

Tomi Kivistö-Rahnasto

Hitsausrobotisolun suunnittelu

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikka



## SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

### OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Seinäjoen ammattikorkeakoulu  
Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Tomi Kivistö-Rahnasto

Työn nimi: Hitsausrobotisolun suunnittelu

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 42

Liitteiden lukumäärä: 4

---

Tuotannon automatisointi on tulevaisuudessa edellytys kilpailukykyiseen toimintaan teollisuudessa. Hitsauksen robotisoinnilla pystytään takaamaan tasainen laatu ja lyhyet tuotantoajat.

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää toimiva robottihitsausjärjestelmä kauhan hitsaukseen HelaSteel Oy:lle. Työssä tarkastellaan hitsausrobotisoluun kuuluvia laitteita ja perehdytään niiden toimintaan. Työn avulla saa hyvän käsityksen mitä robottihitsaussoluun kuuluu ja miten tällainen solu toimii. Teoria osiossa käsitellään hitsauksen robotisoinnin tuomia mahdollisuuksia ja vaatimuksia kauhan hitsaukseen.

Työssä käydään läpi erilaisia mahdollisuuksia hitsausrobotisolun toteuttamiseksi yrityksessä. Työssä selvitettiin myös yrityksessä olevan robotin käyttömahdollisuuksia robottihitsaussoluun ja tarkastelimme neljän robottitoimittajan antamia kokonaistarjouksia hitsausrobotisoluista. Työssä käydään läpi investoinnin kannattavuutta ja miten robotisolu saadaan parhaiten tehokkaaseen tuotantokäyttöön. Työssä löytyy toteuttamiskelpoinen ratkaisu, jolla kauhojen hitsaus pystytään automatisoimaan.

Asiasanat: robotiikka, teollisuusautomaatio, hitsaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author: Tomi Kivistö-Rahnasto

Title of the thesis: Design of a welding robot cell planning

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2010

Number of pages: 42

Number of appendices: 4

---

The production automation is a prerequisite for the future competitive production in the industry. With the robotic welding we are able to guarantee the consistent quality and short production times.

The purpose of this thesis was to find a workable robot welding system for HelaSteel Oy. The thesis examines the robotic welding equipment within the cell and helps to find out their working. The work gives a good view what the robot welding cell is and how such a cell operates. The theory section deals with the robotic welding, the opportunities and requirements for welding the bucket.

The thesis examines the various possibilities for the robotic welding cell to be implemented in the company. The thesis also handles the old robot which is in the company and examines its suitability for the project. There are also four robot welding cell offers from the robot suppliers. The thesis examines the profitability of the investment and how the robot cell can be the most efficient at the production. At the end there can be found a viable solution for the automated bucket welding.

Keywords: robotics, industrial automation, welding

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

## SISÄLLYS

### KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 YRITYSESITTELY</b> .....	<b>9</b>
<b>3 YLEISTÄ TEOLLISUUSROBOTEISTA</b> .....	<b>10</b>
3.1 Rakenne .....	11
3.2 Ohjausjärjestelmät.....	12
<b>4 ROBOTTIHITSAUS</b> .....	<b>14</b>
4.1 Ohjelmointi.....	14
4.2 Ohjaustavat .....	15
4.3 Ohjelmointitavat.....	16
4.4 Hitsaus.....	17
4.5 Reaaliaikainen radankorjaus .....	18
4.6 Tiedonkeräys .....	19
<b>5 KAPPALEENKÄSITTELYLAITTEET</b> .....	<b>20</b>
5.1 Vaatimukset.....	22
5.2 Ohjaus .....	23
<b>6 ROBOTISOLUN SUUNNITTELU</b> .....	<b>24</b>
6.1 Alkutilanne .....	24
6.2 Hitsauksen automatisoinnin perusteet .....	25
6.3 Hitsattavat tuotteet.....	26
6.4 Robotisoinnin vaatimukset hitsattaville kappaleille .....	27
6.5 Alkuselvitys.....	28
6.6 Robottisolun toteuttamisen vaihtoehdot.....	30
6.7 Robottitoimittajien tarjoamat vaihtoehdot.....	31
6.7.1 Motoman.....	31
6.7.2 Finnrobotics .....	32
6.7.3 Robotion Oy.....	33

6.7.4 Pemamek Oy .....	34
6.8 Tarjousten yhteenveto .....	35
<b>7 KANNATTAVUUS .....</b>	<b>36</b>
<b>8 YHTEENVETO.....</b>	<b>39</b>
<b>9 OMAT POHDINNAT .....</b>	<b>40</b>
<b>LÄHTEET.....</b>	<b>41</b>
<b>LIITTEET.....</b>	<b>43</b>

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Teollisuusrobotti ja tavanomaisimmat komponentit. (Kuivanen 1999, 13.) .....	10
Kuvio 2. Nykyaikaisen 6-akselisen käsivarsirobotin liikkuvat akselit. (Aaltonen ym. 1997, 147.).....	11
Kuvio 3. Pisteohjaus. (Keinänen ym. 2001, 315.) .....	16
Kuvio 4. Rataohjaus. (Keinänen ym. 2001, 315.).....	16
Kuvio 5. Digitaalinen ohjaus. (Keinänen ym. 2001, 315.).....	16
Kuvio 6. Hitsausasennon vaikutus hitsausaikaan(v-pystypiena, f-alapiena, D jalkopiena). (Lempiäinen ym. 2003, 86.) .....	20
Kuvio 7. L-pöytä. (Motoman 2010. Liite1.) .....	21
Kuvio 8. Grillipöytä. (Finnrobotics 2010.) .....	21
Kuvio 9. Fanucin kaksiakselinen pyörityspöytä. (Seamk konelaboratorio 2010.)..	22
Kuvio 10. Hitsausjigin luonnos. ....	22
Kuvio 11. Luiskakauha. (Eurosteel 2010.) .....	26
Kuvio 12. Kuokkakauha 15–25 tonnia. (Eurosteel 2010.) .....	27
Kuvio 13. Kaapelikauha. (Eurosteel 2010.).....	27
Kuvio 14. 1800 luiskakauha ja Fanuc 100i robotti.....	29

Kuvio 15. Motomanin hitsaussoluratkaisu. (Motoman 2010. Liite1.) .....	32
Kuvio 16. Finnroboticsin hitsaussoluratkaisu (Finnrobotics 2010.) .....	33
Kuvio 17. Robotion Oy:n robottisoluratkaisumalli. (Robotion Oy 2010.).....	34
Kuvio 18. Pemamek Oy:n robottisoluratkaisu. (Pemamek 2010.).....	35
Kuvio 19. Hitsauksen automatisoinnin kustannustehokkuus vertailu. (Leino 2008.) .....	37
Taulukko 1. Palkkakustannussäästöt vuodessa.....	38
Taulukko 2. Takaisinmaksuaika taulukko.....	38

## 1 JOHDANTO

Tässä työssä on tarkoituksena löytää Helasteel Oy:lle hitsausrobottijärjestelmä jolla voidaan hitsata Eurosteel Oy:n tuotevalikoimassa olevia kauhoja. Työssä selvitetään myös hitsausrobottijärjestelmien toimilaitteet ja niiden toimintaperiaatteet. Kauhat hitsataan nykyisin täysin käsihitsauksena ja nyt halutaan löytää heftauksen jälkeiseen hitsaukseen automatisoitu ratkaisu. Työstä tutkitaan mahdollisia ratkaisuja automatisoinnille ja pyritään löytämään toteuttamiskelpoinen järjestelmä yritykseen. Työssä tarkastellaan edellytyksiä hitsausrobottisolun hankinnalle tuotannon sekä taloudellisten näkökulmien puolesta.



## 2 YRITYSESITTELY

Helasteel Oy on perustettu vuonna 1989 ja se aloitti toiminnan nimellä Juha Lemponen OY. Yritys toimii keskiraskaan teollisuuden järjestelmätoimittajana. Ensimmäiset toimitilat olivat omakotitalon kellarissa, jossa valmistettiin hitsaamalla pienimuotoisia alihankintatöitä Pellonpaja Oy:lle. Toiminnan kasvaessa yritys vuokrasi naapurista 80 m<sup>2</sup> hallitilan. Tuolloin myös asiakaskunta kasvoi vauhdilla. Uusia asiakkaita olivat Lakeuden Kylmäkeskus OY, Junkkari Oy sekä Veljekset Alatakari Oy.

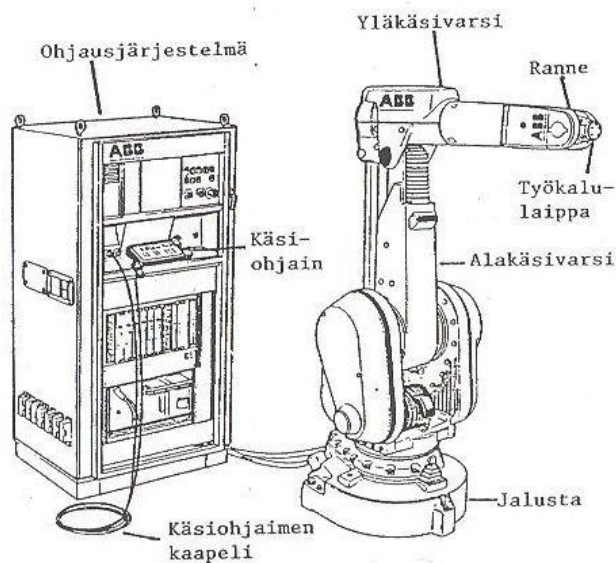
Yritys muutti omiin 200 m<sup>2</sup>:n toimitiloihin keväällä 1990. Tällöin aloitettiin myös sahauspalvelu Maaseudun Kone Oy:lle, joka valmistaa Valtra-traktoreiden turvaohjaamoja. 90-luvun puolivälissä Maaseudun Kone Oy:n lisääntynyt tuotanto lisäsi myös Helasteel Oy:n tuotantoa, minkä johdosta yritys laajensi toimitiloja ja palkkasi uusia työntekijöitä. Vuonna 1996 Helasteel Oy siirtyi Ylihärman kunnan perustamaan Steelparkkiin, josta yritys vuokrasi hallin. Samaan aikaan myöskin asiakaskunta laajeni.

Vuonna 2005 yrityksen toiminta muuttui, kun Alajoki yhtymä Oy osti enemmistön Juha Lemponen Oy:n osakkeista ja tuli näin suurimmaksi omistajaksi. Yritysoston yhteydessä yrityksen nimi vaihtui Helasteel Oy:ksi. Samaan aikaan asiakaspohja uudistui ja vanhoja asiakkaita karsittiin pois. Tärkeimpiä jäljelle jääneitä asiakkaita olivat ABB, Maaseudun Kone, Rocla, Leguan, Logistep sekä Rautaruukki.

Helasteel fuusioitui 1.10.2008 seinäjokelaisen Eurosteel Oy:n kanssa. Eurosteel Oy on vuonna 1989 perustettu Eurosteel Group -konserniin kuuluva metalliteollisuuden sopimusvalmistaja, jonka tuotteisiin ja palveluihin kuuluvat mm. kaivinkoneiden kauhat ja varusteet sekä teräsosien terminen ja mekaaninen leikkaus ja särmäys. Yrityksillä ei ollut päällekkäisiä liiketoimia, vaan fuusiolla pyrittiin vähentämään riippuvuuksia sekä täydentämään Helasteelin tuotantoa pidentämällä arvoketjua. Fuusion jälkeen hitsauksissa tarvittavat polttoleikkeet olivat osa omaa tuotantoa, kun ennen ne ostettiin ulkopuolisilta.

### 3 YLEISTÄ TEOLLISUUSROBOTEISTA

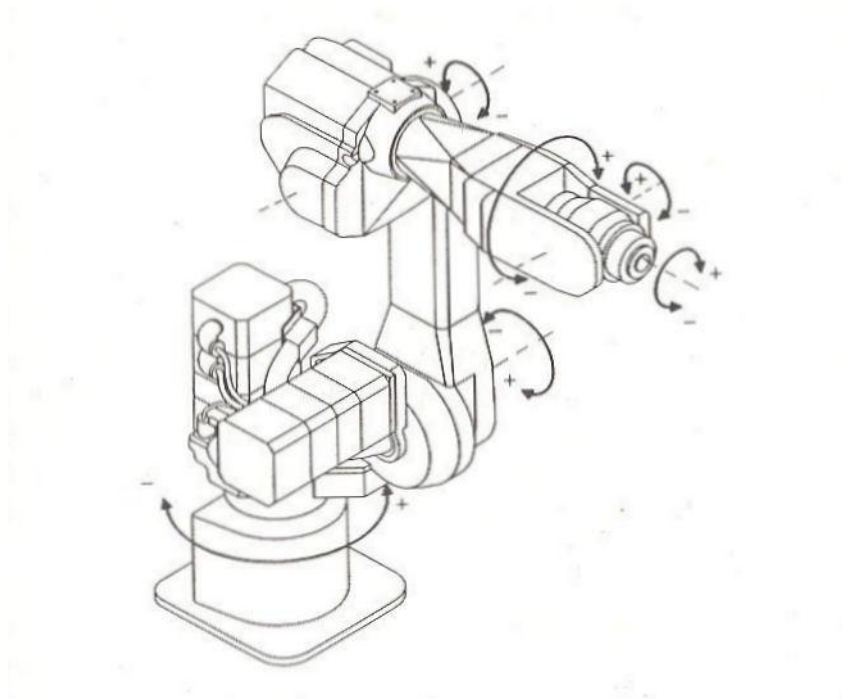
Robotti määritellään uudelleen ohjelmoitavaksi laitteeksi, jossa on vähintään kolme liikkuvaa niveltä. Robotilla tulee pystyä suorittamaan erilaisia sille suunnattuja tehtäviä. Nykyaikaisessa teollisuusrobotissa on kuusi vapausastetta, joista kolme on kiertyviä akseleita. Tällaisella robotilla työkalu saadaan mielivaltaiseen asentoon robotin mekaanisen liikkuvuuden rajoissa. Robotin tekemä liikerata voidaan määrittää tarkasti ohjelmoimalla tai se voi perustua aistinjärjestelmän avulla luotuun reaaliaikaiseen liikeradan muodostukseen. (Kuivanen 1999, 13.) Hitsauksessa yleisin liikeradan reaaliaikaista muutosta hyväksi käyttävä järjestelmä on railon seuranta. Se tulee tarpeelliseksi, kun hitsattavien kappaleiden mitoissa esiintyy poikkeamia. Tällöin robotille muodostetaan todellinen hitsausrailon sijainti, jota pitkin robotti voi hitsata. Reaaliaikaista liikeradan muodostusta käytetään myös hitsausrailon haussa. Railonhakulaitteilla voidaan löytää tarkka hitsauksen aloituspaikka. (Kankaanranta & Moilanen 2010.)



Kuvio 1. Teollisuusrobotti ja tavanomaisimmat komponentit. (Kuivanen 1999, 13.)

### 3.1 Rakenne

Teollisuusrobotti rakentuu oman kiertyvän jalustan päälle. Jalustaan on kiinnittynään tukivarsia, jotka liikkuvat toistensa suhteen tietyn suoran suunnassa tai suoran ympäri. Tukivarsia liikutellaan servomoottoreiden avulla, joista voima välittyy yleensä hammaspyörästöjen ja/tai työntötankojen välityksellä tukivarsiin. Nykyaikaisessa käsivarsirobotissa on kuusi vapausastetta, jotka on havainnollistettu kuviossa 2. Hitsauksessa tällaisella robotilla saadaan hitsausasennosta optimaalinen ja robotti ulottuu hitsaamaan ahtaisiinkin paikkoihin. Periaatteessa kuudetta akselia ei tarvita, koska hitsauslangan pyörähtämisellä akselinsa ympäri ei ole merkitystä. Kuudetta akselia kuitenkin hyödynnetään yleisesti siten, että hitsauspistooli on taitettu kuudennen akselin suhteen pieneen kulmaan, jolloin sitä pyörittämällä hitsauspistoolin kärkikin kääntyy. (Kuivanen 1999, 15–17.)



Kuvio 2. Nykyaikaisen 6-akselisen käsivarsirobotin liikkuvat akselit. (Aaltonen ym. 1997, 147.)

