

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikan koulutus

Niko Nevalainen
Niko Tuppurainen

FESTO FMS:N KÄYTTÖOHJEEN LUOMINEN

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2021



OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2021
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä(t)
Niko Nevalainen, Niko Tuppurainen

Nimeke
Festo FMS:n käyttöohjeen luominen

Toimeksiantaja
Pohjois- Karjalan koulutuskuntayhtymä Riveria

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Riverian tiloissa olevalle FMS-solulle käyttöohjeet opettajien ja opiskelijoiden käytettäväksi. Lopullisen käyttöohjeen tavoitteena oli olla mahdollisimman selkeä ja helppokäyttöinen sekä mahdollisimman visuaalinen käytön helpottamiseksi.

Käyttöohjeen luomista varten järjestelmään täytyi perehtyä huolella, jotta käyttöohjeen laatija ymmärtäisi laitteistoa kattavasti. Työn tarkoituksena oli myös saada käyttöohjetta koskeva FMS-järjestelmä toimimaan kunnolla ja turvallisesti, koska se oli ollut pitkään käyttämättömänä ja se ei toiminut oikein. Käyttöohjetta testattiin käytännössä useita kertoja muilla ihmisillä työn edetessä, jotta mahdollinen omalle työlle sokeutuminen saataisiin minimoitua.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi FMS-järjestelmän selkokielinen sekä helposti ymmärrettävä käyttöohje, jolla järjestelmää voidaan käyttää turvallisesti ja helposti. Käyttöohjeen avulla FMS-järjestelmä voidaan sisällyttää ammatilliseen opetukseen, mikä oli toimeksiantajan pääasiallinen toive.

Kieli
suomi

Sivuja 37
Liitteet 1
Liitesivumäärä 82

Asiasanat
FMS, joustava automaatio, automaatio, käyttöohje



THESIS
June 2021
Degree Programme in Mechanical Engineering

Tikkarinne 9
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. +350 13 260 600

Author(s)

Niko Nevalainen, Niko Tuppurainen

Title

Creation of Operating Instructions for Festo FMS

Commissioned by

Municipal education and training consortium of North Karelia Riveria

Abstract

The purpose of the thesis was to create operating instructions for teachers and students for the FMS-cell that is located in Riveria's premises. The aim of the final operating instructions was to be visually clear and helpful on the usage of the system.

In order to create reliable operating instructions, the system had to be deeply studied in order to understand its operation correctly. The purpose of the work was also to make the FMS-cell work properly and safely, because it had been unused for a long time and it did not work properly. Operating instructions were tested multiple times by other people as the work progressed to minimize possible blindness to own work.

As a final result of the thesis, a basic operating manual was created for the FMS-cell, which allows the system to be used safely and easily. With the use of the instructions, the FMS-cell can be included in vocational training, which was the main wish of the client.

Language

Finnish

Pages 37

Appendices 1

Pages of Appendices 82

Keywords

FMS, flexible automation, automation, operating instructions

Sisältö

1	Johdanto	5
2	FMS-järjestelmä	6
2.1	Yleistä	6
2.2	Vaikutukset teollisuudessa	6
2.3	Erilaiset FM-tasot	7
2.3.1	FMC	9
2.3.2	FMF	9
2.3.3	FMU	9
2.3.4	FTL	10
3	FMS-järjestelmän laitteet	10
3.1	Robotit	10
3.2	Robotti FMS-järjestelmässä	12
3.3	Varasto ja kuljettimet	13
3.4	NC-työstökoneet	14
3.5	Ohjausjärjestelmä	15
4	Feston esimerkkisovellus FMS-järjestelmästä	16
4.1	Festo FMS -järjestelmän osat	17
4.1.1	Kokoonpano	17
4.1.2	Kuljetin	19
4.1.3	Varasto	20
4.1.4	Koneistus	21
4.2	Ciros	24
5	Käyttöohjeen vaatimukset	25
5.1	Motivointi	25
5.2	Rakenne ja sisältö	25
5.3	Ulkoasu	27
5.4	Kieli	27
5.5	Testaaminen	27
6	Käyttöohjeen toteutus	28
6.1	Tavoitteet	28
6.2	Perehtyminen	29
6.3	Suunnittelu	30
6.4	Toteutus	31
6.5	Testaaminen	33
7	Pohdinta	36
	Lähteet	37

Liitteet

Liite 1 Festo FMS -järjestelmän käyttöohje

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimeksiantajalle selkeä ja käyttäjäystävällinen käyttöohje opetuskäyttöön. Käyttöohje on tarkoitettu joustavalle valmistusjärjestelmälle, eli FMS:lle.

Joustava automaatio on nopeasti yleistymässä kone- ja tuotantoteollisuudessa, automatisointia pidetään nykyisin minimivaatimuksena markkinakilpailussa. Joustavalla automaatiolla saadaan teollisuuden aikaa vievät sekä raskaat työvaiheet karsittua pois työntekijöiltä, ja heitä saadaan siirrettyä vaativampiin tehtäviin. Vaativimpien tehtävien mukana tulee kuitenkin myös lisää koulutusvaatimuksia, jotta työntekijöitä riittäisi kyseisiin tehtäviin.

Opinnäytetyön tilaajana toimi Joensuun Riveria-ammattikoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutuslinja, jonka tiloista löytyy opetuskäyttöön luotu FMS-järjestelmä. Tämä järjestelmä oli ollut pitkään käyttämättä. Käyttöohjeella haluttiin lisätä tutkintojen monipuolisuutta hyödyntämällä kyseistä FMS-järjestelmää ja havainnollistaa automaation käyttöä teollisuuden tuotantoprosesseissa.

FMS-järjestelmä on Feston toimittama ja asentama. Järjestelmään on olemassa heidän omat käyttöohjeensa englanniksi. Toimittajan käyttöohjeet käyvät järjestelmän läpi hyvin perinpohjaisesti ja ne ovat raskaat opiskelijakäyttöön. Tämän vuoksi järjestelmälle tahdottiin niin sanottu pikakäyttöohje, jolla järjestelmän peruskäyttö ilman varsinaista teknistä osaamista on mahdollista.

2 FMS-järjestelmä

2.1 Yleistä

Teollisuudessa oleva FMS (Flexible Manufacturing System) tarkoittaa joustavaa valmistusjärjestelmää, jolla pyritään tuottamaan tietyn tuoteperheen tuotteita tarvittava määrä tilauksen mukaisessa aikataulussa. FMS-järjestelmä aloittaa tuotannon vasta tilauksen tullessa, varastovalmistuksen sijaan. FMS-järjestelmällä pyritään poistamaan koneen ja koneenkäyttäjän välinen suora yhteys, niin että järjestelmä toimisi mahdollisimman vähäisellä miehityksellä. Järjestelmä ei kuitenkaan toimi täysin ilman ihmisavustusta, koska järjestelmä vaatii ihmisen suunnittelemaan, valvomaan ja ohjaamaan valmistustoimintaa. Järjestelmää voidaan kuitenkin esimerkiksi käyttää päivän aikana kahdessa vuorossa miehitettynä ja yön yli miehittämättömänä, jolloin järjestelmän komponentit keskustelevat keskenään ja virheen sattuessa pysäyttävät tuotannon tai vaihtavat tuotannon kohdetta. (Ahokas 2013, 34.)

FMS-järjestelmä on kahden tai useamman NC-työstökoneen ympärille luotu tuotantojärjestelmä, johon liittyy keskusohjaus sekä materiaalinkäsittelyjärjestelmä. FMS-järjestelmään kuuluu yleensä NC-työstökoneita, palettien varustelu- ja purkamisasemia, palettivarasto, palettien kuljetusrata, palettien siirtovaunuja sekä valvonta-asema. Usein järjestelmään kuuluu myös varsinaisen työstöta-
pahtuman jälkeiset vaiheet, kuten kappaleiden peseminen tai pakkaaminen. (Maaranen 2012, 452–454.)

2.2 Vaikutukset teollisuudessa

Historiallisesti tarkasteltuna prosessiautomaatio on mekanisaation jatke: mekanisaatiossa korvattiin ihmisen lihastyö konevoimalla, ja automaatiiossa henkisesti kuormittava ja usein vaarallisissa olosuhteissa tapahtuva pakkotahtinen kenttätyö on siirretty suureksi osaksi toimisto-olosuhteita vastaavassa valvomossa tapahtuvaksi tarkkailutehtäväksi. Tällaisessa valvontaan painottuvassa

työssä, toistuvista rutiineista huolehtii automaatiojärjestelmä ja ihminen puuttuu vain poikkeustilanteisiin. (Heinonkoski & Hyppönen 2008, 88–89.)

Yhteiskunnallisesti prosessiautomaatio on merkinnyt työvoimatarpeen vähene- mistä. Nykyisin on kuitenkin laajasti ymmärretty ja tunnustettu se tosiasia, että automaatio on keskeinen kilpailutekijä globaalissa taloudessa. Korkea automaa- tioaste on paras tapa säilyttää tuotantotoimintaa Suomessa, kuin myös muissa perinteisissä teollisuusmaissa, joissa tuotantotoiminnan henkilöstökustannukset ovat merkittäviä. (Heinonkoski & Hyppönen 2008, 90–91.)

Teollisuus 4.0:ksi kutsutaan valmistusteollisuuden kokonaisjärjestelmiä. Siitä käytetään myös nimitystä ”teollisuuden neljäs vallankumous”. Se sisältää auto- maatioon, yrityksen hallintoon ja johtamiseen liittyvät fyysiset verkkojärjestel- mät, asioiden internetin, pilvipalvelut ja liiketoimintaan liittyvän päätöksenteon. Teollisuus 4.0:ssa yhdistyvät tekoäly, asioiden ja esineiden internet, koneoppi- minen, pilvipalvelujärjestelmät, tietoturvaan liittyvät järjestelmät ja robotiikka. Keskeisenä tavoitteena Teollisuus 4.0:ssa on koneiden, laitteiden, anturien ja ihmisen välinen kommunikointi. Tavoitteena on myös siirtää ihmiselle vaaralliset ja epämiellyttävät tehtävät koneiden tehtäväksi. (Keinänen & Sumujärvi 2019, 13–14.)

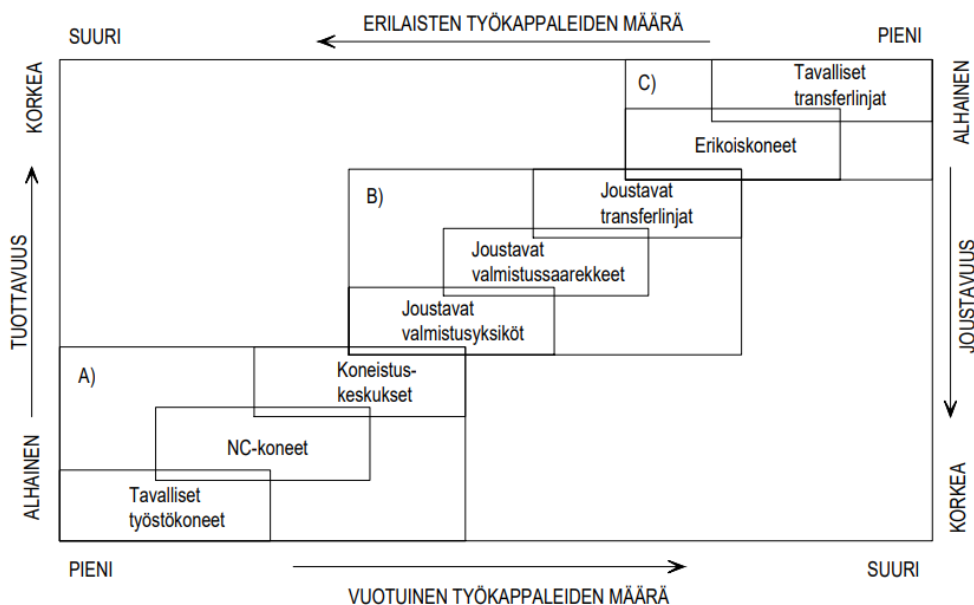
2.3 Erilaiset FM-tasot

FM-tekniikan koneet ja järjestelmät koostuvat NC- työstökoneista, materiaa- linkäsittelylaitteista ja -järjestelmistä sekä informaatiojärjestelmistä. FMS- tekniikan soveltaminen voidaan aloittaa pienestä, yhden NC-työstökoneen yksiköstä ja laajentaa myöhemmin aina joustavaksi automaattiseksi tehtaaksi asti. (Maaranen 2012, 452–453.)

FMS on vain yksi osa FM-teknologioista, jotka voidaan jakaa viiteen tasoon niiden konekannan ja koneiden joustavuuden sekä tuotettavien kappaleiden perusteella. Erilaisia tasoja ovat:

1. **FMC** (Flexible Manufacturing Cell)
2. **FMF** (Flexible Manufacturing Factory)
3. **FMS** (Flexible Manufacturing System)
4. **FMU** (Flexible Manufacturing Unit)
5. **FTL** (Flexible Transfer Line).

Eri tasojen tuottavuutta ja joustavuutta on esitetty kuvassa 1, jossa sarakkeeseen A on sijoitettu yksittäiset perinteiset koneet, sarakkeeseen B on sijoitettu joustavat automaattiset valmistusjärjestelmät, ja sarakkeeseen C on sijoitettu erikoiskoneet ja jäykät transferlinjat. (Torvinen 1997, 241.)



Kuva 1. Valmistusjärjestelmien käyttöalueet vuosituotannon ja erilaisten työkalujen lukumäärän mukaan. (Torvinen 1997, 241.)

FMS-tasoa ei ole erikseen esitelty, koska opinnäytetyö käsittelee sitä muissa osioissa. Muiden tasojen esittelyllä on tarkoitus selventää muiden FM-tasojen eroja toisiinsa nähden.

2.3.1 FMC

FMC eli joustavasti automatisoitu valmistussolu on kahden tai useamman NC-työstökoneen muodostama automaattisolu, jonka kappaleiden käsittely- ja työstötehtävät ovat automatisoitu. FMC on periaatteeltaan hyvin samanlainen kuin FMS, mutta FMC:ssä ei tapahdu solujen välisiä kappalesiirtoja. (Torvinen 1997, 243.)

FMC-soluun on sijoitettu tavallisesti useita erilaisia työstökoneita samaksi ryhmäksi. Solussa voidaan valmistaa tuote alusta loppuun valmiiksi tuotteeksi, vaikka sen valmistaminen vaatisi useita erilaisia työvaiheita ja työstötapoja. (Maaranen 2012, 452–453.)

2.3.2 FMF

FMF eli joustavasti automatisoitu tehdas ei tarkoita täysin automaattista tehdasta, vaan tehdasta, jonka toimintaa ja informaatioita voidaan seurata ja ohjata koko tehtaan kattavalla tiedonkäsittelyjärjestelmällä. Vaikka FMF-tasolla automaation taso on korkeampi verrattuna muihin FM-tasoihin ja sitä voidaankin käyttää miehittämättömänä, vastaa sen valvonnasta ja ohjauksesta ylimmällä tasolla vielä ihminen. (Torvinen 1997, 245.)

Merkittävänä erona FMF-järjestelmän ja muiden FM-järjestelmien välillä on toiminnan laajuus. FMF-järjestelmä koostuu useista eri FMS-teknologian konejärjestelmistä. FMF-järjestelmään liittyy usein myös automatisoitu kokoonpano (FAS). Korkeamman tason FMF-järjestelmät ottavat myös tuotannon jälkeiset prosessit huomioon tiedonsiirron sekä tuotteiden virtaavuuden kautta. (Maaranen 2012, 453–454.)

2.3.3 FMU

FMU eli joustava automaattinen valmistusyksikkö on pienin FM-taso, koska se koostuu vain yhdestä automaattisesta NC-työstökoneesta, yleisimmin sorvista

tai koneistuskeskuksesta. Työstökoneella on oma automaattinen työkappale- ja työkaluvarasto ja kappaleenvaihtajana toimii teollisuusrobotti. Koneessa on myös laajat valvontatoimet ja automaattiset asetusten vaihdot, jotka mahdollistavat sen, että konetta on mahdollista käyttää osakseen miehittämättömänä ja liittää osaksi FMS-järjestelmää. (Torvinen 1997, 242.)

FMS-teknologian soveltaminen voidaan aloittaa pienestä yksittäisestä yksiköstä. Myöhemmin toiminnan ja tarpeiden kasvaessa yksittäinen FMU-solu voidaan liittää osaksi suurempaa FMS-kokonaisuutta. (Maaranen 2012, 452–453.)

2.3.4 FTL

FTL eli joustava transferlinja on linja, jossa automaattisesti ohjatut NC-työstökoneet on asetettu peräkkäin. Joustavassa transferlinjassa työstökoneet ovat toisiaan täydentäviä, eivätkä ne pysty korvaamaan toisiaan. Joustavalla transferlinjalla tuotettavat kappaleet ovat monivaiheisia. (Torvinen 1997, 245.)

Joustavalla transferlinjalla tehtävät työvaiheet ovat sidottuja työstökoneiden järjestykseen, ja ne käyvät jokaisen työstökoneen läpi. Joustava transferlinja ei ole kannattava vaihtoehto, jos kappaleiden tuotantovolyymi ei ole suuri, koska se on hyvin jäykkä verrattuna muihin FM-tasoihin. (Torvinen 1997, 245.)

3 FMS-järjestelmän laitteet

3.1 Robotit

Robotti on vähintään kolmesta nivelestä muodostuva automaattinen mekanismi, jolla liikutetaan haluttua työkappaletta tai työkalua robotin ohjaimeen syötetyn ohjelman avulla. Robotti voidaan ohjelmoida uudelleen jokaista työtehtävää varten, tai sen liikerata voidaan luoda myös ennalta erillisen ohjelman avulla tai ympäristötietojen kautta, joita saadaan kerättyä erilaisten antureiden avulla. (Keinänen & Sumujärvi 2019, 298.)

Nykyisin käytetyin robottityyppi on kiertyvänivelinen teollisuusrobotti, jossa on yleensä kuusi niveltä, joita voidaan kutsua myös vapausasteiksi (DOF, Degrees of Freedom). Robotti voi olla kiinteästi paikallaan alustallaan, tai se voidaan asentaa liikkuvaksi esimerkiksi kattoon. Robotin jokaista niveltä kohti on toimilaitte, joka koostuu moottorista, pulssianturista ja jarrusta. (Keinänen & Sumujärvi 2019, 300–304.)

Robottiin voidaan liittää erilaisia työkaluja kappaleiden käsittelyä tai työstämistä varten. Kappaleenkäsittelyssä yleisimmät käytettävät työkalut ovat erilaiset tarraimet, joista yleisimpiä ovat mekaaniset, magneettiset ja imu- ja tyhjiötarraimet. Kappaleentyöstöä varten robottiin voidaan asentaa hitsauspistooli, maaliruisku tai hiomakone. (Kuivanen 1999, 60–77.)

Teollisuusrobotteja voidaan ohjelmoida opettamalla käsiohjaimella tai etäohjelmalla tietokoneella, vaikuttamatta itse robotin toimintaan. Käsiohjaimella opettaessa robotin työkalu viedään haluttuun pisteeseen ja piste tallennetaan käsiohjaimen muistiin. Etäohjelmoinnissa robotista ja sen ympäristöstä luodaan tietokoneelle malli, jolloin ohjelmointiin ei tarvita varsinaista fyysistä robottia. Etäohjelmointi tapahtuu samalla periaatteella kuin opettamalla ohjelmointi, eli robotille opetetaan haluttuja pisteitä. Erona opettamalla ohjelmointiin on se, että pisteiden luomisessa hyödynnetään ohjelmoitavasta robotista luotua tietokone-mallia, jonka avulla pisteet saadaan luotua nopeasti, koska robottia ei tarvitse fyysisesti ajaa pisteeseen. (Kuivanen 1999, 78–91.)

Teollisuusrobotteja voidaan käyttää monessa erilaisessa teollisuuden sovelluksessa helpottamaan ihmisen työtä tai kokonaan poistamaan se. Yleisimpiä sovelluksia roboteille on hitsaus-, maalaus- ja kappaleenkäsittelysolut, joissa puuduttava ja yksitoikkoinen työ on korvattu kokonaan roboteilla. (Heinonkoski & Hyppönen 2008, 34–40.)

3.2 Robotti FMS-järjestelmässä

Teollisuusrobotti on FMS-järjestelmässä tärkeä osa. Robotti varmistaa sen, että tavara tai kappale siirtyy kuljettimelta työstökoneelle tai varastoon ja toisinpäin. Useissa FMS-järjestelmissä robottia käytetään panostamaan työstökoneita, kuten NC-sorveja ja työstökeskuksia, sekä tekemään valmistettujen tuotteiden lopukokoonpano ennen varastointia. Koska FMS-järjestelmän halutaan toimivan melkein miehittämättömänä, täytyy robotin pystyä keskustelemaan ympäristönsä, kuten työstökoneiden kanssa.

FMS-järjestelmässä olevassa robotissa käytetään työkaluina useimmiten mekaanisia tarttuvia kappaleenkäsittelyssä. FMS-järjestelmällä valmistettava tuote vaikuttaa paljon siihen, millaista tarttujaa robotissa käytetään. Tuotteen koko, paino ja muoto asettavat rajoitteita tarttujan valinnalle. Mekaanisten tarttujen toiminta voidaan jakaa kahteen osaan, muotosulkeiseen ja kitkalliseen tartuntaan. Muotosulkeisessa tartunnassa kappaleessa on jokin osa, esimerkiksi upotus tai viiste, johon tarrain kiinnittyy hyvin. Kitkallisessa tartunnassa tarrain vain yksinkertaisesti tarttuu kappaleesta kiinni tarpeeksi suurella voimalla, että kappaleen ja tarraimen välinen kitka pitää kappaleen kiinni.

Tavallisesti teollisuusrobotti on liitetty osaksi muuta automaatiojärjestelmää. Robottijärjestelmä voi vaihtaa tietoja automaatiojärjestelmien välillä useilla standardisoiduilla tiedonsiirtomenetelmillä. Robotin kannalta toiminnan keskuksena toimii robotin ohjain. Ohjaimen kautta robottia voidaan käskyttää käsiohjelmointilaitteella ja ohjelmointiohjaimella. Silti osana suurempaa kokonaisuutta on järkevämpää ehdollistaa robotin toiminta muiden antureiden välittämälle tiedolle kuin myös ohjelmaan asetetun työjärjestyksen noudattamiselle. Logiikan kanssa robotin ohjaimen kommunikointi tapahtuu esimerkiksi Ethernetin, I/O-linkin, Profibus:in, EtherCAT:in tai Devicenetin kaltaisten tiedonsiirtolinkkien kautta. Robotti voidaan myös kytkeä toimimaan konenäköön liitettynä. (Keinänen & Sumujärvi 2019, 302.)

Konenäköjärjestelmät ovat kameratekniikalla ja tietokoneohjelmistoilla toteutetuja kappaleiden tunnistusmenetelmiä ja ne ovat nykyisin yleisiä robottisovelluksissa. Niitä käytetään etenkin tuotteiden poimimiseen robotin avulla tai laadun valvontaan. Robottisovelluksessa selvitetään konenäköjärjestelmän avulla kohteen sijainti ja asento muodon, värin, tunnisteiden, koon tai tekstin perusteella. Kohde voidaan myös mitata, jolloin mittaustuloksen perusteella muutetaan robotin liikeohjelmaa. (Keinänen & Sumujärvi 2019, 310.)

3.3 Varasto ja kuljettimet

Kappaleenkäsittelyautomaatioon valmistettavat laitteet ovat yleensä ainutkertaisia. Tavallisesti koneiden ja laitteiden rungot valmistetaan teräksestä hitsaamalla. Kevyisiin kappaleenkäsittelylaitteisiin voidaan käyttää kuumapursotettuja alumiiniprofiileja. Järjestelmien modulaarisuutta nostetaan nivelillä, kuljetinelementeillä, kiinnittimillä, konejaloilla sekä suojaseinillä. Useat valmistajat ovat kehittäneet valmiita sovelluksia yksittäisistä työpisteistä laajoihin automatisoituihin FMS-järjestelmiin. (Ellman 2002,172.)

