



## **POTILASKOHTAINEN ERISTYSTILA**

**Opinnäytetyö**

**Pekka Pohjonen**

**Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma**  
Kone- ja tuotesuunnittelu

Hyväksytty \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ \_\_\_\_\_

**SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO**

Koulutusohjelma

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tekijä

Pekka Pohjonen

Työn nimi

Potilaskohtainen eristystila

Työn laji

Insinöörityö

Päiväys

19.3.2010

Sivumäärä

34

Työn valvoja

Yliopettaja Esa Hietikko

Yrityksen yhdyshenkilö

Toimitusjohtaja Mikko Pekkanen

Yritys

Karstulan Metall Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin ilmvälitteisten tartuntatautien hoidossa käytettävän eristystilan rakennetta, joka on säilytettävissä käytöstä pois ollessaan varastossa. Se on helposti ja nopeasti saatettavissa käyttökuntoonsa. Tilan on oltava alipaineistettu. Tilaan menevä ja sieltä poistettava ilma on puhdistettava tehokkailla suodattimilla. Lisäksi tilan rakenneratkaisuiden on oltava sellaisia, että tila on helposti puhdistettavissa.

Opinnäytetyö rajattiin koskemaan rakennetta, tiivistämistä ja sulkutilaa. Rakenteen suunnittelussa oli huomioitava lujuuden lisäksi tiivistämisen asettamat vaatimukset. Tiivistäminen oli suunniteltava mahdollisimman vähän vuotoja synnyttäväksi. Sulkutila tarvitaan hoitohenkilökunnan pääsemiseksi potilaan luokse ilman vaaraa taudinaiheuttajien leviämisestä eristystilan ulkopuolelle. Sulkutilan suunnittelussa oli kehitettävä toimiva ratkaisu sen liittämiseksi eristystilaan.

Opinnäytetyö tehtiin mallintamalla aiemmin tehdyn luonnoksen pohjalta ensimmäinen versio. Tätä versiota hyväksi käyttäen luotiin uusi versio, johon oli tehty ideoidut muutokset ja lisäykset. Versioita syntyi kehitystyön aikana viisi. Eristystilaa varten suunniteltiin viisi alumiiniprofiilia, yksi muoviprofiili ja yksi tiivisteprofiili.

Avainsanat

eristystila, sulkutila, tartuntatautien hoito

Luottamuksellisuus

julkinen

# SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Mechanical Engineering

Author

Pekka Pohjonen

Title of Project

Individual Patient Isolation Unit

Type of Project

Final Project

Date

March 30, 2010

Pages

34

Academic Supervisor

Mr Esa Hietikko, Senior Lecturer

Company Supervisor

Mr Mikko Pekkanen, Managing Director.

Company

Karstulan Metalli Oy

Abstract

The purpose of this final project was to develop the construction of an isolation unit. The isolation unit is to be used to prevent the risk of infection through airborne bacteria. The unit is to be stored when it is not used. It should be simply and quickly assembled for being used. The atmospheric pressure can be reduced or increased inside the unit. The air is cleaned with effective filters before the air enters or leaves the unit. The isolation unit structures have to be easy to clean.

There were three main points in the project: the structure, the sealing and the air lock room. In the design of the structures the strength and the sealing requirements had to be taken into account. The sealing had to be designed so that there were as little as possible air leaks. The air lock room is needed for health personnel to get to the patient without a risk of spreading the disease. Therefore it had to be considered how to obtain a workable solution to integrate the isolation unit and the air lock room.

The earlier draft of the first version was used for modelling the final project. Based on the first version a new version was developed which included the modifications and additions. During the development process five versions were created. Five aluminium profiles, one plastic profile and one rubber sealing profile were planned for this isolation unit.

Keywords

isolation unit, air lock room, risk of infection through airborne bacteria

Confidentiality

public

Kiitän Karstulan Metalli Oy:n toimitusjohtajaa koneteknikko Mikko Pekkasta sekä kiinnostavan opinnäytetyön tarjoamisesta että miellyttävästä työilmapiiristä tätä työtä tehdessäni. Yliopettaja tekniikan tohtori Esa Hietikkoa kiitän hyvästä yhteistyöstä ja avusta tämän opinnäytetyön kirjalliseen muotoon saattamisessa.

Karstulassa 22.3.2010

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pekka Pohjonen', written in a cursive style.

Pekka Pohjonen

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	7
2 TEHTÄVÄN RAJAUS.....	8
2.1 Rakenne.....	8
2.2 Tiivistäminen .....	8
2.3 Sulkutila .....	8
2.4 Kehittämistyön suoritustapa .....	9
3 ERISTYSTILOISTA .....	10
3.1 Eristystilojen tarve .....	10
3.2 Eristystilan ilmanpuhtausvaatimukset.....	10
4 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖTILANNE .....	12
4.1 Markkinointi ja palaute.....	12
4.2 Luonnos eristystilasta.....	12
5 ERISTYSTILA VERSIO 1 .....	13
5.1 Versio 1 yleisesti .....	13
5.2 Versio 1 rakenne .....	13
5.3 Versio 1 tiivistäminen .....	14
5.4 Versio 1 sulkutila .....	14
6 ERISTYSTILA VERSIO 2 .....	15
6.1 Versio 2 yleisesti .....	15
6.2 Versio 2 rakenne .....	15
6.3 Versio 2 tiivistäminen .....	16
6.4 Versio 2 sulkutila .....	17
7 ERISTYSTILA VERSIO 3 .....	19
7.1 Versio 3 yleisesti .....	19
7.2 Versio 3 rakenne .....	19
7.3 Versio 3 tiivistäminen .....	20
7.4 Versio 3 sulkutila .....	20
8 ERISTYSTILA VERSIO 4 .....	21
8.1 Versio 4 yleisesti .....	21
8.2 Versio 4 rakenne .....	22
8.3 Versio 4 tiivistäminen .....	23

8.4 Versio 4 sulku tila .....	23
8.5 Lujuusanalyysi seinälevystä .....	24
9 ERISTYSTILA VERSIO 5 .....	26
9.1 Versio 5 yleisesti .....	26
9.2 Versio 5 rakenne .....	28
9.3 Versio 5 tiivistäminen .....	30
9.4 Versio 5 sulku tila .....	30
10 OPINNÄYTETYÖN YHTEENVETO .....	32
LÄHTEET .....	34

# 1 JOHDANTO

Ihmisten lisääntynyt liikkuminen maiden ja maanosien välillä mahdollistaa myös vaarallisten tautien leviämisen. Vuoden 2009 aikana levinnyt sikainfluenssa oli tästä hyvä esimerkki. Itse taudin lisäksi levisi myös maailmanlaatuinen pelko, joka sai tiedotusvälineiden myötävaikutuksella hysterian piirteitä. Sikainfluenssa osoittautui vaarattommaksi ja huonommin leviäväksi kuin oli pelätty. Todennäköistä on, että tulevaisuudessa syntyy vaarallisempia ja tarttuvampia tauteja, esimerkiksi lintuinfluenssa muuttuessaan ihmisestä ihmiseen tarttuvaksi.

Suurissa sairaaloissa on ilmapälitteisten tartuntatautien leviämisen ehkäisemiseksi eristystiloja, jotka on rakennettu kiinteiksi sairaalahuoneiksi. Eristystila on käyttötarkoitukseensa räätälöity puhdastila. Tilojen erityisvaatimuksien vuoksi ne ovat kalliita rakentaa. Niitä ei voida käyttää muuhun kuin suunniteltuun käyttöönsä ja ne edellyttävät jatkuvaa ylläpitoa ja toimivuuden tarkistamista. Lisäksi sairaalahuoneiden puhtaanapito ja desinfiointi käytön jälkeen ovat sitä työläämpiä mitä suurempia tilat ovat. Olemassa olevaa eristystilakapasiteettia ei ole riittävästi. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää pieneen tilaan varastoitavaan ja nopeasti koottavaan potilaskohtaiseen eristystilaan liittyviä rakenneratkaisuja.

Karstulan Metalli Oy:llä on pitkä kokemus aseptisten puhdastilalaitteiden valmistuksesta. Yritys on aloittanut toimintansa 1976. Yhtiön pääomistajana ja toimitusjohtajana on Mikko Pekkanen. Yhtiön toimipaikka on Karstula, ja se työllistää n. 20 henkilöä. Päätuotteina ovat erilaiset ohutlevytuotteet. Aseptisten puhdastilojen ilmanlaadulla on hyvin suuret vaatimukset ilmassa olevien partikkeleiden määrän ja koon mukaiset raja-arvot. Esimerkiksi luokan A puhdastilassa sallitaan 0,5 µm kokoisia hiukkasia 3500 kpl/m<sup>3</sup> ja yli 5 µm kokoisia hiukkasia ei lainkaan /1/. Normaalissa huoneilmassa partikkeleiden määrä on useita miljoonia kuutiometrissä. Tällaisissa tiloissa valmistetaan esimerkiksi tiettyjä palovammavoiteita.

Työssä perehdytään eristystilan rakenteellisiin ja toiminnallisiin vaatimuksiin. Lisäksi on asiantuntijatoiveita, jotka on suunnittelussa huomioitu. Koottujen lähtötietojen pohjalta luodaan malli. Mallia kehittäen ja uusia ratkaisuja tehden luodaan uusi versio. Tämä toistetaan kehittäen uusia versioita, kunnes asetetut vaatimukset on saavutettu. Mitoitettuja piirroksia ei selostukseen liitetä. Tuotteen rakenteeseen liittyviin ratkaisuihin on tarkoitus hakea patenteja.

## 2 TEHTÄVÄN RAJAUS

Työ perustuu Karstulan Metallin Oy:n aloittaman potilaskohtaisen eristystilan kehittämistyöhön. Opinnäytetyön tavoitteet määriteltiin toimitusjohtaja Mikko Pekkasin kanssa 27.11.2009 käydyn opinnäytetyöpalaverin pohjalta. Palaverissa määriteltiin työlle kolme osa-aluetta: rakenne, tiivistäminen ja sulkutila.

### 2.1 Rakenne

Tehtävänä on kehittää seinärakenne, joka on koottavissa kahden tai kolmen henkilön voimin noin tunnissa kahdessa. Käytöstä pois ollessaan tila on oltava kasattavissa varastointia ja kuljetusta silmällä pitäen mahdollisimman edulliseen kokoon. Tilassa on oltava avattavat ovet, joista potilas sänkyineen voidaan kuljettaa. Lisäksi on oltava ovi, josta hoitohenkilökunta voi käydä potilaan luona. Ilmavirtauksen tulisi olla sellainen, että vuotoilma ei pääse suoraan kosketuksiin potilaan kanssa.

Seinärakenteiden on kestettävä alipaineen tuottama kuorma. Esillä oli myös asiakastoive kasvattaa tilan kokoa tavanomaista suuremmaksi ja koon muuntelumahdollisuus rakennesuunnittelussa tulisi huomioida. Sopivan tukirakenteen aikaansaaminen edellyttää mahdollisesti uuden alumiiniprofiilin suunnittelua. Lisäksi rakenteen täytyy täyttää puhdistilalle asetetut vaatimukset.

Tilan on oltava kooltaan sellainen, että potilassängyn ympärille jää joka suuntaan noin metri vapaata tilaa. Lisäksi potilaan on voitava tarvitessaan estää tilaan näkeminen yksityisyytensä suojaamiseksi.

### 2.2 Tiivistäminen

Alipaineen ylläpitäminen edellyttää riittävän tiiviiden aikaansaamista. Se saattaa edellyttää tarkoituksenmukaisten tiivistemallien ja koko tiivistekonstruktion kehittämistä. Lisäksi avattavien ovien saranointi on hoidettava niin, että tiiviys säilyy. Tiivistysratkaisuihin kuuluu myös eristystilan ja sulkutilan välinen tiivistäminen.

