

School of Business and Management

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Toimitusketjun johtaminen

Sami Pesu

**Laadunhallintajärjestelmän ylläpitäminen ja kehittäminen
hissikorivalmistuksessa**

Diplomityö

Työn tarkastajat:

Professori Timo Pirttilä

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Sami Pesu	
Työn nimi: Laadunhallintajärjestelmän ylläpitäminen ja kehittäminen hissikorivalmistuksessa	
Vuosi: 2018	Paikka: Hyvinkää
Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous. 76 sivua, 17 kuvaa, 7 taulukkoa. Tarkastaja: Professori Timo Pirttilä	
Hakusanat: laadunhallintajärjestelmä, riskianalyysi, valmistava teollisuus, jatkuva parantaminen, hissikori	
<p>Työn tavoitteena on löytää puutteet laadunhallintajärjestelmässä sekä kehittää toimintatapoja, joiden avulla voidaan paremmin ennaltaehkäistä riskejä sekä analysoida järjestelmällisemmin saatua laaturapautetta.</p> <p>Puutteiden kartoittamiseen työssä hyödynnetään prosessikuvauksia, joiden tarkoituksena on visualisoida laadunhallintajärjestelmän nykytila sekä siinä esiintyvät puutteet. Riskien ennaltaehkäisyyn työssä luodaan riskianalyysi, jonka avulla pyritään kartoittamaan nykyisiä riskejä sekä ideoimaan korjaavia toimenpiteitä ja prosessinaikaisia tarkastuksia, joiden pohjalta voidaan luoda tarvittavat työohjeet. Ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta voi silti syntyä laaturapautetta, jonka järjestelmälliseen analysoimiseen diplomityössä esitellään toimintatapoja. Laaturapautteeseen pyritään reagoimaan yhdistelemällä jatkuvan parantamisen filosofioita niiden kanssa yhteensopiviin laadunhallintaan soveltuviin työkaluihin kuten juurisyyanalyysiin.</p> <p>Prosessikuvaukset sekä riskianalyysit todettiin toimiviksi diplomityön tavoitteiden saavuttamiseen. Kuvausten avulla laadunhallintajärjestelmän puutteet on mahdollista havaita ja riskianalyysit toimivat riskien ennaltaehkäisyyn. Jatkuvan parantamisen filosofioiden yhdistäminen juurisyyanalyysiin luovat hyvän pohjan laaturapautteen analysoimiseen, mutta käytännön tulokset selviävät vasta diplomityön jälkeen, kun toimintatavat otetaan laadunhallintajärjestelmässä käyttöön.</p>	

ABSTRACT

Author: Sami Pesu	
Subject: Maintaining and developing quality management system in elevator car manufacturing	
Year: 2018	Place: Hyvinkää
Master's Thesis. Lappeenranta University of Technology, Industrial Engineering and Management. 76 pages, 17 figures, 7 tables. Supervisor: Professor Timo Pirttilä	
Keywords: quality management system, risk analysis, manufacturing industry, continual improvement, elevator car	
<p>The goal of the thesis is to find shortcomings in the quality management system and to develop the system so that prevention of risks and reacting to quality feedback would form the basis of the new quality management system.</p> <p>Process mapping is used to visualize the current state and the shortcomings of the quality management system. To prevent risks, risk analysis is used to identify risks, corrective actions and possible quality checks in the process. Corrective actions and quality checks can be used as the basis of control plan and work instructions. Despite preventive measures taken to reduce risks, quality feedback can still be received. In the thesis philosophies of continual improvement are combined with compatible quality management tools, such as root cause analysis, so that there are methods to react to quality feedback received in the quality management system.</p> <p>Process mapping and risk analysis work well for achieving the goals of the thesis. Mapping makes it easy to find shortcomings in the quality management system. Risk analysis can be used successfully to prevent the risks in the process and to create corrective actions based on identified risks. Combining philosophies of continual improvement with different root cause analysis create good basis for analyzing received quality feedback. The success of analyzing feedbacks with methods presented in the thesis cannot be determined before the actions are implemented in the quality management system.</p>	

ALKUSANAT

Diplomityö on tehty KONE Industrial Oy:n Hyvinkäällä sijaitsevalle hissikoritehtaalte. Haluan erityisesti kiittää diplomityölle asetettua ohjausryhmää tuesta tutkimuksen eri vaiheissa. Ohjausryhmä sekä muu koritehtaan henkilökunta olivat suureksi avuksi diplomityön käytännön osuuden suorittamisessa. Kiitos kaikille teille, joiden haastattelujen avulla sain kerättyä tarvittavaa aineistoa tutkimusta varten.

Haluan myös kiittää ohjaajaani tuesta diplomityön eri vaiheissa. Ohjaajan tuen avulla diplomityötä saatiin jäsenneltyä oikeaan suuntaan ja ilman ohjaajan panosta työ voisi olla hyvinkin erinäköinen. Iso kiitos myös oikolukijoille sekä muille läheisille tuesta diplomityön eri vaiheissa.

Hyvinkäällä 28.3.2018

Sami Pesu

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1	JOHDANTO	7
1.1	Työn tausta	7
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	7
1.3	Työn toteutus	8
1.4	Raportin rakenne	9
2	JATKUVA PARANTAMINEN	11
2.1	PDCA-malli.....	12
2.2	DMAIC-malli	14
2.3	Menetelmien soveltaminen.....	15
3	LAADUNHALLINNAN TYÖKALUT	19
3.1	PFMEA-riskianalyysi.....	19
3.1.1	Käyttäminen	22
3.1.2	Kritiikki.....	24
3.2	Laadunhallinta ja ohjaussuunnitelma	26
3.3	Prosessien mallintaminen	28
3.3.1	Prosessien kuvaaminen	29
3.3.2	Prosessien kehittäminen.....	31
3.4	Juurisyyanalyysit	33
3.4.1	5 miksiä.....	33
3.4.2	Aivoriihi	33
3.4.3	Kalanruotoanalyysi	34
3.4.4	Juurisyyanalyysien vertailu.....	35
4	TAVOITETILAN MALLINTAMINEN	37

4.1	Prosessikuvaukset.....	37
4.2	Prosessien tavoitetila	39
4.3	Tarvittavat toimenpiteet	44
5	RISKIEN ENNALTAEHKÄISY	47
5.1	PFMEA-riskianalyysi.....	48
5.2	Ohjaussuunnitelma	52
6	LAADUNHALLINNAN KEHITTÄMINEN JATKOSSA.....	55
6.1	Riskianalyysi ja ohjaussuunnitelma	56
6.2	Palautteen käsittely.....	57
6.3	Laadunhallintajärjestelmä	62
6.4	Koonti.....	63
7	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	66
7.1	Työssä käytetyt työkalut.....	66
7.2	Tarvittavat toimenpiteet	67
7.3	Käytettyjen menetelmien soveltuvuus.....	69
8	YHTEENVETO	71
	LÄHTEET.....	73

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Diplomityö tehdään KONE:lle, joka on kansainvälinen hisseihin ja liukuportaisiin erikoistunut yritys. Toimintaympäristönä työssä on KONE:n Hyvinkään toimipisteessä sijaitseva hissikoritehdas. Hissikoritehtaan lisäksi Hyvinkäällä sijaitsevat myös hissien sähköistyksiä sekä nostokoneistoja valmistavat tehtaat.

Koritehtaan laadunhallintajärjestelmä on hajanainen joukko erilaisia työohjeita ja laatudokumentteja. Työohjeet eivät ota täysin huomioon työvaiheisiin sisältyviä laatuun liittyviä riskejä ja ohjeiden ylläpitämiseen sekä kehittämiseen ei ole luotu menetelmiä. Riskien ennaltaehkäisyyn ei siis ole riittävästi panostettu, minkä lisäksi ongelmiin ei reagoida siten, että pyrittäisiin poistamaan ongelmien aiheuttajat. Koritehtaan toiveena olisikin jatkossa keskittyä ongelmien korjaamisen sijaan enemmän niiden ennaltaehkäisyyn. Laadunhallintajärjestelmän kokonaiskuva on työtä aloitettaessa epäselvä koritehtaan laatuosastolle, sillä laadunhallintajärjestelmän kehittämisen sijaan on keskitytty ensisijaisesti havaittujen ongelmien korjaamiseen. Laadunhallintaan liittyen isoimpana haasteena koritehtaalla onkin ollut laadunhallintaan liittyvän toiminnan systemaattinen ylläpitäminen sekä kehittäminen.

Laatustandardit ohjaavat laadunhallintaa, mutta koritehtaan tavoitteena on kehittää laadunhallintaa myös standardien asettamia vaatimuksia pidemmälle. Tästä syystä koritehtaalla on aloitettu isompi laadunhallinnan kehittämishanke. Diplomityö on osa tätä kehittämishanketta ja työssä keskitytään erityisesti siihen, miten ja minkälaisilla menetelmillä sekä työkaluilla laadunhallintajärjestelmää tulisi jatkossa kehittää. Laadunhallinnan kehittämishankkeen tavoitteena on järjestelmällistää sen jatkuvaa ylläpitoa sekä kehittämistä. Hankkeen tuloksena tulee selvittää puutokset laadunhallintajärjestelmässä, kehittää menetelmiä riskien ennaltaehkäisyyn sekä toimintatapoja tilanteisiin, joissa ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta pääsee syntymään laatuvirhe.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Diplomityön tavoitteena on luoda edellytykset laadunhallintajärjestelmän ylläpidolle sekä jatkuvalla kehittämiselle. Tätä tarkoitusta varten työssä esitellään jatkuvan parantamisen filosofioita sekä niiden kanssa yhteensopivia laadunhallintaan soveltuvia työkaluja. Tavoitteena on yhdistellä näitä kahta osa-aluetta siten, että ne muodostavat tulevaisuudessa laadunhallintajärjestelmän rungon. Tavoitteena on, että diplomityön tuloksena koritehtaalla olisi tiedossa miten jatkuvan parantamisen filosofioita

voidaan hyödyntää laadunhallintajärjestelmän ylläpitämisessä sekä kehittämisessä ja mitä laadunhallinnan työkaluja missäkin tilanteessa voidaan käyttää.

Työn käytännön osuus jakautuu kolmeen osaan: laadunhallintajärjestelmän puutteiden selvittämiseen, riskien ennaltaehkäisyyn sekä riskeihin reagoimiseen. Ensimmäisen osan tavoitteena on luoda kuvaukset koritehtaan keskeisistä prosesseista, jotta laadunhallintajärjestelmän nykytilannetta voidaan paremmin selvittää. Kuvauksien perusteella pyritään löytämään puutteita laadunhallintajärjestelmästä. Toisen osan tavoitteena on esitellä menetelmiä, joilla riskejä voidaan ennaltaehkäistä tehokkaasti. Tätä tarkoitusta varten työssä luodaan riskianalyysi yhdelle hissikorikategorialle. Tarkoituksena on, että luotua riskianalyysiä voidaan hyödyntää myös muihin korikategorioihin. Riskianalyysien pohjalta luodaan korjaavia toimenpiteitä, jotka voidaan työohjeiden kautta viedä mukaan koritehtaan päivittäiseen toimintaan. Kolmannen osan tavoitteena on luoda toimintatavat niihin tilanteisiin, joissa ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta pääsee syntymään laatuvirhe. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi diplomityössä pyritään yhdistämään jatkuvan parantamisen filosofioita sekä niiden kanssa yhteensopivia laadunhallintaan soveltuvia työkaluja, mitkä muodostavat tulevaisuudessa laadunhallintajärjestelmän rungon.

Diplomityö toimii laajemman laadunhallinnan kehittämisprojektin suunnitteluvaiheena. Tämä tarkoittaa sitä, että työssä pyritään löytämään järjestelmän puutteita, mutta korjaukset näihin tehdään vasta diplomityön jälkeen. Diplomityössä kuitenkin esitellään esimerkkien kautta ne menetelmät ja työkalut, joiden avulla laadunhallintajärjestelmää sekä sen osia voidaan jatkossa ylläpitää sekä kehittää.

1.3 Työn toteutus

Laatujärjestelmän nykytilan mallintaminen tehtiin alan kirjallisuuden sekä yrityksessä tehtyjen haastattelujen ja havaintojen perusteella. Kirjallisuuskatsauksessa tutustuttiin jatkuvan parantamisen filosofioihin eli PDCA- ja DMAIC-malleihin. Näiden lisäksi tutustuttiin laadunhallintaan soveltuviin työkaluihin, joiden avulla jatkuvan parantamisen filosofiat saadaan yhdistettyä käytännön tekemiseen. Keskeisiksi työkaluiksi diplomityössä nousivat PFMEA-riskianalyysi, juurisyyanalyysit sekä prosessien mallintaminen. Näitä pyrittiin käyttämään PDCA- sekä DMAIC-mallien tukena siten, että nämä mallit sekä työkalut loisivat laadunhallintajärjestelmän rungon. Riskianalyysit toimivat pohjana ennalta ehkäisevälle toiminnalle, juurisyyanalyysit soveltuivat ongelmatapauksiin reagoimiseen ja prosessien mallintamisella pyrittiin selvittämään laadunhallintajärjestelmän nykytila ja löytämään siellä esiintyviä puutteita.

Diplomityön käytännön osuus alkoi yrityksessä tehdyillä haastatteluilla. Haastatteluja pidettiin tuotannon työntekijöille, työnjohdolle ja koritehtaan laatuosastolle. Haastattelut olivat vapaamuotoisia eli valmiita kysymyslistoja ei ollut. Haastattelujen tavoitteena oli tutustua koritehtaan keskeisiin prosesseihin sekä selvittää laadunhallintajärjestelmän dokumentoinnin nykytilanne. Haastattelujen pohjalta luotiin kokonaiskuva laadunhallintajärjestelmän nykytilanteesta sekä pyrittiin löytämään siellä esiintyvät puutteet.

Tämän jälkeen työssä luotiin yhdelle hissikorikategorialle riskianalyysi, jonka tarkoituksena on ennaltaehkäistä tuotannossa esiintyviä ongelmia. Riskianalyysi luotiin valmistettavuudeltaan haastavammalle korikategorialle, sillä täten luotu riskianalyysi soveltuu hyvin myös muiden korikategorioiden pohjaksi. Analyysin tekemisessä oli mukana edustajat koritehtaan tuotannosta, työnjohdosta sekä koritehtaan laatuosastolta. Lopuksi diplomityössä selvitettiin, että miten koritehtaalla tulisi reagoida saatuun laatuvalutukseen. Laatuvalutukseen reagoimisen lisäksi osion tavoitteena oli yhdistellä jatkuvan parantamisen filosofioita sekä laadunhallintaan soveltuvia työkaluja siten, että luotaisiin menettelytavat sille, miten laadunhallintajärjestelmää sekä sen osia tulisi jatkossa kehittää. Osiossa hyödynnettiin koritehtaan saamaa laatuvalutusta, jotta nähtiin, millaisia ongelmia aikaisemmin on havaittu.

1.4 Raportin rakenne

Johdannon jälkeen kirjallisuuskatsauksessa esitellään jatkuvan parantamisen filosofioita, jotka toimivat laadunhallintajärjestelmän ylläpidon sekä kehittämisen pohjana. Tämän lisäksi kirjallisuuskatsauksessa esitellään laadunhallintaan soveltuvia työkaluja, jotka yhdessä jatkuvan parantamisen filosofioiden kanssa muodostavat laadunhallintajärjestelmän rungon. Keskeisiksi työkaluiksi työssä nousee prosessien mallintamisen lisäksi riskien ennaltaehkäisyyn soveltuva PFMEA-riskianalyysi sekä toteutuneiden riskien analysointiin soveltuvat juurisyyanalyysit.

Diplomityön käytännön osuus alkaa prosessien mallintamisella, minkä tarkoituksena on selvittää laadunhallintajärjestelmän nykytilanne sekä löytää siellä mahdollisesti ilmeneviä puutteita, joista luodaan oma listauksensa. Listauksen sisältämät toimenpiteet toteutetaan diplomityön jälkeen. Laadunhallintajärjestelmän puutteiden selvittämisen jälkeen diplomityössä tuotetaan yhdelle hissikorikategorialle riskianalyysi, jonka tavoitteena on riskien ennaltaehkäisy. Riskianalyysissä ideoidaan korjaavia toimenpiteitä, jotka voidaan tuoda koritehtaan käytännön tekemiseen työohjeiden kautta. Diplomityössä tuotettua riskianalyysiä voidaan hyödyntää myös muiden korikategorioiden riskianalyysien pohjalla.

Riskianalyysin jälkeen diplomityössä ideoidaan toimintatapoja tilanteisiin, joissa ennaltaehkäisevistä toimista huolimatta pääsee tapahtumaan laatuvirhe. Tämän osion tarkoituksena on yhdistellä jatkuvan parantamisen filosofioita sekä laadunhallintaan soveltuvia työkaluja siten, että laadunhallintajärjestelmä sisältäisi selkeät toimintaohjeet tilanteisiin, joissa laatuvirheitä pääsee syntymään. Virhetilanteisiin reagoimisen lisäksi osion tarkoituksena on pohtia miten ja millä työkaluilla laadunhallintajärjestelmää sekä sen osia tulisi jatkossa kehittää. Johtopäätöksissä käydään läpi työn keskeiset tulokset sekä pohditaan yrityksessä vielä tarvittavia toimenpiteitä. Johtopäätöksissä kerrataan miten jatkuvan parantamisen filosofiat sekä laadunhallintaan soveltuvat työkalut voidaan yhdistää siten, että ne muodostavat laadunhallintajärjestelmän rungon. Yhteenveto niputtaa yhteen työn keskeisen sisällön ja tulokset.

2 JATKUVA PARANTAMINEN

Spector & Beer (1994) esittelemän määritelmän mukaan TQM (Total Quality Management) on laadunhallintaan liittyvä filosofia, jossa työprosesseja parannetaan jatkuvasti siten, että yrityksen kyky tuottaa korkealaatuisia tuotteita sekä palveluita kustannustehokkaasti paranee. Demingin (1986) mukaan jatkuva parantaminen on keskeinen osa TQM-filosofiaa. Kappaleen tavoitteena on tutustua lyhyesti jatkuvan parantamisen filosofiaan ja tähän liittyen esitellä tarkemmin DMAIC- (define-measure-analyze-improve-control) sekä PDCA-malli (plan-do-check-act), jotka ovat kaksi yleistä jatkuvan parantamisen filosofiaa. Tavoitteena on vertailla malleja keskenään, selvittää mihin tarkoituksiin jatkuvan parantamisen filosofiat soveltuvat sekä selvittää miten niitä voidaan yhdistellä erilaisiin laadunhallintaan soveltuviin työkaluihin, jotka on esitelty tarkemmin kappaleessa 3.

Juergensen (2000) määrittelee jatkuvan parantamisen yksinkertaisesti kehitystoimenpiteiksi, jotka lisäävät menestystä ja vähentävät poikkeamia. Bhuiyan & Baghel (2015) määrittelevät jatkuvan parantamisen yrityskulttuurina, jossa hukkaa pyritään poistamaan yrityksen kaikista prosesseista sekä järjestelmistä. Heidän mukaansa jatkuva parantaminen voi tapahtua joko pienin askelin tai suurien muutosten kautta.

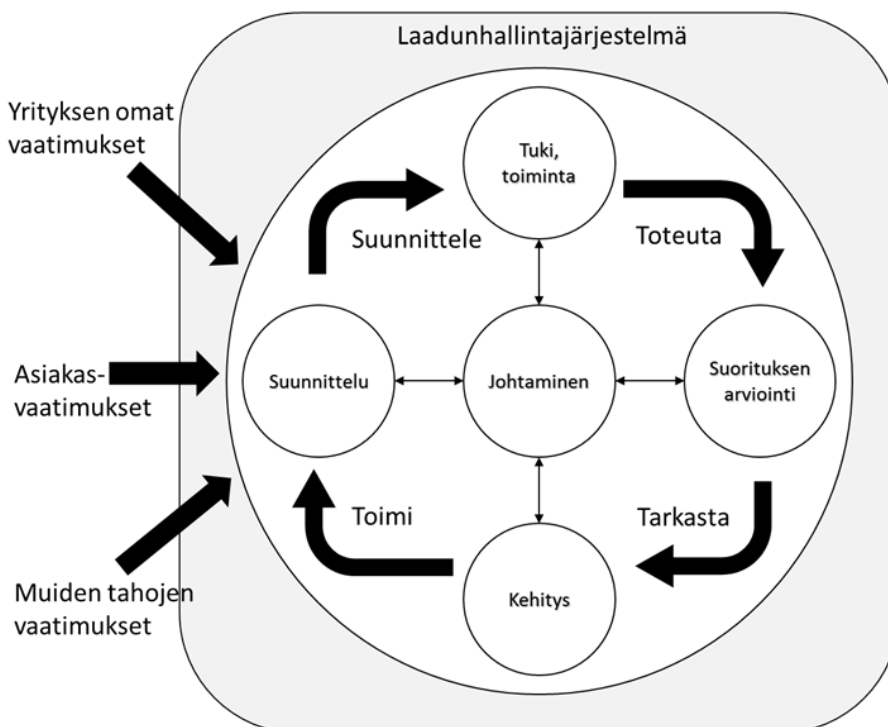
Toteutuakseen kehitys vaatii erilaisia työkaluja sekä menetelmiä, joiden avulla pyritään tunnistamaan sekä poistamaan lähteitä, jotka aiheuttavat ongelmia tai hukkaa. Jatkuvaan parantamiseen ja laadunhallintaan on kehitetty useita lähestymistapoja, joista tunnetuimpia ovat TQM, lean, six sigma, tavoitteellinen tulokortti (Balanced Scorecard) sekä näiden yhdistelmät, tunnetuimpana lean six sigma. (Bhuiyan & Baghel 2015, s. 761-762)

Työn tavoitteena on kehittää ennen kaikkea laadunhallintajärjestelmää sekä esitellä menetelmiä, joilla sitä voidaan myös jatkossa ylläpitää ja edelleen kehittää. Tässä kappaleessa esitellään PDCA-malli, joka kuuluu myös ISO9001-laadunhallintastandardiin sekä DMAIC-malli, joka kuvaa jatkuvan parantamisen prosessia. Ne ovat molemmat jatkuvan parantamisen filosofioita. Seuraavassa kappaleessa esitellään työn kannalta keskeisiä laadunhallintaan soveltuvia työkaluja, joita ovat riskianalyysi, prosessien kartoittaminen sekä juurisyyanalyysit kuten 5 Why's eli 5 miksiä. Nämä jatkuvan parantamisen filosofiat sekä menetelmät toimivat jatkossa koristehtaan laadunhallintajärjestelmän ylläpitämisen sekä kehittämisen pohjana.

2.1 PDCA-malli

PDCA-malli on jatkuvan parantamisen filosofia, jota voidaan hyödyntää lähes missä tahansa prosessissa ja tästä syystä se onkin otettu laajasti käyttöön valmistus- sekä palveluteollisuudessa (Pittman & Russell 1998, s. 33). PDCA-mallin juuret ovat 1920-luvulla, jolloin Shewart esitteli PDCA-mallia muistuttavan jatkuvan parantamisen työkalun. Myöhemmin Deming kehitti tämän mallin pohjalta PDCA-mallin, jossa jatkuvan parantamisen periaatteiden mukaisesti seurataan toistuvasti neljää askelta: suunnittelua (plan), käyttöönottoa (do), tulosten tarkastamista (check) sekä toimimista tutkimuksen pohjalta (act). PDCA-mallin sijasta käytetään joskus myös PDSA-mallia, jossa tulosten tarkastamisen sijaan niitä pyritään tutkimaan (study). Tällä mallilla pyritään korostamaan tutkimisen merkitystä pelkän tarkkailun sijasta. (Singh & Singh 2009, s. 53) (Montgomery 2009, s. 21)

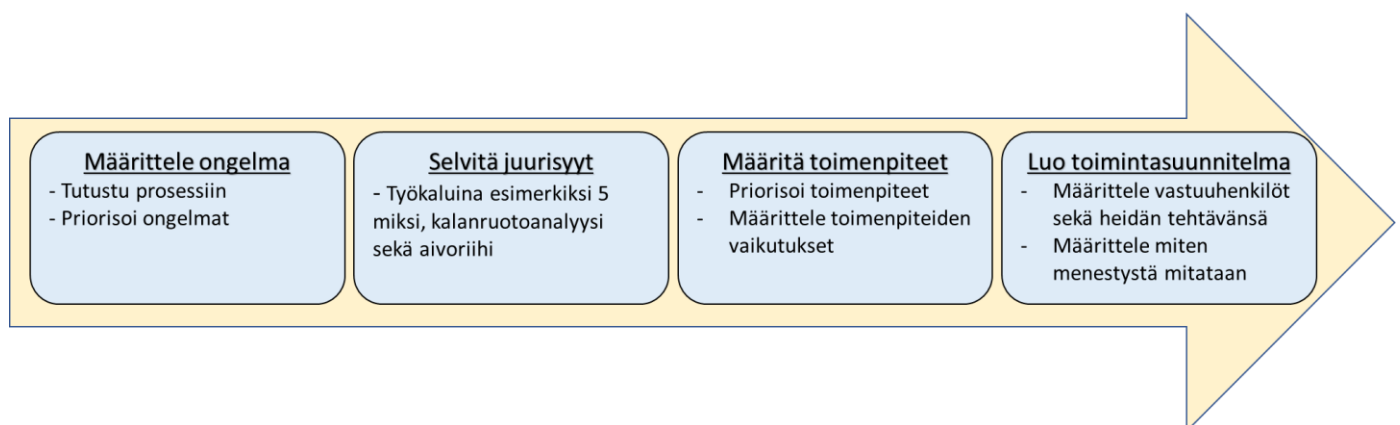
ISO on maailmanlaajuinen standardijärjestö, joka koostuu kansallisista standardijärjestöistä. Laadunhallintastandardi ISO9001 ottaa kantaa jatkuvaan parantamiseen nimenomaan PDCA-mallin kautta, jonka standardi myös esittelee. Tämän lisäksi ISO9001 ei kuitenkaan anna tarkkoja ohjeita siitä, miten jatkuvaa parantamista tulisi yrityksissä toteuttaa. Standardi toimii enemmänkin ohjenuorana esitellen mahdollisen keinon jatkuvan parantamisen toteuttamiseen. (ISO9001:2015, s. 15) ISO9001:2015 kuvaama jatkuvan parantamisen PDCA-malli on esitelty kuvassa 1.



Kuva 1. PDCA-malli (ISO9001:2015, s.15)

PDCA-malli alkaa suunnitteluvaiheesta, jossa ensimmäiseksi tulee tunnistaa tavoite tai ongelma. Tämän jälkeen määritellään tarvittavat toimenpiteet sekä keinot niiden onnistumisen arviointiin. Suunnitteluvaiheessa tulee siis määrittää, että miten voidaan tarkkailla toimenpiteiden tehokkuutta. (Patel & Deshpande 2017, s. 197) (ISO9001:2015, s. 15). Ongelmia määriteltäessä vastaan tulee usein tilanteita, joissa niitä löydetään useampia kuin yksi. Tällöin tarvittavat toimenpiteet tulee priorisoida. Ongelmien määrittelyssä ja priorisoinnissa auttaa vahva ymmärrys prosesseista, joka voidaan saavuttaa esimerkiksi prosessikuvauksilla. (Patel & Deshpande 2017, s. 199) Seuraavassa kappaleessa esiteltävät prosessikaaviot toimivat hyvänä pohjana kehitystyölle. Tämän lisäksi seuraavassa kappaleessa esitellään PFMEA-riskianalyysi, joka soveltuu toimenpiteiden priorisointiin.

Kun ongelmat on määritelty, tulee selvittää niiden juurisyitä. Juurisyitä voidaan analysoida esimerkiksi aivoriihen tai 5 miksin avulla. Juurisyiden määrittämisen jälkeen tulee sekä tunnistaa korjaavat toimenpiteet ongelmille että miettiä niiden mahdollisia ei-toivottuja seurauksia. Toimenpiteille tulisi myös arvioida niiden vaikutus olemassa olevaan ongelmaan. Toimenpiteiden määrittelyn ja vaikutusten arvioinnin jälkeen suunnitteluvaiheessa kehitetään toimintasuunnitelma, joka toimii käyttöönottovaiheen pohjana. Toimintasuunnitelman tulisi sisältää tiedot siitä mitä tulee tehdä, ketkä ovat vastuuhenkilöt ja milloin toimenpiteet tulisi olla suoritettuna. Tämän lisäksi suunnitelman tulisi sisältää tiedot siitä, että kuinka toteutuksen onnistumista mitataan eli mitä tietoa kerätään, kuka sitä kerää, kuinka usein tietoa kerätään, miten se dokumentoidaan sekä miten tietoa analysoidaan. (Patel & Deshpande 2017, s. 199-200) Kuvassa 2 on havainnollistettu suunnitteluvaiheen sisältämät toimenpiteet. Kuva perustuu Patel & Deshpanden (2017) artikkeliin.



