

**Lassi Haaranieni**  
**HUONEKALUTEHTAAN PINTAKÄSITTELYPROSESSIN**  
**TEHOSTAMINEN**

**Opinnäytetyö**  
**KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**Puutekniikan koulutusohjelma**  
**Tammikuu 2010**

<b>Yksikkö</b> Ylivieska	<b>Aika</b> Huhtikuu 2010	<b>Tekijä/tekijät</b> Lassi Haaranieni
<b>Koulutusohjelma</b> Puutekniikka		
<b>Työn nimi</b> Huonekalutehtaan pintakäsittelyprosessin tehostaminen		
<b>Työn ohjaaja</b> Pieniniemi Kari		<b>Sivumäärä</b> [25 + liitteet]
<b>Työelämäohjaaja</b> Rissanen Mika		
<p><b>TIIVISTELMÄ</b></p> <p>Tämä opinnäytetyö on tehty Ylivieskan Ammattikorkeakoulun puutekniikan koulutuslalla. Opinnäytetyön on tehnyt Lassi Haaranieni, opinnäytetyönohjaajana on toiminut lehtori Kari Pieniniemi ja työpaikkaohjaajana Kuopion Woodi Oy:n toimitusjohtaja Mika Rissanen.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Kuopion Woodi Oy, joka toimii huonekaluteollisuuden alalla valmistuen lastenpäiväkotikalusteita. Yritys on perustettu vuonna 1994 ja siellä työskentelee 20 henkilöä. Yrityksen liikevaihto vuonna 2008 oli 1,64 milj. euroa.</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli huonekalutehtaan pintakäsittelyprosessin tehostaminen. Tavoitteena oli saavuttaa nykyistä tehokkaampi pintakäsittelyprosessi hyvin erilaisille kappaleille ja tuotteille.</p> <p>Työn suunnitteluvaiheessa selvitettiin aluksi pintakäsittelyprosessin nykytilanne. Tämän jälkeen kerättiin materiaalia erilaisista pintakäsittelyprosessin tehostamismenetelmistä. Menetelmistä selvitettiin niiden käyttökelpoisuus sekä hyödyt ja haitat nykytilanteeseen ja toisiinsa verrattuna. Tässä vaiheessa oltiin paljon yhteydessä eri laitevalmistajiin sekä maahantuojiin.</p> <p>Opinnäytetyössä tuloksena saavutettiin kaksi pintakäsittelyprosessin tehostamismenetelmää, jotka tukivat työlle asetettuja tavoitteita ja vaatimuksia.</p>		

<b>Asiasanat</b>
------------------

<b>CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>	<b>Date</b> April 2010	<b>Author</b> Lassi Haaraniemi
<b>Degree programme</b> Wood technics		
<b>Name of thesis</b> Enhancing the finishing process of furniture industry		
<b>Instructor</b> Kari Pieniniemi		<b>Pages</b> 25+appendices
<b>Supervisor</b> Mika Rissanen		
<p><b>ABSTRACT</b></p> <p>This thesis has been made in Central Ostrobothnia University of Applied Sciences wood technology. This thesis has made by Lassi Haaraniemi, tutor of the thesis has been lector Kari Pieniniemi and tutor from the company has been managing director Mika Rissanen.</p> <p>Applicant of the thesis was Woodi LLC of Kuopio, which is working at business of furniture industry and manufacture furniture's for nurseries. The company has begun at 1994 and there is working 20 employers. Sales of the company in 2008 were 1, 64 million euro.</p> <p>Topic of the thesis was to enhance finishing process of furniture factory. The target was to gain more powerful finishing process for different articles and products.</p> <p>At the first step of design was to clarify the present state of finishing process. After this material of different kinds of way to powerful finishing process were collected. Of these usefulness and utilities and disadvantages relatively to present state and each other were investigated. At that moment different machine manufacturers and importers were lots in touched.</p> <p>At result of the thesis two enhancing methods of finishing process were gained. These methods supported the targets and the requirements, which were set for thesis.</p>		
<b>Key words</b>		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ONGELMAN KUVAUS	2
2.1	Alkutilanne	2
2.2	Suunnitelma	3
2.3	Tavoitteet	3
3	ONGELMAN RATKAISUPROSESSI	4
3.1	Prosessin kulku pääpiirteittäin	4
3.2	Pintakäsittelyrobotit	5
3.2.1	Robottimallit	6
3.2.2	Ohjelmointitavat	7
3.3	Riippulinjat pintakäsittelyyn	9
3.3.1	Valmiit linjamallit ja toimintaperiaatteet	9
3.3.2	Kevyet käsinliikuteltavat riippulinjat	11
3.4	Lakat	12
3.4.1	Katalyyttilakat	13
3.4.2	UV-kovettuvat lakat	13
3.4.3	Vesiohenteiset lakat	13
3.5	Pintakäsittelymenetelmät	14
3.5.1	AIRMIX-ruiskutus	16
3.5.2	Hajotusilmaruiskutus	17
3.5.3	Sähköstaattinen ruiskutus	18
4	TULOKSET JA POHDINTA	21
4.1	Ruiskurobotit	21
4.2	Kevyt käsinliikuteltava riippulinja ja toinen käsiruiskupiste	22
4.3	Valmiit riippulinjaratkaisut	22
4.4	UV- kovettuvat lakat	23
4.5	Sähköstaattinen ruiskutus	23
	LÄHTEET	24
	LIITTEET	26

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä etsitään ratkaisua Kuopion Woodi Oy huonekalutehtaan pintakäsittelyprosessin tehostamiselle. Opinnäytetyön aiheen sain aktiivisella toiminnallani, tiedustellen eri yrityksiltä tarvetta tuotannon tai toiminnan kehittämiseen. Kuopion Woodi Oy oli toinen yritys, johon otin yhteyttä.

Kuopion Woodi Oy laajentaa toimitilojaan, jonka johdosta tuotantokapasiteetti tulee nousemaan suuremmaksi, kuin maalaamon kapasiteetti. Tämän johdosta pintakäsittelyprosessia täytyy tehostaa.

Opinnäytetyön luonne on ongelmanratkaisutyyppinen ja tutkittavaksi työalueeksi kuuluu käsiruiskupisteen tehostaminen, sekä tuotteiden kulku pintakäsittelypisteen kautta kuivaukseen.

Tavoitteena opinnäytetyössäni oli suunnitella nykyiselle käsiruiskulla käsiteltävien tuotteiden pintakäsittelyprosessille tehokkaampi ratkaisu. Suunniteltu ratkaisu tulisi olla myös realistinen ja tosielämässä hyvin toteutettavissa oleva.

Työn alkuosiossa kerrotaan yrityksen nykytilanteesta, jossa käsitellään nykyisen käsiruiskupisteen toiminnan lisäksi uusia tehokkaampia pintakäsittelyprosessin tehostusratkaisuja. Tutkittavat asiat on esitelty aikajärjestyksessä alkaen ensimmäisestä tutkittavasta menetelmästä. Jokaisesta menetelmästä on kerrottu ensin yleisesti, sekä sen jälkeen teoriaa tarkemmin työssä tutkituista eri vaihtoehdoista. Loppuosiossa kerrotaan työssä saavutetuista tuloksista, jossa oma pohdinta kulkee tulosten mukana.

Pintakäsittelyprosessin tehostamISRatkaisujen etsiminen ja suunnittelu eteni ongelmitta ja tulokseksi saatiin kaksi erilaista pintakäsittelyprosessin tehostamissuunnitelmaa.

## 2 ONGELMAN KUVAUS

### 2.1 Alkutilanne

Kuopion Woodi Oy:llä pintakäsittelyprosessi on suuri ja merkittävä asia heidän tuotannosta, sillä suurin osa tuotteista valmistetaan massiivi koivusta ja tämä vaatii pintakäsittelyltä suurta kapasiteettia.

Yrityksessä tuotteiden pintakäsittely suoritetaan AIRMIX-käsiruiskulla ruiskukaapissa. Kyseinen käsiruisku on tehokas ja materiaalia säästävä, koska sen ohiruiskutus on jopa 80 % pienempi, kuin normaalin hajotusilmaruiskun. Ruiskutushiukkasten pienen lentonopeutensa johdosta takaisin kimpoaminen on todella pientä, jolloin pintakäsittely-ainetta säästyy huomattavasti. (RTV-Yhtymä Oy 2009)

Pintakäsittelijän työhön kuuluu pintakäsiteltävien tuotteiden siirto ruiskukaappiin, tuotteiden pintakäsittely ja siirto ruiskukaapista joko hyllylle tai lattialle kuivumaan. Tästä johtuen aikaa kuluu tuotteiden siirtelyyn paikasta toiseen. Myös tuotteiden välihiontavaiheessa aikaa kuluu niiden siirtämiseen maalaamosta välihionta-pisteelle ja jälleen takaisin maalaamoon.

Tämän pintakäsittelytavan kapasiteetti riittää nykytuotantoon, mutta yrityksessä on rakenteilla tuotantotilan laajennus ja sen valmistumisen myötä työstökoneita lisätään, jolloin tuotantokapasiteetti nousee. Tästä johtuen pintakäsittelyprosessia täytyy tehostaa, jotta uusien koneiden ja tuotantotilojen hyöty saadaan käyttöön.

## 2.2 Suunnitelma

Pintakäsittelyprosessin ongelma/kehityksen kohde on pintakäsitteltävien tuotteiden siirtäminen pintakäsittelyalustalle, niiden pintakäsittely sekä siirto edelleen kuivumaan ja välihiontaa odottamaan.

