

# POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU

Muovitekniikan koulutusohjelma

Antti Karreinen

Kiinnittimien kehitysprojekti kalusteiden lasiaukko-ovien valmistuksessa

Opinnäytetyö

Joulukuu 2013

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

LYHENTEET .....	4
1. JOHDANTO.....	5
1.1 TYÖN TAUSTA .....	6
1.1.1 KIINNITYS RUUVEILLA .....	6
1.1.2 JIGIT .....	7
1.1.3 MEKAANISET PURISTIMET .....	9
1.2 TYÖN TAVOITTEET .....	9
2. YRITYSESITELY .....	10
2.1 JOEN ERIKOISKALUSTE .....	10
2.2 CNC-KONE .....	11
2.2.1 MORBIDELLI AUTHOR 600K .....	11
2.2.2 Xilog <sup>3</sup> MMI – Routolink .....	12
3. Lasiukko-ovet .....	12
4. Tutkimuskohteet .....	13
4.1 voimat .....	13
4.2 mitoitus .....	13
4.3 materiaalit .....	13
5. TEHDYT TOIMENPITEET .....	14
5.1 SUUNNITTELU .....	14
5.1.1 Mekanismi .....	14

5.1.2 Toiminnallinen mitta.....	15
5.2 TARTTUNTAELIN.....	16
5.3 KAMPI .....	17
5.4 RUNKO .....	18
5.5 KAHVA .....	20
5.6 PEHMUSTE .....	21
5.7 KOKOONPANO .....	21
6. TESTAUS .....	22
7. TYÖN TULOKSET .....	24
LÄHTEET.....	27

## **LYHENTEET**

CNC TIETOKONEISTETTU NUMEERINEN OHJAUS,  
COMPUTERIZED NUMERICAL CONTROL

MDF PUOLIKOVA KUITULEVY,  
MEDIUM-DENSITY FIBREBOARD

PE-HD SUURITIHEYKSINEN POLYETEENI  
HIGH-DENSITY POLYETHYLENE



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Joulukuu 2013**  
**Muovitekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
puh.(013) 260 6800

Tekijä(t)  
Antti Karreinen

Nimeke  
Kiinnittimien kehitysprojekti kalusteiden lasiaukko-ovien valmistuksessa

Toimeksiantaja: Joen erikoiskaluste Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä kasitellään kalusteiden lasiaukko-ovien valmistuksen yhteydessä käytettävien kiinnittimien kehittelyä tarkoituksena tehostaa tuotantoa ja tuotantomenetelmää. Työssä käydään läpi lasiaukko-ovien valmistusprosessia ja sen menetelmiä, niihin liittyviä ongelmia ja niiden eliminointia.

Projekti on Joen Erikoiskaluste Oy:lle tehtävä kehitysprojekti keittiön ovien tuotannon cnc-jyrsinnän nopeuttamiseen ja laadun parantamiseen. Projektissa käydään pääasiallisesti läpi kiinnittimen suunnittelu, valmistus ja testaus.

Odotetusti uudentyyppisen kiinnittimen käyttöönotto parantaa tuotannon tehokkuutta ja laatua. Lisäksi kehitelty työmenetelmä on edellisiin työmenetelmiin verrattuna henkilöstöystävällisempi ja ergonomisempi, mikä on omana osana takaamassa tehokkuutta ja jaksamista työssä.

Kieli  
suomi

Sivuja 26  
Liitteet  
Liitesivumäärä

Asiasanat  
kiinnitinsuunnittelu, keittiökaluste



**THESIS**  
**December 2013**  
**Degree Programme in plastics engineering**  
Karjalankatu  
FI 80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. 358-13-2606800

Author(s)  
Antti Karreinen

Title  
Designing of a clamp for kitchen cabinet door manufacturing

Commissioned by Joen Erikoiskaluste Oy

**Abstract**

This thesis deals with manufacturing of windowed kitchen cabinet doors and the development of attachment means in order to enhance production and working process. This work goes through the manufacturing process of windowed kitchen cabinet door and eliminating the problems considering the methods.

The thesis is a development process done for Joen Erikoiskaluste Oy in order to enhance cnc machine routing and production and quality. This project mainly considers designing manufacturing and testing of a clamp.

Deployment of the newly designed clamp reduces production times and quality of products. In addition enhanced working method improves ergonomics which helps in maintaining efficiency.

Language  
Finnish

Pages 26  
Appendices 7  
Pages of Appendices

Keywords  
clamp designing, kitchen cabinet

## 1 Johdanto

Nykyaikainen keittiökaapin ovien valmistus ei ole kehittynyt paljoakaan sitten numeerisen ohjauksen, cnc-koneen ja mdf-levymateriaalin tuotantoon tulon jälkeen. Suurimmat innovaatiot ovat työstöterien kehityksessä, pinnoitusmateriaaleissa ja tavoissa, sekä saranoiden kehityksessä.

Yritys jolle tämä opinnäytetyö tehdään valmistaa alihankkijana keittiökaappien ovien aihioita. Tilaukset ovat mittatilauksena suunniteltuja keittiökaapiston ovia yksittäisistä ovista koko keittiön kattaviin kokonaisuuksiin.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään itse oviaihion valmistuksen ja eritoten lasiaukko-oven valmistuksen tuotantomenetelmän tehostamiseen. Kyseessä ei ole teknisesti kovin monimutkainen systeemi. Tämä ei kuitenkaan tee siitä merkityksetöntä tuotantoprosessissa, koska asiakkaalle valmiin oven tulee olla laadusta tinkimätön. Opinnäytetyössä käydään läpi yrityksessä olemassa olevat työmenetelmät, ympäristö ja menetelmät miten lasiaukko-ovia valmistetaan ja kehitystyön ja osien vaiheet.

