

Antti Hyvönen

**Lopputuotteen laadunvalvonnan parantaminen
tietojärjestelmien avulla**

Tietojärjestelmätiede
kandidaatintutkielma
20. huhtikuuta 2009



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEEN LAITOS

Jyväskylä

Tekijä: Antti Hyvönen

Yhteystiedot: anerhyvo@jyu.fi

Työn nimi: Lopputuotteen laadunvalvonnan parantaminen tietojärjestelmien avulla

Title in English: Enhancing quality management through IT

Työ: Tietojärjestelmätiede kandidaatintutkielma

Sivumäärä: 34

Tiivistelmä: Yritysten valmistamilla tuotteilla on oma elinkaarensa. Tällaisille tuotteille laadunvalvonta on keskeistä kaikissa tuotteen elinkaaren vaiheissa.

Laatua parannettaessa informaatio näyttelee tärkeää roolia tässä prosessissa. Tällaista tietoa voidaan kerätä tuotannon eri vaiheista, aina asiakkaalta tulevaan palautteeseen saakka. Itse tiedon keräyksessä ja analysoinnissa tietotekniikka voi olla suureksi eduksi.

Tällä tutkielmalla on tavoitteena tuoda esille, millainen vaikutus laadunvalvonnalla on tuotteen elinkaareen ja tuottavuuteen sekä tätä kautta yrityksen kipailukykyyn.

Laadunvalvontaan voidaan vaikuttaa monella tavoin ja monenlaisin menetelmin. Tässä tutkielmassa pyritään tuomaan esille eri mahdollisuuksia menetelmien suhteen, sekä huomiomaan tärkeitä asioita laatua ja laadunvalvontaa ajatellen.

Tarkempia, tuotannon virheistä koituvia kustannuksia, ei ole tässä tutkimuksessa tutkittu. Oletuksena on että jokainen virhe tuottaa jotain lisäkustannuksia tuotannolle. On myös huomioitavaa, että kustannukset nousevat aina mitä myöhäisemmässä vaiheessa tuotantoprosessia vika huomataan.

English abstract: -

Avainsanat: TQM, ERP, Vikaraportointi, Laadunvalvonta, MES, PDM, Six Sigma

Keywords: -

Sisältö

1	Johdanto	1
1.1	Tutkielman tarkoitus	1
1.2	Tutkielman rajaus	2
1.3	Tutkielman rakenne	2
2	Tuotteen laatu ja elinkaari	4
2.1	Tuotteen elinkaari	4
2.2	Yksittäisen tuotteen tuotantovaiheet ja laatu	4
3	Laadunvalonta	6
3.1	Laadunvalvonnan parantaminen	6
3.2	Six Sigma	6
3.2.1	Six Sigma-prosessin kuvaileminen	7
3.3	Karou Ishikawa laadunvalvonnan parantamiseksi	8
3.4	Vikaraportointi	8
3.4.1	Laaduntarkkailu tuotannossa	8
3.4.2	Oikeanlainen vikaraportointi	10
3.4.3	Sujektiivinen sekä objektiivinen tarkistus	10
3.4.4	Palaute raportoiduista vioista	10
3.4.5	Vikojen luonne	10
3.5	Vikaraportoinin parantaminen	11
3.5.1	Informaation keräys	11
3.5.2	Erilaisia työkaluja raportointiin	11
3.5.3	Laaduntarkkailijan erehtyväisyys tuotannossa	12
3.5.4	Kustannusten huomioiminen	12
4	Yrityksen tietojärjestelmät	14
4.1	Erilaisia tietojärjestelmiä	14
4.1.1	Toiminnanohjausjärjestelmä ERP	16
4.1.2	Tuotannonohjausjärjestelmät MES	16
4.1.3	SAP ERP-järjestelmä	18
4.1.4	Tuotetiedonhallinta PDA	19

4.2	Yrityksen tietojärjestelmien parantaminen laadunvalvonnan parantamiseksi	19
4.2.1	SAP Product Lifecycle Management (PLM)	20
4.2.2	Toisiaan täydentävät strategiat PLM ja Six Sigma	21
4.2.3	Parannuksia yhdistämällä SAP PLM- ja MES-järjestelmät . . .	21
4.2.4	Miksi integroida?	22
4.2.5	Yrityksen sisäisen integraatio	23
5	Yhteenveto	25
5.1	Laadunvalvontamenetelmien vaikutus	25
5.2	Yrityksen tietojärjestelmien vaikutus	26
5.3	Laadunvalvonnan parantamisen vaikutus tuotteen tuottavuuteen . .	26
5.3.1	Esimerkki: Virheiden vaikutus tuotteen elinkaareen	27
	Lähteet	28

1 Johdanto

Kilpailu kiristyy, niin kotimaan- kuin ulkomaan markkinoillakin.

Monet, kaikkialla maailmassa, ovat ymmärtäneet laadun merkityksen kilpailutekijänä. Laadusta on tullut yrityksille vahva tärkeä apuväline kannattavuuden parantamisessa ja markkina-aseman vahvistamisessa.

Yhdysvalloissa on verrattu eri yrityksiä toisiinsa ja on kyetty osoittamaan, että yritys, jolla on laadultaan ylivoimaisesti parhaat tuotteet, saa taloudellisesti paremman tuloksen ja sillä on paremmat mahdollisuudet kasvattaa markkinaosuuttaan. Yritys, jolla on ylivoimaisesti paras laatu, erottuu joukosta ja menestyy paremmin. Yrityksen pyörittäminen aiheuttaa aina kustannuksia. Osa kustannuksista on välttämättömiä, kun taas joitakin voidaan välttää tai rajoittaa riippuen siitä, kuinka tehokkaasti toimitaan. Laatu maksaa, mutta suurempia kustannuksia aiheuttaa laadun puuttuminen.

Virheiden aiheuttamien kustannusten suuruus vaihtelee eri yrityksissä. Yleensä on kuitenkin kyse verrattaen suurista summista. Yrityksen tulee pyrkiä näiden virheiden vähentämiseen ja tätä kautta kannattavuuden parantamiseen.

Useissa yrityksissä on suuri osa resursseista sidottu virheiden korjaamiseen. Virheistä koituvien kustannusten, tarkistuksen ja korjaustoimenpiteiden lisäksi virheet merkitsevät sitä, että yritys tarvitsee enemmän aikaa ja resursseja tuottaakseen tietyn määrän virheettömiä tuotteita tai palveluita verrattuna siihen, ettei virheitä synny. Tällainen resurssien käyttö nostaa kustannuksia ja tuotteiden hintoja. Yritys menettää kilpailukykyään.

1.1 Tutkielman tarkoitus

Tällä tutkielmalla on tarkoitus tuoda esille laadu ja laaduntarkkailun merkityksellisyttä, antamalla yleiskatsaus mahdollisesta tuotteesta, sen elinkaaresta, tuotantovaiheista, mahdollisista virheistä, miten niihin reagoidaan ja ennenkaikkea, miten virheisiin tulisi reagoida. Siihen, miten virheisiin tulee reagoida, havainnollistetaan muutaman metodologian avulla, kuten Six Sigma [Gygi, DeCarlo & Williams(2003)] (kappale 3). Lisäksi otetaan huomioon yrityksen tietojärjestelmät, joista pyritään antamaan yleiskatsaus ja tuomaan esille hyviä vaihtoehtoja, jotta laadunvalvontaa voitaisiin parantaa. Esimerkkinä tässä käytetään ,maailmalla suuresta markkina-

asemasta nauttivaa SAP-järjestelmää (kappale 4).

Tässä tutkielmassa pyritään vastaamaan seuraavanlaisiin kysymyksiin:

- Mitä on tuotteen laatu ja sen tekijät?
- Miten tuotteen laatua voidaan parantaa laadunvalvonnan avulla?
- Miten laadunvalvonta liittyy yrityksen tietojärjestelmiin?

Tutkielman tarkoitus ei ole kuitenkaan tuoda yksityiskohtaisia parannusvaihtoehtoja, vaan antaa esimerkkeinä mahdollisia metodologiota, havainnollistaa laskennallisia malleja ja tietojärjestelmiä. Pääpaino on siis asioilla, joita tulisi ottaa huomioon.

1.2 Tutkielman rajaus

Laadusta ja laadunvalvonnasta puhuttaessa tarkoitetaan monia asiota. Yhden tutkielman kannalta ei ole järkevää tuoda esille koko tätä kenttää. Tässä tutkielmassa lähdetään liikkeelle erikoistuotteita valmistavan yrityksen näkökulmasta. Erikoistuotteilla tarkoitetaan tuotteita, joiden valmistuksessa vaaditaan kattavaa suunnittelua, monimutkaisempia kokoonpanolinjastoja, kattavaa tuotteen tarkistusta eli koestusta sekä tuki ja ylläpitopalveluita.

Tutkielman osalta ei pyritä tuomaan explisiittistä tietoutta siitä, kuinka tulee toimia laadunvalvonnan parantamiseksi, vaan antaa suuntaa antavia esimerkkejä.

Yrityksillä on yleisesti käytössä monenlaisia tietojärjestelmiä. Tutkielmassa annetaan vain esimerkki, millaisilla tietojärjestelmillä, hyvä laadunvalvonta on mahdollista.

1.3 Tutkielman rakenne

Aiheen laajuuden vuoksi, on syytä aluksi selventää tutkielman tavoitteiden mukaista rakennetta.

Tutkielmassa lähdetään liikkeelle tuotteen elinkaaresta. Tällä on tarkoitus nostaa esille, minkä takia yritykselle on tärkeää panostaa laadunvalvontaan. Tämän jäkeen esitellään mahdollisia menetelmiä, mitä yritys voi käyttää laadun parantamiseksi sekä millä yriys voi toteuttaa vaatimuksiaan laadun suhteen. Tässä edetään esimerkillisen vikaraportoinnin mukaan, johon sisäistetään laadunvalvontamenetelmiä, kuten Six Sigmaa. Yrityksen informaation kullulla ja tallennuksella on myös suuri vaikutus laadunvalvonnan parantamiseen. Kappaleessa 4 esitellään mahdollisia järjestelmiä, joilla laatua ja tuotteen laadunvalvontaa voidaan parantaa.

