

# Gehoorbescherming, meer dan oordopjes

*Wie regelmatig wordt blootgesteld aan lawaai krijgt vroeg of laat last van lawaaislechthorendheid. Door de wet op het welzijn op het werk is er - zeker in grote bedrijven - meer aandacht gekomen voor allerlei persoonlijke beschermingsmiddelen tegen lawaaihinder. In deze branche gaat het dikwijls over de klasieke mousse oordopjes, eigenlijk een dure en niet steeds efficiënte gehoorbescherming. Er zijn ook corrigerende maatregelen met antige-luid (via hoofdtelefoon of via directe demping van het machinelawaai), maar dat staat bekend als een prijzige oplossing.*

Maatwerk (oordopjes op maat van elke individuele gebruiker) is qua aankoop een duurdere oplossing dan wegwerpoordopjes, maar op korte termijn wordt deze investering snel goedkoper en vooral efficiënter. Op deze materie wordt er in België gewerkt bij Variphone. Dit bedrijf produceert niet enkel maatstukjes, maar allerlei persoonlijke gehoorbeschermers die zo worden geconstrueerd dat ze kunnen gemeten en afgeregeld worden op de demping die reëel nodig is. De hiervoor ontworpen meetapparatuur werd ontwikkeld door ES International uit Hasselt. In eerste instantie werd er gebruikgemaakt van National Instruments data-acquisitiekaarten en Lab-View software op een portable, momenteel op basis van embedded elektronica. Variphone biedt ook een "preventief gehoorzorgprogramma". Dit is een jaarlijkse repetitieve controle die ervoor moet zorgen dat de kans op lawaaislechthotheid bij uw personeelsleden tot een minimum wordt beperkt. In Nederland gaat

men een stuk verder. Zo heeft HearingCoach een service op basis van een achtstappenplan die gericht is op 100% preventie. Men maakt er onder meer gebruik van O.A.E. (Oto Akoestische Emissies)-metingen, een meting gebaseerd op opmerkelijk studiewerk van prof. dr. B. Vinck van de R.U.G.

Industrie Technisch Management had een gesprek over geluidsbescherming en over de gebruikte meetmethode om deze precies af te regelen met Stefan Voortmans, directeur van Variphone uit Peer en met ing. Kurt Hensen directeur van ES International uit Hasselt.

## INDIVIDUELE OORSTUKJES

Geluidsdempers moeten ergonomisch zijn. Courant zijn er de gele oordopjes, maar deze worden vaak niet goed aangebracht (waardoor ze onvoldoende dempen of worden verloren) of ze worden te diep in het oor gestoken (waardoor betrokkene oorpijn krijgt), of omdat de gebrui-



De Variphone gehoorbeschermers worden op maat gemaakt en afgestemd op de demping die reëel nodig is.

kers vuile handen hebben, krijgen men er oorirritaties van. Voor de werkgever is het een dure zaak: het zijn wegwerpspulletjes, en al kosten ze per stuk slechts enkele tientallen eurocent, men heeft (minstens) twee paar per dag nodig, wat snel neerkomt op 0,5 euro/dag (zonder te rekenen dat ze ook voor kinderen, partner, familie worden meegenomen), of zo'n 100 euro per persoon per jaar plus een kleine container afval.

Het alternatief zijn de oorstukjes op maat, kostprijs zo'n 100 euro, maar ze gaan dan wel gemiddeld zo'n 4 jaar mee. De maat van het oor wordt genomen met een specifieke silicone die op een zevental minuten uithardt. Uit de opgenomen pasvorm worden de afdrucken in het labo gesneden

naar gewenst type en model. Op basis hiervan wordt een negatiefvorm in gel aangemaakt. Deze vorm wordt gevuld met hypoallergeen acrylaat kunststof die op basis van UV licht uithardt. De gel is dan inert (wordt ook gebruikt door tandartsen bij tandreconstructie). Na het uitharden en het ontvormen wordt het oorstukje manueel bijgewerkt. Een dergelijk oordopje krijgt zijn demping omdat het oor ermee wordt afgesloten, waarbij het geluid nog enkel via een kleine opening wordt doorgelaten. De doorlaatopening van het dempertsje is bepalend voor wat er aan direct geluid nog tot bij het oor geraakt.