## 1.1 Työn tausta

Opinnäytetyön tarkoitus on kehittää keittiökaappien lasiaukko-ovien jysintään yleispätevät kiinnittimet samalla tehostaen tuotanto, parantaa laatua ja tehden työmenetelmän työntekijäystävällisemmäksi.

Olemassa olevia työmenetelmiä on pääasiallisesti kolme: kiinnitys ruuveilla levyyn, kiinnitys alipaineella jigiiin ja kiinnitys mekaanisilla puristimilla pöytään. Näillä kaikilla menetelmillä on omat hyvät ja huonot puolensa. Jigit kehiteltiin korvaamaan ruuvikiinnitys ja mekaaniset puristimet kehiteltiin korvaamaan jigii. Kuitenkaan mikään työmenetelmä ei täysin ole korvannut edellistä vaan kaikkia käytetään edelleenkin työn vaatimien tarpeiden mukaan.

### 1.1.1 Kiinnitys ruuveilla

Ensimmäinen, huonoin ja vanhin keittiön lasiaukko-ovien valmistuksessa käytetty pääasiallisesti käytöstä poistunut menetelmä on kiinnitys ruuveilla levyyn. Ovea varten nostetaan jysintäpöydälle n. 2m x 3m kokoinen mdf-levy johon ovi kiinnitetään ruuvaamalla keskeltä levyyn. Reunoilta ruuvataan puristuspalat kiinni levyyn kiinnittäen oven reunat. Työmenetelmä on paitsi erittäin epäergonominen ja terveydelle riskialtis, myös tuotannollinen kauhistus. Kiinnityslevyn siirtelyyn kuluvan ajan lisäksi mdf-levyyn voi ruuvata samaan reikään ruuveja keskimäärin kolme kertaa ennen kuin kierteet levyssä pottävät ja pitää etsiä uusi reikä. Tästä johtuen levyyn kiinnitettävien ovien lukumäärä tulee rajalliseksi. Lisäksi ruuvaus on sopivien kohtien etsinnän takia sekä aikaa vievää, että turhauttavaa.

Koska keittiönovien tuotanto on kyseisessä yrityksessä verrattain uusi tuotannon ala, kyseessä on luultavasti ensimmäinen hätäisesti konstruoitu työmenetelmä lasiaukko-ovien valmistukseen.



### 1.1.2 Jigit

Toinen työmenetelmä, jigien käyttö, kehitettiin puhtaasti korvaamaan levy. Jigit välittävät imukuppien alipaineen oven y-suuntaisiin reunoihin (yleisimmin oven korkeussuunta) n.50mm levyiselle kaistalle. Jigit mahdollistavat myös helpon paikoituksen koneen nollapisteeseen nähden. Etuina on riittävän hyvä kiinnitys, riippumattomuus levyn paksuudesta, nopeus varsinkin sarjoille ja työntekijäystävällinen menetelmä. Haittapuolena voi mainita huonon tarttuvuuden isoille oville kuten komeron ovi. Pienikin epäsuoruus levyssä esim. vuodenajasta riippuvan kosteusvaihtelun takia tuo hankaluuksia tartuntaan. Tätä voidaan korjata asettamalla erilaisia painoja oven päälle tartuntahetkellä, mutta tämä ei ole tavoitteellista menetelmässä. Oven keskiosa ei ole kiinni missään ja se putoaa jyrinnän päättyessä pöydälle. Oven ollessa iso keskelle pitää laittaa tukipalikka joka estää keskiosaa vääntämästä omasta painostaan jyrinnän alaista kohtaa jyrinnän lopussa. Kaiken kaikkiaan jigit ovat iso parannus työmenetelmään verrattuna levyn käyttöön.

Jigien rakenne on kaksi yhteen liimattua mdf-levyä joihin on jyritytty ennen liimausta imukanavat ja liimauksen jälkeen mittatarkka ulkomuoto. Lisäksi jigeissä on pintamaalaus huokoisuuden tuoman painehäviön estämiseksi ja poraukset imukanavistoon sekä liimakiinnitteiset tiivistenauhat jotka on helppo asetella ja korvata. Jigit ovat verrattain nopeita ja erittäin halpoja valmistaa eikä muoto aseta suuria rajoitteita.

Tyhjiöpumppu pystyy muodostamaan n.0.5bar:n paine-eron. Ala johon paine-ero vaikuttaa on Y-suunnassa n.50mm (2 jigia, 2\*25mm) ja X-suunnassa oven korkeus. Tästä voidaan laskea teoreettinen maksimaalinen voima.