Kuva 2. PDCA-mallin suunnitteluvaihe

Toimenpidevaiheessa suunnitelma otetaan käyttöön ensimmäistä kertaa. Toimenpidevaihetta ei tule nähdä ainoastaan luodun suunnitelman kokeilemisena vaan sitä voidaan suoraan pitää varsinaisena

korjauksena havaittuun ongelmaan. Mitä paremmin toimenpidevaiheessa pyritään ottamaan muutokset käyttöön, sitä pidemmälle prosesseja voidaan kehittää PDCA-mallin kolmannessa vaiheessa eli tutkimusvaiheessa. Tutkimusvaihe alkaa muutettujen prosessien tarkkailemisella. Tarkkailun pohjalta luodaan kehitetty suunnitelma, jolla pyritään saamaan aikaan parempia tuloksia kuin alkuperäisellä suunnitelmalla. Vaiheen tavoitteena ei siis ole pelkästään korjata mallissa esiintyneitä ongelmia vaan myös pyrkiä kehittämään prosesseja edelleen. Lopuksi vaiheessa kannattaa dokumentoida havaitut muutokset, yllättävät tulokset sekä opitut asiat, jotta jatkossa pystyttäisiin varautumaan tehokkaammin erilaisiin skenaarioihin. (Patel & Deshpande 2017, s. 200)

PDCA-mallin neljännessä ja viimeisessä vaiheessa otetaan käyttöön kolmannessa vaiheessa esitetyt korjaavat toimenpiteet. Mikäli käyttöönotto vaiheessa on ollut mukana vain osa organisaatiosta, neljännessä vaiheessa mukaan otetaan laajemmin yrityksen eri toimintoja. Neljännessä vaiheessa prosessien kehittämistoimenpiteitä voidaan joko muokata tai niistä voidaan kokonaan luopua. Toimenpiteistä luovutaan, mikäli niillä ei saatu aikaan haluttuja muutoksia prosessissa. Tällaisissa tilanteissa tulee palata suunnitteluvaiheeseen, jossa tulee ottaa huomioon ensimmäisistä kehittämistoimenpiteistä saadut opit. Neljännessä vaiheessa on myös hyvä muistaa, että avain menestyksekkääseen jatkuvaan parantamiseen on siinä, että PDCA-mallin mukaista ympyrää toistetaan niin kauan kuin prosessissa on mahdollista saavuttaa korkeampi taso. (Patel & Deshpande 2017, s. 200-201)

2.2 DMAIC-malli

DMAIC (define-measure-analyze-improve-control) on viisivaiheinen jatkuvan parantamisen filosofia, joka liittyy vahvasti Six Sigmaan. Six Sigma on prosessi, jonka tavoitteena on tuottaa ja toimittaa lähes täydellisiä tuotteita ja palveluita. Tähän tarkoitukseen Six Sigma sisältää lukuisia työkaluja, joista suurin osa perustuu DMAIC-menetelmän vaiheisiin. (Uluskan 2015, s. 406-409) Hahn et al. (2000) mukaan nämä työkalut eivät ole uusia, mutta niiden suosio on kasvanut merkittävästi DMAIC-mallin myötä. Mallin jäsenelty rakenne teki työkalujen käyttöönottamisen helpommaksi, sillä niiden käyttötarkoitus oli paremmin ymmärrettävissä. DMAIC-malli tarjosi raamit, joihin erilaiset työkalut saatiin yhdistettyä. Merkittävä ero DMAIC- sekä PDCA-mallin välillä onkin, että DMAIC tekee työkalujen käytöstä helpompaa, koska se on hieman PDCA-mallia konkreettisempi jatkuvan parantamisen filosofia. (Hahn et al. 2000, s. 318-319)

Define-vaiheessa määritellään se ongelma, jota lähdetään korjaamaan. Vaiheessa tulee ottaa huomioon asiakasvaikutukset sekä mahdollisesti saavutettavat hyödyt. Määrittelyyn sopivia

työkaluja ovat esimerkiksi prosessikuvaukset sekä CTQ:t (Critical To Quality), joiden avulla erityistä huomiota kiinnitetään laadun kannalta kriittisiin asioihin. Kriittisten tekijöiden määrittelyn pohjalta measure- eli mittausvaiheessa selvitetään nykyinen virhetaso, jonka pohjalta muodostetaan konkreettiset kehitystavoitteet. Mittausvaiheeseen sopivia työkaluja ovat esimerkiksi prosessikuvaukset sekä tiedonkeräämissuunnitelma (Data Collection Plan). (Hahn et al. 2000, s. 318) (Six Sigma 2018)

Analyysivaiheessa pyritään selvittämään juurisyyt, jotka aiheuttavat ongelman. Tässä vaiheessa tulee tunnistaa prosessivaiheet, jotka aiheuttavat mahdollisia poikkeamia esimerkiksi tuotannossa. Vaiheeseen sopivia työkaluja ovat PFMEA-riskianalyysi sekä juurisyyanalyysit, mitkä esitellään tarkemmin kappaleessa 3. Improve- eli kehitysvaiheessa määritetään prosessin muuttujien vaikutus kriittisen tärkeisiin vaiheisiin. Tämän perusteella tunnistetaan hyväksyttävät rajat kehitettävälle prosessille ja määritetään ne toimenpiteet, joilla tavoitteisiin pyritään. Vaiheeseen sopivia työkaluja ovat FMEA-analyysin lisäksi juurisyyanalyyseistä esimerkiksi aivoriihi, jossa ideoidaan ongelmalle mahdollisimman vapaasti erilaisia ratkaisuja. (Hahn et al. 2000, s. 318) (Six Sigma 2018)

DMAIC-mallin viimeisessä vaiheessa, Control- eli hallintavaiheessa, pyritään varmistamaan, että määritellyt toimenpiteet prosessin kehittämiseksi vaikuttavat halutulla tavalla. Tavoitteena on, että mitattavat tulokset ovat haluttujen raamien sisällä, jotta voidaan varmistua siitä, että kehityksen tuloksena saadaan aikaan pitkäaikaisia hyötyjä. Hallintavaiheeseen voidaan hyödyntää Control Plania eli ohjaussuunnitelmaa, joka on laadun varmistamiseen soveltuva työkalu. (Hahn et al. 2000, s. 318) (Six Sigma 2018) Ohjaussuunnitelma sopii hyvin yhteen PFMEA-riskianalyysin kanssa ja ne molemmat esitellään tarkemmin kappaleessa 3.

Jatkuvan parantamisen menetelmänä sekä PDCA- että DMAIC-malli sisältävät paljon samoja elementtejä ja molemmat toimivat hyvin pohjana jatkuvalla parantamiselle. DMAIC-mallin etuna on, että siihen on yhdistetty lukuisia työkaluja (Hahn et al. 2000, s. 318-319). Mallin selkeä rakenne yhdistettynä lukuisiin työkaluihin tarjoaa hyvät valmiudet jatkuvaan parantamiseen.

2.3 Menetelmien soveltaminen

PDCA- sekä DMAIC-malli ovat keskenään melko samanlaisia. Molemmat ovat jatkuvan parantamisen menetelmiä, joiden paras teho saavutetaan silloin, kun ne yhdistetään prosessiparannuksiin tarkoitettujen työkalujen kanssa. Molempiin malleihin voidaan yhdistää niin juurisyy- kuin riskianalyysejäkin. Mallien erona on, että DMAIC ottaa työkalut paremmin huomioon ja on siten hieman PDCA-mallia konkreettisempi jatkuvan parantamisen filosofia (Hahn et al. 2000,

s. 318-319). Taulukosta 1 löytyy kuvaukset, soveltuvuudet ja vertailut aikaisemmin esitetyistä jatkuvan parantamisen filosofioista.

Taulukko 1. PDCA- ja DMAIC-mallien soveltuvuudet ja eroavaisuudet.

	Lyhyt kuvaus	Soveltuvuudet / eroavaisuudet
PDCA	Nelivaiheinen jatkuvan parantamisen filosofia	Menetelmää voidaan soveltaa mihin tahansa prosessiin. Kehämainen malli korostaa prosessien kehittämisen jatkuvuutta, sillä PDCA-malli ei ikinä pääty (Sokovic et al. 2009, s. 3). Yleismaailmallinen, ei yhtä käytännönläheinen kuin DMAIC.
DMAIC	Viisivaiheinen jatkuvan parantamisen filosofia	Menetelmää voidaan soveltaa mihin tahansa prosessiin, tarjoaa hyvät raamit useiden kehitystyökalujen käyttöön. Konkreettisempi jatkuvan parantamisen filosofia, tarjoaa selkeät työkalut jokaiseen vaiheeseen.

Prosessiparannukset kannattaa aloittaa huolellisella suunnitellulla. Kun kehitysprosessissa käytetään oikeita työkaluja oikeissa vaiheissa, saadaan aikaan todellisia prosessiparannuksia. Jatkuvan parantamisen hyötyjä on vaikea saavuttaa, mikäli työkaluja ei osata hyödyntää. DMAIC-malliin kuuluu olennaisesti laadunhallinnan työkalujen hyödyntäminen, mutta myös PDCA-malli vaatii toimiakseen työkaluja, jotka pitää valita mallin vaiheen mukaan eli esimerkiksi suunnitteluvaiheessa tulee hyödyntää eri työkaluja kuin analysointivaiheessa. Työkaluja pystytään hyödyntämään parhaiten, kun niiden soveltuvuusalueet ovat tiedossa. (Sokovic et al. 2009, s. 2-4)

Jatkuvan parantamisen filosofiat eivät itsessään riitä prosessien kehittämiseen, vaan niiden lisäksi tarvitaan niiden kanssa soveltuvia menetelmiä, työkaluja sekä tekniikoita (Sokovic et al. 2009, s. 8) Sokovic et al. (2009) tavoitteena onkin yhdistää työkaluja niin PDCA- kuin DMAIC-mallinkin eri vaiheisiin. Lupan et al. (2005) puolestaan yhdistävät ensin PDCA- ja DMAIC-mallin toisiinsa siten, että jokaisessa PDCA-mallin vaiheessa käytäisiin läpi DMAIC-mallin vaiheet. Tämän jälkeen jokaiseen vaiheeseen yhdistetään vielä sinne sopiva työkalu. Diplomityön kannalta keskeistä on hyödyntää olemassa olevia jatkuvan parantamisen filosofioita siten, että niiden esittelemiin vaiheisiin voidaan soveltaa olemassa olevia työkaluja sekä menetelmiä. Jatkuvan parantamisen filosofiana voidaan hyödyntää niin PDCA- kuin DMAIC-malliakin. Diplomityön kontekstin kannalta Sokovic et al. (2009) esittelemä menetelmä voidaan todeta toimivaksi, sillä siinä pyritään tarjoamaan selkeät raamit sille, missä vaiheessa mitään työkaluja kannattaisi käyttää.

Sokovic et al. (2009) jaotteli laadunhallintaan soveltuvia työkaluja sen mukaan, missä vaiheessa niitä tulisi hyödyntää PDCA-mallissa. Sokovic et al. (2009) huomauttaa, että työkalut soveltuvat erityisesti suunnittelu- sekä tarkastusvaiheisiin. Suunnitteluvaiheessa voidaan hyödyntää esimerkiksi prosessikaavioita. Molemmissa vaiheissa voidaan hyödyntää juurisyyanalyysiin sekä valvontaan soveltuvia työkaluja, joista jälkimmäisistä voidaan esimerkkinä mainita ohjaussuunnitelma. DMAIC-mallissa työkalujen käyttö noudattaa pitkälti samoja periaatteita kuin PDCA-mallissa. Merkittävä ero mallien välillä on siinä, että DMAIC-mallissa juurisyyanalyysiin soveltuvia työkaluja voidaan hyödyntää kaikissa vaiheissa. (Sokovic et al. 2009, s. 4-6) Tämä voi johtua siitä, että DMAIC-mallilla on selkeä loppunsa toisin kuin PDCA-mallilla, joka palaa aina takaisin suunnitteluvaiheeseen, jossa voidaan hyödyntää juurisyyanalyysiä. Sokovic et al. (2009) laittavatkin DMAIC-mallin viimeiseen vaiheeseen, hallintavaiheeseen, yhdeksi työkaluksi PDCA-mallin. Tällöin jatkuvassa parantamisessa keskeinen elementti eli jatkuvuus tulee paremmin esille. PDCA-mallin mukainen työkalujaottelu on esitetty taulukossa 2. Taulukko pohjautuu erityisesti Sokovic et al. (2009) esittelemään jaotteluun ja siinä keskitytään erityisesti työn kannalta keskeisiin työkaluihin. Työkalut on esitelty tarkemmin diplomityön kappaleessa 3.

Taulukko 2. Työkalujen jaottelu PDCA-mallin mukaan.

	P	D	C	A
Työkalu	Suunnittelu	Käyttöön- otto	Tarkastus	Toimiminen tulosten pohjalta
FMEA- riskianalyysi	(x)			
Valvonta- suunnitelma	x		x	
Prosessikaavio	x			x
Kalanruoto	x		x	
5 miksiä	x		x	
Aivoriihi	x			

FMEA-riskianalyysi voi olla osa jatkuvan parantamisen suunnitteluvaihetta, mutta tavallisimmin se toimii suunnitteluvaiheen pohjana. Riskianalyysin tarkoituksena on kartoittaa mahdollisia ongelmia, joita sitten voidaan lähteä kehittämään myös jatkuvan parantamisen periaatteiden ja työkalujen avulla. Riskianalyysi kartoittaa mahdollisia ongelmakohtia prosessissa ja näiden ongelmien juurisyytä voidaan puolestaan selvittää juurisyyanalyysien avulla. Riskianalyysit soveltuvat hyvin yhteen

juurisyyanalyysien kanssa ja parhaaseen tulokseen päästään usein silloin, kun molempia hyödynnetään samojen ongelmien ratkaisemiseksi. FMEA-riskianalyysi sekä valvontasuunnitelma liittyvät olennaisesti toisiinsa (Teng & Ho 1994, s. 18) ja ne on esitelty tarkemmin seuraavassa kappaleessa. Kalanruotoanalyysi, 5 miksiä sekä aivoriihi ovat juurisyyanalyysin soveltuvia työkaluja ja ne esitellään tarkemmin kappaleessa 3.4.

Kuten taulukosta 2 huomataan, työkalut soveltuvat erityisesti suunnittelu- sekä tarkastusvaiheisiin. Käyttöönottovaiheessa laadunhallintatyökaluja ei tarvita, mikä on ymmärrettävää, sillä siinä ei tapahdu prosessien kehittämistä. Käyttöönoton jälkeen selvitetään, mitä tuloksia saadaan aikaan ja sen pohjalta lähdetään analysoimaan, että mitä voitaisiin edelleen kehittää. Tästä syystä on ymmärrettävää, että tarkastusvaiheessa on syytä hyödyntää myös olemassa olevia työkaluja. Viimeisessä vaiheessa toimitaan havaittujen korjausehdotusten pohjalta. Tämän lisäksi vaiheessa voidaan hyödyntää myös uuden prosessin mallintamista.

3 LAADUNHALLINNAN TYÖKALUT

Edellisessä kappaleessa esiteltiin keskeisinä jatkuvan parantamisen filosofioina PDCA- sekä DMAIC-malli. Tämän kappaleen tarkoituksena on esitellä erilaisia työkaluja, joita voidaan käyttää yhdessä edellä mainittujen mallien kanssa. PDCA- sekä DMAIC-malli luovat raamit jatkuvalla parantamiselle ja tässä kappaleessa esitellyt työkalut sekä menetelmät konkretisoivat toimintaa.

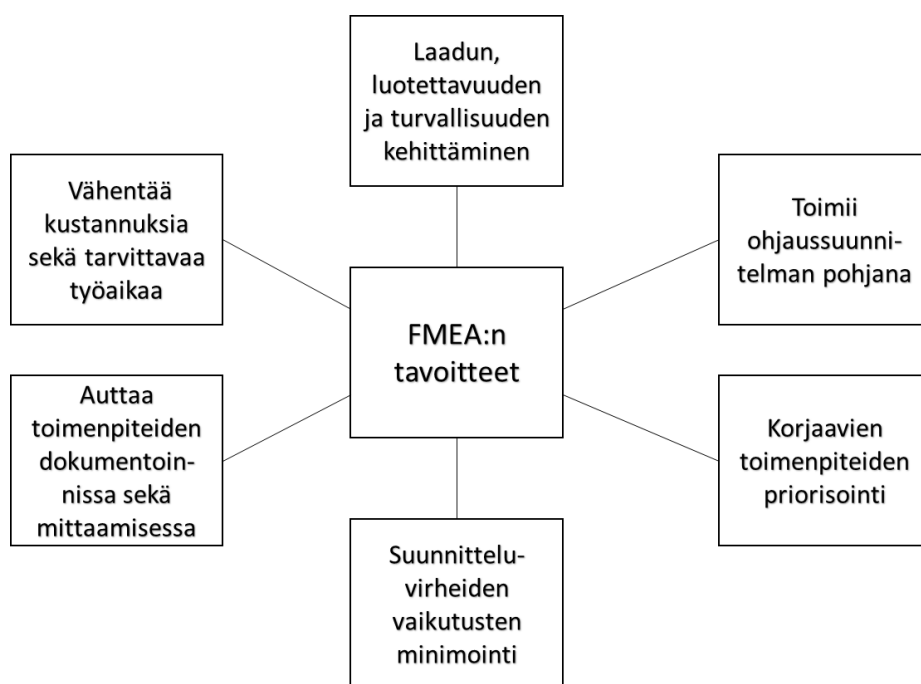
Keskeisiä työkaluja ovat riskianalyysit, prosessikuvaukset sekä juurisyyanalyysit. Työkalut soveltuvat hieman eri tarkoituksiin. Prosessien mallintaminen soveltuu nykytilan kartoittamiseen sekä toiminnan kuvaamiseen, diplomityön tapauksessa se soveltuu laadunhallintajärjestelmän nykytilanteen kartoittamiseen. Riskianalyysit soveltuvat erityisen hyvin laatuongelmien ennaltaehkäisyyn, sillä riskikartoitukset toimivat korjaavien toimenpiteiden ja siten myös työohjeiden perustana. Työohjeilla voidaan vaikuttaa käytännön tekemiseen koritehtaalla. Juurisyyanalyysit puolestaan soveltuvat niihin tilanteisiin, joissa ennaltaehkäisevistä toimista huolimatta tapahtuu laatuongelma eli ne soveltuvat ongelmatapauksiin reagointiin. Juurisyyanalyysien perusteella voidaan selvittää, mistä syystä virhe tapahtui. Ongelman tunnistaminen puolestaan toimii korjaavien toimenpiteiden pohjana.

3.1 PFMEA-riskianalyysi

ISO9001:2015 yleisenä vaatimuksena on, että yrityksen tulee suunnitella ja toteuttaa toimenpiteitä riskien ja mahdollisuuksien kartoittamiseksi. Yrityksen tulee suorittaa ehkäiseviä toimenpiteitä mahdollisten poikkeamien eliminoimiseksi, analysoida mahdollisesti syntyviä poikkeamia sekä toimia näiden analyysien pohjalta (ISO9001:2015, s.15). Riskien analysointiin ja hallintaan on kehitetty lukuisia työkaluja, joita on kirjallisuudessa käsitelty kattavasti. Raz & Michael (2001) hyödynsivät omassa tutkimuksessaan 38 erilaista työkalua ja tällöinkin karsittiin suurin osa työkaluista pois. Osa heidän esittelemistään työkaluista, kuten aivoriihi sekä kalanruotoanalyysi, ovat juurisyyanalyysejä, joita on esitelty tarkemmin kappaleessa 3.4. Tässä kappaleessa keskitytään erityisesti PFMEA-riskianalyysiin (process failure mode and effects analysis), joka on toimiva työ riskien kartoittamiseen sekä korjaavien toimenpiteiden priorisointiin. PFMEA valittiin siitä syystä, että se toimii hyvin pohjana myös riskien hallinnalle, sillä se sopii hyvin yhteen Control Planin eli ohjaussuunnitelman kanssa. Ohjaussuunnitelma esitellään kappaleessa 3.2. ja sitä voidaan hyödyntää työohjeiden tekemisessä.

Yritysten tavoitteena on tyydyttää asiakkaansa siten, että yritys pystyy säilyttämään hyvän kannattavuuden kasvattamalla markkinaosuuttaan. Pärjätäkseen maailmanlaajuisilla markkinoilla, yrityksen tulee taata tuotteiden laatu, toimitustäsmällisyys sekä kilpailukykyinen hinta. Tuotteiden laadussa kilpaillakseen useat yritykset ovat ottaneet käyttöön laadunhallintajärjestelmiä sekä -keinoja. Laadunhallintajärjestelmä ei usein toimi optimaalisesti tuotteen koko elinkaaren ajan. Tästä syystä useat yritykset ovat ottaneet käyttöön sekä suunnittelu- että prosessiriskianalyysit eli DFMEA:n (design failure mode and effects analysis) sekä PFMEA:n (process failure mode and effects analysis). DFMEA:n tarkoituksena on analysoida etukäteen mahdolliset ongelmat ja riskit jotka liittyvät tuotteen tai prosessin luotettavuuteen ja turvallisuuteen, kun taas PFMEA:n tarkoituksena on kehittää tuotantoa siihen suuntaan, että virhetilanteet saataisiin minimoitua. (Teng et al. 2004, s. 179-182) Tässä kappaleessa keskitytään pelkästään prosesseihin, sillä tavoitteena on vähentää riskejä tuotannon sisäisesti. Uusien tuotteiden implementoinnissa pyritään kuitenkin jatkossa ottamaan tuotannon riskit huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Tällöin prosessiriskejä voidaan arvioida jo ennen uuden tuotekategorian käyttöönottoa.

FMEA yleisesti on ongelmien ehkäisyyn luotu työkalu, jonka tarkoituksena on kehittää toimintaa siten, että asiakasvaatimukset tulevat täytettyä (Stamatis 1995). FMEA:n suurimmat hyödyt ovatkin tuote- ja prosessilaadun sekä luotettavuuden parantaminen (Besterfield et al. 2004). Koska kaikki ongelmat eivät ole saman suuruisia, yrityksen tulisi antaa eniten huomiota potentiaalisesti vakavimmille seurauksille (Kmenta ja Ishii 2001, s. 12). FMEA:n avulla voidaan korjaavat toimenpiteet priorisoida, koska sen tehtävänä on arvottaa eri riskitekijät, jolloin myös toimenpiteet voidaan arvottaa. Toimenpiteet itsessäänkin voidaan vielä laittaa tärkeysjärjestykseen. Suositeltavin toimenpide on sellainen, joka poistaa kokonaan ongelman juurisyyn. Toinen vaihtoehto on vähentää virhetapausten määrää eli juurisyyn eliminoinnin sijaan pyritään parantamaan järjestelmän virheidensietokykyä. Näiden toimenpiteiden lisäksi voidaan pyrkiä vähentämään mahdollisten virhetilanteiden vakavuutta tai lisäämään näiden havaittavuutta siten, että ne harvemmin pääsisivät asiakkaalle asti. Havaittavuuden parantaminen tulisi kuitenkin nähdä ainoastaan väliaikaisena toimenpiteenä, sillä se ei poista varsinaista ongelmaa vaan ainoastaan pienentää sen riskiä päätyä asiakkaalle asti. (Puente et al. 2001, s. 138-140) Toimenpiteiden priorisoinnin lisäksi FMEA-mallilla on muitakin hyötyjä sekä tavoitteita, jotka on esitelty tarkemmin kuvassa 3.



Kuva 3. FMEA:n tavoitteet (Perustuu Belu, Khassawneh & Ali 2013, s. 68).

Toimenpiteiden priorisoinnin lisäksi FMEA-malli kehittää tuotteen ja prosessin laatua, luotettavuutta sekä turvallisuutta. Mallia voidaan käyttää myös suunnitteluvirheiden minimoimiseen jo ennen tuotteen lanseeraamista. Tämän lisäksi FMEA-mallin avulla voidaan vähentää kustannuksia ja tarvittavia työtunteja sekä dokumentoida ja mitata korjaavien toimenpiteiden toteutumista. FMEA-malli tarjoaa siis keinot arvioida riskien vaikuttavuutta sekä auttaa korjaavien toimenpiteiden priorisoinnissa, dokumentoinnissa sekä mittaamisessa. (Belu, Khassawneh & Ali 2013, s. 68)

FMEA-mallin pohjalta voidaan lähteä luomaan prosessille tai tuotteelle Control Plania eli ohjaussuunnitelmaa, joka on laadunhallinnan työkalu. Ohjaussuunnitelma varmistaa, että tiettyjen osien laatu vastaa asiakasvaatimukseen. Suunnitelmassa tulisi listata jokaiselle prosessivaiheelle keinot, joilla mahdolliset virheet eliminoidaan tai huomataan. Suunnitelman tulee sisältää tietoa myös siitä, kuinka usein tarkastuksia missäkin prosessivaiheessa suoritetaan. (Teng & Ho 1994, s. 18)

Ohjaussuunnitelma luodaan prosessien ja osaprosessien mahdollisten virhetilanteiden avulla eli suunnitelma tehdään riskianalyysin pohjalta. Tähän tarkoitukseen soveltuu erityisen hyvin FMEA-malli, sillä se pyrkii ottamaan huomioon koko valmistusprosessin kaikkine vaiheineen. Tämän lisäksi suunnitelma ja FMEA-malli listataan samalla tavalla, joten ne ovat siltäkin osin yhteensopivia. On tärkeää muistaa, että ohjaussuunnitelma tehdään valmistusprosessia varten, joten se pohjautuu PFMEA-malliin eikä suunnittelun FMEA-malliin. (Teng & Ho 1994, s. 18)

3.1.1 Käyttäminen

Sharma, Kumar ja Kumar (2004) jakavat FMEA:n käyttöönoton kymmeneen osaan. Ensimmäiseksi tulee määrittää se prosessi, johon FMEA ollaan tekemässä. Prosessi tulee jakaa osaprosesseihin, jotta voidaan luoda kattava lista kaikista prosessivaiheista, minkä lisäksi prosessi on tärkeä tuntea mahdollisimman yksityiskohtaisesti ennen kuin sille aletaan luoda varsinaista riskianalyysia (Antony, Kaye & Frangou 1998, s. 170) (Belu et al. 2013, s. 68).

Toisessa vaiheessa luodaan prosesseista ja sen komponenteista prosessikaavio, joka kuvaa kokoprosessin lisäksi myös osaprosessit ja niiden väliset yhteydet (Sharma et al. 2004, s. 987). Prosessikaaviota suositaan, koska sen avulla voidaan selkeästi määrittellä ne aktiviteetit, joiden riskejä tullaan myöhemmässä vaiheessa analysoimaan (Puente et al. 2001, s. 137) (Vinodh & Santhosh 2010, s. 267). Kahden ensimmäisen vaiheen pohjalta kolmannessa vaiheessa määritellään kaikki mahdolliset riskilähteet, joita eri prosessivaiheisiin voi kuulua. Riskien lisäksi pyritään määrittelemään niiden juurisyyt sekä vaikutukset työvaiheeseen, osaprosessiin tai koko käsiteltävään prosessiin. (Sharma et al. 2004, s. 987) Ensimmäisen kahden vaiheen suorittaminen mahdollisimman hyvin on erittäin tärkeää FMEA:n onnistumisen kannalta, sillä kaikki loput vaiheet perustuvat alussa tehtyyn prosessivaihelistaukseen.

