



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# FPC-KÄYTTÖNOTTOJEN PARANTAMINEN

Erik Hakanen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2018  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotantotalous



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotantotekniikka

HAKANEN, ERIK:  
FPC-käyttöönottojen parantaminen

Opinnäytetyö 42 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Toukokuu 2018

---

Fastemsilla ei tällä hetkellä päästä FPC-järjestelmille asetettuun tavoiteasennus- ja käyttöönottoaikaan. FPC eli joustava palettikontti on Fastemsin toimittama joustava valmistusjärjestelmä. Pitkittyneistä käyttöönotoista ja niihin liittyvästä ylimääräisestä matkustamisesta, aineellisia jälkitoimituksia unohtamatta, koituu suoria rahallisia tappioita ja kuormitusta huoltohenkilöstölle, Fastemsin etätuelle ja resursoinnin suunnittelulle. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli käyttöönottoihin liittyvien ongelmien kartoittaminen ja ratkaisuehdotusten löytäminen. Saatuja tuloksia voitaisiin hyödyntää käyttöönottojen parantamisessa. Tietoa käyttöönotoista kerättiin havainnoimalla ja haastatteluin.

Käyttöönotoissa todettiin ilmenevän ongelmia useilla eri osa-alueilla. FPC:n ja siihen liitettyjen työstökoneiden välillä havaittiin ilmenneen ongelmia niin mekaanisessa ja sähköisessä kuin myös tietoteknisessä rajapinnassa. Ohjelmistoihin liittyvien ongelmien havaittiin kuluttavan resursseja niin asennustyömaalla kuin etätuessaakin. Myös virheiden ja osapuutteiden projektitoimituksissa havaittiin aiheuttaneen ongelmia käyttöönottovaiheessa.

Tuloksista voitiin päätellä suuren osan ongelmista johtuvan vähintään välillisesti kommunikaatio- ja tiedonsiirtymisongelmista. Ratkaisuksi näihin ongelmiin ehdotettiin esimerkiksi työkalujen, kuten tarkistuslistojen, jalkauttaminen osaksi prosessia. Muita ongelmia voitaisiin korjata esimerkiksi tarkistuksin ja puuttumalla alihankkijoiden työn laatuun.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering  
Industrial Economy

HAKANEN, ERIK:  
Improving FPC Commissioning

Bachelor's thesis 42 pages, appendices 3 pages  
May 2018

---

Currently Fastems does not reach its target schedule for installations and commissioning of FPC systems. FPC, i.e. flexible pallet container, is a flexible manufacturing system supplied by Fastems. Prolonged commissioning and related extra travelling, as well as material after-deliveries, cause monetary costs and strain to the service, remote support and resourcing personnel inside the company. The goal of this thesis was to map problems regarding commissioning and to provide solutions to the issues found and thus further develop commissioning of systems. Data on the subject was collected by observing and interviewing and analysed to point out major problems.

It was discovered that problems in commissioning have been present in multiple areas. It turned out that problems appeared in mechanical and electrical, as well as IT interfaces between the FPCs and the attached machine tools. Software related problems were found to strain resources on both installation sites and in remote support. Also, defects and lacking components in project deliveries were found to have caused problems during commissioning.

It was concluded that the majority of the problems were at least indirectly caused by problems in communication. Utilising tools like checklists that help information management inside the process were recommended as a solution to these problems. Controlling supplier quality and issuing feedback are potential fixes to other problems.

---

Key words: commissioning, flexible manufacturing systems, FMS, FPC, delivery process

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	FASTEMS .....	7
3	JOUSTAVAT VALMISTUSJÄRJESTELMÄT .....	8
	3.1 FPC – Flexible Pallet Container .....	10
	3.1.1 Rakenne.....	10
	3.1.2 Ohjaus .....	13
	3.2 Koneliitännät.....	14
4	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS .....	16
5	TOIMITUSPROSESSI JA SEN PARANTAMINEN.....	17
	5.1 Sidosryhmät .....	17
	5.2 Tilaustietolomake ODS.....	20
	5.3 Toimitusprosessin Phase-Gate-ohjausmalli .....	20
	5.4 Prosessin kulku .....	21
	5.5 Käyttöönotto asiakkaalla.....	23
	5.6 Prosessin parantaminen.....	24
6	ONGELMAKOHDAT .....	26
	6.1 Haastattelut .....	26
	6.2 Käyttöönottomatka.....	26
	6.3 Havaitut ongelmat.....	27
	6.3.1 Ongelmat paletinkäsittelyssä.....	28
	6.3.2 Ongelmat mekaanisissa ja sähköisissä rajapinnoissa.....	30
	6.3.3 Tietotekniset ongelmat .....	30
	6.3.4 Muut ongelmat ja haasteet .....	31
7	POHDINTA JA PARANNUSEHDOTUKSET .....	33
	7.1 Ongelmien ratkaisu .....	33
	7.1.1 Virheet tuotannossa ja tavarantoimituksissa .....	33
	7.1.2 Pätevyys ja resurssit .....	34
	7.1.3 Tiedonkulku .....	34
	7.2 Ongelmien raportointi.....	36
	LÄHTEET .....	38
	LIITTEET .....	40
	Liite 1. FPC-toimitusprosessin kuvaaja.....	40
	Liite 2. Tilaustietolomake (ODS), muokattu.....	41
	Liite 3. Ote asennusohjeista.....	42

**LYHENTEET JA TERMIT**

ERP-järjestelmä	Enterprise Resource Planning- eli toiminnanohjausjärjestelmä
FMS	Flexible Manufacturing System, joustava valmistusjärjestelmä
FPC	Flexible Pallet Container, joustava palettikontti
JIT	”Just in time” –tuotantofilosofia, jossa tuotteita toimitetaan asiakkaalle juuri oikeaan aikaan ja tarpeeseen
MHS	Material Handling System, materiaalinhallintajärjestelmä
MMS5	Manufacturing Management System (5), Fastemsin oma tuotannonohjausjärjestelmä
NC-työstökone	numeerisesti ohjattu työstökone
ODS	Order Data Sheet, tilaustietolomake, jolle kirjataan myynnin yksityiskohdat
PLC	Programmable Logic Controller, pieni tietokone, jota käytetään automaatioprosessien ohjaamisessa
SW-	Software-, ohjelmisto-
TCP	Transmission Control Protocol, eräänlainen tietoliikenneprotokolla

## 1 JOHDANTO

Joustavat valmistusjärjestelmät ovat nykypäivänä tavallinen osa teknologiateollisuuden valmistavaa tuotantoa. Uutta joustavaa valmistusjärjestelmää käyttöönotettaessa eri elementtien ja laitteiden yhteensovittaminen on kriittistä järjestelmän joustavan toiminnan kannalta ja siihen kuuluvien laitteiden tuleekin toimia yhteen niin mekaanisesti, sähköisesti kuin ohjelmistollisestikin.

Fastems Oy on joustavien valmistusjärjestelmien toimittaja, jonka tuotevalikoimaan kuuluu muiden järjestelmäratkaisujen lisäksi FPC, jota markkinoidaan keskimääräistä lyhemmän toimitusajan kompaktina FMS-ratkaisuna. FPC:t on suunniteltu niin, että niiden toimittaminen ja käyttöönotto pystytään tekemään merkittävästi nopeammin kuin muiden joustavien valmistusjärjestelmien; ”konteiksi” nimetyt järjestelmät ovat rakenteeltaan modulaarisia ja mahdollisimman pitkälle vakioituja.

Fastemsiissa ei tällä hetkellä saavuteta konteille asetettuja asennus- ja käyttöönotto tavoitteita ajallisesti. Pitkittyneistä käyttöönotoista ja niihin liittyvästä ylimääräisestä matkustamisesta, aineellisia jälkitoimituksia unohtamatta, koituu suoria rahallisia tappioita ja kuormitusta huoltohenkilöstölle, Fastemsin etätuelle ja resursoinnin suunnittelulle. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on käyttöönottoihin liittyvien ongelmien kartoittaminen ja ratkaisuehdotusten löytäminen, mitä voitaisiin hyödyntää käyttöönottojen kehittämisessä.

## 2 FASTEMS

Fastems Oy on suomalainen yksityisomisteinen yritys, jonka pääkonttori on Tampereen Lahdesjärvellä. Fastems toimii yhdeksässä eri Euroopan maassa, mm. Saksassa, Ruotsissa, Iso-Britanniassa, Ranskassa ja Italiassa, sekä Kiinassa, Japanissa ja Yhdysvalloissa, mutta tuotantoa on vain Lahdesjärvellä ja Saksan Issumissa. Fastemsin omien verkkosivujen mukaan se on johtava tehdasautomaatiojärjestelmien itsenäinen valmistaja, ja sen asiakaskunta on pääasiassa koneenrakennus- ja ilmailuteollisuudessa. (Fastems 2016c).

Fastemsilla työskenteli maaliskuussa 2017 noin 360 työntekijää ja yrityksen vuotuinen liikevaihto on 70 miljoonaa euroa (Fastems 2016c). Kauppalehden mukaan Fastemsin liikevaihto oli vuonna 2015 noin 68,6 miljoonaa euroa (Kauppalehti 2017).

Fastemsin liikeideana on parantaa asiakkaiden kilpailukykyä automaation avulla tavoitteena hyödyntää mahdollisimman moni vuoden jokaisesta 8760 tuotantotunnista. Yritys toimittaa joustavia valmistusjärjestelmiä (FMS), robotteihin perustuvia automaattioratkaisuja, sekä tuotannonhallintaohjelmistoja ja kaikkiin edellä mainittuihin liittyviä palveluja. FMS – järjestelmät ovat Fastemsin päätuote, ja niistä yritys on tunnettu. (Fastems 2016e).

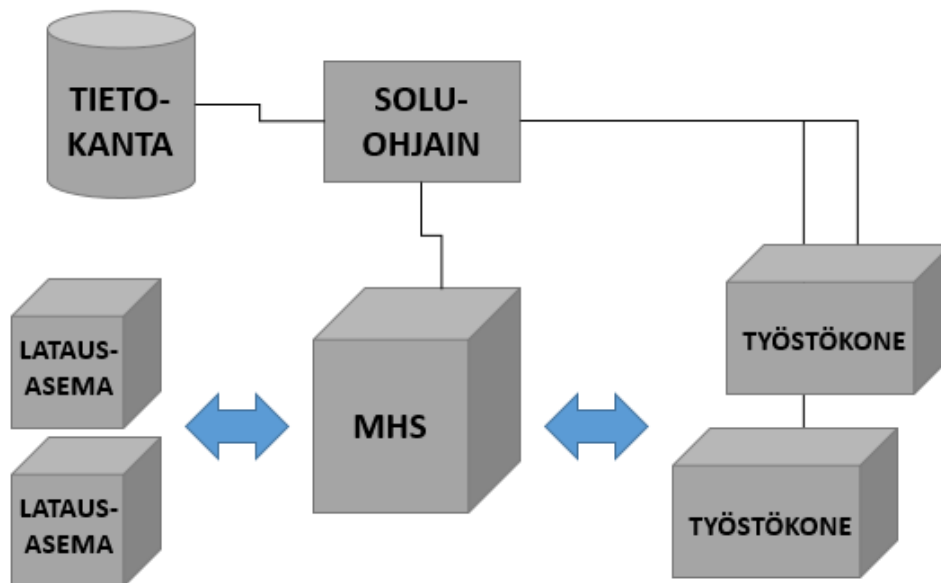
### 3 JOUSTAVAT VALMISTUSJÄRJESTELMÄT

FMS-tekniikan kehityshistoria on noin 40-vuotinen (Kuisma 2007, 19). 1960 - luvulla kilpailu valmistavan teollisuuden markkinoilla muuttui intensiivisemmäksi, ja 60- ja 70-luvuilla hinnasta tuli valmistavan teollisuuden yritysten päähuolenaihe, sittemmin laadusta tuli prioriteetti. Markkinoiden muuttuessa myös toimitusnopeuden merkitys asiakkaalle kasvoi. Yrityksien täytyi pystyä vastaamaan olosuhteiden muutokseen muuttamalla toimintonsa joustavammiksi, jolloin joustavien valmistusjärjestelmien keksiminen liittyi kilpailuedun tavoittelemiseen yrityksille. (Shivanand, Benal & Koti 2016, 1). Siirtymisen perinteisistä tuotantolinjoista nykyisiin täysautomatoituihin joustaviin valmistusjärjestelmiin ovat mahdollistaneet teknologinen kehitys numeerisesti ohjattujen työkooneiden, robotiikan, materiaalinhallintajärjestelmien ja tietokoneohjausjärjestelmien saralla.

Srinivasulu Dorasila ja Venkata Mamesh Ramilla tiivistävät lehtiartikkelissaan joustavien valmistusjärjestelmien reagoivan nopeisiin ja toistuviin työtehtäviin käyttäen ohjelmoitavia ohjaimia, joita ohjaavat järjestelmän tietojen perusteella toimiva automaatio ja koneenkäyttäjät. Tämän seurauksena järjestelmä on käyttäjälleen työkalu, jolla voidaan muuttaa ja valvoa tuotantoprosessia sille asetettujen vaatimusten muuttuessa. FM-järjestelmässä mikroprosessoriteknologian ja ohjelmisto-ohjelmoinnin yhteen sovittaminen tarjoavat ratkaisun joustavuuteen ja reaaliaikaiseen ohjaamiseen, ainakin pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. (Dorasila, Venkata 2012, 53).

