

**VAASAN YLIOPISTO  
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA  
TUOTANTOTALOUS**

Tertta Kentta

**JUURISYYANALYYSI LAATUONGELMIEN RATKAISUUN**

Tuotantotalouden  
pro gradu –tutkielma

**VAASA 2016**

## SISÄLLYS

<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	4
<b>ABSTRACT</b> .....	5
<b>1 JOHDANTO</b> .....	6
1.1 Tutkielman tavoite ja rajaukset .....	6
1.2 Tutkielman teoreettinen viitekehys .....	7
1.3 Tutkielman rakenne .....	8
<b>2 LAATU</b> .....	9
2.1 Kokonaisvaltainen laadunhallinta .....	9
2.2 Laadunvarmistus .....	10
2.3 Laaduntarkastus .....	11
2.3.1 Korjaava toimenpide.....	12
2.4 Laadun parantaminen .....	13
2.5 Laatustandardit.....	13
<b>3 JUURISYYANALYYSI</b> .....	15
3.1 Juurisyy.....	15
3.2 Juurisyyanalyysi.....	17
3.3 Ongelmanratkaisu / Problem Solving.....	18
3.4 Tapauksen tutkiminen .....	20
<b>4 TYÖKALUT JUURISYYN TUTKIMISEEN</b> .....	23
4.1 Ongelman ymmärtäminen .....	23
4.1.1 Vuokaavio .....	23
4.1.2 Critical incident .....	24
4.2 Ongelman aiheuttaja -aivoriihi.....	25
4.2.1 Aivoriihitoiminta .....	25
4.2.2 On-ei-ole -analyysi .....	25
4.2.3 Näennäisryhmän tekniikka (Nominal group technique NGT) .....	26
4.3 Ongelman aiheuttaja – tiedon kerääminen.....	27
4.3.1 Otanta.....	27
4.3.2 Tutkimukset .....	28
4.3.3 Tarkistuslista .....	29
4.4 Ongelman aiheuttaja – tiedon analysointi.....	29

4.4.1 Histogrammi.....	29
4.4.2 Pareto-analyysi.....	30
4.4.3 Hajontakaavio.....	31
4.5 Juurisyyn tunnistaminen.....	32
4.5.1 Syy- ja seurausanalyysi.....	32
4.5.2 Matriisi.....	33
4.5.3 Viisi kertaa miksi.....	34
5 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	35
5.1 Haastattelut.....	36
5.2 Valmis aineisto.....	37
5.3 Tutkimuksen luotettavuus ja arviointi.....	37
6 TUTKIMUSHAVAINNOT.....	40
6.1 Case Wärtsilä Finland Oy – Delivery Centre Vaasa.....	40
6.2 Vikailmoitusten teko.....	43
6.3 Haastattelut.....	45
6.4. Aineiston tutkimushavainnot.....	49
6.4.1 Koeajon vikailmoitukset.....	49
6.4.2 Viimeistelyn vikailmoitukset.....	53
7 POHDINTAA, JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA YHTEENVETO.....	57
7.1 Haastattelut.....	59
7.2 Vikailmoitukset moottorin koeajossa.....	61
7.3 Vikailmoitukset moottorin viimeistelyssä.....	62
LÄHDELUETTELO.....	65
LIITTEET.....	68

---

**VAASAN YLIOPISTO****Teknillinen tiedekunta**

<b>Tekijä:</b>	Tertta Kentta	
<b>Tutkielman nimi:</b>	Juurisyyanalyysi laatuongelmien ratkaisuun	
<b>Ohjaajan nimi:</b>	Josu Takala	
<b>Tutkinto:</b>	Kauppätieteiden maisteri	
<b>Pääaine:</b>	Tuotantotalous	
<b>Opintojen aloitusvuosi:</b>	2012	
<b>Tutkielman valmistumisvuosi:</b>	2016	<b>Sivumäärä:</b> 69

---

**TIIVISTELMÄ**

Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää kohdeyrityksessä tapahtuvien vikailmoitusten toistuvuutta. Tutkimuksen aihe saatiin sen takia, koska haluttiin saada selvitys samanlaisten vikailmoitusten toistuvuuteen ja siihen miksi juurisyyanalyysia ei systemaattisesti suoriteta kaikille esiintyvillä vioilla.

