

Arto Saari

Sisäisten virheiden vaikutus tuotantoon

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2016



SISÄISTEN VIRHEIDEN VAIKUTUS TUOTANTOON

Saari, Arto
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Pori
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2016
Ohjaaja: Laine, Kari
Sivumäärä: 22

Asiasanat: Laadunhallinta, Virheet, Kehitysprojekti

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia tuotannossa syntyviä virheitä ja niiden vaikutusta tuotantoon, sekä virheiden taloudellisia vaikutuksia. Lisäksi tavoitteena oli tutkimuksen päätteeksi antaa ehdotus virhemittareista sekä virherajoista tuotantoyksikköön. Resurssien vähyyden vuoksi tutkielma rajattiin koskemaan kolmea erityyppistä tuotetta, jotka edustavat mahdollisimman laaja-alaisesti tuotantoyksikössä tehtäviä tuotteita.

Tutkielman teoreettisessa osuudessa käsiteltiin yhtiössä käytössä olevaa ISO 9001:2008 laatu standardia.

Empiirisessä osuudessa tarkasteltiin KMT-vikaohjelman toimivuutta ja tutkittiin siitä saatavia virheraportteja.

Kolmen etukäteen valitun tuotteen osalta virheet analysoitiin ja näiden tuotettiin tapa analysoida kaikki tuotantoyksikön tuotteet. Tuotantoyksikön virhemittareita ja -rajoja ei pystytty toteuttamaan, johtuen tuotteiden eroavaisuuksien ja resurssien puutteiden vuoksi.

INNER FAULTS IMPACT ON PRODUCTION

Saari, Arto
Satakunta University of Applied Sciences
Faculty of Technology, Pori
Electrical Engineering
June 2016
Supervisor: Laine, Kari
Number of pages: 23

Keywords: Quality control, Defects, Development project

The purpose of this thesis was to explore faults that are discovered in production and what kind of impact faults have on production and productivity. Additional goal was to produce suggestion of fault indicator and fault limits to the production unit. Do the lack of resources thesis was limited to contain only three products, which represented widely as much as possible product scale of production unit.

The theoretical part of thesis topics were quality standard ISO 9001:2008 witch company has been certified.

In empirical part of thesis were analyzed KMT-vika programs functioning and explored listings that came from program.

The problems for the three preselected products were analyzed and set the basic method to analyze all products of production unit in future. Fault indicator and -limits for the hole production unit were not able to produce, because of variety of products and lack of resources.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	6
1.1	Yrityksen historia.....	6
1.2	Yrityksen toimintamalli.....	6
1.3	Toimintatapojen kuvaus.....	6
1.4	Tutkimuksen tavoitteet.....	7
1.5	Nykytilanteen kuvaus.....	7
1.6	Työn rajaus.....	7
2	Laadun hallinnan teoriaa.....	8
2.1	ISO 9001:2015.....	8
3	Virhetiedon kerääminen.....	10
3.1	Historia.....	10
3.2	KMT-vika ohjelma.....	10
3.3	Kerätty virhetieto.....	11
4	Virheet soluittain.....	12
4.1	Työnsuunnittelu.....	12
4.1.1	Toimintatavat.....	12
4.1.2	Virheet ja niiden syntymismekanismi.....	13
4.2	Keräily.....	13
4.2.1	Toimintatavat.....	13
4.2.2	Virheet ja niiden syntymismekanismi.....	14
4.3	Kalustus.....	14
4.3.1	Toimintatavat.....	14
4.3.2	Virheet ja niiden syntymismekanismi.....	14
4.4	KytKentä.....	15
4.4.1	Toimintatavat.....	15
4.4.2	Virheet ja niiden syntymismekanismi.....	16
4.5	Tarkastus ja testaus.....	16
4.5.1	Toimintatavat.....	16
4.5.2	Virheet ja niiden syntymismekanismi.....	17
4.6	Virheiden vaikutus kokonaisuuteen.....	17

5	Virheiden raportointi.....	18
5.1	Raportointi tuotantoon.....	18
5.2	Rajojen määrittäminen.....	19
6	Virheiden taloudelliset merkitykset.....	20
6.1	Menetetty työaika.....	20
6.2	Havaintovaiheen merkitys.....	20
7	Yhteenveto.....	21
8	Lähdeluettelo.....	22

1 JOHDANTO

1.1 Yrityksen historia

Kmt group Oy on pohjois-Satakunnassa sijaitseva vuonna 2003 perustettu yritys. Yritys on alkuajoista lähtien erikoistunut meriteollisuuden sähkökeskuksiin ja laajentanut sitten toimintaansa raideteollisuuden sähkökeskusten kokoonpanoon. Tällä hetkellä yritys kuuluu Promeco konserniin, jolla on toimintaa kolmella paikkakunnalla Suomessa ja yksi yksikkö Puolassa.

1.2 Yrityksen toimintamalli

Toiminta on pääasiassa alihankintaa asiakkaille, joihin kuuluvat mm. Rolls-Royce, ABB ja Bombardier. Yritys tarjoaa myös suunnittelua edellä mainituille asiakkaille, jotta yritys voisi palvella asiakkaitaan kokonaisvaltaisemmin.