Joustavalle valmistusjärjestelmälle ei ole olemassa tarkkaa määritelmää. Kuisma kertoo väitöskirjassaan (Kuisma 2007, 19) erään vuonna 1990 kirjoitetun määritelmän olleen: ”FMS on joustava ja automaattinen valmistusjärjestelmä, joka on rakennettu kahden tai useamman NC-työstökoneen ympärille. Järjestelmään liittyy materiaalinkäsittelyjärjestelmä ja keskusohjaus. Työnvaiheiden järjestys on useimmiten vapaa.” Kirjan Flexible Manufacturing Systems määritelmä (Shivanand, Benal & Koti. 2016, 2) yhtyy edellä olevaan määritelmään. Jim Browne kirjoitti vuonna 1984 tarkennuksen sille, milloin lyhennettä FMS voidaan oikeutetusti käyttää. Hän painottaa joustavuuden ja automaation olevan tärkeimmät määrittävät tekijät. Yhteen nivotut NC-työstökoneet tai pelkkä automaatio varastojärjestelmä eivät ole joustavia valmistusjärjestelmiä automaattisesti. (Browne ym. 1984, 114).

Kaikissa edellä mainituissa lähteissä joustavan valmistusjärjestelmän elementtien kerrotaan olevan pääosin samat. Dorasilan ja Mameshin artikkelissa listataan tyypillisiä elementtejä. Näitä ovat erilaisiin töihin kykenevät ja automaattisella työkalunvaihdolla varustetut NC-työstökoneet, esimerkiksi kuljettimilla ja roboteilla toteutettu automatisoitu materiaalinhallintajärjestelmä(MHS), lastaus- ja/tai materiaaliasemat joista materiaali kulkee järjestelmään sisään tai järjestelmästä ulos ja joissa kappaleet kiinnitetään koneistuspalettien kiinnittimiin, sekä hierarkkinen ohjausjärjestelmä, joka koordinoi koneiden, työkalujen ja materiaalinhallintajärjestelmien käyttöä, sekä työstettävien kappaleiden liikkeitä. Viimeisenä mainittu keskeinen ohjausjärjestelmä yhdistää LAN-verkolla soluohjaimen, työstökoneiden ohjauksen ja MHS:n ohjauksen. Lisäksi keskeinen osa ovat erilaiset tietokannat mm. työstöohjelmista, työkaluista, aikatauluista ja kappalekohtaisista ohjelmista. (Dorasila, Venkata 2012, 55–56). Kuvassa 1 on esimerkkikaavio yksinkertaisen valmistusjärjestelmän toiminnasta. Kuvassa tiedon kulku ja ohjaus on esitetty mustilla viivoilla ja materiaalin kulku sinisillä nuolilla.



KUVA 1. Joustavan valmistusjärjestelmän elementit (Erik Hakanen 2017)

### 3.1 FPC – Flexible Pallet Container

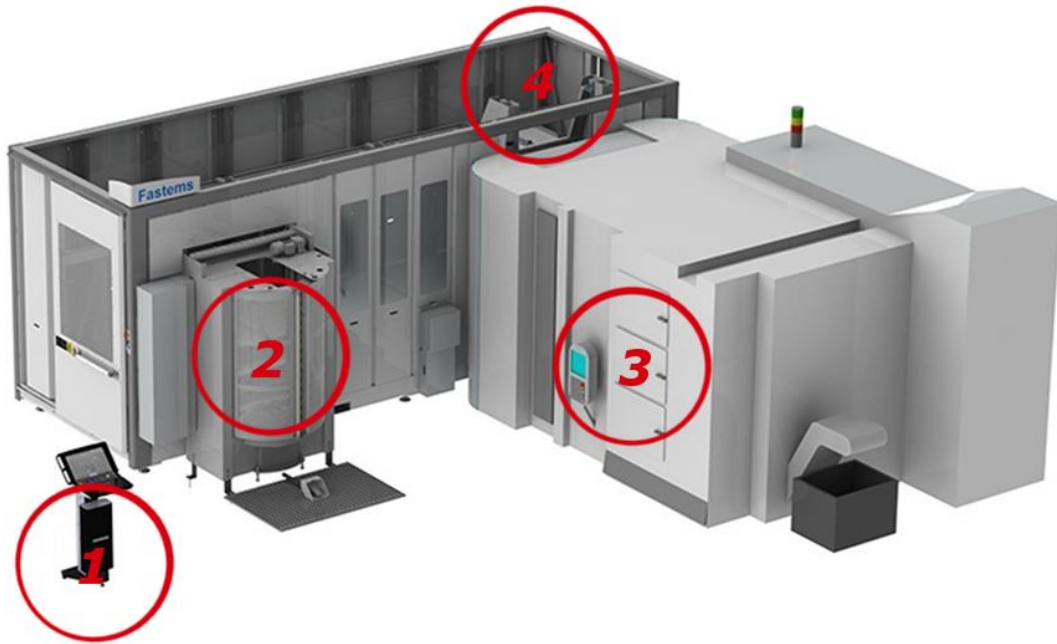
Kuisma kirjoitti jo vuonna 2007(2007, 20–21) väitöskirjassaan joustavien valmistusjärjestelmien eriytyneen suuriin räätälöityihin järjestelmiin ja pienempiin kompakteihin järjestelmiin. Kuvaus sopii Fastemsin tuoteportfolioon, jossa päätuotteita ovat olleet MLS, eli Multi-Level System ja FPC, eli Flexible Pallet Container, joustava palettikontti. Näistä MLS-järjestelmät ovat asiakkaalle räätälöityjä projekteja ja FPC:t eli ”kontit” enemmänkin vakiokokoonpanon omaavia tuotteita. Kuisman kuvaus pienistä järjestelmistä täsmää myös täysin Fastemsin tuottamien konttijärjestelmien ominaisuuksiin.

Fastemsin muista FMS- ja robottisoluratkaisuista FPC eroaa siinä, että sitä ei käsitellä projektitoimituksena, vaan se on tuote, jonka toimitusprosessi pyritään pitämään vakiona. FPC:tä markkinoidaankin niin sanottuna plug-and-play-järjestelmänä, jonka käyttöönotto asiakkaalla tapahtuu nopeasti ja vaivattomasti (Fastems 2016d), mikä eroaa suuresti kookkaampien joustavien valmistusjärjestelmien toimituksista.

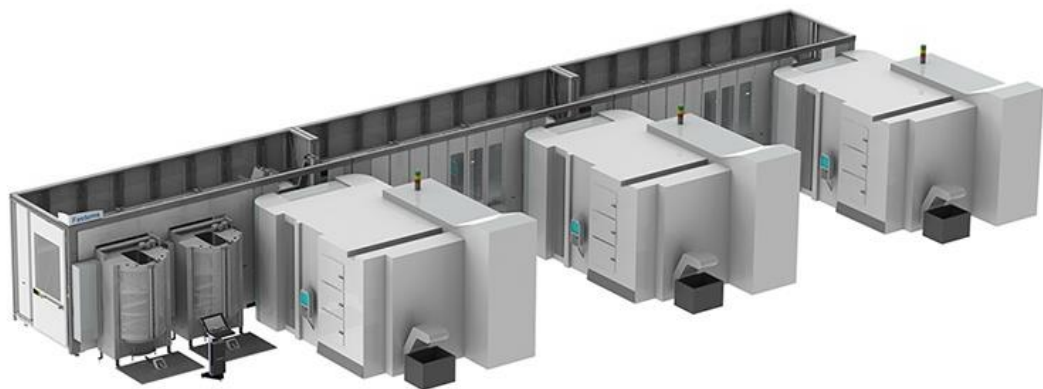
#### 3.1.1 Rakenne

FPC koostuu periaatteessa samoista elementeistä kuin muutkin Fastemsin joustavat tuotantojärjestelmät, mutta FPC:ssä kaikki on ”mahdutettu yhteen laivakonttiin”. Fastems myy FPC:tä viidessä eri kokoluokassa: FPC-750, FPC-1000, FPC-1500, FPC-3000 ja FPC-7500, joissa kirjainyhdistelmää seuraava numero kertoo suurimman palettipainon, jota järjestelmällä kyetään käsittelemään; FPC-750 on tarkoitettu käsittelemään koneistuspaletteja, joiden maksimipaino on 750 kg, ja niin edelleen. FPC-750, -1000 ja -1500 ovat rakenteeltaan lähes samanlaisia, mutta niitä suuremmat FPC-järjestelmät eroavat jo rakenteeltaan pienemmistä konteista. Kolmella pienimmällä luokalla käsitellään koneistuspaletteja, joiden koko on 400 x 400 mm - 630 x 800 mm. (Fastems 2017.) Tässä opinäytetyössä käsitellään vain kolmen ensimmäisen luokan kontteja juurikin edellä mainitun eroavaisuuden vuoksi suhteessa suurempiin kontteihin, joiden toimitusprosessi on erilainen jo niiden suuremman koon vuoksi. Näitä voidaan kutsua vakiokonteiksi.

FPC:t rakentuvat nimensä mukaisesti merikonttimaisen rungon ympärille, millä saavutetaan järjestelmälle hyvä kuljetettavuus, tukeva runko ja selkeät seinät erottamaan järjestelmän varastotila ympäröivästä tuotantotilasta. Kuvassa 2 on 3D-malli joustavasta valmistusjärjestelmästä, joka koostuu FPC-1000:sta ja yhdestä NC-työstökoneesta. FPC on suunniteltu niin, että yhdestä kolmeen konttia voidaan yhdistää yhtenäiseksi varastotilaksi, jolloin työkonetakin voidaan liittää samaan järjestelmään jopa kolme kappaletta (kuva 3) (Fastems 2016d).



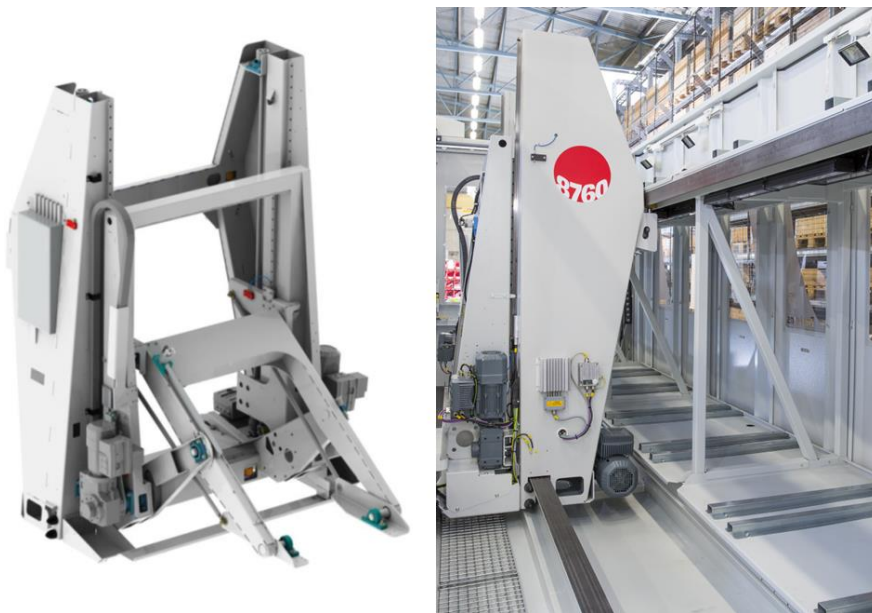
KUVA 2. FPC-järjestelmän elementit. (Fastems: Flexible Pallet Container 2016, muokattu)



KUVA 3. Kolmesta kontista rakennettu FPC. (Fastems: Flexible Pallet Container 2016)

Kuvaan 2 on numeroituina FPC-pohjaisen joustavan valmistusjärjestelmän pääosat, joista kaikki muut kuin NC-työstökone (numero 3) ja siihen liittyvät työkalut ovat osa Fastemsin toimittamaa konttia. Kuvassa numero kaksi merkkää kääntyvällä pöydällä varustettua latausasemaa. Näitä voi olla FPC:ssä yhden sijaan myös kaksi kappaletta, kuten kuvassa 3.