Lopuksi, yhteenvedon muodossa, kootaan asiota, joilla tuotteen laadunvalvonta onnistuu.

2 Tuotteen laatu ja elinkaari

Tuotteen laadulla katsotaan olevan vahva vaikutus siihen, miten tuote elää elinkaarensa. Jos tuotteen laatu vastaa asiakkaan vaatimuksia, sillä on paremmat mahdollisuudet pysyä markkinoilla pidempään.

2.1 Tuotteen elinkaari

Tuotteella on oma elinkaarensa sen syntymästä aina tuotteen lopetukseen asti. Tuotteen tuotot ja myynti kasvavat ja laskevat tuotteen elinkaaren mallia mukailleen. Varsinaiset tuotot tuotteesta saadaan kuitenkin tuotteen elinkaaren loppuvaiheella [Kotler(2003)].

Tuotteen elinkaari voidaan jakaa seuraaviin osiin [Kotler(2003)]:

1. Tuotteen kehitys alkaa, kun yritys päättää kehittää uuden tuotteen.
2. Esittelyvaiheessa yritys esittelee uuden tuotteensa.
3. Kasvuvaiheessa tuotteen myynti nousee.
4. Kypsyysvaiheessa tuote saavuttaa pisteen jossa myynti ei enää kasva.
5. Laskuvaiheessa tuotteen myynti laskee kunnes tuotanto lopetetaan.

Kuitenkaan suoraan ei tätä voida soveltaa kaikille tuotteille. Jotkin tuotteet kuolevat nopeammin kuin toiset —Jotkin tuotteet viipyvät kypsyysasteella pidempään kuin toiset. Jotkut voivat palata takaisin kasvuvaiheeseen ja näin saavuttaa uuden kypsyysvaiheen.

Tällä tutkielmalla otetaan kantaa, miten saadaan tuote pysymään pidempään kypsyysasteella laadunvalvontaa parantamalla.

2.2 Yksittäisen tuotteen tuotantovaiheet ja laatu

Tuotteella on laatu mikä syntyy tuotteen tuotannon ja tuotannon jälkeisten vaiheiden aikana. Laatu on markkinoinnin ja tuotesijoittelun kannalta keskeisimpiä asioita yritykselle. Laadulla on suora vaikutus tuotteen tuottavuuteen sekä se on läheisesti yhteydessä asiakkaan saamaan arvoon tuotteesta [Kotler(2003)]. Tuotteen

laadulla tarkoitetaan asioita kuten: tuotteen kestävyyttä, luotettavuutta, ennakoitavuutta, helpokäyttöisyyttä sekä huollettavuutta.

Tuotteen laadulla on monia hieman erilaisia määrittäjiä eri experttien mukaan. Juranin mukaan tuotteen laadulla on monitahoinen merkitys. Kaksi näistä merkityksistä hallitsee käytäntöä [Juran(1988)]:

1. Laatu koostuu niistä sellaisista tekijöistä, jotka kuuluvat asiakkaan vaatimukseen ja näin tarjoaa asiakkaalle tyytyväisyyden.
2. Laatu on puutteeton.

Yksittäisellä tuotteella on eri prosessivaiheita kuten:

- Tuotteeseen vaikuttavat tekijät eli attribuutit
- Tuotteen brandy; Tuotteen paketointi
- Tuotteelle ominainen etiketti
- Tuotetuki.

Prosessit voidaan jakaa erillisiin tuotantovaiheisiin. Ollikaisen tutkimuksessa jaetaan tuotanto kolmeen kategoriaan:

1. osakategoria
2. osakokoonpanokategoria
3. kokoonpanokategoria

Tämän voidaan olettaa olevan hyvä yleispätevä esimerkki prosessien jaosta.

Six sigman tuotantoprosessia mukaillen kokonaistuotannosta on noin 30% vikojen etsimistä [Gygi, DeCarlo & Williams(2003)]. Tuotteen laatu kuuluu näistä jokaiseen prosessivaiheeseen. Kun tuotteen laatua pyritään ylläpitämään sekä hallinnoimaan jokaisessa näissä prosessivaiheissa, kutsutaan tätä Total quality management (TQM) [Kotler(2003)].

TQM on standardin (ISO8402) mukaan laadunhallinnassa tarvittavien organisaatorakenteiden, menettelyiden, prosessien ja resurssien muodostama järjestelmä [Kukkonen(2003)].

Näitä mukaillen tuotteen laatu ja sen hallinta on jatkuva prosessi, jolla yrityksen on mahdollista saavuttaa parempi asema kilpailukyvyssä kilpaileviin yrityksiin nähden [Dale(2003)].

3 Laadunvalonta

Laadunvalvonnalla tarkoitetaan muun muassa TQM:n osia millä annetaan informaatiota, niin materiaaleista, tuotteen osista, kuin myös osakokoonpanon tuotteiden laadusta ja valmiin tuotteen laadusta [Turban, Mclean & Wetherbe(1996), s. 127]. Tällaiset laadunvalvonnan osat tallentavat tietoa kaikista saamista tuloksista. Tällaisiin laadunvalvonnan osiin kuuluvat muun muassa vikaraportointi järjestelmät, joita käytetään tuotannon eri vaiheiden tarkistuspisteillä sekä lopputuotteen tarkistuksen yhteydessä. Lopputuotteen tarkastamisen yhteydessä saatu informaatio voidaan tarkastajien toimesta, kerätä tietokantaan objektiivisempaa analyysia varten. Seuraaksi esitellään vikojenhavainnointiprosessia sekä menetelmiä, joilla voidaan toteuttaa tehokkaampaa vikojenhavainnointia.

3.1 Laadunvalvonnan parantaminen

Kun halutaan parantaa asiota, oikeanlaiset mittustulokset ovat kriittisessä asemassa. Informaatioteknologia näyttää avain roolia tässä mittausprosessissa, sekä tarjoaa samalla mahdollisuuden tehokkaaseen palautteenantoon. Informaatioteknologian avulla voidaan estää palautteen häviäminen yrityksen hierarkian onkaloihin [Turban, Mclean & Wetherbe(1996)]. Vikaraportointi, osana yrityksen tietojärjestelmiä, on osa tällaista palautekäsittelyä, mistä kerrotaan enemmän kappaleessa 3.4.

3.2 Six Sigma

Six Sigma on menetelmä, joka yhdistää osaamisen, ammattitaidon ja tieteen. Kirjan Six Sigma for duomies [Gygi, DeCarlo & Williams(2003)] mukaan tällä menetelmällä voidaan vähentää virheitä sekä lisätä yrityksen tuottavuutta ja arvoa.

Yritysten kasvaessa niistä tulee monimutkaisempia rakenteeltaan sekä käyttäytymiseltään. Yrityksen on vaikeampi hallita teknologioitaan, eri prosesseja ja menetelmiä. Tällöin näihin käytettävien voimavarojen tuotto pienenee.

Työt yrityksen sisällä ovat usein esitetty väärin tai tuloksen esittäminen on vajaista. Kun tämä tapahtuu tuotteen tai palvelun tuottaminen epäonnistuu ja johtaa siihen, että työ pitää tehdä aina vaan uudestaan — resursseja käytetään loppuvai-

heessa vialliseksi havaitun tuotteen korjaamiseen tai asiakas palauttaa tuotteen.

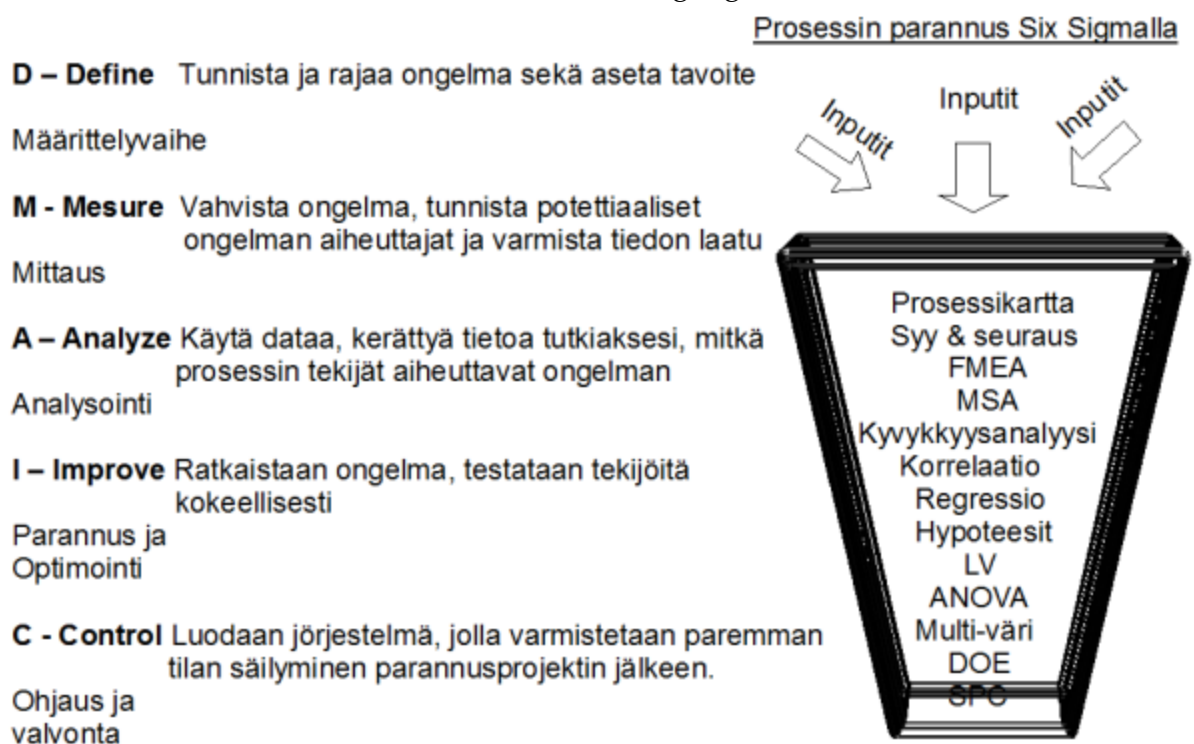
Sig Sigma tarjoaa ratkaisun nopeampaan ja parempaan laatuun. Menestyksekkäällä käytöllä Six Sigman käyttäjät voivat päästä huomattaviin parannuksiin tuotavuuden, asiakastytyväisyyden sekä vähenevien kustannusten suhteen [Affuso(2004)].