1.3 Toimintatapojen kuvaus

Yritys on virtaviivaistanut toimintatapojaan yksinkertaisemmaksi, vastatakseen näin asiakkaiden lyhentyneisiin toimitusaikoihin. Yksinkertaistettuna pääprosessit ovat seuraavat:

- Työsuunnittelu
 - Siirtää asiakkaalta tulevan tieto yrityksen järjestelmään.
 - Suunnittelee tuotteen valmistustavat ja ajoituksen.
- Osto
 - Tilaa järjestelmän mukaiset tavarat.
- Logistiikka.
 - Hallinnoi tulevaa- ja lähtevää tavaravirtaa.
- Kalustus.
 - Mekaanisesti yhdistää komponentit tuotteeksi.
- Kytkeä.

- Tekee sähköiset liitännät
- Tarkastus.
 - Tarkastaa tuotteen asiakkaan vaatimuksia vastaavaksi.

Edellä kuvattu prosessi on yksinkertaistettu, mutta kuvaa ne pääpiirteet miten yrityksessä toimitaan. Tarkempi prosessikaavion kuvaus ei ole tämän tutkimuksen kannalta tarpeellinen

1.4 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on parantaa tuotannossa syntyvien vikojen seuranta ja siten tuottaa parempaa laatua. Suuntaviivoiksi otettiin KMT-vikaohjelman käyttö, monitorointi, taloudelliset vaikutukset ja vikojen syntymekanismit.

1.5 Nykytilanteen kuvaus

Ennen KMT-vikaohjelman käyttöönottoa yrityksellä ei ollut tarkkaa tietoa tuottavaa vikojen seurantaohjelmaa. KMT-vikaohjelma lanseerattiin kesällä 2015 ensiksi tarkastusprosessin käyttöön, josta se sitten laajennettiin koskemaan koko tuotantoa. Tarkkaa tietoa on kertynyt tällä hetkellä noin vuoden ajalta ja alkaa olla tarpeeksi johtopäätösten tekemiseen.

1.6 Työn rajaus

Tutkimusta rajattaessa päätettiin laatutiimin kanssa valita yksi sarjatuote ja kaksi kappaletta projektityyppisiä tuotteita. Näin saadaan mahdollisimman laaja kuva tuotannon laaduntuottamiskyvystä. Sarjatuotteessa muutoksia tulee harvoin. Tutkimukseen valituissa projektityyppisissä tuotteissa komponentti / johdin muutokset ovat keskimäärin 10 – 30 % luokkaa

2 LAADUN HALLINNAN TEORIAA

2.1 ISO 9001:2015

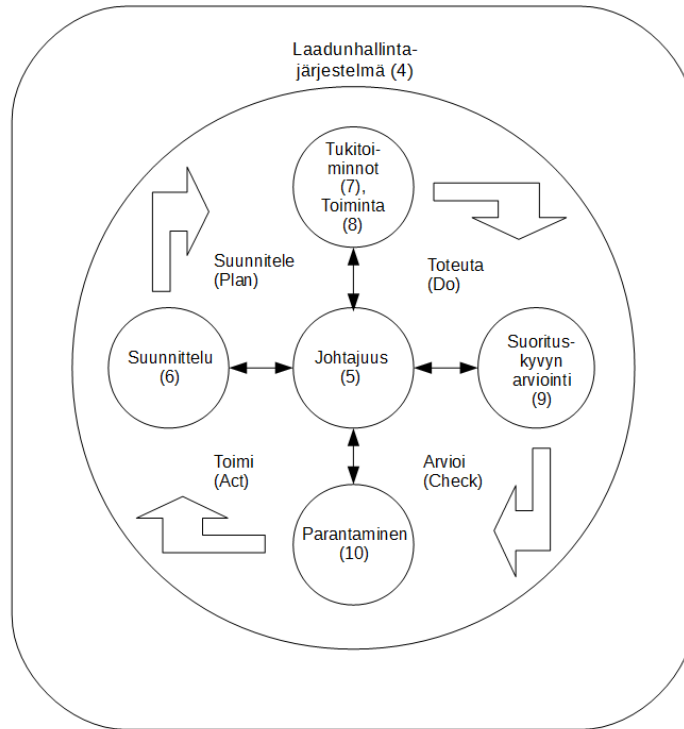
Yhtiössä on tällä hetkellä käytössä ISO 9001:2008 standardi, mikä päivitetään vuoden 2016 aikana ISO 9001:2015 standardiksi. Kyseisessä kansainvälisessä standardissa määritellään laadunhallintajärjestelmää koskevat vaatimukset, joita yritys on standardin puitteissa velvoitettu noudattamaan. Standardi on tehty yleispäteväksi, joten siinä ei ole mitään toimialakohtaisia määritelmiä, miten laatua kuuluu hallita. Standardissa määritellään yleisellä tasolla, miten laatu otetaan huomioon normaalissa yhtiön päivittäisessä toiminnassa.

Standardin määritetyt laadunhallinnan pääperiaatteet ovat seuraavat.

- asiakaskeskeisyys
- johtajuus
- ihmisten täysipainoinen osallistuminen
- prosessimainen toimintamalli
- parantaminen
- näyttöön perustuva päätöksenteko
- suhteiden hallinta.

