

Lawaaislechthorendheid in de bouwnijverheid

Een retrospectieve analyse van het gehoor van werknemers in de bouw

december 2007

Arbouw is door werkgevers- en werknemersorganisaties opgericht om de arbeidsomstandigheden in de bouwnijverheid te verbeteren. Binnen Arbouw participeren Bouwend Nederland, Federatie van Ondernemersorganisaties in de Afbouw (FOA), FNV Bouw en CNV Vakmensen.

© Stichting Arbouw 2010. Alle rechten voorbehouden.

De producten, informatie, tekst, afbeeldingen, foto's, illustraties, lay-out, grafische vormgeving, technische voorzieningen en overige werken van Stichting Arbouw ("de werken"), waarin substantieel is geïnvesteerd, zijn beschermd onder de Auteurswet, de Benelux Merkenwet, de Databankenwet en andere toepasselijke wet- en regelgeving. Behoudens wettelijke uitzonderingen mag niets daarvan worden veelevoudigd, aan derden ter beschikking gesteld of openbaar gemaakt, zonder voorafgaande toestemming van Stichting Arbouw. Het bekijken van de werken en het maken van kopieën voor eigen individueel gebruik is toegestaan voorzover binnen de toepasselijke wet- en regelgeving aangegeven grenzen.

De woord- en beeldmerken op de werken zijn van Stichting Arbouw en/of haar licentiegever(s). Het is niet toegestaan één of meerdere van deze merken en logo's te gebruiken zonder voorafgaande toestemming van Stichting Arbouw of de betrokken licentiegever(s).

Stichting Arbouw is niet aansprakelijk voor (de inhoud van) haar (informatie) producten, software daaronder mede begrepen, noch voor het (her)gebruik daarvan door derden. Stichting Arbouw is niet aansprakelijk voor fouten in (de inhoud van) haar (informatie) producten noch voor eventuele (gevolg)schade, van welke aard dan ook, die voortvloeit uit het (her)gebruik daarvan door derden.

LAWAAISLECHTHORENDHEID IN DE BOUWNIJVERHEID

EEN RETROSPECTIEVE ANALYSE VAN HET GEHOOR VAN WERKNEMERS IN DE BOUW

Auteurs:

drs. M.C.J. Leensen, Klinische & Experimentele Audiologie, AMC Amsterdam

ir. H.W. Helleman, Klinische & Experimentele Audiologie, AMC Amsterdam

prof. dr. ir. W.A. Dreschler, Klinische & Experimentele Audiologie, AMC Amsterdam

Bestelcode: 10-136

ISBN: 9789077286975

December 2007

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	9
1.1 Vraagstellingen.....	12
1.2 Leeswijzer.....	12
2 VERZAMELING VAN GEGEVENS	13
2.1 Demografische en werkgerelateerde gegevens	14
2.2 Audiometrie	15
2.3 Expositiegegevens	15
2.4 Studiepopulatie	17
2.5 Uitkomstmaten	19
2.6 Statistische analyse.....	19
3 REFERENTIEGROEP	21
3.1 Externe referentiewaarden.....	21
3.2 Interne controlegroep.....	23
3.3 Validiteit.....	23
4 RESULTATEN	26
4.1 Studiepopulatie: expositiegroepen	27
4.2 Gehoor van werknemers in de bouw	29
4.3 Effect van expositie	33
4.4 Overige factoren	39
5 BESPREKING VAN DE RESULTATEN	48
5.1 Kwaliteit van audiometrische gegevens	48
5.2 Gehoordrempels en leeftijd	51
5.3 Gehoordrempels en expositieniveau	51
5.4 Gehoordrempels en expositieduur	53
5.5 Interactie expositieniveau en -duur	54
5.6 Overige factoren	54
6 CONCLUSIES	57
7 ADVIEZEN EN AANBEVELINGEN	58
8 REFERENTIE LIJST	61
SUMMARY	65

BIJLAGEN	69
Bijlage I. Overzicht van verschillende expositieschattingen	71
Bijlage II. Verschil tussen interne controlegroep en ISO standaard, database A, per leeftijdscategorie.....	73
Bijlage III. Verschil tussen interne controlegroep en ISO standaard, database B, per leeftijdscategorie.....	76
Bijlage IV. Verschil tussen belaste populatie en ISO standaard, database A, per leeftijdscategorie.....	78
Bijlage V. Verschil tussen belaste populatie en interne controlegroep, per leeftijdscategorie.....	81
Bijlage VI. Interactie tussen expositiegroep en expositieduur. Het verschil tussen de expositiegroepen weergegeven voor de vijf categorieën van expositieduur..	84

SAMENVATTING

Werknemers in de bouwnijverheid staan veelvuldig bloot aan hoge geluidniveaus, met als gevolg dat lawaaislechthorendheid een van de meest voorkomende beroepsziekten is in deze sector. Vanuit de arbeidsgeneeskunde is er wet- en regelgeving opgesteld om dit te beperken. Een onderdeel hiervan is dat de werknemers periodiek audiometrisch onderzoek moeten ondergaan.

Dit rapport betreft een retrospectief transversaal onderzoek van deze periodieke audiometrische gegevens, met als doel inzicht te verkrijgen in de status van het gehoor van werknemers in de bouwnijverheid. Ook wordt de invloed van blootstelling aan hard geluid en van andere factoren, zoals dragen van gehoorbescherming, op hun gehoordrempels geanalyseerd.

Door het uitvoeren van deze analyse kan tevens een uitspraak gedaan worden over de kwaliteit van de audiometrische gegevens.

De gegevens zijn afkomstig van audiometrie uitgevoerd bij 29216 werknemers tijdens periodiek arbeidsgeneeskundig onderzoek (PAGO), verzameld op landelijke schaal in de periode van: 1 november 2005 tot 20 juli 2006. Hierbij zijn van beide oren luchtgeleidingsdrempels bepaald op 0,5, 1, 2, 3, 4, 6 en 8 kHz. Daarnaast zijn er een aantal demografische en werk- en gezondheidsgerelateerde factoren uit de standaard PAGO vragenlijst in de dataset opgenomen. Per functie is het expositieniveau geschat op basis van literatuurgegevens, waarna de gehele populatie over vier expositiegroepen verdeeld is; onbelast (<80 dB), licht belast (80 t/m 88 dB), zwaar belast (89 t/m 91 dB) en zeer zwaar belast (92 t/m 96 dB).

De streng gescreende populatie uit de ISO 7029 standaard wordt als externe referentiegroep gebruikt. Daarnaast geldt de onbelaste groep binnen de gemeten populatie als interne controlegroep. Analyses zijn, per frequentie, uitgevoerd op de gemiddelde gehoordrempels van beide oren.

Werknemers in de bouwnijverheid hebben gehoordrempels die 8 tot 18 dB slechter zijn dan wat op basis van leeftijd verwacht kan worden en 1 tot 6 dB grotere gehoorverliezen dan hun onbelaste collega's. Deze verschillen zijn het grootst op 3, 4 en 6 kHz.

Het niveau van blootstelling heeft een effect op de gehoordrempels. De onbelaste groep vertoont het minste gehoorverlies. De licht belaste groep laat grotere gehoorverliezen zien, maar deze zijn kleiner dan die van de twee zwaarst belaste groepen. Tussen deze twee groepen bestaan echter geen verschillen in gehoordrempels. Daarom kan een dosiseffect relatie tussen expositieniveau en gehoorschade in deze studie maar ten dele worden aangetoond.

Ook expositieduur blijkt van invloed te zijn op de gehoordrempels. Hoe langer men blootgesteld is geweest aan lawaai, hoe groter het gehoorverlies. Dit wordt voornamelijk op de lawaaigevoelige frequenties 3, 4 en 6 kHz gezien. De gemiddelde gehoordrempel van deze drie frequenties neemt toe als functie van de blootstellingsjaren. Voor een expositieduur tussen 10 en 40 jaar is dit in overeenstemming met de ISO norm. Voor een expositieduur korter dan 10 jaar blijkt echter dat er op basis van de ISO norm een minder grote toename in gehoorverlies verwacht wordt dan in deze studie wordt gemeten.

Slechts 74% van de belaste werknemers geeft aan gehoorbescherming te gebruiken. Zij vertonen meer gehoorverlies dan werknemers die dat niet doen. Roken zou ook effect op het gehoor kunnen hebben, maar in deze studie wordt geen verschil in gehoorfunctie tussen niet-rokers, rokers en ex-rokers gevonden. Omvang van het dienstverband, werkhistorie, alcoholgebruik, blootstelling aan oplosmiddelen en hoge bloeddruk blijken evenmin invloed te hebben op de gemeten gehoordrempels.

Over het algemeen kan gezegd worden dat de verzamelde data van goede kwaliteit is. Slechts 2% van de beschikbare audiometrische data bleek onjuiste waarden te bevatten.

De interne controlegroep komt redelijk goed overeen met de ongescreende populatie uit ISO 1999. Echter, op de lagere frequenties zijn de gehoordrempels van de interne controlegroep slechter dan die van de ISO populatie. Dit kan verklaard worden door mogelijke aanwezigheid van laag frequent achtergrond geluid tijdens het uitvoeren van de audiometrie.

De grootte van de populatie zorgt ervoor dat de gegevens goed bruikbaar zijn om de invloed van verschillende factoren te bepalen. Kwaliteitswinst van deze data zit daarom niet zozeer in het nauwkeuriger meten van de audiometrische drempels, maar vooral in de beschikking over nauwkeurige aanvullende informatie met betrekking tot alle factoren die van invloed kunnen zijn op gehoorbeschadiging door lawaai, zoals de frequentie van het dragen van de gehoorbescherming etc.

Over het algemeen hebben werknemers in de bouwnijverheid dus een slechter gehoor dan controlepersonen. Een dosisrespons relatie tussen gehoor en lawaai-blootstelling wordt slechts gedeeltelijk aangetoond, wat gelegen zou kunnen zijn in een onnauwkeurige schatting van het expositieniveau of in het ontbreken van een individuele koppeling van expositie aan gehoorschade. Individuele dosimetrie kan in de toekomst een beter inzicht geven in de relatie tussen lawaai-blootstelling en gehoorschade.

Bovendien blijkt dat er bij werknemers die minder dan 10 jaar zijn blootgesteld aan lawaai al wel sprake is van gehoorschade. Dit gehoorverlies is meer dan op basis van de ISO norm verwacht zou worden. Dit zou erop kunnen duiden dat schade aan het gehoor sneller ontstaat dan gedacht, of dat werknemers in de bouw beginnen met reeds aanwezige gehoorschade. Een goede monitoring van het gehoor bij intrede zou inzicht kunnen geven in de achtergrond van deze bevinding.

Verder heeft het gebruik van gehoorbescherming invloed op de gehoordrempels. Personen die gehoorbescherming dragen hebben een slechter gehoor dan personen die dat niet doen. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat gehoorbescherming pas gedragen wordt wanneer de werknemer merkt dat het gehoor achteruit gaat. Omdat gehoorbescherming veelvuldig ingezet wordt ter preventie van slechthorendheid door lawaai, is het belangrijk voldoende aandacht te besteden aan de vroegtijdige inzet en het juiste gebruik ervan.

Op basis van de gevonden resultaten komen wij tot de volgende aanbevelingen:

- Het is nuttig om meer informatie te verzamelen met betrekking tot het gehoor van werknemers, zoals gegevens over de medische geschiedenis en blootstelling aan lawaai buiten het werk;
- Wij adviseren extra vragen in VISA-vragenlijst op te nemen met betrekking tot gehoorbescherming om meer inzicht te verkrijgen in de mate van gebruik;
- Het gehoor van de werknemer zou bij intrede beter in kaart gebracht moeten worden;
- Het blijft aanbevolen om het gehoor van werknemers in de tijd te volgen;
- Gestreefd moet worden naar betere voorlichting en het verdient aanbeveling te controleren op het gebruik van persoonlijke gehoorbescherming;
- In een aantal gevallen is het zinvol om gehuidsniveau's te meten door middel van persoonlijke dosimetrie.

1 INLEIDING

In de bouwnijverheid wordt veelvuldig gebruik gemaakt van een verscheidenheid aan machines, gereedschappen en voertuigen. Deze machines produceren vaak hoge geluidsniveaus, waar niet alleen degene die er gebruik van maakt aan blootgesteld wordt, maar ook de medewerkers in de (directe) omgeving ervan [Hong 2005]. Lawaai op de werkplek is boven bepaalde niveaus schadelijk voor het gehoororgaan. Gemiddeld genomen betekent dit dat er bij blootstelling aan een equivalent geluidsniveau van 80 dB(A) of hoger gedurende een achturige werkdag, na verloop van tijd risico bestaat op het ontstaan van lawaaidoofheid. Een groot aantal beroepsgroepen in de bouw kunnen gedurende de dag blootstaan aan geluidsniveaus boven de 80 dB(A); in 2005 bedroeg dat 88% van de medewerkers in de bouwnijverheid [Arbobalans 2005].

Lawaaidoofheid is dan ook een veel voorkomende beroepsziekte in Nederland. Beroepsmatige blootstelling aan lawaai draagt voor 13-22% bij aan slechthorendheid in de werkende populatie [Nederlands Centrum voor Beroepsziekten, 2006]. Landelijk gezien zijn er in 2006 bij het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCvB) 1480 meldingen van beroepsslechthorendheid binnengekomen. Van deze meldingen was 74% afkomstig uit de bouwnijverheid, wat neerkomt op 1097 meldingen van beroepsslechthorendheid in deze sector [Sorgdrager 2007]. Dit bedroeg 44,7% van het totale aantal meldingen in de bouwnijverheid in dat jaar. In de bedrijfstakatlas van Arbouw wordt gerapporteerd dat er in totaal in 2007 bij 17,9% van de werknemers van de bouwplaats lawaaidoofheid is vastgesteld, ten opzicht van 9,4% onder het UTA personeel (uitvoer, technisch en administratief personeel). Van het bouwplaatspersoneel rapporteert daarnaast 23,3% last te hebben van gehoorklachten, versus 17,8% van het UTA personeel [Arbouw bedrijfstakatlas 2008].

Volgens het NCvB is er sprake van gehoorschade wanneer er een gehoorverlies van meer dan 30 dB te zien is op 1, 2 of 4 kHz. Voor de melding van beroepslethorendheid hanteert het NCvB een andere definitie met daarin opgenomen een correctiefactor voor de fysiologische veroudering van het gehoor. Er zijn geen recente cijfers bekend over het aantal mensen met gehoorschade door blootstelling aan lawaai tijdens het werk. Passchier-Vermeer [1991] onderzocht in haar rapport gehoordrempels van 7000 werknemers en 450 controlepersonen in de bouw en vergeleek deze met het mediane gehoorverlies behorend bij de gemiddelde leeftijd van de beroepsgroep. De prevalenties van gehoorverliezen die 10 dB en 20 dB groter zijn dan dit mediaan leeftijdsgelateerd gehoorverlies werden bepaald. Van de onderzochte bouwvakkers liet 61% een gehoorverlies zien van meer dan 10 dB. Op basis van een schatting van de verdeling binnen de normale populatie is dit percentage ongeveer een factor 2 te hoog. De prevalentie van gehoorverliezen meer dan 20 dB groter dan de referentiemediaan bedroeg 42%. Vergeleken met een percentage van 15% onder controlepersonen is deze prevalentie zelfs een factor 3 te hoog.

Ook in andere landen is lawaaislechthorendheid een veelvoorkomend probleem. Medewerkers in de bouwnijverheid hebben de hoogste prevalentie van werkgerelateerde aandoeningen in de VS, met lawaaislechthorendheid als de meest voorkomende beroepsziekte [Hong 2005]. In Duitsland werd een prevalentie ratio van lawaaislechthorendheid gevonden van 1,5 voor werknemers in de bouw ten opzichte van kantoorpersoneel [Arndt 1996]. Ook in een Canadese studie vertonen bouwvakkers werkzaam in verschillende beroepsgroepen 20 tot 30 dB slechtere gehoordrempels op 4 kHz dan een controlegroep bestaande uit telefoonwerkers die bij dezelfde bouwbedrijven werkzaam waren [Hessel 2000].

Als gevolg van blootstelling aan lawaai kan dus gehoorschade ontstaan. Deze schade ontstaat in de cochlea en is daarom perceptief van aard. Het ontstaat geleidelijk en begint voornamelijk rond de 4 kHz (in de 3-6 kHz regio) terwijl lagere en vaak ook hogere frequenties minder of geen verlies laten zien [Boermans 1997]. Dit verlies is in de 3-6 kHz regio van het toonaudiogram zichtbaar als de zogenoemde 'lawaaidip'. De schade ontstaan in het oor is grotendeels irreversibel en laat meestal bilateraal hetzelfde beeld zien. Slechts bij enkele beroepen bestaat een asymmetrische belasting, waardoor een asymmetrisch gehoorverlies kan ontstaan, bijvoorbeeld bij chauffeurs (vooral schade aan het linkeroor) en timmerlieden (vooral schade aan het rechteroor bij rechtshandigheid).

Door verslechtering van het gehoor, wat ook tot uiting komt in het spraakverstaan, bemoeilijkt lawaaislechthorendheid ook de communicatie op de werkvloer. Bovendien brengt het veiligheidsrisico's met zich mee omdat het herkennen van waarschuwingssignalen belemmerd kan worden [Weel 2006]. Lawaaislechthorendheid kan ook gepaard gaan met oorsuizen (tinnitus), wat psychisch een zware belasting kan zijn voor betrokkenen.

In de literatuur is een dosiseffect relatie aangetoond voor blootstelling aan lawaai en ontstane gehoorschade; hoe hoger het blootstellingsniveau en hoe langer de duur van de expositie, des te meer gehoorverlies treedt er op [Rabinowitz 2007, Dobie 2007, Prince 2003]. De internationale standaard ISO-1999 heeft deze relatie in formulevorm vastgelegd, voor verschillende niveaus en termijnen van blootstelling [ISO 1990]. In deze standaard wordt ervan uitgegaan dat de door lawaai veroorzaakte gehoorschade opgeteld kan worden bij het leeftijdsafhankelijk gehoorverlies (presbycusis). Dit verlies is progressief van aard en begint in de hoge tonen.

ISO-7029 beschrijft de relatie tussen leeftijd en gerelateerd gehoorverlies. Deze standaard wordt internationaal gebruikt als referentiewaarde, om vast te stellen of gehoorverlies veroorzaakt is door andere factoren dan presbycusis [ISO 2000]. Ook de definitie van lawaaidoofheid als beroepsziekte van het NCvB is op deze standaard gebaseerd [NCvB registratierichtlijn].

Uit de ISO normen blijkt dat er sprake is van een grote spreiding binnen de populatie zowel voor gehoorverlies als gevolg van leeftijd als voor gehoorverlies als gevolg van lawaai. Het is namelijk bekend dat er sprake is van een grote variabiliteit in individuele gevoeligheid voor gehoorverlies [Borg 1995]. Bovendien is het voor bouwvakkers lastig om blootstelling aan lawaai te schatten omdat er een aantal factoren binnen het werk zijn die geluidsexpositie kunnen beïnvloeden; ze voeren activiteiten uit van verschillende duur, op verschillende plaatsen en met verschillende gereedschappen, met bovendien verschillend gebruik van verschillende soorten gehoorbeschermingsmiddelen.

Naast leeftijd en lawaai zijn er ook andere factoren die invloed kunnen hebben op het ontstaan van gehoorverlies. Dit betreft zowel interne als externe factoren [Prince 2003]. Bij interne factoren kan gedacht worden aan geslacht, etniciteit, hoge bloeddruk en medische geschiedenis. Onder externe factoren worden onder andere ototoxiciteit, roken, blootstelling aan lawaai buiten het werk en gebruik van gehoorbescherming verstaan [Prince 2003].

In deze studie zal de status van het gehoor van werknemers in de bouwnijverheid beschreven worden. Eerst wordt gekeken of het gehoor slechter is dan wanneer er alleen sprake is van leeftijdsgerelateerd gehoorverlies. Daarna wordt de invloed van lawaai en van bovengenoemde factoren op het ontstaan van gehoorschade bij werknemers in de bouw geanalyseerd. Op basis van deze analyses kan er ook een algemene uitspraak gedaan worden over de kwaliteit van de verzamelde audiometrische gegevens en kunnen er aanbevelingen ter verbetering gegeven worden.

1.1 Vraagstellingen

Door middel van retrospectieve analyse van audiometrische gegevens van een groot aantal werknemers in de bouwnijverheid worden de volgende vragen beantwoord:

- Zijn gehoordrempels van werknemers in de bouw slechter dan wat op basis van leeftijd verwacht zou worden?
- Wat zijn de effecten van het niveau van lawaai-blootstelling op gehoordrempels van werknemers in de bouw?
- Wat zijn de effecten van de duur van lawaai-blootstelling op gehoordrempels van werknemers in de bouw?
- Wat zijn de effecten van de totale lawaai-blootstelling (interactie) op gehoordrempels van werknemers in de bouw?
- Wat is de invloed van andere (risico)factoren op het ontstaan van gehoorschade bij werknemers in de bouw?

Hierbij wordt gekeken naar:

- gebruik van gehoorbescherming;
- omvang dienstverband;
- verandering van functie;
- rookgedrag;
- alcoholgebruik;
- blootstelling aan oplosmiddelen;
- bloeddruk.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk twee zal worden uiteengezet welke gegevens verzameld zijn en op welke manier. In hoofdstuk drie zal er nader ingegaan worden op de gebruikte controlegroepen. In hoofdstuk vier worden de antwoorden op bovenstaande vragen gepresenteerd, waar dieper op ingegaan wordt in hoofdstuk vijf. Bovendien komt in dit hoofdstuk de kwaliteit van de audiometrische gegevens aan bod. Tot slot volgen in hoofdstuk zes de conclusies van deze studie en in hoofdstuk zeven de hierop gebaseerde adviezen en aanbevelingen.

2 VERZAMELING VAN GEGEVENS

Om het gehoor van werknemers in de bouw in kaart te brengen, is een transversaal onderzoek op landelijke schaal uitgevoerd waarin er van een groot aantal werknemers in de bouw gegevens zijn verzameld. Deze gegevens zijn afkomstig van periodiek arbeidsgeneeskundige onderzoeken (PAGO) onder werknemers, uitgevoerd door arbodiensten, en bestaan onder andere uit demografische en werkgerelateerde variabelen en audiometrische gegevens.

Stichting Arbouw en de hierbij aangesloten arbodiensten maken gebruik van een informatiesysteem (VISA), ter registratie van de uitgevoerde activiteiten. Binnen dit systeem worden gestandaardiseerde invulformulieren gehanteerd, toegespitst op de uitgevoerde activiteit, aangevuld met verschillende modules voor specifieke situaties. In deze lijsten worden algemene gegevens van de arbodienst evenals demografische en gezondheidsgelateerde gegevens van de onderzochte werknemer opgenomen. Daarnaast wordt door de werknemer een standaard PAGO vragenlijst ingevuld, met vragen over de gezondheidstoestand, leefstijl en werkomstandigheden.

Voor dit onderzoek zijn de voor het gehoor en gehoorverlies relevante gegevens uit deze formulieren en vragenlijsten verzameld. De gegevens betreffen 29.216 werknemers die in de periode van 1 november 2005 en 20 juli 2006 hun arbodienst bezochten voor een PAGO.

2.1 Demografische en werkgerelateerde gegevens

De relevante gegevens uit deze formulieren en vragenlijsten hebben, naast demografische gegevens als geslacht en leeftijd, betrekking op werk(omstandigheden) en de leefstijl en gezondheidstoestand aangaande het gehoor. Een aantal van deze gegevens bestaan uit de door de werknemer gerapporteerde antwoorden op vragen van de PAGO vragenlijst, te weten:

- Hoeveel jaar werkt u in de bouw?
- Hoeveel jaar werkt u in uw huidige functie?
- Hoeveel uur werkt u gemiddeld per week (inclusief overwerk)?

- Heeft u klachten over slecht horen? Ja/nee
- Ondervindt u in het werk veel hinder van lawaai? Ja/nee
- Gebruikt u bij uw werk gehoorbeschermers? Ja/nee

- Hoeveel glazen alcohol drinkt u per week?

- Welke situatie is op u van toepassing?
 - Ik heb nooit gerookt
 - Ik rook nu nog steeds
 - Ik ben gestopt met roken
- Hoeveel jaar geleden bent u gestopt met roken?
- Hoeveel sigaretten/sigaren rookt u of rookte u per dag?
- Hoeveel jaar heeft u in totaal gerookt?

Ook de functie van de werknemers en een eventuele diagnose van lawaaislechthorendheid, gesteld door de bedrijfsarts, zijn meegenomen in de dataset, evenals de gemeten systolische en diastolische bloeddruk.

2.2 Audiometrie

De kern van de verzamelde gegevens wordt gevormd door de gemeten gehoordrempels van de werknemers. Arbodiensten hebben de audiometrie verricht volgens een standaardprocedure. De metingen zijn uitgevoerd in een geluidsdichte cabine waarbij in de meeste gevallen gebruik gemaakt werd van een screeningsaudiometer met een geijkte koptelefoon. De ijking en meting worden uitgevoerd volgens de beschrijving in het kwaliteitshandboek van de arbodienst. Het afnemen van de audiometrie wordt gedurende de werkdag gedaan, waarbij de werknemers 2-3 uur voorafgaand aan de meting niet aan lawaai hebben blootgestaan. De effecten van tijdelijke drempelverschuiving zijn hierdoor geminimaliseerd.