$DX = \text{oven korkeus}$

$\Delta p = 0,5 \text{ bar} = 50 \text{ kPa} = 50 \text{ kN/m}^2 = 0,05 \text{ N/mm}^2$

$A = 50 \text{ mm} * DX$

$F = \Delta p * A = 0,05 \text{ N/mm}^2 * 50 \text{ mm} * DX = 2,5 \text{ N/mm} * DX \approx 0,25 \text{ kg/mm} * DX$

Eli teoreettisessa maksimaalisessa tapauksessa oven jokaista korkeusmillimetriä painaa voima, joka vastaa noin neljänneskilogramman massaa. Tämä ei tietenkään päde käytännössä painehäviöiden takia. Oikea paine-ero tulisi mitata suoraan jigin ja oven välistä tarkkaa laskentaa varten kiinnittävistä voimista. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että voima on enemmän kuin riittävä. (Insinöörin Fysiikka osa I: Mikko Hautala, Hannu Peltonen)

### 1.1.3 Mekaaniset puristimet

Kolmas ja tällä hetkellä viimeisin menetelmä on pöydän alumiinikiskoihin kiinnittyvät mekaaniset puristimet. Kyseessä on yksinkertainen kampimekanismi, jossa tartuntaelimenä toimii puristimessa kiinni oleva jysintäpöydän alumiinikiskoon pujotettava 8mm pultti. Ovi kiinnitetään pöytään siten, että puristimet kiinnittävät itse lasiaukko-oven eli reunat ja imukupit sijoitetaan keskelle pitämään kiinni irrotettavaa osaa. Etuina ovat menetelmän monipuolisuus oven koon suhteen, kiinnitys suoraan pöytään, nopeus, yksinkertaisuus ja systeemin keveys. Haittoina voidaan mainita rajoittuneisuus vain tietyn paksuiselle levyllä (16mm), kiinnitysvoiman pistemäisyys, asettelun hankaluus sekä pulteista koostuva kokoonpano vaatii ajoittaista säätöä. Kuten jigit, puristimet ovat helppoja ja halpoja valmistaa yrityksen omista materiaaleista. Perusmateriaali on vaneri ja puristinta kohden tarvitaan kaksi sopivanmittaista mutteri-pultti paria, sekä tartuntapinnaksi/jousielementiksi n.2mm paksua kumia/elastomeeriä.

### 1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on tehdä paranneltu mekaaninen puristin, jossa tartunta kiskoon korvataan jysintäpöydän alumiinitangon uraan pujottamisen sijasta uraan sivusta asettamalla. Kaiken kaikkiaan yhtä puristinta tulee pystyä operoimaan vaivatta yhdellä kädellä. Puristimen tulee olla halpa, mahdollisimman yksinkertainen, kestävä, kevyt, helppokäyttöinen, huoltovapaa, helppo valmistaa ja materiaalien tulee löytyä enimmäismäärin yrityksen itse käyttämistä raaka-aineista.

## **2 Yritysesittely**

### **2.1 Joen Erikoiskaluste**

Joen erikoiskaluste on itäsuomalainen kalustetehdas, joka rakentaa rakennus-  
tuoteteollisuuden sekä laiva- ja veneteollisuuden tarpeisiin kiinto- ja erikoiskalusteita.  
Tuotekokonaisuuksiin kuuluu mm. koulu- ja sairaalakalusteita, toimisto- ja  
lentokenttäkalusteita sekä alihankintana mm. erikoistasoja ja -ovia.

#### **Joen Erikoiskaluste / Puuretki Oy**

Ukkolantie 11

80130 Joensuu

Puh. (013) 225 250

Fax. (013) 225 254

## 2.2 CNC-kone

### 2.2.1 Morbidelli Author 600k

- Työskentelyalue x-suunnassa 4400mm, y-suunnassa 1300mm, z-suunnassa 200mm.
- Paikoitusnopeus x ja y-suunnassa 80m/min, z-suunnassa 22,5m/min.
- Työpöytä: 8 tasasuunnatuilla terästangoilla siirrettävää suulakepuristettua alumiiniseostankoa joissa 3 alipaineimukuppia jokaisessa. Tangoissa 4 kuulalaakeria ja pneumaattinen lukitus. 8 nostettavaa kaidetta auttamaan painavien lastien siirtelyä pöydällä. 10 kaksiasentoista paikoitustappia.
- Porauspäät: 30 itsenäisestä pystyporanterää joista 15 x-suunnassa ja 15 y-suunnassa.
- 3,7 kW moottori valittavalla pyörimisnopeudella 1000-6000 rpm. 4 vertikaalista porauspäätä joista 2 x-suunnassa ja 2 y-suunnassa.
- Jyrsinpää: ISO 30 sähkökaran teho 4,4 kW pyörimisnopeus 12000-18000 rpm. ISO 30 jyrsimellä on kymmenpaikkainen pyörivä työkalukelkka.
- MK2 sähkökaran teho 3 kW pyörimisnopeus 12000-18000 rpm.
- 2 kiekkojyrsintä ( x/y-suunta ) 2,2 kW 6000 rpm.
- Numeerinen ohjausyksikkö 15” näytöllä näppäimistöllä ja hiirellä. Windows käyttöliittymä, jossa toimii koneen operaatio-ohjelma Xilog<sup>3</sup>MMI – Routolink. (Manual: Morbidelli Author 600k)

### 2.2.2 Xilog<sup>3</sup>MMI – Routolink

Xilog on graafinen käyttöliittymä koneen asetusten ja käytön hallintaan. Se mahdollistaa yksinkertaisen ja välittömän toimimisen käyttäjän ja koneen aktiviteettien välillä. Ohjelmaa käytetään cnc-ohjelmien suorittamiseen, editoimiseen ja valmistamiseen graafisesti tai kirjottamalla koodi suoraan koneelle. Ohjelmalla hallitaan myös kaikkia koneen asetuksia ja tietoja esim. teräkanta. (Manual: Xilog<sup>3</sup>MMI – Routolink Oy)

