



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tuotantotalouden koulutusohjelma

VILLE LITMANEN

**TUOTANNONHALLINTAJÄRJESTELMÄN ANALYYSI JA
JALKAUTTAMINEN**

Diplomityö

Prof. Jarkko Rantala ja Prof. Samuli
Pekkola hyväksytty tarkastajaksi
Teknis-Taloudellisen
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
8.2.2012.

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tuotantotalouden koulutusohjelma

LITMANEN, VILLE: Tuotannonhallintajärjestelmän analyysi ja jalkauttaminen

Diplomityö, 148 sivua, 2 liitettä (14 sivua)

Lokakuu 2012

Pääaine: Logistiikka ja kuljetusjärjestelmät

Tarkastaja(t): professori Samuli Pekkola ja professori Jarkko Rantala

Avainsanat: Tuotannonhallintajärjestelmä, MES, implementaatio, tietojärjestelmä, järjestelmänalyysi, mallitehdaskonsepti, MFC

Tämän tutkimuksen päätavoite on mahdollistaa kohdeyrityksen kehittämän NetMES – järjestelmän käyttö tulevaisuudessa. Lisäksi pyritään täydentämään järjestelmästä tehtyä dokumentaatiota. Kyseinen järjestelmä on kehitetty työkaluksi mallitehdaskonseptiin, jossa sillä pyritään hallitsemaan tuotantoverkostoa. Tutkimuksessa ratkaistavat ongelmat voidaan esittää yrityksen puutteellisena tietämyksenä kyseisestä järjestelmästä sekä sen implementaatiosta. Tutkimus jakaantuu kahteen erilliseen osaan, joissa näistä ongelmista muodostettuja tutkimuskysymyksiä ratkaistaan.

Ensimmäisessä osiossa analysoidaan järjestelmästä sen arkkitehtuuria, toiminnallisuuksia, rajapintoja ja mittareita. Mallitehdaskonseptista puolestaan kuvataan sen erityispiirteitä. Näiden kahden alueen perusteella esitetään, miten järjestelmän avulla voidaan konseptia tukea. Aineistona analyysissä käytetään käyttöliittymän kuvankaappauksia, koekäyttöjä, sisäisiä dokumentteja sekä konseptista julkaistuja dokumentteja. Tärkeimpinä tuloksina voidaan pitää järjestelmän kuvausta esitetyillä osa-alueilla. Näitä ovat järjestelmän navigointikartta, ISA-95 – standardiin pohjautuva arkkitehtuurikuvaus, yleisestä toimintojen työnkulusta tehdyt prosessikuvaukset, rajapintojen kuvaukset sekä kuusi eri liiketoiminnan mittarin dokumentointi. Näiden kuvausten perusteella on myös arvioitu niiden soveltuvuutta mallitehdaskonseptiin.

Toisessa osiossa selvitetään kirjallisuustutkimuksen avulla, mitä asioita järjestelmän implementaatiossa tulisi huomioida. Kirjallisuuskatsauksessa selvitetään implementaatio-ongelmaa, implementaation prosessia sekä siihen vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksessa huomioiduista asioista muodostetaan teoreettinen malli, joka kuvaa implementaatiota. Implementaatioon vaikuttavista tekijöistä muodostetaan luokitus, jonka avulla voidaan tunnistaa eri ongelma-alueita käytännön ympäristössä.

Tutkimuksessa ei päästy sille asetettuun tavoitteeseen. Tutkimus ratkaisee yrityksen ongelmia määritellyillä alueilla, mutta nämä ratkaisut eivät ole riittäviä mahdollistamaan tulevaisuuden käyttöä. Toimenpidesuosituksena esitetään, että kohdeyritys suorittaa lisää tutkimusta itse järjestelmästä teknisenä artefaktina. Alueiksi ehdotetaan järjestelmän soveltuvuutta käyttöympäristöön, sen kehityskohteita ja käytettävyyttä. Toiseksi suositellaan implementaation liittyen tutkimusta partnereille tehtävästä jalkautuksesta. Kokonaisuudessaan kohdeyritystä kehoitetaan muodostamaan laaja-alainen implementaatio suunnitelma, jossa tämän työn tuloksia voidaan hyödyntää.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Industrial Engineering and Management

LITMANEN, VILLE: An Analysis and the implementation of a manufacturing execution system. Master of Science Thesis, 148 pages, 2 appendices (14 pages)

September 2012

Major: Logistics and Transportation Systems

Examiner(s): Professor Samuli Pekkola and Professor Jarkko Rantala

Keywords: Manufacturing execution system, MES, implementation, information system, system analysis, model factory concept, MFC

This research's objective is to enable the future use of the NetMES – system and to fulfil the documentation made about it. The system has been developed as a tool to support a model factory concept. The tool manages the production network. The problems to be solved in this thesis are the target company's lack of information about the system and its implementation. The research is separated into two parts where the questions based on the described problems are to be solved.

In the first part of the research the system's architecture, functionalities, interfaces and different measures are analyzed. The model factory concept is described by its' special features. Based on these two areas it is shown, how the system supports the concept. The materials used in the analysis are screenshots from user interface, use cases, internal documentation and published documents about the concept. The most important results are the descriptions of the different areas. These descriptions include a navigation map, an architecture description based on ISA-95 – standard, process descriptions about functionalities' work flow, interface descriptions and the documentation of six different measures. Based on these descriptions the systems compatibility with the concept is assessed.

The second part determines the need to know areas of implementation. The used method is literary research. The research focuses on implementation problem, implementation process and the factors affecting the implementation. The acknowledged issues are formed into a theoretical model that describes the concept of implementation. The factors affecting the implementation are categorized. This categorization helps to recognize different problem areas in the practical context of the implementation.

The research does not reach the set objective. The research solves problems on defined areas but those are not adequate to enable the future use. The recommendations for the target company are to perform more research on the system. From a technical artifact point of view the areas needed to research consist of compatibility with use context, needs for developments and the usability. Also the implementation of the system on partner sites should be more researched. Overall, the target company is recommended to form a large scale implementation plan that exploits this thesis's results.

ALKUSANAT

Tämän diplomityön tekeminen on ollut haastava ja pitkäkö projekti. Matkalle on mahtunut monia mutkia ja muutoksia niin työn aiheeseen, tarkastajaan, ohjaajiin sekä tämän lopullisen aiheen alle tehdyn työn sisältöön liittyen. Muutoksista huolimatta työtä tehtiin innokkaasti, joskin hieman vaihtelevalla intensiteetillä. Joka tapauksessa lopputulos on nyt vihdoin ja viimein käsissäsi!

Haluankin kiittää kaikkia diplomityöurakkaani osallistuneita tahoja tuesta ja ohjaavista neuvoista. Ensimmäisenä haluaisin kiittää professori Samuli Pekkola, joka ohjauksellaan ja kommentteillaan paransi työni laatua huomattavasti. Työn tilaajan puolelta haluaisin kiittää koko mallitehdasorganisaatiota ja muita työni tekemisessä kannustaneita tahoja. Lisäksi haluan kiittää työn tilaajaa siitä, että sain tämän mahdollisuuden tehdä diplomityöni nimenomaan heille.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni, ystäviäni ja kaikkia läheisiä, jotka omalta osaltaan varmistivat, että työ tulee tehdyksi. Työ on nyt valmis ja voin siirtyä ”takaisin” kohti uusia työelämän haasteita.

Vaasassa 15.10.2012

Ville Litmanen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	i
ABSTRACT	ii
ALKUSANAT	iii
SISÄLLYS	iv
LYHENTEET JA MERKINNÄT	vii
1. JOHDANTO	1
1.1. Tutkimuksen tausta.....	1
1.2. Tutkimusongelmat ja tutkimuskysymykset.....	3
1.3. Tutkimusmenetelmät, näkökulma ja rajaukset.....	5
1.4. Työn rakenne.....	6
2. MALLITEHDASKONSEPTI	9
2.1. Yleistä.....	9
2.2. Mallitehdaskonseptin viitekehys	10
2.2.1. Mallitehdas	12
2.2.2. Verkosto-organisaatio.....	13
2.2.3. Kompetenssiryhmät.....	14
3. MES – JÄRJESTELMÄ	16
3.1. Yleistä tietojärjestelmistä	16
3.2. MES – järjestelmän historiaa ja termin määrittäminen.....	19
3.3. MES – järjestelmän teollinen käyttö.....	22
3.3.1. Yleistä.....	22

3.3.2.	Toiminnallisuudet.....	24
3.3.3.	Integraatiot	27
3.3.4.	Mittarit.....	33
3.3.5.	Prosessit.....	35
3.4.	Arkkitehtuuri.....	37
3.4.1.	Yritystason IT – arkkitehtuuri	37
3.4.2.	Järjestelmätason arkkitehtuuri.....	38
4.	JÄRJESTELMÄN ANALYYSI	40
4.1.	Aineiston esittely.....	40
4.2.	Tutkimusmenetelmät	41
4.3.	Kuvausmenetelmät.....	43
4.4.	NetMES:n yleiskuvaus.....	45
4.5.	Toiminnot.....	47
4.5.1.	Ylläpitomoduuli	48
4.5.2.	Työjonomoduli	51
4.5.3.	Työntekomoduuli	54
4.5.4.	Lähetystoimintojen moduuli	56
4.5.5.	Muut moduulit.....	60
4.6.	Rajapinnat	62
4.7.	Mittarit.....	67
4.8.	Mallitehdaskonseptin toteutuksen erityispiirteet kohdeorganisaatiossa 73	
4.9.	Järjestelmän toiminnot mallitehdaskonseptissa	78
5.	TIETOJÄRJESTELMÄN IMPLEMENTAATIO	83
5.1.	Yleistä implementaatio-ongelmasta	83

5.2. Implementaatioprosessi.....	85
5.2.1. Kokonaisprosessi	85
5.2.2. Implementaation prosessi, strategia ja hallinta.....	88
5.2.3. Prosessin onnistumisen mittaaminen	93
5.3. Implementaatioon vaikuttavat tekijät.....	95
5.3.1. Kriittiset menestystekijät	96
5.3.2. Muutosilmiö	100
5.3.3. Organisaatioiden väliset asiat.....	103
5.3.4. Organisaatio	105
5.3.5. Käyttäjät	107
5.3.6. Kulttuuri	112
5.3.7. Prosessit.....	115
5.3.8. Tekniset ominaisuudet.....	118
5.3.9. MES – järjestelmän erityispiirteet	119
5.3.10. Muut tekijät	122
5.4. Implementaation rakenteellinen viitekehys	124
6. TULOKSET.....	128
6.1. Osio 1	128
6.2. Osio 2	130
7. PÄÄTELMÄT.....	133
LÄHTEET.....	137

LYHENTEET JA MERKINNÄT

AST	After Sales Tool, eli kohdeyrityksen järjestelmä tuotteen toimituksen jälkeen asiakasrajapinnassa
ADL	Architecture Description Language, eli arkkitehtuurin kuvaukseen käytetyt kielet
B2MML	Business to Manufacturing Markup Language, eli kieli, joka toteuttaa ISA-95 – standardin tietomalleja XML -skeemoilla
BOM	Bill Of Materials, eli tuoterakenne
BPR	Business Process Reengineering, eli liiketoimintaprosessien uudelleensuunnittelu
CIM	Computer-integrated Manufacturing, eli tietokoneavusteinen tuotanto.
CSF	Critical Success Factor, eli kriittiset menestystekijät
ERP	Enterprise Resources Planning, eli toiminnanohjausjärjestelmä
IT	Informaatioteknologia
MES	Manufacturing Execution System, eli tuotannonhallintajärjestelmä
MESA	Manufacturing Enterprise Solutions Association, tuotantojärjestelmiä kehittävä yhteisö
MFC	Model Factory Concept, eli mallitehdaskonsepti. Työssä tällä lyhenteellä viitataan teoreettiseen mallitehdaskonseptiin.
PDA	Personal Digital Assistant, eli kämmentietokone
RBV	Resource Based – view, eli resurssipohjainen näkemys implementaatiosta

TAM	Technology Acceptance Model, eli teknologian hyväksymisen malli
WIP	Work In Process, eli keskeneräinen tuotanto

1. JOHDANTO

Tässä luvussa selvennetään tutkimuksen taustalla olevaa todellisuutta, tutkimuksen menetelmiä, rajausta, tutkimusongelmia ja – kysymyksiä. Lisäksi luvussa esitetään millaisiin tuloksiin työssä pyritään sekä esitellään työn rakenne sanallisesti ja visuaalisesti. Luku siis esittelee työn punaisen langan ja johdattelee lukijaa tutkimuksen aiheeseen.

1.1. Tutkimuksen tausta

Nykypäivänä yritysten tulee pystyä toimimaan jatkuvasti muuttuvassa ympäristössä entistä tehokkaammin (Cummins 2002, s.24). Hayes et al. (2005) mukaan uuden vuosituhannen maailmantalouden ympäristön kolme vaikuttavinta tekijää ovat globalisaatio, kehittynyt teknologia sekä maailmanlaajuiset yhteistyöverkostot tiedon välittämiseen. Holst (2001) puolestaan kuvailee valmistavan teollisuuden olevan nykypäivänä luonteeltaan globaalia, integroitua, asiakasohjautuvaa ja dynaamista. Tässä muuttuvassa ympäristössä pärjätäkseen yrityksen täytyy pystyä sisäisillä muutoksilla organisaatiossaan ja strategiassaan vastaamaan ulkoisten vaatimusten muutokseen (Avila et al. 2009). Avila et al. (2009) jatkavat, että näissä sisäisissä muutoksissa tietojärjestelmien yhdenmukaisuus yrityksen strategian kanssa on erittäin tärkeää. Järjestelmien tulisi olla yrityksen organisaation tavoitteita ja toimintoja tukevia. Morel et al. (2007) yleistävät, että nykypäivänä valmistavassa tuotannossa olevat yritykset pyrkivät intensiivisesti löytämään ratkaisuja automaatio- ja informaatioteknologiasta kasvavan räätälöinnin vaatimukseen asiakkailta niin tuotteissa kuin palveluissakin. Yksi suuri haaste yrityksille on liiketoimintatason tietojärjestelmien yhdistäminen lattiatasen operaatioihin tuotannossa (Saenz de Ugarte et al. 2009; Morel et al. 2007; Holst 2001; Panetto & Molina 2008;).

Tämän tutkimuksen kohdeyritys on pyrkinyt vastaamaan edellä esitellyn globaalin toimintaympäristön vaatimukseen operatiivisella strategialla, joka on rakennettu Rudbergin ja Westin (2008) esittelemän mallitehdaskonseptin pohjalta. Strategian kehittämiseen vaikuttavat tekijät kohdeyrityksen liiketoiminnassa ovat kysynnän suuret muutokset, usean tuotetyypin tuotantolinjat sekä tarve nopealle valmistuksen aloittamiselle koko tuotantoverkostossa (Kurttila et al. 2010).

Vastaavia mallitehdaskonsepteja on tutkittu ja kehitetty aikaisemminkin Suomessa. Esimerkiksi Tekes on läpivienyt ohjelman ”Mallitehdaskonseptin kehittäminen” vuosina 1996 – 2001, jossa seitsemän yritys- sekä tutkimushanketta toteutettiin. Niissä oli tavoitteena ”kappaletavaratuotannon tehokkuuden ja taloudellisuuden lisääminen

soveltamalla prosessiajattelua, uusia tuotantofilosofioita ja johtamistapoja, sekä hyödyntämällä uusinta informaatio- ja tuotantoteknologiaa ja huomioimalla ihminen osana tuotantojärjestelmää”. (TEKES 2001)

Toisin kuin Tekesin ohjelmassa (TEKES 2001), jossa keskityttiin kehittämään yksittäisten tuotantolaitosten tehokkuutta ja taloudellisuutta, kohdeyrityksessä pyrittiin luomaan mallitehdaskonsepti, jonka avulla voidaan hallita globaalisti hajautettua tuotanto- ja toimittajaverkoston. Päähuomio tässä konseptissa keskittyy nopeisiin tuotannon ylös- ja alasajoihin uusissa laitoksissa sekä nopeaan ja luotettavaan uusien ja vanhojen tuotteiden valmistamiseen tuotantoverkostossa nopeasti ja laadukkaasti. Pyrkimyksenä on tuottaa organisaatiolle kyvykkyys reagoida ja sopeutua ympäristön muutoksiin mahdollisimman nopeasti. (Kurttila et al. 2010) Rudberg ja Westin (2008) mukaan maailmalla suuret yritykset kuten Intel, Ericsson ja Honda ovat myös käyttäneet mallitehdaskonseptiin viittaavia strategioita luodakseen selkeitä ja standardisoituja suuntaviivoja globaalille tuotannolle sekä siihen liittyville toiminnoille parantaakseen tuotantoverkoston koordinoitua.

Kohdeyrityksen strategian toteutuksessa yksi informaatioteknologinen (IT) työkalu on MES – järjestelmä (Manufacturing Execution System), eli tuotannonhallintajärjestelmä. MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association) esittää MES – järjestelmille määritelmän johdon näkökulmasta: ”MES – järjestelmä on dynaaminen tietojärjestelmä, joka pyrkii tehokkaaseen toteutukseen tuotanto-operaatioissa. Järjestelmä käyttää sen hetkistä tarkkaa dataa ohjatakseen, käynnistääkseen ja raportoidakseen tehtaan toimia sitä mukaan, kun toimintoja tapahtuu. Järjestelmä vastaa toiminnoista käynnistyneestä tilauksesta aina toimitettuun valmiiseen tuotteeseen asti. MES tarjoaa kriittistä informaatiota tuotantotoiminnoista läpi koko yrityksen ja toimitusverkoston mahdollistaen kaksisuuntaisen kommunikaation.”(MESA 1997b)

Kohdeorganisaatiossa MES – järjestelmällä pyritään saavuttamaan muun muassa kokonaisvaltainen hallinta ja näkyvyys toimitusverkostoon. Järjestelmän avulla pyritään yhdenmukaistamaan tuotantolinjojen toimintatapoja sekä tiedon keräämisessä että tiedon välittämisessä linjoille ja niiden välillä. Tämä järjestelmä on osa koko yrityksen tietojärjestelmäverkoston, ja sillä on suuri merkitys monessa liiketoiminnan tärkeässä toiminnassa. Strategian toteutuksessa MES – järjestelmän tulisi erityisesti helpottaa koko tuotantojärjestelmän nopeaa kopioimista toimipisteeltä toiselle (Kurttila et al. 2010).

Järjestelmän kehitys on aloitettu vuonna 2008 ja sitä on toistaiseksi käytetty vain pienessä osassa organisaatiota järjestelmän jatkuvasta kehityksestä johtuen. Järjestelmä on ollut määrä saada teknisesti valmiiksi vuoden 2012 alkuun mennessä, mutta vaihtuvuus henkilöstöresursseissa on tuonut projektin suorittamiseen ongelmia. Kyseisen projektin loppuunsaattamiseksi kokonaisuudessaan organisaatiolta puuttuu

syvempää tietämystä sekä itse järjestelmästä että sen jalkauttamiseksi vaadituista toimista.

Tietojärjestelmien jalkauttamista tai implementointia tukemaan on tarjolla erittäin paljon teoreettista tietoa ja viitekehyksiä. Implementaation tutkimus on saanut alkunsa hallinnollisen tieteen tutkimuksessa, jossa sen tavoitteena pidetään kehitetyn mallin viemistä käytäntöön (Lucas et al. 2007; Schultz & Slevin 1979). IT – järjestelmien tapauksessa tutkimusten nähdään pyrkivän järjestelmän designin, implementaation ja käytön välisien yhteyksien sekä tuotoksien tutkimiseen (Zmud 1979). Tietojärjestelmien implementaatiota on tutkittu monesta eri näkökulmasta. Näistä merkittävimmät suuntaukset ovat olleet muutosteoria (Zmud & Cox 1979), teknologinen diffuusioteoria (Cooper & Zmud 1990) ja innovaatioteoriat (Swanson & Ramiller 2004). Tutkimus on jakautunut muun muassa kahden eri lähestymistavan, prosessi- ja tekijäsuuntauksien, välille. Tekijöihin perustuvan suuntauksen ensimmäisiä merkittäviä malleja on Schultzin, Ginzbergin ja Lucasin (1983) esittämä rakenteellinen malli, jossa on yhdistetty käyttäjän ja johtajan toimintaan implementaatiossa vaikuttavat tekijät. Myöhemmin esimerkiksi Swanson (1988) esitteli implementaation onnistumisen tärkeimpiä tekijöitä laajemmasta näkökulmasta. Prosessisuuntauksen tutkimuksissa taustalla olevat viiteteoriat ovat olleet merkittävä prosessin sisältöä määrittelevä tekijä. Viiteteoriat pitävät sisällään hieman toisistaan poikkeavat prosessin mallit implementaatiolle. Implementaation tutkimukset ovat osoittaneet kyseisen vaiheen tärkeyden organisaatioille, sillä monet järjestelmät ovat alikäytettyjä, eivätkä ne hyödynnä potentiaaliaan tai ovat epäonnistuneet kokonaan (Lucas et al. 1990, s.1).

Teoreettisesta pohjasta selvitetään, mitä MES – järjestelmän jalkauttaminen työkaluksi vaatii. MES – järjestelmän implementaatiota voidaan tässä työssä luonnehtia Robert Zmudin tutkimusportfolion laajemman tutkimuskysymyksen kautta: ”Mitä yrityksen täytyy tehdä oikein, jotta se voi tuoda kohteena olevan järjestelmän toiminnallisuudet käytäntöön ja synnyttää näin teknologian avulla liiketoiminnalle lisäarvoa?” (Lucas et al. 2007). Ilman tätä tietämystä esimerkiksi Avila et al. (2009) esittämä vaatimus strategian kanssa yhdenmukaisesta tietojärjestelmästä, joka tukee organisaation toimintoja ja tavoitteita, ei pysty toteutumaan.

1.2. Tutkimusongelmat ja tutkimuskysymykset

Luku 1.1 esitteli taustat tämän työn tutkimusongelmalle. Niistä saadaan eriteltyä kaksi erillistä ongelmaa, jotka kohdeyrityksen olisi hyvä ratkaista saadakseen MES – järjestelmänsä käyttöön koko organisaatiolle. Nämä ongelmat myös estävät järjestelmän kehitysprojektin loppuunsaattamisen.

Nämä ongelmat ovat:

1. *Kohdeyritykseltä puuttuu järjestelmän syvempi tuntemus ja dokumentaatio*
2. *Kohdeyritykseltä puuttuu tietämys järjestelmän implementoimiseksi vaadituista toimista.*

Tutkimusongelmat mukailevat Hevner et al. (2004) esittämää kahta tietojärjestelmien tutkimuksen paradigmaa, jotka kuvastavat hyvin teoreettisen tutkimuksen jakautumista. Hevner et al. (2004) määrittävät tutkimuksen jakautuvan järjestelmän designin ja siihen liittyvän käyttäytymisen tutkimiseen. Ensimmäisessä paradigmassa tutkitaan artefakteja, joiden avulla voidaan laajentaa ihmisten tai organisaatioiden kyvykkyyksiä. Toinen paradigma tutkii ihmisten tai organisaatioiden käyttäytymistä kyseisiin artefakteihin liittyen. Koska esitellyt ongelmat ovat luonteeltaan hyvin erityyppisiä ja kahden eri paradigman alueella, on luontevaa, että tutkimuskysymyksiä on tässä työssä kaksi. Tutkimuksessa pyritään vastaamaan kysymyksiin:

1. *Miten MES – järjestelmällä voidaan tukea mallitehdaskonseptia?*
2. *Mitä asioita järjestelmän implementaatiossa pitäisi huomioida?*

Kaksi kysymystä jakaa tutkimuksen kahteen erilliseen osioon. Näihin viitataan termillä ”osio 1” kun tarkoitetaan ensimmäisenä mainittua tutkimuskysymystä ja ”osio 2” kun viitataan jälkimmäiseen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on mahdollistaa kohdeyrityksen MES – järjestelmän käyttö tulevaisuudessa. Tutkimuksessa on lisäksi tiedostettu järjestelmän dokumentaation puutteet, kuten ensimmäisessä ongelmassa on esitetty. Tästä johtuen tutkimuksen tavoitteeseen voidaan lisätä, että tutkimuksen suorittamisen oletetaan täydentävän järjestelmän dokumentaatiota soveltuvin osin. Tämä lisätavoite selventää tiettyjä osa-alueita tutkimuksessa, jotka eivät suoraan pyri ratkaisemaan ensimmäistä tutkimuskysymystä.

Tutkimuksen päätavoite määrittää tutkimuksen toiselle kysymykselle suuremman painoarvon kuin ensimmäiselle. Tätä voidaan perustella implementaation tärkeydellä järjestelmän käytössä ja toiminnallisuuksien hyödyntämisessä (Legris & Collette 2006; Lucas 1981). Onnistuneella implementaatiolla voidaan myös luoda paremmat edellytykset järjestelmän tulevaisuuden käytön kestäväälle rakenteelle kiinnittämällä huomiota esimerkiksi käyttöönoton jälkeisiin toimintoihin (Jaspersen et al. 2005).

Ensimmäiseen kysymykseen vastaamiseksi järjestelmän arkkitehtuurista muodostetaan kuvaus, jossa selvennetään järjestelmän eri moduulit, niiden kommunikaatiota keskenään sekä muiden järjestelmien kanssa. Järjestelmän dokumentaatiota täydentämään muodostetaan navigointikartta, joka selventää käyttöliittymän rakennetta

yksityiskohtaisesti. Tämä jälkeen analysoidaan ja esitellään kaikki kyseisen MES – järjestelmän toiminnot. Järjestelmän toiminnoista tehdään lisäksi prosessikuvaukset, joista tulee esille työnteon yleinen kulku koko järjestelmässä sekä sen tarkempi kuvaus moduulien tasolla. Arkkitehtuurin kuvauksesta tämän jälkeen selvennetään tarkemmin MES – järjestelmän rajapintoja muihin järjestelmiin. Analyysin lopuksi esitellään muutamia järjestelmän avulla tuotettavia mittareita. Järjestelmäanalyysin jälkeen lukijalle selvennetään sitä ympäristöä, missä järjestelmää tullaan käyttämään. Tämä tarkoittaa, että lukijalle esitellään kohdeyrityksen mallitehdaskonseptin toteutuksen erityispiirteitä sen empiirisessä ympäristössä. Lopuksi järjestelmäanalyysin tulokset yhdistetään mallitehdaskonseptin selvityksen tuloksiin ja näistä muodostetaan käsitys, miten järjestelmä tukee konseptia. Järjestelmäanalyysin eri vaiheet paikkaavat myös kohdeorganisaation dokumentaation puutetta järjestelmästä. Esitetyt analyysissä käsiteltävät osa-alueet on määritetty tutkimusta edeltävänä aikana kohdeorganisaation kanssa yhteistyössä.

Toiseen kysymykseen vastataan kirjallisuuskatsauksella. Kirjallisuuskatsauksen aluksi selvennetään, mitä implementaatio itse asiassa tarkoittaa ja millaista tutkimusta aiheeseen liittyy. Tämän jälkeen kirjallisuuskatsaus jakaantuu kahden implementaation tutkimuksen pääsuuntauksen selvittämiseen. Ensimmäisenä selvitetään, mitä asioita implementaatioprosessista tulisi huomioida. Implementaatioprosessia käsitellään kokonaisprosessin, strategian ja implementaation onnistumisen näkökulmista. Toisessa vaiheessa selvitetään, minkä tyyppisiä tekijöitä implementaation aikana vaikuttaa. Tekijöistä muodostetaan aluksi niiden käsittelyä helpottava kategorisointi. Tämän jälkeen selvennetään tekijöiden teoreettista taustaa ja niiden ympärille aikaisemmissa tutkimuksissa rakennettuja malleja esitellään. Kirjallisuuskatsauksen lopuksi muodostetaan tutkimuskysymykseen vastaava teoreettinen malli, joka mahdollistaa kerätyn tietämyksen soveltamisen käytäntöön.

1.3. Tutkimusmenetelmät, näkökulma ja rajaukset

Tässä kahdesta erillisestä tutkimuskysymyksestä koostuvassa tutkimuksessa tieteenfilosofia on sosiaalinen konstruktionismi. Tutkimuskohdetta pyritään tutkimaan havaitsemalla yksityiskohtia, että ymmärrettäisiin mikä on todellisuus niiden taustalla (Saunders et al 2009, s.111). Kyseessä on case – tutkimus, joka voidaan Saunders et al.:n (2009, s.145) mukaan luonnehtia olevan ”tutkimusstrategia, missä tiettyä ilmiötä tutkitaan empiirisesti todellisen elämän kontekstissa käyttäen useita tietolähteitä”. Case – strategian valintaa tukevat myös Benbasat et al.:n (1987) esittämät huomiot kyseisen strategian soveltavuudesta tietojärjestelmien tutkimiseen. He tuovat tutkimusaiheista erityisesti esille implementaation onnistumisen sekä IT:n ja yrityksen strategian välisen yhteyden. Nämä ovat aiheita, joiden ympärille tämäkin tutkimus rakentuu. Tutkimuksen ajallinen ulottuvuus määräytyy tietyltä ajanhetkeltä kerättyjen havaintojen, dokumenttien ja kirjallisuuden mukaisesti, eli ajallinen ulottuvuus on poikkileikkaus.

Tutkimuksessa suoritetaan kirjallisuustutkimusta, jonka perimmäisenä tavoitteena on osoittaa tutkijan oma tietämys, sen rajoitteet sekä yhdistää tutkimus aikaisempaan tietämykseen aihepiiristä (Saunders et al. 2009, s.59). Kirjallisuustutkimuksen avulla selvennetään osiossa 1 mallitehdaskonseptia, MES – järjestelmän yleistä luonnetta ja sen analysoitavia piirteitä. Osio 2 on kokonaisuudessaan kirjallisuuden avulla suoritettavaa tutkimusta. Siinä keskitytään järjestelmän implementaation eri osa-alueisiin. Osion 2 rakentamisessa pyritään tiedostamaan Gregorin (2002) esittämät informaatioteknologian teorian yleiset tyypit. Hän esittää teorian keskittyvän joko analysointiin ja kuvailuun, ymmärtämiseen, ennustamiseen, selittämiseen ja ennustamiseen tai suunnitteluun ja toimintaan. Pyrkimyksenä kirjallisuusosiossa on ymmärtämisen sekä selittämisen ja ennustamisen teorioiden avulla rakentaa viitekehys suunnittelun ja toiminnan alueelle.

Osion 1 empiirisessä vaiheessa suoritetaan aluksi analyysi järjestelmän nykytilanteesta. Analyysissä tuotetaan edellisessä luvussa esitetyt asiakokonaisuudet. Tässä hyödynnetään tutkimuksen tekijän aikaisempaa kokemusta järjestelmästä sekä suoritetaan dokumenttitutkimus MES – järjestelmän käyttöliittymästä. Lisäksi selvennetään mallitehdasstrategian erityispiirteitä kohdeyrityksessä. Tämä osio kokonaisuudessaan on kuvaileva case – tarkastelu, jossa pyritään selvittämään mallitehdaskonseptin ja järjestelmän yhteyskohdat kohdeyrityksessä. Tässä osiossa lähestytään ensimmäistä tutkimuskysymystä järjestelmän suunnasta. Lähtökohtana on selvittää mitä kaikkea nykyisellä MES – järjestelmällä voidaan tehdä. Sen jälkeen yhdistetään ohjelmiston toiminnot mallitehtaan toimintoihin ja tarpeisiin. Järjestelmän analysointia suoritetaan käyttöliittymätasolla eli käyttäjän näkökulmasta. Käyttöliittymän analysoinnissa on syytä tiedostaa ero, mitä varsinainen koodi ohjelmassa tekee, ja miltä se näyttää käyttäjälle.

Näkökulma tässä tutkimuksessa on ohjelmiston tuotantotaloudellinen käyttö liiketoiminnassa. Tästä näkökulmasta tehtynä tulokset pyritään tuomaan esiin muodossa, joka ei vaadi lukijalta korkeaa ohjelmisto- tai tietoteknistä osaamista. Tutkimuksen osiossa 1 rajataan yksityiskohtainen tarkastelu koskemaan ainoastaan kohdejärjestelmää. Tämä rajaus vaikuttaa toimintojen analysointiin, rajapintojen käsittelyyn sekä mittareiden tunnistamiseen. Tutkimusta rajataan osiossa 2 kirjallisuuden tarkasteluun, joten suunnitelman rakentaminen ja sitä seuraavat vaiheet rajataan tutkimuksen ulkopuolelle. Tutkimusta rajataan kokonaisuudessaan koskemaan vain yhtä kohdeyrityksen mallitehtaista. Lisäksi varsinaisten tuloksien esittämisessä huomioidaan niiden käyttö järjestelmän jalkauttamiseksi muihin mallitehtaisiin.

1.4. Työn rakenne

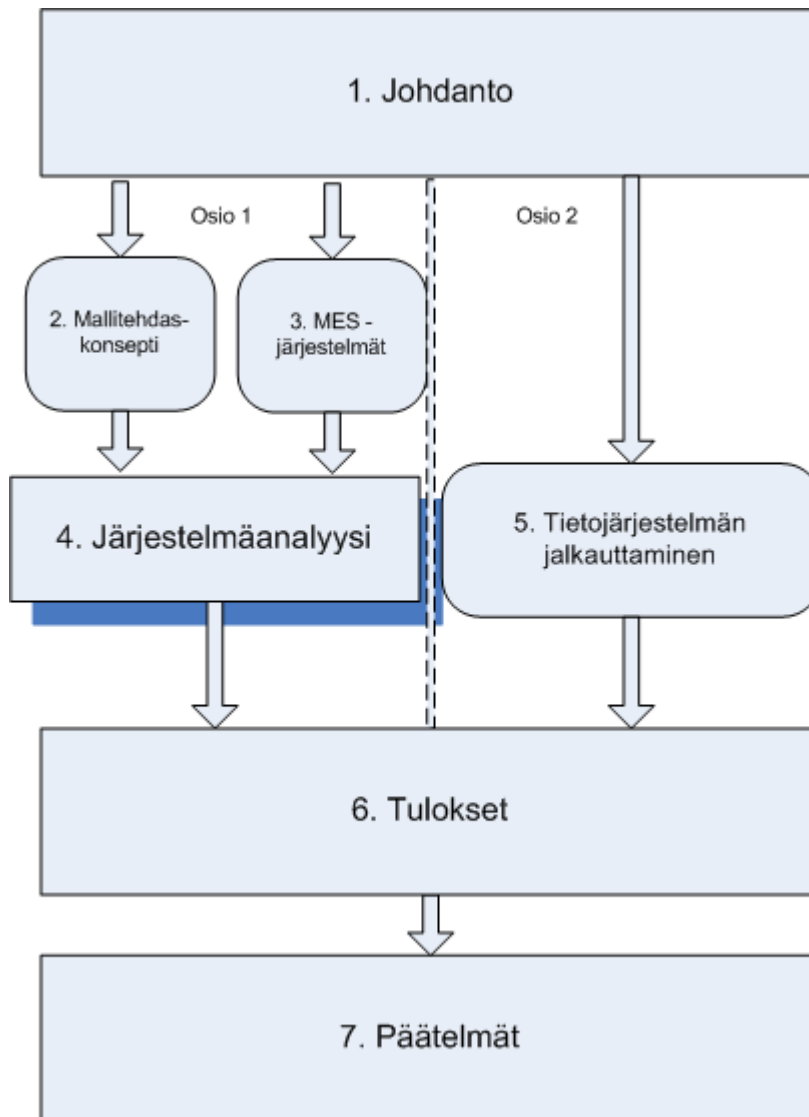
Tämä työ koostuu seitsemästä eri luvusta ja sen rakennetta on visuaalisesti esitetty kuvassa 1. Ensimmäinen luku on johdanto, jossa esitellään tutkimuksen taustaa, tutkimusongelmia, – kysymyksiä ja – menetelmiä sekä rajauksia. Näiden avulla

herätetään lukijan mielenkiintoa aiheeseen ja esitellään mitä ja miten varsinaisessa tutkimuksessa edetään, jotta päästään tutkimukselle asetettuun tavoitteeseen.

Johdannon jälkeen tutkimus jakaantuu kahteen eri osioon. Näistä osio 1 pitää sisällään luvut 2, 3 ja 4. Luvuissa pyritään vastaamaan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen, eli selvittämään miten MES – järjestelmällä voidaan kohdeyrityksessä tukea heidän mallitehdaskonseptiaan. Luvussa kaksi esitellään teoreettinen pohja mallitehdaskonseptille. Luvussa kolme suoritetaan kirjallisuustutkimusta MES – järjestelmästä yleisesti. Tämän luvun avulla pyritään luomaan lukijalle kuvaus siitä, mitä MES – järjestelmällä on yleisesti tarkoitus hallita tai mitä eri osa-alueita tällaiseen järjestelmään liittyy. Luvun sisältöä ohjaavat kohdeorganisaation määritelmät dokumentoitavista osa-alueista. Neljännessä luvussa käsitellään empiirinen tutkimus, jossa analysoidaan kohdeyrityksen MES – järjestelmä. Lisäksi luvussa kartoitetaan kohdeyrityksen mallitehdaskonseptia sekä luodaan luvusta yhteenveto. Yhteenvedossa MES – järjestelmän alueita tarkastellaan mallitehdaskonseptin eri osa-alueilla.

Tutkimuksen toisessa osiossa, luvussa 5, suoritetaan kirjallisuuskatsaus järjestelmän jalkautuksesta tehtyihin tutkimuksiin ja kirjallisuuteen. Luku jakautuu implementaatio-ongelman sekä implementaation prosessi- ja tekijäsuuntauksien esittelyyn. Näiden pohjalta rakennetaan implementaatiota varten viitekehys. Sen avulla mahdollistetaan tutkimuksen soveltaminen järjestelmän varsinaiseen implementaatioon.

Viimeiset luvut ovat tulokset ja päätelmät. Tuloksissa esitetään lyhyesti tutkimuksen molempien osioiden tärkeimmät tulokset, niiden mahdolliset virhelähteet, poikkeamat odotetuista tuloksista sekä tulosten luotettavuus. Päätelmissä pyritään pohtimaan tuloksien merkitystä yleisemmällä tasolla ja tekemään kohdeyritykselle toimenpidesuosituksia, joita järjestelmän tulevaisuuden käyttö voi tarvita.



Kuva 1. Työn rakenne havainnoituna visuaalisesti

Työn rakennetta esittävästä kuvasta voidaan nähdä, kuinka tutkimus jakaantuu kahden erillisen ongelman ja tutkimuskysymyksen ratkaisemiseen. Nämä osiot syntyvät kummallekin osiolle yhteisestä johdannosta ja palaavat irrallisen käsittelyn jälkeen tuloksissa ja päätelmissä takaisin yhteiseen käsittelyyn.

2. MALLITEHDASKONSEPTI

Tämä luku keskittyy selvittämään mallitehdaskonseptin teoreettista taustaa ja sen sisältöä. Luvussa siis esitetään lukijalle sitä strategista ympäristöä, jossa MES – järjestelmän on kohdeorganisaatiossa toimittava.

2.1. Yleistä

Mallitehdaskonseptin (Model Factory Concept, MFC) taustalla on maailman talouden muuttuminen entistä kansainvälisemmäksi ja globaaliksi. Näiden myötä teollisuuden yritysten on täytynyt sopeutua globaaleihin markkinoihin. (Rudberg & West 2008) Johanson ja Vahlne (1977) havaitsivat tämän johtavan yritysten kansainvälistymiseen kahdella tavalla. Ensinnä yritykset yhä enemmän osallistuvat yksittäisten ulkomaiden markkinoille ja toisekseen yritykset siirtävät toimiaan niihin. Toiminnan siirtäminen kohdemaahan vähentää vientiliiketoiminnalle tyypillisten kohdemarkkinoiden informaatiovirtojen kulkua haittaavien tekijöiden vaikutusta. Sillä voidaan myös muun muassa kiertää vientirajoituksia ja saada paikallisen hallinnon tukia sekä saavuttaa kustannussäästöjä. Tämä on johtanut Rudbergin ja Westin (2008) mukaan kansainvälisessä liiketoiminnassa viennin muuttumiseen paikalliseksi toiminnaksi. Porter (1986) kutsuu tällaista teollisuuden tilannetta, missä yritys kilpailee monilla eri markkinoilla paikallisesti ja itsenäisesti, termillä ”multidomestic” eli monikotimaiseksi. Kun yritys on mukana useilla eri maiden markkinoilla paikallisella tuotannolla, syntyy heille kansainvälinen tuotantoverkosto, jonka hallitsemisessa tehtaiden konfiguraatio ja koordinointi ovat tärkeimmät seikat yrityksen johdolle (Rudberg & West 2008; Porter 1986, s.17). Rudberg ja West (2008) huomauttavat, että samat asiat ovat tärkeitä kansallisessa tuotantoverkostossa, joka koostuu useasta tuotantolaitoksesta.

Kansainvälisessä kilpailussa olevan yrityksen konfiguraatioon ja koordinointiin liittyviä tehtäviä on jaoteltuna toiminnoittain taulukossa 1. Porter (1986) määrittelee termin konfiguraatio tässä yhteydessä vastaavan kysymyksiin ”missä päin maailmaa tiettyä toimintaa suoritetaan?” ja ”kuinka monessa paikassa niitä suoritetaan?”. Puolestaan koordinoinnin hän määrittelee vastaavan kysymyksen ”Miten eri maissa suoritettujen toimintojen järjestetään suhteessa toisiinsa?”

Rudbergin ja Westin (2008) esittämä mallitehdaskonsepti on alun perin Ericsson Radio Systemin kehittämä konsepti, jonka tärkein tehtävä on nimenomaan tuotantoverkoston koordinointi. Tämän myöhemmin edelleen kehitetyn konseptin tavoitteita ovat kustannustehokkuus, joustavuus ja oppimiskyky.

Taulukko 1. Konfiguraation ja koordinaation tehtäviä toiminnoittain (Porter 1986, s. 18)

Toiminto	Konfiguraatio	Koordinaatio
Operaatiot	•Tuotantolaitosten sijainti	•Kansainvälisten tehtaiden verkosto •Prosessiteknologian ja tuotannon tietotaidon siirtäminen tehtaiden välillä
Markkinointi ja Myynti	•Tuotantolinjan valinta •Markkinoiden valinta	•Brandin yhdenmukaisuus •Myynnin koordinointi monikansallisille tileille •Tuotteen asemoinnin ja kanavien yhdenmukaisuus maailmanlaajuisesti •Hinnoittelun koordinointi eri maissa
Palvelu	•Palveluorganisaation sijainti	•Palvelun standardien ja toimenpiteiden yhdenmukaisuus maailmanlaajuisesti
Teknologia ja kehitys	•R&D keskusten lukumäärä ja sijainti	•Hajautettujen R&D keskusten välinen keskustelu •Tuotteiden kehitys vastaamaan markkinoiden vaatimuksia monessa maassa •Tuotteiden markkinoille tuomisen ajoittaminen ympäri maailman
Hankinta	•Ostotoimintojen sijainti	•Toimittajien hallinta eri maissa •Markkinatiedon siirtäminen •Standardituotteiden oston koordinointi

Nämä kolme tavoitetta olivat Bartlett ja Ghoshalin (2002) määrittämän termin ”transnational solution” sisältönä. Heidän 1980 – luvulla tekemien tutkimusten johtopäätöksien mukaan kansainvälisessä kilpailussa menestyvän yrityksen on oltava kustannustehokas, sopeuduttava paikallisiin markkinoihin ja pystyttävä jakamaan oppinsa maailmanlaajuisesti organisaatiossaan. Heizer ja Render (2008) kuvailevat saman johtopäätöksen olevan pyrkimyksenä, kun yritys käyttää transnationaalista strategiaa kansainvälisillä markkinoilla. Rudberg ja West (2008) esittävät mallitehdaskonseptin toteuttavan sopivan sekoituksen edellä mainittuja kolmea ominaisuutta. Samalla se tarjoaa maksimaalisen suorituskyvyn yritykselle nykyaikaiseen maailmaan.

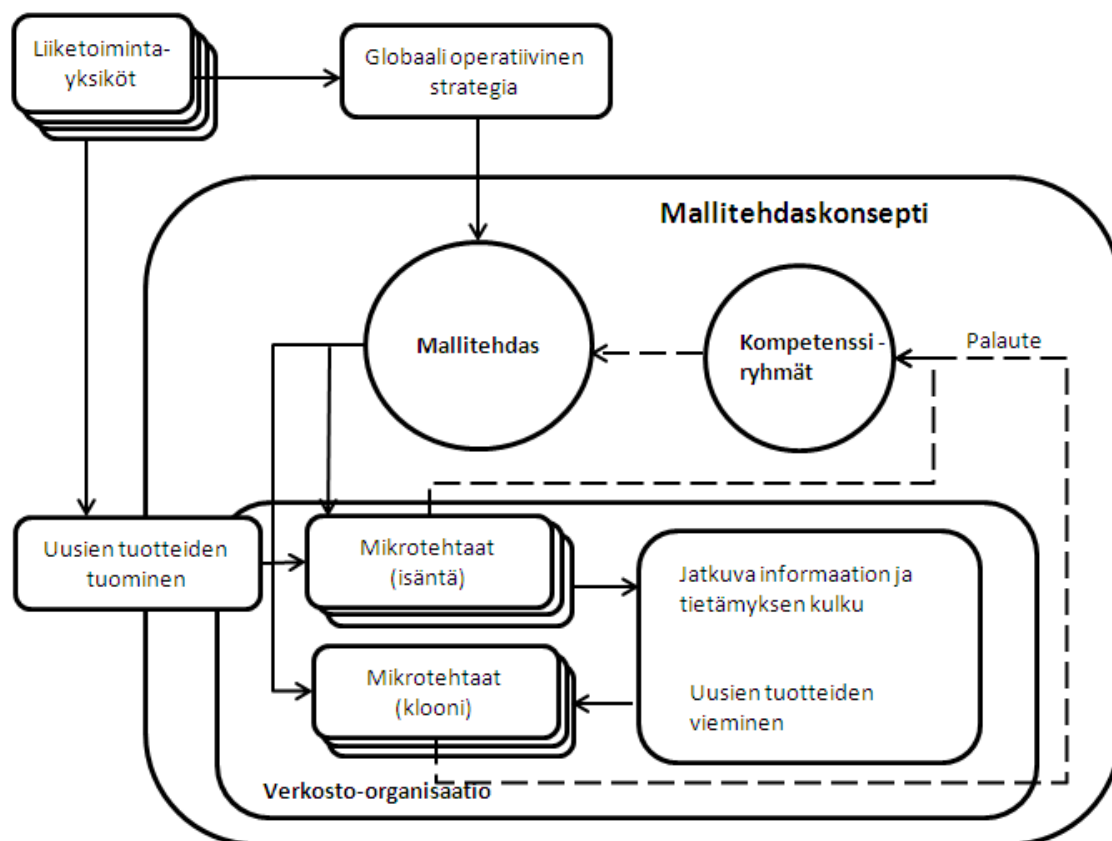
2.2. Mallitehdaskonseptin viitekehys

Rudbergin ja Westin (2008) mallitehdaskonseptin pyrkimyksenä on tuotantoverkoston koordinoinnin parantaminen. Sitä käytetään työkalun tavoin muuttamaan globaali strategia joukoksi operatiivisia toimintaohjeita ja suosituksia, joiden avulla verkostoa voidaan helpommin johtaa. Konsepti koostuu kolmesta avainkomponentista. Nämä ovat virtuaalinen mallitehdas, tuotantoverkosto-organisaatio ja kompetenssiryhmät. Kullekin näistä komponenteista on määriteltävä tietty kohde Bartlett ja Ghoshalin (2002) kansainvälisesti menestyvän yrityksen kyvykkyyksistä. Nämä kyvykkyydet on esitelty ja jaettu taulukossa 2 ensisijaisiin ja sekundäärisiin kohteisiin.

Taulukko 2. Mallitehdaskonseptin komponenttien tavoitteet (mukaillen Rudberg & West 2008)

MFC komponentti	Tavoite	Sekundäärinen tavoite
Mallitehdas	Kustannustehokkuus	Joustavuus
Tuotantoverkosto	Oppiminen	Kustannustehokkuus
Kompetenssiryhmät	Joustavuus	Oppiminen

Nämä kolme eri komponenttia ja niiden väliset vuorovaikutukset ovat esiteltyinä kuvassa 2. Mallitehdas, joka on virtuaalinen malli, muodostaa viitekehysten sille, miten tuotantoverkostossa tehtaat suunnitellaan ja miten operatiiviset toimet niissä suoritetaan. Se saa suuntaviivansa globaalilta operatiiviselta strategialta. Tuotantoverkosto-organisaatio luokittelee kunkin tehtaan joko isäntä- (master) tai kloonirooliin (clone). Isäntäroolin omaavat tehtaavat välittävät klooneilleen jatkuvasti tietoa tuotepäivityksistä ja tuotantojärjestelmän muutoksista. Kaikki tehtaavat ja tuotantojärjestelmä perustuvat standardoituun tapaan tehdä asioita. Näitä standardeja määrittelevät, arvioivat ja päivittävät kompetenssiryhmät.



Kuva 2. Mallitehdaskonseptin kuvaus (mukaillen Rudberg & West 2008)

2.2.1. Mallitehdas

MFC:n ensimmäinen avainkomponentti, mallitehdas, on virtuaalinen jatkuvasti kehittyvä malli. Sen avulla tuotantoverkostolle tuotetaan standardoitua tietoa erinäisistä päätöksentekokategorioista operatiivisen strategian näkökulmasta. Näitä kategorioita ovat tärkeät osa-alueet, kuten laitokset, kapasiteetti, prosessiteknologia, organisaatiot, vertikaalinen integraatio, laadunhallinta sekä suunnittelu- ja ohjausjärjestelmät. Mallitehtaan tavoitteena on luoda paras mahdollinen malli tehtaasta ottaen huomioon nykyisen tuotteen, prosessiteknologian, markkinoiden tilanteen, toimitusketjun suhteet ja muut tilanteessa vallitsevat olosuhteet. (Rudberg & West 2008)

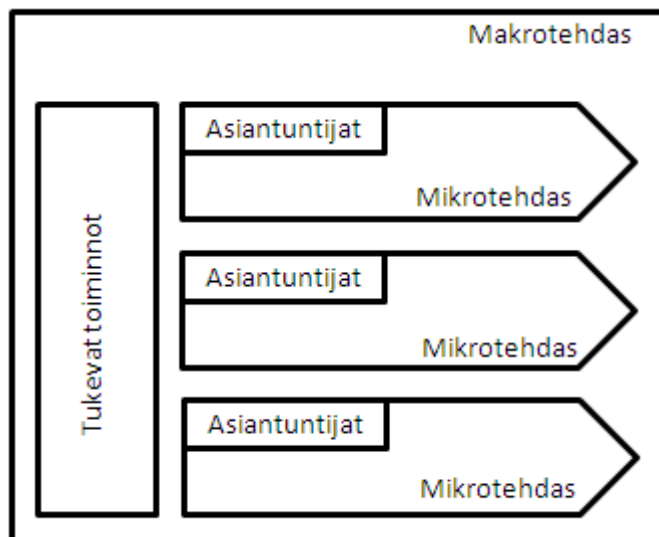
Mallitehtaassa suuruuden ekonomiaa, ja tätä kautta kustannustehokkuutta, pyritään hallitsemaan määrittelemällä tehtaat ja tuotantojärjestelmä kahdella tasolla; mikro- ja makrotasolla.

- Mikrotason tehdas, eli *mikrotehdas*, on tarkasti määritelty tuotantoprosessi, joka sisältää layoutin, tuote-mixin, tuotantomäärät, organisaation ja toimittajarakenteen. Mikrotehtaat pystyvät valmistamaan useimpia tai kaikkia tietyn tuoteperheen tuotteita. Niiden tehtävä on puhtaasti arvonlisäyksessä.
- Makrotason tehdas, eli *makrotehdas*, on vastuussa tukevista toimenpiteistä, jotka eivät välttämättä ole suoraan arvoa lisääviä. Tällaisia ovat muun muassa pitkäaikaiset tuotantosunnitelmat ja -ennustukset, tilaustenhallinta, toimitus- ja jakelusopimukset, huollot, tekninen tuki ja laadunhallintajärjestelmät.

Makro- ja mikrotehtaiden välistä suhdetta on esitetty kuvassa 3. Kukin makrotehdas voi pitää sisällään usean mikrotehtaan. Kun makrotehtaan tukitoimenpiteet optimoidaan sopimaan tuoteperhekohtaisille mikrotehtaille oikeassa suhteessa, hyödytään suuruuden ekonomiasta kadottamatta mikrotehtaiden joustavuutta ja reagointia markkinoiden muutokseen. Kapasiteettia hallitaan tässä mallissa mikrotehtaiden lukumäärällä. Yksi mikrotehdas voi tuottaa tietyn määrän tuotteita, ja kun niiden strategista sijoittamista suunnitellaan markkinoiden, kysynnän, tilojen ja jakelukustannusten perusteella, voidaan löytää optimaaliset ratkaisut. Kapasiteetin kasvattamista varten tässä konseptissa ei kasvateta mikrotehtaan kokoa, vaan se pysyy jatkuvasti tietyn standardin mukaisena. Mallitehdas määrittelee prosessin mikrotehtaan kopioimiselle ja sijoittamiselle uuteen makrotehtaaseen. (Rudberg & West 2008)

Tämä mikro- ja makrotehtaiden ajattelumalli on samansuuntainen kuin Skinnerin (1977) esittelemä ”tehdas tehtaassa” (”plant within a plant”) ajatus. Sen mukaan puhtaasti matalaan kustannusrakenteeseen korkealla tehokkuudella pyrkivä ei välttämättä enää pärjää kilpailussa. Avain kilpailukykyiseen toimintaan piilee fokusoidussa tehtaassa. Tämä tarkoittaa, että yksi fyysinen tila voi olla jaettu monelle fokusoidulle tehtaalle tai tuotantolinjalle. Fokusoitujen tehtaiden tavat toimia ovat optimoitu nimenomaan sen tuotantotehtävien vaatimalla tavalla. Tämä mahdollistaa joustavammin muutokset

yksittäiselle fokusoidulle tehtaalle. Se ei kuitenkaan hankaloita muiden toimintaa strategian tai kilpailuympäristön niin vaatiessa.



Kuva 3. Mallitehtaan määrittelemien makro- ja mikrotehtaiden välinen suhde (mukaiillen Rudberg & West 2008)

Johtava ajatus Rudbergin ja Westin (2008) konseptissa on, että kaikki verkostossa olevat tehtaot on suunniteltu ja ne toimivat mallitehtaassa määriteltyjen periaatteiden mukaisesti. Tätä kautta jokaisen verkoston tehtaan strategia seuraa koko yrityksen strategian menettelytapoja ja standardeja sekä edistää keskitettyä verkoston hallintaa. Mallitehdaskomponentti näin edistää verkoston koordinoitua, kapasiteetin joustavuutta ja saavuttaa suuruuden ekonomian hyötyjä kilpailukyvyssä, investoinneissa ja informaation jakamisessa. Näin mallitehdas saavuttaa kustannustehokkuuden. Lisäksi mikrotehtaiden avulla mahdollistetaan mukautumisen paikallisiin oloihin, ja näin lisätään verkoston joustavuutta.

2.2.2. Verkosto-organisaatio

Mallitehtaan kapasiteetin hallinnan keinoista puhuttaessa esitettiin prosessi mikrotehtaiden kopioimisesta. Sen taustalla on ajatus mikrotehtaan optimaalisesta koosta ja kapasiteetista siten, että suuruuden ekonomia saavuttaa optimitilan. Siihen, mikä mikrotehtaista kopioidaan, määrittelee tuotantoverkosto-organisaatio niille isäntä- ja klooniroolit. Nämä roolit ovat yhteydessä tiettyyn tuotteeseen tai tuoteperheeseen ja niitä valmistaviin mikrotehtaisiin. Makrotehtaan sisällä voi olla sekä isäntä että kloonitehtaita ja näin sen täytyy pystyä mikrotehtaiden sijoittamisesta riippuen tukemaan kumpaakin tyyppiä. (Rudberg & West 2008)

Isäntäroolissa oleva mikrotehdas toimii pilottitehtaana, jossa uudet tuotteet aluksi tuodaan verkostoon. Kun tuotannon suorituskyky saavuttaa tietyn pisteen ja kysyntä kasvaa, kopioidaan tästä isäntätehtaasta uusi tai uusia kloonitehtaita. Nämä voidaan

sijoittaa joko samaan tai toiseen makrotehtaaseen. Huomioitavaa on, että isäntäroolissa olevia tehtaita on aina vain yksi yhtä tuotetta tai tuoteperhettä kohti. (Rudberg & West 2008)

Esitetty tehtaiden kopioinnin toimintatapa näkyy kirjallisuudessa myös muualla. Esimerkiksi Mlynarczyk (1995, s.19; s.25) kuvailee mikroprosessoreita valmistavan Intelin käyttämän ”copy exactly” eli ”kopioi täsmälleen” prosessin. Siinä tuotantoteknologia tai -järjestelmä kopioidaan toimipisteeltä toiselle identtisenä. Sen taustalla olevana ajatuksena on, että ”identtiset järjestelmät identtisillä syötteillä tuottavat identtisiä tuotoksia”.

Isäntärooleissa olevat tehtaat toimivat sen tuotteen tai tuoteperheen tuotekehityksen keskuksena ja kantavat siitä vastuun. Sinne sijoitetaan osaamista ja siellä pyritään kehittämään tuotantomenetelmiä, jotka päivitetään myöhemmin mallitehtaaseen. Nämä kerätyt kokemukset ja tiedot tuotteesta, prosesseista ja parannuksista siirretään sitten kloontehtaille, jotka pääsääntöisesti pyrkivät vain omaksumaan uusia ideoita, eivät kehittämään niitä. Tämä johtaa siihen, että kloontehtailta ei tarvita yhtä korkeaa osaamistasoa kuin isäntätehtailta. Kloontehtaat pystyvät näin saamaan etua matalasta kustannusrakenteesta ja markkinoiden läheisyydestä. (Rudberg & West 2008)

Kaikki isäntätehtaat eivät sijaitse yhdessä makrotehtaassa, vaan ovat jakautuneet globaalisti ympäri maailman. Tämä tarkoittaa sitä, että yrityksen kaikki osaaminen ei ole keskitetty yhteen paikkaan, joten verkosto saa kokemusta ja tietoa erilaisista ympäristöistä. Se parantaa verkoston globaalia oppimiskykyä. Isäntä- ja kloonirollit ovat yhteydessä ensisijaisesti mikrotason tehtaisiin, joten yrityksessä saavutetaan kustannustehokkuutta laajennettaessa kapasiteettiä, teknologian siirroissa ja tiedon leviämässä. (Rudberg & West 2008)

2.2.3. Kompetenssiryhmät

Suurissa tuotantoverkoissa on vaarana, että ne eivät omaksu paikallisten markkinoiden tarpeita tai sieltä saatavaa informaatiota koko verkoston käyttöön (Rudberg & West 2008). Porter (1986) esittääkin yhdeksi koordinoinnin tehtäväksi prosessi-, teknologia- ja tuotantotietouden välittämisen tehtaiden kesken. Shi ja Gregory (1998) esittävät kansainvälisen tuotantoverkoston yhdeksi strategiseksi kyvykkyudeksi sen oppimiskyvyn. Mallitehdaskonseptin kolmas avainkomponentti, kompetenssiryhmät, ovat olemassa tätä varten (Rudberg & West 2008).

Kompetenssiryhmät ovat verkostopohjaisia työskentelyryhmiä tai virtuaaliorganisaatioita, jotka koostuvat asiantuntijoista. Ryhmien jäsenet ovat sijoittuneet eri puolille verkostoa ja tapaavat säännöllisesti. Jäseniä täytyy olla sekä isäntäroolin omaavissa mikrotehtaissa että kloontehtaissa. Tämä johtuu siitä, että isäntäroolin tehtaista täytyy olla tietovirta kloontehtaisiin uusista kehityksistä. Kloontehtaista täytyy puolestaan olla tietovirta takaisin päin paikallisten vaatimusten ja

informaation keräämiseksi. Tätä palaavaa virtausta käytetään myös mallitehtaan kehittämiseksi. (Rudberg & West 2008)

Kompetenssiryhmät ovat siis kaksijakoisia. Niiden täytyy ensinnä kyetä keräämään tietoa paikallisista tarpeista, informaatiosta ja tietämyksestä. Näiden tietojen suhteen heidän täytyy toimia sisäisenä rakenteena, joka varmistaa etteivät tiedot jää paikalliseksi, vaan niitä hyödynnetään globaalisti koko verkostossa. Toisekseen heidän täytyy pystyä jatkuvasti parantamaan mallitehtaan kehittyvää ideaalimallia esimerkiksi mikro ja makrotehtaiden ominaisuuksilla, uusilla standardeilla tai isäntä-klooni – suhteeseen liittyvillä ominaisuuksilla. Mallitehtaan päivitystä vaativia ilmiöitä voidaan havaita myös ympäristöstä, kuten uudet asiakasvaatimukset, uudet teknologiat tai tuoteinnovaatiot. (Rudberg & West 2008) Kun kehitykset muuttavat mallitehdasta ja kaikkia verkoston tehtaita, voidaan sanoa, että kompetenssiryhmät tuovat positiivisen vaikutuksen Colotla et al. (2003) esittämään aiheeseen. Tämä vaikutus lisää yrityksen potentiaalia hyödyntää sekä hajautuneessa tuotantoverkostossa olevan yksittäinen tehtaan että koko verkoston kyvykkyksiä.

Kompetenssiryhmät toimivat mallitehdaskonseptissa alustana kommunikaatiolle ja koordinoinnille, joka poistaa tarpeen suuresta keskitetystä henkilöstön määrästä. Näin voidaan myös vähentää organisaation tekemiä päällekkäisiä tehtäviä ja vähentää hallinnollisia kuluja. Ryhmien edellä mainittu kaksijakoinen olemus ja usein globaalista jakautuneisuudesta johtuva kulttuurillinen monivärisyys lisäävät henkilöstön taitoja ja luovat innovatiivisen ympäristön. Koko konseptin näkökulmasta nämä ryhmät vastaavat verkoston joustavuudesta, paikallisesta reagoitakyvystä ja maailmanlaajuisesta oppimisesta. (Rudberg & West 2008)

3. MES – JÄRJESTELMÄ

Tässä luvussa esitellään MES – järjestelmään liittyvää teoriaa. Aluksi luvussa esitellään tietojärjestelmiä selkeyttämään mistä MES – järjestelmissäkin on kysymys laajemmassa kuvassa. Tämän jälkeen lukijalle selvennetään MES – järjestelmien historiaa ja määritetään termi kirjallisuuden määritelmien, mallien ja standardien avulla. Seuraavassa osassa käsitellään MES – järjestelmän teollista käyttöä ja siihen liittyviä osa-alueita. Osa-alueet ovat toiminnallisuudet, integraatiot, mittarit ja prosessit. Luvun lopuksi käsitellään järjestelmäarkkitehtuuria.

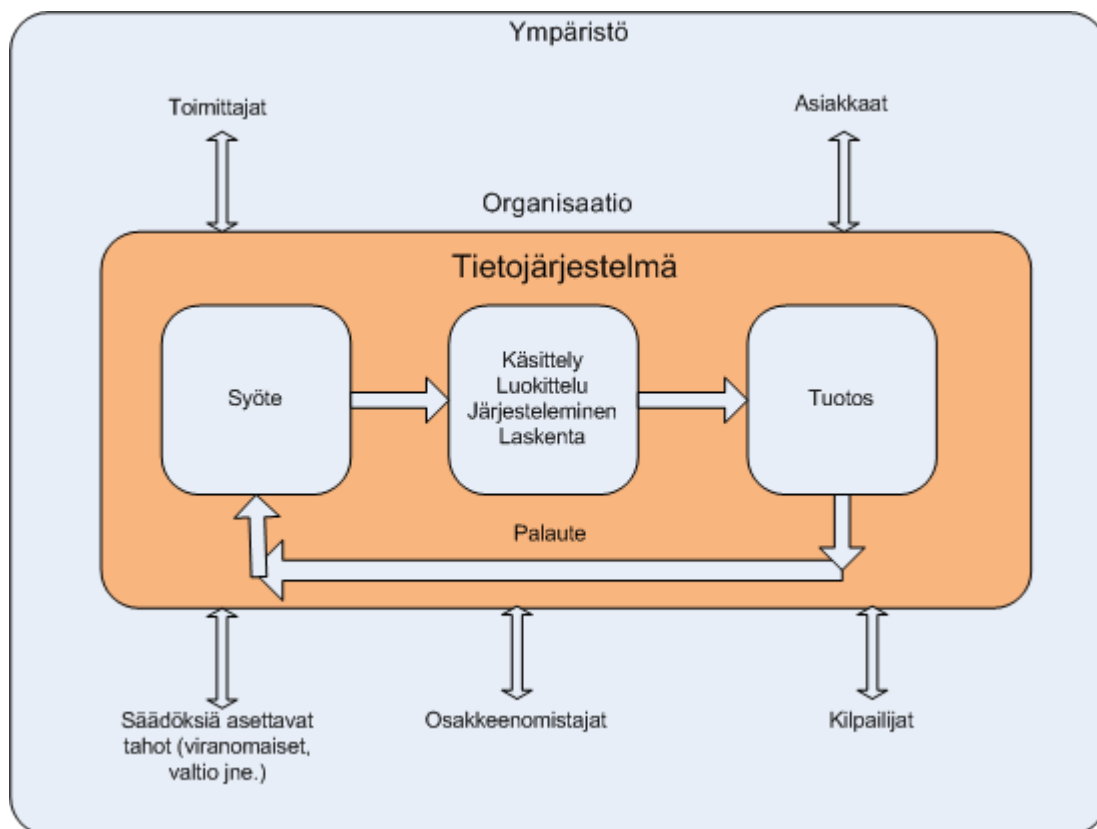
3.1. Yleistä tietojärjestelmistä

Tietojärjestelmänä voidaan pitää Laudonin ja Laudonin (2007,s.10; 2001,s.7) määritelmän mukaan järjestelmää, joka on joukko toisiinsa yhdistyviä komponentteja. Nämä komponentit keräävät tai hakevat, käsittelevät, säilövät ja jakavat informaatiota tukeakseen päätöksentekotilanteita ja hallittavuutta organisaatiossa. Tietojärjestelmistä puhuttaessa on hyvä erotella tietokoneavusteiset järjestelmät, jotka ovat tämän tutkimuksen kohteena, sekä manuaaliset järjestelmät. Siinä missä tietokoneavusteiset järjestelmät käyttävät tietokoneiden laskentatehoa informaation käsittelyyn ja jakamiseen, voivat formaalit manuaaliset tietojärjestelmät käyttää ”kynä ja paperi” – teknologiaa tekemään samaa asiaa. Halonen (2007, s.11) esittää asian kuvailemalla esimerkin yksinkertaisesta tietojärjestelmästä ”mies, kynä ja kalenteri”. Kalenteri on tietokanta, kynä on tiedonsyöttöväline ja mies on käyttäjä.

Tietokoneavusteiset tietojärjestelmät eivät ole pelkästään kokoelma tietokoneohjelmia ja niitä pyörittävä tietokone. Tietojärjestelmä on nähtävä laajempaan kokonaisuuteen, jossa tietokone ja ohjelmat ovat perusta, joista moderni tietojärjestelmä rakennetaan. Järjestelmien syvempää ymmärtämistä varten on tiedostettava, että ohjelmat ja tietokoneet laskevat vain tiettyjen sääntöjen mukaisesti. Tietojärjestelmässä yhdistyvät niin organisaation ongelmat ja niiden ratkaisut, järjestelmän arkkitehtuuri ja suunnitteluelementit sekä taustalla olevat organisaation prosessit. (Laudon & Laudon 2007,s.11; 2001,s.9)

Kuvassa 4 on esiteltyä tietojärjestelmästä yleiskuvaus. Siinä esitetään, että tietojärjestelmä ei ole ympäristöstään tai organisaatiosta irrallinen ohjelmisto, vaan pitää sisällään tietoa ympäristöstä ja on interaktiivinen organisaation suhteen. Tietojärjestelmällä on kolme perustoimintoa: syöte, käsittely ja tuotos. *Syöte* tarkoittaa mitä tahansa järjestelmään syötettävää tai sen keräämää dataa. *Käsittely*-vaiheessa raakadata muokataan järjelliseen muotoon eri keinoin eli informaatioksi. *Tuotos*

vaiheessa käsitelty informaatio siirretään ihmisen tai toisen toiminnon käyttöön. *Palaute* on tukeva toimenpide, jossa järjestelmä ohjaa tuotoksen eteenpäin siten, että sitä voidaan arvioida ja täten tarkentaa uutta syötettä. (Laudon & Laudon 2001,s.7; 2007, s.11)



Kuva 4. Kuvaus tietojärjestelmän toiminnoista (mukaihen Laudon & Laudon 2007, s.12; 2001, s.8)

Remenyi ja Sherwood-Smith (1998) esittävät tietojärjestelmiin liittyvän aktiivisen hyötyjen toteutuksen metodologian. Sen taustalla ovat 7 periaatetta järjestelmien hallinnasta. Nämä periaatteet kuvastavat hyvin tietojärjestelmien luonnetta organisaatiossa. Periaatteet ovat:

1. Tietojärjestelmän menestys on enemmän seurausta johdon prosesseista kuin itse sovelluksesta.
2. Jokaisella tietojärjestelmällä on useita sidosryhmiä tai asianosaisia. Sidosryhmät voivat olla ensisijaisia (primary) tai toissijaisia (secondary) merkittävyyteen viitattaessa.
3. Tietojärjestelmään kohdistuvat vaatimukset kehittyvät ajan kuluessa. Ne alkavat konseptin luomisesta ja loppuvat koko järjestelmän elinkaaren päättymiseen.

4. Tietojärjestelmän toteutus on usein kompromissi usean eri sidosryhmän tarpeista.
5. Edellä mainitut kompromissit toteutuvat hyväksyttävänä ja tehokkaina silloin, kun sidosryhmät ymmärtävät kaikki järjestelmään liittyvät kysymykset ja asiat. Toisekseen heidän oman edun tavoitteiden tulisi olla yhdenmukaisia koko organisaation etujen kanssa.
6. Vaiheittaisella järjestelmän käyttöönotolla on tapana vähentää siihen liittyviä riskejä ja itse asiassa nopeuttaa liiketoiminnan etujen toteutumista.
7. Jatkuva ja dynaaminen arviointi- ja keskusteluprosessi tiedostettujen sidosryhmien kesken mahdollistaa parhaan todennäköisyyden järjestelmän optimoituun käyttöön.