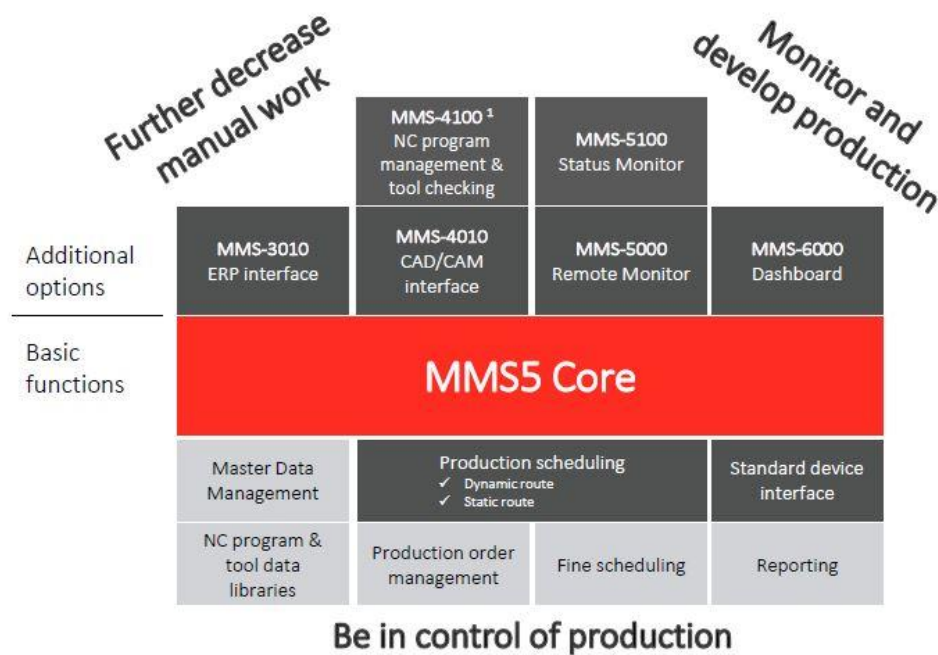
Kuvan numero 4 merkkää kontin sisällä liikkuvaa hissiä, jonka tehtävä on siirtää koneistuspaletteja latausasemien, palettivaraston ja työstökoneiden välillä. Hissi (kuva 4) ja kaksokerroksinen palettivarasto, jossa on vakiokonteissa 10–12 palettipaikkaa per kontti, muodostavat fyysisen materiaalinhallinnan. Koneistuspalettien siirtämisen poikittais-suunnassa varastopaikoille, työstökoneisiin ja latausasemiin mahdollistaa hissiin rakennettu patentoitu ”suunniksmekanismi”, pystysuunnassa hissi liikkuu kuularuuvien avulla. Hissiä ohjaavat taajuusmuuttajat on rakennettu osaksi hissiä, ja ne toimivat absoluuttiantureiden palautteen perusteella. Hissi liikkuu vaakasuunnassa ajokiskon päällä, kuten kuvasta 4 voidaan nähdä. Kuvan 4 oikeassa laidassa näkyy myös palettivarasto. (Fastems 2016f.)



KUVA 4. FPC:n hissi. (Fastems: FPC Product Presentation 2016, muokattu)

### 3.1.2 Ohjaus

Kuvaan 2 on merkitty FPC:n soluohjain numerolla yksi. Kyseessä on kosketusnäytöllä varustettu teollisuus-PC, joka on koko joustavan valmistusjärjestelmän ohjauskeskus. Fastemsin uusissa konteissa on kaikissa käytössä Fastemsin oma tuotannonohjausjärjestelmä, MMS5 tai MMS6, jota FPC:n operaattori käyttää soluohjaimella ohjelmiston käyttöliittymän kautta. MMS:n perustoiminnallisuuksia ovat kontin ohjaaminen, järjestelmän tiedonhallinta, tuotannon aikataulutus, koneliitäntä NC-työstökoneiden kanssa, NC-ohjelma- ja työkalukirjastot, tuotantotilauksien hallinta, sekä raportointi. Lisäksi asiakas voi tilata lisäominaisuuksia, kuten liittymän toiminnanohjausjärjestelmänsä ja MMS:n välille ja mahdollisuuden etävalvontaan. (Fastems 2016f.) FPC:n hissien sähköinen ohjaus koostuu Beckhoffin Twincatilla ohjatusta logiikasta, kontin Ethercat-väylästä ja taajuusmuuttajien ohjatuista moottoreista.



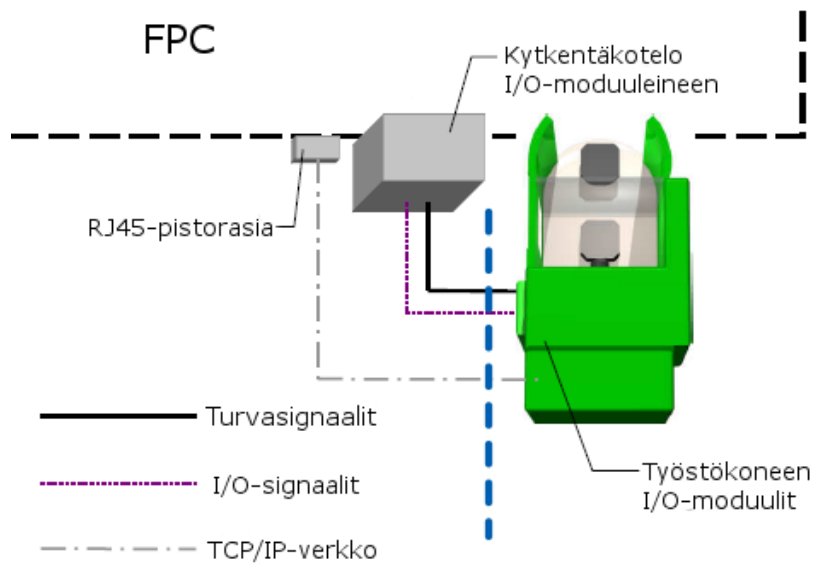
KUVA 5. MMS5-ohjausjärjestelmän rakenne. (Fastems: FPC Product Presentation 2016)

### 3.2 Koneliitännät

Fastemsin tuotteet eivät itsessään muodosta joustavaa valmistusjärjestelmää, sillä yritys ei toimita työstökoneita. Käytännössä FMS muodostuu partnerin myymistä työstökoneista, joiden ympärille Fastems toimittaa järjestelmän muut osat: materiaalinhallintajärjestelmän, lataus- ja materiaaliasemat, työkalunhallinnan, koko järjestelmän ohjauksen ja niin edelleen. Järjestelmään tulevat työkalut voi myös olla tilattu erikseen. Yhtenäisen joustavan järjestelmän toiminnan kannalta on välttämätöntä saada kaikki koneet kommunikoimaan keskenään, minkä mahdollistavat koneliitännät. NC-työstökoneet muodostavat mekaanisia, sähköisiä ja ohjelmistollisia rajapintoja Fastemsin järjestelmän kanssa.

Mekaanisesti työstökoneelta vaaditaan paletinvaihtaja, joka pystyy vaihtamaan paletteja kontin hissin kanssa. Hissin haarukointiliikkeen rajoitteista aiheutuvat mahdolliset mekaaniset muutokset paletinvaihtajaan ja paletteihin hoitaa työstökoneenvalmistaja. Lisäksi FPC:n hissin paletinkäsittely (paikoitustapit ym.) täytyy tarkistaa tapauskohtaisesti. (Fastems 2016g).

Sähköinen koneliitäntä voi koostua kaapeloidusta I/O-liitännästä, paikallisverkosta ja/tai koneen toimittajan omasta rajapinnasta. Vähintään turvasignaalit toteutetaan aina kaapeloiduilla I/O-liitännöillä. Koneliitännässä kommunikoimalla myönnetään lupa palettien vaihtamiseen laitteiden välillä, sekä NC-ohjelmien ja työkalujen aktivoimiseen. (Fastems 2016g.) Myös laitteiden turvapiirit liitetään tarvittavilta osin yhteen esimerkiksi niin, että työstökoneen hätä-seis-painikkeet pysäyttävät koko valmistusjärjestelmän. Työkalu-, NC-ohjelma-, sekä työstökoneen hälytys- ja tilatietojen siirtymisen työstökoneen ja kontin välillä mahdollistaa ohjelmistojen koneliitäntä, joka toteutetaan paikallisverkon TCP:n välityksellä. Sähköinen koneliitäntä on kuvattu kuvassa 6. Kuvassa pystysuunnassa kulkeva sininen katkoviiva jakaa Fastemsin ja työstökonevalmistajan toimituksien piiriin kuuluvat komponentit. Fastemsin FPC:n kytkentäkotelo sisältää kaikki koneliitännän vaatimat liitännät ja moduulit, koneenvalmistajan tulee huolehtia siitä, että tarvittavat signaalit ym. ovat saatavilla heidän laitteestaan.



KUVA 6. Sähköinen koneiitintä. (Fastems: FPC Product Presentation 2016, muokattu)

## 4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui Fastemsin aloitteesta FPC-käyttöönottojen parantaminen. Tämän kehittämistehtävän tavoitteena on löytää keinoja projektitoimitusprosessin parantamiseksi niin, että FPC-toimitusten osalta päästäisiin niille asetettuun tavoitekäyttöönottoaikaan, joka on tavallisille FPC:ille(750, 100, 1500) 2-3 päivää, asennustöineen 2-3 päivää enemmän (Fastems 2017c), eli yhteensä noin viikko. Kehitystyön piiriin päätettiin sisällyttää myös asiakkaalla tapahtuva asennustyö. Lopputulemana tulee olla parannusehdotuksia, joiden avulla päästään vakiokonttien asennuksessa ja käyttöönotossa todennäköisemmin tavoiteaikaan.

Opinnäytetyön tekeminen alkoi tutustumalla FPC-järjestelmien toimitusprosessiin ja sen eri vaiheisiin ja sidosryhmiin. Toimitusprosessin laadullista tutkimusta tehtiin haastatte-  
luin ja itse kentällä havainnoiden. Alkuperäisen suunnitelman mukaan tarkoituksena oli valita yksi kevään 2017 aikana toimitettava FPC-projekti, jonka valmistelua tehtaalla ja käyttöönottoa asiakkaalla seurataan. Tähän ei kuitenkaan aikataulumuutosten vuoksi täysin päästy, vaan toimitusprosessin eri osia ja sidosryhmiä tarkastellaan työssä niin, ettei tarkastelu kohdistu vain yhteen FPC-toimitukseen. Osaksi toimitusprosessiin tutustumista päätettiin sisällyttää matka käyttöönottokeikalle käyttöönottajän mukana. Tätä varten FPC-projektien joukosta valittiin opinnäytetyön aikatauluun mahdollisimman hyvin sopiva FPC-toimitus.

Fastemsilla ei ole koottua dataa käyttöönottojen onnistumisista tai käyttöönottojen kestoista, vaan tiedot eri projektien käyttöönotoista on kirjattu eri tavoin kyseisten projektien tietoihin. Käyttöönottoihin liittyen ei siis ole olemassa mitään tietokantaa, johon voitaisiin soveltaa tutkimusta.

## 5 TOIMITUSPROSESSI JA SEN PARANTAMINEN

Tässä luvussa tarkastellaan Fastemsin sisäistä FPC-järjestelmien toimitusprosessia. Toimitusprosessista ei opinnäytetyön tekemisen hetkellä ole olemassa ajantasaista prosessikuvaajaa, ja prosessi ja osa sen sidosryhmistä ovat muutenkin olleet opinnäytetyön tekemishetkellä muutosten alaisina organisaatiomuutosten vuoksi. Seuraavaksi kuvataan prosessi lähinnä uuden konttitilauksen läpimenoon ja käyttöönottoon painottuen; laskutuspuoli jätetään tarkastelun ulkopuolelle ja myyntitapahtumasta käsitellään vain sen tuloksia. Haastattelujen ja muiden käytössä olevien prosessikaavioiden pohjalta laadittiin opinnäytetyötä varten prosessista uimaratakaavio, joka löytyy liitteistä (liite 1). Piirretyssä prosessikaaviossa kuvataan pääasiassa toimintaa. Konsulttina toiminut Kai Laamanen kertoo kirjassaan (2007, 81) hyvän prosessikuvaajan kuvaavan aidosti tekemistä. Hänen mukaansa prosessin kuvaamisen tavoitteena on kriittisten toimintojen ja päätöksien tunnistaminen.

### 5.1 Sidosryhmät

Toimitusprosessissa on osallisena usea eri sidosryhmä. Uimaratakaavion (liite 1) vasemmassa laidassa näkyvät sidosryhmät eivät täysin noudata Fastemsin organisaation yksiköjakoa, vaan esimerkiksi Suunnittelu-sidosryhmän alle kuuluvat layout-, sähkö-, mekaniikka- ja ohjelmistosuunnittelijat, joita voidaan tässä prosessikuvauksessa käsitellä yhtenä kokonaisuutena. Ostajat, tuotannon suunnittelu ja tuotanto taas kuuluvat saman Operations-yksikön alle, mutta niitä on luontevampaa käsitellä tässä tapauksessa erikseen.