In de meeste (zeker de goedkoopste) modellen wordt tijdens het productieproces in het oor-

dopje een gaatje geboord met vaste diameter waarin een (aan-gekocht) dempertje wordt gestoken dat via een spuitgietproces wordt gemaakt en waarvan de fabrikant opgeeft welke demping ze heeft. In functie van de opgemeten lawaai-belasting van het individu, wordt een demper gekozen. Is de persoon gemiddeld onderhevig aan 95 dB(A) geluidsbelasting dan is een demper van 15 dB(A) nodig om zijn gemiddelde belasting te reduceren tot 80 dB(A).

#### **OORSTUKJES MET INSTELBARE, NAGEMETEN DEMPING**

Maar ondervinding leert twee dingen. (1) De spuitgegoten dempers kennen een grote spreiding: men kan een demper hebben van 10 dB(A) die in het (schijnbaar) beste geval een overdemping heeft van bijvoorbeeld 5 dB(A), of in het slechtste geval een onaanvaardbare onderdemping heeft en dus geen voldoende bescherming biedt. Niemand meet het, dus niemand weet het. (2) De noodzakelijke dempingen hebben niet steeds de ronde waarde van de aangeboden dempers, 10 dB(A), 20 dB(A), 30 dB(A). Wat als men 15 dB(A) demping nodig heeft? Goed, zeker spelen en een 20 dB(A) demper monteren, maar 6 dB(A) is wel een verdubbeling van het geluidsniveau en 5 dB(A) verliezen,

## **Lawaaislechthorendheid**

Circa 9% van de werknemers heeft te maken met een geluidsniveau dat op termijn oorzaak kan zijn van lawaaislechthorendheid. De drempel waarbij - als men er lang aan onderhevig is - gehoorbeschadiging kan optreden, is vrij laag. Nederland stelt de limiet op 80 dB(A) (of het geluid van een wekker), in België zet de wetgever het geluidsniveau vanaf wanneer maatregelen moeten worden genomen op 85 dB(A). Onze wetgeving wordt binnenkort ook naar de 80 dB(A) grens teruggestroefd. Een industriële omgeving met oplosmiddelen, met zware metalen, met extreme hitte kan dit proces versnellen en verergeren. Dikwijls hebben werknemers de indruk dat ze aan het geluid wel gewend zullen raken of men vindt de nadelen van gehoorbescherming groter dan de negatieve aspecten van het omgevend geluidsniveau, al ligt dat hoog. Voor de werknemer betekent het op termijn slechthorendheid. Meestal geen volledige doofheid, maar door het optreden van bijkomende oorsuizingen leidt dit op termijn naar arbeidsongeschiktheid.

Dancings met een hoog lawaainiveau kunnen vrij direct - gelukkig dikwijls tijdelijke - slechthorendheid veroorzaken, maar het ontstaan van gehoorschade door langdurige blootstelling, zoals op de werkvloer, is een traag verlopend proces. Het gehoor gaat geleidelijk achteruit, maar dit proces is onomkeerbaar (in tegenstelling tot tijdelijke onderhevigheid aan een hoge dosis). Gewenning betekent vaak dat het gehoor achteruit gaat. De schade die door geluid in het gehoor ontstaat, heeft te maken met het beschadigen van de trilhaarcellen in het binnenoer.