Vaiheissa 4-6 määritellään asteikolla 1-10 jokaiselle riskille kolme erillistä lukua: riskin vakavuus (S), todennäköisyys (O) sekä havaittavuus (D) (Sharma et al. 2004, s. 987). Riskin vakavuus arvioidaan asteikolla 1-10 siten, että mitä pienempi numero, sitä pienempi riski. Korkeimman vakavuuden riskit liittyvät tuotteen turvallisuuteen, tätä pienemmät riskit usein kustannuksiin. Todennäköisyys riskille arvioidaan siten, että millä todennäköisyydellä riski realisoituu tietyn jakson aikana. Jakso voi olla ajallinen tai kappalemäärään sidottu. Havaittavuudella yritetään ottaa huomioon todennäköisyys siitä, että tietty riski näkyisi asiakkaalle asti. Mikäli virhe havaitaan lähes varmasti ennen asiakkaalle päätymistä, annetaan havaittavuudelle pieni arvo. (Belu et al. 2013, s. 68-69)

Kun luvut S, O sekä D on määritelty, lasketaan riskille RPN-luku (risk priority number), joka on kolmen edellä mainitun luvun tulo. RPN-luku kuvaa riskin vaikuttavuutta ja toimii korjaavien toimenpiteiden priorisoinnin pohjana. Kahdeksannessa vaiheessa tulee määrittää korjaavien toimenpiteiden tarve. Toimenpiteillä voidaan yrittää korjata joko riskin juurisyy tai pyrkiä vähentämään riskin seurauksia. Korjaavien toimenpiteiden tarve pohjautuu mallissa RPN-lukuun. (Sharma et al. 2004, s. 988) Toisaalta mikäli jollekin alemman RPN-luvun riskille on heti

huomattavissa yksinkertainen korjaus, kannattaa sillekin kirjata ylös korjaava toimenpide. Priorisointi sopii tilanteisiin, joissa resurssit ovat rajalliset, mutta tällöinkin on järkevää tehdä vähän resursseja vaativat uudistukset.

Kun tarve korjaaville toimenpiteille on määritelty, siirrytään yhdeksänteen vaiheeseen, jossa luodaan yrityksille suositeltuja toimenpiteitä. Toimenpiteiden tarkoituksena on kehittää järjestelmän suoritumista riskisistä prosessivaiheista. Tämän vaiheen jälkeen kaikki toimenpiteet FMEA-mallin luomiseen on suoritettu ja jäljelle jää ainoastaan FMEA-raportin luominen. (Sharma et al. 2004, s. 989) Tämä raportti on taulukko- eli usein Excel-pohjainen. Esimerkkimalli on esitelty kuvassa 4.

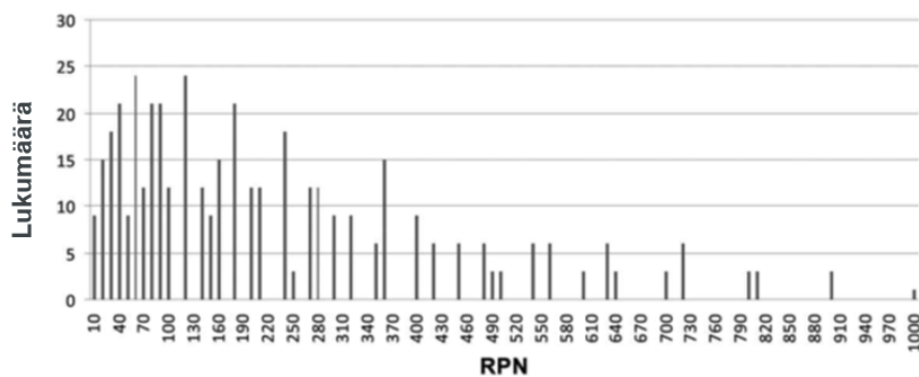
POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS PROCESS FMEA															
Process: <u>Thermoforming of "car floor covering"</u> Process Responsible:										FMEA Number: <u>11</u>					
Team: <u>T. Pavel., M. Cristea. D. Laur, R. Tudor</u>										Page: <u>1</u> of <u>1</u>					
										Prepared by: <u>A. Paul</u>					
										FMEA Dat (Orig.) <u>25.02.13 (Rev.) 2</u>					
Process Function Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occurrence	Current Controls			Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
						Prevention	Detection	RPN			Actions taken	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Thermoforming	Folds	Aspect nonconforming Functionality compromised. Very dissatisfied customer - Refusal	4	Flaw material	4	Control Plan of Reception Validation of first part Autocontrol 100% Control Plan- 5 p./sch	5	80							
															4
	Missing material	Aspect nonconforming Very dissatisfied customer - Refusal	4	Placing of material in the thermoforming carts	10	Validation of first part	6	240	Change the clinching tray, change the raw material cart, mounting unit for mould cooling	C. Pavel S14/2013	Change the clinching tray, change the raw material cart, mounting unit for mould cooling	4	3	5	
															Burns
	Variation in hue	Aspect nonconforming Very dissatisfied customer - Claim	3	Flaw material	4	Control Plan of Reception Validation of first part Autocontrol 100% Control Plan- 5 p./sch	6	72							
															Spots, unclean
	4	Unclean mould	3	Control Plan of Reception Autocontrol 100% Control Plan- 5 p./sch	6	72									

Kuva 4. PFMEA-malli (Belu et al. 2013, s. 70).

3.1.2 Kritiikki

FMEA-malli on saanut osakseen myös paljon kritiikkiä. Mallin matemaattista puolta ovat kritisoineet muiden muassa Chin et al. 2009, Liu et al. 2012 sekä Liu et al. 2013. RPN-luvun laskemiseksi tarvitaan luvut S (vakavuus), O (todennäköisyys) sekä D (havaittavuus). Luvuille on annettu mallissa sama painoarvo, mikä ei välttämättä sovellu kaikkiin tilanteisiin. Tämä on saanut osakseen kritiikkiä, sillä osa tutkijoista pitää vakavuutta näistä tärkeimpänä, jolloin sille tulisi antaa suurempi painoarvo. Painoarvon lisäksi on kritisoitu myös näiden kolmen luvun määräytymistä. Ohjeet arvojen määrittelyille eivät ole tarkkoja, joten pieniä eroavaisuuksia saattaa esiintyä saman suuruisten riskien välillä. Tämä aiheuttaa epätarkkuutta mallissa, joka pohjautuu tarkkoihin numeroarvoihin. Kolmen eri muuttujan välillä on eroja myös käytetyissä asteikoissa. Todennäköisyys mitataan lineaarisella asteikolla, mutta havaittavuus epälineaarisella asteikolla. Kritiikkiä on esitetty myös siitä, että millä perusteella juuri nämä kyseiset kolme tekijää kerrotaan yhteen, sillä tälle ei ole esitelty mitään matemaattisia perusteluita. Matemaattinen puoli vakavuuden, todennäköisyyden sekä havaittavuuden määrittelyssä sekä näiden välillä ei siis ole kovin tarkkaa.

Chin et al 2009, Liu et al. 2012 sekä Liu et al. 2013 muiden muassa ovat kritisoineet myös RPN-luvun matemaattista määräytymistä sekä sen vajavaisuuksia. RPN-luku voi saada arvoja väliltä 1-1000. Kaikkia lukuja tältä väliltä RPN ei kuitenkaan voi saada, sillä suurimman luvun (1000) jälkeen toiseksi suurin luku on 900. Asteikossa on siis aukkoja, sillä kaikkia lukuja ei RPN:n ole mahdollista saada. Aukkoja ja RPN-luvun mahdollisia arvoja on havainnollistettu kuvassa 5. Koska mallissa on aukkoja, on kritisoitu sitä, että onko ero välillä 900 ja 1000 sama kuin esimerkiksi välillä 1 ja 2, sillä molemmissa siirrytään vain yksi askel. Samaan aihepiiriin liittyen on kritisoitu myös sitä, että esimerkiksi kun vakavuuden ja todennäköisyyden arvot ovat 10 ja havaittavuuden arvot ovat yhden ja kahden välillä, niin RPN-luku on joko 100 tai 200. Varsinkin kun otetaan huomioon se, kuinka epätarkkaa arvojen määrittely on, niin pienillä arvonmuutoksilla voidaan saada aikaan huomattava muutos RPN-luvussa.



Kuva 5. RPN-luvun tiheysjakauma.

FMEA-analyysi ei siis ole matemaattisesti aukoton malli riskien kartoittamiseen. Malliin sisältyy paljon epävarmuustekijöitä, jotka vaikuttavat siihen, että sillä on mahdotonta saada tarkkoja arvoja, jotka täydellisesti kuvaisivat riskein suuruutta. Mallia ei tulekaan käyttää tilanteissa, jossa tarvitaan tarkka arvo riskin suuruudelle. Tämän lisäksi se ei sovellu hyvin tilanteisiin, joissa pitää arvioida riskien välisten suuruusluokkien eroja keskenään. On siis mahdotonta sanoa, että onko RPN-arvojen 25 ja 50 välillä yhtä suuri ero kuin esimerkiksi lukujen 100 ja 200. Matemaattisesta kritiikistä huolimatta FMEA-malli ei ole täysin käyttökelpoton, sillä se kertoo kuitenkin hyvin riskien suuruusluokan ja soveltuu täten juuri korjaavien toimenpiteiden priorisointiin. Mallia muodostettaessa on hyödyksi, mikäli mallin tekijä kuitenkin tiedostaa mallin vajavaisuudet. On esimerkiksi hyvä ymmärtää, että pienet heitot RPN-luvussa eivät välttämättä tarkoita, että riskit olisivat eri suuret. FMEA-mallia kannattaa käyttää suuruusluokan arvioinnissa.

FMEA-mallia on kritisoitu siitä, että muuttujien välillä ei ole selkeää suhdetta, jonka takia niiden kertominen keskenään ei perustu matemaattisesti mihinkään. Tämän lisäksi on kritisoitu myös itse muuttujia. Riskeistä arvioidaan vakavuus, todennäköisyys sekä havaittavuus, mutta mallissa ei oteta lainkaan huomioon tuotantomääriä (Puente et al. 2001, s. 142). Mikäli kahdella eri työvaiheella on sama RPN-luku, mutta toinen vaihe toistuu kerran vuodessa ja toinen 10 000 kertaa vuodessa, FMEA-malli arvioi riskin kuitenkin yhtä vakavaksi.

Tuotantomäärien lisäksi malli jättää kokonaan huomiotta riskien kustannusvaikutukset. Laatukustannus eli CoQ (Cost of Quality) tarkoittaa kustannusta, joka aiheutuu laadunhallinnasta, huonon laadun löytymisestä, korjaamisesta tai hävittämisestä. (Guinot et al. 2016, s. 1321) Laatukustannusten tulisi kuvata toteutuneiden tuotekustannusten eroa siihen kustannukseen, joka tuotteella olisi, mikäli laatu olisi ollut täydellistä (Chiadamrong 2003, s. 1013).

Puente et al. (2001) lähti kehittämään FMEA-mallia esitetyn kritiikin pohjalta. Uusi malli pyrkii ottamaan huomioon erityisesti kolmeen muuttujaan sekä RPN-lukuun liittyvät ongelmat. Mallissa luokitellaan riskit sekä niiden muuttujat yhdeksään ryhmään, jotka ovat välillä Erittäin Matala (VL = Very Low) sekä Erittäin Korkea (VH = Very High). Mikäli vain yksi muuttujista saa esimerkiksi arvon korkea, koko riski saatetaan silti arvioida korkeaksi. Uusi malli antaa enemmän joustoa luokituksiin ja mallin tarkoituksena onkin helpottaa muuttujien välisien painoarvojen huomioon ottamista. (Puente et al. 2001, s. 142-143)

Perinteistä FMEA-mallia on siis pyritty myös kehittämään tunnistettujen vajavaisuuksien pohjalta. Muutokset ovat kuitenkin pieniä, sillä esimerkiksi Puente et al. 2001 kehittämässä mallissa muutettiin hieman luokittelun sääntöjä. Perinteinen FMEA-malli on itsessään kuitenkin toimiva työkalu riskien luokitteluun ja korjaavien toimenpiteiden priorisointiin. Työkalu on erityisen hyödyllinen silloin, kun sen käyttäjä ymmärtää myös mallin kritiikin ja tietää, että malli ei ole matemaattisesti absoluuttinen. Malli tulisi nähdä enemmänkin suuntaa antavana, koska se kertoo hyvin riskien vaikutuksien suuruusluokan.

3.2 Laadunhallinta ja ohjaussuunnitelma

Riskien hallintaan kuuluu riskianalyysien lisäksi korjaavien toimenpiteiden käyttöönotto eli havaittujen riskien hallitseminen. Massatarkastukset eivät ole riittävä keino laadunhallintaan. Erikseen tehtävät tarkastukset tapahtuvat usein prosessissa liian myöhään, ovat kalliita sekä tehottomia. Parhaat tulokset saadaan, kun laadunhallinnassa keskitytään ehkäisemään virhetilanteita eikä ainoastaan tarkasteta työn tuloksia. (Montgomery 2009, s. 18)

Laadunvarmistus on sarja tapahtumia, joiden tarkoituksena on varmistaa, että tuotteet sekä palvelut täyttävät kaikki niille asetetut vaatimukset. Tämän lisäksi tulee varmistaa, että asiakkaan kokemat laatuongelmat ratkaistaan mahdollisimman tehokkaasti. Laadunhallinta ja laadunvarmistus ovat sisällöltään osittain samat, mutta niiden välillä on myös eroavaisuuksia. Laadunhallinnassa korostetaan enemmän jatkuvan parantamisen merkitystä ja se korostaa enemmän projektiluontoista kehittämistoimintaa, jolla pyritään ratkomaan laatuun liittyviä ongelmia sekä haasteita. Laadunvarmistukseen liittyy enemmän dokumentaatioon liittyviä asioita. Laadunvarmistuksessa keskitytään työhjeiden sekä laadunhallinnassa käytettyjen menettelytapojen dokumentointiin. (Montgomery 2009, s. 17)

Yksi laadunhallintaan liittyvä menetelmä on niin sanottu Control Plan eli ohjaussuunnitelma. Ohjaussuunnitelma on dokumentti, jossa on määriteltynä prosessin laadun kannalta keskeiset tekijät

ja se soveltuukin erityisen hyvin prosessinaikaisten tarkastuksien käyttöönottoon sekä organisointiin. Ohjaussuunnitelman tarkoituksena on täyttää asiakasvaatimukset sekä vähentää prosessivaihtelusta aiheutuvia virhetilanteita. Ohjaussuunnitelmat voidaan jakaa kolmeen pääryhmään käyttötarkoituksensa mukaan. Suunnitelmaa voidaan hyödyntää prototyyppi-, pilotointi- tai valmistusvaiheessa. (Grey Campus 2018) (Six Sigma 2018) Tässä työssä keskitytään valmistusvaiheen ohjaussuunnitelmaan. Valmistusvaiheen ohjaussuunnitelman tulisi sisältää kattava listaus kaikista tuotteeseen sekä prosessiin vaikuttavista ominaisuuksista. Ohjaussuunnitelman tulee lisäksi sisältää tiedot kaikista prosessin hallintaan liittyvistä mittausten menetelmistä ja tarkastuksista, joita prosessin aikana tehdään. (Quality-One 2015)

Oikein tehtynä ohjaussuunnitelma vähentää huomattavasti prosessissa esiintyviä riskejä. Ohjaussuunnitelman tarkoituksena on yhdenmukaistaa tuotantoa siten, että samanlaiset tuotteet olisivat aina myös laadultaan saman tasoisia. Ohjaussuunnitelman tekoon on tästä syystä hyvä varata huomattavasti aikaa. Vaadittavaan aikaan vaikuttavat myös muiden menetelmien hyödyntäminen. Mikäli prosessille on jo olemassa prosessikaavioita tai FMEA-analyysi, vähentää se ohjaussuunnitelman tekoon vaadittavaa aikaa. (Silverstein, Samuel & DeCarlo 2011, s. 332-333) Ohjaussuunnitelman malli on esitetty kuvassa 6.

Osa/ Pro- sessi	Prosessin Nimi/ Työvaiheen kuvaus	Kone, Laitteisto, Työkalu, Väline työvaiheelle	Ominaisuudet			Menetelmät				Reaktio- suunnitelma	Kirjaus/ Hyväksyntä	
			Nro.	Lopputuote	Prosessi	Tuotteen/ prosessin määritelty toleranssi	Arviointi- menetelmä	Otos				Valvonta menetelmä
								Koko	Toisto väli			
1			1						Aina			Hyväksyntä
2			2						Aina			Hyväksyntä
3			1						N/A			Hyväksyntä
4			2						Aina			Hyväksyntä

Kuva 6. Ohjaussuunnitelma (Perustuu DMAIC Tools 2018).

Kuvassa 6 on esiteltyä Excel-pohjainen malli ohjaussuunnitelmalle. Se noudattelee pääpiirteissään DMAIC Toolsin esittelemää mallia. Ohjaussuunnitelman tarvitsemat tiedot saattavat tulla esimerkiksi

prosessikaavioiden tai FMEA-riskianalyyysien pohjalta (Quality-One 2015). Valmiille pohjalle lisätään tiedot prosessivaiheesta sekä käytetyistä työkaluista. Näiden lisäksi Excel-pohjalle lisätään prosessivaiheesta syntyvä lopputuote, itse prosessi, toleranssit sekä arviointimenetelmät. Valvontamenetelmään laitetaan ylös, että miten kyseinen tarkastus tehdään. Tarkastus voi olla esimerkiksi mittaus tai visuaalinen tarkastus. Reaktiosuunnitelmaan lisätään vaadittavat toimenpiteet tilanteille, joissa havaitaan virhe.

Ohjaussuunnitelman luomisessa kannattaa hyödyntää ryhmää, johon kuuluisi osajia eri osastoista, jotta saadaan parempi kokonaiskuva koko prosessista sekä sen vaikutuksista muihin osastoihin. Monitaitoinen ryhmä löytää paremmin useita lähestymistapoja ongelmiin ja kehittää näiden parempia ratkaisuja. Ryhmätyöskentelyssä voidaan prosessikaavioiden sekä FMEA-riskianalyyysien lisäksi hyödyntää myös aikaisemmista tapauksista opittuja asioita. On myös hyvä muistaa, että tuotantoprosessi sekä tuotteet saattavat hieman muuttua ajan myötä, jolloin myös mahdolliset riskit muuttuvat. Tästä syystä myös ohjaussuunnitelmaa tulee päivittää säännöllisesti aina, kun uutta tietoa saadaan. (Quality-One 2015)

Aikaisemmin esitelty FMEA-riskianalyysi soveltuu hyvin riskien kartoittamiseen sekä arvottamiseen. Analyysin avulla voidaan priorisoida korjaavia toimenpiteitä. Osa korjaavista toimenpiteistä liittyvät prosessinaikaisiin tarkastuksiin sekä korjauksiin, osa toimenpiteistä voidaan tehdä esimerkiksi erillisillä kehityshankkeilla.

3.3 Prosessien mallintaminen

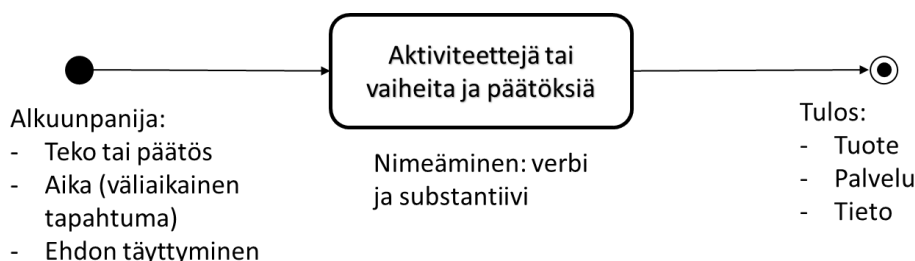
ISO9001:2015 on laadunhallintastandardin vuoden 2015 painos, jossa keskeisessä roolissa on prosessinäkökulma. Prosessit ja niiden määrittäminen ovat keskeinen osa ISO9001:2015 laadunhallintastandardia, sillä niihin keskittyminen mahdollistaa kokonaistehokkuuden kasvun. Yleisesti ottaen standardin tarkoituksena on hyödyttää yrityksen liiketoimintaa sekä osoittaa heidän asiakkailleen toiminnan laatu. (ISO9001:2015, s. 9-13) Tässä luvussa käsitellään prosessien mallintamiseen sekä kehittämiseen liittyvää kirjallisuutta, jotka toimivat koritehtaan prosessien mallintamisen sekä tavoitetilan määrittelemisen pohjana. Erityisesti keskitytään prosessien kuvaamiseen, koska prosessikuvauksien avulla diplomityössä pyritään löytämään puutokset koritehtaan laadunhallintajärjestelmässä. Tässä kappaleessa prosessien kehittämistä käydään läpi ensisijaisesti tavoitetilan mallintamisen kautta, koska diplomityön tavoitteena on tavoitetilan kuvauksen pohjalta löytää puutteet koritehtaan laadunhallintajärjestelmässä. Varsinaiseen prosessien kehittämiseen liittyvät ensisijaisesti laatujohtamisen ylläpitoon sekä sen jatkuvaan kehittämiseen

tarkoitettujen jatkuvan parantamisen filosofiat sekä niiden kanssa yhteensopivat laadunhallintaan soveltuvat työkalut, joita on esitelty tarkemmin kappaleessa 3.4.

3.3.1 Prosessien kuvaaminen

Käsitteelle prosessi löytyy useita vaihtoehtoisia selityksiä ja ihmiset kokevat termin usein eri tavalla. Tässä kappaleessa käytetään kuitenkin Sharp ja McDermottin (2009) määritelmää prosessille, sillä heillä on selkeät ja helposti lähestyttävät kriteerit prosesseille. Heillä on prosessille neljä isompaa vaatimusta: prosessin tulee sisältää työtä, joka puolestaan voidaan määrittellä ryhmäksi aktiviteetteja ja päätöksiä. Tämän lisäksi prosessi tulee nimetä yksinkertaisesti siten, että se on muotoa verbi substantiivi eli esimerkiksi vastaanota tilaus. Nimeämisvaiheessa on syytä välttää epämääräisiä verbejä kuten hallita, koska tällaiset verbit eivät selkeästi määrittele tehtäviä eikä niiden pohjalta voida yksiselitteisesti määrittellä prosessin lopputulosta. Prosessin tuloksen tulisi nimittäin myös olla yksinkertainen: tilaus on vastaanotettu. Prosessilla pitää olla siis selkeä, yksiselitteinen lopputulos joka tulee myös voida identifioida. Voidaan siis sanoa, että tavara on vastaanotettu esimerkiksi tietyltä tilaukselta tai projektilta, minkä lisäksi voidaan mitata, että kuukaudessa on vastaanotettu näin ja näin monta tilausta. (Sharp & McDermott 2009, s. 41)

Myös laadunhallintastandardi ISO9001 ottaa kantaan prosessien määrittelyyn. Standardin mukaan prosesseista tulee määrittellä niiden alku, lopputulos, tiheys, yhteys toisiin prosesseihin, menestyksen kriteerit ja näiden seuranta, tarvittavat resurssit ja niiden saatavuus, vastuuhenkilöt, riskit ja mahdollisuudet, yleinen parantaminen sekä dokumentointi ja dokumenttien tallennus. Tiivistettynä ISO9001:n mukaan tavoitteena on ymmärtää ja johtaa prosesseja sekä ymmärtää niiden välinen yhteys toisiinsa. (ISO9001:2015, s. 21) Prosessin määrittelemisen kannalta keskeiset elementit on esitelty kuvassa 7.

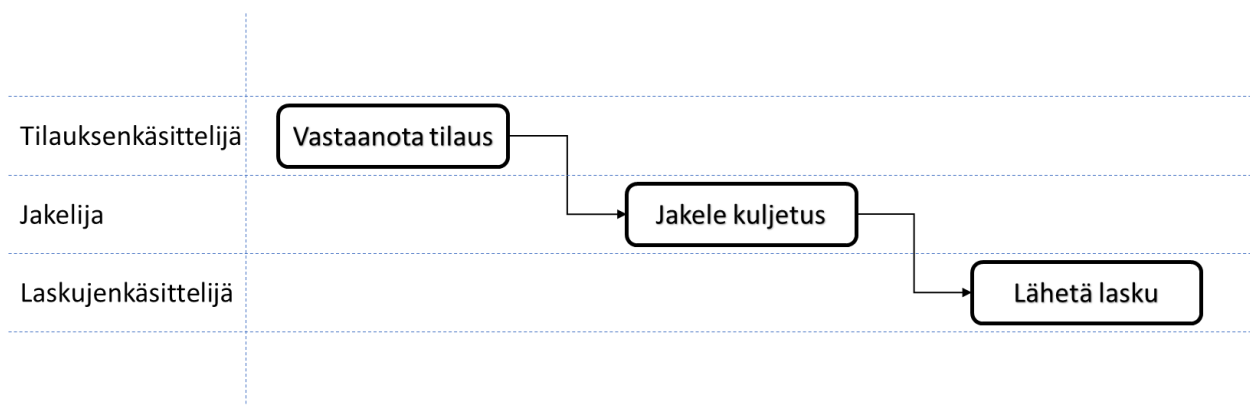


Kuva 7. Prosessi (Sharp & McDermott 2009).

Sharp ja McDermott 2009 esittämä Swimlane-malli prosessien mallintamiseen muistuttaa paljon BPMN-mallia (Business Process Model and Notation). BPMN-malli on Object Management Groupin

luoma malli prosessien mallintamiseen ja visuaaliseen esittämiseen (Object Management Group 2017). Mallit muistuttavat paljon toisiaan, mutta BPMN-malli on teknisempi sisältäen myös enemmän symboleita. BPMN soveltuu paremmin joko tarkemman tason prosessikuvauksille tai teknisemmille virtojen kuvauksille, jotka olisi tarkoitettu esimerkiksi automatisaatioprojekteja varten. Swimlane-mallin mukaisilla prosessin kuvausmenetelmillä on etunaan niiden suhteellisen yksinkertainen rakenne. Toisaalta vaikka mallin ymmärtäminen onkin helppoa, sen kokoaminen ei välttämättä ole. Swimlane-mallin etuna on myös mallin visuaalinen luonne, jonka avulla toimintojen aikajärjestys sekä riippuvuudet toistensa välillä on helposti havaittavissa. (Sharp & McDermott 2009, s. 77-80)

Swimlane-mallien tarkoituksena on näyttää koko liiketoimintaprosessi alusta loppuun ja malli soveltuu sekä nykytilan mallintamiseen, että tulevaisuuden vision mallintamiseen. Mallin etuna on, että sen sijaan että kysyttäisiin mitä, kysytäänkin kuka, kuinka ja milloin. Mitä riittää silloin kun tavoitteena on ainoastaan tunnistaa prosesseja, mutta kysymällä kuka tekee mitä ja milloin, pystytään paremmin ymmärtämään prosesseja. (Sharp & McDermott 2009, s. 202) Swimlane-mallin etuna on, että sen avulla voidaan yksinkertaisesti kartoittaa monimutkaisia rakenteita, joissa toimii useita toimijoita (Hussain et al. 2017, s. 159). Yksinkertainen Swimlane-malli on esitelty kuvassa 8.



Kuva 8. Kuvaus yksinkertaisesta prosessista. Perustuu Sharp & McDermott 2009, s. 204.

Swimlane-mallissa jokaisella toimijalla on oma ”uimaratansa”, laatikot kuvaavat prosessin vaiheita ja nuolet kuvaavat materiaali- ja informaatiovirtauksia. Mallilla on kolme sääntöä, joista ensimmäinen on, että virtaus kuvataan aina vasemmalta oikealle. Mallissa ei siis ikinä palata takaisin vasemmalle vaan virtaus etenee vasemmalta oikealle vaiheiden aikajärjestyksessä. Mallissa voidaan kuitenkin siirtyä pystysuoraan. Toinen sääntö on, että symboleja tulee käyttää mahdollisimman yksinkertaisesti. Kyseessä ei ole tekninen prosessimallinnus, joten prosessit pyritään kuvaamaan vähemmällä määrällä erilaisia symboleja. Kolmantena sääntönä on, että prosessikuvaukseen tulee

laittaa jokainen toimija, joka prosessissa tekee työtä tai voi vaikuttaa materiaali- ja informaatiovirtoihin. (Sharp & McDermott 2009, s. 203)

3.3.2 Prosessien kehittäminen

Sharp & McDermott (2009, s.84-86) esittävät prosessien kehittämisen kolmivaiheisena prosessina, jonka lopputuloksena syntyy prosessin tavoitetila. Ensimmäisessä vaiheessa tulee ymmärtää prosessin konteksti, rajaukset, laajuus sekä tavoitteet. Tässä vaiheessa tulee luoda prosessikartta, joka sisältää myös prosessin kytköksissä olevat prosessit sekä näiden riippuvuudet toisiinsa. Toisessa vaiheessa tulee ymmärtää prosessin nykytila. Tulee pohtia, että miksi *oikeasti* prosessin tavoitteita ei vielä nykytilassa saavuteta. Tässä auttaa myös Swimlane-mallin tapaisen nykytilakartan tekeminen, sillä se auttaa selvittämään, että kuka tekee mitä ja milloin. Kolmannessa vaiheessa suunnitellaan sekä kuvataan tavoitetila.

