

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2024

Elis Alander

# Huonemerkkivalomoduulin suunnittelu



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2024 | 30 sivua

Elis Alander

## Huonemerkkivalomoduulin suunnittelu

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja valmistettiin prototyyppi huonemerkkivalomoduulista Everon Oy:lle. Huonemerkkivalomoduuli on sähköasennuskotelosta, läpinäkyvästä kuvusta ja elektroniikkakomponenteista koostuva tuote, jonka avulla indikoidaan hälytyskutsuja. Se toimii osana hoitajakutsujärjestelmää erilaisissa hoitoympäristöissä. Referenssinä työlle toimi Everon Oy:n vanha tuote, jonka pohjalta prototyyppi uudesta tuotteesta suunniteltiin ja valmistettiin.

Uuden tuotteen suunnittelulla tavoiteltiin tiettyjen ominaisuuksien parantamista. Lisäksi ainetta lisäävää valmistusta havainnointiin menetelmänä valmistaa osa moduulin kuuluvista osista ja taata näiden yhteensopivuus muiden komponenttien kanssa. Havainnointi toteutettiin 3D-tulostamalla prototyyppinä kahdesta uudesta, moduuliin suunnitellusta osasta. Opinnäytetyössä käytettiin avuksi tietokoneavusteista suunnittelua, jonka kautta saatiin tarvittavat tiedostot valmistettavia osia varten.

Tuloksena työstä syntyi valmis prototyyppi moduulista, joka täyttää halutut vaatimukset. Parhaassa tapauksessa prototyyppiä voidaan käyttää lähes sellaisenaan kuin se on opinnäytetyössä suunniteltu. Prototyyppi auttaa huomaamaan kehityskohteita ja sen rakenne suunniteltiin mahdollistamaan muutoksia tulevaisuudessa.

Asiasanat:

Prototyyppi, suunnittelu, tuotekehitys

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2024 | 30 pages

Elis Alander

## Design of a room indicator light module

The thesis involved designing and manufacturing of a prototype of a room indicator light module for Everon Oy. The room indicator light module is a product consisting of an electrical installation box, a transparent cover, and electronic components that are used to indicate alarm calls. It functions as part of a nurse call system in various healthcare environments. The old product by Everon Oy served as a reference for the project, upon which the prototype of the new product was designed and manufactured.

The design of the new product aimed to improve certain features. Additionally, additive manufacturing was utilized as a method of observation to manufacture parts of the module and ensure compatibility with other components. Observation was carried out by 3D printing prototypes of two new parts designed for the module. Computer-aided design was used to generate the necessary files for the manufacture of these parts.

The result of the project was a complete prototype of the module that meets the desired requirements. Ideally, the prototype can be used almost as it was designed in the thesis project. The prototype helps identify areas for improvement, and its structure was designed to allow for changes in the future.

Keywords:

Prototype, design, product development

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet tai sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Lähtökohdat suunnitteluun</b>	<b>8</b>
2.1 Huonemerkkivalomoduuli	8
2.2 Vaatimukset ja tarpeet	9
2.3 Valmiit komponentit	9
<b>3 Suunnitteluprosessi</b>	<b>10</b>
3.1 Käänteissuunnittelu	10
3.1.1 Peitelevy	10
3.1.2 Asennuslevy	11
3.2 Valmistettavien osien suunnittelu	13
3.2.1 Kehys	13
3.2.2 Kupu	14
<b>4 Ainetta lisäävä valmistus</b>	<b>17</b>
4.1 Materiaalin pursotus	17
4.2 Stereolitografia	17
<b>5 Prototyypin valmistus ja lopullinen kokoonpano</b>	<b>19</b>
5.1 3D-tulostuksen valmistelu	20
5.2 Kehyksen 3D-tulostus	21
5.3 Kuvun 3D-tulostus	22
5.4 3D-tulostus yhtenä kappaleena	25
5.5 Kokoonpano	26
<b>6 Lopputulos</b>	<b>29</b>
<b>Lähteet</b>	<b>30</b>

## Kuvat

Kuva 1. Everon Oy:n vanha huonemerkkivalomoduuli.	8
Kuva 2. 3D-malli peitelevystä.	11
Kuva 3. Kuvan pohjalta piirretty sketch.	12
Kuva 4. Valmis 3D-malli asennuslevystä.	12
Kuva 5. Kehys mallinnettuna suoraan kokoonpanoon.	14
Kuva 6. 3D-malli valmiista kokoonpanosta läpinäkyvällä kuvulla.	15
Kuva 7. Räjätyskuva suunnitellusta kokoonpanosta.	16
Kuva 8. Havainnekuva SLA tulostusmenetelmästä. (Xometry Europe 2021).	18
Kuva 9. Ultimaker S3. (Ultimaker 2024).	19
Kuva 10. Viipaloitu malli kuvusta Cura käyttöliittymässä.	21
Kuva 11. Valmis prototyyppi kehyksestä.	22
Kuva 12. Laadultaan parempi tuloste.	23
Kuva 13. Nopeampi tuloste heikommalla laadulla.	24
Kuva 14. Tukimateriaalit.	25
Kuva 15. Asennusvaihe.	27
Kuva 16. Peitelevy asetettuna paikalleen.	27
Kuva 17. Valmis kokoonpano ilman piirilevyä.	28
Kuva 18. Vanha tuote ja prototyyppi uudesta.	29

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

3D	Kolmiulotteinen
CAD	Computer-aided design
Cura	Viipalointi ohjelmisto 3D-tulostimille
FDM	Fused Deposition Modeling
LED	Light Emitting Diode
SLA	Stereolitografia menetelmä
Solidworks	Suunnitteluohjelmisto
UV	Ultravioletti

# 1 Johdanto

Huonemerkkivalomoduulia käytetään osana hoitajakutsujärjestelmää.

Tukiasema välittää hälytyskutsun tai muun indikaattorin tiedot moduulille, joka johtaa merkkivalon syttymiseen eri värikoodeilla riippuen syystä. Indikaattorit voidaan tuottaa myös äänimerkkeinä, jotka kuuluvat moduulissa olevasta kaiuttimesta.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella huonemerkkivalomoduuli vanhan tuotteen pohjalta. Vanhaan tuotteeseen tahdottiin tehdä parannuksia koon, valojen määrän ja näkyvyyden suhteen. Lisäksi havainnoitiin ainetta lisäävää valmistusta mahdollisena menetelmänä valmistaa osa moduuliin kuuluvista osista. Valmistettavista osista tehtiin useampi prototyyppi 3D-tulostamalla, joilla saatiin selkeytettyä menetelmän soveltuvuutta ja laatua valmistusmenetelmänä.

Valitsin tämän opinnäytetyöni aiheeksi omasta kiinnostuksen kohteesta liittyen 3D-tulostukseen sekä suunnittelutyöhön. Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena työnä ja tässä raportissa kuvaan eri työvaiheita ja toteutustapoja.

Opinnäytetyön toimeksiantaja toimi hyvinvointiteknologiaan erikoistunut yritys Everon Oy. Yritys on erikoistunut pilvipohjaisiin, langatonta radiotekniikkaa käyttäviin ratkaisuihin erityisesti hoiva-alalla.

## 2 Lähtökohdat suunnitteluun

### 2.1 Huonemerkkivalomoduuli

Huonemerkkivaloa käytetään hoitoympäristössä. Sen tarkoituksena on antaa indikaatioita hälytyksistä tai tehtävistä hoitotoimenpiteistä. Tukiasema välittää indikaatiot huonemerkkivalomoduulille, joka välittää hälytystiedot LED-valolla tai äänimerkeillä. LED-valo voi näyttää kolmea eri väriä, ja äänimerkit kuuluvat moduulissa olevan kaiuttimen kautta.

Huonemerkkivalomoduulin rakenne koostuu sähköasennuskotelosta, minkä peitelevyyn kiinnitetään läpinäkyvä kupu LED-valon näkymistä varten. Kotelon sisällä on piirilevy, joka sisältää toimintaan tarvittavat elektroniikkakomponentit. Sähköasennuskoteloon kostuu pinta-asennuskotelosta, peitelevystä ja asennuslevystä

Pinta-asennuskotelo takaa tarvittavan tilan moduulin sisälle asetettaville elektroniikkakomponenteille. Peitelevyyn kiinnittyy läpinäkyvä kupu ja lisäksi peitelevy sulkee rakenteen. Asennuslevyyn kiinnitetään moduulin sisällä olevat komponentit ja ne yhdessä kiinnitetään ulkokuoreen asennuslevyn avulla.



Kuva 1. Everon Oy:n vanha huonemerkkivalomoduuli.



## 2.2 Vaatimukset ja tarpeet

Opinnäytetyöprosessin alussa yhdessä toimeksiantajan kanssa käytiin läpi seuraavat vaatimukset ja tarpeet, mitkä uuden merkkivalon moduulin rakenne tulisi heidän tarpeiden puolesta täyttyä:

1. Noin 180 asteen näkyvyys läpinäkyvästä kuvusta LED-valoilla ja niiden erottelu rakenteessa.
2. Useamman valon mahdollisuus näkyä samanaikaisesti
3. Valmiiden komponenttien hyödyntäminen
4. Yksinkertainen muotoilu ja asennus
5. Ainetta lisäävä valmistuksen käyttö valmistusmenetelmänä.
6. Asennusmahdollisuus pinta- ja uppoasennuksena.