### 2.3 Sulkutila

Potilaan ollessa eristystilassa hoitohenkilöiden on päästävä potilaan luo ja pois siten, että ilmaeristykseen ei tule katkosta. Sulkutilan on oltava rakenteeltaan sellainen, että se voidaan liittää ja ottaa pois tarpeen mukaan myöhemmin. Tämä edellyttää tilojen välisen kiinnityksen ratkaisemista.

Hoitohenkilön pukeutuminen suojavaatetukseen ja riisuutuminen niistä on voitava tehdä sulkutilassa. Tilaan on mahduttava puhdasilmahuuhtelulaitteet ja jäteastiat käytetty-



jä suojarusteita varten. Sulkutilan ilma on puhdistettava samalla tavalla kuin potilaan tilakin. Tilan on oltava alipaineistettu potilaan luona mentäessä.

## **2.4 Kehittämistyön suoritustapa**

Kehittämistyössä edetään vaiheittain. Olemassa olevaan aineistoon tutustumisen jälkeen laaditaan ensimmäinen suuntaa antava versio. Saatua mallia kehitetään uudeksi malliksi. Syntyneitä malleja arvioidaan ja korjataan siinä havaitut puutteet ja tehdään ideoidut lisäykset.

Näin menetellään, kunnes asetetut tavoitteet on saavutettu ja malli on toimiva. Mukana arvioinnissa ovat yhtiön edustajat ja ohjaava opettaja.

## 3 ERISTYSTILOISTA

### 3.1 Eristystilojen tarve

Eristystiloja käytetään estämään ilmatartunta taudinaiheuttajista, joita leviää ilmaan potilaan yskiessä tai aivastaessa. Ne leviävät kauas ja kauan kiinnittymällä ilmassa leijailuviin partikkeleihin. Ihminen on merkittävä partikkeleiden lähde, koska Ihmisen iho uusiutuu noin kerran kolmessa vuorokaudessa. Ihon uusiutumisesta johtuen ihminen tuottaa noin 10 000 kappaletta halkaisijaltaan yli yhden 1 µm suuruista partikkelia minuutissa. Näistä noin 10 % arvioidaan olevan bakteereita. /2/ Eristystilan ilmansuodatus poistaa partikkelit ja mikro-organismit ennen vapaaseen huonetilaan pääsyä ja estää siten myös tilassa olevan potilaan taudin leviämisen.

Ilmaeristystä vaativia tartuntatauteja ovat seuraavat:

- yskösvärjäyspositiivinen keuhko- ja larynxtuberkuloosi
- lääkeresistentti tuberkuloosi (MDR-TB)
- tuhkarokko
- vesirokko ja yleistynyt vyöruusu
- isorokko
- verenvuotokuume Ebola
- vaikea keuhkokuume SARS. /3/

Opinnäytetyönä kehitettävän kaltaista, siirrettävissä olevaa eristystilaa ei ole markkinoilla kenenkään valmistajan toimesta koko maailmassa.

### 3.2 Eristystilan ilmanpuhtausvaatimukset

Puhdastila on määritelty eurooppalaisessa standardissa EN ISO 14644–1 mukaan seuraavasti:

” huone, jossa ilman hiukkaspitoisuutta valvotaan, ja joka on rakennettu siten, ja jota käytetään sellaisella tavalla, että hiukkasten pääsy, kerääntyminen ja säilyminen huoneen sisällä on minimoitu. Lisäksi muita asiainkuuluvia suureita kuten lämpötilaa, kosteutta ja painetta valvotaan tarpeen mukaan”.

Standardi EN ISO 14644:1 ei kuitenkaan sovellu kovin hyvin eristystilan ilmanlaatuvaatimukseen. Se on paremminkin teollisuuden lähtökohtien mukainen. Koska vaatimukse-

na on suojella potilasta ja ympäristöä toistensa mikro-organismeilta, parempi lähtökoh- ta ilman laadun tarkasteluun on ihmisille tarkoitettujen lääkkeiden valmistukseen tarkoi- tetut puhtaustilamääräykset /4/. Direktiivin sisältöä on tarkennettu ohjein ja määräyksin EU-GMP-nimisellä (GMP = Good Manufacturing Practices) julkaisulla /1/.

Puhdastilaluokitus perustuu ilman kokonaishiukkaspitoisuuteen. Ilman puhdistaminen tapahtuu HEPA-suodattimin (HEPA = High Efficiency Particulate Air Filter). EU- GMP:ssä luokitus on jaettu neljään ryhmään: A, B, C ja D. Korkeimmat vaatimukset ovat luokassa A. Lisäksi ilman virtauksen on oltava laminaarisen virtauksen ohjealueel- la, jona pidetään  $0,45 \text{ m/s} \pm 20\%$  virtausta. /1/

Bakteerit voivat kiinnittyä vain  $7 \mu\text{m}$  suurempiin partikkeleihin, joten  $5 \mu\text{m}$  pienempien hiukkasten määrällä ei ole merkitystä eristystilan ilmanlaatuvaatimusta määriteltäessä. Muut ilmassa leijuvat mikrobit, hiivat, levät ja homeet, ovat bakteereita suurempia, vi- rukset pienempiä. Eristystilaa ei voida tehdä eikä sen ole edes tarpeen täyttää yhtä korkeita puhtaustilavaatimuksia kuin esimerkiksi lääkevalmistus tarvitsee. Eristystilan il- manpuhtaustilavaatimuksista ei ole tiedossa erillistä säännöstöä, joten sen ilmanlaadun lähtökohdana voidaan pitää luokkaa C, jossa sallitaan lepotilassa  $2000 \text{ hiukkasta/m}^3$  ja toiminnassa  $20\,000 \text{ hiukkasta/m}^3$  /1/.

Ilmanlaatuun vaikuttaa myös rakenneratkaisut, jotka on suunnittelussa huomioitava. Tilan rakenteessa on käytettävä materiaaleja, joista ei irtoa partikkeleita. Rakennekon- struktion on oltava mahdollisimman yksinkertainen, vaakasuoria pintoja, ulokkeita ja epäpuhtauksia kerääviä taskuja on vältettävä rakennetta suunniteltaessa. Eristystilassa on oltava alennettu ilmanpaine ympäröivään tilaan verrattuna. Ilma on suodatettava 6 – 12 kertaa tunnissa. Poistoilma on suodatettava ennen ympäröivään tilaan johtamista. /3/

Alennetun ilmanpaineen suuruudeksi nykyisin Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen yli- lääkäriä toimiva Outi Lyytikäinen suosittaa  $2,5 \text{ Pa}$ :a ( $5 - 10 \text{ Pa}$ ) /5/.

## 4 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖTILANNE

### 4.1 Markkinointi ja palaute

Potilaskohtainen eristystila oli ideoitu 2000-luvun alkuvuosina. Se sai alkunsa Lontoossa toimivan Kings College Hospitalin asiakastoiveesta. Ideaa alettiin kehittää ja siitä tehtiin myös luonnos, joka esiteltiin uutuuksena Sairaalalehdessä 3/2004. Koska maailmassa ei ollut vastaavanlaista tuotetta markkinoilla, laaditun luonnoksen ja sanallisen kuvauksen perusteella haettiin myös patenttia jo ideoinnin alkuvaiheessa. Patenttihakemus raukesi kehitystyön keskeydyttyä.

Tuotetta esiteltiin useilla lääkintäalan messuilla, myös ulkomailla. Se sai jo luonnosasteella runsaasti kiinnostusta osakseen. Karstulan Metalli Oy:n edustaja oli mukana Lääkärpäivillä Helsingissä tammikuussa 2004 esittelemässä hanketta. Saatuja palautteita ja asiakaskontakteja kirjattiin palautelomakkeisiin. Kiinnostuneiden joukossa oli usean eri alan lääkäreitä julkiselta ja puolustusvoimien taholta, myös eläinlääkinnän puolelta. Palaute oli positiivista ja lisätietoja hankkeesta pyydettiin. Joiltakin tilan ideaan tutustuneilta saatiin myös kehittämis- ja vaatimusideoita.

### 4.2 Luonnos eristystilasta

Eristystilasta laadittiin kehitystyön pohjaksi luonnos (kuva 1), jota käytettiin tuotetta esiteltäessä. Laadittaessa ei otettu vielä kantaa rakenteellisiin yksityiskohtiin eikä mitoitukseen.



Kuva 1. Luonnos potilaskohtaisesta eristystilasta ja sulkutilasta.

## 5 ERISTYSTILA VERSIO 1

### 5.1 Versio 1 yleisesti

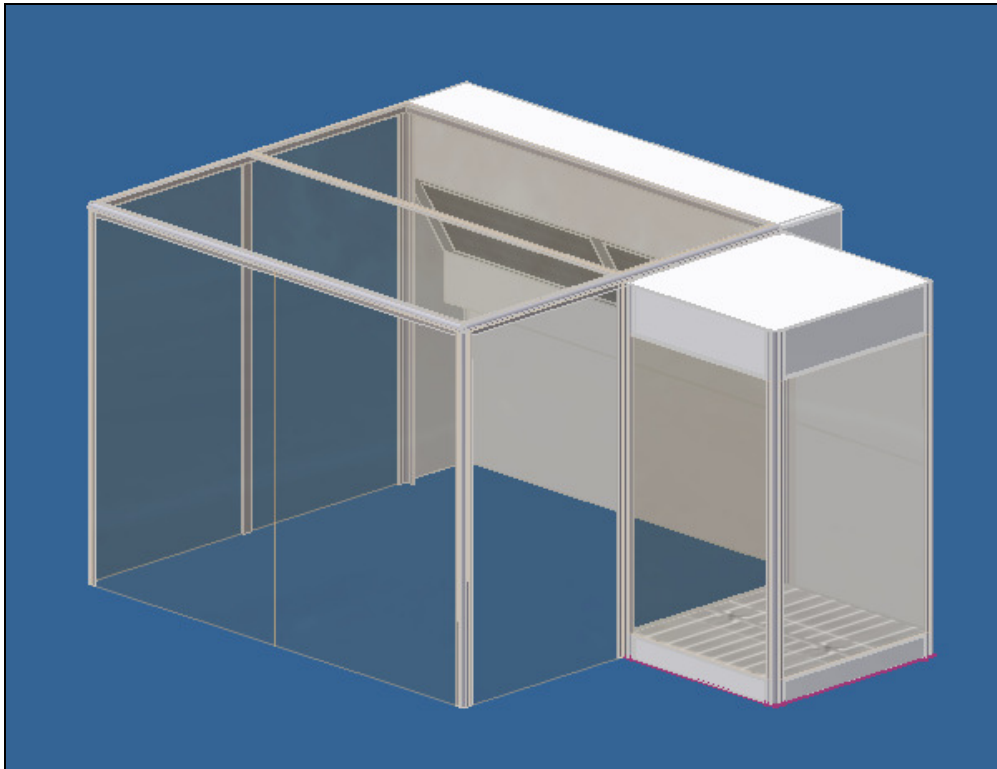
Ensimmäinen versio tehtiin luonnoskuvan pohjalta. Sen tarkoituksena oli tuottaa käytetyllä mallinnusohjelmalla malli, jota ryhdytään kehittämään. Merkittävimmät muutokset olivat päätyovien konstruktiossa, joissa koko pääty oli kahden oven muodostamaa ovi-rakennetta. Lisäksi malliin tuotiin mitat, jotka täyttivät eristystilalle asetetut vaatimukset. Mallinnuksessa hyödynnettiin Inventor-mallinnusohjelman skeleton-ominaisuutta, jossa Excel-taulukko-ohjelmaan luoduilla parametreilla pystyttiin muuttamaan tilan mittasuhteita. Taulukossa 1 on esitetty Versio 1:n parametrit.