### 3.2 Ohjausjärjestelmät

Robotin ja muiden robotin kanssa yhdessä toimivien laitteiden hallinta tapahtuu ohjausjärjestelmän kautta. Ohjausjärjestelmän ydin on reaaliaikainen prosessitietokone, joka voi ohjata toimilaitteita tuhansia kertoja sekunnissa, se pystyy myös reagoimaan millisekunneissa järjestelmään kytketyiltä aistielimiltä tuleviin viesteihin. Ohjausjärjestelmä tulkitsee ohjelman komennot liikekäskyiksi ja lähettää oikealle toimilaitteelle ohjauskäskyn, joka reagoi käskyyn ohjelmaan kirjatulla tavalla. Ohjausjärjestelmä ymmärtää muualla tehdyn ohjelman. Ohjausjärjestelmä tarkkailee myös robotin sisäistä toimintaa, jota kutustaan itsediagnostiikaksi. (Kuivanen 1999, 34.)

Ohjausjärjestelmä koostuu tavallisesti seuraavista osista:

- keskusyksikkö
- massamuisti
- käsiohjain
- liitännät ulkoisia tietokoneita varten
- nivelkohtaiset servotoimilaitteet
- teholähteet, joilla sähkönsyöttö integroidaan yhteensopivaksi järjestelmän kanssa.

Robottien ohjausjärjestelmät ovat yleisesti suljettuja ohjauksen osalta. Tästä johtuen robottiin ulkoisiksi akseleiksi integroitujen laitteiden käyttö rajoittuu vain valmistajan tarjoamiin ratkaisuihin. (Kuivanen 1999, 34.)

Robotti ja servomoottoreilla toimivat hitsauspöydät liitetään keskusyksikköön niiden ohjauskaapeleilla. Hitsausvarustus räätälöidään kulloinkin käyttöön tulevalle hitsausvirtalähteelle tapauskohtaisesti, jonka vuoksi se on hieman monimutkaisempaa kuin itse robotin kytkeminen keskusyksikköön. Hitsauksen perusohjaus, johon kuuluvat virta, langansyöttö ja hitsausjännite, voidaan järjestää kahdella

analogisella lähdöllä. Robotin ohjausjärjestelmän syöttöjännite tulee kuitenkin kalibroida vastaamaan virtalähteen arvoja. Tällöin hitsausohjelmaa tehtäessä voidaan käyttää todellisia jännite, ja virta-arvoja. Analogialähtöjen lisäksi tarvitaan vähintään yksi digitaalilähtö, jolla voidaan ohjata langan syöttöä, joka vastaa käsihitsauksen liipaisinpainallusta. (Keinänen ym. 2001, 374.)

## 4 ROBOTTIHITSAUS

Hitsausrobottisoluuun kuuluvat robotti, robotin hitsausvarustus, hitsauspöytä, ohjausjärjestelmä, turvalaitteet ja savukaasujen poistojärjestelmä. Näiden lisäksi soluun tarvitaan hitsausjigi, railon haku ja railon seuranta sekä muut halutut lisätoiminnot. Järjestelmän ohjelmointi ja tietoliikenneyhteydet kuuluvat myös olennaisena osana robottihitsaussoluun. (Keinänen ym. 2001, 373.)

### 4.1 Ohjelmointi

Ohjelmoinnin päätehtävä on saada robotin työkalu liikkumaan halutulla tavalla. Ohjelmoinnin toinen keskeinen tavoite on saada robotti liikkumaan synkronissa muiden ympärillä olevien laitteiden kanssa, jotka toimivat osana robotin tuotantoa. Ohjelmointi tapahtuu antamalla robotille numeerinen liikeinformaatio, jonka robotin mekaniikka tulkitsee liikkeiksi. Robotiikan ohjaus tapahtuu samalla periaatteella kuin NC-tekniikassa. (Keinänen ym. 2001, 313.)

Robotin ohjausperiaatteet vaihtelevat merkeittäin. Ohjauksen pääperiaate on kuitenkin antaa robotille liikekäsky, jossa määritellään nopeus ja robotin tekemä liike. Liike määritellään yleensä pisteinä tai pisteurina ja robotin vapausasteiden käyttö vaihtelee myös liikettä tehdessä. (Keinänen ym. 2001, 313.)

Robottihitsausjärjestelmän ohjelmointi tapahtuu modulaarisesti. Hitsausohjelma on varsinainen tuotanto-ohjelma, jolla hitsataan kappaleet. Hitsausohjelma sijaitsee pääohjelman alaisuudessa, joka pyörii aina saman kaavan mukaan. Pääohjelmaan on tehty aliohjelmiä, jotka robotti suorittaa samassa järjestyksessä. Robotin aliohjelmiin voi kuulua esimerkiksi hitsauspolttimen puhdistusohjelma, pöydänkääntö ja panostus- ja purkupisteeseen sekä kotiasemaan siirtyminen. Kun pääohjelma on tehty hyvin, voidaan kaikki hitsausohjelmat tehdä sen alaisuuteen. Tällöin pääohjelmaan valitaan oikea hitsausohjelma kulloinkin hitsattavalle kappaleelle. (Keinänen ym. 2001, 378.)

Käytännön tasolla hitsausrobotin ohjelmointi tapahtuu siten, että aivan aluksi robotin ohjaukselle määritellään työkalupiste. Työkalupiste sijaitsee hitsauspistoolin päästä lähtevän noin 10 mm:n pituisen vapaalangan kärjessä. Tämän jälkeen robotille määritellään kotiasema josta robotti lähtee liikkeelle ja johon se myös lopettaa ohjelman. Robotin liikkeet tapahtuvat joko siirtymäliikkeinä, lähestymisliikkeinä tai työliikkeinä. Robotti lähestyy työkohdetta maksimaalisella nopeudella ja hitsauksessa noin 100 mm ennen hitsauksen aloituspistettä siirrytään lähestymisliikkeeseen. Tämä liike tehdään noin 300 mm/s:n nopeudella, jolloin voidaan varmistaa riittävä tarkkuus saavuttaessa hitsauspisteeseen. Hitsauksen aloituspisteessä määritellään aluksi hitsauksessa käytettävät arvot. Tämän jälkeen voidaan käynnistää hitsaus ja ohjata robotti hitsauksen lopetuspisteeseen, jossa hitsaus lopetetaan. Lopetuspisteestä poistutaan langansuuntaisesti loittopisteeseen, josta voidaan siirtyä maksimivauhtia takaisin kotiasemaan tai seuraavaan lähestymispisteeseen. Lähestyminen, hitsaus sekä loittopisteeseen siirtyminen tapahtuu yleensä lineaariliikkeellä. Tämä on yksinkertainen esimerkki hitsausrobotin ohjelmoinnissa. Todellisuudessa hitsausliikkeiden geometriat voivat olla monimutkaisempia ja niitä voi olla huomattavasti enemmän. (Keinänen ym. 2001, 382.)

## 4.2 Ohjaustavat

Pisteohjauksella (PTP) robotti liikkuu annettujen pisteiden välillä suoraviivaisesti ilman, että sille annetaan varsinaista liikkeen geometriaa. (Kuvio 3.) Rataohjauksessa (CP) liikeinformaatio annetaan koko työkierron ajan ja liikeinformaatioille voidaan antaa erilaisia nopeuksia. (Kuvio 4.) Digitaalinen ohjaus, jossa määritellään geometria mahdollistaa ohjauksen kahden ohjaustavan välillä. Pisteohjauksessa annetaan riittävän tiheä pistejoukko, jota kone seuraa, tai koneelle annetaan pisteet, joiden väliin määritellään geometria, jota kone seuraa. (Kuvio 5.) (Keinänen ym. 2001, 315.) Hitsauksessa ohjelmointi on yleensä opettamalla ohjelmointia, jossa käyttäjä vie robotin halutun hitsausradan pisteisiin ja tallentaa pisteiden paikkatiedot, liiketapatiedot ja nopeuden. Hitsaus käynnistetään ohjelmaan lisättävällä käskyllä. (Keinänen ym. 2001, 382.)



Kuvio 3. Pisteohjaus. (Keinänen ym. 2001, 315.)



Kuvio 4. Rataohjaus. (Keinänen ym. 2001, 315.)



Kuvio 5. Digitaalinen ohjaus. (Keinänen ym. 2001, 315.)

### 4.3 Ohjelmointitavat

Robotin ohjelmointitapoja on useita ja ohjelmoinnissa voidaan käyttää edellä mainittuja ohjausperiaatteita. Tavanomaisin ohjelmointitapa on opettamalla ohjelmointi, jossa robotille opetetaan liikeradat ja taltioidaan pisteet, joiden kautta robotti liikkuu. Toimilaitteiden ohjaustieto on kiinni auki -tyyppistä, esimerkiksi hitsaus päälle ja pois. Ohjelmat tallennetaan ohjausjärjestelmän muistiin. Opettamalla ohjelmointi tapahtuu fyysisesti robottia liikuttamalla, jolloin se estää robotin tuotantokäytön. Ohjelmien radan tarkkuutta voidaan parantaa geometrinen peruselementtien avulla, kuten ympyrän kaarilla ja spline-käyrinä. (Aaltonen ym. 1997, 147–149.) Hitsausohjelman teko opettamalla vie paljon aikaa; joidenkin arvioiden mukaan yksi minuutti toimivaa ohjelmaa vaatii 15–60 minuuttia ohjelmointityötä. Tästä johtuen kappaleiden hitsausmäärät tulisi olla kohtuullisen suuret. (Keinänen ym. 2001, 382.) Kauhojen hitsausohjelmien tekoa helpottaa kauhamallien tuoteperheisiin perustuva rakenne. Samantyyppisiä kauhoja on saatavilla erilevyisinä, jolloin



niiden päädyt ovat samanlaisia, jolloin saman tuoteperheen kauhoja voidaan hitsata lähes samoilla hitsausohjelmilla. (Kankaanranta ym. 2010.)

Offline-ohjelmoinnilla tarkoitetaan etänä tehtävää ohjelmointia. Etäohjelmoinnissa robottijärjestelmä on mallinnettu tarkasti tietokoneelle ja robotin ohjelma voidaan tehdä tietokoneella valmiiksi. Tällöin ohjelmointiin kuluva aika ei pysäytä robottia, vaan robotti voi olla suuremman ajan tuotantokäytössä. Ohjelma täytyy kuitenkin testata ennen tuotantokäyttöön ottoa. (Keinänen ym. 2001, 382.)

#### **4.4 Hitsaus**

Yleisimpiä robotisoituja hitsausmenetelmiä ovat MIG/MAG-hitsaus, TIG-hitsaus sekä pistehitsaus. MIG/MAG-hitsaus kuitenkin soveltuu parhaiten lisäainetta vaativiin hitsauskohteisiin.

MIG/MAG-hitsaus on puoliautomaattinen hitsausmenetelmä. Lisäainetta syötetään automaattisesti vakionopeudella. Hitsaustapahtuma eristetään suojakaasulla jota syötetään hitsauskohtaan. Lisäainelangan kärjen ja perusaineen välissä palaa valokaari, joka sulattaa lisäainelankaa ja perusainetta. Tällä hitsausmenetelmällä saavutetaan hyvä tuotto ja hitsaus on mahdollista eri asennoissa. MIG/MAG-hitsaus on yleisin robotisoitu hitsausmenetelmä, kun hitsattava tuote vaatii lisäainetta hitsauksessa. (Lepola ym. 2005, 103.)

TIG-hitsaus on kaasukaarihitsausta sulamattomalla hitsaus elektrodilla. Elektrodin ja kappaleen väliin syntyvä valokaari sulattaa perusainetta, johon muodostuu myös hitsisula. Lisäainetta voidaan syöttää kädellä hitsisulaan sivusta vieden. TIG-hitsauksella pystytään hallitsemaan hyvin hitsisulaa ja tunkeumaa, koska valokaari ja lisäaineen tuonti tapahtuu erillään toisista. Hitsattavat ainepaksuudet ovat yleensä alle 6 mm. (Lepola ym. 2005, 159–160.)

Pistehitsaus on puristushitsausta, joka soveltuu hyvin ohutlevyille. Siinä kappaleet ovat päällekkäin ja niiden läpi johdetaan kappaleisiin kiinni puristuvien elektronien kautta sähkövirtaa, joka sulattaa pisteiden kohdalta kappaleet toisiinsa kiinni. Au-

toteollisuudessa käytetään yleensä tämän hitsaustyyppin robottisovelluksia ohutlevyjen hitsauksessa. (Lepola ym. 2005, 14.)

#### **4.5 Reaaliaikainen radankorjaus**

Robottihitsauksessa hitsattavat osat on yleensä koottu yhteen valmiiseen muotoonsa hefteillä, jolloin robotti hitsaa pelkästään lopulliset saumat. Kappale kiinnitetään käsittelypöytään sille määritettyyn paikkaan, jossa kappale hitsataan. Kokoonpanovaiheessa ja kappaleen kiinnityksessä mittoihin syntyy poikkeamia, jolloin hitsauspisteet muuttuvat jonkin verran kussakin kappaleessa. Tämä voitaisiin estää tarkentamalla kokoonpanoa ja kiinnitystä. Helpompi ja toimivampi tapa on kuitenkin käyttää reaaliaikaista radankorjausta eli railonhakua ja -seurantaa. (Kuiivanen 1999, 39.)

Railonseurantatoiminnolla robotti voidaan laittaa seuraamaan hitsattavaa railoa. Tällöin hitsisauma tulee juuri oikeaan paikkaan, vaikka kappaleessa esiintyisikin mittapoikkeamia ja paikoitus epätarkkuutta. Yleisin MIG/MAG- hitsauksessa käytetty railonseurantatapa perustuu hitsausvirran seurantaan. Tämä menetelmä vaatii selkeät hitsauksen railonpinnat toimiakseen. Optisella railonseurannalla voidaan mitata hitsattavan railon tilavuutta, jolloin pystytään hitsaamaan myös mahdollisia ilmarakoja liitoskohdissa, toisin kuin hitsausvirran seurantaan perustuvilla laitteilla. (Hiltunen ym. 2008, 34)

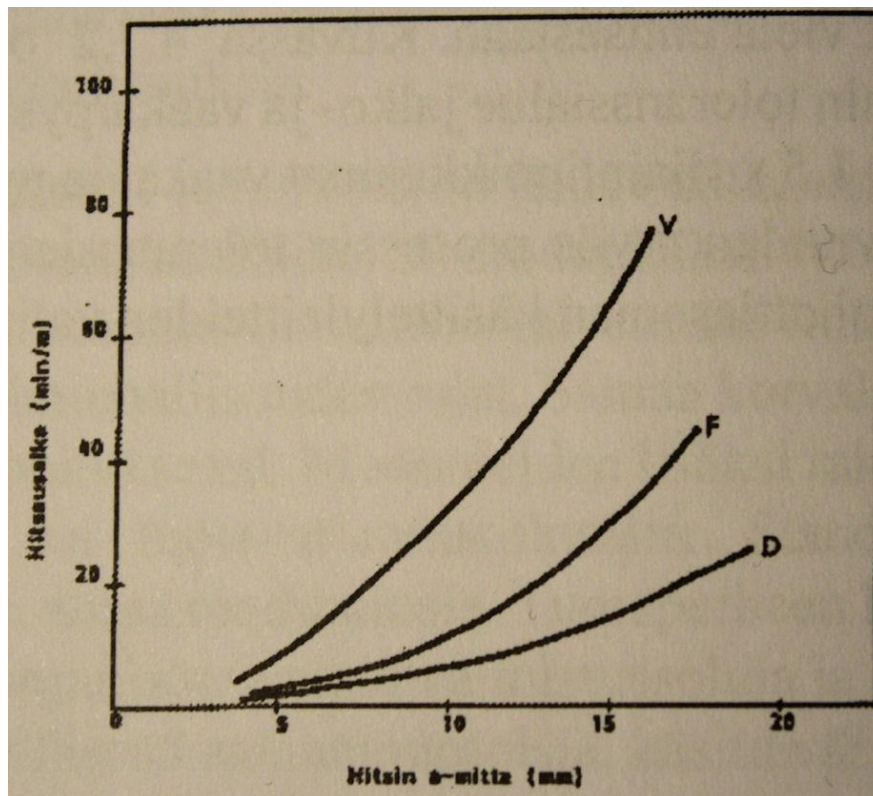
Railonhaussa käytetään yleensä jännitteellistä hitsauslankaa tai hitsauspoltinta. Hitsausrailo löytyy, kun jännitteellinen lanka tai poltin kohtaa railon. Railo haetaan ennen hitsauksen aloitusta ja se vaatii myös hieman aikaa. Railon hakuja kannattaa kuitenkin käyttää, koska se tuo hitsaukseen tasalaatuisuutta. Railojen täytyy olla puhtaita ja oikein muotoiltuja, että haku onnistuu. (Hiltunen ym. 2008, 34.)

