



OVER-EAR-KUULOKE, KONSEPTI

Alexi Aromaa

2021

Over-ear-kuuloke, konsepti
LAB-ammattikorkeakoulu
Muotoiluinstituutti
Muotoilun koulutusohjelma
Teollinen muotoilu
Opinnäytetyö AMK
52 sivua
Alexi Aromaa
Kevät 2021

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena oli konsepti over-ear-kuulokkeille. Opinnäytetyöllä ei ole ulkopuolista toimeksiantajaa. Konseptin tarkoitus oli kehittää over-ear-kuulokkeiden muotoilua ja käyttökokemusta ottaen huomioon varsinkin silmälasien ja kuulokkeiden samanaikaisen käytön. Tutkimuskysymys kehittyi tutkimustyön aikana, jolloin kartoitettiin kuulokkeiden käyttöön liittyviä ongelmia. Ongelmia ilmeni kuulokkeiden käytössä silmälasien kanssa, sekä kuulokkeiden mukana kuljetettavuudessa.

Opinnäytetyön alussa konseptia kehitettiin käyttäjätutkimuksen ja benchmarkin menetelmin, sekä tutkimalla ergonomi-aa ja kuulokkeiden toimintaperiaatteita. Tämän jälkeen kuulokkeiden käytössä ilmeneviin ongelmiin lähdettiin etsimään ratkaisua parantamalla kuulokkeiden muotoilua. Tähän vaiheeseen kuului erilaisten ideoiden luonnostelu, joista parhaasta vaihtoehdosta tuotettiin polystyreeninen prototyyppi. Lopullinen konsepti tehtiin 3D-mallintamalla.

Lopputuloksena syntyi kuulokekonsepti, jonka kupin muotoilua on paranneltu ottaen huomioon silmälasien käyttäjät. Lisäksi kuulokkeet on suunniteltu kasaan taiteltaviksi mahdollisimman pieneen kokoon, jotta ne olisivat helpos- ti mukana kuljetettavat ja tarjoaisivat vastauksen tutkimustyön aikana ilmen- neisiin ongelmiin.

Asiasanat

- käyttäjälähtöinen muotoilu
- kuulokkeiden muotoilu
- over-ear-kuulokkeet

ABSTRACT

The subject of this graduation project was to produce a concept for over-ear-headphones. This project has no external client. The goal for the concept was to develop the design and user experience of the over-ear-headphones specifically when used with glasses. During the research phase the problems concerning over-ear-headphone use were mapped out and the focus of the research question evolved. During the research phase it was found that there were problems with the use of the headphones with glasses, as well as with the portability of the headphones.

In the beginning of the graduation project, the concept was developed with user survey and benchmarking, as well as researching ergonomics and the principles of how headphones work. After the research, the problems with the headphones were addressed by looking for a solution to improve their design. This process included sketching various ideas from which the best option was chosen and produced into a polystyrene prototype. The final concept was made by 3D modeling.

The end result was an over-ear-headphone concept with an improved housing design for glasses wearers. In addition, the headphones are designed to be folded into a smaller size so that they are easy to carry around and thus provide an answer to the problems encountered during the research.

Key words

- user oriented design
- headphone design
- over-ear-headphones

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6	4	KUULOKKEET	28	7	YHTEENVETO	49
	1.1 Lähtökohdat	7		4.1 Ääni ja kuuleminen	29			
	1.2 Tavoitteet	8		4.2 Kuulokkeiden toiminta	30			
	1.3 Metodi ja lähteet	9		4.3 Kuulokkeiden rakenne	31		LÄHTEET	50
	1.4 Reunaehdot ja kuulokkeille	10						
	1.5 Kohderyhmä ja käyttöympäristö	10						
2	TAUSTOITUS	11	5	PROSESSI	32			
	2.1 Ergonomia	12		5.1 Luonnostelu	33			
	2.2 Käyttäjäkysely	14		5.2 Prototypointi	36			
	2.3 Kyselyn tulokset	15						
	2.4 Vertailuanalyysi	17						
3	DESIGN DRIVERIT	21	6	LOPULLINEN KONSEPTTI	40			
	3.1 Paino	22		6.1 Konseptin esittely	41			
	3.2 Mukavuus ja helppokäyttöisyys	23		6.2 Kompakti pakkautuminen	47			
	3.3 Kuljetettavuus	24						
	3.4 Langattomuus	25						
	3.5 Aktiivinen äänvaimennus eli vastamelu	26						
	3.6 Ulkonäkö	27						

1 JOHDANTO

1.1 Lähtökohdat

1.2 Tavoitteet

1.3 Metodi ja lähteet

1.4 Reunaehdot ja kuulokkeille

1.5 Kohderyhmä

ja käyttöympäristö

1.1 Lähtökohdat

Ihmiset viettävät paljon vapaa- ja työaikaansa ruutujen ääressä, mistä suuri osa kuluu kuulokkeet päässä. Korvien ympärille tulevat over-ear-kuulokkeet ovat tehokkaat äänentoistossa ja melunvaimentamisessa, mutta voivat olla käytössä hankalat ja kömpelöt. Käytän itsekin päivittäin langattomia over-ear-kuulokkeita esimerkiksi työskentelyyn ja musiikin kuunteluun. Valitsin opinnäytetyön kohteeksi juuri over-ear-kuulokkeet, sillä ne ovat mielestäni mukavimmat käytössä, kuin korvien päälle painavat on-ear-kuulokkeet tai korvien sisään työnnettävät nappikuulokkeet.

Lisäksi over-ear-kuulokkeissa on hyvä äänentoisto ja mahdollisuus ääneneristykselle melua vastaan korvan ympärille tiiviisti sulkeutuvan muodon ansiosta. Niillä voidaan luoda oma rauhallinen tila itselleen työntekoon tai vain rauhoittumiseen, vaikka fyysisesti olisi muita ihmisiä läsnä.

Olen kuitenkin käytössä huomannut, ettei silmälasien ja kuulokkeiden käyttö samanaikaisesti ole mukavaa, sillä rasakat over-ear-kuulokkeet usein painavat silmälasiaja, joiden sangat hankaavat kivuliaasti. Lisäksi en mielelläni kuljeta kuulokkeitani mukana, sillä ne ovat isot ja hankalat pakata mukaan. Over-ear kuulokkeiden muotoilussa tulisi ottaa huomioon, miten niiden käyttöä voitaisiin parantaa kuljetettavuutta helpottamalla.

Opinnäytetyöni tutkimusasetelma on, miten parantaa over-ear-kuulokkeiden muotoilua silmälasien käyttäjille ja tarkoituksena on tuottaa tästä valmis konsepti.

Over-ear-kuulokkeista on myös käytetty nimitystä kuppikuulokkeet, mutta tämä kirjoitusasu ei ole vakiintunut ja markkinoilla käytetään over-ear-nimeä. Over-ear-kuulokkeista käytetään toisinaan myös nimitystä around-ear-kuulokkeet. Tässä opinnäytetyössä käytetään nimitystä over-ear-kuulokkeet.

1.2 Tavoitteet

Tavoitteena opinnäytetyössä on tuottaa langattomat over-ear kuulokkeet prototyypin tasolle, päästä suorittamaan käyttäjätutkimusta, jossa hyödynnetään näitä prototyyppisiä ja kehitetään niitä palautteen myötä. Iteraatio on siis isossa osassa projektissa.

Lisäksi tavoitteena on tutkia kuulokkeita tarkemmin ja pyrkiä kehittämään niiden muotoilua prototypoinnin keinoin ja oppia itse samalla prosessista.



1.3 Metodi ja lähteet

Opinnäytetyötä varten tuotettiin käyttäjäkysely, jonka tavoitteena oli kartoittaa kuulokkeita käyttävien henkilöiden käyttö- ja ostotottumuksia, sekä toiveita kuulokkeista. Taustatietoa hankittiin lukemalla kirjallisia lähteitä, sekä toteuttamalla benchmarkia olemassa olevista kuulokkeista ja niiden valmistajista.

Tiedonkeruun jälkeen siirrytään luonnostelemaan eri vaihtoehtoja kuulokkeista, joista rajataan parhaat vaihtoehdot, joita lähdetään kehittämään eteenpäin. Luonnostelun jälkeen tuotetaan 3D-malli kuulokkeista, joka rakennetaan prototyypiksi asti.

Lopuksi tarkoituksena on testata prototyyppiä käyttäjillä yksittäisten haastattelujen muodossa. Haastattelussa testataan kuulokkeiden prototyyppiä ja hankitaan mahdollisimman paljon palautetta niistä jatkokehitystä varten. Metodina opinnäytetyön tekemiselle käytetään kaksoistimanttia, eli kattavan tutkimuksen, esimerkiksi luonnostelun, jälkeen rajataan parhaan mahdollisen vaihtoehdon, jota lähdetään jatkokehittämään.

1.4. Reunaehdot ja kuulokkeille

Kuulokkeet, joiden muotoilu keskittyy parantamaan niiden käytettävyyttä: eivät paina korvaa, eivät aiheuta painetta tai hankausta silmälasien kanssa ja ovat helposti kuljetettavissa mukana mahdollisimman pienen koon ja taittavuuden takia. Lisäksi niissä on mahdollisimman hyvä äänieristys ja aktiivinen äänenvaimennus, jotta kuunneltu ääni ei vuoda läpi ja ulkoiset äänet eivät haittaa käyttäjää. Kuulokkeet ovat langattomat ja sijoittuvat hintaluokassa high endin alkupäähän.

Suljetut over-ear-kuulokkeet ovat paras vaihtoehto täyttämään nämä kriteerit. Ne tarjoavat parhaan ääneneristyksen, sekä oikein muotoiltuna ne ovat mukavat pitkänkin käytön aikana.

1.5 Kohderyhmä ja käyttöympäristö

Kohderyhmään kuuluvat silmälaseja käyttävät nuoret aikuiset ja aikuiset. Kohderyhmä ei kuitenkaan rajaudu yksinomaan heihin, sillä esimerkiksi aurinkolasien käytössä ilmenee samoja ongelmia kuulokkeiden kanssa, kuin silmälasien. Suurin rajaava tekijä on aikuisen ihmisen fyysiset ominaisuudet, kuten päänkoko. Kuulokkeet käyttöesineenä ovat sukupuolettomat, joten rajausta ei tarvitse tarkentaa sen perusteella.

Kuulokkeiden käyttöympäristö suosii tilanteita, joissa halutaan nauttia musiikin, podcastien tai muun vastaavan kuuntelusta niin, etteivät taustalta kuuluvat äänet haittaa, eivätkä kuulokkeet vuoda ääntä ympäristöön, esimerkiksi julkisessa liikenteessä, kirjastossa tai kotona.

2 TAUSTOITUS

2.1 Ergonomia

2.2 Käyttäjäkysely

2.3 Kyselyn tulokset

2.4 Vertailuanalyysi

2.1 Ergonomia

Kuulokkeita suunniteltaessa tulee ottaa huomioon käyttäjän fyysiset piirteet, eli pään sekä korvan koko.

Oheinen taulukko on *Ergonomia kirjasta* (Launis-Lehtelä 2011, 55) ja se kuvaa aikuisen miehen ja naisen pään koon keskiarvoa.

Kirjassa suositellaan, että raja-arvona käytettäisiin arvoja väliltä p5-p95. Kuulokkeiden suunnittelussa otettiin huomioon arvot miesten suurimmasta (p95) keskiarvosta naisten pienimpään (p5) arvoon.