Prosessien kehittämisen ensimmäiseen vaiheeseen kuuluu myös rajausten määrittäminen. Rajausta tehtäessä on muistettava, että prosessi tulee määritellä sekä sisältä että ulkoa. Ulkopuolelta tulee määritellä käsiteltävää prosessia ympäröivät muut toiminnot, jotta ymmärretään laajempi konteksti. Rajauksella saavutetaan kahdenlaisia hyötyjä: ensinnäkin rajauksen määrittelyn mukana selviää, mitä prosessi oikeastaan on, mitä siitä saadaan tulokseksi sekä ketkä siinä ovat mukana. Tämän lisäksi rajausta määriteltäessä tulee ratkaistua useita asioita, jotka myöhemmin helpottavat prosessikartan luontia. Prosessista tulee määriteltäviä ainakin alku, loppu, välivaiheet, henkilöt sekä heidän vastualueensa. (Sharp & McDermott 2009, s. 137-139)

Ensimmäisessä vaiheessa tulee miettiä myös mittaamista. Prosessiin liittyen kannattaa kerätä tietoa, jotka vastaavat sellaisiin kysymyksiin kuten kuinka usein, kuinka kauan sekä kuinka monta. Tällä saadaan käsitys siitä, kuinka suurta muutosta voidaan ylipäättään muutoksilla saada aikaan. Mikäli prosessia ei toisteta kovin usein, myös sen muuttamisesta saadut hyödyt ovat vähäisemmät. Mittaaminen mahdollistaa myös myöhemmin tapahtuvan vertailun uuden sekä vanhan prosessin välillä. Huomionarvoista kuitenkin on, että tässä vaiheessa ei vielä kannata mitata kaikkea mahdollista, sillä ymmärrys koko prosessista ei välttämättä ole riittävällä tasolla. Mikäli on tarvetta mittaamiselle, tulee siinä keskittyä perusasioiden mittaamiseen (esimerkiksi kuinka monta kertaa jokin asia toistetaan), ei tehtäväkohtaisten mittareiden tarkasteluun, sillä se voi ohjata väärään suuntaan ja aiheuttaa ainoastaan osaoptimointia. (Sharp & McDermott 2009, s. 189-190)

Toisessa prosessien kehittämisvaiheessa mallinnetaan nykytilaa. Nykytilan mallinnuksessa on tärkeää laittaa nykytilaa kuvaavaan malliin mukaan kaikki tekijät, jotka prosessissa liikuttelevat tai

hidastavat työtä. Tällainen tekijä/vaikuttaja voi ihmisen lisäksi olla myös esimerkiksi laite tai järjestelmä, vaikka ne eivät itsessään loisikaan arvoa. Nämä tulee myös laittaa mukaan nykytilamalliin, sillä jättämällä ne pois voitaisiin päätyä tilanteeseen, jossa muodostuu mahdollisesti vääriä analyysejä tuottava harhaanjohtava prosessikartta. Tällöin ongelmien juurisyyt saattaisivat jäädä piiloon. Järjestelmien ei kuitenkaan tarvitse välttämättä sijaita Swimlane-mallissa tekijöiden tapaan omalla radallaan vaan järjestelmän olemassaolo voidaan myös ilmaista tehtävällä *Luo tilaus toiminnanohjausjärjestelmässä*. Itse prosessien mallintamisessa tietoa kannattaa kerätä joko haastatteleamalla ihmisiä, pitämällä ideointitilaisuuksia sekä näiden lisäksi vielä kävelemällä koko materiaaliketjun läpi. Fyysinen kävely prosessin läpi auttaa paremmin ymmärtämään virtoja. (Sharp & McDermott 2009, s. 245-246, 263)

Mallin testaamisen tueksi Sharp & McDermott (2009) esittelevät viisi kysymystä, jotka kysytään jokaisesta prosessin vaiheesta. Ensimmäinen kysymys liittyy vastuun siirtämiseen eli miten tieto tai materiaali siirtyy vaiheesta toiseen, mitä kautta se sinne siirtyy ja onko välissä vielä joku tai jotain jolla on vaikutus prosessiin. Toiseksi tulee kysyä, että vastaako vaiheen nimi sen sisältöä ja siitä ulos saatavaa tulosta. Tässä vaiheessa tulee tarkkailla erityisesti epämääräisten verbien käyttöä. Kolmantena tulee analysoida vielä kerran vaiheen sisällä etenemistä. Tulee miettiä, että onko kaikki tekijät varmasti mukana prosessikartassa vai puuttuuko sieltä esimerkiksi jokin henkilö tai järjestelmä. Neljäs vaihe on hieman samantyylinen, sillä siinä tulee miettiä ovatko tehtävät yksittäisiä vai kenties yhteistyötä vaativia. Tämänkin vaiheen tarkoituksena on miettiä, löytyykö vielä tekijöitä, jotka mallista puuttuisivat. Viimeisenä tulee tarkastella prosessin virtausta ja erityisesti nuolien lukumäärää eli sitä, onko niitä riittävästi. Usein vaiheisiin liittyy päätöksentekoa, mikä tarkoittaa sitä, että päätöksestä riippuen vaihtoehtoisia suuntia tulisi olla ainakin kaksi.

Kolmannessa prosessien kehittämissivaiheessa mietitään ongelmia, mahdollisia kehityskohteita sekä näiden lisäksi myös niitä kohtia prosessissa, jotka halutaan säästää (Sharp & McDermott 2009, s. 301). Tavoitetilan suunnittelun Sharp & McDermott (2009) jakavat kahteen vaiheeseen: tulevaisuuden tilan kuvailuun sekä sen suunnitteluun. Tavoitetilan suunnittelu on hyvä aloittaa sen kuvailusta, jotta saadaan ensin ideoitua useampia mahdollisia ratkaisuja sekä kartoitettua paremmin ongelmakohtia. Kuvailussa mietitään ensin sisäisten kyvykkyyksien antamia mahdollisuuksia muutokseen ja kehittämiseen. Tämän lisäksi päätetään suunnasta eli siitä halutaanko prosessia tai sen osaa hylätä, pitää samanlaisena, kehittää, suunnitella uudelleen tai ulkoistaa. Tämän pohjalta aloitetaan kehitysehdotusten miettiminen. Kun kehitysehdotuksia on kerätty, niistä valitaan pois toteutuskelvottomat (syynä voi olla esimerkiksi, että idea on yrityskulttuurin vastainen tai jopa laitton). Näiden askelten pohjalta uuden prosessikartan suunnittelu käy helpommin, sillä kaikki siihen

liittyvä sisältö on jo aikaisemmissa vaiheissa ideoitu. Tässä vaiheessa on kuitenkin hyvä muistaa myös mahdollisuus siitä, että ensin piirtäisi ideaalitulannetta kuvaavan rajoitteista vapaan prosessimallin ja tämän pohjalta tekisi vasta varsinaisen mallin, jossa on otettu huomioon myös osaamisesta, ajasta ja tilasta riippuvat rajoitteet (Sharp & McDermott 2009, s. 340). Kirjoittajat eivät tässä vaiheessa mainitse iterointia, mutta tässä järjestyksessä toimittaessa voisi ideaalitulanteen mallintamisen jälkeen palata vielä ideointivaiheeseen, mikäli ideaalitulanteen määrittelyssä ilmenee uusia huomioon otettavia asioita.

3.4 Juurisyyanalyysit

Juurisyyanalyysit ovat keskeinen osa jatkuvaa parantamista, sillä jotta ongelmat saadaan lopullisesti korjattua, tulee ongelmien aiheuttamien oireiden sijasta puuttua niiden juurisyihin. Smith ja Erwin (2018) mukaan juurisyyanalyysi on yksi tärkeimmistä osista DMAIC-mallissa. Tässä kappaleessa esitellään yleisimpiä ja diplomityön kannalta keskeisimpiä laadunhallintaan soveltuvia juurisyyanalyysin työkaluja. Esitellyt työkalut on valittu siten, että ne sopivat yhteen kappaleessa 2 esiteltyjen jatkuvan parantamisen filosofioiden kanssa.

3.4.1 5 miksiä

5 Why's eli 5 miksiä on yksinkertainen työkalu juurisyiden selvittämiseen. Ideana menetelmässä on ongelman määrittelemisen jälkeen kysyä viisi kertaa miksi, jotta voidaan erottaa ongelman aiheuttamat oireet sen juurisyistä. Tämän eron havaitseminen on mallissa kriittistä ja avain sen menestykseen. Oireet saattavat usein peittää alleen ne syyt, mitkä aiheuttavat ongelman. Mikäli 5 miksiä käytetään oikein ja tehokkaasti, voidaan sen avulla ensin määrittää ongelmien juurisyit ja tämän pohjalta kehittää toimintaa siten, että saadaan aikaan korjaavia sekä ehkäiseviä toimenpiteitä. Oikein käytettynä malli on erittäin helppokäyttöinen ja sen avulla saadaan pureuduttua ongelmien juurisyihin. (Benjamin, Marathamuthu & Murugaiah 2013, s. 421) (Six Sigma 2018) Nimestään huolimatta 5 mikissä ei aina kysytä tarkalleen viittä kysymystä vaan se vaihtelee tilannekohtaisesti. Joskus tarvitaan useampia kysymyksiä ja joskus ongelmien juurisyyn ytimeen päästään alle viidellä kysymyksellä. Kysymysten määrä tulee päättää tapauskohtaisesti maalaisjärjen avulla. (Pylypow & Royall 2001, s. 66) (Dumphily 2014, s. 28-29)

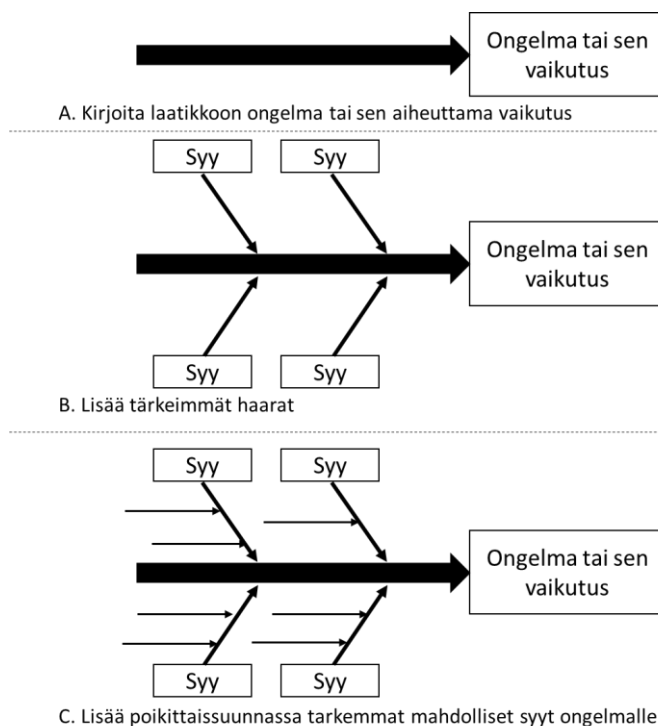
3.4.2 Aivoriihi

Aivoriihi on kaksivaiheinen ongelmanratkaisuun soveltuva työkalu, jota voidaan hyödyntää myös juurisyyanalyyseissä. Aivoriiehessä eri alojen tai osastojen työntekijät kokoontuvat yhteen

ratkaisemaan tiettyä ongelmaa. Ensimmäisen vaiheen tarkoituksena on luoda mahdollisimman monta mahdollista ratkaisua ongelmaan. Tähän vaiheeseen kuuluvat myös aivoriihen kolme ensimmäistä sääntöä, joiden mukaan ensimmäisessä vaiheessa mitään ehdotuksia ei kritisoida ja kaikki mieleen tulevat ideat on otettava ylös ja esitettävä ilman itsensä sensurointia. Tavoitteena on saada aikaan myös tavallisesta poikkeavia ratkaisuja, joten kaikki näkökulmat ovat tervetulleita. Aivoriihen toisessa vaiheessa siirrytään arvioimaan luotuja ratkaisuehdotuksia, joita voidaan arvioida esimerkiksi käytettävyyden, käytännöllisyyden sekä taloudellisten vaikutusten kautta. Tässä vaiheessa aivoriihen osallistujia kannustetaan myös yhdistelemään olemassa olevia ehdotuksia ja kehittämään niitä edelleen. (Boddy 2012, s. 7-8)

3.4.3 Kalanruotoanalyysi

CED (Cause-and-Effect Diagram) eli syy-seuraus-kaavio on juurisyyanalyysiin soveltuva työkalu, jonka avulla pyritään luokittelemaan ongelman mahdollisia aiheuttajia. CED tunnetaan myös kalanruotoanalyysinä, koska piirrettynä se muistuttaa kalanruotoa. Kalanruoto-kaavio on visuaalinen esitys ongelman mahdollisista aiheuttajista. Useimmiten ongelmilla on useita mahdollisia juurisyitä ja tätä tarkoitusta varten kalanruoto-kaavio tarjoaa valmiin pohjan, jonka avulla juurisyitä voidaan kartoittaa sekä luokitella. (Desai, Desai & Ojode 2015, s. 35) (Duphily 2014, s. 26-28) Kuvassa 9 on esitetty ohjeet kalanruoto-kaavion käyttöön.



Kuva 9. Kalanruoto-kaavion vaiheet (Doggett 2005, s. 35)

Kuva 9 seuraa Ishikawa (1982) määrittämiä askeleita kalanruoto-kaavion tekemiseksi, jossa alussa määritellään se ongelma, jota halutaan korjata tai kontrolloida. Tämän jälkeen kirjoitetaan ongelma kuvan oikeaan laitaan ja piirretään nuoli vasemmalta oikealle. Toisessa vaiheessa kirjoitetaan ylös syitä, jotka voivat mahdollisesti aiheuttaa ongelman. Kalanruotoanalyysi auttaa ongelmien juurisyiden luokittelemisessa ja yleisiä käytettyjä syy-luokkia ovat esimerkiksi henkilöstö, materiaalit, menetelmät sekä koneet. Syyt määritellään ryhmittäin kuvan 9 mukaisesti ja kolmannessa vaiheessa näiden ryhmien alle kirjoitetaan ylös sinne kuuluvat mahdolliset ongelman aiheuttajat. Kun ollaan varmoja siitä, että kaikki mahdolliset tekijät on kirjattu ylös, kalanruoto-kaavio on valmis.

3.4.4 Juurisyysanalyysien vertailu

Juurisyysanalyysit eroavat hieman toisistaan, mutta niiden käyttötarkoitukset ovat samankaltaisia. Juurisyysanalyysit eivät ole toisensa poissulkevia eivätkä ne kilpaile keskenään. Ne voivat jopa täydentää toisiaan ja esimerkiksi aivoriihen tukena voidaan käyttää 5 miksin menetelmiä. Taulukossa 3 on esiteltyä juurisyysanalyysiin soveltuvien työkalujen soveltuvuusalueita sekä vajavaisuuksia.

Taulukko 3. Juurisyysanalyysiin soveltuvien työkalujen hyödyt ja haitat.

Menetelmä	Lyhyt kuvaus	Hyödyt (Duphily 2014, s. 25)	Heikkoudet (Duphily 2014, s. 25)
5 miksiä	Juurisyysanalyysiin tarkoitettua työkalu, jossa kysytään kysymys "miksi" niin kauan, että ongelman juurisyys saadaan selvitettyä.	Voidaan hyödyntää lähes ongelmassa kuin ongelmassa. Oikein käytettynä paneutuu ongelmien juurisyihin eikä niiden aiheuttamiin oireisiin.	Ei yhtä laaja-alainen kuin monet kehittyneemmät menetelmät, esimerkiksi kalanruotoanalyysi
Aivoriihi	Ongelmanratkaisumenetelmä, jossa pyritään ideoimaan ratkaisuja ongelmaan mahdollisimman vapaasti.	Voidaan soveltaa useisiin ongelmatapauksiin. Oikein käytettynä tuottaa paljon mahdollisia ratkaisuehdotuksia.	Sopii ideointiin, mutta ei toimenpiteiden priorisointiin
Kalanruoto-analyysi	Juurisyysanalyysiin tarkoitettu työkalu, jonka avulla voidaan kartoittaa ongelman aiheuttajia luokittelun avulla.	Visuaalinen esitys soveltuu juurisyiden luokitteluun ja sopii hyvin yhteen 5 miksin kanssa. Luokittelu auttaa juurisyiden ideoinnissa.	Ei ota kantaa juurisyiden välisiin yhteyksiin tilanteissa, joissa useita mahdollisia juurisyitä

Kaikki esitellyt juurisyysanalyysin työkalut ovat sellaisia, että ne soveltuvat ongelmaan kuin ongelmaan eli ne ovat monikäyttöisiä. Esitellyistä juurisyysanalyyseistä 5 miksiä sekä kalanruotoanalyysi ovat erityisesti juurisyysanalyysiin soveltuvia ja aivoriihi soveltuu laajemmin

ongelmanratkaisuun. Aivoriieheä voidaan hyödyntää juurisyyanalyseissä sekä juurisyyn selvittämiseen että korjaavien toimenpiteiden ideoimiseen (Duphily 2014, s. 26) ja koska aivoriiehi soveltuu hyvin toimenpiteiden ideoimiseen, sitä voidaan käyttää yhdessä 5 miksin sekä kalanruotoanalyysin kanssa.

Duphily (2014) mukaan kalanruotoanalyysi soveltuu yllä esitellyistä työkaluista parhaiten monimutkaisempiin ongelmiin ja aivoriieheä sekä 5 miksiä sopivat helpompiin ongelmiin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että olisi olemassa oikea tai väärä menetelmä jonkin tietyn ongelman ratkaisemiseksi, sillä kaikkia yllä olevia työkaluja voidaan hyödyntää lähes kaikissa tilanteissa. Eri työkaluja voidaan myös yhdistellä eli mahdollisia juurisyitä voidaan esimerkiksi ensin luokitella kalanruotoanalyysin avulla, arvioida niitä tarkemmin 5 miksin avulla ja ideoida korjaavia toimenpiteitä aivoriiehen avulla (Duphily 2014, s. 24).

4 TAVOITETILAN MALLINTAMINEN

Koritehtaan laadunhallintajärjestelmä on sekalainen joukko laatudokumentteja, työpistekuvauksia sekä toimintaohjeita. Haasteena tehtaalla on, että ei ole selkeää kokonaiskuvaa siitä, että mitä kaikkea laadunhallintajärjestelmään liittyy ja mitä siitä mahdollisesti puuttuu. Tämän kappaleen tavoitteena on mallintaa koritehtaan keskeiset prosessit laadunhallinnan näkökulmasta sekä luoda tämän pohjalta prosesseille tavoittila, jonka avulla pyritään löytämään sekä listaamaan puutokset laadunhallintajärjestelmässä. Tavoittilassa on kuvattuna koritehtaan keskeiset prosessit siten, että kuvauksiin on lisätty mukaan prosessivaiheisiin liittyvä laatudokumentaatio eli mahdolliset työohjeet, viittaukset ohjaussuunnitelmiin sekä muut laatudokumentit.

Laadunhallintajärjestelmän dokumentaatio voidaan jakaa neljään osaan: järjestelmän ylläpidon sekä kehittämisen menettelytapoihin, käytettyihin menetelmiin, työohjeisiin ja määrittelyihin sekä asiakirjoihin (Montgomery 2009, s. 17). Järjestelmään liittyen tulisi siis kuvata, miten sitä kehitetään, millä menetelmillä ja miten se vaikuttaa jokapäiväiseen tekemiseen esimerkiksi työohjeiden kautta. Aikaisemmin haasteena on ollut laadunhallintajärjestelmän kokonaiskuvan hahmottaminen, joten tämän kappaleen tuloksena luodaan visuaalinen esitys laadunhallintajärjestelmän yhteydestä koritehtaan keskeisimpiin prosesseihin.

Visuaalinen esitys auttaa löytämään mahdollisia puutoksia järjestelmästä ja se toimii pohjana puutosten eli tarvittavien toimenpiteiden listalle. Visuaaliseen esitykseen lisätään myös laadunhallintajärjestelmästä puuttuvat dokumentit, jotta esitys kuvaisi yksinkertaisesti järjestelmän tavoittilan. Kun toimenpiteet on diplomityön jälkeen suoritettu, voidaan hyödyntää järjestelmän tavoittilasta luotua visuaalista esitystä. Koritehtaalla aloitetun laajemman laadunhallinnan kehittämisprojektin yhtenä tavoitteena on, että laadunhallintajärjestelmä koko laajuudessaan saataisiin visualisoitua myös koritehtaan työntekijöille, jotta se ei jäisi pelkästään laatuosaston käyttöön.

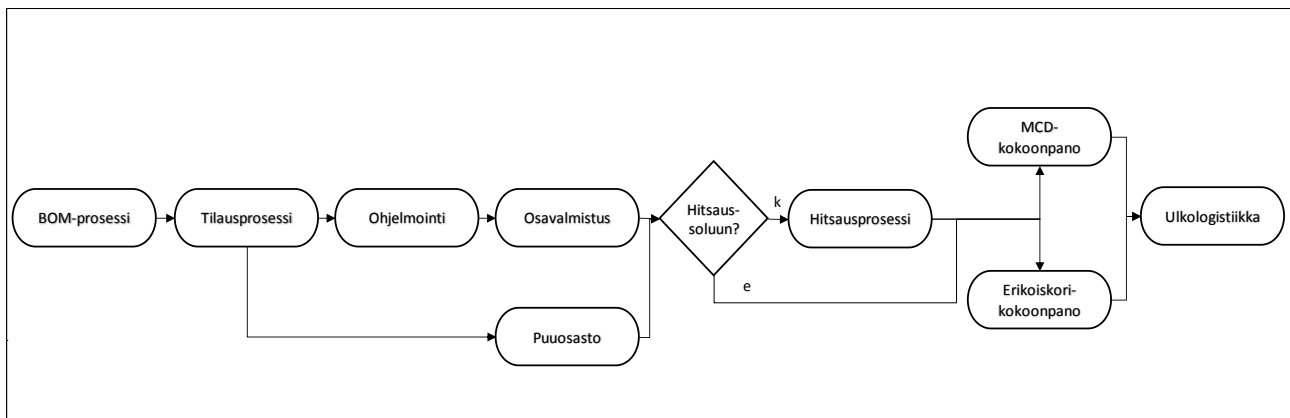
4.1 Prosessikuvaukset

Sharp & McDermottin (2009) mukaan prosessin mallintaminen ja kuvaaminen tulee aloittaa kuvattavien prosessien rajaamiselle. Tulee määrittää, että mitkä prosessit kuvataan ja miten ne vaikuttavat prosesseihin, jotka jäävät rajauksen ulkopuolelle. Tarkastelunäkökulman tulee siis kattaa myös kuvattavien prosessien ulkopuoli, jotta ymmärretään paremmin niiden konteksti. Prosessien tarkka määrittely helpottaa myös varsinaisen prosessikartan luomista. Työssä prosesseja lähdettiin

rajaamaan ja kartoittamaan haastattelujen avulla. Haastattelut olivat vapaamuotoisia ja eivät seuranneet mitään ennalta määriteltyä kaavaa. Ne kohdistuivat koritehtaan laatuosaston lisäksi tuotannon työjohtoon ja työntekijöihin sekä toimistoprosessiin kuuluviin työntekijöihin.

Työssä keskitytään erityisesti valmistusprosessiin, joka jakautuu toimisto- ja tuotantoprosesseihin. Keskeisiä toimistoprosesseja ovat tilausprosessi, ohjelmointiprosessi sekä niin sanottu osaluettelo- eli BOM-prosessi (bill of materials). BOM-prosessi kohdistuu niihin hissikoreihin, jotka tarvitsevat korikohtaista suunnittelua. Prosessissa valmistuskuvien perusteella tietojärjestelmiin lisätään tieto hissikorin tarvitsemista osista. Tietoa hyödynnetään sekä tilaus- että tuotantoprosesseissa. Ohjelmoinnissa luodaan koneita varten ohjelmointikortit koritehtaalla työstettäville metalliosille.

Tuotantoprosesseista keskeisiä ovat sekä osavalmistusprosessit että korin kokoonpanoprosessit. Ennen kokoonpanoprosesseja tuotanto kulkee osavalmistuksen läpi ja mahdollisesti myös puuosaston ja/tai hitsausosaston läpi. Kokoonpanolinjat eroavat hissityypin mukaan ja ne voidaan karkeasti jakaa kahteen linjaan: volyymituotteisiin sekä erikoiskoreihin. Koritehtaan koko tilaus-tuotantoprosessi on pääpiirteissään esitetty kuvassa 10 Swimlane-mallin mukaisesti.



Kuva 10. Tilaus-tuotantoprosessi koritehtaalla.

Tilaus-tuotantoprosessi on kuvattu Swimlane-mallin oppien mukaisesti. Kaavio ei liiku missään vaiheessa vasemmalle vaan se kulkee ylös, alas tai oikealle. Prosessit pyritään kuvaamaan mahdollisimman yksinkertaisesti ja niiden kuvaamiseen käytetään suorakulmiota, jolla on pyöreät reunat. Salmiakkikuviota käytetään tilanteissa, joissa prosessi voi edetä useampaan kuin yhteen suuntaan. Esimerkkikuvassa salmiakkia hyödynnetään siten, että kun kyseisen hissikori ei tarvitse hitsausta, se siirtyy prosessissa suoraan kokoonpanolinjoille.

Korikohtaista suunnittelua vaativien korien kohdalla prosessi alkaa BOM-vaiheesta, jota edeltää suunnittelu. Standardihissikoreissa prosessi koritehtaan kohdalla alkaa vasta tilausvaiheesta.

Koritehtaan työ on valmis siinä vaiheessa, kun ulkologiikka noutaa valmiin pakkauksen. Työssä keskitytään erityisesti kuvassa 10 esiteltyihin prosessivaiheisiin, sillä ne ovat koritehtaan toiminnan kannalta keskeisimmät. Sharp & McDermottin (2009) mukaisesti muistetaan myös, että vaiheet toistuvat usein ja siten ne ovat kokonaisuuden kannalta kaikkein keskeisimmät. Lisäksi kyseiset vaiheet ovat niitä, joista laatuvalutteen pääsääntöisesti johtuvat eli niissä on suurin mahdollisuus muutokselle, jota voidaan myöhemmässä vaiheessa myös mitata. Vähemmälle huomiolle työssä jää pääprosesseja sivuavat prosessit, joista esimerkkinä voidaan mainita reklamaatioprosessi, palautteenkäsittelyprosessi (Feedback-prosessi) sekä prosessi varastomateriaaleille. Näistä erityisesti varastomateriaalien hankinta on tehtaan ja toimitusketjun kannalta erittäin keskeinen prosessi, mutta sen merkitys laadunhallintajärjestelmälle on pieni. Korikohtaisten osien tilaaminen vaikuttaa tuotantoprosesseihin huomattavasti enemmän. Nämä materiaalit ovat usein erikoisia ja voivat aiheuttaa siten ylimääräistä työtä tuotannossa. Tämän lisäksi ohjelmointi tehdään tilausprosessin perusteella, mikä puolestaan edelleen vaikuttaa osavalmistukseen. Tilausprosessi on siis jatkuvassa vuorovaikutuksessa muiden tuotantoprosessien kanssa.

Sivuavat prosessit jätetään lähemmän tarkastelun ulkopuolelle, koska tavoitteena työssä on kehittää ennen kaikkea tuotantoprosesseja, jotka ovat laadunhallintajärjestelmän kannalta keskeisiä. Toimistoprosessien kehittäminen tukee myös tätä tavoitetta. Tämän lisäksi on kuitenkin hyvä huomata, että Swimlane-mallia voidaan hyödyntää myös varsinaisia pääprosesseja sivuavissa prosesseissa.