## 4.6 Tiedonkeräys

Tiedonkeräysohjelmiston tarkoitus on seurata hitsaustapahtumaa reaaliaikaisesti ja kerätä hitsaustapahtuman tietoja ylös. Hitsaustapahtuman tiedot voidaan tallentaa, jolloin voidaan seurata laatua ja dokumentoida hitsauksen tiedot. Hitsauksen tiedonkeruuseen on olemassa valmistajakohtaisia ohjelmia, joilla voidaan tallentaa PC:lle hitsausparametreja, kuten virta, jännite, nopeus ja paloaikasuhte kappalekohtaisesti. Ohjelmaan tallentuu myös mahdolliset häiriöt ja virheet. Tallennettuja arvoja voidaan tarkastella muistista lukuina ja kuvaajina. Tiedonkeräysohjelmia on saatavilla lisävarusteena robottijärjestelmiin. Mielestäni tällaisen ohjelman hankinta on kannattavaa, koska sillä voidaan todentaa robottiaseman tehokkuus tarkasti. Tällä ohjelmistolla kerättyjen tietojen pohjalta voidaan löytää myös mahdollisia ongelmakohtia, joihin voidaan puuttua. (Kankaanranta ym. 17.03.2010)

## 5 KAPPALEENKÄSITTELYLAITTEET

Jotta robotti voi toimia tehokkaasti tuotannossa, se vaatii ympärilleen oheislaitteita, joiden kanssa yhdessä toimimalla robotin toiminta on tehokkainta. Robotisoidussa hitsauksessa yksi tärkeä oheislaitte on hitsauspöytä, jolla pystytään kääntämään kappale oikeaan hitsausasentoon. Hitsauspöytiä on montaa eri tyyppiä. Nykyisin kappaleenkäsittelylaitteet toimivat yleensä robotin ulkoisina akseleina, jolloin niiden käyttö onnistuu yhtä helposti kuin robotin omien akseleiden käyttö. Kappaleenkäsittelylaitteessa voi olla myös tietyt asemapaikat, joihin se kääntyy, jolloin se kommunikoi ohjausjärjestelmän kanssa I/O-signaaleilla. Tällöin käytettävänä voi olla sähkö, pneumatiikka tai hydraulikka. (Kuivanen 1999. 113.)

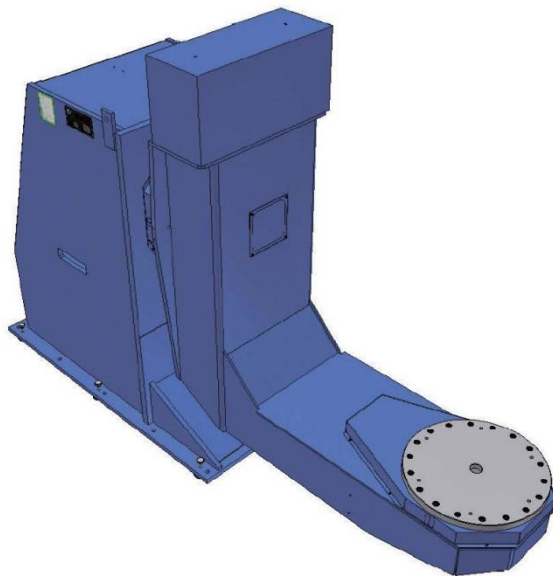


Kuvio 6. Hitsausasennon vaikutus hitsausaikaan (v-pystypiena, f-alapiena, D jalkopiena). (Lempiäinen ym. 2003, 86.)

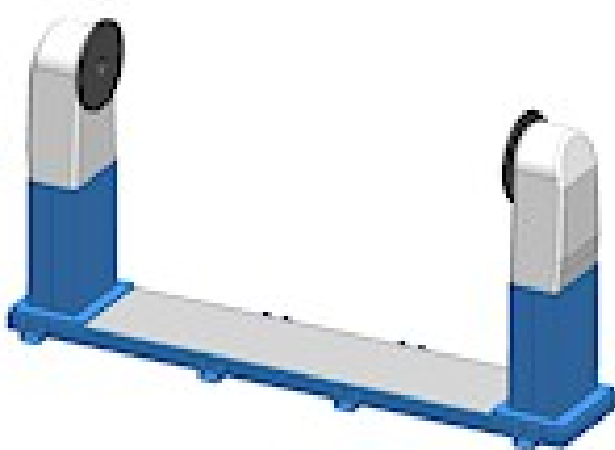
Kuvio 6. antaa hyvän kuvan hitsausasennon merkityksestä hitsausnopeuteen. Hitsausasennon vaikutus kasvaa levyn paksuuden kasvaessa. Tästä syystä kappaleenkäsittelylaitteen oikealla valinnalla on suuri rooli solussa. Alla olevat kuvat (kuviot 7–9) esittävät kolmea erimallista hitsauspöytää. L-pöydässä on kaksi akselia,

joilla kappale saadaan käännettyä haluttuun asentoon. Grillipöydässä on yksi akseli ja siinä kappale asetetaan grillipöydän väliin, jossa hitsattava kappale käännetään oikeaan asentoon. Kaksiakselisessa pyörituspöydässä kappale saadaan käännettyä hyvin haluttuun asentoon. (Keinänen ym. 312, 1999.)

Kuvion 9. pyörituspöytä ei sovellu mielestäni kuitenkaan hyvin kauhan hitsaukseen, koska kauhat ovat kooltaan melko isoja. Tällöin kauhan aiheuttama vääntömomentti kasvaa ja sen myötä pyörituspöydän kokokin kasvaa huomattavasti. Grillipöydässä ja L-mallin pöydässä kappaleen painopiste voidaan saada lähelle pyöritysakselia, jolloin vääntömomentit jäävät verrattaen pieniksi.



Kuvio 7. L-pöytä. (Motoman 2010. Liite1.)



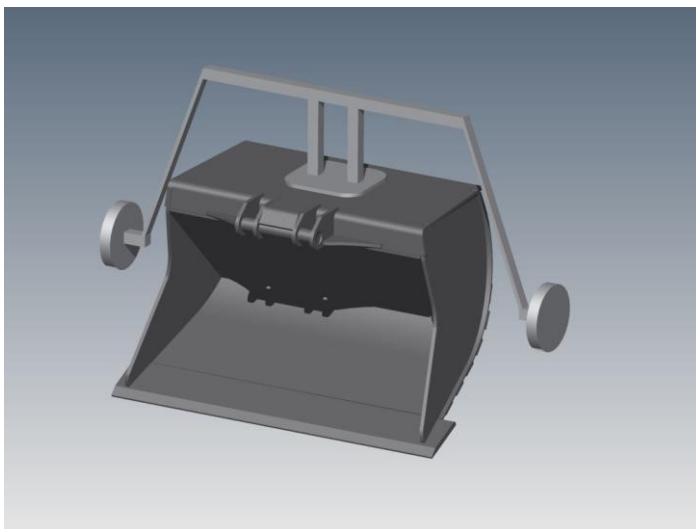
Kuvio 8. Grillipöytä. (Finnrobotics 2010.)



Kuvio 9. Fanucin kaksiakselinen pyörittäjä. (Seamk konelaboratorio 2010.)

### 5.1 Vaatimukset

Kappaleenkäsittelylaite tulee mitoittaa siten että se kestää hitsattavan kappaleen painon ja sen lisäksi hitsausjigin painon. Hitsausjigi kiinnitetään kappaleenkäsittelylaitteeseen ja siihen voidaan kiinnittää nopeasti hitsattava kappale, jolloin asetusajat ovat lyhyet. Kuviossa 10. on luonnos hitsausjigin rakenteen muodosta. Tällainen jigi on mahdollinen ratkaisu grillipöytä-tyyliseen kappaleenkäsittelylaitteeseen. (Nikula. 2010.)



Kuvio 10. Hitsausjigin luonnos.

## 5.2 Ohjaus

Pöytien ohjaukseen käytetään yleensä servomootoreita, jotka toimivat robotin ulkoisina akseleina. Pöydän hallinta tapahtuu robotin ohjaimella ja niiden hallinta on saman tasoista kuin robotin omien akseleiden ohjaus. Ohjausjärjestelmät ovat suljettuja ja niiden tietoliikenne on valmistajakohtainen. Tämä tekijä sitoo kappaleenkäsittelylaitteet robottimerkkeihin. Lisäksi robottivalmistajat uudistavat tietyin väliajoin omia järjestelmiään, jolloin vanhat laitteet eivät välttämättä ole yhteensopivia uusien kanssa. Robotin ja kappaleenkäsittelylaitteen välillä käytetään myös I/O- signaaleja, joilla voidaan ohjalla esimerkiksi jigin automaattista kiinnitystä, mikä vaatii tulo- ja lähtösignaalin. (Kuivanen 1999, 113.)

## 6 ROBOTISOLUN SUUNNITTELU

Robotisointi voidaan jakaa yleensä neljään eri vaiheeseen. Ensiksi tutkitaan automatisoinnin tarve ja kehys, jonka pohjalta laitteistoa voidaan lähteä suunnittelemaan. Hankintavaiheessa keskitytään järjestelmän toimintoihin ja yksityiskohtiin sekä tehdään tarvittavat valmistuspiirustukset. Asennus- ja käyttöönottovaiheessa robotti asennetaan ja otetaan tuotantokäyttöön. Käyttövaiheessa järjestelmä pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Suunnittelu painottuu esisuunnitelmavaiheeseen ja hankintavaiheeseen. (Kuivanen 1999, 93.)

Kauhan hitsauksen automatisoinnin tarpeen perustaksi tulee saada riittävä määrä hitsattavia kauhoja, jolloin robottiaseman käyttöaste saadaan tarpeeksi suureksi. Robottisolulla hitsattavien kauhojen tavoitemääräksi on asetettu 500 kauhaa vuodessa. Tämän kauhamäärän pohjalta voidaan laskea kustannuksia ja sen ansiosta tapahtuvia säästöjä. Hankintavaihe tulee aloittaa järjestelemällä yrityksen toimintatapoja robotisoinnin vaatimalle tasolle. Työntekijöitä tulee tiedottaa robotisoinnista ja auttaa kaikkia ymmärtämään hankkeen tuomat edut ja mahdollisuudet. Kun henkilöstö on motivoituneena mukana robotisoinnissa, sen toteutus on helpompaa. Robotisointi aiheuttaa myös tiettyjä vaatimuksia tuotteisiin, joten tuotanto tulee sopeuttaa robotisoinnin tarpeisiin jo ennen järjestelmän hankintaa. Käyttöönottovaiheessa tulee panostaa resursseja robotin mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön ja sen kehittämiseen. Tuottavuus saadaan tätä kautta nopeasti hyväksi.

### 6.1 Alkutilanne

Yrityksessä valmistettavat kauhat hitsataan nykyisin täysin manuaalisesti. Aluksi kokoonpanovaiheessa kauhat heftataan, jonka jälkeen suoritetaan lopullisten saumojen hitsaus. Kauhojen lopullisten saumojen hitsaus halutaan automatisoida hitsausrobottisolulla. Hitsaukseen on tarkoitus löytää toimiva robottiratkaisu jolla voidaan hitsata aluksi tiettyjä suurimman menekin kauhamalleja. Lähtökohtana on toteuttaa hitsausrobottisolun suunnitelma hyväksikäyttäen olemassa olevaa Fanuc arcmate i100 -robottia.



## 6.2 Hitsauksen automatisoinnin perusteet

Yleinen tavoite tuotannon automatisoinnille on tehostaa tuotantoa ja karsia tuotannon kustannuksia. Tuotannon automatisoinnilla pystytään vaikuttamaan työtehtävien sisältöön, tuotannon laatuun sekä ympäristötekijöihin. Yleisimmin esiin nousevia tuotannon automatisoinnin perusteita ovat: (Aaltonen ym. 10, 1997.)

- raskaiden ja vaarallisten tehtävien vähentäminen
- tuotannon laadun tasaisuuden tavoittelu
- ammattitaitoisen henkilökunnan puute tuotannon tehtävissä
- tuottavuuden parantuminen
- yrityksen imago
- miehittämättömän tuotannon mahdollisuus
- tuotantolaitteiden käyttösuhteen nosto
- kapasiteetin nosto
- ohjattavuuden parantuminen
- visuaalisempi tuotanto.

Oikein toteutetulla automatisoinnilla pystytään tehostamaan tuotantoa, jolloin yrityksestä saadaan kannattavampi ja myös kansainvälisesti kilpailukykyinen (Aaltonen ym. 10, 1997). Hitsauksen automatisoinnilla pyritään saavuttamaan lyhyempiä läpimenoaikoja. Hitsauksen automatisoinnilla voidaan lyhentää manuaalihitsaukseen verrattavia aikoja noin yhteen kolmasosaan. (Kankaanranta ym. 2010.)

Tässä projektissa hitsaussolun hankinnan tärkeimmät tavoitteet ovat tuottavuuden sekä kapasiteetin nosto. Kauhojen hitsausajat ovat melko pitkiä, joten yhdellä asetuksella robotti saadaan toimimaan pitkäksi ajaksi itsenäisesti. Hitsauksen robotisointi tuo kuitenkin kokonaisuudessaan paljon muitakin etuja, joista on hyötyä yrityksessä. Hitsausrobotisoinnin hankinnalla saadaan myös paljon tietoa hitsauksen automatisoinnista, tietoa voidaan hyödyntää mahdollisesti jatkossa.

### 6.3 Hitsattavat tuotteet

Eurosteel Oy:n päätuotteita ovat kaivinkoneen kauhat. Nyt halutaan automatisoida eniten valmistettavien kauhamallien hitsausta. Automatisoinnin lähtökohtana on kolmen eri kauhamallin hitsaus kokoonpanohitsauksen jälkeen. Näistä kauhamalleista on erikokoisia versioita, joten hitsausrobotisolun täytyy pystyä käsittelemään monta erilaista kauhamallia.

Robottisolussa suunnitellut hitsattavat kauhamallit ovat:

- luiskakauha, kiinteä
- kuokkakauha
- kaapelikauha.

Kauhojen rakenne on pääpiirteittäin samantyylinen, jolloin hitsaus voidaan tehdä samankaltaisesti jokaiselle kauhatyypille. Haastavimmaksi muodostuvat kauhan sisäosien hitsaus, koska siinä vaaditaan käsittelypöydältä hyviä kappaleen pyörittämisominaisuuksia, jolloin hitsaus onnistuu myös sieltä. Hitsausjigi tulee myös valmistaa siten, että se ei estä hitsausta missään vaiheessa. Kauhaan tulevat sovitepalat hitsataan manuaalisesti robotisoinnin jälkeenkin, joten kauhan kiinnityksessä hitsausjigiin voidaan käyttää kauhan yläosaa hyväksi.



Kuvio 11. Luiskakauha. (Eurosteel 2010.)



Kuvio 12. Kuokkakauha 15–25 tonnia. (Eurosteel 2010.)



Kuvio 13. Kaapelikauha. (Eurosteel 2010.)

#### 6.4 Robotisoinnin vaatimukset hitsattaville kappaleille

Robotisointi asettaa kappaleen valmistukseen erityisiä tarkkuusvaatimuksia. Kappaleiden kokoonpano tulisi pystyä tekemään tarkasti, että hitsattavat kappaleet olisivat mahdollisimman samanlaisia. Railon seurannan avulla pystytään kuitenkin kompensoimaan epätarkkuuksia, jolloin robotti korjaa liikeradan railon mukaiseksi. Hitsauksen aloituspaikka voidaan hakea robotilla, jolloin oikea aloituspaikka löytyy myös silloin kun kappaleen kokoonpano ei olisi täysin tarkka. Railonhaku kuitenkin vie aikaa ja näin ollen kappaleiden tarkka kokoonpano tehostaa tuotantoa. Yleisimmin käytössä oleva jännitteen seurantaan perustuva railon seuranta ei kuitenkaan pysty havaitsemaan ilmarakoja kappaleiden välissä, joten ilmarakoja ei saa olla. (Kankaanranta ym. 2010.)

