



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

MLS-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTON HAASTEET

Olli Juvonen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Kone- ja tuotantotekniikka
Koneautomaatio



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Koneautomaatio

JUVONEN, OLLI:
MLS-järjestelmän käyttöönoton haasteet

Opinnäytetyö 52 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Huhtikuu 2017

Teollisuuden tuotantojärjestelmät rakentuvat useiden eri valmistajien laitteista, joiden välillä liikkuu paljon tietoliikennettä. Jotta tuotantolaitoksessa sijaitsevat koneet saadaan kommunikoidaan keskenään, täytyy uuden laitteen asennuksen jälkeen paikan päällä käydä käyttöönottaja, joka testaa ohjelmistojen ja yhteyksien toiminnan. Käyttöönottoon liittyy monia haasteita, joihin tässä opinnäytetyössä tullaan keskittymään ja löytämään ratkaisuja.

Opinnäytetyössä seurattiin Fastems Oy Ab:lla meneillä olevaa pilottiprojektia, jossa testattiin uusia toimintatapoja käyttöönoton helpottamiseksi. Niitä olivat asiakkaalle lähetettävä kyselylomake projektin alkuvaiheessa sekä ohjelmiston hyväksyttäminen virtuaaliserverillä tehdastestin yhteydessä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuoda esiin tämänhetkiset haasteet käyttöönotossa ja tutkia uusien toimenpiteiden vaikutusta niihin. Tavoitteena oli löytää ratkaisuja käyttöönottajien työn helpottamiseksi. Työn tutkimusmenetelmänä käytettiin laadullista tutkimusta ja tutkimusstrategiana tapaustutkimusta. Aineistoa kerättiin tekemällä haastatteluja, havainnoimalla tilanteita ja perehtymällä yrityksen sisäisiin dokumentteihin.

Kyselylomake ja virtuaaliserverin käyttö pilottiprojektissa olivat onnistuneita toimenpiteitä, joiden avulla asiakkaalle ja käyttöönottajalle saatiin parempi kuva toimitettavasta järjestelmästä, jolloin myös väärinymmärrysten riskiä asiakkaan ja toimittajan välillä saatiin vähennettyä merkittävästi. Käyttöönottajien isoimmaksi ongelmaksi paljastui koneliitännät, joiden avulla kaksi eri valmistajan laitetta ovat yhteydessä toisiinsa. Tähän ongelmaan ei löytynyt yksinkertaista ratkaisua, koska ongelmat johtuvat osin välinpitämättömyydestä niin oman myynnin kuin konetoimittajan puolelta.

Työn tavoitteet saavutettiin, pilottiprojektissa käytettävät menetelmät pystyttiin arvioimaan ja käyttöönottajien haasteet saatiin selvitettyä. Parannuskeinona koneliitännöihin esitetään myynnin teknisen asiantuntijuuden lisäämistä ja yhteistyön parantamista yrityksen muiden osastojen kesken, tarkempaa sopimuksen tekoa, sopimusten eri versioiden pitämistä ajan tasalla sekä uusien koneliitännöjen testaamista ennen ensimmäistä asennusta.

Asiasanat: hyväksyntätestaus, käyttöönotto, haasteet

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Machine Automation

JUVONEN, OLLI:
Challenges of Commissioning MLS-system

Bachelor's thesis 52 pages, appendices 2 pages
April 2017

Manufacturing systems in industry include machines from multiple suppliers. Machines need to be connected together via interface to enable data transfer. After every installation commissioning engineers need to check that the software and connections are working. This thesis focuses on the challenges that occur during commissioning, with an aim to find solutions.

A pilot project at Fastems Oy was followed in order to gain information on the subject. The main idea of the pilot project was to test new ways of helping the commissioning process. The first new way was the sending of a questionnaire to the customer at the beginning of the project, and the second one was the acceptance of software using virtual server during factory acceptance test. The purpose of this thesis was to evaluate these new ways and find out about the challenges that commissioning engineers are facing. The goal was to find solutions that help commissioning. This survey was using qualitative method as a research method and case study as a research strategy. Material for the survey was collected from documents inside the company, by making interviews and evaluating situations.

The questionnaire and software acceptance methods were successful. With these methods it was possible to lower the risk of misunderstanding the customer, and they – including our commissioning engineers - were also getting a better picture of the system to be delivered. Machine interfaces were the greatest problem in the commissioning process, and a simple solution was not found. These problems were resulting partially from indifference on behalf of the sales department and the customer.

The goals of this thesis were reached. Evaluation of the methods used in the pilot project was successful, and the challenges of commissioning were found. Suggestions to improve machine interface problem are as follows: raising technical knowledge in the sales department and better communication between departments. Also, a better focus on contracts and testing the interfaces of new products before installation would help this problem.

Key words: site acceptance test, commissioning, challenges

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	FASTEMS OY AB.....	8
	2.1 Paletin käsittely.....	8
	2.2 Kappaleenkäsittely.....	10
	2.3 MMS5.....	12
3	GATE-MALLI.....	14
4	TESTAUSPROSESSI.....	18
	4.1 FAT.....	18
	4.2 SAT.....	20
5	VIRTUAALISERVERI.....	24
	5.1 Ohjelmistokehitys ja vaatimusten määrittely.....	26
	5.2 SCRUM.....	28
6	KONELIITÄNTÄ.....	30
7	TUTKIMUSMENETELMÄT.....	34
	7.1 Laadullinen tutkimus.....	34
	7.2 Tapaustutkimus.....	35
8	TOTEUTUS.....	37
	8.1 Asiakkaalle lähetettävä kyselylomake.....	37
	8.2 Ohjelman hyväksyttäminen SW FAT: ssa.....	39
	8.3 FAT: n seuraaminen.....	39
	8.4 Käyttöönottajien haastattelu.....	40
	8.5 Projektipäällikön haastattelu.....	42
9	TULOKSET.....	43
	9.1 Kyselylomakkeen tulokset ja puutteet.....	43
	9.2 Virtuaaliserverin käytön vastaanotto.....	44
	9.3 Tehdastestauksen tulokset.....	45
	9.4 Käyttöönottajan kommentit.....	45
10	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	47
	LÄHTEET.....	48
	LIITTEET.....	51
	Liite 1. MMS-järjestelmän valmistelut käyttöönottoa varten.....	51

LYHENTEET JA TERMIT

FAT	Factory Acceptance Test. Tehdastestaus tehdään toimittajan luona ennen laitteen lähettämistä asiakkaalle
SAT	Site Acceptance Test. Hyväksyntätestaus tehdään toimitetulle laitteelle asiakkaan luona
SW FAT	Software Factory Acceptance Test. Toimitettavan järjestelmän ohjelmistopuoli testataan erillisessä testissä
FMS	Flexible Manufacturing System. Fastemsin joustava valmistusjärjestelmä on automaattisesta varastosta ja esimerkiksi työstökoneista rakentuva järjestelmä
MLS	Multi-Level Systems. Fastemsin kehittämä hyllystöhissi palletinkäsittelyyn
FPC	Flexible Pallet Container. Merikontin kokoinen työstökoneeseen liitettävä tuotantosolu
MMS5	Manufacturing Management System. Fastemsin kehittämä tuotannonohjausjärjestelmä heidän tuotteilleen
ERP	Enterprise Resource Planning. Yrityksissä käytettävä toiminnanohjausjärjestelmä, joka yhdistää muun muassa tuotantoa, laskutusta ja jakelua
NC	Numerical Control. Numeerinen ohjaus tarkoittaa, että esimerkiksi työstökoneetta ohjataan ohjelmamuistilla ja tietokoneella. Lyhennettä käytetään käsitteenä nykyisistä CNC-laitteista (Computerized Numerical Control)
CAD	Computer-Aided Design. Tietokoneella tehtävää suunnittelua ja osien mallintamista erilaisten ohjelmien avulla
CAM	Computer-Aided Manufacturing. Tietokoneavusteisella valmistuksella tarkoitetaan CAD-mallin muuttamista työstökoneohjelmaksi
PLC	Programmable Logic Controller eli ohjelmoitava logiikka on automaatiojärjestelmien ohjaamiseen tarkoitettu komponentti, joka vastaa pientä tietokonetta

Gantry	Portaalirobotti, joka kehikkomaisen rakenteen ansiosta soveltuu hyvin esimerkiksi kappaleiden käsittelyyn ja ylhäältäpäin tapahtuvaan työskentelyyn
Latausasema	Fastemsin valmistusjärjestelmissä olevia laitteita, joiden avulla kappaleet viedään ja otetaan pois tuotantojärjestelmästä
Paletti	Työstökoneessa tehtävien kappaleiden kiinnitysalusta
Koneliitäntä	Termillä tarkoitetaan jonkin laitteen, esimerkiksi työstökoneen, tietoliikenne- ja sähköliitäntöjä. Toisinaan termi käsittelee myös laitteen mekaanista liitäntää

1 JOHDANTO

Teollisuudessa tehtävät projektit kohtaavat erinäisiä haasteita, jotka voivat liittyä sopimusmäärittelyyn, toimitusaikoihin, toteutusvaiheeseen, hyväksyntätestaukseen ynnä muuhun. Ongelmiin ei välttämättä löydy yksiselitteistä ratkaisua tai ne voivat muodostua useista eri muuttujista, jolloin niiden korjaaminen vaatii tarkempaa tarkastelua ja prosessin perusteellista läpikäymistä.

Tässä työssä tarkastellaan teollisuuden automaatioprojektin läpivientiä myynnistä toimitukseen. Työn toimeksiantajana toimii Fastems Oy Ab, joka toimittaa teollisuudelle joustavia automaatiojärjestelmiä tuotannon tehostamiseksi. Työssä tullaan seuraamaan yrityksessä meneillään olevaa pilottiprojektia. Tarkoituksena on selvittää projektissa esiintyvät tämänhetkiset haasteet käyttöönottajän näkökulmasta, tutkia syy–seuraus- suhteita sekä tarkastella uusia ratkaisuja ja niiden toimivuutta. Tavoitteena on käyttöönottajien työn helpottaminen.

Työn aluksi tullaan esittelemään yleisimpiä yrityksen myymiä tuotteita. Teoriaosuudessa tullaan käymään läpi toimitus- ja myyntiprosessia yleisesti, tuotteille tehtäviä testauksia, virtuaaliserverin toiminnallisuutta, ohjelmistokehitystä sekä koneliitäntöjä. Tämän jälkeen käydään läpi tutkimusmenetelmät, joita työssä tullaan käyttämään sekä toteutustavat, joiden avulla pyritään löytämään ratkaisuja. Tuloksissa jokaisen menetelmän toimivuus käydään läpi ja pohdinta- osiossa työ kootaan yhdeksi kokonaisuudeksi.

Opinnäytetyö rajataan koskemaan ainoastaan yhtä projektia ja siihen ei kuulu esimerkiksi asiakkaalle lähetettävän kyselylomakkeen tekeminen, koska opinnäytetyössä vasta tarkastellaan eri asioiden tuomia hyötyjä projektille. Yritysesittelyssä kerrotaan myös tuotteista, mutta ei suinkaan esitellä niitä kaikkia, koska se ei ole lukijalle olennaista. Pääasiana on saada käsitys siitä, millaisia järjestelmiä on olemassa ja kuinka ne vaikuttavat käyttöönottajien kohtaamiin haasteisiin.

2 FASTEMS OY AB

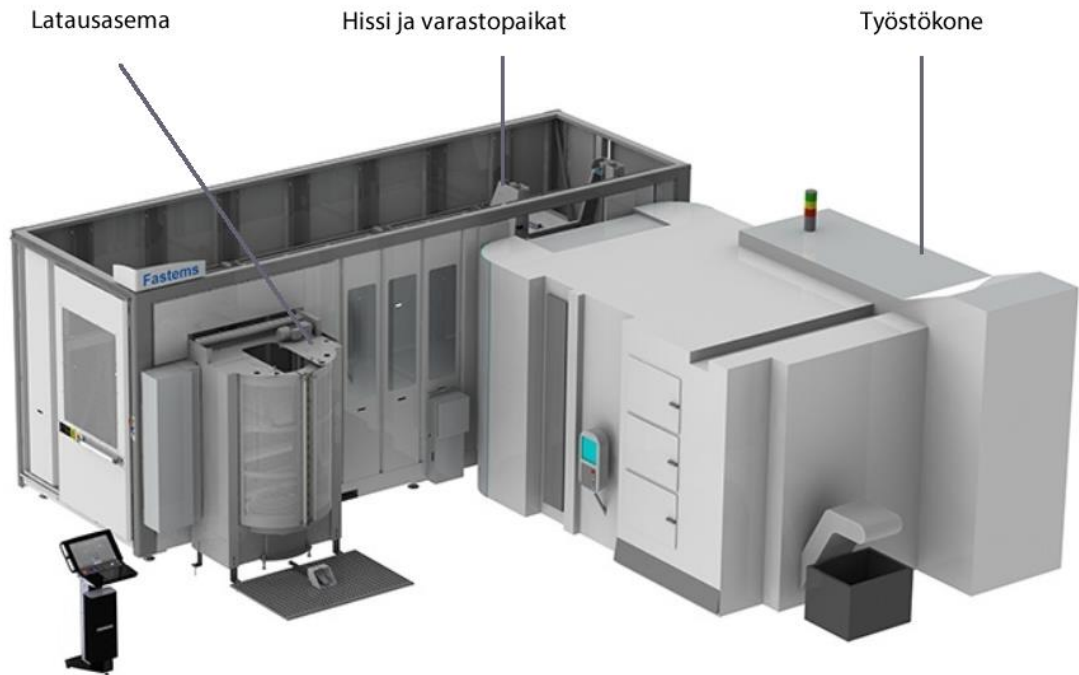
Fastems on perustettu vuonna 1901 ja sen päätoimipiste sijaitsee Tampereen Lahdesjärvellä. Yritys tekee joustavia valmistusjärjestelmiä teollisuudelle, jotka voivat perustua FMS:sään, robotiikkaan tai niiden yhdistelmin. Yrityksellä on toimipisteitä myös ulkomailla, muun muassa yhdeksässä Euroopan maassa, Yhdysvalloissa, Kiinassa ja Japanissa. Yrityksen tuotteiden valmistuspaikkana toimii Suomen lisäksi toimipiste Issumissa, Saksassa. (Fastems 2016.)

Asiakkaat ovat tyypillisesti metallin muokkaamiseen, automaattiseen tuotantoon tai tuotteiden viimeistelyyn erikoistuneita yrityksiä, jotka haluavat tehostaa koneidensa tuotantoa. (Fastems: Pallet handling 2016.) ”Joustavan automaation etuina ovat miehittämättömät tuotantojaksot, tehokkaampi tilankäyttö, miehittämättömien jaksojen tuoma lisäkapasiteetti, lyhyemmät läpäisyajat, parempi laaduntuottokyky, tehtaan tai verstaan selkeämpi ohjattavuus, sekä uudet tehokkaat työstöprosessit.” (Ahokas ym. 2013, 12.) Joustavia valmistusjärjestelmiä on tarjolla moneen eri tarpeeseen, mutta karkeasti ne voidaan lajitella paletin tai kappaleenkäsittelyyn.

