



# KOTIKÄYTTÖÖN SUUNNATUN AKUSTOINTISARJAN SUUNNITTELU

---

Valtteri Vântänen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2022

Muotoilija (AMK)  
Teollinen muotoilu



# TIIVISTELMÄ

Opinnäytetön tarkoituksena on suunnitella akustointisarja, jonka pääasiallisena käyttökohteena ovat musiikintuotantoon tarkoitetut kotistudiot. Päämääränä on yhdistää sisustuksellisuus ja ammattimainen akustointi niin, että akustointi tuo kotioiloissa olemassaoleville audiolaitteille lisäarvoa esteettisesti.

Tapausesimerkkeinä opinnäytetyössä on oma kotistudioni, joka edustaa projektissa pääasiallista käyttökohdetta, sekä Eldorado Soundproductions studion pääyksikköä, joka edustaa sarjan toiminnallisuutta myös ammattikäytössä.

Tekijä Valtteri Vântänen  
Otsikko Kotikäyttöön suunnatun akustointisarjan suunnittelu

Tutkinto Muotoilija (AMK)  
Koulutusohjelma Muotoilun koulutusohjelma  
Suuntaus Teollinen muotoilu

Oppilaitos Metropolia AMK  
Ohjaajat Tuomo Äijälä & Juha Ainoa

# ABSTRACT

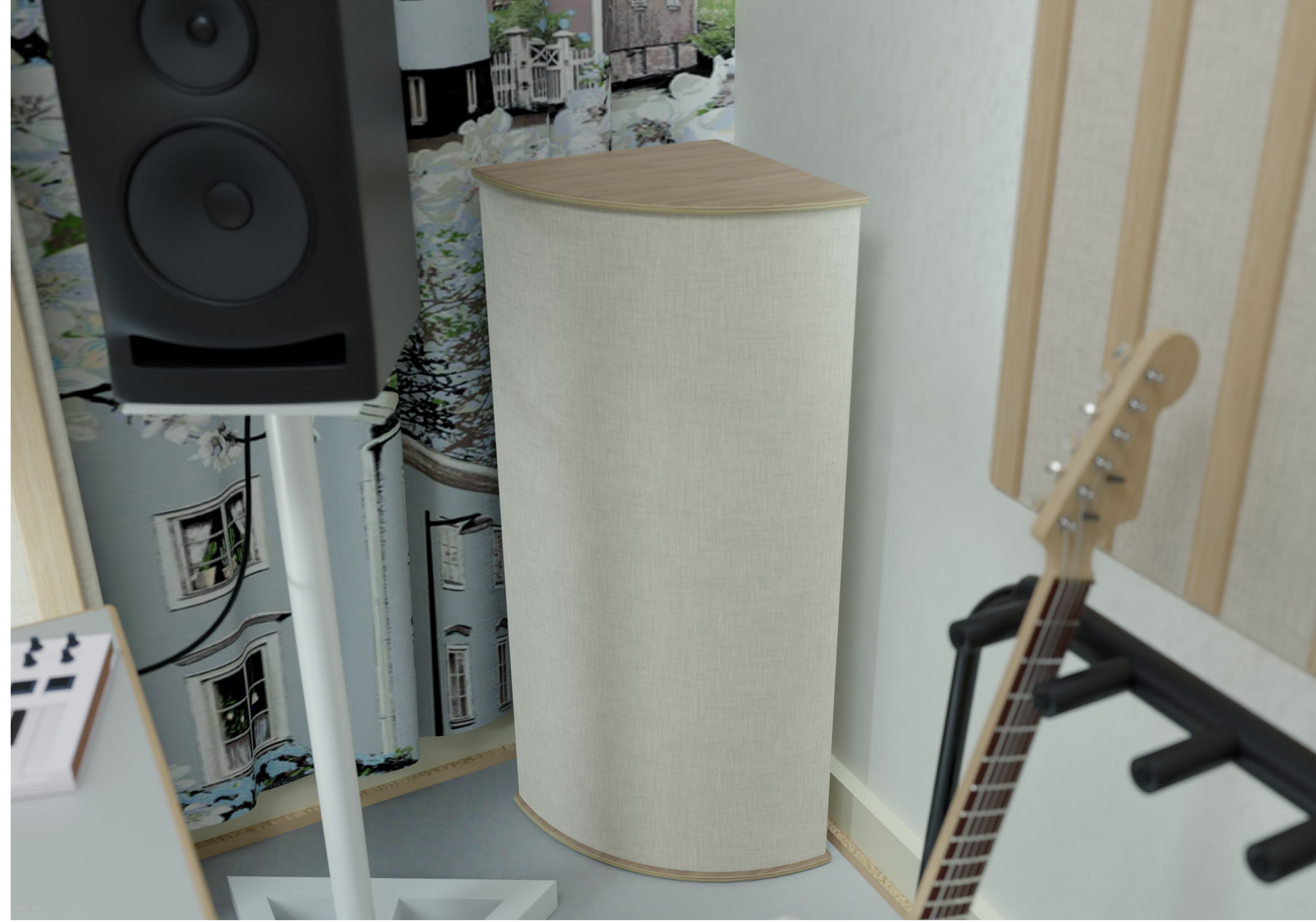
In my thesis project I will be designing a set of acoustic elements with the primary use case being a music production home studio. The aim is to combine interior design and professional level acoustic treatment so that the set adds value to pre-existing audio devices in a home environment.

The case examples for this project are my own homestudio, which represents the primary use case, and the main unit of Eldorado Soundproductions studio, which will represent the collection's functionality in a professional setting.

Author Valtteri Vântänen  
Title Designing an acoustic treatment set for home use

Degree Bachelor of Culture and Arts  
Degree programme Design  
Specialisation Industrial design

Institution Metropolia UAS  
Instructors Tuomo Äijälä & Juha Ainoa





# SISÄLLYS

## 1 Johdanto

- 1.1 Työn taustat
- 1.2 Mitä akustiikka on?
- 1.3 Aiheen rajaus
- 1.4 Muotoiluhaasteet
- 1.5 Viitekehys

## 2 Tutkimus

- 2.1 Benchmarkkaus ja markkinoiden tutkiminen
- 2.2 Omat materiaalitardeet- ja rajoitteet

## 3 Elementtien tarpeen määrittäminen

## 4 Muotoiluprosessi

- 4.1 Kattoelementti
  - 4.1.2 Koon määrittäminen
  - 4.1.3 Kattoelementin rakenne
- 4.2 Seinäelementti
- 4.3 Bassoansa

## 5 Prototyyppivaihe

- 5.1 Eldorado Soundproductions Oy:n toimeksianto
- 5.2 Seinäelementin prototyyppi
- 5.3 Bassoansan prototyyppi
- 5.4 Kattoelementin prototyyppi

## 6 Prototyyppien arviointi tiloissa

- 6.1 Eldoradon uusittu pääyksikkö
  - 6.1.2 Taajuusvastemittaukset

## 6.2 Oma työhuone

## 7 Analyysi työmenetelmistä

- 7.1 3D-mallinnus osana tuotekehitysprosessia
- 7.2 Prototyyppien valmistus, eli puutyöt

## 8 Projektin vaiheet Double Diamond -projektimallin mukaan

- 8.1 Double Diamond -malli
- 8.2 Double diamond projektissani

## 9 Loppusanat

## Lähteet





# 1 JOHDANTO

---

Opinnäytetyöni aihe on akustiikkaelementtien suunnittelu kotistudio-, kotiteatteri- ja studiokäyttöön.

Projektilla ei ole toimeksiantajaa, mutta olen saanut mahdollisuuden valmistaa ja soveltaa suunnittelemani akustiikkaelementtejä Eldorado Soundproductions -studion uudistettavaan pääyksikköön. Käytän studion 5.1-kuuntelulla olevaa tilaa tapauksena, joka kattaa niin elementtien toiminnallisen puolen ammattistudiossa kuin myös toiminnallisuuden tiläänen akustointiin.

Toisena tapauksena käytän nykyisen asuntoni olohuonetta, jossa tämänhetkinen työpisteeni sijaitsee. Näin saan projektiin kaksi eri tilaa, jossa elementtejä käytetään, ja kaksi toisistaan poikkeavaa käyttötarkoitusta. Projektin toteutan alusta loppuun itse.





## 1.1 TYÖN TAUSTAT

Olen itse tehnyt musiikkia viimeisen 15 vuoden ajan erilaisissa projekteissa, eri rooleissa ja eri tiloissa. Tilojen akustointi on ollut vaihtelevaa, ja eron hyvin akustoidun tilan ja akustoimattoman tilan välillä huomaa helposti. Viimeisen viiden vuoden ajan olen tehnyt musiikkia lähinnä kotistudiossani, toisin sanoen useimmiten olohuoneeseeni laitetun työpöytäni ääressä. Eri asunnoissa huoneen koko, työpisteen sijoittelu sekä akustoinnin mahdollisuus on määrittänyt merkittävästi työn tasoa. Akustointia on kuitenkin rajoittanut juuri se, että kotistudioni on sijoitettu olohuoneeseen, jolla on muitakin käyttötarkoituksia kuin musiikin tekeminen.

Pitkin musiikkiuraani olen tutkinut paljon akustointia ja kokeillut erilaisia ratkaisuja vaihtelevin tuloksin. Olen itse todistanut kuinka sama laitteisto voi kuulostaa äärimmäisen tarkalta tai todella huonolta riippuen tilasta, johon ne on asetettu. Oman sekä ystäväni kotistudioiden lisäksi olen päässyt työskentelemään myös Vallilassa sijaitsevassa Inkfish- nimisessä ammattistudiossa, jossa kolmen studiyksikön voimin tehdään lukuisien Suomen suurimpien artistien musiikkia, sekä Eldorado

Soundproductions -studiossa, joka painottuu elokuvien ja tv-sarjojen äänisuunnitteluun, miksaukseen sekä foley-äänityksiin. Tämän omien kokemusten ja työskentelyn myötä kasvaneen melko perusteellisen tiedon ja osaamisen sekä muista lähteistä hankitun tiedon perusteella olen kohtalaisen varma siitä, että osaan suunnitella akustointia lähes ammattimaisin ottein.

2010-luvun aikana kotistudioiden sekä kotiteattereiden määrä on kasvanut huomattavasti ja ihmiset satsaavat nykyään paljon enemmän audiolaitteisiin kotioloissa. Yhä useampi kuluttaja hankkii ammattikäyttöön suunnattuja äänentoistolaitteita kotioloihin, mutta huoneiden akustiikkaan ei juurikaan keskitytä. Huoneen asianmukainen akustointi tuo huomattavasti lisäarvoa äänentoistolaitteistolle parantaen niiden tuottamaa äänenlaatua ja huoneen sointia.

## 1.2 MITÄ AKUSTIIKKA ON?

Akustiikka on ääntä tutkiva tieteenala. Ääntä tutkitaan monitieteisesti fysiikan, mekaniikan sekä myös joissain tapauksissa psykologian menetelmin. Arkikielessä akustiikalla tarkoitetaan kuitenkin useimmiten niin sanottua huoneakustiikkaa, eli äänen ominaisuuksia ja laatua tilassa. Jokaisella tilalla on oma ja yksilöllinen taajuusvaste, sekä huoneresonanssi. Taajuusvaste tarkoittaa tilan ominaista kykyä vastaanottaa äänienergiaa ja huoneresonanssi tai huonemoodi tarkoittaa ilmiötä, jossa ääniaallon mitta on puolet huoneen pituudesta tai sen moninkerta. Tällöin ääni vahvistuu sen kimmotessa seinästä ja se jää soimaan vahvistaen itseään. Huoneresonanssi tarkoittaa siis yksinkertaisesti selitettynä huoneen mitoista johtuvia voimistuneita taajuuksia, jotka sijoittuvat yleensä 20 ja 200 hertsin välille.

Akustiikan laatu ja kulma, josta sitä lähdetään tutkimaan, riippuu laajalti huoneen käyttötarkoituksesta. Esimerkiksi kokoussalin akustiikka on hyvä, kun puhe kuuluu siellä selkeästi eikä kaiu. Musiikkistudion akustiikka taas vaatii äänen vaimennusta ja heijastusten hallintaa niin, että huoneen taajuusvaste on mahdollisimman

tasainen, eikä jälkikaiut tai huoneresonanssi haittaa musiikin kriittistä kuuntelua tai äänittämistä.

Akustiikkaa parannetaan perinteisesti sijoittamalla tilaan materiaaleja, jotka joko vaimentavat ääniaaltoja tai ohjaavat niiden liikettä. Puhutaan absorboivasta ja diffuosoivasta akustoinnista. Huokoiset ja pehmeät materiaalit, kuten tekstiilit ja erilaiset äänieristykseen sopivat villat vaimentavat ääntä, kun taas kovat pinnat heijastavat ääntä.