Jotta varasto olisi tehokas, on se sidottava järjestelmän logiikkaan. Logiikka pitää kirjata varastopaikoista ja niiden sisällöstä. Tätä varten on luotava tapa tunnistaa, mitä varastopaikoilla on ja mitä sinne tulee. Jos varasto on osana tuotantoa, voidaan tieto saada aikaisemmilta prosesseilta. Yleensä käytetään varastopaletteja, mihin tuotteet lastataan. Tuotteilla lastatut paletit taas kulkevat omina yksiköinä varastopaikoille. Työkappaleiden automaattinen siirto voidaan toteuttaa roboteilla, vihivaunuilla tai kuljettimilla. Siirron menetelmään vaikuttavat ympäristö, muu järjestelmä sekä työstökappaleiden koko.

Erilaisia kuljetinlinjastoja on helppoa koota alumiiniprofilista. Kuljetinlinjastoon voidaan lisätä tarkistuspisteitä anturitekniikkaa hyödyntäen. Antureilla voidaan päivittää reaaliajassa kappaleiden kulkua. Kuljetuspaletteihin voidaan lisätä oma muistipiirinsä, mihin tallentuu tehdyt työvaiheet ja mitä luetaan prosessin eri vaiheissa. Tällöin voidaan toteuttaa monimutkainenkin järjestelmä missä on vihivaunuja, robotteja sekä kuljettimia sekaisin. Varastoihin voidaan tuoda myös

lisää tekoälyä ja luoda tilausrajoja eri osille. Varastoon voidaan luoda hälytyksiä kuluviista komponenteista, mitä päivitetään käyttöasteen mukaan reaaliajassa. Automatisoidussa varastoinnissa on ehdottoman tärkeää, että varastoa ei päästä manuaalisesti järjestelemään ilman että muutokset päivittyvät ohjaavalle logiikalle.

3.4 NC-työstökoneet

FMS-järjestelmä kykenee ylläpitämään keskeytymätöntä tuotantoa joko pienellä miehityksellä tai jopa täysin miehittämättömänä huomattavan osan toiminta-ajastaan. Työstökappaleiden ja työkalujen käsittely ja kuljetukset on automatisoitu, samoin työstön, työstökoneiden ja koko järjestelmän monitorointi. FMS-järjestelmissä on niiden laajuuden mukaan jopa kymmeniä NC-työstökoneita. (Maaranen 2012, 450–451.)

Erilliset NC-työstökoneet voidaan ohjelmoida ohjausjärjestelmään yhden tai useamman robotin käyttämäksi. Näin tehtynä itse robotti toimii koneen ”operaattorina” lastaten työstökoneetta työstettävillä kappaleilla ja siirtämällä valmiit kappaleet väli-varastoon tai kuljettimelle. Tällöin koneistajan työnkuva painottuu koneiden ja laitteiden valvontaan, työkaluterien huoltoon sekä tuotteiden laadun varmistamiseen.

Siinä missä robottia ja sen tarttujaa valittaessa rajoittavat käsiteltävän kappaleen paino ja muodot, on nämä myös otettava NC-työstökeskuksen käytössä huomioon. Toistettava ja työstövoimat kestävä kiinnitys on koneistuksen onnistumisen kriteeri. Kappaleen on myös sallittava työstökoneen teränvaihto sekä työkalujen mittausta. Kappaleen kiinnitysratkaisussa on myös huomioitava toimivan ja sulavan lastunpoiston toteutuminen.

Kehittynyt NC-työstökeskus pystyy itse tarkastamaan työkalujensa kunnon ja mahdollisen terärikon syntyessä, vaihtaa itse teränsä. Koneäköä käyttämällä voidaan työstökeskuksissa myös tarkkailla työstettävien kappaleiden oikeanlaisista paikoitusta. Hyödyntämällä työstökeskuksen omia ominaisuuksia, voidaan

yksinkertaistaa operaattorirobotin ohjelmointia. Mikäli FMS-soluun halutaan lisätä automaattista kappaleen mittausta, voidaan myös mittauspisteeltä käskyttää NC-työstökeskukselle teränvaihto. Esimerkiksi kalvaimen vaihtaminen, kun mitatun reiän halkaisija on pienentynyt toleranssin alarajalle.

3.5 Ohjausjärjestelmä

Ohjausjärjestelmä on yleisnimitys automaattisesti toimivien koneiden ja laitteiden erilaisille ohjausmenetelmille. Ohjausjärjestelmän tehtävänä on ohjata koneiden ja tuotantolinjojen toimintoja laitteiden tilatietojen ja käyttäjän antamien komentojen mukaisesti.

Nykyisin käytettävät ohjauslaitteet ovat pääasiassa elektronisia ohjelmoitavia laitteita. Aikaisemmin käytettiin myös sähkömekaanisia ja pneumaattisia ratkaisuja, mutta niiden käyttö ohjauksiin on vähentynyt. Nykyisissä ohjausjärjestelmissä käyttöliittymänä ihmisen ja koneen välillä on erilaisia näyttölaitteita, ohjaimia, painikkeita, hiiriä jne. Niitä käyttämällä käyttäjä antaa koneelle käskyjä ja ohjeita. Ohjausjärjestelmä välittää tietoja koneen ja prosessin tilasta näyttölaitteiden, tietokantojen tai paperitulosteiden välityksellä.

Yksinkertaisessa muodossa FMS-järjestelmä koostuu automaattisesta materiaalin ja kappaleen käsittelystä, automaattisesta varastosta, NC-työstökoneista ja kehittyneestä ohjausjärjestelmästä. Järjestelmään voidaan lisätä muita oheislaitteita, kuten mittausasemia, pesuasemia ja konenäköjä. (Ahokas 2013, 34–35.)

Suurissa ohjaustehtävissä, kuten FMS-järjestelmissä, tarvitaan hierarkkinen ohjausjärjestelmä. Niissä keskusteluohjaimena toimii yleensä tehokas modulaarinen logiikka, teollisuustietokone tai tietokone. Siihen on liitetty automaatioverkon avulla ohjelmoitavia logiikoita tai teollisuus PC:itä.

Modulaarinen logiikka koostuu virtalähteestä, keskusyksiköstä ja tarpeellisesta määrästä I/O- liitäntäyksiköitä. I/O-yksiköiden lisäksi tavallisempia logiikkaan liitettäviä liitäntäyksiköitä ovat muun muassa liikkeenohjaus- ja tiedonsiirtoyksiköt. Modulaarisen logiikkalaitteiston eri yksiköt asennetaan merkkikohtaiseen kehikkoon tai taustalevyyn. (Keinänen & Sumujärvi 2019, 248–249.)

Kenttäväyliä käytetään erilaisten koneiden logiikka- ja ohjausjärjestelmien välisessä tiedonsiirrossa. Kenttäväylät voidaan liittää osaksi koko tehtaan tietojärjestelmää. Kenttäväylä on paikallinen prosessin säätöverkko tai prosessiautomaatioverkko. Siinä siirretään tietoa digitaalisena signaalina, sarjaväylää hyväksikäyttäen, kaksisuuntaisesti valvomolaitteiden ja kenttäinstrumenttien välillä tai yksittäisten kenttälaitteiden välillä. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 161–163.)

4 Feston esimerkkisovellus FMS-järjestelmästä

Feston FMS-solu on suunniteltu ja luotu automaation ja tietojärjestelmien opetukseen. Solu tarjoaa mahdollisuuksia niin perusteiden opetukseen kuin syvempään tietotaidon soveltamiseen. Solua voidaan käyttää kokonaisuudessaan tai sen voi pilkkoa pienempiin kokonaisuuksiin. Solua ohjaa iCIM- logiikkajärjestelmä. Solu yhdistää eri valmistustekniikoita ja on muokattavissa monipuolisemmaksi, jos tarvetta esiintyy.

Solulla voidaan tilata erikseen tuotannonohjausjärjestelmästä tuote, tämä voidaan tilata joko heti valmistukseen tai aikatauluttaa tulevaisuuteen. Kun tuotanto saa käskyn tilauksen valmistamiseen, hakee varastorobotti tarvittavan osan tai aihion makasiinista ja siirtää sen kuljettimelle. Kuljetin yhdistää kaikkia yksiköitä ja kuljettaa tuotteet seuraaville työvaiheille. Varastosta haettu kappale pysähtyy koneistusrobotin kohdalle mistä tilauksen mukaan koneistusrobotti vie kappaleen sorville tai jyrsimelle. Kun tarvittava koneistus ja mahdollinen lasermittaus on suoritettu, koneistusrobotti vie kappaleen takaisin kuljettimelle. Kulje-

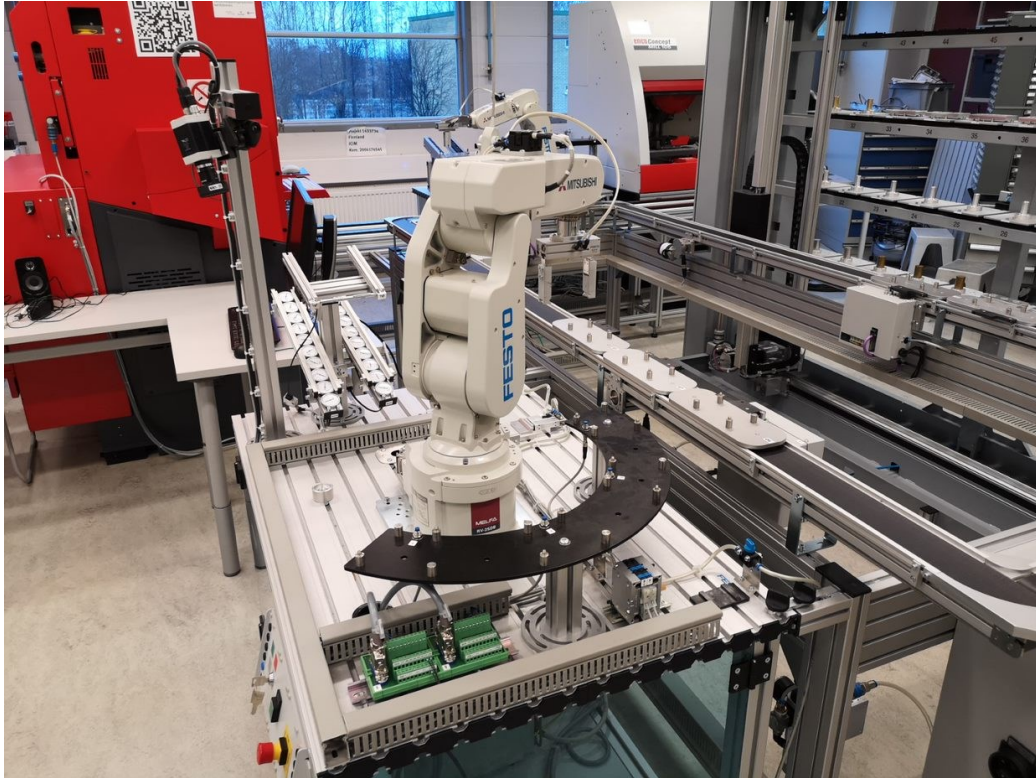
tin vie kappaleen edelleen kokoonpanorobotille. Kokoonpanorobotti kerää tarvittavat osat kokoonpanon suorittamiseen. Kun kaikki tarvittavat osat ovat saapuneet kokoonpanopisteelle, suorittaa se kokoonpanon. Kokoonpanorobotti tuo kokoonpantavat osat konenäkö tarkastukseen, mikäli niiden paikoituksella on merkitystä tuotteen kokoamisessa. Kun kokoonpano on suoritettu, kappale siirretään takaisin kuljettimelle. Kokoonpantu tuote kulkee kuljettimella varaston eteen, mistä varastorobotti noutaa sen varastoon.

Tuotannonohjausjärjestelmä pitää kirjaa eri työn vaiheista ja päivittää tuotteen tilaa vaiheittain operaattorille. Tuotannossa voi olla useampi eri tuote samaan aikaan työstettävänä. Tuotannonohjausjärjestelmä on jaettu. Tämä mahdollistaa erillisen henkilön hallitsemaan tilauksia ja suorittamaan myyntityötä. Toinen henkilö voi samaan aikaan hallita itse tuotantoa. Näin voidaan simuloida oikean tehtaan asiakastilauksia tuotantoprosessissa.

4.1 Festo FMS -järjestelmän osat

4.1.1 Kokoonpano

Festo FMS-solun kokoonpanossa (kuva 2) on käytössä Mitsubishi RV-2SDB robotti, kamera, kynämäkasiini, lämpö- ja kosteusmittarimakasiinit, kokoonpano-asema, lämpö- ja kosteusmittareiden tarkastuspiste ja palettialusta. Lisäksi kokoonpanoon kuuluu robotin käyttöyksikkö ja opetusohjain sekä kokoonpanon käyttöpaneeli. Kokoonpano on yhdistetty ohjausjärjestelmään Ethernetin välityksellä.



Kuva 2. Kokoonpanoasema (Nevalainen & Tuppurainen 2021)

Kokoonpanossa robotti nostaa kuljettimelta paletin, jossa on tilauksen mukaan joko kynänpidike tai aluslevy ja asettaa sen palettialustalle. Robotti ottaa paletin päältä aluslevyn ja siirtää sen kokoonpanoasemaan, joka sulkeutuu pneumaattisesti, jotta aluslevy pysyy kiinnitettynä. Kun aluslevy on kiinnitettynä kokoonpanoasemaan, robotti hakee makasiinista lämpö- ja/tai kosteusmittarin ja asettaa sen mittareille tehtyyn tarkastuspisteeseen, jossa kamera katsoo, onko kappale suorassa tai kuinka paljon sitä täytyy kääntää.

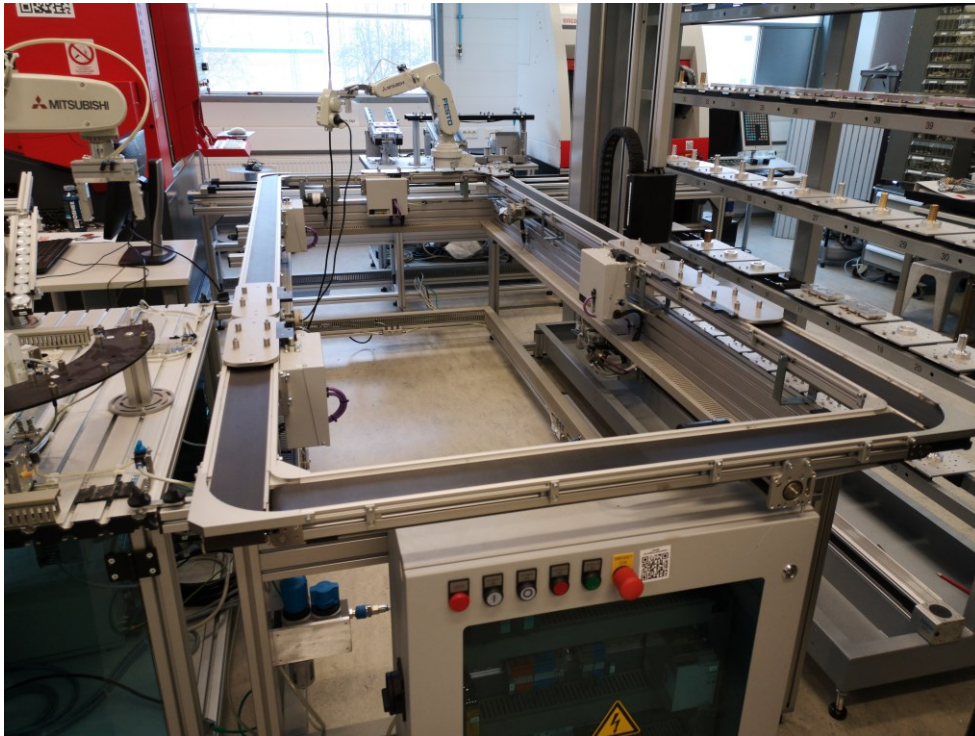
Kamerasta saadun tiedon perusteella robotti kääntää mittarin oikeaan asentoon ja asettaa sen kokoonpanoasemassa olevaan aluslevyyn. Mittareiden jälkeen robotti hakee palettialustalta kynänpidikkeen, mikäli sellainen on tilattu ja asettaa sen kokoonpanoasemassa olevaan aluslevyyn. Kynänpidikkeen asettamisen jälkeen robotti käy hakemassa kynämakasiinista kynän ja asettaa sen kynänpidikkeeseen.

Kun kaikki osat on asetettu, kokoonpanoaseman pneumaattinen kiinnitys aukeaa ja robotti käy hakemassa valmiiksi kasatun aluslevyn ja asettaa sen takaisin palettialustalla olevalle paletille, jonka jälkeen robotti siirtää sen kuljetinhihnalle. Uusi kokoonpano menee kuljettimella varastoon ja päivittyy tuotannonohjausjärjestelmään automaattisesti.

Kokoonpano toimii itsenäisesti sen jälkeen, kun se on saanut tilauksen, eikä tarvitse käyttäjää toimiakseen. Kokoonpanossa on induktiivisia ja optisia antureita, joilla saadaan varmistettua, että kappale on oikeassa paikassa. Käytännön esimerkkinä voidaan käyttää palettialustaa, jossa induktiivista anturia käytetään ilmoittamaan, että paletti on asemassaan ja paikka on varattu. Toisena esimerkkinä voidaan käyttää makasiineja, joissa kaikissa on optinen anturi, jolla voidaan tarkistaa, että kappaleita on tarpeeksi. Jos antureilta ei saada tietoa tai tieto on viallinen, robotti pysäyttää ohjelman ja antaa ohjausjärjestelmään virheilmoituksen.

4.1.2 Kuljetin

Festo FMS-solussa käytetään sähkömoottorikäyttöistä hihnakuljetinta (kuva 3), johon kuuluu neljä toimintopistettä, joissa on logiikalla ohjattu stoppari. Stopparin tehtävänä on pysäyttää paletteja kuljettavat siirtokelkat työasemilla ja estää ruuhkautumista. Kuljettimella on yhtäaikaisesti kahdeksan siirtokelkkaa, jotka on kaikki numeroitu yhdestä kahdeksaan.



Kuva 3. Kuljetin (Nevalainen & Tuppurainen 2021)

Balluf-Ident -järjestelmä paikantaa siirtokelkkoja reaaliajassa ja päivittää tätä tietoa logiikalle. Siirtokelkan pohjaan on asetettu RFID-tarra, jonka toimintopisteessä oleva anturi lukee ja tunnistaa. Tieto siirtyy toimipisteestä kuljettimen kontrollerille. Kuljettimen kontrolleri ohjaa datasiirtoa kuljettimen sisällä, sekä muiden FMS-solun yksiköiden välillä. Kuljettimen sisäinen dataliikenne kontrollerin ja toimipisteiden välillä on toteutettu Profibus DP linkityksellä ja muun solun osien kanssa käytävä tiedonsiirto Ethernetillä.

4.1.3 Varasto

Varaston (kuva 4) tehtävänä on säilyttää, jakaa sekä järjestellä valmiita tuotteita sekä aihioita. Varasto käyttää ylintä, normaalisti tyhjää riviä, uudelleenjärjestyksen välivarastona. Varaston toimintaa ohjaa Siemens S7-315 2PN/DP. Neljä servomootoria ohjaavat varaston hakurobotia. Varastossa on paikka 40 palletille.



Kuva 4. Varasto (Nevalainen & Tuppurainen 2021)

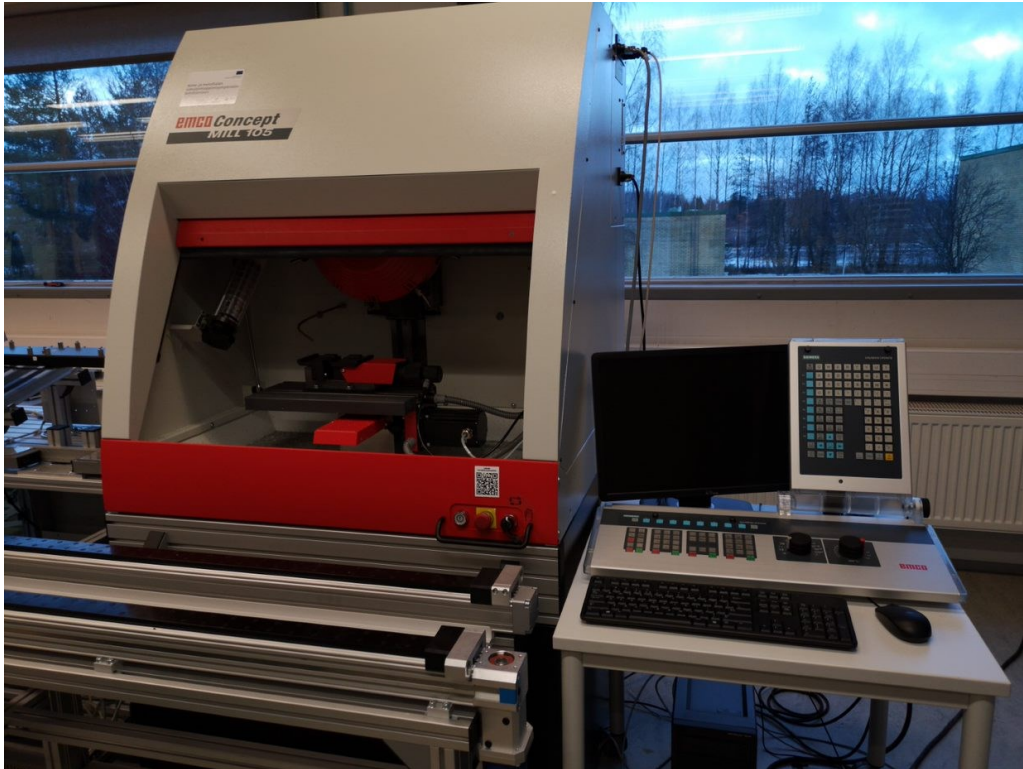
Kun tilaus tulee operaattorin PC:ltä Cirosohjelman kautta, varasto noutaa tarvittavan paletin sille määrättyltä varastopaikalta ja tuo sen kuljettimella odottavalle siirtokelkalle. Siirtokelkka taas vie kappaleet eteenpäin seuraavaan vaiheeseen. Ciroso pitää kirjaa palettien kaikista liikkeistä koko prosessin ajan.

Niin kuin automatisoidussa varastoinnissa yleensäkin, ihminen ei voi muuttaa järjestystä käsin kesken automatisoidun toiminnan. Varastopaikannuksen sekaantuessa, järjestelmään aiheutuu häiriöitä sekä mahdollisesti vaaratilanteita.

4.1.4 Koneistus

Festo FMS-solun koneistussolu koostuu Emco 250 sorvista (kuva 6), Emco 105 jyrsimestä (kuva 7), Mitsubishi RV-2SDB robotista (kuva 8), joka on asetettu lineaariselle akselille, alumiini- ja messinkikappalemakasiineista, palettialustasta

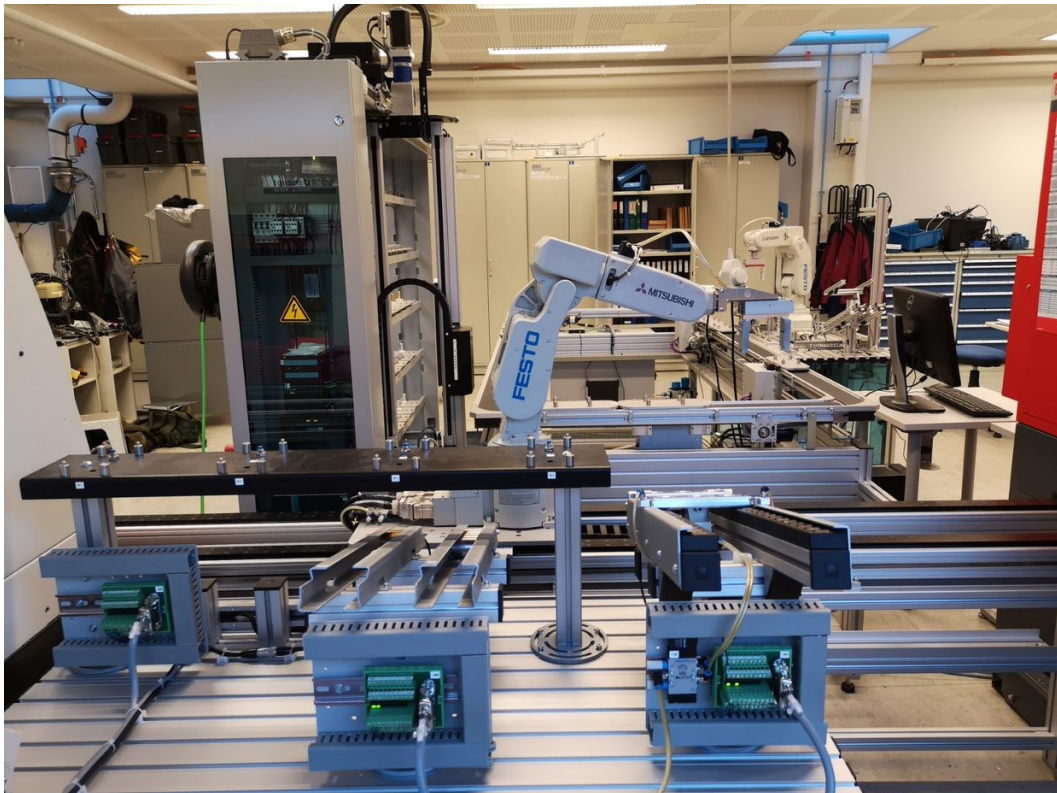
ja mittapisteestä. Lisäksi koneistuspisteeseen kuuluu työstökoneiden tietokoneet ja robotin opetusohjain ja käyttöyksikkö sekä koneistuspisteen käyttöpaneeli.



