

# **TAAJUUSMUUTTAJAN KORVAAMINEN JOUSTAVASSA VALMISTUSJÄRJESTELMÄSSÄ**

Tommi Nieminen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2012  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Automaatioteknolgian koulutusohjelma, ylempi AMK-tutkinto

NIEMINEN TOMMI:

Taajuusmuuttajan korvaaminen joustavassa valmistusjärjestelmässä

Opinnäytetyö 68 sivua, joista liitteitä 23 sivua

Huhtikuu 2012

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa ja kuvata elinkaarensa loppupään saavuttaneen taajuusmuuttajan hallittu korvaaminen Fastems Oy Ab:n valmistamassa joustavassa palettimakasiinissa. Tavoitteena oli vaihtotyön simuloinnin lisäksi myös työohjeen tekeminen yrityksen huoltohenkilöstölle.

Prosessia kehitettiin vuoden ajan. Silloin selvitettiin lähtötilanne ja asiakastarpeet ja niiden pohjalta laadittiin projektin määrittely ja tavoitteet. Hyväksytyin määrittelyn pohjalta laadittiin projektisuunnitelma, jota alettiin systemaattisesti noudattaa.

Työn tavoite saavutettiin. Työn lopputuloksena saatiin testattu ja simuloitu kokonaisuus riskianalyseineen. Kokonaisuudesta määriteltiin myös varaosapaketti tarjottavaksi loppuasiakkaille, jotta kalliilta tuotantoseisokeilta voidaan välttyä yllättävissä taajuusmuuttajien vikaantumistapauksissa.

Varaosapaketti on asennettuna ja testattuna muutamilla asiakkailla. Kokemukset ovat olleet hyviä, joten paketin myynti ja markkinointikin on jo aluitettu.

---

Asiasanat: Taajuusmuuttaja, FPC, parametri, kustannuslaskelma, varaosa

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Automation Technology

NIEMINEN TOMMI:

Replacing a Frequency Converter in a Flexible Manufacturing System

Masters's thesis 68 pages, appendices 23 pages  
Huhtikuu 2012

---

The aim of this thesis was to implement and describe how to replace a frequency converter in a flexible manufacturing system produced by Fastems Oy Ab. In addition to simulating the replacement procedure, the thesis is also used as a work guideline for the service personnel of the company.

The development process lasted for 12 months. Firstly, the process started out by evaluating and analysing the current situation and customers' needs. After this, the gathered information was used to create a project plan which was systematically followed.

The aim of this thesis was achieved. As a result, a tested and simulated plan followed by a risk analysis was produced. Another outcome of this thesis was a spare part package for the end customers, which will prevent expensive process shutdowns in case of failures in frequency converters.

Some of the customers are using a tested version of this spare part package and Fastems Oy Ab is currently marketing it.

---

Key words: frequency converter, FPC, parameter, cost calculation, spare part

## ESIPUHE

Tämä työ on tehty Tampereen ammattikorkeakoulun automaatioteknologian koulutusohjelman ylemmän amk-tutkinnon päättötyönä. Työn toimeksiantajana oli Fastems Oy Ab, jonka puolesta ohjaajanani toimi Juha Pihlajamaa. Työtä on valvonut Tampereen ammattikorkeakoulun puolesta Harri Joki.

Haluan tässä yhteydessä esittää parhaimmat kiitokseni työni ohjaajalle, Fastems Oy Ab:n henkilökunnalle ja valvojalle saamistani neuvoista työn eri vaiheissa.

Tampereella\_\_\_\_.\_\_\_\_2012

---

Tommi Nieminen

## KÄYTETYT LYHENTEET

FPC Flexible Pallet Container, joustava palettikontti, kontti

FMS Flexible Manufacturing System, joustava valmistusjärjestelmä

ERP Enterprise Resource Planning, yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä

PLC Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka

CNC Computerized Numerical Control, tietokoneistettu numeerinen ohjaus

PDM Product Data Management, tuotetiedon hallinta

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ESIPUHE

KÄYTETYT LYHENTEET

1 JOHDANTO.....	7
1.1 Kohdeyritys.....	8
1.2 Tavoitteet.....	9
2 FPC, FLEXIBLE PALLET CONTAINER.....	10
2.1 Kontin pääkomponentit, ominaisuudet ja rajoitukset.....	11
2.2 Kontin hyllystöhissi.....	13
2.3 Työstökoneilta vaadittavat ominaisuudet.....	14
2.4 Industrial Services.....	16
2.5 Huoltopalvelut.....	16
3 TUKIMUSMENETELMÄ.....	18
4 TAAJUUSMUUTTAJA.....	19
4.1 Commander SE-taajuusmuuttaja.....	21
4.2 SK-taajuusmuuttaja ja sen erot SE-sarjaan.....	23
4.3 SK-taajuusmuuttajan ominaisuudet.....	24
4.4 Muutokset liittimille.....	26
5 VARAOSAN HANKINTAHETKI.....	27
5.1 Varaosan hankkiminen etukäteen.....	27
5.2 Varaosan hankkiminen vikaantumisen jälkeen.....	27
5.3 Taajuusmuuttajan korvaamisesta aiheutuvat suorat kustannukset asiakkaalle.....	28
6 NYKYTILAN ANALYYSI.....	29
6.1 Työhön liittyvät riskit.....	30
6.2 Tunnistettujen riskien analysointi ja toimenpiteet.....	30
7 TYÖN TOTEUTUS.....	32
7.1 Käytettävän taajuusmuuttajan valinta.....	32
7.2 Tarvikkeet ja osat.....	34
7.3 Parametrit ja vaihdemootorit.....	35
7.4 Dokumentoinnin päivittäminen.....	36
7.5 ERP:n laitekortin päivittäminen.....	36
7.6 Sisäinen vertailu.....	37
8 TYÖN SIMULOINTI JA TESTAUS.....	38
8.1 Tarvittavien osien hankinta.....	38
8.2 Vaihtotyö.....	38
8.3 Vaihtotyön raportointi.....	40
8.4 Dokumenttien päivitys.....	40
8.5 Henkilöstön koulutus.....	41
9 KUSTANNUSLASKELMA.....	42
10 YHTEENVETO.....	43

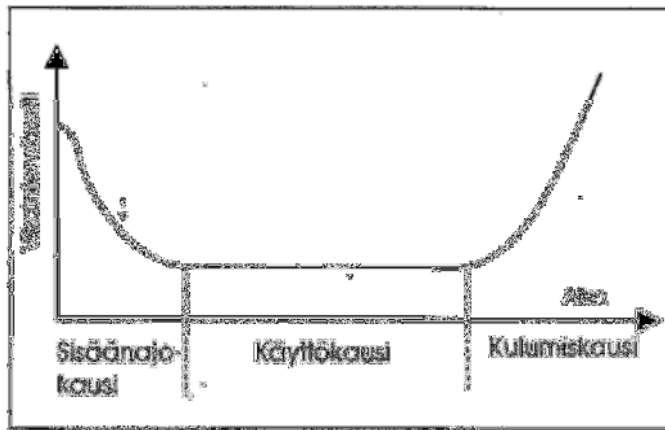
LIITTEET

## 1 JOHDANTO

Jokaisella teollisuudessa valmistettavalla ja käytetyllä komponentilla ja osalla on tietty elinkaarensa. Osan lähestyessä elinkaarensa loppua tullaan monesti tilanteisiin, joissa nykyisin käytettävän osan vikaantumistaajuus (kuva 1) kasvaa ja korvaaminen tulee ajankohtaiseksi. Korvaamisen syitä ovat esimerkiksi vikaantuneen komponentin kalliit korjauskustannukset, pitkä korjausaika tai varaosien huono saatavuus. Usein nykyinen osa voidaan korvata uudella vastaavanlaisella osalla helpostikin, mutta monesti joudutaan sovellusta, jossa osa on käytössä, mukauttamaan ja muuttamaan uuden osan ominaisuuksia varten toiminnallisuuden varmistamiseksi

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Fastems Oy Ab. Fastems on suomalainen, perheomisteinen yritys, joka valmistaa joustavia automaatiojärjestelmiä, robottisovelluksia ja tuo maahan erilaisia metallintyöstökoneita, teollisuusrobotteja ja erilaisia lisälaitteita konepajateollisuuden tuotteisiin. Lisäksi Fastems tarjoaa kattavia huoltopalveluja näiden laitteiden käytettävyyden varmistamiseksi.

Yksi Fastemsin automaatiotuotteista on FPC, jonka vanhempien taajuusmuuttajien korvaamiseen tässä työssä keskitytään. FPC on kirjainyhdistelmä sanoista Flexible Pallet Container. Tämä Joustava Palettikontti on konepajatuotannon automatisointiin ja miehittämättömään tuotantoon suunniteltu tuote.



Kuva 1. Esimerkki vikataajuudesta ajan funktiona, ns. kylpyammekäyrä. (Aalto 1997, 81)

### 1.1 Kohdeyritys

Kohdeyrityksenä toimivan Fastems Oy Ab:n pääkonttori sijaitsee Tampereella. Fastemsin juuret sijoittuvat Mercantilen konemyyntijaostoon, johon Valmet Tehdasautomaatio liitettiin vuonna 1995. Itsenäisenä konserniyrityksenä Fastems aloitti vuonna 1999 ja se tunnetaan nykyisin edelläkävijänä konepajateollisuuden tehdasautomaatiossa.

Henkilöstöä Fastemsilla on vuoden 2011 lopussa noin 440 ja liikevaihto vuodelle 2011 oli noin 85 Meur. Toimintaa Fastemsilla on Suomessa yhdeksällä paikkakunnalla. Lisäksi myynti- ja huoltokonttoreita on maailmalla kymmenessä maassa.

Fastems tunnetaan maailmanlaajuisesti joustavien valmistusjärjestelmien valmistajana. Joustavista valmistusjärjestelmistä käytetään yleisesti nimitystä FMS (Flexible Manufacturing System). Suomessa tarjoamaan kuuluvat myös useiden työstökonevalmistajien CNC-työstökoneet, joista merkittävimmät päämiehet ovat saksalainen DMG ja korealainen Doosan. Fastems tuo maahan lisäksi myös Fanuc-teollisuusrobotteja Japanista. Robotteja liitetään usein työstökoneiden tai FMS-järjestelmien yhteyteen erilaisin sovelluksin. Fastems on joustavien valmistusjärjestelmien toimittajana Euroopassa markkinajohtaja.

## 1.2 Tavoitteet

Tämän opinnäytteen tavoitteena oli selvittää ja toteuttaa Control Techniquesin valmistamien Commander SE-sarjan taajuusmuuttajien hallittu korvaaminen Fastemsin valmistamassa FPC-automaatiojärjestelmässä. Lisäksi tavoitteena oli opinnäytteen toimiminen työohjeena yrityksen kenttähuoltohenkilöstölle. Kyseiset taajuusmuuttajat ovat käytössä Fastems Oy Ab:n pääosin vuosina 2004-2007 valmistamissa joustavissa FPC-palettikonteissa. Korvaamista tarkastellaan olemassa olevien järjestelmien varaosapalvelujen varmistamiseksi, koska SE-sarjan taajuusmuuttaja on tullut valmistuksen osalta elinkaarensa päähän ja sen valmistus on lopetettu. Tämä työ ei koske FPC-sarjan ensimmäistä valmistusversiota, koska siinä taajuusmuuttajien ohjaustapa eroaa perusteellisesti verrattuna uudempiin valmistusversioihin.

## 2 FPC, Flexible Pallet Container

FPC (kuvassa 2) on Fastemsin Hervannan tehtaalla valmistettava tuotteistettu joustava valmistusjärjestelmä automaattiseen työstökoneen koneistuspaletin käsittelyyn. Perusjärjestelmää voidaan laajentaa modulaarisesti ja siihen voidaan liittää useampia metallintyöstökoneita.

FPC on Fastemsin suunnittelema kokonaisuus. Suurin osa tarvittavista osista ostetaan alihankinnasta. Laite kokoonpannaan Fastemsin tehtaalla valmiiksi käyttöönottoa varten.

FPC:stä on tarjolla neljää eri luokkaa FPC-750, FPC-1000, FPC-1500 ja FPC-3200. Numero tuotteen yhteydessä kertoo kyseisen kontin kykyä käsitellä kuormaa. Esimerkiksi FPC-750 maksimi kuormankäsittelymassa on 750 kg.

Kyseinen joustava valmistusjärjestelmä saa suomenkielisen nimityksensä *kontti* siitä, että se on esiasennettuna normaalin merikontin kokoisessa kompaktissa kontissa. Kontin mitat mahdollistavat sujuvan kuljettamisen standardikokoisilla rekoilla ja sen asentaminen on nopeaa ja suoraviivaista. Kontti on vaihtoehto erilaisille palettipooleille konepajassa. Verrattuna palettipooleihin kontti on tilankäytöltään kompaktimpi ratkaisu.



Kuva 2. FPC (Fastems 2011)

## 2.1 Kontin pääkomponentit, ominaisuudet ja rajoitukset

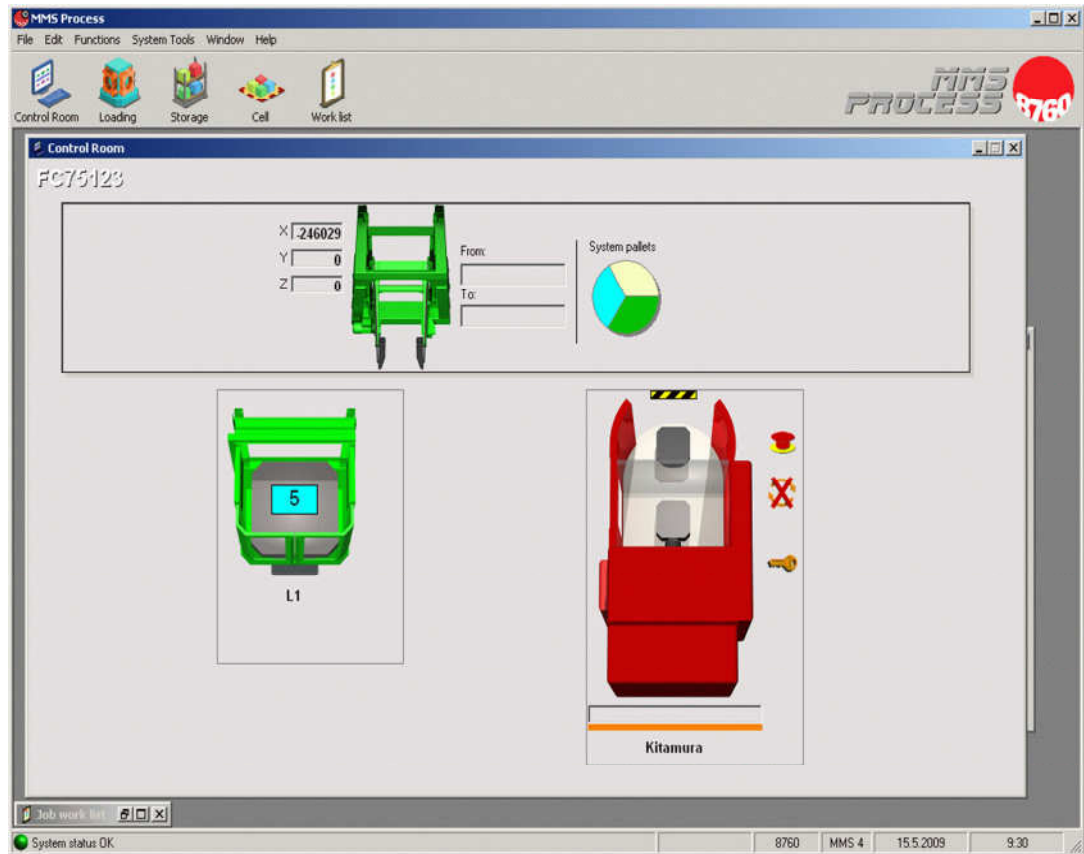
Kontin pääkomponentit ovat kaksikerroksinen palettivarasto, hissi (kuvat 3 ja 7) palettien kuljetukseen, latausasema (kuva 4) palettien lataamiseen järjestelmään/järjestelmästä ja oma PC-pohjainen ohjausyksikkö (kuva 5). Kootusti nämä laitteet ovat esiteltynä kuvissa 6 ja 9.



