



Janne Eloranta

Elektroniikkatestiaseman 3D-mallin- nus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

16.4.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Janne Eloranta
Otsikko: Elektroniikkatestiaseman 3D-mallinnus
Sivumäärä: 29 sivua
Aika: 16.4.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka
Ammatillinen pääaine: Valmistus- ja tuotantotekniikka
Ohjaajat: Vastuopettaja Pekka Salonen
Yrityksen ohjaaja Simo Jylhä-Ollila

Tämä opinnäytetyö tehtiin OiTec Oy:n toimeksiannosta. Työn tavoitteena oli suunnitella mekaaniset ratkaisut uudelle piirikorttien testilaitteelle.

Työ aloitettiin tutustumalla hahmotelmaan uudesta testiasemasta, joka oli tehty Creo parametric CAD -ohjelmalla. Se oli suuntaa antava millainen siitä tulisi. Mekaniikan suunnittelussa hyödynnettiin myös vanhan tuotemallin osia, mutta tästä uudesta laitteesta tuli ns. light-versio. Sitä varten piti tehdä paljon muokkausta ja uusia ratkaisuja, jotta saavutettaisiin haluttu lopputulos, mikä olisi pienempi, halvempi ja kevyempi testiasema.

Työn suunnittelussa käytettiin Creo parametric CAD -ohjelmaa, jolla tehtiin 3D-suunnitelmat testiasemasta ja piirustukset osien valmistusta ja tilaamista varten. En ollut käyttänyt ennen kyseistä ohjelmaa, joten siihen saatiin kolmen päivän pituinen koulutus. Tämän jälkeen uuden CAD-ohjelman käyttö helpottui ja pystyin aloittamaan työskentelyn projektin parissa.

Tämä työ sisältää katsauksen OiTec Oy:stä ja teoriaosuuden 3D-mallinnuksesta. Työssä myös esitellään testiaseman suunnitteluprosessi ja sen eteneminen lopputulokseen asti. Lisäksi käydään läpi tehtyjä 3D-malleja ja niiden syntyprosessia.

Työn lopputuloksena oli tarkoitus saada tehtyä 3D-malli testiasemasta, minkä avulla pystytään sitten rakentamaan prototyyppi testiasemasta. Tämä tavoite saavutettiin.

Avainsanat: Creo, 3D-mallinnus, suunnittelu

Abstract

Author: Janne Eloranta
Title: Electronics test station 3D modeling
Number of Pages: 29 pages
Date: 16 April 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Mechanical Engineering
Professional Major: Manufacturing technology
Supervisors: Simo Jylhä-Ollila, Project Manager
Pekka Salonen, Principal Lecturer

This thesis was commissioned by OiTec Oy. The aim of the work was to design mechanical solutions for a new circuit board tester.

The work began with an outline of a new test station made with the Creo parametric CAD software. It was indicative of what it would become. The parts of the old product model were also used in the design of the mechanics, but this new device became a so-called light version, so a lot of modifications and new solutions had to be made. To achieve the desired result which is a smaller, cheaper, and lighter test station was the primary target.

The design of the work was done by using the Creo parametric cad software to make 3D designs of the test station and drawings for the manufacturing and ordering of parts. I had not used the Creo-software before, so I participated in three days on training 3D-modeling of the Creo. After that, it became easier to use the new CAD software and I was able to start working on the project.

This work includes an overview of OiTec Oy and a theoretical section of 3D modeling. The thesis also presents the test station design process and its progress to the result. The created 3D-Models and their creation process is introduced, too.

The result of the work was to make a 3D model of the test station, which enables to build a prototype of the test station. This target was achieved.

Keywords: Creo, 3D-modeling, Design

Sisällys

1	Johdanto	1
2	OiTec Oy	1
2.1	Edellinen testiasema	2
2.2	Projektin tavoitteet	4
3	3D-mallinnus	7
3.1	Creo parametric	8
3.2	Kokoonpano	9
4	Suunnitteluprosessi	10
4.1	Suunnittelu	10
4.2	Ongelmakohtat	21
4.3	Elektroniikkasuunnittelu	22
5	Piirustukset	23
5.1	Drawing-moduuli	23
5.2	Osaluettelot	23
6	Osien tilaus	25
6.1	Osien saatavuus	26
6.2	Valintaperusteet	26
7	Valmis suunnitelma	27
8	Yhteenveto	29
	Lähteet	1

Lyhenteet

- CAD: Computer-aided design. Tietokoneavusteinen suunnittelu on tietokoneen käyttöä apuvälineenä suunnittelutyössä.
- MBD: Model Based Definition. Malliperustainen tuotemäärittely, joka tarkoittaa tuotetietojen täydellistä määrittelemistä pelkän 3D-mallin avulla.
- DFA: Design for Assembly:n tavoitteena on yksinkertaistaa tuotteen rakennetta siten, että sen kokoonpantavuus helpottuu.
- 3D: Kolmeen dimensioon viittaava lyhenne.
- Hw: Hardware. Tarkoittaa tietokonelaitteistoa ja sen oheislaitteita.
- BOM: Bill of materials. Materiaaliluettelo osista, raaka-aineista tai kokoonpanoista kunkin lopputuotteen valmistukseen tarvittavista määristä.
- ABS: Akryylinitriilibutadieenistyreenimuovi.

1 Johdanto

Tämä insinööri työ on tehty OiTec Oy:n toimeksiannosta. Yrityksellä oli ollut suunnitelmassa tehdä uusi testiasema ja se antoi hyvän mahdollisuuden insinööri työn tekoon. Testiasemasta muodostuu kaksi insinööri työtä, josta toinen keskittyy elektroniikkapuoleen ja tämä toinen mekaniikan suunnitteluun. Työn lähtökohdat olivat hyvät tähän projektiin. Testiasemasta oli hahmoteltu CAD-malli, mistä sai hyvän käsityksen halutusta lopputuloksesta ja hyvän suunnan suunnittelutyölle.

Tässä insinööri työssä käsitellään teoriaosuutena 3D-mallinnusta ja teknisten piirustusten tekoa. Sen jälkeen kerrotaan testiaseman suunnitteluprosessista ja käsitellään tehtyjä piirustuksia sekä 3D-malleja testiasemasta. Lopuksi esitellään valmis suunnitteluprosessi, minkä pohjalta aletaan valmistaa prototyyppiä testiasemasta. Prototyypin valmistuksen jälkeen tätä tuotetta ruvetaan valmistamaan asiakkaille.

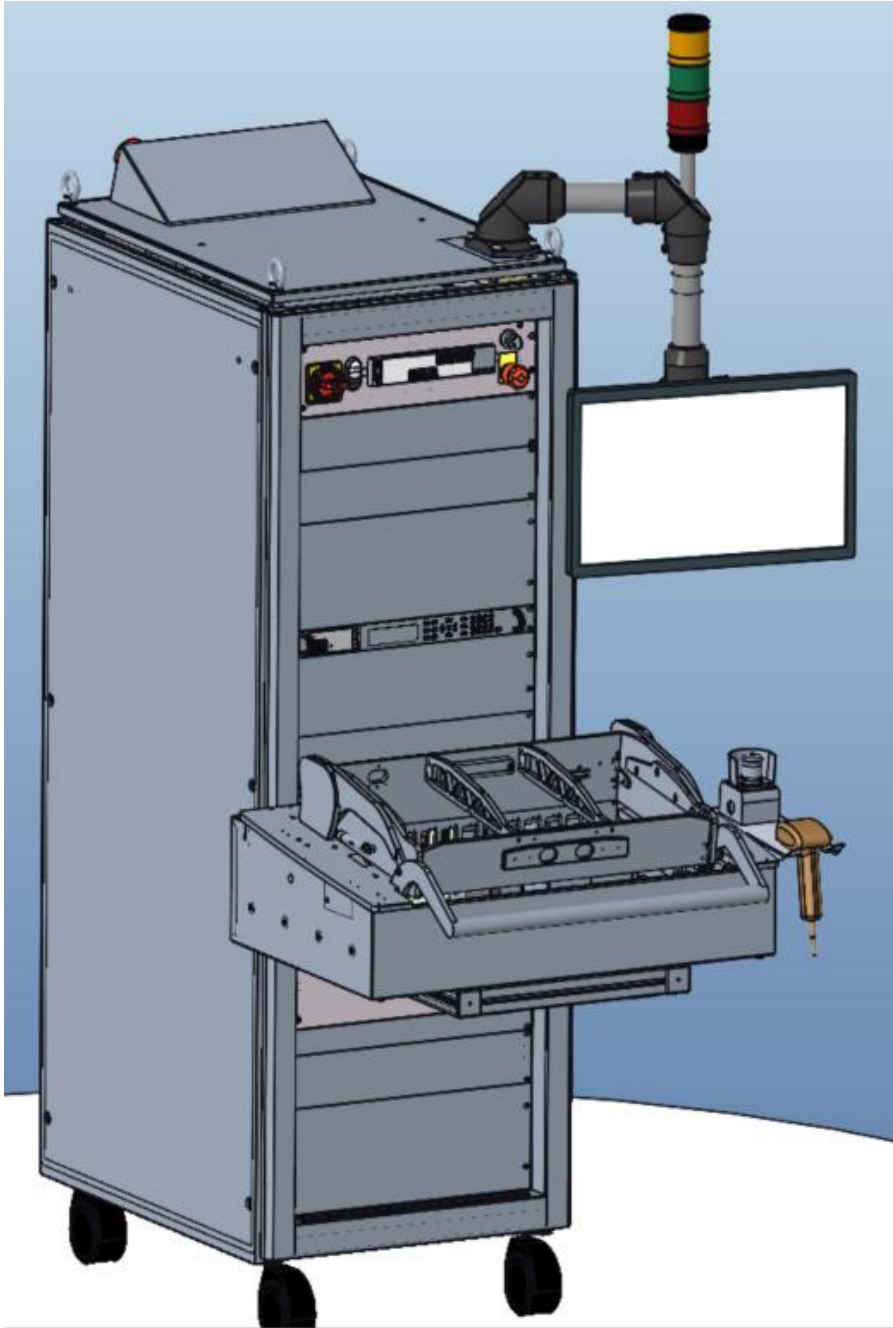
Työ tehtiin Creo parametric cad -ohjelmalla ja siitä kerrotaan lisää luvussa 3.1.

2 OiTec Oy

OiTec on erikoistunut elektroniikan testauslaitteiden valmistukseen ja tarjoaa ammattimaisia konsultointi- ja suunnittelupalveluita. Yrityksellä on laaja tietämys elektroniikkateknologioista, joten se pystyy tarjoamaan asiakkaille korkealaatuisia ja kustannustehokkaita ratkaisuja tällä alalla. OiTec on perustettu vuonna 2013 ja on tasaisesti kasvanut siitä lähtien. Se työllistää noin 35–40 työntekijää. Toimitilat sijaitsevat Kirkkonummella Jorvaksessa HighTech Centerissä. Sieltä löytyvät toimistotilat ja asennuksiin tarvittava hallitila, jossa kootaan nykyiset testilaitteet.