2.1 Paletin käsittely

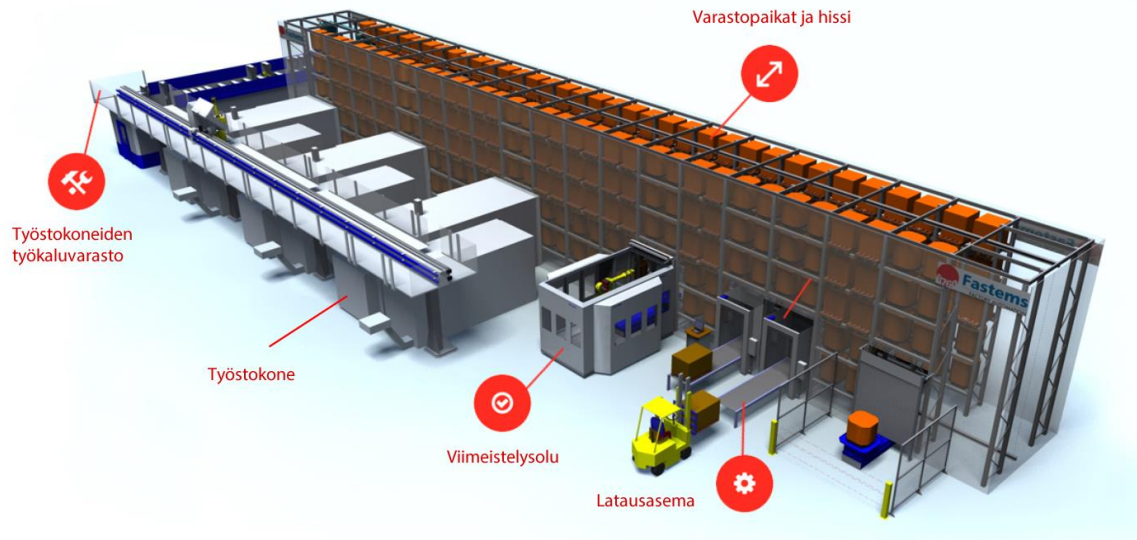
Tyypillisesti isot ja painavat koneistettavat kappaleet viedään työstökoneeseen kiinnitysalustan kanssa, koska niitä olisi mahdoton nostaa järkevästi koneen sisälle. Tätä kappaleiden kiinnitysalustaa kutsutaan paletiksi. Puhtaasti varastointia ajatellen esimerkiksi yksi kuormalava, jonka päälle on voitu lastata tavaraa, on myös yksi paletti. Fastemsin (Pallet handling 2016) mukaan tällaista lavaa kutsutaan materiaalipaletiksi.

Osien tuotantoon tarkoitettua FPC:tä (kuva 1) on saatavilla eri malleja 750kg:n mallista aina 7500kg:n käsittelykyvyn omaavaan malliin asti. Näiden solujen varastokoko vaihtelee yhden yksikön kohdalla 4-12 paletin välillä. FPC on tarkoitettu yrityksille, jotka kamppailevat tuotteiden lyhyen elinkaaren kanssa, asiakkaan vaatimukset muuttuvat nopeasti tai tuotanto vaihtelee monen eri osan välillä. (Fastems: Pallet handling 2016.) FPC on merikontin kokoinen, kompakti tuotantosolu, joita voidaan liittää peräkkäin enintään kolme kappaletta ja näin tehostaa työstökoneiden tuotantoa.



KUVA 1. Fastems FPC (Fastems: Pallet handling 2016, muokattu verkkolähteen kuvasta)

Kuvassa kaksi näkyvä MLS on tarkoitettu yrityksille, jotka haluavat alentaa tuotteidensa valmistuskustannuksia. MLS-järjestelmiä on saatavilla käsittelykyvyltään 700-25 000 kg:n painoisien palettien käsittelyyn. Järjestelmän varastointikoko vaihtelee kuudesta varastopaikasta yli tuhanteen varastopaikkaan. MLS:n avulla pystytään maksimoimaan tehtaan lattiapinta-ala, koska se yhdistää varastoinnin, logistiikan, työkalujenhallinnan, ERP:n ja työstökoneiden ohjelmat yhdeksi selkeäksi kokonaisuudeksi. Järjestelmää voidaan hyödyntää aina yksittäisistä koneista kokonaisiin tehdaskokonaisuuksiin. (Fastems: Pallet handling 2016.)



KUVA 2. Fastems MLS (Fastems: Pallet handling 2016, muokattu verkkolähteen kuvasta)

2.2 Kappaleenkäsittely

Kappaleenkäsittelyssä puhutaan pienempien, robotilla nostettavien osien hallinnasta. Ratkaisujen avulla voidaan automatisoida esimerkiksi kappaleiden panostus koneistuskeskuksiin kuten kuvassa kolme, viimeistellä kappaleiden pinnat robotin avulla, siirtää kappaleita eri työkoneiden välillä automaattisesti tai esimerkiksi integroida samaan järjestelmään työkappaleiden mittausasema. (Fastems: Workpiece handling 2016.)

Fastems toimii itsenäisenä järjestelmäintegraattorina ja tämän vuoksi ratkaisuja voidaan toteuttaa kaikilla yleisimmillä robottibrändeillä, kun käyttöön tarvitaan teollisuusrobotia. Robotteihin on saatavissa laaja määrä erilaisia työkaluja pneumaattisista tarraimista täysin asiakaskohtaisiin ratkaisuihin. Lisäksi erinäisten puskurivarastojen avulla voidaan saavuttaa jatkuva ja luotettava ympärivuorokautinen toiminta. (Fastems: Robot handling 2016.) Robotiikan puolelta on saatavilla myös Gantry-robotteja, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi työstökoneen päältäpäin tapahtuvaan panostukseen (Fastems: Gantry systems 2016).



KUVA 3. Koneistuskeskuksen automaattinen panostaja (Fastems: Robot handling 2016)

Kappaleiden viimeistelyssä robottien tekemä työ on tarkkaa ja helposti toistettavaa, jonka ansiosta kappaleista tulee vielä tuhannenkin kappaleen jälkeen samanlaisia kuin ensimmäisistä. Viimeistelyssä asiakkaalla on myös mahdollisuus muokata työstöohjelmaa joko online- tai offline-tilassa. Online-ohjelmoinnilla ohjelmaan voidaan tehdä pieniä yksityiskohtaisia muutoksia, mutta pääasiassa isommat muutokset kannattaa varmistaa ensin offline-simuloinnilla. Offline-ohjelmointiin käytetään Fastemsin omaa FASTSIMU-simulointiohjelmaa, jonka avulla muutoksiin voidaan pureutua joko CAD-mallin tai CAM-polun kautta. (Fastems: Robotic finishing 2016.)

2.3 MMS5

MMS5 on Fastemsin kehittämä itsenäinen tuotannonhallintajärjestelmä, joka yhdistää tilauksen-, materiaalin- ja työkalunhallinnan sekä työstökoneohjelman yhdeksi kokonaisuudeksi ilman, että se tarvitsisi erillisiä ohjelmia jokaiselle. Alustana MMS5 on täysin muokattavissa oleva ja kullekin asiakkaalle pystytään rakentamaan järjestelmä, jossa on vain kaikki heidän tarvitsemat toiminnallisuudet (kuva 4). Sitä on myös mahdollista päivittää jälkepäin, mikäli järjestelmä esimerkiksi kasvaa tulevaisuudessa. Järjestelmän hyötyjä ovat ennakoiva palettien aikataulut, ohjelmiston käytettävyys, reaaliaikainen laitteiston seuranta ja MMS5:n integrointi järjestelmiin kuten Siemens, FANUC ja ERP. Täten laitteiston operaattorit vapautuvat tekemään muita töitä, MMS5 optimoi tuotantoprosessia ja jokaiselle käyttäjälle löytyy järjestelmästä oikeat työkalut. (Fastems: MMS5 2016.)



KUVA 4. MMS5:n esimerkkikuva tuotantonäkymästä (Fastems: MMS5 2016)

MMS5:n toimintoja ovat muun muassa palettien asettaminen tilausprioriteetin mukaan tai muulla prioriteettiasetuksella tehtäväksi, kuten ensimmäisenä sisään sekä ulos järjestelmästä. Ohjelmasta on mahdollisuus tarkastella palettien tietoja, joita voivat olla asiakas, mahdolliset virheet sekä materiaalin ja kiinnittimen tiedot. Muita ominaisuuksia ovat osan hylkyyn laittaminen, manuaalinen prosessin askellus, järjestelmän puhdistustoiminto, tuotantodatan vienti yms. (Fastems: MMS5 2016.)

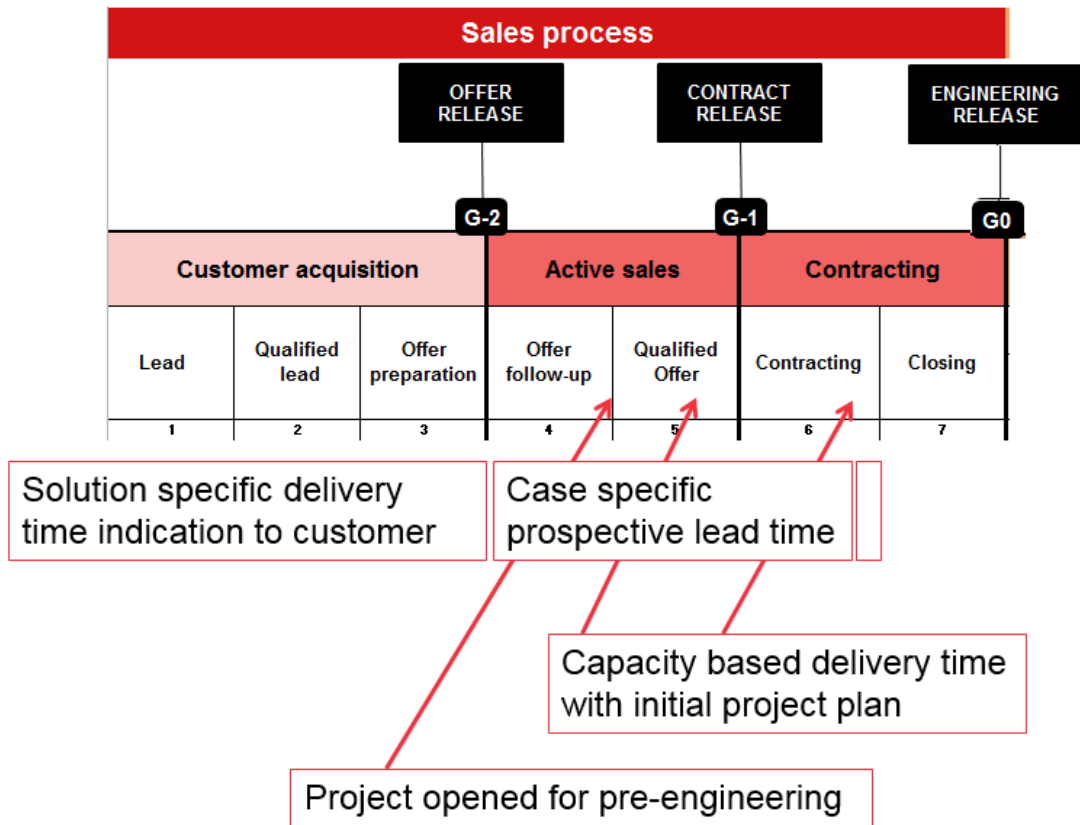
Ohjelmassa on kolme pääsivua: Dashboard, Data Manager sekä Station Commander. Dashboardista pystyy näkemään järjestelmän yleistilan, näytettävänä on mm. koneiden tämänhetkinen tila, tilausten valmistuminen sekä varaston arvo (kuva 4). Data Managerin avulla pystytään tarkastelemaan järjestelmään syötettyä dataa asiakkaista työstökoneohjelmiin saakka. Station Commanderin kautta taas tapahtuu järjestelmän jokapäiväinen ohjaus, sillä pystytään mm. syöttämään ja tai ottamaan tuotteita pois järjestelmästä. (Fas-tems: MMS5 2016.)

FMS- järjestelmän päätietokone sijaitsee sähkökaapin yhteydessä, josta voidaan ohjata koko laitteiston toimintaa. Tällä tietokoneella päästään käsiksi ohjelman jokaiseen pääsivuun. Lisäksi jokaisen latausaseman vieressä sijaitsevat solun ohjaamiseen tarkoitetut ohjauspaneelit. Näissä näkymänä on Station Commander välilehti, joista näkee kyseisen solun kokoonpanon ja toiminnot, joita kyseisellä ohjauspaneelilla voi suorittaa.

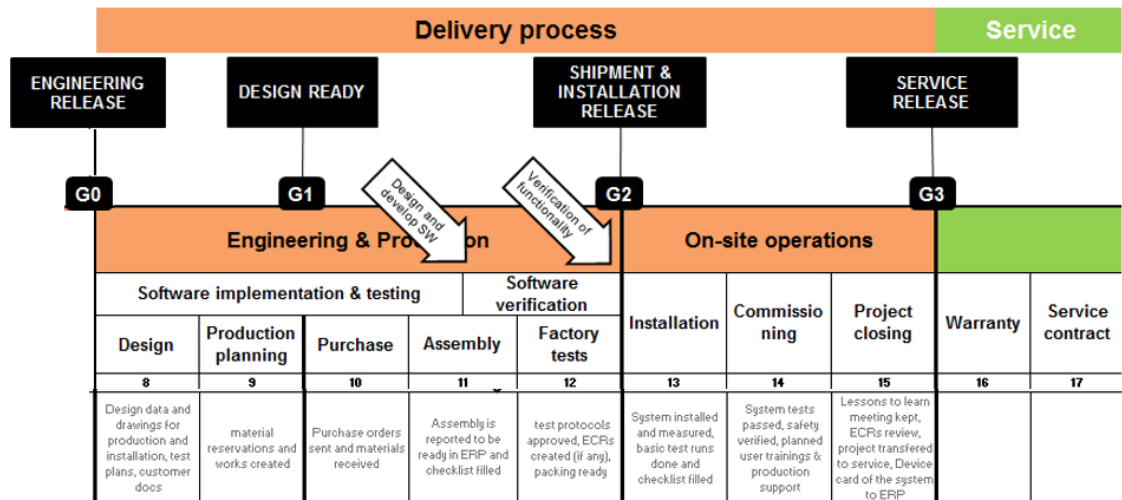
3 GATE-MALLI

Stage-Gate– mallin tuotteen kehityksestä julkaisuun on laatinut Robert G. Cooper vuonna 1986. Alun perin mallissa ei puhuttu Stage-Gate– termeistä eli tasoista ja porteista, mutta nykyään ne ovat sen vakiintuneita osia. Mallin avulla prosessi voidaan hajottaa pieniksi palasiksi ja monet yritykset USA:ssa ovat käyttäneet sitä menestyksekkäänä lähestymistapana tuotteen kehittämisessä. (Cooper 2001, esipuhe.) Malli on kehittynyt ajan myötä ja nykyisin se sisältää tyypillisimmin neljästä kuuteen tasoa. Jokainen taso on suunniteltu niin että se sisältää tietoja, joita tarvitaan siihen, että projektissa voidaan edetä seuraavaan porttiin. Portit ovat päätöksentekopisteitä ja niiden tarkoituksena on toimia pääsynä seuraavalle tasolle. (Cooper 2001, 129-131.)

Nykyisin Stage-Gate– malleja hyödynnetään paljon muussakin kuin tuotekehityksessä. Fastemsilla projektikohtainen prosessi voidaan jakaa kahteen osaan: myynnin ja toimituksen Gate-malleihin. Ensimmäinen malli kattaa asiakkaan hankinnan, aktiivisen myyntitoiminnan ja sopimuksen teon osapuolten välillä (kuvio 1). Toimituksen Gate-mallissa (kuvio 2) jatketaan sopimuksen teosta tuotteen valmistamiseen, testaamiseen ja asiakkaalle asennukseen. Fastemsilla Gate-malleja seurataan todella tarkasti ja projektin läpiviemisessä pyritään tulevaisuudessa siihen, että kaikki porttia aikaisemmat työt ovat tehtynä ennen seuraavaa vaihetta. Nykytilanteessa esimerkiksi ohjelmistokehitystä ei ole ollut mahdollista päättää vielä G2-vaiheeseen, koska ohjelmistoa ei olla pystytty hyväksyttämään asiakkaalla tai se on ollut muuta projektia jäljessä.