Kuva 3. Kaksikerroksinen palettivarasto (Fastems 2011)



Kuva 4. Kontin latausasema ovet auki ja ovet kiinni (Fastems 2011)



Kuva 5. Esimerkki Kontin ohjauksesta. (Fastems 2011)



Kuva 6. Vasemmalta oikealle, latausasema, kontti, ohjauspulpetti, työstökone. (Fastems 2011)

Konttiin voidaan syöttää vain keskenään samankokoisia koneistuspaletteja. Konttia ei voida käyttää materiaalivarastona, koska sinne ei voida laittaa

materiaalilavoja (esim. EUR-lava). Yhteen konttijärjestelmään (perusjärjestelmä + laajennusosa) voidaan liittää vain keskenään samanlaisia työstökoneita. Toisaalta lähes kaikkien konevalmistajien valmistamiin koneisiin voidaan yhdistää myös kontti. Kontti mahdollistaa 400 x 400 – 1000 x 1000 mm kokoisten palettien käsittelyn.

Erona perinteiseen FMS-järjestelmään kontin palettipaikat ovat vain yhdellä puolella hyllystöhissiä ja samoin latausasemat ja työstökoneet voivat olla vain toisella puolella konttia. Kontin ulkoasu saattaa myös vaihdella riippuen siitä, minkä työstökonevalmistajan koneeseen kontti liitetään. Toimitaperiaate ja rakenne säilyvät kuitenkin ennallaan, koska kysymyksessä on tuote eikä asiakasräätälöity järjestelmä.

## 2.2 Kontin hyllystöhissi

Paletteja kuljettava hyllystöhissi on kontin sydän. Hissin liikettä poikittain järjestelmän sisällä kutsutaan X-liikkeeksi. Kuularuuvikäytöllä varustettua nostoliikettä kutsutaan Y-liikkeeksi ja palettinkäsittelyn (kuvat 7 ja 8.) iskuliikettä Z-liikkeeksi. Kaikkia akseleita ohjataan ja käytetään käytöllä, jossa on AC-moottori ja taajuusmuuttaja. Tämä opinnäytetyö käsittelee juuri näitä taajuusmuuttajia.

Palettinkäsittelijä toimii suunnikkaan muotoisella mekanismilla. X-akselin aseman kertoo absoluuttianturi ja muiden liikkeiden anturointiin käytetään lineaarianturia.



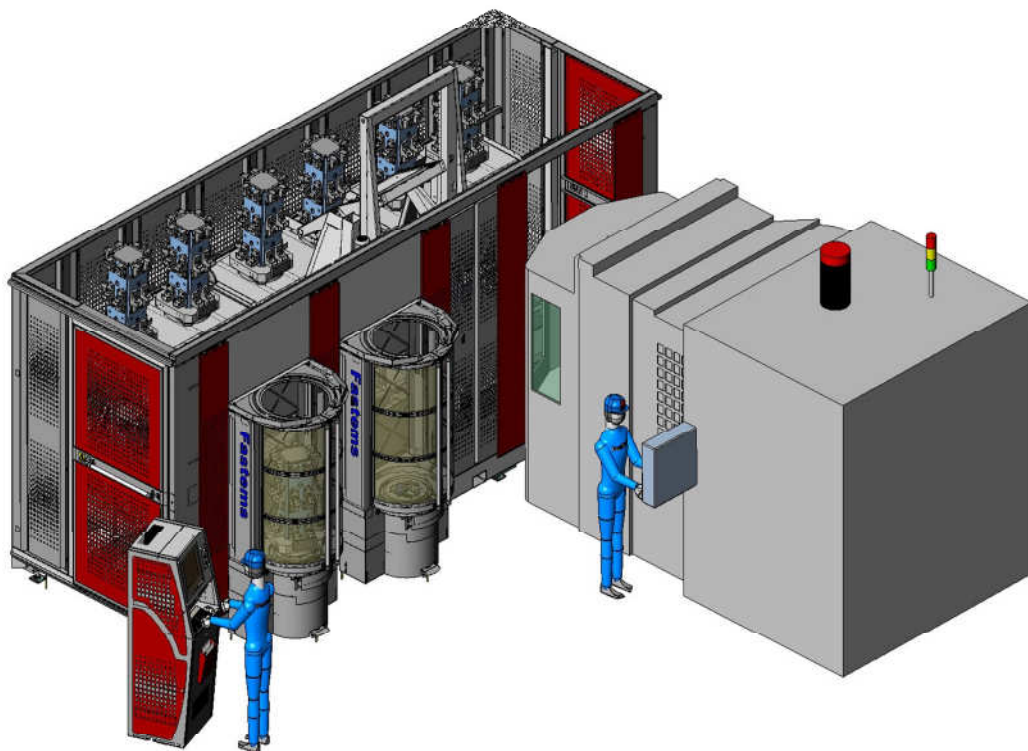
Kuva 7. Vasemmalla paletin käsittelijä, oikealla hyllystöhissi (Fastems 2011)

### 2.3 Työstökoneilta vaadittavat ominaisuudet

Jotta työstökone voidaan liittää konttiin, tulee sillä olla tiettyjä ominaisuuksia. Työstökoneessa täytyy olla paletinvaihtaja. Joissakin malleissa paletinvaihtajaan joudutaan tekemään pieniä modifiointeja. Myös kontilta vaadittava paletin käsittelykyky tulee varmistaa etukäteen, sillä joitakin modifikaatiota (esim. siivekkeet) saatetaan tarvita paletin käsittelyyn. Koneliityntä työstökoneisiin on toteutettu Profibus-kenttäväylän avulla tai käyttäen I/O –interfacea.



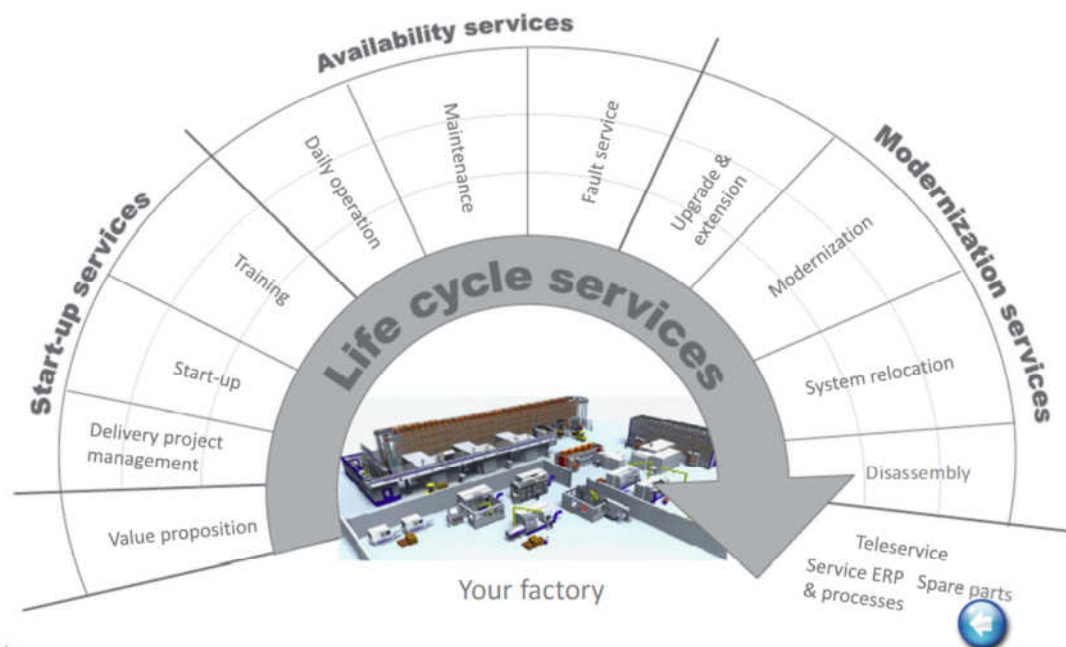
Kuva 8. Paletinkäsittely, haarukointi (Fastems 2011)



Kuva 9. FPC:n pääkomponentit (Fastems 2011)

## 2.4 Industrial Services

Fastemsin tuotteiden elinkaari palveluista (kuva 10.) vastaa osasto Industrial Services, jota kutsutaan myös perinteisemmin huolloksi. Huoltoon liittyy olennaisena osana varaosapalvelu, johon tämä opinnäytetyökin oleellisesti liittyy. Nykypäivänä tekniikka ja sovellukset kehittyvät huimaa vauhtia ja tuo tullessaan myös joitakin haasteita. Esimerkiksi FPC:n valmistamiseen on aikanaan valittu komponentteja, joiden saatavuus markkinoilla on heikentynyt oleellisesti tai niiden valmistaminen on jopa lopetettu. Huollon on kuitenkin varauduttava näidenkin osien ja komponenttien saatavuuteen varaosina.



Kuva 10. Fastemsin elinkaari palvelut (Fastems 2011)

## 2.5 Huoltopalvelut

Fastemsin henkilöstöstä lähes sata henkilöä toimii Huoltopalveluihin liittyvissä tehtävissä. Kotimaassa huoltopalveluja tuotetaan niin metallintyöstökoneille kuin automaatio- ja robottisovelluksillekin. Huoltopalvelujen varmistamiseksi asiakkaille tarjotaan erilaisia huoltosopimusmalleja yhden koneen ennakkohuoltosopimuksesta aina kattavaan koko tehtaan kunnossapitoon.

Lisäksi kaikki palvelut ovat asiakkaiden käytettävissä ilman erillistä sopimustakin.

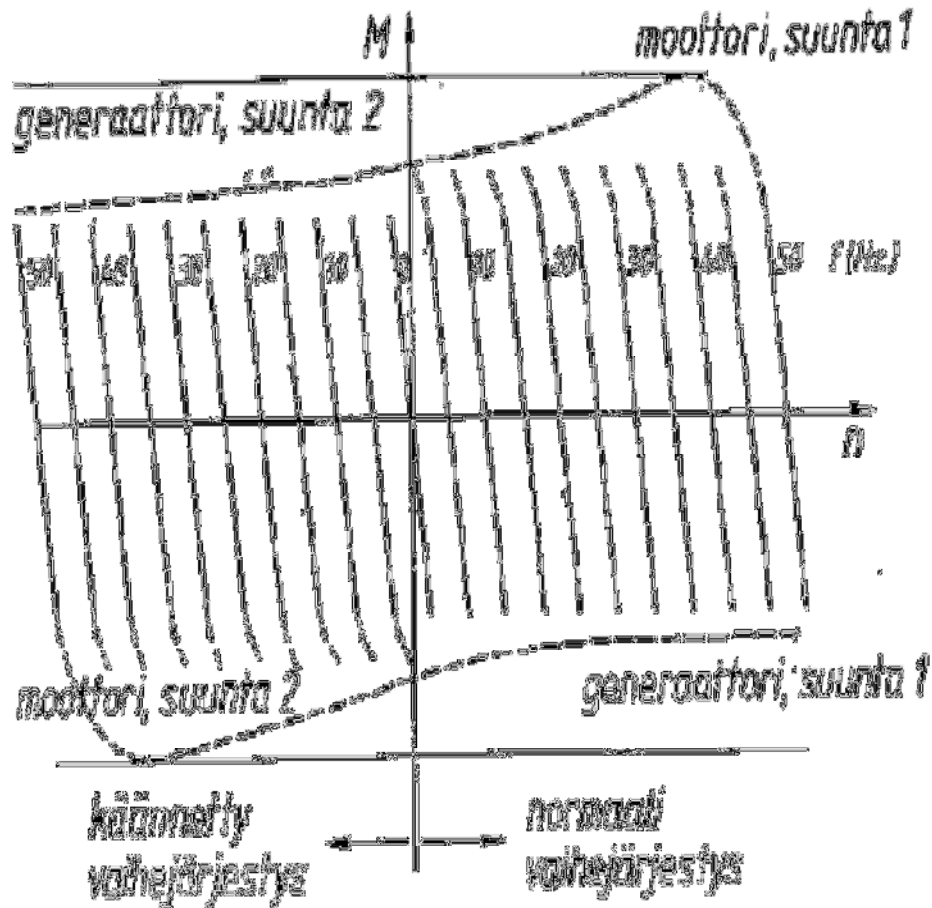
Ulkomailla huoltotoiminta keskittyy Fastemisin valmistamiin automaatio- ja robottisovelluksiin samanlaisella ajatuksella kuin Suomessakin.

### 3 TUTKIMUSMENETELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa uutta käyttötietoa toimintaohjeen muodossa toimeksiantajalle. Käyttötieto on näin ollen perusteltua ja toimeksiantajan liiketoimintaa hyödyttävää.

Tässä opinnäytetyössä on käytetty konstruktivistista tutkimusmenetelmää, jossa yksi tapaus, konstruktio, analysoidaan ja raportoidaan. Tavoite on määritelty ja kuvattu etukäteen. Lopputuloksena syntynyt toimintaohje taajuusmuuttajien vaihtamiseen on analysoitu ja raportoitu perusteellisesti. Lisäksi konstruktioita on testattu ja tuloksia on verrattu etukäteen määriteltyihin kriteereihin ja tavoitteisiin.

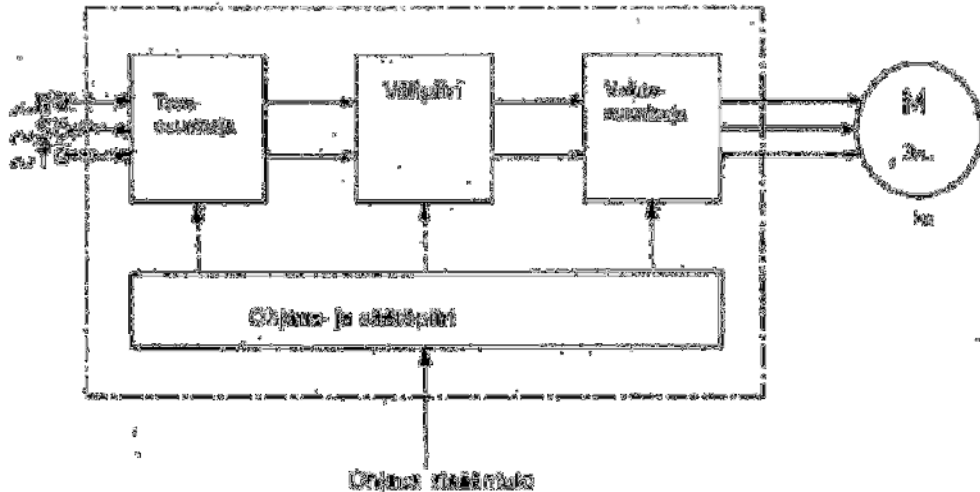




Kuva 12. Epätahtimoottorin nopeuden säätö taajutta muuttamalla (Paavola & Lehtinen 1989, 245)

Taajuusmuuttajassa yhdistyy vahvavirtatekniikka, tehopuolijohdetekniikka ja mikroprosessoritekniikka (Heinonkoski 1993, 126)

Taajuusmuuttajan sähköverkosta syötetty sinimuotoinen vaihtojännite tasasuunnataan eli muutetaan tasajänniteeksi. Tämä tasajännitteen muoto on kuitenkin vielä epätasainen, joten se syötetään välipiirin kondensaattoreille, jotka tekevät jännitteen muodosta tasaisemman ja varastoivat energiaa. Vaihtosuuntaus muuttaa tasajännitteen halutun taajuiseksi vaihtojännitteeksi ja vaihtosuunnattu jännite syötetään moottorille. (Barnes 2003, 158, käännetty suomeksi). Kuvassa 13 on periaatekuva taajuusmuuttajan toiminnasta.