2.1 Edellinen testiasema

Cassette Interface -niminen testiasema on valmistettu ja suunniteltu OiTec:n toimesta (Kuva1). Se on suunniteltu Creo parametric cad -ohjelmalla, mistä oli paljon hyötyä myös omassa suunnittelutyössäni. Siitä pystyttiin hyödyntämään paljon valmiiksi mallinnettuja osia uuteen testiasemaan. Toisia osia pystyi hyödyntämään suoraan uuteen testiasemaan ja toisiin piti tehdä pieniä muutoksia, jotta ne soveltuivat paremmin tähän tarkoitukseen. Muutokset olivat usein uudelleen mitoitusta sopivammaksi uuden testiaseman mittoihin. Tämä on melko yksinkertaista nykyisillä CAD-ohjelmilla, siitä selviää muutamalla napin painalluksella.



Kuva 1. Creo kokoonpano vanhemmasta testiasemasta.

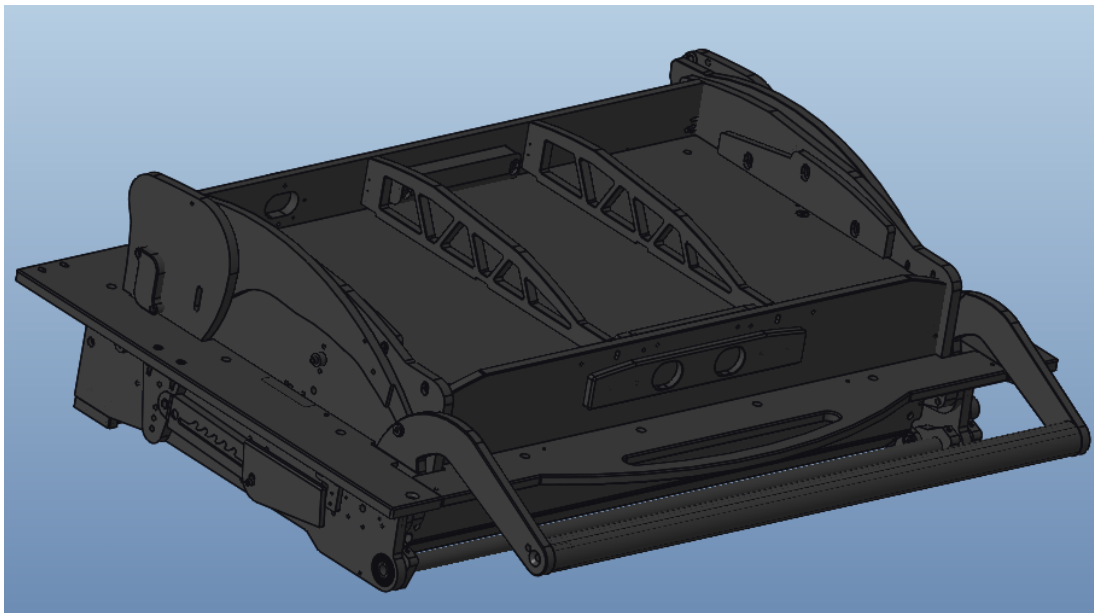


Kuva 2. Cassette interface testilaite.

2.2 Projektin tavoitteet

Projektin tavoitteena on suunnitella uusi piirikorttien testiasema, joka on edellistä mallia pienempi, halvempi ja kevyempi (Kuva2). Jotta tähän tavoitteeseen päästään, piti rajoittaa testiaseman ominaisuuksia ja poistaa ylimääräisiä laitteita käytöstä. Taulukossa alempana näkyvät vanhan ja uuden testiaseman laitteet. Taulukosta huomaa sen, että uudessa testiasemassa on paljon vähemmän

laitteita käytössä verrattuna edelliseen malliin. Vaikka jostain ominaisuuksista piti luopua, niin uusi asema on ominaisuuksiltaan lähes yhtä pätevä. Uudella testiasemalla tehdään vain matalajännitteisiä testejä, joka on isoin ero vanhaan malliin, koska sillä pystyi tekemään myös korkeajännitetestejä. Toinen ero edelliseen malliin on testattavien kohteiden testaustapa. Vanhalla testiasemalla pystyi testaamaan yksittäisiä piirikortteja, kun taas tällä uudella testiasemalla testataan moduuleita. Moduulit voivat sisältää yhden tai useamman piirikortin, jotka ovat samassa rakenteessa. Testattava moduuli asetetaan Fixturen sisälle testiä varten (Kuva 3).



Kuva 3. Fixturen 3D-malli.

Kun luovutaan osasta laitteista, niin kokonaishinta putoaa ja kevenee. Nämä olivat tavoitteenakin. Kun laitteita on vähemmän uudessa testiasemassa, niin tarvitaan uusi rakenne laitteille, koska edellinen olisi aivan liian iso. Tämän takia pitää suunnitella uudet raamit laitteille.

Taulukko 1. Edellisen mallin ja uuden testiaseman laite erot.

Current Equipment	New Equipment
Chroma 63610-80-20 (Electronic Load)	Removed
Keysight N6732B DC Module (8V / 6.25A / 50W)	Keysight N6732B DC Module
Keysight N6744B DC Module (35V / 3A / 100W)	Keysight N6744B DC Module
Keysight N6735B DC Module (60V / 0.8A / 50W)	Keysight N6735B DC Module
PXIe-1084 (PXIe Chassis)	Removed
PXIe-8301 (Thunderbolt adapter)	Removed
PXI-6515 (System DIO)	PCI-6515
PXI-8432/4 (RS 232 Serial Interface Module)	PCIe-8432/2
PXI-8433/4 (RS485/RS422 Serial Inter- face Module)	PCIe-8433/2
PXIe-6535 (DIO)	PCIe-6535B
PXIe-6355 (DAQ)	PCI-6255
PXIe-4081 (DMM)	Removed
PXIe-5110 (Oscilloscope)	Removed
PXIe-2593 (RF MUX)	Removed
PXIe-2525 (MUX)	Removed
Heinzinger EVO 1500-2000 (Power Supply)	Removed
TDK-Lambda GEN6-100 (Power Supply)	Removed

Jotta tavoitteisiin päästäisiin, pidettiin viikoittain palaveri, missä katsottiin edistymistä ja uusia asioita. Tämä on hyvä tapa edetä tällaisessa laajemmassa projektissa, jotta pystytään asettamaan viikoittaisia tehtäviä ja projekti etenee sitä mukaa. Välillä palavereissa keksittiin uusia ratkaisuja tai ideoita mitä sitten lähdettiin toteuttamaan. Välillä tarkastettiin vain, että edellisen viikon tehtävät oli saatu tehtyä. Tällaisissa palavereissa missä on monta henkilöä, voi ideoita tulla

paljon ja silloin pitää muistaa osata rajata niitä mitä lähtee toteuttamaan ja priorisoimaan.

3 3D-mallinnus

Tietokoneavusteisen 3D-mallinnuksen historia ei ole kovin pitkä. Ensimmäiset CAD-ohjelmat tulivat 1960-luvulla ja aluksi ohjelmat olivat vain kaksiulotteisia. 1970-luvulla CAD-ohjelmat kehittyivät tietokoneiden kehityksen myötä vauhdilla. Kehityksen myötä siirryttiin nopeasti 3D-mallien pariin. Aluksi CAD-ohjelmia käytettiin lentokone- ja autoteollisuudessa, mistä ne levisivät myös yleiskaupalliseksi ohjelmiksi. (Tuholainen, E. & Viitanen, K. 2008.)

3D-mallinnus tarkoittaa kolmiulotteista suunnittelua tietokoneavusteisesti, missä suunnitellaan kolmiulotteisessa avaruudessa. Siinä akseleita on kolme x, y ja z nimiset akselit. Tuloksena on saada malli mitä käytetään hyväksi laitteiden, osien, tai vaikkapa talojen valmistukseen. Kappaleelle annetaan fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet samalla lailla kuin oikealla kappaleillakin on. 3D-malli toimii apuna tuotteen hahmottamisessa tai se voi olla sen valmistuspohjana. Kolmiulotteista tietokonemallia käytetään usein apuna NC-koneiden ohjaamisessa, jolla saadaan valmistettua valmiita tuotteita. Tehokas 3D-mallinnus edellyttää suunnittelijaa hyödyntämään eri mallinnusmenetelmiä niin, että haluttu lopputulos saavutetaan mahdollisimman vaivattomasti. 3D-mallinnus myös helpottaa teknisten ratkaisujen tekemisessä, kun ei tarvitse erikseen valmistaa kappaletta testattavaksi sen toimivuutta.

Nykyteknologian kehittymisen myötä voidaan valmistaa 3D-kappaleita tulostamalla. Tulostimet voivat tulostaa muovi-, metalli-, lasi- tai betoni kappaleita riippuen tulostimesta. Tulostin sulattaa tai liuottaa materiaalia sille määrättyyn kohtaan alustalle. Aine kovettuu ohueksi kerrokseksi ja kone toistaa tätä samaa monta kertaa, milloin kappale alkaa muodostua haluttuun lopputulokseen. Tulostinta varten pitää tehdä 3D-malli jollain tietokoneohjelmalla, jotta laite tietää

minkäläistä kappaletta se työstää. 3D-tulostuksessa mallinnusprosessi on hie-
man erilainen, koska siinä kappale valmistetaan lisäämällä materiaalia, kun taas
esimerkiksi koneistuksessa kappale valmistetaan poistamalla materiaalia aih-
osta. Tämä ero pitää ottaa huomioon mallinnusprosessissa, kun mietitään val-
mistusteknisiä asioita.

Mallinnukseen on käytettävissä useita eri sovelluksia ja niitä tarjoavia yrityksiä.
Sellaisia kuten AutoCAD, Catia, Creo, Solidworks ja Fusion 360. Sovelluksista
on saatavilla maksullisia versioita ja nykyään on olemassa ilmaisia ohjelmiakin
internetissä, millä saa tehtyä melko sujuvasti yksinkertaisempia asioita. Itse
olen käyttänyt muutamia eri ohjelmia ja tämän insinööriyön teon kautta
Creo:sta on tullut mielestäni kätevin ja helppokäyttöisin ohjelma. Eri ohjelmien
käyttö on melko samanlaista. Riittää että opettelee yhtä käyttämään hyvin. Sen
jälkeen osaa käyttää pienellä tutustumisella monia eri ohjelmia. Tässä insinööri-
työssä käytetään Creo parametric -nimistä sovellusta, josta kerrotaan lisää seu-
raavassa kappaleessa.

3.1 Creo parametric

Creo parametric on 3D CAD-mallinnusohjelma. Se on PTC:n tarjoama ohjelma.
Creon avulla voi hahmotella ja suunnitella tuotteet kolmiulotteisesti sekä luoda
näistä 2D-piirustukset. Creo tukee myös laajennetun todellisuuden käyttöä ja
sen simulointityökalujen avulla voi tehostaa suunnittelutyötä.

Creo tukee MBD-suunnittelua (Model-Based Definition). Siinä ideana on, että
pysytään pelkästään 3D-mallissa, eikä tehdä ollenkaan piirustuksia. Tuotemal-
liin voidaan lisätä kaikki valmistukseen tarvittava informaatio, kuten toleranssit,
pinnankarheus, materiaali, kuvannot, leikkaukset ja räjäytyskuvat. Sen hyötyinä
on yksiselitteisempi tuotemäärittely ja ajan säästäminen tuotannossa. (Rapi-
noja, Jukka-Pekka, 2016.) Toki MBD:n käyttö ei ole kovinkaan yleistä vielä.
Kappaleista joutuu vielä tekemään piirustukset, jos haluaa saada valmiin tuot-
teen käsiinsä.