Taulukko1. Versio 1 mittojen parametrit Excel-taulukko-ohjelmassa

leveys	3000
pituus	2500
korkeus	2200
sivuväli	2920
kattolevyleveys	1210
eristys_leveys	1250
eristys_pituus	1250
eristys_korkeus	2200

### 5.2 Versio 1 rakenne

Versiossa poistettiin pyörät eristystilan pystyprofiilien alta. Niiden säilyttämisen vuoksi seinälevyjen alalaitojen tiivistäminen olisi ollut vaikeaa. Lisäksi eristystilasta tuli niin painava ja mittasuhteiltaan suuri, ettei sen liikuttelu muutenkaan tullut kyseeseen. Kattorakenteen alumiinilevykotelot muutettiin muovilevyksi ja valaistus suunniteltiin upotettavaksi yläprofiileihin. Luonnosmallin mukaisesti ilmastointiin liittyvät laitteet oli sijoitettu tilan päädyssä olevaan kotelointiin. Rungon alumiiniprofiilien muotoon ei otettu vielä kantaa. Myöskään rakenteiden materiaalivalintaa ei vielä mietitty. Versio 1:n mallinnettu rakennekuva on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Versio 1:n rakennekuva eristystilasta ja sulkutilasta.

### 5.3 Versio 1 tiivistäminen

Tiivistämiseen liittyvät kysymykset sivuttiin tässä vaiheessa. Ainoa seikka, joka huomioidiin, oli edellä mainittu pyörien poistaminen kulmaprofiilien alta.

### 5.4 Versio 1 sulkutila

Sulkutila oli lähes samanlainen kuin alkuperäisessä luonnoksessa. Kulmissa käytettiin samoja profiileita kuin eristystilan kulmissakin. Ilmansuodattimien paikka oli katossa ja ilmaa suunniteltiin kierrättää tilan lattian kautta tapahtuvalla imulla. Sulkutilan ja eristystilan väliseen tiivistykseen ei vielä tässä vaiheessa otettu kantaa.

## 6 ERISTYSTILA VERSIO 2

### 6.1 Versio 2 yleisesti

Ennen Versio 2:n mallinnusta perehdyttiin seinämateriaaleina käytettäviin muoveihin. Levynpaksuudeksi päätettiin 5 mm. Riittävällä paksuudella pyrittiin vähentämään alipaineen aikaansaamaa levyn muodonmuutosta. Ominaisuuksiltaan lupaava oli Lexan Margard-tuotenimellä myyty polykarbonaattilevy. Sen ominaisuuksiin kuuluu jäykkyytensä ja iskunkestävyytensä lisäksi myös lasimaiset optiset ominaisuudet. Sitä käytetään esimerkiksi työkonien ikkunamateriaalina. /6/ Margardin valinnasta luovuttiin korkean hinnan vuoksi. Polykarbonaattilevyn hinta osoittautui lähes nelinkertaiseksi akryylilevyn verrattuna.

Versio 2:n yhteydessä tuli esille ratkaisu, jossa runkoa karamoottoreilla kohottamalla päädyssä olevien ovien ylälaita saatiin vapautettua vaakaprofiiliin tiivisteurasta. Mallinnuksessa apuna käytettyyn Excel-parametritaulukkoon lisättiin sulkutilan mitoittamiseen tarvittavat parametrit, joita oli tässä vaiheessa 16.

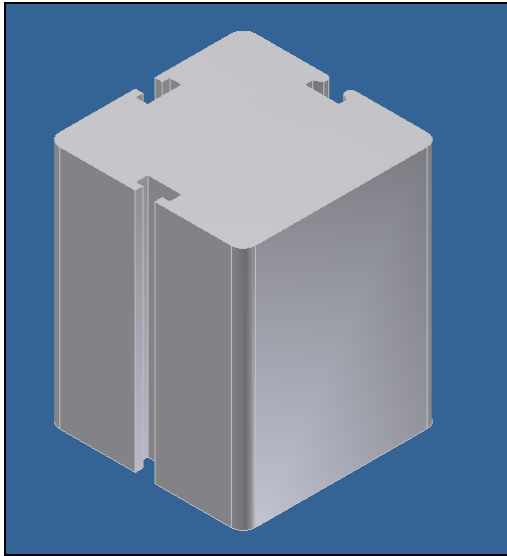
Tilan käyttäjän yksityisyysuojan aikaansaamiseksi haettiin erilaisia ratkaisuja. Esillä olleesta seinälevyihin liimattavasta kalvosta, joka ulkopuolelle asetettujen valojen vaikutuksesta tekisi sisään näkemisen mahdottomaksi, luovuttiin, koska todettiin sen antavan potilaalle luotettavuudelta huonon vaikutelman yksityisyydestä. Toisena vaihtoehtona esillä oli sähköisesti läpinäkymättömiksi muuttuvat levyt. Sellainen tuote löytyikin, mutta siitä oli luovuttava, koska materiaali oli 8 mm paksua lasia. Seinät olisivat tulleet liian raskaat.

Lopulta päädyttiin ratkaisuun, jossa sulkutilaa käytetään myös pukeutumis- ja saniteetitilana, jossa olisi ainakin kaksi seinää alumiinilevystä ja loput peittää verhoihin. Tarvittaessa voitaisiin yksityisyysuoja toteuttaa myös alumiini- tai muovilevystä tehdystä koontaitettavasta sermirakenteesta, joka olisi eristystilan sisällä.

### 6.2 Versio 2 rakenne

Rungon materiaaliksi luonnollinen valinta oli keveytensä ja pintaominauksiensa vuoksi alumiini. Neliön muotoinen poikkipinta todettiin parhaiten toimivan sekä nurkissa että välitukina. Rakenteen korkeuden vuoksi uskottavan näköiseksi rungoksi haluttiin sivumitaltaan 80 mm:n mittainen profiili. Karamoottorit oli tarkoitus asentaa jokaisen pystyprofiilin sisään puhtausrakenteiden vuoksi. Pienimmätkin tiedossa olevat mallit olivat niin suurikokoisia, että profiiliin oli oltava siitäkin johtuen riittävän iso. Levyseinien tiivistyksen järjestämiseksi tarvittiin profiili, jossa olisi yksi ura tiivisteelle keskellä profiilia ainakin kolmella sivulla. Laajasta tuoteluettelojen tutkimisista huolimatta mittasuhteitaan ja profiililtaan sopivaa ei löytynyt. Version 2:n runkorakenne tehtiin piirtämällä ske-

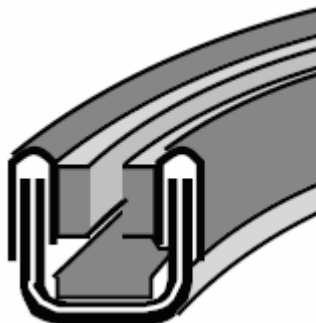
leton-sketsin pystyprofiilipaikoille alumiiniprofiilin muoto ja pursottamalla umpinaisena halutun korkuiseksi. Kuvassa 3 on malli runkorakenteesta, jota käytettiin sekä pystyettä vaakaprofiilina versiossa 2.



Kuva 3. Runkoprofiilimalli Versio 2:ssa.

### 6.3 Versio 2 tiivistäminen

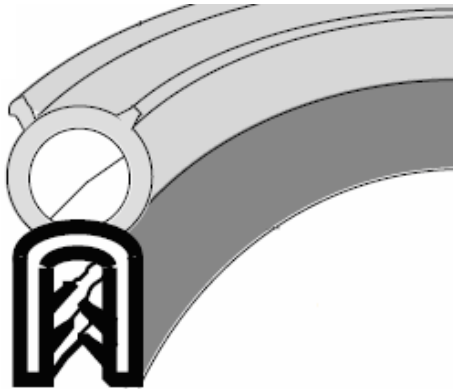
Tiivistämistä mietittiin ensimmäisen kerran tässä versiossa. Rungon ja seinälevyjen välin tiivistämiseksi alumiiniprofiili mallinnettiin sellaiseksi, että siihen sai upotettua lasin tiivistämiseen tarkoitetun muotonauhatiiviste. Tiivisteeksi valittiin liukutiiviste, joka salli karamoottoreilla kohotetun rungon ja seinälevyjen välisen liikkeen. Kuvassa 4 on tuotetoimittajan kuvastosta valittu tiivistemalli.



Kuva 4. Rungon ja seinälevyjen välinen tiiviste

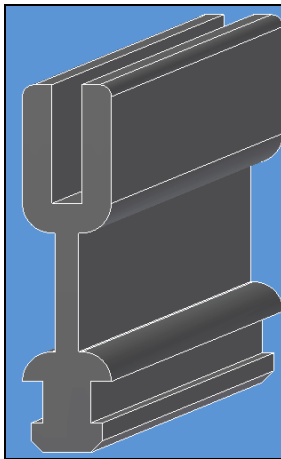
Seinälevyjen ja päätyovien alalaidan ja välisen tiiviiden aikaansaaminen päätettiin toteuttaa tiivisteellä, joka puristui lattiapintaa vasten, kun karamoottoreilla kohotetun rungon ja levyjen oma massa painoivat seinälevyjä. Tiivistämiseen valittiin kuvassa 5 oleva tiivistetoimittajan kuvaston tiivistemalli.





Kuva 5. Seinälevyjen alalaidan ja lattian välinen tiiviste

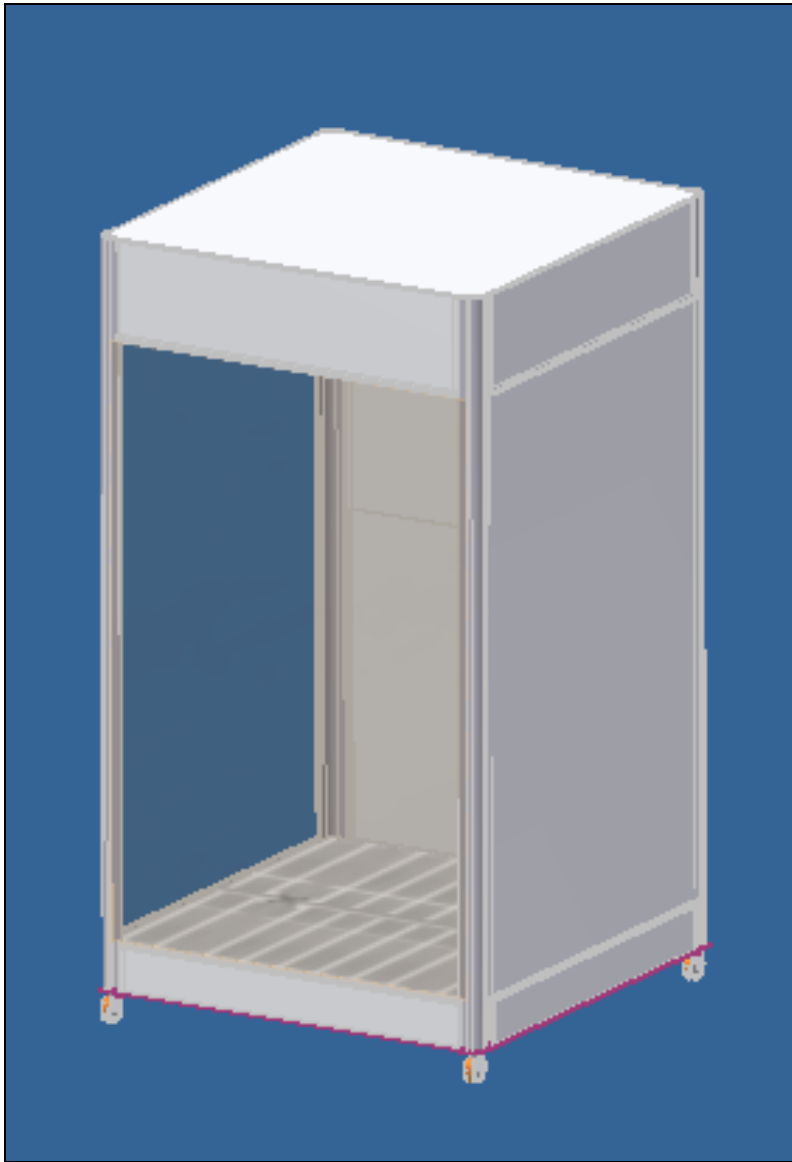
Ovilevyjen sivujen ja kulmaprofiilin tiivistäminen ajateltiin toteuttaa itse suunnitellulla kumisella tiivisteprofiililla, joka toimisi sekä tiivisteenä, että saranana. Malli on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Versio 2 päätyovien sivujen ja pystyprofiilien välinen saranatiiviste

