



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Niko Latva

SELVITYSTYÖ TUOTTEIDEN  
AUTOMAATTISEEN LATAUKSEEN  
FMS-JÄRJESTELMÄSSÄ

W32 E-moottorien runkolaakerien satulat

Tekniikka ja liikenne  
2014

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Niko Latva
Opinnäytetyön nimi	Selvitystyö tuotteiden automaattiseen lataukseen FMS-järjestelmässä
Vuosi	2014
Kieli	suomi
Sivumäärä	26 + 2 liitettä
Ohjaaja	Mika Billing

---

Työ tehtiin Wärtsilän Vaasan toimitusyksikön moduulikoneistukseen Big cover – verstaalle. Työn tavoitteena on selvittää toimenpiteet W32E rivi- ja V-moottorin runkolaakerien satuloiden automaattisen lataamisen mahdollistamiseksi. Näiden mallien määrä on kasvussa koko ajan ja tulevaisuudessa näitä tullaan tekemään enemmän kuin vanhaa W32D-moottoria.

Työn aluksi opiskelin joustavan tuotantoautomaation teoriaa. Sitten tutustuin FMS-solun toimintaan ja siinä olevien toimilaitteiden tehtäviin. Solun toiminnasta haastattelin työntekijöitä sekä keskustelin tarvittavista muutoksista suunnittelijoiden kanssa. 3D-mallien ja piirustusten avulla katsottiin tarvittavat muutokset kiinnittimeen toisen satulamallin kiinnittämistä varten. Myös muiden osastojen kanssa oltiin yhteydessä asioiden ratkaisemiseksi.

Työn loppuvaiheessa suoritettiin pienimuotoinen testiajo robotilla ja se onnistui hyvin. Työn lopuksi saatiin selkeä listaus, jonka avulla tuotteen lisääminen onnistuu helposti FMS-järjestelmään.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

## ABSTRACT

Author	Niko Latva
Title	A Survey for Adding Products to a Flexible Manufacturing System Automatically
Year	2014
Language	Finnish
Pages	26 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Mika Billing

---

The thesis was done to Wärtsilä Delivery Centre, Vaasa Module machining workshop. Some of the main bearing caps are fed to the FMS system manually and the purpose of the thesis was to find out how to add products to the FMS system automatically.

At first these FMS-systems were studied, as well as the actual system in the workshop. The workers were interviewed about the system and the modifying of the workpiece clamping was discussed with the designer.

The result of the thesis is the list of things that have to be taken into account and what is needed to be done when adding products into the automated system.

---

Keywords                      Production automation, FMS, flexible production

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn kuvaus.....	7
1.2	Työn tavoite .....	7
2	WÄRTSILÄ .....	8
2.1	Wärtsilä.....	8
2.2	Wärtsilä Vaasassa .....	9
3	TUOTANTOAUTOMAATIO .....	10
3.1	Tuotannon automatisointi .....	10
3.1.1	Perusteita ja historiaa .....	10
3.1.2	Tuotannon automatisoinnin tarkoitus.....	12
3.2	Joustava automaatio .....	12
3.2.1	Joustava automaattinen yksikkö.....	12
3.2.2	Joustava automaattinen valmistussolu .....	12
3.2.3	Joustava automaattinen valmistusjärjestelmä .....	12
3.2.4	Joustava transferlinja.....	14
3.2.5	Joustavien valmistusjärjestelmien luokittelutapoja.....	14
3.2.6	Järjestelmien tiedonhallinta.....	15
4	ROBOTIT.....	16
4.1	Robotisointi.....	16
4.2	Robottityypit .....	16
4.3	Robotti osana FMS-järjestelmää.....	17
5	PROSESSIN KUVAUS .....	18
5.1	Joustava automaattinen valmistusjärjestelmä .....	18
5.2	Satulan valmistusprosessi .....	18
5.3	Oheislaitteet .....	18
6	TYÖN TOTEUTUS .....	19
6.1	Lähtötilanne .....	19
6.2	Työn aloitus .....	19

	4
6.3 Työn eteneminen.....	19
7 TULOKSET .....	21
7.1 Robotti.....	21
7.2 Kiinnitin .....	21
7.3 Robottisolun oheislaitteet.....	22
7.3.1 Pesulaite .....	22
7.3.2 Mittauskone.....	23
7.3.3 Fotocomp Alligaattori .....	23
7.3.4 QDMS-järjestelmä .....	23
7.4 FMS-järjestelmän ohjaaminen .....	24
LÄHTEET .....	26
LIITTEET	

**KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO**

<b>Kuvio 1.</b>	Wärtsilän liikevaihto liiketoiminnoittain	s. 8
<b>Kuvio 2.</b>	Joustavan tuotantoautomaation synty	s. 11
<b>Kuvio 3.</b>	3D-malli kiinnittimessä olevasta ohjaimesta	s. 22
<b>Kuvio 4.</b>	Esimerkkikaavio perustietojen rakenteesta	s. 24

**LIITELUETTELO****LIITE 1.** Selvitystyön tarkempi selostus**LIITE 2.** Vuokaavio prosessista

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn kuvaus

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilän Vaasan toimitusyksikön moduulikoneistukseen Big cover -verstaalle. Big coverilla koneistetaan erilaisia moottoreihin ja niiden moduuleihin tarvittavia osia. Työn aiheena oli selvittää tarvittavat toimenpiteet W32E-moottorin V- ja rivikoneen satuloiden automaattisen latauksen käyttöönottoon. Tällä hetkellä ainoastaan W32D-moottorin satulat saadaan ladattua automaattisesti robotilla kiinnittimeen, jossa kiinnitettynä satula menee koneistettavaksi. Muut mallit, yhteensä kuusi kappaletta, ladataan kiinnittimeen käsin. Tuotannon joustavuutta saadaan kasvatettua, kun malleja saadaan pois manuaalilatausasemalta. Verstaalle on investoitu robotille uusi tarttuja, jolla onnistuu W32D-mallin satulan lisäksi W32E-mallien lataaminen kiinnittimeen.

