



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MIESLUUKKIJEN PARANTELU

Brandente Oy

TEKIJÄ: Jouko Niiranen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Jouko Niiranen	
Työn nimi Miesluukkujen parantelu	
Päiväys 18.5.2015	Sivumäärä/Liitteet 23/3
Ohjaaja(t) yliopettaja Esa Hietikko, lehtori Pertti Kupiainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Brandente Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin kehitystyöprojektina Brandente Oy:lle. Työssä kohteena olivat yrityksen miesluukkumallit, jotka vaativat päivitystä vastatakseen kilpailuun toimialalla. Tehtävänä oli tutustua markkinoilla oleviin malleihin ja tehdä uudet mallit niiden pohjalta yrityksen käyttöön. Lisäksi lämpöeristettyyn malliin oli tarkoitus saada paloluokitus, mikä vaati perehtymistä paloluokituksen kriteereihin.</p> <p>Työssä tehtiin ensin konseptimalleja, joista valittiin sopivimmat ominaisuudet ja piirteet jatkokehitykseen. Näiden ominaisuuksien, piirteiden ja määrättyjen kriteerien pohjalta mallinnettiin Autodesk Inventor Professionalilla valmistettavat mallit, joita voidaan muokata Excel-taulukon avulla asiakkaan toiveiden mukaan. Luukkujen valmistettavuutta mietittiin koko kehitystyön ajan. Kehitystyössä tuli perehtyä parametriseen mallinnukseen periaatteisiin, jotta malleja voitaisiin ohjata Excel-taulukolla.</p> <p>Tuloksena opinnäytetyöstä saatiin 3D-mallit ja valmistuspiirustukset. Näiden pohjalta yritys valmistaa miesluukuista prototyypit ja esittelevät niitä alan messuilla.</p>	
Avainsanat miesluukku, paloluokitus, tuotekehitys, Autodesk Inventor	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Jouko Niiranen			
Title of Thesis Improvement of Manholes			
Date	May 18, 2015	Pages/Appendices	23/3
Supervisor(s) Mr Esa Hietikko, Principal Lecturer; Mr Pertti Kupiainen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Brandente Oy			
<p>Abstract</p> <p>This final year project was performed as a development project to Brandente. The aim was to develop the models of manholes manufactured by the company to meet the requirements in the field and become competitive. The task was to investigate models on the market and make more competitive models for the company. The purpose was also to get fire classification for the thermoinsulated model which required familiarizing with classification standards.</p> <p>First, some concept models were made. Then, the most appropriate properties and features were chosen to be further developed. Based on these features and criteria that were set, the models to be manufactured were modeled by using the modeling software Autodesk Inventor Professional. They can be further modified according to the wishes of the client by using Excel. The manufacturability of the manholes was constantly being considered.</p> <p>In this final year project must the principles of parametric modeling were examined in order to control the 3D-models with an Excel-table. As a result of this final year project there were the 3D-models and the blueprints for manufacturing these manholes.</p>			
Keywords manhole, fire classification, product development, Autodesk Inventor			

ESIPUHE

Haluan kiittää Brandentea mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö heille, sekä Risto Kivistä työn ohjauksesta. Kiitokset myös Savonia-ammattikorkeakoulun yliopettaja Esa Hietikolle opinnäytetyön suorittamiseen liittyvästä ohjauksesta.

13.5.2015

Jouko Niiranen

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	6
1 JOHDANTO	7
2 PALOLUOKITUS.....	8
3 PARAMETRINEN MALLINNUK.....	9
4 TUOTEKEHITYS JA VALMISTETTAVUUS.....	10
5 LUONNOSTELU	11
5.1 Malli 1	11
5.2 Malli 2	12
5.3 Malli 3	12
5.4 Malli 4	13
5.5 Malli 5	13
6 JATKOKEHITYS	14
6.1 Lämpöeristetty luukku	14
6.2 Kylmäluukku.....	16
6.3 Lattiatasoluukku	18
7 YHTEENVETO.....	19
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	20
LIITE 1: LÄMPÖERISTETTY LUUKKU	21
LIITE 2: KYLMÄLUUKKU	22
LIITE 3: LATTIATASOLUUKKU	23

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

RST = Ruostumatongeräs

Vapaa-aukko = Kulkuaukko

Kylmäluukku = Eristämätön luukku

Soiro = Kapea suikale metallia

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin tuotekehitysprojektina Brandente Oy:lle. Opinnäytetyössä tarkoituksena on kehittää yritykselle kilpailukykyiset mallit miesluukuista. Yritys on aiemminkin valmistanut miesluukkuja eri kohteisiin, mutta mallit ovat olleet yrityksen mukaan kiireellä tehtyjä ja näin ollen puutteellisia. Parannuskohtia olivat lämmöneristys, pitomekanismi ja lukitus.

Brandente Oy on Kuopioon vuonna 1993 perustettu konepaja (Kivinen Risto 2015), joka valmistaa asiakkailleen korkeatasoisia konepajatuotteita. Brandente tekee laitevalmistajille koneiden osia ja rakenteita, laitesuojia, huoltoluukkuja ja säiliöitä. Rakennusteollisuudelle Brandente valmistaa teräsrakenteita, portaita, muurausrakenteita ja miesluukkuja. Brandenten palveluihin kuuluu myös asiakkaan luona tehtävät teräsrakenteiden kokoonpanot. Yritys valmistaa itse tuotteisiin liittyvät laserleikkeet, levytyöt, hitsaukset, koneistukset ja kokoonpanot ja pienosat. Pintakäsittelyt yritys hankkii yhteistyökumppaneilta. Brandente työllistää yli 30 työntekijää.(Brandente Oy 2015.)

Miesluukku on luukku, jota käytetään pääsääntöisesti huoltotoimenpiteitä varten kulkuväylänä huoltoa vaativaan tilaan tai laitteen luo. Tässä opinnäytetyössä miesluukut tulevat rakennusteollisuuden käyttöön rakennuksien huoltoluukuiksi tai muihin vastaaviin tiloihin. Pääpaino käyttökohteissa on pumppaamot, kaukolämpölinjat ja vesilinjat.

2 PALOLUOKITUS

Paloluokituskokeen suorittaa Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy standardien SFS-EN-1363-1 ja SFS-EN-1634-1 mukaan. Koetta varten luukku asennetaan koerunkoon vaaka- tai pystyasentoon, millä pyritään jäljittelemään luukun käyttötarkoituksenmukaista asennuskohdetta. Luukkujen ja oven luokitus määräytyy standardin SFS-EN-13501-2 mukaan. (Ovet Tyyp hyväksyntäohje 2007, 4.)

Metalliovien, luukkujen, tarkastusluukkujen ja metallirunkoisten lasiovien vastakkaisen pinnan lämpötila ei saa nousta pistemäisesti missään kohtaa yli 330 °C:teen, eikä lämpötila saa olla keskimäärin suurempi kuin 280 °C. Kokeen aikana ovi tai luukku ei saa irrota tai aueta eikä siihen saa muodostua läpimeneviä reikiä siten, että pumpulitukko syttyy palamaan luukun tai oven vastakkaisella puolella. Reikien läpi ei saa tulla kestoajaltaan yli 10 sekuntia pitkiä liekkejä. (Ovet Tyyp hyväksyntäohje 2007, 4 - 5.)