## 6.4 Versio 2 sulkutila

Versio 2:ssa sulkutilan ajateltu käyttö muuttui siten, että se varustettiin pyörillä liikuttelun mahdollistamiseksi. Tällä rakenteella saatiin aikaan se, että yhtä sulkutilaa voitiin käyttää useamman eristystilan kanssa. Etuna olisi tilansäästön lisäksi useamman laitteiston hankinnassa kustannussäästöt. Toisaalta erillisen pukeutumis- ja saniteettitilan hankinnalla nämä edut menetettäisiin. Asiakkaan omaan harkintaan jäisi, tarvittaisiinko sen lisäksi vielä erillinen sulkutila, joka kiinnitettäisiin saniteettitilaan kiinni, jolloin hoitohenkilökunta kulkisi molempien tilojen kautta eristystilaan. Versio 2:n sulkutila on kuvassa 7.

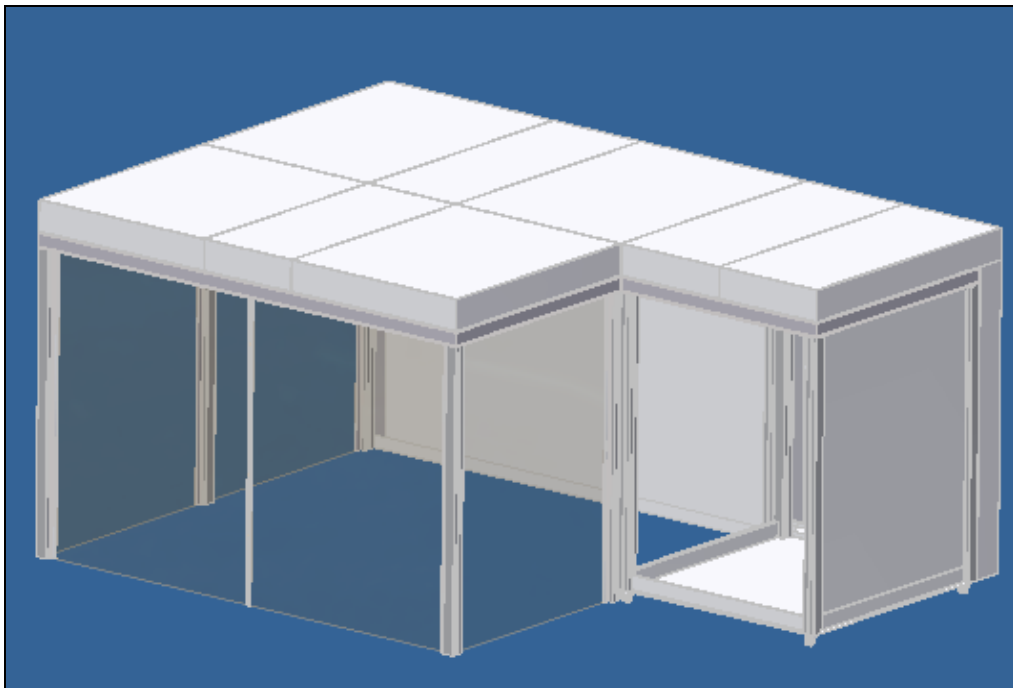


Kuva 7. Versio 2:n sulkufile

## 7 ERISTYSTILA VERSIO 3

### 7.1 Versio 3 yleisesti

Opinnäytetyön tavoitteiden kuvauksessa mainittiin, että rakenteen tulisi olla sellainen, että ilmankierto minimoisi potilaan kanssa kosketuksiin tulevan vuotoilman. Lisäksi huonetilojen ilmavirtanopeuden ei tulisi ylittää normaalilämpötilassa nopeutta 0,2–0,25 m/s. /7/ Edellä mainittujen seikkojen vuoksi versio 3:ssa päädyttiin HEPA-suodattimet asettamaan kattoon, josta ilma puhallettiin eristystilaan. Alaspäin suuntautuva ilmavirta kohdistui näin potilaaseen ja painoi sivuilta syntyvät vuotoilmavirrat mukanaan sänkytason alapuolelle sijoitettuihin imuaukkoihin. Kattoon sijoittamisella saatiin myös suodattimille pinta-alaa enemmän ja virtausnopeus aleni. Alumiinirakenteisten suodatinkoteloiden ollessa sekä eristystilan että sulkutilan katossa, näiden välinen ulkonäöllinen linja oli yhdenmukainen. Kattoon päätettiin asettaa kuusi 610 x 1220 mm:n suodatinta, joihin ilma johdettiin laitteiston päädyssä olevan kotelon kautta. Versio 3 on esitetty kuvassa 8. Muuttujia versio 3:n parametreissa Excel-taulukossa oli tässä vaiheessa 22.

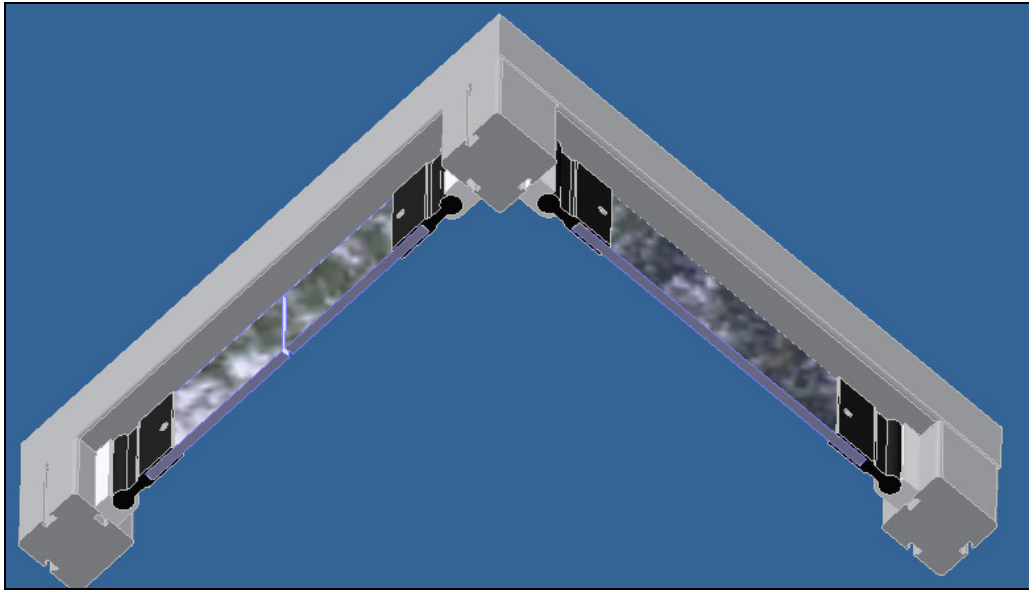


Kuva 8. Versio 3:n eristys- ja sulkutilat.

### 7.2 Versio 3 rakenne

Päätyovien saranointi kehitettiin uudestaan. Kuminen tiivistesarana muutettiin alumiiniin, pystyprofiilin uraan kiinnittyvään alumiinista valmistettuun naarasprofiiliin ja muovista valmistettuun urosprofiiliin. Rakenne salli urosprofiilin kääntymisen 90° oven aukaisemiseksi. Samalla saranarakenteella kiinnitettiin myös sivulevyt ja ne saatiin sidot-

tua pystyprofiileihin alipaineen aiheuttamien muodonmuutosten vähentämiseksi. Versio 3 saranarakenteen periaate päätyovissa ja sivulevyissä on esitetty kuvassa 9 alhaalta-päin katsottuna.



Kuva 9. Versio 3:n saranarakenne ja sivulevyjen liittäminen.

### 7.3 Versio 3 tiivistäminen

Luvussa 8.2 kuvatun saranarakenneratkaisun myötä voitiin luopua kaikkien pystyprofiilien ja levyjen välisistä tiivisteistä ja samalla ratkaistiin levyjen ja pystyprofiilien kiinnitys toisiinsa. Suodatinlaitteiston siirtäminen kattoon kasvatti ylärakenteen massaa. Tämä puolestaan lisäsi levyjen alareunojen ja lattian välisen tiivisteiden puristumista ja paransi tiiveyttä entisestään.

Suodattimien alle tulevien peitelevyjen laitaan valittiin tiivistetoimittajan tuoteluettelosta vakiomallinen reunatiiviste. Kaikissa levyosien ja alumiiniprofiilien välisissä pinnoissa suunniteltiin käytettäväksi itseliimautuvaa P-tiivistettä.

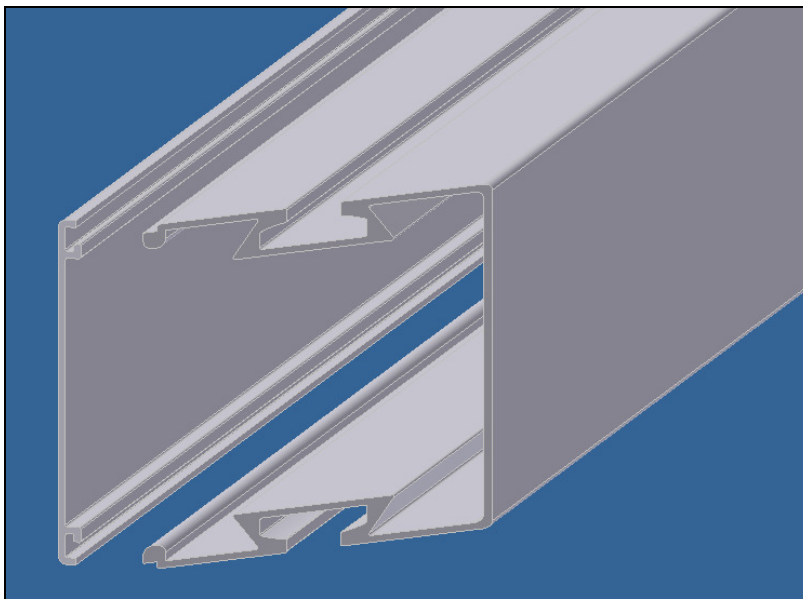
### 7.4 Versio 3 sulkutila

Versio 3:n sulkutilassa ei tehty muutoksia.