3.2.1 Six Sigma-prosessin kuvaileminen

Six Sigma menetelmä prosessina on hyvin monitahoinen. Se koostuu monista vaatimuksista ja rakenteista esimerkiksi teknologian suhteen.

Six Sigmaa parhaiten kuvailee sen DMAIC malli, jossa suorituskykyä pyritään parantamaan löytämällä virheen satunnainen syy. Mallin DMAIC nimi muodostuu mallin eri vaiheiden etukirjainten nimityksistä, joita kuvataan seuraavassa kuvassa 3.1.

Kuva 3.1: DMAIC-malli [Sig Sigma(2009)].



Six Sigma on enemmän kuin yltiöpäinen ja hullu visio ja tavoite. Se on viisivaiheinen DMAIC -prosessi, jolla tavoite saavutetaan. Menetelmä perustuu dataan ja strukturoituun tilastolliseen ongelmanratkaisumenetelmään, jossa käytetään lukuisia erilaisia tilastollisia työkaluja integroidun tilasto-ohjelman kanssa [Sig Sigma(2009)].

Näyttöjä Six Sigman hyödyllisyydestä löytyy paljon. Yhtenä esimerkkinä voidaan mainita General Electric, joka aloitti menetelmän käytön 1995 ja sanottaa teh-

neen jo vuoteen 1999 mennessä 1,5 miljardin säästöt. Toisena menestystarinana voidaan mainita Motorola, jonka sanotaan tehneen 11 miljardin säästöt Six Sigman avulla [Tennant(2001)].

3.3 Karou Ishikawa laadunvalvonnan parantamiseksi

Laadunvalvontaan löytyy monenlaisia teoreemoja ja malleja. Tässä tutkielmassa tuodaan esille muutamia malleja, jotta saataisiin käsitystä mitä nämä mallit ovat. Beckfordin [Beckford(1998), s.101] kirjassa tuodaan esille Karou Ishikawan malli laadunvalvonnan parantamiseksi. Ishikawa kaartuva malli nimetään 'company-wide quality control'. Tämä malli perustuu Ishikawan laatuympyrään sekä seitsemään laadunvalvonnan työkaluun(Taulukko 3.1).

Ishikawan malli perustuu iteratiiviseen laatuympyrään, joka keskittyy tietynlaiseen kommunikaatioon näitä seitsemää työkalua hyväksikäyttäen. Tämä ympyrä sisältää 4-14 henkilöä, jota johtaa esimies.

Tietojenkäsittelyn osalta, sekä samalla tämän tutkielman ongelmien osalta, mielenkiinnon kohteeksi nousee kuitenkin työkalut, joita Ishikawa listaa käytettäväksi mallissa. Näillä työkaluilla hallinoidaan tieto, joka voi olla intuitiivista tai konkreettisesti tuotettua tietoa. Tietojärjestelmien hyväksikäyttäminen, tällaisen tiedon käsittelyssä, kiistämättä parantaa yrityksen edellä mainittuja mahdollisuuksia.

3.4 Vikaraportointi

Vikaraportoinnilla tarkoitetaan raporttia, joka on laaduntarkkailun tarkistusosan tuotos. Virheitä etsitään tuotannon eri vaiheista sekä kirjataan tiettyyn raporttiin.

3.4.1 Laaduntarkkailu tuotannossa

Vikaraportointi kuuluu tuotannon laaduntarkkailuun. Tarkkailu tuotannossa on virheiden etsimistä. Tuotannossa oleva tuote on siirtynyt suunnitteluvaiheesta tuotantoon, josta se päättyy asiakkaalle.

Laaduntarkkailu tuotannossa tarkoittaa käytännössä, että tuote valmistetaan, jonka jälkeen tuote tarkistetaan onko tuotteen valmistusvaiheen aikana tapahtunut virheitä.

Virheiden etsimisen perustana on itse tuote, toimintatapa ja toimitettava palvelu sekä tuotteen loppukokoonpanoprosessi ja toimitustavat. Huomattavia voimavaroja käytetään tuotteen tarkistamiseen ja nopeisiin korjauksiin, jotta saadaan toimi-

Taulukko 3.1: Karou Ishikawa listaus työkaluista,laadunvalvonnan parantamiseksi.

	Nimi	Selitys
1	Pareto-kaavio	Käytetään virheiden perimmäisen syyn selvittämiseen.
2	Kalanruoto diagrammi	Syys-ja seuraussuhde kaavio.
3	Tiedon kavennus	kerroskaavio, joka asettaa tiedonpalaset peräkkäin edellisen kerroksen päälle
4	Tarkistuspöytäkirjat	Laaduntarkkailun tulos.
5	Histogrammit	Tilastot määrän vaihtelusta.
6	Hajoitetut taulukot	Näiden avulla tutkitaan korrelaatiota eri tekijöiden välillä.
7	Prosessin ohjaustiedot	Tuotteen valmistusprosessin aikainen paikkatieto.

tettua asiakkaalle toimiva tuote. Tämä lähestymistapa kuitenkin törmää luovuuden sekä systemaattisen työn puutteeseen. Virheiden korjaus ei myöskään paranna välttämättä laatua. Sen habitus saattaa käytännössä rajoittaa vain tuomaan esille virheet [Turban, Mclean & Wetherbe(1996)].

Vaikka 100% virheistä pyrittäisiin korjaamaan, on todettu, että todellisuudessa tästäkin vain 80% tuottaa halutun tuloksen. Täytyy myös ottaa huomioon, että virheiden etsimiseen käytetyt ylimääräiset voimavarat ovat myöskin kalliita [Dale(2003)].

Tällä tarkoitetaan, että virheiden korjauksen tulisi olla mahdollisimman ennakoivaa ja joustavaa. Hyvässä tapauksessa virheet voidaan havaita jo aikaisessa vaiheessa, jolloin virhe on helposti korjattavissa. Jopa parempaan tulokseenkin voidaan päästä, jos virhe pystytään ennakoimaan ja tätä kautta estämään sen esiintyminen tuotannossa kokonaan.

Parhaassakin tapauksessa virheitä kuitenkin syntyy. Tällöin on syytä ottaa huomioon, mitä nämä virheet maksavat yritykselle. Jos yrityksellä on tiedossa tuotantovaiheiden virheiden kustannukset, voi se mahdollisesti allokoida resursseja sen mukaan mistä saadaan parhaat kustannus säästöt.

3.4.2 Oikeanlainen vikaraportointi

Kun ongelmia ilmaantuu, ilman oikeanlaista raportin kohdentamista, vian havainnoinnista ei ole kovinkaan suurta hyötyä. Turbanin [Turban, Mclean & Wetherbe(1996)] kirjassa tätä kutsutaan 'golfpallojen lyömiseksi pimeään'. Tämän tutkielman rajauksen sisällä olevien yritysten organisaatorakenne voi olla hyvinkin monimuitkainen. Tästä johtuen, informaatio täytyy ohjata oikein ja sen täytyy olla helppokäyttöistä ja nopeaa.

3.4.3 Subjektiivinen sekä objektiivinen tarkistus

Subjektiivisella virheiden tarkistuksella tarkoitetaan että, se henkilö joka on rakentanut tuotteen tarkistaa itse tuotteen jälkikäteen. Tämä metodi kärsii aina siitä, että henkilö ei osaa kiinnittää huomiota sellaisiin tuotteen epäkohtiin mihin ei osannut kiinnittää myöskään sen rakennusvaiheessa.

Objektiivisella virheiden tarkistuksella tarkoitetaan tarkistusta, jonka suorittaa henkilö joka ei ole ollut mukana sen valmistuksessa. Tällöin Päästään parempaan tarkistutulokseen [Shigeo & Andrew(1988)].

3.4.4 Palaute raportoiduista vioista

Palaute tapahtuu, kun vika havaitaan tuotteessa ja tästä lähetetään tieto tuotteen tekijälle. Tällainen informaatio on käytännöllisin silloin, kun se on lähetetty tekijälle mahdollisimman nopeasti [Shigeo & Andrew(1988)]. Esimerkiksi yrityksessä, missä valmistetaan tuotetta sarjatuotannolla, tapahtuu suunnitteluvirhe. Tällöin nopea reagointi virheen alkulähteelle on edullisin vaihtoehto yritykselle, koska tällöin voidaan estää virheen laajamittaisempi haitta. Toisaalta nopeudella tarkoitetaan myös sitä, että vikaraportin kohde on vastaanottavaisimmillaan ja mahdollisuus virheestä oppimiseen on suurempi.

3.4.5 Vikojen luonne

Viat ilmenevät tuotannossa eri tekijöiden syistä. Ollikainen [Ollikainen(2003)] jakaa syyt esimerkissään neljään pääluokkaan: materiaalista johtuvat; työntekijästä johtuvat; tuotanto teknologiasta johtuvat sekä tuotantoa tukevista elementeistä johtuvat. Tästä johtaen, viat voidaan jakaa myös kahtentoista explisiittisempään kategoriaan.

Neljä pääkohtaa pitää sisällään:

- Materiaalista johtuvat viat: Raakamateriaalit, kemikaalit, alihankkijan tuotteet.
- Työntekijästä johtuvat viat: kokoonpano, ylläpito, suunnittelu, laaduntarkkailu.
- Tuotannon teknologiasta johtuvat viat: Tuotannon laitteistot, Työkalut , Ohjelmistot, erilaiset prosessit.
- Tuotantoa tukevista elementeistä johtuvat viat: tuotantolaitokset, varastointi, logistiikka.