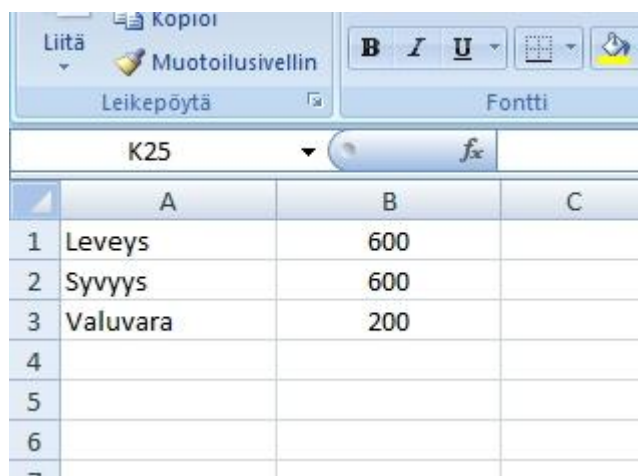
Ovea tai luukku kiinni pitävät osat valmistetaan metallista tai metalliseoksesta, jonka sulamispiste tulee olla yli 850 °C. Ovi varustetaan lukkolaitteella, jonka telki työntyy vastalevyn tai vastaavan taakse vähintään 8 mm. Jos palonkestävyysaika vaatimus on enintään 15 min, ovissa ja luukuissa voidaan käyttää pintalukkoa ilman polttokokeen antamaa näyttöä. (Ovet Tyyp hyväksyntäohje 2007, 4 - 5.)

Lämpöeristetyn luukun suunnittelussa on kiinnitetty huomiota edellä mainittuihin kohtiin. Varsinaista paloluokituskoetta ei ehditty tehdä, mutta lämpöeristetyn luukun rakenteessa on huomioitu kokeen suorittaminen ja tavoite on saada kokeesta 60 min kesto aika. Muille miesluukkumalleille ei katsottu tarpeelliseksi suorittaa paloluokituskoetta.

3 PARAMETRINEN MALLINNUS

Parametrisella mallinnuksella tarkoitetaan tietokoneavusteista suunnittelua, jolla mallinnettava kohde mallinnetaan kolmiulotteisen geometrian avulla. Parametrisuudella tarkoitetaan käytännössä sitä, että mallin mittoja voidaan muuttaa milloin tahansa, jolloin myös kolmiulotteinen malli muuttuu vastaavasti. Näin voidaan mallia helposti muuttaa uuden kokoiseksi yhtä mitta muuttamalla, tällöin mallin muut piirteet mukautuvat parametrin mukaan. Mallia voidaan ohjata niin sanotuilla peruskriteereillä, jotka vaikuttavat suoraan mallin mittoihin (Hietikko 2014, 23.) Tässä tapauksessa esimerkiksi vapaa-aukon kokoa muuttamalla muuttuu mallissa automaattisesti kannen koko mittoihin sopivaksi.

Mallia voidaan muuttaa myös siihen kytketyn Excel-taulukon avulla. Excelissä on yksinkertaistettuna asiakkaalle tarjottavat kriteerit, joiden mukaan malli skaalautuu uudelleen. Kaikkia mittoja Excel-taulukolla ei ohjata, kuten kannen eristevahvuutta ja rungon syvennystä. Jättämällä nämä kohdat kiinteiksi mahdollisen virheen syntyminen malliin ehkäistään. Alla olevassa kuvassa 1 Exceliin on määritetty lämpöeristetyn luukun kriteerit. Kohdassa leveys on vapaa-aukon leveys millimetreinä x-suunnassa ja syvyys on vapaa-aukon y-suunnan mitta. Valuvarakohdassa on lattian vahvuus millimetreinä, joka tulee luukun ympärille. Valuvaraan lasketaan yhteen eristemateriaalin kerrosvahvuus ja valujen kerrosvahvuus.



	A	B	C
1	Leveys	600	
2	Syvyys	600	
3	Valuvara	200	
4			
5			
6			

KUVA 1. Excel-taulukko luukkujen muokkaamiseen (Niiranen 2015-05-08.)

4 TUOTEKEHITYS JA VALMISTETTAVUUS

Tuotekehityksessä tuote on joko esine tai palvelu joka tyydyttää asiakkaan tarpeita. Tuotekehityksellä tarkoitetaan toimintaa, jonka tarkoituksena on kehittää yrityksen nykyisiä tuotteita tai karsia niitä uusien tuotteiden edestä pois. Myös uuden tuotteen kehittäminen vanhojen kilpailukykyä menetäneiden tilalle (Rantamäki, 2001.) Tuotekehityksellä tarkoitetaan niitä toimenpiteitä ja vaiheita, jotka käydään läpi uuden tuotteen luomisessa, suunnittelussa ja tuotteistamisessa. Näitä vaiheita ovat suunnittelu, konseptin laatiminen, pääsuunnittelu, yksityiskohtien suunnittelu, muotoilu, testaus ja lanseeraus. Tuotekehitysprosessia voidaan myös pitää ongelmanratkaisuna, jossa pyritään optimoimaan markkinoihin ja teknologioihin liittyvä ymmärrys. Tuotekehitykseen kuuluu myös haasteita, jotka tunnistetaan asiakkaiden tarpeista ja joihin reagoidaan nopeasti, luotettavasti ja taloudellisesti. (Äijö 2004, 5 - 6.) Tuotekehityksen kannalta on tärkeää laatia vaatimusluettelo. Vaatimusluettelolla asetetaan tuotteelle tietyt tavoitteet ja määritellään tuotteelta vaadittavat ominaisuudet ja kriteerit. Vaatimusluettelon avulla voidaan myös priorisoida tuotteen ominaisuuksia järjestykseen.

Tuotteen valmistettavuutta suunniteltaessa tulee ensimmäisenä yksinkertaistaa mallia ja vähentää valmistettavien osien määrää, koska jokaisessa valmistettavassa osassa on mahdollisuus virheeseen, joka aiheuttaa kokoonpanoon virheitä. Kun osien määrä kokoonpanossa kasvaa, kasvaa myös kokoonpanokustannukset, koska jokaisen eri osan asentamiseen kuluu oma aikansa. Tuotetta suunniteltaessa tulisi hyödyntää mahdollisimman paljon standardiosia, erikoisosien valmistus tuo lisää valmistuskustannuksia. Tuotteen materiaalin tulisi olla valmistusmenetelmälle sopiva. Sopiva materiaalin valinta valmistusmenetelmälle vaikuttaa myös tuotteen laatuun. Tuotteen valmistuksessa tulisi pyrkiä välttämään tarpeeton pintojen viimeistelyä ja liian tiukkoja toleransseja. Osat tulisi suunnitella myös siten, etteivät ne asemoidu väärin kokoonpanoon. Osiin suunnitellaan paikoittavia muotoja, jotka asemoivat osan kokoonpanoon ja helpottavat itse tuotteen asennusta (DMR Associates, 2015-05-15.) Hietikko (2014-09) opetti, että valmistettavuutta ajatellessa pitää olla perillä eri valmistusmenetelmistä ja niiden soveltamisesta. Valmistusmenetelmiä vertailtaessa tulee ottaa huomioon menetelmästä koituvat kustannukset ja saatu laatu; halvin ei aina ole paras vaihtoehto.