(SFS-EN ISO 9001:2015, 6)

Poiketen edellisistä standardeista uudessa (9001:2015) standardissa edistetään prosessimaista toimintamallia, edelliset standardit ovat aiemmin pohjautuneet riskiperusteiselle ajattelulle. Prosessimaisen toimintamallin ajatuksena on lisätä ymmärrystä prosessien välisistä suhteista ja näin parantaa kokonaissuorituskykyä. Tähän prosessimaiseen toimintamalliin liittyy oleellisena osana PDCA-malli (kuva 1), jolla voidaan ratkaista laatuun liittyviä ongelmia. PDCA-mallin ideana on toteuttaa mallin mukaista toimintatapaa, kunnes päästään haluttuun lopputulokseen. Tuotannon virheiden kohdalla tämä tarkoittaa virheiden tarkastelua ja mallin mukaisesti korjaavia toimenpiteitä. Tätä toistetaan, kunnes saavutetaan haluttu laatutaso.



Kuva 1 PDCA-Malli. (Suluissa olevat numerot viittaavat ISO 9001:2015 standardin kohtiin) (SFS-EN ISO 9001:2015, 7)

PDCA-malli voidaan lyhyesti kuvata seuraavasti

- ”Plan” suunnittele.
- ”Do” Toteuta.
- ”Check” Tarkista toteuma.
- ”Act” Korjataan toteutuman virhekohdat.

Toiselta nimeltään PDCA-mallia kutsutaan myös *Demingin* ympyräksi.

3 VIRHETIEDON KERÄÄMINEN

3.1 Historia

Yrityksessä ei ole aikaisemmin kerätty keskitetysti virhetietoja. Vääriä komponentteja on seurattu yksinkertaisella, mutta toimivalla tavalla keräämällä tiedot vääristä komponenteista paperille ja toimittamalla ne työsuunnitteluun. Tällä tavalla on saatu väärrien komponenttien määrä toistuvissa tuotteissa minimoitua. Asennusvirheiden osalta on toimittu henkilökohtaisen palautteen avulla, virheen huomannut henkilö on kertonut virheet suoraan niiden tekijälle. Henkilökohtaisessa palautteessa on hyvänä puolena tiedon kulkeminen suoraan tekijälle, mutta kuten kaikessa ihmisten välisessä kommunikoinnissa väärin ymmärtämisen vaara on suuri. Yrityksessä on myös seurattu tarkastustyövaiheen aikoja, joista on voitu tehdä johtopäätöksiä virheiden määristä.

3.2 KMT-vikaohjelma

Ohjelma on SQL-pohjainen ja suunniteltu vastaamaan yrityksen tarpeita. Ohjelma on suunniteltu helppokäyttöiseksi, jotta asentajat jaksaisivat kirjata virheitä ohjelmaan. Yksi pääperiaatteista ohjelman suunnittelussa oli kirjoittamisen minimointi. Ohjelma on yhdistetty yhtiön ERP-järjestelmään ja näin ollen vikaohjelmaan ei tarvitse kirjoittaa kuin tuotantotilauksen numero ja valita minkälainen virhe on kyseessä. Ohjelmaa kehittäessä suunniteltiin myös virheen kohdentamista asentaja kohtaisesti. Henkilökohtaisesta kohdentamisesta kuitenkin luovuttiin, kohdentamisesta johtuvien negatiivisten vaikutusten vuoksi. Ohjelmasta saadaan taulukkolaskentadokumentti virheistä, jolloin virheiden analysointi onnistuu normaaleilla toimisto-ohjelmilla. Tähän dokumenttiin on sisällytetty myös tietyt tiedot ERP-järjestelmästä.

3.3 Kerätty virhetieto

Tutkimuksessa selvitettiin miten asentajat kirjaavat virhetietoja KMT-vikaohjelmaan. Kyselytutkimuksen perusteella virheiden kirjaamisessa oli suuria eroja. Puuttuvien osien osalta kirjaaminen tapahtuu lähes sataprosenttisella varmuudella, mutta asentajien tekemiä "pikku" virheitä ei välttämättä kirjattu ollenkaan. Kerätyistä virhetiedoista selvisi myös henkilöiden erilaiset kirjaamistavat, vaikka ohjelma on suunniteltu siten että kaikki samankaltaiset virheet kirjautuisivat samanlaisesti. Tästä kirjausten erilaisuudesta johtuen on lisäkouluttaminen ja opastaminen suotavaa, jotta virhetiedot olisivat samankaltaisissa tilanteissa samanlaiset.

Kerätyn virhetiedon relevanssi on ohjelman käyttöönoton jälkeen parantunut huomattavasti ja ohjelmaan on tehty muutoksia, jotta se vastaisi paremmin tuotannossa tehtäviä tuotteita. Kirjaamatta jättäminen johtuu työntekijän subjektiivisen arvion pettämisestä virheen vaikutusta arvioitaessa, oletetaan virheen vaikutukset mitättömiksi ja kertaluontoiseksi inhimilliseksi virheeksi. Toisaalta pienet inhimilliset virheet voivat johtua vääristä tuotantotavoista, jotka eivät tule esille ja näin ollen heikentävät kokonaislaatua.