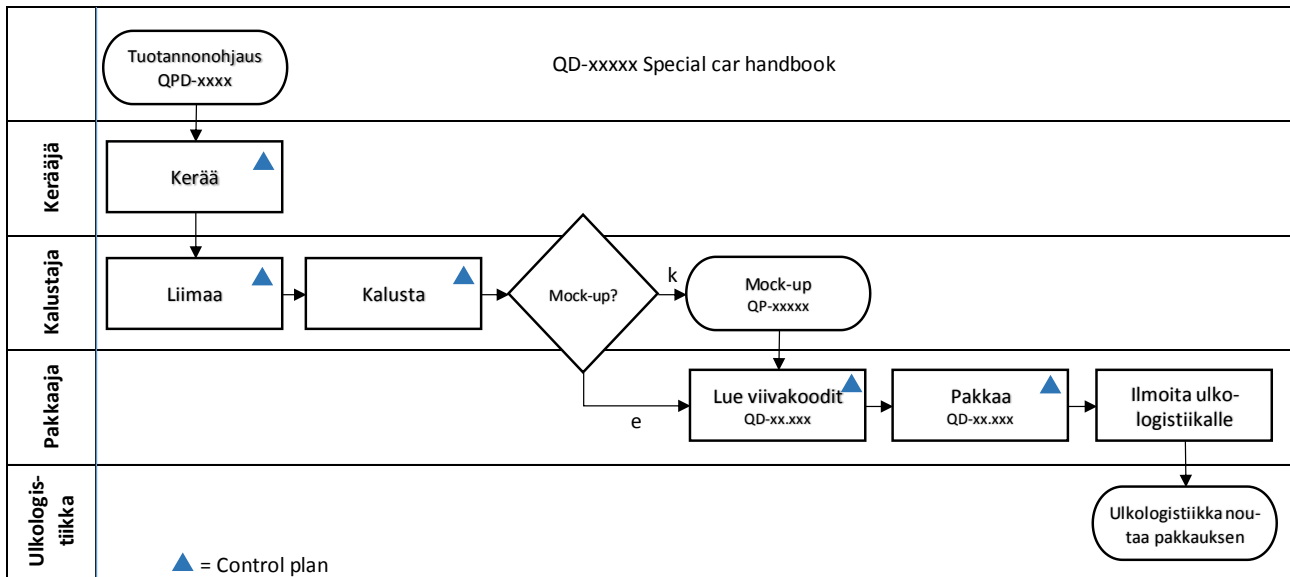
4.2 Prosessien tavoitetila

Diplomityössä keskitytään erityisesti tilaus-tuotantoprosessin sisältämiin prosesseihin, jotka esiteltiin aikaisemmin kuvassa 10. Nämä prosessit on mallinnettu tarkemmin ja ne toimivat myös tämän kappaleen pohjana. Tämän kappaleen tarkoituksena on yhden esimerkin kautta esitellä yhden prosessin nykytila sekä tavoitetila. Tavoitetilat on kuitenkin muodostettu useammalle eri prosessille ja ne toimivat tässä kappaleessa luotavan toimenpidelistauksen pohjana. Sharp & McDermott (2009) mukailen ensin luodaan prosessin tavoitetilan kuvaus, jonka pohjalta prosessia lähdetään kehittämään listaamalla puutokset. Listausta sisältävät tarvittavat toimenpiteet, joilla laadunhallintajärjestelmässä esiintyvät puutokset saadaan korjattua. Listauksen tarkoituksena on nostaa esille laatudokumentteja sekä -menetelmiä, jotka joko puuttuvat kokonaan tai tarvitsevat jatkokehittämistä.

Esimerkkiprosessiksi valitaan erikoiskokoonpanolinjalta yksi korikategoria. Linjojen sisällä on hieman eroja myös korikategorioiden välillä, joten myös kuvaukset on jaettu kategorioiden mukaan. Pääpiirteissään kokoonpanoprosessit ovat keskenään saman kaltaisia, mutta niissä esiintyy pieniä eroavaisuuksia. Valittuun korikategoriaan kuuluu erikoiskokoonpanolinjan hissikoreja, jotka saattavat poiketa normaaleista hissikoreista huomattavasti esimerkiksi käytettyjen materiaalien osalta. Prosessimielessä se kuitenkin kuvaa parhaiten koko hissikorivalmistusta, sillä sen prosessivaiheet toistuvat myös muilla korikategorioidella. Se on prosessiltaan hieman monimutkaisempi kuin volyymituotteet, mutta kuitenkin vähemmän vaativa kuin esimerkiksi maisemakorihissit, joissa keskeisenä materiaalina on lasi.

Nykytilan mallinnuksessa on käytetty hyödyksi tehtaalta jo löytyvää osaamista. Esimerkkikaaviota varten vapaamuotoisia haastatteluja on pidetty tehtaan laatuosastolle, erikoiskorien kokoonpanon työnjohdolle sekä tuotannon edustajalle. Tämän lisäksi on hyödynnetty havainnointia sekä fyysistä kävelyä koko tilaus-tuotantoprosessin lävitse Sharp & McDermott (2009) esittelemien oppien mukaisesti. Haastattelujen sekä havainnoinnin tarkoituksena oli selvittää sekä se miten materiaalit ja tieto liikkuvat prosessien välillä että ketkä kaikki näitä käsittelevät. Tämän lisäksi pyrittiin selvittämään myös koneiden ja tietojärjestelmien rooli prosessissa, jotta kaikki mahdolliset materiaalin tai tiedon siirrot saataisiin kartoitettua.

Työtä aloitettaessa suurin osa koritehtaan toimintaan liittyvästä laatudokumentaatiosta löytyi järjestelemättömänä yhdestä kansiossa. Ennen kuin prosessikaavioita lähdettiin työstämään, nämä dokumentit listattiin siten, että ne olisivat tietyn prosessivaiheen alla. Jäsentely helpotti dokumenttien lisäämistä prosessikaavioihin. Tässä kappaleessa esitellään kaksi kuvaa valitusta esimerkkiprosessista: nykytilamallinnus sekä tämän pohjalta kehitetty kuva tavoitetilasta. Nykytilamallinnus eräästä erikoiskokoonpanolinjan korikategoriasta on pääpiirteissään esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Erikoiskokoonpanolinja.

Kuva 11 esittää kokoonpanolinjan prosessikaavion sellaisena kuin se tällä hetkellä on. Kuvan vasemmassa laidassa näkyy, että kuka missäkin vaiheessa tekee työtä. Vasemman laidassa olevat tekijät kuvaavat tietyn prosessivaiheen edustajaa ja esimerkiksi kalustuksessa on useampia työntekijöitä. Suorakulmat, joissa on pyöristetyt kulmat, kuvaavat prosessin alku- ja päätepisteitä. Suorakulmat kuvaavat prosessivaiheita ja ne on pyritty kuvaamaan yksinkertaisilla verbeillä. Tavoitteena on mahdollisimman yksinkertainen kuvaus, joka sisältää prosessivaiheet pääpiirteissään eli tarkoituksena ei ole mennä liian tarkasti yksityiskohtiin, sillä kaavioiden tarkoituksena ei ole toimia työohjeina. Ne toimivat ainoastaan laadunhallintajärjestelmän mallintamisen pohjana eli niistä tulee löytyä kuhunkin vaiheeseen olennaisesti kuuluvat työohjeet, laatudokumentit sekä viittaukset Control Planiin eli ohjaussuunnitelmaan. Työohjeet ja dokumentit itsessään kuvaavat prosessivaiheita tarkemmin. Kuvassa esiintyvät siniset kolmiot puolestaan tarkoittavat sitä, että kyseiseen prosessivaiheeseen kuuluu ohjaussuunnitelma. Tällöin prosessivaiheessa on laadutarkastuksia, laadunvarmistuksia tai muita laadunhallintaan liittyviä keinoja, joilla pyritään minimoimaan mahdollisia valmistusriskejä.

Ensimmäiset kolme prosessivaihetta on kuvattu yksinkertaisilla verbeillä ja ne ovat korikohtaisia. Tämä tarkoittaa sitä, että niissä kerätään korikohtaiset osat, liimataan korikohtaiset elementit ja kalustetaan vaadittavat osat sekä koristeet. Kalustusvaiheessa korin mukaan tulee esimerkiksi seinäkoristelut, käsikaiteet, peilit sekä ikkunat. Kuvassa 8 esiintyvä sana Mock-up tarkoittaa korin pystyttämistä tehtaan lattialle. Tällöin siitä voidaan tarkastaa laadullisia asioita sekä esitellä esimerkiksi asiakkaille. Suurinta osaa koreista ei pystytetä, jolloin kalustusvaiheessa osat ainoastaan

laitetaan samaan paikkaan muiden korin osien kanssa odottamaan pakkausvaihetta. Pakkausvaiheessa pakkaaja tarkastaa, että tarvittavat osat ovat mukana, minkä jälkeen osat pakataan ja valmiista pakkauksesta ilmoitetaan logistiikkaosastolle.

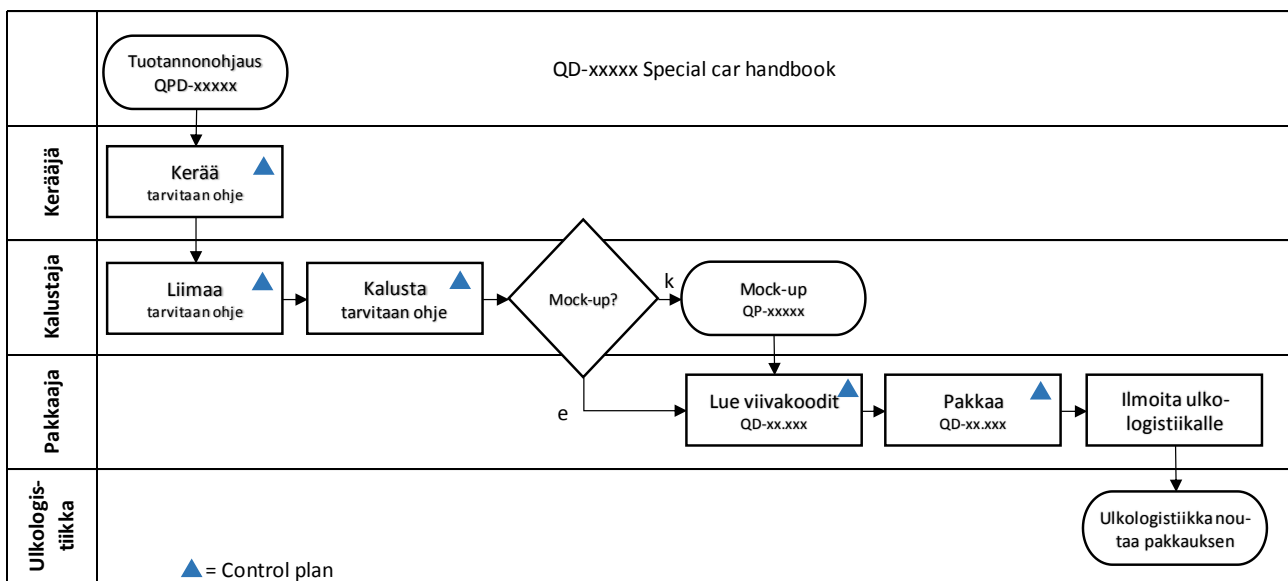
Nykytilan mallintamisen jälkeen on hyvä hyödyntää Sharp & McDermottin (2009) esittelemää viittä kysymystä mallinnuksen testaamiseen. Kysymyksien perusteella tulee tarkastella ennen kaikkea sitä, että onko kaikki tekijät listattu, miten vaiheet on kuvattu ja miten virtaus etenee mallissa eli onko siellä huomioitu prosessin haarautuminen. Kokoonpanolinjan prosessivaiheet on listattu kattavasti, mutta niiden sisällä on useita työvaiheita, joita kuvasta ei näe. Esimerkiksi keräysprosessi jakautuu kahteen osaan, jotka kuitenkin noudattavat keskenään samoja periaatteita. Kuvasta voidaan seurata tieto- sekä materiaalivirtoja osaprosessien välillä, mutta osaprosessin sisällä tapahtuvaa toimintaa se ei kuvaa. Tämä ei kuitenkaan ole kuvien tarkoituksena, sillä ne eivät ole tarkoitettu esimerkiksi työohjeeksi vaan ainoastaan laadunhallintajärjestelmän nykytilan analysoimiseksi. Osaprosessien sisällä olevat työvaiheet kuuluvat työohjeisiin, jotka puolestaan ovat osa laadunhallintajärjestelmää.

Prosessivaiheet on kuvattu selkeillä verbeillä ja jokaisella osaprosessilla on selkeä lähtökohta ja lopputulos. Esimerkiksi liimausvaihe alkaa siitä, kun korikohtainen keräily on saatu suoritettua ja lopputuloksena vaiheesta on, että kaikki liimausta vaativat korikohtaiset elementit on liimattu. Kuvan 11 prosessikaavio sisältää ainoastaan yhden haarautumiskohdan, mitä voidaan pitää varsin pienenä määränä. Tämä johtuu kuitenkin siitä, että virtaus on osaprosessien välillä suoraviivaista. Osaprosessien sisällä haarautumisia on useampia, sillä esimerkiksi kalustusvaiheessa tulee tarkastaa kalustettavien elementtien kohdalla, että kuuluuko niitä koriin vai ei. Hissikorit ovat kuitenkin keskenään erilaisia, joten vaiheiden sisällä saattaa olla eroavaisuuksia. Nämä pyritään ottamaan huomioon vaihekohtaisissa työohjeissa.

Nykytila-analyysin pohjalta aloitettiin työstämään tavoitetilan prosessikuvausta. Tässä työssä Sharp & McDermottin (2009) ohjeet prosessin kehittämiseen eivät täysimääräisesti toimi, sillä prosesseja itsessään ei varsinaisesti kehitetä eli prosessivaiheet ja niiden suhteet toisiinsa pysyvät samoina. Työn tavoitteena on kehittää laadunhallintajärjestelmää, joten myös prosessikuvaus rakentuu laadunhallintajärjestelmän pohjalta. Sharp & McDermottin (2009) esittelemässä mallissa tavoitetilan rakentaminen aloitetaan tulevaisuuden tilan suunnittelulla. Tämä tarkoittaa sitä, että ensin määritellään, että millainen kuvaus prosesseista halutaan ja sen jälkeen, että mitä kuvausten tulisi sisältää. Tätä voidaan soveltaa diplomityössä siten, että tavoitetilassa kuvataan kaikki laadunhallintajärjestelmässä jo olevat sekä sieltä puuttuvat osat, minkä jälkeen itse laadunhallintajärjestelmää lähdetään kehittämään tavoitetilan suuntaan. Kuva 12 esittää siis Sharp &

McDermottin (2009) määrittelemää tulevaisuuden tilaa ja diplomityön jälkeen laadunhallintajärjestelmää tullaan kehittämään siten, että tavoitetilaan päästään.

Tällä hetkellä prosessikaavioihin on lisätty tiedot olemassa olevista laatudokumenteista ja työohjeista sekä lisätty vaiheiden yhteydet olemassa olevaan ohjaussuunnitelmaan. Prosessikaavioista kuitenkin huomataan, että sieltä puuttuu laatudokumentaatiota, esimerkiksi työohjeita. Tämän lisäksi kaikkia vaiheita ei ole yhdistetty ohjaussuunnitelmaan. Tavoitetilaa suunniteltaessa tulee siis pohtia mihin vaiheisiin tarvitaan lisää laatudokumentaatiota sekä toimintaohjeita. Lisäksi haastattelujen perusteella tulee selvittää, onko prosessivaiheissa tarvetta laatuporteilte. Tavoitetilassa prosessikaavioiden tulisi sisältää kaikki prosessin olemassa olevat sekä sen tarvitsemat dokumentit ja mahdolliset laatuportit. Kuvien tarkoituksena on toimia visuaalisena esityksenä koritehtaan laadunhallintajärjestelmästä ja niiden avulla tulisi helposti olla havaittavissa laadunhallintaan vaikuttavat toimenpiteet jokaisessa prosessivaiheessa. Erikoiskokoonpanoprosessi sekä siihen liittyvät laadunhallintajärjestelmän osat tavoitetilassa on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Erikoiskokoonpanon laadunhallinnan tavoitetila.

Erot kuvien 11 ja 12 välillä liittyvät työohjeisiin. Nykytilassa työohjeet puuttuvat prosessin alkuvaiheista kokonaan. Vaiheisiin liittyy laadunhallintaa ohjaussuunnitelman muodossa, mutta sen pohjalta ei ole tehty työohjeita. Keräys- sekä liimausvaiheet ovat laadunhallinnan kannalta keskeisiä, sillä niihin liittyen tulee usein palautetta. Tästä syystä erityisesti niiden ohjaussuunnitelmaan ja sitä kautta työohjeisiin tulee kiinnittää huomiota. Ohjaussuunnitelma näille vaiheille ei myöskään ole täysin kattava, joten se vaatii päivityksen. Tätä tarkoitusta varten kappaleessa 5 luodaan yhdelle korikategorialle ensin riskianalyysi, jonka pohjalta luodaan myös ohjaussuunnitelma. Samaa

menetelmää voidaan hyödyntää myös muihin ohjaussuunnitelmiin. Keräys- ja liimausvaiheiden lisäksi kalustusvaihetta tulisi kehittää samojen menetelmien pohjalta. Koritehtaalla on olemassa joillekin korikategorioille omat kalustusohjeensa, joita voidaan päällisin puolin soveltaa myös erikoiskorikokoonpanossa. Erikoiskokoonpanolinja on kuitenkin hieman volyymituotteita monivaiheisempi, joten muut kalustusohjeet eivät kata kaikkia työvaiheita. Kappaleessa 5 luodaan maisemahissikoreille oma riskianalyysi sekä ohjaussuunnitelma, joita voidaan käyttää työohjeiden pohjana. Maisemakorihissit eivät ole volyymituotteita vaan hieman monimutkaisempia valmistaa, joten niiden työohjetta voidaan soveltaa myös erikoiskokoonpanolinjalla.

Muutokset kuvien välillä eivät ole suuret, mutta kuvan avulla on helpompi havainnoida muutokset nykytilanteen sekä tavoitetilan välillä. Ennen kaikkea kuva toimii hyvänä visuaalisena esityksenä erikoiskokoonpanoprosessin laadunhallintajärjestelmän tilanteesta. Siitä huomataan kaikki työvaiheisiin liittyvä ja sieltä puuttuva dokumentaatio sekä vaiheiden viittaukset laadunhallintaan eli ohjaussuunnitelmaan. Diplomityössä kuvaukset helpottavat tarvittavien toimenpiteiden hahmottamista. Työn jälkeen kuvien avulla on helppo havainnollistaa laadunhallinnan tilanne siten, että koritehtaan laadunhallintaan perehtymätön henkilökinn huomaa nopealla silmäyksellä mitä laadunhallintajärjestelmän osia kuhunkin vaiheeseen liittyy. Kuvista on nähtävissä tuotantoprosessi pääpiirteissään ja tarkemmin tuotantoprosessit tulevat tutuksi esimerkiksi kuvissa näkyvien työohjeiden kautta.

4.3 Tarvittavat toimenpiteet

Diplomityössä kuvattiin tehtaan pääprosessit, joiksi luokiteltiin toimistoprosesseista BOM-vaihe. Tuotannon puolelta tärkeimmiksi prosesseiksi nähtiin puupuoli, hitsaussolu, osavalmistus sekä kaksi erillistä kokoonpanolinjaa. Kokoonpanolinjat jaettiin vielä korikategorioiden mukaan. Kappaleessa 4.2 esiteltiin näistä erikoiskokoonpanoprosessin laadunhallinnan nykytila sekä tavoitetila.

Prosessikaavioiden mallinnus aloitettiin listaamalla kaikki olemassa olevat laadunhallintajärjestelmään liittyvät työohjeet sekä laatudokumentit osaprosessien alle. Tämän pohjalta niiden lisääminen prosessikaavioihin onnistui helpommin. Nykytilaa kuvaavien prosessikaavioiden avulla iso osa puutoksista oli helppo havaita. Esimerkiksi tarvittavat työohjeet sekä ohjaussuunnitelman puuttuminen on helppo huomata pelkästään kuvia katsomalla. Jäsennelty esitys koritehtaan pääprosesseista siis auttoi huomaamaan puutokset laadunhallintajärjestelmässä huomattavasti helpommin kuin aikaisemmin. Työn alkaessa laatudokumentit olivat sekalaisessa järjestyksessä, mutta suurilta osin samassa paikassa. Lähtötilanne oli, että tehtaalla kenelläkään ei

ollut selkeää kokonaiskuvaa laadunhallintajärjestelmän laajuudesta ja sen yhteydestä tehtaan prosesseihin. Prosessien mallintamisella tämä ongelma saatiin korjattua, sillä kuvien avulla on huomattavasti helpompi huomata sekä laadunhallintajärjestelmän nykytilanne että siinä esiintyvät puutokset.

Työn yhtenä tavoitteena oli luoda puutoslista kaikista niistä laadunhallintajärjestelmään liittyvistä dokumenteista, joita ei vielä ollut olemassa tai jotka olivat jollain tavalla puutteellisia. Suurin osa näistä puutoksista havaittiin haastattelujen sekä niiden pohjalta tehtyjen prosessikaavioiden perusteella. Erityisesti työohjeiden puutteet oli helppo havaita kuvien perusteella. Työohjeiden tarkempi sisältö voidaan määrittellä kappaleessa 5 esiteltävien menetelmien avulla. Prosessikaavioiden avulla hahmotettiin prosessien nykytilaa ja pyrittiin löytämään mahdollisia kehityskohteita, joiden korjaamiseen voidaan riskianalyyysien sekä ohjaussuunnitelmien lisäksi hyödyntää kappaleessa 3.4. esiteltyjä juurisyyanalyysijä.

Prosessikaavioiden avulla löydettiin ennen kaikkea puuttuvia työohjeita sekä työpistekuvauksia. Nämä on kuvista helppo löytää ja kaavioiden perusteella näitä löydettiinkin lukuisia. Työohjeita puuttui useista työvaiheista ja osa olemassa olevistakin dokumenteista olivat vajavaisia eli ne eivät välttämättä sisältäneet kaikkia tarvittavia työvaiheita tai niissä ei oltu otettu huomioon mahdollisia riskejä. Työpistekuvauksia koritehtaalta puuttui myös lukuisia, joten ne muodostavat ison osan toimenpidelistauksesta. Kuvien perusteella havaittiin myös useita puutoksia ohjaussuunnitelmassa, joka on jossain määrin tehty kaikille pääprosesseille, mutta ei aina kata kaikkia työvaiheita. Näiden kehittäminen nostetaan täten yhdeksi tärkeäksi toimenpiteeksi. Riskianalyyysia ja sen pohjalta ohjaussuunnitelman kehittämistä esitellään tarkemmin kappaleessa 5.

Haastattelujen perusteella huomattiin, että osavalmistukseen olisi hyvä saada laatuportteja, koska siellä esiintyy usein yksinkertaisia virheitä, jotka liikkuvat prosessissa kokoonpanolinjalle asti ennen kuin virheet havaitaan. Laaduntarkastuspisteitä löydettiin lisäksi kappaleen 5 riskianalyyysien pohjalta ja nämäkin kohdat on nostettu esille toimenpidelistalla. Puuttuvia dokumentteja sekä laatuportteja listalle löydettiin yli 20 kappaletta, joista suurin osa löydettiin prosessin mallintamisen kautta. Yksinkertaisen visuaalisen esityksen avulla voitiin siis löytää merkittäviäkin muutostarpeita koritehtaan laadunhallintajärjestelmässä.

Kaiken kaikkiaan huomataan, että laadunhallintajärjestelmässä on lukuisia kehittämiskohteita dokumentaatioon ja ohjeistukseen liittyen. Laadunhallintajärjestelmä saatiin selkeämmin yhdistettyä koritehtaan keskeisiin prosesseihin, joten nyt on helpompi havaita järjestelmän laajuus. Koritehtaalla

aloitetun laajemman laadunhallinnan kehittämisprojektin seuraavassa vaiheessa tulee paikata diplomityössä löydetyt puutteet laadunhallintajärjestelmässä. Uusia dokumentteja, ohjeita sekä laatuportteja tarvitaan lukuisia. Työohjeiden sisällön määrittelemiseen voidaan hyödyntää kappaleessa 5 tarkemmin esiteltyjä menetelmiä.

5 RISKIEN ENNALTAEHKÄISY

Diplomityön tavoitteena on esitellä menetelmiä riskien ennaltaehkäisyyn ja tätä tarkoitusta varten tässä kappaleessa luodaan riskianalyysi yhdelle korikategorialle. Näköalahissien korikategorialle luodaan PFMEA-mallin mukainen riskianalyysi, jonka tarkoituksena on analysoida mahdollisia riskejä, luoda riskien pohjalta korjaavia toimenpiteitä sekä priorisoida niitä. Tämä priorisointi puolestaan toimii Control Planin eli ohjaussuunnitelman pohjana. Ohjaussuunnitelmaan kirjataan prosessissa vaadittavat tarkastukset sekä keskeisimmät riskit. Ohjaussuunnitelma puolestaan toimii työpistekohtaisten työohjeiden pohjana. Työohjeita ei tuoteta diplomityössä vaan koritehtaalla aloitetun laajemman laadunhallinnan kehittämishankkeen seuraavassa vaiheessa.

Kappaleen tavoitteena on kartoittaa riskejä näköalahissikorikategorian tuotantoprosessissa sekä kehittää toimenpiteitä, joilla näiden riskien vaikutukset saataisiin joko poistettua kokonaan tai edes minimoitua. PFMEA-malli sopii riskien kartoittamiseen hyvin, sillä se auttaa myös korjaavien toimenpiteiden priorisoinnissa. Tällöin ohjaussuunnitelmassa sekä työohjeissa voidaan keskittyä kaikkein eniten haasteita aiheuttaviin ongelmakohtiin. Osa korjaavista toimenpiteistä liittyy prosessinaikaisiin tarkastuksiin, joten ne tulee sisällyttää myös työohjeisiin. Sen sijaan toimenpiteet, joilla riskien mahdollisuus poistetaan kokonaan, tehdään usein jokapäiväisen tuotantoprosessin ulkopuolella, joten ne tarvitsevat erilliset toimenpiteensä. Riskianalyysin perusteella luodaan siis sekä työohjeiden pohjalla toimivat ohjaussuunnitelmat että listaus vaadittavista toimenpiteistä, joita ei työohjeiden avulla saada korjattua. Nämä toimenpiteet lisätään myös aikaisemmassa kappaleessa esiteltyyn toimenpidelistaukseen.

Työssä tehdään riskianalyysi ainoastaan yhdelle korikategorialle siitä syystä, että diplomityön laajuuden kannalta ei ole mielekäästä toistaa samankaltaista prosessia uudelleen ja uudelleen. Diplomityö on rajattu siten, että tavoitteena on esimerkkien kautta esitellä sellaisia menetelmiä ja malleja, jotka yhdessä jatkuvan parantamisen filosofioiden kanssa muodostavat pohjan laadunhallintajärjestelmän ylläpitämiselle sekä kehittämiselle. Tässä kappaleessa luotavaa riskianalyysiä voidaan jatkossa hyödyntää myös muiden korikategorioiden riskianalyyysien pohjalla.

Korikategoriaksi valikoitui näköalahissit, koska ensinnäkin kyseinen korikategoria on kategoriana haastavimmasta päästä, sillä työvaiheita sekä mahdollisia materiaalivaihtoehtoja on enemmän kuin tavallisemmissa kategorioissa. Toisekseen näköalahisseissä on huomattava määrä lasia, mikä aiheuttaa myös omat haasteensa valmistusprosessille. Näköalahissit eroavat paljon myös toisistaan, sillä työvaiheiden määrä ja sisältö vaihtelee kori- sekä projektikohtaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että

riskianalyysissä on äärimmäisen tärkeää pyrkiä ottamaan mahdollisimman laajasti erilaisia mahdollisia työvaiheita huomioon. Koska maisemahissien valmistuksessa on enemmän työvaiheita kuin esimerkiksi volyyimihissikorien tuotannossa ja se sisältää kuitenkin samat työvaiheet kuin volyyimihissit, maisemahisseille luotava riskianalyysi toimii hyvin myös muiden korikategorioiden riskianalyysien pohjana. Näköalahissit soveltuvat siis hyvin esimerkkitapaukseksi, koska se on muita korikategorioita monipuolisempi ja kyseisten hissien valmistukseen tarvitaan paremmat ohjeet, sillä näköalahissit ovat valmistettavuudeltaan haastavia.