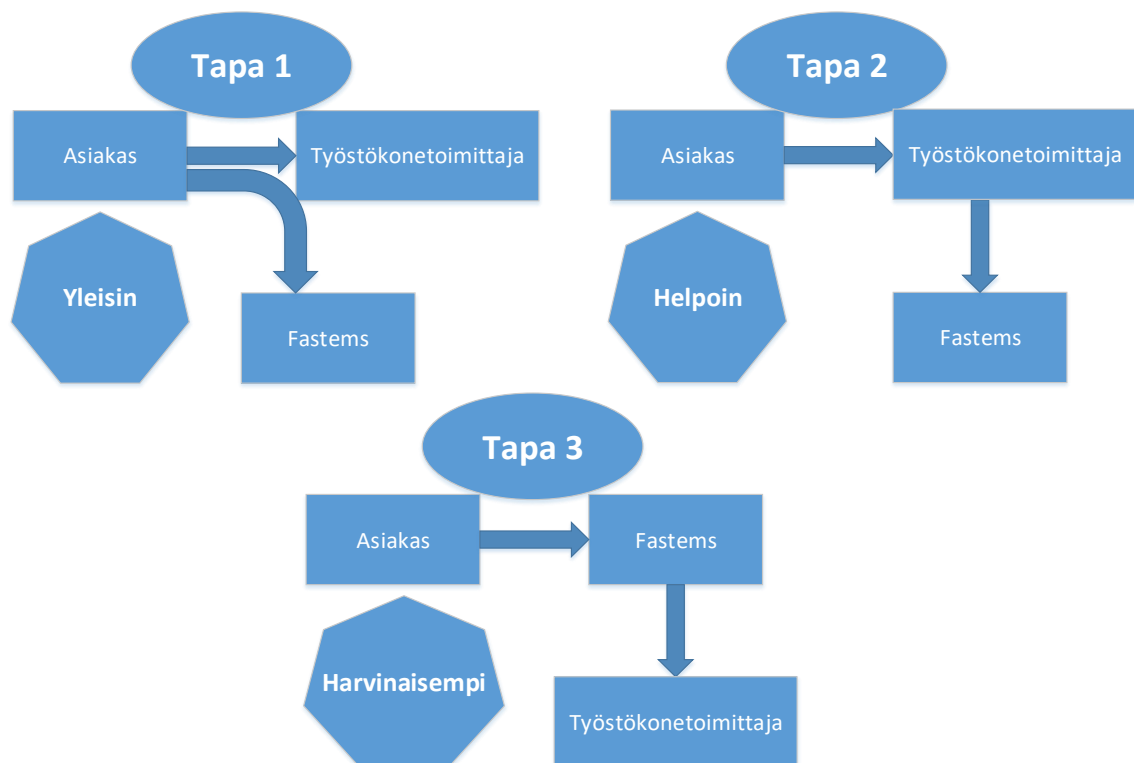
KUVIO 1. Myynnin Gate-malli (Fastems: Delivery process 2015)



KUVIO 2. Toimituksen Gate-malli (Fastems: Delivery process 2015)

Myyntitilanteessa on tärkeää varmistaa eri osastoilta asioiden paikkansapitävyys. Esimerkiksi tilanteessa jossa suunnitellaan oman järjestelmän liittämistä eri toimittajien työstökoneisiin, täytyy varmistua, onko kyseiseen konseptiin jo olemassa valmiit mallit vai tarvitaanko tuotekehitystä, että järjestelmät voidaan liittää yhteen. (Hinkkanen 2017; Vanhanen 2017.) Näin saadaan vähennettyä yllätyksiä suunnitteluvaiheessa ja parannettua sopimuksen paikkansapitävyyttä. Myyntivaiheessa tulisikin kiinnittää huomiota asioiden huolelliseen läpikäyntiin, jotta ongelmilta vältytään projektin tulevissa vaiheissa.

Asiakkaat voivat ostaa tuotteita Fastemsilta monella eri tavalla. Asiaa pyritään havainnollistamaan kuviolla 3 ja osoittamaan kunkin tavan hyvät ja huonot puolet. Tavassa yksi asiakas ostaa haluamansa työstökoneet tuotteitaan varten ja haluaa automatisoida prosessia ostamalla laitteistoa Fastemsilta. Tässä tavassa ongelmaksi muodostuu työstökonevalmistajan ja Fastemsin välinen kommunikointi, koska kaikki keskustelu käydään asiakkaan kautta. Näin ollen laitteistojen yhteensovittaminen on haastavaa, koska toimittajat eivät saa toistensa järjestelmistä tarpeeksi/ välttämättömiä tietoja. (Hinkkanen 2017.)



KUVIO 3. Kokonaistoimituksen eri vaihtoehtoja

Tavassa kaksi asiakas ostaa tuotteilleen sopivat tuotantokoneet sekä pyytää työstökonevalmistajaa toimittamaan automaation. Tällöin työstökonevalmistaja ostaa Fastemsilta automaatiolaitteiston ja tietoja laitteistojen toiminnoista voidaan välittää kahden valmistajan kesken ilman välikäsiä. Tämä koetaan laitteistoja rakentavien henkilöiden tahoilta helpoimmaksi tavaksi ja tällöin asiantuntijat saavat varmimmin tarvitsemansa tiedon. Kolmannessa tavassa asiakas pyytää Fastemsiä toimittamaan kokonaistoimituksen, johon kuuluu automaatiojärjestelmä laitteistoineen. Tämä on kuitenkin harvinaisempi tapa asiakkaalta, vaikka sen etuja olisivat myös suunnittelun ja laitteistojen yhteensovittamisen helpottuminen. Yksi mahdollinen muuttuja konetoimittajan ja Fastemsin välillä on vielä niin sanottu dealer eli vähittäismyyjä/välittäjä, joka toimii työstökoneiden välittäjänä asiakkaalle. Välittäjä ei nimensä mukaisesti omaa yhtä hyvää tietoa laitteistosta kuin valmistaja, jonka takia asioiden sopiminen vaikeutuu entisestään. (Hinkkanen 2017.)

4 TESTAUSPROSESSI

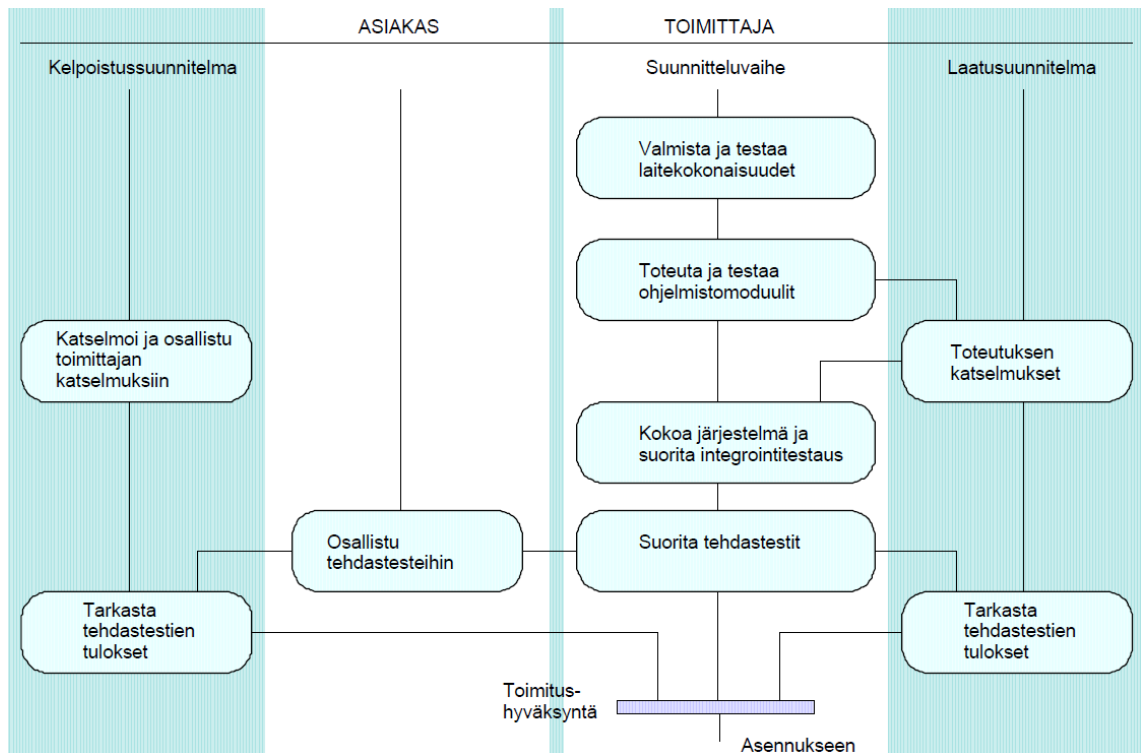
Testausprosessi pitää sisällään toimittajan tehtaalla tehtävän FAT: n ja asiakkaan luona tehtävän SAT: n. Kummastakin testauksesta tehdään asianmukaiset dokumentit, josta ilmenee testausajankohta, testatut ominaisuudet, hyväksyntämerkintä ja mahdolliset puutteet. FAT voidaan tehdä myös ilman asiakkaan läsnäoloa, jolloin tulokset lähetetään asiakkaalle jälkeinpäin. (Fastems: Checklist package 2017.) Testien tarkoituksena on toimia laadunvarmistuksena ja hyvään käytäntöön kuuluu testien, testaussuunnitelmien, testausmenettelyjen sekä testausraportin hyväksyttäminen omalla laadunvarmistusorganisaatiolla ja asiakkaalla (Ajo ym. 2001, 63).

Testejä tehdään, jotta tuotteiden toimivuus voidaan todeta, mahdolliset viat havaitaan varhaisessa vaiheessa sekä voidaan osoittaa asiakkaalle, että laite sisältää ennalta sovitut ominaisuudet. Tärkein näistä on toimivuuden varmistaminen, jossa todetaan, että kaikki turvalaitteet toimivat suunnitelman mukaisesti ja että komponentit kestävät niille asetetut kuormitusvaatimukset. Tämä auttaa vähentämään tehtaiden ja niiden prosessien riskejä.

4.1 FAT

Tehdastestaus eli FAT on toimittajan ja tilaajan yhteistyössä toteuttama dokumentoitu tarkastus, joka suoritetaan toimittajan tarjoamassa ympäristössä eli laitteen valmistuspaikalla tai esim. simulaattorissa. FAT: n avulla pyritään osoittamaan, että toimitettavan järjestelmän ohjelmisto ja laitteet ovat sopimuksen mukaisia ja täyttävät niille asetetut vaatimukset (kuvio 4). Tehdastestauksen suorittaa järjestelmätoimittaja tai käyttöönotto tarkastaja, joka täyttää testausraportit ja lähettää ne asiakkaalle. (Metropolia: Tehdastestit ja kelpuutus 2014.)

Laitteisto testataan tehdastestissä toimittajan luona siinä kokonaisuudessa, kun se on mahdollista. Tavallisesti instrumentteja ja prosessilaitteita tehdastestissä ei ole käytettävissä, jolloin ne on simuloitava tavalla tai toisella. (Ajo ym. 2001, 60,62.) FAT: n testausraportti on loppudokumentti, jolla asiakas hyväksyy järjestelmän toimitettavaksi lopulliseen asennuskohteeseen eli tekee niin sanotun toimitushyväksynnän (Ajo ym. 2001, 62).



KUVIO 4. Eri osapuolien tehtävät toteutusvaiheessa (Ajo ym. 2001, 56)

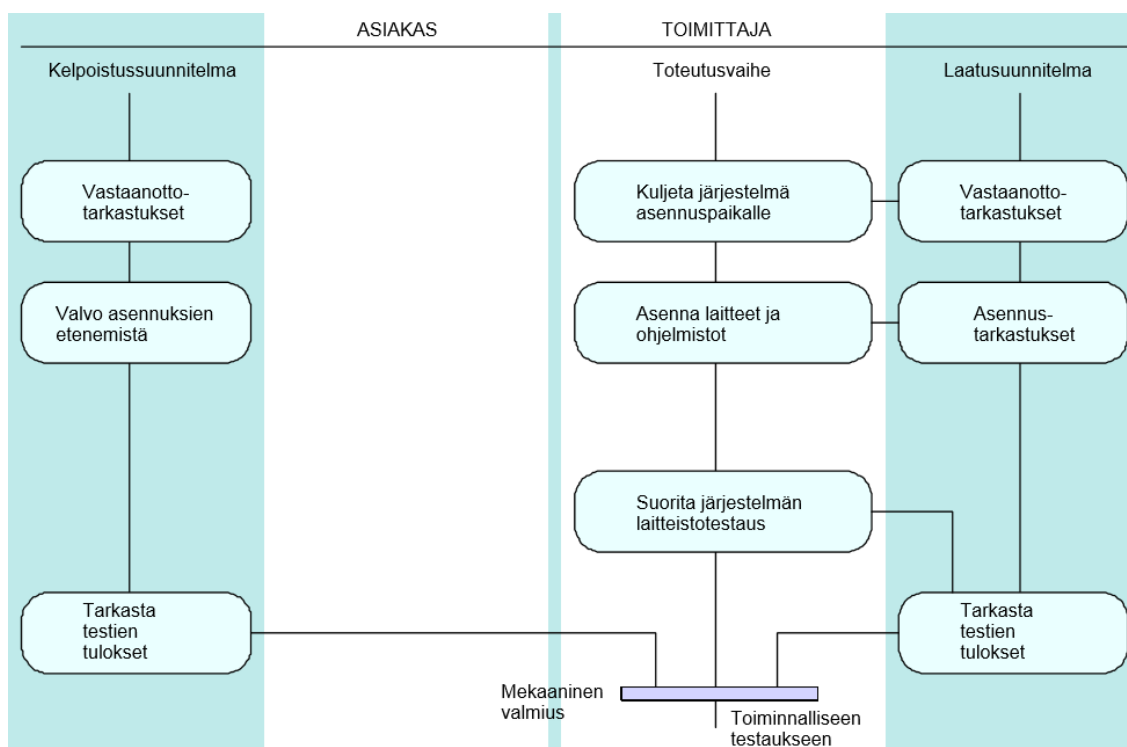
Tehtaalla tehtävä FAT ei ole pakollinen, mutta se suositellaan tehtäväksi, jos laitteen PLC-ohjelma tai turvalaitteisto on normaalia monimutkaisempi. Monissa tapauksissa on vaikea ennustaa, toimivatko turvalaitteet suunnitelmien mukaisesti tai mitä seurauksia turvalaitteiston osan pettämisestä voi koitua. Tämän vuoksi FAT suositellaan tehtäväksi ja jo suunnitteluvaiheessa testitapaukset valitaan niin, että mahdollisimman moni turva-toiminto tulisi testatuksi. (Hedberg 2006, 4.)

Johan Hedbergin (2006, 7) mukaan yleisohje on, että tehdastestien aikana valmistaja tarkistaa niin pitkälle kuin mahdollista että

- Käytetty laitteisto on sovittujen speksien mukaista
- Laitteet on asennettu ohjeiden mukaan
- Kytkennät ovat sähkökuvien mukaisia
- Laitteiston kalibrointi on suoritettu
- Järjestelmässä toimivien laitteiden kytkentäkynnykset ovat turvallisuusvaatimusten mukaista
- Logiikka ja siihen liittyvä ohjelmisto toimivat turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- Ulostulot ja niihin liittyvät toiminnot vastaavat turvallisuusvaatimuksia
- Reset-tilanteiden toiminta vastaavaa turvallisuusvaatimuksia
- Hälytysten toiminta vastaa turvallisuusvaatimuksia
- Operaattorin suorittamat toiminnot toimivat turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- Takaisinkytkennät toimivat järjestelmässä turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- Manuaalinen järjestelmän sammuttaminen toimii turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- Hälytysten diagnostiikka toimii turvallisuusvaatimusten mukaisesti.