## 8 ERISTYSTILA VERSIO 4

### 8.1 Versio 4 yleisesti

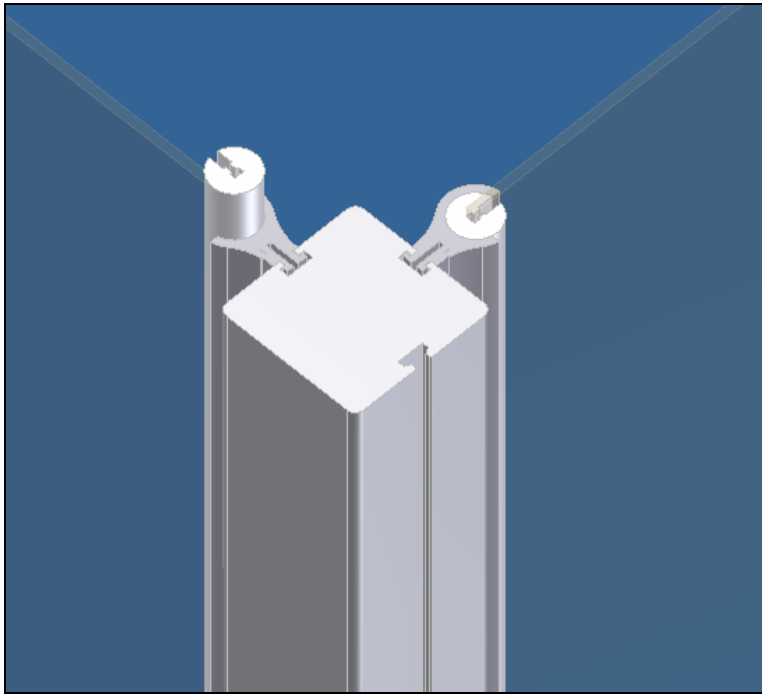
Versio 4:n varten luotiin mallinnusohjelman Content Center -kirjastoon profiilit rungon pysty- ja vaakarakenteista. Suodatinelementtien alle tuleva vaakaprofiili suunniteltiin kotelarakenteeksi, jonka etulevy oli avattava. Laitteen tarvitsema johdotus asennettiin näihin koteloihin. Niihin voi asentaa myös valaisimia. Kotelon ylä- ja alalaitoihin suunniteltiin ura tiivistettä ja suodatinkoteloiden kiinnitystä varten. Vaakaprofiilin malli on kuvassa 10.



Kuva 10. Vaakaprofiili ja etulevy.

Versio 3:en kehitettyä sarana- ja levynkiinnitysrakennetta kehitettiin edelleen. Saranarakenteen urospuolta muutettiin siten, että siitä tuli pyöreä tanko, jossa on pyälletty ura levyä varten. Lisäksi päätyovien uroskappaleita jatkettiin niin paljon, että ne ulottuivat vaakaprofiilikotelon alalaitaan tehtyjen reikien läpi kotelon sisään. Nostettaessa kattorakennetta vaakaprofiilin tiiviste nousee pois ovilevyn ylälaidan päältä. Nostamisen jatkuessa oven saranan uroskappaleen päähän asennetun sokan vaikutuksesta vapaaliikkeen jälkeen myös urospuoli alkaa kohota. Ovilevy on kiinni urospuolessa ja kohoaa, jolloin tiiviste ei vastaa lattiaan ovea avattaessa. Saranarakenne on esitetty kuvassa 11.

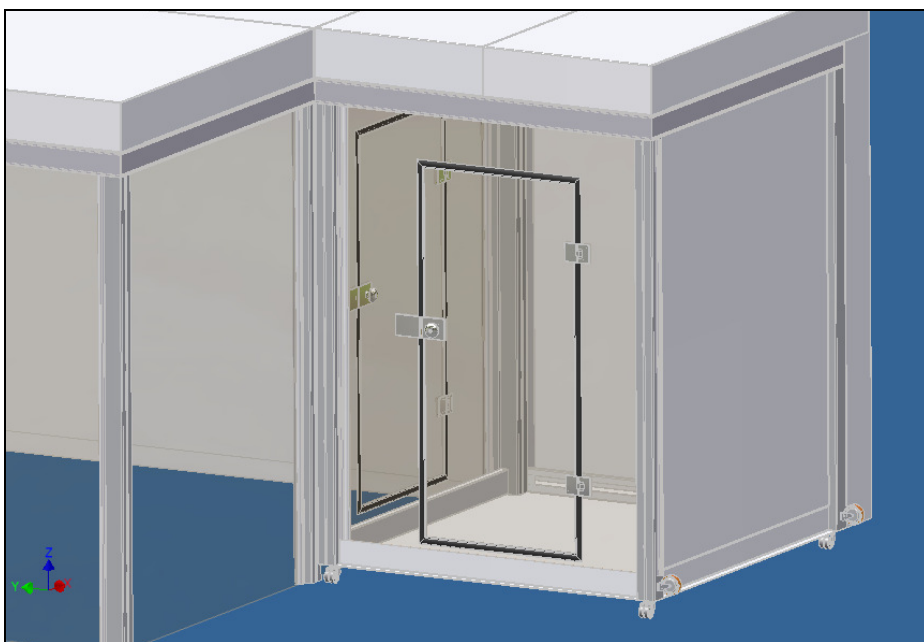
Versio 4 mallinnettaessa oli Excel-parametritaulukossa 39 muuttujaa.



Kuva 11. Kuvassa vasemmalla päätyoven sarana ja oikealla sivulevyn kiinnitys.

## 8.2 Versio 4 rakenne

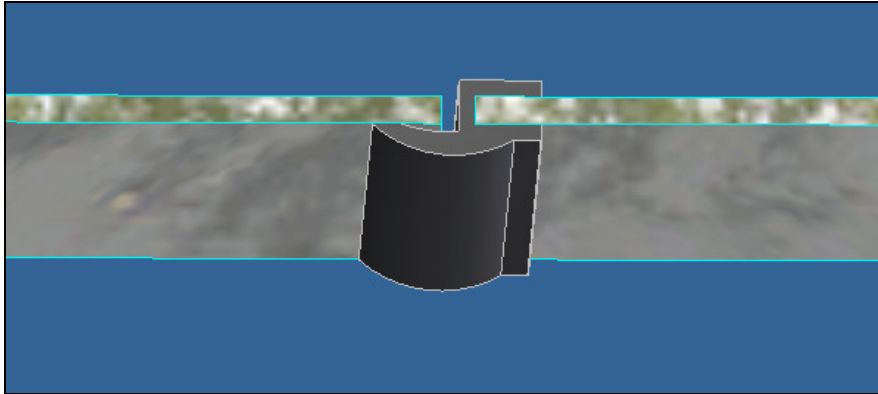
Eristys- ja huoltotilojen sulkuovien rakenteesta päätettiin tehdä sellainen, että ovilevy leikataan irti seinälevystä ja se asetetaan samaan tasoon seinälevyn kanssa. Tällä menettelyllä minimoitiin hukkamateriaalin syntyä. Ovien saranoiksi ja lukkolaitteiksi valittiin sarjavalmistetut, pinta-asennettavat kromatut alumiinisaranamallit. Runkorakenteesta laadittiin 3D-sketsi, johon frame-työkalulla tuotettiin halutut alumiiniprofiilit. Kuvassa 12 versio 4 sulkutilan kohdalta kuvattuna.



Kuva 12. Ovikonstruktio.

### 8.3 Versio 4 tiivistäminen

Sulku- ja eristysilojen ovien ja seinälevyjen välinen tiivistämistä suunniteltaessa huomiointiin alipaineen asettamat vaatimukset. Lisäksi tiivistettä suunniteltaessa oli vaatimuksena sen toimivuus oven käytön yhteydessä. Valmista tiivistemallia ei ollut saatavilla ja se suunniteltiin itse. Kuvassa 13 tiiviste on levyyn asetettuna. Sama tiiviste kävi myös päätyovien keskisauman tiivisteeksi.

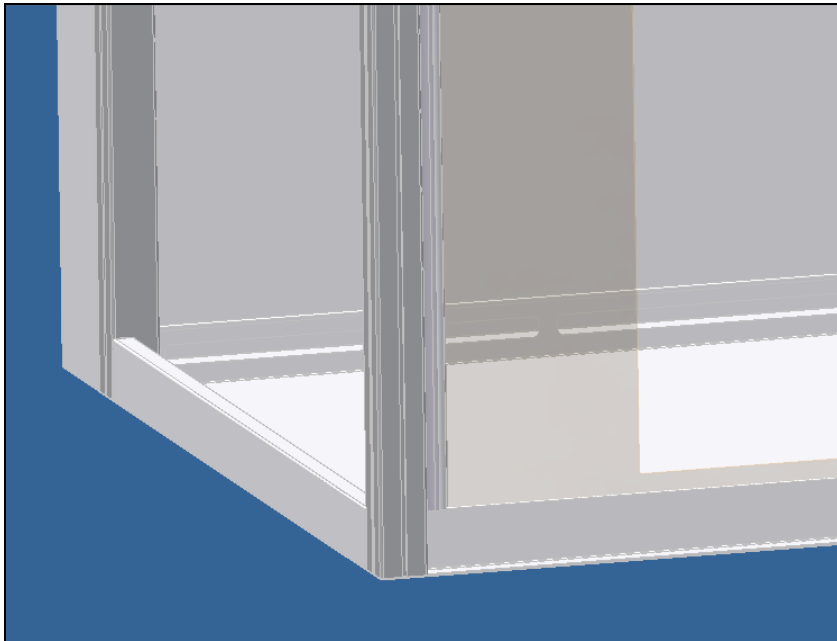


Kuva 13. Ovillevyjen tiiviste.

### 8.4 Versio 4 sulkutila

Versio 4 sulkutilan tiivistämistä eristystilaan kehitettiin. Kuten suunnittelussa yleensäkin, yhtenä lähtökohtana suunnittelussa pidettiin rakenteiden ja materiaalien yksinkertaisuutta ja mahdollisimman suppeaa valikoimaa. Sen vuoksi eristys- ja sulkutilojen väliseksi tiivisteeksi valittiin samanlainen P-tiiviste, kuin alumiinilevyrakenteiden ja rungon välisissä pinnoissa oli. Sulkutilan alaosan alumiinilevyrakennetta muutettiin siten, että sen ulkopinta tuli samalle tasolle kulmissa olevien alumiiniprofiilien kanssa. Kuva 14 esittää sulkutilan alaosan muotoilua.

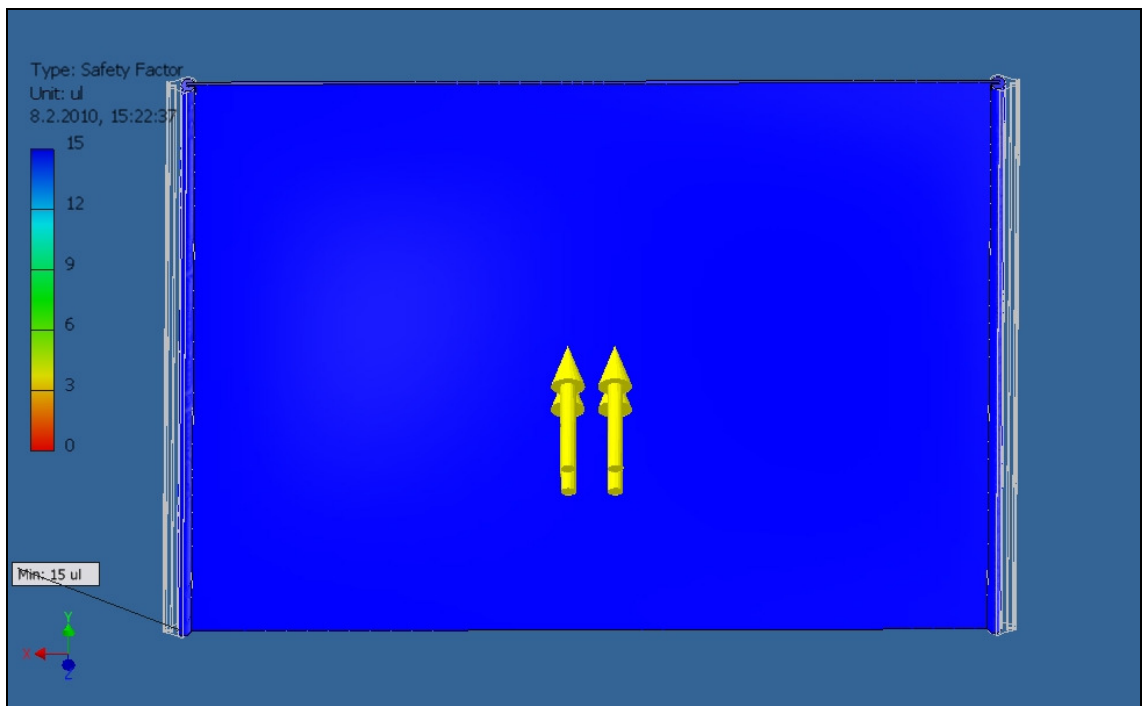
Myös pyörävalintaa tarkennettiin. Etsittiin kantavuutensa rajoissa mahdollisimman matalaa pyörämallia. Valittiin malli, jonka kantavuus oli 80 kg ja korkeus 69 mm.