3.5 Vikaraportoinin parantaminen

Vikaraportointi järjestelmiä voidaan tehostaa ja parantaa monenlaisin keinoin. Tässä tutkielmassa lähdetään liikkeelle tietotekniikan mukaa tuomiseksi muunmuassa vikaraportointi systeemiin. Tietojärjestelmien tulee olla myös oikella tavalla suunniteltuja, jotta voidaan ottaa sen laskentateho hyötykäyttöön.

3.5.1 Informaation keräys

Kompleksisissa prosesseissa tietoa tulvii monista prosessien eri vaiheista. Informaation analysoimiseksi on kehitetty erilaisia menetelmiä missä tietoa pilkotaan, laskeaan ja havainnoidaan. Tällaisten menetelmien tehostamiseen on kehitetty erilaisia tietokoneohjelmia sekä ohjelmistoja.

Tiedonkeruulla on suuri merkitys valmistavalle yritykselle. Kaikki toiminnan ja tuotannon optimointijärjestelmät menettävät merkityksensä, jos tieto on epätarkkaa [Ollikainen(2003)]. Raportoidut ongelmat voidaan tallentaa erilliseen tietokantaan josta tieto voidaan hakea analysointia varten. Tätä painottaa myös aiemmin esitelty (kappale 3.2) Six Sigma menetelmä.

3.5.2 Erilaisia työkaluja raportointiin

Six sigma [Gygi, DeCarlo & Williams(2003)] listaa erilaisia työkaluja vikojen analysoinnin ja informaation keräyksen tehostamiseksi.

Edellä mainittuja menetelmiä on lähes mahdoton toteuttaa suuremmissa yrityksissä kattavasti, ilman tietojärjestelmien tukea. Analysointiprojektissa kertyy paljon erilaista informaatiota, kuten asiakirjoja, rahoituksen taulukoita ja Gantt-kaavioita tai vastaavia projektin aikatulukaavioita. Näihin sidotaan projektin valvontaan liittyviä virstanpylväitä, resurssi informaatiota ja raportoinnin tuloksia. Yrityksen kerrosten välissä, avainkommunikaattorina toimii raportit. Tällaisia raportoinnin työkaluja Six Sigma [Gygi, DeCarlo & Williams(2003)] listaa seuraavalla tavalla:

- Yleiset raportoinnin työkalut: Näillä työkaluilla voidaan eritellä data tietokannasta siten, että käyttöön tulee juuri tarvittava informaatio sekä informaatio kyetään esittämään selkeällä tavalla. Yksinkertaisimmillaan tällainen työkalu voi olla vaikkapa Microsoft Office.
- Integroidut työkalut: Käytetään yleisesti projektin suunnittelussa sekä seurannassa, mutta usein sisältävät myös raportointiin tarkoitettuja työkaluja. Hyvässä järjestelmässä näin onkin, sillä yrityksen valmistusprosessien seuranta, ja tätä kautta laadunvalvonta, pohjautuu realiteeteille eli on tehokkaampaa ja luotettavampaa. Enemmän tällaisista järjestelmistä kappaleessa 4.
- Balanced scorecard: Erikoistuneempi työkalu raportointiin yrityksen tiettyjen tehokkuustekijöiden ja mittaustulosten havainnollistamiseen. Tämä on tukimusaihe jo itsessään ja sen metodologia on selvitetty tarkemmin Balanced Scorecard instituutissa.

3.5.3 Laaduntarkkailijan erehtyväisyys tuotannossa

Oikeanlaisen laaduntarkastuksen tärkeys on kiistämättömästi hyväksytty kirjallisuudessa. Kirjallisuudessa on usein puhutaan laadun- ja prosessien tarkkailusta, mutta usein jää huomioimatta tosiseikka, että laaduntarkkailijat tekevät virheitä. Kun otetaan huomioon laaduntarkkailijan vaikutus tuotteen laatuun, laaduntarkkailuprosessi monimutkaistuu merkittävästi. Tarkastaja saattaa virheellisesti todeta toimimattoman tuotteen toimivaksi sekä saman päinvastoin.

Laaduntarkkailijoiden erehtyväisyys pitää siis pitää ottaa huomioon, kun suunnitellaan vikaraportointi järjestelmiä.

3.5.4 Kustannusten huomioiminen

Ballau [Ballau(1982)] antaa kirjassaan kaksi eri mallia, joilla voidaan valvoa laaduntarkkailijoiden tekemiä virheitä. Näin ollen päästään käsiksi kustannuksiin mitä koituu virheellisistä tarkastustuloksista.

Ballaun n-tason mallissa käsitellään tuotanto-tarkastusmallia. Tästä mallista ilmenee kokonaiskustannukset, jotka aiheutuvat tuotantoprosessin sekä tarkastusten kustannuksista, kun valmistetaan tietty määrä tuotteita. Vastaavasti mallin kykenee tunnistamaan prosessin aikana syntyneet hyvät sekä huonot tuotteet.

Tällaisen laaduntarkkailun analysointia voidaan käyttää johtotasolla päätöksenteon tukena. Esimerkiksi voidaan huomata kannattaako lisätä tarkastajien ammattitaitoa vai lisätä tarkastuspisteitä. Pidemmälle vietyinä, edellä esitellyn analyysiin

avulla, voidaan pienentää kustannuksia sekä allokoita tarkistuksia siten, että laaduntarkasuksesta tulee tehokkaampi. Tässäkin mallissa on keskeistä, ettei ilman toimivia tietojärjestelmä sovelluksia voida kerätä tarvittavaa informaatiota tarvittavan tehokkaasti. Laadunvalvontaan systemaattisesti tarvittavia algoritmeista saattaa tulla myöskin liian monimutkaisia, jotta niitä olisi kannattaavaa käyttää ilman tietokoneiden apua. Ballaun kirjasta selviää tarkemmin millaisia kaavoja voidaan käyttää kustannusten laskemiseksi.

Ballau [Ballau(1982)] tuo kirjassaan esille, että virheellisen tarkastuksen kustannukset voivat nousta yleistä käsitystä korkeammaksi. Tällaisten virheiden esille tuomiseksi tarvitaan sovelluksia, joilla voidaan koota kattavaa tietokantaa korjatuista sekä korjaamattomista virheistä. Näin voidaan analysoida tarkistusprosessia ja tuoda esille konkreettiset asiat jotka aiheuttavat korjaamattomia virheitä.

4 Yrityksen tietojärjestelmät

Tietotekniikan ja tietojärjestelmien merkitys valmistavassa teollisuudessa on kasvanut tasaisesti 1990-luvun puolesta välistä asti ja tietotekniikan merkitys näyttäisi jatkavan kasvuaan. Niiden merkityksen kasvua on osaltaan auttanut tietotekniikan hintojen lasku sekä suorituskyvyn paraneminen.

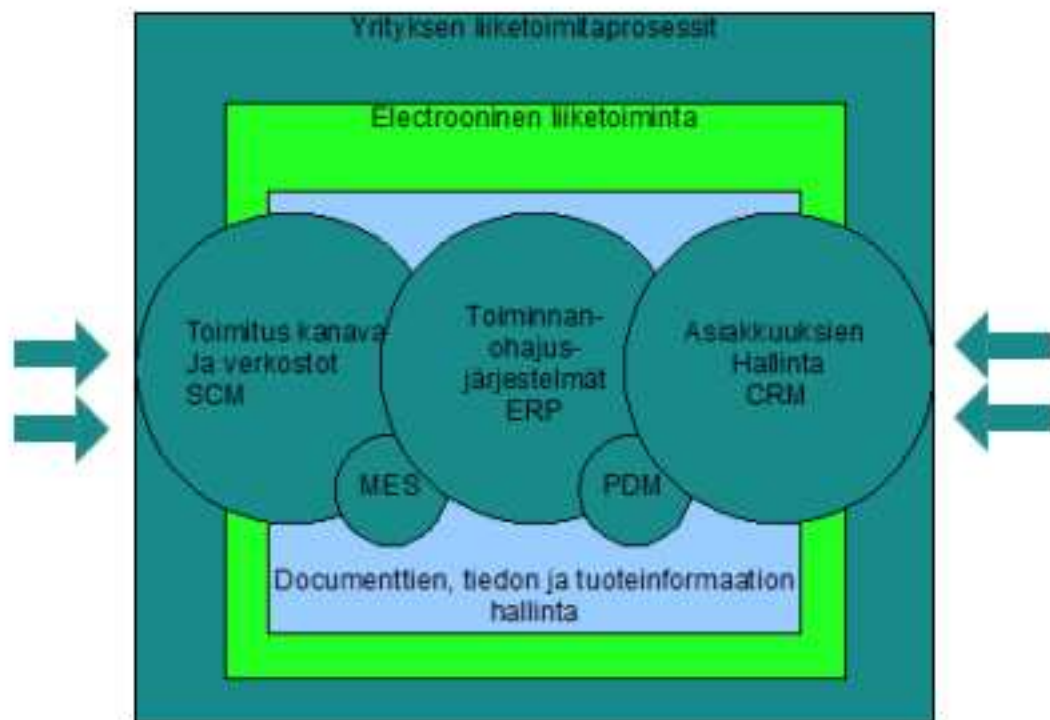
4.1 Erilaisia tietojärjestelmiä

Yrityksellä on monenlaisia tietojärjestelmiä, joilla se pyrkii ohjaamaan toimintojaan. Tietojärjestelmät ulottuvat tuotannon allullepanosta aina asiakkuuksien hallintaan saakka. Tällaiseen ohjaukseen tarvitaan usein enemmän kuin yhdenlaista järjestelmää. Markkinoilta löytyykin monia eri valmistajia, jotka valmistavat tuotteitaan tiettyyn tarkoitukseen. Näitä tarkoituseriä nimetään yleisesti, mutta riippuen valmistajasta sisältö saattaa vaihdella. Osittain tästä syystä seuraavassa esiteltävien termien sisältö saattaa olla hämärtyneet. Hemilän [Hemilä(2002), s. 28] listaa tällaiseen yrityksen hallintajärjestelmään kuuluvan seuraavat toiminnot: SCM, ERP, CRM, PDM ja MES. Näillä toimintokokonaisuuksilla yritys ohjaa omaa tuotantoaan. Toiminnot kuuluvat sinne missä niitä tarvitaan: SCM toimittajien hallintaan; ERP toiminnanohjaukseen; CRM asiakkuuksienhallintaan; PDM tuotetiedonhallintaan; MES tuotannonohjaukseen. Nämä eri toiminnot ovat sidoksissa toisiinsa. Sidoksia pitkin kulkee tietämys ja taito, jotka vaativat myös oman hallintansa.