Nykyisin kokoonpannuissa kauhoissa esiintyy jonkin verran ilmarakoja kauhan pohjan ja sivuseinien liitoksessa. Ilmaraot johtuvat kauhojen rakenteesta, sekä valmistusmenetelmästä, jolla ei ole mahdollista valmistaa täysin mittatarkkoja osia. Kauhojen kokoonpanohitsaukseen tulee näin ollen kehittää menetelmä, jolla liitoskohtiin ei jää ilmarakoja.

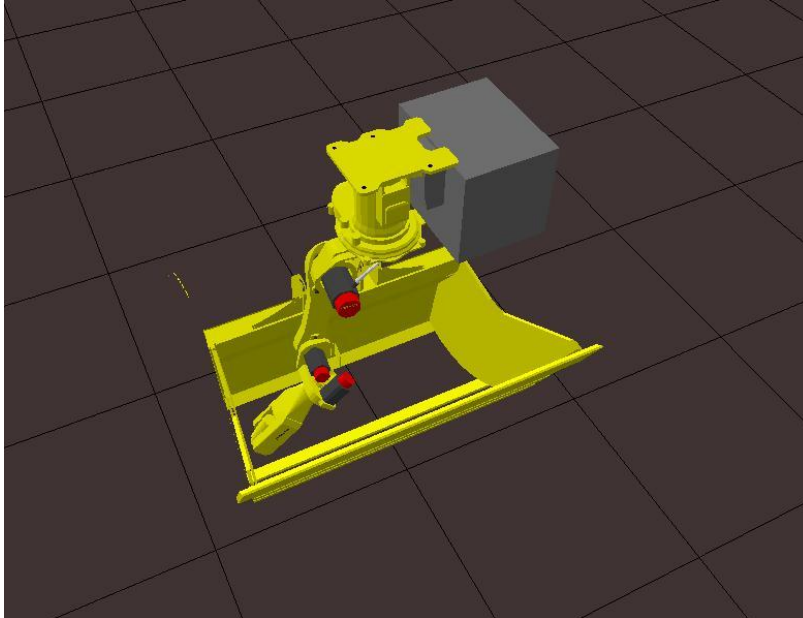
## 6.5 Alkuseelvitys

Aluksi lähdettiin selvittämään robottisolussa vaadittavia laitteita ja vaatimuksia. Tärkeimmät laitteet ovat robotti ja kappaleenkäsittelylaite, jotka muodostavat robottisolun perustan. Yritykseen on hankittu aiemmin käytettynä robotti, jonka käyttömahdollisuus kauhan hitsaukseen haluttiin selvittää. Vastaava robotti on otettu käyttöön plasmaleikkauksessa, jonka automatisointi tämän robotin avulla on onnistunut hyvin. Robotti on 1997-vuosimallin Fanuc arcmate i100, jonka ominaisuuksia on listattu alle:

- akseleiden lukumäärä: 6
- hyötykuorma: 6 kg
- ulottuvuus: 1368 mm
- toistotarkkuus:  $\pm 0.1$  mm
- robotin massa: 290 kg
- rakenne: nivelrobotti
- ohjaus: R-J2
- ulkoisten akseleiden liitäntä: ei ole.

Koska robotin ulottuvuus on kohtuullisen pieni verrattaessa suurimpaan kauhaan, tulisi kappaleenkäsittelylaitteen pystyä tuomaan kappale lähelle hitsausrobottia, tai robotti tulisi asettaa liikkuvalla alustalle. Robotissa ei kuitenkaan ole mahdollisuutta kytkeä ulkoisia akseleita ja niiden jälkiasennus ei onnistu järkevällä tavalla. Lisäksi robotin R-j2 -ohjaus ei toimi yhdessä uusien saatavilla olevien käsittelypöytien kanssa. Käsittelypöytä on mahdollista valmistaa tai teettää tarkoitukseen sopivaksi R-j2 -ohjaukseen sopivilla servomooottoreilla, mutta valmistuskustannukset

ovat varsin suuret verrattaessa uuteen standardipöytään. Käsittelypöytä ja robotin liikuttaminen voitaisiin hoitaa myös määrittämällä robotille ja käsittelypöydälle eri asemapaikkoja, joihin ne voivat liikkua. Tämä ratkaisu on kuitenkin varsin jäykkä-toiminen ja hidas.



Kuvio 14. 1800 luiskakauha ja Fanuc 100i robotti.

Kuvio 14. on kuva IGRIP -ohjelmasta, jolla mallinnettiin robotti ja 1800k luiskakauha. Ohjelmalla pystyi testaamaan robotin ulottuvuuksia suurimman hitsausrobotin solussa tarkoitetun kauhamallin hitsaukseen. Kuten kuvastakin näkyy, robotin ulottuvuudet jäävät varsin rajallisiksi.

## 6.6 Robottisolun toteuttamisen vaihtoehdot

Robottijärjestelmän hankinta voidaan jakaa kolmella järkevällä tavalla robottitoimittajan ja käyttäjän välillä. Järjestelmän toimitussopimus tulee miettiä huolellisesti, että käyttäjä saa robotin tuotantokäyttöön mahdollisimman tehokkaalla tavalla.

Avaimet käteen -periaatteella hankittava robottijärjestelmä saadaan yleensä nopeasti tuotantokäyttöön. Tässä toimitustavassa robottisolun kehittäminen yrityksen oman henkilöstön voimin voi olla hankalaa, koska yleensä tietotaito robottijärjestelmistä on vähäinen. Avaimet käteen -periaatteen toimitustavan ongelmat johtuvat yleensä järjestelmän toimittajan puutteellisista tiedoista tilaajan prosesseista. Tämän vuoksi robottijärjestelmää tilattaessa tilaajan ja toimittajan välillä pitäisi olla tiivistä yhteistyötä mahdollisten tuotannon uudelleenjärjestelyn hitsausjigien ja muiden oheislaitteiden suunnittelussa. (Kuivanen 1999, 101.)

Robottijärjestelmän osat voidaan hankkia myös itse ja niiden asennus sekä käyttöönotto annetaan ulkopuoliselle yritykselle tehtäväksi. Tämä vaihtoehto tulee usein esille, kun yritys hankkii itse käytettynä robotin sekä oheislaitteet. Tällaisella järjestelyllä päästään usein hyviin lopputuloksiin. Laitteiden itsenäinen hankinta vaatii kuitenkin yritykseltä hyvää tuntemusta tuotannon vaatimuksista järjestelmään. (Kuivanen 1999, 101.)

Kolmas vaihtoehto on rakentaa robottisolu täysin omin voimin. Tämä vaatii yritykseltä paljon robottiosaamista ja aiheuttaa myös suurimman riskin. Robottisolun itsenäinen toteutus kasvattaa kuitenkin paljon yrityksen omaa osaamista ja tietotaitoa tuotannon automatisoinnista. Paras lopputulos saavutetaan, kun projektille varataan riittävästi aikaa ja resursseja. Henkilöstön koulutukseen tulisi myös panostaa riittävästi. (Kuivanen 1999, 101.)

Robottijärjestelmäkauppaa tehdessä tulee kauppakohtaisten ehtojen lisäksi sopia yleisistä sopimusehdoista. Tässä on apuna Teknillisen Kaupan Liiton kehittämät toimitusehdot robotiikkaan ja järjestelmäkauppaan, RKY 96.

Tässä tapauksessa yrityksellä ei ole aiempaa kokemusta hitsauksen robotisoinnista, joten mielestäniärkevin tapa hankkia hitsausrobotisolu on avaimet käteen periaatteella tapahtuva toimitus. Tällöin investoinnin aiheuttamat riskit voidaan minimoida ja robotisolu saadaan toimintaan tehokkaimmalla tavalla. Hankkiessaan robotisolun tällä toimitusperiaatteella yritys saa arvokasta tietotaitoa automatisoinnista, jota voidaan hyödyntää mahdollisesti tulevaisuudessa. Robotisolun hankintaa voidaan pitää myös pilottihankkeena, jonka avulla päästään käsiksi hitsauksen automatisointiin. Tätä voidaan pitää myös yhtenä hankintaperusteena tukemassa investoinnin kannattavuuslaskelmia.

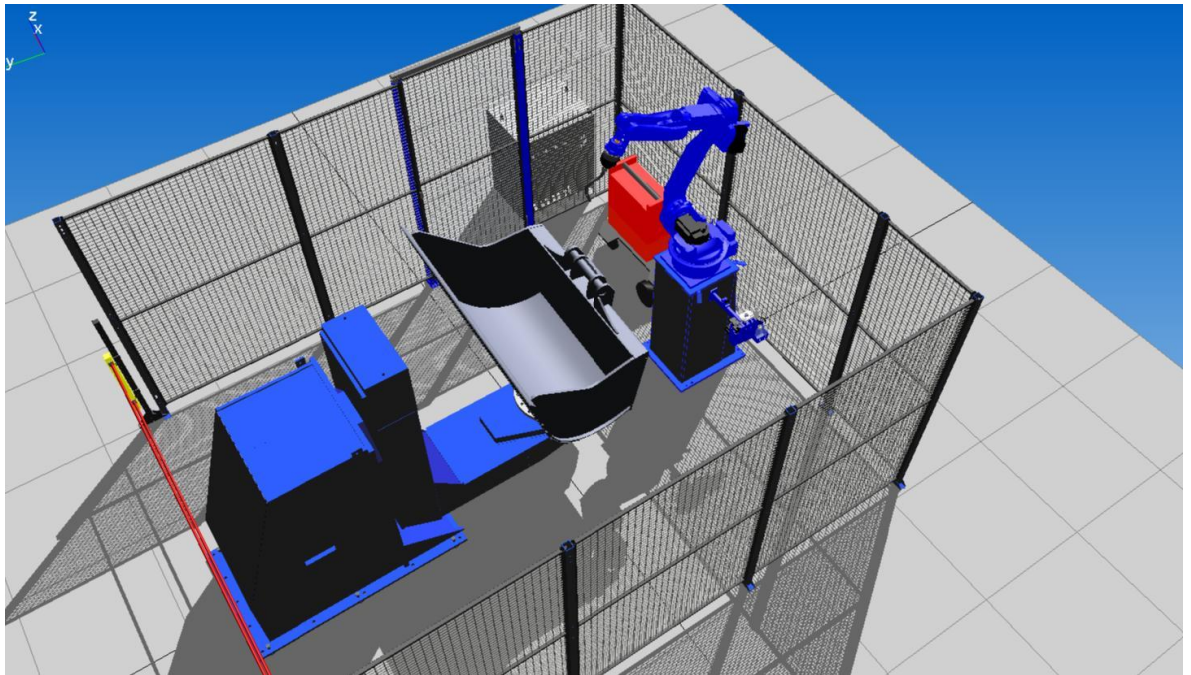
## **6.7 Robottitoimittajien tarjoamat vaihtoehdot**

Hitsausrobotijärjestelmä vaihtoehtoja saatiin neljältä robottitoimittajalta: Robotion Oy:ltä, Motomanilta, Pemaekiltä ja Finnrobotics Oy:ltä. Toimittajien tarjoamat ratkaisut ovat avaimet käteen periaatteella tapahtuvia toimituksia. Yrityksen tehtäväksi jää ainoastaan paineilimaliitöntöjen ja sähköön hoitaminen robotille sekä hitsausjigien suunnittelu. Robottitoimittajat tarjoavat kuitenkin apua hitsausjigin suunnitteluun. Robottitoimittajilta saa riittävän pohjakoulutuksen robotiaseman käyttöön, minkä perusteella robotiasemaa voidaan alkaa käyttää omin voimin. Kaikkiin robotijärjestelmiin kuuluvat riittävät turvavarusteet, asennus ja käyttöönotto, ohjausjärjestelmä ja hitsausjärjestelmä.

### **6.7.1 Motoman**

Motomanin tarjoamassa ratkaisussa robotti on asetettu jalustalle ja kappaleenkäsittelylaitteena toimii L-muotoinen käsittelypöytä, jolla on 1500 kg:n kantavuus. käsittelypöydällä voidaan pyörittää enintään 2380 mm:n levyistä kappaletta ja siinä

on kaksi servomoottorilla toimivaa akselia. Hitsausvarustuksena on Fronius TPS5000 vesijäähdytetty virtalähde ja polttimessa on mekaaninen törmäyssuoja, kenttäväyläliityntä robotin ohjaukseen ja polttimen puhdistusyksikkö. Railon seuranta perustuu hitsauksen aikana tapahtuvaan virran mittaukseen ja railon haku toimii koskettamalla kappaletta jännitteellisellä langalla.

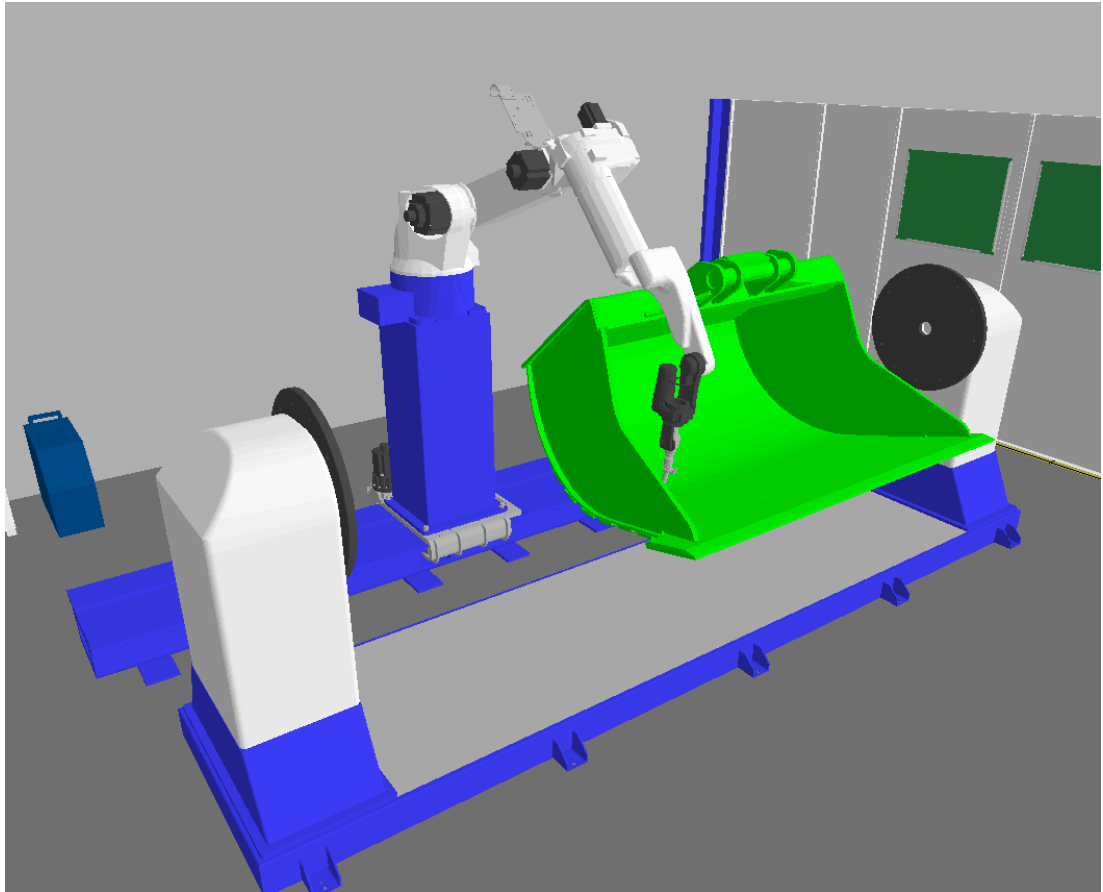


Kuvio 15. Motomanin hitsaussoluratkaisu. (Motoman 2010. Liite1.)