3.2 Kokoonpano

Suunnittelutyössä on tärkeää ajatella koko ajan sen kokoonpanomahdollisuuksia. Pitää tehdä ratkaisuja ja kompromisseja, jotta saadaan asentajille mahdollisimman yksinkertainen ja mahdollinen tapa koota haluttu lopputulos. Tällaista suunnitteluprosessia kutsutaan DFA-periaatteeksi. Se onnistuu yhdistelemällä toimintoja ja osia yhdeksi kokonaisuudeksi. Tämä lisää tuotteen luotettavuutta ja helpottaa sen huollettavuutta. (Lempiäinen & Savolainen 2004.)

Tässä työssä 3D-malli koottiin yhteen samassa järjestyksessä kuin oikeastikin ja rakennepuu on sen kaltainen. Tällä tavalla huomataan jo suunnitteluvaiheessa, että mitkä asiat toimivat ja ovat mahdollisia ja mitkä eivät ole. Siinä näkee hyvin sen, että osuvatko osat toisiinsa vai onko niillä tilaa mennä paikoilleen.

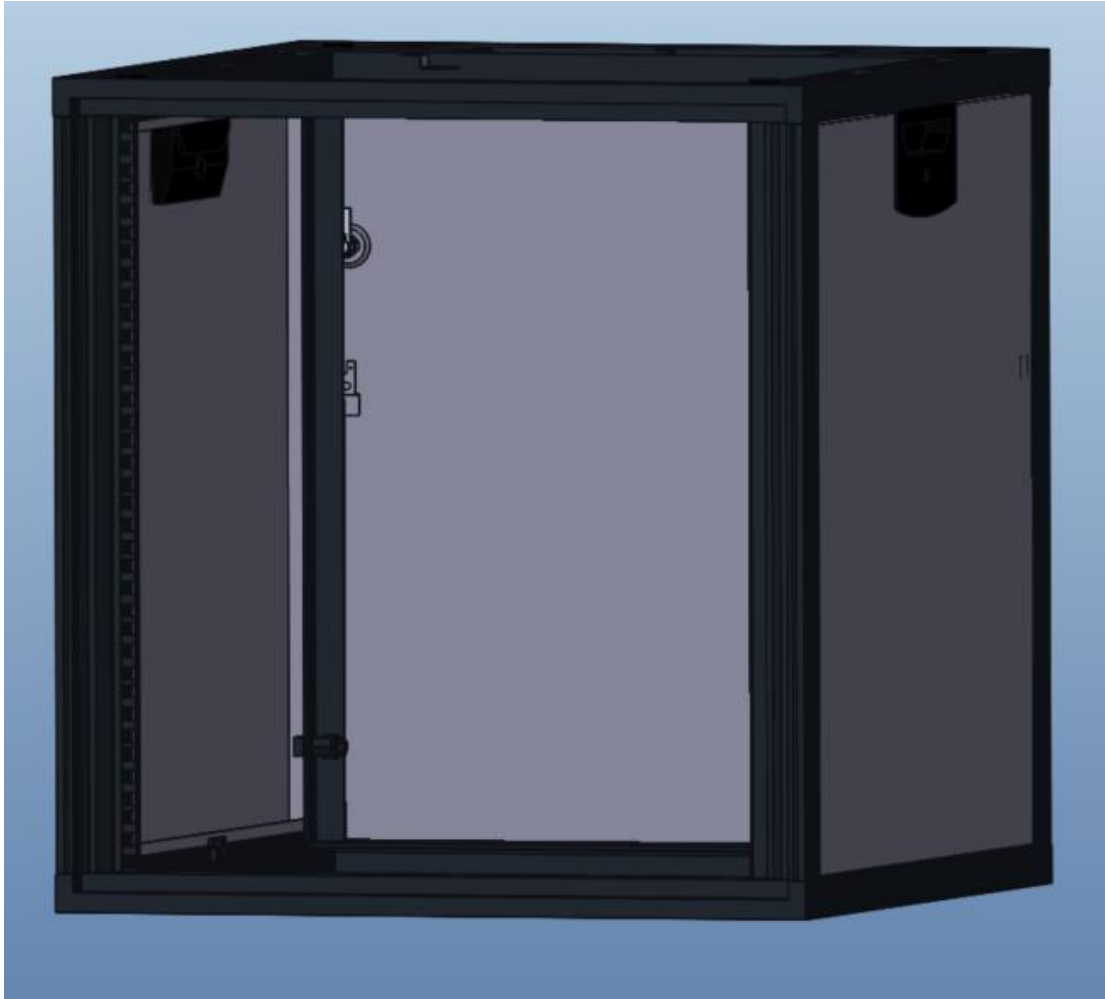
Kokoonpanomallinnus koostuu kahdesta tai useammasta kappaleesta. Ne tuodaan kokoonpano-ohjelmaan ja liitetään kiinni toisiinsa luomalla yhteyksiä. Eri-laisia yhteyksiä voivat olla esimerkiksi coincident, distance tai parallel. Coincident pistää yhteen kaksi eri pintaa, kun taas distancella voi määrittää pintojen välisen etäisyyden toisistaan. Näistä yhteyksistä voi tehdä myös liikkuvia erilaisilla komennoilla kuten slider, cylinder tai pin. Näin voi saada kokoonpanoon liikkuvia komponentteja ja sillä voidaan testata sen kinematiikkaa ilman fyysistä mallia. Tämä hyödyttää suunnittelutyössä paljon. Siinä huomataan viat, jos jokin kappale ei pysty liikkumaan haluamallaan tavalla.

4 Suunnitteluprosessi

4.1 Suunnittelu

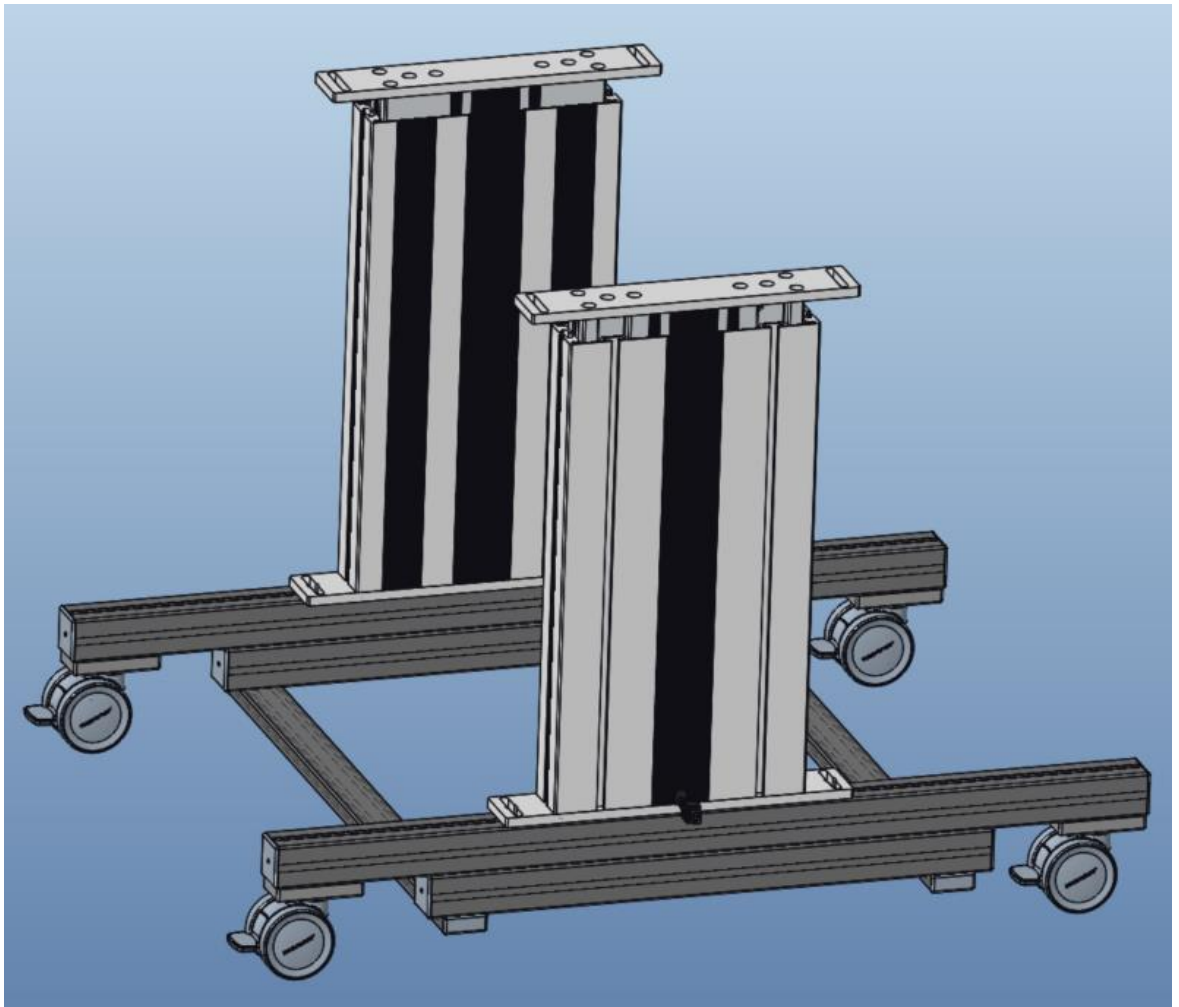
Suunnitteluprosessi lähti käyntiin tutustumalla olemassa olevaan aineistoon testiasemasta. Siitä oli tehty valmiiksi suuntaa antava hahmotelma Creo parametric CAD -ohjelmalla. Sen mallin ja edellisen testiaseman (Kuva1) CAD-mallin pohjalta pystyi alkaa hahmottelemaan, miltä uusi testiasema voisi näyttää.

Aluksi laadittiin yleisiä speksejä testiasemalle, kuten rakin koko. Räkki tarkoittaa laitetelinettä elektroniikalle, joka on yleisesti leveydeltään 19 tuumaa kuten tässäkin tapauksessa. Räkeissä käytetään kiinnityskiskoja, jossa kiinnitysreiät ovat EIA 310 standardin mukaan. Tämä helpottaa laitteiden kiinnitystä räkkiin, koska ne ovat yhdenmukaiset kaikissa räkeissä. Tässä projektissa sinne sijoitetaan esimerkiksi pc, tehonjakeluyksikö ja muu tarvittava elektroniikka. Rakin koko oli isoin merkittävä tekijä suunnittelutyössä, koska se antoi suuntaviivat, minkä kokoinen koko testiasemasta tulee. Räkiksi valikoitui Scroffin 12U-kokoinen räkki, koska siihen mahtuisi kaikki tarvittava elektroniikka. 12U tarkoittaa, että siellä on tilaa 12 palvelinmoduulille. Yksi U vastaa noin 4,5 cm tarvittavaa asennuskorkeutta räkistä. Joten koko rakin käytettävä korkeus on $12 * 4,5 \text{ cm} = 54 \text{ cm}$. (Väre 2009.) Tällä hetkellä testiasema käyttää kymmenen U:ta, joten kaksi jää vapaaksi myöhempiä sovelluksia varten. Räkkiin tarvittiin myös sivupaneelit, pohjalevy ja takapaneeli, mitkä saadaan myös Scroffilta tilattua. Valmistajan sivuilta sai ladattua CAD-mallin kyseisestä räkistä ja muista räkkiin liittyvistä osista. Tämä helpottaa hahmottamista ja tekemistä, ettei itse tarvitse mallintaa räkkiä, kunhan vain laittaa ladatun mallin kokoonpanoon.



