

**Ontwerp van een draadloze koptelefoon gecombineerd met een hartslagmeter**

**- Haalbaarheidsonderzoek -**

Lara Blokker

Stichting HeartLive

Inleverdatum: 8 Januari 2013

Universiteit Twente – Industrieel Ontwerpen

---

# BINNENBLAD

Ontwerp van een draadloze koptelefoon gecombineerd met een hartslagmeter -  
Haalbaarheidsonderzoek

Door Lara Esther Blokker

S0112607

Industrieel Ontwerpen

18 Januari 2013

Stichting HeartLive  
Padualaan 8 #W107  
3584 CH Utrecht

Examencommissie:

Universiteits begeleider: ir. A.P. van den Beukel

Tweede examiner: dr.ir. H.J.M. Geijselaers

Bedrijfsbegeleider: Malcolm Halfhuid

## VOORWOORD

Dit is het verslag van mijn Bachelor Opdracht, waarmee ik mijn Bachelor fase achter mij laat. In eerste instantie vond ik de opdracht van stichting HeartLive op de blackboard pagina van de bachelor opdracht, deze had toen nog de user interface van de software als onderwerp. Helaas was deze opdracht niet meer relevant voor stichting HeartLive, maar samen zijn we tot een nieuwe opdracht gekomen. Ik heb er met plezier aan gewerkt, en vind nog steeds dat ik het getroffen heb met deze opdracht. Helaas heb ik er erg lang over gedaan, maar met de hulp van Arie-Paul ben ik toch tot een goed einde gekomen. Bedankt daarvoor.

Daarnaast wil ik ook Malcolm bedanken voor zijn engelengeduld en voor de informele gesprekken over de opdracht waardoor ik wat zelfvertrouwen terug kreeg.

Tevens wil ik graag mijn zus, Roos, en mijn vriend, David, bedanken voor hun mentale steun en Tim en Tom voor hun hulp bij het berekenen en begrijpen van de batterij.

Ik wens stichting HeartLive veel succes met de verdere uitwerking en productie van de nieuwe versie van het product HeartLive en hoop af en toe een update te krijgen over de stand van zaken. Ik zal in ieder geval de website in de gaten blijven houden.

# INHOUDSOPGAVE

Binnenblad.....	2
Voorwoord.....	3
Inhoudsopgave .....	4
Samenvatting.....	7
Summary.....	8
1. Inleiding .....	9
1.1 Doelstelling.....	9
1.2 Indeling van het verslag .....	9
2. Over de achtergrond van de opdracht.....	11
2.1 Uitleg over wat HeartLive doet .....	11
2.1.1 Hartcoherentie.....	11
2.1.2 Voor wie? .....	11
2.2 Huidige situatie product HeartLive .....	12
2.2.1 Hoe werkt het product?.....	12
2.2.2 Hoe ziet het product heartlive eruit?.....	12
2.2.3 Elektronica .....	13
2.3 Wat moet er anders? .....	13
2.4 Algemene informatie over koptelefoons .....	13
2.4.1 In-ear.....	13
2.4.2 On-ear .....	13
2.4.3 Over-ear .....	14
2.4.4 Ruis blokkering.....	14
3. Technische analyse van 3 koptelefoons.....	15
3.1 In-ear .....	15
3.2 On-ear .....	15
3.2.1 Speakers en ruisblokkering .....	16
3.2.2 Instelbaarheid .....	16
3.3 Over-ear .....	17
3.3.1 Speakers en ruisblokkering .....	17
3.3.2 Instelbaarheid .....	18
4. Enquete en resultaten .....	19
4.1 Steekproef.....	19

---

4.2 De Enquête .....	19
4.2.1 Koptelefoons .....	20
4.2.2 Smartphone, tablet en laptop .....	21
4.2.3 Onderweg en thuis .....	22
4.2.4 Koptelefoon ontwerp .....	23
4.2.5 HeartLive .....	25
4.2.6 Vrij advies .....	25
4.3 Impact van resultaten op de koptelefoon .....	25
4.4 Significantie resultaten .....	25
5. Programma van eisen en wensen .....	27
6. De mogelijkheden op technisch gebied .....	29
6.1 De componenten .....	29
6.2 Soort koptelefoon .....	30
6.3 Voeding .....	31
6.3.1 De mogelijkheden bij het opladen .....	31
6.3.2 Opladen: keuze .....	31
6.3.3 De mogelijkheden in batterijsoort .....	32
6.3.4 Batterijsoort: keuze .....	32
6.3.5 De mogelijkheden bij specifieke batterijkeuze .....	32
6.3.6 Batterij: keuze .....	33
6.4 Systeembouw .....	33
6.4.1 De mogelijkheden qua systeembouw .....	34
6.4.2 Systeembouw: keuze .....	35
6.5 Oorklip .....	35
6.5.1 Mogelijkheden qua oorklip .....	35
6.5.2 Oorklip: keuze .....	37
6.6 Plaatsing componenten .....	38
6.6.1 Mogelijkheden qua plaatsing .....	39
6.6.2 Plaatsing: keuze .....	40
7. Ontwerpen van het uiterlijk .....	41
7.1 Eindgebruikers versus HeartLive .....	41
7.1.1 De wensen van de eindgebruikers .....	41
7.1.2 De wensen van HeartLive .....	42
7.1.3 Hoe een compromis te bereiken? .....	42
7.2 Vorm keuze .....	43
7.3 concepten .....	44
7.3.1 2D schetsen .....	44

7.3.2 3D schetsen .....	45
7.4 Schuimmodellen .....	46
7.4.1 Keuze .....	47
8.0 Detaillering .....	48
8.1 Afmetingen en materiaal .....	48
8.1.1 afmetingen .....	48
8.1.2 Materiaal .....	48
8.2 Oorklip .....	49
8.3 Oorkussens .....	50
8.4 Hoofdband .....	50
8.5 Instellen lengte hoofdband .....	51
8.6 Verbinding oorkussens met hoofdband .....	51
8.7 Inklappen .....	52
9.0 3D Model .....	53
9.1 Kleur .....	53
9.1 Kleur keuze .....	53
9.2 Exploded view .....	56
9.3 Overige renders .....	57
10. Conclusie en aanbevelingen .....	59
10.1 Conclusie .....	59
10.2 Aanbevelingen .....	60
11. Bijlages .....	62
Bijlage A: Analyse enquête .....	62
Significantie resultaten .....	64
Wat is er nodig? .....	64
Formule .....	65
Vragen en foutmarges .....	65
Conclusie .....	66
Bijlage B: keuze voor soort koptelefoon .....	67
Over-ear .....	68
On-ear .....	68
In-ear .....	69
Conclusie .....	69

## SAMENVATTING

Het doel van deze opdracht was om te achterhalen of het haalbaar is een hartslagmeter te combineren met een draadloze koptelefoon.

Door middel van een enquête is er informatie verzameld over voorkeuren en gedrag van de gemiddelde Nederlander ten opzichte van koptelefoons. De conclusie hieruit is dat het product HeartLive veel onderweg zal worden gebruikt en daarom moet de koptelefoon gemakkelijk mee te nemen zijn. Hiernaast kwam naar voren dat comfort, prijs en geluidskwaliteit de belangrijkste redenen zijn om een bepaalde soort koptelefoon aan te schaffen.

Met de informatie uit de enquête en de informatie die door stichting HeartLive was verstrekt is hier toen een Programma van Eisen uit voortgekomen. Dit PvE werd gebruikt om keuzes die gemaakt zijn te onderbouwen, en om aan het einde van de opdracht de hoofdvraag te beantwoorden.

Één van de eerste keuzes die gemaakt werd was om verder te gaan met de over-ear koptelefoon soort. Deze bleek door het formaat het meeste geschikt voor product HeartLive. De keuze voor de manier van opladen viel op een mini-usb verbinding. De bijbehorende batterij die werd gekozen is een Li-ion batterij die gewoonlijks wordt gebruikt voor handheld game consoles. Deze keuze is gemaakt op basis van voordelen van een Li-ion batterij ten opzichte van een NiMH batterij. Er werd besloten om de koptelefoon helemaal te integreren met de huidige functies van het product HeartLive, dit houdt in dat de twee niet los te koppelen zijn en niet apart te gebruiken. Hier is voor gekozen door ruimte gebrek in de behuizing van de koptelefoon en om moeilijkheden bij het loskoppelen en weer vastkoppelen te vermijden. Eén oorkussen zal de printplaat bevatten terwijl de andere de accu bevat, om dezelfde reden; ruimtegebrek. De oorklip die de hartslag meet, wordt bevestigd aan het oorkussen dat de printplaat bevat. De oorklip zal extern worden aangesloten aan de koptelefoon. Er wordt een korte kabel aangeboden voor onderweg en een lange voor gebruik terwijl de koptelefoon niet op het hoofd zit.

Uit de concepten die op basis van bovenstaande informatie zijn gemaakt, is gekozen voor een ovale koptelefoon met een zacht en fragiel uiterlijk. Dit concept is verder gedetailleerd met betrekking tot instelbaarheid, afmetingen, verbindingen tussen de onderdelen enzovoorts. Het resultaat is een 3D model van het eindontwerp dat dient als communicatiemiddel.

De uiteindelijke conclusie wordt gemaakt met behulp van het Programma van Eisen dat eerder gemaakt is. Van elke eis wordt bekeken of deze gehaald is. Op basis hiervan is de vraag uit de doelstelling beantwoordt met een 'Ja, het is haalbaar om een draadloze koptelefoon te combineren met een hartslagmeter.' Uiteindelijk worden er aanbevelingen gedaan om een aantal onderwerpen nog nader te inspecteren in het vervolgproces.

## SUMMARY

The goal of the project was to determine if it is feasible to combine a heart rate monitor with headphones.

Using a questionnaire, information was gathered about preferences and behavior regarding headphones. The conclusion of this questionnaire is that the product HeartLive will be used in transit a lot, therefore the product has to be easy to take with you. Next to this, it became clear that comfort, price and sound quality are the biggest reasons to purchase a particular kind of headphone.

With the information from the questionnaire and the additional information provided by the HeartLive foundation a Program of Demands was built. This Program was used to substantiate choices that were made and, in the end, to answer the main question of the assignment.

One of the first choices that was made was to continue on with the over-ear kind of headphones. Due to its size this kind is the most suitable for the product HeartLive. Recharging the product will be done through a mini-usb connection. The accompanying battery that was chosen is a Li-ion battery that is normally used in handheld game consoles. This choice was made based on the benefits of a Li-ion battery over a NiMH battery. Furthermore, it was decided to integrate the functions of the current product HeartLive completely with the headphones; this means they cannot be detached from each other and they cannot be used separately. This choice is based on a lack of space in the casing of the ear pads and to avoid problems with the detachment and reattachment of the two parts. One ear pad will contain the circuit board and the other will contain the battery for the same reason; lack of space. The ear-clip that is responsible for measuring the heart rate is attached to the ear pad that contains the circuit board. The ear-clip is attached externally to the headphone. A short cable is offered for use on the go and a longer one is included for use of the product without the need to put the headphones on.

From the concepts that were made based on the information above, the choice was made to go with an oval shaped headphone with a soft and fragile appearance. The concept has been further detailed with regard to adjustability, dimensions, and connections between the parts and so on. The result is a 3D model of the final design which serves as a way of communication.

The eventual conclusion is made using the Program of Demands that was made earlier. Each demand is examined on whether it was achieved or not. Based on this examination the question in the 'Doelstelling' segment can be answered with a 'Yes, it is feasible to combine a wireless headphone with a heart rate monitor. In the last part, recommendations are made to further inspect a couple of subjects in the follow-up process.



# 1. INLEIDING

Deze bacheloropdracht is uitgevoerd in opdracht van Stichting HeartLive. Zij hebben als doel om mensen te ondersteunen op weg naar zelfontplooiing en zelfheling. Malcolm is werkzaam als therapeut bij het Neurotherapie Centrum Hilversum en zag daar dat er behoefte was aan een apparaat om thuis hartcoherentietrainingen te doen. De beschikbare producten vielen tegen in gebruiksvriendelijkheid waardoor veel cliënten de trainingen niet vol hielden. Het product HeartLive is hier het resultaat van. In dit project wordt er gekeken hoe het huidige product te verbeteren is door de huidige functies te integreren in een koptelefoon. Omdat er onduidelijkheid kan ontstaan doordat de stichting en het product dezelfde naam dragen, zal er in het verslag altijd 'product' of 'stichting' bij gebruikt worden om onderscheid te maken. De doelstelling van het project is het volgende:

## 1.1 DOELSTELLING

Doel van de opdracht is om de mogelijkheid te verkennen om een hartslagmeter te integreren in een draadloze koptelefoon die te gebruiken is bij telefoon, tablet en PC. Alle gegenereerde concepten zullen passend zijn bij de stijl van het product en aansluiten bij de doelgroep. Er zal één ontwerp worden gekozen om een 3D-model van te maken, dit ontwerp wordt gekozen op basis van doelmatigheid, comfort, haalbaarheid. Met dit model kan HeartLive dan naar een producent en naar investeerders stappen.

Dit zal gerealiseerd worden door de doelgroep te vragen om hun mening en door de concurrentie te bekijken. Met deze informatie worden dan concepten gegenereerd. Hieruit wordt een klein aantal concepten gekozen om schuimmodellen van te maken. Één van deze wordt dan gekozen als eindconcept en verder uitgewerkt naar een 3D-model. Uiteindelijk wordt geanalyseerd in hoeverre het product haalbaar is.

## 1.2 INDELING VAN HET VERSLAG

Het verslag is onderverdeeld in tien hoofdstukken. Het eerste hoofdstuk is de inleiding. In het tweede hoofdstuk wordt achtergrondinformatie gegeven over de huidige situatie van het product, wat het doet en voor wie het precies bedoeld is. Tevens wordt hier wat informatie gegeven over de indeling van soorten koptelefoons zodat dit onderscheid in het verslag duidelijk is.

In het derde hoofdstuk wordt van elke soort koptelefoon één exemplaar uit elkaar gehaald en wordt beschreven wat hiervan geleerd is. Dit wordt gedaan om te achterhalen hoe koptelefoons in elkaar zitten. Het vierde hoofdstuk gaat over de verstuurde enquête; welke vragen zijn gesteld, welke conclusies konden hier uit gehaald worden en hoe significant zijn de resultaten uit de enquête. Dit hoofdstuk geeft inzicht over het gedrag en de mening van mensen. Het programma van eisen en wensen komt langs in het vijfde hoofdstuk. Hier staan alle voorwaarden waar het product aan moet voldoen om geslaagd te zijn. De voorwaarden worden onderverdeeld in drie klassen van belangrijkheid. Dit hoofdstuk wordt gebruikt om tijdens het proces een basis te hebben om de ideeën te kunnen indelen en als reflectie achteraf.

In het zesde hoofdstuk wordt uitgelegd wat de keuzes waren wat betreft het technische deel van de koptelefoon. De keuze voor de accu wordt hier uiteengezet. Daarna komt de systeembouw van de koptelefoon, de oplossing voor de oorklip en de plaatsing van de componenten langs. Hier wordt dus achterhaald wat de mogelijkheden zijn, en met behulp van het Programma van Eisen wordt er een keuze gemaakt. In hoofdstuk zeven wordt beschreven welke concepten zijn gegenereerd en welk concept daaruit gekozen is. Hoofdstuk acht gaat in op de detaillering van dit ontwerp en wordt ondersteund door het 3D model. Hoofdstuk negen heeft dit 3D model als onderwerp en laat dit als geheel zien, hier worden ook nog de keuze voor de kleuren onderbouwd.

In hoofdstuk tien wordt het project geëvalueerd op basis van het programma van eisen en wensen. Wordt er voldaan aan genoeg punten en is het ontwerp dus een (theoretisch) succes. Ten slotte worden er aanbevelingen gedaan voor het vervolgtraject. In dit tiende hoofdstuk wordt de hoofdvraag beantwoordt; is het mogelijk om een hartslagmeter te integreren in een draadloze koptelefoon?

## 2. OVER DE ACHTERGROND VAN DE OPDRACHT

Omdat het product HeartLive al bestaat is er al veel bekend over de werking en welke kant de stichting op wil met het product. In dit hoofdstuk wordt besproken wat al bekend was over het product voordat het project begon. Hier hoort de huidige situatie bij van het product, maar ook wat het product precies doet en wie de doelgroep is. Als laatste wordt wat achtergrond informatie gegeven over koptelefoons.

### 2.1 UITLEG OVER WAT HEARTLIVE DOET

#### 2.1.1 HARTCOHERENTIE

Je hartslag is nooit constant. Bij een hartslag van bijvoorbeeld 60 verwacht men dat er precies 1 seconde tussen elke slag zit. Dit is niet correct. De hartslag versnelt en vertraagt constant. Dit wordt hartritme variabiliteit genoemd. Een bijzondere versie van hartritme variabiliteit wordt hartcoherentie genoemd. Dit houdt in dat de versnelling en vertraging de vorm van een sinus aanneemt. Wanneer dit gebeurt, voelt men zich kalm en alert en is het zenuwstelsel in balans. Net zoals andere spieren, kan ook de hartspier getraind worden. Door ademhaling- en concentratieoefeningen wordt het steeds makkelijker om onder alle omstandigheden in hartcoherentie te komen

#### 2.1.2 VOOR WIE?

Veel verschillende mensen hebben baat bij het gebruik van HeartLive omdat het veel goede dingen doet voor het lichaam. Zo verlaagt het angstklachten, de bloeddruk en het cortisol-niveau (stresshormoon) en verbetert het de slaap. Dit betekent dat het bij bijvoorbeeld stress klachten kan worden gebruikt, maar ook bij ADHD-patienten en mensen met een te hoge bloeddruk.

Stichting HeartLive segmenteert hun klanten in drie groepen. Performance, Awareness en Health. Performance staat voor mensen die het product gebruiken om beter om te gaan met de stress van hun werk (Piloten, chirurgen, managers etc.) Awareness staat voor mensen die gericht zijn op persoonlijke groei en meditatie. Health staat uiteindelijk voor mensen met aantoonbare lichamelijke klachten die het product gebruiken om hun klachten tegen te gaan.

## 2.2 HUIDIGE SITUATIE PRODUCT HEARTLIVE

### 2.2.1 HOE WERKT HET PRODUCT?

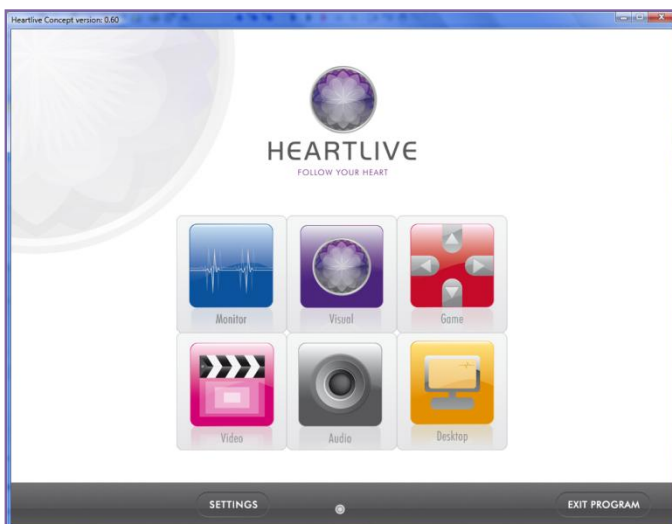
Het product bestaat uit drie onderdelen. De verwerkingsunit, de oorklip en de software. De verwerkingsunit zorgt voor de verwerking van de signalen die uit de oorklip komen. De huidige verwerkingsunit heeft dimensies van 80 bij 40 millimeter en een hoogte van 18 millimeter. Hierin zit een printplaat van 71 bij 22 millimeter, met elektrische componenten die het signaal van de oorklip veranderen, zodat de computer dit signaal herkent als een audiosignaal. Dit signaal wordt in de software gebruikt om de feedback te genereren voor de gebruiker. De verwerkingsunit heeft een groene LED die aangeeft of het product aanstaat. De oorklip is een standaard ingekocht product. Er zit een kabel aan van 140 cm en de oorklip zelf heeft een diameter van 15 millimeter. Samen met het scharnierdeel is de oorklip 30 millimeter lang. Er zit nog een klipje aan de draad om deze aan kleding te bevestigen. Dit onderdeel kan zeer gemakkelijk verwijderd worden.



Figuur 1 - De oorklip

### 2.2.2 HOE ZIET HET PRODUCT HEARTLIVE ERUIT?

Links is het beginscherm van de software afgebeeld. Hierop is het HeartLive logo aanwezig, hetzelfde logo wordt in een watermerk versie gebruikt in de achtergrond. Steekwoorden zijn: transparantie, helderheid, stroomlijning. Kleuren zijn antraciet, wit en paars met een metallic glans.



Figuur 2 - Beginscherm van de software



Figuur 3 - Huidige product

### 2.2.3 ELEKTRONICA

De huidige verwerkingsunit wordt gevoed door een micro-usb aansluiting. Een USB soundcard chip zorgt voor de AC-conversie, deze wordt door elke Windows pc herkend als microfoon waardoor de gebruiker geen drivers of plug-ins hoeft te installeren. Deze chip verandert het signaal van de hartslagmeter in een audiosignaal.