Kuva 5. Jyrsin (Nevalainen & Tuppurainen 2021)



Kuva 6. Sorvi (Nevalainen & Tuppurainen)



Kuva 7. Koneistussolun robotti ja makasiinit (Nevalainen & Tuppurainen)

Koneistuspisteen ohjaus toimii koneistuspisteellä olevan robotin kautta. Robotti antaa käskyt työstökoneille ja robotti on yhdistettynä Ethernetin välityksellä tuotannonohjausjärjestelmään. Työstökoneilla on omat ohjelmat jokaista järjestelmän kappaletta kohden.

Koneistuspisteessä robotti poimii paletin kuljettimelta ja nostaa sen palettialustalle. Seuraavaksi robotti hakee paletilta tai kappalemakasiinista aihion ja vie sen työstökoneelle. Työstökone koneistaa kappaleen tilauksen mukaiseksi, jonka jälkeen robotti vie sen takaisin paletille tai mittaa sen ensin mittapisteessä. Lopuksi robotti vie paletin koneistetulla kappaleella takaisin kuljettimelle, josta se menee kokoonpanopisteelle. Työstökoneita ja robottia voidaan käyttää myös yksittäin ilman FMS-järjestelmää esimerkiksi harjoitteluun tai ohjelmien luomiseen.

4.2 Ciro

Ciros production on ohjelma, jolla Feston FMS-kokoonpanolla suoritetaan tuotannon ohjaus ja tilausten tekeminen. Ohjelmasta on simulaatioversio ja todellisella kokoonpanolla ajettava versio. Simuloinnilla voidaan seurata miten projekti pitäisi toimia. Simuloinnissa ohjelmasta voidaan myös todeta kriittiset puutteet ja ongelmat etukäteen ennen oikeaa ohjelman ajoa.

Ciroksen toiminnan valvontaversiolla (Ciros Production Supervision) voidaan määrätä ajurit eri komponenteille, luoda uusia opetusprojekteja, testata luotuja projekteja sekä ajaa luotuja projekteja. Tilaukset voidaan aloittaa heti käyttö-päätteeltä tai niitä voi aikatauluttaa, jolloin voidaan luoda erilaisia priorisointeja kappaleiden ja kokoonpanojen tuotannossa. Opetusmahdollisuuksia monipuolistaa se, että Ciro voidaan jakaa tuotannon ja myynnin välille yhteiseksi ERP-järjestelmäksi. Tällaisella jaolla voidaan alkaa simuloimaan oikeaa yritystä.

5 Käyttöohjeen vaatimukset

5.1 Motivointi

Käyttöohjeissa on tärkeää, että lukija saadaan motivoitua lukemaan tekstiä ja ohjattua oikeaoppiseen käyttämiseen. Käyttöohjetta luodessa pitää tiedostaa se, että eri ihmiset voivat lukea tekstiä eri tavoilla. Tekstin tulisi olla lyhyttä ja helposti ymmärrettävää, että kärsimättöminkin lukija jaksaa keskittyä käyttöohjeen lukemiseen. (Kauppinen 2010, 134–136.)

Tekstin pitäisi sisältää kaikki tarvittava tieto, mikä voi olla välillä hankala toteuttaa, jos tekstin pituus halutaan pitää lyhyenä. Lukijaa voidaan myös motivoida hyvin niin, että ohjeistettu vaihe voidaan suorittaa heti yhden lukemisen jälkeen, jolloin lukija saa samalla jotain käytännön tekemistä. (Kauppinen 2010, 136–139.)

5.2 Rakenne ja sisältö

Käyttöohjeen tulee olla rakenteeltaan loogisesti etenevä, selkeä ja helposti ymmärrettävä. Käyttäjän täytyy halutessaan pystyä lukemaan vain tietty kohta käyttöohjeesta ja ymmärtää se ilman koko käyttöohjeen lukemista. (Nykänen 2002, 50.)

Käyttöohje voi rakenteeltaan olla yksinkertaisimmillaan yksiosainen, jossa käyttäjää pelkästään ohjataan vaihe kerrallaan laitteen tai tuotteen käyttöön. Useimmiten käyttöohjeet kuitenkin käsittävät laajemman alueen kuin pelkästään laitteen tai tuotteen käytön, jolloin se kannattaa jakaa osiin. (Kauppinen 2010, 136.)

Kauppinen (Kauppinen 2010) mukaan käyttöohjeen runkona voidaan käyttää viisiosaista rakennetta:

1. Johdanto, jossa käyttöohjetta koskeva tuote tai laite esitellään käyttäjälle ja kerrotaan käyttöohjeen kohderyhmä sekä käyttäjältä vaadittavat esitiedot. Johdannossa kannattaa käydä läpi myös käyttöohjeen sisälllys, laajuus ja jäsenitys ymmärrettävyyden parantamiseksi sekä tuotteen tai laitteen vaatiessa tarvittavat turvallisuusasiat. Johdannolla halutaan saada lukijaa kiinnostumaan ja motivoitumaan käyttöohjeen lukemiseen, joten sen ei tule olla liian pitkä tai vaikeasti ymmärrettävä.
2. Laitteiston kuvaus, jossa käyttöohjetta koskevan tuotteen tai laitteen kokonaisuus sekä sen osat ja niiden toiminta selitetään käyttäjälle. Moniosaisissa teknisissä järjestelmissä laitteen eri osat pilkotaan pienempiin osiin ja esitellään yksitellen ymmärrettävyyden parantamiseksi.
3. Luettelo materiaaleista ja työkaluista, joita käyttöohjetta koskevassa tuotteessa tai laitteessa tarvitaan. Tämä vaihe voi joissain tilanteissa olla turha ja tarpeeton, mutta varsinkin teknisissä laitteissa kyseinen vaihe on tärkeä huolto- ja korjaustoimenpiteiden takia.
4. Vaiheittainen opastus, jonka avulla käyttäjä pystyy käyttämään käyttöohjetta koskevaa tuotetta tai laitetta turvallisesti ja mahdollisimman vähin virhein. Opastuksessa voidaan ja suositellaan käytettäväksi runsaasti kuvitusta, joka tukee käyttöohjeen tekstiä ja kiinnittää lukijan huomion olennaisiin asioihin. Opastuksessa voi myös olla vaihtoehtoisia toimintoja varsinaisten rinnalla sekä yleisimpien virheiden ennakoitua.
5. Ongelmien etsiminen, jossa käyttöohjetta koskevan tuotteen tai laitteen yleisimmät virheet sekä niiden korjaustoimenpiteet esitellään. Laajoissa teknisissä laitteissa tämä osio voi kuitenkin olla erillisenä liitteenä, joka on tarkoitettu vain valtuutetuille ammattilaisille. (Kauppinen 2010, 137–139.)

5.3 Ulkoasu

Käyttöohjeen kuvituksella on suuri rooli, kun ajatellaan käyttöohjeen ymmärrettävyyttä ja kiinnostavuutta. Kuvituksen avulla saadaan yksinkertaistettua hankalia tai monimutkaisia asioita ja tuettua tekstin kertomaa asiaa sekä ylläpidettyä lukijan mielenkiintoa. Käyttöohjetta kuvittaessa tulee olla erityisen tarkka siinä, että kuvat ja käyttöohjeen teksti eivät olisi ristiriidoissa keskenään. (Nykänen 2002, 119–121.)

Käyttäjän huomiota voidaan kiinnittää myös käsittelemällä käyttöohjeen tekstiä korostamalla, kuten esimerkiksi lihavoimalla ja värejä käyttämällä. On kuitenkin huomioitava, että liiallisella tekstin korostamisella voidaan menettää sen merkitys ja mahdollisesti ärsyttää lukijaa. (Kuutti 2003, 92.)

5.4 Kieli

Käyttöohjeen kielen täytyy olla mahdollisimman yksinkertaista ja selkeää. Tuntemattomien termien ja sanojen käyttöä tulee myös miettiä käyttöohjeen kohdeyhmän mukaan. Kuitenkin jos tuntemattomien termien käyttöä ei voi välttää, pitää ne selittää ymmärrettävästi tekstin yhteydessä tai erillisessä sanastossa. (Nykänen 2002, 50–51.)

Käyttöohjeessa käytetään käskymuotoa ja pronomien käyttöä vältetään sekaannuksien välttämiseksi. Lukijan on helpompi ymmärtää ohjetta, kun käyttöohje käskee suoraan, mitä lukijan pitää tehdä. (Kotimaisten kielten keskus, 2020.)

5.5 Testaaminen

Käyttöohje tulee aina testata ennen lopulliselle käyttäjälle antamista ja testauksessa on oltava mukana joku muu henkilö kuin itse ohjeen kirjoittaja. Usein on mahdollista, että käyttöohjeen kirjoittaja tuntee käyttöohjetta koskevan tuotteen

tai laitteen niin hyvin, ettei huomaa ohjeessa olevia virheitä tai puutoksia. Ulkopuolisen henkilön suorittamalla testauksella nämä mahdolliset virheet ja puutokset voidaan huomata. (Nykänen 2002, 51.)

Käyttöohjetta voidaan testata Nykäsen (Nykänen 2002) kirjassa olevan kysymyslistan avulla:

- Antaako ohje käyttäjälle varmasti riittävät tiedot (ottaen huomioon, että käyttäjä voi olla maallikko)?
- Pitävätkö kaikki ohjeen tiedot varmasti paikkansa?
- Kattaako ohje käytön kaikki vaiheet?
- Eteneekö ohje loogisesti?
- Onko jäsenitys tehty käyttäjän näkökulmasta?
- Löytääkö käyttäjä tarvitsemansa detaljit nopeasti ja helposti?
- Onko ohjeen kieli ymmärrettävää ja helppotajuista, maallikonkin ymmärrettävissä?
- Onko kuvitus havainnollista ja riittävää? Eteneekö se tekstin mukaisesti? Onko kuvituksen ja tekstin välillä ristiriitoja?
- Onko ohje painoasultaan riittävän selkeä ja helppolukuinen? Onko tekstin kirjasinkoko riittävän suuri ja kuvituksen kontrasti sopiva? Erottavatko kuvien olennaiset yksityiskohdat helposti?
- Tunnistaako käyttäjä, mitkä osat ohjeesta ovat suosituksia, mitkä varoituksia tai kieltoja ja mitkä mahdollisesti lisätietoja?
- Onko ohje ulkonaisesti sellainen, että se sopii käyttötilanteeseen? Mahtuuko se esimerkiksi taskuun, kestääkö kovakouraistakin käsittelyä? (Nykänen 2002, 51.)

Kysymyslista toimii hyvänä ohjenuorana käyttöohjeen tekijälle. Kysymyslistaa kannattaa ja pitääkin kuitenkin muuttaa aina tilanteen mukaan.

6 Käyttöohjeen toteutus

6.1 Tavoitteet

Työn tavoitteena oli luoda Riverian oppilaille ja opiskelijoille käyttöohje Feston FMS-järjestelmän käyttöön. Käyttöohjeen haluttiin olevan mahdollisimman helpposti seurattava ja käytettävä, jonka avulla Riverian opiskelija voi opettajan avustuksella ja valvonnalla tutustua FMS-järjestelmän toimintaan. Käyttöohjeen

avulla mahdollistetaan järjestelmän peruskäyttö, mutta se ei syvenny yksittäisten koneiden ohjelmointiin tai projektien luomiseen.

Työn alussa tarkoituksena oli myös luoda käyttöohje uuden projektin tekemisestä FMS-järjestelmälle, mutta uuden projektin luonnin suuren lisätyömäärän takia pysyimme vain peruskäyttöohjeen luomisessa. Käyttöohjeesta oli myös aluksi tarkoitus koota videotallenne, mutta totesimme ohjetta kootessamme sen tarpeettomaksi.

6.2 Perehtyminen

Aloitimme opinnäytetyön syksyllä, mutta yhteyshenkilöiden vaihtuminen viivästytti työn aloittamista. Sopimuksen kirjoittamisen jälkeen aloimme etsimään tietoa ja käyttöohjeita järjestelmästä. Haastavaksi perehtymisen teki se, että järjestelmään perehtynyt henkilökunta oli vaihtanut työpaikkaa. Saimme paljon apua ja neuvoja Riverian henkilökunnalta, vaikka kenelläkään ei ollut kattavaa tietotaitoa koko järjestelmän käytöstä.

Ajattelimme, että olisi aluksi järkevintä tutustua materiaaleihin, mitä koneen mukana oli toimitettu. Pian huomasimme, että materiaaleissa oli ristiriitoja. Levyllä olevista manuaaleista puuttui varastoa käsittelevä kappale kokonaan. Kaikki manuaalit olivat kuitenkin printattuina kansiossa, mistä löysimme puuttuvan sisällön. Manuaaleihin perehtymisen jälkeen aloimme tutkia käyttöohjelmaa ja selvittämään laitteiden kuntoa. Tiesimme, että konetta on pyöritetty kokonaisuudessaan muutamia kertoja viimeisen muutaman vuoden sisällä, mutta tarkempaa käyttöastetta oli mahdotonta kertoa. Suhtauduimme käynnistämiseen aluksi hyvin varoen, koska pelkäsimme, että vuosien aikana koneen linjaus olisi saattanut muuttua. Komponenttien puuttuminen ja vaurioituminen oli myös asia, mitä jouduimme erityisesti alussa tarkkailemaan, sillä järjestelmä sijaitsi luokkatiloissa ilman esteitä ja suoja.

Kun olimme opiskelleet järjestelmän manuaalit, aloimme käynnistämään laitteita. Työstökoneet ja kuljetin käynnistyivät ongelmitta. Robotteja käynnistäessämme huomasimme, että muistiparistot olivat tyhjentyneet. Robotteja emme voineet tämän seurauksesta ajaa enempää tutustumisvaiheessamme. Yrittäessämme ajaa varastoa referenssipisteeseen huomasimme, että järjestelmä vaati tietyn nopeuden toimiakseen. Liian hitaalla ajonopeudella varastorobotin aikakytkin keskeytti toiminnan ja varasto luuli olevansa vikatilassa. Tämän kaltaisia ongelmia laitteen kanssa tuli useampia, vastaavanlaisista ongelmista ei ollut mainintaa manuaaleissa.

Oman aineistoon perehtymisen jälkeen saimme kahden päivän perehdytyksen järjestelmän toimintaan ja käyttämiseen järjestelmän toimittajan puolesta. Tämä oli suureksi avuksi ongelmatilanteiden ratkomisessa ja syiden selvittämisessä. Kouluttajan antamalla perehdytysjaksolla saimme robottien ja robottien ohjainten muistiparistot vaihdettua ja koko järjestelmä toimi ensimmäistä kertaa kokonaisuudessaan. Ajallisesti koulutuksesta iso osa meni järjestelmän käynnistämiseen ja ongelmien selvittämiseen. Koulutuksen jälkeen pidimme yhteyttä kouluttajaan ja saimme selvitettyä uusien ongelmien syitä paremmin.

6.3 Suunnittelu

Käyttöohjetta varten suunnittelimme yhdessä käyttöohjeen sisältöä ja toteutusta. Suunnittelua ohjasi vahvasti kohderyhmän asettamat vaatimukset, käyttöohjeen tulisi olla nuoren perustutkintolaisen helposti ymmärrettävissä. Käyttöohjeen kuului olla selkeä ja pelkistetty, muttei kuitenkaan liian yksinkertainen. Suunnittelun aikana käyttöohjeelle syntyi alustava runko, jonka ympärille rupesimme työtä rakentamaan. Tavoitteenamme oli käydä käyttöohjeessa järjestelmän käynnistäminen ensin vaihe vaiheelta läpi, minkä jälkeen itse järjestelmän käyttö olisi ohjeistettuna. Lopuksi ajattelimme lisätä järjestelmän oikeaoppisen sammuttamisen sekä selvityksen mahdollisten vikatilanteiden korjaamisesta.

Suunnitteluvaiheessa olimme säännöllisesti yhteydessä Riverian suuntaan ja keskustelimme suunnitelmista avoimesti. Suunnitelmaan tuli hyviä huomioita ja moni ajatus etenikin toteutukseen asti. Riverialta tuli selkeä toivomus kuvien kattavasta käyttämisestä käyttöohjeessa. Mielestämme tämä oli viisasta kohde-ryhmää ajatellen. Päätimme ottaa yksityiskohtaiset kuvat jokaisesta tehtävästä, mitä järjestelmän käynnistämiseen ja käyttämiseen tarvittaisiin. Mietimme myös käyttöohjeen videointia, sekä videoitua demoa järjestelmän toiminnasta.

Kun olimme luoneet projektille aikataulun, aloimme keskittyä käytännön työhön ja toteutuksen tärkeysjärjestykseen. Projektin edetessä huomasimme että, videotallenteet olisivat tarpeettomia. Myös järjestelmän toiminnan tallentaminen videolle jäi tekemättä, sillä itse laitteen käytössä olisi tarkoitus näyttää toiminta opettajan toimesta. Työmme aloittamisen aikaan oli uhkana koulun tilojen sulkeminen opetukselta covid-19-viruksen takia. Tämä vaikutti merkittävästi työhömmä.

Päätimme että keskittyisimme opinnäytetyön osalta ensisijaisesti vaaditun käyttöohjeen kokoamiseen, sillä kuvien ottaminen käyttöohjeeseen olisi mahdotonta mahdollisen karanteenin aikana. Opinnäytetyön teoriaosuutta olisimme voineet kirjoittaa helpommin siinä tilanteessa, että Riveria olisi sulkenut ovensa. Pysyimme hyvin suunnitellussa aikataulussa, sekä projektin rajauksen sisällä.

6.4 Toteutus

Opinnäytetyön toteutus alkoi tutustumalla järjestelmän käyttöohjeisiin, jotka Festo on luonut. Käyttöohjeet käsittelivät järjestelmää teknisesti melko syvästi, muttei niinkään käytön puolesta. Ne antoivat kuitenkin hyvän tietopohjan oman käyttöohjeen luomista varten. Feston käyttöohjeet on jaettu laite- tai solu-kohtaisesti, joten kävimme kaikki laitteet ja solut läpi käyttöohjeiden kanssa yksitellen.

Järjestelmään tutustumisen jälkeen pystyimme ensimmäisen kerran käynnistämään järjestelmää. Ensimmäinen käynnistyskerta ei sujunut kovinkaan hyvin,

kun kokoonpanon sekä koneistuksen robottien muistiparistot olivat tyhjentyneet käyttämättömyyden takia. Robotteihin vaihdettiin muistiparistot, jonka jälkeen huomasimme, että myös paikkatiedot olivat kadonneet. Opetimme roboteille uudet järjestelmän vaatimat paikkatiedot, jonka jälkeen järjestelmän kaikki laitteet saatiin ensimmäisen kerran päälle.

Vaikka kaikki laitteet olivat nyt toimintakuntoiset, ei järjestelmä vielääkään toiminut. Jotkin laitteista näkyivät tietokoneella offline-tilassa, joten tuotannon käynnistäminen ei onnistunut. Selvittelyjen jälkeen tajusimme, että koneiden käynnistysjärjestyksellä on suuri merkitys ja olimme myös unohtaneet joitain kriittisiä toimenpiteitä välistä. Aloimme kokeilemaan erilaisia laitteiden käynnistysjärjestyksiä ja tutkimme eri toimenpiteiden tekemisen ja tekemättä jättämisen vaikutusta järjestelmän käynnistymiseen. Järjestelmän tietokoneiden käynnistysnopeus määräsi osaltaan koko järjestelmän käynnistymistä. Kirjasimme vikatiloja ylös ja käytimme tietoa käyttöohjeen huomautuksissa. Käynnistysjärjestyksen löytäminen kokeilemalla oli hankala lähestymistapa oikean käynnistysjärjestyksen löytämiseen, mutta toimintavarma järjestys löytyi.

Oikean käynnistysjärjestyksen löytämisen jälkeen pääsimme ensimmäisen kerran käynnistämään tuotannon tietokoneelta. Tilaus meni järjestelmään ongelmitta, eikä tilauksen valmistelussakaan ollut mitään ongelmia. Ensimmäiset ongelmat tulivat koneistussolun robotin kanssa, kun opinnäytetyön alussa opetetut paikkapistet eivät olleetkaan kohdillaan. Paikkapisteidien heitto ja epätarkkuus oli kuitenkin ymmärrettävää, koska robottien opettaminen oli kummallekin melko vieras asia. Perehdyimme robottien ohjelmointiin ja opettamiseen vielä tarkemmin ja opetimme paikkapistet uudelleen. Testasimme uudet pisteet useaan kertaan ja säädimme niitä tarvittaessa.

Korjasimme samalla kokoonpanon robotin paikkapistet, koska arvelimme niidenkin olevan epätarkat. Robottien paikkapisteidien korjauksen jälkeen tuotanto saatiin toimimaan laitteiden käynnistyksestä tuotannon lopetukseen saakka. Järjestelmä teki kuitenkin aina satunnaisesti ongelman, jossa työstökoneet hä-

vittivät työkalutietonsa ja ne täytyi asettaa manuaalisesti uudelleen. Syyksi häviämislle epäilimme äkillisiä virtakatkoja, mutta mitään virallista tai varmaa syytä sille ei koskaan löytynyt.

Tuotannon toimimisen jälkeen kirjoitimme käyttöohjeesta raakaversion, jota muokkasimme opinnäytetyön edetessä. Raakaversion ympärille aloimme ottaa vaiheittain kuvia järjestelmän käynnistämisestä. Kuvatussamme toimintaa, yritimme ajatella kuvien selkeyttä järjestelmän käynnistämisen kannalta. Tavoitteena oli saada kuvat tukemaan käyttöohjeen tekstiä. Kuvat koneista ja laitteista otimme fyysisesti itse ja kuvat tietokoneen ohjausjärjestelmän käytöstä otimme kuvankaappauksella.

Opinnäytetyön edetessä käyttöohje alkoi hiljalleen muodostua. Yritimme muodostaa käyttöohjeesta mahdollisimman selkeän ja käyttäjäystävällisen jäsentelällä tekstiä selkeästi, kertomalla asiat lyhyesti, käyttämällä paljon kuvia ja välttämällä liian teknistä ja haastavaa tietoa, mikä voi sotkea lukijaa.

6.5 Testaaminen

Testasimme käyttöohjetta aluksi itseksemme, että löytäisimme mahdollisia virheitä ohjeesta. Testauksen yhteydessä kirjasimme ylös erilaisia pieniä virheitä ja parannuskohteita, mitä korjasimme varsinaiseen käyttöohjeeseen. Kiinnitimme erityisesti huomiota siihen, miten käyttöohjeen visuaalisuus auttaa järjestelmän käyttämisessä ja kuinka sitä voisi vielä parantaa.