### 6.7.2 Finnrobotics

Finnroboticsin tarjoama robottisolukko koostuu robotista, joka on jalustalla 4500 mm pitkän lineaariradan päällä. Kauha kiinnitetään grillipöytään, joka pyörii ympäri. Käsittelevöydän kantavuus on 1500 kg ja se toimii yhdellä servomoottorilla. Grillipöydän pöytälevyjien etäisyys on 3500 mm, tosin leveyttä voidaan muuttaa helposti halutuksi materiaalikulujen hinnalla. Railon seuranta perustuu hitsauksen aikana tapahtuvaan virran mittaukseen ja railon haku toimii koskettamalla kappaletta jännitteellisellä langalla. Robotti on servoradan päällä, jolla se voi liikkua 4500 mm:n matkan lineaarisesti. Robotinkäsittelykyky on 4 kg ja ulottuvuus on 2008 mm. Hitsausvarustukseen kuuluu OTC:n 500A digitaalinen pulssi-inventterihitsauskone.





Kuvio 16. Finnroboticsin hitsaussoluratkaisu (Finnrobotics 2010.)

### 6.7.3 Robotion Oy

Robotion Oy:n hitsausrobottisolu on vastaavanlainen kuin Finnroboticsin tarjoama ratkaisu. Robottina toimii Fanuc Robotics Arc Mate M16i. Robotin maksimikuorma on 16 kiloa ja ulottuvuus 1605 mm. Lisäksi robotti on asetettu 1500mm pitkälle lineaariradalle. Käsittelypöydäksi tarjotaan kahta 500 kg:n tai vaihtoehtoisesti kahta 1000 kg:n grillipöytää.



Kuvio 17. Robotion Oy:n robottisoluratkaisumalli. (Robotion Oy 2010.)

#### 6.7.4 Pemamek Oy

Tämä ratkaisu on suurin tarjotuista robottisoluista. L-pöydän kantavuus on 3500kg. Robottiasemaan on liitetty kappaleenvaihtokelkka, jonka avulla kappaleen vaihto hoituu nopeasti. Robottina toimii Motoman UP20MN NX100 ohjauksella. Robotilla on 20 kg:n kantavuus ja 3106 mm:n ulottuvuus.



Kuvio 18. Pemamek Oy:n robottisoluratkaisu. (Pemamek 2010.)

## 6.8 Tarjousten yhteenveto

Kaikki tarjotut hitsausrobottisolut vaikuttavat toimivilta ratkaisuilta, joilla kauhat pysytään hitsaamaan. Pemamekin tarjoama hitsaussolu on ylimitoitettu tähän tarkoitukseen, joten sen hankinta ei ole kustannustehokas ratkaisu. Kolme muuta ratkaisua ovat lähes tasavertaisia ominaisuuksiltaan. Motomanin robottihitsausjärjestelmällä päästään todennäköisesti parhaimpaan tuottoon, koska L-pöytä mahdollistaa jalkoasennon käytön hitsauksessa useammin kuin Finnroboticsin ja Robotionin grillipöytämallit.

## 7 KANNATTAVUUS

Robottiaseman hankintapäätöstä tehtäessä teknisten määrittelyjen tueksi tulee tehdä tarkat investointilaskelmat. Robotisoinnin kannattavuus kannattaa laskea samalla tavalla kuin muidenkin yritykseen tehtävien investointien kannattavuus. Kustannukset on hyvä jakaa investointikustannuksiin ja käyttökustannuksiin. Investointikustannuksiin kuuluvat robottisolun hankinta ja suunnittelu sekä asennus- ja käyttöönottokustannukset. Lisäksi kustannuksia tulee oheislaitteiden, työkalujen sekä muiden oheislaitteiden hankinnasta. (Aaltonen. ym. 1997, 165–166.)

Robottijärjestelmän käyttökustannukset muodostuvat välillisistä ja välittömistä palkkakustannuksista, huolto ja kunnossapitokustannuksista, energia-, aine- ja tarvikkeistä sekä koulutuksesta. (Aaltonen ym. 1997, 166–167.)

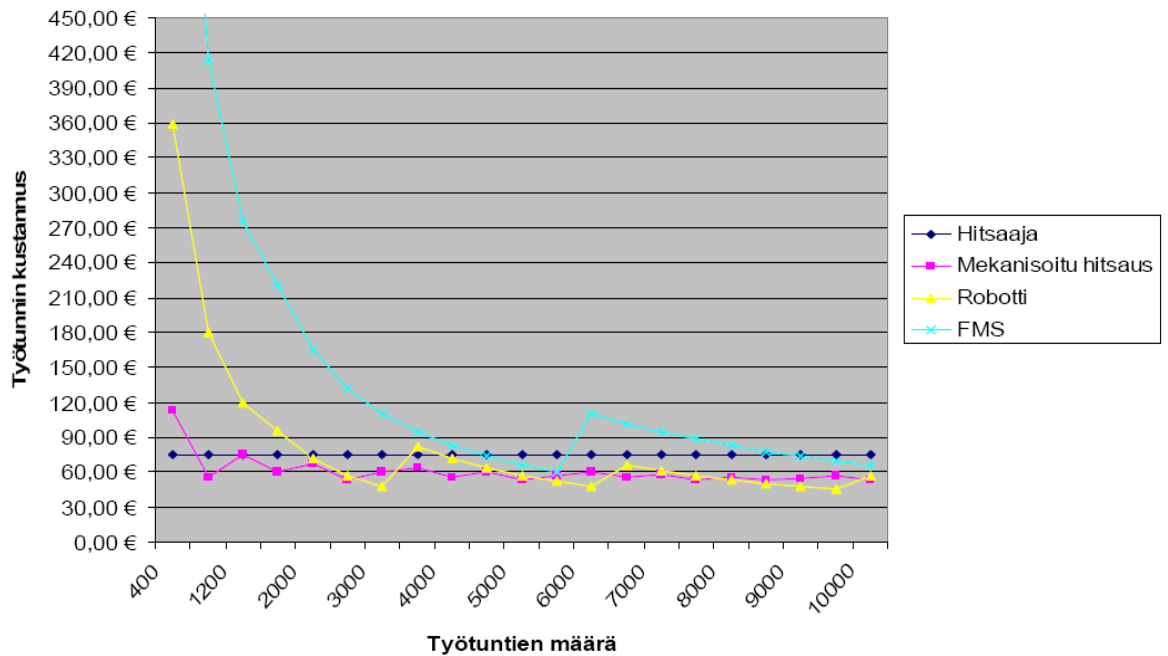
Kauhan hitsauksen robotisoinnilla saavutetaan tasalaatuisia tuotteita huomattavasti tehokkaammin kuin käsin hitsauksella. Pienellä osalla kauhamalleista on suurin volyymi valmistuksessa, jonka ansiosta robotisoinnista tulee kannattavaa, koska ohjelmien määrä jää pieneksi. Kauhoissa on paljon hitsattavaa ja hitsattavat saumat ovat isoja, jolloin hitsausaikakin on pitkä, mikä tukee hyvin robotisointia.

Tuotannon automatisoinnilla tavoitellaan lisää tuottavuutta. Automatisointi ei itsessään nosta tuottavuutta, vaan se vaatii koneiden oikeanlaista tehokasta käyttöä. Koneiden käytön toteuttavat ihmiset ja seuraavat tekijät vaikuttavat, siihen miten tehokkaasti automatisoidut koneet toimivat: (Aaltonen ym. 475, 1986.)

- valmisteleva asennustyö tuotannon aikana
- oikeanlainen tuotannon ohjaus ja solun hallinta
- halu käyttää laitteita
- järjestyksen ylläpito.

Helpoin tapa kannattavuuden selvittämiseen on laskea takaisinmaksuaika. Takaisinmaksuaika määritellään ajalla, jossa investoinnin tuottama nettokassavirta kattaa investoinnin täysin. Nettokassavirtaan lasketaan tuotot ja investoinnin avulla

saavutetut säästöt. Kuviossa 19. vertaillaan samassa ajassa hitsattujen kappaleiden määrää manuaalihitsauksen ja robottihitsauksen välillä. (Aaltonen K. ym. 1997, 167.)



Kuvio 19. Hitsauksen automatisoinnin kustannustehokkuus vertailu. (Leino 2008.)

Tässä tapauksessa kannattavuuslaskelman perustana käytetään 500 kauhan vuotuista hitsausmäärää. Yhden ison luiskakauhan käsinhitsausaika on 10 tuntia. Robotilla voidaan päästä kolmasosaan tästä ajasta. Laskujen palkkakustannukset perustuvat Kalervo Leinon seminaariesitykseen vuodelta 2008, jossa käsitellään hitsausrobotiikan kustannustehokkuutta. Laskut määrittävät takaisinmaksuajan säästetyillä palkkakustannuksilla. Laskuissa ei ole huomioitu sijoitetun pääoman aiheuttamia kustannuksia ja muita kuluja, joten laskut ovat suuntaa antavia. Näiden laskujen pohjalta voidaan kuitenkin päätellä, että oikein järjestetyllä robotisoinnilla investoinnin takaisinmaksuaika on alle kolme vuotta.

Taulukko 1. Palkkakustannussäästöt vuodessa.

	Robotti	Käsinhitsaus
Hitsausaika (h/kpl)	3,3	10
Kauhamäärä (kpl)	500	500
Kustannus (€/h)	25	20
Yhteensä (€)	41250	100000
Säästö vuodessa (€)	58750	

Taulukko 2. Takaisinmaksuaikataulukko.

Hitsausrobotisolun hankintahinta (€)	150 000
Säästö vuodessa (€)	58750
Takaisinmaksu aika (a)	2,6

## 8 YHTEENVETO

Tässä työssä selvitettiin robotisoinnin vaatimukset kauhan hitsaukseen. Työn alussa perehdyttiin hitsausrobottisolun rakenteeseen ja kerrottiin teoriaa sen toiminta-periaatteista. Työstä selviää robottien ohjauksen periaatteet ja ohjaus- sekä ohjelmointitavat. Työssä pohditaan teoria-asioita kauhan hitsauksen kannalta. Työssä selvitettiin myös hitsausrobottisolun aiheuttamia vaatimuksia henkilöstölle, tuotteille ja tuotantotiloille.

Robottisolun hankintavaihtoehtoista kerrotaan teoriaa sekä käytännön toteutusvaihtoehtoja. Alunperin hitsaukseen suunnitellun robotin käyttömahdollisuuksia robottisolussa käytiin läpi ja selvitettiin sen ominaisuuksia sekä vaatimuksia käyttöönotolle. Työssä tulee ilmi rajoitukset, joita tämä robotti asettaa.

Robottitoimittajilta saatiin erilaisia robottisoluvaihtoehtoja. Tarjoukset ovat robottitoimittajien näkemyksiä laitteistosta, joilla hitsauksen robotisointi pystytään toteuttamaan. Lopuksi on selvitetty robotisointihankkeen kannattavuutta yritykseen. Kannattavuudesta on tehty myös karkea laskelma, joka on suuntaa antava.

Hitsausrobottisolun hankinta on perusteltua, mikäli kauhojen menekki on riittävä eli robottisolun käyttöaste saadaan riittävän korkeaksi. Robottisolu kannattaa hankkia avaimet käteen -periaatteella, koska yrityksessä ei ole aiempaa robottihitsauskemukusta. Tällä toimitusmallilla robottisolu saadaan tehokkaimmin tuotantokäyttöön ja opetteluun ei kulu turhaa aikaa.

Lopullinen robottitoimittaja kannattaa valita, kun tarjoukset on käyty robottitoimittajan kanssa vielä lopullisesti läpi. Jokainen robottitoimittaja pystyy toteuttamaan tällaisen kauhan hitsauksen robotisoinnin ja en usko, että järjestelmien välillä on suuria eroavaisuuksia.

## 9 OMAT POHDINNAT

Työssä käydään läpi robotisoinnin vaatimia asioita. Mielestäni työssä löytyy toteutuskelpoinen ratkaisu kauhanhitsauksen robotisointiin, mikä oli myös työn lähtökohtana. Työtä tehdessä olen oppinut hitsausrobottien rakenteen ja toimintaperiaatteen hyvin. Koen, että työn tekemisen aikana oppimistani uusista asioista on hyötyä tulevaisuudessa, koska uskon että tuotannon automatisoinnilla tulee olemaan yhä suurempi rooli tällä alalla. Työn aiheen laajuuden vuoksi kaikkiin asioihin ei ole syvennytty erityisen tarkasti, mutta tämän avulla saa hyvän perustiedon robotisoinnin antamista mahdollisuuksista kauhan hitsaukseen ja sen asettamista haasteista tuotannolle.



## LÄHTEET

- Aaltonen, K., Aromäki, M., Ihalainen, E. & Sihvonen, P. 1986. Valmistustekniikka. Espoo: Otatieto Oy.
- Aaltonen, K., & Torvinen, S. 1997. Konepaja - automaatio. 1. painos Porvoo: WSOY.
- Eurosteel. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 15.04.2010] Saatavana: <http://www.eurosteel.fi>
- Finnrobotics. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 15.04.2010] Saatavana: <http://www.finnrobotics.fi/?sivu=hitsauspoydat>
- Hiltunen, E. & Purhonen, T. 2008. Robottihitsauksen laatu- monen tekijän summa, Hitsaustekniikka- lehti (4)/2008, 34.
- Kankaanranta M. & Moilanen N., 2010. palaveri. Vilakone Oy, Finnrobotics Oy.
- Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Metso, T. & Putkonen, K. 2001. Logiikat ja ohjaus järjestelmät. Koneautomaatio 2. 1.painos. Vantaa: WSOY.
- Kuivanen, R. 1999. Robotiikka. Vantaa: WSOY.
- Lempiäinen, J. & Savolainen, J. 2003 Hyvin suunniteltu - Puoliksi valmistettu. Suomen robotiikkayhdistys ry.
- Lepola, P. & Makkonen, M. 2005. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. Helsinki: WSOYpro Oy.

Leino, K. 2008. Robotiikan kustannustehokkuus, esimerkkinä hitsaus. Robottihankinnan ABC-seminaari 17.09.2008 Tampereen messu ja urheilukeskus. [WWW-dokumentti] Suomen robotiikkayhdistys ry. & TEKES/SISU 2010 teknologiaohjelma. [viitattu 24.04.2010] Saatavana:

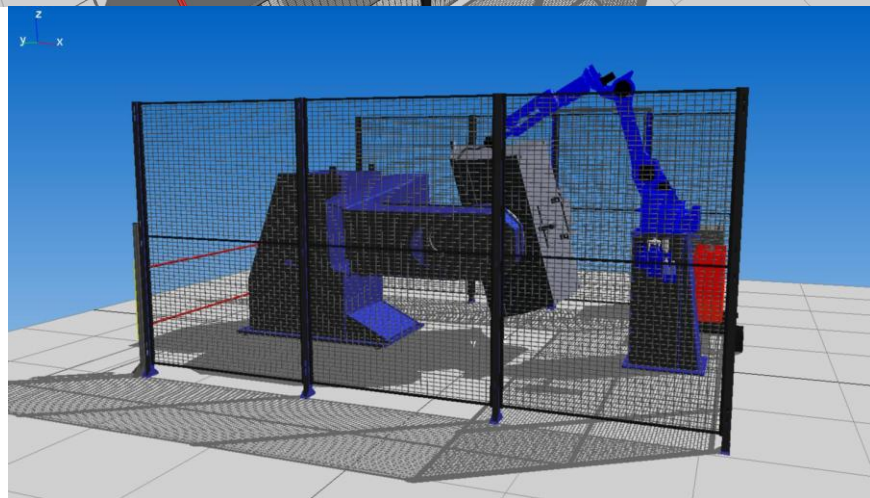
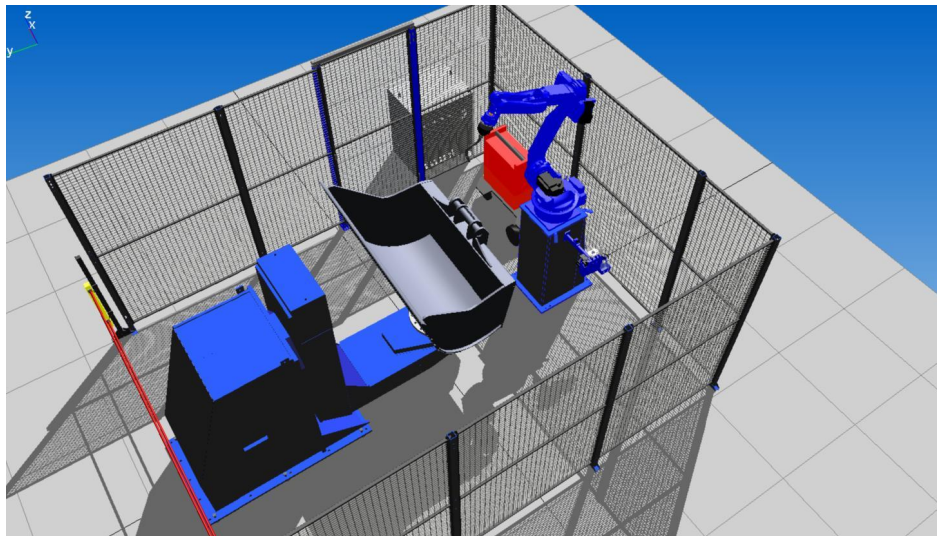
[http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/SISU/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta\\_ja\\_aktivointi/Seminaarit/Robottihankinnan\\_ABCx\\_aineisto/Robottihankinnan\\_ABC\\_Leino](http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/SISU/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta_ja_aktivointi/Seminaarit/Robottihankinnan_ABCx_aineisto/Robottihankinnan_ABC_Leino)

Nikula, H. 2010. Puhelinkeskustelu. Robotion Oy.