#### **Loppuasiakas ja diileri**

Tähän sidosryhmään kuuluvat loppuasiakas ja mahdollinen välittäjänä toimiva diileri. Fastemsin järjestelmiä välittävät mm. työstökonevalmistajat Makino, Heller ja Okuma (Keinänen 2017). FPC:tä myydään kolmella tavalla suhteessa työstökoneiden toimittajiin. Projektipäällikkö Antti Keinänen ja entisen projektikoordinaattori Heidi Sydänlammen mukaan yleisimmin diileri eli työstökonevalmistaja/toimittaja, myy asiakkaalle joustavan valmistusjärjestelmän, johon tilaa Fastemsilta FPC:n, jolloin Fastems on vastuussa diilerille ja diileri loppuasiakkaalle. Toisessa tavassa Fastemsilta tilataan FMS, johon Fas-

tems tilaa halutut työstökoneet työstökonevalmistajalta, ja toimii koko järjestelmän toimittajana loppuasiakkaalle. Tässä tapauksessa vastuut menevät päinvastoin kuin edellisessä. Harvinaisin tapa on se, että loppuasiakas itse tilaa erikseen työstökoneen ja kontin. Tällaisissa tapauksissa normaalisti loppuasiakkaan luvalla Fastems asioi tarvittavissa määrin suoraan työstökonetoimittajan kanssa. Kaikissa edellä mainituissa tapauksissa Fastems tekee kuitenkin suoraa yhteistyötä sekä loppuasiakkaan, että diilerin kanssa. (Keinänen 2017; Sydänlammi 2017.)

### **Myynti ja Proposal manager**

Tämä sidosryhmä sisältää Fastemsin myyntiorganisaation, joka hoitaa tarjoamisen ja myynnin. Proposal managerin tehtävä on luoda ja tarjota ratkaisuja asiakkaiden tarpeisiin perustuen, sekä tukea myyntiorganisaatiota myyntiprosessissa. Hän myös varmistaa, että myyntien sisältö on valmis ja oikeanlainen toimitusprosessia varten. (Keinänen 2017.)

### **Delivery Service**

Delivery Servicen vastuualueeseen kuuluu projektiportfolion hallinta, toimitusten koordinointi ja toimenpiteiden suunnittelu (Operations planning). Yksikön alaisuuteen siirtyvät myös logistiikka ja laskutus (Fastems 2017b).

### **Suunnittelu**

Suunnittelu-sidosryhmään kuuluvat Fastemsin sähkö-, mekaniikka-, layout-, logiikka- ja ohjelmistosuunnittelijat. Suunnittelu- ja tukitehtävien lisäksi nämä suunnitteluosastot vastaavat myös dokumentaation luomisesta, päivittämisestä ja ajantasaisuudesta.

### **Tuotannon suunnittelu**

Tuotannon suunnittelijat ovat vastuussa tuotannon aikatauluttamisesta ja suunnittelusta. Fastemsin tuotanto on kokoonpanopainotteista ja pyörii JIT-tuotantofilosofian mukaisesti. JIT-tuotannossa materiaaleja tilataan juuri oikea määrä, oikean aikaan, mikä lisää tuotannon toimintojen suunnittelun tärkeyttä (Investopedia 2017).

### **Software-toimitus**

Software-toimitus vastaa Fastemsin toimittamien uusien järjestelmien ja vanhoihin järjestelmiin vaihdettavien soluohjainten ja muiden PC:iden konfiguroinnista. He myös tukevat osaamisellaan tarvittaessa käyttöönottajia.

## **Ostajat**

Ostajat ovat vastuussa projektiin liittyvistä materiaalihankinnoista.

## **Tuotanto**

Tuotantoon kuuluviksi luetaan tässä tarkastelussa kuuluvaksi kaikki tehdaslattian toiminnot, jotka liittyvät kokoonpanotehtäviin ja sisälogistiikkaan.

## **Testaajat**

Tehtaalla toimii joukko testauspätevyyden omaavia testaajia, joiden tehtävä on Fastemsin testausprotokollan mukaisesti testata tehtaalta lähtevät järjestelmät siltä osin kuin ne siellä voidaan testata. He ovat henkilökohtaisesti vastuussa testit läpäisseiden toimitusten toimivuudesta. (De Michele 2017.)

## **Käyttönottaja ja paikallinen huolto**

Fastems Oy:lle ja sen tytäryhtiöille työskentelee useampia käyttönottoinsinöörejä ja joskus asennuksia ja käyttönottoja tekevät myös asentajat. Fastemsin paikalliskonttorit ja huolto-organisaatiot vastaavat pääosin käyttönotoista ja niihin liittyvistä matkoista vastualueillaan, mutta tarpeen vaatiessa käyttönottajia otetaan sieltä missä niitä on saatavilla. (Sydänlammi 2017.) Käyttönottoinsinöörit koulutetaan erikseen tehtäviinsä ja heidän tulee hallita mekaaniset ja sähköiset asennukset, sekä hallita järjestelmiin liittyvät ohjelmistot. Fastems myös toisinaan ulkoistaa käyttönottoja, eli ostaa ne toiselta toimijalta. (Åberg 2017.)

## **Logistiikka**

Logistiikka-tiimi vastaa ulkoisen logistiikan järjestelyistä. Heidän tehtäviinsä kuuluu rah tien ja kuljetusten tilaaminen ja vienti- ja tuontipapereiden luominen ja käsittely.

## 5.2 Tilaustietolomake ODS

Order data sheet, eli tilaustietolomake, on koko FPC-toimitusprosessin kannalta oleellinen lomake, jonka sisältö määritellään jo myyntivaiheessa. ODS on luotu varmistamaan, että kaikki toimituksen kannalta kriittiset tiedot on kerätty ennen toimitusprojektin käynnistämistä, ja myynnin proposal manager onkin vastuussa siitä, että kaikki lomakkeelle vaaditut tiedot on täytetty ja pitävät paikkansa luovutettaessa myyntiä projektiorganisaatiolle. (Sydänlammi 2017.)

ODS sisältää kaikkien sidosryhmien kannalta tärkeitä tietoja. Osittain täytetty tilaustietolomake löytyy liitteistä (liite 2). Lomakkeella kysytään yleistietoja, kuten FPC:n tyyppi, tilauksen tiedot, kuten toivottu toimituspäivämäärä, asiakkaan tilausnumero ja tilauspäivä, ja onko kyseessä uusi järjestelmä vai valmiin järjestelmän laajennus. Lisäksi lomakkeelle merkitään tilatut FPC:n osat: tilataanko FPC:n perusosa, kuinka monta lisäkonttia ja tilataanko toinen latausasema. Lomakkeelle merkitään myös mitkä lisäominaisuuksista, ja ohjelmisto-optioista on myyty. Mekaaniset optiot sisältävät esimerkiksi ikkunalliset seinäpaneelit ja valaistuksen latausasemiin, ohjelmisto-optioita on esitelty luvussa 3.1.2. Lomakkeelle merkitään myös mm. järjestelmän takuutiedot, työstökoneiden, palettien ja koneliitännän tiedot, maksu- ja toimitusehdot, sekä diilerin ja loppuasiakkaan tiedot.

## 5.3 Toimitusprosessin Phase-Gate-ohjausmalli

Nicholas ja Steyn käsittelevät kirjassaan Project management for engineering, business and technology projektijohtamisen metodiikkaa. Heidän mukaansa suurin osa projekteista toteutetaan vaiheittain, yleisiä projektin vaiheita ovat esimerkiksi aloitus-, arviointi-, määrittely-, suunnittelu- ja lanseerausvaihe. Vaiheiden (phase) alussa on yleensä ”portti” (gate), jonka läpäisyä ennen päätetään projektin jatkosta; portilla tehdään päätös projektin jatkamisesta, jäädyttämisestä tai lopettamisesta. Jokainen portti voi määrittää projektin johdolle tehtäviä, dokumentteja ja suunnitelmia, joiden tulee olla kunnossa ennen sen läpäisyä. (Nicholas, Steyn 2012, 554, 556.)

Fastemsilla phase-gate-ohjausmallia käytetään FMS-toimitusprojektien ohjaamisessa, eli myös FPC-toimituksissa. Muista projektitoimituksista, kuten MLS-projekteista, eroten FPC-toimituksissa on kuitenkin paljon asioita, jotka on tuoterakenteen ansiosta pystytty hyvin pitkälle vakioimaan. Esimerkiksi tarvittavan suunnittelun määrä on merkittävästi pienempi etenkin vakiokokosten konttien kohdalla. Laamanen(2007, 27) kuvaa projektin olevan prosessin ainutkertainen toteutus. Tässä työssä käsitelläänkin yleistä FPC-toimitusprosessia, jonka ainutkertaisia toteutuksia ovat toimitusprojektit, yksittäiset toimitetut järjestelmät.

#### **5.4 Prosessin kulku**

Liitteessä 1 on kuvattu FPC-toimitusprosessi uimaratakuvaajalla ja tässä luvussa käydään läpi sen sisältö. Kuvaajaan merkityt sidosryhmät on käsitelty luvussa 5.2. Sidoryhmät. Liitteen kuvaajassa prosessi on kuvattu vain portti 3:een asti, sillä sen jälkeen käyttöön-otto on valmis, ja järjestelmä siirtyy tuotetakuun ja siten elinkaaripalveluiden piiriin. Seuraavassa käsitellään vaiheittain kutakin porttia(G0-G3) edeltävät prosessin tapahtumat.

##### **G0**

Myyntiosasto ja siellä proposal manager määrittelevät miten asiakkaan vaatimuksiin vastataan ja minkälaiseksi myynti loppujen lopuksi muovautuu. Tarjousvaiheessa suunniteluosasto konsultoi myyntiorganisaatiota teknisissä kysymyksissä, ja vähintään luo tarjousta varten asemapiirustuksen, sekä tarvittaessa tarkistaa tarvittavan koneliitännän. Myyntiorganisaatio myös selvittää Delivery Servicen kautta millä toimitusajalla myynti on mahdollista toteuttaa. Tuloksena on täytetty ODS, jota vaaditaan G0:n läpäisemiseen, jossa myynti hyväksytään projektitoimitusputkeen. (Sydänlammi 2017; Keinänen 2017.)

##### **G1**

G0:n jälkeen projektikoordinaattori määrittää toimitukselle projektipäällikön ja toimitukselle avataan projektinumero, lisäksi Fastemsin sisäiseen verkkoon luodaan projektille työtila. Projektipäällikkö varaa alustavasti Startup-tiimiltä resurssit järjestelmän asentamista ja käyttöönottoa varten. Projektin johto myös välittää myytyyn järjestelmään liittyvät muutokset suunnitteluun, jossa luodaan ja/tai tarkistetaan tuoterakenne. Vakiokokoiset FPC:t omaavat pääosin vakiokokoonpanon, joten muutokset tapahtuvat lähinnä palentinkäsittelyssä ja koneliitännässä. Myös ohjelmistopuoli on pääosin vakio, mutta tarvitta-

vat muutokset esimerkiksi koneliitäntään liittyen suunnitellaan. G1 läpäistään kun suunnittelu vahvistaa toimituksen rakenteen ja dokumentaatio valmistuu. (Sydänlammi 2017; Keinänen 2017.)

## G2

Suunnittelun vahvistettua tuoterakenteen tuotannon suunnittelu kuormittaa sen ERP- eli toiminnanohjaus- ja PDM- eli tuotetiedonhallintajärjestelmiin (Fastems 2016a). Toiminnanohjausjärjestelmään kuormitettaessa projektille syntyy järjestelmään oma kustannuspaikka ja sen hierarkkinen eri nimikkeistä koostuva valmistusrakenne päivittyy projektitietoihin. Tämän rakenteen pohjalta järjestelmä luo tarvittavista nimikkeistä ostoehdotukset, joiden perusteella osto-osasto suorittaa hankinnat projektia varten. Kokoonpanoon tarvittaville varastonimikkeille taas syntyy ERP-järjestelmään varaus sitä mukaa kun tehdään töitä aikataulutetaan. Tuoterakenteen kuormittamisen jälkeen siis voidaan aloittaa ostotoimet ja tuotannon suunnittelu, sekä kokoonpano tehtaalla sitä mukaa kuin mahdollista (Sydänlammi 2017).

Rakenteen varmistuttua myös ohjelmistosuunnittelu aloittaa suunnittelutyön, mikäli tarpeellista. Kun ohjelmiston sisältö on valmis ja vahvistettu, tehdään softwaretoimituksesta vastaava tiimi aloittaa toimitettavan järjestelmän soluohjaimen konfiguroinnin. (Keinänen 2017). FPC kootaan mahdollisimman valmiiksi tehtaalla, ja sen kokoonpanon ja soluohjaimen konfiguroinnin valmistuttua molemmat testataan testaajan toimesta. Testeihin kuuluu mm. mittauksia ja testiajo, ja niistä on säädetty Fastemsin sisäisessä testausprotokollassa (De Michele 2017). Testit läpäistyään FPC pakataan kuljetusta varten.

Noin kuukausi ennen arvioitua toimitusaikaa Delivery Service ja projektipäällikkö vahvistavat toimitusajankohdan sisäisesti, sekä diilerille ja asiakkaalle. Logistiikka tilaa kuljetuksen ja välittää kontin nosto-ohjeet asiakkaalla kontin kuljetuksesta purkavalle taholle. Käyttönottajan lähettävä taho laatii matkasuunnitelman käyttönottoa varten. (Keinänen 2017; Fastems 2016a.) G2:n läpäisyyn vaaditaan, että

- kontti ja ohjelmisto on testattu ja testit raportoitu,
- dokumentaatio on valmis,
- asiakkaan ja asennuksen valmius on tarkistettu,
- FPC on lähtövalmis (Fastems 2016a).