Tietojärjestelmien avulla yritykset pyrkivät saavuttamaan muun muassa lisää tuottavuutta (Saenz de Ugarte et al. 2009), tehokkuutta organisaatioon (Halonen 2007), kustannusten karsimista tai laadun parantamista (Legris et al. 2003). Korkeamman abstraktiotason tavoitteita voi Laudon & Laudonin (2007,s.6 – 9) mukaan olla operatiivinen erinomaisuus, uusien tuotteiden, palveluiden tai liiketoimintamallien luominen, asiakkaiden ja toimittajien kanssa tiiviimpi yhteistyö, parantunut päätöksenteko, kilpailuetu tai jopa yrityksen henkiinjääminen. Organisaatiossa saavutettavat hyödyt ovat seurausta tietyn tietojärjestelmän kyvykkyyksistä. Laajasti ajateltuna kaikkien tietojärjestelmien kyvykkyydet pitävät sisällään koordinoinnin ja organisaatioiden välisen informaation käsittelyn parantamista (Davenport & Short 1990). IT:n kyvykkyyksiä ja niiden vaikutusta yrityksen prosesseihin on tarkemmin esitetty taulukossa 3. Siinä esitetään yhdeksän erilaista kyvykkyyttä, joiden avulla järjestelmien ominaisuuksista voidaan arvioida sen vaikutusta organisaatiossa.

Taulukko 3. IT:n kyvykkyydet (mukaillen Davenport & Short 1990)

IT:n kyvykkyyks	Hyöty tai vaikutus organisaatiossa
Transaktionaalinen	IT voi muuttaa epärakenteellisen prosessin joukoksi rutinisoituja transaktioita.
Maantieteellinen	IT voi muokata informaatioita nopeasti ja helposti laajojenkin välimatkojen päähän. Näin se tekee prosessin maantieteellisesti riippumattomaksi.
Automatisoiva	IT voi korvata tai vähentää ihmisen tekemän työn tarvetta prosesseissa.
Analyttinen	IT voi mahdollistaa prosessien analysoinnin monimutkaisia metodeja käyttäen.
Informatiivinen	IT voi tuoda laajan joukon yksityiskohtaista informaatiota prosessin tueksi.

Ajoituksellinen	IT mahdollistaa usein muutokset prosessin tehtävien ajoituksissa. Usein tästä seuraa mahdollisuus suorittaa tehtäviä samanaikaisesti.
Tietämyksen hallinta	IT mahdollistaa tietämyksen tallentamisen ja levittämisen näin mahdollistaen asiantuntemuksen prosesseja kehitettäessä.
Seuranta	IT mahdollistaa yksityiskohtaisen seurannan eri tiloille, syötteille ja tuotoksille.
Suoraviivaistaminen	IT:tä voidaan käyttää yhdistämään kaksi eri tahoja tietyn prosessin sisällä ilman, että tarvitaan sisäisiä tai ulkoisia välikäsiä.

Tietojärjestelmien verkko teollisissa yrityksissä on nykypäivänä laaja (Morel et al. 2007). Perinteisesti kattavin järjestelmä yritysten käytössä on ERP (Enterprise Resources Planning), eli toiminnanohjausjärjestelmä. Kapp et al. (2001) kuvailee ERP – termillä olevan erilainen tulkinta, mikäli asiaa tarkastellaan organisaation, ohjelmistomyyjän, yksityishenkilön tai kirjallisuuden näkökulmasta. Yleisesti voidaan sen sanoa olevan yrityksen liiketoiminnan johtamiseen ja hallitsemiseen tarkoitettu ohjelmisto, jota oikein käytettynä voidaan käyttää integroimaan ja hallitsemaan yrityksen eri organisaatioiden toimintoja (Schlichter & Kraemmergaard 2010, Shehab et al. 2004), prosesseja (Vilpola 2008), resursseja (Kallunki et al. 2011; Markus et al. 2000) tai informaatiota (Kallunki et al. 2011; Helo et al. 2008). ERP – järjestelmissä on ollut tavanomaisesti ainakin yksi puute. Ne eivät ole ottaneet huomioon tuotannon lattiatason toimintoja kattavasti, ja näin niiden toimintojen hallintaa varten on usein räätälöity oma järjestelmä, MES – järjestelmä (Saenz de Ugarte et al. 2009).

3.2. MES – järjestelmän historiaa ja termin määrittäminen

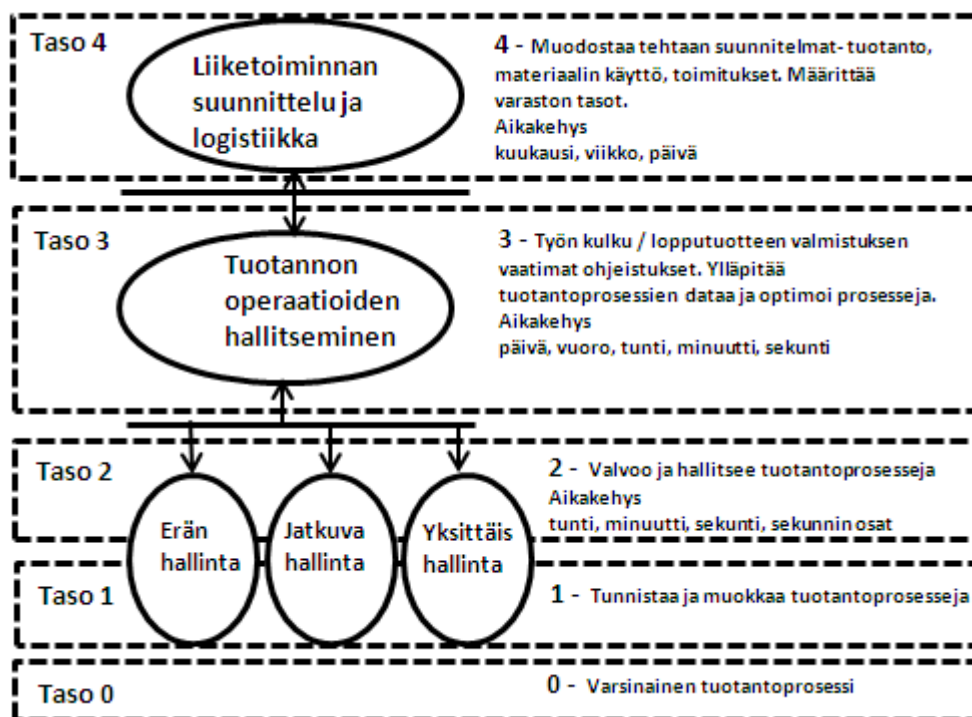
MES – järjestelmä on yksi yritysten verrattain uusista tietojärjestelmän suuntauksista. Sen syntyminen kyseisen termin alle ajoittuu 90 – luvun puoleen väliin, vaikka käytännössä ensimmäiset sovellukset ovat tulleet jo 70 – luvun lopulla tehdaslattioille toteuttamaan myöhemmin MES – järjestelmäksi kutsutun ohjelmiston toimintoja (Meyer et al. 2009, s.5; Younus et al. 2010). Kletti (2007, s.13) pitää konseptin ensimmäisinä ilmentyminä 1980 – luvun datankeräysjärjestelmiä erityisesti tuotannosuunnitteluun sekä henkilöstön- tai laadunhallintaan liittyen. Ensimmäiset sovellukset ajoittuvat samaan aikaan, kun tietokoneiden koko pienentyi huomattavasti (Meyer et al. 2009, s.5). Tämän jälkeen järjestelmät ovat kehittyneet huomattavasti tehokkaiksi ja integroiduiksi ohjelmistokokonaisuuksiksi tietokoneteknologian laskentatehon kasvaessa (Saenz de Ugarte et al. 2009). MES – järjestelmän tavoitteen voidaan yleisesti sanoa olevan tuotantolattian informaation hallinta (Feng 2000), mutta historian valossa MES – lyhenteen merkitystä ovat määritelleet ohjelmistojen tekijät, jotka ovat käyttäneet MES – lyhennettä omasta järjestelmästänsä. Näin he ovat antaneet

merkityksen termille lähinnä oman ohjelmistonsa kykyjen tai fokusoidun asiakkaan tarpeiden perusteella (Saenz de Ugarte et al. 2009).

Nykyään lyhenteellä on jo huomattavasti vakiintuneempi merkitys. Tarkempi määrittely voidaan muodostaa esimerkiksi standardeista tai MESA – organisaation määrittelyistä. Oleelliset standardit MES – käsitteeseen liittyen ovat ANSI/ISA-88 tai sen kansainvälinen versio IEC 61512 pieneräntuotannon prosesseista sekä ANSI/ISA-95 tai IEC 62264 järjestelmien rajapinnoista, toiminnoista ja integraatioista laajemmin yrityksessä.

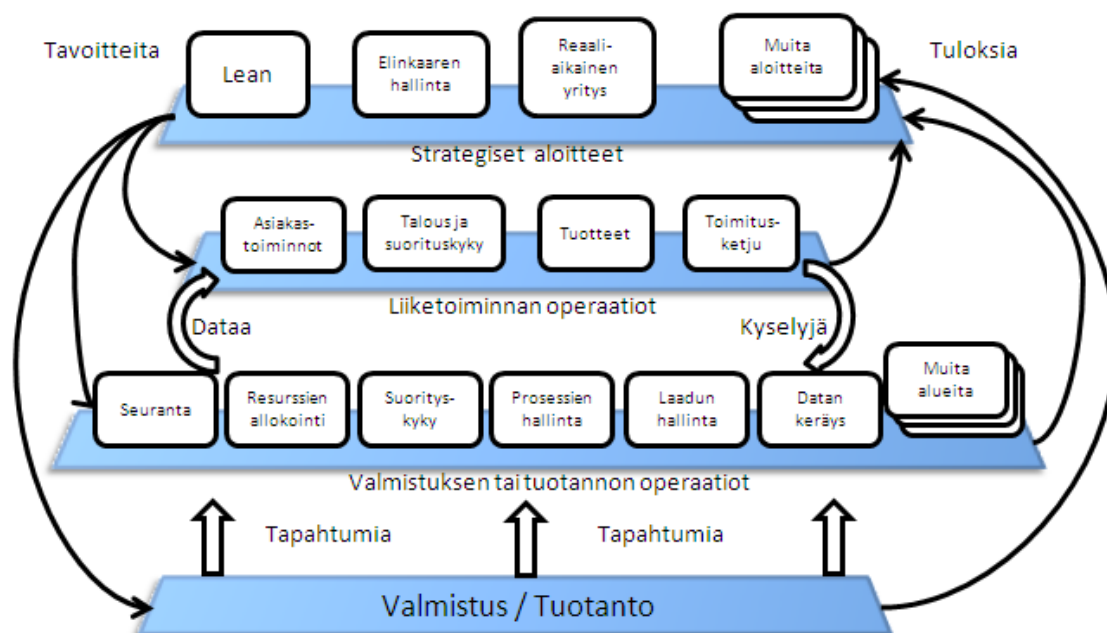
Kletti (2007) lähestyy MES – termin määrittelyä historiallisesta ja toiminnallisesta näkökulmasta. Ennen käsitteen syntymistä oli jo olemassa tietyt erilliset datan keräysjärjestelmät, joita yritykset käyttivät tuotannon tukena. Nämä keräsivät tietoja kuten työaikoja, laatutietoa, tuotantotietoa tai konekohtaisia tietoja. Näistä erillisistä järjestelmistä, ja ennen kaikkea niiden suorittamista teollisuudelle tärkeistä toiminnallisuuksista, alkoi ajan kuluessa syntyä yhdistettyjä malleja, jotka pystyivät käsittelemään useampia toimintoja. Näistä tuotannolle tärkeistä toiminnoista syntyi Klettin (2007, s.14) mukaan pohja, joka määrittelee MES – konseptin toiminnallisuudet myös nykypäivänä. Hän esittää lisäksi tuotannonhallintajärjestelmän täytyvän tukea niin kutsuttua ”6 – oikean” (6 – R) sääntöä: ”Tuotetta ei voida valmistaa taloudellisesti tehokkaimmalla tavalla, mikäli oikeat resurssit eivät ole saatavissa oikeassa määrässä, oikeassa paikassa, oikeaan aikaan, oikealla laadulla ja oikealla kustannuksella läpi koko liiketoimintaprosessien.” Kletti (2007, s.16) jatkaa, että kun edelliseen sääntöön lisätään vielä laadunvarmistus, dokumenttien hallinta ja suorituskyvyn analysointi, saadaan aikaiseksi erittäin tehokas MES – järjestelmä.

ISA (ANSI/ISA-95.00.03-2005) määrittelee MES – termin ja järjestelmän yksityiskohtaisemmin. Sen lähestymistapa lähtee liikkeelle siitä, että tuotannon ympärille on kehittynyt vuosien saatossa eritasoisia informaatiotodellisuuksia. Nämä ovat numeroitu tasoiksi 4, 3, 2, 1 ja 0 ja ovat esitelty kolmitasoisena kuvassa 5. ISA-95 käsittelee tasoja 4 ja 3 kun ISA-88 on keskittynyt tasoihin 2, 1 ja 0. Taso 4 on liiketoiminnan hallitsemisen taso ja järjestelmämielessä ERP vastaa toiminnoista. Taso 3 puolestaan on tuotannonhallitsemisen taso ja siellä MES vastaa toiminnoista. Alimmat tasot 2-0 ovat puolestaan tuotannon tasoja, ja siellä ovat eri teollisuuden käyttämät tuotantoprosessit vastaamassa toiminnoista. Standardi määrittelee sen eri osissa tämän mallin ympärille osissa 1 ja 2 rajapintoja ERP:n ja MES:n välille sekä osassa 3 puolestaan MES:n toimintoja. Työn alla olevat osat 4, 5 ja 6 käsittelevät tuotannonhallinnan objektimalleja sekä liiketoiminnan ja tuotannon välisiä toimia (Kivikunnas & Heilala 2011). Tämä standardi luo kuvan MES – järjestelmän roolista ja toiminnoista liiketoiminta- ja tuotantotason välissä. Määrittelyjensä ja tarkkojen kuvauksiensa avulla se luo termille MES sisällön. (Meyer et al. 2009, s. 33; Kletti 2007, s.20; ANSI/ISA-95.00.03-2005)



Kuva 5. ISA-95:n kuvaamat informaation tasot (mukaihen ANSI/ISA-95.00.03-2005)

MESA:n malli (MESA Model) määrittelee MES – termiä hieman eri näkökulmasta ja luo uuden käsitteen c-MES eli ”collaborative MES”. Alkuperäinen malli oli määritelmä nojautuen 11 toiminnallisuuden järjestelmässä (MESA 1997a). Nämä toiminnallisuudet ovat yhä olemassa ja valideja. Sitä seurasi malli, jossa oli ISA-95 – standardin tapaisesti otettu huomioon myös liiketoiminnan muita tasoja ja operaatioita. Siinä painotettiin erityisesti reaaliaikaista informaatiota ja yhteistyötä, joka oikeassa järjestelmäinfrastruktuurissa oli yhteydessä toimitusketjun, ERP:n, tuotteen elinkaaren ja asiakassuhteiden hoitamiseen tarkoitettuihin järjestelmiin (MESA 2004). MESA:n tarkennettu uusin malli määrittelee MES – järjestelmää vielä korkeammalta tasolta. Sitä on esitelty kuvassa 6 ja siinä uudet tavoitteet syntyvät yrityksen strategisten aloitteiden kautta ja kulkevat järjestelmäinfrastruktuurissa lattiatasolle asti. Tällaisia strategisia tavoitteita ovat laajemmat ideologiat kuten Lean tuotanto, tuotteen elinkaaren hallinta, reaaliaikainen yritys/yhtiö tai yrityksen omaisuuden hallinta. MES – järjestelmän näkökulmasta reaaliaikainen informaatio on tärkeintä näiden strategisten teemojen toteutuksessa. (MESA, 2008; MESA, 2012)



Kuva 6. MESA:n malli (mukaillen MESA 2008; MESA 2012)

Edellä esiteltyjä MES – termin määrittelyksiä on useita. Näistä ei voi tehdä yhden lauseen määritelmää, joka määrittelisi MES – järjestelmän aukottomasti. Voidaan sanoa, että teollisille järjestelmille ISA-95 – standardi muodostaa teknisen ytimen (Meyer 2009, s. 50), ja se on laajasti hyväksytty markkinoilla pohjaksi suunniteltaessa informaatiovirtoja tuotantotason sovelluksista yritystasolle (Saenz de Ugarte et al. 2009). Kuten ERP – termin abstrakti olemus, myös MES – termi voi sisältää laajan kirjon eri käytännön toteutuksia järjestelmänä. Lukijan tulisi ymmärtää, että MES – käsitteellä ja MES – sovelluksella voivat olla toisistaan poikkeavat sisällöt.

3.3. MES – järjestelmän teollinen käyttö

3.3.1. Yleistä

MES – järjestelmien teollista käyttöä voidaan tarkastella muun muassa resurssien, prosessien, suorituskyvyn tai hyötyjen ja haittojen näkökulmasta. Tässä luvussa esitellään näiden näkökulmien sisältöä lyhyesti.

Informaatioteknologisten järjestelmien käytön on osoitettu tehostavan organisaation kykyä ja sen suorituskykyä. Tämä vaatii tarkkaa arviointia järjestelmien hankkimisvaiheessa siitä, kuinka investointi muuntuu organisaation resurssiksi käyttöönoton jälkeen. Erityisesti järjestelmien pitäisi toimia resursseina tukeakseen yrityksen ydinosaamista. (Liang et al. 2010) Saenz de Ugarte et al.:n (2009) mukaan puolestaan prosessit ovat moderneissa yrityksissä se, mikä määrittelee arvonlisäyksen. Vasta viime vuosina nousseet tuotannon vaatimukset nopeasta reagoinnista, laadusta ja sopeutuvuudesta ovat painostaneet MES – konseptin hyödyntämiseen liiketoiminnassa.

MES – konseptin tavoitteena teollisuudessa on tuotantoprosessien ja -resurssien optimointi.

Tuotantoprosessien optimoinnissa suorituskyvyn mittaaminen on teollisuudessa ensimmäinen vaihe. Siihen MES – järjestelmä tarjoaa reaaliaikaisia mittareita liikkeenjohdon käyttöön. Vasta mittarien antamat tulokset luovat pohjan jatkuvalla kehitykselle teollisuudessa. (Saenz de Ugarte et al. 2009) MESA (2006) esittää, että ISA-95 – standardiin perustuvien toimintojen mukaisesti rakennetut mittarit tuovat yrityksen johdolle mahdollisuuden luoda yhdenmukaisuus strategian, rahankäytön ja tuotannon operaatioiden välille. Kletti (2007, s.81) esittää, että todellinen tilanne teollisuudessa on paikoin huono. Hänen mukaansa teoreettinen ja tekninen pohja reaaliaikaiselle ja teollisuusyrityksen johdosta lattiatasolle asti ulottuvalle informaatiotekniikalle on olemassa (ks. ANSI/ISA-95.00.03-2005; MESA, 2012). Monissa tapauksissa informaationhankinta tuotannossa tapahtuu edelleen irrallisten järjestelmien tai manuaalisen datan keräämisen kautta. Tätä kautta tieto on usein epätäydellistä, virheellistä ja useimmiten myöhässä. Tämä johtaa päätöksentekotilanteisiin, joissa ratkaisut syntyvät tuntemusten tai jopa arvauksien perusteella.

MESA (1997c) puolestaan kuvailee teollisuuden tuotannon arkipäivän koostuvan jatkuvasta työmäärästä, mutta harvemmin jatkuvasta informaatiosta ja koordinaatiosta työhön liittyen. Tuotannossa syntyy jatkuvasti toisiinsa liittyviä tapahtumia ja poikkeuksia, jotka estävät suunnitellun kaltaisen työskentelyn. Nämä poikkeukset aiheuttavat usein päällekkäisiä työtehtäviä ja tuotannon johtamisen hankaluutta. Näissä tilanteissa MES – järjestelmän tarjoama reaaliaikainen informaatio on tärkeitä, jotta voidaan tehdä oikeita päätöksiä.

MES – järjestelmän teollinen käyttö tuottaa yritykselle monia potentiaalisia etuja. McClellan (2001) ja MESA (1997d) selventävät näihin kuuluvaksi mitattavia ominaisuuksia muun muassa kiertoajan nopeutumista, työn alla olevien tuotteiden määrän vähentymistä, varaston pienentymistä, paperityön vähentymistä, läpimenoajan lyhentymistä, pienentää papereiden kadottamisen riskiä, parantaa asiakaspalvelua, vähentää tai poistaa datan syöttämiseen kuluvaa aikaa, parantaa tuotteiden laatua, reagoi odottamattomiin tapahtumiin ja tuo työntekijöiden työhön enemmän vaikutusmahdollisuuksia. Blanchard (2009) puolestaan listaa viisi tärkeintä hyötyä olevan: vähentää materiaalien hukkaa, paikallistaa kustannuksia, lisää koneiden käyttöaikaa, vähentää varastotasojä ja epäsuoria kustannuksia. Patel (2011, s.695-696) listaa toimivan MES – järjestelmän tuovan organisaatiolle lisäarvoa yhdeksällä eri alueella. Nämä ovat arvoa lisäämättömien vaiheiden poisto, reaaliaikaisen suorituskyvyn näkyvyyden tarjoaminen, hallintavälineiden visualisointi, työprosessien standardisointi, ”one-piece-flow”-tuotannon seurannan tehostaminen, rajoitteiden (constraints) tunnistaminen ja ratkominen, nopeiden tuotantolinjamuutoksien

mahdollistaminen, prosessien kehittymisen seuraaminen sekä tuotteiden laadun parantaminen vähentämällä prosessien vaihtelua.

MES – järjestelmien teolliseen käyttöön liittyvät vahvasti edellä mainittujen seikkojen lisäksi muun muassa järjestelmän elinkaaren hallinta, kustannus-tehokkuus arviointi (Meyer et al. 2009), strategiset linjaukset (Avila et al. 2009), eettiset ja sosiaaliset aspektit, päätöksenteon tukeminen (Laudon & Laudon, 2007,s.365) sekä useita muita. Tässä työssä keskitytään kohdeorganisaation määrittämiin asioihin, jotka ovat toiminnallisuudet, integraatiot, mittarit ja prosessit.

3.3.2. Toiminnallisuudet

Tässä luvussa selvennetään MES – järjestelmän toimintoja. Tarkastelua tehdään kahdella tasolla. Ensimmäiseksi tarkastellaan yleisen tason toimintoja ja sitten tarkempia käytännön tason toimintoja. Jälkimmäiset näistä ovat käytettävästä ohjelmistosta ja sen tarjoamista funktioista riippuvaisia ja siten järjestelmän analysoinnissa tärkeämpiä.

Kletti (2007, s.120) esittää MES – järjestelmään liittyvän kolme eri korkean tason toimintoa. Nämä ovat datan hankinta, datan analysointi ja informaation esittäminen sekä muokkaus (vrt. Laudon & Laudon 2007;2001 määritelmää tietojärjestelmästä). Datan hankinnassa voidaan käyttää eri lähteitä, kuten tuotantoautomaatiota, työkaluja, viivakoodinlukijoita tai manuaalista syöttöä. Nämä määräytyvät teollisuuden alasta tai tuotantoprosesseista. Informaation esittämistä ja muokkaamista vaaditaan järjestelmältä hyvin erityyppisissä ympäristöissä, kuten esimerkiksi toimistossa, johtajatasolla, tuotantolattialla, henkilöstöasioissa, tietokantatasolla tai integraatioiden kautta. Datan analysointi on hankintavaiheessa tapahtuva tietokuvauksien määrittely. Tässä vaiheessa järjestelmään on kuvattava kaikki fyysiset asiat tai toiminnot, joita järjestelmällä myöhemmin halutaan hallita.

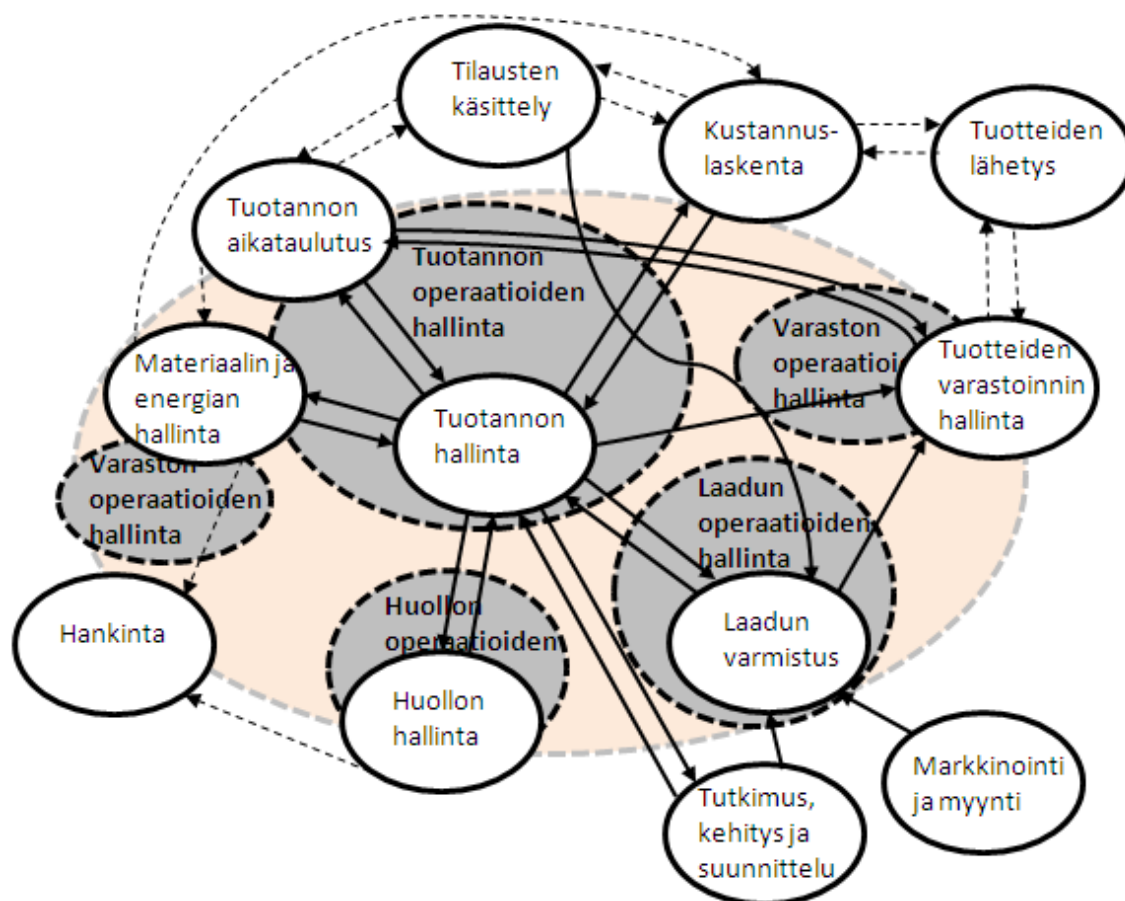
On olemassa kaksi hieman toisistaan poikkeavaa ja yleisesti hyväksyttyä (ks. Kletti 2007; Meyer et al. 2009; Saenz de Ugarte et al. 2009;) määrittelyä MES – konseptiin kuuluvista käytännön tason toiminnoista. Ensimmäinen on MESA – organisaation (MESA, 1997a) määritelmä 11 toiminnoista ja toinen on ISA-95 – standardin (ANSI/ISA-95.00.03-2005) mukainen määritelmä tuotannon hallintatason toiminnoista informaation näkökulmasta.

MESA – organisaatio (MESA, 1997a) on tunnistanut MES – ohjelmistoista 11 tärkeintä toiminnallisuutta ja Saenz de Ugarte et al. (2009) selventävät mitä ne pitävät sisällään. Toiminnallisuudet ja niiden selvennykset ovat:

1. **Operaatioiden tai tapahtumien aikataulutus:** ajoittaa ja järjestää toimintoja saavuttaakseen tehtaalle optimaalisen suorituskyvyn suhteessa rajallisiin resursseihin.

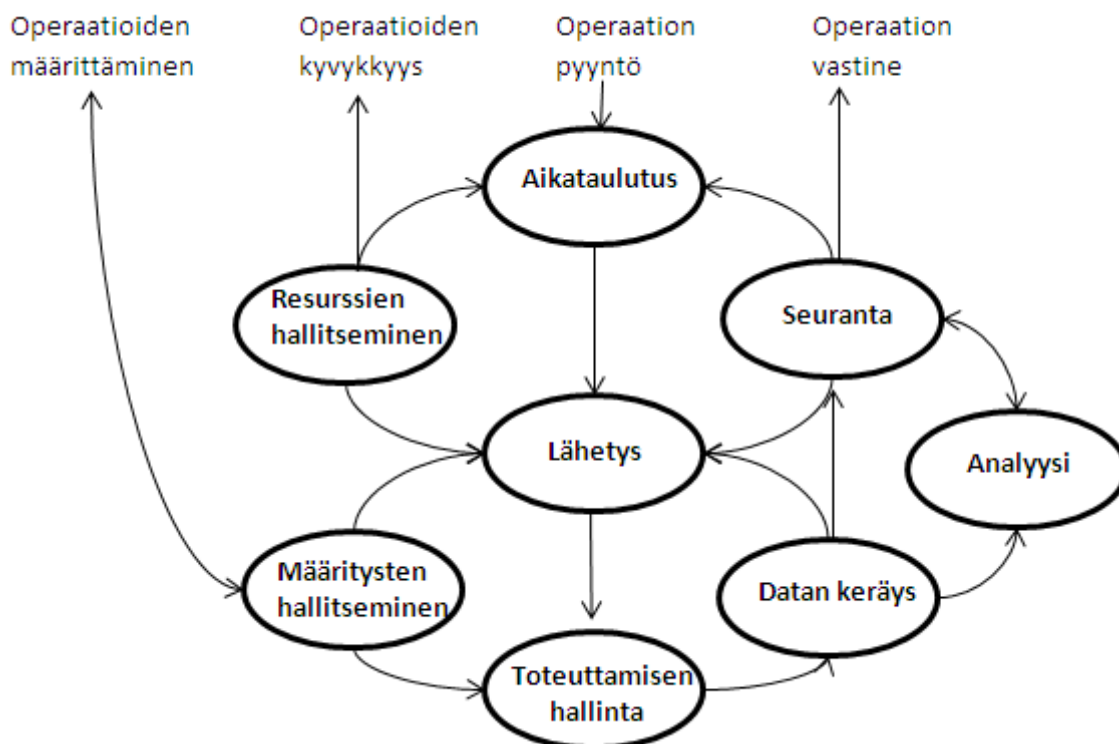
2. **Resurssien jakaminen ja niiden tila:** ohjaa mitä ihmisten, koneiden, työkalujen tai materiaalien pitäisi tehdä ja seuraa mitä ne tekevät juuri nyt tai ovat juuri tehneet.
3. **Ohjaa tuotantoyksiköitä:** antaa käskyjä lähettää materiaaleja tai tilauksia tietyille tuotantolaitoksen yksiköille käynnistääkseen tietyn prosessin tai työvaiheen.
4. **Dokumenttien hallinta:** hallitsee ja jakaa informaatiota tuotteista, prosesseista, suunnittelumalleista tai tilauksista. Kerää myös tietoa sertifikaatioita varten niin työstä kuin olosuhteista.
5. **Tuotteiden seuranta ja rakentuminen:** kerää tietoja yksiköistä, eristä tai sarjoista ja luo näin täyden historian miten tietty tuote on rakentunut.
6. **Suorituskyvyn analysointi:** vertailee saavutettuja tuloksia tuotantolaitoksella asetettuihin tavoitteisiin tai mittareihin. Tavoitteet voivat tulla yritykseltä, asiakkaalta tai toimintaa sääteleviltä tahoilta.
7. **Työvoiman hallinta:** seuraa ja ohjaa henkilöstön käyttöä vuoron aikana esimerkiksi tehtävän vaatimien erityisvaatimusten, esimerkkisuoritusten tai liiketoiminnan erityistarpeiden perusteella.
8. **Huollon hallinta:** suorittaa tuotantolaitteiston tai muiden tehtaalla olevan omaisuuden suorituskykyä ylläpitävien toimien suunnittelua ja toteutusta.
9. **Prosessien hallinta:** ohjaa eri työvirtoja tuotantolaitoksella pohjautuen suunniteltuihin ja toteutuneisiin tuotantotoimiin.
10. **Laadun hallinta:** tallentaa, seuraa ja analysoi tuotteiden ja prosessien ominaisuuksia verrattuna niiden suunniteltuihin ideaaleihin.
11. **Datan kerääminen ja hankinta:** seuraa, kerää ja organisoii dataa prosesseista, materiaaleista sekä ihmisten, koneiden tai hallintalaitteiden suorituksista.

ISA-95 – standardin osa kolme (ANSI/ISA-95.00.03-2005) pitää sisällään erilaisen luokittelun MES – järjestelmän toiminnoiksi. Se esittää tuotannonhallinnan operaatiot, joita monessa lähteessä pidetään MES – järjestelmän toimintojen ytimenä. ISA-95 luokittelee toiminnot neljään eri operatiiviseen kenttään. Kentät ovat tuotanto, huolto, laatu ja varasto. Kuvassa 7 on esitetty nämä kentät ja niiden kanssa kommunikoivat toiminnot.



Kuva 7. Tuotannon operatiivinen kenttä ISA-95 – standardin mukaisesti (mukailten ANSI/ISA-95.00.03-2005)

Standardi esittelee kuhunkin edellä mainittuun operatiiviseen kenttään kuuluviksi toimintoiksi resurssien hallinnan, aikataulutuksen, jäljityksen, ohjauksen, määrittelyn, datan keräyksen, suorituskyvyn analysoinnin ja toteutuksen. Tämä tarkoittaa, että MES – järjestelmän toimintoihin tulisi kuulua kuvassa 8 esitetyt yleispätevät toiminnot kuhunkin operatiiviseen kenttään liittyen. Tämä malli esittää varsinaiselle sovellukselle suositellun työjärjestyksen (work flow) toiminnoille. Standardi määrittelee myös huomattavasti tarkemmin erinäisiä tehtäviä, joita kunkin esitetyn toiminnon sisälle voi kuulua organisaatiosta riippuen. Kuvasta on huomioitavaa, että siinä on esitettyinä ylemmän tason järjestelmän kanssa tapahtuvien integraatioiden tai informaation vaihdon luokittelu. (ANSI/ISA-95.00.03-2005)



Kuva 8. MES – järjestelmän toiminnot ISA-95 – standardissa (mukaiillen ANSI/ISA-95.00.03-2005).

3.3.3. Integraatiot

Järjestelmäintegraatiot ovat olleet yritysten tietojärjestelmien avainasioita siitä lähtien kun organisaatiot alkoivat käyttää informaatioteknologiaa apunaan. Niinkin aikaisin kuin 1969 Sherman Blumenthal esitteli integroidun arkkitehtuurin ja viitekehyksen organisaation tietojärjestelmälle (Kumar & Van Hilleberg 2000). Järjestelmäintegraatioita tarkastellaan tässä kahdella eri tasolla. Ensimmäisenä ovat yritystason integraatiot ja toisena järjestelmätason. MES – järjestelmille ovat yleisiä integraatiot eri työkalujen, automaatiojärjestelmien tai työstökoneiden kanssa (Kletti 2007, s. 122), mutta niitä ei tarkemmin käsitellä.

Järjestelmäintegraatioiden voidaan määritellä olevan valikoima teknologioita ja toimintatapoja, joiden avulla muutoin keskenään yhteen sopimattomat tietotekniset sovellukset saadaan kommunikoimaan automaattisesti keskenään. Toisaalta se on myös teknisen näkökulman ulkopuolella liiketoiminnan kehittämisen työkalu. (Tähtinen 2005, s.14)

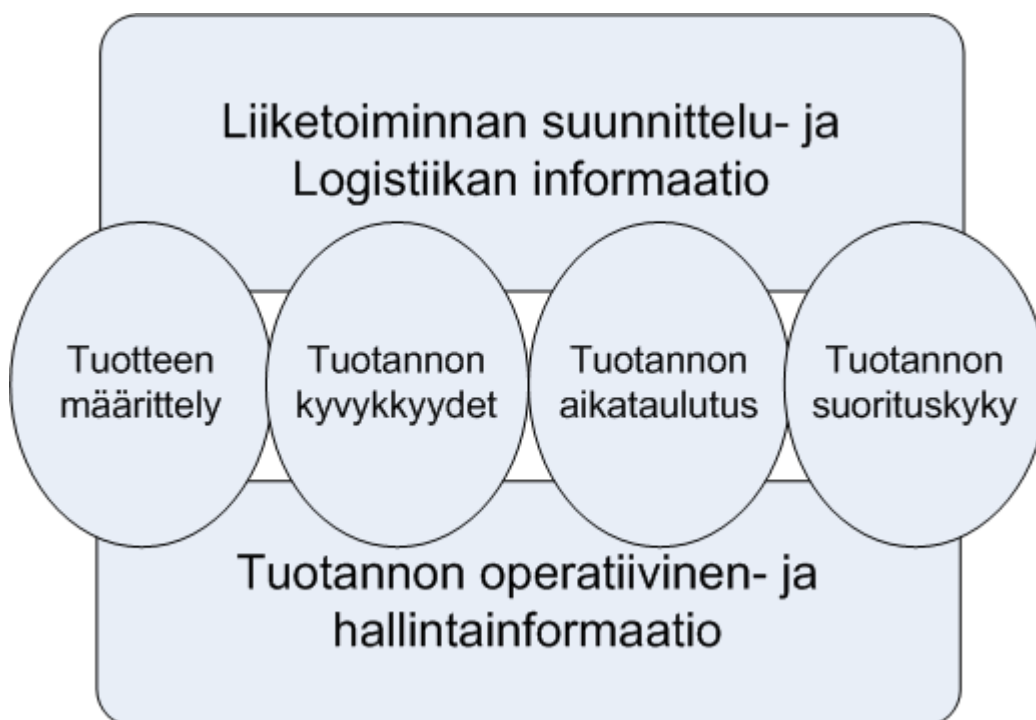
Integraatioiden tarve yrityksissä on syntynyt pohjimmiltaan teknologian kehitymisestä. Tämä on johtanut uusien järjestelmien, ohjelmien tai sovellusten kehittämiseen, joita yrityksissä on otettu käyttöön ratkaisemaan eri liiketoiminnan ongelmia. (Manouvier & Ménard 2010, s.2; Cummins 2002) Kun järjestelmät pirstaloituvat organisaatiossa, pirstaloituu myös informaatio näissä järjestelmissä. Tämä hankaloittaa yritystason

analysointia, suunnittelua ja päätöksentekoa. (Cummins 2002) Tähtisen (2005, s.15) mukaan integraatiot ovat se tekijä, jonka avulla eri järjestelmien toiminnallisuudet kootaan yhdeksi kiinteäksi, hallittavaksi, kestäväksi ja tarvittaessa helposti muokattavaksi kokonaisuudeksi. Kettunen (2002, s.179–181) esittää tietojärjestelmien integraatioiden mahdollistavan tiedonkulun läpi koko organisaation tai parhaimmillaan tiedon virtauksen läpi koko toimintaketjun alihankkijoilta aina asiakkaalle asti.

Tuotannon järjestelmäintegraatioihin yritystasolla liittyvistä termeistä yksi keskeinen on CIM (Computer-integrated Manufacturing). Se viittaa totaaliseen tietokonejärjestelmien integraatioon tuotannossa informaation välittämiseksi ja tietokantojen jakamiseksi. Tämä lähestymistapa ei rajoitu yksistään tuotantoon, vaan siinä otetaan huomioon organisaation kaikki toiminnot, joita koordinoidaan usean eri tason järjestelmien avulla. Näin luodaan yhteistä informaatiota tukemaan reaaliaikaisesti päätöksentekoa ja hallintaa. (Swamidass 2000, s.99; Stevenson 2005, s.226)

CIM – termin kanssa yhdensuuntaisia määrittelyksiä löydetään myös aiemmin esitellyistä ISA-95 – standardista ja MESA:n mallista. Sen tunnetuin ilmentymä lienee niin kutsuttu Purduen malli (Williams 1991). Keskeistä näissä malleissa on Enterprise Integration -ajattelu, jolla tarkoitetaan yrityksen kaikkien toimintojen koordinoitua niin, että saavutetaan optimaalinen yrityksen tavoitteiden täyttymys (Kivikunnas & Heilala 2011).

ISA-95 – standardi viittaa kyseiseen Purdue – malliin ja on saanut siitä aineksia (Kivikunnas & Heilala 2011). Tämä standardi on, kuten aiemmin esitetty, keskeinen määritettäessä MES – järjestelmän liittymistä integroituun yritystason verkostoon. Tärkeimpänä integraatioihin liittyvänä tekijänä siinä määritellään rajapinnat ERP – järjestelmän ja MES – järjestelmän välille. Kuvassa 9 on esitettyinä yleiskuvaus näiden kahden järjestelmän, tai toimintotason kuten standardissa määritellään, välisen informaationvaihdon kategoriat. Esitetyt kategoriat voidaan yleistää olevan määrittelyyn (definition), kyvykkyyksiin (capability), suorituskykyyn (performance) ja aikataulutukseen (schedule) liittyviä. Kuvassa esitetyt kategoriat ovat tuotannon toimintoihin kohdennettuja, mutta samat kategoriat ovat voimassa myös muille aikaisemmin esitetyille toimintokentillä, eli huollon, laadun ja varastoinnin alueilla. Tuotantoon liittyen näistä kategorioista voidaan antaa tarkentavat esimerkit selventämään välitettävän tiedon olemuksesta. Tuotteen määrittelyn kautta tuotanto saa tiedon mitä täytyy olla määritettynä, jotta tuote voidaan valmistaa. Kyvykkyyksiin liittyen välitetään tietoa käytettävänä olevista resursseista. Aikataulutukseen liittyen välitetään tieto niistä tilauksista, mitkä täytyy toteuttaa. Suorituskykyyn liittyen useimmiten alempi taso raportoi ylemmälle tasolle varsinaisen toiminnan tuloksia. (ANSI/ISA-95.00.03-2005)

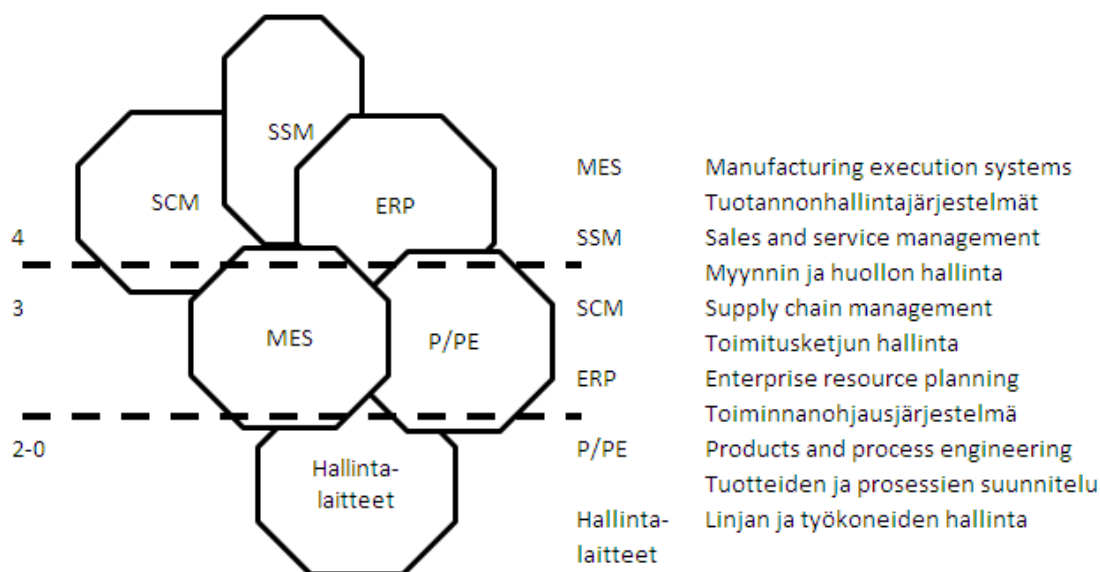


Kuva 9. ERP – ja MES – järjestelmien välisen tuotannon toimintoihin liittyvän tiedonvaihdon luokittelu (mukaillen ANSI/ISA-95.00.03-2005)

Kivikunnas ja Heilala (2011) sanovat ISA-95 – standardin tarjoavan formaalin mallin tiedonvaihtoon tuotannonohjaus- ja liiketoiminnanohjausjärjestelmien välillä. Standardi ei ota kantaa toteutusratkaisuihin, joten muun muassa tietojen esitystavat, tiedonsiirtomenetelmät ja alustaratkaisut voivat vaihdella eri järjestelmätoimittajien välillä. Standardin viidennessä osassa määritellyt XML:ään pohjautuvat ratkaisut ovat tästä huolimatta vallitsevia. Tämän lisäksi World Batch Forum on kehittänyt B2MML – kielen (Business to Manufacturing Markup Language), joka tarjoaa joukon tähän standardiin perustuvia XML – skeemoja, jotka toteuttavat ISA-95 – standardin tietomallit.

ISA-95:n esittämästä kolmen eri tason informaatiosta on hyvä huomata, että standardi ei määritä käytännön toteutusratkaisuja järjestelmätasolla. Lähestyttäessä Klettin (2007, s.14) määrittelyn mukaisesti MES – konseptia, jossa historiallisesti kutakin tuotannonhallinnan toimintoa varten saattoi olla oma järjestelmä, nähdään integraatioiden tarve uudesta näkökulmasta. Kuvassa 10 on esitettyinä informaation tasot, mutta järjestelmät eivät ole pelkästään ERP ja MES. Tilanne on todellisuudessa organisaatioissa lähempänä tätä (Patel 2011), kuin ISA-95 – standardin esittämä yksinkertainen kuva kolmen tason tietovirroista. Tässä mallissa ei järjestelmien integraatiot rajoitu vain vertikaalisiin integraatioihin tasojen välillä, vaan integraatiot on huomioitava myös horisontaalisesti tasojen sisällä. ISA-95 – standardi lisää ja selventää muiden tukitoimintojen, teollisuuden alasta ja organisaatiosta riippuen, voivan sisältää muita standardissa määrittelemättömiä toimintoja tai informaatiovirtoja (ANSI/ISA-

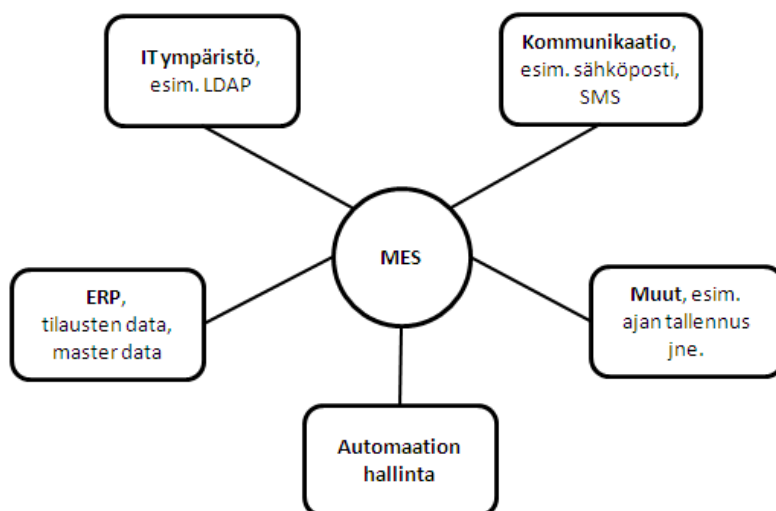
95.00.03-2005). Tästä voi tehdä johtopäätöksen, että käytännön maailmassa yrityksen tietovirrat voivat ensinnä pirstaloitua monen eri järjestelmän vastuulle tason sisällä ja toisekseen organisaatioilla voi olla omia uniikkeja tietotarpeita, joita ei malleissa esitetä.



Kuva 10. Tietotasot useammalla järjestelmällä (mukaiillen Patel 2011)

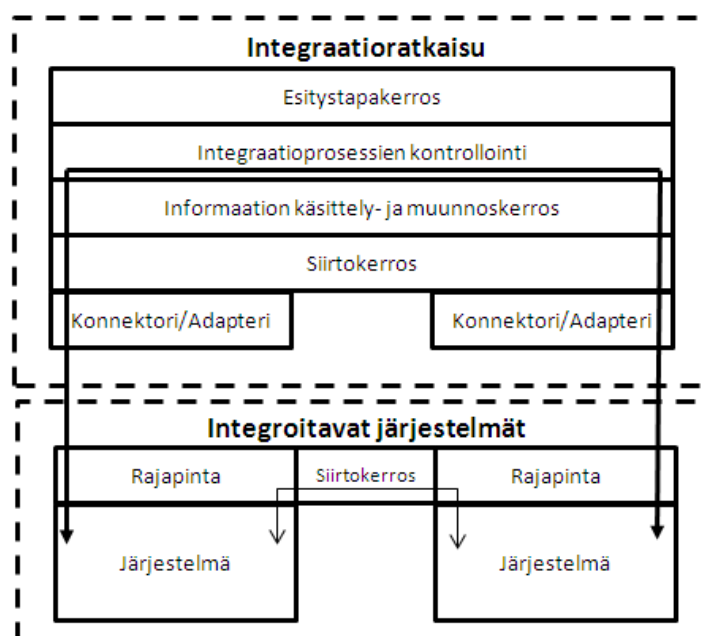
MES – järjestelmän integraatioita voidaan luonnehtia myös yksittäisen järjestelmän näkökulmasta. Meyer et al. (2009, s.134) esittää, että MES – järjestelmän tuomat arvoa lisäävät piirteet koko yrityksessä ovat vertikaalisen integraation synnyttämiä. Tämä tarkoittaa tuotantotason informaation reaaliaikaista seuraamista ylemmältä tasolta ja siitä seuraavia hyötyjä. Järjestelmätasolla integraatiot eivät rajoitu tähän. Kuvassa 11 on esitettyä MES – järjestelmän integraatioita muihin yrityksen järjestelmiin. Tällaisia järjestelmien luokkia ovat toiminnanohjaus ja automaation kontrollitason lisäksi yleiset IT – infrastruktuurin kuuluvat järjestelmät, kommunikaatioon liittyvät järjestelmät tai muut tarkasti rajatut järjestelmät (Meyer et al. 2009, s.135).

Yksittäistä integraatoratkaisua tarkasteltaessa on kuvassa 12 esitetty sen rakenne ja siihen tarvittavat osat. Kuvassa on esitettyä kaksi erityyppistä ratkaisua. Kuvan alempi nuoli esittää yksinkertaista ja ylempi nuoli laajempaa integraatoratkaisua. Yksinkertaisimpaan vaihtoehtoon tarvitaan kaksi integroitavaa järjestelmää, niiden rajapinnat sekä siirtokerros. Jotta integraatio on mahdollista, täytyy järjestelmien tarjota jonkinlainen rajapinta. Rajapinnan välityksellä järjestelmästä voidaan hakea määriteltyä tietoa tai sitä voidaan sinne syöttää. Siirtokerros koostuu fyysisestä siirtotiestä ja sen päällä toimivasta sanomajärjestelmästä. Siirtotie voi olla esimerkiksi CD-levy tai magneettinauha, mutta yleisimmin se on tietoliikenneverkko kuten LAN (local area network) tai internet. Sanomajärjestelmissä teknologiset valinnat ovat perinteisen TCP/IP:hen pohjautuvien lisäksi COBRA, COM/DCOM, Java RMI tai erilaiset jonojärjestelmätuotteet. (Tähtinen 2005, s.48-72)



Kuva 11. Integraatiot muiden järjestelmien kanssa (Meyer et al. 2009, s.135)

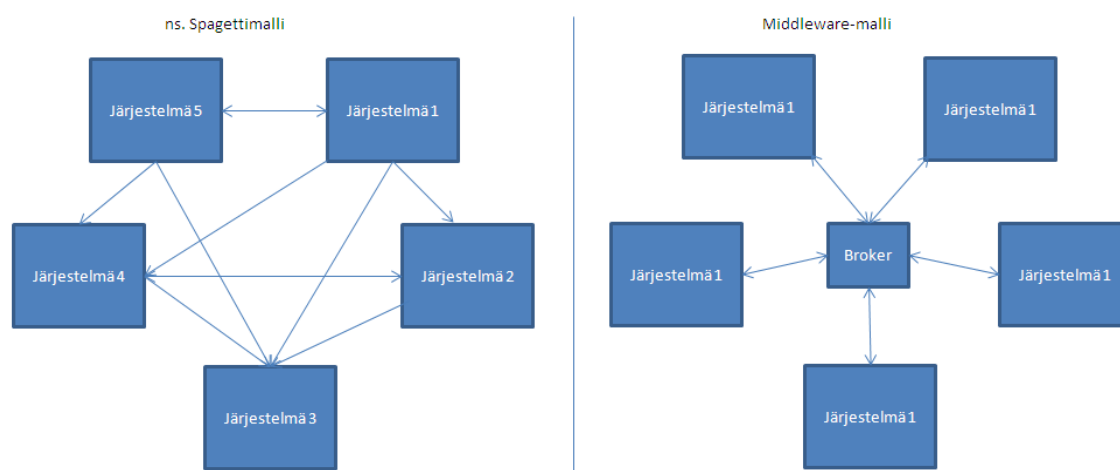
Laajemmassa vaihtoehdossa tietovirta kulkee järjestelmästä rajapinnan lävitse adaptereille. Niistä se kulkee edelleen siirtokerroksen kautta informaation käsittely- ja muunnoskerrokseen, ja sieltä integraatioprosessin kontrolloinnin kautta samojen komponenttien lävitse seuraavalle järjestelmälle. Laajempaan malliin on myös sisällytetty esittelykerros, joka toimii integraatiotarkaisun ja ihmisten välissä rajapintana tukemassa prosessien hallintaa. (Tähtinen 2005, s.70-72)



Kuva 12. Integraatiotarkaisun kaksi mallia (mukaillen Tähtinen 2005, s.53;72)

Mikäli järjestelmien välisiä integraatioita luodaan yritystasolla yksittäisen järjestelmän näkökulmasta, voi lopputulos olla helposti niin kutsuttu ”Point-to-point” – malli

(Tähtinen 2005, s.30) tai ”spaghetti” – malli (Manouvier & Ménard 2010, s.13). Tämä tarkoittaa, että integraatiot ovat rakennettu tietylle järjestelmälle sen omista lähtökohdista ja vaatimuksista (Manouvier & Ménard 2010, s.12). Koko yrityksen ja integraatioiden hallittavuuden näkökulmasta on järkevää käyttää integraatioiden rakentamisessa erillistä alustaa. Näitä niin kutsuttuja ”middleware” – järjestelmiä voidaan ostaa valmiina tai rakentaa itse (Feng 2000). Näiden järjestelmien hyödyt havaitaan nopeasti vertaamalla kuvan 13 esittämiä tilanteita. Ensinnä se selkeyttää ja yksinkertaistaa hallittavuutta sekä poistaa epävarmuutta muutosten tekemisestä (Manouvier & Ménard 2010, s.12, s.146). Toiseksi sen avulla voidaan mahdollistaa entistä helpommin eri alustoiden tai tekniikoiden päälle rakennettujen järjestelmien välinen kommunikaatio (Feng 2000). Tällaista integraatoratkaisua käyttämällä mahdollistetaan myös helpommin yritysten väliset integraatiot. Mikäli yrityksellä on käytössään integraatoratkaisu, jossa on integraatioprosessien käsittelykerros, voidaan siellä tehdä jako sisäisten ja julkisten prosessien välillä. Näin voidaan hallitusti käsitellä yhdessä pisteessä yritysten välisten julkisten prosessien tietoturva- ja valtuutusrajoituksia. (Tähtinen 2005, s.95-96)



Kuva 13. Integraatioiden hallinnan kaksi eri mallia (mukailten Tähtinen 2005, s.30; Manouvier & Ménard 2010, s.13, s.147)

Integraatiot eivät enää tarkoita vain järjestelmien välistä tiedonvaihtoa. Integraatioiden on mentävä syvemmälle siten, että järjestelmät pystyvät ohjaamaan toisiaan sekä teettämään toisillaan haluttuja toimenpiteitä. (Kettunen 2002 s.180) Tähtinen (2005, s. 13) summaa integraatioiden olevan kokoelma toimintatapoja, joiden avulla saadaan valjastettua yrityksen tietotekniset järjestelmät mahdollisimman hyvin liiketoiminnan tarpeisiin. Hyvällä integraatioarkkitehtuurilla voidaan auttaa yrityksen tarpeita toteuttaa virtaviivainen ja joustava kokoelma järjestelmiä. Kokonaisuudessaan järjestelmät palvelevat tällöin yritystä laajemmin, eivätkä ainoastaan yksilöitä tai rajattua liiketoiminnan toiminnallisuutta (Cummins 2002).

3.3.4. Mittarit

Mittareilla tarkoitetaan suorituskyvyn mittaamiseen tarkoitettuja tunnuslukuja. Suorituskyky (performance) voidaan määritellä usealla eri tavalla. Hannus (1994, s.72) esittää, että englanninkieliselle sanalle ei löydy täysin sopivaa käännöstä suomenkielestä. Se voidaan määritellä esimerkiksi prosessien summaksi, jotka luovat tulevaisuudessa aikaansaavan ja tehokkaan organisaation (Neely 2002, s.68). Toisaalta Neely (2002, s.67) esittää, että suorituskyky on tunnistettavissa tai rinnastettavissa tehokkuuteen tai teknisesti hyötysuhteeseen. Laajempi tarkoitus suorituskyvylle voidaan saada sanan merkityksistä eri asiayhteyksistä. Näitä *suorituskykyä* kuvaavia merkityksiä ovat esimerkiksi ”mitattava joko numeroin tai kuvauksin”, ”saavuttaa jotain tietyn aikomuksen”, ”tietyn toiminnan tulos” ja ”tietyn tuloksen vertailu asetettuun tavoitteeseen tai muihin vertailtaessa”.

Laitisen (2003, s. 21) mukaan yrityksen suorituskyky voidaan määritellä yrityksen kyvyksi saada aikaan tuotoksia annetuilla resursseilla suhteessa asetettuihin tavoitteisiin. Suorituskyvyn mittaamisella viitataan prosessiin, jonka tavoitteena on tuottaa objektiivista ja olennaista tietoa organisaation suoriutumista määrittelemällä mittauksen kohteena olevan toiminnon tehokkuus, vaikuttavuus tai jokin muu suorituskyvyn keskeinen ominaisuus. (Neely et al. 2005, s.1228; Hannula & Lönnqvist 2002, s.45) Yksittäinen suorituskyvyn mittari voidaan määritellä tunnusluvuksi, jota käytetään numeraalisesti ilmaisemaan tietyn toiminnon teho tai tehokkuus (Neely et al. 2005, s. 1229).

Neely et al. (2005, s.1231) kertovat yksittäisiä mittareita olevan käytännöllisesti katsoen niin paljon, ettei niitä kaikkia voi mitenkään esitellä. He esittelevät tuotantoon liittyen neljä tärkeintä mitattavaa ominaisuutta olevan laatu, aika, joustavuus ja kustannukset. Näistä kustakin he ovat keränneet eri ulottuvuuksia, jotka ovat esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Tuotannon mittarien pääluokat ja niiden ulottuvuudet (mukaillen Neely et al. 2005 s.1231)

Laatu	Aika	Joustavuus	Kustannukset
Suorituskyky	Läpimenoaika	Materiaalien laatu	Tuotantokustannukset
Ominaisuudet	Uusien tuotteiden esittelyaste	Tuotosten laatu	Arvonlisäys
Luotettavuus	Toimitusaika	Uudet tuotteet	Myyntihinta
Yhdenmukaisuus	Toimitusvarmuus	Muokatut tuotteet	Käyttökustannukset
Tekninen kestävyys	Toimitusfrekvenssi	Toimitettavuus	Huoltokustannukset
Huollettavuus		Volyyymi	
Esteettisyys		Resurssi ja tuote-mix	
Havaittu laatu			
Humaniteetti			
Arvo			

Yksittäisiä mittareita määriteltäessä voidaan niistä esittää tietyt asiat selkeyttämään mittareita. Näiden asioiden dokumentointi on alustasta riippumatonta, ja se on tärkeä vaihe ennen kuin mittareita voidaan kehittää eteenpäin. Yksittäisestä mittarista dokumentoitavia asioita, niiden selitystä ja esimerkkiä on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Mittarista dokumentoitavia asioita (mukaillen Lönnqvist 2004, s.115)

Asia	Selitys	Esimerkki
Otsikko	Mittarin nimi; Hyvä nimi selventää mittauksen tarkoitusta	Toimitusvarmuus
Tarkoitus	Mittaria ilman selkeää tarkoitusta ei kannata mitata.	Aikaansaada kehitystä toimituksen luotettavuudessa
Alue	Määrittää mihin liiketoiminnan tavoitteisiin mittari liittyy.	Luvatussa ajassa tapahtuvat toimitukset ja läpimenoajan minimalisointi
Tavoite	Tavoiteltava suorituskyky johon pyritään ja aika mihin mennessä se saavutetaan	90 % ensi vuoden loppuun mennessä
Kaava	Miten tulos voidaan laskea?	Täyteen toimitettujen tilauksien prosenttiosuus luvattuna päivänä
Taajuus	Kuinka usein tulos lasketaan ja raportoidaan eteenpäin?	Viikoittain
Kuka mittaa	Nimeä henkilö(t), joka on vastuussa datan keräyksestä, tuloksen laskemisesta ja raportoinnista.	Matti Meikäläinen, Tuotannonohjaus
Datan lähde	Mistä data saadaan hankittua?	Asiakkaalle luvattu päivämäärä, Asiakkaan ilmoittama vastaanottopäivämäärä
Keitä mittari ohjaa?	Nimeä henkilö(t), jonka tulee tehdä toimintoja mittarin tuloksen perusteella.	Minna Meikäläinen, tuotantojohtaja
Mitä he tekevät?	Määritä toiminnot, jotka parantavat mitattavaa suorituskykyä.	Määrää ryhmä tutkimaan ongelmaa ja tekemään tarvittavat muutokset
Muistiinpanot ja kommentit	Erytispiirteitä tai ongelmia, jotka liittyvät kyseiseen mittariin.	Mittauksessa sekä liian aikaiset että myöhäiset toimitukset ovat samanarvoisia.

Laitinen (2003, s.147–167) esittää kehitettäville mittareilla olevien vaatimusten kohdistuvan siihen, miten käyttökelpoisia ne ovat yritysjohton päätöksenteossa. Hän esittää viisi ominaisuutta, joita voidaan soveltaa mittarien valinnassa. Ne ovat relevanttius, edullisuus, validiteetti, reliabiliteetti ja uskottavuus. Relevanttius eli oleellisuus vaatii, että mittarilla pitää olla merkitys päätöksenteolle. Edullisuus viittaa siihen, että mittarin pitää olla edullisesti tuotettavissa suhteessa sen tuomaan hyötyyn. Valideetti eli oikeellisuus vaatii, että mittarin pitää mitata tarkoitettua kohdetta

totuudenmukaisesti. Reliabiliteetti eli tarkkuus vaatii, että mittarin tuloksen täytyy olla riittävän tarkka. Uskottavuus puolestaan viittaa siihen, että päätöksentekijän on voitava luottaa mittarin arvoon.

Nykyään yritykset käyttävät yksittäisten mittarien sijaan laajoja niin kutsuttuja tasapainotettuja mittaristoja. Nämä mittaristot, joista tunnetuin lienee Kaplanin ja Nortonin (1996) *balanced scorecard*, täydentävät taloudellisia mittareita ei-taloudellisilla suorituskyvyn ajureilla. Niiden avulla luodaan mittaristoon esimerkiksi pitkäjänteisyyttä. Nämä mittarit voidaan rakentaa yrityksen vision ja strategian mukaisiksi selkeyttämään ja toiminnallistamaan niitä. Yksittäisiä mittareita määriteltäessä tulisi tiedostaa niiden liittyminen laajempaan kokonaisuuteen.

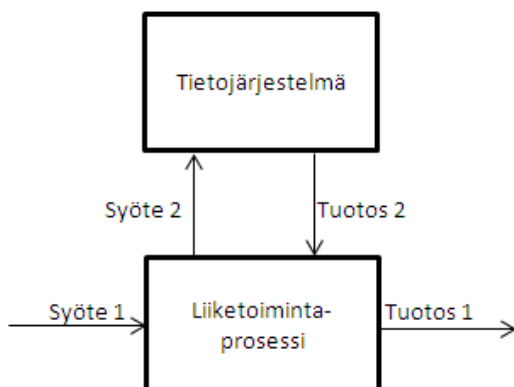
3.3.5. Prosessit

Laatujärjestelmien vaatimukseen liittyvä standardi (EN ISO 9001:2008) esittää määrittelyn prosessimaiselle toimintamallille yrityksissä. Standardissa määritellään prosessimaisesta toimintamallista: ”Organisaation tulee määrittää ja hallita useita toisiinsa liittyviä toimintoja, jotta se voisi toimia vaikuttavasti. Toiminta tai joukko toimintoja, joissa käytetään resursseja ja joita johdetaan siten, että toimintaan suunnatuista panoksista saadaan tuotoksia, voidaan käsittää prosessiksi. Usein yhden prosessin tuotos on samalla seuraavan prosessin panos. Prosessijärjestelmän soveltamista organisaatiossa, prosessien tunnistamista ja niiden vuorovaikutusta sekä prosessien johtamista siten, että ne tuottavat toivotun tuloksen, voidaan kutsua prosessimaiseksi toimintamalliksi. Yksi prosessimaisen toimintamallin eduista on, että sen avulla voidaan jatkuvasti ohjata järjestelmän yksittäisten prosessien yhteyksiä sekä prosessien yhdistelmiä ja vuorovaikutusta.”

Organisaation täytyy kyetä määrittämään toisiinsa liittyvät toiminnot, niiden vuorovaikutus ja johtamaan näitä. Monilla yrityksillä on käytössään viimeisimmät teknologiset välineet ja järjestelmät, mutta niiden yritykselle tuoma kilpailuetu tehokkuudessa syntyy vasta sisäisistä prosesseista (Kletti 2007, s.42). Laudon ja Laudon (2007, s.89) esittävät myös laadun paranevan, kun prosesseihin kiinnitetään huomiota. Liiketoiminnassa tiettyä tarkoitusta varten olevien prosessien automatisointi synnyttää tarpeen IT – järjestelmille (Mahal 2010). Lientz (2009, s.v) esittää itsestäänselvytenä sen, että organisaatiot käyttävät informaatioteknologiaa tukemaan ydinprosessejaan. Tätä kautta hänen mukaansa IT – järjestelmät heijastuvat koko yrityksen suorituskykyyn.

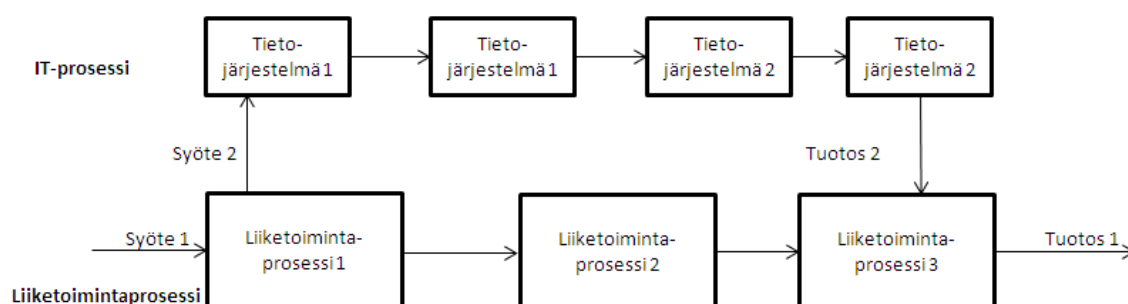
Tietojärjestelmän ja tuotantojärjestelmän prosessien välistä suhdetta voidaan kuvailla niiden vuorovaikutuksen kautta. Tietojärjestelmän prosessit voidaan nähdä erillisenä prosessin vaiheena, jota voidaan havainnollistaa kuvan 14 mukaisesti. Siinä on esitetty yksinkertaistettuna järjestelmän tehtävä prosesseissa. Järjestelmä saa tietynliiketoimintaprosessilta *syötteen 2* ja antaa sille takaisin *tuotoksen 2*. Tämän toiminnon

avulla liiketoimintaprosessin *tuotoksen 1* tulisi olla arvokkaampi, kuin se olisi ilman järjestelmän tarjoamaa palvelua. (Swanson 1988, s.76)



Kuva 14. Tietojärjestelmän tehtävä prosessissa yksinkertaistettuna (Swanson 1988, s.76)

Samaa logiikkaa voidaan käyttää myös useamman prosessin tapauksessa ja lisäämällä siihen integraatioaspektin (Tähtinen 2005, s.25). Näin saadaan kuvan 15 mukainen rakenne järjestelmän liittymisestä liiketoimintaprosesseihin. Tässä kuvauksessa sekä IT – prosessi että liiketoimintaprosessi etenevät toisistaan välittämättä. Tietyissä pisteissä IT – prosessi antaa tuotoksen takaisin liiketoimintaprosessille, ja näin lisää sen tuottamaa arvoa.



Kuva 15. IT - prosessin ja liiketoimintaprosessin ketjuttuminen (mukaillen Swanson 1988, s.76 ja Tähtinen 2005, s.25)

Esitellyt kuvaukset määrittelevät IT – ja liiketoimintaprosessin välisen kanssakäymisen tapahtuvan syötteiden kautta. Näiden prosessien hahmottamiseksi pitäisi voida ensinnä kuvata missä prosessin vaiheessa liiketoimintaprosessi antaa syötteen IT – prosessille. Toiseksi, millaisen syötteen se antaa eli määrittää prosessien välinen rajapinta. Kolmanneksi, millaisen ja missä vaiheessa järjestelmä palauttaa tuotoksen liiketoimintaprosessille.

Näiden suoraviivaisten arvontuotokuvausten lisäksi on syytä tiedostaa tietojärjestelmien luonne jatkuvana tietovarastona prosesseille. Tiedon hallitseminen ja

jakaminen on luonteeltaan jatkuva ja dynaaminen prosessi. Järjestelmiin liittyvien prosessien tulee siis mahdollistaa tiedon hakeminen järjestelmästä, kun tiedon tarve spontaanisti syntyy. (Alavi & Leidner 2001)

3.4. Arkkitehtuuri

Tämä luku on jaettu yritys- ja järjestelmätason arkkitehtuurin tarkasteluksi. Yritystasolta selvennetään MES – järjestelmän sijoittumista kokonaiskuvaan. Järjestelmätasolta selvennetään käyttöliittymäkuvausten liittymistä järjestelmän toiminnallisuuteen sekä empiirisen vaiheen arkkitehtuurikuvauksen taustaa.