Teoriaosuudessa käsitellään laadun käsitettä, laadunvarmistusta ja –parantamista. Juurisyyanalyysi sekä ongelmanratkaisu ovat osa teoriaosuutta. Lisäksi käydään läpi laatutyökaluja, jotka ovat tärkeässä osassa juurisyyanalyysia tehtäessä.

Tutkimuksen luonne on kvalitatiivinen tutkimus. Empiirinen aineisto perustuu henkilöhaastatteluihin ja moottorin koeajossa ja viimeistelyssä tapahtuneisiin vikailmoituksiin. Haastattelut suoritettiin Wärtsilä Finland Oy:n Vaasan toimitusyksikön verstpääälliköille ja saatu aineisto koski kaikkia toimitusyksikön moottorityyppejä.

Tutkimuksen perusteella säännöllinen juurisyyanalyysi kannattaa ottaa käyttöön: se poistaa samojen vikojen toistuvuudet ja sillä saataisiin korjaavat toimenpiteet kunnollisiksi. Haastatteluista kävi ilmi, että juurisyyanalyysi ja sen tarkoitus on verstpääälliköiden tiedossa, mutta sitä ei kiireiden ja vikailmoituksissa olevien epäselvyyksien takia tehdä systemaattisesti. Tutkimuksesta selviää, että ohjeet tulisi olla selkeämmät, jotta vikailmoitusten määrä saataisiin pienemmäksi. Johdon tulisikin motivoida juurisyyanalyysin tekoon.

---

**AVAINSANAT: Juurisyyanalyysi, laatu, vikailmoitus**

---

**UNIVERSITY OF VAASA****Faculty of technology**

<b>Author:</b>	Tertta Kentta	
<b>Topic of the Master's Thesis:</b>	Root Cause Analysis to Solve Quality Issues	
<b>Instructor:</b>	Josu Takala	
<b>Degree:</b>	Master of Science in Economics and Business Administration	
<b>Major Subject:</b>	Industrial Management	
<b>Year of Entering the University:</b>	2012	
<b>Year of Completing the Master's Thesis:</b>	2016	<b>Pages: 69</b>

---

**ABSTRACT**

The goal of this study is to find out reason for notification reports' repetition in case company. This topic was given because the case company wanted to have clarification why notification reports of same defects are recurring and why there are no systematic way making root cause analysis.

The concept of quality, quality assurance and improvement, root cause analysis and problem solving are covered in the theory section. There are also quality tools covered which are very important when making root cause analysis.

The nature of this study is a qualitative research and the empirical data was collected with individual interviews and notification reports from engine test run and finishing. Interviews were made for Workshop managers working in Wärtsilä Finland Delivery Centre Vaasa and data applied to all engine types.

Based on this study root cause analysis is recommended to have in regular use because it eliminates repetition of same defects and with the help of it the corrective actions are decent. Interviews revealed that workshop managers know the meaning of root cause analysis but it is not in systematic use because of hurry and unclarity in notification reports. The working instructions should be clearer and management should motivate to make root cause analysis more.

---

**KEYWORDS: Root Cause Analysis, Quality, Notification report**

# 1 JOHDANTO

Laadukasta tuotetta ei noin vaan tehdä, vaan laatutason säilyttäminen vaatii ponnisteluja ja koko yrityksen henkilöstön sitoutumista. Asiakas on kuningas ja valitsee mistä ostaa tuotteen ja kokonaisuus vaikuttaa aina päätökseen. Laadusta on tullut yksi tärkeimmistä tekijöistä, kun asiakas vertailee yrityksiä ja tuotteita. Jotta yritys pystyy tekemään laadukkaita tuotteita tai palveluita ja olemaan alansa huipulla, on tärkeää, että virheistä opitaan ja ongelmille tehdään jotain. Ongelmien ja vikojen sattuessa perimmäinen syy tulee selvittää aina, jotta samanlaista ongelmaa ei pääse sattumaan. Tätä selvitystyötä kutsutaan juurisyyanalyysiksi. Juurisyyn löytäminen voi johtaa parhaimmassa tapauksessa siihen, että korjaavien toimenpiteiden jälkeen samanlaista ongelmaa ei tapahdu.