Alkuun lähden tutkimaan erilaisia pintakäsittelyratkaisuja ottamalla yhteyttä eri pintakäsittelylaitteiden tuonti- ja myyntiyrityksiin. Pääasialliset tutkimisen kohteet ovat työpaikkaohjaajan toivomuksista lähteneet ruiskurobotti, riippulinja, sähköstaattinen ruiskutus, vesiohenteiset lakat ja UV-valolla kovettuvat lakat.

## 2.3 Tavoitteet

Opinnäytetyöni tavoitteena on suunnitella toimiva ja tehokkaampi pintakäsittelyprosessi, joka palvelee uutta tehokkaampaa tuotantoa ja jota voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa hyvin. Uusi tehostettu ratkaisu tulisi olla myös ergonomisesti työntekijöille mielekäs.

Työpaikkaohjaaja antoi projektilleni ns. vapaat kädet, eikä asettanut työlleni selviä rajoja. Tämän johdosta päätin itse, että työni rajoittuu ruiskulla pintakäsitteltävään pintakäsittelyprosessin tehostamiseen.

### 3 ONGELMAN RATKAISUPROSESSI

#### 3.1 Prosessin kulku pääpiirteittäin

Ongelman ratkaisuprosessi lähti liikkeelle aineiston keruusta, jossa haettiin eri ratkaisuja pintakäsittelyprosessin tehostamiselle. Tämän jälkeen pidimme työpaikkaohjaajan kanssa palaverin, jossa käytiin eri tehostamisen vaihtoehdot läpi ja mietittiin niiden hyvät ja huonot puolet. Tästä sain suunnan, mihin päin työtä lähdettiin viemään.

Seuraavana täytyi saada tietoa eri pintakäsittelyaineista, jolloin RTV -yhtymän edustaja kutsuttiin kertomaan meille nykypäiväisistä erilaisista vaihtoehdoista. Tämä palaveri antoi paljon tietoa pintakäsittelystä ja sain tietää työmaailmassa hyväksi todetut ja paljon käytetyt vaihtoehdot. Tässä vaiheessa pintakäsittelyaineista parhaimmaksi todettiin nykykäytössä oleva liuotinpohjainen lakka lähinnä sen kestävyuden ja kuivumisnopeuden johdosta. UV-kovettuvat aineet ovat ongelmallisia kuivauksen suhteen silloin, kun kyseessä on kokonainen tuote, kuten nyt. Tämä johtuu siitä, että UV-valo on lähes mahdoton saada suunnattua kuivattavan tuotteen jokaiseen nurkkaan ja koloon. Vesiohenteisissa pintakäsittelyaineissa ongelmana on taas pinnan kulutuksen kestävyys.

Pintakäsittelyaineiden selvityksen jälkeen paneuduin tarkemmin pintakäsittelyrobotin ja riippulinjan toimintaan ja käyttökelpoisuuteen kehitettävässä kohteessa. Tähän asiaan sain paljon apua palaverista, johon osallistui itseni lisäksi Woodi Oy:n toimitusjohtaja, Woodi Oy:n myyntijohtaja, Posicraft Oy:n toimitusjohtaja, sekä CMA robotics Spa:n myyntiedustaja.

Kun sain selvitettyä kaikki edellä mainitut tarvittavat asiat, valitsin tarkemman tutkinnan kohteeksi pintakäsittelyrobotin, jossa on lisälaitteena tuotekaruselli. Isot linjaratkaisut jäivät pois suunnitelmasta, sillä nykyiset tilat ovat liian pienet



linjalle ja sen koneille sekä laitteille. Pintakäsittelyrobotin valinnan jälkeen piirsin vertexG4:llä kolme erilaista layout-suunnitelmaa pintakäsittelyrobotin sijoittamisesta pintakäsittelytilaan.

Pari viikkoa myöhemmin saimme tarjouksen pintakäsittelyrobotista GR-630 G. Vaikka robotti on hyvä ja tehokas pintakäsittelyyn, yritys päätti jättää sen hankkimisen suurten hankintakustannusten takia. Tämän johdosta työpaikkaohjaaja antoi muutamia pieniä ja edullisesti toteutettavia ideoita mietittäväksi. Ideoihin kuului toisen käsiruiskupisteen lisääminen sekä käsin liikuteltava, kevytrakenteinen riippulinja tuolien lakkaukseen. Suunnittelin kaksi erityyppistä riippulinjaratkaisua ja lisäsin suunnitelmiin toisen käsiruiskupisteen.

### **3.2 Pintakäsittelyrobotit**

Työn alkuun lähdin kokoamaan aineistoa pintakäsittelyroboteista. Työpaikkaohjaajalta Mika Rissaselta sain Posicraft Oy:n yhteystiedot, joka toimittaa räätälöityjä, käytössä testattuja kokonaisratkaisuja rakennus- ja puusepänteollisuuden pintakäsittelytarpeisiin. Posicraft Oy hoitaa myös koneiden asennuksen, käyttöönoton, sekä koulutuksen. Toinen vastaavanlainen yritys oli Pinteco Oy, jonka internet-sivuilla tutustuin heidän toimittamiin pintakäsittelyrobotteihin. Kuitenkin myöhemmin, kun otin yrityksiin yhteyttä, kävi ilmi, etteivät kyseiset robotit enää kuulu Pinteco Oy:n tuontivalikoimaansa ja näin jäljelle jäi Posicraft Oy.

Tutustuessani Posicraft Oy:n pintakäsittelyrobotteihin internetissä, otin yhteyttä koneiden toimittajaan sähköpostin välityksellä. Selvitettäviä asioita olivat sähköstaattisen ruiskutuksen soveltaminen robotille, nykytuotantoon parhaiten soveltuva robottimalli, eri pintakäsittelyaineiden vaihtonopeus ja -tapa, robotin tilantarve, robotin käyttö pintakäsittelylinjalla, sekä robotin ohjelmointitavat. Ruiskurobotin toimittajan kanssa keskustellessa kävi myös ilmi, että robotilla saavutetaan jopa 30 % materiaalisäästö, johtuen sen tarkasta työskentelystä.

Selvitettyäni tarpeelliset tiedot, suunnittelin vertexG4:llä kolme erilaista vaihtoehtoa robotin sijoittamisesta nykyiseen maalaamotilaan. Katso liitteet 1,2 ja 3.

### 3.2.1 Robottimallit

Posicraft Oy toimittaa CMA Robotics Spa:n suunnittelemia ja rakentamia maalausrobotteja. Robotit ovat niin sanottuja antropomorfisia, eli ihmisen työtä mallintavia 5- tai 6-akselisia maalausrobotteja ja -järjestelmiä puu-, muovi-, metalli- ja keramiikka-teollisuudelle. CMA-robotit ovat monipuolisia ja niitä on helppo käyttää. Karuselli-robotit voivat automaattisesti hoitaa koko maalausprosessin maalauskohteen käsittelystä sen eri osien maalaukseen. (Pinteco 2008)

Pintakäsittelyroboteilla voidaan suorittaa sähköstaattista pintakäsittelyä, sekä robotilla voidaan käyttää liuotin- ja vesiohenteisten aineiden lisäksi myös UV-kovettuvia pintakäsittelyaineita. Eri pintakäsittelyaineet johdetaan venttiiliryhmään, jolla hallinnoidaan aineen vaihtamista. Pintakäsittelyaineen vaihto tapahtuu venttiiliryhmällä, joista suletaan yksi ja avataan toinen. Aikaa uuden aineen vaihtoon menee ainoastaan 1-2 minuuttia.

#### STANDARDI-VERSIO (Kuvio 1)

Viisi- tai kuusiakselinen, antropomorfinen robotti, joka soveltuu riippukuljetin tai kuljetushihnallisiin maalauslinjoihin. Tarvittaessa se voidaan synkronoida kulkemaan maalauskohteen mukana maalauslinjalla. Rakenteensa ansiosta robotti voi pintakäsittää isojaakin kohteita. Jos kohde on liian iso, robotti voidaan asentaa erilliseen kuljetuslaitteeseen, jonka avulla myös isot kohteet saadaan pintakäsiteltä. (Pinteco 2008)



Kuvio 1. Standardi-versio (Pinteco 2008)

Robottimallit:

GR 520 ST

GR 530 ST

GR 630 ST

GR 650 ST

GR 6100 ST

**KARUSELLI-VERSIO (Kuvio 2)**

Tässä versiossa robottia täydennetään karusellilla, jossa on vähintään kolme vartta, jotka voidaan lastata joko manuaalisesti tai automaattisesti. Karuselli kuljettaa lastatun maalauskohteen ensin maalattavaksi ja sen jälkeen lastin purkualueelle.

