



# **TILAUS-TOIMITUSKETJUN LAADUNVARMISTAMINEN**

Jari Koivuniemi

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2015  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät

KOIVUNIEMI JARI

Tilaus-toimitusketjun laadunvarmistaminen

Opinnäytetyö 30 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Toukokuu 2015

---

TKM TTT Finland Oy on yksi maailman johtavista raskaan puunjalostusteollisuuden terien valmistajista. Yrityksessä on kerätty tiedot laatupoikkeamista vuosittain, mutta tiedon jatkojalostus on usein jäänyt tekemättä. Tässä työssä analysoin kerättyjä tietoja ja pyrin niiden avulla löytämään kehityskohteita tuotantolinjalta. Työ tehtiin kohdeyrityksen toimeksiannosta.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli siis tarkastella yrityksen tilaus-toimitusketjua ja löytää mahdollisia ongelmia ja kehityskohteita yrityksen yhdestä tuotantolinjasta. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kuvaa yrityksen laatupoikkeamista ja löytää kausaliitteja laatupoikkeamien synnystä.

Tutkimus oli pääasiassa poikkeamien analysointia määrällisin menetelmin. Opinnäytetyö oli muodoltaan siis kvantitatiivinen tutkimus ja tiedonkeruumenetelmänä käytettiin poikkeamien havainnointia. Työn pohjalta jatketaan yrityksen laatu-työn kehittämistä.

Tutkimuksen tuloksena selvisi merkittävimmäksi laatupoikkeamien aiheuttajaksi työntekijöiden tekemät virheet, joista käytän työssä nimitystä *henkilövirhe*. Materiaaliin, menetelmiin tai koneisiin liittyvät poikkeamat jäivät marginaalisiksi. Henkilövirheen suurimpana syynä tutkimuksen mukaan oli huolimattomuus. Toinen merkittävä henkilövirhe oli *suunnitteluvirhe*.

Kohdeyritykselle ratkaisuehdotuksina laatupoikkeamien vähentämiseksi nousivat erilaisten tarkastusmenetelmien ja työhöjeiden uudelleen suunnittelu. Lisäksi yrityksessä on huomioitava jatkuva laatu-tiedon, laatu-poikkeamien ja laadukkaan tekemisen esille-tuominen. Sekä esimiehiltä että asiakkaalta tuleva negatiivinen ja ennen kaikkea positiivinen palaute on tultava koko ketjun tietoisuuteen.

---

Asiasanat: laatu, laadunvarmistaminen, laatu-kustannus, poikkeama

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme in Mechanical and Production Engineering  
Modern Production Systems

**KOIVUNIEMI JARI**

Quality Assurance of the Make-To-Order Sequence

Bachelor's thesis 30 pages, appendices 3 pages  
May 2015

---

TKM TTT Oy is one of the leading manufacturers of high-quality customized cutting tools, wear parts and related services for the woodworking industry. Quality deviation information has been collected yearly, but the use of this data has been neglected.

The purpose of this thesis was to examine the make-to-order sequence and find possible quality issues in one of the company's production lines. The objective of this thesis was to clarify the present situation and point out possible development subjects.

According to the results the quality issues were mainly related to human errors. The greatest cause of this type of error seemed to be unintentional carelessness.

It can be concluded that the best ways to prevent the quality issues is to re-design some of the work instructions and design new quality inspections. Also it is very important to constantly inform the employees about quality know-how. Feedback from the foremen and customers should always reach all the employees.

---

Key words: quality, inspection, deviation, cost

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YRITYSESITTELY .....	6
2.1	Tilaus-toimitusketjun kuvaus.....	6
2.2	Linjan kuvaus.....	6
2.3	Lähtötilanteen kuvaus .....	7
3	LAATU JA LAADUN TUOTTAMINEN .....	9
3.1	Laadun näkökulmat.....	9
3.2	Laatukustannukset .....	10
3.3	Laadunvarmistus ja virheiden vähentäminen.....	11
3.4	Toiminnan kehittäminen .....	14
4	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE.....	16
5	TUTKIMUS .....	18
5.1	Tutkimusmenetelmät .....	18
5.2	Työn tulokset .....	19
6	POHDINTA.....	25
	LÄHTEET.....	27
	LIITTEET .....	28
	Liite 1. Tilaus-toimitusketju .....	28

## 1 JOHDANTO

TKM TTT Finland Oy on yksi maailman johtavista raskaan puunjalostusteollisuuden terien valmistajista. Yrityksen pääasiakkaina ovat sahalaitokset, sellu- ja paperiteollisuus, levyteollisuus sekä alan merkittävät koneenrakentajat. Nykyisin TTT-teriä viedään vuosittain yli 35 maahan. Työntekijöitä yrityksessä on noin 130.

Työn nimi viittaa yrityksen koko ketjun laadun parantamiseen, mutta aiheen laajuuden takia työ päätettiin rajata koskemaan vain yhtä tuotantolinjaa (T1). Käytetty aineisto tutkimuksen tekemiseen on yrityksessä vuosittain kerätty tieto laatupoikkeamista.

*Tilaus-toimitusketjun laadunvarmistus* valikoitui työn aiheeksi, koska yrityksessä ei oltu aiemmin perehdytty laatuongelmien varsinaisiin syihin. Tälle työlle oli siis yrityksessä tilausta vuosittaisten laatuksennustenn ollessa 200 000€ luokkaa. Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella yrityksen tilaus-toimitusketjua ja analysoida yhden tuotantolinjan laatupoikkeamia. Työn tavoitteena on kehittää ja parantaa yrityksen laaduntuottokykyä sekä selventää kuvaa yrityksen laatupoikkeamista.

Teoriaosaan keräsin tietoa aiheen kirjallisuudesta sekä yrityksessä kerätystä laatuaineistosta. Työssä pystyin myös hyödyntämään omaa työkokemustani. Opinnäytetyössä analysoin yrityksen laatupoikkeamia ja pyrin niistä tekemään laatua parantavia johtopäätöksiä.

## 2 YRITYSESITTELY

TKM Group, johon TTT kuuluu, on tällä hetkellä yksi maailman suurimmista teollisuusterien valmistajista. Yrityksellä on 1000 työntekijää Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Kaukoidässä. Liikevaihto oli vuonna 2014 n. 125 000 000€ ja yrityksellä on 6 tuotantolaitosta Euroopassa ja 1 Kaukoidässä sekä 3 huoltokeskusta Euroopassa, USA:ssa ja Aasiassa.

TKM TTT Finland Oy on yksi maailman johtavista raskaan puunjalostusteollisuuden terien valmistajista. Vuonna 1961 perustettu yritys on yli 50 vuotta valmistanut koneenosia vaativiin teollisuuden käyttökohteisiin. Tällä hetkellä yritys työllistää 128 henkilöä ja liikevaihto vuonna 2014 oli 14 900 000€. Pääasiakkaita ovat sahalaitokset, sellu- ja paperiteollisuus, levyteollisuus sekä alan merkittävät koneenrakentajat. Nykyisin TTT-teriä viedään vuosittain yli 35 maahan. Yritys valmistaa teriä ja koneenosia kaikkiin puuta leikkaaviin koneisiin. Lisäksi yritys tarjoaa tuotteisiin liittyviä räätälöityjä huolto- ja kokonaispalveluja, joita käyttäessään asiakas saa selkeitä hyötyjä. Päätuotteita ovat hakun- ja lastuajanterät sekä hakun kulutusosat, vanerisorvin ja viiluhöylän terät, pyörösahanterät katkaisu- ja halkaisusahaukseen sekä kovapinnoitetut koneenosat eri laitteistoihin. (TKM TTT Finland Oy 2015)

### 2.1 Tilaus-toimitusketjun kuvaus

Yrityksen tilaus-toimitusketju on varsin monivaiheinen, joten sitä ei kannata sanallisesti kuvailla. Ketjuhan on hyvin saman tyyppinen keskisuurissa yrityksissä. Liitteenä on kuvat koko ketjusta. (Liite 1.)