Luchtgeleidingsdrempels worden zowel voor het linker- als het rechteroor bepaald, op de frequenties 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 en 8000 Hz. De drempels worden vastgesteld met stappen van 5 dB, met een maximum waarde van de audiometer van 90 dB. Indien de drempel niet gemeten is op dit hoogste niveau, wordt in de gegevens een waarde van 95 dB gerapporteerd. Dit betekent dat een waarde van 95 dB in de gegevens geen concrete drempelwaarde is en daarom zijn deze waarden uit de dataset verwijderd.

2.3 Expositiegegevens

Om het effect van lawaai-blootstelling op gehoordrempels te bekijken, zijn er gegevens nodig met betrekking tot de lawaai-expositie, nl. de duur en het niveau van de blootstelling. De duur van de blootstelling is voor de meeste personen gegeven, omdat het aantal werkjaren in de bouw en in de huidige functie uit de vragenlijst bekend is. Gegevens over het niveau van de expositie ontbreken echter. Wat wel van elk persoon bekend is, is in welke functie deze werkzaam is. Het niveau van lawaai-blootstelling wordt daarom per functie geschat, met behulp van reeds beschikbare expositiegegevens uit de literatuur.

Deze gegevens worden voor 71 van de 82 functies gegeven door Arbouw [Arbouwadvies 16, 1998]. Deze expositie waarden zijn niet allemaal op concrete metingen gebaseerd, maar zijn een schatting op basis van literatuurgegevens en geluidsmetingen bij bepaalde werkzaamheden binnen een functie. De literatuur waarop deze gegevens gebaseerd zijn bestaat grotendeels uit de expositiewaarden berekend op basis van gemeten gehoorschade, uitgevoerd door Passchier-Vermeer [1991]. De methode die gebruikt is om het niveau van lawaai-blootstelling te berekenen is goed beschreven in het rapport 'Het gehoor van werknemers in de bouwnijverheid' en is gebaseerd op eerdere rapporten van Passchier-Vermeer over de in ISO 1999 gegeven relatie tussen gehoorschade door lawaai en het lawaai-expositieniveau.

Voor sommige functies is geen gemiddeld expositieniveau gegeven, maar een bereik van waarden. Het expositieniveau wordt hieruit berekend door deze op te delen in zes intervallen van gelijke duur. Door middel van de volgende formule wordt de gemiddelde waarde bepaald:

$$L_{ex1} = L_{Aeq1} + 10 \cdot \log \frac{t_1}{T} \quad \text{met } t_1 = \text{expositieduur van expositie 1 berekend door uur/dag}$$

$$T = \text{totale expositieduur van alle exposities (8 uur)}$$

$$L_{ex,8h} = 10 \cdot \log(10^{L_{ex1}/10} + 10^{L_{ex2}/10} + \dots + 10^{L_{ex,n}/10})$$

In 2002 heeft Arbouw bij vijf beroepen, te weten heiers, wegmarkeerders, machinaal houtbewerkers, slopers en machinisten GWW, nauwkeurig de lawaiblootstelling bepaald door middel van persoonlijke dosimetrie [Onos 2002]. Bij een aantal werknemers werd tijdens verschillende werkzaamheden en werksituaties het geluidsniveau bepaald. Op basis van deze niveaus en de duur van de werkzaamheden werd per persoon een dagdosis berekend. Door het rekenkundig gemiddelde van deze persoonlijke dagdoses te berekenen werd per functie een gemiddelde dagelijkse dosis bepaald in dB(A).

In tabel 1 is te zien dat de gemeten blootstellingniveaus redelijk overeenkomen met de waarden die door Arbouw aangereikt zijn. Hoewel deze waarden soms verschillen van de gemiddelde gemeten waarden, vallen deze wel binnen de range hiervan. In de database worden voor deze vijf functies de gemeten expositieniveaus gebruikt.

Ook zijn er een aantal functies waarvoor geen expositiegegevens bekend zijn. Het aantal werknemers in deze beroepsgroepen is niet erg groot. Voor deze functies is de expositie geschat, door de inhoud en omstandigheden van het beroep met andere functies te vergelijken en diens expositieniveau over te nemen.

Een overzicht van de verschillende expositieschattingen voor alle beroepsgroepen is te zien in bijlage I.

Beroep	Gemeten waarde	Arbouw tabel
Heier	86,1 (67-103)	96
Machinaal houtbewerker	91,3 (87-95)	93
Machinist GWW	88,4 (81-99)	92
Sloper	95,9 (81-109)	89
Wegmarkeerder	82,5 (78-90)	92

Tabel 1: Gemeten en geschatte waarde voor gemiddelde dagdosis van geluid voor de vijf beroepen nauwkeurig gemeten door Arbouw [Onos 2002].

Omdat er 82 verschillende beroepen in de database vertegenwoordigd zijn, worden deze naar expositieniveau geclusterd en zijn de werknemers in de populatie in vier categorieën gesplitst:

1. onbelaste groep met en verwachte dagelijkse expositie van <80 dB (A), later ook de interne controlegroep genoemd;
2. licht belaste groep met verwachte dagelijkse expositie van 80 t/m 88 dB (A) (voornamelijk blootstelling aan omgevingslawaai);
3. zwaar belaste groep met verwachte dagelijkse expositie van 89 t/m 91 dB (A);
4. zeer zwaar belaste groep met verwachte dagelijkse expositie van 92 t/m 96 dB (A).

2.4 Studiepopulatie

2.4.1 Exclusiecriteria

Zoals gezegd zijn de gegevens verzameld van 29.216 werknemers die in het kader van een PAGO een bezoek aan de arbodienst hebben gebracht. Om diverse redenen zijn metingen uit de database verwijderd.

Na het toepassen van de hieronder beschreven exclusiecriteria blijven er 27.644 mannen over voor analyse.

Allereerst worden de 955 vrouwen van wie gegevens verzameld zijn buiten beschouwing gelaten. De reden hiervoor is dat 95% van deze vrouwen werkzaam is in een beroep waarbij geen sprake is van blootstelling aan lawaai. Omdat gehoorschade als gevolg van veroudering zich verschillend ontwikkelt in mannen en vrouwen, zou deze verdeling invloed kunnen hebben op de uitkomsten binnen deze studie. Om dit uit te sluiten worden alleen de gegevens van de mannen binnen deze dataset geanalyseerd.

Verder zijn 173 werknemers uit de dataset verwijderd omdat ze in beide oren een waarde hadden van 95 dB, op één of meerdere frequenties (zie § 2.2). Voor 362 personen gold dat in één oor. Deze oren zijn ook uit de database gehaald. De data van het contralaterale oor bleef bewaard. Bij één persoon waren er geen drempels bepaald.

Voor 19 personen ontbrak informatie over de functie waarin ze werkzaam waren. Omdat er voor deze personen geen schatting van het blootstellingsniveau gemaakt kon worden, zijn ook deze personen buiten beschouwing gelaten.

Van 109 personen ontbraken gegevens over de gewerkte jaren in de bouw en van 319 personen vertoonden deze gegevens discrepanties tussen het aantal werkjaren in de bouw en de leeftijd van de betreffende persoon. Deze werden zichtbaar door de leeftijd waarop de werknemers in de bouw begonnen zouden zijn met werken te berekenen. Als minimale beginleeftijd wordt 12 jaar gehanteerd, personen die volgens de gegevens op jongere leeftijd begonnen zouden zijn met werken worden niet in de analyses meegenomen.

Indien het aantal jaren dat men werkzaam is in de bouw minder is dan het gerapporteerde aantal jaren in de huidige functie, wordt aangenomen dat het aantal jaren in de huidige functie representatief is voor de blootstellingduur van de medewerker. Er wordt daarbij uitgegaan van gelijke blootstelling per functie, ongeacht in welke sector deze uitgeoefend wordt.

2.4.2 Referentiegroep

Om te achterhalen of gehoordrempels van de werknemers die veel aan harde geluidsniveaus blootstaan afwijken van gehoordrempels van personen die niet aan lawaai blootstaan is een controlegroep nodig. Internationaal wordt de ISO standaard 7029 hier veelvuldig voor gebruikt. In deze standaard wordt de relatie tussen leeftijd en gehoorverlies beschreven [ISO 2000].

Deze norm is echter gebaseerd op een streng gescreende populatie en zou daarom te streng kunnen zijn voor een vergelijking met de studiegroep. Daarom wordt er ook een interne controlegroep binnen de studiegroep geformuleerd. Deze groep is afkomstig uit dezelfde setting en heeft dezelfde meetprocedure doorlopen als de belaste groep, maar staat tijdens het werk niet bloot aan lawaai.

In hoofdstuk 3 worden beide referentiegroepen nader omschreven en met elkaar vergeleken. Op basis van die vergelijkingen kan gezegd worden dat de interne controlegroep binnen deze studie als referentie bruikbaar is.

2.5 Uitkomstmaten

De audiometrische gegevens van de werknemers in deze studie zijn weergegeven in audiogrammen, met daarin de gehoordrempel in dB HL als functie van frequentie. Deze gehoordrempels en de resultaten van de analyses zullen onder andere in groepsaudiogrammen worden gepresenteerd. Een groepsaudiogram is een verzamelaudiogram waarin het gehoorverlies in percentielwaarden tegen de frequentie wordt uitgezet. Er zal hierbij gebruik gemaakt worden van zowel de daadwerkelijk gemeten gehoordrempels, als gehoordrempels gecorrigeerd voor leeftijd. Deze correctie maakt het mogelijk een beeld te krijgen van het effect van andere oorzaken dan leeftijd. De correctie maakt gebruik van de ISO-7029 standaard. Hierbij wordt de mediane gehoordrempel behorend bij de leeftijd van de werknemer met behulp van de ISO norm berekend. Deze wordt per frequentie van de gemeten gehoordrempel afgetrokken. Vervolgens worden van deze gecorrigeerde drempels de percentielwaarden van de betreffende groep berekend, wederom per frequentie. Ten slotte worden deze punten in het audiogram met elkaar verbonden.

Ook wordt voor sommige vergelijkingen een gemiddelde waarde over een aantal frequenties gebruikt, pure tone average (PTA) genaamd. In deze studie wordt de PTA₃₄₆, dus het gemiddelde over 3, 4 en 6 kHz gebruikt, omdat dit het frequentiegebied betreft van de lawaaigevoelige frequenties [Prince 2003].

2.6 Statistische analyse

De statistische analyse is uitgevoerd met behulp van het statistische programma SPSS 12.0.2.

De demografische en werkgerelateerde gegevens van de vier expositiegroepen zijn met elkaar vergeleken door middel van een t-toets of chikwadraattoetsen.

De vergelijkingen van gehoordrempels van de verschillende groepen zijn uitgevoerd met de gemiddelde gehoordrempels van linker- en rechteroren, berekend per frequentie.

Dit wordt gedaan, omdat bij het analyseren van het beste oor het opgetreden gehoorverlies onderschat wordt. Bij het analyseren van het slechtste oor wordt dit overschat. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat linkeroren vaak meer gehoorverlies als gevolg van lawaai laten zien dan rechteroren [Nageris 2007]. Daarom is ervoor gekozen om beide oren samen te nemen. Hierdoor wordt echter eventuele asymmetrie in het gehoorverlies buiten beschouwing gelaten.

Audiogram data is per definitie positief scheef verdeeld. Er is sprake van meer spreiding in gehoordrempels boven de mediaan dan eronder.

Omdat er in dit onderzoek sprake is van een zeer grote populatie kan aangenomen worden dat de data een normale verdeling benadert [Dawson – Saunders 1994].

Alle vergelijkingen zijn door middel van parametrische testen getoetst. Ter controle zijn de resultaten van de non-parametrische versie van dezelfde test met de parametrische uitkomsten vergeleken. In geen enkel geval werd er een verschil gevonden tussen de op beide manieren verkregen resultaten.

De gehoordrempels van de werknemers worden met de referentiewaarden van ISO vergeleken door middel van een gepaarde t-toets, immers per persoon is de bij de leeftijd behorende referentiewaarde berekend. Vergelijking met de interne controlegroep wordt gedaan door een ongepaarde t-toets, omdat het hier twee onafhankelijke groepen betreft.

Vergelijkingen tussen meerdere groepen, met betrekking tot de invloed van genoemde risicofactoren, worden uitgevoerd door middel van variantieanalyses (ANalyses Of VAriances, ANOVA). Omdat zowel de gemiddelde leeftijd als de verdeling ervan voor sommige groepen niet gelijk is, wordt voor deze analyses gebruik gemaakt van de voor leeftijd gecorrigeerde gehoordrempels, tenzij anders vermeld.

Univariate variantieanalyses worden gedaan om de invloed van meerdere factoren tegelijk, en mogelijke interacties tussen deze factoren, op het gehoorverlies per frequentie te analyseren. Ook deze worden, indien gewenst, uitgevoerd met de gecorrigeerde gehoordrempels.

Voor alle analyses wordt een nauwkeurigheidsgrens (α) aangehouden van 0.01, in verband met de grootte van de populatie.

3 REFERENTIEGROEP

Het is algemeen bekend dat naarmate men ouder wordt de gehoorfunctie verminderd. Dit fenomeen wordt presbycusis of ouderdomsslechthorenheid genoemd. Hoewel de opgelopen gehoorschade zich vaak pas op hogere leeftijd openbaart, is drempelverhoging al vanaf het dertigste levensjaar zichtbaar. Dit effect neemt toe naarmate men ouder wordt en heeft voornamelijk invloed op de hogere frequenties. De leeftijd van de werknemers heeft daarom ook een belangrijke invloed op het ontstaan van gehoorverlies. Immers het gehoorverlies als gevolg van blootstelling aan lawaai dient opgeteld te worden bij gehoorverlies als gevolg van veroudering [ISO 2000]. Het is daarom belangrijk om met het leeftijdseffect rekening te houden in de analyses van de data in deze studie.

Om een uitspraak te doen over de mate van gehoorverlies in de bouwpopulatie, dient deze te worden vergeleken met het gehoorverlies dat men op basis van alleen leeftijd verwacht. Hiervoor worden zowel externe referentiewaarden als een interne controlegroep gebruikt.

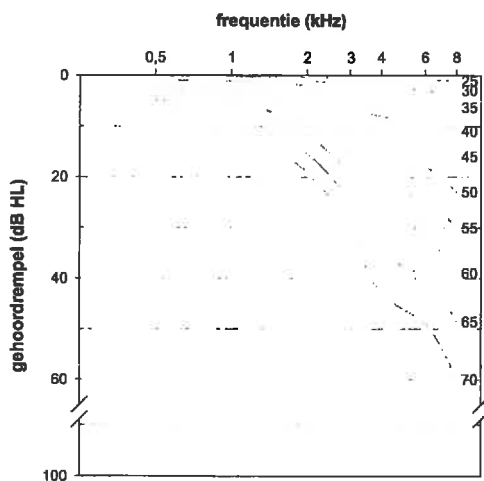
3.1 Externe referentiewaarden

De geleidelijke verschuiving van de gehoordrempel met het toenemen van de leeftijd is in de ISO standaard 7029 beschreven. Hierin is de relatie tussen leeftijd en de verwachte mediane gehoordrempel vastgelegd. Internationaal worden de waarden van deze ISO norm veelvuldig als referentiepopulatie gebruikt, omdat hiervan aangenomen wordt dat alleen veroudering invloed heeft gehad op de gehoordrempels van de populatie [Van Dijk, 1997].

Deze standaard betreft een database gebaseerd op een populatie die streng gescreend is op afwezigheid van blootstelling aan lawaai en otologische aandoeningen. In de database worden per leeftijdsjaar en geslacht de verwachte gehoordrempels gegeven, per frequentie en voor verschillende percentielen van de populatie. Deze dataset is ook in de ISO-1999 opgenomen en wordt hier gedefinieerd als annex A [ISO 1999]. In figuur 1 worden de mediane gehoordrempels per leeftijdsgroep voor mannen weergegeven.

Bij deze waarden van de ISO standaard moet wel worden aangetekend dat er in de literatuur kanttekeningen worden geplaatst bij de totstandkoming van deze norm. Er is namelijk sprake van veel variatie in de studies die ten grondslag liggen aan deze ISO norm met betrekking tot gebruikte audiometrische procedures en in de werving en selectie van proefpersonen.

Dit wordt gesteld door Lutman en Davis die ook kanttekeningen plaatsten bij de ISO norm met betrekking tot de ijking van audiometers en het stellen van de audiometrische nul (0 dB HL) [Lutman 1994]. Zij voerden een studie uit met een strikt gerandomiseerde en gestandaardiseerde populatie van otologisch normale jongeren van 18-30 jaar oud. Deze personen hadden mediane gehoordrempels die op alle frequenties afweken van de nulwaarden zoals gegeven in ISO-7029, ook wanneer er retrospectief strenge screening toegepast werd. De afwijking op 6 kHz is de meest in het oog springende, de mediane gehoordrempel van de streng gescreende groep bedroeg op deze frequentie namelijk 13 dB [Lutman 1994].



Figuur 1: Mediane gehoordrempels van mannen, voor verschillende leeftijdsgroepen [ISO 2000]

De ISO norm is echter een internationaal geaccepteerde en veel gebruikte standaard, en ondanks deze kanttekeningen, de 'best guess' die er is met betrekking tot een set van referentiewaarden. In deze studie is er echter nog een referentiegroep die gebruikt kan worden, namelijk een interne controlegroep van onbelaste medewerkers.

3.2 Interne controlegroep

Naast de externe referentiewaarden maken we in deze studie gebruik van een controlegroep binnen de gemeten populatie. Deze is in de dataset niet als zodanig benoemd. Er zijn echter wel gegevens bekend over personen die werkzaam zijn in beroepen die niet of nauwelijks blootstaan aan lawaai; de zgn. onbelaste groep. Deze groep is afkomstig van dezelfde bedrijven en is in dezelfde setting en volgens dezelfde procedure gemeten als de overige werknemers en kan om die reden als valide controlegroep beschouwd worden [Prince 2003].

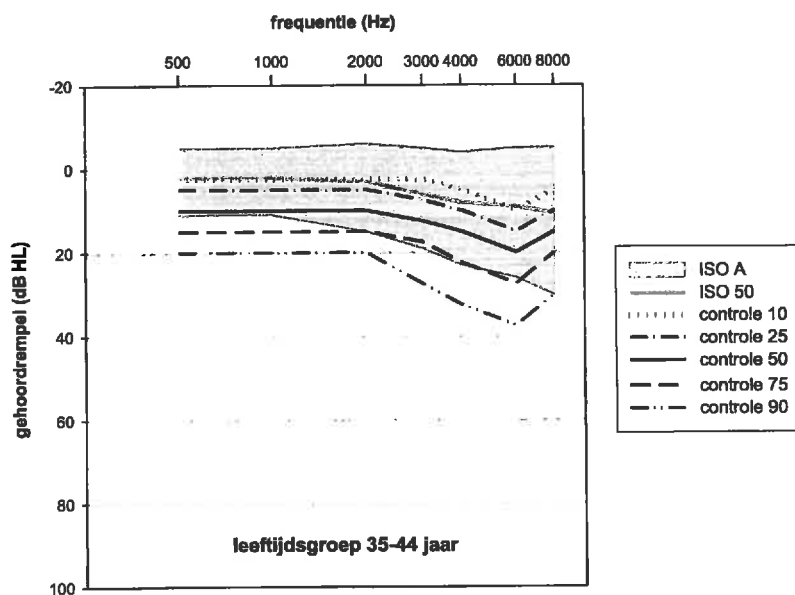
In dit onderzoek zijn vier beroepsgroepen opgenomen waarvoor geen blootstelling aan een geluidsniveau van 80 dB(A) of hoger verwacht wordt [Arbouw-advies 16, 1998]. Dit betreft het stafpersoneel (n=1989), het administratieve personeel en het kantoorpersoneel (n=965), kantinepersoneel (n=20) en magazijnmedewerkers (n=92). Bij nadere bestudering van de gehoordrempels van deze groepen blijkt echter dat de magazijnmedewerkers een slechtere mediane drempel laten zien dan de overige drie beroepen, die een onderling vergelijkbaar patroon volgen. Passchier-Vermeer rapporteert in haar onderzoek een, op basis van gehoorschade berekende, dagdosis van magazijnmedewerkers van 85 dB(A) [Passchier-Vermeer 1991]. Omdat deze beroepsgroep relatief klein is, wordt besloten om deze buiten de controlegroep te laten en aan de licht belaste groep toe te voegen.

De interne controlegroep bestaat daarom uiteindelijk uit 2.974 personen.

3.3 Validiteit

Voorafgaand aan de bespreking van de resultaten van de blootgestelde werknemers wordt hier ingegaan op het gehoor van de interne controlegroep. Om de bruikbaarheid van hun gegevens te bekijken wordt deze eerst vergeleken met de eerder genoemde referentiepopulatie van de ISO standaard.

De controlegroep is uitgesplitst in leeftijdscategorieën van 10 jaar. Van deze vijf leeftijdsgroepen is de gehoorscherpthe in percentielen berekend en deze zijn vergeleken met de gegeven percentielwaarden van de ISO norm. Dit is voor de leeftijdsgroep van 35-44 jaar weergegeven in figuur 2. Zie bijlage II voor de percentielwaarden van de overige leeftijdsgroepen.

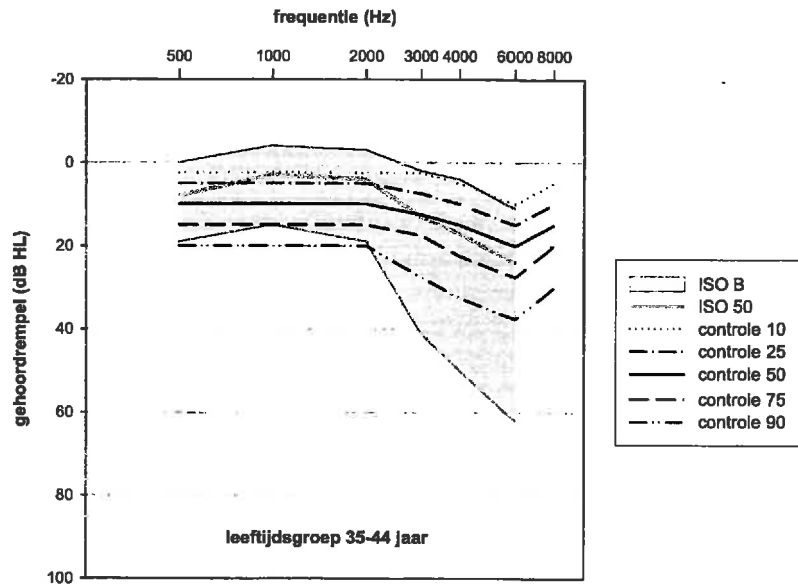


Figuur 2: Percentielwaarden van interne controlegroep (zwarte lijnen) ten opzichte van de percentielen voor corresponderende leeftijdsgroep gegeven in ISO annex A (grijze band).

Wat opvalt is dat alle percentielwaarden van de interne controlegroep slechter zijn dan de overeenkomende percentielen van de ISO norm. Een analyse van deze verschillen tussen de mediane gehoordrempels van de belaste groep en de interne controlegroep laat zien dat deze voor elke frequentie significant zijn ($p < 0.001$). Dit zou betekenen dat de gehoordrempels van de interne controlegroep slechter zijn dan dat op basis van alleen leeftijd verwacht zou worden, ondanks dat deze personen niet aan (noemenswaardig) lawaai zijn blootgesteld in de uitoefening van hun huidige functie.

Een eventuele verklaring hiervoor is dat werknemers uit deze groep vroeger wel in functies hebben gewerkt met lawaai-blootstelling. Om hiervoor te controleren zijn gehoordrempels van werknemers die altijd in de huidige functie hebben gewerkt en die van degene die dat niet hebben met elkaar vergeleken. Na correctie voor leeftijd blijkt er geen significant verschil in gehoordrempels te zijn tussen deze groepen ($p \geq 0.037$).

Van de ISO norm is bekend dat die gebaseerd is op een streng geselecteerde populatie, van otologisch normale mensen die niet aan lawaai in het werk of in de vrije tijd blootgesteld zijn geweest, zonder geschiedenis van oorzaken en -afwijkingen. ISO-1999 bevat echter ook een dataset met leeftijdswaarden gebaseerd op een ongescreende populatie; annex B [ISO 1990]. Deze is meer representatief voor de algemene bevolking. In deze dataset werd alleen lawaai-blootstelling in het werk gebruikt als exclusie criterium.



Figuur 3: Percentielwaarden van interne controlegroep (zwarte lijnen) ten opzichte van de percentielen voor corresponderende leeftijdsgroep gegeven in ISO annex B (grijze band).

Deze ongescreende populatie komt meer overeen met de hier gekozen controlegroep. Indien de gehoordrempels uit deze database in groepsaudiogrammen naast die van de interne controlegroep gelegd worden, is te zien dat deze dichter bij elkaar liggen dan voor de referentiedata uit de gescreende groep (annex A) het geval was (fig. 3). De audiogrammen voor alle leeftijdsgroepen zijn weergegeven in bijlage III.

Voor de lage frequenties geldt nog steeds dat de percentielen van de interne controlegroep significant slechter zijn dan die van ISO populatie. Voor de hogere frequenties zijn de verschillen tussen de controlegroep en de ISO populatie kleiner, met een wat kleinere spreiding in de controlegroep dan in ISO annex B. Op 3 kHz is er geen sprake van een verschil tussen de gemiddelden van beide groepen, op 4 kHz is de gemiddelde drempel van de controlegroep significant 0,8 dB lager en op 6 kHz is deze drempel zelfs -1,7 dB significant beter dan de gemiddelde drempel van ISO annex B.

