

GEHOORBESCHERMING VOOR PERSONEN MET EEN HOORTOESTEL

Promotor: mevrouw Bruggeman A.
mevrouw Schreel L.

Academiejaar: 2019-2020

Bachelorproef voorgedragen door:
Lotte VAN GELDORP
tot het bekomen van de graad van Bachelor in de
logopedie en de audiologie afstudeerrichting
audiologie

GEHOORBESCHERMING VOOR PERSONEN MET EEN HOORTOESTEL

Promotor: mevrouw Bruggeman A.
mevrouw Schreel L.

Academiejaar: 2019-2020

Bachelorproef voorgedragen door:
Lotte VAN GELDORP
tot het bekomen van de graad van Bachelor in de
logopedie en de audiologie afstudeerrichting
audiologie

Gehoorbescherming voor personen met een hoortoestel	
Promotiejaar:	2020
Student:	Lotte Van Geldorp
Externe promotor:	Mw. Lies Schreel
Interne promotor	Mw. Anke Bruggeman
Trefwoorden:	Lawaaischade – Gehoorbescherming – Hoortoestellen
Nederlands abstract:	
<p>Personen met een hoortoestel die gehoorbescherming wensen te dragen, botsen op verschillende problemen. Deze bachelorproef zal de problematiek bespreken. Daarnaast zullen de mate waarin een hoortoestel kan functioneren als gehoorbescherming, de beperkingen hiervan en mogelijke oplossingen of alternatieven worden onderzocht.</p> <p>Alle informatie en data voor deze bachelorproef werd verzameld via een literatuurstudie, een case study en via afname van vragenlijsten bij hoorcentra en firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen.</p> <p>Verschillende redenen vormen de basis van de problemen die personen met een hoortoestel ondervinden bij het dragen van gehoorbescherming. Actieve gehoorbescherming, oorkappen of het eigen hoortoestel als gehoorbescherming kunnen mogelijke oplossingen bieden.</p> <p>Uit deze bachelorproef blijkt dat otoplastieken het meest aangeraden worden in het werkveld. Het dragen van oorkappen kan na het uitdoen van de hoortoestellen of in combinatie met de uitgeschakelde hoortoestellen. Tenslotte blijft de mate waarin een hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren afhankelijk van de cliënt en de geluidssituatie.</p>	

Hearing protection devices for people with hearing aids	
Graduation year:	2020
Student:	Lotte Van Geldorp
Extern supervisor:	Ms. Lies Schreel
Intern supervisor:	Ms. Anke Bruggeman
Keywords:	Noise induced hearing loss – Hearing protection devices – Hearing aids
English abstract:	
<p>This dissertation will give an overview of the problems which people with hearing aids, that want to wear HPD (hearing protection devices) experience. Furthermore the extent to which a hearing aid can function as HPD, its limitations and possible solutions will be discussed.</p> <p>All information for this dissertation has been collected through a literature study, a case study and questionnaires distributed among hearing centres and companies of HPD, earmolds and hearing aids. The data shows different reasons that are at the root of the problems that people with hearing aids experience when wearing HPD. Active HPD, earmuffs or the hearing aid used as hearing protection can offer possible solutions.</p> <p>This dissertation shows that costum-molded earplugs are the most recommended option. Earmuffs can be worn without hearing aids or in combination with hearing aids if switched off. Finally, the extent to which a hearing aid can function as HPD remains dependent on the client and the sound level in the noise area.</p>	

Inhoudsopgave

Tabellen.....	8
Figuren	9
Dankwoord.....	10
1 Inleiding.....	11
2 Literatuurstudie.....	11
2.1 Fysiologisch proces lawaaischade	11
2.1.1 Optreden van lawaaischade.....	11
2.1.2 Lawaaischade bij personen met gehoorverlies.....	12
2.2 Gehoorbescherming.....	12
2.2.1.1 Passieve gehoorbescherming.....	13
2.2.1.2 Actieve gehoorbescherming	13
2.2.2 Selectie gehoorbescherming.....	14
2.2.2.1 Communication	15
2.2.2.2 Comfort	15
2.2.2.3 Convenience.....	15
2.2.2.4 Cost.....	15
2.2.2.5 Climate	15
2.3 Hoe beschermt een hoortoestel tegen lawaaischade?	16
2.3.1 Peak clipping en compressiesystemen.....	16
2.3.2 Active Noise Reduction	16
2.3.3 Maximum Power Output	16
2.3.4 Oorstukken.....	16
2.4 Gehoorbescherming in combinatie met hoortoestellen	17
2.4.1 Toepassing van de 5 C's van Stephenson.....	17
2.4.2 Actieve gehoorbescherming en hoortoestellen.....	18
2.4.3 Het hoortoestel als gehoorbescherming	19
2.5 Onderzoeksvragen	19
3 Methodologie.....	20
3.1 Dataverzameling	20
3.1.1 Literatuurstudie.....	20
3.1.2 Case study	20
3.1.2.1 Testpersoon.....	20
3.1.2.2 Interview	20
3.1.2.3 Dosimetrie.....	21
3.1.2.4 Audiologische testen.....	21

3.1.3	Vragenlijsten	23
3.1.3.1	Vragenlijst firma's	23
3.1.3.2	Vragenlijst hoorcentra.....	23
3.2	Inclusie- en exclusiecriteria	24
3.3	Data-analyse.....	24
4	Case study	25
4.1	Omschrijving.....	25
4.1.1	Instellingen hoortoestellen	25
4.1.2	Situatieschets	25
4.2	Meetresultaten	25
4.2.1	Dosimetrie.....	25
4.2.2	Toonaudiometrie.....	27
4.2.2.1	Toonaudiometrie onder koptelefoon	27
4.2.2.2	Toonaudiometrie in vrij veld	28
4.2.3	REM-metingen	29
4.2.3.1	Real Ear Unaided Gain.....	29
4.2.3.2	Real Ear Occluded Response	30
4.2.3.3	Real Ear Insertion Gain.....	31
4.3	Bevindingen vanuit interview en meetresultaten	32
4.3.1	Verschillende geluidssituaties	32
4.3.2	Gehoorbescherming a.d.h.v. hoortoestellen	32
4.3.3	Persoonlijke beleving	33
5	Resultaten vragenlijsten.....	34
5.1	Firma's gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen.....	34
5.1.1	Steekproef	34
5.1.2	Demping van het oorstuk.....	34
5.1.3	Bescherming hoortoestel tegen lawaaischade	35
5.1.4	Vershil in demping tussen CIC, ITC en ITE-toestel	36
5.1.5	Vershil in demping tussen BTE-toestel met oorstuk zonder venting en RIC-toestel met mold zonder venting.....	36
5.1.6	Gelijkenissen en verschillen tussen hoortoestellen en actieve gehoorbescherming	36
5.1.7	Geschikte oplossing(en) om personen met een hoortoestel te voorzien van voldoende gehoorbescherming	36
5.2	Hoorcentra	37
5.2.1	Steekproef	37
5.2.2	Problemen van cliënten bij beschermen gehoor	38
5.2.3	Soorten gehoorbescherming die de hoorcentra aanraden bij personen met een hoortoestel.....	39

5.2.4	Het hoortoestel als gehoorbescherming	40
5.2.5	Invloeden op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren.....	41
5.2.6	Bescherming door een hoortoestel tegen lawaaischade.....	42
6	Discussie.....	45
6.1	Welke problemen ondervinden personen met een hoortoestel bij het dragen van gehoorbescherming en de combinatie met hoortoestellen?	45
6.2	In welke mate kan een hoortoestel functioneren als gehoorbescherming en wat zijn de beperkingen hiervan?	45
6.3	Wat zijn mogelijke oplossingen of alternatieven voor personen met een hoortoestel zodat ook zij hun gehoor op een geschikte manier kunnen beschermen?	46
6.4	Beperkingen binnen dit onderzoek.....	47
7	Conclusie	48
8	Literatuurlijst.....	49
9	Bijlagenlijst	51
	Bijlage A: Informatiebrief informed consent	51
	Bijlage B: Kalibratiecertificaat dosimeter.....	52
	Bijlage C: Kalibratiecertificaat kalibrator.....	54
	Bijlage D: Kalibratie en manuele logging dosimetrie	56
	Bijlage E: Toonaudiometrie onder koptelefoon 24/06/2019.....	58
	Bijlage F: Parameters REM-metingen	58
	Bijlage G: Programma hoortoestellen: All Around.....	59
	Bijlage H: Programma hoortoestellen: REM-Test	59
	Bijlage I: Interview case study	60
	Bijlage J: Vragenlijst firma's.....	62
	Bijlage K: Vragenlijst hoorcentra.....	66

Tabellen

Tabel 1: Gebruikte apparatuur dosimetrie

Tabel 2: Gebruikte apparatuur toonaudiometrie en REM-metingen

Tabel 3: Toelichting meetparameters dosimetrie

Tabel 4: Belangrijkste geluidssituaties vanuit manuele logging

Tabel 5: Veilige verblijfsduur per handeling

Tabel 6: Bespreking lage, midden en hoge frequenties

Tabel 7: Invloed van de gemiddelde demping occluded en de veilige verblijfsduur met demping

Tabel 8: Gelijkenissen en verschillen tussen hoortoestellen en actieve gehoorbescherming

Tabel 9: Problemen die cliënten met een hoortoestel aankaarten wanneer ze hun gehoor willen beschermen

Tabel 10: Soorten gehoorbescherming die de hoorcentra aanraden bij personen met een hoortoestel

Tabel 11: Invloed door de aard en graad van het gehoorverlies op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren

Tabel 12: Redenen hoortoestel dat de beste gehoorbescherming biedt

Figuren

Figuur 1: Damping van zes soorten oorstukken (Berger, 1987)

Figuur 2: Numerieke waarden dosimetrie

Figuur 3: Toonaudiometrie onder koptelefoon

Figuur 4: Toonaudiometrie in vrij veld

Figuur 5: Real Ear Unaided Gain (REUG)

Figuur 6: Real Ear Occluded Response (REOR)

Figuur 7: Real Ear Insertion Gain (REIG)

Figuur 8: Features in het hoortoestel

Figuur 9: Merken hoortoestellen

Figuur 10: Productie oorstukken en gehoorbescherming

Figuur 11: Stappen die de hoorcentra ondernemen om het hoortoestel als gehoorbescherming te laten functioneren

Figuur 12: Bescherming van een hoortoestel met gesloten oorstuk zonder venting

Figuur 13: Bescherming van een hoortoestel met open dome

Figuur 14: Hoortoestel dat de beste gehoorbescherming biedt

Dankwoord

Eerst en vooral wil ik zowel mijn interne promotor van de Arteveldehogeschool A. Bruggeman en mijn externe promotor L. Schreel bedanken voor de ondersteuning, begeleiding, feedback en advies gedurende het hele proces.

Daarnaast bedank ik de persoon uit mijn case study voor de fijne en goede medewerking tijdens afname van de verschillende testen, de geluidsmetingen en het interview.

Ook bedank ik alle hoorcentra en firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen die bereid waren om de vragenlijsten in te vullen en op deze manier mee te werken aan dit onderzoek.

Tot slot wil ik mijn familie en vrienden bedanken voor de steun gedurende het voorbije jaar en het nalezen van deze bachelorproef.

Lotte Van Geldorp

"Ondergetekende(n) draagt (dragen) de uiteindelijke verantwoordelijkheid voor deze bachelorproef en staat (staan) toe dat zijn (haar, hun) werk in de mediatheek van de hogeschool wordt opgeslagen, geraadpleegd, gefotokopieerd en digitaal ter beschikking wordt gesteld".

Wuustwezel, mei 2020

1 Inleiding

Iedereen zou het gehoor moeten beschermen in een omgeving met schadelijke geluidsniveaus. Dit geldt ook voor personen met een gehoorverlies die al dan niet gebruik maken van hoortoestellen. Voor personen met een hoortoestel is het moeilijk om gepaste gehoorbescherming te dragen. Enerzijds krijgen ze te maken met verschillende problemen waardoor een combinatie van hoortoestellen en gehoorbescherming vaak niet praktisch is. Gehoorbescherming kan vaak enkel geplaatst worden bij het uitdoen van de hoortoestellen. Oorkappen kunnen hier een oplossing bieden, maar zijn esthetisch niet de meest geschikte optie in bepaalde situaties. Verder is het communicatieprobleem dat ontstaat bij het dragen van gehoorbescherming een belangrijk nadeel voor personen met een hoortoestel. Anderzijds is er nog niet voldoende duidelijkheid over de bescherming die een hoortoestel kan bieden in deze situaties.

Personen met een hoortoestel die gehoorbescherming wensen te dragen botsen hier dus op verschillende problemen. De bachelorproef 'gehoorbescherming voor personen met een hoortoestel' zal deze problematiek in kaart brengen. Daarnaast zullen ook de mate waarin een hoortoestel kan functioneren als gehoorbescherming, de beperkingen hiervan en mogelijke oplossingen of alternatieven worden bevraagd en onderzocht.

2 Literatuurstudie

2.1 Fysiologisch proces lawaaischade

Een lawaaitrauma zorgt voor schade binnen het fysiologisch proces van het gehoor. Dit geldt ook voor personen met een bestaand gehoorverlies waarbij een lawaaitrauma voor bijkomende schade kan zorgen.

2.1.1 Optreden van lawaaischade

Lawaaischade of Noise-Induced Hearing Loss (NIHL) kan kort gedefinieerd worden als de beschadiging van het gehoororgaan door lawaai. Het gaat hier meestal om beschadiging van het binnenoor, maar een lawaaitrauma met beschadiging van het trommelvlies of de beentjesketen is ook mogelijk. Deze gevolgen behoren dan weer tot beschadiging van het middenoor. Er zijn twee soorten lawaaitrauma, namelijk het acuut lawaaitrauma en lawaaischade door langdurige lawaai-blootstelling. Dit laatste bestaat uit twee fasen en kunnen we dus nog eens verder opsplitsen in de tijdelijke drempelverschuiving of Noise induced temporary threshold shift (NITTS) en de permanente drempelverschuiving of Noise induced permanent threshold shift (NIPTS). (Clinckspoor & Messely, 2017-2018; Geukens, z.j.)

Overmatige of te intense blootstelling aan lawaai heeft een beschadiging van de haarcellen tot gevolg. Het zijn vaak de tinnitus, oorpijn en/of het drukgevoel die het eerst opvallen bij lawaaischade. Meestal gaat lawaaischade ook gepaard met een uni- of bilateraal hoogfrequent perceptief gehoorverlies en een dipvorming rond de 3000 Hz, 4000 Hz of 6000 Hz met meestal gehoorherstel op 8000 Hz. Dit is net een belangrijk deel van het spraakgebied. De dip zal breder worden indien de schade aan het gehoor toeneemt. Bij sommige mensen met een lawaaitrauma verschuift ook hun gevoeligheidsdrempel, waardoor ze "overgevoelig" worden voor bepaalde geluiden. Dit wordt hyperacusis genoemd. (De Oorgroep, z.j.; De Vries et al, 2013; Le et al, 2017)

Bij een acuut lawaaitrauma wordt men blootgesteld aan impulsieve luide geluiden, zoals een gewerschot, een explosie of vuurwerk. (De Vries et al, 2013)

Een acuut lawaaitrauma kan een gehoorverlies tot gevolg hebben. Vaak is er dan sprake van een onmiddellijk en permanent perceptieverlies of gemengd verlies waarbij recruitment en asymmetrie mogelijk is. (Messely & Rijckaert, 2018-2019)

Bij de twee verschillende soorten lawaaischade door langdurige lawaai-blootstelling zijn er overeenkomstige, maar ook verschillende symptomen. Dit is te verklaren doordat ze elkaar vaak opvolgen. De eerste fase is vaak de NITTS waaruit de NIPTS kan voortvloeien. (Messely & Rijckaert, 2018-2019)

Bij NITTS is er een tijdelijke en gedeeltelijke vernietiging van de cilia van de haarcellen. Het ontstaan van de klachten gebeurt vrijwel direct. Vaak start het met tinnitus en een licht gehoorverlies. Meestal verdwijnen deze symptomen kort na de blootstelling, doorgaans is dit tussen de 2 minuten tot maximaal 72 uur. (Clinckspoor & Messely, 2017-2018; Eggermont; 2017; Hall, 2000)

Het gehoorverlies en de oorsuizen kunnen permanent worden indien men herhaaldelijk en/of langdurige blootstellingen aan lawaai blijft aanhouden. Er is hier sprake van een cumulatief effect over de jaren. Op deze manier ontstaat de permanente en onomkeerbare drempelverschuiving of NIPTS. Op dat moment zijn er meerdere haarcellen onherstelbaar vernietigd. De beschadiging is dus chronisch en zal zich niet meer herstellen. (Clinckspoor & Messely, 2017-2018; Messely & Rijckaert, 2018-2019)

Zowel NITTS als NIPTS veroorzaken een gehoorverlies, waarbij enkel cochleaire schade ontstaat. Lawaaislechthorendheid door langdurige lawaai-blootstelling gaat vaak ook gepaard met recruitment. (Messely & Rijckaert, 2018-2019)

2.1.2 Lawaaischade bij personen met gehoorverlies

Zoals reeds vermeld is een dip op 4000 Hz, met spreiding tot de naburige frequenties 3000 Hz en 6000 Hz met enig gehoorherstel op 8000 Hz typisch voor gehoorverlies door lawaaischade. Het feit dat frequenties rond de 4000 Hz het meest worden aangetast door lawaai is te wijten aan de resonantiefrequentie van het buitenoor evenals de mechanische eigenschappen van het middenoor. De hoge frequenties kunnen ook worden aangetast door andere pathologieën dan lawaaischade, waardoor het soms moeilijk is om lawaaischade te onderscheiden van een andere pathologie. Al dan niet chronische blootstelling aan lawaai kan ook leiden tot gehoorverlies op 8000 Hz en bij verdere blootstelling kunnen uiteindelijk ook de midden en lage frequenties worden aangetast. Hierdoor wordt niet altijd aan gehoorverlies door lawaaischade gedacht. (De vries et al, 2013; Le et al, 2017)

Vaak zijn mensen pas geneigd hun gehoor te beschermen vanaf het moment dat ze symptomen van lawaaischade ervaren, zoals tinnitus of een gehoordaling. Het omgekeerde is echter ook mogelijk. Sommige mensen die een gehoorverlies hebben, denken dat ze hun gehoor niet meer hoeven te beschermen, omdat ze toch al schade hebben. Uit onderzoek (Van Doorslaer & Hoppenbrouwers, 2011; World Health Organization, 2015) blijkt het tegenovergestelde. Mensen met een bestaand perceptief gehoorverlies zijn vaak gevoeliger voor lawaai/lawaaischade dan mensen zonder gehoorverlies. Hierdoor dienen ze zich net wel goed te beschermen tegen lawaai.

2.2 Gehoorbescherming

2.2.1 Soorten gehoorbescherming

Personen met een hoortoestel ondervinden vaak problemen met het dragen van gehoorbescherming. Voor hen is een combinatie van gehoorbescherming en hoortoestellen niet steeds vanzelfsprekend. De verschillende soorten gehoorbescherming worden hier kort besproken.

2.2.1.1 *Passieve gehoorbescherming*

Mousse oordoppen

Mousse oordoppen worden gemaakt uit schuim, mousse of watten en nemen de vorm aan van de gehoorgang. De oordoppen zorgen voor een demping van 20 - 30 dB in de lage frequenties en tot maximum 40 dB in de hoge frequenties bij een goede plaatsing in de gehoorgang. Dit komt door het occlusie-effect en het verdwijnen van de natuurlijke resonantiefrequentie van de gehoorgang.

Deze gehoorbescherming zorgt bij een correcte plaatsing voor een goede veiligheid, maar door het bijkomende drukgevoel en de oneven dempingskarakteristieken vaak voor een discomfort bij langdurig gebruik. (Patel, 2008; De Witte & Locquet, 2016-2017)

Herbruikbare lamellen oordoppen

Herbruikbare oordoppen worden gemaakt uit plastic. Deze gehoorbescherming biedt een demping van 10 – 20 dB mits de gehoorbescherming correct geplaatst wordt en geen lek ontstaat. Het is verkrijgbaar met of zonder filter.

Bij de herbruikbare oordoppen met filter kan een venting worden toegevoegd. Hierdoor wordt het occlusie-effect voorkomen. De filter in de gehoorbescherming met afgestemde klankholte en akoestische weerstand zorgt ervoor dat de open-oor respons nagebootst wordt en er relatief vlakke dempingskarakteristieken ontstaan. (Patel, 2008; De Witte & Locquet, 2016-2017)

Otoplastieken/oordoppen op maat

Otoplastieken of op maat gemaakte oordoppen worden gemaakt uit verschillende materialen zoals silicone, acrylaat, nylon, enz. Het gekozen materiaal geeft voornamelijk verschillen naar frequentiekarakteristiek en comfort. (Messely & Rijckaert, 2018-2019)

Oordoppen op maat bevatten steeds een filter. Deze filters kunnen een verschillende demping bieden. Zo variëren de dempingswaarden van 9 dB, 15 dB, 20 dB tot 25 dB. De filter wordt gekozen naargelang waarvoor de oordoppen gebruikt zullen worden. Er bestaan ook oordoppen op maat waarin een regelbare filter gebruikt wordt. Deze wordt vast ingesteld. (Patel, 2008; De Witte & Locquet, 2016-2017)

Oorkappen

De laatste groep zijn de oorkappen. Bij deze soort gehoorbescherming zitten de oren volledig ingesloten onder de kussentjes van de kappen. Berger (2003) geeft in 'The Noise Manual' aan dat de demping afhankelijk is van verschillende parameters. De voornaamste parameters die de demping beïnvloeden zijn het volume en de massa van de oorkap, de kracht van de hoofdband, de grootte van de opening van het kussen en het materiaal waaruit de bescherming is gemaakt.