## 2.3 Valmiit komponentit

Kustannussyistä osien pitäminen mahdollisimman vähäisenä oli yksi tärkeä osio työn vaatimuksista. Tähän liittyen ensimmäiseksi täytyi löytää sopiva sähköasennuskotelo, joka vastaisi vaatimuksia. Tärkeä vaatimus asennusrasian valinnassa oli peitelevyn aukon koko, joka määritti kuinka suuri läpinäkyvä kupu voi olla. Myös kiinnitysmahdollisuudet komponenttien kesken tuli huomioida valintaa tehdessä. Kiinnitysmahdollisuuksilla tarkoitetaan tässä tapauksessa ruuviliitoskohtien asettelua ja määrää.

Huonemerkkivalomoduuili suunniteltiin myös mahdollistamaan asennus pinta- ja uppoasennuksena, mikä myös vaikutti valintaan. Kyseisiä asennusrasioita löytyy markkinoilta useilta eri valmistajilta. Toimeksiantajan puolelta lopulta valikoitui tarpeisiin sopiva sähköasennuskotelo.

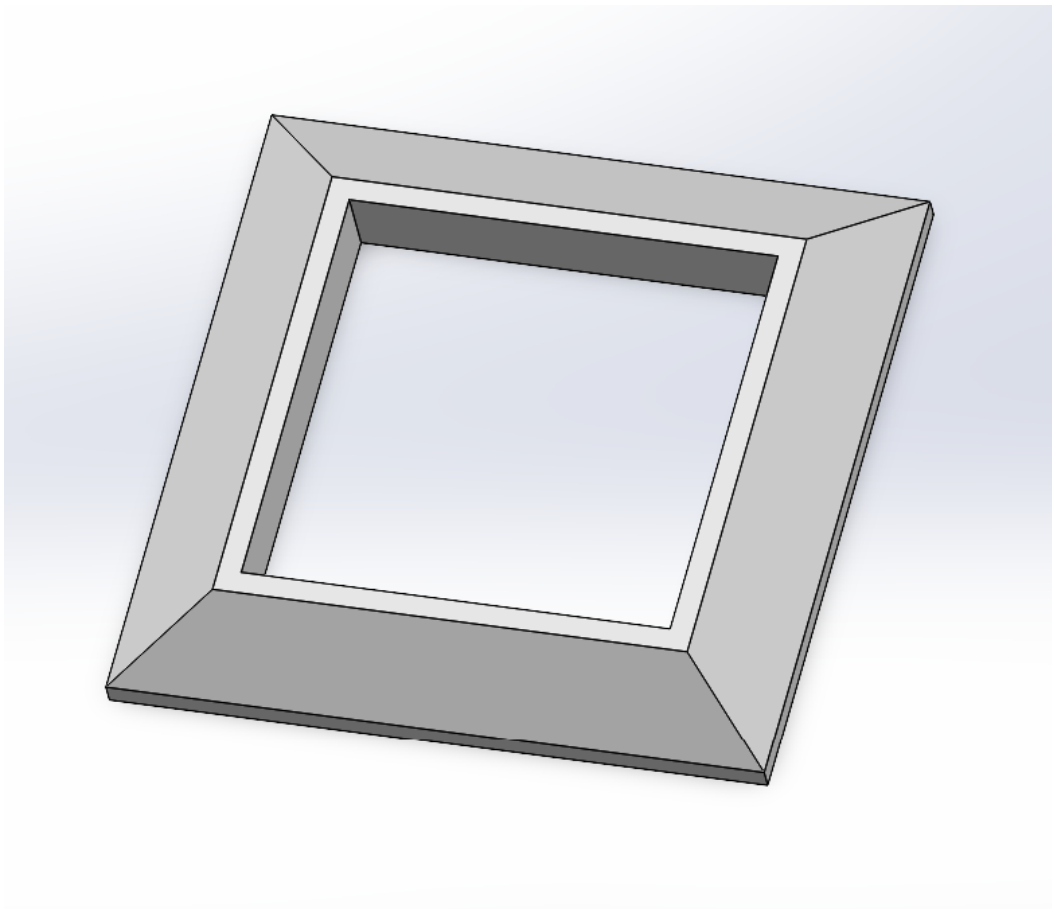
## 3 Suunnitteluprosessi

### 3.1 Käänteissuunnittelu

Työssä luotiin käänteissuunnittelun avulla mittatarkat 3D-mallit valmiista osista eli työhön valikoituneesta uudesta sähköasennuskoteloon kuuluvasta peitelevystä ja asennuslevystä. Käänteissuunnittelulla tarkoitetaan CAD-mallin luontia käyttämällä oikean kappaleen geometriaa jonkinlaisen mittauslaitteiston avulla. (Noorani 2017, 117). Tässä työssä avuksi käytettiin ainoastaan työntömittaa ja kuvaa kappaleesta oikeassa mittasuhteessa. Pinta-asennuskotelosta ei ollut tarpeellista tehdä 3D-mallia, sillä se ei sisällä kriittisiä mittoja ajatellen valmistettavia osia. 3D-mallit toimivat myöhemmässä vaiheessa lähtökohtana valmistettavien osien suunnittelussa ja helpottivat komponenttien yhteensopivuuksien varmistamisessa suunnitteluvaiheessa.

#### 3.1.1 Peitelevy

Peitelevyn osalta mallintaminen yksinkertaista. Kokoonpanon muiden osien ja peitelevyn yhteensovittamisen kannalta merkityksellistä oli keskellä olevan aukon koko. Peitelevyn aukkoon suunniteltiin myöhemmässä vaiheessa uusi kupu, jonka koko määräytyi aukon koon suhteen. Lisäksi peitelevyn paksuus mainitun keskiaukon sisäreunojen kohdalla oli tärkeä huomioida muiden osien mitoituksen kannalta.

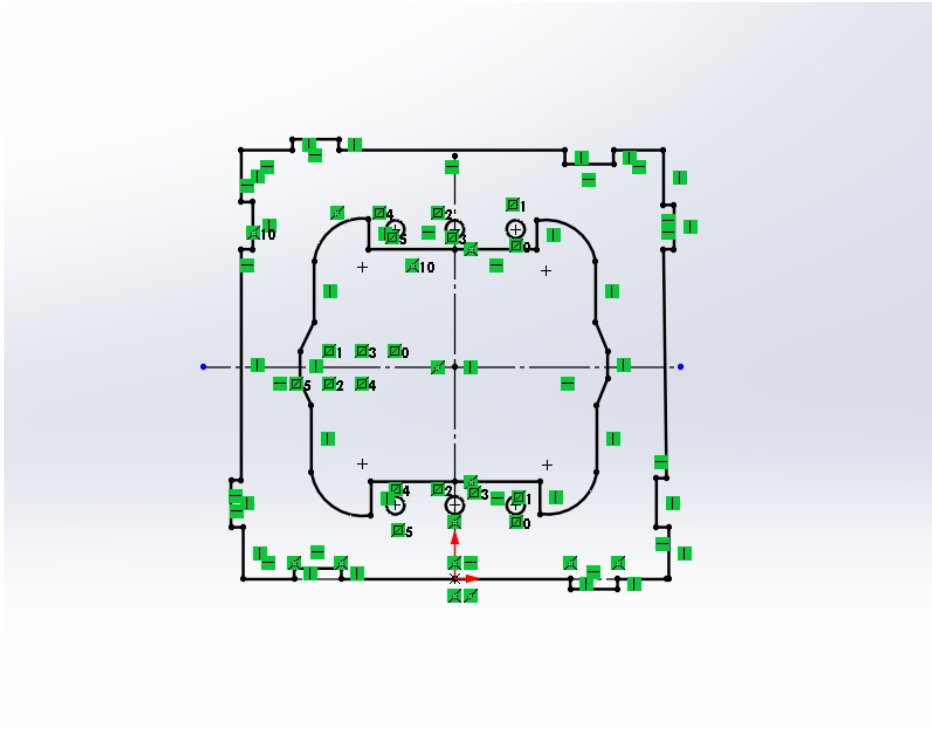


Kuva 2. 3D-malli peitelevystä.

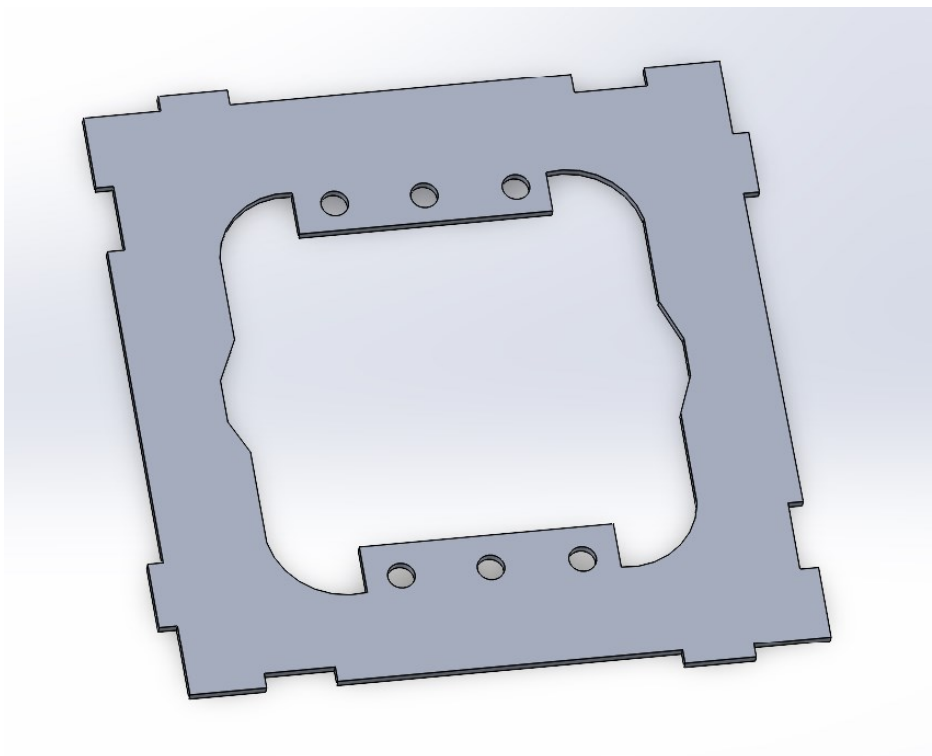
### 3.1.2 Asennuslevy

Moduulin suunnittelussa muiden osien yhteensopivuuden varmistaminen asennuslevyn kanssa oli huomattavasti hankalampaa verrattuna peitelevyyn. Koko moduulin kiinnitys tapahtuu asennuslevyn kiinnityskohtien kautta.