Kuvassa 4.1 hamotellaan, kuinka valmistavassa yrityksessä edellä mainitut tietojärjestelmät jakautuvat yrityksessä. Kuvasta nähdään kuinka tietojärjestelmien roolit menevät osittain päällekkäin. Nykyään korostetaan tietojärjestelmien integrointia yhtenäiseksi, koko yrityksen kattavaksi järjestelmäksi [Ollikainen(2006), s. 16].

Yrityksen tietojärjestelmiin ja siihen liittyvien toimintokokonaisuuksiin kuuluu monenlaisia järjestelmiä. Tämän laajuuden vuoksi ei tässä tutkielmassa yritetä selvittää kaikkia toimintoja. Jatkossa kiinnitetään huomiota erityisesti toiminnanohjaukseen sekä tuotannonhallintaan —laadunvalvontaa ajatellen, mutta kuitenkin ottamalla huomioon tietojärjestelmät kokonaisuutena.

Kuva 4.1: Yrityksen tietojärjestelmät [Hemilä(2002)].



4.1.1 Toiminnanohjausjärjestelmä ERP

Toiminnanohjaukseen tarkoitettuja ohjelmia on tuotettu vuosikymmeniä. ERP ohjelmisto sai alkunsa 1970-luvulla MRP mallista. Se kattaa varastohallinnan, osto-toiminnan, monituoteympäristön. Tätä seurasi MRP2, joka toi lisäyksenä pääoman ja työvoiman saatavuuden huomio-onottamisen. Tästä kehittyi ERP, joka edellisen lisäksi ottaa huomioon koko yrityksen resurssien (valmistus ja palvelut) käsittelyn [Virtanen(2001), s. 10]. Nykyään on huomattu olevan tarvetta myös sidosryhmien, kuten toimittajien informaatioketjun vahvistamiselle. Tällöin voidaan puhua kehittyneemmästä ERP:stä eli ERP2.

Yrityksen näkökulmasta toiminnanohjausjärjestelmä tarkoittaa muutakin kuin käytössä olevaa ERP-ohjelmistoa. Johtamisen näkökulmasta toiminnanohjausjärjestelmä tarkoittaa tiettyjen prosessien ohjauksessa käytettäviä periaatteita ja menetelmiä sekä niitä tukevaa tietotekniikkaa. Toiminnanohjausken tietojärjestelmiin voi kuulua useita ohjelmistoja [Karjalainen(2001)].

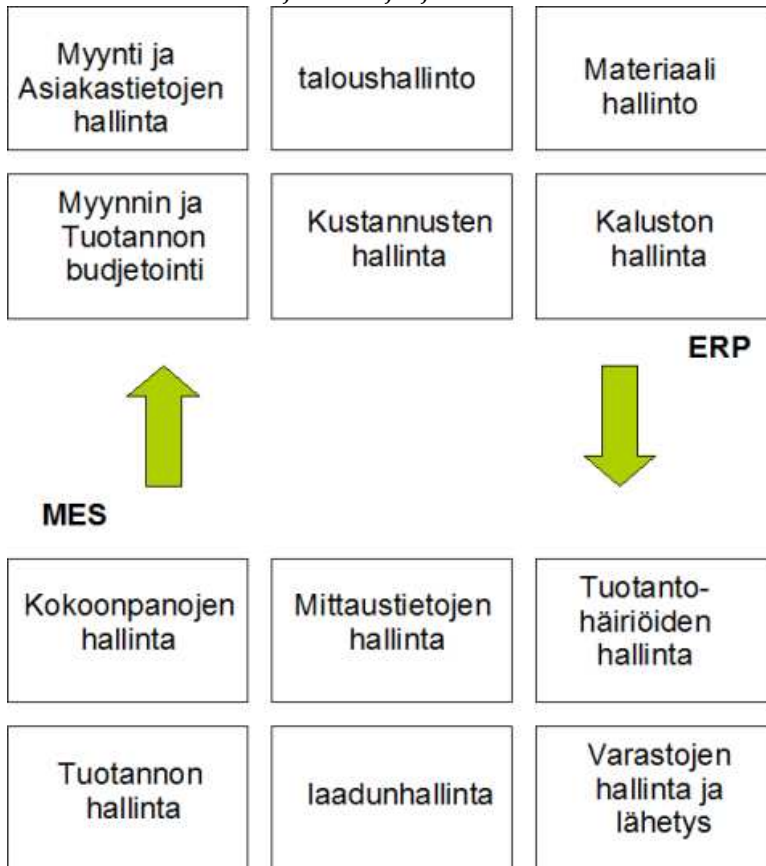
Yrityksen toiminnanohjauksen ytimen muodostaa yleensä jonkun ohjelmistotoimittajan ERP-ohjelmisto. Toiminnanohjausta voivat tämän lisäksi tukea erilaiset oheisjärjestelmät. Esimerkiksi jotkin yritysten vanhan järjestelmän osista ovat voineet jäädä käyttöön uuden ERP-ohjelmiston käyttöönoton jälkeen, tai ajan kuluessa järjestelmäkokonaisuutta täydennetään ERP-toimittajan tai muiden toimittajien ohjelmistotuotteilla [Karjalainen(2001), s. 7].

4.1.2 Tuotannonohjausjärjestelmät MES

MES on tuotannonohjaukseen tarkoitettu järjestelmä. Se ei ole yleisesti yhtä tunnettu kuin esimerkiksi SAP ERP. Normaalisissa tuotannossa ERP-järjestelmä hoitaa resurssit ja lattiataason tuotannossa on omat järjestelmänsä kontrolointiin ja johtamiseen. Aikaisemmin ei ollut mitään lattiataason sekä ylemmäntason yhdistävää järjestelmää —Tästä on myös kritisoitu SAP järjestelmää. MES on kehitetty täyttämään tätä tyhjiötä. Kun johtotasolla tehdään laskemalliset mallit tuotannon tehokkuuksien eri mittareista, on tärkeää että myös nähdään kuinka tuotannossa todellisuudessa pysytään näissä laskennallisissa malleissa [Hemilä(2002), s. 32].

MES toimii tuotannonhallinnan sekä varsinaisen tuotantoprosessin välissä. Järjestelmä siirtää tietoja tehdastason tapahtumista konsernitasolle ja päinvastoin. MES-järjestelmästä ERP-järjestelmään siirtyy reaaliaikaisen tuotannon tietoja ja tapahtumia. [Juvonen(2005), s. 18] MES- ja ERP järjestelmien avaintoiminnot on esitelty kuvassa 4.2.

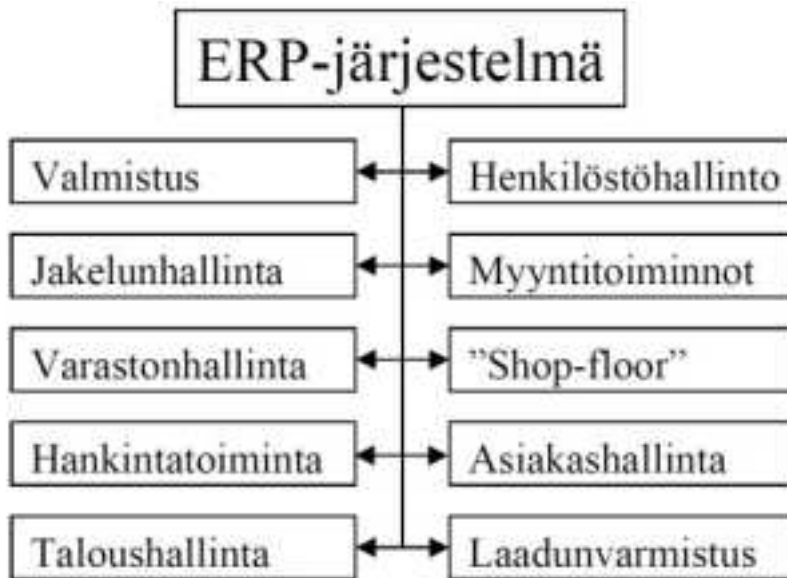
Kuva 4.2: MES- ja ERP-järjestelmien avaintoiminnot [Juvonen(2005), S. 18].



MES voi olla joukko ohjelmistoja tai yhtenäinen ohjelmisto, joka sisältää tarvittavat ohjaus- ja tiedonkeruutoiminnot, sekä liittymän ylemmän tason järjestelmään. MES hallitsee, seuraa ja dokumentoi reaaliaikaisesti tuotantoprosessien tapahtumia. Ohjelmiston tyypillisiä ominaisuuksia ovat automaattinen tiedonkeruu valmistuksen tapahtumista; tuotantotilausten jakeku ja hallinta; tuotteen valmistushistorian jäljitys; työhjeiden ja muiden dokumenttien hallinta sekä kunnossapidon ja laatu seurannan hallinta. ERP-järjestelmien toimittajat ovat ruvenneet viime vuosina lisäämään MES-moduuleita ohjelmistoihinsa, mutta saatavilla on myös puhtaita MES-ratkaisuja, jotka voidaan liittää ylemmän tason järjestelmiin suhteellisen helposti [Ollikainen(2006), s. 20].