	Miehet			Naiset		
	P5	P50	P95	P5	P50	P95
Pään korkeus	21,4	22,6	24,1	19,2	21,5	23,9
Pään leveys	14,5	15,4	16,3	13,8	14,7	15,6
Korvakäytävien välinen kaari	34,6	36,5	38,8	28,1	29,5	30,7

Taulukko 1. Aikuisen ihmisen pään perusmitat senttimetreinä (cm).

Kuulokkeiden paino vaikuttaa siihen, miten paljon ne rasittavat hartioita. Materiaalien suhteen tulee valita mahdollisimman kevyitä vaihtoehtoja, jotta kuulokkeista ei tule liian painavat. Tutkittaessa markkinoilla olevia kuulokkeita selvisi, että niiden paino vaihteli 250-300 gramman välillä. Mitä kevyemmät kuulokkeet ovat, sitä mukavammats ne ovat käytössä, kunhan ne pysyvät hyvin päässä.

Kuulokkeiden helppokäyttöisyyttä lisäävät äänenvoimakkuuden ja -toiston säädön mahdollisuus kuulokkeissa itsessään. Nappuloiden ja säädinten käyttäjäystävällinen sijoituspaikka on kuulokkeen takana, mistä ne ovat helposti saatavilla käden liikettä mukailten. Säädinten on oltava tarpeeksi selkeät ja toisistaan erottuvat, jotta käyttäjä osaa tunnistaa ne ilman, että näkee säätimet. Siksi säädinten haptisuus on tärkeää ottaa huomioon suunnittelussa.



2.2 Käyttäjäkysely

Taustatutkimusta varten tuotettiin nimettömän kysely, jossa selvitettiin kuluttajien ostotottumuksia kuulokkeita valitessa. Kyselyssä oli monivalintakysymyksiä ja vapaasti vastattavia kysymyksiä. Kyselyyn tuli vastauksia 108kpl. Kyselyssä keskityttiin tarkemmin over-ear-kuulokkeisiin, mutta siinä oli myös yleisesti kuulokkeiden käyttöön ja ostoon liittyviä kysymyksiä, joissa mallia ei spesifioitu.

Kyselyn tavoite oli kartoittaa, mitä ihmiset ottavat huomioon kuulokkeita ostaessaan, kuinka paljon he käyttävät kuulokkeita ja missä he käyttävät kuulokkeita. Tärkeää oli myös kartoittaa olemassa olevia ongelmia kuulokkeiden käytössä, sekä muuta mahdollista huomioitavaa.



Kuva 3 . Kysely

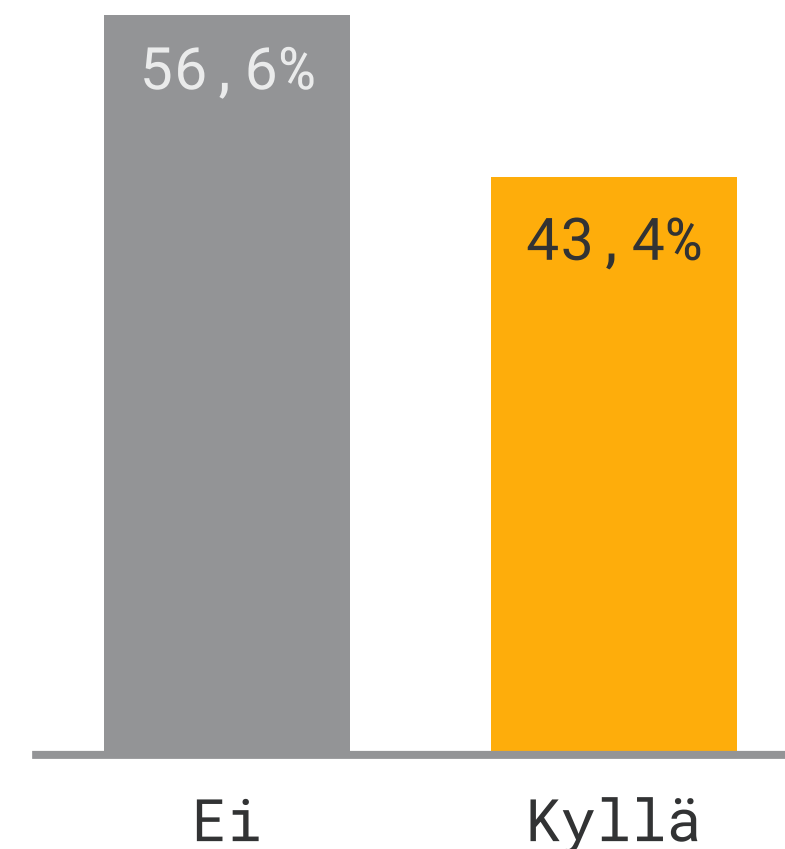
2.3 Kyselyn tulokset

Yli puolet vastaajista (52,8%) käyttää kuulokkeita päivittäin. Yleisin käyttötarkoitus on musiikin kuuntelu, jonka valitsivat miltei kaikki vastanneet (97,5% vastaajista).

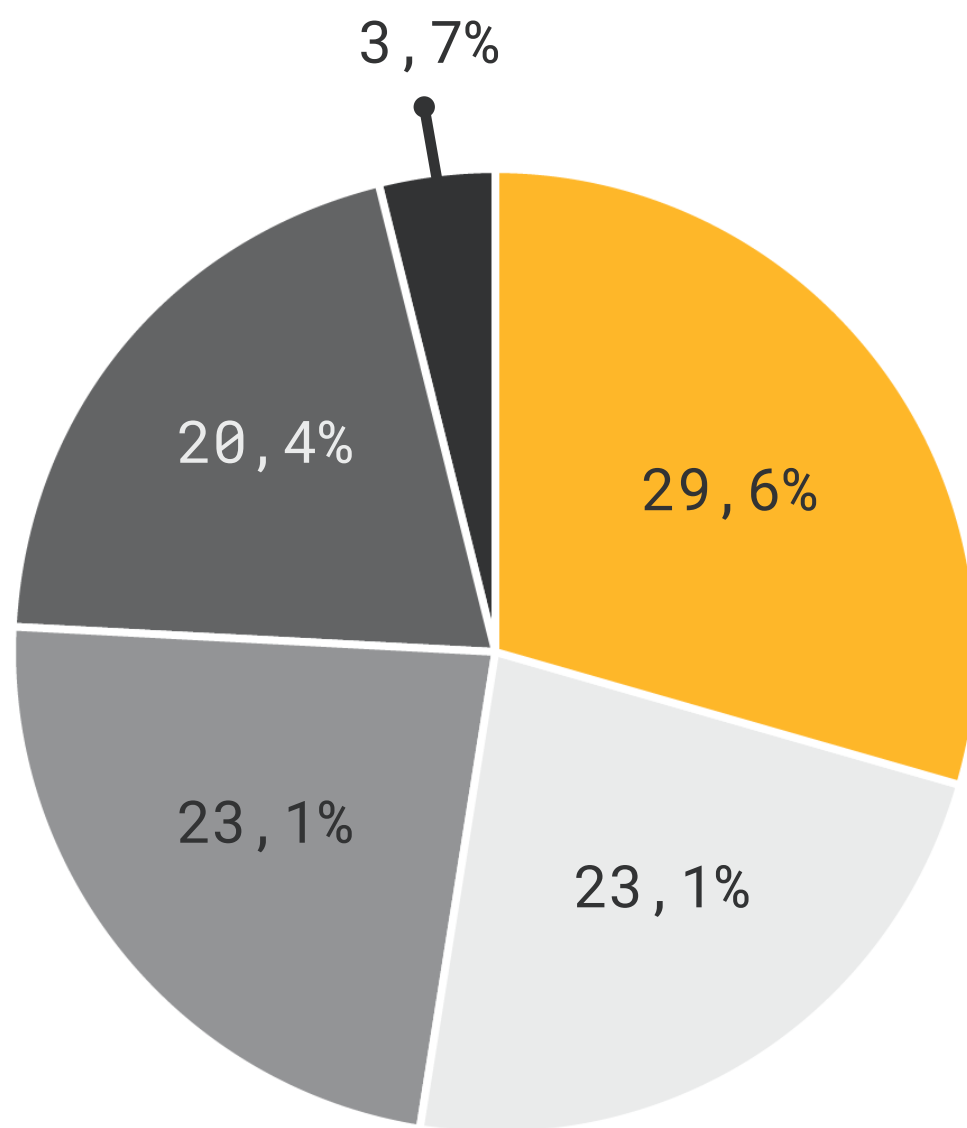
Yleisimpiin paikkoihin kuulokkeiden käytölle vastaajat saivat valita niin monta vaihtoehtoa, kuin he kokivat itseensä pätevän. Yleisimpiä paikkoja kuulokkeiden käytölle ovat julkinen liikenne (81,5%), ulkona (76,9%), kotona (55,6%) ja töissä (49,1%), kattaen näin ollen melkein kaikki arkielämän ympäristöt. Tästä nousi esiin tarve kuulokkeiden käytännöllisyyden takaamiselle liikkeellä, esimerkiksi miten niistä saataisiin helposti mukana kuljetettavat. Kuulokkeisiin käytettävän rahan määrä vaihteli paljon vastaajien kesken, samoin se, miten paljon ideaalikuulokkeisiin oltaisiin valmiita laittamaan rahaa.

Kuitenkin vastauksista kävi ilmi, että täydellisesti kuluttajan tarpeisiin vastaavista kuulokkeista oltiin valmiita maksamaan enemmän, kuin nyt viimeksi ostetuista kuulokkeista oli maksettu. Kolme eniten ostopäätökseen vaikuttavaa tekijää kuulokkeissa olivat äänenlaatu, hinta ja ergonomia. Myös vastamelutoiminnon tärkeys nousi esiin vapaasti täytettävissä vastauksissa.