### 2.3 WAT MOET ER ANDERS?

Stichting HeartLive heeft een aantal eisen voor veranderingen aan het product HeartLive. Ten eerste moet het geïntegreerd worden met een koptelefoon. Deze koptelefoon moet draadloos verbonden kunnen worden met een smartphone (android), tablet of laptop via een bluetooth verbinding. Dit heeft als consequentie dat het product ook vaker onderweg gebruikt zal worden dan in de huidige situatie. De koptelefoon moet alle normale functies houden, en alle functies van het huidige HeartLive product moeten ook intact blijven.

### 2.4 ALGEMENE INFORMATIE OVER KOPTELEFOONS

Er zijn drie soorten koptelefoon die in het verslag on-ear, in-ear en over-ear worden genoemd. In dit stuk zal ik kort bespreken wat deze benamingen inhouden en daarnaast zal ik het kort hebben over hoe een koptelefoon werkt.

#### 2.4.1 IN-EAR

Deze soort wordt ook wel intra-aural genoemd; dit is Latijn voor in-oor. De meest gebruikte benaming is echter in-ear. Hierin is nog onderscheid te maken tussen oordopjes die in de oorschelp worden geplaatst en dopjes die echt in de oorgang worden geplaatst. In dit verslag horen beide tussen tot de in-ear koptelefoons. Deze soort heeft ook soms ear-hooks (vooral voor gebruik bij sporten) en bovendien worden in-ear koptelefoons vaak bijgeleverd bij andere apparatuur (zoals bij telefoons).



Figuur 4 - In-ear koptelefoons

#### 2.4.2 ON-EAR

On-ear wordt ook wel supra-aural genoemd. De oorkussens zijn meestal bedekt met schuim waardoor ze comfortabel zijn. Dit schuim is plaat en sluit het oor niet af zoals de over-ear koptelefoons wel doen. Ze zijn meestal (relatief) goedkoop en kleiner dan over-ear hoofdtelefoons.



Figuur 5 - On-ear koptelefoon

### 2.4.3 OVER-EAR

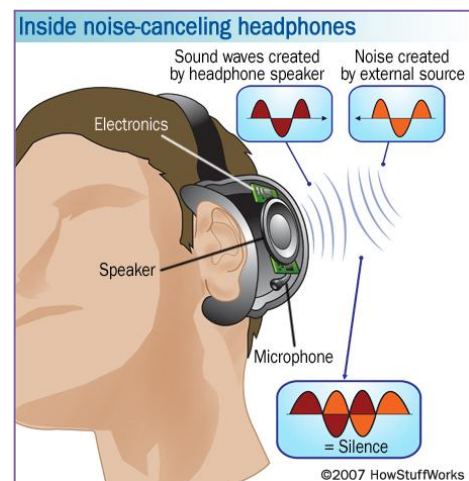
Circum-aural is een andere benaming voor over-ear koptelefoons. Deze soort sluit het gehele oor af met (meestal) een nepleren kussentje. Ze zijn hierdoor meestal goed beschermd tegen ruis. Ze zijn zeer comfortabel maar daarnaast ook erg groot. Ze zijn door hun formaat minder geschikt om onderweg te gebruiken.



Figuur 6 - Over-ear koptelefoon

### 2.4.4 RUIS BLOKKERING

Er wordt een verschil gemaakt tussen actieve en passieve ruisblokkering. Passieve blokkering wordt eigenlijk door elke koptelefoon wel geleverd, omdat er sowieso een blokkering van de oorgang plaatsvindt. Hierdoor kan ander geluid minder goed gehoord worden, vooral hogere geluiden worden beïnvloed. De beste passieve blokkerdeers zijn de over-ear koptelefoons, doordat de opstaande rand van het schuim het oor omsluit. Er wordt gebruik gemaakt van schuim met een hoge dichtheid om omgevingsgeluid te stoppen. Een reductie van tussen de 15 en 20 dB is normaal. Actieve ruisblokkering werkt doordat de koptelefoon zijn eigen geluidsgolven maakt, die het tegenovergestelde zijn van de inkomende golven. Hierdoor blokkeren zij elkaar. Figuur 7 is een verduidelijking hiervan. Actieve ruisblokkering is in dit project niet nodig. Er moet gezorgd worden dat de passieve blokkering in ieder geval even goed is als andere koptelefoons uit dezelfde prijsklasse.



Figuur 7 - Hoe werkt actieve ruisblokkering?  
@Howstuffworks.com

### 3. TECHNISCHE ANALYSE VAN 3 KOPTELEFOONS

Om vragen te beantwoorden over hoe koptelefoons normaal gesproken in elkaar zitten zijn er drie hoofdtelefoons aangeschaft. Het gaat hier om een in-ear, on-ear en over-ear versie. Alle drie komen ze uit het lagere segment markt. De hoofdtelefoon die uiteindelijk ontworpen zal worden zal immers ook geen marktwaarde hebben van 150 euro. Die prijs is niet in balans met de prijs van het hoofdproduct: HeartLive. De hoofdtelefoon blijft een onderdeel van het geheel en moet daarom de kosten van HeartLive niet onnodig laten stijgen. Tevens is de hoofdtelefoon niet bedoeld om hoge kwaliteit geluid te verkrijgen, dus zijn de technische specificaties die bij een hoge prijs horen niet gewenst. Toch is er voor gekozen om ze van een goed merk te kopen, voor het geval er een oplossing gekopieerd zal worden in het uiteindelijke ontwerp.

Deze analyse is nodig om later zelf een ontwerp te kunnen maken, omdat het zonder een koptelefoon open te maken niet duidelijk is wat er van binnen gebeurt. De conclusie uit deze analyse bestaat uit kennis die pas weer zal worden teruggezien aan het einde van het project tijdens de detaillering van het eindontwerp. Omdat het nog niet bekend is met welke soort koptelefoon verder gewerkt zal worden, worden alle drie de soorten hier behandeld.

#### 3.1 IN-EAR

De aangeschafte in-ear koptelefoon is van Philips. Het gaat om de 'Philips Earhook Headphones' uit 2011. Deze hebben een 'akoestische luchtopening' waardoor de koptelefoon een hardere bas en een realistischer geluid zou moeten hebben. Na deze een tijd te dragen worden ze toch wat oncomfortabel voor de gehoorgang doordat de oorkussentjes net iets te groot zijn.

Doordat de in-ear koptelefoon maar erg weinig onderdelen heeft en geen schroeven gebruikt was het zeer moeilijk om deze uit elkaar te krijgen. Na een klein stuk gevorderd te zijn was de conclusie dat het uit elkaar halen niet zou gaan lukken zonder de koptelefoon volledig te slopen. Er werd toen besloten dat dit niets zou toevoegen aan het project. Er zijn geen foto's gemaakt omdat de onderdelen zo klein zijn en maar zo beperkt zijn los te maken.



Figuur 9 - Aangeschafte in-ear koptelefoon

#### 3.2 ON-EAR

De on-ear koptelefoon die is aangeschaft (rechts afgebeeld) is van het merk Sennheiser. Zij maken koptelefoons in een wijde prijsklasse, lopend van de aangeschafte koptelefoon en een prijs van 19,99 tot een over-ear koptelefoon voor DJ's van 459 euro. Deze wordt specifiek verkocht voor draagbare audio zoals



Figuur 8 - Aangeschafte on-ear koptelefoon

MP3, iPod, iPhone en Cd-spelers. Het typenummer van de on-ear koptelefoon is de Sennheiser PX 30.

De Sennheiser PX 30 bestaat uit 5 delen. 2 speakers, 2 oorkussens en de hoofdband. Elk van deze onderdelen wordt hieronder kort besproken.

### 3.2.1 SPEAKERS EN RUISBLOKKERING

De bescherming die tegen het oor aanzit, is bij deze koptelefoon gemaakt van schuim. Het is vrij kwetsbaar. Wanneer de oorkussens van de speakers worden gescheiden is het duidelijk dat het om erg dunne speakers gaat. Deze zijn eenvoudig op hun plaats vastgelijmd en de speakers zijn met de kabel verbonden met wat soldeer. Er zit een knoopje in de kabel om te zorgen dat er geen spanning op het soldeer komt als er aan de kabel wordt getrokken. Ook zonder de behuizing geven de speakers een goed geluid. Omdat de speakers erg dun zijn is er dus ruimte over in de behuizing. Of deze lege ruimte bijvoorbeeld voor de akoestiek dient is onduidelijk en niet te achterhalen.

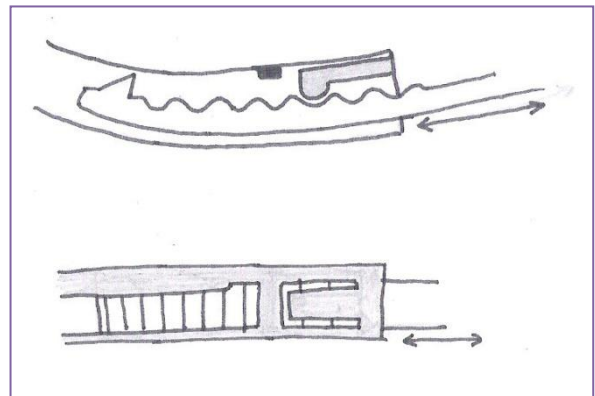


Figuur 10 - Speaker van on-ear koptelefoon

Zoals te zien is op Figuur 10 zitten er in het speakerdeel kleine gaatjes, de haken die op de behuizing zitten haken hierin waardoor ze weer verbonden zijn. Deze twee delen komen niet zomaar van elkaar af, er was wat kracht en een platte schroevendraaier nodig om de haakjes opzij te duwen.

### 3.2.2 INSTELBAARHEID

Deze koptelefoon heeft één soort instelbaarheid, de hoofdband kan langer of korter worden gemaakt om beter op de oren te passen. Dit wordt gedaan op het stuk waar de hoofdband wordt gecombineerd met het oorkussens deel. In Figuur 11 wordt uitgelegd hoe dit gedaan wordt. Rechts is het deel van de hoofdband, links het deel wat aan de oorkussens vast zit. De 'neus' links zorgt ervoor dat het ene onderdeel niet uit het andere onderdeel kan schieten.



Figuur 11 - Verstelbaarheids systeem on-ear



### 3.3 OVER-EAR

Ook de over-ear koptelefoon is van het merk Sennheiser. Het gaat om de Sennheiser HD 201 te zien in Figuur 12. De over-ear heeft een 6,3 mm stereojack. De kabel is drie meter lang. Al het kunststof is ABS. De over-ear was verreweg het lastigste uit elkaar te halen met de meeste onderdelen.



Figuur 12 - Aangeschafte over-ear koptelefoon

#### 3.3.1 SPEAKERS EN RUISBLOKKERING

De ruisbescherming is gemaakt van kunstleer met schuim erin. Dit is verbonden met een dun laagje gaas-achtig kunststof. Dit onderdeel zit vast op het kunststof door middel van een stel haken, die in eenzelfde aantal gaten sluiten.

De onderdelen van de oorkussens zijn verbonden met kleine kruiskopschroefjes. Als deze worden verwijderd zijn er 4 onderdelen over. Het grijze onderdeel, de behuizing van de speaker, de speaker plus het stuk waar deze aan vastgelijmd is en dan als laatste de overkapping waar het grijze deel aan vastzat. De speakerbehuizing zat ook nog eens met een klein randje vastgelijmd.



Figuur 13 - Ruisblokkering



Figuur 14 en 15 - Uit elkaar gehaalde over-ear koptelefoon

### 3.3.2 INSTELBAARHEID

De koptelefoon is op twee manieren aan te passen aan het hoofd. Er zit een rotatie net boven de oorkussens die zich automatisch aanpast aan de vorm van het hoofd. Daarnaast is de lengte van de hoofdband verstelbaar.



Figuur 16, 17 en 18 – Draai verstelling over-ear

De rotatie bestaat uit drie onderdelen die met hele kleine schroeven met elkaar verbonden zijn. Het linkerdeel op onderstaande afbeelding wordt door het gat van deel 2 geschoven. Vervolgens wordt deel 3 daar bovenop vastgeschroefd. Hierdoor wordt de terugweg afgesloten en kan deel 1 niet meer door het gat van deel 2. Door de vorm in het midden van deel 2 kan dan de kop van deel 1 een stuk draaien naar links en rechts, omdat de gaten links en rechts breder zijn dan de 'oren' van de kop.

De andere vorm van instelbaarheid is de lengte van de hoofdband. Dit wordt gedeeltelijk geregeld door deel 1 van hierboven. Dit is namelijk de kop van een groter onderdeel dat verwijderd kan worden als de kleine schroeven uit de hoofdband worden verwijderd. Dit volledige onderdeel is hierboven helemaal rechts te zien. De kopjes aan de rechter- en linkerkant worden lichtelijk



Figuur 19, 20 en 21 – Lengte verstelling over-ear

weggeduwd als dit onderdeel wordt gecombineerd met de hoofdband. Deze situatie is links te zien. De golfvorm van binnen, zorgt ervoor dat de kopjes zich vastklemmen tussen de zijkanten. In een gat zit dit onderdeel dus vast, en door te trekken valt hij in het volgende gat. Om te zorgen dat de twee delen niet volledig uit elkaar getrokken kunnen worden zitten er op de sluiting van de hoofdband (het deel waar dus de schroeven doorheen gaan) twee uitstulpingen die de volledige doorgang belemmeren.

## 4. ENQUETE EN RESULTATEN

Om een beeld te krijgen van wat gedrag en meningen zijn met betrekking tot koptelefoons, is er een enquête online gezet met behulp van thesistools.com. De resultaten van deze enquête worden in dit hoofdstuk bespreken. De enquête is afgenomen zonder speciaal mensen te zoeken die in de doelgroep vallen van het product HeartLive. Dit is gedaan omdat de doelgroep vooral is gedefinieerd door verschillen die geen impact hebben op designkeuzes. Een hoge bloeddruk zorgt ervoor dat een 40-jarige in de doelgroep zou passen, maar diezelfde 40-jarige zonder bloeddrukproblemen zou dezelfde mening hebben. Het is hier dus niet nodig om specifiek mensen te vinden die het product zouden kopen. Bovendien zou er een kleinere steekproef ontstaan (want er zouden minder respondenten zijn), waardoor de significantie van de resultaten daalt. Wel zijn er enkele vragen gesteld aan zes mensen die bekend zijn met het product. Dit zijn vragen die door anderen niet beantwoord kunnen worden. De rest van de vragenlijst is ook door hen ingevuld en hun mening verschilt niet significant met de mening van de andere uitgenodigden.

De ontbrekende staafdiagrammen zijn te vinden in Bijlage A. Alle informatie wordt wel kort besproken in de tekst.

### 4.1 STEEKPROEF

In totaal hebben er 96 mensen gereageerd op de online enquête. Hiervan hebben 70 mensen de hele enquête afgerond.

Van deze 70 mensen waren er 32 man en 38 vrouw. Mannen en vrouwen zijn op veel manieren verschillend. Een verdeling man/vrouw die in balans is, is de beste situatie voor een enquête.

De leeftijden van de respondenten is niet zo goed verdeelt. De groep van 20-29 en 50-59 jarigen is eigenlijk te groot. Dit komt door de manier waarop de respondenten zijn geworven. Dit zijn voornamelijk vrienden van mij en mijn ouders. Maar, de doelgroep van HeartLive is qua leeftijd breed. Het grootste deel van deze doelgroep zijn wel de mensen die midden in hun carrière zitten. Dit zullen mensen tussen de 30 en 39 zijn. De grootste groep in de enquête zijn de mensen die binnenkort in die fase van hun leven zullen belanden.

Vaak wordt er ook gekeken naar opleidingsniveau bij enquêtes zoals deze. Dit wordt veel gedaan om de mensen te kunnen onderverdelen naar niveau. Dit is niet van belang bij mijn onderzoek; mening over koptelefoons zal niet worden beïnvloed door opleidingsniveau. Hiernaast is het ook lastiger om een goede balans hierin te vinden omdat ik nou eenmaal meer hoog opgeleide mensen ken.

### 4.2 DE ENQUÊTE

De enquête is onderverdeeld in verschillende onderdelen. Het eerste deel gaat over koptelefoons, dan zijn er een paar vragen over smartphone/tablet/laptop gebruik samen met koptelefoons. Het stuk daarna gaat over het verschil van thuis gebruik en buiten gebruik. Dan zijn er wat vragen over

vier verschillende over-ear ontwerpen. De enquête sluit af met wat persoonlijke vragen, die eerder de vorige paragraaf zijn behandeld.

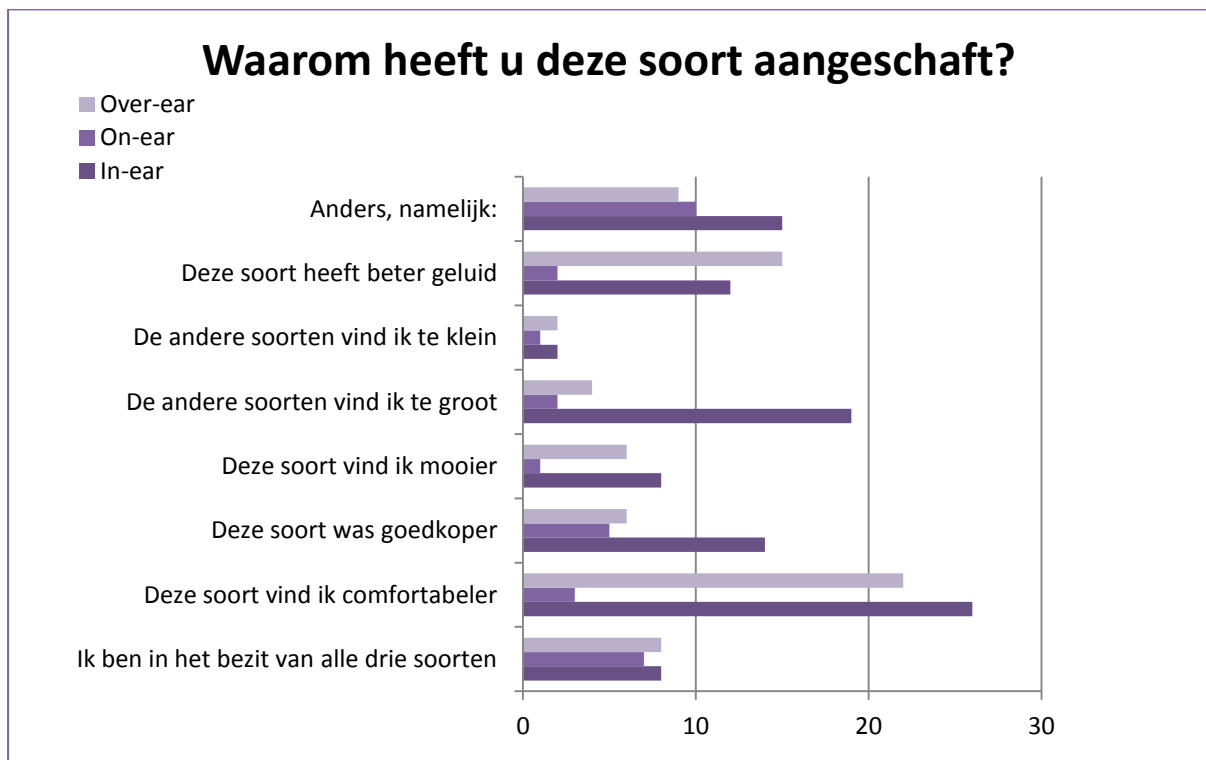
Het laatste onderdeel, het product HeartLive zelf, kon enkel gevraagd worden aan de klanten van stichting HeartLive.

#### 4.2.1 KOPTELEFOONS

De eerste vraag is of de respondent zelf een koptelefoon in bezit heeft. Hierop reageren 80 van de 97 mensen met "Ja". Daarna wordt er gevraagd welke soort zij dan in hun bezit hebben.

Er mochten bij deze vraag meerdere antwoorden gegeven worden. 60 mensen van de 80 hebben een in-ear in hun bezit. Dit is 75% van de steekproef. 39 mensen hebben een over-ear en maar 23 mensen hebben een on-ear koptelefoon in hun bezit.

De volgende tabel is de reden van aanschaf per soort koptelefoon. Omdat mensen ook meerdere koptelefoons konden invullen is er enigszins sprake van overlap, antwoorden kunnen hierdoor voorkomen in meer dan één categorie.



Figuur 22 – Waarom heeft u deze soort aangeschaft?

Van de 60 in-ear gebruikers (het donkerste paars) geven er 26 aan deze in huis te hebben omdat ze deze soort comfortabeler vinden. 19 van de gebruikers vinden andere soorten te groot en 14 mensen kochten de in-ear omdat deze goedkoper is. Van de 60 mensen gaven 15 mensen aan een andere reden te hebben. Een groot gedeelte hiervan gaf aan dat de in-ear gratis werd bijgeleverd bij een ander apparaat (bijvoorbeeld bij de telefoon.)

Van de 23 on-ear eigenaren geven er 10 aan andere redenen te hebben voor de aanschaf. Deze redenen hebben echter grotendeels betrekking tot een andere soort die ook ingevuld is. De on-ear gebruikers lijken dus niet echt een duidelijke reden te hebben voor de aanschaf.

Van de 39 over-ear eigenaren geven er 22 aan deze aangeschaft te hebben omdat de over-ear comfortabeler is. 15 van de 29 mensen geven aan dat de over-ear een beter geluid heeft en dat dit een reden is voor de aanschaf.