## 1.3 AIHEEN RAJAUS

Rajaan aiheeni käsittelemään nimenomaan kuluttajille suunnattuja akustointituotteita. Keskityn suunnittelemaan akustointisarjan, jolla kuluttaja pystyy helposti hallitsemaan esimerkiksi kotistudion tai kotiteatterin huoneakustiikkaa. Koska sarja suunnitellaan kotikäyttöön, jossa tiloilla on usein muitakin käyttötarkoituksia, tulee sarjan olla myös esteettinen. Tahdon myös tuoda ekologisemman vaihtoehdon esimerkiksi vaahtomuovin käytölle sekä huomioida elementtien asennuksen aiheuttaman jäljen asunnon pintoihin.

Vaikka suunnittelemani tuotteitani voitaisiinkin soveltaa julkisiin tiloihin, en aio käsitellä niitä opinnäytetyössäni. Julkisen tilan akustointi eroaa huomattavasti musiikin ja median kuluttamiseen suunnattujen tilojen akustoinnista, joten en aio keskittyä täyttämään yhdellä tuotesarjalla molempia kategorioita.

## 1.4 MUOTOILUHAASTEET

Tärkeä aspekti on luonnollisesti suunniteltavien elementtien tarpeen määrittäminen; minkälaista akustointia esimerkiksi olohuoneeseen asetettu kotiteatterijärjestelmä tai makuuhuoneen nurkassa sijaitseva kotistudio tarvitsee? Kuinka akustoinnin saisi tehtyä mahdollisimman helposti ja vähillä elementeillä? Mikä siis on tarpeellista ja mikä tarpeetonta.

Koska kulma on nimenomaan tehdä toiminnallisia tuotteita esteettisesti, on tärkeää myös tutkia sisustusta, sen historiaa sekä tämänhetkisiä trendejä. Elementtien tulee mielestäni olla tarpeeksi simppeleitä ja minimalistisia, jotta ne sopivat useisiin eri sisustustyyliin, mutta myös sen verran erottuvia, että kuluttajan on helppo nähdä ero jo olemassa oleviin tuotteisiin verrattaessa. Materiaalien tutkimus ja kustannustehokkaiden, mutta myös ekologisten valmistusmenetelmien tutkiminen ja määrittäminen on myös oleellinen osa suunnittelutyötä. Tahdon myös välttää mahdollisimman tehokkaasti valmistuksessa syntyvää materiaalihukkaa.





## 1.5 VIITEKEHYS

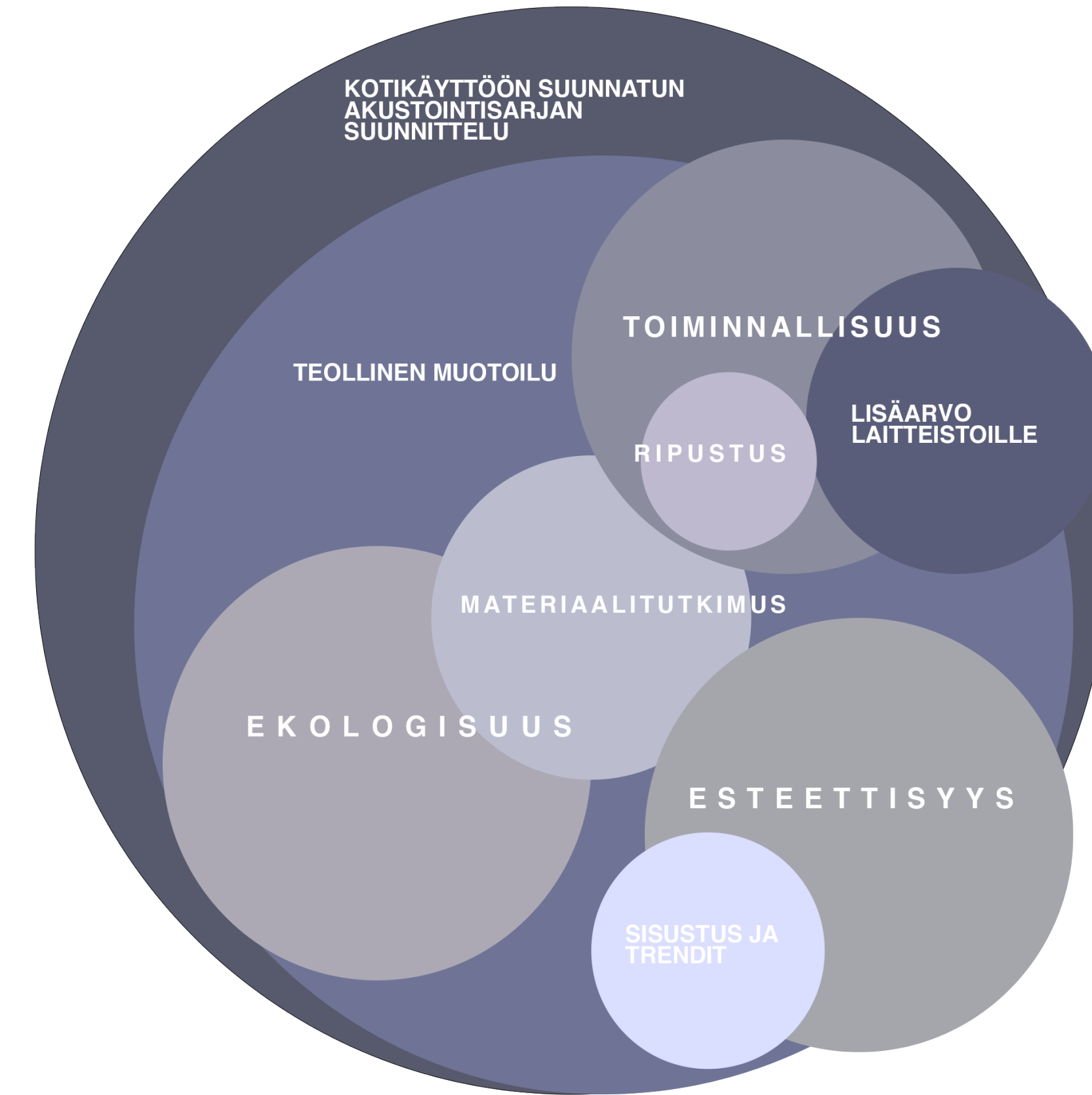
Opinnäytetyöni viitekehys rajautuu kotikäyttöön suunnatun akustointisarjan suunnitteluun ja muotoiluun. Muotoilua määrittää kolme tärkeää osa-aluetta: Toiminnallisuus, ekologisuus ja esteettisyys.

Toiminnallisuudessa tärkeää on helppo asennus, akustoinnin tehokkuus sekä akustoinnin tuoma lisäarvo olemassa oleville laitteille

Ekologisuuden puolesta pyrin suunnittelemaan tuotteperheen, joka käyttää mahdollisimman tehokkaasti luonnonmateriaaleja. Tähän kuuluu myös materiaalitutkimus, eli mitkä materiaalit

soveltuvat parhaiten akustointikäyttöön. Tarkoitus on myös optimoida materiaalien käyttö niin, ettei materiaalihukkaa syntyisi suotta.

Esteettisyys on myös tärkeä osa suunnittelutyötä, sillä tarkoitus on suunnitella tuotteita nimenomaan kotikäyttöön. Tuotteiden on siis oltava haluttavia osia sisustukseen. Tämän vuoksi on tutkittava sisustuksen trendejä ja luotava tuote, joka on ajankohtainen, mutta myös kestää aikaa. Tuotteiden on mielestäni oltava myös sopivia useimpiin tiloihin, joten niiden tulee olla muotokieleltään suhteellisen neutraaleja, mutta silti erottuvia.





## 2 Tutkimus

### 2.1 Benchmarkkaus ja markkinoiden tutkiminen

Aloitin tutkimukseni melko laajalla benchmarkkauksella. Tutkin olemassa olevia tuotteita laajasti eri hintaluokissa, eri materiaalivalinnoilla ja erilaisilla käyttökohteilla. Sarjatuotantona valmistettujen akustointiratkaisujen lisäksi tutkin myös käsintehtyjä mittatilaustöitä, sekä kuluttajien itse tekemiä akustointiratkaisuja. Akustoinnin perusteet ovat sen verran yksinkertaisia, että näitä DIY-ratkaisuja (Do it yourself) löytyy huomattavan paljon.

Sarjatuotettujen akustointiratkaisujen halvemmassa päässä oli useimmiten erilaisista vaahtomuoveista valmistetut paneelit. Nämä ovat erittäin suosittuja kuluttajien keskuudessa, sillä ne toimivat kohtalaisesti ja ovat kustannustehokkaita. Vaahtomuoveilla on kuitenkin myös omat huonot puolensa. Vaahtomuovi vaimentaa melko tehokkaasti korkeampia taajuuksia, mutta se on materiaalina liian huokoista ja usein paneelit ovat liian ohuita tekemään juuri mitään alemmille taajuuksille, joissa ääniaallon pituus on suuri.

Vaahtomuovi ei siis useimmiten poista tai helpota huoneresonanssia tai bassoenergian liikettä. Vaahtomuovi soveltuu kuitenkin erinomaisesti tapauksissa, jossa peitettävän pinnan pinta-ala ei ole suuri, eikä huoneessa tehdä juuri muuta kuin laulun tai puheen äänittämistä. Vaahtomuovi on luonnollisesti myös parempi vaihtoehto kuin ettei akustointia olisi ollenkaan. Vaahtomuoviset elementit toimivat hyvin myös tukemaan muista materiaaleista valmistettuja elementtejä.

Vaahtomuovi asennetaan useimmiten asennusliimalla seinään, jolloin seinän pinta menee asennuksesta pilalle. Vaahtomuovin ja liiman poistamisen jälkeen seinä vaatii useimmiten tasoittamista ja maalausta. Kalliimmassa päässä olevat vaahtomuoviratkaisut ovat useimmiten koteloitu tai kehystetty esimerkiksi puulla, jolloin myös asentaminen helpottuu. Tämän tyyppiset elementit ovatkin verrattain suosittuja, sillä ne ovat useimmiten esteettisempi valinta kuin pelkkä vaahtomuovipaneeli.



Kuva: IKEA



Kuva: Vicoustic



## 2.1 Benchmarkkaus ja markkinoiden tutkiminen

Toinen suosittu ratkaisu on erilaiset akustoivat tekstiilit, kuten molton tai muut huopamaiset materiaalit. Nämä akustoivat tilaa pitkälti korkeammilta taajuuksilta, riippuen toki materiaalin paksuudesta. Tämän tyyppiset ratkaisut eivät kuitenkaan sovellu kotikäyttöön erityisen hyvin, sillä niillä on tarkoitus peittää suurin osa heijastavasta pinnasta. Moltonverhoja käytetäänkin useimmiten lavaverhoina tai esimerkiksi harjoittelutilojen halpaan akustointiin. Erilaiset huopalevyt voivat olla varsin toimivia ratkaisuja ja näitä myydäänkin nimenomaan kotikäyttöön esimerkiksi huonekaluliikkeissä, kuten Iskussa tai Ikeassa. Ne eivät kuitenkaan ole varsinaisesti studiotasoiseen akustointiin suunniteltuja.

Hieman kalliimpana vaihtoehtona löytää myös suosittuja elementtejä, joiden vaimentavana raaka-aineena käytetään erilaisia villoja, kuten kivivilla tai jopa lampaan villa. Nämä ovat kuitenkin useimmiten lähinnä bassoansoja, eli bassotaajuuksien vaimentamiseen suunnattuja elementtejä. Esimerkiksi kenties Euroopan suosituimman musiikkiliikkeen, Thomannin, sivuilta

ei juuri löydy niin sanottuja standardivaimentimia, eli absorbereita, joissa materiaalina olisi villaa.

Erikoisempia materiaalivaihtoehtojakin on. Esimerkiksi suomalainen Konto valmistaa akustiikkalevyjä pintaturpeesta. Näistä minulla ei ole henkilökohtaista kokemusta, mutta mielestäni pintaturve kuulostaa materiaalina varsin kiehtovalta. Se on maatuva ja uusiutuva materiaali, toisin kuin vaahtomuovit. Konton elementtien ulkonäkö ja käyttötarkoitus on kuitenkin lähes sama kuin vaahtomuovielementeillä.

Kotitekoisten elementtien päävaimennusaineena on useimmiten kivivilla. Kivivilla on vulkaanisesta kivistä valmistettua tiivistä villaa. Sitä syntyy myös luonnossa tulivuorien purkauksissa, mutta teollisesti valmistettava kivivilla syntyy, kun kiviaines sulatetaan ja sen jälkeen kuidutetaan esimerkiksi keskipaikoisvoiman avulla. Kivivillaa käytetään perinteisesti rakennusten lämmöneristeenä, mutta se on myös tehokas materiaali akustoinnissa.