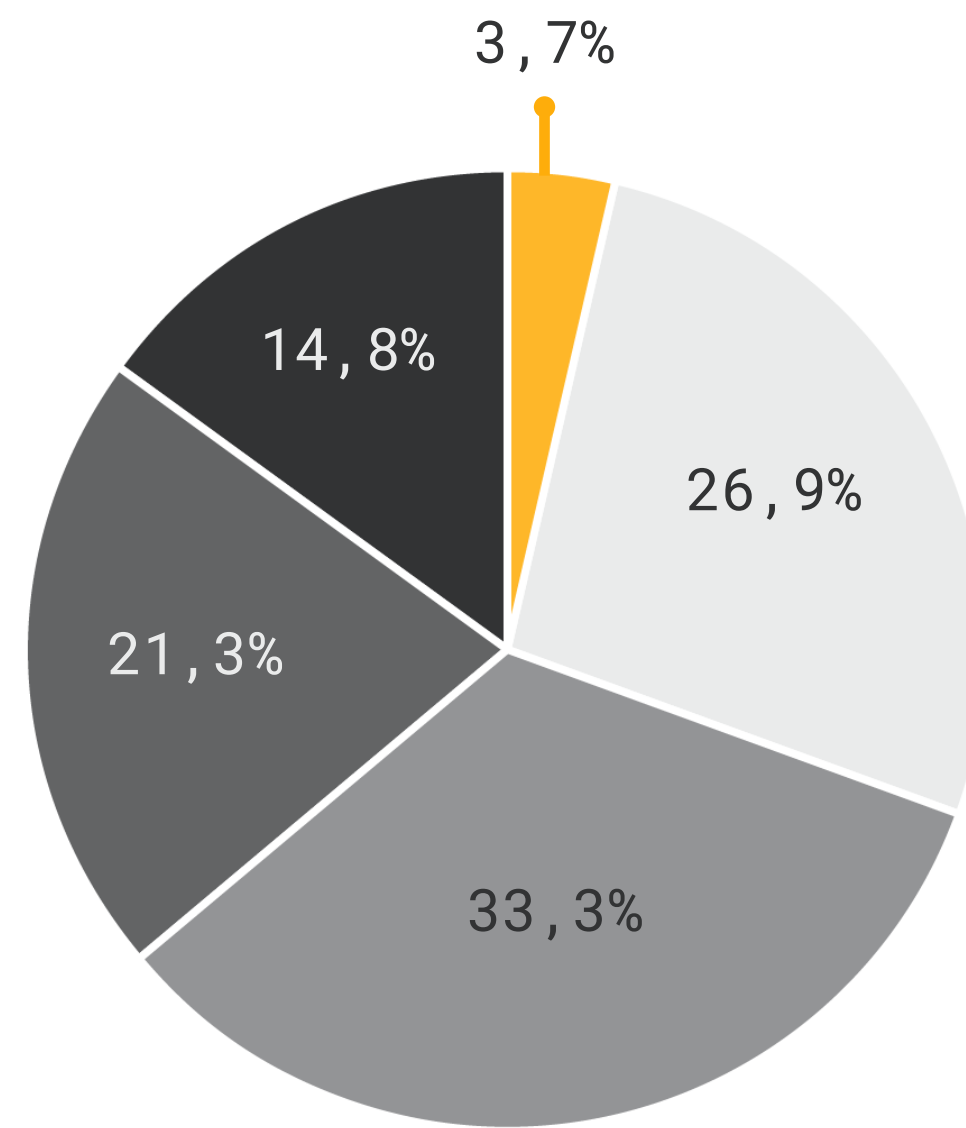
Over-ear-kuulokkeiden käytössä yleisimmiksi ongelmiksi nousivat suuri-kokoisten kuulokkeiden kuljettamisen hankaluus, epämukavuus käytössä esimerkiksi silmälasien kanssa sekä hiostavat materiaalit. Over-ear-kuulokkeita käyttävistä vastaajista (83hlöä) miltei puolet (43,4%) koki silmälasien käytön over-ear-kuulokkeiden kanssa hankalaksi.



Kuvio 1. Vastanneista 43,4% koki silmälasien käytön over-ear-kuulokkeiden kanssa hankalaksi



Kuvio 2. Viimeksi ostettuihin kuulokkeisiin käytetty raha euroina (€)



Kuvio 3. Summa, jonka käyttäjä olisi valmis maksamaan hänelle täydellisistä kuulokkeista ilmoitettuna euroina (€)

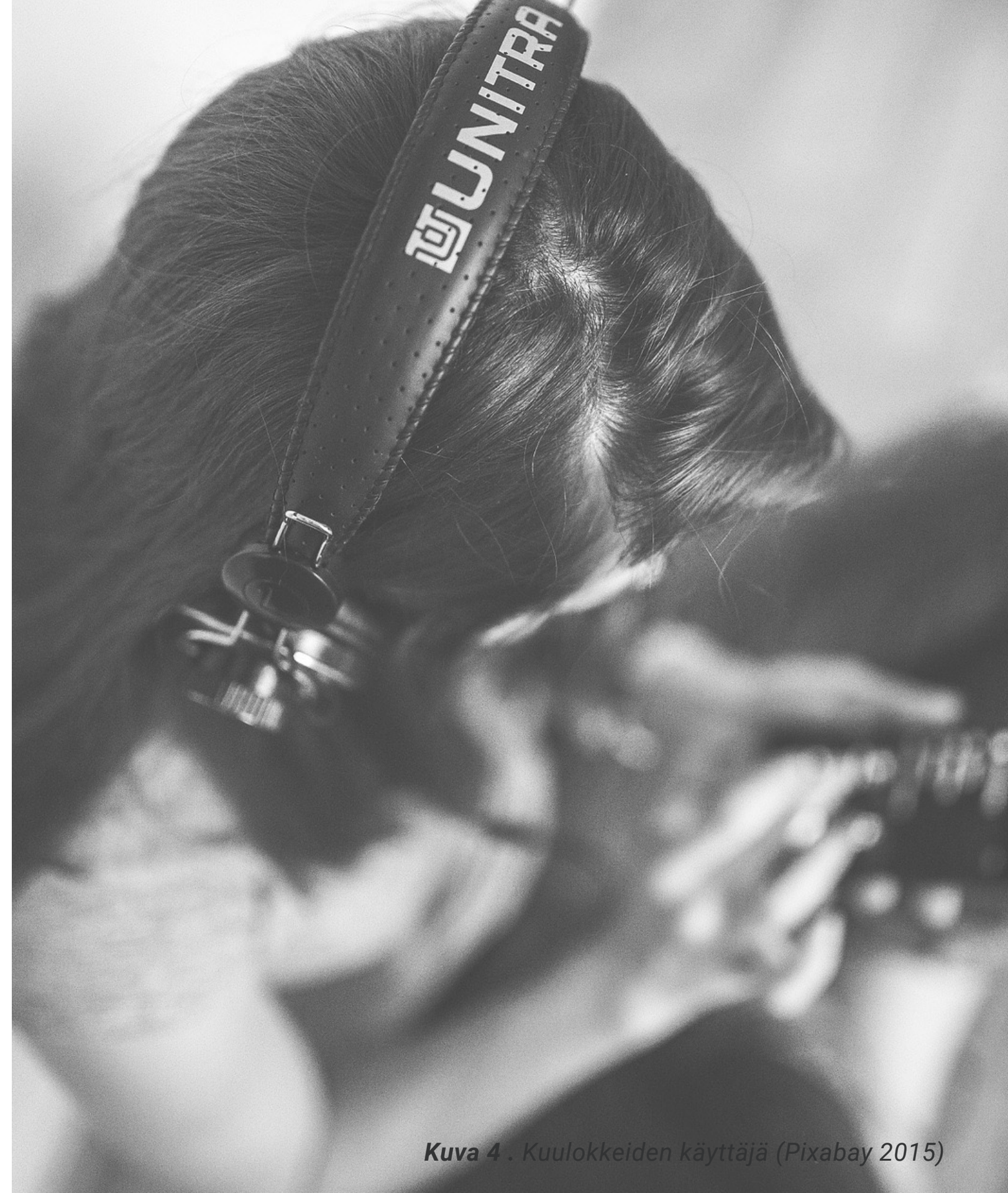


2.4 Vertailuanalyysi

Kuulokkeiden muotoilua varten vertailtiin useita markkinoilla saatavilla olevia kilpailevia brändejä ja niiden over-ear-kuulokkeita. Tästä vertailusta kerättiin myös tietoa kuulokkeiden painosta ja ominaisuuksista.

Tähän opinnäytetyöhön on nostettu esimerkiksi muutamat vertailuanalyyssissä käytetyt kuulokkeet.

Kuulokkeiden tiedoissa anc tarkoittaa aktiivista vastamelutoimintaa (*active noise canceling*).





SONY, WH-1000XM4

Paino: 320g

Akunkesto: 30h anc päällä ja 38h anc pois päältä

Latausaika: 3h (akku tyhjä) ja pikalataus (15min) n.5h

Dynaaminen taajuusvaste (hertsiä): 20 – 20 000 Hz

Elementin herkkyys: 101 dB/mW (1 kHz)

Kuva 5. Sony



JBL, JBL LIVE 650BTNC

Paino: 249g

Akunkesto: 20h anc päällä ja 30h anc pois päältä

Latausaika: 2h (akku tyhjä) ja pikalataus 2h

Elementin herkkyys: @ 1kHz/1mW (dB) 100 dB SPL@1kHz/1mW

Dynaaminen taajuusvaste: 20Hz - 20kHz

Impedanssi (ohmia): 32

Kuva 6. JBL



Audio Technica, ATH-ANC900BT

Paino: 263g

Akunkesto: 35h anc päällä ja 60h anc pois päältä

Latausaika: 5.5h (akku tyhjä)

Elementin herkkyys: 103 dB/mW

Dynaaminen taajuusvaste (Hz): 5Hz - 40kHz

Impedanssi (ohmia): 35

Bluetooth 5.0

Kuva 7. Audio Technica



SENNHEISER, PXC 550 Wireless

199,9e

Paino: 227g

Akunkesto: 30h anc päällä

Latausaika: 3h (akku tyhjä)

Elementin herkkyys: @ 96 dB SPL (179 mV @ 1 kHz)

Dynaaminen taajuusvaste (Hz): 20Hz - 23kHz

Impedanssi (ohmia): 46

Bluetooth 4.2

Kuva 8. Sennheiser

Havainnot

Markkinoilla saatavilla olevien over-ear-kuulokkeiden paino vaihtelee 220-320 gramman välillä ja yleinen akun käyttöaika on noin 30 tuntia.

Over-ear-kuulokkeiden suuri koko hankaloittaa niiden kuljettamista. Kaikissa vertailuun valituissa kuulokkeissa niiden mahduttaminen pieneen tilaan vaikuttaa hankalalta. Paras tapa tähän olisi kuulokkeiden kasaan taittelu, mutta vertailun kuulokkeissa ei joko ollut tätä mahdollisuutta tai ne taittuivat vain osin kasaan.

Muotokieleltään kuulokkeet ovat myös hyvin samanlaisia, useimmat niistä ovat pyöreitä ja ulkonäöltään melko samankaltaisia keskenään. Väreiltään kuulokkeet ovat yleensä mustia ja melko monotonisia. Joistakin kuulokkeista saatettiin tarjota väri vaihtoehtoja. Neutraali ulkoasu toisaalta vetoaa mahdollisimman moneen ja toimii monipuolisessa käytössä.

3 DESIGN DRIVERIT

3.1. Paino

3.2. Mukavuus ja helppokäyttöisyys

3.3. Kuljetettavuus

3.4. Langattomuus

3.5. Aktiivinen äänenvaimennus eli vastamelu

3.6. Ulkonäkö

3.1 Paino

Tämän opinnäytetyön tuloksena suunniteltavissa kuulokkeissa halutaan ottaa huomioon käyttäjäkyselyssä ja benchmarkissa esiin nousseet ongelmat kuulokkeiden käytössä ja käyttömukavuudessa, sekä tarjota niihin mahdollisia ratkaisuja.

Näitä havaintoja kutsutaan *design drivereiksi*, ja ne ohjaavat suunnitteluprosessia (Palma, 2021).

Käyttäjätutkimuksessa moni vastaaja kertoi over-ear-kuulokkeiden käytössä ilmeneviin ongelmiin kuulokkeiden painosta johtuvan rasituksen ja epämukavuuden tunteen.

Benchmarkin vaiheessa ilmeni, että kuulokkeiden yleinen paino vaihtelee arviolta 220–320 gramman välillä. Painoon vaikuttavat kuulokkeiden materiaalit, akku ja toiminnot, esimerkiksi mikäli kuulokkeissa on vastamelutointo tai äänentoiston säätimiä.