### **G3**

Kuljetuksen jälkeen tapahtuvat asiakkaalla FPC:n asennus ja käyttöönotto. Niistä kerrotaan lisää luvussa 5.5. Näiden jälkeen tapahtuu vielä asiakkaan työntekijöiden koulutus, mikäli sellainen on myyty. G3:n läpäisyyn vaaditaan, että järjestelmän luovutusprotokolla on tehty, turvallisuus ja koneliitännän toimivuus on testattu ja vahvistettu, dokumentaatioon tehtävät mahdolliset muutokset on tehty ja että asennus- ja käyttöönottoraportti on valmis. (Fastems 2016a; Keinänen 2017.)

## **5.5 Käyttöönotto asiakkaalla**

Asennus ja käyttöönotto ovat opinnäytetyössä keskiössä, joten niitä tarkastellaan tässä vielä erikseen. Käyttöönottajat käyvät Fastemsiilla FPC:den asennus- ja käyttöönottokoulutuksen (Fastems 2014). Liitteessä 3 on ote asennusohjeista.

### **Asennus**

Kun FPC saapuu asiakkaalle, se siirretään paikalleen joko nosturilla, trukilla tai haarukavaunuilla. Kuljetuksen ajaksi paikalleen kiinnitetty hissi vapautetaan, ja pääsähkökaappi kiinnitetään paikalleen, päätietokone ja kaikki muu materiaali tyhjenetään kontista. Kontti säädetään ja kohdistetaan lopulliselle paikalleen työstökoneen paikan mukaisesti. Kun mekaaninen koneliitäntä on testattu, kiinnitetään kontti lattiaan. Sähköistä koneliitäntää varten asennetaan kytkentäkotelo ja tehdään tarvittavat kytkennät. Latausasemat nostetaan ja asennetaan paikalleen, minkä jälkeen nekin kiinnitetään lattiaan. Sitten yhdistetään paineilma- ja jäähdytysnesteletkut ja virtajohdot, sekä soluohjaimen johdot konttiin. FPC kytketään verkkovirtaan ja sen turvapiiri tarkistetaan, minkä jälkeen sillä suoritetaan testiajo ja tarkastetaan parametrit. Lopuksi asennetaan koneturvallisuuden takaavat suoja Pellit. (Fastems 2014.)

### **Käyttöönotto**

Asennuksen jälkeen tehdään käyttöönotto, jossa testataan kontin loputkin toiminnot ja kaikkien koneliitännöiden toimivuus, sekä koko järjestelmän turvallisuus tarkistuslistojen avulla. Käyttöönottoon kuuluu turvallisuuteen liittyviä kontin omia ja työstökoneen kanssa yhteisiä testejä, sekä käytettävän koneliitännän kaikkien ominaisuuksien, kuten työkalutietojen ja koneistusohjelmien siirtymisen laitteiden välillä, testaaminen.

## 5.6 Prosessin parantaminen

Prosessien parantamiseen on monia lähestymistapoja, joista tähän ehkä sopivin on ongelmanratkaisu, sillä keskiössähän on käyttöönotto-työmaalla ilmenevien ongelmien ratkaiseminen. Laamasen (2007, 211) mukaan tälle lähestymistavalle olennaista on organisaation toimintaa tai sen hyvää suorituskykyä rajoittavan ongelman tunnistaminen ja poistaminen. Tässä lähestymistavassa ei aseteta koko prosessin toimintakykyä kyseenalaiseksi, vaan kyse on ennemminkin pienenhköjen parannuksien tekemisestä.

Ongelmaa voidaan konkretisoida kuvaamalla tavoite Laamasen(2007, 212) esittämien kysymysten avulla:

- ”1. mikä on ongelma?
2. mitä hyötyjä saavutetaan, jos ongelma poistuu?
3. mikä on toivottu tila ja milloin se halutaan saavuttaa?
4. mistä tiedetään, että toivottu tila on saavutettu (tunnusluvut)?”

Joihin vastaukset tämän opinnäytetyön tapauksessa ovat:

1. Käyttönoteissa ei päästä tavoiteaikaan, ja käyttöönottojen kustannuksia lisäävät mm. ylimääräinen matkustaminen ja resurssien käyttö.
2. Ongelman poistuessa saavutetaan taloudellista hyötyä kustannuksien laskiessa. Lisäksi tukiresurssien kuormitus vähenee.
3. Toivottu tila on sellainen, jossa käyttöönotot sujuvat suunnitellusti aikataulussa ja niille kohdistetuilla resursseilla, plug-and-play-periaatteella. Tila halutaan saavuttaa mahdollisimman pian.
4. Toivottu tila on saavutettu, kun asennukset ja käyttöönotot pystytään yhden kontin FPC:n tapauksessa hoitamaan yhdessä työviikossa, ja ilman ylimääräisiä kuluja.

Havaitun ongelman ratkaisemisessa voidaan hyödyntää jo olemassa olevia ongelmanratkaisutyökaluja, kuten pareto-diagrammeja tai kausaaliketjuja. Miksi?-Miksi? -diagrammi on käytännöllinen ongelmanratkaisutyökalu sekä tuotannollisessa- että hallinnollisessa ympäristössä. Miksi?-Miksi? -diagrammissa todetaan jo määritelty ongelma, minkä jälkeen kysytään kysymys ”Miksi?”. Kysymykseen vastataan mahdollisilla syillä, jotka ongelman voi aiheuttaa. Tämän jälkeen jokaista vastausta kohti kysytään uudelleen sama kysymys, ”Miksi?”, johon jälleen vastataan. Kysymysketjua jatketaan niin kauan, kunnes

päädetään juurisyihin. Kun piirretään diagrammi, jossa vasemmalla sijaitsevan ongelman oikealle puolelle piirretään haaroittuvat kysymys-vastausketjut, muodostuu ongelman aiheuttavista syistä verkosto. Työkalu auttaa hahmottamaan prosessin loogisia seurausketjuja ja kuvaa samalla prosessin kulkua. (Sproull 2001, 60–62.)

Ongelmat johtuvat usein useammasta osaongelmasta. Käyttöönottojen pitkittyminenkin on yleensä useamman syyn summa, joten edellä kuvattua ongelmanratkaisutyökalua voidaan soveltaa tämän opinnäytetyön kehitystyössä.

## 6 ONGELMAKOHDAT

### 6.1 Haastattelut

Haastateltuihin kuului mm. käyttöönottajia, projektikoordinaattori, projektipäällikkö, ohjelmistosuunnittelija, eli henkilöitä jotka ovat tekemisissä käyttöönoton tai käyttöönottajien kanssa. Haastatteluissa heiltä kysyttiin FPC:den asennuksiin ja käyttöönottoihin liittyen, mitkä ovat heidän mielestään niiden suurimpia haasteita tai ongelmakohtia, ja miten niitä heidän mielestään voitaisiin ratkaista.

### 6.2 Käyttöönottomatka

Käyttöönottomatka tehtiin 2.-5.5.2017 ja se suuntautui Etelä-Ruotsiin Fastemsin asiakkaalle. Asiakkaan tilaama joustava valmistusjärjestelmä sisältää kolmesta kontista koostuvan FPC-1000-järjestelmän, johon on liitettynä kaksi latausasemaa ja kaksi työstökoneitoimittajan NC-työstökoneita. FPC:n asentaminen oli tapahtunut jo viisi viikkoa ennen matkaa ja työstökoneidenkin asennus oli lähes valmis asiakkaalle saavuttaessa, joten matkan aikana voitiin tarkkailla lähinnä työstökoneiden ja FPC:n yhteistä varsinaista käyttöönottoa, jota suorittamassa oli Fastemsin ruotsalainen käyttöönottoinsinööri J. Åberg.

Käyttöönottomatkalla asiakkaalla lähtötilanne oli se, että FPC:n asennustyö oli jo tehty viisi viikkoa ennen matkaa ja diilerin työstökoneiden asennus oli lähes valmis. Palettivaraston ja latausasemien osoitteet oli tarkastettu siirtämällä hissillä koneistuspaletteja niiden välillä. Myös FPC:n oman turvapiirin toimivuus oli tarkistettu jo asennusmatkan yhteydessä. Näiden lähtökohtien valossa käyttöönottoajaksi arvioitiin neljä päivää koulutuksineen, vaikka järjestelmä koostuukin kolmesta kontista ja kahdesta työstökoneesta. Alla käyttöönottomatkan lyhyt tiivistelmä:

Tiistai 2.5.2017 oli matkustuspäivä. Ensimmäisenä päivänä yhdistettiin työstökeskuksilta tulevat kaapelit FPC:n kytkentäkaappiin. Kytkentöihin täytyi tehdä paikan päällä muutoksia, sillä työstökoneelta tulevat tulot erosivat hieman piirustuksiin merkityistä. Koneiliitännän testaamista ei voitu aloittaa, koska FPC:n ohjaus ei saanut yhteyttä työstökoneisiin etukäteen määritellyistä IP-osoitteista huolimatta.

3.5. eli toisena päivänä muokattiin ylähelman peltejä, koska asennusmatkalla oli huomattu hissien osuvan niihin siirrettäessä palettia työstökeskuksille. Lounasaikaan saatiin työstökoneen ja soluohjaimen välinen yhteys toimimaan diilerin ja Fastemsin it-osastojen tuettua käyttöönottajia. Täten myös koneliitännän testaaminen voitiin aloittaa.

4.5. jatkettiin testaamista ja havaittiin ongelma palveluiden käynnistymisessä soluohjaimelle. Kun koneliitännä oli testattu, aloitettiin hissien testaaminen työpainon kanssa, eli koneistuspaletilla, jossa on kiinni asiakkaan kiinnitin. Hissien haarukoidessa raskasta palettia sisään latausasemasta huomattiin paletin osuvan hissien nostokelkan poikkipuomiin.

Viimeisenä päivänä 5.5. muutettiin asiakkaan kanssa hissien paletinkäsittelyä, ja tarkastettiin raskaan paletin kanssa varastopaikkojen osoitteet ja haarukointi työstökoneiden paletinvaihtajiin. Loppupäivä kului matkustamiseen ja kouluttaminen siirrettiin seuraavalle viikolle kahdelle päivälle.

Edellä olevassa tiivistelmässä mainittujen tehtävien lisäksi työmaalla tehtiin myös muita asiaankuuluvia töitä, kuten kiinnitettiin suojapeltejä ja testattiin tarkistuslistojen määräämät asiat.

### **6.3 Havaitut ongelmat**

Käyttöönottoihin liittyviä ongelmia tuli ilmi sekä haastatteluissa, että käyttöönottomatkalla. Taulukossa 1 on listattu näitä ongelmia. Taulukosta nähdään, että esimerkiksi paletinkäsittelyyn, ohjelmistoon ja rajapintoihin liittyvät ongelmat tulivat esille sekä haastatteluissa, että käytännössä käyttöönottomatkalla.

TAULUKKO 1. Ilmi tulleita käyttöönoton ongelmia

Havaittu ongelma	Havaintotapa
Virhe paletinkäsittelyssä	Haastattelu, käyttöönottomatka
Ongelmat rajapinnassa	Haastattelut, käyttöönottomatka
Valmius pätevien ihmisten lähettämiseen	Haastattelu
Softaresurssien käyttö johtuu vajavaisesta softasta	Haastattelu, käyttöönottomatka
Oletetaan käyttöönottajien tietävän mistä tarvittava tieto löytyy	Haastattelu
Eniten ongelmia softien kanssa	Haastattelu
Puuttuu porauksia ym., ja ajan puutteen vuoksi joudutaan tekemään jälkiasennuksia	Haastattelu
ODS:n sisältö pitäisi tietää viimeistään käyttöönottoaiheissa	Haastattelu, käyttöönottomatka
Muutoksista ei dokumentaatiota, muutoksenhallinta	Haastattelu
Asiakkaiden aikataulut eivät pidä	Haastattelu, käyttöönottomatka
Testaajalta tieto ei saavuta käyttöönottajia	Haastattelu
Paletinkäsittely mitoitettu väärin	Käyttöönottomatka
Ohjelmat eivät käynnisty oikein	Käyttöönottomatka
I/O-koneliitäntä eroaa dokumentoidusta	Käyttöönottomatka
Koneliitännän yhteyden muodostaminen ei onnistu	Käyttöönottomatka
Mekaaninen koneliitäntä mitoitettu väärin	Käyttöönottomatka
Osien puuttuminen	Haastattelu