Op basis van deze resultaten valt te zeggen dat de interne controlegroep voldoende overeenkomt met de referentiewaarden van de ongescreende ISO populatie van annex B. Deze groep werknemers is daarom geschikt om in deze studie als controlegroep te gebruiken.

4 RESULTATEN

In deze sectie worden de resultaten van alle analyses uiteengezet. Allereerst zal de bestudeerde populatie beschreven worden met betrekking tot de demografische en werkgerelateerde variabelen. Daarna wordt de status van het gehoor van de werknemers in de bouw in kaart gebracht. Dat wordt gedaan door te kijken in welke mate de gehoordrempels van de beroepsgroep afwijken van wat op grond van leeftijd verwacht mag worden. Hiertoe worden audiogrammen van de belaste werknemers vergeleken met die van de eerder beschreven referentiegroepen.

Vervolgens wordt de relatie tussen lawaai-expositie en gehoorverlies besproken, waarbij onderscheid gemaakt wordt in het effect van het geluidsniveau waaraan men blootgesteld is, en de duur van deze blootstelling. Daarna zal het totale effect van expositie belicht worden. Ten slotte wordt er ingegaan op het effect van verschillende werk- en gezondheidsgerelateerde factoren op het ontstaan van gehoorverlies.

		Onbelast (<80 dB)	Licht (80-88 dB)	Zwaar (89-91 dB)	Zeër zwaar (92-96 dB)	Totaal
leeftijd	<i>gem. (sd)</i>	44.2 (10.9)	45.8 (11.0)	43.8 (11.7)	43.9 (10.4)	44.3 (11.4)
	<25 (%)	3.2	6.2	11.2	7.6	8.9
	25-34 (%)	18.7	9.9	9.8	9.5	10.7
	35-44 (%)	30.8	26.4	24.5	33.3	26.4
	45-54 (%)	24.4	31.9	34.9	32.0	32.8
	55-64 (%)	22.9	25.5	19.6	17.6	21.2
aantal jaren in bouw	<i>gem. (sd)</i>	19.8 (12.7)	25.3 (12.8)	24.3 (12.64)	21.9 (11.78)	23.8 (12.7)
	0-5 (%)	14.4	8.3	10.1	9.7	10.1
	6-15 (%)	30.2	18.8	18.5	23.7	20.2
	16-25 (%)	19.9	21.2	20.2	25.5	20.8
	26-35 (%)	19.9	24.0	27.6	26.5	25.7
	36-45 (%)	15.5	27.6	23.6	14.6	22.8
omvang dienst (u/wk)	<i>gem. (sd)</i>	42.4 (8.9)	41.3 (8.9)	39.4 (6.1)	39.9 (7.6)	40.2 (7.4)
parttime	(%)	6.4	5.3	3.1	4.8	4.1
altijd dezelfde functie	(%)	34.2	45.8	59.9	52.3	53.2
Totaal		2974	6448	15808	2414	27644

Tabel 2: Demografische en werkgerelateerde variabelen voor de vier verschillende expositiegroepen.

4.1 Studiepopulatie: expositiegroepen

Zoals beschreven in § 2.3 is de totale populatie verdeeld over vier expositiegroepen; één onbelaste groep (de interne controlegroep) en drie belaste groepen. In tabel 2 zijn de demografische en werkgerelateerde gegevens van deze groepen samengevat.

Analyse, door middel van t-toetsen en chikwadraat toetsen, laat zien dat de vier groepen voor elke variabele significant van elkaar verschillen ($p < 0.001$), maar dat deze verschillen zeer klein zijn. De significantie ligt voornamelijk in de groeps grootte.

Ook de gegevens die betrekking hebben op het gehoor, het dragen van gehoorbescherming en het ondervinden van hinder van lawaai tijdens het werk zijn per expositiegroep bekeken. Deze zijn weergegeven in tabel 3.

In de bedrijfstakatlas van Arbeid worden de percentages werknemers met gehoorklachten en lawaai overlast over het jaar 2005 gerapporteerd. Van het bouw personeel had 22,6% klachten over het gehoor, en 41,8% had overlast van lawaai tijdens het werk [Arbeid, bedrijfstakatlas 2006]. Deze percentages komen aardig overeen met de gevonden percentages in de belaste groepen in deze populatie.

	Onbelast (<80 dB)	Licht (80-88 dB)	Zwaar (89-91 dB)	Zeër zwaar (92-96 dB)	Totaal
Klachten over slecht horen (%)	14.9	21.1	22.6	21.4	21.3
Hinder van lawaai in werk (%)	5.3	26.4	43.1	47.0	35.4
Gebruik van PBM (%)	11.0	50.7	86.1	70.3	68.3
Diagnose NIHL (%)	1.3	3.1	4.0	3.3	3.5
Totaal	2974	6448	15808	2414	27644

Tabel 3.: Variabelen met betrekking tot gehoor, lawaai en bescherming tijdens het werk, voor de vier verschillende expositiegroepen.

Het percentage werknemers met klachten over slecht horen is verschillend tussen de vier groepen, met een lager percentage in de onbelaste groep vergeleken met de belaste groepen ($X^2=88.3$, $p < 0.001$). Het percentage personen dat hinder ondervindt van lawaai in werk wordt hoger met toenemende belasting ($X^2=1929.1$, $p < 0.001$). Ook het percentage gebruikers van gehoorbescherming verschilt significant tussen de expositiegroepen ($X^2=7677.3$, $p < 0.001$), evenals diagnose van lawaaislechthorendheid ($X^2=64.6$, $p < 0.001$).

Tot slot worden de gegevens met betrekking tot leefstijl, zoals roken en alcoholgebruik beschreven (tabel 4). Van de werknemers is de rookstatus bekend, en daarnaast hoeveel jaar men rookt(e) en hoeveel sigaretten men rookt of heeft gerookt. Op basis van deze gegevens kan een cumulatieve maat voor het aantal gerookte sigaretten worden afgeleid, de Brinkman index, (aantal jaren gerookt x aantal sigaretten per dag).

		Onbelast (<80 dB)	Licht (80-88 dB)	Zwaar (89-91 dB)	Zeer zwaar (92-96 dB)	Totaal
Rookstatus						
Nooit (%)		37.2	35.1	34.9	35.0	35.2
Nu (%)		32.7	33.0	32.8	32.2	32.8
Ex (%)		30.1	31.9	32.2	32.9	32.0
Aantal sigaretten/dag	gem. (sd)	14.4 (9.5)	14.7 (9.8)	14.7 (9.7)	14.9 (9.7)	14.7 (9.7)
Aantal jaren gerookt	gem. (sd)	19.2 (11.9)	18.7 (11.8)	18.7 (11.8)	18.9 (11.9)	18.7 (11.8)
Aantal jaren gestopt	gem. (sd)	13.6 (10.3)	13.8 (10.4)	13.9 (10.4)	13.7 (10.3)	13.8 (10.3)
Brinkman Index	gem. (sd)	302 (300)	293 (301)	296 (302)	298 (287)	296 (300)
0 (%)		3.3	3.6	3.7	4.4	3.7
1-149 (%)		42.0	42.7	42.2	40.3	33.8
150-349 (%)		24.8	25.8	26.0	25.8	29.2
350-699 (%)		18.9	19.1	18.6	20.3	23.8
700+ (%)		11.0	8.8	9.6	9.3	9.5
Glazen alcohol/week	gem.(sd)	10.0 (10.5)	9.8 (10.3)	9.8 (10.3)	9.7 (9.9)	9.8 (10.3)
Systolische bloeddruk	gem.(sd)	133 (16.3)	134 (16.4)	134 (16.4)	134 (16.1)	134 (16.3)
Diastolische bloeddruk	gem.(sd)	82.7 (9.4)	82.7 (10.1)	82.7 (9.8)	83.0 (9.8)	82.8 (9.8)
Hypertensie	(%)	22.1	21.1	21.3	22.8	21.5
Totaal		2974	6448	15808	2414	27644

Tabel 4. Variabelen met betrekking tot roken, alcoholgebruik en bloeddruk, weergegeven voor de verschillende belastingsgroepen. Het aantal sigaretten per dag en het aantal jaren gerookt is gegeven voor de rokers en de ex-rokers. Het aantal jaren gestopt is weergegeven voor de ex-rokers.

Daarnaast is het alcoholgebruik, het aantal glazen per week, van de werknemers bekend. Ook de bloeddruk, zowel systolisch als diastolisch, is gemeten en gegeven in mmHg. Er is sprake van hypertensie wanneer de systolische bloeddruk hoger is dan 140 mmHg en de diastolische bloeddruk meer dan 90 mmHg bedraagt [Ni 2007].

In de eerder genoemde bedrijfstakatlas zijn ook variabelen met betrekking tot gezondheid en leefstijl opgenomen [Arbouw bedrijfstakatlas 2006]. Van het personeel op de bouwplaats rookt 35,7%, wat overeenkomt met het percentage rokers in deze studie.

Hypertensie komt voor in 12,7% van de bouwplaatswerknemers. Dit percentage is lager dan in deze studie, mogelijk doordat er in de atlas een andere definitie voor hoge bloeddruk gehanteerd wordt (namelijk alleen gebaseerd op de diastolische bloeddruk). Er worden geen significante verschillen in deze variabelen gevonden tussen de expositiegroepen.

4.2 Gehoor van werknemers in de bouw

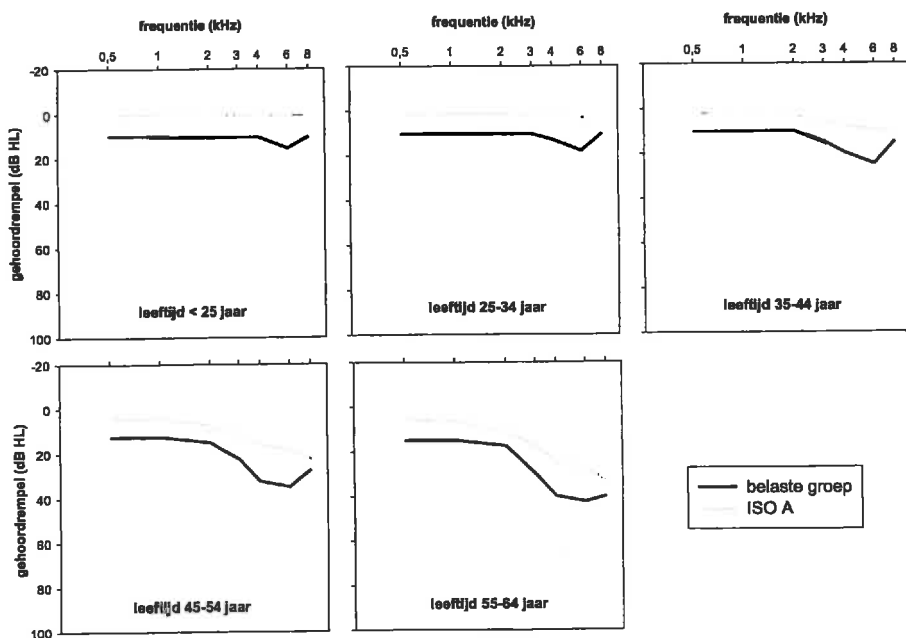
Zoals al eerder vermeld speelt veroudering ook een rol bij het ontstaan van gehoorverlies. Om te kijken of het gehoor van werknemers in de bouw vergelijkbaar is met dat van hun leeftijdsgenoten wordt er gebruik gemaakt van de eerder gedefinieerde referentiegroepen. Het gaat hierbij om de volgende vraag:

Zijn de gehoordrempels van werknemers in de bouw slechter dan wat er op basis van leeftijd verwacht wordt?

Allereerst worden de gehoordrempels van de belaste werknemers vergeleken met de waarden van de externe ISO referentiepopulatie. In figuur 4 zijn de mediane gehoordrempels per leeftijdscategorie weergegeven naast de mediane gehoordrempels voor deze leeftijdsgroepen gegeven in de ISO norm. Te zien is dat de mediane gehoordrempels van de belaste populatie in alle leeftijdsgroepen en op alle frequenties slechter zijn dan de bijbehorende referentiewaarden van de ISO-populatie. In bijlage IV zijn per leeftijdsgroep de mediane gehoordrempels van de werknemers inclusief spreiding ten opzichte van de ISO percentielen weergegeven.

Ook statistische t-toetsen laten voor elke frequentie significante verschillen zien ($p < 0.001$) tussen gehoordrempels van bouwmedewerkers en de bij hun leeftijd behorende gehoordrempels van de ISO-populatie.

De gemiddelde verschillen in gehoordrempels tussen de medewerkers en de ISO standaard worden in tabel 5 gegeven.



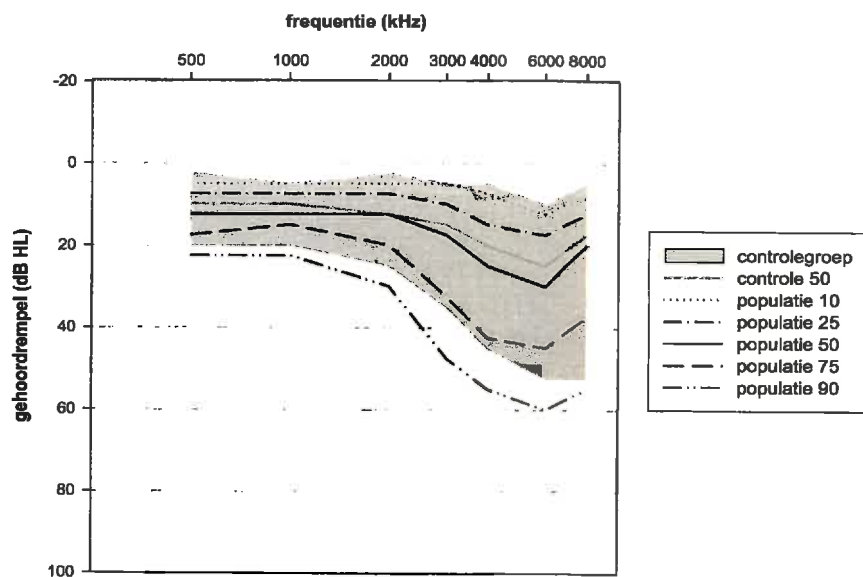
Figuur 4: Mediane gehoordrempels per leeftijdsgroep. De zwarte lijnen geven de gehoordrempels van de werknemers in de bouw weer, de grijze lijnen zijn de bij de leeftijdsgroep behorende ISO medianen.

Frequentie	Gem. gehoordrempel belaste groep (dB HL)	Gemiddeld verschil in dB (95% BI)			
		ISO standaard		controlegroep	
500	12,8	9,96	(9,86 – 10,07)	0,87	(0,58-1,15)
1000	12,9	9,64	(9,54 – 9,75)	0,72	(0,43-1,01)
2000	15,0	9,24	(9,11 – 9,37)	1,75	(1,39-2,10)
3000	22,5	13,12	(12,94 – 13,29)	4,68	(4,22-5,15)
4000	29,2	16,12	(15,93 – 16,14)	6,16	(5,65-6,68)
6000	32,5	17,75	(17,56 – 17,94)	4,58	(4,04-5,11)
8000	26,3	8,29	(8,09 – 8,48)	2,16	(1,58-2,73)

Tabel 5: Gemiddeld verschil per frequentie tussen de belaste medewerkers en de ISO standaard en controlegroep in dB, met bijbehorende 95% betrouwbaarheidsinterval van het verschil. Ook is de mediane gehoordrempel (dB HL) van de belaste groep weergegeven. Alle opgenomen verschillen zijn significant ($p < 0.001$).

Deze verschillen wijzen erop dat het gehoor van de werknemers in de bouw slechter is dan wat op basis van leeftijd alléén verwacht kan worden. Echter, de database van ISO-7029 is gebaseerd op een streng gescreende populatie, in tegenstelling tot de populatie die in deze studie opgenomen is. Daarom wordt de belaste populatie ook vergeleken met de minder streng gescreende interne controlegroep binnen de gemeten populatie.

In figuur 5 zijn de gehoordrempels weergegeven van de werknemers die blootstaan aan lawaai en de gehoordrempels van de interne controlegroep, per percentielwaarde. Omdat er geen verschil is in de gemiddelde leeftijd of de leeftijdsverdeling tussen beide populatie zijn de gemeten gehoordrempels weergegeven. In bijlage V is zijn de gegevens voor elke leeftijdsgroep apart afgebeeld. Ook figuur 5 laat een verschil zien tussen de controlegroep en de belaste populatie. Deze verschillen nemen toe naarmate men ouder wordt (zie bijlage V), en zijn voornamelijk zichtbaar in het gebied van 2-6 kHz. Dit is het gebied waarvan bekend is dat hier de 'lawaaidip' tot expressie komt in het toonaudiogram.



Figuur 5: Gehoordrempels weergegeven als percentielwaarden per frequentie voor de interne controlegroep en de lawaai belaste groep. De grijze banden geven de spreiding van de waarden van de interne controlegroep weer, met de overige percentielen als grijze lijnen. De zwarte lijnen zijn de percentielwaarden van de belaste groep.

Statistische analyses ondersteunen dit: de gehoordrempels zijn voor alle frequenties significant slechter in de belaste groep dan in de onbelaste groep ($p < 0.001$). Het grootste verschil wordt gevonden op 4 kHz (6.16 dB) gevolgd door 3 en 6 kHz, met respectievelijk 4.68 en 4.56 dB verschil. In tabel 5 zijn ook deze verschillen, met bij behorend betrouwbaarheidsinterval (95% BI), weergegeven.

4.2.1 Leeftijdslijnen

Om ten slotte een indruk te geven van de mate van gehoorvermindering van de werknemers in de bouw ten opzichte van wat op basis van leeftijd verwacht kan worden, worden de mediane gehoordrempels van de vijf leeftijdsgroepen weergegeven in één figuur (fig. 6) met de normale leeftijdslijnen van mannen, zoals deze door de ISO norm gedefinieerd zijn (zie ook § 3.1, fig.1).

Door de mediane gehoordrempel van de werknemers in de bouw naast de leeftijdslijnen te tekenen krijgt men inzicht in de leeftijd die volgens de standaard bij hun gehoor hoort. Er is gekozen om alleen de mediane drempel op de frequenties 3, 4 en 6 kHz weer te geven omdat deze frequenties het meest gevoelig zijn voor lawaai.

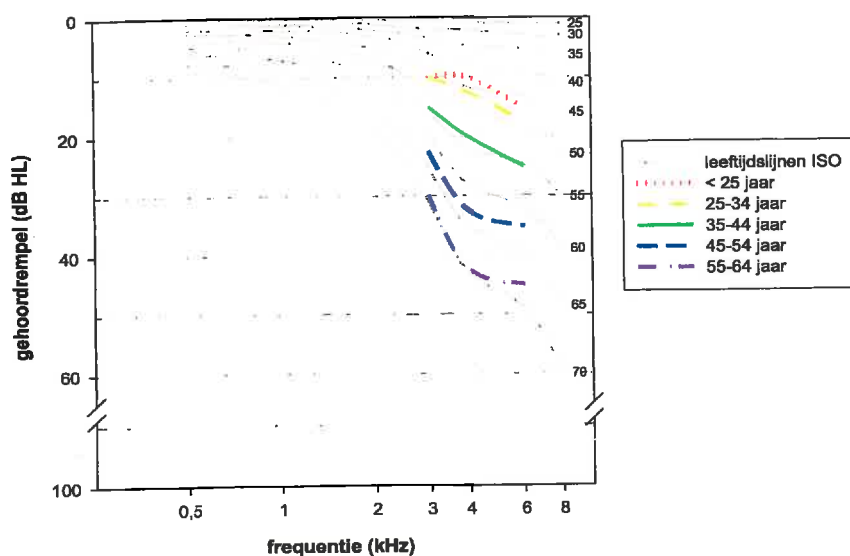


Fig. 6: De mediane gehoordrempels weergegeven voor mannen van verschillende leeftijden, van 25 - 70 jaar [ISO 2000].

Zoals in figuur 6 te zien is, komen de mediane gehoordrempels van de bouwvakkers overeen met gehoordrempels die eigenlijk pas op hogere leeftijd bereikt behoren te worden. Hoewel sommigen op het moment van meten misschien nog weinig merken van deze subklinische schade, kan dit leiden tot een hogere gevoeligheid voor leeftijdsgelerateerde schade aan het gehoor [Cruickshanks 1998] en tot het eerder ontstaan van klachten over het gehoor bij normale veroudering.

In ISO 7029 staan formules waarmee je per leeftijdsjaar, geslacht en frequentie de mediaan van het verwachte gehoorverlies kan schatten. Door met behulp van deze formule vanuit de gemiddelde gemeten gehoordrempel op 3, 4 en 6 kHz voor de vijf leeftijdsgroepen terug te rekenen kan de leeftijd geschat worden, die past bij het opgetreden gehoorverlies indien dit door veroudering alleen zou zijn veroorzaakt. Deze leeftijden liggen voor alle groepen minstens 10 jaar hoger in dit onderzoek dan de werkelijk gemiddelde leeftijd (tabel 6).

leeftijdsgroep	Werkelijk gemiddelde leeftijd	Leeftijd terugberekend obv gehoorschade	Vershil (jaren)
< 25	21,9	45,8	23,9
25-34	29,8	47,6	17,8
35-44	40,3	54,3	13,0
45-54	50,1	62,5	12,4
55-64	57,4	68,9	11,5

Tabel 6: De teruggerekende leeftijd per leeftijdsgroep gegeven naast de werkelijke leeftijd

4.3 Effect van expositie

In de literatuur wordt de relatie tussen blootstelling aan hard geluid en lawaai gerelateerde gehoorschade aangeduid als een dosiseffect relatie; naarmate blootstelling aan lawaai toeneemt, wordt het gehoorverlies groter [Rabinowitz 2007, Prince 2003]. Dit wordt in formulevorm beschreven in ISO-1999, waarbij zowel het geluidsniveau van het lawaai als de duur van de blootstelling invloed heeft op de voorspelde gehoorschade [ISO 1990]. In deze paragraaf wordt de invloed van lawaai blootstelling op de gehoordrempels van de werknemers in de bouw beschreven. Hierbij zal eerst ingegaan worden op de verschillen tussen de vier expositiegroepen (lawaainiveau). Vervolgens wordt de invloed van blootstellingduur op het gehoor van bouwmedewerkers beschreven, waarna de invloed van de totale blootstelling aan bod komt.

4.3.1 Expositieniveau

Om te bekijken of het expositieniveau invloed heeft op het ontstaan van gehoorschade worden de drie belaste groepen en de onbelaste controlegroep onderling met elkaar vergeleken. Aangezien de leeftjidsverdeling in de vier de expositiegroepen ongelijk is, gebeurt de analyse op basis van de voor leeftijd gecorrigeerde gehoordrempels.

Een ANOVA laat zien dat de gehoordrempels van de expositiegroepen op elke frequentie van elkaar verschillen ($F=37.22$, $p<0.001$). Een post-hoc toets (met bonferroni correctie) toont aan dat er tussen de gehoorverliezen van de zeer zwaar belaste groep en de zwaar belaste groep op geen enkele frequentie significante verschillen zijn.

Voor de overige groepen geldt dat op de frequenties 2 t/m 6 kHz de controlegroep significant kleinere gehoorverliezen vertoont dan de belaste groepen, net zoals de licht belaste groep op deze frequenties kleinere gehoorverliezen laat zien dan de twee zwaarder belaste expositiegroepen.

Voor de overige frequenties geldt dat op 500 en 1000 Hz de onbelaste en licht belaste groep niet van elkaar verschillen maar wel minder gehoorverlies vertonen dan de twee groepen met hogere belasting. Op 8 kHz heeft de controlegroep significant lagere gehoordrempels dan de drie belaste groepen en heeft de licht belaste groep significant minder gehoorverlies dan de zwaar belaste groep.

Omdat de groep met zware belasting en de groep met zeer zware belasting op geen enkele frequentie onderling verschil vertonen, wordt de verwachte toename in gehoorverlies bij een toename in expositieniveau in deze populatie slechts ten dele gevonden.

4.3.2 Blootstellingsduur

Ook de tijd dat men aan lawaai blootgesteld wordt, de expositieduur, blijkt in de literatuur van invloed op het ontstaan van gehoorschade. Daarom wordt hier de invloed van de duur van de blootstelling op het gehoor van deze populatie bekeken. In de vragenlijst is gevraagd hoe lang men werkzaam is in de bouw en hoe lang men in het huidige beroep werkzaam is. Het aantal jaren dat men in de bouw heeft gewerkt wordt hier gebruikt als maat voor de blootstellingsduur van de medewerkers. Dit aantal jaren wordt in vijf categorieën verdeeld, te weten 0-5 jaar, 6-15 jaar, 16-25 jaar, 26-35 jaar en 36-45 jaar. Voor deze indeling is gekozen omdat de ISO norm alleen een relatie geeft tussen de duur van de expositie en opgetreden gehoorschade voor een blootstellingsduur van 10 t/m 40 jaar. Voor de relatie tussen gehoorverlies en een blootstellingsduur van minder dan tien jaar wordt ook een relatie gegeven. Deze is verkregen door extrapolatie [ISO 1990].

