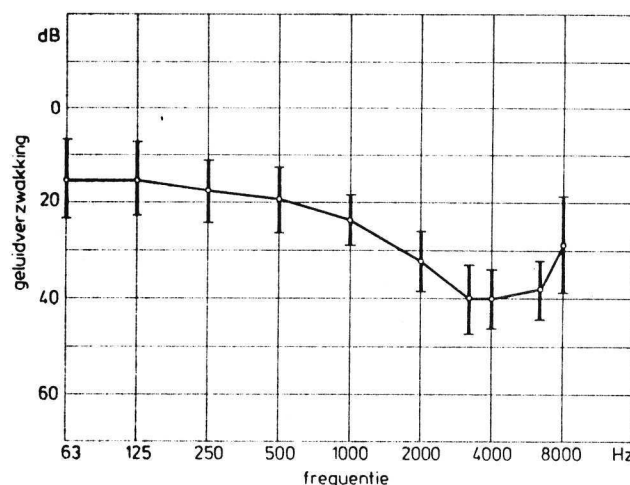
5. GELUIDSVERZWAKKING VAN GEHOORBESCHERMINGS-MIDDELEN

5.1

Algemeen

De voornaamste functie van gehoorbeschermingsmiddelen is het verzwakken van het geluidsniveau tot beneden de voor het gehoororgaan veilige grens van 80 dB(A). Indien een gehoorbeschermingsmiddel zoveel verzwakking biedt dat het geluidsniveau lager wordt dan 70 dB(A), kan een gevoel van isolement bij de drager ontstaan. Dit kan worden veroorzaakt doordat ook de spraak van anderen door het gehoorbeschermingsmiddel zodanig wordt verzwakt dat dit niet goed hoorbaar is. Over het algemeen wordt geadviseerd een gehoorbeschermingsmiddel te kiezen, waarbij het geluidsniveau niet lager wordt dan 70 dB(A).

De geluidsverzwakking wordt aangeduid met de gemiddelde verzwakking in dB als functie van de frequentie. Voorbeelden hiervan zijn gegeven in de grafieken 2, 3, 4 en 5 voor respectievelijk glasdonswatten, schuimplastic rolletjes, oordopjes en oorkappen. Bij sommige mensen verzwakt een gehoorbeschermingsmiddel het geluid echter beter dan de gemiddelde verzwakking; bij anderen minder goed. Deze spreiding (of standaarddeviatie) moet in mindering worden gebracht op de gemiddelde verzwakking. Dit resultaat noemt men de aangenomen verzwakking. Omdat de verzwakking van een gehoorbeschermingsmiddel frequentie-afhankelijk is, hangt de verzwakking in dB(A) af van de frequentiesamenstelling van het geluid op de arbeidsplaats.



Grafiek 2 Voorbeeld van de gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie in dB van glasdonswatten

Berekening van de geluidsverzwakking in dB(A)

Wanneer de frequentiesamenstelling van het geluid op de arbeidsplaats bekend is, kan de geluidsverzwakking van een gehoorbeschermingsmiddel als volgt worden berekend:

a Bepaal uit het octaafbandspectrum een geluidsniveau in dB(A).

b Bepaal de aangenomen verzwakking van het middel per octaafband (gemiddelde verzwakking verminderd met standaarddeviatie).

Trek deze aangenomen verzwakking bij de verschillende frequenties af van de geluidsdruk-niveaus in de betreffende octaafbanden van het spectrum.

Bereken vervolgens uit de verkregen waarden een geluidsniveau in dB(A).

c Bepaal het verschil tussen het geluidsniveau bepaald in stap **a** en stap **b**. Dit verschil is de verzwakking van het gehoorbeschermingsmiddel in dB(A), met betrekking tot het lawaai op deze arbeidsplaats.

Toelichting:

Bepaling van de dB(A)-waarde uit een octaafbandspectrum

Het oor is voor hoge tonen gevoeliger dan voor lage tonen. Daarom heeft men een zogenaamde decibel A -afgekort dB(A)-ingevoerd. Hiermee wordt in één getal, gecorrigeerd voor de gevoeligheid van het oor, de sterkte van geluid uitgedrukt.

Deze dB(A) waarde kan met een meetinstrument worden bepaald. Een dergelijk instrument bevat een A-filter. De dB(A) waarde kan ook worden berekend uit de octaafbandniveaus. Men brengt dan per octaafband een correctie aan, de A-correctie, en telt de gecorrigeerde niveaus vervolgens logaritmisch op.

In formulevorm wordt dit als volgt weergegeven:

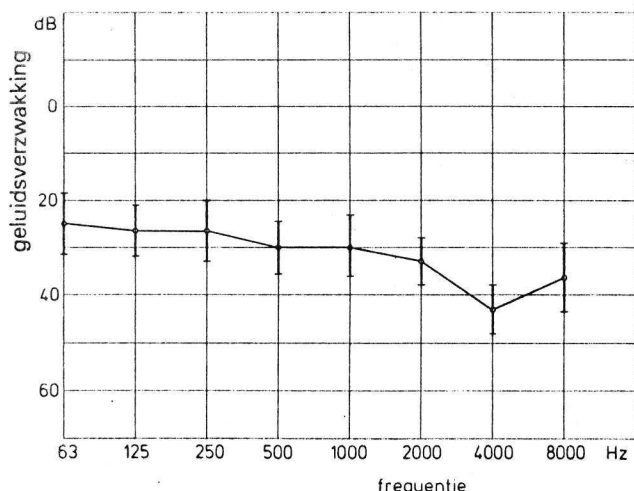
$$L_A = 10 \log \sum_{i=1}^8 10^{V_i/10}$$

waarin:

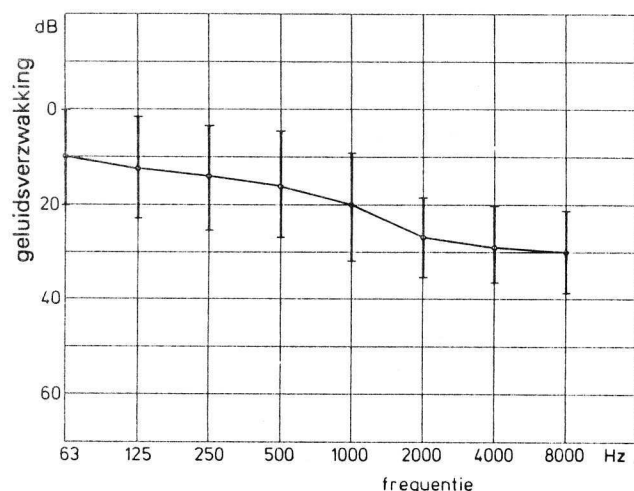
L_A = geluidsniveau in dB(A)

V_i = A-gecorrigeerd geluidsdruk-niveau per octaafband

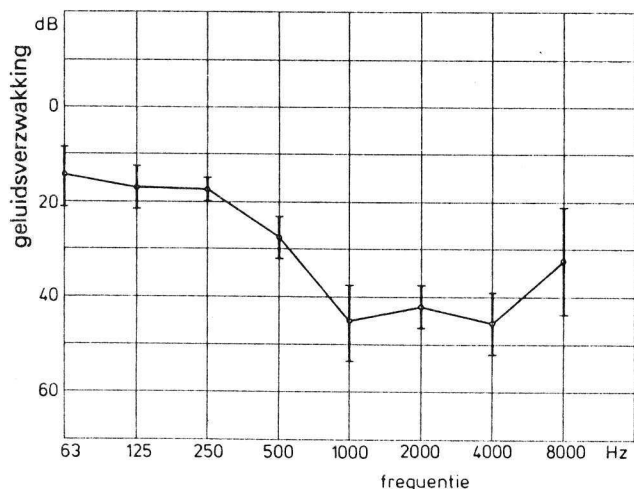
In tabel 1a zijn de A-correctiefactoren per octaafband weergegeven.



Grafiek 3 Voorbeeld van de gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie in dB van schuimplastic rolletjes



Grafiek 4 Voorbeeld van de gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie in dB van oordopjes



Grafiek 5 Voorbeeld van de gemiddelde geluidsverzwakking en standaarddeviatie in dB van oorkappen

Tabel 1a dB(A) correctiefactor per octaafband

Octaafband-niveau	Midden-frequentie van de octaafband	A-correctiefactor
i	in Hz	in dB
1	63	– 26
2	125	– 16
3	250	– 9
4	500	– 3
5	1000	0
6	2000	+ 1
7	4000	+ 1
8	8000	– 1

Tabel 1b Voorbeeld van een dB(A)-berekening uit een spectrum

Middenfrequentie van de octaafband	Geluidsdruk-niveau van het lawaai op de arbeidsplaats per octaafband	Correctiefactor volgens tabel 1a	A-gecorrigeerd geluidsdruk-niveau per octaafband
in Hz	in dB	in dB	in dB
63	86	– 26	60
125	96	– 16	80
250	99	– 9	90
500	103	– 3	100
1000	100	0	100
2000	99	+ 1	100
4000	99	+ 1	100
8000	91	– 1	90

Geluidsniveau volgens formule (in dB(A):

$$10 \log [10^6 + 10^8 + 10^9 + 10^{10} + 10^{10} + 10^{10} + 10^9] = 106 \text{ dB(A)}$$

Het optellen van de A-gecorrigeerde geluidsdruk-niveaus kan ook gebeuren aan de hand van tabel 2.

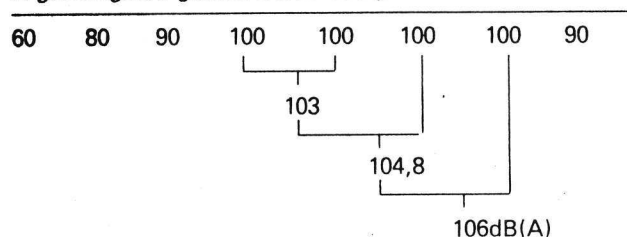
Tabel 2 Verschil tussen twee geluidsdruk-niveaus ΔL en het daarbij behorende getal dat bij het hoogste van de twee niveaus moet worden opgeteld

Verschil tussen twee geluidsdruk-niveaus ΔL in dB	Getal dat bij het hoogste van de twee niveaus moet worden opgeteld in dB
0	3,0
1	2,6
2	2,2
3	1,8
4	1,5
5	1,2
6	1,0
7	0,8
8	0,6
9	0,5
10	0,4

Bepaal eerst het verschil ΔL tussen de twee hoogste "A"-gecorrigeerde geluidsdruk-niveaus en tel het in tabel 2 gevonden getal op bij het hoogste van de twee niveaus. Het aldus berekende niveau wordt daarna op dezelfde wijze met het daarna hoogste niveau gecombineerd enzovoort.