3.2 Mukavuus ja helppokäyttöisyys

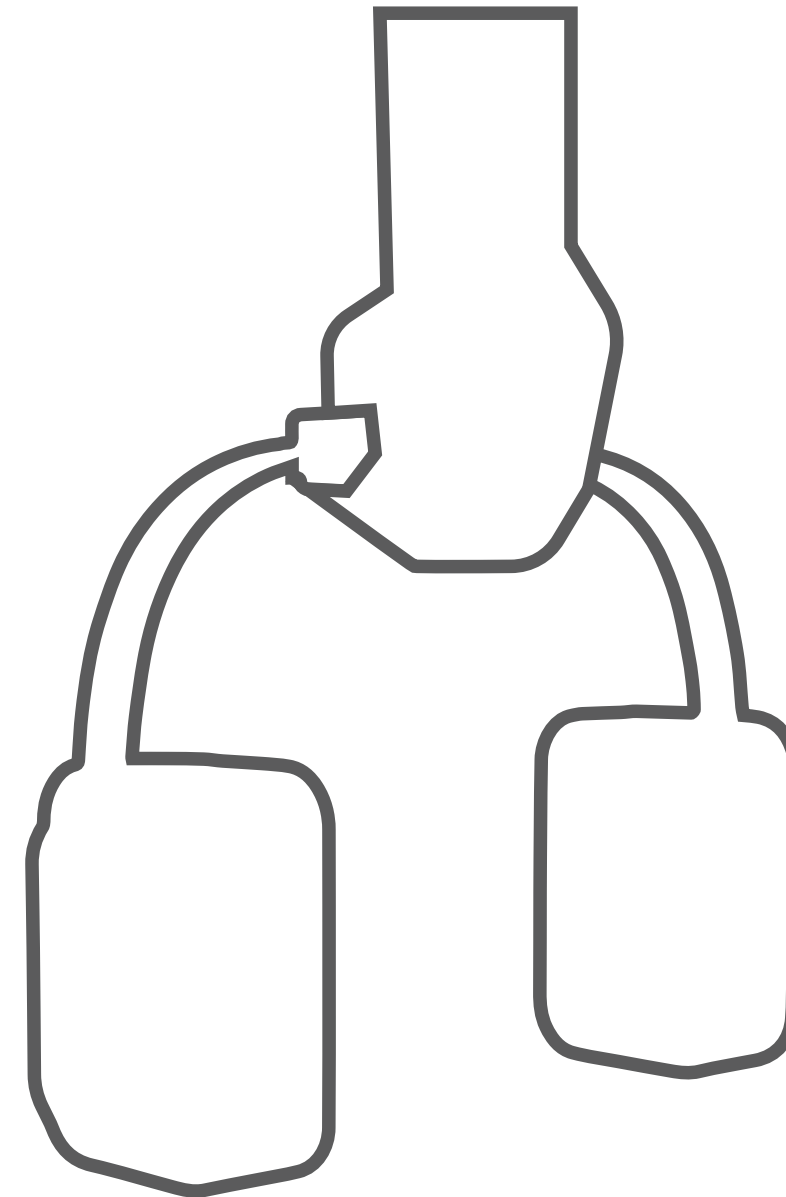
Kuulokkeiden ergonomia ja mukavuus olivat monelle vastaajalle tärkeitä tekijöitä kuulokkeiden valinnassa. Kuten ergonomiaa tutkiessa todettiin, vaikuttaa kuulokkeiden käyttömukavuuteen niissä olevien säädinten sijainti. Säädinten on oltava helposti saatavilla ja tunnistettavissa. Niiden määrä on pidettävä minimissä turhan monimutkaisuuden välttämiseksi. Käyttömukavuuden ja helppokäyttöisyyden kannalta kuulokkeissa vähemmän on enemmän.



3.3 Kuljetettavuus

Kuulokkeita käytetään kyselyn mukaan miltei kaikkialla ja ne kulkevat paljon ihmisen mukana. Käyttäjäkyselyyn vastanneet kokivat kuulokkeiden mukana kuljettamisen hankalaksi ja ongelmia nousi esiin juuri kuulokkeiden suuren koon takia. Suunniteltavien kuulokkeiden tulisi olla mahdollisimman pieneen tilaan pakkautuvat.

Yleensä tämä saavutetaan kokoon-taitettavissa kuulokkeissa saranoilla, mikä kuitenkin lisää kuulokkeiden osien määrää. On kuitenkin riskinä, että saranat saattavat lisätä kuulokkeiden hajoamisen mahdollisuutta, kun lisätään pieniä liikkuvia osia.



Kuva 10. Kuulokkeet kulkee mukana

3.4 Langattomuus

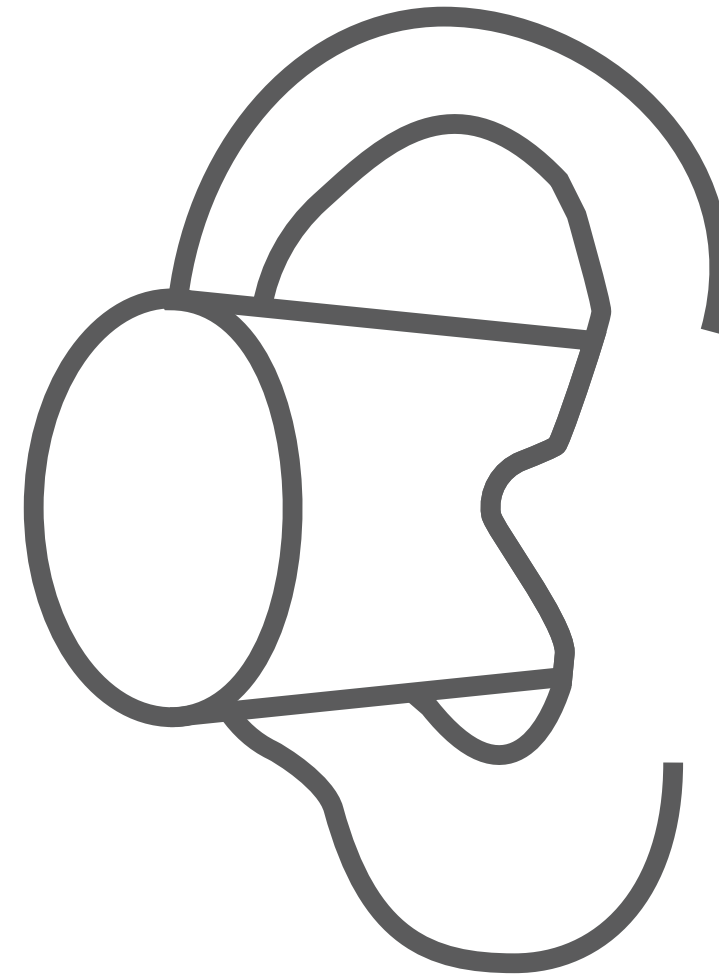
Suurin osa markkinoiden over-ear-kuulokkeista on langattomia, ja näitä suosittiin myös käyttäjäkyselyssä. Tämä tukee kuulokkeiden käyttöä julkisilla paikoilla, liikkeellä ja ulkoillessa. Nämä nousivatkin kyselyssä esiin yleisimpinä paikkoina kuulokkeiden käytölle oman kodin lisäksi. Myös kotona langattomat kuulokkeet lisäävät käyttömukavuutta, sillä ne eivät sido käyttäjää yhteen paikkaan.



3.5 Aktiivinen äänenvaimennus eli vastamelu

Aktiivinen äänenvaimennus eli vastamelu tarkoittaa melun vaimentamista hyödyntämällä toista ääntä. Vastamelukuulokkeissa mikrofonit havaitsevat saapuvan melun, jonka jälkeen ne välittävät tiedon mikrosiruun, joka kuulokkeissa olevien pienten kaiuttimien kautta tuottaa samankaltaisen, mutta vastakkaisvaiheisen äänen.

Tuotettu ääni on tavallaan saapuvan melun peilikuva, jonka matalat kohdat vastaavat melun korkeita ja toisin päin. Kun ääniaallot ovat näin vastakkaisissa vaiheissa, ne kumoavat toisensa. Tällöin kuulokkeet vaimentavat käyttäjälle ulkoa saapuvaa melua (Burns, 2020).



Kuva 12. Vastamelu estää epätoivotun melun kuulemisen

3.6 Ulkonäkö

Suunnittelun tavoitteena on tehdä visuaalisesti kauniit ja minimalistiset kuulokkeet, jotka miellyttävät mahdollisimman monia käyttäjiä, kuitenkin olematta mitäänsanomattomat. Kuulokkeiden käyttäjät vaihtelevat suuresti, samoin käyttämistilanne, joten visuaalisesti kuulokkeiden tulee sopia moneen makuun. Konseptista voisi mahdollisesti tarjota useamman värivaihtoehdon.



4 KUULOKKEET

4.1 Ääni ja kuuleminen

4.2 Kuulokkeiden toiminta

4.3 Kuulokkeiden rakenne

4.1 Ääni ja kuuleminen

Ääni on ilmassa pitkittäisenä aalto-
liikkeenä etenevää värähtelyä, jonka
aiheuttamat paineenvaihtelut ihmisen
korva aistii. Äänenpaine, jonka yksikkö
on Pascal (Pa), kuvaa tämän väräh-
telyn voimakkuutta. Yleisempi tapa
äänen voimakkuuden ilmaisemiseksi
on desibeli (dB), joka on logaritminen
äänepainetason yksikkö.

Äänen taajuus on paineenvaihteluiden
eli värähdysten määrä sekunnissa,
jonka yksikkö on hertsi (Hz). Ihmisen
korva aistii taajuudeltaan noin 20-20
000 Hz:n ääntä. (Launis-Lehtelä 2011,
99) Tätä samaa taajuutta käyttää ben-
chmark tutkimuksen perusteella suurin
osa kuulokevalmistajista, joten samaa
rajausta on noudatettu tämän opinnäy-
tetyön kuulokkeissa.



Kuva 14. Korva kuulee

4.2 Kuulokkeiden toiminta

Kuulokkeet muuttavat sähköenergian ääneksi käyttämällä sähkömagneettia, joka vuorostaan saa kuulokkeen sisällä olevan kaiutinkalvon värähtelemään. Tämä värähtely vuorostaan tuottaa äänen korvaan.

Eri taajuudet värisevät eri nopeuksilla, joten sähkömagneetti värisee nopeammin korkeiden sävelten tuottamiseksi tai hitaammin hitaiden sävelten tuottamiseksi. Kun äänenvoimakkuutta säädetään, muuttuu värähtelyn voimakkuus, ja tätä kautta ilman värinän voimakkuus korvassa, eli havaitsemamme äänenvoimakkuus.

Kuulokkeet toimivat samoilla periaatteilla, kuin kaiuttimet, mutta kaiuttimista poiketen kuulokkeet ovat enemmän tai vähemmän tiiviisti kytketty korvaan. Over-ear-kuulokkeet, joihin tässä opinnäytetyössä keskitytään, peittävät korvalehden kokonaan ja ne painetaan päätä vasten, toisin kuin on-ear-kuulokkeet, jotka painautuvat korvaa vasten ja ovat näin ollen vähemmän tiiviit (De Looper 2016) (Toivanen 1976, 360).

4.3 Kuulokkeiden rakenne

1. Panta

Päänpäälle laskeutuva osa, joka on yleensä pehmustettu polystyreenillä tai jollain muulla pehmeällä materiaalilla. Sisällä kulkee johto molemmista kupeista toiseen.

2. Varsi

Varsi kiinnittää pannan kuppiin ja mahdollistaa kuulokkeiden koon säädeltävyyden eri kokoisille päille.

3. Kuppi

Kuppiin kiinnittyvät kaikki osat ja se toimii suojana kuulokkeen mekaniikalle.