### Conclusie

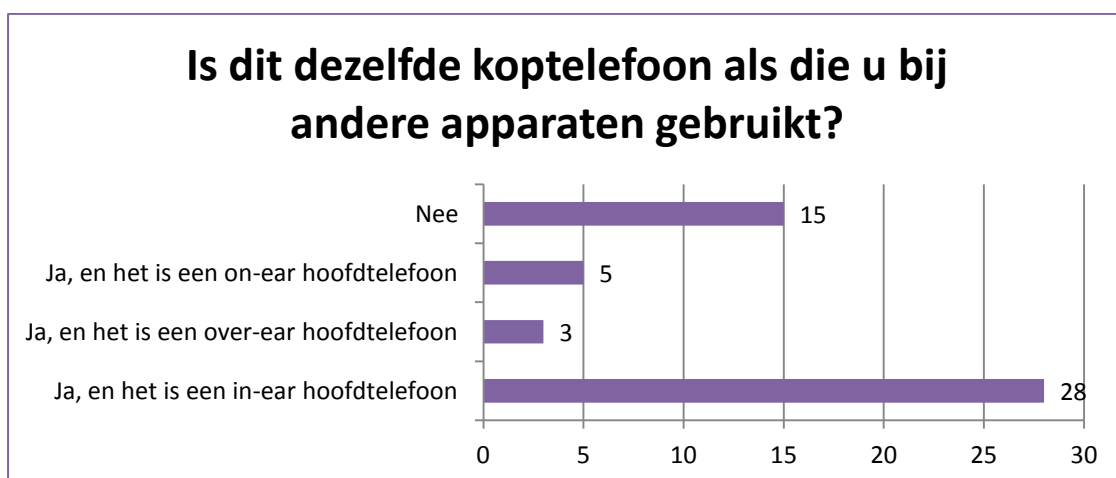
Het is duidelijk dat bijna 80% van de mensen een koptelefoon in hun bezit hebben. 75% van deze mensen hebben in ieder geval een in-ear in huis.

Comfort, prijs en geluid zijn de grootste redenen voor aanschaf. Comfort blijft een vage term, het is niet duidelijk wat de respondenten hier precies mee bedoelen. Bovendien is het een persoonlijke voorkeur, want er zijn bijna evenveel mensen die de over-ear als meeste comfortabel noemen als de in-ear.

#### 4.2.2 SMARTPHONE, TABLET EN LAPTOP

Omdat de tweede versie HeartLive gebruikt gaat kunnen worden met deze drie apparaten is het interessant om te zien of mensen bij deze apparaten andere voorkeuren hebben. De mensen met een smartphone, tablet of laptop die bij dit apparaat geen koptelefoon gebruiken worden eruit gefilterd. Na deze filtering zijn er nog 52 mensen over van de 95 mensen die deze vragen hebben beantwoord. Deze 52 mensen worden doorverwezen naar het volgende onderdeel. Daar wordt ze gevraagd of ze dezelfde koptelefoon gebruiken bij hun smartphone, tablet of laptop als dat zij gebruiken bij andere apparatuur (bijvoorbeeld de stereo of computer). Als hier ontkennend wordt geantwoord, wordt er nog gevraagd waarom er een andere koptelefoon wordt gebruikt.

Deze vragen zijn van belang om te weten of er verschil is tussen voorkeuren bij deze apparaten ten opzichte van de computer.



Figuur 23 – Is dit dezelfde koptelefoon als die u bij andere apparaten gebruikt?

Het antwoord op deze vraag is weinig verrassend. De drie apparaten worden overwegend onderweg gebruikt. Later in de enquête blijkt ook dat mensen onderweg de voorkeur geven aan in-ear hoofdtelefoons. Aan de mensen die met 'Nee' antwoorden wordt vervolgens nog de vraag gesteld waarom ze een andere koptelefoon gebruiken. Van de 14 mensen zeggen 8 mensen dat ze hem gebruiken omdat ze het betreffende apparaat vooral buitenshuis gebruiken. Dit zal waarschijnlijk om in-ear gebruikers gaan die thuis een on-ear of over-ear koptelefoon gebruiken.

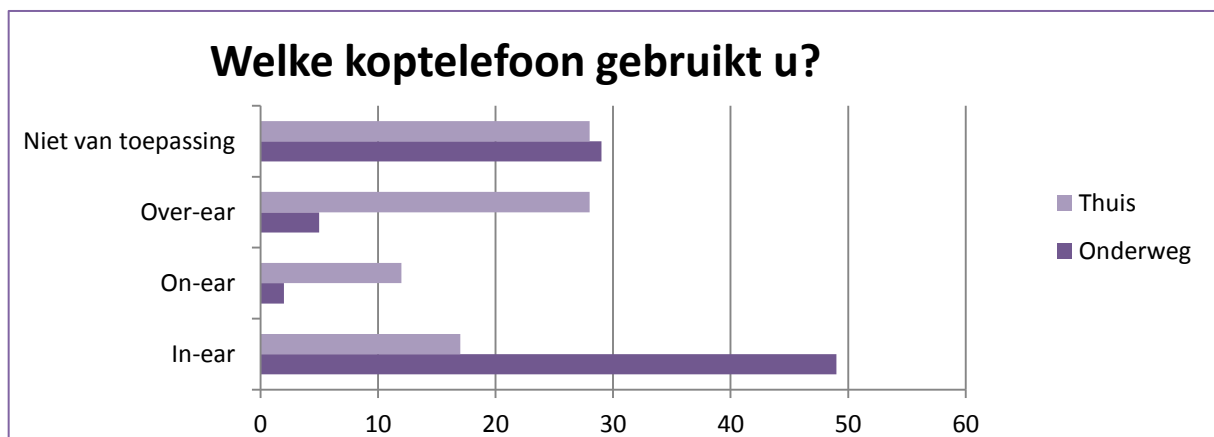
### Conclusie

52% van de invullers heeft t een smartphone, tablet of laptop en gebruikt hier een koptelefoon bij. 55% van deze mensen gebruikt een in-ear koptelefoon bij hun mobiele apparatuur. Het is dus van belang om rekening te houden met deze gebruikers.

#### 4.2.3 ONDERWEG EN THUIS

Mensen zullen onderweg en thuis ook andere voorkeuren hebben. Bijvoorbeeld meeneemgemak zal dan meespelen. Mensen worden gevraagd welke soort ze thuis en onderweg gebruiken. Als de twee antwoorden verschillen, wordt er gevraagd waarom er thuis een andere koptelefoon wordt gebruikt dan onderweg.

Ook hier worden deze vragen gesteld om de voorkeuren tussen onderweg en thuis te bekijken.



Figuur 24 – Welke koptelefoon gebruikt u?

Zoals eerder genoemd worden vooral de in-ear koptelefoons onderweg gebruikt. De mensen die 'niet van toepassing' hebben gekozen, hebben of geen koptelefoon (allereerste vraag van de enquête) of zij gebruiken hun koptelefoon nooit onderweg of thuis. De in-ear gebruikers staan voor 87% van het totale aantal koptelefoon gebruikers onderweg.

Bij het thuis gebruik is het veel eerlijker verdeeld tussen de drie soorten. Over-ear is favoriet maar in-ear en on-ear staat niet ver achter. Dit is opvallend want van de 23 on-ear eigenaren die eerder waren geteld, zijn er dus 12 koptelefoons die ook echt thuis gebruikt worden. Vergeleken met de over-ear koptelefoon is dit een hoog aantal.

Vervolgens worden de mensen die twee keer dezelfde koptelefoon hebben ingevuld doorgestuurd naar het volgende deel. De rest wordt gevraagd waarom zij onderweg een andere koptelefoon gebruiken dan thuis.



Figuur 25 – Waarom gebruikt u onderweg een andere koptelefoon dan thuis?

Het is meteen duidelijk dat de grootste reden het gemak van meenemen is. Dit zullen dus mensen zijn die onderweg hun in-ear gebruiken en thuis een over-ear of on-ear.

### Conclusie

Voor buitengebruik is meeneemgemak essentieel. Het is dus nodig dat de koptelefoon op de een of andere manier gemakkelijk mee te nemen is.

#### 4.2.4 KOPTELEFOON ONTWERP

De volgende vragen gaan over deze vier koptelefoons. Deze vier ontwerpen zijn uitgekozen om een bepaalde groep te representeren. Dit zijn allemaal over-ear koptelefoons. Hier is voor gekozen omdat in dit stadium al vrij zeker was dat het te ontwerpen product een over-ear koptelefoon zou worden.

- 1 Simpel en zacht ontwerp
- 2 Technisch en hard ontwerp
- 3 Groot en robuust ontwerp
- 4 Jong en tegendraads ontwerp



De invullers (nu nog 69 mensen) worden gevraagd aan elke stelling een koptelefoon te koppelen. Deze vragen zijn toegevoegd om de algemene mening over verschillende stijlen te toetsen. De vragen geven steeds tegenovergestelde stellingen aan. Er is dus, zeg maar, één favoriet en één verliezer per stelling. Bovendien zijn de koptelefoons in zwart wit aangeboden om te zorgen dat de kleuren geen persoonlijke mening kunnen beïnvloeden.

### **Duur tegenover Goedkoop**

Uit deze twee stellingen blijkt dat koptelefoon 2 en 3 duur overkomen en vooral 1 er goedkoop uitziet. Opvallend is dat de mening over koptelefoon 2 verdeeld is. 25 mensen vinden deze koptelefoon er duur uitzien, terwijl 16 mensen vinden dat de koptelefoon goedkoop is. Tevens opvallend is dat geen enkele persoon koptelefoon 3 als de goedkoopste aangeeft.

### **Past goed bij mijn stijl tegenover Past niet bij mijn stijl**

Deze vraag gaat over persoonlijke stijl. Vooral over koptelefoon 2 en 3 is de mening duidelijk. 3 past goed bij de stijl en 2 niet. De meningen over koptelefoon 1 en 4 zijn verdeeld. Wellicht heeft dit te maken met leeftijden en geslacht van de mensen.

### **Lelijk tegenover Mooi**

Deze vraag is vooral interessant als je hem naast de vorige stelling legt. Met een kleine voorsprong vinden mensen hoofdtelefoon 1 het mooist, terwijl koptelefoon 3 met een flinke voorsprong het beste bij de stijl van de mensen past. Tegenovergesteld vinden mensen de tweede het lelijkst terwijl koptelefoon 4 het slechtst bij de stijl van de mensen past.

### **Comfortabel tegenover Oncomfortabel**

Deze laatste twee tegenovergestelde stellingen hebben weinig introductie nodig. 3 is comfortabel, 2 is oncomfortabel. 44 mensen vinden 3 het comfortabelst en 46 mensen vinden 2 er het oncomfortabelst uitzien.

### **Conclusie**

Koptelefoon 3 wordt het meeste positief beoordeeld. Aangezien hij vooral op comfort hoog scoort, en dit een van de grootste redenen is om een koptelefoon aan te schaffen, is het van belang hier aandacht aan te schenken. Het ontwerp moet dus in de buurt blijven van koptelefoon 3. Qua ontwerp kunnen trekjes van koptelefoon 1 geen kwaad. Er moet rekening mee gehouden worden dat de respondenten alleen een plaatje zien, en dat er niet gevraagd wordt wáárom er gekozen wordt voor een bepaalde koptelefoon. Als voorbeeld kan genomen worden dat hoofdtelefoon 3 het beste bij de persoonlijke stijl van de invuller past. Maar is dit omdat deze mensen deze hoofdtelefoon mooi vinden, of omdat deze koptelefoon het minst afwijkt van het gemiddelde en mensen liever niet opvallen met een afwijkende kleur of vorm? Net zozeer als dat koptelefoon 1 wel als mooiste van de vier opties wordt genoemd, maar dat niet wilt zeggen dat ze hem zelf zouden dragen.



#### 4.2.5 HEARTLIVE

Vervolgens zijn er nog enkele vragen die alleen aan een groepje van zes mensen zijn gevraagd. Dit zijn de vragen die alleen beantwoord kunnen worden door mensen die bekend zijn met het product. Hierdoor zijn deze antwoorden statistisch niet 'verantwoord'. Wellicht valt er toch wat lering uit te trekken.

- De eerste vraag die gesteld wordt aan deze mensen, is of ze een voorkeur hebben aan welk oor de oorklem wordt bevestigd. Vier van de mensen hebben geen voorkeur, de andere twee prefereren het linker oor.
- De tweede vraag is of de mensen het product HeartLive ook onderweg zouden gebruiken als deze mogelijkheid er zou zijn. Één persoon antwoord met nee.
- De laatste vraag is of ze het een probleem vinden als de oorklem onderweg zichtbaar is. Geen van de invullers ervaart dit als vervelend.

Uit deze antwoorden blijkt dus dat er geen vaste voorkeur is voor een bepaald oor, dat HeartLive onderweg gebruikt zal worden en dat het geen probleem is als de oorklem zichtbaar is.

#### 4.2.6 VRIJ ADVIES

Er is een open vraag aan het einde met een mogelijkheid van de invullers voor wat vrij advies voor het product. Veelvoorkomende adviezen zijn rekening te houden met kapsels, oorbellen en brilpootjes. In de enquête is niet vermeld dat de hoofdtelefoon draadloos zal zijn, dus werd als advies ook vaak gegeven om de koptelefoon draadloos te maken met bluetooth technologie. Drie van de respondenten hebben hoorapparaten en geven aan hier van last van te hebben bij het gebruik van koptelefoons.

### 4.3 IMPACT VAN RESULTATEN OP DE KOPTELEFOON

De resultaten van de enquête zullen meegenomen worden in het ontwerp van HeartLive. De belangrijkste punten die uit de enquête kunnen worden gehaald zijn dat compactheid van de koptelefoon erg belangrijk is voor buitengebruik. Omdat een gedeelte van het gebruik onderweg zal plaatsvinden, moet het product HeartLive dus ook compact zijn. Hiernaast is het van belang dat de koptelefoon comfortabel is, want dit is een van de redenen voor aanschaf. Gepercipieerd comfort wordt bereikt door grote oorkussens en een stevige hoofdband. De uitstraling van de koptelefoon moet redelijk neutraal zijn om veel mensen aan te spreken. Als laatste blijkt dat de oorklem in principe zichtbaar mag zijn.

### 4.4 SIGNIFICANTIE RESULTATEN

Er zijn een aantal vragen in de enquête die uiteindelijk een grote invloed zullen hebben op het project. Daarom wordt er bekeken in hoeverre het zeker is dat deze uitkomsten juist zijn. Dit wordt gedaan door de foutmarge te bekijken. De foutmarge houdt in dat als 60% van de correspondenten voor A kiest, er een 95% (de betrouwbaarheidsfactor wordt vaak als 95% gekozen) kans is dat deze

tussen de 57 en 63 procent ligt bij een foutmarge van 3%. Het echte percentage kan dan dus 3% hoger of lager uitvallen dan het percentage dat uit het onderzoek komt.

Uit de berekeningen, die uitgebreid in Bijlage A staan, komt dat de foutmarge bij deze belangrijke vragen rond de 10% ligt. De variatie ligt aan het feit dat niet alle vragen het zelfde aantal mogelijke antwoorden heeft. Ook worden niet alle vragen aan alle respondenten voorgelegd.

Uit deze foutmarges kan worden geconcludeerd, dat de antwoorden kunnen worden gebruikt om keuze op te baseren. Dit omdat, ook in het slechtste geval, nog steeds een groot genoeg deel van de Nederlanders het met de mening van de steekproef eens zal zijn.

Enkel in het geval van de vraag over of de oorklip zichtbaar mag zijn, is dit anders. Doordat deze vraag aan 6 mensen is gesteld, heeft deze een foutmarge van 40%. In het slechtste geval is slechts 60% van Nederland het met deze stelling eens. Er moet dus rekening worden gehouden met mensen die het wel vervelend zouden vinden.

## 5. PROGRAMMA VAN EISEN EN WENSEN

Het Programma van Eisen en Wensen komt voort uit de opdrachtomschrijving van de opdrachtgever, maar ook uit de enquête van het vorige hoofdstuk. Verder zijn er voor de hand liggende eisen die van toepassing zijn op elke koptelefoon. De eis staat links beschreven en de bijbehorende specificatie rechts hiervan. Helemaal rechts is een kolom toegevoegd voor later gebruik.

De eisen worden onderverdeeld in rood, oranje en groene voorwaarden. De rode zijn belangrijke eisen en deze moeten zeker gehaald worden om een goed werkend product af te leveren. De oranje eisen zijn voornamelijk wensen van HeartLive en er wordt getracht aan deze eisen te voldoen. Mocht dit niet lukken, dan neemt de functionaliteit van het product niet af. De groene uitspraken zijn wensen vanuit de gebruikers en het zou fijn zijn als hieraan voldaan kan worden, maar dit is niet noodzakelijk. Het product zou wel succesvoller zijn als er aan deze wensen wordt voldaan.

Het Programma wordt vervolgens gebruikt om bedachte oplossingen te beoordelen op geschiktheid en om aan het einde van de opdracht het eindproduct te evalueren.

Eis	Specificatie	Voldaan
Het product moet omgevingsruis verminderen	Evenveel als andere versies van dezelfde koptelefoon	
Het product moet draadloos zijn	Draadloos contact tot 10 meter afstand door middel van bluetooth	
Het product moet de hartslag accuraat kunnen meten	Even goed als huidige oplossing	
Het product moet te gebruiken zijn bij tablets en smartphones die op Android werken.		
Het ontwerp van het product moet bij de stijl van het huidige product HeartLive passen	Transparantie, Wit en Antraciet.	
Het apparaat moet goed geluid produceren	Moet minstens dezelfde specificaties hebben als andere koptelefoons uit dezelfde prijsklasse	
Het apparaat moet comfortabel op het hoofd zitten	Moet 2 uur te dragen zijn zonder irritaties	
Bij mankementen moeten de basisonderdelen afzonderlijk te vervangen zijn	Verwerkingsunit, oorklip en koptelefoon moeten los van elkaar kunnen worden vervangen zonder schade te berokkenen aan de andere onderdelen.	
Het product moet niet te veel	Marktprijs moet hoogstens 50	

kosten teweegbrengen bovenop de normale prijs van HeartLive	euro zijn.	
Het product moet een redelijke levensduur hebben	Het product moet minstens 5 jaar meegaan bij normaal gebruik. (Vervangingen tussendoor zijn wel ok)	
Het product moet tegen een stootje kunnen	Het moet een val van 1 meter kunnen overleven.	
Het product moet lang genoeg gebruikt kunnen worden zonder te worden opgeladen.	Een periode van 6 uur.	
Het product moet klein genoeg kunnen worden gemaakt dat het gemakkelijk mee te nemen is.	Moet in een standaard damestas passen.	
Het product moet ook te gebruiken zijn zonder de koptelefoon op te zetten.		
Het product moet een neutraal uiterlijk hebben	Het moet niet afwijken van de norm	

## 6. DE MOGELIJKHEDEN OP TECHNISCH GEBIED

Om een werkend product te ontwerpen moeten er veel keuzes worden gemaakt die minder te maken hebben met uiterlijk en des te meer met functionaliteit. Hoe wordt de koptelefoon opgeladen? Welke accu wordt er gebruikt? Hoe wordt de oorklip geïntegreerd?

Van dit soort vragen worden in dit hoofdstuk de oplossingen bekeken en meteen in hetzelfde stuk wordt een keuze gemaakt. Dit wordt gedaan om te zorgen dat er een goede continuïteit in het hoofdstuk zit, omdat de ene keuze invloed kan hebben op de mogelijkheden bij een ander deel. Niet alle onderdelen zijn chronologisch zo gekozen, er is sprake geweest van herbevestiging. Sommige onderdelen zijn ook synchroon met elkaar uitgewerkt.

### 6.1 DE COMPONENTEN

HeartLive 2.0 zal uit een aantal componenten bestaan waarvan enkele ook al aanwezig zijn in de betaversie. Deze onderdelen zijn nodig om de hartslagmeter te laten functioneren. Sommige componenten zijn nieuw omdat ze samenhangen met de koptelefoon. Hieronder een samenvatting van wat er allemaal nodig is en waarvoor deze onderdelen dienen.

#### **Oorkussens**

De oorkussens zijn nodig om de speakers bij de oren te houden. Ze zijn belangrijk voor het comfort en hiernaast bieden ze ook ruimte aan de interne elektronica. De oorkussens hebben een goede voering nodig zodat ze niet gaan irriteren aan de oren.

#### **Hoofdband**

De hoofdband houdt de koptelefoon op het hoofd. Ook hier moet rekening gehouden worden met comfort. Het is mogelijk de hoofdband net iets groter te maken dan gebruikelijk zodat ook hier ruimte is voor interne elektronica.

#### **Speakers**

De speakers moeten in ieder geval een 'marktstandaard' geluid produceren. Ze moeten dun genoeg zijn zodat er ruimte overblijft in de oorkussens. De speakers zullen sowieso in de oorkussens worden geplaatst.