Testaamisen aikana järjestelmässä ilmeni paljon ongelmia robottien ja työstökohteiden kanssa. Robottien paikkapisteet olivat melko sekaisin ja niitä piti jatkuvasti työn edetessä säätää paremmiksi, vaikka paikkapisteet opetettiin robotille jo heti opinnäytetyön alussa. Opinnäytetyön alussa järjestelmä ja robotit olivat vielä melko tuntemattomat, eivätkä työn alussa opetetut ensimmäiset paikkapisteet sattuneet kohdalleen. Työn edetessä opimme järjestelmän toiminnasta enemmän ja saimme robotit toimimaan turvallisesti ja luotettavasti.

Työstökoneiden kanssa esiintyneet ongelmat johtuivat pääosin työkalukirjastosta. Työstökoneet hävittivät työkalujen paikkatiedot, ja ne piti tallentaa työstökoneelle uudestaan. Epäilimme syyksi työstökoneiden äkillisiä virtakatkoja, mutta mitään virallista ja varmaa syytä ongelmaan ei ikinä löytynyt.

Kun järjestelmän robotit ja työstökoneet oli saatu toimimaan kunnolla, pääsimme testaamaan käyttöohjetta kunnolla. Testaus tapahtui käyttämällä järjestelmää pelkästään uudesta ohjeesta lukien. Muokkasimme käyttöohjetta aina tarvittaessa ja yritimme löytää virheitä, joiden takia järjestelmän käyttäminen ei onnistuisi. Suoraan käyttöohjeesta lukien testaaminen oli hyvä idea, koska sen avulla ohjeesta löytyi sellaisia virheitä ja väärää tietoa, joilla järjestelmän oikeaoppinen käyttäminen ei onnistuisi.

Testatessa huomatu puutteet pystyttiin korjaamaan vielä ennen varsinaista testaamista loppukäyttäjillä. Vaikeaksi testaamisesta teki sen, että olimme tässä vaiheessa jo oppineet käyttämään järjestelmää ja järjestelmä oli tullut hyvin tutuksi. Virheiden löytäminen itse oli hankalaa, mutta helpottui kun pidimme taukoa ohjeen tekemisestä. Tauon jälkeen saimme tarkastettua työtämme paremmin, ilman että oma tietotaito olisi vaikuttanut merkittävästi.

Käyttöohjeen lopullinen testaaminen suoritettiin ulkopuolisilla ihmisillä, jotka olivat Riverian opettajia ja oppilaita, eli käyttöohjeen lopullisia käyttäjiä. Testauksen aikana keräsimme palautetta käyttöohjeen testaajilta, jonka avulla saimme tehtyä käyttöohjeesta sopivamman loppukäyttäjille.

Käyttöohjeen palaute oli loppukäyttäjiltä positiivista ja palautteen perusteella sitä oli helppo käyttää sekä ymmärtää, mikä oli opinnäytetyön alkuperäinen tarkoitus. Palautteessa oli myös korjaus- ja parannusehdotuksia, jotka liittyivät kuvien kokoon tai aseteluun, tekstin pituuteen tai selkeyteen, ymmärrettävyyteen sekä joihinkin järjestelmän käyttöön liittyviin asioihin. Palautteen ansiosta käyttöohjeeseen lisättiin lihavointi järjestelmän kriittisimpiin painikkeisiin, että lukijan huomio tarttuu oikeisiin asioihin, kuvien kokoa muuteltiin siten, että lukijan on helppo nähdä ja erottaa oleelliset asiat kuvista.

Tekstiä lyhennettiin mahdollisimman selkeäksi ja nopeaksi lukea, ettei siihen kyllästyisi. Erikoissanojen käyttöä vähennettiin, jotta lukijan ei välttämättä tarvitse tuntea teknistä sanastoa. Palautteen ansiosta käyttöohjeeseen lisättiin myös joitain järjestelmän käyttöön liittyviä ohjeita ja tietoja, mitä järjestelmän oikeaoppiseen käyttämiseen tarvittiin.

Palautteen jälkeisten korjausten jälkeen käyttöohjetta testattiin uudestaan järjestelmän loppukäyttäjillä. Testaamiseen otettiin mukaan osa aikaisemmissa testauksissa mukana olleista ja myös kokonaan uusia järjestelmälle vieraita testaa- jia. Aikaisempien testaa- jien läsnäolon tarkoituksena oli, että korjattua käyttö- ohjetta voitaisiin esitellä heille ja kysyä heidän mielipidettään muutoksiin. Mo- lempien testausryhmien palautteet olivat positiivisia. Aikaisemmat testaa- jat antoivat palautteessaan nyt plussaa siitä, että käyttöohjetta oli helppo lukea ja selkeä ymmärtää.

7 Pohdinta

Automaatioasteen kasvattamisen tarve on mielestämme selkeä ja vääjäämätön. Jotta Suomen kaltainen maa pysyisi kilpailukykyisenä globaaleilla markkinoilla, ei automaatiotekniikan osaamisessa ja hyödyntämisessä ole varaa jäädä jälkeeseen. Toisin sanoen, mielestämme on jo pakko alkaa sijoittamaan merkittävästi enemmän teollisuuden automatisointiin. Tämä tarkoittaisi ensisijaisesti koulutuksen painotuksen kehittämistä, firmojen investointeja sekä valtion tukea molempiin.

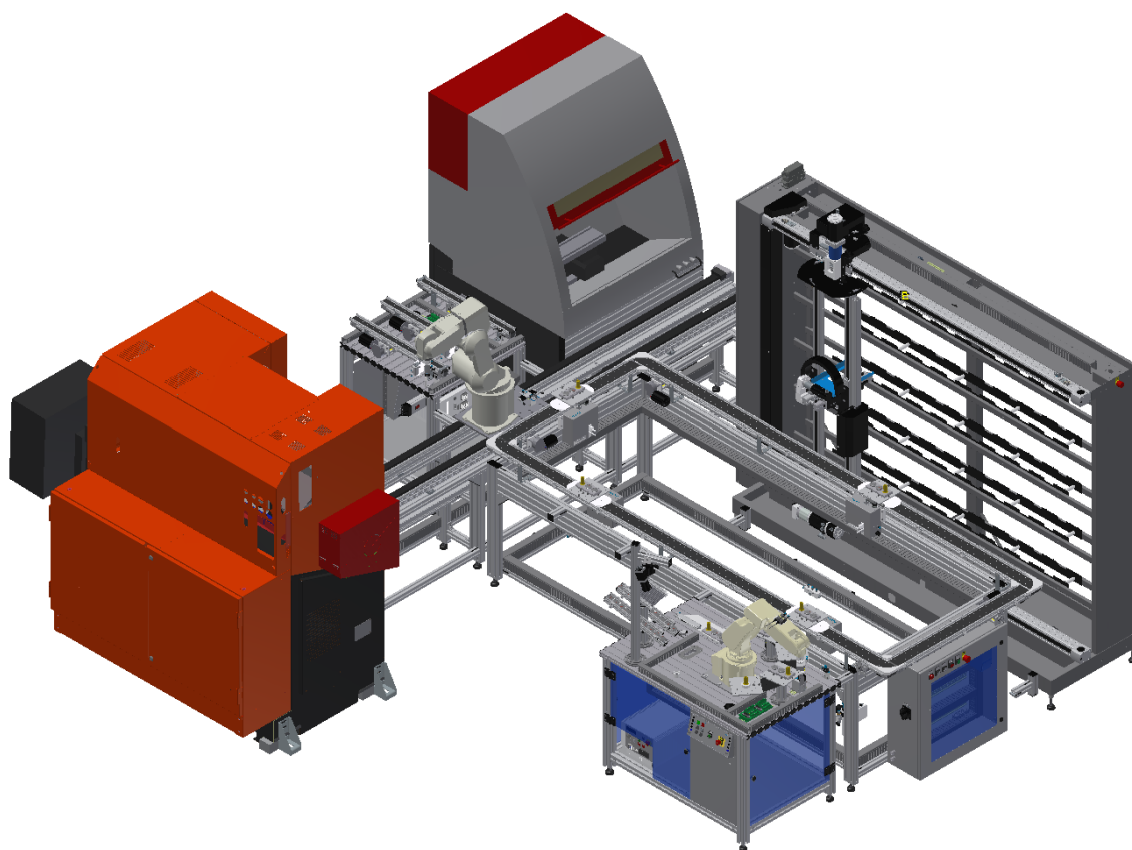
Tämän opetuskäyttöön suunnitellun järjestelmän kanssa työskentely oli mielenkiintoista ja uskomme, että tästä on hyötyä tulevaisuuden koulutukseen. Koulutuksen ja sen sisällön on vastattava nykypäivän teollisuutta ja tämänkaltaisen tuotannonohjaukseen integroitu FMS-järjestelmä auttaa havainnollistamaan tulevaisuudessa käytettäviä metodeja. Tämänkaltaisia investointeja tarvitaan pitämään tulevaisuuden kilpailukykyä yllä. Resurssien karsiminen opetuksesta tulee vaikeuttamaan kilpailukykyä nostamista tulevaisuudessa ja sitä pitäisi välttää viimeiseen asti.

Järjestelmässä olisi vielä paljon kaikkea muutakin, kuin mitä opinnäytetyömme ja käyttöohje käsittelee. Koska opinnäytetyömme tavoitteena oli luoda käyttöohje järjestelmän peruskäyttöä varten, järjestelmän syvempi ja haastavampi käyttö jäi pois. Järjestelmään paremmin syventymällä, sille voisi esimerkiksi luoda kokonaan uusia tuotantosuunnitelmia ja -ohjelmia. Opinnäytetyömme tuloksena syntynyt käyttöohje luo hyvän pohjan käyttäjälle, joka haluaa syventyä järjestelmään lisää. Toivoisimme jopa, että järjestelmän kehittämistä ja tutkimista jatkettaisiin esimerkiksi toisen oppilaan opinnäytetyönä, jotta järjestelmän kaikki potentiaali saataisiin hyödynnettyä.

Lähteet

- A.Ellman, J.Hautanen, K.Järvinen & A.Simpura. 2002. Pneumatiikka. Helsinki: Edita.
- Aaltonen, K. & Torvinen, S. 1997. Konepaja-automaatio. Porvoo: WSOY.
- Ahokas, J. 2013. Fastems FMS: täydellä teholla. Tampere: Fastems.
- Heinonkoski, R & Hyppönen, H. 2008. Automaatio-helppoa elämää? Helsinki: Opetushallitus.
- Kauppinen, A., Nummi, J. & Savola, T. 2010. Tekniikan viestintä: Kirjoittamisen ja puhumisen käsikirja. Helsinki: Edita.
- Keinänen, T. & Sumujärvi, M. 2019. Automaatiotekniikka. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: Sanoma Pro.
- Kotimaisten kielten keskus. 2021. Ohjeita ohjeiden tekijöille. https://www.kotus.fi/ohjeet/virkakieli/ohjeita/ohjeita_ohjeiden_tekijoille 11.3.2021.
- Kuutti, W. 2003. Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Helsinki: Talentum.
- M.J.J. Mäkinen, R.Kallio & R.Tantarimäki. 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Keuruu: Otava.
- Maaranen, K. 2012. Koneistus. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Nykänen, O. 2002. Toimivaa Tekstää: Opas Tekniikasta Kirjoittaville. Helsinki: Tekniikan akateemisten liitto TEK.
- Aalto, H. & Kuivanen, R. 1999. Robotiikka. Helsinki: Talentum.

RIVERIA



FESTO FMS-järjestelmän käyttöohje

RIVERIA



Sisältö

1	Johdanto	3
2	Turvallisuus.....	4
3	Toiminnan periaate	5
4	Alkutoimenpiteet	5
5	Käynnistys	6
5.1	Ohjaustietokone.....	7
5.2	Koneistussolu	8
5.2.1	Koneistussolun robottiaseman käynnistäminen	8
5.2.2	Robotin nopeuden säätö.....	14
5.2.3	Koneistussolun jyrsimen käynnistäminen	15
5.2.4	Koneistussolun sorvin käynnistäminen	22
5.2.5	Koneistussolun referenssiajo	30
5.3	Kokoonpanosolu	32
5.3.1	Kokoonpanosolun käynnistäminen	33
5.3.2	Robotin nopeuden säätö.....	38
5.3.3	Kokoonpanosolun referenssiajo.....	39
5.4	Varasto	41
5.4.1	Varaston käynnistäminen	41
5.4.2	Varaston nopeuden säätö.....	44
5.4.3	Varaston kuittaus	45
5.5	Kuljettimen käynnistäminen	51
6	Ohjausjärjestelmä	54
6.1	Ohjausjärjestelmän käynnistäminen	54
6.1.1	Ohjausjärjestelmän käynnistäminen manuaalisesti	56
6.2	Tuotannon käynnistäminen.....	58
6.3	Tilauksen tekeminen.....	62
6.3.1	Tilauksen tekeminen iCIM Production Manager:in kautta.....	63
6.3.2	Tilauksen tekeminen prosessi-ikkunan kautta	69
6.4	Prosessin seuranta	71
6.5	Tilauksen varmennus.....	72
6.6	Varaston oletusasetukset	74
6.7	Sammuttaminen.....	76
7	Virhetilanteet.....	79
7.1	Kokoonpanosolu	80
7.2	Koneistussolu	81
7.3	Varasto	82



1 Johdanto

Käyttöohje on luotu Feston toimittamaa FMS-järjestelmää varten. Käyttöohjeen avulla käyttäjä pystyy käyttämään järjestelmää asiantuntijan valvonnan alla itsenäisesti ja syventymään sen toimintaan.

Käyttöohje ei käy läpi kaikkia järjestelmän toimia, eikä se esimerkiksi syvenny uuden tuotanto-ohjelman luomiseen, vaan ohjeistaa järjestelmän peruskäyttöön, kuten järjestelmän turvalliseen käynnistämiseen ja sulkemiseen sekä tilauksien tekemiseen ja hallintaan. Käyttöohje ei myöskään sisällä järjestelmän ja sen laitteiden huolto- tai korjausohjeita.

Käyttöohje ei vaadi käyttäjältään teknistä ammattiosaamista peruskäyttöä varten. Järjestelmän huolto ja korjaukset on kuitenkin tehtävä ammattitaitoisen henkilön puolesta.

Käyttöohje on luotu osana Karelia-ammattikorkeakoulun konetekniikan opinnäytetyötä. Opinnäytetyön ja käyttöohjeen ovat tehneet Niko Nevalainen ja Niko Tuppurainen.



2 Turvallisuus

Järjestelmää saa käyttää vain toimintaan perehdytetyn vastuuhenkilön valvonnan alla. Järjestelmässä ei ole erikseen turva-aitoja, eikä valoverhoja. Suojien puutteen takia on varoetäisyyksiä ehdottomasti noudatettava, koneiden ollessa käynnissä toimintaa on seurattava liikeratojen toimintasäteiden ulkopuolelta.

Järjestelmää käyttäessä ja seurattaessa on käytettävä henkilökohtaisia suojaruusteita, kuten suojalaseja ja turvakengkiä. Työstökoneista voi mahdollisesti lentää lastuja tai kappaleita voi tippua kuljettimelta, joten suojaruusteiden käyttö lisää turvallisuutta.

Vikatilanteissa ja korjaus-/huoltotöissä saa toimia vain koulutettu ja perehdytetty henkilö. Korjaus- ja huoltotöissä on varmistettava, että järjestelmän sähkövirta ja paineilma on kytketty pois päältä.

Mahdollisista ja havaituista vaaratilanteista on välittömästi raportoitava vastuuhenkilölle, eikä järjestelmää saa käyttää ennen kuin vaara on poistettu. Huomiotta jätetty vaaratilanne voi johtaa laite- ja henkilövahinkoihin.



3 Toiminnan periaate

FMS-simulaatio alkaa tilauksen tekemisellä tuotannonohjausjärjestelmään. Tilauksen toteutus alkaa kappaleiden tuomisella makasiinista kuljettimelle. Kuljetin vie kappaleet koneistusrobotille, mikä käyttää kappaletta CNC-sorvissa ja/tai CNC-jyrsimessä. Koneistuksen jälkeen koneistusrobotti tuo kappaleen takaisin kuljettimelle. Kuljetin vie kappaleen edelleen kokoonpanopisteelle. Kokoonpanorobotti kerää kokoonpanoon tarvittavat osat kokoonpanopisteelle, kun kokoonpanorobotilla on kaikki kokoonpanoon tarvittavat osat, se suorittaa kokoonpanon käyttäen konenäköä kappaleiden suoruuden tarkistamiseen.

Kokoonpanon valmistuttua kokoonpanorobotti siirtää kokoonpanon takaisin kuljettimelle, mistä se kulkee edelleen takaisin makasiiniin. Kokoonpanorobotti siirtää tyhjät paletit takaisin kuljettimelle ja makasiinirobotti noukkii ne edelleen takaisin varastoon odottamaan seuraavaa käskyä logiikalta.

4 Alkutoimenpiteet

Ennen järjestelmän käynnistämistä tarkista ympäristön ja työpisteiden siisteys. Robottien ja koneiden liikeratojen tulee olla esteettömät kolarien välttämiseksi. Työpisteiden tulee olla vapaat, koska tuotanto-ohjelmat eivät toimi, mikäli työpisteet ovat varattuina.

Tarkista myös, että varasto on järjestyksessä, eikä siellä ole mitään sinne kuulumatonta. Väärässä järjestyksessä oleva varasto voi pahimmillaan aiheuttaa vakavia työstökonerikkoja.



5 Käynnistys

FMS-järjestelmän käynnistäminen voi viedä aikaa, joten järjestelmän hitaimmat osat kannattaa käynnistää ensimmäisenä. Järjestelmän ohjaustietokone kannattaa käynnistää ensimmäisenä, koska sen kautta ohjataan koko järjestelmää. NC-työstökoneet ja koneistussolun robotti kannattaa käynnistää seuraavaksi, koska ne vaativat yhteisen referenssiajon, joten siinä kestää eniten aikaa. Seuraavaksi kannattaa siirtyä varaston käynnistämiseen, koska myös varaston referenssiajo vaatii enemmän aikaa. Varaston jälkeen kuljetin ja kokoonpanosolu voidaan kytkeä päälle.

Käynnistysjärjestys luettelona:

1. Ohjaustietokone
2. Koneistussolu
3. Varasto
4. Kuljetin
5. Kokoonpanosolu



5.1 Ohjaustietokone

Kytke ohjaustietokone (kuva 1) päälle painamalla tietokoneen virtapainiketta. Odota rauhassa, kunnes tietokone on käynnistynyt, jonka jälkeen voit siirtyä eteenpäin. Tietokoneelle ei tarvitse tehdä tässä vaiheessa vielä muuta.



Kuva 1. Ohjaustietokone

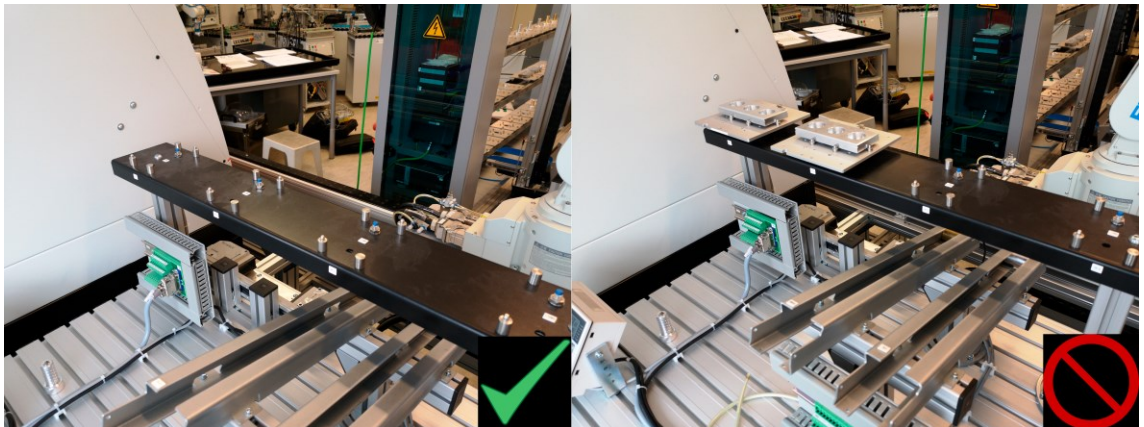


5.2 Koneistussolu

Koneistusolun käynnistämiseen on tarkka järjestys, eikä siitä kannata poiketa virheiden välttämiseksi. Käynnistä koneistussolu listan mukaisessa järjestyksessä ohjeen mukaisessa järjestyksessä.

5.2.1 Koneistussolun robottiaseman käynnistäminen

Varmista ennen käynnistämistä, että kokoonpanosolu on siistissä kunnossa ja kaikki sen paikat ja asemat ovat vapaana. Kokoonpanosolua ei saa asetettua automaattitilaan, mikäli jotkin sen asemista tai paikoista ovat varattuina. (kuva 2)



Kuva 2. Oikea ja väärä alkujärjestys



Aloita koneistussolun käynnistäminen robottiasemalta. Varmista, että ohjauspaneelin **HÄTÄ-seis-painike** on ylhäällä ja **päävirtakytkin ON-asentoon**. (kuva 3)



Kuva 3. Koneistussolun robottiaseman päävirtakytkin



Päävirran kytkemisen jälkeen kuittaa ohjauspaneeli painamalla vihreää **”reset”-painiketta** (kuva 4), jolloin painikkeesta kuuluu naksahdus kuittauksen merkiksi. Naksahduksen tulee kuitenkin kuulua vain kerran, joten varmista kuittaus painamalla **”reset”-painiketta** uudelleen. Jos painike ei enää naksahda, on kuittaus onnistunut. Jos painike kuitenkin naksahdaa vielä uudestaan, varmista, että **HÄTÄ-seis-painike** on varmasti ylhäällä ja toista kuittaus.



Kuva 4. Ohjauspaneelin vihreä ”reset”-painike



Ohjauspaneelin jälkeen käynnistä robotin ohjain. Varmista, että ohjaimen **HÄTÄ-seis-painike** on ylhäällä ja paina ohjaimen **virtakytkin 1-asentoon** (kuva 5). Odota rauhassa, että ohjain on kokonaan käynnistynyt.



Kuva 5. Koneistussolun robotin ohjaimen virtakytkin



Varmista vielä, että ohjaimen käyttöavain on käännetty ”**AUTOMATIC**”-asentoon tai käännä se ”**AUTOMATIC**”-asentoon. (kuva 6)



Kuva 6. Robotin ohjaimen käyttöavain

Ohjain on käynnistynyt oikein, jos sen näytössä palaa valot ja ohjain ei anna mitään merkkiä, kuten piipittävää ääntä virheen merkiksi. Siirry kappaleeseen 5.2.2, jos ohjain on käynnistynyt oikein.



Joissain tilanteissa robotin ohjain ei käynnisty suoraan oikein, vaan se voi vaatia mahdollisen vikakorjauksen ja -kuittauksen. Merkkinä epäonnistuneesta käynnistymisestä robotin ohjain alkaa piipittämään ja ohjaimessa olevassa harmaassa ”reset”-painikkeessa palaa punainen valo.

Tarkasta, että ohjauspaneelin ja ohjaimen **HÄTÄ-seis-painikkeet** ovat varmasti ylhäällä ja paina ohjaimessa olevaa harmaata ”reset”-painiketta (kuva 7).



Kuva 7. Robotin ohjaimen ”Reset”-painike



5.2.2 Robotin nopeuden säätö

Voit säätää robotin nopeutta vapaasti käynnistämisen jälkeen robotin ohjaimesta. (kuva 8) Robotin näytössä näkyy numeroarvo, joka kertoo robotin nopeuden. Jos numeroarvo ei ole näkyvässä näytössä, paina ”CHNG DISP”-painiketta niin useasti, kunnes numeroarvo ilmestyy näyttöön. Säädä robotin näyttöä painamalla ”UP”- ja ”DOWN”-painikkeita, jolloin robotin nopeus päivittyy.



Kuva 8. Robotin ohjain



5.2.3 Koneistussolun jyrsimen käynnistäminen

Aloita koneistussolun jyrsimen käynnistäminen kytkemällä jyrsimen ohjaustietokone päälle. (kuva 9)



Kuva 9. Koneistussolun jyrsimen ohjaustietokone.



Käynnistä koneistussolun jyrsin kääntämällä **päävirtakytkin 1-asentoon**. (kuva 10) Odota rauhassa, että jyrsin ja tietokone ovat käynnistyneet.