## 1.1 Tutkielman tavoite ja rajaukset

Tässä tutkimuksessa käsitellään juurisyyanalyysin tekemistä moottorituotannossa. Juurisyyanalyysi on laadullinen lähestymistapa, kun tutkitaan ongelman tai vian aiheuttajaa. Sitä tehdessä saadaan selville tapauksen aiheuttaja sekä miksi ongelma on syntynyt. Juurisyyanalyysin avulla pystytään tekemään korjaavia toimenpiteitä, joiden avulla voidaan ehkäistä mahdolliset tulevat viat. Tutkielmassa selvitetään tehtaan nykytila juurisyyanalyysin tekemisessä. Nykytilan tiedostaminen auttaa kehitysehdotusten teossa. Juurisyyanalyysin tekoon ei ole valmista pohjaa ja se vaihtelee aina tapaus- ja ongelmakohtaisesti.

Tämä tutkimus rajataan yrityksen Vaasan toimitusyksikköön ja tutkimukseen otetaan aineistoa moottorin koeajon ja viimeistelyn aikana tehtävistä vikailmoituksista. Ongelmana on se, ettei kohdeyrityksessä tehdä systemaattisesti juurisyyanalyysia tapauksille (puutteille, virheille) vaan jokainen hoidetaan erillisenä eikä siitä välttämättä opita mitään.

Tutkimuksen tavoitteena on avata nykytilan ongelmat, jotka johtavat samojen vikojen toistuvuuteen koeajossa sekä viimeistelyssä. Tavoitteena on löytää syitä, miksi samat ongelmat ja viat toistuvat koeajossa ja viimeistelyssä sekä ehdottaa ratkaisua. Juurisyyanalyysin tekoa tullaan myös ehdottamaan joillekin tapauksille, jotta yrityksessä saataisiin tarkempi kuva, miksi samoja vikoja toistuu. Ongelmana on myös vikojen kirjaus, joka ei ole samanlaista tai systemaattista.

## 1.2 Tutkielman teoreettinen viitekehys

Tässä tutkimuksessa analysoidaan yrityksen nykytilas juurisyyanalyysin tutkimisessa haastatteleamalla kohdeyrityksen verstpäälliköitä. Haastatteluiden lisäksi tutkimuksessa kartoitetaan moottorin koeajossa sekä viimeistelyssä tapahtuneiden vikailmoitusten tekoa ja niiden hyödyllisyyttä sekä pyritään löytämään ratkaisuja, joilla vikailmoitusten tekoa voisi parantaa, jotta juurisyyyn löytyminen helpottuisi.

Teoriaosuudessa käsitellään laatua yleisesti, juurisyyanalyysiä sekä erilaisia laatutyökaluja, jotka auttavat juurisyyanalyysin tekemisessä. Tällä osuudella pyritään löytämään empiirisen tutkimuksen taustalle teorioita, jotka auttavat luomaan ja löytämään kehityskohteita.

Tutkimuskysymykset:

Mikä on juurisyyanalyysi?

Mitkä ovat laatutyökaluja?

Miten laatutyökaluja käytetään?

Miksi samat viat toistuvat koeajossa?

Kuinka juurisyyanalyysiä voidaan tehostaa?

### 1.3 Tutkielman rakenne

Tutkielman tässä luvussa esiteltiin tutkimuskysymykset sekä tutkimusaihe. Tutkimuskysymyksiin pyritään löytämään ratkaisuja ja vastauksia sekä teoriaosuuden sekä empiirisen tutkimusaineiston kautta. Edellä esitetyt tutkimuskysymykset rajaavat tämän työn.

Teoriaosuudessa käsitellään laatua, juurisyyanalyysia sekä erilaisia laatutyökaluja juurisyyanalyysin tekemiseen. Teoriaosuus antaa hyvän pohjan tutkimuksen empiiriselle osuudelle ja teorian avulla käsitellään ja analysoidaan tuloksia.

Teoriaosuuden jälkeen käydään läpi tutkimusmenetelmät, joilla tutkimus on suoritettu. Empiirisessä osiossa esitellään kohdeyritys ja sen toiminta sekä organisaatio, johon tutkimus kohdentuu. Tässä osiossa käydään läpi haastattelujen tulokset kuin myös aineistosta saadut tulokset. Johtopäätöksessä ja yhteenvedossa on tarkoitus esitellä lopulliset johtopäätökset tutkielmasta sekä ehdottaa jatkoon suunnitelmia ja ohjeiden muutoksia.