Kuva 14. Sulkutilan levyrakenteisen alaosan rakenne.

## 8.5 Lujuusanalyysi seinälevystä

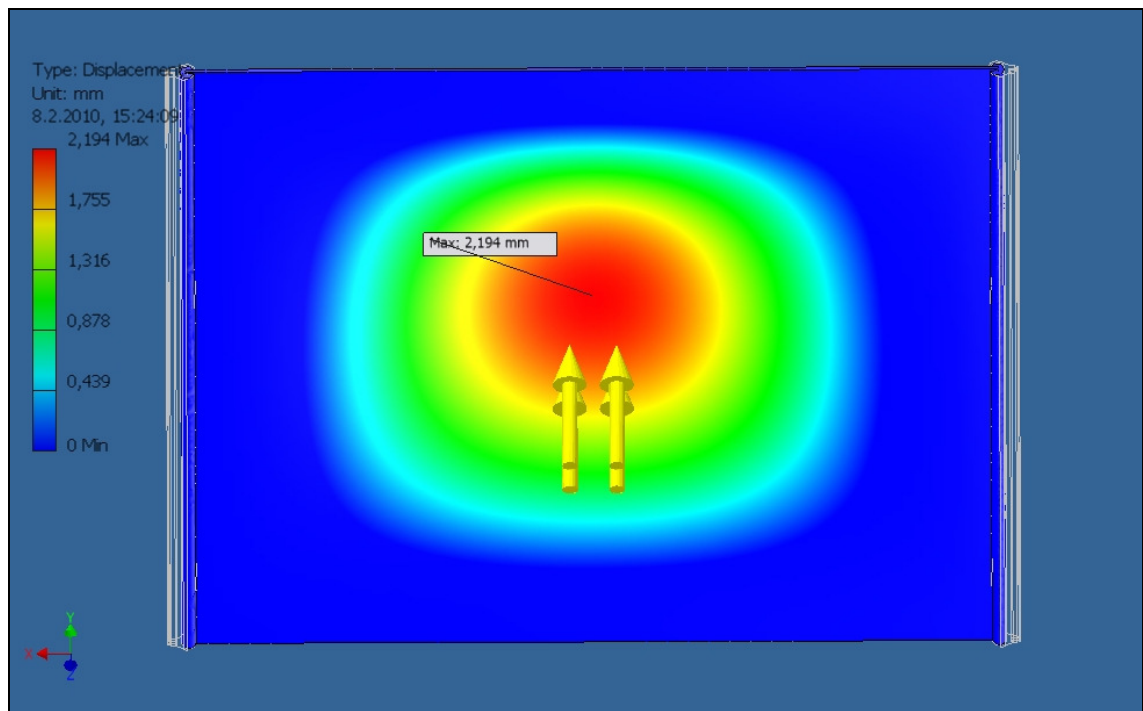
Lujuusanalyysi tehtiin vain alipaineen kaikkein voimakkaimmin rasittaman rakenteen, sivuseinän levyrakenteen osalta. Alipaineeksi valittiin kohdassa 2.2 mainittu suurin paine-ero 10 Pa. Inventor-mallinnusohjelman FEM-analyysi antoi koko seinälevyrakenteen alueelle 15-kertaisen varmuuden lujuuden suhteen. Analyysin tulos varmuuden suhteen on kuvassa 15.



Kuva 15. Lujuusanalyysin tulos varmuuskertoimen suhteen.



Muodonmuutoksien tutkimuksessa käytettiin lähtökohtana tilannetta, jossa levyn reunat oli sidottu. Alareunan muodonmuutoksien ajateltiin estyvän tiivisteiden kitkan vaikutuksesta lattiaan. Muut reunat olivat niille suunnitelluissa rakenteissa kiinni, joten muodonmuutoksia niissä ei ajateltu tapahtuvan. FEM-analyysin perusteella suurin muodonmuutos oli 2,2 mm. Seinälevyn mittojen ollessa noin 1500 x 2000 mm, muodonmuutos oli suurimmillaan noin 1,5 ‰. Tulosta pidettiin muodonmuutoksien osalta riittävän pienenä. Kuvassa 16 on esitetty syntyneet muodonmuutokset.



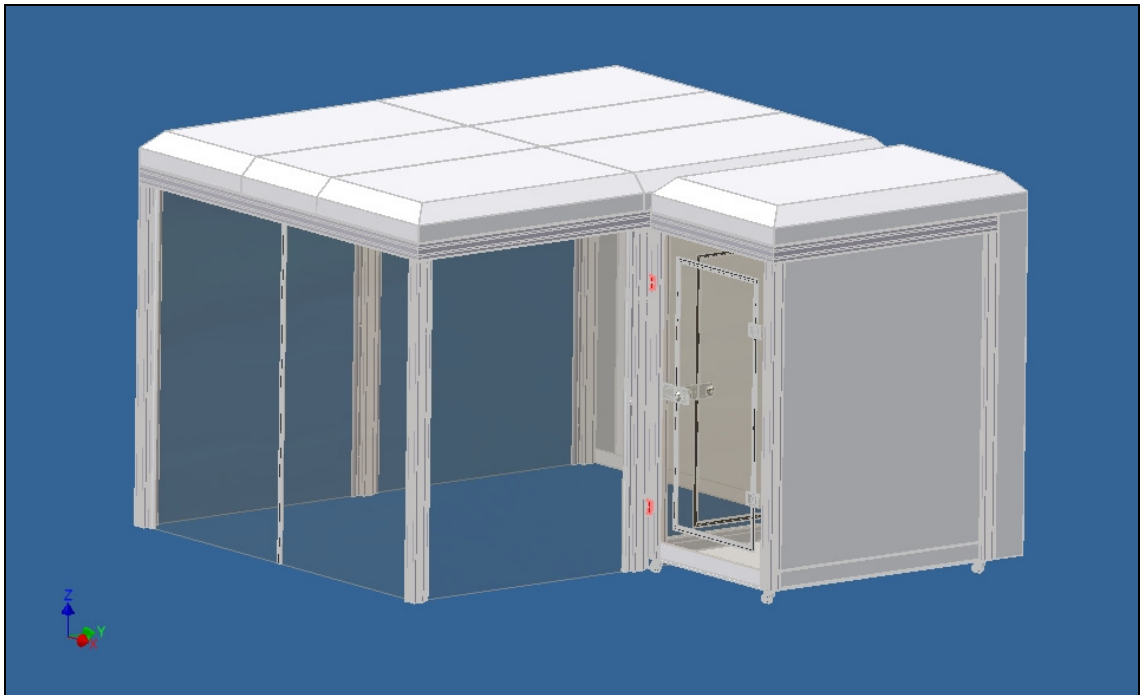
Kuva 16. Lujuusanalyysin tulos muodonmuutosten suhteen.

Runko- ja vaakaprofiilien lujuutta ei tutkittu, koska syntyvät kuormitukset olivat pieniä rakenteiden mittasuhteisiin nähden. Rakenteiden mitoituksen lähtökohtana olivat niille asetetut muut kuin lujuusvaatimukset.

## 9 ERISTYSTILA VERSIO 5

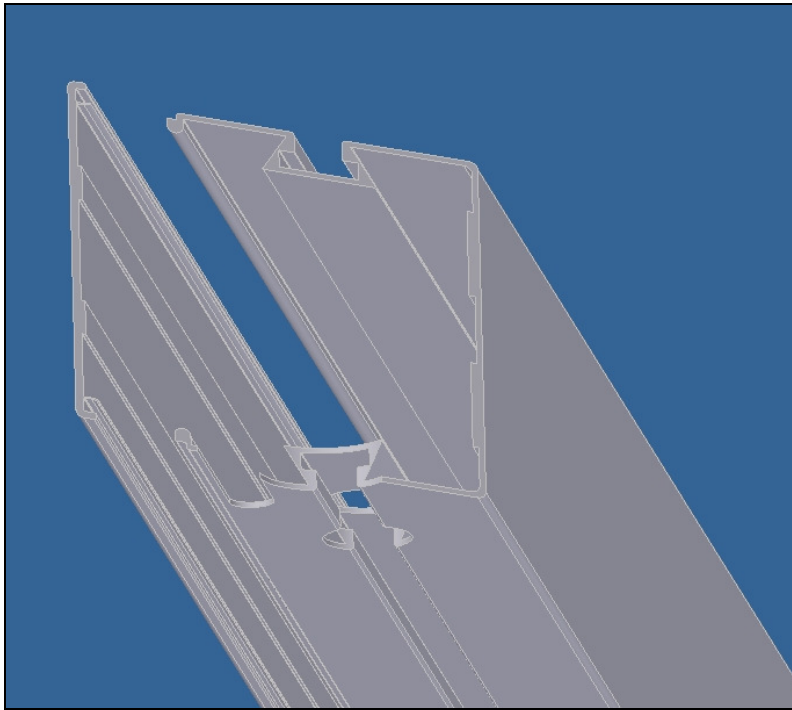
### 9.1 Versio 5 yleisesti

Versio 5 saavutti ne tavoitteet, jotka opinnäytetyölle asetettiin. Suunnittelupalaverissa todettiin, että tuote oli tuotantokelpoinen. Eristys- ja sulkutilojen suodatinkoteloiden ylälaitaan lisättiin vino pinta keventämään kulmikkaalta vaikuttanutta rakennetta. Pyöristystä harkittiin viisteen tilalle, mutta siitä luovuttiin valmistuksessa tarvittavien työkalujen puutteen takia. Kuvassa 17 eristystila ja sulkutila lopullisessa ulkomuodossaan.



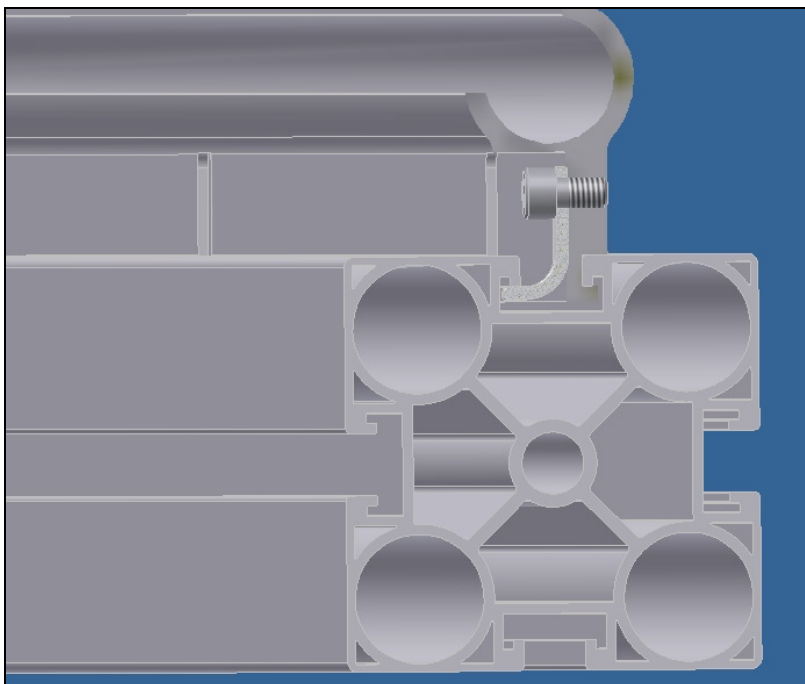
Kuva 17. Versio 5 eristystila ja sulkutila.