4. Akku

Kuulokkeiden virranlähde

5. Kaiutinelementti

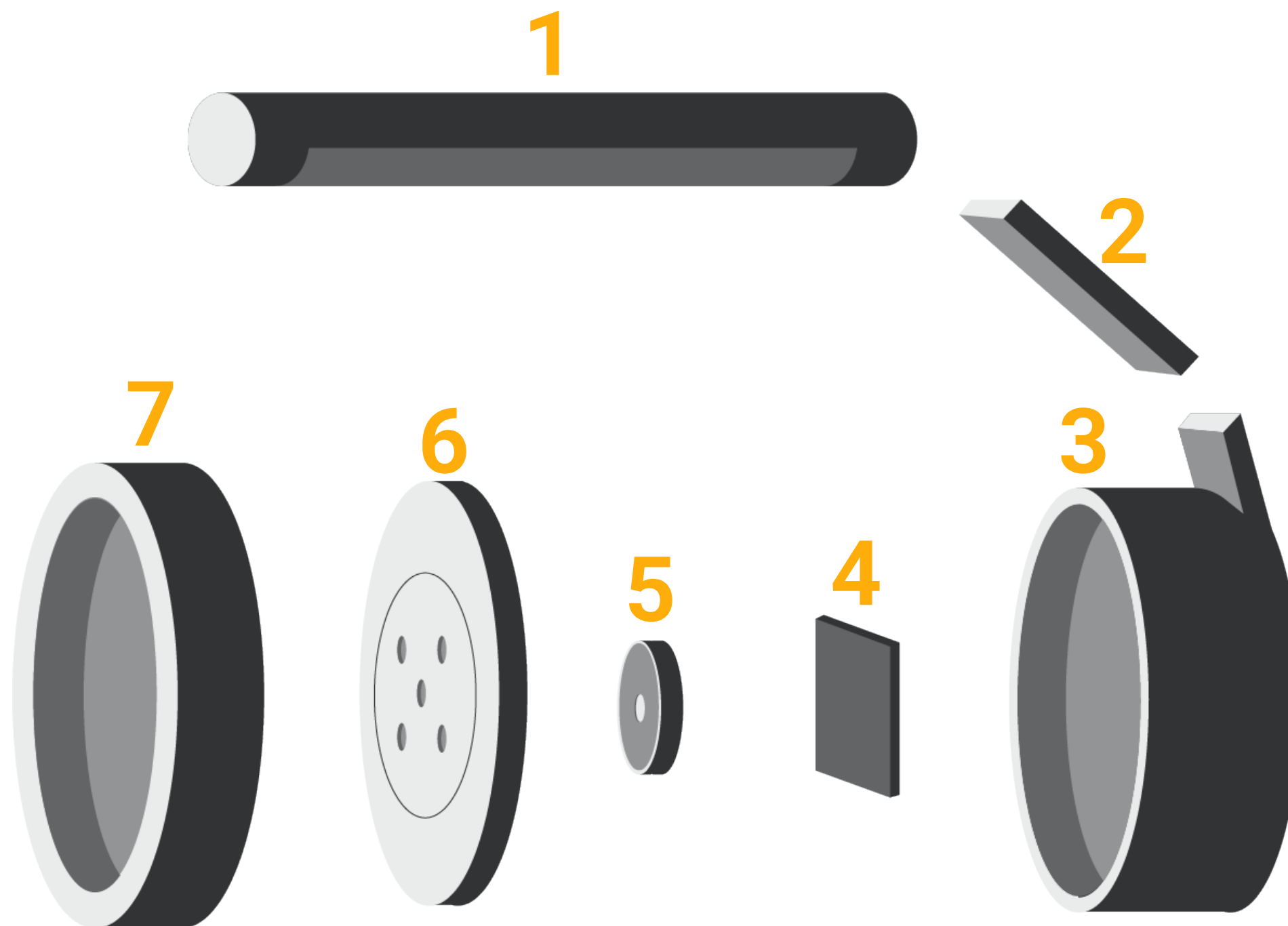
Tuottaa äänen. Sen sisällä ovat magneetit ja kaiutinkalvo.

6. Kehys

Pehmuste ja kaiutin kiinnittyvät kehukseen

7. Korvapehmuste

Korvapehmuste sulkee kuulokkeen ja korvan välisen tilan ja takaa hyvän ja mukavan istuvuuden.



Kuva 15. Yksinkertaistettu havainnekuva kuulokkeiden rakenteesta

5 PROSESSI

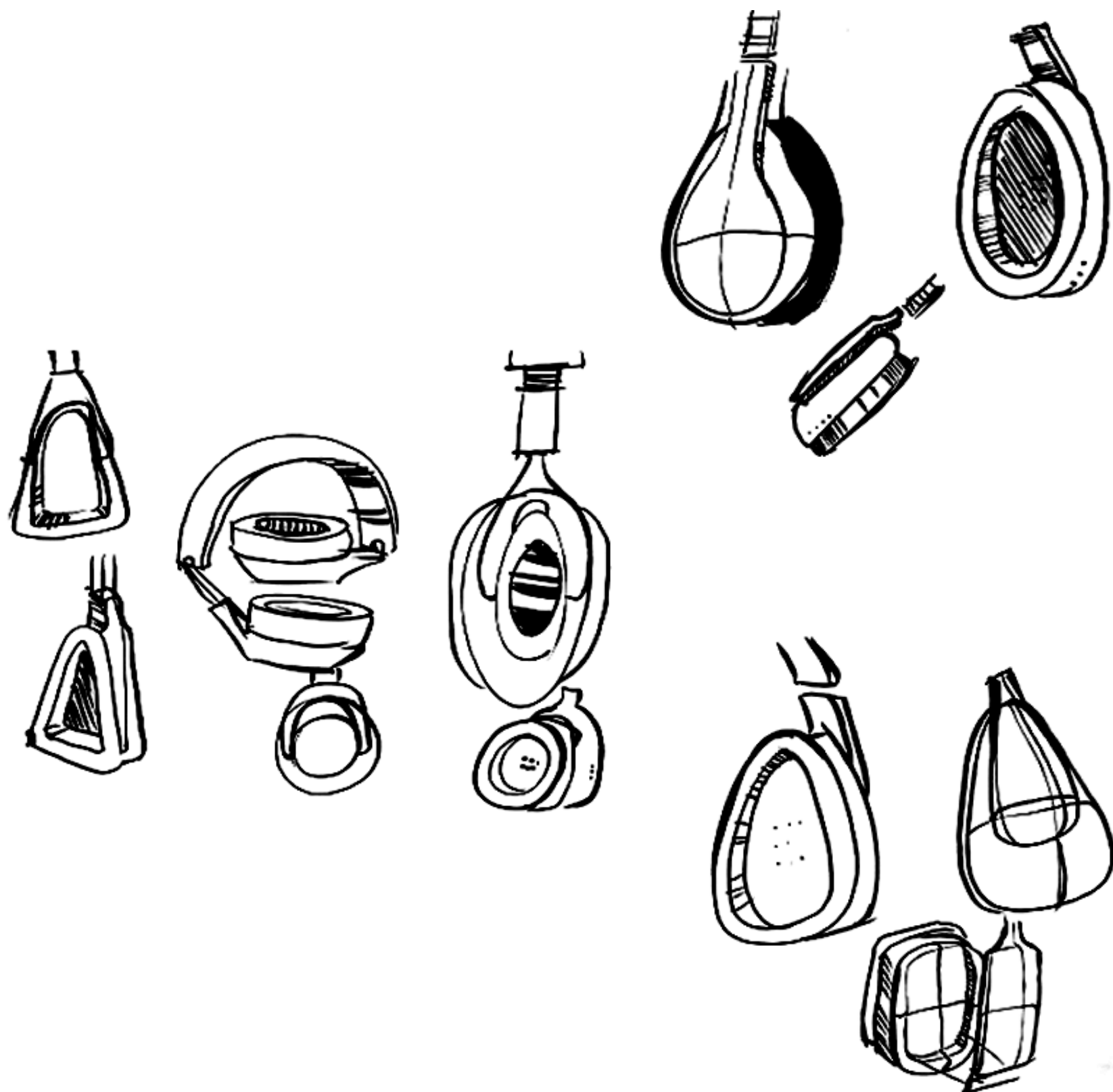
5.1 Luonnostelu

5.2 Prototypointi

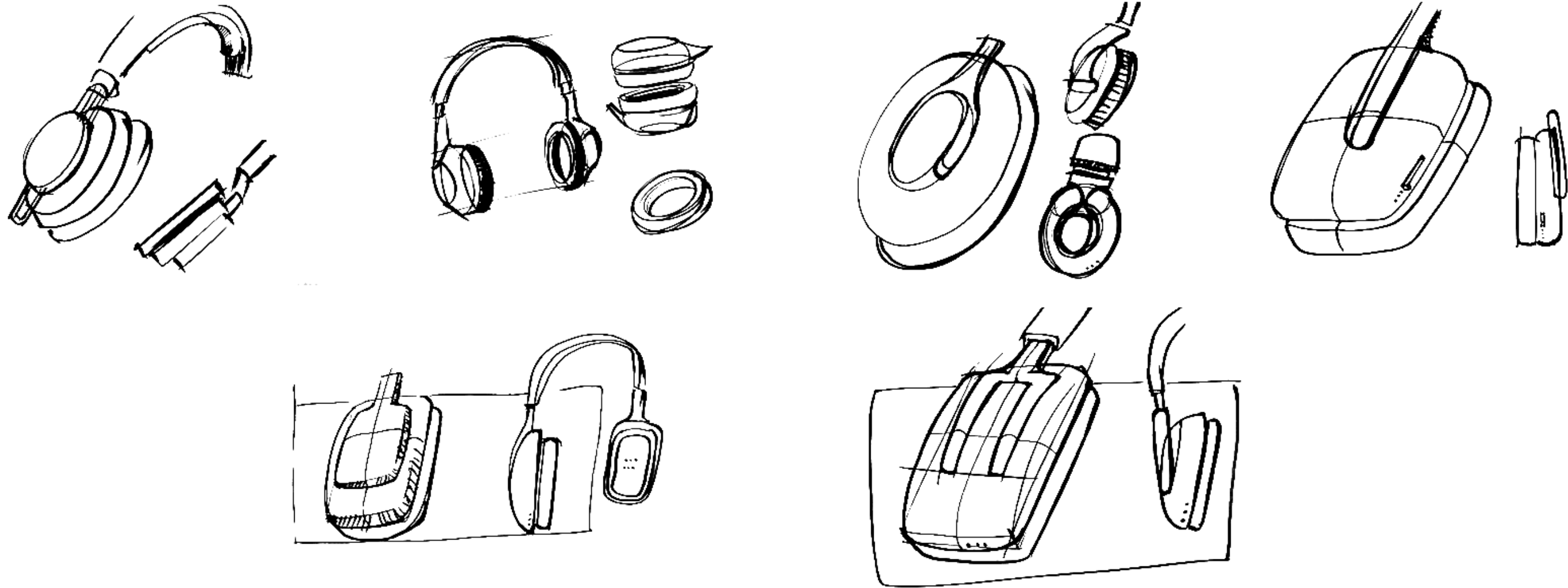
5.1 Luonnostelu

Käyttäjäkyselyn ja benchmarkkauksen tuloksena syntyneiden design drive-reiden avulla on lähdetty luonnostelemaan mahdollisimman paljon erilaisia vaihtoehtoja kuulokkeille.

Aluksi kokeiltiin eri muotoja kuulokkeiden kupille, esimerkiksi pyöreitä ja kolmikulmaisia. Kuulokkeiden muoto rajautui neliöksi perinteisen pyöreän kupin sijaan.