Kuva 10. Jyrsimen päävirtakytkin



Jyrsimen käynnistämisen jälkeen aseta jyrsimen sivussa oleva **FMS-kytkin 1-asentoon**. (kuva 11) Asennossa 1 jyrsin toimii FMS-ohjausjärjestelmän mukaisesti ja asennossa 0 jyrsintä voidaan käyttää yksinään riippumatta muista FMS-järjestelmän laitteista.



Kuva 11. Jyrsimen FMS-kytkin



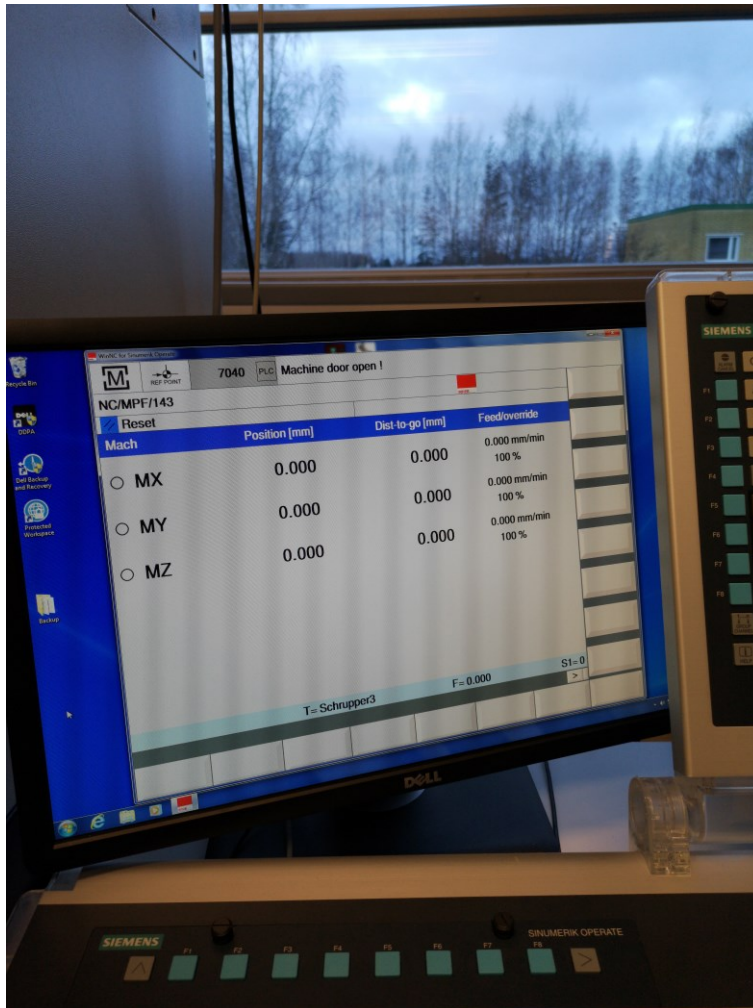
Jyrsimen ohjaustietokoneen käynnistyttyä aukeaa suoraan EMCO:n valikko, josta saadaan valittua jyrsimen ohjausjärjestelmä. Valitse valikosta ”HMI operate MILL” ja paina OK. (kuva 12)



Kuva 12. Jyrsimen ohjausjärjestelmän valinta



Ohjauksjärjestelmän käynnistyttyä tietokoneen näytölle ilmestyy uusi ikkuna (kuva 13). Automaattista ajoa varten ohjauksjärjestelmässä ei tarvitse tehdä nyt mitään, mutta ohjauksjärjestelmän kautta on mahdollista tarkastella jyrsimen NC-ohjelmia, työkaluja ja parametreja.



Kuva 13. Jyrsimen ohjauksjärjestelmä



Ohjausjärjestelmän käynnistymisen jälkeen varmista, että **HÄTÄ-seis-painike** on ylhäällä. Tarkasta myös, että jyrsimen etupaneelissa oleva avain on automaattiasennossa tai aseta se automaattiasentoon. (kuva 14) Nuolista muodostuva neliö tarkoittaa automaattitilaa ja käsi tarkoittaa käsiajotilaa.



Kuva 14. Jyrsimen etupaneeli



Kuittaa seuraavaksi jyrsimen ilmoitukset painamalla **punaista painiketta** (kuva 15).



Kuva 15. Jyrsimen kuittauspainike

Jyrsimen ajotilan varmistuksen ja kuittauksen jälkeen jyrsin ei vaadi enää muita toimenpiteitä toimiakseen. Varmista kuitenkin vielä ennen käyttöä, ettei jyrsimen sisällä ole mitään ylimääräistä.



5.2.4 Koneistussolun sorvin käynnistäminen

Käynnistä koneistussolun sorvi kääntämällä **päävirtakytkin 1-asentoon**. (kuva 16)



Kuva 16. Sorvin päävirtakytkin

Sorvin tietokone on integroitu yhteen sorvin kanssa, joten sitä ei tarvitse käynnistää erikseen, kuten aikaisemmin jyrsimellä.



Sorvin käynnistyttyä valitse sorvin sivussa olevasta **FMS-kytkimestä asento 1**. (kuva 17) FMS-kytkimen periaate on sama, kuin jyrsimelläkin, eli asennossa 1 sorvi toimii FMS-ohjausjärjestelmän mukaisesti ja asennossa 0 sorvia voidaan käyttää yksin riippumatta muista FMS-järjestelmän laitteista.



Kuva 17. Sorvin FMS-kytkin



Sorvin käynnistyttyä ohjaustietokoneelle aukeaa EMCO:n valikko ohjausjärjestelmän valintaa varten (Kuva 18). Valitse valikosta ”HMI operate Turn” ja paina OK.



Kuva 18. Sorvin ohjausjärjestelmän valinta

Odota rauhassa, että ohjausjärjestelmä on käynnistynyt kokonaan. Sorvin kuitaus ei onnistu, jos ohjausjärjestelmä ei ole käynnistynyt kunnolla.



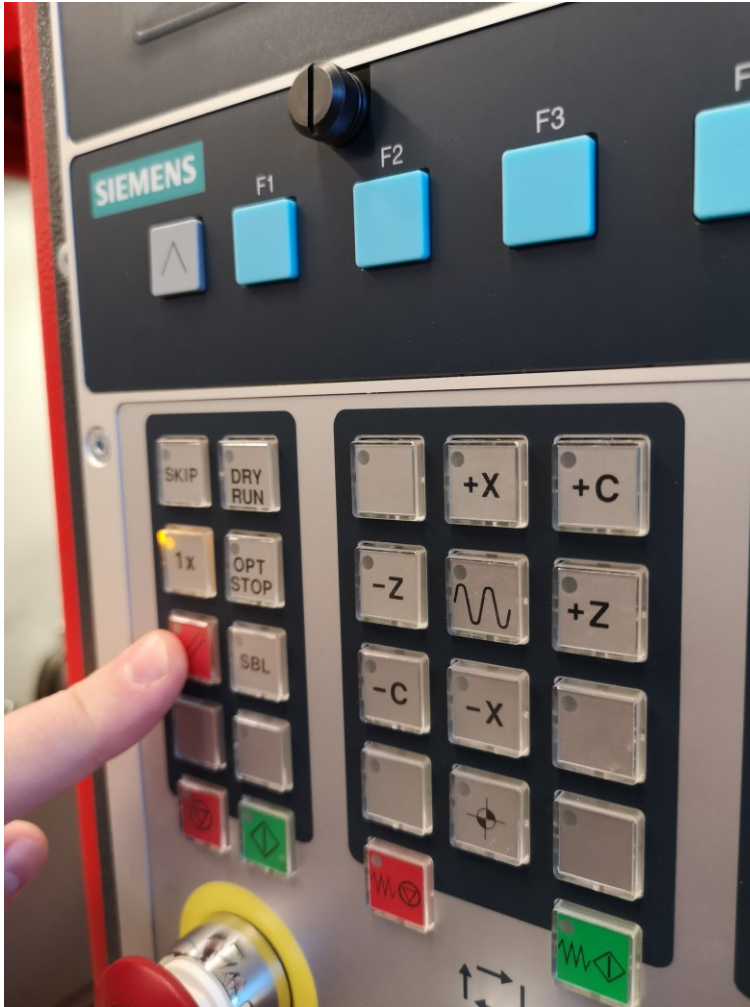
Ohjausjärjestelmän käynnistyttyä sorvi vaatii turvallisuuskuittaukset. Paina ensimmäiseksi **HÄTÄ-seis-painike** pohjaan ja nosta se takaisin ylös. (kuva 19)



Kuva 19. Sorvin HÄTÄ-SEIS-painike



Seuraavaksi paina **punaista painiketta** (kuva 20), joka kuittaa sorvin ilmoitukset ja hälytykset.



Kuva 20. Sorvin kuittausnäppäin



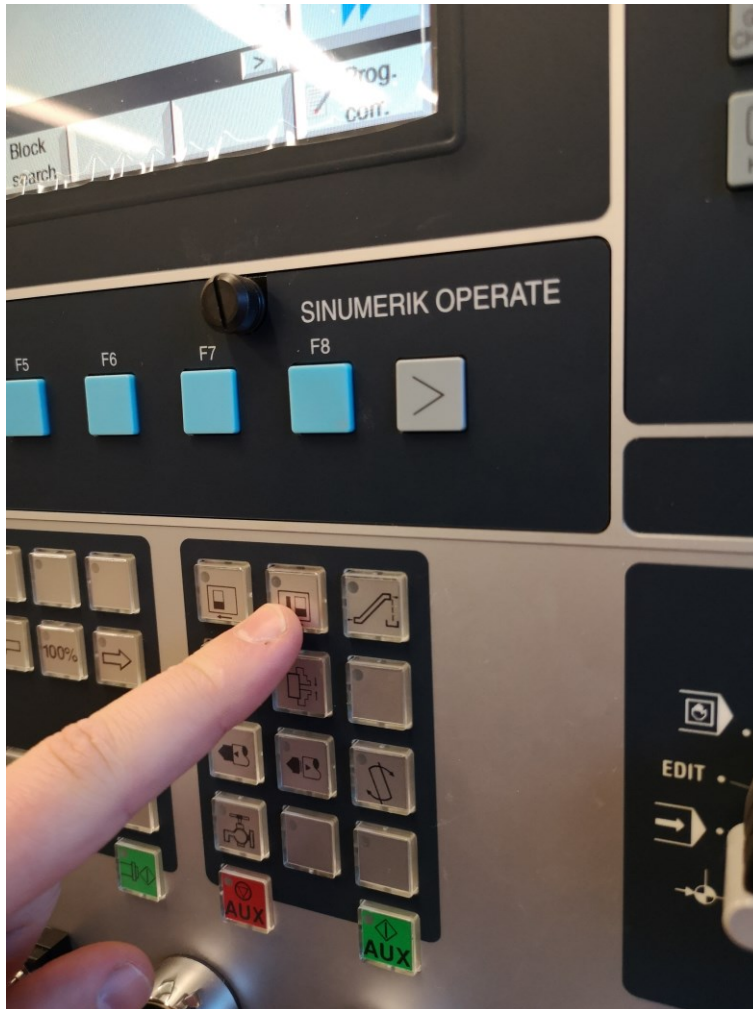
Seuraavaksi varmista sorvin luukun toimivuus. Paina **harmaata painiketta**, jossa palaa keltainen valo (kuva 21) pohjassa niin kauan, kunnes luukku on kokonaan sulkeutunut.



Kuva 21. Sorvin luukun sulkupainike



Paina seuraavaksi **harmaata painiketta** (kuva 22) pohjassa niin kauan kunnes luukku on kokonaan auennut. Jätä luukku auki-asentoon käyttöä varten.



Kuva 22. Sorvin luukun avauspainike



Tarkista vielä, että sorvi on **automaattitilassa** etupaneelissa olevasta avaimesta tai aseta se automaattitilaan (kuva 23). Nuolista muodostuva neliö tarkoittaa automaattitilaa ja käsi tarkoittaa käsiajotilaa. Tarkasta myös, että sorvin sisällä ei ole mitään ylimääräistä.



Kuva 23. Sorvin ajotila-avain



5.2.5 Koneistussolun referenssiajo

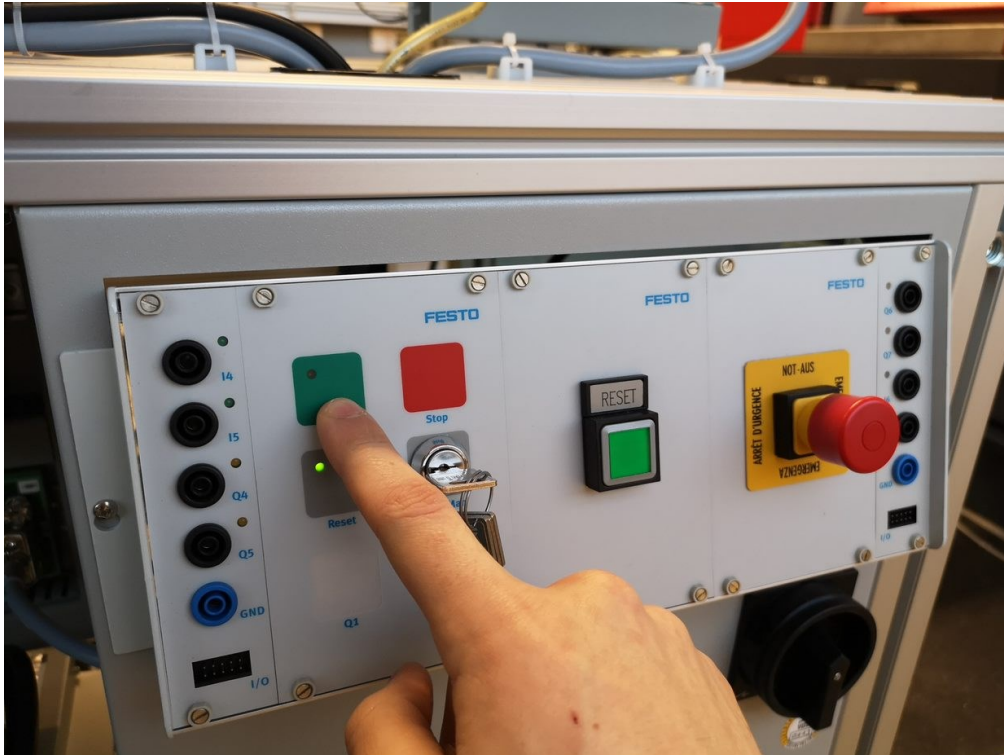
Kun kaikki koneistussolun laitteet on käynnistetty ja asetettu automaattitilaan, paina robottiaseman ohjauspaneelissa olevaa **harmaata "reset"-painiketta** (kuva 24) pohjassa niin kauan, kunnes robotti ja työstökoneet aloittavat referenssiajonsa.



Kuva 24. Käyttöpaneelin "Reset"-painike



Referenssiajo on valmis, kun ohjauspaneelin **vihreä "Start"-painike** (kuva 25) alkaa vilkkumaan. Paina ohjauspaneelin **vihreää "start"-painiketta** pohjassa, kunnes painikkeen vihreä valo jää palamaan vilkkumatta. Koneistussolu on tämän jälkeen valmiina käytettäväksi FMS-järjestelmässä.

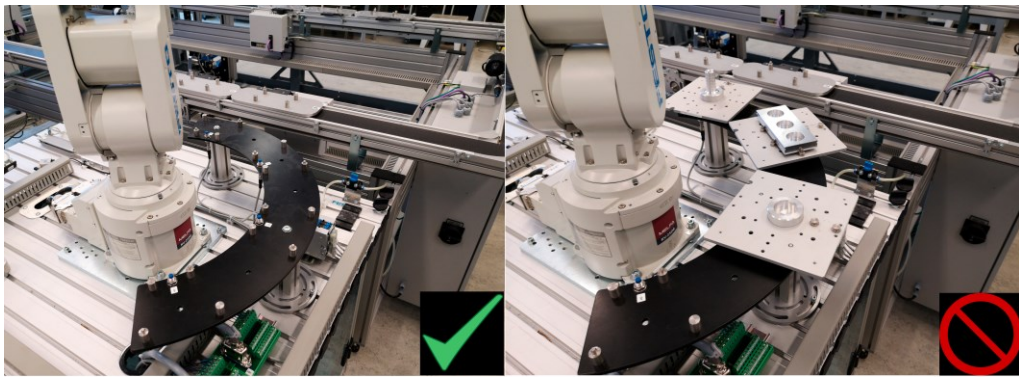


Kuva 25. Käyttöpaneelin "Start"-painike



5.3 Kokoonpanosolu

Varmista ennen käynnistämistä, että kokoonpanosolu on siistissä kunnossa ja kaikki sen paikat ja asemat ovat vapaana. Kokoonpanosolua ei saa asetettua automaattitilaan, mikäli jotkin sen asemista tai paikoista ovat varattuina. (kuva 26)



Kuva 26. Oikea ja väärä alkujärjestys



5.3.1 Kokoonpanosolun käynnistäminen

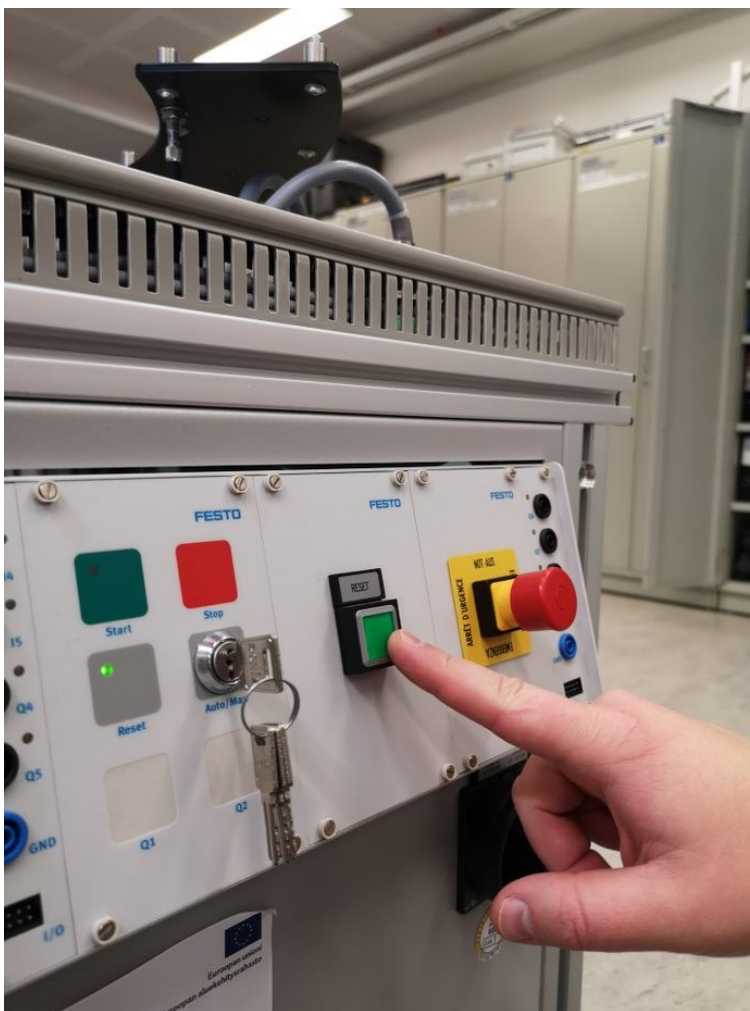
Aloita kokoonpanosolun käynnistäminen varmistamalla, että ohjauspaneelin **HÄTÄ-seis-painike** on ylhäällä ja käännä **päävirtakytkin asentoon 1.** (kuva 27)



Kuva 27. Kokoonpanosolun päävirtakytkin



Päävirran kytkemisen jälkeen kuittaa ohjauspaneeli painamalla **vihreää "reset"-painiketta** (kuva 28), jolloin painikkeesta kuuluu naksahdus kuittauksen merkiksi. Naksahduksen tulee kuitenkin kuulua vain kerran, joten varmista kuittaus painamalla **"reset"-painiketta** uudelleen. Jos painike ei enää naksahda, on kuittaus onnistunut. Jos painike kuitenkin naksahdaa vielä uudestaan, varmista, että **HÄTÄ-seis-painike** on varmasti ylhäällä ja toista kuittaus.



Kuva 28. Ohjauspaneelin "reset"-painike



Ohjauspaneelin jälkeen käynnistä robotin ohjain. Varmista, että ohjaimen HÄTÄ-seis-painike on ylhäällä ja paina ohjaimen **virtakytkin 1-asentoon** (kuva 29). Odota rauhasassa, että ohjain on kokonaan käynnistynyt.



Kuva 29. Kokoonpanosolun robotin ohjaimen virtakytkin



Varmista vielä, että ohjaimen käyttöavain on käännetty ”**AUTOMATIC**”-asentoon tai käännä se ”**AUTOMATIC**”-asentoon. (kuva 30)



Kuva 30. Robotin ohjaimen käyttöavain

Ohjain on käynnistynyt oikein, jos sen näytössä palaa valot ja ohjain ei anna mitään merkkiä, kuten piipittävää ääntä virheen merkiksi. Siirry kappaleeseen 5.3.2, jos ohjain on käynnistynyt oikein.



Joissain tilanteissa robotin ohjain ei käynnisty suoraan oikein, vaan se voi vaatia mahdollisen vikakorjauksen ja -kuittauksen. Merkkinä epäonnistuneesta käynnistymisestä robotin ohjain alkaa piipittämään ja ohjaimessa olevassa **harmaassa "reset"-painikkeessa** palaa punainen valo.

Tarkasta, että ohjauspaneelin ja ohjaimen **HÄTÄ-seis-painikkeet** ovat varmasti ylhäällä ja paina ohjaimessa olevaa **harmaata "reset"-painiketta** (kuva 31).



Kuva 31. Robotin ohjaimen "Reset"-painike



5.3.2 Robotin nopeuden säätö

Voit säätää robotin nopeutta vapaasti käynnistämisen jälkeen robotin ohjaimesta. (kuva 32) Robotin näytössä näkyy numeroarvo, joka kertoo robotin nopeuden. Jos numeroarvo ei ole näkyvässä näytössä, paina ”CHNG DISP”-painiketta niin useasti, kunnes numeroarvo ilmestyy näyttöön. Säädä robotin näyttöä painamalla ”UP”- ja ”DOWN”-painikkeita, jolloin robotin nopeus päivittyy.



Kuva 32. Robotin ohjain



5.3.3 Kokoonpanosolun referenssiajo

Kokoonpanosolun käynnistämisen jälkeen suorita kokoonpanosolun referenssiajo. Paina **harmaata "Reset"-painiketta** (kuva 33) pohjassa niin kauan, kunnes robotti alkaa liikkumaan tai **vihreä "Start"-painike** alkaa vilkkumaan. Robotti voi olla valmiiksi jo referenssipisteessään, jolloin se ei liiku, mutta referenssiajo on silti välttämätön.



Kuva 33. Kokoonpanosolun käyttöpaneelin "Reset"-painike



Referenssiajon jälkeen robotti on valmis automaattiseen käyttöön. Automaattinen käyttötila asetetaan painamalla käyttöpaneelin **vihreää "Start"-painiketta** (Kuva 34) niin kauan, kunnes **"Start"-painikkeessa** palaa koko ajan vihreä valo.

Referenssiajon jälkeen paina **vihreää "Start"-painiketta** hetki pohjassa. Kokoonpanosolu on tämän jälkeen valmis käytettäväksi FMS-järjestelmässä.



Kuva 34. Kokoonpanosolun käyttöpaneelin "Start"-painike



5.4 Varasto

Ennen varaston käynnistämistä varmista, että varasto ja sen ympäristö on siistissä kunnossa. Varmista myös silmämääräisesti, että paletit ovat kunnolla paikoillaan varastossa, eikä vinossa tai irrallaan.

5.4.1 Varaston käynnistäminen

Aloita varaston käynnistäminen kääntämällä **päävirtakytkin ON-asentoon** (kuva 35). Varmista seuraavaksi, että **HÄTÄ-seis-painike** on ylhäällä.



Kuva 35. Varaston päävirtakytkin



Päävirtojen kytkemisen jälkeen ”**Controller OFF**”-painike alkaa palamaan punaisena, sen merkiksi, että virrat ovat kytkettynä, mutta ohjain ei ole käytössä. Ota ohjain käyttöön painamalla **vihreää ”Controller ON**-painiketta (kuva 36), joka jää palamaan vihreänä, sen merkiksi, että ohjain on käytössä.