5.1 PFMEA-riskianalyysi

Työssä tuotettiin PFMEA-riskianalyysi näköalahissien korikategorialle. Riskianalyysin tekemisessä hyödynnettiin teorialähteiden lisäksi koritehtaalta löytyvää osaamista sekä diplomityössä aikaisemmin luotuja prosessikaavioita. Puente et al. (2001) sekä Vinodh & Santhosh (2010) suosivat prosessikaavioita, koska niiden avulla on helppo määrittellä ne aktiviteetit, joille riskejä lähdetään kartoittamaan. Riskianalyysiä lähdettiin työstämään palaverissa, joihin osallistui edustajat laatuosastosta, tuotannosta sekä sen työnjohdosta. Tehtaan johtaja oli myös välillä mukana palaverissa. Kokoonpanoa määriteltäessä tavoitteena oli saada eri osastojen edustajia mukaan, koska tällöin saadaan parempi kuva prosessista sekä sen vaikutuksista toisiin prosesseihin, minkä lisäksi monitaitoinen ryhmä löytää erilaisia lähestymistapoja ongelmiin (Quality One 2015).

Riskianalyysin soveltamiseen hyödynnettiin pääpiirteissään Sharma et al. (2004) jaottelua, jossa PFMEA-mallin käyttöönottoon jaettiin kymmeneen osaan. Ensimmäisessä osassa listataan kaikki mahdolliset työvaiheet ja toisessa vaiheessa luodaan prosessikaaviot. Tältä osin mallin soveltaminen eroaa Sharma et al. (2004) mallista, sillä diplomityössä on tuotettu jo kyseinen prosessikaavio ja sitä voidaan täten hyödyntää myös ensimmäisen vaiheen pohjalla.

Ensimmäisien palaverien tarkoituksena oli kartoittaa prosessivaiheet mahdollisimman tarkasti. Apuna tässä oli luodut prosessikaaviot sekä osallistujien käytännön osaaminen. Tavoitteena oli listata kaikki näköalahissien kokoonpanossa mahdollisesti suoritettavat työvaiheet. Tarkoituksena ei siis ollut listata ainoastaan niitä työvaiheita, jotka tehdään jokaisen korin kohdalla, vaan ajatuksena oli saada mukaan myös hieman harvinaisempia työvaiheita, jotta prosessi saataisiin katettua mahdollisimman hyvin. Näin malli toimii paremmin myös muiden korikategorioiden riskianalyysien pohjalla. Työvaiheiden tarkka listaus antaa paremman kuvan itse prosessista ja Belu et al. (2013) sekä Antony et al. (1998) mukaan prosessin yksityiskohtainen tunteminen on tärkeää riskianalyysin luomisen kannalta. Tämän lisäksi vaiheiden tarkka kartoitus helpottaa myös kaikkien mahdollisten

riskien havaitsemista, koska riskit käsitellään työvaihekohtaisesti. Työvaihelistaus toimii kaikkien muiden vaiheiden pohjalla, joten tämän vaiheen käsittely mahdollisimman kattavasti on kriittistä koko riskianalyysin kannalta.

Työvaiheiden kattavan listaamisen jälkeen palaverissa siirryttiin vaihekohtaisten riskien kartoittamiseen. Ensimmäisessä vaiheessa luotua listausta käydään läpi yksitellen ja yhdelle työvaiheelle voidaan tunnistaa useampia riskejä. Läpikäynti vaatii aikaa, sillä tunnistettuja työvaiheita on yli 70, joista lähes jokaiselle voidaan tunnistaa jokin riski ja isolle osalle jopa useita riskejä. Vaihe on kuitenkin riskianalyysin kannalta erittäin tärkeä ja sille kannattaa varata huomattavasti aikaa, jotta mahdollisimman moni riskeistä havaittaisiin. Tässä vaiheessa on jo mahdollista analysoida samalla havaittujen riskien juurisyitä sekä riskien vaikutuksia osaprosesseihin. Tällöin kaikki riskit käsitellään tarkemmin, mutta aikaa kuluu huomattavasti enemmän. Kuten Kmenta & Ishii (2001) huomauttavat, yrityksen tulisi antaa eniten huomiota kaikkein merkittävimmille riskeille. Puente et al. (2001) mukaan FMEA-malli soveltuu riskien arvottamiselle ja siten korjaavien toimenpiteiden priorisoimiselle. Tästä syystä diplomityössä arvotetaan ensin riskit sekä luodaan merkittävimmille riskeille korjaavia toimenpiteitä, joiden kehittämisessä voidaan hyödyntää myös juurisyyanalyysijä.

Sharma et al. (2004) mallin vaiheet 4-6 liittyvät riskien arvottamiseen. Vaiheiden tarkoituksena on asteikolla 1-10 arvioida jokaiselle riskille sen vakavuus, todennäköisyys sekä havaittavuus. Mitä pienempi arvo, sitä pienempi riski. Kun nämä kolme lukua on määriteltä, kerrotaan ne seitsemännessä vaiheessa yhteen, jolloin saadaan riskiluku RPN. Tätä lukua hyödynnetään riskien ja niille kehitettävien korjaavien toimenpiteiden priorisoinnissa. Tavoitteena on keskittää yrityksen rajalliset resurssit niihin toimenpiteisiin, joilla puututaan merkittävimpiin riskeihin.

Vaihetta varten diplomityössä oli tulostettu kriteerit sille, että minkälaisilla riskeillä saadaan mikäkin arvo. Kriteerit vakavuuden, todennäköisyyden sekä havaittavuuden merkityksen arvioimiselle olivat siis omilla lapuillaan. Menetelmä ei ollut osallistujille ennestään tuttu, joten tämä vaihe käytiin läpi siten, että riskejä käytiin läpi yksitellen ja ensin arvioitiin jokaiselle riskille sen vakavuus. Aluksi arvioitiin pelkät vakavuudet, koska täten voitiin keskittyä kerrallaan yhteen tekijään, jolloin turha papereiden selaaminen saatiin minimoitua. Vakavuuksien läpikäyminen järjestelmällisesti helpotti arvojen yhtenäistämässä eli kaikki riskit saatiin arvioitua samoilla kriteereillä. Mallin matemaattinen puoli on saanut runsaasti kritiikkiä kirjallisuudessa, joten FMEA-mallia käytettäessä on syytä pitää mielessä sen tarkoitus eli riskien sekä korjaavien toimenpiteiden priorisointi. Tähän tarkoitukseen riittää, että riskit on arvioitu keskenään samoilla kriteereillä, koska tällöin saadut

tulokset ovat vertailukelpoisia. Tärkeämpää on arvottaa riskit tiettyyn järjestykseen kuin tarkkailla absoluuttisia arvoja.

RPN-luvun laskemisen jälkeen määritetään korjaavien toimenpiteiden tarve. Mitä suurempi riskin RPN-luku on, sitä suurempi huomio sille tulee antaa määrittäessä vaadittavia toimenpiteitä. Mikäli myös pienemmän RPN-luvun riskille on helposti havaittavissa korjaava toimenpide, kannattaa se toki tehdä. Vaiheen tarkoituksena on ainoastaan keskittää huomiota merkittävimpiin riskeihin, mikä ei tarkoita sitä, etteikö muitakin korjausehdotuksia voitaisi tehdä.

Kun tarve korjaavalla toimenpiteelle on määritelty, tulee yhdeksännessä vaiheessa kehittää nämä toimenpiteet. Vaiheessa voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi juurisyyanalyysijä, joista yksinkertaisena esimerkkinä voidaan mainita 5 miksiä, jonka käyttöönotto on yksinkertaista. Juurisyyanalyysin hyödyntäminen tässä vaiheessa on suositeltavaa, sillä sen lisäksi, että juurisyyanalyysien avulla puututaan ongelmien aiheuttajiin eikä niiden oireisiin, Puente et al. (2001) mukaan suositeltavin toimenpide on sellainen, jolla saadaan poistettua ongelman juurisyy. Tällöin riski saadaan eliminoitua kokonaan. Mikäli tällaista ratkaisua ei kuitenkaan ole kehitettävissä, voidaan toimenpiteillä pyrkiä vähentämään virhetapausten määrää ja kehittämään prosessin virheidensietokykyä. Väliaikaisena ratkaisuna voidaan lisäksi ideoida toimenpiteitä, joiden avulla voidaan vähentää virheiden vakavuutta tai parantaa virheiden havaittavuutta, jolloin ne pienemmällä todennäköisyydellä päätyvät asiakkaalle asti.

Sharma et al. (2004) esittelemän mallin viimeisessä vaiheessa luodaan taulukkopohjainen FMEA-raportti. Diplomityössä luotiin Excel-pohjainen malli, jossa on listaus työosastoista. Työosastoja on kolme ja ne on jaoteltu keräilyyn, kokoonpanoon sekä pakkaukseen. Osastot jaetaan prosessivaiheisiin, jotka jaetaan edelleen työvaiheisiin. Työvaiheille on listattu mahdollisia riskejä, joille on annettu riskin vakavuutta, todennäköisyyttä sekä havaittavuutta kuvaavat arvot. Näiden lisäksi malli sisältää riskien RPN-luvun sekä ehdotetut korjaavat toimenpiteet. Ote Excel-mallista on esitelty kuvassa 13.

Riskit	Vakavuus S	Toden- näköisyys P	Havaitta- vuus D	RPN
Ei huomata / löydetä kaikkia virheitä	6	4	4	96
Toimittajaviiveet	7	8	2	112
Osia ei löydy / ole valmistettu	7	5	2	70
Keräilyvirhe	6	7	9	378
Toimitusvirhe	7	6	5	210
Osia ei ole	7	5	2	70
Keräilylista puutteellinen	6	9	9	486
Keräilyvirhe	6	4	8	192

Kuva 13. Keräilyssä havaitut riskit.

Kuvassa 13 on esiteltyä keräilyosastolle havaitut riskit. Jaottelusta huomataan samankaltaisia riskejä, mutta tässä vaiheessa on hyvä huomata, että ylimmän riskin jälkeen on neljä hissikorin osien keräilyyn liittyvää riskiä, jonka jälkeen on kolme asennuksessa tarvittavien osien keräilyyn liittyvää riskiä. Keräily ei sisällä niin paljon työvaiheita kuin esimerkiksi kokoonpano ja täten myös havaittujen riskien määrät ovat pienemmät. Keräilyvaiheessa riskejä löydettiin 8 kappaletta, kun koko näköalahissien tuotantoprosessista niitä löytyi peräti 140 kappaletta.

Diplomityössä riskien suuruusluokkien arvioinnissa hyödynnettiin pääpiirteissään Belu et al. (2013) jaottelua. Vakavuudet työssä on määritelty siten, että kun riski aiheuttaa myös henkilövahinkovaaran, annetaan sille automaattisesti luku 9 tai 10. Tätä pienemmät arvot liittyvät aiheutuneisiin kustannuksiin, asiakasvaatimusten täyttämiseen sekä toimitusviiveisiin. Toisaalta kaikkia kustannuksia malli ei ota huomioon, sillä esimerkiksi komponenttien hintoja ei oteta huomioon. Tässä tapauksessa kustannusvaikutukset liittyvätkin enemmän siihen, että esimerkiksi komponenttien vaihdosta aiheutuu asiakastyytymättömyyden lisäksi myös kustannuksia. Esimerkiksi arvot 6 ja 7 tarkoittavat sitä, että virhe toteutuessaan aiheuttaa joko myöhästymisen tai virheestä johtuen jokin komponentti tai komponentit tulee vaihdattaa hissien toimittamisen jälkeen. Kuten yllä olevasta kuvasta huomataan, kaikki keräilyyn liittyvät riskit kuuluvat näihin kategorioihin.

Todennäköisyydet on jaoteltu siten, että arvot 8-10 ovat erittäin yleisiä ja niitä tapahtuu useamman kerran kuukaudessa. Arvot 5-7 ovat myös yleisiä ja niitä tapahtuu kuukausittain. Tätä pienemmät arvot eivät välttämättä tapahdu joka kuukausi ja aivan pienimmän arvon saavat sellaiset riskit, joita ei tapahdu käytännössä koskaan. Havaittavuudella tarkoitetaan sitä, että mikäli riski toteutuu, niin kuinka todennäköisesti se huomataan tuotantoprosessissa. Arvot 8-10 tarkoittavat, että kyseisen riskin varalta prosessissa ei ole erikseen tarkastuksia, joilla riskien toteutuminen voitaisiin havaita. Tällöin

riski lähes varmasti päätyy jopa asiakkaalle asti. Diplomityössä esimerkiksi havaittiin, että monet keräilyvirheet kuuluvat tähän luokkaan. Mikäli korja ei erikseen kasata jo tehtaalla, puuttuvien osien havaitseminen on käytännössä mahdotonta. Arvot 1-3 puolestaan ovat sellaisia, että vaikka riski toteutuisikin, sen vaikutukset huomataan lähes varmasti eli ei ole olemassa vaaraa siitä, että riski päätyisi asiakkaalle asti.

Riskejä työssä havaittiin 140 kappaletta. Näiden riskien keskiarvot ovat 5,8 vakavuudelle, 3,0 todennäköisyydelle sekä 3,6 havaittavuudelle. Vakavuudet on siis arvioitu huomattavasti korkeammin kuin muut muuttujat. Tämä johtunee siitä, että palaverien tavoitteena oli kartoittaa mahdollisimman paljon riskejä ja pyrkiä ottamaan huomioon mahdollisimman paljon erilaisia vaihtoehtoja. Tästä syystä listalle päätyi paljon riskejä, jotka tapahtuessaan olisivat kyllä vakavia, mutta koska ne ovat joko epätodennäköisiä, helposti havaittavissa tai molempia, ne eivät aiheuta ongelmia tuotantoprosessissa.

Kuvasta 12 voidaan huomata, että toimitusvirheelle on laskettu riski 210 ja keräilyvirheelle 192. Näistä toimitusvirhe on hieman keräilyvirhettä suurempi, mutta tässä vaiheessa on hyvä muistaa mallin vajavaisuudet. RPN-luvun jakauma ei ole lineaarinen ja tästä syystä erityisesti suurilla RPN:n arvoilla isotakin tuntuvat erot voivat todellisuudessa olla pieniä. Tämän lisäksi kun otetaan huomioon vakavuuden, todennäköisyyden sekä havaittavuuden arvojen määrittämisen epätarkkuus, ei pienille eroille RPN-luvussa kannata antaa liian suurta painoarvoa. Esimerkiksi tässä tapauksessa FMEA-mallin toteuttajan on hyvä tiedostaa mallin matemaattisen puolen epätarkkuudet. Kun toteuttaja on tietoinen siitä, että luvut eivät kerro absoluuttista totuutta, voi mallin toteuttaja käyttää FMEA-analyysia sen todelliseen tarkoitukseen eli riskien sekä korjaavien toimenpiteiden priorisointiin. Tällöin diplomityön esimerkkitapauksessa toteuttaja ymmärtää antaa saman painoarvon sekä toimitusvirheelle että keräilyvirheelle. Malli soveltuu riskien kartoittamiseen ja niiden merkityksien suuruusluokan arviointiin, mutta malli ei ota kantaa esimerkiksi tuotantomääriin tai aiheutuneisiin kustannuksiin ja mallin matemaattinen puoli on parhaimmillaankin suuntaa antava.

5.2 Ohjaussuunnitelma

PFMEA-riskianalyysin tuloksena havaittiin 140 mahdollista riskiä. Näistä 17 sai RPN-luvun arvoksi yli 100. Suurin huomio korjaavissa toimenpiteissä kannattaa varata näille. Ohjaussuunnitelmaa tehtäessä RPN-rajaksi valittiin 80 eli kaikki tämän arvon ylittävät riskit olivat mukana kun toimenpiteitä kehitettiin. Osa toimenpiteistä liittyy ohjaussuunnitelmaan ja osa korjaavista toimenpiteistä toteutetaan erillisillä laadunkehittämisprojekteilla. Erilliset toimenpiteet toteutetaan

osana koritehtaalla aloitettua laajempaa laadunhallinnan kehittämisprojektia ja täten ne listataan samalla tavalla kuin kappaleessa 4 löydetty toimenpiteet.

Ohjaussuunnitelmaan lisätään kaikki ne korjaavat toimenpiteet, jotka toteutetaan koritehtaan jokapäiväisessä työssä. Ohjaussuunnitelman tarkoituksena on listata ne toimenpiteet ja tarkastukset, jotka korien tuotannossa tulee tehdä missäkin työvaiheessa. Ohjaussuunnitelman sisältämät tarkastukset lisätään työohjeisiin, jotta ne saadaan mukaan käytännön toimintaan. Ote luodusta ohjaussuunnitelmasta on esiteltyä kuvassa 14.

Ominaisuudet			Menetelmät				
Nro.	Lopputuote	Prosessi	Tuotteen/ prosessin määritelty toleranssi	Arviointi- menetelmä	Otos		Valvonta menetelmä
					Koko	Toisto väli	
1	Kokoonpanon materiaalit	Ostettavat ja omavalmistettavat tavarat kerätään kasaan ja toimitetaan kokoonpanosoluun. Katsotaan järjestelmästä onko kaikki materiaalit vastaanotettu	Kaikki osat oltava tehtaalla	Korikansio	100 %	Aina	
2	Kokoonpanon materiaalit	Keräilijä tarkistaa, että materiaalit ovat tilauksen mukaiset.	Tilauksen mukainen	Korikansio	100 %	Aina	Visuaalinen
3	Asennuksen materiaalit	Keräilijä tarkistaa, että materiaalit ovat tilauksen mukaiset.	Kaikki osat oltava tehtaalla	Korikansio	100 %	Aina	

Kuva 14. Ote ohjaussuunnitelmasta.

Kuvassa 14 on esiteltyä ote keräilyn ohjaussuunnitelmasta. Korikategorian ohjaussuunnitelma on tätä laajempi ja siinä on kuvattuna tarkemmin prosessivaiheisiin sisältyviä tarkastuksia. Keräilyssä ohjaussuunnitelmaa jakautuu korikohtaisten osien keräilyyn sekä hissien asennuksessa tarvittavien osien keräilyyn. Tiedot vaadittavista osista saadaan tehtaalla käytössä olevien järjestelmien kautta.

Ohjaussuunnitelman tarkoituksena on koota yhteen riskianalyyssissä havaitut tarvittavat prosessinaikaiset tarkastukset ja toimia työohjeiden pohjana. Keräilyssä on omat työohjeensa, mutta ne tulee päivittää riskianalyyssien pohjalta. Keräilyn ohjeita voidaan hyödyntää myös muiden korikategorioiden tuotannossa, sillä nämä vaiheet ovat kaikilla korikategorioilla samat. Työohjeet sisältävät tiedot siitä, että mistä löydetään tieto korille tarvittavista osista, miten osat kerätään, miten ne keräily kirjataan järjestelmiin sekä minne ja miten osat toimitetaan. Tämän lisäksi ohjeissa tulee

olla tieto keräilyn prosessinaikaisista tarkastuksista. Vaadittavat materiaalit on helposti saatavilla järjestelmästä, joka myös huomauttaa mikäli kaikkia osia ei ole. Materiaalilistaa seuraamalla tulee samalla tarkastetuksi, että materiaalit ovat tallella. Keräilyn prosessinaikaiset tarkastukset liittyvätkin materiaalien tarkastukseen eli materiaalien oikeellisuuteen. Oikeellisuus tarkastetaan tehtyjen tilausten perusteella.

Diplomityön jälkeen seuraava vaihe liittyy työohjeiden laatimiseen. Luodun ohjaussuunnitelman pohjalta tulee luoda vaadittavat työohjeet, jotta prosessinaikaiset tarkastukset saadaan mukaan käytännön tekemiseen. Työohjeet luodaan koritehtaalla aloitetun laadunhallinnan kehittämishankkeen puitteissa. Näköalohissien korikategorian työohjeiden lisäksi tulee myös muille korikategorioille luoda omat riskianalyyysinsä, ohjaussuunnitelmansa sekä työohjeensa. Täten koko koritehtaalla saadaan otettua käyttöön riskianalyyysien mukaiset prosessinaikaiset tarkastukset, minkä lisäksi riskianalyyysien pohjalta saattaa nousta erillisiä laadunhallinnan kehittämisprojekteja, joilla pyritään poistamaan ongelmien juurisyitä tai ainakin minimoimaan niiden aiheuttamia vaikutuksia.

6 LAADUNHALLINNAN KEHITTÄMINEN JATKOSSA

ISO9001 ottaa kantaa jatkuvaan parantamiseen erityisesti PDCA-mallillaan. Standardi ei kuitenkaan itsessään anna tarkkoja vaatimuksia jatkuvalle parantamiselle. ISO9001 suosittelee jatkuvaa parantamista, koska se on hyödyllistä yritykselle itselleen. Yrityskulttuurin muuttaminen ei kuitenkaan tapahdu hetkessä, mutta mitä enemmän yrityksessä hyödynnetään jatkuvaa parantamista, sitä rutinoituneemmaksi toiminta muodostuu (Bessant & Caffyn 1996, s. 5) (Murray & Chapman 2003, s. 277). Koritehtaalla jatkuvan parantamisen periaatteet ovat kuitenkin tuotannossa jo tuttuja, joten siltä osin implementoinnille on hyvät edellytykset. Tehtaalla on totuttu jatkuvasti kehittämään toimintatapoja tuotannossa, mutta laadunhallinnan suhteen jatkuvaa parantamista ei ole osattu hyödyntää samalla tavalla.

Tämän kappaleen tarkoituksena on kuvata miten laadunhallintajärjestelmää sekä sen osia tulisi jatkossa kehittää. Kappaleessa kuvataan sekä jatkuvasti toistuvia toimenpiteitä sekä yksittäisiä projekteja, joita koritehtaalla aloitetun laadunhallinnan kehittämishankkeen puitteissa tulisi toteuttaa. Toimenpiteet on taulukoitu kappaleessa 6.4. Kappaleen tarkoituksena on yhdistellä jatkuvan parantamisen filosofioita sekä niiden kanssa yhteensopivia laadunhallintaan soveltuvia työkaluja siten, että ne muodostavat rungon laadunhallintajärjestelmän sekä sen osien ylläpitämiselle ja kehittämiselle. Tavoitteena on esitellä, miten ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä jatkossa kehitetään, miten laatuongelmiin jatkossa reagoidaan sekä miten koko laadunhallintajärjestelmää tulee jatkossa kehittää. Ongelmien ennaltaehkäisyyn on diplomityössä jo esitelty menetelmiä, joten tässä kappaleessa keskeistä on laatuvalutukseen reagoiminen sekä toimiminen palautteen pohjalta, sillä ne liittyvät vahvasti laadunhallintaprosessien kehittämiseen.

Aikaisemmin toiminnan jatkuva kehittäminen on jäänyt koritehtaan laadunhallintajärjestelmässä vähemmälle huomiolle. Menetelmiä ja toimintatapoja ei ole pyritty jatkuvasti kehittämään ja jalostamaan, sillä iso osa ajasta kuluu esiintyneiden ongelmien korjaamiseen. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että mitään kehittämiseen liittyvää toimintaa ei olisi aikaisemmin ollut, sillä laadunhallintaa on kuitenkin pyritty aikaisemmin kehittämään käymällä säännöllisesti joitain esiintyneitä ongelmia läpi tuotannon työntekijöiden kanssa. Tämä on viime aikoina jäänyt vähemmälle huomiolle, mutta käytäntö on otettu hyvin vastaan ja se on tarkoitus ottaa takaisin käyttöön.

Ongelmia on siis käyty aikaisemmin läpi tuotannon työntekijöiden kanssa, mutta muuten menetelmien ylläpitämiseen ja kehittämiseen sekä palautteiden läpikäyntiin ei ole täysimääräisesti

hyödynnetty jatkuvan parantamisen filosofioita sekä niiden kanssa yhteensopivia työkaluja. Usein toistuvia palautteita käydään läpi myös kuukausittaisissa laatupalavereissa, mutta mikäli niissä ei keksitä ratkaisua ongelmaan, asiaan harvemmin palataan. Kaiken kaikkiaan voidaan sanoa, että palautetta käydään säännöllisesti läpi, mutta juurisyiden etsiminen ja niiden pohjalta korjaavien toimenpiteiden toteuttaminen on jäänyt vähemmälle huomiolle.

6.1 Riskianalyysi ja ohjaussuunnitelma

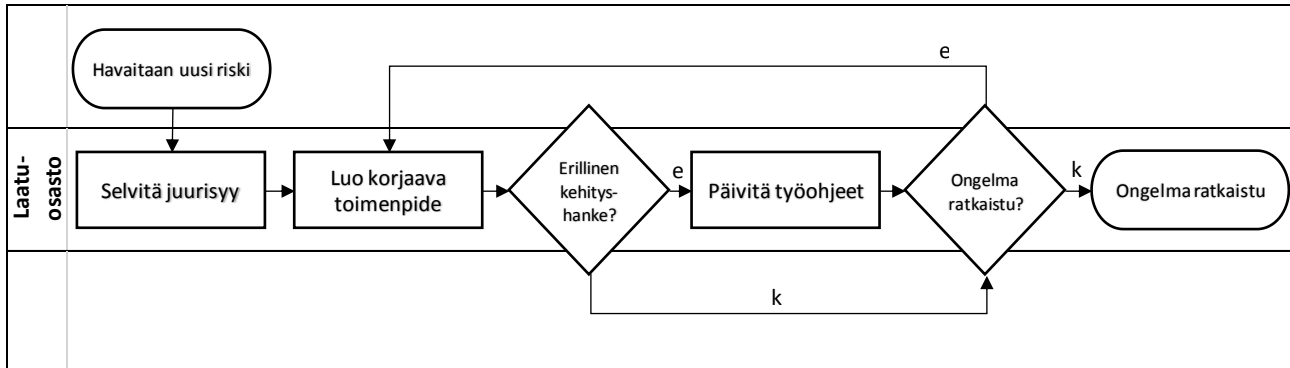
Kappaleessa 5 esiteltiin FMEA-riskianalyysi, jonka pohjalta näköalahissien korikategorialle luotiin ohjaussuunnitelma. Ohjaussuunnitelma puolestaan toimii työohjeiden pohjana. Korikategoriaksi valittiin näköalahissit osittain myös siitä syystä, että koska se on korikategoriana haastava ja sisältää täten myös enemmän työvaiheita, se toimii hyvin myös muiden korikategorioiden riskianalyyssien pohjalla. Diplomityön jälkeen osana laadunhallinnan kehittämisprojektia koritehtaan tulee tuottaa riskianalyyssit muille korikategorioille.

Useat koritehtaan työohjeista kaipaavat päivitystä ja tähän tarkoitukseen riskianalyyssit soveltuvat erinomaisesti, sillä niiden avulla on helppo huomata mihin vaiheisiin tulee tuotannossa kiinnittää erityistä huomiota. Menetelmät tähän on esitelty diplomityössä ja uusien riskianalyyssien luominen noudattaa samaa järjestystä kuin työssä tehty riskianalyysi. Pohjana kannattaa hyödyntää jo olemassa olevaa riskianalyyssiä, sillä suurin osa vaiheista ovat täsmälleen samoja. Osan työvaiheista voi poistaa ja tarpeen mukaan tulee lisätä työvaiheiden määrää, mikäli ne eroavat näköalahissien tuotannon työvaiheista. Vaikka diplomityön tuloksena olemassa onkin valmis pohja, kannattaa asiat silti käydä uudestaan läpi, jotta kaikki eroavaisuudet sekä mahdolliset uudet ideat saadaan myös esille.

Kun riskianalyysi on saatu laajemmin käyttöön koko koritehtaalla, tulee niiden jatkuvalla kehittämiselle esittää myös toimintatapoja, jotta riskianalyyssit pysyvät ajan tasalla käytännön tekemisen kanssa. Tehtaalla tulisi olla selkeät ohjeet siitä, milloin ja miten riskianalyysejä sekä sitä kautta työohjeita päivitetään. Päävastuu muutoksista jää tehtaan laatuosastolle. Heidän tulee olla tietoisia siitä, milloin työohjeita tulee päivittää.