## 1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli selvittää tarvittavat toimenpiteet mitä tarvitaan, että robotilla saadaan ladattua muitakin malleja joustavaan valmistusjärjestelmään. Järjestelmä koostuu hyllystöhissistä, kahdesta koneistuskeskuksesta ja robottisolusta. Työ keskittyi enemmän robottisoluun. Selvityksessä oli otettava huomioon oheislaitteiden toiminta, aluksi kolmen eri mallin ajamisessa. Robottisolussa hoidetaan robotin suorittama jäysteenpoisto, kappaleen siirtoja ja kiinnittimen lataus sekä tyhjäys. Robottisolussa on lisäksi pesulaite, mittauslaite ja merkkuslaite sarjanumeroa varten. Sarjanumero ja mittaustulokset kirjataan QDMS-tietojärjestelmään automaattisesti.



## 2 WÄRTSILÄ

### 2.1 Wärtsilä

Wärtsilän saha perustettiin vuonna 1834 Tohmajärven kunnan alueella sijaitsevan kosken partaalle. Wärtsilän osti osake-enemmistön Kone- ja Siltarakennus Oy:stä vuonna 1935, Wärtsilä sai haltuunsa Hietalahden telakan Helsingissä ja Crichton-Vulcanin telakan Turussa. Vuonna 1936 Wärtsilä osti Hietalahden Konepajan Vaasassa (perustettu 1894) ja dieselmootoreiden valmistus alkoi vuonna 1954. Ensimmäinen Wärtsilän itse kehittämä 4-tahtinen dieselmoottori, tyyppi 14, valmistui vuonna 1960. /5/.

Wärtsilä on kansainvälisesti johtava energiaratkaisujen ja palveluiden tarjoaja merenkulku- ja energiamarkkinoilla koko tuotteen elinkaaren ajaksi. Keskittymällä teknisiin innovaatioihin ja kokonaisyhteyksiin Wärtsilä maksimoi asiakkaidensa alusten ja voimalaitosten ympäristötehokkuuden ja taloudellisuuden. Wärtsilässä työskentelee tällä hetkellä hieman alle 19 000 henkilöä. Vuonna 2013 Wärtsilän liikevaihto oli 4,7 miljardia euroa. Kuviossa 1 on esitetty Wärtsilän liikevaihto liiketoiminnoittain vuonna 2013. /5/.



**Kuvio 1.** Wärtsilän liikevaihto liiketoiminnoittain.

Wärtsilän liiketoiminnat ovat voimalaitoksiin keskittyvä Power Plants, merimoottoreihin keskittyvä Ship Power ja kaikkiin moottoreihin, myös kilpailijoiden, huoltoja tarjoava Services.

## 2.2 Wärtsilä Vaasassa

Wärtsilällä on toimintaa Helsingissä (pääkonttori), Vaasassa, Turussa ja Espoossa. Suomessa työskentelee n. 3800 henkilöä, joista Vaasassa n. 3000. Vaasassa sijaitsee 4-tahti-moottorien tutkimuksen ja tuotekehityksen pääkeskus. Keskustan toimitusyksikössä on moottorilaboratorio tuotekehitystä varten ja Vaskiluodossa testataan uusia teknologioita. Vaasan toimitusyksikkö on vastuussa Ship Powerin ja Power Plantsin myymien moottorien toimituksista. Tähän kuuluvat myös avainkomponenttien koneistus sekä moottorien ja generaattorilaitteistojen asennus. /5/.