### 2.2 Linjan kuvaus

Otetaan esimerkkinä hakunterä, jossa on muutama lovi ja selkäreiät. Tuotantolinjalla (T1) tuotteen varsinainen valmistaminen alkaa raaka-aineen otosta. Materiaali nostetaan sahalle, jolla sahataan tarvittava määrä aihioita. Tästä terät siirretään esikoneistukseen, jossa aihiot esiviistetään. Tämän jälkeen koneistetaan lovet ja reiät, sitten kappaleet kar-

kaistaan ja päästetään. Karkaisun jälkeen terät oikaistaan joko käsin vasaralla tai prässillä painamalla. Oikaisun jälkeen terät esihiotaan selkäpinnasta. Tässä välissä avataan kierteet ja siitä kappaleet etenevät valmiiksi hiontaan, jossa hiotaan pinnat ja leveys valmiiksi. Terät tarkastetaan esimerkiksi 10% otannalla, riippuen sarjan koosta ja asiakkaasta. Tämän jälkeen terät leimataan, pakataan ja tuotantotilaus vahvistetaan valmistuneeksi. Jos kyseessä on varastotuote, pakataan kappaleet valmisvarastoon. Suoraan tilaukselle tehdyt tuotteet keräillään ja lähetetään asiakkaalle. Laskutus on viimeisenä vaiheena.

### **2.3 Lähtötilanteen kuvaus**

Tyypillisiä laatuongelmia yrityksessä on jo esimerkiksi suunnitteluvaiheessa. Jo kuvaa suunnitelleessa voi olla epäselvää pinnanlaadussa, mittojen toleransseissa tai kovuudessa. Tämä aiheuttaa usein myös ylilaatua ja sitä kautta lisää kustannuksia tuotteelle. Tilasta järjestelmään kirjatessa yksinkertainen näppäilyvirhe nimikkeeseen, sarjakokoon tai hinnoitteluun voi aiheuttaa isoja ongelmia.

Tuotannossa tyypillisiä ongelmia aiheuttavat raaka-aine, epäsoyvät tai vanhat menetelmät ja työkalut. Puhumattakaan tahattomista inhimillisistä virheistä, joita jokaiselle sattuu. Useimmin suunnittelussa tehdyt virheet tulevat esille vasta tuotannossa tai pahimmillaan reklamaationa asiakkaalta. Jälkimmäinen esiintyy kaikissa vaiheissa ja on äärimmäisen vaikea ongelma poistaa. Esimerkkejä laatupoikkeamista käsittelen enemmän jäljempänä tutkimuksessa.

### **ISO 9000 standardit**

ISO 9000 -sarjan standardit muodostavat perustan jatkuvalle parantamiselle. Ne ovat työväline liiketoiminnan kehittämiseen ja väylä menestykselliseen toimintaan. Suurin hyöty saavutetaan, kun koko sarjan standardeja käytetään yhdessä. Standardista ISO 9000:2005 on hyvä aloittaa, sillä se sisältää laadunhallinnan perusteet ja käsitteet. Standardi ISO 9001:2008 sisältää varsinaiset vaatimukset, joten sitä käytetään myös sertifiointiin. Standardissa ISO 9004:2009 esitetään erilaisia käytäntöjä ja annetaan soveltamisohjeita siten, että laadunhallintajärjestelmälle saadaan lisää vaikuttavuutta, ja että liiketoiminnan tavoitteet saavutetaan.

ISO 9001:2008 määrittelee laadunhallintajärjestelmien vaatimukset mille tahansa organisaatiolle, joka haluaa osoittaa, että se toimittaa jatkuvasti tuotteita, jotka täyttävät sekä asiakkaiden vaatimukset että lakisääteiset vaatimukset. Tavoitteena on samalla parantaa asiakastytyvääisyyttä. Yritykselle on myönnetty tämä sertifikaatti.

ISO 9001:2008 on pyritty laatimaan käyttäjäystävälliseksi käyttäen termejä, jotka tunnetaan kaikilla elinkeinoelämän sektoreilla. Ne organisaatiot, jotka hakevat laadunhallintajärjestelmänsä tunnustamista, voivat hyödyntää standardia esimerkiksi sertifiointissa tai sopimuksissa. (ISO 9000 – sarjan standardit 2015)



### 3 LAATU JA LAADUN TUOTTAMINEN

Nykyaikana globalisaation ja kansainvälisen kilpailun yhä kovetessa laadulla on aiempaa suurempi merkitys. Ennen riitti, että hinta-laatusuhde oli paikallisesti parasta. Nykyään hintavertailu on helppo tehdä maailmanlaajuisesti ja suhteellisesti parhaan tuotteen voi tilata mistä päin maailmaa tahansa. Kun tuotannosta puristetaan tehokkuudesta lisäprosentteja, saattaa laadun merkitys osittain unohtua ja saatu hyöty menetetään laadukustannuksina.

#### 3.1 Laadun näkökulmat

Laatuun kohdistuu vaatimuksia eri tahoilta ja laatua arvioidaan sen perusteella, miten näiden tahojen vaatimukset täyttyvät (Saari 2002, 58). Seuraavaksi esittelen lyhyesti eri näkökulmat laatuun.

##### **Tuotantokeskeinen näkemys laadusta**

Tuotantokeskeinen näkemys laadusta tarkoittaa hyödykkeiden virheettömyyttä eli ne on valmistettu annettujen spesifikaatioiden mukaisesti. Tuotanto on laadukasta silloin, kun se ei tuota lainkaan virheellisiä tuotteita ja tällöin voidaan puhua nollavirheajattelusta. Virheiden esiintyminen voi johtaa lisäkustannuksiin ja tuottojen menetyksiin. Tyypillisiä virheistä johtuvia lisäkustannuksia ovat takuukustannukset, vahingonkorvaukset, myöhästymissakot ja pahimmassa tapauksessa koko tuotannossa oleva tuotantopanos menetetään hylkynä. Lievästi virheelliset tuotteet joudutaan myymään alemmassa laatu-luokassa. Virheiden esiintyminen johtaa yrityksen tuottavuuden heikentymiseen. (Saari 2002, 58).

##### **Suunnittelukeskeinen laatu**

(Eli tuotekeskeinen laatu tai tuotelaatu) tarkoittaa niitä ominaisuuksia, joita tuotteeseen rakennetaan sen käyttötarkoitusta silmälläpitäen. Tämä on siis tuotteen suunnittelijan käsitys, suunnitelma asiakkaan arvostamista tuoteominaisuuksista. Tämä laadun käsite on lähellä Juranin laatumäärittelmää, jossa kriteerinä on sopivuus käyttöön. Suunnittelu-

keskeinen laatu on asiakkaan kannalta *lupaus laadusta*, ja siten vaikuttaa epäilemättä siihen, minkälaisen hinnan asiakas on valmis tuotteesta maksamaan (Saari 2002, 58).

### **Asiakaskeskeinen laatu**

Asiakaskeskeinen laatu tarkoittaa sitä, kuinka hyvin tuote menestyy siinä tarkoituksessa, jossa asiakas sitä käyttää. Suunnittelukeskeinen laatu siis realisoituu luvattuun laatuun liittyvien odotusten ja todellisten kokemusten perusteella asiakkaan kokemaksi laaduksi (Saari 2002, 59).