Toteutuneen tuotannon helppo seurattavuus on tärkeää, koska vaikka työt olisi suunniteltu hyvin voi valmistuksessa tulla monenlaisia ongelmia —Tähän tähtää myös Six Sigma. MESin avulla voidaan suunnittelun- ja toteutuneen tuotannon seurattavuutta parantaa [Ollikainen(2006), s. 20].

Kuva 4.3: SAP R/3-järjestelmän moduuleita [Kettunen(2001), s. 48].



4.1.3 SAP ERP-järjestelmä

Eri ERP-valmistajien tuottaman sisältö vaihtelee jonkin verran, mutta pääominaisuudet ovat kutakuinkin samanlaiset. Pääpiirteittäin ERP-järjestelmät koostuvat moduuleista, jotka ovat laadittu eri tehtäviä varten. Kuvassa 4.3 on esitelty SAP R/3:n toiminnallisia moduuleja.

Edellä mainituilla moduuleilla on jokaisella oma tehtävänsä yrityksen hallinnassa. Tällä hetkellä nämä moduulit perustuvat pääsääntöisesti client-server -arkkitehtuuriin. Tällöin yrityksellä on käytössään yritystason palvelin sekä tarvittava määrä työasemia järjestelmän käyttöä varten. Modulaarisen toiminnanohjauksen moduulit kommunikoivat suoraan keskenään tai tekemällä päivityksiä yhteiseen keskitettyyn tietokantaan. [Kettunen(2001), s. 49]. Tutkielman kannalta kiinnostavin moduuli on laadunvarmistus. Laadunvarmistus-moduuli (Quality Management) auttaa suunnittelemaan sopivia laadunhallintamenetelmiä ja pitää yllä menetelmätietoutta. Esimerkkeinä laatusertifikaattien- ja tarkistusten, sekä laatutyökalujen hallinta [SAP(2009)]. Tämä moduuli kuuluu myös SAP 3/R tuotantosunnan PLM (Product Lifecycle Management) osioon 4.2.1. PLM on SAPin tuote PDM (Product Data Management) varten. Yksi tarkoitus SAPin PLM:lle on estää tilanteet missä laadunvalvontamenetelmien käyttömahdollisuus kohdentuisi vain suurten yritysten spesialisteille.

4.1.4 Tuotetiedonhallinta PDA

Tuotetiedonhallinnalla ei tarkoiteta pelkästään yksittäistä tietokoneohjelmistoa tai järjestelmää. Se on systemaattinen menetelmä, jolla pyritään hallitsemaan tuotetietoja: tiedon luomista, käsittelyä, jakelua ja tallentamista. Sääksvuoren & Immosen [Sääksvuori(2002)] mukaan arkipäivän yritystoiminnassa tuotetiedonhallinnan ongelmat konkretisoituvat tyypillisesti kahdella eri alueella:

- Materiaalista johtuvat viat: Tiedon käyttö- ja tallennusmuodot vaihtelevat. Tietoa on tuotettu eri käyttötarkoituksiin ja sitä tulisi voida hyödyntää muussakin kuin juuri kyseisessä tehtävässä tai kokonaan eri yhteydessä, eri paikkakunnalla tai jopa eri yrityksessä.
- Työntekijästä johtuvat viat: Eri yksiköissä, eri osastoilla tai eri yrityksissä tuotettavan tiedon eheyttä ei voida varmistaa. Tämä on ongelma silloin, kun tuotetieto tuotetaan ja säilytetään eri tietovälineillä, jopa paperidokumentteina. Ongelmia syntyy myös kun tiedon suojaus- ja käsittelytavat poikkeavat eri tahoilla toisistaan.

4.2 Yrityksen tietojärjestelmien parantaminen laadunvalvonnan parantamiseksi

Niin kuin aiemmin on todettu tässä tutkielmassa, tuotetiedonhallinta on yksi avaintekijöistä laadunvalvonnan kannalta. Informaation pitää olla nopeaa ja tarkaa (Kappale 3). Sääksvuoren & Immosen [Sääksvuori(2002)] mukaan tuotetiedonhallintaa on hyödynnetty yrityksen liiketoimintaprosesseista selvästi vähiten tuotannon osa-alueella. PDM-järjestelmällä voi olla mahdollista rakentaa tuotannon ja suunnittelun välille kestävämpi silta. Järjestelmien muutostenhallintaominaisuudet tarjoavat mahdollisuuden suunnittelun muutosten tiedoittamiseen tuotantoon ja tuotannon vaatimusten tiedoittamiseen suunnitteluun [Ollikainen(2006)]. Tällöin voidaan saavuttaa aikaisemmin esille tuotuja vaatimuksia laadunvalvonnan parantamiseksi, esimerkiksi vikaraportoinnin ja siihen liittyvän tiedon nopeuden suhteen. On kuitenkin väitetty että tuotannon mahdollisuudet hyödyntää PDM-järjestelmiä ovat melko rajalliset. Suunnittelun ja tuotannon välinen rajapinta voi olla erityisesti tiedonkulun kannalta varsin huomattava ja tiedon kulku saattaa parannusyrityksistä huolimatta olla kehnoa.

Nyttemmin ERP-järjestelmät ovat yhdentyneet PDM-järjestelmien kanssa. Tämä tukee kattavasti tiedonhallintaa kaikkissa datan ja dokumenttien käsittelyssä riip-

pumatta tuotteen vaiheesta elinkaareensa. Yleistikkien kaikkella tällaisella tiedonkäsittelyllä on jo olemassa oma tietokantansa, mutta ongelmaksi nousee kaiken tämän tiedon linkittäminen [Knolmayer(2002), s. 39]. Eri dokumenttien ja datan linkityksellä voidaan saavuttaa monenlaisia hyötyjä, kuten versionhallinnan helpottaminen. Tällaisesta mahdollisuudesta seuraavassa kappaleessa.

4.2.1 SAP Product Lifecycle Management (PLM)

SAP on kehittänyt tuotetiedonhallintajärjestelmän PLM (Product Life-circle Management). Tarkoituksena tässä on tuoda tuotteelle integroitu elinkaaren hallintaohjelmisto, joka tarjoaa yhden lähteen kaikille tuotteisiin liittyville tiedoille, yksinkertaistaa prosesseja ja helpottaa yhteistyötä yhteistyökumppanien kanssa [SAP(2009)].

SAP [SAP(2009),] listaa seuraavat hyödyt saavutettavaksi sivuillaan:

- Tukee strategista hankintaa toimimalla vuorovaikutuksessa toimitussuhteen hallintaohjelmiston kanssa.
- Sisäisille ja ulkoisille käyttäjille taataan rooleihin perustuva ja kontekstin mukainen pääsy tarvittavaan tietoon, työkaluihin ja palveluihin.
- Päätöksen teon kehittyminen projektinäkemyksen, joustavan raportoinnin, tuotevalikoiman hallinnan, työterveyden, tuoteturvallisuuden ja tuotteiden laatuanalyysin avulla.
- Lisää strategista ja toiminnallista valvontaa suraamalla, tuotteiden ja tuotannon muutokset vaikuttavat aikatauluihin, kustannuksiin ja resursseihin.
- Avoimen teknologian kehykset, joiden avulla saadaan ajantasaista tietoa kysynnän suunnitteluun sekä osto-, tuotanto- ja myyntitoimintoihin.

PLM sisältää eri moduuleita kuten ERP-järjestelmäkin [SAP(2009),]. PLM:n moduuleita ovat:

- Elinkaaren hallinta
- Ohjelman- ja projektien hallinta
- Elinkaariyhteistyö
- Laadunhallinta
- Yrityksen käyttöomaisuuden hallinta
- Ympärisö, terveys ja turvallisuus

4.2.2 Toisiaan täydentävät strategiat PLM ja Six Sigma

Molemmat, PLM sekä Six Sigma keskittyvät yrityksen tuottavuuden parantamiseen.

Six Sigma on filosofia yrityksen hallintaan. Siinä pyritään luomaan korkeamman tason malli, missä esimerkiksi tiedonkeräyksellä ja sen paremmalla mallintamisella pyritään parantamaan laatua. Syyt, miksi yrityksen investoivat Six Sigmaan, voidaan kuvitella olevan hyvin samanlaiset, kuin syyt miksi investoida PLM: ään. Tällaisia yhteisiä syitä voidaan listata seuraavasti:

- Tuottavuus
- Asiakkaan tyytyväisyys sekä luottamus
- Laatu
- Prosessien tehokkuus
- Korkeampi työntekijän tuottavuus
- Tehokkaampi strategian toimeenpano ja muokkaus
- Kilpailukyvyn kasvu

[Affuso(2004)]

4.2.3 Parannuksia yhdistämällä SAP PLM-ja MES-järjestelmät

Ensi silmäyksellä PLM näyttää hyvältä idealta. Tarkoituksena, että valmistettavia tuotteita voidaan seurata suunnittelutasolta prosessimääritelmiin, läpi tuotannon, aina ylläpitoon ja tekniseentukeen saakka. Kun jokaisen tason tehokkuutta seurataan tuotteen syntymästä kuolemaan saakka, voidaan päästä merkittäviin säästöihin. Mutta PLM-järjestelmän markkinoilletulon jälkeen, vain harva yritys otti tämän käyttöön siinä määrin mihin se oli suunniteltu [Sun Microsystems].

Bill Gerould Sun microsystemsiltä sanoo artikkelissa [Sun Microsystems], ettei PLM- järjestelmä onnistu erittelemään prosessia ja ohjelmistoa tarpeeksi tehokkaasti.

Bill Gerould: "Yrityksen sisällä on organisatorisia säiliöitä, kuten tuotekehitys, tuotanto, markkinointi, myynti... ryhmiä, jotka tavanomaisesti toimivat yksinään ja omatoimisesti sidoksissa muihin yrityksen osiin. Ei ole helppoa saada yhtenäistä PLM-alustaa kaikille noille säiliöille. Ei ole olemassa vain yhtä ratkaisua."