Kuva 13. Taajuusmuuttajan toiminta (Heinonkoski 1993, 126)

Taajuusmuuttajalla muokataan kiinteätaajuisesta ja -amplitudisesta vaihtosähkösyöttöverkosta vaihtosähkömoottorille haluttu syöttötaajuus ja -jännite. Säättämällä moottorin syöttötaajuutta ja -jännitettä voidaan moottorin pyörimisnopeus ja sen tuottama vääntömomentti ohjata halutuiksi. Osalla taajuusmuuttajista voidaan myös ohjata millä tahansa nopeudella pyörivästä generaattorista tuleva teho kiinteätaajuiseseen syöttöverkkoon. (Barnes 2003, 159, käännetty suomeksi)

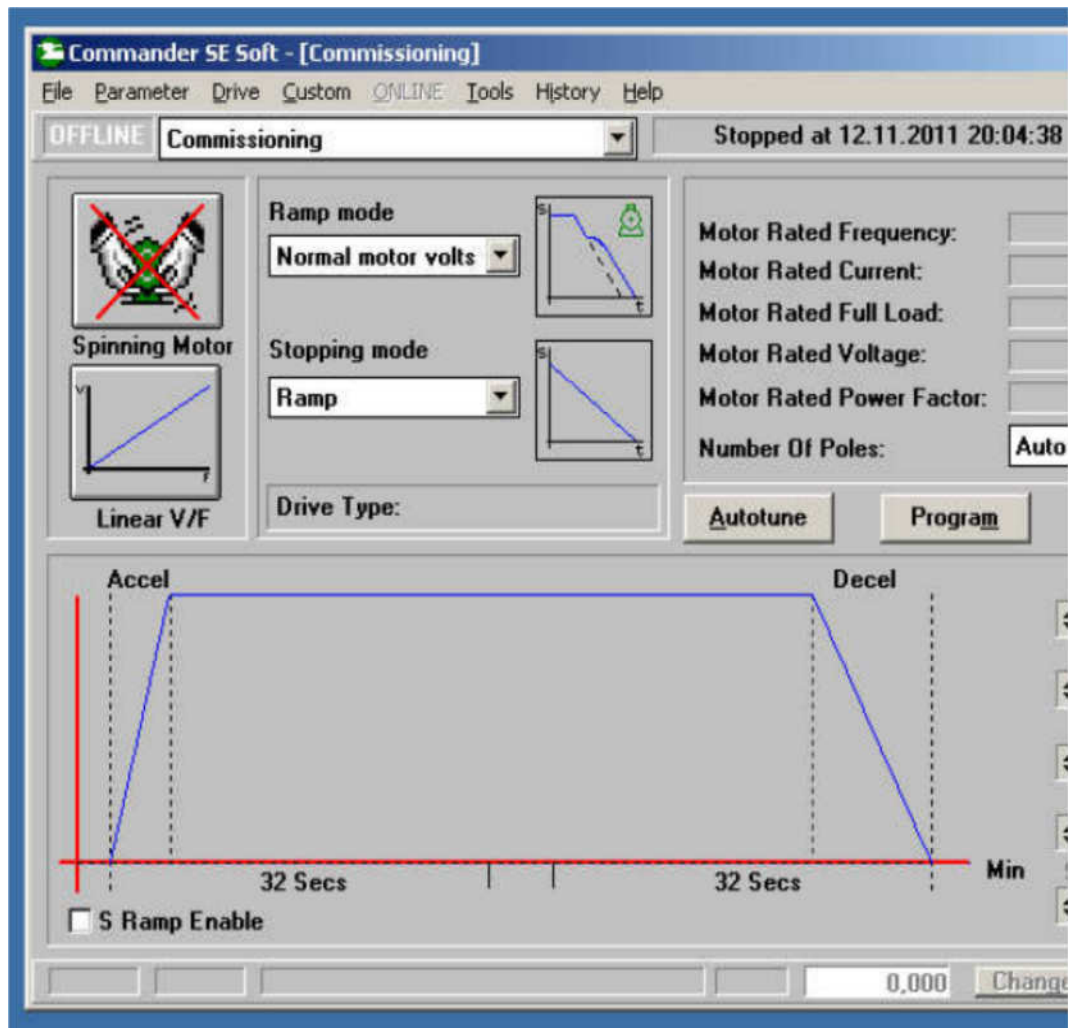
#### 4.1 Commander SE-taajuusmuuttaja

Commander SE-taajuusmuuttaja (kuva 15) on valmistettu moottoritehoille 0.25 – 37 kW. Kolmivaihesyötölle (380V-480V) on taajuusmuuttaja valmistettu välille 0.75 -37 kW. SE-taajuusmuuttajan parhaana ominaisuutena voidaan pitää sitä, että sen kymmenen ensimmäistä parametria riittävät useampiin vakiosovelluksiin.

Kun sovellus vaatii vaativampia ominaisuuksia taajuusmuuttajalta, on SE-taajuusmuuttajaan saatavilla esim. PID-säädin, makro-ohjelma jarrunohjaukseen, kahden erilaisen moottorin parametrit, momentinohjaus ja kynnyksarviovertailijat ja JA-funktiot. (www.sks.fi/downloads 2011 )

Käyttöönotto- ja dokumentointiohjelmana käytetään Windows-pohjaista SE-ohjelmistoa (kuva 14). Windows ympäristössä voidaan hallita kaikkia parametreja.

Tietokoneen ja taajuusmuuttajan väliseen tiedonsiirton tarvitaan RJ45-liittimellä varustettu RS485 kaapeli. Lisäksi taajuusmuuttajassa on itsessään keypad-tyyppinen näppäinpaneeli, jolla voidaan käsitellä kaikkia parametreja.



Kuva 14. SE-taajuusmuuttajien ohjelmointiohjelma (Fastems 2011)

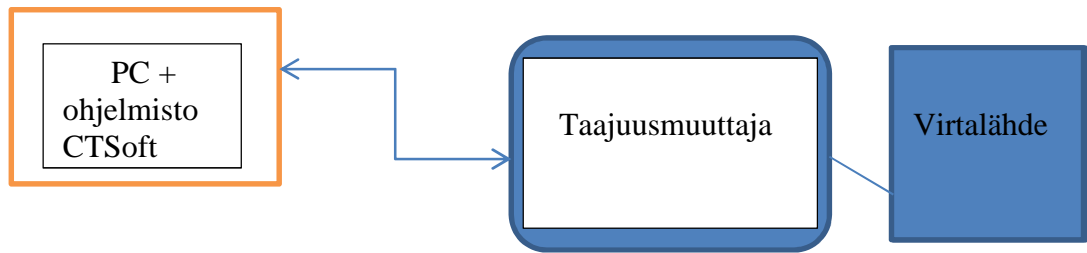


Kuva 15. SE-taajuusmuuttaja (Nieminen 2011)

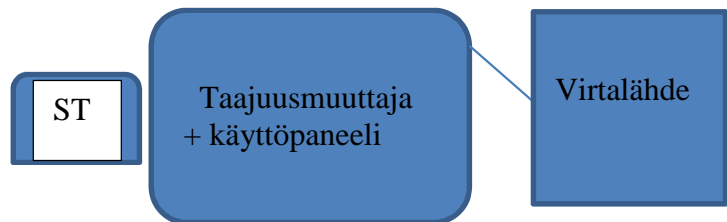
#### 4.2 SK-taajuusmuuttaja ja sen erot SE-sarjaan

SK-sarjan taajuusmuuttaja on perusominaisuudeltaan pitkälle edeltäjänsä SE:n kaltainen. Suurimpana käytännön erona voidaan pitää SK:ssa olevaa ominaisuutta, jossa taajuusmuuttajalla olevat parametrit voidaan tallentaa USB-tyyppiselle muistitikulle, jonka nimi on SmartStick. Varaosamielessä tämä on erityisen kätevää, koska oikeat parametrit voidaan taltioida varaosataajuusmuuttajaan helposti valmiiksi asennusta varten (Kuvio 1). Eli taajuusmuuttajan parametrien asetteluun ei välttämättä tarvita erillistä ohjelmistoa, vaan parametointi voidaan suorittaa ohjelmiston lisäksi suoraan taajuusmuuttajan omalla käyttöpaneelilla tai lataamalla parametrit suoraan muistitikulta laitteeseen. Taajuusmuuttajan tulee olla parametointia tehtäessä kytkettynä virtalähteeseen (Kuva 16) .

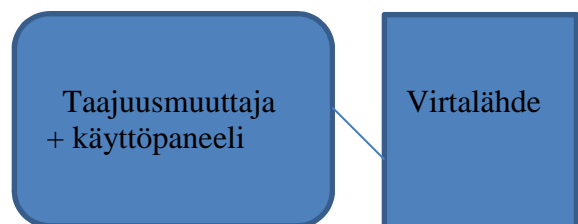
SK-taajuusmuuttajaan voidaan asentaa yksi lisäoptiomoduli kenttäväylää tai I/O:n laajennusta varten. SK:ssa on myös pieni sisäinen ohjelmoitava logiikka, joka saadaan käyttöön Logic-Stick –muistitikun avulla. ([www.sks.fi/](http://www.sks.fi/) 2011)



TAI



TAI



ST = SmartStick

KUVIO 1. Periaatekuva vaihtoehdoista parametreida taajuusmuuttaja

#### 4.3 SK-taajuusmuuttajan ominaisuudet

SK-taajuusmuuttajan (kuva 16) toimintaperiaate on anturiton vektorisäätö. Perustasolla käytössä on kymmenen tärkeintä parametria, jotka riittävät suurimaan osaan sovelluksista. Perustason parametreillä voidaan parametroida tyypillisimmät analogiaviestit ja vakionopeusyhdistelmät.

Toisella tasolla on lisäparametreja, joilla tehdään yksityiskohtaisempia toimintojen asetuksia. Tällaisia ovat esimerkiksi käynnistyslogiikka, ohjearvovalinta ja jarrunohjaus. Tasolla kolme päästään

diagnostiikkaparametereihin ja se mahdollistaa haluttujen parametrien konfiguroinnin käsiteltäväksi tasolla kaksi.

Parametrien avulla määriteltävät asiat:

- moottoripotentimetri
- kynnysarvot ja vertailija
- loogiset funktiot
- PID-säädin
- tulojen ja lähtöjen ohjelmointi
- sekvenssilogiikka ja kello
- parametrisarja toiselle moottorille
- optiomodulien liitännät ja toiminnot

SK-taajuusmuuttajia voidaan ohelmoida painikkeilta, SmartStick –muistitikulta ja CTSOft –ohjelmalla PC:n avulla.

SK-taajuusmuuttajassa on kaksi analogista inputia, analoginen lähtö, neljä digitaalista inputia, digitaalilähtö ja ohjelmoitava relälähtö.

Erilaisia kenttäväylämahdollisuuksia on useita, mutta näissä tarkasteltavissa koneteissa kenttäväylänä on profibus. (www.sks.fi/ 2011)



Kuva 16. Asennettu SK-taajuusmuuttajia sähkökaapissa (Nieminen 2011)

#### 4.4 Muutokset liittimille

SE- ja SK-taajuusmuuttajien johdinliitäntöjen paikat ovat hieman erilaiset. Liitäntäpaikkojen vastaavuustaulukosta (TAULUKKO 1.) selviää liityntöjen paikat niin SE- kuin SK-taajuusmuuttajissakin.

TAULUKKO 1. Liitäntävertailupaikat kaapeleille taajuusmuuttajissa

SE / Liitinpaikka	SK / Liitinpaikka	HUOM!
1	T1 (0V common)	
2	T4 (Analog input 2)	
4	T1 (0V common)	
+	T5 (Status relay - Drive OK)	uusi johto
8	T6 (Status relay – Drive OK )	
9	B4 (Digital Input – Enable / Reset)	
10	B5 (Digital Input – Run Forward)	
11	B6 (Digital Input – Run Reverse)	
15	B3 (Digital Output – Zero speed)	
16	-	

## 5 VARAOSAN HANKINTAHETKI

Yleisesti varaosia tarvitaan silloin kun alkuperäinen osa on käyttökelvoton.

Osan vikaantumisen on voinut aiheuttaa moni tekijä. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi luonnollinen kuluminen, virheellinen käyttö, ennakoivan huollon laiminlyönti tai valmistusvirhe.

Tässä taajuusmuuttajatapauksessa lähestytään asiaa kahdelta näkökannalta. Varaosa hankitaan etukäteen tai vasta alkuperäisen osan jo hajottua

### 5.1 Varaosan hankkiminen etukäteen

Varaosan hankkimisen etukäteen oletetaan lyhentävän järjestelmän seisokkiaikaa vikatapauksissa. Tällöin säästetään aikaa ja kustannuksia varaosan toimittamisen yhteydessä. Usein siinä ajassa mitä menee varaosan tilausprosessin käsittelyyn, on omasta varastosta otettu osa jo vaihdettu tai ainakin kunnossapitoprosessia on ehditty suunnittelemaan pitkälle.

Kun varaosia hankitaan varastoon etukäteen, sidotaan pääomaa varastossa oleviin varaosiin. Pääoma, joka on sitoutunut yrityksen varastoon, vaikuttaa suoraan yrityksen tulokseen. Tässä kohtaa onkin erityisen tärkeää, että varastoon ostetut osat on hankittu historiatietojen ja vikaantumisennusteiden avulla.

Tarkasteltavien taajuusmuuttajien kohdalla aikaa ja kustannuksia oletetaan säästettävän erityisen paljon, koska parametrit on tallennettu uusiin taajuusmuuttajiin jo valmiiksi jokaista ohjattavaa akselia varten.

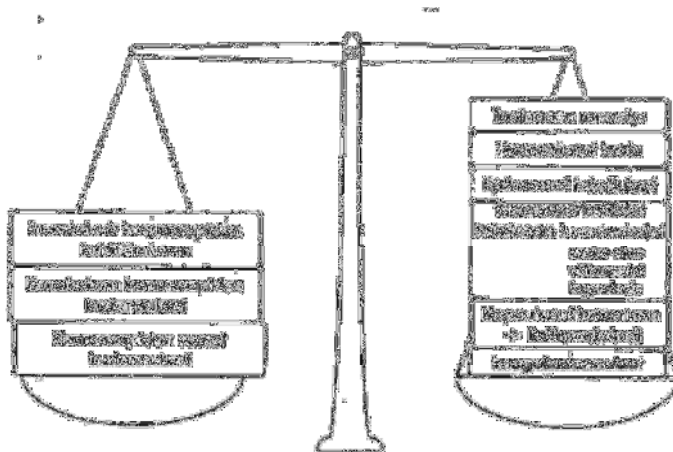
### 5.2 Varaosan hankkiminen vikaantumisen jälkeen

Varaosan hankkimiseen vikatapauksissa liittyy usein kiire. Pitkälle automatisoiduissa konepajoissa yhden keskeisen tuotantolaitteen (esim. FPC) vikatila vaarantaa koko tuotannon.

Esimerkiksi, jos konttiin sijoitettuja paletteja aihioineen ei saada työstökoneille koneistettaviksi, on koko tehtaan toimitusprosessi vaarassa. Vikatilanteista

aiheutuu myöhästymisiä, myöhästymisistä seuraa mahdollisesti sakkoja ja taloudellisia menetyksiä.

Nykyään monet yritykset ovat pienentäneen varastojaan, koska paineet hyvään taloudelliseen tulokseen ovat kasvaneet. Tämä kasvattaa väistämättä toimitusaikojämyksiä myös varaosien kohdalla. Kuvassa 17 on esiteltyä asioita, joiden perusteella tehdään kunnossapidon strategisia päätöksiä.



Kuva 17. Kunnossapidon päätöksenteon kustannusten punnitseminen (Aalto 1997, 43)

### 5.3 Taajuusmuuttajan korvaamisesta aiheutuvat kustannukset asiakkaalle

Suorat kustannukset:

- osat ja tarvikkeet
- parametrien lataus taajuusmuuttajiin (työ)
- pakkaus- ja lähetys
- asennustyö
- käyttöönotto ja testaus

Tuotannon seisakin aiheuttamat kustannukset:

- tuotannon menetys
- huonontunut laatu
- kasvaneet varastot toiminnan turvaamiseksi
- mahdolliset lisäinvestoinnit, alihankinta
- imagokustannukset

## 6 NYKYTILAN ANALYYSI

FPC:tä on valmistettu vuodesta 2001 alkaen neljää eri kokoluokkaa. FPC:n nykyinen valmistettavan tuote on järjestyksessään neljäs versio. Toisessa ja kolmannessa versiossa on pääosin käytössä SE-sarjan taajuusmuuttajat, joiden korvaamiseen tässä työssä keskitytään. Näitä toisen ja kolmannen version kontteja on aktiivisessa tuotantokäytössä noin 140 kappaletta, joten näissä konteissa on yli 400 SE-sarjan taajuusmuuttaja. Toista ja kolmatta versiota konteista on tuotteenvalmistushistorissa valmistettu toistaiseksi eniten. Yhteensä kontteja on vajaan 10 valmistusvuoden aikana valmistettu n. 400 kappaletta. Nykyisin valmistettavassa neljännessä versiossa on käytössä SK-sarjan taajuusmuuttaja samalta toimittajalta.