3.4.1. Yritystason IT – arkkitehtuuri

Yritystason IT – arkkitehtuuri on joukko periaatteita, ohjeistuksia, suunnitelmia, standardeja ja sääntöjä. Ne ohjaavat organisaatiota hankkimaan, rakentamaan, muokkaamaan ja kohtaamaan IT – resursseja koko yrityksen laajuudelta. Käytännössä nämä IT – resurssit koostuvat laitteistosta, ohjelmistoista, kommunikaatioprotokollista, järjestelmänkehitysmetodologioista, tietokantajärjestelmistä, IT – organisaation rakenteista, datasta ja monesta muusta. Voidaan siis sanoa, että yritystason IT – arkkitehtuuri pitää sisällään laajan skaalan organisaatioille tärkeitä asioita. (Boar 1999, s.30)

Arkkitehtuurin merkitys on kasvanut viimeisten vuosien aikana. Tämä johtuu IT – teknologian kehityksestä ja organisaatioiden siirtymisestä vahvemmin tietokeskeiseen ja tietokoneiden hallitsemaan ympäristöön. Arkkitehtuurin avulla yritys tai organisaatio määrittelee ennen kaikkea sen, miten järjestelmät keskustelevat keskenään ja ohjaavat toisiaan. Tämän lisäksi arkkitehtuurin tulisi tukea skaalautuvuutta ja se määrittelee sovellusten liikkuvuutta esimerkiksi kannettavia välineitä käytettäessä. (Boar 1999, s.30) Meyer (2009, s. 134) esittää järjestelmäarkkitehtuurin vaatimukseksi teollisuudessa nimenomaan skaalautuvuuden ja joustavuuden. Niihin päästään ajatteleamalla kukin ohjelma tai järjestelmä yhden kokonaisuuden moduuliksi. Järjestelmät ovat tässä ajatusmallissa erillisiä ohjelmia, mutta käyttävät yhteistä tietoa.

Järjestelmäarkkitehtuuria teollisuudessa osana IT – arkkitehtuuria voidaan määritellä hierarkkisella luokittelulla eri tasoille. Tasot kuvastavat eri järjestelmien suhtautumista toisiinsa. Tasot ovat eristäytyneet, hierarkkiset, integroidut ja yhteen toimivat järjestelmät sekä korkeimpana tasona älykkään arkkitehtuurin malli. Mitä korkeammalla tasolla järjestelmäarkkitehtuuri on, sitä paremmin järjestelmät kommunikoivat ja ohjaavat toisiaan. (Morel et al. 2003)

Jokainen yrityksen järjestelmä liittyy yrityksen IT – arkkitehtuuriin. Arkkitehtuuria voidaan yritystasolla pitää laajana käsitteenä, ja jo sen osien kuvaaminen mahdollistaa tietyn järjestelmän sijoittamisen laajempaan kontekstiin. Tässä työssä ei ole pyrkimyksenä selvittää koko kohdeyrityksen IT – arkkitehtuuria, vaan tuoda sieltä

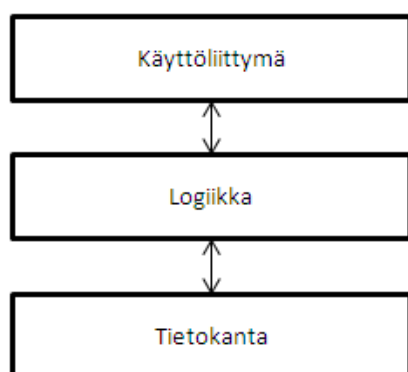
esille kohdejärjestelmän tärkeimpiä yhteyksiä muihin järjestelmiin ja sen merkitystä kokonaisuudessa.

3.4.2. Järjestelmätason arkkitehtuuri

Järjestelmätason arkkitehtuuri voidaan käsittää monella tavalla. Järjestelmä (system) voi viitata muihinkin järjestelmiin kuin IT – järjestelmiin. Tässä työssä järjestelmätason arkkitehtuuri rajataan koskemaan ohjelmistotason arkkitehtuuria. Luvussa selvennetään kuinka aineistona käytetty järjestelmän käyttöliittymä liittyy ohjelmistossa muihin komponentteihin.

Ohjelmiston arkkitehtuurilla viitataan järjestelmän komponenttien tai alijärjestelmien rakenteeseen ja organisointiin. Niiden yhteydet toisiinsa muodostavat itse järjestelmän. Arkkitehtuuri pitää myös sisällään komponenttien ominaisuuksia, joiden perusteella järjestelmä voidaan parhaiten suunnitella tai analysoida järjestelmätasolla. (Kruchten et al. 2006; ISO/IEC/IEEE 42010:2011(E)) Ohjelmiston arkkitehtuurilla tarkoitetaan yhden rajatun järjestelmän rakennetta, ja se voi määritellä periaatteita tai ohjeistuksia, joiden mukaisesti järjestelmää voidaan suunnitella ja kehittää (Perks & Beveridge 2002, s.3; ISO/IEC/IEEE 42010:2011(E)).

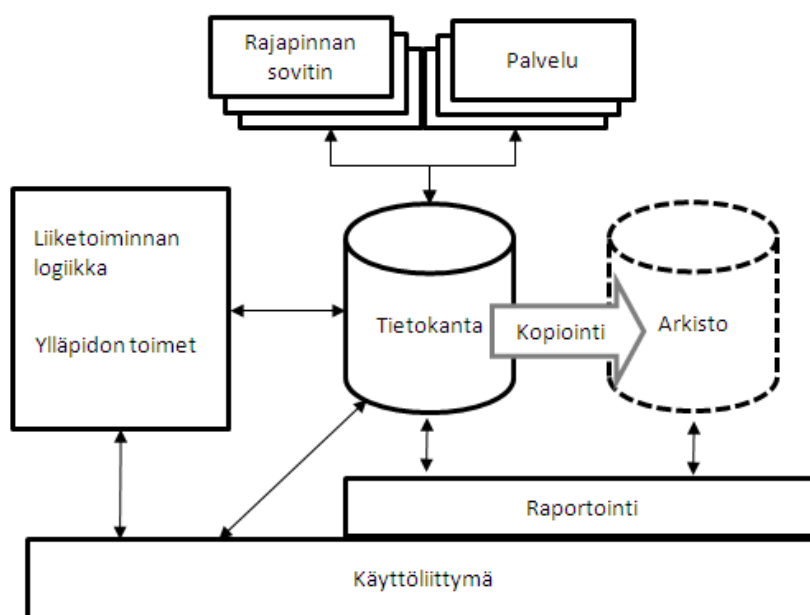
Ohjelmiston arkkitehtuuri jakaantuu viiteen eriteltävään tutkimusalueeseen. Nämä ovat suunnittelu, analysointi, toteutus, esittäminen ja talous. Näistä erityisesti suunnittelu ja esittäminen ovat tässä työssä oleellisia alueita. Arkkitehtuurin kuvaukseen käytetään erityyppisiä ADL – kieliä (Architecture Description Language). (Kruchten et al. 2006) Arkkitehtuurin suunnitteluun puolestaan liittyy tiiviisti erilaiset suunnittelumallit. Nämä ovat erityisesti ohjelmistotekniikassa omaksuttuja ratkaisuja tiettyihin toistuviin ongelmiin. Suunnittelumallien taustaa voidaan luonnehtia termeillä ”toimiva ratkaisu”, ”todettu kokemuksen avulla”, ”uudelleenkäytettävyys” ja ”estävät keksimästä pyörää uudelleen”. (Alur et al. 2003, s.9-10) Arkkitehtuurissa yksi tällainen suunnittelumalli on kerrosarkkitehtuuri (n-tier-architecture), jonka yksi tunnettu muoto on kolmikerrosarkkitehtuuri (three-tier-architecture). Tämä malli on yleisesti käytetty web – aplikaatioiden toteutuksessa. Kuvassa 16 on esitettyä tämän mallin kolme kerrosta.



Kuva 16. Kolmikerrosarkkitehtuuri ohjelmistoissa

Kolme kerrosta ovat käyttöliittymä-, logiikka- ja tietokantakerros. Kerrosten nimitykset kertovat pitkälti, mitä kunkin kerroksen vastuulle ohjelmistossa kuuluu. Tärkeää tässä mallissa on huomioida, että käyttöliittymä ei ole suoraan yhteydessä tietokantaan. Logiikkakerroksessa määritellään käyttöliittymän kautta käsiteltävä tieto. Moderneissa ohjelmistoissa on myös muita kerroksia esimerkiksi integraatioita, konfiguraatiota tai raportointia varten. Meyer et al. (2009, s.123) esittävät yhden arkkitehtuuriratkaisun MES – järjestelmän sisäiseksi rakenteeksi kuvassa 17. Siitä on tunnistettavissa edellä esitellyt kolme kerrosta, mutta kerrosten väliset yhteydet mahdollistavat käyttöliittymän suoran yhteyden tietokantaan. Näiden kerrosten lisäksi kuvauksessa on raportointia ja erityyppisiä palveluja varten omat kerrokset sekä siinä on huomioitu tietokannan mahdollinen kopioiminen toiseen kantaan.

Ohjelmiston arkkitehtuurista on tärkeä tiedostaa käyttöliittymän merkitys. Käyttäjän näkökulmasta käyttöliittymä on useimmiten ainoa yhteyspiste järjestelmään. Käyttöliittymä näin määrittelee pitkälle koko järjestelmän käyttöä, käytön mukavuuden ja tehtäväkohtaisten toiminnallisuuksien käytön. (Meyer et al. 2009, s.144) Toisin sanoen käyttöliittymä on organisaatiolle näkyvä osa järjestelmän arkkitehtuuria, jossa järjestelmän toiminnallisuudet tuodaan käyttäjien saataville.



Kuva 17. MES -ohjelmiston arkkitehtuuria (mukaillen Meyer et al. 2009, s.123)

Suuri haaste on muuttuvat toimintaympäristöt. Usein strategiat ehtivät jo muuttua ennen kuin tietojärjestelmät ehtivät adaptoitua niihin. Tämä johtaa tietojärjestelmien modulaariseen suunnitteluun tai komponenttipohjaiseen ajatusmalliin yrityksen tietojärjestelmille. Näin ollen yrityksen järjestelmäarkkitehtuurin suunnittelua ei voi väheksyä. Arkkitehtuurin tulee olla valmis muutoksiin ja tukea jatkuvan muutoksen tarvetta. (Kettunen 2002 s.180)

4. JÄRJESTELMÄN ANALYYSI

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen empiirinen osuus. Luvussa esitellään tutkimuksen suorituksessa käytettyä aineistoa ja tutkimusmenetelmiä, jotta lukija voi arvioida menetelmien luotettavuutta ja mahdollisesti toistaa tutkimuksen. Tämän jälkeen esitellään käytetyt kuvausmenetelmät viitaten kirjallisuudessa esiteltyihin kuvausmenetelmiin.

Analyysivaiheessa kukin järjestelmän kuvaukseen valituista osa-alueista käsitellään ja niiden tulokset raportoidaan. Järjestelmän analysoinnin jälkeen esitellään mallitehdaskonseptin toteutusta kohdeyrityksessä. Näistä kahdesta osa-alueesta tehdään lopuksi yhteenveto.

4.1. Aineiston esittely

Tässä tutkimuksen osassa päähuomio keskittyy MES – järjestelmän analysoimiseen. Kyseinen järjestelmä kohdeyrityksessä on nimeltään NetMES. Järjestelmä on alun perin Vaasan Yliopiston projektista alkunsa saanut tuotannonhallintajärjestelmä. Alkuperäisestä järjestelmästä ei ole tällä hetkellä jäljellä paljoa, sillä se on räätälöity ja uudelleenrakennettu lähes kokonaan yrityksen tarpeisiin ja prosesseihin soveltuvaksi. Järjestelmä on web – aplikaatio, joka pyörii Apache – palvelimella Linux – ympäristössä. Itse ohjelmistolla on kolme eri toimintaympäristöä, jotka ovat tuotanto-, testaus- ja kehitysympäristö. Järjestelmää käytetään verkkoselaimen välityksellä http – protokollaa käyttäen sisäisessä käytössä ja https – protokollaa yrityksen ulkopuolelta.

Järjestelmän analysointi suoritetaan käyttäen pääasiallisena aineistona ohjelmiston käyttöliittymää. Käyttöliittymästä tehdään osana tutkimusta navigointikartta, joka esittää aineistosta kokonaiskuvan. Navigointikartta on liitteessä 1. Itse käyttöliittymästä esitetään liitteessä 2 tärkeimpiä kuvankaappauksia eri näkymistä. Esitetyn materiaalin kerääminen suoritetaan ylläpitäjän käyttöäoikeuksilla, joten niissä näkyvät kaikki järjestelmän näkymät. Tältä osin materiaalin kattavuutta voidaan kuvata laajaksi. Järjestelmässä on ylläpitäjän oikeuksien lisäksi kolme muuta käyttöäoikeustasoa, joita myös käytetään aineiston keräyksessä. Nämä tasot ovat ”Manager”, ”Linemanager” ja ”Worker”. Lisäksi ”Manager” ja ”Linemanager” oikeuksia voidaan räätälöidä sen mukaisesti, mille toimipisteille niillä tulisi olla pääsy. ”Worker” – tason tunnukset ovat puolestaan aina tietyn toimipisteen tiettyyn tuotantolinjaan sidoksissa.

Materiaali on kerätty järjestelmän testiympäristöstä, joka on ohjelmistona identtinen tuotantoympäristön kanssa. Näin ollen materiaalin edustavuus on myös perusteltu.

Materiaalin keräämisen aikana ei suoriteta lainkaan teknistä testaamista, joten mahdollisiin ohjelmiston virheisiin ei tässä tutkimuksessa kiinnitetä huomiota. Käyttöliittymäaineistoon on kuitenkin tehty erilaisia koekäyttöjä, joiden avulla on selvitetty toiminnallisuuksien yleistä etenemistä järjestelmässä.

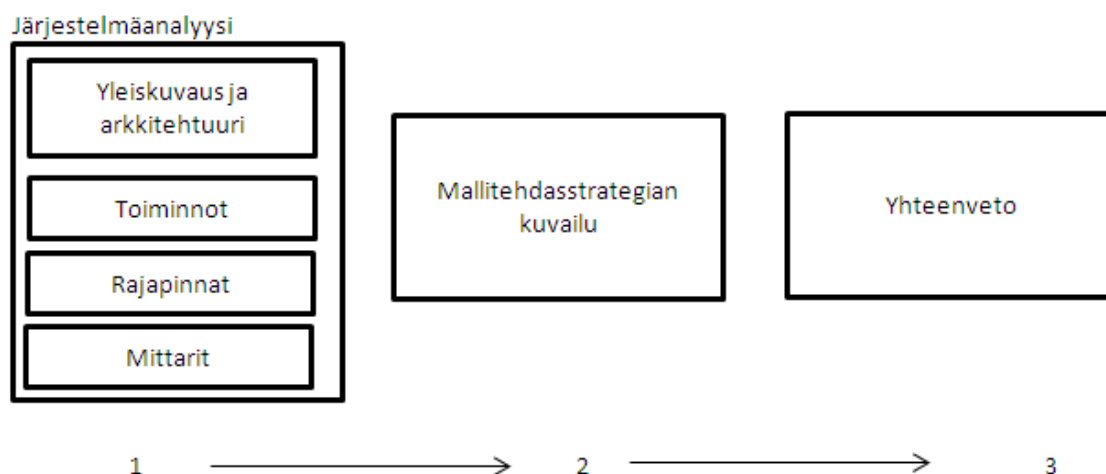
NetMES:n ohella kohdeyrityksellä on käytössään muita järjestelmiä. Nämä järjestelmät ovat muun muassa Andon laadunhallinnassa, Nova ERP:nä, After sales tool (AST) asiakasrajapinnassa, LDAP käyttäjätiedon hallinnassa, Service Broker integraatioalustana, BarTender tarratulostuksissa ja kämmentietokone (Personal Digital Assistant, PDA) liikkuville työntekijöille. Kyseisien järjestelmien tutkiminen on rajoittunutta NetMES:n käyttöliittymän näkökulmasta. Tästä syystä näiden järjestelmien tutkimisen aineistona käytetään sisäisiä dokumentteja sekä kirjoittajan aikaisempia kokemuksia täydentämään NetMES:n käyttöliittymän aineistoa. Näitä järjestelmiä tutkitaan tässä työssä rajapintojen määrittelyssä, osassa esitetyistä mittareista sekä selvennettäessä NetMES:n arkkitehtuuria osana kokonaisarkkitehtuuria.

Edellä esitettyä aineiston käyttöä muiden järjestelmien suhteen voidaan tarkentaa. Tutkimuksessa käytetään järjestelmistä tehtyjä sisäisiä suunnittelu-, määrittely- tai toiminnallisuuskäytäntöjä. Näiden dokumenttien käytössä tiedostetaan mahdolliset poikkeamat suunnittelun ja toteutuksen välillä. Järjestelmiä analysoidaan toteutuneen lopputuloksen perusteella ja mainittujen poikkeamien havaitsemisessa kirjoittajan aikaisemmat kokemukset ovat tärkeitä.

Järjestelmän analysoinnin jälkeen esitetään kohdeorganisaation mallitehdaskonseptin erityispiirteitä. Mallitehdaskonseptin kuvaukseen käytettävä aineisto perustuu sekä sisäiseen dokumentaatioon että konseptista tehtyihin julkaisuihin. Näiden perusteella selvennetään lukijalle mallitehdaskonseptin piirteitä empiirisessä ympäristössä.

4.2. Tutkimusmenetelmät

Aineistoa analysoidaan kolmessa vaiheessa. Ensimmäiseksi analysoidaan varsinainen järjestelmä, josta analysoitavat osa-alueet ovat arkkitehtuuri, toiminnot, rajapinnat sekä järjestelmän datan mahdollistamat mittarit. Tämän jälkeen kuvaillaan mallitehdaskonseptia kohdeyrityksessä. Tämä antaa lukijalle tarkemman käsityksen siitä ympäristöstä, jossa MES – järjestelmä toimii. Kolmannessa vaiheessa yhdistetään nämä kaksi aluetta, joista saadaan käsitys siitä, miten MES – järjestelmä tukee mallitehdasta eri osa-alueillaan. Näitä vaiheita on esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. Osion 1 empirisen vaiheen eteneminen visuaalisesti

Järjestelmäanalyysissä sovelletaan kvalitatiivista dokumenttitutkimusta käyttäen aineistoa edellisessä luvussa esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Käyttöliittymä tutkitaan näkökulmalla kerrallaan ja siitä tehdään erityyppisiä havaintoja. Ensimmäisessä vaiheessa käyttöliittymä kartoitetaan kokonaisuudessaan käyttäen ylläpitäjän oikeuksia ja siitä muodostetaan navigointikartta. Tämä on esitelty tarkemmin luvussa 4.4. Tämän jälkeen käyttöliittymästä analysoidaan järjestelmätason arkkitehtuuria tunnistamalla siitä erillisiä moduuleita. Moduuleilla on oltava selvästi eroteltava käyttötarkoitus järjestelmän kokonaisuudelle. Niistä pyritään esittämään, mitkä ovat järjestelmän tärkeimmät moduulit ja miten ne ovat yhteydessä toisiinsa. Tämän jälkeen koko aineistosta analysoidaan miten järjestelmätason moduulit ovat yhteydessä muuhun yritystason arkkitehtuuriin. Järjestelmätason arkkitehtuurista voisi vaihtoehtoisesti analysoida, miten se jakaantuu teknisiin komponentteihin, kuten käyttöliittymään ja tietokantaan. Tämä olisi erittäin tekninen lähestymistapa, eikä tämän työn näkökulman mukainen. Arkkitehtuurikuvaus muodostetaan siis käyttöliittymän perusteella, sillä se mahdollistaa yritystason yhdistämisen samaan kuvaukseen työn näkökulman säilyttäen.

Seuraavassa vaiheessa analysoidaan järjestelmän toiminnallisuuksia arkkitehtuurikuvauksessa esitetyn moduulijaon perusteella. Analysoinnissa pyritään käyttöliittymän ja koekäyttöjen avulla selvittämään eri moduulien toiminnallisuuksia. Niistä muodostetaan prosessikuvauksia työnteon etenemisestä oleellisiksi katsotuin osin. Lisäksi teoriaosassa esitettyjä 11 toiminnallisuutta MES – järjestelmässä pyritään tunnistamaan NetMES:stä. Vaihtoehtoinen tapa olisi lähestyä toiminnallisuuksia ISA-95 – standardin määrittelyjen perusteella. Toiminnallisuudet ovat määritellyt standardissa huomattavasti yksityiskohtaisemmin, ja niiden perusteella tehtävä luokittelu voisi johtaa epäjohdonmukaiseen yksityiskohtien tutkimiseen. Tämän ei katsota olevan tässä tutkimuksessa oleellista tai tutkimuskysymyksen ratkaisemiseksi tarpeellista.

Seuraavaksi hyödynnetään arkkitehtuurin analysoinnin jälkimmäisen osa-alueen tuloksia ja analysoidaan siinä esitettyjen ulkoisten integraatioiden sisältöä. Tämä vaihe

toteutetaan koko aineiston avulla ja siinä kuvaillaan kukin yhteys NetMES:n näkökulmasta. Tästä näkökulmasta käsiteltynä nämä yhteydet esitetään rajapintoina. Rajapintojen kuvaukseen käytetty aineisto on rajallista ja teknisiä yksityiskohtia ei käsitellä tarkasti. Tunnistetuista rajapinnoista selvitetään teoriassa esitetyn integraatoratkaisun kuvauksen perusteella sitä käyttävät järjestelmät tai niiden osat, siirtotie ja esitetään sanallinen kuvaus sen toiminnallisesta käytöstä.

Viimeisessä järjestelmäanalyysin vaiheessa pyritään tunnistamaan järjestelmästä potentiaalisia mittareita yrityksen suorituskyvyn arvioimiseksi. Mittarien määrittäminen vaatii selvän ymmärryksen siitä, mitä toimintoja, mitä dataa ja millaisia rajapintoja järjestelmä tarjoaa. Lisäksi on tunnettava millainen on järjestelmän sisäinen työnkulku. Näin ollen jo esitellyn aineiston lisäksi käytetään myös muiden osa-alueiden analyysien tuloksia aineistona. Tästä aineistosta pyritään tunnistamaan eri tietosisältöjen rakentumista järjestelmän sisällä ja edelleen rakentamaan mittareita niiden pohjalta. Mittarit ovat luonteeltaan esimerkkejä, sillä teoriaosassa esitettyjen näkökulmien mukaan varsinaisia liiketoiminnan mittareita ei tulisi rakentaa tai arvioida järjestelmälähtöisesti, vaan yrityksen näkökulmasta. Näin ollen tämän työn alueella tyydytään esittelemään esimerkkejä mittareista.

Järjestelmäanalyysin jälkeen selvennetään mallitehdaskonseptia kohdeyrityksessä. Tämä kuvaus oli tarkoitus tehdä kattavampana dokumenttitutkimuksena, mutta kyseinen dokumentaatio ei ole tutkimuksen toteutuksen hetkellä päivitettyä eikä täten nykyistä tilannetta kuvaavaa. Tästä johtuen kyseistä osa-aluetta on jouduttu supistamaan huomattavasti ja sen painoarvoa tutkimuksessa vähentämään. Osassa esitellään kohdeyrityksen mallitehdaskonseptin erityispiirteitä ja keskitytään selventämään, miten se eroaa teoriassa esitellystä viitekehuksesta.

Osion 1 lopussa tehdään näistä kahdesta alueesta, NetMES:n järjestelmäanalyysistä ja mallitehdaskonseptista, yhteenveto. Siinä MES – järjestelmän eri osa-alueet yhdistetään mallitehdaskonseptin kuvaukseen. Yhteenvedossa selvennetään miten järjestelmän eri osa-alueet tukevat mallitehdaskonseptia ja mitä tietojärjestelmän kyvykkyyksiä voidaan hyödyntää mallitehtaan tukena.

4.3. Kuvausmenetelmät

Analysoitavia osa-alueita on tässä tutkimuksessa useita eikä tuloksien esittämiseen voida soveltaa samoja kuvausmenetelmiä. Tässä luvussa esitellään käytetyt menetelmät ja niiden mahdolliset erityispiirteet.

Yleiskuvauksen luvussa käytetään kahta eri kuvaustapaa. Käyttöliittymän kuvauksesta on muodostettu navigointikartta. Tämä kartta esittää käyttäjän mahdollisuuksia siirtyä näkymästä toiseen järjestelmän sisällä. Siirtymät on esitetty yksisuuntaisina sisäänkirjautumisen jälkeisestä näkymästä. Tätä kuvausmenetelmää käytetään yleisesti

järjestelmien määrittelyssä. Toinen yleiskuvauksen kappaleessa käytetty kuvausmenetelmä on arkkitehtuurin kuvaus. Tämä menetelmä on kirjoittajan itsensä muodostama, ja siinä on yhdistetty teoriassa esitettyä ISA-95 – standardin tasoajattelua yrityksen informaatiolle sekä UML – notaation yleisiä kuvausmenetelmiä. UML:n kielestä käytetään ainoastaan instanssin ja yhteyden kuvauksia. Yksi instanssi on kuvauksessa joko moduuli tai ulkoinen tietokokonaisuus, kuten järjestelmä, järjestelmän osa, sovellus tai laite. Yhteyksiä kuvataan nuolien avulla, joissa nuolen suunta määrittää informaation liikkeen suunnan.

Toimintojen esittämisessä käytetään prosessikuvauksia. Sovellettu menetelmä on niin kutsuttu uimaratakaavio. Tässä menetelmässä eri toiminnallisuuksiin liittyvät roolit näkyvät erillisinä poikittaissuuntaisina ratoina. Toimintojen kuvauksissa on eri rooleissa käytetty tiettyä toistuvaa rakennetta. Kussakin prosessikuvauksessa ylin rata on varattu eri rajapintojen esittämiseen. Alin rata puolestaan on varattu prosessin käyttämien tietosisältöjen esittämiseen. Näiden kahden alueen väliset radat ovat varattu kunkin kuvatun toiminnon tärkeimpien roolien kuvaukseen. Toimintojen kuvauksissa käytetään yleisiä prosessikuvauksen symboleita.

Mittareiden kuvauksessa käytetään teoriaosiossa esitettyä määrittelyä yksittäisen mittarin dokumentoitavista asioista. Tästä määrittelystä on karsittu tutkimuksen ulkopuolelle kuuluvat osa-alueet pois. Näin ollen mittarien kuvauksessa käytetään taulukon 6 mukaista rakennetta. Nämä osa-alueet ovat sellaisia, jotka voidaan määrittellä käytettävään aineistoon pohjautuen. Tämän lisäksi mittareita kuvaavassa luvussa on esitetty järjestelmän laskemien aikojen periaatteet. Tämä kuvaus on sisäisen dokumentaation tuotosta, joka on kuitenkin tässä työssä päivitetty ja suomennettu puutteellisilta osiltaan. Kuvauksessa esitetään NetMES:n keräämiä aikoja suhteessa erilaisiin tapahtumiin NetMES:n työnteon moduulissa.

Taulukko 6. Mittareiden kuvauksen rakenne

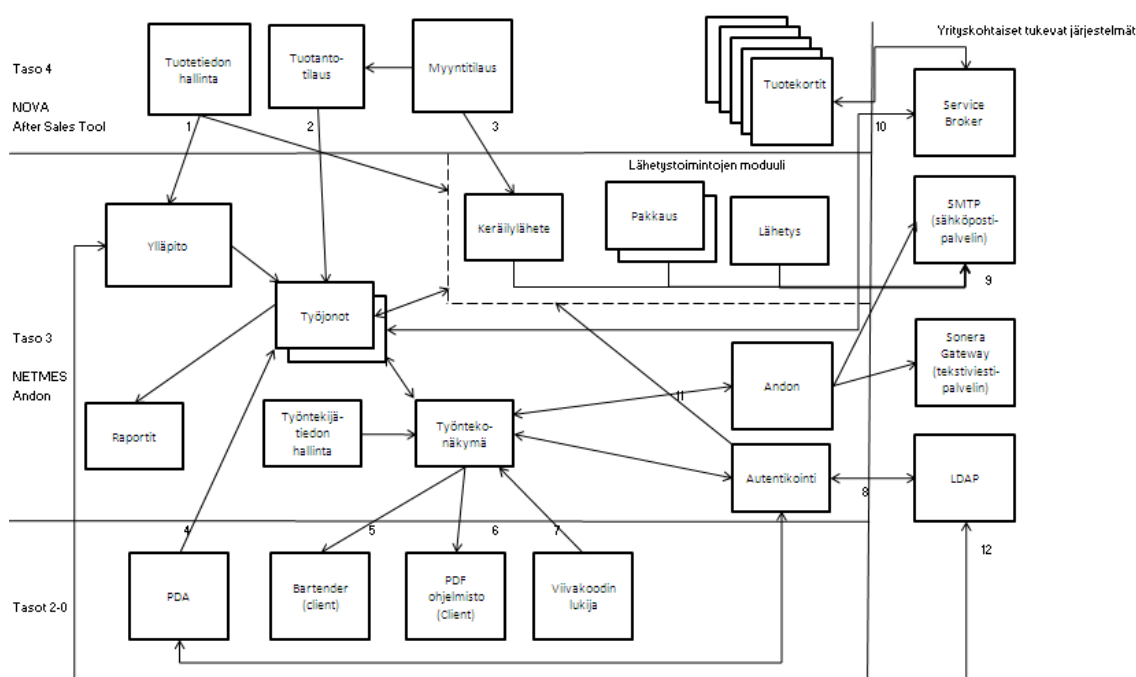
Asia	Sisältö
Otsikko	Mittarin nimi; Hyvä nimi selventää mittauksen tarkoitusta
Tarkoitus	Mittaria ilman selkeää tarkoitusta ei kannata mitata.
Alue	Määrittää mihin liiketoiminnan tavoitteisiin mittari liittyy.
Kaava	Miten tulos voidaan laskea?
Datan lähde	Mistä data saadaan hankittua?
Muistiinpanot ja kommentit	Erytyspiirteitä tai ongelmia, jotka liittyvät kyseiseen mittariin.

Mallitehtaan eri osa-alueiden kuvauksissa on käytetty eri dokumenteissa esitettyjä kuvia. Niissä esiintyvät kuvat ovat suomennettu alkuperäisistä julkaisuista. Esitetyt rakenteet ovat kuitenkin vastaavat kuin lähteissä.

4.4. NetMES:n yleiskuvaus

Järjestelmän yleiskuvauksen luvussa selvennetään järjestelmän rakennetta arkkitehtuurikuvauksen ja käyttöliittymää navigointikartan avulla. Navigointikartta esittää järjestelmää käyttäjän näkökulmasta. Arkkitehtuurikuvaus on muodostettu käyttöliittymän tasolla. Siinä esitetään järjestelmän jakautumista moduuleihin, niiden yhteyksiä toisiinsa sekä ulkopuolisiin järjestelmiin.

Käyttöliittymän eri näkymien käsittelemän tietosisällön perusteella on muodostettu yleiskuva moduuleista ja ulkoisista järjestelmistä, jotka liittyvät NetMES – järjestelmään. Tässä mallissa on käytetty teoriassa esitettyä ISA-95 – standardin mukaista jakoa kolmeen tasoon. Mallissa on tämän lisäksi huomioitu standardissa esitetyt yrityskohtaiset tukevat toiminnot ja järjestelmät, jotka eivät suoranaisesti asetu standardin kolmijakoiseen malliin. Tämä muodostettu malli on esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Käyttöliittymän moduulit, niiden kommunikaatio ja ulkoiset yhteydet kolmitasoisena kuvauksena

Esitetty kuvaus tuo esille NetMES – järjestelmälle määritellyn sisäisen moduulijaon. Järjestelmästä löytyvät moduulit ovat ylläpidon, työjonon, työnteon, raporttien, työntekijätiedon, autentikoinnin ja lähetystoimintojen moduulit. Näiden kunkin moduulin sisälle voidaan käsittää näkymät, joihin on pääsy moduulien nimien

mukaisista näkymistä navigointikartassa. Poikkeuksena tähän sääntöön voidaan kuitenkin pitää lähetystoimintojen moduulia. Se koostuu useammasta kokonaisuudesta, ja siinä yhdistyvät keräilylähetteen sekä pakkaus- ja lähetystoimintojen näkymät. Nämä yhdessä muodostavat NetMES:n perustoiminnoista poikkeavan toiminnallisuuden. Moduulin erottamista kokonaisuudessaan voidaan perustella sillä, että siinä käsitellään tietosisältöä, joka ei rajoitu NetMES:n ylläpitomodulin määrittelemiin tuotteisiin. Lisäksi sen sisältämien näkymien käytön operatiivinen vastuu sijoittuu logistiikan alueelle, ei tuotannon piiriin.

Tämä yleiskuvaus arkkitehtuurista sijoittaa NetMES – järjestelmän osaksi teoriassa esitettyä yritystason arkkitehtuuria sen omasta näkökulmasta. Tärkeimmät yhteydet muihin järjestelmiin syntyvät tason neljä ja kolme välille sekä tason kolme sisällä. NetMES on yhteydessä Nova – järjestelmästä tuotetiedon hallinnan, tuotantotilausten ja myyntitilausten moduulien kanssa. Liikenne on poikkeuksetta yksisuuntaista. Toinen yhteys NetMES – järjestelmästä liiketoiminnan hallitsemisen tasolle on AST:n kanssa. Tämä yhteys on muodostettu hallitusti Service Brokerin välityksellä. Kolmas yhteys on muodostettu Andon – järjestelmän kanssa tason kolme sisällä.

Kuvassa on esitetty myös yhteydet tasojen 2-0 ja kolme välille sekä yhteydet tukeviin järjestelmiin. Tasoilla 2-0 olevista ohjelmistoista ensimmäinen on PDA:ssa oleva NetMES:n kannettava versio. Se on yhteydessä työjonon ja autentikoinnin moduuleihin. Toinen yhteys on Bartender – sovellukseen, jolle NetMES välittää tietoa työnteon moduulista. Kolmas on PDF ohjelmisto, jota NetMES käyttää PDF – tiedostojen avaamiseen. Neljäs on viivakoodinlukija, joita tuotantolinjalla käytetään lukemaan sekä kaappien että komponenttien sarjanumeroita järjestelmään. Yhteydet tukevien järjestelmien kanssa muodostuvat Service Broker – järjestelmän sekä LDAP-, sähköposti- ja tekstiviestipalvelimien kanssa. LDAP – palvelinta käytetään autentikoimaan käyttäjä. Sähköpostipalvelinta NetMES käyttää suoraan pakkausmoduulin eri osista sekä epäsuorasti Andon – järjestelmän kautta. Lisäksi tekstiviestipalvelinta käytetään epäsuorasti Andon – järjestelmän kautta. Service Broker – järjestelmään on yhteys työjononäkymästä, josta valmistuneen tuotteen tiedot haetaan AST:n käyttöön.

Osaa ulkoisista yhteyksistä ei kyetty suoraan määrittämään käyttöliittymän perusteella. Näiden määrittämisessä on käytetty kirjoittajan aikaisempia kokemuksia järjestelmästä. Ulkoiset yhteydet ovat esitetyssä mallissa numeroitu ja niihin viitataan rajapintoja käsiteltäessä. Lisäksi on huomioitava, että kuvauksen ulkopuolelle on jätetty yleiset toimistovälineet tasoilla 2-0. Tällaisia ovat esimerkiksi tietokoneen näppäimistö, hiiri tai tulostimet, jotka todellisuudessa ovat suorassa yhteydessä järjestelmän syötteiden tai tuotosten kanssa.

Järjestelmän arkkitehtuurista esitettyä mallia huomattavasti yksityiskohtaisemman kuvan järjestelmästä saa navigointikartan avulla. Se on luotu osana tutkimuksen

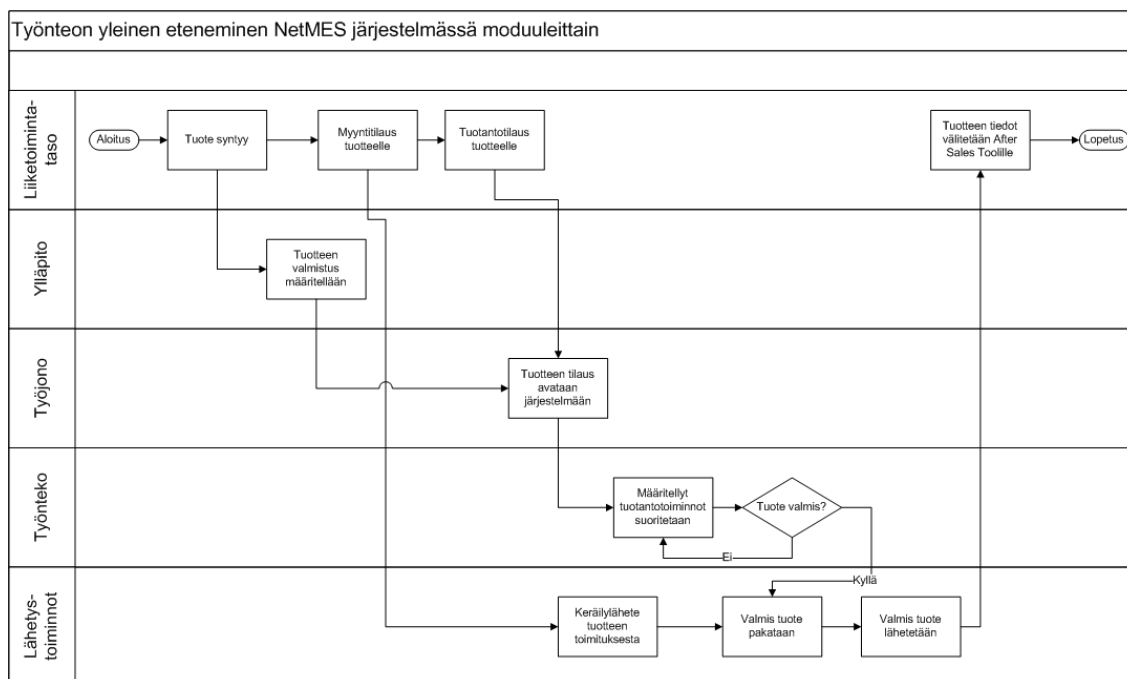
dokumentatiivista tavoitetta. Se tuo esille kaikki järjestelmän käyttöliittymässä olevat eri näkymät. Näiden avulla voidaan myös muodostaa yleiskuva toiminnoista, joita järjestelmässä on eri moduulien sisällä. Kartan esitleminen selventää tämän lisäksi käytettyä materiaalia, joten sitä voidaan pitää aineiston esittelyinä.. Kartta on esitelty ja siihen on tehty yksityiskohtainen selvennys liitteessä 1. Liitteessä 2 on puolestaan esiteltynä järjestelmästä otettuja kuvankaappauksia tärkeimmistä näkymistä. Navigointikartan selvennyksestä on viittaukset näihin kuvankaappauksiin.

4.5. Toiminnot

NetMES – järjestelmän toimintoja on kartoitettu käyttöliittymän ja koekäyttöjen avulla. Näiden pohjalta on muodostettu kuvaukset toiminnosta ja niitä verrataan MESA – organisaation määrittämiin toimintoihin. Käyttöliittymän perusteella tehtyä sisäisten moduulien jakoa käytetään selkeyttämään toimintojen käsittelyä. Luvussa esitellään aluksi työnteon yleinen kulku järjestelmissä tuotantoon liittyen. Tämän jälkeen selvennetään moduuli kerrallaan, mitä eri toimintoja niissä on. Jokaisen luvun lopussa analysoidaan toiminnallisuuksia MESA:n määritysten mukaisesti.

NetMES:stä voidaan havaita neljä moduulia, jotka vastaavat järjestelmän tärkeimmistä toiminnallisuuksista. Tärkeydellä viitataan järjestelmään tehtävien syötteiden merkitykseen informaation keräämisessä tuotannonhallinnassa. Nämä moduulit ovat ylläpidon, työjonon, työnteon ja lähetystoimintojen moduulit. Yleinen työntekojärjestys järjestelmän sisällä voidaan kuvailla näiden moduulien välillä etenevän loogisessa järjestyksessä. Ylläpitomoduulissa määritellään tietylle tuotteelle sisältö. Työjonon moduulissa luodaan tuotteet järjestelmään ylläpidon määritysten mukaisesti. Työnteon moduulissa työstetään työjonossa olevat tuotteet ylläpidon määritysten mukaisesti. Tämän jälkeen valmiit tuotteet käsitellään lähetystoimintojen moduulissa.

NetMES:n sisäinen työvirta ei anna liiketoiminnan näkökulmasta koko kuvaa, mikäli siinä ei oteta huomioon myös muita järjestelmiä tuotteen valmistamisessa. NetMES itse ei määritä mitä tuotteita tulisi valmistaa, mille asiakkaalle, minkä kokoisissa erissä tai millä tuotantolinjoilla niitä valmistetaan. NetMES:n ei myöskään tulisi toimia ensisijaisena tietolähteenä tuotteen toimituksen jälkeen, koska tuotteen tietojen muokkaaminen valmistumisen jälkeen on erittäin rajallista. Tästä syystä tuotekohtaisia tietoja tulisi hakea ja muokata AST:n sisällä. Nämä seikat liittyvät oleellisesti NetMES – järjestelmän työnteon ja toiminnallisuuksien yleiseen etenemiseen järjestelmässä. Tästä yleisestä työnteon etenemisestä on koostettu korkean abstraktiotason prosessikuvaus moduuleittain. Tämä on esitetty kuvassa 20



Kuva 20. Työnteon yleinen eteneminen NetMES:ssä

Esitetty prosessikuvaus antaa korkean tason kuvauksen järjestelmään tehtävistä syötteistä eri moduuleissa. Tämä kuvaus on rajallinen, sillä siinä ei esitetä kaikkien moduulien roolia, eikä siinä esitetä tarkemmin mitä toimintoja kukin moduuli tarjoaa tehtävien suorittamiseksi. Lisäksi siitä ei vielä käy ilmi, mitä varsinaisia MESA – organisaation määrittelemiä toimintoja järjestelmä tarjoaa. Seuraavaksi käsitellään prosessin edetessä moduuli kerrallaan mainittuja puutteita kuvauksessa. Lopuksi tarkastellaan kuvauksesta puuttuvien moduulien toiminnallisuuksia.

4.5.1. Ylläpitomoduuli

Ylläpitomoduulin toiminnot keskittyvät tuotteen valmistuksen määrittämiseen. Tähän järjestelmä tarjoaa useita näkymiä, joiden avulla se tehdään. Ensimmäinen tehtävä kyseisellä moduulilla on hallita kaikkia järjestelmässä valmistettavia tuotekoodeja. Tuotekoodeja voidaan lisätä erillisen näkymän kautta ja lisäyshetkellä tuotteelle täytyy määrittellä tietyt tiedot. Näistä tiedoista tärkein on tuotekoodi, joka täytyy valita Novan näkymän tarjoamista mahdollisista koodeista. Tämän jälkeen järjestelmän sisäiseen käyttöön tuotekoodille määritetään tuoteperhe, kuvaus, valmistavat toimipisteet ja toimipistekohtainen sarjanumeroformaatti. Koodin avaamisen jälkeen tuotekoodille on mahdollista ladata tuoterakenne (BOM, Bill Of Material) Nova – järjestelmästä. Tästä rakenteesta voi yhden tuotekoodin takana olla useita versioita, ja niiden hallitsemiseksi löytyy oma näkymä moduulista. Kun koodi on avattu ja sen perustiedot täytetty, voidaan tuotteen valmistus määrittää tuotekohtaisesti.

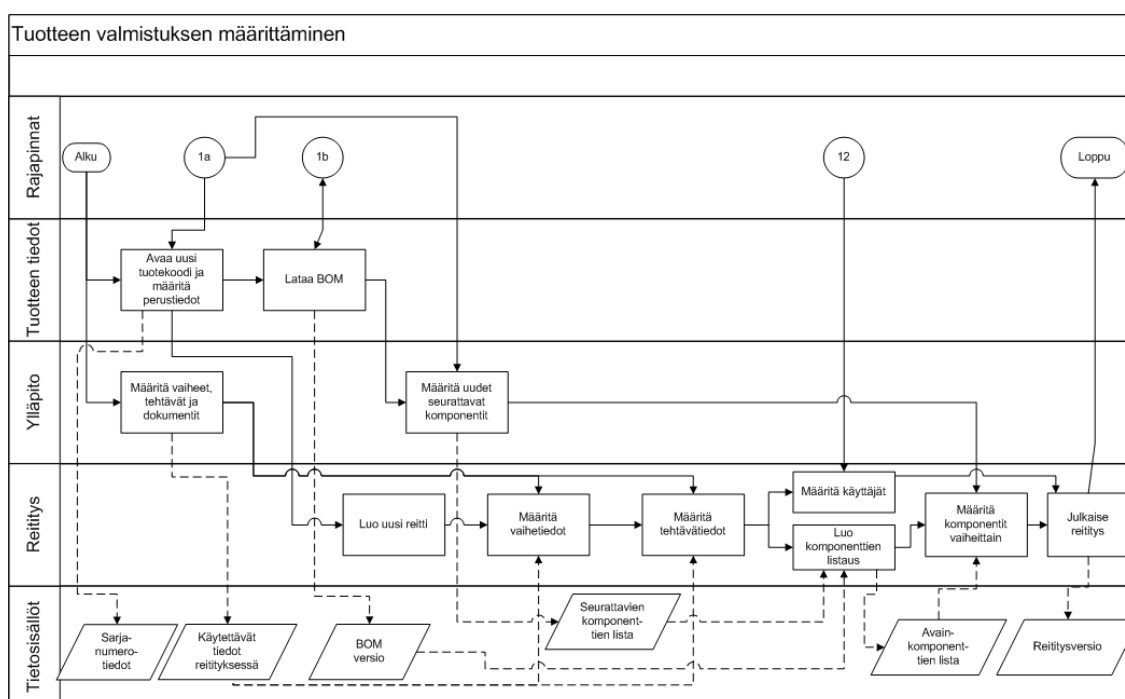
Järjestelmässä valmistuksen määrittäminen tehdään pääosin reititustoiminnon avulla. Reititykseen liittyen yksi reitti vastaa yhtä tapaa valmistaa tuote. Järjestelmässä samalle

tuotteelle on eri reititys jokaisella tuotantolinjalla, missä se voidaan avata. Tietyn tuotantolinjan reititys voi pitää sisällään myös muilla linjoilla tehtäviä työvaiheita. Jokaisen tuotantolinjan sisällä voi yhdellä tuotteella olla useita eri versioita reitityksestä. Lähtökohtaisesti tuotteen valmistus koostuu toisiaan seuraavista työvaiheista. Järjestelmässä näille vaiheille asetetaan suoritusjärjestys tuotantolinjan mukaisesti, mutta ne on mahdollista suorittaa myös solutuotannolle tyypillisesti vaihekohtaisen kapasiteetin ohjaamana poikkeavassa järjestyksessä. Tuotteen työvaiheiden lukumäärällä ei ole ylärajaa, mutta niitä on oltava vähintään yksi. Reititykseen lisättäessä täytyy kullekin vaiheelle määrittää nimi, toimipiste, tuotantolinja, tavoiteaika, tavoitepäivä, roolien lukumäärä ja vaiheen tyyppi. Nämä määrittävät työntekijöiden pääsyä vaiheelle, ajallisia tavoitteita, yhdellä vaiheella työskentelevien työntekijöiden määrää sekä työntekijöiden tyyppiä. Vaiheen tyypeiksi on valittavissa normaali, nopea, pakkaus, lähetys tai testaus. Näiden määrityksiä jälkeen voidaan vaiheelle lukita työntekijöiden käyttäjätunnuksia sekä määrittää koko vaiheelle ulkoinen tietolähde. Työntekijöiden käyttäjätunnuksien lukitseminen tietylle vaiheelle hyödyntää LDAP – järjestelmän tietoja.

Yksittäinen vaihe koostuu erillisistä tehtävistä ja vaihekohtaisista dokumenteista. Eri tehtävien avulla työvaiheelle määritetään varsinainen sisältö. Kullekin erilliselle tehtävälle vaaditaan määritettäväksi nimi, työntekijän rooli, työohjedokumentti ja dokumentin versionumero. Lisäksi tehtävälle voidaan määrittää testausraportti, ulkoinen tietolähde, tulostettava tarra tai testausrajapinnan määrittäminen. Tehtävät muodostavat oleellisen osan reitityksestä, ja niitä siirtämällä vaiheelta toiselle voidaan tuotantolinjan läpikulkevaa virtausta tasapainottaa. Kun vaihekohtaiset tehtävät on määritelty, voidaan ladattua BOM – rakennetta hyödyntäen määrittää tuotteelle seurattavat komponentit. Komponentit määritellään vertaamalla tuotteen BOM – rakennetta ylläpidettävään seurattavien komponenttien listaukseen. Näistä muodostuu tuotekohtainen listaus komponenteista. Nämä komponentit voidaan jakaa eri vaiheille luettavaksi järjestelmään. Vaihekohtaiset komponentit käyttäjä määrää tehtävien sisällön perusteella.

Reitityksen avulla järjestelmään voidaan mallintaa useita erilaisia tuotantolinjoja ja tuotteen suunniteltuja kulkureittejä. Järjestelmä ei ohjaa tai pakota reititykselle mitään määriteltyä muotoa, pituutta tai sisältöä. Tämä on täysin käyttäjän toiminnasta kiinni. Reitityksen sisältö muodostuu edellä esitetystä tietosisällöstä ja ne mahdollistavat suuren määrän erilaisia ratkaisuja lopulliseksi reititykseksi. Tiettyjä rajoituksia järjestelmä kuitenkin muodostaa reitityksen rakentamiseksi. Esitetyistä määritettävistä asioista reitityksen luomisessa vain osaan käyttäjä voi itse syöttää haluamansa tiedon. Sen tiedon hallitsemisesta, mitä käyttäjä ei pysty itse määrittämään sillä hetkellä, muodostuu yksi ylläpitomoduulin tehtävä. Moduulissa on omat näkymät määritettävien vaiheiden ja tehtävien nimien, työohjedokumenttien, mahdollisten avainkomponenttien, testausraporttien, tarrapohjamääritelmien ja testausrajapintojen hallintaan.

Esitetyt toiminnallisuudet muodostavat ylläpitomoduulissa tuotteen valmistuksen määrittämisen. Näiden toimintojen käytöstä on muodostettu prosessikuvaus kuvassa 21. Se selvittää valmistuksen määrittämisen etenemistä. Etenemisessä on tiedostettava, että järjestelmä ei määritä suoritusjärjestystä kaikille toiminnoille. Toimintojen pakottava suoritusjärjestys on esitetty kuvassa. Prosessikuvauksessa moduulin roolit on määritelty ylläpidon, tuotekohtaisen tiedon ja reitityksen hallitsemisen rooleiksi. Lisäksi on kuvattu rajapintojen sekä tietosisältöjen roolit. Rajapinnat ovat nimettyinä numerokirjain – yhdistelmien avulla viitaten arkkitehtuurikuvaukseen. Ne selvennetään rajapintoja käsiteltäessä tarkemmin. Tietosisällöt ovat esitettynä prosessikuvauksessa alhaalla. Näillä viitataan eri toiminnallisuuksien luomiin tietokantasisältöihin, joita muut toiminnallisuudet käyttävät hyväkseen.



Kuva 21. Tuotteen valmistuksen määrittämisen prosessikuvaus

Tässä luvussa esitettyjä toiminnallisuuksia voidaan luokitella MESA:n määrittämien toimintojen perusteella. Ylläpitomoduulin tärkeimmät toiminnallisuudet ovat dokumenttien hallinta ja operaatioiden tai tapahtumien aikataulutus. Dokumenttien hallintaan moduuli tarjoaa erilaisten tuotannolle oleellisten dokumenttien version hallinnan, niiden liittämisen tuotteen valmistukseen sekä sisällön tuottamisen dokumentteihin. Operaatioiden aikataulutukseen moduuli tarjoaa mahdollisuuden rakentaa vaiheistus ja niiden sisältämät tehtävät tietosisältöineen. Moduulin avulla luodaan myös pohja monelle muulle toiminnolle MESA:n listauksesta. Luodun reitityksen perusteella järjestelmässä voidaan myöhemmin seurata tuotteita ja niiden rakentumista, analysoida suorituskykyä, hallita työvoimaa ja tuotantoprosesseja, tehostaa laadun hallintaa sekä mahdollistaa datan kerääminen ja hankinta järjestelmällisesti.

4.5.2. Työjonomoduli

Työjonomoduulissa on toiminnallisuuksia tuotantotilausten avaamiseksi, hallitsemiseksi ja seuraamiseksi. Moduulin keskeisin näkymä on työjononäkymä. Siinä jokaisen toimipisteen jokaisella linjalla on omat rajattu näkymänsä. Näitä näkymiä rajoitetaan käyttäjäoikeuksien avulla. Näkymissä on esitettyä kaikki kyseisille linjoille jo avatut tilaukset niiden suorituksen tilasta riippumatta.

Tuotannon seuraamiseksi jokainen yksittäinen tuote näkyy erillisenä rivinä näkymässä. Riveillä kyseisestä tuotteesta on esitettyä sen työnnumero, tuotteen linjakohtainen tila, asiakas, tuotekoodi, sarjanumero, tuotantopäivä, toimituspäivä, tuotantovaiheet ja niiden tunnisteet. Työjonossa on mahdollista suodattimia käyttäen seurata tai etsiä tietoa tuotteista, tilauksista tai muista esitetyistä tietosisällöistä. Yksittäiselle tuotteelle oleellisin tieto seurannan kannalta on sen työvaiheet ja niiden tilat. Jokainen työvaihe on esitetty ympyräkuviona, jonka värikoodi kertoo, mikä kyseisen työvaiheen tila on. Tilan tunnisteet ovat harmaa, vihertävä, vaalean vihreä, tumman vihreä ja punainen. Harmaa tarkoittaa, että tuotetta ei ole vielä vastaanotettu kyseiselle linjalle. Vihertävä ilmaisee, että vaihe voidaan suorittaa. Vaalean vihreä kertoo, että vaihe on käynnissä. Tumman vihreä tarkoittaa, että vaihe on suoritettu. Punainen puolestaan ilmaisee, että kyseiseltä vaiheelta on luotu virheraportti, ja tuotteeseen on näin ollen kohdistunut jokin häiriö tuotannossa. Työvaiheiden tilaa indikoivien tunnisteiden avulla voidaan nähdä, missä vaiheessa tietyn tuotteen valmistus etenee. Mikäli suodattimien avulla tarkastellaan esimerkiksi yhden tuotantotilauksen tietoja, saadaan käsitys missä pisteessä koko tilauksen valmistus etenee.

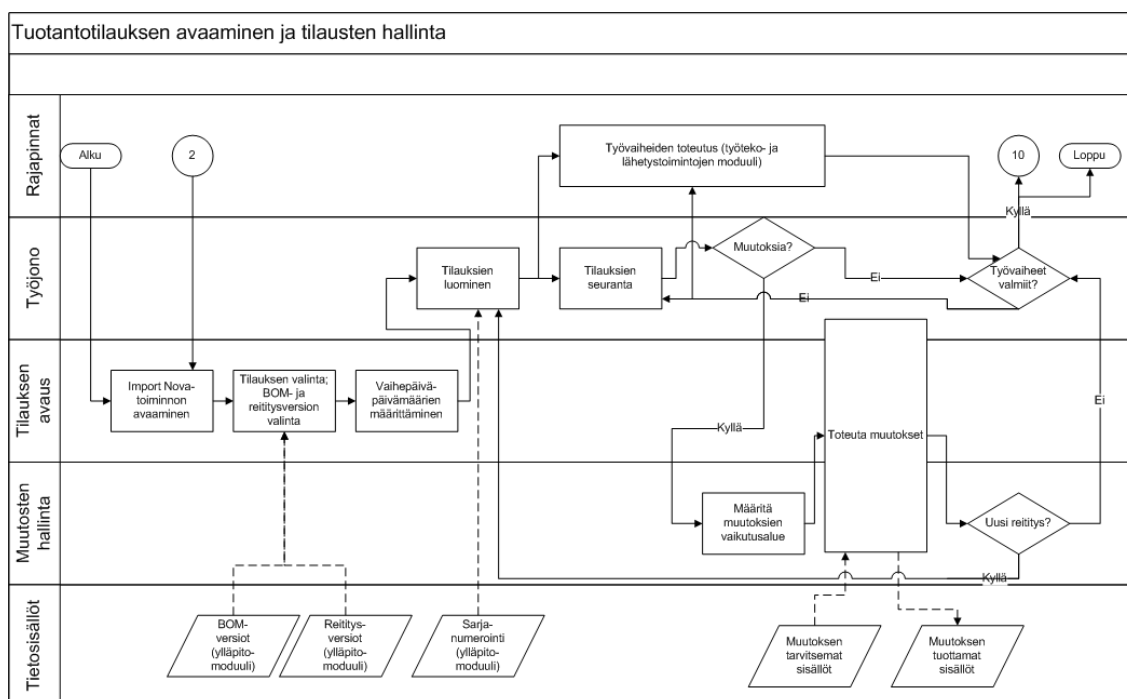
Tuotannon seurannassa voidaan työjononäkymän lisäksi käyttää raporttitoimintoa. Sen avulla järjestelmästä saadaan pdf -, xls -, html - ja rtf - tiedostomuodoissa tulostettua raportteja. Mahdollisia raportteja on kahta eri luokkaa, yhteenveto- ja dataraportteja. Yhteenvetoraportit esittävät datasta muodostettua informaatiota. Dataraportit palauttavat käyttäjälle tietokannasta määriteltyä dataa käsittelemättömänä. Yhteenvetoraportteina on mahdollista valita viikoittainen ja kuukausittainen tuotantoraportti, keskeneräisen tuotannon raportti (WIP, Work In Process) ja aikaraportti. Dataraportteja saadaan vaiheajoista, tuotantomääristä ja WIP - raportin tarkemmista tiedoista. Jokaiselle raportille on erikseen määritelty raportin sisältöä ohjaavat parametrit. Käyttäjän täytyy syöttää ne haluamansa tiedon perusteella.

Tuotantotilaukset avataan järjestelmään hyödyntäen Nova - järjestelmän rajapintaa. Tilauksien avaaminen on mahdollista ylläpitäjän oikeuksilla suorittaa myös manuaalisesti. Nova - järjestelmän rajapinta on ensisijainen tietolähde ja manuaalinen avaus suoritetaan ainoastaan poikkeustapauksissa. Novan rajapinnassa on määriteltyä tuotteen tilauksen tiedot, jotka kopioidaan kunkin avattavan rivin sisälle. Yhdessä tilauksessa on määriteltyä asiakastieto, kuvaus, tuotantopäivä, toimituspäivä, työnnumero, tuotekoodi ja kappalemäärä. Tilauksen avaamiseksi käyttäjän täytyy

määrittää sille NetMES:n ylläpitomoduulin tietosisällöstä BOM – versio, reititysversio sekä vapaatekstikenttään revisiotunniste. Käyttäjän on myös mahdollista muokata Novan tarjoaman tiedon päivämääriä. Kun tilaus avataan, pyytää järjestelmä käyttäjää vahvistamaan reitityksessä vaiheille asetetut kestot päivämäärinä. Tämä toiminto lisää kyseisien tuotteiden vaiheille päivämäärät, joiden avulla voidaan tarkastella vaihekohtaisten tuotantotavoitteiden toteutumista. Kun järjestelmä avaa tilaukset, tarkistaa se sarjanumeroformaatin ja -laskurin ylläpitomoduulista. Järjestelmä antaa uusille tuotteille juoksevat sarjanumerot tämän perusteella. Sarjanumerot ovat järjestelmässä uniikkeja, joten virhetilanteissa tulee ylläpitomoduulin sarjanumerolaskuri asettaa tilaan, jossa koko tilaus on mahdollista avata. Mikäli tilauksen avaaminen sujuu ongelmitta, luo järjestelmä uudet tuotteet kyseisen tuotantolinjan työjononäkymään. Edellä esitettiin reitityksen voivan kulkea usean tuotantolinjan kautta ja työjononäkymien olevan erilliset kullekin tuotantolinjalle. Näin ollen monen linjan läpäisevät tuotteet syntyvät jokaiseen työjononäkymään automaattisesti, joiden läpi ne tuotannon aikana kulkevat. Kullekin linjalle tulee näkyväksi vain heidän omalla tuotantolinjalla suoritettavat työvaiheet.

Tuotantotilausten hallitsemiseksi tilausten avaus on ensimmäinen vaihe. Tilausten etenemistä voidaan seurata työjononäkymästä tuotantolinjoittain, kun tilaukset on avattu. Mikäli tilaukseen tai tuotteeseen tulee muutoksia avaamisen jälkeen, ovat järjestelmän toiminnallisuudet rajattuja. Järjestelmässä pystytään muokkaamaan yksittäisen tuotteen tiedoista asiakastietoa, työnnumeroa, tuotanto- ja toimituspäivää, revisiotunnusta ja BOM – versiota. Vaihe- ja tehtäväkohtaisia aikaleimoja voidaan muokata kunkin työvaiheen sisältä ”offline completion” – toiminnon avulla. Avainkomponenttien sarjanumerotietoa voidaan myös muokata työjononäkymän kautta. Tätä on rajoitettu kyseisellä linjalla tai käyttäjäoikeuksien mukaisilla linjoilla kokoonpantavien komponenttien sarjanumeron muokkaamiseen. Muutoksia varsinaisiin komponentteihin ei voida tehdä, sillä ne ovat määritelty reitityksessä. Mikäli tuotteen reititykseen tulee muutoksia, on muutosten toteuttaminen hankalampaa. Työjonomoduulissa on toiminnallisuus, jonka avulla voidaan reititys muuttaa usealle saman tuotekoodin tuotteelle yhdellä kerralla. Tässä on kuitenkin rajoituksena, että tuotteen yksikään työvaihe ei saa olla aloitettu. Järjestelmä ei tunnista uuden ja vanhan reitin välillä yhtäläisyyksiä, joten jo aloitetut tuotteet on poistettava ja uudet tuotteet luotava manuaalisesti. Lisäksi tämä muutos vaatii ylläpitomoduulissa tuotteen valmistuksen määrittelyn uudelleen uuden reititysversion avulla. Mikäli tuotteeseen tulee muutoksia valmistuksen myöhäisessä vaiheessa, katoaa tässä muutosoperaatiossa järjestelmään jo tallennettu data. Manuaalinen kopioiminen voi olla usein työlästä. Mikäli tarvittavat muutokset ovat pieniä eikä niiden toteuttamiseksi katsota reitityksen muuttamisen olevan oleellista, voidaan muutettavien tuotteiden kommentti-toiminnallisuutta hyödyntää. Sen avulla tietyn sarjanumeron taakse voidaan vapaasti kirjoittaa kuvaukset muutoksista ja liittää siihen liittyviä dokumentteja pdf – muodossa.

Työjonomoduulista on kuvattu prosessikuvauksena tuotantotilauksen toteuttaminen kuvassa 22. Prosessikuvauksessa on käytetty samankaltaista roolien luokittelua, kuin ylläpitomoduulin valmistuksen määrittelyssä on esitetty. Tuotantotilauksen toteutus alkaa Novan rajapintaa hyödyntävän näkymän avulla. Tästä näkymästä valitaan avattava tilaus ja määritetään ylläpitomoduulin tietosisällöstä sille BOM – versio ja reititysversio. Tämän jälkeen varmistetaan vaihekohtaiset päivämäärät. Sitten tuotteet luodaan työjonoon. Tuotteiden luominen hakee sarjanumerot ylläpitomoduulin sarjanumerointitiedoista. Tämän jälkeen työjonossa alkaa tuotannon seurannan vaihe. Tämä on syklinen vaihe työntekonäkymien ja mahdollisten muutosten kanssa. Lisäksi on huomioitava, että nämä vaiheet eivät seuraa tilausta, vaan tilauksen sisältämiä yksittäisiä tuotteita. Muutoksien syntyessä tulisi niiden vaikutusalue NetMES – järjestelmässä määrittellä ja muutokset toteuttaa. Mikäli muutokset vaativat uuden reitityksen, alkaa työjonossa prosessi alusta. Mikäli uutta reititystä ei tarvita, jatkuu prosessi työjonossa ja työntekonäkymissä normaalisti. Mahdollisten muutoksien sisältö ei sisälly tähän analyysiin, joten niiden tarvitsemat ja tuottamat tietosisällöt sekä muutosten toteutus ovat määrittelemättömiä. Kun kaikki reitityksessä määritellyt työvaiheet on suoritettu, loppuu työjonomoduulin vastuu tilauksesta ja prosessi loppuu. Tämän jälkeen AST:n on mahdollista hakea rajapinnasta yksittäisiin tuotteisiin liittyvät tuotantotiedot.



Kuva 22. Tuotantotilauksen toteuttaminen työjonomoduulin näkökulmasta

Työjonomoduulin toiminnallisuuden analysointi MESA – organisaation määritelmien mukaisesti osoittaa, että tuotteiden seuranta ja rakentuminen ovat työjonomoduulin päätoiminto. Tätä toiminnallisuutta toteutetaan työjononäkymän ja raporttitoiminnallisuuden avulla. Työjononäkymässä avataan rakentumisen tiedot

jokaiselle tuotteelle. Sen jälkeen sieltä voidaan seurata tuotteen valmistamiseksi määritettyjen työvaiheiden suorittamisen tilaa. Raporttitoiminnallisuus mahdollistaa paitsi seurannan myös suorituskyvyn analysoinnin siihen määriteltyjen raporttipohjien rajoitusten mukaisesti.

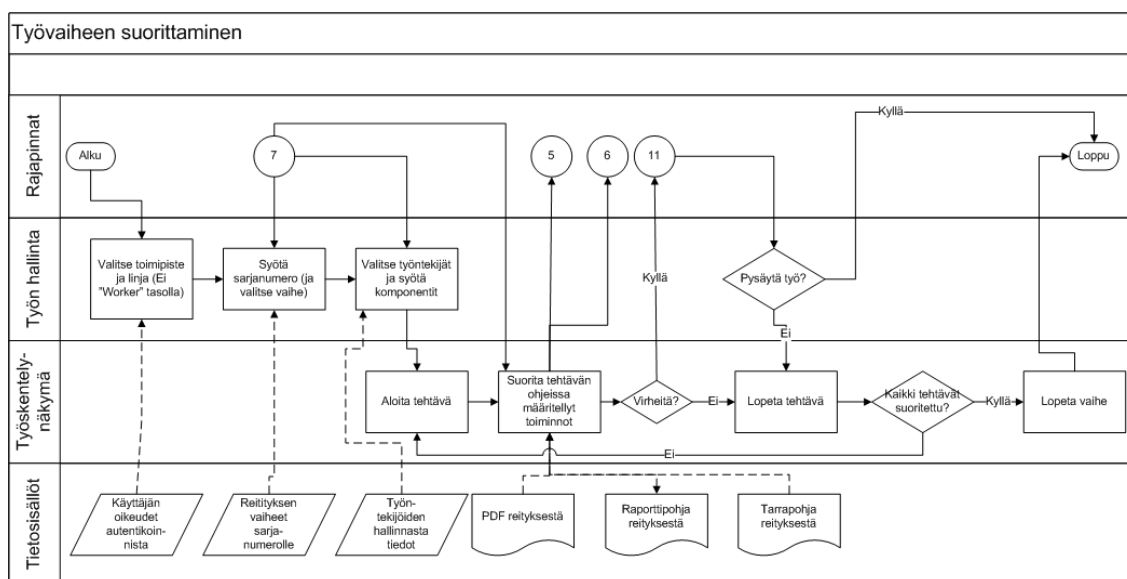
4.5.3. Työntekomoduuli

Työntekomoduuliin ensimmäinen näkymä jakaantuu neljään erilaiseen työntekonäkymään. Näistä ainoastaan yksi kuuluu tässä työssä varsinaiseen työntekomoduuliin. Tätä jakoa on perusteltu luvussa 4.4. Varsinainen työnteko voidaan tämän jaon perusteella luokitella joko tuotteen valmistukseen tai sen toimittamiseen pyrkivänä toimintona. Ensimmäisestä vastaa työntekomoduuli ja toisesta lähetystoimintojen moduuli.

Työntekomoduulissa työntekijät suorittavat ylläpitomoduulissa valmistukselle määritettyjä työvaiheita. Kyseisiä työvaiheita suoritetaan aina sarjanumerokohtaisesti, ja täten ne kohdistuvat työjononäkymän tuotteisiin. Työntekomoduulissa voidaan suorittaa kahta erityyppistä työvaihetta. Nämä ovat normaali ja nopea. Pakkaus- ja lähetystyyppiset vaiheet ohjautuvat moduulista automaattisesti lähetystoimintojen moduuliin. Vaihetyyppi nopea ei pidä sisällään lainkaan tietosisältöä vaiheen nimen lisäksi. Vaiheen suorittaminen kirjaa järjestelmään aloitus- ja lopetusajan sekä kuittauksen suorittaneen käyttäjätunnuksen. Normaalit työvaiheet puolestaan koostuvat huomattavasti laajemmasta tietosisällöstä. Näihin vaiheisiin on mahdollista määritellä kaikki reitityksen käsittelyssä esitellyt sisällöt. Näiden tietosisältöjen osalta järjestelmä mahdollistaa tiedon välittämisen työntekijälle ja keräämisen työntekijältä. Työntekonäkymässä yksi vaihe voidaan myös jakaa usealle eri työntekijälle reitityksessä esitettyjen roolien avulla. Tämä jakaa työntekonäkymän kahteen tai useampaan osaan. Tällöin työntekijät voivat suorittaa omia toimintojaan toisesta roolista välittämättä yhden vaiheen sisällä.

Työntekonäkymässä työskentely on luonteeltaan syklistä toimintaa. Se alkaa, kun käyttäjä syöttää tuotteen sarjanumeron. Tämän jälkeen hän kirjaa vaaditut komponentit ja työntekijät, aloittaa ja lopettaa tehtävät sekä seuraa tehtävien työohjeita. Lisäksi hän täyttää mahdolliset testiraportit tai tulostaa vaaditut tarrat. Työvaiheella käyttäjän on myös mahdollista lukea yleisiä tuoteperhekohtaisia ohjeita sekä lisätä kommentteja sarjanumeron taakse. Tämän jälkeen hän poistuu työvaiheelta ja näin kuittaa vaiheen tehdyksi. Tämän jälkeen hän aloittaa työskentelyn seuraavan tuotteen kanssa ja suorittaa samat toiminnot. Tietyissä olosuhteissa samalla työntekijällä voi olla useita tuotteita samalla työvaiheella työstettävänä. Tällöin hän voi käyttää järjestelmän tarjoamaa toiminnallisuutta, jossa hän voi avata usean saman työvaiheen työstettäväksi rinnakkain. Tällöin hän suorittaa samoja toimenpiteitä kuin edellä on esitetty, mutta hän voi tehdä niitä usealle sarjanumerolle samanaikaisesti. Toiminnallisuus helpottaa navigointia eri sarjanumeroiden välillä.