Asennuslevyn kohdalla mallinnus toteutettiin asettamalla kuva asennuslevystä Solidworksilla luodun uuden tiedoston piirustus pohjaksi. Tämän jälkeen kuva skaalattiin oikean kokoiseksi käyttämällä muutamaa päämittaa, jotka mitattiin ja varmistettiin fyysisestä kappaleesta. Kun kuva oli saatu oikean kokoseksi, saatiin piirrettyä kappaleen ääriviivat ohjelmistolla suoraan oikeisiin mittoihin kuvan pohjalta. Lopuksi ääriviivat pursotettiin ohjelmistossa kiinteäksi kappaleeksi vastaamaan samaa paksuutta kuin fyysinen osa.



Kuva 3. Kuvan pohjalta piirretty sketch.



Kuva 4. Valmis 3D-malli asennuslevystä.

## 3.2 Valmistettävien osien suunnittelu

Siinä vaiheessa, kun valmiit komponentit olivat valittu, tiedettiin kuinka monta osaa tulee suunnitella valmistettavaksi. Tarpeeksi osoittautui kahden uuden osan suunnittelu. Nämä osat nimettiin tässä työssä kehykseksi ja kuvuksi. Valmistettävien osien suunnittelussa käytettiin hyödyksi aikaisemmin mallinnettuja, moduulissa käytettäviä valmiita osia. Valmiit osat antoivat ehdot ja rajat koon ja kiinnitysmahdollisuuksien suhteen, mitkä määrittivät suunnittelutyötä. Tämän toteutettiin Solidworksissa luomalla ensin uusi kokoonpano asennuslevystä sekä peitelevystä. Kokoonpanon sisällä luonnostelin uudet osat samalla hyödyntäen valmiiden komponenttien geometriaa. Kyseinen prosessi nopeutti suunnittelua huomattavasti, sillä uudet osat mallinsin suoraan vastamaan niiden todellista sijaintia suhteessa muihin kokoonpanon osiin.

### 3.2.1 Kehys

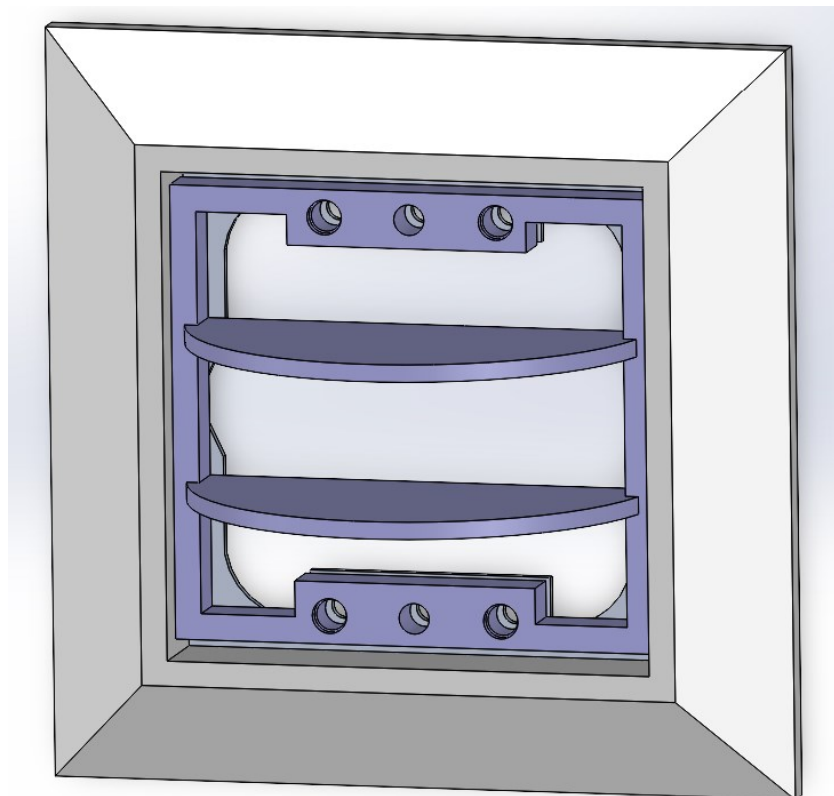
Kehyksen tarkoituksena oli toimia välikappaleena kuvun ja piirilevyn välillä. Keskelle kehystä sijoitettiin kaksi tilanjakajaa, joiden tarkoituksena on erotella piirilevyyn asennettavat LED-valoja. Tilanjakajista tehtiin pyöreät seinämät ja kehykseen niitä tuli kaksi kappaletta. Asennusvaiheessa kehyksen päälle asettavan kuvun pyöreän sisäreunan oli tarkoitus asettua näiden tilanjakajien päälle käyttämällä samaa pyörityssädettä.

Kehyksen suunnittelussa täytyi ottaa huomioon seuraavat asiat:

1. Mitoitus peitelevyn aukkoon sovittamista varten.
2. Reikien sijainti kiinnitystä varten.
3. Tilanjakajien sijainti piirilevyn komponenttien sijoittelua ajatellen.
4. Tilanjakajien pyörityssäteiden valinta kuvun koon määrittämistä varten.

Kokoonpanon päälle lähdettiin mallintamaan kehystä. Ensin luonnosteltiin kehyksen ääriviivat sopimaan peitelevyn aukkoon. Huomioitavaa oli jättää kahdelle vastakkaiselle sivulle tilaa kehyksen ja peitelevyn väliin. Kappaleiden

väliin jätettiin raot kuvun reunojen upotusta varten. Kehyksen suorakulmaisen ulkoreunan kaksi jäljelle jäänyttä sivua mitoitettiin lähelle peitelevyn reunaa.



Kuva 5. Kehys mallinnettuna suoraan kokoonpanoon.

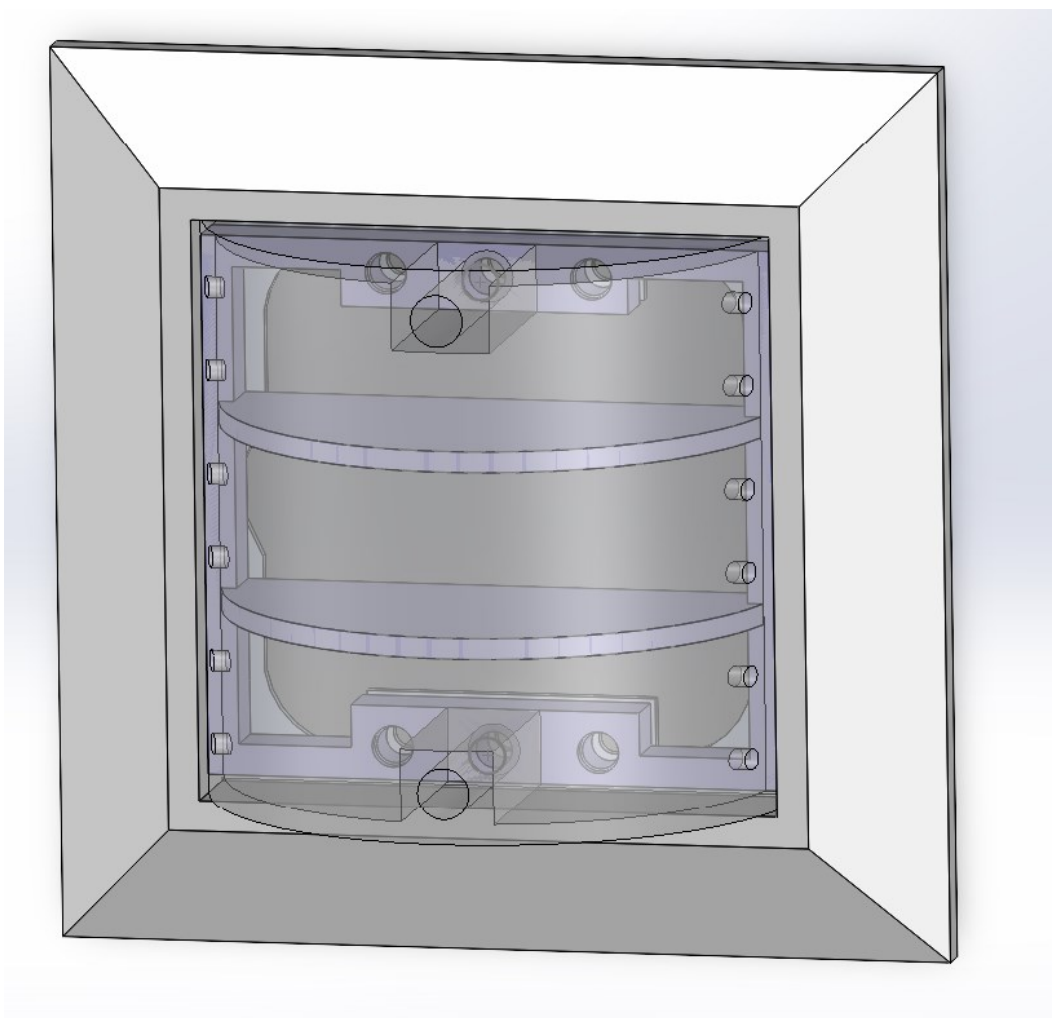
### 3.2.2 Kupu

Viimeisenä osana kokoonpanoon mallinnettiin kupu. Reunat toiselta sivulta asettuvat asennusvaiheessa kehyksen ja peitelevyn väliin. Ruuviliitoksen helpottamiseksi kupuun tuli kuilu, joka kulkee sen kaarevalta yläpinnalta kehyksen keskireiän pintaa vastan. Kehyksen voi myös asettaa kuvun kanssa yhteen jo ennen liittämistä asennuslevyyn ja peitelevyyn toleranssien ja muovin joustavuuden ansiosta. Kuvun pitkille sivuille tein yhteensä 12 kpl pieniä reikiä