TAULUKKO 2. FPC-verisoiden valmistusmäärät

<i>vuosi</i>	<i>FPC-750</i>	<i>FPC 1000</i>	<i>FPC 1500</i>	<i>FPC 3200</i>	<b><i>YHT</i></b>
2001	3				<b>3</b>
2002	7		3		<b>10</b>
2003	17	1	1	1	<b>20</b>
2004	24	5	5	1	<b>35</b>
2005	22	6	8		<b>36</b>
2006	21	13	10	3	<b>47</b>
2007	34	27	18	2	<b>81</b>
2008	33	20	12	4	<b>69</b>
2009	10	2	6	3	<b>21</b>
2010	9	4	8	3	<b>24</b>
2011*	21	14	13	5	<b>53</b>
<b>YHT.</b>	<b>201</b>	<b>92</b>	<b>84</b>	<b>22</b>	<b>399</b>

\*TILANNE 1.12.2011

TAULUKKO 3. FPC-versiot, joissa on SE-taajuusmuuttajat

<i>Konttikoko</i>	<i>SE-taajuusmuuttajalla</i>
750	72
1000	33
1500	23
3200	13
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>141</b>

### 6.1 Työhön liittyvät riskit

Jokaisen projektiin liittyy omat riskinsä. Ennen jokaista projektia on syytä pysähtyä miettimään riskejä ja riskitekijöitä. Kuten projekteissa yleensä riskit liittyvät usein aikaan ja rahaan. Tämän työn suurimmat riskit liittyivät siihen, että jokin tärkeä yksityiskohta on jäänyt huomaamatta. Tämän työn riskeiksi tunnistettiin:

\*puutteelliset tiedot nykyisestä kontin konfiguraatiosta

\*virheelliset tiedot kontin toimitussisällöstä

\*asiakkaan tekemät omat muutokset konttiin

\*väärin parametrien lataaminen uusiin taajuusmuuttajiin

\*asennustyömaalla havaittavat odottamattomat asiat ja siitä seuraavat viiveet

### 6.2 Tunnistettujen riskien analysointi ja toimenpiteet

*puutteelliset tiedot nykyisestä kontin konfiguraatiosta*

Tiedot tarkistetaan asiakkaan taholta ja omista tiedostoista.

*virheelliset tiedot kontin toimitussisällöstä*

Tiedot tarkistetaan asiakkaan taholta ja omista tiedostoista.

*asiakkaan tekemät omat muutokset konttiin*

Selvitään asia asiakkaan ja paikallisen huollon kanssa etukäteen

*väärien parametrien lataaminen uusiin taajuusmuuttajiin*

Nykyisten parametrien selvittäminen etukäteen modemyhteydellä järjestelmään

*asennustyömaalla havaittavat odottamattomat asiat ja siitä seuraavat viiveet*

Vertaillaan muiden laitteiden vastaavista muutostöistä etukäteen siellä havaittuja puutteita. Varataan riittävä määrä tarvikkeita, osia ja työkaluja asennustyölle. Jokainen tarvittava komponentille otetaan varaosa mukaan, jotta vältytään odotusajalta esim. inhimillisen virheen tapahtuessa.

## 7 TYÖN TOTEUTUS

Kun perustiedot konteista ja taajuusmuuttajista oli kerätty, siirryttiin varsinaiseen toteutusvaiheeseen, joka on kuvattuna alla

### 7.1 Käytettävän taajuusmuuttajan valinta

Koska Kontin uusimmassa versiossa käytetään SK-sarjan taajuusmuuttaja, on se luonnollinen valinta käytettäväksi korvaamaan aikaisempien konttiverisoiden SE-taajuusmuuttajia. Käyttökokemukset ja vikahistoriatiedot tukevat myös SK-taajuusmuuttajan valintaa korvaavaksi taajuusmuuttajaksi. SK-sarjan taajuusmuuttajat ovat toimineet Fastemsin sovelluksissa pääsääntöisesti erittäin luotettavasti, vaikka vuoden 2008 aikana kentältä kantautui tietoja, että varsinkin FMS-järjestelmien latausasemien ohjauksessa käytetyissä SK-taajuusmuuttajissa oli ollut ongelmia ja vikatiheys oli kasvanut huomattavasti. Kyseiset taajuusmuuttajat jäljitettiin sarjanumeroidensa perusteella ja lopputuloksena valmistajalta saatiin tietoa, että tässä valmistuserässä oli käytetty viallisia komponentteja. Sarjanumeroiden perusteella jäljitetyt taajuusmuuttajat korvattiin kaikki takuuna valmistajan toimesta. Tämän jälkeen taajuusmuuttajat ovat toimineet normaalisti ja luotettavasti.

Uuden taajuusmuuttajan valinnassa on tärkeätä, että valitaan riittävän suorituskyvyn omaava taajuusmuuttaja. Taajuusmuuttajien koko vaihtelee FPC-tuoteperheissä riippuen kontin paletinkäsittelykyvystä. Mitä isompaa kuormaa hissi pystyy käsittelemään, sitä enemmän vaaditaan tehoa myös käytöltä. Ylimoitettun taajuusmuuttajan valinta ei sinänsä haittaa toimintaa, mutta on kustannusten kannalta turhaa valita suurempi taajuusmuuttajaa kun on tarvetta. Vaikka FPC-750 tapauksessa uudet taajuusmuuttajat ovat hieman ylimitoituja tähän käyttötarkoitukseen, haluttiin vaihtoprosessin selkeyden vuoksi kaikki uudet taajuusmuuttajat pitää samoina. Tämä helpottaa esim. varaosavaraston ylläpitoa ja sitä kautta varastoon sitoutunut pääoma ei pääse tarpeettomasti kasvamaan.

Vanhoja SE-taajuusmuuttajia on Fastemsin kautta toimitettu varaosina 59 kpl. SE-taajuusmuuttajilla varustettuja konttejahan oli toimitettu n.140 kappaletta. SE-taajuusmuuttajia on käytössä siis n. 420 kpl. Näin ollen n. 14%  $((59/420)*100)$  SE-taajuusmuuttajista on jouduttu vaihtamaan näiden konttien elinkaaren aikana. Määrä ei sinänsä ole hälyyttävä, mutta kun muistetaan, että SE-taajuusmuuttajien valmistus on loppunut, niin asian kriittisyys kasvaa oleellisesti. Tähän tilastoon ei kuitenkaan kuulu ne tapaukset, joissa asiakas on mahdollisesti itse hankkinut taajuusmuuttajan. Lisäksi erilaisissa varaosapaketeissa toimitetut taajuusmuuttajat eivät sisälly tähän tilastoon.

TAULUKKO 4. Vanhat ja uudet taajuusmuuttajat (FPC-750)

<b>AKSELI</b>	<b>VANHA TM</b>	<b>UUSI TM</b>
X	SE 234075 0.75 kW	SKB 3400110 1.1 kW
Y	SE 234220 2.2 kW	SKC 3400300 3.0 kW
Z	SE 234075 0.75 kW	SKB 3400110 1.1 kW

TAULUKKO 5. Vanhat ja uudet taajuusmuuttajat (FPC-1000 , FPC-1500 ja FPC -3200)

<b>AKSELI</b>	<b>VANHA TM</b>	<b>UUSI TM</b>
X	SE 23400110 1.1 kW	SKB 3400110 1.1 kW
Y	SE 2340300 3.0 kW	SKC 3400300 3.0 kW
Z	SE 23400110 1.1 kW	SKB 3400110 1.1 kW

## 7.2 Tarvikkeet ja osat

Taajuusmuuttajat on sijoitettu erilliseen sähkökaappiin kontin ulkopuolella. Vertailtaessa uusien sähkökaappeja vanhempien versioiden kaappeihin voitiin todeta, että eroavaisuudet eivät ole kovin suuret. Asennustila ei tule aiheuttamaan ongelmia, koska SK-sarjan taajuusmuuttajat ovat fyysisiltä mitoiltaan hieman pienempiä. Itse taajuusmuuttajien ja SmartStickin (kuva 18) lisäksi tarvitaan asennuskiskoa, sähkökaapelia (kuva 19), muttereita, pultteja ja erilaisia kiinnikkeitä. Lisäksi Beckhoffin profibus-kortit on järkevää uusia tässä yhteydessä, koska ne ovat edullisia. Uusimalla kortit voidaan olettaa niiden toimivan useamman vuoden häiriöttä. Tarkempi luettelo tarvittavista osista on liitteessä 3.



Kuva 18. SmartStickin paikka taajuusmuuttajassa (www.sks.fi 2011)



Kuva 19. Kaapleiden veto sähkökaapissa (Nieminen 2011)

### 7.3 Parametrit ja vaihdemoottorit

Käytössä olevat moottorit ja niiden tyypit löytyvät Fastemsin toiminnanohjausjärjestelmästä valmistusrakenteiden avulla. Kontteja on toimitettuna sekä Euroopassa ja Amerikassa, joten näiden konttien moottorien kohdalla on pieniä eroja. Pääsääntöisesti konteissa on käytetty italialaisen Bonfigliolin valmistamia moottoreita (kuva 20), mutta joukossa on myös muutama SEW:n valmistama moottori. SEW:n valmistamien moottorien kohdalla parametointi (liite 2) on hieman erilainen. Pohjois-Amerikkaan toimitetut moottorit ovat UL-hyväksytyjä. (UL = Underwriters Laboratories Inc.) UL-hyväksyntä on amerikkalainen sertifikaatti, joka määrittelee käyttöturvallisuusvaatimukset Pohjois-Amerikkaan toimitettaville laitteille. UL-hyväksytyssä laitteessa lähes kaikki käytetyt komponentit tulee olla UL-hyväksytyjä. Erityisen tarkkoja ollaan paloturvallisuuden liittyvissä asioissa. UL-hyväksyntää voidaan karkealla tasolla verrata eurooppalaiseen CE-merkintään.

Korvattaessa SE-taajuusmuuttaja SK:lla tulee nopeuden, virran, kierrosnopeuden ja cosini fiin arvoja muuttaa, jotta taajuusmuuttaja toimii halutulla tavalla. Tarkempi listaus muutettavista taajuusmuuttajaparametreista on liitteessä 2



Kuva 20. Bonfigliolin vaihdemoottori (www.bonfiglioli.it 2011)

## 7.4 Dokumentoinnin päivittäminen

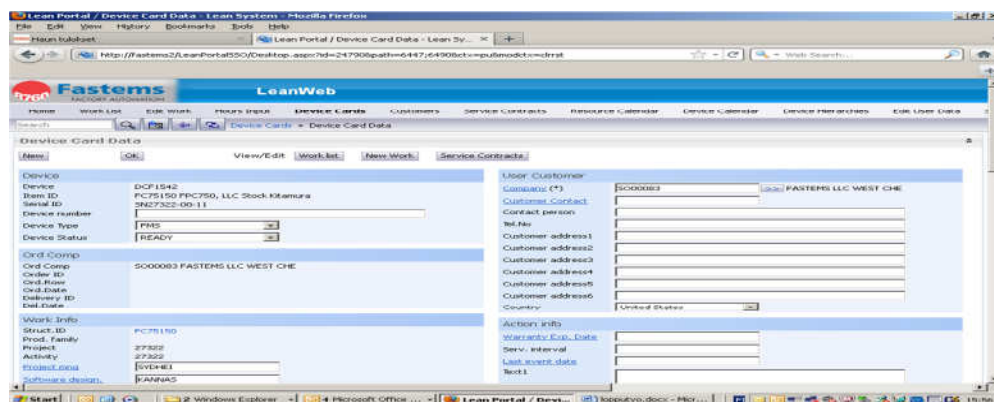
Muutos- ja päivitysprojekteissa on olennainen osa myös käytettävissä olevan dokumentoinnin päivittäminen ajan tasalle sekä asiakkaan että valmistajan omiin olemassa oleviin dokumentteihin. Tässä työssä muutoksia tulee sähködokumentteihin ja osaluetteloihin. Sähködokumenttia korjataan korvaamalla vaihdettu taajuusmuuttaja uudella. Lisäksi tarvittavat kytkentäkaaviot päivitetään. Mekaniikkadokumentteihin ei tehdä muutoksia, koska laitteen mekaniikka ei muutu. Sähkökaapin layout-kuviin tehdään tarvittaessa muutoksia, mutta taajuusmuuttajan vaihtaminen ei vaikuta sähkökaapin layout-kuviin oleellisesti.

## 7.5 ERP:n laitekortin päivittäminen

Jokaisesta Fastemsin valmistamasta tuotteesta on olemassa ERP:ssä laitekortti. Laitekortilla (kuva 21) kerrotaan tuotteen nimi, sarjanumero, takuu-aika, ominaisuudet, asiakas ja laitteen sijainti.

Lisäksi laitekortilta näkee tuotteen varaosahistorian ja sieltä löytyy linkki työmääräimiin, joilla on laitteelle suoritettu huoltoa tai korjausta.

Kun FPC:lle on suoritettu taajuusmuuttajien uusiminen tulee laitekortille merkintä tästä. Näin varmistetaan osaltaan se, että tulevaisuudessa varaosatoimituksissa ei toimiteta enää vanhan mallin taajuusmuuttajaa.



Kuva 21. Esimerkki laitekortista (Fastems 2011)

## 7.6 Sisäinen vertailu

Fastemsin valmistamiin FMS-järjestelmiin on viimeisen vuoden aikana suoritettu noin 20 kappaletta vanhojen taajuusmuuttajien korvausprojektia. Projektin perusidea on sama kuin tässäkin työssä, mutta sen laajuus on huomattavasti suurempi, ja se on huomattavasti työläämpi ja kalliimpi kuin tämä SE-taajuusmuuttajien korvaaminen. Esimerkiksi PLC-ohjelmiin on jouduttu tekemään muutoksia, joita SE-taajuusmuuttajien kohdalla ei tarvitse tehdä.

Kyseisessä projektissa on korvattu V3-sarjan taajuusmuuttajat uusilla SP-sarjan taajuusmuuttajilla. Kyseisen, myös Control Techniquesin valmistaman, V3-taajuusmuuttajan valmistus on lopetettu.

Projektin suurimmat haasteet ovat olleet virheelliset kaapeleiden kytkennät ja puutteelliset sähködokumentit. Asennusvaiheessa myös joitakin vanhoja komponentteja on hajonnut ja ne on jouduttu korvaamaan. Lisäksi jotkut FMS-järjestelmät ovat olleet mekaanisesti kohtalaisen huonossa kunnossa projektia aloitettaessa.

Nämä kokemukset huomioon ottaen, tässä SE-taajuusmuuttajien korvaamisessa keskitytään huolelliseen kytkentöjen tekemiseen. Lisäksi on syytä varmistua ennen korvaamisen aloittamista, että kontti on mekaanisesti riittävän hyvässä kunnossa. Esimerkiksi ennakkohuollon suorittaminen kontille tässä yhteydessä on erittäin suotavaa. Omalle henkilöstölle on myös painotettava toimintaohjeeseen huolellista perustehtymistä ennen työn aloittamista.

## 8 TYÖN SIMULOINTI JA TESTAUS

Case: Korvaamisen simulointi asiakkaalla

Asiakkaalla on käytössä FPC-1000, joka on valmistettu vuonna 2005. Kontin akseliohjauksissa on käytössä SE-taajuusmuuttajat. Moottoreina on käytettynä Bofigliolin valmistamat AC-vaihdemoottorit. Konttia on jatkettu kahdella jatkomodulilla ja siinä on kaksi latausasemaa. Konttiin on liitetty kolme vaakakaraista työstökeskusta. Tähän konttiin ei ole kuuden vuoden aikana jouduttu vaihtamaan yhtään taajuusmuuttajaa, joten riski niiden vikaantumisesta on kasvanut.

### 8.1. Tarvittavien osien hankinta

Operaatioissa minimissään tarvittavat tarvikkeet ovat oikeat SK-taajuusmuuttajat ja Smart Stickit pohjanaan nykyisin valmistettavien konttien taajuusmuuttajissa tarvittavat parametrit. Lisäksi asennustyömaalle on syytä varata kaapeleita, jatkomuttereita, pultteja ja erilaisia kaapelikiinnikeitä, jos asennustyön yhteydessä jokin vanha osa havaitaan kuluneeksi.