Kuva 36. Controller ON ja OFF-painikkeet



Ohjaimen käynnistyttyä aukeaa varaston käyttövalikko (Kuva 37), josta saadaan vaihdettua varaston asetuksia, tehtyä referenssiajo ja asetettua automaattitila päälle.



Kuva 37. Varaston ohjaimen käyttövalikko



5.4.2 Varaston nopeuden säätö

Säädä varaston nopeutta pyörittämällä ohjaimessa olevaa **mustaa painiketta**. (kuva 38) Varaston nopeus näkyy näytön yläreunassa olevan "Ovrd:"-kohdan vieressä. Voit säätää varaston nopeuden vapaasti arvojen 20-100 välille. Varaston nopeuden ollessa alle arvon 20 varasto toimii liian hitaasti, eikä toimi kunnolla.



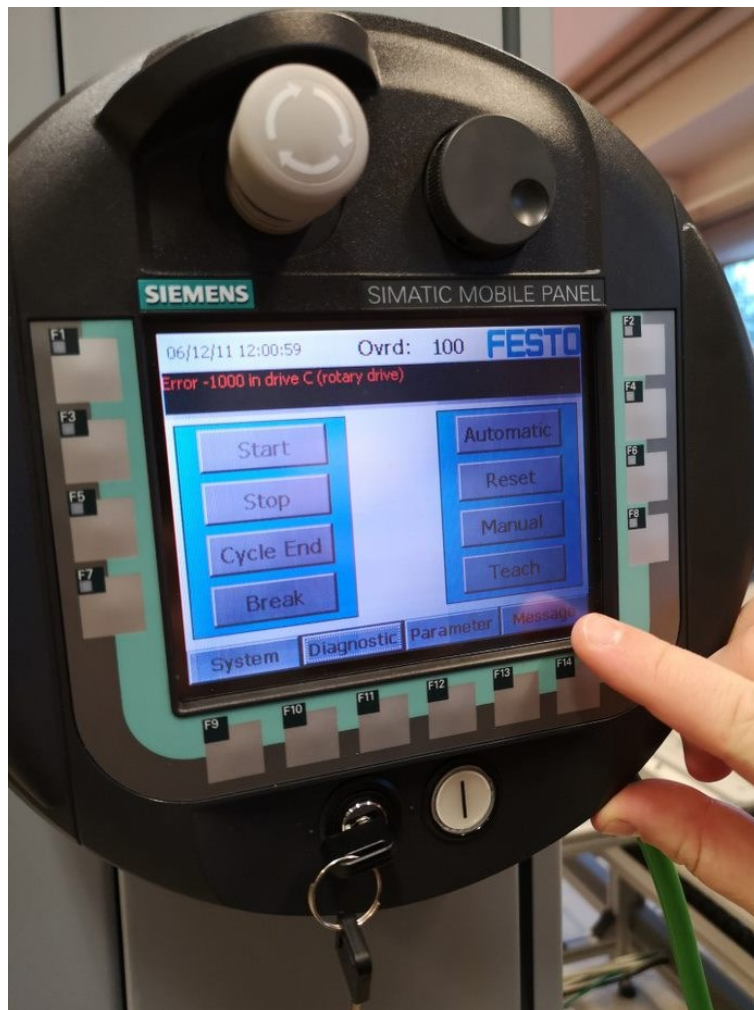
Kuva 38. Varaston nopeuden säätöpainike



5.4.3 Varaston kuittaus

Varaston käynnistyksessä robotti ei usein tiedä omaa paikkaansa ja ohjain antaa virheilmoituksia sen paikasta, kuten aikaisemmassa kuvassa olevan "Error - 1000 in drive C (rotary drive)". Virheilmoitukset on kuitattava ennen kuin varastoa voidaan käyttää.

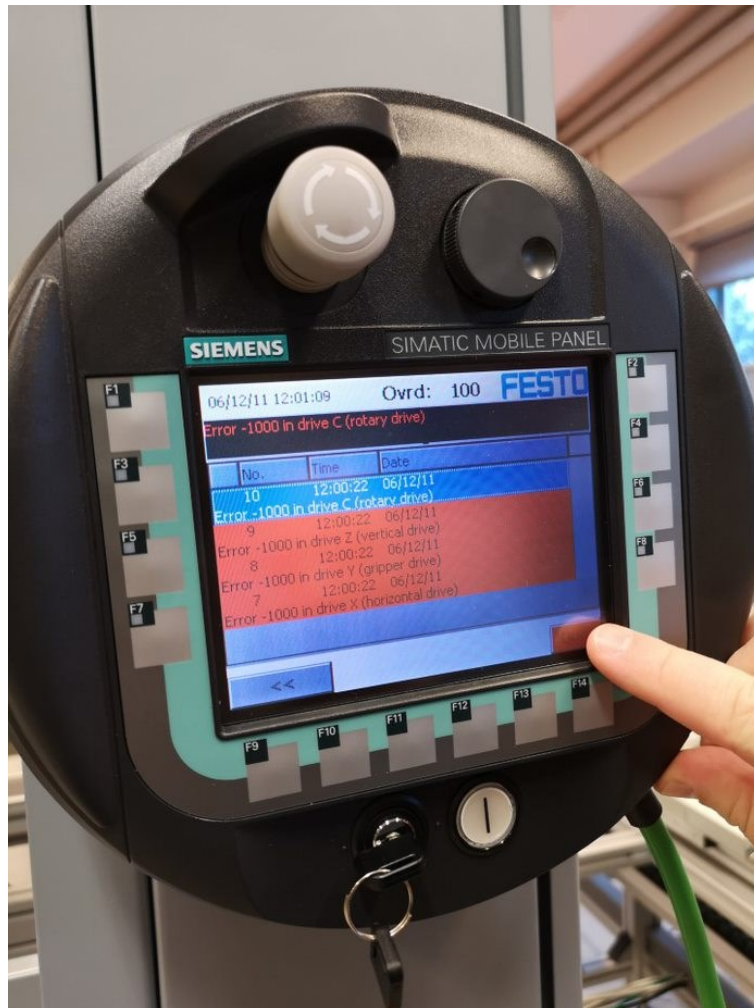
Paina ohjaimen **"Messages"-painiketta**, (kuva 39) jonka jälkeen ohjaimen näytölle aukeaa uusi valikko.



Kuva 39. Varaston käyttövalikon "Message"-painike



Auennessa valikossa voit tarkastella varaston virheilmoituksia ja kuitata ne. Kuittaa virheilmoitukset painamalla **"Quit"-painiketta** (kuva 40). Kuittaamisen jälkeen siirry **nuolesta takaisin** alkuvalikkoon.



Kuva 40. Varaston virheilmoitusvalikko ja "Quit"-painike



Kuittauksen jälkeen suorita varaston referenssiajo painamalla ohjaimen alkuvalikossa olevaa **"Reset"-painiketta** (kuva 41).



Kuva 41. Varaston "Reset"-painike



Paina seuraavaksi alkuvalikossa vilkkuvaa **"Start"-painiketta** (kuva 42). Varasto aloittaa sen jälkeen automaattisen referenssiajon.



Kuva 42. Varaston "Start"-painike



Referenssiajon jälkeen aseta varasto automaattitilaan. Paina alkuvalikossa olevaa **"Automatic"-painiketta** (kuva 43). Painike jää palamaan vihreänä sen merkiksi, että automaattitila on valittu.



Kuva 43. "Automatic"-painike



Aseta automaattitila aktiiviseksi painamalla ”Start”-painiketta (kuva 44).



Kuva 44. ”Start”-painike



5.5 Kuljettimen käynnistäminen

Aloita kuljettimen käynnistäminen kääntämällä ohjauskaapin sivussa oleva **päävirtakytkin ON-asentoon**. (kuva 45) Varmista myös, että ohjauskaapin **HÄTÄseis-painike** on ylhäällä.



Kuva 45. Kuljettimen päävirtakytkin



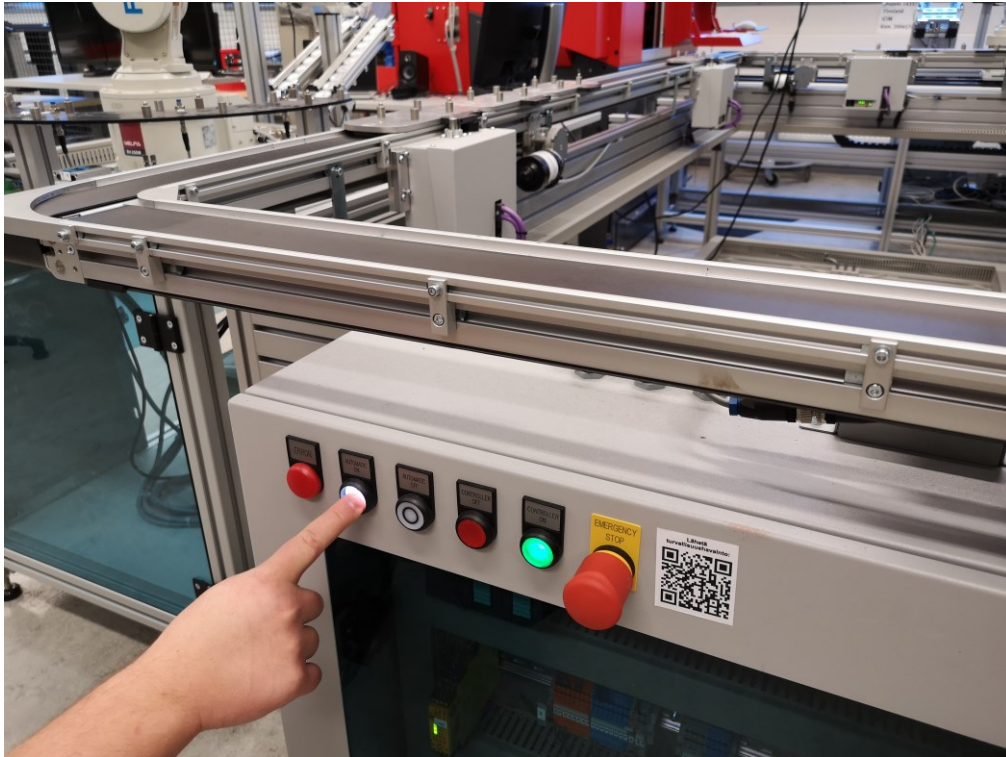
Päävirran kytkemisen jälkeen ohjaukskaapin ”Controller OFF”-painike alkaa palamaan punaisena sen merkiksi, että virrat on kytketty, mutta ohjain ei ole käytössä. Kytke ohjain päälle painamalla ”Controller ON”-painiketta (kuva 46), joka jää palamaan vihreänä sen merkiksi, että ohjain on käytössä.



Kuva 46. Kuljettimen ohjauspaneeli ”Controller ON”-painike



Paina seuraavaksi ohjainkaapissa olevaa ”**Automatic ON**”-painiketta, joka asettaa kuljettimen automaattitilaan FMS-järjestelmän ohjattavaksi. (kuva 47)



Kuva 47. Kuljettimen ”Automatic ON”-painike



6 Ohjausjärjestelmä

Kun kaikki laitteet ovat kytketty päälle, on aika käynnistää ohjausjärjestelmä tietokoneelta. Ohjausjärjestelmän saa käynnistettyä kahdella eri tavalla; Ciro Supervision pikakuvakkeesta käynnistyy pelkkä ohjausjärjestelmä ilman valmista tuotantosolua, joka täytyy manuaalisesti tuoda ohjausjärjestelmään tai iCIM_Finland pikakuvakkeesta, josta käynnistyy ohjausjärjestelmä valmiilla Feston FMS-solulla.

6.1 Ohjausjärjestelmän käynnistäminen

Ohjausjärjestelmä on mahdollista käynnistää kahdella eri tavalla. (kuva 48) Ensimmäinen tapa käynnistää ohjausjärjestelmän valmiilla Feston FMS-järjestelmällä ja toinen tapa käynnistää ohjausjärjestelmän ilman valmista järjestelmää, jolloin järjestelmä pitää itse hakea manuaalisesti.

Valmiilla järjestelmällä olevan ohjausjärjestelmän käynnistämistä varten paina **iCIM_Finland pikakuvaketta**. Siirry kohtaan 6.2, jos käynnistät ohjausjärjestelmän tällä tavalla. On suositeltavaa käynnistää ohjausjärjestelmä tällä tavalla.

Tyhjän ohjausjärjestelmän käynnistämistä varten paina **Ciros Supervision pikakuvaketta**. Siirry kohtaan 6.1.1, jos käynnistät ohjausjärjestelmän tällä tavalla.

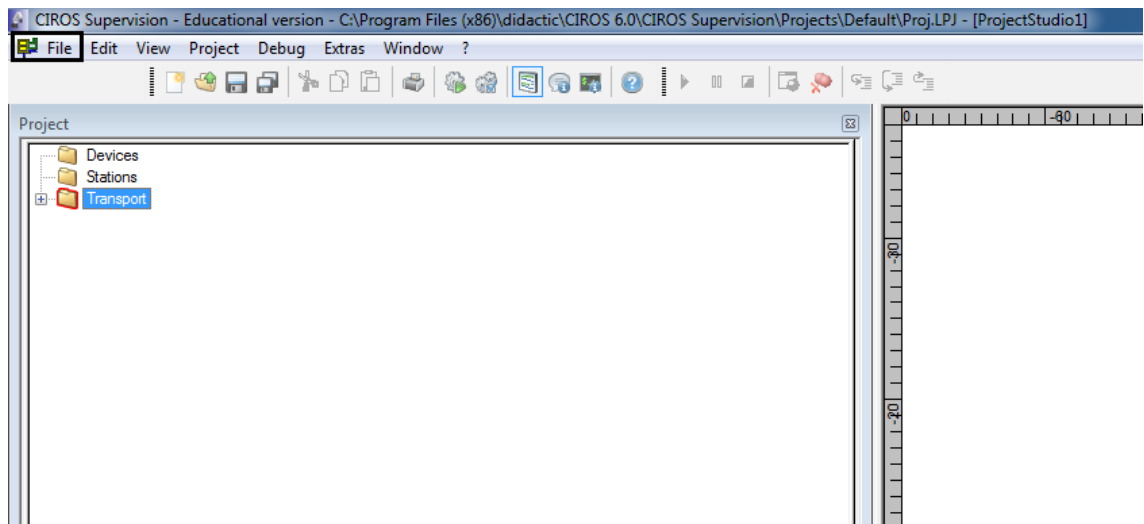


Kuva 48. Ohjauksjärjestelmän pikakuvakkeet



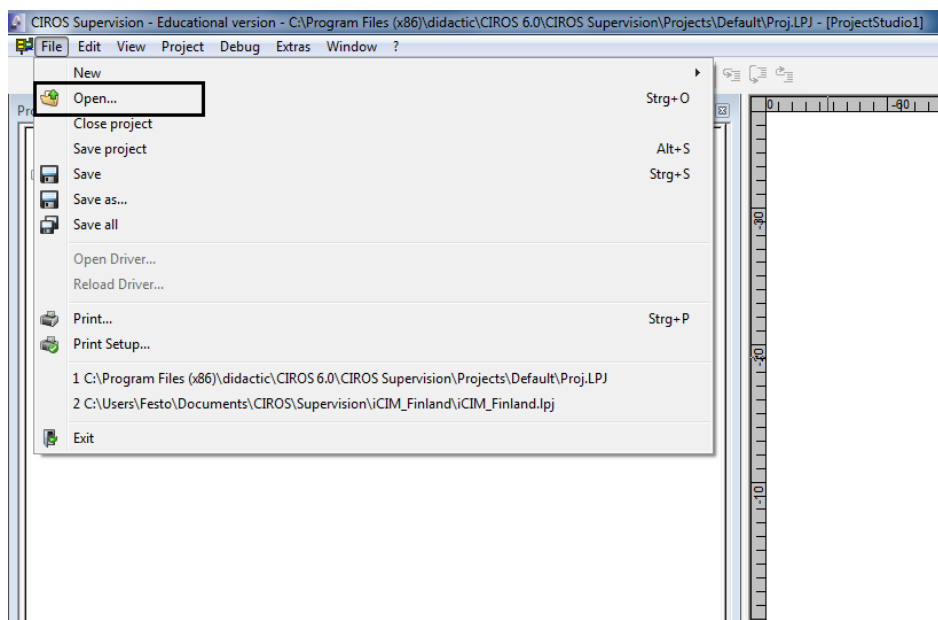
6.1.1 Ohjausjärjestelmän käynnistäminen manuaalisesti

Ohjausjärjestelmän käynnistyttyä paina ylälätkässä olevaa ”File”-painiketta.
(kuva 49)



Kuva 49. Ohjausjärjestelmän ”File”-painike

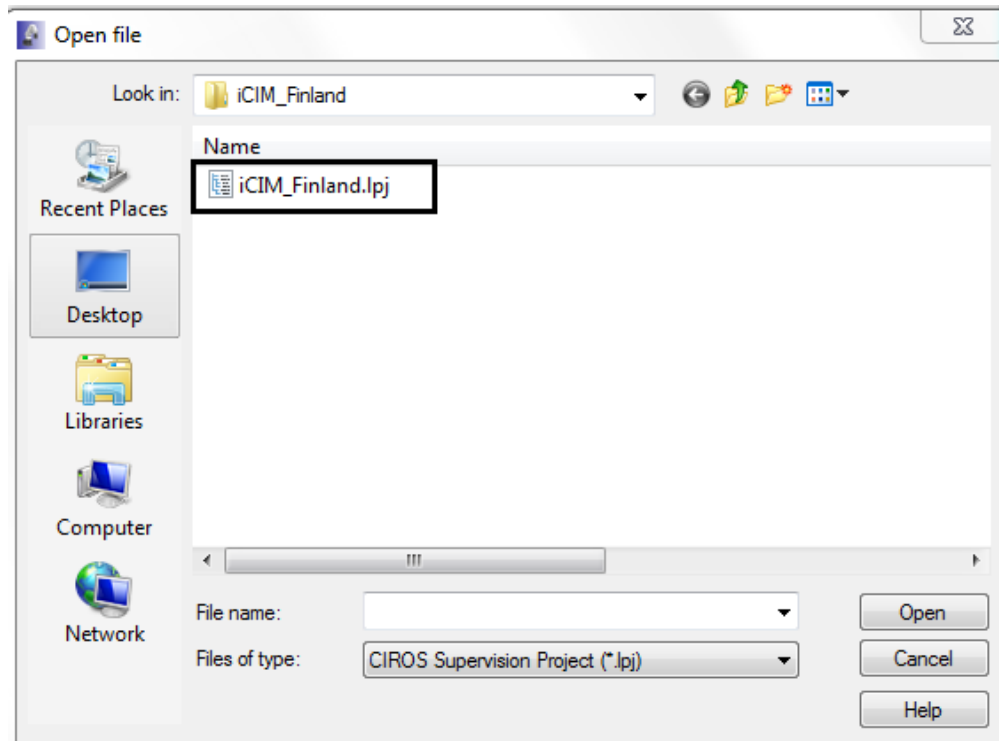
”File”-painikkeen alta aukeaa uusi valikko, jossa paina ”Open”-painiketta.
(kuva 50)



Kuva 50. Ohjausjärjestelmän ”File”-valikko



”Open”-painikkeesta aukeaa uusi valikko, jossa näkyy suoraan oikea järjestelmätiedosto. Valitse ”iCIM_Finland.lpj” (kuva 51) ja paina ”Open”-painiketta, jonka jälkeen ohjausjärjestelmään latautuu valmis FMS-järjestelmä.

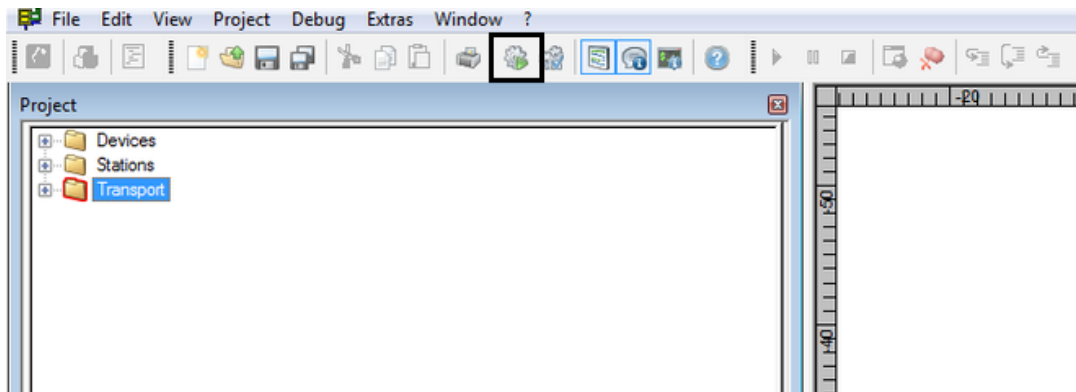


Kuva 51. iCIM_Finland.lpj tiedosto



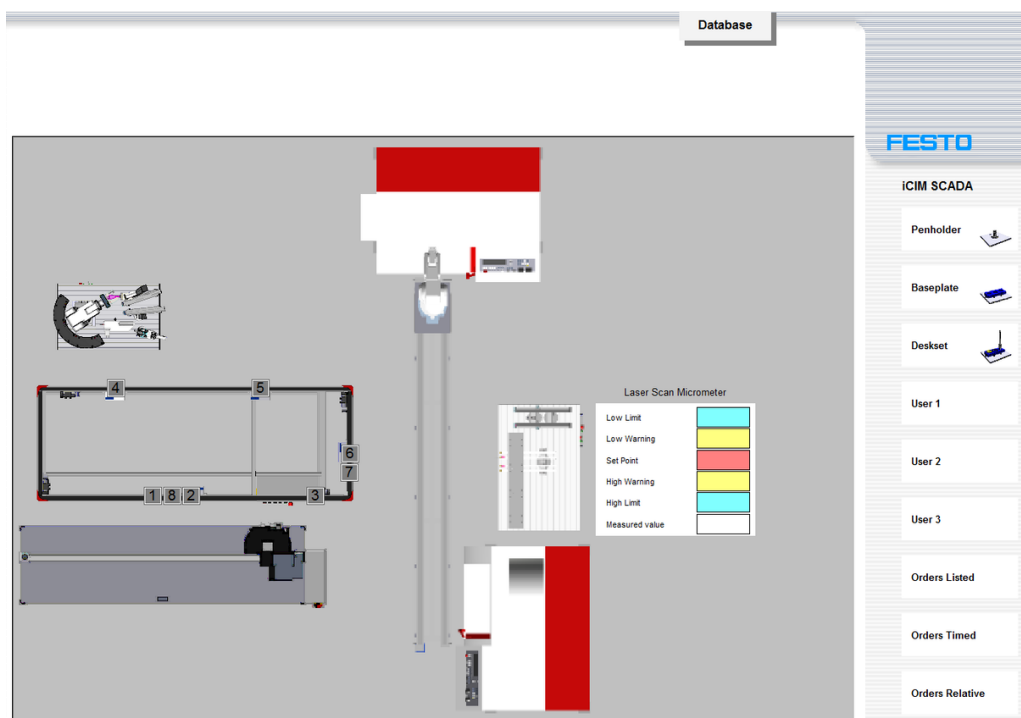
6.2 Tuotannon käynnistäminen

Valmiin FMS-järjestelmän näkyessä ohjausjärjestelmässä, käynnistä järjestelmän tuotanto painamalla mustalla laatikolla rajattua **”Production”-painiketta** (kuva 52).



Kuva 52. Ciros Supervision ”Production”-painike

Tuotannon käynnistyttyä aukeaa Feston FMS-järjestelmän prosessi-ikkuna (kuva 53), jonka voi vielä hetkeksi piilottaa näkyvistä.