(Messely & Rijckaert, 2018-2019)

2.2.1.2 *Actieve gehoorbescherming*

Actieve gehoorbescherming wordt gekozen vanuit de beperking die passieve gehoorbescherming met zich meebrengt, namelijk verminderde communicatie. (Maryssael, 2014-2015)

Actieve gehoorbescherming beschermt actief het gehoor door zich continu aan te passen aan de omgevingsgeluiden door middel van de elektronische onderdelen die het bevat. Daarnaast blijft de demping die ook voorkomt bij de passieve gehoorbescherming behouden. Op deze manier wordt zowel het gehoor beschermd als de omgevingssituatie in rekening gebracht. Zo blijft communicatie mogelijk en kunnen belangrijke signalen nog gehoord worden terwijl te luide geluidsniveaus naar een veilig geluidsniveau worden gebracht. Stille geluiden kunnen eveneens versterkt worden tot een geluidsniveau van maximum 82 dBA. (Maryssael, 2014-2015; Messely & Rijckaert, 2018-2019)

Bij actieve gehoorbescherming wordt het omgevingsgeluid opgevangen via microfoons. Het voorziet dus enerzijds een passieve demping door het afsluiten van de gehoorgang en anderzijds een actieve demping door middel van Active Noise Reduction (ANR), compressiesystemen en/of peak clipping (PC). Hierdoor kan indien nodig het omgevingsgeluid niet enkel gedempt worden, maar ook versterkt. Deze soort gehoorbescherming is zowel verkrijgbaar in de vorm van oorkappen als oordoppen. (Maryssael, 2014-2015)

Active Noise Reduction

Active Noise Reduction (ANR) zorgt voor geluidsdemping in de lage frequenties. ANR kan zorgen voor een extra demping van 20-30 dB voor frequenties lager dan \pm 500-1000 Hz. (Steneeken & Verhave, 2004)

Actieve ruisonderdrukking is gebaseerd op de toevoeging van een secundair geluidssignaal aan een primair geluidssignaal. Er wordt hiervoor een antigeluid toegepast. Hierbij wordt er vertrokken van een stoorgeluid dat opgevangen wordt door de microfoon. Dit geluid moet gedempt worden door een identiek geluid terug te zenden door een luidspreker in tegenfase. Als de golfvorm van de twee signalen identiek is maar in tegenfase, zal het resulterende geluid gedempt worden. (Maryssael, 2014-2015; Steneeken & Verhave, 2004)

Peak clipping

Bij peak clipping wordt een saturatieniveau vastgelegd dat zich meestal rond de 82 dBA bevindt. Wanneer de signalen aan de ingang zo hoog zijn dat het saturatieniveau bereikt wordt, dan krijgen deze signalen geen versterking meer. Dit brengt vaak vervorming van het geluid met zich mee. (Ketels, 2018-2019; Maryssael, 2014-2015)

Compressiesystemen

Bij het gebruik van compressiesystemen worden steeds het kniepunt en de compressiefactor vastgelegd. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen twee verschillende soorten compressiesystemen. Naargelang de producent van actieve gehoorbescherming zal er een ander compressiesysteem of systeem dat hiermee te vergelijken is, gebruikt worden. (Maryssael, 2014-2015)

Een eerste soort is AGC-i (Automatic Gain Control Input). Dit compressiesysteem is ingangafhankelijk en zorgt ervoor dat de demping verloopt naargelang het ingangssignaal. Hierbij is er sprake van een kleine compressiefactor en een hoog kniepunt.

Ten tweede kan men ook kiezen voor AGC-o (Automatic Gain Control Output). Bij deze soort versterking is de demping afhankelijk van het uitgangssignaal. Er zal hier gekozen worden voor een grote compressiefactor en hoog kniepunt. (Ketels, 2018-2019; Maryssael, 2014-2015)

2.2.2 Selectie gehoorbescherming

Naast de soort gehoorbescherming is ook de selectie hiervan zeer belangrijk. Bij personen met een hoortoestel vormt dit vaak een probleem aangezien niet elke combinatie vanzelfsprekend is. Stephenson (2009) gaf aan welke zaken belangrijk zijn bij de keuze van gehoorbescherming. Hij heeft deze factoren onderverdeeld in de 5 C's of de criteria voor het dragen van gehoorbescherming. (Messely & Rijckaert, 2018-2019)

2.2.2.1 *Communication*

Het eerste criterium gaat over communication of communicatie. Hier spelen voornamelijk de keuze van de frequentie karakteristiek en de demping een belangrijke rol.

De selectie van de frequentie karakteristiek of de te filteren frequenties zijn afhankelijk van het doel van de gehoorbescherming en lawaai blootstelling. De te filteren frequenties kunnen in kaart worden gebracht via een frequentieanalyse.

Indien enkel het beschermen van het gehoor prioritair is, is er niet noodzakelijk een filter nodig. Men wil hier gewoon het geluidsniveau reduceren tot een veilig niveau. Vanaf het moment waarop communicatie en/of muziekbeleving belangrijk worden, kan er best wel gekozen worden voor een vlakke filter (ER-filter). Wanneer naast het reduceren van het geluidsniveau ook de hoorbaarheid van de omgeving in functie van de veiligheid van belang is, wordt gekozen voor een lagere dempingswaarde en vlakke filter.

Bij de selectie van de demping wordt de keuze van de filter bepaald door de lawaai blootstelling. Hierbij is het belangrijk het geluidsniveau te reduceren naar een veilig niveau, maar ook overprotectie dient voorkomen te worden. (Messely & Rijckaert, 2018-2019; Stephenson, 2009)

2.2.2.2 *Comfort*

Het criterium comfort kan onderverdeeld worden in enerzijds het draagcomfort en anderzijds de duur van de blootstelling.

Het draagcomfort is zeer subjectief en persoonsafhankelijk. De ene persoon zal otoplastieken verkiezen boven herbruikbare lameloordoppen, terwijl iemand anders net het omgekeerde zal aangeven.

De tweede factor is de duur van de blootstelling. Hierbij is de draagtijd van de gehoorbescherming van groot belang. Hoe langer en intensiever de gehoorbescherming gedragen dient te worden, hoe belangrijker het comfort zal zijn. (Messely & Rijckaert, 2018-2019; Stephenson, 2009)

2.2.2.3 *Convenience*

Onder convenience wordt het gebruiksgemak ondergebracht. De plaatsing van de gehoorbescherming, combinaties met andere soorten persoonlijke beschermingsmaatregelen en het niet verliezen/bewaren van de gehoorbescherming primeren hier voornamelijk. Het combineren van hoortoestellen met gehoorbescherming kan hier ook onder worden geplaatst.

(Messely & Rijckaert, 2018-2019; Stephenson, 2009)

2.2.2.4 *Cost*

Voor velen is de kostprijs van de gehoorbescherming een bepalende factor bij hun keuze. Hier zal een onderscheid gemaakt worden in het soort gehoorbescherming en de gedeeltelijke terugbetaling van een aantal mutualiteiten primeren. (Messely & Rijckaert, 2018-2019; Stephenson, 2009)

2.2.2.5 *Climate*

Het laatste criterium is "climate" of de "omgeving". De omgeving kan namelijk sterk bepalend zijn voor het al dan niet dragen van de gehoorbescherming. Zo kunnen vrienden en familie zowel stimulerend als belemmerend werken. De werkomgeving zal ook bepalend zijn voor de keuze van de geschikte gehoorbescherming. (Messely & Rijckaert, 2018-2019; Stephenson, 2009)

2.3 Hoe beschermt een hoortoestel tegen lawaaischade?

2.3.1 Peak clipping en compressiesystemen

Een hoortoestel zorgt naast versterking ook voor demping van geluiden. Op deze manier wil men personen die gehoorbescherming dragen, beschermen tegen bijkomende lawaaischade ten gevolge van te luide geluiden. Deze geluiden kunnen gedempt worden door het gebruik van begrenzingssystemen. Dit kan enerzijds door peak clipping en anderzijds door compressiesystemen wat reeds is toegelicht bij actieve gehoorbescherming (2.1.2.2).

(Ketels, 2018-2019; Maryssael, 2014-2015)

Net zoals in actieve gehoorbescherming kan er in hoortoestellen onderscheid gemaakt worden in twee soorten compressiesystemen: AGC-o en AGC-i. Een vaak toegepaste vorm van AGC-i in hoortoestellen is WDRC-compressie (Wide Dynamic Range Compression). Bij dit compressiesysteem varieert de demping naargelang het geluidsniveau. Een luid geluidsniveau zal hierbij meer demping ondervinden dan een stil geluidsniveau. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van een kleine compressiefactor en een laag kniepunt. Een ander type binnen de hoortoestelaanpassing is syllabische compressie, waarbij gebruik wordt gemaakt van een beperkte dynamiek van de patiënt. (Ketels, 2018-2019; Maryssael, 2014-2015)

2.3.2 Active Noise Reduction

In hoortoestellen wordt ook gebruik gemaakt van een ruisonderdrukkingssysteem zoals reeds beschreven bij actieve gehoorbescherming (2.1.2.2).

(Maryssael, 2014-2015; Steneeken & Verhave, 2004)

Het gebruik van ruisonderdrukking in een hoortoestel zorgt voor een verzwakking van storend achtergrondlawaai dat voornamelijk laagfrequent ligt en het spraakverstaan verstoort. (Bernafon, 2013)

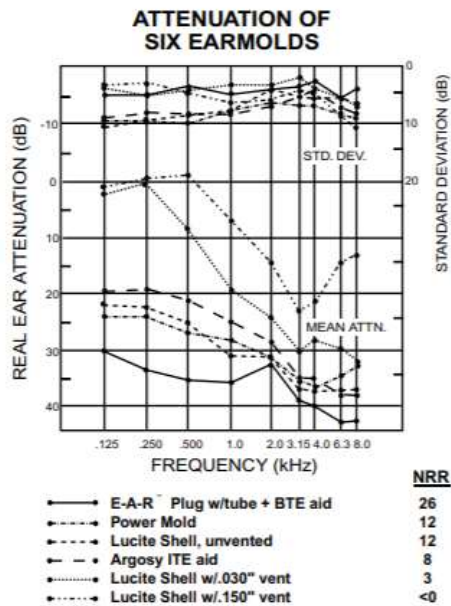
2.3.3 Maximum Power Output

Het MPO (Maximum Power Output) of maximale uitgangsniveau van het hoortoestel zorgt ervoor dat het maximaal afgegeven geluidsniveau van het hoortoestel begrensd wordt volgens de noden van de cliënt. Hierdoor kan er geen vernietiging optreden van de cochleaire structuren (haarcellen) door overmatige energieaanvoer van luide geluidsniveaus. Daarnaast zorgt het MPO er ook voor dat het gevoel van onbehagen door een te luid ervaren geluid voorkomen wordt.

(Ketels, 2018-2019)

2.3.4 Oorstukken

Het is mogelijk dat personen met een gehoorverlies hun hoortoestellen soms dragen als gehoorbescherming in luide geluidsomgevingen. Dit zou kunnen door de demping die het oorstuk subjectief met zich mee kan brengen. Er zijn verschillende redenen waarom men hiervoor kiest. Een eerste reden is het comfort hiervan, aangezien de persoon met het gehoorverlies gewend is aan de oorstukken. Verder kan het hoortoestel worden aangezet wanneer dit nodig is of toch gebruikt worden in een luide omgeving zonder het hoortoestel hiervoor uit te moeten doen. Tenslotte biedt een oorstuk vaak minder demping dan gehoorbescherming waardoor dit gezien het reeds bestaande gehoorverlies voor betere communicatie en spraakverstaan zorgt. (Berger, 1987)



Figuur 1: Demping van zes soorten oorstukken (Berger, 1987)

De vraag die hier echter gesteld kan worden is of de oorstukken van een hoortoestel de demping van gehoorbescherming evenaren. Berger (1987) onderzocht de demping van zes verschillende soorten oorstukken (figuur 1). De demping die deze zes verschillende oorstukken met zich meebrengt, worden onderverdeeld in drie categorieën. De eerste categorie bestaat uit de “vented earmolds” of oorstukken met venting (Lucite Shell w/.030” vent en Lucite Shell w/.150” vent). Deze bieden een demping van minder dan 20 dB onder 2 kHz. Vanaf 2 kHz bedraagt de demping ± 20 dB. De “unvented earmolds” of oorstukken zonder venting (Power Mold, Lucite Shell unvented en Argosy ITE aid) vormen de tweede categorie. Deze oorstukken zorgen voor een demping van ± 20 dB onder 2 kHz en zelfs ± 30 dB vanaf 2 kHz. De derde categorie bestaat uit de “foam earmold” of mousse oordop (E-A-R Plug w/tube + BTE aid). Deze biedt een demping van ± 30 dB onder 2 kHz en zelfs ± 40 dB vanaf 2 kHz.

De verschillen in demping zijn hier te wijten aan het weglekken van het geluid. Dit kan enerzijds door de venting die werd toegevoegd, maar kan anderzijds ook veroorzaakt worden door de vorm van het oorstuk en de gehoorgang. Indien het oorstuk de gehoorgang niet volledig afsluit kan ook langs hier geluid weglekken. (Berger, 1987)

2.4 Gehoorbescherming in combinatie met hoortoestellen

2.4.1 Toepassing van de 5 C's van Stephenson

Enkele pijlers van de 5 C's die Stephenson (2009) beschrijft, worden hier toegepast op de combinatie van hoortoestellen en gehoorbescherming. Zowel de voordelen als de belemmeringen worden besproken.

Communication

Uit onderzoek (Sickert, 2013) blijkt dat personen met een licht gehoorverlies in hoge geluidsniveaus wel gebruik maken van gehoorbescherming, aangezien zij hierdoor geen echte communicatieproblemen ondervinden. Personen met een matig tot ernstig gehoorverlies laten gehoorbescherming vaak uit omwille van onvoldoende communicatiemogelijkheden.

Voornamelijk passieve gehoorbescherming heeft een grote beperking voor personen met (een matig tot ernstig) gehoorverlies. Deze soort gehoorbescherming zorgt namelijk voor bescherming tegen lawaai door het toevoegen van demping. Op deze manier ondervinden personen met een gehoorverlies nog meer problemen met spraakverstaan en het horen van belangrijke geluidssignalen in hun omgeving. (Mülder, 2011)

Het is mogelijk dat personen met gehoorverlies in een vicieuze cirkel belanden. Ze zullen meer moeite hebben met communiceren bij het dragen van passieve gehoorbescherming. Hierdoor gaan ze de gehoorbescherming uitdoen om te communiceren, wat zorgt voor een verminderde draagtijd. Dit zorgt voor een daling in de effectiviteit van de demping en een risico op gehoorbeschadiging door lawaai, waardoor het gehoorverlies en spraakverstaan nog meer achteruitgaan. (Mülder, 2011)

Een mogelijke oplossing voor dit probleem kan hier actieve gehoorbescherming zijn. Het zorgt er namelijk voor dat naast demping van hoge geluidsniveaus ook communicatie mogelijk blijft. Dit blijkt ook uit de veldstudie die Mülder (2011) uitgevoerd heeft. Er dient hier echter meer onderzoek naar gedaan te worden om nauwkeurige aanbevelingen te bekomen en de voordelen van technologie die de SNR bevordert na te gaan zonder de bescherming van het gehoor in gevaar te brengen.

Comfort en convenience

Ook personen die een hoortoestel dragen dienen hun gehoor te beschermen. Dit is echter niet altijd even evident. Hoortoestellen zijn namelijk niet altijd even makkelijk te combineren met gehoorbescherming. Zo kan iemand met hoortoestellen nooit gelijktijdig oordoppen dragen, aangezien deze beide worden ingebracht in de gehoorgang.

Hoortoestellen kunnen wel gecombineerd worden met oorkappen, indien de toestellen uitgeschakeld zijn. Wanneer de hoortoestellen ingeschakeld zijn, zullen de oorkappen als klankkast functioneren. Door de toestellen uit te schakelen wordt dit probleem voorkomen en hoeven de hoortoestellen niet worden uitgenomen om het gehoor te beschermen. Oorkappen zijn esthetisch gezien zeer zichtbaar. Hierdoor is deze oplossing niet in elke situatie ideaal, zoals bijvoorbeeld op een trouwfeest of festival. Een tweede nadeel is de afsluiting van de oorschelp die voor condens zorgt, wat niet goed is voor de hoortoestellen. (R. Boers, Persoonlijke communicatie, 11 maart 2020)

Een mogelijke oplossing voor dit probleem zou het gebruik van hoortoestellen als gehoorbescherming in luide geluidsomgevingen zijn. (Kiesling 2006)

2.4.2 Actieve gehoorbescherming en hoortoestellen

Er zijn verschillende gelijkenissen tussen actieve gehoorbescherming en hoortoestellen. Zo bevatten beide zowel peak clipping, compressiesysteem als een ruisonderdrukkingssysteem. Ook het oorstuk van een hoortoestel en de actieve gehoorbescherming zorgen beide voor een demping van het geluid. (Berger, 1987; Maryssael, 2014-2015)

Er is een tekort aan informatie over de werking van de compressiesystemen en peak clipping gehanteerd in actieve gehoorbescherming om een vergelijking te kunnen maken met de werking van deze onderdelen in hoortoestellen. (Maryssael, 2014-2015)

2.4.3 Het hoortoestel als gehoorbescherming

Het voornaamste probleem blijft de contradictie waarbij een persoon met een hoortoestel enerzijds versterking nodig heeft om te communiceren, maar anderzijds het gehoor ook moet beschermen in luide geluidssituaties. (Kiessling, 2006)

Tegenwoordig gebeuren de meeste hoortoestelaanpassingen met open domes of -oorstukken om het draagcomfort en een natuurlijke weergave van het geluid te verbeteren. Dit staat haaks op de wens om ook hoorapparaten te kunnen gebruiken in luide geluidssituaties. Wanneer hoortoestellen gedragen worden in een lawaaierige omgeving, kunnen ze functioneren als communicatiemiddel of uitgeschakeld worden om als gehoorbescherming te gebruiken indien er gewerkt wordt met gesloten oorstukken. (Kiessling, 2006)

Kiessling (2006) haalt aan dat het gebruik van gesloten oorstukken één van de voorwaarden is voor het gebruik van hoortoestellen in een lawaaierige omgeving. Dit vormt een probleem bij personen met een hoogfrequent gehoorverlies en intacte lage frequenties. Zij verkiezen een open aanpassing om het occlusie-effect te vermijden. Deze personen zouden hiervoor een set gesloten en open oorstukken nodig hebben. Verder betekent dit ook dat er een luisterprogramma ingesteld dient te worden in de hoortoestellen om te gebruiken met de gesloten oorstukken in lawaai en een luisterprogramma om te gebruiken met de open oorstukken in alle andere situaties. Een belangrijke voorwaarde voor een dergelijk gebruik is dat het hoortoestel zorgt voor een betrouwbaar gebruik van de juiste oorstukken of domes in de verschillende geluidssituaties.

Vanuit Literatuur (Sickert, 2013) blijkt dat hoortoestellen met een gehoorbeschermingsfunctie ervoor zorgen dat personen met gehoorverlies kunnen blijven communiceren in luide geluidssituaties, zonder het gehoor verder te beschadigen door het dragen van een hoortoestel. Deze hoortoestellen hebben verschillende programma's om in verschillende geluidssituaties te gebruiken. Een venting wordt vaak gezien als een voordeel om feedback van het hoortoestel te voorkomen, maar is in deze situatie niet geschikt. De oorstukken van het hoortoestel moeten voldoende geluidsdemping voorzien. Deze hoortoestellen met gehoorbeschermingsfunctie hebben een maximaal uitgangsvermogen (MPO) bij een geluidsdruk niveau van 85 dBA (of lager). Hierdoor geven ze versterking tot de grenswaarde van blootstelling, waarna saturatie in werking treedt bij het overschrijden van 85 dBA.

Naast Kiessling (2006) geeft ook Sickert (2013) aan gesloten oorstukken te voorzien in luide geluidssituaties en open domes of -oorstukken voor de andere momenten. Een belangrijk nadeel bij deze toepassing is dat de hoortoestellen moeten worden uitgenomen om de oorstukken te wisselen.

2.5 Onderzoeksvragen

In deze literatuurstudie worden verschillende problemen weergegeven bij het dragen van gehoorbescherming in combinatie met hoortoestellen. Daarnaast worden ook enkele oplossingen reeds aangereikt. In deze bachelorproef zal de literatuurstudie vergeleken worden met een case study en vragenlijsten afgenomen bij de hoorcentra en firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen. Concreet zal getracht worden om op onderstaande onderzoeksvragen een antwoord te formuleren:

- Welke problemen ondervinden personen met een hoortoestel bij het dragen van gehoorbescherming en de combinatie met hoortoestellen?
- In welke mate kan een hoortoestel functioneren als gehoorbescherming en wat zijn de beperkingen hiervan?
- Wat zijn mogelijke oplossingen of alternatieven voor personen met een hoortoestel zodat ook zij hun gehoor op een geschikte manier kunnen beschermen?

3 Methodologie

3.1 Dataverzameling

Alle informatie en data voor deze bachelorproef werd verzameld via een literatuurstudie, een case study en via afname van vragenlijsten onder de hoorcentra en firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen.

3.1.1 Literatuurstudie

Voor de literatuurstudie zijn wetenschappelijke artikels gebruikt en bestudeerd. Op basis van deze studie zijn de vragen voor het interview van de case study en de vragenlijsten voor de hoorcentra en firma's opgesteld.

3.1.2 Case study

Tijdens deze case study wordt nagegaan of de hoortoestellen effectief voldoende bescherming bieden in deze geluidssituaties of dat deze persoon een subjectief of vals gevoel van veiligheid ervaart. Dit wordt nagegaan aan de hand van een interview dat werd afgenomen bij deze persoon, geluidsmetingen op de werkplaats en audiologische testen (toonaudiometrie en REM-metingen).