4.2 SAT

Käyttöönottossa varmistetaan järjestelmän lopullinen toimivuus yhteen sovitettujen laitteiden kesken sekä opastetaan asiakasta käyttämään järjestelmää. Testaus on suunniteltava huolella, sen läpiviemiseksi ja valmistelemiseksi on hyvä tehdä lista vaadittavista asioista. Lista MMS-järjestelmän valmisteluista käyttöönottoa varten on liitteenä 1. SAT:ssa testataan pääasiassa ohjelmistojen toimivuutta keskenään ja siihen mennessä kaikki laitteistojen kytkennät on suoritettu (kuvio 5) (Ajo ym. 2001, 20-21).



KUVIO 5. Toimenpiteet ennen käyttöönottoa (Ajo ym. 2001, 65)

SAT eli hyväksyntätestaus perustuu asiakkaan vaatimuksiin. Testauksessa on mukana testaussuunnitelma, johon on lueteltu tilatut ominaisuudet. Sen perusteella voidaan päätellä, onko tuote sopimusten mukainen. SAT on ajallisesti melko lyhyt, koska sen tarkoituksena on vain osoittaa, että vaatimukset on tyydytetty. Virheiden löytyminen ei pitäisi olla ensisijainen tavoite ja isonkin järjestelmän testaus pitäisi kestää korkeintaan viikkoja. Muussa tapauksessa kyseessä on järjestelmätesti, jossa tavoitellaan virheiden löytämistä. Tämäkään ei haittaa, kunhan vain tiedostaa testien eron. Mikäli virheitä löytyy hyväksyntätestauksessa, voi niiden korjaaminen tulla hyvin kalliiksi. Näin yleensä myös käy, jos käyttäjä pääsee tutustumaan tuotteeseen vasta, kun sen pitäisi olla valmis. (Katara 2011, 110-112.)

Fastemsin hyväksyntätestauksessa kaikkien järjestelmään kytkettyjen laitteiden toiminta käydään läpi, jotta niiden toimivuudesta voidaan varmistua. Lisäksi laitteistolla tehdään normaaleja päivittäisiä toimenpiteitä, kuten paletin lähetystä latausasemalta varastoon ja kappaleen koneistamista työstökoneella, joilla voidaan testata laitteiston täysiverinen toiminta. Käyttöönotossa varmistetaan myös aikaisemmin tehtyjen toimenpiteiden, kuten vaa'an kalibroinnin, olleen onnistunut sekä testataan järjestelmän automaattinen palautuminen vikatilanteista. Lopuksi tarkistetaan, ettei järjestelmä sisällä ylimääräistä dataa ja

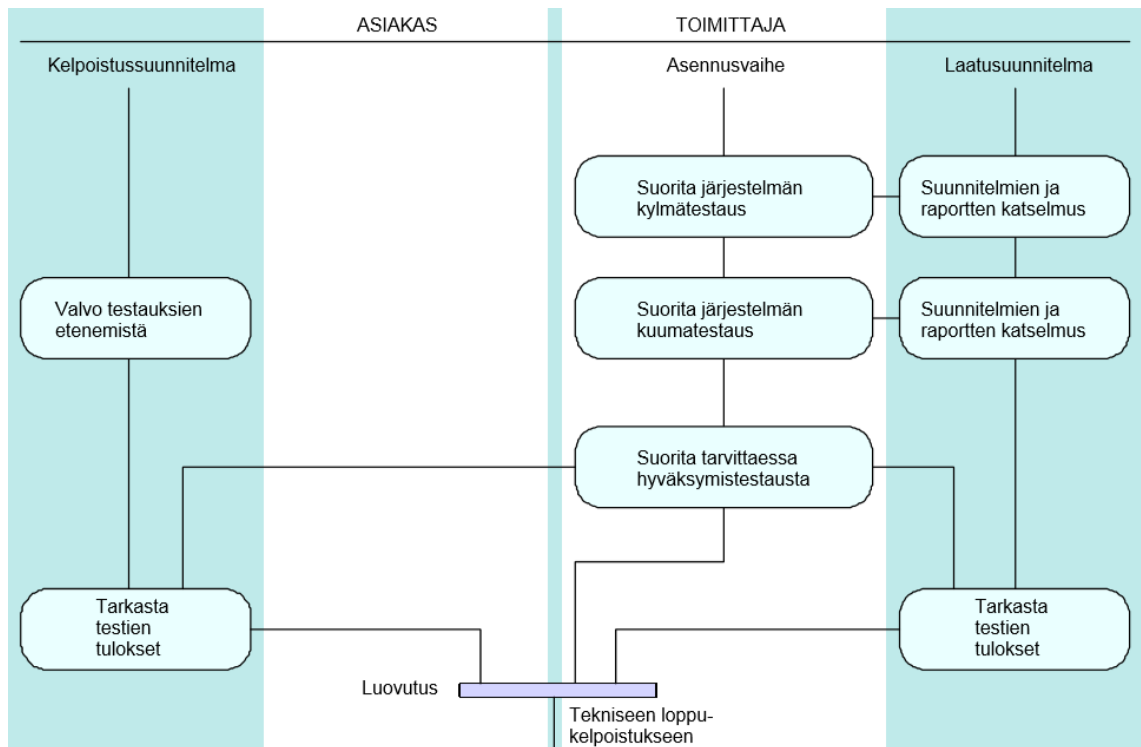
että ohjelmiston muokkaamista ei pysty tekemään muuten, kuin järjestelmän täysillä käyttöoikeuksilla.

”Käyttöönoton toteutus ratkaisee investoinnin lopullisen kannattavuuden” (Ahokas ym. 2013, 14). Kuten Ahokas ym. (2013, 14) toteaa, on käyttöönottoon panostettava, jotta projektille asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa. Käyttöönotto voidaan jakaa projektissa neljään eri vaiheeseen: tavoitteiden määrittämiseen, suunnitteluvaiheeseen, varsinaiseen käyttöönottoon sekä käyttö- ja kehittämissvaiheeseen. Tärkeää on kiinnittää huomiota käyttöönottokoulutukseen, tiimien toimintaan, työaikakysymyksiin ja käytön jatkuvaan kehittämiseen, että projektista saadaan paras hyöty esille. (Ahokas ym. 2013, 14.)

Ahokkaan ym. (2013, 16) mukaan jotta käyttöönottoa saataisiin nopeutettua, tulisi panostaa

- riittävään suunnitteluun
- investointilaskelmiin ja tavoitteiden selkeään määrittämiseen
- projektin organisointiin
- käyttöönoton johtamiseen
- ulkopuolisen asiantuntemuksen käyttöön
- koulutuksen aloittamiseen heti projektin alussa
- kouluttamaan riittävästi
- muodostamaan pienryhmiä käyttöönottoon
- valitsemaan parasta ja koeteltua tekniikkaa.

Käyttöönoton jälkeen suoritetaan dokumentointi ja luovutus asiakkaalle (kuvio 6). Tämän jälkeen alkaa asiakkaan takuu-aika. Käyttöönottoa varten tulee olla tehtynä lista asioista, jotka tarkastetaan ja joiden avulla laite voidaan hyväksyä luovutettavaksi asiakkaalle. Kataran (2011, 115-116) mukaan parhaassa tapauksessa hyväksymistestaussuunnitelman kirjoittajat ovat loppukäyttäjiä tai heidän edustajiaan, jotka ymmärtävät vaatimuksia ja omaan liiketoimintaan liittyviä riskejä. Jokaista vaatimusta varten pitäisi olla vähintään yksi testitapaus ja käyttäjien pitäisi osata määrittää hyväksymistestin lopetusehdot. (Kataran 2011, 115-116.)



KUVIO 6. Hyväksyntätestauksen vaiheet. (Ajo ym. 2011, 72)

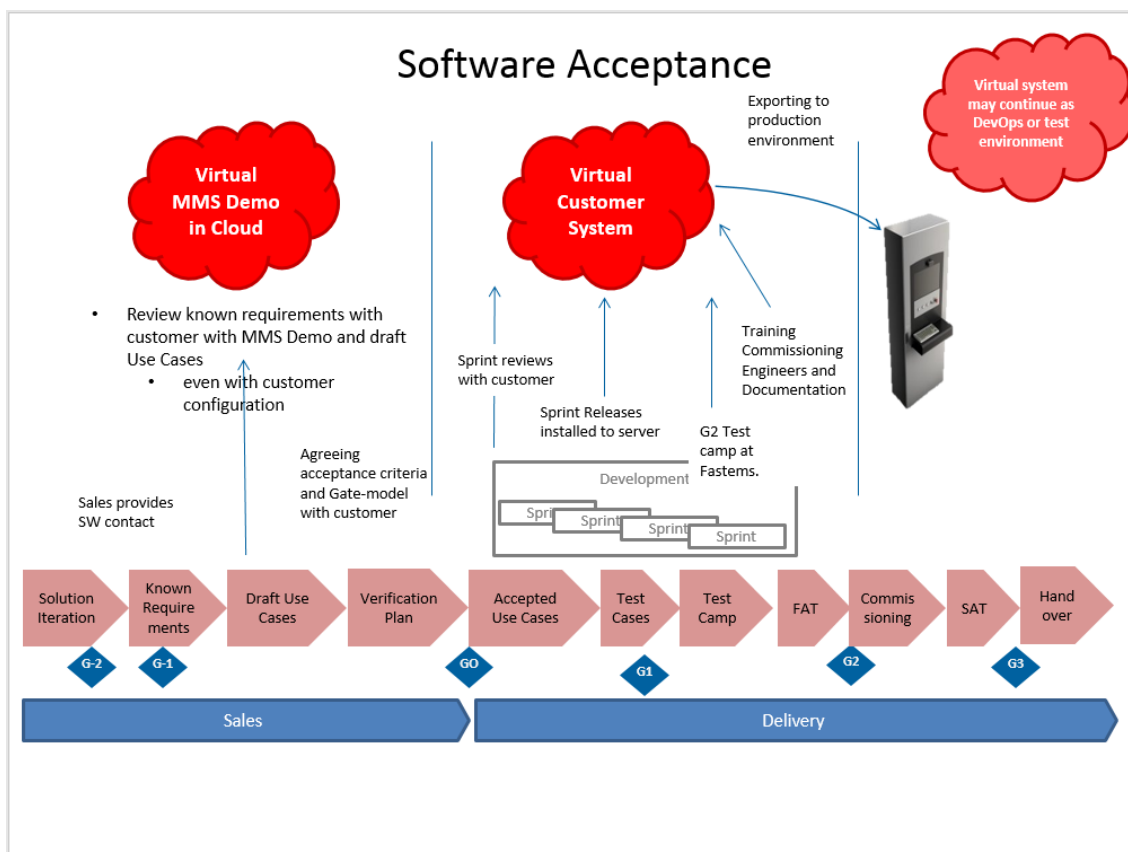
Fastemsilla on olemassa jokaiselle projektille tarkastuslista, jonka mukaan järjestelmä tarkistetaan asiakkaalla. Kyseisen listan avulla Fastems voi myöntää tuotteelle CE-merkinnän, kun kaikki listan kohdat on saavutettu hyväksytysti. Lista toimii pohjana jokaiselle toimitukselle ja siitä muokataan projektikohtainen versio, jossa on mukana asiakas-kohtaiset kustomoidut ominaisuudet. Lista sisältää asennusvaiheen tarkastukset, turvatoimintojen testauksen, järjestelmän sähköiset mittaustulokset, käyttöönototarkastuksen, koneliityntöjen tarkastuslistan, työstökoneiden turvapiirien testauksen sekä ohjelmalliset räätälöinnit järjestelmään. Lista kulkee työmaalla työryhmältä seuraavalle ja jokainen ryhmä täyttää oman osuutensa listasta. Kun lista on kokonaisuudessaan täytetty ja kaikki kohdat hyväksytyt, se tallennetaan sähköiseen muotoon arkistointia varten.

5 VIRTUAALISERVERI

Asiakkaalle tehdyt muutokset MMS5-järjestelmään tullaan tulevaisuudessa hyväksyttämään virtuaaliserverin avulla. Lisäksi asiakkaat otetaan mukaan projektikohtaiseen ohjelmistokehitykseen, jolloin heitä varten tehtyjä muutoksia voidaan hyväksyttää sprinteissä (kuva 5) heti toiminnallisuuden valmistuttua. Pilottiprojektissa koko ohjelmisto tullaan hyväksyttämään asiakkaalla FAT: n yhteydessä tehtävässä SW FAT: ssa, mutta myöhemmissä projekteissa muokattua ohjelmaa aiotaan esitellä osissa, jolloin sprint-ajattelu toteutuu paremmin.

Ennen pilottiprojekteja Fastemsin toimintatapana oli tehdä ohjelmistokehitystä vielä G2-vaiheen jälkeen (kuva 5). Normaalisti yli 60 prosenttia ohjelmistokehityksen tunneista sijaitsi tämän vaiheen jälkeen. (Fastems: SW FAT Experiences 2016.) Tässä tavassa ongelmana oli ohjelmistojen versiohallinta, koska FAT: ssa testatussa tietokoneessa saattoi olla tärkeitä järjestelmän toimintaan vaikuttavia muutoksia, joita ei tullut mukaan ohjelmistokehittäjien tuleviin versioihin. Lisäksi ohjelmistokehitys oli mekaanista laitteistoa jäljessä, jolloin ohjelmistoa ei pystytty testaamaan ja hyväksyttämään asiakkaalla ennen käyttöönottovaihetta. Tämä loi suuren riskin muutoksille, koska asiakas pääsi tutustumaan tuotteeseen vasta käyttöönotossa. Sen johdosta myös käyttöönottoaika kasvoi odotettua pidemmäksi.

Uudessa tavassa asiakkaalle esitellään MMS5 järjestelmän toimintaa jo myyntivaiheessa, jolloin he saavat paremman käsityksen siitä, mitä he ovat ostamassa. Kun kaupat ostettavasta järjestelmästä syntyvät G0-vaiheessa (kuva 5), voidaan ohjelmistokehitys aloittaa välittömästi. Ohjelmistokehitystä voidaan näin ollen esitellä sprinteissä ja hyväksyttää tehtävä ohjelmisto pienissä osissa. Uuden tavan tavoitteena on, ettei ohjelmisto saada hyväksytettyä asiakkaalla kokonaisuudessaan ennen G2-vaihetta.



KUVA 5. Ohjelmiston kehittämissuunnitelma asiakkaalle (Fastems: Software acceptance 2017)

Fastemsin virtuaaliserveri toimii Windows Azuressa, joka on Internetistä pilvipalveluna hyödynnettävä sovelluspalvelu (Microsoft: Azure pähkinänkuoressa. 2016). Software lead designer Pasi Ponton (2017) mukaan Azuressa yritys pystyy pitämään jokaiselle projektille oma virtuaalipalvelinta, jonne on tallennettu MMS5:n käyttöliittymä sekä siihen tehdyt asiakaskohtaiset muutokset. Tämän palvelimen avulla asiakkaalle voidaan esitellä ohjelmantekovaiheessa heitä varten tehtyjä muutoksia ja varmistaa, että ne ovat toiveiden mukaisia. Kun MMS5:n koko ohjelmisto on saatu valmiiksi, lähetetään asiakkaalle internetosoite sekä salasana, jonka avulla he pääsevät käyttämään ohjelmaa. Tällöin asiakas voi rauhassa kokeilla omia testitapauksiaan ja tutustua eri toimintoihin. (Ponton 2017.)