### 8.2. Vaihtotyö

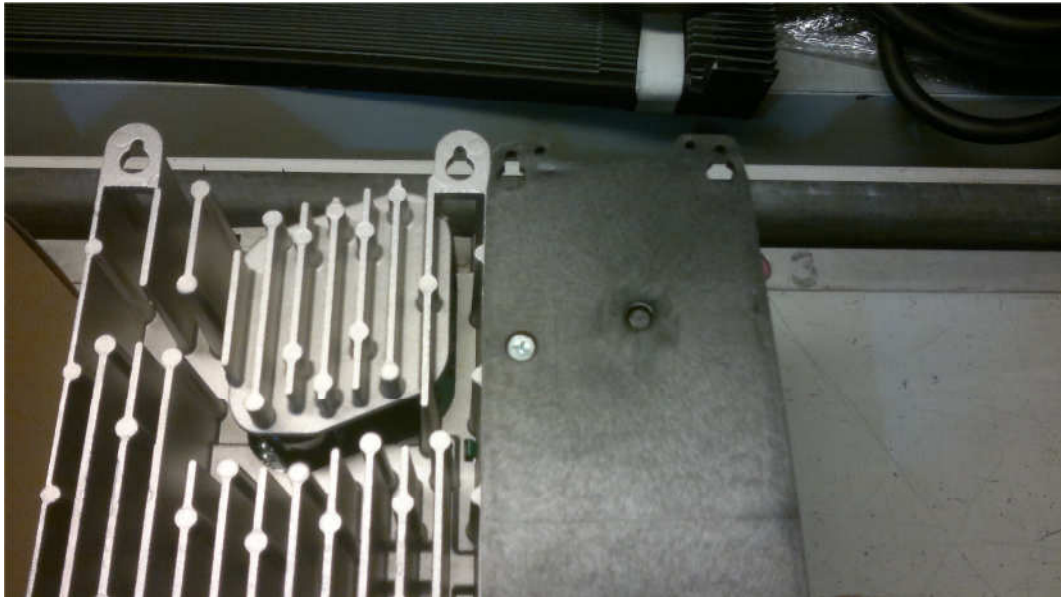
Kun kontin pääkytkin on kytketty OFF-asentoon, irrotetaan sähkökaapissa olevat SE-taajuusmuuttajat sähkökaapista. Uudet taajuusmuuttajat voidaan kiinnittää myös ruuveilla takaseinään, vaikka SK-muuttajat ovatkin leveydeltään kapeampia kuin edeltäjänsä. Kuvassa 22 näkyy taajuusmuuttajien kiinnitysreiät. Kun SK-taajuusmuuttaja on kiinnitetty liitetään sähkökaapelit taajuusmuuttajaan.

Kun taajuusmuuttaja on käynnistetty, varmistetaan, että taajuusmuuttaja on valmiustilassa (rD). Tämän jälkeen asetetaan valmiiksi ohjelmoitu Smart Stick taajuusmuuttajaan. Tarkempi taajuusmuuttajan parametroidin ohje on liitteessä 1. Parametroidin ohje on kirjoitettu suoraan englanniksi, jotta vältetään käännöstyö ja sen aiheuttamilta kustannuksilta jatkossa.

Jos parametroiden yhteydessä tulee virhetiloja, ilmoittaa taajuusmuuttaja omalla näytöllään virhetilasta (Er). Virhetiloista selvitymiseen löytyy ohjeita myös liitteessä 1. Kun taajuusmuuttajan toiminta on saatu varmistettua, muutetaan seuraavat parametrit konttikohdaisesti taajuusmuuttajan paneelilta (esimerkki FPC-1000):

<b>akseli</b>	<b>parametrinro</b>	<b>uusi arvo</b>	<b>kommentti</b>
<b>X</b>	2	85	maksiminopeus
	6	2,7	virta
	7	1500	rpm
	9	0,74	cos $\phi$
<b>Y</b>	2	90	maksiminopeus
	6	7,1	virta
	7	1500	rpm
	9	0,77	cos $\phi$
<b>Z</b>	2	125	maksiminopeus
	6	3	virta
	7	1000	rpm
	9	0,72	cos $\phi$

Kun uudet parametrit on saatu tallennettua taajuusmuuttajaan, tallennetaan ne myös muistitikulle. Muistitikulla ne säilyvät tallessa ja ne ovat nopeasti ladattavissa uudelleen taajuusmuuttajaan. Tämä on erityisen kätevää, kun uusi taajuusmuuttaja joudutaan aikanaan vaihtamaan. Kun vaihtotyö on saatu suoritettua, suoritetaan kontin toiminnan tarkastus ja koekäyttö liitteen 5 ohjeiden mukaisesti. Aikaa tähän operaatioon menee maksimissaan 8 työtuntia. Kun operaatiota on suoritettu muutaman kerran saman huoltoteknikon toimesta, voidaan olettaa, että tarvittava laskennallinen työaika voidaan jopa puolittaa ja saada sitä kautta vieläkin kustannustehokkaampi hinta. Kustannuslaskelma on esitetty luvussa 9.



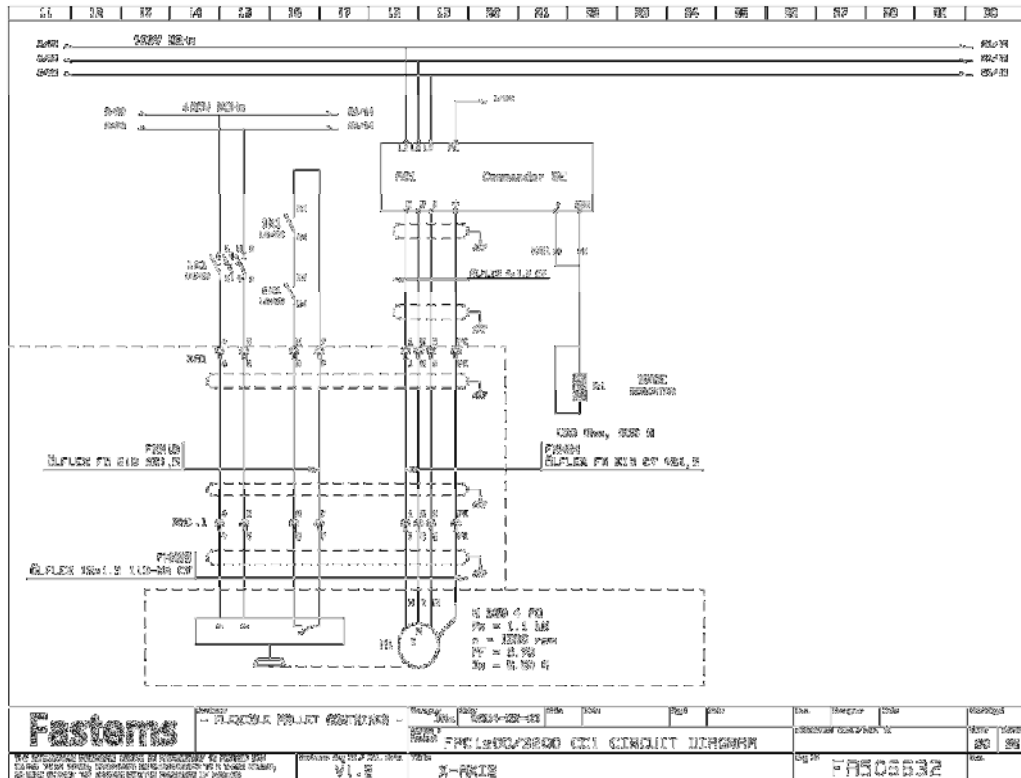
Kuva 22. Taajuusmuuttajan kiinnitysreiät, vasemmalla SE ja oikealla SK (Nieminen 2011)

### 8.3 Vaihtotyön raportointi

Vaihtotyö raportoidaan huoltoraportille, jossa kuvataan tehty työ yksityiskohtaisesti. Vaihtoon tarvittavat varaosat, tarvikkeet ja työtunnit kirjataan huoltoraportille. Samalla kirjataan myös muut mahdolliset havainnot, jotka on havaittu kontin toiminnassa, ja jotka aiheuttavat mahdollisia jatkotoimenpiteitä.

### 8.4 Dokumenttien päivitys

Sähködokumentit (kuva 23) ja osaluettelot (kuva 24) päivitetään tehtaassa suunnitteluosastolla ja toimitetaan asiakkaalle ja sisäiseen käyttöön sekä tallennetaan laitekortille ja PDM-järjestelmään. Lisäksi ERP:n laitekortti päivitetään ajan tasalle.



Kuva 23. Sähköpiirustus, jossa SE-taajuusmuuttaja X-akselilla (Fastems 2011)

AC1	UNIVERSAL VARIABLE SPEED DRIVE	SE 23400110 1,1 kW	CONTROL TECHNIQUES	1
AC2	UNIVERSAL VARIABLE SPEED DRIVE	SE 2340300 3,0 kW	CONTROL TECHNIQUES	1
AC3	UNIVERSAL VARIABLE SPEED DRIVE	SE 23400110 1,1 kW	CONTROL TECHNIQUES	1

Kuva 24. Taajuusmuuttajat osaluettelossa. (Fastems 2011)

## 8.5 Henkilöstön koulutus

Yhtenä tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli, että työn opinnäyte toimii kompaktina toimintaohjeena omalle henkilöstölle taajuusmuuttajavaihdon suorittamiseen kentällä asiakkaan tiloissa. Tarkoituksena ei ole järjestää asiasta erillistä huoltokoulutusta, vaan vaihtotyö onnistuu kenttähuollolta tämän toimintaohjeen avulla.

## 9 KUSTANNUSLASKELMA

Alla olevassa taulukossa 6 on esitetty kustannulaskelma toteutukselle.

Laskenta on suoritettu siten, että kaikki kolme taajuusmuuttajaa vaihdetaan samalla kertaa.

## TAULUKKO 6. Kustannuslaskelma

nimike	kustannus €	tehdashinta €	myyntih. €
SM01070	XX	YY	ZZ
SM01070	XX	YY	ZZ
SM01072	XX	YY	ZZ
65058400	XX	YY	ZZ
KL 1104	XX	YY	ZZ
KL 2134	XX	YY	ZZ
KL 4004	XX	YY	ZZ
TARVIKKEET	XX	YY	ZZ
SÄHKÖSUUN.	XX	YY	ZZ
SOFTA	XX	YY	ZZ
PROJEKTOINTI	XX	YY	ZZ
ASENUS+KO	XX	YY	ZZ
DOKUMENTOINTI	XX	YY	ZZ
TAKUUVARAUS	XX	YY	ZZ
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>XX</b>	<b>YY</b>	<b>ZZ</b>

Myyntihinnaksi tulee tällä laskelmalla XX euroa.

(Hintatiedot poistettu)

## 10 YHTEENVETO

Kokonaisuudessaan voidaan todeta, että projekti oli onnistunut ja tavoite saavutettiin. SE-sarjan taajuusmuuttajien korvaaminen selvitettiin ja toteutettiin tavoitteen mukaisesti. Lisäksi tämä opinnäytetyö soveltuu työohjeeksi yrityksen omalle huoltohenkilöstölle.

Seuraavana vaiheena voisi tulevaisuudessa olla kontin ensimmäisen valmistusversion tarkastelu tässä työssä kuvatulla tavalla. Koska ensimmäisen valmistusversion akseleiden ohjaukset on toteutettu bittinopeusohjetta käyttäen, ei tämän työn lopputuloksia voida kuitenkaan hyödyntää sellaisenaan. Käyttö- ja asennuskokemuksista kerätyistä tiedoista ja havainnoista voitaneen kuitenkin saada arvokasta lähtötietoa projektille.

Lisäksi kun käytännössä toteutetaan taajuusmuuttajavaihdoksia, olisi syytä miettiä, mitä muita korjaus- tai huoltotoimenpiteitä voitaisiin samassa yhteydessä tehdä. Tällaisia töitä voisivat olla esimerkiksi Z-akselin anturin muutostyö. Anturin vaihtoon on olemassa oma varaosapakettinsa. Tässä työssä tarkastellut kontit ovat olleet kuitenkin käytössä useita vuosia, joten anturin muutostyö suunnitellusti voi estää suunnittelelemattoman tuotantoseisakin tulevaisuudessa.

Lisäksi vanhemmille konteille on kehitetty varaosapakettinsa, jossa nykyisin käytössä oleva PC korvataan paremmin teollisuuskäyttöön soveltuvalla PC:llä.

Kontin ennakkohuoltoon lasketaan tarvittavan noin kahdeksan tuntia aikaa. Ennakkohuollon ajoitus voisi sopia hyvin samaan ajankohtaan taajuusmuuttajien vaihtotyön kanssa, koska kontti joudutaan joka tapauksessa pysäyttämään usean tunnin ajaksi.

## LÄHTEET

Aalto, H 1997. Kunnossapitotekniikan perusteet

Heinonkoski, R. 1993. Koneautomaation kunnossapito

Paavola M, Lehtinen P. 1989. Sähkötekniikan oppikirja

Barnes M. 2003. Practical Variable Speed Drives and Power Electronics

Niiranen J. 1999. Sähkömoottorikäytön digitaalinen ohjaus

SKS Oy 2011 [verkkosivut] SKS-downloads [viitattu 13.3.2011]

[www.sks.fi/download/sks\\_CommanderSE\\_025\\_37kW/\\$file/Comm\\_SE\\_ESS.pdf](http://www.sks.fi/download/sks_CommanderSE_025_37kW/$file/Comm_SE_ESS.pdf)

[http://www.sks.fi/download/sks\\_CommanderSK\\_025\\_132kW](http://www.sks.fi/download/sks_CommanderSK_025_132kW)

[www.bonfiglioli .fi](http://www.bonfiglioli.fi) [viitattu 13.3.2011]

## LIITTEET

Liite 1: Parametrintiohje SK-taajuusmuuttajille

Liite 2: Parametriluettelo

Liite 3: Tarvikeluettelo

Liite 4: Sähkökuvat

Liite 5: FPC:n käyttöohjeet

## LIITE 1

## PARAMETROINTI OHJE

## Commander SK parameters

## COMMANDER SK DISPLAY OPERATIONS

## Storing drive parameters

When the keypad is used to edit a parameter, the parameter is stored when the mode key is pressed after adjustment has been made.



## Programming keys

The **MODE** key is used to change the mode of operation of the drive.

The **UP** and **DOWN** keys are used to select parameters and edit their values. In keypad mode, they are used to increase and decrease the speed of the motor.

## Control keys

The **START** key is used to start the drive in keypad mode.

The **STOP/RESET** key is used to stop and reset the drive in keypad mode. It can also be used to reset the drive in terminal mode.

Most parameters when being adjusted take immediate effect, but destination and source parameters do not. For the new value of one of these parameters to take effect a **'Drive Reset'** must be carried out. When the drive is not running the Stop/Reset key will always reset the drive.

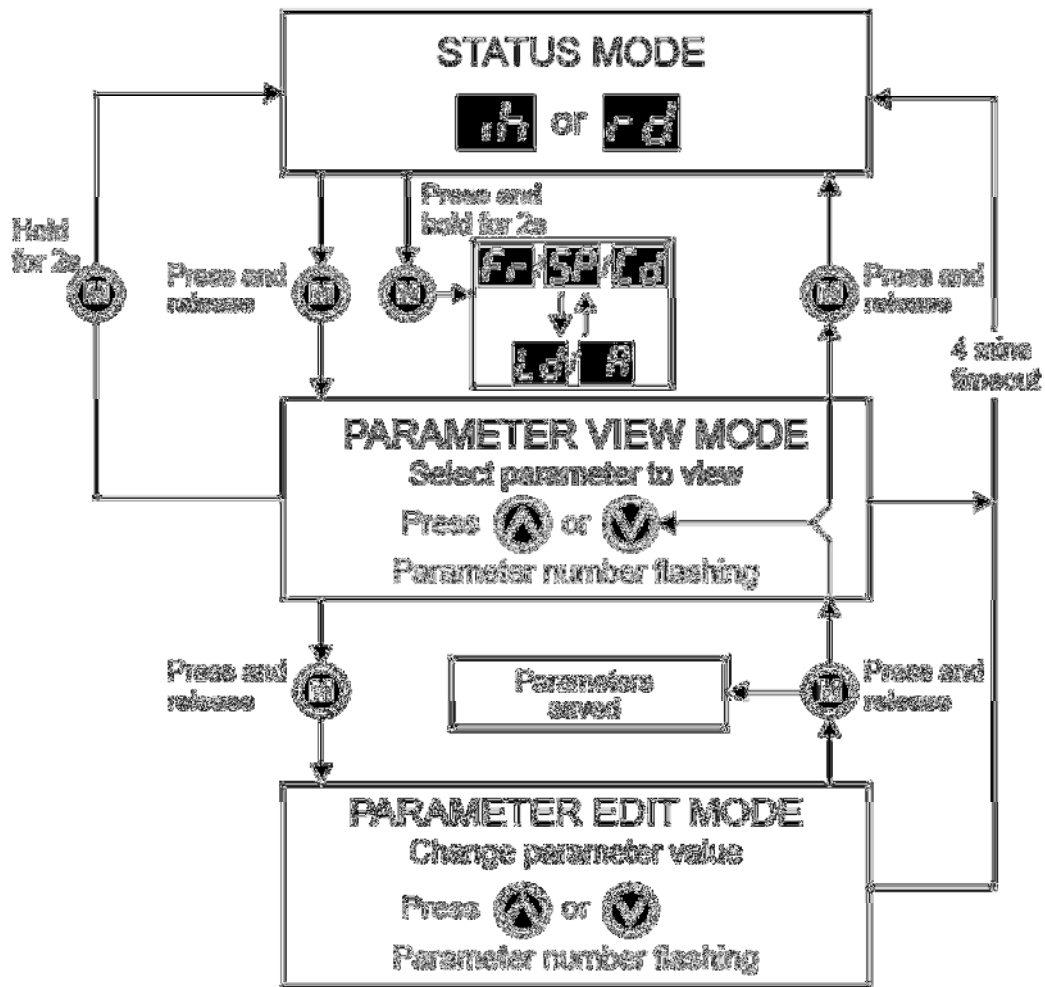
Left hand display	Status	Explanation
	Drive ready	The drive is enabled and ready for a start command. The output bridge is inactive.
	Drive inhibited	The drive is inhibited because there is no enable command, or a cancel to stop is in progress or the drive is inhibited during a trip event.
	Drive has tripped	The drive has tripped. The trip code will be displayed in the right hand display.
	DC injection braking	DC injection braking current is being applied to the motor.