## 2.2 Omat materiaalit tarpeet ja -rajoitteet

Pohdin paljon, mitä materiaalia tahtoisin käyttää vaimentimena. Kokeilin esimerkiksi ekovillaa, joka on kierrätetystä puukuidusta valmistettu eriste. Se on ekologisempi vaihtoehto kuin kivivilla, koska sen kierrätys on helpompaa, eikä sen valmistus vaadi yhtä paljon energiaa. Paperilla ekovilla oli mainio vaihtoehto, mutta tehtyäni ensimmäisen prototyypin absorboivasta seinäelementistä, huomasin ettei sen akustoivat ominaisuudet ole läheskään kivivillan tasolla. Ekovilla on kevyempää ja huokoisempaa kuin kivivilla, joten se ei vaimenna varsinkaan alempia taajuuksia yhtä tehokkaasti.

Pohdin myös käytettyjä tekstiilejä, kuten froteepyyhkeitä. Löysin videon, jossa vertailtiin akustoivia materiaaleja ja pyyhkeet osoittautuivat erinomaiseksi kilpailijaksi kivivillan kanssa. Käytettyjen pyyhkeiden hankkiminen suurissa määrin osoittautui kuitenkin hankalaksi etenkin, kun elementtien mitat alkoivat määrittä.

Sen lisäksi kierrätysmateriaalien hankkiminen ja käyttäminen vaikuttaisi tuotteiden laadunvalvontaan, sillä materiaalien vaihtelu tuottaisi erilaisia tuloksia.

Päädyin lopulta kivivillaan sen ominaisuuksien ja hinnan vuoksi. Kivivilla on suhteellisen edullista, maksaen alle kymmenen euroa neliömetriltä riippuen hieman materiaalin paksuudesta. Kivivillasta on myös helppo valmistaa akustiikkaelementtejä, sillä sen rakenne on melko jäykkä ja sitä on saatavilla useissa eri kokoluokissa.

Rungon materiaalina tahdoin käyttää puuta sen edullisen hinnan ja helpon työstämisen vuoksi. Riippuen hieman näkökulmasta, puu on myös suhteellisen ekologinen vaihtoehto. Sen kierrättäminen on helppoa ja sen tuotanto ainakin teoriassa voi olla vastuullista ja ekologista.







### 3 ELEMENTTIEN TARPEEN MÄÄRITTÄMINEN

---

Sarjan elementtien luonteen määrittämisen aloitin ennen varsinaista suunnittelutyötä. Tärkeimpinä pidän seinäelementtejä, joilla vaimennetaan kaiuttimista tuleva ensiheijastus. Kun tämä kaiuttimesta suoraan sivuseiniin kulkeutuva ääni vaimennetaan tehokkaasti, saadaan kaiuttimista tuleva ääni kuuntelupisteeseen selkeämmin ilman ylimääräisiä kaikuja. Tämä parantaa huomattavasti keski- ja ylä-äänien erottuvuutta sekä stereokuvan havaitsemista. Ääni tulee suoremmin kuuntelijan korviin, eikä sekoitu seinistä tulevien heijastuksien kanssa. Tämä on erittäin tärkeä asia kriittisessä kuuntelussa. Se on myös suuri tekijä olemassa olevien laitteiden lisäarvon tuomisessa, sillä se parantaa kuuntelua merkittävästi.

Toinen itselleni tärkeä osa-alue oli luoda absorboiva kattoelementti, joka on tyylikäs ja sisustuksellinen. Useimmiten kattoon sijoitettavat elementit ovat suuria ja neliskanttisia, joko villalla täytettyjä ja verhoiltuja kehikoita tai vaahtomuovia. Ne muistuttavat käytännössä siis kattoon ripustettuja patjoja, eivätkä ole kovin esteettisiä tai sovellu kotioloihin.

Sain ajatuksen kattoelementistä, joka olisi naamioitu design-valaisimeksi. Näin elementillä olisi keskeinen rooli äänenvaimennuksessa sekä sisustuksessa.

Bassoansa on kolmas elementti, jonka määritin tarpeelliseksi. Bassoansat ovat kulmiin sijoiteltuja elementtejä, joissa on paksusti vaimentavaa materiaalia. Niiden tarkoitus on vaimentaa seiniä ja kulmia pitkin liikkuvia pitkiä ääniaaltoja, eli alataajuuksia. Tällaiset elementit ovat tärkeä osa etenkin huoneresonanssin vähentämisessä, sillä aiemmin mainitsemani seisovat aallot vaativat paksumpaa eristystä vaimentuakseen. Oman kokemukseni mukaan kotioiloissa juuri alataajuuksien tarkka ja kriittinen kuuntelu on ollut aina haastavinta, joten tahdoin ottaa bassoansan osaksi suunnittelemani kokonaisuutta, vaikka se ei välttämättä soveltuisikaan ulkonäkönsä tai kokonsa puolesta jokaiseen käyttökohteeseen.

Diffusorielementtiä en varsinaisesti aio suunnitella, vaan aion sisällyttää absorberielementteihin myös diffusoivia materiaaleja tai pintoja. Diffusoivia elementtejä myös löytyy usein valmiiksi kotioiloista: esimerkiksi kirjahyllyt ovat epätasaisten kovien pintojensa takia oivallisia diffuusoreita. Ne hajottavat epätasaisesti ääniaaltoja eri suuntiin, rikkoen staattisia heijastuksia. En siis koe tähän sarjaan varsinaista diffusoria tarpeellisenä.



## 4 MUOTOILUPROSESSI

---

Muotoiluprosessini jakautuu kolmeen eri osaan, sillä suunnittelun kohteena on kolmiosainen tuotesarja. Sarjan suunnittelu tapahtui hieman lomittain, sillä kunkin osan muotoilu vaikutti samalla kokonaisuuteen. Minulle oli tärkeää pitää ilme yhtenäisenä, jotta kokonaisuus olisi tilaan asennettuna selkeä. Näin ollen tuotteiden ilmeen hahmottuminen tapahtui pala palalta, ja yhden elementin eteneminen vaikutti usein myös muiden elementtien kehitykseen.





## 4.1 Kattoelementti

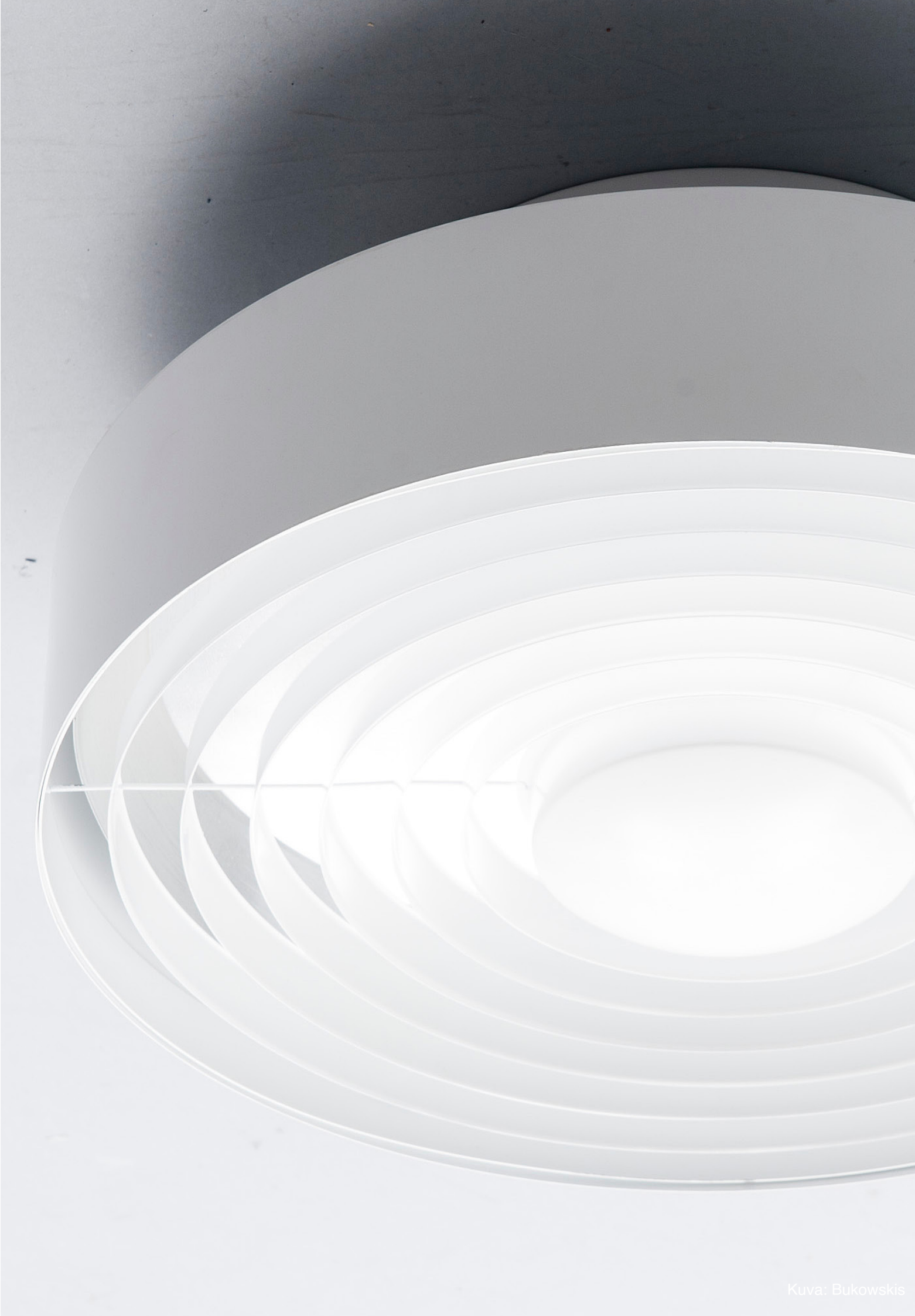
Päätin aloittaa suunnittelun kattoelementistä, sillä koin sen olevan hyvä lähtökohta koko sarjan ulkonäölle. Tahdoin suunnitella siitä tarpeeksi näyttävän, mutta samaa aikaa hillityn ja sisustuksellisen. Tahdon kerätä valaisimella katseita, mutta samalla myös suunnitella tuotteen, joka sopii useaan käyttökohteeseen.

Haasteellisin osa ääntä vaimentavan valaisimen suunnittelussa on ristiriita valoa läpäisevien ja ääntä vaimentavien materiaalien luonteessa, sillä ne ovat pitkälti toistensa vastakohtia. Valaisimet ovat useimmiten tehty esimerkiksi lasista tai muovista ja niiden tarkoitus on diffusoida sisällä olevaa valonlähdeä. Kivivilla ei kuitenkaan luonnollisesti ole läpinäkyvä materiaali, joten suunnittelussa piti yrittää löytää keskitie, jossa äänen vaimennus ei haittaa valaisua tai toisin päin.

Suunnittelu oli alkuun todella haastavaa. Päädyin nopeasti takaisin pohtimaan materiaalivalintoja, sillä en onnistunut löytämään puuta ja kivivillaa käyttäen sopivaa ratkaisua. Kävin läpi erilaisia akustoisia ja ei-niin-akustoisia tekstiilejä ajatellen, että saisin aikaan

designin, jossa valonlähde on valaisimen sisäpuolella ja valo kuultaisi tekstiilin läpi joistain kohdista. Eräs ideani oli valkoisella pehmeällä kankaalla verhoiltu lampun polttimon mallinen valaisin, joka olisi sisältä täytetty lähes kokonaan kivivillalla, jättäen lampun kärkeen tilaa valonlähteelle. Idea kuitenkin edusti hieman leikkisämpää suunnittelua kuin mihin olin pyrkinyt. En myöskään keksinyt tapaa, jolla olisin saanut sarjan muut osat tuntumaan valaisimen kanssa yhtenäiseltä. Luovuin ideasta ja palasin takaisin alkuperäisiin materiaaleihin.

Sain ajatuksen kiekkomaisesta valaisimesta, jossa villa olisi kiekon sisällä ja valonlähde sen yläpuolella. Näin villalle olisi runsaasti tilaa ja valo heijastuisi pehmeästi katon kautta. Sain muotoon ajatuksen oikeastaan Heikki Turusen Ornolle suunnittelema Fortuna-valaisimesta. Fortuna on metallista valmistettu valaisin, jonka kiekkomaisen osan halkaisija on 48 senttimetriä. Pidin designia näyttävänä ja omiin tarkoituksiini hyvin sopivana. Toinen inspiraation lähde oli Yki Nummen Apollo-valaisin, jota katselen kotonani päivittäin. Apollon yläosa koostuu pienistä muovisista kiekkoista, jotka kapenevat ylöspäin mennessä. Kiekkomaiseen rakenteeseen olisi helppo piilottaa suuri määrä villaa ja näin luoda tehokkaasti akustoisia valaisinelementtejä.