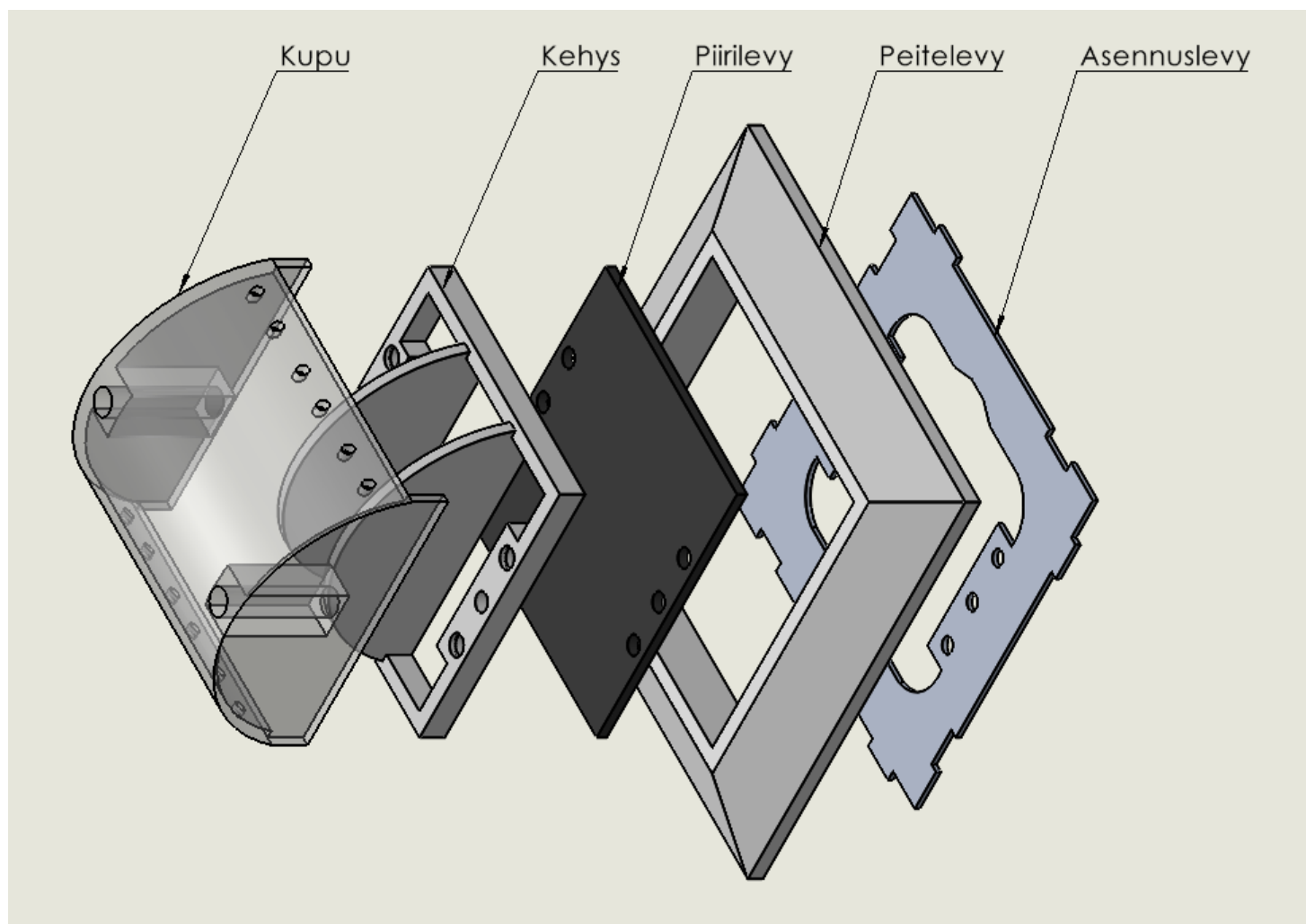
mahdollisen kaiuttimen kuulumisen edesauttamiseksi. Kuvun suunnittelussa tuli ottaa seuraavat asiat huomioon: reunojen upotus kehyksen ja peitelevyn väliin

Kuvun suunnittelussa täytyi ottaa huomioon seuraavat asiat:

1. Reunojen upotus kehyksen ja peitelevyn väliin
2. Sisäreunan asettuminen tilanjakajien pintaa vasten
3. Reikien sijoittaminen asennusta varten
4. Kokoonpanon lopullisen asennuksen onnistuminen ja helppous ruuviliitoksilla



Kuva 6. 3D-malli valmiista kokoonpanosta läpinäkyvällä kuvulla.



Kuva 7. Räjätyskuva suunnitellusta kokoonpanosta.



## 4 Ainetta lisäävä valmistus

Ainetta lisäävä valmistus on menetelmä, jossa 3D-tulostin valmistaa kerroksittain kiinteän kappaleen CAD-mallin kautta saaduilla tiedoilla. (3DTech 2024). Tuttavallisemmin tätä menetelmää kutsutaankin 3D-tulostukseksi.

Ainetta lisääviä valmistusmenetelmiä on useita erilaisia, jotka poikkeavat toisistaan. Tässä työssä keskityttiin kahteen eri menetelmään, jotka ovat materiaalin pursotus sekä stereolitografia teknologia. Näiden kahden menetelmän osalta pohdin soveltuvuutta työssä valmistettavien kappaleiden kannalta.

### 4.1 Materiaalin pursotus

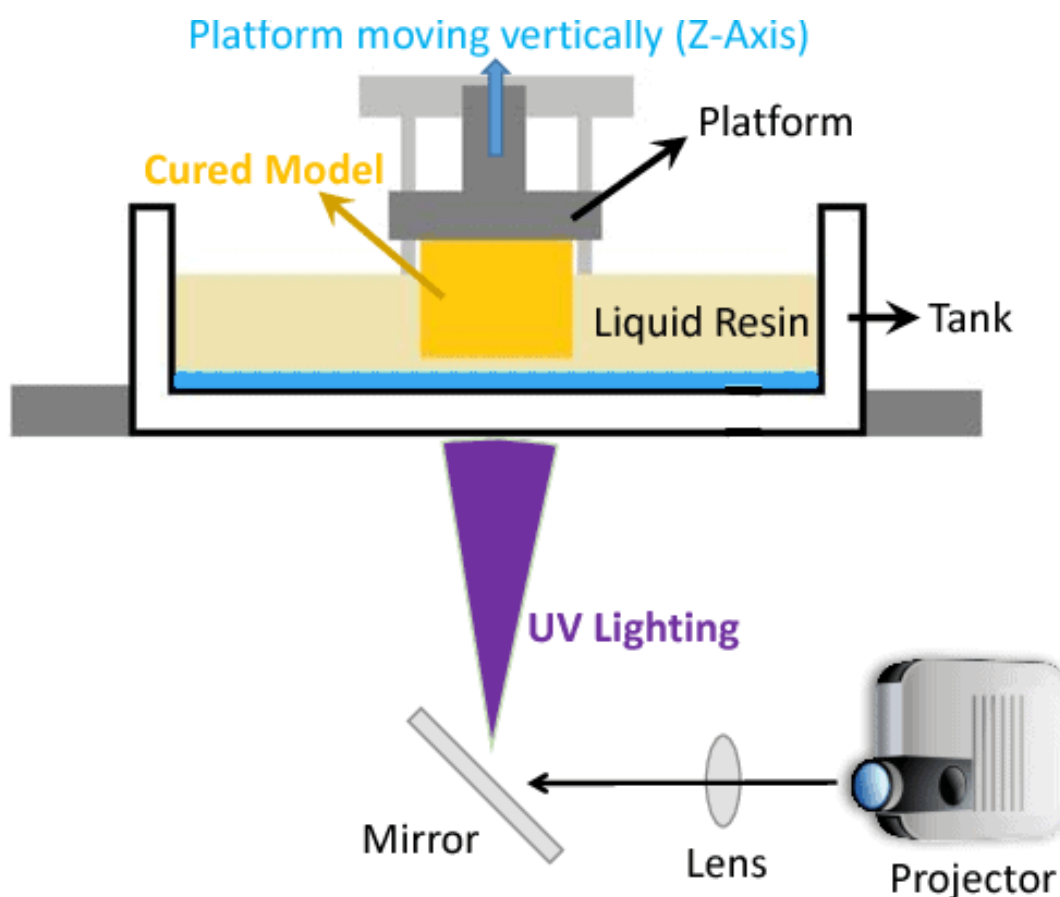
Materiaalin pursotus (FDM) on ainetta lisäävä valmistusmenetelmä, jossa 3D-tulostin kuumentaa muovin sulamispisteeseen asti. Tämän jälkeen 3D-tulostin pursottaa muovia kerros kerrokselta, kunnes kappale on valmis. (Protolabs Network 2024). Matalista kustannuksista ja nopeudesta johtuen kyseinen menetelmä sopii erityisen hyvin yksinkertaisien kappaleiden ja prototyyppien valmistamiseen. Huonoja puolia tässä menetelmässä ovat toleranssien hankala määrittäminen sekä monimutkaisten rakenteiden toteuttaminen johtuen epätarkkuudesta verrattuna muihin ainetta lisääviin valmistusmenetelmiin. (Formlabs 2024.)