Työntekomoduulissa työntekijöiden toimintaa on rajoitettu huomattavasti. Järjestelmässä työntekijöillä on ”Worker” – tason tunnus. Se on aina sidottu yhteen tuotantolinjaan. Lisäksi reitityksessä voidaan lukita tietty käyttäjätunnus ohjautumaan tietylle tuotantovaiheelle tai -vaiheille. Tällöin syötettäessä tuotteen sarjanumeron ohjaa järjestelmä käyttäjän automaattisesti määritetylle vaiheelle. Työntekijätason tunnuksella ei kuitenkaan päästä sisälle vaiheille, jotka on jo suoritettu tai joiden tila on pysäytetty. Mikäli lukitusta ei ole reitityksessä tehty, ohjaa järjestelmä käyttäjän seuraavalle vapaalle työvaiheelle reitityksessä. Käyttäjällä ollessa ”Manager” – tai ”Linemanager” – tason käyttäjätunnus, voi hän itse valita mitä työvaihetta haluaa suorittaa. Näille tasoille voi määrittellä oikeuden usealle tuotantolinjalle. Tällöin heidän on mahdollista suorittaa työvaiheita usealta linjalta.



Kuva 23. Työvaiheen suorittamisen prosessikuvaus

Työntekonäkymässä prosessi on kohtalaisen suoraviivainen. Kuvassa 23 on esitetty toiminnot, jotka yhden vaiheen suorittamiseksi vaaditaan. Prosessin alkupiste on yhteydessä edellisessä luvussa esitettyyn kuvaukseen. Kun työtilaus on avattu työjononäkymään, voidaan tämä prosessi aloittaa jokaisen tuotteen ja vaiheen osalta. Kohteena oleva vaihe määräytyy jo esitettyjen sääntöjen mukaisesti. Tämän lisäksi tässä prosessin vaiheessa tulisi hyödyntää viivakoodinlukijan rajapintaa tiedonsyötössä. Kun vaiheelle on kirjauduttu, valitaan työntekijät ja syötetään mahdolliset komponentit. Tämän jälkeen siirrytään varsinaiseen työskentely-näkymään. Siellä edetään tehtävä kerrallaan suorittaen kullekin tehtävällä määritetyt vaatimukset. Ohjeiden määritelmien mukaisesti käytetään työskentely-näkymän tarjoamia toiminnallisuuksia. Mikäli tehtävän suorittamisessa havaittiin virheitä, tehdään siitä virheraportti Andon – järjestelmän rajapintaa hyödyntäen. Tämä antaa käyttäjälle option, joko pysäyttää työ ja poistua vaiheelta, tai jatkaa työskentelyä normaalisti. Mikäli virheitä ei tule, lopetetaan tehtävä ja siirrytään mahdolliseen seuraavaan tehtävään. Tehtävän suorittamisen aikana on myös mahdollista asettaa tehtävän suoritus tauolle. Kun kaikki tehtävät on suoritettu

lopetetaan vaihe. Näin loppuu myös yhden vaiheen suorittamisen prosessi ja voidaan käynnistää seuraava vaihe.

Tämä moduuli antaa MES – järjestelmälle MESA – organisaation määrittämisestä pääasiallisesti toiminnallisuuden datan keräämiseen ja hankintaan. Tämä toiminto ilmenee moduulin työskentelyn etenemisen kuvauksessa useassa vaiheessa. Moduulin toiminnot tukevat myös laadun-, työvoiman- ja dokumenttien hallintaa sekä se ohjaa tuotantoyksiköitä. Laadunhallintaa tuetaan tarjoamalla Andon – järjestelmän rajapinnalle tarkempaa informaatiota työn alla olevasta tuotteesta. Työvoiman hallintaa tuetaan työntekijöiden nimien ja käyttäjätunnuksien käsittelyllä ja tallentamisella. Dokumenttien hallintaa moduuli tukee mahdollistamalla tuotekohtaisien dokumenttien esittämisen, tallentamisen ja tulostamisen. Tuotantoyksiköiden ohjaamista järjestelmä tukee ensinnä ohjaamalla sarjanumeron perusteella työntekijän oikeaan työvaiheeseen ja toisaalta sen päivittäessä työjonomoduulin työvaiheen tilan indikaattoreita.

4.5.4. Lähetystoimintojen moduuli

Lähetystoimintojen moduuli koostuu useasta eri toimintoja suorittavasta näkymästä. Tässä moduulissa on yksi tilauksia muodostava näkymä ja kolme erillistä työskentelynäkymää. Näistä muodostuu kokonaisuus, joiden avulla järjestelmässä kerätään ja välitetään tietoa lähetystoimintoihin liittyen.

Moduulin toiminnassa keräilyläheteiden muodostaminen on avainasemassa. Keräilyläheteet tehdään lähetysjonon näkymässä. Tässä näkymässä käyttäjän on mahdollista luoda Nova – järjestelmän myyntilaukset tiedoista NetMES – järjestelmän sisäisiä läheteitä. Näissä läheteissä yhdistyvät molempien järjestelmien tiedot. Näkymässä käyttäjän tulee valita myynnin suorittava yritys sekä lähetysten suorittava toimipiste. Ensimmäinen valinta suodattaa Novan rajapinnasta siihen kuuluvat tilaukset. Toinen valinta määrittää toimipisteen, jolle NetMES:ssä keräilylähete kohdistetaan. Mikäli käyttäjä haluaa, voi hän rajata näkymää varastopaikalla, joka on Novan tietosisältöä. Järjestelmä yhdistää tässä näkymässä käyttäjälle suodatettavassa tiedossa Novan ja NetMES:n tietoja. Tiedot koostuvat riveistä, jotka ovat tunnistettavissa myyntilaukset- ja positionumeroista. Jokaisella rivillä on näiden lisäksi Novan tiedoista tuotekoodi, asiakas, kuvaus, toimituspäivämäärä, tilattujen tuotteiden ja jo toimitettujen tuotteiden kappalemäärä. Näihin tietoihin yhdistyy jokaisella rivillä NetMES:n tiedoista kappalemäärät jo keräilyläheteissä olevista tuotteista, pakatuista tuotteista sekä lähetetyistä tuotteista.

Keräilyläheteen synnyttämiseksi käyttäjän on generoitava läheteelle numero, määritettävä päivämäärä, tyyppi ja toimitustapa. Toimitustavaksi valittavat vaihtoehdot järjestelmä hakee Novan rajapinnasta myyvän yrityksen tietojen avulla. Tämän jälkeen käyttäjä voi rivikohtaisesti määrittää kuinka monta tuotetta kyseisestä tilauksesta lähetetään tämän keräilyläheteen avulla. Kun nämä määrittäykset ovat tehty, voi

lähetteen tallentaa. Tämä nostattaa käyttäjälle ikkunan, jossa ostoskärryn tapaan näkyvät kaikki läheteeseen liittyvät tiedot. Tässä ikkunassa järjestelmä lisää lähetteen tietoihin käyttäjätiedoista käyttäjätunnuksen, puhelinnumeron sekä sähköpostiosoitteen. Lisäksi käyttäjä voi yhdistää läheteeseen liitetiedostoja sekä antaa vapaasanaisen kommentin lähetteen vastaanottajalle. Kun nämä tiedot on syötetty, voi lähetteen hyväksyä. Tämän jälkeen voidaan aktivoida sähköposti-ilmoitukset läheteestä. Ilmoitukset välittyvät smtp – palvelimelle, josta ne lähtevät sähköpostina määritetyille vastaanottajille. Tallennuksen jälkeen lähete tulee näkyviin osoitetulle toimipisteelle moduulin työskentelynäkymissä.

Lähetteen määrittelyissä sen tyyppi on myöhempää etenemistä ohjaava kriittinen tieto. Valittavina tyyppinä ovat pakkaus ("Packing") tai lähetys ("Dispatching"). Ensimmäinen vaihtoehto ilmaisee, että kaikki lähetteen tiedot tulee pakata kyseisellä toimipisteellä yksikköpakkauksen näkymässä. Vasta tämän jälkeen ne vasta voidaan käsitellä lähetyksinä. Poikkeuksena tälle säännölle kuitenkin jo tuotantopakkauksen näkymässä pakattuja laatikoita voidaan määrittää kuuluvaksi tiettyyn läheteeseen myös yksikköpakkauksessa. Mikäli läheteelle valitaan tyyppi lähetys, tulee keräilylähetteen suorittamiseksi ainoastaan yhdistää jo tuotantopakkauksessa pakattuja tuotteita lähetysyksikön tunnistamiseen lähetyksinä. Esitettyjä tyyppisiä voidaan luonnehtia tarkemmin, mikäli ne käsitetään NetMES:n ja Novan ylläpitämien tuotteiden lähetystoimintojen erotteluna. Mikäli lähetteen tyyppi on pakkaus, ei tuotteita pakata osana reititystä. Mikäli tyyppi on lähetys, oletetaan kaikkien lähetyksessä mukana olevien tuotteiden olevan NetMES:n reitityksen piiriin kuuluvia tuotteita. Mikäli näitä kahta tuoteluokkaa sekoitetaan samaan lähetykseen, on tyyppinä oltava jälleen pakkaus. NetMES:n reititystä käsiteltäessä esitettiin vaihtoehtoja vaiheen tyyppiä. Mikäli reititykseen on lisätty vaihtoehtoja "pakkaus" ja "lähetys" ovat työvaiheet, syntyy näiden vaiheiden kuittaus lähetystoimintojen moduulin kautta. Vaiheet toimivat reitityksessä samalla periaatteella kuin vaihtoehtoja "nopea", mutta ne saavat laajemman tietosisällön lähetystoimintojen moduulin sisällä.

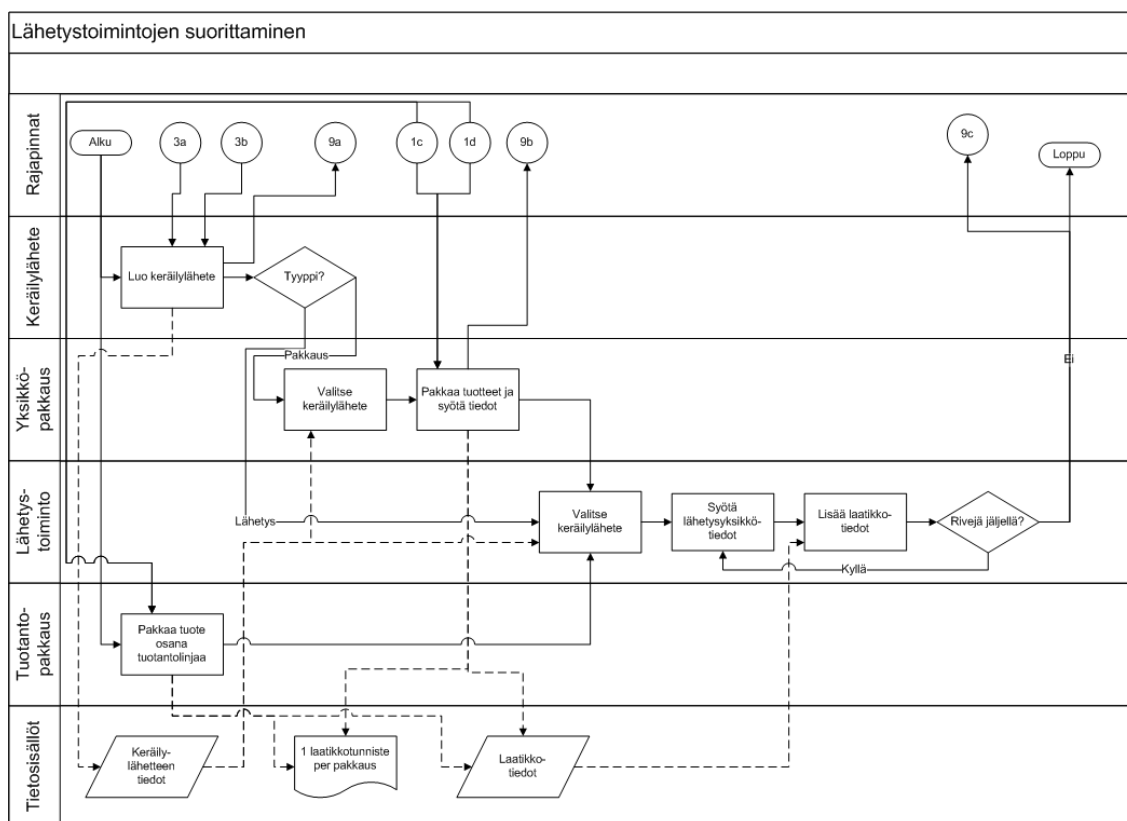
Tuotantopakkauksen näkymän toiminnallisuudet ovat yksinkertaiset. Näkymässä valitaan aluksi toimipiste, mikäli käyttöoikeudet sen sallivat. Tämän jälkeen generoidaan pakkaukselle tunnus ja valitaan pakkauksen tyyppi esitetyistä laatikkovaihtoehdoista. Mikäli pakkauksen koko on räätälöity, voidaan laatikon tiedot syöttää myös manuaalisesti. Tämän jälkeen laatikon tietoihin luetaan pakattavien tuotteiden sarjanumerot. Tämä toiminto tarkastaa, että sarjanumeroille löytyy vastaavat tuotteet työjonosta. Lisäksi tarkastetaan, ettei kyseisiä tuotteita ole jo syötetty muihin laatikoihin kuuluviksi. Tämän jälkeen on mahdollista käyttää painonlaskentatoimintoa. Tämä toiminnallisuus vaatii, että laatikko on jokin esitetyistä laatikoista. Toiminnallisuus hakee Novan tuotetiedon hallinnan rajapinnasta tuotekohtaiset painot ja yhdistää nämä esitetyn laatikon tietoihin. Toiminto laskee laatikolle netto- ja kokonaispainon. Tämän jälkeen laatikko voidaan tallentaa tulostustoimintoa käyttäen.

Tulostustoiminto antaa käyttäjälle valmiiksi täytetyn pdf – tulosteen, joka kiinnitetään tulostettuna laatikon ulkopuolelle. Tulosteeseen tulee tiedot laatikosta sekä sen sisällöstä. Tämän jälkeen laatikko on valmis. Aikaisemmin tehtyjen laatikkojen tarkastelua varten tuotantopakkauksesta löytyy historianäkymä. Pakkausnäkyvässä on myös toiminnallisuus jo viimeistelyjen laatikoiden avaamista ja niiden sisällön muokkaamista varten.

Yksikköpakkauksen näkyvässä toiminnallisuudet ovat pitkälle samat tuotantopakkauksen kanssa. Poikkeuksena tämän näkyvän käytössä on se, että pakattavien tuotteiden tiedot ovat keräilyläheteessä ilmoitettuja. Käyttäjä joutuu siis avaamaan aluksi keräilyläheteen tarkasteltavaksi ja valitsemaan siitä rivit, jotka haluaa pakata. Keräilyläheteen avaaminen tuo käyttäjälle näkyviin myös keräilyläheteeseen täytetyt perustiedot. Tuotantopakkauksessa tuotteet pakattiin yksi kerrallaan laatikkoon sarjanumeron perusteella. Tämän toiminnon lisäksi yksikköpakkauksessa on mahdollista pakata tietty kappalemäärä tietyn rivin tiedoissa olevaa tuotetta. Tällöin sarjanumeroita ei voi tuotteille syöttää. Näkyvästä löytyvät samat laatikkokohtaiset, historiaan liittyvät ja laatikon aukaisemiseen liittyvät toiminnallisuudet kuin tuotantopakkauksessa. Lisäksi näkyvässä on toiminnallisuus yhdistää jo tuotannossa pakattuja laatikoita vastaamaan keräilyläheteen rivitietoja. Tämän avulla voidaan muodostaa edellä esitettyjä sekoitettuja lähetyksiä, joissa on sekä Novan että NetMES:n ylläpitämiä tuotteita. Kun kaikki läheteen määrittämät rivit on täytetty, siirtyy keräilyläheteen näkyvyys lähetystoiminnon näkyväseen. Lisäksi sähköposti-ilmoitus pakkauksen suorittamisesta lähetetään keräilyläheteen yhteyteen annettuihin osoitteisiin.

Laatikoiden pakkauksen jälkeen siirtyvät toiminnot lähetysnäkyvän alueelle. Kyseisessä näkyvässä toiminnan määrittävä tekijä on aina keräilylähete. Keräilyläheteen valinnan jälkeen näkyväseen päivittyvät läheteen tiedot ja mahdollisuus tarkastella liitetietoja. Tässä näkyvässä keräilyläheteen rivit yhdistetään lähetysyksikön tietoihin. Lähetysyksikön tietoihin on mahdollista antaa kaksi erillistä tunnistetietoa. Toinen on nimetty yksikkötunnisteeksi ja toinen sinettinumeroksi. Mikäli lähetyksellä on vain yksi tunnistenumero, löytyy näkyvästä optio tilannetta varten. Kun tunnistee on syötetty, voidaan lähetykseen liittää laatikkotietoja. Nämä voidaan syöttää joko manuaalisesti tai etsimällä tietokannasta keräilyläheteen tietoja vastaavia laatikoita. Molemmilla tavoilla suoritettuna järjestelmä hakee laatikon sisältävien tuotteiden tiedot ja päivittää ne keräilyläheteeseen. Laatikoiden lisäyksessä on syytä tiedostaa, että pakkaustyyppiseen läheteeseen on jo liitetty laatikkotietoja, jotka tulisi tässä vaiheessa kohdistaa lähetysyksiköittäin. Lähetystyyppisessä läheteessä ei ole tässä vaiheessa vielä sisältöä, vaan laatikot voidaan kohdistaa mielivaltaisesti läheteelle. Kun kaikki keräilyläheteen rivit on täytetty ja kohdistettu lähetysyksiköihin, ohjaa järjestelmä käyttäjän automaattisesti pois näkyvästä. Myös tässä vaiheessa järjestelmä lähettää sähköposti-ilmoituksen lähetyksen suorittamisesta.

Edellä esitellyistä toiminnallisuuksista on muodostettu prosessikuvaus kuvassa 24. Se selventää moduulin sisäisen työskentelyn kulkua. Lisäksi prosessikuvaksessa on määritelty käytettävät rajapinnat sekä erilliset tärkeät tietosisällöt. Tietosisältöjen tärkeyttä voidaan luonnehtia sillä, että niitä päästään tarkastelemaan prosessin ulkopuolelta muiden näkymien avulla. Prosessikuvauksesta on huomioitavaa alkupisteen jälkeen kaksi erillistä reittiä. Kun lähetystoimintojen moduulissa työskentely alkaa, tapahtuu tuotantopakkaus Novan tuotantotilauksen sille määritetyn valmistuksen perusteella. Tämä toiminto ei ole tietoinen keräilyläheteistä. Keräilylähete puolestaan tehdään aina. Sen sisältö määritetään Novan rajapinnasta myyntitilausten perusteella. Kaksi mahdollista prosessin reittiä yhdistyvät lähetystoimintojen näkymässä. Prosessikuvauksesta voidaan havaita, että riippumatta kumpaa pakkausnäkömää käytetään, synnyttävät kummatkin identtiset laatikkotiedot ja tulosteet. Näitä tietoja voidaan myöhemmin yhdistää lähetyksiin. Lisäksi näitä tietoja voidaan tarkastella kummankin pakkausnäkömän kautta historiatietojen näkymässä.



Kuva 24. Lähetystoimintojen moduulin yleinen eteneminen eri näkymissä

Lähetystoimintojen moduuli lisää järjestelmään kokonaan uuden toiminnallisuuksien alueen. Näiden toimintojen luokittelu MESA:n määritysten mukaisesti on hankalaa. Niiden voidaan kuvata olevan datan keräämisen ja hankkimisen toiminnallisuuksia, mutta ne eivät kuitenkaan suoranaisesti asetu teoriassa esitettyihin kuvauksiin. Tämä johtunee siitä, että logistiikan informaation hallitseminen on kuvattu ISA-95 –

standardissa kuuluvaksi tason neljä sisälle. Nämä toiminnallisuudet eivät siis ole varsinaiseen MES – konseptiin kuuluvia.

4.5.5. Muut moduulit

Edellisissä luvuissa käsiteltiin syötteiden näkökulmasta tärkeimpien moduulien toiminnallisuuksia. Näiden jo esiteltyjen moduulien lisäksi järjestelmästä on tunnistettu arkkitehtuurikuvauksessa kolme järjestelmän sisäistä moduulia sekä muutamia irrallisia näkymiä. Sisäiset moduulit ovat raportointi-, työntekijätiedon- ja autentikoinnin hallintaan liittyvät moduulit. Irralliset näkymät ovat Andon – järjestelmän rajapintanäkymä sekä koti- ja versionäkymät.

Raportointimoduulin sisältö koostuu yhdestä raporttinäkymästä. Sen avulla työjononäkymistä voidaan muodostaa tuotantolinjojen rajat ylittäviä tietosisältöjä. Lisäksi näkymässä on mahdollista etsiä komponenttien sarjanumeroiden perusteella tuotetta, johon ne ovat kokoonpantu. Raporttinäkymä on pintapuolisesti samankaltainen työjononäkymien kanssa. Siinä tuotteiden perustiedot ovat esitettynä riveittäin, ja jokaisella rivillä on tuotteen perustiedot. Yksityiskohtaisempi tarkastelu kuitenkin osoittaa, että näkymässä on kaksi erillistä tietosisältöä. Oletusnäkymässä on yhdellä rivillä esitettynä jokaisen tuotantolinjan jokainen rivi. Tällöin yksi sarjanumero on esitettynä niin monella rivillä, kuin se tuotannon aikana reitityksen perusteella tuotantolinjoja läpäisee. Nämä rivit pitävät sisällään perustietojen lisäksi linjakohtaisen arvonlisäys-, vaihe- ja läpimenoajan. Tästä näkymästä voidaan suodattimien avulla suorittaa kaikkien työjonojen sisällöstä hakuja. Toinen tietosisältö tulee esille yhdistämistoimintoa käyttäen. Tämä muokkaa näkymän siten, että jokainen tuote on esitettynä yhdellä rivillä. Tällöin näkymässä yhdistyvät eri linjoilla suoritettavat työvaiheet, joten niitä voidaan tarkastella koko reitityksen laajuudelta. Tämä muokkaa myös esitettyjä aikoja koskemaan koko tuotteen reittiä, eikä siis enää tuotantolinjakohtaisia aikoja. Tämän toiminnon tietosisältöön on myös mahdollista tehdä hakuja suodattimien avulla. Raporttinäkymästä päästään myös tarkastelemaan vaihekohtaisesti arvonlisäys- ja vaiheaikoja. Lisäksi jokaisesta tuotteesta päästään näkemään, mitkä avainkomponentit siihen on syötetty kuuluviksi. Raporttinäkymän toiminnallisuuksien avulla mitään tuotteiden tietoa ei pysty muokkaamaan, vaan niitä voidaan ainoastaan tarkastella.

Työntekijätiedon hallitsemisen moduulissa voidaan hallita järjestelmän sisäisiä työntekijätunnuksia. Nämä tunnukset eivät ole yhteydessä autentikointiin tarvittaviin tunnuksiin. Työntekijätunnuksien hallitsemisen näkymässä voidaan luoda uusia sekä muokata ja poistaa olemassa olevia tunnuksia. Yksi tunnus koostuu käyttäjän etu- ja sukunimestä, lyhenteestä, käytön aloitus- ja lopetuspäivämääristä sekä tunnuksen näkyvyydestä eri tuotantolinjojen työntekonäkymissä. Näitä tunnuksia järjestelmä käyttää työntekomoduulin työskentelynäkymässä hyväkseen. Niiden avulla

työntekonäkymä esitäyttää raporttipohjia sekä Andon – raportteja. Vaiheiden ja tehtävien aikaleimoihin järjestelmä käyttää sisäänkirjautumiseen tarvittavia tunnuksia.

Autentikoinnin moduulin tehtävänä on ensisijaisesti tunnistaa käyttäjä ja kirjata käyttäjä järjestelmästä ulos. Järjestelmä tunnistaa käyttäjän LDAP – palvelimen tietoja hyödyntäen. Palvelimelta autentikoinnin yhteydessä varmistetaan käyttäjätunnuksen ja salasanan oikeellisuus sekä ladataan käyttäjän oikeuksia määrittelevät ryhmät. Näitä tietoja järjestelmä käyttää istunnon aikana määrittämään, mihin näkymiin käyttäjällä on oikeus päästä. Näiden lisäksi LDAP – järjestelmästä moduuli hakee käyttäjätunnuksen perusteella tiettyjä perustietoja, kuten etu- ja sukunimen, puhelinnumeron sekä sähköpostiosoitteen. Näitä järjestelmä hyödyntää keräilylähetteen luomisessa sekä Andon raporttien täyttämässä. Käyttäjän kirjautuessa ulos moduuli tarkastaa onko käyttäjällä työvaiheita käynnissä, ja lopettaa niiden suorittamisen. Tämän jälkeen uloskirjautuminen ohjaa käyttäjän pois järjestelmästä.

Järjestelmässä on esitettyjen moduulien lisäksi kolme irrallista näkymää. Näistä oleellisin on Andon – järjestelmän rajapinnan ikkuna. Kyseiseen ikkunaan pääsee järjestelmän ylävalikosta. Ylävalikon valinta nostattaa käyttäjälle ikkunan, johon voi täyttää raportin. Ikkunaan täytettävät tiedot vastaavat Andon – järjestelmässä tehtävän raportin sisältöä. NetMES – järjestelmän toimii kahdella tavalla tämän ikkunan käytössä. Järjestelmä tunnistaa aktivoitako ikkuna työntekomoduulin työskentelynäkyvässä vai missä tahansa muussa näkyvässä. Ensimmäisessä vaihtoehdossa aktivoituna järjestelmä esitäyttää raportin toimipisteen, tuotantolinjan, tuotekoodin, sarjanumeron ja työvaiheella työskentelevien henkilöiden etu- ja sukunimillä. Tämä toiminto vaatii, että käyttäjä on syöttänyt tuotteen sarjanumeron ja aloittanut siihen liittyvän työvaiheen. Mikäli käyttäjä lähettää raportin, saa hän mahdollisuuden pysäyttää työskentelyn työvaiheella. Tämä toiminto siirtää käyttäjän pois vaiheelta, asettaa vaiheen pysäytetty tilaan sekä pysäyttää vaiheiden ja tehtävien ajanlaskennan. Työntekijä ei voi kirjautua kyseiselle vaiheelle tämän jälkeen ennen kuin korkeamman käyttäjäoikeuden omaava henkilö on hyväksynyt virheen korjatuksi. Lisäksi tämän pitää palauttaa vaiheen tilatunniste pysäytystä edeltävään tilaan. Kun Andon – ikkuna aktivoituu missä tahansa muussa näkyvässä, esitäyttää järjestelmä raportin tietoihin käyttäjätunnuksen perusteella ainoastaan etu- ja sukunimen. Raportin lähettäminen ei tämän jälkeen vaikuta mitenkään NetMES:n sisällä. Järjestelmän ulkopuolella Andon – järjestelmä reagoi NetMES:stä tehtyihin raportteihin samalla tavalla, kuin itse järjestelmän sisältä tehtyihin raportteihin. Tämä tarkoittaa, että ilman lisätoimenpiteitä järjestelmä lähettää NetMES:n tietoihin perustuen sekä tekstiviesti että sähköposti ilmoituksen määritetyille henkilöille. Lisäksi järjestelmä tekee muut sisäiset toimenpiteet, jotka eivät liity tämän työn sisältöön.

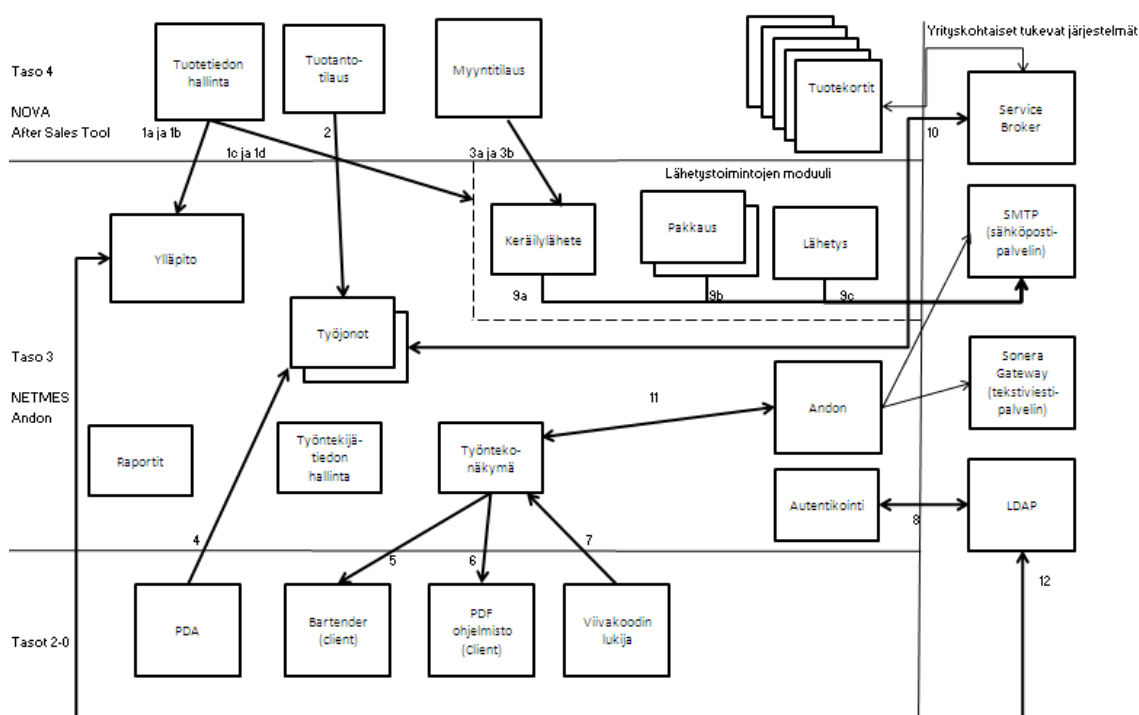
Järjestelmän kaksi viimeistä käsittelemätöntä näkymää ovat koti- ja versioinformaationäkymä. Kumpaankin näkymään on pääsy ylävalikkoa käyttäen. Kotinäkyvä pitää sisällään yhden toiminnallisuuden. Se sisältää vapaan tekstikentän,

johon ylläpitäjäoikeuksien avulla voidaan kirjoittaa ennalta määrittelemätön viesti. Viestin sisältö näkyy kaikille järjestelmän käyttäjille kotinäkyssä. Versioinformaatiokenttä nostaa käyttäjälle ikkunan, jossa ilmoitetaan järjestelmän sen hetkinen versionumero.

Tässä luvussa käsitellyt moduulit ja näkymät vahvistavat järjestelmän toiminnallisuuksia kolmella eri alueella. Raporttinäkymä antaa käyttäjälle mahdollisuuden suorittaa suorituskvyn analysointia. Työntekijätiedon hallinnan ja autentikoinnin moduulit tuovat järjestelmälle työvoiman hallintaan uusia toiminnallisuuksia. Nämä moduulit eivät itsessään tallenna tai kerää operatiivista informaatiota, mutta tarjoavat tietosisältöä, joita muissa järjestelmän osissa voidaan käyttää kyseisen toiminnallisuuden alueelle. Andon – järjestelmän rajapinta tukee puolestaan laadun hallinnan toiminnallisuutta. Tämä näkymä itse asiassa toteuttaa datan keräämistä, mutta kyseiselle datalla pyritään ulkoisessa järjestelmässä yksinomaan hallitsemaan laatua laaja-alaisesti.

4.6. Rajapinnat

Järjestelmäarkkitehtuuria määriteltäessä saatiin tulokseksi useita yhteyksiä eri järjestelmien kanssa. Näiden yhteyksien käyttöä on selvitetty sekä niitä on pilkottu erillisiin rajapintoihin luvussa 4.5. Näiden rajapintojen tarkemmat kuvaukset on esitetty tässä luvussa. Rajapintojen kuvauksissa käytetty numerointi ja yhteys järjestelmän arkkitehtuuriin on nähtävissä kuvasta 25.



Kuva 25. NetMES – järjestelmän yhteydet muihin järjestelmiin

1a. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän ylläpitomoduulin ja Nova – järjestelmän tuotetiedon hallinnan välille. Tämä rajapinta mahdollistaa yksisuuntaisen liikenteen tietokantanäkymän avulla. NetMES hakee tämän näkymän avulla tiedon mahdollisista avattavista tuotekoodista ja niihin liittyvistä kuvauksista. NetMES käyttää tätä rajapintaa uusia valmistettavia tuotteita lisättäessä sekä uusia seurattavia avainkomponentteja määriteltäessä.

1b. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän ylläpitomoduulin ja Nova – järjestelmän tietokannan välille. NetMES käyttää tätä rajapintaa hakiessaan sen valmistamille tuotteille tuoterakennetta Nova – järjestelmästä. Yhteys on muodostettu tietokantatasolla, mutta sitä ei ole toteutettu tietokantanäkymien avulla, kuten muita Nova – yhteyksiä. Tätä rajapintaa käytetään NetMES – tietokannan proseduurin avulla, joka kutsuu Novan tietokannan proseduuria. Novan proseduri palauttaa NetMES:lle aina pyydetyn tuotekoodin sen hetkisen BOM – rakenteen. NetMES:n proseduri tämän jälkeen suorittaa vaadittavat tarkastukset rakenteelle todetakseen, että sillä ei ole kyseistä versiota jo ladattuna viimeisimpänä versiona. Mikäli rakenne on uusi, luo NetMES käyttöliittymään uuden version käytettäväksi tuotetta valmistettaessa. Käyttöliittymässä uuden BOM – version lataaminen vaatii aina vapaasanaisen kommentin, jolla yhdistetään uusi versio liiketoiminnassa järjestelmän ulkopuolisiin tapahtumiin.

1c. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän lähetystoimintojen moduulin ja Nova – järjestelmän tuotetiedon hallinnan välille. Yhteys on muodostettu tietokantanäkymän avulla. Tätä rajapintaa käytetään laskettaessa pakattujen laatikoiden painoa. Yhteyden avulla haetaan Novasta tietyn tuotekoodin tiedoista yhden tuotteen paino kilogrammoina. Kyseinen tieto haetaan jokaiselle yhdessä laatikossa olevalle tuotekoodille, jonka jälkeen laatikon kokonaispaino lasketaan käyttäjälle.

1d. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän lähetystoimintojen moduulin ja Nova – järjestelmän tuotetiedon hallinnan välille. Yhteys on muodostettu tietokantanäkymän avulla. Rajapinnasta lähetystoimintojen moduuli hakee myyntinimikkeet laatikkotunnisteiden pdf – tulosteisiin tuotekoodin perusteella.

2. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän työjonomodulin ja Nova – järjestelmän tuotantomoduulin välille. Yhteys on muodostettu tietokantanäkymän avulla. Tätä rajapintaa käytetään haettaessa tietyn tuotantolinjan tuotantotilauksien tietoja. Rajapinta tarjoaa aina kaikki mahdolliset tilaukset koko Nova – järjestelmästä. Näitä tietoja suodatetaan käyttäjän sijainnin mukaisesti NetMES:n puolella. Rajapinnan avulla NetMES – järjestelmässä voidaan avata oikeat tuotantotilaukset tuotantolinjan, tuotekoodin, asiakastiedon ja kappalemäärän perusteella.

3a ja b. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän lähetystoimintojen moduulin ja Nova – järjestelmän myyntitilausten välille. Yhteys on muodostettu

tietokantanäkymän avulla. Rajapinnan 3a avulla NetMES hakee tiedot lähetyksen myyvän yrityksen myyntilauksista. Kyseisiä tietoja käytetään keräilylähetteiden luomisessa. Keräilylähetteisiin voidaan lisätä kyseisestä myyntitilaukskannasta määrittelemätön määrä tuotteita. Rajapinnasta 3b NetMES hakee keräilyläheteelle määritettävät mahdolliset toimitusmuodot, joista käyttäjä voi valita läheteessä käytettävän muodon.

4. Tämä rajapinta mahdollistaa PDA – laitteessa toimivan kannettavan NetMES – version ja varsinaisen NetMES – järjestelmän välisen yhteyden. PDA – laitteen versio on huomattavasti kevennetty versio varsinaisesta järjestelmästä. Kannettavalla versiolla on mahdollista kirjautua sisälle järjestelmään ja merkata työvaiheita suoritetuksi. Työvaiheiden tietosisältö rajoittaa kannettavalla versiolla työskentelyä. Sen avulla on mahdollista suorittaa ainoastaan työvaiheita, joiden tyyppi on nopea. Kannettava versio saa toimipisteen, tuotantolinjan ja tuotteen sarjanumeron perusteella tiedon vaiheista, joiden tyyppi on nopea. Käyttäjän on mahdollista valita näistä vaiheista se, jonka hän kuittaa suoritetuksi. Kuittaus kannettavalla versiolla suorittaa identtisen kuittauksen varsinaisen järjestelmän kuittaukseen verrattuna. Rajapinta mahdollistaa kannettavan version käytön ja täten tuo joustavuutta IT – infrastruktuurille varsinaisen järjestelmän käyttöön.

5. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän työntekomoduulin ja BarTender – tarratulostusohjelmiston välille. Integraatio on muodostettu aiemmista rajapinnoista poiketen client – tasolla, eli käyttäjän tietokoneen ympäristössä. Käyttäjän aktivoidessa tarrantulostustoiminnallisuuden, NetMES antaa käyttäjän verkkoselaimelle käskyn ”Server Push” – teknologiaa hyödyntäen käynnistää tulostusta auttava sovellus. Mikäli sovellusta ei käyttäjän koneella ole, tarjoaa järjestelmä sitä asennettavaksi koneelle. Kun sovellus on asennettu ja herätetty, saa se parametrit noudettavasta tarrapaketesta palvelimelta. Tämän jälkeen sovellus autentikoituu palvelimelle, hakee paketin, purkaa sen ja antaa käskyn paikallisesti asennetulle BarTender – sovellukselle tulostaa paketin sisältö. Tulostuksessa auttava sovellus ilmoittaa, onnistuuko tulostus vai ei. Tämän jälkeen auttava sovellus siirtyy epäaktiiviseen tilaan odottamaan mahdollista uutta tulostusta. NetMES – järjestelmä ei tunnista automaattisesti onko BarTender – sovellusta kohdekoneella tai ei. Se suorittaa aina toiminnallisuutta käytettäessä samat toiminnot. Tästä johtuen on käyttäjän koneen ympäristöstä kiinni, saavutetaanko tämän integraation avulla haluttu tarratuloste. Kommunikaatio palvelimen ja tulostuksessa auttavan sovelluksen välillä tapahtuu HTTPS – protokollaa käyttäen.

6. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän ja client – ympäristössä olevan pdf – sovelluksen kanssa. NetMES vaatii pdf – tiedostojen avaamista varten, että verkkoselaimessa, jolla sitä käytetään, on määriteltynä jonkin pdf – sovelluksen lisäosa. Käyttäjälle tämä lisäosa näkyy upotettuna sovelluksena NetMES – järjestelmän sisällä. Käytännössä tämä rajapinta mahdollistaa ainoastaan pdf – tiedostojen avaamisen, sillä

liikenne on aina yksisuuntaista palvelimelta selaimen lisäosalle. Kyseistä rajapintaa käytetään NetMES:ssä useassa eri toiminnallisuudessa, vaikka se arkkitehtuurikuvauksessa on määritetty ainoastaan työntekomoduulin yhteydeksi.

7. Tämä rajapinta ei ole integraatio ohjelmistoteknisessä mielessä, sillä se voidaan laskea kuuluvaksi osaksi yleistä IT – infrastruktuuria. Kuitenkin MES – järjestelmän luonne teoriassa yhdistää tuotannon käyttämiä työkaluja osaksi tietojärjestelmää, ja NetMES järjestelmän toimintaympäristössä viivakoodinlukija on ainoa tällainen työkalu. Käytännössä viivakoodinlukija toimii järjestelmän näkökulmasta välineenä, jolla suoritetaan syöte mihin tahansa tietokenttään. Vastaava syöte voidaan myös suorittaa näppäimistöä käyttäen. Mikäli viivakoodin lukijaan on ohjelmoitu ”enter” – napin painamista vastaava syöte tiedon syötön jälkeen, on NetMES:ssä optimoitu tähän vastine tietyissä näkymissä. Nämä näkymät ovat työntekomoduulin työskentelynäkymässä oleva sarjanumeron syöttö sekä sitä seuraava avainkomponenttien syöttö. Näissä viivakoodinlukijalla tehtävä syöte tallentaa syötetyn datan ja siirtää kohdistimen seuraavaan mahdolliseen ruutuun ilman käyttäjän lisätoimenpiteitä. Näin ollen tuotannossa voidaan lukea yhden vaiheen komponentit oikeassa järjestyksessä kerralla järjestelmään nopeuttaen näin toimintaa tuotantolinjalla.

8. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES:n autentikoinnin moduulin ja LDAP – palvelimen välille. NetMES autentikoi käyttäjän syöttämän käyttäjätunnuksen ja salasanan LDAP – palvelimella. Tämän jälkeen NetMES lataa käyttäjän oikeuksia koskevat ryhmät, ja sallii näiden perusteella käyttäjän pääsyn eri näkyymiin ja toiminnallisuuksiin. Järjestelmän eri osissa käyttäjätiedon perusteella ladataan LDAP – palvelimelta myös tarkempia käyttäjän tietoja.

9a, 9b ja 9c. Nämä rajapinnat ovat muodostettu NetMES:n lähetystoimintojen moduulin ja smtp – palvelimen välille. Smtpp – palvelin on osa kohdeyrityksen IT – arkkitehtuuria, ja se vastaa sähköpostiviestien lähettämisestä. NetMES käyttää tätä palvelinta kolmessa eri vaiheessa. Kun uusi keräilylähete luodaan, on käyttäjällä mahdollisuus aktivoida sähköposti-ilmoitusten lähettäminen. Tämä aktivoi ilmoitukset automaattisesti kaikkiin kolmeen eri tilanteeseen. Ensimmäinen tilanne on keräilylähetteen luominen. Tässä vaiheessa järjestelmä lähettää määritettyihin osoitteisiin ilmoituksen uudesta läheteestä. Viestin sisällössä on ilmoitettu lähetteen tiedoista numero, toimipiste, tyyppi, päivämäärä, toimitustapa, kommentit ja lähetteen luojan yhteystiedot. Lisäksi viestissä on lähetteen sisällöstä myyntilausnumero, positio, tuotekoodi ja kappalemäärä riveittäin. Mikäli lähetteen tyyppi on ”pakkaus”, lähettää järjestelmä viestin, kun pakkausvaihe on suoritettu. Tässä viestissä on samat tiedot kuin edellisessä, mutta lisäksi siinä on kunkin pakatun laatikon tiedot ja niiden sisältö. Kun lähetteen lähetysvaihe on suoritettu, lähettää järjestelmä viimeisen viestin. Tässä edellisen viestin tietoihin on lisätty lähetysyksikön tiedot laatikoittain.

10. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän työjonomoduulin ja AST:n välille. Rajapinta on toteutettu integraatioalusta Service Brokeria hyödyntäen. Tätä rajapintaa käyttäen AST pystyy suorittamaan neljä erilaista NetMES:n tarjoamaa palvelua. Ensimmäinen palvelu palauttaa kysyjälle tiedon parametrina annettavan päivämäärän jälkeen valmistuneista tuotteista. Toinen palvelu antaa sarjanumerokohtaisesti tuotteen tietoja. Palautettavat tiedot ovat tuotekoodi, revisiotunnus, BOM – versionumero, avainkomponentit ja niiden sarjanumerot, tuotteen kommenttikentät, valmistumispäivä, asiakastieto ja myyntitilausnumero. Kolmannen palvelun avulla voidaan ladata sarjanumerokohtaisesti eri liitetiedostoja, kuten Andonin raportteja, testiraportteja tai kommenttitoiminnallisuudella lisättyjä liitetiedostoja. Neljäs palvelu palauttaa tuotekohtaisen kyselyn perusteella saadun BOM – versionumeron mukaisen BOM – rakenteen. Näiden neljän palvelun avulla AST pystyy muodostamaan NetMES – järjestelmän tietojen perusteella jokaiselle valmistuneelle tuotteelle laitekortin mahdollisimman tarkkojen tietojen avulla. AST:n varsinainen ohjelma ei sijaitse kohdeorganisaation omilla palvelimilla, joten tässä rajapinnassa on myös erilliset yhteyden turvallisuuteen ja autentikointiin liittyvät toiminnallisuudet.

11. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – ja Andon – järjestelmien välille. Rajapinnan käytön mahdollistaa NetMES:n ylävalikossa olevan Andon – toiminto. Rajapinnan avulla NetMES järjestelmästä käsin voidaan käyttää Andonin uuden raportin tekemisen toimintoa. Rajapinnan kautta välittyy uutta raporttia varten vaaditut tiedot.

12. Tämä rajapinta on muodostettu NetMES – järjestelmän ylläpitomoduulin ja LDAP – palvelimen välille. Rajapinnan avulla NetMES saa tiedon tietyn tuotantolinjan työntekijätunnuksista, jotka se voi tämän jälkeen lukita reitityksessä tietylle työvaiheelle.

Järjestelmän rajapintoja analysoimalla voidaan tehdä havaintoja eri järjestelmien integraatioiden tasoista Morel et al. (2003) esittämän jaon mukaisesti. Järjestelmät pääosin noutavat tai tarjoavat dataa toisen järjestelmän käyttöön yksinkertaisilla tietokantanäkymillä. Näiden rajapintojen osalta järjestelmien välistä integraatioiden tasoa voidaan esittää hierarkkisena. Osa rajapinnoista kutsuu tai suorittaa yksinkertaisia toimintoja toisissa järjestelmissä. Tällaisia ovat esimerkiksi smtp – ja LDAP – palvelinten sekä Bartender – sovelluksen rajapinnat. Näiden rajapintojen käytössä NetMES:n jatkotoimenpiteisiin vaikuttaa yhteydestä saatu paluuarvo, joten yhteyksiä voidaan esittää kuuluvaksi integraatioiden tasolle. Rajapintojen perusteella voidaan myös esittää, että NetMES:n ja Andon:n sekä PDA – sovelluksen ja NetMES:n väliset yhteydet kuuluvat järjestelmiä ohjaavalle tasolle luokittelussa. Näiden rajapintojen käyttö voi käynnistää toisessa järjestelmässä toimintojen ketjuja, jotka voivat edetä myös muihin järjestelmiin. Tästä johtuen näiden tason katsotaan olevan muita korkeampi. Rajapinnoista voidaan täten esittää yhteen vetävästi, että NetMES –

järjestelmästä on muodostettu useita yhteyksiä muihin järjestelmiin ja näiden yhteyksien välillä on havaittavissa selkeä ero niiden tasoissa.

4.7. Mittarit

Tässä luvussa kuvataan NetMES:n tietosisältöjen rakentumista eri mittareiden määrittelyä varten. Tämän lisäksi määritetään analysoinnin pohjalta tunnistettuja mittareita, joiden laskemista varten on mahdollista NetMES:n avulla kerätä dataa. Tunnistetut mittarit ovat esimerkkejä, joita järjestelmän avulla voidaan tuottaa. Tätä voidaan perustella päätöksenteon näkökulmasta sillä, että mittareita ei voida arvioida teoriassa esitettyjen ominaisuuksien perusteella tämän työn rajauksen sisällä. Samasta syystä mittareita ei myöskään voida yhdistää teoriassa esitettyyn laajempaan yritystason mittaristoon. Liiketoiminnan näkökulmasta järjestelmän dataa voitaneen käyttää tämän lisäksi työn sisällä tunnistamattomien tarpeiden tyydyttämiseksi. Lisäksi eri mittareista voidaan muodostaa erilaisia variaatioita, joita ei käydä tässä yksityiskohtaisemmin lävitse. Tästä syystä mittareiden listauksen ei oleteta olevan täydellinen. Mittareiden dokumentaatiossa käytetään teoriaosiossa esitettyä taulukkoa, mutta sitä sovelletaan tämän työn rajauksen mukaisesti.

Neely et al. (2005, s.1231) esittämistä tuotannon mittareiden tyypeistä ja ulottuvuuksista voidaan sanoa, että NetMES pystyy tuottamaan vain aikaan ja joustavuuteen liittyviä mittareita. Laatuun liittyvät mittarit vaativat Andon – järjestelmään raportoitavia tietoja. Kustannuksiin liittyvät mittarit puolestaan vaativat Nova – järjestelmältä tietoja rahaliikenteestä. NetMES:n tietoja voidaan käyttää tukemaan näitäkin mittareita, mutta niitä ei tässä työssä tarkemmin esitetä.

NetMES – järjestelmän avulla tuotettavia mittareita lähestytään kahdesta eri näkökulmasta. Järjestelmästä voidaan dokumentoida mittareita, joita sen käyttöliittymästä voidaan suoraan tuottaa käyttäjälle. Toisaalta järjestelmän keräämästä datasta voidaan rakentaa muitakin mittareita, joiden raportoisessa täytyy pystyä vapaasti keräämään dataa järjestelmän tietokannasta. Mittarit dokumentoidaan jälkimmäisestä näkökulmasta, mutta mittarien tietosisällön perusteluissa ensimmäinen näkökulma lisää ymmärrystä.

Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvia mittareita järjestelmässä on sekä aikaan että joustavuuteen liittyen. Näitä mittareita voidaan tuottaa työjonomoduulin toiminnon avulla. Kyseinen raportointitoiminnallisuus tuottaa mittareina pidettäviä tunnuslukuja käyttäjän määrittämällä parametreilla. Nämä mittarit ovat tuotantomäärät, tuotantoajat ja WIP. Kullekin näistä täytyy määrittää parametreina toimipiste, tuotantolinjat ja tuotteet. Lisäksi tuotantomäärien ja – aikojen raporttiin tulee määrittellä mitattava aikaväli. Tämän toiminnallisuuden avulla tuotetut mittarit eivät suoranaisesti ilmoita yrityksen suorituskyvystä paljoa, vaan niitä tulisi verrata tavoiteltuun arvoon. Raporttimoduulin avulla järjestelmästä puolestaan voidaan tarkastella erityyppisiä aikoja. Nämä ajat ovat

aina sarjanumerokohtaisia, ja sen vuoksi ne eivät itsessään sovellu mittareiksi. Niistä voidaan kuitenkin laskea keskiarvoja, ja näin vertailla eri tuotantolinjoja tai reitityksiä. Raporttimoduulissa voidaan työjonomoduliin verrattuna tarkastella aikoja koko reitityksen laajuudelta. Tämän moduulin toiminnallisuudet eivät kuitenkaan mahdollista tunnuslukujen tulostamista, vaan laskenta täytyy suorittaa manuaalisesti.

Edellä esitetyt järjestelmän käyttöliittymän toiminnallisuuksien tuottamat mittarit ovat rajoittuneita, eikä niissä voida räätälöidä mittareita käyttöliittymän designin ulkopuolelle. Ne kuitenkin osoittavat asioita, joita järjestelmän avulla kerätystä datasta tuotetut mittarit edustavat. Järjestelmän toiminnallisuudet laajemmin keskittyvät tuotannon määrittelyyn, toteutukseen ja lähetystoimintoihin. Täten myös muodostettavat mittarit rakentuvat näiden asioiden ympärille. Tuotannon määrittelyn avulla voidaan järjestelmään mallintaa paitsi yhden tuotteen valmistuminen, myös eri tuotantolinjojen mallit. Toteutus puolestaan mallintaa jokaisen valmistettavan tuotteen linjoille. Sen avulla edelliset mallit konkretisoituvat linjoilla mitattaviksi yksiköiksi. Tuotannon valmistuksen määrittelyssä ja toteutuksessa voidaan lisäksi asettaa tilaukselle päivämääriä. Niitä voidaan hyödyntää eri mittarien toteutuksessa vertailupisteinä. Lähetystoimintojen moduliin tehtävien syötteiden avulla voidaan puolestaan muodostaa toimituksiin liittyviä mittareita.

Näiden mallinnuksien avulla voidaan järjestelmästä saada erilaisia kappalemääriin liittyviä mittareita. Näistä esitettiin lyhyesti kaksi jo raporttitoiminnallisuuksissa. WIP – tunnusluku on yleinen tuotannosta seurattava mittari. Tätä voidaan käyttää tuotannon hallinnassa. Se ilmaisee kuinka monta keskeneräistä tuotetta verkostossa tietyllä hetkellä on aloitettu, mutta ei vielä toimitettu. Sitä voidaan laajentaa ilmaisemaan myös verkoston tuotantoon tietyllä ajanhetkellä sitoutunutta rahamäärää. NetMES:n tiedoista kyseinen tunnusluku saadaan mitattua jokaiselta tuotantolinjalta. Mittauksessa tulee laskea kaikki työjononäkymissä aloitetut tuotteet, joiden viimeinen työvaihe ei ole vielä suoritettu. Tämän tunnusluvun mukainen mittari on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. WIP – mittarin dokumentaatio

Asia	Sisältö
Otsikko	WIP, Work in Process
Tarkoitus	Ilmaisee tuotantolinjalla liikkuvien tuotteiden kappalemäärän kyseisellä ajanhetkellä.
Alue	Tuotannonhallinta. Pyrkimyksenä on optimoida tuotantoon sitoutuneet resurssit.
Kaava	Tuotteiden lukumäärä, joiden valmistus on aloitettu, mutta ei ole vielä valmistunut
Datan lähde	NetMES:n työjonomodulin tietosisältö
Muistiinpanot ja kommentit	On tarkasteltavissa parametrien avulla. Mittari voidaan muuttaa rahalliseksi arvoksi yhdistämällä Novan tietoja.

Toinen kappalemääriin liittyvä mittari liittyy tuotantomääriin. Tuotantomääriä voidaan NetMES:n datan avulla tarkastella eri aikaväleillä, tuotteilla tai tuotantolinjoilla. Tuotantomäärät liittyvät tuotannonhallintaan, ja niiden avulla voidaan arvioida eri linjojen kykyä tuottaa tiettyä tuotetta. Tuotantomäärän mittaamisen operatiivisessa käytössä tulisi pystyä määrittämään liiketoiminnan tasolta tavoitemäärät, joihin mittarin tulosta voitaisiin verrata. Lisäksi järjestelmässä on mahdollisuus lisätä tuotteen valmistukselle tai tietylle vaiheelle takarajapäivämäärä. Sitä voidaan myös käyttää vertailussa. Tämän datan avulla voidaan muodostaa mittarit esimerkiksi toteutunut tuotanto verrattuna tavoiteltuun tai tiettyyn päivämäärään mennessä valmistuneet tuotteet verrattuna asetettuihin päivämääriin. Näitä kahta mittaria voidaan kuvailla taulukon 8 ja taulukon 9 mukaisesti. Mittareista on huomioitava, että niitä voidaan tarkastella myös työvaihekohtaisesti, jolloin niiden avulla voidaan muodostaa tietyn fyysisen prosessin tuotoksia tarkastelevia mittareita.

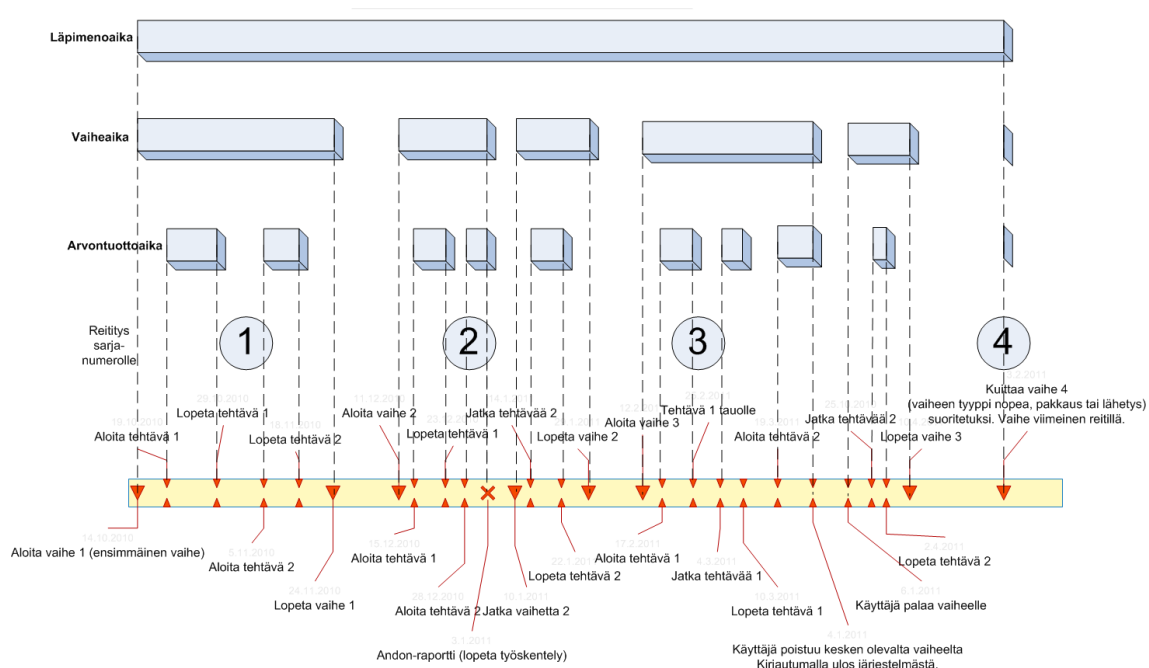
Taulukko 8. Tuotannon toteuman mittari

Asia	Sisältö
Otsikko	Tuotannon toteuma
Tarkoitus	Tarkastella eri tuotantolinjojen kykyä tuottaa tavoiteltua määrää tuotetta. Voidaan luoda totuudenmukaisempia ennusteita tuotannosta.
Alue	Tuotannonhallinta, tuotantotavoitteiden saavuttamisen varmistaminen.
Kaava	Tuotannon toteuma = toteutunut / tavoiteltu kappalemäärä
Datan lähde	Tuotannon tavoite määritettävä tarkasteltavalle linjalle tai tuotteelle erikseen tietylle aikavälille. Toteutuneen kappalemäärän tiedot on saatavissa NetMES:n työjonomoduulista kyseisen linjan viimeisen vaiheen suoritusajankohdasta kyseisellä aikavälillä.
Muistiinpanot ja kommentit	Voidaan tarkastella myös vaihekohtaisesti tuotannon sisällä. Tämän avulla voidaan muodostaa tietyn vaiheen työjonon laskeva mittari.

Taulukko 9. Tuotannon valmistusvarmuus

Asia	Sisältö
Otsikko	Tuotannon valmistusvarmuus
Tarkoitus	Tarkastella eri tuotantolinjojen kykyä tuottaa tuotetta.
Alue	Tuotannonhallinta, pyrkimys parantaa tuotannon toimivuutta.
Kaava	Tuotannon valmistusvarmuus = takarajaan mennessä valmistuneet tuotteet / takarajalle tilatut tuotteet
Datan lähde	Jokaisen tuotteen yhteyteen lisätään valmistuksen takaraja työjonomoduulissa. Tuotantolinjan viimeisen vaiheen suorittamisesta saadaan työjonomoduulista aikaleima.
Muistiinpanot ja kommentit	Mittari voidaan muodostaa tuotantolinjoittain. Tärkeätä huomioida järjestelmästä, mitkä vaiheet linjalla suoritetaan. Esitetyn päivämäärän sijasta voidaan käyttää myös vaihekohtaisesti asetettuja aikarajoja.

Erityyppisten aikojen mittaamisessa ja niiden perusteella rakennetuissa mittareissa voidaan käyttää mielikuvitusta. Lähtökohtaisesti järjestelmä mittaa jokaisesta valmistettavasta tuotteesta reitityksen vaiheiden perusteella tietyt ajat. Nämä ajat ovat esitetyt läpimeno-, vaihe- ja arvontuottoaika. Aikojen mittaamisen vertailtavuudessa on tärkeää huomioida, että mittaaminen perustuu aina reitityksellä tehtyihin mallinnuksiin. Esitetyt ajat muodostuvat kumulatiivisesti yksittäisten vaiheiden ajoista. Jokaisesta vaiheesta saadaan aloitus- ja lopetusaika. Toisaalta jokaisen vaiheen sisältä saadaan jokaiselle tehtävälle ajat. Järjestelmässä aikoja laskettaessa näiden tietojen avulla on tiedostettava, että tauot, uloskirjautumiset ja Andon – raportoinnit katkaisevat ajanlaskennan eri tavoilla. Lisäksi ajankerääminen järjestelmän toimintojen avulla onnistuu ainoastaan työvaiheilta, joiden tyyppi on normaali. Aikojen muodostumisesta on tehty periaatteellinen kuvaus, josta selviää kuinka eri ajat kumulatiivisesti muodostuvat. Tämä on esitetty kuvassa 26.



Kuva 26. Järjestelmän keräämien aikojen periaatteet

Näiden periaatteiden mukaisesti voidaan rakentaa erityyppisiä mittareita aikojen ympärille. Taulukoissa 10 ja 11 esitetyt mittarit mittaavat aikoja kahdesta eri järjestelmässä mallinnettavasta asiasta. Taulukon 10 esittämä mittari tuottaa informaatiota yksittäisen tuotteen mallintamisesta. Sen avulla voidaan tarkastella läpimenoaikaa valituilla parametreilla tuotannossa. Läpimenoajan tunteminen tietylle tuotteelle on tärkeitä arvioitaessa esimerkiksi asiakkaalle luvattavaa toimitusaikaa. Mikäli läpimenoaikaa tarkastellaan rajatulle prosessille, saadaan tietoa esimerkiksi pullonkaulojen tunnistamiseksi. Taulukko 11 esittää mittaria, jota voidaan soveltaa järjestelmän mallintaman prosessin mittaamiseen. Kiertoajan mittaamisella viitataan jonkin määritellyn tuotantoprosessin mittaamiseen, joka on määritetty toteutettavaksi usealle tuotteelle. Näillä kahdella mittarilla käytettävä data on samaa, mutta tulosten laskemisessa käytettävä viitekehys on toisistaan poikkeava.

Taulukko 10. Läpimenoajan mittarin dokumentaatio

Asia	Sisältö
Otsikko	Läpimenoaika
Tarkoitus	Mitata tietyn tuotteen valmistukseen kuluva-aikaa. Voidaan kehittää ja verrata verkoston kyvykkyyttä tuottaa tiettyä tuotetta.
Alue	Tuotannonhallinta, pyrkimys minimoida tuotteen valmistukseen kuluva aika.
Kaava	Läpimenoaika = Lopetuksen aikaleima – aloituksen aikaleima
Datan lähde	NetMES:n työjonomoduulin tiedoista ensimmäisen ja viimeisen työvaiheen aikaleimat.
Muistiinpanot ja kommentit	Mittaa aikaa aina yhden tuotteen näkökulmasta. Voidaan mitata myös keskiarvona. Mittarin käytössä on huomioitava yön vaikutus aikoihin. Voidaan tarkastella myös tietyn prosessin näkökulmasta (esim. kokoonpano tai testaus)

Taulukko 11. Kiertoaika – mittarin dokumentaatio

Asia	Sisältö
Otsikko	Kiertoaika
Tarkoitus	Mitata tiettyyn prosessiin kuluva-aikaa tuotannon aikana. Tämän avulla voidaan kehittää fyysisten prosessien toimintaa.
Alue	Tuotannonhallinta. Pyrkimyksenä on optimoida tuotteen valmistus.
Kaava	Kiertoaika = (prosessin lopetusaika-prosessin aloitusaika)/tarkasteltavien toistojen lukumäärä
Datan lähde	NetMES:n työjonomoduulin vaihetiedot
Muistiinpanot ja kommentit	Mittari on sovellettavissa kaikkiin prosesseihin, joita NetMES:n avulla mallinnetaan. Datan keräämisessä on tärkeä tunnistaa käyttäjän ja NetMES:n rooli prosessissa sekä järjestelmään tehtävät merkinnät prosessin näkökulmasta.

Kolmas järjestelmässä mallinnettava osa-alue on lähetystoiminnot. Vastuu lähetystoimintojen suorittamisesta järjestelmän sisällä on samannimisellä moduulilla. Lähetystoiminnoista mallinnetaan järjestelmään kaksi erillistä osa-aluetta. Nämä ovat pakkaus ja lähettäminen. Lähetystoiminnoista on huomioitava niille olevan määritettyä vastaava työvaihe reitityksessä. Tällöin niitä voidaan tarkastella myös jo esitetyillä

mittareilla. Aikaisemmin esitettyjä mittareita voidaan laajentaa ainakin yhdellä asiakkaisiin ja laatuun liittyvällä mittarilla. Toimitusvarmuuden mittari voidaan muodostaa järjestelmän lähetystoimintojen moduulin tietojen ja työjonomoduulin lisättävän toimituspäivämäärän avulla. Tämä mittari tarjoaa prosentuaalisen tuloksen siitä, mikä on yrityksen kyky toimittaa tuotteet asiakkaalle luvatussa ajassa. Tämä mittari on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. Toimitusvarmuuden mittarin dokumentaatio

Asia	Sisältö
Otsikko	Toimitusvarmuus
Tarkoitus	Mitata koko verkoston kykyä tuottaa tuotteita ajoissa. Aikaansaada kehitystä toimituksen luotettavuudessa.
Alue	Tuotannon-, laadun- ja asiakkaiden hallinta, luvatussa ajassa tapahtuvien toimituksien varmistaminen.
Kaava	Toimitusvarmuus = luvatussa ajassa toimitetut tuotteet/toimitettujen tuotteiden lukumäärä
Datan lähde	NetMES:n työjonomoduulin toimituspäivä tuotekohtaisesti sekä lähetystoimintojen moduulin toimitustiedot.
Muistiinpanot ja kommentit	Dataa voidaan soveltaa myös tarkastelemaan poikkeamaa luvatun päivän ja toteutuneen päivän välillä.

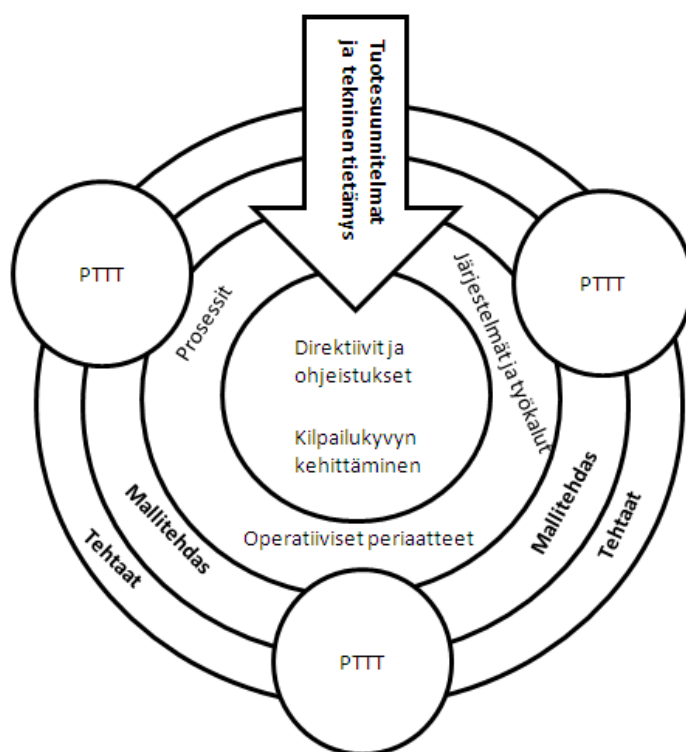
Tässä luvussa esitettiin kuusi erilaista mittaria, joita NetMES:n tiedoista voidaan muodostaa. Luvussa esitettyjen mittarien sisältöä voidaan myös edelleen kohdistaa datan valinnalla liiketoiminnan vaatimusten mukaisesti. Lisäksi pyrittiin osoittamaan järjestelmän eri tietosisältöjen muodostumista, joiden perusteella mittareita voidaan muodostaa. Kuten kappaleen alussa todettiin, nämä mittarit ovat vain esimerkkejä mahdollisista liiketoiminnan mittareista.

4.8. Mallitehdaskonseptin toteutuksen erityispiirteet kohdeorganisaatiossa

Tutkimuksen kohdeyrityksellä on käytössään luvussa 2 esitellystä mallitehdaskonseptista sopeutettu versio. Mallia on jatkuvasti kehitetty eteenpäin ja siihen on tehty tiettyjä muutoksia, jotta se olisi ympäristöön ja yrityksen resursseihin paremmin sopiva (Tennivaara 2009, s.18). Kohdeyrityksessä on erillinen mallitehdasorganisaatio, jonka tehtävänä on huolehtia mallitehdaskonseptin toteuttamisesta. Organisaation mallitehdaskonseptin toteutusta kutsutaan yrityksen mallitehdasstrategiaksi.