Kuva: Bukowski



Kuva: Bukowski



## 4.1.2 Koon määrittäminen

Luonnostellessa valaisinta näiden ideoiden pohjalta, päädyin nopeasti designiin, jossa taivutettu puu muodostaa kiekon ulkoreunan ja villa on verhoiltu valaisimen sisälle. Tein nopeita mallinnuksia valaisimesta eri kokoluokissa ja mittasuhteissa. Tein myös versioita, jossa kiekkoja on kaksi tai kolme ja jokaisen kiekon välissä on valonlähde. Kuitenkin tehtyäni oikeassa mittakaavassa olevan mallin, jonka sijoitin mallinnettuun huoneeseen, tajusin kerrostetun mallin olevan liian korkea. Jokaisen kerroksen täytyisi olla vähintään 100 mm korkea, jotta sen sisään saa vastaavan paksuisin levyn kivivillaa. Näin ollen kaksi tai kolme kerrosta valoineen ja väleineen olisi ollut suhteettoman kokoinen kotikäyttöön. Pysyttäydin tämän tuloksena yksikerroksisessa valaisimessa, vaikka suurempi versio voisikin olla näyttävä julkiseen tilaan tai esimerkiksi isompaan studioon sijoitettuna.

Tein muutaman hyvin yksinkertaisen pahvimallin valaisimen koosta nähdäkseni, mikä olisi sopiva säde

kiekolle, sekä kokeillakseni kuinka hyvin valo heijastuu huoneeseen, kun valonlähde on sijoitettu valaisimen ja katon väliin. Tulin siihen tulokseen, että valaisimen optimaalinen halkaisija olisi kotikäyttöön 800-1000mm. Tätä pienempänä valaisimen pinta-ala ja sisään mahtuvan villan määrä olisi riittämätön akustoimaan tyypillisen kokoisia asuinhuoneita. Tätä suurempana valaisimen paino olisi niin suuri, että se vaatisi luultavasti normaalia valaisinripustinta järeämmän asennusmenetelmän. Suurempi koko ei myöskään näyttänyt sopusuhtaiselta 100mm villan kanssa ja paksumman villan käyttö lisäisi painoa entisestään.

Oman näkemykseni mukaan katto ei myöskään vaadi paksua vaimenninta, sillä tyypillisemmin paljaan katon ongelmana on korkeampien taajuuksien kaikuminen, jotka saadaan hallintaan ohuemmallakin vaimentimella.







### 4.1.3 Kattoelementin rakenne

Kattoelementin lopullinen rakenne oli haastava suunnitella. Materiaalihukan välttäminen, verhoillun villan sisällyttäminen ja tukevan kiinnityksen takaamisen yhtälö tuntui alkuun mahdottomalta. Koska tahtoin välttää materiaalihukkaa, en tahtonut jyrsiä esimerkiksi puisia renkaita, jotka muodostaisivat kiekolle kannen ja pohjan, ja jota vasten vaneri taivutettaisiin, sillä tästä syntyisi suhteeton määrä ylimääräistä hukkaa, jota en voisi enää samassa projektissa hyödyntää. Tästä syystä harkitsin vanerin

taivuttamisen sijaan rakennetta, jossa kartion muoto olisi tehty urittamalla suorakaiteen muotoinen pala massiivipuuta, joka tämän jälkeen voitaisiin taivuttaa ja liimata oikeaan muotoon. Tällä menetelmällä urittamisen jäljet olisivat ylhäältä ja alhaalta selkeästi näkyvissä, ja niiden peittäminen tuottaisi taas samaa materiaalihukkaa. Rakenteen lopullinen kasaaminen niin, että verhoilun voisi tehdä vasta pintakäsittelyn jälkeen oli myös pieni ongelma. Jätin rakenteen hautumaan ja odottamaan konsultaatiota puusepältä.



## 4.2 Seinäelementti

Kun idea ja luonnokset kattoelementille olivat valmiit, ryhdyin ideoimaan muita elementtejä. Useimmissa DIY-ratkaisuissa seinäelementit ovat puisia kehikoita, joiden sisällä on kivivillaa ja ne ovat kauttaaltaan verhoiltuja. Tällaiset elementit ovat erittäin hyviä toiminnallisuutensa puolesta, ja sen lisäksi niiden rakentaminen on varsin yksinkertaista. Pidin rakennetta hyvänä pohjana omalle työlleni. Tahdoin kuitenkin tuoda elementeille selkeästi erilaista ilmettä ja suunnitella niistä viimeistellymmän ja ammattimaisemman näköisiä. Tahdoin myös tuoda elementeille lisää toiminnallisuutta sisällyttämällä niihin jonkinlaisen diffuusoivan pinnan. Pohdin esimerkiksi elementin koteloimista kokonaan niin, että etupuoli olisi tehty ohuesta puutavarasta, johon olisi jyrsitty reikiä. Puupinta heijastaa osan äänestä ja päästää osan elementin sisään rei'istä. Tajusin kuitenkin pian, että vastaavanlaisia elementtejä on runsaasti markkinoilla, ja esimerkiksi erittäin suosittu akustiikkaelementtien valmistaja Vicoustics tekee elementtinsä juuri tällä periaatteella.

Tässä vaiheessa ryhdyin tutkimaan erilaisia sisustustyyliä keksiäkseni paremman idean seinäelementtien ulkonäölle. Koska olin päättänyt käyttää hieman Alvar Aallon tyyliin taivutettua vaneria, perehdyin paremmin hänen suunnittelemien rakennusten sisustuksiin. Klassinen suomalainen design on myös varsin universaalia, sopien useisiin erilaisiin sisustustyyliin. Ihastuin suuresti Aallon suunnitteleman Villa Mairean portaikkoa reunustaviin

pitkiin pyöreäprofiilisiin puurimoihin. Rimat ovat sijoitettu epätasaisin välein, muistuttaen hieman diffuusorielementtejä.

Tartuin ideaan ja ryhdyin suunnittelemaan elementtien pintaan rimoitusta. Diffuusoreille tärkeää on heijastavien pintojen satunnaisuus. Ääniaallot tahdotaan hajottaa useilla pienemmillä pinnoilla sattumanvaraisesti. Tämä vähentää seisovien aaltojen vaikutusta ja estää uusien staattisten heijastumien syntymistä. Ensimmäisissä luonnoksissani rimat olivat hieman eripituisia ja etäisyydet eivät olleet tasaisia. Nämä luonnokset eivät kuitenkaan tuntuneet kovin hienostuneilta. Rimojen kiinnitys täytyisi tehdä elementin puiseen kehikkoon, joten kehikon korkeutta lyhyempien rimojen kiinnitys olisi ongelmallista.

Päädyin esteettisistä syistä pitäytymään tasarimoissa, vaikka näennäisesti niiden diffuusoiva vaikutus onkin heikompi. Suunnittelin kiinnityksen niin, että rimat tulevat kummastakin päästä kehikon etureunaan kiinni puisilla poratapeilla. Näin riman ulkopintaan ei jää esimerkiksi naulan tai ruuvien reikiä. Itse elementtien seinäkiinnitykseen mietin jonkinlaista seinään kiinnitettävää kiinnityslistaa. Sain tähän erinomaisen neuvon luokkatoveriltani, Henrik Liljalta, joka on aiemmalta koulutukseltaan puualan artesaani. Hän ehdotti 45-asteen kulmassa halkaistua kiinnityslistaa, jonka toinen puoli kiinnitetään seinään ja toinen elementtiin. Näin elementti kiinnittyy tukevasti listan ja seinän väliin, eikä kiinnitys jätä seinään muuta kuin muutaman ruuvien reiän. Tämä on mielestäni huomattavasti käyttäjäystävällisempi vaihtoehto kuin aiemmin mainitsemieni vaahtomuovielementtien jälkeen jättämä liima.





## 4.3 Bassoansa

Bassoansan suunnittelu oli varsin suoraviivaista. Koska bassoansa on käyttötarkoituksensa vuoksi melko kookas elementti, pyrin suunnittelemaan siitä mahdollisimman huomaamattoman. Päädyin neljäsosasynterän muotoon, jossa rakenteen muodostaa puusta valmistettu neljäsosaympyrän muotoinen kansi ja pohja, kolme pystyputta jokaisessa kulmassa, sekä perforoitu ja ympyrän kaaren mukaan taivutettu vanerilevy ja puiset tuet, joita vasten vaneri taivutetaan. Elementti verhoillaan kanta ja pohjaa lukuun ottamatta.

Suunniteltuani bassoelementin, pureduin vielä kattoelementin rakenteen suunnitteluun. Konsultoin Henrik Liljaa varmistaakseni rakenteen ja valmistusmenetelmien toimivuuden. Henrik ymmärsi

aiemmin havaitsemani ongelmat rakenteessa, sekä oli yhtä mieltä materiaalihukan minimoimisen suhteen. Tulimme siihen tulokseen, että jos kattoelementin rakentaa taivuttamalla vanerin kahta puusta jyrsittyä kiekkoa vasten, saisi kiekkojen sisältä jyrsityn levyn käytettyä vielä bassoansan neljäsosaympyrän muotoisiin paloihin. Näin pystyin hyvällä omallatunnolla viimeistelemään kattoelementin rakenteen suunnitelmat ja etenemään mallintamisesta kohti prototyyppien valmistusta.







## 5 PROTOTYYPPIVAIHE

---

### 5.1 Eldorado Soundproductions Oy:n toimeksianto

Tässä vaiheessa projektia kävi pieni onnenkantamoinen, kun isäni, äänisuunnittelija Kyösti Vântänen, kertoi aikeistaan uusia Eldorado Soundproductions studiosa pääyksikkö. Tarjouduin suunnittelemaan studion tulevan ilmeen sekä soveltamaan suunnittelemani elementtejä studion akustoinnissa. Innostuin tilaisuudesta päästä todistamaan elementtien toimivuuden suuremmissa mittakaavassa kuin olin alun perin suunnitellut. Eldorado Sound Productions oli myös valmis kustantamaan ensimmäisen prototyyppikierroksen materiaalikustannukset.



## 5.2 Seinäelementin prototyyppi

Valmistin ensimmäisen seinäelementin prototyypin 50mm syvyisenä. Täytin rungon tässä vaiheessa kokeeksi aiemmin mainitsemallani ekovillalla. Verhoilin elementin puuvillaisella aluslakanalla ja kiinnitin elementin korkeuden mukaan sahatut rimat. Tässä vaiheessa elementti näytti todella kotikutoiselta, eikä lainkaan siltä mitä toivoin. Tasapaiset rimat eivät näyttäneet viimeistellyiltä, ja kehikko itsessään oli ankean näköinen. 50 millimetrin paksuus yhdistettynä ekovillan heikompaan akustoivaan vaikutukseen oli selkeästi vajavainen. Peruspalikat olivat kasassa, mutta malli vaati vielä hienosäätöä.

Päädyn tekemään uuden mallin, jossa kehikon ulkoreunat on pyöristetty. Sen lisäksi päätin leikata rimojen päädyt viistoon, noin 45-asteen kulmassa ja jättää rimat sen verran lyhyiksi, että päädytyltävät juuri kehikon pyöristyksen alkuun. Oli myös ilmeistä, että verhoilukankaan tulisi olla huomattavasti paksumpaa, jotta se peittäisi mahdolliset puun epätasaisuudet, ja peittäisi puun ja kivivillan välin saumattomasti.

Prototyyppi tästä syntyi suhteellisen nopeasti ja ongelmitta. 100 millimetrin syvyys, pyöristetyn reunan ja rimojen pituuden ja päätyjen viimeistelyn muuttaminen loivat todella asiallisen ilmeen. Valmistin loput Eldoradon studioon tulevat seinäelementit samoilla

yksityiskohdilla, ja lopputulos oli erittäin siisti ja yhtenäinen. Ainoa päänvaivaa aiheuttanut työvaihe oli rimojen kiinnitystappien reikien poraaminen runkoon. Käsin mitattuna ja porattuna reikien kohdistamisessa tuli pieniä heittoja, jonka takia myöskään rimoihin ei voinut porata reikiä kaikkiin kerralla, vaan reikien paikka rimaan oli tehtävä merkkauksella käyttäen yksi rima kerrallaan. Tämä vaihe helpottuisi huomattavasti, jos reiät tekisi käyttäen jonkinlaista muottia tai jos reiät poraisi tietokoneohjatuksi.

Toinen asia, johon kiinnitin huomiota vasta kolmansien prototyyppien jälkeen oli kiinnityslistan leveys. Standardi koolausväli seinissä on 600mm, joka määrittää myös elementin kiinnityspisteiden kohtia. Esimerkiksi siis 1200mm levyinen elementti tulisi näppärästi kiinni koolaukseen kolmesta pisteestä, eli reunoista ja keskeltä. Tämä ei kuitenkaan ole välttämätöntä, sillä elementtien kiinnitys eri seinätyyppihin vaatii tai mahdollistaa erilaisen kiinnityksen, jolloin kiinnityslistan ei tarvitse olla saman levyinen, kuin itse elementti. Elementtiä kapeampi kiinnityslista loisi elementille kelluvamman ilmeen. Myös esimerkiksi LED-nauhojen piilottaminen elementin taakse helpottuu ja nostaa elementin ilmettä entisestään. Kahdessa kohteessa asensin LED-nauhaa elementin taakse kiertäen sen reunoja, mutta kiinnityslistan kohdalta nauha on valitettavasti näkyvässä. Jos tämän olisi huomionut jo rakennusvaiheessa, olisi ilmeisesti siistimpi valojen kanssa. LED-nauhat saavat elementit erottuvammiksi ja luovat tilaan mukavaa epäsuoraa valoa. Studion valaistuksella voi olla suurikin vaikutus työskentelymukavuuteen ja näin myös seinäelementit ovat suuremmissa osassa tunnelman luomisessa.