## 3 TUOTANTOAUTOMAATIO

### 3.1 Tuotannon automatisointi

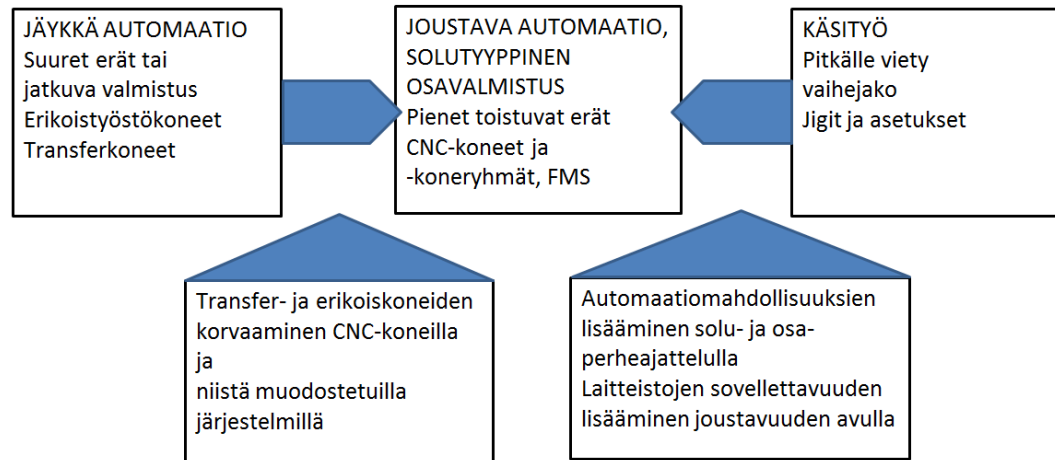
#### 3.1.1 Perusteita ja historiaa

Soluja ja muita valmistusyksiköitä voidaan edelleen kehittää joustavan automaation keinoin. Nykyaikaisessa metalliteollisuudessa pienet valmistuserät ja tuotteen versioiden tiheä vaihtuvuus vaativat joustavuutta automaatiojärjestelmiltä. Valmistusjärjestelmällä täytyy pystyä valmistamaan useita tuotteita eräkokojen vaihtuessa. Numeerisen ohjauksen avulla joustavuus saavutetaan. Numeerinen ohjaus on kehittynyt itsenäisenä tietokonetekniikan sovelluksena tietotekniikan rinnalla. /1, 128/.

Numeerinen ohjaus tulee sanoista Numerical Control eli NC. Nykyään puhutaan jo CNC:stä eli Computerized Numerical Control, jossa kaikki numeeriset ohjaukset perustuvat tietokoneella ohjaamiseen. NC-ohjauksesta puhuttaessa tarkoitetaan lähes poikkeuksetta CNC-ohjausta. /1, 128/.

Numeerisessa ohjauksessa työstökoneen, teollisuusrobotin ja muiden koneiden liikkeet ja toiminnot ohjelmoidaan muistiin ja ne tapahtuvat servomoottorein. Servomoottoreista on takaisinkytkentä ohjaukseen, jolloin tiedetään robottien tai työstökoneiden työkalujen tarkka sijainti koordinaatistossa. /1, 128/.

Numeerinen ohjaus ja sen kehitys on lähtenyt Amerikasta. Amerikan ilmavoimat ja Massachusetts Institute of Technologyn yhteisenä projektina oli kehittää ohjaus jyrsinkoneelle, joka työstää lentokoneen osia alumiinialihioista. Ohjauksen kehitys tapahtui vuosina 1948-51. Chicagon työstökoneenäyttelyssä vuonna 1955 oli jo viisi kappaletta kaupallisia NC-koneita tavallisiin valmistustarkoituksiin. Vuonna 1962 Suomeen saatiin ensimmäinen NC-kone Valmet Oy:n Lentokonetehtaalle Tampereelle. Se oli ensimmäisiä NC-koneita Euroopassa. Nykyisin numeerinen ohjaus on tuotantokoneiden normaali ohjaustapa. /1, 129/. Ensimmäinen joustava valmistusjärjestelmä toimitettiin 1982 Valmet Oy:n tehdasautomaatioryhmän toimesta silloiselle Valmetin Suolahden traktoritehtaalle (/2, 260/).



**Kuvio 2.** Joustavan tuotantoautomaation synty perinteisestä jäykästä automaatiosta.

Kuviossa 2 on esitetty joustavan tuotantoautomaation kehitys. 1930-luvulta alkaen on massatuotannossa käytetty mekaanisesti automatisoituja työstökoneita, kuten automaattisorveja ja transferlinjoja. Näitä kutsutaan jäykän automaation laitteiksi. Työ on jaettu yksinkertaisiin osiin ja asetukset on tehty terien, välityshammaspyörien sekä terien ja liikkeiden rajoittavien vasteiden asemien vaihtamisella. Asetusaika on muodostunut pitkäksi, jopa useiksi tunneiksi. Jäykän automaation lisäksi on aina ollut käsityötä pienerätuotannon soveltamiseen. /1, 130/.

Nykyisten järjestelmien joustavuus perustuu NC-ohjelmien nopeana vaihtamisena tietoteknisenä toimenpiteenä. Erilaisten kappaleiden työstäminen onnistuu ohjelmaa vaihtamalla. Asetusten vaihto vaatii myös kiinnittimien vaihdon ja kappaleen kiinnittämisen nykyäänkin, mutta tämä hoidetaan robotilla samaan aikaan kun toista kappaletta työstetään. Myös työkalujen on oltava koneessa vakiopaikallaan, sillä tämä edesauttaa lyhyttä asetusaikaa. /1, 130/.

### **3.1.2 Tuotannon automatisoinnin tarkoitus**

Automaation tärkein syy on käyttäjien irrottaminen valmistusprosessista mahdollisimman pitkälle. Myös automaation nopeus sekä koneiden väsymättömyys ja tarkkuus ovat tärkeitä. Samalla työturvallisuutta saadaan lisättyä, kun ihmisille raskas tai vaarallinen työ koneellistetaan. Automaatiolla saadaan hyödynnettyä tuottamattomat ajat, kuten kahvi- ja ruokatauot. Automaation avulla pyritään lisäämään vuoden tehollisia työtuntimääriä, tavoitteena on käyttää mahdollisimman moni vuoden 8760 tunnista. /1, 134-135/

## **3.2 Joustava automaatio**

### **3.2.1 Joustava automaattinen yksikkö**

Joustavan automaation perusjärjestelmä on joustava automaattinen yksikkö. Se on samalla myös yksinkertaisin. Yksikkö sisältää yhden tietokoneohjatus koneistuskeskuksen tai monitoimisorvin. Yksikön täydentää joustavaksi automaattiseksi yksiköksi automaattinen kappaleenvaihtojärjestelmä. Näin konetta voidaan ajaa myös miehittämättömänä tietyn jakson verran. Yksikkö sisältää myös valvontatoimintoja, jotka valvovat työstöä, työkaluja ja kappaletta. Yksikössä voi olla myös automaattinen vianhaku. Yksiköllä on valmiudet toimia osana FMS-järjestelmää. /2, 242/.