## LIITE 1: Motoman:n tarjous

### Motoman EA1900N / MT1-1500 robottihitsaussolu:

- Motoman EA1900N hitsausrobotti jalustalla (tekniset tiedot esitteessä)
- Fronius TPS5000 hitsausvarustus; vesijäähdytetty virtalähde, langansyöttölaite, poltin varustettuna mekaanisella törmäyssuojalla, kenttäväyläliityntä robotin ohjaukseen ja polttimen puhdistusyksikkö (langan katkaisu, kaasuholkin jyrsin ja sumuvoiteluyksikkö)
- Motoman railonseuranta ja -haku toiminto; seuranta hitsauksen aikana virranmittaukseen perustuva ja haku jännitteellisellä langalla koskettamalla
- Motoman MT1-1500 SN käsittelypöytä, ns. L-pöytä malli, kantavuus 1500 kg, kaksi servoakselia, liikkeet koordinoidusti robotin kanssa
- turvalaitteet
- asennus, käyttöönotto ja koulutus
- budjettihinta € alv 0%



## MOTOMAN-EA1900N

### Integrated cable bundle

#### Benefits

- Increased cable durability
- Interference with peripheral jigs reduced
- Offline programming simplified



### Compact wire feeder mount

#### Benefits

- Space saving design – high density welding layout possible
- Wire feeding trouble reduced
- Robot performance enhanced



### In-line torch mount

#### Benefits

- Accessibility improved in difficult welding situations
- Circumferential welding simplified



### Application

#### Arc welding



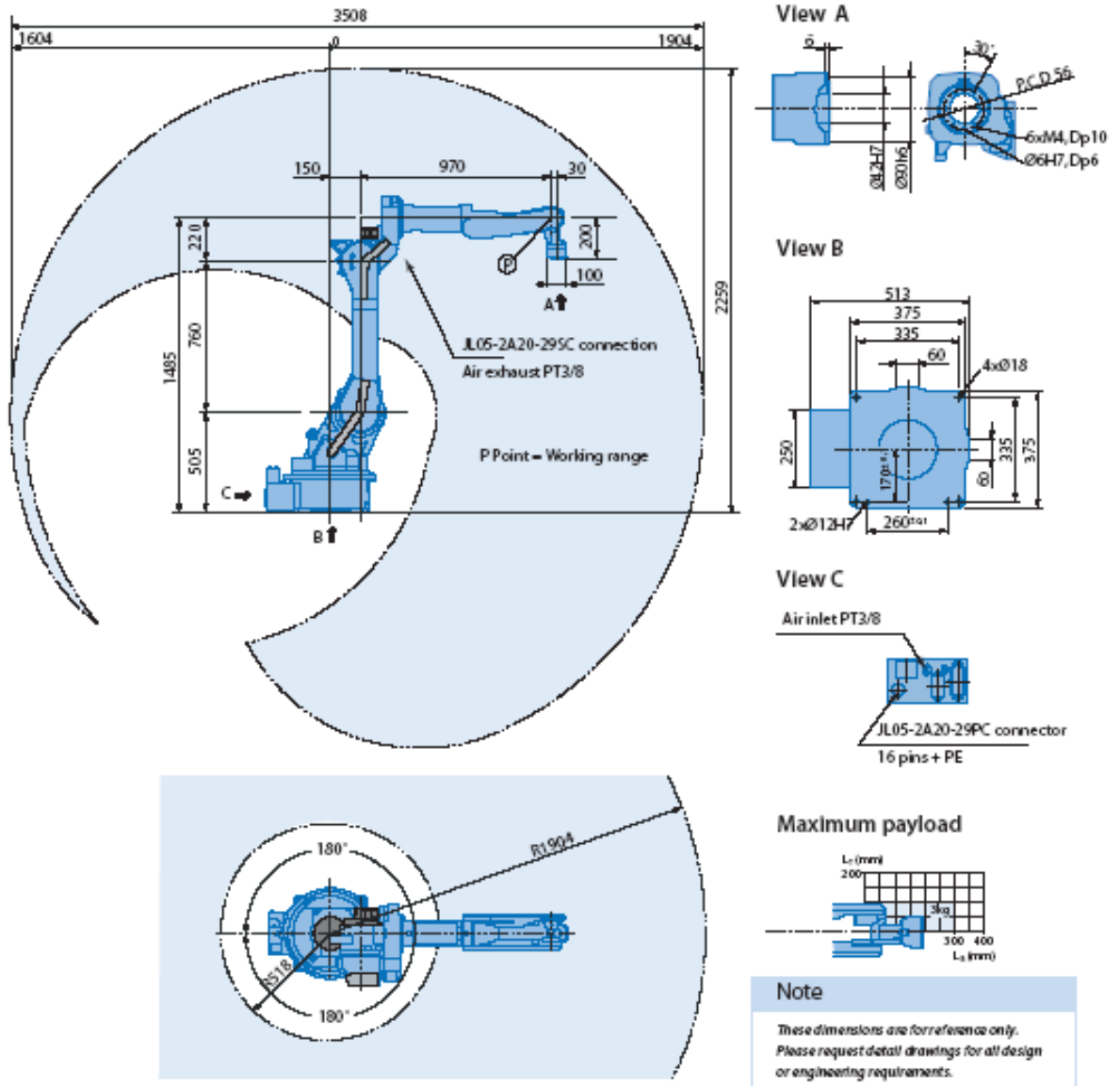
*Arc welding equipment, welding cables etc. must be ordered separately.*

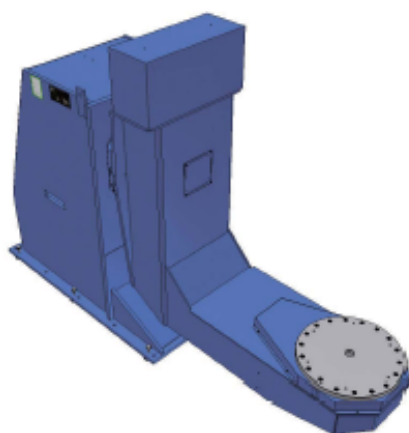
### The EA1900N dedicated arc welding robot

The MOTOMAN-EA1900N is a robot dedicated for arc welding applications. The welding cable is integrated in the robot arm, which increases the cable durability and reduces potential interference with peripheral equipment. In addition, this feature also provides opportunities for production lines with high density layouts.

The welding torch is mounted in-line with the turning axis, which increases accessibility and improves performance when welding circumferentially. The position of the wire feeder combined with a short welding cable are important features for creating an overall compact build and trouble-free wire feeding.

# MOTOMAN-EA1900N





- Rigid design
- High freedom of positioning

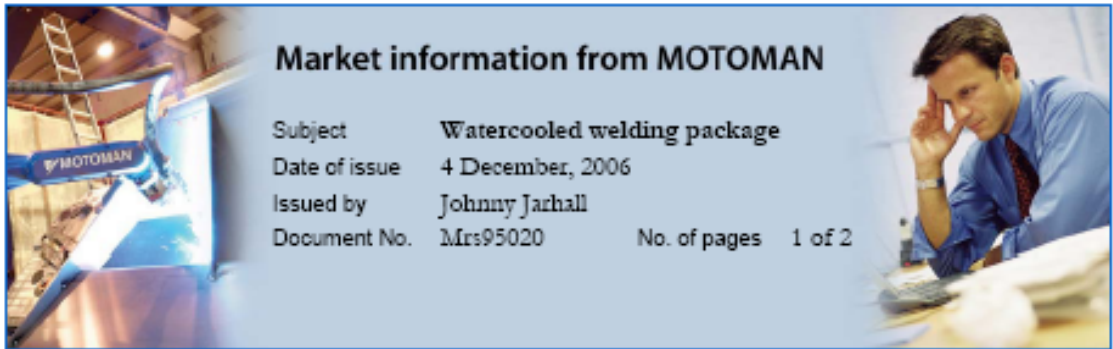
This is a one station positioner for workpieces requiring rotation about two axes. Its high freedom of positioning makes it easy to find the optimum position even in complicated workpieces.

The MT1 positioner is designed to withstand the strain of heavy payloads. When used together with a MOTOMAN Gantry robot it provides the best possible workpiece access.

**Options**

- Tailstock version (C-arm design)

Technical data		MT1-1000 S2N	MT1-1500 S2N
Maximum payload	kg	1000	1500
Welding capacity, 100% duty cycle	A	2 x 350	2 x 350
Welding capacity, 60 % duty cycle	A	2 x 460	2 x 460
<i>Tilt axis</i>			
Torque, dynamic	Nm	6600	8290
Torque, static	Nm	5280	6632
Rated speed	rpm	0-3.4	0-3.4
Maximum speed	rpm	9.1	9.1
<i>Rotating axis</i>			
Torque, dynamic	Nm	4152	6480
Torque, static	Nm	3322	5184
Rated speed	rpm	0-3.6	0-4.3
Maximum speed	rpm	10.2	11.6
Rated offset from the center of gravity (COG)	mm	338	352



## Market information from MOTOMAN

Subject            **Watercooled welding package**  
 Date of issue     4 December, 2006  
 Issued by         Johnny Jarhall  
 Document No.   Mrs95020            No. of pages   1 of 2



### Watercooled welding package for EA-robots

Easy to install watercooled welding packages are now available for EA1400N and EA1900N. Suitable for heavy duty welding requiring up to 500 A.

The new watercooled welding packages are very easy to connect: just plug in the air-, water-, I/O-cables etc. in the connection box on the robot stand.

#### The customer benefits are:

- Easy to install (plug and play)
- Optimized welding performance with tailor-made equipment
- Trouble free heavy duty welding due to the integrated cables in the robot's upper arm

Similar to the MOTOMAN air cooled welding packages, there are three packages with a Fronius power source:

<u>Basic</u>	<u>Automotive</u>	<u>Advanced</u>
TS4000	TPS4000	TPS5000
365A at 60%	365A at 60%	450A at 60%
320A at 100%	320A at 100%	360A at 100%
Non pulsing	Pulse welding	Pulse welding

#### Each package comprises:

- Robacta welding torch (22°, 36° or 45°)
- Crashbox (breakaway torch mount) Robacta-MOT
- Cable bundles
- Wire feeder VR1500-M 4R/W
- Power source (TS4000, TPS4000 or TPS5000)

*Please note: Installation prior to delivery from Torsås must be ordered separately, see price list reference.*

#### Product status

Pricing            See price list reference (on page 2)  
 Orders            Can be placed after 1 December  
 Delivery          8 weeks after receipt of order

#### Installation kit drawings

114630-100 = EA1400N

114630-101 = EA1900N

#### Technical information/reference

[Johkim Larsson](#)

#### Market info editor

[Cecilia Benze](#)



Motoman Headquarter  
 Motoman Robotics Europe AB  
 Box 4004  
 SE-390 04 Kalmar, Sweden  
 Phone: +46 480 417 800

Production unit  
 Motoman Robotics Europe AB  
 Box 504  
 SE-385 25 Torsås, Sweden  
 Phone: +46 480 417 800



Finnrobotics Oy  
Niko Moilanen

TARJOUS NO: 17032010A/NMo

17.3.2010

**Eurosteel Oy**  
**Tomi Kivistö-Rahnasto / Tuomas Anttila**  
**Aleksanterintie 8**  
**61100 PERÄSEINÄJOKI**

#### OTC / AII-NB4L – HITSAUSROBOTTI

Viitaten tarjouspyyntöönne, tarjoamme teille OTC AII-B4L  
-hitsausrobottiasemaa kauhojen hitsaukseen seuraavasti:

Pos. 1 1 kpl



#### Hitsausrobotti OTC / AII-B4L

- robottimalli OTC AII-B4L
- poltinkaapeli kulkee robotin 4 ja 6-aksellien lävitse
- poltinkaapeli erittäin joustava ja kestävä
- käsittelykyky **4kg**
- akseleita 6 kpl
- ulottuvuus **R 2008 mm (max.)**
- ulottuvuus **R 597 mm (min.)**
- toistotarkkuus  $\pm 0,08$  mm
- robotin työalue **6.37 m<sup>2</sup> x 340°**
- paino 280kg
- kokoluokkansa nopein hitsausrobotti, mm. 6-akseli 600°/s

#### OTC / All-robotiohjain (AX21 uusi malli, tullut myyntiin 2009)



- ohjausyksikkö **PC-pohjainen AX21**, 6+2 akselia (**max. 54 akselia, jopa 9 robottia yhdellä ohjauksella**)
- käyttöjärjestelmä Windows XP
- terävä VGA TFT värinäyttö (640x480), näyttö mahdollista jakaa 4 eri ikkunaan
- **suomenkielinen käyttöliittymä**
- integroitu törmäystunnistustoiminto
- moniajotoiminto (**Multi-Task**) usean robotin, pöydän tai radan ohjelmien samanaikainen suorittaminen
- automaattinen ohjelmisto, joka säätelee kiihtyvyyden ja hidastuksen kuorman mukaan optimaaliseksi, jolloin saavutetaan paras väliliike nopeus (**Optimum Dynamic Acceleration Control**)
- automaattinen ohjelmisto, joka poistaa kaikki värinät robotin rungosta. Tämä mahdollistaa nopean, lyhyen ja tarkan paikoitus-ajan myös ulkoisilla akseleilla (**Vibration Restraining Control**)

Finnrobotics Oy Ltd  
Vainiolantie 13  
FI-28400 ULVILA  
Finland

Postiosoite  
Postal address  
Vainiolantie 13  
FI-28400 ULVILA  
Finland

Puh/Tel: +358 (0)2 531 0730  
Fax: +358 (0)2 531 0740  
GSM: +358 (0)400 786 367  
www.finnrobotics.fi  
info@finnrobotics.fi

ALV rek./VAT reg: FI08782668  
Ly 0878266-8  
Enn.per.rek.  
Kirj.nro:531.277  
Kotipaikka: Ulvila





- automaattinen ohjelmisto, joka vapauttaa dynaamisesti sitä robotin jarrua, johon törmäysvoima kohdistuu kolarin sattuessa, näin vältetään robotinrunnon mekaanisilta vaurioilta (**Optimum Dynamic Brake Control**)
- absoluuttiset pulssianturit kaikissa akseleissa (ei 0-pisteajoa)
- ohjelmia 9999 kpl (jokaiseen ohjelmaan max. 999 pistettä)
- muisti 160 000 pistettä
- output 32 kpl (96 kpl optio)
- input 32 kpl (96 kpl optio)
- reservaatiostartteja 6 kpl (vakiona 1 kpl starttipainikkeita)
- ohjelmitava logiikka PLC, joka on erillään robotin ohjelmasta (sis. 12 peruskäskyä ja 92 funktiokäskyä), voidaan ajaa 10 logiikkaohjelmaa samanaikaisesti (logiikan moniajo vakiona, PLC 1000 viimeisintä virhettä muistissa (virheloki))
- 1000 eri käyttäjätunnusta määritettävissä, kirjautuminen salasanalla, sallittujen toimintojen määrittäminen eri käyttäjille
- automaattinen työkalupisteen laskentaohjelmisto
- automaattinen robotin kalibrointiohjelmisto robotin suoristamiseksi kolarin jälkeen
- 32 työkalupistettä
- ohjelman korjaus automaattiajonaikana (Hot edit)
- ohjelmien ja asetusten helppo varmuuskopiointitoiminto
- helppo ohjelmoida pikanäppäinten avulla
- sisältää yhden 64 Mt Compact Flash kortin robottiohjelmien, asetusten yms. tiedostojen varmuuskopiointiin ja tallennukseen
- Ethernet verkkoliitäntä vakiona ohjelmien siirtoon esim. PC:lle
- RS-232C-sarjaporttiliitäntä ulkoista siirtorekisteriä varten esim. konenäkökamera, soluohjain tms.