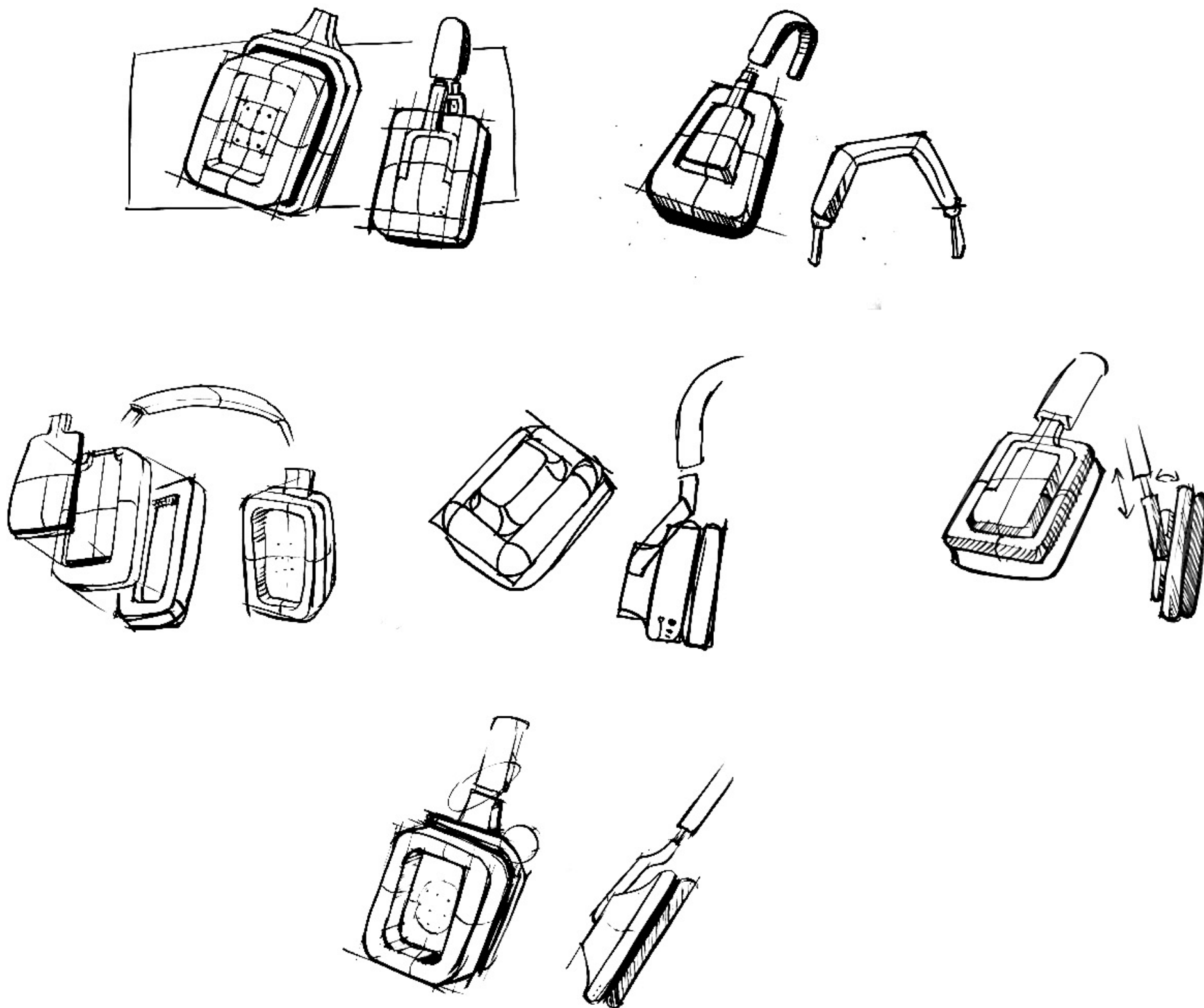
Kuva 16. Luonnoksia kuulokkeiden muodosta



Kuva 17. Luonnoksia kuulokkeiden kupista ja pannasta

Kupin ja varren välistä kiinnitysmen-
telmää tutkiessa kuulokkeen kuppi sai
erilaisia ulkomuotoja. Tässä piti ottaa
huomioon kuulokkeiden kokoon taitel-
tavuus ja mihin varsi asettuu siinä.

Mitä pidemmälle luonnosteltiin ja ideoitiin, sitä enemmän kompakti koontaitettavuus korostui. Tällöin suorakulmion mallinen kuppi osoittautui käytännöllisimmäksi vaihtoehdoksi. Tätä lähdettiin jatkokehittämään prototypoinnin vaiheessa.



Kuva 18. Luonnoksia kuulokkeista

5.2 Prototypointi

Varhain prototypoinnin vaiheessa lähdettiin tekemään hahmomallia polystyreenistä, jotta kuulokkeiden muoto ja rakenne olisivat selkeämpiä hahmottaa ja näin ollen jatkokehittävissä.

Tällöin syntyi idea kokoontaitettavasta, kompaktista ratkaisusta (kuva 19), joka olisi helppo kuljettaa mukana, eikä veisi paljoa tilaa. Tämä vastaisi design drive-reita, joissa nousi esiin juuri kuulokkeiden mukana kuljettamisen hankaluus.



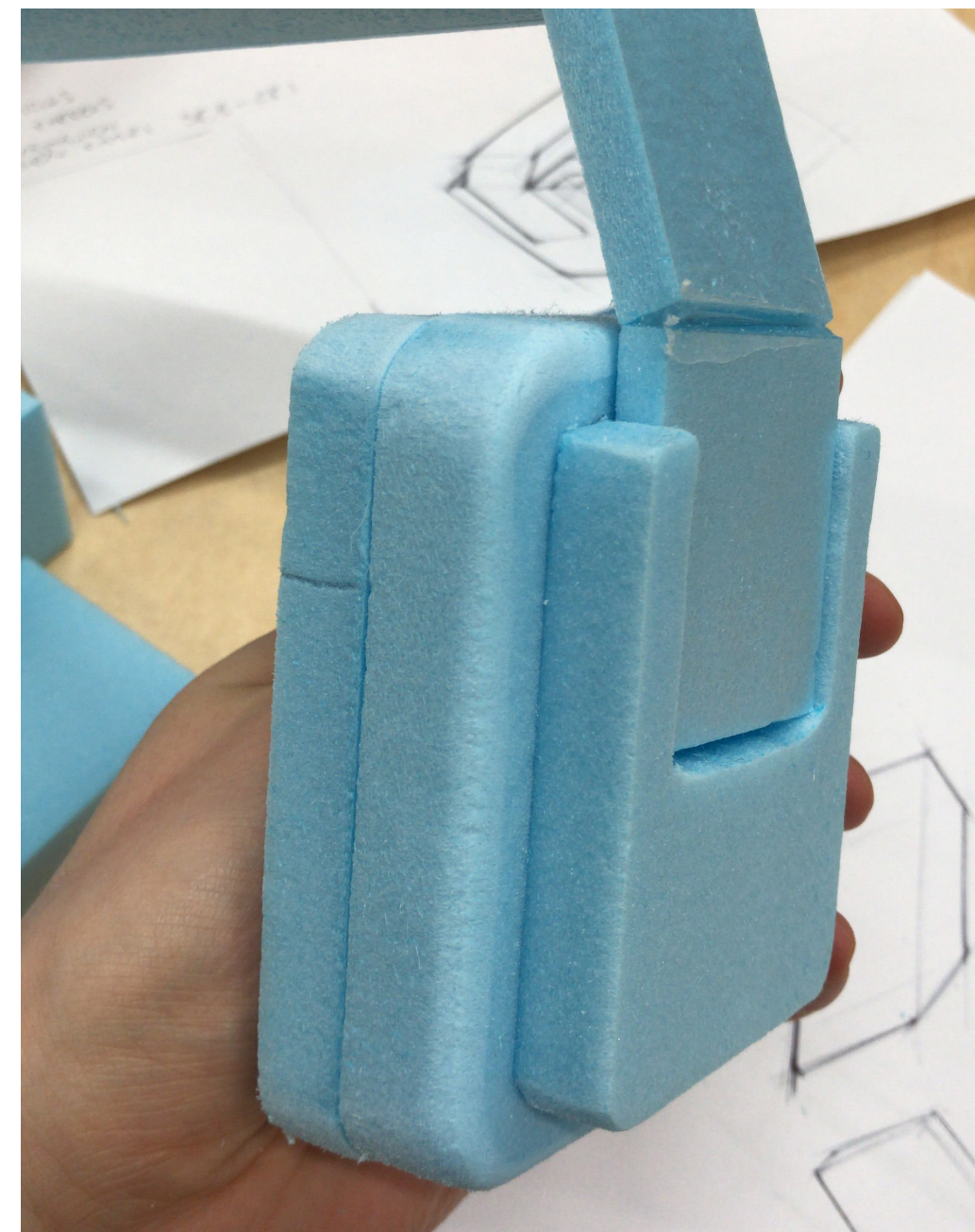
Kuva 19. Malli, joka demonstroi kokoon taiteltavuutta

Pienen koon takaamiseksi myös pannan on oltava mahdollisimman pieni, joten kupin ja pannan välinen varsi mahtuu pannan sisälle kokoon taiteltaessa (kuva 20).

Tässä vaiheessa pohdittiin mahdollista säätökulmaa kupille, jotta se mukautuisi pään muotoon ja joustaisi sen mukaan pitäen korvaa ympäröivän kupin tiiviinä, (kuva 21).



Kuva 20. Malli kuulokkeiden kupista ja varresta



Kuva 21. Kuulokkeiden malli

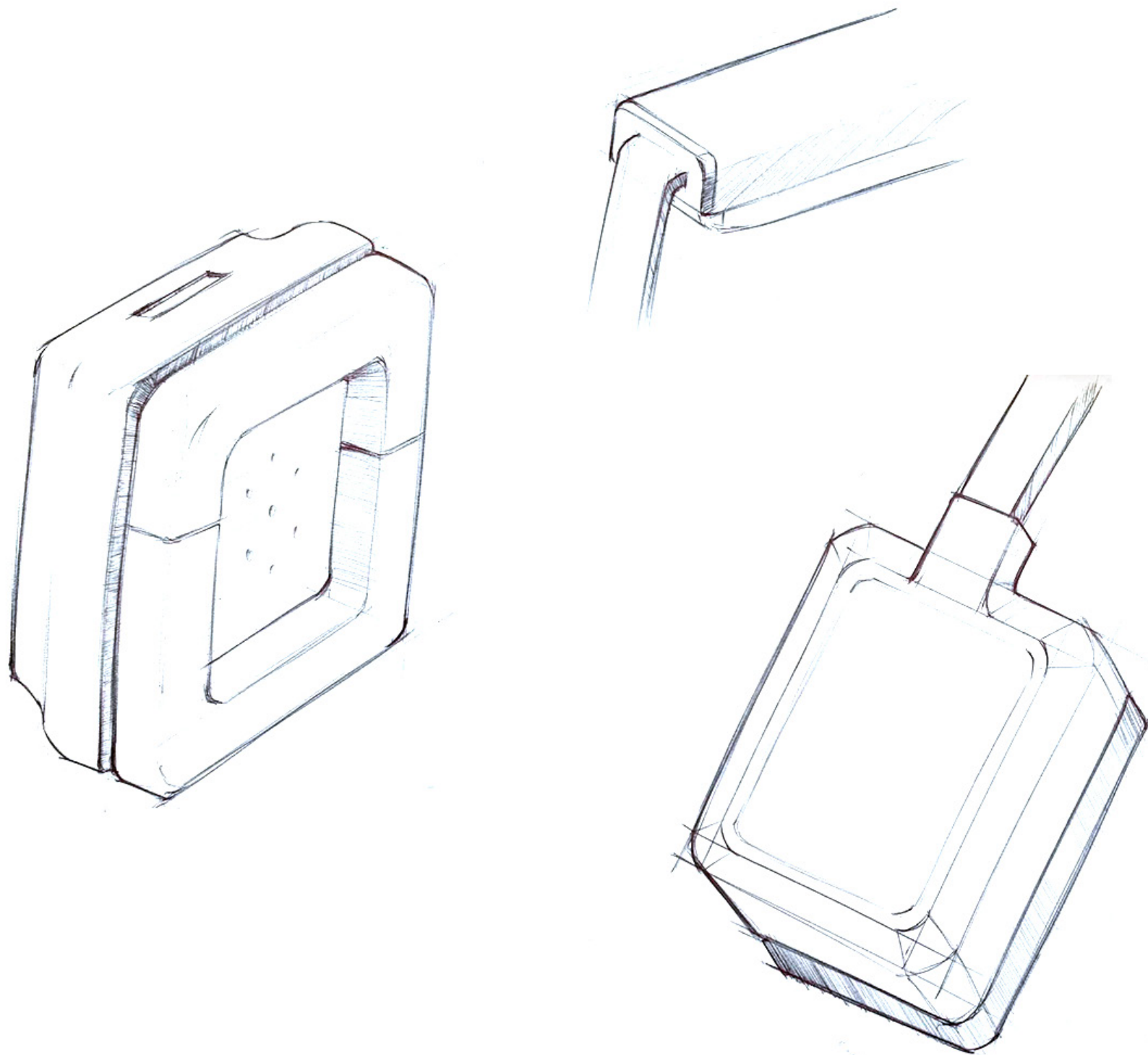
Kupin pehmustetta suunniteltaessa syntyi idea kahden eri materiaalin käyttämisestä. Kupin ylempi osa olisi pehmeämpää materiaalia, mikä tekisi kuulokkeiden käytöstä mukavampaa silmälasien kanssa, sillä materiaali joustaisi silmälasien sangan kohdalla (kuva 22). Jotta kuppi olisi mahdollisimman tiivis, on sen alempi osa kiinteämpää materiaalia. Tätä demonstroi kuvassa viiva kupin pehmusteessa.