Kokonaisuudessaan virhetietoja on kirjailtu kiitettävän ahkerasti ja ainakin puuttuvien osien osalta saatu korjattua tuotteiden rakenteita. KMT-vikaohjelmaan kirjataan virheitä vielä toistaiseksi ahkerasti, koska on kyseessä uusi toimintatapa. Tulevaisuudessa kynnyks kirjata virheitä KMT-vikaohjelmaan tulee kasvamaan, jollei yritys pysty näyttämään toteen kirjaamisesta saatavia hyötyjä.

4 VIRHEET SOLUITTAIN

4.1 Työsuunnittelu

4.1.1 Toimintatavat

Työsuunnittelu on ensimmäinen vaihe tuotantoa ajatellen. Työsuunnittelussa asiakkaan materiaali käydään läpi ja lisätään komponentit yhtiön ERP ohjelmistoon, josta komponentit menevät ostoon. Työsuunnittelun muihin työ tehtäviin kuuluu edellisten lisäksi resurssien varaaminen, mahdollisten tuotanto-ohjeiden teko ja työnajoitus. Yksinkertaistettuna työsuunnittelussa asiakkaan materiaali käydään läpi, jotta tuote voitaisiin valmistaa tuotannossa.

Tällä hetkellä yhtiöllä on käytössä kaksi päällekkäistä ohjelmaa, joista toinen on suunniteltu dokumenttien hallintaan ja toinen tavaroiden sekä resurssien hallintaan tarkoitettu ohjelma eli ERP ohjelma. Työsuunnittelussa asiakkaan määrittelemät komponentit lisätään dokumenttien hallintaohjelmaan, josta ne siirtyvät automaattisesti ERP ohjelmaan ja sitä kautta tilaukseen. Vaikkakin dokumenttien hallintaohjelma vie automaattisesti komponenttilistauksen ERP ohjelmaan, tämä tiedonsiirto ei ole kaksisuuntainen. ERP ohjelmaan tehdyt muutokset pitää manuaalisesti viedä dokumenttienhallinta ohjelmaan.

Kahden eri ohjelmiston käytöstä johtuen yrityksessä on käytössä kaksi erillistä nimitystä ohjelmistojen listauksille. Rakenteella tarkoitetaan dokumenttien hallintaohjelman listausta ja työmääräimellä ERP ohjelmiston listausta.

Nimitykset ovat saaneet alkunsa yhtiön toimintatavasta, jossa tuotteen rakenteella ovat muuttumattomat osat ja tuotantotilauksella on rakenteen osat ja projektin muuttuvat osat.

4.1.2 Virheet ja niiden syntymismekanismit

Tutkimuksessa selvisi, että suhteellisesti suurin osa virheistä syntyy työsuunnittelussa ja näin ollen aiheuttaa komponenttivirheitä. Sähkökeskusten kokoonpanossa komponentit saattavat muodostaa 99% valmistuskustannuksista, joten komponentti virheet voidaan lukea kriittisiksi virheiksi. Tämä on tiedostettu jo aiemminkin ja oli yksi osasy syy miksi KMT-vikaohjelma lanseerattiin.

Komponenttivirheet ovat siitä ongelmallisia, että tarvittavien komponenttien saatavuus saattaa olla heikkoa ja tilausaika pitkä, tällöin asiakkaan tuote on keskeneräisenä tuotannossa ja aiheuttaa täten taloudellisia tappioita yhtiölle sekä saattaa myöhästyä asiakkaan toivomasta toimituspäivästä, jolloin myöhästymissakot heikentävät tuottavuutta.

4.2 Keräily

4.2.1 Toimintatavat

Keräilyvaiheessa tuotteeseen tarvittavat komponentit kerätään ERP ohjelmasta saatavan listan mukaisesti ja toimitetaan seuraavaan työvaiheeseen eli kalustukseen. Ideaalitalanteessa tuotteen komponenttien keräily aloitetaan vasta siinä vaiheessa, jolloin kaikki tarvittavat komponentit ovat saapuneet.

Käytännössä tuotteen komponentteja aloitetaan keräämään etukäteen ennen kaikkien tavaroiden saapumista sekä toimitetaan seuraavalle työvaiheelle, jos tiedetään että puuttuvat komponentit eivät aiheuta merkittävää haittaa tuotannolle ja kyseinen komponentti voidaan asentaa jälkikäteen ilman suurempia operaatioita.

4.2.2 Virheet ja niiden syntymismekanismi

Keräilyvaiheessa syntyvät viat ovat lähinnä komponenttien laskentavirheitä. Virheiden määrä tarkastelujaksolla oli mitättömän pieni suhteutettuna kerättyjen komponenttien määrään, käytännössä nolla. Yhtiössä on käytössä pystymallinen varastoautomaatti, jonka ohjelmisto ei ole yhteensopiva ERP ohjelmiston kanssa. Yhteensopimattomuudesta johtuen keräilyvirheet aiheuttavat varastosaldovirheitä ohjelmistojen välillä, jolloin saatetaan tilata vääriä määriä tuotteita.