Pos. 2      1 kpl

#### Pyörityspöytä Robo RP1 - 1500

Pöydän liikettä voidaan käyttää myös hitsausliikkeenä. Pöydän akselit ovat täydellisiä robotin ulkoisia akseleita ja ne ovat täyssynkrossa robotin omien akseleiden kanssa.

- 1 kpl servomoottoreita (OTC, 1500 W)
- RV-välyksettömät vaihteet
- kantavuus 1500 kg
- pyöritysmomentti 1314 Nm
- pyörityshalk. max 2000 mm
- pyörityskulma max. rajoittamaton
- pyöritysnopeus 11,4 rpm
- pöytälevyjen välinen etäisyys 3510 mm



Pos. 3 1 kpl

#### Servorata robotille Robo SSRP1- 600

- 1 kpl servomoottori (OTC, 1200 W)
- liike RV-vaihteiston ja hammaskiskon välityksellä
- siirtomatka n. 4 500 mm
- kokonaispituus 5 000 mm
- siirtonopeus n. 300 mm/s
- robotin jalustassa teline poltinputsarille
- optiona paikka massakelalle

Pos. 4 1 kpl

#### Hitsausvarustus



- digitaalinen pulssi-invertterihitsauskone OTC / DP-500 (500 A, paloaikasuhte ilman pulssia 100%), kytketään robottiin digitaalisesti CAN-väylällä. CAN-väylä mahdollistaa vaihtaa vauhdissa normaalihitsauksesta pulssihitsaukseen ja takaisin, sekä säätää kaikkia pulssiparametreja ohjelmallisesti (noin 15 kpl)
- kaikki arvot säädetään robotin opetusyksikön kautta, hitsausarvojen tallennukseen käytettävissä 999 kpl muistipaikkoja
- hitsauksen aikana todelliset arvot näkyvät opetusyksikön näytöllä
- mahdollista hitsata mm. seuraavat materiaalit: teräs, pehmeä ja kova alumiini, ruostumaton teräs, kaarijuotospronssi, titaani ja magnesium
- langansyöttölaite OTC / AF-4011 (nelipyöräveto, pulssianturilla)
- hitsauspoltin OTC / RTW5000H (500 A, ED 60%) törmäyssuojalla, vesijäähdytteinen
- hakulaitteisto FR / AX-WD, kosketushaku langalla tai kaasuholkilla
- railonseuranta OTC / AX-AR DP 5, seuranta toimii myös pulssihitsauksella
- polttimenpuhdistusyksikkö
- vesijäädityslaitteisto OTC, sisältää vesivahdin
- normaali lankakelavarustus (lankakela 15 kg)
- kaikki tarvittavat välikaapelit OTC

Pos. 5

#### Turvavarustus

- turvalokennot aseman yhdelle sivulle
- kiinteät suojaseinät aseman päätyihin, 2 x 6 m
- optiona mahdollisuus lisätä kulkuovi suojaseinään, robotin automaattiajotilassa oven lukitus sähkölukolla

Hitsausasemassa käytettävät hätä-seis kytkimet, turva-aidat ja niissä olevat turvakytkimet sekä valokennot täyttävät EU-normit.

OTC:n robotti, hitsauskone, hitsausvarustus sekä pöytiin tulevat moottorit ja vahvistimet täyttävät EMC- ja EEC-konedirektiivit. Koko hitsausasemasta Finnrobotics Oy tulee antamaan EU:n vaatiman A-vastuuvakuuden (A-tyypin turvallisuusstandardi), sekä kaikki laitteet varustetaan CE-merkillä.



<b>Pos. 6</b>	<b>Koulutus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 päivää tehtaallamme Ulvilassa ennen toimitusta</li> <li>- 3 päivää asiakkaalla käyttöönoton yhteydessä</li> <li>- lisäkoulutus 775 € / päivä, 1-3 henkilöä</li> </ul>																
<b>Pos. 7</b>	<b>Kuljetus ja asennus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toimitusehdon mukaan</li> </ul>																
<b>Pos. 8</b>	<b>Dokumentit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- käyttöohjeet (suomenkielinen)</li> <li>- huolto-ohjeet</li> <li>- varaosaluettelot</li> <li>- paineilmakaaviot</li> <li>- sähkökaaviot</li> <li>- vaatimustenmukaisuusvakuutus (dokumentit)</li> </ul>																
<b>Pos. 9</b>	<b>3D dokumentit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kaikki pöydät ja radat, sekä suojaseinät ovat suunniteltu ja piirretty Solid Works 3D-ohjelmistolla. Jos asemassa tullaan käyttämään etäohjelmointia (off-line) pöytiä ja ratoja ei tarvitse mallintaa uudelleen. Mallit toimitetaan veloitusetta.</li> </ul>																
<b>Toimitusaika</b>		Sovitaan erikseen																
<b>Toimitusehto</b>		TOP tehtaallanne mekaanisesti ja sähköisesti asennettuna (Finnterms 2001)																
<b>Hinta</b>	Pos. 1 - 9	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Robottiasema yht.</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: right;">€</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>ALV 22%</td> <td></td> <td style="text-align: right;">€</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="border-top: 1px solid black;">YHTEENSÄ</td> <td style="text-align: right;">€</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="border-top: 1px dashed black;"></td> </tr> </table>	Robottiasema yht.		€		ALV 22%		€		YHTEENSÄ		€					
Robottiasema yht.		€																
ALV 22%		€																
YHTEENSÄ		€																
<b>Maksuehdot</b>		<p>30 % tilattaessa          60 % toimituksesta          10 % hyväksytystä käyttöönotosta, kuitenkin viimeistään 60 päivän kuluessa toimituksesta</p> <p>14 pv netto. Maksuerien viivästyttämisestä 13 % yliaikakorko ja perintäkulut</p>																

**Takuu**

**Täystakuu** 12 kk käyttöönotosta, kuitenkin enintään 14 kk toimituksesta tehtaaltaamme Ulvilasta. **Täystakuu sisältää mahdolliset osat, työn ja matkakustannukset.** Takuuseen sisältyy suunnittelusta, komponenteista ja materiaaleista johtuvat viat. Takuun piiriin ei kuulu virheellisestä käytöstä, huolto-ohjeiden noudattamatta jättämisestä tai normaalista kulumisesta aiheutuvia vikoja. Takuuaikana järjestelmään saa tehdä teknisiä lisäyksiä ja muutoksia vain toimittajan hyväksymä edustaja, jotta muutokset eivät lopeta tai rajoita takuuta.

**Tarjous voimassa**

2 kk päiväyksestä

**Omistuksenpidätys**

Toimitettu tavara on myyjän omaisuutta niin kauan, kunnes kauppahinta on täysin maksettu. Toimitetun tavaran liittäminen toiseen tavaraan siten, että toimitetusta tavarasta tulee epäitsenäinen esine (tarpeistoesine tai toisen tavaran ainesosa) ei poista myyjän omistusoikeutta esineeseen siihen saakka, kunnes kauppahinta on täysin maksettu.

**Salassapito**

Salassapitovelvollisuus koskee kaikkea tietoa, piirustuksia, hintoja ym., jotka ovat tulleet esille tarjous- tai projektivaiheen aikana. Näitä tietoja ei saa luovuttaa kolmannelle osapuolelle.

**Muut ehdot**

- Toimitus tapahtuu Teknisen Kaupan Liiton "Robotiikan ja järjestelmäkaupan toimitusehtojen" mukaan (RKY96)
- Tilaaja:
  - antaa asentajillemme sosiaaliset tilat käyttöön
  - huolehtii asennuspaikan vapaasta tilasta uusille laitteille
  - suorittaa laitteiden siirron autosta asennuspaikalle
  - tuo sähkösyötöt asennettaville laitteille
  - jänniteheilahtelut on oltava standardin SFS-EN 60204-1 (kohta 4.3) mukainen
  - toimittaa paineilman laitteille
  - paineilman syöttö min. 5,5 Bar
  - huolehtii kiinteistöön tulevista muutoksista
  - antaa tarvittavan nosto- ja haalausavun asennuspaikalle, sekä järjestää tarvittaessa nosturin/trukin
  - lattian kantokyky 1500 kg/m<sup>2</sup>, max. epätasaisuus +/- 10 mm koko kantoalueella
- Mikäli toimituksen sisältöön tulee muutoksia tilaajan muuttuneista tarpeista tai vaatimuksista johtuen, toimittajalla on oikeus laskuttaa niistä erikseen voimassa olevan hinnaston mukaisesti ja ottaa muutoksien vaikutus huomioon toimitusaikataulussa.

Toivomme tarjouksen vastaavan vaatimuksianne ja johtavan jatko-neuvotteluihin. Lisätietoja halutessanne olemme käytettävissä.

Ystävällisin terveisin

FINNROBOTICS OY

Niko Moilanen  
p. 0400 - 786 367  
niko.moilanen@finnrobotics.fi

## LIITE 3: Robotion Oy:n tarjous

---

Teerijärvi 29.03.2010

# Tarjous

---

*Oy RobotiON Ltd*

### HINNOITTELU TIIVISTELMÄ

Oy RobotiON Ltd:llä on ilo tarjota tämä hitsaus solu, sisältäen seuraavat laitteet ja palvelut, kuten jäljempänä esitetään.

#### 5.1 Tarjous

RobotiON Ltd:n osatoimituslista.

**1 kpl FANUC Robotics Arc Mate M16i robotti, jossa RJ3 valvonta ja oma Arc Tool Software, kiinteä asennus.**

**2 kpl 500KG servopöytä Max pituus 1600mm leveys/halkaisija Max 1000mm.**

1 kpl Manipulator controls ohjelmistoja, servo-vahvistimia ja kaapelointi

1 kpl Kemppi Pro 4000 virtalähde

1 kpl Pro 510 syöttövalvonta robotti liitäntä

1 kpl ML puls Monitoimityökalut paneeli

1 kpl Remote 510 4 rullan syöttölaite asennetaan robotin käsivarteen

1 kpl Standard Binzel 500A VTS Vesijäähdytteinen valon kanssa 22 asteen kaula 22 asteen asennus

1 kpl Varaosa kaula

1 kpl Collision Detection ranne yhteinen.

1 kpl Torch reamer Cleaner Binzel

1 kpl Airblast Anti-roiskeet yksikkö

1 kpl Starter paketti

1 kpl Robotti Base Riser.

1 kpl Touch Sensing Paketti

1 kpl Wire Cutter Touch Sensing paketti in

1 kpl ohjauslaitteita paketti

1 kpl Soluun tarvittavat lukko paketti, jotka sopivat solun vartiointi suunnitteluun.  
Ylös ja alas pneumaattiset ovet käyttäjien turvallisuuden takaamiseksi

Hankkeen koulutusohjelma

Järjestelmän kokoonpano ja testaus  
System tietopaketti  
Robotin ohjelmointi 1 tuotetyyppi.

**Hinta** [REDACTED] € vapaasti tehtaalla

5.1.1 Työkalu kauhan kiinnittämiseen työasemaan ei kuulu hintaan mutta tekninen neuvonta kuuluu.

+5.2 Asetukset

Kaula Muuta Torch	Mukana
Pesu asema Binzel	Mukana
Uoppray antispatter	Mukana

5.2.3 Koulutus käsitellään erillisenä tarjouksena

5.3 CE -

Tämä Arc Welding Järjestelmä toimitetaan Euroopan direktiivien mukaisesti, Euroopan direktiivien asetuksen (viite No.93/44/EEC), joka tunnetaan nimellä "CE", astunut voimaan 1 tammikuu 1995.

5.4 Toimitus

Oy RobotiON Ltd vahvistama toimitusaika min. 4-5 viikkoa siitä kuin tilaus on vastaanotettu.

5.4.1 Hinnat

---

Hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa.

#### 5.5 Voimassaolo

Voimassaoloaika on 30 päivää.

#### 5.8 Takuu

Takuuaika on 6 kuukautta solun toimitus päivästä. Tämä koskee koko toimitusta sisältäen myös robotin käsivarren. Tämä kattaa osat ja työn, normaalina työaikana, mutta ei koske osia, jotka Oy RobotiON Ltdn mielestä, ovat johtuneet väärinkäyttö, laiminlyönti, onnettomuus, sopimattomia sovelluksia tai väriä asennuksia. Korjaukset ovat takaisin tehtaalle periaatteella aina kun mahdollista.

#### 5.9 Ehdot

50% Maksu tilauksesta, jonka avulla on tarkoitus edetä  
50% ennen lähettämistä.

Kaikki maksut laskuna

Kaikki laitteet ovat Oy RobotiON Ltdn omaisuutta kunnes koko kauppasumma on maksettu. Tämä tarjous on salainen eikä voida käyttää referenssinä muiden tarjouksien saamiseksi.

Teerijärvi 31.03.2010

---

Hans Nikula

Oy RobotiON Ltd

# Tarjous

---

*Oy RobotiON Ltd*

## HINNOITTELU TIIVISTELMÄ

Oy RobotiON Ltd:llä on ilo tarjota tämä hitsaus solu, sisältäen seuraavat laitteet ja palvelut, kuten jäljempänä esitetään.

### 5.1 Tarjous

RobotiON Ltd:n osatoimituslista.

**1 kpl Fanuc Robotics Arc Mate M16i robotti, jossa RJ3 valvonta ja oma Arc Tool Software, liikkuva asennus 1500mm.**

**2 kpl 1000KG servopöytiä Max pituus 2000mm leveys/halkaisija Max 1000mm.**

1 kpl Manipulator controls ohjelmistoja, servo-vahvistimia ja kaapelointi

1 kpl Kemppi Pro 4000 virtalähde

1 kpl Pro 510 syöttövalvonta robotti liitäntä

1 kpl ML puls Monitoimityökalut paneeli

1 kpl Remote 510 4 rullan syöttölaite asennetaan robotin käsivarteen

1 kpl Standard Binzel 500A VTS Vesijäähdytteinen valon kanssa 22 asteen kaula 22 asteen asennus

1 kpl Varaosa kaula

1 kpl Collision Detection ranne yhteinen.

1 kpl Torch reamer Cleaner Binzel

1 kpl Airblast Anti-roiskeet yksikkö

1 kpl Starter paketti

1 kpl Robotti Base Riser.

1 kpl Touch Sensing Paketti

1 kpl Wire Cutter Touch Sensing paketti in

1 kpl ohjauslaitteita paketti

1 kpl Soluun tarvittavat lukko paketti, jotka sopivat solun vartiointi suunnitteluun.

Ylös ja alas pneumaattiset ovet käyttäjien turvallisuuden takaamiseksi

Hankkeen koulutusohjelma



Järjestelmän kokoonpano ja testaus  
System tietopaketti  
Robotin ohjelmointi 1 tuotetyyppi.

**Hinta** [REDACTED] € **vapaasti tehtaalla**

5.1.1 Työkalu kauhan kiinnittämiseen työasemaan ei kuulu hintaan mutta tekninen neuvonta kuuluu.

+5.2 Asetukset

Kaula Muuta Torch	Mukana
Pesu asema Binzel	Mukana
Upspray antispatter	Mukana

5.2.3 Koulutus käsitellään erillisenä tarjouksena

5.3 CE -

Tämä Arc Welding Järjestelmä toimitetaan Euroopan direktiivien mukaisesti, Euroopan direktiivien asetuksen (viite No.93/44/EEC), joka tunnetaan nimellä "CE", astunut voimaan 1 tammikuu 1995.