Resultaat van de berekening

A-gecorrigeerd geluidsdruk-niveau per octaafband



5.3

Schatting van de geluidsverzwakking in dB(A)

Wanneer de frequentiesamenstelling van het geluid op de arbeidsplaats niet bekend is, maar wel het geluidsniveau in dB(A), kan de geluidsverzwakking van een gehoorbeschermingsmiddel worden geschat.

Bij schatting van de geluidsverzwakking van een gehoorbeschermingsmiddel – uitgedrukt in dB(A) – moet er rekening mee worden gehouden of het beschermingsmiddel in een situatie met hoog- en middenfrequent lawaai zal worden gebruikt of in een situatie met laagfrequent lawaai. Veelal is het voldoende nauwkeurig om een schatting te maken en is het niet nodig de verzwakking te berekenen uit een octaafspectrum.

5.3.1

Hoog- en middenfrequent lawaai

Op ongeveer 85% van de industriële arbeidsplaatsen is sprake van hoog- en middenfrequent lawaai. In deze gevallen kan de geluidsverzwakking van in de gehoorgang te dragen gehoorbeschermingsmiddelen in dB(A) gelijk worden gesteld aan de gemiddelde waarde van de aangenomen verzwakking bij 250 en 500 Hz. (De aangenomen verzwakking is de gemiddelde verzwakking van het gehoorbeschermingsmiddel bij de betreffende octaafband, verminderd met de standaarddeviatie, zie ook 5.1)

Voor oorkappen kan een 4 dB(A) hogere waarde worden aangehouden.

5.3.2

Zéér hoogfrequent lawaai

Bij zeer hoogfrequent lawaai is de demping zowel voor oorkappen als voor in de gehoorgang te dragen middelen ongeveer 7 dB(A) hoger dan is aangegeven voor hoog- en middenfrequent lawaai.

5.3.3 Laagfrequent lawaai

Wanneer sprake is van laagfrequent lawaai kan de verzwakking in dB(A) van in de gehoorgang te dragen gehoorbeschermingsmiddelen gelijk worden gesteld aan de gemiddelde waarde van de aangenomen verzwakking bij 250 en 500 Hz. Voor oorkappen moet een 5 dB(A) lagere waarde worden aangehouden.

5.4 Globale schatting van de geluidsverzwakking in dB(A)

De effectieve geluidsverzwakking in een arbeidssituatie blijkt vaker slechter te zijn dan onder laboratorium-condities. Teneinde een globale indruk te geven van de effectieve verzwakking van een gehoorbeschermingsmiddel in dB(A) zijn in tabel 3 enige richtwaarden opgenomen.

Tabel 3 Effectieve geluidsverzwakking van gehoorbeschermingsmiddelen

Gehoorschermingsmiddel	Effectieve verzwakking in de arbeidssituatie
Oordopjes	5-10 dB(A)
Schuimplastic rolletjes Wasproppen Goed passende oordopjes Goed aangebrachte voorgevormde gehoorwatten	10-15 dB(A)
Oorkappen	15-25 dB(A)

6. KEUZE VAN HET GEHOORBESCHERMINGS-MIDDEL

6.1 Algemeen

Over het algemeen komt men bij een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf niet toe met één gehoorbeschermingsmiddel. De voordelen van elk middel moeten zoveel mogelijk worden benut, zodat het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen zo acceptabel mogelijk is voor de potentiële drager. Bij de keuze van gehoorbeschermingsmiddelen moet aan een aantal factoren aandacht worden geschonken, zoals de verzwakking van een gehoorbeschermingsmiddel in relatie tot het lawaai, en het draagcomfort. Ook de omgevingstemperatuur kan van belang zijn.

6.2

Comfort

Naast geluidsverzwakking van een gehoorbeschermingsmiddel is comfort het belangrijkste criterium. Omdat comfort individueel wordt bepaald, is het sterk aan te bevelen dat de potentiële drager zelf een keuze kan maken uit diverse beschermingsmiddelen (zie 9.2). Bij oorkappen is de druk van de afdichtringen tegen het hoofd een belangrijke factor. Bij in de gehoorgang gedragen middelen is het gevoel dat zich een vreemd voorwerp in de gehoorgang bevindt een belangrijke factor. Om aan gehoorbeschermingsmiddelen min of meer gewend te raken, verdient het aanbeveling deze in het begin slechts een deel van de werktijd te dragen (zie 9.2). Het is heel belangrijk dat gehoorbeschermingsmiddelen worden gedragen tijdens de gehele blootstellingsduur aan lawaai (zie 9.3).

Een comfortabel gehoorbeschermingsmiddel met juist voldoende verzwakking dat blijvend wordt gedragen, verdient de voorkeur boven een ruim voldoende verzwakkend gehoorbeschermingsmiddel dat om redenen van comfort af en toe wordt afgezet.

6.3

Hygiëne

Gehoorschermingsmiddelen moeten met schone handen in de gehoorgang worden gebracht. Na gebruik moeten beschermingsmiddelen die voor meermalig gebruik geschikt zijn, zorgvuldig worden schoongemaakt en in een gesloten verpakking (opbergdoosje) worden opgeborgen tot een volgend gebruik.