5 LUONNOSTELU

Opinnäytetyön aloituspalaverissa käytiin läpi silloiset luukkumallit ja niiden kehityskohdat. Kehitettäviä kohtia oli lämpöeristetyn mallin lämpöeristyksen parantaminen, koska mallissa pääsi kylmä ilma eristeen ohi. Myös luukkujen pitomekanismia piti parantaa ja paremman lukitusratkaisun löytäminen.

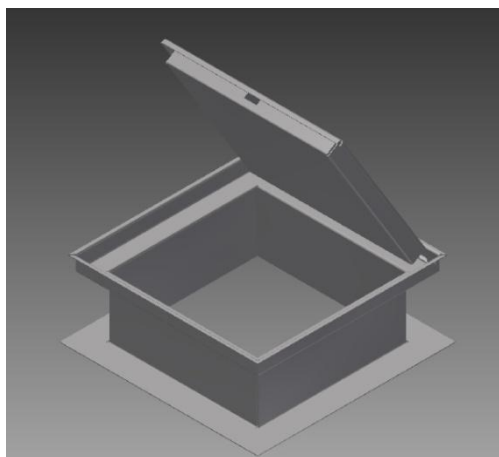
Miesluukuilta vaaditaan tässä työssä seuraavat ominaisuudet:

- parempi lämmöneristys
 - eristevahvuus maks. 50 mm
- parempi pitomekanismi
- runko 3 mm RST
- vapaa-aukko
 - 600*600 mm
 - 1200*1200 mm
- Excel-taulukolla muuttuva malli
- tehokas materiaalin käyttö
- paloluokitus
 - lämpöeristettyyn malliin
 - tavoite 60 min.

Aloituspalaverin jälkeen alkoi malliratkaisujen karkea suunnittelu. Malleista valittiin parhaimmat ominaisuudet yritykselle tuotantoon soveltuvia malleja varten. Suunniteltuja konseptimalleja luukun rungosta oli 5 kpl ja luukunkansista 3 kpl. Konseptimallit on esitelty seuraavissa luvuissa.

5.1 Malli 1

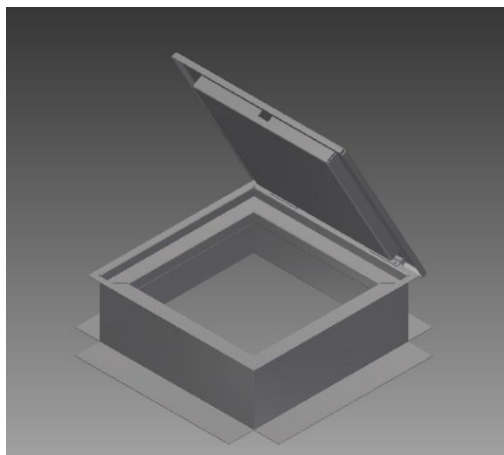
Kuvassa 2 on esitetty runkomalli 1, johon on sovitettu kansimalli 3. Rungon osat leikataan yhdestä RST-levystä ja särmätään muotoon, siten että tiivistävä taso tulee syvennykseen. Tämä ratkaisu jättää vapaa-aukon kokonaan käytettäväksi ja apulaitteet eivät estä kulkemista. Kuvan 2 kansimalli upotetaan rungon sisään niin, että kannen yläreuna on kannen kanssa samassa tasossa.



KUVA 2. Malli 1 (Niiranen 2015-03-25.)

5.2 Malli 2

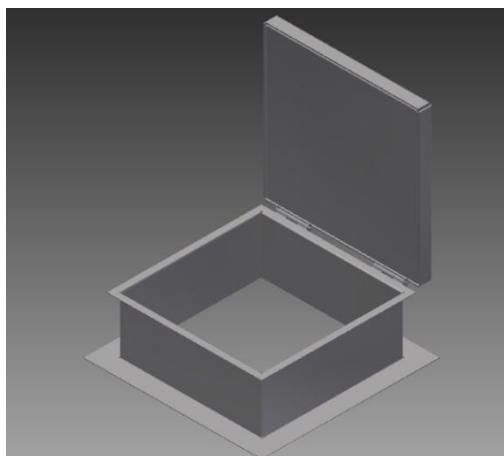
Kuvassa 3 runkomalli 2, johon on sovitettu kansimalli 1. Runkomalli 2 poikkeaa mallista 1 erillisellä tiivistetasolla, joka tehdään neliprofiiliputkesta. Rungon muut osat leikataan ja särmätään RST-levystä niin kuin rungossa 1. Kansimallin 1 eriste asettuu syvennyksessä olevaa tasoa vasten. Kansi itsessään tulee rungon reunan yli ja suojaa samalla myös reunaa.



KUVA 3. Malli 2 (Niiranen 2015-03-25.)

5.3 Malli 3

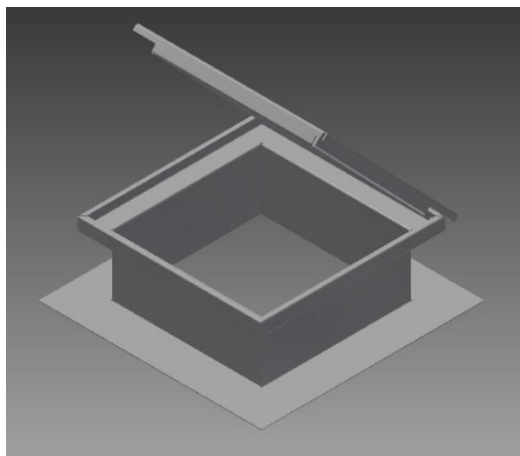
Runkomallissa 3 (kuva 4) tiivistävä taso on rungon yläreunassa ja kansimalli 2 (kuva 3) on runkomallia varten suunniteltu kansi, jonka eristävä osa ulottuu koko kannen alalle. Tällaista kansiratkaisua olivat käyttäneet useat kilpailijat.



KUVA 4. Malli 3 (Niiranen 2015-03-25.)

5.4 Malli 4

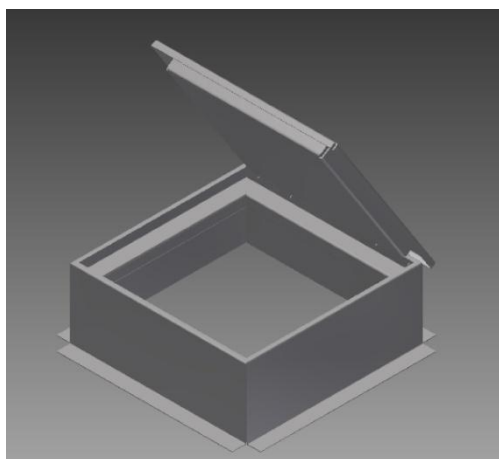
Runkomalli 4 (kuva 5) ei juurikaan eroa rungosta 1. Ero on ylemmän kanttauksen kääntäminen sisäänpäin.