4.3 Kalustus

4.3.1 Toimintatavat

Kalustussolussa suoritetaan tuotteen mekaaninen kokoonpano asiakkaan kokoonpanokuvien mukaisesti. Tuotteesta riippuen voidaan tuote valmistaa yhdeksi kokonaisuudeksi tai jaotella tuote pienempiin osakokoonpanoihin. Ideaalitulanteessa asiakkaalta tulee yksityiskohtaiset ohjeet komponenttien sijoittelusta, mutta käytännössä sijoittelukuva ei ole mittatarkka, joten sijoittelu joudutaan tekemään kokemuksen perusteella. Tarkkojen sijoittelukuvien puuttuessa asentajat joutuvat komponenttien sijoittelussa ottamaan huomioon monia erilaisia vaatimuksia, mm. asiakkaan vaatimukset, komponentti valmistajan määräykset, luokituslaitoksen vaatimukset ja jne.

4.3.2 Virheet ja niiden syntymismekanismi

Yleisimmät virheet kalustussolussa olivat inhimillisiä virheitä, joitain epäselvyyksiä oli myös asiakkaan materiaaleissa. Virheiden määrä suhteutettuna asennettujen komponenttien määrään oli pieni, joista suurin osa oli inhimillisiä virheitä ja taloudelliselta merkitykseltään vähäisiä. Virheiden vähyden suurelta osin selittävät kyseessä olevien työntekijöiden ammattitaito ja vankka kokemus. Kyseiset työntekijät ovat käytännössä ainoastaan tehneet kalustussolun töitä, jolloin vuosien aikana kertynyt kokemus ja toimintatavat ovat pienentäneet virheiden määrää. Toisaalta osa esille tulleista vioista johtui tietämättömyydestä, miten komponenttien väliset sähköiset liitännät tehdään.

4.4 Kyt Kentä

4.4.1 Toimintatavat

Kyt Kentäsolun työt alkavat, kun tuote saadaan valmiiksi edellisestä työvaiheesta eli kalustuksesta. Kyt Kentätyövaiheessa tehdään sähköiset liitännät komponenttien välillä. Yrityksessä kyt Kentä tehdään kolmella eri tavalla, jotka ovat valmiit johtosarjat, kyt Kentälistat ja piirikaaviot. Näistä yleisin yrityksessä käytössä oleva tapa on piirikaaviosta kyt Kentä.

Piirikaaviossa kuvataan symboleilla eri komponentit ja niiden kyt Kentä pisteet ja viivoilla määritellään miten johdin pitää kyt Keä. Esittämistapa vaatii asentajalta koulutusta ja vankan kokemuksen, toisaalta esittämistapa kertoo kokeneelle asentajalle, miten laite toimii yhdellä silmäyksellä. Tämä toimintatapa on virheherkin edellä mainituista toimintatavoista, koska tulkinnan lisäksi asentajan tulee tietää minkä värisellä ja kokoisella johtimella kyt Kentä tehdään. Tosin joissakin piirikaavioissa on määritelty johtimen koko ja väri.

Kyt Kentälista on myös eräs kyt Kentätapa yrityksessä. Kyt Kentälista eroaa piirikaavioista siten että listassa lukee selkokielellä mistä komponentista ja kyt Kentäpisteestä johdin lähtee ja mihin se menee. Myös johtimen koko, väri, päättäminen ja pituus on määritelty. Tällä toimitavalla voidaan asentajaksi valita pelkästään opastettu henkilö, jolle on perehdytetty johdon päättäminen ja sen liittäminen. Virheiden suhteen tämä toimintatapa ei ole yhtä herkkä kuten piirikaavioista kyt Kentä. Toisaalta tuotteen toimintaa on lähes mahdoton selvittää listojen perusteella.

Valmiita johtosarjoja käytetään myös yhtiön eräissä tuotteissa. Johtosarjalla tarkoitetaan valmiiksi tehtyjä johtoja, joihin on merkitty niiden kyt Kentäpisteet. Tämä on helpoin tapa tehdä sähköiset kyt Kennät, koska asentajan tarvitsee ainoastaan liittää johdin siihen merkittyyn pisteeseen. Johtosarjat sopivat sarjatuotteeseen, jossa ei ole isoja muutoksia vaativia variaatioita.

4.4.2 Virheet ja niiden syntymismekanismi

Tutkimuksen aikana huomattiin eräissä tuotteissa kytkentävirheiden olevan pieniä suhteutettuna kytkettyjen johtimien määrään, mutta toisissa tuotteissa virheiden suhteellinen määrä oli huomattava. Virheiden eroavaisuuksia tarkasteltaessa huomattiin, että kohtalaisen helpossa ja useasti valmistettavassa tuotteessa oli suhteellisesti eniten virheitä. Työntekijöiden haastattelulla saatiin selville työntekijän ammattitaitoon verrattuna helpon ja monotonisen työn aiheuttavan keskittymisen herpaantumista, josta seuraa suhteellisen paljon virheellisiä kytkentöjä.