Een ANOVA laat zien dat er voor elke frequentie een significant effect is van de expositieduur ($F=50.812$, $p<0.001$), behalve voor 1 kHz ($F=0.716$, $P=0.581$). De posthoc test (met bonferroni correctie) geeft meer inzicht in de verschillen in gehoorverlies tussen de categorieën van blootstellingsduur, maar over het algemeen lijkt te gelden dat naarmate een groep langer in lawaai heeft gewerkt een groter gehoorverlies ontstaan is.

Voor de lawaaigevoelige frequenties 3, 4 en 6 kHz geldt dat de groepen die langer in de bouw werken allemaal grotere verliezen vertonen dan de groepen die korter blootgesteld zijn, hoewel dit verschil niet tussen alle blootstellingsgroepen onderling significant is.

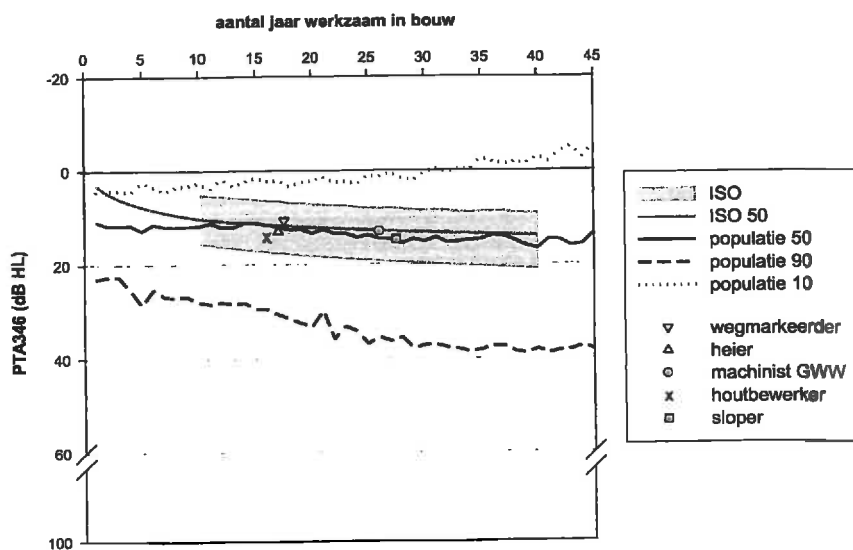
Op 500 Hz heeft de groep met 0-5 werkzame jaren betere gehoordrempels dan alle andere groepen en op 1000 Hz is er zoals gezegd geen verschil tussen de groepen te zien. Op 2 kHz laat de groep die het langst in de bouw werkt een verlies zien dat significant groter is dan dat van de drie groepen met de minste expositiejaren. Op 8 kHz verschillen de twee groepen met de langste blootstellingsduur niet van elkaar, maar hebben ze wel significant grotere gehoorverliezen dan de overige groepen. Alle hierboven genoemde significante verschillen zijn kleiner dan 5 dB.

Voor de lawaaigevoelige frequenties (3, 4 en 6 kHz), welke onderling de meeste significante verschillen laten zien, is de gehoordrempel als functie van blootstellingsduur uitgezet in figuur 7. Hiervoor is de gemiddelde gehoordrempel van deze drie frequenties genomen (PTA_{346}), gekeken over de gehele belaste populatie.

Omdat het aantal functie jaren sterk samenhangt met leeftijd is het gemiddelde op deze drie frequenties berekend met behulp van de gecorrigeerde drempels. Te zien valt dat PTA_{346} toeneemt naarmate men langer blootgesteld is. Voor de blootstellingsduur tussen 10 en 40 jaar komt deze toename overeen met de toename beschreven in ISO-1999 (in de figuur weergegeven door middel van de grijze band). De relatie tussen PTA_{346} en de blootstellingsduur minder dan 10 jaar verschilt wel van de ISO standaard. Daarnaast is de spreiding in de populatie groter.

In figuur 7 zijn ook vijf punten te zien die het gemiddelde gehoorverlies op de lawaaigevoelige frequenties 3, 4 en 6 kHz van de vijf gemeten beroepsgroepen weergeven. Deze groepen zijn in paragraaf 2.3 beschreven en zullen in paragraaf 4.3.4 verder geanalyseerd worden.

Het gemiddelde verlies van deze vijf beroepsgroepen is gegeven voor het gemiddelde aantal jaren dat de werknemers in deze functies in de bouw werkzaam zijn geweest. De gemiddelde gehoorverliezen vallen binnen de spreiding van de ISO norm, en liggen dicht op de mediaan van de belaste populatie.



Figuur 7. Gemiddelde gehoordrempel van de frequenties 3, 4 en 6 kHz, gecorrigeerd voor leeftijd dmv ISO standaard, weergegeven als functie van het aantal jaren dat men werkzaam is in de bouw. De grijze lijnen in de figuur zijn de ISO percentielen voor gemiddeld gehoorverlies als functie van expositieduur. — mediaan, — spreiding (ook weergegeven middels de grijze band). De spreiding voor blootstelling gedurende minder dan 10 jaar wordt door de ISO standaard niet gegeven. De drie overige lijnen zijn de percentielen van de belaste populatie. De symbolen staan voor de gemiddelde PTA₃₄₆ waarde bij de gemiddelde blootstellingsduur van de vijf gemeten functiegroepen.

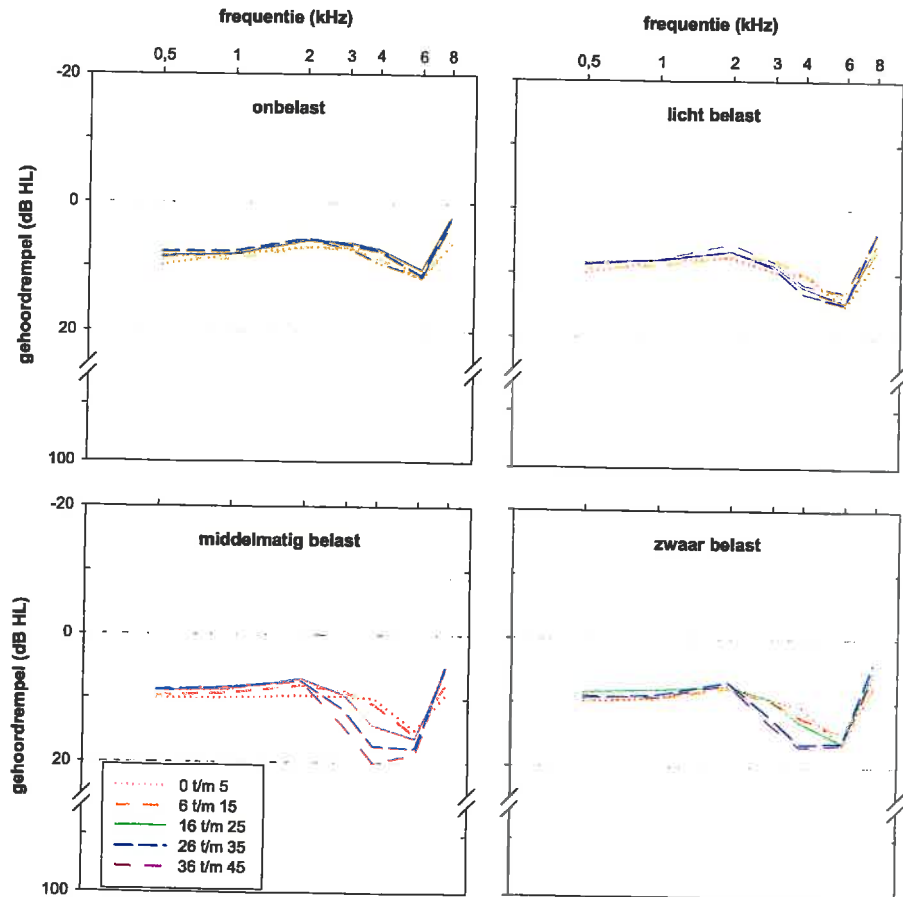
4.3.3 Invloed van beide factoren: expositieniveau en –duur

De resultaten van de voorgaande analyses bevestigen dat de gehoordrempel toeneemt met een toename van de blootstellingsduur en, in mindere mate, met toename van het expositieniveau. Om te kijken wat de invloed is van de totale blootstelling, de combinatie van expositieniveau en –duur, wordt er gekeken of er sprake is van een significant interactie-effect van beide expositieparameters op de gemeten gehoordrempels. Ook hier wordt gebruik gemaakt van leeftijdsgecorrigeerde gehoordrempels.

Een variantieanalyse met expositieniveau en –duur als factoren, laat zien dat de interactie term een significante bijdrage levert op alle frequenties van 2 t/m 6 kHz ($p=0.001$), ook wel de lawaai-gevoelige frequenties.

In figuur 8 is deze interactie weergegeven door voor de verschillende expositiegroepen de mediaan per categorie van blootstellingsduur weer te geven. De mediane drempels zijn voor leeftijd gecorrigeerd, door de bij de leeftijd behorende mediaan van ISO eraf te trekken.

Figuur 8 laat zien dat de verschillende categorieën van blootstellingsduur in de onbelaste groep geen verschil maken. In de drie belaste groepen is dat wel het geval, met name in de twee groepen met de zwaarste lawaai-belasting.



Figuur 8: Mediane gecorrigeerde gehoordrempels weergegeven per expositiegroep en expositieduur

Bovendien is te zien dat het frequentiegebied waarin gehoorschade optreedt bij toenemende expositieduur breder wordt; in de eerste vijf jaar ligt het gehoorverlies ten opzichte van de op basis van leeftijd verwachte gehoordrempel vooral rond de 6 kHz, na gemiddeld 40 jaar blootstelling is dit verlies wat breder en in het gebied tussen 2 en 6 kHz te zien. Kijkend naar de verschillen tussen de blootstellingsgroepen geldt dat voor het frequentiegebied 2 t/m 6 kHz de drie belaste groepen grotere gehoorverliezen vertonen dan de interne controlegroep. Verder laat figuur 8 zien dat over het algemeen de gehoordrempels in de groep met zware geluidsbelasting en de langste expositieduur het hoogst zijn. In bijlage VI zijn dezelfde gegevens weergegeven, maar dan als verschillen tussen de expositiegroepen, per categorie van de expositieduur.

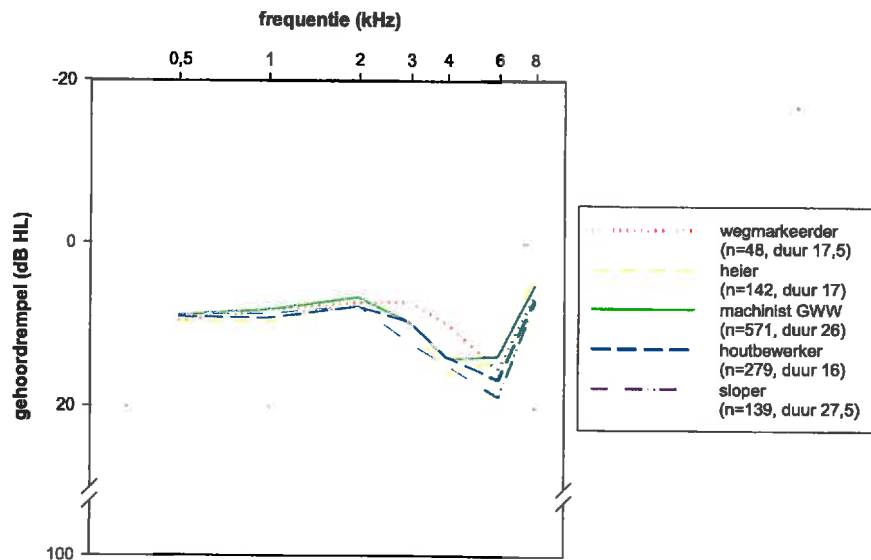
4.3.4 Gemeten expositieniveaus

De hierboven beschreven resultaten zijn gebaseerd op vergelijkingen waarbij gebruik gemaakt werd van geschatte expositieniveaus. Van vijf beroepen is het expositieniveau nauwkeurig bepaald door middel van dosimetrie (zie § 2.3). In deze paragraaf zal kort een vergelijking van de gehoordrempels van deze vijf functies beschreven worden, met het oog op de invloed van het blootstellingsniveau.

Een ANOVA laat op geen enkele frequentie significante verschillen zien in gehoordrempels ($p \geq 0.070$), tussen de vijf functies met bijbehorende expositieniveaus (zie fig. 9).

Indien de verschillende beroepsgroepen nader bekeken worden blijkt dat de medewerkers binnen deze groepen een verschillende expositieduur hebben ($F=26.78$, $p < 0.001$). Hier dient in de analyse van het verschil in expositieniveau rekening mee te worden gehouden worden. Een variantieanalyse met zowel expositieniveau als –duur als factor en een interactieterm van deze variabelen laat zien dat zowel het niveau als de duur van de blootstelling geen invloed heeft op de gecorrigeerde drempels. De interactieterm van blootstellingsduur en –niveau, de overall blootstelling, heeft dus op geen enkele frequentie een significant effect ($F=1.071$, $p=0.287$).

Het gebruik van gehoorbescherming is verschillend verdeeld over de vijf groepen, en het dragen van bescherming is van invloed op het ontstaan van gehoorschade. Vandaar dat daarvoor gecorrigeerd wordt. Ook na deze correctie wordt er geen significant effect van expositie gevonden ($p \geq 0.017$). Wellicht dat de afwezigheid van een verschil in gehoordrempels tussen de functiegroepen berust op verschillen in andere variabelen die van invloed zijn op het gehoor of dat dit het gevolg is van de kleine groepsgroottes van een aantal beroepsgroepen.



Figuur 9: De mediane gehoordrempels, gecorrigeerd voor leeftijd, van de vijf functies waarvan de expositie dmv dosimetrie nauwkeurig gemeten is. De beroepen zijn in de legenda weergegeven naar oplopend expositieniveau. Ook is hierin aangegeven hoeveel werknemers in elke groep zitten en wat de gemiddelde expositieduur binnen de groep was.

4.4 Overige factoren

Naast het niveau en de duur van de blootstelling zijn er andere factoren die of invloed kunnen hebben op het gehoor, of op de relatie tussen lawaai-blootstelling en gehoorschade. Ook hiervan wordt onderzocht welke invloed zij in deze populatie hebben op het ontstaan van gehoorverlies.

De hieronder beschreven analyses hebben betrekking op de gehele belaste populatie.

4.4.1 Omvang dienstverband

Omdat de duur van de blootstelling en de gemiddelde dagdosis van geluidsbelasting samenhangen met het aantal uren dat men per week werkt wordt ook het verschil tussen parttimers en fulltimers geanalyseerd.

In de vragenlijst werd gevraagd naar het aantal uren per week dat men werkzaam is. Uit de gegevens blijkt dat het overgrote deel 32 uur of meer per week werkt (fulltime). Slechts 4,1% van de werknemers blijkt minder dan 32 uur per week (parttime) te werken.

Analyses van de gehoordrempels van beide groepen laten zien dat er, na correctie voor leeftijd, geen sprake is van een verschil tussen parttimers en fulltimers voor alle gemeten frequenties ($F=6.86$, $p=0.684$), ook niet wanneer de drie expositiegroepen apart bekeken worden.

4.4.2 Werkhistorie

De eerder beschreven analyses met betrekking tot blootstellingsniveau maken gebruik van een schatting van het expositieniveau gebaseerd op de huidige functie. Het is echter niet bekend of men daarvoor een andere functie heeft bekleed waarbij al dan niet sprake was van blootstelling aan schadelijk geluid. Indien dat laatste het geval is zou dat ook invloed kunnen hebben op het ontstaan van gehoorverlies.

Er zijn echter geen gegevens bekend over de werkgeschiedenis voor de werknemers binnen deze studie. Wel is in de vragenlijst gevraagd naar het aantal jaren dat men in de bouw werkzaam is geweest en het aantal jaren dat men in de huidige functie werkt. Indien deze aantallen overeenkomen, en men dus binnen de bouw altijd dezelfde functie heeft bekleed, wordt aangenomen dat er geen sprake is van een vorig beroep met lawaai-belasting.

Om een indruk te krijgen van de invloed van werkgeschiedenis op de gemeten gehoordrempels worden de werknemers die altijd in dezelfde functie gewerkt hebben vergeleken met personen die niet altijd dezelfde functie binnen de bouw bekleed hebben. Voor zes van de zeven gemeten frequenties, is er geen sprake van een significant verschil in gecorrigeerde gehoordrempels. Alleen op 8 kHz blijken de werknemers die niet altijd in de huidige functie gewerkt hebben significant kleinere gehoorverliezen te hebben dan de werknemers in de groep waarvoor dat wel het geval is ($F=5.97$, $p = 0.01$). Het gemiddelde verschil tussen deze groepen bedraagt 0.49 dB. Werkhistorie heeft dus slechts een zeer beperkte invloed op gehoorschade.

4.4.3 Gebruik van gehoorbescherming

Een van de meest gebruikte middelen om blootstelling aan schadelijk geluid in de bouw te voorkomen is het verstrekken en dragen van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen (PBM). Van de maatregelen die worden genomen om blootstelling aan harde geluidsniveaus te verminderen bestaat 91% van de gevallen uit het verstrekken van gehoorbescherming [Arbo in bedrijf].

Het dragen van persoonlijke gehoorbescherming geeft, afhankelijk van het gebruikte product, een demping van het geluid van buitenaf en heeft daarmee vanzelfsprekend invloed op de blootstelling aan lawaai en dus ook op het ontstaan van gehoorbeschadiging. Men zou verwachten dat de gehoordrempels bij consequent gebruik van PBM lager liggen dan wanneer hier geen sprake van is.

In een Canadese studie wordt onder drie beroepsgroepen en een controlegroep in de bouw onderscheid gemaakt in vijf categorieën van gebruiksfrequentie [Hessel 2000]. Ook is het aantal jaren dat men bescherming gebruikt nagevraagd. Op basis hiervan werd een cumulatieve maat voor gebruik van gehoorbescherming bepaald. Deze maat is negatief gecorreleerd met de mate van gehoorverlies; het vaker en langer dragen van gehoorbescherming gaat gepaard met betere gehoordrempels, hoewel dit effect niet op alle frequenties significant is.

In de vragenlijst binnen deze studie was een vraag opgenomen naar het gebruik van gehoorbescherming. Deze had echter alleen betrekking op het al dan niet dragen van gehoorbeschermingsmiddelen, en niet op de duur en frequentie van het gebruik en of men hier consequent mee omging. Er kan dus alleen een vergelijking gemaakt worden tussen gehoordrempels van werknemers die nooit gehoorbescherming gebruiken en van werknemers die dat wel doen.

In totaal maakt 68.3% van de werknemers gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen. In de licht belaste groep gebruikt slechts de helft PBM (50.7%). In de zeer zwaar belaste groep draagt 70.3% gehoorbescherming. Het hoogste percentage werknemers dat PBM gebruikt zit echter in de zwaar belaste groep, namelijk 86.1%. Wanneer er over de verschillende leeftijdscategorieën wordt gekeken, blijkt dat de jongere werknemers significant vaker gehoorbescherming dragen dan de oudere ($X^2 = 221.12, p < 0.001$). Van de werknemers jonger dan 25 jaar gebruikt 83.2% gehoorbescherming en dit percentage neemt per leeftijdsgroep af tot 68.5% van de werknemers ouder dan 55 jaar.

Een t-test laat zien dat personen die gehoorbescherming gebruiken op alle frequenties vanaf 2 kHz significant grotere gehoorverliezen hebben dan personen die nooit van bescherming gebruik maken ($p < 0.001$). Dit verschil in gehoorverlies loopt op van 0.9 dB op 2 kHz tot 2.5 dB op 4 kHz.

Wanneer de blootstellingsgroepen apart bekeken worden, wordt voor de groep met lichte lawaai-belasting hetzelfde beeld gezien en zijn de gehoorverliezen op de frequenties vanaf 2 kHz significant groter voor de personen die gehoorbescherming gebruiken dan voor de personen die dat nooit doen ($p = 0.001$).

Voor de groep met zware blootstelling wordt op 2 en 3 kHz geen verschil tussen PBM gebruikers en niet gebruikers gezien en vanaf 4 kHz geldt dat medewerkers die bescherming dragen grotere verliezen hebben dan degene die dat niet doen ($p = 0.003$). Voor de groep met de zeer zware belasting worden geen significante verschillen voor gebruik van gehoorbescherming gevonden ($p \geq 0.078$).

4.4.4 Roken

Ook sommige leefstijlfactoren kunnen invloed hebben op het ontstaan van gehoorverlies, zoals roken. Er zijn aanwijzingen dat blootstelling aan tabak een negatief effect heeft op het functioneren van de cochlea. Nicotine kan mogelijk een ototoxisch effect hebben op haarcelfunctie [Wild 2005, Mizoue 2003]. Daarnaast heeft roken veranderingen in de perifere bloedvoorziening tot gevolg, zoals verhoogde viscositeit van het bloed, verminderde beschikbare zuurstof en vasoconstrictie, waardoor er een tekort aan zuurstoftoevoer (ischemie) in de cochlea ontstaat [Ferrite 2005, Pourayaghoub 2007]. Dit kan laesies in de cochlea veroorzaken. Omdat blootstelling aan lawaai leidt tot een toegenomen vraag naar metabolisme in de haarcellen en ook tot hypoxie in de cochlea kan leiden, zijn er zelfs aanwijzingen dat een combinatie van roken en lawaai blootstelling een synergistisch effect heeft [Starck 1999].

Eerdere studies naar de invloed van roken op het gehoor laten zien dat rokers meer kans hebben op gehoorverlies dan niet-rokers [Pourayaghoub 2007, Ferrite 2005, Mizoue 2003]. Hierbij is echter meestal gekeken of er gehoorschade ontstaan is of niet. Er zijn twee studies die gehoordrempels van rokers met niet-rokers per frequentie hebben vergeleken. In de ene studie wordt geen verschil in gehoordrempels gevonden [Starck 1999], in de andere studie wel, echter alleen op 3 en 4 kHz [Wild 2005]. De populatie van de laatste studie betreft ook mannen die in het kader van hun werk gekeurd worden en komt in die zin overeen met de hier bestudeerde populatie.

Door middel van de vragenlijst was de rookstatus van de medewerkers bekend. Dit werd ingedeeld in drie categorieën; niet-roker, roker en ex-roker. Van 100 werknemers zijn geen gegevens met betrekking tot rookstatus bekend.

De totale populatie bestaat voor 35.2% uit niet-rokers, voor 32.8% uit rokers en voor 32.0% uit ex-rokers. De werknemers in deze categorieën vertonen geen verschil in leeftijd en leeftijdsopbouw. Daarom wordt er geen gebruik gemaakt van gecorrigeerde gehoordrempels in de volgende analyses, maar worden de werkelijke gehoordrempels met elkaar vergeleken.

Een ANOVA laat zien dat er voor de belaste populatie op geen enkele frequentie een verschil is in gemiddelde gehoordrempels tussen de verschillende rookgroepen ($F=0.963$, $p=0.489$). Omdat blootstelling tussen de rokerscategorieën kan verschillen wordt met behulp van een multivariate variantieanalyse bovenstaande analyse nogmaals uitgevoerd, waarbij rekening gehouden is met de duur en het niveau van blootstelling. Ook hieruit komen geen verschillen in gehoordrempel tussen de rookgroepen naar voren ($F=0.989$, $p=0.462$). Het feit of men wel of niet rookt of gerookt heeft, lijkt in deze populatie dus geen effect te hebben op de gemeten gehoordrempels. Wanneer de analyse nogmaals uitgevoerd wordt, maar dan met de voor leeftijd gecorrigeerde drempels wordt hetzelfde resultaat gezien; er is geen

verschil in gehoordrempels tussen rokers, ex-rokers en niet-rokers ($F=0.824$, $p=0.644$), ook niet wanneer er voor expositie wordt gecorrigeerd ($F=0.808$, $p=0.661$).

Het aantal jaren dat men heeft gerookt en het aantal gerookte sigaretten per dag is eveneens bekend. Een cumulatieve maat voor het aantal sigaretten dat men gerookt heeft is de Brinkman index (aantal sigaretten per dag x aantal jaren gerookt), die aan de hand van deze gegevens bepaald kan worden. Deze variabele wordt op basis van eerdere studies en de verdeling in deze populatie in vijf categorieën verdeeld; 0, 1-199, 200-399, 400-699, 700+. Er zijn voor 1295 (ex-)rokers onvoldoende gegevens bekend om de Brinkman index te berekenen.

Omdat rookstatus geen enkele invloed lijkt te hebben op het ontstaan van gehoorverlies in deze populatie, wordt verwacht dat er ook geen relatie bestaat tussen de Brinkman index en gehoordrempels. Een ANOVA laat zien dat er inderdaad geen verschillen zijn in gehoordrempels tussen de categorieën van Brinkman index ($F=1.026$, $p=0.153$). Ook niet wanneer er gecorrigeerd wordt voor het niveau en de duur van lawaai blootstelling ($F=1.029$, $p=0.131$).

Ook wanneer deze analyse herhaald wordt met gecorrigeerde gehoordrempels is hetzelfde beeld zichtbaar. De Brinkman index heeft geen invloed op de gehoordrempels ($F=1.037$, $p=0.076$), ook niet wanneer er voor de mate van blootstelling aan lawaai gecorrigeerd wordt ($F=1.026$, $p=0.154$).