KUVA 5. Malli 4 (Niiranen 2015-03-25.)

5.5 Malli 5

Runkomallissa 5 (kuva 6) on samalla tapaa neliöputkiprofiiliputkesta tehty tiivistetaso kuin rungossa 2. Erona on sisäänpäin käännetty ylin reuna.



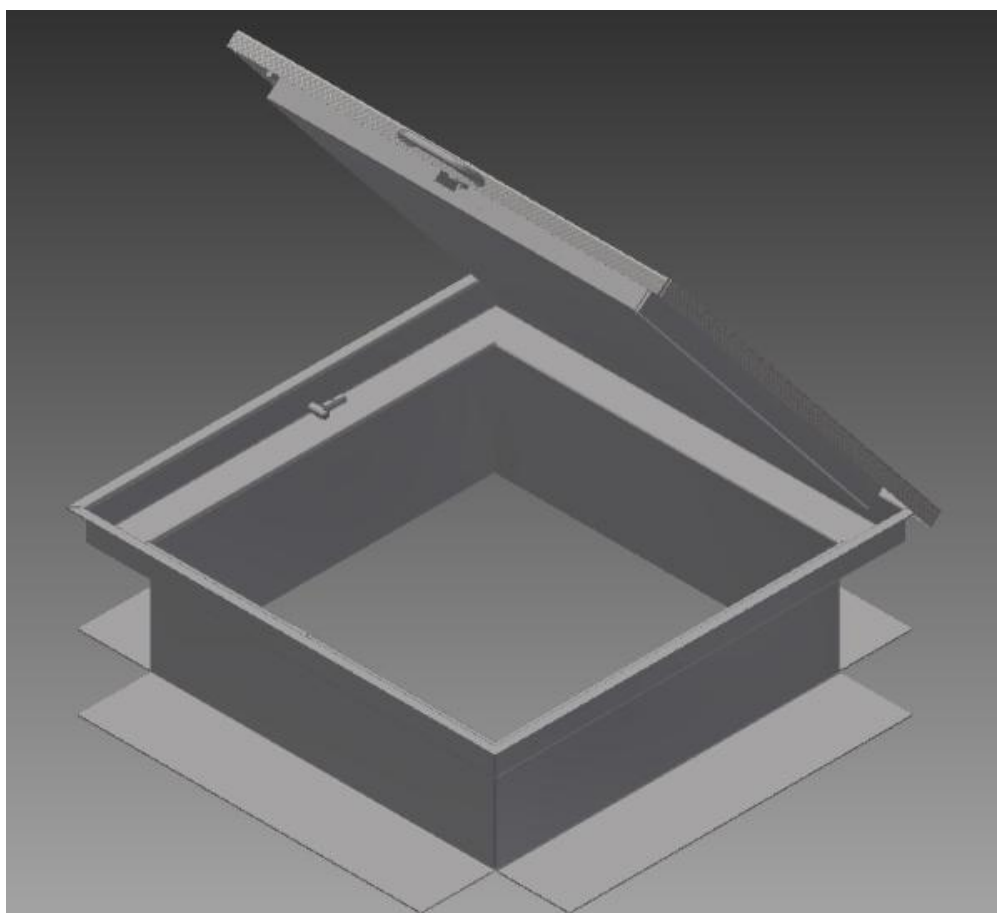
KUVA 6. Malli 5 (Niiranen 2015-03-25.)

6 JATKOKEHITYS

Miesluukkumalleihin valittiin konseptimalleissa esitettyjä piirteitä. Runko päätettiin suunnitella yhdessä RST:n palasta ilman putkiprofiilista tehtyä tiivistetasoa. Kansimalli 3 jätettiin pois kokonaan samoin sisään käännettyä reunaa pyritään välttämään. Lämpöeristetyssä luukussa otetaan myös huomioon paloluokituksen vaatimat kriteerit. Seuraavissa luvuissa on esitelty mallinnetut miesluukkumallit.