Vóór het gebruik te vormen gehoorbeschermingsmiddelen hebben de grootste kans op verontreinigingen. Deze middelen moeten dan ook niet worden gebruikt bij zeer vuil werk en in een bacteriële omgeving. Speciale zorg moet worden besteed aan schuimplastic rolletjes, omdat deze vanwege hun sponsachtigheid verontreinigingen kunnen absorberen. De afdichtringen van oorkappen moeten goed worden schoongemaakt, aangezien anders huidirritatie kan optreden.

6.4

Duurzaamheid

Duurzaamheid levert voor oorkappen de meeste problemen op. In het bijzonder geldt dit voor de hoofdbeugel en de wijze waarop de oorkappen aan de beugel zijn bevestigd. Sommige hoofdbeugels worden slap na veelvuldig gebruik en drukken de oorkappen dan niet meer stevig genoeg tegen het hoofd. Bij een beugel die uit twee gedeelten bestaat, moet worden gelet op een blijvende druk door beide gedeelten. De afdichtringen van oorkappen moeten na verloop van tijd worden vervangen.

7. VOORWAARDEN WAARAAN GEHOORBESCHERMINGS-MIDDELEN MOETEN VOLDOEN

Aan gehoorbeschermingsmiddelen zijn eisen gesteld waaraan de fabrikant moet voldoen.

7.1 Bepaling van de geluidsverzwakking

De bepaling van de geluidsverzwakking van gehoorbeschermingsmiddelen moet gebeuren volgens ISO 4869 (1981).

Zowel de gemiddelde verzwakking als de standaarddeviatie moeten worden gegeven bij ten minste de volgende frequenties: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 en 8000 Hz.

7.2 In de gehoorgang te dragen gehoorbeschermingsmiddelen

In de gehoorgang te dragen gehoorbeschermingsmiddelen moeten zo soepel zijn dat deze bij het dragen geen grote plaatselijke druk op de gehoorgang uitoefenen. Oordopjes moeten buigzaam zijn en alleen op de juiste wijze in de gehoorgang kunnen worden gebracht.

Oordopjes moeten daarom zijn voorzien van een lipje, waarmee het dopje kan worden ingebracht en verwijderd. De lengte van een gehoorbeschermingsmiddel mag niet groter zijn dan 35 mm. De gehoorbeschermingsmiddelen moeten geschikt zijn voor gehoorgangen met een diameter van 7 mm tot 11 mm. Dit houdt in dat niet-universele oordopjes in meerdere maten verkrijgbaar moeten zijn; met een oormal moet dan de juiste maat worden bepaald. Gehoorbeschermingsmiddelen moeten zo zijn vervaardigd of ter plaatse kunnen worden vervaardigd, dat bij het verwijderen uit de gehoorgang geen delen van het middel in de gehoorgang achterblijven. De gehoorbeschermingsmiddelen moeten van zodanig materiaal zijn gemaakt, dat het optreden van huidirritatie of contacteczeem vrijwel is uitgesloten.

De vormgeving van voorgevormde oordopjes moet zo zijn dat deze gemakkelijk kunnen worden schoongemaakt.

7.3 Oorkappen

7.3.1 Gewicht

Het gewicht van de oorkappen, inclusief de beugel en afdichtringen mag niet meer dan 350 gram zijn. Oorkappen, die speciaal zijn geconstrueerd voor een zeer hoge verzwakking, mogen een grotere massa hebben.

7.3.2 Aandrukkraft

Bij een afstand tussen de afdichtringen van 140 mm mag de aandrukkraft hoogstens

12 N bedragen. Wordt deze waarde overschreden, dan moet de door de afdichtringen veroorzaakte druk worden bepaald. Deze druk mag ten hoogste 4000 N/m² zijn en moet evenredig zijn verdeeld over de afdichtringen. Indien de beugel uit twee veren naast elkaar bestaat, mag het verschil in aandrukkraft niet meer zijn dan 5%.

7.3.3 Afdichtringen

Afdichtringen moeten voldoen aan de volgende voorwaarden:

- afdichtringen moeten verwisselbaar zijn;
- het materiaal dat tegen de huid rust mag geen huidirritatie of contacteczeem veroorzaken;
- het materiaal moet bestand zijn tegen haarolie en zweet;
- afdichtringen moeten afwasbaar zijn;
- in het omhulsel van een afdichtring die is gevuld met schuimplastic, behoort een gaatje te zitten, zodat de afdichtring de vorm van de zijkant van het hoofd kan aannemen.

7.3.4 Bevestiging

Oorkappen moeten bij de beugelbevestiging naar alle kanten draaibaar zijn.

7.3.5 Afmetingen

Oorkappen moeten voldoen aan de volgende afmetingen:

- de opening in een oorkap, inclusief een afdichtring, moet ten minste 50 mm bij 35 mm zijn;
- een oorkap moet een oorschelp kunnen omsluiten, die 78 mm bij 43 mm is en 26 mm van het hoofd af uitsteekt;
- de beugel of de kap aan de beugel moet verstelbaar zijn, zodanig dat een hoofd-beugel past op een hoofd van 320 mm tot 385 mm, gemeten in een boog tussen de bovenkant van de ene gehoorgang en die van de andere gehoorgang;
- de lengte van een nekbeugel moet zodanig verstelbaar zijn dat ze past om een hoofd van 250 mm tot 300 mm, gemeten in een boog tussen de voorkant van de ene gehoorgang en die van de andere gehoorgang.