4.5 Tarkastus ja testaus

4.5.1 Toimintatavat

Tarkastus ja testausvaiheessa asiakkaan tuote tarkastetaan vastaamaan asiakkaan vaatimusten mukaisuutta, sijoituskohteen standardeja ja muita mahdollisia vaatimuksia. Yhtiön valmistamista tuotteista suurin osa asennetaan laivoihin, joten näihin tuotteisiin kohdistuu myös loppuasiakkaan määrittelemän luokituslaitoksen määräyksiä. Nämä määräykset menevät asiakkaan vaatimusten edelle. Luokituslaitoksen määräyksistä johtuen tarvitsee kaikki tuotteet testata sähköisesti ja tehdä eristysvastus- ja jännitekokeet. Laivapuolen tietyissä tuotteissa tai kokonaisuuksissa kutsutaan kyseessä olevan luokituslaitoksen edustaja tarkastamaan tuote tai kokonaisuus, että se vastaa luokituslaitoksen sääntöjä ja määräyksiä. Joissakin tuotteissa myös asiakas tulee tekemään FAT (Factory Acceptance Test) kokeen. Erikoismainintana voidaan kertoa yhtiöllä olevan DNV GL luokituslaitoksen MSA (Manufacturing Survey Arrangements) lupa tietyille tuotteille. MSA lupa antaa valmistajalle mahdollisuuden tarkastaa ja testata laite tai kokonaisuus luokituslaitoksen vaatimusten mukaiseksi ilman virallista tarkastajaa luokituslaitokselta.

4.5.2 Virheet ja niiden syntymismekanismi

Tarkastuksen ja testaus työvaiheen virheitä seurataan ulkoisten reklamaatioiden määrällä, joita tarkastelujakson aikana ei tullut. Yrityksessä on saatu pidettyä laatutaso korkealla ja työstä johtuvien ulkoisten reklamaatioiden määrä on erittäin vähäinen.

4.6 Virheiden vaikutus kokonaisuuteen

Kokonaisuutta ajatellen virheet lisäävät läpimenoaikaa, aiheuttavat työmotivaation laskua, lisäävät tarkastustyövaiheen työmäärää ja aiheuttavat taloudellisia tappioita, sekä aiheuttavat toimituksen myöhästymisen.

Läpimenoajan lisäys tulee virheen korjaamiseen menevästä ajasta. Teoreettisesti ajatellen työsuunnitteluvirheen ollessa kyseessä saattaa tuotteen läpimenoaika lisääntyä viikoilla, jos komponentin toimitusaika on pitkä. Kalustuksen ja kytkennän virheet saattavat myös lisätä läpimenoaikaa päivillä. Lisäksi virheet hankaloittavat tuotannon ennustettavuutta, joka aiheuttaa työnajoituksessa ongelmia.

Virheistä puhuttaessa tarvitsee ottaa huomioon myös työntekijöiden työmotivaation heikentyminen. Tällä motivaation heikentymisellä saattaa olla todellisuudessa suurempi merkitys työaikoihin, kuin virheiden korjaamiseen kulunut aika, sillä työmotivaation heikentyminen vaikuttaa myös virheettömien tuotteiden työaikoihin. Työmotivaation heikentymistä voidaan mitata työtyytyväisyys kyselyjen avulla, joita yrityksessä tehdään vuosittain.

Tarkastus työvaiheelle aiheutuu myös ylimääräistä kuormitusta ja aiheuttaa läpimenoajan pidentymistä. Tämän tutkimuksen seurauksena ehdotettiin myös tuotekohtaisten tarkastusaikojen seuranta, joka on helposti saatavilla yhtiön ERP järjestelmästä. Tarkastusaikojen seuranta on myös yksi oleellinen mittari tarkasteltaessa yhtiön laaduntuottokykyä. Aikojen seuranta ei kerro kaikkea tuotannon tehokkuudesta, mutta sillä saadaan pitkällä aikavälillä seurattua mahdollisia laadun muutoksia.

Taloudellisia tappioita aiheutuu pidentyneistä läpimenoajoista, virheellisten komponenttien tilaamisesta, virheen korjaamiseen menevästä ajasta ja työmotivaation laskemisesta. Taloudellisista tappioista kerrotaan lisää luvussa 6.

5 VIRHEIDEN RAPORTOINTI

5.1 Raportointi tuotantoon

Työn tavoitteena oli tuottaa ehdotus koko tehdasta ja kaikkia tuotteita koskeva virheraportti, vaikka työ oli muuten rajattu kolmeen eri tuotteeseen. Kaikkia tuotteita koskeva virheraportti kertoisi eri vaiheiden työntekijöille, miten he ovat suoriutuneet laadun tuottamisessa ja toisi esille tuotannon laaduntuottokyvyn pullonkaulat.

Raportin suunnittelu aloitettiin vertailemalla virheitä eri tuotteissa, kaikkien työvaiheiden osalta. Vertailussa huomattiin virheiden tyyppien epäsäännöllisyys eri tuotteiden välillä. Tarkempi analyysi paljasti tuotteiden tekotavoissa ja suunnittelussa niin suuria eroja, että yhdestä virheraportista luovuttiin. Yhtenevän raportin luominen olisi mahdollista, mutta se ei kertoisi todellista laaduntuottokykyä.

Yhtenevän raportin sijaan suunniteltiin tuotekohtainen virheraportti, josta selviää eri tuotannon työvaiheiden virheet suhteutettuna työvaiheessa tehtyyn työn määrään. Virheraporttiehdotus koskee ainoastaan useasti tehtäviä tuotteita eikä koske täysin ainutkertaisia projekti tuotteita. Tuotekohtaisia virheraportteja ei suositeltu näytettäväksi tuotantoon, koska yhtiössä valmistetaan monia erilaisia tuotteita.