## 3 Lasiaukko-ovet

Joen Erikoiskaluste Oy valmistaa alihankintana pvc pinnoitettavia oviaihioita Joensuussa toimivalle Keittiöpisteelle ja Kontiolahdessa toimivalle Kalustepinnoite Reino Korhoselle. Tilaukset koostuvat pääasiallisesti keittiökokonaisuuksista, mutta joukossa on myös yksittäisiä ovikappaleita esim. korjaustöinä. Komeroiden ja kaappien ovissa on melko yleistä käyttää lasiaukkoja. Oveen jyrsitään normaalisti yksi aukko johon asiakasfirma asentaa tilatun lasin tai peilin. Oven aukkoja on normaalitapauksessa yksi ja sen ulkomitta on suhteessa oven ulkomittoihin eli toisin sanoen karmi on vakiomittainen. Aukko tehdään jyrkien kummaltakin puolelta siten, että ensin ovimallin normaalin reunamuoto- ja uramuotojyrjinnän jälkeen jyrsitään aukon näkyviin jäävä reuna. Tämän jälkeen ovi käännetään yläsalaisin ja jyrsitään lasiaukolle tasku, jonka mitat ovat muutamia millijä näkyviin jäävää reunaa isommat, ja joka samalla irrottaa keskiosan oven reunoista. Viimeisessä jyrjinnässä on tärkeää, että keskiosa ja reunat ovat vakaasti kiinnitettynä pöytään. Taskun jyrjinnän lopussa levyn jäykkyys on muuttunut ja jos eri osia kiinnittämissä voimissa on liiallisia eroja karmiin jää irrotuskohtaan porras. Ovimallista riippuen jopa 0,1mm heitto on liian suuri esteettinen virhe.

Lasiaukko-ovi tehdään pääasiallisesti 16mm paksuisesta mdf-levystä, joka karmin ollessa normaalisti n. 75mm leveä, on jäykkyydeltään irrotettavaa keskikohtaa verrattuna paljon huonompi. Tämä yhdistettynä puristimien pistemäiseen kiinnitysvoimaan aiheuttaa helposti jyrjinnässä paikallisia syvyyseroja.

## **4 Tutkimuskohteet**

### **4.1 Voimat**

Perus voimanlähteenä toimii alipainepumpun aiheuttama paine-ero. Tästä aikaansaatava kiinnitys eli kitkavoima on paine-ero kertaa ala, jolle paine-ero vaikuttaa lisättynä kappaleen omasta massasta aiheutuva voima, jotka kerrotaan pöydän pinnan ja levyn välisellä lepokitkakerroimella. Jos jyrinnästä aiheutuva voima ylittää missään vaiheessa tämän voiman se tarkoittaa, että kappale liikkuu pöydällä. (Insinöörin Fysiikka osa I: Mikko Hautala, Hannu Peltonen)

Paine-erosta aiheutuvaa kiinnitysvoimaa voidaan käyttää referenssinä suunniteltaessa puristimen mitoitusta. Puristimessa pääasiallisesti jousi-elementtinä toimii puristuspinnaassa oleva verrattain pehmeä kumipinta joka samalla antaa hyvän tarttuvuuden kappaleeseen.

### **4.2 Mitoitus**

Mitoituksessa pääkriteereinä ovat puristettavan osan paksuus ja pöydän alumiinitangon profiilin mitat, johon suhteessa kokonaisuus ja kampimekanismi pitää mitoittaa. Materiaalipaksuudet valitaan käsillä olevien materiaalien mukaan. Muut mitat tehdään aluksi periaatteella ”varman päälle” ja joita prototyypin valmistuttua korjataan tarpeen mukaan. Runkomateriaalin jäykkyys ja lujuus suhteessa puristusvoimaan on riittävä, joten rakenneosat pyritään mitoittamaan toimivuuden ja ergonomisuuden mukaan.

### **4.3 Materiaalit**

Prototyyppiin valitaan halpaa käsillä olevaa materiaalia jonka avulla voidaan testata mitoituksen toimivuutta. Runko tehdään 19mm mdf-levystä ja tartuntaelin 25mm PE-HD levystä.

Valmiiseen tuotteeseen valitaan 20mm vanerista ja 20mm sekä 25mm PE-HD levystä valmistetut osat lujuuden, kulutuskestävyyden, iskusitkeyden, halpuuden, jyrittävyuden ja saatavuuden takia.

## 5 Tehdyt toimenpiteet

### 5.1 Suunnittelu

Alustavasti suunnittelu ideoitiin päässä ja paperille alustavia piirroksia tehden. Konkreettisempi suunnittelu toteutettiin pääasiallisesti AutoCad suunnitteluohjelmalla ja lisäksi matemaattista käsinlaskua hyödyntäen.

Suunnittelussa lähtökohtina olivat alustavasti puristusmatkan ja kampimekanismin vaativan koon toimiva tasapaino. Nyrkkisääntönä on, että mitä suurempi puristusmatka, sitä enemmän tilaa mekanismi vaatii. Rajoina on, että käyttö muuttuu epämukavaksi koon kasvaessa ja epäkäytännölliseksi kammien kiertokulman kasvaessa liian suureksi. Puristuvuusmatka määritettiin alustavasti 10mm:ksi nojautuen kokemuksiin edellisestä puristinversiosta. Tämä mitta muuttui n.5,2mm:n kiertokulman määräytyessä 35° asteeksi aavistuksen kompaktimman koon saavuttamiseksi. Käytännössä suunnittelu tehtiin järjestyksessä: tartuntaelin, kampi, runko ja kokoonpano.

#### 5.1.1 Mekanismi

Kinemaattisessa analyysissä täytyy tehdä oletus, että puristinta pitelevä käsi on osa runkoa. Muussa tapauksessa kyse ei ole mekanismista vaan veltosta rakenteesta.