### 6.3.1 Ongelmat paletinkäsittelyssä

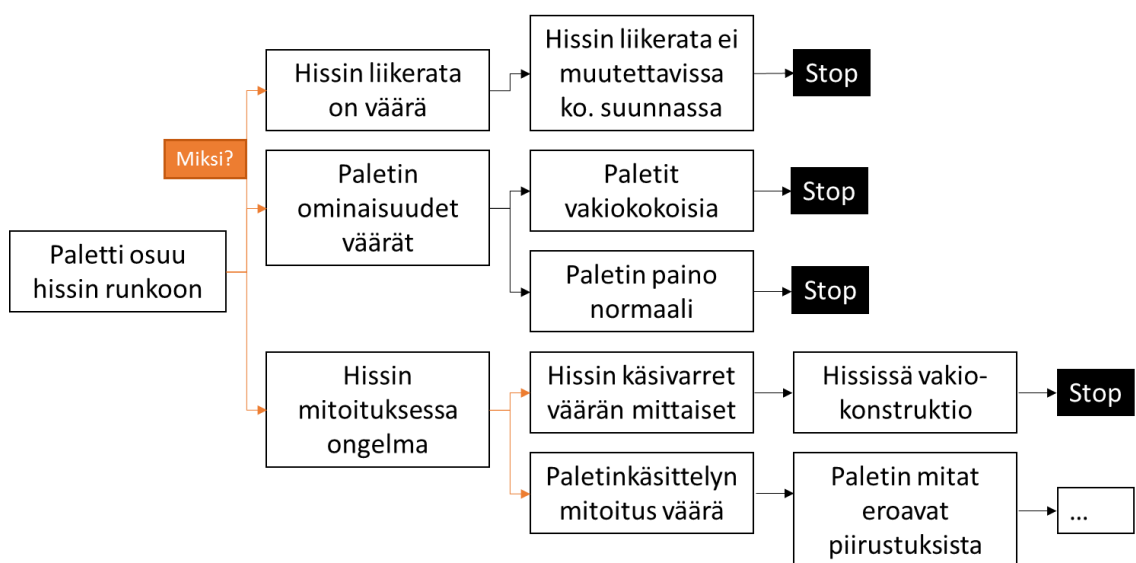
Projektikoordinaattori Sydänlammen haastattelussa (2017) tuli ilmi, että FPC-toimitushistoriassa on jonkin verran tullut vastaan tapauksia, joissa käyttöönoton yhteydessä on havaittu paletinkäsittelyn olevan todellisuudessa erilainen kuin on ollut alun perin tarkoitus. Joissakin tapauksissa asiakkaalle on toimitettu väärä osia, joissakin tapauksissa jo myyntivaiheessa on kirjattu vääränlainen palettien käsittely myyntidokumentteihin. Myös tarkasteltavalla käyttöönottomatkalla tuli esiin paletinkäsittelyyn liittyvä ongelma.

Käyttöönottomatkalla käyttöönoton edettyä vaiheeseen, jossa järjestelmää testataan siirtelemällä käyttöpainoon lastattua koneistuspalettia hissillä (paletissa kiinni kiinnitin ja kiinnittimessä aihioita), havaittiin ongelma. Siirrettäessä pois latausasemasta koneistuspaletti osui hissien ajokelkan poikkipuomiin siten heilahtaen haarukoissa ja synnyttäen runkoon kolhun (kuva 7).



KUVA 7. Paletinkäsittelyn mitoitusvirheestä johtunut kolhu (Åberg 2017)

Kuvassa 8 on kuvattu syyn löytymiseen johtanut kysymysten ketju. Virheen syyksi paljastui siis lopulta kommunikaatiokatkos; partnerilta, joka toimitti asiakkaalle työstökoneet, oli tiedotettu myynnille, ettei ehdotettu paletinkäsittely ollut oikea paletin ollessa siinä väärin mitoitettu. Tieto ei kuitenkaan missään vaiheessa edennyt suunnitteluun asti, minkä vuoksi paletinkäsittely toteutettiin projektilla virheellisiin tietoihin perustuen.



KUVA 8. Miksi?-Miksi? –diagrammi (Erik Hakanen 2017)

### 6.3.2 Ongelmat mekaanisissa ja sähköisissä rajapinnoissa

Mekaanisia ongelmia kontin ja työstökoneen rajapinnassa voi ilmetä esimerkiksi työstökoneen automaattiseen paletinvaihtajaan liittyen johtuen vääränlaisesta mitoituksista edellä olleen esimerkin kaltaisesti. Tällaisten ongelmien syntymistä kuitenkin ehkäistään selvittämällä, suunnittelemalla ja sopimalla rajapinnan toteutus huolella etukäteen. Tehtyjen haastatteluiden perusteella asian suhteen ei ole ilmennyt juurikaan ongelmia. Käyttöönottomatkalla kuitenkin korjattiin asennuksessa ilmi tullutta ongelmaa yläpeltien kanssa, kuten mainittu luvussa 6.1. Havaittiin, että nostettaessa paletteja työstökoneiden paletinvaihtajille hissillä, nostokelkan runko osui kontin seinärakenteen peltiseen yläliistään. Ongelma korjattiin käyttöönottomatkalla sahaamalla listoista sopivan mittaiset päät pois.

Myös sähköisessä rajapinnassa tuli käyttöönottomatkalla vastaan ongelmia, kuten mainittu jo luvussa 6.1. Työstökeskuksen ja kontin väliselle sähkökaapille oli vedetty jo asennustöiden aikana kaapelit molemmilta laitteilta. Kaapin kytkentöjä tehtäessä kuitenkin ilmeni eroavaisuuksia todellisuuden ja sähkökuvien välillä, minkä vuoksi kytkentöjä tehdessä piti tehdä kuvista eroavia muutoksia kaikkien toimintojen saamiseksi käyttöön. Tästä seurasi myös kytkentäkaavion korjaaminen ja kuvien päivityspyynnön lähettäminen sähkösuunnitteluun. Käyttöönottaja Åbergin mukaan em. kaltaiset eroavaisuudet ovat hyvin tavallisia laitteiden rajapinnoissa (Åberg 2017), ja ainakaan tällä kertaa asia ei aiheuttanut suurta viivästystä työmaalla.

### 6.3.3 Tietotekniset ongelmat

Käyttöönottoja tehneen Riikosen mukaan eniten ongelmia on ollut yleisesti ohjelmistojen kanssa, myös Sydänlammi(2017) ja Keinänen(2017) kertoivat haastatteluissa tietotekniikkaan liittyvien ongelmien olevan yleisiä. Vaikka Fastemsin ohjelmistot on pyritty pitämään lisätoiminto-optioineen pitkälti vakiona, ja valmiita ohjelmistollisia rajapintoja partnereiden laiteisiin hallitaan ja säilötään, on erilaisia muuttujia yhä paljon.

Käyttöönotoissa ilmetessä ongelmia ohjelmistoihin, ohjaukseen tai kommunikaatioon liittyen otetaan yhteyttä Fastemsin vastaavien osastojen osajiin. Riikonen (Riikonen 2017) kertoi haastattelussaan tukipyyntöjen ja pääkonttorin tai muiden osastojen resursien käyttämisen johtuvan keskeneräisestä ”softasta”, eli ohjelmistoista ym. Tällä hän tarkoitti sitä, että uuden järjestelmän ohjauksessa olevia puutteita ja virheitä on jouduttu korjaamaan käyttöönoton yhteydessä paikan päällä etäresurssin tukemana. Tällainen toiminta aiheuttaa turhaa ja ennakoimatonta lisäresurssien käyttöä ja muiden käyttöönoton tehtävien viivästymistä.

Käyttöönottomatkalla testatessa FPC:n koneyhteyksiä, ohjausta ja käyttöliittymää, ilmeni ongelmia, jotka saattoivat osittain johtua edellä mainitusta viimeistelemättömästä konfiguroinnista, kuten kerrottu luvussa 6.1. Ensimmäisenä päivänä FPC:n ja työstökoneen välisen koneliitännän testaamista ei voitu aloittaa, koska FPC:n ohjaus ei saanut yhteyttä työstökoneisiin. Projektiorganisaatio oli selvittänyt etukäteen tarvittavat IP-osoitteet työstökoneitoimittajan kanssa, mutta annetut asetukset eivät toimineet. Asiaa ratkottiin molempien osapuolien IT-osastojen tukemana, kunnes seuraavana päivänä osoitteet saatiin määritettyä oikein ja kommunikaatio laitteiden välillä saatiin toimimaan. Myöhemmin käyttöönottoon liittyvien testien jatkuessa havaittiin ongelma FPC:n toimintoja ohjaavien palveluiden käynnistymisessä soluohjaimelle eri käyttäjille. Tätäkin ongelmaa ratkottiin SW-tiimin tukiessa etänä pääkonttorilta käsin. Lopuksi soluohjaimen käyttöliittymä piti säätää vastaamaan asiakasprojektia.

#### **6.3.4 Muut ongelmat ja haasteet**

Kakki ilmi tulleet käyttöönottoon liittyvät ongelmat eivät kuitenkaan liity paletinkäsittelyyn, rajapintoihin tai ohjelmistoon, tietoliikenteeseen ja ohjaukseen. Sydänlammi (Sydänlammi 2017) kertoo haastattelussa, että on ollut tapauksia, joissa käyttöönottajän kompetenssi ei ole ollut riittävä. Tällaisissa tapauksissa käyttöönottoon tarvitaan käyttöönottajän tukemiseen lisäresursseja, ja se voi myös mahdollisesti viivästyttää asennusta ja /tai käyttöönottoa. Pahimmassa tapauksessa käyttöönottoa voi joutua jatkamaan tai viimeistelemään erillisellä lisävierailulla asiakkaalle. Tilanteisiin, joissa käyttöönottoa tehneen henkilön kompetenssi ei ole ollut riittävä, on Sydänlammen mukaan jouduttu esimerkiksi silloin, kun käyttöönottajapulan vuoksi asennuksia on lähetetty tekemään asentaja tai huoltomies kapeammalla osaamisella.

Joskus viivästyksiä ovat aiheuttaneet myös materiaalin puuttuminen ja virheet osissa ja komponenteissa. Käyttöönottoihin joudutaan joskus lähettämään projektitoimitukselta uupumaan jääneitä osia jälkitoimituksena, mikä luo projektille lisäkustannuksia vähintään rahtikulujen muodossa. Käyttöönotoissa ongelmia ovat joskus aiheuttaneet myös viialliset osat (Riikonen 2017). Tällöinkin joudutaan tilalle lähettämään joko uusia osia, tai tekemään korjauksia paikan päällä. Ongelmia ovat aiheuttaneet esimerkiksi osista puuttuvat poraukset. Pahimmassa tapauksessa materiaalien puuttumisesta ja viallisuudesta voi koitua viivästyksiä käyttöönottoon ja lisävierailuja asiakkaille, kun ajanpuutteen vuoksi asioita joudutaan korjaamaan jälkiasennuksilla.

Jotkin ongelmat käyttöönotoissa johtuvat vajavaisesti tai väärin täytetystä Order data sheetistä. Kuten jo luvussa 6.4.1 kuvattu, ODS:iin on historiassa merkattu esimerkiksi väärää paletinkäsittelytietoja. Käyttöönotoissa on myös tullut esimerkiksi vastaan tilanteita, joissa vasta paikan päällä asiakkaan edustajan kanssa keskusteltaessa on ilmennyt heidän tilanteen jotain, mihin ei ole varauduttu sen jäätyä puuttumaan tilaustiedoista (Riikonen 2017).

Tiedon kulkemisen liittyviä ongelmia on ollut myös muitakin. Kapasen (2017) mukaan joskus on ollut ongelmia tiedon välittymisessä SW-tiimiltä käyttöönottajalle. Käyttöönotettavan järjestelmän soluohjainta testatessa on voinut olla ongelmia, joita voi joutua ratkaisemaan käyttöönoton yhteydessä, jolloin mahdollisimman tarkka kuvaus ongelmista olisi tarpeellinen.

Jonkin verran ongelmia aiheuttavat asiakkaat ja partnerit, jotka eivät pysy yhdessä sovittussa toimitus- ja käyttöönottoaikataulussa. Järjestelmään liitettävän työstökoneen kasaminen saattaa olla suunnitellun käyttöönoton aikana vielä kesken, tai voi olla, että asiakas ei ole vetänyt vaadittuja sähkö-, tietoliikenne- ja paineilmayhteyksiä asennuspaikalle. (Åberg 2017.) Myös työstökoneen käyttöönottajän osaaminen ei ole joissain tapauksissa ollut kyllin hyvällä tasolla (Keinänen, 2017).

## 7 POHDINTA JA PARANNUSEHDOTUKSET

### 7.1 Ongelmien ratkaisu

#### 7.1.1 Virheet tuotannossa ja tavarantoimituksissa

Virheet niin alihankkijoiden kuin myös oman tehtaan tuotannossa tulisi minimoida. Muun muassa puuttuvat poraukset ja kiristämättömät pulttiliitokset aiheuttavat asennuksilla lisätöitä, kun käyttöönottaja joutuu tekemään töitä, jotka kuuluisivat osaksi tuotantoa. Riikosen mukaan pultteja on jouduttu usein kiristelemään asennustyömaalla. Hänen mukaansa yksi tapa varmistaa kaikkien pulttien kiristäminen tehtaalla olisi esimerkiksi jokaisen kiristetyn pultin merkkäminen, ja merkkäusten tarkistaminen. (Riikonen, 2017.) Tarkistamisen voisi tehdä esimerkiksi osana konttien testausta. Vialliset osat ja vajanaiset asennukset eivät itsessään ole muodostaneet merkittävää osaa viivästyttävistä ongelmista, mutta yleisesti ottaen puutteita ja virheitä havaittaessa asennustyömailla niistä tulisi ilmoittaa esimerkiksi samaan tapaan kuin tehtaan tuotannosta nykyisin ilmoitetaan, vikalistoilla. Siitä palaute tulisi välittää asianosaiselle ja vaatia korjaustoimenpiteitä, mikä kuuluu normaalin tuotannon ja alihankintaketjun laadunhallinnan piiriin.