Varret voidaan varustaa erilaisilla kantoalustoilla maalauskohteen tarpeen mukaan ja ne liikkuvat synkronoidusti maalausrobotin kanssa. (Pinteco 2008)

Robottimallit:

GR 520 G

GR 530 G

GR 630 G

GR 650 G

GR 6100 SC



Kuvio 2. Karuselli-versio  
(Pinteco 2008)

### 3.2.2 Ohjelmointitavat

Pintakäsittelyrobotti voidaan ohjelmoida usealla eri tavalla, kuten ns. välitön itseopetus, piste pisteeltä ohjelmointi, robotin automaattinen ohjelmointi ja off-line ohjelmointi ja simulointi. Lisäksi laitteisiin kuuluu ohjauskaappi, joka kontrolloi maalauksen kulkua. Se hallinnoi automaattisesti käytetyn maalausaineen kulutusta ja suorittaa ohjelmia. Mobiiliohjain kerää diagnostiikka

ja tilastotietoja laitteen toiminnasta. Kaikki laitteen keräämä data on luokiteltu kronologisesti (aikajärjestykseen) ja tarkistettavasti aina haluttaessa. Ohjaimella voi myös muokata robottiin ohjelmoituja ohjelmia. (Pinteco 2008)

Välitön itseopetus:

Käyttäjä voi itse opettaa maalausrobotille joystickin avulla kokonaisen maalausohjelman, jonka jälkeen robotti toistaa saman ohjelman halutulla nopeudella, muistaen kaikki käyttäjän ohjelmoinnissa tekemät käskyt ja liikkeet. Ohjelmassa tulleet virheet voidaan korjata helposti jälkikäteen, jonka johdosta itseopetus on erittäin toimiva ja tehokas käsiteltäessä vaikean muotoisia kappaleita. (Pinteco2008)

Piste pisteeltä ohjelmointi:

Ohjelma suoritetaan liikuttamalla robottia joko joystickin tai mobiiliohjaimen avulla haluttuihin pisteisiin. Yhtenäinen maalauslinja syntyy, kun pisteet yhdistyvät toisiinsa automaattisesti. (Pinteco 2008)

Off-line ohjelmointi ja simulointi:

Off-line ohjelmointi voidaan suorittaa PC:llä tuotteen 3D-piirrustusta hyväksi käyttäen. Ohjelmoinnissa voidaan säätää myös kaikki ruiskutusparametrit kohdalleen. (Pinteco 2008)

Ohjelmoinnin jälkeen pintakäsittely voidaan simuloida ja pinnoituksen laatu voidaan tarkistaa. Off-line ohjelmaa voidaan myös muokata simuloinnin jälkeen. Tämä ohjelmointityyppi säästää merkittävästi tuotannon ajoaikaa. (Pinteco 2008)

Automaattinen ohjelmointi:

Automaattiohjelmointi suoritetaan laser-skannerilla, joko 2D tai 3D kuvanlukuna. Skanneri tunnistaa kappaleen muodon, tietokone luo pintakäsittelyohjelman ja lähettää sen robotille, joka suorittaa ohjelman. Tämä ohjelmointitapa on täysin automaattinen ja suunniteltu lähinnä ikkuna ja ovi valmistukseen. (Pinteco 2008)

### **3.3 Riippulinjat pintakäsittelyyn**

Toinen vaihe oli selvittää riippulinjojen toimintaa ja niiden soveltamista ruiskurobotin kanssa. Riippulinja on linja, jossa kattoon asennetusta kiskosta riippuu kiinnityskoukkuja, joihin tuotteet ripustetaan. Ripustinkoukut liikkuvat kiskoa pitkin joko käsin tai moottoroidusti.

Riippulinjojen toimittajia ja valmistajia löytyi helpommin, kuin robottien, niinpä otin yhteyttä yrityksiin nimeltä Algol Technics Oy, Sasmator Oy ja Posicraft Oy.

Riippulinjan suunnitteluun päädyttiin, koska pintakäsittelyssä käsitellään paljon toisistaan poikkeavia tuotteita, kokonaisista tuotteista lähtien aina pieniin osiin saakka. Tällaisessa tilanteessa ei muita järkeviä linjaratkaisuja juurikaan ole. Puusepän- sekä rakennusteollisuudessa riippulinjaa käytetään pääosin ikkunoiden ja ovien valmistuksessa, sekä jonkin verran tuolien valmistuksessa.

Moottoroitu riippulinja voidaan ohjelmoida pintakäsittelyrobotin kanssa yhteen, jolloin pintakäsittelyrobotti ohjaa pintakäsittelyä automaattisesti. Pääperiaate on se, että robotti käsittelee tuotteen, jonka jälkeen linja vie tuotteen pois ja uusi tuote tulee tilalle pintakäsittelyyn.

Edellä mainitut yritykset Algol Technics Oy ja Sasmator Oy toimittavat ruotsalaisia Hjort-riippukuljettimia, ja Posicraft Oy toimittaa Finiture srl Bi-rail kattokuljettimia.

#### **3.3.1 Valmiit linjamallit ja toimintaperiaatteet**

Tässä pintakäsittelyn tehostamistapauksessa laitetoimittajat suosittelivat käytettäväksi seuraavia linjatyyppejä.

1. Hjort-riippukuljettimet:

- Hjort 1000

- Hjort 1200

## 2. Bi-rail kattokuljetin

Hjort 1000-sarjan kuljettimet ovat pääperiaatteeltaan ja toiminnaltaan lähes samanlaisia, kuin Bi-rail kattokuljetin eli linjat koostuvat vakio-osista, joilla voidaan rakentaa linja kohteen mukaisesti. (Algol 2005)

Hjort-riippukuljettimessa kattoon asennetussa profiilikiskossa kulkee toisiinsa kytköksissä olevia kiinnityslenkkejä, joihin ripustetaan pintakäsiteltävä tuote. Kun yksi tuote pysähtyy, samalla pysähtyy kaikki muutkin. Tällainen toiminta on juuri oikea ja riittävä pintakäsittelylinjaksi. (Algol 2005)

Bi-rail kattokuljettimessa toiminta on hiukan erilainen, sillä siinä voidaan hallita yksittäisten tuotteiden kulkua linjalla, sekä tuote voidaan ohjata myös mahdolliselle toiselle linjalle. Tämä linjatyyppi on kuitenkin liian monimuotoinen ja liian iso Woodi Oy:n pintakäsittelytiloihin.



Kuvio 3. Hjort 1000, kiinnityslenkit  
(Hjort conveyor ab 2009)



Kuvio 4. Hjort 1000  
(Hjort conveyor ab 2009)



Kuvio 5. Bi-rail kattokuljetin

Internetsivu: [www.finiture.it](http://www.finiture.it) (2009)

### 3.3.2 Kevyet käsinliikuteltavat riippulinjat

Valmiita riippulinjaratkaisuja tutkiessa kävi ilmi, että niiden sijoitus nykyiseen pintakäsittelytilaan ei ole järkevää niiden suuren kokonsa vuoksi. Tämän johdosta suunnittelin työpaikkaohjaajan toiveesta kevyen riippulinjaratkaisun, jossa linjaa liikutetaan käsin. Linja koostuu kattoon asennettavasta kiskosta, sekä ripustinkoukuista, jotka kulkevat kiskoa pitkin.

Toiminnaltaan erilaisia linjamalleja suunnittelin kaksi kappaletta, jotka ovat suljettu linja ja avoin linja.

Suljetussa linjamallissa ripustinkoukut ovat kytketty toisiinsa kiinni narulla tai vaijerilla ja ne kulkevat suljetussa kehässä. Linjalle mahtuu n.35 tuotetta, riippuen tuotteen koosta. Pohjakuva on esitetty liitteessä 4.

Avoimessa linjassa ripustinkoukut kulkevat linjan alkupäästä linjan loppupäähän, jonka jälkeen ne vedetään takaisin alkupäähän. Ripustinkoukut ovat kiinnitetty toisiinsa nivelletyllä metallitangolla, jotta linjaa voidaan liikuttaa vetämällä, tai työntämällä mistä tahansa linjan kohdasta. Metallitangot täytyy olla nivellettyjä, jotta ne saadaan kulkemaan mutkien läpi. Tähän linjamalliin mahtuu n.25 tuotetta. Pohjakuvat on esitetty liitteissä 5 ja 6. Liitteessä 5 on esitetty ratkaisu, jossa on yksi ruiskukaappi ja liitteessä 6 on esitetty malli, jossa pintakäsittelyä on tehostettu toisella ruiskukaapilla.

### 3.4 Lakat

Kuopion Woodi Oy:llä käytetään pintakäsittelyssä suurimmaksi osaksi vain lakkoja, erilaiset värit pyritään luomaan pinnoittamalla levy halutun värisellä laminaatilla. Lakkana käytetään katalyyttilakkaa, jolla saavutetaan hyvä kulutuksen kestävyys, sekä lyhyt kuivausaika (n.30min). Yksi etu on myös se, että samaa lakkaa voidaan käyttää pohja- ja pintalakkana. Tehtäväni oli selvittää erityyppisten lakkojen käyttömahdollisuudet kehityskohteessa.

Ohuilla lakoilla saadaan aikaan puupintojen muotoa mukaileva jälki, sillä se tunkeutuu hyvin puun huokosiin. Käytettäessä korkean kuiva-ainepitoisuuden omaavia lakkoja, tai paksuja lakkakerroksia, pinnasta tulee helposti ”kuolleen” näköinen.

Huonekaluteollisuuden alalla on tarjolla hyvin monia erilaisia lakkoja, esimerkiksi vesiohenteiset lakat ja liuotinohenteiset lakat. Pintakäsittelyainetta valittaessa on huomioitava mm. seuraavia asioita: käsiteltävän tuotteen tyyppi, tuotteen käyttökohde, käsiteltävä materiaali, pintakäsittelykustannukset, pintakäsittelytapa ja pintakäsittely-ympäristö. (Jussila, Kuikka, Mononen, Voutilainen, Vuorenmaa 1999, 176.)



### 3.4.1 Katalyyttilakat

Huonekaluihin ja kalusteisiin käytettävät lakat pohjautuvat useimmat alkydi-aminohartsiyhdistelmiin. Näiden lakkojen hyvä täyttävyys sekä kulutuksen ja usean kemikaalin kesto, ovat vaikuttaneet niiden kovaan suosioon. Halutun ominaisuuden aikaan saamiseksi (kuivumisnopeus, kuiva-ainepitoisuus, kovuus) voidaan vaikuttaa sopivalla sideainevalinnalla. Katalyyttilakkojen ”toisena komponenttina” käytetään katalyyttinä toimivaa happoa. Pohjalakkoina käytetään yleensä yksikomponenttisia ns. esikatalysoituja lakkoja. (Jussila ym. 1999, 176.)