## 2 LAATU

Laatua voi tulkita monella eri tavalla riippuen tarkastelunäkökulmista. Joseph Juranin ”*fitness for purpose or use*” (soveltuvuus käyttötarkoitukseen) ja W. Edgard Demingin ”*Quality should be aimed at the needs of the consumer, present and future*” (kuluttajan tarpeisiin, nykyisiin ja tuleviin, tulisi tähdätä laadulla) sekä Philip Crosbyin ”*Conformance to requirements*” (vaatimuksiin vastaaminen) ovat käytetyimpiä määritelmiä laadusta. (Oakland 2014:4-5) Laatuun jo käsitteen alusta asti on kuulunut se, ettei virheitä tehdä. Asiat kuuluu tehdä oikein jo ensimmäisellä kerralla ja joka kerta. Virheettömyys on tärkeää, mutta vielä tärkeämpää on oikeiden asioiden tekeminen kokonaislaadun kannalta. Ylilaadusta asiakas ei ole valmis maksamaan, vaikka yrityksen näkökulmasta tuote olisi täydellinen. (Lecklin 2006:18-19)

### 2.1 Kokonaisvaltainen laadunhallinta

Korkealaatuisten tuotteiden valmistaminen moderniin teolliseen ympäristöön ei ole helppoa. Suurin syy tähän ongelmaan on todella nopeasti kehittyvä teknologia. Montgomery, Jennings ja Pfund väittävät, että kun teknologia kehittyy tällä hetkellä niin hurjaa vauhtia, on ongelmana usein se, että tuotteita ei välttämättä pystytä suunnittelemaan ja tuottamaan hyvällä laatutasolla. Kokonaisvaltainen laadunhallinta, eli TQM (Total Quality Management) on strategia, jonka avulla toteutetaan laadunparantamista koko organisaation laajuisesti. TQM alkoi 1980-luvun alussa laatugurujen Demingin ja Juranin toimesta. Niillä organisaatioilla, joilla on käytössä TQM laadunparantamiseksi, on käytössä erilaisia tiimejä, jotka käsittelevät laatualoitteita, keskittyvät rutiinomaiseen tuotantoon sekä huomioivat tietyt laadunparantamisasiat. (2011: 17, 39)

John S. Oakland puhuu myös TQM:n puolesta. Hän muistuttaa, että laatu lähtee ylhäältä ja että se kuuluu olennaisesti jokaiseen päätökseen mitkä yrityksessä tehdään. Hän on luonut seitsemän tunnuspiirrettä, jotka kuvaavat TQM:ää:

1. Laatu on asiakkaan tarpeiden täyttämistä
  2. Lähes kaikki laatuongelmat ovat yksiköiden sisäisiä
  3. Laaduntarkastus on laatuongelmia aiheuttavien syiden valvomista, löytämistä ja poistamista
  4. Laadunvarmistus on ehkäisemistä, johtamisjärjestelmiä ja tehokasta auditointia
  5. Laatua pitää hallita, se ei vain tapahdu
  6. Keskittymistä ehkäisemiseen, ei hoitoon
  7. Luotettavuus on laadun jatke, joka mahdollistaa asiakkaan ilahduttamiseen.
- (Beckford 2010: 117,118)

## 2.2 Laadunvarmistus

Laadunvarmistus on laatuongelmien ehkäisyä suunniteltujen ja systemaattisten toimintojen (sisältäen dokumentoinnin) avulla. Nämä sisältävät hyvän laadunhallintajärjestelmän luomisen ja ylläpidon sekä arvioinnin sen riittävydestä. (Oakland 2014: 14) Laadunvarmistukseen kuuluvat siis toiminnot, jotka varmistavat, että tuotteiden ja palveluiden laatutasoa ylläpidetään ja toimittajan sekä asiakkaan laatuongelmat selvitetään kunnolla. (Montgomery ym. 2011: 31)