### 5.3 Bassoansan prototyyppi

Bassoansan rakentamista varten tein mallin vanerilevyn rei'itystä varten ja se jyrsittiin CNC-jyrsimellä. Olin kuitenkin arvioinut vanerin taipuvuuden syiden vastasuuntaan liian optimistisesti, eikä taivutus onnistunut yhtä sulavasti, kuin olin suunnitellut. Vaneriin jyrsittiin pitkittäisiä uria, jotka myös osittain vaikeuttivat taivutusta, sillä urien kohdalta vaneri ei taipunut, vaan jäi tasaisemmaksi. Tämä ei ollut niin suuri ongelma, sillä Eldoradon studioon olin suunnitellut myös bassoansojen rimoituksen, joka peitti vanerin epätasaisuuden hienosti.

Tehdessäni seuraavaa prototyyppiä päätin jyrsittyjen pitkittäisurien sijaan porata vaneriin halkaisijaltaan 28 millimetrin reikiä siisteihin riveihin. Reiät eivät vaikuttaneet taivuttamiseen lainkaan, mutta arvioin

lopputuloksen olevan uritusta vastaava. Taivutin tällä kertaa vaneria myös syiden mukaan, joka oli huomattavasti helpompaa ja lopputuloskin oli paljon siistimpi ja yhtenäisempi. Valmistin Eldoradon studioon vielä toisen elementin tällä menetelmällä, sekä tein kaksi hieman pienempää elementtiä omaan työhuoneeseeni. Omiin elementteihini en laittanut pystyrimoja, sillä tahdoin niiden olevan huomaamattomammat. Näiden prototyyppien pohjalta sanoisin, että osien 3D-malleihin olisi voinut lisätä kolot ja reiät pystypuille, sillä niiden paikkojen määrittäminen ja kiinnittäminen oli käsipelin hieman haastavaa. Jos pystypuille olisi jyrsittynä valmiit kolot, olisi kokoaminen helpompaa ja nopeampaa. Muuten toisen prototyyppikierröksen bassoansat olivat erittäin toimivia ja hyvännäköisiä.





## 5.4 Kattoelementin prototyyppi

Kattoelementin ensimmäinen prototyyppi aiheutti jonkin verran ongelmia. Taas kerran käsin mittaaminen, sahaaminen ja kiinnittäminen johti pieniin heittoihin, jotka johtivat haasteisiin vanerin taivuttamisessa. Olin suunnitellut rakenteen niin, että molemmat kiekot kiinnitetään 100 millimetrin puukappaleilla toisiinsa. Kiinnikkeiden ja kiekon reunan väliin yritin jättää 4mm tilan, joka on taivutettavan vanerin paksuus. Tähän tuli kuitenkin pieniä heittoja. Kiinnikkeisiin kiinnitetyn vanerin päälle oli tarkoitus liimata vielä toinen pintavaneri. Kuitenkin aiemmat mittavirheet tekivät kiinnittämisestä hankalaa, sillä vanerin ja kiekkojen väliin jäi paikoin suuria rakoja. Ensimmäisen prototyypin päätin kuitenkin maalata valkoiseksi, joten pienet raot sai peitettyä kitillä ja lopputuloksesta tuli lopulta erinomainen.

Seuraavaa prototyyppiä rakentaessa kiinnitin tarkempaa huomiota kiinnikkeiden etäisyyteen kiekon reunasta. Tämäkään ei kuitenkaan täysin ratkaissut ongelmaa, sillä pohjavanerin kohdistaminen kahdeksaan kiinnikkeeseen jätti edelleen niin paljon löysää, ettei vaneri pysynyt täysin ympyrän

muodossa. Tämä aiheutti taas ongelmia päällysvanerin liimauksessa. Tulin siihen tulokseen, että ensinnäkin ala- ja yläpuolen vanerikiekot tulee kohdistaa tarkemmin, jotta ne ovat varmasti samansuuntaiset. Sen lisäksi kiinnikkeet tulisi kiinnittää suoraan kiekkojen reunan mukaisesti ja jättää alempi vaneri kokonaan pois. Päällysvanerin saa liimattua suoraan kiekkoihin ja näin vältetään kohdistamisen ja alavanerin taivuttamisen tuomilta ongelmilta. Ajattelin alkuun, että alempaa vaneria tarvitaan, jotta päällysvanerin liimattava pinta-ala on suurempi, mutta uskon, että vaneri pysyy kiinni pelkästään kiekkojen reunaan ja kiinnikkeisiin liimattuna.

Ensimmäisen prototyypin valoelementti oli Ikeasta ostettu kolmen kohdevalaisimen kattovalaisin. Sekään ei tuottanut ihan odottamaani lopputulosta, vaan valo oli epätasainen. Korjasin ongelman toisessa prototyypissä asentaen valaisimen yläpuolelle muovisen plafondin, jonka valo oli paljon tasaisempi ja pehmeämpi. Lopullisessa tuotteessa tämän tyyppinen ratkaisu on varmasti sopivampi.





## 6 PROTOTYYPPIEN ARVIOINTI TILOISSA

---

### 6.1 Eldoradon uusittu pääyksikkö

Asennettuani ensimmäisen prototyyppikierroksen elementit Eldoradon studioon, olin varsin vaikuttunut. Taajuusvasteen tasaisuus oli jo ilman äänen mittaustuloksia selkeästi huomattavissa. Huoneen heijastukset olivat selkeästi entistä paremmin hallinnassa ja tästä syystä stereokuva oli merkittävästi selkeämpi. Musiikkia tai elokuvaääntä miksatessa suuntien selkeä havaitseminen on merkittävässä roolissa ja olin varsin tyytyväinen siitä, että tämä aspekti oli parantunut niinkin huomattavasti. Myös bassotaajuudet olivat paremmin kurissa ja aiemmat ongelmat tiettyjen taajuuksien korostumisessa olivat helpottuneet.

Bassotaajuudet soivat tilassa selkeästi, mutta taajuudet eivät lähteneet soimaan holtittomasti pitkin huoneen kulmia. Basso oli napakka ja tarkka. Ainoastaan äänentoistojärjestelmän bassoelementtiä vastakkaisessa kulmassa alataajuudet korostuivat jonkin verran, mutta tämä ongelma ratkesi rakentamalla ja asentamalla vielä toisen bassoansan kyseiseen kulmaan. Aiemmin nimenomaan alataajuudet ja niiden tasainen havainnointi huoneen eri kohdissa oli melkoinen ongelma, joten olin erittäin tyytyväinen basson uudesta soinnista.









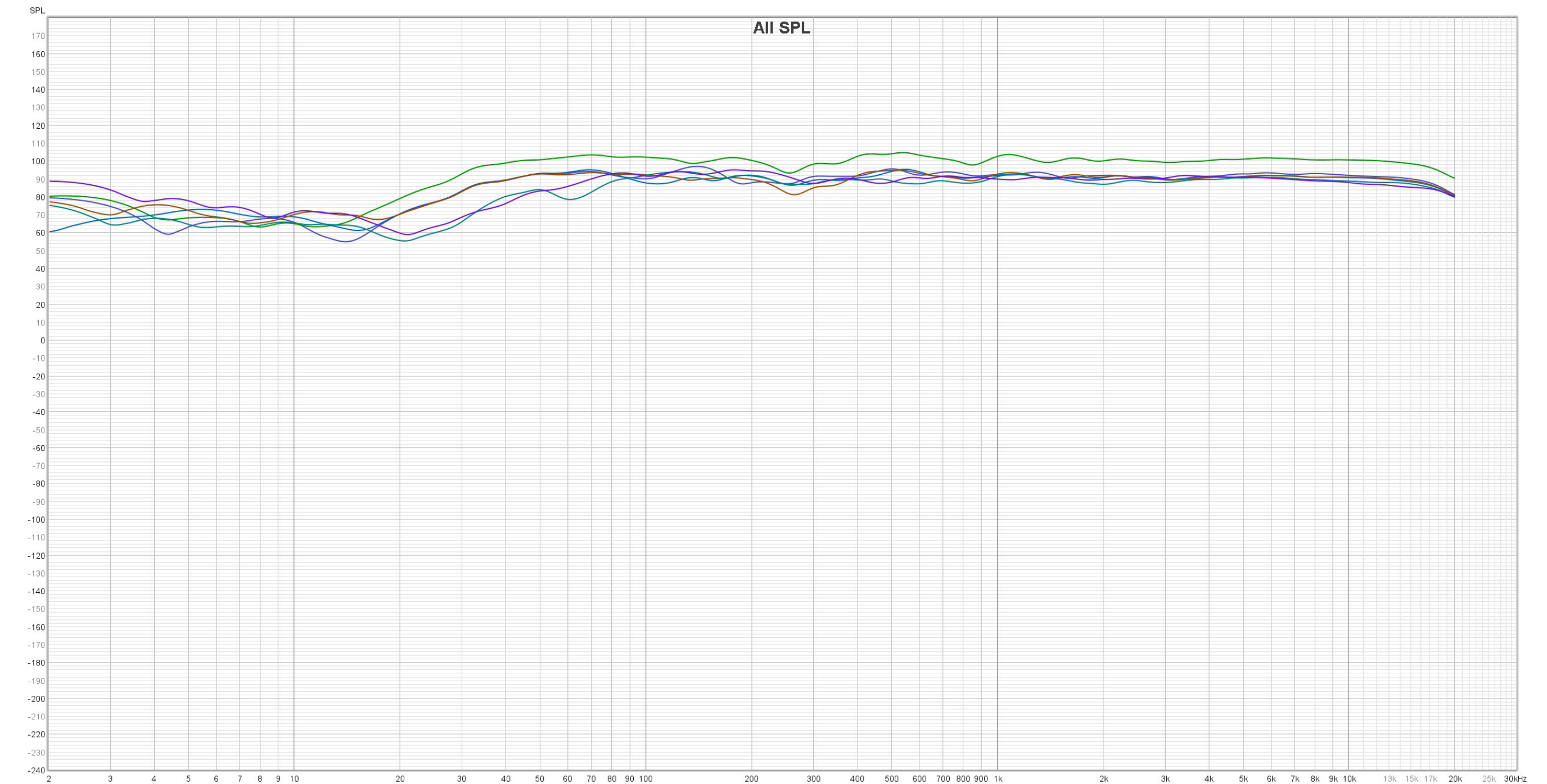
## 6.1.1 Taajuusvastemittaukset

Tilan taajuusvastemittauksen suoritti Lari Paavilainen LariPro Oy:stä, joka on suorittanut tilan laiteasennuksia ja mittauksia aiemminkin. Ensimmäisen mittaustuloksen perusteella Paavilainen oli yllätynyt taajuusvasteen tasaisuudesta ja etenkin akustoinnin onnistumisesta ilman mitään sen kummallisempia laskelmia tai aiempia mittauksia. Äänentoistojärjestelmää säätämällä tilasta saatiin vielä entistä tasaisempi ja tarkempi.

Ainoita akustointiin liittyviä huomiota Paavilaiselta tuli kattoelementin sijoittelusta, joka olisi voinut olla sijoitettu suoraan kuuntelupisteen yläpuolelle. Elementti oli kuitenkin asennettu aiemman valaisimen paikalle keskemäs huonetta, eikä sen täysi potentiaali akustoinnissa tullut näin esiin. Myös huoneen oikea etukulma, johon ei laitekaapin ja sen vieressä sijaitsevan ikkunan takia juuri voinut vaikuttaa, aiheutti

joitain seisovia taajuuksia. Näitä saatiin kuitenkin lievennettyä äänentoistoa säätämällä.

Kaiken kaikkiaan Eldoradon studion akustointi onnistui jopa yllättävän hyvin. Olen itse äärimmäisen vakuuttunut työni jäljestä. Samoin myös isäni on ollut erittäin tyytyväinen uuteen työhuoneeseensa. Olen saanut runsaasti positiivista palautetta niin häneltä kuin lukuisilta muusikkoystäviltäni, jotka ovat huoneessa vierailleet. Huoneesta tuli äärimmäisen viihtyisä uusien elementtien myötä ja akustoinnin tuoma lisäarvo laitteistolle, sekä työtehokkuudelle on merkittävä. Pääsin mielestäni tässä selkeästi tavoitteiden tasolle.