### 3.4.2 UV-kovettuvat lakat

UV-lakat ovat joko akrylaatti- tai polyesteripohjaisia. Molemmat ovat kostetuttavia lakkoja, ja niitä voidaan käyttää sekä pinta- että pohjalakkoina. Kuivumisajat ovat todella lyhyitä 5-8 s (akrylaatit) ja 10-15 s (polyesterit). Pintakäsitelty kappale kuivataan UV-valolla kuivausuunissa ja ne voidaan pinota heti UV-uunituksen jälkeen. (Jussila ym. 1999, 177.)

UV-lakat levitetään pääasiassa telakoneella, koska lakkamäärä on usein pieni. Niitä voidaan levittää myös mm. valukoneella, vakuumlaitteilla, sekä nykyään jo ruiskulla. UV-kovettuville lakoille ominaista on niiden kovuus ja hyvin kulutusta kestävä pinta. Heikkoutena ovat niiden kalliit hinnat. (Jussila ym. 1999, 177.)

### 3.4.3 Vesiohenteiset lakat

Työ- ja ympäristösuojelulliset seikat ovat vauhdittaneet vesiohenteisten lakkojen kehitystä. Etuja näillä lakoilla verrattuna muihin lakkoihin on esim.

- työympäristöön ei leviä haitallisia hajuja
- paloriskiä ei ole (alemmat vakuutusmaksut)

- varusteet voi pestä vedellä
- soveltuu useimpiin pinnoituslaitteisiin
- ovat 1-komponenttisia
- eivät kellastu valon vaikutuksesta

Haittoina voidaan pitää mm. sitä, että ne kosteuttavat puuta, ovat herkkiä kylmälle, sekä kosteudelle, ovat termoplastisia ja niillä on heikko kulutuksen kestävyys. Herkkyys kylmälle ja kosteudelle näkyy kalvon huonona muodostumisena ja hitaana kuivumisena. Haitat voidaan kuitenkin välttää oikealla lakkatyypillä, laitteistolla ja oikeilla olosuhteilla. (Jussila ym. 1999, 177-178.)

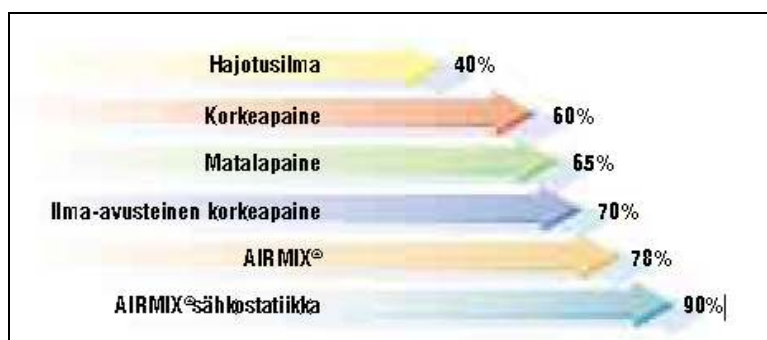
Nykyään on saatavana vesiohenteisia lakkoja, jotka ovat polyuretaanilla vahvistettuja. Tämä antaa lakalle paremman kulutuksen kestävyuden, jolloin sillä voidaan korvata liuotinpohjaiset lakat. Lakka ei sisällä vapaata formaldehydiä eikä kuivuttuaan eritä formaldehydiä ympäristöön, joka parantaa lakan ympäristöystävällisyyttä. Vesiohenteinen polyuretaanivahvistettu lakka voidaan levittää sivelyn lisäksi kaikilla ruiskutustyypeillä, sekä valukoneella. (Tikkurila 2009)

### **3.5 Pintakäsittelymenetelmät**

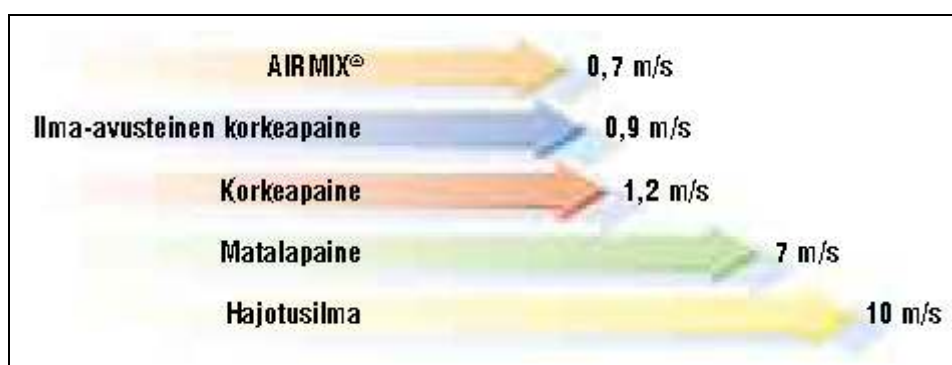
Kuopion Woodi Oy:llä ruiskutus suoritetaan AIRMIX –ruiskulla, josta tarkemmat tiedot kerron kohdassa 3.4.1.

Pintakäsittelymenetelmistä tutkittavana oli sähköstaattinen ruiskutus ja sen soveltaminen pintakäsittelyrobottiin. Opinnäytetyössäni keskitytään Woodi Oy:n tuotannossa esiintyvien monimuotoisten kappaleiden pintakäsittelyyn. Kun pintakäsitellään monenlaisia kappaleita, aina kokonaisesta tuotteesta yksittäiseen osaan, niin pintakäsittelyaineen ruiskutus on ainoa järkevä pintakäsittely-menetelmä.

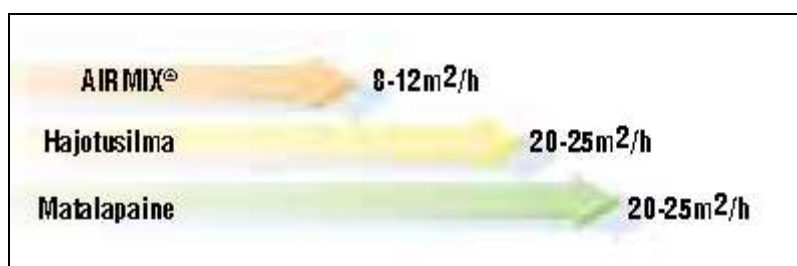
Näistä yllä mainituista syistä käsittelen opinnäytetyössäni vain kolmea erilaista ruiskutusmenetelmää, jotka ovat AIRMIX -ruiskutus, sähköstaattinen ruiskutus ja vertailun vuoksi perinteinen hajotusilmaruiskutus. Kuvioissa 6-8 on esitelty erilaisten ruiskutyyppien ominaisuuksia.



Kuvio 6. Tuotto ja tehokkuus (RTV-yhtymä 2009)



Kuvio 7. Ruiskuhiukkasten lentonopeus (RTV-yhtymä 2009)

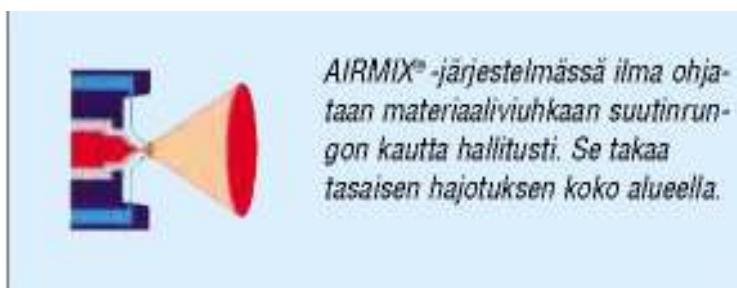


Kuvio 8. Ilman kulutus (RTV-yhtymä 2009)

### 3.5.1 AIRMIX-ruiskutus

Monimuotoisten kappaleiden pintakäsittely hoidetaan Kuopion Woodi Oy:llä nykyään käsin AIRMIX-ruiskulla.

AIRMIX-ruiskutus toimii keskipaineella. Tämän erikoislaatuinen sumutus, hajotustekniikka, sekä ruiskusumu näkyy kuvioissa 9 ja 10. Ruiskutus antaa hyvän viimeistelylaadun ja muodostaa kalvon, joita ei ole saatavissa muissa keskipaineruiskutuksissa, kuten esim. ilma-avusteisessa korkeapaine-ruiskutuksessa.



Kuvio 9. AIRMIX – järjestelmä (RTV-yhtymä 2009)



Kuvio 10. Korkeapaineruisku (RTV-yhtymä 2009)

#### AIRMIX-edut:

Vähentää materiaalin kulutusta lähes 35 %, pienentää yli 80 % ohiruiskutusta ja viimeistelyn laatu on loistava. Todellinen AIRMIX-etu on sen erittäin alhainen ruiskutushiukkasten lentonopeus, joka on 0,7 m/s. Tätä voi verrata hajotusilma- ja korkeapaineruiskutuksen lukuihin, jotka ovat 10 m/s – ja 1,2 m/s. (RTV - Yhtymä 2009.)

#### Tuotto ja tehokkuus:

AIRMIX on nopea ja tehokas verrattuna muihin käsikäyttöisiin laitteisiin. (Katso kuvio 6).