Men kan gehooranomalieën opmeten door middel van een audiogram. Hierbij moet een persoon naar aanleiding van in een hoofdtelefoon gegenereerde piepjes aangeven of hij wat hoort of niet. Dit audiogram wordt afgenomen met 8 signalen in de band die het gehoor kan waarnemen (125 Hz tot 8 kHz). Deze test is echter subjectief en zo correct als het reactievermogen en de interpretatie van de persoon in kwestie. De gehoorschade kan ook tussen de gegenereerde frequenties liggen en dan wordt de schade nauwelijks of niet en op een te laat stadium waargenomen. Prof. Vinck, docent audiologie aan de R.U.G., verrichte onderzoek naar een meer objectieve en effectieve meetmethode. Hij ontwikkelde een meetmethode op basis van de Oto Akoestische Emissies. Het gaat om het meten van de reactie van de trilhaarcellen op het geluid waarop ze gestimuleerd worden. Als trilharen geluid ontvangen, trekken ze samen, wat energie genereert die kan worden opgemeten. Enkel de nog functionerende trilhaarcellen zullen hierop reageren. Deze meetmethode - vertaald naar een OAE-gram - wordt door het bedrijf HearingCoach gebruikt om werknemers op te volgen in een preventief gehoorzorgbeleid. De procesflow is het meten van de gemiddelde individuele lawaai-belasting waar de werknemer aan onderhevig is (via een individueel, gedurende een zekere tijd te dragen dosimetertje), meting van zijn gehoortoestand, persoonlijke uitrusting met een individuele gehoorbeschermer en ter afronding een regelmatige coaching en opvolging met bijhorende statusrapportering om schade tot een absoluut minimum te reduceren.

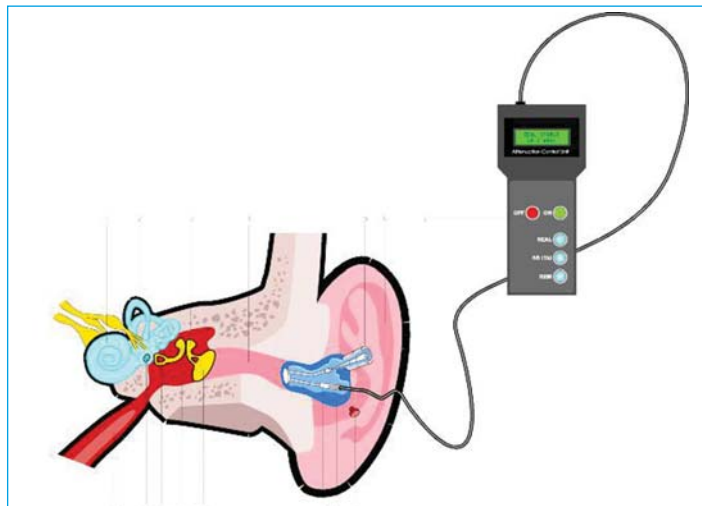
betekent dat de "bereikbaarheid" van de persoon een stuk kleiner is. En eigenlijk moet hij beschermd zijn, maar alleen reeds om veiligheidsredenen (een claxon van een vorkheftruck, een alarmsignaal...) moet hij zo veel als mogelijk blijven horen

Om aan deze twee punten tegemoet te komen, is Variphone een complexer type van geluidsfILTER gaan ontwikkelen, waarbij de demping instelbaar en controleerbaar wordt gemaakt. De knowhow kwam oorspronkelijk uit de productie van oorstukjes voor hoorapparaten: deze bestaan uit een microfoon, een geluidversterker en een luidspreker ingebouwd in een oordopje. Dat oordopje moet ook op maat worden gemaakt en wordt met dezelfde harstypes vervaardigd (wat de basis is van de productie van de huidige dopjes). Een hoorapparaat



**De afdrucken worden in het labo naar het gewenste type en model afgewerkt.**

moet na productie getest worden, waarbij ze worden gecontroleerd op de afdichting: een lek via de oorwand zorgt bij zo'n apparaat voor een hinderlijk rondzingen tussen microfoon en luidspreker (waardoor ze gaan fluiten). Ook bij oorbescherming moet gecontroleerd worden of de dopjes lekdicht zijn, anders is de demping van de oordopjes kleiner dan ver-



**Meetsituatie in het oor: de apparatuur is ontwikkeld door ES International.**

wacht, omdat de kans bestaat dat er door lekkage geluid kan binnendringen. Tot hier de gelijkens. Om de demping instelbaar te kunnen maken, werd een eigen instelbaar ventieltje ontwikkeld.

recties aanbrengen tot een perfecte afsluiting en comfort verzekerd zijn. Maar hoe een juiste demping instellen? De oplossing werd gevonden door gebruik te maken van een tweede kanaal, het zogenaamde lektestkanaal in de gehoorbeschermer. Dit testkanaal laat toe de respectievelijke metingen snel en efficiënt uit te voeren. Na een succesvolle meting op lekkage wordt de demping met behulp van het regelbaar ventiel ingesteld. Na deze kwaliteitsmeting wordt het lektestkanaal afgesloten met een gekleurd dopje dat gelijktijdig aangeeft welke gehoorbeschermer voor het linker- of rechteroor bestemd is.