### 4.2 Stereolitografia

Stereolitografia (SLA) menetelmällä tarkoitetaan ainetta lisäävää valmistusta, jossa kappale luodaan kovettamalla nestemäistä hartsia UV-valolla. Samalla tavalla kuin materiaalin pursotus menetelmässä kappale muodostuu kerros kerrallaan. Valmis kappale tarvitsee myös jälkikäsittelyä mahdollisten nestejäämien ja tukirakenteiden poistamiseen. (Noorani 2017, 107–108.)

Verrattuna FDM-menetelmään SLA:lla on saavutettavissa huomattavasti parempaa laatua. Lisäksi monimutkaisemmat muodot onnistuvat SLA:lla, joita FDM:n avulla ei ole mahdollista tehdä. Miinuksena mainittakoon, että SLA menetelmällä tehdyn kappaleen jälkikäsittely on työläämpää. (Noorani 2017, 114.)

Opinnäytetyössä tulostettavien kappaleiden kannalta katsoin, että kuvun tulostaminen käyttäen SLA menetelmää voisi tuoda huomattavaa hyötyä paremman pinnanlaadun saavuttamisen kannalta. Lisäksi materiaalin läpinäkyvyys voisi myös parantua tätä menetelmää käyttäessä. Kehyksen yksinkertaisen muodon ja pinnan vaatimusten kannalta en nähnyt oikeastaan mitään hyötyä käyttää SLA menetelmää FDM:n sijaan.

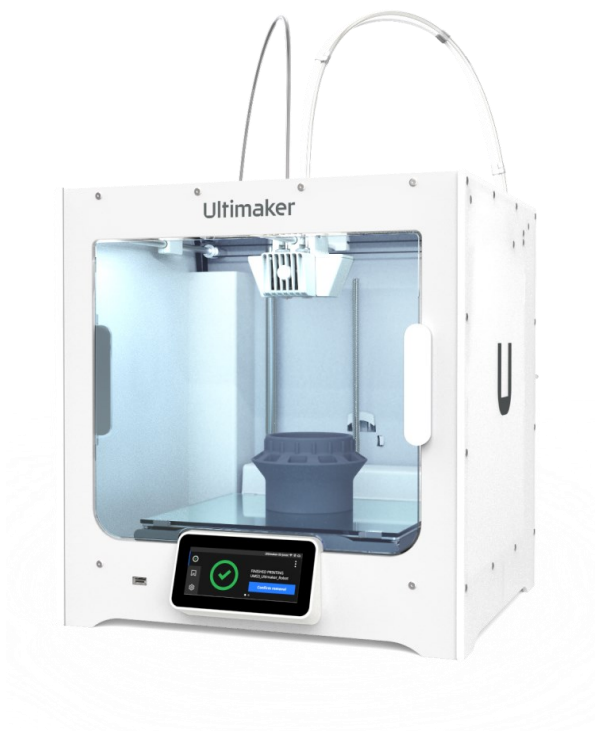


Kuva 8. Havainnekuva SLA tulostusmenetelmästä. (Xometry Europe 2021).

## 5 Prototyypin valmistus ja lopullinen kokoonpano

Tässä kappaleessa kerrotaan 3D-tulostuksen valmistelusta sekä molempien kappaleiden tulostusprosessista ja niiden onnistumisesta. Molempia kappaleita tulostettiin useampaan otteeseen, jonka avulla pyrittiin saamaan selville sopivat asetukset laadun ja tulostusajan optimoimiseksi. Kappaleiden toleransseja muutettiin tulostusten välillä paremman yhteensopivuuden saavuttamiseksi. Mukaan mahtui myös täysin epäonnistuneita tulostuskertoja esimerkiksi kappaleen irrottua alustasta kesken tulostuksen.

Prototyypit kehyksestä ja kuvusta valmistettiin aikaisemmin mainitulla materiaalin pursotus menetelmää käyttävällä Ultimaker S3 tulostimella. (Kuva 9.) Tulostuksissa käytetyt filamentit olivat eri ominaisuuksilla ja väreillä varustettuja PLA-muoveja. PLA-muovi on yksi suosituimmista käytetyistä materiaaleista 3D-tulostukseen johtuen sen jäykkyydestä ja monipuolisuudesta eri käyttökohteille. Filamentilla tarkoitetaan yleisesti 3D-tulostuksessa käytettävää materiaalia. (3D Cadsolutions Oy 2024.)



Kuva 9. Ultimaker S3. (Ultimaker 2024).

## 5.1 3D-tulostuksen valmistelu

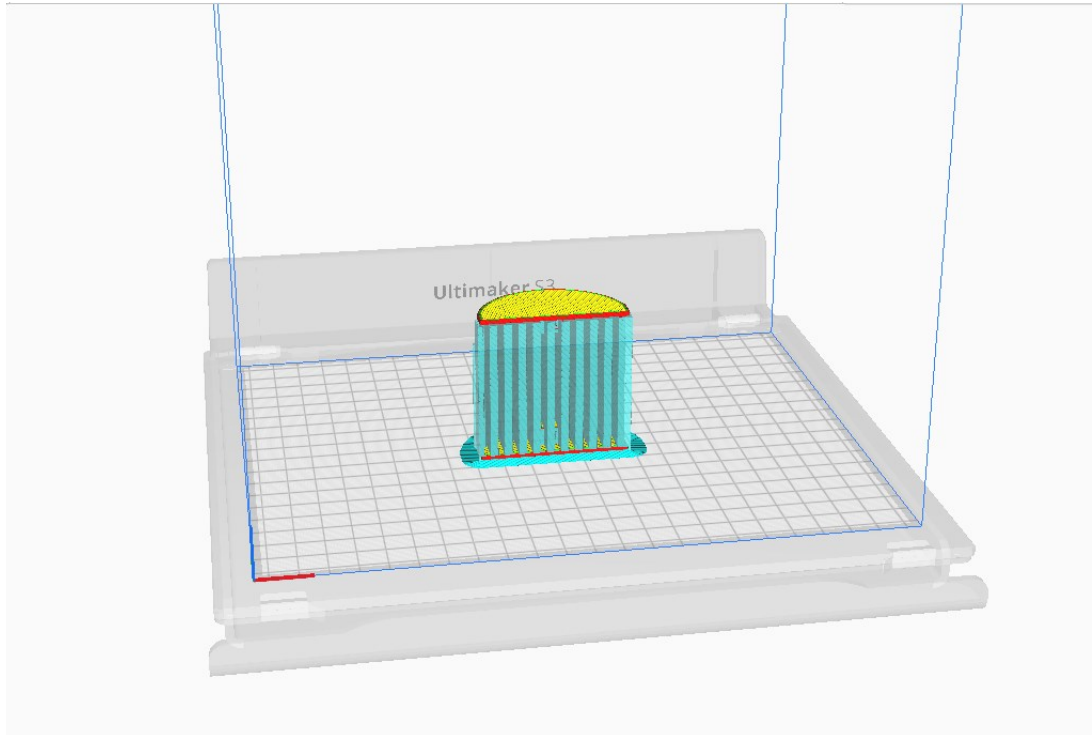
3D-tulostuksen valmisteluun käytettiin Cura viipalointiohjelmistoa.

Viipalointiohjelmistolla tarkoitetaan ohjelmistoa, jolla 3D-malli muutetaan 3D-tulostimelle ymmärrettävään muotoon. (Ultimaker, 2024). 3D-mallit siirrettiin STL-tiedostomuodossa Cura-ohjelmistoon, jossa ennen mallien viipalointia määritettiin käytössä olevan 3D-tulostimen malli sekä käytettävä filamentti.

Mallit asetettiin käyttöliittymässä tulostusalustalle haluttuun asentoon. Asento määrittää tukimateriaalin tarpeen, tiettyjen muotojen onnistumisen tulostuksessa ja voi myös vaikuttaa tulostusaikaan muiden asetusten ohella. Käyttöliittymässä määritelty asento vastaa myös todellista asentoa ja sijaintia 3D-tulostimen tulostusalustalla. Käyttöliittymässä määritettiin myös tulostusasetukset, joista mainittakoon kyseisissä tulostuksissa tärkeimmät eli tulostusnopeus ja yhden tulostettavan kerroksen paksuus.

Seuraavaksi malli viipaloitiin, jolloin kaikki tarvittava informaatio tallentui G-koodiin, joka välitettiin tulostimelle. G-koodi eli ohjauskoodi on tietokoneohjelmistolla tuotettua koodia, jonka mukaan 3D-tulostin numeerisesti ohjautuu ja toteuttaa työvaiheensa. G-koodia käytetään yleisesti numeerisesti ohjautuvissa työstökoneissa. (Pere 2016, 2 – 28.)