4.4.5 Alcoholgebruik

In de literatuur zijn aanwijzingen dat ook alcoholinname een negatieve invloed op het gehoor zou kunnen hebben, hoewel verschillende studies naar het effect van alcoholgebruik tegenstrijdige resultaten laten zien.

Alcohol kan een ototoxische werking hebben, en daarnaast kan het centraal de verwerking van auditieve informatie verstoren [Upile 2007]. Bovendien lijkt het auditieve systeem vroegtijdige te verouderen en lijkt de gevoeligheid voor lawaai toe te nemen door alcoholgebruik [Wheeler 1980]. Aan de andere kant zouden antioxidanten, die bijvoorbeeld in rode wijn zitten, schade aan het gehoor als gevolg van veroudering kunnen beperken [Le Prell 2007].

In eerdere studies is beschreven dat alcohol een verhogend effect heeft op gehoordrempels van mannen, variërend van 2 dB op 2 kHz tot 9 dB op 8 kHz [Upile 2007]. Hierbij ging het echter om een acuut effect, want bij herstelmetingen een aantal dagen later waren de gehoordrempels weer gelijk aan de drempels gemeten voor alcoholinname. Langdurige effecten van alcohol zijn weinig onderzocht. Verma et al. hebben data van 20 alcoholisten vergeleken met 20 geheelonthouders en 20 sociale drinkers, gematcht op leeftijd. Gehoordrempels waren het slechtst op alle frequenties

in de groep alcoholisten, 5-10 dB slechter dan die van sociale drinkers en 15-20 dB slechter dan die van geheelonthouders [Verma 2006].

Er is binnen deze studie met behulp van de vragenlijst gevraagd naar het aantal glazen alcohol dat men per week drinkt. Van 893 personen is deze informatie onbekend. In Nederland wordt matig alcoholgebruik gedefinieerd als 1-3 glazen per dag, en overmatig alcoholgebruik als meer dan 3 glazen per dag, dus 21 glazen of meer per week. De opgegeven alcoholconsumptie wordt daarom in de volgende categorieën gedeeld; 0, 1-10, 11-20 en meer dan 20 glazen per week. In de gehele populatie blijkt 13.4% geen alcohol te drinken, 56.7% gebruikt 1-10 glazen per week en 20.7% gebruikt 11-20 glazen per week. Van de werknemers in de bouw is 9.2% een overmatige alcoholgebruiker.

Analyse van leeftijdsgroepen laat geen verschil zien in de mate van alcoholgebruik tussen jongere en oudere werknemers ($X=6.301$, $p=0.900$). Er wordt daarom in de volgende analyses geen rekening met leeftijd gehouden.

Het aantal glazen alcohol dat men drinkt brengt geen verschillen in gehoordrempels met zich mee in deze populatie. Dit blijkt zowel uit de variantieanalyse waarbij geen rekening is gehouden met de duur en het niveau van eventuele blootstelling aan lawaai ($F=1.131$, $p=0.305$) als uit de multivariate analyse waarbij hier wel voor gecorrigeerd is ($F=1.089$, $p=0.351$).

Ook op de gecorrigeerde gehoordrempels heeft het drinken van alcohol geen significante invloed. Er wordt namelijk geen verschil in gehoordrempels gevonden tussen de verschillende categorieën ($F=1.096$, $p=0.343$), ook niet wanneer er voor lawaai-blootstelling wordt gecorrigeerd ($F=1.071$, $p=0.372$).

4.4.6 Oplosmiddelen

Schilders kunnen bij het uitvoeren van hun werk blootstaan aan verschillende oplosmiddelen. Het vermoeden bestaat dat deze middelen schadelijk zijn voor zowel het binnenoor (ototoxisch) als voor het centrale zenuwstelsel en op deze manier gehoorschade kunnen veroorzaken of het ontstaan van schade kunnen verergeren [Sliwiska-Kowalska, 2001]. Door de schilders, die in de groep met lichte geluidsbelasting zitten, met de rest van deze expositiegroep te vergelijken kan bekeken worden of eventuele blootstelling aan oplosmiddelen tot grotere gehoorverliezen leidt.

Analyse van bovenstaande vergelijking laat zien dat er geen sprake is van grotere gehoorverliezen onder schilders. De schilders hebben wel grotere verliezen voor de frequenties vanaf 3 kHz dan de onbelaste groep ($F=8.071$, $p<0.001$), maar laten kleinere verliezen zien dan de andere medewerkers in de lage expositiegroep ($F=16.936$, $p<0.001$). Dit komt grotendeels overeen met de resultaten van het onderzoek van Sliwiska-Kowalska et al. Ook zij vonden geen verschil in

gehoordrempels tussen werknemers blootgesteld aan lawaai en werknemers blootgesteld aan een combinatie van lawaai en oplosmiddelen, behalve op de 8 kHz. Blijkbaar is de invloed van lawaai dominant en is het toegevoegde effect door oplosmiddelen klein [Sliwinska-Kowalska 2001].

4.4.7 Bloeddruk

Hoge bloeddruk kan beschadiging in het binnenoor teweegbrengen. Daarnaast kan het ook leiden tot een verhoogde bloed viscositeit en verminderde bloed flow, met verminderd zuurstoftransport en daardoor weefsel hypoxie in het oor als gevolg [De Moraes Marchiori 2006]. Echter, verschillende studies naar het verband tussen hypertensie en gehoorverlies geven tegenstrijdige resultaten.

Een studie van De Moraes Marchiori et al. laat zien dat, ondanks overeenkomende incidentie van gehoorverlies in een groep met hoge bloeddruk en een groep met normale bloeddruk, hypertensie een onafhankelijke risicofactor is voor gehoorverlies [De Moraes Marchiori 2006].

In deze studie is, evenals in de studie van Ni et al. [Ni 2007] hypertensie gedefinieerd als een systolische bloeddruk gelijk aan of hoger dan 140 mmHg in combinatie met een diastolische bloeddruk gelijk aan of hoger dan 90 mmHg.

Volgens deze definitie blijken er 5931 werknemers in deze populatie te zijn met een te hoge bloeddruk (21.5%). De leeftijdsverdeling binnen deze groep is hetzelfde als die binnen de groep met een normale bloeddruk, waardoor er geen rekening wordt gehouden met leeftijd in de analyses.

De gehoordrempels van de personen met hypertensie blijken op 8 kHz slechter te zijn dan die van de personen zonder hypertensie ($p=0.002$), op 3 t/m 6 kHz naderen deze verschillen het significantieniveau. Na correctie voor het niveau en de duur van lawaai-expositie worden er echter geen significante verschillen aangetoond ($F=1.363$, $p=0.216$).

Ook als deze analyse wordt uitgevoerd met behulp van de voor leeftijd gecorrigeerde gehoordrempels wordt er op geen enkele frequentie een significant verschil gevonden tussen werknemers met en zonder hypertensie ($F=1.494$, $p=0.164$), ook niet na correctie voor blootstelling ($F=1.397$, $p=0.202$).

In een andere studie, waarin de relatie tussen gehoordrempels en systolische en diastolische bloeddruk binnen een groep oudere onderzocht wordt, zijn de bloeddrukwaarden in kwartielen ingedeeld. De gehoordrempels van personen in deze categorieën worden met elkaar vergeleken, waaruit blijkt dat het kwartiel met de hoogste bloeddruk slechtere gehoordrempels voor de lagere frequenties liet zien dan het kwartiel met de laagste bloeddruk [Rosenhall 2006].

Wanneer deze verdeling in kwartielen in deze populatie wordt toegepast, blijken er voor de diastolische bloeddruk geen verschillen te zijn in gehoordrempels ($F=0.842$, $p=0.669$), ook na correctie voor niveau en duur van lawaai blootstelling ($F=0.812$, $p=0.707$). Hetzelfde geldt voor analyse van de voor leeftijd gecorrigeerde drempels ($F=1.054$, $p=0.392$ en $F=0.997$, $p=0.463$).

De systolische bloeddruk blijkt echter wel verschillen in gehoordrempel met zich mee te brengen, op 1 kHz ($F=4.376$, $p=0.004$) en op 2 kHz ($F=4.014$, $p=0.007$). Na correctie voor de duur en intensiteit van lawaai blootstelling blijken deze verschillen nog steeds significant en gelegen tussen het 1^e en 3^e kwartiel.

Analyse van de gecorrigeerde drempels levert hetzelfde beeld op, er is een verschil in gehoordrempels tussen de kwartielen op 1 en 2 kHz ($p=0.006$), wat na correctie voor lawaai-expositie nog steeds significant blijkt ($p<0.01$). Dit verschil zit tussen het eerste en het derde kwartiel, waarbij het derde kwartiel significant slechtere gehoordrempels heeft dan het eerste. Deze verschillen bedragen echter slechts 0.5 dB op 1 kHz en 0.6 dB op 2 kHz.

Dus een hoge bloeddruk blijkt in deze populatie geen essentiële invloed op de gehoordrempels te hebben.

4.4.8 Subjectieve aspecten

Ten slotte waren er twee vragen naar subjectieve aspecten van gehoor en lawaai in de vragenlijst opgenomen. De eerste vraag, of men klachten over slecht horen had, werd door 21.3% van de werknemers positief beantwoord. De tweede vraag had betrekking op het ondervinden van hinder van lawaai tijdens het werk, dit bleek in 35.4% van de werknemers is het geval. Deze percentages lopen op met belastinggroepen van 26.4 % in de licht belaste groep tot 47% in de zeer zwaar belaste groep. Van de personen die klachten hebben over slecht horen ondervindt ongeveer de helft hinder van lawaai in het werk (53%).

In de analyse van de audiometrische gegevens is gekeken of personen die aangaven klachten over slecht horen te hebben ook slechtere gehoordrempels lieten zien dan de personen zonder klachten. Dit blijkt inderdaad het geval te zijn; op alle frequenties zijn de gehoorverliezen van medewerkers met klachten over het gehoor significant groter dan die van medewerkers zonder klachten ($p < 0.001$), variërend van een verschil van 3.4 dB op 500 Hz tot een verschil van 12.5 dB op 4000 Hz.

Ook voor het tweede subjectieve aspect, het ervaren van hinder van lawaai in het werk, is er gekeken of er verschillen zijn in gehoorverliezen. Medewerkers die aangeven hinder van lawaai te ondervinden blijken op alle gemeten frequenties significant grotere gehoorverliezen te vertonen dan medewerkers die geen hinder van lawaai ondervinden ($p \leq 0.001$). Deze verschillen hebben echter wel een kleinere orde van grootte, ze variëren namelijk tussen 0.4 dB op 500 Hz tot 2.9 dB op 4 kHz.

4.4.9 Overige factoren

De factoren waarvan hier de invloed op de gemeten gehoordrempels is bekeken, zijn de factoren waarover gegevens bekend waren binnen het PAGO-onderzoek. Het is echter niet zo dat de hier genoemde aspecten alle risicofactoren beslaan. Uit de literatuur zijn nog meer factoren bekend die de gevoeligheid voor lawaai kunnen beïnvloeden, of hun weerslag hebben op de gehoordrempels van een persoon. Hierbij kan gedacht worden aan medicijngebruik, medische geschiedenis en blootstelling aan lawaai buiten het werk. Over deze factoren waren tijdens deze analyse geen gegevens bekend, wat de reden is dat ze hier niet beschreven zijn.

5 BESPREKING VAN DE RESULTATEN

In dit rapport is onderzocht of het veelvuldig blootstaan aan hoge geluidsniveaus bij medewerkers in de bouw heeft geleid tot het ontstaan van gehoorschade. Bovendien is de invloed van het niveau en de duur van deze blootstelling op de mate van deze gehoorschade geanalyseerd, evenals de invloed andere factoren.

5.1 Kwaliteit van audiometrische gegevens

Na het uitvoeren van deze analyses kan er een algemene uitspraak gedaan worden over de kwaliteit van de data. Behalve dat dit interessant is voor de personen die deze data verwerken, is de kwaliteit ervan wellicht ook van invloed op de resultaten van de uitgevoerde analyses.

Over het algemeen kan gezegd worden dat de audiometrische data afkomstig van de arbodiensten van een goede kwaliteit is. Er zijn echter wel een aantal opmerkingen te plaatsen bij de uitgevoerde metingen.

Allereerst blijkt dat de gehoordrempels op de lage frequenties (0.5, 1 en 2 kHz) in zowel de belaste populatie als de interne controlegroep ongeveer 10 dB afwijken van wat er op basis van leeftijd verwacht wordt. ISO-7029 geeft op deze frequenties namelijk een mediane gehoordrempel van 0 dB die weliswaar vanaf het dertigste levensjaar in waarde toeneemt maar pas boven de 60 jaar ongeveer 10 dB zou bedragen [ISO 2000]. Omdat er geen beengeleidingsdrempels bekend zijn, kan er niets gezegd worden over de aanwezigheid van een eventueel geleidingsverlies. Dit gehoorverlies uit zich over het algemeen vooral op de lage frequenties en zou daarom een rol kunnen spelen in de gevonden afwijking van de norm op deze frequenties. Een Canadese studie vergelijkt de gehoordrempels van personen werkzaam in drie beroepen binnen één bouwbedrijf met elkaar, en met gehoordrempels van een controlegroep bestaande uit telefonisten van hetzelfde bedrijf [Hessel 2000]. Ook in deze studie vertoont de controlegroep op 0.5, 1 en 2 kHz een mediane gehoordrempel van 10 dB voor beide oren. Een vergelijking van Dobie et al. [2007] van een grote dataset met de ISO norm laat ook voor de gekozen controlegroep gehoorverliezen zien van ongeveer 10 dB of meer op de lage frequenties, ook na correctie voor leeftijd. Een eerdere studie met dezelfde dataset liet al een hogere PTA₅₁₂-waarde zien voor de studiepopulatie dan de waarde van annex B van ISO-1999 [Prince 2003].

Deze verhoging van gehoordrempels zou er echter ook op kunnen wijzen dat de metingen uitgevoerd zijn bij laagfrequent achtergrondgeluid. Het is namelijk bekend dat gehoordrempels op 500 Hz, maar ook op 1 kHz, daar gevoelig voor zijn [Lankford 1999]. Er is, ondanks het gebruik van geluidsdichte cabines, wellicht niet altijd sprake

geweest van voldoende demping van laagfrequent achtergrondgeluid, bijvoorbeeld bij het gebruik van mobiele units op de bouwlocatie.

Recente blootstelling aan lawaai kan ook een tot tijdelijke drempelverhoging leiden, welke na een tijd van rust weer hersteld. In de literatuur wordt dit TTS genoemd, wat staat voor temporary threshold shift. Omdat er in deze studie voor het meten van de gehoordrempels geen vaste 'geluidsnuchtere' periode is gehanteerd, is het niet duidelijk of en in hoeverre er sprake is van TTS in deze populatie. Geschat wordt dat er ongeveer 2-3 uur tussen het uitvoeren van het werk en de audiometrie zit. In de literatuur wordt echter uitgegaan van een langere geluidsnuchtere periode. De beschreven richtlijnen variëren van een periode van 6 uur, zoals het advies van het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten [NCvB, registratierichtlijn 1999], tot een periode van 14 uur zonder blootstelling [Weel 2006]

De gehoordrempels van de interne controlegroep komen, zeker op de hogere frequenties (3, 4 en 6 kHz) wel overeen met de waarden uit de ongescreende database van ISO 1999. Dit wijst erop dat er, ondanks de hier geplaatste opmerkingen, sprake is van data van goede kwaliteit.

De grote waarde van deze gegevensverzameling binnen de arbopraktijk ligt hoofdzakelijk in het grote deelnemersaantal. De grootte van de populatie zorgt ervoor dat de audiometrische gegevens goed bruikbaar zijn om op groepsniveau verschillen te meten en de invloed van sommige factoren te bepalen.

Bovendien wordt er in de audiometrie gemeten met stappen van 5 dB, wat een redelijke onnauwkeurigheid met zich meebrengt. Deze data is daardoor a-priori niet geschikt om zeer kleine verschillen waar te nemen.

Kwaliteitswinst van deze data zit hem daarom niet zozeer in het nauwkeuriger meten van de audiometrische drempels, hoewel er altijd naar gestreefd moet worden de kwaliteit en de nauwkeurigheid hiervan zo hoog mogelijk te krijgen. Winst met betrekking tot de bruikbaarheid van de audiometrische gegevens zit vooral in de beschikking over nauwkeurige aanvullende informatie met betrekking tot alle factoren die van invloed kunnen zijn op gehoorbeschadiging door lawaai.

Deze factoren hebben betrekking op:

- Medische gegevens.

Er zijn geen gegevens bekend met betrekking tot eventuele otologische afwijkingen of medische geschiedenis, welke ook oorzaken voor gehoorverlies zouden kunnen zijn.

- Niveau van geluidsexpositie.

Zoals hierboven beschreven is dat in deze studie grotendeels gebaseerd op geschatte waarden in de literatuur. Beter zou zijn om de blootstelling individueel in kaart te brengen, bijvoorbeeld door middel van dosimetrie.

- Gebruik van gehoorbescherming.

Gebruik van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen heeft ook invloed op de geluidsblootstelling. Bovendien laat analyse hier zien dat dragers van gehoorbescherming een slechter gehoor hebben dan werknemers die geen bescherming gebruiken. Gegevens over de frequentie en duur van het gebruik kunnen meer inzicht in dit resultaat geven.

- Lawaai-blootstelling in de privé-sfeer.

Lawaai-blootstelling buiten het werk, zoals hobby's als motor rijden, jagen, in een band spelen etc, heeft invloed op de mate van geluidsblootstelling en daarmee op gehoorbeschadiging. Gegevens hierover waren niet beschikbaar in deze studie.

- Beengeleiding.

De gehoordrempels in deze studie zijn gemeten door middel van luchtgeleiding, beengeleidingsdrempels ontbreken. Het gemeten gehoorverlies kan dus zowel wijzen op geleidingsverlies als op perceptief verlies. Gehoorbeschadiging door lawaai is alleen perceptief van aard. Hoewel conductieve verliezen in het algemeen meer op de lage frequenties tot uiting komen, is het echter wel belangrijk onderscheid tussen de gehoordrempels te maken.

- Werkgeschiedenis

In deze studie is aangenomen dat het gerapporteerde aantal werkzame jaren in de bouw representatief is voor de duur van de blootstelling. Er zijn geen gegevens bekend over de werkgeschiedenis voorafgaand aan deze periode. Hoewel er weinig wisseling van baan in de bouwsector verwacht wordt, zijn er toch personen die aangeven korter in huidig werk te zitten dan in bouw. Het healthy worker effect zou hierin ook een rol kunnen spelen, wat wil zeggen dat werknemers met klachten over hun gehoor eerder op zoek zouden gaan naar een andere functie dan personen zonder klachten.

Bovendien kunnen er in het verleden veranderingen in het werk hebben plaatsgevonden die de lawaai-blootstelling gedurende de periode waarin men werkzaam was in de bouw beïnvloed hebben. Hierbij valt te denken aan het aanpassen van machines, aanschaffen van lawaaiarme machines, invoeren van taakrotatie etc.

- Ototoxiciteit.

Het is niet bekend in welke mate er sprake is van blootstelling aan ototoxische stoffen, zoals chemicaliën en medicijnen.

- Verloop van gehoordrempels in de tijd.

Er is meer informatie over lawaai-blootstelling en (het ontstaan van) gehoorbeschadiging beschikbaar wanneer het verloop van veranderingen in de gehoordrempels in de tijd bekend is. De gebruikte gegevens zijn transversaal en zeggen daarom iets over de status van het gehoor van medewerkers in de bouwnijverheid anno 2005-2006. Indien er meerdere audiogrammen van dezelfde persoon beschikbaar waren geweest, had het verloop van het gehoorverlies ook in de analyses meegenomen kunnen worden.

Nu er een uitspraak gedaan is over de kwaliteit van de gebruikte data worden hieronder de verschillende onderzochte aspecten besproken.

5.2 Gehoordrempels en leeftijd

De gehoordrempels van de bouwmedewerkers die dagelijks aan equivalente geluidsniveaus hoger dan 80 dB(A) blootstaan, zijn vergeleken met drempels van personen van dezelfde leeftijd zonder lawaai-blootstelling. Hierbij is gebruik gemaakt van zowel een externe referentiepopulatie als van een interne controlegroep. Deze vergelijking laat zien dat de belaste populatie gehoordrempels heeft die afhankelijk van de gekozen frequentie gemiddeld 8 tot 18 dB slechter zijn dan dat men zou verwachten indien er alleen sprake is van leeftijdsafhankelijk gehoorverlies (presbycusis).

Een vergelijking met werknemers in de interne controlegroep, waarvan wordt verwacht dat ze tijdens het werk niet aan hoge geluidsniveaus blootstaan, toont aan dat de werknemers met lawaai-belasting gemiddeld grotere gehoorverliezen hebben dan hun onbelaste collega's; dit verschil loopt op tot 6,2 dB op 4 kHz.

Naast leeftijdgerelateerd gehoorverlies is er in deze groep van werknemers dus ook sprake van gehoorverlies met een andere oorzaak. Hierbij is lawaai-gerelateerd gehoorverlies, gezien de blootstelling aan hoge geluidsniveaus, zeer aannemelijk.

5.3 Gehoordrempels en expositieniveau

De relatie tussen de blootstelling aan lawaai en gehoorschade wordt in de literatuur beschreven als een dosisrespons relatie; het gehoorverlies wordt groter naarmate zowel het geluidsniveau als de duur van de blootstelling toeneemt [ISO 1990]. Deze invloed van expositieniveau en duur van lawaai-blootstelling op de gemeten gehoordrempels is daarom ook in deze populatie onderzocht.

De geluidsexpositie van de werknemers was niet bekend, maar is per functie geschat met behulp van in de literatuur beschreven expositieniveaus. Op basis van deze schattingen zijn de werknemers in vier groepen verdeeld, met een toenemend

expositieniveau; een onbelaste groep, een laag belaste groep, een zwaar belaste groep en een zeer zwaar belaste groep.

Analyse wijst uit dat het niveau van de geschatte blootstelling een significante invloed heeft op het ontstaan van gehoorverlies. De leeftijdsgecorrigeerde gehoordrempels van alle belaste groepen zijn slechter dan die van de controlegroep. De licht belaste groep heeft op zijn beurt betere gehoordrempels dan de andere twee, zwaarder, belaste groepen. De gehoorverliezen van de zwaar belaste en zeer zwaar belaste groep verschillen echter niet van elkaar. Een verdere toename van het gehoorverlies met een toename in expositieniveau kan dus niet worden aangetoond.

Een aantal factoren kunnen een rol hebben gespeeld in de afwezigheid van een verschil in gehoorverlies tussen de twee zwaarst belaste expositiegroepen. Allereerst is daar het feit dat het expositieniveau niet bekend was uit metingen en daarom op basis van literatuur is geschat. Het is niet voor elke functie te achterhalen waar de expositieschatting op gebaseerd is en hoe recent deze schatting is. Het is daarom niet bekend of de geschatte waarden volledig van toepassing zijn op de huidige functieomschrijving.

In dit onderzoek is echter getracht de onnauwkeurigheid van de schattingen te ondervangen door de belaste werknemers over drie grof gekozen categorieën van expositieniveau te verdelen. Om de groeps groottes zoveel mogelijk gelijk te houden is er wel voor smalle categorieën gekozen, wat ook een reden kan zijn voor de afwezigheid van een verschil in gehoordrempels tussen alle omliggende expositiegroepen.

In het Arbouw rapport 'Lawaai in de bouwnijverheid' [Onos 2002] wordt het expositieniveau van vijf beroepen nauwkeurig bepaald door middel van persoonlijke dosimetrie bij een aantal werknemers in verschillende omstandigheden.

Geluidsblootstelling in deze functies varieert van 82.5 tot 95.9 dB(A). Indien de gehoordrempels van deze vijf functies met elkaar vergeleken worden, blijkt er echter geen verschil te zijn. Ook in deze groepen waarvan het expositieniveau nauwkeurig gemeten is, is er dus geen sprake van toenemend gehoorverlies met toenemende blootstelling.

Wellicht zou dit wel het geval zijn wanneer er sprake was geweest van grotere groepen met meer consistentie in variabelen die invloed hebben op gehoorschade, zoals leeftijd en het gebruik van gehoorbescherming.

Bij de bepaling van het expositieniveau werd echter uitgegaan van een gemiddelde van alle gemeten dagdoses per functie. Het is niettemin belangrijk de individuele blootstelling ook aan de betreffende individuele gehoordrempel te koppelen om de invloed van blootstellingsniveau op gehoorschade in kaart te brengen. Er is namelijk veel verschil in blootstelling per persoon en per dag omdat men tijdens werkzaamheden in de bouw te maken heeft met verschillende activiteiten die gepaard

gaan met variërend omgevingslawaai en het gebruik van uiteenlopende gereedschappen. Bovendien hanteert elke werknemer de verschillende gereedschappen anders en de gereedschappen ondergaan niet allemaal dezelfde mate van onderhoud. Dit kan beide invloed hebben op het niveau van het geproduceerde geluid. Bij een goede koppeling tussen expositieniveau en hieruit voortkomende gehoorschade is persoonlijke dosimetrie daarom erg belangrijk.

Een andere verklaring voor de afwezigheid van een verschil tussen de twee hoogste expositiegroepen zou een verschil in gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen kunnen zijn. Personen in de zwaar belaste groepen zullen naar verwachting consequenter omgaan met gehoorbescherming omdat ze vaker en langer blootstaan aan hard geluid.