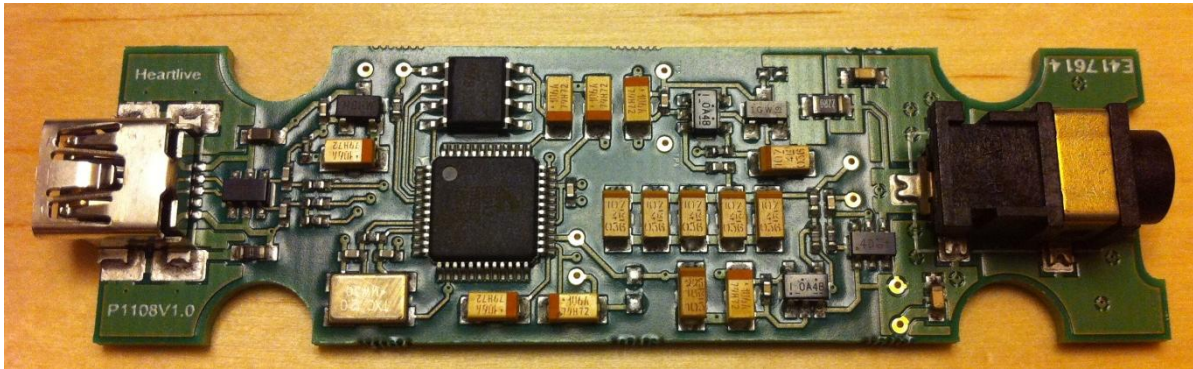
#### **Oorklip**

De oorklip wordt standaard ingekocht en moet worden geïntegreerd in het ontwerp. De oorklip heeft een kabel van +/- 140 cm. Deze moet dus ook netjes 'opgeborgen' worden. Het is dezelfde oorklip die ook al in het betaproduct wordt gebruikt.

#### **Printplaat**

De printplaat gaat zorgen voor de verwerking van de signalen. Deze komen vanuit de oorklip en gaan richting het bluetooth apparaat (smartphone, laptop, tablet etc.). Hiernaast komen er, in deze

nieuwe te ontwerpen versie, audio-signalen vanuit het apparaat richting het product HeartLive, deze kunnen rechtstreeks naar de speaker vanuit de bluetooth-ontvanger. De printplaat heeft afmetingen van 71 bij 22 bij 11 millimeter. Dit is dezelfde printplaat als die nu wordt gebruikt in de huidige situatie.



Figuur 27 – Huidige printplaat

### Voeding

Omdat het apparaat nu draadloos wordt moet er een on-board voeding worden aangesloten. Dit kan in de vorm van een wel of niet oplaadbare batterij.

### Bluetooth-zender.

De boven genoemde signalen worden opgevangen door een bluetooth-zender. Deze zender moet een sender en receiver zijn. Er is gekozen voor bluetooth als manier om het product draadloos te maken omdat dit de meest actuele oplossing is die het best bij het gebruik past.

## 6.2 SOORT KOPTELEFOON

Uit de enquête kwam naar voren dat er vooral aan de over-ear en de in-ear voordelen worden verbonden door de gebruikers. In-ear wordt vooral buitenshuis gebruikt omdat deze soort klein is en dus gemakkelijk mee te nemen is. Over-ear wordt geassocieerd met goed geluid en draagcomfort. Naast deze meningen van gebruikers is het ook belangrijk om naar de compatibiliteit met het product te kijken. De soort hoofdtelefoon moet gecombineerd kunnen worden met het product zonder er raar uit te gaan zien.

Doordat er vrij veel ruimte nodig is voor de voeding, elektronica etcetera was het al vrij snel duidelijk dat er maar een soort koptelefoon geschikt zou zijn. Er is een kartonnen model gemaakt van de huidige verwerkingsunit, en deze is naast de gekochte koptelefoons gelegd als indicatie van de grootte die nodig is om HeartLive te laten werken. De foto's hiervan zijn te vinden in Bijlage B. De over-ear hoofdtelefoon is de enige die de hoeveelheid benodigde componenten zou kunnen bevatten zonder er raar uit te zien. Uit de enquête kwam naar voren dat het belangrijk is voor de gebruiker dat de koptelefoon klein is tijdens gebruik buitenshuis. Het is belangrijk dat de koptelefoon in te klappen is tot een kleiner formaat. Dit is ook één van de eisen uit het PVE.

## 6.3 VOEDING

Waar de huidige versie nog van voeding wordt voorzien via een usb-kabel, zal er nu een andere oplossing moeten worden gezocht. Dit komt doordat het product nu wireless zal zijn en de usb-kabel dus niet meer beschikbaar is als fulltime oplossing. Hieronder worden de mogelijkheden en keuzes besproken wat betreft voeding.

### 6.3.1 DE MOGELIJKHEDEN BIJ HET OPLADEN

Bij het onderzoek naar de accu en manier van opladen viel op dat er twee veelgebruikte manieren zijn om wireless koptelefoons van voeding te voorzien. Ze gaan beide uit van een oplaadbare batterij in de koptelefoon, maar de manier van opladen wijkt af. Bij standaard thuisgebruik modellen zit vaak een losse oplaadunit die ingeplugd is op het stroomnet. Hier wordt de koptelefoon opgeplaatst als deze opgeladen wordt. Dit betekent voor HeartLive dat er een losse oplaadunit bij geleverd moet worden en dat deze dus ook ontworpen moet worden. Er moet ook een oplaadpunt op de koptelefoon worden ingepast.

De andere manier is om de koptelefoon op te laden via een USB-kabel. Er zit een micro-usb ingang in het product en deze wordt met een standaard usb-kabeltje (die bijvoorbeeld ook bij digitale camera's wordt bijgeleverd) verbonden met een pc of laptop. Om het opladen mogelijk te maken moet er alleen een ingebouwde oplaadcomponent in het product zitten. Dit wordt meer gebruikt bij headsets, want deze worden sowieso vaak gebruikt in combinatie met een computer. Een USB-aansluiting betekent dat er ergens een punt moet zijn waar de kabel aangesloten kan worden. Dit aansluitpunt moet ook beschermd worden tegen beschadiging.



Figuur 28 – Mini-usb kabel

Normale Alkaline (bijvoorbeeld AAA) batterijen zijn ook nog een optie. Deze batterijen zijn over het algemeen vrij groot, en bij veel gebruik zullen de kosten voor de gebruiker snel oplopen. Deze kunnen dan uiteraard nog wel zelf kiezen om een eigen oplaadbare batterij te gebruiken. Bij deze oplossing zou er dus helemaal niet opgeladen te hoeven worden binnen het product.

### 6.3.2 OPLADEN: KEUZE

Voor HeartLive is gekozen om het product op te laden via een USB-kabel. Dit om het toevoegen van een extra onderdeel achterwege te laten en omdat gewone batterijen erg onpraktisch zijn. Bovendien zal het product overwegend in een omgeving worden gebruikt waar een usb-ingang gemakkelijk te vinden is. Zo kan het product ook opgeladen worden op, bijvoorbeeld, het werk. Met een aparte oplaadunit zou deze dan altijd meegenomen moeten worden om op te laden. Voor situaties waar geen usb-ingang beschikbaar is kan er een usb-stekker worden aangeschaft voor ongeveer zeven euro.

---

### 6.3.3 DE MOGELIJKHEDEN IN BATTERIJSOORT

De keuze voor HeartLive gaat tussen een Lithium Ion accu en een Nikkel-metaalhydride-accu. Beide zijn oplaadbaar en bovendien de meest gebruikte soorten. Nikkel-Cadmium batterijen werden in het verleden ook veel gebruikt, maar die zijn nu verboden in Nederland behalve in handgereedschap.

Lithium-Ion batterijen, ook wel Li-ion, worden veel gebruikt in kleine apparaten zoals telefoons, mp3-spelers etcetera. Ze zijn dan ook zeer klein en licht en hebben de beste energie/inhoud verhouding van alle accu's. Deze oplaadbare batterijen worden voor grote merken speciaal gemaakt om bij het product te passen, omdat het bij deze soort batterijen heel belangrijk is dat ze met de juiste spanning worden opgeladen. Dit omdat verkeerd gebruik van de batterij al snel vervelende gevolgen kan hebben; ze kunnen hierdoor ontvlammen. Voor HeartLive, met relatief een kleine oplage, zou het wellicht te veel kosten om dit soort batterijen te gebruiken in het product. Dit soort batterijen heeft hoogstens een levensduur van ongeveer 3 jaar, hierna moeten zij vervangen worden. Wel hebben ze een hele kleine lekstroom, van maar 10% per maand. Dit houdt in dat een opgeladen batterij in één maand 10% van zijn energie verliest. Bij een Nikkel-metaalhydride batterij is dit 3% tot wel 10% per dag.

Nikkel-metaalhydride accu's, of in het kort NiMH accu's, zijn groter en zwaarder dan Li-ion batterijen. Ze zijn in kleine oplages te kopen en zo te gebruiken. Ze kunnen tegen een stootje en zijn goedkoper dan Li-ion accu's. Wel hebben ze, zoals net vermeld, een hoge lekstroom. Een volledig opgeladen batterij kan dus, zonder gebruik, na tien dagen helemaal leeg zijn.

---

### 6.3.4 BATTERIJSOORT: KEUZE

De keuze is gevallen op de Lithium-Ion batterij. Voor stichting HeartLive was het verschil in grootte de doorslag gevende factor, hoewel een Lithium-Ion batterij duurder is. Bij verdere berekening voor een NiMH keuze bleek namelijk dat er drie batterijen nodig zouden zijn met een gewicht van 34 gram per stuk. Daarbovenop zouden ze ook nog erg groot zijn. Deze keuze was niet acceptabel, en dus is er gekozen voor een Lithium-Ion batterij.

---

### 6.3.5 DE MOGELIJKHEDEN BIJ SPECIFIEKE BATTERIJKEUZE

De accu moet gekozen worden op zo'n manier dat het product minstens 6 uur gebruikt kan worden zonder dat deze opgeladen wordt. Om er achter te komen welke batterijen dan geschikt zijn is het nodig om de benodigde stroom te achterhalen van de componenten. Dit zijn de bluetooth-transceiver, de electronica op de printplaat, en de luidsprekers. De rest van de kleinere onderdelen (een eventuele LED of iets dergelijks) zijn hiernaast te verwaarlozen.

Met wat zoekwerk is te achterhalen dat een standaard shortrange bluetooth-transceiver minder dan 50 mA nodig heeft om te functioneren. Een printplaat met ongeveer dezelfde functionaliteit als die nodig is voor HeartLive heeft minder dan 200 mA nodig. Als laatste zal het stroomvereiste van de luidsprekers per stuk ongeveer 15mA zijn en dus in totaal 30mA vereisen.

Dit komt in totaal uit op een verbruik van +/- 300 mA.



Om hier een juiste batterij bij te zoeken is het belangrijk om te weten dat een batterij een bepaald ampère-uur heeft. Dit houdt bij een ampère-uur van 1800 mAh in dat de batterij in één uur 1800 mA levert. Maar, hij kan ook 6 uur lang 300mA leveren voor hij weer opgeladen moet worden.

Hier blijkt dus al uit dat er een batterij gezocht moet worden met ongeveer 1800 mAh. Hiernaast moet de spanning ook nog kloppend zijn. Zoals eerder vermeld kunnen er rare dingen gebeuren met componenten als ze met een onjuiste spanning worden geconfronteerd. De spanning die hier juist is ligt rond de 3,6V. De spanning van een batterij kan aangepast worden door deze in serie te schakelen, het losse aantal volt wordt dan bij elkaar opgeteld. Op dezelfde manier wordt ampère-uur opgeteld als ze parallel zouden worden geschakeld.

### 6.3.6 BATTERIJ: KEUZE

Lithium-Ion batterijen zijn te krijgen in een cilindrische vorm, en in een rechthoekige vorm. Bij onderzoek bleek dat de standaard rechthoekige vormbatterijen een lagere mAh hebben dan de cilindrische vorm. Echter is een cilindrische Lithium-Ion batterij van het juiste voltage en met de juiste mAh, 70 mm lang. Een andere oplossing zou beter zijn. Toen er verder gezocht werd, (met andere producten in het achterhoofd) bleek dat draagbare gameconsoles ook Lithium-Ion batterijen gebruiken. De Playstation Portable (of PSP) gebruikt een accu die acceptabel is, en de Nintendo DS ook. Wel roept dit twijfels op of het uitgereken mA gebruik van HeartLive wel accuraat is, omdat deze gameconsoles tussen de vier en zes uur gebruikt kunnen worden met deze batterij. Hiernaast is de accu te zien voor een PSP. Dit is een 3,7 V batterij met 1800 mAh. Hiermee zou HeartLive, zoals eerder is uitgerekend, zes uur aan kunnen staan. Deze accu is bij [business.conrad.nl](http://business.conrad.nl) te koop voor 16,52 per stuk. Voor 2 is er een korting van 2% en wordt er nog 16,19 betaald. Er van uitgaand dat er bij een groot aantal een grotere korting te krijgen is, zou de accu ongeveer 15 euro gaan kosten. Op een marktprijs van 50 euro zoals hij in het PvE is vastgesteld, is dit al vrij veel. In ieder geval is deze accu te gebruiken voor een indicatie van het benodigde volume van de batterij. De accu heeft afmetingen van 56 bij 36 bij 13. Hij weegt slechts 44 gram. Overigens is deze specifieke batterij een Lithium-Ion-Polymeer batterij, wat weer enigszins afwijkt van een Lithium-Ion batterij. De Polymeer versie is ongeveer 20% lichter dan een Ion batterij.



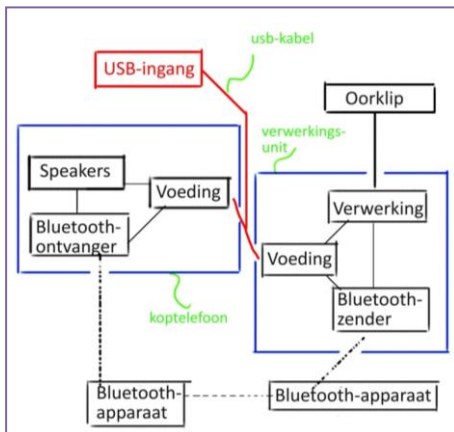
Figuur 29 – De gekozen batterij

## 6.4 SYSTEEMBOUW

De verschillende componenten moeten met elkaar kunnen communiceren om het product te laten werken. Er zijn een paar verschillende manieren die allemaal andere consequenties hebben voor de functionaliteit en het ontwerp. Deze drie manieren wijken van elkaar af in de manier waarop de twee hoofdonderdelen (de koptelefoon en de verwerkingsunit) met elkaar omgaan. Wel moeten ze

allemaal rekening houden met het kunnen gebruiken van het product zonder de koptelefoon op te zetten, zoals is gespecificeerd in het Programma van Eisen. Dit gebruik van HeartLive komt uit een scenario generatie, waar blijkt dat mensen HeartLive ook gebruiken op kantoor. Als dit in een situatie is waar mensen ook aanspreekbaar moeten zijn, dan kan er niet verwacht worden dat zij de hoofdtelefoon op zullen hebben terwijl ze HeartLive willen gebruiken.

#### 6.4.1 DE MOGELIJKHEDEN QUA SYSTEEMBOUW



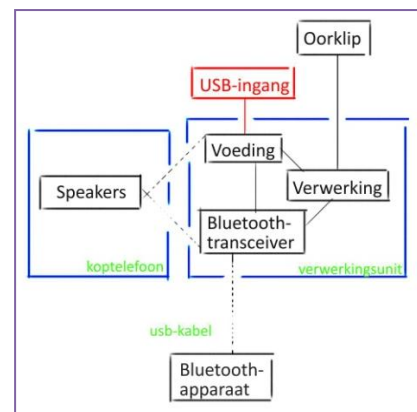
Figuur 30 – Systeembouw optie 1

De eerste manier is de koptelefoon en verwerkingsunit zien als twee verschillende producten die alleen een oplaadpunt delen. De koptelefoon en verwerkingsunit hebben allebei een eigen bluetooth-functionaliteit en een eigen voeding. Hierdoor werkt de verwerkingsunit zonder koptelefoon en andersom. De verwerkingsunit heeft alleen een zender nodig en de koptelefoon alleen een ontvanger. Nadeel hiervan is dat er ruimte gezocht moet worden in alle twee de onderdelen. Bovendien moeten de twee voedingen wel samen opgeladen kunnen worden. Voordeel is dat de onderdelen apart gebruikt kunnen worden. Het ontwerp zal dan rekening moeten houden met het feit

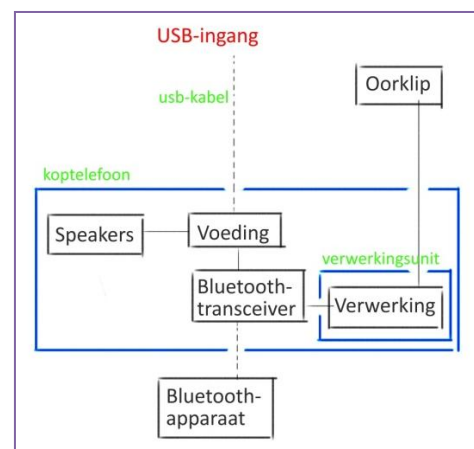
dat de verwerkingsunit en koptelefoon op zichzelf een aantrekkelijk uiterlijk moeten hebben omdat ze afzonderlijk gebruikt kunnen worden.

De tweede manier separeert de twee onderdelen ook. Maar in dit geval zitten alle benodigdheden om te functioneren in de verwerkingsunit en is slechts de speaker over in het koptelefoon gedeelte. Hierdoor werkt de koptelefoon niet meer zonder verwerkingsunit, maar is de verwerkingsunit wel los te gebruiken. Nadeel hiervan is dat alle componenten in de verwerkingsunit moeten passen. Afhankelijk van de keuze voor onder andere de batterij soort, zal dit een probleem opleveren. Qua ontwerp heeft dit in vergelijking met oplossing 1, weinig consequenties. Het is enkel minder belangrijk om de koptelefoon zonder de verwerkingsunit een goed uiterlijk te geven.

De derde manier laat de onderdelen niet meer los werken en is daardoor veel simpeler. Er hoeft dan namelijk geen manier gevonden te worden om het loskoppelen en weer vastkoppelen mogelijk te maken. De verwerkingsunit is onderdeel van de koptelefoon. Er is één bluetooth-transceiver en één voeding. Er moet enkel een mogelijkheid



Figuur 31 – Systeembouw optie 2



Figuur 32 – Systeembouw optie 3

zijn om bij de binnenkant te komen voor onderhoud. Het product kan dus veel meer als geheel worden ontworpen.

#### 6.4.2 SYSTEEMBOUW: KEUZE

De keuze is gevallen op de laatste manier van uitwerking, omdat het te ingewikkeld wordt om de twee onderdelen los te laten werken en dan vervolgens weer te verbinden. Optie één is bovendien vrij omslachtig door het verdubbelen van een aantal componenten. Zoals bleek uit het onderzoek naar de voeding (dat tegelijkertijd plaatsvond) is optie twee niet mogelijk doordat het teveel ruimte in de verwerkingsunit vereist. Bij het ontwerp moet erop gelet worden dat de componenten vervangen kunnen worden wanneer ze defect zijn. Toch moet er bij de keuze voor manier drie een manier gevonden worden om de oorklip te gebruiken zonder de koptelefoon op te zetten, zoals genoemd bij het PvE.

### 6.5 OORKLIP

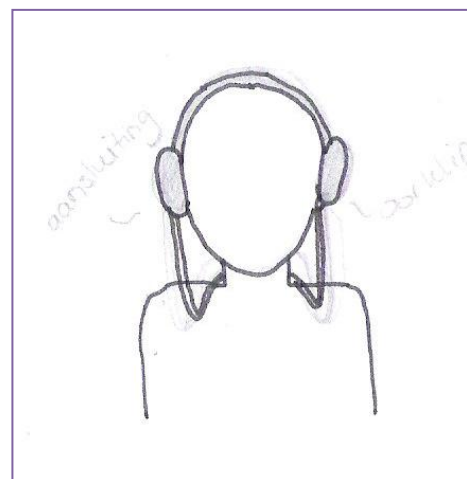
Voor de oorklem moet in ieder geval een holte worden gemaakt in de oorkussens. Zoals het nu is voelt het erg oncomfortabel, doordat de ruisblokkering boven op de oorlel drukt waar de oorklem opzit. Deze holte moet dan netjes afgewerkt worden zodat het er niet raar uitziet. Deze hoeft slechts aan één kant van de koptelefoon gemaakt te worden.

Hiernaast moet er rekening gehouden worden met het feit dat het product HeartLive ook gebruikt moet kunnen worden zonder dat de koptelefoon opgezet wordt. Dit betekent in principe dat de kabel van de oorklem een mogelijkheid moet hebben om lang genoeg te zijn dat de koptelefoon op tafel gelegd kan worden terwijl het product gebruikt wordt. Hieronder worden 4 concepten besproken die dit probleem oplossen. Eerst worden de twee concepten behandeld waar de kabel extern wordt gehouden, daarna zijn er twee waarbij de kabel intern wordt opgeslagen.

#### 6.5.1 MOGELIJKHEDEN QUA OORKLIP

Het eerste idee is om de aansluiting voor de oorklip op de behuizing van de oorkussens te plaatsen. De kabel kan vervolgens worden aangesloten en wordt dan om de nek geslagen. De uitsparing op de ruisblokkering voor de oorklem zit aan de andere kant. Door het omslaan van de kabel valt het niet zo op dat deze vrij lang is. Bovendien hebben veel mensen sowieso een draad hangen bij het gebruik van een koptelefoon. Op deze manier is er geen interne ruimte nodig om de draad in op te bergen, zodat deze ruimte gebruikt kan worden voor andere dingen.