Ensimmäinen syy riskianalyyssien päivittämiselle on, että työvaiheissa havaitaan uusi riski. Riski voidaan havaita työntekijöiden, asiakkaiden, laatuosaston sekä muiden osastojen toimesta. Kaikki riskit tulevat myös laatuosaston tietoon, joten asianmukaisten dokumenttien päivitys jää heidän vastuulleen. Ensinnäkin havaitulle riskille tulee määrittää sen juurisyys, jotta mahdollisuuksien mukaan ongelma voidaan poistaa kokonaan. Tällöin korjaava toimenpide suoritetaan erillisellä kehityshankkeella eikä esimerkiksi prosessinsisäisillä tarkastuksilla. Mikäli ongelma saadaan

poistettua kokonaan, ei tarvita muutoksia riskianalyysiin tai työohjeisiin. Jos kyseisen ongelman ratkaisuun tarvitaan esimerkiksi toimintatapojen muutos, tulee päivittää myös riskianalyysi, ohjaussuunnitelma sekä työohjeet. Prosessi on havainnollistettuna kuvassa 14.



Kuva 15. Uuden riskin aiheuttamat toimenpiteet.

Uuden riskin lisäksi voi tapahtua myös muutoksia tuotannossa. Työskentelymenetelmät, työkalut ja tuotantovaiheet voivat muuttua. Tämän lisäksi voidaan lanseerata uusia tuotteita tai ainakin uusia korikomponentteja. Kaikki vastaavanlaiset muutokset voivat vaikuttaa myös riskeihin sekä työohjeisiin. Kokonaan uusille korikategorioille tulee tuottaa omat riskianalyysinsä, jonka pohjalta tuotetaan kategoriakohtainen työohje. Pienemmät muutokset saattavat myös vaatia toimenpiteitä koritehtaan laatuosastolta, jolloin heidän tulee ensin selvittää muutosten vaikutukset koritehtaan toimintaan ja tämän perusteella arvioida muutosten vaikutukset riskeihin sekä työohjeisiin.

Riskianalyysien kohdalla jatkuva parantaminen vaikuttaa siis ennen kaikkea uusiin korikategorioihin. Diplomityössä luotua riskianalyysipohjaa tulee hyödyntää muiden korikategorioiden riskianalyysien luomisessa. Tämän lisäksi pohja on hyödyllinen uusia korikategorioita lanseeratessa. Nämä ovat koritehtaan toiminnan kannalta kaikkein keskeisimmät vaadittavat toimenpiteet. Pienemmät muutokset vaikuttavat toki myös olemassa oleviin riskeihin sekä sitä kautta työohjeisiin, mutta niiden vaikutukset jäävät kokonaista uutta korikategoriaa pienemmäksi.

6.2 Palautteen käsittely

Koritehdas vastaanottaa laatu palautetta useasta eri suunnasta. Palautetta voidaan saada yrityksen sisältä, tehtaan sisältä tai asiakkaalta. Iso osa palautteesta on rutiininomaista ja sitä käydään läpi jopa päivittäin. Päivittäisten palautteiden lisäksi koritehtaalte kohdistuu myös harvinaisempia laatuongelmia, jotka ovat mahdollisesti normaalipalautetta vaativampia tai erikoisempia. Tämä jaottelu on hyvä tehdä myös toimintaa kehittäessä, sillä optimaaliset toimintatavat voivat myös olla erilaisia.

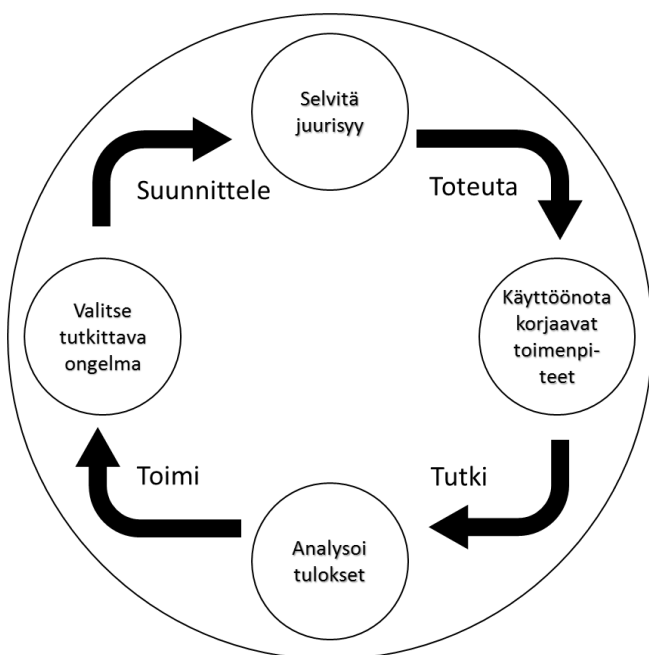
Laadunhallintajärjestelmän ylläpitoa sekä kehittämistä varten koritehtaalle tulee määritellä, että miten lautupalautteeseen reagoidaan ja miten omaa toimintaa kehitetään sen pohjalta. Saatu palaute antaa arvokasta tietoa siitä, minkälaisia ongelmia koritehtaalla esiintyy ja täten tiedon hyödyntäminen on ensiarvoisen tärkeää. Palautteiden määrässä puhutaan kymmenistä kappaleista kuukaudessa ja niistä kerätään kuukausittain tietoa, jotta nähdään palautteiden määrän kehitys. Tieto kerätään virhetyypeittäin eli palaute jaotellaan sen mukaan, onko se esimerkiksi materiaalipuutoksista tai vaurioituneista materiaaleista johtuvaa. Välillä ongelmille etsitään myös juurisyitä, mutta toiminta ei ole järjestelmällistä ja selkeitä menetelmiä juurisyiden selvittämiseen ja korjaavien toimenpiteiden luomiseen ei ole.

Jatkuvasti tulevaa palautetta tulee jatkossa analysoida tarkemmin. Yksi keino tähän on jo aikaisemmin koritehtaalla käytössä ollut tapa, jossa yleisimpiä virheitä käydään läpi tuotannolle pidettävissä lautupalavareissa. Tämän mallin hyötynä on työntekijöiden parempi sitouttaminen laututyöhön. Ylipäättään on hyödyllistä, että toteutuneet ongelmat tuodaan myös tuotannon työntekijöiden tietoon. Visuaalinen esitys auttaa hahmottamaan ongelmakohtia ja tällöin myös toimintamalleja voidaan uudelleenarvioida. Palaute aikaisemmin pidetyistä lautupalavareista on ollut positiivista ja niitä on kiiteltu siitä, että ongelmat tulevat myös työntekijöiden tietoon. Tällöin ongelmat saadaan paremmin korjattua, koska lautupalavareissa saadaan uusia näkökulmia ongelmien syntyyn. Tämän lisäksi tuotannon työntekijöiden osaamisen avulla ongelmien juurisyitä voi olla helpompi löytää kuin pelkän laatuosaston voimin.

Kaikki laatuongelmat eivät kuitenkaan korjaannu pelkästään tuotannon kanssa pidettävissä palavereissa. Iso osa ongelmista eivät johdu suoraan tuotannosta vaan juurisyitä voidaan löytää myös toimistoprosesseista sekä yrityksen muista osastoista. Tuotannosta riippumattomat juurisyitä tulee siis käsitellä muilla tavoin. Aivan ensimmäiseksi tulee tuki määrittää saadulle palautteelle juurisyitä. Suurin osa saadusta palautteesta ei nimittäin johdu koritehtaan omista tekemisistä vaan palautetta tulee myös muiden osastojen toiminnasta. Laatuosaston työhön kuuluu keskeisesti palautteiden vastuualueiden selvittäminen. Palautteen käsittely alkaa siis vastuualueen selvittämisellä, minkä jälkeen on paremmin tiedossa koritehtaan toimintaan liittyvät palautteet. Tämä selvitys on hyvä tehdä, jotta voidaan keskittyä ennen kaikkea niihin ongelmiin, joihin koritehtaalta käsin voidaan puuttua.

Tällä hetkellä koritehtaalle tulevaa palautevirtaa ja niiden sisältämien ongelmien juurisyitä ei tutkita systemaattisesti. Juurisyitä tulisi selvittää säännöllisesti esimerkiksi laatuosaston sisäisissä palavereissa. Juurisyiden selvittäminen voidaan aloittaa viikoittaisilla tai kuukausittaisilla palavereilla, joissa valitaan aluksi kaikkein yleisimpiä tietyn ajanjakson aikana tapahtuneita

laatupalautteita. Palaverien tavoitteena olisi selvittää määritellyn ongelman juurisyy sekä pyrkiä kehittämään ongelmalle korjaava toimenpide. Toimintatavassa voidaan hyödyntää sekä juurisyyanalyysejä että esimerkiksi PDCA-mallia. Juurisyyanalyytit toimivat erinomaisesti juurisyiden selvittämiseen ja toiminnan jatkuvan luonteen vuoksi siihen soveltuu PDCA-malli, joka palaa aina takaisin alkupisteeseensä ja näin pyrkii jatkuvasti kehittämään olemassa olevia menetelmiä. Malli korostaa tutkimisen merkitystä eli esitettävää mallia voidaan pitää myös Singh & Singh (2009) sekä Montgomery (2009) mukaisena PDSA-mallina, jonka kolmasvaihe korostaa tutkimusta (Study). PDSA-malliin pohjautuva ehdotus palautteiden juurisyiden analysoimiseen sekä korjaavien toimenpiteiden luomiseen ja käyttöönottamiseen on esitelty kuvassa 16.



Kuva 16. Toistuvan palautteen analysoinnin PDSA-malli.

PDSA-mallin toiminnan kannalta ei ole merkitystä, että kuinka usein palavereita pidetään. Samaa mallia voidaan hyödyntää niin viikoittaisiin kuin kuukausittaisiinkin palavereihin. Diplomityön esimerkissä malli alkaa tutkittavan ongelman valitsemisella. Valinta suoritetaan saadun palautteen perusteella ja varsinkin alkuvaiheessa kannattaa keskittyä ongelmiin, jotka toistuvat usein. Tavoitteena on, että myöhemmin voidaan siirtyä myös harvinaisempiin ongelmiin, koska isot ongelmat on saatu poistettua. Valinta voidaan suorittaa ennen varsinaista palaveria tai palaverin alussa. Suositeltavaa olisi käydä aihepiiri läpi jo ennen palaveria, jotta ajankäyttö palaverissa olisi tehokkaampaa. Lisäksi tällöin palaveriin on mahdollista kutsua myös muita henkilöitä, mikäli juurisyyn selvittämiseen tarvitaan muiden osastojen tukea.

Juurisyyden sekä korjaavien toimenpiteiden määrittäminen jätetään laatuosaston sisäiseen palaveriin. Palaverissa voi tarpeen mukaan olla mukana edustusta myös muista osastoista. Palaverin tarkoituksena on selvittää ensin ongelman juurisyys. Tähän tarkoitukseen voidaan hyödyntää juurisyysanalyysiin soveltuvia työkaluja kuten 5 miksiä ja kalanruotoanalyysiä, joiden toteuttamisessa voidaan hyödyntää myös aivoriihen kaltaisia ongelmanratkaisumenetelmiä. Juurisyyn selvittämisen jälkeen palaverissa ideoidaan korjaavia toimenpiteitä. Tähän vaiheeseen voidaan myös hyödyntää aivoriiheä, jonka vahvuutena on ratkaisujen ideointi, koska aivoriihen tarkoituksena on kritiikittä esittää kaikki mieleen tulevat ratkaisuehdotukset. Palaverin loputtua tuloksena tulisi olla korjaava toimenpide, sen aikataulu sekä toteuttamistapa. Tämän lisäksi Patel & Deshpande (2017) mukaan tulisi pohtia, että miten vaikutuksia tullaan mittaamaan. Tärkeää on määritellä, että kerätäänkö vaikutuksista tietoa vai ei. Mikäli kerätään, tulee määritellä myös, että mitä tietoa kerätään ja kuka on vastuussa tiedon keräämisestä.

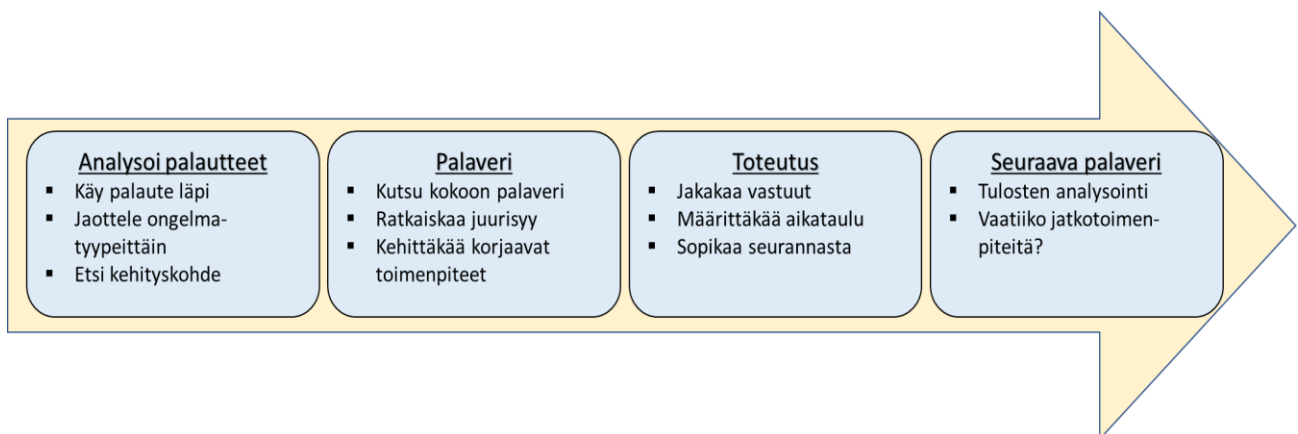
Olisi hyvä saada korjaavat toimenpiteet tehtyä mahdollisimman pian, jotta myös niiden vaikutuksia päästäisiin tarkkailemaan. Tulosten läpikäynti voidaan tehdä muun työn ohessa hieman epävirallisemmin tai esimerkiksi säännöllisten palaverien yhteydessä. Mikäli toimenpiteet eivät ole auttaneet, voidaan sama ongelma nostaa uudestaan työlistalle ja ottaa uudelleen käsittelyyn kuvan 16 mukaisesti. Toimenpiteiden suorittamisen jälkeen niiden tulokset voidaan analysoida, jotta nähdään ovatko ne vaikuttaneet toivotulla tavalla. Tämä vaihe ei välttämättä tarvitse aktiivista seuraamista, sillä toimenpiteiden toimimattomuus havaitaan viimeistään silloin, kun samasta aiheesta tulee uudelleen palautetta.

Esimerkkinä jatkuvasta palautevirrasta voidaan nostaa esille liimaukseen liittyvät haasteet. Liimaus aiheuttaa laatu palautetta, minkä lisäksi liimaus tuli esille myös diplomityössä tehdyssä riskianalyyssissä. Liimaus on yksi esimerkki siitä, miten laatu palautteesta voidaan löytää mahdollisia yhteisiä ongelman aiheuttajia eri ongelmille. Kun laatuosasto käy säännöllisesti läpi saatua laatu palautetta, sieltä voidaan nostaa esille yksi ongelman aiheuttaja eli esimerkin tapauksessa liimaus, jolle voidaan lähteä analysoimaan juurisyitä eli selvittää, että miksi liimaus aiheuttaa lukuisia laatu ongelmia. Menetelmänä voidaan käyttää yksinkertaisiin tapauksiin erityisen hyvin soveltuvaa 5 miksiä, jonka avulla selviää, että syynä voi olla esimerkiksi käytetty liima tai puutteellinen ohjeistus. Mahdollisille juurisyille tulee kehittää korjaavat toimenpiteet, jotka voivat olla esimerkiksi uudet työohjeet tai käytettävälle liimalle oma ohjeistus, jossa otetaan kantaa esimerkiksi liimausolosuhteisiin eli ilman lämpötilaan ja kosteuteen. Valitut toimenpiteet ovat vaikuttaneet silloin, kun liimaukseen liittyvän laatu palautteen määrä laskee. Erityisiä mittareita esimerkin tapauksessa ei siis tarvitse kehittää, koska toimenpiteiden toimivuus selviää palautevirran perusteella.

Liimaukseen liittyvä lautepalaute voidaan käydä uudestaan läpi silloin, kun laatuosasto selvittää seuraavaa ongelmaa. Tällöin erillistä seuranta ei tarvita.

Jatkuvasti tulevaa palautetta on hyödyllistä analysoida jatkuvaan parantamiseen soveltuvalla PDCA/PDSA-mallilla, koska palautetta riittää ja siten ongelmia voidaan analysoida säännöllisesti. Hieman harvinaisemmille ja erikoislaatuiseimmille laatuongelmille tämä ei kuitenkaan toimi. Niitä ei voida tutkia säännöllisesti vaan juurisyiden selvittäminen täytyy tapahtua silloin, kun ongelmat havaitaan. Näille ei siis pidetä säännöllisesti palaveriteita vaan ongelmien ratkaisu tapahtuu varta vasten kyseiselle ongelmalle omistetuissa palaveriteissa, joissa on mukana edustusta lähes aina myös muista osastoista, koska ongelmat ovat mahdollisesti laajempia ja vaikuttavat myös muihin työvaiheisiin kuin koritehtaalla ilmeneviin.

Harvinaislaatuiseimpien ongelmien ratkaisu alkaa sillä, että laatuosasto selvittää ongelman taustat, jotta tiedetään mistä on kyse ja että keihin kaikkiin kyseinen ongelma vaikuttaa. Tältä pohjalta kutsutaan kokoon myös palaveri, jossa on mukana tarvittava edustus. Näiltä osin prosessi eroaa siis hieman jatkuvasti tulevien palautteiden käsittelyyn nähden. Prosessit palaverista eteenpäin noudattavat kuitenkin samaa kaavaa eli ensin selvitetään juurisyitä, joiden pohjalta kehitetään korjaavia toimenpiteitä. Juurisyiden selvittämiseen soveltuvat samat työkalut kuin jatkuvien palautteidenkin analysointiin. Palaveriteissa voidaan siis hyödyntää esimerkiksi 5 miksiä, kalanruotoanalyysiä sekä aivoriieheä. Harvinaisempiin palautteisiin reagoimisen malli ja sen sisältämät toimintatavat on esitelty kuvassa 17.



Kuva 17. Harvinaisempaan palautteeseen reagoiminen.

Menetelmät jatkuvan palautteen arvioimiseen sekä harvinaisempiin tapauksiin reagoimisiin ovat siis monilta osin samankaltaisia. Molemmissa hyödynnetään palaveriteita, juurisyitä ja niiden pohjalta luotuja korjaavia toimenpiteitä. Erona malleissa on, että harvinaisempiin palautteisiin

tarvitaan enemmän taustatyötä, jotta palaverihin saadaan mukaan tarvittava edustus eri osastoilta. Tämän lisäksi niissä kehitetyt korjaavat toimenpiteet eivät automaattisesti tule seurantaan esimerkiksi seuraavassa palaverissa, joten seuranta tulee sopia aina tapauskohtaisesti. Kuvaa 17 voidaan kuitenkin soveltuvin osin hyödyntää myös jatkuvan palautevirran analysoinnin tukena.

Samat menetelmät soveltuvat siis sekä jatkuvaan palautevirtaan että harvinaislaatuisempiin ongelmatapauksiin. Erona palautteilla on, että jatkuvasti tulevaan palautteeseen voidaan hyödyntää myös PDSA-mallin tapaista kehää, jossa säännöllisesti puututaan merkityksellisimpiin ongelmatapauksiin. Laadunhallintajärjestelmässä palautetta tulee analysoida kahden eri menetelmän avulla. Harvinaisempia ongelmia ratkotaan silloin kun ne havaitaan ja jatkuvaa palautetta tutkitaan säännöllisesti. Tavoitteena molemmissa on puuttua ongelmien juurisyihin ja kehittää korjaavia toimenpiteitä. Palautemäärän vähentämiseen ei ole olemassa yhtä yksittäistä ratkaisua vaan niiden määrä saadaan vähenemään käymällä tunnollisesti erilaisia ongelmatilanteita läpi. Tarkoituksena on, että korjaavat toimenpiteet poistaisivat ongelman juurisyyn.

6.3 Laadunhallintajärjestelmä

ISO9001:2015 asettaa omat vaatimuksensa myös laadunhallinnan dokumentoinnille. ISO9001 asettaa tarkemmat määritykset sille, miten laadunhallintajärjestelmän dokumentteja luodaan, tallennetaan sekä ylläpidetään. Vaatimusten mukaan menetelmät tulee dokumentoida siten, että dokumenttiin pääsevät käsiksi kaikki sitä tarvitsevat tahot. Toisaalta dokumenttien tulee olla suojattuna, mutta toisaalta helposti saatavilla siellä missä niitä tarvitaan. Jotta näihin tavoitteisiin päästään, yrityksen tulee etukäteen määrittää, että ketkä dokumentteja tarvitsevat, miten dokumentit suojataan, miten dokumentteja kontrolloidaan ja milloin ne voidaan poistaa järjestelmästä. (ISO9001:2015, s. 35-37) Diplomityön kontekstissa voidaan dokumentoida jatkuvan parantamisen menetelmät sekä jatkuvat korjaavat toimenpiteet kuten palaverit ja niiden sisältö päällisin puolin. Dokumentti tulee laatuosaston käyttöön ja formaattina voidaan käyttää paperista tai sähköistä dokumenttia, joista suositellumpi on sähköinen tallennus, koska koritehtaalla on omat käytäntönsä dokumenttien nimeämiseksi ja ylläpitämiseksi, joten nämä eivät vaadi diplomityön myötä muutoksia.

Laadunhallintajärjestelmän ylläpito ja kehittäminen tapahtuu jatkossa yhdistämällä PDCA- sekä DMAIC-mallien kaltaisia jatkuvan parantamisen filosofioita ennaltaehkäiseviin työkaluihin kuten FMEA-riskianalyysiin sekä laatuongelmiin reagoimiseen soveltuviin työkaluihin kuten juurisyysanalyysiin. Nämä muodostavat tulevaisuudessa laadunhallintajärjestelmän rungon ja niiden avulla pyritään vähentämään laatuongelmien määrää. Riskianalyysiä käytetään, jotta ongelmia

voitaisiin paremmin ehkäistä. Analyysin pohjalta riskejä pyritään vähentämään lisäämällä työhajeisiin ja siten käytännön tekemiseen ehkäiseviä toimenpiteitä. Juurisyyanalyysillä ja toiminnan jatkuvalla kehittämisellä puolestaan pyritään reagoimaan ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta tapahtuneisiin ongelmiin siten, että niiden juurisyyt saataisiin poistettua.

Laadunhallintajärjestelmä ei kuitenkaan ole staattinen kokonaisuus vaan sitä tulee tarkastella säännöllisesti. Tulee miettiä, miten käytetyt menetelmät ovat onnistuneet eli onko ongelmia saatu ehkäistyä aikaisempaa tehokkaammin ja olisiko jossain tuloksissa vielä varaa kehitykselle. Yksittäisten toimenpiteiden onnistumista voidaan seurata, koska on helposti nähtävissä, että miten tietynlaisten palautetyyppien määrä kehittyy. Laadunhallintajärjestelmän onnistumisen seuranta on kuitenkin hieman hankalampaa. Toimintamalleja tulisikin tarkastella säännöllisesti, jotta voidaan huomata heikkoja kohtia järjestelmässä ja sitten pohtia kuinka asiaa voitaisiin kehittää. Järjestelmää ei kuitenkaan ole tarpeen tarkastella kovin usein eli kerran tai kaksi vuodessa riittää tähän tarkoitukseen. Juurisyyanalyysistä saadaan palautetta aina, kun niiden pohjalta kehitetään korjaavia toimenpiteitä. Tästä syystä keskiöön kannattaa nostaa riskianalyysien vaikutusten arviointi, sillä se muodostaa ennaltaehkäisevän toiminnan pohjan ja sen tuloksia ei välttämättä nähdä suoraan. Koko laadunhallintajärjestelmän pohjan muodostaa siis tulevaisuudessa ongelmien ennaltaehkäisy sekä niihin reagoiminen. Ennaltaehkäisyn toimivuutta käydään läpi harvemmin, mutta riskianalyysijä päivitetään aina tarpeen mukaan. Ongelmiin reagoinnin onnistumista käydään läpi aina korjaavien toimenpiteiden kautta eli tarkoituksena on kappaleen 6.2. mukaisesti selvittää tehtyjen toimenpiteiden vaikutukset.

6.4 Koonti

Aikaisemmissa kappaleissa käytiin tekstipohjaisesti läpi laadunhallintajärjestelmän kehittämisen käytäntöä ja tämän kappaleen tarkoituksena on luoda yhteenveto kehitysmenetelmistä sekä laadunhallinnan kehittämisprojektissa vaadittavista toimenpiteistä. Taulukossa 4 on kuvattuna se, miten ja milloin laadunhallintajärjestelmää sekä sen osia tulee päivittää sekä kehittää. Taulukossa 5 on puolestaan esitettynä ne toimenpiteet, jotka tulee toteuttaa osana koritehtaalla aloitettua laajempaa laadunhallinnan kehittämisprojektia.

Taulukko 4. Kehittämiskohteiden jaottelu

	Mikä laukaisee kehitystarpeen?	Kehitysväli	Soveltuvat filosofiat sekä menetelmät
FMEA-riskianalyysi sekä työohjeet	Kun havaitaan uusi riski + muutokset tuotannossa + uudet korikategoriat	Tarvittaessa	FMEA-analyysi, ohjaussuunnitelma
Usein toistuvat palautteet	Kun saadaan samaa palautetta useammin (tai muuten selkeä juurisyy), ajan salliessa myös juurisyyden selvittäminen yksittäiselle palautteelle	Säännöllisesti	Juurisyyanalyysit, PDCA, DMAIC, palaveri
Yksittäistapaukset	Kun tällainen ilmenee, juurisyyanalyysit tarpeen mukaan, toimenpiteet analyysin perusteella	Tarvittaessa	Juurisyyanalyysit, PDCA, DMAIC, palaveri
Laadunhallintajärjestelmä	Ennaltaehkäisevät toimenpiteet arvioidaan säännöllisesti, ongelmiin reagoimiset korjaavien toimenpiteiden jälkeen	Säännöllisesti, tarvittaessa	Aivoriihi

Taulukossa on kuvattuna, milloin laadunhallintajärjestelmää tai sen osia tulee päivittää sekä kehittää. Usein toistuvat palautteet sekä yksittäistapaukset korjataan juurisyyanalyysien avulla ja niiden onnistumista seurataan laatuosaston toimesta säännöllisesti. Laadunhallintajärjestelmän päivittäminen sekä kehittäminen ei tapahdu jokapäiväisen toiminnan ohessa, joten sen onnistumista tulee seurata säännöllisesti erillisissä palavereissa. Järjestelmän tilaa voidaan seurata esimerkiksi laatupalautteen määrän avulla, koska sen avulla saadaan suuntaa antavaa tietoa laadunhallinnan tilasta. Taulukossa 5 on esiteltyinä ne toimenpiteet, jotka koritehtaalla tulee toteuttaa diplomityön raamien ulkopuolella.

Taulukko 5. Tarvittavat kehittämistoimenpiteet

	Toimenpide	Sisältö	Tarkoitus
Jatkuvat toimenpiteet	Tuotannon laatupalaveri	Käydään läpi keskeisimmät laatupalautteet	Tuoda palaute työntekijöiden tietoon ja kehittää korjaavia toimenpiteitä
	Laatupalautteen analysointi	Säännöllinen palaveri laatupalautteen analysoimiseen	Selvittää yleisimpien ongelmien juurisyyt ja kehittää niille korjaavat toimenpiteet
	Järjestelmän analysointi	Harvemmin pidettävä laatupalaveri	Analysoida ennaltaehkäisevien toimenpiteiden toimivuutta
Kehittämiprojektissa toteutettavat toimenpiteet	Riskianalyyysien luominen	Luodaan riskianalyyisit kaikille korikategorioille	Kehittää ennaltaehkäisevät toimenpiteet koko koritehtaalle

Taulukossa 5 on esiteltyä jatkuvia toimenpiteitä sekä kerran toteutettavana toimenpiteenä riskianalyyysien luominen lopuille korikategorioille eli kaikille muille paitsi näköalahissien korikategorialla. Jatkuvat toimenpiteet tapahtuvat palaverimuotoisesti ja niissä pyritään hyödyntämään myös laatuosaston ulkopuolista osaamista. Keskeisimmät toimenpiteet liittyvät laatupalautteen analysoimiseen ja niitä varten saatua laatupalautetta tulee käydä läpi laatuosaston sisäisesti sekä tuotannon työntekijöiden kanssa.