Ruiskuhiukkasten lentonopeus:

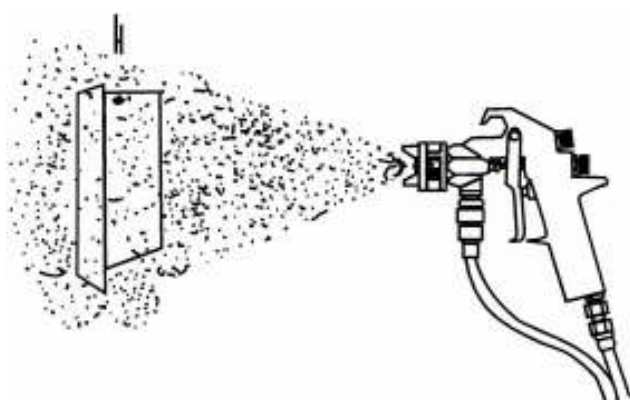
Hiukkasten lentonopeus vaikuttaa suoraan tehokkuuteen. Lentonopeuden kasvaessa ohiruiskutus ja takaisin kimpoaminen suurenee, joka vaikuttaa maalauskaapin likaantumisnopeuteen, sekä materiaalihävikkiin. Kuviosta 7 voimme nähdä, että AIRMIX -ruiskutuksessa hiukkasten lentonopeus on muita matalampi. (RTV - Yhtymä 2009.)

Ilman kulutus:

AIRMIX -ruiskutus kuluttaa vähemmän ilmaa, kuin muut ruiskutuslaitteet, joten se ei vaadi isoa kompressoria. (Katso. kuvio 8). Tämän johdosta energiaa ja käyttökustannuksia säästyy, sekä kompressorin käyttöikä kasvaa. (RTV - Yhtymä 2009.)

### 3.5.2 Hajotusilmaruiskutus

Tämä ruiskutustapa perustuu maalin hajottamiseen paineilmalla. Paineilmassa ei saa olla kondensaatiota, eikä epäpuhtauksia. Hajotusilmapistooleissa on säätimet suihkun leveyden säätöön, sekä maalimäärän hienosäätöön.



Kuvio 11. Hajotusilmaruiskutus (Tikkurila 2009)

Ennen varsinaisen ruiskuttamisen aloitusta on varmistettava, että pintakäsittelyaineen viskositeetti on sopiva. Myös suutinyhdistelmän sopivuus pintakäsittelyaineelle on tarkistettava. Ruiskutuskuvio eli viuhka, maalimäärä ja

paine säädetään sopivaksi kokeilemalla ruiskutusta jollekin tasolevyille.  
(Tikkurila 2009)

Hajotusilmaruiskutuksen etuja ovat:

- tasainen kalvon paksuus
- korkealuokkainen pinnan muodostus
- nopea maalimäärän ja suihkun muodon säätö
- voidaan käyttää useimpien pintakäsittelyainetyyppien kanssa
- alhaiset hankinta ja käyttökustannukset

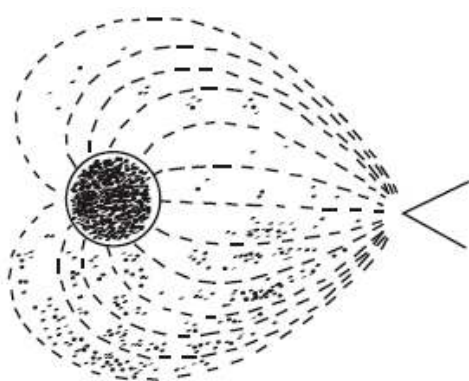
Heikkouksia hajotusilmaruiskulla ovat:

- alhainen kapasiteetti
- suuri ohennustarve
- runsas ohiruiskutus
- runsas sivuilman muodostus
- suuri maalihukka

(Tikkurila 2009)

### 3.5.3 Sähköstaattinen ruiskutus

Sähköstaattisessa ruiskutuksessa käytetään hyväksi kahden eri jännitteessä olevan aineen välille syntyvää sähköstaattista kenttää. (kuvio 12)



Kuvio 12. Sähköstaattinen ruiskutus (Tikkurila 2009)

Voimakkaalla sähkökentällä saadaan parempi sähköstaattinen vaikutus.

Sähkökentän voimakkuuteen vaikuttavat seuraavat tekijät:

1. Pistoolin ja kohteen välinen jännite

Pinnoitettava esine maadoitetaan ja jännite-ero muodostetaan varaamalla pinnoitehiukkaset. Ruiskupistoolissa käytetään yleisesti 60 kV:n jännitettä, koska suurimmilla jännitteillä ruiskuttaja vetää puoleensa osan hiukkasista. (Tikkurila 2009)

2. Ruiskutusetäisyys

Mitä pienempi on etäisyys, sitä voimakkaampi on sähkökenttä. Käytännössä ei kuitenkaan kannata viedä pistoolia liian lähelle kohdetta. Laitteesta riippuen paras etäisyys on 150 - 250 mm. (Tikkurila 2009)

Puun huonon sähkönjohtavuuden ja huonekaluteollisuudessa käytetyn pienen puun kosteuden (8 – 12 %) vuoksi, ei kunnan maadoitusta saada aikaan. Puun sähköstaattisessa ruiskutuksessa ruiskutettavan pinnoitteen sähkön johtavuus täytyy olla suurempi, kuin metalliesineen ruiskutuksessa, koska pinnoitteen omaa johtavuutta pyritään käyttämään hyödyksi varauksen johtamiseen maahan. Tämä edellyttää ruiskutuksen aloitusta kappaleen maadoituspisteestä. (Tikkurila 2009)

Huonosti toimivan sähköstaattisen systeemin parannusta voidaan hakea esim.

- lisäämällä puun kosteutta
- parantamalla puun pintajohtavuutta (pohjapinnoite)
- nostamalla ilman suhteellista kosteutta ruiskutustilassa
- käyttämällä useita puhtaita maadoituspisteitä
- käyttämällä pienempikokoisia ripustimia
- yrittämällä pienentää pinnoitteen hiukkaskokoa
- pienentämällä ilmavirtausta ruiskutuspaikalla

(Tikkurila 2009)

Puun sähköstaattiseen ruiskutukseen on saatavilla sekä vesi- että liuotinhenteisiä pinnoitteita. Sähköstaattista ruiskutusta voidaan toteuttaa myös

yhdistämällä se muihin ruiskupinnoitusmenetelmiin (korkeapaineruiskutus, hajotusilmaruiskutus, kelloruiskutus, AIRMIX – ruiskutus jne.).

Etuja tällä menetelmällä on mm.

- pieni ohiruiskutus
- pinnoitettavaa esinettä ei tarvitse ruiskuttaa joka puolelta (ajan säästö)

Menetelmän haittapuolin voidaan pitää mm. erikoislaitteistoa (kallis investointi) ja sisänurkkien vaikea ruiskutus. (Tikkurila 2009)



## 4 TULOKSET JA POHDINTA

Suunnittelun ja tutkimisen tuloksena syntyi kaksi hyväksi todettua erilaista pintakäsittelyprosessin tehostamisratkaisua. Nämä ovat ruiskurobotti ja kevyt käsin liikutettava riippulinja kahdella käsiruiskupisteellä.

Muita mielenkiintoisia tutkittuja asioita olivat UV-kovettuvat lakat, sähköstaattinen ruiskutus ja moottoroidut valmiit riippulinjaratkaisut.

Työssä saavutettiin sille asetetut tavoitteet, sillä pintakäsittelyprosessin tehostamistavat ovat nykyistä tehokkaampia ja uudet ratkaisut ovat työntekijöille ergonomisesti miellyttävämpiä.

### 4.1 Ruiskurobotit

Ruiskuroboteista valitsimme tutkittavaksi karuselliversion GR 630 G, sillä linjalle asennettava robottimalli vaatisi automaattilinjan, jonka hankkiminen nykytiloihin ei ole järkevää sen suuren kokonsa vuoksi.

Tutkiessani pintakäsittelyrobotin toimintaa kävi ilmi, että robotilla saavutetaan huomattavasti suurempi pintakäsittelyprosessin tehokkuus nykyiseen käsiruiskutukseen verrattuna. Tämä johtuu pintakäsittelyrobotin suuresta käsittelynopeudesta ja sen tarkasta pintakäsittelyaineen annostelusta. Totesimme myös työpaikkaohjaajan kanssa, että tämä on sellainen ratkaisu, jolla pintakäsittelyn tehostamista saadaan aikaan.

Yritys päätti toistaiseksi jättää robotin hankkimisen, sillä sen hankintakustannukset ovat se verran suuret.

## **4.2 Kevyt käsinliikuteltava riippulinja ja toinen käsiruiskupiste**

Työpaikkaohjaajan toiveesta suunnittelin kaksi erilaista käsin liikuteltavaa kevyttä riippulinjaratkaisua, sekä toisen käsiruiskupisteen. Näillä ratkaisuilla saadaan pintakäsittelyprosessiin tehokkuutta edullisin kustannuksin. Riippulinjalle mahtuu kappaleen koosta ja linjatyypistä riippuen 25 – 35 tuotetta.

Tällä pintakäsittelyn tehostamismenetelmällä saavutetaan noin kaksinkertainen kapasiteetti verraten nykyiseen menetelmään. Tämä johtuu pääosin toisesta ruiskutuspuisteesta, mutta myös kevyt riippulinja tuo nopeutta ja tehokkuutta pintakäsittelyyn. Linjan tehokkuus perustuu siihen, että kaikki käsiteltävät tuotteet voidaan nostaa linjalle kerralla, jolloin nykyiset tuotteiden siirtelyt jäävät pois.