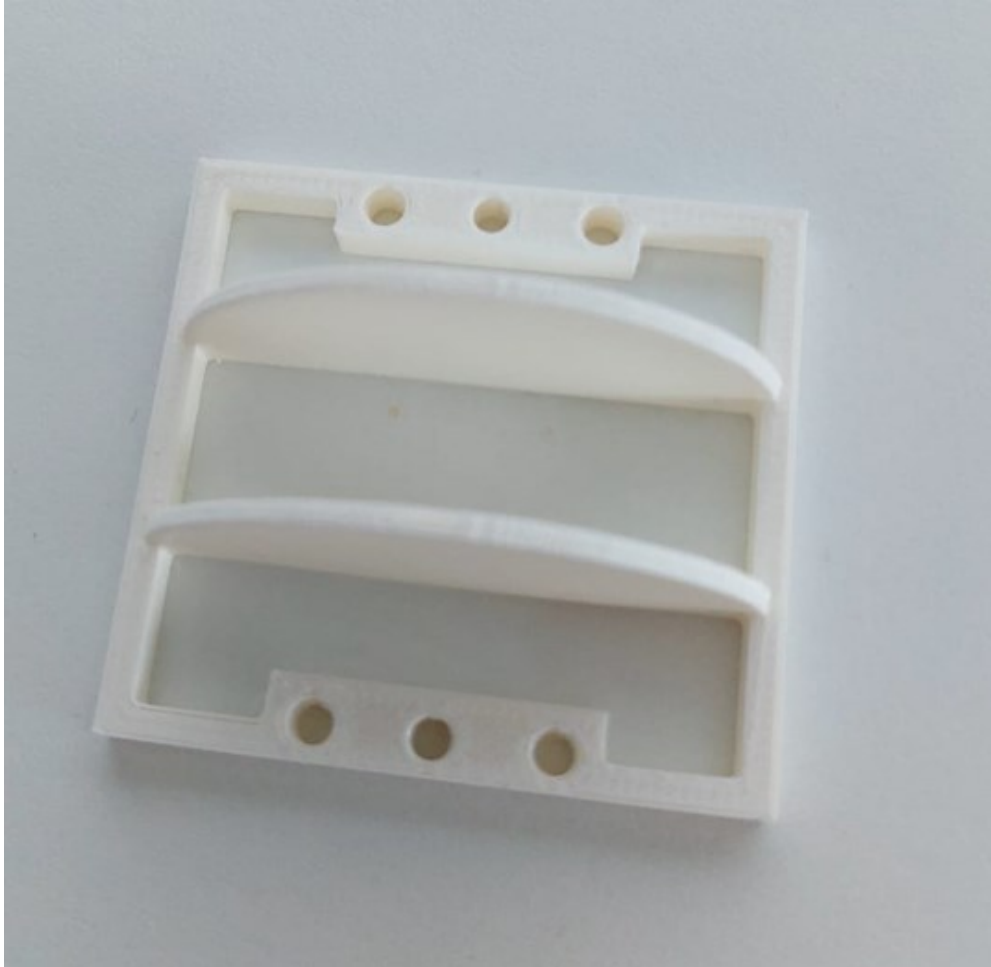
Viipaloinnin jälkeen Cura-ohjelmisto antaa arvon tulostuksen kestolle sekä esikatselun tulostuksesta. Usein tässä vaiheessa asetuksia ja tulosteiden asentoja vaihdettiin. Tämän jälkeen malli viipaloitiin uudestaan niin monta kertaa, että aika-arvio ja esikatselun perusteella saatu tieto mahdollistavat tulostuksen nopeasti ja onnistuneesti.



Kuva 10. Viipaloitu malli kuvusta Cura käyttöliittymässä.

## 5.2 Kehyksen 3D-tulostus

Kehyksen tulostus oli yksinkertainen prosessi. Muodoltaan kehys ei vaadi tukimateriaalia ja täten tulostusaika oli lyhyt, eikä tulostuksen asetuksia tarvinnut säädellä eri tulostuksen välillä. Kappaleessa ei ole monimutkaista geometriaa, joten vieläkin nopeampi tulostus voisi olla mahdollinen ilman, että kappaleen toiminnallisuus kärsii. Kappaleen tulostusaika oli noin 1 h. Yhden kerroksen paksuus oli 0,15 mm ja tulostusnopeus 75 mm/s. Materiaalina käytössä oli Ultimakerin Tough PLA filamentti. Kyseinen filamentti on kestävämpää verrattuna muihin PLA-filamentteihin. Se antaa hyvät ominaisuudet mekaanisia ominaisuuksia tarvitsevalla prototyypille tai esimerkiksi kooltaan suurempien tulosteiden valmistamiseen. (Maker3D Oy, 2024). Tukimateriaalin puuttumisen vuoksi jälkikäsittelyä ei tarvittu.



Kuva 11. Valmis prototyyppi kehyksestä.

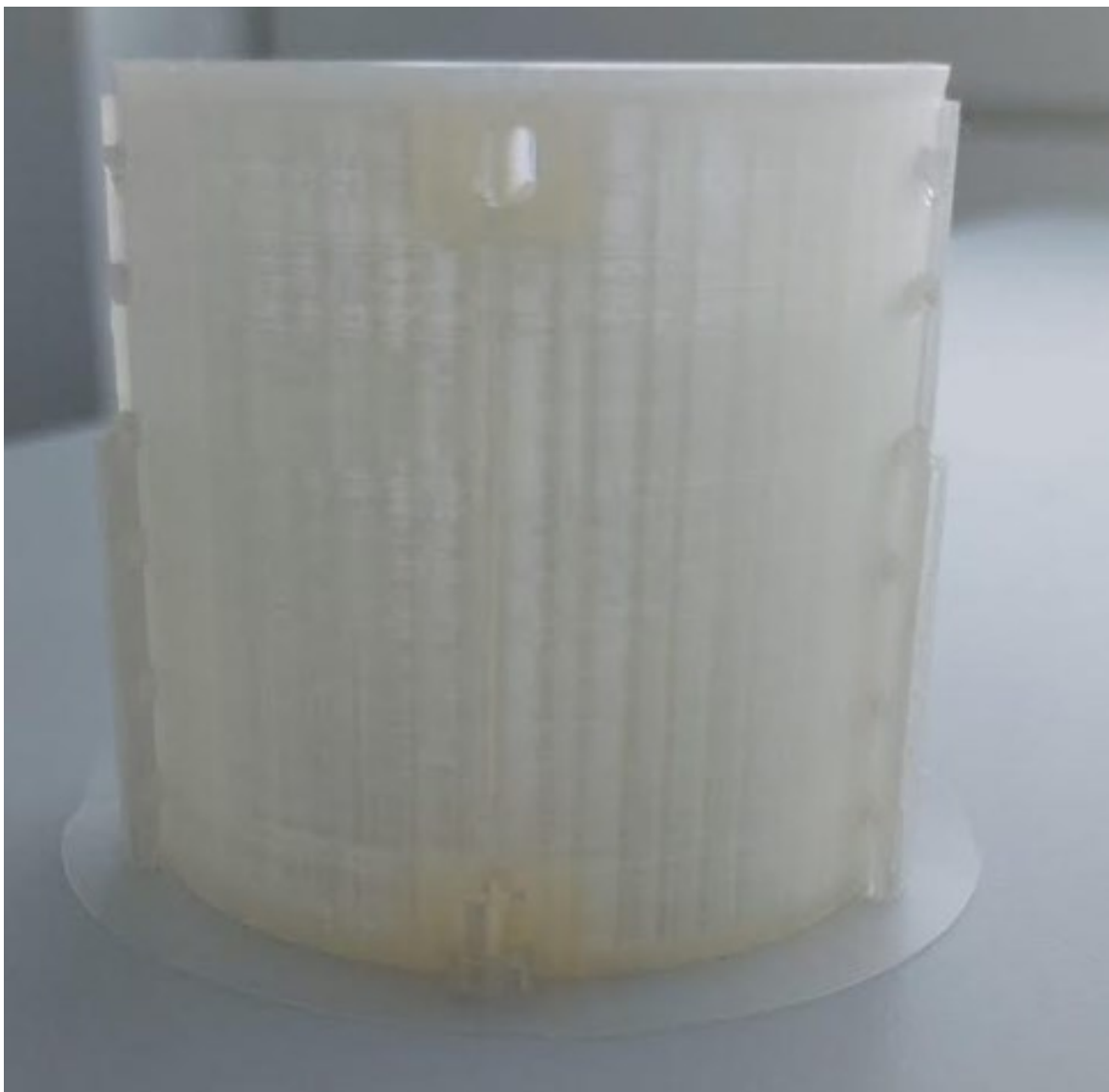
### 5.3 Kuvun 3D-tulostus

Kuvun tulostuksessa käytettiin läpinäkyvää Ultimakerin Transparent PLA-filamenttia. Kupua ei olisi pystynyt onnistuneesti tulostamaan ilman tukimateriaalin käyttöä. Kappaletta ei saa sellaiseen asentoon, että kaikki pinnat olisivat kohtisuoraan pohjasta katsottuna tuettu Z-akselin suuntaisesti joko alustasta tai aiemmasta tulostuskerroksesta. Samasta materiaalista, mitä käytettiin pääkappaleelle, tulostui myös tukirakenteet tulostusajan minimoimiseksi. Jälkikäsitely eli tukimateriaalien poistaminen oli hankalaa tämän vuoksi. Parempaan tulokseen jälkikäsitelyn kannalta olisi päästy käyttämällä erikseen tukirakenteille tarkoitettua filamenttia, joka ei ole yhtä vahvarakenteista ja on helpommin irrotettavaa.