3.1.2.1 Testpersoon

Voor de case study wordt een persoon gekozen die aangeeft zijn hoortoestellen regelmatig als gehoorbescherming te gebruiken tijdens zijn werk. Het is een gepensioneerd man van 72 jaar die nog zeer actief meewerkt binnen het metaalconstructiebedrijf van zijn zoon. Hierdoor wordt hij op bijna dagelijkse basis blootgesteld aan hoge geluidsniveaus.

Hij draagt bilateraal de ReSound LINX Quattro 9 RE961-DRWC, receiver met output niveau medium en slanglengte 2. Er wordt bij deze eerste hoortoestelaanpassing gebruik gemaakt van een acrylaat oorstuk op maat (Slim Tip) met 2,2 mm venting. De features in het All Around programma werden ingesteld naar de luidere geluidsomgeving waarin deze persoon zich vaak bevindt.

De exacte instellingen zijn terug te vinden in bijlage G van deze bachelorproef. Hij gebruikt deze hoortoestellen ingeschakeld als gehoorbescherming in de verschillende geluidssituaties tijdens zijn werk.

3.1.2.2 Interview

Het interview voor de case study afgenomen op 16/01/2020 bestaat uit dertien vragen en is semigestructureerd, zodat indien nodig doorgevraagd kon worden om meer informatie te verkrijgen. In het interview worden verschillende onderdelen bevraagd, zoals de socio-demografische gegevens en situatieschets van de testpersoon, informatie betreffende de geluidsomgeving op zijn werk, de gehoorbescherming die hij al dan niet draagt, enz. Er wordt rekening gehouden met de literatuurstudie alsook de vragenlijsten van de hoorcentra en firma's om de vragen op te stellen, zodat een vergelijking mogelijk is. Het volledige interview is terug te vinden in bijlage I van deze bachelorproef.

Er wordt een geluidsoopname gemaakt van dit interview met toestemming van de geïnterviewde, zodat het mogelijk is dit materiaal te beschrijven en te transcriberen. Deze goedkeuring werd zowel mondeling als schriftelijk gegeven via een informed consent waarvan de bijhorende informatiebrief terug te vinden is in bijlage A.

3.1.2.3 Dosimetrie

Verder bestaat de case study uit een dosimetrie uitgevoerd op 16/01/2020 waarbij de activiteiten die voor hoge geluidsniveaus zorgen op het werk van deze persoon in kaart worden gebracht. Hierbij is een manuele logging uitgevoerd om na te gaan op welke momenten en tijdens welke taken de persoon wordt blootgesteld aan hoge geluidsniveaus.

Gebruikte apparatuur

Tabel 1: Gebruikte apparatuur dosimetrie

	Fabrikant	Type	Serienummer	Klasse
Dosimeter	CESVA	DC112	T233827	2
Certificaat	05/04/2019 (20195067) + bijlage B			
Kalibrator	CESVA	N C – 7 3	/	2
Certificaat	05/04/2019 (20195065) + bijlage C			
Er vindt telkens voor en na elke meting een kalibratie plaats in een stille ruimte. Toegestane afwijking kalibratie voor meting t.o.v. referentiewaarde (94,0 dBSPL): 0,2 dB. Toegestane afwijking kalibratie na meting t.o.v. kalibratie voor meting: 0,5 dB.				
De windbol werd niet gebruikt.				

Zowel voor als na de meting werd de dosimeter correct gekalibreerd. Ook deze gegevens werden toegevoegd in bijlage D.

Meetduur

De meting duurde 29 minuten 33 seconden aangezien deze persoon gevraagd werd verschillende activiteiten opeenvolgend uit te voeren. Hij gaf zelf aan dat zijn werk zeer gevarieerd is waardoor hij vaak meerdere handelingen kort na elkaar uitvoert. Er werd geprobeerd zoveel mogelijk van deze handelingen op te meten en te beschrijven aan de hand van een manuele logging die terug te vinden is in bijlage D.

Situering dosimeter t.o.v. persoon

De microfoon wordt geplaatst op een afstand van 10 cm tot de ingang van de uitwendige gehoorgang en 4 cm boven de schouder van het meest blootgestelde oor. Ze wordt zo bevestigd dat er geen wrijving kan ontstaan met de kledij en zo tot valse resultaten kan leiden. De dosimeter wordt geblokkeerd zodat de toetsen gedurende de meting niet kunnen worden gemanipuleerd. Er werd gekozen om de dosimeter te bevestigen op de rechterschouder aangezien dit het meest blootgestelde oor is bij deze persoon.

3.1.2.4 Audiologische testen

Aan de hand van toonaudiometrie en REM-metingen uitgevoerd op 16/01/2020 in een geluidsarme cabine wordt nagegaan of de demping die de hoortoestellen biedt, volstaat met het gekozen oorstuk en de ingestelde features.

Gebruikte apparatuur

Tabel 2: Gebruikte apparatuur toonaudiometrie en REM-metingen

Interacoustics Callisto 2018	
Apparatuur	Type
Hardware platform Hearing Aid Fitting System	Callisto™ Hardware
Audiometry software	AC440 module Licence E
Real Ear Measurement Software (Callisto)	REM440 module
Hoofdtelefoon	Amplivox audiocups
Luidspreker	Speaker SPA 85

Toonaudiometrie

De demping van gehoorbescherming wordt meestal bepaald aan de hand van de REAT-methode (Real Ear Attenuation at Treshold). Hierbij wordt een subjectieve gehoordrempel opgemeten met en zonder gehoorbescherming aan de hand van toonaudiometrie in vrij veld. Om de waarde van demping te bekomen wordt het verschil berekend tussen de gehoordrempels in vrij veld met en zonder de gehoorbescherming. (Berger et al, 2008; Messely & De Sutter, 2010-2011) Aangezien deze methode gebruikt wordt bij gehoorbescherming, wordt ook hier met behulp van toonaudiometrie in vrij veld de demping van het oorstuk van een hoortoestel nagegaan.

Er werd gestart met het bepalen van de gehoordrempels onder koptelefoon met warble toon volgens de 5-up 10-down methode (Hughson-Westlake) om een eventuele tijdelijke lawaaidip in kaart te brengen na de geluidsmetingen. Om dit te bepalen werd het bekomen toonaudiogram onder koptelefoon na de geluidsmetingen op 16/01/2020 vergeleken met het toonaudiogram onder koptelefoon afgenomen op 24/06/2019 (bijlage E). Verder werd toonaudiometrie in vrij veld afgenomen met warble toon volgens de 5-up 10-down methode (Hughson-Westlake). Hierbij werd de meting eerst unaided uitgevoerd, waarna ook metingen werden gedaan waarbij de hoortoestellen occluded en aided werden gedragen.

Unaided is hier zonder het dragen van de hoortoestellen, occluded wil zeggen dat de hoortoestellen in de oren zitten, maar uitgeschakeld zijn. Aided wil hier zeggen dat de hoortoestellen in de oren zitten en ingeschakeld zijn.

REM-metingen

Daarnaast werden ook REM-metingen uitgevoerd om na te gaan in welke mate de features kunnen zorgen voor een vorm van geluidsdemping. Hiervoor wordt het programma van de hoortoestellen gebruikt dat altijd is ingeschakeld bij deze persoon en waarvan de features zijn aangepast naar de hoge geluidsniveaus waarin hij werkt (All Around). Om de vergelijking te maken met de uitgeschakelde features werd een tweede programma toegevoegd (REM-test). De instellingen van de features bij deze twee programma's zijn terug te vinden in bijlage G (All Around) en bijlage H (REM-Test) van deze bachelorproef. De ingestelde parameters voor deze REM-metingen werden toegevoegd in bijlage F.

Er wordt gestart met het opmeten van de open oor respons of Real Ear Unaided Gain (REUG) om de eigenschappen van de gehoorgang op te meten. Deze meting werd uitgevoerd met een inputniveau van 65 dB SPL aan de hand van een ISTS-sigitaal. Hierbij wordt de REM-tube in de gehoorgang geplaatst zonder hoortoestellen.

Vervolgens wordt de Real Ear Occluded Respons (REOR) opgemeten met een inputniveau van 70 dB SPL aan de hand van een warble tone. Hierbij wordt de REM-tube in de gehoorgang geplaatst waarbij de hoortoestellen uitgeschakeld worden toegevoegd. Deze meting geeft een indicatie over de mate waarin het oorstuk de gehoorgang afsluit.

Tenslotte wordt ook de Real Ear Insertion Gain (REIG) opgemeten voor zowel de stille (55 dB SPL), normale (65 dB SPL) als luide (75 dB SPL) spreekstem aan de hand van een ISTS-sigitaal. Hierbij wordt de REM-tube in de gehoorgang geplaatst waarbij de hoortoestellen ingeschakeld worden toegevoegd. Via deze metingen wordt het geluid dat het hoortoestel produceert bij het trommelvlies van de cliënt opgemeten. De REIG wordt opgemeten voor zowel het All Around programma (features ingeschakeld) als het REM-test programma (features uitgeschakeld), zodat een vergelijking gemaakt kan worden.

3.1.3 Vragenlijsten

Er werden twee vragenlijsten afgenomen binnen deze bachelorproef. Enerzijds werd een vragenlijst afgenomen onder de hoorcentra. Anderzijds werden ook de firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen bevestigd. Op deze manier wordt dit onderwerp benaderd vanuit het perspectief van zowel de firma's als de audiologen.

3.1.3.1 Vragenlijst firma's

Er werd een vragenlijst van dertien vragen opgestuurd naar de firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen. De vragen werden opgesteld uit zowel meerkeuzevragen als open vragen en gebaseerd op belangrijke aspecten uit de literatuur, alsook op hiaten hieruit. De vragenlijst is terug te vinden in bijlage J van deze bachelorproef.

De vragenlijst werd opgesteld via Google Forms en verspreid via email. Ze werd verzonden naar zeven firma's. Deze firma's werden allemaal ad random geselecteerd, waarbij een zo groot mogelijk bereik beoogd werd. De vragenlijst werd uiteindelijk anoniem ingevuld door drie firma's. Eén firma koos ervoor om de vragenlijst mondeling te overlopen. Dit zorgt voor een totale respons van vier firma's. Alle vier de resultaten konden worden meegenomen in de analyse, maar niet iedereen vult evenveel vragen in. De vragenlijsten waarbij niet alle vragen volledig zijn ingevuld, worden per vraag herbekeken en afzonderlijk geanalyseerd.

3.1.3.2 Vragenlijst hoorcentra

Er werd een vragenlijst van elf vragen opgestuurd naar verschillende hoorcentra. De vragen werden opgesteld uit zowel meerkeuzevragen als open vragen en gebaseerd op belangrijke aspecten uit de literatuur, alsook op hiaten hieruit. De vragenlijst is terug te vinden in bijlage K van deze bachelorproef.

De vragenlijst werd opgesteld via Google Forms en verspreid via email. Ze werd verzonden naar 70 hoorcentra. Deze hoorcentra werden allemaal ad random geselecteerd waarbij wel gekeken werd naar spreiding over de verschillende regio's in Vlaanderen alsook variatie in de bedrijven.

De vragenlijst werd uiteindelijk anoniem ingevuld door 30 hoorcentra, waarvan alle resultaten konden worden meegenomen in de analyse, maar niet iedereen vult evenveel vragen in. De vragenlijsten waarbij niet alle vragen volledig zijn ingevuld worden per vraag herbekeken en afzonderlijk geanalyseerd.

3.2 Inclusie- en exclusiecriteria

Voor de literatuurstudie is gebruik gemaakt van data uit 2000 tot 2018. Hierbij werd één artikel buiten deze marge gebruikt (1987) dat ook relevant bleek voor deze bachelorproef gezien het beperkte onderzoek rond dit onderwerp. Om relevante literatuur te selecteren voor de onderzoeksvraag werden onderstaande zoektermen en zoekstrategie gehanteerd:

Zoektermen (zoekmethode):

- Soorten gehoorbescherming
- Beperkingen van gehoorbescherming
- Hearing aids and protection devices
- Hearing protection devices for hearing-impaired people
- Hearing protection devices for people with hearing loss
- Hearing and hearing protection devices

Zoekstrategie (zoektechnieken):

- Gehoorbescherming AND hoortoestel
- Hearing protection OR ear protection devices
- Hearing aids AND hearing protection devices
- hearing protection devices AND hearing-impaired people
- Hearing* (trunkering: hearing, hearing aids, hearing protection, hearing loss, hearing impairment...)

De case study is uitgevoerd bij een persoon met gehoorverlies die aangeeft vaak zijn hoortoestellen te gebruiken als gehoorbescherming in luide situaties op het werk. Deze persoon staat ervoor open om zijn subjectieve ondervindingen te delen alsook mee te werken tot het bekomen van de objectieve testresultaten.

De vragenlijsten worden onder de hoorcentra en firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen verspreid. Hierbij wordt voornamelijk een zo groot mogelijk bereik beoogd binnen Vlaanderen.

3.3 Data-analyse

Voordat de data geanalyseerd kan worden, zijn de resultaten van de vragenlijsten en de metingen van de case study verwerkt. Dosimetrie wordt uitgelezen via Cesva Capture Studio en verder verwerkt via Excel.

Het interview tijdens de case study wordt beschreven en getranscribeerd met behulp van notities en de geluidsopname. Hierna zijn de transcripties gebruikt om te vergelijken met de audiologische testresultaten en dosimetrie, de resultaten uit de vragenlijsten en de literatuurstudie.

De vragenlijsten van de hoorcentra en firma's worden verwerkt met Google Forms en Excel.

4 Case study

4.1 Omschrijving

4.1.1 Instellingen hoortoestellen

De testpersoon draagt deze hoortoestellen (ReSound LiNX Quattro 9 RE961-DRWC) sinds augustus 2019. Het gaat hierbij om een eerste hoortoestelaanpassing. Hij heeft in 2017 hoortoestellen van een ander merk geprobeerd, maar deze werden niet aangekocht omwille van te scherpe geluiden, storende windruis en te weinig onderdrukking van omgevingslawaai.

De features die werden ingesteld voor deze persoon worden hieronder weergegeven. Dit is tevens ook het enige programma dat werd ingesteld voor deze persoon:

- Rekenregel: Audiogram +
- Programma's: All Around
- Microfoonkarakteristieken: Binaurale directionaliteit III met Spatial Sense
- Ruisonderdrukking: NoiseTracker II staat ingesteld per omgeving.
- Antifeedbacksysteem: DFS Ultra II staat licht ingesteld.
- Frequentie lowering: Soundshaper werd uitgeschakeld.
- Connectiviteit: Bluetooth
- Andere features:
 - Windguard staat licht ingesteld.
 - LowLevel expansie staat sterk ingesteld.
 - Impulse Noise reductie staat sterk ingesteld.

4.1.2 Situatieschets

Vanuit het afgenomen interview werd duidelijk dat deze persoon zijn hoortoestellen in luidere geluidssituaties steeds inhoudt en ook ingeschakeld laat. De audioloog heeft hiervoor bovenstaande features ingesteld en een acrylaat oorstuk op maat (Slim Tip) met 2,2 mm venting voorzien. Op deze manier geeft hij zelf aan zijn oren voldoende te beschermen tegen de luidere geluidsniveaus. Enkel tijdens het slijpen draagt hij passieve oorkappen over zijn ingeschakelde hoortoestellen. Indien hij dit wenst kan hij de hoortoestellen uitschakelen via de app waarmee de hoortoestellen verbonden zijn.

4.2 Meetresultaten

4.2.1 Dosimetrie

Onderstaande figuur betreft de numerieke waarden van dosimetrie. De meetparameters die voor deze bachelorproef belangrijk zijn in de bespreking zijn het $L_{eq,A}$ en P_{peak} . Deze parameters worden in de numerieke waarden weergegeven als LA_t en $LC_{peak,t}$. De omschrijving van deze meetparameters wordt toegelicht in tabel 3.

LEX8h	79,2	dB	LEX8hp	91,3	dB
E	0,266164	Pa ² h	Ep	4,316681	Pa ² h
DOSE	16,59587	%	DOSEp	269,1535	%
Lc	87	dB	tp	8 : 0	HH:mm
LA _t	91,3		Duur	0000:29:33	
LC _t	90,2		Begin	16/01/2020 10:39:40	
LC _{peak,t}	127,0	dB	Einde	16/01/2020 11:09:09	

Figuur 2: Numerieke waarden dosimetrie

Tabel 3: Toelichting meetparameters dosimetrie

Meetparameter	Toelichting
LA _t	Het equivalent geluidsniveau (L _{eq} in dBA) wordt bepaald aan de hand van een A-gewogen meting. Het L _{eq} geeft het energetisch gemiddelde weer. Er wordt gekozen voor een A-gewogen frequentieweging omdat er een grote correlatie bestaat tussen het risico op gehoorbeschadiging door geluidsoverlast en het geluidsniveau in dBA. Ook kunnen de resultaten getoetst worden aan de voorschriften uit de 'Codex over het welzijn op het werk'.
LC _{peak,t}	Het piekniveau (P _{peak} in dBC) wordt bepaald aan de hand van een C-gewogen meting. P _{peak} geeft het geluidsniveau weer van zeer korte geluiden, met een grote amplitude. De C-gewogen frequentieweging is frequentiegevoelig voor zeer sterke geluiden boven 85 foon. Deze resultaten kunnen ook getoetst worden aan de voorschriften uit de 'Codex over het welzijn op het werk'.

De duur van de meting bedraagt 29 minuten 33 seconden aangezien de persoon van de case study gevraagd werd verschillende activiteiten opeenvolgend uit te voeren. Tijdens afname van dosimetrie werd een globaal L_{eq} (LA_t) opgemeten van 91,3 dBA. De maximaal opgemeten P_{peak} (LC_{peak,t}) van deze meting bedraagt 127 dBC.

Onderstaande tabel geeft de belangrijkste geluidssituaties weer die bepaald zijn vanuit de manuele logging. Bijhorend L_{eq} en P_{peak} werden bepaald in Excel. De manuele logging is terug te vinden in bijlage D.

Tabel 4: Belangrijkste geluidssituaties vanuit manuele logging

Begintijd	Eindtijd	L _{eq} (dBA)	P _{peak} (dBC)	Handeling	Opmerkingen
10:43:19	10:45:39	71,0	109,2	Constructie	Radio staat aan, zoon roept even vanop afstand
11:00:19	11:04:39	81,8	119,7	Lassen	Radio staat aan, zoon is stil
11:04:44	11:07:04	100,6	119,3	Slijpen	Radio staat aan, zoon klopt aan constructietafel
11:07:44	11:08:24	91,5	124	Bouten kloppen	Radio staat aan, zoon praat

Volgens het globaal L_{eq} bedraagt de periode dat er in een veilige geluidsomgeving gewerkt kan worden 11 minuten 1 seconde. Dit werd berekend volgens de regel van Alberti (1992):

$$8/2^{\frac{(x-7)}{3}} = \text{veilige verblijfsduur (in uur) met: } x = L_{eq,A}$$

Op basis van het globaal L_{eq} (91,3 dBA) dient er dus gehoorbescherming gedragen te worden om geen gehoorbeschadiging op te lopen. Aangezien deze persoon gevraagd werd verschillende activiteiten opeenvolgend uit te voeren, is dit resultaat niet representatief voor een normale werkdag. Ook al gaf hij zelf aan dat zijn werk zeer gevarieerd is waardoor hij vaak meerdere handelingen kort na elkaar uitvoert. In tabel 5 wordt de periode dat er in een veilige geluidsomgeving gewerkt kan worden volgens de regel van Alberti (1992) weergegeven per handeling. Hieruit blijkt dat constructie de enige geluidssituatie is die altijd veilig is. Tijdens alle andere handelingen (lassen, slijpen en bouten kloppen) dient gehoorbescherming gedragen te worden.

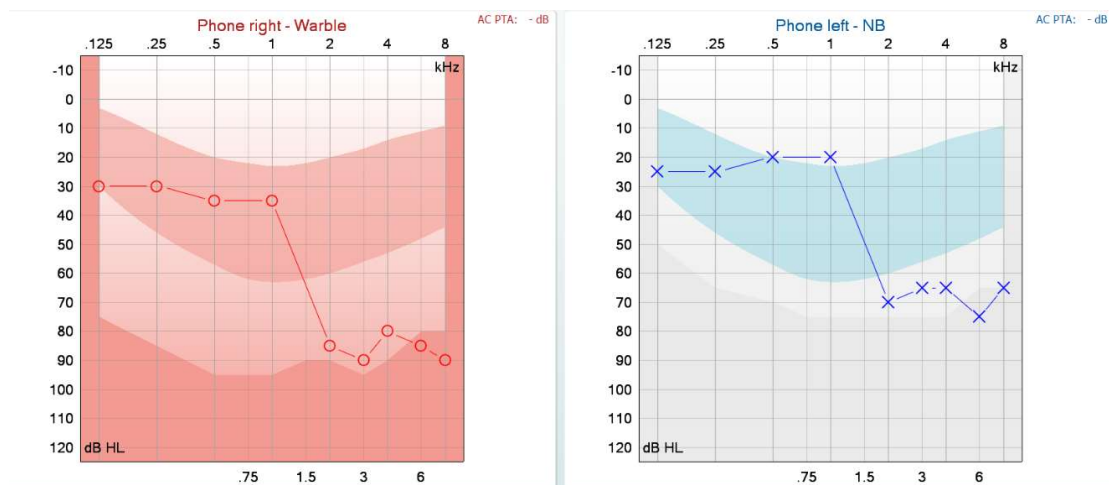
Tabel 5: Veilige verblijfsduur per handeling

Handeling	L_{eq} (dBA)	P_{peak} (dBC)	Veilige verblijfsduur
Constructie	71,0	109,2	Altijd veilig
Lassen	81,8	119,7	1 uur 39 minuten 7 seconden
Slijpen	100,6	119,3	1 minuut 3 seconden
Bouten kloppen	91,5	124	10 minuten 6 seconden

4.2.2 Toonaudiometrie

4.2.2.1 Toonaudiometrie onder koptelefoon

Er werd gestart met afname van toonaudiometrie onder koptelefoon in een geluidsarme cabine om de huidige gehoordrempel na te gaan en te bepalen of er na de geluidsmetingen eerder die dag geen temporary threshold shift plaatsvond.