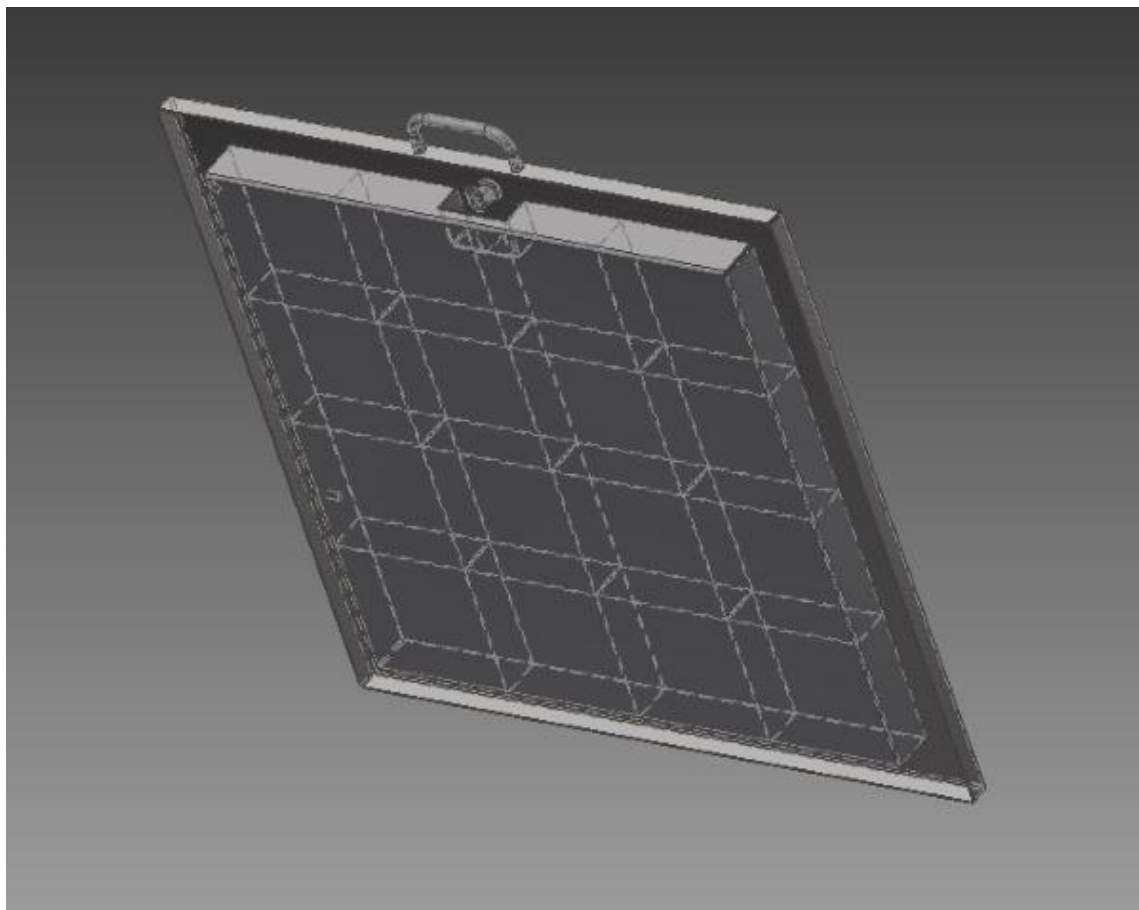
6.1 Lämpöeristetty luukku

Varsinaiseen lämpöeristettyyn malliin valittiin runkomalli 1. Perusteluna valinnalle oli valmistettävien osien vähäinen määrä ja se, että apulaitteet saadaan sijoitettua pois kulkuväylältä. Runko valmistetaan 3 mm:n RST-levystä. Kanneksi valittiin kansimalli 1, jonka reunat suojaavat luukun reunoja. Kuvassa 7 on edellä mainittujen kriteerien mukaan tehty malli. Malliin on mahdollista asentaa myös kaasujousi kantta nostamaan ja pitämään sitä paikoillaan. Kaasujousen runko olisi halkaisijaltaan 22 - 28 mm. Mekaaninen luukun pito toteutetaan terästikulla, joka asetetaan rungossa olevaan putken pätkään ja varmistetaan saksisokalla, jotta tuulesta johtuvia vaaratilanteita ei aiheudu.



KUVA 7. Mallinnettu lämpöeristetty luukku (Niiranen 2015-03-25.)

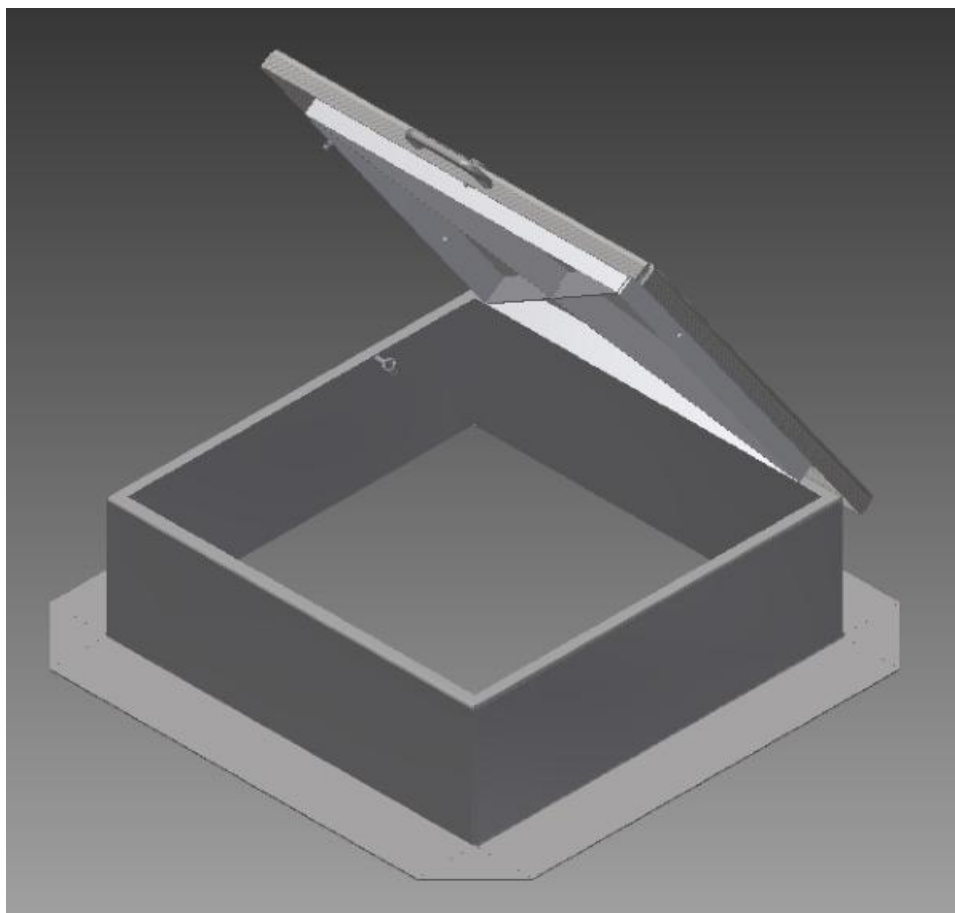
Lämpöeristetyn kannen rakenne käy ilmi kuvasta 8. Luukun lukituksessa käytetään kolmioavaimella toimivaa sylinterilukkoa. Kannen materiaali on 3 mm:n kyynelkuvioitu teräslevy. Teräksen valinta kannen materiaaliksi johtuu paloluokituksen kriteeristä, jossa rakenteen materiaalille on määritelty sulamispiste. Eristekotelon sisälle on suunniteltu ristikkorakenne, joka jäykistää luukkuja. Eristäväksi materiaaliksi valittiin kivivilla sen palamattomuuden vuoksi. Kansi on jäykistetty kotelorakenteella ja koteloihin leikataan niihin käyvät kivivilla palat eristeeksi.



KUVA 8. Lämpöeristetyn kannen rakenne (Niiranen 2015-04-04.)