PLM-järjestelmän sanotaan myös olevan enemmän liiketoimintastrategiaa kuin teknologia- tai ohjelmistopaketti [Johnson].

Toinen tekijä joka vaikeuttaa PLM-järjestelmien leviämistä on nousevat kustannukset yrityksessä sekä kuinka nopeasti investointi maksaa itsensä takaisin. Tästä syystä PLM-valmistajat ovat joutuneet myymään tuotteitaan pienemmissä paketeissa [Sun Microsystems].

Seurauksena näistä syistä on ollut nouseva trendi yhdistää tuotannonohjausjärjestelmä MES PLM:ään. MES:n katsotaan olevan 'liima', joka yhdistää suunnittelun ja tukijärjestelmät toisiinsa [Sun Microsystems,].

Mitä tapatuu yrityksessä lattiatasolla, katsotaan olevan kriittisessä asemassa. Yhdistämällä PLM- ja MES-järjestelmät saadaan parannettu tiedonvälitystä lattiatasolle saakka. Esimerkiksi edellä mainittu (Kappale 4.1.4) versionhalinta työn vaiheistuksessa saadaan päivittymään nopeasti. Manufacturing and Business Technology [MBT] artikkelissa listataan muita tavoiteltavia hyötyjä seuraavasti:

- Löytämällä mahdolliset virheet nopeammin, täten varmistamalla parempi tuotteen laatu.
- Lyhentämällä tuotteen kehityskierroksia paremman kommunikaation avulla.
- Nostaa uuden tuotteen tuotanto nopeammin toimintaan.
- Helpompi säädösten ja rajausten seuranta jäljitys- ja seurantatyökalujen avulla.

4.2.4 Miksi integroida?

Hemilän [Hemilä(2002), s. 38] mukaan integraatio on jonkin tuomista jonkin toisen yhteyteen. Tuotantoketjun ja verkon integraatio tarkoittaa tuotantoketjun toimijoiden yhteentuomista. Kun nykyään puhutaan yleisesti integraatiosta, lähes kaikki käsittävät sen informaatiotietojärjestelmien integraationa. Informaation jakaminen on kuuma aihe nykyään. Integraatiolla voidaan vastata yrityksen tarpeisiin tiedonjakamisen suhteen, jotta jakamisen voi tapahtua oikeaan aikaan ja oikeassa ajassa.

Järjestelmä integraatio tarkoittaa Hemilän [Hemilä(2002), s.39] mukaan:

- saavuttaa informaatiota toiselta informaatiojärjestelmästä
- kyky muokata informaatiota monista informaatiojärjestelmistä
- informaatio ja toiminnot ovat samankaltaiset monissa informaatiojärjestelmissä.

Integraation tähtäimenä on automatisoida yrityksen ylimääräisiä toimintoja, jotta yritykselle jäisi enemmän aikaa sen varsinaiselle toiminnalle. Tiedon vääjäämätön

kulku yrityksen sisällä, vaikuttaa oleellisesti myös laadunhallintaa (Kappale 3). Järjestelmien integraation voidaan jakaa kolmeen tasoon: laitteistointegraatio, ohjelmistointegraatio, ohjelintojen toiminnallinen integraatio. Tässä laitteistointegraatio tarkoittaa, että yhdistetään tietokoneen ja tietoverkot, jotta tehdään tiedonsiirto mahdolliseksi. Sovellusintegraatio kattaa kommunikointiin käytettävien rajapintojen yhtenäistämisen, ohjelmointikielet ja ulkoasun. Toiminnallinen integraatio tarkoittaa tiedon rakentta ja logiikkaa sovellusten välillä [Hemilä(2002),].

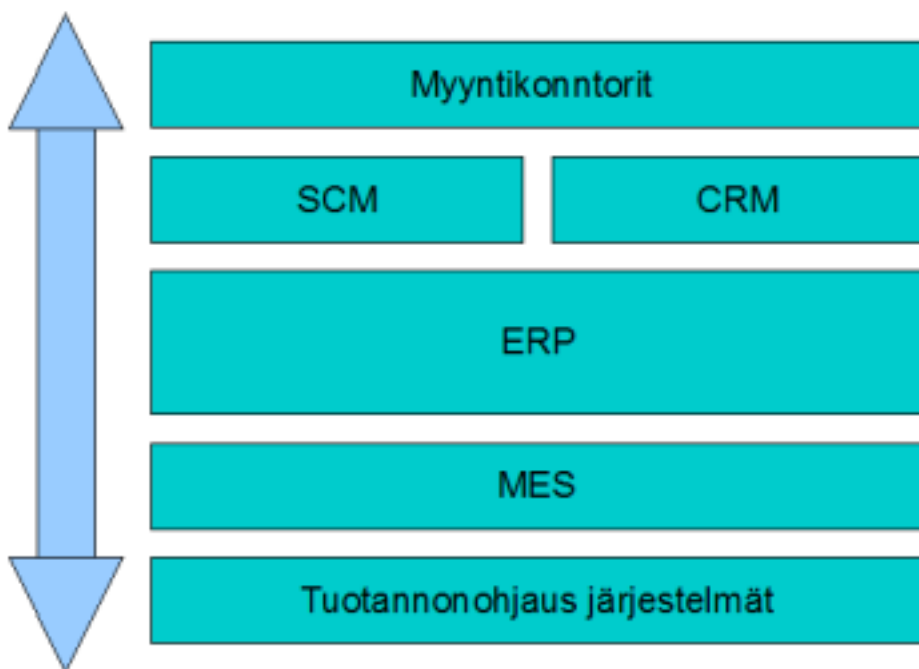
4.2.5 Yrityksen sisäinen integraatio

Integraatio yrityksen sisällä tarkoittaa organisaation omien järjestelmien integroimista yhteen. Yleensä yrityksellä on esimerkiksi yhteinen tietokanta, jota eri toimijat käyttävät eri tavoin. Yrityksen integraatio kattaa myös toiminnallisen integraation kasvavassa määrin (Kappale 4.1.1). Esimerkiksi ERP-järjestelmien on jaettava tietoa muiden järjestelmien kanssa. Järjestelmien integraatiota yrityksen sisällä kutsutaan horisontaaliseksi integraatioksi (kuva 4.4).

Saavutettavia hyötyjä integroinnista on paljon: uudet suunnittelu mahdollisuudet, kustannusten väheneminen, laatu, palvelu ja prosessin kesto [Hemilä(2002), s. 41].

Esimerkkinä järjestelmien integroimisesta voidaan käyttää aiemmin mainittua PLM/MES konsortionta. Lähestymällä tuotteen suunnittelun, kehityksen, tuotannon ja palveluiden integroinnin kautta, yritys voi luoda toimintaympäristön, mikä tiivimpi ja tehokkaampi. Informaatio mikä sitoo nämä tekijät löytyvät tuotantotasolta mitä ohjaa ja sitoo ylempään tasoon MES-järjestelmä. MES tukee PLM-järjestelmää tallentamalla, jakamalla, reaaliajassa tuotantotietoa, joka määrittää miten tuote on tehty. Tällaisten integraatioiden käyttäminen näyttää keskeistä roolia niissä yrityksissä, jotka soveltavat Six Sigma (Kappale 3) metodologiaa [Johnson].

Kuva 4.4: Tietojärjestelmien integraario [Hemilä(2002), s.41].



5 Yhteenveto

Vaatimukset tuotteita kohtaan kasvavat koko ajan. Samaan aikaan tuotteet ja valmistusprosessit mutkistuvat ja tulevat entistä alttiimmiksi virheille. Kaikki tämä johtaa siihen, että yrityksen, joka haluaa kilpailla markkinoilla, täytyy jatkuvasti kiinnittää enemmän huomiota laatuun.

5.1 Laadunvalvontamenetelmien vaikutus

Tämän tutkielman kappaleessa 3 lähdettiin liikkelle menetelmistä, joita voidaan käyttää laadunvalvonnan parantamiseksi.

Jos yrityksen aikeina on parantaa laadunvalvontaa, on syytä tutustua eri laadunvalvontaan kehittäviin malleihin. Esimerkkejä tällaisista mainittiin samaisessa kappaleessa 3.

Mallit antavat yritykselle valmiin tuotannon rungon, jolla laadunvalvontaa voidaan parantaa. Ei kuitenkaan ole vaadittavaa, että yritys muuttaisi toimitaansa täysin mallia mukailtavaksi. Malleissa tuodaan esille muunmuassa laskennallisia malleja, joita yritys voi upottaa omiin sovelluksiinsa tuotannon- tai toiminnaohjauksessa.

Esimerkkinä laadunvalvonnan parantamiseksi kappaleessa 3 tuotiin esille Korou Ishikawa [Beckford(1998)] menetelmä, jossa annetaan työkaluja laadunvalvonnan parantamiseksi. Tällaisista työkaluista yritys voi valita esimerkiksi Pareto-tilastot ja sisäistää nämä, jo olemassa oleviin järjestelmiin. Tällä tavoin yrityksen ei tarvitse uusi koko järjestelmää, eikä myöskään tarvitse tehdä omia ennakoivia malleja. Pelkästään jo tällaisella, pienemmällä parannuksella, yritys voi saavuttaa säästöjä.

Yhteisenä piirteenä menetelmillä voidaan sanoa olevan datan tehokkaampi käyttö. Datan avulla yritys voi objektiivisesti identifioida ja valita parhaat ideat ja ratkaisut monien joukosta. Kuitenkaan sen käsittely ei ole helppoa. Datan käsittelyyn on löydettävä myös parhaat tietojärjestelmien ratkaisut.