Etuja virtuaaliserverin käytössä normaaliin toimintatapaan verrattuna ovat käyttöjärjestelmän kouluttaminen etukäteen, koska aiemmin asiakas on päässyt tutustumaan käyttöliittymään vasta asennusten jälkeen, mutta nyt se voidaan aloittaa jo ennen laitteiden toi-

mitusta. Tämän lisäksi Fastemsin käyttöönottajat voivat tutustua toimitettavaan järjestelmään ja siihen tehtyihin muutoksiin etukäteen, jolloin he ovat aiempaa valmiimpia asennuskohteeseen mennessä. (Ponto 2017.)

Virtuaaliserverin käyttö on maksullista Fastemsiille, jonka takia virtuaaliserverit on ohjelmoitu olemaan päällä joka päivä puoli vuorokautta. Serverin aikavyöhykettä pystytään säätämään asiakaskohtaisesti, jolloin sen käyttö ajoittuu myös tälle ajalle. Virtuaaliserveleistä otetaan varmuuskopiot päivittäin ja jokaisen serverin 7 viimeistä varmuuskopiota säilytetään, jolloin vahingon sattuessa kaikki asiakkaan serverille syöttämät tiedot eivät katoa. (Sissala 2017.)

5.1 Ohjelmistokehitys ja vaatimusten määrittely

Ohjelmiston tuottaminen ei ole kontrolloitu prosessi, jossa vaatimukset voisi määrittellä tyhjentävästi heti projektin alussa. Sen suunnitteluun liittyy aina riskejä ja se on teknisesti haastavaa. (Luukkainen, Nousiainen & Vihavainen 2012, 2.) Heli Lintulan (2005, 7) mukaan ongelmia aiheutuu mm. siitä, että

- Vaatimukset on määritelty huonosti kirjoitusvaiheessa
- Huonosti kirjattuihin ja määriteltyihin vaatimuksiin vaaditaan muutoksia
- Systemin mallintamisessa tai ongelman ratkaisuihin on virheitä
- Vaatimusten ristiriitaisuuksia ei ole huomattu analysointivaiheessa
- Vaatimusten määrittelijä ei välttämättä tiedä tarkkaan, mitä asiakas haluaa
- Vaatimusten määrittelyyn ei käytetä tarpeeksi aikaa ja voimavaroja
- Vaatimusten määrittelijällä ei ehkä ole riittävästi kokemusta hyvien vaatimusten kirjoittamisesta.

Vaatimusten määrittely on vaikea prosessi ja yleinen ongelma on, että vaatimukset on kirjattu huonosti. Vaatimustenmäärittelijä voi kirjoittaa esimerkiksi huonoja oletuksia vaatimusten sijasta, käyttää vaatimusten kirjoittamisessa vääriä termejä, huonoa kielioppia, lauserakenteita tai ylimäärittellä vaatimuksia. Perusajatus vaatimusten kirjoittamisessa on, että niiden tulisi olla lyhyitä, selkeitä ja yksinkertaisia. Tämän takia määrittelijän olisi hyvä tutustua hyviin ja huonoihin esimerkkeihin sekä harjoittaa kirjoittamistaitojaan. (Lintula 2004, 7)

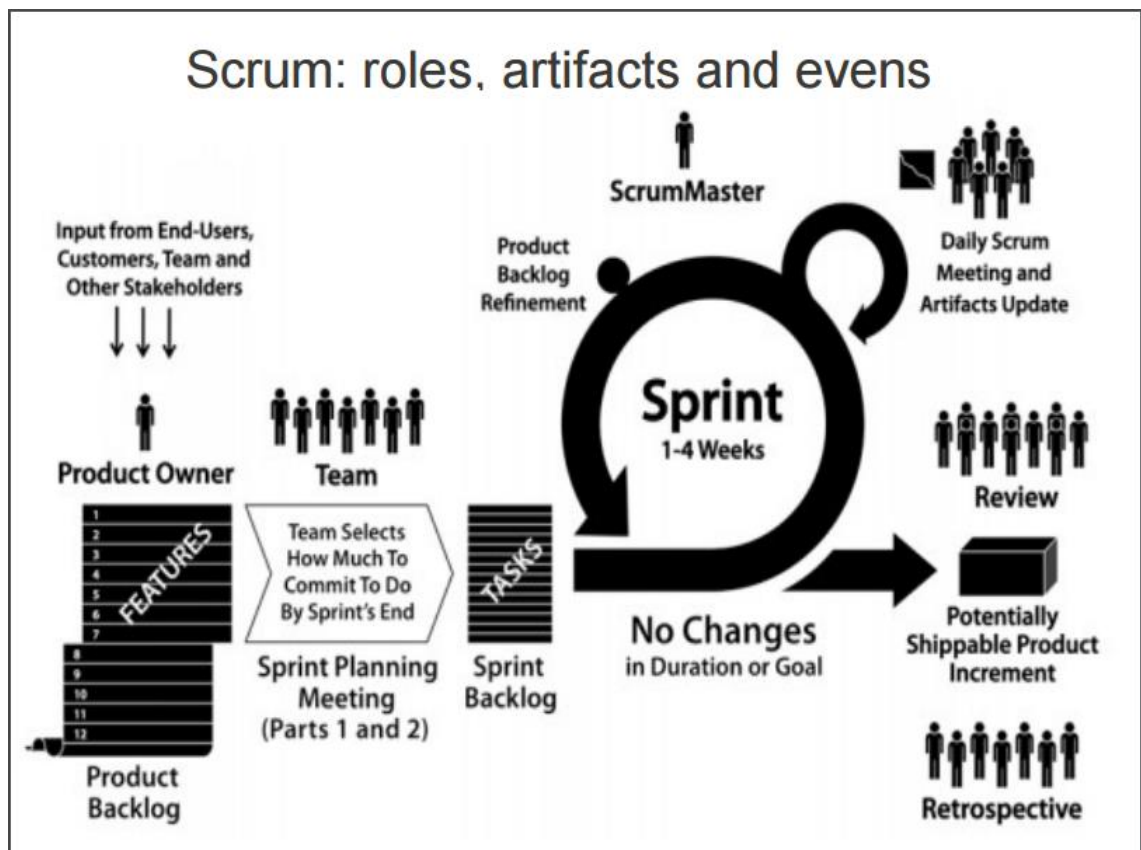
Vaatimukset jakautuvat sekä toiminnallisiin että ei-toiminnallisiin vaatimuksiin. Toiminnallisten vaatimusten tarkoituksena on määrittellä, mitä järjestelmä tekee. Niissä luetaan erikseen toiminnot, mitä laitteen pitää tehdä saadessaan tietyn signaalin. Toiminnallisia vaatimuksia ei tarvitse mitata, koska toiminto joko tapahtuu tai ei. Ei-toiminnalliset vaatimukset määrittelevät järjestelmän laatuattribuutit ja sen, kuinka laite suorittaa työnsä. Niissä kuvataan esimerkiksi järjestelmän tehokkuutta, turvallisuutta, luotettavuutta ja siirrettävyyttä. Jos ei-toiminnallista vaatimusta ei pystytä mittaamaan, niin silloin vaatimus ei välttämättä ole oikea vaatimus. Tällöin vaatimusta ei ole ehkä mietitty loppuun asti tai se on muodostunut useasta vaatimuksesta. Jos se ei ole vaatimus, se täytyy poistaa määrittelyistä. (Lintula 2004, 9).

Useimmat ohjelmistoprojektit ovat uniikkeja ja niiden vaatimukset poikkeavat aiemmin tehdyistä ohjelmistoista. Niitä on helpompi lähteä rakentamaan oletuksesta, että kyseessä ei ole kontrolloitu prosessi eli tarkasti etukäteen suunniteltu vaan ajatella, että kyseessä on enemmänkin tuotekehitystyyppinen projekti. Tämän takia ohjelmistokehityksessä käytetään ketteriä prosessimalleja, joista yhtenä esimerkkinä on tällä hetkellä selvästi eniten käytetty Scrum. (Luukkainen ym. 2012, 3-4.)

5.2 SCRUM

Scrum on menetelmäkehys, jossa kehitys tapahtuu 1-4 viikon sprinteissä. Sen avulla ihmiset voivat ratkaista monimutkaisia ongelmia kehittäessä tuotteitaan tuottavasti ja luovasti. Scrum-tiimi koostuu 3-10:stä kehittäjästä, joiden vastuulla on valita mitä vaatimuksia kussakin sprintissä kehitetään ja päättää tiettyjen reunaehtojen puitteissa, kuinka tavoitteet saavutetaan. Tiimi on siis itseorganisoituvaa ja sitä ei johdeta ulkopuolelta. Kaikki henkilöt tiimissä käyttävät nimeä Developer, eli periaatteessa tiimin jäsenet eivät ole erikoistuneet mihinkään tiettyyn osa-alueeseen. (Luukkainen ym. 2012, 5; Scrumin määritelmä ja pelisäännöt 2013, 3)

Jokaisella Scrum-tiimillä on Scrum master (kuva 6), joka opastaa hyvien käytänteiden noudattamisessa, suojaa tiimiä, ettei heidän työhönsä puututa sprintin aikana ja auttaa Product owneria Backlogin ylläpitämisessä. Product ownerin tehtävänä on hallinnoida projektin Backlogia, kuten kuvasta 6 voidaan nähdä. Backlog pitää sisällään projektissa toteutettavan ohjelmiston vaatimukset priorisoidussa järjestyksessä. (Luukkainen ym. 2012, 5-11.)



KUVA 6. Henkilöiden rooleja havainnollistettuna (Luukkainen ym. 2012, 6)

Kehitystyö jakautuu 1-4 viikon mittaisiin sprintteihin ja nykyinen suositeltava kehitystahti on 2 viikkoa. Sprinttien kesto pidetään projektikohtaisesti samana. Periaatteena on, että tiimi valitsee sprinttiin sen verran toteutettavaa, minkä sitoutuu valmistamaan. Tässä kehitystyömallissa on suuri painoarvo tuotetun ohjelman laadulla ja tuotteesta on oltava toimiva versio kunkin sprintin lopuksi. Kehitystyön lopuksi suoritetaan katselmointi, jossa tarkastellaan tiimin tuottamaa toimivaa ohjelmistoa. (Luukkainen ym. 2012, 12,17)

Fastemsilla yhden sprintin kestoksi on asetettu 3 viikkoa ja näiden sprinttien tarkoituksena on kehittää MMS5 järjestelmään asiakaskohtaisia räätälöityjä toiminnallisuuksia. Kunkin sprintin jälkeen ohjelmasta aiotaan järjestää katselmus asiakkaan kanssa, jolloin voidaan hyväksyttää tehty toiminto, saada kommentteja kehitystyöstä ja vastaanottaa lisätarpeet. Tällä tavalla asiakas saadaan sitoutettua mukaan ohjelmistokehitykseen ja minimoidaan jälkeinpäin tapahtuvat muutostarpeet. Virtuaaliserverin avulla asiakasta saadaan lisäksi koulutettua MMS5:n käyttöön, joka helpottaa kouluttamista käyttöönottovaiheessa.

6 KONELIITÄNTÄ

Koneliitäntä tarkoittaa teollisuudessa toimivan laitteen, esimerkiksi työstökoneen, sähkö- ja tietoliikenneliitäntöjä. Termillä käsitetään myös laitteen mekaanista liitäntää toiseen koneeseen (Vanhanen 2017). Koneliitäntöjä tarvitaan Fastemsilla siihen, että heidän FMS-järjestelmänsä pystyy vaihtamaan tietoja asiakkaan työstökoneen kanssa ja häiriön sattuessa pysäyttämään toisen koneen toiminnan. Tietoliikenteen avulla mahdollistetaan FMS-järjestelmän automaattinen paletin vaihto työstökoneeseen ja oikean työstökoneohjelman käynnistäminen, jolloin tuotannosta tulee hyvin pitkälle automatisoitua. Lisäksi optiona on mahdollisuus vaihtaa NC-ohjelmia ja työkaludataa työstökoneen ja FMS-järjestelmän välillä. (Fastems: Machine tool interface specification 2016.)

Tietoliikenneliitäntöjä on olemassa kolmea eri vaihtoehtoa: Profibus, Ethernet ja langoitettu I/O signaali. Langoitettu I/O signaali tarkoittaa monijohtimisen sähkökaapelin (kuva 7) vetämistä työstökoneen ja FMS-järjestelmän sähkökaapin välille. Johtimien avulla voidaan viedä sisään- ja ulostulosignaaleja kahden ohjelmoitavan logiikan välillä. Profibus (kuva 8) on kenttäväyläjärjestelmä, joka on luotu liittämään hajautettuja kenttälaitteita logiikkaan (Siemens: Profibus 2017). Sen avulla pystytään siirtämään tietoliikennettä, joka sisältää useita signaaleja, yhden tietoliikennekaapelin avulla logiikasta kenttälaitteeseen tai lisäosan, Profibus DP/DP coupler: in avulla myös toiseen logiikkaan. Ethernetin (kuva 9) avulla teollisuudessa pystytään siirtämään suurempia tietomääriä, kuten työstökoneohjelmia tai työkalutietoja kahden laitteen välillä (Fastems: Machine tool interface specification 2016.) Ethernet koostuu Profibusin tavoin vain yhdestä tietoliikennekaapelista kahden laitteen välillä. Kaapeleiden suurin ero on se, että Profibus kaapeli sisältää vain yhden johdinparin eli kaksi johdinta, kun Ethernet kaapeli sisältää vähintään kaksi johdinparia.



KUVA 7. Monijohtiminen I/O kaapeli (Conrad 2017)



KUVA 8. Profibus- kaapeleita erilaisilla liittimillä varustettuina (Siemens: Profibus 2017)

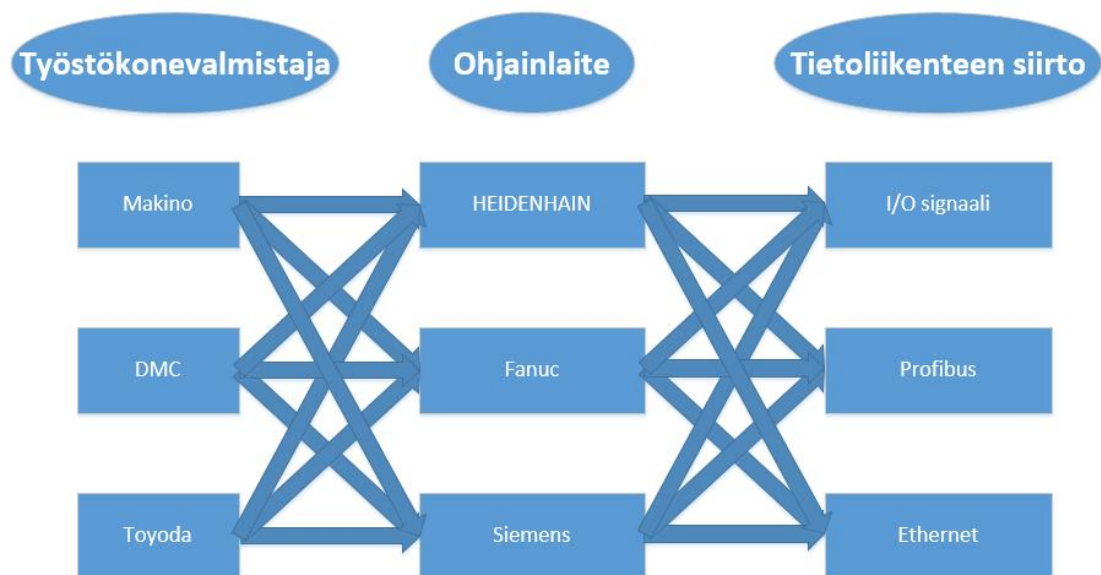


KUVA 9. Teollisuuden Ethernet- kaapeleita (Nylund: Teollisuuden Ethernet- ja Profinet-kaapelit 2017)

Pääasiassa turvatoimintoja koskevat signaalit menevät I/O tietona, paletin kuljetukseen ja koneen statuksen liittyvät tiedot Profibus tietona ja suuremmat tiedostot, kuten työstökoneohjelmat Ethernet- pohjaisesti. Sähköisten liitännöiden pääasiallisina sopimuskohtina ovat käytettävien liittimien, kaapeleiden ja lisämoduulien sopiminen sekä yhteiset kytkentäkuvat. Koneliitännän mekaanisella puolella sovitaan muun muassa, onko työstökone varustettu pyörähtävällä, läpireitittävällä tai muulla vastaavalla paletinvaihtojärjestelmällä ja kuinka monta palettia vaihtajassa voi olla yhtä aikaa. (Vanhanen 2017.)