## Speed indications


Display Mnemonic	Explanation
	Drive output frequency in Hz
	Motor speed in rpm
	Machine speed in customer choice units

## Load indications







Display Mnemonic	Explanation
	Load current as a % of motor rated load current
	Drive output current per phase in A



When in Status mode, pressing and holding the  MODE key for 2 seconds will change the display from displaying a speed indication to displaying load indication and vice versa.

Pressing and releasing the  MODE key will change the display from status mode to parameter view mode. In parameter view mode, the left hand display flashes the parameter number and the right hand display shows the value of that parameter.

Pressing and releasing the  MODE key again will change the display from parameter view mode to parameter edit mode. In parameter edit mode, the right hand display flashes the value in the parameter being shown in the left hand display.

Pressing the  MODE key in parameter edit mode will return the drive to the parameter view mode. If the  MODE key is pressed again then the drive will return to status mode, but if either of the  up or  down keys are pressed to change the parameter being viewed before the  MODE key is pressed, pressing the  MODE key will change the display to the parameter edit mode again. This allows the user to very easily change between parameter view and edit modes whilst commissioning the drive.



Trips can be grouped into the following categories:

Category	Trips	Comments
Hardware faults	PF01 to PF10	These malfunctions prevent safe crane movement. The reason is not described in these trips and the display shows PF01. The exact cause of the fault is hidden and the operator should be warned.
Self monitoring trips	U1	Under voltage trip caused by secondary line error. Self is automatically reset by the driver when the supply voltage is within specifications (see table Table 10-14 Under voltage trip and restart levels)
Overvoltage trips	PF02 to PF04, PF11	Exceeds limits. The exact cause of the fault is hidden and the operator should be warned.
RFI trip	PF5	Interference caused by external power source. Will not alarm again.
Blocked trips	U10 to U13	Machine not able to lift
Excess speed or excessive load	U14 to U16	Overhaul limit alarm
Emergency stop	PF12, U17, U18	Emergency stop
Power loss	PF1	Use other means before stopping operation. Use other means before starting operation again after release of emergency stop

Table 10-14 Under voltage trip and restart levels

Drive voltage rating	UU trip level	UU restart level
200	17%	170%
400	20%	200%

\*These are the absolute values of voltage but the values can vary by the

Table 10-15 HF trips

HF fault code	Reason for trip
01 to 04	Not used
05	No operation (HP) at start up
06	Interlocked stop
07	Working device
08	Emergency stop (acknowledge)
09 to 10	Not used
11	Reset of the emergency stop
12 to 19	Not used
20	Power stage - code error
21	Power stage - unrecognised fault alarm
22	Off alarm at power up
23 to 24	Not used
25	HP - Overcurrent alarm
26	HP - Overcurrent alarm to occur, or unladen motor (HP), or loading HP at start of power up
27	Power stage - overcurrent
28	HP - overcurrent alarm
29 to 32	Not used

The following alarm warnings and display indications will flash on the right hand display when they become active.

Table 10-16 Alarm Warnings

Display	Condition
OMLd	Idt overload (see Pr 4.15, Pr 4.16 on page 63, Pr 4.15 on page 65 and Pr 4.17 on page 67)
U1	Under voltage trip (see Pr 4.14 on page 62, Pr 4.15 on page 65 and Pr 4.16 on page 67)
U10	Blocked trips (see Pr 4.14 on page 62, Pr 4.15 on page 65 and Pr 4.16 on page 67)

Table 10-17 Display Indications

Display	Condition
OMLd	Idt overload (see Pr 4.15, Pr 4.16 on page 63, Pr 4.15 on page 65 and Pr 4.17 on page 67)

## KEYPAD MODE

**Newer use parameter 5 “Drive configuration” to set keypad function “Pad”, because this is macro, which changes other drive parameters.**

Use instead parameter 1.14 as follows. Set 71 = 1.14 and write value **4=PAD** in parameter 61 to get keypad function active. After ending keypad function, set previous value back to 1.14.

Motor does not move to negative direction without setting parameter 17 (1.10), “Allow negative references” to value “On”. This parameter is normally always “On”.

Enable signal to terminal B4 must be activated so you have text “rd” on display.

Speed:

Movement frequency is selected by pressing first Mode key (M) so many times (1-4), that on display you have text “rd -0.0”. Then select wanted speed by arrow up/down buttons.

Start/stop movement by lower buttons on display.

Don't forget to select 1.14 back to original value after keypad operation

## SETTING DRIVE FACTORY DEFAULTS

Sometimes, it is best to start from default parameters. For example during EEf trip.

Defaults are set by parameter 29, which has values:

**no:** defaults are not loaded

**Eur:** 50Hz default parameters are loaded

**USA:** 60Hz default parameters are loaded.

Do not use USA defaults, because Fastems systems are using Eur defaults even in USA.

Default parameters are set by pressing the MODE key on exit from parameter edit

mode after Pr **29** has been set to Eur or USA.

When default parameters have been set, the display will return to Pr **01** and Pr **10** will be reset to L1.

The drive must be in a disabled, stopped or tripped condition to allow default parameters to be set. **Display shall not have text “rd”, when setting this parameter. Take off wire from terminal B4 to get “ih”.**

If default parameters are set while the drive is running, the display will flash FAIL twice before changing back to no.

## OPERATING WITH SMARTSTICK

The SmartStick is located at the left side of the drive display (if fitted). SmartStick is normally inserted to the drive at Lahdesjärvi and parameters are copied to stick (Prog) before crane or station delivery.

If drive is changed, parameters can be read from the SmartStick.

The drive only communicates with the SmartStick when commanded to read or write, meaning the card may be "hot swapped"

Commander SK has direct access only to menu 0. Write first Security status Pr 10=L3 to access all 0-menu parameters.

Parameter cloning is initiated by pressing the MODE key on exit from parameter edit mode after Pr 28 has been set to rEAd, Prog or boot.

### 1.1 Parameter 28 (=11.42)

input values:

no: no action

rEAd:program the drive with the contents of the SmartStick

Prog:program the SmartStick with the current drive settings

boot: SmartStick becomes read only. The contents of the SmartStick will be copied to the drive every time the drive is powered up.

When data is programmed to the SmartStick it takes the information directly from the drives EEPROM memory thus taking a copy of the stored configuration of the drive rather than the current configuration in drive RAM. The drive takes action on the command when the user exits the parameter edit mode. Also, to be backwards compatible with Commander SE and to allow cloning over the serial interface, the drive will action the value programmed on a drive reset.

## 1 rEAd

Parameters can only be read from the SmartStick when the drive is disabled or tripped. If the drive is not in one of these states when a read is commanded, the display will flash FAIL once and then Pr 11.42 will be set back to no. Immediately after a read takes place, Pr 11.42 is set back to no by the drive. Once parameters are read from the SmartStick the drive automatically performs a parameter save to it's internal EEPROM.

## 2 Prog

Parameters can be written to the SmartStick at any time. When a 'Prog' is commanded, the SmartStick is updated with the current parameter set. Pr 11.42 is set back to no prior to the write taking place. If the card is read only the display will flash FAIL once and then Pr 11.42 will be set back to no.

Read only stick can be reset as follows: Set Pr 10 = L3 ( show all parameters)

Set Pr 71 = 100 ( Means 1.00)

Set Pr 61 = 9666 + Reset => 9666 is written to Pr  
1.00

## 3 boot (do not use this so far, because trip EEF problem exist)

Mode 3 is similar to mode 2 except that Pr 11.42 is not reset to 0 before the write takes place. If the 'boot' mode is stored in the cloning card this makes the cloning the master device. When a drive is powered up it always checks for a SmartStick, if one is fitted and it has been programmed in 'boot' mode the parameters are automatically loaded from the cloning card to the drive and furthermore they are saved in the drive. This provides a very fast and efficient way of re-programming a number of drives. Once a card is set to boot it becomes read only. If the card is read only the display will flash FAIL once and then Pr 11.42 will be set back to no.

## Different drive ratings

The SmartStick can be used to copy parameters between drives with different ratings but certain rating dependant parameters are not copied to the cloned drive, but are still stored within the cloning key. If the data is transferred to a drive of a different voltage or current rating from the source drive all parameters with the RA coding bit set are not modified and a **C.rtg trip** occurs.

RA-parameters: Rating dependant parameters are likely to have different values and ranges with drives of different voltage and current ratings. These parameters are not transferred by the SmartStick when the rating of the destination drive is different from the source drive.

- 2.08 Standard ramp voltage
- 4.07, 21.29 Current limits
- 5.07, 21.07 Motor rated currents
- 5.09, 21.09 Motor rated voltages
- 5.17, 21.12 Stator resistances
- 5.18 Switching frequency
- 5.23, 21.13 Voltage offsets
- 5.24, 21.14 Transient inductances
- 6.06 DC injection braking current

If parameter cloning is enabled when no SmartStick is fitted to the drive, the drive's display will show a **C.Acc trip**.

## SmartStick trip codes

<b>CEr</b>	SmartStick data error	Bad connection or memory corrupt within SmartStick
<b>CEk</b>	SmartStick data does not exist	SmartStick SmartStick being used
<b>CAc</b>	SmartStick master's fail	Bad connection or faulty SmartStick
<b>Crj</b>	SmartStick's drive rating change	Already programmed SmartStick used by a drive of a different rating
<b>EEF</b>	Internal drive EEPROM failure	Possible loss of parameter values (not default parameters (see Pt 29 on page 23))

## SK-PARAMETERS IN FASTEMS PRODUCTS

Parameter set B (Bit control); Station doors and conveyors  
 Parameter set A (Analog speed control); stations, buffertables, FPC  
 Parameter set P (Direct Profibus control) Crane fork widening  
 movement

Mother Smart stick for these parameters is marked by character A,B or P.

Mother sticks do not have correct motor nameplate values. These values must be written separately.

6 (5.07) Motor rated current 0.01 A. From **motor nameplate**.

9 (5.10) Motor rated power factor. Take value from **motor nameplate**.

7 (5.08) Motor rated full load rpm, Motherstick has value 0. **This parameter must be always 0 in parameter set A and W.**

Parameter set B works with value 0 too but more low frequency torque is got by setting nameplate rpm-value here.

When motor nameplate values have been set and programmed to Smart stick, drive number is added after character A,B or W.

Example: Electric cabinet has 5 drives AC1-AC5 and AC5 controls a door. Then AC5 backup Smart Stick shall have marking B 5.

Below are listed B, A and P-parameters, which differ from default values.

If parameter is visible on drive display, its number is first on line following by menu and parameter number (in parenthesis). **If parameter is not visible in display, you get access to parameter by writing destination to any parameter 71-80. Then read/write is possible in parameter 61-70.** 61 is editposition for parameter, which number is written in 71 and 62 for 72 and so on until last pair is 70 / 80.

Example: We want to edit parameter 8.21 "Terminal B3 digital input destination/output source" to 10.01= Drive healthy  
 Do as follows: Set 71 = 8.21 and write value 10.01 to parameter 61.

If you are not sure, which parameters are changes in drive, set first factory defaults. It is always better to set drive to stop -status before changing whole parameter set. Take off wire from terminal B4 to get text "ih" to drive display.

## Drive parameters for stations, buffertables and FPC

Memory mother Smart stick for these parameters is marked by character A

Here are listed parameters, which differ from default values.

10 (11.44) Security status "**L3**", Parameters up to 95 can be accessed

2 (1.06), Maximum set speed, **100.0**,Hz

3 (2.11), Acceleration rate 1, **0.0**, s/100 Hz

4 (2.21), Deceleration rate 1, **0.0**, s/100 Hz

6 (5.07), Motor rated current, 0.01 A. From **motor nameplate**.

7 (5.08), Motor rated full load rpm, **0**

9 (5.10), Motor rated power factor. Take value from **motor nameplate**.

11 (6.04), Start / stop logic select ,2

Display shall not have text "rd", when setting this parameter.

Take off wire from terminal B4 to get "ih".

A change to this parameter is only actioned when the drive is stopped, tripped or disabled. If the drive is active when this parameter is changed, the parameter will return to its pre-altered value on exit of edit mode.

Setting this parameter to 2 updates automatically following parameters, which do not have direct access from keypad:

8.23,Terminal B5 digital input destination, **6.34**

8.24,Terminal B6 digital input destination, **6.33**

16 (7.06), Analog input 1 mode (terminal T2), **6=VoLt**

17 (1.10), Allow negative references, **On**, Needed during keypad operations

30 (2.04), Ramp mode select,**0=FASt =Fast ramp**, normally selected when using a braking resistor

35 (8.41), Digital output control (terminal B3), **3=hEAL=Healthy**

41 (5.14), Voltage mode select, **2=Fd =Fixed boost mode**

42 (5.15), Low frequency voltage boost, **8.0** % If drive size is over 5 kw, boost must be smaller: 5kW=6%..... 20kW=4%.

### Following parameters do not have direct access in menu 0.

Get indirect access by setting destination to parameter 71-80.