Laadun dokumentointi on tärkeää ja se pitää sisällään neljä eri tekijää: yhtiön toimintapolitiikka, menettelytavat, työohjeet ja -määrittelyt sekä asiakirjat. Yhtiön toimintapolitiikka kertoo yleisesti sen mitä tehdään ja miksi, kun taas menettelytavat keskittyvät toimintatapoihin sekä henkilöstöön, joka toteuttaa yhtiön politiikkaa. Työohjeet ja -määrittelyt ovat yleensä tuote-, osasto- tai työkalupainotteisia. Asiakirjat ovat seurattavan politiikan, menettelytapojen sekä työohjeiden dokumentoimista. Ne ovat usein keskeisiä aineiston tarjoamisessa, kun käsitellään asiakasvalituksia, korjaavia toimenpiteitä ja mikäli tarpeellista, tavaran takaisinkutsuja. Dokumentaation kehitys, ylläpito ja kontrollointi ovat tärkeitä laadunvarmistustoimintoja. Toisin sanoen laadunvarmistuksen tarkoitus on ”*sanoa mitä olet tekemässä ja tehdä mitä sanot*”. (Montgomery ym. 2011: 31)

Mitra muistuttaa että laatu on kaikkien vastuulla. Kaikki, jotka ovat mukana tuotteen tuotannossa tai palvelun suorituksessa – suorasti tai epäsuorasti - ovat vastuussa. Tarvitaan siis systeemi, joka varmistaa, että kaikkia suunniteltuja ja mietittyjä menettelytapoja on noudatettu. Laadunvarmistustiimi siis auditoi eri osastoja ja auttaa heidän vastuissaan valmistaa laatutuote. (1998: 10,11)

### 2.3 Laaduntarkastus

Laadun tarkastaminen sisältää pohjimmiltaan ne toiminnot ja tekniikat, joilla saavutetaan ja ylläpidetään tuotteen, prosessin tai palvelun laatua. Se sisältää toimintojen seuraamisen, mutta keskittyy myös löytämään ja eliminoimaan laatuongelmien syyt, jotta asiakkaan vaatimukset on jatkuvasti saavutettu. (Oakland 2014: 14) Laaduntarkastuksella varmistetaan siis, että tuotteet ja palvelut täyttävät vaatimukset ja että niitä parannetaan jatkuvasti. (Montgomery ym. 2011: 31)

Päämääränä jokaisella yrityksellä on tehdä tuote tai palvelu, joka toimii. Hincley (1997) tarkastelee laaduntarkastusta perinteisestä näkökulmasta ja esittää, että jokaisessa tuotantoprosessissa liialliset vaihtelut tai virheet voivat aiheuttaa laaduttomuutta. Laaduntarkastuksella tuotannossa on pyrkimyksenä poistaa laaduttomuutta tai epätasaisuutta ja niiden seurauksia, poistaa turhia resursseja sekä turhia työvaiheita, sekä saavuttaa nämä päämäärät pienimmillä mahdollisimmilla kuluilla. Fiegenwald, Bassetto ja Tollnaere huomauttavat puolestaan artikkelissaan (2011), että laaduntarkastuksessa tarkkaillaan ja estetään poikkeamien ja laaduttomuuksien lisääntyminen tai eteneminen. Laaduntarkastus tarjoaa asiantuntevan tietämyksen ja riskien analysoinnin tuotannon aikana. Näiden avulla luodaan suojakerroksia, jotka ovat esimerkiksi valvontaa sekä tutkimus- ja hyväksymistestejä. Oikeanlaisella laaduntarkastuksella voidaan valvoa ja organisoida toimintaa, sillä kirjoittajien mukaan poikkeamien ja laaduttomuuksien etenemistä ja lisääntymistä ei voida estää. Nämä poikkeamat ja laaduttomuudet tuovat yrityksille isoja kuluja ja laaduntarkastuksen tehtävä on huomata nämä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, parhaimmassa tapauksessa niiden syntymishetkellä.

Laaduntarkastus sisältää Mitran mukaan operatiiviset tekniikat ja toiminnot, jotka täyttävät laadun vaatimukset. Se määritellään myös systeemiksi jolla ylläpidetään haluttu laadutaso niin tuotteen kuin palvelunkin osalta. Tämä saavutetaan erilaisilla toiminnoilla, kuten suunnittelulla, käyttämällä oikeita välineitä ja menettelytapoja, tarkastuksilla ja tekemällä korjaavia toimenpiteitä aina kun poikkeama havaitaan tuotteessa, palvelussa tai prosessissa. (1998: 9)