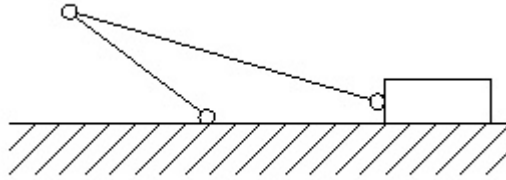
$$n = \text{elinten lukumäärä (runko mukaanlukien)} = 4$$

$$p = \text{saman luokan kinemaattisten parien lukumäärä} = 4$$

$$f = \text{vapausaste} = 3 \cdot (n-1) - 2 \cdot p = 1$$

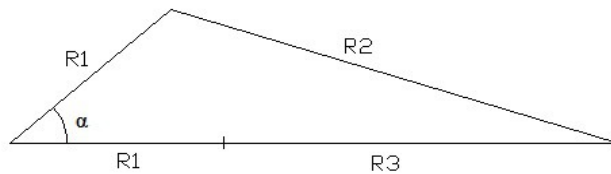
Kinemaattisen analyysin pohjalta voidaan sanoa, että kyseessä on mekanismi.





(Koneenelimet ja mekanismit: Seppo Blom, Pekka Lahtinen, Erkki Nuutio, Kari pekkola, Seppo Pyy, Hannu Rautiainen, Arto Sampo, Pekka Seppänen, Eero Suosara)

### 5.1.2 Toiminnallinen mitta



$R1 = 25\text{mm}$  ( kammien toiminnalliset mitat )

$R3 = ( \text{tangon alimman uran keskipisteen etäisyys pöydälle asetetun levyn yläpinnasta} + \text{tartuntapinnan säde} ) \approx 157\text{mm}$

$\alpha = 35^\circ$

kosinilause:

$$R2 = (R1^2 + (R1+R3)^2 - 2 \cdot R1 \cdot (R1+R3) \cdot \cos 35^\circ)^{1/2}$$

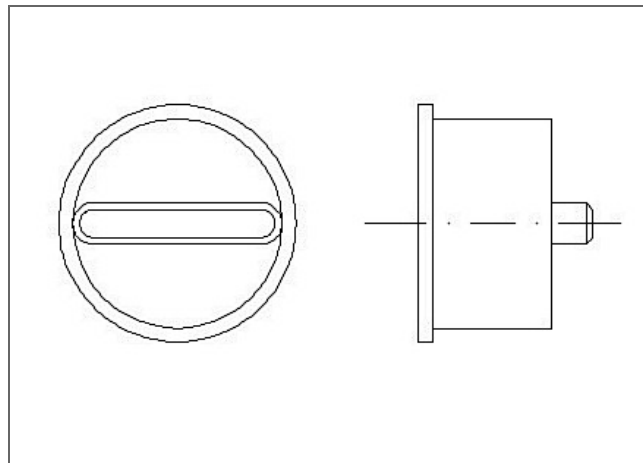
$$= (25^2 + (25+157)^2 - 2 \cdot 25 \cdot (25+157) \cdot \cos 35^\circ)^{1/2} \approx 162,2$$

Toiminnallinen mitta on:  $x = R2 - R3$

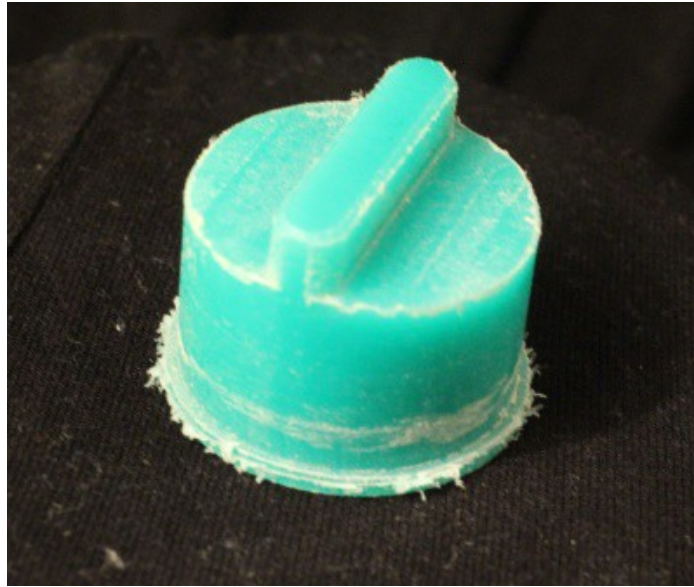
$$x = 162,2 - 157,2 = 5,2 \text{ mm}$$

## 5.2 Tartuntaelin

Tartuntaelimen tehtävä on tartuttaa puristin pöydän kiskoon ja välittää puristava voima pintapaineella. Tartuntaelimen tulee myös sallia puristimen asennon kiertyminen kiskoon nähden. Itse ”tarttuminen” tehdään huulella joka mahtuu tiukahkosti kiskon uraan. Huuli uppoaa 5mm syvälle uraan, joka on kontaktipinnaltaan 4mm syvä. Tiukkuus ja ylimenevä millimetri takaavat, että puristin pysyy kiskossa eikä irtoa omia aikojaan Huuli ulkonee keskeltä tartuntaelimen pyöreästä rungosta, joka upotetaan kammien vastaavaan aukkoon. Pyöreä muoto mahdollistaa vapaan aksiaalisen liikkeen puristimen ja kiskon välillä. Huuleen tehdään n.1mm 45° viiste uraan asettamisen helpottamiseksi. Tartuntaelimessä on myös n.2mm:n olake takapuolella, mikä estää sitä irtoamasta kammesta.