Kuvun tulostuksessa käytettiin eri asetuksia tulosteiden välillä. Laadultaan parhaassa tulosteessa (Kuva 8.) aikaa meni noin 3 h 15 min. Yhden kerroksen paksuus oli 0,15 mm ja tulostusnopeus 55 mm/s. Vertailukohteena tälle tulosteelle kuvusta tehtiin toinen tuloste (Kuva 9.) huomattavasti nopeammilla asetuksilla: yhden kerroksen paksuus 0,2 mm ja tulostusnopeus 87,5 mm/s. Aikaa tämän tulostamiseen meni noin 1 h 50 min.



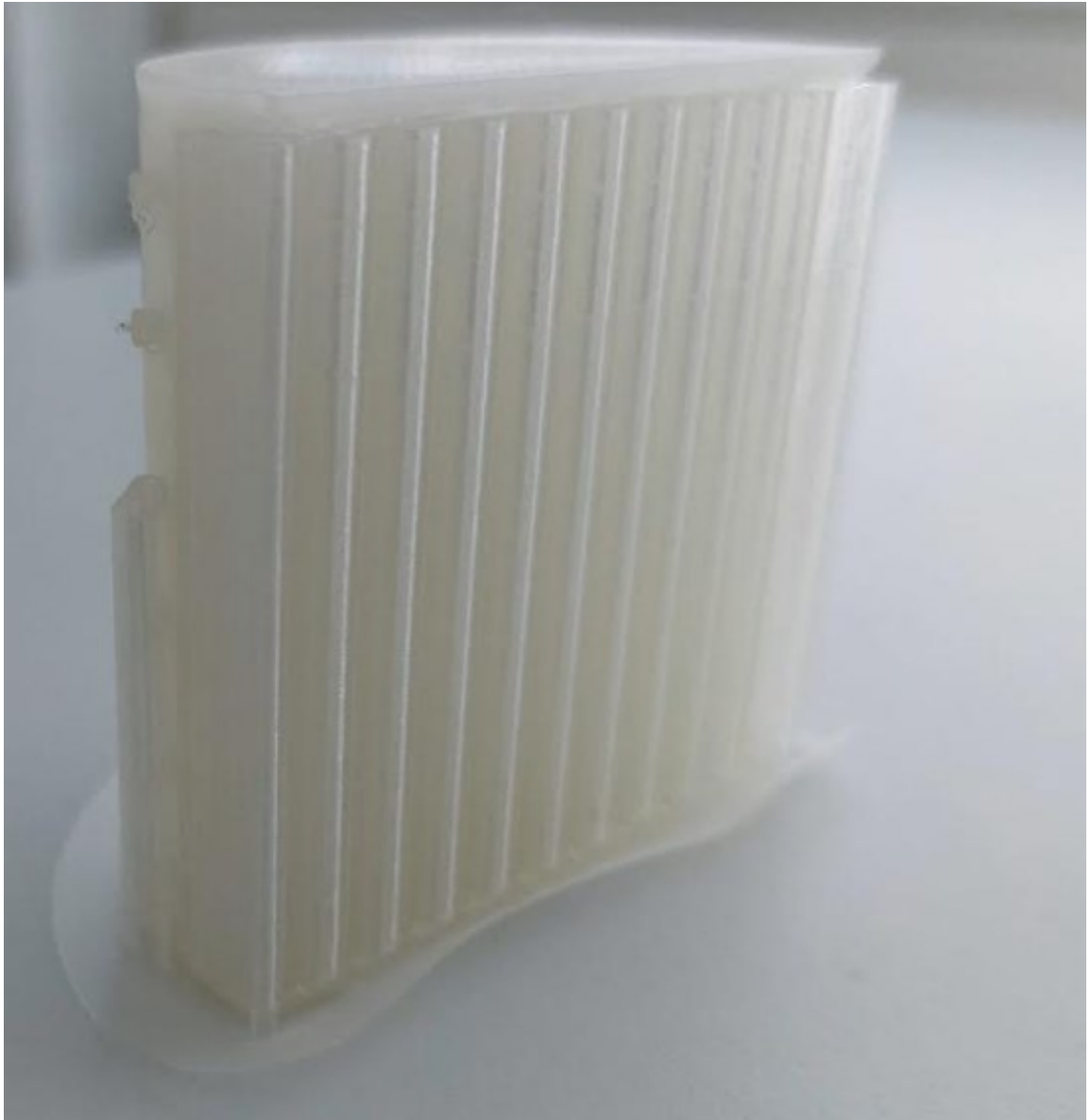
Kuva 12. Laadultaan parempi tuloste.



Kuva 13. Nopeampi tuloste heikommalla laadulla.

Tulosteiden välille syntyi laadullisia eroja, kuten voidaan olettaa. Suurimmat heikkoudet nopeammilla asetuksilla tehdyllä kappaleella olivat epätasaiset pinnat ja railot eri puolilla pintaa. Luonnollisesti tämä johtuu suuremmasta tulostusnopeudesta ja yhden kerroksen paksuudesta, jotka heikensivät tulostuksen laatua. Näitä samoja virheitä näkyi myös hitaammilla tulostusasetuksilla, mutta huomattavasti vähemmän.





Kuva 14. Tukimateriaalit.

#### 5.4 3D-tulostus yhtenä kappaleena

Molemmat kappaleet voidaan tulostaa myös yhdeksi kiinteäksi kappaleeksi kahdella eri filamentilla. Tällöin tulostuskertoja ei tarvita kuin yksi, mutta ajallista säästöä kokonaisuudessaan ei välttämättä synny. Tulostimen täytyy vaihdella kahden suuttimen välillä, riippuen kumpaa filamenttia käytetään sen hetkisen geometrian luomiseen.

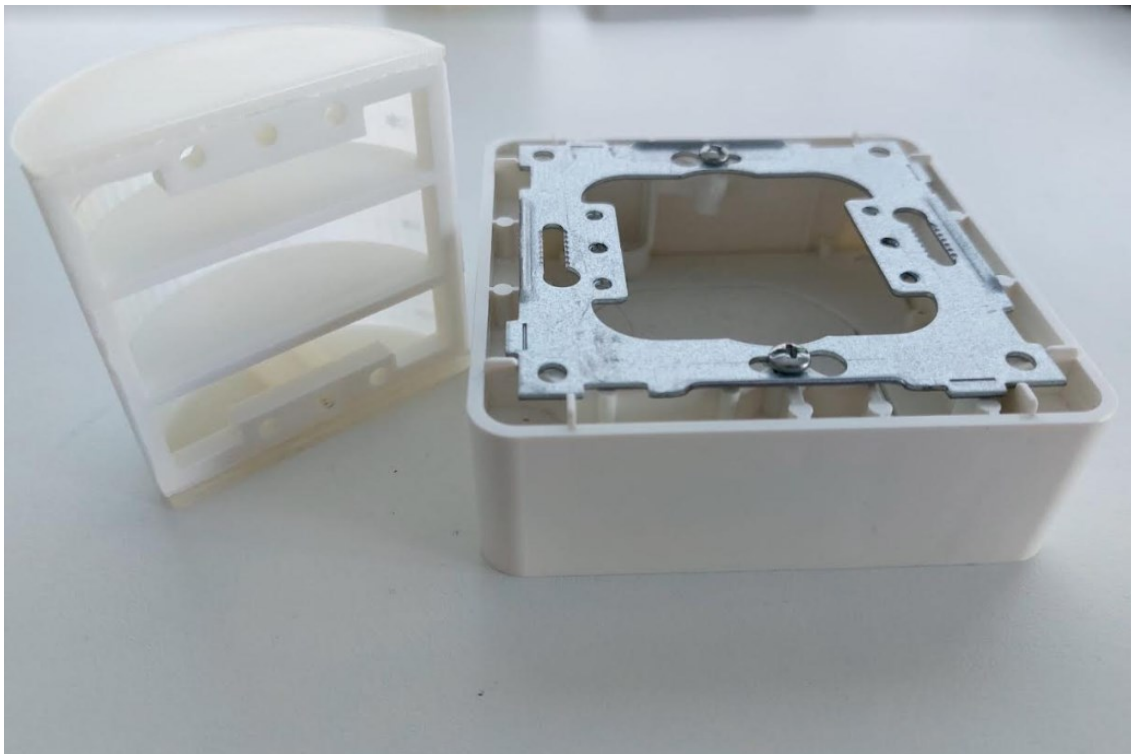
Yksi prototyypin tulostettiin kyseisellä tavalla. Prosessissa mallit asetettiin Cura käyttöliittymässä haluttuihin asentoihin siten, että halutut pinnat kappaleista olivat kontaktissa toisiinsa. Kummallekin kappaleelle määritettiin oma filamentti, joka oli sama kuin mitä yksittäisen kappaleen tulostuksessa käytettiin. Lisäksi määritettiin mistä suuttimesta mikäkin filamentti pursotetaan ja kumpaa niistä kahdesta käytetään tukirakenteiden luontiin. Tulosteessa tukirakenteena käytettiin kuvun filamenttia, mikä osoittautui erittäin vaivalloiseksi poistaa jälkikäsittelyssä, minkä vuoksi tulostuksen lopullinen laatu oli heikko. Tukirakenteen määrä ja hankalat sijainnit ovatkin syy miksi parempaan lopputulokseen päästiin tulostamalla kappaleet erikseen.