Figuur 3: Toonaudiometrie onder koptelefoon

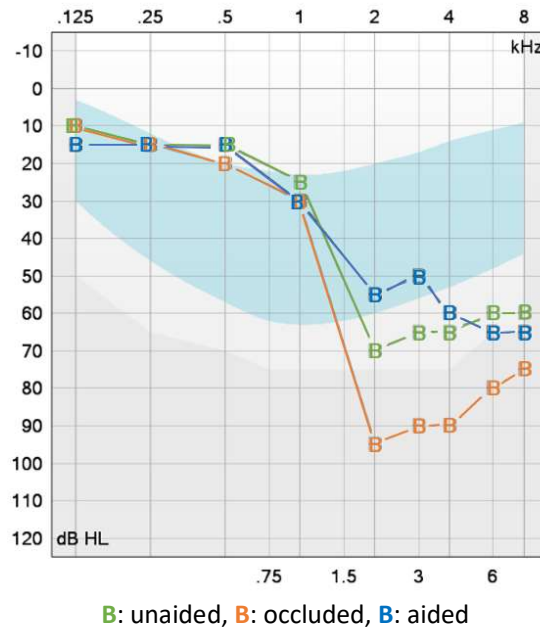
Er is sprake van een asymmetrisch bilateraal perceptief gehoorverlies met ski slope vanaf 1 kHz, rechts matig van de tweede graad en links matig van de eerste graad.

De gehoordrempels op bovenstaand toonaudiogram onder koptelefoon komen overeen met de drempels bekomen op het toonaudiogram onder koptelefoon op 24/06/2019 (bijlage E). Het grootste verschil tussen de gehoordrempels bedraagt slechts 5 dB. Dit valt binnen de marge van de meetfout. Er vond dus geen temporary threshold shift plaats na de geluidsmetingen eerder die dag.

Beengeleiding werd hier niet afgenomen. Een perceptief gehoorverlies ten gevolge van presbycusis en/of lawaaischade werd bevestigd vanuit voorgaande testresultaten waarbij beengeleiding wel werd getest.

4.2.2.2 Toonaudiometrie in vrij veld

Vervolgens werd toonaudiometrie in vrij veld in een geluidsarme cabine afgenomen om de gehoordrempels unaided, occluded en aided te bepalen. Op deze manier kan worden nagegaan hoeveel het oorstuk dempt indien de hoortoestellen uitgeschakeld zijn en wanneer de hoortoestellen ingeschakeld zijn.



Figuur 4: Toonaudiometrie in vrij veld

Bij de frequenties 125 – 1000 Hz valt het op dat er geen echte verschillen zijn tussen de gehoordrempels die unaided, occluded of aided worden opgemeten in vrij veld. Dit kan worden verklaard door de venting (2,2 mm) die voorzien werd in het oorstuk. Op deze manier wordt er minder afsluiting voorzien, waardoor het occlusie-effect wordt tegengegaan.

Wanneer de occluded curve en de unaided curve vergeleken worden, blijkt dat het grootste verschil op vlak van demping door het oorstuk merkbaar is op de 2000, 3000 en 4000 Hz. Op deze frequenties zorgt het oorstuk voor een demping van 25 dB indien we het verschil berekenen tussen de unaided curve en de occluded curve. Op 6000 Hz daalt de demping naar 20 dB en op 8000 Hz is er nog sprake van 15 dB demping. De gemiddelde demping die de occluded meting met zich meebrengt voor de lage, midden en hoge frequenties is terug te vinden in onderstaande tabel.

Indien de aided curve vergeleken wordt met de unaided curve valt op dat de aided curve op 6000 en 8000 Hz 5 dB onder de unaided curve ligt. Normaal gesproken ligt de aided curve steeds boven de unaided curve door de versterking die gegeven wordt. Bij deze persoon worden deze frequenties niet versterkt aangezien hij deze dan te scherp vindt klinken (vermoeden van dode zones). Aangezien het slechts gaat over 5dB wordt hier geen rekening mee gehouden omdat dit valt binnen de marge van de meetfout

De hoortoestellen zorgen ingeschakeld (aided) wel voor een verbetering van de gehoordrempel van 5 tot 15 dBHL op 2000, 3000 en 4000 Hz ten opzichte van de meting zonder hoortoestellen (unaided). De gemiddelde versterking die de aided meting met zich meebrengt voor de lage, midden en hoge frequenties is terug te vinden in onderstaande tabel.

Tabel 6: Bespreking lage, midden en hoge frequenties

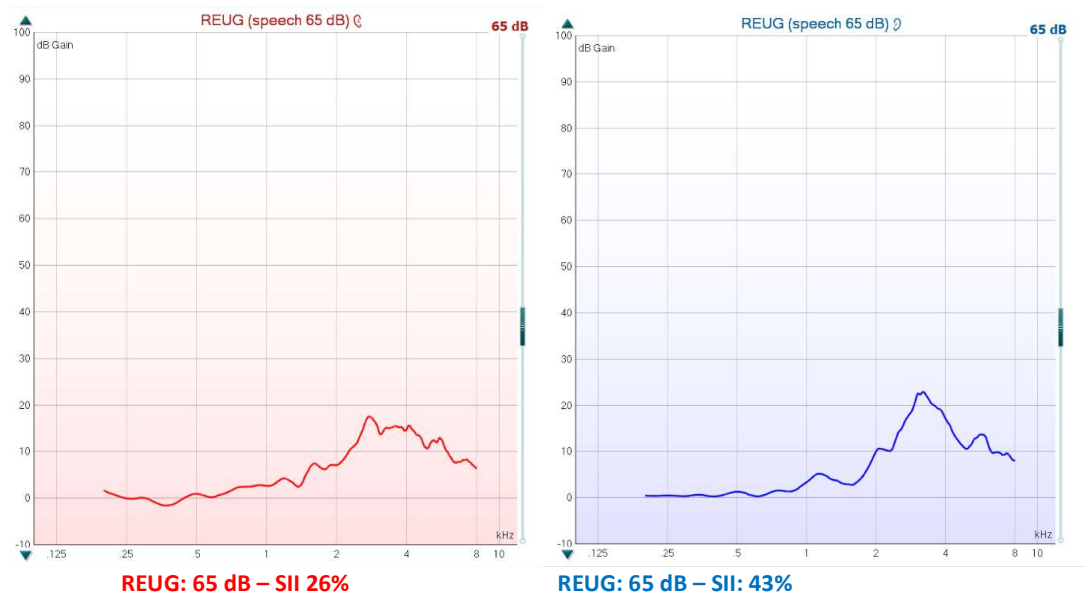
	Lage frequenties (125-500 Hz)	Midden frequenties (1000 – 3000 Hz)	Hoge frequenties (4000 – 8000 Hz)
Gemiddelde demping occluded	-2 dB	-18 dB	-20 dB
Gemiddelde versterking aided	-2 dB	+8 dB	-2 dB

Opmerking

De functionele winst wordt hier niet berekend aangezien voornamelijk de demping die de oorstukken/hoortoestellen bieden van belang is. De functionele winst is hier dus irrelevant.

4.2.3 REM-metingen

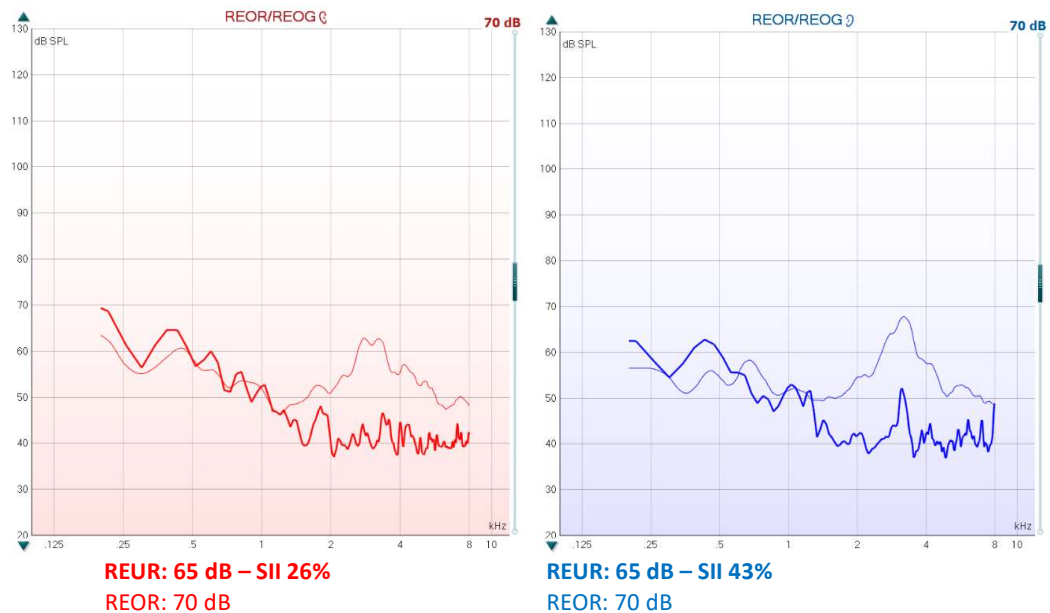
4.2.3.1 Real Ear Unaided Gain



Figuur 5: Real Ear Unaided Gain (REUG)

Er werd gestart met het meten van de Real Ear Unaided Gain (REUG) om de eigenschappen van de gehoorang op te meten. Deze meting werd uitgevoerd met een inputniveau van 65 dB SPL aan de hand van een ISTS-sigitaal. De resonantiepiek bij deze persoon is normaal.

4.2.3.2 Real Ear Occluded Response



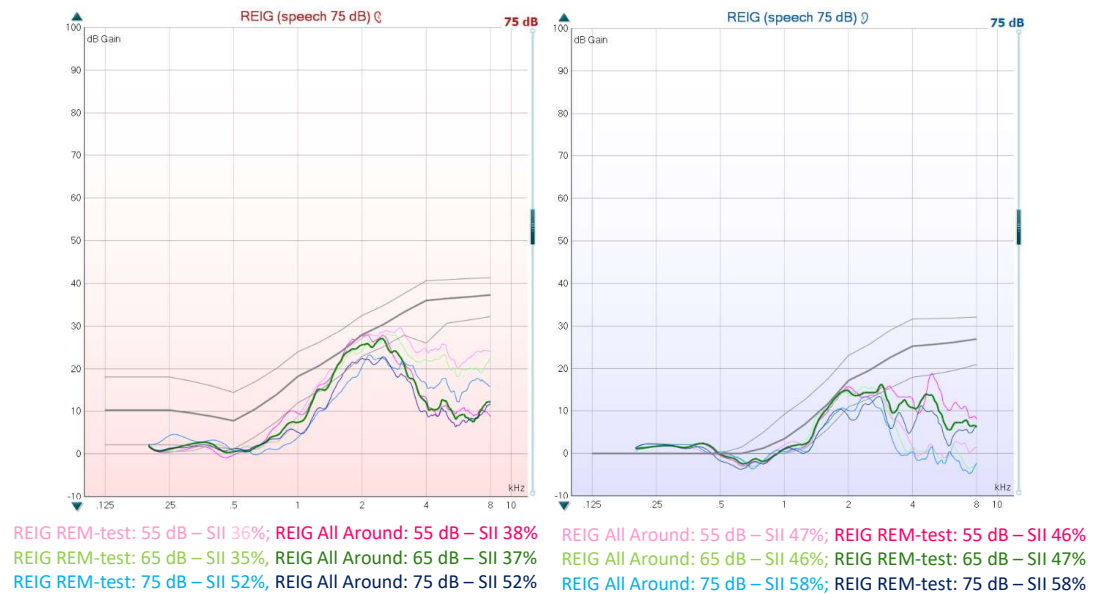
Figuur 6: Real Ear Occluded Response (REOR)

Vervolgens werd de Real Ear Occluded Response (REOR) opgemeten met een inputniveau van 70 dB SPL aan de hand van een warble tone. Deze meting geeft een indicatie over de mate waarin het oorstuk de gehoorgang afsluit. Indien we de REOR vergelijken met de Real Ear Unaided Response (REUR) is duidelijk te zien dat de hoge frequenties meer demping krijgen dan de lage frequenties. Dit komt doordat de venting van 2,2 mm in het oorstuk ervoor zorgt dat de lage frequenties op een natuurlijke manier het trommelvlies bereiken. De REOR ligt in de lage frequenties dus nagenoeg gelijk met de REUR, er is hier een klein verschil zichtbaar dat te wijten is aan het ingangsniveau van het inputsignaal (zie opmerking hieronder).

Opmerkingen

- $REUR = \text{inputsignaal (65 dB SPL)} + REUG$
- De curve ligt hier echter lager dan 65 dB SPL. Dit komt doordat het aangeboden geluid een ISTS-sigitaal met een geluidsniveau van 65 dB SPL wordt aangeboden door meerdere frequenties tegelijk die gezamenlijk een geluidsniveau hebben van 65 dB SPL. De individuele frequenties zijn minder luid, maar zijn samen 65 dB SPL doordat deze bij elkaar worden opgeteld. Het lager geluidsniveau dan het aangeboden signaal wordt dus veroorzaakt doordat de meting in de gehoorgang opgemeten wordt per frequentie. ("Controlemetingen: Real Ear Measurements – Real Ear Unaided Response", z.j.)
- Tijdens deze meting werd voor de REOR-meting een ingangsniveau van 70 dB SPL gebruikt en voor de REUR-meting een ingangsniveau van 65 dB SPL. Hier dient rekening mee gehouden te worden bij het interpreteren van de resultaten en de conclusies.

4.2.3.3 Real Ear Insertion Gain



Figuur 7: Real Ear Insertion Gain (REIG)

De Real Ear Insertion Gain (REIG) werd opgemeten voor zowel de stille (55 dB SPL), normale (65 dB SPL) als luide (75 dB SPL) spreekstem aan de hand van een ISTS-sigitaal.

Voor het rechteroor duiden de dunne curves op de metingen waarbij de features uitgeschakeld zijn (REM-test) en de vette curves op de metingen waarbij de features ingeschakeld zijn (All Around).

Voor het linkeroor is dit omgekeerd. Hier wijzen de vette curves op de metingen waarbij de features uitgeschakeld (REM-test) zijn en de dunne curves op de metingen waarbij de features ingeschakeld (All Around) zijn.

Er is bilateraal een duidelijk verschil merkbaar tussen de metingen waarbij de features ingeschakeld zijn en wanneer deze uitgeschakeld zijn. Het programma waarin de features ingeschakeld zijn zorgt ervoor dat er beduidend minder versterking gegeven wordt aan de hoge frequenties boven 3 kHz ten opzichte van het programma waarin de features uitgeschakeld zijn.

Opmerkingen

- De doelcurves bij de REM-metingen gaan uit van de NAL NL2. De gebruikte rekenregel in de hoortoestellen (audiogram+) is dus niet dezelfde als deze waarop de doelcurves steunen bij de REM-metingen.
- De insertion gain is hier eerder beperkt door de compressie van het hoortoestel. Normaal gesproken worden REM-metingen uitgevoerd op full gain en alle features uitgeschakeld, hier werden de features uitgeschakeld en de draaglijke versterking behouden (**REM-test programma**). In het **All Around programma** werden de features ingeschakeld en ook de draaglijke versterking behouden, omdat de invloed van de features hier net belangrijk is. De insertion gain op zich is hier dus irrelevant.

4.3 Bevindingen vanuit interview en meetresultaten

4.3.1 Verschillende geluidssituaties

De persoon die werd gevolgd tijdens deze case study voert tijdens zijn werk steeds verschillende taken uit. Het werk dat hij doet bestaat uit het zagen van ijzer, lassen, slijpen, monteren, enz. Het is dus zeer gevarieerd waardoor hij zich in verschillende geluidssituaties bevindt. Hierbij merkt hij wel grote verschillen tussen de verschillende taken. Zo geeft hij aan dat slijpen het meeste lawaai met zich meebrengt.

Dit is ook wat we kunnen besluiten vanuit dosimetrie. Hierbij werd voor deze situatie een L_{eq} opgemeten van 100,6 dBA en een P_{peak} van 119,3 dBC. Voor activiteiten als lassen en bouten kloppen werden ook nog hoge waarden opgemeten.

Deze persoon geeft aan gemiddeld vijf tot zes uur per dag bezig te zijn op zijn werk. Het blijkt dat de geluidsomgeving waarin hij werkt op basis van het globaal L_{eq} (91,3 dBA) slechts 11 minuten veilig is zonder gebruik van gehoorbescherming. Indien we dit bekijken per handeling, blijkt dat enkel de geluidssituatie bij constructie altijd veilig is. Tijdens alle andere handelingen dient gehoorbescherming gedragen te worden.

4.3.2 Gehoorbescherming a.d.h.v. hoortoestellen

In het interview geeft deze persoon aan dat hij in de meeste geluidssituaties op het werk zijn hoortoestellen ingeschakeld als gehoorbescherming draagt. Enkel bij het slijpen draagt hij oorkappen over de ingeschakelde hoortoestellen. Hierbij geeft hij zelf aan geen last te hebben van feedback of Larsen van de toestellen.

Vanuit toonaudiometrie kunnen we besluiten dat de oorstukken ondanks de venting toch zorgen voor een demping van 5 tot 25 dB in de midden en hoge frequenties indien de hoortoestellen uitgeschakeld staan. Hierbij zorgt de venting ervoor dat de oorstukken in de lage frequenties voor weinig tot geen demping zorgen. Indien de hoortoestellen ingeschakeld zijn, heeft de demping van de oorstukken geen effect meer door de versterking die de hoortoestellen geven.

Tijdens de REM-metingen bleken de features ervoor te zorgen dat er minder versterking wordt gegeven aan de hoortoestellen in de lage en hoge frequenties. De midden frequenties bleven hier wel telkens versterking krijgen.

Deze features treden pas in werking in luide geluidssituaties (exacte geluidsniveau werd niet bepaald), waardoor deze persoon in andere situaties wel steeds van voldoende versterking wordt voorzien. Om deze reden treden de features in werking bij de REM-metingen, maar niet bij toonaudiometrie in vrij veld dat op het niveau van de gehoordrempel wordt afgenomen.

Het saturatieniveau van de hoortoestellen ligt hier gelijk met het MPO en bedraagt voor het All Around programma gemiddeld 106 dBSPL rechts en 104 dBSPL links (frequentiespecifiek MPO terug te vinden in bijlage G).

De lage frequenties zijn het minst gevoelig voor gehoorbeschadiging door lawaai, waardoor het voornamelijk belangrijk is de midden en hoge frequenties te beschermen. Dit gebeurt door de oorstukken en de features in de hoortoestellen. Deze metingen dienen wel vergeleken te worden met de geluidssituaties waarin deze persoon zich bevindt om te oordelen of de hoortoestellen voldoende bescherming kunnen bieden.

Wanneer dosimetrie van de specifieke geluidssituaties vergeleken wordt met de gemeten demping bij toonaudiometrie, blijkt dat de hoortoestellen occluded zorgen voor voldoende bescherming tijdens enkele handelingen. Bij het lassen en bouten kloppen is dit echter niet het geval. In deze situaties zal extra gehoorbescherming moeten worden voorzien.

De invloed van de gemiddelde demping die de occluded meting met zich meebrengt en de veilige verblijfsduur met demping is terug te vinden in onderstaande tabel. Deze gemiddelde demping is berekend op basis van de demping bekomen bij de occluded meting van de lage, midden en hoge frequenties via toonaudiometrie in vrij veld. De gemiddelde demping wordt hier dus berekend over alle frequenties. In theorie dient er voornamelijk rekening te worden gehouden met de midden en hoge frequenties aangezien lawaai vooral deze frequenties beïnvloed. De werkelijke demping die de oorstukken bieden zal hier normaal gesproken dus hoger liggen.

Tabel 7: Invloed van de gemiddelde demping occluded en de veilige verblijfsduur met demping

Handeling	L _{eq} (dBA)	P _{peak} (dBC)	Gemiddelde demping (dB) occluded	L _{eq} (dBA) met gemiddelde demping occluded	Veilige verblijfsduur met demping
Constructie	71,0	109,2	n.v.t.	n.v.t.	Altijd veilig
Lassen	81,8	119,7	-13	68,8	Altijd veilig
Slijpen	100,6	119,3	-13	87,6	26 minuten 12 seconden
Bouten kloppen	91,5	124	-13	78,5	3 uur 33 minuten 8 seconden

Indien de hoortoestellen ingeschakeld blijven, zullen ze zorgen voor enige demping door de features en/of de oorstukken, maar dit zal niet over alle frequenties evenveel zijn zoals hierboven reeds vermeld. Exacte waarden kunnen hierbij niet bepaald worden. Dit komt doordat de impact van de features en de demping van de oorstukken op dat moment niet gelijktijdig kunnen worden opgemeten. Verder werd tijdens de REM-metingen het geluidsniveau waarop de features precies in werking treden niet bepaald. Dit zorgt er ook voor dat hier geen concrete uitspraak over gedaan kan worden.

4.3.3 *Persoonlijke beleving*

Indien deze persoon zijn hoortoestellen draagt op het werk geeft hij aan minder vaak gehoorbescherming te dragen, omdat hij subjectief vindt dat de hoortoestellen veel van het lawaai tegenhouden.

Uit de meetresultaten blijkt dat de oorstukken enige vorm van bescherming bieden, maar voornamelijk in de midden en hoge frequenties gezien de venting die in de oorstukken geplaatst is. Na berekening van de gemiddelde demping over alle frequenties blijkt dat het gebruik van de hoortoestellen occluded als gehoorbescherming volstaat in slechts één geluidssituatie (lassen). Eén handeling (constructie) is ook zonder gehoorbescherming altijd veilig en wordt hier niet mee in rekening gebracht. Verder bieden de oorstukken voor de andere twee geluidssituaties (slijpen en bouten kloppen) niet voldoende demping. Hierdoor is er eerder sprake van een subjectief gevoel van demping in deze situaties en geeft dit een vals gevoel van veiligheid.