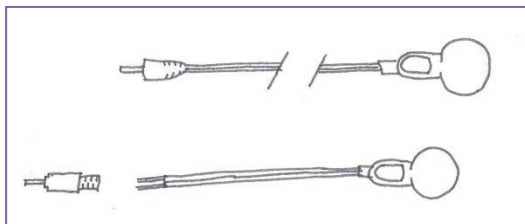
Figuur 33 toont een simpel tekeningetje van deze situatie. Het is geen ideale oplossing, maar het kost weinig investering en is simpel te realiseren.



Figuur 33 – Oorklip optie 1

Het tweede idee is om de standaard oorklip te veranderen. Deze heeft momenteel een kabel van 140 cm. Die is handig in de situatie waar de koptelefoon niet gebruikt wordt, maar erg lang als de koptelefoon wel op het hoofd zit.

Bovenstaande oplossing kan, maar het is ook mogelijk om de kabellengte te verkorten. Dezelfde oorklip kan ingekocht worden, en door losse audio-jack plugs te koppelen met een verkorte kabel is de lengte van de kabel aan te passen. Als de originele oorklip wordt aangeleverd samen met een verkorte versie, kan de gebruiker zelf kiezen welke hij inpluigt. De aansluiting zou op dezelfde manier worden geregeld als bij oplossing 1. Als er voor deze oplossing wordt gekozen

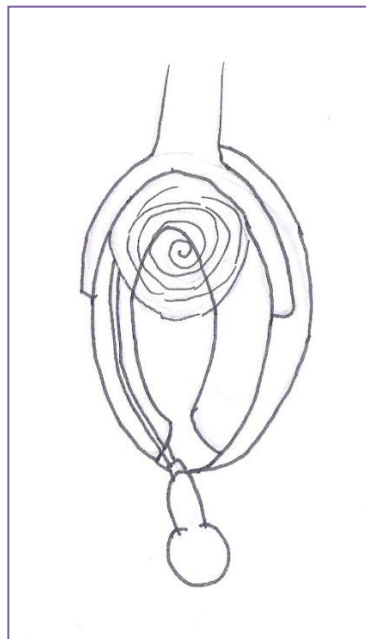


Figuur 35 – Verkorten van de kabel

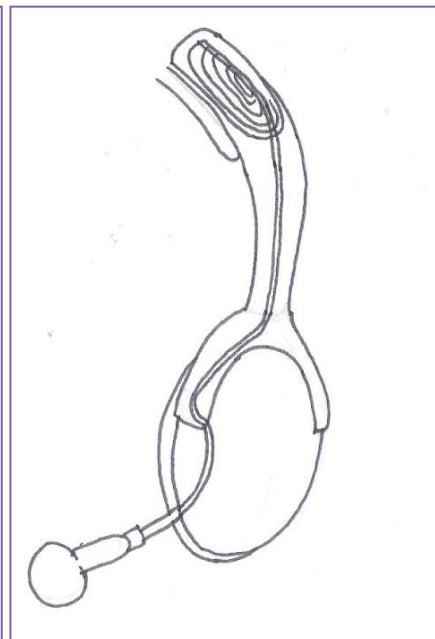
betekend dit dat er mensen moeten worden ingehuurd die de kabels verkorten, en dat de audio-jack plugs moeten worden gekocht. Op de business site van Conrad, zijn deze voor 1,23 te koop per stuk bij een

afname van 100 stuks. Bovendien zal er moeten worden gekeken wat een fijne lengte is voor de korte versie.

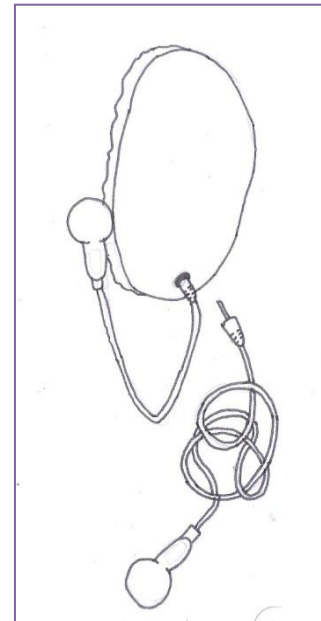
De laatste twee ideeën gaan alle twee uit van een intern oprolsysteem voor de lange kabel. Deze zal vergelijkbaar zijn met wat wordt gebruikt bij sommige head-sets en wat ook veel gedaan wordt met de kabel van kleine computermuizen. Bij het eerst concept zal de kabel worden opgerold in het oorkussen.



Figuur 36 – Oorklip optie 3



Figuur 37 – Oorklip optie 4



Figuur 34 – Oorklip optie 2

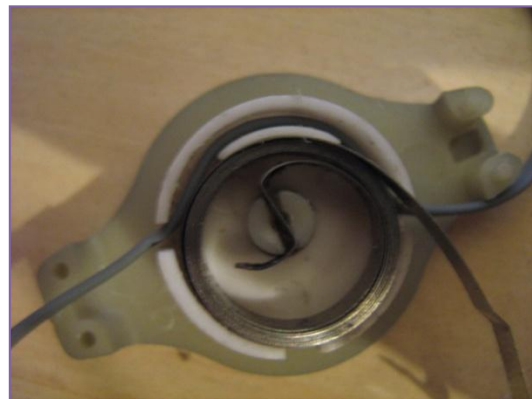
Vanaf hier is het maar een kleine weg naar het oor. Als de uitgang precies tussen twee kunststof onderdelen wordt gepositioneerd, wordt er ook gegarandeerd dat het onderdeel kan worden vervangen.

Echter is er een kans dat er niet genoeg plek over is in een oorkussen om de kabel te huisvesten. Het is dan mogelijk om het oprolsysteem te verplaatsen naar de hoofdband. Vanaf hier kan de kabel intern naar het oorkussen worden geleid of met klipjes langs de buitenkant, waar hij op dezelfde manier weer tussen twee onderdelen naar buiten wordt geleid.

### 6.5.2 OORKLIP: KEUZE

Alle oplossingen hebben voordelen en nadelen. Om deze te bespreken worden oplossingen 1 en 2 en oplossingen 3 en 4 even samengenomen. Oplossing 3 of 4 zouden de mooiste oplossingen zijn omdat ze de belangrijkste voordelen hebben. De kabel is netjes opgeborgen; Je zit niet met twee kabels. Er is dus gekeken of 3 of 4 in de praktijk mogelijk zouden zijn. Hiervoor is gekeken naar hoe een veel gebruikt oprolsysteem werkt. Een kleine computermuis is gekocht waar een dergelijk oprolsysteem bij wordt gebruikt. Er zit een opgerold stuk metaalplaat in dat als veer fungeert. Door dit te bevestigen aan het niet roterende deel met de ene kant, en met de andere kant aan het wel roterende deel, wordt de veer onder druk gezet. De kabel van de muis loopt door het roterende deel heen en wordt door de veer opgewonden. Als er aan de ingerolde kabel wordt getrokken wordt de veer aangespannen. De veer is in rust als de kabel is opgerold. Bij helemaal afrollen is er wel een klikje te horen en zit de kabel even vast in die positie. Tijdens dit onderzoekje is het onbekend gebleven hoe dit werkt. Voor de veer is slechts een cilinder nodig van een hoogte van een centimeter en een diameter van 18 mm. De veer en de behuizing zijn te zien op Figuur 38. Helaas lukt het niet om het systeem weer op de juiste manier in elkaar te zetten, dus helemaal accuraat is de foto (qua systeem) niet.

Toen gekeken werd naar de kabel van deze muis was het snel duidelijk dat deze ongeveer de helft zo dik is als de kabel van



Figuur 38 – Oprolsysteem van muiskabel



Figuur 39 – Aangeschaft over-ear samen met kartonmodellen van printalaat en accu

de oorklip. Het oprolysteem zou dus ook 2 keer zo dik moeten zijn om de kabel volledig op te kunnen rollen. Dit komt uit op een diameter van 50 mm. De volgende stap is dus om te kijken of hier sowieso nog wel ruimte voor is in de oorkussens.

Om dit te onderzoeken zijn er kartonnen modellen gemaakt van de bekende afmetingen (accu en printplaat) en vervolgens met de gekochte over-ear hoofdtelefoon gekeken of er nog ruimte zou zijn voor een oprolysteem. Figuur 39 laat zien dat dit niet het geval is.

De andere optie, in de hoofdband, leek een mogelijkheid voordat bekeken werd hoe het oprolysteem werkt. Maar het binnenste mechaniek moet perse rond zijn, en de bolling van de hoofdband brengt ook problemen met zich mee. Het is wellicht wel mogelijk, maar de moeilijkheden hiermee (en dan is de vervangbaarheid van de kabel niet eens beproven) wegen niet op tegen de voordelen.

Afzonderlijk hiervan is er ook nog een probleem met hoe de oorklem op het oor gezet wordt. In de tekeningen van optie 3 en 4 komt de oorklem van boven naar beneden. Tijdens een testje met deze positie bleek dit helemaal niet lekker te zitten op het oor, omdat de klem eigenlijk vanaf de verkeerde kant komt.

Conclusie is dat oplossing drie en vier, die alle twee de oorklipkabel oprollen, helaas niet gaan werken. Oplossing één en twee blijven over. Oplossing één, de losse kabel rond de nek, is heel simpel, maar uiterlijk geen mooi idee. Oplossing twee, twee kabels van verschillende lengte, blijft als beste keuze over. Later in het verslag worden de afmetingen van de kabel verder besproken. De gekozen oplossing wordt meegenomen naar de volgende paragraaf.

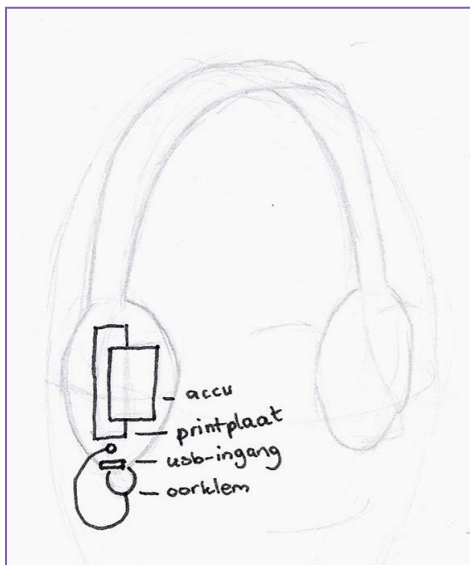
## 6.6 PLAATSING COMPONENTEN

Behalve het kiezen van welke soort componenten er worden gebruikt, moet er ook gekozen worden waar deze componenten zich zullen bevinden. Hier moet rekening gehouden worden met de beschikbare ruimte, maar ook met het feit dat er communicatie mogelijk moet zijn tussen de componenten. De voeding moet verbonden zijn met beide oorkussens voor de speakers. Er zijn al een paar vaststaande afmetingen. De printplaat is 71 bij 22 bij 11 mm. De batterij is 56 mm bij 36 bij 13. Van sommige onderdelen staan er wel al een paar dingen vast namelijk: Er hoeft alleen rekening gehouden te worden met de plaatsing van de aansluiting van de oorklip, want de kabel zal geen plek innemen in het ontwerp.

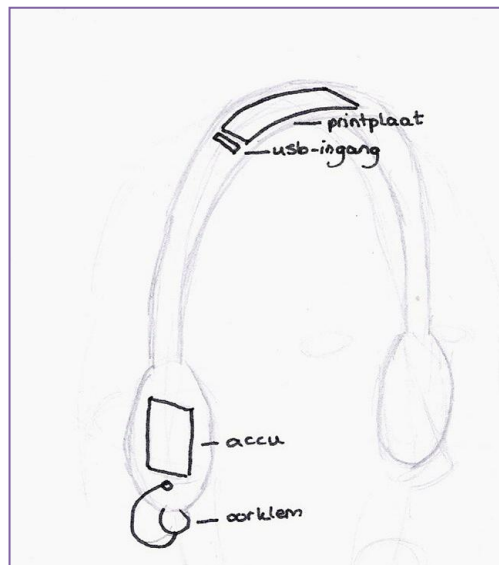


### 6.6.1 MOGELIJKHEDEN QUA PLAATSING

De eerste mogelijkheid staat hieronder links afgebeeld. Alle componenten worden in één oorkussen geplaatst. Voordeel hiervan is dat alle belangrijke elektronica gecentreerd is op één punt. Dit is handig als er iets vervangen moet worden. Het andere oorkussen herbergt slechts de speaker voor dat oor. Het feit dat al het gewicht bij één oor zit kan oncomfortabel zijn.

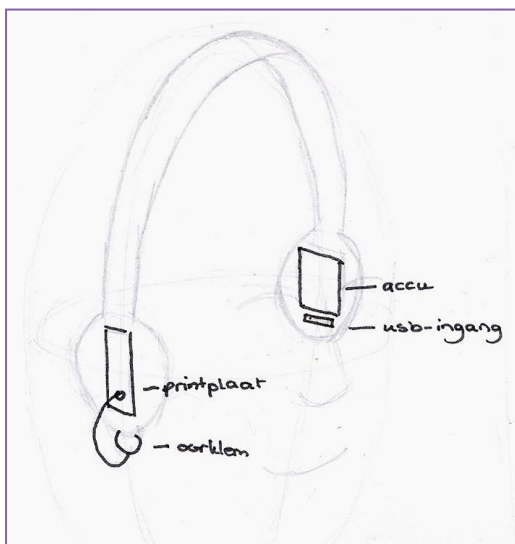


Figuur 40 – Plaatsing optie 1

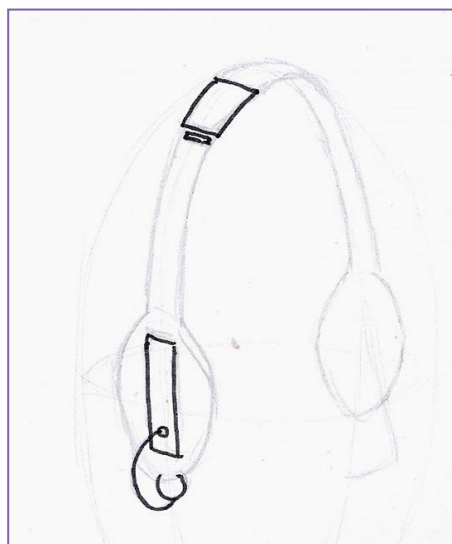


Figuur 41 – Plaatsing optie 2

De volgende mogelijkheid is om een onderdeel in de hoofdband onder te brengen. Eerst wordt dit geprobeerd met de printplaat. Het probleem hiervan, is dat de printplaat in een plat vlak ligt en de



Figuur 42 – Plaatsing optie 3



Figuur 43 – Plaatsing optie 4

hoofdband gebogen is. De accu en de oorklem zitten samen in één oorkussen. Anders dan op de

afbeelding links, is het handiger om de usb-ingang ook in het oorkussen te positioneren, zodat deze dicht bij de accu zit.

Optie drie gebruikt enkel de ruimte in de twee oorkussens en laat de hoofdband met rust. De oorkussens zullen vrij groot moeten zijn. De oorklem wordt samen met de printplaat in één oorkussen geplaatst en in het andere oorkussen zitten de accu en de usb-ingang voor het opladen. Op deze manier worden de oorkussens aan de buitenkant bijna identiek. Bij het ene oor heb je de auto-jack aansluiting en bij de andere de micro-usb aansluiting. De hoofdband hoeft dan verder niet open gemaakt te worden.

Optie vier gebruikt de hoofdband voor de accu. Hierdoor zit de usb-ingang ook op de hoofdband. De accu is kleiner dan de printplaat en zou daardoor een minder grote impact hebben op de dikte van de hoofdband.

---

#### 6.6.2 PLAATSING: KEUZE

Zoals Afbeelding 39 laat zien zal optie 1 in de praktijk niet mogelijk zijn. Om deze verdeling van componenten te gebruiken moet het oorkussen ongeveer twee keer zoveel volume hebben als normaal. Deze valt dus meteen al af. Optie twee valt af omdat de hoofdband erg dik wordt door deze oplossing en dat niet de ideale situatie is. De hoofdtelefoon moet er niet anders uitzien dan andere reguliere versies. Optie 4 is wel een mogelijkheid, wel moet er een mogelijkheid zijn om in de hoofdband de accu te vervangen. Makkelijker is alles in de oorkussens te stoppen. Dit gebeurt in optie 3, dit zal dan ook de plaatsing van de componenten zijn waar verder mee gewerkt wordt.



## 7. ONTWERPEN VAN HET UITERLIJK

Voor dit hoofdstuk geldt hetzelfde als bij het vorige. Hoewel de volgorde zoals hier is opgeschreven het beste leek voor het verslag, wil dit niet zeggen dat er overal in deze volgorde is gewerkt. Er is sprake van herbevestiging en er worden problemen synchroon met elkaar oplossen. Hierdoor wordt er soms verwezen naar delen van het proces die pas later in de tekst besproken worden.

In dit hoofdstuk wordt bepaald hoe het product HeartLive eruit zal gaan zien. Dit proces heeft te maken met de wensen van de eindgebruikers en met die van de stichting. Er wordt bekeken hoe deze twee groepen allebei tevreden kunnen worden gehouden. Er wordt beoordeeld wat de prioriteiten zijn hierin en op basis hiervan worden er drie ontwerpen gekozen. Hiervan worden schuimmodellen gemaakt om een beter beeld te schetsen van de vorm. Hieruit wordt een ontwerp gekozen om mee verder te gaan.

### 7.1 EINDGEBRUIKERS VERSUS HEARTLIVE

#### 7.1.1 DE WENSEN VAN DE EINDGEBRUIKERS

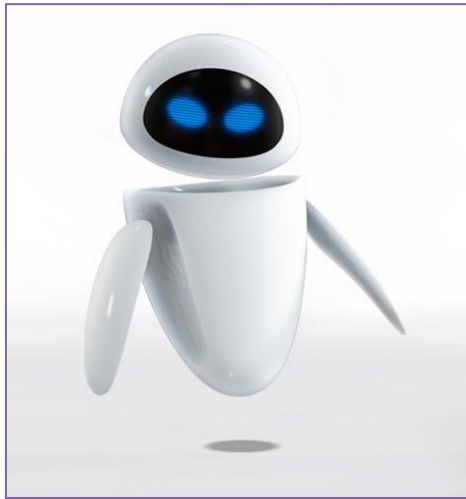
Uit de enquête komt naar voren dat comfort een grote reden is voor aanschaf en voorkeur. Comfort is echter een subjectief begrip, want 26 gebruikers geven aan de in-ear aan te schaffen voor comfort en ditzelfde gebeurt bij de over-ear. Deze twee soorten zijn zeer verschillend, en toch zijn ze volgens de gebruikers het meest comfortabel. Vervolgens wint in het onderdeel 'koptelefoon ontwerp' de derde hoofdtelefoon (hiernaast nog eens afgebeeld) van de anderen in het kader van comfort. Deze koptelefoon ziet er erg groot en stevig uit met grote oorkussens en een solide hoofdband. Verder valt op dat deze koptelefoon ook werd benoemd als het best passend bij de stijl van de invuller. Hier moet bij worden opgemerkt dat het waarschijnlijk is dat dit beïnvloed wordt door de drie andere koptelefoons. Deze wijken vrij veel af van het standaard idee van een koptelefoon, terwijl koptelefoon 3 hier dichterbij ligt. Hier kan uit worden gehaald dat mensen niet willen opvallen met een zeer afwijkend design.



Figuur 44 – Voorbeeld uit enquête

### 7.1.2 DE WENSEN VAN HEARTLIVE

HeartLive 2.0 moet qua ontwerp passen bij de eerste versie van het ontwerp en bij de bestaande software. Steekwoorden vanuit de stichting zijn: transparantie, helderheid, stroomlijning. Dit vertaalt naar het idee dat de gebruiker het product meteen moet begrijpen. Het product moet qua uiterlijk één geheel vormen en weinig zichtbare naden hebben, dit zorgt voor een fragiel effect. Voorbeelden qua looks zijn Eve van de film Wall-E en de bekende Apple muis (afbeelding 45 en 46).