Alumiiniprofiilien malleja hiottiin vaatimusten mukaisiksi. Vaakaprofiilin malli ja mitoitus tarkennettiin käyttötarkoitustaan vastaavaksi. Sivuttaisjäykkyyttä kasvatettiin lisäämällä materiaali profiilin suorille sivuille. Kulmaliitoksen kiinnittämiseksi profiilin sisäpintaan tiivisteuran aiheuttama kohouma muotoiltiin sivuiltaan vinoksi. Kuvassa 18 esitetään vaakaprofiili ja profiiliin kiinnittyvä peitelevy. Vaakaprofiilin alalaidassa näkyy koneistukset oven saranan urospuolen läpivientiä varten ja kulmaliitoskappaleen ohjaimia varten.



Kuva 18. Vaakaprofiili koneistuksineen ja peitelevy.

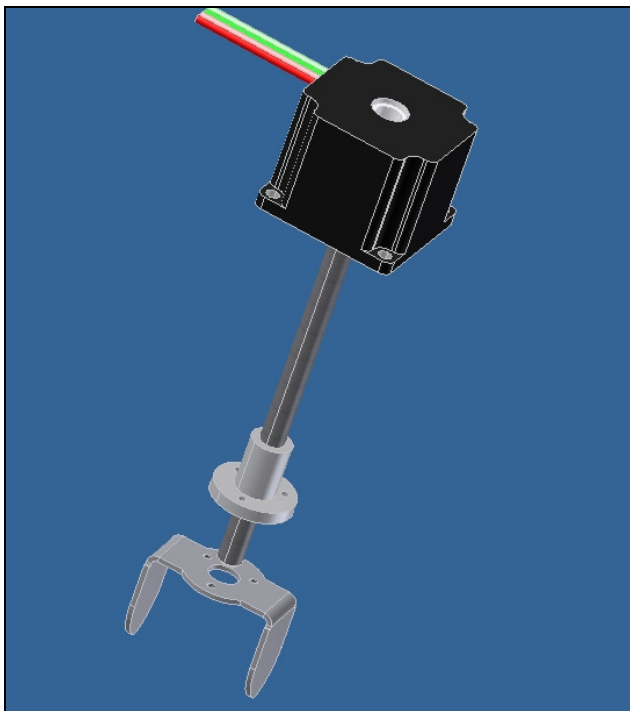
Pystyprofiilin rakenne mallinnettiin. Rakenteessa otettiin huomioon kattorakenteen kohottamisesta johtuvan ohjauksen tarve. Oven saranarakenteen naaraspuolen muoto ja kiinnitys pystyprofiiliin suunniteltiin uudestaan. Kuvassa 19 kuusiokoloruuvien kannan alla olevalla kaarevalla liitinkappaleella voitiin naarasprofiili kiinnittää profiiliin työstetyn aukon kautta pystyprofiiliin ollessa paikallaan.



Kuva 19. Pystyprofiilin ja saranan naaraspuolen kiinnitys liitinkappaleen kohdalta leikattuna.

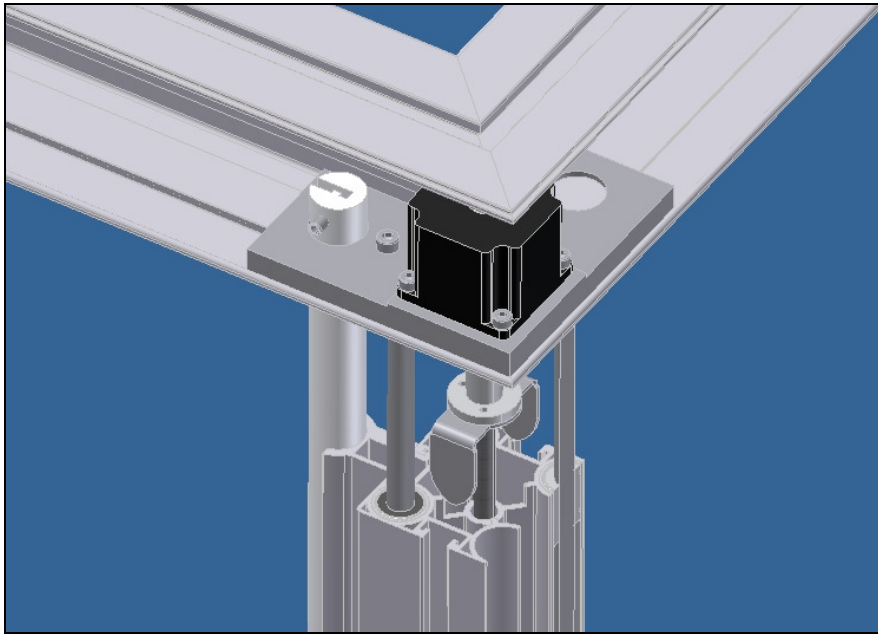
## 9.2 Versio 5 rakenne

Kattorakenteen kohottamiseksi valittiin eristystilan vaakaprofiilien sisälle mahtuvat askelmoottorit. Askelmoottoreihin on kiinnitetty kierteitetty kara, jonka vastakappale lukittiin pystyprofiilin muotoon tarkoitusta varten suunnitellulla kappaleella. Kara on niin tiuhakierteinen, että sillä on itsepidättävä ominaisuus. Kuvassa 20 on askelmoottori, vastakappale ja lukituskappale. Moottoreita ohjaa ohjainyksikkö, jolla moottorit saadaan keskenään tahdistettua.



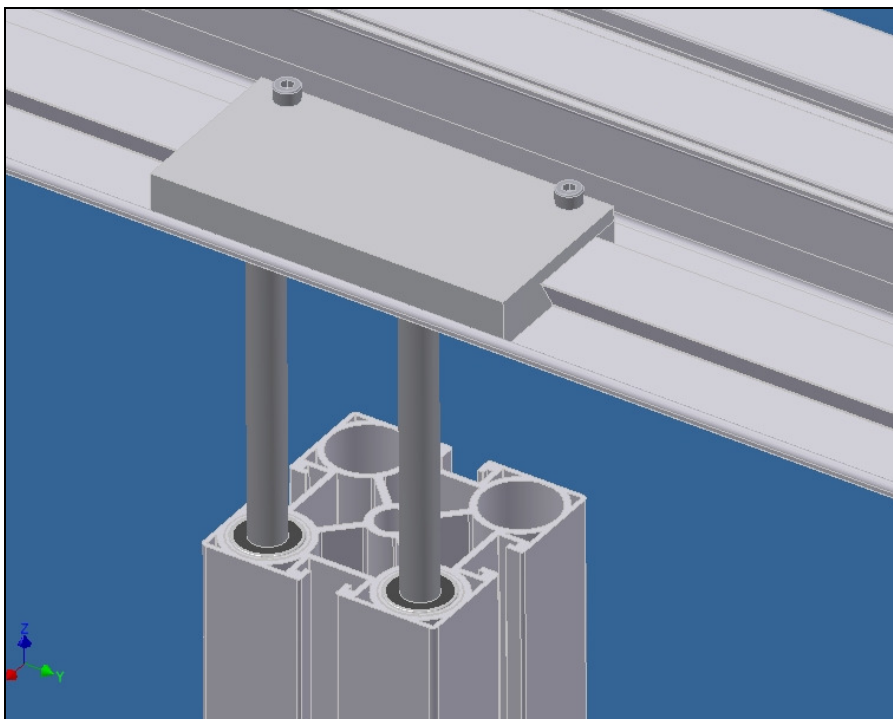
Kuva 20. Askelmoottori lisävarusteineen.

Yläprofiilien kiinnittämiseksi toisiinsa suunniteltiin liitoskappale. Siihen kiinnitettiin askelmoottoreiden lisäksi ohjainkarat. Vaakaprofiilin työstettyjen aukkojen kautta ohjainkarat työntyivät kuulaholkkien sisään. Kuulaholkit valittiin liukuelimiksi pienen kitkansa ja välyksettömän ohjauksensa vuoksi. Pystyprofiileiden sisään asennettiin putket, joihin kuulaholkit kiinnitettiin. Putkien tarkoituksena oli saada kaksi kuulaholkkiä halutulle etäisyydelle toisistaan hyvän tuennan aikaansaamiseksi. Kuvassa 21 on liitoskappale ohjainkaroineen, askelmoottori, vaakaprofiili ja vaakaprofiilin sisään asetettu kuulaholkit putkineen. Rakenteet on leikattu auki oikeanpuoleisen ohjainkaran keskilinjan suuntaisesti.



Kuva 21. Eristystilan vaakaprofiilin ja pystyprofiilin liitoksen rakenne.

Sivuseinien keskelle asetettuihin pystyprofileihin suunniteltiin vastaavan tyyppinen ohjaus kuin kulmassa oleviin profileihin. Asennettavuuden helpottamiseksi molemmat ohjauskarat sijoitettiin profiilin ulkolaitaan. Ohjainkarojen runko kiinnitettiin vaakaprofiiliin kiilakappaleen avulla. Kuvassa 22 on keskimmäisten pystyprofiilien ohjainrakenne.



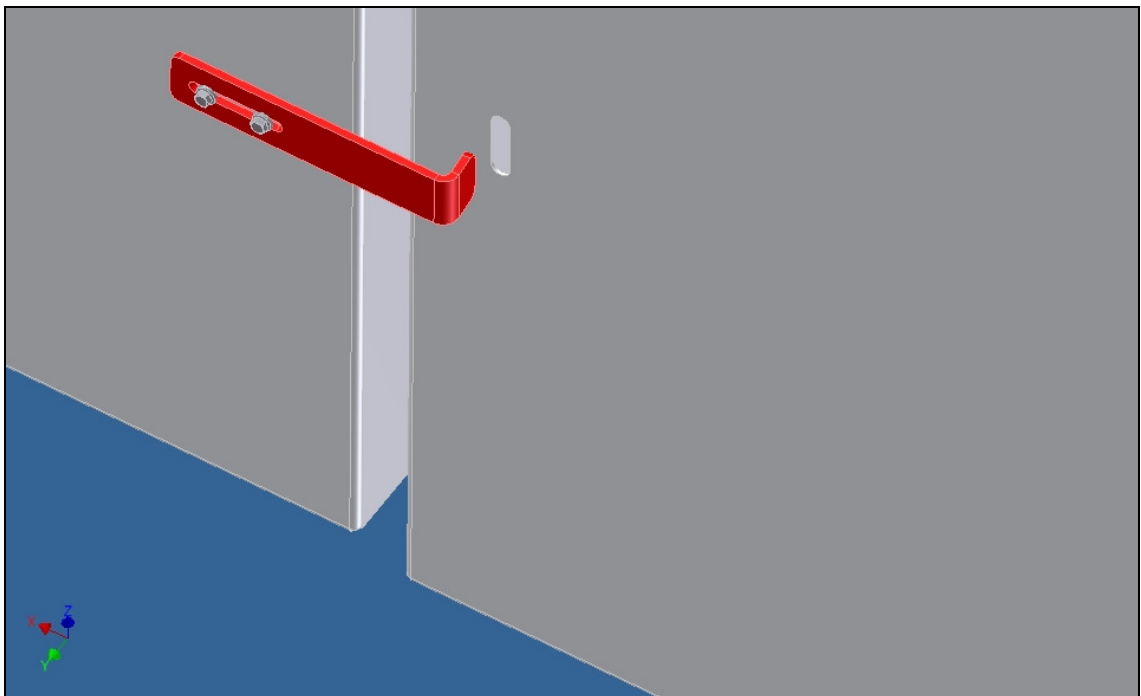
Kuva 22. Vaakaprofiilin ja keskimmäisen pystyprofiilin välinen liitos.