### **Ympäristökeskeinen laatu**

Ympäristökeskeinen laatu tarkoittaa vaatimuksia, joita muut yrityksen sidosryhmät kuin asiakas asettavat yritykselle ja sen tuotteille. Vaatimus tuotteen turvallisuudesta tai kierätettävyydestä aiheuttaa tuottajalle suunnittelu- ja materiaalikustannuksia, päästöjen vähentäminen johtaa lisäkustannuksiin jne. Ympäristön vaatimukset ovat luonteeltaan tuotanto- ja kulutusprosessin haittojen vähentämistä. Vaikutus yritykseen on kustannuksia lisäävä ja siten tuottavuutta heikentävä (Saari 2002, 58).

## **3.2 Laatumukautannukset**

Laatumukautannuksilla tarkoitetaan normaalisti yrityksessä syntyviä mukautannuksia, jotka ovat seurausta huonosta laadusta tai tavoitteista poikkeamisesta. Laatumukautannukset syntyvät pääasiallisesti virheiden tekemisestä, niiden etsimisestä ja korjaamisesta, toisin sanoen yrityksen eri tasoilla ja toiminnoissa ei toimita *kerralla valmiiksi* -periaatteen mukaisesti. Laatumukautannukset esitetään usein jaettuna neljään ryhmään seuraavan kaavion tapaan (Saari 2002, 59).



Kuvio 1. Laatukustannusten erittely. (Saari 2002, 60)

Laatukustannuksia voidaan käyttää yrityksen johtamisen tukena monin tavoin. Laatukustannukset voivat kertoa, missä laatuongelmia syntyy ja mikä on niiden taloudellinen merkitys. Toisaalta valittaessa ja priorisoitaessa laadunkehittämissankkeita taloudellisella informaatiolla on merkittävä rooli, jos se on helposti ja luotettavasti saatavilla. Lisäksi laatukustannusten seuranta ja esimerkiksi palkkioiden sitominen tähän kehitykseen voi motivoida ja ohjata ihmisiä kehittämään toimintaa ja parantamaan laatua (Lillrank 1998, 180).

### 3.3 Laadunvarmistus ja virheiden vähentäminen

Jokaisessa tuotantoprosessissa tarvitaan erilaisia laadunvarmistuksellisia toimenpiteitä. On suunniteltava, mitä toimenpiteitä tuotannossa suoritetaan ja ketkä ne tekevät. Järkevintä on toteuttaa suunnittelu esimerkiksi vuokaaviona (tuotantoprosessi, johon on kytetty laadunvalmistukselliset toimenpiteet) (Salminen 1990, 149).

Laadunvarmistus käsittää yleensä tarkastuksia, joita joko tuotantohenkilöstö tai laatuosaston henkilöstö tekee. Tuotantohenkilöstö huolehtii yleensä prosessiin kuuluvista normaaleista ohjaustoimenpiteistä ja laatuosasto varmistaa omilla tarkastuksillaan, että järjestelmä toimii (Salminen 1990, 149).

*Erotteleva tarkastus* on yleensä sijoitettu tuotantolinjan loppupäähän. Sen tarkoituksena on erotella hyvät tuotteet ja osat huonoista, joten sen yhteydessä tehdään päätöksiä (mitä voi lähettää eteenpäin?). Tarkastuksella on vain välillinen vaikutus linjan virheprosenttiin, koska päätökset tehdään toleranssirajojen perusteella. Välillinen vaikutus puolestaan johtuu siitä, että kyseinen tarkastus tehdään. Olemassaolollaan se ainakin hidastaa prosessin tilan huononemista. Tarkastus on tuhlausta niiden tuotteiden ja osien osalta, jotka ovat virheettömiä. Se on tarkastuksen alhaisin ja yksinkertaisin, mutta myös yleisin taso, josta on siirryttävä edullisempiin ja virheistä tehokkaammin vähentäviin tarkastuksiin (Salminen 1990, 151).

Yrityksessä on tällä hetkellä käytössä tämä menetelmä. Se on vähentänyt reklamaatioita, koska virheelliset tuotteet jäävät pääosin tässä tarkastuksessa kiinni eivätkä pääse asiakkaalle asti. On kuitenkin huomattu ettei tarkastus ole täysin aukoton ja laatukustannukset ovat suuret hylkykappaleella jos se pääsee ketjun loppuun asti.

*Perättäistarkastuksessa* seuraava työvaihe tai prosessi tarkastaa edellisen työvaiheen työsuorituksen. Kun virhe havaitaan, siitä ilmoitetaan välittömästi edelliseen vaiheeseen, jossa ryhdytään toimenpiteisiin työprosessin korjaamiseksi. Menettelytavan etuna on ainakin periaatteellinen 100-prosenttinen tarkastusmahdollisuus ja se täyttää objektiivisuuden ehdon, koska tekijä itse ei ole tarkastajana. Sen avulla saadaan palaute yleensä varsin nopeaksi (Salminen 1990, 152).

Yhdysvalloissa ja Japanissa tehtyjen selvitysten perusteella on arvioitu, että perättäistarkastuksen käyttöönotto pudottaa virhemääriä jopa 80–90% 1-2 kuukauden aikana edellyttäen, että menettelytavan käyttöön yhdistetään jatkuva organisoitu kehitystyö. Perättäistarkastusta voidaan tehostaa yhdistämällä se virheenestinten käyttöön (Salminen 1990, 153).

Perättäistarkastusten käyttöönoton ensimmäinen vaihe on tarkastuskohteiden valinta. Jokaiseen työvaiheeseen valitaan vain 2-3 tarkastuskohdetta valinnan tapahtuessa virhetiedon perusteella. Tarkastuskohteet uusitaan aina muutaman viikon välein kertyneen uuden virhetietouden perusteella. Tässä yhteydessä ei saa unohtaa tuotteiden turvallisuuden kannalta tärkeitä kohteita. Lisäksi kannattaa muistaa, että perättäistarkastus ei toteudu, jos vain kehoitetaan henkilöstöä tarkastamaan aina edellisestä vaiheesta tuleva tuote (Salminen 1990, 153).

Palautteen on oltava nopeaa ja henkilöstö on koulutettava sekä antamaan että vastaanottamaan palautetta. Henkilöstölle on myös yleensä annettava työprosessin korjaamiseen liittyvää koulutusta. Usein tähän liitetään ns. linjan pysäyttämisen oikeus eli henkilöstölle annetaan lupa keskeyttää työ, mikäli ongelmaa ei muutoin ehditä korjata. Kun työn eteneminen pysähtyy, se on esimiehille merkki siitä, että toimenpiteitä tarvitaan. Korjaustoimenpiteet on organisoitava ja toteutettava tehokkaasti (Salminen 1990, 153).

Menettelytapa lisää yleensä henkilöstön laatumotivaatiota, koska töiden pysähtymisen seurauksena syntyy käsitys siitä, miten paljon vaivaa ja ylimääräistä työtä virheet aiheuttavat. Työn etenemisen pysähtyminen aikaansaa virheiden vähentämiseen tähtävästä kehitystyötä, jonka vaikutus on nopeasti suurempi kuin se hävikki, jonka työn pysähtyminen aiheuttaa. Työn pysäyttämisoikeudesta täytyy ylemmän johdon kuitenkin antaa käsky, koska jokainen keskeytys aiheuttaa työtä muilla esimiestasosilla (Salminen 1990, 153).