Kuva 4. Scroff 12U räkien CAD-malli.

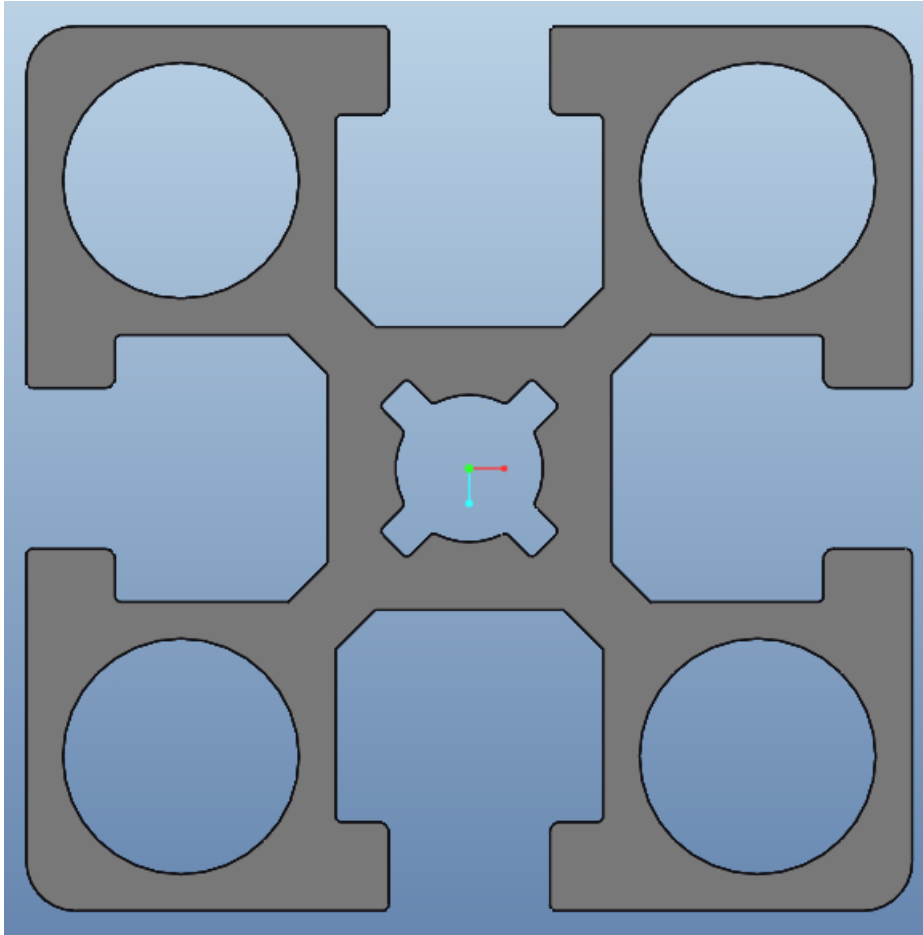
Toinen tärkeä asia oli, että kyseistä asemaa voisi käyttää sekä istuma- että seisomatyössä. Näin koko asema tarvitsi korkeussäädettävät jalat (Kuva 5). Jaloiksi valikoitui Ergoswiss:n valmistama SL-malli, jossa on säätövaraa 100 mm ylöspäin. Kun oli päätetty mitä räkkiä ja jalkoja käytetään, piti alkaa suunnitella kuinka tämä kokoonpano pysyisi kasassa eli millainen tukirakenne tarvitaan.



Kuva 5. Korkeussäädettävien jalkojen CAD-malli ja profiilirakenne.

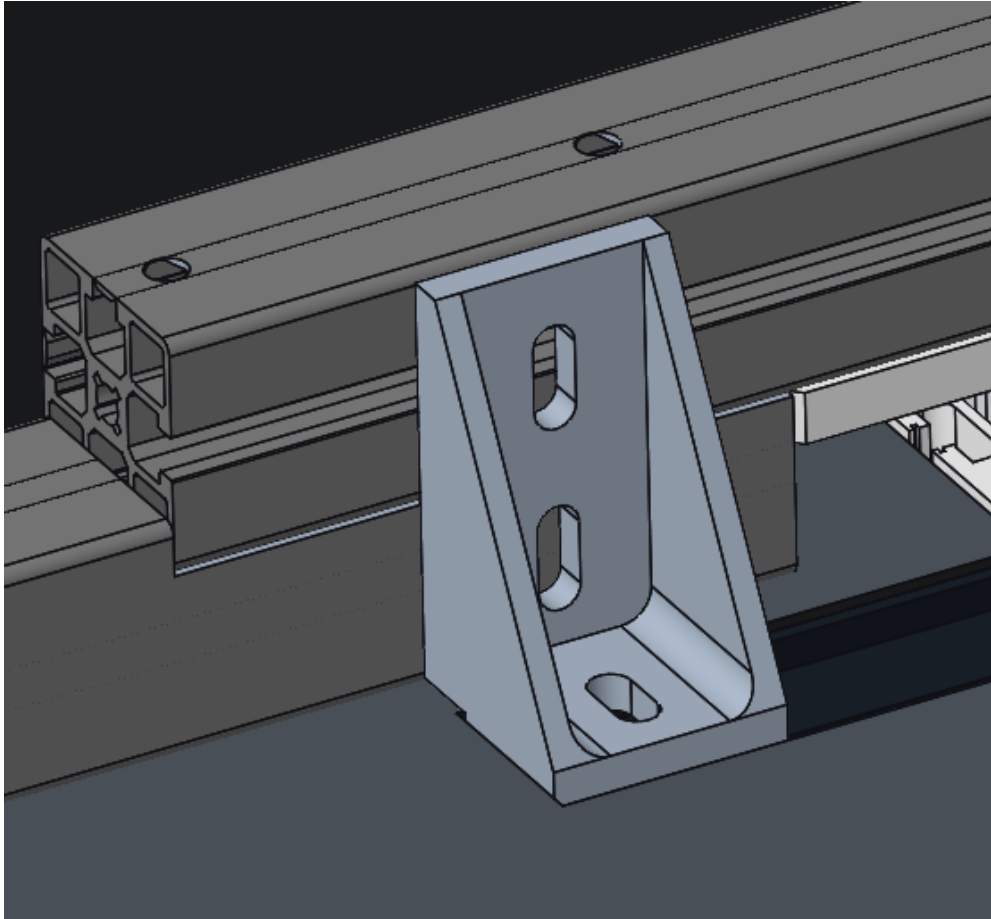
Tukirakenne suunniteltiin tehtäväksi alumiiniprofiilista, jotta siitä tulisi vankka ja kevyt kokonaisuus. Alumiiniprofiilia käytetään myös tukijalkojen rakenteessa. Profiilin korkeus on 45 mm, leveys 45 mm ja niitä on eripituisia riippuen mihin se tulee kokoonpanossa. Perusprofiilirakenne on kuvan 6 kaltainen, eli avonainen jokaisesta sivusta. Tämä mahdollistaa niiden kiinnittämisen toisiinsa kätevästi esimerkiksi M8-ruuveilla ja vastakappaleilla, mitkä asennetaan profiilin sisälle.

Jotta kaikki tarvittava elektroniikka testausta varten saataisiin tuettua jalkojen päälle, täytyi suunnitella tukikehikko pitämään kokorakenne kasassa. Tämä tehtiin myös alumiiniprofiileista, josta tuli kehikko tukijalkojen päälle. Näin saatiin testiasemasta tukeva ja nyt kehikkoon pystyisi kiinnittämään ohutlevylaatikot, joihin elektroniikkakomponentit asennetaan.

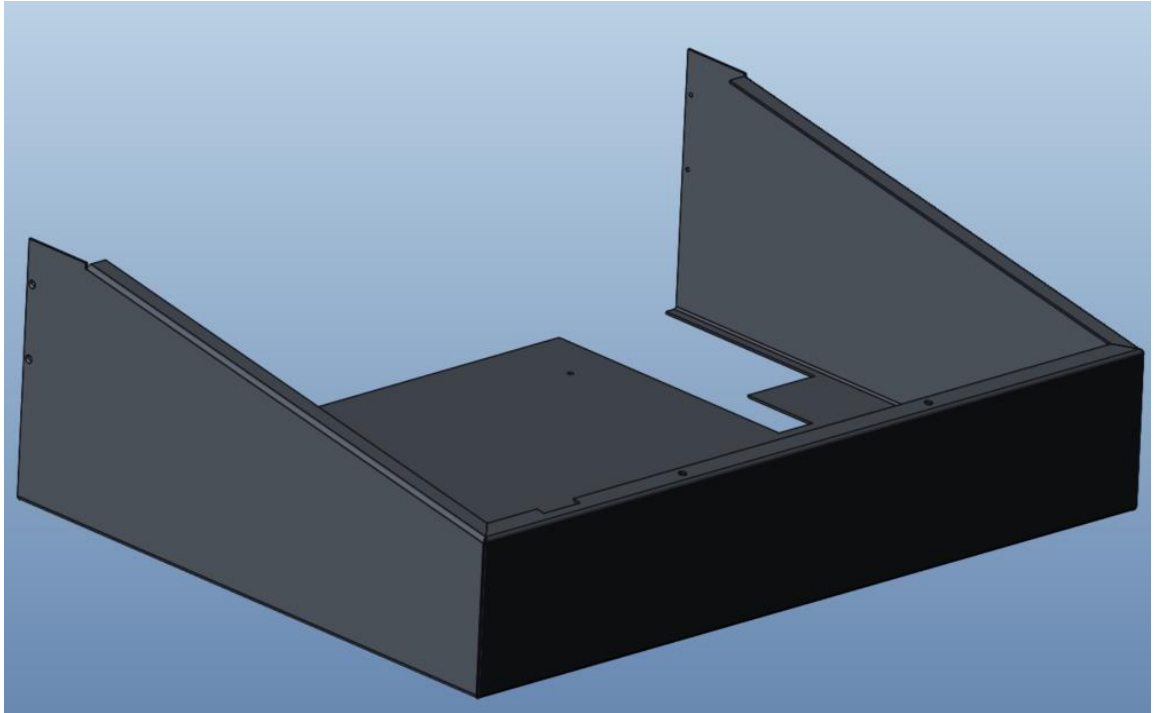


Kuva 6. (45 x 45) profiilin rakenne.

Ohutlevylaatikoita tarvittiin kaksi. Laatikot kiinnitetään niiden sisällä olevaan profiilikehikkoon kiinni. Etummainen laatikko tehtiin saksalaisen yrityksen tuottaman ATX-laatikon pohjalta, mutta siitä piti tehdä suurempi, joten siitä tuli lopulta kokonaan ”customoitu” ohutlevylaatikko (Kuva 8). Siihen tehtiin leikkaukset räkin kiinnikkeitä varten, mikä mahdollisti laatikon asentamisen ”työntämällä” kiinni. Räkin kiinnikkeet suunniteltiin itse alusta loppuun asti. Ne valmistetaan koneistamalla ja ovat hieman kulmaraudan näköiset, missä ovat keskellä kiinnitysreiät ruuveille. Ruuvireikiä on kahdessa eri paikkaa pystysuunnassa, koska profiilikehikko on alempana testiaseman takaosassa kuin etuosassa. Kiinnikkeet tulevat kiinni tukikehikon profiilirakenteeseen ja pohjasta kiinni räkkiin ruuveilla (Kuva 7).