Deze redenering blijkt echter niet op te gaan binnen deze populatie, want het hoogste percentage gebruikers van gehoorbescherming zit in de groep met zware belasting. Bovendien laat analyse hier zien dat personen die gehoorbescherming gebruiken grotere gehoorverliezen laten zien dan personen die niet van gehoorbescherming gebruik maken.

5.4 Gehoordrempels en expositieduur

Voor de duur van de lawaai-blootstelling is in dit onderzoek gebruik gemaakt van het gerapporteerde aantal jaren dat men in de bouw werkt. Deze factor heeft een significante invloed op de ontstane gehoorschade. Over het algemeen kan gezegd worden dat gehoorverlies toeneemt naarmate men langer in lawaai werkzaam is geweest. Dit effect wordt voornamelijk gezien in het lawaai-gevoelige frequentiegebied van 3 tot en met 6 kHz. Bovendien komt de invloed van expositieduur voor deze frequenties redelijk overeen met de relatie tussen duur en gehoorverlies zoals beschreven in ISO-1999. Gedurende de eerste 10 jaar van blootstelling wijkt de gevonden relatie echter af van wat de ISO norm voorspelt. De studiegroep vertoont hier namelijk grotere gehoorverliezen dan de ISO standaard. Bovendien neemt het gehoorverlies als functie van blootstellingjaren niet exponentieel toe zoals in de norm, maar komt de toename overeen met de mate van stijging in gehoorverlies zoals gedurende 10-40 jaar van blootstelling. Dit verschil zou erop kunnen wijzen dat personen die minder dan 10 jaar in de bouw werken, al langer dan het aantal functie-jaren blootgesteld zijn aan (recreatief) lawaai. Het is echter niet uit te sluiten dat de norm de vroege schade gedurende de eerste tien jaar van blootstelling in deze populatie onderschat.

Daarnaast is het zo dat 56% van de groep die minder dan 10 jaar werkzaam is in de bouw bestaat uit personen jonger dan 25 jaar, waarvoor een grote kans bestaat dat zij buiten hun werk ook veel blootstaan aan lawaai, bijvoorbeeld aan luide muziek tijdens disco- of concertbezoek of mp3-gebruik.

In de bedrijfstakatlas van Arbouw worden verschillende gezondheidsaspecten beschreven, uitgesplitst over leeftijdsgroepen en over bouwplaats- en UTA-personeel.

In deze bedrijfstakatlas blijkt dat bij 8.6% van alle werknemers in de bouw onder de 25 jaar (15-24 jaar) lawaaidoofheid is vastgesteld [Arbouw bedrijfstakatlas 2006]. Schade aan het gehoor komt dus ook al voor bij jongeren die nog niet lang in lawaai gewerkt hebben, of zelfs voordat ze aan het werk in de bouw beginnen.

5.5 Interactie expositieniveau en -duur

Aangezien zowel het niveau als de duur van de blootstelling invloed hebben op het ontstaan van gehoorschade, is eveneens gekeken naar de interactie van beide variabelen. Deze interactie is voornamelijk zichtbaar op de frequenties 2, 3, 4 en 6 kHz. Naarmate de totale blootstelling, en dan voornamelijk de duur van de expositie, toeneemt, wordt het gehoorverlies groter en betreft het meerdere frequenties waardoor de zogenaamde lawaaidip in het audiogram breder wordt.

Een belangrijk aspect bij het onderzoeken van de relatie tussen lawaai-blootstelling en gehoorschade is het feit dat er meerdere factoren van invloed zijn op het ontstaan van gehoorverlies, zowel door aantasting van het oor zelf als door aantasting van de relatie tussen blootstelling en schade.

Naast individuele gevoeligheid, veroudering en blootstelling aan lawaai in het werk zijn er meerdere factoren die gehoorschade kunnen veroorzaken. Voorbeelden hiervan zijn blootstelling aan lawaai buiten het werk, gebruik van ototoxische medicijnen en medische factoren. Bovendien is er sprake van een verschil in individuele gevoeligheid van het oor voor gehoorschade. Waar dit verschil in gevoeligheid precies door veroorzaakt wordt is niet volledig bekend. Waarschijnlijk is dit genetisch van aard [Slivinska – Kowalska 2004] en kan het onder andere verklaard worden door anatomische en fysiologische aspecten [Borg 1995]. Dit verschil is zichtbaar in onder meer de spreiding van de verschillende ISO standaarden

Het is voor de werknemers in dit onderzoek niet bekend of en in welke mate deze versturende factoren aanwezig zijn. Door invloed van een of meer van deze factoren kan de relatie tussen blootstelling en lawaaischade vertekend worden, waardoor het niet mogelijk is deze relatie met de beschikbare data precies in kaart te brengen.

5.6 Overige factoren

Als laatste aspect is de invloed van een aantal factoren op het ontstaan van gehoorverlies onderzocht die wel bekend zijn, zoals werkhistorie, gebruik van gehoorbescherming, leefstijl factoren en blootstelling aan oplosmiddelen. Ook werd de relatie van gehoorverlies met de antwoorden op twee vragen uit de enquête, het ervaren van hinder van lawaai en het hebben van subjectieve klachten over het gehoor, nader bekeken.

Hieruit bleek dat de omvang van het dienstverband en het uitoefenen van een andere baan voorafgaand aan de huidige functie geen invloed hadden op het gehoor. Bij schilders was er geen aanwijzing dat blootstelling aan oplosmiddelen tot extra

gehoorschade heeft geleid. Ook overmatig alcoholgebruik en hypertensie lijken geen invloed op gehoorschade te hebben.

Werknemers die hinder van lawaai ondervonden in het werk zaten voornamelijk in de zwaar belaste groep, en lieten zoals verwacht dan ook grotere gehoorverliezen zien. De werknemers die klachten over hun gehoor hadden bleken ook grotere gehoorverliezen te vertonen. Er leek echter geen sprake te zijn van een relatie tussen het hebben van klachten en het ondervinden van hinder van lawaai in het werk.

Ten slotte blijkt ook dat rookstatus, evenals het aantal jaren en het aantal sigaretten dat men gerookt heeft, geen invloed heeft op het ontstaan van gehoorschade door lawaai. Dit komt overeen met de bevinding van Starck et al. [1999], die ook geen verschil in gehoordrempels tussen rokers en niet-rokers vond.

5.6.1 Gehoorbescherming

Zeer opmerkelijk is de bevinding dat werknemers die gehoorbescherming gebruiken over het algemeen significant grotere gehoorverliezen laten zien dan werknemers die geen gehoorbescherming dragen. De verwachting was dat werknemers die persoonlijke beschermingsmiddelen gebruiken minder gehoorverlies vertonen dan werknemers die geen gehoorbescherming dragen. Een vergelijking van deze twee groepen laat echter zien dat het tegengestelde het geval is. Dit effect wordt voornamelijk gezien in de groep met lichte belasting. In de zwaar belaste groep is er geen sprake van verschillen tussen de werknemers die bescherming gebruiken en werknemers die dat niet doen.

Dit wijst er waarschijnlijk op dat werknemers die meer blootgesteld worden aan hard geluid consequenter zijn in het gebruik van gehoorbescherming. De licht belaste groep wordt slechts gedurende korte periodes blootgesteld aan (omgevings)lawaai waardoor men minder constant gehoorbescherming draagt.

Het zou echter ook zo kunnen zijn dat de medewerkers die gehoorbescherming gebruiken dit pas zijn gaan doen na een lange tijd van blootstelling, wanneer reeds opgelopen gehoorschade door de werknemer zelf opgemerkt wordt en tot klachten leidt. Daarom werd de vergelijking tussen wel en niet beschermingsmiddelengebruik ook voor de verschillende categorieën van expositieduur uitgevoerd. Het percentage personen dat gehoorbescherming gebruikt is significant verschillend tussen de categorieën, met het hoogste percentage (78%) in de groep met de kortste expositieduur en het laagste (72%) in de groep met de langste expositieduur. Deze analyse over de verschillende categorieën van expositieduur laat zien dat er geen verschil is in gehoordrempels is tussen gebruikers van persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) en werknemers die geen PBM gebruiken in de groepen met het minste aantal jaren in de bouw. In de groep die 16-25 jaar in de bouw werkt zijn gehoorverliezen op 3, 4 en 6 kHz groter voor personen die PBM gebruiken. Voor de twee groepen met het hoogste aantal werkjaren worden er significant grotere

gehoorverliezen gevonden in het gebied van 2 t/m 8 kHz voor werknemers die gehoorbescherming dragen.

Het feit dat de verschillen tussen gebruikers groter worden naarmate expositieduur langer is kan erop wijzen dat de werknemers inderdaad pas bescherming zijn gaan gebruiken nadat gehoorschade opgemerkt is.

Een interessante vraag is dus waarom iemand persoonlijke beschermingsmiddelen gebruikt. Met de gegevens beschikbaar in deze studie is deze vraag niet te beantwoorden. De analyses zijn alleen gebaseerd op het feit of men aangaf al dan niet gebruik te maken van gehoorbescherming, er is niets bekend over hoe consequent en sinds wanneer men gehoorbescherming gebruikt. Om het effect van het gebruik van gehoorbescherming op het ontstaan van gehoorbeschadiging nauwkeurig te analyseren, zijn daarom aanvullende gegevens nodig.

Opvallend is wel dat in de groep met de hoogste expositie slechts 70.3% aangeeft gehoorbescherming te gebruiken. In de groep met zware belasting is dit meer, 86.1%. Echter, het dragen van gehoorbescherming is verplicht bij blootstelling aan geluidsniveaus boven de 85 dB(A) [Arbouw-advies 1998]. Lang niet alle werknemers houden zich hier dus aan.

Bovendien blijkt uit bovengenoemde analyse dat personen die gehoorbescherming gebruiken over het algemeen meer gehoorverlies vertonen dan personen die dat niet doen. Het lijkt er dus op dat preventie door middel van gehoorbescherming, wellicht door onjuist gebruik, niet werkt binnen deze populatie, terwijl men geluidsproblematiek in de bouwnijverheid in veel gevallen door middel van het verstrekken van PBM tracht op te lossen [Benjert 2002].

Het hogere percentage dat PBM gebruikt in de jongere leeftijdsgroepen lijkt erop te wijzen dat de extra aandacht die er bij deze personen gedurende hun opleiding en de start van hun loopbaan in de bouw besteed is aan het gebruik van gehoorbescherming ook daadwerkelijk tot een hoger gebruik hiervan leidt. Voldoende aandacht voor correct gebruik van gehoorbescherming is daarom van groot belang.

De nieuwe Europese norm schrijft voor dat werknemers niet blootgesteld mogen worden aan geluidsniveaus hoger dan 87 dB(A), gemeten achter de gehoorbescherming. Ook in het kader hiervan is het belangrijk dat gehoorbescherming consequent gedragen wordt.

6 CONCLUSIES

Werknemers in de bouw hebben een slechter gehoor dan hun leeftijdsgenoten, zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de blootstelling aan lawaai. De gehoorschade is vooral zichtbaar op 3, 4 en 6 kHz. In dit gebied worden gemiddelde gehoordrempels gemeten die voor onbelaste groepen pas 12 tot 24 jaar later worden bereikt.

De kwaliteit van de beschikbare data is goed voor gebruik voor screeningsdoeleinden. Beschikbaarheid over meerdere gegevens zou deze kwaliteit kunnen verhogen, zodat er meer inzicht verkregen wordt in het ontstaan van gehoorschade door lawaai. Ook kunnen de verschillende factoren die dit proces beïnvloeden onderzocht worden.

Het gehoorverlies wordt groter naarmate men gedurende langere tijd is blootgesteld aan hogere geluidsniveaus. Een dosisrespons relatie tussen geluidsniveau en gehoorschade kon in deze studie echter slechts gedeeltelijk worden aangetoond. De vraag is in hoeverre dit verklaard kan worden doordat in deze studie schattingen in plaats van metingen zijn gebruikt voor de expositie. Wellicht kan persoonlijke dosimetrie in de toekomst meer inzicht geven in de relatie tussen lawaai-belasting en gehoorschade.

Wat is aangetoond wordt is dat naarmate de duur van de blootstelling toeneemt, de gehoorschade ook groter is. Er wordt echter in de eerste tien jaar van blootstelling een andere relatie gevonden tussen blootstellingsduur en gehoorverlies dan op basis van ISO-1999 verwacht zou worden. Het lijkt erop dat gehoorverlies sneller toeneemt dan men voorspelt op basis van een extrapolatie van de ISO norm. Een andere oorzaak voor de gevonden discrepantie kan zijn dat nieuwe werknemers intreden in de bouw met reeds aanwezige gehoorschade, bijvoorbeeld ten gevolge van lawaai in de privé sector.

Niet alle werknemers in de bouw dragen gehoorbescherming wanneer dat wel zou moeten. Bovendien hebben werknemers die gehoorbescherming dragen een slechter gehoor dan werknemers die dat niet doen. Dit kan erop wijzen dat persoonlijke gehoorbescherming te laat wordt ingezet of onjuist wordt gebruikt. Voldoende aandacht voor het verstekken en gebruiken van gehoorbescherming is dus belangrijk.

7 ADVIEZEN EN AANBEVELINGEN

Als de in dit rapport besproken resultaten in ogenschouw genomen worden, kunnen een aantal adviezen opgesteld worden.

Aanvullende gegevens

Allereerst is het gewenst bij de dataverzameling enkele extra items toe te voegen. De audiometrische gegevens zijn van prima kwaliteit, maar enige aanvulling kan de waarde van de data zeer verhogen. Zo is er weinig bekend over wanneer en hoe vaak men gehoorbescherming draagt, om welke gehoorbescherming het gaat, of men in de thuis situatie blootstaat aan lawaai, of er in de familie gehoorproblemen voorkomen, of men bepaalde medicijnen gebruikt etc (zie § 5.1). Bovendien zou door het afnemen van beengeleidingsdrempels onderscheid kunnen maken in geleidingsverlies en daadwerkelijk perceptief verlies. Het meespelen van geleidingsverliezen kan op groepsniveau enige invloed hebben gehad op de hier gevonden resultaten. Anderzijds moet men in ogenschouw nemen dat het meten van extra drempels ook weer extra tijd en wellicht extra middelen zal vergen.

Beschikbaarheid audiometrische gegevens bij intrede

De beschikbaarheid van audiometrische gegevens bij intrede in de bouw zou erg van nut kunnen zijn. Ten eerste is dit een uitstekend start voor een individuele monitoring van het gehoor in de tijd. De beschikbaarheid van longitudinale data geeft inzicht in het veranderen van de gehoorfunctie in de loop der tijd en in de mate waarin dit overeenkomt met gehoorverlies door veroudering.

Ten tweede is deze intredekeuring van groot belang om inzicht te krijgen in het ontstaan van gehoorschade. Zoals uit de analyses in dit rapport blijkt, is er in de eerste jaren na indiensttreding al sprake van gehoorschade. Deze schade is groter dan de ISO norm voorspelt, en het lijkt er zelfs op dat men al met enige gehoorschade de bouw binnenkomt. Verdere blootstelling en lawaai zullen deze schade verergeren, hoewel de gegevens er niet op wijzen dat deze verergering groter is dan op basis van de ISO norm verwacht wordt.

Gegevens over de gehoorfunctie bij intrede kunnen duidelijk maken of gehoorschade al aanwezig is bij intrede, of dat gehoorschade toch sneller ontstaat dan verwacht wordt.

Geluidsniveau's meten door middel van persoonlijke dosimetrie

Een goede maat van geluidsniveau's op de werkplek is onontbeerlijk voor de hier uitgevoerde analyses, maar ook voor het nemen van preventieve maatregelen. Voor de gegevens in dit rapport is grotendeels gebruik gemaakt van reeds bekende ranges van geluidsexposities gedurende bepaalde werkzaamheden en van schattingen berekend op basis van gehoorschade.

Het geluidsniveau waar een bepaalde beroepsgroep binnen de bouw aan blootstaat, is van zeer veel factoren afhankelijk; het materiaal dat men gebruikt, de staat van gereedschappen, omgevingsgeluid (verkeer, akoestiek ruimtes, collega's die werken met machines e.d.) en natuurlijk het gebruik van bescherming.

Deze variaties in expositie worden meegenomen wanneer men gebruik maakt van een range. Het nadeel hiervan is echter dat de expositie naar één gemiddelde waarde geëxtrapoleerd wordt, welke voor iedereen in de beroepsgroep geldt.

Het terugrekenen van gehoorschade naar blootstelling heeft ook zo zijn nadelen.

Allereerst is daar de grote individuele spreiding in de gevoeligheid waarmee het gehoor wordt beïnvloed door leeftijd en lawaai. Dat maakt het lastig om binnen een groep tot één gemiddelde waarde terug te rekenen, zeker omdat de rol van gehoorbescherming hierin niet buiten beschouwing gelaten kan worden.

Daarnaast leidt het terugrekenen van gehoorschade naar intensiteit van de geluidsblootstelling tot het ontstaan van een kringredenering: de invloed van lawaainiveau op het gehoor kan eigenlijk niet onderzocht worden wanneer het gehoor als uitgangspunt dient om dit niveau vast te stellen. Bovendien wordt er vanuit gegaan dat de relatie zoals in ISO beschreven wordt in elke populatie geldt. Zoals blijkt uit de resultaten geldt dit wel in grote lijnen voor de relatie tussen blootstellingsduur en gehoorverlies, maar niet voor de relatie tussen het blootstellingsniveau en de gehoorfunctie.

Het zou daarom beter zijn meer individuele schattingen dan wel metingen te gebruiken. Hiertoe zou er gebruik gemaakt kunnen worden van de RI&E gegevens van alle bouwbedrijven, evt. aangevuld met persoonlijke dosimetrie. Dat laatste zal echter meer tijd gaan kosten, maar kan op zijn beurt weer dienst doen in de RI&E analyse.

Wellicht kunnen deze taken gecombineerd worden om een betere indruk te krijgen van de geluidsniveaus waar werknemers in bepaalde functies aan bloot staan.

Het is verstandig om ook informatie te verzamelen over de verschillende factoren die van invloed zijn op deze relatie, zoals het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen.

Betere voorlichting en controle gebruik gehoorbescherming

Van alle belaste werknemers geeft slechts 75,3% aan weleens gehoorbescherming te gebruiken. Dit houdt in dat een kwart van de belaste personen nooit gehoorbescherming draagt, terwijl het dragen van gehoorbescherming bij een blootstelling aan geluidsniveaus boven de 85 dB(A) verplicht is.

Daarnaast blijkt dat werknemers die PBM gebruiken een slechtere gehoordrempel hebben dan werknemers die geen bescherming dragen. Dit zou erop kunnen wijzen dat men pas gehoorbescherming gaat gebruiken als reeds opgelopen gehoorschade door de werknemer opgemerkt wordt. Dit verschil in gehoorverlies tussen PBM gebruikers en niet-gebruikers blijkt het grootst in de licht belaste groep, en is afwezig in de zwaarst belaste groep.

Het lijkt erop dat preventie door gehoorbescherming in deze populatie niet in alle gevallen werkt, terwijl het verstrekken van persoonlijke beschermingsmiddelen een veel gebruikte preventieve maatregel is binnen bouwbedrijven.

Het is daarom belangrijk voldoende aandacht te besteden aan een vroegtijdige inzet en correct gebruik van gehoorbescherming

Het hoogste percentage PBM gebruikers zit in de jongste leeftijdsgroep en dit percentage neemt af naarmate men ouder wordt. Dit verschil zou wellicht veroorzaakt kunnen doordat er tegenwoordig tijdens de opleiding en bij intrede in de bouw van de jongere generatie meer aandacht wordt besteed aan gehoorbescherming. Voorlichting en aandacht lijken dus hun vruchten af te werpen en zijn derhalve van groot belang.

Extra vragen in VISA-vragenlijst met betrekking tot gehoorbescherming

Van de PBM gebruikers is niet bekend in hoeverre ze zichzelf tegen lawaai beschermen, men wordt alleen gevraagd of men ooit bescherming gebruikt. Het opnemen van vragen in de VISA vragenlijst naar de frequentie en consistentie van het dragen van bescherming en de reden waarom men het niet draagt, kan hier meer inzicht in geven.

Bovendien bieden antwoorden hierop aanknopingspunten om het gebruik van gehoorbescherming in bouwbedrijven te verbeteren.

8 REFERENTIE LIJST

Arbouw (1998). *Arbouw advies 16: Lawaai in de bouw*.

Arbouw (2008). *BedrijfstakAtlas 2007* Stichting Arbouw.

Arndt, V., Rothenbacher, D., Brenner, H., Fraise, E., Zschenderlein, B., Daniel, U., Schuberth, S., Fliedner, T.M. (1996). Older workers in the construction industry: results of a routine health examination and a five year follow up. *Occup. Environ. Med.*, 53, 686-691.

Benjert, T., Blanken, A., & Westerveld, C. (2002). *Inventarisatie lawaai in de bouwnijverheid* Arbouw rapport.

Boermans, P. P. & Dreschler, W. A. (1997). Effecten van lawaai op de gezondheid. In W.A. Dreschler, F. J. v. Dijk, B. E. Glazenburg, T. S. Kapteyn, & R. A. Tange (Eds.), *Validiteit van het gehoor; lawaai, slechthorendheid en werk* (Alphen a/d Rijn: Van Zuiden Communications BV.

Borg, E., Canlon, B., & Engstrom, B. (1995). Noise-induced hearing loss. Literature review and experiments in rabbits. Morphological and electrophysiological features, exposure parameters and temporal factors, variability and interactions. *Scand. Audiol. Suppl.*, 40, 1-147.

Cruickshanks, K. J., Klein, R., Klein, B. E., Wiley, T. L., Nondahl, D. M., & Tweed, T. S. (1998). Cigarette smoking and hearing loss: the epidemiology of hearing loss study. *JAMA*, 279, 1715-1719.

Dawson - Saunders, B. & Trapp, R. G. (1994). *Basic and clinical biostatistics*. (2nd ed.) Norwalk Connecticut: Appleton & Lange.

de Moraes Marchiori, L. L., de Almeida Rego, F. E., & Matsuo, T. (2006). Hypertension as a factor associated with hearing loss. *Rev. Bras. Otorrinolaringol. (Engl. Ed)*, 72, 533-540.

Dijk, F. J. van. (1997). Slechthorendheid, het werk als oorzaak en gevolgen voor het werk. In W.A. Dreschler, F. J. v. Dijk, B.E. Glazenburg, T.S. Kapteyn, & R.A. Tange (Eds.), *Validiteit van het gehoor; lawaai, slechthorendheid en werk* (Alphen aan den Rijn: Van Zuiden Communications B.V.

- Dobie, R. A. (2006). Methodological issues when comparing hearing thresholds of a group with population standards: the case of the ferry engineers. *Ear Hear.*, 27, 526-537.
- Dobie, R. A. (2007). Noise-induced permanent threshold shifts in the occupational noise and hearing survey: an explanation for elevated risk estimates. *Ear Hear.*, 28, 580-591.
- Ferrite, S. & Santana, V. (2005). Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup.Med.(Lond)*, 55, 48-53.
- Hessel, P. A. (2000). Hearing loss among construction workers in Edmonton, Alberta, Canada. *J.Occup.Environ.Med.*, 42, 57-63.
- Hong, O. (2005). Hearing loss among operating engineers in American construction industry. *Int.Arch.Occup.Environ.Health*, 78, 565-574.
- Houtman, I., Smulders, P., Bossche, S. van den (2006). *Arbobalans 2005 Arbeidsrisico's, effecten en maatregelen in Nederland*. TNO Arbeid in opdracht van Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.
- International Organization of Standardization (1984). *Acoustics - Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons* (Rep. No. ISO 7029). Geneva, Switzerland.
- International Organization of Standardization (1990). *Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment* (Rep. No. ISO 1999). Geneva: International Organisation for Standardisation.
- Lankford, J. E., Perrone, D. C., & Thunder, T. D. (1999). Ambient noise levels in mobile audiometric testing facilities: compliance with industry standards. *AAOHN.J.*, 47, 163-167.
- Le Prell, C. G., Hughes, L. F., & Miller, J. M. (2007). Free radical scavengers vitamins A, C, and E plus magnesium reduce noise trauma. *Free Radic.Biol.Med.*, 42, 1454-1463.
- Lutman M. E., Davis A. C. (1994). The distribution of hearing threshold levels in the general population aged 18-30 years. *Audiology.*, 33, 327-50.

Mizoue, T., Miyamoto, T., & Shimizu, T. (2003). Combined effect of smoking and occupational exposure to noise on hearing loss in steel factory workers. *Occup. Environ. Med.*, 60, 56-59.

Nageris, B. I., Raveh, E., Zilberberg, M., & Attias, J. (2007). Asymmetry in noise-induced hearing loss: relevance of acoustic reflex and left or right handedness. *Otol. Neurotol.*, 28, 434-437.

Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (1999). *Registratierichtlijn B001. Beroepslechthorendheid (503: hardhorendheid of doofheid ten gevolge van lawaai)* Amsterdam: NCvB.

Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (2006). *Signaleringsrapport beroepsziekten '06* Amsterdam: NCvB.

Ni, C. H., Chen, Z. Y., Zhou, Y., Zhou, J. W., Pan, J. J., Liu, N. et al. (2007). Associations of blood pressure and arterial compliance with occupational noise exposure in female workers of textile mill. *Chin Med.J.(Engl.)*, 120, 1309-1313.