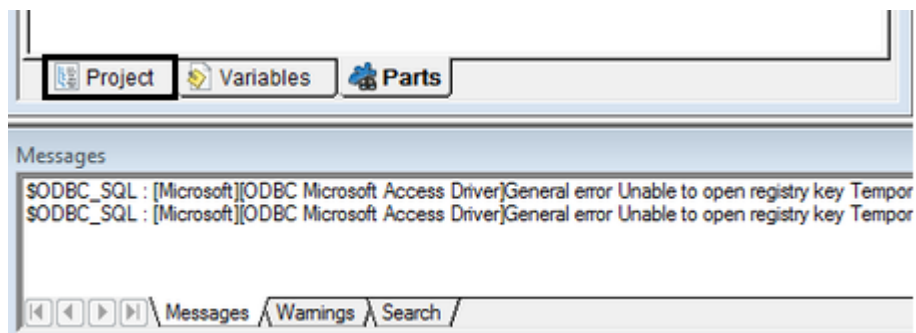


Kuva 53. Prosessi-ikkuna



Tuotannon käynnistämisen jälkeen tarkista ohjausjärjestelmästä, että FMS-järjestelmän kaikki laitteet näkyvät ja ovat aktiivisina ohjausjärjestelmässä.

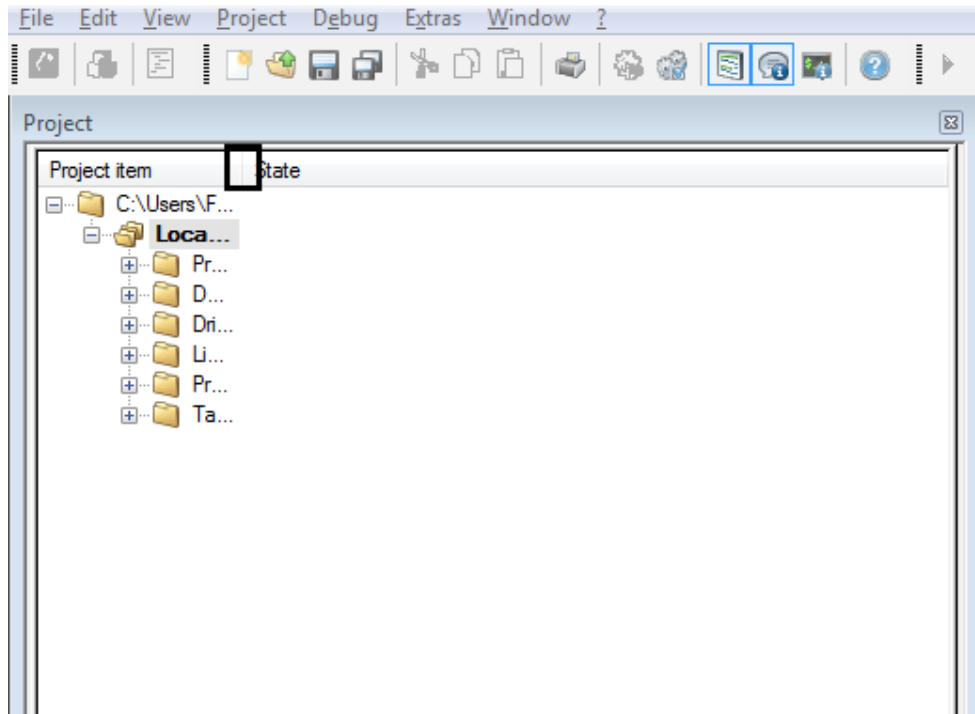
Siirry takaisin oletusikkunaan ja paina oletusikkunan alareunassa olevaa ”**Project**”-painiketta (kuva 54), josta aukeaa uusi valikko.



Kuva 54. Ohjausjärjestelmän valikon välilehdet



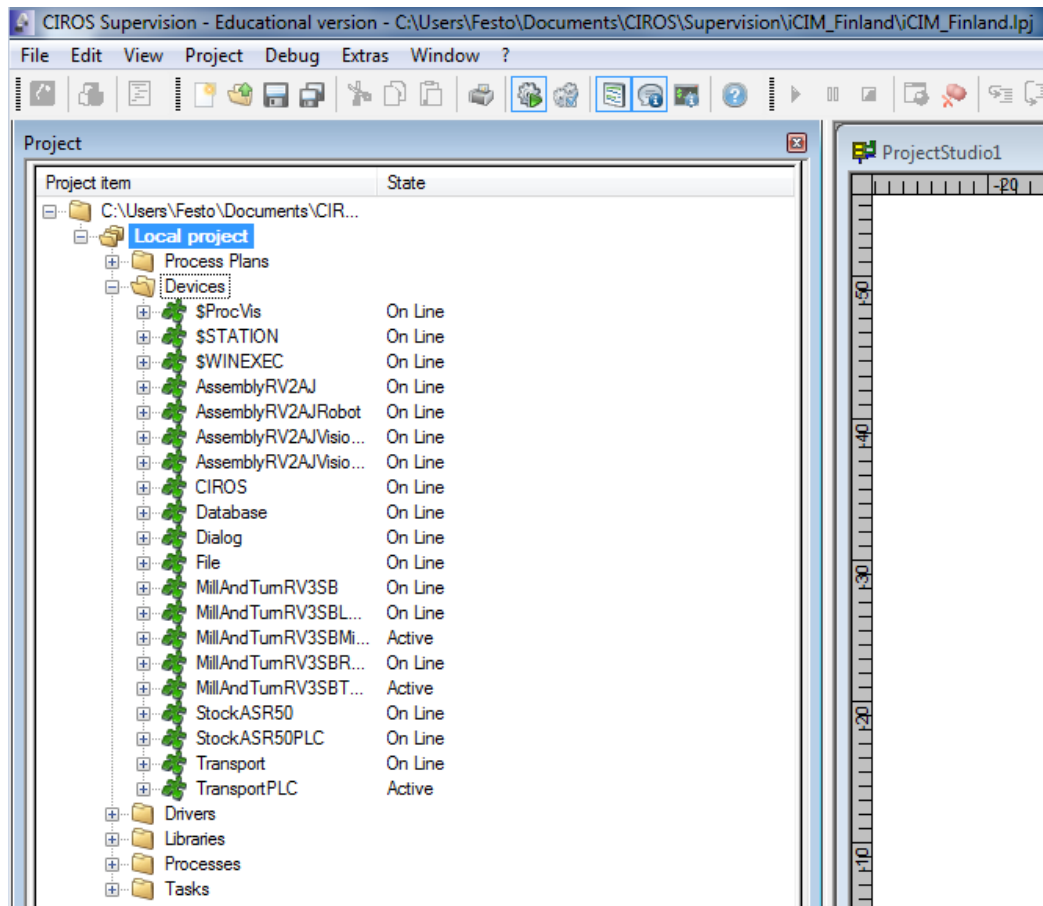
Uusi auennut valikko näkyy huonosti, joten venytä valikkoa painamalla hiiren vasen näppäin pohjaan mustalla rajatun alueen kohdalla (kuva 55) ja vie hiiri oikealle näppäin painettuna.



Kuva 55. Valikon venytys



Avaa valikosta (kuva 56) ”Local project” kansio ja sen alta avaa vielä ”Devices” kansio. Tarkista, että kaikki laitteet ovat joko ”On Line” tai ”Active”. Jos jokin laite näkyy ”Off Line”-tilassa, tarkista että kyseisen laitteen automaattitila on päällä ja käynnistä ohjausjärjestelmä uudestaan.

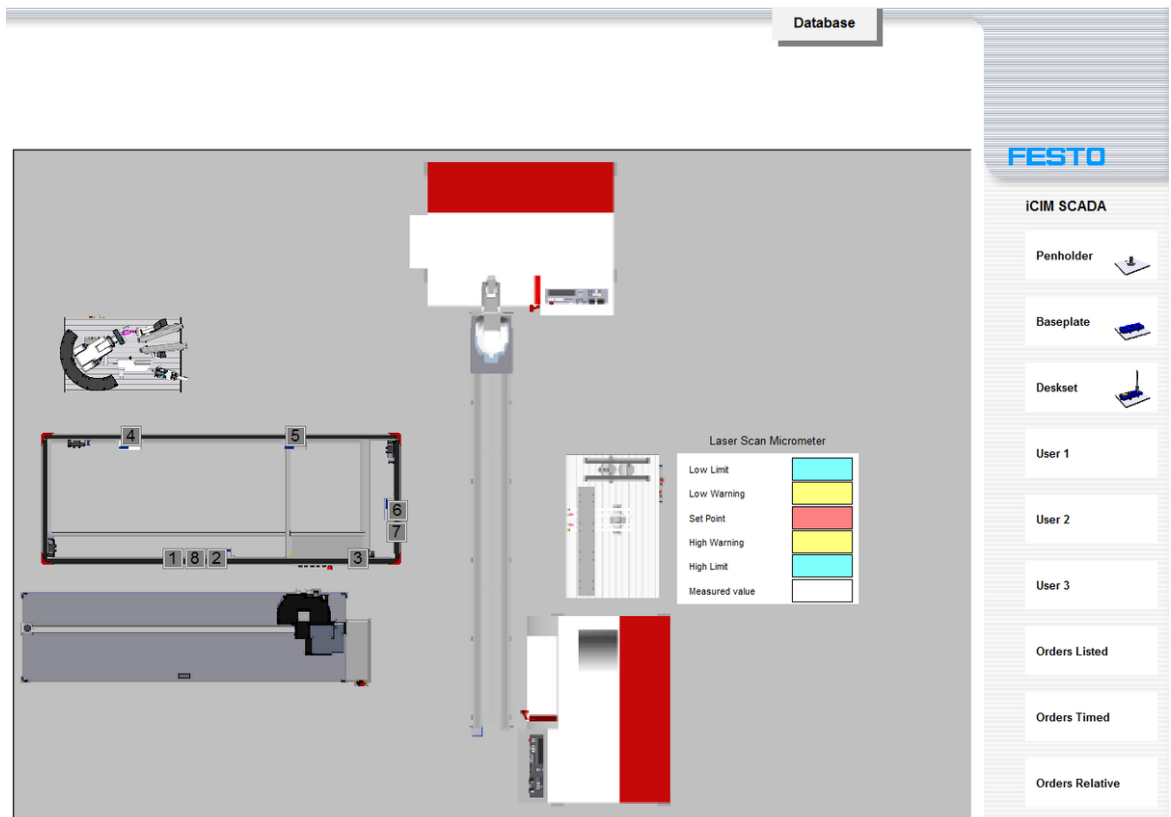


Kuva 56. Ohjausjärjestelmän laiteluettelo



6.3 Tilauksen tekeminen

Tilauksen tekemistä varten, siirry ohjausjärjestelmän käynnistyksen yhteydessä auenneeseen prosessi-ikkunaan (kuva 57).



Kuva 57. Ohjausjärjestelmän prosessi-ikkuna

Voit tehdä tilauksen iCIM Production Manager:in kautta, jossa voit itse tarkasti määrittää tilattavan tuotteen tai kokoonpanon tai voit tehdä tilauksen suoraan prosessi-ikkunasta valmiiksi määritetyillä tilausasetuksilla.

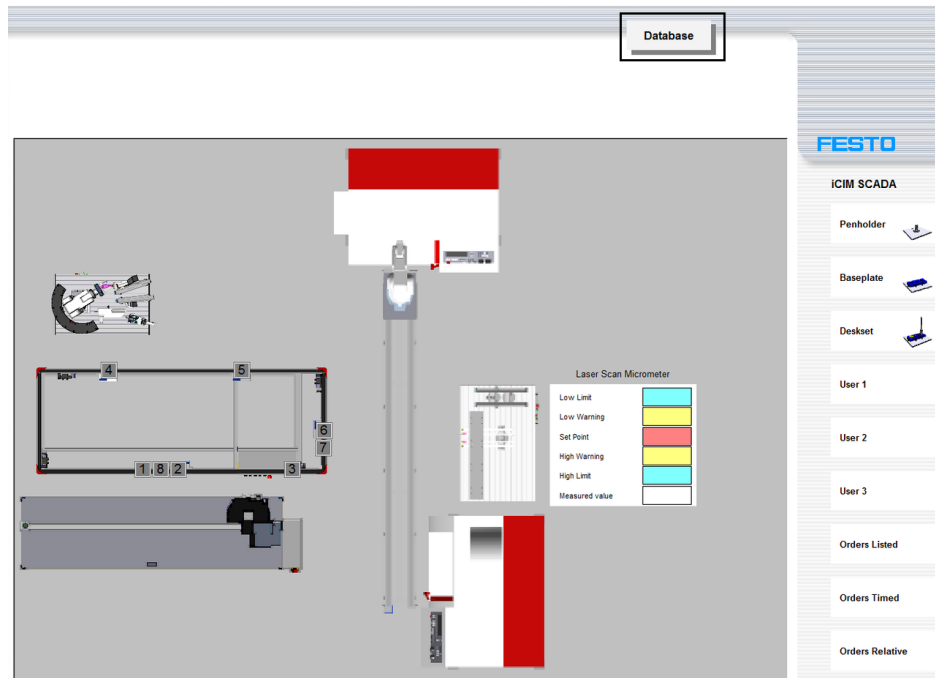
Jos teet tilauksen iCIM Production Manager:in kautta, siirry kohtaan 6.3.1.

Jos teet tilauksen prosessi-ikkunasta valmiiksi määritetyillä asetuksilla, siirry kohtaan 6.3.2.



6.3.1 Tilauksen tekeminen iCIM Production Manager:in kautta

Paina prosessi-ikkunassa olevaa mustalla rajattua ”Database”-painiketta.
(kuva 58)



Kuva 58. Prosessi-ikkunan ”Database”-painike



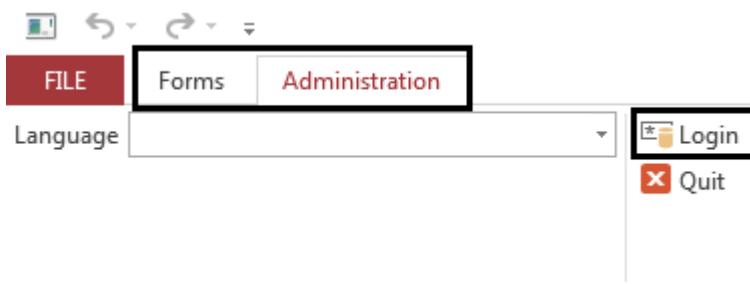
Tietokoneelle aukeaa seuraavaksi uusi Festo iCIM Production Manager-ikkuna.
(Kuva 59)



Kuva 59. Festo iCIM Production Manager

Siirry iCIM Production Manager ikkunassa "Administration"-sivulle painamalla "**Administration**" painiketta ikkunan yläreunassa. Paina seuraavaksi "**Lo-
gin**"-painiketta ja syötä järjestelmään kirjautumistiedot. (kuva 60)

Käyttäjänimi on Instructor ja salasana on Didactic.



Kuva 60. Kirjautumisen painikkeet



Järjestelmään kirjautumisen jälkeen siirry ”Forms”-sivulle painamalla ”**Forms**”-painiketta sivun yläreunassa. Siirry seuraavaksi tilauksien hallintaan painamalla ”**Orders Listed**”-painiketta, jonka jälkeen aukeaa uusi ikkuna. (kuva 61)

Working No:	Part No.:	Order No.:	Cust. No.:	Resource:	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="button" value="Cleanup"/>	<input type="button" value="Delete current"/>	<input type="button" value="Save"/>	<input type="button" value="Clear"/>	<input type="button" value="Add"/>	
Orders scheduled:					
WorkingNo	PartNo	OrderNo	CustomerNo	Resource	
Orders running:					
WorkingNo	PartNo	OrderNo	CustomerNo	Resource	
				Materialien	
				<input type="text" value="0"/>	
Orders finished:					
WorkingNo	PartNo	OrderNo	CustomerNo	Resource	State
1	52675	0	00000001	AssemblyRV2AJ	Finished
2	46104	0	00000001	MillAndTurnRV3SB	Finished
3	46104	0	00000001		Failed
4	46104	0	00000001		Finished
9	46100	0	00000001		Finished

Kuva 61. Tilauksien hallinta



Tee uusi tilaus valitsemalla ”**Part No.:**”-vetovalikosta haluamasi kappale, nimeä tilaus haluamallasi tavalla ”**Order No.:**”- kenttään ja valitse ”**Cust. No.:**”-vetovalikosta tilauksen asiakas. Järjestelmä täyttää loput tiedot itse. Lopuksi paina ”**Add**”-painiketta, jonka jälkeen tilaus odottaa tuotantoon siirtymistä. (Kuva 62)

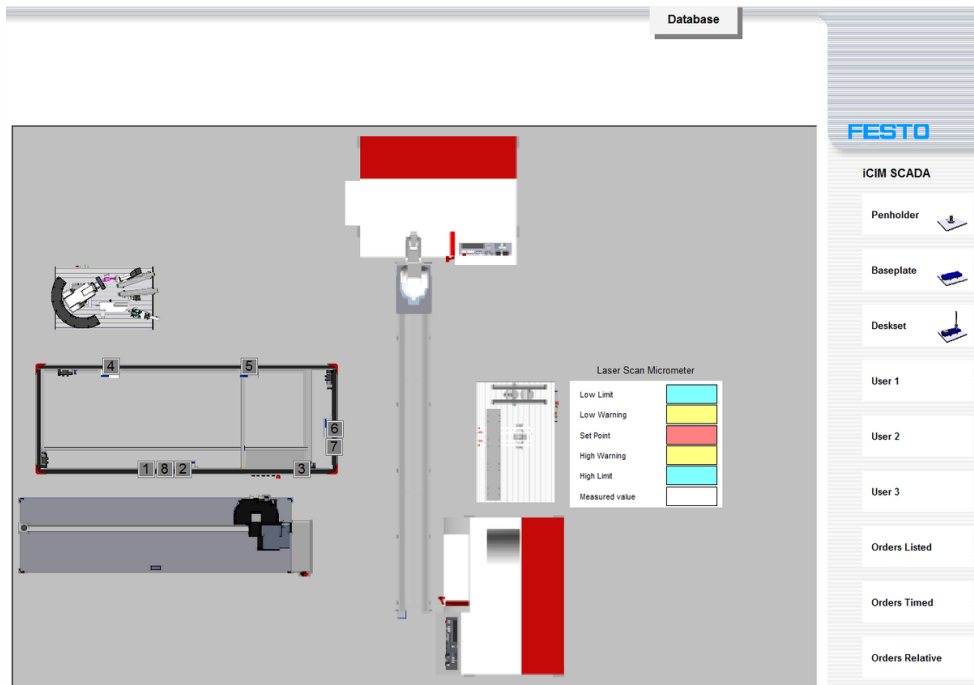
Working No:	Part No.:	Order No.:	Cust. No.:	Resource:	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="button" value="Cleanup"/>	<input type="button" value="Delete current"/>	<input type="button" value="Save"/>	<input type="button" value="Clear"/>	<input type="button" value="Add"/>	
Orders scheduled:					
WorkingNo	PartNo	OrderNo	CustomerNo	Resource	
Orders running:					
WorkingNo	PartNo	OrderNo	CustomerNo	Resource	
				Materialen	
				<input type="text" value="0"/>	
Orders finished:					
WorkingNo	PartNo	OrderNo	CustomerNo	Resource	State
1	52675	0	0000001	AssemblyRV2AJ	Finished
2	46104	0	0000001	MilAndTurnRV3SB	Finished
3	46104	0	0000001		Failed
4	46104	0	0000001		Finished
9	46100	0	0000001		Finished

Kuva 62. Tilauksen tekemiseen tarvittavat painikkeet

Voit tarkastella odottavia tilauksia ”Orders scheduled”-listasta, valmistuksessa olevia tilauksia ”Orders running”-listasta ja valmiita tilauksia ”Orders finished”-listasta.



Tilauksen tuotantoon siirtämistä varten palaa takaisin prosessi-ikkunaan. (kuva 63)



Kuva 63. Ohjausjärjestelmän prosessi-ikkuna

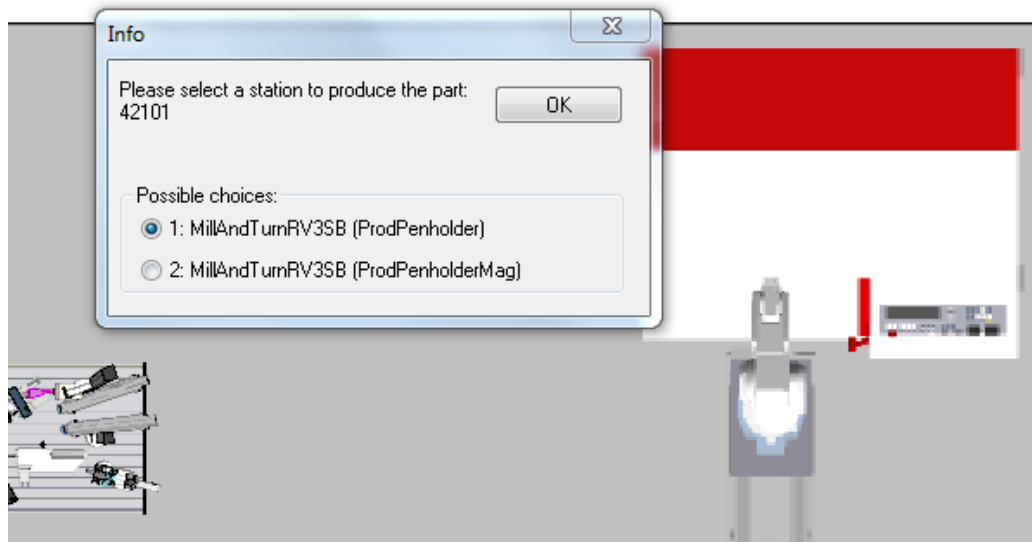
Siirrä tilaus tuotantoon palaamalla prosessi-ikkunaan ja paina **”Orders Listed”-painiketta**. (kuva 64) Järjestelmä alkaa tämän jälkeen valmistelemaan tilausta.



Kuva 64. Prosessi-ikkunan ”Orders Listed”-painike



Ennen tilauksen valmistamista järjestelmä varmistaa vielä käyttäjältään, mistä tilausta varten tarvittavat raaka-aineet otetaan. Järjestelmä tarjoaa kaksi vaihtoehtoa raaka-aineille: **keskusvarasto (ProdTuote) ja makasiinivarasto (ProdTuoteMag)** (kuva 65). **Valitse haluamasi vaihtoehto ja paina OK.**



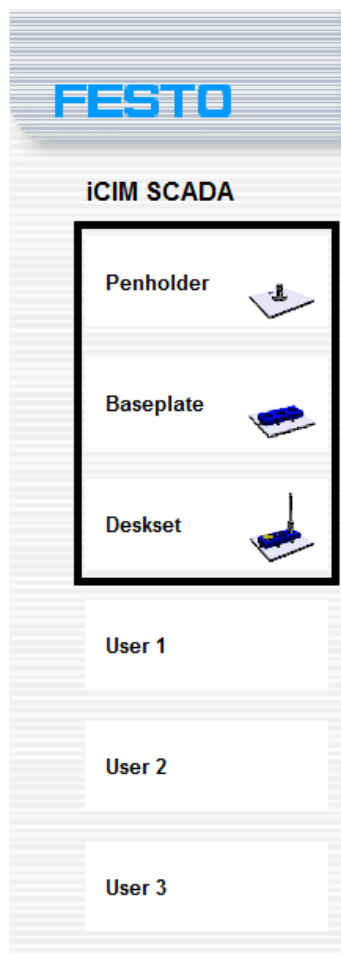
Kuva 65. Tilauksen raaka-aine valinta

Siirry seuraavaksi kohtaan 6.4 tilauksen seuranta.