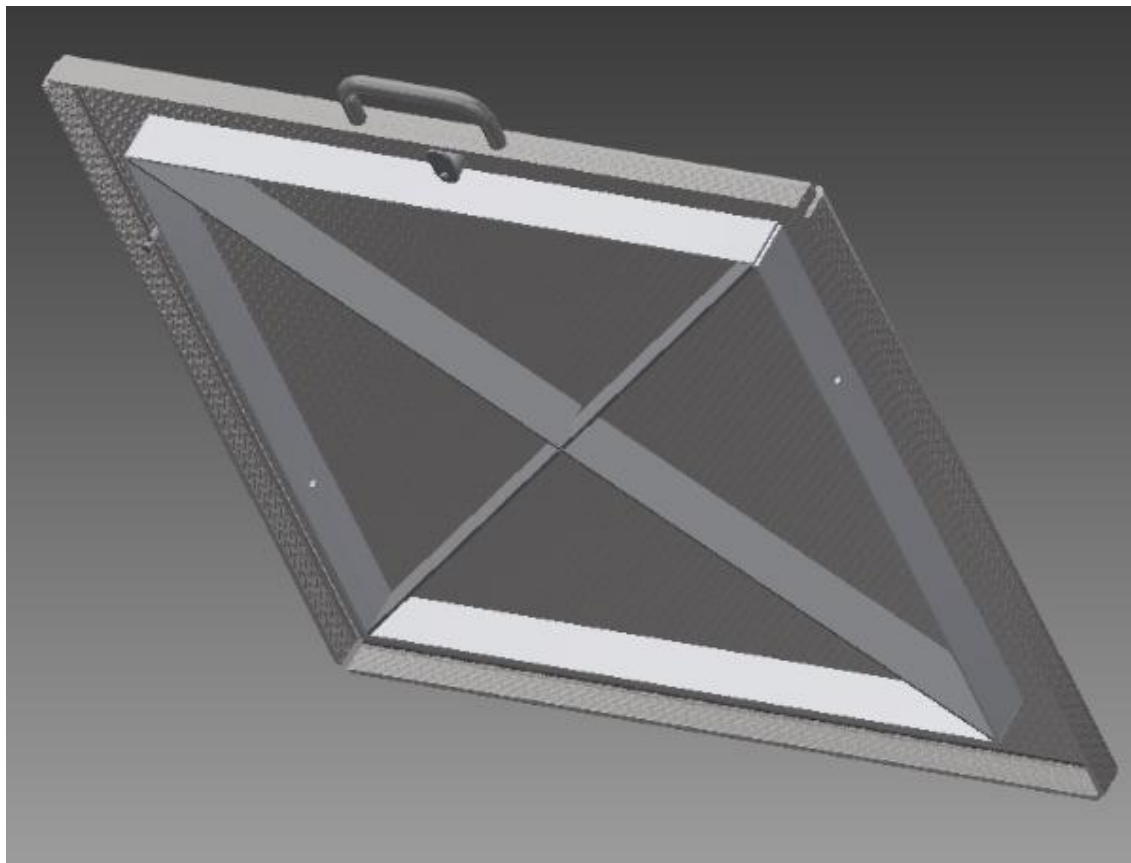
6.2 Kylmäluukku

Kylmäluukun piirteet valittiin samalta pohjalta kuin lämpöeristetyssä luukussa. Kylmänluukun rungoksi valittiin runkomallin 3 mukainen suoraseinä ja konseptimallien 4 ja 5 mukainen ylätaso, joka kääntyy sisäänpäin. Rungon materiaali mallissa on 3 mm:n RST-levy. Pitomekanismiin kehitettiin uudenlainen ratkaisumalli lämpöeristettyyn malliin nähden. Runkoon hitsataan holkki, johon pitotikku asetetaan ja varmistetaan sokalla. Kuvassa 9 on kylmäluukku mallinnettuna.



KUVA 9. Mallinnettu kylmäluukku (Niiranen 2015-04-09)

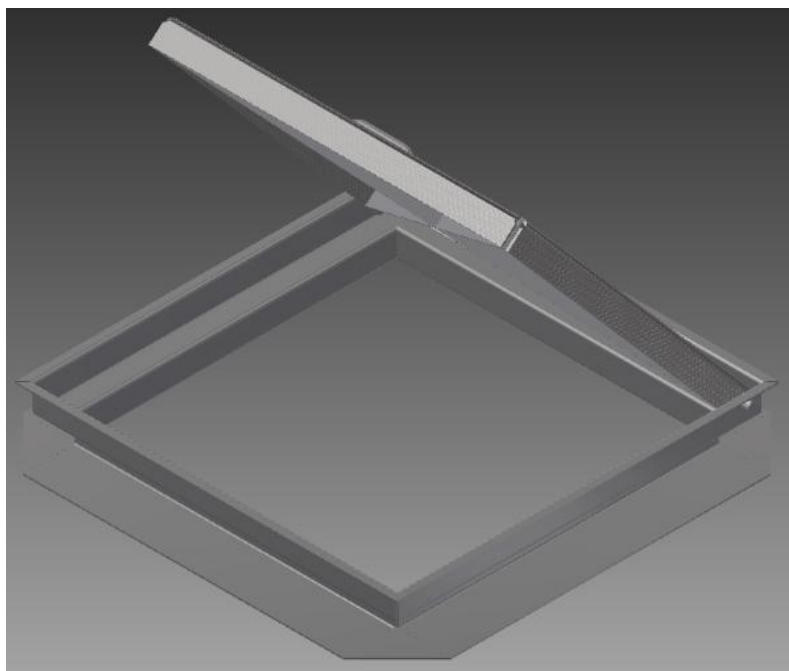
Kansi valmistetaan kylmäluokkuun kyynelkuvioidusta 5 mm:n alumiinilevystä ja jäykistetään 3 mm:n alumiinista valmistetuilla soiroilla. Alumiini valittiin kansimateriaaliksi sen keveyden vuoksi ja käyttö-tarkoitus ei vaadi samaa paloluokitusta kuin lämpöeristetyssä kannessa. Tämänkin kannen lukitus hoidetaan samanlaisella sylinterilukolla kuin lämpöeristetyssä kannessa. Kuvasta 10 käy ilmi kylmänkannen jäykistävä ristikkorakenne.



KUVA 10. Kylmänkannen rakenne (Niiranen 2015-04-09.)

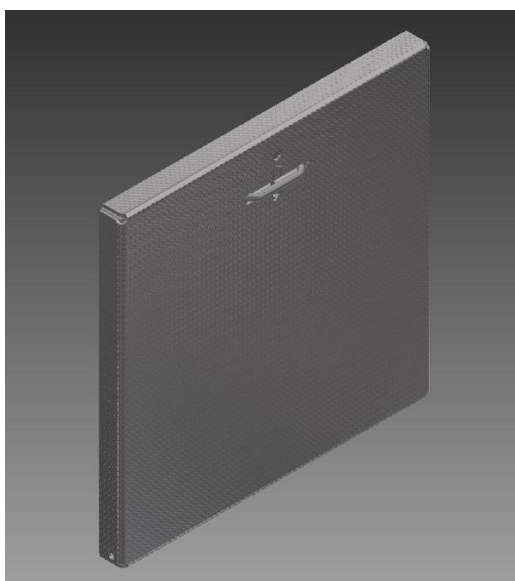
6.3 Lattiatasoluukku

Lattiatasoluukun (kuva 11) rungon rakenne on samanlainen kuin lämpöeristetyin luukun, minkä rungon materiaali on 3 mm RST-levy. Lattiatasoluukku asennetaan nimensä mukaisesti lattian tasoon, minkä vuoksi runko ei ole yhtä korkea kuin edellisissä malleissa. Luukun saranointi toteutetaan kanteen kiinnitettävillä holkeilla, jotka pultataan runkoon kiinni. Saranoinnin suunnittelussa on otettu huomioon myös kannen irrottaminen. Kannen voi irrottaa rungosta ilman itse rungon irrotusta lattiasta.



KUVA 11. Mallinnettu lattiatasoluukku (Niiranen 2015-04-21.)

Lattiatasoluukun kansi valmistetaan myös 5 mm:n kyynelkuvioidusta alumiinilevystä. Kanteen (kuva 12) painetaan taskut kahvaa ja lukkoa varten, jotta ne eivät tule kannen tason yläpuolelle. Kantta on myös jäykistetty ristikkäin hitsatuilla alumiinisoiroilla.



KUVA 12. Lattiatasoluukun kansi (Niiranen 2015-04-21.)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Brandente Oy:lle kilpailukykyiset miesluukkumallit. Tuotekehityksen pääkohteena oli lämmöneristys, pitomekanismi ja luukun lukitus. Lämpöeristettyyn malliin oli tavoitteena myös paloluokitus, mutta tätä ei ajanpuutteen vuoksi ehditty tekemään. Lämpöeristetyssä luukussa on kuitenkin valmius kyseistä koetta varten. Malleista tehtiin parametrisesti ohjautuvia, eli mallia voidaan muuttaa Excel-taulukon avulla.