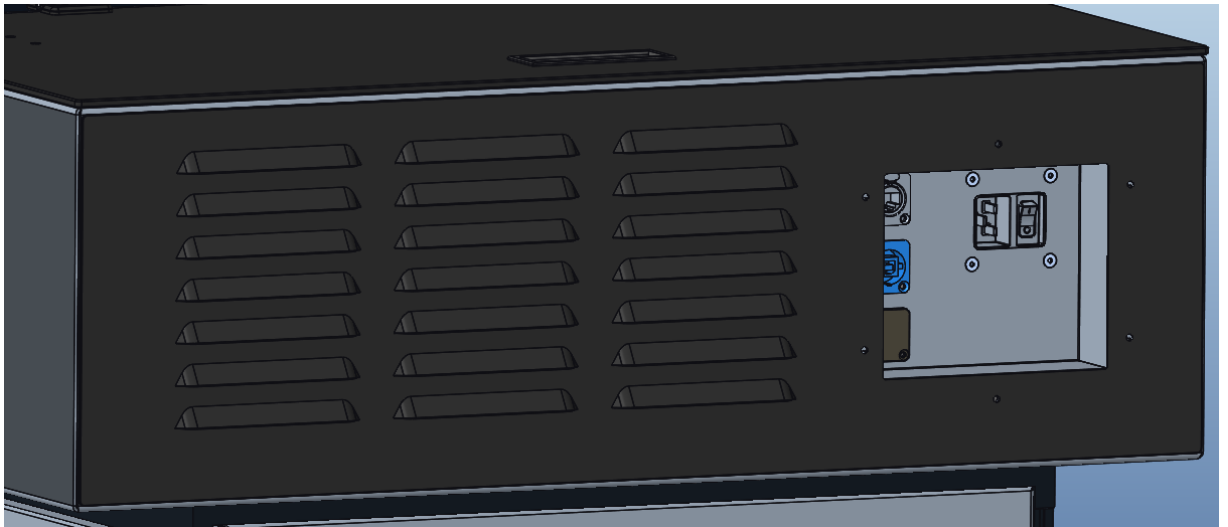


Kuva 7. Räkkin kiinnike.

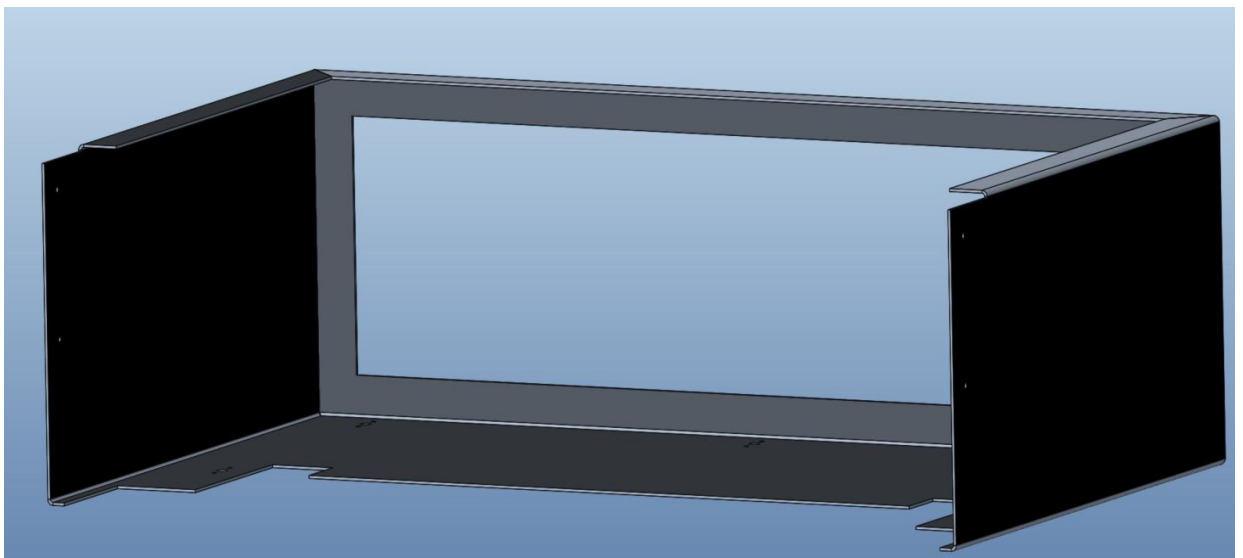


Kuva 8. ATX:n pohjalta tehty custom ohutlevylaatikko.

Takalaatikkoon tehtiin myös samanlaiset leikkaukset asentamista helpottamaan. Laatikon takaseinä jätettiin avonaiseksi, koska siihen tulee erillinen takapelti peittämään sen (Kuva 10). Taakse tulee kiinni neljä kappaletta eri liittimiä erilliseen syvennykseen, mikä on pieni ohutlevylaatikko. Rakenteeseen tehtiin syvennys, etteivät liittimet jäisi esille ja ettei niistä sen takia tulisi vahingossa painettua. Takapeltiin tulee myös poistoilman vienti, joka tapahtuu siihen tehdyn ritilän läpi (Kuva 9).



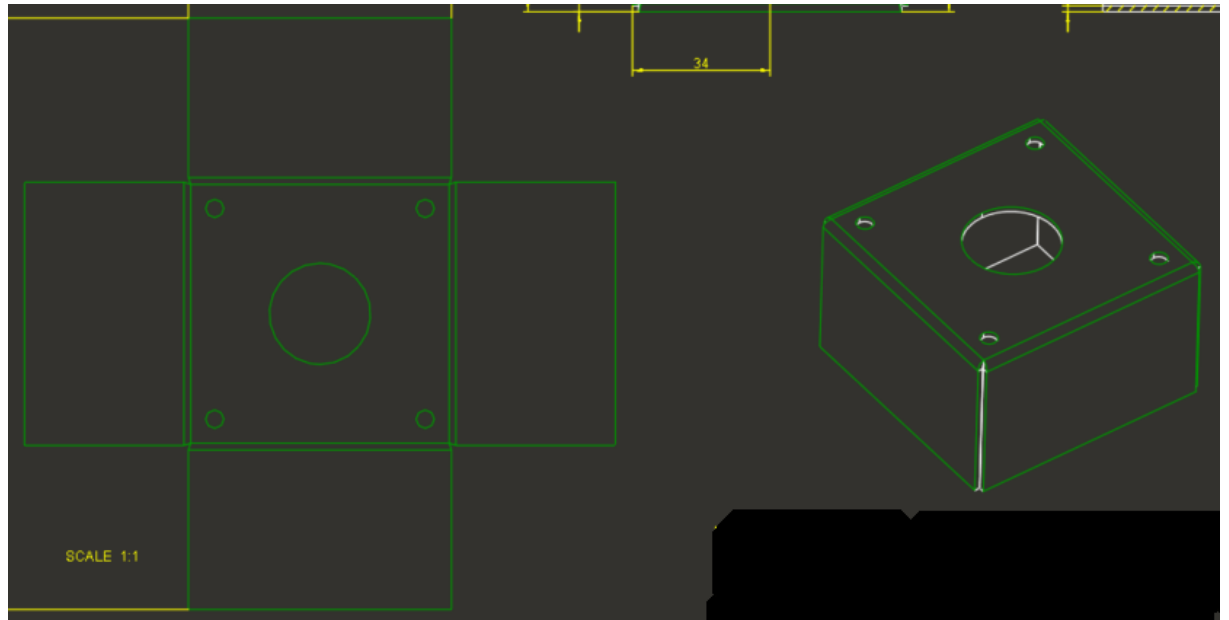
Kuva 9. Takapelti ja syvennys liittimille.



Kuva 10. Takaohutlevylaatikko.

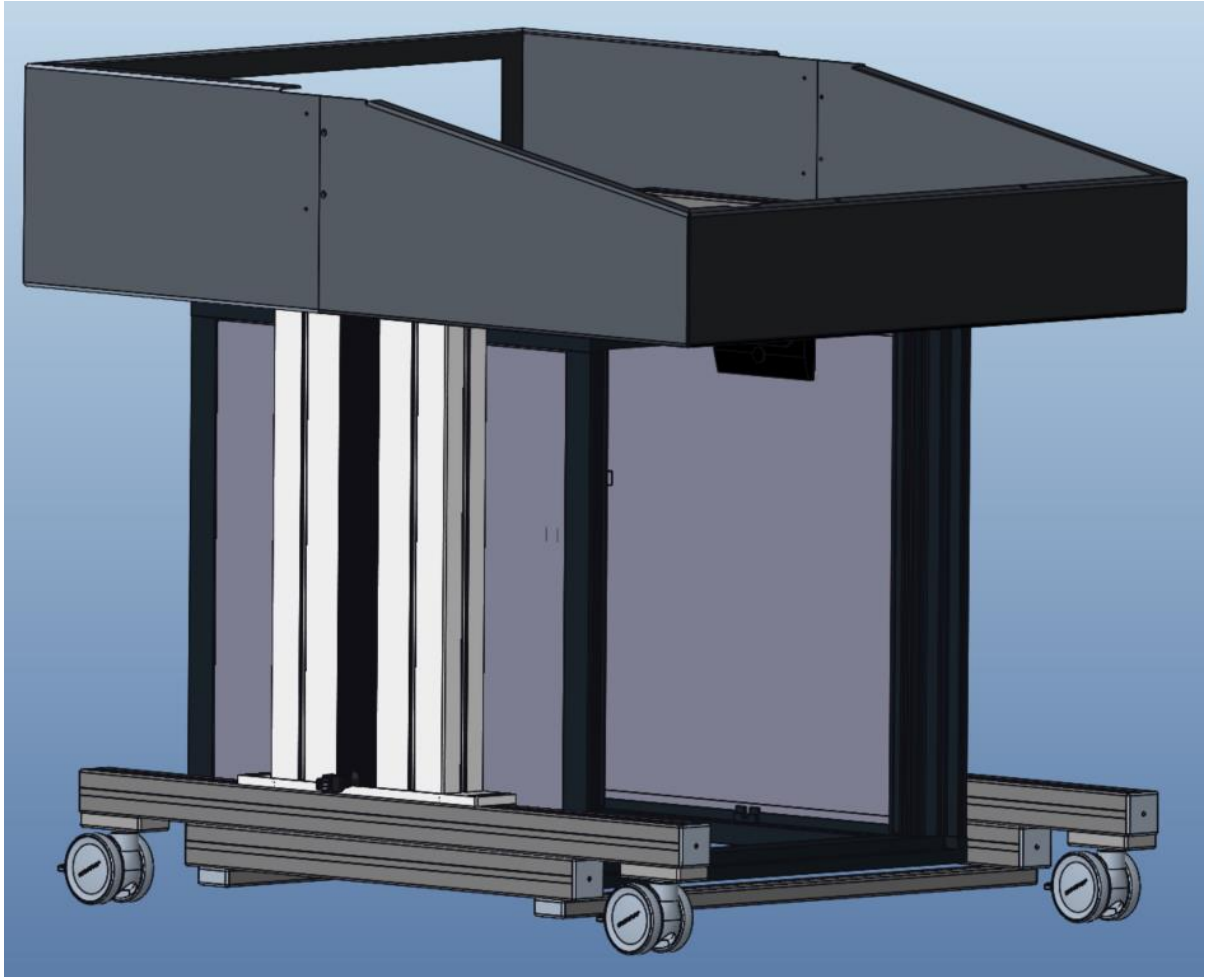
Molemmat laatikot suunniteltiin Creon ohutlevymoduulilla. Ohutlevykappaleet ovat yleisesti muutaman mm:n paksuisia. Ohutlevysuunnittelu eroaa tavallisesta osamallinnuksesta (Part Design) hieman. Siinä on erilaisia työvaiheita käytettävissä kuten taivutukset, venytykset ja lävistykset. Sillä pystyy tekemään myös piirustukset helposti, kun saa levitettyä ohutlevykappaleen kätevästi Unbend-komennolla. Tämä helpottaa kappaleen valmistuksessa konepajalla (Kuva 11).