## **4.3 Valmiit riippulinjaratkaisut**

Valmiit riippulinjaratkaisut olivat yksi suuri perehtymisen kohde. Jos pintakäsittely hoidettaisi robotilla, joka ohjaa riippulinjaa, työntekijän tehtäväksi jäisi tuotteiden ripustaminen linjalle sekä niiden poistaminen linjalta. Tällä menetelmällä pintakäsittely toimisi katkeamattomasti, jolloin kapasiteettia saataisiin nostettua ja pintakäsittelyprosessi tehostuisi huomattavasti.

Tämä vaihtoehto olisi todella hyvä, ilman sen yhtä ongelmaa. Sen suurin ja ratkaisevin ongelma oli suuren tilan vievä laitteisto, jonka sijoitus nykyisiin tiloihin ei olisi järkevää. Automaattinen riippulinja ja robotti saataisiin kyllä mahtumaan nykyisiin tiloihin, mutta maalaamossa käytössä olevan valukoneen käyttö olisi tällöin mahdotonta tilanpuutteen vuoksi. Tästä syystä automaattiset moottoroidut riippulinjaratkaisut jäivät pois tehostamissuunnitelmasta.

#### 4.4 UV- kovettuvat lakat

Yksi tutkittava asia oli UV-kovettuvat lakat, jotka tuovat tehokkuutta kuivumisnopeutensa ansiosta (katso kohta 3.4.2). Ongelmaksi kuitenkin osoittautui lakan kuivaaminen kokonaisen tuotteen käsittelyssä, jolloin UV-valo pitäisi saada suunnattua tuotteen jokaiseen käsiteltävään kohtaan. Tämä on kuitenkin lähes mahdotonta toteuttaa ja jokaisen erilaisen tuotteen kohdalla UV-valo pitäisi suunnata erilailla. Tämän ongelman takia UV-kovettuvat lakat jäivät pois pintakäsittelyn tehostamissuunnitelmasta.

#### 4.5 Sähköstaattinen ruiskutus

Sähköstaattinen ruiskutus oli asia, joka herätti paljon mielenkiintoa ja ”toivon kipinöitä”. Sähköstaattinen ruiskutus on nopea, koska tuotetta ei tarvitse käsitellä joka puolelta. Tämä johtuu siitä, että pintakäsittelyaine kulkee sähköstatiikan avulla kappaleen taaksekin. Tämä ruiskutustapa olisi n.12 % tehokkaampi, kuin nykyinen AIRMIX-ruiskutus.

Ongelmia kuitenkin ilmeni, sillä puun huonon sähkönjohtavuuden takia kappaleen maadoitus on vaikea toteuttaa. Huonon maadoituksen takia sähköstatiikasta ei ole hyötyä. Myös ilman kosteudella on suuri merkitys sähköstaattisen ruiskutuksen toiminnassa, joka olisi vaatinut ilmankostuttimien asennusta maalaamotiloihin. Kolmas heikkous sähköstaattisessa ruiskutuksessa on käsiteltävän tuotteen sisänurkkien pinnoitus, jonne pintakäsittelyaine ei tahdo mennä. Nämä olivat suurimmat asiat, joiden pohjalta päätimme yrityksen kanssa jättää sähköstaattisen ruiskutuksen pois pintakäsittelyn tehostamisen menetelmistä.

## LÄHTEET

Ari Jussila, Kalervo Kuikka, Matti Mononen, Matti Voutilainen, Martti Vuorenmaa. 1999. Puutekniikka 3, tuotantotekniikka. 1.-2. painos. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy

RTV-Yhtymä Oy. 10.9.2009. AIRMIX –ruiskutus. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rtv.fi/kone-ja-pintakaesittelyosasto/kremlinrexson/ruiskutuslaitteet/airmix-ruiskutus>. Luettu 19.1.2010.

RTV-Yhtymä Oy. 10.9.2009. Hajotusilmaruiskutus. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rtv.fi/kone-ja-pintakaesittelyosasto/kremlinrexson/ruiskutuslaitteet/hajotusilmaruiskutus>. Luettu 19.1.2010

Algol Technics Oy. 22.12.2005. Hjort Conveyor riippukuljettimet. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.algoltechnics.fi/files/algoltechnics/esitteet/Hjort\\_Conveyor\\_riippukuljettimet.pdf](http://www.algoltechnics.fi/files/algoltechnics/esitteet/Hjort_Conveyor_riippukuljettimet.pdf). Luettu 20.1.2010.

Pinteco Intutrade group. 5.5.2008. CMA Maalausautomaatio. Www-dokumentti. Saatavissa: [www.pinteco.fi/files/pinteco/pdf/Pinteco\\_CMA\\_maalausautomaatio.pdf](http://www.pinteco.fi/files/pinteco/pdf/Pinteco_CMA_maalausautomaatio.pdf). Luettu 19.1.2010

Tikkurila Oy. 11.9.2009. Puun teollinen pintakäsittely. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.tikkurila.fi/files/4265/Puun\\_teollinen\\_pintakasittely\\_2009.pdf](http://www.tikkurila.fi/files/4265/Puun_teollinen_pintakasittely_2009.pdf). Luettu 20.1.2010

Algol Technics Oy. 28.1.2009. Hjort conveyor ab. Www-dokumentti. Luettu 21.1.2010.

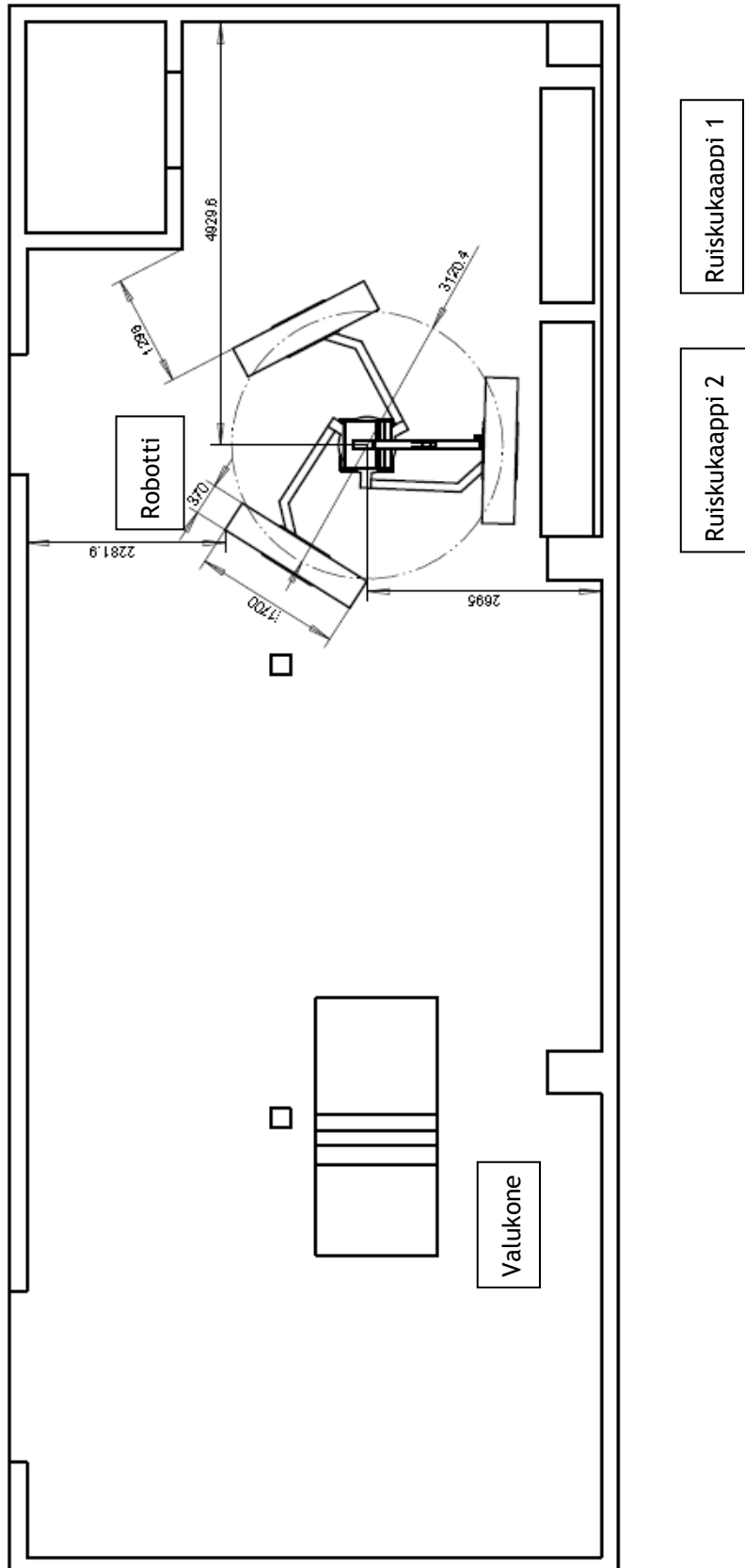
5.3.2009. Akvilac topas 20, 40 Vesiohenteinen polyuretaaniakrylaattilakka.