Onos, T. & Spee, T. (2002). *Lawaai in de bouwnijverheid*. Arbeuw rapport.

Passchier-Vermeer, W. (1986). The effects of age, otological factors and occupational noise exposure on hearing threshold levels of various populations. In R.J.Salvi, D. Henderson, P. Hmermik, & V. Coletti (Eds.), *Basic and applied aspects of noise-induced hearing loss*. (pp. 571-581). New York: Plenum Press.

Pouryaghoub, G., Mehrdad, R., & Mohammadi, S. (2007). Interaction of smoking and occupational noise exposure on hearing loss: a cross-sectional study. *BMC.Public Health*, 7, 137.

Prince, M. M., Gilbert, S. J., Smith, R. J., & Stayner, L. T. (2003). Evaluation of the risk of noise-induced hearing loss among unscreened male industrial workers. *J.Acoust.Soc.Am.*, 113, 871-880.

Rabinowitz, P. M., Galusha, D., von-Ernst, C., Slade, M. D., & Cullen, M. R. (2007). Do ambient noise exposure levels predict hearing loss in a modern industrial cohort? *Occup. Environ. Med.*, 64, 53-59.

Rosenhall, U. & Sundh, V. (2006). Age-related hearing loss and blood pressure. *Noise.Health*, 8, 88-94.

Seixas, N. S., Goldman, B., Sheppard, L., Neitzel, R., Norton, S., & Kujawa, S. G. (2005). Prospective noise induced changes to hearing among construction industry apprentices. *Occup. Environ. Med.*, 62, 309-317.

Sliwinska-Kowalska, M., Zamyslowska-Szmytko, E., Szymczak, W., Kotylo, P., Fiszer, M., Dudarewicz, A. et al. (2001). Hearing loss among workers exposed to moderate concentrations of solvents. *Scand. J. Work Environ. Health*, 27, 335-342.

Starck, J., Toppila, E., & Pyykko, I. (1999). Smoking as a risk factor in sensory neural hearing loss among workers exposed to occupational noise. *Acta Otolaryngol.*, 119, 302-305.

Upile, T., Sipaul, F., Jerjes, W., Singh, S., Nouraei, S. A., El, M. M. et al. (2007). The acute effects of alcohol on auditory thresholds. *BMC. Ear Nose Throat Disord.*, 7, 4.

Verma, R. K., Panda, N. K., Basu, D., & Raghunathan, M. (2006). Audiovestibular dysfunction in alcohol dependence. Are we worried? *Am. J. Otolaryngol.*, 27, 225-228.

Weel, A. N. H. (2006). *Slechthorendheid in en door het werk*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.

Wheeler, D. C., Dewolfe, A. S., & Rausch, M. A. (1980). Audiometric configuration in patients being treated for alcoholism. *Drug Alcohol Depend.*, 5, 63-68.

Wild, D. C., Brewster, M. J., & Banerjee, A. R. (2005). Noise-induced hearing loss is exacerbated by long-term smoking. *Clin. Otolaryngol.*, 30, 517-520.

SUMMARY

Employees in the construction industry are often exposed to noise levels higher than the legally permissible sound level of 80 dB (A), on a daily basis. Consequently, a high prevalence of noise-induced hearing loss is seen in this sector. As part of the occupational health program, construction workers' hearing thresholds are periodically monitored.

This report concerns a cross-sectional study of these periodically obtained audiograms to describe the hearing of construction workers and their hearing loss as opposed to hearing loss due to ageing alone. In addition, the influence of noise exposure and of other factors known to affect noise induced hearing loss is analysed in this population. In the end, a global impression of the quality of occupationally acquired audiometric data can be formed.

Data is acquired during periodic occupational assessment of 29216 employees and collected between November 1st, 2005 and July 20th, 2006 on a national scale. Pure tone hearing thresholds are measured at frequencies 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 and 8 kHz for air conduction in both ears. In addition, demographic, health related and work related variables deriving from a standardized occupational health questionnaire are included in the dataset.

Noise exposure levels are estimated for each job title based on exposure levels reported in literature. The population is divided into four exposure groups; non-exposed (<80 dB), mild exposure (80 t/m 88 dB), severe exposure (89 t/m 91 dB) and profound exposure (92 t/m 96 dB). Thresholds of the screened population reported in international standard ISO 1999 are used as an external reference, and the non-exposed subjects in the studied population as internal controls. Analysis is performed on single frequency hearing thresholds averaged across both ears.

Construction workers showed hearing thresholds 8 to 18 dB worse than expected based on ageing alone and 1 to 6 dB worse than the non-exposed controls. The greatest difference is seen at 3, 4 and 6 kHz.

Intensity of noise exposure does have an effect on hearing loss. The non-exposed group showed the best hearing thresholds levels. The mild exposed group showed greater losses but hearing threshold levels are better than those of the two groups with highest exposure levels. However, between these two groups no significant difference in hearing level is found. A dose response relationship could be demonstrated only partly in this study.

An increase in exposure duration is associated with an increase in hearing threshold levels. The greatest effect is seen at the frequencies sensitive to noise; 3, 4 and 6 kHz.

The pure tone average of hearing level at these three frequencies increases as a function of exposure duration. For exposure times between 10 to 40 years, this increase corresponds to the relationship between exposure duration and hearing level as described in ISO 1999. However, the increase in hearing loss expected to occur in the first ten years of noise exposure based on this ISO standard is smaller than the increase measured in the study population.

Only 74% of the exposed employees indicated to use hearing protection devices. They had significant worse threshold levels than employees who did not.

Smoking can also affect the sensitivity to noise-induced hearing loss. However, in this study no significant differences in hearing threshold levels are found between non-smokers, ex-smokers and current smokers.

Part-time employment, work history, alcohol consumption, exposure to organic solvents and hypertension did not show any effects on the hearing threshold levels either.

Generally the data derived from occupational health care is considered to be of good quality.

Only 2% of the audiometric threshold data contained incorrect values.

A comparison of the internal control group to the unscreened population values published in ISO 1999 showed a reasonable agreement between these groups.

However at the low frequencies hearing threshold levels of the internal controls were worse than these reference values. This could be explained by the possible presence of low frequent background noise during audiometric measurement.

The large number of participants included provides useful data to determine the effect of different factors on noise-induced hearing loss. Improvement in quality of this data does not lie in more accurate audiometric measurements, but rather in providing precise additional information concerning all factors influencing the relationship between noise exposure and hearing loss, such as the frequency of wearing hearing protection etc.

In general, construction workers have worse hearing than controls. However, a dose response relationship between noise exposure and hearing threshold levels can only be shown partially.

This could be explained by an inaccurate estimation of exposure levels or by the lack of individual linking between exposure levels and hearing loss. Individual noise exposure monitoring could provide a better insight in the influence of exposure level on hearing threshold levels.

The relationship between exposure duration and hearing loss shows that workers employed in the construction industry for less than ten years do exhibit hearing damage, greater than expected based on ISO-1999. This could indicate that hearing loss originates faster than expected, or that workers enter the construction industry already having hearing loss. Adequate monitoring of hearing ability at entrance in the construction industry could give more insight in the background of this finding.

Employees indicating to wear hearing protection devices show greater hearing loss than employees that don't. This could indicate hearing protection devices are used when employees notice that their hearing deteriorates. Because hearing protection devices are frequently utilized as a measure to prevent noise-induced hearing loss, it is important that an adequate amount of attention is given to the early and correct usage of these devices.

Based on these results recommendations are made to:

- collect more information considering hearing ability of construction workers, such as medical history, non-occupational noise exposure etc.;
- include additional questions in the VISA questionnaire concerning the use of hearing protection devices, to gain more insight in the degree of usage and to improve prevention strategies;
- monitor the hearing ability of employees entering the construction workforce;
- use longitudinal data to survey the hearing ability of employees in time;
- improve training of HPD usage and pay more attention to correct use of HPD's;
- use personal dosimetry in noise exposure measurements.

BIJLAGEN

- Bijlage I Overzicht van de verschillende schattingen van het expositieniveau, per beroepsgroep¹
- Bijlage II Verschil tussen interne controlegroep en ISO standaard, database A, per leeftijdscategorie
- Bijlage III Verschil tussen interne controlegroep en ISO standaard, database B, per leeftijdscategorie
- Bijlage IV Verschil tussen belaste populatie en ISO standaard, database A, per leeftijdscategorie
- Bijlage V Verschil tussen belaste populatie en interne controlegroep, per leeftijdscategorie
- Bijlage VI Interactie tussen expositiegroep en expositieduur. Het verschil tussen expositiegroepen weergegeven per expositieduur categorie

¹ deze tabel van expositieschattingen geeft de verschillende schattingen weer die in de literatuur gevonden zijn en waarop de expositieniveaus gebruikt in deze studie gebaseerd zijn. De schattingen voor expositie berekend o.b.v gehoorschade zijn overgenomen uit het rapport van Passchier-Vermeer en dus niet door de auteur berekend.

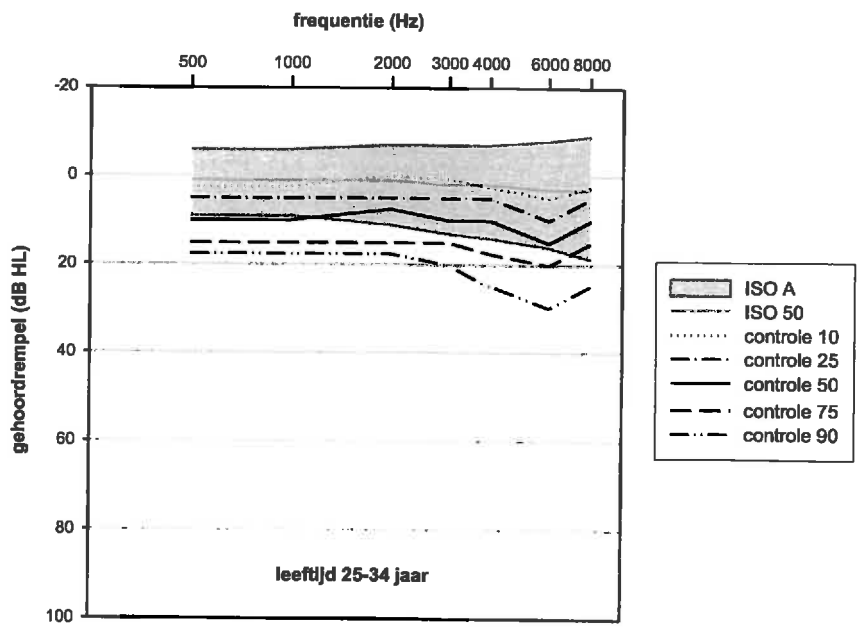
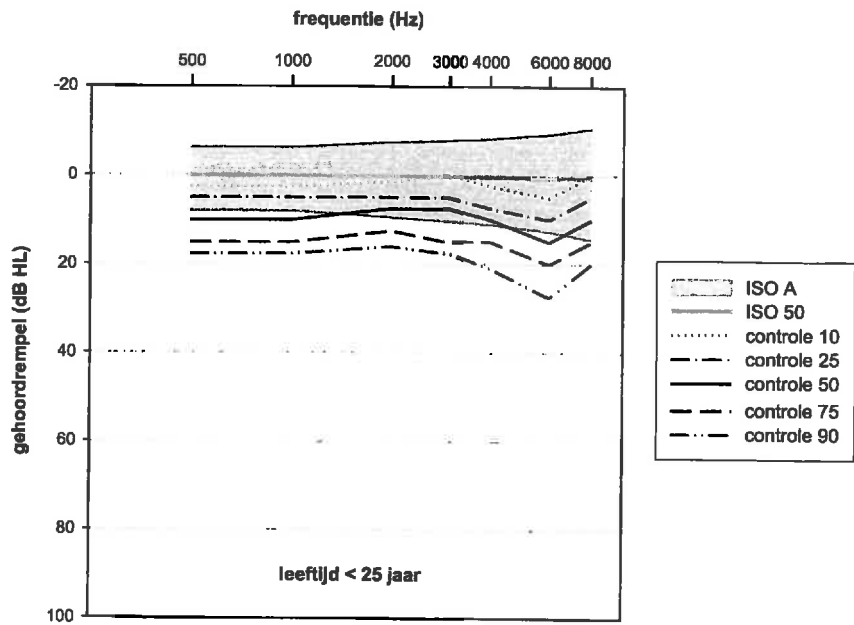
Bijlage I. Overzicht van verschillende expositieschattingen.

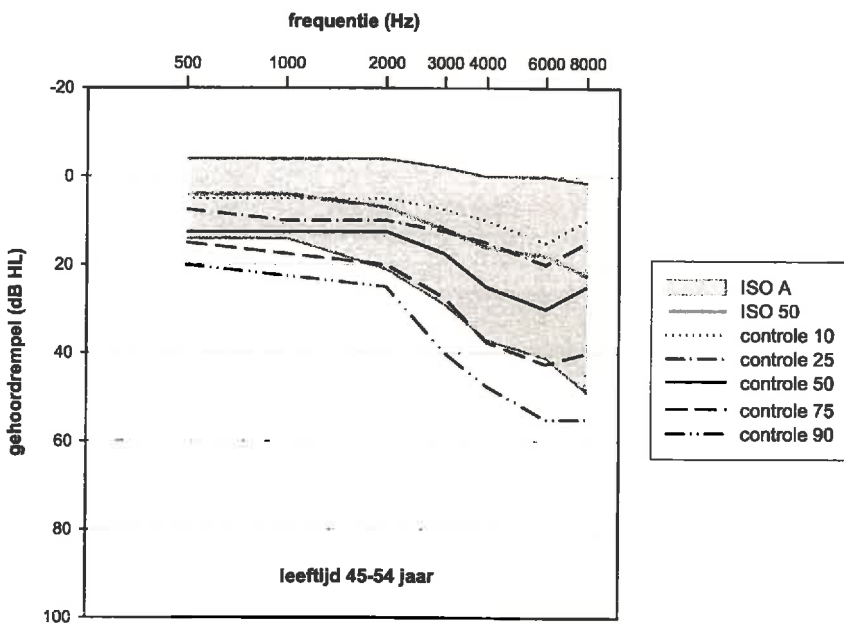
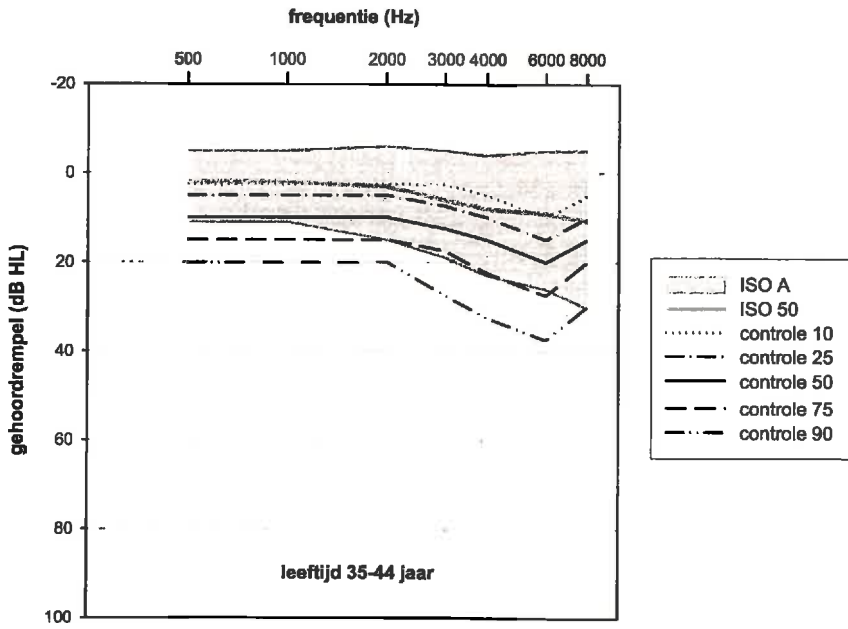
functieomschrijving	Tabel Arbouw	Berekend obv gehoorschade	Dosimetrie metingen	personen in database
administratief medewerker	<80	<75	-	1726
asfaltwerker/asfaltwegenbouwer	92	92	-	69
baggeraar	-	-	-	2
betonboorder/-zager	91	91	-	226
betonmortelcentralewerker	91	91	-	10
betonreparateur	91	91	-	79
betonstaalvechter/ijzervechter	89	89	-	243
betonstorter/gietbouwer	91	91	-	8
Beton-/bekistingtimmerman	92	92	-	116
blokkensteller afbouw	94-110	-	-	58
blokkensteller ruwbouw	94-110	-	-	57
bronbemaler	92	92	-	57
chauffeur	91	91	-	290
cultuurtechnisch medewerker	-	-	-	3
dakdekker - bitumen	89	89	-	0
dakdekker - leisteen	85-102	89	-	5
dakdekker - pannen	85-102	89	-	89
dakdekker - riet	85-102	89	-	23
directeur/zelfstandige	89	89	-	459
elektricien	80-90	88	-	45
gevelisoleerder	95	95	-	25
gevelmonteur	-	-	-	3
glaszetter	86-98	-	-	35
grondwerker	91	91	-	526
heier	96	96	86,1(67-103)	147
kabel- en buizenlegger	91	91	-	207
kantinepersoneel	<80	-	-	100
kassenbouwer	86-98	-	-	1
kitter/purder	80-90	-	-	55
koppensneller	95-108	-	-	1
kozijnmonteur	-	-	-	78
loodgieter	91	91	-	51
maatvoerder	-	-	-	33
machinaal houtbewerker	93	93	91,3 (87-95)	283
machinist - gww	92	91	88,4 (81-99)	588
machinist - mobiele kraan	92	92	-	327
machinist - torenkraan	91	92	-	45
magazijn-/winkelpersoneel	<80	87	-	93
metaalbewerker/lasser	96	96	-	61
metselaar (renovatie/onderhoud)	91	91	-	24
metselaar	91	91	-	2434

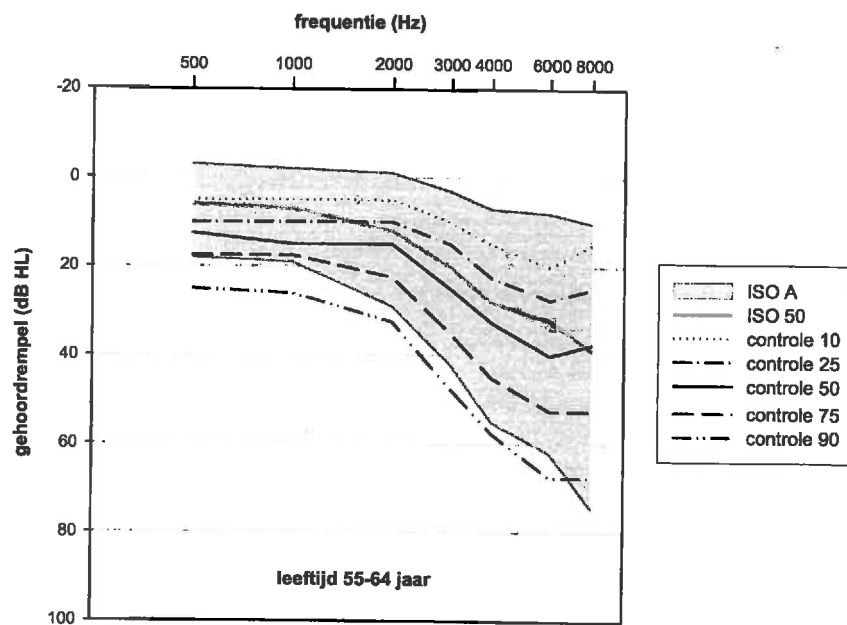
functieomschrijving	TabArbouw	Gehoorschade	Dosimetrie	Aantal
modellenmaker prefab beton	86-90	-	-	15
monteur CV	80-90	-	-	3
monteur machine onderhoud	90-95	92	-	217
natuursteenbewerker	97	97	-	85
opperman bouw	91	-	-	651
opperman metselaar	80-90	-	-	69
opperman straatmaker	90	-	-	131
ovenbouwer	91	91	-	8
plafondmonteur/ afbouw	90-95	-	-	194
rijswerker	-	-	-	4
rioleerder/rioolbuizenlegger	80-90	-	-	9
rioolreparateur	80-90	-	-	0
schilder - constructie	89	89	-	38
schilder - nieuwbouw	88	88	-	66
schilder - onderhoud	88	88	-	2151
schilder - spuitser	90-95	-	-	39
sondeerder	85-95	92	-	3
spoorlegger	80-112	-	-	1
sloper	89	89	95,9(81-109)	141
spanmonteur	-	-	-	15
stafpersoneel/leidinggevende	<80	85	-	2089
steenzetter/dijkwerker	80-90	91	-	13
steigerbouwer	80-90	-	-	103
stelleur	91	91	-	42
straatmaker	91	91	-	513
stukadoor – mechanisch	90-95	90	-	107
stukadoor – traditioneel	90	90	-	416
tegelwerker (wand- en vloertegels)	90	90	-	351
terrazzowerker/granito vloeren	90-95	-	-	13
timmerman (nieuwbouw)	91	91	-	334
timmerman (onderhoud, renovatie)	91	91	-	9708
timmerman/metselaar	91	90	-	344
uitvoerder b&u	88	88	-	1767
uitvoerder gww	88	88	-	34
uitzetter/landmeter	-	-	-	22
vakman GWW	-	-	-	357
voeger	88	88	-	141
vloerenlegger (anhydriet)	80-90	-	-	60
vloerenlegger (epoxy, kunststof)	80-90	-	-	8
vloerenlegger (zandcement)	80-90	-	-	19
wegmarkeerder	92	-	82,5 (78-90)	48
werfbaas	-	-	-	3

Tabel A. Overzicht van de verschillende schattingen van het expositieniveau per functie

Bijlage II. Verschil tussen interne controlegroep en ISO standaard, database A, per leeftijdscategorie

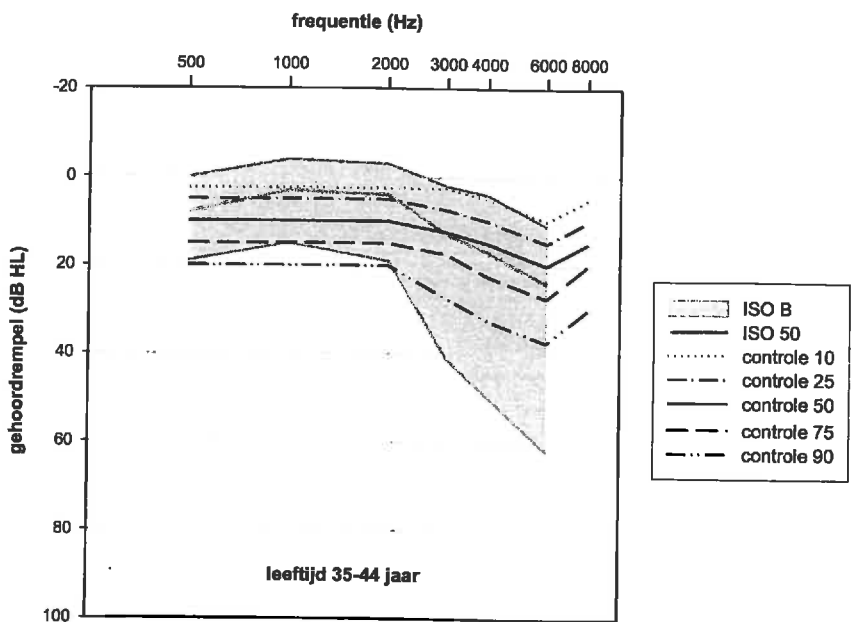
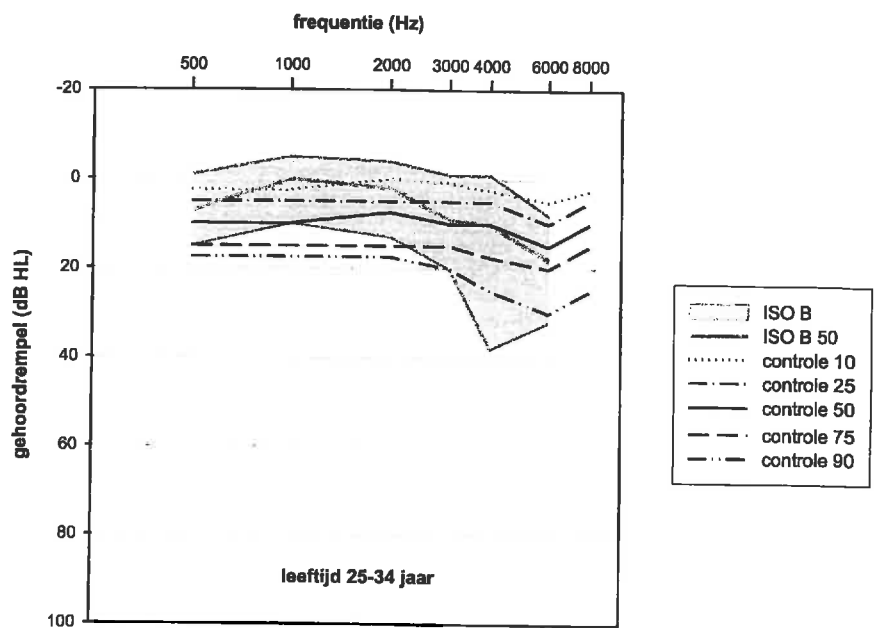


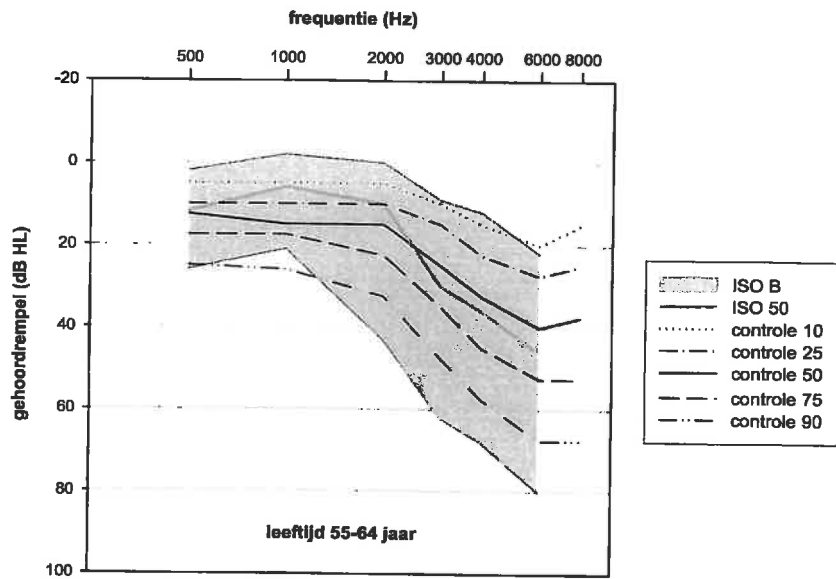
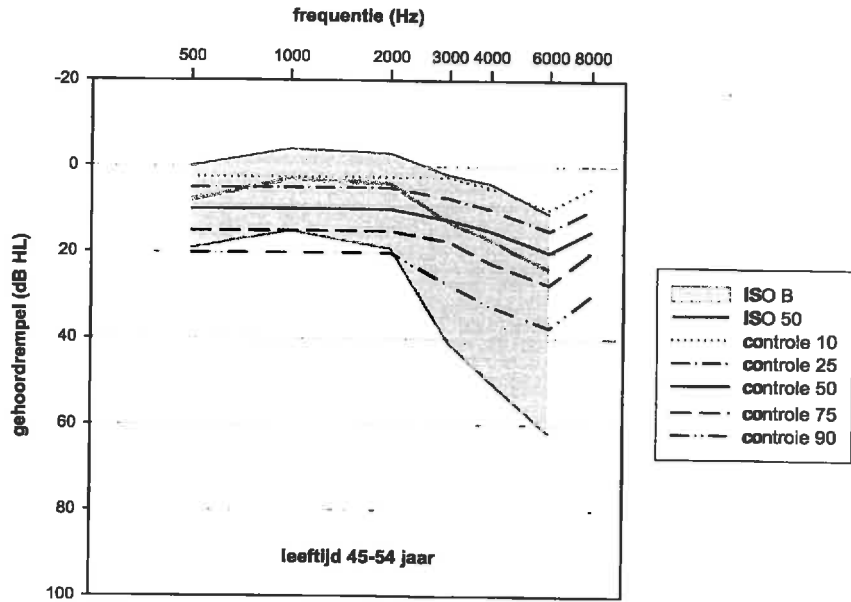




Figuur A: Groepsaudiogrammen van de interne controlegroep, verdeeld in 5 leeftijdscategorieën. De percentielwaarden zijn naast de bijbehorende percentielwaarden van ISO annex A gelegd. De ISO spreiding is weergegeven door middel van de grijze band.