Kohdeorganisaatiossa mallitehdaskonsepti määrittelee tuotantojärjestelmän, jonka avulla pyritään vastaamaan liiketoiminnasta ja markkinoilta syntyviin epävarmuuksiin. Epävarmuutta aiheuttavat kysynnän suuret muutokset, tuotteissa tapahtuvat jatkuvat muutokset ja tuotannon elinkaaren lyhyt jänne. Lisäksi lopputuotteet ovat pitkälle asiakaskohtaisesti räätälöityjä. Epävarmuudet asettavat tuotantojärjestelmällä vaatimukset nopeasta reagoinnista ja nopeasta sopeutumisesta uusiin vaatimuksiin. Näitä vaatimuksia tuotantojärjestelmä pyrkii täyttämään modulaarisella rakenteella, joka on nopea kopioida. Tuotantojärjestelmässä tavoitellaan myös kokonaisvaltaista tuotantoverkoston kontrollilla ja reaaliaikaista näkyvyyttä verkostoon. Näiden lisäksi tuotantojärjestelmää tuetaan Lean – ja TOC – metodien (theory of constraints) avulla. (Kurttila et al. 2010)

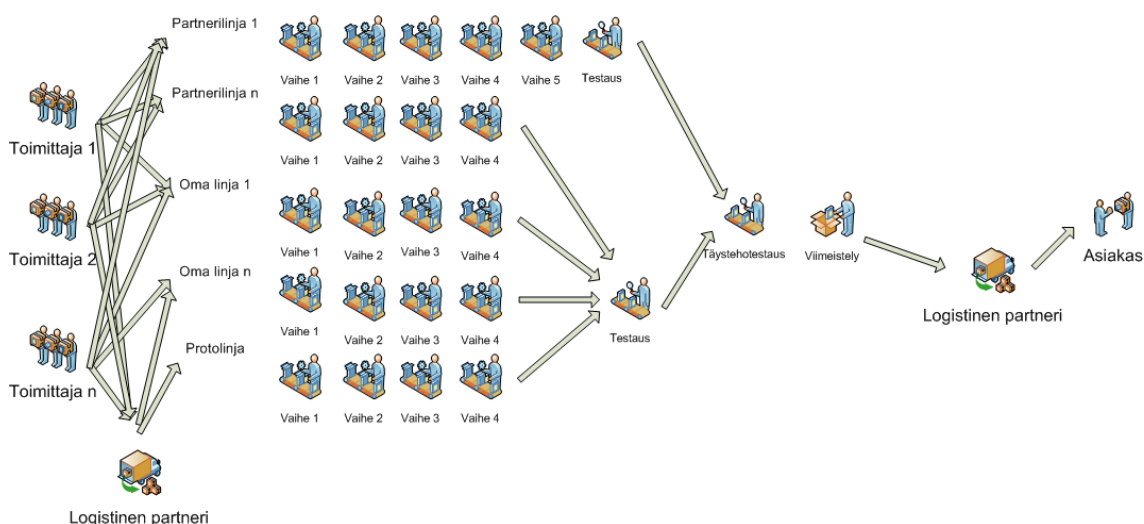
Viitekehukseen verrattuna kohdeorganisaation mallitehdaskonsepti on pääpiirteiltään samanlainen. Operatiivinen strategia antaa mallitehdaskonseptille syötteinä tuoteohjeistuksen ja teknisen tietämyksen. Yrityksen fyysisissä mallitehtaissa sen jälkeen suunnitellaan tuotteiden valmistus, ja syötteet muokataan näitä tukeviksi prosesseiksi, järjestelmiksi, työkaluiksi sekä operatiivisiksi toimintaperiaatteiksi. Nämä ohjeistukset ja työkalut aluksi pilotoidaan mallitehtaassa. Sen jälkeen ne siirretään tuotantoverkostolle massatuotantoa varten tuoteteknologian siirtoryhmien avulla (PTTT, Product Technology Transfer Team). Kohdeorganisaation mallitehdaskonseptissa on kolme samantyyppistä avainkomponenttia kuin esitellystä viitekehuksesta. Nämä ovat fyysiset mallitehtaat, tuotantoverkosto ja PTTT – ryhmät. Nämä konseptin keskeiset asiat ovat esiteltynä kuvassa 27. (Tennivaara 2010)



Kuva 27. Kohdeorganisaation mallitehdaskonseptin käsitteiden yleiskuvaus

Suurin ero esiteltyyn viitekehukseen verrattuna on tuotantoverkoston osittainen ulkoistaminen. Nämä ulkoistetun tuotannon kumppanit muodostavat strategisten partnereiden verkoston (Kurttila et al. 2010). Tämä asettaa uusia haasteita erityisesti tuotantoverkoston kontrollille ja reaaliaikaiselle näkyvyydelle. Lisäksi viitekehysten esittämät tehtaiden luokittelut mikro- ja makrotasolle eivät toteudu sen esittämällä tavalla ulkoistetusta massatuotannosta johtuen. Mallitehdas pitää sisällään mikro- ja makrotason tehtaat. Kuitenkin ulkoistettaessa tuotantoa ainoastaan mikrotehtaan malli kopioidaan ja makrotason vastuu jää edelleen osittain mallitehtaan haltuun. Isäntä- ja klooniroolien luokittelu on myös suoritettu yrityksen tilanteelle paremmin sopivaksi. Näitä rooleja vastaavat proto-, 0-sarja- ja massatuotantolinjat. Proto- ja 0-sarjalinjat omaavat isäntäroolin ja ne sijaitsevat useimmiten mallitehtaassa. Massatuotantolinjat puolestaan ovat klooniroolin omaavia, ja sijaitsevat useimmiten partnereiden tiloissa. Kapasiteetin tasapainottamiseksi proto- ja 0-sarjalinjojen tehtäviä saatetaan toteuttaa ulkoistetuilla linjoilla. Silloin PTTT – ryhmien merkitys on huomattavan tärkeä. Toisaalta myös 0-sarjalinjat mallitehtaissa voivat toteuttaa massatuotantolinjan tehtäviä. Nämä roolien nopeat muutokset tuovat kapasiteetin hallintaan joustavuutta. (Tennivaara 2010)

Ulkoistettujen tuotantolinjojen lisäksi kohdeorganisaatio käyttää ulkoistettuja logistisia kumppaneita (Kurttila et al. 2010). Ne tarjoavat varaston sekä komponenteille että verkostossa liikkuville tuotteille. Logistiset kumppanit tukevat erityisesti kohdeyrityksen omien linjojen tarpeita. Tämän lisäksi logistiset kumppanit vastaavat valmiiden tuotteiden toimituksesta loppuasiakkaille. Nämä lisäävät oman haasteen verkoston reaaliaikaiseen näkyvyyteen ja hallittavuuteen. Kun yhdistetään toimittajat, partnerit, omat linjat, logistiset kumppanit ja asiakkaat, voidaan toimitusverkostoa esittää kuvan 28 mukaisesti.



Kuva 28. Yleiskuvaus mallitehtaan toimitusverkostosta (mukaillen Kurttila et al. 2010)

Mallitehdaskonseptin erityispiirteinä voidaan myös pitää mallitehtaan luonnetta konseptissa. Toisin kuin esitellyn viitekehyksen, kohdeorganisaation mallitehdas tai –tehtaat ovat fyysisiä esitellyn virtuaalisen mallin sijaan. Yrityksellä on oma fyysinen mallitehdas kullekin tuoteperheelle. Esitellyssä mallissa on vain yksi virtuaalinen mallitehdas monelle tuoteperheelle. Tämä muodostaa kullekin tuoteperheelle yhden keskitetyn pisteen, josta verkostoa johdetaan. (Tennivaara 2010)

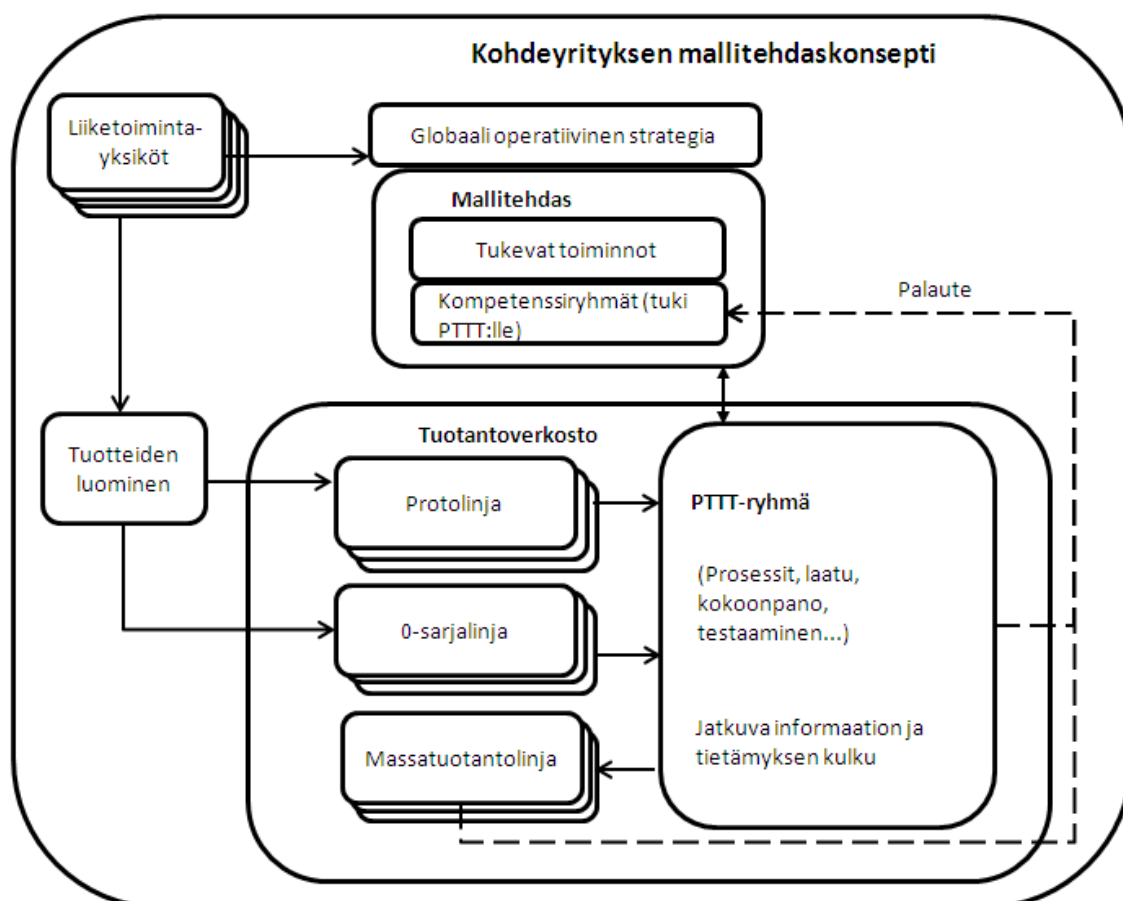
Ulkoistettu tuotanto muuttaa myös PTTT – ryhmien olemusta verrattuna alkuperäiseen malliin. Alkuperäisen mallin kompetenssiryhmät eivät sovellu suoraan ulkoistettuun tuotantoon, sillä partnerit ovat keskenään kilpailuasemassa. Täten heidän henkilöstöään ei voida sisällyttää ryhmiin ympäri koko verkostoa. PTTT – ryhmät koostuvat siis ainoastaan kohdeorganisaation henkilöstöstä, jotka ovat pysyvästi sijoitettu partnereiden tehtaille. PTTT – ryhmien tehtävä kohdeyrityksessä on tiettyjen avainprosessien suorittamisessa. Nämä prosessit ovat uusien tuotteiden siirto verkostoon, tuotanto-ohjeistuksen tarjoaminen, laadunvarmistus ja testaustoiminnot. (Tennivaara 2010) Ryhmien tehtävän muuttaminen entisestään vahvistaa keskitettyä päätöksentekoa ja tekee mallitehtaasta tietämyksen ja tuotannonhallinnan solmupisteen.

Kuvassa 29 on esitettyä kohdeorganisaation mallitehdaskonseptin rakenne. Kuva on rakennettu alkuperäisen viitekehyksen mukaiseksi (vrt. Kuva 2), mutta siitä on havaittavissa edellä esiteltyt erityispiirteet. Selkeimmin kuvasta erottuu PTTT – ryhmien erilainen tehtävä. Tässä mallissa PTTT – ryhmien kommunikaation suunta on tiedon kerääminen proto – ja 0-sarjalinjoilta sekä tiedon välittäminen ulkoistetuille massatuotantolinjoille partnereiden tehtailla. Lisäksi niillä on oltava aktiivinen kommunikaatioyhteys mallitehtaan sisäisten palvelujen kanssa.

Kohdeorganisaation mallitehdaskonseptista voidaan tehdä tietyt havainnot erityisesti ulkoistettuun tuotantoon liittyen. Stevenson (2005, s.177 – 178) esittää ulkoistamiseen liittyvien tekijöiden olevan kapasiteettiin, kyvykkyyteen (expertise), laatuun, kysynnän luonteeseen, kustannuksiin ja riskeihin liittyviä. Ensinnä oman sitoutuvan pääoman määrä tuotannon kapasiteetin kasvattamisessa on huomattavasti pienempi (Kurttila et al. 2010), kuin alkuperäisessä mallissa. Tämä aiheuttaa tiettyjä riskejä erityisesti laadun varmistamisessa ja tuotannon seurattavuudessa. Toisekseen se tuo myös uuden haasteen ulkoistetun tuotannon määräysvallasta. Ulkoistetussa tuotannossa ei voida yksipuolisesti hallita tuotantoa, sillä osa tuotantoa tukevista makrotason toiminnoista on ulkoistettu. Tällöin nämä toiminnot ovat partnerien olemassa olevan tuotannon mukaisia eivätkä mallitehtaan suorassa hallinnassa. Tuotannon ulkoistettu luonne lisää konseptiin organisaatioiden välisten asioiden hoitamisen, jossa esimerkiksi sopimusten merkitys nousee tärkeäksi. Ulkoistettu tuotanto lisää myös entisestään reaaliaikaista informaatiota tarjoavan järjestelmän tärkeyttä koko verkoston hallitsemiseksi.

Verkostossa liikkuvien tuotteiden kappalehinta on kohdeorganisaation liiketoiminnan alueesta johtuen korkea. Näin ollen reaaliaikainen näkyvyys ja kunkin yksittäisen

tuotteen seurattavuus on tärkeä mallitehtaan toiminnalle. Tämäkin asettaa käytettävälle järjestelmälle lisää painoarvoa. Järjestelmältä vaaditaan kaksisuuntaista kommunikaatiota tässä mallissa, sillä ulkoistettu tuotanto aiheuttaa tuotemuutoksien hallintaan ja niiden nopeaan levittämiseen koko verkostoon uuden haasteen.



Kuva 29. Kuvaus kohdeorganisaation konseptin komponenteista ja niiden keskinäisistä suhteista

Tuotannon kapasiteetin lisääminen tässä mallissa tarvitsee tietyt prosessit. Prosessien avulla uusia partnereita voidaan ottaa mukaan verkostoon (Kurttila et al. 2010). Näiden prosessien avulla pitäisi pystyä varmistamaan partneriehdokkaiden kyvykkyys (Stevenson 2005) tuottaa tietyn standardin mukaisia tuotteita. Mallitehtaan pyrkimys ei ole ainoastaan lisätä verkoston kapasiteettia uusien partnereiden lisäyksessä. Tällä pyritään myös lokalisoimaan tuotantoa, eli siirtämään tuotantoa lähemmäs asiakasta ja kohdemarkkinoita. Tämän tuotoksina voidaan nähdä paitsi teoriassa esitettyjen etujen saavuttaminen, myös asiakkaan tarpeiden parempi huomioiminen.

4.9. Järjestelmän toiminnot mallitehdaskonseptissa

Tässä tämän luvun yhteenvedossa pyritään vastaamaan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Kysymystä voidaan suoraviivaisimmin lähestyä arvioimalla järjestelmäanalyysin toimintojen tuloksia mallitehdaskonseptin alueille. Tämä kohdistus esittää osa-alueet, joilla NetMES voi tukea konseptin toimintoja. Järjestelmän arkkitehtuuria ja rajapintoja vertaillaan mallitehtaan rakenteeseen. Näistä järjestelmän osa-alueista ei tarkastella konkreettista tukemista, vaan järjestelmän yleistä soveltuvuutta mallitehtaan tueksi.

Järjestelmän yleisestä luonteesta mallitehtaan tukena voidaan ensimmäisenä asiana tuoda esille sen toiminta mikrotehtaiden ja mallitehtaan välisessä kommunikaatiossa. Järjestelmän teknologinen toteutus verkkoselaimen välityksellä käytettynä mahdollistaa reaaliaikaisen yhteyden kaikkien linjojen ja mallitehtaan välille. Tämän lisäksi järjestelmän ollessa osa mallitehdaskonseptin määrittelemää modulaarista tuotantojärjestelmää, voidaan tuotantolinja oletettavasti kopioida nopeammin. Modulaarisen tuotantojärjestelmän osana voidaan toteuttaa yhdenmukaisesti järjestelmän tuottaman informaation muodostamiseksi vaaditun datan kerääminen koko verkostossa. Yhdenmukaiset toimintatavat koko verkostossa oletettavasti helpottavat koordinointiin liittyvien asioiden hallintaa yleisesti. Yhdenmukaisuuden seurauksena voidaan olettaa myös esimerkiksi eri linjoilta muodostettujen mittareiden tuloksien olevan toisiinsa verrattavia. Tämän voidaan nähdä tuottavan lisäarvoa paitsi itse tuotantojärjestelmän hallitsemiseen, myös partnerisuhteisiin liittyvien asioiden käsittelyyn.

Järjestelmän arkkitehtuurin ja rajapintojen analysointi osoitti järjestelmän sisäisen jakautumisen moduuleihin sekä niiden yhteydet ulkoisiin järjestelmiin. Järjestelmän sisäinen rakenne sopii hyvin mallitehdaskonseptin yleiseen rakenteeseen. Järjestelmässä on keskitetty tuotteiden valmistuksen määrittäminen ylläpitomoduulissa. Siihen on pääsy käyttäjäoikeustasoilla rajattu. Tämän lisäksi raportointi- ja työntekijätiedon hallinnan moduuli sekä keräilylähetteen näkymä, ovat rajattu käyttäjäoikeuksilla. Puolestaan kukin työtilaus kohdistuu tietylle työjonolle, jonka sisällä kyseisen linjan työntekijät voivat tuotteiden valmistuksen suorittaa työntekonäkymässä. Lähetystoimintojen moduulissa rakenne on samankaltainen. Vastaava rakenne voidaan havaita myös mallitehdaskonseptin jaottelussa mallitehtaan ja tuotantolinjojen välillä. Mallitehdas määrittelee tuotteiden valmistuksen keskitetysti koko verkostoon ja verkosto vastaa valmistuksesta. Järjestelmän sisäisen arkkitehtuurin voidaan näiltä osin katsoa tukevan mallitehtaan rakennetta.

Järjestelmän sisäisessä arkkitehtuurissa tehty jako lähetystoimintojen ja valmistuksen välillä sopii myös kohdeorganisaation mallitehtaan toimintaan. Kohdeorganisaation verkostossa logistiikkapalvelut ovat ulkoistettu yhdelle partnerille, jonka suorittamat

toiminnot poikkeavat muista työvaiheista huomattavasti. Näiden työvaiheiden erityistarpeet NetMES huomioi eriytetyssä lähetystoimintojen moduulissa.

Ulkoiset järjestelmät ja erityisesti niiden rajapinnat eivät kaikki suoraan ole mallitehtaan rakenteeseen sopivia. Suurin ongelma on havaittavissa liiketoimintatason järjestelmien yhteydessä. Nämä koskettavat makrotehtaan vastuiden käsittelyä järjestelmämielessä. AST:n rajapinta ei ole ongelmallinen, sillä se ei tarjoa NetMES:lle syötteitä. Se käyttää NetMES:n tietoja aina välittämättä millä linjalla tuote on valmistettu. Näin ollen AST ei vaikuta NetMES:n käyttäjän toimintaan mitenkään mallitehdaskonseptin näkökulmasta. Makrotasolla Nova – järjestelmästä suoritettavat tilausten siirrot tuotantotilauksen moduulista puolestaan esittävät ongelman konseptin rakenteellisella tasolla. Kuten konseptissa esitettiin, ulkoistetussa tuotannossa ei ulkoisteta kaikkia makrotason vastuista. Tämä muodostuu ongelmalliseksi, sillä NetMES käyttää yksistään Novan tietoa tuotantotasolla tilausten luomisessa. Ulkoistetussa tuotannossa vastaavat toiminnot saattavat olla kyseisellä mikroinjalla partnerin vastuulla, eivätkä he välttämättä käytä Novan tietoja näiden hallitsemiseksi. Tämä saattaa aiheuttaa poikkeavuuksia NetMES:n tarjoamien tietojen ja partnerin omien järjestelmien tietojen välille.

Kohdeyrityksen mallitehdaskonseptin rakenteellinen analyysi nosti PTTT – ryhmien merkityksen viitekehysten vastaavaa tärkeämmäksi. Näitä ryhmiä varten ei NetMES tarjoa paljoa tukea. Tuotteiden kommenttikentät voidaan nähdä tukevan informaation välitystä verkostossa tuotekohtaisesti. Tilausten muutoksia tukevat toiminnot puolestaan ovat yksi PTTT – ryhmien keino välittää tieto mallitehtaasta tuotantotasolle. Nämä toiminnallisuudet eivät kuitenkaan ole PTTT – ryhmien toiminnalle yhtä tärkeitä kuin ulkoisen Andon – järjestelmän avulla kerättävä data. Sen rajapintaa käyttäen NetMES mahdollistaa tehokkaimmin informaation välityksen linjoilta mallitehtaalle. Tämä informaatiovirta ei kuitenkaan ole kaksisuuntaista.

Yrityskohtaiset tukevat järjestelmät ovat luonteeltaan sellaisia, että niiden ei katsota erityisesti vaikuttavan mallitehdaskonseptin millään osa-alueella. Niiden avulla järjestelmä saa tietyt toiminnallisuudet yrityksen IT – ympäristöstä, jotka ovat välttämättömiä järjestelmän toiminnalle. Puolestaan tasoille 2-0 sijoitetut järjestelmät arkkitehtuurissa, ja erityisesti niiden rajapinnat NetMES:n näkökulmasta, mahdollistavat mallitehtaan määrittelemään tuotantojärjestelmään yhdenmukaisen toimintatavan eri linjoilla. Tämän voidaan olettaa nopeuttavan tuotantojärjestelmän kopioimista linjalta toiselle sekä helpottavan kyseisien asioiden hallintaa.

Järjestelmän varsinaiset toiminnot analysoitiin aikaisemmassa luvussa moduuleittain. Niistä on kerätty taulukko, jossa on esitettyä järjestelmän tärkeimmät toiminnallisuudet ja eri tietosisältöjä, joita järjestelmän eri osissa hallitaan. Nämä ovat esitettyinä taulukossa 13.

NetMES:n toiminnallisuudet tukevat mallitehdasstrategiaa vaihtelevasti eri moduulinsa avulla. Toiminnallisuuksissa voidaan havaita kahden eri kategorian toimintoja. Osa toiminnoista palvelee järjestelmää itseään ja osasta voidaan johtaa yhteys strategian eri osa-alueisiin. Strategiaan kohdistettavista toiminnoista voidaan edelleen määrittellä tarkemmin mitä mallitehdaskonseptin osaa ne tukevat. Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvia toimintoja voidaan havaita kolmesta moduulista. Ylläpitomoduulissa tällaisia ovat vaiheiden ja tehtävien nimikkeiden ylläpitäminen. Työntekijätiedon hallitsemisen moduulin kaikki toiminnallisuudet kuuluvat tähän ryhmään. Lisäksi autentikoinnin moduulin sisään – ja uloskirjautumisen toiminnallisuudet palvelevat pelkästään järjestelmää itseään.

Taulukko 13. NetMES – järjestelmän tärkeimmät toiminnot ja tietosisällöt moduuleittain

Ylläpito	Työjono	Työnteko	Lähetystoiminnot
Tuotteiden ylläpito	Tilausten avaus	Työvaiheen teko	Lähetteen teko Lähetteestä
BOM – ylläpito	Tilausten muokkaus	Työntekijän tiedot	viestiminen
Sarjanumerointi	Tiedonhaku	Komponentit	Lähetteen luku
Reititys	Raportit	Tehtävän teko	Pakkaaminen
Vaiheet	Tuotetiedot	Tuotekommentit	Lähtettäminen Historian selaus
Tehtävät	Vaihetiedot	Ohjeet	(lähete)
Komponentit	Komponentit	URL – osoitteet	Historian selaus (paketti)
Tarrapohjat	Tuotekommentit	Raportit	Historian selaus (lähetys)
Raporttipohjat		Tarratulostus	
Työohjeet			
Raportointi	Työntekijätiedot	Autentikointi	Andon
Tiedonhaku	Työntekijöiden ylläpito	Sisäänkirjautuminen	Raportointi
Komponenttihaku		Uloskirjautuminen Käyttäjäoikeuden määrittely	

Muista taulukossa esitetyistä toiminnoista voidaan nähdä, miten ne tukevat mallitehdasstrategiaa. Ylläpitomoduulin toiminnallisuudet tukevat strategian sisällä mallitehtaan komponenttia viitekehityksessä ja erityisesti sen tuotteen valmistamisen määrittelyä. Ylläpitomoduulissa on tämän lisäksi myös toiminnallisuuksia, jotka toimivat arkistona käytetyille raporttipohjille, työohjeille ja tarrapohjille. Työjonomoduulin toiminnallisuudet tukevat sekä tuotantoverkostoa että mallitehdasta. Niiden avulla voidaan verkostolle välittää tiedot linjoittain valmistettavista tuotteista ja historiatiedot heidän linjoillaan jo tehdyistä tuotteista. Lisäksi työjono antaa paikallisesti mahdollisuuden seurata kyseisen linjan tilauksien toteutusta reaaliajassa.

Työntekomoduulin toiminnallisuudet mahdollistavat mallitehtaassa tietyin osin kaksisuuntaisen kommunikaation tuotantolinjojen ja mallitehtaan välille. Työntekonäkymässä työntekijät saavat informaatiota valmistuksen määrittelystä ja he puolestaan välittävät informaatiota mallitehtaalle työntekijä-, vaihe-, tehtävä-, komponentti- ja raporttiedoista. Lähetystoimintojen moduuli tukee mallitehtaan verkoston logistisen partnerin ja mallitehtaan välistä kommunikaatiota. Moduulin eri toiminnot tukevat pakkaus- ja lähetystietojen keräämistä sekä niihin liittyvien vaatimusten linjalle välittämistä. Moduulin toiminnot myös mahdollistavat historian tarkastelun sen keräämistä tiedoista. Raporttioduuli puolestaan tukee mallitehdasta. Se mahdollistaa tuotantoverkoston hallinnan tehostamista yhdistämällä jokaisen tuotantolinjan informaation yhteen näkymään. Autentikoinnin moduulin toteuttama käyttäjäoikeustason määrittäminen puolestaan tukee mallitehdasstrategiaa muodostamalla arkkitehtuurin käsittelyssä esitettyjä rakenteita järjestelmän sisällä. Näiden avulla NetMES saadaan mukailemaan mallitehtaan rakennetta myös käyttäjän näkökulmasta.

Kaiken kaikkiaan NetMES – järjestelmä tarjoaa mallitehdasstrategialle tukea monella eri tavalla. Esitettyjen toimintojen ja niiden avulla kerättyjen tietosisältöjen avulla järjestelmän kyvykkyksiä voidaan luonnehtia transaktionaalisella, maantieteellisellä, informatiivisella ja seurannallisilla ominaisuuksilla. Transaktionaalinen kyvykkyys ilmenee esimerkiksi tuotannon määrittelyn seurauksena. Tämän määrittelyn avulla voidaan tuotteen valmistusprosessiin lisätä rakenne, joka tuo tuotantolinjan työntekijän toimintaan joukon rutinisoituja transaktioita. Tämä yhdenmukaistaa valmistusprosesseja koko tuotantoverkostossa kaikilla erityyppisillä työvaiheilla. Maantieteellinen kyvykkyys puolestaan saavutetaan järjestelmän käytöstä verkkoselaimen kautta. Verkkoselaimesta järjestelmän käyttöliittymä on jatkuvasti yhteydessä tietokantaan. Näin järjestelmän avulla voidaan välittää informaatiota reaaliaikaisesti maantieteellisestä välimatkasta välittämättä. Informatiivinen kyvykkyys ilmenee parhaiten normaalille työvaiheelle määritettävistä ohjeista ja raporteista. Nämä tuovat prosessin vaihekohtaista informaatiota käyttäjilleen. Seurannallinen kyvykkyys voidaan havaita esimerkiksi työjonon näkymässä, josta voidaan seurata reaaliajassa eri työjonoilla olevien työvaiheiden tiloja. Näiden esitettyjen kyvykkyysien lisäksi järjestelmästä voidaan esittää potentiaalisia kyvykkyksiä. Tällainen voidaan nähdä olevan esimerkiksi työjonon avulla tehtävä tuotannonohjaus, joka mahdollistaisi ajoituksellisen kyvykkyuden. Automatisoiva kyvykkyys voidaan puolestaan nähdä esimerkiksi tarratulostusten rajapinnan käytöstä.

Kokonaisuudessaan NetMES:stä muodostuu mallitehtaalle yksi modulaarinen osa tuotantojärjestelmää, joka määrittelee yksittäisten työntekijöiden kommunikaatioyhteyttä mallitehtaan ja heidän oman tuotantolinjan välille. Lisäksi yhdenmukaisen informaation kerääminen ja työntekijöiden suorittamat merkinnät mahdollistavat mallitehtaalle koko verkoston kattavien mittareiden luomisen pohjautuen vertailtavaan dataan. Näiden kiinteiden rakenteidensa lisäksi NetMES:ssä käyttäjillä on

mahdollisuus myös luoda vapaasti sisältöä, joiden avulla voidaan joustavasti muodostaa tilanteiden vaatimia ratkaisuja järjestelmän sisällä. Tällaiset vapaasti muokattavat sisällöt voidaan nähdä erittäin tarpeellisina ulkoistetun tuotantoverkoston toimijoiden erilaisien tarpeiden tyydyttämisessä.

5. TIETOJÄRJESTELMÄN IMPLEMENTAATIO

Tämä luku kokonaisuudessaan esittelee tietojärjestelmän implementaation teoreettista taustaa. Johdannossa esitetyn rakenteen kukin osa-alue on käsitelty tässä luvussa. Alueet ovat implementaatio-ongelma, implementaatioprosessi ja implementaatioon vaikuttavat tekijät. Näistä alueista muodostetaan oma malli, jonka avulla selvitetään, mitä tietojärjestelmän implementaatiosta pitäisi huomioida käytännön ympäristössä.

5.1. Yleistä implementaatio-ongelmasta

Kirjallisuudessa implementaatioon liittyvät ongelmat ovat huomioitu jo varsin aikaisessa vaiheessa (Markus & Robey 1988), eikä implementaatio ole tutkimuskohteena yksinomaan organisaation tietojärjestelmiin liittyvä ongelma. Implementaation sovellusalueina modernin teknologian lisäksi ovat esimerkiksi innovaatiot ja hallinnollisen tieteen mallit (Joshi 1991). Schultz ja Slevin (1979) esittävät yleisesti hallinnolliseen tieteeseen (management science) liittyvän ”implementaatio-ongelman”. Sen voidaan luonnehtia olevan teorian ja käytännön välisen aukon yhdistämistä ja implementaation pitäisi tehostaa organisaation toimintaa konkreettisen muutoksen kautta. Informaatioteknologian implementaation tutkiminen onkin saanut alkunsa hallinnollisen tutkimuksen mallien viemisestä käytäntöön (Lucas et al. 2007) ja niiden välillä on edelleen paljon yhtäläisyyksiä. Tästä johtuen hallinnollisen tieteen tutkimuksesta voidaan ottaa oppia myös järjestelmien jalkautuksessa (Lucas 1986, s.406).

Markus ja Robey (1988) esittävät, että tutkimus tietojärjestelmistä ja niiden suhteesta organisaation muutokseen on osittain pirstaloitunutta. Heidän mukaansa tämä johtuu siitä, että tutkimusta on suoritettu eri tieteenalojen, eri määritelmien ja eri otantojen näkökulmasta. Tämä on johtanut yleisesti hyväksyttävien mallien puuttumiseen. Tietojärjestelmien tutkimuksessa on perinteenä, että eri tieteenaloilta, kuten talous-, ohjelmisto-, psykologia- tai hallintotieteistä, johdetaan teorioita selittämään eri ilmiöitä (Wade & Hulland 2004). Informaatioteknologian implementaation tutkimusta voidaankin hahmottaa paremmin tarkastelemalla sitä eri viiteteorioiden suunnalta. Tätä kautta voidaan luonnehtia sitä todellisuutta, mistä tarve implementaatiolle pohjimmiltaan syntyy. Lisäksi eri ilmiöt implementaation taustalla synnyttävät erityyppisen käsittelytavan sen ongelmille (Lyytinen 1987). Implementaatiota on pyritty selvittämään muun muassa teknologisen diffuusioteorian (Fichman 1992; Cooper & Zmud 1990), innovaatioteorian (Real & Poole 2005; Swanson & Ramiller 2004; Rogers 1983; Moore & Benbasat 1991), projektinhallinnan teorian (Anisimov & Reshetnikov 2011; IEEE Std 1490TM-2011), muutosteorian (Markus & Robey, 1988; Zmud & Cox

1979; Zand & Sorensen 1975a; Keen 1981) tai ohjelmistotuotannon teorian (IEEE Std 24748-1™-2011; ISO/IEC 15288:2008) suunnasta. Tarkemmin rajatuista ilmiöistä Liu et al. (2008) ovat esimerkiksi tunnistanee näiden lisäksi IT:n hyväksymisen tutkimukseen liitettyjä teorioita 16 muuta.

Implementaation käsitteen määrittelemiseksi voidaan esittää edellä mainittujen viiden viiteteorian eroa esittämällä määritelmä niiden näkökulmasta:

- Teknologinen diffuusioteoria: ”Implementaatio on määritelty organisaation pyrkimyksiksi sulauttaa informaatioteknologia käyttäjäkunnalle” (Cooper & Zmud 1990)
- Innovaatioteoria: ”Implementaatiossa organisaatio siirtää ideat, designin ja vision käytäntöön” (Real & Poole 2005)
- Projektin hallinnan teoria: ”Implementaatio on projektin tuotosten (deliverables) siirtämistä organisaation käyttöön” (IEEE Std 1490™-2011)
- Muutosteoria: ”Implementaatio on merkittävän muutoksen tuomista organisaatioon (Zmud & Cox 1979), joka tehostaa organisaation toimintaa (Schultz & Slevin 1979)”
- Ohjelmistotuotannon teoria: ”Implementaatio on järjestelmäelementtien toteuttamista tai tuottamista siten, että laitteiston, ohjelmiston ja käyttäjien vaatimukset toteutuvat.” (ISO/IEC 15288:2008)

Eri viiteteorioihin sijoittamisen lisäksi implementaation tutkimisessa voidaan myös eritellä eri koulukunnat. Näitä ovat muun muassa filosofinen, kognitiivinen, empiristinen ja käyttäytymissuuntaukset (Schultz ja Slevin 1979). Eri näkökulmia implementaation tutkimisessa ovat muun muassa myyminen, osallistuttaminen, yhteinen ymmärrys tai organisaation muutos (Schultz ja Slevin 1975a). Nämä määrittelevät eri selittämistapoja, joilla implementaation aikaisia toimia voidaan ymmärtää paremmin. Implementaation tutkimisessa käytännön ympäristössä Linstone (1989) tuo esille teknisen, organisaation ja yksilön näkökulmat. Usean näkökulman huomioiminen on hänen mukaansa erityisen tärkeätä käytännön ympäristön ongelmien tunnistamisessa, sillä ”kukin näkökulmista tuo ymmärrystä, jota muut eivät tarjoa”.

Markus ja Robey (1988) luonnehtivat informaatioteknologiaa ja organisaation muutosta koskevia teoreettisia malleja tarkemmin. Heidän mukaansa mallit koostuvat kolmesta ulottuvuudesta tai näkökulmasta. Nämä ovat syy-seuraus – suhde, looginen rakenne ja analyysin taso. Syy-seuraus – suhteen näkökulmasta informaatioteknologian ja organisaation muutoksen välistä suhdetta voidaan tarkastella sen perusteella, mistä muutos alun perin syntyy (esim. teknologiasta, organisaatiosta vai vallitsevista olosuhteista). Looginen rakenne erittelee prosessimaisen etenemisen ja muuttujiin

perustuvan näkökulman. Prosessimainen määrittely perustuu järjesteltyjen toimintojen tuotoksiin. Muuttujien näkökulma perustuu eri muuttujien yhteisvaikutuksen lopputulokseen. Analyysin taso voidaan ilmaista mikro tai makrotasolla viitaten millä tasolla ilmiötä tutkitaan. Esimerkiksi vaikuttavatko muutokset organisaation tasolla vai yksilön toimissa.

Edellä esiteltiin implementaatioon liittyvän teorian olevan luonteeltaan laaja ja hankalasti käsiteltävä kokonaisuus. Teoreettisen pohjan rakentamista voidaan lähestyä monelta suunnalta ja sitä voidaan muodostaa eri koulukuntien pohjalta. Viiteteorioiden sisältä voidaan edelleen määrittää vaikuttavia ulottuvuuksia ja näin lisätä uusia määrittelyjä ja rajoituksia viitekehyksen rakentamiseen (Markus & Robey 1988; Real & Poole 2005; Cooper & Zmud 1990). Selkeyttä teorian rakenteeseen tuodaan jakamalla se kahteen osa-alueeseen; implementaatioprosessiin ja implementaatioon vaikuttaviin tekijöihin (Lucas et al. 2007; Lucas et al. 1990; Lucas 1982; Markus & Robey 1988; Kivijärvi 1987). Markus ja Robey (1988) esittävät nämä kahtena erillisenä suuntauksena, mutta Lucas (1982, s.97) esittää, etteivät ne ole toisiaan poissulkevia, vaan kumpikin lisää ymmärrystä implementaatiosta ja sen suunnittelusta. Ginzbergin (1979) mukaan implementaatio on aina prosessi ja sen tarkastelussa siihen vaikuttavat tekijät ovat kausaalisessa suhteessa lopputulokseen, joten kumpaakaan ei tulisi rajata ulos tutkimuksesta.

5.2. Implementaatioprosessi

Implementaatioprosessista voidaan havaita tietyt kokonaisuudet. Prosessia voidaan määrittää toisaalta osana kokonaisprosessia tai sitä voidaan tarkastella yksittäisenä vaiheena (Lai & Mahapatra 1997). Tässä luvussa esitellään prosessia aluksi laajemmasta näkökulmasta ja sen jälkeen itsenäisenä vaiheena. Tämän jälkeen selvennetään implementaatioprosessin onnistumisen mittaamista.

5.2.1. Kokonaisprosessi

Implementaation tarkastelu prosessin näkökulmasta antaa mahdollisuuden tarkastella ja selittää ilmiötä dynaamisesti, kun taas tekijöihin perustuva lähestymistapa antaa siitä lähinnä staattisen kuvauksen. Prosessin avulla saadaan ilmiöstä kokonaisvaltainen näkemys ja se antaa normatiivisen ohjeistuksen siitä, kuinka tietty toiminto tulisi tehdä. Lisäksi se antaa implisiittisen viitteen siitä, että johdolla on prosessi suoritettavana, joka vaati sen hallintaa. (Kivijärvi 1987, s.12)

Implementaatioprosessin varsinaisista vaiheista tai sen liittymisestä kokonaisprosessiin on useita eri tulkintoja kirjallisuudessa. Niistä on kuvassa 30 esitetty yleiskuvaus, jossa esitetään implementaation kokonaisprosessia eri viiteteorioissa. Viiteteorioina käytetään samoja viittä teoriaa, joiden näkökulmasta implementaatio määriteltiin edellisessä luvussa.

Viiteteoria	Lähde	1	2	3	4	5	6	7
Teknologinen diffuusio	Cooper & Zmud (1990)	Käynnistys	Omaksuminen	Sopeuttaminen	Hyväksyntä	Rutinisointi	Sulauttaminen	
Innovaatioteoria	Swanson & Ramiller (2004)	Ymmärrys	Omaksuminen	Implementaatio	Assimilaatio			
Muutosteoria	Zmud & Cox (1979) Lewin & Schein Kolb/Frohman	Aloittaminen Sulattaminen Tiedustelu	Strateginen suunnittelu Muutos Avaus	Tekninen suunnittelu Jäädittäminen Diagnoosi	Kehittäminen Suunnittelu	Muuntaminen Toiminta	Arviointi Arviointi	Päättyminen
Projektin hallinta	IEEE Std 1490™-2011 (prosessit) IEEE Std 1490™-2011 (elinkaari) Anisimov & Reshetnikov (2009)	Käynnistys Aloitus Aloitus	Suunnittelu Organisointi ja järjestely Analyysi	Toteutus Työn toteutus Tavoitteen asettaminen	Tarkkailu ja kontrollointi Projektin lopetus Design	Lopetus Kehittäminen		Optimointi
Ohjelmistotuotanto	IEEE Std 24748-1™-2011	Konsepti	Kehittäminen	Tuotanto	Hyödyntäminen	Tukeminen	Käytöstä poisto	

Kuva 30. Implementaatioprosessi tai sen liittyminen kokonaisprosessiin eri viiteteorioiden näkökulmasta

Edellä esitellyistä prosesseista on voidaan tunnistaa tietyt tekijät. Ensinnä on huomioitava, että implementaatioprosessin tulkinta on kirjallisuudessa sisällöltään monitulkintainen (Lucas 1986, s.405; Swanson 1988, s.1 – 2; Gottschalk 1999; Ginzberg 1979, s.87). Toisaalta se voidaan käsittää yhtenä vaiheena tai ongelmana pitemmässä prosessissa, jossa muutoksen tuottavat operatiiviset toiminnot toteutetaan organisaatioon. Se voidaan nähdä myös kokonaisuutena, jossa varsinaisen implementaation käsite kattaa koko prosessin tai mallin, joka pitää sisällään erillisiä implementaation vaiheita (implementation stages) (Zmud & Cox 1979; Ginzberg 1981; Cooper & Zmud 1990; Lucas 1981, s.14). Tulkinnoista voidaan edelleen erotella näkemykset, joissa järjestelmän suunnittelu ja tuottaminen ovat käsitteellisesti osa implementaatiota. Niistä havaitaan myös mallit, joissa implementaatio on rajattu yhdeksi vaiheeksi, mutta sen sisältä voidaan löytää oma dynamiikkansa ja erilliset vaiheet. Jaspersen et al. (2005) selventävät, että nämä vaiheittaiset mallit esittävät eri päätöksiä ja toimintoja, jotka assosioituvat implementaation eri vaiheille. Diffuusioiteoria, muutosteoria ja innovaatioteoria viittaavat jälkimmäiseen tulkintaan (Ginzberg 1981), kun taas projektinhallinnan teoria ja ohjelmistotuotannon teoria viittaavat ensimmäiseen. Projektinhallinnan teorian prosessikuvaukset koostuvat kuvassa projektin hallitsemisen prosessiryhmistä, elinkaarimallista ja implementointimallista. Ohjelmistotuotannon malli koostuu vain ohjelmiston elinkaaresta. Näissä implementaatio voidaan nähdä esimerkiksi siirtymänä järjestelmän tuotannosta sen hyödyntämiseen, työn toteutuksena tai implementaatiovaiheena. Implementaation merkitystä kokonaisprosessissa voidaan myös selventää Lyytisen (1986) esittämällä jaolla tietojärjestelmän kehitysprosessista joko teknisen tai sosiaalisen järjestelmän rakentamiseksi. Tästä näkökulmasta tarkasteltuna ohjelmistotekninen prosessi on pyrkimys teknisen järjestelmän rakentamiseksi kun taas muutosprosessi viittaa sosiaalisen järjestelmän toteuttamiseen.

Toisekseen implementaatioprosessin vaiheista eri kirjallisuudessa on havaittavissa tietyt selvät yleistyksiset lähestyttäessä eri viiteteorioiden suunnasta. Prosessit koostuvat implementaatiota edeltävistä vaiheista, sen aikaisista ja sen jälkeisistä (Lai & Mahapatra 1997; Zmud & Cox 1979; Swanson 1979; IEEE Std 1490™-2011; Zand & Sorensen 1975a; Ginzberg 1979; Díez & McIntosh 2009; Kurupparachchi et al. 2002). Prosessia edeltävät vaiheet voidaan tulkita joukoksi toimintoja, tekniikoita tai työkaluja, joiden avulla lisätään implementaation onnistumisen todennäköisyyttä. Implementaation aikaiset vaiheet puolestaan koostuvat toiminnoista, joissa varsinainen järjestelmä viedään käyttäjän tai organisaation käyttöön. Implementaation jälkeiset toiminnot koostuvat tulosten arvioinnista, tulevaisuuden käytön takaamisesta ja järjestelmän arvioinnista. (Díez & McIntosh 2009) Nämä näkökulmat tulevat esille sekä implementaatioon keskittyvissä malleissa että sen tulkinnassa yhtenä vaiheena laajemmassa prosessissa. Tässä yleistyksessä voidaan toisaalta nähdä myös viite Lewinin ja Scheinin malliin muutoksesta.

Kolmanneksi varsinainen implementaatio ei ole irrallinen vaihe muista prosessin vaiheista (Lai & Mahapatra 1997; Zmud & Cox 1979; Swanson 1988). Esimerkiksi Swansonin (1988, s.vii) mukaan keskeinen näkökulma tietojärjestelmän implementaatiossa on nähdä se yhtenä järjestelmän kehitysprojektin vaiheena, jossa ”rakennetaan silta suunnittelun ja hyödyntämisen välille”. Tämä näkökulma esittää implementaation riippuvuuden järjestelmän suunnittelusta. Implementaation toteutustapa puolestaan vaikuttaa lopputuloksen arviointiin ja järjestelmän vakiinnuttamiseen (Lai & Mahapatra 1997).

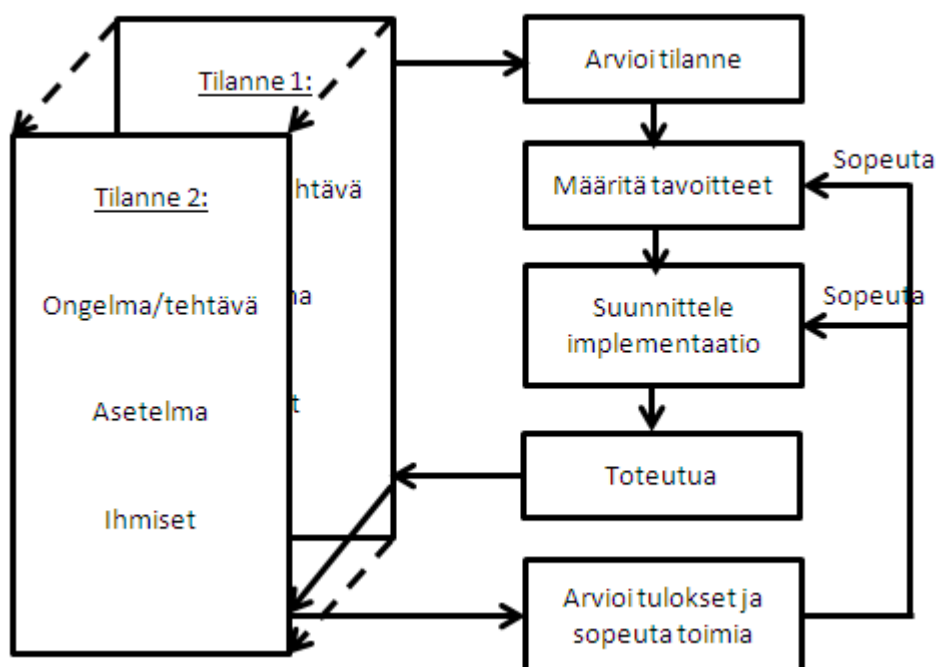
Prosessin loppuminen voidaan käsitellä viiteteoriasta riippuen eri tavoin. Täten yksiselitteisen loppupisteen määrittäminen implementaatiolle voi olla hankalaa (Keen 1974, s.12). Gottschalk (1999) on esimerkiksi kerännyt implementaation loppumisvaiheesta 19 eri tulkintaa kirjallisuudesta. Projektityyppisessä toiminnassa on tärkeää määritellä, milloin tuotokset ovat jalkautettu organisaatioon ja projekti voidaan lopettaa (IEEE Std 1490™-2011). Diffuusiot teoria puolestaan viittaa prosessin jatkumiseen huomattavasti pitempää viimeisellä vaiheellaan ”vakiinnuttaminen” (Lai & Mahapatra 1997), jonka kesto on kohtalaisen hankala arvioida yleispätevästi. Tämän viimeisen vaiheen jälkeen tai aikana voidaan jatkuvuuden (consistency) määritelmällä pidentää implementaatiota käsittämään varsinaisen käytön aikaisia toimia. Tällaisia ovat esimerkiksi uusien käyttäjien liittäminen mukaan järjestelmän käyttäjiksi (Bhattacharjee 2001). Toisaalta vakiinnuttamisvaiheen yhdeksi sisällöksi voidaan sisällyttää niiden organisaation rakenteiden synnyttäminen, jotka tukevat jatkuvuuden periaatetta. Tällaista voi kutsua eräänlaiseksi kestäväksi kehityksen rakenteeksi (Meyer et al 2009, s.177).

Implementaation esittäminen kokonaisprosessina tai osana kokonaisprosesseja tuo esiin tiettyjä kysymyksiä ilman selvää vastausta. Ensinnä tutkimusaiheiden laajuus ja poikkitieteellisyys asettavat haasteen. Voiko onnistunutta implementaatiota suunnitella

vain yhden viiteteorian näkökulmasta? Esimerkiksi informaatioteknologinen järjestelmä elää omaa elinkaartaan ohjelmistotuotannon näkökulmasta; se on osa projektinhallinnan sovellusalueetta kohdeorganisaatiossa; se voidaan nähdä organisaatiolle suunnattuna innovaationa; sen käyttöönotto aiheuttaa väistämättä muutoksia organisaatiossa ja ihmisten toiminnassa; sen luonne organisaation käytössä on sulautunut tai diffuusioitunut teknologinen työkalu jokapäiväiseen toimintaan. Toisekseen mikäli otetaan huomioon edellä esitetty teoreettinen monimuotoisuus, niin miten voidaan määrittää mikä tai mitkä näistä viiteteorioista tuottavat parhaan lopputuloksen? Lisähuomiona otettakoon huomioon, että implementaatiota selitetään kirjallisuudessa myös muilla teorioilla, mitä tässä työssä ei ole esitelty. Legris & Collarette (2006) esittävät edellä mainittuihin kysymyksiin kirjoittajan mielestä parhaan vastauksen läpi käydyssä kirjallisuudessa. Eri teorioita ei pidä tarkastella vaihtoehtoisina malleina, vaan ottaa kustakin osa-alueesta parhaat piirteet ja muodostaa niistä yksi integroitu malli.

5.2.2. Implementaation prosessi, strategia ja hallinta

Implementaation tarkastelua itsenäisenä vaiheena ja rajattuna ilmiönä havainnoidaan Hammond III (1979) esittämän viitekehysten avulla. Tämä viitekehys kuvaa prosessia, joka auttaa implementaatiostrategian suunnittelua tilanteeseen sopivaksi. Hänen esittämässään viitekehyksessä kuvassa 31 on esitetty eri vaiheet ja prosessin suunta, joiden mukaisesti implementaatiostrategia rakennetaan ja toteutetaan. Viitekehys pohjaa myös käsitteelliset kokonaisuudet, jotka liittyvät implementaation prosessiin.



Kuva 31. Implementaatiostrategian suunnittelun viitekehys (mukaillen Hammond III 1979, s.37)

Viitekehyksessä ensimmäinen vaihe on *tilanteen arviointi*. Tämän muodostaa analyysi *Tilanne 1:stä*, jossa arvioitavia osa-alueita ovat:

- *Ongelman tai tehtävän* luonne, siihen liittyvä tieteen ala sekä sen tärkeys, monimutkaisuus, epävarmuudet, tietovaatimukset jne.
- *Asetelma*, joka on yhdistelmä asioista, joista ongelma nousee esiin. Näitä ovat esimerkiksi organisaatio, osastot, politiikka, sosiaaliset järjestelmät jne.
- *Ihmiset*, joista täytyy huomioida ajallinen ulottuvuus, johtamistyyli, psykologiset vaikuttimet, kyvyt, asenteet, ongelmaan liittyvät panokset jne.

Toinen vaihe on asettaa *tavoitteet* arvioidun tilanteen pohjalta. Tavoitteet muodostuvat haluttujen muutosten pohjalta, ja sellaisia voivat olla esimerkiksi uuden järjestelmän tuomat toiminnallisuudet kohderyhmälle. Kolmannessa vaiheessa *suunnitellaan implementaatio*, joka on jatkumoa arviosta ja tavoitteista. Tämä koostuu esimerkiksi henkilöstöstä, ratkaisun lähestymistavasta, asiakasrajapinnasta ja teknisistä asioista. Tämän jälkeen seuraavassa vaiheessa *toteutetaan* suunnitelma ja samalla saavutetaan muutos tilanteessa synnyttäen *tilanne 2*. Tämä vaihe on ajallisesti jatkuva, ja siitä saatavia *tuloksia arvioidaan*. Niiden perusteella päivitetään strategian tavoitteita ja suunnitelmaa jatkuvasti. (Hammond III 1979, s.36–58)

Tästä viitekehyksestä voidaan aluksi huomioida sama rakenne, mikä todettiin olevan ominaista implementaatiolle tarkasteltaessa ongelmaa kokonaisprosessin kautta. Se koostuu kolmesta eri vaiheesta: implementaatiota edeltävistä vaiheista (*arvioi tilanne, määritä tavoitteet, suunnittele implementaatio*), sen aikaisista (*toteuta*) ja sen jälkeisistä (*arvioi tilanne, sopeuta*). Tämän lisäksi viitekehys esittää implementaatioprosessin olevan rekursiivinen luonteeltaan (Hammond III 1979; Keen 1974, s.13), eli myöhempien vaiheiden tuloksia hyödynnetään korjaamaan tai sopeuttamaan aikaisempia vaiheita. Tämä voidaan nähdä olevan erona monen teoreettisen mallin ja käytännön toteutuksen välillä. Teoreettiset mallit eivät ota huomioon palautteen vaikutusta tai vaihtoehtoisia toimintojen järjestyksien mahdollisuutta käytännön toteutuksessa (Sabherwal & Robey 1993). Swanson (1988, s.2) esittää, että implementaatiotilanne koostuu valintojen tekemisestä ja päätöksistä. Niistä yksi konkreettinen esimerkki on viitekehysten sopeutusvaihe, jossa suoritettujen toimintojen tulosten perusteella sopeutetaan toimia paremmin vastaamaan uutta tilannetta. Jaspersen et al. (2005) tuovat esille implementaation käyttöönoton jälkeisen vaiheen merkitystä. Implementaation ei siis tulisi loppua siihen pisteeseen, jossa järjestelmä on asennettu ja sitä käytetään, vaan sen tulisi huomioida ja ymmärtää myös käytön aikaisia toimia.

Vaiheiden rakentumisessa on hyvä tiedostaa Ginzbergin (1981) esittämä näkemys vaiheiden luonteesta. Hän sanoo implementaatiomallien koostuvan järjestetyistä vaiheista, joiden tuotosten on osoitettu vaikuttavan positiivisesti implementaation

onnistumiseen. Hän esittää, että nämä vaiheet pohjimmiltaan eivät ole yksiselitteisiä konsepteja, vaan kukin niistä pitää sisällään joukon tietyn tyyppisiä irrallisia ongelmakohtia ratkaistavaksi. Onnistuminen yhden ongelmakohdan ratkaisussa ei välttämättä takaa onnistumista toisessa. Myös Keen (1974, s.13) tunnistaa implementaatiosta, että sen vaiheet eivät aina jakaannu ”siisteiksi (neat)” eroteltaviksi vaiheiksi. Tätä näkemystä täydentää myös Sabherwal ja Robeyn (1993) tutkimus, jonka pyrkimyksenä oli luoda taksonomia implementaatioprosessien luonteesta. He pohjustivat luokittelunsa viiteentoista erityyppiseen tapahtumaan tai toimintaan, joita IT – järjestelmän kehityksessä on havaittu. Näiden IT – projektin toimintojen pohjalta he muodostivat implementaatioprosessin kuusi arkkityyppiä, jotka ovat:

1. *Looginen minimalismi*, prosessissa suoritetaan loogisessa järjestyksessä ne toiminnot, joilla saavutetaan järjestelmän vähimmäisvaatimukset.
2. *Perinteinen ”suoraan hyllystä” – prosessi*, jossa merkittävää on kohteen ja järjestelmän riippuvuus ulkoisesta toimittajasta tai konsultista.
3. *Ongelman ohjaama minimalismi*, joka muistuttaa tyyppiä 1 nopealla ja yksinkertaisella lähestymistavalla, mutta sen laukaisee havaittu ongelma, jota pyritään ratkaisemaan.
4. *Elinkaarimalli*, joka seuraa perinteisiä oppikirjaesimerkkejä järjestelmän kehittämisestä. Tämä malli lähtee liikkeelle tarpeiden kartoittamisesta ja etenee loogisessa järjestyksessä kattaen laajan alueen tapahtumia. Leimaa antavia ovat henkilöstön, suorituskyvyn, resurssien ja eri roolien hallinta.
5. *Ulkoistettu yhteistyö*, tämä prosessi vaatii organisaatiolta kattavaa yhteistyötä yhden tai useamman ulkoisen tahon kanssa. Se muistuttaa laajuudeltaan elinkaarimallia, mutta ei useimmiten seuraa loogista järjestystä tapahtumissa. Lisäksi leimaa antava on ulkoisien tapahtumien vaikutus prosessiin.
6. *Talon sisäinen yritys-epäonnistumis – prosessi*, tämä muistuttaa elinkaarimallia, mutta siinä on ominaisena piirteenä suorituskyvyn ongelmat ja vastustus läpi prosessin. Projekti ohjautuu prosessin eri vaiheissa syntyvien ongelmien kautta ja ulkoisilla tahoilla on vähän vaikutusta sen etenemiseen.

Näillä esitetyillä tyypeillä ja niihin päätyneellä tutkimuksella on rajoitteita ja tulokset ovat joissain määrin tulkinnanvaraisia. Tästä huolimatta niistä voidaan havaita, että eri tapahtumien järjestys ja kattavuus implementaatioprosessin aikana mahdollistaa prosessien luokittelun. Täten se tuo laajempaa ymmärrystä myös implementaatiosta. Lisäksi niistä voidaan havaita, että empiiriseen tutkimukseen perustuneet implementaatioprosessit eivät ole luonteeltaan aina oppikirjaesimerkkejä. Ginzbergin (1981) ja Keenin (1974, s.13) esittämät huomiot erillisten ongelmien ratkaisusta

synnyttävät prosesseja, joissa ympäristö ja ongelman luonne määrittävät prosessin tarpeet käytännön kontekstissa.

Viitekehyksen esittämä *tilanne* voidaan esittää jossain määrin implementaatio-ongelman kontekstiksi (Swanson 1988, s.11; Radnor 1979). Radnor (1979) esittää, että implementaatio-ongelman ratkaisemiseksi on tärkeitä sijoittaa ongelma sen kontekstiin tai ympäristöön, jossa toiminta tapahtuu. Tilanteen analyysin tulisi tuoda esille ne elementit, jotka kyseessä olevassa implementaatio-ongelmassa ovat tärkeimmät ja ne, jotka voidaan jättää vaille tärkeämpää huomiota (Hammond III 1979, s.41).

Implementaation tavoite pitäisi pystyä johtamaan tilanteen määrittämään kontekstiin sopivaksi ja erityisesti ilmaisemaan se tilanteesta esiintyvän termin (Hammond III 1979, s.53). Tavoite koostuu monesta erillisestä pyrkimyksestä (Keen 1974), ja konkreettisesti ajateltuna tavoite ilmoittaa mitä implementaatioissa pyritään muuttamaan vallitsevassa tilanteessa. Tavoitteiden tulisi yksinkertaisesti ilmoittaa kuka tekee ja mitä tehdään toisin implementaation jälkeen (Hammond III 1979, s.54). Tavoitteiden asettamista voidaan verrata projektin tarkan määrittelyn merkitykseen. Kun tavoitteet ovat selvät, konkreettiset, realistiset ja yhdessä sovitut, muuttavat ne projektin tyyppiä toiminto-ohjautuvasta kohti maali- ja tulosohtautuvaa suuntausta. (Milis & Mercken 2002) Clarke (1999) esittää lisäksi projektin pilkkomista pienemmiksi ”pureskeltaviksi palasiksi”, joka mahdollistaa myös tavoitteen jakamisen rajoitetumpiin ja ennen kaikkea selvempiin osatavoitteisiin.

Viitekehys esittää konkreettisen esimerkin muutoksen tapahtumisesta. Implementaation toteutusvaihe tuottaa muutoksen tilanteesta 1 tilanteeseen 2. Muutoksen vaikutuksen osa-alueet voidaan implementaatioissa kohdistaa asetelmaan ja ihmisiin. Toisaalta myös ongelman tai tehtävän luonne voi muuttua implementaation edetessä, ja sen määrittely voi tarvita päivitystä. (Hammond III 1979) Näiden lisäksi muutoksia voi syntyä myös varsinaiseen implementoitavaan järjestelmään. Tämä on ilmiö, mitä esimerkiksi innovaatioteoriassa kutsutaan ”uudelleen keksimiseksi” (”re-invention”), ja sillä tarkoitetaan implementaatiovaiheessa tapahtuvaa innovaation muutosta tai muokkausta käyttäjien toimesta (Rogers 1983, s.175). Mikäli viitekehyksen esittämän ”tilanteen” käsittää kaikkina implementaatioon vaikuttavina tekijöinä, voidaan ne hahmottaa esimerkiksi organisaationa, ihmisinä, teknisinä asioina, prosesseina ja kulttuurina. Tällöin voidaan tapahtuvat muutokset ilmaista koskevan nimenomaan näitä tekijöitä huomioiden prosessin aikaiset muutokset myös tavoitteessa. Radnor (1979) erittelee ympäristön tekijät ja prosessin kanssa interaktiivisessa suhteessa olevat tekijät toisistaan, tarkentaen muutoksen vaikutusten olevan suurempia jälkimmäisessä ryhmässä. Swanson (1988, s.9) esittää, että implementaation aikaiset päätökset voivat vaikuttaa tekijöihin kohdistuvaan muutokseen. Schultz ja Slevin (1979) toteavat, että implementaationa voidaan pitää sitä muutosta niissä asioissa, joiden muuttuessa saavutetaan tavoitellut kehitykset.

Implementaatioprosessin hallitsemiseksi kirjallisuudessa on sekä suoria (Meyer et al. 2009, s.177; Radnor 1979; Swanson 1988, s.7) että implisiittisiä viitteitä (Zmud & Cox 1979; Legris & Collerette 2006), että implementaatio tulisi toteuttaa projektina. Projektin näkökulmasta on tiedostettava, että implementaatio voi olla vain yksi koko projektin vaiheista (Legris & Collerette 2006), mutta se ei poista hyötyjä projektinhallinnallisilta elementeiltä implementaation aikana (Swanson 1988, s.7). Projekti on tilapäinen pyrkimys, jonka avulla luodaan uniikki palvelu, tuote tai tuotos. Tilapäisyys ei viittaa itse projektin tai sen tuotosten lyhyeseen ajalliseen keston, vaan määriteltyyn alkuun ja loppuun. (IEEE Std 1490™-2011) Keen (1974, s.12–13) kuitenkin esittää, että implementaation alku- ja loppupistettä voi olla toisinaan hankala määrittää.

Projektin hallinta on kokoelma tietämystä, taitoja, työkaluja ja tekniikoita, joiden avulla pyritään hallitsemaan projektin toimintoja pyrkimyksenä täyttää projektille asetetut vaatimukset. Projektin hallintaan liittyy vaatimusten tunnistaminen, sidosryhmien tarpeiden, ongelmien ja odotusten huomioiminen sekä projektin rajoitteiden tasapainottaminen. Nämä rajoitteet koostuvat muun muassa laajuudesta (scope), laadusta, aikataulusta, budjetista, resursseista ja riskeistä. Tasapainottamisella viitataan rajoitteiden keskinäisen riippuvuuden vaikutusten optimiin tilaan. Tätä voi selventää kolmen rajoitteen keskinäisen riippuvuudella, esimerkiksi aikataulun lyhentäminen vaatii enemmän resursseja ja näin saattaa kasvattaa budjettia. (IEEE Std 1490™-2011)

Projektin sisällä tulisi huomioida oppiminen ja tietämyksen siirtyminen projektin jäseniltä toisille. Tähän vaikuttavista tekijöistä tärkeimmiksi voidaan erotella projektin kesto, koulutuksen laatu ja koulutuksen sijoittuminen projektin vaiheelle. Yleisesti voidaan sanoa, että aloitusvaiheessa suoritettu koulutus johtaa tehokkaaseen suorituskyykyyn. (Plaza et al. 2010) Alkuvaiheen merkitystä prosessin hallinnassa voidaan perustella myös toisesta näkökulmasta. Tyre ja Orlikowski (1994) esittävät, että teknologian omaksuminen organisaatiossa ei ole jatkuva prosessi toisin kuin kirjallisuudessa esitetään. Heidän mukaansa organisaation ja yksilöiden käyttäytyminen muokkaa prosessista vaiheittaista, purskeissa tapahtuvaa ja ajallisesti epäjatkovaa. Heidän mukaansa ensimmäinen vaihe tai ensimmäiset 2 – 3 kuukautta ovat tärkeimmät, sillä sen aikaiset päätökset ja suuntaukset määrittävät pitkäaikaisen käytön luonteen.

Yleisesti implementaation tutkimuksen soveltamisessa käytäntöön tulisi panostaa muutamaan konkreettiseen asiaan. Ensinnä tulisi huomioida itse kehitykseen ja uuden toimintamallin noudattamiseen pyrkivien toimintojen eroavaisuudet ja niiden väliset suhteet. Näiden havaitsematta jättäminen saattaa aiheuttaa kriittisten toimintojen jättämisen pois implementaatioprosessissa. Toisekseen implementaation aikaiset toiminnot tulisi nähdä osana eri kokonaisprosesseja. Kolmanneksi on tiedostettava suoritettavan prosessin edetessä organisaatiossa, että tiettyjen tahojen kiinnostus sitä kohtaan saattaa loppua. (Nutt 1986)

5.2.3. Prosessin onnistumisen mittaaminen

Implementaatioprosessin onnistumista voidaan määritellä usealla eri tavalla. Korkealla tasolla sitä voidaan tarkastella muun muassa järjestelmän onnistumisen (Zmud 1979) tai tuotetun arvon (Swanson 1988) perusteella. Sitä voidaan tarkastella myös jakamalla se kehitys- ja implementaatioprosessin summaksi (Markus & Mao 2004).

Onnistumisen mittaamista tarkasteltaessa yksityiskohtaisemmin Schultz ja Slevin (1979, s.3) esittävät sen olevan riippuvainen siitä, kenen näkökulmasta asiaa tarkastelee. Esimerkiksi tutkijalla, käyttäjällä ja johtajalla voi olla toisistaan poikkeava näkemys siitä, milloin implementaatio oli onnistunut. He selventävät tätä esimerkillä teoreettisen mallin onnistuneesta siirtämisestä käytäntöön:

- Tutkija: ”Kun malli on kehitetty ja se toimii” (tekninen valideetti)
- Käyttäjä: ”Kun mallia käytetään päätöksen tekemiseen” (organisaation valideetti)
- Ylempi johtaja: ”Uusi käyttäjän toimintamalli tuottaa organisaatiolle lisää tehokkuutta” (ongelma on tärkeä ja siihen kehitetty ratkaisu oikea)

Tällaiset näkökulmat onnistuneesta implementaatiosta ovat suhteellisen kapeakatseisia, sillä ne kuvastavat implementaation onnistumista yksistään onnistunut-epäonnistut – akselilla (Kivijärvi 1987, s.15 – 16). Keen (1974) esittääkin, että yksinkertaisimmillaan onnistumisen mittaaminen tarkoittaa kahden kuvan vertaamista; kuvat ennen ja jälkeen. Hän tosin itsekin toteaa sen olevan soveliasta ainoastaan muutosten toteamisessa, ei prosessin tarkastelussa. Implementaation onnistumista voidaan tämän sijaan tarkastella hierarkkisesta näkökulmasta, jolloin onnistumiseen voidaan luoda tietyt onnistumisen tasot tai eri osa-alueet (Kivijärvi 1987, s.15 – 16). Edellä esitellyistä eri onnistumisen näkökulmista voidaankin tehdä ainakin kaksi jo alussa esitettyä yleistystä järjestelmän onnistumisen arvioinnissa. Se voidaan pilkkoa ”onnistuneeseen järjestelmän kehittämiseen” sekä ”onnistuneeseen implementaatioprosessiin”. (Markus & Mao 2004)

Implementaatioprosessin onnistumisen mittaamista voidaan pilkkoa myös ajallisesti useaan vaiheeseen. Projektimielessä onnistumista on hyvä pystyä kontrolloimaan koko implementaatioprojektin ajan. Tällöin voidaan mahdollistaa ongelmakohtiin puuttuminen jo ennen varsinaisen projektin päättymistä (Gunasekaran et al. 2006). Ginzberg (1981) suuntaa samaa ajattelumallia varsinaiseen implementaatioprosessiin. Hänen mukaansa vaiheittaisen implementaatioprosessin kunkin vaiheen lopputuloksen pitäisi olla hyvä, jotta kokonaislopputuloksena olisi vastaava.

Onnistumisen mittaaminen liittyy implementaation tavoitteen asettamiseen. Mikäli yksi tavoite määritellään olevan esimerkiksi ”päättöksenteon käyttäytymismallin muuttuminen”, voi sen mittaaminen olla abstraktisista käsityksistä johtuen hankalaa.

Schultz et al (1983) esittävät tämäntyyppiseen mittaamiseen korkeamman tavoitteen pilkkomista pienemmiksi helpommin mitattaviksi muuttujiksi. He esittävät yhdeksi tällaiseksi malliksi ”hyväksyntä→käyttö→suorituskyky→tyytyväisyys” – ketjua. Tämän tyyppisiä muuttujia on huomattavasti helpompi määrittää ja mitata kuin abstrakteja määritteitä. Implementaation mittaamisen hankaluutta lisää se, että monet IT – järjestelmän tai implementaatioprosessin tuotoksista ovat aineettomia tai hankalasti kohdistettavia tietylle järjestelmälle (Gunasekaran et al. 2006; Keen 1974) (vrt. Organisaation tehokkuus, kulttuurin muutos, yksilön toiminnan muuttuminen).

Onnistumisen mittaamisessa on myös huomioitava aikajana. Implementaatioprosessin tai -projektin onnistumista voidaan toisaalta mitata heti projektin päätyttyä. IT – järjestelmän elinkaari on kuitenkin huomattavasti pitempi. Näin ollen implementaation onnistumista tulisi mitata myös jatkuvuuden (continuance) kautta. Tällä viitataan esimerkiksi myöhemmin tulevien uusien järjestelmän käyttäjien sekä alkuperäisien käyttäjien toimiin varsinaisen käyttöönoton jälkeen. (Bhattacharjee 2001)

Implementaatioprojektin arviointimittareita voidaan kategorisoida kuuluvaksi neljään eri tyyppiin. Nämä ovat taloudelliset (financial), ei-taloudelliset (non-financial), aineelliset (tangible) ja aineettomat (intangible). Mittareiden tulisi pohjautua niiden muuttujien mittaamiseen, joiden tulokset vaikuttavat eniten koko projektin lopputulokseen. (Gunasekaran et al. 2006) Tämä viittaa kriittisten menestystekijöiden määrittämisen olevan tärkeää mitattaessa implementaation onnistumista.