Oheinen taajuusvastemittaus näyttää Eldoradon yksikön jokaisen kaiuttimen taajuusvasteen erikseen. Y-akselilla näkyy äänenpaine desibeliyksiköissä ja x-akselilla äänen taajuus. Havaittavissa ei ole suuria vääristymiä, eikä kaiuttimien taajuusprofiilit eroa toisistaan suuresti. Yksikön kaiuttimet kalibroitiin,

kuten uutta laitteistoa tai akustointia asentaessa on tapana. Taajuusvastemittaus suoritetaan ensin säätöjä tekemättä, jonka jälkeen kaiuttimia voidaan kalibroida mittaustulosten mukaan. Kuvaajan esittämä mittaustulos on saatu kalibroinnin jälkeen.



## 6.2 Oma työhuone

Projektin edetessä omaan asumistilanteeseeni tuli muutoksia, joiden myötä pystyin pyhittämään yhden huoneen pelkästään kotistudiotani varten. Tästä syystä kohteen luonne muuttui ja vapautui olohuoneeseen asetetun työpisteen rajoista. Päädyin tästä syystä suunnittelemaan myös itselleni lähestulkoon Eldoradon akustointia vastaavan tilan.

Oman työhuoneeni suurin haaste oli sen kiviseinät ja katto, jotka heijastavat ääntä vielä enemmän kuin esimerkiksi Eldoradon studiossa käytetty kipsilevy. Huoneen perällä on myös suuri vaatekaappi ja komero, joiden heijastuksiin ei pystynyt vaikuttamaan. Sen lisäksi asun vuokralla kerrostalossa, joten rakenteellisia muutoksia ei ole mahdollista tehdä, eli seiniä ei voi esimerkiksi äänieristää tai lattiaa kelluttaa. Tästä syystä elementtien määrittäminen ja sijoittelu on vielä tarkempaa ja tärkeämpää.

Päädyin rakentamaan kaksi seinäelementtiä kuuntelupisteen molemmille puolille, yhden jaloilla seisovan sermimäisen elementin työpöydän taakse, kaksi matalampaa bassoansaa sekä aiempaa vastaavan kattoelementin. Oman työhuoneen pystyin

luonnollisesti toteuttamaan omien mieltymyksieni mukaisesti ja valitsinkin elementeille hieman kotoisamman ilmeen. Päätin jättää kaikkien elementtien puuosat käsittelemättä tai käsitellä ne pelkästään petsillä ja kirkkaalla lakalla. Sen lisäksi valitsin vaalean verhoilukankaan, joka soveltui oman tilani sävyihin hyvin.

Muuten kaikki sujui näiden elementtien rakentamisessa paremmin kuin aiemmin, mutta vaalea verhoilukangas osoittautui pieneksi ongelmaksi. Vaalea kangas ei peitä alla olevan villan tummaa väriä, jonka takia puun ja villan välillä on selkeä väriero kankaassa. Tämän ratkaisisi alusverhoilu, joka pienentäisi ongelmaa, mutta seinäelementteihin en vielä tajunnut sellaista tehdä. Bassoansoihin ja kattoelementtiin laitoin valkoista hallaharsoa, joka toimi välttävästi. Luulen, että paksu valkoinen verhoilukangas olisi varmaankin paras vaihtoehto peittämään alla oleva villa ja tuomaan esiin päällyskankaan todellisen värin.

Myös tämä huone onnistui akustoinnin ja viihtyvyyden kannalta hienosti. Tila oli kotioloissa hieman haastavampi, mutta uskon päässeni hyvään lopputulokseen. Tässä vaiheessa huone odottaa vielä taajuusvasteen ja jälkikaikujen mittaustuloksia.



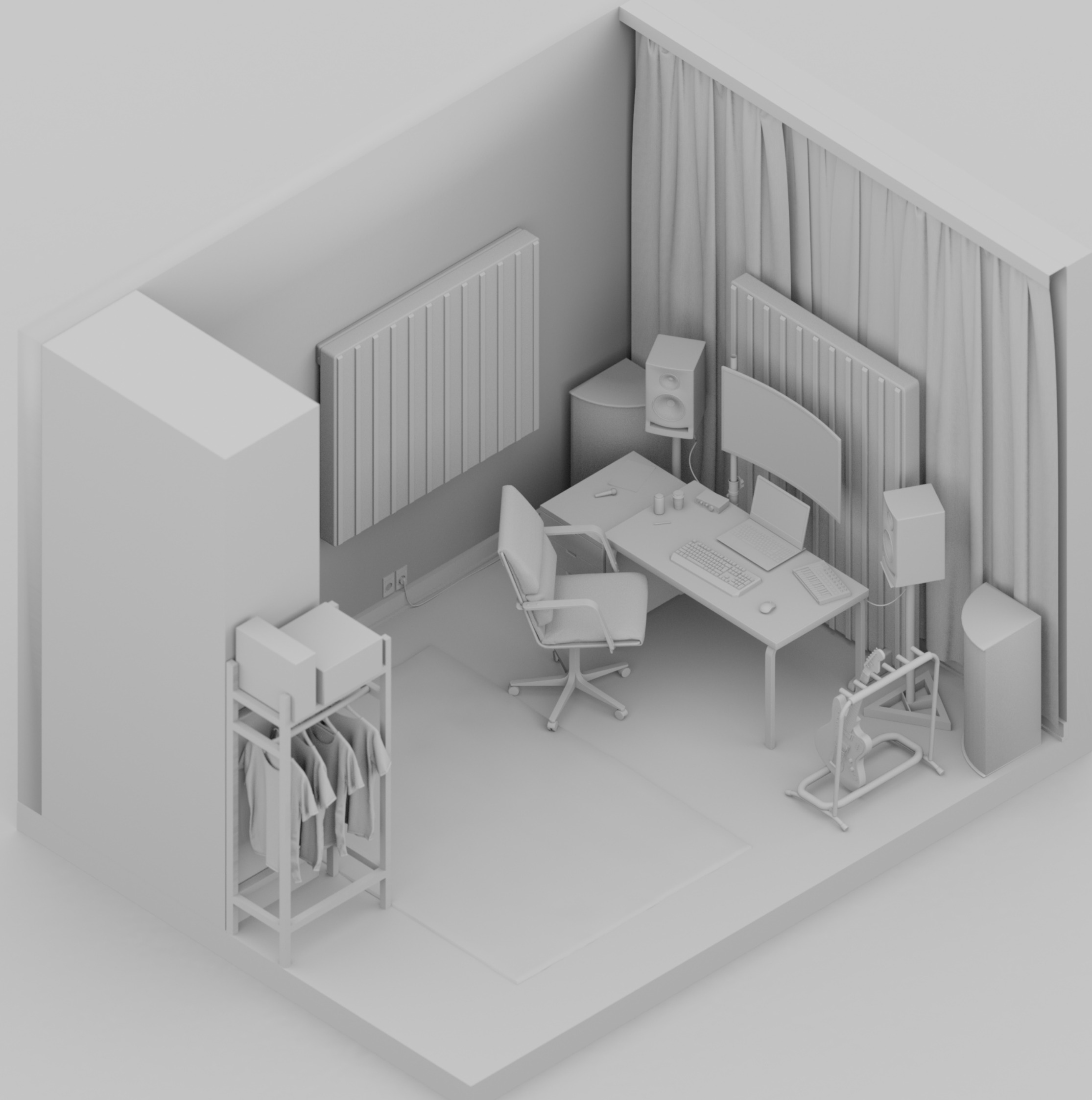












## 7 Analyysi työmenetelmistä

---

### 7.1 3D-mallinnus osana tuotekehitysprosessia

Käytin läpi opinnäytetyöprosessin tärkeänä työkaluna erinäisiä 3D-mallinnusohjelmia, pääasiassa SolidWorksiä ja Blenderiä. Molemmat ohjelmat olivat entuudesta tuttuja, mutta näin opinnäytetyön olevan myös loistava tilaisuus perehtyä uusiin ominaisuuksiin ja menetelmiin. Työn edetessä syvensin osaamistani mallintamisen saralla suhteellisen paljon, ja prosessin aikana kertyneen kokemuksen myötä päätinkin mallintaa joitain alkuvaiheen tuotteita ja tiloja uudestaan.

SolidWorks oli käytössä lähinnä sen non-destruktiivisen mallintamisen takia. SolidWorksin piirrepuu mahdollisti minulle mallien uusiokäytön eri kohteissa, sillä pystyin muuttamaan tiettyjä parametrejä, kuten elementtien ulkomittoja sekä rimojen määrää ja välitystä, suunnitellessani seuraavia prototyyppejä. SolidWorks oli oleellinen osa prosessia ensimmäisistä luonnoksista lopullisiin malleihin.

Renderöinti ei kuitenkaan ole oman kokemukseni mukaan SolidWorksin parhaita puolia. Tästä syystä päätin jo alkuun ottaa myös Blenderin osaksi työkalupakkiani. Blenderin realistinen Cycles

renderöijä sekä reaaliaikainen Eevee toivat mallien teksturoimiseen realismia ja nopeutta, mitä en olisi ainakaan itse pystynyt saavuttamaan SolidWorksillä. Blenderissä sain myös nopeasti ja helposti tehtyä mittatarkat suunnitelmat tiloista, joihin elementtejä suunnittelin. Tämä helpotti tuotteiden mittojen määrittämistä. Sain jokaisesta kohteesta realistisen kuvan ennen rakentamista ja pystyin näin toteamaan tilojen toimivuuden. Ilman näitä huonemalleja olisin tuskin ollut yhtä luottavainen projektin onnistumiseen, joten niiden luoma itsevarmuus oli myös keskeinen tekijä projektin edistymisessä.

Valmiiden kuvien lisäksi hyödynsin Blenderiä jo luonnosteluvaiheessa. Blender antaa todella hyvät mahdollisuudet nopeiden hahmomallien tekemiseen, joilla saa helposti käsityksen suunniteltavan tuotteen muodoista ja mitoista. Ainakin itse pystyn luomaan Blenderillä luonnoksia ja havainnollistavia kuvia lähestulkoon nopeammin kuin kynällä paperille. Tästä syystä projektin aikana perinteisiä luonnoksia ei ole syntynyt juurikaan alkuvaiheen jälkeen.



## 7.2 Prototyyppien valmistus, eli puutyöt

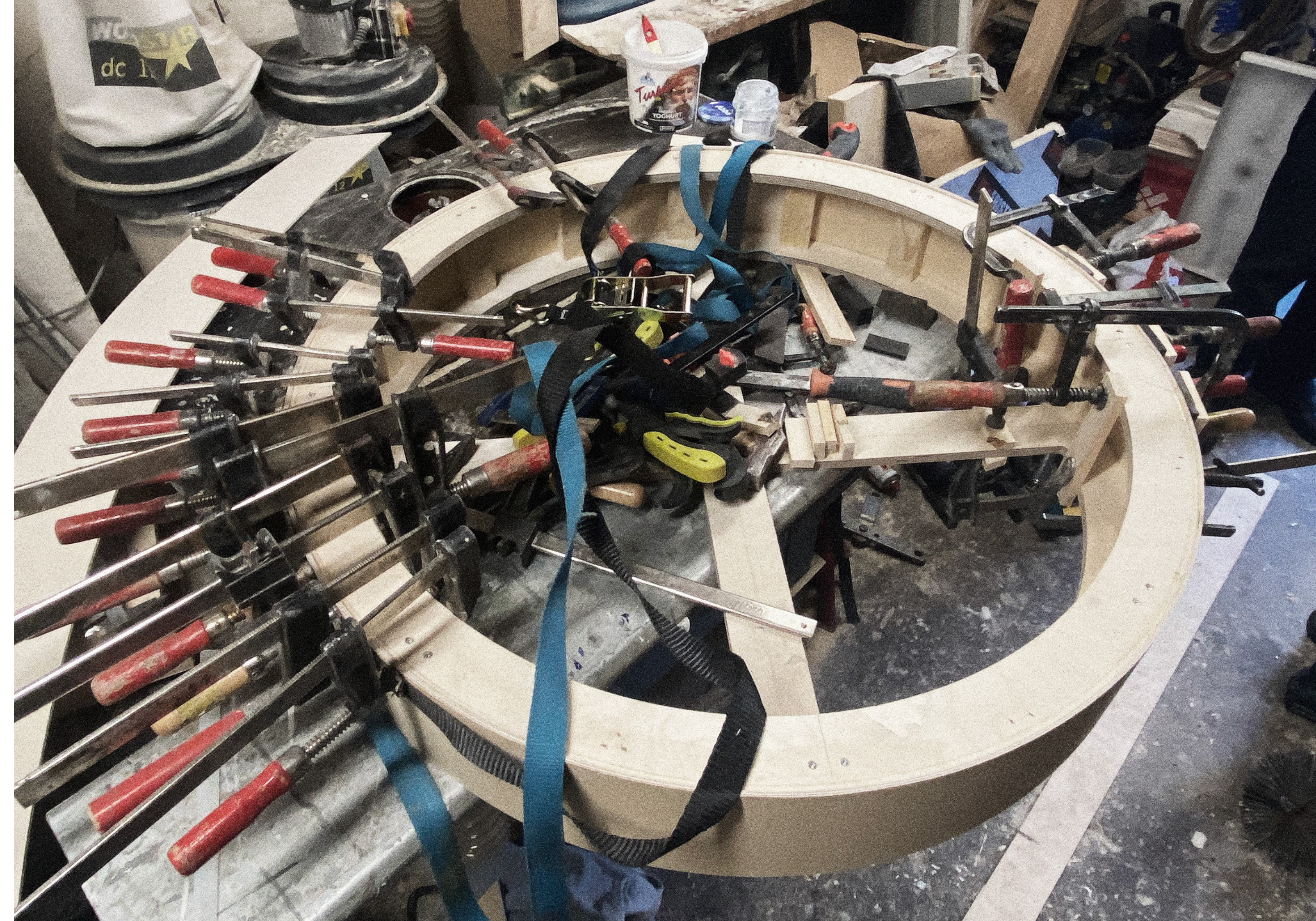
Olen kautta ikäni ollut tekemisissä puutöiden ja rakentelun parissa, mutta en koskaan yhtä laajalla mittakaavalla. Aikaisemmissa kouluprojekteissa olen hakeutunut osaavien ihmisten pariin, jolloin oma vastuuni tekemisestä ei ole ollut yhtä suuri. Tällä kertaa kuitenkin päävastuu lopullisesta työstä oli omilla harteillani.