7.3.6 Voorkomen van verwonding

Beugels mogen geen scherpe kanten of uitstekende uiteinden hebben. Oorkappen mogen niet zijn gemaakt van bros materiaal, dat door een stoot in scherpe stukken kan breken.

7.3.7 Mechanische test

Oorkappen moeten worden getest, zowel wat betreft geluidsverzwakking als constructieve eigenschappen, door de fabrikant in de toestand waarin ze te koop worden aan-

geboden. Zonder blijvende beschadiging moeten de kappen de volgende mechanische testen kunnen doorstaan:

Valtest

- laat de oorkappen, zonder afdichtring, driemaal snel na elkaar vallen vanaf een hoogte van 2 m op een vlakke betonnen vloer;

- de oorkappen moeten eerst ten minste drie uur zijn bewaard bij een temperatuur van -10 °C.

Buigtest

- stel oorkappen met hoofdbeugel zodanig in dat, bij een afstand van 140 mm tussen de afdichtringen, de afstand van de middellijn van de oorkappen tot aan de binnenrand in het middel van een beugel 130 mm bedraagt. Bij een nekbeugel moet deze laatste afstand 100 mm bedragen. Wanneer dit niet mogelijk is moet deze afstand zo klein mogelijk zijn:

- buig de beugel vervolgens 2500 maal van 190 mm naar ten hoogste 25 mm, gemeten op de middellijn tussen de afdichtringen van de aan de beugel bevestigde oorkappen;
- de buigbeweging moet ongeveer sinusvormig zijn met een frequentie van ten hoogste 0,2 Hz.

Schudtest

- leg de oorkappen op een schudtafel met een glad hard oppervlak;
- de frequentie van het schudden moet 50 Hz zijn en de effectieve waarde van de opgewekte verticale versnelling 4 g (is ongeveer 40 m/s²);
- schud de gehoorbeschermer drie uur achter elkaar.

Opbergtest

- berg de oorkappen 72 uur op bij een luchttemperatuur van 60 °C;
- de aandrukkracht mag hierdoor niet wezenlijk veranderen.

8.

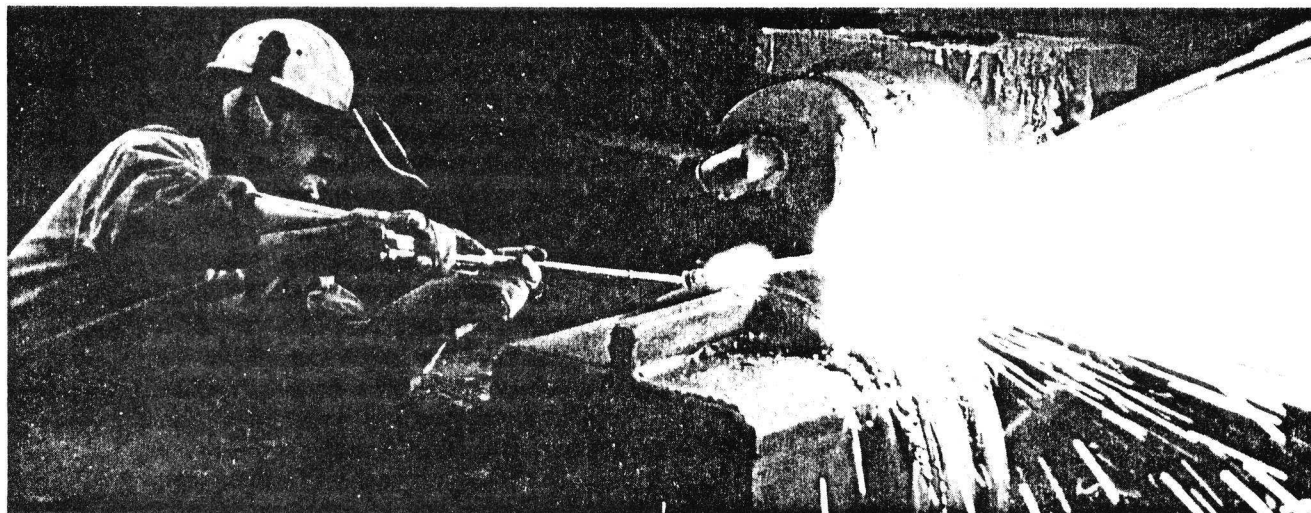
INFORMATIE TE VERSTREKKEN DOOR DE LEVERANCIER

De leverancier behoort bij gehoorbeschermingsmiddelen de volgende schriftelijke informatie te verstrekken:

- de gemiddelde geluidsverzwakking en de standaarddeviatie bij frequenties: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 en 8000 Hz;
- type aanduiding (bij oorkappen en gehoorbeschermingshelmen ook op de kappen en helmen);
- gebruiksaanwijzing (eenvoudig gesteld) in het Nederlands en eventueel in een andere taal, waarin zo nodig ook is opgenomen de reinigingswijze en het wasmiddel;
- bij voorgevormde oordopjes: het aantal verkrijgbare maten en de maat van een bepaald oordopje, eventueel of een opbergdoosje verkrijgbaar is;
- bij oorkappen: de uitgevoerde mechanische testen;
- bij oorkappen: de aandrukkracht en bij een aandrukkracht van meer dan 12 N eveneens de door de afdichtringen veroorzaakte druk; de massa; het soort beugel; welk materiaal in de afdichtringen aanwezig is;
- bij oorkappen die aan een veiligheidshelm kunnen worden bevestigd: het merk veiligheidshelm dat is gebruikt bij het bepalen van de geluidsverzwakking van de oorkappen.