Perättäistarkastukseen liittyy eräitä ehtoja:

- koska työ tapahtuu useimmissa tapauksissa visuaalisena, on ehkä tarpeellista, että joku ulkopuolinen (työnjohtaja, tarkastaja) seuraa tarkastustyön tehokkuutta sekä ohjaa ja neuvoo tarvittaessa
- jotta kriteerit säilyisivät samanlaisina, on silloin tällöin syytä kokoontua yhteen keskustelemaan tarkastusperusteista
- on tärkeää saada jokainen ymmärtämään perättäistarkastuksen idea ja hyväksymään toimintatapa. Muutoin voi käydä niin, että tarkastus laiminlyödään (jokaisen on ymmärrettävä, että toisen on helpompi havaita virheet ja että toisen työn tarkastaminen auttaa toista)
- koska suurin osa virheistä on poistettavissa vain esimiesten toimenpiteillä, esimiehiltä vaaditaan työn pysähtyessä usein paljon toimenpiteitä
- virheistä ei saa rangaista, koska tällöin virheitä aletaan peitellä

Yleensä on todettu, että virheet ilmoitetaan ja poistetaan, jos kukaan ei joudu niistä kärsimään. Laadun tekemisessä ei ole ideana korjata virheitä, vaan estää niiden syntymisen, joten taloudelliseen korjaamiseen ei kannata kiinnittää liian suurta huomiota. Tärkeää on myös, että virheen tekijä osallistuu oman työvaiheensa virheiden poistamiseen eli kehitystyöhön (Salminen 1990, 154).

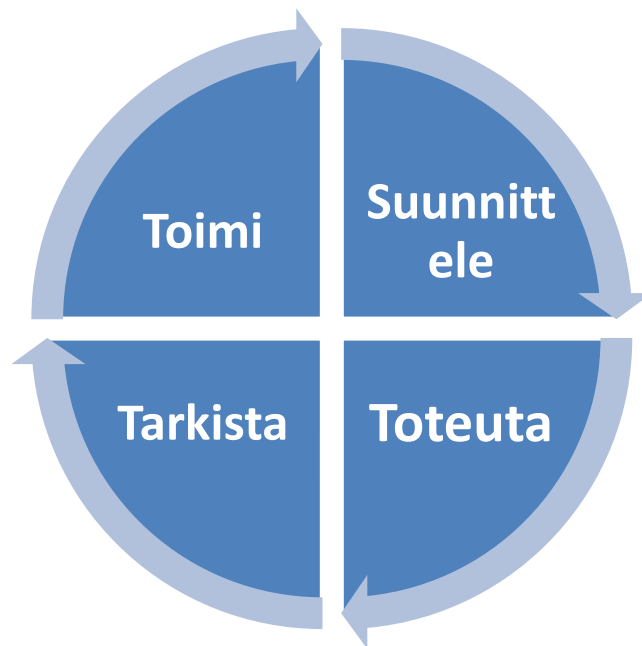
### 3.4 Toiminnan kehittäminen

Deming kehitti syvällisen tiedon teorian. Sen perusajatuksena on, että kaikki lähtee vaihtelun ymmärtämisestä ja, että systeemejä kehittämällä pienennetään vaihtelua. Vaihtelu aiheuttaa vikoja, jotka aiheuttavat hukkaa. Deming opetti myös tuotantoprosessin ymmärtämisen systeeminä Demingin PDCA-ympyrän avulla (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2015).

Toiminnan laadun kehittämisessä voidaan erottaa kolme seuraavaa päävaihetta:

1. laadun suunnittelu
2. laadun mittaaminen
3. laadun parantaminen

Demingin ympyrästä johdettu PDCA-ympyrä (plan, do, check, act) kuvaa saman asian toisessa muodossa. (Pajunen 1991, 33-34.)



Kuvio 2. PDCA -ympyrä. (Mizuno 1995)

Kun päätämme tehdä jotakin, yrityksessä laaditaan suunnitelma, noudatamme tätä suunnitelmaa ja tarkastelemme tuloksia. Jos tulokset eivät ole suunnitelman mukaisia, korjaamme joko työmenetelmiä tai itse suunnitelmaa riippuen siitä, kummassa vika on. Ohjaus on päättymätön ympyrä, joka alkaa suunnittelusta ja päättyy suunnitteluun. (Mizuno 1995, 9.) Tämä on huomattu usein ongelmaksi kohdeyrityksessä. Suunnitelmaa

muutetaan lennossa, suunnitelmaa ei toteuteta loppuun asti eikä alkuperäinen suunnitelma tunnu olevan kenelläkään hallussa.

Ympyrä (Kuvio 2.) pakottaa suunnitelmallisuudella vaihtelun hallintaan. Vaihtelua on kaikkialla ja vaihtelun kasvaminen laskee aina tuotantosysteemin suorituskykyä. Tämä on äärimmäisen voimakas konsepti. Mitä enemmän systeemissä on vaihtelua, sitä alhaisempi on sen suorituskyky. Vaihtelun pienentäminen on keskeistä suorituskyvyn parantamisessa. Vaihtelua tulee systeemiin ulkoa ja sisältä päin. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2015).

#### 4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella yrityksen tilaus-toimitusketjua ja analysoida yhden tuotantolinjan laatupoikkeamia. Opinnäytetyön tavoitteena taas on selventää kuvaa yrityksen laatupoikkeamista ja laaduntuottokyvystä. Tällä hetkellä tilanteesta ei ole selvää yleiskuvaa. Ainoa asiasta tiedossa oleva kokonaisuus on kustannukset, joka sekkin on vain arvio.

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi valikoitui kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä, koska se sopii ehdottomasti parhaiten tämän kaltaisen materiaalin analysointiin. Määrällisessä tutkimusmenetelmässä käsitellään tutkittavia asioita numeroiden avulla. Tutkittava tieto saadaan numeroina tai vaihtoehtoisesti aineisto ryhmitellään numeeriseen muotoon. Havaintoaineistoa tarkastelemalla tutkija pyrkii tekemään yleistyksiä keräämästään havaintoaineistosta. Numerotiedot tulkitaan ja selitetään sitten sanallisesti. (Vilka 2005, 14.)

Määrällisessä tutkimuksessa yleistettävää, yksittäiset poikkeamat pois häivyttävää käsitettä edustaa esimerkiksi keskiarvon käsite. Se osoittaa, millä tavoin koko aineiston kaikki kohteet asettuvat keskimäärin ja millä tavoin yksittäistä havaintoa voidaan tarkastella suhteessa koko joukkoon nähden. Toisaalta yksittäisistä tapauksista keskiarvo ei kerro mitään. (Ylemmän AMK-tutkinon metodifoorumi 2015.)

Määrällisen tutkimuksen tarkoitus voi olla *kartoittava, selittävä, kuvaileva tai ennustava*, ja yhteen tutkimukseen voi myös sisältyä useampia kuin yksi tarkoitus. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 138.) Tässä työssä tarkoitus on pääasiallisesti selittävä, koska tavoitteena on löytää ja tunnistaa syy-seuraus -suhteita kohdeyrityksen poikkeamaraporteista.

Työssä käsiteltävät tiedot keräsin yrityksessä vuosittain kerätyistä poikkeamaraporteista. Lisäksi kävin raportit läpi ne kirjanneen työntekijän kanssa. Toisin sanoen kyseessä on valmis ns. *sekundaariaineisto*, jota analysoin saadakseni selville edellä mainittuja syy-seuraus -suhteita. (Hirsjärvi ym. 186.)