Modification is made to parameter 61-70

1.14, Reference selector, **2=A2.Pr**

8.15, Terminal B7 digital input invert, **OFF**

8.21, Terminal B3 digital input destination/output source,**10.01 =Healthy**,

8.25, Terminal B7 digital input destination **10.33 =Drive reset**

8.27, Status relay source,**10.02 = Drive active**

PARAMETERS				
------------	--	--	--	--

<b>FPC750 (EU)</b>				
	<b>Parameter #</b>	<b>Value</b>	<b>Optiona I Value</b>	<b>Parameter name</b>
<b>X</b>	2	100		Max Speed
	6	1,98		rated Current
	7	1500	0	Rated RPM
	9	0,84		cos $\phi$
<b>Y</b>	2	90		Max Speed
	6	5,4		rated Current
	7	1500	0	Rated RPM
	9	0,82		cos $\phi$
<b>Z</b>	2	125		Max Speed
	6	1,72		rated Current
	7	1000	0	Rated RPM
	9	0,78		cos $\phi$
<b>FPC1000/1500/3200 (EU)</b>				
	<b>Parameter #</b>	<b>Value</b>	<b>Optiona I Value</b>	<b>Parameter name</b>
<b>X</b>	2	85		Max Speed
	6	2,7		rated Current
	7	1500	0	Rated RPM
	9	0,74		cos $\phi$
<b>Y</b>	2	90		Max Speed
	6	7,1		rated Current
	7	1500	0	Rated RPM
	9	0,77		cos $\phi$
<b>Z</b>	2	125		Max Speed
	6	3		rated Current
	7	1000	0	Rated RPM
	9	0,72		cos $\phi$

**FPC750 (US)**

	Parameter #	Value	Optiona I Value	Parameter name	
<b>X</b>	2	100		Max Speed	
	6	1,85		rated Current	
	7	1500	0	Rated RPM	
	8	460			
	9	0,79		cos $\phi$ Rated	
	39	60		Frequency	Only with SEW motors
<b>Y</b>	2	80		Max Speed	
	6	3,9		rated Current	
	7	0		Rated RPM	
	8	460			
	9	0,87		cos $\phi$ Rated	
	39	60		Frequency	Only with SEW motors
<b>Z</b>	2	100		Max Speed	
	6	1,5		rated Current	
	7	0		Rated RPM	
	8	460			
	9	0,79		cos $\phi$ Rated	
	39	60		Frequency	Only with SEW motors

**FPC1000/1500/3200 (US)**

	Parameter #	Value	Optiona I Value	Parameter name	
<b>X</b>	2	100		Max Speed	
	6	2,6		rated Current	
	7	1800	0	Rated RPM	
	8	460			
	9	0,8		cos $\phi$ Rated	
	39	60		Frequency	Only with SEW motors
<b>Y</b>	2	90		Max Speed	
	6	6,6		rated Current	
	7	1800	0	Rated RPM	
	8	460			
	9	0,9		cos $\phi$ Rated	
	39	60		Frequency	Only with SEW motors

<b>Z</b>	2	125	Max Speed	
	6	3	rated Current	
	7	1200	0 Rated RPM	
	8	460		
	9	0,62	cos $\phi$	
	39	60	Rated Frequency	Only with SEW motors

## LIITE 3

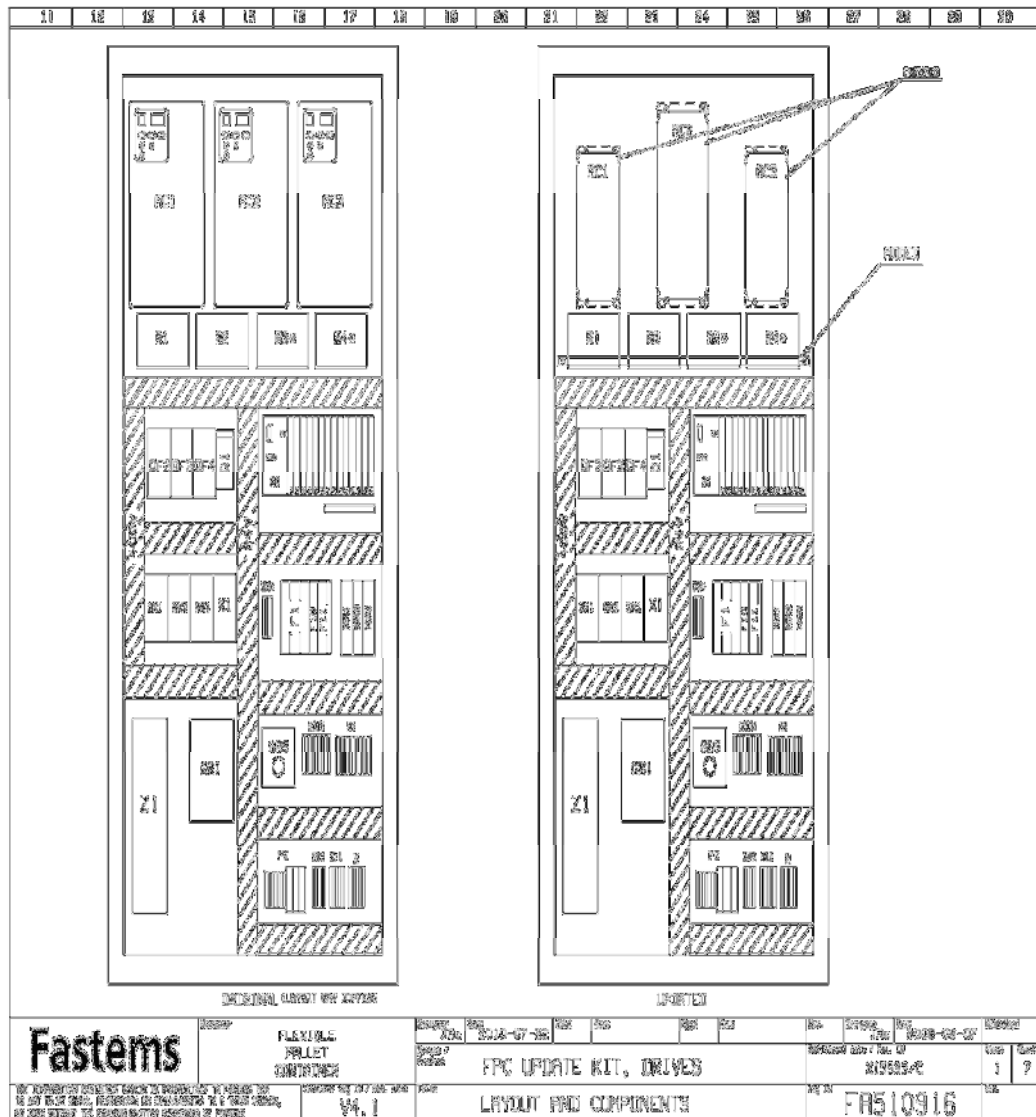
**TARVIKE**

Taajuusmuuttaja  
Smart stick  
3m 4x2x0.25 Liycy kaapelia  
4kpl Jatkomutteri 20mm M5l  
2kpl pultti M5  
3kpl SK8 kiinnike  
3kpl SK14 kiinnike  
Beckhoff KL 1104  
Beckhoff KL 2134  
Beckhoff KL 4004

**NIMIKE**

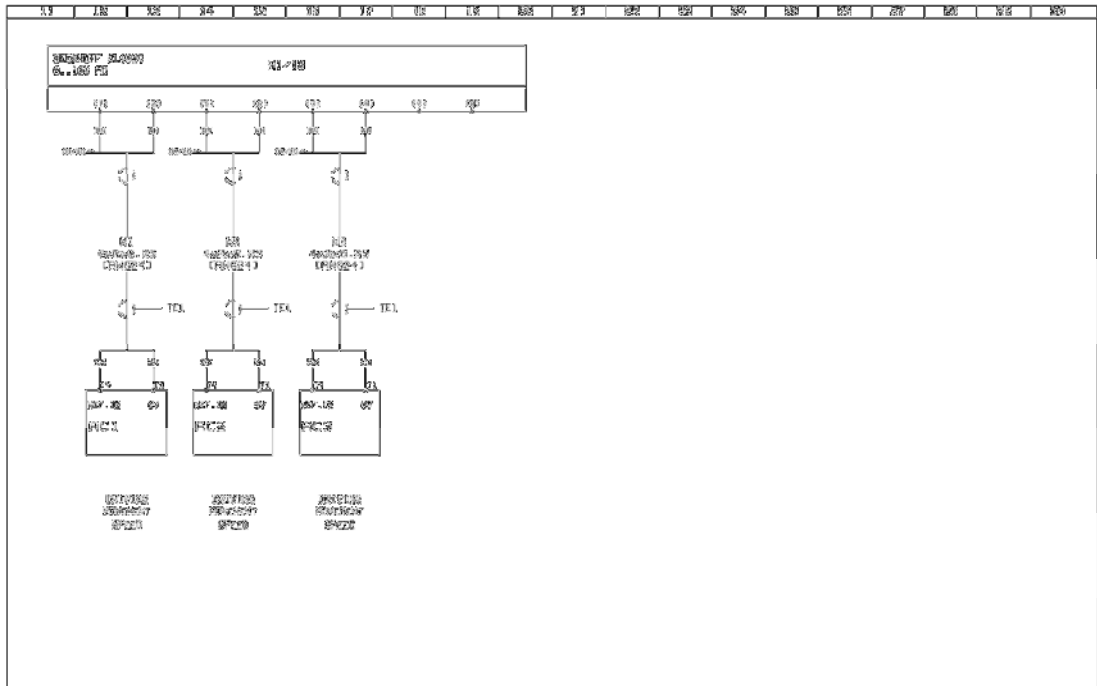
SM01070 (X,Z), SM01072 (Y)  
SM01068  
650584005  
  
ST00914

Sähkökuvat

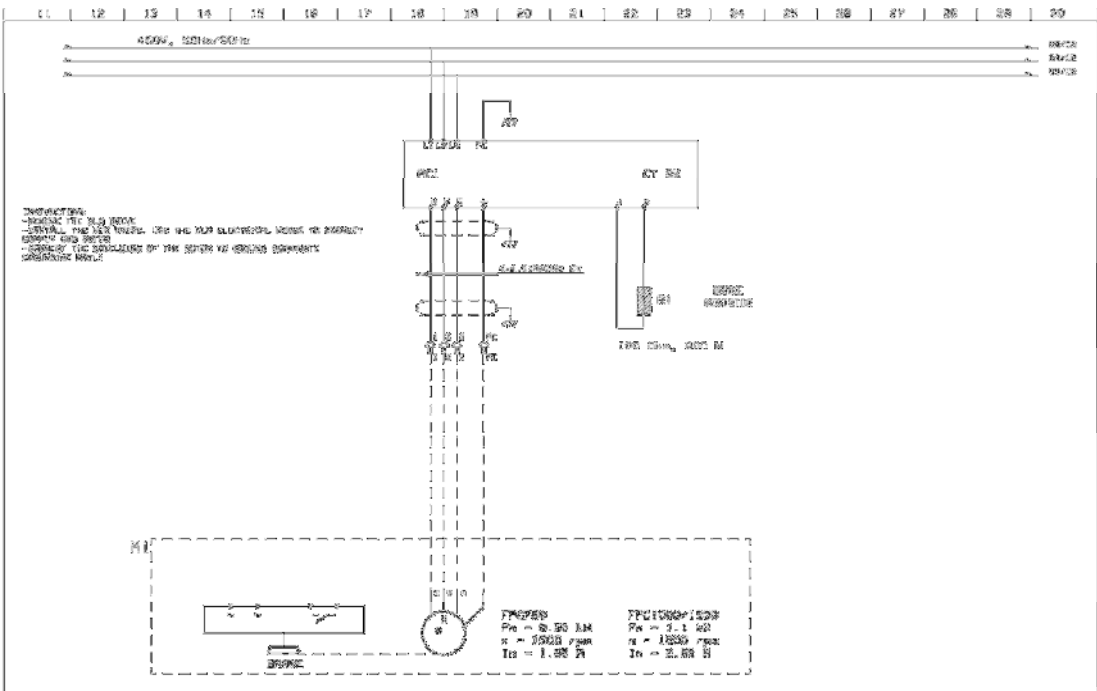




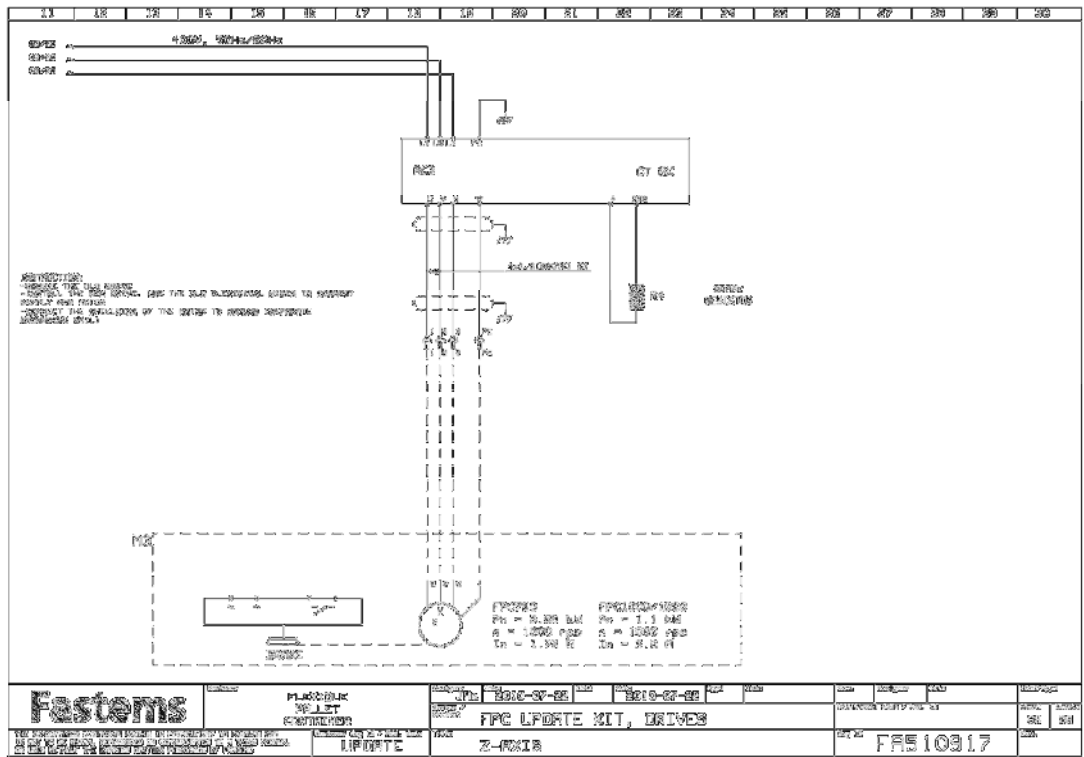
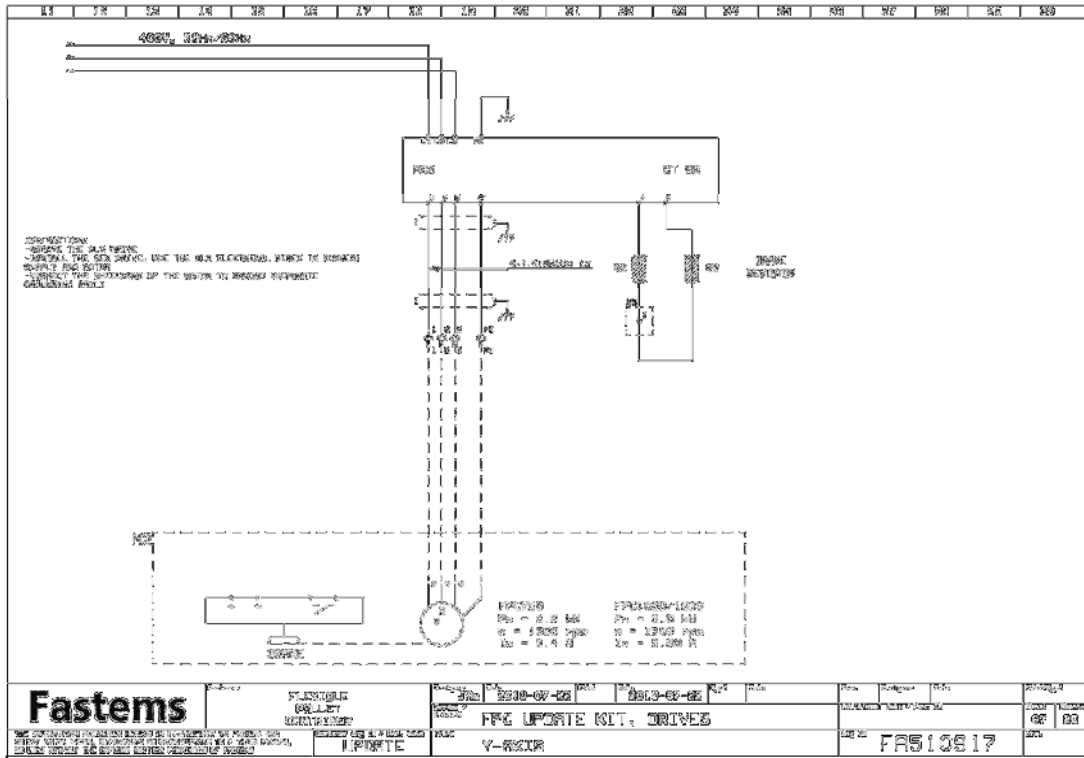




<b>Fastems</b>	MOTOR RELAY CONTROLLER	2000-07-26	2015-07-28				
		FPC UPDATE KIT, DRIVER					
APRTE		OUTPUT		FAS10917			



<b>Fastems</b>	MOTOR RELAY CONTROLLER	2016-07-26	2016-07-28				
		FPC UPDATE KIT, DRIVER					
APRTE		S-DARTER		FAS10917			



## FPC:N KÄYTTÖOHJEET

### Normaali käyttö

#### Hyllystöhissin toimintatilat

Normaalissa toimintatilassa hyllystöhissi toimii automaattisesti ja suorittaa tehtäväluettelon tehtäviä niiden prioriteettien mukaisesti. Tehtäväluettelon tehtävät koostuvat valmistusreittien suorittamisesta tarvittavista sekä käyttäjien tekemistä siirtopyynnöistä. Hyllystöhissin tehtävälistaa voidaan tarkastella MMS-ohjelmassa: paina F3-näppäintä ja napsauta Hyllystöhissin tehtävät -painiketta. Huomio! Älä poista hyllystöhissin tehtäviä ellei varmasti tiedä, mitä olet tekemässä.