Deze schriftelijke informatie moet aanwezig zijn:

- bij elke set oorkappen;
- bij elk paar gehoorbeschermingsmiddelen voor meermalig gebruik;
- in voldoende mate bij gehoorbeschermingsmiddelen voor eenmalig gebruik.



Verkleinen van grote stukken gietijzer met behulp van een snijbrander

9. PRAKTISCHE ASPECTEN BIJ HET GEBRUIK VAN GHOOR-BESCHERMINGSMIDDELEN

9.1 Algemeen

Om er zeker van te zijn dat het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen aan het doel beantwoordt, is een goede begeleiding onmisbaar.

Het is van belang dat zowel bij de keuze van een gehoorbeschermingsmiddel als bij het gebruik voldoende voorlichting en instructie wordt gegeven.

9.2 Introductie

Voor een succesvolle invoering van gehoorbeschermingsmiddelen is het belangrijk werknemers te wijzen op de noodzaak van het dragen van deze middelen. Goede voorlichting kan het optreden van weerstanden tegen het dragen voorkomen of beperken. Niet elke gehoorbeschermer is geschikt voor elke werknemer op elke arbeidsplaats. Het is daarom aan te bevelen dat meerdere, voldoende verzwakkende en comfortabele middelen worden uitgetoetst.

Diverse in principe bruikbare typen en soorten beschermingsmiddelen kunnen allereerst door een klein aantal personen worden gedragen om zodoende hun praktische bruikbaarheid in een bepaald bedrijf of bepaalde afdeling te toetsen. Op deze wijze worden de eerste moeilijkheden en onaangename heden bij het dragen in de specifieke situatie opgespoord. Andere werknemers krijgen dan de keuze uit een beperkter aantal soorten en typen middelen die speciaal geschikt zijn voor die situatie.

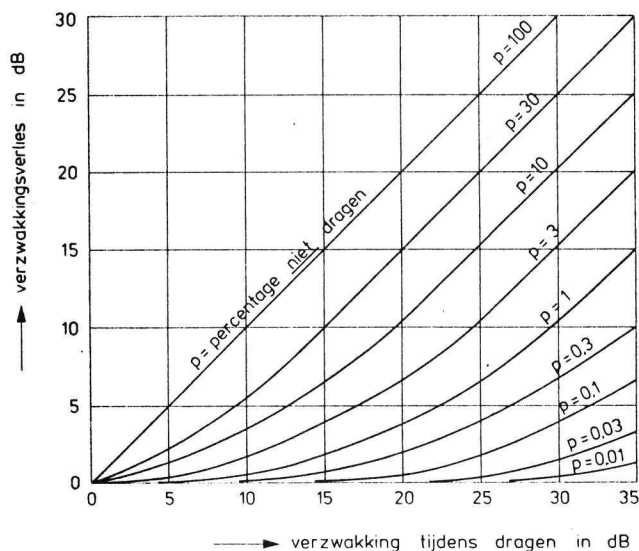
De individuele werknemer zal meestal nog moeten wennen aan het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen. Aangeraden wordt om in de eerste periode van het dragen een tijdschema aan te houden, waarbij bijvoorbeeld:

- de eerste dag de beschermingsmiddelen tweemaal een half uur worden gedragen;
- de tweede dag tweemaal één uur;
- de derde dag tweemaal twee uur;
- de vierde dag de gehele werktijd (indien dit nodig is).

Dit schema kan eventueel ook langzamer worden uitgevoerd. Indien na een maand consequent dragen nog ernstige moeilijkheden optreden, moet op een ander wellicht geschikter gehoorbeschermingsmiddel worden overgegaan.

9.3 Effect van het tijdelijk niet dragen van gehoorbeschermingsmiddelen

Wanneer in een omgeving met lawaai



Grafiek 6 Verzwakkingsverlies door het tijdelijk niet dragen van gehoorbeschermingsmiddelen

gehoorbeschermingsmiddelen niet de gehele tijd worden gedragen, vermindert het beschermende effect aanzienlijk (zie grafiek 6).

Indien een gehoorbeschermingsmiddel in een bepaalde lawaaisituatie een geluidsverzwakking heeft van 20 dB(A), en niet wordt gedragen gedurende 1% van de tijd (bijna 5 minuten), vermindert de verzwakking tot 17 dB(A).

Wordt het middel niet gedragen gedurende 10% van de tijd, dan is de verzwakking nog maar 10 dB(A). Het is dus zeer belangrijk dat gehoorbeschermingsmiddelen constant worden gedragen in een omgeving met lawaai en niet af en toe worden afgezet of verwijderd. Het opzetten of inbrengen van beschermingsmiddelen moet gebeuren *voordat* men in het lawaai komt.

9.4

Gelijktijdig dragen van oorkappen en een gehoorbeschermingsmiddel in het oor

Ondanks het dragen van een gehoorbeschermingsmiddel kan geluid via diverse wegen het binnenoer bereiken. Van belang zijn onder andere:

- de schedel (beengeleiding);
- de mondholte;
- de buis van Eustachius;
- geluidlekken in en rondom de gehoorbeschermer;
- trillingen in een oorkap.