### **3.2.2 Joustava automaattinen valmistussolu**

Joustava automaattinen valmistussolu sisältää kaksi tai useamman koneen muodostaman automaattiosolun, jonka sisällä kappaleen käsittely on automatisoitu. Koneiden välillä tapahtuu kappaleen siirtoja automaattisesti. Tämän takia valmistussolun määritelmä on hieman epäselvä. Solua voisi pitää jo täytenä FMS-järjestelmänä. /2, 243/.

### **3.2.3 Joustava automaattinen valmistusjärjestelmä**

Joustava automaattinen valmistusjärjestelmä koostuu kahdesta tai useammasta automaattisesta koneesta. Kuten joustava automaattinen valmistusyksikkö, myös valmistusjärjestelmä toimii miehittämättömänä tietyn jakson ajan. Tämä jakso

riippuu monesta tekijästä. Niin kauan kun materiaalia riittää, järjestelmä toimii itsenäisesti. Järjestelmän vahvuutena onkin haluttujen tuotteiden valmistus halutun kokoisissa erissä ja halutussa järjestyksessä. Tämä onnistuu taloudellisesti, tehokkaasti ja lähes keskeytymättömästi. Järjestelmässä voidaan ajaa erilaisia kappaleita peräkkäin ja järjestelmän joustavuus onkin todella suuri. /2, 243-244/.

Järjestelmässä kappaleita siirretään koneelta toiselle tai soluihin automaattisella siirtojärjestelmällä. Siirtojärjestelmä sisältää usein myös automaattivaraston, jonka avulla onnistuu miehittämätön jakso. Varaston koko määrittelee jakson pituuden. Siirtojärjestelminä käytetään

- kuljettimia tai rullaratoja
- ohjaintappivaunuja
- kiskovaunuja
- vihivaunuja
- pinoavia siirtovaunuja
- portaalirobotteja.

Järjestelmä sisältää yleisimmin korkeavaraston, jota hallitaan pinoavalla siirtovaunulla. /2, 244/.

Järjestelmän joustavuus tulee ilmi myös kappalaiden työkuluissa. Työkulut voivat poiketa toisistaan. Myös työkalujen, kiinnittimien ja palettien hallinta kuuluu kokonaisjärjestelmään. Järjestelmää ohjataan tietokoneella tai ohjelmoitavalla logiikalla. Tuotannon vaihtuvuuden mukaan NC-ohjelmat voivat sijaita joko työstökoneilla tai järjestelmää ohjaavalla päätietokoneella. Myös osaperheiden laajuuden takia ohjelmat useimmiten sijaitsevat päätietokoneella. Järjestelmän koneet voivat olla joko toisiaan korvaavia tai täydentäviä. /2, 244/.

### 3.2.4 Joustava transferlinja

Joustava transferlinja koostuu useasta automatisoidusta koneesta. Koneet sijaitsevat linjassa ja ovat toisiaan täydentäviä. Kappaleiden vaihejärjestys on siis sama ja työstöt ovat monivaiheisia. Näin ollen kappaleiden vaiheiden koneajat on pyritty tahdistamaan. Tämä onkin linjan heikko puoli. Varsinkin, jos jollekin vaiheelle tulee häiriö. Silloin on vaarana koko linjan pysähtyminen. Häiriöiden vaikutuksien minimoimiseksi onkin yleensä tehty välivarastoja kuljettimen yhteyteen. Näin ollen saadaan aikaa häiriön poistamiseen, eikä linjan pysähtyminen uhkaa. Linja sopiikin hyvin suuriin tuotantovolyymeihin, joka osaltaan hankaloittaa asetusten vaihtoa. Koko linja on pysäytettävä, että asetukset voidaan vaihtaa koko linjalla. Tämän takia linjan joustavuus on hieman heikompi kuin joustavan automaattisen valmistusjärjestelmän. /2, 245/.

### 3.2.5 Joustavien valmistusjärjestelmien luokittelutapoja

Valmistusjärjestelmiä voidaan luokitella tuotteiden vaihtuvuuden mukaan seuraavasti:

- tietyn tuotteen tai sen osien valmistaminen
- yhteen tuoteperheeseen kuuluvien tuotteiden tai niiden osien valmistus
- alihankintatyyppinen valmistus, jossa varmuutta valmistettavista kappaleista ei ole.

Valmistusjärjestelmien luokittelu voidaan tehdä myös kuljetus- ja käsittelytavan mukaan. Kappaleita voidaan kuljettaa kiinnitettynä. Kappaleet ovat kiinnitettynä kiinnittimissä paletin päällä. Robotiikka on tuonut tälle valmistusjärjestelmälle mahdollisuuden automaattiseen kappaleiden vaihtoon. Kappale ladataan automaattisesti kiinnittimeen, jolla se liikkuu järjestelmän sisällä varastoon tai työstökoneelle ja sieltä takaisin robotille. Robotilla kappale siirretään esimerkiksi valmiiden kappaleiden varastopaikkaan.. /2, 247/.

Kappaleet voidaan kuljettaa myös kiinnittämättöminä. Kappaleet ovat kuljetusalustalla niin, että ne pysyvät paikoitettuna oman painonsa ja mahdollisten

tukien avulla. Kappaleet siirretään koneistukseen ja pois robotilla tai muulla siirtojärjestelmällä. /2, 248/.