## 5.5 Kokoonpano

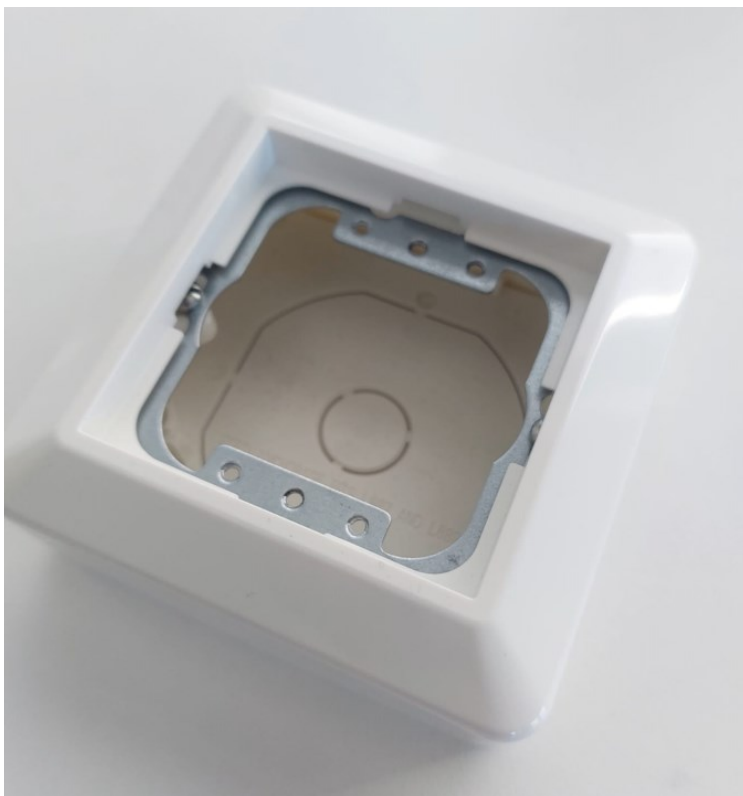
Prototyyppien valmistuttua niiden yhteensopivuutta kokeiltiin muiden komponenttien kanssa. Kokoonpanon kasaamisen työvaiheet ovat seuraavat:

1. Asennuslevy kiinnitetään pinta-asennuskoteloon. (Kuva 15.)
2. Kehys asetetaan kuvun sisään. (Kuva 15.)
3. Peitelevy asetetaan asennuslevyn päälle. (Kuva 16.)
4. Yhdessä olevat kehys ja kupu asetetaan peitelevyn aukkoon oikeaan asentoon siten, että keskimmäiset kiinnitysreiät kohtaavat asennuslevyn reikien kanssa.
5. Ruuvit asetetaan kuvun kuilujen kautta ja ruuvataan kiinni, jolloin kokoonpanon osat puristuvat kiinni.

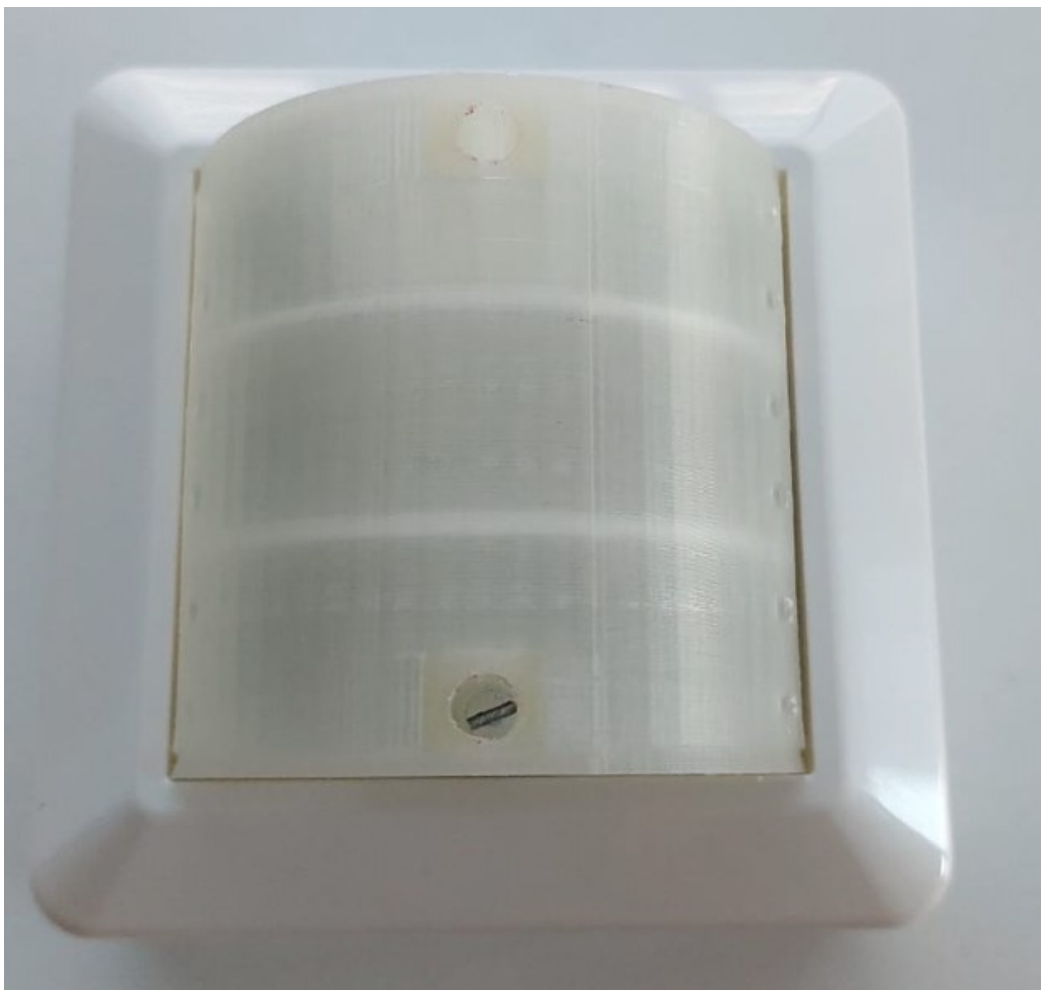
Työvaiheista puuttuu piirilevyn asennus. Piirilevyn asennus suunniteltiin onnistuvan asettamalla se peitelevyn päälle ennen kehystä/kupua. Asennusvaihe sijoittuisi edellä mainittujen vaiheiden 3. ja 4. väliin.



Kuva 15. Asennusvaihe.



Kuva 16. Peitelevy asetettuna paikalleen.



Kuva 17. Valmis kokoonpano ilman piirilevyä.

## 6 Lopputulos

Tavoitteena oli suunnitella huonemerkkivalomoduuli ottaen huomioon parannuskohteet vanhan tuotteen pohjalta. Osien kannalta, joita ei ollut käytettävissä valmiina komponentteina tuli huomioida ainetta lisäävä valmistusmenetelmänä valmistaa osat. Opinnäytetyön tavoitteiden kannalta tärkeäksi osoittautui CAD-tiedostojen tuottaminen valmistettavista kappaleista ja 3D-tulostusmahdollisuus prototyyppien tekoon.

Parhaassa tilanteessa toimeksiantaja voi käyttää prototyyppiä lähes sellaisenaan kuin se opinnäytetyössä suunniteltiin. Rakenne antaa mahdollisuuden LED-valojen erottamiselle toisistaan ja uuden kuvun näkyvyys on huomattavasti laajempi verrattuna vanhaan tuotteeseen. Moduuli on lisäksi helppo asentaa ja yksinkertainen rakenne takaa helpon muokattavuuden, jos epäkohtia havaitaan esimerkiksi valojen näkyvyyden, äänentoiston tai laadun suhteen. Lisäksi ainetta lisäävä valmistus antaa jatkossa mahdollisuuksia muutoksiin eri menetelmien ja materiaalien muodossa.



Kuva 18. Vanha tuote ja prototyyppi uudesta.

## Lähteet

Pere A. 2016. Koneenpiirustus 1 & 2. 12. painos. Espoo: Kirpe Oy

Formlabs, 2024. Fused Deposition Modeling (FDM) Viitattu 18.02.2024

<https://formlabs.com/eu/3d-printers/>

Noorani R. 2017. 3D Printing : Technology, Applications, and Selection. E-kirja Ebook Central-kirjapalvelussa. Englanti: Taylor & Francis Group. Vaatii kirjautumisen palveluun. Viitattu 17.01.2024 ja 18.02.2024

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/turkuamk-ebooks/detail.action?docID=4986151>

Maker3D Oy, 2024. Ultimaker-Tough-PLA-Filamentit. Viitattu 17.01.2024

<https://www.3d-tulostus.fi/Ultimaker-Tough-PLA-Filamentit>

Ultimaker, 2024. What software to use for 3D printing. Viitattu 17.01.2024

<https://ultimaker.com/learn/what-software-to-use-for-3d-printing/>

Ultimaker, 2024. Ultimaker S3. Viitattu 17.02.2024

<https://ultimaker.com/3d-printers/s-series/ultimaker-s3/>

Protolabs Network, 2024. What is FDM (fused deposition modeling) 3D printing? Viitattu 17.02.2024.

<https://www.hubs.com/knowledge-base/what-is-fdm-3d-printing/#faqs>

Xometry Europe, 2021. Stereolithography (SLA) 3D printing: Technology overview. Viitattu 18.02.2024

<https://xometry.eu/en/stereolithography-sla-3d-printing-technology-overview/>

3DTech, 2024. Mitä on teollinen 3D-tulostaminen ja mitä etuja se tuo suunnitteluun ja valmistukseen. Viitattu 18.02.2024

<https://www.3dtech.fi/3d-ratkaisut/3d-tulostus-eli-ainetta-lisaava-valmistusmenetelma/>