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Diplomityötä aloitettaessa koritehtaan laadunhallintajärjestelmässä oli keskitytty ennen kaikkea ongelmien korjaamiseen ja järjestelmän systemaattinen kehittäminen oli jäänyt vähemmälle huomiolle. Tästä syystä koritehtaalla aloitettiin laajempi laadunhallinnan kehittämishanke, jonka keskeisenä osana tämä diplomityö tehtiin. Diplomityön tavoitteena oli yhdistellä jatkuvan parantamisen filosofioita sekä niiden kanssa yhteensopivia laadunhallintaan soveltuvia työkaluja siten, että ne muodostaisivat tulevaisuudessa laadunhallintajärjestelmän rungon. Tavoitteena oli löytää puutteet laadunhallintajärjestelmässä, kehittää menetelmiä ongelmien ennaltaehkäisyyn sekä luoda toimintatavat tilanteisiin, joissa ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta pääsee syntymään laatuongelma.

7.1 Työssä käytetyt työkalut

Laadunhallintajärjestelmän puutteita lähdettiin selvittämään prosessikuvausten avulla. Koritehtaan keskeisille prosesseille luotiin prosessikaaviot, jotka sisälsivät tärkeimmät työvaiheet sekä niihin liittyvän laatudokumentaation kuten työohjeet sekä yhteydet ohjaussuunnitelmaan. Prosessikuvaukset muodostivat visuaalisen esityksen laadunhallintajärjestelmän nykytilanteesta, minkä pohjalta puutteiden hahmottaminen oli helpompaa. Puutteiden perusteella luotiin toimenpidelistaus. Tarkoituksena on, että kyseiset toimenpiteet toteutetaan osana koritehtaalla aloitettua laajempaa laadunhallinnan kehittämishanketta. Diplomityön menetelmillä toimenpiteitä löydettiin lukuisia, mutta voidaan perustellusti epäillä, että voiko kyseisillä menetelmillä löytää kaikkia puutteita. Ilmeiset puutteet löydetään prosessikuvausten perusteella, mutta monimutkaisempia ja laajempia haasteita sekä riskejä ei välttämättä kyseisillä menetelmillä löydetä. Menetelmän ongelmana on myös, että sen avulla voidaan löytää puutteita, mutta toimenpiteiden sisältöön eli esimerkiksi työohjeiden sisältöön se ei ota tarkemmin kantaa.

Ongelmien ennaltaehkäisyyn diplomityössä luotiin PFMEA-riskianalyysi yhdelle korikategorialle. Riskianalyysin tavoitteena oli tunnistaa prosessiriskejä sekä kehittää näille korjaavia toimenpiteitä. Tältä osin riskianalyysi paikkaa osittain prosessikuvauksien puutteita, koska riskianalyysin avulla löydettiin toimenpiteitä, joita ei pelkillä prosessikuvauksilla löydetty. Tämän lisäksi riskianalyysit toimivat hyvin työohjeiden sisällön määrittäjinä, koska analyysien tuloksena syntyy kattava listaus vaadittavista prosessinaikaisista tarkastuksista sekä laadun kannalta kriittisistä työvaiheista. PFMEA-riskianalyysi ei ole matemaattisesti tarkka eli sen muodostamat RPN-luvut (riskien prioriteettinumerot) eivät ole absoluuttisia totuuksia. Mallin vahvuus on riskien arvottaminen

verrattuna toisiinsa eli keskeistä on RPN-lukujen suuruuden sijaan vertailla riskien saamia arvoja keskenään. Tällöin korjaavissa toimenpiteissä keskitytään kaikkein merkityksellisimpiin riskeihin. Haasteena mallissa on, että sen menestyksekkäs toteuttaminen vaatii sitä, että sen käyttäjät ymmärtävät mallin vajavaisuudet. Diplomityön jälkeen koritehtaalla aloitetaan muiden riskianalyyysien luominen osana laajempaa laadunhallinnan kehittämishanketta. Tällöin huomio tulee keskittää siihen, että kaikki riskit arvioidaan samoilla kriteereillä, jolloin ne saadaan järjestettyä merkityksiensä mukaan. Apuna tässä kannattaa hyödyntää diplomityössä luotua riskianalyyysiä, jossa on kattavasti listattu niitä samoja mahdollisia riskejä, joita esiintyy muissakin korikategorioissa.

Ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta koritehtaalle tulee silti lautupalautetta, joten diplomityössä kehiteltiin toimintatapoja, joilla tähän lautupalautteeseen tulisi reagoida. Lautupalaute voidaan jakaa kahteen eri ryhmään lautupalautteen määrän perusteella. Koritehtaalle tulee säännöllisesti lautupalautetta, josta voidaan löytää usealle ongelmalle yhteinen aiheuttaja. Tämän lisäksi välillä on harvinaislaatuempia laatuun liittyviä haasteita, joita aiheuttavat esimerkiksi tavallisesta poikkeavat projektit. Molempiin lautupalautetyyppeihin reagoimisessa keskeistä on juurisyyanalyyysien hyödyntäminen korjaavien toimenpiteiden luomisessa. Suurin ero näiden kahden tyyppin välillä on, että jatkuvasti tulevaa palautevirtaa tulee seurata ja analysoida säännöllisesti, kun taas harvinaisempiin ongelmiin paneudutaan silloin, kun ongelmat havaitaan.

Haasteena esitetyissä toimintatavoissa on, että ne ovat suuntaa antavia ohjeita siitä, miten palautetta voitaisiin jatkossa analysoida. Juurisyyanalyyysien menestyksekkäs toteuttaminen sekä palaverien säännöllinen pitäminen jäävät täysin laatuosaston vastuulle. Hyvänä puolena toimintatavoissa on, että juurisyyanalyyysit eivät ole laatuosastolle täysin vieraita eli ongelmana on aikaisemmin ollut niiden systemaattinen hyödyntäminen. Diplomityössä otettiin hieman kantaa siihen, että miten ja minkälaisella kokoonpanolla palautetta tulisi analysoida, mutta menetelmien toimivuus selviää vasta diplomityön jälkeen. Käytettyjä työkaluja voidaan soveltaa palautteen analysoimiseen, mutta käytännön vaikutuksia on vielä vaikea arvioida. Parhaaseen tulokseen päästään, kun palautetta analysoidaan säännöllisesti ja juurisyyanalyyysien sekä korjaavien toimenpiteiden selvittämiseen käytetään riittävästi aikaa.

7.2 Tarvittavat toimenpiteet

Diplomityön tavoitteena oli löytää puutteet laadunhallintajärjestelmästä, kehittää menetelmiä ongelmien ennaltaehkäisyyn sekä luoda toimintatavat tilanteisiin, joissa ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta pääsee syntymään laaturvirhe. Näiden kolmen osa-alueen toteuttaminen

vaatii jatkotoimenpiteitä, jotka tulee toteuttaa osana koritehtaalla aloitettua laajempaa laadunhallinnan kehittämishanketta. Osa toimenpiteistä on kertaluonteisia, osa toistuvia ja nämä toimenpiteet jaotteluineen on koottuna taulukkoon 6.

Taulukko 6. Vaadittavat toimenpiteet.

	Toimenpide	Sisältö	Tarkoitus
Toistuvat toimenpiteet	Tuotannon laatupalaveri	Käydään läpi keskeisimmät laatupalautteet	Tuoda palaute työntekijöiden tietoon ja kehittää korjaavia toimenpiteitä
	Laatupalautteen analysointi	Säännöllinen palaveri laatupalautteen analysoimiseen	Selvittää yleisimpien ongelmien juurisyyt ja kehittää niille korjaavat toimenpiteet
	Järjestelmän analysointi	Harvemmin pidettävä laatupalaveri	Analysoida ennaltaehkäisevien toimenpiteiden toimivuutta
	Riskianalyyysien päivittäminen	Päivitetään riskianalyyysit uusien riskien, työmenetelmien tai korikategorioiden takia	Ylläpitää ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä
Kertaluonteiset toimenpiteet	Toimenpidelistan toteuttaminen	Paikataan puutteet laadunhallintajärjestelmässä	Toteutetaan puutoslistalta sekä riskianalyyysistä esiintulleet puutteet
	Riskianalyyysien luominen	Luodaan riskianalyyysit kaikille korikategorioille	Saadaan ennaltaehkäisevät toimenpiteet koko koritehtaalle

Taulukkoon 6 on lisätty mukaan toimenpidelistaus, joka luotiin prosessikuvausten sekä riskianalyyysin perusteella. Toimenpidelistauksella on mukana myös puuttuvat työohjeet, joiden luomisessa tulee hyödyntää riskianalyyysiä sekä ohjaussuunnitelmaa. Riskianalyyysien luominen on nostettu taulukkoon omaksi toimenpiteekseen. Se on laadunhallintajärjestelmän kannalta keskeinen menetelmä, koska se toimii ennaltaehkäisevän toiminnan pohjana. Analyyysien perusteella luodaan ohjaussuunnitelma sekä työohjeet, jotka toimivat käytännön tekemisen pohjalla. Tästä syystä riskianalyyysi on laadunhallintajärjestelmän kannalta keskeinen menetelmä.

Toistuvat toimenpiteet toimivat ennen kaikkea laatupalautteen analysoinnin pohjana, koska taulukossa 6 esiteltujen säännöllisten palaverien tarkoituksena on analysoida havaitun laatupalautteen

juurisyytä sekä kehittää ongelmille korjaavia toimenpiteitä. Palautteen analysoinnin lisäksi riskianalyysijä tulee päivittää toistuvasti eli silloin, kun prosessiin liittyvät riskit muuttuvat esimerkiksi työmenetelmien muuttumisen seurauksena.

Puutteiden tunnistaminen sekä korjaaminen, ongelmien ennaltaehkäisy sekä laatuPalautteeseen reagoiminen muodostavat jatkossa laadunhallintajärjestelmän rungon. Jatkuvan parantamisen filosofioiden sekä niiden kanssa yhteensopivien työkalujen yhdistäminen mahdollistaa laadunhallintajärjestelmän ylläpitämisen sekä kehittämisen.

7.3 Käytettyjen menetelmien soveltuvuus

Tämän kappaleen tarkoituksena on arvioida käytettyjä menetelmiä diplomityön kontekstissa eli pohtia niiden käytettävyyttä vastaavanlaisissa ongelmissa. Taulukossa 7 on esiteltyä diplomityössä hyödynnettyjen menetelmien soveltuvuudet sekä vajavaisuudet.

Taulukko 7. Toimintatapojen käytännön hyödynnettävyys sekä vajavaisuudet.

Tavoite	Menetelmä	Hyödynnettävyys	Vajavaisuudet
Puutteiden tunnistaminen laadunhallintajärjestelmässä	Prosessi-kuvaukset	Auttavat hahmottamaan laadunhallintajärjestelmän laajuuden sekä sisällön, visuaalisen esityksen avulla helppo havaita puutteita.	Ei ota kantaa tarvittavien puutteiden sisältöön
	FMEA-riskianalyysi	Auttaa löytämään puutteita laadunhallintajärjestelmästä, toimii työohjeiden luomisen pohjalla eli auttaa puutteiden sisällön määrittelemisessä. Toimii hyvin riskien ennaltaehkäisyyn.	Riskianalyysin onnistuminen on paljon sen toteuttajasta kiinni. Mallilla on omat teoreettiset vajavaisuutensa, jotka tulee ottaa huomioon.
Riskien ennaltaehkäisy			
Laatupalautteeseen reagoiminen	Juurisyyanalyysit	Voidaan hyödyntää lähes ongelmaan kuin ongelmaan.	Esitettyjen toimintatapojen toimivuus vaikea osoittaa ennen kuin ne ovat olleet käytössä jonkin aikaa. Säännöllinen analysointi vaatii aktiivisuutta laatuosastolta.

Laadunhallintajärjestelmän puutteiden tunnistamisessa auttoivat prosessikaaviot sekä riskianalyysi, mitkä tukivat toisiaan. Prosessikuvaukset soveltuivat erityisen hyvin puutteiden havaitsemiseen ja riskianalyysijä voidaan hyödyntää puuttuneiden sekä puutteellisten työohjeiden luomiseen. Prosessikuvauksilla voidaan löytää puuttuvaa dokumentaatiota, mutta se ei ota kantaa siihen, että tulisiko luoda jotain täysin uusia toimintatapoja tai menetelmiä. Voidaan sanoa, että prosessikuvaus

sopii laadunhallintajärjestelmän yhtenäistämiseen, sillä sen avulla kaikkiin prosessivaiheisiin saadaan lisättyä samat laadunhallintajärjestelmän osat kuten työohjeet, työpistekuvaukset sekä ohjaussuunnitelmat.

Riskianalyysi soveltui erityisen hyvin riskien kartoittamiseen ja arvottamiseen eli se on hyödyllinen työkalu riskien ennaltaehkäisyyn. Mallin negatiivisena puolena voidaan nähdä se, että riskianalyysin onnistuminen on paljon sen toteuttajasta kiinni. Toisaalta kun toteuttaja tiedostaa diplomityössäkin esiteltyt mallin vajavaisuudet, pienenee samalla riski työkalun väärinkäytölle.

Puutteiden tunnistamiseen sekä ennaltaehkäisevien toimenpiteiden toteuttamiseen diplomityössä esiteltiin hyviä työkaluja sekä toimintatapoja, mutta ongelmiin reagoimiseen esiteltyjen toimintatapojen onnistumista on toistaiseksi vaikeampi arvioida. Kirjallisuuden perusteella on tiedossa, että juurisyysanalyysit ovat oikein käytettynä tehokas tapa ratkaista ongelmia ja kehittää korjaavia toimenpiteitä, joilla poistetaan kokonaan ongelmien juurisyy (Doggett 2006, s. 34). Tästä huolimatta esiteltyjen toimintatapojen tehokkuutta on vielä vaikea arvioida, koska ne vaativat laatuosastolta aktiivista otetta ongelmien juurisyiden selvittämiseen. Toisaalta mikäli esitetyt toimintatavat saadaan otettua käyntiin ja niille on varattu hyvin aikaa, kaikki onnistumisen edellytykset ovat olemassa. Tärkeintä on aloittaa säännölliset palaverit, joiden tarkoituksena on selvittää havaittujen laatuongelmien juurisyitä, koska tällöin palautteen tarkemmasta läpikäynnistä sekä juurisyiden analysoinnista tulee tapa. Kun palavereille varataan säännöllisesti aikaa ja niissä hyödynnetään diplomityössä esiteltyjä työkaluja, palautteen menestyksekkäs analysoiminen pitäisi olla mahdollista.

Kaiken kaikkiaan diplomityössä esiteltyillä menetelmillä on mahdollista saavuttaa diplomityölle asetetut tavoitteet. Puutteet laadunhallintajärjestelmässä saatiin diplomityössä selvitettyä ja riskien ennaltaehkäisyyn sekä laatu palautteeseen reagoimiseen esiteltiin menetelmiä, joiden avulla tavoitteet on mahdollista saavuttaa. Koritehtaalla aloitetun laajemman laadunhallinnan kehittämishankkeen onnistumisen edellytyksenä on, että laatuosastolla otetaan esiteltyt työkalut sekä toimintatavat laajasti käyttöön, jotta jatkossa riskien ennaltaehkäisy sekä havaittujen ongelmien juurisyiden selvittäminen muodostaisivat laadunhallintajärjestelmän rungon.

8 YHTEENVETO

Diplomityötä aloitettaessa koristehtaan laadunhallintajärjestelmässä ei panostettu riittävästi riskien ennaltaehkäisyyn, minkä lisäksi saadun lautupalautteen juurisyytä ei tutkittu systemaattisesti. Diplomityön tavoitteena oli löytää puutteet laadunhallintajärjestelmässä ja kehittää työkaluja sekä toimintatapoja, joiden avulla riskejä voitaisiin paremmin ennaltaehkäistä sekä lautupalautetta tarkemmin analysoida. Tavoitteeseen pyrittiin pääsemään yhdistelemällä jatkuvan parantamisen filosofioita niiden kanssa yhteensopiviin laadunhallintaan soveltuviin työkaluihin.

Laadunhallintajärjestelmän puutteita lähdettiin kartoittamaan prosessikuvausten avulla. Prosessikuvausten tarkoituksena oli visualisoida laadunhallintajärjestelmä, jotta siinä ilmenevät puutteet olisi helpompi havaita. Riskien ennaltaehkäisemistä varten diplomityössä tuotettiin FMEA-riskianalyysi yhdelle korikategorialle. Riskianalyysin tarkoituksena oli kartoittaa riskejä ja kehittää niille korjaavia toimenpiteitä sekä prosessinaikaisia tarkastuksia. Prosessinaikaiset tarkastukset sekä korjaavat toimenpiteet lisättiin ohjaussuunnitelmaan, jonka tarkoituksena on diplomityön jälkeen toimia työhöjeden pohjalla. Ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta voi silti päästä syntymään lautupalautetta, joten koritehtaalla tulee olla toimintatavat tilanteisiin, joissa näin pääsee käymään. Diplomityössä tutkittiin jatkuvan parantamisen filosofioiden sekä erityisesti juurisyyanalyysien avulla, että miten lautupalautteeseen tulisi jatkossa reagoida. Palautetta tulee jatkuvasti, joten sitä tulee analysoida säännöllisesti, mikä mahdollistaa toiminnan järjestelmällisyyden. Kun uudet toimintatavat saadaan otettua käyttöön, tulee niistä tapa ja uusi normaali tapa toimia. Harvinaisemmissa palautetapauksissa analysointi tapahtuu kuitenkin tapauskohtaisesti eli niitä ei käydä läpi säännöllisesti.

Diplomityössä sovelletut jatkuvan parantamisen filosofiat sekä niiden kanssa yhteen sopivat työkalut soveltuivat pääsääntöisesti tavoitteiden toteuttamiseen. Prosessikuvauksien avulla oli löydettävissä puutteet laadunhallintajärjestelmässä ja riskianalyysi todettiin toimivaksi työkaluksi riskien kartoittamiseen sekä korjaavien toimenpiteiden ideoimiseen. Ainoastaan lautupalautteeseen reagoimisen onnistuvuutta on vielä vaikea sanoa varmaksi, koska menetelmiä ei ole otettu käyttöön. PDCA- sekä DMAIC-mallit soveltuvat säännölliseen lautupalautteen analysoimiseen ja juurisyyanalyysit soveltuvat sekä jatkuvan että harvinaisemman palautteen analysoimiseen. Käytetyt jatkuvan parantamisen filosofiat sekä niiden kanssa sopivat juurisyyanalyysit muodostavat pohjan lautupalautteen analysoimiseen, mutta tarkempia tuloksia on vaikea arvioida ennen kuin menetelmät on otettu koritehtaalla käytäntöön.

Diplomityön jälkeen koritehtaalla tulee paikata työssä löydettyjä puutteita, ottaa riskianalyysit laajemmin käyttöön riskien kartoittamisessa sekä aloittaa laatupalautteen säännöllinen analysoiminen. Puutteilla paikataan laadunhallintajärjestelmän aukot ja riskianalyyseillä sekä palautteen analysoinnilla muodostetaan tulevaisuudessa järjestelmän runko. Pieneksi jatkokehityskohteeksi tai ainakin seurantakohteeksi jää palautteen analysoinnin tehokkuus. Menetelmän tehosta ei vielä diplomityön puitteissa saatu tietoa, joten asiaan olisi syytä palata esimerkiksi 6 tai 12 kuukauden päästä. Tällöin tarkoituksena olisi käydä läpi tehtyjä korjaavia toimenpiteitä ja tutkia onko näillä ollut vaikutusta saadun laatupalautteen määrään. Palautteen analysoinnin käytännön toimivuuteen liittyen on siis vielä pientä epävarmuutta, mutta oikein käytettynä jatkuvan parantamisen filosofiat sekä juurisyyanalyysit muodostavat edellytykset myös käytännön toteutukselle. Kaiken kaikkiaan diplomityössä esitellyillä menetelmillä on mahdollista täyttää diplomityön tavoitteet eli löytää puutteet laadunhallintajärjestelmästä sekä luoda edellytykset riskien ennaltaehkäisyyn ja ongelmiin reagoimiseen.

LÄHTEET

- Antony, J., Kaye, M. & Frangou, A. 1998. A strategic methodology to the use of advanced statistical quality improvement techniques. *The TQM Magazine*. Vol. 10, nro. 3, s. 169-176.
- Belu, N., Khassawneh, N. & Ali, A-R.A.L. 2013. Implementation of Failure Mode, Effects and Criticality Analysis in the production of automotive parts. *Calitatea: Quality – Access to Success*. Vol. 14, nro. 135, s. 67-71.
- Benjamin, S.J., Marathamuthu, M.S. & Murugaiah, U. 2013. The use of 5-Whys technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm. *Journal of Quality in Maintenance*. Vol. 21, nro. 4. s. 419-435.
- Bessant, J. & Caffyn, S. 1996. High involvement innovation through continuous improvement. *International Journal of Technology Management*. Vol. 14, nro.1. s. 1-24
- Besterfield, D.H., Besterfield-Michna, C., Besterfield, G.H. & Besterfield-Sacre, M. 2004. Total Quality Management. *Pearson Education, Delhi*.
- Bhuiyan, N. & Baghel, A. 2005. An overview of continuous improvement: from the past to the present, *Management Decision*, Vol. 43, nro. 5. s.761-771.
- Boddy, C. 2012. The Nominal Group Technique: an aid to Brainstorming ideas in research. *Qualitative Market Research: An International Journal*. Vol. 15, nro. 1. s. 6-18.
- Chiadamrong, N. 2001. The development of an economic quality cost model. *Total Quality Management & Business Excellence*. Vol. 14, nro. 9, s. 999-1014.
- Deming, W.E. 1986. *Out of the Crisis*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Desai, K.J., Desai, S.M. & Ojode, L. 2015. Supply Chain Risk Management Framework: A Fishbone Analysis Approach. *S.A.M. Advanced Management Journal*. Vol. 80, nro. 3. s. 34-56.
- DMAIC Tools. 2018. Control Plans. [Verkkodokumentti] Saatavilla: <https://www.dmaictools.com/control/control-plan>. [Viitattu 09.02.2018].
- Doggett, M. 2005. Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection. *Quality Management Journal*. Vol. 12, nro. 4. s. 34-45.

Duphily, R.J. 2014. Root Cause Investigation Best Practices Guide. *Aerospace Report TOR-2014-02202*.

Grey Campus. 2018. Elements of Control Plan. [Verkkodokumentti] Saatavilla: <https://www.greycampus.com/opencampus/lean-six-sigma-green-belt/elements-of-control-plan>. [Viitattu 08.02.2018].

Guinot, J., Sinn, J.W., Badar, M.A. & Ulmer, J.M. 2016. Cost consequence of failure in failure mode and effect analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 34, nro. 8, s. 1318-1342.

Hahn, G.J., Doganaksoy, N. & Hoerl, R. 2000. The Evolution of Six Sigma. *Quality Engineering*. Vol. 12, nro. 3. s. 317-326.

Hussain, R.S., Ruikar, K., Enoch, M.P., Brien, N. & Gartside, D. 2017. Process mapping for road works planning and coordination. *Built Environment Project and Asset Management*. Vol. 7, nro. 2. s. 157-172.

Ishikawa, K. 1982. Guide to quality control 2nd edition. *Tokyo: Asian Productivity organization*.

ISO. 2015. *ISO9001*.

Juergensen, T. 2000. Continuous Improvement: Mindsets, Capability, Process, Tools and Results. *The Juergensen Consulting Group, Inc*. Indianapolis, IN.

Kmenta, S., Ishii, K. 2001. Failure mode and effect analysis. Saatavilla: http://me317.stanford.edu/twiki/pub/ME317AdminWeb/ME317CourseReaderFMEA/aa21.rdr317a.fmea_.pdf

Lupan, R., Bacivarof, I.C., Kobi, A. & Robledo, C. 2005. A Relationship Between Six Sigma and ISO9000:2000. *Quality Engineering*. Vol. 17, nro. 4. s. 719-725.

Montgomery, D.C. 2009. Introduction to statistical quality control. *John Wiley & Sons, Inc, 6th edition*. Hoboken, NJ.

Murray, P. & Chapman, R. 2003. From continuous improvement to organizational learning: developmental theory. *The Learning Organization*. Vol. 10, nro. 5. s. 272-282.

- Object Management Group. 2017. [Verkkodokumentti] Saatavilla: <http://www.omg.org/> [Viitattu: 30.01.2018]
- Pittman, W.D. & Russell, G.R. 1998. The Deming cycle extended to software development. *Production and Inventory Management Journal*. Vol. 39, nro. 3. s. 32-37.
- Puente, J. Pino, R., Priore, P. & de la Fuente, D. 2001. A decision support system for applying failure mode and effect analysis. *International Journal of Quality and Reliability Management*. Vol. 19, nro. 2. s. 137-150
- Pylypow, P.E. & Royall, W.E. 2001. Root Cause Analysis in a World-Class Manufacturing Operation. *Quality*. Vol. 40, nro. 10. s. 66-69.
- Quality-One International. 2015. Control Plans. [Verkkodokumentti] Saatavilla: <https://quality-one.com/control-plan/>. [Viitattu 12.02.2018].
- Raz, T. & Michael, E. 2001. Use and benefits of tools for project risk management. *International Journal of Project Management*. Vol. 19, nro. 1. s. 9-17.
- Sharp, A. & McDermott, P. 2009. Workflow modeling: Tools for process improvement and application development, 2nd edition. *Artech house*. Boston, MA.
- Silverstein, D., Samuel, P. & DeCarlo, N. 2009. The Innovator's ToolKit: 50 Techniques for Predictable and Sustainable Organic Growth. *Breakthrough Management Group International, 2nd Edition*.
- Singh, J. & Singh, H. 2009. Kaizen Philosophy: A Review of Literature. *IUP Journals of Operations Management*. Vol. 8, nro. 2. s. 51-72.
- Six Sigma. 2018. Determine the Root Cause: 5 Whys. [Verkkodokumentti] Saatavilla: <https://www.isixsigma.com/tools-templates/cause-effect/determine-root-cause-5-whys/> [Viitattu 25.01.2018]
- Six Sigma. 2018. Six Sigma DMAIC Roadmap. [Verkkodokumentti] Saatavilla: <https://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/dmaic/six-sigma-dmaic-roadmap/> [Viitattu 30.01.2018]

Six Sigma. 2018. What is a Control Plan?. [Verkkodokumentti] Saatavilla: <http://www.sixsigmadaily.com/what-is-a-control-plan/>. [Viitattu 08.02.2018]

Smith, M.L. & Erwin, J.A. 2018. Final Solution Via Root Cause Analysis (with a Template). [Verkkodokumentti] Saatavilla: <https://www.isixsigma.com/tools-templates/cause-effect/final-solution-root-cause-analysis-template/> [Viitattu 25.01.2018].

Sokovic, M., Jovanovic, J., Krivokapic, Z. & Vujovic, A. 2009. Basic Quality Tools in Continuous Improvement Process. *Journal of Mechanical Engineering*. Vol. 55, nro. 5. s. 1-9.

Spector, B. & Beer, M. 1994. Beyond TQM programs. *Journal of Organizational Change Management*. Vol. 7, nro. 2. s. 63-70.

Stamatis, D.H. 1995. Failure Mode and Effect Analysis – FMEA from Theory to Execution. *ASQC Quality Press, New York, NY*.

Teng, S.G., Ho, S.M., Shumar, D., Liu, P.C. 2004. Implementing FMEA in a collaborative supply chain environment. *International Journal of Quality and Reliability Management*. Vol. 23, nro. 2. 179-196.

Vinodh, S. & Santhosh, D. 2012. Application of FMEA to an automotive leaf spring manufacturing organization. *The TQM Journal*. Vol. 24, nro. 3, s. 260-274.

Woken, M.D. Advantages of a pilot study. *Center of teaching and learning, University of Illinois*. Saatavilla: <http://www.uis.edu/ctl/wp-content/uploads/sites/76/2013/03/ctlths7.pdf>