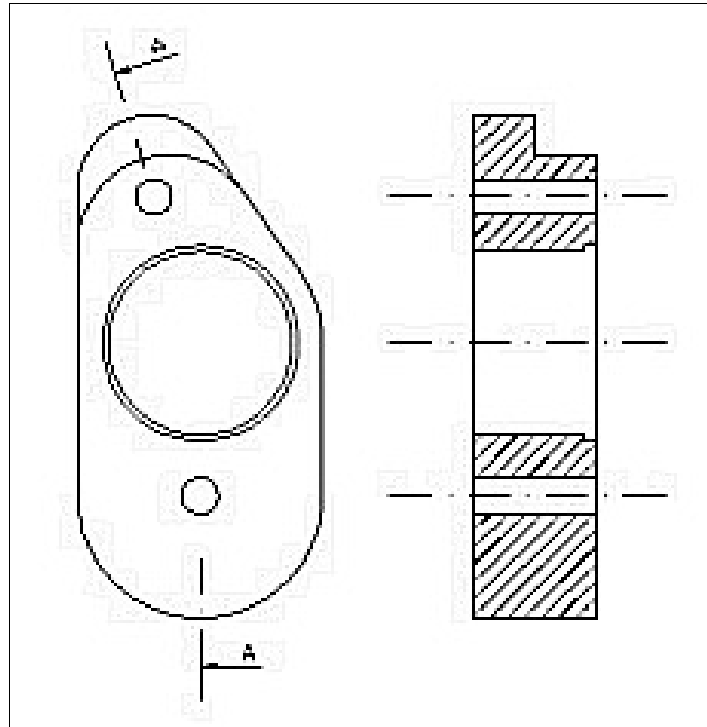
Kuva 1: Tartuntaelin



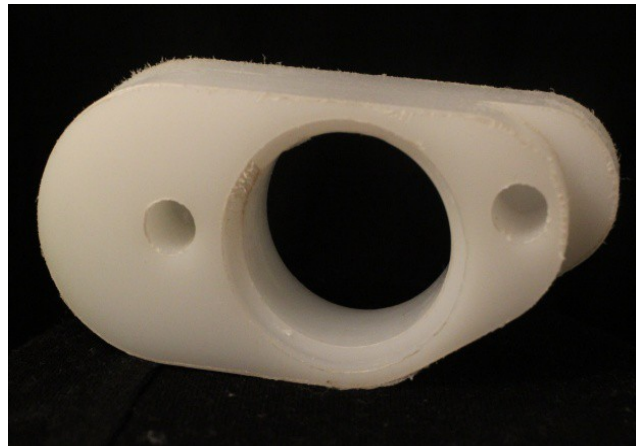
Kuva 2: Koneistettu Tartuntaelin

### 5.3 Kampi

Kammen tehtävä on muodostaa rungon ja tartuntaelimen kanssa muotosulkeinen kaksiasentoinen kampimekanismi ja välittää puristusvoima. Kampi pitää sisällään tartuntaelimen ja on muodoltaan sellainen, että se muodostaa itsensä ja rungon kanssa mekaanisen nivelen. Lisäksi sen muoto estää sitä irtoamasta rungosta paitsi ”auki”-asennossaan. Kammen muotoilussa on pyritty yksinkertaisuuteen ja kompaktiin lopputulokseen.