### 9.3 Versio 5 tiivistäminen

Eristystilan ja sulkutilan kiinnitys suunniteltiin sellaiseksi, että tiivisteet voitiin kiinnittää tasopintojen väliin. Tasopintoihin voitiin käyttää tiivistevalmistajan vakiomallista P-tiivistettä. Muut tiivisteratkaisut soveltuivat myös versio5 tiivistämiseksi.

### 9.4 Versio 5 sulkutila

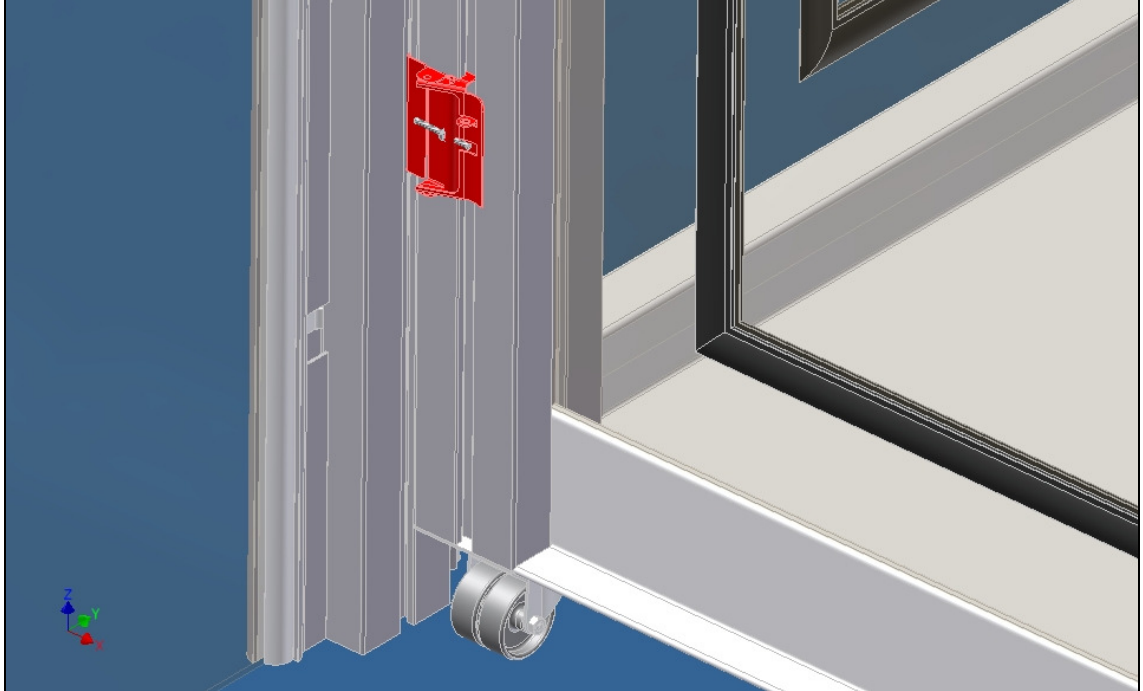
Sulkutilan rakenne muutettiin kapeammaksi. Lähtökohtana oli tarve tehdä sulkutilasta tarvittaessa helpommin liikuteltava esimerkiksi useamman eristystilan välillä. Kaventaaminen edellytti kattorakenteen muuttamisen yksisuodattimiseksi. Sulkutilan kytkeminen eristystilaan pyrittiin kehittämään yksinkertaiseksi ja varmatoimiseksi. Kytkentä haluttiin tehdä niin yksinkertaiseksi, että tilojen käyttöhenkilökunta oppii sen käytön vaivattomasti ilman teknistä erityistaitoa.. Kytkentää suunniteltaessa vaihtoehtoina oli alipaine-, magneetti- ja mekaaniset kiinnitysvaihtoehdot. Mekaanisia kiinnitysvaihtoehtoja oli esillä useita. Tilojen päätykoteloiden kytkennässä päädyttiin ratkaisuun, jossa sulkutilan päätykotelon ylä- ja alalaitaan asennettiin säädettävä koukkurakenne ja se lukkiutui eristystilan päätykotelossa oleviin koloihin. Kytkinlaitteiden väri valittiin punaiseksi osoittamaan kytkentälaitteita. Kuva 23 esittää eristystilan ja sulkutilan välistä ruuvikiinnitteistä koukkukiinnitystä.



Kuva 23. Eristystilan ja sulkutilan takaosan kytkentä.

Sulkutilan etupäädyn kytkeminen sulkutilaan suunniteltiin salpatyyppiseksi. Sen etuina pidettiin yksinkertaisuuden ja varmatoimisuuden lisäksi helppoa visuaalista havainnointia kytkennän lukittumisen suhteen. Lisäksi ajatuksena oli, että se ei edellytä ulkopuo-

lista energiaa ja säädettävyytensä ansiosta eristystilan ja sulkutilan tiivisteiden vaatimaa väliä on helppo säätää tarpeen mukaan. Salpalaite suunniteltiin kiinnittyväksi pystyprofiilien sivuilla oleviin uriin. Kuvassa 24 salpalaite, jolla sulkutila ja eristystila on kytketty toisiinsa.



Kuva 24. Salpalaite eristystilan ja sulkutilan välisessä kytkennässä.

## 10 OPINNÄYTETYÖN YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää ilmajäliteisten tautien leviämiseen käytettävän eristystilan rakennetta, tiivistämistä ja sulkutilaa. Vaikka työllä oli nimetyt painopistealueet, se edellytti sekä eristystilan että sulkutilan koko rakenteen ja toiminnan ratkaisemista. Tuloksena valmiissa kokoonpanomallinnuksessa oli 197 osaa. Osia olisi ollut vielä enemmän, jos malliin olisi lisätty myös kaikki standardiosat, kuten ruuvit ja vakio-malliset tiivisteet. Kehitystyön yhteydessä suunnittelin neljä alumiiniprofiilia, yhden muoviprofiilin ja yhden kumista valmistettavan tiiviste-profiilin.

Opinnäytetyössä minua miellytti tehtävän laajuus, joka alkoi tutustumisesta teoriaan taudeista ja niiden leviämisestä. Sain myös hyvin vapaasti kehittää rakennetta ja toiminnallisia ratkaisuja. Rakenteeseen liittyviä ratkaisuja etsiessäni kävin läpi satoja Internet-sivustoja. Ovien heloitusratkaisua etsiessäni selasin yli 700-sivuisen sähköisen luettelon. Sitä tehdessäni kaipasin usein perinteisiä paperille painettuja tuoteluetteloita. Huomasin myös messut oivalliseksi tavaksi löytää uutta tietoa, jos on tietona, mitä tarvitsee. Askelmoottoriratkaisuun päädyin Jyväskylässä pidettyjen sähköalan messujen näytteilleasettajan ehdotuksesta.

Työtäni helpotti työn teettäjän asiantuntemus puhdasilmatekniikasta ja sen laitteista. Suunnittelun edetessä tarkastelimme uusia ratkaisuja yrityksen edustajien kanssa ja vuorovaikutuksemme oli lähes päivittäistä. Lisäksi asiakaskontakteista saatu palaute oli arvokas lisä suunnittelua tehtäessä. Työn teettäjältä saamani palautteen perusteella potilaskohtainen eristystila on opinnäytetyön osa-alueiltaan tuotantokelpoinen. Se ei kuitenkaan tarkoita vielä sitä, että tuotetta voisi alkaa valmistaa. Suunnitteilla on, että toinen opinnäytetyöntekijä jatkaisi siitä, mihin rakenteen suunnittelussa jäin. Ennen tuotannon aloittamista on suunniteltava eristystilan sähkö- ja kaasujärjestelmät ja ilmastointiin liittyvät laitteet säätöjärjestelmineen. Sähkölaitteiden suunnittelu vaatii laajaa perehtymistä sairaalalaitteiden häiriöttömän toiminnan turvaamiseen. Myös sähköinen häiriöttömyys sairaalan muiden laitteiden virheettömän toiminnan takaamiseksi on varmistettava.

Haitissa talvella 2010 tapahtunut luonnonmullistus ja sinne toimitettu kansainvälinen lääketieteellinen apu synnytti myös idean käyttää kehitettyä eristystilaratkaisua muuhunkin tarkoitukseen. Steriiliyden varmistamiseksi ylipaineistamalla tila sitä voitaisiin pienin muutoksin käyttää myös tilapäisenä leikkaussalina. Eristystiloja voitaisiin kuljettaa suhteellisen helposti lentoteitse kaikkialle ja koota ne paikalla hyvinkin vaatimattomissa olosuhteissa toimiviksi ensihoitotiloiksi. Karstulan Metalli Oy:n tuotevalikoimaan on jo aiemmin kuulunut ylipaineistettu potilaskohtainen tila esimerkiksi palovammapotilaiden hoitoon. Jo opinnäytetyön aloituspalaverissa oli ajatus, että nyt suunniteltu eristystila voisi korvata aiemman mallin. Lisäksi tila voitaisiin muuttaa myös esimerkiksi niin



sanotuksi alppimajaksi, jollaisia käytetään huippu-urheilussa urheilijan hapenottokyvyn parantamiseksi. Menetelmän perustuu siihen, että happipitoisuutta hengitysilmassa vähennetään keinotekoisesti esimerkiksi typen määrää lisäämällä.

**Lähteet:**

1. The Rules Governing Medical Products in the European Union, Vol 4, *Good manufacturing practices – Medicinal products for human and veterinary use*. 1998.
2. Graffe, Gunnar, *Johdanto puhdastilatekniikkaan*, R<sup>3</sup> – puhdastilatekniikan kurssi, 19. ja 20.11.1997, Lammi.
3. Outi Lyytikäinen, Eija Kela ja Pekka Kujala, *Eristystilat Suomen sairaaloissa*. Suomen Sairaalahygienialehti 2003, sivut 179 ja 180.
4. Direktiivi 91/365/EEC – Commission Directive 91/365/EEC of June 1991 laying down the principles and guidelines of good manufacturing practice for veterinary medical products.
5. Outi Lyytikäinen, [verkkodokumentti], *Tartuntataudilta suojautuminen terveydenhuollossa ja muussa yhteydessä*, Sairaalainfektio-ohjelma (SIRO), Infektio-epidemiologian osasto, Kansanterveyslaitos. [viitattu 3.2.2010]. Saatavissa: <http://www.ktl.fi/attachments/suomi/osastot/infe/outilyytikainensuojautuminen030406.pdf>.
6. Vink Finland Oy, [verkkodokumentti], *Polykarbonaatti, tekniset ominaisuudet*. [viitattu 4.2.2010]. Saatavissa: <http://www.vink.fi/TUOTTEET/Tuotteet/PC---polykarbonaatti.aspx>.
7. Ympäristöministeriö, *Suomen rakennusmääräyskokoelma*, osa 2D, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 1987.1987.