### 3.2.6 Järjestelmien tiedonhallinta

FMS-järjestelmien monimutkaisen tiedonhallinnan takia järjestelmät voidaan jakaa moneen eri ryhmään, mutta toimiakseen kunnolla kaikki FMS-tyypit vaativat tietyt perustiedot:

- mitä tuotteita valmistetaan
- mitä materiaaleja käytetään
- miten paljon tuotteita valmistetaan
- milloin tuotteet valmistetaan
- minkälaisia paletteja ja kiinnittimiä käytetään
- tuotteen työvaiheet eli reitti
- mitä NC-ohjelmia käytetään
- mitä muita ohjelmia vaaditaan
- jos järjestelmässä on robotti, niin sen työkalut
- myös muiden oheislaitteiden tarpeet huomioitava
- mitä työstökoneen työkaluja ja kuinka paljon niitä käytetään.

Tiedot näihin saadaan monesta eri lähteestä ja nykyisin myös tarvittaessa reaaliaikaisesti. Muuten tietoja saadaan esimerkiksi tietokoneavusteinen tuotesuunnittelu (CAD), tietokoneavusteinen työnsuunnittelu (CAPP), materiaalin tarvelaskenta (MRP), kapasiteetin laskenta (CRP), tietokoneavusteinen laadunvarmistus (CAQ) ja työvälineiden hallintajärjestelmä (TMS) tai FMS-ohjaimelta. FMS-ohjain on päätietokone, jossa sijaitsee ohjelma järjestelmän ohjaamiseen. /2, 249-250/.



## 4 ROBOTIT

### 4.1 Robotisointi

Robotti-sana juontaa juurensa 1920-luvulle. Näytelmässä Rossum's Universal Robots (R.U.R.) tsekkiläinen kirjailija Karel Capek käytti ensimmäistä kertaa sanaa robotti. Termi robota tulee tsekinkielestä ja tarkoittaa tehdä työtä pakosta. Siitä robota-sana on sitten käännetty englannin kielelle sanaksi robot. /2, 138/.

Ensimmäiset kaupalliset robotit suunniteltiin ja valmistettiin 1960-luvun alussa. 1970-luvulla yleistyivät myös teollisuuskäyttöön tarkoitettut robotit. Ensimmäiset älykkäät robotit, joilla oli apunaan antureita, ilmeistyivät 1980-luvulla. Ensimmäiset älykkäät robotit olivat kömpelöitä ja hitaita kuten niiden edeltäjänsäkin. Ne olivat epäluotettavia ja kalliita, eikä niitä pystynyt helposti vaihtamaan työstä toiseen. Robottien ohjaukset ovatkin nykyään paljon tehokkaampia ja nopeampia. Robottien ohjaimien ja ohjelmointijärjestelmien kehityksen ansiosta robottien joustavuus on aivan toisella tasolla. /2, 139/.

### 4.2 Robottityypit

Robottien määrittäminen ei ole helppoa. Teollisuusrobotti voidaan määrittellä toimilaitteen, ohjelmointitavan, nivelrakenteensa ja käyttötarkoituksen perusteella monella tavalla. Robotin toiminnallisena määrittelynä voidaan esittää:

*”Teollisuusrobotti on ohjelmoitava monitoimilaite, joka on suunniteltu sekä käsittelemään että kuljettamaan osia tai työkaluja ja tarkoitettu muunneltavine, ohjelmoitavine ratoineen erilaisiin tuotantotehtäviin”. /2, 141/*

Standardin SFS-EN ISO 10218-1 mukaan teollisuusrobotti on:

*”Automaattisesti ohjattu, uudelleen ohjelmoitava ja monikäyttöinen käsittelylaite, jolla on useita vapausasteita, ja joka voi olla joko kiinteästi paikalleen tai liikkuvaksi asennettuna, käytettäväksi teollisuuden automaatiojärjestelmissä”. /3/.*

Robotti on uudelleenohjelmoitava laite, jonka liikkeitä ja aputoimintoja voidaan muuttaa ilman rakenteellisia muutoksia. Se on myös hyvin monikäyttöinen

erilaisiin käyttösovelluksiin sovitettavissa rakenteellisten muutosten avulla. Rakenteellisilla muutoksilla tarkoitetaan muutosta mekaanisessa rakenteessa tai ohjausyksikössä. Robotin muisteihin ei tarvitse tehdä muutoksia. /2, 141-142/.

### **4.3 Robotti osana FMS-järjestelmää**

Robotteja käytetään pääasiassa kappaleenkäsittelyyn. Robotin avulla kuljettimet ja työstökoneet muodostavat laajan automaattisen järjestelmän, jota voidaan ohjata ja ohjelmoida keskitetysti. Robotti mahdollistaa pidempien miehittämättömien tuotantopaksojen käytön. Kappaleiden muodot ja painot rajaavat robotilla käytettäviä tarraimia ja muita apulaitteita. Järjestelmän automaattinen ja miehittämätön ajo riippuu kappaleenkäsittelyn joustavuudesta. Robottien käyttö osana FMS-järjestelmän kalustoa mahdollistaa myös layout-muutosten tekemisen tai tuotteiden lisäämisen järjestelmään. Ja robotin työkalujen uudelleen suunnittelulla järjestelmän joustavuus pysyy silti korkealla. /2, 160/.