Lähdin liikkeelle sillä ajatuksella, että hyvin suunniteltu on puoliksi tehty. Tahdoin ennakoida kaikki mahdolliset riskit rakenteiden valmistuksessa, sekä materiaalien ominaisuuksissa mahdollisimman hyvin jo ennakkoon. Näitä oli esimerkiksi tuotteiden paino, erilaiset kiinnitysmenetelmät ja niiden piilottaminen sekä tuotteiden helppo ja nopea valmistus. Kaikessa en kuitenkaan täysin onnistunut ja se näkyi esimerkiksi haasteissa molempien kattoelementtien valmistuksessa. Kummastakin kerrasta opin kuitenkin paljon, ja seuraavalla kerralla valmistusprosessi on taas suoraviivaisempi

Monet ongelmat valmistuksessa johtuivat lähinnä omasta osaamisesta tai työtarkkuudesta.

Tein kaikki elementit isoisäni verstaalla, enkä hyödyntänyt koulun tiloja vallitsevan pandemian sekä omien aikataulujeni takia. Jos olisin valmistanut tuotteet koulussa, olisin saanut jyrstyä osia CNC-jyrsimellä, mikä olisi helpottanut elementtien kasaamista ja tehnyt lopputuloksista tasalaatuisempia. Ajattelin kuitenkin, että valmistan tuotesarjan itse omin käsin ja jätän tulevaisuudessa mahdollisuuden osien koneistetusta valmistamisesta auki. Sinänsä tämä olisi ollut oivallinen tilaisuus perehtyä CNC-koneen operointiin paremmin, mutta edellä mainittujen syiden takia tilaisuus jäi käyttämättä.

Kaikki tuotteet ovat kuitenkin valmistuneet suunnitelmien mukaan, eikä suurempia ongelmia ilmennyt. Asiakkaat ovat olleet erittäin tyytyväisiä, eikä moitteita ole tullut. Kommentit, kuten ”nämähän näyttävät kaupasta ostetuilta” ja ”missä välissä sinusta tuli puuseppä”, lämmittivät sydäntäni suuresti, sillä olin ollut ennen projektia todella epävarma taidoistani. Projektin jälkeen uskon, että minulla on merkittävästi vahvempi pohja tulevien projektien suunnitteluun ja prototyyppien valmistukseen.





# 8 Projektin vaiheet Double Diamond -projektimallin mukaan

## 8.1 Double Diamond -malli

Double Diamond on englantilaisen British Design Councilin määrittelemä runko erilaisten luovien prosessien kulkuun. Double Diamond luo pohjan projektin etenemiselle sekä helpottaa löytämään yhtäläisyyksiä eri projektien välillä.

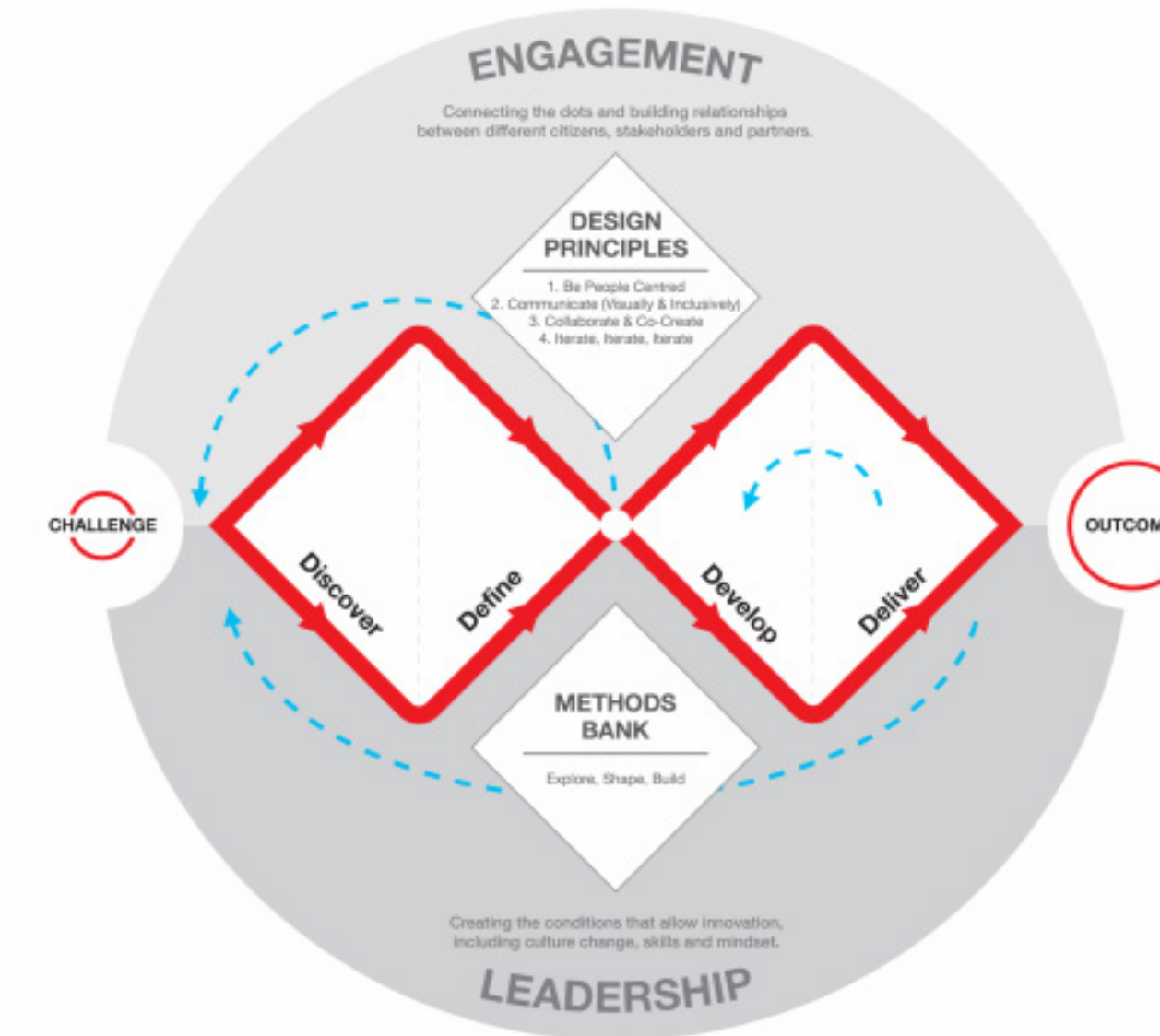
Double Diamond prosessi jakaantuu neljään osaan: Discover, Define, Develop ja Deliver. Tuplatimantin kaksi ensimmäistä vaihetta keskittyy ongelman määrittämiseen ja tutkimiseen, ja kaksi viimeistä vaihetta ratkaisun kehittämiseen.

**Discover**-osassa tarkoitus on tutustua käsiteltävään ongelmaan. Päämäärä on tutustua laajasti aiheeseen ja tutkia projektin lähtökohtia.

**Define**-osassa määritetään projektille suuntaa ja tarkennetaan ratkaistavia ongelmia aiemman vaiheen tuoman tiedon pohjalta.

**Develop**-osassa kehitetään ratkaisua Define -osassa löytyneisiin ongelmiin. Vaihe voi sisältää esimerkiksi luonnostelua, mallintamista ja prototypointia.

**Deliver**-osassa pyritään saamaan aikaan lopullinen ratkaisu ongelmaan. Mikäli ratkaisua ei ole löytynyt, tarkoitus on palata prosessin aiempiin vaiheisiin.





## 8.2 Double Diamond projektissani

### Discover-vaihe

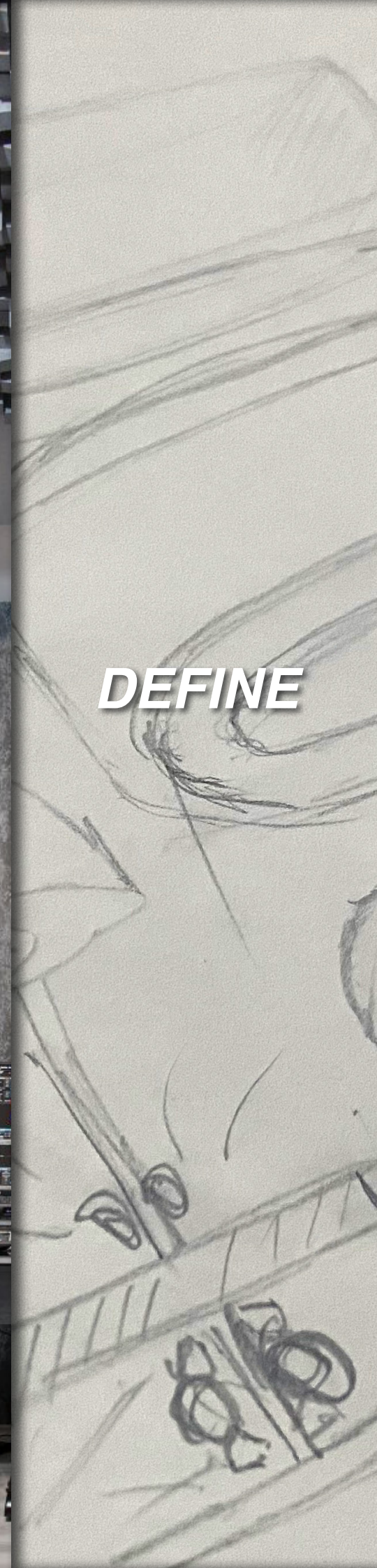
Tavallaan tässä projektissa discover vaihe on alkanut jo vuosia ennen projektin alkua. Olen tutkinut, määrittänyt ja analysoinut studioiden, etenkin kotistudioiden, akustointia pitkään ja hartaasti. Projektin alkaessa pyrin kuitenkin miettimään ja tutkimaan tarkasti vielä akustoinnin tärkeimpiä pointteja, trendejä ja benchmarkkauksessa määrittämiäni ongelmia. Minulla oli entuudestaan jo hyvä näkemys siitä, millä tavalla kotistudioita usein akustoidaan, sekä käsitys siitä, mitä kattava akustointi on. En kuitenkaan ollut loppuun asti miettinyt kuinka laadukas akustointi voitaisiin toteuttaa kotiololoissa, joten tutkin ammattimaisen akustoinnin ja kotitekoisten ratkaisujen yhtäläisyyksiä.

**Define-vaiheessa** pureuduin materiaalivalintoihin, sarjan osien määrittämiseen sekä ripustuksen ja asennukseen. Pyrkimys olisi toteuttaa kattava ja esteettinen akustointi mahdollisimman vähillä ja simpeleillä osilla. Osien tehokas määrittäminen edistäisi käyttäjäystävällisyyttä ja kokonaisuuden yhtenäisyyttä. Sarja, jossa on liian monta osaa, olisi kuluttajalle vaikeammin lähestyttävä valinnanvaikeuden ja kustannuksen takia.

**Develop-vaiheessa** tein yksityiskohtaiset suunnitelmat kustakin elementistä. Sarjan osat siirtyivät ajatuksista ja hahmotelmista 3D-malleihin. Mallinsin myös mittatarkat versiot huoneista, joihin elementit sijoitettaisiin, jotta saisin käsityksen niiden mittakaavasta ja sarjan osien sijoittelusta. Näin tuotteiden mitat ja rakenteet määrittyivät tarkasti ja muotokieli vakiintui.

**Deliver-vaiheessa** sain toimeksiannon Eldorado Soundproductions Oy:ltä ja rakensin ensimmäisen kierroksen prototyypit. Elementit olivat varsin onnistuneita, mutta jättivät vielä pientä toivomisen varaa.

Palasin takaisin Develop -vaiheeseen ja kehitin prototyyppien yksityiskohtia sekä valmistusmetodeja. Tämän jälkeen rakensin uuden kierroksen prototyyppijä edeten taas Deliver -vaiheeseen.