### MEETAPPARATUUR OP MAAT

Dan kwam het er op aan om een gemakkelijk meetsysteem te ontwikkelen, waardoor de regeling van de demping bij het controleren van de gehoorbeschermers op enkele seconden tijd kan gebeuren. In 1989 werd een eerste systeem op basis van waterdruk ontwikkeld, een zogenaamd waterorgel: in functie van de druk stijgt de hoogte in de gekalibreerde buisjes en deze druk werd gezet op het oorstopje en het ventieltje werd gekoppeld aan een getuigenbuisje. De hoogte van de vloeistof in het getuigenbuisje moest zo worden geregeld dat het gelijk werd aan het gekalibreerd buisje dat overeenkwam met de



**De huidige meter is niet groter dan een handheld computer.**

gewenste demping. Dat werd in 1996 vervangen door een elektronisch equivalent, maar zowel het eerste als het tweede systeem waren te benaderend en vrij broos.

In 1999 vroeg Ergotec BV aan ES International, een bedrijf gespecialiseerd in de ontwikkeling van elektronische meetapparatuur, om een meer robuust systeem uit te bouwen dat door alle fabrikanten en/of leveranciers van maatgehoorbeschermers te gebruiken zou zijn. Er werd een apparaat gemaakt (met daarin de druksensoren) gekoppeld via een National Instruments data-acquisitiekaart aan een laptop, met een virtueel meetinstrument gebouwd in LabView die het meetresultaat visualiseerde. Hiermee kreeg men op het scherm een grafische weergave van de testen, zowel van de lektest als de dempinginstelling. Het voordeel van deze werkwijze is dat de persoon die de gehoorbeschermer test, direct ziet hoever hij is met de regeling. Dat functioneerde goed, maar de distributeurs vonden (toen zeker nog) dat de investering in een laptop nogal duur was. Daarom ontwikkelde ES International een tweede generatie, nu op basis van embedded elektronica. De huidige meter is niet groter dan een handheld computer. Men is nu in een fase waarbij de massaproductie is gestart. Deze meter, gecommunica-

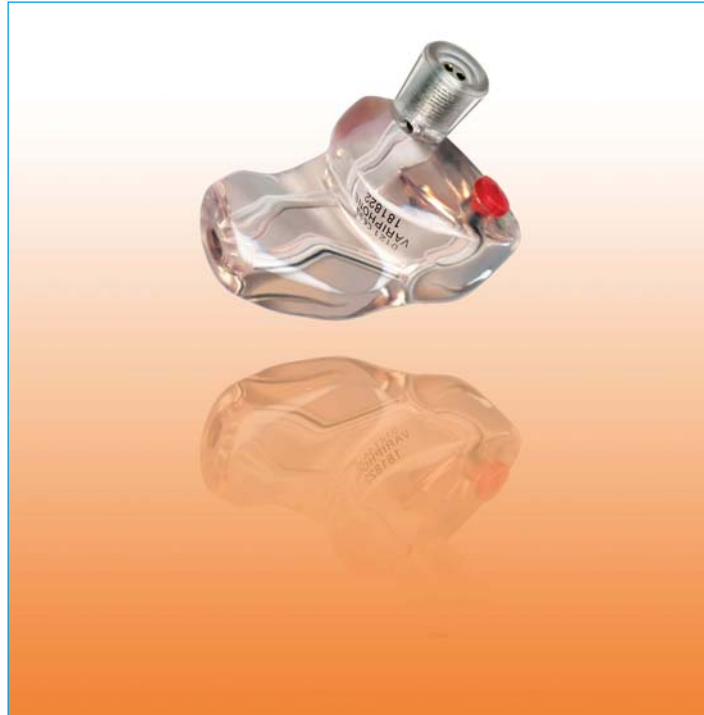
liseerd door het bedrijf Ergotec, wordt inmiddels door meerdere fabrikanten en/of leveranciers gebruikt om hun gehoorbeschermers te testen op functionaliteit.