Over het dragen van de ingeschakelde hoortoestellen als gehoorbescherming kan hier zoals eerder vermeld geen concrete uitspraak worden gedaan.

5 Resultaten vragenlijsten

5.1 Firma's gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen

5.1.1 Steekproef

De totale steekproef bestaat uit vier firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen. Hiervan produceren twee firma's zowel gehoorbescherming, oorstukken als hoortoestellen, één firma produceert gehoorbescherming en oorstukken en één firma produceert enkel hoortoestellen.

5.1.2 Demping van het oorstuk

▪ Soort oorstuk

Bij de vraag over de demping van de verschillende soorten oorstukken worden vier opties aangereikt om uit te kiezen: Shell/Standard mold, skeleton, Slim Tip of anders.

75% (n = 3) geeft aan dat een shell/standard mold de meeste demping biedt. Volgens 25% (n = 1) is dit moeilijk te bepalen.

▪ Materiaal

De keuze voor het materiaal dat de meeste demping biedt bij de oorstukken bestaat uit zacht materiaal, hard materiaal, thermotec of anders.

Volgens 75% (n = 3) biedt zacht materiaal meer demping dan hard materiaal of thermotec. 25% (n = 1) geeft aan dat hard materiaal zorgt voor de meeste demping.

Opmerking:

- *Eén van de firma's gaf aan dat het hierbij belangrijk is in het achterhoofd te houden dat voor zowel het soort oorstuk als het materiaal het fysische aspect hier niet steeds het belangrijkste is. Ook het subjectieve gevoel van de cliënt speelt hier een grote rol.*

▪ Venting

100% (n = 4) geeft aan dat de venting in een oorstuk naast het tegengaan van het occlusie-effect, ook een invloed heeft op de demping van het oorstuk.

De firma's geven allemaal aan dat een kleine venting zorgt voor een groter occlusie-effect en meer demping. Een grotere venting zorgt voor minder occlusie, maar ook minder demping waardoor de kans vergroot dat geluidsgolven direct binnenkomen (zonder tussenkomst van het hoortoestel en demping van het oorstuk).

Een venting vanaf 0,8 mm heeft invloed op de akoestische effecten, terwijl een venting kleiner dan 0,8 mm hierop geen echte invloed heeft volgens een firma.

Bij 75% (n = 3) wordt de effectieve demping van een oorstuk met/en of zonder venting niet getest. 25% (n = 1) geeft aan dat deze zowel met als zonder venting getest wordt in hun standaardprocedure bij het ontwikkelen van de oorstukken, maar dat de relatieve demping moeilijk te veralgemenen is aangezien deze kan verschillen naargelang het materiaal, soort oorstuk, al dan niet aanwezige venting, enz. Er zijn ook nog eens onderlinge verschillen bij oorstukken van dezelfde soort die gemaakt zijn uit hetzelfde materiaal en dezelfde venting hebben, omdat de demping gemeten wordt aan de hand van subjectieve metingen aangezien dit op een objectieve manier (nog) niet mogelijk is.

5.1.3 Bescherming hoortoestel tegen lawaaischade

▪ Features in het hoortoestel



Figuur 8: Features in het hoortoestel

75% (n = 3) geeft aan dat peak clipping en compressieversterking gebruikt kunnen worden om de slechthorende te beschermen tegen lawaaischade. 25% (n = 1) geeft aan dat enkel compressieversterking hiertoe bijdraagt. Deze firma verklaart hiervoor dat compressieversterking, Automatic Gain Control en peak clipping vroeger alle drie gebruikt werden, maar dat Automatic Gain Control en peak clipping (begrenzingsystemen) invloed hadden op het spraakverstaan. Om deze reden wordt er volgens hen tegenwoordig voornamelijk gebruik gemaakt van compressieversterking om de slechthorende te beschermen tegen lawaaischade.

Opmerking:

De ruisonderdrukking werd hier niet als optie aangereikt. Deze feature zou eigenlijk ook bevroegd moeten worden.

▪ Damping hoortoestel met gesloten oorstuk zonder venting

Bij de vraag in welke mate een hoortoestel met gesloten oorstuk beschermt tegen lawaaischade worden vier opties aangereikt om uit te kiezen: te weinig, voldoende, te veel of moeilijk in te schatten.

75% (n = 3) geeft aan dat het moeilijk in te schatten is of een gesloten oorstuk zonder venting voldoende bescherming zal bieden tegen lawaaischade. Volgens 25% (n = 1) zal dit te weinig bescherming bieden.

▪ Damping hoortoestel met open dome

100% (n = 4) geeft aan dat een hoortoestel met open dome te weinig bescherming zal bieden tegen lawaaischade. Bij deze vraag werden ook volgende keuzes aangereikt: te weinig, voldoende, te veel of moeilijk in te schatten.

▪ Invloed van de venting op de features van het hoortoestel

100% (n = 4) geeft aan dat een venting in het oorstuk ook steeds invloed heeft op de features van het hoortoestel.

Hierbij geeft 50% (n = 2) aan dat dit voornamelijk invloed heeft op de lage frequenties. Het zijn namelijk deze frequenties die beïnvloed worden door de features van het hoortoestel. In dit geval zal de venting invloed hebben op features die zorgen voor ruisonderdrukking en versterking van de lage frequenties.

De andere 50% (n = 2) suggereert dat de hele aanpassing van het hoortoestel beïnvloed zal worden door de venting. Zowel de versterking, directionaliteit, effectiviteit van de features als lawaai-ruisonderdrukking zullen beïnvloed worden. Hoe groter de venting is, hoe minder de features van het hoortoestel tot uiting komt. Zoals reeds eerder vermeld zullen tot op ongeveer 0,8 mm venting de akoestische effecten behouden blijven.

5.1.4 Verschil in demping tussen CIC, ITC en ITE-toestel

50% (n = 2) geeft aan dat er verschil bestaat tussen de demping van deze toestellen. De andere 50% (n = 2) geeft aan dat de demping die een Completely In the Canal (CIC), In The Canal (ITC) en In The Ear (ITE) hoortoestel bieden dezelfde is, mits de afsluiting en pasvorm van de toestellen hetzelfde is.

5.1.5 Verschil in demping tussen BTE-toestel met oorstuk zonder venting en RIC-toestel met mold zonder venting

Volgens 100% (n = 4) is er geen verschil tussen de demping die een Behind The Ear (BTE) hoortoestel met oorstuk zonder venting biedt ten opzichte van een Receiver In the Canal (RIC) hoortoestel met mold zonder venting, mits de afsluiting en pasvorm van het oorstuk/mold hetzelfde is.

5.1.6 Gelijkenissen en verschillen tussen hoortoestellen en actieve gehoorbescherming

25% (n = 1) geeft hierbij aan dat het uitgangspunt tussen hoortoestellen en actieve gehoorbescherming volledig tegengesteld zijn en niet vergeleken kunnen worden.

50% (n = 2) verklaart dat peak clipping, compressie en ANR de voornaamste gelijkenissen zijn. Het grootste verschil is volgens hen dat een hoortoestel ook versterking biedt afhankelijk van het gehoorverlies in plaats van enkel demping. In een hoortoestel zal het MPO ook door de audioloog kunnen worden bepaald op basis van het UCL, wat niet mogelijk is bij actieve gehoorbescherming.

Ten slotte geeft 25% (n = 1) aan dat er niet zo heel veel verschillen zijn, omdat actieve gehoorbescherming gebaseerd is op hoortoestellen. Bepaalde technologie zoals peak clipping, compressie en ANR zijn dus terug te vinden in zowel hoortoestellen als actieve gehoorbescherming. Volgens deze firma zijn de voornaamste verschillen:

Tabel 8: Gelijkenissen en verschillen tussen hoortoestellen en actieve gehoorbescherming

Hoortoestellen	Actieve gehoorbescherming
Algoritme	Deling van dit algoritme en aannames
Vaak geen volledige afsluiting	Volledige afsluiting
Tweede programma instellen om te gebruiken in luide omgeving	Kan hier niet
Indien het oor niet voldoende wordt afgesloten functioneren de features binnen het hoortoestel niet voldoende, waardoor dit niet zal helpen in een luide omgeving.	Niet van toepassing

5.1.7 Geschikte oplossing(en) om personen met een hoortoestel te voorzien van voldoende gehoorbescherming

Volgens 25% (n = 1) kunnen hoortoestellen best uitgenomen worden om vervolgens gehoorbescherming in te doen of op te zetten.

50% (n = 2) geeft aan dat gesloten oorstukken met een mute-programma of een zeer laag MPO met hoge compressiefactor zouden moeten zorgen voor enige bescherming. Dit blijft echter afhankelijk van de toepassing, geluidssituaties, het gehoorverlies en de mogelijkheden van de cliënt zelf.

Volgens 25% (n = 1) zijn er meerdere mogelijkheden. Ten eerste kunnen hoortoestellen gecombineerd worden met oorkappen. De hoortoestellen dienen dan uitgeschakeld te worden, zodat de oorkappen niet zullen functioneren als klankkast. Een blijvend nadeel is de condens die wordt veroorzaakt door afsluiting van de volledige oorschelp, wat niet ideaal is voor de toestellen. Ten tweede kan een uitgeholde mold waarin een geluidsfilter geplaatst wordt in de venting gebruikt worden. Deze uitgeholde mold wordt gebruikt in de plaats van het oorspronkelijk oorstuk. Via geluidsmetingen wordt nagegaan in welke geluidsomstandigheden de cliënt werkt en vervolgens wordt een tweede programma ingesteld in het hoortoestel om een eventuele lawaaidip te voorkomen. Belangrijk hierbij is het managen van de verwachtingen van de cliënt en meegeven dat dit niet helpt bij te luide geluiden. Het is mogelijk om dezelfde mold te gebruiken in verschillende geluidssituaties, mits voor elke geluidssituatie een programma wordt ingesteld in het hoortoestel. De geluidsfilter kan uit de venting worden gehaald, waardoor de uitgeholde mold opnieuw als normaal oorstuk kan functioneren en het hoortoestel terug in zijn normale programma werkt.

Opmerking:

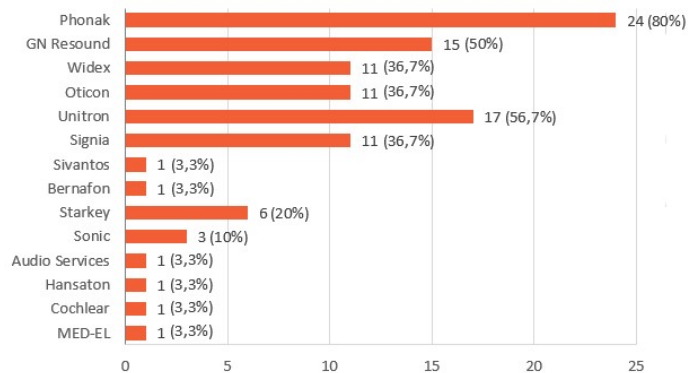
Deze laatste mogelijkheid is net zoals gehoorbescherming op maat niet altijd even vlot in gebruik, omdat hoortoestellen moeten worden uitgenomen om de filter te plaatsen of te verwijderen.

5.2 Hoorcentra

5.2.1 Steekproef

De totale steekproef bestaat uit 30 hoorcentra in Vlaanderen. Allereerst worden de merken van de hoortoestellen die in de hoorcentra verkocht worden bevroegd en de firma's waar ze hun oorstukken en gehoorbescherming laten produceren. Op deze manier wordt er een beeld gevormd van de steekproef.

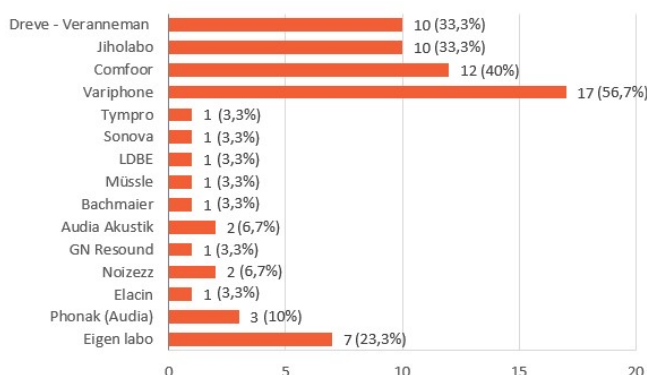
Merken hoortoestellen



Figuur 9: Merken hoortoestellen

80% (n = 24) van de ondervraagde hoorcentra werken met Phonak en 50% (n = 15) werkt met GN Resound. 36,7% (n = 11) van deze hoorcentra kiest om te werken met Widex, Oticon of Signia en 56,7% (n = 17) gebruikt Unitron in de hoorcentra. Starkey wordt gebruikt door 20% (n = 6) van de ondervraagde hoorcentra en 10% (n = 3) werkt met Sonic. De overige merken waarmee deze hoorcentra werken zijn Sivantos, Bernafon, Audio Services, Hansaton, Cochlear en MED-EL (3,3%) (n = 1).

▪ Productie oorstukken en gehoorbescherming



Figuur 10: Productie oorstukken en gehoorbescherming

56,7% (n = 17) van de ondervraagde hoorcentra laat de oorstukken/gehoorbescherming produceren bij Variphone. 40% (n = 12) kiest ervoor om deze bij Comfoor te laten maken en 33,3% (n = 10) kiest voor Jiholabo of Dreve – Veranneman. 23,3% van deze hoorcentra laat de oorstukken/gehoorbescherming produceren in het eigen labo van de keten. Phonak (Audio) wordt door 10% (n = 3) gekozen om oorstukken/gehoorbescherming te produceren. 6,7% (n = 2) van de ondervraagde hoorcentra kiest ervoor om deze bij Audia Akustik of Noizezz te laten maken. De overige producenten waar de hoorcentra oorstukken/gehoorbescherming laten produceren zijn Tympro, Sonova, LDBE, Müssle, Bachmaier, GN Resound en Elacin (3,3%) (n = 1).

5.2.2 Problemen van cliënten bij beschermen gehoor

Tabel 9: Problemen die cliënten met een hoortoestel aankaarten wanneer ze hun gehoor willen beschermen

Reden/probleem	Aantal
1. Verlies van communicatiemogelijkheden bij het uithalen van de hoortoestellen	83,3% (n = 25)
2. Vervelend om de hoortoestellen steeds uit te halen om gehoorbescherming te kunnen dragen	76,7% (n = 23)
3. Gehoorbescherming en hoortoestellen niet kunnen combineren omwille van feedback	46,7% (n = 14)
4. Gehoorbescherming en hoortoestellen niet kunnen combineren omwille van de pasvorm	40% (n = 12)
5. Niet alleen gehoorbescherming, ook combinatie met bv. portofoon-hoortoestel	3,3% (n = 1)
6. Gehoorbescherming en hoortoestellen niet kunnen combineren omwille van hygiëne	0% (n = 0)

In bovenstaande tabel worden de problemen die cliënten met een hoortoestel aankaarten wanneer ze hun gehoor willen beschermen gerangschikt van belangrijkste reden naar minst belangrijke reden. Volgens 83,3% (n = 25) van de ondervraagde hoorcentra vinden cliënten het verlies van communicatiemogelijkheden het grootste probleem. 76,7% (n = 23) van deze hoorcentra geeft aan dat cliënten het vervelend vinden om de hoortoestellen steeds uit te halen zodat ze gehoorbescherming kunnen dragen. Verder geven 46,7% (n = 14) van de ondervraagde hoorcentra aan dat de cliënten ook vinden dat ze gehoorbescherming en hoortoestellen niet kunnen combineren omwille van feedback. 40% (n = 12) laat blijken dat cliënten gehoorbescherming en hoortoestellen niet kunnen combineren omwille van de pasvorm.

5.2.3 Soorten gehoorbescherming die de hoorcentra aanraden bij personen met een hoortoestel

Tabel 10: Soorten gehoorbescherming die de hoorcentra aanraden bij personen met een hoortoestel

Soorten gehoorbescherming	Aantal
1. Otoplastieken	73,2% (n = 22)
2. Passieve oorkappen over de uitgeschakelde hoortoestellen	50% (n = 15)
3. Passieve oorkappen na uitnemen van de hoortoestellen	43,3% (n = 13)
4. Actieve oorkappen na uitnemen van de hoortoestellen	33,3% (n = 10)
5. Het hoortoestel zelf	30% (n = 9)
6. Universele herbruikbare (lamel)oordoppen	23,3% (n = 7)
7. Actieve oorkappen over de uitgeschakelde hoortoestellen	16,7% (n = 5)
8. Universele wegwerp (mousse) oordoppen	10% (n = 3)
9. Geen gehoorbescherming	6,7% (n = 2)

In bovenstaande tabel worden soorten gehoorbescherming die door de hoorcentra aangeraden worden bij personen met een hoortoestel gerangschikt van meest aangeraden soort gehoorbescherming naar minst aangeraden soort.

73,3% (n = 22) van deze hoorcentra raadt otoplastieken aan bij personen met een hoortoestel, dit wil zeggen dat deze persoon zijn hoortoestellen moet uithalen alvorens hij/zij de otoplastieken kan dragen. 50% (n = 15) van de ondervraagde hoorcentra geeft aan dat ze passieve oorkappen over de uitgeschakelde hoortoestellen aanraden en 43,3% (n = 13) raadt ook passieve oorkappen na uitnemen van de hoortoestellen aan. Actieve oorkappen na uitnemen van de hoortoestellen wordt aangeraden door 33,3% (n = 10) van de hoorcentra en actieve oorkappen over de uitgeschakelde hoortoestellen wordt aangeraden bij personen met een hoortoestel door 16,7% (n = 5) van de hoorcentra. Volgens 30% (n = 9) van de ondervraagde hoorcentra wordt het hoortoestel zelf aangeraden als gehoorbescherming. 23,3% (n = 7) raadt universele herbruikbare (lamel)oordoppen aan, 10% (n = 3) raadt de universele wegwerp (mousse) oordoppen aan en 6,7% (n = 2) raadt geen gehoorbescherming aan bij personen met een hoortoestel.

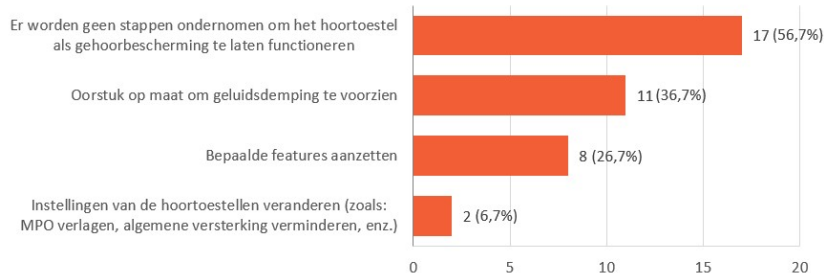
22 van de ondervraagde hoorcentra (73,3%) hebben een antwoord gegeven op de vraag over geschikte oplossingen om personen met een hoortoestel te voorzien van voldoende gehoorbescherming. Acht hoorcentra (26,7%) hebben ervoor gekozen om deze vraag open te laten. Onderstaande verklaringen geven tevens ook meer informatie over de keuze die de hoorcentra maken over de soorten gehoorbescherming die ze aanraden bij personen met een hoortoestel:

1. De geschikte oplossing voor personen met een hoortoestel om hun gehoor te beschermen is nog steeds de hoortoestellen uit te nemen en in de plaats gehoorbescherming te dragen. De soort gehoorbescherming die aanbevolen wordt, varieert voornamelijk tussen otoplastieken en oorkappen. (n = 9)
2. Oorkappen zijn een geschikte oplossing indien de hoortoestellen niet kunnen worden uitgenomen. De hoortoestellen worden wel best uitgeschakeld en de oorkappen worden hier vervolgens over geplaatst. (n = 3)
3. Maatwerk is een geschikte oplossing. Hiervoor wordt er naast maatwerk (zonder of met minimale venting) ook gebruik gemaakt van een verlaagd MPO, peak clipping en een aangepast programma voor in de geluidssituaties waarin gehoorbescherming nodig is. Een andere optie die hierbij wordt aangegeven is maatwerk met gesloten venting en uitgeschakelde

hoortoestellen (indien het hoortoestel uitgeschakeld wordt, komt ook hier opnieuw het probleem van verminderde communicatie voor). (n = 7)

4. Dit dient telkens patiëntafhankelijk bekeken te worden. Veel hangt af van onder andere de graad van het gehoorverlies, de nood aan communicatie op het moment dat het gehoor beschermd moet worden, het horen van veiligheidssignalen... De prioriteit moet steeds blijven liggen bij het hoorapparaat en naargelang deze situaties moeten de mogelijkheden naar gehoorbescherming worden nagegaan. (n = 2)
5. Er werd nog geen pasklare oplossing tegengekomen in de praktijk. (n = 1)

5.2.4 Het hoortoestel als gehoorbescherming



Figuur 11: Stappen die de hoorcentra ondernemen om het hoortoestel als gehoorbescherming te laten functioneren

56,7% (n = 17) van de ondervraagde hoorcentra onderneemt geen stappen om het hoortoestel als gehoorbescherming te laten functioneren. Oorstukken op maat om geluidsdemping te voorzien wordt door 36,7% (n = 11) van deze hoorcentra gebruikt om hoortoestellen als gehoorbescherming te laten functioneren. 26,7% (n = 8) geeft aan dat ze bepaalde features aanzetten om het hoortoestel als gehoorbescherming te laten functioneren. De instellingen van de hoortoestellen worden door 6,7% (n = 2) verandert (zoals: MPO verlagen, algemene versterking verminderen, enz.) om de hoortoestellen als gehoorbescherming te laten functioneren.