Tuotekohtaisista virheraporteista toimihenkilöt ja laatutiimi voisivat seurata mahdollisia laatuongelmia tuotteissa ja puuttua niiden syntymiseen. Tuotantoon esitettäväksi virheraportiksi haluttiin yksinkertainen ja helposti luettava, jotta raportti olisi mahdollisimman ymmärrettävä.

Raportiksi ehdotettiin kaaviota jossa olisi virherivien kappale määrä työvaiheittain ja valmistuneiden tuotteiden määrä, aikaväliksi ehdotettiin yhtä viikkoa. Tällä tavalla toteutettuna raportti ei kuvaa tarkasti missä työssä mahdolliset virheet syntyivät, mutta antavat tuotannon työntekijöille tietoa missä työvaiheessa virheitä syntyy. Epätarkkuuden hyvänä puolena voidaan pitää työntekijän tunnistamattomuus, näin ketään työntekijää ei voida suoraan syyttää virheiden tekemisestä, vaikkakin yksittäisen työntekijän virheet on mahdollista selvittää yhtiön järjestelmistä.

5.2 Rajojen määrittelyminen

Oleellisena osana virheiden raportointia on määritellä niille raja-arvot, eli kansanomaisesti toimenpiderajat. Ideaalilanteessa voitaisiin määritellä jokaiselle tuotteelle reagointi raja-arvo, jolloin saataisiin tarkkaa tietoa tuotteen virheistä ja pystyttäisiin puuttumaan tuotteiden ongelmiin tehokkaasti. Ongelmana tässä on että virheseuranta kuormittaisi liikaa yhtiön laatutiimiä ja näin ollen saavutetut rahalliset hyödyt saattaisivat jäädä pieniksi. Toisaalta nykyisin ajatellaan, että kaikki panokset mitä laatuun sijoitetaan, tulevat tuottamaan itsensä takaisin jossain vaiheessa tuotteen elinkaarta.

Tämä laadun maksamattomuus kannattaa tuotteilla joita valmistetaan suuria määriä, yhtiössä kyseinen ajattelu ei tulisi kannattamaan tuotteiden muuttumisen vuoksi. Saattaa olla, että tismalleen samanlaista tuotetta tehdään vain kymmeniä kappaleita ja seuraavassa sarjassa yli puolet osista on muuttunut sekä sen seurauksena työtavat. Toisaalta yhtiössä valmistetaan myös sarjatuotteita, joiden elinkaari on monia vuosia. Näissä sarjatuotteissa virheet pyritään minimoimaan PDCA mallin mukaisesti ensimmäisestä sarjasta lähtien.

Virherajojen määrittelyssä törmättiin samaan ongelmaan kuin raporttien määrittelyssä, toisistaan eroavat tuotteet hankaloittavat yhden rajan määrittelyä. Tarkkaa yhtenevää virherajaa oli mahdoton määritellä, koska tuotteiden valmistamiseen tarvittava työmäärä vaihtelee muutamasta tunnista jopa satoihin tunteihin. Työssä päädyttiin ehdottamaan rajaksi pitkän aikavälin keskiarvoja, joka saadaan tuotantoon ehdotetusta raportista. Tämäkään raja ei ole luotettava vaan vaatii laatutiimiltä vielä virheiden tarkastelua visuaalisesti KMT-vikaohjelmasta saatavasta listauksesta.

Työn tuloksena myös suositeltiin tuote kohtaisia virheraportteja sekä rajoja. Tällä tavalla saataisiin eksaktia tietoa mahdollisista ongelmista eri tuotteissa ja niitä voitaisiin vertailla keskenään. Tällä hetkellä laatutiimi käyttää Pareto-diagrammia (Haverila, Uusi-rauva, Kouri & Miettinen 2005, 391) virheitä seuloessaan. Tämä periaate on kohtalaisen epätarkka, mutta toimiva ratkaisu, kunnes yhtiössä saadaan tuotekohtaiset laatumittarit valmiiksi.

6 VIRHEIDEN TALOUDELLISET MERKITYKSET

6.1 Menetetty työaika

Menetetyn työajan määrää laskiessa käytettiin minimi arvioita, joka menee kyseisen virhetyypin korjaamiseen. Tällä tavalla saatiin laskettua hukkaan mennyt työaika, joka menetettiin virheiden korjaamiseen.

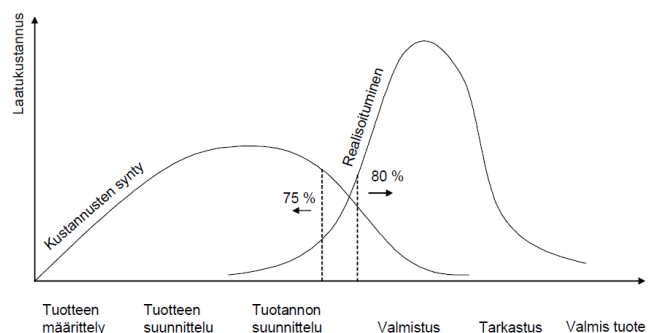
Todellisuudessa joidenkin virheiden korjaamiseen kulunut aika on huomattavasti suurempi kuin laskennassa käytetty aika.