Kuva 3. Kampimekanismi

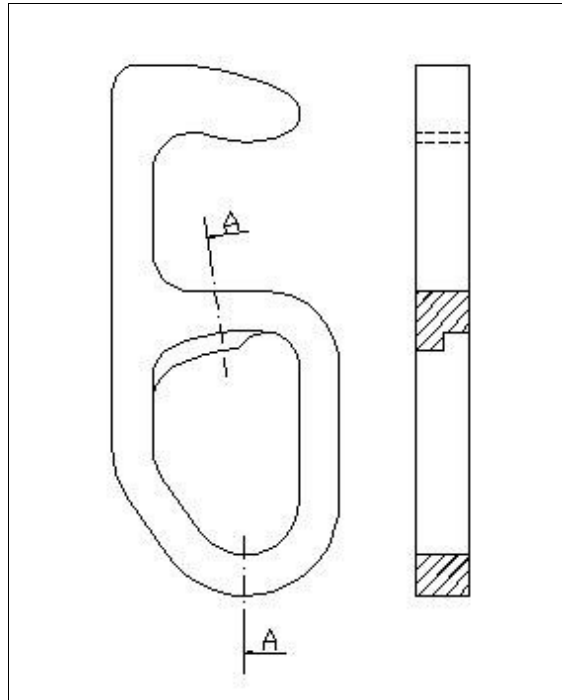


Kuva 4. Kampimekanismi koneistettuna

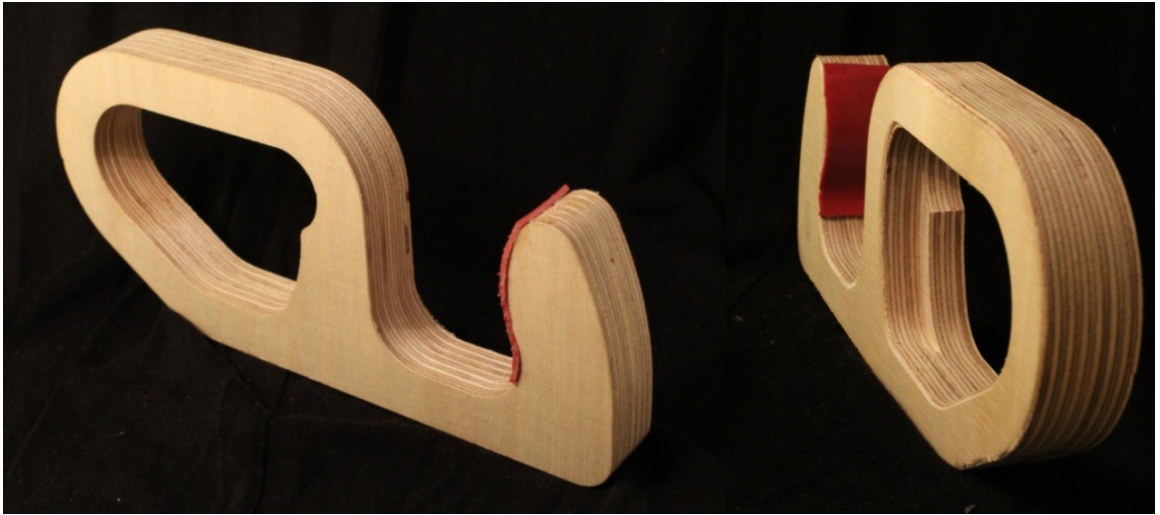
#### 5.4 Runko

Runko pitää sisällään kammen ja välittää kampimekanismin puristusvoiman vetovoimana kiinnitettävän kappaleen yläpintaan. Rungon suunnittelussa oli kaksi vaihtoehtoa koskien kampimekanismin lukituksen kiertosuuntaa, joista valinta tehtiin vähemmän tilaa vievän

mukaan.



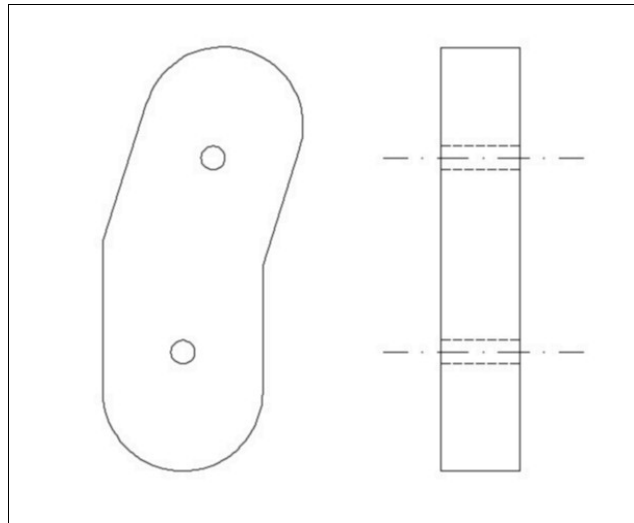
Kuva 5. Runko



Kuva 6. Runko koneistettuna

## 5.5 Kahva

Kahvalla on pääasiallisesti kaksi tehtävää. Sen tulee olla ergonomisesti ja käyttäjäystävällisesti tarpeeksi oikeanlainen, sekä tehdä kammien kanssa muotosulkeinen yksikkö runkoon nähden siten, että kampimekanismin liike tapahtuu vain rungon pituussuuntaan nähden ja että tämän yksikön irroitus rungosta tapahtuu ainoastaan toisessa ääriasennossa.



Kuva 7 . Runko



Kuva 8. Runko koneistettuna

## 5.6 Pehmuste

Rungon lasiaukko-oven tartuntakohtaan tarvitaan pehmuste joka antaa pienen jouston kokonaisuuteen ja kitkapinnan joka takaa paremman kiinnityksen. Pehmuste on 2mm paksua kumia joka leikataan oikean kokoiseksi niin, että se on kappaleen kanssa kosketuksissa olevan pinnan alalla. Kiinnitys runkoon toteutetaan kontaktiliimalla. Liimauksessa pitää olla tarkkana oikean liimamäärän levityksessä tasaisesti paksuuserojen minimoimista ajatellen.

## 5.7 Kokoonpano

Kokoonpano oli aluksi tarkoitus tehdä 6mm pulteilla. Tämän ehtona rakenteellisesti olisi ollut pultin kannan upottamista kammien sisään, mikä olisi vaatinut kaksipuoleista jyräintää ja siihen erikseen valmistettuja jigejä paikoituksen takia. Yksinkertaistettu kokoonpano tapahtuu kitkaliitoksella. Kammessa ja kahvassa on kaksi toisiaan vastaavaa reikää joihin upotetaan 8mm halkaisijaltaan oleva kalusteissa käytettävä puinen liitostappi. Tartuntaelin jää kammien ja kahvan väliin. Konstruktiio on niin yksinkertainen, että valmiiden osien kokoonpanon voi tehdä periaatteessa ilman avustavia työkaluja ja jos se on jostain syystä tarvis purkaa siihen riittää puukko tai muu vastaava käsityökalu. Kokonaisuudessaan tartuntaelin, kampi ja kahva muodostavat systeemin toisen irtonaisen osan ja runko toisen. Nämä osat on sovitettavissa toisiinsa ainoastaan yhdessä asennossa ("kokonaan auki"-asento). Muutoin osien on mahdotonta irrota toisistaan muotosulkeisuuden takia, mikä myös takaa mekanismille joustavasti toimivan kokonaisuuden.

## 6 Testaus

Testausta on tarpeellista tehdä ei pelkästään lopussa, vaan koko valmistusprosessin jokaisen yksityiskohdan aikana. Testaus tehdään käytännön kokeilulla ja arvioinnilla pääasiallisesti työntömittaa apuna käyttäen ja se etenee seuraavassa järjestyksessä.