Acht van de 30 hoorcentra (26,7%) hebben ook vermeld welke features ze aanzetten om het hoortoestel als gehoorbescherming te laten functioneren:

1. Het MPO verlagen, maar dit zal ervoor zorgen dat de compressie verhoogt wat de spraakverstaanbaarheid negatief beïnvloedt. (n = 4)
2. Activatie van een apart programma (n = 3)
3. Het verlagen of inschakelen van peak clipping (n = 2)
4. Lawaaionderdrukking, impulsonderdrukking, het instellen van de volumeknop en een mute-knop (n = 1)

Opmerking

Vanuit de voorgaande titel blijkt dat slechts een minderheid van de hoorcentra (30%) cliënten met hoortoestellen aanraadt deze te gebruiken als gehoorbescherming. Hierbij dient de nuance gemaakt te worden dat iets minder dan de helft van de hoorcentra (43,3%) wel aangeeft stappen te ondernemen om de hoortoestellen als gehoorbescherming te laten functioneren. Dit kan te verklaren zijn door een andere vraagstelling of een andere interpretatie van deze vraag door de hoorcentra.

5.2.5 Invloeden op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren

De totale steekproef bestaat uit 30 hoorcentra (100%), maar slechts 29 hoorcentra (96,7%) hebben een antwoord gegeven op de vragen over de invloed van de aard en graad van het gehoorverlies op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren. Tijdens de bespreking van de resultaten op deze vraag zullen deze 29 hoorcentra als totale steekproef (100%) worden genomen.

Tabel 11: Invloed door de aard en graad van het gehoorverlies op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren

	Wel invloed	Geen invloed
Aard gehoorverlies	69% (n = 20)	31% (n = 9)
Graad gehoorverlies	65,5% (n = 19)	34,5% (n = 10)

69% (n = 20) van de 29 ondervraagde hoorcentra geeft aan dat de aard invloed heeft op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren. 31% (n = 9) van deze 29 hoorcentra is hier niet mee akkoord.

65,5% (n = 19) van de 29 ondervraagde hoorcentra geeft aan dat de graad invloed heeft op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren. 34,5% (n = 10) is het hier niet mee eens.

▪ Aard van het gehoorverlies

Negentien van de 29 hoorcentra (65,5%) verklaarden hun keuze.

De hoorcentra die aangeven dat de aard van het gehoorverlies invloed heeft op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren geven onderstaande verklaringen:

1. Indien er sprake is van een Air Bone Gap (ABG), is er minder kans op lawaaischade, dus minder snel behoefte aan gehoorbescherming. Je dient wel steeds rekening te houden met de ABG. (n = 2)
2. Verschillende domes/oorstukken worden geselecteerd bij een verschillende aard van gehoorverlies. De venting zal ook een invloed uitoefenen op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren. (n = 5)
3. Bij een conductief gehoorverlies worden de hoortoestellen anders ingesteld dan bij een perceptieverlies. Iemand met een perceptief gehoorverlies heeft recruitment waardoor het sneller onaangenaam luid wordt, dus hierbij zal gehoorbescherming sneller gebruikt worden. Verder wordt er hierbij ook vaak gewerkt met een open aanpassing, wat sowieso te weinig bescherming zal bieden. Bij iemand met een conductief verlies gaan we ook zeker moeten letten dat het binnenoer niet beschadigd geraakt, ook al zal de conductiefactor zorgen voor demping van het geluid. Er zal bij dit soort gehoorverlies ook vaker gekozen worden voor een gesloten oorstuk zonder venting. Bovendien is bij een conductief verlies de gegeven versterking anders dan bij perceptieve verliezen. (n = 7)
4. Bij een transmissie- of gemengd verlies kan er een botverankerd toestel geplaatst zijn. Dit zal (bij uitschakelen) uiteraard geen afsluiting voorzien tegen lawaai. (n = 1)

De hoorcentra die aangeven dat de aard van het gehoorverlies geen invloed heeft op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren geven onderstaande verklaringen:

1. Bij een transmissieverlies (cerumenprop, vocht in het middenoor) zal het aangeboden geluid minder luid aangeboden worden aan het binnenoer waardoor mogelijk minder snel schade kan optreden. Een uitgeschakeld hoortoestel zal voor een deel ook de functie van conductiefactor overnemen, maar een betrouwbaar gegeven is dit niet. (n = 1)

2. Een hoortoestel is bedoeld om versterking te geven, gehoorbescherming om demping te voorzien. Er is hier volgens hen dus sprake van twee verschillende dingen. (n = 2)
3. Er wordt niet meteen ingezien hoe een hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren. (n = 1)

▪ **Graad van het gehoorverlies**

Negentien van de 29 hoorcentra (65,5%) verklaarden hun keuze.

De hoorcentra die aangeven dat de graad van het gehoorverlies invloed heeft op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren geven onderstaande verklaringen:

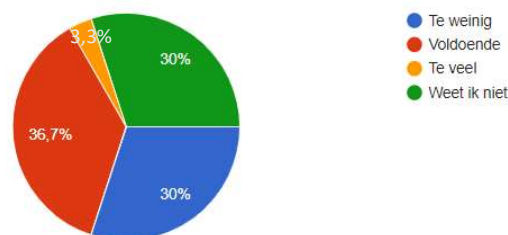
1. Bij een ernstig gehoorverlies zal meer afsluiting van de gehoorgang nodig zijn door een gesloten oorstuk op maat te voorzien (met een minimale of kleine venting). Hierdoor zal er dus ook meer demping aanwezig zijn. (n = 9)
2. Bij lichte verliezen is het moeilijker om het hoortoestel als gehoorbescherming te laten functioneren. Bij een lichter gehoorverlies wordt er vaker gekozen voor een open aanpassing en zal het oorstuk of de dome dus vaak geen demping voorzien. (n = 4)
3. Bij zeer grote verliezen zal een waarschuwing worden gegeven dat het MPO schadelijke geluiden kan produceren. Het MPO blijft zo staan, omdat dit het horen en het spraakverstaan ten goede komt. Hoe hoger de versterking van het hoortoestel, hoe groter de kans op schadelijke geluidsniveaus. (n = 2)
4. Iemand met een ernstig gehoorverlies kan meer geluid verdragen. Het is dan uiteraard zeker niet de bedoeling dat het gehoor nog verder achteruitgaat. De gevoeligheid aan luid geluid neemt wel toe bij recruitment. Iemand met een lichter gehoorverlies zal nog meer in luidruchtigere omgevingen komen dus daarbij is gehoorbescherming nog belangrijker. (n = 1)

De hoorcentra die aangeven dat de graad van het gehoorverlies geen invloed heeft op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren geven onderstaande verklaringen:

1. De graad van het gehoorverlies is geen criterium om al dan niet gehoorbescherming te dragen gelijk onder welke vorm (otoplastieken of hoortoestellen). Een geluid dat op een te luid niveau wordt aangeboden kan schadelijk zijn voor het binnenoor ongeacht of men een gehoorverlies heeft of niet. (n = 2)
2. Er wordt niet meteen ingezien hoe een hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren. (n = 1)

5.2.6 Bescherming door een hoortoestel tegen lawaaischade

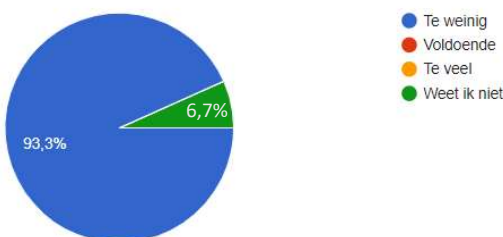
▪ **Een hoortoestel met gesloten oorstuk zonder venting**



Figuur 12: Bescherming van een hoortoestel met gesloten oorstuk zonder venting

Volgens 36,7% (n = 11) van de ondervraagde hoorcentra beschermt een hoortoestel met gesloten oorstuk zonder venting voldoende tegen lawaaischade. 30% (n = 9) denkt dat dit toch te weinig beschermt en 30% (n = 9) geeft aan dit niet te weten. 3,3% (n = 1) van deze hoorcentra vindt dat een hoortoestel met gesloten oorstuk zonder venting te veel zal beschermen en dus voor overprotectie zal zorgen.

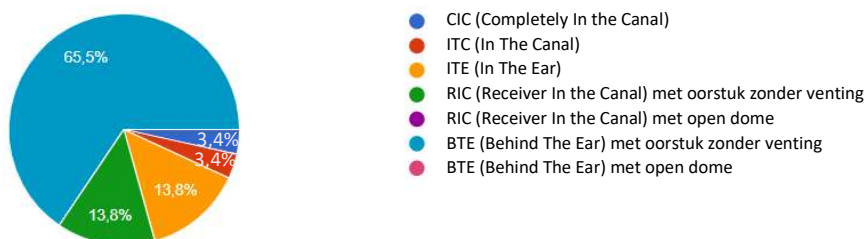
▪ **Een hoortoestel met open dome**



Figuur 13: Bescherming van een hoortoestel met open dome

Volgens 93,3% (n = 28) van de ondervraagde hoorcentra beschermt een hoortoestel met open dome te weinig tegen lawaaischade. 6,7% (n = 2) geeft aan dit niet te weten.

▪ **Hoortoestel dat de beste gehoorbescherming biedt**



Figuur 14: Hoortoestel dat de beste gehoorbescherming biedt

29 van de ondervraagde hoorcentra 100% (n = 29) hebben een antwoord gegeven op de vraag over welk hoortoestel de beste gehoorbescherming biedt. Eén hoorcentrum heeft ervoor gekozen om deze vraag open te laten.

Volgens 65,5% (n = 19) van de ondervraagde hoorcentra biedt een BTE-hoortoestel met oorstuk zonder venting de beste gehoorbescherming. 13,8% (n = 4) vindt dat een RIC-toestel met oorstuk zonder venting de beste gehoorbescherming biedt en 13,8% (n = 4) kiest voor een ITE-toestel. 3,4% (n = 1) van deze hoorcentra vindt dat een ITC-hoortoestel de beste gehoorbescherming biedt en 3,4% (n = 1) vindt dit van een CIC-toestel.

27 van de ondervraagde hoorcentra (n = 27) verklaarden hun keuze. Deze redenen werden geordend per soort hoortoestel en vervolgens samengevoegd in onderstaande tabel.

Tabel 12: Redenen hoortoestel dat de beste gehoorbescherming biedt

BTE met oorstuk zonder venting	RIC met oorstuk zonder venting	ITE	ITC	CIC
1. Geven altijd de meeste afsluiting van de gehoorgang. (Best in zacht materiaal of thermotec.) (n = 13) 2. Beste afsluiting als de hoortoestellen uitgeschakeld zijn. (n = 3) 3. Beste afsluiting indien er een aangepast programma wordt ingesteld. (n = 2)	1. Quasi volledige afsluiting van de gehoorgang. (n = 2) 2. Geen duidelijke verklaring. (n = 1)	1. Meeste afsluiting (vult zowel oorschelp als gehoorgang). (n = 3) 2. De beste keuze indien er geen venting aanwezig is omdat via een tube aan een BTE-toestel ook lawaai kan binnenkomen. (n = 1)	1. Meeste afsluiting van de gehoorgang. (n = 1)	1. Geen duidelijke verklaring. (n = 1)

Opmerkingen

Door een aantal hoorcentra werden enkele opmerkingen gemaakt:

- *Eerst en vooral werkt een open dome niet bij iedereen als een open dome wanneer je dit gaat uitmeten via REM. Het is afhankelijk van de plaatsing en grootte van de gehoorgang. Ook CIC of andere intra's kunnen ventilatie hebben waardoor ze niet per se meer demping geven dan een dome.*
- *Ten tweede is er een praktisch probleem indien je een CIC/ITC/ITE hoortoestel wil uitschakelen om het als gehoorbescherming te gebruiken, omdat je de toestellen moet uitdoen en opnieuw moet indoen.*
- *Ten derde kunnen BTE met oorstuk zonder venting, RIC met oorstuk zonder venting, CIC, ITC en ITE ongeveer evenveel dempen, indien er geen venting aanwezig is en alles op maat gemaakt is.*
- *Ten slotte is een hoortoestel hiervoor niet echt geschikt. Er kunnen ook otoplastieken worden gebruikt met eventueel een versterker in (actieve gehoorbescherming).*

6 Discussie

In deze bachelorproef werd onderzoek gedaan naar de problematiek waarop personen met een hoortoestel die gehoorbescherming wensen te dragen, botsen. Daarnaast worden ook de mate waarin een hoortoestel kan functioneren als gehoorbescherming, de beperkingen hiervan en mogelijke oplossingen of alternatieven besproken. Alle informatie werd verkregen aan de hand van een literatuurstudie, een case study, een vragenlijst voor de firma's en een vragenlijst voor de hoorcentra om een antwoord te formuleren op onderstaande onderzoeksvragen.

6.1 Welke problemen ondervinden personen met een hoortoestel bij het dragen van gehoorbescherming en de combinatie met hoortoestellen?

Literatuur (Mülder, 2011; Stephenson 2009) geeft aan dat communicatie, comfort en convenience worden aangekaart als voornaamste problemen. Vooral bij passieve gehoorbescherming blijkt communicatie moeilijker omwille van de demping bovenop het gehoorverlies. Verder wordt ook het combineren van gehoorbescherming en hoortoestellen aangegeven als belemmerende factor. Hiervoor dienen de hoortoestellen meestal uitgenomen te worden, wat vaak vervelend is. Een combinatie met oorkappen is wel mogelijk, maar hierbij vormt het esthetische aspect in bepaalde situaties een probleem.

Vanuit de vragenlijst die de hoorcentra invulden, blijkt dat het verlies van communicatie bij het uithalen van hoortoestellen een van de voornaamste problemen is bij cliënten. Ook het moeten uitdoen van de hoortoestellen alvorens gehoorbescherming te kunnen dragen, ervaren ze als vervelend.

6.2 In welke mate kan een hoortoestel functioneren als gehoorbescherming en wat zijn de beperkingen hiervan?

Het voornaamste probleem blijft de contradictie waarbij een persoon met een hoortoestel enerzijds versterking nodig heeft om te communiceren, maar anderzijds het gehoor ook moet beschermen in luide geluidssituaties. (Kiessling, 2006)

Wanneer er sprake is van een licht gehoorverlies kan er best gekozen worden voor het gebruik van gehoorbescherming, omdat het communicatieverlies hierbij eerder beperkt is. Indien het gaat om een matig tot ernstig gehoorverlies kan het hoortoestel functioneren als gehoorbescherming. In de literatuurstudie van deze bachelorproef wordt weergegeven dat voornamelijk het oorstuk bepalend is voor de mate waarin een hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren. Hiervoor wordt best een gesloten oorstuk gekozen en een luisterprogramma aangepast voor in de luide geluidssituatie. Volgens Berger (1987) zorgt een gesloten oorstuk voor een demping van 20-30 dB. Belangrijk hierbij is volgens onderzoek van Kiessling (2006) en Sickert (2013) dat er geen venting mag worden voorzien om de gehoorgang goed te kunnen afsluiten. Indien deze persoon toch nood heeft aan verluchting, kan er best gekozen worden voor het gebruik van twee sets oorstukken. Een set zonder venting voor gebruik in luide geluidsomgevingen en een set met venting/open dome voor gebruik in alle andere situaties.

Vanuit de case study blijkt op basis van toonaudiometrie in vrij veld dat de venting die in een oorstuk geplaatst wordt wel degelijk invloed heeft op de demping die geboden wordt in de lage frequenties. Deze is beduidend lager dan de demping die gegeven wordt in de midden en hoge frequenties. De gemiddelde demping over alle frequenties bedraagt 13 dB. Indien dit gemiddelde enkel berekend wordt over de midden en hoge frequenties, bedraagt deze demping 19 dB.

Verder dient een lawaaiprogramma te worden ingesteld. De uitgevoerde REM-metingen tonen aan dat ook de features in het hoortoestel kunnen zorgen voor minder versterking in de lage en hoge

frequenties. Hierbij blijken de midden frequenties niet echt beschermd te worden door het gebruik van de features in het hoortoestel, wat kan zorgen voor een vals gevoel van veiligheid. Ook de geluidssituatie waarin iemand hoortoestellen als gehoorbescherming wil gebruiken, is dus van groot belang. De exacte geluidssituaties waarin de testpersoon van de case study de hoortoestellen als gehoorbescherming kan dragen zijn terug te vinden in tabel 7: Invloed van de gemiddelde demping occluded en de veilige verblijfsduur met demping (4.3.2). Het is belangrijk om hier het onderscheid te maken tussen luide en heel luide geluidssituaties. Indien het gaat om een heel luide geluidssituatie, zou ook een persoon met een normaal gehoor best de keuze maken voor een combinatie van bijvoorbeeld otoplastieken/mousse oordoppen en oorkappen.

Eén van de firma's die de vragenlijst heeft ingevuld, geeft aan dat er reeds een aangepast oorstuk ontworpen werd om te dragen in luide geluidsniveaus. Het betreft een uitgeholde mold met geluidfilter in de venting.

Daarnaast blijkt vanuit zowel de vragenlijst van de firma's als deze van de hoorcentra dat zolang het oorstuk/intra voor voldoende afsluiting zorgt, er geen onderscheid gemaakt dient te worden in het type hoortoestel dat als gehoorbescherming kan functioneren. Al is de keuze van materiaal, type hoortoestel, enz. sterk cliëntafhankelijk. Hierbij zal het subjectieve gevoel van de cliënt dus een grote rol spelen.

6.3 Wat zijn mogelijke oplossingen of alternatieven voor personen met een hoortoestel zodat ook zij hun gehoor op een geschikte manier kunnen beschermen?

Literatuur (Mülder, 2011) toont aan dat actieve gehoorbescherming een geschikte oplossing/alternatief is voor personen met een hoortoestel. Volgens een voorgaande bachelorproef van Maryssael (2014-2015) is er een tekort aan informatie over de werking van compressiesystemen en peak clipping gehanteerd in actieve gehoorbescherming om een vergelijking te maken met de werking van deze onderdelen in hoortoestellen. Deze vraag werd echter ook voorgelegd aan de firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen. Eén van deze firma's gaf hierover een duidelijke vergelijking weer. Deze is terug te vinden in tabel 8: Gelijkenissen en verschillen tussen hoortoestellen en actieve gehoorbescherming (5.1.6).

Een onverwacht aspect omtrent actieve gehoorbescherming als oplossing is terug te vinden in de resultaten van de vragenlijst voor de hoorcentra. Hieruit blijkt dat actieve oorkappen na het uithalen van de hoortoestellen minder worden aangeraden dan passieve oorkappen na het uithalen van de hoortoestellen. Vanuit de literatuurstudie wordt echter het tegenovergestelde verwacht aangezien actieve gehoorbescherming het probleem van verminderde communicatie kan verbeteren.

Naast actieve gehoorbescherming bleek vanuit de literatuurstudie ook dat de hoortoestellen worden aangekaart om te gebruiken als gehoorbescherming. De firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen geven dit ook aan in de vragenlijst indien, zoals in de literatuur (Kiessling 2006; Sickert 2013) beschreven, de oorstukken en een luisterprogramma worden aangepast voor in luide geluidssituaties. De ondervraagde hoorcentra zijn het hier echter niet volledig mee eens. Slechts een minderheid van de hoorcentra (30%) raadt cliënten met hoortoestellen aan deze te gebruiken als gehoorbescherming. Hierbij dient de nuance gemaakt te worden dat iets minder dan de helft van de hoorcentra (43,3%) wel aangeeft stappen te ondernemen om de hoortoestellen als gehoorbescherming te laten functioneren. Dit kan te verklaren zijn door een andere vraagstelling of een andere interpretatie van deze vraag door de hoorcentra.

Slechts enkele van de ondervraagde hoorcentra (6,7%) raden geen gehoorbescherming aan bij personen met een hoortoestel. Het is positief dat dit slechts een zeer beperkt aantal is aangezien ook zij hun gehoor voldoende en op een geschikte manier moeten beschermen.

De hoorcentra geven aan dat ze voornamelijk otoplastieken, passieve oorkappen over de uitgeschakelde hoortoestellen en passieve- of actieve oorkappen na het uithalen van de hoortoestellen als de meest geschikte oplossingen aanraden voor personen met een hoortoestel. Dit

strookt echter niet volledig met de problemen die de cliënten aankaarten. Voor hen zijn voornamelijk het verlies aan communicatie en het vervelende aspect van het uitdoen van de hoortoestellen storend. Geen enkele van de vier voornaamste oplossingen, aangegeven door de hoorcentra, verhelpen beide problemen.

Volgens de firma's kunnen hoortoestellen met gesloten oorstukken en een mute-programma of een zeer laag MPO met hoge compressiefactor zorgen voor enige bescherming van het gehoor bij personen met een hoortoestel. Verder kan ook een uitgeholde mold waarin een geluidfilter geplaatst wordt in de venting ook gebruikt worden om het gehoor te beschermen. Beide alternatieven bieden een oplossing voor de twee voornaamste problemen die de cliënten met hoortoestellen ondervinden. Net zoals de hoorcentra geven ook de firma's van gehoorbescherming, oorstukken en hoortoestellen aan dat de hoortoestellen kunnen worden uitgenomen om vervolgens gehoorbescherming in te doen of de hoortoestellen uit te schakelen en te combineren met oorkappen.

6.4 Beperkingen binnen dit onderzoek

De case study en vragenlijsten zijn opgesteld om enkele hiaten in de literatuur te verwerken. Door een beperkte respons op de vragenlijst van de firma's zijn deze tekorten niet allemaal ingevuld. Verder zijn enkele antwoorden op vragen uit de vragenlijst voor de hoorcentra zeer uiteenlopend waardoor er op een aantal vragen nog steeds geen pasklaar antwoord kan worden gegeven. Door deze tekorten blijven de oplossingen en alternatieven betreffende gehoorbescherming bij personen met een hoortoestel niet altijd ideaal en is verder onderzoek nodig.