Pyrin tässä työssä antamaan selkeämmän yleiskuvan poikkeamien varsin laajasta kirjosta sekä luomaan pohjaa yrityksen mahdolliselle uudelle kokonaisvaltaiselle laadunhallintajärjestelmälle. Tehtyjen havaintojen pohjalta pyrin antamaan parannus- ja kehittämisehdotuksia. Ihannetilanteessa laatupoikkeamille löytyy yhteisiä ongelmatekijöitä ja saadaan niille aikaiseksi ratkaisuja.

## 5 TUTKIMUS

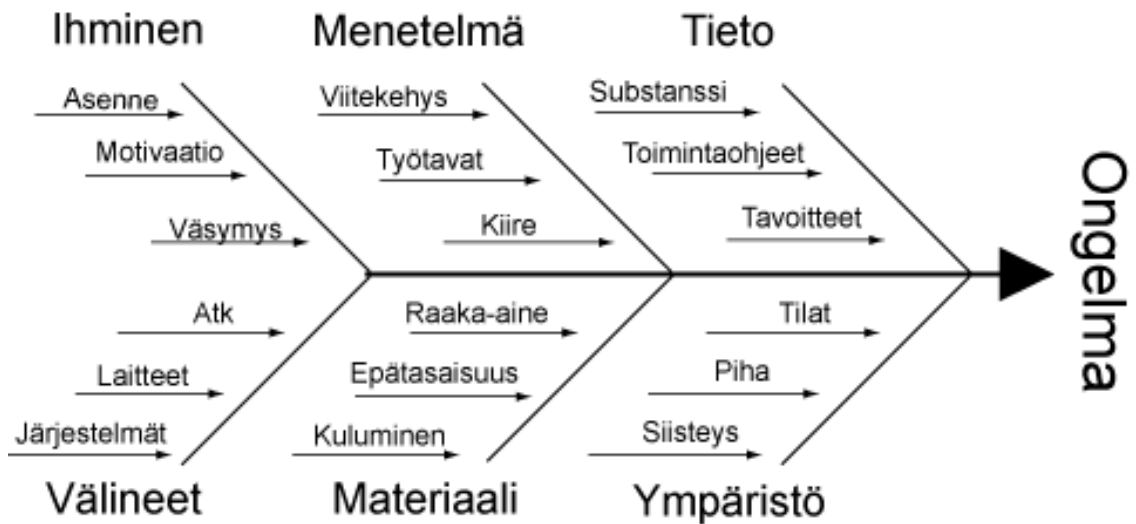
Opinnäytetyöprojektini alkoi vuoden 2014 alusta. Idea työhön tuli kohdeyrityksen suunnalta, koska laatukustannukset yrityksessä ovat huomattavat. Tällaista laatukustannuksia kartoittavaa työtä ei kohdeyrityksessä ole tehty. Seuraavassa on eritelty tutkimusmenetelmät, joita on käytetty työssä soveltaen. Tutkimusmenetelmiä seuraa opinnäytetyön tulokset.

### 5.1 Tutkimusmenetelmät

Usein yrityksissä ei haluta käyttää paljoakaan työaikaa laatuongelmien syiden selvittämiseksi. Valitaan helpoin tie ja yritetään poistaa selkein ongelman aiheuttanut syy. Usein kuitenkin varsinainen juurisyy jää selvittämättä. Seuraavaksi esittelen kaksi helppoa ja nopeata työkalua ongelman juurisyyn selvittämiseksi.

Toistuvasti kysymällä *5 kertaa miksi*, voidaan kuoria ongelman ympäriltä sekundaarisyyt. Usein kysymällä uudelleen *miksi*, toisarvoinen syy johtaa seuraavaan kysymykseen. Vaikka tekniikan nimi on *5 x miksi*, voi joutua esittämään useamman tai joskus vähemmän kysymyksiä (iSixSigma 2015).

Syy-seuraus -analyysia ja sitä kuvaavaa syy-seuraus -kaaviota eli kalanruotokaaviota (kuva 1) käytetään kausaalisuuden selvittämisessä ja ongelmien syiden etsimisessä ja analyysissä. Analyysia kutsutaan keksijänsä mukaan myös Ischikawa -analyysiksi. Kaavion piirtäminen aloitetaan määrittelystä ongelmasta, esimerkiksi yksikköjen välisistä yhteistyövaikeuksista. Tämän jälkeen ryhmitellään esimerkiksi pareto -analyysissä saatujen tietojen perusteella ongelmaan liittyvät 4-6 tärkeintä tekijäryhmää, jotka kuvaataan ruotoihin. Kuhunkin perussyhyhyn kirjataan siihen liittyviä ongelmia. Tekijät saadaan kysymällä, miksi tämä ongelma syntyy ja ketkä siihen vaikuttavat. Tavallisimpia tekijöitä ovat toimintatavat, työntekijät, välineet ja muut resurssit, tilat, asiakkaat, kumppanit jne. (Laatuakatemia 2015).



KUVA 1. Syy-seuraus -kaavio. (Laatuakatemia 2015)

## 5.2 Työn tulokset

Tutkimuksen aineistona oli vuonna 2014 kerätty laatupoikkeamaraportit. Vuoden 2013 raportit löytyvät myös yrityksestä, mutta niihin kerätty taustatieto on liian heikkolaatuista ja epätarkkaa käytettäväksi tutkimuksessa.

Poikkeamista kerätty aineisto koostuu asiakkaasta, tilauksen tunnistetiedoista, tuotantolinjasta, sarjakoosta, hylkyjen määrästä, havaintopaikasta ja tapahtumakuvauksesta. Nämä tiedot on tarkoitus syöttää järjestelmään heti poikkeaman havaittua. Tämän jälkeen poikkeamaan on tarkoitus miettiä välittömät ja jatkossa ehkäisevät toimenpiteet.

Kustannukset laatupoikkeamille lasketaan yrityksessä seuraavasti. Jos tapausta ei hyväksytä reklamaatioksi, niin sille ei tule kustannuksia. Jos hyväksytään, niin peruskustannus on 100 euroa, tämä lisätään jokaiseen poikkeamaan. Jos tuote on korjattavissa, niin lisätään korjauskulut. (materiaalit + työtunnit, 50 euroa/h). Jos tuote hylätään, niin myyntihinta. Paitsi tuotannon alkuvaiheessa, niin sitten 50% myyntihinnasta. Jos hyvitetään asiakkaalle, niin hyvityshinta. Ulkoisissa reklamaatioissa rahti lisätään kuluihin arviona.

Näistä lähtökohdista oli tutkimukseen mietittävä ongelman varsinainen tapahtuma- tai esiintymispaikka ja juurisyy. Joidenkin poikkeamien kohdalla ei enää päästy kiinni juu-

risyyhyn tai harvemmin tapahtumapaikkaan, jos esimerkiksi hylkykappaletta oli jo työstetty valmiimmaksi. Näitä tapauksia en käsitellyt tutkimuksessa.

Tarkka tapahtumapaikka on useimmiten jo sama vaihe, missä poikkeama kirjataan. Välillä kuitenkin poikkeama huomataan vasta myöhemmin linjalla, esimerkiksi seuraavassa vaiheessa tai tarkastuksessa. Pahimmillaan epäkurantit kappaleet pääsevät asiakkaalle asti. Tähän asiaan on jo pyritty kiinnittämään huomiota ja työntekijöitä on ohjeistettu mittaamaan tietyissä ”riskivaiheissa” kappaleet. Tällä tapaa on saatu hylkykappaleet heti pois jalostuksesta ja uudet työn alle.

Aloitin tutkimuksen käymällä poikkeamat läpi ja jakamalla neljään eri tyyppiin: henkilövirhe, menetelmävirhe, materiaalivika ja kone- tai työkalurikko. Esimerkki henkilövirheestä: ”kulma, jonka piti olla  $86,5^\circ$  on  $77,8^\circ$  ja näin ollen terän leveys on 63,88mm ja 61,8 mm eikä 65,5 ja 63,5 mm, kuten kuvassa. Terät on toimitettu asiakkaalle”.