Pelkkä robotin uudelleen ohjelmitavuus ei riitä. Robotit on saatava keskustelemaan ympäristön kanssa anturien avulla. Robottien etäohjelmointi on suuressa roolissa nykyaikaisessa teollisuuskäytössä. Robotin on muodostettava liikeratansa tuotteiden suunnittelutiedoista ja ympäristömallista. Robotin toimintakyky riippuu siihen asennetun ohjelmiston kyvystä. Osana suurempaa järjestelmää robottijärjestelmän joustavuus kasvaa kun siihen lisätään oheislaitteita, ympäristöä tarkkailevia antureita, liitäntöjä ulkoisiin tietokoneisiin, jotka ohjaavat robottia tai koko järjestelmää ja työkaluja. /4, 112/.

## **5 PROSESSIN KUVAUS**

### **5.1 Joustava automaattinen valmistusjärjestelmä**

Ei julkaista salaisen materiaalin vuoksi.

### **5.2 Satulan valmistusprosessi**

Ei julkaista salaisen materiaalin vuoksi

### **5.3 Oheislaitteet**

Ei julkaista salaisen materiaalin vuoksi.

## **6 TYÖN TOTEUTUS**

### **6.1 Lähtötilanne**

Big Coverilla koneistetaan paljon nimikkeitä ja manuaalilatausasemalla onkin paljon tekemistä. FMS-järjestelmän käyttöönotosta on jo aikaa muutama vuosi ja robotin automaattilatauksen kautta ei vielä kovin moni nimike kulje. Tosin moni nimikkeistä on sellaisia, joita ei edes pysty robotilla lataamaan kiinnittimeen, koska osat ovat niin isoja ja painavia, että tarvittaisiin hyvin järeä robotti. Joten kaikki nimikkeet, jotka voidaan robotin kautta ladata järjestelmään, olisi hyvä sitä kautta laittaa. Näin järjestelmän joustavuus kasvaa ja tehollisten tuntien määrä kasvaa, kun ihmisen ei tarvitse usein puuttua prosessiin. Osasyys robotin kautta ladattavien nimikkeiden pieneen määrään on se, ettei ole ollut aikaa perehtyä asiaan. Tuotteen lisäämiseksi järjestelmään tarvitaan monen eri ihmisen tietoa. Näitä ovat erilaiset merkinnät satuloihin, kiinnittimien muokkaamista ja uusille malleille tehtävät ohjelmat. Työn toteuttaminen on helpompi aloittaa käytännössä, kun on alkuselvitys tarvittavista toimenpiteistä ja ohjelmien muutoksista.

### **6.2 Työn aloitus**

Työ aloitettiin tutustumalla järjestelmään ja sen laitteisiin. FMS-järjestelmistä ei ollut kokemusta ennen työn aloitusta, muuten kuin pintapuolisesti. Koulun robotiikkakurssit helpottivat opiskelua robotin osalta ja robotin toiminnot olivatkin melko selkeät. Myös kirjoja ja internetiä selasin ja etsin tietoa FMS-järjestelmistä ja niiden ohjaamisesta. Eniten auttoi FMS-järjestelmän mukana tullut ohjekirja, jossa kerrottiin selkeästi järjestelmään liittyviä asioita ja tarvittavia tietoja toimintojen läpiviemiseksi. Ohjekirjaa luettaessa selvisi moni asia, joka auttoi itseä hahmottamaan järjestelmän toiminnallisuuden ja sen avulla tiesin mihin asioihin täytyy keskittyä. Myös haastattelemalla järjestelmän kanssa tekemisissä olevia ihmisiä, järjestelmän toiminnot aukesivat pala kerrallaan.

### **6.3 Työn eteneminen**

Työn aikana pidettiin välipalavereita, joissa käytiin läpi mitä olin tehnyt siihen mennessä ja mitä aioin tehdä seuraavaksi. Palavereissa aihe herätti aikaan hyviä

keskusteluja ja niistä saikin vinkkejä työn jatkamiseen. Palavereiden pitäminen oli hyvä asia, koska aihe oli itselleni hieman vieras ja palaverit toimivat myös motivaationa, koska ne olivat tietynlaisia pieniä välietappeja. Myös palaverin aikana keskustelluista asioista tuli ennenkaikkea itselle ja varmasti muillekin osallistujille erilaisia ja uusiakin näkökulmia järjestelmän toimintaan. Asian ympärillä kun työskentelee monta ihmistä joista jokaisella on hieman eri näkökulma FMS-järjestelmän toimintaan, koska jokaisella on ollut oma osa-alue johon on keskittynyt FMS-järjestelmän hankinnassa ja sen toiminnan aikana.