Loppujen lopuksi implementaatiossa on kysymys siitä, että tehdään oikeita päätöksiä. Tällöin saadaan suunniteltu konsepti siirrettyä toimintaan ja täten tuotetaan arvoa asiakkaalle. Näin tulkittaessa implementaation onnistuneen suorituksen ainoa todellinen mittari on loppujen lopuksi kuinka paljon lisäarvoa tuotettiin asiakkaalle. (Swanson 1988, s.2) Tämä näkökulma vaatii asiakkaan määrittämisen (käyttäjä, organisaatio, prosessi jne.) ja sen mikä on tai mikä koetaan arvoa tuottavaksi asiakkaan näkökulmasta. Ginzberg (1979) esittää myös, että implementaatioprosessi ei käytännössä voi loppua onnistuneesti, ennen kuin asiakkaalle on tuotettu sen itsensä kokema arvo.

Mittaamisella on myös yksi toistaiseksi esittämätön konkreettinen hyöty. Mikäli mittaamisen kohde tai siihen osallistuvat ihmiset tiedostavat mittareiden olemassaolon, he pyrkivät vaikuttamaan mittarin tuloksen positiiviseen lopputulokseen (Neely et al 1995). Tämän voidaan tulkita johtavan siihen, että mittarien oikea valinta ja niiden esiin tuominen jo itsessään vaikuttavat positiivisesti prosessin tuotokseen. Suorituskyvyn mittaaminen siis ohjaa ihmisten käyttäytymistä.

5.3. Implementaatioon vaikuttavat tekijät

Implementaation rakennetta voidaan selkeyttää esittämällä sen luonnetta ”palapelinä”. Tällä viitataan implementaation onnistumisen tai epäonnistumisen kannalta tärkeisiin osa-alueisiin. (Swanson 1988, s.1) Halonen (2007, s.27) painottaa osa-alueiden määrittelyä implementaatioon liittyen sillä, että ne ovat aikaisemmissa tutkimuksissa osoitettu merkityksellisiksi implementaatiolle. Vaikuttavina tekijöinä voidaan pitää kaikkia implementaatio-ongelmaan vaikuttavia tekijöitä, joilla on ongelmaan liittyen dynaaminen tai vuorovaikutteinen suhde (Radnor 1979). Yleisesti ottaen implementaatioon liittyviä tekijöitä ei voida selittää yhden mallin tai teorian avulla. Eri tekijöitä tulisi selittää eri teorioilla, jotta saadaan kattavampi käsitys implementaatiosta. (Lapointe & Rivard 2007)

Implementaatioon vaikuttavia tekijöitä on kutsuttu kirjallisuudessa muun muassa tekijöiksi (factors), muuttujiksi (variables), kontekstiksi (context) tai asioiksi (issues) (Swanson 1988; Markus & Robey 1988; Radnor 1979; Ginzberg 1979; Beaumaster 1999). Tekijöiden luokittelusta käytetyistä nimityksistä voidaan havaita hierarkkisia tasoja. Selvästi ”konteksti” ja ”asiat” termeinä käsittelevät tutkimuskohdetta abstraktimmalta tasolta. Puolestaan ”tekijät” tai ”muuttujat”, joiden englanninkielisestä nimityksestä havaitaan matemaattinen tai positivistinen tausta, ovat yksityiskohtaisempia. Tämän kirjallisuudessa olevan hierarkian lisäksi tekijöissä voidaan erotella ympäristöstä nousevat tekijät, jotka voidaan nähdä esimerkiksi prosessin rajoitteina, olosuhteina tai asetelmana. Lisäksi tekijöistä voidaan tunnistaa implementaatioon vaikutuksen alueet, eli tekijät, joita pyritään muuttamaan prosessin edessä tai jotka ovat interaktiivisessa suhteessa prosessiin. (Radnor 1979) Kolmas ryhmä on tekijät, joilla on suora vaikutus implementaation onnistumiseen (Ginzberg 1981). Tämän lisäksi vaikuttavien tekijöiden osa-alueissa voidaan tehdä luokittelua analyysin tasoilla (Markus & Robey 1988; Lai & Mahapatra 1997). Markus ja Robey (1988) ovat tunnistaneet vaikutusten käsittelyn yksilön, organisaation ja yhteisön tasolla. Lai ja Mahapatra (1997) ovat puolestaan tunnistaneet tarkastelun yksilön, joukon, organisaation tai organisaation välisten asioiden tasolla.

Vaikuttavia tekijöitä on erittäin paljon, joita esimerkiksi Kivijärvi (1987, s.196 – 203) on tunnistanut 200 kpl. Lucas (1982, s.98) ehdottaa niiden käsittelyyn implementaatioon liittyen yleispätevää luokittelua. Kirjallisuudesta havaitut eri lähestymistavat eivät kuitenkaan mahdollista sellaista ilmiön laajuudesta ja vaikutusalueesta johtuen. Esimerkiksi Halonen (2010) listaa implementaatioon vaikuttavien asioiden olevan organisaation muutos, kulttuuri, käyttäjät, luottamus ja muut asiat. Beaumaster (1999) puolestaan luokittelee vaikuttavat tekijät kuuluviksi joko organisaation, johtajuuden, käyttäjän, teknisen alueen tai johdon prosessien piiriin. Díez ja McIntosh (2009) listaavat tietojärjestelmien käyttöön ja käytettävyyteen liittyviä tekijöitä arvioimalla niitä implementaation prosessin eri vaiheilla ja määrittämällä niille jonkun korkeamman tason tavoitteen. Radnor (1979) listaa implementaatio – ongelman kontekstin

ulottuvuudeksi tutkimusohjelman, muutosilmion, ympäristön, organisaation, operatiivisuuden, hallinnollisuuden ja resurssit. Cooper ja Zmud (1990) toteavat kohteena olevan järjestelmän merkityksellisimpien tekijöiden tunnistamisen olevan tärkeää.

Tekijöiden käsittely suoritetaan mukaillen tässä luvussa esiteltyjä näkökulmia. Luokittelussa on huomioitava, että kaikkia implementaatioon vaikuttavia tekijöitä ei kyetä käsittelemään. Luokkiin jako on suoritettu tavalla, jonka avulla saavutettaisiin mahdollisimman kattava teoreettinen pohja useasta näkökulmasta. Luokittelu ei nojaa niinkään kirjallisuudessa havaittaviin yleistyksiin kuin kirjoittajan omaan arvioon kyseisen tutkimuksen soveltamisalueen tärkeimmistä tekijöistä. Lisäksi näkemykset implementaation ympäristöstä ja implementaation vaikutuksen kohteista ovat sulautettu saman luokittelun sisälle. Taksonomia ei siis ole täysin yksiselitteinen tässä tapauksessa. Tekijöiden luokittelussa esitetään kolme ylätasoa luokkaa, jotka määrittävät erilaisen näkökulman tekijöiden tunnistamiseen. Nämä luokat jaottelevat tekijöitä teoreettisen taustan, analyysin tason ja assosiaation perusteella. Teoreettisen taustan kautta on tunnistettu kriittiset menestystekijät sekä muutosilmioon liittyvät tekijät. Analyysin tason perusteella käsitellään organisaatioiden välisellä tasolla sekä organisaation ja yksittäisen käyttäjän tasoilla vaikuttavat tekijät. Assosiaation perusteella käsitellään kulttuuriin, prosesseihin, tekniseen aspektiin, MES – järjestelmään ja muihin asioihin liittyvät tekijät.

Implementaation osa-alueiden luonteesta voidaan sanoa, että ne eivät kaikki välttämättä ole suoraan implementaation toteuttajan hallinnassa, mutta niihin voidaan silti vaikuttaa. Tällä vaikutuksella pitäisi implementaation edetessä pyrkiä luomaan sopusointu tekijöiden kesken ja näin mahdollistamaan implementaation onnistuminen. (Swanson 1988, s.11)

5.3.1. Kriittiset menestystekijät

Kriittisiä menestystekijöitä (Critical Success Factors, CSF) käsittelevät tutkimukset viittaavat usein Rockartin (1979) määrittämiin termistöihin. Hän käsittelee termiä teollisuudessa organisaation tasolla ja ylemmän johdon näkökulmasta. Hän kuvailee sen tarkoitusta:

“...rajattu määrä eri alueita, niiden tuloksien ollessa hyviä, määrittävät koko organisaation kilpailukykyyn ja suorituskäytön onnistumisen.”

”...muutamia oleellisia alueita, joissa asioiden onnistuttavuus, jotta liiketoiminta kukoistaisi.”

”...toiminnan alueita, joiden pitäisi saada jatkuva ja huolellinen huomio johdolta.”

”...alueita, joissa hyvä suorituskyky mahdollistaa tavoitteiden saavuttamisen.”

Rockartin määritelmät tästä lähestymistavasta tai konseptista tuovat esille oleellimmat seikat. Tarkasteltavassa ilmiössä on tietyt avainalueet, jotka ovat muita tärkeämpiä hyvän lopputuloksen tai suorituskyvyn kannalta. Lisäksi nämä alueet vaativat johdon huomion ja mahdollistavat tavoitteiden saavuttamisen. Monissa implementaation tekijöitä käsittelevissä tutkimuksissa voidaan havaita, että vaikka tutkija asemoi tutkimuksensa menestystekijöiden, ei kriittisten menestystekijöiden, näkökulmaan ovat tulokset implisiittisesti sovellettavissa Rockartin (1979) määrittelyihin. Tämän vuoksi tässä luvussa esitetyt asiat voidaan yleistää avainkysymyksen ympärille, ”onnistuu implementaatio vai ei?” (Ginzberg 1981; Swanson 1988). Tähän kysymykseen vaikuttavia tekijöitä luokitellaan CSF – termin alle.

Onnistuneen implementaation määrittäminen edellä esitetyn kysymyksen mukaisesti vaatii määrittelyn siitä, mitä on onnistuminen. Tämä on implementaatioissa yleisesti tunnistettu ongelma, ja sitä on käsitelty tarkemmin luvussa 5.2.3. Tämän näkökulman lisääminen synnyttää kriittisten menestystekijöiden tarkasteluun eksponentiaalisen lisäyksen, ja tekee käytännössä kaikkien tekijöiden käsittelyn mahdottomaksi. On siis huomioitava, että esitettyihin näkökulmiin implementaation tekijöistä saattaa liittyä eri määritelmät onnistumisen käsitteestä. Yleisesti käytetty menetelmä aikaisemmissa tutkimuksissa on esittää riippuvaiset (dependent) ja itsenäiset (independent) tekijät. Näiden välistä suhdetta voidaan kuvata esittämällä riippuvaiset tekijät olevan prosessin tuotoksia, joihin itsenäiset tekijät vaikuttavat. (Diez & McIntosh 2009; Lucas 1986, s.406) Tätä menetelmää käyttäen voidaan esittää, että riippuvaiset tekijät ovat prosessin tavoitteita ja itsenäiset tekijät ovat mahdollisia kriittisiä menestystekijöitä. Tällöin itsenäisten tekijöiden merkitystä lopputuloksessa halutaan tutkia.

Onnistumiseen vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen pohjautuu usein varianssiteoriaan (Markus & Robey 1988; Jain 1997) ja esittää implisiittisesti oletuksen, että tietyt tekijät vaikuttavat lopputuloksen odotusarvoon enemmän kuin muut. Tämän lisäksi kausaalisuus organisaation edeltävän tilanteen ja saavutettujen muutosten välillä täytyy olla kohdistettavissa tiettyihin tekijöihin. Kausaalisuuden ja varianssiteorian perusteella voidaan tehdä yleistys, että tiettyjen olosuhteiden vallitessa lopputulos on onnistunut. (Jain 1997)

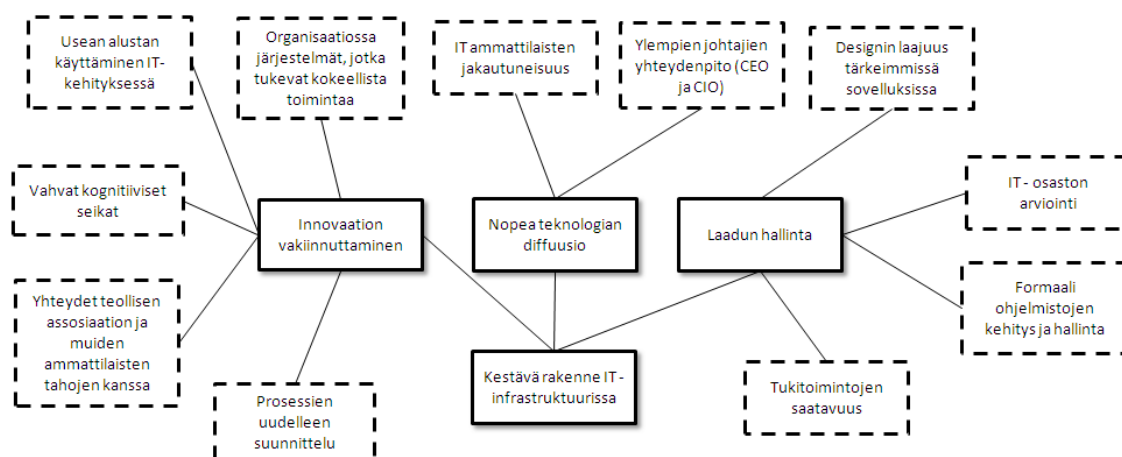
Jain (1997) kritisoi CSF:ien tunnistamista kapeasta teoreettisesta suuntauksesta, sillä esimerkiksi varianssiteoria ei ota huomioon toteumia tai satunnaisien tekijöiden vaikutusta. Lisäksi varianssiteoria ei tuo esille tekijöihin panostamisen merkitystä, jota voidaan havainnollistaa esimerkiksi kysymyksellä ”tuoko suurempi ylemmän johdon tuki suuremman onnistumisen?”. Fortune ja White (2006) summaavat muiden esittämiä kritiikkejä CSF – menetelmälle muun muassa ”kriittisten tekijöiden välisien suhteiden merkityksen selittämisen puutteesta”, ”menetelmä antaa staattisen kuvauksen dynaamisesta ilmiöstä” sekä harvoin eri tutkimusten välillä on ”konsensus yhdestä CSF – listauksesta tiettyyn ilmiöön liittyen”.

Kriittisiä menestystekijöitä on aikaisemmissa implementaatioon liittyvissä tutkimuksissa tarkasteltu muun muassa IT – projektin (Milis & Mercken 2002; Fortune & White 2006), implementaatioprosessin (Beaumaster 1999), sen eri vaiheiden (Diez & McIntosh 2009), sen aikana toistuvien tekijöiden (Ginzberg 1981) tai implementaation yleisestä (Swanson 1988; Jain 1997) näkökulmasta. Onnistumista tukevien tekijöiden näkökulmasta voidaan tehdä arviointia siitä, millä tekijöistä on suurin vaikutus tai mitkä tekijät ovat tärkeimpiä onnistumisessa (Ginzberg 1981). Suuntausta mukailevat myös tutkimukset, joissa tutkitaan epäonnistumiseen johtaneita tekijöitä (Yeo 2002; Fortune & White 2006).

CSF:ien merkitys implementaatiota suunniteltaessa nostetaan esiin vaikuttavana asiana tavoitteen saavuttamisessa ja sitä kautta implementointistrategian luomisessa (Lucas 1986, s. 406). Lucas (1986) esittää, että mikäli implementaation onnistumisen kausaalisesti määrittäviä tekijöitä pystytään etukäteen osoittamaan, tulisi implementaatiostrategia luonnollisesti rakentaa niitä tukemaan. Lähestymistapaa hankaloittaa yksimielisen näkemyksen puute siitä, mitkä tekijöistä ovat implementaatiolle tärkeimpiä. CSF:ien vaikutuksesta tulisi huomioida toisaalta se, että ne voidaan käsittää vaadittuina olosuhteina implementaation onnistumiselle. Toisaalta niiltä voidaan vaatia, että ne edistävät tai mahdollistavat implementaatioprosessin onnistuneen suorittamisen. (Jain 1999)

CSF:ien määritelmän mukaisesti rakennettuja viitekehyksiä implementaatioissa on useita. Esimerkiksi Jain (1999) esittää organisaation tärkeät rakenteelliset osat, jotka vaikuttavat onnistuneeseen implementaatioon. Kuvassa 32 on esitetty viitekehukseen liittyvät rakenteet (constructs) ja tekijät (factors) sekä niiden väliset suhteet. Hänen mallissaan organisaation tulisi tukea neljää rakennetta: innovaation vakiinnuttamista, teknologian nopeaa diffuusiota, laadun hallintaa ja kestäväää rakennetta IT – infrastruktuurissa. Kukin näistä rakenteista koostuu erillisistä yksittäisistä tekijöistä, jotka ovat organisaatioon, teknologiaan tai toimintoihin liittyviä. Tässä mallissa painottuu olemassa olevien rakenteiden merkitys onnistuneessa implementaatioissa. Nämä rakenteet muodostavat aiemmin esitetyt olosuhteet onnistuneelle implementaatiolle.

Swanson (1988) puolestaan esittää avaintekijöiksi implementaatioon onnistumisessa tai epäonnistumisessa käyttäjien mukana olon, johdon sitoutumisen, järjestelmän arvon organisaatiolle, yhteisen ymmärryksen, designin laadun, suorituskykytason, projektinhallinnan, resurssien riittävyyden ja tilanteellisen vakauden. Hänen mallissaan implementoijan tärkein tehtävä on löytää tasapaino näiden eri tekijöiden kesken ja pyrkiä vaikuttamaan niiden sopeutumiseen toisiinsa. Tämä malli painottaa implementaation aikaisten päätösten vaikutusta lopputulokseen esittäen menestystekijät kuuluviksi tiettyihin alueisiin. Tämä malli ei nojaa yksinomaan ajatukseen onnistumisen mahdollistavista olosuhteista, vaan siirtää menestystekijäajattelun enemmän operatiivisiin toimiin.



Kuva 32. Avainrakenteet onnistuneessa implementaatiossa (mukaihen Jain 1999)

Diez & McIntosh (2009) esittävät menestystekijöitä implementaation prosessin eri vaiheille, kohdistuen prosessin tavoitteen olevan järjestelmän käytössä ja käytettävyydessä usean eri riippuvan tekijän muodossa. Heidän tutkimusten tulokset osoittavat tiettyjä tekijöitä, jotka ennustavat edellä mainittujen riippuvaisien tekijöiden lopputulosta. Ennen implementaatiota paras ennustava tekijä on käyttäjien mukana olo. Implementaation aikana näitä tekijöitä on useita muun muassa käyttäjien aikomukset, IT kokemus, ulkoinen painostus, informaation lähteet, havaittu järjestelmän käytettävyys, IT yksikön ammattimaisuus, subjektiiviset ohjeistukset, järjestelmän laatu, ylempään johdon tuki, tukitoiminnot ja koulutus. Implementaation jälkeen paras ennustava tekijä on käyttäjien tyytyväisyys järjestelmään. Tämä tutkimus osoittaa, kuinka paljon onnistumisen määrittäminen vaikuttaa menestystekijöiden sisältöön. Toisaalta tekijöiden määrittäminen prosessin eri vaiheille painottaa niiden merkitystä tietyssä prosessin vaiheessa. Lisäksi on osoitettu myös toistuvien (Ginzberg 1981) tai dynaamisten tekijöiden (Beaumont 1999) vaikutus implementaatioprosessissa. Nämä termit viittaavat kriittisiin tekijöihin, joilla on vaikutusta prosessin onnistumiseen sen jokaisessa vaiheessa tai jotka ilmaantuvat yhä uudelleen prosessin edetessä.

Kriittisten menestystekijöiden käytöstä implementaatiossa voidaan tehdä tietyt yleistyksiä. Ensinnä aikaisemmista tutkimuksista voidaan löytää olosuhteista tai kontekstista tekijöitä. Nämä vaikuttavat IT – järjestelmän implementaatioon luoden otollisen ympäristön implementoida. Toisekseen voidaan havaita, että implementaation aikana voidaan eri päätöksien avulla vaikuttaa menestystekijöihin liittyviin ongelmiin. Kolmanneksi onnistumisen määrittely selkeänä tavoitteena nostaa esille tiettyjä tekijöitä, joilla on suurin vaikutus tavoitteen saavuttamiseen. Lisäksi eri tekijöillä voi olla keskinäisiä vaikutuksia, joiden havaitseminen on hankalaa. Toisin sanoen implementaatioon liittyy useita eri näkökulmia, joista kriittisiä menestystekijöitä voidaan tarkastella.

5.3.2. Muutosilmiö

Muutoksella tarkoitetaan kohteen altistamista uudelle informaatiolle, asenteille tai teorioille, jotta saavutettaisiin uusia näkemyksiä tai opittaisiin uusia käyttäytymismalleja. Se pitää sisällään uuden informaation keräämistä, vanhan ja uuden tiedon kyseenalaistamista ja tulkintaa sekä vaihtoehtoisten toimintamallien kehittämistä. Usein muutosprosessissa täytyy kehittää tai muokata metodia, jolla valinnat vaihtoehtojen välillä tehdään. (Zand & Sorensen 1975b, s.219)

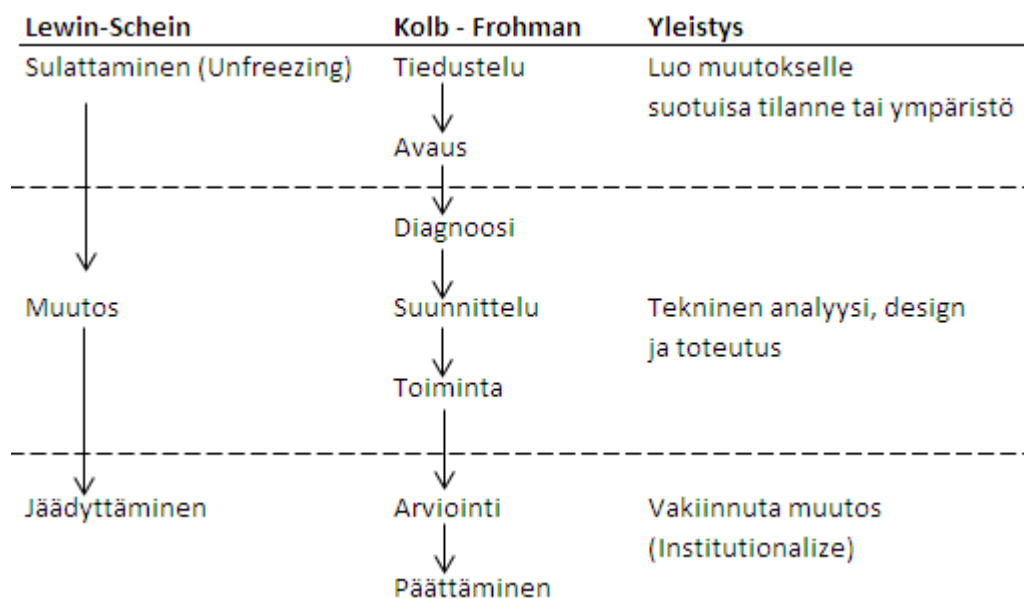
Hallinnollisen tieteen implementaatio-ongelmassa voidaan muutoksen tekijöitä tarkastella organisaatioon tuotavien tai siinä syntyvien muutoksien kautta sekä itse mallin näkökulmasta (Radnor 1979, s.23–24). Yleistettäessä nämä näkökulmat IT – järjestelmän tapaukseen, voidaan muutoksia tarkastella joko järjestelmän kontekstin näkökulmasta tai itse järjestelmän näkökulmasta (Zmud & Cox 1979; Keen 1981). Näiden näkökulmien yhteyttä järjestelmän kokonaisvaltaiseen onnistumiseen voidaan selvittää Markus ja Maon (2004) esittämällä jaolla järjestelmän kehityksen tai implementaatioprosessin onnistumiseen. Useat tutkijat kuvailevatkin muutosprosessin epäonnistumista nimenomaan näiden kahden näkökulman kautta. Voidaan sanoa, että implementoitaessa IT – järjestelmät ovat usein teknisesti onnistuneita, eli kehitysprojekti on onnistunut, mutta organisaationalisesti epäonnistuneita, eli implementaatioprosessi on epäonnistunut. Syyt näiden takana konkretisoituvat organisaation monimuotoisuuteen ja sosiaaliseen inertiaan. (Keen 1981) Cooper ja Zmud (1990) esittävätkin, että implementaatioprosessin hallinnassa tulisi seurata organisaation muutosteorian suuntauksia.

Edellä esitetty sosiaalinen inertia ilmentää IT – järjestelmän jalkautuksen ongelmia muutosilmiön näkökulmasta. Se myös tukahduttaa muutoksien tapahtumista jalkautuksessa. Tämän taustalla olevat syyt IT – järjestelmiin liittyen voidaan esittää olevan:

- Informaatio on vain yksi komponentti organisaation päätöksenteossa
- Ihmisten informaation käsittely on kokemuspohjaista ja nojaa yksinkertaistamiseen
- Organisaatiot ovat kompleksisia, ja niissä muutos on luonteeltaan inkrementaalista ja evoluution kautta syntyvää; suuria muutoksia vältetään ja vastustetaan
- Data ei ole vain kulutustavaraa, vaan siihen liittyy myös poliittisia piirteitä; tietojärjestelmän implementaatioissa datan jakaminen muuttuu ja se saattaa vaikuttaa eri ryhmien etuihin tai pyrkimyksiin (Keen 1981)

Muutoksen vastustamisen voidaan nähdä olevan yksi sosiaalisen inertian konkreettinen ilmentymä. Se on yleisesti implementaatioon liittyvä vahva reaktio. Siihen miten ihmiset sopeutuvat ja reagoivat muutokseen vaikuttaa paljon ihmisten tausta, koulutus ja kokemus IT:n kanssa. IT:n implementaatio aiheuttaa usein muutoksia ihmisten päivittäisiin toimiin, heidän tapoihinsa ja tapaan kommunikoida organisaatiossa. (Beaumaster 1999, s.106) Nämä päivittäiset tavat ja toimet ovat syntyneet vakaassa tilanteessa, kun yksilöt organisaatiossa sopeutuvat ympäröiviin olosuhteisiin. He oppivat ajan kuluessa, miten parhaiten voivat täyttää tarpeitansa juuri siinä ympäristössä. (Zand & Sorensen 1975b, s.217) Muutoksista seuraa usein turhautumista ja sekaannusta, jotka synnyttävät huolen ihmisten tehtävistä tai työnkuvasta organisaatiossa (Beaumaster 1999, s.106). Tällöin heidän vakaa tilanteensa organisaatiossa horjuu (Zand & Sorensen 1975b, s.217). Myös ihmisten pelko heidän vaikutusvallan katoamisesta tai työnkuvan muuttumisesta vahvistaa vastustamista (Beaumaster 1999, s.106). Zand ja Sorensen (1975b, s.217) esittävät, että muutoksen vastustaminen voi olla myös hyödyllistä, sillä se tuo organisaatioon vakautta. Toisaalta mikäli muutos on välttämätön, täytyy muutoksen vastarinta kyetä voittamaan. Joshi (1991) esittää, että muutoksen vastustaminen ei ole automaattinen reaktio ihmisissä, vaan syntyy tilanteen arvioinnin kautta. Positiiviseksi koetut muutokset hyväksytään, mutta negatiivisia vastustetaan. IT:n implementaatioissa voidaan havaita sekä positiivisia että negatiivisia muutoksia, jotka synnyttävät erisuuntaisia voimia tilanteeseen.

Muutosta vastustavien tekijöiden voittamiseksi tulisi ilmiötä lähestyä prosessin näkökulmasta (Zand & Sorensen 1975b, s.217). Kaksi tärkeätä prosessimallia muutokselle ovat Lewin-Schein – malli ja sen laajennus Kolb-Frohman – malli. Näihin viitattiin jo tarkasteltaessa implementaatiota kokonaisprosessin näkökulmasta. Näistä malleista voidaan tehdä tietyt yleistykset, jotka ovat esitetty kuvassa 33. (Keen 1981)



Kuva 33. Muutosprosessin yleistykset (mukaillen Keen 1981)

Nämä yleistyksiset voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Ennen muutosta täytyy tehdä paljon töitä, jotta muutos olisi käyttäjistä itsestään lähtevää ja koettuun tarpeeseen pohjautuvaa. Tähän vaaditaan implementoijan ja käyttäjän välillä molemminpuolista luottamusta ja sitoutumista. (Keen 1981) Ennen muutosta tulisi siis tuoda hallittua epätasapainoa käyttäjien ympäristöön (Zand & Sorensen 1975b, s.217), jotta käyttäjät motivoituisivat muutokseen ja kokisivat muutoksen tarpeen oleelliseksi. Varsinaisessa muutosvaiheessa tulisi hallitut muutokset tuoda organisaatioon suunnitelmallisesti. Erityisesti tavoitteiden operaationalisointi ja menestyksen tekijöiden tunnistaminen on tärkeää (Keen 1981). Viimeisessä vaiheessa tulisi vahvistaa ja tukea uusia toimintamalleja (Zand & Sorensen 1975b, s.217), jotta järjestelmä pysyisi hengissä ja olisi sulautunut organisaation kontekstiin pysyvästi myös implementaation jälkeen (Keen 1981).

Muutoksen hallintaan liittyen voidaan esittää tietyt osa-alueet, jotka tulisi ottaa huomioon prosessin aikana. Tiivistetysti hallittuun muutokseen täytyisi määrittää tavoitteet ja strategiat, suhteet muutoksen asiakkaaseen, asennus- ja hyödyntämisprosessit sekä muutosta helpottavat tekniikat. Näiden osa-alueiden tarkempaa sisältöä on esitetty taulukossa 14. (Radnor 1979, s.26)

Taulukko 14. *Muutoksenhallinnan osa-alueet ja niihin liittyvät asiat (mukaillen Radnor 1979, s.26)*

Tavoitteet ja strategiat	Asiakkaiden tunnistaminen (ja tärkeyden arviointi) Sisältö (suunta, laajuus, ensisijaisuudet, kannustimet) Tavoitteiden yhdenmukaisuus Konflikttien tai kompromissien ratkaisut Tavoitteiden kommunikaatio Joustavuus, vaihtoehtojen mahdollisuudet; Jatkuvuus
Suhteet asiakkaaseen	Erilaisuudet asenteissa, arvoissa ja taidoissa Halukkuus kommunikaatioon, kuunteluun ja yhteistyöhön Erilaisuudet eri toiminnallisissa alueissa tai henkilöiden piirteissä Asiakkaiden valitseminen Tarpeiden määrittäminen ja niiden näkyvyys, kommunikaatio, muuntautuminen ja niihin kohdistuvien muutosten seuranta
Asennus ja hyödyntäminen	Organisaation valmisteleminen muutokseen Käyttötymiseen liittyvät asiat (sen huomiointi, asenteet, valmistautuminen häiriöihin) Operatiiviset asiat (järjestelmän valmius, informaation saatavuus, proseduurit, välineet, varastot); Koulutus
Muutosta helpottavat tekniikat	Lokalisointi Palvelut ja huolto Laajennukset, kehitykset, korvaavat toimet Standardisointi, diffuusio Arviointi (lähde, kriteerit ja metodologia, ajoitus)

Muutosprosessin lopussa arvioinnin tavoitteena on tutkia ovatko muutokseen käytetyt resurssit tuottaneet halutun tehokkuuden lisäyksen organisaatiossa. Arvioinnissa on tiedostettava, että muutoksen kriteerit voivat olla abstrakteja tai tuotokset aineettomia. Muutoksen tuloksista voidaan havaita käsitteellisellä tasolla kolme eri avainasiaa. Siitä voidaan tarkastella erityyppisiä muutoksia, havaitun muutoksen aiheuttaneita syitä ja muutoksen tunnistamista helpottavia tekniikoita. Muutoksen tyypit voidaan kategorisoida kolmeen eri tyyppiin. Nämä ovat alpha –, beeta – ja gamma – muutokset. Gamma – muutoksella tarkoitetaan muutosta mitattavan suureen käsitteellisessä ymmärtämisessä. Beeta – muutos tarkoittaa muutosta mitattavan suureen suuruuden tulkinnassa. Alpha – muutos tarkoittaa varsinaisen mitattavan suureen muutosta, kun gamma – ja beeta – muutos on huomioitu. Nämä muutoksen luokitukset auttavat hahmottamaan esimerkiksi tavoitteiden asettamista muutosohjelmassa. Havaittujen muutosten syitä voidaan kategorisoida neljään ryhmään kuuluviksi. Nämä ovat varsinainen interventio, sisäinen epävalidius, ulkoinen epävalidius tai tilastolliset tekijät. Muutoksen aiheuttajan luonnollisesti toivotaan aina olevan interventio, eli se toiminta, jolla muutoksia pyritään synnyttämään. Muutoksia arvioitaessa on tiedostettava myös muut mahdolliset syyt havaitulle muutokselle. (Zmud & Armenakis 1978) Markus ja Benjamin (1996) nostavat esille IT – asiantuntijoiden merkityksen muutoksen synnyttäjinä (Change Agents). He esittävät, että asiantuntijoiden tulisi pyrkiä omaksumaan tämä tehtävä, koska uuden IT:n implementointi on organisaatiollinen interventio. Siinä muutoksenhallinnan merkitys IT:n alueella kasvaa tulevaisuudessa ja vahvan muutoksen synnyttäjän tehtävän omaksuminen lisää asiantuntijan uskottavuutta.

Muutosilmiön vaikutuksesta implementaatioon tulisi huomioida ainakin muutoksen vastustaminen, muutosprosessin yleiset piirteet, muutoksenhallinnan eri osa-alueet sekä muutoksen arviointi. Muutosilmiön huomiointi on osoitettu aikaisemmissa tutkimuksissa kriittiseksi tekijäksi implementaation onnistumisessa (muun muassa Beaumaster 1999; Halonen 2010; Keen 1981; Radnor 1979; Zmud & Cox 1979), eikä niihin tulisi missään nimessä suhtautua kevyesti implementaatiota suunniteltaessa.

5.3.3. Organisaatioiden väliset asiat

Organisaatioiden väliset (inter-organizational) asiat ovat implementaatioissa yksi tunnistettu analyysin taso (Lai & Mahapatra 1997), ja toisaalta se assosioi tekijöitä tiettyyn ryhmään. Organisaatioiden väliset tekijät nousevat implementaatioissa tärkeiksi asioiksi silloin, kun käytettävän järjestelmän informaatiovirrat tai suorituskyky ylittää kahden eri organisaation rajat (Halonen 2010, s.38). Organisaation sisäinen järjestelmä, jonka informaatio kulkee integraatioiden kautta toiselle organisaatiolle, myös aiheuttaa organisaatioiden välisten asioiden tarkastelua (Tähtinen 2005). Perinteisesti organisaatioiden välisten järjestelmien tavoitteena on ollut tukea arvontuottoketjua laajemmin (Halonen 2010, s.14), joten ne voidaan nähdä myös vahvistavan liiketoiminnan partnerisuhteita. Organisaatioiden välisiä asioita voi nousta esille paitsi

eri yritysten organisaatioiden myös yhden yrityksen sisällä vaikuttavien eri organisaatioiden välillä.

Daneva ja Wieringa (2006) ovat tunnistaneeet liiketoimintatasolla organisaatioiden välisen koordinoinnin mekanismeja suhteessa järjestelmiin. Tällaisia ovat hyöty-, prosessi-, semantiikka- tai kommunikaatiosuuntautunut mekanismi. Hyötysuuntaus tarkastelee partnereiden yhteisten tavoitteiden ja hyötyjen merkitystä. Prosessisuuntaus painottaa organisaatioiden läpi kulkevien prosessien alusta loppuun hallitsemista. Semantiikkasuuntaus korostaa yhteisen ymmärryksen informaation hallitsemisen tärkeydestä. Kommunikaatiosuuntaus painottaa verkostoituneen organisaation informaation lähetyksen ja sanoman tulkinnan merkityksestä. Näiden mekanismien kautta voidaan tunnistaa myös eri ryhmät hyödyistä, joihin organisaatioiden välisen järjestelmien käytössä voidaan painottaa. Jaetun järjestelmän hyötyjä voidaan esittää synergiaeduilla, kuten vähentyneillä kustannuksilla, yhdenmukaisuuseduilla, kuten kommunikaation helpoudella tai prosessien seurattavuudella, sekä itsenäisyydestä syntyvillä eduilla, kuten hallittavuudella, byrokratialla tai räätälöinnillä. Jaetun yhteisen järjestelmän käytössä edut painottuvat synergian ja yhdenmukaisuuden kautta saavutettuihin etuihin. (Haug et al. 2010) Organisaatioiden välisten järjestelmien implementaatiossa voidaan kuitenkin havaita, että hyödyt järjestelmästä eivät aina jakaannu tasan organisaatioiden kesken (Wigand et al. 2005; Markus 2006). Markus (2006) kohdentaa, että onnistuneen organisaatioiden välisen järjestelmän synnyttämisessä tulisi käynnistävän tahon huomioida partnerien tarpeet jo kehitysvaiheessa. Lisäksi tämän tyyppinen projekti kohtaa usein aloittavan tahon organisaation sisäisiä ongelmia, kuten laajat perinteiset järjestelmät (legacy systems), joustamattomat prosessit, haluttomuus etujen jakamiseen tai resurssien puute.

Organisaation välisten tietojärjestelmien implementaatiossa on nostettavissa esiin tiettyjä haasteita. Näitä haasteita ovat organisaatioiden välinen kilpailu, eri tahojen välisen kanssakäymisen puutteet, muutokset eri tahojen toimijoissa, päätöksenteko sekä turvallisuus- ja käyttöoikeuksien ongelmat. (Halonen 2010, s.99) Monelle toimipisteelle implementoitavan järjestelmän ongelmia tai päätöksentekettä voidaan hahmottaa myös liiketoimintastrategian, ohjelmiston konfiguroinnin, teknisten ratkaisujen tai implementoinnin toteutuksen suunnasta. Strategian näkökulmasta voidaan tunnistaa päätöksenteon tai koordinoinnin jakautuminen. Ohjelmiston konfiguraatiossa suhtautuminen operatiiviseen ja taloudelliseen jakautumiseen. Taloudellinen jakautuminen tosin ilmenee vahvemmin ERP:n tapauksessa. Teknisissä ratkaisuissa nousevat esille järjestelmäarkkitehtuurin valintojen vaikutukset. Nämä vaikuttavat esimerkiksi yhteisten tietokantojen, tietoliikenneyhteyksien, vasteaikojen, datan kopioimisen, erityyppisten teknisten kustannusten, tukitoimintojen tai riskien hallinnan kautta. Implementoinnin toteutuksessa voidaan havaita esimerkiksi päätösten keskittämisen ulottuvuudet, eri kielen tai kulttuurin vaikutus sekä implementaatiostrategian sopeuttaminen maantieteellisesti tai hallinnollisesti jakautuneeseen tilanteeseen. (Markus et al. 2000)

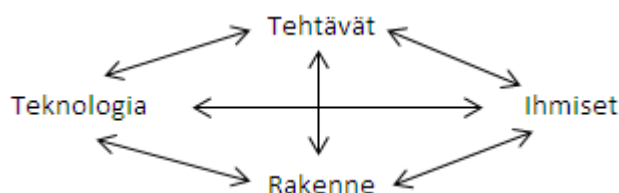
Halonen (2010, s.99) esittää organisaatioiden välisen implementaation onnistumista parantavia työkaluja tai keinoja. Hän listaa niihin kuuluviksi kunnollisen projektin hallinnan yhdistettynä kokemukseen, aktiivinen kanssakäyminen eri tahojen välillä, jatkuva kanssakäyminen implementoijan ja asiakkaiden välillä, luottamukselliset välit eri projektin johtajien välillä sekä aktiivinen reagointi eri tapahtumiin ja niistä oppiminen. Järjestelmätasolla myös erilaisten standardien käyttäminen yritysten välillä voi edistää implementaatiota (Wigand et al. 2005). Monelle toimipisteelle tapahtuvassa implementaatiossa tulisi löytää myös tasapaino Markus et al. (2000) esittämien eri vaikuttavien päätöksentekokenttien sisällä.

5.3.4. Organisaatio

Hall ja Tolbert (2005, s.4) esittävät, että organisaatiot ovat olemassa, jotta yritykset saisivat asioita tehdyksi. Tarkemmin sanottuna organisaatiot tekevät niitä asioita, joita yksilö ei pysty yksin tekemään. Heidän määritelmänsä organisaatiolle on: ”Organisaatio on kokoelma selvästi eroteltavissa olevista rajoista, ohjeista, hierarkiasta, kommunikaatiovälineistä ja proseduureista. Tämä kokoelma on olemassa jatkuvasti. Se huomioi ympäristönsä ja suorittaa tehtäviä, joille on asetettu tavoite tai tavoitteita. Näillä toiminnoilla on tuotoksia organisaation jäsenille, organisaatiolle itselleen ja yhteisölle.”

Organisaatioon liittyviä tekijöitä implementaatiossa voidaan tarkastella muun muassa kontekstuaalisesta (Radnor 1979; Lucas 1986), järjestelmän vaikutuksien (Lucas 1986), organisaation valideetin (Schultz & Slevin 1975b) tai muutoksien (Halonen 2010; Markus 1983; Keen 1981) näkökulmasta. Nämä eri näkökulmat antavat kukin erilaisen kuvan järjestelmän implementaatioon vaikuttavista asioista organisaatiossa, ja mahdollistavat ongelmien tarkastelun eri mallien tai viiteteorioiden kautta.

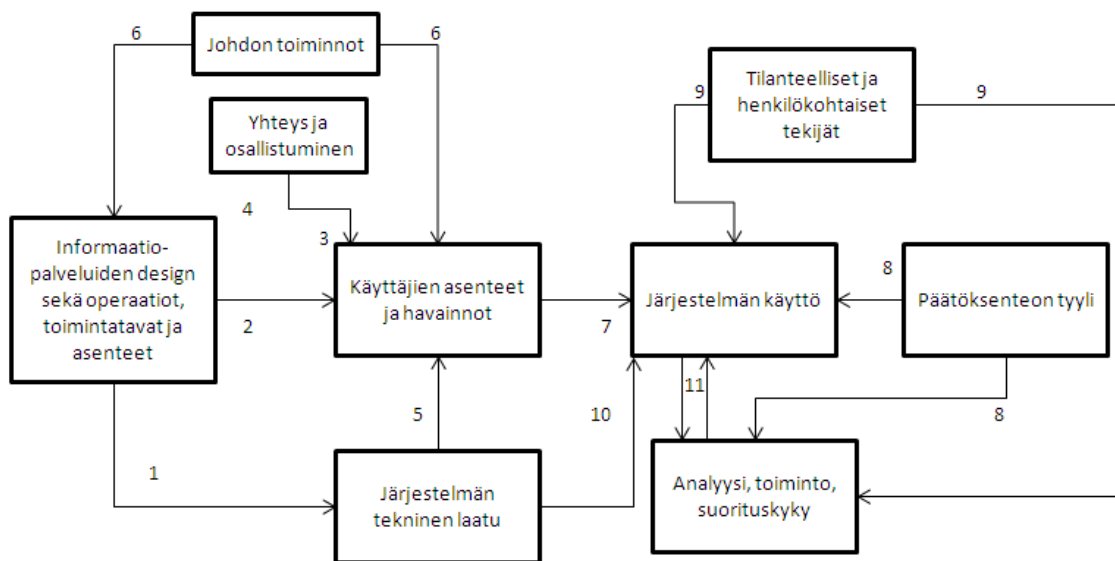
Suuri osa organisaation tekijöitä implementaatiossa käsittelevistä tutkimuksista konkretisoituu muutokseen ja muutoksenhallintaan. Organisaation rakennetta voidaan tästä näkökulmasta yksinkertaistaa implementaatiossa esittämällä sitä Leavittin timanttimallilla organisaation komponenteista. Kuvassa 34 esitetyssä mallissa organisaatio koostuu ihmisistä, tehtävistä, rakenteesta ja teknologiasta. Nämä komponentit ovat yhteydessä toisiinsa ja sopeutuvat toisiinsa mukaisesti. Tämä esittää ja selventää organisaation luonnetta monimutkaisena sosiaalisena järjestelmänä. (Keen 1981)



Kuva 34. Leavittin malli organisaation komponenteista (mukaillen Keen 1981)

Organisaation kuvaus edellä mainitun mallin mukaan mahdollistaa teknologiaan tuodun muutoksen vaikutusten selvittämistä implementaatioissa. Koska komponentit ovat toisiinsa yhteydessä, aiheuttaa teknologian, tässä tapauksessa IT – järjestelmän, implementaatio reaktion myös muissa organisaation komponenteissa. Ne pyrkivät mukautumaan tai vaimentamaan yhdelle osa-alueella tapahtuvan muutoksen. (Keen 1981) Toisaalta myös teknologia-komponentin sisällä tulisi ottaa huomioon, miten uusi järjestelmä sopii tai vaikuttaa muihin organisaation teknologisiin ratkaisuihin (Beaumaster 1999, s.124). Mikäli tätä yksinkertaistettua näkemystä laajennetaan Hall ja Tolbertin (2005) määritelmän mukaisesti, ja oletetaan heidän määrittämien muiden käsitteiden vaikuttavan toisiinsa jollain tasolla, voidaan yhdelle alueelle tuodun muutoksen vaikutusalue nähdä entistä laajempaan. Näiden lisäksi organisaatioissa muutosta voidaan tarkastella myös sisäisen politiikan ja voimasuhteiden kautta (Markus 1983). Muutoksia käsittelevissä teorioissa johtava ajatus on, että ongelmat syntyvät muutoksen vastustamisesta. Siihen liittyen yleistävä lainalaisuus on, mitä enemmän muutoksia syntyy (Markus 1983) tai mitä huonommin järjestelmä toteuttaa organisaatiollisen valideetin (Schultz & Slevin 1975b), sitä todennäköisemmin implementaatio epäonnistuu.

Kontekstuaalisesta näkökulmasta järjestelmää voidaan kuvata organisaation ympäristössä Lucasin (1986, s.74) esittämän kuvailevan mallin avulla. Mallin avulla voidaan paremmin ymmärtää järjestelmän vaikutuksia organisaatioissa sekä ennakoida implementaation tuloksia. Tämä malli on esitetty kuvassa 35, ja siinä on kuvattu eri tekijät sekä niiden välisiä suhteita. Lucas (1986, s.75) erittelee mallin suhteita, ja esittää tieteellisen näytön olevan vahvaa suhteiden 5, 7 ja 10 kohdalla. Tämä viittaa, että järjestelmän tekniseen laatuun tulisi kiinnittää erityistä huomiota.



Kuva 35. Käsitteellinen malli tietojärjestelmästä organisaation kontekstissa (mukaillen Lucas 1986, s.74)

Tämä malli lisää ymmärrystä siitä, miten eri osa-alueet organisaation kontekstissa ja järjestelmässä pitävät sisällään useita erilaisia tekijöitä, jotka tulee ottaa huomioon järjestelmän implementaatiossa. Malli myös selventää, kuinka organisaatiossa vaikuttavat tekijät ovat yhdistelmä usean eri alueen tekijöistä tämänkin työn taksonomiasta. Lisäksi mallista voidaan havaita, mikäli implementaation tavoitteeksi asetetaan esimerkiksi järjestelmän käytön korkea taso, kuinka sen saavuttamiseksi useat eri tekijät vaikuttavat organisaation kontekstissa onnistumiseen.

IT – järjestelmän implementaatio synnyttää myös organisaatioon vaikutuksia eri alueille. Vaikutuksia voidaan havaita esimerkiksi strategiassa, liikevaihdossa, laadussa, organisaation rakenteessa ja yksilöissä. Strategiset vaikutukset syntyvät usein siitä, että järjestelmien avulla yritykset pystyvät toteuttamaan strategiaansa tehokkaammin. Laadullisista näkökulmista voidaan nostaa esille esimerkiksi yhdenmukainen tapa suorittaa tiettyä tehtävää tai tiedon nopea välittäminen läpi organisaation. Organisaation rakenteessa voidaan nähdä järjestelmien vaikutuksesta mielenkiintoisemmat seikat. Ensinnä järjestelmät mahdollistavat keskitetyn tai hajautetun rakenteen muodostamisen organisaatioon. Tämä on pitkälti riippuvainen järjestelmän designista. Sen avulla voidaan järjestelmien tarjoamaa nopeaa tiedonsiirtoa ja pääsyä tietokantoihin hyödyntää. Tämä mahdollistaa päätöksentekoon vaadittavan tiedon välittämistä organisaation tasosta tai maantieteellisestä sijainnista riippumatta. Se aiheuttaa organisaation rakenteeseen myös muutoksia voimasuhteissa. Eri näkökulmia voimasuhteiden muutoksissa ovat esimerkiksi epävarmuuden vähentyminen, eri osastoille kasaantuva valta ja uusien yhteyksien syntyminen eri osastojen välille, mikä kasvattaa tietyn osaston valtaa. Valta-asetelmien muutos on myös yksi muutosta vastustavien tai kannustavien voimien synnyttäjä. (Lucas 1986, s.63 – 72)

Organisaatiossa vaikuttavista tekijöistä esitettiin tässä luvussa useita eri näkökulmia. Esille nostettiin erityisesti organisaation muutoksesta nousevia tekijöitä, organisaation kontekstissa vaikuttavia tekijöitä ja organisaatioon syntyvien vaikutusten eri alueita. Näiden vaikutuksesta implementaation suunnitteluun voidaan nähdä muutosta vastustavat tekijät ja niiden syntymisen taustalla olevat seikat. Toisaalta myös organisaation kontekstissa olevien eri tekijöiden väliset riippuvuussuhteet ja niiden tiedostaminen vaikuttavat implementaatioon. Lisäksi järjestelmän vaikutusten laaja-alaisuus ja niiden vaikutuksen tiedostaminen esimerkiksi tavoitteen asettamisessa on huomioitava.

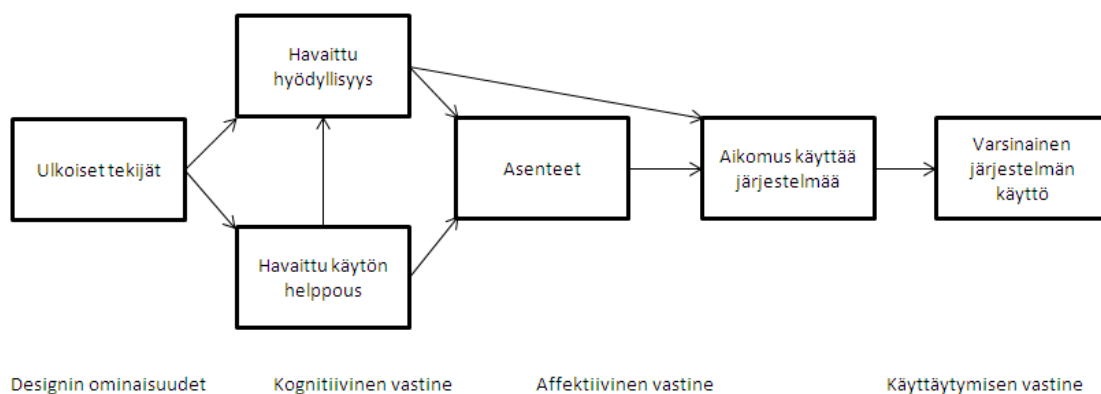
5.3.5. Käyttäjät

Tässä luvussa käsitellään tietojärjestelmän käyttäjistä nousevia tekijöitä implementaatioon liittyen. Ollakseen analoginen edellisten lukujen kanssa voidaan nämä tekijät nähdä myös yksilöön liittyvinä tekijöinä analyysin tasoissa. Käyttäjiin keskittyvistä tekijöistä voidaan eritellä muun muassa teknologian hyväksymiseen (Venkatesh et al. 2003; Joshi 1991; Legris et al. 2003; Davis 1986), järjestelmän

käyttöön (Schultz et al. 1983) ja implementaation jälkeisen ajan käyttäytymiseen liittyvät mallit (Jaspersen et al. 2005; Ortis de Guinea & Markus 2009).

Käyttäjää määriteltäessä voidaan erotella tavalliset käyttäjät, johtajat (managers) ja ylemmät johtajat (executives). Käyttäjien tunnistamisessa tulisi lisäksi huomioida sekä suorat että epäsuorat käyttäjät. Suorat käyttäjät ovat niitä, jotka henkilökohtaisesti luovat merkintöjä tai käyttävät informaatiota suoraan järjestelmästä päätöksenteon tukena. Epäsuorat käyttäjät käyttävät muiden tarjoamia raportteja, tietoja tai mittareita omassa päätöksenteossaan, mutta eivät suoranaisesti käytä järjestelmää. (Swanson 1988, s.89 – 98)

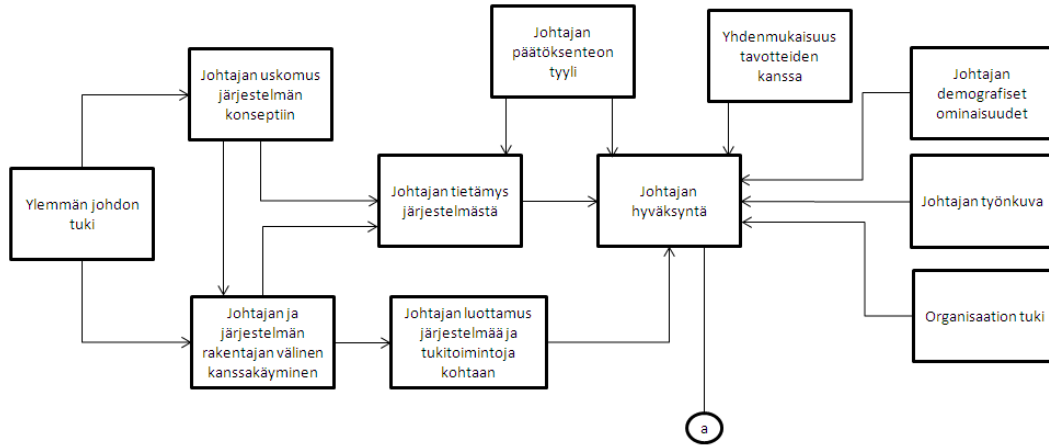
Käyttäjiin ja käyttäjäkuntaan liittyvien tekijöiden tutkimuksessa yksi yleinen lähestymistapa on selvittää teknologian hyväksymiseen vaikuttavia tekijöitä. Useat mallit rakentavat logiikan, jossa yksilön suhtautuminen tai reaktiot tiettyä teknologiaa kohtaan vaikuttavat sekä heidän aikomuksiinsa käyttää sitä että varsinaiseen käyttöön. Varsinainen käyttö puolestaan heijastuu takaisin yksilön reaktioihin tai suhtautumiseen järjestelmästä ja tätä kautta muovaa käyttöä. (Venkatesh et al. 2003) Tätä voidaan havainnoida tarkemmin Davisin (1986, s.24 – 26) esittämän TAM – mallin (Technology Acceptance Model) avulla, joka on esitetty kuvassa 36. Siinä ulkoiset tekijät vaikuttavat käyttäjän havaitsemaan järjestelmän hyödyllisyyteen sekä havaittuun käytön helppouteen. Nämä puolestaan vaikuttavat käyttäjien asenteisiin ja edelleen aikomukseen käyttää järjestelmää ja varsinaiseen käyttöön. Tärkeätä on huomioida kahden avainrakenteen merkitys, joiden kautta käyttäjät muodostavat affektiivisen vastineen. Havaittu hyödyllisyys viittaa siihen, missä määrin yksilö uskoo tietyn järjestelmän käytön tehostavan hänen työnsä suorituskykyä. Havaittu käytön helppous puolestaan viittaa siihen, kuinka paljon käyttäjä uskoo järjestelmän käytön vaativan fyysisiä tai mentaalisia panostuksia. Davis (1989) esittää käytön helppouteen vaikuttaviksi tekijöiksi järjestelmästä esimerkiksi käytön oppimisen helppouden, hallittavuuden, selkeyden, ymmärrettävyyden, joustavuuden sekä käytössä kehittymisen. Järjestelmän hyödyllisyyteen puolestaan vaikuttavat esimerkiksi työn nopeutuminen, suorituskyky, tuottavuuden kasvu, tehokkuus, työn helpottuminen ja käytännöllisyys. Venkatesh et al.:n (2003) esittämä malli listaa vaikuttaviksi rakenteiksi suorituskyvyn odotusarvon, vaadittavan panostuksen odotusarvon, sosiaalisen vaikutuksen sekä helpottavat olosuhteet. Moore ja Benbasat (1991) puolestaan lähestyvät teknologian hyväksymistä Rogersin (1983) esittämästä innovaation näkökulmasta. He esittävät vaikuttaviksi rakenteiksi suhteellisen hyödyn, yhteensopivuuden, käytön helppouden, tulosten havaittavuuden, mielikuvan, näkyvyyden, kokeiltavuuden ja vapaaehtoisuuden. Nämä uudemmat mallit tukevat alkuperäistä logiikkaa ennustaa yksilön järjestelmän käyttöä esitetyllä tavalla. Lisäksi ne esittävät mallin olevan jatkettavissa ja muunneltavissa eri näkökulmiin sopivaksi.



Kuva 36. Teknologian hyväksymisen käsitteellinen malli (mukaillen Davis 1986, s.24; Davis et al. 1989)

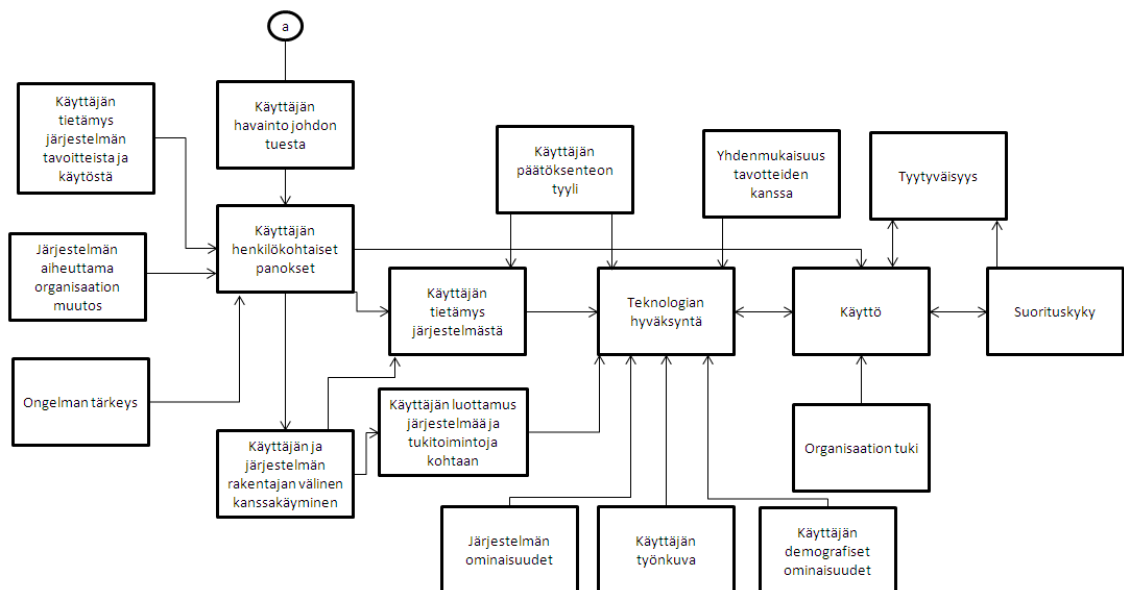
Käyttäjien näkökulmasta tarkasteltaessa toinen tärkeä malli on Schultz et al.:n (1983) esittämä rakenteellinen malli implementaatiosta. Sen ydinajatus on, että implementaatiossa saavutetaan aluksi edellä esitetty järjestelmän hyväksyntä. Tästä seuraa järjestelmän käyttö ja suorituskyky. Tämä malli on kaksiosainen, ja se koostuu johtajan ja käyttäjän malleista. Ne ovat esitetty kuvissa 37 ja 38. Mallit ovat periaatteessa erillisiä, koska suurin osa johtajan hyväksyntään vaikuttavista tekijöistä ei ole käyttäjälle näkyviä. Käyttäjän malliin vaikuttaa ainoastaan käyttäjän havainto johtajan tuesta. Tämä yhteys on merkattu malleihin pisteenä ”a”. Kummassakin mallissa syntyy tekijöiden välille vaikutusketjuja, joista tulisi huomioida tekijöiden epäsuora vaikutus prosessin tuotoksiin muiden tekijöiden kautta. Näin kummassakin mallissa syntyy tekijöiden vuorovaikutuksen verkosto, joka oletettavasti kuvaa paremmin implementaation luonnetta.

Johtajaa käsittelevästä mallista voidaan havaita, että osa tekijöistä voidaan tulkita kuuluvaksi olemassa oleviin olosuhteisiin. Näitä ovat johtajan päätöksenteon tyyli, hänen demografiset ominaisuudet tai hänen työnkuva. Nämä ovat tekijöitä, jotka implementaatiossa tulisi tiedostaa. Toisaalta mallista voidaan havaita tekijöitä, jotka ovat implementoijan tai järjestelmän rakentajan vaikutuksen alaisia. Näitä ovat johtajan tietämys järjestelmästä, hänen ja implementoijan välinen kanssakäyminen, luottamus järjestelmää ja tukitoimintoja kohtaan sekä yhdenmukaisuus tavoitteiden kanssa. Näissä on huomioitava, että suuri vaikutus tekijöihin syntyy järjestelmän designin kautta.



Kuva 37. Implementaation rakenteellisen mallin johtajan kuvaus (mukaillen Schultz et al. 1983)

Käyttäjän mallista on havaittavissa suuri joukko tekijöitä, jotka vaikuttavat teknologian hyväksyntään ja tätä kautta käyttöön ja suorituskykyyn. Kuvan mallissa ei suoranaisesti esitetä implementaation prosessiluonnetta, mutta siitä on silti havaittavissa kronologinen logiikka. Implementaatioprosessin kulkiessa eteenpäin tekijöiden painopiste siirtyy vasemmalta oikealle. Tätä ilmentää hyväksyntää edeltävät tekijät vasemmalla ja käyttöä seuraavat tekijät oikealla. Tällä logiikalla johtajan hyväksyntä olisi saavutettava jo ennen kuin käyttäjät aloittavat järjestelmän käytön. Prosessin omaisiksi piirteiksi Schultz et al. (1983) tunnistavat implementaation suorituksen tasoa kuvaavina tekijöinä käyttäjien tietämyksen järjestelmästä, kanssakäymisen ja luottamuksen. Lisäksi he esittävät järjestelmän aiheuttaman organisaation muutoksen ja johtajan uskomuksen konseptiin kuvastavan prosessin vakiinnuttamisvaiheen ulottuvuuksia.



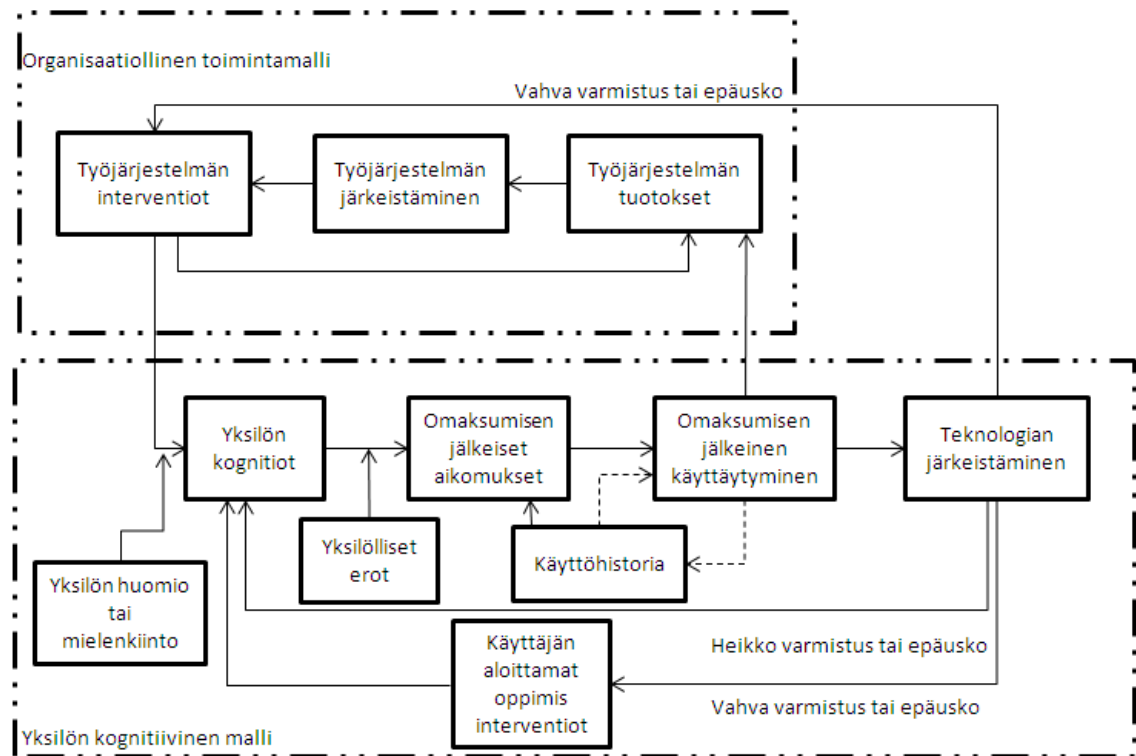
Kuva 38. Implementaation rakenteellisen mallin käyttäjän kuvaus (mukaillen Schultz et al. 1983)

Vakiinnuttamisvaiheeseen liittyy käyttäjien näkökulmasta tarkempiakin malleja. Ortis de Guinea ja Markus (2009) selventävät tämän jatkuvan IT:n käytön olevan uusimpia tutkimussuuntia implementaation alueella. Sitä on tutkittu termien kuten ”IT:n käyttö”, ”tietojärjestelmän jatkuvuus” ja ”omaksumisen jälkeisen ajan käyttö”. Näissä on havaittavissa sama teoreettinen tausta, mikä IT:n hyväksymiseen liittyvässä tutkimuksessa esitettiin. IT:n käyttö on aikomuksellista käytöstä, eli sitä ohjaa tietoiset valinnat joiden mukaan toimitaan.

Järjestelmän omaksumisen jälkeisen ajan käytöstä voidaan erotella kolmea erityyppistä toiminnallisuuksiin perustuvaa käyttäytymistä. Nämä ovat päätös tiettyjen toiminnallisuuksien omaksumisesta, niiden varsinainen käyttö ja käytön laajentaminen. Käytön laajentamisessa käyttäjä löytää uusia tapoja käyttää järjestelmää oman työnsä tekemiseksi. Nämä ovat usein toimintoja, joita järjestelmän rakentaja ei alun perin ole kohdistanut tietylle käyttäjälle. Näihin eri yksilön käyttäytymisiin voidaan nähdä vaikuttavan paljon myös se, onko toiminta vapaaehtoista vai pakollista. Tärkeätä on myös huomioida käyttäjän kokemuksen karttuminen ja sen vaikutus järjestelmän käyttöön. (Jasperson et al. 2005)

Edellä esitettyä kolmen eri tyypin käyttäytymistä voidaan tuoda laajempaan kontekstiin esittämällä omaksumisen jälkeistä käytöstä kaksitasoisella mallilla, jossa on huomioitu organisaation ja yksilön tasot. Nämä on esitetty kuvassa 39. Yksilön käyttäytymisessä on tiedostettava, että hän sijoittuu aina laajempaan kokonaisuuteen, jota tässä kuvataan organisaation tasolla ja siellä toimivalla työjärjestelmällä (Work System). (Jasperson et al. 2005) Työjärjestelmä voidaan nähdä kokoelmaksi prosesseja, osallistujia, informaatiota, teknologiaa, asiakkaita, tuotteita tai palveluja, jotka toimivat tietyssä ympäristössä ja infrastruktuurissa sekä toimivat tietyn strategian mukaisesti (Alter 2002). Käyttäjä on osa tätä työjärjestelmää, ja täten hänen kognitiot syntyvät sieltä ja niihin vaikuttaa tuo ympäristö (Jasperson et al. 2005).

Tästä esitetystä mallista voidaan havaita yhtäläisyyksiä aikaisempiin käyttäytymistä ohjaaviin malleihin. Mallissa on oletettu, että yksilön kognitiot ohjaavat aikomuksia ja tätä kautta käyttäytymistä. Siinä on myös esitetty eri tekijöitä, jotka vaikuttavat tähän prosessiin. Tärkeä huomio kiinnittyy siihen, että yksilön kognitio voi saada omaksumisen jälkeisessä vaiheessa muutoksen synnyttävän intervention paitsi omien kokemusten myös työjärjestelmän tasolta. Siinä on myös tiedostettu, että yksilöt (vertaiset, asiantuntijat tai johtajat) voivat omien kokemuksensa ja teknologian järjeistämisen kautta synnyttää aloitteita, joista seuraa työjärjestelmän tason interventio, joka vaikuttaa kaikkiin yksilöihin. Työjärjestelmätason interventio voi kohdistua myös itse työjärjestelmään synnyttäen esimerkiksi uusia rakenteita tai toimintamalleja. (Jasperson et al. 2005)



Kuva 39. Omaksumisen jälkeisen ajan käyttäytymistä kuvaava malli (mukaillen Jasperson et al. 2005)

Jatkuvaa käyttöä voidaan tarkastella myös normaalisti kuluttajien käyttäytymistä tutkivalla mallilla odotuksista ja niiden saavuttamisesta. Tämä malli suhtautuu järjestelmän jatkuvaan käyttöön kuin yhä uudestaan toistuvaan ostopäätökseen. Mikäli käyttäjä kokee järjestelmän käytön hyödylliseksi, hän saa siitä tyydytyksen ja täten hänelle syntyy aikomus jatkaa sen käyttöä. (Bhattacharjee 2001) Tämä malli on samankaltainen TAM – mallin kanssa, mutta ajoittuu ajallisesti myöhempään vaiheeseen. Sen tarjoama ajattelumalli tuo yhden uuden ulottuvuuden jatkuvan käytön tarkasteluun.

Implementaation eri vaiheille esitetyistä malleista voidaan havaita tiettyjä samoja toistuvia tekijöitä. Tämä entisestään nostaa kyseisten tekijöiden merkitystä onnistuneessa implementaatiossa. Tätä voidaan perustella sillä, että tiettyihin kriittisiin tekijöihin panostaminen antaa tuotoksia usean eri tavoitteen toteutumiseksi.