Samoin tulisi toimia myös vajaisissa projektilähetyksissä ja tapauksissa, joissa tavara on vahingoittunut kuljetuksessa. Rahtivahinkojen tapauksissa tulisi varmistaa, että olemassa olevat pakkausohjeet ovat tarpeeksi kattavat, ja että niitä noudatetaan, sekä tarvittaessa täydentää ohjeistusta. Puutteellisten toimitusten tapauksissa virhe voi tapahtua keräilyssä tehtaalla, tai kuormituksessa; toisaalta puute voi olla seuraus inhimillisestä virheestä pakkausta tehdessä, toisaalta puuttumaan jäänyt osa voi olla teoriassa jäänyt lisäämättä projektiin suunnittelussa. Toimituksissa ilmenevistä puutteista tulisi reklamoida logistiikkakumppania, kun virhe havaitaan heidän toiminnassaan.

Myös tietotekniikkaan ja ohjaukseen liittyviä ongelmia tuli ilmi ongelmakohtia kartoittaessa. Ohjelmistopuolta on vakioitu jo nyt, mutta vakiointiin voitaisiin harkita myös MMS-optioiden ja paljon käytettyjen työstökonevalmistajien rajapintojen sisällyttämistä. Nykyisellään kaikkien ominaisuuksien testaaminen ei ole mahdollista, mutta kenties voitaisiin harkita virtuaalisen testausympäristön käyttöönottoa.

### 7.1.2 Pätevyys ja resurssit

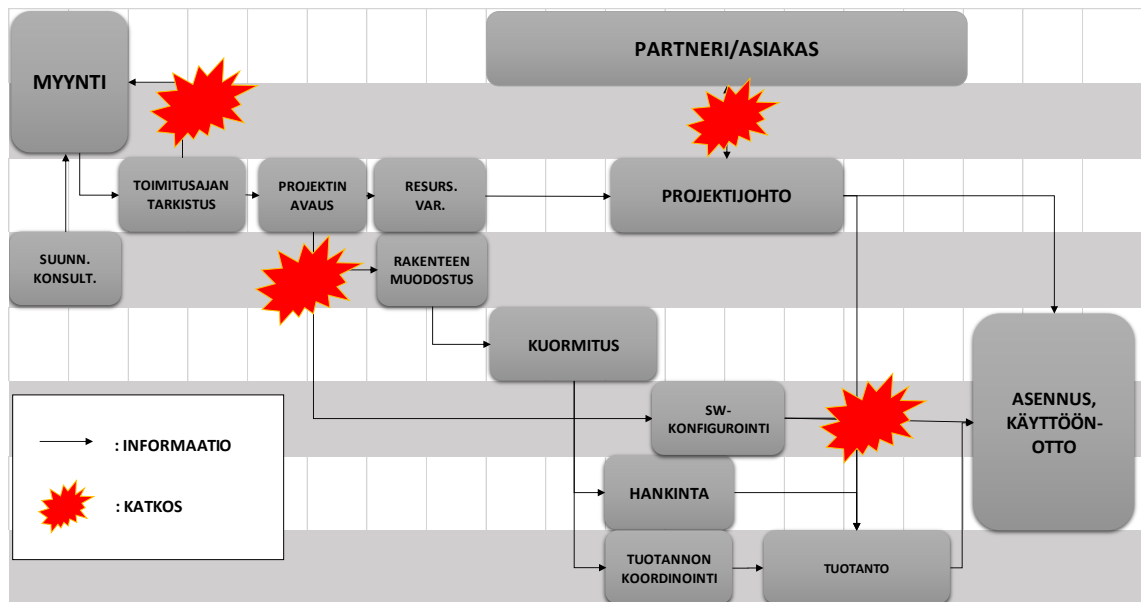
Ongelmia käyttöönotoissa on todettu tuottaneen myös osaamaton henkilöstö, lähinnä tilanteissa, joissa asennusta ja/tai käyttöönottoa tekemään on jouduttu miespulan vuoksi lähettämään henkilö, jolla ei ole täyttä käyttöönottajien pätevyyttä. Edellä kuvattuja tilanteita voitaisiin ehkäistä huolehtimalla siitä, että käyttöönottajia on palkkalistoilla oikea määrä. Lisäksi tulisi huolehtia, että jokainen käyttöönottaja on saanut kattavan koulutuksen konttien käyttöönottamisesta, ja että osaamista pidetään myös yllä kertaavin ja uusia tuotteen piirteitä koskevin koulutuksin.

Resurssipulaa silmällä pitäen voisi myös harkita joidenkin asentajien ja huoltomiesten kouluttamista siinä määrin, että heitä voidaan käyttää hätätapauksissa sijaisina käyttöönottokeikoilla. Myös jo tuttujen yhteistyöyritysten resurssien kouluttamista ja käyttämistä hätätilanteissa tulisi harkita.

### 7.1.3 Tiedonkulku

Suurin osa havaituista ongelmista liittyi tiedon käsittelyyn ja siirtämiseen. Moni ongelma esimerkiksi rajapinnoissa voitaisiin estää huolehtimalla tietojen oikeellisuudesta prosessin eri vaiheissa. Työkalut oikeudellisuuden varmistamiseksi, sekä vaaranpaikkojen minimoimiseksi tulisi liittää osaksi toimitusprosessia.

Ongelmia on ilmennyt myyntiorganisaatiossa tilaussisällön määrittelyssä, tiedon siirtymisessä suunnittelulle, muutostietojen välittämisessä eteenpäin organisaatiossa, sekä kommunikaatiossa asiakkaan ja projektin johdon välillä. Liitteessä *FPC-toimitusprosessin kuvaaja* esitetylle prosessikaaviolle (liite 1) voidaan tehdä kanavaseparaatio, ja tarkastella sitä vain tiedonkulun (ja nimenomaan yllä mainittujen kohtien) näkökulmasta. Kuvassa 9 on tiivistetty kaavio informaation kulusta toimitusprosessin sisällä, ja havainnollistettu, missä kohdissa ongelmia tavataan.



KUVA 9. Informaation kulku toimitusprosessissa ja ongelmakohdat (Erik Hakanen 2018)

Myynnin ja projektiorganisaation välisessä tiedonkulussa on ollut ongelmia tilaustietojen tarkassa määrittelyssä (vajavaisesti tai väärin täytetty ODS). Samoin tietojen, kuten tehtyjen muutosten, välittämisessä myynniltä/projektiorganisaatiolta suunnitteluun on ollut ongelmia. Keinäsen kanssa käydyssä keskustelussa todettiin Proposal managementin tietojen tarkistamisen mahdollisesti ehkäisevän näitä ongelmia. Projekteja ei tulisi aloittaa, ellei tilaustietolomaketta ole täytetty täsmälleen vaatimusten mukaisesti. Ongelmia karottaessa vastaan tuli kuitenkin myös tilanne, jossa tilaukseen liittyvä muutostieto ei saapunut suunnitteluun asti. Yksi vaihtoehto olisi käyttää lähtöselvitysten jälkeistä tarkastuslistoin toteutettavaa välitarkastusta, jossa lopulliset tiedot tarkastetaan myynnin, asiakkaan, suunnittelun ja projektijohdon toimesta.

Toinen ongelma-kohta on ollut asiakkaan ja Fastemsin projektiorganisaation välillä. Asiakkaan tai partnerin luistaessa aikataulusta ongelmia voi olla epäilemättä muussakin kuin kommunikaatiossa, mutta Fastemsin tarpeet tulisi kommunikoida mahdollisimman selkeästi vastapuolelle, erityisesti poikkeamista johtuvat seuraukset. Mahdollisesti viivästyksistä vaadittavia hyvityksiä voisi harkita, mikäli niiden käsittelystä saadaan joustavaa. Jonkinlainen tarkistuslistamainen lähestymistapa voisi tässäkin tapauksessa olla tarkoituksenmukainen tarkistuskeino. Muutenkin kaikkia näitä kehitystapoja pidemmälle pohdittaessa tulee niiden toteutus luonnollisesti miettiä sellaisiksi, että niistä koituu mahdollisimman vähän lisätyötä ja viivästyksiä.

Haastatteluissa tiedonkulkuun liittyviä ongelmakohtia, tai vähintään vaaranpaikkoja, ilmeni myös muualla toimitusprosessissa. Testaaja De Michelen ja käyttöönottaja Åbergin kanssa käydyissä keskusteluissa tuli puheeksi mahdollisuus ohjelmistoon liittyvien ja testauksessa ilmi tulevien asioiden kirjaamisesta esimerkiksi uuden kontin soluohjaimelle paikkaan, josta käyttöönottaja saisi kaiken tarpeellisen tiedon (De Michele 2017; Åberg 2017). Ohjelmistoon liittyviä asioita voivat olla esimerkiksi MMS-optioihin liittyvät toimenpiteet tai käyttöönottoon jäävien tehtävien ohjeistukset. Lisäksi Riikosen kanssa käydyissä keskusteluissa hän kertoi toivoneensa kattavaa tiedotusta kaikesta käyttöönottoon liittyvästä, esimerkiksi jälkitoimituksista (Riikonen 2017). Kun otetaan huomioon, että edellä mainittujen lisäksi poikkeuksia voi tulla myös mekaaniselle tai sähköiselle puolelle asennusta, olisi yksi keskitetty mahdollisuus luoda projektikohtainen sijainti, jonne kaikki käyttöönoton kannalta oleellinen tieto talletettaisiin. Tämän paikan tulisi olla helposti käyttöönottajan saatavilla.

## 7.2 Ongelmien raportointi

Tällä hetkellä projektitoimitusten virheistä ei ole kattavaa raportointijärjestelmää, kuten jo mainittu luvussa 4. Asennuksilla ja käyttöönotoissa esiintyvien ongelmien frekvenssistä ja suuruudesta, sekä niistä koituvista viivästyksistä ja lisäkuluista rekisteriä pitämällä voitaisiin paremmin hahmottaa ongelmien kokonaisvaikutukset ja vaikutus projektien kokonaiskatteeseen. Lisäksi asian vakavuudesta ja samalla korjausliikkeiden kiireellisyydestä voitaisiin muodostaa tarkempi kokonaiskuva, mikä auttaisi toimenpiteiden mittaamisessa oikein. Ongelmista kootun tiedon määrän kasvaessa voitaisiin tarkastella ongelmiin liittyviä trendejä ja yksittäisiä ongelmien aiheuttajia; teoriassa voitaisiin havaita ongelmia aiheuttavan poikkeuksellisen paljon tietyn työstökonevalmistajan koneiden kanssa tehdyt käyttöönotot, tai ongelmien lisääntyneen tietyn versiopäivityksen jälkeen merkittävästi. Joka tapauksessa huonoin tilanne on se, jossa käyttöönotoissa ilmenneviä tuotantoon, asennuksiin ja toimituksiin liittyviä pieniltäkin tuntuvia virheitä ei raportoida, jolloin ne toistuvat uudelleen ja uudelleen.

Ongelmien tehokas raportointi auttaisi siis tarkan yleiskuvan muodostamisessa jo valmiiksi korkeasti kuormitetusta käyttöönottoportaan toiminnasta. Lisäksi kerätty tieto olisi korvaamattoman tärkeää prosessien jatkuvassa kehittämisessä ja tehtyjen parannusten vaikutuksien selvittämisessä. Kuitenkin tulisi samalla varmistaa, ettei raportointi olisi liian raskasta ja tarkoituksensa vastaisesti loisi lisää töitä.

Ongelmien raportointiin ja tietojen tallettamiseen tulisi käyttää jo olemassa olevia medioita, ainakin yrityksen intraverkkoa ja käyttöönottoraportteja voidaan käyttää tiedon keräämiseen. Jo nykyisellään esimerkiksi ohjelmistopuolen ihmisten tukiessa etänä käyttöönottoa, kirjataan heidän työtuntinsa toiminnanohjausjärjestelmään ko. projektille. Samoin työmaalle lähetettävien jälkitoimitusten aiheuttamat kulut kirjataan vastaavalle projektille järjestelmään.