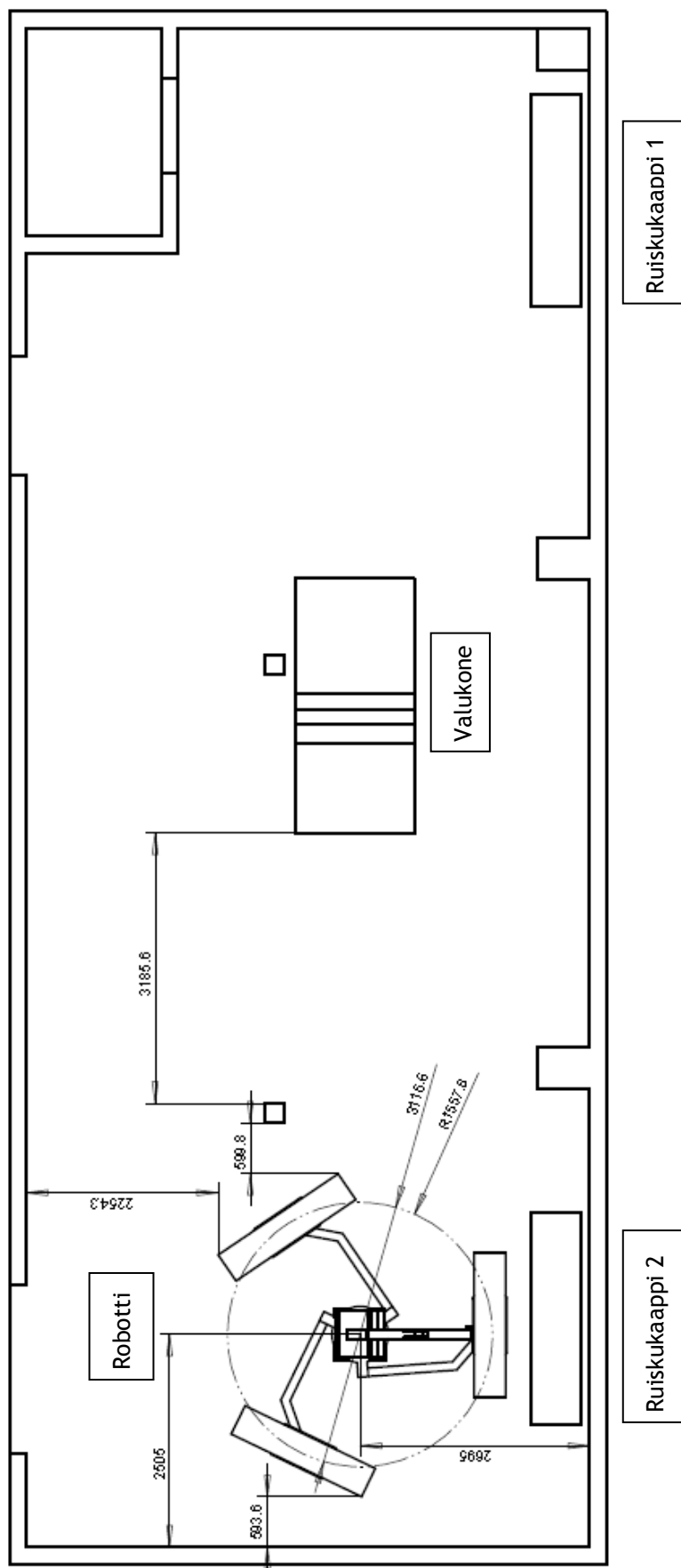
Tikkurila Oyj. Www-dokumentti. Saatavissa:

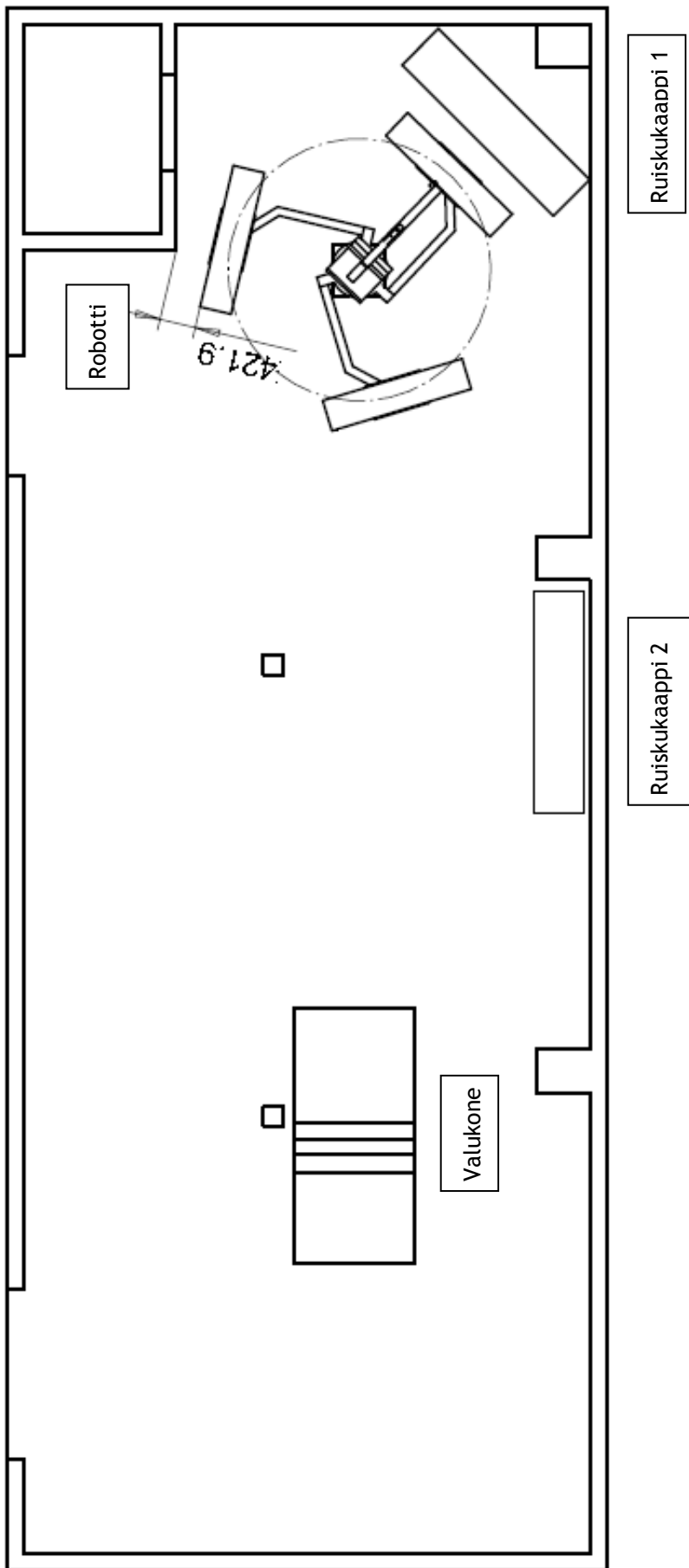
[http://www.tikkurila.fi/teollinen\\_maalaus/puuteollisuus/puuteollisuuden\\_tuotteet/tuoteselosteet\\_ja\\_ktt\\_t/vesiohenteiset\\_tuotteet/sisakayttoon/akvilac\\_topas\\_20\\_40\\_%28akvi\\_topas\\_20\\_40%29.2650.shtml](http://www.tikkurila.fi/teollinen_maalaus/puuteollisuus/puuteollisuuden_tuotteet/tuoteselosteet_ja_ktt_t/vesiohenteiset_tuotteet/sisakayttoon/akvilac_topas_20_40_%28akvi_topas_20_40%29.2650.shtml). Luettu 24.3.2010