5.3.6. Kulttuuri

Kulttuuri on dynaaminen ilmiö, joka ympäröi meitä kaikkia kaiken aikaa. Se pitää sisällään joukon rakenteita, rutiineja, sääntöjä ja normeja, jotka ohjaavat ja rajoittavat ihmisten toimintaa. Kulttuuriin liitetään usein käsitteitä kuten ”oikeanlainen kulttuuri”, ”kulttuurin laatu” tai ”voimakas kulttuuri”. Näistä voidaan korkeammalla abstraktiotasolla puhua myös hyvästä ja huonosta kulttuurista. Liiketoiminnan yhteydessä ne voidaan implisiittisesti yhdistää esimerkiksi organisaation tehokkuuteen

tai suorituskykyyn. Teknisesti määriteltäessä kulttuurin taustalla voidaan sanoa olevan joukko ihmisiä, joilla yhteinen menneisyys. Tällöin kulttuurin vahvuutta voidaan arvioida sen perusteella, kuinka kauan ryhmä on ollut kasassa, kuinka vakaa ryhmän jäsenyys on ja kuinka tunteellisesti vahvat ovat ryhmän yhdessä kokemat asiat. (Schein 2003, s.1, 7 ja 11) Kulttuuriin liittyviä näkökulmia voidaan löytää esimerkiksi kulttuurierojen synnyttämästä vastustuksesta, niistä nousevista ongelmista, vaikutuksista tai kulttuurin tietoisesta muuttamisesta (Kekäle 1998; Leidner & Kayworth 2005). Toinen tapa on erotella kulttuurin tutkimuksen eri suuntaukset syventääkseen sen vaikutusten laajuutta. Näitä eri suuntauksia esimerkiksi organisaation kulttuuriin liittyen ovat vertaileva (pyrkii ymmärtämään kulttuurien eroja), yritystutkimus (kulttuuri on yksi yrityksen tuotteen aspekti), kognitiivinen tutkimus (kulttuurin vaikutus käyttäytymiseen, valintoihin tai toimintoihin), symbolistinen (keskittyy eri luomuksiin tai symboleihin) sekä psykodynaaminen tutkimus (yksilön psykomentaalisten prosessien vaikutus sosiaalisiin suhteisiin). (Kekäle 1998, s.27)

Kulttuurin määrittäminen yksiselitteisesti on vaikeaa, sillä sen tutkimukseen liittyy lukematon joukko eri määrittämiä, konsepteja ja ulottuvuuksia. Scheinin määritelmän mukaan kulttuurin voi jakaa kolmeen eri tasoon. Nämä ovat olettamukset, arvot ja artefaktit sekä luomukset. Olettamukset ovat kulttuurin ytimessä, ja ne kuvastavat kuinka yksilö käsittelee ihmisten käyttäytymistä, ihmissuhteita, todellisuutta tai totuutta. Niistä muodostuvat ne kognitiiviset rakenteet ja tulkintaa ohjaavat mallit, joiden avulla ihmiset havaitsevat eri tilanteita tai järkeistävät tapahtumia ja toimintojaan. Näin ne muodostavat pohjan ihmisten yhteistoiminnalle. Arvot ovat puolestaan heijastuma olettamuksista, ja ne selittävät ihmisten käyttäytymistä. Lyhyesti määriteltynä arvot määrittelevät mikä on ihmisille tärkeää. Kulttuurin varsinaiset fyysiset ilmentymät ovat artefaktit ja luomukset. Näihin kuuluvat muun muassa taide, teknologia, näkyvät käyttäytymismallit sekä sankarit, myytit, kieli, rituaalit ja seremoniat. Tietojärjestelmästä on tästä näkökulmasta huomioitava, että se ei ole kulttuurillisesti neutraali, vaan symbolisoi joukkoa eri arvoja tai olettamuksia. (Leidner & Kayworth 2005; Schein 2003).

Kulttuurin ilmentymistä voidaan havaita kansallisella, organisaatiollisella tai alayksikön tasolla. Kansallisella tasolla voidaan havaita esimerkiksi maakohtaisia eroavaisuuksia kertoa huonoja uutisia tai osoittaa ymmärtämättömyyttä. Organisaatioiden tai alayksiköiden välillä voidaan nähdä eroavaisuuksia esimerkiksi virheiden sietämisessä tai riskien arvioinnissa. Nämä eri ilmentymät voivat vaikuttaa erittäin voimakkaasti informaatioteknologian käyttöön, informaatiovirtoihin tai järjestelmän implementaatioon. Näitä eri esimerkkejä voidaan tuoda laajempaan perspektiiviin esittämällä muita ulottuvuuksia, joita arvoista on eri tutkimuksissa löydetty. Taulukossa 15 on esitetty näistä joitain. (Leidner & Kayworth 2005) Voidaan todeta, että kulttuurin vaikutusten tutkiminen on konkreettisempaa, kun sitä käsitellään arvojen tai artefaktien tasolla. Nämä ovat enemmän tai vähemmän havaittavissa olevia ilmentymiä kulttuurillisista tekijöistä.

Taulukko 15. *Kulttuurista nousevien arvojen eri ulottuvuuksia, niiden kuvaus ja ilmentymän taso. (mukaillen Leidner & Kayworth 2005)*

Arvon ulottuvuus	Selitys	Ilmentymän taso
Epävarmuuden välttely	Miten hyvin siedetään tai vältetään epävarmoja tilanteita	Kansallinen
Voimasuhteet	Suhtautuminen vallan jakautumiseen, statuksen merkitys	Kansallinen
Maskuliinisuus vs. Feminiinisyys	Suhtautuminen menestykseen tai materialismiin, ilmenee voimakastahtoisuutena tai alistuvuutena	Kansallinen
Yksilöllisyys vs. Yhteisöllisyys	Suhtautuminen asioihin yksilön tai yhteisön näkökulmasta	Kansallinen
Suhtautuminen aikaan	Pyritäänkö pitkäaikaisiin tuloksiin vai halutaanko välittömästi tuloksia	Kansallinen
Monokromia vs. Polykromia	Suoritetaanko tehtäviä ajallisesti yksi kerrallaan vai rinnakkain	Kansallinen
Konteksti	Painotetaanko implisiittistä tietoa vai suoria ja kvantitatiivisia yksityiskohtia	Kansallinen
Hallittavuus	Ohjaako elämää onni tai suuremmat voimat vai omat teot	Kansallinen
Solidaarisuus	Omaksuuko yksilö organisaation tavoitteet henkilökohtaisista siteistä huolimatta	Organisaatio
Mukana olo	Omistuksen ja vastuun tunteminen yrityksen jäsenten kesken	Organisaatio
Sosiaalisuus	Suhtautuminen muihin yhteisön jäseniin	Organisaatio
Konstruktionismi	Työntekijöiden avuliaisuus ja reiluus muita kohtaan	Organisaatio
Tulos-suuntautuneisuus	Arvot, jotka keskittyvät tulosten saavuttamiseen	Organisaatio
Byrokraattisuus	Suhtautuminen sääntöihin	Alayksikkö
Sopeutuvuus	Sisäinen muutoskyky ulkoisista vaikuttimista	Organisaatio
Hallinnollisuus	Painotus prosesseihin, rutiineihin, standardoituun tapaan ja proseduurien täsmällinen seuraaminen	Alayksikkö

Yleinen suuntaus kulttuurin vaikutuksesta kulminoituu siihen, kuinka hyvin IT:stä ilmenevät arvot ja oletukset sopivat käyttäjän kansalliseen, organisaatiolliseen tai muuhun alakulttuuriin. Tästä syntyy joko suotuisaa tai epäsuotuisaa käyttäytymistä, joka vaikuttaa implementaation aikaisiin toimintoihin. (Leidner & Kayworth 2005) Implementaatiossa kulttuurin vaikutuksesta tulisi pyrkiä luomaan ymmärrys siitä, kuinka tämä huomaamaton ja aineeton ilmiö aiheuttaa aineellisia vaikutuksia tapahtumiin tai asioihin. Teknologian implementointi laukaisee organisaatiossa usein eri ammatillisen, maantieteellisen tai organisaatiollisen taustan omaavien ihmisten välille kanssakäymistä. Usein eri kulttuurillisia taustoja ei tietoisesti oteta huomioon eikä niiden vaikutuksia toimintoihin tai käyttäytymiseen näin osata ennakoida. (Deemester 1999) Tästä syntyy kulttuureille yleinen ilmiö, jossa niitä ei huomata, ennen kuin syntyy kulttuurillinen konflikti. Tämän nostaa esille jonkin konkreettisen ongelman tai

seuraamuksen, jolla on juuret kulttuurillisissa tekijöissä. Kulttuurillisesta konfliktista voidaan arvojen näkökulmasta erotella ryhmän arvot, IT – arvot ja IT:seen sulautuneet arvot. Poikkeavuudet näissä eri ryhmissä synnyttävät erityyppisiä ongelmia, joita voidaan kategorisoida tuotos-, näkemys- tai järjestelmäkonflikteiksi. Nämä eri ongelmat syntyvät, kun arvot poikkeavat toisistaan joissain erotelluista arvoryhmistä. (Leidner & Kayworth 2005)

Kulttuuria on monissa eri muodoissa ja se vaikuttaa järjestelmän implementaatioon usealla eri tavalla prosessin eri vaiheissa. Kulttuuri on toisaalta näkymätöntä, mutta sillä on myös ilmentymiä itse järjestelmässä tai implementaation kohderyhmässä. Kulttuurillisia eroja syntyy kansallisella, organisaatiollisella tai alayksikön tasoilla, joissa kulttuurilliset vaikuttimet ovat aina olemassa, kun eri ihmiset toimivat yhdessä. Tämän tiedostaminen auttaa ennaltaehkäisemään ongelmia. Kekäle (1998, s.134) esittää kaksi eri lähestymistapaa kulttuurillisten ongelmien käsittelyyn implementaatioissa. Pyritään löytämään vähiten vastustusta synnyttävä lähestymistapa tai muokataan aktiivisesti kulttuurista halutun kaltainen.

5.3.7. Prosessit

Tietojärjestelmien merkitystä liiketoimintaprosessien suorittamisessa esiteltiin jo aikaisemmin tässä työssä luvussa 3.3.5. Siellä esitettiin rajapintoihin perustuva transaktiivinen näkemys liiketoimintaprosessien ja tietojärjestelmien välille. Prosesseista voidaan löytää muitakin vaikuttavia teemoja implementaatioissa. Näitä ovat esimerkiksi järjestelmän käyttö prosessien tukemisessa, analysoinnissa, mallintamisessa, tehokkuuden arvioinnissa tai suorituskyvyn mittaamisessa (Al-Mashari 2001). Jotta edellä esitetyt teemat toteutuisivat, yhdistetään IT – järjestelmän implementaatioon usein aloitteet BPR – toiminnassa (Business Process Reengineering) (Hannus 1994; Al-Mashari 2001; Štemberger et al. 2009) tai prosessien uudelleen suunnittelussa (redesign; myös BPR lyhenne) (Mitchell & Zmud 1999; Davenport & Short 1990). Tämä on seurausta siitä, että sovelluksissa itsessään on usein käsitys prosessien toteutuksesta, joka ei välttämättä vastaa yrityksen prosesseja (Štemberger et al. 2009). Prosessien muokkaamisen tavoitteena onkin saavuttaa järjestelmän ja prosessien välinen sopusointu (fit) tai yhdenmukaisuus (alignment) (Al-Mashari 2001). Tätä voidaan pitää esiehtona todelliselle prosessien tukemiselle järjestelmän avulla. Prosessien muokkaaminen ei ole ainoa tapa saavuttaa sopusointua, vaan se voidaan saavuttaa myös järjestelmän muokkaamisella tai räätälöinnillä.

Edellä esitetty BPR voidaan määritellä sisällöltään Hammer ja Champyn (1993, s.2, 53) mukaan radikaalina prosessien uudelleensuunnitteluna. Siinä ei korjata prosesseja, vaan ne rakennetaan kokonaan uudestaan nykyiseen tilanteeseen sopivaksi. Prosessien muokkaamiseen liittyy kirjallisuudessa muitakin lähestymistapoja. Hannus (1994, s.100) esittää liiketoiminnan ydinprosessien uudistamisen olevan mahdollista kolmella eri ambitiotasolla. Nämä tasot ovat prosessien jatkuva parantaminen, ydinprosessien

uudelleensuunnittelu ja liiketoiminnan uudelleenmäärittäminen. Näitä kolmea tasoa ja niiden suhdetta informaatioteknologiaan voidaan tarkastella tietotekniikan roolien kautta. (Hannus 1994, s.109) Tietotekniikan eri rooleja on esitelty taulukossa 16. Esitetyt roolit ovat analogisia esitettyjen ambitiotasojen kanssa, joten niistä voidaan määrittellä millä ambitiotasolla prosesseja tulisi parantaa eri roolin IT – järjestelmien tapauksessa.

Taulukko 16. *Informaatioteknologian kolme roolia liiketoiminnan uudistamisessa (Hannus 1994, s.109)*

Rooli	Kuvaus	Ambitiotaso	Esimerkki
Toteuttava rooli (facilitating)	Tietotekniikkaa hyödynnetään erikseen määritetyn liiketoimintastrategian/toimintasuunnitelman toteutuksessa	Parantaminen; itse toimintaa ei kyseenalaisteta	Tavanomaiset atk – hankkeet
Mahdollistava rooli (enabling)	Liiketoiminnan ydinprosessit uudistetaan hyödyntämällä innovatiivisesti tietotekniikan antamia mahdollisuuksia	Uudelleen suunnittelu	Operatiivisen ketjun suoraviivaistaminen asiakas- ja/tai toimittajayhteyksien avulla
Käänteentekevä rooli (driving)	Varsinaisen liiketoiminnan ja liikeidean merkittävä muutos tietotekniikan antamiin mahdollisuuksiin perustuen	Liiketoiminnan uudelleenajattelu/määrittäminen	Uudet tuotteet suoran elektronisen kanavan kautta (esim.24/7 palvelu)

Strategisella tasolla voidaan prosessien suhdetta tietojärjestelmään lähestyä myös käsittämällä organisaatio avoimeksi järjestelmäksi. Siinä kaksi erillistä alijärjestelmää toimivat ja kehittyvät vastaamaan paremmin ympäristöään. Tästä näkökulmasta kaksi alijärjestelmää ovat liiketoimintaprosessi ja tietojärjestelmä. Tietojärjestelmän implementaatio käynnistää näin prosessijärjestelmän uudelleensuunnitteluprojektin, jonka avulla pyritään sulauttamaan nämä kaksi järjestelmää paremmin yhteen. Prosessien uudelleensuunnittelun ja tietojärjestelmän välisestä yhteydestä voidaan johtaa strateginen osa-alue. Sieltä voidaan tunnistaa näiden kahden alueen strategioiden vahva tai heikko yhteensovittaminen (coupling), jotka puolestaan ohjaavat kummankin osa-alueen projekteja. Tällä ulottuvuudella vahva yhteensovittaminen edellyttää kattavaa suunnittelua ennen projektien alkamista ja vähentää projektin epävarmuuksia. Toisaalta heikko yhteensovittaminen tuo projektille joustavuutta, ja tuo näin ongelmien ratkaisemiseen enemmän liikkumatilaa. (Mitchell & Zmud 1999)

Käytännönläheisempi näkökulma prosessien uudelleensuunnittelun ja IT:n välille voidaan muodostaa Davenportin ja Shortin (1990) esittämän viisiaskelisen mallin mukaan. He esittävät vaiheiden olevan liiketoiminnan vision ja prosessien tavoitteiden

määrittäminen, uudelleensuunniteltavien prosessien tunnistaminen, olemassa olevien prosessien ymmärtäminen ja mittaaminen, IT:n kyvykkyyksien tunnistaminen sekä uusien prosessien suunnittelu ja prototyypit. Uudelleensuunnittelun tavoitteet eivät tulisi olla pelkästään yksinkertaistamisessa, vaan todennäköisemmät tuotantotaloudelliset tavoitteet ovat esimerkiksi kustannusten vähentäminen, ajankäytön tehostaminen, tuotosten laadun parantaminen tai työelämän laadun parantaminen. Näissä eri tavoitteissa prosessien muokkaamiselle on hyvä tiedostaa IT:n kyvykkyydet ja niiden vaikutus organisaatioon. Näitä kyvykkyyksiä on esitetty luvussa 3.1 taulukossa 3. Eri kyvykkyyksien tiedostaminen järjestelmästä vaikuttaa prosessien muokkaamisen luonteeseen ja mahdollistaa konkreettisempien tavoitteiden asettamisen IT:n käynnistämille uudelleensuunnitteluprojekteille. (Davenport & Short 1990) Eri kyvykkyydet voidaan tiedostaa laajemmassa suunnittelussa, mutta niiden luonne voi vaikuttaa myös yksittäisen prosessin muokkaamisen tarpeeseen. Näiden eri kyvykkyyksien voidaan myös nähdä konkretisoivan Al-Masharin (2001) esittämät teemat järjestelmän käytöstä prosesseissa.

Prosessien muokkaamisessa on tärkeää tunnistaa myös mitä prosesseja tulisi muokata. Tätä voidaan lähestyä joko tarkastelemalla kaikkia prosesseja tai kohdistamalla resurssit tiettyihin korkean vaikutuksen omaaviin prosesseihin. Kumpaakin menetelmää käyttäen prosesseista on hyvä tunnistaa tiettyjä asioita, kuten aloitus – ja lopetus piste, rajapinnat ja eri prosesseissa mukana olevat tahot. Näiden lisäksi voidaan myös tunnistaa tiettyjä rakenteellisia ulottuvuuksia, jotka voivat yhdessä esitettyjen vaikutusten avulla johtaa päätökseen uudelleensuunniteltavista prosesseista. Rakenteelliset ulottuvuudet ovat osapuolten luonne (organisaatioiden väliset, toimintojen väliset, henkilöiden väliset), tavoitteet (fyysiset, informatiiviset) ja toiminnat (operatiivinen, hallinnollinen). (Davenport & Short 1990) IT:n implementaation tapauksessa voitaneen olettaa, että muokattavat prosessit ovat pääasiallisesti niitä, joilla on jokin rajapinta järjestelmän kanssa.

Tässä luvussa esitettiin muutama implementaatioon vaikuttava näkökulma prosesseista. Oletuksena esitettiin, että järjestelmien ja prosessien tulisi sopia yhteen, ja tähän voidaan päästä joko muokkaamalla prosesseja tai järjestelmää. Prosesseja muokattaessa on implementaatiossa syytä tiedostaa järjestelmän rooli organisaatiossa ja sitä mukaileva prosessien muokkaamisen ambitiotaso. Mikäli järjestelmä on rakennettu olemassa olevia prosesseja mukaillen, implementaatio ei aiheuta laajaa muokausprojektia. Mikäli prosesseja täytyy implementaation yhteydessä muokata, tulisi tämä tehdä hallittuja askeleita seuraten pitäen sisällään tavoitteet, prosessien tunnistamisen, niiden ymmärtämisen ja mittaamisen sekä uusien prosessien suunnittelun. Tärkeä merkitys IT:n implementaatiossa on tunnistaa järjestelmän eri kyvykkyydet ja hyödyntää niitä lähtökohtaisesti prosesseja muokatessa.

5.3.8. Tekniset ominaisuudet

Teknisten ominaisuuksien voidaan implementaatioon vaikuttavana tekijänä katsoa olevan osittain päällekkäinen osio MES – järjestelmän erityispiirteiden kanssa. Tässä luvussa pyritään tarkastelemaan järjestelmän teknisten ominaisuuksien merkitystä yleisesti IT – teknologian jalkautukseen liittyen. Näin ollen tässä luvussa pidetään korkeampaa abstraktiotasoa kuin MES – järjestelmän erityispiirteiden tarkastelussa.

Implementaation tekniset ominaisuudet tulevat esille esimerkiksi sosio-tekniikan tutkimussuunnan kautta (Markus & Silver 2008; Legris & Collerette 2006). Legris ja Collerette (2006) summaavat tähän suuntaukseen liittyvän tutkimuksen pyrkimyksenä olevan tasapainottaa ihmisten ja teknisten tarpeiden suhdetta niin järjestelmän suunnittelussa kuin työympäristössä. Suuntauksesta voidaan nostaa esille IT – järjestelmän luonne sosiaalisten prosessien tuotoksena sekä IT – artefaktin merkityksen kausaalisen tekijänä organisaatiollisessa toiminnassa (Markus & Silver 2008). Yleisesti esiin nostettu tekijä näissä tutkimuksissa on ollut käyttäjien mukaan ottaminen järjestelmän valinta- tai kehitysvaiheeseen, jotta saadaan paremmin käyttäjille sopivia ja heidän hyväksymiä järjestelmiä aikaiseksi (Legris & Collerette 2006).

Teknisten ominaisuuksien ymmärtämiseksi käyttäjien näkökulmasta voidaan käyttää Markus ja Silverin (2008) esittämiä konsepteja selventämään IT – järjestelmän luonnetta. He esittävät järjestelmän teknisinä objekteina (Technical Objects), jotka tuottavat tietyille käyttäjille tai käyttäjäryhmille toiminnallisia mahdollisuuksia (Functional Affordances) sekä symbolisia merkityksiä (Symbolic Expressions). Teknisen objektin määrittämisenä esitetään sen koostuvan IT – artefakteista ja niiden komponenteista. Ne ovat aineellisia tai aineettomia ja ovat mahdollisesti kausaalissa suhteessa eri seuraamuksiin. Lisäksi ne eivät ole riippuvaisia siitä miten ihmiset ne havainnoivat, mutta ne ovat silti ihmisten tuotoksia; tahallisia tai tahattomia. Toiminnalliset mahdollisuudet määritellään puolestaan tavoitesuuntautuneina toimintoina, jotka tietty tekninen objekti tarjoaa. Ne pitäisi nähdä teknisten objektien ja käyttäjien välisestä suhteesta, mahdollistaen IT:n käytön ja käytöstä syntyvät seuraamukset. Symboliset merkitykset puolestaan tuottavat tietyn tason kommunikatiivisen mahdollisuuden viestiä teknisestä objektista käyttäjille. Ne ovat luonteeltaan havaittavissa käyttäjien ja teknisten objektien välisestä suhteesta. Ne synnyttävät olosuhteet käyttäjien tulkinnoille IT:stä ja tulkintojen kautta syntyville seuraamuksille. Nämä käsitteet voidaan tuoda tämän luvun kontekstiin esittämällä, että teknisten tekijöiden juurisyy on teknisissä objekteissa, mutta niiden ilmentymät organisaatiossa tai käyttäjissä syntyvät toiminnallisuuksien tai järjestelmän tulkinnan kautta.

Teknisiä ominaisuuksia tarkasteltaessa implementaation ongelmien kautta, voidaan nostaa esiin erityyppisiä ongelmakenttiä. Näitä ovat järjestelmän alkuperäisen designin sopimattomuus tilanteeseen, järjestelmän ja käyttäjän rajapinnan ongelmat ja tapa, jolla

järjestelmä luodaan. Alkuperäisen designin sopimattomuus ilmenee usein joko puutteellisina toiminnallisuuksina tai suoranaisina virheinä järjestelmässä. Nämä aiheuttavat usein käyttäjien epäluottamusta järjestelmään ja tätä kautta järjestelmän käytön välttämistä. Rajapinnan ongelmat voidaan yleistää käyttäjän ja järjestelmän välisen kanssakäymisen ongelmiksi. Järjestelmästä riippuen tällaisia voivat olla käyttöliittymän ongelmat, erilaisten tulosteiden kuten raporttien tai dokumenttien ongelmat, laitteistoon liittyvät ongelmat tai järjestelmän ymmärtämisen informaation syöttöön käytetyn kielen tai formaatin ongelmat. (Lucas 1986, s.404) Implementaatiossa usein oletetaan, että järjestelmän design on valmis prosessia aloitettaessa, mutta sen ei tarvitse olla muuttumaton. Implementoijan tulisi varmistaa designin soveltuvuus todellisuuteen ja mahdollisesti muuttaa sitä. (Swanson 1988, s.6 – 7)

Teknisiin ominaisuuksiin voidaan liittää termejä kuten tekninen validius (Schultz & Slevin 1975a) ja verifiointi (IEEE Std 1012 – 1998). Validilla teknisellä ratkaisulla viitataan järjestelmän suunnittelun kykyyn tuottaa ratkaisu määritettyyn ongelmaan (Schultz & Slevin 1975a). Verifioinnilla viitataan määritetyn ratkaisun täyttävän sille asetetut vaatimukset (IEEE Std 1012 – 1998). Validoinnin ja verifiointin aikana tapahtuu toiminnallisuuksien vastuun siirtymistä järjestelmän kehittäjiltä järjestelmän käyttäjille. Täten se on tärkeä virstanpylväs ohjelmiston kehityksessä (IEEE Std 1012 – 1998). Verifiointi voi olla luonteeltaan syklistä toimintaa, ja sitä jatketaan kunnes tietty taso saavutetaan järjestelmän kyvykkyyksissä. Tähän vaiheeseen voidaan liittää toimintoja kuten testaus, pilotointi ja hyväksyntä testaus. Näiden toimintojen tulisi olla yhteistoiminnallisia (Anisimov & Reshetnikov 2011), sillä käyttäjillä on viimekäden tieto omien tehtäviensä vaatimuksista.

Teknisten tekijöiden huomioiminen implementaatioprosessissa voidaan tehdä muun muassa pilotoinnin avulla. Pilotointiin liittyviä аспекteja ovat implementaation toteutettavuus, lisäinvestointien perustelu, ylemmän johdon tuen varmistus, projektin keston uudelleen arviointi, riskien kartoitus ja pienentäminen, pilotointialueen kohteen valinta, määrittää hyväksyntätaso käyttäjien toimesta, motivaation kasvattaminen, teknisen toimivuuden varmistaminen sekä mielellään alle kolmen kuukauden kesto. (Anisimov & Reshetnikov 2011)

5.3.9. MES – järjestelmän erityispiirteet

MES – järjestelmän jalkauttamisen erityispiirteitä voidaan tarkastella systemaattisesti erittelemällä erityispiirteet projektin eri vaiheille. Anisimov ja Reshetnikov (2011) esittävät MES – järjestelmän implementaation erityispiirteitä johdon näkökulmasta. Projektivaiheiden perusteella jäsenneiltyä erityispiirteitä on esitetty taulukossa 17. Esitetyissä asioissa on huomioitu MES – järjestelmän erityispiirteitä, mutta osassa niistä voidaan havaita myös niiden yleispätevyys kaikkien IT – järjestelmien implementaatiossa. Taulukosta on huomioitava, että projektin vaiheet ovat hankitun

sovelluksen implementaation mukaiset, ja siitä on alkuperäisestä lähteestä poiketen poistettu toimittajan valinnan vaihe.

Taulukko 17. MES – järjestelmän tarpeita implementaatioprojektin eri vaiheissa (mukaihen Anisimov & Reshetnikov 2011)

Projektin vaihe	Erityispiirteet
1. Aloitus	<ul style="list-style-type: none"> •Projektinhallinnalliset menettelytavat ehdottomia •Erityistuntemus MES – järjestelmän vaikutuksista tuotantoprosesseihin •Konsulttien tarve määritettävä järjestelmän luonteesta johtuen •Vaikutusalueiden määrittäminen (toiminnallisuudet, prosessit, integraatiot)
2. Analysointi	<ul style="list-style-type: none"> •Liiketoimintatavoitteet järjestelmälle •Investoinnin analysointi
3. Tavoitteet	<ul style="list-style-type: none"> •Järjestelmän tehokkuuden mittaaminen (liiketoiminnan mittarit ennen ja jälkeen) •MES – järjestelmän datan hyödyntämisen huomioiminen operatiivisissa toiminnoissa
4. Suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> •Pilotoinnin tarve suuri •Dokumentaation merkitys suuri
5. Kehitys	<ul style="list-style-type: none"> •Käyttäjien mukana olo tärkeää
6. Implementaatio	<ul style="list-style-type: none"> •Testattu ja toimiva tekninen kokonaisuus vaaditaan esiehtona •Prosessimuutokset yleisiä
7. Optimointi	<ul style="list-style-type: none"> •Mittareiden seuranta •Jatkokehityssuunnitelmat

Tietuille projektin vaiheille voidaan löytää tarkentavia erityispiirteitä muusta kirjallisuudesta. Esimerkiksi projektin aloitusvaiheessa tulisi tehdä MES – järjestelmän näkökulmasta alustava periaatepäätös siitä, onko järjestelmä ylipäättään tarpeellinen. Meyer et al (2009) esittävät tämän päätöksen tulokseen vaikuttavat osa-alueet kuvassa 41. Kuva esittää päätökseen vaikuttaviksi osa-alueiksi tuotannon prosessien, tuotteiden, tuoteversioiden, itse tehtävien alikokoonpanojen ja tuotantoinformaation kyselyjen lukumäärän. Lisäksi siinä esitetään tuotannon varsinaisen arvoa lisäävän vaikutuksen olevan yksi päätöksenteon kriteeri. Nämä eri kriteerit nostavat myös esille eri osa-alueita, joihin MES – järjestelmän implementaatio vaikuttaa.

Kriteeri	Vaikutus:	Matala	Keskinkertainen	Korkea
Operatiiviset prosessit		< 5	5 - 10	> 10
Tuotteet		< 10	10 - 50	> 50
Itse tehdyt alikokoonpanto		0	1-10	> 10
Tuoteversioita		0	1 - 10	> 10
Arvonlisäys tuotannossa		Matala	Keskinkertainen	Korkea
Tuotantoon liittyviä informaatiopyyntöjä kuukaudessa		< 20	20 - 100	> 100

MES tarpeellinen?

Kuva 40. Taulukoidut kriteerit MES – järjestelmän hankinnan arviointiin ja niiden vaikutus lopputulokseen (mukaihen Meyer et al 2009, s. 178)

Implementaatiovaiheessa Meyer et al. (2009, s.173) esittävät MES – järjestelmän systemaattisen jalkauttamisen olevan ehdotonta, sillä järjestelmä itsessään on monimuotoinen ja kompleksinen. He esittävät kolme pääsuuntausta strategioille MES – järjestelmän implementaation varsinaiseen toteutusvaiheeseen. Heidän määrityksessään strategiassa on kaksi muuttuvaa tekijää, jotka ovat implementaation vaikutusalueet operatiivisten kohdealueiden sekä järjestelmän toiminnallisuuden mukaisesti. Näistä muuttujista saadaan kolme erilaista lähestymistapaa. Ne ovat:

- ”Big Bang”
- Inkrementaalinen implementaatio kohdealueittain
- Inkrementaalinen implementaatio toiminnallisuuden perusteella

”Big Bang” – lähestymistavan nimi kuvastaa mihin tällä lähestymistavalla pyritään. Siinä kaikki prosessit, alueet ja toiminnallisuudet otetaan käyttöön yhdellä kerralla tiettyyn määräaikaan mennessä. Tämä tapa on riskialtis, mutta nopea. Inkrementaalinen implementaatio kohdealueittain jakaa operatiiviset alueet osiksi, ja näihin järjestelmä otetaan käyttöön vain osaan kerrallaan. Näin yhdellä alueella kerättyjä kokemuksia voidaan hyödyntää seuraavilla alueilla. Kolmas tapa on jakaa kohdeprosessit esimerkiksi järjestelmän toiminnallisuuden perusteella, ja tehdä niille inkrementaalinen käyttöönotto.

Projektin vaiheiden ulkopuolelta voidaan yleisesti MES – järjestelmän implementaation sanoa vaativan kyvykkään johdon. Tätä voidaan perustella:

- Järjestelmällä vaikutusta arvoa tuottaviin prosesseihin

- Implementaatio aiheuttaa prosesseihin ja järjestelmiin kohdistuvia integraatioita
- Johdon sitoutumisen merkityksellä onnistuneeseen implementaatioon
- Järjestelmän implementaatioon liittyy usein vastakkaisia näkökulmia johdon ja työntekijöiden tasolta, jotka pitäisi pystyä projektissa tyydyttämään (Anisimov & Reshetnikov 2011)
- Järjestelmän vaikutusalue usein monen eri osaston alueella (Meyer et al. 2009, s.177)

5.3.10. Muut tekijät

Muiden tekijöiden käsittelyssä nostetaan esille implementaatioon vaikuttavia tekijöitä, joiden ei suoranaisesti katsottu soveltuvan tai rajoittuvan muiden käsiteltyjen teemojen alueelle. Näiden tekijöiden taustalta ei voida myöskään nostaa yhtä tiettyä teoreettista pohjaa niiden käsittelylle tai niiden selvään kategorisoimiseen.

Resurssien käsite tarjoaa uuden näkökulman implementaation tutkimiseen. Resurssipohjainen näkemys (RBV, Resource Based – view) esittää yrityksen omistavan erityyppisiä kyvykkyksiä ja omistuksia, jotka mahdollistavat kilpailukyvyyn synnyttämisen tai sen ylläpitämisen. Resurssit, jotka ovat arvokkaita, harvinaisia ja niiden omistaminen tuottaa etuja, synnyttävät kilpailuetua. Puolestaan resurssit, jotka ovat vaikeasti kopioitavia, siirrettäviä tai korvattavia, luovat pohjan pitkäaikaisemmalle kilpailuedun ylläpitämiselle. Implementaation yhteydessä keskeistä on nähdä, että IT – resurssi ei yksistään tuo kilpailukykyä, vaan se tukee tai toimii yhdessä muiden resurssien kanssa. (Wade & Hulland 2004) IT:n merkitystä resurssina voidaan tarkentaa yrityksen kyvykkyytensä hyödyntää resurssia. Tämä on yhteydessä yrityksen historiaan, kulttuuriin ja kokemukseen. Tällöin vaikka resurssi kopioidaan, on varsinaisen kyvykkyuden kopiointi huomattavasti hankalampaa. (Bharadwaj et al. 1998) Tärkeätä onkin huomioda, että yrityksen saama arvo ei synny itse ohjelmasta, vaan heidän kyvystä synnyttää resurssin ympärille muita toimintoja, kuten pätevät ihmiskeskeiset resurssit, teknologinen infrastruktuuri ja vahvat informaatioteknologiaan pohjautuvat partnerisuhteet (Ross et al. 1996). RBV:tä voi implementaatioissa hyödyntää tavoitteiden asettamisessa tai resurssin hyödyntämiseen tähtäävässä implementaatiostrategiassa.

Implementaatioon vaikuttavia muita tekijöitä voidaan tunnistaa myös konkreettisemmalla tasolla tarkastelemalla yksittäisiä ongelmakohtia. Tällaisia ovat muun muassa järjestelmän dokumentaatio (Meyer et al. 2009, s.173), konsulttien tarve, teknologian kehitys, aikataulut, yksilön IT – taidot tai sopimuksien merkitys implementaatioissa (Beaumaster 1999). Tämän tyyppiset ongelmakohdat ovat vahvasti kontekstiin sidonnaisia ja vaikuttavat usealle osa-alueelle, joten niiden kattava teoreettinen käsittely on täten ongelmallista. Kaikkia implementaatioon vaikuttavia

tekijöitä on mahdotonta tämän tutkimuksen puitteissa tunnistaa ennakkoon, joten on syytä tiedostaa, että implementaation aikana voi nousta useitakin ongelmakenttiä.

Yksittäisiä ongelma-alueita voidaan valottaa muutaman esimerkin avulla. Esimerkiksi järjestelmän dokumentaation voidaan nähdä olevan yksi järjestelmän tekninen ominaisuus, jota tulisi käyttää tukemaan koulutusta ja käyttöä (Meyer et al. 2009). Dokumentaatioiden tulkintaan liittyy kulttuurillinen ulottuvuus ja niiden tulisi toisaalta tukea eri käyttäjäryhmiä eri tarpeiden mukaisesti. Dokumentaation laajuus järjestelmässä kattaa useita eri alueita, kuten käyttöohjeet, prosessikuvaukset, järjestelmäkuvakset tai järjestelmän kehitykseen liittyvät dokumentit. Näiden avulla voidaan viestiä eri sidosryhmille erityyppisistä implementaation eri vaiheissa ilmenevistä asioista.

Toinen esimerkki voidaan esittää konsulttien tarpeesta. Tarvetta voidaan määritellä organisaation sisäisen tietotaidon puutteella implementaation eri osa-alueilla. Usein järjestelmäkohtainen erityistuntemus voi olla tarpeen hankittaessa valmista ohjelmistopakettia ulkopuoliselta toimittajalta. Konsulttien käyttöä tulisi arvioida myös muilla alueilla kuten kokonaisvaltaisessa IT – suunnittelussa tai itse implementaation toteutuksessa. Lisäksi konsulttien tehtävä voi olla ohjeistava tai he voivat tuottaa koko IT – projektin palveluna. (Beaumaster 1999, s.127)

Kolmas esimerkki esitetään sopimuksien merkityksestä. Niitä on esitetty kuuluvaksi järjestelmän implementaatioissa toimittajan ja asiakkaan välisien asioiden hoitamisessa (Beaumaster 1999, s.126). Toinen näkökulma sopimuksien tarpeellisuuteen voidaan nostaa esille organisaatioiden välisten asioiden hoitamisessa. Eri organisaatiot, joilla on eri tavoitteet, sidosryhmät ja ovat erityisesti kaksi erillisistä taloudellisessa vastuussa olevaa instanssia, voivat käyttää sopimuksia yhtenä keino hallita muutoksia ja riskejä implementaatioprosessissa. Sopimuksien merkitys yleisemmin voidaan kohdistaa eri sidosryhmien välisten toimien hoitamiseen. Implementaatioissa saatetaan vaikuttaa usean eri sidosryhmän, kuten asiakkaat, järjestelmien toimittajat, alihankkijat tai yhteistyökumppanit, kanssa tapahtuvaan kanssakäymiseen. Näissä olemassa olevien sopimusten sekä mahdollisten uusien sopimusten merkitystä voi olla vaikea ennakoita tai pääsy niihin olla rajallista.

Tässä luvussa tuotiin esiin yksi uusi näkökulma implementaation suunnitteluun sekä muutamia esimerkkejä erillisistä ongelmakohdista, joita implementaatioissa tulisi huomioida. Esitetyt esimerkit tuovat ymmärrystä siitä, kuinka implementaatioon liittyvät ongelmat voivat syntyä laajalta alueelta yrityksen eri osa-alueissa. Tämä painottaa järjestelmän kontekstin tarkkaa analysointia ennen varsinaista suunnittelua sekä nostaa esille huolestuttavan piirteen implementaatioissa. Koska järjestelmän vaikutusalue on laaja, voivat olemassa olevat puutteet eri organisaation osissa synnyttää arvaamattomia ongelmia implementaation toteuttamisessa. Tästä syystä luvussa esitetyistä ”muista tekijöistä” tulisi tiedostaa ennemmin ne muut tekijät, joita ei esitetty.

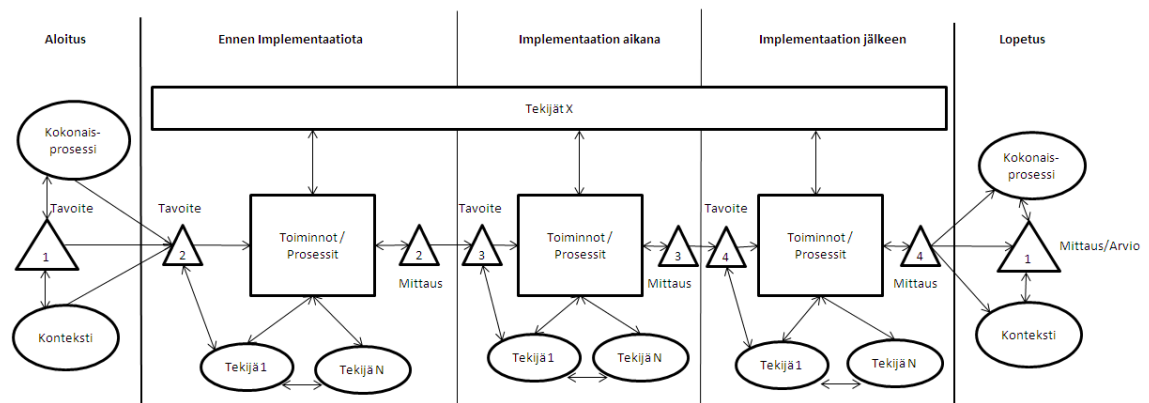
Toisin sanoen implementaatio on luonteeltaan laaja interventio, jonka suorituksessa tulisi pystyä hallitsemaan lukematon määrä eri alueilta nousevia ongelmia. Erityisesti tulisi tiedostaa sellaiset ongelmat, joita ei voida ennakkoon nähdä tuleviksi.

5.4. Implementaation rakenteellinen viitekehys

Kirjallisuustutkimuksen tuloksista on muodostettu implementaation käytännön toteutusta tukeva käsitteellinen viitekehys. Se yhdistää tunnistettuja osa-alueita, ja pyrkii summaamaan implementaatiossa huomioitavia asioita.

Viitekehysten rakenteessa on käytetty Legrisin ja Collaretten (2006) esittämää ajatusta erillisten viiteteorioiden yhdistämisestä ottaen parhaat piirteet kustakin teoriasta. He täsmentävät ettei implementaation tarkastelu yhden viiteteoria näkökulmasta ole väärin. Se ei heidän mukaansa yksinkertaisesti selitä kaikkia implementaatioon liittyviä asioita. Vastaavan ajatuksen eri mallien integroimisesta esittivät jo Schultz et al. (1983, s.13) kuvaillessaan kolmannen sukupolven implementaatiomalleja. Esitetystä viitekehystä yhdistetään implementaation tutkimisen kaksi pääsuuntausta eli prosessi- ja tekijäsuuntaukset.

Viitekehysten rakenne on esitetty kuvassa 42. Rakenteesta on havaittavissa implementaation prosessiluonne ja sen eri osiin vaikuttavien tekijöiden väliset vuorovaikutukset. Implementaatiosta on siis ensinnä huomioitava siinä suoritettavan prosessia, jonka suoritukseen ja tuotoksiin eri tekijöillä on suuri vaikutus.



Kuva 41. MES – järjestelmän implementaation viitekehys kirjallisuustutkimuksen perusteella

Prosessille kuvatut aloitus – ja lopetus – vaihe eivät ole irrallinen osio varsinaisesta prosessista. Aloituis – vaihe voidaan mieltää prosessin näkökulmasta liittävän implementaation osaksi kokonaisprosessia. Konteksti puolestaan voidaan mieltää tekijäsuuntauksen näkökulmasta ympäristöksi tai esitetyksi tilanteeksi (Hammond III 1979), jossa ongelma nousee esiin ja johon implementaatio synnyttää muutoksen. Näin aloitus – vaiheen kokonaistavoitteen tulisi ilmoittaa, mikä on lopetus – vaiheessa

toivottu tilanne kontekstissa ja kokonaisprosessissa. Siten lopuksi voidaan arvioida tavoitteen toteutuminen näistä kahdesta alueesta.

Aloitus – ja *lopetus* – vaiheen välinen alue on jaettu kolmeen erilliseen prosessivaiheeseen. Ne ovat kirjallisuudesta tunnistetut yleistykset implementaatiota ennen, sen aikana ja sen jälkeen tapahtuvista toiminnoista (Díez ja McIntosh 2009). Yksinkertaiset prosessivaiheet oletettavasti lisäävät mallin käytännön toteutuksen edellytyksiä ja ovat helpommin ymmärrettävissä asiaa tuntemattomalle. Kustakin kolmesta vaiheesta tulisi huomioida siihen kuuluvat toiminnot (Ginzbergin 1981) tai aliprosessit, siihen vaikuttavat tekijät (Díez ja McIntosh 2009; Beaumaster 1999), vaiheen tavoite (Milis & Mercken 2002) ja sen saavuttamisen mittaaminen (Schultz et al. 1983). Esitetystä mallista tulisi huomioida, että se ei ota kantaa varsinaisten toimintojen sisältöön. Se tunnistaa ne kuuluvaksi kolmeen eri ajalliseen kategoriaan ja että toimintojen sisällölle vaatimuksen antavat erilaiset tekijät ja tavoitteet. Johtava ajatus on, että käytännön prosessi rakentuisi vastaamaan kontekstista tunnistettavien tekijöiden vaatimuksia. Lisäksi Keenin (1974) mukaan pitäisi huomioida, että tehokas implementaatio koostuu inkrementaalisista muutoksista ja pienimuotoisista projekteista. Tekijöiden hahmottaminen osittain erillisinä alueina tai ongelmakenttinä tukee tätä ajattelumallia.

Erityyppisistä tekijöistä muodostettiin kirjallisuustutkimuksessa typologia, jonka rakennetta tässä selkeytetään. Taulukossa 18 on esitetty prosessiin vaikuttavat tekijät matriisissa, jonka toisella sivulla ovat analyysin tasot ja toisella assosiaation luokat. Näin syntyneitä 15 kenttää voidaan käyttää implementaatioon vaikuttavien tekijöiden tai ongelmien tunnistamisessa tukena. Eri teoreettisten ulottuvuuksien avulla tätä tunnistamista voidaan edelleen fokusoida laatikoiden sisällä. Fokusointia voitaneen painottaa esimerkiksi muutosteorian käyttönä kontekstin tunnistuksessa sekä CSF:n käyttö vaihekohtaisien tekijöiden tunnistuksessa. Lisäksi on tiedostettava Lapointen ja Rivardin (2007) näkemys, että kaikkia eri vaikuttavia tekijöitä ei voida selittää yhden teorian avulla, vaan parhaan käsityksen saa käsittelemällä tietyn tekijän sille ominaisen viiteteorian kautta.

Taulukko 18. Implementaatioon vaikuttavien tekijöiden tunnistamista helpottava taulukko

		Assosiaatio				
		Prosessit	Kulttuuri	Tekniset	MES	Muut
Analyysin taso	Organisaatioiden välinen					
	Organisaatio					
	Käyttäjät					

Teoreettiset ulottuvuudet: Muutosteoria ja kriittiset menestystekijät

Tunnistettujen tekijöiden vuorovaikutuksista, kuvassa 42, on eriyttävissä neljä huomioitavaa asiaa jo esitetyn kontekstin vaikutuksen lisäksi. Ensinnä tekijät synnyttävät prosessiin vaiheita tai toimintoja, joiden avulla tekijän vaikutus saadaan hallintaan (Swanson 1988, s.11). Aikaisemmin on osoitettu kausaalisuus tiettyjen tekijöiden ja onnistuneen lopputuloksen välillä. Täten niitä tulisi hyödyntää implementaatiostrategian rakentamisessa (Lucas 1986, s.406). Toiseksi tavoitteen saavuttamisen tai asettamisen kannalta voidaan tunnistaa kriittisiä menestystekijöitä (Diez & McIntosh 2009). Kullakin vaiheella voi olla toisistaan poikkeavat menestystekijät, mutta ei pidä sulkea ulos mahdollisuutta universaaleille tekijöille, jotka vaikuttavat koko prosessin ajan (Ginzberg 1981; Beaumaster 1999; Diez & McIntosh 2009). Kolmantena vuorovaikutussuhteena tulisi siis huomioida, että tietyillä tekijöillä voi olla vaikutusta koko prosessin ajan. Neljänneksi tekijöistä voi muodostua tekijöiden verkko, jossa tietyt tekijät voivat vaikuttaa epäsuorasti tuotoksiin muiden tekijöiden kautta. Tämän osoittavat konkreettisesti esimerkiksi Lucasin (1986) sekä Schultz et al.:n (1983) esittämät mallit.

Viitekehyksen prosessiluonteeseen on sisällytetty toimintojen ja tekijöiden lisäksi ohjaavana elementtinä vaihekohtainen tavoite ja sen mittaaminen (Milis & Mercken 2002; Schultz et al. 1983). Tavoitteen pilkkomisessa tulisi huomioida, että kokonaistavoite saattaa pilkkoontua osiksi, joista vain jokin täsmentyy tietyn vaiheen pyrkimykseksi. Esimerkiksi esitetty ketju ”hyväksyntä→käyttö→suorituskyky→tyytyväisyys” voidaan nähdä jakaantuvan vaiheittain: hyväksyntä ennen implementaatiota, käyttö implementaation aikana ja suorituskyky sekä tyytyväisyys implementaation jälkeen. Kuten aiemmin esitetyt mallit osoittavat, esimerkiksi hyväksyntä koostuu monesta tekijästä, joita voidaan erillään mitata. Tavoitteen saavuttamisen mittaamisessa tulisi huomioida erityisesti sen prosessia ohjaava ja kontrolloiva vaikutus (Gunasekaran et al. 2006). Mikäli mittaamista ei käytetä muuttamaan ja hallitsemaan varsinaista prosessia, ei mittaamisella saavuteta konkreettisia etuja. Mittaamista voidaan myös perustella sen vaikutuksella muokata ihmisten käyttäytymistä ja tätä kautta sen vaikutuksella lopputulokseen (Neely et al. 1995). Mikäli seuraavassa vaiheessa todetaan tietyn edellisen vaiheen toiminnon olleen epäonnistunut mittauksesta huolimatta, tulisi kyseisen toiminnon aiheuttama ongelma pyrkiä ratkaisemaan myös myöhemmässä vaiheessa. Tällöin tulisi rekursiivisesti palata takaisin aikaisempaan vaiheeseen paremman tietämyksen kanssa. (Hammond III 1979; Keen 1974)

Viitekehyksen loogista rakennetta voidaan perustella Hammondin (1979) esittämän viitekehyksen teemoilla. Kyseinen malli lähtee liikkeelle tilanteen analysoinnista. Tilanteen perusteella asetetaan tavoitteet ja suunnitellaan implementaatio. Implementaation toteutus aiheuttaa muutoksen tilanteeseen, josta muutokset arvioidaan ja suunnitelmaa sekä toimintoja sopeutetaan. Tilanteen muodostavat tämän luvun mallissa aloitusvaiheen konteksti ja kokonaisprosessit. Näiden perusteella muodostetaan prosessille kokonaistavoite, jonka tulisi esittää tavoiteltavat muutokset kontekstin ja

kokonaisprosessin näkökulmasta. Kokonaistavoite pilkotaan osatavoitteiksi kolmivaiheiseen malliin, ja vaihekohtaisesti vaikuttavat tekijät tunnistetaan. Näiden pohjalta suunnitellaan prosessin toiminnot, joiden tuotokset kohdistuvat takaisin tilanteen eri osa-alueille. Näihin syntyvä muutos tuo järjestelmän organisaation käyttöön ja tätä muutosta pyritään mittaamaan ja hallitsemaan interaktiivisesti läpi koko prosessin.

6. TULOKSET

Tämä tutkimus jakaantui kahteen erilliseen osioon. Osioissa saavutetut tulokset tarkastellaan tässä luvussa erikseen. Luvussa esitellään tärkeimmät tulokset, niiden mahdolliset virhelähteet, poikkeamat oletetuista tuloksista ja tulosten luotettavuus. Lisäksi saavutettuja tuloksia verrataan teoriaosuudessa esiteltyihin aikaisempiin tutkimuksiin aihepiireistä.

6.1. Osio 1

Ensimmäisessä osiossa on pyritty vastaamaan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen eli selvittämään miten MES – järjestelmällä voidaan tukea mallitehdaskonseptia. Kysymykseen on vastattu analysoimalla kohdeyrityksen NetMES – järjestelmää neljällä eri alueella, selvennetty kohdeyrityksen mallitehdaskonseptin toteutuksen erityispiirteitä ja näistä on tehty yhteenveto.

Tutkimuksen ensimmäinen tulos on navigointikartta liitteessä 1. Se on muodostettu aineiston pohjalta analyysien tueksi. Siinä kuvataan kuinka järjestelmän sisällä voidaan siirtyä näkymistä toisiin. Kartta ei vastaa tutkimuskysymykseen, mutta se täydentää järjestelmän dokumentaatiota.

Järjestelmän arkkitehtuurista nähdään sen moduuleilla olevan yhteyksiä kohdeyrityksen kokonaisarkkitehtuurin osiin. Nämä yhteydet ja eri moduulit sijoittuvat ISA-95 – standardin esittämille tasoille 4-0 sekä erillisiin tukeviin järjestelmiin. Järjestelmällä on seitsemän sisäistä moduulia ja 13 ulkoista instanssia. Järjestelmän yhteyksissä näihin ulkoisiin instansseihin on 18 erillistä toiminnallista rajapintaa. Näiden rajapintojen myötä järjestelmien välille muodostuu eritasoisia yhteyksiä. Nämä yhteydet ovat luokituksestaan hierarkkisia, integroivia ja ohjaavia.

Järjestelmässä on toiminnallisuuksiin liittyen yleinen työnkulku. Siinä liiketoimintatasolla on neljä tapahtumaa, joilla on vaikutusta NetMES:ssä. Yleisen työnkulun perusteella järjestelmässä on neljä tärkeää moduulia, jotka ovat yhteydessä liiketoimintatason tapahtumiin. Työskentelyn eteneminen näissä moduuleissa sisältää valmistuksen määrittämisen, tilausten avaamisen sekä työvaiheiden ja lähetystoimintojen suorittamisen. Moduulien voidaan esittää tarjoavan toimintoja dokumenttien hallintaan, operaatioiden tai tapahtumien aikataulutukseen, tuotteiden seurantaan ja rakentumiseen sekä datan keräämiseen ja hankintaan. Näiden lisäksi järjestelmä tukee laadun- ja työvoiman hallintaa, suorituskyvyn analysointia sekä tuotantoyksiköiden ohjaamista.

Mittareihin liittyen järjestelmässä on periaatteita, joiden mukaisesti kerätystä datasta muodostuu mitattavia tietosisältöjä. Tärkeimmät tietosisällöt muodostuvat tuotantolinjan ja tuotteen mallintamisesta. Näistä voidaan muodostaa kuusi eri mittaria, jotka ovat WIP, tuotannon toteuma ja valmistusvarmuus, läpimeno- ja kiertoaika sekä toimitusvarmuus. Mittarien analysoinnista on tiedostettava, että liiketoiminnan mittarien rakentamisen tulee lähteä liiketoiminnan tarpeista, eikä järjestelmän tietosisällöistä.

Järjestelmäanalyysin alueiden lisäksi tutkimuskysymykseen vastaamiseksi on tarkasteltava kohdeyrityksen mallitehdaskonseptin toteutuksen erityispiirteitä. Niistä tärkeimmät ovat konseptin määrittelemän tuotantojärjestelmän piirteet ja konseptin yleinen rakenne. Erityispiirteitä voidaan lisäksi luonnehtia teorian ja toteutuksen poikkeavuuksilla. Poikkeavuudet toteutuksessa ovat useat fyysiset mallitehtaat, osittain ulkoistettu tuotanto ja logistinen kumppani, mikrolinjojen erilaiset roolit sekä PTTT – ryhmien merkittävä rooli.

Järjestelmäanalyysiä ja mallitehdaskonseptin kuvausta yhteen vetämällä voidaan esittää, miten NetMES – järjestelmä tukee konseptin määrittelemää tuotantojärjestelmää ja sen eri piirteitä. Järjestelmän arkkitehtuurista voidaan tunnistaa vastaavankaltainen rakenne kuin on mallitehdaskonseptilla. Molempien rakenteessa on keskitetty tuotannon määrittely, hajautettu valmistus ja eriytetyt logistiikkatoiminnot. Tämä samankaltaisuus oletettavasti selkeyttää järjestelmän toimintojen käyttöä. Järjestelmän eri toiminnallisuudet ja tietosisällöt voidaan nähdä konkreettisesti tukevan mallitehdaskonseptin eri osia. Niitä voidaan kohdistaa moduuleittain eri mallitehtaan osa-alueille. PTTT – ryhmille järjestelmän toiminnallisuudet tarjoavat kuitenkin vain vähän tukea. Andon – järjestelmää käyttämällä tätä tukea voidaan kuitenkin parantaa. Järjestelmän kyvykkyyksiä laajemmin mallitehdaskonseptin tukena voidaan arvioida teoriassa esitetyn taulukon perusteella. Sen pohjalta järjestelmän kyvykkyydet ovat ensisijaisesti transaktionaalisia, maantieteellisiä, informatiivisia ja seurannallisia.

Mahdollisia virhelähteitä tutkimuksen tuloksista voidaan esittää ensinnä sisäisen dokumentaation tarkkuudesta aineistona. Kaikista käytetyistä dokumenteista ei voitu erikseen varmentaa, oliko tieto edelleen ajantasaista vai olivatko mahdolliset päivitykset jääneet toteuttamatta dokumentteihin. Lisäksi kirjoittajan virheet yksin tuotetussa materiaalissa voivat luonnollisesti johtaa virheelliseen tai puutteelliseen raportointiin. Analyysin menetelmät olivat osin itse räätälöityjä, joten niiden toimivuus luotettavien tuloksien tuottamisessa jää lukijan arvioitavaksi. Näistä aineiston ja analysoinnin virhelähteistä huolimatta tuloksien arvioidaan olevan luotettavia järjestelmäanalyysissä toimintojen, arkkitehtuurin ja mittareiden osalta. Kokonaisuudessaan, kun huomioidaan rajapintojen analyysi sekä mallitehtaan kuvailu, tuloksia arvioidaan vain kohtalaisen luotettaviksi. Järjestelmäanalyysin tuloksiin johtaneena aineistona ensisijaisesti käytettiin järjestelmän kuvankaappauksia, joiden virheellinen tulkinta on kirjoittajan arvion perusteella pieni. Kyseinen aineisto on kirjoittajalle erittäin tuttu aikaisemmista kokemuksista, sillä kirjoittaja on itse ollut suunnittelemassa ja rakentamassa kyseistä

järjestelmää. Tästä syystä järjestelmäanalyysin tulokset arvioidaan luotettaviksi. Rajapintojen käsittelyä sekä mallitehtaan kuvausta arvioidaan mahdollisesti virheitä sisältäväksi. Kyseisissä alueissa kirjoittajan omat kokemukset, tulkinnat ja sisäiset dokumentit olivat merkityksellisiä tulosten saavuttamisessa. Näistä jälkimmäiset arvioitiin mahdollisia virhelähteitä sisältäväksi aineistoksi. Ensimmäiset puolestaan ovat taipuvaisia subjektiiviselle näkemykselle ja näin tuloksien luotettavuutta heikentäviä. Erityisesti mallitehdaskonseptin kuvauksen voidaan olettaa poikkeavan todellisuudesta, sillä kyseinen konsepti on aineiston keräämisen jälkeen kokenut uudistuksia. Koska mallitehdaskonseptin kuvausta hyödyntänyt yhteenveto oli oleellinen tutkimuskysymyksen kannalta, voidaan tuloksien arvon kokonaisuudessaan nähdä heikkenevän.

Osion tuloksissa erityisesti arkkitehtuurin yhteyksien määrä muihin järjestelmiin poikkesi oletetuista tuloksista. Yhteyksiä oli huomattavasti suurempi määrä kuin mitä on järjestelmän käyttäjälle näkyvää. Muilta osin tulokset eivät suuresti poikenneet odotetuista tuloksista.

Tämä tutkimuksen osio vastaa kirjoittajan mielestä opinnäytetyölle asetettuihin vaatimuksiin. Kritiikkinä voidaan esittää analyysitekniikoiden läpinäkymättömyyttä, jolla tarkoitetaan moniosaisen analyysin jokaisen vaiheen tarkan selityksen puutetta.

Osio vastaa tutkimuskysymykseen, mutta sen jakautuminen useaan analyysiin sekä kuvailuun ja yhteenvetoon hankaloittaa punaisen langan seuraamista. Tutkimuskysymyksen vastauksen näkökulmasta voidaankin kyseenalaistaa mallitehtaan kuvailun ja yhteenvedon arvo. Näiden alueiden tutkiminen on pintapuolista ja niiden tulokset eivät tuo paljoa lisäarvoa järjestelmäanalyysin tulosten jälkeen. Tämän lisäksi niihin voidaan kohdistaa vaikuttavaksi virhelähteitä. Näin ollen tutkimuskysymyksen vastauksena olisi mahdollisesti voitu esittää yksinkertaisesti ja tiiviisti järjestelmäanalyysin tulokset.

6.2. Osio 2

Toisessa osiossa vastataan tutkimuksen toiseen tutkimuskysymykseen, eli selvitetään mitä asioita järjestelmän implementaatiossa pitäisi ottaa huomioon. Kysymykseen vastaamiseksi on suoritettu implementaatiosta kirjallisuustutkimusta, jossa on selvitetty siihen liittyviä eri osa-alueita. Alueet ovat implementaatio-ongelma, implementaation prosessi ja siihen vaikuttavat tekijät. Kirjallisuustutkimuksen osa-alueista on luotu synteisinä viitekehys, joka muodostaa implementaation teoreettisen mallin.

Viitekehys selventää, mitä tulisi huomioida implementaation toteutuksessa. Mallissa yhdistetään implementaation prosessi- ja tekijäsuuntaukset. Prosessisuuntauksen tärkeimmät huomioitavat asiat ovat implementaation liittyminen kokonaisprosesseihin, prosessin jakaantuminen kolmeen selkeään vaiheeseen, kokonaistavoitteen

pilkkoutuminen pienempiin vaihetavoitteisiin ja näiden jatkuvan mittaamisen merkitys. Tekijäsuuntauksen tärkeimmät huomioitavat asiat ovat tavoitteiden avulla tunnistettavat menestystekijät, tekijöiden verkottuminen ja epäsuora vaikutus tuotoksiin, koko prosessin ajan vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen sekä tekijöiden vaikutus prosessin toimintojen sisältöön. Tekijäsuuntauksen näkökulmasta voidaan myös tunnistaa implementaation konteksti, joka kuvaa tilannetta ympäristössä. Tavoitteet esittävät kontekstiin halutun muutoksen, jota voidaan arvioida implementaation loputtua.

Eri vaikuttaville tekijöille on muodostettu kirjallisuuden perusteella kategoriat, jotka auttavat tekijöiden tunnistamista esitetyssä viitekehyksessä. Kategoriat jakautuvat ensinnä korkean tason ryhmiin, jotka ovat teoreettinen näkökulma, analyysin taso ja assosiaatio. Ensimmäisessä kategoriassa olevat ryhmät ovat kriittiset menestystekijät ja muutosilmioon liittyvät tekijät. Toiseen ryhmään kuuluvat organisaatioiden väliset asiat, organisaatio ja käyttäjät. Viimeisessä ryhmässä ovat kulttuuriin, prosesseihin, MES – järjestelmän erityispiirteisiin, tekniseen näkökulmaan ja muihin asioihin liittyvät tekijät. Näistä eri ryhmistä voidaan tunnistaa useita malleja, jotka selventävät alueiden tekijöiden vaikutuksia. Eri ryhmistä voidaan myös tunnistaa selkeitä ongelma-alueita, jotka tulisi huomioida implementaatiossa.

Tutkimuksen tulokset perustuivat kirjallisuuden tutkimiseen. Kirjallisuutta käytiin läpi laajasti ja siihen valittiin kirjoja, kokoomateoksia, erilaisia sähköisiä jouliaartikkeleita sekä standardeja. Kirjallisuuden avulla pyrittiin löytämään erilaisia näkökulmia tutkimusaiheeseen. Viitekehysten rakentamisessa puolestaan yhdisteltiin kirjallisuuden osa-alueita. Niiden avulla luotiin malli implementaatiosta, jossa yhdistettiin kirjallisuudesta esitettyjä näkökulmia.

Tutkimuksen tuloksiin vaikuttaneita mahdollisia virhetekijöitä voidaan arvioida muutamista näkökulmista. Ensinnä aineistoa on hankittu tietyin rajoituksin. Tekijöiden kategorisointi tiettyjen näkemysten mukaisesti on esimerkiksi kohdistanut tekijöiden käsittelyssä käytettyä aineistoa. Aineistoa on hankittu pääosin Vaasan Yliopiston ja TTY:n kirjastoista sekä TTY:n mahdollistamasta sähköisistä tietokannoista. Toiseksi tutkimusaiheen alueelta käytetyt perusteokset ovat hyvin vanhoja. Tämä voidaan nähdä erityisesti ongelmallisena, sillä teknologia on tietojärjestelmien alueella kehittynyt erittäin paljon viime vuosina. Vanhat lähteet muodostavat käsityksen implementaatiosta, jonka näkökulma on enemmän itse implementaatio-ongelmassa, kuin teknologiassa. Tämä tarkoittaa toisaalta, että teknologian kehittyminen on saattanut mahdollistaa kokonaan uusia tutkimuksen alueita aiheen piiristä. Toisaalta esitetyt asiat ovat luonteeltaan sellaisia, että teknologian kehittyminen ei suuresti muuta niiden paikkansa pitävyyttä. Tästä näkökulmasta katsottuna kyseistä mallia voitaisiin soveltaa myös muissa implementaatio-ongelmissa kuin MES – järjestelmissä.

Esitetyistä virhetekijöistä huolimatta tutkimuksen tuloksia voidaan pitää luotettavina. Niitä voidaan pitää luotettavina siinä mielessä, että esitetyt tulokset pitävät paikkansa.

Tuloksien kattavuus ei kuitenkaan välttämättä ole täydellistä lähinnä vanhojen lähteiden johdosta. Luotettavuutta voidaan perustella läpi käydyn kirjallisuuden suurella määrällä, monipuolisten aineistotyyppien valinnalla ja sillä, että aineiston valinnassa suosittiin paljon viitattuja teoksia. Kun tuloksia verrataan odotettuihin tuloksiin, voidaan sanoa siinä olevan poikkeamia. Tämä perustuu siihen, että kirjoittajan lähtötiedot aihepiiristä olivat vähäiset ja täten odotetut tulokset suppeat. Aihetta on aikaisemmissa tutkimuksissa käsitelty useiden vuosikymmenien ajan, ja tutkimuksia löytyi paljon. Näin ollen odotettuihin tuloksiin verrattuna saavutetuissa tuloksissa on huomattavasti laaja-alaisemmin huomioitu implementaatioon liittyviä asioita.

Tämän kirjallisuustutkimuksen tuloksia verrattaessa aikaisempiin tutkimuksiin voidaan esittää, että tutkimuksessa kerättiin verrattain laaja listaus implementointiin vaikuttavista asioista. Tämä tulkitaan siten, että tässä tutkimuksessa tehtiin joko virheitä tai vastaavalla tutkimuksen asetelmalla ei ole julkaistu paljoa tutkimusta. Rakennettua viitekehystä verrattaessa aikaisempiin tutkimuksiin, voidaan esittää monen näkökulman yhdistämisen olevan harvinaista. Ajatus näkökulmien yhdistämisestä on tuotu esille aikaisemmissa tutkimuksissa, mutta malleissa sitä harvemmin esiintyy. Tämän selittänee se, että aikaisemmin julkaistut tutkimukset ovat rajattu paremmin tietyn implementaation osa-alueen selittämiseksi tai ymmärtämiseksi.

Tutkimustulos tässä osiossa vastasi tutkimuskysymykseen mielestäni riittävän laajasti. Suoritettu kirjallisuuskatsaus ja viitekehys olivat kattavia ja niitä käyttämällä kohdeyritys pystynee parantamaan toimintaansa tutkimusongelmien alueella. Opinnäytetyönä tämän osion käsittely ja saavutetut tulokset eivät yksinään olisi mielestäni riittäviä. Tätä voi perustella sillä, että osiossa ei yhdistetty kirjallisuusselvityksen tuotoksia empiiriseen ympäristöön. Tämä ratkaisu tehtiin, että tämä opinnäytetyö pysyisi diplomityölle asetetuissa rajoissa ja laajuudessa.

7. PÄÄTELMÄT

Tässä tutkimuksessa ratkaistiin kahden eri alueen ongelmia kohdeyrityksessä. Tutkimusongelmien osoitettiin kuuluvan kahden eri paradigman alueelle Hevner et al. (2004) esittämän jaon mukaisesti. Se muodosti tutkimuksen sisälle kaksi erillistä tutkimuskysymystä ja kaksi varsinaista tutkimusta. Tämä tulisi huomioida sekä pohdittaessa tutkimuksen tuloksia laajemmin että arvioitaessa tutkimuksen merkitystä tieteen näkökulmasta. Tieteellisestä näkökulmasta voidaan todeta, että kahden erillisen tutkimuksen käsittely yhden raportin sisällä on huonosti rajattua tutkimusta. Erityisesti kun tutkimukset ovat eri paradigmojen alueelta, vaikeuttaa se ongelmien perinpohjaista käsittelyä. Tämän asetelman voidaan nähdä olevan yhteen diplomityöhön liian laaja, ja vastaisuudessa aihetta tutkivien tulisi välttää tätä.

Hevner et al.:n paradigmoihin asemoituina tämän tutkimuksen kysymyksien ja tuloksien, jo mainittujen ongelmien lisäksi, voidaan luonnehtia olevan siihen sopivia. Ensimmäinen tutkimuskysymys lisäsi teknisen artefaktin, eli NetMES:n, tutkimiseen käytön ympäristönä mallitehdaskonseptin. Tällöin ensimmäinen osio tutki sekä artefaktia että ihmisten tai organisaation kyvykkyyksien laajentamista artefaktilla. Vastaavasti toisen osion kysymys keskittyi lisäämään ymmärrystä ihmisten tai organisaation käyttäytymisestä tiettyyn artefaktiin liittyen järjestelmää implementoitaessa.

Ensimmäisen kysymyksen tuloksien voidaan nähdä tuovan tunnistettuun ongelmaan ratkaisuja. Tulokset tarjoavat kohdeyritykselle konkreettista lisätietoa ja tuntemusta heidän teknisestä artefaktistaan, eli NetMES – järjestelmästä. Eri analysoitujen alueiden tuloksista jokainen tarkastelee järjestelmää eri näkökulmasta ja täten luo kuvauksen järjestelmän eri aspekteista. Vastaavasti myös järjestelmän dokumentaatiota on syntynyt samoista lähtökohdista. Käyttäjän näkökulmasta eri toiminnallisuudet ja niiden eteneminen prosesseissa tuo eniten lisäarvoa, koska ne kuvastavat parhaiten järjestelmällä tehtäviä päivittäisiä tehtäviä. Järjestelmää koskevia päätöksiä tehtäessä on kuitenkin huomioitava myös arkkitehtuuri ja sen rajapinnat muihin järjestelmiin. Arkkitehtuuri osoittaa järjestelmän tasolla saman huomion, mikä voidaan tehdä myös implementaation tekijöiden tutkimisessa. Järjestelmästä tehtäviä päätöksiä tehtäessä ei voida huomioida yksinomaan yhden teknisen artefaktin ominaisuuksia tai sen tuomia toiminnallisuuksia. Järjestelmä täytyy nähdä osana laajempaa kontekstia, johon se esimerkiksi rajapintoineen liittyy teknisessä mielessä. Implementaation näkökulmasta tämä vastaava tulos on nähtävissä eri tekijöiden käsittelyssä. Tekijöiden luokituksesta muodostettu matriisi osoittaa ensinnä miten käyttäjätaso, eli se millä tutkimuksen ensimmäinen osio artefaktia tarkastelee, on vain yksi tarkasteltava taso järjestelmän

kokonaiskuvassa. Toisaalta tuloksissa on esitetty, että tekniseen artefaktiin assosioituvat vain yhden ryhmän tekijät monen ryhmän joukosta. Näin ollen voidaankin esittää Hevner et al.:n paradigmoista huomio, että teknisten artefaktien tutkiminen on huomattavasti helpommin rajattavissa yhden järjestelmän tarkasteluun, kun taas käyttäytymistä tutkiva paradigma laajentuu todella laajalle alueelle. Tämän tutkimuksen tuloksissa se näkyy ensimmäisessä osiossa yksiselitteisinä rajattuina osa-alueina ja toisessa osiossa maailmaa halaavana näkemyksenä.