## **7 TULOKSET**

### **7.1 Robotti**

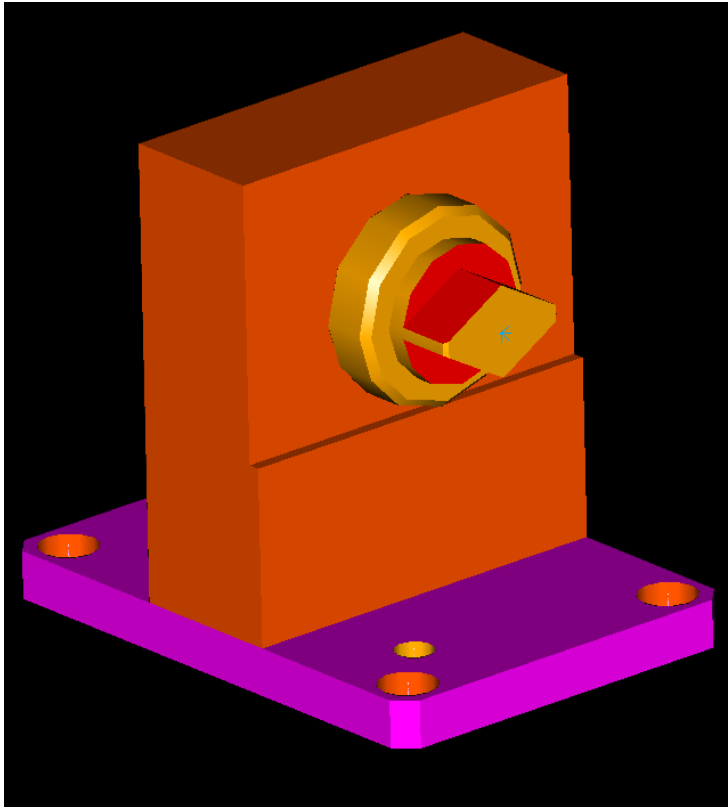
Robotin kappaleen latausohjelmaa tutkiessa huomasi, että vanha ohjelma, jolla nyt käsitellään W32D-moottorin satulaa toimisi myös uuden mallin kanssa. Tarttujakin oli hankittu niin, että sillä saa otettua kiinni myös W32E-mallin rivi- ja V-koneen runkolaakerin satuloista. Reiän halkaisija, johon tarttuja ottaa kiinni, on hieman eri uusissa malleissa kuin vanhassa. Robotilla suoritettiin testiajo liittyen satuloiden lataukseen. Robotilla ajettiin askel kerrallaan vanhan mallin ohjelma. Testissä otettiin ensin valmis satula pois kiinnittimestä ja siirrettiin lavalle. Sen jälkeen toinen satula siirrettiin ensimmäisestä vaiheesta toiseen vaiheeseen ja lavalta otettiin uusi valuaihio ensimmäiseen vaiheeseen. Testiajo sujui hyvin ja siinä huomattiin, että robotin ohjelma vanhalle mallille toimii hyvin myös uuden mallin kanssa. Ohjelmaa voi vielä hieman säätää ja tarkistaa, että kaikki vaiheet toimivat hyvin kun ajetaan ohjelma kerralla.

Muihin siirtoihin, esimerkiksi mittauskoneeseen ja pesukoneeseen viemiseen, otetaan vanhan mallin ohjelmat ja niitä muokataan tarpeen mukaan.

### **7.2 Kiinnitin**

Vanhan W32D-moottorin satula on saman paksuinen kuin uuden W32E-moottorin rivikoneen satula. Näin robotilla suoritettu koeajo pystyttiin suorittamaan W32D-moottorin satulan kiinnittimellä, jonka robotti pystyy aukaisemaan satulan pois ottamiseksi ja sulkemaan niin, että satula pysyy kiinni.

Toista automaattista kiinnitintä, eli robotilla ohjattavaa kiinnitintä, täytyy muuttaa hieman, että sillä voidaan ajaa W32E-moottorin V-koneen satulaa.



**Kuvio 3.** 3D-malli kiinnittimessä olevasta ohjaimesta.

Kuviossa 5 on esitetty kiinnittimessä oleva ohjain, jonka avulla satula paikoittuu aina samaan kohtaan. Ohjain on kiinni kiinnittimessä neljällä ruuvilla ja se paikoittuu kahden sokan avulla. Toiseen kiinnittimeen on siis tehtävä uusi ohjain, jossa paikoituksen hoitava ”salmiakki” on noin 5 mm alempana, koska W32E-moottorin V-koneen satula on ohuempi. Näin kiinnittimellä voidaan ajaa W32E-moottorin V-koneen satulaa. Ohjain voidaan tarvittaessa vaihtaa vanhaan malliin, jos tulee tarve ajaa toista mallia kahdella kiinnittimellä.

### **7.3 Robottisolun oheislaitteet**

#### **7.3.1 Pesulaite**

Pesulaitteen kanssa ei tule ongelmia uusien mallien kanssa. Satulat ovat lähes identtiset ja näin ollen pesukoneessa oleva paikoitus toimii myös näiden toisten mallien kanssa.

### 7.3.2 Mittauskone

Satulat mitataan optisiin antureihin perustuvalla mittausjärjestelmällä. Robotti asettaa satulan kahden mittauspisteen väliin ja mittakone ottaa kaksi mittausta ja lähettää ne Fotocomp Alligaattori -ohjelmalle.

### 7.3.3 Fotocomp Alligaattori

Fotocomp Alligaattori -ohjelma näyttää satuloiden mittaustulokset. Ohjelmasta näkee, jos mitat alkavat mennä lähelle ylä- tai alatoleranssia. Näiden mittaustulosten perusteella pystyy sitten tekemään tarvittavia toimenpiteitä, esimerkiksi koneistusohjelmaan. Alligaattoriohjelma saa robotilta tiedon satulan piirustusnumerosta ja sarjanumerosta. Piirustusnumeron avulla pystytään yksilöimään mittaustiedot ja eri mallien mittaukset eivät sekoitu keskenään.