Fastemsilla jokaisesta projektista tehdään sopimus, jossa sovitaan näiden liitännöiden yksityiskohdista. Lomakkeesta on olemassa valmiita pohjia yrityksen sisällä, joista valitaan sopivin ja muokataan uutta projektia koskevaksi. Kaikilla työstökonevalmistajilla liitännät ovat erilaiset, jonka lisäksi ne päivittyvät uusien työstökonemallien mukana. Tämän takia samasta koneliitännästä on olemassa useita eri versioita, joista sopimusta tehdessä täytyy valita kulloinkin oikea. Sopimuksessa on lueteltu, mitä jokainen signaali tekee ohjelmassa ja mikä kyseisen signaalin osoite on. Tämän takia on tärkeää, että ohjelmat on rakennettu yhteisen listan mukaan ja kaapelit on kytketty samalla kytkentälogiikalla sekä FMS: n että työstökoneen päässä.

Kuvion 7 avulla havainnollistetaan koneliitännän sopimuksen tekoa. Työstökonevalmistajia on kymmeniä, joilla jokaisella on eri malleja laitteistaan. Lisäksi samaa työstökone-mallia voidaan toimittaa erilaisilla ohjainlaitteilla, joiden tietoliikenteen siirtotavoissa on eroja. Tästä johtuen sopimuksen teko on monimutkaista, mutta äärimmäisen tärkeää ongelmien minimoimiseksi.



KUVIO 7. Koneliitännän sopimuskaavio pelkistettynä

7 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella käyttöönottajien kohtaamia haasteita, etsiä syitä niiden syntymiselle sekä arvioida pilottiprojektissa käytettävien uusien menetelmien toimivuutta. Opinnäytetyön tavoitteena on löytää keinoja käyttöönoton helpottamiseksi. Yrityksessä on meneillään tällä hetkellä kolme pilottiprojektia, joiden pohjalta heidän on tarkoitus tehdä uudet FAT- ja SAT-suunnitelmat. Tutkimuksessa aiotaan hyödyntää tapaustutkimuksen ja laadullisen tutkimuksen menetelmiä haasteiden ratkaisemiseksi.

7.1 Laadullinen tutkimus

Tutkimusmenetelmänä tässä työssä käytetään laadullista tutkimusta. Alasuutarin (1999, 27, 84) mukaan kvalitatiivinen tutkimus koostuu perinteisesti pienehkön joukon teema-haastattelusta tai osallistuvaan havainnointiin perustuvasta kenttätutkimuksesta. Laadullisessa tutkimuksessa ominaista on kerätä aineistoa, joka tekee mahdollisimman monen eri näkökulman tarkastelun mahdolliseksi. (Alasuutari 1999, 27, 84.) Aineistoa laadullista tutkimusta varten kerätään harkiten ja tarkoituksenmukaisesti poimien, jotta analysoitava määrä ei paisu tarpeettoman suureksi (Eskola 1998, 61).

Kvalitatiivisen tutkimuksen ominaispiirteitä ovat:

- Pyrkimyksenä on saada kokonaisvaltaista empiiristä tietoa siten, että laadulliset ja yksityiskohtia luonnehtivat seikat on otettu huomioon.
- Havaintoaineiston keruussa otetaan huomioon seikat, jotka mahdollistavat edellä mainittuja asioita. Tällaisia menetelmiä ovat mm. vapaamuotoinen haastattelu, osallistuva havainnointi ja ryhmäkeskustelut.
- Johtopäätökset tehdään pääosin ilman tilastomatemattisia keinoja. (Hirsjärvi & Huttunen 1995, 179-180.)

Laadullinen analyysi koostuu havaintojen pelkistämisestä ja arvoitusten ratkaisemisesta. Käytännössä se tarkoittaa, että havaintoja tarkastellaan tietystä näkökulmasta, josta koostuu raaka-aineisto, jonka jälkeen havainnot yhdistetään etsimällä niistä jokin yhteinen tekijä. Tämän jälkeen tuotettujen johtolankojen pohjalta tehdään merkitystulkinta tutkittavasta ilmiöstä. (Alasuutari 1999, 39, 40, 44) Toisin sanoen tutkija tekee työstään aluksi havainnot, jonka jälkeen pyrkii keskittymään olennaiseen karsimalla havainnoista kaiken ylimääräisen pois. Lopuksi tutkija selittää ilmiön ymmärrettävästi aineistosta saamiensa johtolankojen pohjalta.

7.2 Tapaustutkimus

Työn tutkimusstrategiana käytetään tapaustutkimusta (case study), koska siinä tarkastellaan pientä joukkoa tapauksia, usein vain yhtä tiettyä. Tapaustutkimuksissa kohteena on ilmiö tai tapahtumakulku. Tapaustutkijan on syytä erottaa toisistaan tutkimuksen kohde sekä käsiteltävä tapaus. (Bamberg, Jokinen & Laine 2007, 9-10.) Tutkimuksen kohde valitaan yrityksen kehittämistyössä aina tarpeen ja kehittämistyölle asetettujen tavoitteiden mukaan (Moilanen, Ojasalo & Ritalahti 2014, 53). Tutkimuksen kohteena tässä työssä ovat käyttöönottajien kohtaamat haasteet.

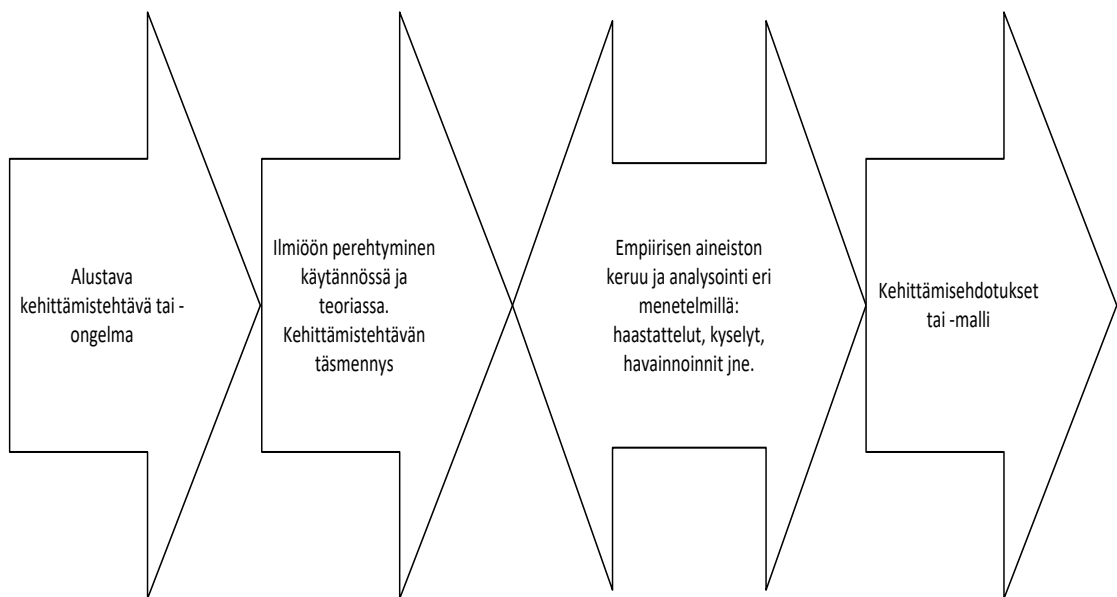
Bamberg ym. (2007, 12) esittävät, että tapaustutkimuksen pääpiirteitä ovat:

- Kohteena on pieni joukko tapauksia, usein vain yksi.
- Kerätään laaja aineisto tapauksen eri ulottuvuuksista.
- Tutkimus kohdistuu ”luonnollisesti” ilmeneviin tapauksiin.
- Keskeinen aineisto on laadullista, mutta myös määrällistä aineistoa voidaan käyttää.
- Päämääränä on ymmärtää tapausta.

Luonnollisesti ilmenevä tapaus tarkoittaa sitä, että aineistoa kerätään esimerkiksi tilanteita havainnoimalla tai yrityksen raportteja analysoimalla. Tapaustutkimus soveltuu hyvin kehittämistyön lähestymistavaksi, koska siinä ei itsessään vielä kehitetä mitään konkreettista vaan sen avulla luodaan kehittämis ehdotuksia havaittuun ongelmaan. Tapauksen voi muodostaa yrityksessä sen henkilöstö-, tuote tai asiakasryhmä, järjestelmä tai esimerkiksi prosessi. Myös koko yritys voi toimia tutkimuksen tapauksena. (Moilanen ym.

2014, 37,55.) Tässä työssä tapauksena ovat projektissa tehdyt toimenpiteet ja niiden vaikutukset käyttöönottoon.

Työn konkreettisina tutkimusmenetelminä aiotaan hyödyntää yrityksen sisäistä aineistoa, haastatteluja sekä havainnoida tilanteita esimerkiksi FAT: n yhteydessä. Moilasan ym. (2014, 54) mukaan tutkimustyö lähtee liikkeelle analysoitavasta tapauksesta, eikä esim. pelkästä teoriasta. Tarkan kohteen valinta aluksi ei kuitenkaan ole olennaista, koska pohjatyöstä huolimatta kehittämiskohde täsmentyy prosessin edetessä. Kuvioista 8 selviää hyvin kehittämistyön eri vaiheet.



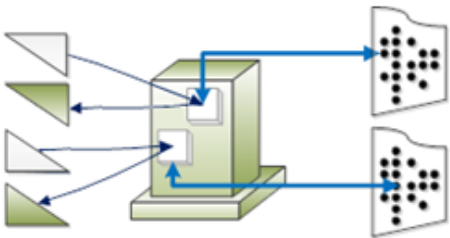
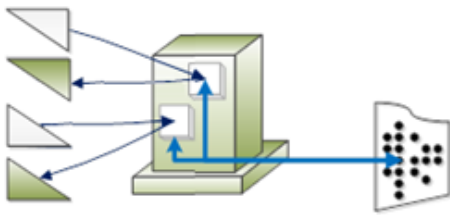
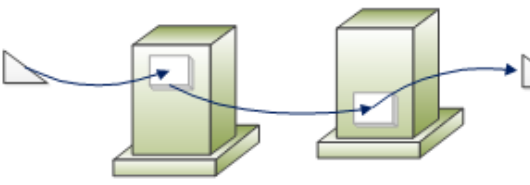
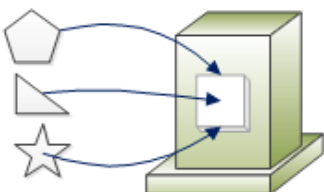
KUVIO 8. Tapaustutkimuksen vaiheet (Moilanen ym. 2014, 54, muokattu kirjan kuvasta)

8 TOTEUTUS

Tämä opinnäytetyö toteutetaan seuraamalla yrityksen pilottiprojektia, jonka avulla kerätään tietoa projektiin tehtyjen muutosten toimivuudesta nykyisiin haasteisiin. Pilottiprojektissa ensimmäisenä tehtävänä on lähettää asiakkaalle kyselylomake. Kyselylomakkeen avulla kerätään tietoa asiakkaan laitteista, jotka tulevat hyödyntämään Fastemsin toimitamaa järjestelmää. Kerättyjen tietojen avulla muodostetaan käsitys asiakkaan tarpeista ja tietoja hyödynnetään myös ohjelmiston tekemisessä. Valmista ohjelmaa esitellään asiakkaalle FAT: n yhteydessä tehtävässä SW FAT: ssa, jossa tavoitteena on saada asiakas hyväksymään valmis ohjelma. Tämän jälkeen opinnäytetyössä seurataan FAT: n suorittaminen järjestelmälle, josta kirjataan havainnot ylös. Lopuksi käyttöönottajia haastatellaan ennen ja jälkeen SAT: ia, jolloin tuloksia voidaan verrata aikaisemmin koettuihin haasteisiin.

8.1 Asiakkaalle lähetettävä kyselylomake

Kyselylomakkeen avulla on tarkoitus kerätä yksityiskohtaista tietoa myytävän järjestelmän sisällä tapahtuvista prosesseista, jotta niille voidaan rakentaa tarvittavat toiminnallisuudet tuotantoa varten. Kyselylomakkeessa on kullekin kohdalle useita vaihtoehtoja, joista asiakkaan täytyy valita omansa tai tarvittaessa selvittää tarkemmin, kuinka heidän laitteistonsa ohjelmat kyseisessä kohdassa toimivat. Kyselylomakkeen avulla halutaan selvittää esimerkiksi, kuinka työstökoneeseen menevät osat ovat kiinnitettynä materiaali-paletteihin, kuinka NC-ohjelmat siirretään työstökoneisiin ja onko tarkoituksena ajaa tuotantoa miehittämättömänä. Kuvasta 10 nähdään esimerkki tyypillisistä kysymysvaihtoehdoista.

	Description	Illustration	Tick
A	There are several parts clamped on a pallet at one time. Each clamping has NC-program of its own		
B	There are several parts clamped on a pallet at one time. Common (one) NC-program is used for all parts		
C	There are parts which need to change fixture and pallet when they are manufactured.		
D	Some parts use universal fixtures (i.e. several different parts can be machined in one fixture depending on need)		

KUVA 10. Esimerkki kysymyslomakkeen vaihtoehdoista (Fastems: Project questionnaire 2017)

Kyselylomake on aikaisemmin toiminut kouluttajan työkaluna käyttöönoton jälkeen, kun FMS- järjestelmää on alettu ajamaan ylös asiakkaan luona. Kyselylomakkeen on todettu sisältävän hyvin yksityiskohtaisia kysymyksiä järjestelmän toiminnasta, jonka takia sitä hyödynnetään nyt projektin suunnitteluvaiheessa. Kyselylomakkeen avulla pyritään välttämään isot riskit lähetyksen jälkeen, koska asiakkaan ja toimittajan näkemykset eri toiminnallisuuksien toteuttamisesta vaihtelevat usein ja tällä tavoin ne saadaan lähemmäksi toisiaan. Kyselylomakkeen lisäksi asiakkaan kanssa käydään läpi myös tehdastestas-suunnitelma ja ohjelmiston hyväksymissuunnitelma heti projektin aluksi.