5.2 Yrityksen tietojärjestelmien vaikutus

Yrityksien tietojärjestelmien käyttö yleisesti alkoi 1960-luvulla. Tästä lähtien tietojärjestelmien kenttä on laajentunut vuosi vuodelta. Nykyään yrityksille on monia mahdollisuuksia erilaisten toimintojen automatisoimiseksi, kotrolimiseksi ja tuotannon seuraamiseksi. Yrityksen tietojärjestelmäverkostot voivat olla monimuitkaisia, eikä niihin välttämättä ole helppo sisällyttää uusia järjestelmiä. Tästä syystä yrityksen tulee tarkkaan harkita sekä suunnitella millaisia tietojärjestelmiä käytetään ja miten. Laadunvalvonnan suhteen on tärkeää että tietoa voidaan siirtää vääjäämättömästi alimmalta tasolta ylimmälle, jotta tuotannosta tulevan tiedon arvo olisi paras mahdollinen (Kappaleessa 3). Tällöin saadaan paras mahdollinen seurannan ja kontroloinnin tulos. Yritykselle on tarjolla moninen valmistajien tuotteita, mutta ei ole itsestään selvää, että nämä tuotteet kykenevät toteuttamaan tiedon siirtoa tehokkaasti kaikkien tasojen välillä. Tiedosiiron hyvin toteuttavasta järjestelmästä annettiin esimerkki kappaleessa 4. Eri valmistajien tarjoamat tuotteet valmistavalle yritykselle, sisältävät myös monenlaisia valmiita moduuleita ja tapoja laadunvalvonnan parantamiseksi. Näihin tulee perehtyä kattavasti, jotta yritys voisi valita parhaan mahdollisen tavan toteuttaa laadunvalvontaa.

5.3 Laadunvalvonnan parantamisen vaikutus tuotteen tuottavuuteen

Tietojärjestelmien vaikutusta tuottavuuteen, ja tätä kautta tuotteen elinkaareen, on aina pidetty problemaattisena. Tämä ongelma syntyy, kun ei tarkalleen tiedetä, mitä pitäisi mitata ja millä tavoin. Keskittymällä pelkästään laadunvalvontaan voidaan jo helpommin sanoa, että laadunvalvonnan avulla parannetaan tuottavuutta. Tämän on myös huomattu suurissa yrityksissä, jotka valmistavat tietojärjestelmiä yrityksille. Esimerkiksi SAP PLM-järjestelmä ottaa samoja asioita huomioon laadun suhteen, kuin laadunparantamiseen kehitetty menetelmä Six Sigma. Tällaista yhteyttä havainnollistettiin kappaleessa 4.2.2. Jos laadunvalvontaa voidaan parantaa tietojärjestelmien avulla, niin varmasti pitkällä tähtäimellä myös tuottavuus paranee. Tästäkin löytyy näyttöä monelta yrityksiltä, jotka ovat sisäistäneet Six Sigma-menetelmää (kappale 3.2). Näin voidaan väittää, että laadunvalvonnan parantaminen tietojärjestelmien avulla, auttaa yritystä pitämään tuote elinkaarensa huipulla pidempään. Seuraavassa esimerkkinä kuinka virheet vaikuttavat tuotteen elinkaareen.

5.3.1 Esimerkki: Virheiden vaikutus tuotteen elinkaareen

Ollikaisen [Ollikainen(2003), s. 120-125] tutkimus käy hyvin esimerkkinä siitä, millaista vaikutusta laadunvalvonnalla on tuotteen elinkaareen.

Lähtökohtana tässä esimerkissä on metallin valmistus ja virheiden vaikutus metallien valmistuksessa. Jos tällaisessa metallinvalmistusprosessissa tapahtuu virhe, sitä harvoin korjataan, vaan se korvataan uudella tuotteella.

Ollikaisen tutkimuksen esimerkissä tuotantoprosessin virheiden hinnaksi tulee 25% tuotteen alkuperäisestä myyntihinnasta. Valmistuskustannukset ovat lähtötilanteessa 55% ja kun lasketaan tähän lisäksi virheistä koituvat kustannukset kokonaiskustannukseksi saadaan 80% alkuperäisestä myyntihinnasta. Nyt kuitenkin asiakkaan maksuhalukkuus laskee ajan myötä ja näin ollen lähenee kokonaiskustannuksia. Näin ollen — tässä esimerkissä — maksuhalukkuus saavuttaa kokonaiskustannukset 2,8 vuodessa.

Ollikaisen tutkimuksesta käy ilmi että, jos voidaan vähentää virheistä aiheutuvia kustannuksia esimerkiksi 5% —kuten tässä tavoitteena— voidaan pidentää tätä hinnan ja kustannusten kohtaamista tai jopa välttää se kokonaan.

Tämän tutkielman osalta on siis tärkeää huomata että, tuote pysyy markkinoilla pidempään elinvoimaisena, jos laadunvalvonta järjestelmä toimii. On kuitenkin myös huomattava, ettei —yleisesti ajatellen sekä edellä mainitussa esimerkissä— parempaan tulokseen päästä pelkästään laadunvalvontaa parantamalla, vaan on onnistuttava parantamaan myös koko tuotantoprosessia. Kuitenkin laadunvalvonta sekä vikaraportointi näyttelevät avainroolia parannuksessa.

Lähteet

- [Affuso(2004)] Affuso, Tony.2004. *PLM Perspective*. Siemens PLM software artikkeli, Viitattu 14.4.2009. http://www.plm.automation.siemens.com/about_us/newsletter/perspective/2004_june/index.shtml
- [Ballau(1982)] Ballau, Donald.1982. *Management science*. Informs.
- [Beckford(1998)] Beckford, John. *Quality*. 2nd ed. Routledge. London.
- [Business Week(2003)] Business Week. Published by McGraw-Hill, 2003. Item notes: 2003 no.3831-3834 Artikkeli, Original from the University of California. Digitized Aug 14, 2008.
- [Dale(2003)] Dale, B.G.2003. *Managing Quality*. 3rd ed. Blackwell Publishing Malden, MA, U.S.A.
- [Gygi, DeCarlo & Williams(2003)] Gygi, Craig.& DeCarlo, Neal. & Williams, Bruce.2003. *Six Sigma for Dummies*.Wiley Publishing Inc.
- [Hemilä(2002)] Hemilä, Jukka.2002 *Information technologies for value network integration*. Espoo. VTT Tiedotteita, Research Notes 2149.
- [Johnson] Johnson, Carter. *Don't overlook Manufacturing Execution in your Product Lifecycle Management Strategy*. Visiprise artikkeli. Viitattu 14.4.2009 http://www.visiprise.com/pdf/dont_overlook_manufacturing.pdf
- [Juran(1988)] Juran, J. 1988. *Juran's quality control handbook*. McGraw-Hill Book Co, New York.
- [Juvonen(2005)] Juvonen, Pasi 2005. *Laadullinen tutkimus metsäteollisuuden ohjelmistotoimittajista KaakkoisSuomessa: Nykytilanne*. Diplomityö, Lappeenranta teknillinen yliopisto, Tietotekniikan osasto. [Viitattu 10.10.2007] Saatavissa: <http://www.it.lut.fi/katapultti/files/Juvonen.pdf>
- [Karjalainen(2001)] Karjalainen, Jouko. Blomquist, Marja. Suolanen, Olli.2001. *Keihittyvä toiminnanohjaus*. MET-julkaisuja.

- [Kettunen(2001)] Kettunen, Jari. Simons, Magnus.2001. *Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto pk-yrityksessä: Tegnologia lähtöisestä ajattelusta kohti tiedon ja osaamisen hallintaa*. VTT julkaisuja 854 2001 Espoo. Viitattu 10.4 2009 <http://www.vtt.fi/inf/pdf/julkaisut/2001/J854.pdf>
- [Knolmayer(2002)] Knolmayer, Gerhard. Mertens, Peter. Zeir, Alexander.2002. *Supply Chain Management based on SAP systems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York
- [Kotler(2003)] Kotler, Phillip. 2003. *Principles of Marketing*. 10th ed. Dorling Kindersley (india) Pvt Ltd.
- [Kukkonen(2003)] Kukkonen, Harri. 2003. *Erilaisuus ammatillisen opettajaopiskelijan ohjaamisessa*. Akateeminen väitöskirja.
- [MBT] Manufacturin Business Technology, Artikkel. 1.10.2007. *Manufacturers can hit product innovation targets with PLM/MES integration*. Viitattu 14.4.2009. <http://www.mbtmag.com/article/CA6487612.html?q=mbda>
- [Ollikainen(2003)] Ollikainen, Mikael.2003. *Origins of Production errors and significance of employee empowerment in reducing production error amount in sheet metal fabricating industry*. Väitöskirja, Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- [Ollikainen(2006)] Ollikainen, Mikael.2001. *Tuotantotiedon hallinnan tekniset apuvälineet ja niiden käyttö tuotannon informaatiovirran hallinnassa*. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- [SAP(2009)] <http://www.sap.com>. Viitattu 13.4 2009 <http://www.sap.com/finland/solutions/business-suite/plm/index.epx>.
- [Shigeo & Andrew(1988)] Shigeo, Shingo & Andrew P. Dillon. *Zero Quality Control*.
- [Sig Sigma(2009)] <http://www.sixsigma.fi/>. Viitattu 29.4.2009
- [Sun Microsystems] Sun Microsystems, artikkeli.2004 Toukokuu. *Why PLM Is Finally Adopting Its Neglected Cousin, MES*. Viitattu 14.4.2009 http://www.sun.com/solutions/documents/articles/MF_plm_neglect_AA.xml?null
- [Sääksvuori(2002)] Sääksvuori Antti. Immonen, Anselmi.2002. *Tuotetiedonhallinta PDM*.Helsinki, Satku
- [Tennant(2001)] Tennant, Geoff.2001. *Six Sigma: SPC and TQM in manufacturing and services*Gower Publishing, Ltd., 2001.

[Turban, Mclean & Wetherbe(1996)] Turban,Efraim. McLean, Ephraim. Wetherbe, James.1996. *Information technology for Management: improving quality and productivity*. John Wiley & Sons, Inc.

[Virtanen(2001)] Virtanen, P. 2006. *Yrityksen Tietojärjestelmät*. Tampereen teknillinen yliopisto 2006. Luontotiivistelmät.