Kuva 22. Malli kuulokkeiden kupista.

Prototyypoinnin jälkeen palattiin luonnostelemaan kuulokkeiden lopullista muotoa 3D-mallin rakentamista varten. Kuulokkeiden ulkoasu hioutui yksinkertaisemmaksi ensimmäisistä luonnoksista. Prototyypointi vaiheessa hyväksi todettu muotokieli säilyi samanlaisena.

Luonnostelun ja polystyreenimallien jälkeen kuulokkeiden muotoilussa päädyttiin loppuratkaisuun, jonka jälkeen kehitystyö jatkui 3D-mallin rakentamisen muodossa.



Kuva 23. Luonnoksia kuulokkeista.

6 LOPULLINEN KONSEPTI

6.1 Konseptin esittely

6.2 Materiaalit

6.3 Kompakti pakkautuminen

6.1 Konseptin esittely

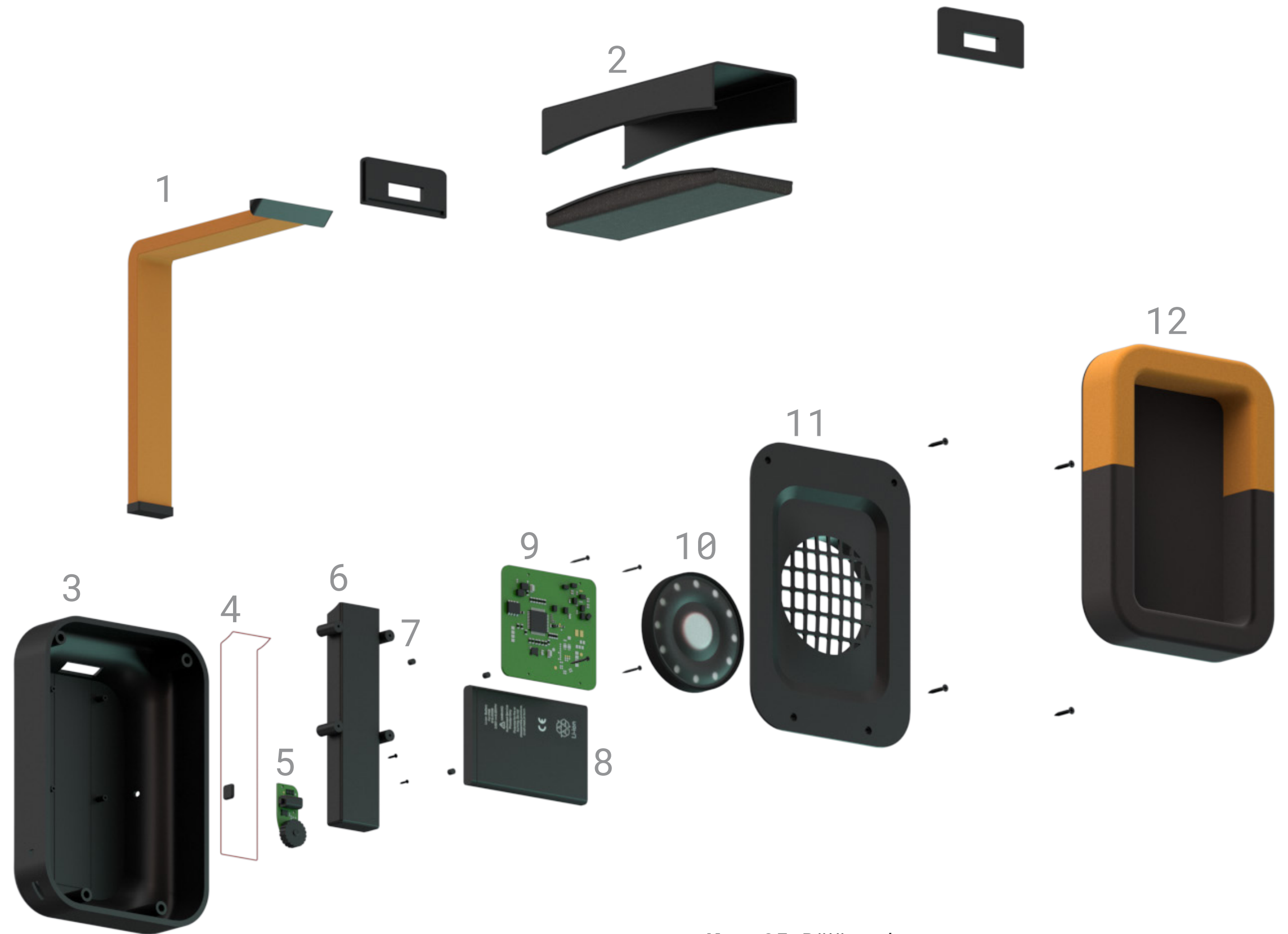
Lopullisesta konseptista tuotettiin 3D-malli. Konsepti muotoutui hahmomallista ja luonnostelusta lopulliseen muotoonsa.

3D-mallinnuksen vaiheessa hahmotettiin kuulokkeiden rakenteiden yksityiskohtia sekä ominaisuuksia. Samoin kuulokkeiden materiaalit ja viimeistely ulkomuoto kehittyivät prosessin tässä vaiheessa lopulliseen muotoonsa, jota käydään yksityiskohtaisemmin läpi seuraavissa kappaleissa.



Kuva 24. Lopullinen konsepti

1. Kuulokkeiden varsi
2. Panta
3. Kuppi
4. Tiiviste
5. Säätimet
6. Runko
7. Mikrofoni
8. Akku
9. Piirilevy
10. Kaiuttimelementti
11. Kehys
12. Pehmeuste

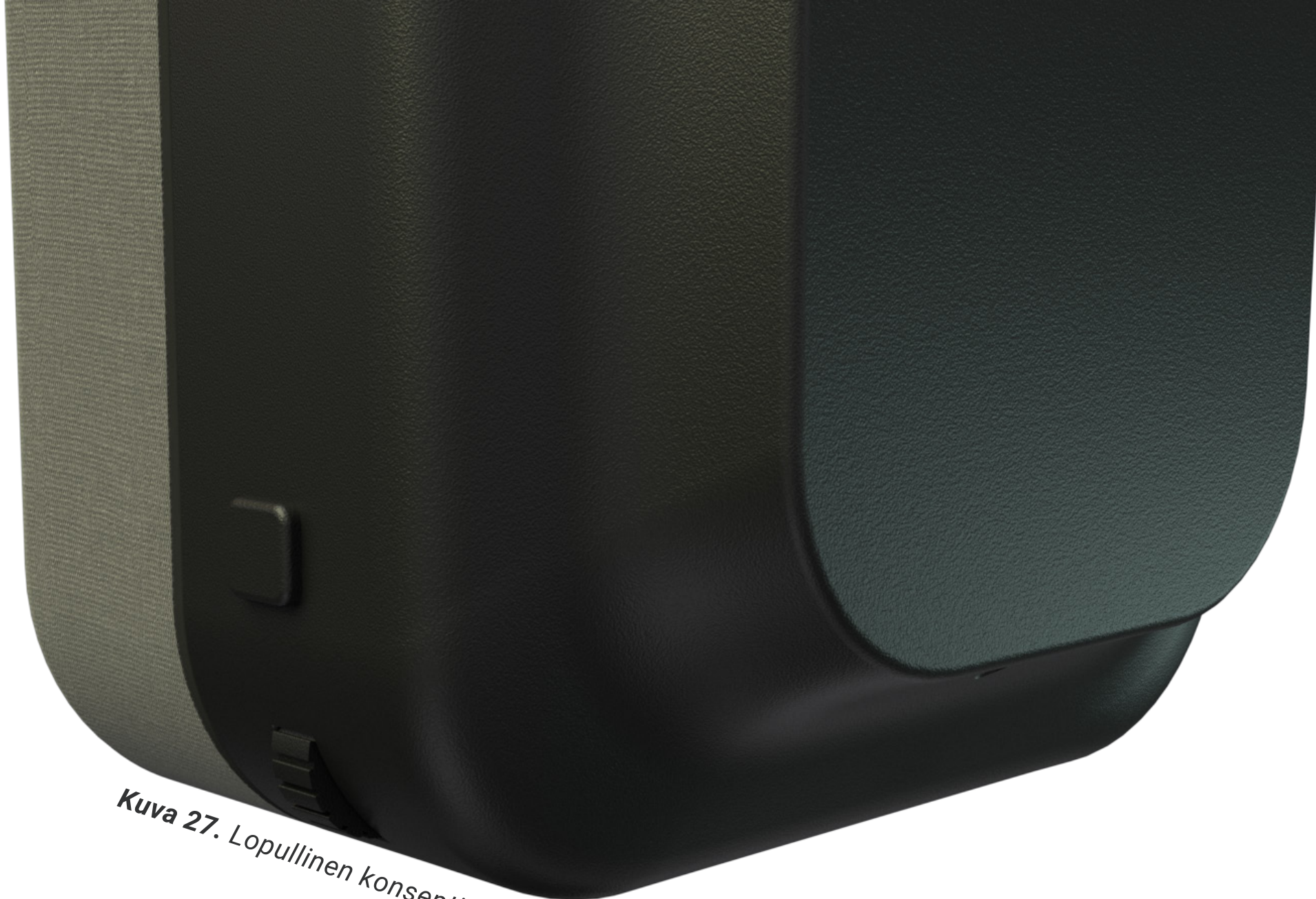


Kuva 25. Räjätyskuva



Kuulokkeiden lataus tapahtuu langattomana induktiolatauksena laturitelakalla, jonka päälle kokoon suljetut kuulokkeet asetetaan. Kuulokkeissa on molemmissa kupeissa omat akut. Tällöin kuulokkeiden varsien ja pannan läpi ei tarvitse vetää johtoja, joka mahdollistaa kompaktin koon kasattuna. Akkujen koko on 1000 mAh.