8.2 Ohjelman hyväksyttäminen SW FAT: ssa

Asiakkaalta pyydettiin virtuaaliserveriä varten lähettämään oikeaa tuotantodataa Fastem-sille viimeistään 4 viikkoa ennen FAT: ia, joka syötettiin muokattuun MMS5 järjestelmään ja jonka avulla suoritetaan ohjelman demoaminen. Virtuaaliserverillä on tarkoituksena pitää kaksi tuntia kestävä koulutus, jossa Fastemsin kouluttaja Suomesta on yhteydessä asiakkaaseen videoneuvottelujärjestelmän kautta. Koulutus on tarkoitus järjestää englanniksi ja tarvittaessa asiakkaan luokse voidaan lähettää Fastemsin ulkomaan toimipisteestä henkilö, joka toimii tulkkina asiakkaalle.

Koulutuksessa läpikäytäviä asioita ovat ohjelman yleisilmeen ja toimintojen esittely asiakkaan datan avulla, ohjelmamoduulien esittely sekä heitä varten tehtyjen räätälöityjen ominaisuuksien läpikäynti. Tämän lisäksi asiakkaalle esitellään paletin/ osien hallintaa MMS5:ssä ja sitä, kuinka aloittaa tuotanto tämän laitteiston avulla. Tavoitteena on saada heidät ymmärtämään MMS5:n ominaisuudet ja hyväksymään heitä varten tehdyt muutokset ennen laitteiston toimitusta. Parhaassa tapauksessa asiakkaat pystyvät koulutuksen jälkeen menemään serverille omatoimisesti ja lisäämään sinne omaa tuotantodataansa, jota voidaan hyödyntää jälkeempään oikean järjestelmän käyttöönotossa.

8.3 FAT: n seuraaminen

Pilottiprojektin FAT erosi normaalista MLS-järjestelmän testauksesta niin, että kyseiseen järjestelmään toimitettiin asiakkaan toimesta heidän suunnittelemansa paletinkiinnitys-järjestelmä sekä paletti. Tämän vuoksi järjestelmää pystyttiin testaamaan laajemmin kuin normaalisti ja testeissä pystyttiin esimerkiksi ajamaan palettia latausasemaan ja noutamaan sieltä.

Ennen testauksen aloittamista alueelle pystytettiin testialueen merkitsevät lippusiimat ja varoitukset, joiden tarkoituksena on osoittaa sivullisille testien olevan käynnissä. Ennen testausta oli suoritettu sähköiset mittaukset, kuten suojamaan jatkuvuuden, eristysvastusten ja jäännösjännitteiden mittaaminen. Testit alkoivat sähköjen päälle laitolla, jonka jälkeen painonmittauksen releelle asetettiin parametrit ja ohjelmallisesti otettiin pois käytöstä testissä käyttämättömät Profibus- moduulit. Tämä tehtiin sen takia, että testissä

emme pysty testaamaan esimerkiksi hissien ajoliikettä ajo- ja ohjainkiskon puuttumisen takia.

Turvatoimintojen osalta testissä tehtiin muun muassa hissien hitaiden liikenopeuksien testaus, mekaanisten turvarajojen toiminnan tarkastus sekä ohjelmallisten turvarajojen asettaminen hissille. Lisäksi testattiin hätäseis-pysäytyksen ja pakkoajon toiminta, jolla hissi pystytään tuomaan pois turvarajoilta. Tämän jälkeen vuorossa olivat hissien painonmittauksen kalibrointi sekä yli- ja alikuorman testaus, hissien liikkeiden testaus sekä kestopöytätekeminen. Ylikuormaa testataan dynaamisesti 10% ylikuormalla ja staattisesti 25% ylikuormalla, jolloin voidaan varmistua mekaanisten komponenttien kestävydestä. Testauksen lopuksi järjestelmä jätettiin 12 tuntia kestävään työliikkeiden suoritukseen, jotta voidaan varmistua laitteen toistuvasta toiminnasta ja komponenttien stressikestosta. Testissä käytyt asiat testaaja kirjasi dokumentteihin ja dokumentit hän välitti asiakkaalle.

Testin jälkeen on tärkeää muistaa tallentaa projektikohtaiset parametrit muistikortille/PC:lle, joka tässä tapauksessa on helpompaa, kun koko laitteisto on samassa paikassa. Normaalisti latausasemat ja hissi testataan erikseen, jonka takia ainoastaan hissien FAT:ssa on käytössä järjestelmän oikea PC ja sähkökaappi. Latausasemille Fastemsilla on käytössä omat testauslaitteistonsa, jonka takia tärkeitä testauksessa muutettuja parametreja jää matkanvarrelle, jos tietoja ei muisteta siirtää muistikortille ja myöhemmin järjestelmän oikealle PC:lle.

8.4 Käyttöönottajien haastattelu

Fastemsilla on käyttöönottohenkilöstöä erikseen MLS-järjestelmille sekä kappaleenkäsittelyyn keskittyviin laitteistoihin. Seurattava pilottiprojekti liittyi MLS-järjestelmään, jonka takia haastatteluissa keskityttiin myös enemmän heidän kokemuksiinsa ja etätuen tarpeeseen. Käyttöönoton etätuessa työskentelevän Esa Hinkkasen (2017) mukaan pääosa asiakkaan luona käyttöönotossa tapahtuvista haasteista liittyy koneliityntöihin, jossa oma järjestelmä pyritään saamaan keskusteluyhteyteen toisen koneen kanssa. Lisäksi käyttöönottoa monimutkaistaa se, että samassa projektissa voi olla laitteistoa monelta eri toimittajalta. (Hinkkanen 2017.)

Toiseksi haasteeksi nousi käyttöönottajien kouluttaminen omissa järjestelmissä tapahtuville muutoksille. Esimerkkinä tästä voidaan ottaa oman järjestelmän komponenttien vaihtuminen uuteen valmistajaan, jolloin muutoksia tulee niin tietoliikennepuolelle kuin fyysiseen käytettävyyteenkin/käyttöliittymään. Tästä johtuen käyttöönottajien täytyy ottaa yhteyttä etätukeen melko usein ja yli puolet omaan järjestelmään liittyvistä tapauksista johtuu siitä, ettei osata käyttää oman järjestelmän muuttunutta toimintoa. Oman järjestelmän muita haasteita ovat testiympäristön pystyttäminen tehdastestaukseen niin, että kaikki laitteet olisivat yhteydessä toisiinsa. Tämä ei ole kuitenkaan käytännössä mahdollista, koska laitteita ei valmisteta vierekkäin ja niiden valmistumisajat poikkeavat paljon toisistaan. (Hinkkanen 2017.)

Projektin kannalta haastavimmat tilanteet koetaan asiakkaan luona, kun laitteistoa rakennetaan ja otetaan käyttöön. Viivästykset toimituksiin tai asennuksiin näkyvät välittömästi käyttöönoton työssä, jonka resurssit ovat rajalliset. Tiukkojen aikataulujen takia käyttöönottajien täytyisi saada työn alle hyvin viimeistely työkohte, koska muuten heidän rajallinen aikansa työkohteessa valuu hukkaan asennustöiden viimeistelyssä. (Hinkkanen 2017.)

Käyttöönottajille lisää haastetta tuo laitteisiin lisätyt erikoisominaisuudet, kuten hydrauliset palettien kiinnitykset, joita luonnollisesti voidaan testata vasta paikan päällä, kun kaikki on valmista. Oma lukunsa ovat myös vanhojen järjestelmien päivitykset, jossa järjestelmään on voitu ajan saatossa lisätä ominaisuuksia ilman, että niistä on kunnollisia dokumentteja olemassa. Vanhan järjestelmän päivityksessä vaarana on myös se, että kaikki toiminnot eivät ole toimineet enää pitkään aikaan. Tämän vuoksi ennen järjestelmän päivitystä paikan päälle lähetetään evaluointihenkilö tai useampia, joiden tehtävänä on tarkkailla järjestelmän toimintaa ja kirjata mahdolliset havainnot ylös epäselvyyksien välttämiseksi. (Rotkus 2017.)

8.5 Projektipäällikön haastattelu

Haastatteluun otettiin mukaan myös projektipäällikön näkemystä asiakkaalla tapahtuvista haasteista, jotta asioihin saadaan enemmän näkökulmaa ja toisaalta varmistutaan jo tietoon tulleiden haasteiden paikkansapitävyydestä. Senior Project Manager Rauno Sutisen (2017) mukaan tavanomaisimpia käyttöönottoon liittyviä ongelmia ovat NC-ohjelmien siirtymättömyys MLS-järjestelmän ja työstökoneen välillä. Lisäksi projekteissa ongelmana on tuotannon täysimääräinen testaus, jota ei pystytä suorittamaan, jos työstökoneet tulevat asennuskohteeseen samaan aikaan kuin MLS-järjestelmäkin. Tämä johtuu siitä, että työstökoneet eivät ole valmiita tuotantoon samassa ajassa, kun MLS-järjestelmä valmistuu. Yleensä työstökoneesta puuttuu osia, kuten työstämiseen tarvittavat työkalut tai tuotantokappaleille ei ole olemassa työstöön tarvittavia paletteja. (Sutinen 2017.)

Haasteita on ollut myös asiakkaiden kouluttamisessa, koska aika ajoin käyttöönoton jälkeen pidettävästä koulutuksesta huolimatta asiakkaat eivät ole osanneet käyttää järjestelmää. Se on kuormittanut Fastemsin asiakkaille tarjoamaa Teleservice-palvelua, jonka tarkoituksena on auttaa asiakkaita ongelmatilanteissa. Tällöin myös paikalliset yhteyshenkilöt ovat olleet enemmän kuormitettuna, jolloin heidän resurssinsa on osin mennyt hukkaan. (Sutinen 2017.)

9 TULOKSET

Tämän osion tarkoituksena on arvioida pilottiprojektissa käytettyjen menetelmien hyviä ja huonoja puolia. Tulosten perusteella tullaan vetämään johtopäätökset korjauksien onnistumisista nykyisiin haasteisiin ja ottamaan kantaa käytäntöjen jatkamiseksi tulevilla projekteilla. Lisäksi tuloksissa tuodaan esiin käyttöönotosta löytyneet haasteet ja mahdolliset ratkaisut niihin.

9.1 Kyselylomakkeen tulokset ja puutteet

Kyselylomakkeen lähettäminen asiakkaalle projektin alussa oli onnistunut uudistus. Asiakas täytti kyselylomakkeen täydellisesti ja sitä kautta saatiin yksityiskohtaista ja arvokasta tietoa heidän MLS-järjestelmään liitettävistä laitteista. Lomakkeeseen asiakas suhtautui neutraalisti ja tietoja ei ollut vaikea saada heiltä. Kyselylomakkeen kysymykset oli tehty monivalintatyypiksi, jonka uskon osaltaan vaikuttaneen hyvään vastausprosenttiin. Näin vastaukset olivat helposti valittavissa ja asiakas ei kokenut vastaamisen vievän kohtuuttomasti aikaa. Kyselylomakkeessa kysymysmäärä pysyi myös riittävän suppeana monivalintakysymyksiä ajatellen, noin 20 kappaleessa. Kyselylomakkeen kysymyksissä ei havaittu olevan puutteita ja kaikki oleellinen informaatio saatiin selvitettyä.

Kyselylomakkeen käyttöä kannattaa jatkaa tulevilla projekteilla. Sillä saavutetaan parempi ymmärrys asiakkaiden laitteista ja niiden toiminnallisuudesta, josta on hyötyjä ohjelmiston kehittämisessä ja suunnittelussa. Sen avulla minimoidaan myös väärinymmärrykset, joita myynnin sopimusvaiheessa on voinut tulla. Koneliitännän selvittämiseen se ei kuitenkaan sovellu, koska koneliityntäkohtainen informaatio täytyy tulla toiselta toimittajalta, ei loppuasiakkaalta. Koneliityntäsopimuksessa on myös liian monta kohtaa soveltavaksi, jonka takia sitä ei ole mielekästä yhdistää toisen lomakkeen kanssa.

9.2 Virtuaaliserverin käytön vastaanotto

Virtuaaliserverin käyttö ohjelmiston hyväksyttämiseksi on aivan uusi työkalu, jota ei ole ennen testattu. Tämän vuoksi vastoinkäymisiä oli odotettavissa ja seurattavan pilottiprojektin asiakas ilmoitti, etteivät he ole kiinnostuneita käyttämään virtuaaliserveriä ja ohjelmistoa. Tähän syynä on varmasti osaltaan se, ettei heillä ole aikaa eikä haluja osallistua myöskään Fastemsin tehtaalla Lahdesjärvellä tehtävään FAT: iin pienen henkilöstömääränsä takia. Asiakkaalle tarjotaan vielä mahdollisuutta käyttää ohjelmaa lähettämällä heille linkki serverille, mutta koulutustapahtumaa tässä tapauksessa ei päästä seuraamaan. Myös ohjelmiston hyväksyttäminen jää asiakkaan luona tehtävään käyttöönottoon.

Toisessa pilottiprojektissa virtuaaliserveristä saatiin kuitenkin rohkaisevia kokemuksia ja vastaanotto oli positiivinen. Asiakkaat olivat kiinnostuneita käyttöjärjestelmän opettelusta ja he huomasivat, kuinka joustava MMS5 on käyttää. Esimerkiksi työkaludatan sijainti ohjelmassa oli heidän mielestään väärässä kohdassa, mutta käyttämällä ohjelmaa he huomasivat, että sen pystyi siirtämään itselle mieluisen paikkaan. Muutostoiveita ohjelmiston suhteen ei ilmennyt. Asiakas kysyi myös, voivatko he syöttää jo oikeaa tuotantodataa järjestelmään. Tämä on loistava lisä ja niin sanottu näkymätön etu, koska näin virtuaaliserverille syötetty data voidaan siirtää jälkepäin oikean tuotantolaitteen serverille. Koulutukseen arvioitu kahden tunnin aika ei tosin riittänyt, vaan kokonaisuudessaan kouluttajalta tapahtumaan meni 3,5h. (Sutinen 2017.)

Aikaisemmissa projekteissa tuotantodataa on joutunut pyytämään ennen käyttöönottoa ja se on ollut vaikeasti saatavissa. Silloin tuotantodatasta on myös pyydetty vain esimerkkejä, jolloin massa-ajon toimivuudesta ei olla saatu varmuutta. Datan syöttäminen järjestelmään on lisäksi tuottanut työtä, koska dataa on joutunut muokkaamaan Excel tiedostoista ohjelmistoon sopivaksi. (Sutinen 2017.)

Virtuaaliserverin käytöllä todettiin olevan positiiviset vaikutukset omaan tekemiseen, koska se pakottaa ohjelmiston olemaan valmis ajallaan. Muita hyötyjä virtuaaliserverin käytöstä ovat asiakkaalle annettavan koulutustarpeen vähentyminen käyttöönottovaiheen jälkeen, koska asiakkaan puolelta virtuaaliserveriä käyttänyt on omaksunut jo perustoinnot ja voi näin ollen helpottaa koulutustapahtumaa. Pidemmän ohjelman opetteluajan uskotaan vähentävän myös Teleservicen ja paikallisten yhteyshenkilöiden kuormitusta.

Ohjelman esittäminen virtuaaliserverillä mahdollistaa SW FAT: n jälkeen tulevien muutosten olevan tuntiveloituksella tapahtuvaa toimintaa, koska muutoksista ei saatu tietoa ohjelmiston hyväksyttämishetkellä. Käyttöönotto tulee nopeutumaan testausvaiheessa, koska tuotantodata pystytään hakemaan virtuaaliserveriltä järjestelmän oikealle serverille. Asiakasta voisi myös houkutella hankkimaan työstökoneisiin tarvittavat paletit ja työkalut etukäteen mainitsemalla, että jos kaikki tuotantodata on valmiina, käyttöönoton jälkeen on mahdollisuus alkaa tehdä rahaa välittömästi.