Minimi aikaan päädyttiin sen yksinkertaisuuden takia, todellisen ajan määrittelemiseen olisi tarvinnut käydä jokainen virhe erikseen läpi ja tarkastella ko. virheen korjaamiseen mennyttä aikaa. Tätä tarkkaa määritystä ei pystytty tekemään tutkimuksen resurssien rajoissa. Määrittelyssä keskityttiin ainoastaan yleisimpiin vikoihin, jotka selvisivät tutkimuksen aikana.

6.2 Havaintovaiheen merkitys

Havaintovaiheen merkitys tutkittaessa tarkasteltiin yleisimpiä virhetyyppejä, jotka olivat tulleet esille tutkimusta tehtäessä.

Havaintovaiheen merkitystä menetettynä työaikana arvioitiin haastatteleamalla työntekijöitä. Näin saatiin arvio, miten havaintovaihe vaikuttaa virheen korjaamiseen kuluvaan aikaan. Tulokset eivät olleet yllättäviä, sillä kaikilla virhetyypeillä virheen korjaamiseen kulunut aika lisääntyi mitä pidemmällä tuote oli edennyt tuotannossa.



Kuva 2 Laatu kustannusten syntyminen ja realisoituminen. (Jyri Pötry & Kai Häkkinen 2004, 12)

Kuten (Jyri Pötry & Kai Häkkinen 2004) väliraportista selviää, kustannuksia aiheuttavat laatuongelmat syntyvät suunnittelussa ja hallinnossa, mutta ongelmat realisoituvat vasta tuotannossa. Kuten kuvassa 2 selviää.

7 YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoitteina oli selvittää kolmen tuotteen osalta vikojen kirjaamista, monitorointia ja taloudellisia vaikutuksia sekä koko tuotantoyksikköä koskevaa mittarointia. Tutkimuksessa selvisi erään työvaiheen suhteellisen suuret ongelmat projektityyppisten tuotteiden kanssa ja ehdotettiin työntekijöiden lisäkoulutusta. Tutkimuksessa selvinneiden virheiden tyypit ja niiden vaikutukset olivat samankaltaisia (Jyri Pötry & Kai Häkkinen 2004) väliraportin kanssa. Näiden virheiden vähentäminen vaatii työntekijöiden kouluttamista tai kuten (Jyri Pötry & Kai Häkkinen 2004, 35) väliraportissa ehdotetaan, tiivistetään yhteistyötä tilaajien kanssa, jolloin kummatkin osapuolet saavat synergia etuja. Näitä etuja ovat mm. nopeampi tilaus-, ja toimitusaika, pienentyneet kustannukset ja tuotteiden laadun paraneminen.

Tutkittujen tuotteiden kohdalla oletettiin KMT-vikaohjelmasta saatavan listauksen olevan merkittävimpien virheiden osalta täysin oikein. Työntekijöitä haastatteleamalla saatiin selville, että suurimmat ja merkittävimmät virheet kirjataan aina KMT-vikaohjelmaan. Toisaalta yksittäisiä ja merkitykseltään pieniä vikoja ei aina kirjattu ohjelmaan. Tutkittujen tuotteiden osalta tarkastelujakson aikana ei tullut yhtään reklamaatiota, joten yhtiön sisäinen laadunvarmistusjärjestelmä toimii täydellisesti.

Tutkimuksen kohteena olleista tuotteista saatiin määriteltyä suhteelliset virheet. Tuotteiden virheet suhteutettiin solukohtaisesti, solussa tehtyyn työmäärään nähden ja näin saatiin pitkänajan keskiarvo ”6 kuukautta” virheiden määrälle. Määriteltyjen tuotteiden virheet käsiteltiin manuaalisesti ja rajallisten resurssien vuoksi ei automaattista virheraporttia saatu valmistettua. Tutkimuksen taloudellisessa osiossa tutkittiin koko tuotannon virheitä ja euromäärän sijasta käytettiin virheiden korjaamiseen kuluneena aikana. Tuloksena syntyi mini arvio menetetyistä työajasta.

Tutkimuksen aikana pidettiin laatutiimi tietoisena esille tulleista asioista ja käsiteltiin niitä yleisellä tasolla. Laatutiimin mukanaolo takasi tutkimuksen aikana valtavasti tukea ongelmien selvittämiseen ja näkökantoja miten ongelman ratkaisua voidaan lähestyä. Laatutiimin tuesta huolimatta ongelmien selvittäminen ja eri ratkaisumallien tuottaminen jäi allekirjoittaneen ongelmaksi, tiimin ehdotuksien perusteella ongelmia arvioitiin mm, tilastomatematiikan, ISO 9001 standardin ja Six Sigman avulla. Tässä yhteydessä kiitän laatutiimiä saamastani tuesta.

LÄHDELUETTELO

SFS-EN ISO 9001:2015 Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. 2015 Suomen standardoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 8.6.2016 <http://www.sfs.fi>

Haverila, M., Uusi-rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Infacs

Jyri Pötry & Kai Häkkinen 2004. Laatuvirheet alihankintakonepajoissa havaintoja vuonna 2004 Laatuoli-projektin osaraportti. Helsinki: VTT tietopalvelu. Viitattu 8.6.2016. ISBN: 951-38-6577. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>