## EEN TOTAALPAKKET

De gehoorbeschermers van Variophone kunnen zo correct worden ingesteld waardoor ze een demping genereren die precies gelijk is aan wat noodzakelijk is. Door deze juiste instelling wordt het compromis demping/communicatie bereikt. Dat geeft de beste bescherming voor de werknemers, tenminste als de gehoorbeschermers ook effectief worden gebruikt en in orde blijven.

Om dat te bekomen, stellen Variophone Benelux en de distributeurs een soort "onderhoudscontract" voor: er wordt gestart met de opname van de individuele lawaai-belasting, dan is er de productie van de gehoorbeschermers (maat nemen, produceren, kwaliteitscontrole met individuele lekttest, eventueel aanpassen, instelling van de demping en aflevering van een certificaat), uiteindelijk gevolgd door een regelmatige check-up (zesmaandelijks of jaarlijks), waarbij de gehoorbeschermers ultrasoon worden gereinigd, opnieuw worden getest op de functionaliteit en waarbij aan de hand van een vragenlijst wordt nagegaan of de gebruiker ze draagt en comfortabel vindt. Variophone gaat niet verder. Wil men een volledige coaching en opvolging van de gehoortoestand van werknemers door middel van een gesofistikeerd preventief gehoorzorgbeleid, dan verwijst men door naar HearingCoach.

Naast deze "passieve" oordopjes produceert Variophone ook oorstukjes met ingebouwde elektronica. Een eerste reeks is een koppeling met een zender/ontvanger. Via deze oortjes, die ook functioneren als geluiddempers, kan men radiocommunicatie opzetten (en dit zonder microfoon, want de klank wordt opgenomen



De oorstukjes op maat gaan gemiddeld 4 jaar mee.



Na het uitharden en ontvormen wordt het oorstukje manueel bijgewerkt in het labo.

via trillingen die bij het spreken worden gegenereerd in het oor kanaal). Ze worden gebruikt in industriële omgevingen met zeer veel lawaai. Ook de brandweer gebruikt deze oortjes als alternatief voor systemen met koptelefoon en microfoon die in de helm zijn ingebouwd. De kans dat het radiocontact wordt verloren als de helm in een incident wordt kwijtgespeeld, is reëel. Met zulke oortjes is deze kans bijna onbestaande. Een ander product dat Variophone produceert, niet voor industrieel gebruik, zijn de in-ear monitors voor muzikanten. Deze oortjes bevatten geïntegreerde miniatuur luidsprekers met Hi-Fi kwalitatieve eigenschappen. Voor de muzikant is het van belang om tegelijk een goed monitoring geluid te ontvangen (via een draadloze ontvanger die met de mengtafel in verbinding staat) en anderzijds een optimale bescherming te genieten (tegen overmatig lawaai van diverse luidsprekers en instrumenten op het podium).

Waar dus de technologie van een hoorapparaat kan toe leiden. En het onderzoek gaat verder. Er loopt een programma met de K.U.Leuven om de vorm van de gehoorgang via een 3D-scanner te registreren en de volgende stap zou dan een automatische productie van de oordopjes kunnen zijn. Alleen is dat vandaag nog toekomstmuziek. Er wordt ook gekeken naar de evolutie van actief dempen, alleen kan dit vandaag enkel met koptelefoon en dat wordt als te oncomfortabel ervaren en dus in de praktijk niet gedragen. In dat opzicht zijn persoonlijke beveiligingsmiddelen steeds een compromis tussen ergonomie en beschermingsgraad. De op maat gemaakte regelbare gehoorbeschermers blijken een goed compromis te zijn.