Koko testiasemassa on useita ohutlevykappaleita, joten ohutlevysuunnittelua piti tehdä paljon. Erilaisia ohutlevykappaleita käytettiin joko kiinnikkeinä, telineinä tai peitelevyinä eri paikkoihin testiasemaa. Ohutlevykappaleissa hyvää on niiden edullinen valmistus verrattuna esimerkiksi koneistukseen.



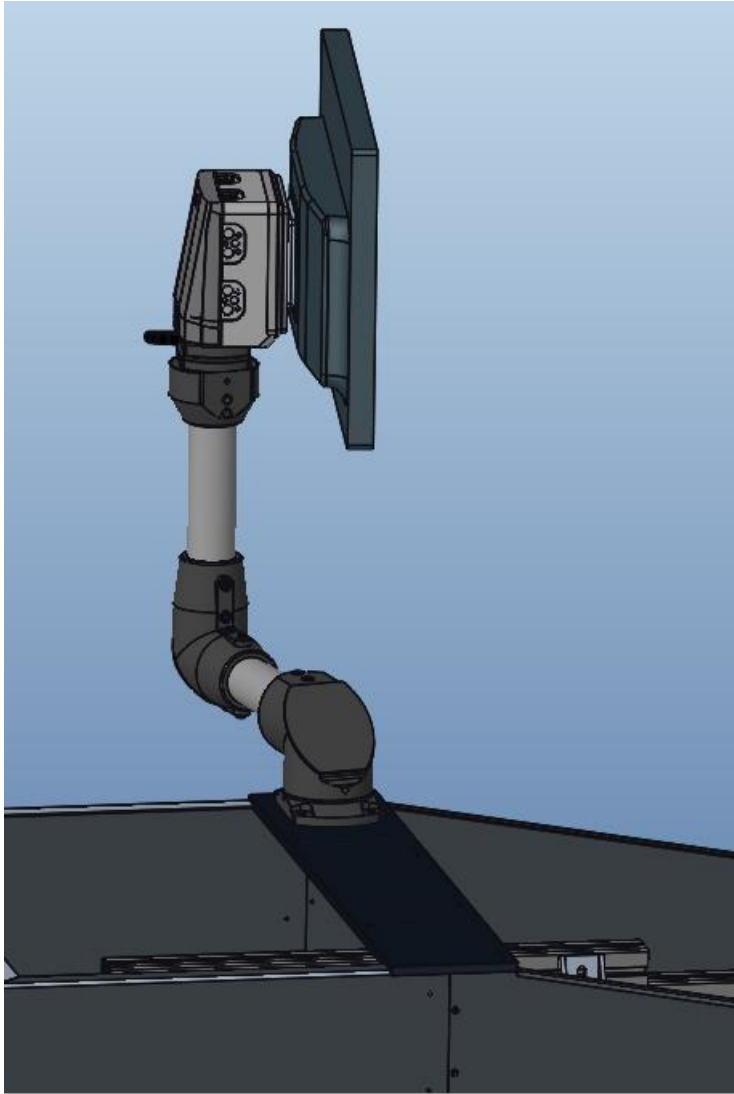
Kuva 11. Ohutlevypiirustus.

Kuvassa 12 näkyy tähän asti suunniteltu rakenne. Tässä on niin sanotusti testiaseman raamit, mihin aletaan lisätä tarvittavia komponentteja ja muita peltiosia. Räkkiin sijoitetaan elektroniikkakomponentit ja tuuletin. Tuulettimesta varten pitää tehdä ilmanvaihtoreikiä ja kiinnikkeet tuulettimelle räkkin takaosaan. Elektroniikkakomponenttien mallinnus räkkiin ei ollut oleellista tähän malliin, koska niiden kiinnitystapa on standardisoitu. Näin ollen tiedetään, minkä verran ne vievät tilaa ja kuinka niiden kiinnitys tapahtuu kaikille osille samalla lailla. Tämän takia niitä ei pidä erikseen suunnitella, kunhan ottaa huomioon eri laitteiden pituudet, jotta tietää kuinka syväälle ne tulevat räkkiin.



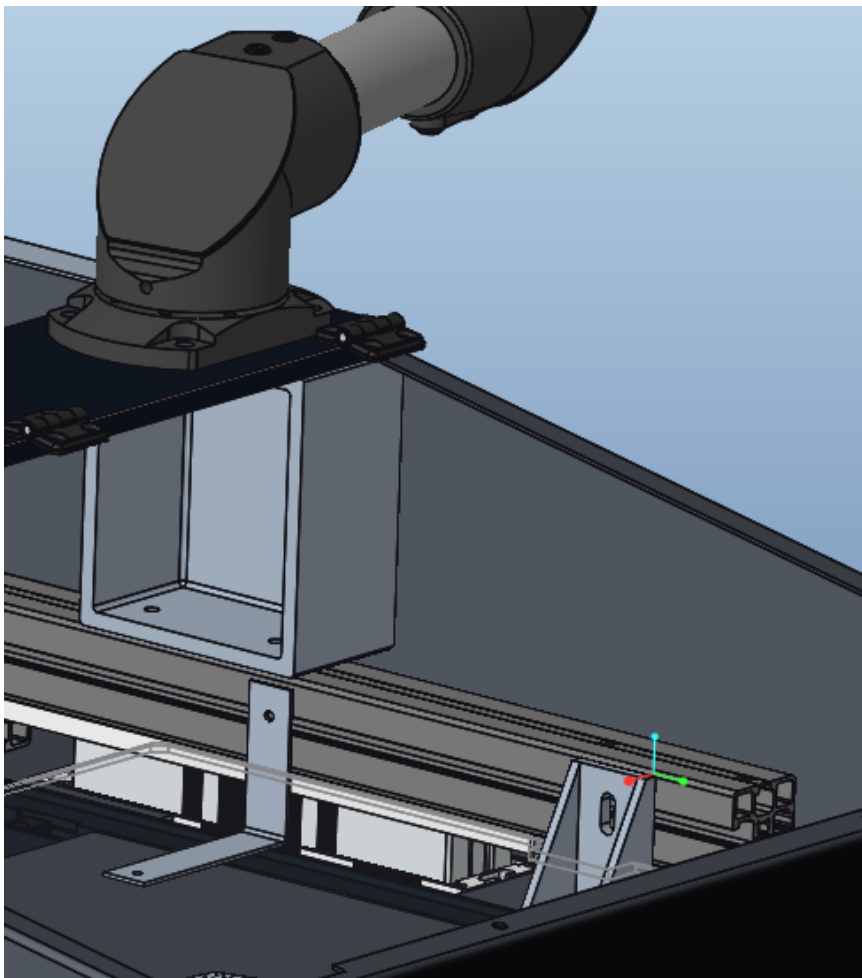
Kuva 12. Korkeussäädettävät jalat, niiden tukirakenne, räkki sekä ohutlevylaatikot.

Näyttöteline on sama, mikä on käytössä myös edellisen testiaseman mallissa. Siitä löytyvät 3D-mallit valmiiksi, joten ei pidä muuta kuin suunnitella sen kiinnitys tähän testiasemaan. Näyttötelineessä ovat valmiina kiinnitysreiät ja alustamistä sen saa kiinni. Teline kiinnitetään etummaisena ohutlevylaatikon päälle olevaan koneistettuun levyyn ruuveilla (Kuva 13).



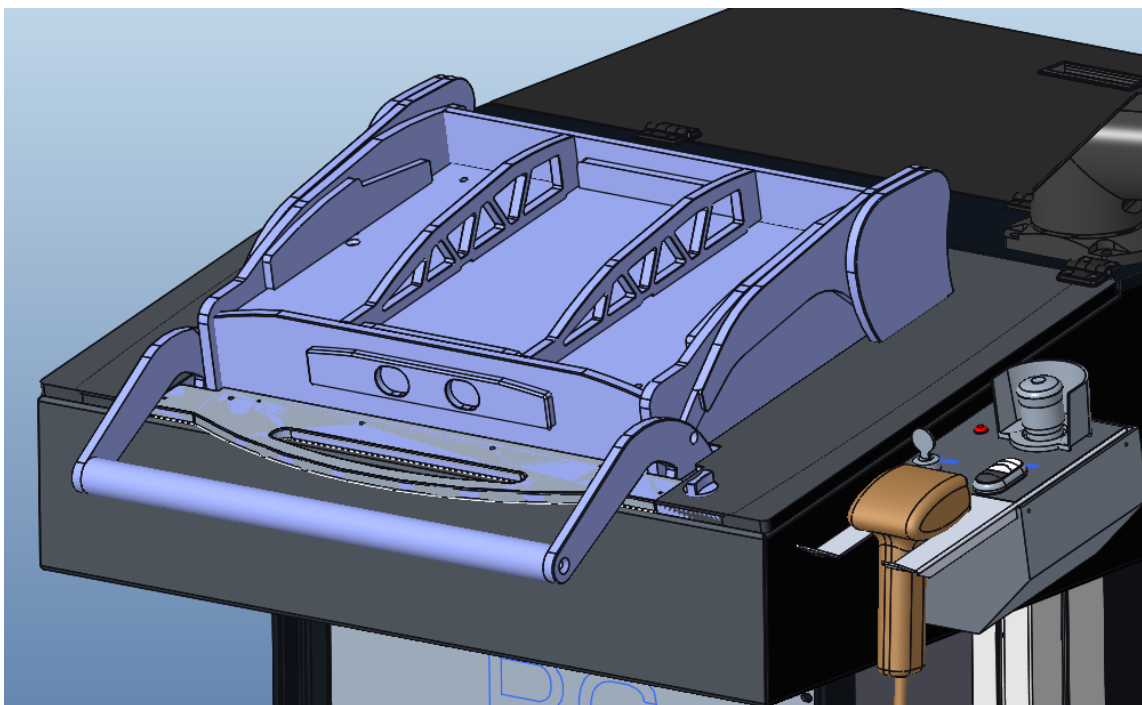
Kuva 13. Näyttöteline ja sen kiinnitys.