Figuur 45 – Eve uit de film ‘Wall-e’



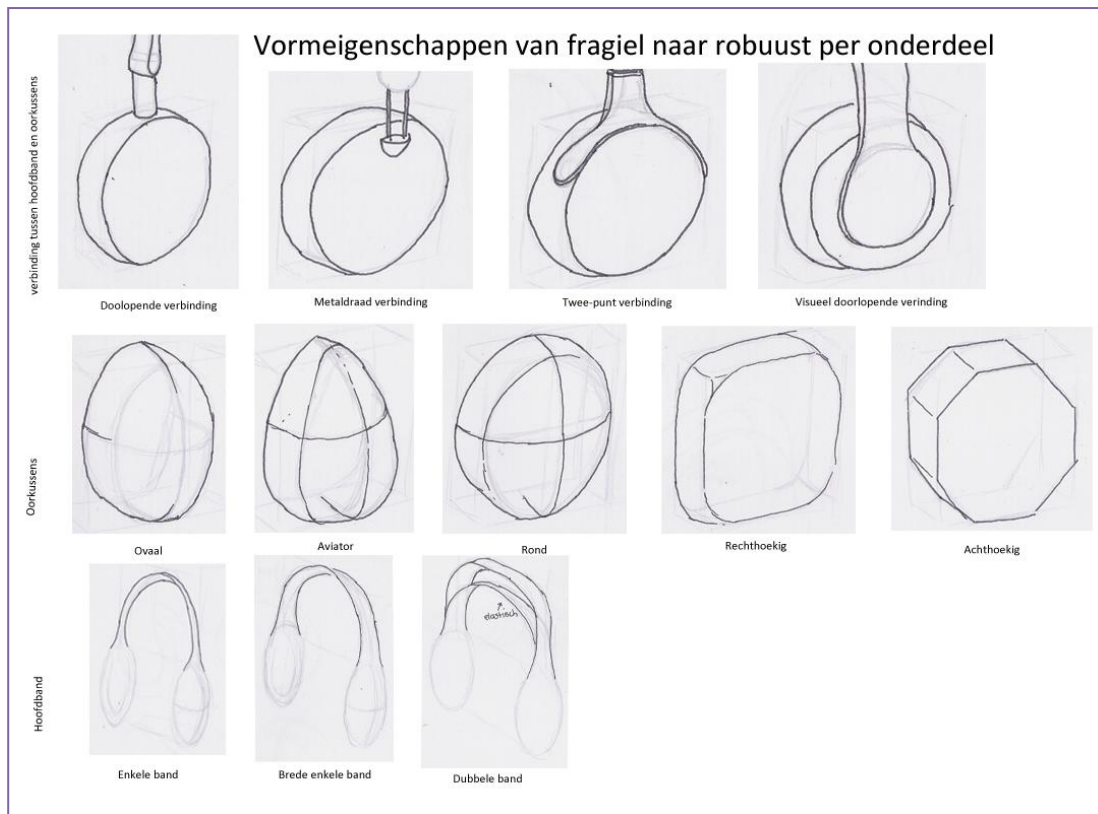
Figuur 46 – Apple muis

### 7.1.3 HOE EEN COMPROMIS TE BEREIKEN?

Deze twee meningen zijn op het oog moeilijk te verbreederen. Dan moet er worden gekeken naar de volgorde van belang. Het is belangrijk dat de koptelefoon aansluit bij de designeigenschappen van HeartLive. Het is minder van belang dat de gebruiker super enthousiast is over het uiterlijk. Het product gaat immers niet om de koptelefoon, maar om de functie van de rest. Het product moet zo zijn vormgegeven dat het comfortabel is en dat de gebruiker het product wel wil gebruiken. Dit uit zich in een zeer neutraal en ook androgyn uiterlijk (want voor beide geslachten) dat comfortabel is in gebruik en waarbij het duidelijk is hoe het product gebruikt moet worden. Verder wordt zoveel mogelijk getracht het product bij de voorkeuren van HeartLive te houden.

## 7.2 VORM KEUZE

Zoals eerder vermeld moet de koptelefoon niet te ver afwijken van de standaard om geaccepteerd te worden door een breed publiek. Dit impliceert dat er gekozen moet worden voor vormen en oplossingen die al aanwezig zijn in het assortiment hoofdtelefoons. Bovendien is het een veiliger ontwerp als de technieken en oplossingen bewezen effectief zijn. De keuze die genomen wordt hierin heeft een grote invloed op de uitstraling van het ontwerp. Om dit expliciet te maken is er een overzicht gemaakt van de verschillende oplossingen voor oorkussens, hoofdband en de verbinding



**Figuur 47 – Vorm opties**

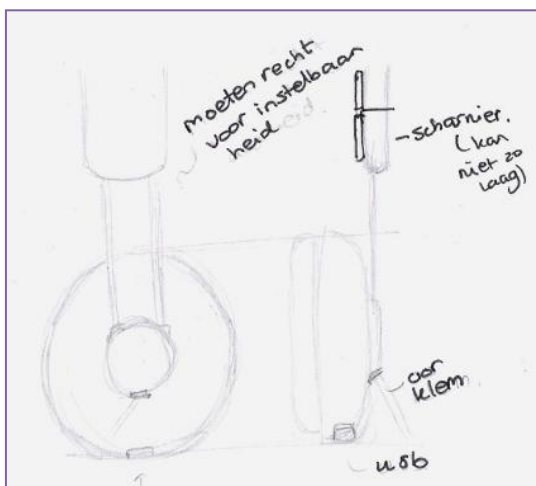
tussen de twee. Deze zijn op volgorde gelegd van fragiel uiterlijk naar robuust uiterlijk. Dit overzicht is te hieronder te vinden. Sommige van deze opties vallen af op basis van het eerste statement van deze paragraaf; niet afwijken van de norm. Een rechthoekig of achthoekig oorkussens is zeker niet de norm en deze opties hebben daardoor een grote kans om niet aan te sluiten bij de doelgroep. Met deze vormkeuzes zal dus een koptelefoon worden ontwerpen die rekening houdt met de eerder gedefinieerde eisen en wensen.

## 7.3 CONCEPTEN

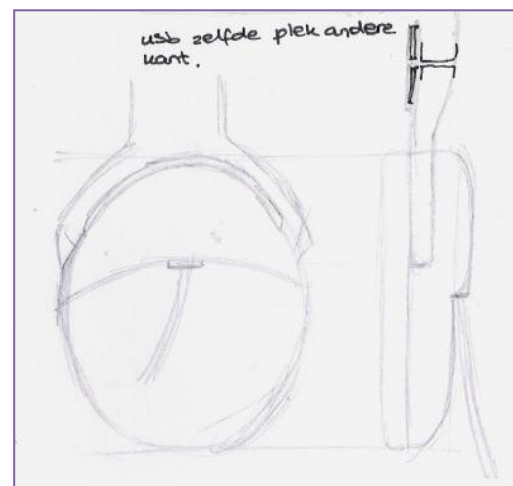
Met alle voorgaande informatie als achtergrond is er een variëteit aan 2D schetsen gemaakt. Uit deze schetsen zijn er drie gekozen om verder te ontwikkelen naar een 3D schets. Deze 3D schetsen zijn gemodelleerd in schuim om de ware vorm van de oorkussens explicieter te maken. Na overleg met Stichting HeartLive is hier een uiteindelijk ontwerp uitgerold. In deze paragraaf wordt per onderdeel van dit proces meer informatie gegeven

### 7.3.1 2D SCHETSEN

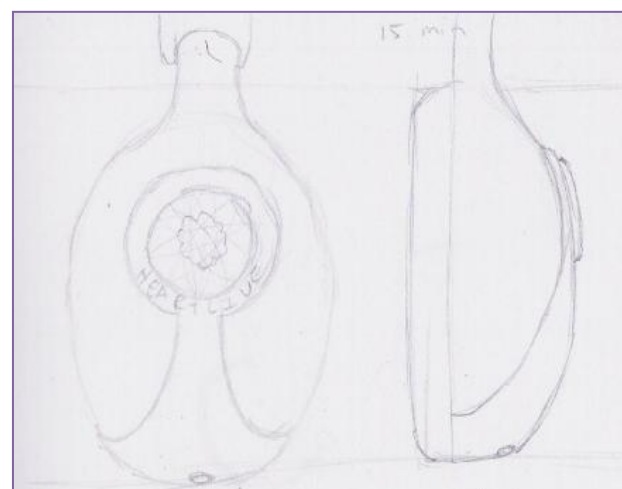
De 2D schetsen dienen om te spelen met de verschillende mogelijkheden en deze weer op een andere manier te combineren. Om te zorgen dat er niet te veel tijd in de schetsen gaat zitten, is er gekozen voor 2D, er is een vooraanzicht en een zijaanzicht gemaakt. De schetsen met het meeste potentieel zijn gekozen om verder uit te werken. Deze drie schetsen staan hieronder afgebeeld. Deze schetsen zijn gekozen omdat ze of een clean en neutraal uiterlijk hebben, of omdat ze passen bij de designeigenschappen die zijn aangeleverd door HeartLive.



Figuur 48 – Concept 1



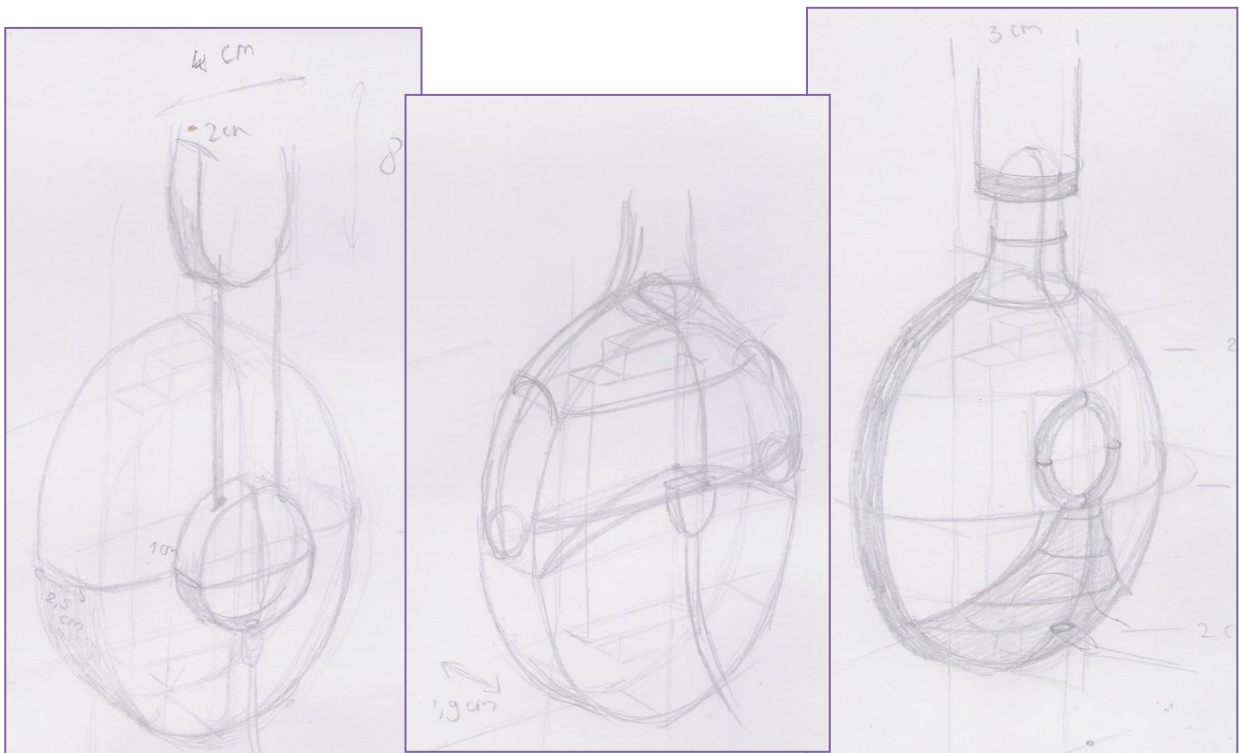
Figuur 49 – Concept 2



Figuur 50 – Concept 3

### 7.3.2 3D SCHETSEN

De 3D schetsen zijn gemaakt om enige onzekerheid weg te nemen over hoe het ontwerp er uit ziet. Ze dienen ook als houvast voor tijdens het maken van de modellen. De drie gekozen schetsen staan hieronder weergegeven. De schetsen zijn op schaal 1:1 getekend om de werkelijke grootte van de ontwerpen in de gaten te houden. De batterij samen met de printplaat zijn eerst getekend. Daarna is het ontwerp hier om heen getekend. Op deze manier wordt gewaarborgd dat de batterij en de printplaat in het uiteindelijke model passen. De schetsen zijn te zien in figuur 51, 52 en 53.



Figuur 51, 52 en 53 – 3D schetsen van concept 1, 2 en 3

## 7.4 SCHUIMMODELLEN

Het eerste model heeft een diameter van 90 mm. De dikte van het oorkussen is 25 millimeter. Dit is ruim gekozen, zodat er ruimte is voor een behuizing om de accu of de printplaat heen. De uitstulping heeft een dikte van 10 millimeter. De aansluiting naar de hoofdband (het bovenste stuk schuim) wordt verbonden via dit onderdeel. Dit concept is erg simpel en heeft een neutrale vormgeving. Het wijkt weinig af van wat er op de markt te vinden is. De aansluiting naar de oorklip zou via de onderrand van de middelste cilinder gebeuren. Dit model is vrijwel identiek aan hoe de eerste schets is getekend.



Figuur 54 – Schuimmodel concept 1

Het tweede model is het dunste model. De dikte van het dunste deel is slechts 19 mm. De diameter van dit model is ook 90 mm. Dit garandeert dat de printplaat er goed in past met wat extra ruimte eromheen. De opstaande rand wordt gebruikt om de autojack en de mini-usb aan te sluiten. Ook dit model is erg simpel. Bij dit model is extra aandacht geschonken aan het zo klein mogelijk houden van het oorkussen. Dit model ziet er dan ook het kleinst uit, hoewel de diameter hetzelfde is als bij model één.

Model drie is het grootste model. De diameter is 100 millimeter. Hier is voor gekozen om een diameter van 100 en 90 millimeter te kunnen vergelijken. Dit laatste model ziet er aanzienlijk groter uit dan de andere twee modellen. Deze laatste optie is minder mainstream dan de andere twee, maar past meer bij de esthetiek van HeartLive. Ook zal opvallen dat de originele schets ovaalvormig was, en dit model een cirkel is. Er is gekozen om verder te gaan met een cirkel omdat dit meer mainstream is dan een ovale vorm en om een iets robuuster uiterlijk mee te geven.



Figuur 55 – Schuimmodel concept 2



Figuur 56 – Schuimmodel concept 3



#### 7.4.1 KEUZE

Er is gekozen om het eindconcept te baseren op het laatste model. In gesprekken met HeartLive bleek dat zij voor de koptelefoon een specifiekere doelgroep hebben gekozen, namelijk 30+ vrouwen. Omdat deze informatie werd toegevoegd nadat de modellen waren gemaakt, is hier tot nu toe geen rekening mee gehouden. Maar deze nieuwe informatie kan wel gebruikt worden om keuzes te maken vanaf dit punt. Mede door deze nieuwe informatie is gekozen voor model 3. Model drie toont veel rondingen, en heeft over het algemeen een zachter uiterlijk dan de eerste twee modellen. Zoals op afbeelding 59 te zien is, is het model nu buiten proportie groot. Het model moet wel verkleind worden om gebruikt te kunnen worden. Om dit te bereiken zal terug worden gegaan naar een ovale vorm (zoals in de eerste tekening). Hiernaast wordt de koptelefoon zo klein mogelijk gehouden, zonder de basisvorm te verliezen van de tekening.



Figuur 57, 58 en 59 – Schuimmodellen op hoofd

## 8.0 DETAILLERING

In dit hoofdstuk wordt de detaillering van het gekozen concept besproken. Dingen zoals afmetingen en materiaal, manier van instellen en inklappen komen langs. De redenen voor de keuzes worden behandeld, en de uiteindelijke keuze wordt geïllustreerd met afbeeldingen van het 3D-model.

### 8.1 AFMETINGEN EN MATERIAAL

Veel afmetingen van HeartLive staan min of meer vast, welke vorm er ook gekozen wordt. Er moet genoeg ruimte zijn in de oorkussens voor de accu en de printplaat. Ook de lengte van de hoofdband staat vast, deze moet in overeenkomst zijn met het gemiddelde hoofd. Ook de lengte van de oorklipkabel is niet afhankelijk van het verdere ontwerp. In deze paragraaf wordt er gekeken wat er te vinden is over het menselijk hoofd qua antropometrie en als dit niet gevonden wordt, waar de maten dan op gebaseerd kunnen worden. Hiernaast wordt er besproken welke materialen worden gebruikt in het product.

#### 8.1.1 AFMETINGEN

De grootte van koptelefoons wordt gebaseerd op de afmetingen van het gemiddelde hoofd. Hiernaast zijn vele koptelefoons instelbaar door de eindgebruiker om te zorgen dat de koptelefoon nog beter zit. De afmetingen voor HeartLive kunnen dus uit de ergonomie gehaald worden, en specifiek uit de antropometrie. Als de juiste gemiddeldes niet gevonden worden, kan er gekeken worden naar de maten van andere koptelefoons. De Technische Universiteit Delft heeft een goed gevulde website (<http://dined.io.tudelft.nl/dined/>) over antropometrie die gebruikt is om naar de afmetingen te kijken van het gemiddelde hoofd. Helaas werd hier alleen de afmetingen van oren gevonden. Bij 20 tot 30 jarigen (van beide geslachten gemengd) is de gemiddelde oorlengte 63 mm met een standaard deviatie van 4 mm. Bij oudere mensen is de oorlengte groter, tot er een gemiddelde ontstaat van 73 mm bij mensen van tachtig en ouder. Andere nuttige maten, zoals afstand (bovenlangs) van oor tot oor, zijn niet te vinden. Daarom zal er wat dat betreft afgegaan worden op de maten van andere koptelefoons.

#### 8.1.2 MATERIAAL

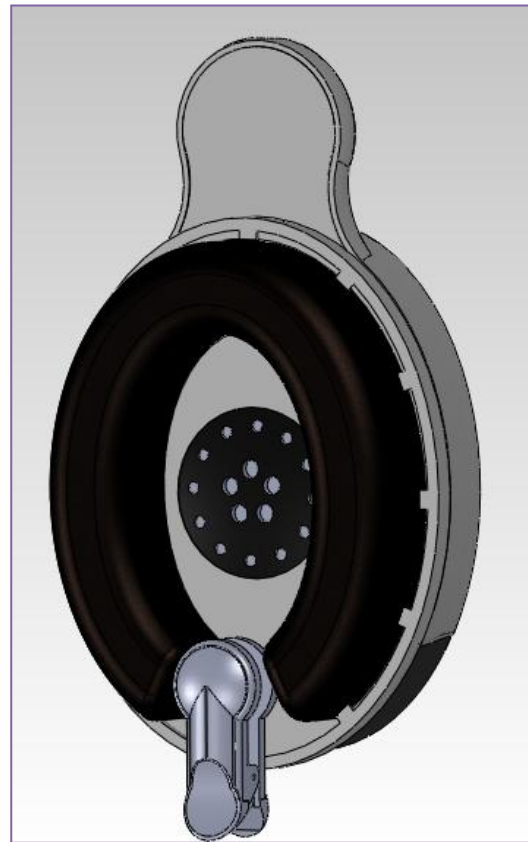
Er worden een aantal materialen gebruikt in het ontwerp. Het hoofdmateriaal is ABS, dit is een stevig soort plastic dat veel gebruikt wordt voor vergelijkbare producten. Hiernaast wordt het hoofdband kussentje en de ruisblokkering gemaakt van nepleer en gevuld met een schuim met een hoge densiteit (om tegen ruis te isoleren).



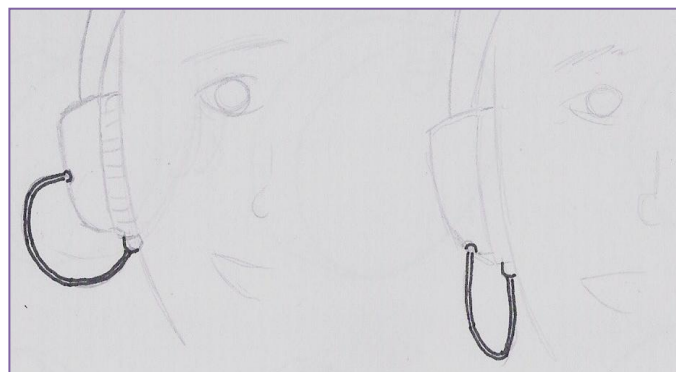
## 8.2 OORKLIP

De afmeting die voor de oorklip moet worden vastgelegd is de lengte van de verkorte kabel. Hiernaast moet er ook gekeken of er een voorkeur is voor plaatsing van de aansluiting. Dit is gedaan door de kabel op verschillende manieren aan de over-ear hoofdtelefoon vast te maken met een plakbandje. Uit deze test kwam dat de kabel van buitenaf en onderaan moet komen. Als de aansluiting uit het midden komt ontstaat er door de stijfheid van de kabel een uitstaande lus. Dit ziet er vreemd uit. In figuur 61 is getracht dit visueel te maken. Deze oplossing werkt goed tot een kabel van ongeveer 70 mm. Bij kabels korter dan dit wordt het lastig om de oorklip te bevestigen terwijl de hoofdtelefoon wordt vastgehouden.

Onderaan het rechteroorkussen zit een uitsparing in de ruisblokkering voor het inpassen van de oorklip tijdens gebruik. Deze uitsparing heeft een breedte van 20 millimeter. De ruisblokkering is 15 millimeter dik. Er wordt bij de plaatsing van de aansluiting rekening mee gehouden dat de pin van de audio-jack 15 millimeter lang is, er is genoeg plaats hiervoor.