9.3 Tehdastestauksen tulokset

Tehdastestauksissa on vaikea tehdä enempää testaamista kuin nykyisellään, koska toimittajan tiloihin kokonaista MLS-järjestelmää ei ole mahdollista rakentaa. Latausasemien ja hissien yhtäaikainen testaus on mahdollista, jos latausasema kootaan hissien viereen, mutta monen projektin päällekkäinen tuotanto ei usein tätä salli tilarajoitusten vuoksi. Käytännön tasolla suurin hyöty tästä olisi mekaanisten komponenttien yhteen sovittaminen (Hinkkanen 2017). Tehdastestauksessa asia johon on kiinnitettävä huomiota, on parametrien siirto projektikohtaiselle PC:lle esimerkiksi latausaseman testipaikalta (Rotkus 2017).

9.4 Käyttöönottajien kommentit

Työssä ei päästy haastattelemaan käyttöönottajia pilottiprojektin käyttöönottovaiheen jälkeen. Haasteeksi muodostui projektin aikataulu, joka siirtyi päättyväksi myöhemmin kuin opinnäytetyö. Näin ollen työssä ei päästy vertailemaan, onko pilottiprojektissa tehdyt toimenpiteet lyhentäneet käyttöönottoaikaa. Käyttöönottajien isoimpiin haasteisiin, jotka liittyvät koneliitäntöihin, oman järjestelmän muutoksiin ja aikatauluihin, pystytään kuitenkin pureutumaan.

Projektien aikataulut asiakkaan luona on laskettu tarkkaan, jonka takia myöhästykset aiheuttavat huomattavia lisäkuluja. Tämän takia tehdastestauksen jälkeen tehtäviin check-listoihin tulisi tehdä parannuksia, jotta ne olisivat ajantasaisia ja täten tavaraa lähetettäessä asiakkaan luo lähtisi kaikki sisältö ilman, että jälkilähetyksille on tarvetta. Tämä auttaa asennusryhmää pysymään aikataulussa, joka heijastuu myös käyttöönottoon,

kun valmiille työmaalle voi tulla tekemään ohjelmiston tarkastusta ilman, että kytkentään tai vastaavaan työhön täytyy ensin ryhtyä. Hinkkasen (2017) mukaan käyttöönottaja kirjoittaa jokaisen työkohteen jälkeen raportin, jossa hän käy läpi työn kannalta onnistuneet ja kehitystä kaipaavat kohteet. Näihin kehityskohteisiin aiotaan jatkossa kiinnittää enemmän huomiota ja hyödyntää raportissa ilmeneviä tietoja tuleviin töihin valmistauduttaessa. (Hinkkanen 2017.)

Käyttöönottajien haasteisiin oman järjestelmän kanssa tarvitaan lisäkoulutusta ja aikaa, jotta heidät voidaan pitää jatkuvasti ajan tasalla. Tämän takia käyttöönottajia tulee palkata lisää, jotta heillä on aikaa tutustua uusiin ominaisuuksiin ja aikaa osallistua koulutuksiin Suomessa. Koulutusta käyttöönottajat tarvitsisivat PLC- osaamiseen, koska usein pienet ongelmat asiakkaan järjestelmissä johtuvat sekvenssin muuttamisesta tai muusta melko pienestä asiasta. Koulutusta suositellaan annettavaksi Siemens- ja Facuc- järjestelmistä. Koulutuksia käyttöönottajille tulee järjestää myös omaan järjestelmään tulevien muutoksien pohjalta. Esimerkiksi jos MMS5 käyttöjärjestelmään tulee uusia ominaisuuksia tai MLS-järjestelmässä vaihdetaan komponentteja valmistajasta toiseen. Lisäksi käyttöönottajia täytyy kannustaa asennuksilla rohkeampaan työntekoon, jossa he lähtevät tutkimaan mahdollisuuksia selvittää ongelmista pienillä ohjelman muokkauksilla.

Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, koska suurin osa ongelmista liittyy koneliitäntöihin. Tällöin vika voi olla myös toisen toimittajan laitteistossa, jonne ei ole pääsyä vian korjaamiseksi. Koneliitäntöihin liittyvät ongelmat lähtevät myyntivaiheesta, kun asioista tehdään sopimuksia. Jos sopimuksia tehdessä asioita ei eritellä tarpeeksi hyvin, heijastuu se tuotteen suunnitteluun ja sitä kautta koko projektiin. Toisinaan myös hyvistä sopimuksista ei ole apua, jos vastapuoli hoitaa työnsä välinpitämättömästi. Tällöin vasta asennuskohteessa saatetaan huomata, ettei toimitettu laite ole sitä, mitä luvattiin tai konetoimittajan puolelta paikalle on lähetetty henkilö, jolla ei ole kokemusta kyseisestä järjestelmästä. Välinpitämättömyydelle on vaikea löytää keinoja asian korjaamiseksi, koska kyseiset yhteistyökumppanit ovat liikevaihdoltaan miljardiluokan yrityksiä ja henkilöstöä heillä on töissä valtavasti.

10 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kyselylomakkeesta että virtuaaliserveristä saatavat tulokset olivat positiivisia ja niiden käyttöä tulee jatkaa tulevissa projekteissa. Näiden työkalujen avulla käyttöönottoa saadaan helpotettua, koska asennuskohteessa vältytään toimitettavan järjestelmän yllätyksiltä niin käyttöönottajien kuin asiakkaankin puolelta. Lisäksi asiakkaat ovat aiempaa valmiimpia käyttämään järjestelmää koulutustilanteessa ja sen jälkeen.

Toisena tavoitteena oli käyttöönottajien tämänhetkisten haasteiden selvittäminen. Isoimpaan haasteeseen eli koneliitännöihin ei ole olemassa selvää ratkaisua, koska liitännöistä sopimisesta ja testaamisesta huolimatta välinpitämättömyys asian hoidossa työstökone-toimittajan puolella aiheuttaa ongelmia, joita ei toimintatapoja muuttamalla voi korjata. Koneliitännöissä parannuskeinoja on tarkka sopimusten teko ja sopimusten eri versioiden pitäminen ajan tasalla. Lisäksi jokainen uusi koneliitäntä tulee testata toimittajan luona ennen ensimmäistä asennustyömaata, jotta virheet voidaan minimoida. Sopimuksen teon helpottamiseksi pitäisi myynnin teknistä asiantuntijuutta lisätä ja parantaa heidän yhteistyötään Fastemsin eri osastojen kesken. Koneliitäntäongelmien ratkaisemiseksi käyttöönottajille tulisi antaa koulutusta Siemens ja Fanuc- järjestelmistä sekä kannustaa heitä rohkeampaan työntekoon kentällä asioiden ratkaisemiseksi.

Työn tavoitteet saavutettiin, koska pilottiprojektissa käytettävät menetelmät pystyttiin arvioimaan ja käyttöönottajien haasteet saatiin selvitettyä. Työssä saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavana, koska samanlaisia vastauksia saatiin usealta eri taholta. Selvitystyö onnistui hyvin siitä huolimatta, että tutkimus kohtasi aikatauluhaasteita haastateltavien käyttöönottajien kuin projektin aikataulunkin suhteen. Jos resurssien ja aikataulujen puolesta olisi ollut mahdollista, käyttöönoton haasteista vielä paremman kuvan olisi saanut menemällä itse käyttöönottoon paikan päälle. Työssä esille tuotujen toimenpide-ehdotusten vaikutukset alkavat näkyä pidemmällä aikavälillä ja välitöntä parannusta haasteisiin ei kannata odottaa. Jatkuvalla parantamisella uskon päästävän hyvään lopputulokseen.

LÄHTEET

Ahokas, J., Auer, J., Hyvönen, J., Naskali, E., Nenonen, M., Niemi, J., Peltonen, K., Rantalainen, J., Somppi, A., Tammisto, M & Välikoski, A. 2013. Fastems FMS. Täydellä teholla. Helsinki: Libris Oy.

Ajo, R., Hakonen, S., Harju, H., Järvi, J., Kaskes, K., Lenardic, E., Niukkanen, E., Nurminen, T., Ritala, P., Tolppanen, M & Tommila, T. 2001. Laatu automaatiassa. Parhaat käytännöt. 1. painos. Helsinki: Suomen automaatioseura ry.

Alasuutari, P. 1999. Laadullinen tutkimus. 3. painos. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.

Bamberg, J., Jokinen, P. & Laine, M. 2007. Tapaustutkimuksen taito. Helsinki: Oy Yliopistokustannus, HHY Yhtymä.

Cooper, R. 2001. Winning at new products. Accelerating the process from idea to launch. Cambridge, Massachusetts: Perseus Publishing.

Conrad. 2017. Ölflex Classic. Luettu 23.3.2017
<http://www.conrad.com/ce/en/product/600076/Control-wiring-OeLFLEX-CLASSIC-110-2-x-05-mm-Grey-LappKabel-1119752-Sold-per-metre>

Eskola, J., Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 6. painos. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.

Fastems. 2015. Delivery process. [PowerPoint esitys]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 9.2.2017

Fastems. 2016. Gantry systems. Luettu 2.3.2017.
<https://www.fastems.com/gantry-systems/>

Fastems. 2016. Luettu 25.1.2017.
<https://www.fastems.com>

Fastems. 2016. Machine tool interface specification. [Word dokumentti]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 23.3.2017

Fastems. 2016. MMS5. Luettu 1.3.2017.
<https://www.fastems.com/mms5/>

Fastems. 2016. Pallet handling. Luettu 26.1.2017.
<https://www.fastems.com/pallet-handling/>

Fastems. 2016. Robotic finishing. Luettu 2.3.2017.
<https://www.fastems.com/robotic-finishing/>

Fastems. 2016. Robotic handling. Luettu 26.1.2017.
<https://www.fastems.com/robotic-handling/>

Fastems. 2016. SW FAT Experiences. [PowerPoint esitys]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 22.3.2017

- Fastems. 2016. Workpiece handling. Luettu 26.1.2017.
<https://www.fastems.com/workpiece-handling/>
- Fastems. 2017. Checklist package. [Excel dokumentti]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 15.3.2017
- Fastems. 2017. Project questionnaire. [Word dokumentti]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 16.3.2017
- Fastems. 2017. Software acceptance. [Powerpoint esitys]. [Yrityksen sisäinen materiaali]. Luettu 16.3.2017
- Hedberg, J. 2006. Tehdastestauksen opas. Ruotsin kansallinen testaus- ja tutkimusinstituutti. [Pdf]. Luettu 8.3.2017.
<https://www.sp.se/sv/index/services/functionalsafety/Documents/Factory%20acceptance%20testing%20guideline%20Process.pdf>
- Hinkkanen, E. Käyttöönottaja/käyttöönoton etätuki. 2017. Haastattelu 27.2.2017. Haastattelijana Juvonen, O. Ei litteroitu. Tampere.
- Hirsjärvi, S., Huttunen, J. 1995. Johdatus kasvatustieteeseen. 4. painos. Porvoo: WSOY.
- Katara, M. 2011. Ohjelmistojen testaus. Tampereen teknillinen yliopisto. [Pdf]. Luettu 6.2.2017.
http://www.cs.tut.fi/~testaus/s2011/luennot/OHJ-3060_2011_110-170.pdf
- Lintula, H. 2004. Vaatimusten validointi ja verifiointi. Kuopion yliopisto. [Pdf]. Luettu 8.2.2017.
<http://cs.uef.fi/uku/tutkimus/Teho/helingradu.pdf>
- Luukkainen, M., Nousiainen, M & Vihavainen, A. 2012. Ohjelmistotuotanto. Tietojenkäsittelytieteen laitos. Helsingin yliopisto. [Pdf]. Luettu 8.2.2017.
<https://www.cs.helsinki.fi/group/java/k12-ohtu/luento2.pdf>
- Metropolia. 2014. Tehdastestit ja kelpuus. Luettu 6.2.2017.
<https://wiki.metropolia.fi/display/alykas/Tehdastestit+ja+kelpuus>
- Microsoft. 2016. Azure pähkinänkuoressa. Luettu 27.1.2017.
<https://www.microsoft.com/finland/cloud/azure-edut.html>
- Moilanen, T., Ojasalo, K. & Ritalahti, J. 2014. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. 3. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Nylund. 2017. Teollisuuden Ethernet- ja Profinet- kaapelit. Luettu 23.3.2017
http://www.nylund.fi/fi/tuotteet/teollisuuden-komponentit/teollisuuden-kaapelit/teollisuus-ethernet-ja-profinet-kaapelit.html#.WNPbMH_MHZU
- Ponto, P. Software lead designer. 2017. Haastattelu 27.1.2017. Haastattelijana Juvonen, O. Ei litteroitu. Tampere.
- Rotkus, J-P. Käyttöönottaja. 2017. Haastattelu 7.3.2017. Haastattelijana Juvonen, O. Ei litteroitu. Tampere.

Siemens. 2017. Profibus. Luettu 23.3.2017

http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaa-tiitekniikka/teollinen_tiedonsiirto_esim_profinet/profibus.htm

Sissala, M. Team manager. 2017. Projektipalaveri 14.3.2017. Haastattelijana Juvonen, O. Ei litteroitu. Tampere.

Sutinen, R. Senior Project Manager. 2017. Haastattelu 8.3.2017. Haastattelijana Juvonen, O. Ei litteroitu. Tampere.

The Scrum Guide. 2013. Scrumin määritelmä ja pelisäännöt. [Pdf]. Luettu 8.2.2017.

<http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-FI.pdf>

Vanhanen, A. Machine tool interface coordinator. 2017. Haastattelu 23.3.2017. Haastattelijana Juvonen, O. Ei litteroitu. Tampere.

LIITTEET

Liite 1. MMS-järjestelmän valmistelut käyttöönottoa varten

1 (2)

Fastems**MMS – COMMISSIONING PREPARATIONS AND DUTY LIST**

07.05.2015

1 (2)

List of items that should be done or available to ensure a successful commissioning.

Item	Responsible
Machine tools installed and connected.	MC supplier
Other needed devices installed and connected (presetter, tool chip reader, ...)	Customer / Device Supplier
FMS installation (mech. + electrical) done.	Fastems
MC pallet / material pallet with max. load for crane addressing	Customer
1..x Max. load for crane testing (needed according to EN 528)	Customer
Stacker crane and devices tested:	Fastems
<ul style="list-style-type: none"> • Stacker crane photocells adjusted and tested • Stacker crane tested with max. load • Storage places and addresses tested • Device addresses done and tested • Profibus configured • Emergency circuits done and tested • Devices I/O tested. 	
Safety interfaces tested with external devices (MC, WM, ...)	Fastems / Device supplier / Customer
DNC- lines (LAN + connections) installed	Fastems / Customer
All PC's installed	Fastems
<ul style="list-style-type: none"> • LAN connected • Power supply exists 	
MMS Server remote control configured and connected. See document "Appendix Fastems Remote Connections ENG_2009.doc" for details.	Customer
Needed TCP/IP-addresses informed to Fastems	Customer
At least 2 MC pallets for tests.	Customer
Test NC- programs	Customer

Fastems

MMS – COMMISSIONING PREPARATIONS AND DUTY LIST

07.05.2015

2 (2)

Item	Responsible
<ul style="list-style-type: none">• Small NC-program (~30 sec) without tools• Small NC-program (~60 sec) with some tools• At least one real NC- program with tools	
One table and 3 chairs close to CC1	Customer
Base data of articles which may be manufactured in the end of commissioning <ul style="list-style-type: none">• Article info (number., name, description)• NC-program• Tools• Pallet• Fixture• ...	Customer
Device (MC, WM) suppliers participating to interface test	MC / Customer / Fastems