5.4 Toimitus

Oy RobotiON Ltd vahvistama toimitusaika min. 4-5 viikkoa siitä kuin tilaus on vastaanotettu.

5.4.1 Hinnat

Hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa.

#### 5.5 Voimassaolo

Voimassaoloaika on 30 päivää.

#### 5.8 Takuu

Takuuaika on 6 kuukautta solun toimitus päivästä. Tämä koskee koko toimitusta sisältäen myös robotin käsivarren. Tämä kattaa osat ja työn, normaalina työaikana, mutta ei koske osia, jotka Oy RobotiON Ltdn mielestä, ovat johtuneet väärinkäyttö, laiminlyönti, onnettomuus, sopimattomia sovelluksia tai väriä asennuksia. Korjaukset ovat takaisin tehtaalle periaatteella aina kun mahdollista.

#### 5.9 Ehdot

50% Maksu tilauksesta, jonka avulla on tarkoitus edetä  
50% ennen lähettämistä.

Kaikki maksut laskuna

Kaikki laitteet ovat Oy RobotiON Ltdn omaisuutta kunnes koko kauppasumma on maksettu. Tämä tarjous on salainen eikä voida käyttää referenssinä muiden tarjouksien saamiseksi.

Teerijärvi 31.03.2010

---

Hans Nikula

Oy RobotiON Ltd

## LIITE 4: Pemamek Oy:n tarjous



Tekijä: Tauno Kõrmöläinen/Mikko Savolainen Päivämäärä: 23.2.2010 Page: 1/8  
Jakelu: Koodi-Revisio: D15308  
Asiakas:

Robottihitsausasema

**BUDJETTITARJOUS**

**Eurosteel Oy**  
Tomi Kivistö-Rahnasto  
Metallitie 7

61100 PERÄSEINÄJOKI

**PEMA-ROBOTTIHITSAUSASEMA.**

Viitaten käytyyn keskusteluun ja toimittamaanne sähköpostiin tarjoamme Teille alustavasti, sitoumuksetta, kaivinkoneen-kauhojen robotisoidun hitsausaseman seuraavasti.

### PEMA-ROBOTTIHITSAUSASEMA

1. Käsittelypöytä, PEMA-3500 SHR-3
2. Robotti, Motoman UP20MN, NX100 ohjaus
3. Hitsausvarustus
4. Järjestelmän asennus, integrointi, koulutus ja huolto
5. Turvallisuus
- 5.1 Suojaseinät, PEMA
- 6.1 PEMA-Weld Control Lite
7. PEMA-Paletinvaihto

Budjettihinta [REDACTED] € alv 0 %

Toivomme tarjouksen soveltuvan Teille ja olemme valmiit keskustelemaan kaikista tarjoukseen liittyvistä seikoista.

Kunnioittavasti

**PEMAMEK OY**

Tauno Kõrmöläinen  
Puh 02 760 77 226

Mikko Savolainen  
Puh 02 760 77 244

**KAUPALLISET EHDOT**

<b>Toimitusaika</b>	n. 10 työkuukautta tilauksesta. Lopullinen toimitusaika tarkennetaan ennen hankintapäätöstä. Välilyöntivarauksin. Toimituksesta laaditaan erillinen, yksityiskohtainen toiminta-aikataulu.
<b>Toimitusehto</b>	DDU Peräseinäjoki INCOTERMS 2000, vapaasti asennettuna tilaajan valvonnassa tehtäällä, erillisten PEMAMEK Oy:n asennusehtojen mukaisesti.
<b>Hyväksyntä</b>	<p><b>FAT</b> (Factory Acceptance Test), Tehdastesti. Ennen laitteiston toimittamista tilaajalle se soveltuvilta osin kokoon pannaan ja koeajetaan toimittajan tehtäällä. Laitteistolle tehdään tilaajan valvonnassa tehdastesti (FAT). Tehdastestistä laaditaan testauspöytäkirja johon havainnot kirjataan.</p> <p><b>FA</b> (Final Acceptance), Loppuhyväksyntä Laitteiston asennuksen jälkeen suoritetaan tilaajan valvonnassa loppuhyväksyntätesti (FA). Loppuhyväksyntätestistä laaditaan testauspöytäkirja johon havainnot kirjataan. Loppuhyväksyntätestissä laaditaan aikataulu mahdollisesti vielä avoimina olevien asioiden loppuunsaattamiseksi.</p> <p>Tilaaaja voi aloittaa laitteiston tuotantokäytön hyväksytyyn loppuhyväksyntätestin jälkeen.</p> <p>Testikappale ja käytetyt hitsauslisäaineet sovitaan erikseen, 4 viikon kuluessa tilauksen vastaanottamisesta. Testikappaleesta hitsataan osuus jolla voidaan varmistaa aseman toiminnallisuus. Tilaaaja vastaa hitsausprosessista ja toimittaa kaiken testeissä tarvittavan materiaalin kuten työkappaleet, lisäaineet ja suojakaasut.</p>
<b>Maksuehto</b>	30 % tilattaessa, 60 % toimitettaessa ja 10 % hyväksytty käyttöönotto, kaikki 30 pv netto, viivästyskorko 8 %
<b>Takuut</b>	<b>Laitetakuu</b> 12 kk hyväksytystä käyttöönotosta, 1-vuorotyössä tai 2000 tuntia riippuen kumpi ensin tulee täyteen, kuitenkin korkeintaan 18 kk toimituksesta. Muut takuehdot Pemamek Oy:n takuehtojen mukaan.

**Huoltotakuu**

Takuaaikana huoltomies on paikalla 48 tunnin kuluessa ilmoituksesta normaalina työaikana maanantai – perjantai.

**Tarjoukseen ei sisälly** Työkappalekohtaiset robottiohjelmat.  
Savukaasuimuri

**Tarjoukseen sisältyy** Yhden työkappaleen testiohjelman ohjelmointi siltä osin mitä vaaditaan aseman toiminnallisuuden varmistamiseen.  
Testiohjelmaa käytetään FAT ja FA testeissä.

**Asennus** Tarjottujen laitteiden asennus valmiille asennuspaikalle tilaajan tehtaalla Peräseinäjoella erillisten Pemamek Oy:n asennusehtojen mukaisesti.

**Omistuksen pidätys** Toimittajalla on soveltuvan lain sallimassa laajuudessa omistusoikeus materiaaliin, kunnes tavara on kaikkine kuluineen kokonaan maksettu.

**Dokumentointi** Toimitukseen sisältyy dokumenttimateriaali tallennettuna CD-levylle.  
- Käyttö- ja huolto-ohjeet  
- Sähkö-, paineilma-, hydraulikkakaaviot  
- Varaosapiirustukset ja luettelot, varaosapiirustukset ovat kokoonpanopiirustuksia  
- Robotin dokumentaatio, osin vieraskielistä,  
- Toimituksen yhteydessä toimitetaan ohjelmointimateriaali, käyttö- ja huolto-ohjeet sekä varaosaluettelot. Osa dokumentaatiosta on vieraskielistä.  
- Perustus- ja asennuskuvat

**Muut ehdot** **NLM02 mukaan.**  
**Tämä tarjous on budjettitarjous ja se ei ole sitova.**  
**Toimitamme sitovan tarjouksen kun hitsausaseman laitteiston varustelu ja kokoonpano on selvitetty.**  
**HUOM ! Toimitusajat välimyyntivarauksin.**  
**Laitteet täyttävät EN-turvanormit ja ovat CE-merkittyjä.**

Pidätämme kaikki oikeudet laitteiden mitta- ja rakennemuutoksiin.

**TEKNISET TIEDOT**

**1. Käsittelypöytä, PEMA-3500 SH3R**

Kolme akselinen käsittelypöytä, pöytälevyn pyöritys- ja -kallistusliikkeet sekä korkeudensäätö. Pöytä on kokonaan robotin ohjauksessa.

- Kuormitettavuus 3500 kg
- Työkappaleen max. pyöritys halk. 2000 mm
- Pyöritysmomentti 5000 Nm
- Pyöritysnopeus max. 2 rpm, rajoittamaton pyöritysliike
- Paikoituksen toistotarkkuus +/-0,1 mm, pöytälevyn säteellä 500 mm
- Pöytälevy korvataan palettiadapterilla .
- Kallistusmomentti 10 000 Nm
- Kallistusnopeus max. 1,5 rpm,
- Kallistusliike n. 350 astetta, kallistusliike on rajoitettu
- Korkeudensäätö 1000 mm, servomootorikäyttö
- Nostonopeus 1,3 m/min
- Pöydän ohjaus robotilla, robotin ulkoisena akselina, kaikki kolme akselia.
- Pöydän käyttömootoreina käytetään robotinvalmistajan omia servomootoreita
- Max. Hitsausvirta 1400 A, eristetty maadoitusvirran kaapelointi

**2. Robotti**

**MOTOMAN® UP20MN TEOLLISUUSROBOTTI**

- 6 akselia
- Käsittelykyky 20 kg
- Ulottuvuus 3106 mm
- Toistotarkkuus +/-0,15 mm
- Railonhaku ja -seuranta
- Motoman monipalkohitsaus toiminto

**NX100 robottiohjain:**

- Suomenkielinen käyttöliittymä
- Kehittynyt robottiliiketoiminto ARM ( *Advanced Robot Motion Control*)
- Integroitu törmäystunnistustoiminto, tunnistustaso säädettävissä ohjelmallisesti
- Informaatiokäytössä I/O-diagnostiikka, hälytysviestit ja -kirjanpito, käyttöaikalaskurit (mm. ohjaus-, servovirta-, ajo-, liike- ja työaika)

**Robottihitsausasema**

**BUDJETTITARJOUS**

- Laajennettu PLC-yksikkö oheislaitteiden hallintaan (esim. kuljettimet)
- Moniajo-toiminto usean tehtävän samanaikaiseen suorittamiseen
- Keskeytystyö-toiminto töiden priorisointiin
- Ohjelmakapasiteetti 60 000 pistettä, 10 000 käskyä, 10 000 logiikkakäskyä
- 24+24 I/O:ta käytettävissä riviliittimillä
- PC-korttipaikka, Ethernet-liityntä tiedonsiirtoon ja varmuuskopiointiin
- Ohjelmointipaneeli graafisella 6,5" väri LCD-näytöllä, kannettava 8m kaapelilla
- Robotin ja ohjaimen välinen kaapeli

**PC-Card**

PC-card robottitöiden ja järjestelmätietojen varmuuskopiointiin:

- Compactflash 64 Mb + käyttöohjeet

**3.**

**Hitsausvarustus**

Lukumäärä.....	1 kpl
Hitsausvirtalähde.....	Lincoln PowerWave 455
Langansyöttölaite.....	Lincoln 4R220
Hitsauspoltin .....	Binzel Abirob W500 500A 100% Mix gas
Polttimen puhdistusasema.....	Binzel BRS-CC
Lankakela.....	Marathon Pac varustus
Savukaasupoisto.....	Hitsauspolttimeen integroitu savukaasunpoisto + putkisto (imuri ei sisälly tarjoukseen)

**4.**

**Järjestelmän asennus, integraatio, koulutus ja huolto**

**Asennus**

Toimitukseen sisältyy tarjottujen laitteiden asennus tilaajan tiloihin Alajärvellä .

Kuljetus Loimaa – Peräseinäjoki sisältyy tarjoukseen.

Tilaaja huolehtii kaikki rakennustekniset työt, sähkönsyötön sulakekaappeineen, suojakaasulaitteet ja liitännät, kärynpoisto-järjestelmän liitännän, paineilmansyötön sulkuineen sekä niiden kytkennät asemaan, vesi ja viemärinti liitännät. Tilaaja huolehtii lattian päälle kiinnitettävistä peruslevyistä ja niiden asennuksista. Tilaaja antaa nostoapua, tarjoaa sosiaalitalan ja lukittavan säilytystilan asennusryhmän käyttöön. Tilaaja purkaa

asennuspaikalla olemassa olevat laitteistot ennen uuden laitteiston asennusta toimittajan ohjeiden mukaisesti.

### Integraatio

Tarjottujen laitteiden toiminnallinen integrointi valmiissa asemassa.  
Aseman laitteiden ja turvajärjestelmän integrointi.

### Käyttö- ja huoltokoulutus

Tarjoukseen sisältyy koulutusta seuraavasti:

- Robotin ohjelmointikoulutus 4 pv
- Huoltokoulutus robotille 1 pv
- Työaseman käyttökoulutus 2 pv
- Huoltokoulutus työasemalle 1 pv

Toimitukseen sisältyy 5 pv StartUp palvelua Peräseinäjoella. Palvelun käytöstä sovitaan erikseen hyväksytyyn käyttöönoton jälkeen.

Koulutus sisältää yhden ryhmän koulutuksen, 4 henkilöä. Tilaaja vastaa omista matka- ja majoituskustannuksistaan. Lisäkoulutus; 950 € / päivä + matka ja majoituskulut

### Huolto

Tarjoukseen sisältyy yksi takuuaikainen määräaikaishuolto sekä yksi yleishuolto takuuajan päättyessä, takuu ei sisällä kulutusosia. Haluttaessa teemme jatkohuollosta sopimuksen, joka sisältää määräaikaishuollot sekä yleishuollon esim. kerran vuodessa. Huoltosopimus laaditaan erikseen; hinta perustuu voimassaolevaan huoltohinnastoomme, varaosat ja tarvikkeet veloitetaan aina kulutuksen mukaan.

5.

### Turvallisuus

#### Savunpoisto ja häikäisysoja

Savukaasujen poisto ei sisälly tarjoukseen. Tilaaja huolehtii savukaasujen poiston, imun ja suodatuksen robotti- asemalta.  
Toimitukseen ei sisälly erillisiä häikäisysojia



## 5.1 Suojaseinät, PEMA.

Aseman suojaseinät.

- Aseman yhdellä sivulla on rakennuksen kiinteät seinät
- Tilaa huolehtii rakennuksen rakenteiden muutokset; lattian, seinät, ikkunoiden peittämisen, kaapeloinnit ja putkistot, tarvittavat tuki- ja kannatusrakenteet
- Suojatilan molempiin päätyihin toimitetaan lankaverkkoseinät, jotka peitetään häikäisy-suojaverholla, korkeus n. 2 m
- Avoimelle sivulle valoverho, 1 kpl.
- Tarjoukseen ei sisälly kattoa. Mikäli turvallisuus sitä vaatii tarjotaan se erikseen.

## 6.1 PEMA-Weld Control Lite

Samaa tietokonetta voidaan käyttää myös muiden motoman robottiasemien kanssa.

- Teollisuus PC
- PEMA-WeldControl Lite, ohjelmistolisenssi yhdelle robotille.
- Ethernet-liityntä robottiohjaimen ja liityntä mahdollisuus tehtaan verkkoon
- Robottiohjelmien ylös- ja alaslataus robottiohjaimelta
- Robottiohjelmien säilytys ja hallinta PC:n kovalevyllä tai verkkoasemalla
- Robotin ohjelmien ja systeemialueen varmuuskopiointi
- Hitsausparametrikirjaston käyttöliittymä Motomanille
- Ostaja tekee hitsausparametrikirjaston omalla robotilla testikappaleille, oman WPS kirjastonsa perusteella.

### Tietokone-laitteisto

- Siemens teollisuustietokone
- 19" TFT touch screen
- Näppäimistö ja hiiri
- Suojakaappi

## 7. PEMA-Paletinvaihto.

Toimitukseen sisältyy työkalupaleen paletinvaihtolaitteisto.

- Paletinvaihtovaunu, moottoroitu liike lattiakiskoilla, ohjaus manuaalisesti.
- Paletti tuodaan vaunulla, ladataan pöydän pystyliikkeellä
- Pöydän palettiadapteri pöytälevyn sijaan
- Työkappaleen kiinnitinadaptereita 3 kpl.

---

**Robottihitsausasema**

**BUDJETTITARJOUS**

---

- Toimitukseen ei sisälly työkappalekohtaiset kiinnittimet
- Asennus työaseman asennuksen yhteydessä

**LIITÄNTÄTIETOJA:** Hitsausvirtalähde 63 A  
Robotti 32 A  
Muut 16 A  
Paineilma 6 bar  
Suojakaasu  
Korkeapainesavukaasunpoisto  
Lisäksi 230 V 1-v