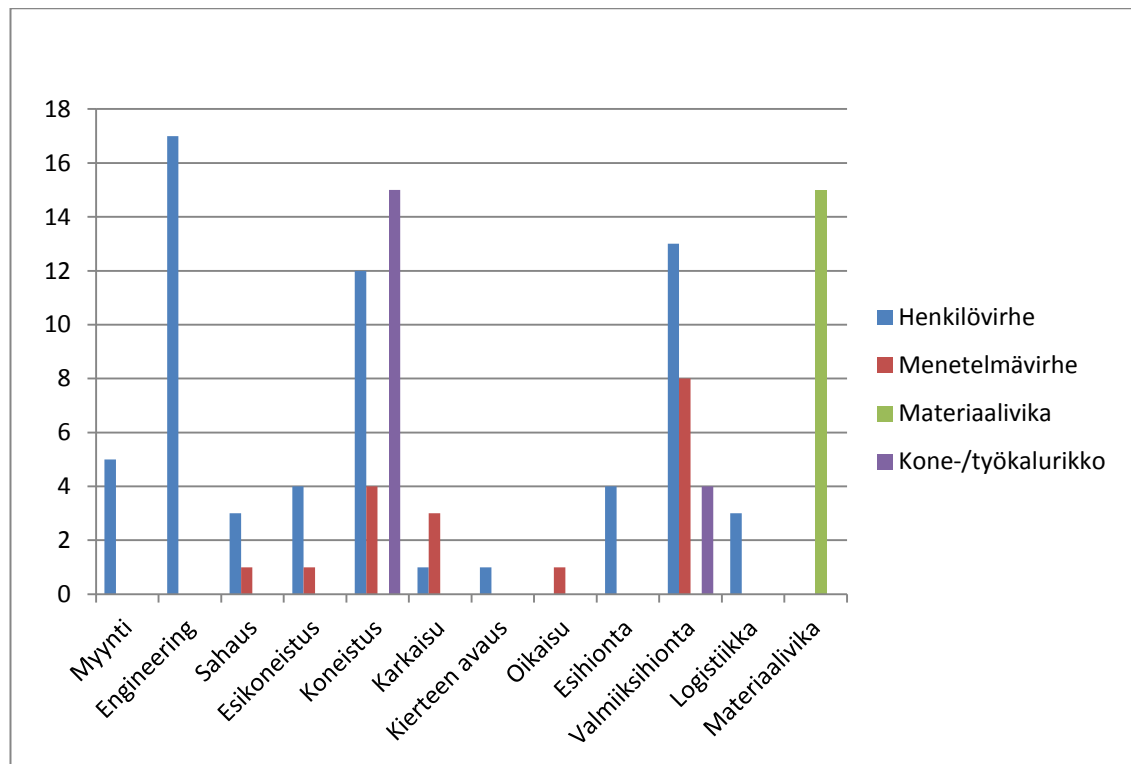
Tässä tapauksessa oli yksinkertaisesti kuvaa tulkittu väärin eikä mitään erityisohjeita annettu.

Esimerkki menetelmävirheestä: ”selkäreiät heittää”, koneistajan kommentti poikkeamaan. Poikkeaman läpikäynnin jälkeen todettiin, että hyllystä oli otettu osa raakaainetta, joka on ollut eri vahvuista muun sarjan kanssa. Tämän takia koneistuksessa menetelmän takia selkäreiät eivät tule samaan linjaan. Tämän jälkeen raaka-aineenotto ohjeistettiin uudelleen.

Esimerkki materiaaliviasta: ”valmiiksi hionnassa huomattu materiaalivika. Halkeama aihiossa”. Tämän tyyppiset materiaaliviat ovat ikävä ongelma, koska ne tulevat useimmiten näkyviin vasta, kun tuotetta on jalostettu ketjussa pitkälle, hiontaan saakka. Kuitenkin raaka-aineen tarkastaminen materiaalin vastaanotossa nostaisi kustannuksia suhteettoman paljon.

Esimerkki kone- tai työkalurikosta: ”koneistuksessa pora lohkesi pintareian teossa. Reiät liian suuria, ei jää kierrettä”. Tyypillinen ongelma koneistuksessa, jota ei enää tuoteseen pysty korjaamaan. Nykyaikaiset kovametalliset porat ovat kalliita, joten niillä pyritään ajamaan mahdollisimman pitkään.

Kuvioon 3 on koottu virheen tyyppi ja työvaihe, missä virhe on alun perin tapahtunut.

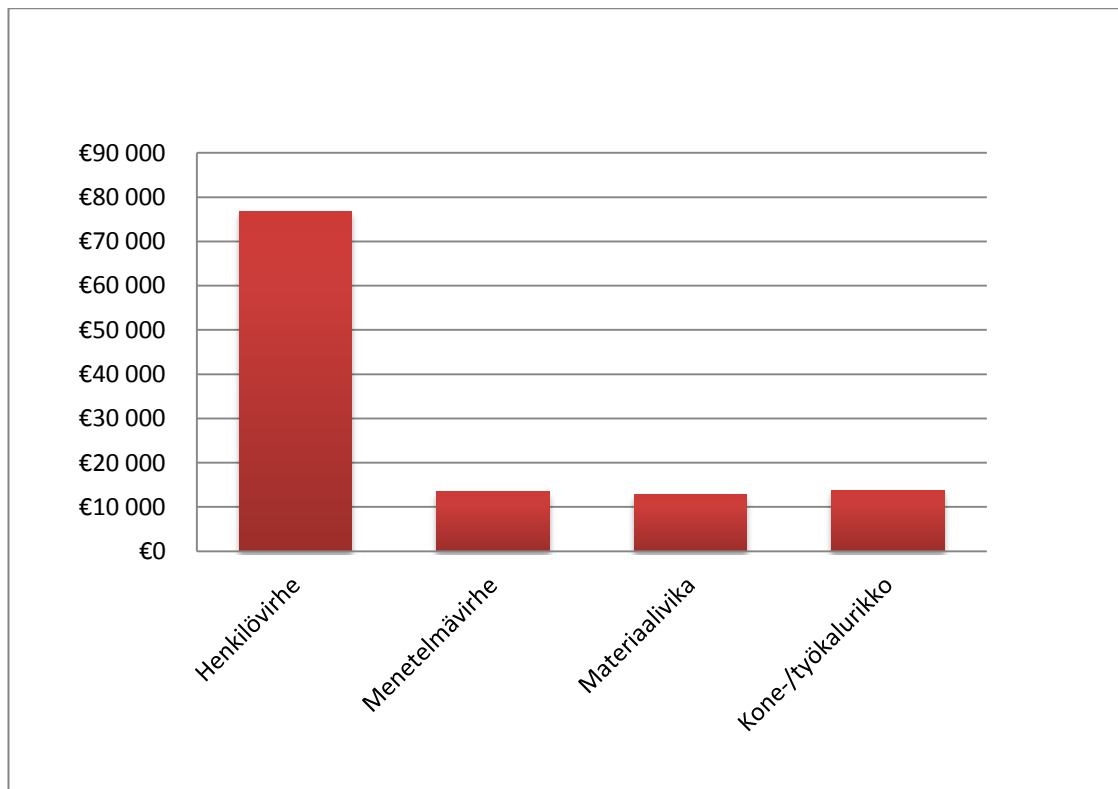


Kuvio 3. Virheen tyyppi ja työvaihe.