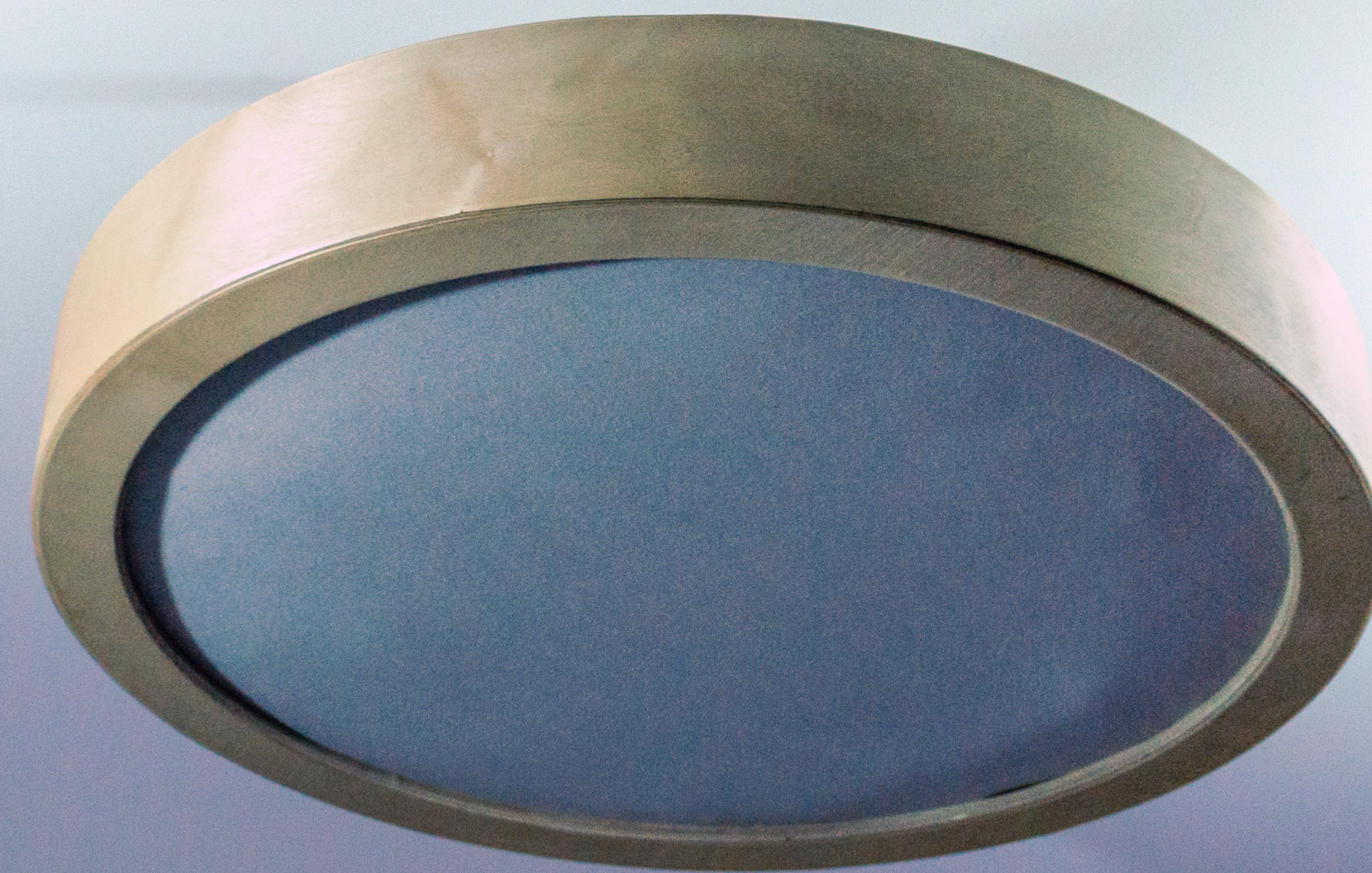
## 9 LOPPUSANAT

Kaiken kaikkiaan olen itse varsin tyytyväinen projektiin ja sen lopputuloksiin. Käytin omaa vuosien mittaan kertynyttä tietotaitoani musiikin ja akustiikan saralta, sekä koulussa oppimiani muotoilun menetelmiä tehokkaasti saavuttaakseni miellyttävän tuotesarjan. Kolmen erillisen tuotteen suunnitteleminen yhden projektin aikana oli melko iso pala purtavaksi, mutta onnistuin pitämään tekemisen tasapainoisena ja yhtenäisenä. Ajoittain mietin paljonkin, onko projekti tarpeeksi hyvä ja kattava opinnäytetyön aiheeksi, mutta sen toteuttaminen ja sen myötä tullut positiivinen palaute on vahvistanut käsitystä omasta tekemisestä. Myös kiinnostus eri alojen ammattilaisilta on ollut ilahduttavaa. Elokuva- ja tv-alan ammattilaiset ovat kehuneet Eldoradon studion akustointia ja viihtyvyyttä moneen otteeseen, ja sen lisäksi muusikkopiireissä on ollut kiinnostusta nimenomaan kotistudioiden akustoimisesta, mikä oli olennainen lähtökohta projektille.

Tässä vaiheessa olen toteuttanut yhden sarjan itselleni, yhden sarjan Eldorado Soundproductionsille, sekä kolme seinäelementtiä kahteen eri kohteeseen. Sen lisäksi olen saanut alustavan tilauksen seuraavan studion kokonaisvaltaisesta akustoinnista. Uskon, että tulen kehittämään sarjaa ja rakentamaan tuotteita

jatkossakin. En ole luonut suurempia tulevaisuuden suunnitelmia tai miettinyt tuotteiden kaupallistamista vielä tässä vaiheessa, mutta näen sarjalle todellista potentiaalia Suomen markkinoilla. Ainakin kysyntää on tuntunut olevan pelkästään oman henkilökohtaisen sosiaalisen median julkaisujen pohjalta. Jos sarjaa lähtisi viemään eteenpäin, olisi luultavasti parasta etsiä jokin pienehkö puutöihin ja kalusteisiin erikoistunut ammattilainen. Sen lisäksi kiinnostusta voisi olla hyvä kartoittaa esimerkiksi pienten Suomalaisten Hifi-laitteita myyvien liikkeiden kautta. Esimerkiksi näytekappaleiden lähettäminen kyseisiin liikkeisiin voisi herättää kiinnostusta ja huomiota Hifi-harrastelijoiden ja muusikoiden parissa.

Projektin aikana kasvoin muotoilijana ja opin tekemään töitä itsenäisemmin. Kykyni luottaa omiin taitoihini on parantunut, eikä projektien vastaanottaminen tunnu enää yhtä pelottavalta. Olen tullut varmemmaksi työni jäljestä, enkä enää epäröi suunnitelmieni toimivuutta, kuten aiemmin. Suurin haaste projektin aikana oli ehdottomasti omien epävarmuuksieni kanssa, ja voin iloisena todeta, että ne ovat ainakin osittain selätetty. Opinnäytetyö antoi minulle hyvän käsityksen asiakkaiden kanssa toimimisesta, projektin hallinnasta ja budjetoimisesta, sekä myös omista kyvyistäni.





# Lähteet

Davids, Paul 2020. MY EPIC HOME STUDIO TOUR! YouTube [video]  
<[https://www.youtube.com/watch?v=YaF-\\_nDefzI&t=739s](https://www.youtube.com/watch?v=YaF-_nDefzI&t=739s)>

Design Council, i.a. What is the framework for innovation? Design Council’s evolved Double Diamond  
< <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>>

Eko-expert, i.a. Kivivilla eli Vuorivilla. Eco-expert.  
<<https://eko-expert.com/palvelut/puhallusvilla/kivivilla-eli-vuorivilla/>> (Saatavilla 26.4.2022)

Henson, Christian 2021. Creative Cribbs - @Abbey Road Studios Studio Two. YouTube. [video]  
<[https://www.youtube.com/watch?v=5QskQHxvB\\_Q](https://www.youtube.com/watch?v=5QskQHxvB_Q)>

Jervis, John i.a. Aaltojen Villa Mairea: Inhimillisempää valoa. Artek  
<<https://www.artek.fi/fi/tarinat/the-aaltos-at-villa-mairea-a-more-human-light>> (Saatavilla 26.4.2022)

Konto, i.a. Akustiikka. Konto Oy  
<<https://www.konto.fi/fi/tuotteet/akustiikka/>> (Saatavilla 26.4.2022)

McCoull, Kobi 2020. Pro Acoustic Panels DIY how to make Cheap! + Acoustic Treatment Basics for a Pro or Home Studio. YouTube. [video]  
<<https://www.youtube.com/watch?v=dmHFbygUtO4&t=432s>>

Perks, Matthew 2016. How to Make High Performance Sound Absorption Panels for \$5. YouTube. [video]  
<<https://www.youtube.com/watch?v=pABvTWSxOes>>

Thomann 2022. Akustiikkaelementit. Thomann. [verkkosivu]  
<[https://www.thomann.de/fi/akustiikka\\_elementit.html](https://www.thomann.de/fi/akustiikka_elementit.html)>  
(luettu 8.1.2022)

Vicoustic. (i.a.) Studio DMI Portfolio. Vicoustic.  
<<https://vicoustic.com/project/studio-dmi>> (Saatavilla 26.4.2022)

Vihonen, Jarno 2021. Residential Case Study. Genelec.  
<[https://assets.ctfassets.net/4zjzn055a4v/54Yrv8cmQIFfToQtX4SJwU/b63cdf131ebae24ea1dce6e33fbb937a/Living\\_Room\\_Set\\_Up\\_Genelec\\_Case\\_Study\\_English.pdf](https://assets.ctfassets.net/4zjzn055a4v/54Yrv8cmQIFfToQtX4SJwU/b63cdf131ebae24ea1dce6e33fbb937a/Living_Room_Set_Up_Genelec_Case_Study_English.pdf)>

Wikipedia 2022a. Akustiikka. Wikipedia  
<<https://fi.wikipedia.org/wiki/Akustiikka>> (luettu 8.1.2022)

Wikipedia 2022. Seisova Aalto. Wikipedia.  
<[https://fi.wikipedia.org/wiki/Seisova\\_aalto](https://fi.wikipedia.org/wiki/Seisova_aalto)> (luettu 8.1.2022)

Muut lähteet:

Lilja, Henrik. 2021. Elementtien rakenteet. [suullinen]

Kuvalähteet:

Osio 2.1 Benchmarkkaus ja markkinoiden tutkiminen

Ikea <[https://www.ikea.com/fi/fi/images/products/eilif-irtoseinaeke-harmaa-musta\\_\\_0918333\\_pe786223\\_s5.jpg?f=xl](https://www.ikea.com/fi/fi/images/products/eilif-irtoseinaeke-harmaa-musta__0918333_pe786223_s5.jpg?f=xl)>

Vicoustic <[https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/vicoustic-website.appspot.com/o/portfolio%2Fstudio-dmi%2Fimages%2Fxl@Studio%20M%20CinemaRoundPremium\\_MultifuserWood\\_MultifuserDC2\\_Wavewood\\_SuperBassExtremeWavewood\\_FlatPanelVMTConcrete.jpg?alt=media&token=c5ecd0f3-9333-434b-a4b1-1ebc3c5f35fe](https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/vicoustic-website.appspot.com/o/portfolio%2Fstudio-dmi%2Fimages%2Fxl@Studio%20M%20CinemaRoundPremium_MultifuserWood_MultifuserDC2_Wavewood_SuperBassExtremeWavewood_FlatPanelVMTConcrete.jpg?alt=media&token=c5ecd0f3-9333-434b-a4b1-1ebc3c5f35fe)>  
 Konto <<https://www.konto.fi/wp-content/uploads/2016/06/DSC7964.jpg>>

Osio 4.1 Kattoelementti

Bukowskis <[https://d2mpxrrcad19ou.cloudfront.net/item\\_images/628446/9396227\\_bukobject.jpg](https://d2mpxrrcad19ou.cloudfront.net/item_images/628446/9396227_bukobject.jpg)>

Bukowskis <[https://d2mpxrrcad19ou.cloudfront.net/item\\_images/586175/9254213\\_bukobject.jpg](https://d2mpxrrcad19ou.cloudfront.net/item_images/586175/9254213_bukobject.jpg)>

Osio 8.1 Double Diamond -malli

Design Council < [https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/styles/dc\\_-\\_wysiwyg\\_-\\_smart\\_embed/public/assets/images/Double%20Diamond%20Model%20FINAL.png?itok=8a4xRHCO](https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/styles/dc_-_wysiwyg_-_smart_embed/public/assets/images/Double%20Diamond%20Model%20FINAL.png?itok=8a4xRHCO)>

Kiitokset:

Kyösti Vääntänen, Eldorado Soundproductions

Pekka Koivikko, Metropolia

Henrik Lilja

Jorma Ikonen