### 7.3.4 QDMS-järjestelmä

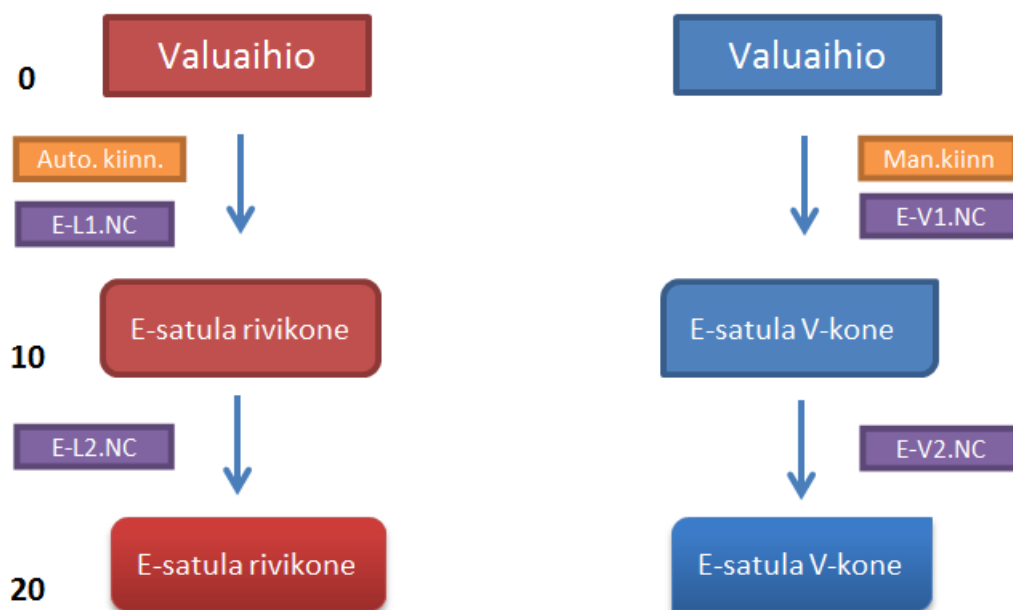
QDMS-järjestelmään syötetään satulan sarjanumero, piirustusnumero, kaksi mittausta ja mittauspäivämäärä. QDMS-järjestelmän avulla pystytään jäljittelemään tiettyä satula, jos esimerkiksi laadun kanssa on tullut ongelmia. Sieltä voidaan tarkistaa mittaustulokset tarkempaa analysointia varten.

Opinnäytetyön aikana selvisi, että QDMS-järjestelmään tulee myös pakolliseksi valun toimittajan tieto ja valuerän numero. Nämä tiedot lisätään käsin, koska robotti ei tunnista eri valmistajan valuja tai numerosarjoja. Tähän voisi käyttää konenäköä, mutta se ei onnistu. Yksi ehdotus, kuinka valutoimittajan voisi syöttää automaattisesti olisi, että valun toimittaja syötetään robotilta QDMS-järjestelmään. Se tapahtuisi niin, että jokaiselle valutoimittajalle tehtäisiin oma robottiohjelma. Silloin koneistajien on valittava ohjelma aina valutoimittajan mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että samasta mallista on kolme eri ohjelmaa, jotka ovat ihan samanlaisia. Jokaisessa olisi eri valutoimittajan syöttö Alligaattori-ohjelmalle, joka syöttää tiedon QDMS-järjestelmään. Tässä on kuitenkin riski valita väärän toimittajan ohjelma, jolloin järjestelmään syötetään väärä tieto toimittajasta. Tiedot syötetään käsin.



## 7.4 FMS-järjestelmän ohjaaminen

FMS-järjestelmää ohjataan järjestelmän päätielokoneelta, siellä on käytössä Fastemsin MMS Process -ohjelma. Ohjelmassa näkee mitä on menossa missäkin järjestelmän laitteissa. MMS Planning -ohjelmassa luodaan uudet reitit ja reittiin tarvittavat perustiedot. Perustietoihin kuuluu tarvittavat nimikkeet, raaka-aineet, kiinnittimet ja ohjelmat.



**Kuvio 4.** Esimerkkikaavio perustietojen rakenteesta.

Kuviossa 6 näkyy perustietojen rakenne. Perustiedot oikealla on V-koneelle ja vasemmalle rivikoneelle. Violetissa laatikossa on ohjelman nimi, jota käytetään koneistuksessa. Sivussa olevat numerot tarkoittavat operaation numeroa. Taso 0 on raaka-aine, taso 10 on ensimmäinen koneistusvaihe ja taso 20 on toinen koneistusvaihe. Tasojen numerointi on hyvä olla 10 ja 20, koska jos tulee lisäyksiä, ne on helppo numeroita esimerkiksi taso 1 ja taso 11. Satulat tehdän eri valuaihioista, eli MMS Planning -ohjelmaan on syötettävä perustiedot valuista, mikä kiinnitin on käytössä ja minkä nimiset koneistusohjelmat on käytössä.

Kuviossa esitetyt nimet ovat keksittyjä, ne eivät ole käytössä olevia nimiä. Manuaalikiinnittimelle ja automaattiselle kiinnittimelle on järjestelmään luotu omat numerot.

## LÄHTEET

- /1/ Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. 1. painos. Porvoo. WSOY
- /2/ Aaltonen, K. & Torvinen, S. 1997. Konepaja-automaatio. 1. painos. Porvoo. WSOY
- /3/ SFS-EN ISO 10218-1 Teollisuusrobotit
- /4/ Heinonkoski, R., Asp, R. & Hyppönen, H. 2008. Automaatio – helppoa elämää?. Helsinki. Opetushallitus.
- /5/ Wärtsilä Intranet Viitattu 22.05.2014

Selvitystyön tarkempi selostus.

Ei julkaista salaisen materiaalin vuoksi.

Vuokaavio prosessista.

Ei julkaista salaisen materiaalin vuoksi.