Taulukosta on helppo huomata viisi merkittävää osumaa. Näistä materiaalivirhe on kuitenkin hankalin. Edellä mainitussa esimerkissä ”halkeama aineessa” on tyypillinen virhe, joka korostuu taulukossa. Lisäksi materiaaliviaksi on listattu oikaisussa poikki menneet tuotteet. Näistä on välillä hyvin vaikea sanoa, johtuuko ongelma prosessista vai materiaalista.

Jäljelle jäävistä neljästä merkittävästä osumasta kolme on henkilövirheitä ja yksi kone- tai työkalurikko. Jo tästä näkyy tilastollisesti merkittävin poikkeamien syy eli henkilövirhe.

Kuviossa 4 on esitelty virheen toistumiskertojen sijaan virheen laatukustannukset. Toistumiskertojen lisäksi virheiden kustannukset ovat selkeästi suurimmat henkilövirheen kohdalla. Jos kustannussäästöjä lähdetään hakemaan, on selvää mihin virhetyyppiin kannattaa keskittyä.

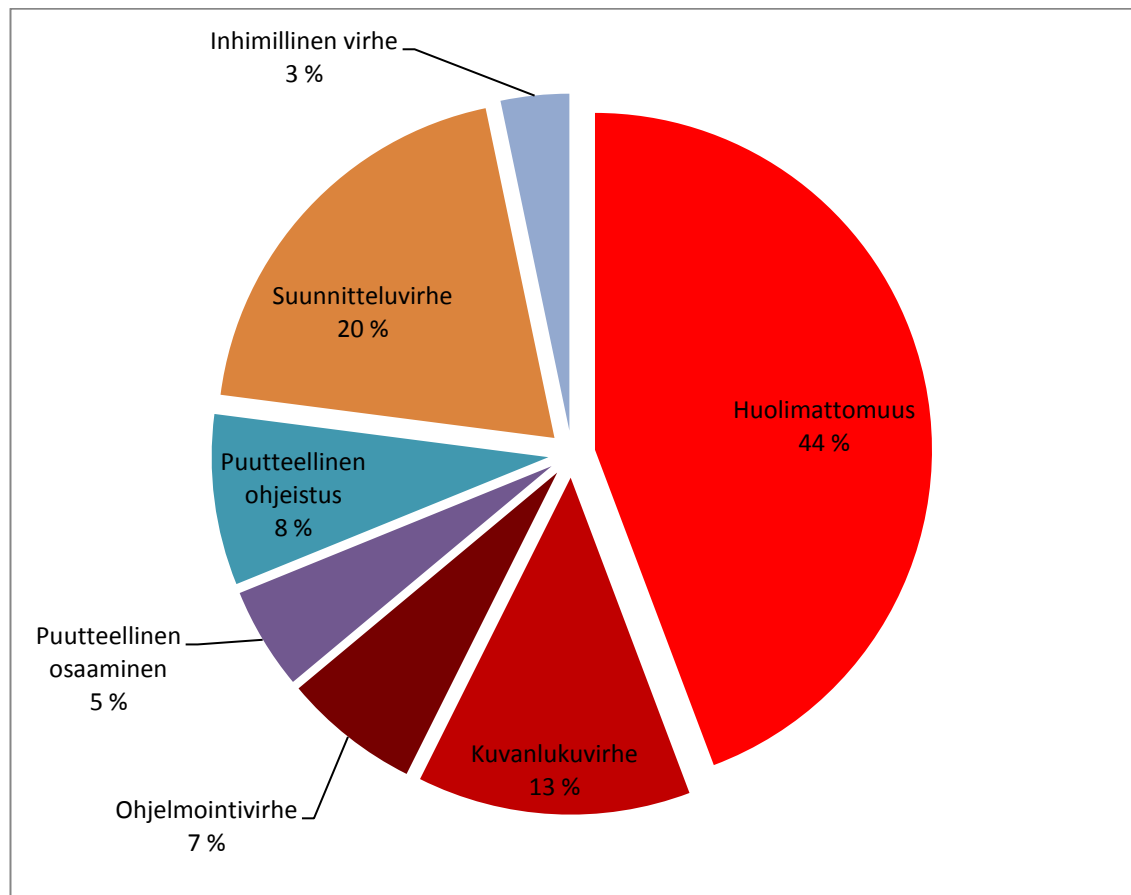


Kuvio 4. Laatukustannukset tyypeittäin.

Tämän yhteenvedon jälkeen oli selvää, että kannattaa keskittyä henkilövirheisiin ja jättää kolme muuta tyyppiä vähemmälle huomiolle. Henkilövirhe on hyvin laaja-alainen käsite. Työssä jaoin henkilövirheen virheen 7 tyyppiin, joissa edelleenkin on jonkin verran tulkinnanvaraisuutta. Pyrin kuitenkin johdonmukaiseen ja objektiiviseen tarkasteluun virheiden kanssa. Nämä seitsemän tyyppiä muotoutuivat tutkimusta tehdessä ja mielestäni edustavat hyvin erilaisia ihmisen tekemiä virheitä tämän tyyppisessä työssä.

Seitsemän henkilövirhetyyppiä ovat huolimattomuus, kuvanlukuvirhe, ohjelmointivirhe, puutteellinen osaaminen, puutteellinen ohjeistus, suunnitteluvirhe ja inhimillinen virhe.

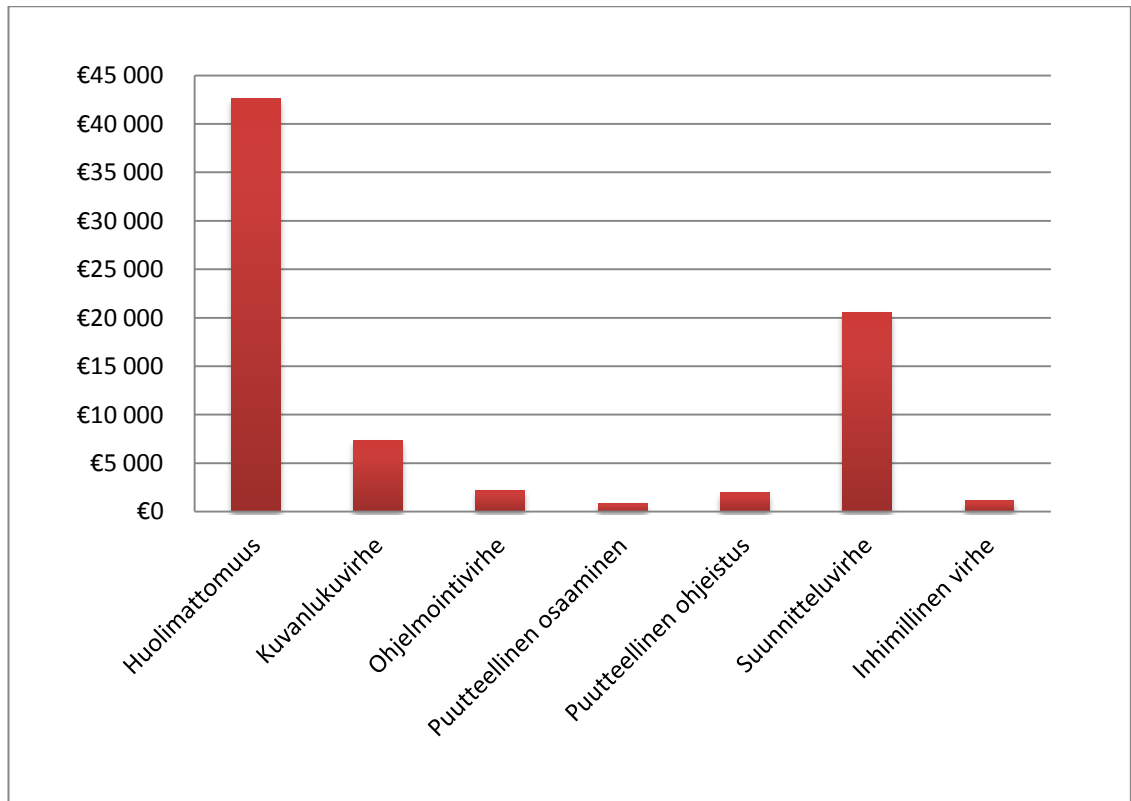
Kuvioon 5 on koottu eri henkilövirheiden toistuvuuden prosentuaalinen osuus.