Tutkimuksen tuloksien käyttöä pohdittaessa, voidaan ensimmäisen osion tuloksien käyttöä suositella kohdeyritykselle. Niitä voidaan käyttää yrityksessä tehtävän sisäisen dokumentaation pohjana, mutta niitä tulisi kohdentaa paremmin kohdeyrityksen käyttötarkoituksiin sopiviksi. Niistä voitaisiin myös pienellä vaivalla muodostaa uusille työntekijöille materiaalia, jonka avulla voitaisiin suorittaa järjestelmään perehdytystä. Toisaalta tuloksia voidaan myös käyttää selventämään muutoksen alla olevan mallitehdaskonseptin järjestelmiin liittyviä osa-alueita. Kohdeyrityksen ulkopuolella tuloksia voidaan mahdollisesti käyttää esimerkiksi MES – järjestelmien benchmarkkauksessa apuna.

Tieteellisesti ensimmäisen osion tuloksia on hankalampi käyttää, sillä ne ovat saavutettu kohdeorganisaation räätälöimää konseptia ja siihen räätälöityä järjestelmää tutkimalla. Konsepti on omaleimainen sen muodostaessa tuotantoverkoston, joka on käytännössä ulkoistettu, mutta silti sitä pyritään hallitsemaan yksityiskohtaiselle tasolle asti. Tämän verkoston hallitsemiseen tarkoitettu työkalu on täten myös omaleimainen. Tällaisesta tilanteesta suoritettu tutkimus on kapeaan alueeseen rajoittunut ja tuloksien käyttö tieteellisessä mielessä on hankalaa. Tieteellisesti tuloksia voitaisiin käyttää mahdollisesti referenssinä esimerkiksi tutkimuksissa, joissa pyrittäisiin ymmärtämään vastaavien ”pilvipalveluina” tuotettujen järjestelmien ominaisuuksia, tarpeita, käyttö- tai sovellusympäristöjä.

Ensimmäisen osion tuloksien käyttöä arvioitaessa, voidaan jälkepäin esittää kritiikkiä tutkimuskysymyksen kohdentamisesta mallitehdaskonseptiin. Järjestelmäanalyysi itsessään ratkaisee tutkimukselle tunnistettua ongelmaa, eli järjestelmän tuntemuksen ja dokumentaation puuttumista. Tutkimuskysymyksen asettelu puolestaan rakentaa ongelman päälle tilanteen, joka vie sen pois alkuperäisestä ongelmasta, vaikka tuokin siihen edelleen ratkaisun. Ratkaisusta ei muodostu asetetun kysymyksen avulla oikein kohdistettu, rajattu tai tarpeeksi yksinkertainen. Täten jälkepäin voidaan todeta, että ensimmäisen tutkimuskysymyksen asettelu ei ollut onnistunut alkuperäiseen ongelmaan nähden.

Toisen kysymyksen tuloksien voidaan nähdä ratkaisevan toinen ongelma kohdistetummin kuin ensimmäisen kysymyksen kohdalla. Toisenkaan osion tulokset eivät kuitenkaan täydellisesti ratkaise kohdeyrityksen ongelmaa, sillä tuloksissa ei suoritettu käytäntöön soveltamista laisinkaan. Tutkimuksen tuloksena tulisikin käsittää

tässä tapauksessa koko kirjallisuustutkimus, josta voidaan johtaa implementoimiseksi vaadittuja toimia. Itse malli selkeyttää implementaatiosta huomioitavat tärkeimmät asiat, mutta ei esitä selkeitä toimia, mitä käytännössä järjestelmän implementoimiseksi tulisi tehdä. Mallin yhteydessä esitetty tekijöiden jaottelu matriisiin puolestaan mahdollistaa empiirisessä ympäristössä vaadittujen toimien tai ongelmakenttien tunnistamisen. Kuten esitettiin, voi kirjallisuuskatsauksen eri osista kuitenkin johtaa tarvittavia toimia näihin ongelmakenttiin. Hevnerin et al.:n toisessa paradigmassa nämä tulokset voidaan nähdä selittävän organisaation tai yksilöiden käyttäytymistä esimerkiksi uuden artefaktin hyväksyntään, käyttöönottoon ja käyttöön liittyen. Itse asiassa tulokset voidaan nähdä jopa laajentavan paradigmalle esitettyä määrittystä käsittämään myös organisaatioiden välinen käyttäytymisen artefaktiin liittyen.

Toisen osion tuloksia voivat käyttää sekä kohdeyritys että vastaavaa aihetta myöhemmin tutkivat tahot. Rakennettu viitekehys tuo implementaation tutkimiseen tai toteutukseen yhden mallin, jonka tukemana implementaatiolle voidaan rakentaa suunnitelmaa. Vastaavia malleja ei ole julkaistu useita, ja uskon, että kyseisestä mallista saattaa olla hyötyä implementaatiota käytäntöön soveltaville sekä aihetta tieteellisesti tutkiville. Esitettyä viitekehystä voitaisiin myös kehittää edelleen eteenpäin. Esimerkiksi siihen voisi lisätä näkökulmia, miten siitä saisi muokattua ajallisesti jatkuvan ja odottamattomiin tapahtumiin paremmin reagoivan. Sitä voidaan myös kehittää eri suuntiin muodostamalla siihen uusia modulaarisia osia, kuten rekursiivisuutta tai prosessin ja tekijöiden välisten interaktioiden luonnetta tarkastamalla. Nämä jatkokehityskohteet voidaan toisaalta nähdä myös kritiikkinä esitetyn mallin puutteista.

Tutkimuksen tuloksia kokonaisuutenaan arvioitaessa voidaan edelleen todeta, että tämä tutkimus pääsi vain osittain sille asetettuun tavoitteeseen. Tutkimuksessa pyrittiin luomaan edellytykset MES – järjestelmän käytölle tulevaisuudessa, mutta tässä tutkimuksessa ei saavutettu järjestelmän suoranaista käyttöä edistäviä tuloksia. Tämä ei tarkoita, että tutkimuksen ongelmat ja niiden varaan rakennetut kysymykset eivät olisi valideja kohdeyrityksessä. Se ei myöskään tarkoita, että kysymyksien vastaukset eivät lisäisi kohdeyrityksen tietämystä järjestelmästä tai lisäisi todennäköisyyttä parantaa tulevaisuuden käytön laatua. Sillä tarkoitetaan, että kohdeyrityksen tulisi suorittaa lisää tutkimusta tavoitteen saavuttamiseksi. Niissä tutkimuksissa tulisi käsitellä yksityiskohtaisemmin järjestelmän teknistä soveltuvuutta ja kehityskohteita sekä sen käytettävyyttä kohdeyrityksessä. Lisäksi jatkotutkimusta suositellaan tehtäväksi yksityiskohtaisen implementaatio suunnitelman rakentamisesta, sen eri käytännön osaluoteita, sen toteutusta ja sen seuranta.

Esitettyjä jatkotutkimuskohteita voidaan pitää kohdeyritykselle esitettävänä toimenpidesuosituksina. Toisin sanoen heidän pitäisi saavuttaa lisää tietämystä esitetyistä alueista, jotta NetMES – järjestelmän tulevaisuuden käytön edellytykset olisivat entistä paremmat. Kuten tämän tutkimuksen jälkimmäisessä osiossa esitettiin, voidaan tarpeelliset tekniset tutkimuskohteet ja jalkautuksen seuranta yhdistää

kuuluvaksi järjestelmän implementaatio suunnitelmaan esitetyn mallin mukaisesti. Tällöin varsinaiset toimenpidesuositukset tämän tutkimuksen pohjalta voidaan tiivistää olevan kattavan jalkautussuunnitelman rakentaminen ja sen toteutus. Tässä ytimekkäässä toimenpidesuosituksessa voidaan käyttää esitettyä viitekehystä tukena, jota sovelletaan implementaatio suunnitelman rakentamisvaiheessa. Lisäksi ensimmäisen osion tuloksia voidaan käyttää selkeyttämään, mitä oikeastaan ollaan implementoimassa.

Jatkotutkimuksen tarpeita kohdeyritykselle voidaan lisäksi tarkentaa siitä näkökulmasta, miten NetMES – järjestelmä tulisi implementoida kullekin partnerin toimipisteelle. Partnereiden toimipisteet muodostanevat haastavuutta implementointiin, sillä niihin ei ole täyttä määräysvaltaa, infrastruktuuri ei välttämättä tue järjestelmää, toiminnallisuuksia ei oteta käyttöön kokonaisuudessaan tai niissä saattaa ilmaantua monia muita organisaatioiden välisiä ongelma-alueita. Partnerien implementaatiota voitaneen myös tutkia pilvipalveluiden implementaation kautta, joka oletettavasti on huomattavasti tämän työn tuloksissa esitettyä mallia kevyempi ja ongelmat ovat tunnistettavissa kapeammalta alueelta.

Arvioitaessa lopuksi yhteen vetävästi yrityksellä käsissään olevaa projektia ja sen onnistunutta loppuunsaattamista, voidaan esittää suosituksia kahdesta suunnasta. Tämän työn tuloksia voidaan kohdentaa sekä jo esitetysti Hevner et al. (2004) mukaan kahteen paradigmaan että käytännönläheisemmin Markus ja Maon (2004; s.525) näkemyksen mukaisesti. He esittävät onnistuneen järjestelmän käsitteen pilkkomista ”onnistuneeseen järjestelmän kehittämiseen” sekä ”onnistuneeseen implementaatioprosessiin”. Näissä kahdessa myös toteutuvat Hevner et al. esittämät paradigmat. Tästä näkökulmasta tämän työn tuloksia pitäisi käyttää saavuttamaan molemmat näistä, jotta varsinaiseen tavoitteeseen päästäisiin kohdeyrityksessä. Ensimmäisen osion tuloksia tulisi jalostaa eteenpäin, jotta tekninen kehitysprosessi olisi onnistunut ja tarpeet täyttävä. Toisen osion tuloksia tulisi puolestaan käyttää tukemaan onnistuneen implementaatioprosessin suunnittelua ja toteutusta.

LÄHTEET

- Alavi, M. & Leidner, D.E. 2001. Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*. 25, 1, ss. 107-136.
- Al-Mashari, M. 2001. Process Orientation through Enterprise Resource Planning (ERP): A Review of Critical Issues. *Knowledge & Process Management*. 8, 3, ss. 175-185.
- Alter, S. 2002. The Work System Method for Understanding Information Systems and Information System Research. *Communications of the Association for Information Systems*. 9, 9, ss. 90-104.
- Alter, S. 1979. Implementation Risk Analysis. Doktor, R., Schultz, R.L. & Slevin, D.P. (toim.). *The Implementation of Management Science*. Amsterdam, North-Holland Publishing Company. ss. 103-119.
- Alur, D., Crupi, J. & Malks, D. 2003. Core J2EE patterns: best practices and design strategies (2nd edition). Prentice Hall / Sun Microsystems Press. 650 s.
- Anisimov, D.E. & Reshetnikov, I.S. 2011. Management Aspects in MES Implementation Projects. *Automation and Remote Control*. 72, 6, ss. 1319-1332.
- ANSI/ISA-95.00.03-2005. 2005. Enterprise-Control System Integration Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management. ISA. 101 s.
- Avila, O., Goepf, V. & Kiefer, F. 2009. Understanding and classifying information system alignment approaches. *Journal of Computer Information Systems*. 50, 1, ss. 2-14.
- Bartlett, C. & Ghoshal, S. 2002. *Managing Across Borders: The Transnational Solution*. Harvard Business Press. 391 s.
- Beaumaster, S. 1999. *Information Technology Implementation Issues: an Analysis*. Väitöskirja. Virginia, Virginia Polytechnic Institute and State University, Public Administration and Public Policy. 158 s.
- Benbasat, I., Goldstein, D.K. & Mead, M. 1987. The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. *MIS Quarterly*. 11, 3, ss. 369-386.
- Bhattacharjee, A. 2001. Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model. *MIS Quarterly*. 25, 3, ss. 351-370.
- Bharadwaj, A.S., Sambamurthy, V. & Zmud, R.W. 1998. IT Capabilities: Theoretical Perspectives and Empirical Operationalization. Hirschheim, R., Newman, M. &

- DeGross, J.I. (toim.) Proceedings of the 19th International Conference on Information Systems, Helsinki, Finland. ss. 378-385.
- Blanchard, D. 2009. Five Benefits of an MES. *IndustryWeek*. 258, 4, ss. 52.
- Boar, B.H. 1999. Constructing blueprints for enterprise IT architectures. New York, Wiley Computer Publishing. 315 s.
- Clarke, A. 1999. A practical use of key success factors to improve the effectiveness of project management. *International Journal of Project Management*. 17, 3, ss. 139-145.
- Colotla, I., Shi, Y. & Gregory, M.J. 2003. Operation and performance of international manufacturing networks. *International Journal of Operations & Production Management*. 23, 10, ss. 1184-1206.
- Cooper, R.B. & Zmud, R.W. 1990. Information Technology Implementation Research: a Technological Diffusion Approach. *Management Science*. 36, 2, ss. 123-139.
- Cummins, F.A. 2002. Enterprise Integration - An Architecture for Enterprise Application and Systems Integration. New York. John Wiley & Sons. 468 s.
- Daneva, M. & Wieringa, R. 2006. A requirements engineering framework for cross-organizational ERP systems. *Requirements Engineering*. 11, 3, ss. 194-204.
- Davenport, T.H. & Short, J.E. 1990. The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. *Sloan Management Review*. 31, 4, ss.11-27.
- Davis, F.D. 1986. A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems : theory and results. Väitöskirja. Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management. 291 s.
- Davis, F.D. 1989. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*. 13, 3, ss. 319-340.
- Davis, F.D., Bagozzi, R.P. & Warshaw, P.R. 1989. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*. 35, 8, ss. 982-1003.
- Deemester, M. 1999. Cultural aspects of information technology implementation. *International Journal of Medical Informatics*. 56, 1-3, ss. 25-41.
- Díez, E. & McIntosh, B.S. 2009. A review of the factors which influence the use and usefulness of information systems. *Environmental Modelling & Software*. 24, 5, ss. 588-602.
- EN ISO 9001:2008. 2008. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset (4. Painos). SFS. 69 s.

- Fichman, R.G. 1992. Information Technology Diffusion: A Review of Empirical Research. Proceedings of the thirteenth international conference on Information systems. ss. 195-206.
- Fortune, J. & White, D. 2006. Framing of project critical success factors by a systems model. *International Journal of Project Management*. 24, 1, ss. 53-65.
- Ginzberg, M.J. 1979. A Study of the Implementation Process. Doktor, R., Schultz, R.L. & Slevin, D.P. (toim.). *The Implementation of Management Science*. Amsterdam, North-Holland Publishing Company. ss. 85-102.
- Ginzberg, M.J. 1981. Key Recurrent Issues in the MIS Implementation Process. *MIS Quarterly*. 5, 2, ss. 47-59.
- Gottschalk, P. 1999. Implementation predictors of strategic information system plans. *Information Management*. 36, 2, ss. 77-91.
- Gregor, S. 2002. A Theory of Theories in Information Systems. Gregor, S. & Hart, D. (toim.). *Information Systems Foundations: Building the Theoretical Base*. Canberra, Australian National University. ss. 1-20.
- Gunasekaran, A., Ngai, E.W.T. & McGaughey, R.E. 2006. Information technology and systems justification: A review for research and applications. *European Journal of Operational Research*. 173, 3, ss. 957-983.
- Hall, R.H. & Tolbert, P.S. 2005. *Organizations – Structures, Processes, and Outcomes* (9th edition) (International Edition). New Jersey, Pearson Education, Inc.. 292 s.
- Halonen, R. 2007. Challenges in an inter-organisational information system implementation. Participatory view. Väitöskirja. Oulu, Oulun Yliopisto, Faculty of Science, Department of Information Processing Science. 126 s.
- Hammond III, J.S. 1979. A Practitioner-Oriented Framework for Implementation. Doktor, R., Schultz, R.L. & Slevin, D.P. (toim.). *The Implementation of Management Science*. Amsterdam, North-Holland Publishing Company. ss. 35-61.
- Hannula, M. & Lönnqvist, A. 2002. Suorituskyvyn mittauksen käsitteet. Metalliteollisuuden Keskusliitto, Helsinki. 64 s.
- Hannus, J. 1994. Prosessijohtaminen – Ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky (4. Painos). Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 368 s.
- Hayes, R., Pisano, G., Upton, D. & Wheelwright, S. 2005. Pursuing the competitive edge . New Jersey, John Wiley & Sons, inc. 369 s.
- Haug, A., Pedersen, A. & Arlbjørn, J.S. 2010. ERP system strategies in parent subsidiary supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 40, 4, ss. 298-314.
- Heizer, J. & Render, B. 2008. *Operations management* (9th edition). Pearson Prentice

Hall, New Jersey. 815 s.

- Helo, P., Anussornnitisarn, P. & Phusavat, K. 2008. Expectations and reality in ERP implementation: consultant and solution provider perspective. *Industrial Management & Data Systems*. 108, 8, ss. 1045-1059.
- Hevner, A.R., March, S.T., Park, J. & Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*. 28, 1, ss. 75-105.
- Holst, L. 2001. Integrating discrete-event simulation into the manufacturing system development process. Lund University, Department of Mechanical Engineering, Division of Robotics. 346 s.
- IEEE Std 1012-1998. 1998. IEEE Standard for Software Verification and Validation. IEEE. 71 s.
- IEEE Std 1490™-2011. 2011. IEEE Guide - Adoption of the Project Management Institute (PMI®) Standard. IEEE. 467 s.
- IEEE Std 24748-1™-2011. 2011. Systems and Software Engineering — Life Cycle Management— Part 1: Guide for Life Cycle Management. IEEE. 76 s.
- ISA-dS95.01. 1999. Enterprise-Control System Integration, Part 1: Models and Terminology. ISA. 155 s.
- ISO/IEC 15288:2008. 2008. Systems and software engineering – System life cycle processes. ISO/IEC – IEEE. 71 s.
- ISO/IEC/IEEE 42010:2011(E). 2011. Systems and software engineering — Architecture description. ISO/IEC/IEEE. 37 s.
- Jain, R. 1997. Key Constructs in Successful IS Implementation: South-East Asian Experience. *Omega*. 25, 3, ss. 267-284.
- Jaspersen, J., Carter, P.E. & Zmud, R.W. 2005. A Comprehensive Conceptualization of Post-Adoptive Behaviors Associated with Information Technology Enabled Work Systems. *MIS Quarterly*. 29, 3, ss. 525-557.
- Johansson, J. & Vahlne, J-E. 1977. The internationalisation process of the Firm—a model of knowledge development and increasing foreign market commitment. *Journal of International Business Studies*. 8, 1, ss. 23-32.
- Joshi, K. 1991. A Model of Users' Perspective on Change: The Case of Information Systems Technology Implementation. *MIS Quarterly*. 15, 2, ss. 229-242.
- Kallunki, J-P., Laitinen, E.K. & Silvola, H. 2011. Impact of enterprise resource planning systems on management control systems and firm performance. *International Journal of Accounting Information Systems*. 12, 1, ss. 20-39.

- Kaplan, R.S. & Norton, D.P. 1996. *The Balanced Scorecard: Translating strategy into action*. Boston, Harvard Business School Press. 322 s.
- Kapp, K.M., Ford-Latham, H.N. & Latham, W.F. 2001. *Integrated Learning for ERP Success: A Learning Requirements Planning Approach*. CRC Press. 368 s.
- Keen, P.G.W. 1981. Information Systems and Organizational Change. *Communications of the ACM*. 24, 1, ss. 24-33.
- Keen, P.G.W. 1974. *Towards a Behavioral Methodology for the Study of OR/MS Implementation*. Cambridge, Sloan School of Management (MIT), Working Paper 701-74. 40 s.
- Kekäle, T. 1998. *The Effects of Organizational Culture on Successes and Failures in Implementation of Some Total Quality Management Approaches*. Vaasa, Vaasan Yliopisto. ACTA WASAENSIS 65, Industrial Management 1. 195 s.
- Kettunen, S. 2002. *Tietojärjestelmän ostaminen – käytännön opas yrityksille*. Porvoo, WS Bookwell Oy. 191 s.
- Kivijärvi, H. 1987. *Implementing Model-Oriented Decision Support Systems*. Helsinki, The Helsinki School of Economics, Acta Academiae Oeconomicae Helsingiensis, Series A:53. 241 s.
- Kivikunnas, S. & Heilala, J. 2011. *Tuotantosimuloinnin tietointegraatiot (standardikatsaus)*. VTT, VTT Working Papers 172. 29 s.
- Kletti, J. 2007. *Manufacturing Execution Systems – MES*. eBook, Springer. 272 s.
- Kruchten, P., Obbink, H. & Stafford, J. 2006. The Past, Present, and Future for Software Architecture. *IEEE Software*. 23, 2, ss. 22-30.
- Kumar, K. & Van Hillegersberg, J. 2000. ERP Experiences and evolution. *Communications of the ACM*. 43, 4, ss. 22-26.
- Kurttila, P., Shaw, M. & Helo, P. 2010. Model factory concept- enabler for quick manufacturing ramp-up. EWEC, Varsova, Puola, 20-23.4.2010. Saatavissa [http://www.theswitch.com/files/2010/05/EWEC-2010_Paper_Model-Factory-approach_Pertti-Kurttila-The-Switch_final-1.0_100417.pdf] luettu: 20.9.2010
- Kurupparachchi, P.R., Mandal, P. & Smith, R. 2002. IT project implementation strategies for effective changes: a critical review. *Logistics Information Management*. 15, 2, ss. 126-137.
- Lai, V.S. & Mahapatra, R.K. 1997. Exploring the research in information technology implementation. *Information & Management*. 32, 4, ss. 187-201.
- Laitinen, E. K. 2003. *Yritystoiminnan uudet mittarit (3.painos)*. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 512 s.

- Lapointe, L. & Rivard, S. 2007. A Triple Take on Information System Implementation. *Organization Science*. 18, 1, ss. 89-107.
- Laudon, K.C. & Laudon, J.P. 2007. *Essentials of business information systems* (7th edition), New Jersey, Pearson Prentice Hall. 433 s.
- Laudon, K.C. & Laudon, J.P. 2001. *Essentials of Management information systems – Organization and Technology in the Networked Enterprise* (4th edition), New Jersey, Prentice Hall International, 509 s.
- Legris, P. & Collette, P. 2006. A Roadmap for IT Project Implementation: Integrating Stakeholders and Change Management Issues. *Project Management Journal*. 37, 5, ss. 64-75.
- Legris, P., Ingham, J. & Collette, P. 2003. Why Do People Use Information Technology – A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*. 40, 3, ss. 191-204.
- Leidner, D.E. & Kayworth, T. 2005. Review: A Review of Culture in Information Systems Research: Toward a Theory of Information Technology Culture Conflict. *MIS Quarterly*. 30, 2, ss. 357-399.
- Liang, T-P., You, J-J. & Liu, C-C. 2010. A resource-based perspective on information technology and firm performance: a meta analysis. *Industrial Management & Data Systems*. 110, 8, ss. 1138-1158.
- Linstone, H.A. 1989. Multiple Perspectives: Concept, Applications, and User Guidelines. *Systems Practice*. 2, 3, ss. 307-331.
- Lientz, B.P. 2009. *Breakthrough Strategic IT and Process Planning*. New Jersey, World Scientific Publishing Co.. 538 s.
- Liu, Z., Min, Q. & Ji, S. 2008. A Comprehensive Review of Research in IT Adoption. The 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM 2008), Dalian, 12-14.9.2008, Dalian, APC. ss. 1-5.
- Lucas (Jr), H.C. 1981. *Implementation: The Key to Successful Information Systems*. New York, Columbia University Press. 217 s.
- Lucas (Jr), H.C. 1986. *Information Systems Concepts for Management* (3rd edition). New York. McGraw-Hill Book Company. 571 s.
- Lucas (Jr), H.C., Ginzberg, M.J. & Schultz, R.L. 1990. *Information System Implementation: Testing a Structural Model*. New Jersey, Ablex Publishing Corporation. 192 s.
- Lucas (Jr), H.C., Swanson, E.B. & Zmud, R.W. 2007. Implementation, Innovation, and Related Themes Over the Years in Information System Research. *Journal of the Association for Information Systems*. 8, 4, ss. 206-210.

- Lyytinen, K. 1987. Different Perspectives on Information Systems: Problems and Solutions. *ACM Computing Surveys*. 19,1, ss. 5-46.
- Lönnqvist, A. 2004. Measurement of intangible success factors: case studies on the design, implementation and use of measures. Väitöskirja. Tampere, Tampereen Teknillinen Yliopisto, Julkaisu 475, Department of Industrial Engineering and Management. 255 s.
- Mahal, A.S. 2010. *How Work Gets Done: Business Process Management, Basics and Beyond*. New Jersey, Technics Publications. 221 s.
- Manouvrier, B. & Ménard, L. 2010. *Application Integration : EAI, B2B, BPM and SOA*. New Jersey, Wiley-ISTE. 242 s.
- Markus, M.L. 2006. Building Successful Interorganizational Systems – IT and Change Management. Chen, C-S., Filipe, J., Seruca, I. & Cordeiro, J. (toim.). *Enterprise Information Systems VII*. Dordrecht, Hollanti, Springer. ss. 31-41.
- Markus, M.L. 1983. Power, Politics, and MIS Implementation. *Communications of the ACM*. 26, 6, ss. 430-444.
- Markus, M.L. & Benjamin, R.I. 1996. Change Agency - The Next IS Frontier. *MIS Quarterly*. 20,4, ss. 385-406.
- Markus, M.L. & Mao, J-Y. 2004. Participation in Development and Implementation – Updating An Old, Tired Concept for Today’s IS Contexts. *Journal of the Association for Information Systems*. 5, 11-12, ss. 514-544.
- Markus, M.L. & Robey, D. 1988. Information Technology and Organizational Change: Causal Structure in Theory and Research. *Management Science*. 34, 5, ss. 583-598.
- Markus, M.L. & Silver, M.S. 2008. A Foundation for the Study of IT Effects: A New Look at DeSanctis and Poole’s Concepts of Structural Features and Spirit. *Journal of the Association for Information Systems*. 9, 10/11, ss. 609-632.
- Markus, M.L., Tanis, C. & van Fenema, P. 2000. Multisite ERP implementations. *Communications of the ACM*. 43, 4, ss. 42-46.
- McClellan, M. 2001. Introduction to manufacturing execution systems. *MES Conference & Exposition*. Baltimore, Maryland, 4 – 6.6.2001, MESA International, 12 s.
- MESA. 2012. The MESA model. Viitattu: 21.1.2012. [<http://mesa.org/en/modelstrategicinitiatives/MESAModel.asp>].

- MESA. 2008. White Paper #27: MES Harmonization in a Multi-Site, Multi-Country and Multi-Cultural Environment - Case Study of a Plant to Enterprise Solution. MESA International. 36 s.
- MESA. 2006. White Paper #24: ISA – 95 Based Operations and KPI Metrics Assessments and Analysis. MESA International. 24 s.
- MESA. 2004. White Paper 1/2004: Collaborative MES Explained. MESA International. 12 s.
- MESA. 1997a. White Paper #02: MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities. MESA International. 8 s.
- MESA. 1997b. White Paper #06: MES Explained: A High Level Vision for Executives. MESA International. 23 s.
- MESA. 1997c. White Paper #05: Execution-Driven Manufacturing Management for Competitive Advantage. MESA International. 23 s.
- MESA. 1997d. White Paper #01: The Benefits of MES: A Report from the Field. MESA International. 11 s.
- Meyer, H., Fuchs, F. & Thiel, K. 2009. Manufacturing Execution Systems – Optimal design, planning, and deployment. eKirja, The McGraw-Hill Companies, Inc. 248 s.
- Milis, K. & Mercken, R. 2002. Success factors regarding the implementation of ICT investment projects. *International Journal of Production Economics*. 80, 1, ss. 105-117.
- Mitchell, V.L. & Zmud, R.W. 1999. The Effects of Coupling IT and Work Process Strategies in Redesign Projects. *Organization Science*. 10, 4, ss. 424-438.
- Mlynarczyk, M.M. 1995. Improving synergy in multi-site micro-processor manufacturing: an analysis of a copy exactly approach. Master's thesis. Dspace@MIT, Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management. 123 s.
- Moore, G.C. & Benbasat, I. 1991. Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation. *Information Systems Research*. 2, 3, ss. 192-222.
- Morel, G., Panetto, H., Zaremba, M. & Mayer, F. 2003. Manufacturing Enterprise Control and Management System Engineering: paradigms and open issues. *Annual Reviews in Control*. 27, 2, ss. 199-209.
- Morel, G., Valckenaers, P., Faure, J-M., Pereira, C.E. & Diedrich, C. 2007. Manufacturing plant control challenges and issues. *Control Engineering Practice*. 15, 11, ss. 1321 – 1331.

- Neely, A., Gregory, M. & Platts, K. 2005. Performance Measurement System Design: A literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management*. 25,12, ss. 1228-1263.
- Neely, A. 2002. *Business Performance Measurement, Theory and Practice*. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. 366 s.
- Nutt, P.C. 1986. Tactics of Implementation. *The Academy of Management Journal*. 29, 2, ss. 230-261.
- Ortis de Guinea, A. & Markus, M.L. 2009. Why break the habit of a lifetime? Rethinking the roles of intention, habit, and emotion in continuing information technology use. *MIS Quarterly*. 33, 3, ss. 433-444.
- Panetto, H. & Molina, A. 2008. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues. *Computers in Industry*. 59, 7, ss. 641-646.
- Patel, Z. 2011. *Manufacturing Execution Systems*. Lipták, B.G. & Eren, H. (toim). *Instrument Engineers' Handbook, Process Software and Digital Networks*, 4. painos. CRC Press. ss. 689-697.
- Perks, C. & Beveridge, T. 2002. *Guide to Enterprise IT Architecture : A Strategic Approach*. New Jersey, Springer. 473 s.
- Plaza, M., Ngwenyama, O.K. & Rohlf, K. 2010. A comparative analysis of learning curves: Implications for new technology implementation management. *European Journal of Operational Research*. 200, 2, ss. 518-528.
- Porter, M.E. 1986. Changing Patterns of International Competition. *California Management review*. XXVIII, 2, ss. 9-40.
- Radnor, M. 1979. The Context of OR/MS Implementation. Doktor, R., Schultz, R.L. & Slevin, D.P. (toim.). *The Implementation of Management Science*. Amsterdam, North-Holland Publishing Company. ss. 17-34.
- Real, K. & Poole, M.S. 2005. *Innovation Implementation: Conceptualization and Measurement in Organization Research*. Woodman, R., Pasmore, W. & Shani, A.B. (toim.) *Research in Organizational Change and Development*. Emerald Group Publishing Limited. ss. 63-134.
- Remenyi, D. & Sherwood-Smith, M. 1998. Business benefits from information system through an active benefits realisation programme. *International journal of project management*. 16, 2, ss. 81-98.
- Rockart, J.F. 1979. Chief executives define their own data needs. *Harvard Business Review*. 57, 2, ss. 81-93.
- Rogers, E.M. 1983. *Diffusion of innovations* (3rd edition). New York, The Free Press. 453 s.

- Ross, J.W., Beath, C.M. & Goodhue, D.L. 1996. Develop Long-term Competitiveness Through IT Assets. *Sloan Management Review*. 38, 1, ss. 31-42.
- Rudberg, M. & West, B.M. 2008. Global operations strategy: Coordinating manufacturing networks. *Omega*. 36, 1, ss. 91-106.
- Sabherwal, R. & Robey, D. 1993. An Empirical Taxonomy of Implementation Processes Based on Sequences of Events in Information System Development. *Organization Science*. 4, 4, ss. 548-576.
- Saenz de Ugarte, B., Artiba, A. & Pellerin, R. 2009. Manufacturing execution system – literature review. *Production planning control*. 20, 6, ss. 525-539.
- Saunders, M. Lewis, P. & Thornhill, A. 2009. *Research Methods for Business Students* (5th edition). Harlow, England, Pearson Education Limited. 614 s.
- Schein, E.H. 2003. *Organizational Culture and Leadership* (3rd edition). San Francisco, Jossey-Bass. 437 s.
- Schlichter, B.R. & Kraemmergaard, P. 2010. A comprehensive literature review of the ERP research field over a decade. *Journal of Enterprise Information Management*. 23, 4, ss. 486-520.
- Schultz, R.L. & Slevin, D.P. 1979. Introduction: The Implementation Problem. Doktor, R., Schultz, R.L. & Slevin, D.P. (toim.). *The Implementation of Management Science*. Amsterdam, North-Holland Publishing Company. ss. 1-15.
- Schultz, R.L. & Slevin, D.P. 1975a. A Program of Research on Implementation. Schultz, R.L. & Slevin, D.P. (toim.). *Implementing Operations Research/Management Science*. New York, Elsevier Publishing Company. ss. 31-51.
- Schultz, R.L. & Slevin, D.P. 1975b. Implementation and Organizational Validity: An Empirical Investigation. Schultz, R.L. & Slevin, D.P. (toim.). *Implementing Operations Research/Management Science*. New York, Elsevier Publishing Company. ss. 153-182.
- Schultz, R.L., Ginzberg, M.J. & Lucas (Jr), H.C. 1983. A STRUCTURAL MODEL OF IMPLEMENTATION. Stern School of Business, New York University, IOMS: Information System Working Papers IS-83-98. 46 s.
- Shehab, E.M., Sharp, M.W., Supramaniam, L. & Spedding, T.A. 2004. Enterprise resource planning: An integrative review. *Business Process Management Journal*. 10, 4, ss. 359-386.
- Shi, Y. & Gregory, M. 1998. International manufacturing networks—to develop global competitive capabilities. *Journal of Operations Management*. 16, 2-3, ss. 195-214.
- Skinner, W. 1974. The focused factory. *Harvard Business Review*. 52, 3, ss. 113-121.

- Štemberger, M.I., Vukšić, V.B. & Kovačić, A. 2009. Business Process Modelling as a Critical Success Factor in Implementing an ERP System. *South East European Journal of Economics & Business* (1840118X). 4, 2, ss. 89-96.
- Stevenson, W.J. 2005. *Operations Management* (8th edition). New York, Mcgraw-Hill. 871 s.
- Swamidass, P. 2000. *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*. Springer US.
- Swanson, E.B. 1988. *Information System Implementation – Bridging the Gap Between Design and Utilization*. Illinois, Irwin. 145 s.
- Swanson, E.B. & Ramiller, N.C. 2004. Innovating Mindfully with Information Technology. *MIS Quarterly*. 28, 4, ss. 553-583.
- Tekes. 2001. *Mallitehdaskonseptin kehittäminen 1996-2000. Teknologiaohjelmaraportti 4/2001, Loppuraportti*. Sipoo, Paino-Center Oy. 95 s.
- Tennivaara, J. 2010. *Preconditions for Successful Global Sourcing and Production Ramp Up*. Master's Thesis. Lappeenranta. Lappeenranta University of Technology, Department of Industrial Management. 80 s.
- Tyre, M.J. & Orlikowski, W.J. 1994. Window of Opportunity: Temporal Pattern in Technological Adaptation in Organizations. *Organization Science*. 5, 1, ss. 98-118.
- Tähtinen, S. 2005. *Järjestelmäintegraatio – Tarve, Vaihtoehdot, Toteutus*. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 217 s.
- Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B. & Davis, F.D. 2003. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*. 27, 3, ss. 425-478.
- Vilpola, I. 2008. *Applying User-Centred Design in ERP Implementation Requirements Analysis*. Väitöskirja. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto, Tieto –ja sähkötekniikan tiedekunta, Julkaisu – Tampere University of Technology, Publication 739. 87 s.
- Wade, M. & Hulland, J. 2004. Review: The Resource-Based View and Information Systems Research: Review, Extension, and Suggestions for Future Research. *MIS Quarterly*. 28, 1, ss. 107-142.
- Williams, T.J. 1991. *A Reference Model For Computer Integrated Manufacturing (CIM) - A Description from the Viewpoint of Industrial Automation*. North Carolina, Instrument Society of America. 223 s.
- Wigand, R.T., Steinfield, C.W & Markus, M.L. 2005. *Information Technology Standards Choices and Industry Structure Outcomes: The Case of the U.S. Home*

- Mortgage Industry. *Journal of Management Information Systems*. 22, 2, ss. 165-191.
- Younus, M., Peiyong, C., Hu, L. & Yuqing, F. 2010. MES Development and Significant Applications in Manufacturing – a Review. 2nd International Conference on Education Technology and Computer (ICETC), Shanghai, 22 – 24.6.2010, IEEE. ss. v5-97 – v5-101.
- Zand, D.E. & Sorensen, R.E. 1975a. Theory of Change and The Effective Use of Management Science. *Administrative Science Quarterly*. 20, 4, ss. 532-545.
- Zand, D.E. & Sorensen, R.E. 1975b. Improving the Implementation of OR/MS Models by Applying the Lewin-Schein Theory of Change. Schultz, R.L. & Slevin, D.P. (toim.). *Implementing Operations Research/Management Science*. New York, Elsevier Publishing Company. ss. 217-235.
- Zmud, R.W. 1979. Individual Differences and MIS Success: A Review of The Empirical Literature. *Management Science*. 25, 10, ss. 966-979.
- Zmud, R.W. & Cox, J.F. 1979. The Implementation Process: a Change Approach. *MIS Quarterly*. 3, 2, ss. 35-43.
- Zmud, R.W. & Armenakis, A.A. 1978. Understanding the Measurement of Change. *The Academy of Management Review*. 3, 3, ss. 661-669.

Navigointikartan selvitys

Kartan ensimmäinen piste on sisäänkirjautumisnäky (login), johon päästää kirjoittamalla selaimen järjestelmän URL – osoite. Sisäänkirjautumisnäky sekä autentikoi käyttäjän että määrittää tälle käyttäjätason ulkoisen LDAP – järjestelmän avulla. Tämän jälkeen käyttäjälle avautuu kotinäky (home; liite 2). Tästä näkymästä on mahdollisuus navigoida useaan eri näkymään järjestelmän sisällä. Navigointi tapahtuu käyttöliittymän ylävalikkoa käyttäen. Kyseinen valikko on käytettävissä aina, kun käyttäjällä ei ole näkymäikkunaa aktivoituna. Se mahdollistaa järjestelmän sisällä nopean siirtymisen näkymistä toisiin. Toisin kuin kartta esittää, navigointi on mahdollista lähes jokaisesta näkymästä ylävalikkoa käyttäen. Ylävalikon avulla päästään navigoimaan työjonon (Work queue; liite 2), työntekovalikon (Work; liite 2), tavaranylähetyksen (Shipping queue; liite 2), Andonin (liite 2), ylläpidon (Maintain; liite 2), raportoinnin (Report; liite 2), työntekijätiedon hallinnan (Users; liite 2), versioinformaation ja uloskirjautumisen (Logout) näkymiin. Navigaatiokartan esittely pohjautuu yksisuuntaisiin siirtymiin kotinäkymästä ylävalikkoa mukailleen.

Kotinäkymän käyttötarkoitus on ohjata käyttäjä yhteen pisteeseen sisäänkirjautumisen jälkeen sekä viestittää käyttäjille yleistä informaatiota vapaamuotoisella tekstikentällä. Ylävalikon mahdollistaman navigaation lisäksi näkymästä on pääsy muokkaamaan informaatiokenttää.

Työjononäkymässä käyttäjällä on mahdollisuus tarkastella ja muokata järjestelmään avattujen tilausten tietoja tuotantolinjakohtaisesti. Jokainen avattu tilaus koostuu yhdestä tai useammasta tuotteesta. Jokainen tuotteista näkyy näkymässä yhtenä rivinä. Näkymässä on useita suodattimia, joiden avulla voidaan hallita näkymän tietosisältöä. Näkymästä käyttäjän on mahdollista lisätä tilauksia manuaalisesti (Add; liite 2), ladata tilauksia Novasta (Import Nova; liite 2), muokata avattuja tilauksia (Work order change; liite 2) tai tarkastella raportteja tilauksista (Reports; liite 2). Yksittäisien tuotteiden kohdalta jokaiselta riviltä päästään lisäämään tuotekommentteja (Comments; liite 2), tarkastelemaan ja muokkaamaan avainkomponenttien tietoja, muokkaamaan tuotetietoja rajoitetusti tai tarkastelemaan vaihekohtaisia tietoja. Vaihekohtaisten tietojen näkymästä on edelleen pääsy muokkaamaan vaiheen suorituksen aikaleimoja erilliseen näkymään. Tämän lisäksi tilauksien lataaminen Novasta mahdollistaa pääsyn kolmeen erilliseen näkymään, joissa muokataan ladattavan tilauksen päivämääriä, BOM – versiota tai käytettävää reititysversiota.

Seuraava laajempi kokonaisuus järjestelmässä muodostuu työntekovalikon näkymästä (Work). Se tarjoaa käyttäjälle mahdollisuuden tehdä erityyppisiä työvaiheita työnäkymien kautta. Järjestelmässä on neljä erilaista työnäkymää, jotka ovat normaali työskentelynäkymä (Work View; liite 2), tuotantopakkaus (Production Unit Packing; liite 2), tavarantopakkaus (Unit Packing) ja lähetysnäky (Dispatching; liite 2). Normaaliin työskentelynäkymään päästäkseen täytyy työskentelyn hallinnan näkymään (Work Management; liite 2) syöttää tuotteen sarjanumero, joka johdattaa käyttäjän vaihekohtaisiin näkymiin. Ensimmäistä kertaa tietylle vaiheelle siirryttäessä mennään vaiheen aloitusnäky (Start Phase). Se antaa käyttäjälle mahdollisuuden lisätä avainkomponenttien sarjanumeroita tai vaiheella työskentelevien työntekijöiden tietoja. Tästä näkymästä jatketaan normaaliin työskentelynäkymään, minne siirrytään myös suoraan, mikäli vaiheelle kirjaututaan ensimmäisen kerran jälkeen uudelleen. Normaalisti työskentelynäkymässä voidaan aloitusnäkytietojen lisäksi muokata kommentteja. Näkytän tärkeimmän sisällön muodostaa siinä avautuva ja mukautuva ”iFrame” – osio, johon reitityksestä riippuen voidaan aktivoida erilaisia näkymiä. Nämä näkymät ovat työhöjeet (Pdf), testiraportit tai määritetty URL. Tuotantopakkaus ja tavarantopakkaus ovat toistensa kaltaisia työskentelynäkymiä. Niistä on pääsy osittain samoihin ikkunoihin, jotka ovat pakkaushistoria, pakatun laatikon avaus ja laatikkomerkin tulos. Poikkeuksena näiden näkytän kesken tavarantapakauksessa on mahdollisuus yhdistää jo pakattuja laatikoita tilaukseen. Viimeinen työskentelynäkymä mahdollistaa pakatun tavaran lähettämisen eteenpäin yhdistämällä laatikoiden tietoja lähetysyksikköön. Tässä näkytässä voidaan avata aikaisempia lähetysyksiköjä, tarkastella lähetyshistoriaa, etsiä pakattuja laatikoita sekä tarkastella tilaukseen liitetyjä tietoja.


Tavarantälhetysnäkytässä käyttäjä voi luoda uusia keräilylähetteitä valitsemilleen toimipisteille. Tässä näkytässä täytetään lähetteen perustiedot sekä valitaan lähetettävät tavarat Nova – järjestelmän tarjoamasta rajapinnasta. Näkytässä päästään kahteen uuteen näkytään, jotka ovat keräilylähetteen sekä lähetteiden historian näkytät. Tavarantälhetysnäkytämästä voidaan luoda uusia keräilylähetteitä ja lähetteiden historian näkytämästä päästään muokkaamaan jo luotujen lähetteiden tietoja. Sekä uusien lähetteiden luominen että vanhojen muokkaaminen nostattavat keräilylähetteen näkytän (Collection note; liite 2), jossa voidaan tarkastella kyseistä lähetettä. Tämä ikkuna mahdollistaa liitteiden tarkastelun ja lisäämisen sekä sähköposti-ilmoitusten lähettämisen.

Raporttinäkytässä käyttäjä voi tarkastella järjestelmän sisältämiä tuotteita. Näkytämä muistuttaa työjononäkytämä, mutta mahdollistaa tuotteiden tarkemman tarkastelun eri suodattimien avulla. Näkytämä ei ole rajoittunut tuotantolinjakohtaisesti, vaan siinä voidaan yhdistää eri linjoja läpäisevien tuotteiden tietoja. Tästä näkytämästä on pääsy tarkastelemaan vaihekohtaisia aikatietoja sekä avainkomponentteja erillisiin näkytisiin.

Työntekijätiedon hallinnan näkymässä voidaan hallita järjestelmän sisäisten käyttäjätunnisteiden sisältöä. Nämä tiedot ovat ainoastaan järjestelmän sisäisessä käytössä, eivätkä ole yhteydessä järjestelmän kirjautumiseen tarvittaviin tunnuksiin. Tämä näkymä mahdollistaa uusien tunnisteiden luomisen sekä olemassa olevien muokkaamisen.

Ylläpitonäkymässä voidaan tarkastella ja hallita järjestelmään luotavien tuotteiden tietoja. Näkymän kautta päästään hallitsemaan yleisellä tasolla avainkomponentteja, mahdollisia työvaiheita ja – tehtäviä sekä erilaisia dokumentteja. Dokumenttien hallinnan kautta voi navigoida edelleen neljään eri dokumenttiryhmän näkymään. Nämä ovat työohjeet, testiraportit, tarratulostukset ja testausohjelmiston rajapintamäärittelyt. Kukin näistä tarjoaa erilaisia näkymiä kyseisten dokumenttien lisäämiseksi, sisällön muokkaamiseksi ja versioiden hallitsemiseksi (esimerkki Manage report template, Edit content; liite 2). Ylläpitonäkymästä on myös mahdollista päästä tuotekohtaisiin näkymiin. Jokainen tuote erotellaan näkymässä uniikin tuotekoodin avulla. Niitä voidaan lisätä erillisellä näkymällä, joka hakee mahdolliset koodit Nova – järjestelmästä. Ylläpitonäkymässä jokaiselta riviltä päästään muokkaamaan tuotteiden tietoja, niiden BOM:ia sekä hallitsemaan reititysversioita. Reititys määrittelee järjestelmässä kaiken siitä, miten tuote tulisi valmistaa sekä mitä tietoja tuotteesta kerätään. Reitityksen hallitsemisen näkymästä (Route; liite 2) on mahdollisuus päästä useisiin näkymiin. Näitä ovat uuden version luominen, vaihekohtainen muokkaus, reitin kopiointi, avainkomponenttien valikointi sekä aktiivinen ”iFrame” – osio. Tähän osioon on mahdollista aktivoida mahdollisten vaiheiden tai tehtävien valikointi, esikatselu sekä vaihetietojen hallinta. Vaihetietojen hallinta mahdollistaa useita näkymiä, joiden avulla voidaan tietosisältöä yhdistää vaiheeseen tai työtehtävään kuuluviksi.

Jo esitettyjen näkymien lisäksi järjestelmässä on muutamia näkymiä ylävalikossa, jotka eivät mahdollista navigaatiota eteenpäin. Nämä näkymät ovat Andon – , versioinformaatio- ja uloskirjautumisnäkyt. Andon – näkymä tarjoaa rajapinnan MES – järjestelmän ulkoiseen laaturaporttiin. Näkymän kautta järjestelmästä voi tehdä vika- tai laaturaportteja sekä kehitysehdotuksia Andon – järjestelmään. Kyseinen näkymä tunnistaa käyttäjän nykyisen olinpaikan järjestelmässä ja esitäyttää raportin sen mukaisesti. Versioinformaationäkymä nostattaa käyttäjälle ikkunan, joka ilmoittaa käytettävän ohjelmiston versionumeron. Uloskirjautumisnäkyt siirtää käyttäjän pois järjestelmästä ja suorittaa mahdolliset tarkastukset käynnissä olevista töistä.



Welcome Litmanen Ville [Edit Content](#)

Manufacturing Execution System (MES)

Manage and monitor work-in-process on the factory floor including manual or automatic labor and production reporting, as well as on-line inquiries and links to tasks that take place on the production floor.

Manufacturing Execution Systems may include one or more links to work orders, receipt of goods, shipping, quality control, maintenance, scheduling or other related tasks.

Kotinäkömä (Home)



Work Queue - Production Task Management

Coming up ● | Ready To Go ● | Started ● | Completed ● | On Hold ●

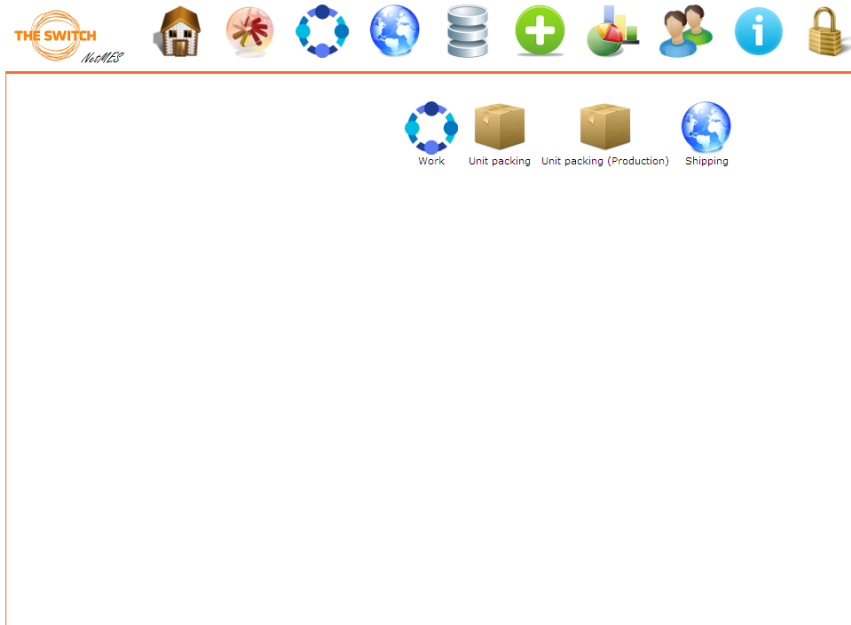
[Reset all filters](#) Site:
Line:

WorkNumber	Status	Customer	Product	S/N	ProduceDate	PromisedDate	Comme	KC	Edit	Phases
123456	●	Wärtsilä Test	101-100-1013E2	10C00027-1	2010-11-10	2010-11-10	Edit	Edit	Edit	1 Rcv 2 FPT 3 Dsc 4 Test 5 Test2
123456	●	Wärtsilä Test	101-100-1013E2	10C00026-1	2010-11-10	2010-11-10	Edit	Edit	Edit	1 Rcv 2 FPT 3 Dsc 4 Test 5 Test2
123456	●	Wärtsilä Test	101-100-1013E2	10C00025-1	2010-11-10	2010-11-10	Edit	Edit	Edit	1 Rcv 2 FPT 3 Dsc 4 Test 5 Test2
test	●	test	101-100-1013E2	10C00024-1	2010-11-09	2010-11-09	Edit	Edit	Edit	1 Rcv 2 FPT 3 Dsc 4 Test 5 Test2
test	●	test	101-100-1013E2	10C00023-1	2010-11-09	2010-11-09	Edit	Edit	Edit	1 Rcv 2 FPT 3 Dsc 4 Test 5 Test2
test	●	test	101-100-1013E2	10C00022-1	2010-11-09	2010-11-09	Edit	Edit	Edit	1 Rcv 2 FPT 3 Dsc 4 Test 5 Test2
0003	●	test	123123	10C00021-1	2010-10-28	2010-10-28	Edit	Edit	Edit	1 Test
0003	●	test	123123	10C00020-1	2010-10-28	2010-10-28	Edit	Edit	Edit	1 Test
0003	●	test	123123	10C00019-1	2010-10-28	2010-10-28	Edit	Edit	Edit	1 Test
0003	●	test	123123	10C00018-1	2010-10-28	2010-10-28	Edit	Edit	Edit	1 Test
0003	●	test	123123	10C00017-1	2010-10-28	2010-10-28	Edit	Edit	Edit	1 Test

[73 / 84 / 152]

[Reports](#) [Work Order Change](#) [Import Nova](#) [Add](#)

Työjononäkymä (Work queue)



Työntekovalikon näkymä (Work)

Shipping Queue

Sales Company: The Switch Drive Systems, Vaasa
 Dispatching Site: The Switch Drive Systems, Vaasa
 Stock location:
 Collection note: 21
 Date: 26.4.2012
 Type: Dispatch
 Delivery method: Lentorahti

Sales Order Num	Position	Item Code	Customer	Description	Delivery date	Qty order	Qty delivered	Qty assigned	Qty packed	Qty dispatched	Qty for packing
1152	23	E01-PMR-450B	The Switch Engineering Oy	Permanent Magnet Generator	2008-12-31	48.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0
1211	9	101-100-1048A	The Switch Engineering Oy	DFEM 3.0 MW	2011-03-31	4.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0
6000	15	1110000010	Dong Fang Electric New Energy Equipment	1,5MW Full Power Converter	2012-08-15	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
6000	16	1110000010	Dong Fang Electric New Energy Equipment	1,5MW Full Power Converter	2012-08-31	57.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0
6056	2	101-100-1045A	Dong Fang Electric New Energy Equipment	DFNE 2000	2011-02-15	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
6081	17	212-101-1002A	The Luan Switch Electric Power Production	Sticker	2010-05-31	400.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
6198	1	211-112-1012A	Fintos Oy	Plug with nut 1/2"	2010-12-01	160.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
6211	1	902-000-0001	Flakt Woods Oy	Travel expenses	2010-12-14	460.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
6211	2	902-000-0002	Flakt Woods Oy	Service / work	2010-12-14	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
6211	3	902-000-0002	Flakt Woods Oy	Travelling	2010-12-14	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
6243	52	4410000455	Goldwind Science and Technology Co. Ltd.	Fastener kit for GW2.5 3s brake resistor	2011-01-27	69.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
			Goldwind								

Save

Tavaranlähetyksenäkymä (Shipping queue)

THE SWITCH
NoMES

Welcome Litmanen Ville

Andon Report

Site: The Switch Drive Systems, Vaasa

Line: C101

Stage: Goods Receiving

Reason for Andon:

Description:

Product Code:

Serial Number:

Project:

Team: Ville Litmanen

Save Cancel

Edit Content

Andon – näkymä (Andon)

THE SWITCH
NoMES

Products / Components Management

Reset all filters

Manage Key Components | Instruction Management | Manage Tasks | Manage Phases

Code	Description	Product Family	Bill Of Material	Production Route
101-100-1006E0	DF-PMO 1,5MW Converter	C (Full Power Converters)	Edit	Edit
101-100-1013D1	Tower base GW 1,5MW	C (Full Power Converters)	Edit	Edit
101-100-1013E0	Tower Base GW 1,5MW	C (Full Power Converters)	Edit	Edit
101-100-1013E1	Tower base GW 1,5MW	C (Full Power Converters)	Edit	Edit
101-100-1013E2	Tower base GW 1,5MW	C (Full Power Converters)	Edit	Edit
101-100-1014F1	GBB with Schneider breaker	N (Generator Breaker Box)	Edit	Edit
101-100-1014G1	GBB with ABB breaker	N (Generator Breaker Box)	Edit	Edit
101-100-1017A2	GBB with Schneider breaker	N (Generator Breaker Box)	Edit	Edit
101-100-1017B1	GBB with ABB breaker	N (Generator Breaker Box)	Edit	Edit
101-100-1035C0	Tower Base GW 2,5MW	C (Full Power Converters)	Edit	Edit
101-181-1001B3	RC Snubber	R (RC Snubber)	Edit	Edit

1 / 2

[1 - 25 / 35]

Add

Ylläpitonäkymä (Maintain)



Report Management

Coming up ● | Ready To Go ● | Started ● | Completed ● | On Hold ●

TPT = Throughput Time
PT = Process Time
VAT = Value Added Time

[Reset all filters](#)

WorkNumber	Status	Customer	Product	S/N	Site	Line	Phases	VAT	PT	TPT
3349	●	Xinjiang Goldwind Science and Technology Co. Ltd.	1110000009	33C00677-1	YIT	C331	1 Ph1 2 Ph2 3 Ph3 4 Ph4 5 PreTe 6 DepY	00:47	29:57	94:46
3349	●	Xinjiang Goldwind Science and Technology Co. Ltd.	1110000009	33C00677-1	VSA	C101	7 RcsV 8 Fpt 9 Frz 10 DspV	00:00	00:00	00:00
3349	●	Xinjiang Goldwind Science and Technology Co. Ltd.	1110000009	33C00677-1	Piccolo	501	11 DspP	00:00	00:00	00:00

1 / 1

Raporttinäkymä (Report)



Employee Management

[Reset all filters](#)

Employee Name	First Name	Last Name	Valid Start Date/t	Valid End Date	
AlaTo	Tomi	Alanko	2011-04-14	2111-04-14	Edit
AutPe	Pekka	Autio	2010-02-01	2110-02-01	Edit
BerJa	Janne	Bergbacka	2010-02-01	2110-02-01	Edit
CedTe	Teemu	Cederqvist	2010-02-01	2110-02-01	Edit
CunHu	Huang	CunFu	2010-05-27	2011-12-31	Edit
DahJo	Joni	Dahlbo	2010-03-08	2110-03-08	Edit
EroMa	Markku	Eronen	2011-03-30	2111-03-30	Edit
ForAn	Annina	Fors	2010-03-08	2110-03-08	Edit
FoxAn	Anu	Foxell	2012-05-25	2020-05-25	Edit
GaoMi	Mike	Gao	2011-06-22	2111-06-22	Edit
HaaHe	Henri	Haapala	2011-04-15	2111-04-15	Edit
HakJo	Joonas	Haka-Aho	2010-03-08	2110-03-08	Edit

1 / 7 [1 - 25 / 157]

[Add](#)

Työntekijätiedon hallinnan näkymä (Users)

WorkQueue Edit

Line: C101

Customer: [Empty]

Type: WO

Work Number: [Empty]

Status: Ready to go

Prod date *: 2012-04-18

Promised *: 2012-04-18

Product: 101-100-1013D1

Revision: [Empty]

Route Version: 4

BOM Version: [Empty]

Serial Number: 10C00005-1

Amount: 1

Manual Mode:

Save Cancel

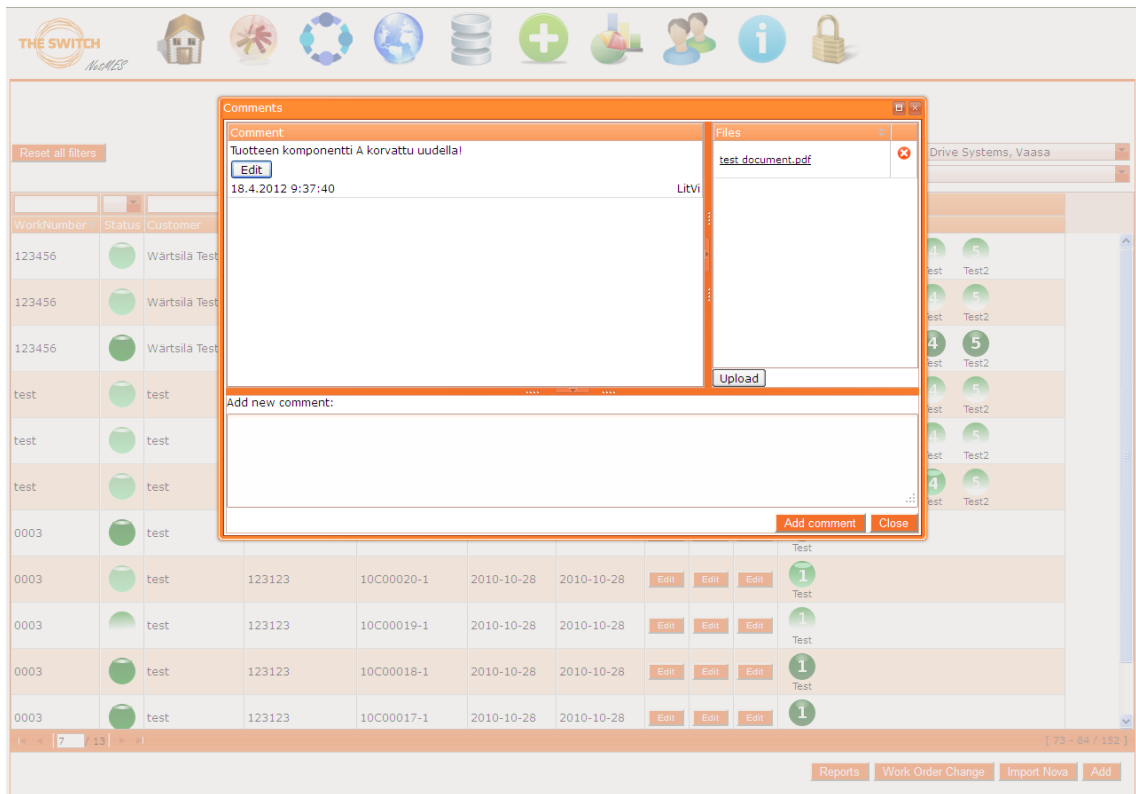
Työjononäkymässä oleva manuaalinen tilauksen lisäämisen näkymä (Add)

Nova Import

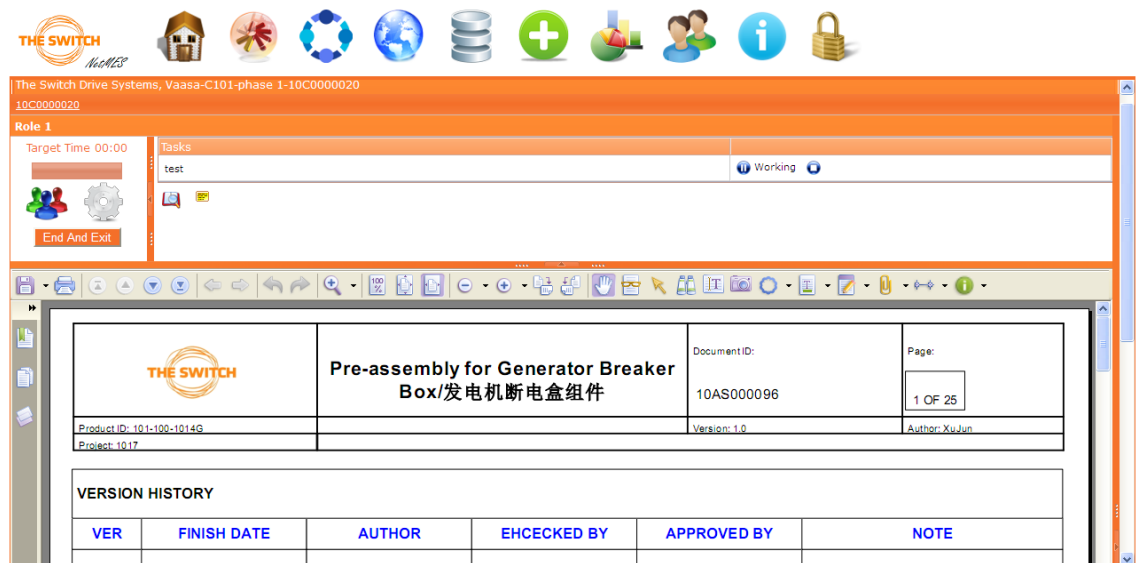
Customer	Description	Prod date	PromisedDate	WorkNumber	ProductCode	Quantity	BOM Version	Download Date	Dates	BOM Version	Route Version	Revision
Beijing Wanyuan Industry Co.,Ltd	Wan Yuan 1.5	2011-10-07 00:00:00.0		3617	1110000030	6	4100234952	5.4.2012 8:23:18	Edit	Edit	Edit	
Beijing Wanyuan Industry Co.,Ltd	Wan Yuan 1.5	2011-10-14 00:00:00.0		3618	1110000030	6	4100234952	5.4.2012 8:23:18	Edit	Edit	Edit	
Beijing Wanyuan Industry Co.,Ltd	Wan Yuan 1.5	2011-10-21 00:00:00.0		3619	1110000030	6	4100234952	5.4.2012 8:23:18	Edit	Edit	Edit	
Beijing Wanyuan Industry Co.,Ltd	Wan Yuan 1.5	2011-10-28 00:00:00.0		3620	1110000030	7	4100234952	5.4.2012 8:23:18	Edit	Edit	Edit	
Beijing Wanyuan Industry Co.,Ltd	Wan Yuan 1.5	2011-11-04 00:00:00.0		3621	1110000030	7	4100234952	5.4.2012 8:23:18	Edit	Edit	Edit	
Tomin Tehdas	1.5MW Full Power Converter	2012-02-21 00:00:00.0		3711	101-100-100	3	4093129909	25.1.2012 7:10:42	Edit	Edit	Edit	
Beijing Wanyuan Industry Co.,Ltd	Wan Yuan 1.5	2012-04-06 00:00:00.0		3718	1110000030	7	4100234952	5.4.2012 8:23:18	Edit	Edit	Edit	

Import Selected Cancel

Nova – järjestelmän rajapinnan näkymä tilauksien avaamista varten (Import Nova)



Tuotekommenttien näkymä (Comments)



Normaali työskentelynäkymä (Work View)



Production Unit Packing

The Switch Drive Systems, Vaasa

Packing #	TS00013	<input type="button" value="Generate"/>
Package Type		
Package size:	L (cm) W (cm) H (cm) V (m3)	
	250 260 270 17,55	
Scan #	<input type="text"/>	<input type="button" value="Add"/>
Net Weight	1400	<input type="button" value="Calculate"/>
Gross Weight	1500	
		<input type="button" value="Print"/> <input type="button" value="Open package"/> <input type="button" value="History"/>
Serial #	Item #	
10C000020	11100001	<input type="button" value="X"/>

Tuotantopakkauksen näkymä (Production unit packing)



Dispatching

Site: The Switch Drive Systems, Vaasa

Collection note: 19

Delivery method: Itella

Date: 2012-04-20


LitVi
Ville.Litmanen@theswitch.com

Sales Order Number	Position	Item Code	Delivery date	Qty packed	Qty dispatched
1152	23	E01-PMR-450B		0.0 / 1.0	0.0 / 1.0

Container #	<input type="text"/>
AWB/Seal #	<input type="text"/> <input type="checkbox"/> Same as Container #
Packing #	<input type="text"/> <input type="button" value="Add"/> <input type="button" value="Find packages"/>
<input type="button" value="Finish"/> <input type="button" value="Open container"/> <input type="button" value="History"/>	

Container #	AWB/Seal #	Packing #
-------------	------------	-----------

Lähetysnäköymä (Dispatching)



Template Name: PreTest Report GW1.5MW

Version: 1 [Create New Version](#)

Description: PreTest report for GW 1.5MW

Status: Release [Change Status](#)

[Back](#) [Copy Template](#) [Edit Headers](#) [Edit Options](#) [Preview](#) [PrintPDF](#)

Name	Value Type	Value
Version 1		
Pressure test		
Date/Time/Pressure	TEXT	
Date/Time/Pressure	TEXT	
Auxiliary voltages		
Open all fuses	TRUE/FALSE	
Harting connectors are connected	TRUE/FALSE	
Jumpers and settings		
Check the inverter optic	TRUE/FALSE	
Check settings of Circuit	TRUE/FALSE	
Testing the auxiliary voltag		
Close fuses 1F16, 1F17,	TRUE/FALSE	
Check that all control b	TRUE/FALSE	
Measure 2G1 output vol	TRUE/FALSE	
Close 1F12 and measur	TRUE/FALSE	


General Template Options

[Reset all filters](#)

Option Name	Description	Edit
Open all fuses	Open all fuses	Edit
Harting connectors are connected	Harting connectors are connected	Edit
Check the inverter option boards jumpers	Check the inverter option boards jumpers	Edit
Check settings of Circuit	Check settings of Circuit	Edit
Breakers	Breakers	Edit
Close fuses 1F16, 1F17, 2F2, 2F3 3F1, 3F2, 3F3, 3F4 and 3F5	Close fuses 1F16, 1F17, 2F2, 2F3 3F1, 3F2, 3F3, 3F4 and 3F5	Edit
Check that all control boxes and mainbreaker logick are awake	Check that all control boxes and mainbreaker logick are awake	Edit
Measure 2G1 output voltage (25.5V) from 2X1:1 / 2X1:6	Measure 2G1 output voltage (25.5V) from 2X1:1 / 2X1:6	Edit
Close 1F12 and measure 1R1 voltage (240V). Open fuse 1F12.	Close 1F12 and measure 1R1 voltage (240V). Open fuse 1F12.	Edit
Check supply cables of each controlbox	Check supply cables of each controlbox	Edit
Check the system software	Check the system software	Edit

[Add](#)

Testiraportin sisällön muokkauksen näkymä (Edit content)



Product: 1110000011

Site: The Switch Drive Syst

Line: C101

Version: 5 [Create New Version](#)

Status: RELEASED [Change Status](#)

[Back](#) [KC list for product](#) [Copy Route](#) [Edit Headers](#) [Edit Options](#)

Name	Site	Line
1110000011		
Phase 1	The Switch Drive Systems, Vaasa	C101
PH1A GW2.5		
PH1B GW2.5		
Phase 2	The Switch Drive Systems, Vaasa	C101
PH2A GW2.5		
PH2B GW2.5		
Phase 3	The Switch Drive Systems, Vaasa	C101
PH3A GW2.5		
PH3B GW2.5		
Phase 4	The Switch Drive Systems, Vaasa	C101
PH4A GW2.5		
PH4B GW2.5		
Pre testing	The Switch Drive Systems, Vaasa	C101
Full Power Test	The Switch Drive Systems, Vaasa	C101

Task Management

1110000011
Phase 1

[Define Users To Phase](#) [Define Key Components To Phase](#) [Define External Source To Phase](#)

Name	Document Id	Role	External Sou	Testing Form	Label Printing	Automatic Te
PH1A GW2.5	6410000022	1				Edit
PH1B GW2.5	6410000023	2				Edit

Reitityksen hallitsemisen näkymä (Route)