Kehitystyö aloitettiin käymällä läpi miesluukkujen silloiset kehityskohdat, minkä jälkeen tutustuttiin kilpailijoiden malleihin ja ratkaisuihin. Erilaisia ratkaisuja oli paljon tarjolla. Osa valmistajista oli myös patentoinut ratkaisunsa.

Opinnäytetyö antoi tekijälleen arvokasta kokemusta kehitystyöprosessista ja suunnittelutyöstä, varsinainen suuntautuminen opinnoissa kun oli tuotantotekniikka. Opinnäytetyö osoittaa, ettei insinöörin ole välttämätöntä tehdä pelkästään sitä mitä on pääsääntöisesti opetettu. Jatkossa täytyy vielä tehdä paloluokituskoe lämpöeristetylle luukulle. Koetta varten täytyy miesluukulle valmistaa lattia, johon luukku asennetaan.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

BRANDENTE OY [Viitattu 2015-03-20.] Saatavissa:

<http://www.brandente.fi/fi/Yritys.html>

OVET TYYPPIHVÄKSYNTÄOHJE 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Vahvistettu: 2007-10-22. [Viitattu 2015-03-20.] Saatavissa:

<http://www.ym.fi/download/noname/%7BEE81FDE9-C0B9-4DCB-9AB3-F244784DBBF4%7D/56725>

HIETIKKO, Esa 2014. SolidWorks Tietokoneavusteinen suunnittelu 2014. Helsinki: Books on Demand

ÄIJÖ, Raila 2004. Käyttäjäkeskeinen suunnittelu teollisuusorganisaatiossa. Helsingin kauppakorkeakoulu. Organisaatiot ja johtaminen. Pro Gradu -tutkielma [Viitattu 2015-04-16.] Saatavissa:

http://www.comlab.hut.fi/studies/2510/Gradu_RailaAijo.pdf

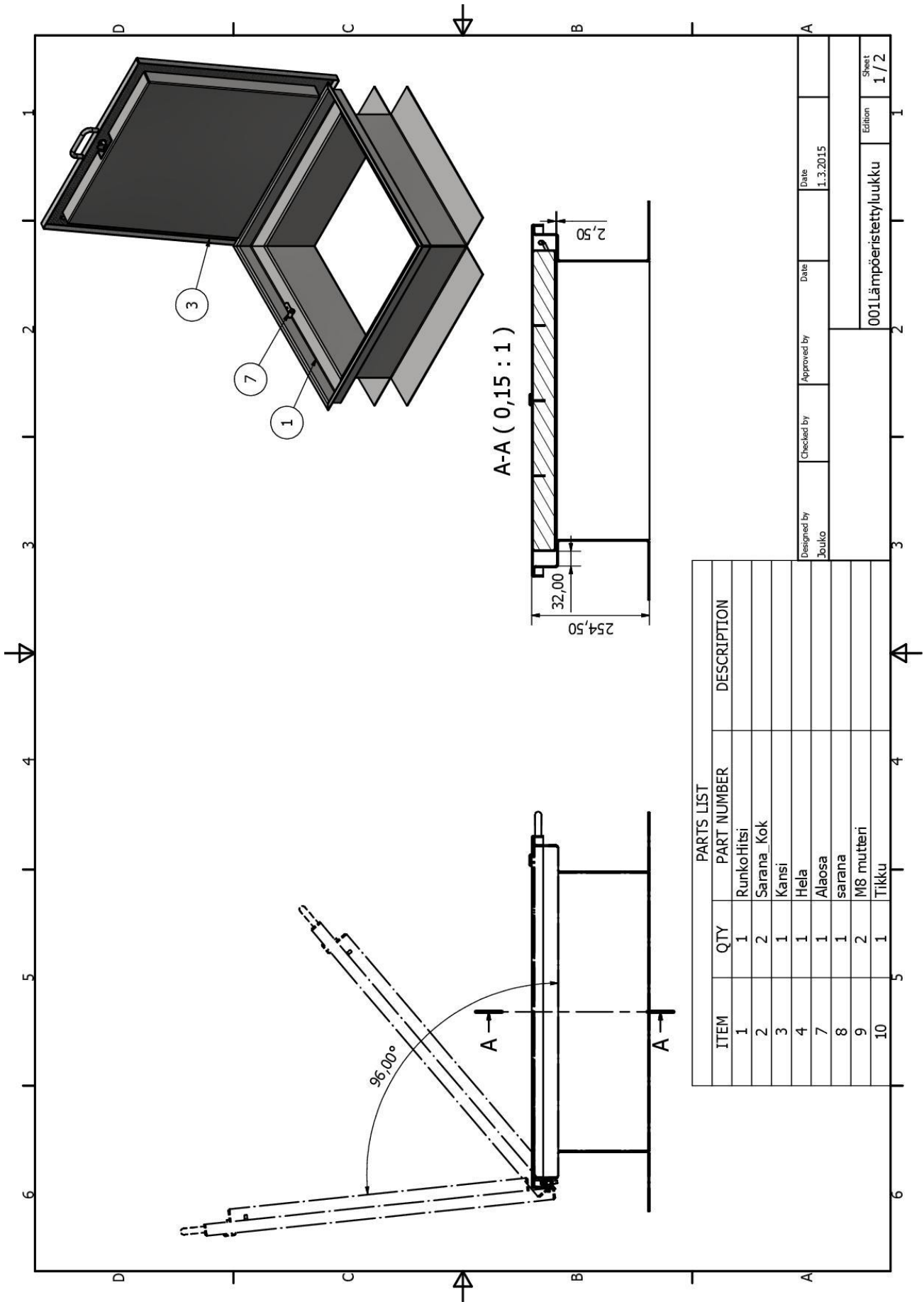
HIETIKKO, Esa 2014-09 Valmistettavuus [luento]. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne.

DRM Associates [Viitattu 2015-05-15.] Saatavissa:

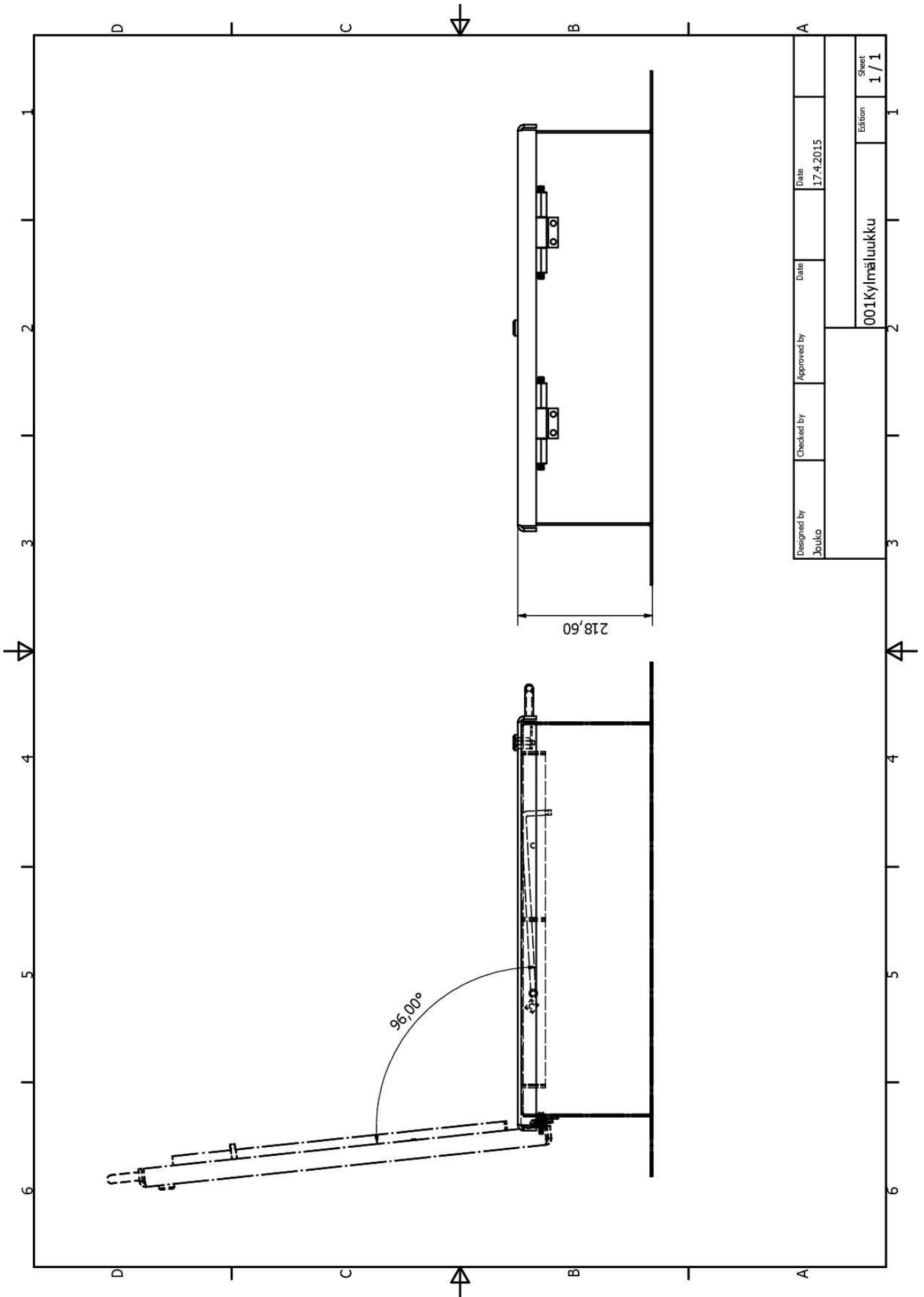
<http://www.npd-solutions.com/dfmguidelines.html>

RANTAMÄKI, Anssi 2001. Tuotekehityksen prosessit ja niiden hallinta [Viitattu 2015-05-16.] Saatavissa: <users.jyu.fi/~lrl/tommi/wts/wts.ppt>

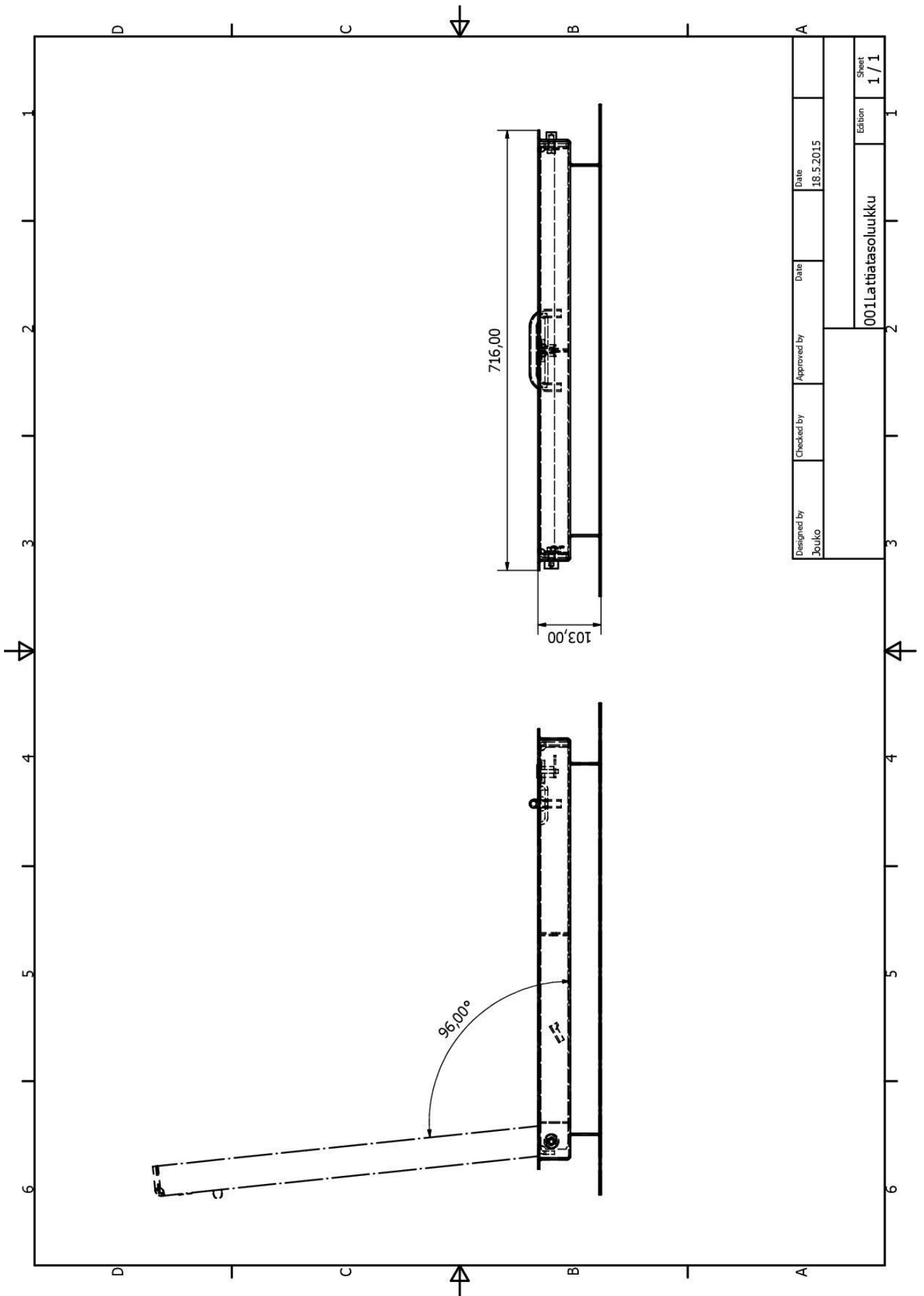
LIITE 1: LÄMPÖERISTETTY LUUKKU



LIITE 2: KYLMÄLUUKKU



LIITE 3: LATTIATASOLUUKKU



Designed by Jouko	Checked by	Approved by	Date 18.5.2015	Sheet 1 / 1
001Lattiatasoluukku			Edition 1	