Een ander tekort in dit onderzoek is de betrouwbaarheid van de metingen tijdens de case study. De demping van de oorstukken werd gemeten met behulp van een subjectieve meting, nl. toonaudiometrie in vrij veld. Dit komt omdat hiervoor nog geen objectieve metingen bestaan. Toonaudiometrie in vrij veld blijkt niet volledig geschikt aangezien hier ook rekening gehouden moet worden met het gegeven stereo-mono en het hoofdschaduw effect. De resultaten die aan de hand van de metingen in vrij veld bekomen worden zijn steeds de resultaten van het beste oor gezien de gekozen testopstelling en de asymmetrie van het gehoorverlies bij deze testpersoon.

Verder werd tijdens de REM-metingen, om de werking van de features na te gaan, een verschillend ingangsniveau gebruikt bij het opmeten van de REUG en REOR. Voor de REOR-meting werd een ingangsniveau van 70 dB SPL gebruikt en voor de REUR-meting een ingangsniveau van 65 dB SPL. Hier dient rekening mee gehouden te worden bij het interpreteren van de resultaten en de conclusies. Indien de metingen met een gelijk ingangsniveau (65 dB SPL) zouden worden afgenomen, dan zouden de REOR en REUR in de lage frequenties gelijk moeten liggen omwille van de venting in het oorstuk. Dit werd hier dus niet bevestigd door het verschil in ingangsniveau.

Bij deze metingen ontstaat ook steeds een lek door het meetslangetje dat naast het oorstuk in de gehoorgang wordt geplaatst. Hierdoor kan het oorstuk nooit voor een volledige afsluiting van de gehoorgang zorgen. Dit slangetje is echter zodanig klein dat dit weinig tot geen invloed heeft op de resultaten.

Tijdens de REM-metingen werd niet nagegaan vanaf welk geluidsniveau de ingestelde features exact in werking treden, zodat de versterking van de hoortoestellen afneemt. Dit is echter een belangrijke factor om te bepalen in welke geluidssituaties de ingeschakelde hoortoestellen gebruikt kunnen worden als gehoorbescherming.

Vanuit de literatuurstudie en de vragenlijsten blijkt ook dat er best een gesloten oorstuk gekozen wordt bij het gebruik van een hoortoestel als gehoorbescherming. In de case study werd er echter een persoon getest waarbij de venting in de acrylaat oorstukken op maat 2 mm bedraagt. Het testen van de oorstukken met venting zorgt voor een lagere demping dan deze die de midden en hoge frequenties bieden. De lage frequenties zijn het minst gevoelig voor lawaaischade, waardoor het voornamelijk belangrijk is de midden en hoge frequenties te beschermen in deze situaties.

7 Conclusie

Personen met een hoortoestel die gehoorbescherming wensen te dragen, botsen op verschillende problemen. De bachelorproef 'gehoorbescherming voor personen met een hoortoestel' probeert deze problematiek in kaart te brengen. Ook de mate waarin een hoortoestel kan functioneren als gehoorbescherming, de beperkingen hiervan en mogelijke oplossingen of alternatieven werden bevraagd en onderzocht.

Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden wat personen met een hoortoestel de voornaamste problemen vinden in combinatie met gehoorbescherming. Ze geven aan dat het verlies aan communicatie en het vervelende aspect van het uitdoen van de hoortoestellen de meest storende factoren zijn.

Een gesloten oorstuk op maat en een aangepast luisterprogramma om te gebruiken in de hoge geluidsniveaus blijkt essentieel om een hoortoestel als gehoorbescherming te laten functioneren. Om een correcte en concrete uitspraak te doen over het gebruik van hoortoestellen als gehoorbescherming in hoge geluidsniveaus is verder onderzoek nodig, al zal dit steeds cliëntafhankelijk blijven. Het uitwerken van oplossingen door de firma's van oorstukken, gehoorbescherming en hoortoestellen is hierbij misschien wel noodzakelijk.

Vanuit de literatuur en de vragenlijsten blijken echter wel verschillende andere alternatieven en oplossingen mogelijk voor personen met een hoortoestel. De oplossingen die de voornaamste problemen verhelpen, zijn het gebruik hoortoestellen met gesloten oorstukken en een mute-programma of een zeer laag MPO met hoge compressiefactor. Deze zorgen voor enige bescherming van het gehoor bij personen met een hoortoestel. Verder kan ook een uitgeholde mold waarin een geluidfilter geplaatst wordt in de venting gebruikt worden om het gehoor te beschermen. Hiernaast blijven otoplastieken, passieve oorkappen over de uitgeschakelde hoortoestellen, passieve oorkappen na het uithalen van de hoortoestellen en actieve oorkappen na het uitdoen van de hoortoestellen de meest aangeraden alternatieven.

8 Literatuurlijst

Alberti, P.W. (1992). *Bmj*, 304.

Berger, E. H. (1987). *Can Hearing Aids Provide Hearing protection?*. Geraadpleegd op 29 december 2019 via Google Scholar: <http://multimedia.3m.com/mws/media/8931940/earlog-18.pdf?fn=EARLog%2018.pdf>

Berger, E. H, Voix, E, & Hager, L. D. (2008). *Methods of fit testing hearing protectors, with representative field test data*. Geraadpleegd op 18 april 2020 via: http://www.icben.org/2008/PDFs/Berger_et_al.pdf

Berger, E. H. (2003). *The noise manual (5e ed.)*. Fairfax (VA): American Industrial Hygiene Association.

Bernafon. (2013, oktober). *Topics in amplifiction: ANR Plus – Een verbeterd systeem voor ruisonderdrukking*. Geraadpleegd op 12 april 2020 via: https://www.bernafon.com/~media/Bernafon/main/Flash/AudioEfficiency/UK/data/pdf/TiA_ANR_Plus_NL.pdf

Bockstael, A, Botteldooren, D, De Coensel, B, Geentjens, G, Glorieux, C, & Kelders, L. (2012, januari). Instituut voor Samenleving en Technologie (IST). *Impact van geluid op welzijn, leefmilieu en volksgezondheid, in Vlaanderen*. Geraadpleegd op 5 december 2019 via: http://ist.vito.be/nl/pdf/rapporten/rapport_geluidshinder.pdf

Clinckspoor, R, & Messeley, H. (2017-2018). *Anatomie en fysiologie van gehoor-en evenwicht* [Cursus]. Gent: Arteveldehogeschool Bachelor in de audiologie.

Controlemetingen: Real Ear Measurements – Real Ear Unaided Response [website]. (z.j.). Geraadpleegd op 10 april 2020 via: <https://www.leerschoolaudicien.nl/controlemetingen.html>

De Vries, N., Van de Heyning, P., & Leemans, C. (Red.). (2013). *Leerboek Keel-Neus-Oorheelkunde en hoofd-halschirurgie* (Vol. Aandoeningen van het trommelvlies en het middenoor). Houten: Bohn Stafleu van Loghum.

De Oorgroep. (z.j.). *Lawaaibeschadiging* [website]. Geraadpleegd op 10 december 2019 via [eargroup.net](http://www.eargroup.net): <http://www.eargroup.net/ingrepen/356/Lawaaibeschadiging>

De Witte, D, & Locquet, M. (2016-2017). *De aangewezen oordop voor het luisteren naar muziek* [Bachelorproef]. Gent: Arteveldehogeschool Bachelor in de audiologie.

Eggermont, J. (2017). *Hearing Loss*. London: Academic Press.

Geukens, S. (z.j.). *Lawaaitrauma* [website]. Geraadpleegd op 10 december 2019 via nko-orl-aalst.be: <https://nko-orl-aalst.be/or/aandoeningen-oor/binnenoor/35-lawaaitrauma>

Hall, J. (2000). *Handbook of Otoacoustic Emissions*. San Diego: Singular Publishing Group.

Ketels, H. (2018-2019). *Hoortoestelaanpassing bij volwassenen* [Cursus]. Gent: Arteveldehogeschool Bachelor in de audiologie.

Kiessling, J. (2006, juli). *Neue Aspekte zur Hörgeräteversorgung bei Lärmschwerhörigkeit*. Geraadpleegd op 12 april 2020 via ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/251088301_Neue_Aspekte_zur_Horgerateversorgung_bei_Larmschwerhorigkeit

- Maryssael, N. (2014-2015). *Actieve gehoorbescherming* [Bachelorproef]. Gent: Arteveldehogeschool Bachelor in de audiologie.
- Messely, H, & Rijckaert, J. (2018-2019). *Geluidsbeheer* [Cursus]. Gent: Arteveldehogeschool Bachelor in de audiologie.
- Messely, H, & De Sutter, J. (2010-2011). *MIRE- versus REAT-methode : een verkennende studie bij twee types otoplastieken* [Masterproef]. Geraadpleegd op 18 april 2020 via:
https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/787/972/RUG01-001787972_2012_0001_AC.pdf
- Mülder, H. (2011, maart). *Field Study News: Hearing Protection for People with Hearing Loss*. Geraadpleegd op 29 december 2019 via: <https://www.phonak-communications.com>
- Patel, J. (2008). *Musicians' hearing protection: A review*. Geraadpleegd op 16 december 2019 via:
<https://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr664.pdf>
- Sickert, P. (2013, november). *Practical experience with hearing aids with hearing protection function*. Geraadpleegd op 18 april 2020 via ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/296331528_Practical_experience_with_hearing_aids_with_hearing_protection_function
- Steneeken, H, & Verhave, J. (2004, januari). *Digitally controlled active noise reduction with integrated speech communication*. Geraadpleegd op 30 december 2019 via ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/228857345_Digitally_controlled_active_noise_reduction_with_integrated_speech_communication
- Stephenson, M. (2009, februari). *Hearing Protection in the 21st Century: They're Not Your Father's Earplugs Anymore*. Geraadpleegd op 18 december 2019 via ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/247475695_Hearing_Protection_in_the_21st_Century_They%27re_Not_Your_Father%27s_Earplugs_Anymore
- Le et al. (2017). *Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options*. *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*.
- Van Doorslaer, K, & Hoppenbrouwers, K. (2011, januari). Vlaamse wetenschappelijke vereniging voor jeugdgezondheidszorg vzw. *Mogelijkheden en grenzen van preventiecampagnes voor lawaaischade bij schoolgaande jongeren: een literatuuronderzoek*. Geraadpleegd op 11 april 2020 via:
https://www.vwvj.be/sites/default/files/horen/horen_-_publicaties/2011_mogelijkheden_en_grenzen_van_preventiecampagnes_voor_lawaaischade_bij_schoolgaande_jongeren.pdf
- World Health Organization. (2015). *Hearing loss due to recreational exposure to loud sounds: a review*. Geraadpleegd op 11 april 2020 via:
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/154589/9789241508513%20eng.pdf;jsessionid=4B514CA7471090C1DEC13FE2AB309A2F?sequence=1>

9 Bijlagenlijst

Bijlage A: Informatiebrief informed consent



BACHELOR IN DE LOGOPEDIE EN DE AUDIOLOGIE
AFSTUDEERRICHTING AUDIOLOGIE

INFORMATIEBIJLAGE VOOR HET GEBRUIKEN VAN EEN INTERVIEW VIA GELUIDSOPNAME

De bachelorproef 'gehoorbescherming voor personen met een hoortoestel' brengt de problematiek waarop personen met een hoortoestel die gehoorbescherming wensen te dragen botsen in kaart, maar ook de mate waarin een hoortoestel kan functioneren als –gehoorbescherming-, de beperkingen hiervan en mogelijke oplossingen/alternatieven.

Doel en opzet

Dit interview heeft als doel om uitgeschreven en getranscribeerd te worden tot een interview bruikbaar in de bachelorproef.

Deze opname wordt enkel beluisterd door de personen die werken aan de bachelorproef en verantwoordelijk zijn voor het uitschrijven en transcriberen van deze opname.

Deze opname wordt niet langer bewaard dan nodig en zal na afronden van de bachelorproef worden verwijderd.

Vertrouwelijkheid:

Als u akkoord gaat om aan dit interview via geluidsopname deel te nemen, zullen uw gegevens tijdens het verwerken ervan worden geanonimiseerd. Hierbij is er geen terugkoppeling meer mogelijk naar u. In overeenstemming met de Belgische wet van 8 december 1992 en de Belgische wet van 22 augustus 2002, zal uw persoonlijke levenssfeer worden gerespecteerd. Als de resultaten van het interview worden gepubliceerd, zal uw anonimiteit aldus verzekerd zijn.

Toestemming voor de geluidsopname

U kunt uw eventuele toestemming op elk gewenst moment intrekken door dit kenbaar te maken aan de verantwoordelijke. Deze zal binnen een redelijke termijn het betrokken geluidsfragment verwijderen. De verantwoordelijke zal de registratie van de intrekking van uw toestemming en de genomen stappen schriftelijk aan u bevestigen.

Contactpersoon

Als u aanvullende informatie wenst over de bachelorproef, kunt u steeds contact opnemen met Lotte Van Geldorp (lotte.vangeldorp@student.arteveldehs.be) of Anke Bruggeman (anke.bruggeman@arteveldehs.be).

Tot slot

We hopen u met dit informatieblad voldoende te hebben geïnformeerd. Als u geen bezwaar hebt tegen het maken van de geluidsopnames, verzoeken wij u het toestemmingsformulier te ondertekenen en aan de verantwoordelijke te bezorgen.

Bijlage B: Kalibratiecertificaat dosimeter

don 14



NOISE DOSIMETER BASIC CALIBRATION

Certificate number: 20195067

Applicant: 9000 Gent
Hoogpoort 15
9000 Gent

NOISE DOSIMETER	
manufacturer:	Cesva
model:	DC-112d
serial number:	T233827
number of channels:	1 channel used for testing: 1
if appl. internal software version:	-
unique description of manual:	M_DC112_v0035_20090923_ENG
MICROPHONE	
manufacturer:	Cesva
model:	P007
serial number:	C-818
configuration during the test:	with microphone
data used to adjust the sound levels indicated in response to application of a multi-frequency source calibrator:	data from the manufacturer was used

CALIBRATION METHOD: Procedures from IEC61252:1993 were used to perform basic acoustic tests, using internal technical procedure TP06 61252:1993.

UNCERTAINTY: The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EAL publication EAL-4/02.

TRACEABILITY: All our calibration equipment is tested and traceable to (inter)national standards. The calibration process is carried out following documented procedures.

ADJUSTMENTS MADE: No adjustments prior to the calibration were made.

ENVIRONMENTAL CONDITIONS	before testing	after testing
temperature [°C] ($\pm 0,5$ °C)	23,6	23,5
relative humidity [%] ($\pm 2,5$ %)	32,2	33,0
static air pressure [hPa] (± 5 hPa)	999	999

BASIC TESTS RESULTS		
Indication at check frequency [94dB SPL @ 1kHz] (IEC61252:1993 item B.1.5)	result	uncertainty (k=2)
	[dB]	[dB]
before calibration	94,3	0,18
after calibration	94,1	0,18

certificatenummer: 20195067

page 1 of 2

Self-generated noise	dB(A)	dB(C)	dB(Z)	uncertainty (k=2) [dB]
microphone installed	41,0	not applicable	not applicable	1,00
electrical input device installed	not applicable	not applicable	not applicable	1,00

Acoustical signal tests of a frequency weighting (IEC61252:1993 item B.3)					
nominal freq. [Hz]	corrected deviation relative to 1 KHz	total deviation	tolerance		uncertainty k=2
	A-weighting [dB]	A-weighting [dB]	[dB]	[dB]	[dB]
63	0,85	0,85	2,0	-2,0	0,33
125	0,55	0,55	1,5	-1,5	0,33
250	0,85	0,85	1,5	-1,5	0,33
500	0,55	0,55	1,5	-1,5	0,33
1000	0,00	0,00	0,0	0,0	0,33
2000	-0,05	-0,05	2,0	-2,0	0,33
4000	0,22	0,22	3,0	-3,0	0,43
8000	-0,09	-0,09	5,0	-5,0	0,43

FINAL TEST RESULT:
 The noise dosimeter submitted for testing has successfully completed basic periodic tests based on IEC61252:1993, for the environmental conditions under which the tests were performed. However, no general statement or conclusion can be made about conformance of the noise dosimeter to the full requirements of IEC61252:1993 because the basic tests cover only a limited subset of the specifications in IEC61252:1993.

DATE OF ARRIVAL: 4-4-2019
 DATE OF CALIBRATION: 5-4-2019
 DATE OF PUBLICATION: 5-4-2019
 TECHNICAL MANAGER CALIBRATION LAB: W. Hennissen

signed: 

Bureau Geluid Calibration Laboratory
 Sint Gerlach 47
 6301 JA Houthem
 The Netherlands
 www.geluidcalibratie.nl
 T: +31 43 4584165

Reproduction of the complete certificate is allowed. Parts of the certificate may only be reproduced with written approval of the calibration laboratory.

Bijlage C: Kalibratiecertificaat kalibrator



kalibrator doi 4 film



SOUND CALIBRATOR CALIBRATION CERTIFICATE

Certificate number: 20195065

Applicant: Artevelde Hogeschool
Hoogpoort 15
9000 Gent

SOUND CALIBRATOR	
manufacturer:	Rion
model:	NC-73
serial number:	-
adapters present:	no
type class:	2
number of channels:	1
pattern approval	-

CALIBRATION METHOD: The calibrator has been tested as specified in Annex B of standard IEC 60942:2003, using internal technical procedure TP01 IEC60942:2003

UNCERTAINTY: The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EAL publication EAL-4/02.

TRACEABILITY: The measurements have been executed using standards for which the traceability to (inter)national standards has been demonstrated towards the RvA (Dutch Accreditation Council).

ADJUSTMENTS MADE: Calibration as received: no adjustments prior to the calibration procedure were made.

TEST RESULTS

ENVIRONMENTAL CONDITIONS	before testing	after testing
temperature [°C] ($\pm 0,5$ °C)	22,7	23,0
relative humidity [%] ($\pm 2,5$ %)	33,2	33,2
static air pressure [hPa] (± 5 hPa)	1000	1000

Sound pressure level				
nominal level [dB]	measured level [dB]	deviation [dB]	uncertainty [dB]	tolerance limit IEC60942 [dB]
94	94,06	0,06	0,15	0,75

certificate number: 20195065

page 1 of 2

Frequency					
nominal level	nominal frequency	measured frequency	deviation	uncertainty	tolerance limit
[dB]	[Hz]	[Hz]	[Hz]	[Hz]	IEC60942 [Hz]
94	1000	987,06	12,94	0,10	20

Total Distortion			
nominal level	measured TD	uncertainty	tolerance limit
[dB]	[%]	[%]	IEC60942 [%]
94	0,15	0,5	4

FINAL RESULT

The calibrator submitted for testing has successfully completed the periodic tests of IEC60942:2003, for the environmental conditions under which the tests were performed.

The sound calibrator has been shown to conform to the class 2 requirements for periodic testing, described in Annex B of IEC 60942:2003 for the sound pressure level(s) and frequency(ies) stated, for the environmental conditions under which the tests were performed. However, as public evidence was not available, from a testing organisation responsible for pattern approval, to demonstrate that the model of sound calibrator conformed to the requirements for pattern evaluation described in Annex A of IEC 60942:2003, no general statement or conclusion can be made about conformance of the sound calibrator to the requirements of IEC 60942:2003.

DATE OF ARRIVAL: 4-4-2019
 DATE OF CALIBRATION: 5-4-2019
 DATE OF PUBLICATION: 5-4-2019
 TECHNICAL MANAGER CALIBRATION LAB: W. Hennissen

signed:

<p>Bureau Geluid Calibration Laboratory Sint Gerlach 47 6301 JA Houtheim The Netherlands www.geluidkalibratie.nl T: +31 43 4584165</p>	<p>RvA (Dutch Accreditation Council) is member of the European Co-operation for Accreditation (EA) and is one of the signatories to the EA Multilateral Agreement (MLA) and to the ILAC Mutual Recognition Arrangement (MRA) for the mutual recognition of calibration certificates.</p>	<p>Reproduction of the complete certificate is allowed. Parts of the certificate may only be reproduced with written approval of the calibration laboratory. This certificate is issued provided that the RvA (Dutch Accreditation Council) does not assume any liability.</p>
--	--	--

certificate number: 20195065

page 2 of 2

Bijlage D: Kalibratie en manuele logging dosimetrie

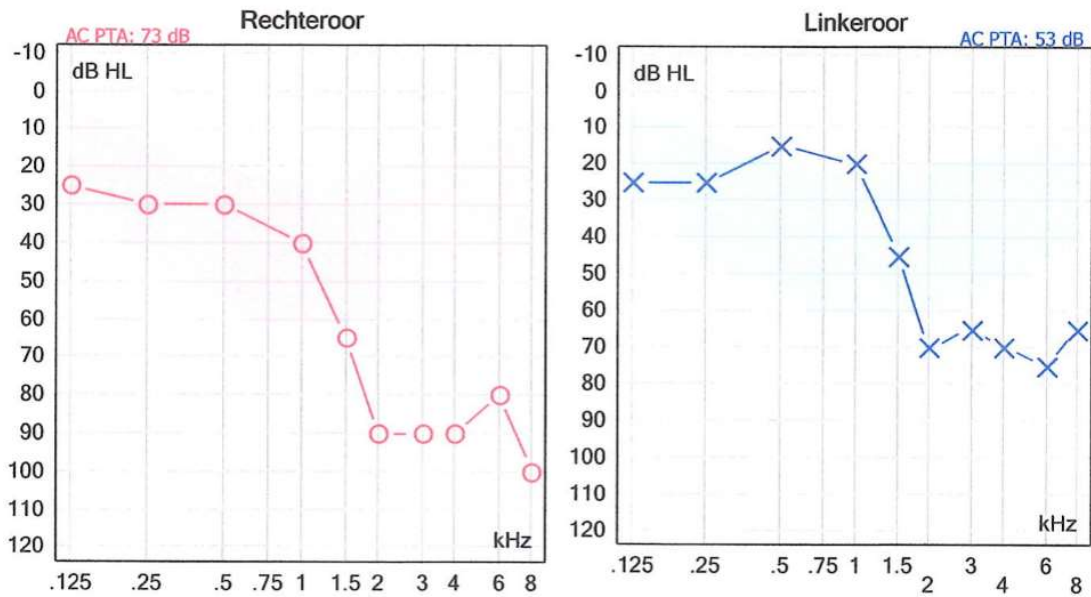
Meting	Kalibratie	
Datum: 16/01/2020 Tijdstip: 10:39:40 Duur meting: 00:29:33 Integratietijd: 00:00:05 Schouder: Rechts (meest blootgestelde oor)	Voor meting	Na meting
	Tijdstip: 10:38:21 Waarde: 94,0 Interpretatie: Toegestane afwijking kalibratie voor meting t.o.v. referentiewaarde (94,0 dB SPL): 0,2 dB.	Tijdstip: 11:11:15 Waarde: 94,1 Interpretatie: (t.o.v. kalibratie voor meting) Toegestane afwijking kalibratie na meting t.o.v. kalibratie voor meting: 0,5 dB.
<ul style="list-style-type: none"> ○ Observatie door audioloog tijdens werkactiviteit: notatie activiteiten, observaties geluidsomgeving. ○ Noteren geluidsgebeurtenissen. ○ De windbol werd niet gebruikt. 		