Bij het gelijktijdig dragen van oorkappen en een gehoorbeschermingsmiddel in de gehoorgang stelt de geleiding van het geluid via de schedel een grens aan de gezamenlijke verzwakking. De gezamenlijke verzwakking is daarom altijd minder dan de som van de afzonderlijke verzwakkingen.

Gelijktijdig dragen van gehoorbeschermingsmiddelen en een veiligheidshelm

Kies, zo mogelijk, een middel dat in de gehoorgang kan worden gedragen.

Is dit niet mogelijk, vanwege bijvoorbeeld een te geringe geluidsverzwakking of een infectie in de gehoorgang, dan moet erop worden gelet dat de helmrand en de binnenbekleding niet tegen de oorkappen aankomen.

Er kunnen oorkappen met een nekbeugel worden gebruikt of oorkappen die aan de veiligheidshelm zijn bevestigd. In het laatste geval moeten de oorkappen met een cardan- of kogelscharnier zodanig zijn bevestigd dat ze naar alle kanten kunnen bewegen en bij het dragen door hoofdbewegingen niet kunnen verschuiven.

Effecten van het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen op de communicatie en het horen van waarschuwingssignalen

Bij mensen die normaal horen zal door het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen over het algemeen de verstaanbaarheid van spraak in lawaai niet verminderen. Zowel de spraak als het lawaai worden immers door de gehoorbeschermer verzwakt. Daardoor blijft de verstaanbaarheid, gelijk of verbetert in bepaalde omstandigheden zelfs.

Verstaanbaarheid van spraak kan wel minder zijn in een situatie waarin zowel de luisteraar als de spreker gehoorbeschermingsmiddelen dragen. Omdat het lawaai als minder hard klinkend wordt ontvangen gaat men namelijk minder hard spreken.

Wel treedt vrijwel steeds een verslechtering van verstaan van spraak op bij mensen die al een middelmatige of ernstige gehoorafwijking hebben. Dit is een reden te meer om vanaf de eerste blootstelling aan lawaai met het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen te beginnen en niet te wachten tot een meetbare gehoorschade door lawaai is ontstaan.

Het dragen van gehoorbeschermingsmiddelen heeft bij een normaal horende geen effect op het al dan niet horen van waarschuwingssignalen.

Bij mensen die reeds een gehoorbeschadiging (door lawaai) hebben opgelopen, kan wel een vermindering van het al dan niet horen van waarschuwingssignalen optreden. In die gevallen moet erop worden gelet dat geen grote mate van oververzwakking optreedt.

Omdat de verzwakking van oorkappen

frequentie-afhankelijk is, worden de hogere frequenties van een signaal sterker gereduceerd dan de lagere frequenties. Het signaal wordt dan als laagfrequentier beoordeeld. Bij de in de gehoorgang gedragen middelen is de frequentieafhankelijkheid van de geluidsverzwakking over het algemeen geringer en treedt een dergelijke vervorming niet op. Dit betekent dat men vooral bij het gaan dragen van oorkappen, opnieuw moet gaan wennen aan bepaalde signalen.

10. AUDIOMETRISCH ONDERZOEK

10.1

Algemeen

Bij personen die gehoorbeschermingsmiddelen dragen is het gewenst dat wordt nagegaan of deze gehoorbeschermingsmiddelen in de praktijk voldoende bescherming bieden. Daartoe moet een audiometrisch onderzoek worden uitgevoerd, bij voorkeur onder leiding van een bedrijfsgezondheidsdienst of een bedrijfsarts.

10.2

Periodiek audiometrisch onderzoek

In tabel 5 zijn in een schema de tijdstippen van een periodiek audiometrisch onderzoek weergegeven. Het uitvoeren van een dergelijk onderzoek volgens dit schema zal tot gevolg hebben dat bij minder dan 1% van de onderzochten een aantoonbare gehoorschade door blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats ontstaat. Voorwaarde is wel dat bij de vaststelling van een dergelijk schade effectieve maatregelen worden getroffen. De tijdstippen van het periodiek audiometrisch onderzoek zijn afhankelijk van het equivalent geluidsniveau op een arbeidsplaats en van de verzwakking van het geluid

door het dragen van een gehoorbeschermingsmiddel. Vanuit deze twee gegevens wordt allereerst de "gehoorbeschadigingsklasse" 1 t/m 4 vastgesteld (zie tabel 4).

Deze klasse-indeling houdt in dat de grootte van het risico op het ontstaan van gehoorbeschadiging wordt ingedeeld in 4 categorieën namelijk 1,2,3 en 4. Hoe groter dit getal, hoe groter de kans op het ontstaan van een gehoorbeschadiging. Met behulp van het schema in tabel 5 kunnen ten slotte de tijdstippen van het periodiek audiometrisch onderzoek worden bepaald.