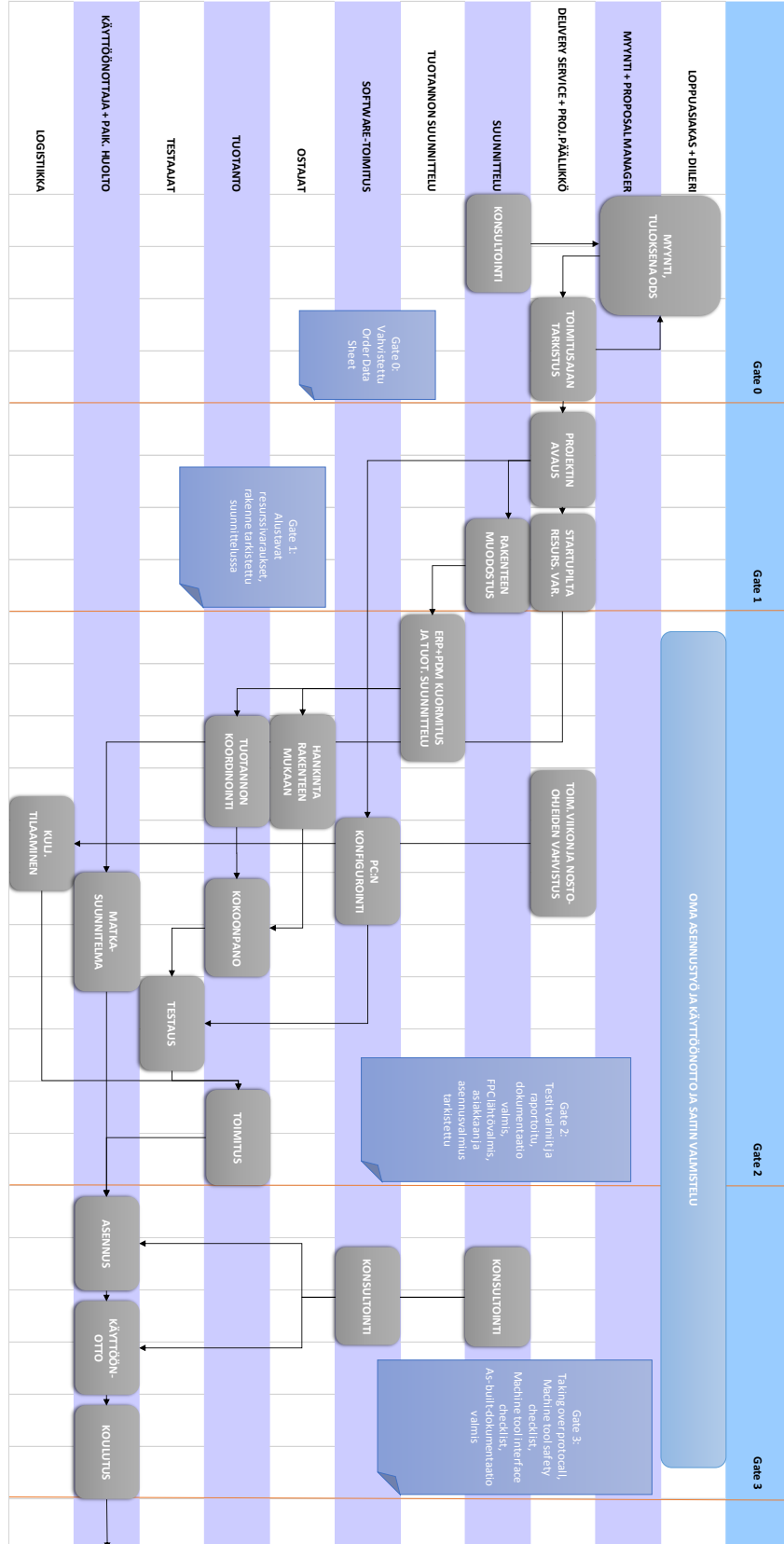
## LÄHTEET

- Browne, J., Dubois, D., Rathmill, K., Sethi, S., Stecke, K. 1984. Classification of flexible manufacturing systems. The FMS magazine, 1984, 2.2: 114-117. [PDF] Luettu 22.4.2018  
[https://www.researchgate.net/publication/242625866\\_Classification\\_of\\_Flexible\\_Manufacturing\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/242625866_Classification_of_Flexible_Manufacturing_Systems)
- De Michele, A. Testaaja. 2017. Haastattelu 3.4.2017. Haastattelijana Hakanen, E. Ei litteroitu. Tampere.
- Fastems. 2014. Installation Flexible pallet container FPC-750, FPC-1000, FPC-1500. [PDF]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 20.5.2017.
- Fastems. 2016a. D-class project delivery process. [intra-verkkosivu]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 20.5.2017.
- Fastems. 2016c. Company. Luettu 17.3.2018.  
<https://www.fastems.com/company/>
- Fastems. 2016d. Flexible Pallet Container. Luettu 17.3.2018.  
<https://www.fastems.com/flexible-pallet-container-fpc/>
- Fastems. 2016e. Products. Luettu 17.3.2018.  
<https://www.fastems.com>
- Fastems. 2016f. FPC Product Presentation 2016. [PDF]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 20.5.2017.
- Fastems. 2016g. Technical Specification FPC-750, FPC-1000, FPC-1500(v.5.1). [PDF]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 28.5.2017.
- Fastems. 2017a. S4Fleet research study. [Powerpoint-esitys]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 9.5.2017.
- Fastems. 2017b. Structure, Tampere Hub. [PDF]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 21.5.2017.
- Fastems. 2017c. FPC installation and commissioning schedules. [intra-verkkosivu]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 11.5.2017.
- Investopedia. 2017. Just In Time – JIT. Luettu 17.3.2018.  
<http://www.investopedia.com/terms/j/jit.asp>
- Kapanen, J. Ohjelmistoinsinööri. 2017. Haastattelu 10.3.2017. Haastattelijana Hakanen, E. Ei litteroitu. Tampere.
- Kauppalehti. 2017. Fastems Oy Ab Taloudelliset tiedot. Luettu 17.3.2018.  
<https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/fastems+oy+ab/15077051>

- Keinänen, A. Projektipäällikkö. 2017. Haastattelu 18.5.2017. Haastattelijana Hakanen, E. Ei litteroitu. Tampere.
- Kuisma, V. M. 2007. Joustavan konepaja-automaation käyttöönoton onnistumisen edellytykset. Väitöskirja. Espoo: VTT.
- Laamanen, K. 2007. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona. 7. painos. Espoo: Laatukeskus Excellence Finland.
- Nicholas, J. M., Steyn, H. 2012. Project management for engineering, business and technology. 4. painos. Lontoo: Routledge.
- Riikonen, J. Kehitysinsinööri, ent. käyttöönottaja. 2017. Haastattelu 10.4.2017. Haastattelijana Hakanen, E. Ei litteroitu. Tampere.
- Shivanand, H.K., Benal, M.M., Koti, V. 2006. Flexible manufacturing systems. New Age International Publishers. [PDF]
- Sproull, B. 2001. Process problem solving: A guide for maintenance and operations teams. 1. painos. Portland: Productivity Press.
- Sydänlammi, H. Projektikoordinaattori. 2017. Haastattelu 26.1.2017. Haastattelijana Hakanen, E. Ei litteroitu. Tampere.
- Åberg, J. Käyttöönottaja. 2017. Haastattelu 3.5.2017. Haastattelijana Hakanen, E. Ei litteroitu. Landskrona.

**LIITTEET**

Liite 1. FPC-toimitusprosessin kuvaaja



## Liite 2. Tilaustietolomake (ODS), muokattu

FPC 5 - Order data sheet (v5.1)					
Note! All fields must be filled before order can be placed				Rev	A
Item	Value	Comments	Description	Filled in by	Updated Initials - Date
<b>GENERAL DATA</b>					
FPC Type			750/1000/1500/3000	Sales	
SO number			Quotation number	Sales	
Date of the order			DD.MM.YYYY	Sales	
FPC ID number			FCxxxxx	FPC Factory	
Project number			27xxx	FPC Factory	
Date of creating the project number			Date when the project number was created	FPC Factory	
Confirmed EXW delivery time			Confirmed EXW-delivery time given by Factory	FPC Factory	
Wanted delivery time			Desired delivery time	Sales	
Installation & commissioning week			Planned installation & commissioning timeframe		
New / Extension			N=New system, E=extension to old FPC system	Sales	
Project Name			End customer / Dealer	Sales	
Customer order number			Customer/Partner order number (Optional)	Sales	
Sales Person				Sales	
Bid Manager					
Layout			Layout drawing number	Sales	
Pallet handling drawing number			FMXXXXX	Sales	
<b>SCOPE OF SUPPLY</b>					
Base system	YES		Yes/No	Sales	
Extension(s)	2 extensions		1/2/No	Sales	
Additional loading station	YES		Yes/No	Sales	
<b>OPTIONS</b>					
Extension to left	NO		Yes/No	Sales	
Active cooling unit for CC1 cabinet	NO		Yes/No	Sales	
8x45 ° indexing to loading station	NO		Yes/No	Sales	
Hand held remote control	NO		Yes/No	Sales	
Additional LSC operating panel	NO		Yes/no		
Hardware buttons for a loading station(s)	NO		Yes/no		
<b>Additional FPC-750/1000/1500 options:</b>					
Loading station working lights	NO		Yes/No	Sales	
Additional levelling stand 300 mm	NO		Yes/No	Sales	
Wall element with a window (additional)	NO		Quantity/No (specify amount here and location (front or back) to comments)	Sales	
<b>Additional FPC-3000 options:</b>					
Service platform for a loading station	NO		Yes/No	Sales	
Motorised rotation for a loading station	NO		Yes/No	Sales	
<b>SOFTWARE OPTIONS</b>					
MMS-3010 Production order interface	NO		Yes/No	Sales	
MMS-4010 CAD/CAM interface	NO		Yes/No	Sales	
MMS-4100 NC program and tool data	YES		Yes/No	Sales	
MMS-5000 Status monitor	NO		Yes/No	Sales	
MMS-5100 Remote monitor	NO		Yes/No	Sales	
MMS-6000 Dashboard	NO		Yes/No		
MMS-8100 Random pallet positioning	NO		Yes/No	Sales	
Additional MMS-5 license	Quantity		Quantity/No (if selected, specify the quantity)	Sales	
<b>SUPERVISION</b>					
Supervision support	YES		Yes/No	Sales	
<b>GUARENTEE and SERVICE OPTIONS</b>					
Service contract - Level 1	NO		Yes/No	Sales	
Service contract - Level 2 (1 visit/year)	NO		Yes/No	Sales	
Service contract - Level 2 (2 visits/year)	NO		Yes/No	Sales	
Extension to 24 months full warranty	YES		Yes/No	Sales	
<b>OTHER OPTIONS</b>					
Delivery to North America	NO		Yes/No	Sales	
Transformer ordered	NO		Yes/No	Sales	
Partner specific colour (RALXXXX)			See "Partner colours" tab for more information	Sales	
FPC-3000 main colour			Only FPC-3000 option.	Sales	
<b>MACHINE TOOL INFORMATION</b>					

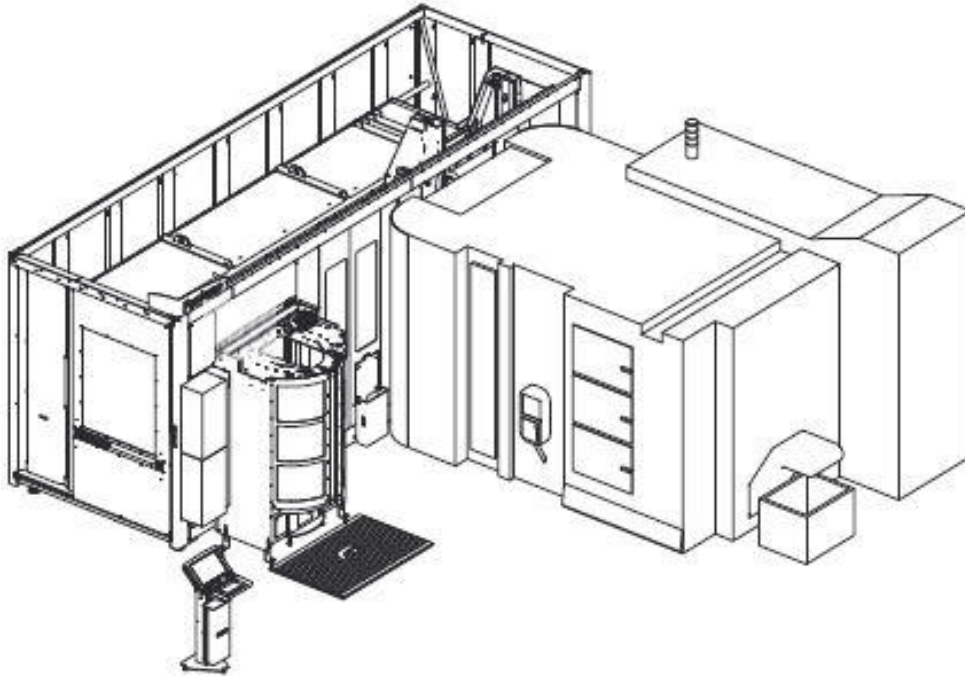
## Liite 3. Ote asennusohjeista



FPC Installation Instructions  
Final check

29

## Final check



Before you switch on the electricity in the system, check the following:

**1**

Check that the stacker crane is released from its fasteners.

**2**

Check that the loading station is anchored to the floor.

**3**

Check that the cables are connected to the right connectors.

**4**

Check that the aisle and the shelves are free from any tools, parts, or components.