Kuva 26. Lopullinen konsepti 2



Kuva 27. Lopullinen konsepti 3

Kuulokkeiden oikeanpuoleisessa kupissa sijaitsevat äänentoiston säätimet.

Rullasta säädetään äänenvoimakkuutta ja rullaa painamalla musiikki käynnistetään tai pysäytetään.

Rullan yläpuolella olevasta **nappulasta** kuulokkeet käynnistetään ja sammutetaan painamalla sitä pari sekuntia pohjassa. Lyhyellä painalluksella käynnistetään ja sammutetaan aktiivinen vastamelutoiminto.

Kuulokkeiden kuppi ja muut osat, vartta lukuunottamatta, ovat ABS-muovia.

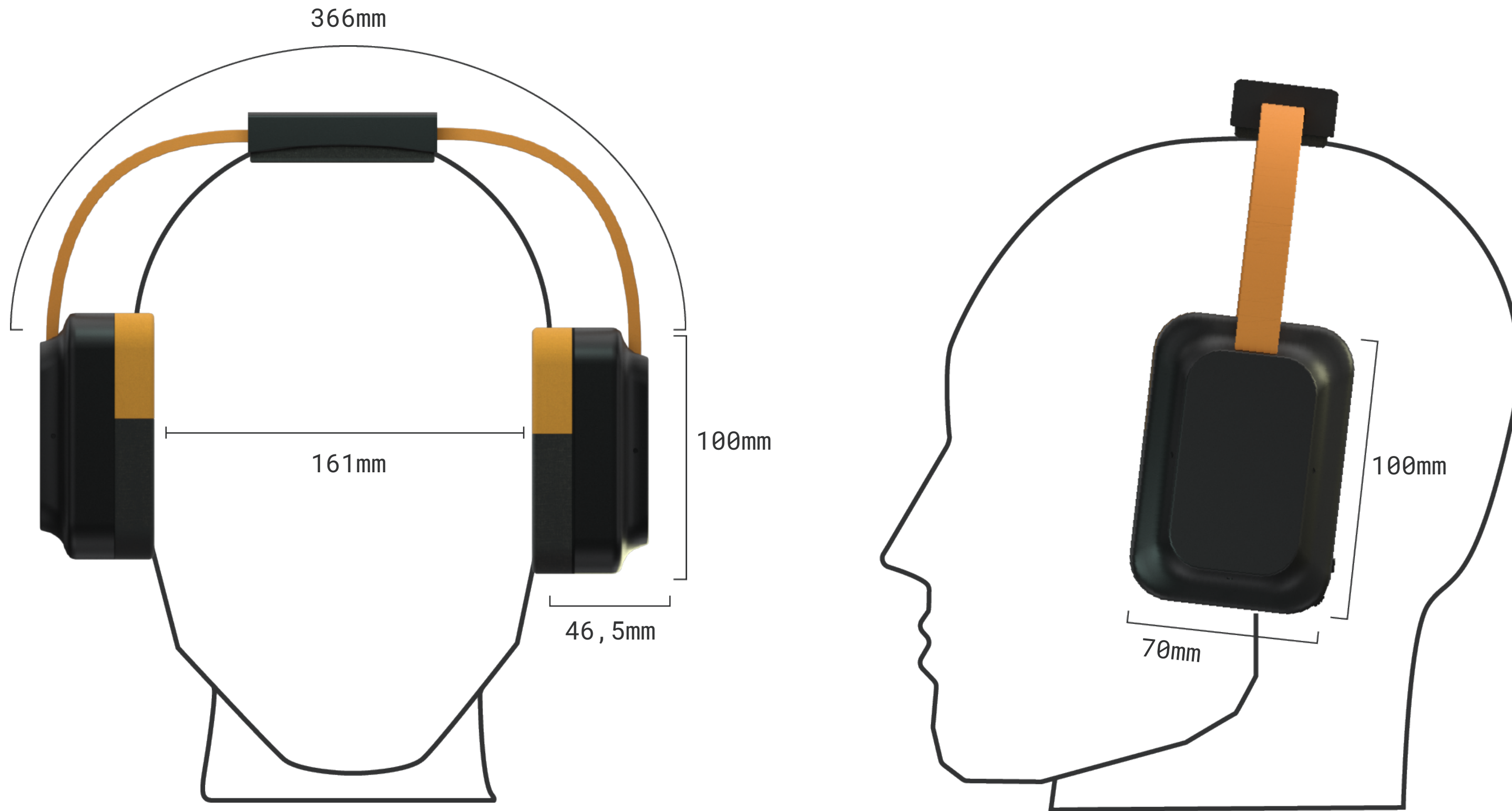
Varsi on silikonia, jonka sisällä kulkee esimerkiksi rautalankaa, jotta kuulokkeen vartta pystytään taivuttamaan ihmisen pään muotojen mukaan ja kuulokkeet saadaan taiteltua pieneen kokoon.

Kuulokkeiden pehmuste on valmistettu kahdesta eri vaahtomuovista, joista ylempi (kuvassa oranssilla) on pehmeämpää ja alempi kovempaa.

Tällä tavoin kuulokkeiden käyttö silmälasien kanssa on mukavampaa, sillä pehmeä materiaali joustaa korvan yläosasta, jolloin kuulokkeet eivät paina silmälasien sankoja päätä vasten. Pehmuste on päällystetty luonnonmateriaalikankaalla, esimerkiksi puuvillasekoitteella, jotta se ei hiostaisi.



Kuva 28. Valmis konsepti 4



Kuva 29. Kuulokkeet ja niiden mitat havainnollistettuna ihmisen päässä

6.2 Kompakti pakkautuminen

Jo käyttäjäkyselyn vaiheessa over-ear-kuulokkeiden suuri koko ja vaikea mukana kuljetettavuus aiheutti ongelmia niiden käyttäjille. Tähän ongelmaan on pyritty tarjoamaan ratkaisuna kuulokkeiden kompaktia pakkautumista, kuten oheisessa kuvassa näkyy.

Kuulokkeiden kupit painautuvat tiiviisti vastakkain. Kulmikkaan muodon ansiosta kuulokkeet seisovat pystyssä latausasemalla kokoon taiteltuna.

Pannan yläosa on ontto ja varret sulkeutuvat sen sisään päällekkäin, kun kuulokkeet pakataan kasaan. Samoin varren alaosa suljetaan kupin sisään, jotta kuulokkeiden koko pysyisi mahdollisimman pienenä.



Kuva 30. Valmis konsepti 5



Kuva 31. Väri vaihtoehtoja valmiista konseptista.
Väriä vaihtavat osat ovat pehmusteen yläosa ja varsi.

YHTEENVETO

Opinnäytetyöprosessi oli monimutkainen ja paikoin haastava. Aiheen löytäminen oli vaikeaa ja vei paljon aikaa työprosessista. Aihe löytyi omasta elämästä ja samoin tutkimuskysymys, johon lähdin etsimään ratkaisua. Oma-kohtainen kokemus kuulokkeiden ja silmälasien käyttäjänä tarjosi perspektiiviä suunnittelutyöhön. Tutkimustyön edetessä löytyi myös toinen suuri ongelmakeha kuulokkeiden käytettävyydessä, mistä alkoi muotoutua painopiste mukaan kuljetettavuuden helpottamiseksi.

Toisin kuin alkuperäisessä suunnitelmassa, opinnäytetyöstäni jäi puuttumaan käyttäjätestauksen vaihe ja iteraatio jäi vähäiseksi. Mikäli konseptia lähettäisiin jatkokehittämään, tulisi kuulokkeista tuottaa fyysinen prototyyppi, jolla voisi aloittaa käyttäjätestauksen ja edetä sen mukaan. Aikatauluhaasteista johtuen tähän tavoitteeseen ei päästy opinnäytetyössä. Konsepti kaipaisi myös ohjausta ja ulkopuolista mielipidettä kehittyäkseen tästä eteenpäin.

Opinnäytetyön aikana olen päässyt kehittämään teollisen muotoilun taitojani, varsinkin mallintamisen ja luonnostelun taholla. Olen tyytyväinen lopulliseen konseptiin. Opinnäytetyön haasteista huolimatta mielestäni konseptissa on potentiaalia ja uskon, että jatkokehittämällä sitä pidemmälle konsepti tarjoaisi toimivan ratkaisun esitettyihin ongelmiin.

Lähteet

Painetut lähteet

Launis M. & Lehtelä J. 2011. Ergonomia. Helsinki: Työterveyslaitos

Toivanen J. 1976. Teknillinen akustiikka. Espoo: Otapaino

Sähköiset lähteet

Palma. Palvelumuotoilun sanasto. Viitattu 10.5.2021.

Saatavissa <http://palma.fi/palma-malli/kayttajalahtoisuus/Palvelumuotoilun%20sanasto.pdf>

Burns V. 2020. How do noise-cancelling headphones cancel sounds? Science Focus. Viitattu 11.5.2021.

Saatavissa <https://www.sciencefocus.com/science/how-do-noise-cancelling-headphones-cancel-sounds/>

De Looper C. 2016. How do headphones work? A guide to the inner workings of our headphones. Headphone

review. Viitattu 11.5.2021. Saatavissa <https://headphonereview.com/guides/how-do-headphones-work/>

Taulukot

Taulukko 1. Launis M. & Lehtelä J. 2011. Taulukko 3.1. Ergonomia. Helsinki: Työterveyslaitos

Kuvalähteet

Kuva 1. Pixabay. 2017. Viitattu 17.5.2021.

Saatavissa <https://pixabay.com/fi/photos/ihmiset-mies-guy-matka-city-black-2583444/>

Kuva 2. Pixabay. 2016. Viitattu 17.5.2021

Saatavissa <https://pixabay.com/fi/photos/ihmiset-guy-mies-%C3%A4%C3%A4ni-musiikki-2562222/>

Kuva 4. Pixabay. 2015. Viitattu 17.5.2021

Saatavissa <https://pixabay.com/fi/photos/musiikki-kuulokkeet-kuuntelu-p%C3%A4%C3%A4-791631/>

Kuva 5. Sony. SONY WH-1000XM4 -kuulokkeet. Viitattu 19.2.2021.

Saatavissa <https://www.sony.fi/electronics/pantakuulokkeet/wh-1000xm4>

Kuva 6. JBL. JBL LIVE 650BTNC -kuulokkeet. Viitattu 19.2.2021.

Saatavissa <https://fi.jbl.com/over-ear-kuulokkeet/JBL+LIVE650BTNC.html>

Kuva 7. Audio Technica. Audio Technica ATH-ANC900BT -kuulokkeet.

Viitattu 19.2.2021. Saatavissa <https://www.audio-technica.com/en-gb/ath-anc900bt>

Kuva 8. Sennheiser. SENNHEISER PXC 550 Wireless -kuulokkeet.

Viitattu 19.2.2021. Saatavissa <https://en-fi.sennheiser.com/pxc-550-ii>

Kuva 9. Pixabay. 2017. Viitattu 17.5.2021

Saatavissa <https://pixabay.com/fi/photos/ihmiset-guy-mies-%C3%A4%C3%A4ni-musiikki-2562350/>

Kuva 11. Pixabay. 2015. Viitattu 17.5.2021.
Saatavissa <https://pixabay.com/fi/photos/pistoke-audio-tunkki-lanka-672231/>

Kuva 13. Pixabay. 2017. Viitattu 17.5.2021.
Saatavissa <https://pixabay.com/photos/glass-wall-people-woman-girl-hair-2557577/>