Näyttötelineelle ja sen alla olevalle levylle piti lisätä jonkunlainen tukirakenne. Tämä osa suunniteltiin myös alusta loppuun asti itse ja se valmistetaan koneistamalla, jotta siitä tulee tarpeeksi tukeva rakenne. Aluksi siihen ajateltiin samantyyppistä ohutlevykappaletta, mutta siitä haluttiin tukevampi rakenne. Näin päätettiin koneistettuun osaan (Kuva 14). Tämä toki nostaa kustannuksia, kun koneistetaan melko suuri kappale verrattuna samankokoiseen ohutlevykappaleeseen mikä olisi halvempi valmistaa. Tukikappaleeseen tehdään reiät kiinnitystä varten ja se kiinnitetään profiilirunkoon ruuveilla.



Kuva 14. Koneistettu tukikappale näyttötelineen alla.

Kuvassa 15 on Fixture ja viivakoodinlukijanteline. Fixtureen laitetaan testattavat tuotteet, mitä testiasemalla testataan. Fixture on ATX:n valmistama komponentti. Viivakoodinlukijantelineeseen tulee hätästoppi, virta-avain, ledivalo ja on/off-nappi. Telineen alapuolelle suunniteltiin peitelevy johdotukselle. Suojus tehdään 3D-tulostetusta kappaleesta ja se valmistetaan ABS-muovista.



Kuva 15. Fixture ja viivakoodinlukijan teline.

4.2 Ongelmakohdat

Kuten jokaisessa projektissa niin tässäkin tuli vastaan ongelmia. Yksi ongelma oli saada rajattua työn määrä sopivaksi ja mahdolliseksi. Palaveri kerrallaan tuli aina uusia ideoita ja uusia vaatimuksia. Sen kautta suunnittelutyö vaikeutui ja siitä tuli koko ajan monimutkaisempaa, kun oli paljon vaatimuksia ja lisätyötä.

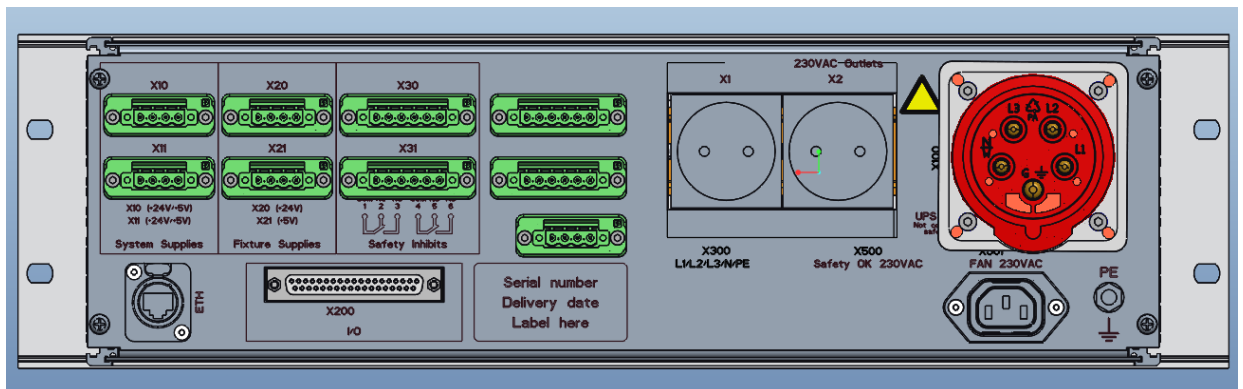
Loppuvaiheessa projektia huomattiin, ettei elektroniikka mahdu kunnolla räkkiin, koska osa laitteista on sen verran pitkiä, ettei johdotus enää mahtunut sinne. Siksi räkki piti vaihtaa syvempään. Alkuperäinen oli 600 mm pitkä ja se vaihdettiin 800 mm pitkään, mutta muuten samankokoiseen räkkiin korkeuden ja leveyden kannalta. Tämä ei onneksi aiheuttanut suuria muutoksia muuhun rakentamiseen. Siinä piti muokata taaimmaista ohutlevylaatikkoa hieman pidemmäksi, jotta räkkiä ei tarvitse liikuttaa eteenpäin niin paljoa, että istumatyöhön tarvittava polvitila häviäisi kokonaan pois. Takarenkaiden kanssa tuli myös ongelmia, kun räkin vaihdon jälkeen huomattiin 3D-mallista, etteivät ne mahdu kääntymään

enää kokonaan. Takarenkain piti vaihtaa kiinteät pyörät, mitkä eivät käänny ol-
lenkaan.

4.3 Elektroniikkasuunnittelu

Koska testiasema on hyvin elektroniikkapainotteinen, tarvittiin sitä varten myös suunnittelija. Puolet tästä testiaseman suunnittelusta oli elektroniikkasuunnit-
lua, jonka teki toinen insinööriyön tekijä. Tässä insinööriyössä keskitytään vain mekaniikkasuunnitteluun ja sen suunnitteluprosesseihin, mutta jostain elektro-
niikkakomponenteista piti tehdä 3D-mallit. Niiden avulla nähdään miten ne vie-
vät tilaa räkistä. Tämän avulla löydettiin aiemmin mainittu ongelma rakin pituu-
desta. Siihen osattiin varautua ja keksiä ratkaisu, jo suunnitteluvaiheessa.

Jostain komponenteista piti tehdä 3D-mallit, esimerkiksi PDU:sta, mikä tehtiin
yhteistyössä HW-suunnittelijan kanssa. PDU on tehonjakeluuyksikkö, joka ohjaa
sähkötehoa datakeskuksessa. Se on suunniteltu tarjoamaan tavallisia sähköpis-
torasioita datakeskuksen laitteille. Hw-suunnittelija antoi layout-sähköpiirustuk-
set, mistä näki liittimien paikat ja sen pohjalta pystyi tekemään 3D-mallin kysei-
sestä PDU:sta (Kuva 16).



Kuva 16. PDU:n 3D-malli.

5 Piirustukset

Piirustukset piti tehdä kaikista tilattavista osista, mitä ei tilata suoraan valmistajalta ns. hyllytavarana. Jokaisesta osasta tehtiin siis työpiirustukset, mistä löytyvät niiden valmistukseen tarvittavat tiedot. Työpiirustuksia tehtiin yksittäisistä osista ja kokoonpanoista. Kokoonpanopiirustuksista löytyvät osaluettelot, mistä saadaan selville tarvittavat osat ja niiden kappalemäärät. Yksittäisten osien piirustukset ovat niiden valmistusohje, minkä pohjalta kappale voidaan tehdä. Niissä pitää olla kaikki valmistukseen tarvittava tieto kuten mitat, toleranssit, pinnanlaadut, muodot, vaadittu tarkkuus ja muut vaatimukset kuten yrityskohtaiset määrittelyt. (Salonen 2012.)

5.1 Drawing-moduuli

Piirustuksien tekoon käytettiin Creo CAD-ohjelmaa, niin kuin muuhunkin suunnittelutyöhön. Creo:sta löytyy drawing-moduuli, millä voi tehdä 2D-piirustukset kappaleista. Piirustusmoduulilla pystyy lisäämään kuvaan mitat, toleranssit, leikkaukset ja erilaiset kuvannot kappaleesta. Moduulin käyttö vaatii opettelua, koska se eroaa paljon tavallisesta osamallinnuksesta. Hyvää siinä on se, että eri CAD -ohjelmien piirustusmoduulit toimivat melko samanlailla, joten riittää että opettelee yhtä käyttämään hyvin. Sen jälkeen sujuu eri ohjelmien käyttö jo pienellä opettelulla. Creoon pystyy lataamaan piirustus pohjat, mihin saa yrityksen tiedot ja muut tarpeelliset asiat kuten materiaali, päiväys, koodi, nimi, suunnittelija, toleranssit ja pintamerkit kätevästi näkyviin.

5.2 Osaluettelot

Creon assembly -moduulilla tehdyistä kokoonpanoista luodaan osaluettelot. BOM (Bill of materials) tehdään osaluetteloista, mikä toimii viestinnän välineenä valmistajan ja tuotantolaitoksen välissä. Osaluetteloiden luonti onnistuu kätevästi Creon drawing -moduulissa. Osaluettelot luodaan automaattisesti kokoonpanossa olevien osien tietojen pohjalta (Kuva 17). Osaluetteloissa ilmoitetaan tuotteen valmistaja, valmistajan osanumero, kappalemäärä ja osan nimi.

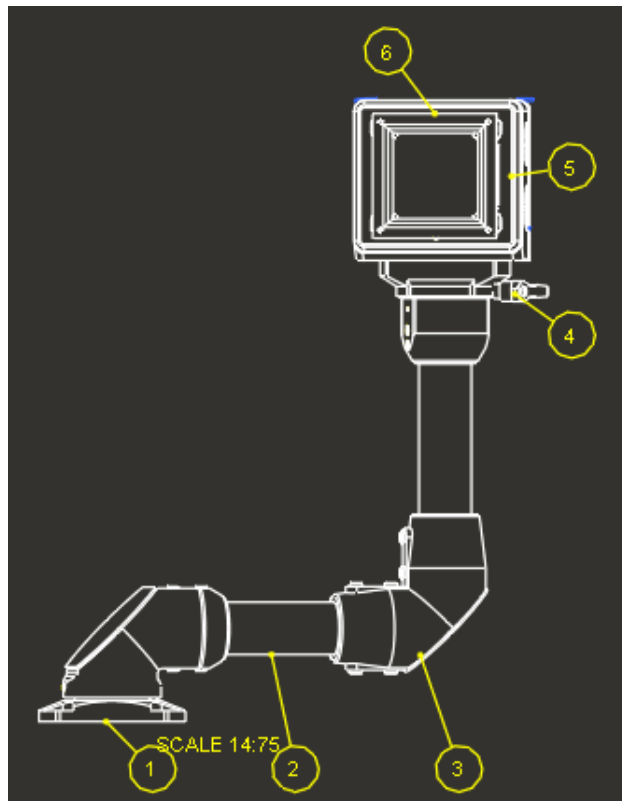
Osaluettelossa osat on numeroitu ja niitä vastaavat numerot löytyvät kokoonpanokuvasta (Kuva 18). Näin saadaan selville helposti haluttu osa kuvasta katsoamalla.

OiTec:lla on käytössä makro Excelliin, minkä avulla saadaan Creon osaluettelon tiedot suoraan Excelliin yhdellä napinpainalluksella. Tämä helpottaa tilausten tekemisessä, koska Excel-tiedostot ovat paljon yleisempiä kuin CAD-formaatit. Muuten ongelmaksi voi tulla, ettei vastapuolella ole juuri sitä samaa CAD-ohjelmaa käytössä, joten ko. tiedostoa ei saisi avattua.

6	Vesa Adapter	102349	1	Roline	17.03.1100	RS Online	380-397
5	Connection console VESA 75/100	102082	1	Rittal GmbH	6206.480	Rittal Oy	
4	Coupling CP 40, steel for support arm connection	102080	1	Rittal GmbH	6501.130	Rittal Oy	
3	Angle piece 90° CP 40, steel	102079	1	Rittal GmbH	6501.140	Rittal Oy	
2	Support section CP 40, steel (cutted half from middle)	102081	2	Rittal GmbH	6501.000	Rittal Oy	
1	Top-mounted joint CP 40, steel	102078	1	Rittal GmbH	6501.1600	Rittal Oy	
NO	Description	Code	QTY	Manufacturer	Manufacturer Code	Supplier	Supplier Code
ASM	Display_stand_assy	Flatrec-Filter	A	060422			

REP: Master Rep
SCALE: 1:10 TYPE: ASSEM NAME: MONITOR_ALL SIZE: A3

Kuva 17. Esimerkki osaluettelosta Creo:ssa.