- Huulen riittävän tiukka sovitus alumiiniprofiilin uraan. Oikea sovitus antaa sekä vaivatonta liikuttamisvapautta ja asetettavuutta, että edellisiin seikkoihin nähden maksimaalisen pysyvyyden ja väljyydettömyyden.
- Kammen riittävän tiukka reikä tartuntaelimen akseliin nähden. Tartuntaelimen akselin halkaisija (30mm) valitaan vakioksi jonka jälkeen alustava reiän halkaisija haetaan jyrsimällä sarja erihalkaisijaltaan olevia reikiä mdf-levyyen halkaisijoiden porrastuksen ollessa n.0,05mm. Tämän jälkeen tehdään koekappale oikeasta materiaalista valitulla halkaisijalla, jonka jälkeen tulos arvioidaan ja tarvittaessa korjataan. Sovituksen tulee olla toteutettavissa ilman suurempia hankaluuksia käsin, mutta tarpeeksi tiukka, että puristin ei kierry omasta painostaan ja antaa kiertymiseen aavistuksen vastusta tuntuman parantamiseksi.
- Rungon testauksessa on kolme kriittistä mitta. Näistä mitoista kaksi on toteutettu ohjelmoinnissa parametrisesti niin, että yhtä mitta muuttamalla kaikki halutut pisteet muodossa siirtyvät saman verran helpottaen oikeiden toimintamittojen haarukointia.
- Rungon pituussuunnassa oven yläpintaa koskettavan pinnan ja tartuntaelimen keskipisteen välinen mitta. Tämä mitta määrää koko systeemin kunnollisen toiminnan ja sen tavoite on, että ”kiinni”-asennossa puristus on juuri sopivan tiukka. Liika tiukkuus saa puristimen irtoamaan kiskosta puristettaessa taikka teoriassa oven vääntymään puristusvoimasta. Liika väljyys taas antaa mahdollisuuden oven liikkumiselle jyrinnän aikana. Oikea mitta haetaan tekemällä karkeasti arvioimalla hivenen liian väljä runko, jonka jälkeen oikeaa mitta arvioidaan sijoittamalla ovenpaksuisen mdf-levyn ja rungon väliin



0,1mm paksuista metalliliuskaa päällekkäin näinollen hakien toivottua tiukkuutta. Tämän jälkeen tehdään uusi runko korjatulla mitalla arvioiden tulosta ja näin jatkaen kunnes toivottu tiukkuus on saavutettu.

- Rungon kammenukon pystysuuntainen yläkaarien korkeus. Tämä mitta määrittää kammen ja samalla systeemin kahden liikkuvan osan pystysuuntaisen väljyyden.
- Rungon kammenukon huulen kaaren paksuus. Tämän mitan tulee tarkasti vastata kammessa olevan vastaavan tilan paksuutta. Näiden mittojen sopiva vastaavuus tarkoittaa, että rungon ja kammen paksuudet asettuvat tarkasti samalle tasolle muodostaen yhtenäiset ulkopinnat.

## 7 Työn tulokset

Uudentyyppiset puristimet eivät välittömästi nopeuta varsinaista tuotantoa. Työnlaadun parannus on myös ”minimaalinen”, mutta ajatellen ympäristöä missä työn tulos vaikuttaa, eli esteetiikkaa lopputuloksessa (”täydellinen ovi”), tulos on tyydyttävä.

Välillisesti uudet puristimet nopeuttavat tuotantoa. Puristimen käyttö on työntekijälle miellyttävämpi työmenetelmä kuin aikaisemmat. Se on myös huolettomampi rungon vaihdettavuuden ja helpon valmistuksen takia. Työstettävä lasiaukko-ovi ja puristin tai useampi voi tuhoutua virheellisen alkuparametrin takia. Puristimesta tuhoutuu ainoastaan runko, jonka korvaamiseen ei kulu aikaa olettaen, että vararunkoja on valmistettu.

Huolettomuus, helppous ja yksinkertaisuus työmenetelmässä ovat tekijöitä, joilla on taipumus vähentää työn mielekkyyttä vahingoittavia aspekteja. Tämä on tärkeä tekijä työssä jaksamisessa ja samalla välillinen vaikutus valmiin tuotteen laatuun ja tuotannon tehokkuuteen.

Rungon yksinkertainen vaihdettavuus mahdollistaa helpon valmistuksen puristimille, jotka ovat mitoitettu tietyn paksuiselle levyille. Rungon työstöohjelman yhtä parametria inkrementaalisesti muuttamalla voidaan valmistaa muutamissa minuuteissa eripaksuisille levyille sopivat rungot. Kampiosa käy kaikkiin runkoihin.



Kuva 9. Lopullinen kiinnitysmekanismi.



## Lähteet

1. Manual: Morbidelli Author 600k
2. Manual: Xilog<sup>3</sup>MMI – Routolink Oy
3. Koneenelimet ja mekanismit: Seppo Blom, Pekka Lahtinen, Erkki Nuutio, Kari pekkola,
4. Seppo Pyy, Hannu Rautiainen, Arto Sampo, Pekka Seppänen, Eero Suosara
5. Insinöörin Fysiikka osa I: Mikko Hautala, Hannu Peltonen
6. Teknisten ammattien matematiikka 3Y: Eero launonen, Esko Sorvali, Pertti Toivonen
7. [www.matweb.com](http://www.matweb.com)

-