# LIITTEET

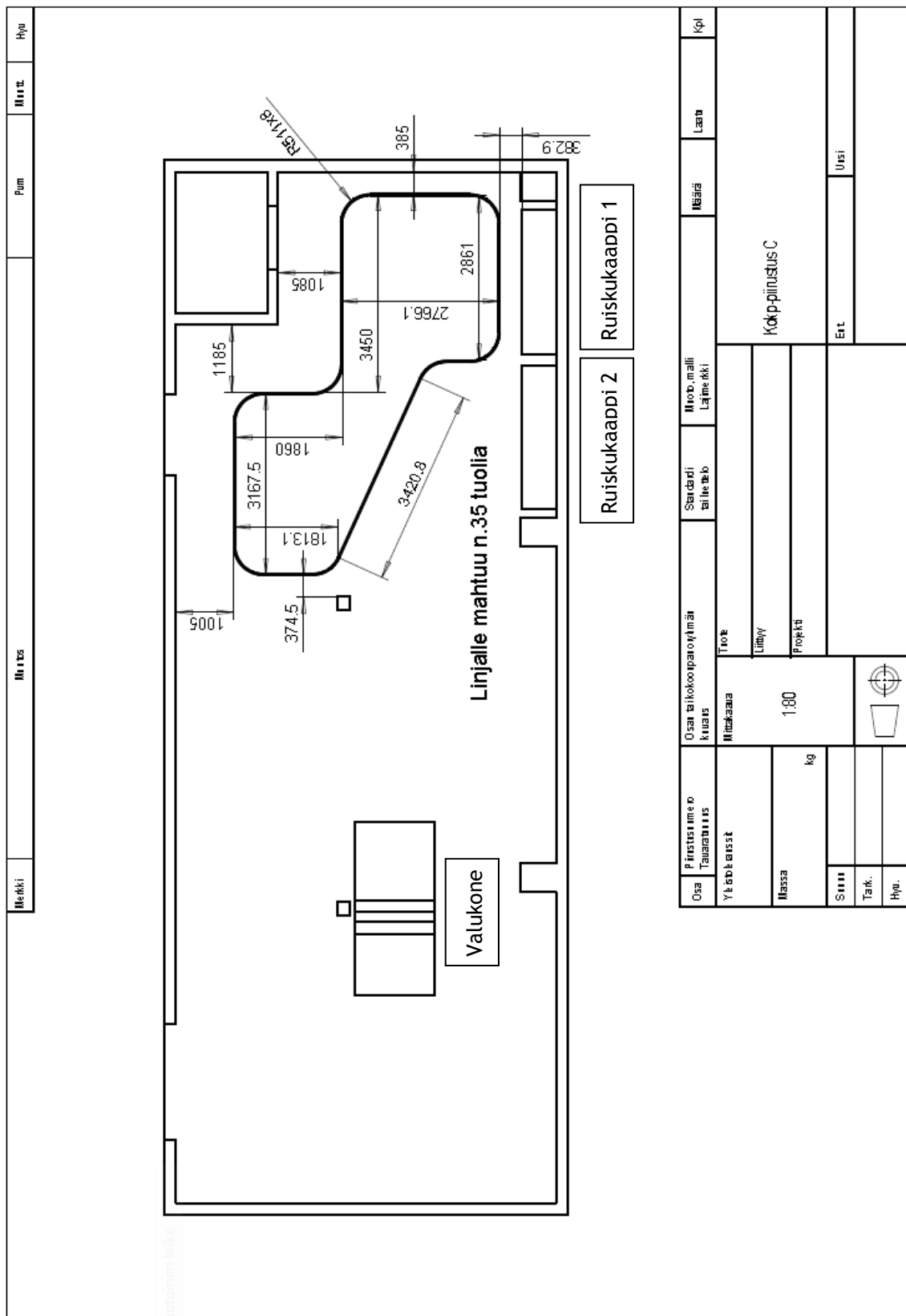
Liite1

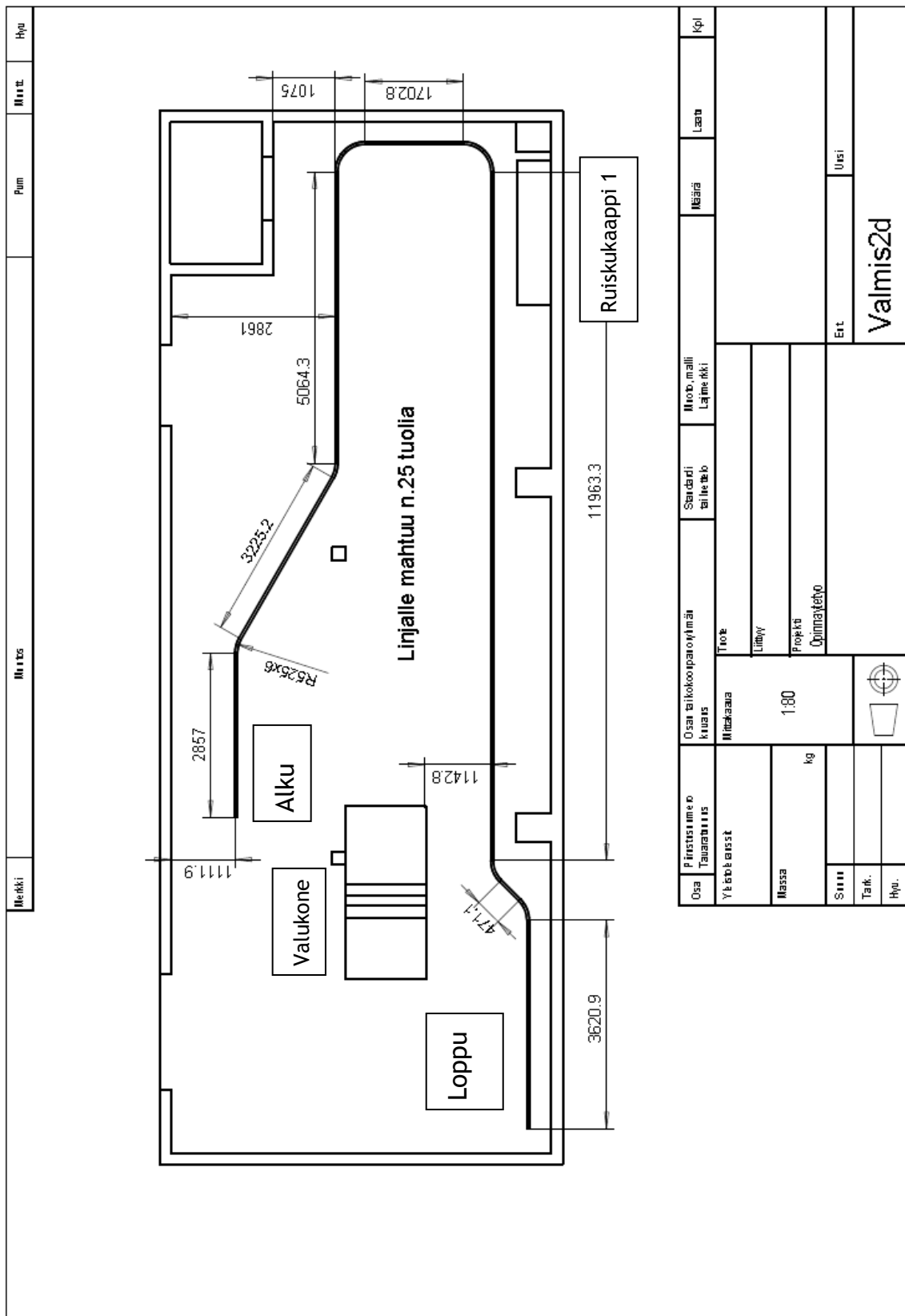


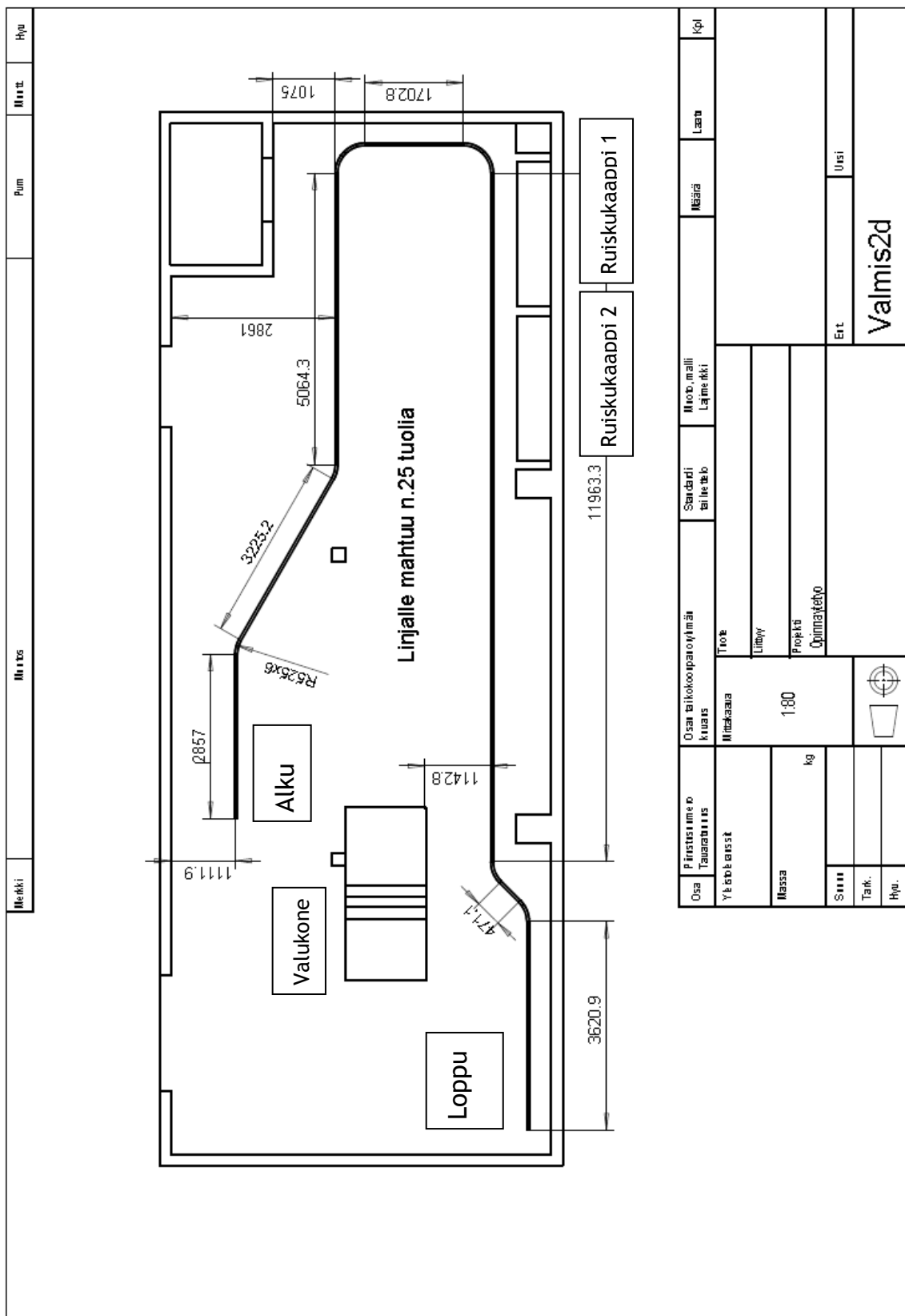












Merkit		Mittaus		Pum	Muut	Hyo
Osa	Päätösmerkinnät	Osa- tai kokopainoytimäärät	Standardi	Muoto, malli	Määrä	Laatu
Yleiset erist		Määrä	Laatu	Laatu	Määrä	Laatu
Massa	kg	1:80				
Suuri						
Tark.						
Hyo.						
				Erist		Uusi
						Valmis2d