TIJDSTIP (uu:mm:ss)	MANUELE LOGGING (radio staat de hele tijd aan)
10:39:40	Start dosimetrie
10:42:00	Hij slijpt, zoon slijpt op afstand
10:43:05	Enkel radio nog aan
10:43:20	Maakt aanhangwagen schoon
10:43:40	Enkel radio nog aan
10:44:10	Zoon roept
10:44:55	Opent potje verf
10:45:45	Hij praat, zoon last op afstand
10:46:35	Zoon last op afstand (Geeft aan dat hoortoestellen hierbij niet uitschakelen)
10:48:15	Hij werkt aan constructie, zoon slijpt op afstand (Geeft aan dat hoortoestellen uitschakelen na +/- 10 sec)
10:51:40	Zoon stopt met slijpen
10:51:45	Zoon slijpt op afstand
10:52:00	Zoon stopt met slijpen
10:54:10	Zoon slijpt op afstand
10:55:05	Hij sleept aanhangwagen buiten
10:55:40	Doet poort opnieuw toe
10:55:50	Enkel radio nog aan

10:57:55	Hij last, zoon stil
10:59:05	Hij last, zoon aan "boormachine"
11:00:20	Hij last, zoon stil
11:04:40	Hij slijpt (oorkappen over hoortoestellen)
11:05:20	Hij slijpt, zoon klopt aan constructietafel
11:06:55	Hij stopt, zoon klopt aan constructietafel
11:07:45	Hij klopt bouten aan wiel aanhangwagen, zoon praat
11:08:25	Hij stopt
11:09:09	Einde dosimetrie

Bijlage E: Toonaudiometrie onder koptelefoon 24/06/2019

Toonaudiometrie onder koptelefoon



Bijlage F: Parameters REM-metingen

Fitting prescription settings

Default prescription	Advanced settings:	
NAL-NL2	Transducer Sound field 45 deg.	Orientation for REUR/REUG <input type="radio"/> 0 Deg <input checked="" type="radio"/> 45 Deg <input type="radio"/> 90 Deg
	Hearing instrument style Behind the ear	Vent size 2 mm
	Hearing aid type <input type="radio"/> Linear <input checked="" type="radio"/> Nonlinear	Number of hearing aids <input type="radio"/> Monaural <input checked="" type="radio"/> Binaural
	Tubing RITC	Threshold (dB) Wide band compression thre: (Hearing aid knee-point) level: 50
	Limiting <input type="radio"/> Off <input type="radio"/> Wide-ban <input checked="" type="radio"/> Multi-ban	Audiogram type <input type="checkbox"/> Use Bone val
	Compression speed Fast	Language Non-Tonal
	Channels 18	
	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Bijlage G: Programma hoortoestellen: All Around

Huidige gain:

	250	500	750	1K	1,5K	2K	3K	4K	6K	8K
Zacht	0	0	2	7	17	25	26	19	9	5
Gemiddeld	0	0	1	3	11	20	20	15	6	1
Hard	0	0	1	2	6	14	15	9	2	0
CR	1	1	1	1,2	1,8	1,5	1,7	1,4	1,4	1,1
MPO	93	95	97	102	107	119	121	113	106	108

Coupler	Insertion Gain
Stimulus	Zuivere toon
Adaptieve directionaliteit	Binaurale directionaliteit III met Spatial Sense
Directionele Mix-frequentie	Medium (ca 1k)
Tijdconstanten	Standaard
DFS Ultra II	Licht
LowLevel expansie	Sterk
NoiseTracker II	Per omgeving...
SoundShaper	Uit
WindGuard	Licht
Impulse Noise reductie	Sterk
Streaming Bass Boost	Licht
Mic t.o.v. mobiel apparaat	-3db
Mic t.o.v. telefoonclip	-3db

Tinnitus Sound Generator

Tinnitus Sound Generator Uit

Huidige gain:

	250	500	750	1K	1,5K	2K	3K	4K	6K	8K
Zacht	0	0	1	3	10	17	18	12	4	1
Gemiddeld	0	0	1	2	5	12	13	8	1	0
Hard	0	0	1	2	4	7	8	3	0	0
CR	1	1	1	1	1,3	1,5	1,6	1,4	1,2	1
MPO	93	95	96	98	103	114	114	111	106	108

Coupler	Insertion Gain
Stimulus	Zuivere toon
Adaptieve directionaliteit	Binaurale directionaliteit III met Spatial Sense
Directionele Mix-frequentie	Medium (ca 1k)
Tijdconstanten	Standaard
DFS Ultra II	Licht
LowLevel expansie	Sterk
NoiseTracker II	Per omgeving...
SoundShaper	Uit
WindGuard	Licht
Impulse Noise reductie	Sterk
Streaming Bass Boost	Licht
Mic t.o.v. mobiel apparaat	-3db
Mic t.o.v. telefoonclip	-3db

Tinnitus Sound Generator

Tinnitus Sound Generator Uit

Bijlage H: Programma hoortoestellen: REM-Test

Huidige gain:

	250	500	750	1K	1,5K	2K	3K	4K	6K	8K
Zacht	0	0	2	8	18	24	26	24	19	16
Gemiddeld	0	0	1	5	13	20	21	19	14	11
Hard	0	0	0	2	8	16	16	14	9	6
CR	1	1	1	1,3	1,6	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
MPO	96	98	100	105	110	122	124	116	109	111

Coupler	Insertion Gain
Stimulus	Zuivere toon
Adaptieve directionaliteit	Omni
Tijdconstanten	Syllabisch
DFS Ultra II	Licht
LowLevel expansie	Uit
NoiseTracker II	Uit
SoundShaper	Uit
WindGuard	Uit
Impulse Noise reductie	
Streaming Bass Boost	Licht
Mic t.o.v. mobiel apparaat	-3db
Mic t.o.v. telefoonclip	-3db

Tinnitus Sound Generator

Tinnitus Sound Generator Uit

Huidige gain:

	250	500	750	1K	1,5K	2K	3K	4K	6K	8K
Zacht	0	0	1	3	10	16	18	17	14	12
Gemiddeld	0	0	0	1	6	12	14	12	9	7
Hard	0	0	0	0	3	8	9	7	5	3
CR	1	1	1	1,1	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4
MPO	96	98	99	101	106	117	117	114	109	111

Coupler	Insertion Gain
Stimulus	Zuivere toon
Adaptieve directionaliteit	Omni
Tijdconstanten	Syllabisch
DFS Ultra II	Licht
LowLevel expansie	Uit
NoiseTracker II	Uit
SoundShaper	Uit
WindGuard	Uit
Impulse Noise reductie	
Streaming Bass Boost	Licht
Mic t.o.v. mobiel apparaat	-3db
Mic t.o.v. telefoonclip	-3db

Tinnitus Sound Generator

Tinnitus Sound Generator Uit

Bijlage I: Interview case study

INTERVIEW: Bachelorproef: gehoorbescherming voor personen met een hoortoestel

1. **Oorzaak van het gehoorverlies:** [Presbycusis/lawaaischade](#)
2. **Wat voor werk voert u precies uit?**
Metaalconstructie in feite, ja.
3. **Welke verschillende taken voert u uit tijdens het werk?**
Ik doe alles van begin tot einde. Dus als ik een aanhangwagen maak dan is dat vanaf het begin tot dat hij afgewerkt is. Dus dat is ijzerzagen, lassen, slijpen, verzinken... en achteraf monteren. Ijzerzagen, ijzerslijpen, met de hamer erop slaan doe ik allemaal.
4. **Welke taak of taken brengt/brengen volgens u het meeste lawaai met zich mee?**
Ja, soms is het iets stiller. Zoals vandaag ben ik aan het monteren en is er niet zoveel lawaai. Ja, mijn zoon is ook bezig en dan is er weer meer lawaai. "Het is eigenlijk het bedrijf van mijn zoon, hij doet dat in bijberoep. Hij werkt 3/5^{de}. Nu is hij thuis, vandaag en morgen en in het weekend, maandag dinsdag en woensdag gaat hij werken. Als ik alleen ben is het altijd anders. Soms is het eens stil, maar soms is er ook eens meer lawaai. Vooral als mijn zoon aanwezig is.
5. **Merkt u verschil tussen het lawaai dat het lassen met zich meebrengt en het lawaai dat bijvoorbeeld het slijpen met zich meebrengt?**
Slijpen maakt het meeste lawaai, hé. Lassen is afhankelijk van de soort laspost. We hebben hier twee soorten lasposten. De ene kan een knetterend geluid produceren, dat probeer ik te verminderen. Als mijn zoon een paar meter van mij last knettert dat geweldig. Dat geluid is van op afstand nog luid, maar ik denk net iets te stil, want op dat moment slaan mijn hoorapparaten niet uit. Waarschijnlijk omdat hij iets te ver staat. Want als ik zelf bezig ben met lassen of slijpen slaan ze wel altijd uit. Maar ik ondervind dus als mijn zoon bezig is dat de hoortoestellen niet uitschakelen, omdat er te veel afstand tussen is.
6. **Hoelang werkt u gemiddeld per dag in lawaai?**
Ja, wat moet ik daarop zeggen ik werk vaak maar 5 à 6 uur per dag. Soms eens 8 uur. Dat is al verschillend, hé.
7. **Draagt u soms gehoorbescherming, zoals bv. oorkappen/oordoppen?**
 - a. **Welke gehoorbescherming gebruikt u dan en wanneer?**
Als ik zelf aan het slijpen ben gebruik ik wel extra gehoorbescherming, omdat dat echt te veel lawaai maakt. Deze draag ik dan over mijn hoortoestellen, ik haal ze daarvoor niet uit.
Als ik moet telefoneren haal ik de hoortoestellen wel steeds uit. Ik kan ze enkel inhouden als ik bel met de telefoon die een luidspreker heeft, maar de telefoons in de werkplaats zijn oud en hebben dit dus niet.
 - b. **Waarom draagt u deze niet op andere momenten?**
Ik vind dat de hoortoestellen dan voldoende zijn.

8. Combineert u soms gehoorbescherming met uw hoortoestel?

a. Indien ja, welke en wanneer?

Tijdens het slijpen combineer ik inderdaad de hoortoestellen met oorkappen. Maar wanneer ik de hoortoestellen draag, gebruik ik wel minder vaak gehoorbescherming, omdat deze toch al veel lawaai tegenhouden vind ik.

b. Heeft u in het verleden vaker gehoorbescherming gedragen?

Voor ik mijn hoortoestellen had droeg ik wel vaker gehoorbescherming, maar nog veel daarvoor droeg ik dat echt nooit. Dertig-veertig jaar geleden bestonden zo een dingen niet, hé. Op mijn werk vroeger moest ik veel op de baan met een bestelwagen en had ik zo een gele oordopjes die je moest rollen voor je ze in je oren stopt. Die gebruikte ik wel vaak vroeger, want die bestelwagen was vrij oud en maakte nogal veel lawaai en dan maakte ik daar toch een gewoonte van om ze in te doen. Maar op dat moment was het eigenlijk al te laat.

9. Vindt u zelf dat de hoortoestellen uw gehoor voldoende beschermen in lawaai wanneer u de toestellen uitschakelt?

Dit heb ik eigenlijk nog nooit gedaan.

[We hebben geprobeerd met een tweede programma om de hoortoestellen steeds uit te schakelen bij lawaai, maar dit werd niet echt gebruikt.](#)

10. Vindt u zelf dat de hoortoestellen uw gehoor voldoende beschermen in lawaai wanneer u de toestellen inschakelt?

Ja, ik laat de hoortoestellen altijd aanstaan. Wat ik wel doe is het volume soms verminderen, maar als ik met iemand praat moet ik ze natuurlijk weer luider zetten, hé. Als ik ze dan verminderd laat staan klinkt alles veel te dof.

[Ja, als je de versterking uit zet van het hoorapparaat, blijft enkel de demping over ondanks de venting.](#)

11. Draagt u uw hoortoestellen vaak als enige gehoorbescherming?

Ja, ik draag de hoortoestellen meestal alleen zonder de oorkappen.

12. Wanneer je de oorkappen opzet over uw hoortoestellen, geven deze dan feedback/fluiten ze dan?

Neen, dit heb ik nog niet voorgehad.

[Dat gaat wel het geval zijn indien je domes gebruikt. Als je gebruik maakt van oorstukjes op maat en deze sluiten goed en voldoende af dan ga je geen feedback krijgen, maar bijna altijd als je domes gebruikt gaan de hoortoestellen wel beginnen fluiten.](#)

Het is ook wel afhankelijk van hoe luid dat de hoortoestellen staan merk ik. Als ik het volume verminderd heb, heb ik daar geen last van, maar als het volume op maximum staat dan fluiten ze soms wel.

13. Heeft u last van oorsuizen/verminderd gehoor na het dragen van enkel uw hoortoestellen als gehoorbescherming?

Ik had al oorsuizen voor ik de hoortoestellen droeg.

Bijlage J: Vragenlijst firma's

Vragenlijstfirma's:gehoorbescherming bij personen met eenhoortoestel

Deze vragenlijst werd opgesteld om te achterhalen in welke mate een hoortoestel kan functioneren als gehoorbescherming, de beperkingen hiervan en mogelijke oplossingen/alternatieven.

1. Wat wordt er door uw firma geleverd?

Vink alle toepasselijke opties aan.

- Oorstukken
- Gehoorbescherming
- Hoortoestellen

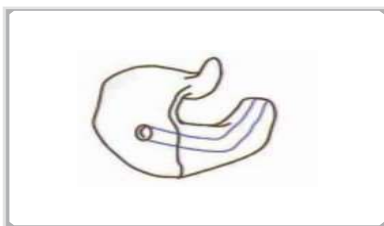
2. Welke features worden gebruikt in het hoortoestel om de slechthorende te beschermen tegen lawaaischade?

Vink alle toepasselijke opties aan.

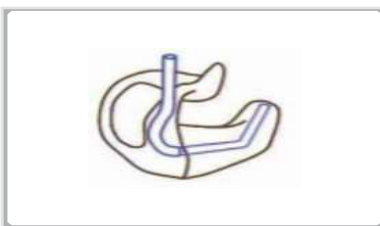
- Peak clipping
- Compressieversterking
- Anders:

3. Een oorstuk brengt ook demping met zich mee. Welk oorstuk is hiervoor het meest geschikt volgens uw firma?

Markeer slechts één ovaal.



Shell/Standard mold



Skeleton



Slim Tip

Anders: _____

4. Een oorstuk brengt ook demping met zich mee. Welk materiaal is hiervoor het meest geschikt volgens uw firma?

Markeer slechts één ovaal.

- Zacht materiaal
- Hard materiaal
- Thermotec
- Anders: _____

5. A. Venting zorgt ervoor dat het occlusie-effect wordt tegengegaan. Heeft de venting volgens u ook invloed op de demping van het oorstuk?

Markeer slechts één ovaal.

- Ja
- Neen

5. B. Verklaar bovenstaand antwoord.

6. A. Werd de effectieve demping van een oorstuk met en/of zonder venting getest binnen uw firma?

Markeer slechts één ovaal.

- Neen
- Ja, zonder venting
- Ja, met venting
- Ja, met en zonder venting

6. B. Indien ja, hoeveel bedraagt de effectieve demping zonder venting: (Gelieve ook het soort oorstuk en het materiaal te vermelden.)

6. C. Indien ja, hoeveel bedraagt de effectieve demping met venting: (Gelieve ook het soort oorstuk, het materiaal en de grootte van de venting te vermelden.)

7. In welke mate beschermt een hoortoestel met gesloten oorstuk zonder venting tegen lawaaischade?

Markeer slechts één ovaal.

- Te weinig
- Voldoende
- Te veel
- Moeilijk in te schatten

8. In welke mate beschermt een hoortoestel met open dome tegen lawaaischade?

Markeer slechts één ovaal.

- Te weinig
- Voldoende
- Te veel
- Moeilijk in te schatten

9. A. Heeft de venting ook invloed op de features van het hoortoestel?

Markeer slechts één ovaal.

- Ja
- Neen

9. B. Indien ja, op welke features van het hoortoestel heeft dit invloed?

10. A. Bestaat er een verschil tussen de demping die een CIC, ITC en ITE-toestel bieden?

Markeer slechts één ovaal.

- Ja
- Neen

10. B. Verklaar bovenstaand antwoord.

11. A. Bestaat er verschil tussen de demping die een BTE-toestel met oorstuk zonder venting biedt ten opzichte van een RIC-toestel met mold zonder venting?

Markeer slechts één ovaal.

Ja

Neen

11. B. Verklaar bovenstaand antwoord.

12. Bepaalde technologie die in hoortoestellen wordt gebruikt, vinden we ook terug in actieve gehoorbescherming (Peak clipping, compressie, ANR). Wat zijn volgens u de voornaamste gelijkenissen en verschillen?

13. Wat ziet u als geschikte oplossing(en) om personen met een hoortoestel te voorzien van geschikte gehoorbescherming?

Google Formulieren

Bijlage K: Vragenlijst hoorcentra

Vragenlijst hoorcentra: gehoorbescherming bij personen met een hoortoestel

Deze vragenlijst werd opgesteld om inzicht te krijgen in de problematiek waarop personen met een hoortoestel die gehoorbescherming wensen te dragen botsen, maar ook de mate waarin een hoortoestel kan functioneren als gehoorbescherming, de beperkingen hiervan en mogelijke oplossingen/alternatieven.

1. Welke merken hoortoestellen komen voor in uw hoorcentrum?

Vink alle toepasselijke opties aan.

- Phonak
- GN Resound
- Widex
- Oticon
- Unitron
- Anders: _____

2. Waar worden de oorstukken voor de hoortoestellen/gehoorbescherming vervaardigd?

Vink alle toepasselijke opties aan.

- Veranneman
- Jiholabo
- Amplifon
- Comfoor
- Variphone
- Tympro
- Anders: _____

3. Welke problemen kaarten cliënten met een hoortoestel aan wanneer ze hun gehoor willen beschermen?

Vink alle toepasselijke opties aan.

- Gehoorbescherming en hoortoestellen niet kunnen combineren omwille van feedback.
- Gehoorbescherming en hoortoestellen niet kunnen combineren omwille van hygiëne.
- Gehoorbescherming en hoortoestellen niet kunnen combineren omwille van de pasvorm.
- Vervelend om hoortoestellen steeds uit te halen om bescherming te kunnen dragen.
- Verlies van communicatiemogelijkheden bij het uithalen van de hoortoestellen.
- Anders: _____

4. Welke soorten gehoorbescherming raadt u aan bij personen met een hoortoestel?

Vink alle toepasselijke opties aan.

- Geen
- Het hoortoestel zelf
- Otoplastieken
- Passieve oorkappen na uitnemen van de hoortoestellen
- Actieve oorkappen na uitnemen van de hoortoestellen
- Passieve oorkappen over de uitgeschakelde hoortoestellen
- Actieve oorkappen over de uitgeschakelde hoortoestellen
- Universele herbruikbare (lamel)oordoppen
- Universele wegwerp (mousse) oordoppen

5. A. Zijn er stappen die u onderneemt om het hoortoestel als gehoorbescherming te laten functioneren?

Vink alle toepasselijke opties aan.

- Neen
- Oorstuk op maat om geluidsdemping te voorzien.
- Bepaalde features aanzetten.
- Anders:

5. B. Indien u bepaalde features aanzet om het hoortoestel als gehoorbescherming te laten functioneren, welke features zijn dit dan?

6. A. Heeft de aard van het gehoorverlies invloed op de mate waarin het hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren?

Markeer slechts één ovaal.

- Ja
- Neen

6. B. Verklaar bovenstaand antwoord.

7. A. Heeft de graad van het gehoorverlies invloed op de mate waarin een hoortoestel als gehoorbescherming kan functioneren?

Markeer slechts één ovaal.

- Ja
- Neen

7. B. Verklaar bovenstaand antwoord.

8. In welke mate beschermt een hoortoestel met gesloten oorstuk zonder venting tegen lawaaischade?

Markeer slechts één ovaal.

- Te weinig
- Voldoende
- Te veel
- Weet ik niet

9. In welke mate beschermt een hoortoestel met open dome tegen lawaaischade?

Markeer slechts één ovaal.

- Te weinig
- Voldoende
- Te veel
- Weet ik niet

10. A. Welk hoortoestel biedt volgens u de beste gehoorbescherming?

Markeer slechts één ovaal.

- CIC
- ITC
- ITE
- RIC met oorstuk zonder venting
- RIC met open dome
- BTE met oorstuk zonder venting
- BTE met open dome

10. B. Verklaar bovenstaand antwoord.

11. Wat ziet u als geschikte oplossing(en) om personen met een hoortoestel te voorzien van geschikte gehoorbescherming?

Google Formulieren