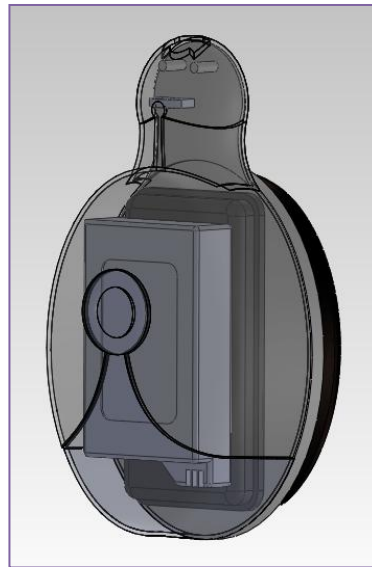
Figuur 60 – Oorkussen met oorklip



Figuur 61 – Effect van aansluiting op kabel van oorklip

### 8.3 OORKUSSENS

De oorkussens zijn ovaal en hebben een hoogte van 90 millimeter en een breedte van 70 millimeter. Deze maten zijn nodig om genoeg plek te creëren voor de printplaat of accu in de behuizing. De oorkussens zijn precies zo groot als nodig is om de printplaat erin te laten passen. Er is gekozen om dit te bereiken door de oorkussens dikker te maken in plaats van het grond oppervlak te vergroten. Uit de schuimmodellen is gebleken dat dit minder effect heeft op de zichtbare grootte van de koptelefoon dan het alternatief. Er is tijdens het modelleren geprobeerd zoveel mogelijk de gelijkenis te houden met het schuimmodel en de schetsen. Een onderdeel dat niet gemodelleerd is, is het stukje stof dat de speaker bedekt aan de kant van het oor. Dit is niet gemodelleerd omdat deze stof elastisch is en daardoor wordt weggedrukt door de speaker, dit effect is niet te evenaren met het 3D modelleer programma.



Figuur 62 – Oorkussen met accu

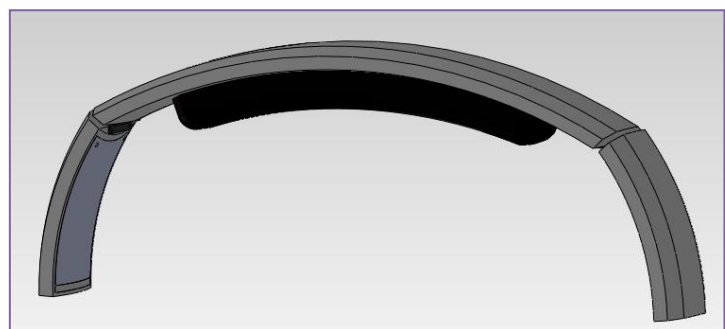


Figuur 63 – Oorkussen met printplaat

### 8.4 HOOFDBAND

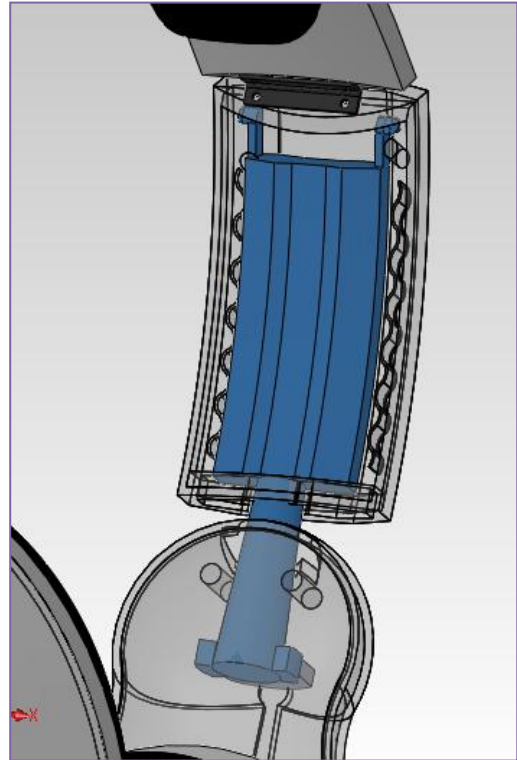
Zoals vermeld is de gemiddelde lengte bovenlangs van oor tot oor niet te vinden in ergonomische lijsten. Daarom is er voor deze maat gekeken naar de aangeschafte koptelefoon omdat deze comfortabel op het hoofd past. De horizontale lengte van de hoofdband is 14 cm van scharnier naar scharnier en de breedte is 25 millimeter.

Figuur 64 – Hoofdband met scharnierpunten



## 8.5 INSTELLEN LENGTE HOOFDBAND

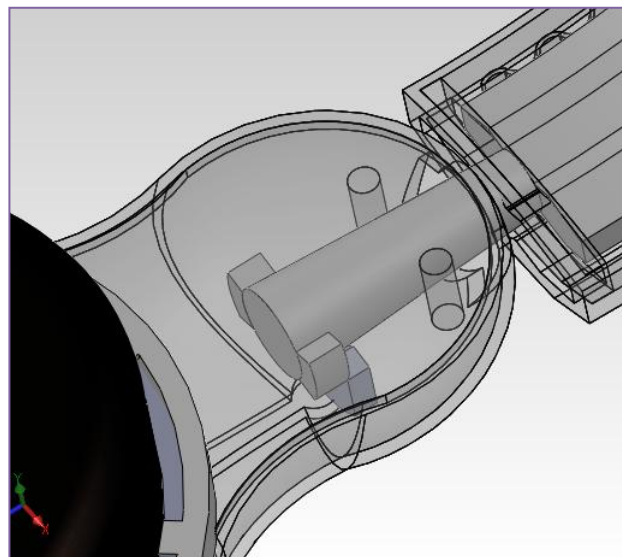
De lengte instelling van de hoofdband van het product HeartLive is vrijwel gelijk gemaakt aan hoe de gekochte over-ear koptelefoon werkt. Er is hiervoor gekozen omdat deze manier netjes weggewerkt kan worden en omdat het principe van een golf vorm in veel koptelefoons wordt gebruikt. De afmetingen van het geheel zijn aangepast aan de kleinere breedte van de hoofdband. Hiernaast, in figuur 65, is te zien dat het blauwe onderdeel heen en weer kan glijden in de golfvorm en door middel van de bolletjes in de gaten van de golf blijft hangen. De deksel die hierop zit zorgt ervoor dat het blauwe onderdeel niet volledig uit zijn behuizing kan schieten. Aan de andere kant van dit zelfde onderdeel zit een kop die verbonden is met de oorkussens.



Figuur 65 – Verstelsysteem lengte hoofdband

## 8.6 VERBINDING OORKUSSENS MET HOOFDBAND

De verbinding tussen de oorkussens en de hoofdband heeft een groot effect op het uiterlijk van de hoofdtelefoon. In het gekozen concept is er sprake van een doorlopende verbinding van oorkussens naar hoofdband. Dit is bereikt door de overgang van hoofdband naar oorkussen geleidelijk te maken. De oorkussens worden met een kogelgewricht verbonden met de hoofdband (specifiek het onderdeel hierboven). Door het gebruik van een kogelgewricht verbinding is er draaiing mogelijk van de oorkussens waardoor de pasvorm verbeterd. Het onderdeel met de kop zit vast door uitsteeksels uit de deksel. De delen worden samengesteld door eerst de kop door het gat van het oorkussen te steken, en dan vervolgens de deksel te plaatsen.



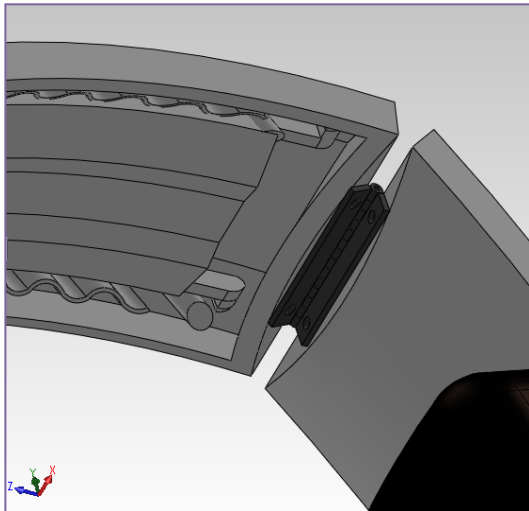
Figuur 66 – Verbinding oorkussens met hoofdband

## 8.7 INKLAPPEN

Uit de enquête kwam dat de koptelefoon de mogelijkheid moet hebben tot een kleiner formaat. De logische conclusie is om de hoofdtelefoon inklapbaar te maken. Dit kan op een paar manieren, die in de volgende kleine collage (Figuur 67) worden getoond. Sommige hiervan maken gebruik van een scharnier (rechtsonder) andere van een soort kogelgewricht (linksboven). Omdat er een kabel van het ene oorkussen naar het andere loopt is het belangrijk dat de gekozen soort dit toelaat. Er is gekozen voor een scharnier om de koptelefoon in te klappen. Dit scharnier moest vrij hoog op de



Figuur 67 – Collage inklappen

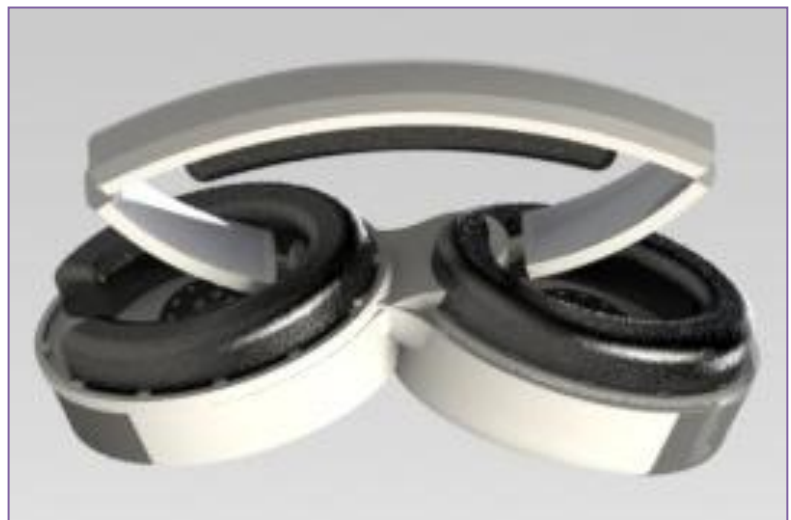


Figuur 68 - Scharnierpunt

hoofdband worden geplaatst omdat het anders in de weg zou zitten van de lengte-instelling van de hoofdband. Omdat comfort belangrijker is dan de inklapbaarheid is hier de prioriteit aan gegeven. Afbeelding 68 toont het 3D model gecentreerd op één van de twee scharnieren. Helaas werd het scharnier als één van de laatste onderdelen gemodelleerd en bleek toen dat de gekozen oplossing niet adequaat is. Figuur 69 demonstreert dit. De twee hoofdkussens kruisen elkaar tijdens het

inklappen. Dit komt doordat de lengte van oorkussens tot de scharnieren langer zijn dan de helft van de hoofdband samen met de dikte van de oorkussens. Een scharnier zou wel kunnen werken als zij dicht bij de oorkussens wordt geplaatst. Zoals het ontwerp nu is opgebouwd is dit echter niet mogelijk. In het uiteindelijk ontwerp is het dus niet mogelijk om de koptelefoon in te klappen.

Figuur 69 – Opgeklapte koptelefoon

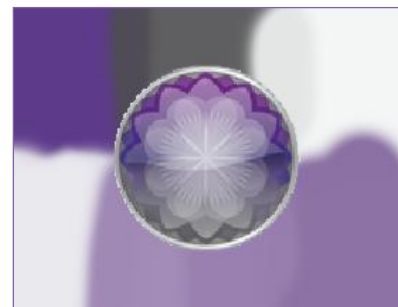


## 9.0 3D MODEL

Hoewel het vorige hoofdstuk een goed overzicht geeft van alle aparte onderdelen en oplossingen, is er nog geen duidelijk beeld geschept van het product in zijn totaal. In dit hoofdstuk wordt een exploded view getoond om hierbij te helpen, daarnaast worden renders getoond van het uiteindelijke model. Tevens wordt er een keuze gemaakt qua kleur en wordt deze onderbouwd.

### 9.1 KLEUR

Het kleurpalet staat vast en bestaat uit antraciet, wit en paars. De precieze kleuren staan hiernaast afgebeeld. Deze tonen komen uit het design voor de software en uit het logo dat in het midden staat weergegeven. Paars is een kleur die mensen wel of niet aanstaat en waar andere kleuren (van kleding, haar of tas) mee kunnen vloeken. Deze kleur zal dus niet meegenomen worden in het ontwerp. Alhoewel HeartLive aangeeft dat deze kleuren de hoofdkleuren zijn voor het ontwerp, is dit niet een eis waar aan vastgehouden hoeft te worden.



Figuur 70 – Kleuren van HeartLive

Door een witte kleur en de functie van het product is er tevens de mogelijkheid dat het product er uit ziet alsof het in een ziekenhuis thuishoort. Dit moet vermeden worden. Om hierbij te helpen is er gekeken naar producten uit dezelfde sector die dit succesvol gedaan hebben. Een overzicht van deze producten is te zien in Figuur 71.

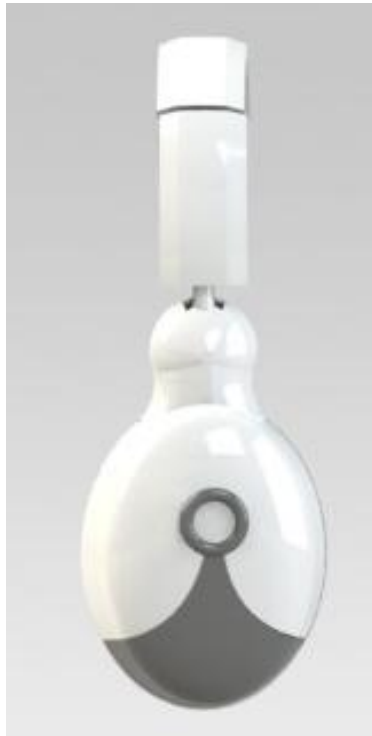
#### 9.1 KLEUR KEUZE

Om te helpen met de kleur keuze is er een groot aantal verschillende combinaties qua kleuren geprobeerd. Er is gekozen om de koptelefoon in tinten van zwart en wit te houden, om de kleuren neutraal te houden. Op de volgende pagina zijn de beste opties afgebeeld. Dit zijn op volgorde; medium glans wit met donker grijs, low glans licht grijs met wit, low glans donker grijs met wit en low glans wit met donker grijs. Opties met metallic glans zijn niet in te stellen met het 3D modelleer programma, maar dat zou ook een goede optie kunnen zijn. Het effect van deze kleuren is moeilijk in te schatten zonder het product in het echt te zien, maar op basis van de renders is de matte glans met voornamelijk wit gekozen. Omdat wit er visueel voor zorgt dat een hoofdtelefoon erg opvalt (contrast met haarkleur), en de hoofdtelefoon al vrij groot is, kan er toch voor een andere kleur worden gekozen. Deze versie van de koptelefoon past wel het beste bij de stijl die door stichting HeartLive was aangereikt, en door de



Figuur 71 – Collage vergelijkbare producten

matte glans is het geen klinisch product (ondanks de gekozen kleur). De overige renders zijn gemaakt met deze instellingen.



Figuur 72, 73, 74 en 75 – Kleuren combinatie opties voor het product







Figuur 76 – Render schuin vanaf de voorkant



Figuur 77 – Render recht van voren





Wat hier bij opvalt is dat alle schroefverbindingen ontbreken. Voor het doel van het model, communicatie, zijn deze schroefverbindingen niet van belang. Daarom is er voor de duidelijkheid van het model gekozen om deze weg te laten. Wel is er bekeken of alle onderdelen te verbinden zijn met schroeven, dit bleek geen probleem te zijn. Er zijn bij alle onderdelen posities vrij waar een schroef het ene deel met het andere zou kunnen verbinden. De behuizing van de speaker en de ruisblokkering zijn de enige onderdelen waar de verbinding anders gedaan wordt, namelijk met lijm. De behuizing van de speaker heeft hierbij nog een ondersteunende rand op de achterkant van het oorkussen, waar hij precies op past.

Nog iets dat afwezig is in het model is de kabel die van de accu naar de printplaat loopt en andersom. Het bleek bijzonder lastig om dit onderdeel adequaat te modelleren, dus is er enkel gekeken of het mogelijk is een kabelverbinding tot stand te brengen. Als een aantal onderdelen die nu massief zijn, (gedeeltelijk) worden uitgehold kan de kabel via de onderdelen geleid worden. Waar dan rekening mee moet worden gehouden is dat er een stuk reserve kabel in het bovenste deel van de oorkussens aanwezig moet zijn in het geval dat de lengte van de hoofdband wordt aangepast.

### 9.3 OVERIGE RENDERS



Figuur 79 – Render gefocust op de instelbaarheids onderdelen



Figuur 80 – Accu oorkussen met transparante behuizing

## 10. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

In dit laatste hoofdstuk wordt teruggekeken op het verloop van de opdracht en op basis hiervan de vraag in de doelstelling beantwoordt. Is het haalbaar om een hartslagmeter te integreren met een hoofdtelefoon?

### 10.1 CONCLUSIE

Om hierbij te helpen wordt het Programma van Eisen uit hoofdstuk 5 er weer bij gepakt. Hieronder is een verkleinde versie van de lijst te zien. Deze keer wordt de kolom met als titel 'Voldaan' gebruikt om te beoordelen of de eis wel of niet gehaald is. De kleuren van de tekst geeft aan hoe belangrijk de eis is voor het slagen van het product (Rood = belangrijk, groen = minder belangrijk)

Eis	Specificatie	Voldaan
Het product moet omgevingsruis verminderen	Evenveel als andere versies van dezelfde koptelefoon	De ruisblokkering voldoet aan deze eis
Het product moet draadloos zijn	Draadloos contact tot 10 meter afstand door middel van bluetooth	Het product bevat een bluetooth zender op de printplaat
Het product moet de hartslag accuraat kunnen meten	Even goed als huidige oplossing	Dezelfde oorklip wordt gebruikt, dus is de accurate gelijk gebleven.
Het product moet te gebruiken zijn bij tablets en smartphones die op Android werken.		Door het gebruik van een bluetooth zender kan het product worden herkend door deze producten
Het ontwerp van het product moet bij de stijl van het huidige product HeartLive passen	Transparantie, Wit en Antraciet.	Door de vorm van het product en het kleurgebruik, past het goed bij de stijl van HeartLive
Het apparaat moet goed geluid produceren	Moet minstens dezelfde specificaties hebben als andere koptelefoons uit dezelfde prijsklasse	Onduidelijk tot het getest wordt, maar er zijn geen duidelijke redenen dat dit niet het geval zou zijn
Het apparaat moet comfortabel op het hoofd zitten	Moet 2 uur te dragen zijn zonder irritaties	Dit zou getest moeten worden met een prototype, maar het product heeft leren kussentjes op de plekken waar het product het hoofd raakt
Bij mankementen moeten de basisonderdelen afzonderlijk te vervangen zijn	Verwerkingsunit, oorklip en koptelefoon moeten los van elkaar kunnen worden vervangen zonder schade te berokkenen aan de andere onderdelen.	De oorklip is niet geïntegreerd in het ontwerp, en de oorkussens kunnen gemakkelijk open worden gemaakt om onderdelen te vervangen
Het product moet niet te veel kosten teweegbrengen bovenop de normale prijs van HeartLive	Marktprijs moet hoogstens 50 euro zijn.	Als er wordt gekeken naar koptelefoons in deze prijsklasse, is er geen reden te vinden voor dit product om boven de 50 euro te komen

Het product moet een redelijke levensduur hebben	Het product moet minstens 5 jaar meegaan bij normaal gebruik. (Vervangingen tussendoor zijn wel ok)	Op basis van materiaal gebruik is er geen aantoonbare reden waarom dit niet haalbaar is. Dit zou met een prototype getest moeten worden.
Het product moet tegen een stootje kunnen	Het moet een val van 1 meter kunnen overleven.	Net zoals bovengenoemde eis zou dit getest moeten worden
Het product moet lang genoeg gebruikt kunnen worden zonder te worden opgeladen.	Een periode van 6 uur.	Door de keuze voor de batterij is er gegarandeerd dat het product minstens 6 uur gebruikt kan worden zonder opladen.
Het product moet klein genoeg kunnen worden gemaakt dat het gemakkelijk mee te nemen is.	Moet in een standaard damestas passen.	Door het tekort schieten van de gekozen inklap optie, is deze eis vooralsnog niet gehaald.
Het product moet ook te gebruiken zijn zonder de koptelefoon op te zetten.		Door het gebruiken van de langere oorklip kan dit gerealiseerd worden door de gebruiker
Het product moet een neutraal uiterlijk hebben	Het moet niet afwijken van de norm	Het product heeft geen rare vorm of kleur en gebruikt oplossingen die vaker gebruikt worden bij koptelefoons

Op basis van deze lijst is het product haalbaar en is het dus mogelijk om een goed product te ontwerpen dat een draadloze koptelefoon en een hartslagmeter combineert.

## 10.2 AANBEVELINGEN

Voor het vervolgproces zijn er enkele punten die nog aandacht nodig hebben. Dit zijn voornamelijk onderwerpen waar de kennis tekort schoot en waar dus naar moet worden gekeken door iemand met meer kennis.