Kuva 18. Näyttötelineen kokoonpanopiirustus.

6 Osien tilaus

Osien tilaukseen päästiin, kun suunnitteluprosessi oli loppupuolella. Osa osista on tilattavissa jo ennen mekaniikkasuunnitelmien valmistumista eli ne olivat ns. hyllytavaraa. Näitä osia pystyi tilaamaan jo ennen kuin koko suunnitteluprosessi oli valmis. Tällaisia osia olivat esimerkiksi räkki, korkeussäädettävät jalat, fixture ja näyttöteline. Osa osista oli ns. räätälöityjä osia, joten ne piti valmistaa vain tähän tarkoitukseen esimerkiksi jossain konepajalla. Niiden tilausten tekeminen oli mahdollista vasta, kun oli saatu valmiiksi niitä koskevat suunnitelmat. Tällaisista osista täytyy tehdä piirustukset, joiden pohjalta kappaleet valmistettiin.

6.1 Osien saatavuus

Valmiista osista tehtiin tarjouspyyntöjä. Pyynnöt lähetettiin jo ennalta tutuille yrityksille, minkä kanssa on ennenkin toimittu OiTec:lla. Prosessi kestää pari päivää, kun saa tarjouspyyntöihin vastauksen. Sen jälkeen voi tehdä tilauksen, jos tarjous on kohtuullinen.

Tarjouspyyntöjen jälkeen tehdään tilaukset. Tilausajat vaihtelevat eri valmistajilla muutamista päivistä muutamiin viikkoihin. Osat mitkä oli päätetty ja ei ole enää muuttumassa pitää saada tilattua nopeasti, jotta prototyypin valmistus ei viivästy vain sen takia, ettei osat ole saapunut paikalle. Maailman tilanteen vuoksi on paljon saatavuusongelmia esimerkiksi elektroniikkakomponenteissa, joten se viivästyttää myös prototyypin rakentamista.

6.2 Valintaperusteet

Joitain osia käytettiin jo OiTec:n valmistamissa muissa tuotteissa. Niiden tiedettiin olevan hyviä ja niitä on saatavilla, kun tarvitsee. Tällaiset osat olivat siis hyvä valinta, koska tiedettiin niiden olevan luotettavia ja saatavilla. Näyttöteline oli tällainen osa, mistä oli jo kokemusta, joten se valittiin myös tähän projektiin. Räkin valinnassa päädyttiin Scroffin tuotteeseen, koska niiden tiedettiin valmistavan hyviä ja niistä oli myös aiempaa kokemusta. ATX valikoitui samoista perusteista ja sieltä tilataan Fixturen kokoonpano.

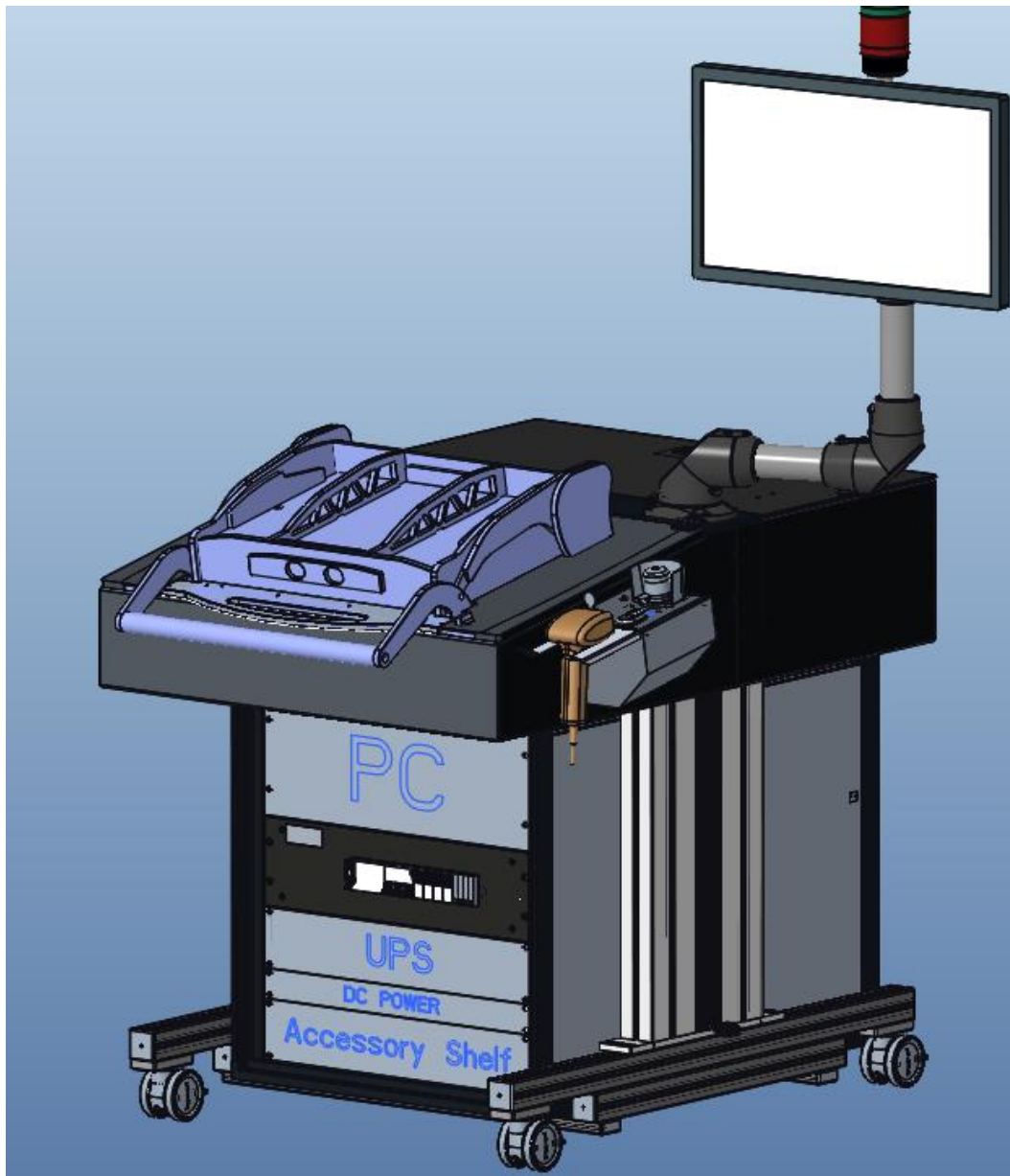
Renkaiksi valittiin Manner-merkkiset renkaat. Ne valikoituivat niiden hyvän kantokyvyn takia, mikä on 95 kg per rengas. Joka riittää kestämään koko testiaseman painon, koska renkaita tulee 4 kappaletta. Eli niiden kantokyky on yhteensä $95 \text{ kg} * 4 = 380 \text{ kg}$. Toinen iso kriteeri oli myös, että renkaiden kokoonpanon kokonaiskorkeus olisi maksimissaan 100 mm, mutta mielellään alle sen. Tämä oli tärkeää siksi, että testiaseman työskentely korkeus ei nousisi liian korkeaksi ja näin olisi vielä mahdollista tehdä istumatyötä. Valitsemisamme

Manner-renkaissa kokonaiskorkeus on 80 mm, joka sopii erinomaisesti tähän testiasemaan.

7 Valmis suunnitelma

Työn tavoitteena oli tehdä suunnitelmat uudesta testiasemasta, minkä pohjalta voidaan valmistaa prototyyppi. Prototyypin valmistus aloitetaan heti, kun koko testiaseman suunnitelmat ovat valmiina ja osat on saatu tilattua. Tässä insinöö-rityössä ei käsitellä prototyypin valmistusta, koska projektin aikarajan lähesty-essä loppua ja osien saatavuuden takia ei olisi ollut aikaa kirjoittaa siitä vai- heesta. Prototyypin valmistuksessa usein huomataan joitain puutteita ja vikoja, mitkä pitää selvittää ja ratkaista. Siksi prototyyppi pitää valmistaa ennen kuin laitetta voidaan myydä asiakkaille asti.

Kuvassa 19 on viimeisin 3D-malli testiasemasta. Malli ei ole 100 %sti valmis. Sille tehdään vielä pieniä muokkauksia ja muutoksia, mutta kokonaisuus pysyy saman näköisenä. Tässä lopullisessa mallissa ei ole myöskään ruuveja ja mut- tereita mallinnettu. Ne lisätään kokoonpanokuvaan ja tulevat sitä kautta osaluet- teloon näkyviin.



Kuva 19. Valmis 3D-malli testiasemasta.

8 Yhteenveto

Projekti oli todella laaja, mistä syntyi välillä epäselvyyttä. Kaikesta huolimatta tavoitteet onnistuivat ja saatiin tehtyä mekaaniset ratkaisut uudelle testiasemalle. Suunnittelutyö helpottui päivä päivältä, kun oppi käyttämään Creo:a paremmin ja nopeammin. Ensimmäiset kerrat kun tuli ongelmia vastaan, niin niihin meni kauemmin aikaa selvittää tai piti pyytää apua. Niistä oppineena työ helpottui ja nopeutui huomattavasti, jos tuli vastaan vielä samantapaisia ongelmia. Suunniteltavaa oli paljon. Osia koko testiasemassa on yli viisikymmentä ja niistä noin kolmasosa suunniteltiin alusta loppuun asti. Loput osista saatiin ladattua netistä valmistajan sivuilta tai niistä oli jo ennestään käytössä 3D-mallit.

Tämä projekti antoi paljon oppia suunnittelutyöstä ja siihen liittyvistä asioista. Työssä joutui miettimään valmistusteknisiä asioita ja miten on järkevintä toteuttaa ne. Koulussa oppimiani asioita pääsi todella hyvin soveltamaan oikeaan työelämään projektin kautta.

Tästä seuraavaksi alkaa prototyypin rakennus. Sen jälkeen laitetta aloitetaan valmistaa asiakkaille, kun prototyyppi saadaan rakennettua ja todettua toimivaksi.

Lähteet

Justin Slick, 2020. < <https://www.lifewire.com/what-is-3d-modeling-2164>>. Verkkoaineisto. Luettu 28.3.2022.

Kattava opas 3D-tulostuksen aloittelijoille. Verkkoaineisto. 3DJake Oy. <<https://www.3djake.fi/info/ohjekirja/3d-tulostimen-ostaminen-mitae-pitaeisi-ottaa-huomioon>>. Luettu 1.4.2022.

Lempiäinen, J. & Savolainen, J. 2003. Hyvin suunniteltu – puoliksi valmistettu. Helsinki, Hakapaino.

Manner tekniset tiedot. Verkkoaineisto. < <https://www.manner.fi/tuote/tw-j-s-75-gp-k-h/>>. Luettu 13.2.2022.

Rack rail hole spacing explained. Verkkoaineisto. <<https://www.audiorax.com/rack-rail-hole-spacing-explained>>. Luettu 3.2.2022.

Rapinoja, Jukka-Pekka, 2016. Malliperustaisen tuotemäärittelyn (MBD) mahdollisuudet. Teknologiateollisuus.

Salonen, Pekka. 2012. 3D-CAE luento4. Luentomoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Tuholainen, E. & Viitanen, K. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Tammertekniikka.

Väre, Jarmo, 2009. Atk-konesalien jäähdytys. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.