Tabel 4 Klasse-indeling ter bepaling van het risico op het ontstaan van gehoorbeschadiging, uitgaande van het geluidsniveau en de geluidsverzwakking van de gedragen gehoorbeschermingsmiddelen

Equivalent geluidsniveau per 8-urige werkdag in dB(A)	Geluidsverzwakking van het gedragen gehoorbeschermingsmiddel in dB(A)			
	< 5*	5-15	15-25	> 25
80 - 85	1	1	1	1
85 - 90	2	1	1	1
90 - 95	3	2	1	1
95 - 100	4	3	2	1
100 - 105	4	4	3	2
105 - 110	4	4	4	3
>110	4	4	4	4

* inclusief geen gehoorbescherming

Opmerking bij tabel 4

Wanneer men de gehele werktijd of het grootste gedeelte van de werktijd aan lawaai is blootgesteld moet het gehoorbeschermingsmiddel het equivalent geluidsniveau bij voorkeur niet méér verminderen dan tot ongeveer 70 dB(A). Verblijft men slechts een klein gedeelte van de werktijd in lawaai, dan kan de verzwakking groter zijn. Bijvoorbeeld 15 minuten per dag verblijven in een constant geluidsniveau van 100 dB(A), resulteert voor een 8-urige werkdag in een equivalent geluidsniveau van 85 dB(A). Daarom zijn in het schema ook combinaties opgenomen van grote verzwakkingswaarden en equivalente geluidsniveaus van minder dan 95 dB(A).

Tabel 5 Aanbevolen tijdstippen voor een periodieke audiometrisch onderzoek na de aanstellingskeuring

Gehoorschadigingsklasse	Aantal jaren na aanvang van blootstelling aan lawaai														
	½	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
1		x				x				x					x
2		x	x		x	x	x	x		x		x		x	
3		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
4		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Opmerking bij tabel 5

Bij een verlaging van de gehoorbeschadigingsklasse als gevolg van een verlaging van het equivalent geluidsniveau moet het schema in deze lagere klasse worden vervolgd.

Bij een verlaging van de gehoorbeschadigingsklasse door het gaan dragen van (meer geluidsverzwakkende) gehoorbeschermingsmiddelen moet bij klasse 3 na een half jaar een herhalingsaudiogram worden opgenomen en bij de klassen 1 en 2 na een jaar. Vervolgens moet het schema in de lagere klasse worden vervolgd, tenzij de ernst van de reeds ontstane gehoorschade het medisch noodzakelijk maakt om frequenter een audiometrisch onderzoek uit te voeren.

De schema's van tabel 4 en 5 kunnen worden gehanteerd onder het volgende voorbehoud:

- a Op medische indicatie of om andere redenen kunnen de tijdstippen van het periodiek audiometrisch onderzoek worden vervroegd.
- b Het audiometrisch onderzoek moet op juiste wijze worden uitgevoerd. In ISO/DIS 6189 (1980) "Acoustics — Pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes" en het "addendum to ISO/DIS 6189 (1980)" zijn de volgende aanbevelingen vermeld:

- het onderhoud en het kalibreren (lijken) van audiometers;
- toelaatbaar achtergrondgeluid in audiometrische onderzoekruimten;
- het voorbereiden en instrueren van de te onderzoeken personen;
- het uitvoeren van audiometrische testen volgens diverse methoden;
- het presenteren van de testresultaten.

De gehoordrempel kan worden bepaald volgens twee methoden:

- Békésy-methode:

Hierbij wordt bij een aantal vaste frequenties de gehoordrempel bepaald door de sterkte van die testtonen te variëren.

- Van Dishoeck-methode:

Hierbij wordt de gehoordrempel bepaald door bij gelijkblijvende sterkte de frequentie te veranderen. Dit wordt ook wel genoemd de continue-methode.

Alhoewel deze continue-methode niet wordt genoemd in ISO/DIS 6189, kan deze toch worden toegepast, mits uitgevoerd door een daartoe bekwame audiometrist.

11. WETTELIJKE BEPALINGEN

Ten aanzien van het in deze publikatie behandelde onderwerp zijn onder andere de volgende wettelijke bepalingen van toepassing; de inhoud hiervan is ten dele verkort weergegeven. Voor de volledige tekst raadplege men de genoemde besluiten. De aandacht wordt erop gevestigd dat alleen die tekst rechtskracht bezit.

Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen 1938 (VBF)

Artikel 172 j

De gebruiker van een schiethamer en hij, die bij zijn werkzaamheden is betrokken, zijn verplicht tijdens het werk oorbeschermers te dragen.

Artikel 184, lid 1 sub e en lid 2

Indien gevaar bestaat van inwerking van schadelijk geluid op het gehoororgaan moeten voor de arbeiders die aan dat gevaar blootstaan in voldoende aantal doelmatige gehoorbeschermingsmiddelen beschikbaar zijn en moet ervoor worden gezorgd dat die arbeiders die middelen gebruiken. Deze gehoorbeschermingsmiddelen moeten in goede staat verkeren en zindelijk worden gehouden.

Artikel 217

Een arbeider die arbeid verricht waarvoor het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen wordt voorgeschreven is verplicht die middelen te gebruiken en de voorschriften betreffende de zindelijkheid van die middelen na te leven.

11.2 **Landbouwveiligheidsbesluit**

Artikel 71, lid 1 sub 1 en lid 2

Dit artikel bevat voor ondernemingen van landbouw, tuinbouw, bosbouw, veehouderij of veenderij bepalingen analoog aan artikel 184, lid 1, sub e en lid 2 van het VBF.

Artikel 77

Dit artikel bevat bepalingen analoog aan artikel 217 van het VBF.

11.3 **Arbeidsbesluit jeugdigen**

Artikel 5 en artikel 1 van de bijbehorende beschikking van 8 maart 1973

Een persoon beneden de leeftijd van 18 jaar mag geen arbeid verrichten waarbij het geluidsniveau in de gehoorgang hoger is dan 90 dB(A).