#### Siirtyminen normaaliin toimintatilaan

1 Tarkista, että ketään ei ole hyllystöhissin tai muun järjestelmään kytketyn laitteen toiminta-alueella.

Tarkista, ettei ketään ole kontin sisällä ja että kontin ovet ovat kiinni. Ovet on mahdollista lukita riippulukolla. (Riippulukkoa ei toimiteta FPC-järjestelmän mukana.)

2 Siirry FPC-huoltoajo-ohjelmaan. Mikäli FPC-huoltoajo-ohjelma ei ole käynnissä, käynnistä se kaksoisnapsauttamalla sen kuvaketta työpöydällä.

Vaihda ONLINE-tilaan napsauttamalla Huolto On/Off -painiketta. Mikäli ikkunassa on lueteltu virheitä, nollaa ne napsauttamalla Nollaus-painiketta. Mikäli virheet eivät nollaudu, napsauta Tietoja virheestä -painiketta niin näet ohjeet, kuinka virheestä toivutaan.

3 Siirry MMS-ohjelmaan. Mikäli MMS-ohjelma ei ole käynnissä, käynnistä se kaksoisnapsauttamalla sen kuvaketta työpöydällä.

Avaa hyllystöhissin ohjausikkuna painamalla F3-näppäintä. Mikäli ikkunassa on lueteltu virheitä, nollaa ne napsauttamalla Nollaus-painiketta. Mikäli virheet eivät nollaudu, napsauta Tietoja virheestä -painiketta niin näet ohjeet, kuinka virheestä toivutaan.

4 Toimintatila vaihdetaan normaaliin automaattiseen tilaan napsauttamalla Automaattinen-painiketta.

#### MDI-toimintatila

MDI-tilassa hyllystöhissi toimii puoliautomaattisesti ja suorittaa ainoastaan käyttäjän antamia tehtäviä. Hyllystöhissin

MDI-ohjaus on tarkoitettu yksittäisten siirtojen tekemiseen silloin, kun haluttu siirto ei onnistu normaalilla käytötavalla.

MDI-tilassa on mahdollista tehdä myös XY-siirtoja. Yleensä MDI-tilaa tarvitaan esimerkiksi silloin, kun toivutaan

virhetilanteesta tai kun järjestelmää testataan.

MDI-tilassa hyllystöhissi ei toimi automaattisesti. Tästä johtuen se ei suorita siirtoja, joita tarvitaan valmistusreittien suorittamisessa.

#### Siirtyminen MDI-toimintatilaan

Paletin siirtäminen MDI-toimintatilassa

1 Siirry MMS-ohjelmaan. Mikäli MMS-ohjelma ei ole käynnissä, käynnistä se kaksoisnapsauttamalla sen kuvaketta työpöydällä.

Avaa hyllystöhissin ohjausikkuna painamalla F3-näppäintä. Mikäli ikkunassa on lueteltu virheitä, nollaa ne napsauttamalla Nollaus-painiketta. Mikäli virheet eivät nollaudu, napsauta Tietoja virheestä -painiketta niin näet ohjeet, kuinka virheestä toivutaan.

2 Toimintatila vaihdetaan MDI-tilaan napsauttamalla MDI-painiketta.

3 Selvitä sen paletin numero, jota haluat siirtää.

- 4 Napsauta MDI-ajo -painiketta hyllystöhissin ohjausikkunassa ja napsauta sitten Paletin siirto -painiketta *MDI-ajo* -ikkunassa.
- 5 Valitse avattavasta luetteloruudusta paletti, jonka haluat siirtää.
- Mikäli hyllystöhississä on jo paletti, voit siirtää ainoastaan hyllystöhississä olevaa palettia.
- 6 Valitse kohdepaikka, jonne haluat siirtää paletin.
- 7 Varmista, että ketään ei ole hyllystöhissin toiminta-alueella. Varmista myös, että ketään ei ole lähtö- ja kohdepaikoilla.
- 8 Napsauta Siirrä-painiketta aloittaaksesi siirron. Hyllystöhissi siirtää valitun paletin kohdepisteeseen.
- Mikäli et halua siirtää palettia, napsauta Peruuta-painiketta.

## Huoltotila

XY-liikkeen tekeminen

XY-toimintatilaa käytetään pääasiassa hyllystöhissin testauksessa. XY-siirrossa hyllystöhissi ei liikuta haarukoitaan

Z-suunnassa. Järjestelmä vaatii kuitenkin, että jonkun paletin tiedot valitaan ennen kuin se pystyy käskyttämään hyllystöhissiä.

Tätä palettia kutsutaan parametripaletiksi.

Huoltotilassa hyllystöhissiä ei voi ohjata järjestelmän normaalin käyttöliittymän kautta.

Huoltotilassa hyllystöhissiä ohjataan *FPC-huoltoajo* -ohjelmalla. Mikäli FPC-huoltoajo-ohjelma ei ole käynnissä, käynnistä se kaksoisnapsauttamallan kuvaketta työpöydällä.

Huoltoajon rajoitukset

- Ohjelmassa asetettuja raja-arvoja ei voi ylittää huoltoajotilassa.
- Z-liike voi liikkua keskiasennosta enemmän kuin  $\pm 30$  mm ainoastaan silloin, kun hyllystöhissi on  $\pm 20$  mm:n tarkkuudella varasto- tai laiteosoitteessa ja kun nostokelkka on kyseisen osoitteen lastaus- ja purkukorkeuksien välissä.
- Kun kuormankäsittelijä on ulkona, nostoliike (Y-liike) voi tapahtua ainoastaan kyseisen osoitteen lastaus- ja purkukorkeuksien välissä.
- Kahden kontin välinen X-liike ei ole mahdollinen, jos nostokelkka on niin korkealla, että se voi törmätä konttien välissä oleviin yläpalkkeihin.
- Kun kuormankäsittelijä on poissa keskiasennosta enemmän kuin 30 mm, voidaan hyllystöhissiä liikuttaa X-suunnassa korkeintaan  $\pm 20$  mm sen nykyisestä osoitteesta.

1 Napsauta MDI-ajo -painiketta hyllystöhissin ohjausikkunassa ja napsauta sitten XY-ajo -painiketta *MDI-ajo* -ikkunassa.

2 Valitse avattavasta luetteloruudusta jokin paletti. Tätä palettia käytetään ainoastaan parametroinnissa eikä sitä oikeasti siirretä.

Jos hyllystöhississä on jo paletti, käytetään sitä parametrintipalettina.

3 Valitse kohdepaikka, jonne haluat siirtää hyllystöhissin.

4 Varmista, että ketään ei ole hyllystöhissin toiminta-alueella. Varmista myös, että ketään ei ole lähtö- ja kohdepaikoilla.

5 Napsauta Siirrä-painiketta aloittaaksesi XY-siirron. Hyllystöhissi siirtyy nykyisestä paikastaan kohdepaikkaan.

Jos et halua siirtää hyllystöhissiä, napsauta Peruuta-painiketta.

## Hyllystöhissin muuttaminen huoltotilaan

Huomio! Jos tarvitset huoltotilaa toipuaksesi hätäpysäytystilanteesta, on sinun ensiksi selvitettävä hätäpysäytyksen syy. Mikäli ihmisiä on vaarassa tai haavoittuneena, on heitä autettava ensimmäiseksi.

Vihje. Y- ja Z-akseleita voidaan ajaa huoltoajolla, vaikka X-akseli ei olisikaan referenssissä.

SEIS-painike. Tämä painike pysäyttää kaikkien akselien liikkeen välittömästi.

Kohde ja paikka. Viimeisin kohdeasema ja akselien aktiivinen asema näkyvät *FPC-huoltoajo* -ikkunassa akselin liikkeen ollessa aktiivinen, on akselin nimen pohjaväri vihreä.

Hyllystöhissin ohjaaminen huoltoajolla

Ohjattaessa hyllystöhissiä huoltoajolla täytyy noudattaa erityistä varovaisuutta.

Ainoastaan sellaiset henkilöt, jotka tietävät ja ymmärtävät hyllystöhissin toiminnan sekä turvallisuusohjeet, saavat käyttää hyllystöhissiä. Asiattomilta henkilöiltä on kontin sisälle pääsy kielletty.

On ehdottomasti kiellettyä olla hyllystöhissin kyydissä, kun sitä ohjataan huoltoajolla.

Huomio! Huoltoajoa ei voi käyttää, jos jokin järjestelmän hätäpysäytyspainikkeista on painettuna.

1 Siirry FPC-huoltoajo-ohjelmaan. Mikäli FPC-huoltoajo-ohjelma ei ole käynnissä, käynnistä se kaksoinapsauttamalla sen kuvaketta työpöydällä.

2 Vaihda *OFFLINE*-tilaan napsauttamalla Huolto On/Off -painiketta.

Jos ikkunassa lukee: "*X-akseli ei ole referenssissä*", on suoritettava referenssiajo ennen kuin voit jatkaa. Mikäli ikkunassa on lueteltu virheitä, nollaa ne napsauttamalla Nollaus-painiketta.

Mikäli virheet eivät nollaudu, napsauta Tietoja virheestä -painiketta niin näet ohjeet, kuinka virheestä toivutaan.

1 Siirry FPC-huoltoajo-ohjelmaan. Valitse ajotapa napsauttamalla vastaavaa valintanappia. Jatkuva: Jatkuvassa ajotavassa liike jatkuu niin kauan kunnes ajonäppäin vapautetaan tai ohjelmallinen raja saavutetaan.

Askellus: Askellusajossa haluttu etäisyys (askel, mm) ajetaan, kun ajonäppäintä painetaan. Ajettava etäisyys valitaan avattavasta luetteloruudusta.

Absoluuttinen: Absoluuttiajossa hyllystöhissi ajaa käyttäjän *Kohdepaikka*-kenttään syöttämään osoitteeseen. Turvallisuussyistä johtuen tavalliset käyttäjät eivät voi käyttää absoluuttiajoa.

2 Valitse ajosuunta napsauttamalla vastaavaa valintanappia.

Paletin sijaintitietoa ei päivitetä tietokantaan huoltoajoa käytettäessä. On erittäin tärkeää, että palettien sijainnit ovat järjestelmän tietokannassa oikein. Palettien virheelliset sijaintitiedot saattavat aiheuttaa törmäyksiä, työkalurikkoja tai jopa vaaratilanteita käyttäjille

*Oemmasterin* lisäoikeudet huoltoajotilassa

Kun kirjautut *oemadmin*-käyttäjänä (*FPC-huoltoajo* -ohjelmassa: Toiminnot

Sisäänkirjautuminen  *oemadmin*), saat seuraavat lisäoikeudet:

Absoluuttiajossa on mahdollista ajaa mihin tahansa *Kohdepaikka*-kentässä annettuun millimetriosoitteeseen.

Askellusajossa on mahdollista antaa ajettavan matkan (askeleen) pituus vapaasti.

Valittavana on neljä eri ajonopeutta: *hidas*, *keskinopea*, *nopea* ja *maksimi*.

3 Jos ajotapa on *Askellus* tai *Absoluuttinen*, valitse paikoitustoleranssi.

Huomaa, että Z-liikkeen keskiasennossa käytetään kiinteästi asetettua paikoitustoleranssia. (Kiinteästi asetettu paikoitustoleranssi määritellään: SCC4 Configuration

Crane  Z-axis  Basic positioning tolerance)

4 Valitse ajonopeus: *Hidas* tai *Nopea*.

5 Napsauta Ajo-painiketta tai paina F12-näppäintä avataksesi *Huoltoajo*-ikkunan.

Tässä ikkunassa hyllystöhissiä voidaan ajaa näppäimistön nuolinäppäinten ( ja ) avulla. Kun olet valmis, sulje ikkuna napsauttamalla Sulje-painiketta.

## Hyllystöhissin ohjaaminen pakkoajolla

Mikäli hyllystöhissiä ei voi siirtää huoltoajolla, voidaan käyttää pakkoajoa. Tällaiseen tilanteeseen joudutaan yleensä silloin, kun toivutaan virhetilanteesta, jossa hyllystöhissi on ylittänyt turvarajan. Hyllystöhissin ohjaamiseen pakkoajolla tarvitaan kaksi käyttäjää.

Huomio! Pakkoajossa hyllystöhissin kaikki turvavalvonnat on ohitettu!

On ehdottomasti kiellettyä olla hyllystöhississä, kun sitä ohjataan pakkoajolla.

1 Vaihda hyllystöhissi huoltotilaan.

2 Paina Pakkoajo-painiketta CC1-kojekaapissa ja pidä painike painettuna.

3 Mikäli turvapiirin valo palaa, nollaa turvapiiri painamalla kojekaapin Nollaus-painiketta.

4 Nollaa hyllystöhissin virhetila *FPC-huoltoajo* -ohjelmassa. Hyllystöhissin ajotilan pitäisi muuttua *Pakkoajoksi*.

5 Valitse ajotavaksi *Jatkuva* ja valitse akseli napsauttamalla vastaavaa valintanappia.

Nopeutta ei voi valita. Turvallisuussyistä pakkoajon nopeus on aina hitain mahdollinen nopeus.

6 Napsauta Ajo-painiketta tai paina F12-näppäintä avataksesi *Huoltoajo*-ikkunan.

Tässä ikkunassa hyllystöhissiä voidaan ajaa näppäimistön nuolinäppäinten ( ja ) avulla. Kun olet valmis, sulje ikkuna napsauttamalla Sulje-painiketta.

### Poistuminen huoltotilasta

1 Tarkista, että ketään ei ole kontin sisällä ja että kontin ovet ovat suljetut. Ovet on mahdollista lukita riippulukolla. (Riippulukkoa ei toimiteta FPC-järjestelmän mukana.)

2 Siirry FPC-huoltoajo-ohjelmaan. Mikäli FPC-huoltoajo-ohjelma ei ole käynnissä, käynnistä se kaksoisnapsauttamalla sen kuvaketta työpöydällä.

Vaihda ONLINE-tilaan napsauttamalla Huolto On/Off -painiketta. Mikäli ikkunassa on lueteltu virheitä, nollaa ne napsauttamalla Nollaus-painiketta. Mikäli virheet eivät nollaudu, napsauta Tietoja virheestä -painiketta niin näet ohjeet, kuinka virheestä toivutaan.

3 Siirry MMS-ohjelmaan. Mikäli MMS-ohjelma ei ole käynnissä, käynnistä se kaksoisnapsauttamalla sen kuvaketta työpöydällä.

Avaa hyllystöhissin ohjausikkuna painamalla F3-näppäintä. Mikäli ikkunassa on lueteltu virheitä, nollaa ne napsauttamalla Nollaus-painiketta. Mikäli virheet eivät nollaudu, napsauta Tietoja virheestä -painiketta niin näet ohjeet, kuinka virheestä toivutaan.

4 Toimintatila vaihdetaan normaaliin automaattiseen tilaan napsauttamalla Automaattinen-painiketta.

### Virhetilanteesta toipuminen

MMS-ohjausjärjestelmä sisältää toiminnon, joka tuo näyttöön virhetilan toipumisohjeet. Tämä toiminto löytyy jokaisen

järjestelmään kytketyn laitteen pikavalikosta sekä hyllystöhissin ohjausikkunasta.

Kun virhetilanne on tapahtunut

Kun laite tai hyllystöhissi menee virheeseen, muuttuu niiden kuvake punaiseksi *Valvomo*-näytöllä.

Tarkista, ettei ole tapahtunut onnettomuutta tai vastavaa tilannetta, jossa ihmisiä voi olla vaarassa. Mikäli ihmisiä on vaarassa tai haavoittuneena, paina ensin jotain järjestelmän hätäpysäytyspainikkeista ja auta sitten ihmisiä.

Vihje: Toipumisohjeita ja käyttäjän kommentteja on mahdollista katsoa, vaikka mikään laite ei olisi virhetilassa. Avaa

*Tietoja virheestä* -ikkuna, syötä haluamasi virheen numero *Numero*-kenttään ja paina ENTER-näppäintä.

1 Napsauta *Valvomo*-ikkunassa hiiren oikeaa painiketta sen laitteen yläpuolella, jonka kuva on punainen, ja valitse sitten pikavalikosta *Häilytykset ja laitetieto*. *Laitteen tiedot* -ikkuna avautuu. Virheluettelon saa näkyviin napsauttamalla *Häilytykset*-välilehteä.

Jos hyllystöhissi on virheessä, paina näppäimistön F3-näppäintä. Hyllystöhissin ohjausikkuna aukeaa. Siinä on lueteltu virheet ja lyhyt kuvaus virheestä.

2 Valitse virherivi ja napsauta Tietoja virheestä -painiketta niin saat näkyviin kyseisen virheen toipumisohjeet.