- De batterij die nu is gekozen is mogelijk veelte krachtig voor het product. Doordat de batterij ook een Playstation Portable vier tot 6 uur van stroom kan voorzien is de kans aanwezig dat er iets in de berekening niet klopt. Er wordt aanbevolen om deze berekening nog eens uit te voeren onder beheer van iemand met meer kennis van zaken. Dit heeft geen effect op het ontwerp, want de printplaat verandert niet van grootte en ook die moet in de oorkussens passen
- De huidige oplossing voor de oorklip voorbinding is niet de meeste elegante. Omdat het gebruik zonder koptelefoon op het hoofd niet vaak voorkomt, is in de praktijk de lange kabel wellicht overbodig. Met enkel een korte kabel komen er meer mogelijkheden naar voren. Een idee is om te kijken naar hoe microfoons aan headsets verbonden zijn.
- Voordat er een prototype kan worden gemaakt moeten er nog enkele verbeteringen aan het 3D model worden gemaakt. De schroefverbindingen ontbreken nog en ook



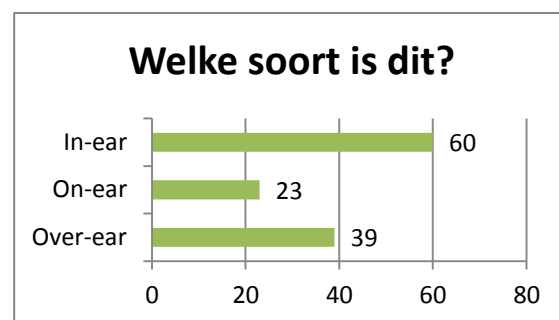
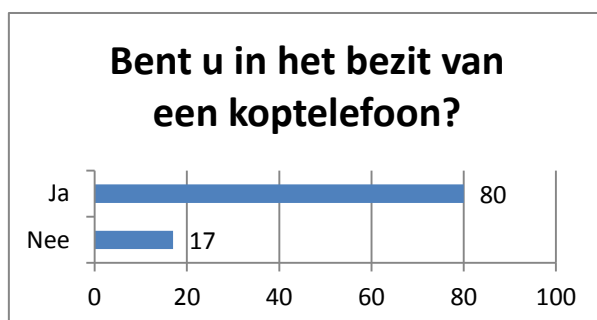
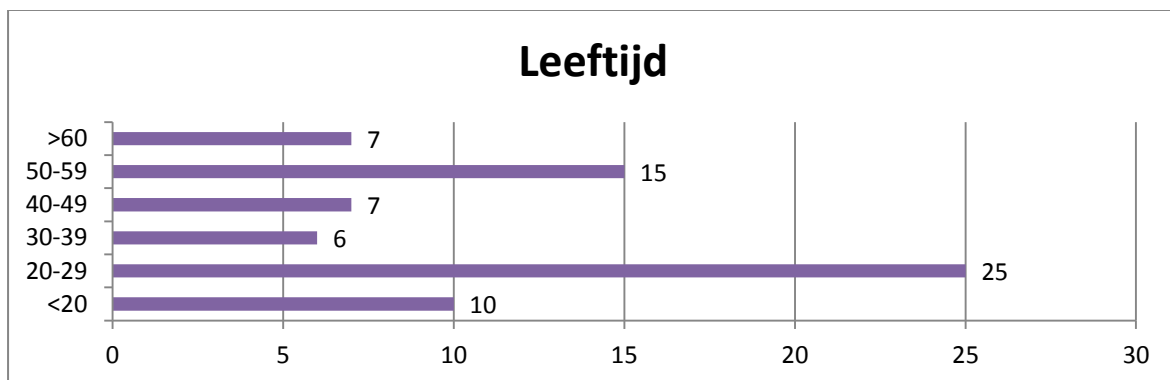
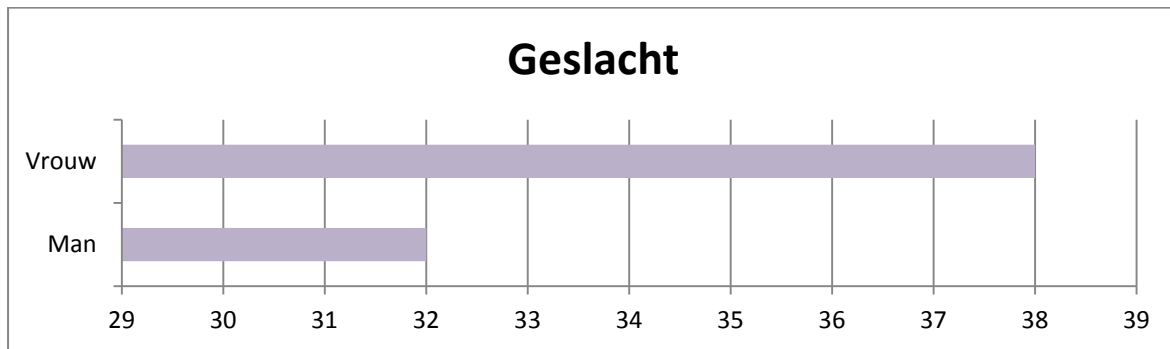
moeten de onderdelen worden aangepast voor het passeren van een kabel van het ene oorkussen naar het andere. Daarbovenop zijn er hier en daar oplossingen gebruikt in het model die er voor zorgen dat sommige afmetingen onduidelijk zijn.

- Als het product HeartLive ook moet voldoen aan de eis dat het product gemakkelijk mee te nemen moet zijn, dan zal er nog gekeken moeten worden naar een andere manier van inklappen.

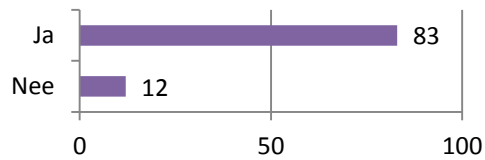
## 11. BIJLAGES

### BIJLAGE A: ANALYSE ENQUETE

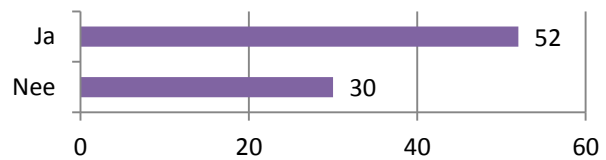
Niet alle staafdiagrammen hebben een plek gevonden in het Enquête hoofdstuk. Deze ontbrekende diagrammen worden hier alsnog getoond.



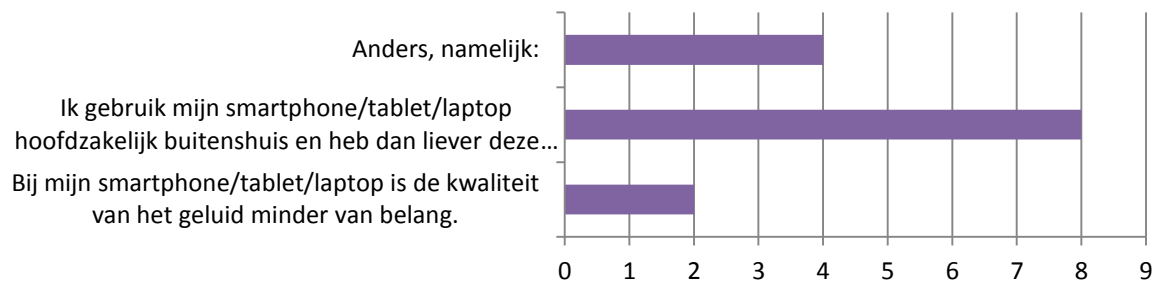
### Bent u in het bezit van een smartphone, tablet of laptop?



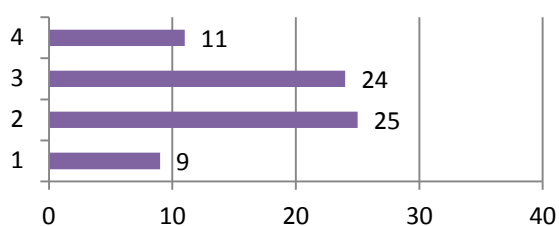
### Gebruikt u een koptelefoon bij uw laptop/smartphone/tablet?



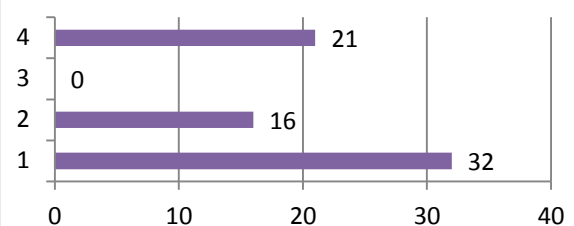
### Waarom gebruikt u deze koptelefoon bij uw smartphone/tablet/laptop en niet



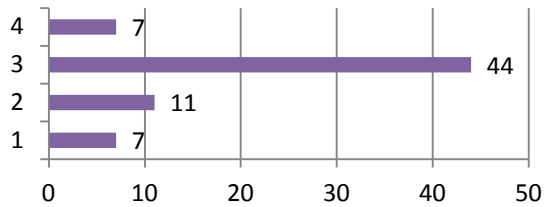
### Deze hoofdtelefoon is duur.



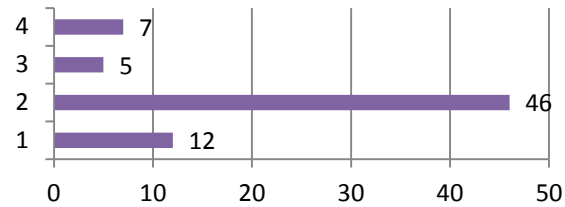
### Deze hoofdtelefoon is goedkoop.



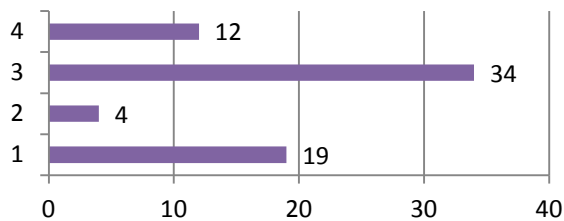
### Deze hoofdtelefoon is comfortabel



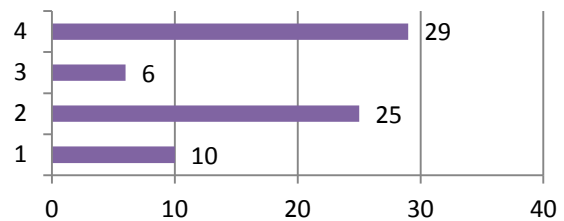
### Deze hoofdtelefoon is oncomfortabel



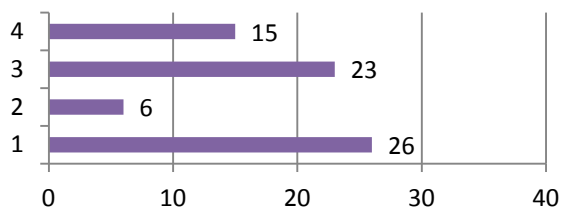
### Deze hoofdtelefoon past goed bij mijn stijl.



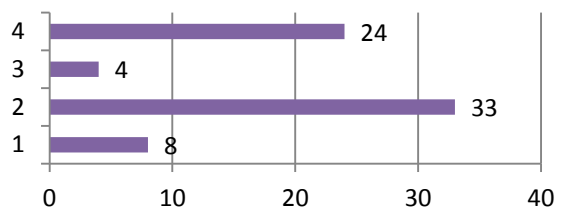
### Deze hoofdtelefoon past niet bij mijn stijl.



### Deze hoofdtelefoon is mooi.



### Deze hoofdtelefoon is lelijk.



## SIGNIFICANTIE RESULTATEN

In hoofdstuk 4 is het resultaat van de berekeningen neergezet. Hieronder wordt eerst uitgelegd wat nodig is om de foutmarge uit te rekenen en hoe deze dan uitgerekend wordt. Daarna wordt per belangrijke vraag deze uitkomst bekeken.

### WAT IS ER NODIG?

Om de foutmarge te bepalen zijn er een paar waardes die vastgesteld moeten worden.

**Betrouwbaarheid:** Deze factor geeft aan in hoeverre de antwoorden afhankelijk zijn van toeval. Bij een betrouwbaarheid 0 zijn de resultaten dus volkomen afhankelijk van toeval. Als waarde wordt hier vaak 95% gebruikt. Een Betrouwbaarheidsfactor van 95% betekent dat als de enquête oneindig



vaak wordt overgedaan, de antwoorden voor 95% van die enquêtes binnen dezelfde foutmarge zal liggen.

*Populatie:* De gebruikte populatie is de hele Nederlandse bevolking. Omdat er boven de 20000 mensen zeer weinig veranderd aan de uitkomst is het handig om dit getal te gebruiken bij een onzekere grote populatie.

*Antwoord spreiding:* De spreiding is een waarde die aangeeft wat het verwachte percentage is als de enquête bij toeval wordt ingevuld. Bij een 4-antwoorden vraag zou dit dan 25% zijn.

*Steekproefgrootte:* Het aantal mensen dat de vraag heeft ingevuld.

## FORMULE

Bovenstaande waardes worden samen gebruikt om de foutmarge te verkrijgen. De volgende formule wordt hiervoor gebruikt. Z staat voor het betrouwbaarheidsniveau.

P staat voor de spreiding en n staat voor het aantal respondenten.

$$\max \text{fout } a = z \cdot \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}}$$

De formule is hiernaast ingevuld voor een respondenten aantal van

500 met een "ja/nee" vraag. Hierdoor is de kans dat 'Ja' wordt gekozen 50%. De 1,96 komt doordat de waarde 95% hiermee in

$$a = 1,96 \cdot \sqrt{\frac{50 \cdot 50}{500}} = 4,38$$

verband staat. 95% betrouwbaar betekend dat het betrouwbaarheidsinterval van 1,96 keer de standaardfout plus het gemiddelde tot het gemiddelde min 1.96 keer de standaardfout gaat. Hier komt de 1,96 vandaan.

Als de foutmarge uit de formule is verkregen, wordt dit nog verwerkt met het percentage dat uit de steekproef komt. Als in de steekproef 25 % van de mensen voor A kiest, en de foutmarge is 3%, dan zal de werkelijke waarde tussen de 22 en 28% liggen.

## VRAGEN EN FOUTMARGES

### Waarom hebt u deze soort koptelefoon aangeschaft?

- Deze soort vind ik comfortabeler.

Deze vraag heeft een n (aantal correspondenten) van 76. Het aantal antwoorden ligt veel hoger (129) doordat er meerdere antwoorden mogelijk waren op deze vraag. Met een spreiding van 12,5% (want 8 antwoordmogelijkheden) komt dit uit op een foutmarge van 7,42%. Dit betekend dat het aantal mensen dat in de echte populatie zou reageren met hetzelfde antwoord tussen de 22,8% en de 37,7% ligt.

### Waarom gebruikt u een andere koptelefoon dan thuis?

- Deze koptelefoon is onderweg makkelijker mee te nemen.

Deze vraag is beantwoord door 45 mensen, dit komt omdat slechts een subgroep deze vraag heeft gezien. Met een spreiding van 20% komt dit uit op een foutmarge van 11,67%. Dit houdt in dat tussen de 43,9 en de 67,2% van de Nederlandse mensen het hier mee eens is.

**Deze koptelefoon is comfortabel.**

- **Met antwoord dat Koptelefoon 3 het meest comfortabel is.**

Deze vraag is 69 keer beantwoord. Daarvan waren er 44 die vonden dat koptelefoon 3 er het meest comfortabel uitziet. Op dezelfde manier als hierboven blijkt dat 55,0% tot 75,4% van Nederland het hier mee eens is.

**Deze koptelefoon is lelijk/past niet bij mijn stijl.**

- **Met als antwoord dat Koptelefoon 4 niet bij de stijl past en/of lelijk is.**

Omdat deze twee vragen in principe hetzelfde betekenen voor het project (namelijk dat de stijl van koptelefoon 4 niet gewenst is) is er besloten deze twee vragen samen te pakken. Het aantal n ligt hier op 139. Door een spreiding van 25% ligt het percentage Nederlanders dat het hier mee eens is tussen de 31,0 en de 45,3 procent.

**Ervaart u het als vervelend als de oorklem zichtbaar is onderweg?**

- **Nee.**

Deze vraag is slechts door 6 mensen beantwoord. Toch is het interessant dat geen van deze mensen heeft aangegeven een probleem te hebben met een zichtbare oorklem. Omdat 6 van de 6 dit heeft aangegeven ligt het percentage Nederlanders dat het hier mee eens is tussen de 100 en 60 procent. Dit heeft dus een foutmarge van 40%. Dit komt doordat het een spreiding heeft van 50% en maar 6 respondenten heeft. Er valt dus alleen te zeggen dat het onwaarschijnlijk is dat meer dan de helft van de Nederlanders het wel als vervelend ervaart.

---

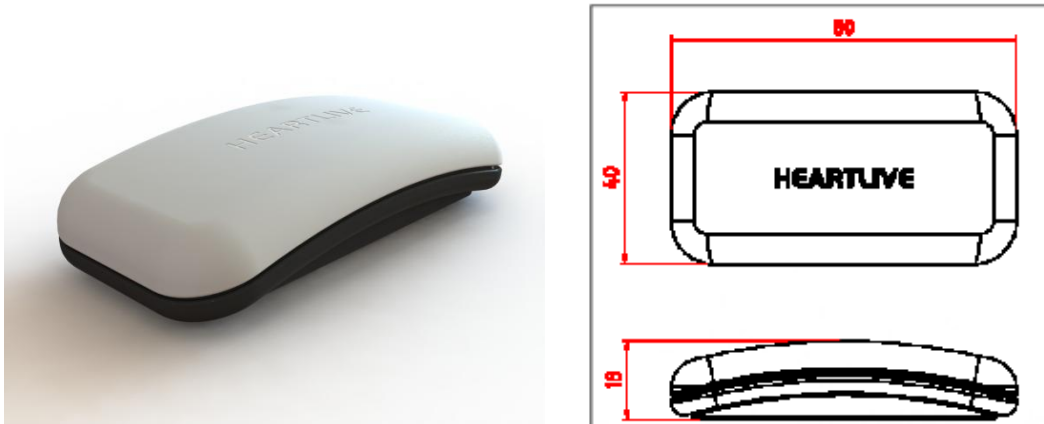
**CONCLUSIE**

Hoewel de foutmarges allemaal vrij hoog zijn, verandert er wat betreft de uitkomst niet bijster veel tussen de laagste en hoogste percentage. Er is nog steeds een 5% kans dat het echte percentage niet binnen deze grenzen ligt, maar hier wordt genoeg mee genomen. De enige waar rekening mee moet worden gehouden is de laatste vraag in deze rij. Als inderdaad 40% het wel vervelend zou vinden dat de oorklem zichtbaar is, is dat een groot deel van de gebruikers en moet hier rekening mee gehouden worden. Bij de andere vragen geldt dat, ook al zou het laagste percentage de waarheid zijn, er nog steeds genoeg reden is rekening te houden met de uitkomst.

**BIJLAGE B: KEUZE VOOR SOORT KOPTELEFOON**

In deze bijlage worden de foto's getoond samen met een uitleg, die samen met de enquête hebben gezorgd voor de keuze voor de on-ear koptelefoon.

Het huidige product HeartLive heeft afmetingen 40 bij 80 mm zoals te zien is op de tekening hieronder.



Om thuis een idee te hebben van de echte grootte van het product zijn de dimensies overgenomen in een stuk karton. De oorklem, die ik zelf in bezit heb, is vervolgens (op de manier zoals in het product) aangesloten op het kartonnen blokje. Dit onderdeelje is zo gemaakt dat het van de draad te verwijderen is. Samen ziet dit er zo uit:



Deze constructie is vervolgens gecombineerd met de drie soorten hoofdtelefoon die in mijn bezit zijn. Dit is gedaan om een idee te hebben van de grootte van de componenten die toegevoegd moeten worden en deels op basis van dit onderzoek te kiezen met welke soort koptelefoon verder gewerkt zal worden.

## OVER-EAR

De aangeschafte Over-ear koptelefoon is vrij standaard te noemen qua ontwerp. Op de hoofdband is relatief veel ruimte beschikbaar (andere koptelefoons hebben daar een dunnere band, of twee dunne banden.) De oorkussens zijn niet rond, maar enigszins ovaal. Dit is niet bij elke koptelefoon het geval, maar qua ruimte en oppervlak scheelt het niet veel.



De oorkussens van de Over-ear koptelefoon zijn 10 cm hoog, 8 cm breed en (zonder de nepleren ruisbescherming) 18 mm dik. De rechter foto laat zien hoe groot dat is in verhouding met de verwerkingsunit van het product HeartLive. De verwerkingsunit staat op de foto iets voor de hoofdtelefoon, maar past precies over het oorkussen heen. Wel wordt, samen met de unit, het oorkussen erg dik.

De verwerkingsunit op de hoofdband plaatsen is ook een mogelijkheid. De hoofdband is overal even breed; 40 mm. Precies even breed als de verwerkingsunit. Een moeilijkheid is dat de hoofdband gebogen is, en de verwerkingsunit recht is.

Hoe je het ook wend of keert, samen met de verwerkingsunit wordt de hoofdtelefoon een behoorlijk 'log' product. Hier moet een oplossing voor komen.

## ON-EAR



Bij de On-ear hoofdtelefoon zijn dezelfde problemen aan de orde als bij de Over-ear hoofdtelefoon. Daarnaast is de on-ear versie kleiner dan de over-ear. Hierdoor is er minder plek om de verwerkingsunit te integreren. Op de foto's zie je dat de verwerkingsunit niet op de huidige oorkussens gaan passen, en ook voor de hoofdband is het te breed.

#### IN-EAR



Met deze laatste foto is het gelijk duidelijk dat de huidige verwerkingsunit niet op de conventionele wijze te combineren is met de in-ear hoofdtelefoon. De unit zelf is een aantal malen groter dan één van de oorplugs. De enige mogelijkheid die is opgevallen is dat, als de oordelen worden verbonden met een hoofdband in de nek, de verwerkingsunit wellicht achter op het achterhoofd past. Van achter gezien zal dat er echter raar uitzien.

#### CONCLUSIE

Op basis van de grootte van de huidige verwerkingsunit wordt de over-ear als beste koptelefoon gekozen om het product HeartLive mee te integreren.