Kuvio 5. Henkilövirheen tyyppi.

Kaaviosta selkeimmin erottuu huolimattomuus, suunnitteluvirhe ja kuvanlukuvirhe. Muut virhetyypit jäävät suhteellisen marginaalisiksi näihin verrattuna. Jo tästä yhteenvedosta näkee, että kolme suurinta virhetyypistä toistuvat jatkuvasti laatupoikkeamissa.

Kuvioon 6 on koottu eri henkilövirheiden laatukustannukset. Edelleen tulokset tukevat käsitystä, että huolimattomuus on laatuvirheiden suurin aiheuttaja. Suunnitteluvirheen osuutta kustannuksista ei ole kuitenkaan syytä vähätellä, sillä se näyttelee kustannuksissakin suurta osaa. Kuvanlukuvirhe ei kuitenkaan kustannuksissa enää nouse huomattavaksi. Näihin kahteen jäljelle jäävään merkittävään virheiden aiheuttajaan on syytä tutkimuksen tulosten perusteella puuttua.



Kuvio 6. Henkilövirheen kustannukset



## 6 POHDINTA

Työn tuloksena siis selvisi, että suurimpana laatueroavien syynä on huolimattomuus ja toisena merkittävänä syynä suunnitteluvirhe. Käytännössä kaikissa tilaus-toimitusketjun vaiheissa on huolimattomuutta havaittavissa, mutta sitä näyttää esiintyvän eniten suunnittelussa, koneistuksessa ja valmiiksi hionnassa. Tämän tyyppinen ongelma on sinänsä hyvin hankala ratkaista, koska virhe on sinällään abstrakti. Helpompaa olisi puuttua esimerkiksi jonkinlaiseen menetelmävirheeseen jo pelkästään ohjeistuksella. Huolimattomuus on tuskin kenenkään kohdalla tarkoituksellista, vaan jotain yksinkertaisesti jää työssä huomaamatta tai tarkistamatta. Liika ohjeistuskaan tuskin on tarkoituksenmukaista, koska ohjeistuksen paljous aiheuttaa helposti myös jonkin asian unohtumisen.

Suunnitteluvirhe taas saattaa olla helpompi ongelma ratkaista, esimerkiksi tekemällä suunnittelusta järjestelmällisempää. Tässä työssä suunnittelu käsittää laajan alueen. Aina tuotteen kyselystä työn tuotantoon saattamiseen Täysin uusi tuote vaatii alussa paljon suunnittelua. Materiaalit, työkalut, menetelmät, työajat, sarjakoko, kuvat ja hinnoittelu. Näihin kaikkiin toki on omat rutiininsa ja ohjeensa, mutta virheitä sattuu kaikille. Uuden tuotteen suunnittelussa voi olla vaikka tarkistuslista, ”*onko nämä asiat mietitty?*”

Laadun vaihtelu pitää jollain tavalla saada tuotannossa hallintaan. Esimerkiksi tällä hetkellä yrityksen laatu- ja työohjeet ovat hyvin vajaita ja riittämättömiä. On tehty vain riittävät ohjeet ISO9000-standardille. Tuotannossa laadun ja jalostusarvon kannalta tärkeimmät työvaiheet täytyy määritellä. Näille työvaiheille täytyy suunnitella uudet työohjeet jotka ehkäisevät laatuvirheitä. Ohjeet on syytä suunnitella yhteistyössä tuotannon työntekijöiden kanssa, näin saadaan työntekijät motivoitumaan laadun tuottamisesta sekä ohjeista mielekkäät noudattaa.

Kun työohjeet on päivitetty ajan tasalle ja saatu työntekijät toimimaan niiden mukaan, pitäisi laatuvirheiden määrä jo luonnostaan vähentyä. Tämän jälkeen on hyvä miettiä erityyppisiä tarkastustoimia jo eri tuotannon vaiheisiin, ei pelkästään lopputarkastusta. Työssä aiemmin jo käsiteltiin tarkastamista ja perättäistarkastus tiettyjen tärkeiksi määriteltujen vaiheiden kohdalla voisi olla yksi ratkaisu. Joka tapauksessa systemaattisuuden lisääminen on todennäköisesti paras ratkaisu satunnaisilta tuntuviin virheisiin.

Kaiken kaikkiaan tehokkain toimintatapa tähän voisi olla jatkuva laatuasioiden esillä pitäminen. Helposti ajatellaan laadusta puhuttaessa vain laatupoikkeamia, niiden määrää ja kustannuksia. On kuitenkin äärimmäisen tärkeää työntekijöiden hyvinvoinnin ja työmotivaation kannalta tuoda esille myös onnistumiset. Onnistumisiahan on kuitenkin yli 98% tapauksista. Esimerkiksi asiakkaan positiiviset palautteet on hyvä tuoda kaikille esille. Nämä uutiset harvoin kantautuvat asiakasrajapinnasta edemmäs ketjussa.

## LÄHTEET

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. Painos. Hämeenlinna: Tammi.

iSixSigma. 2000-2015. Determine the Root Cause: 5 Whys. Luettu 10.3.2015.  
<http://www.isixsigma.com/tools-templates/cause-effect/determine-root-cause-5-whys/>.

Laatuakatemia. Laatu työkaluja. Luettu 20.3.2015.  
<http://www.kotiposti.net/tuurala/PDCA.htm>

Lillrank, P. 1998. Laatuajattelu: laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Keuruu: Otava.

Mizuno, S. 1995. Yrityksen laadunohjaus. Helsinki: Oy Rastor Ab / Rastor julkaisut.

Pajunen, T. 1991. Laadun kehittäminen – esimerkkejä PKT-yrityksistä. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Saari, S. 2002. Laatuun perustuva talous: Johdatus tuotannon teoriaan ja mittaamiseen. 1. Painos. Espoo: Tummavuoren Kirjapaino Oy.

Salminen, P. 1990. Tuotteiden ja toiminnan laadun kehittäminen. Metalliteollisuuden kustannus Oy. Mänttä: Mäntän Kirjapaino Oy.

Suomen standardisoimisliitto ry. ISO-9000 sarjan standardit. Valinta ja käyttöohje. Julkaistu 09/2013. Luettu 21.3.2015.  
<http://www.sfs.fi/files/62/ISO9000esite09092013.pdf>.

TKM TTT FINLAND OY. Luettu 21.3.2015. <http://www.tkmtttfinland.com>

Quality Knowhow Karjalainen Oy. Leanin historiaa. Luettu 23.4.2015.  
<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/>

Vilka, H. 2005. Tutki ja kehitä. Helsinki: Tammi.

Ylemmän AMK-tutkinnon metodifoorumi. Kvantitatiivisen analyysin perusteet. Julkaistu 5.11.2007. Luettu 20.3.2015.  
<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464131489/1194289328583/1194289824724.html>.

LIITTEET

Liite 1. Tilaus-toimitusketju