6.3.2 Tilauksen tekeminen prosessi-ikkunan kautta

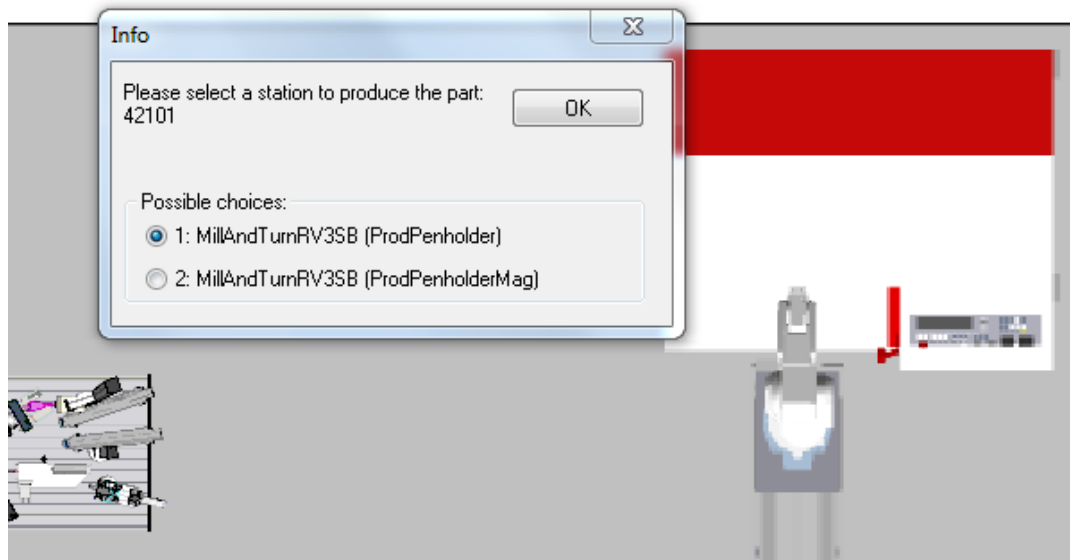
Prosessi-ikkunasta voit valita kolmesta valmiiksi määritetystä tilauksesta. Vaihtoehtoina on kynäpidike (Penholder), aluslevy (Baseplate) ja kokoonpano (Deskset) (kuva 66). **Valitse haluamasi tilaus painamalla tuotetta**, jonka jälkeen järjestelmä alkaa valmistelemaan sitä.



Kuva 66. Valmiiksi määritetyt tilaukset



Ennen tilauksen valmistamista järjestelmä varmistaa vielä käyttäjältään, mistä tilausta varten tarvittavat raaka-aineet otetaan. Järjestelmä tarjoaa kaksi vaihtoehtoa raaka-aineille: **keskusvarasto (ProdTuote) ja makasiinivarasto (ProdTuoteMag)** (kuva 67). **Valitse haluamasi vaihtoehto ja paina OK.**

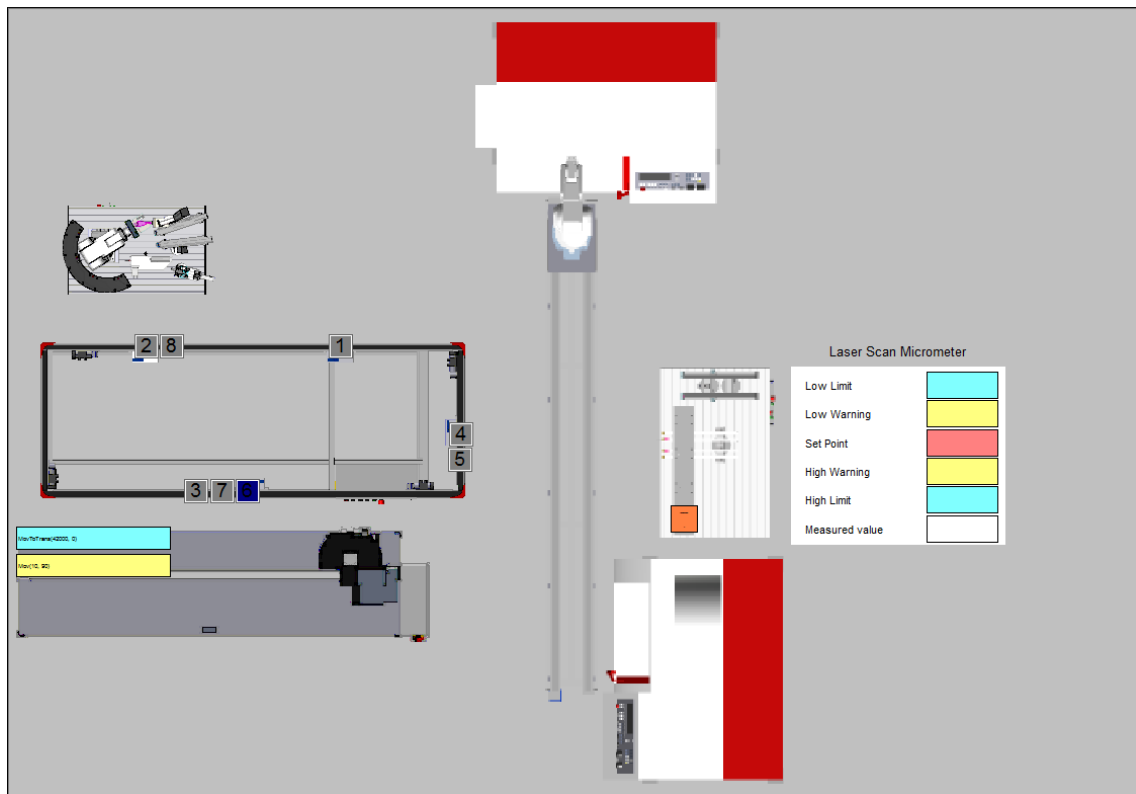


Kuva 67. Tilauksen raaka-aine valinta



6.4 Prosessin seuranta

Voit seurata tilauksen etenemistä tietokoneelta prosessi-ikkunan kautta (kuva 68). Prosessi-ikkunassa näkyy tilauksen tekemät varaukset FMS-solun eri ase-
mille ja niiden suorittamat käskyt ja ohjelmat reaaliajassa. Kuvassa esimerkiksi näkyy, kuljettimelta on varattu karrieri sinisellä värillä tilausta varten ja koneis-
tussolun robottiasemalta on varattu palettialusta oranssilla värillä. Varaston koh-
dalla olevista laatikoista voidaan tarkastella tilauksen määräämiä käskyjä varas-
tolle.



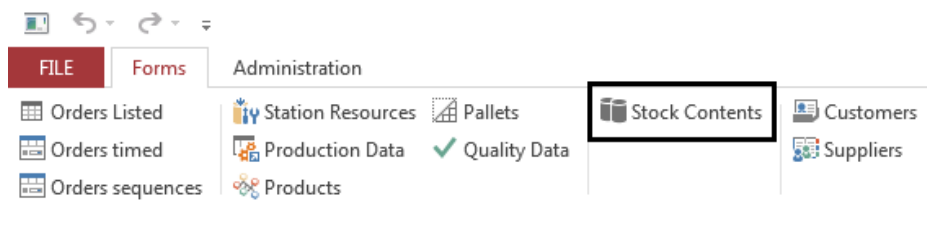
Kuva 68. Prosessi-ikkuna tilauksen valmistuksessa

Seuraa tilauksen etenemistä myös fyysisesti mahdollisten virheiden ja kolareiden takia.



6.5 Tilauksen varmennus

Tilauksen valmistumisen ja varastoinnin jälkeen varmista, että tilaus on päivitty-
nyt ohjausjärjestelmään. Siirry iCIM Production Manager:iin ja paina ylävali-
kossa sijaitsevaa ”**Stock Contents**”-painiketta (kuva 69).



Kuva 69. ”Stock Contents”- painike

Varastovälilehdessä (Kuva 70) voidaan tarkastella varaston sisältöä paikka-
numeroittain. Varmista, että kappale on päivittynyt ohjausjärjestelmään etsi-
mällä listasta paikkanumero, johon tilaus varastoitiin ja tarkista, että tiedot pitä-
vät paikkansa.

Jos tieto ei pidä paikkansa, muuta tieto oikeaksi manuaalisesti kirjoittamalla oi-
kea tuote ”**Part No.:**”-kenttään ja paina ”**Modify**”-painiketta.

FESTO iCIM Production Manager					Stock Contents	
Slot No.:	Part No.:	Order No.:	Part Description:		Modify	Copy
13	42001	0	Penholder brass raw material on penholder pallet		Clear	Paste
Slot No.:	Part No.:	Order No.:	Zone:	Part Description:		
1	82200	0	2	Penholder pallet (empty)		
2	82200	0	2	Penholder pallet (empty)		
3	82200	0	2	Penholder pallet (empty)		
4	82200	0	2	Penholder pallet (empty)		
5	82201	0	2	Baseplate pallet (empty)		
6	82201	0	2	Baseplate pallet (empty)		
7	82201	0	2	Baseplate pallet (empty)		
8	82201	0	2	Baseplate pallet (empty)		
9	42104	0	2	Penholder alu type 5 (empty) on penholder pallet		
10	42000	0	2	Penholder alu raw material on penholder pallet		
11	42000	0	2	Penholder alu raw material on penholder pallet		
12	42000	0	2	Penholder alu raw material on penholder pallet		

Stock:

Kuva 70. Varastovälilehti



Tarkista uudet tilaukset satunnaisesti myös käsin. Tilauksissa voi ilmetä erilaisia virheitä ja vikoja, kuten huonoa pinnanlaatua tai halkeamia. Esimerkkikuvasta (kuva 71) näkee huonon kappaleen, jossa poranterä on katkennut kappaleen sisälle.



Kuva 71. Esimerkki huonosta kappaleesta

Virheiden ja vikojen aiheuttajat on syytä tutkia ja korjata asianmukaisella tavalla. Ilmoita mahdollisista vioista ja virheistä asiantuntevalle henkilölle.



6.6 Varaston oletusasetukset

Varasto täytyy satunnaisesti palauttaa takaisin oletusasetuksilleen. Palautuksen syynä voi sekaisin mennyt varasto tai uudelleen täyttö.

Palauta varaston oletusasetukset iCIM Production Manager:issa olevan varastovälilehden (Stock Contents) kautta. (kuva 72)

Slot No.	Part No.	Order No.	Zone	Part Description
13	42001	0		Penholder brass raw material on penholder pallet
1	82200	0	2	Penholder pallet (empty)
2	82200	0	2	Penholder pallet (empty)
3	82200	0	2	Penholder pallet (empty)
4	82200	0	2	Penholder pallet (empty)
5	82201	0	2	Baseplate pallet (empty)
6	82201	0	2	Baseplate pallet (empty)
7	82201	0	2	Baseplate pallet (empty)
8	82201	0	2	Baseplate pallet (empty)
9	42104	0	2	Penholder alu type 5 (empty) on penholder pallet
10	42000	0	2	Penholder alu raw material on penholder pallet
11	42000	0	2	Penholder alu raw material on penholder pallet
12	42000	0	2	Penholder alu raw material on penholder pallet

Stock:

Kuva 72. Varastovälilehti

Paina varastovälilehdessä olevaa mustalla rajattua ”Copy from Stock Init”-painiketta (kuva 73) palauttaaksesi varaston oletusasetukset.

Kuva 73. ”Copy from Stock Init”-painike



Oletusasetuksien palauttamisen jälkeen varasto täytyy järjestellä uudestaan käsin. Järjestele varasto kuvan 73 mukaisesti ja varmista, että kaikki ovat oikeilla paikoillaan.



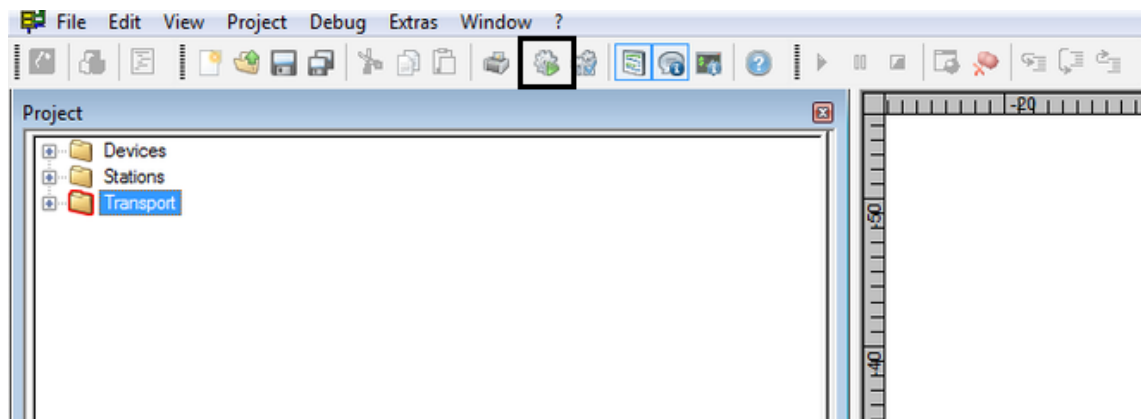
Kuva 73. Varaston oletusjärjestys.

Varaston järjestelyn jälkeen FMS-järjestelmä on taas valmis käytettäväksi.



6.7 Sammuttaminen

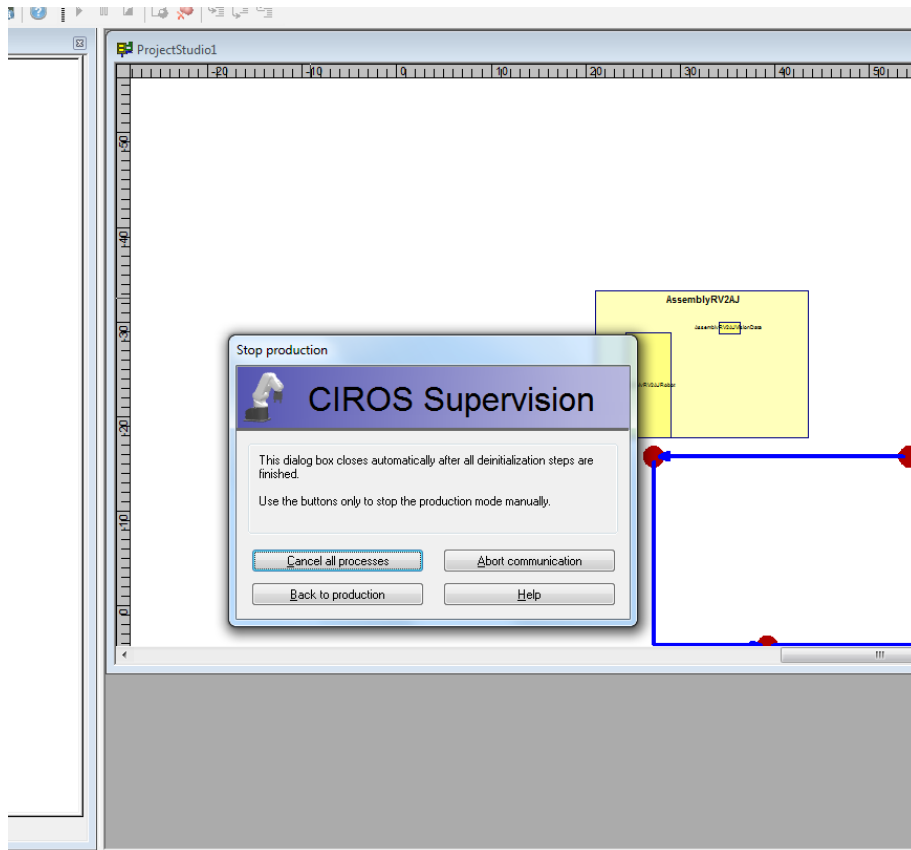
Aloita sammuttaminen sulkemalla ensimmäiseksi tuotanto tietokoneen ohjausjärjestelmästä. Paina ohjausjärjestelmän yläreunassa olevaa mustalla rajattua ”Production”-painiketta. (kuva 74)



Kuva 74. Ciros Supervision ”Production”-painike



Painikkeen painamisen jälkeen tietokoneelle aukeaa uusi "Stop production"-ikkuna. (Kuva 75) Ikkunan ilmestyttyä järjestelmä ei vaadi enää muita toimenpiteitä. FMS-solu suorittaa tehtävänsä loppuun automaattisesti, jonka jälkeen ikkuna sulkeutuu itsestään. Ikkunan sulkeuduttua tuotanto on sammunut.

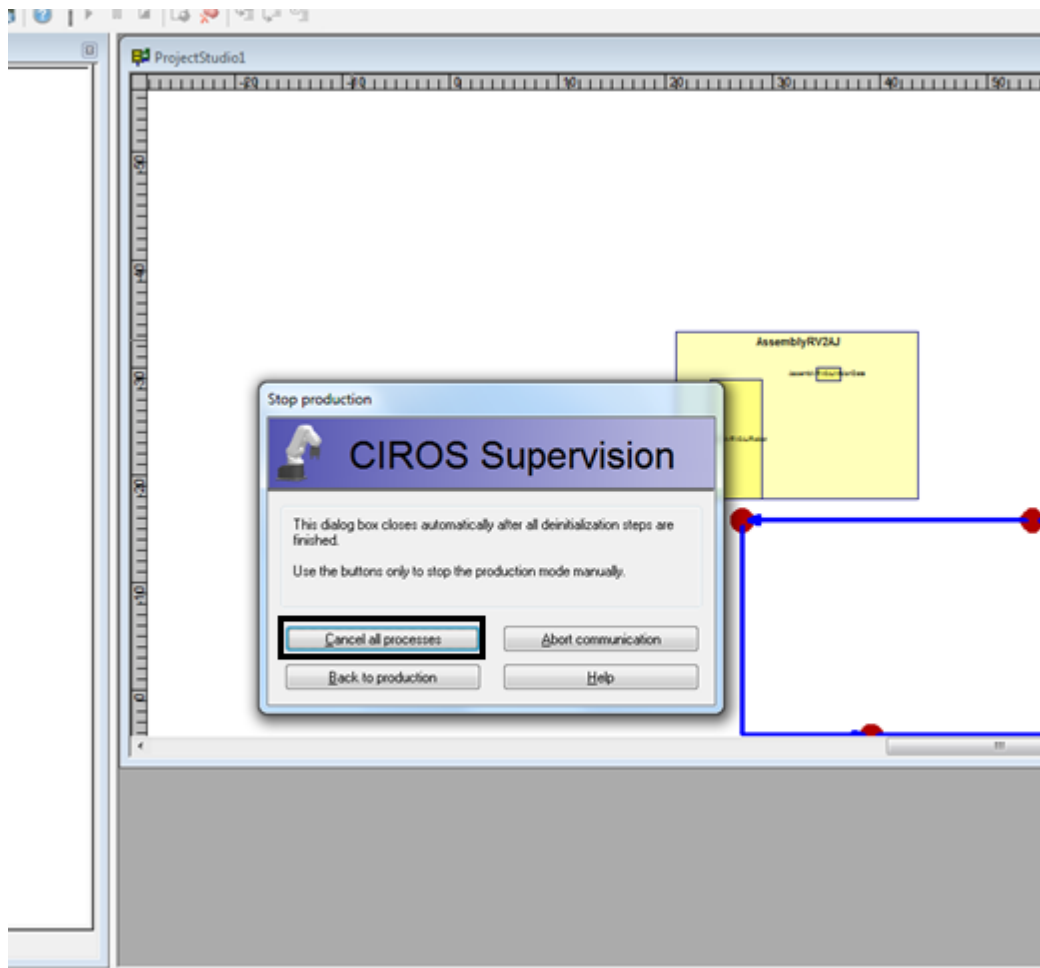


Kuva 75. Ciros Supervision "Stop production"-ikkuna



Tilanteessa, jossa FMS-solu ei jostain syystä kykene suorittamaan tehtäväänsä loppuun, tuotanto täytyy sammuttaa pakottamalla.

Suorita pakotettu sammuttaminen painamalla ”Stop production”-ikkunassa olevaa mustalla rajattua ”Cancel all processes”-painiketta, joka lopettaa kaikki meilläään olevat tehtävät. (kuva 76) Pakotettua sammuttamista ei suositella, koska järjestelmässä voi ilmetä vikoja sen seurauksena.



Kuva 76. Ciros Supervision ”Stop production”-ikkunan ”Cancel all processes”-painike

Tuotannon sammuttua sulje ohjausjärjestelmä tietokoneelta ja sammuta tietokone.



Sammuta lopuksi kaikki järjestelmän laitteet vapaassa järjestyksessä kääntämällä laitteiden **päävirtakytkimet 0-tai OFF-asentoon**.

7 Virhetilanteet

Tässä osiossa on lueteltuna yleisimmät järjestelmän virhetilanteet, jotka käyttäjä voi selvittää itsenäisesti. Tilanteessa, jossa et tiedä miten toimia, käänny ohjauksen vastuuhenkilön tai muun ammattilaisen puoleen. Älä yritä korjata virhettä, jos et ole täysin varma mitä teet.



7.1 Kokoonpanosolu

Vika	Syy	Ratkaisu
Automaatti-tilan asettaminen ei onnistu	Väärä ajotila robotin ohjaimessa	Aseta robotin ohjaimen ajotilaksi AUTO ja kuittaa solu
Automaatti-tilan asettaminen ei onnistu	Asema varattu	Varmista, että solun kaikki asemat ovat vapaana ja kuittaa solu
Kokoonpanosolun laitteet näkyvät CiroS:issa offline-tilassa	Automaattitila pois päältä	Varmista, että kokoonpanosolun käyttöpaneelin "start"-painike on aktiivinen ja käynnistä CiroS uudestaan
Robotin työkalu ei toimi	Paineilma kytketty pois/ei toimi	Varmista, että järjestelmän paineilmasyöttö on auki. Tarvittaessa korjaa paineilman saantiin liittyvä vika
Robotti kolaroi	Liikeradan edessä on jostain kuulumatonta	Varmista, että robotin liikeradat ovat esteettömät
Robotti kolaroi	Robotin ohjelma ja/tai paikkapisteet ovat sekaisin	Tarkista robotin ohjelma ja/tai paikkapisteet ja korjaa ne tarpeen vaatiessa



7.2 Koneistussolu

Vika	Syy	Ratkaisu
Koneistussolun laitteet näkyvät CiroS:issa of-line-tilassa	Väärä käynnistysjärjestys	Varmista, että kaikki muut laitteet ovat päällä ja käynnistä työstökoneet uudelleen ohjeiden mukaisesti, jonka jälkeen käynnistä CiroS uudestaan
Koneistussolun laitteet näkyvät CiroS:issa of-line-tilassa	Käyttöpaneelin "Start"-painike ei ole aktiivinen	Varmista, että koneistussolun käyttöpaneelin "Start"-painike on aktiivinen ja käynnistä CiroS uudestaan
Koneistussolun laitteet näkyvät CiroS:issa of-line-tilassa	FMS-avain väärässä asennossa	Varmista, että FMS-avain on 1-asennossa ja käynnistä CiroS uudestaan
Sorvin alkukuittaus ei onnistu	Robotti on käynnistämättä tai kuittaamata	Käynnistä ja kuittaa robotti ohjeiden mukaisesti
Automaatti-tilan asettaminen ei onnistu	Väärä ajotila robotin ohjaimessa	Aseta robotin ohjaimen ajotilaksi AUTO ja kuittaa solu
Automaatti-tilan asettaminen ei onnistu	Asema varattu	Varmista, että solun kaikki asemat ovat vapaana ja kuittaa solu
Robotin työkalu ei toimi	Paineilma on kytketty pois/ei toimi	Varmista, että järjestelmän paineilmasyöttö on auki
Sorvi hävittää työkalutiedot	-	Aseta sorvin työkalut uudestaan omille paikoilleen. Suorita samalla myös työkalurevolverin lukitus, jos tarpeellista
Robotti kolaroi	Liikeradan edessä on jokin kuulumatonta	Varmista, että robotin liikeradat ovat esteettömät
Robotti kolaroi	Robotin ohjelma ja/tai paikkapisteeet ovat sekaisin	Tarkista robotin ohjelma ja/tai paikkapisteeet ja korjaa ne tarpeen vaatiessa



7.3 Varasto

Vika	Syy	Ratkaisu
Ei suorita referenssiajtoa loppuun	Nopeus liian pieni	Säädä varaston ohjaimesta nopeus suuremmaksi
Ottaa väärän kappaleen varastosta tuotantoon	Väärä varaston järjestys	Muuta varaston järjestys oikeaksi ohjausjärjestelmän kautta manuaalisesti tai palauta varaston oletusjärjestys (oletusjärjestuksen palautus vaatii varaston uuden käsinjärjestelyn)
Yrittää varastoida kappaleita varattuun paikkaan	Väärä varaston järjestys	Muuta varaston järjestys oikeaksi ohjausjärjestelmän kautta manuaalisesti tai palauta varaston oletusjärjestys (oletusjärjestuksen palautus vaatii varaston uuden käsinjärjestelyn)
Ei anna aloittaa referenssiajtoa	Virheilmoitukset ovat nollaamatta	Nollaa varaston virheilmoitukset "Message"-valikosta
Varasto näkyy Ciroc:ssa offline-tilassa	Väärä ajotila	Aseta varasto automaattiajotilaan