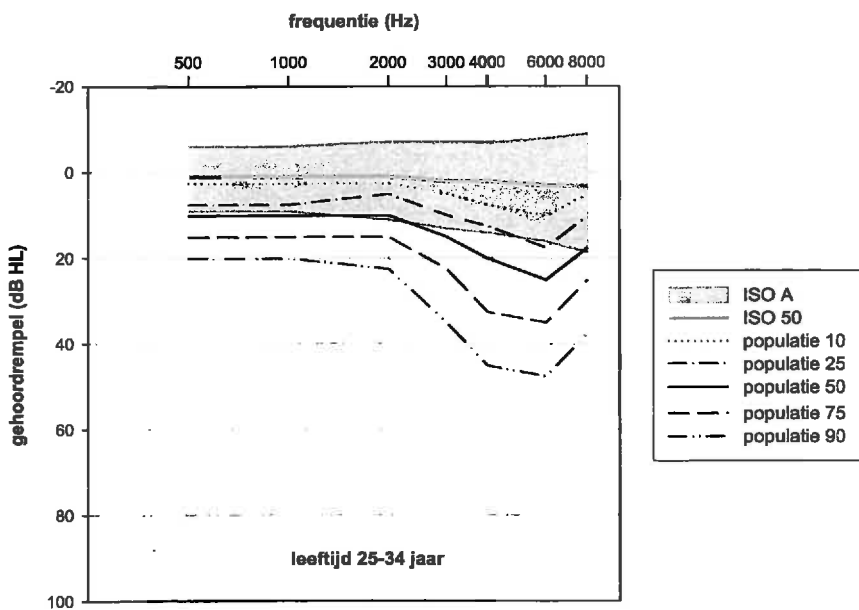
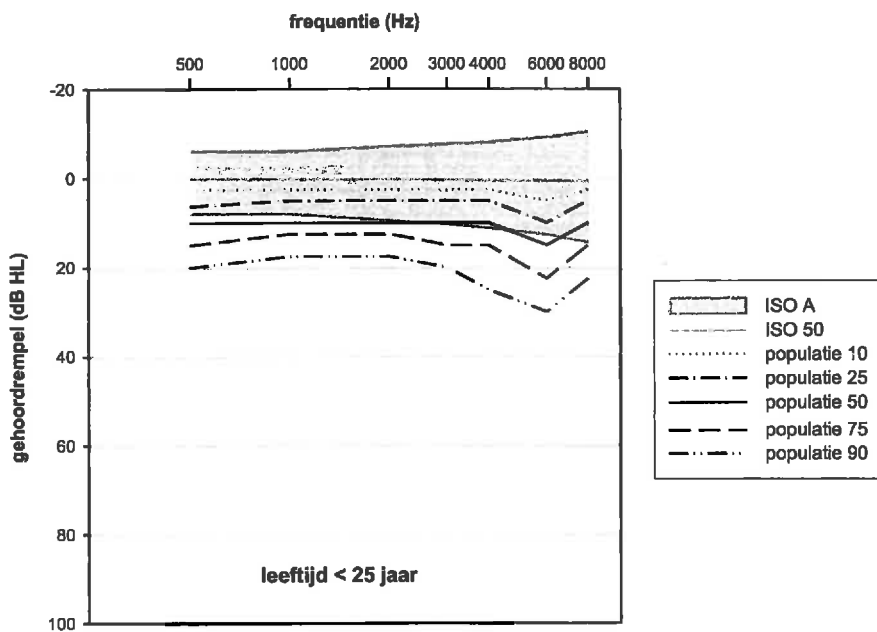
Bijlage III. Verschil tussen interne controlegroep en ISO standaard, database B, per leeftijdscategorie

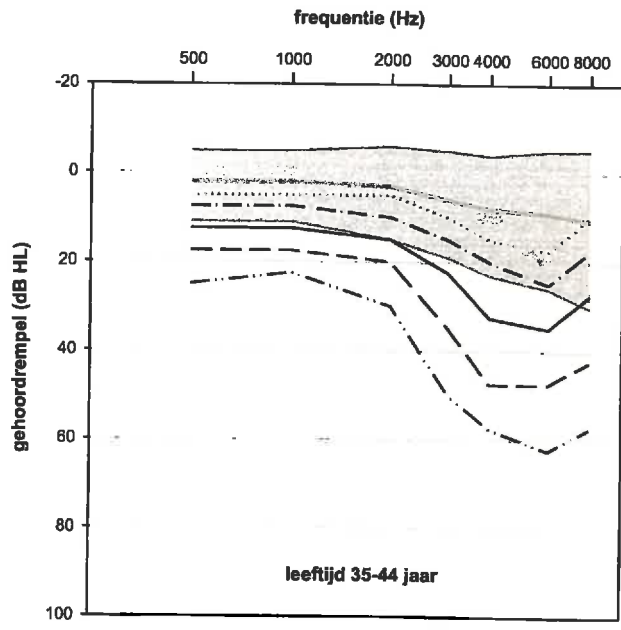




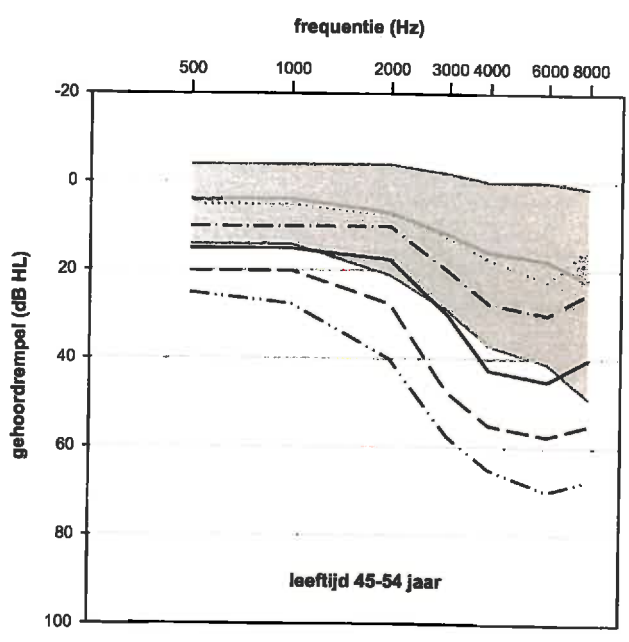
Figuur B. Groepsaudiogrammen van de interne controlegroep, verdeeld in leeftijdscategorieën van 10 jaar. De percentielwaarden zijn naast de bijbehorende percentielwaarden van ISO annex B gelegd, weergegeven door middel van de grijze band. Voor de personen jonger dan 25 jaar zijn geen ISO referentiewaarden beschikbaar.

Bijlage IV. Verschil tussen belaste populatie en ISO standaard, database A, per leeftijdscategorie

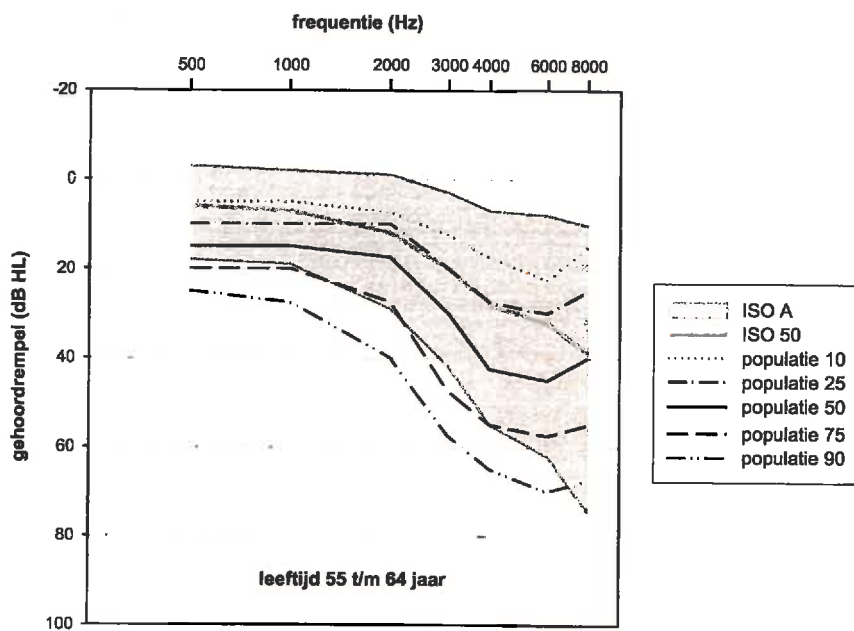




- ISO A
- ISO 50
- populatie 10
- populatie 25
- populatie 50
- populatie 75
- populatie 90

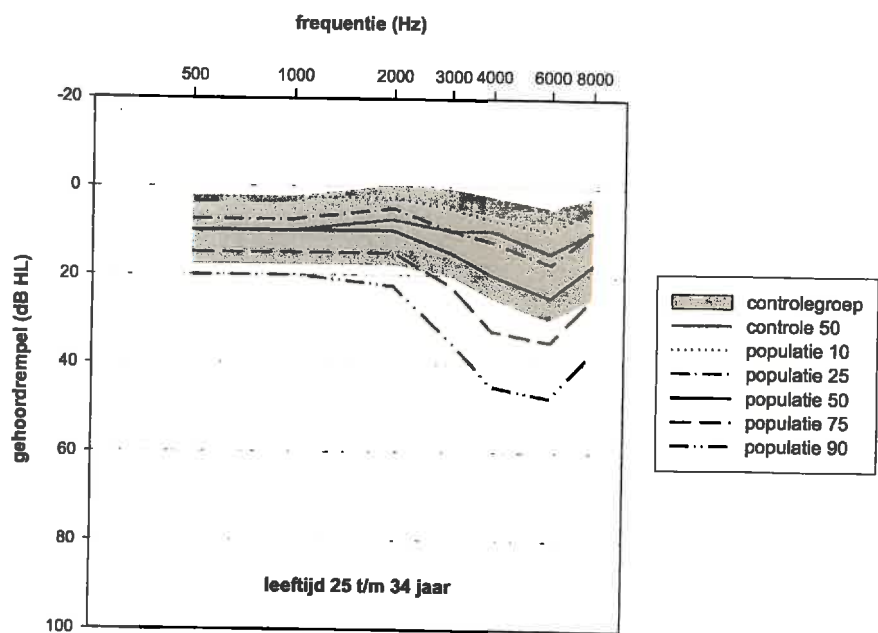
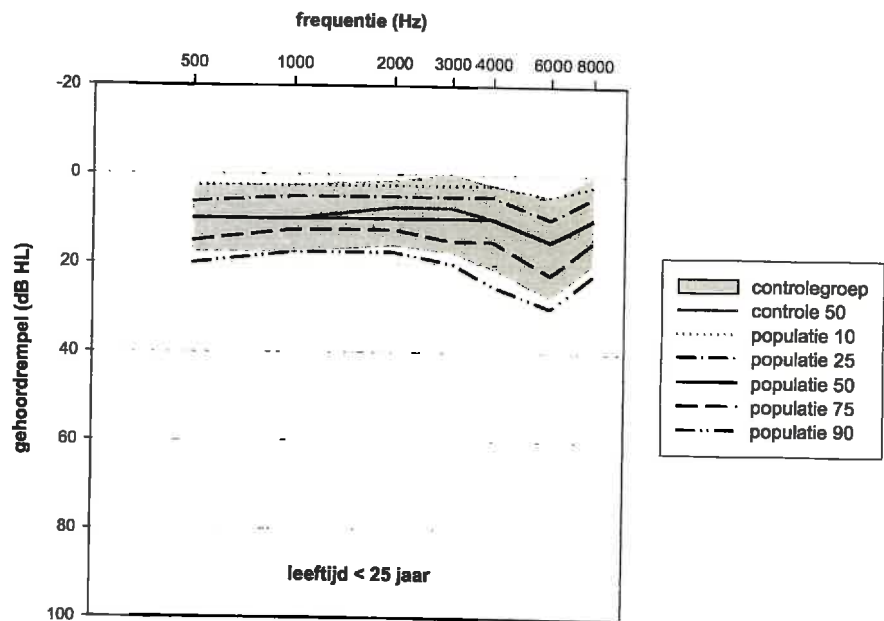


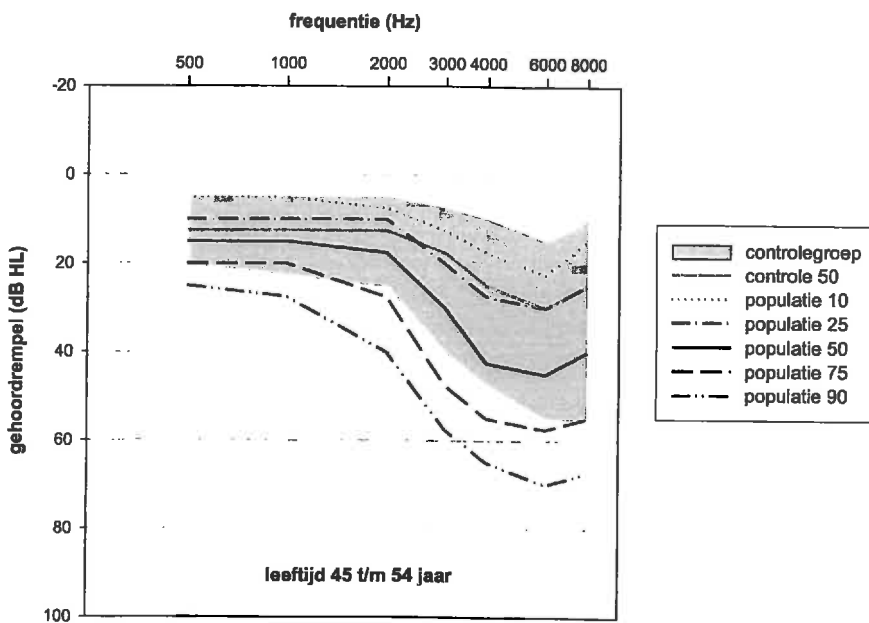
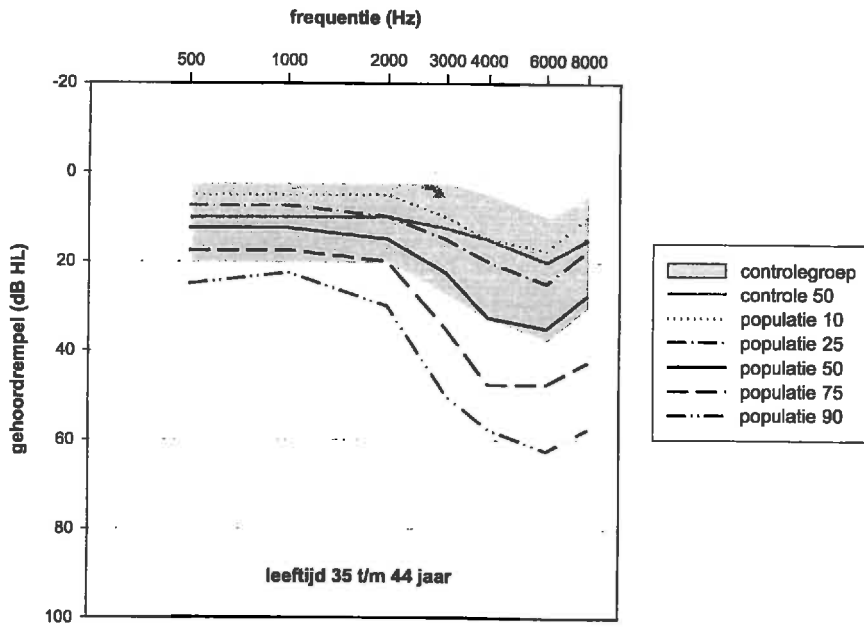
- ISO A
- ISO 50
- populatie 10
- populatie 25
- populatie 50
- populatie 75
- populatie 90

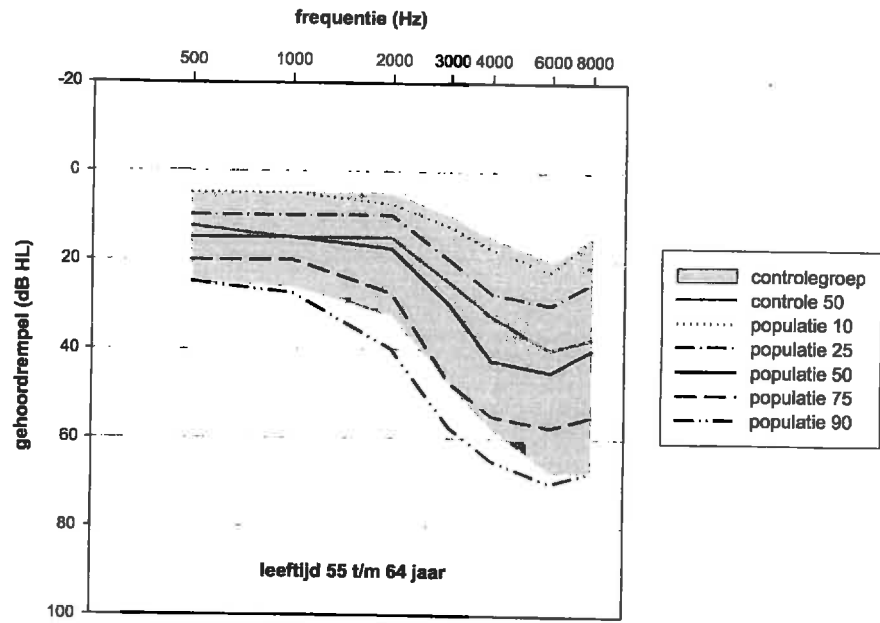


Figuur C: Gehoordrempels weergegeven als percentielwaarden per frequentie voor de externe referentiegroep en de lawaai belaste groep, ingedeeld naar leeftijdscategorie. De grijze banden geven de spreiding van de waarden van de ISO populatie weer, met de overige percentielen als grijze lijnen. De zwarte lijnen zijn de percentielwaarden van de belaste groep.

Bijlage V. Verschil tussen belaste populatie en interne controlegroep, per leeftijdscategorie

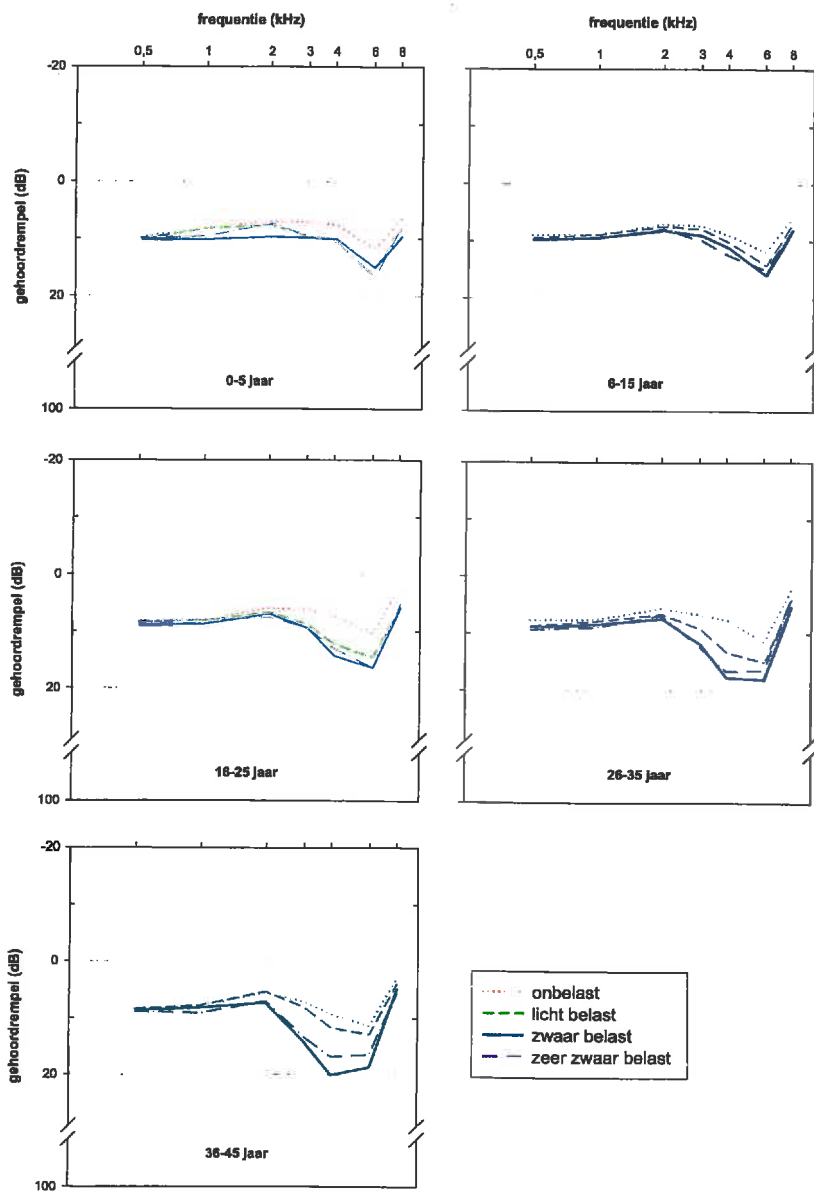






Figuur D: Gehoordrempels weergegeven als percentielwaarden per frequentie voor de interne controlegroep en de lawaai belaste groep, ingedeeld naar leeftijdscategorie. De grijze banden geven de spreiding van de waarden van de controlegroep weer, met de overige percentielen als grijze lijnen. De zwarte lijnen zijn de percentielwaarden van de belaste groep.

Bijlage VI. Interactie tussen expositiegroep en expositieduur. Het verschil tussen de expositiegroepen weergegeven voor de vijf categorieën van expositieduur.



Figuur E. Mediane leeftijdsgecorrigeerde gehoordrempels weergegeven per categorie van expositieduur, uitgesplitst naar expositiegroep.

Arbouw

Postbus 213
3840 AE Harderwijk

T 0341 46 62 00
F 0341 46 62 11
info@arbouw.nl
www.arbouw.nl

Voor vragen over arbeidsomstandigheden:
infolijn 0341 46 62 22

Bestelcode: 10-116
ISBN: 9789077284975