### 2.3.1 Korjaava toimenpide

Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin korjaavasta toimenpiteestä, kuuluu se tiiviisti laaduntarkastukseen. Korjaavalla toimenpiteellä tarkoitetaan toimintoa, jolla poistetaan poikkeamien ja ongelmien havaitut syyt, jotta ne eivät toistuisi. Joseph M. Juran käyttää tätä termiä vianmääritysmielessä, eli siis poistetaan yksittäiset tai satunnaiset puutteet ja virheet. Korjaava toimenpide vaatii vianmäärityksen ja korjauskeinon. Vianmäärityksessä pyritään selvittämään mikä on muuttunut, sillä yksittäiset virheet johtuvat yleensä ei-toivotusta muutoksesta. Joskus syyt eivät ole selviä, jolloin suurin vaikeus on tehdä vianmääritys. Kun syy tai syyt ovat löytyneet, pahin on ohi. Useimmat korjauskeinot ovat palaamista vanhoihin totuttuihin tapoihin, mutta mikäli tilanne vaatii muutosta, se tulisi toteuttaa. Muuten sama vika todennäköisesti toistuu. Tämä muutos vaatii taas kaikkien sitoutumisen ja ohjeiden noudattamisen. (1998: 4.23,4.24) Ennaltaehkäisevä toimenpide on taas toiminto, joka poistaa mahdollisten poikkeamien syyt, jotta poikkeamat eivät pääse esiintymään.

Korjaava toimenpide on oleellisessa asemassa myöhemmin tässä tutkimuksessa, kun selvitetään, miten poikkeama on kohdeyrityksessä hoidettu kuntoon. Korjaava toimenpide kuuluu vianmääritysprosessiin ja on juurisyyanalyysiä tehtäessä keskeisessä asemassa.

## 2.4 Laadun parantaminen

Toimenpiteiden, jotka vähentävät prosessin vaihtelevuutta sekä lisäävät tuotteiden tasalaatuisuutta, tulisi olla jatkuvia, sillä laadun parantaminen on loppumaton prosessi. Laadun parantaminen liittyy yleisesti esiintyvien syiden havaitsemiseen, selvittämiseen ja poistamiseen. Yleisesti esiintyvät syyt ovat järjestelmän ominaisia syitä ja ovat aina läsnä. Esimerkkinä mainittakoon jonkin tekijän (läpimitan) vaihtelevuus, jonka on aiheuttanut laitteen (esim. koneistus) ominainen tekijä. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka kaikki muut tekijät ja olosuhteet olisivat muuttumattomia, tämä koneistuskone ei pysty tuottamaan täysin samalla läpimitalla olevia tuotteita. Yleisesti esiintyvien syiden takia tarvitaan johdon sitoutuminen laadun parantamiseen, koska esimerkissä olleen koneen voi uusia vain johto. Laadun parantaminen pitäisi olla jokaisen yrityksen periaatteissa ja yrityksen tulisi jatkuvasti laajentaa sen avulla kilpailuetuaan, sillä se korostaa sitä periaatetta että mikään poikkeama (standardeista) ei ole hyväksyttävä. (Mitra 1998: 19)

Salomäki kirjoittaa jatkuvan parantamisen (JP) ilmapiiristä, kuinka tärkeä henkisen ja kypsyyden ja kehittymisen halun mittari se organisaatiossa on. Organisaation menestyminen on vaarassa, mikäli se ei pysty käsittelemään ongelmia ja muuttumaan. JP on tilanne, jossa esiintyvän ongelman takana nähdään mahdollisuus ja halu tehdä asiat paremmin sekä tehokkaammin. Jatkuvan parantamisen esitysmuotona käytetään usein Demingin kehää, joka on kuvattuna seuraavassa luvussa osana ongelmanratkaisuprosessia. (2003: 10, 45)

## 2.5 Laatustandardit

Kehitys laadunvarmistusstandardeille alkoi Yhdysvalloissa 1959, kun maan puolustuslaitos julkaisi Quality Program Requirements- standardin. Muun muassa tämä sekä NATO:n kehittämä standardi (Allied Quality Assurance, 1969) johtivat kokonaisvaltaiseen laatuajatteluun, joka käsitti laadunvalvonnan ja -kustannukset, nolla virhettä -ajattelun ja luotettavuustekniikan. TQM (Total Quality Management) eli

kokonaisvaltainen laatujohtaminen nousi näiden myötä suositukseksi laatujohtamisen malliksi ja oli yhtenä lähtökohtana ISO- standardeille. ISO, eli International Standards Organisation (perustettu 1946 Sveitsissä), on kehittänyt sarjan standardeja laadulle. ISO perustettiin, koska kansainvälisesti eri maissa oli erilaiset vaatimukset laadulle ja siten yhteensopivuuksien kanssa oli ongelmia. Ensimmäiset standardit ISO sarjalle- 9000 julkaistiin vuonna 1987, sarja uudistui suurilta osin vuonna 2000 ja viimeisen suurin muutos standardiin on julkaistu syksyllä 2015. ISO 9000- sarjan standardit tällä hetkellä ovat:

- ISO 9000:2015 Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto
- ISO 9001:2015 Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset
- ISO 9004:2009 Organisaation johtaminen jatkuvaan menestykseen.  
Laadunhallintaan perustuva toimintamalli
- ISO 19011:2012 Johtamisjärjestelmän auditointiohjeet.(Montgomery ym. 2011: 40; Salomäki 2003: 62,62)

Uudistus 9001- standardille on ollut mittava ja siinä korostuvat esimerkiksi asiat:

- **Riskilähtöisyys.** Riskien huomioiminen korostuu ja saavuttaakseen tehokkaan laadunhallintajärjestelmän, tulee sen olla yhtenä päätöksenteon perustana.
- **Johtajuus.** Johdon pitää sitoutua sekä ottaa vastuu laatujohtamisesta näkyvästi. Johdon tulee myös sitoutua asiakkaisiin ja katsoa että asiakastyytyväisyys ylläpidetään.
- **Toimintaympäristö.** Painotus organisaation kokonaisvaltaiseen toimintaan, mikä otetaan huomioon laadunhallintajärjestelmän suunnittelussa. Laadunhallintajärjestelmä, sen politiikka ja strategia on oltava kiinteänä osana organisaation liiketoiminnassa. (ISO 9001:2015 requirements)

## 3 JUURISYYANALYYSI

### 3.1 Juurisyy

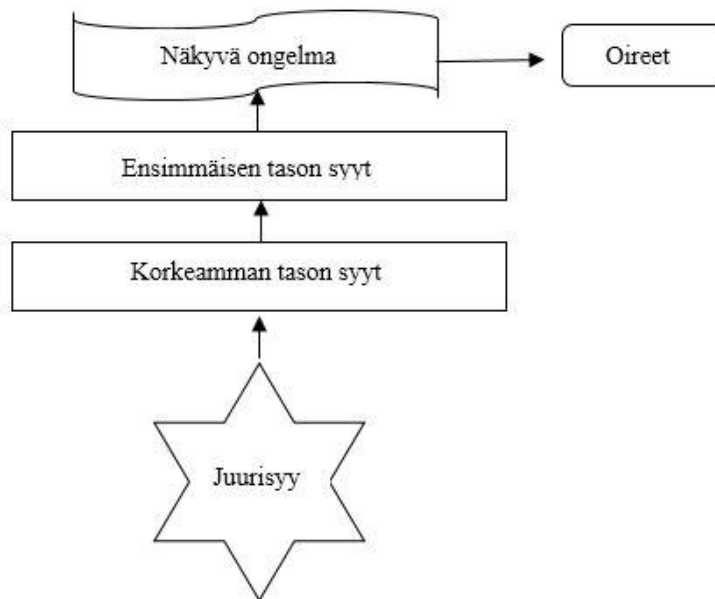
Jokaisen ongelman takana on syy kyseiselle ongelmalle. Jotta ongelma pystyttäisiin selvittämään, pitää ongelman syy tunnistaa ja ryhtyä toimenpiteisiin sen poistamiseksi. Jos ongelmaa juurisyyllä ei selvitetä, tällöin tiedetään vain oireet ja ongelma on edelleen olemassa. Tämän takia ongelmien perimmäiset syyt (juurisyyt) tulisi aina tunnistaa ja poistaa. (Dogget 2005) Juurisyy on se keskeisin syy ei-toivotulle tilalle tai ongelmalle, joka poistettuna tai korjattuna olisi estänyt sen esiintymisen tai tapahtumisen. (Wilson ym. 1993:9)

Juurisyyllä on monia erilaisia määritelmiä. Artikkelissaan Root Cause Analysis For Beginners (2004) kirjoittajat James J. Rooney ja Lee N. Vanden Heuvel käyttävät seuraavia:

1. **Juurisyyt ovat piileviä syitä.** Tutkijan tulisi tunnistaa nämä piilevät syyt. Mitä tarkemmin tutkija on perillä siitä miksi virhe pääsi syntymään, sitä helpompi on löytää ehdotukset, jotka estävät tapahtuman uusimisen.
2. **Juurisyyt ovat tapauksia jotka ovat kohtuullisesti tunnistettavissa.** Tapauksen tutkijoiden tulee olla kustannustehokkaita. Ei ole tarkoituksenmukaista pitää työntekijöitä varattuina pitkiä aikoja, jotta löydettäisiin juurisyy tapahtuneelle.
3. **Juurisyyt ovat sellaisia, joihin johdolla on kontrolli.** Tutkijan tulisi välttää käyttämästä yleisiä luokituksia kuten laitevika tai ulkoinen tekijä. Tällaiset syyt eivät ole tarpeeksi tarkkoja, jotta johto pystyisi tekemään tehokkaita muutoksia. Johdon tulee tietää, miksi vika tapahtui ennen kuin toimenpiteitä voidaan tehdä, jotta virheen uusiutuminen estetään. Esimerkiksi rankkasade juurisyyksi, jossa osia ei pystytty toimittamaan ajallaan asiakkaalle ei ole tarkoituksenmukainen, sillä rankkasadetta ei johto pysty kontrolloimaan.
4. **Juurisyyt ovat sellaisia, joille voidaan antaa toimivat suositukset ja tehokkaat korjaavat toimenpiteet, jotta saman ongelman uusiutuminen voidaan estää.** Suositukset pitää suoraan osoittaa juurisyyhyyn, joka on todettu tutkimisen aikana.

Mikäli tutkimuksen tulos on esim. parantaa työohjeiden noudattamista, ei todennäköisesti ole löydetty juurisyytä.

Ongelma on usein tulos monista syistä eri tasoilla. Tämä tarkoittaa, että jotkut syyt vaikuttavat toisiin syihin jotka vuorostaan aiheuttavat näkyvän ongelman. Björn Andersen ja Tom Fagerhaug luokittevat syyt seuraavalla tavalla: oireet, ensimmäisen tason syyt ja korkeamman tason syyt. Oireet eivät ole varsinaisia syitä, vaan merkkejä olemassaolevista ongelmista. Ensimmäisen tason syyt ovat sellaisia, jotka johtavat suoraan ongelmaan. Korkeamman tason syyt johtavat ensimmäisen tason syihin, vaikka eivät suoraan aiheuta ongelmaa. Ne muodostavat yhteyksiä syy-seurausketjussa, joka lopulta aiheuttaa ongelman. Korkeimman tason syy on juurisyy. (2006:4,5)



Kuva 1. Juurisyy on ”pohjalla oleva paha”, joka laittaa liikkeelle syy-seurausketjun aiheuttaen ongelman. (Andersen ym.)

Juurisyytä, jotka aiheuttavat ongelmia, on erilaisia. Jotkut syyt ovat teknisiä kun toiset voivat johtua ihmisten päätöksistä ja toimista. Kumpikin juurisyytyyppi voi aiheuttaa saman tuloksen, kuten esim. auto ei käynnisty aamulla sen takia, että siinä on tekninen vika tai sen takia että kuljettaja on jättänyt sisävalot päälle. Yrityksissä ei ole epätavallista



päätyä siihen, että alunperin tekniseltä vialta vaikuttanut (esim. laite ei yhtäkkiä täytä teknisiä vaatimuksia / spesifikaatioita) onkin tulos ihmisen päätöksestä (esim. vaihdettu toiseen toimittajaan kustannusten vähentämiseksi). (Okes 2005)

### 3.2 Juurisyyanalyysi

Juurisyyanalyysi on jäsentynyt tutkimus, jolla pyritään tunnistamaan oikea syy ongelmaan ja toteutetaan tarvittavat toimenpiteet, joilla poistetaan ongelma ja sen uusiutuminen. Juurisyyanalyysi on osa ongelmanratkomisprosessia (Problmen Solving), joka on olennainen osa jatkuvaa parantamista. Näin ollen juurisyyanalyysi on yksi keskeisistä rakennuspalikoista organisaation jatkuvan parantamisen työssä. Juurisyyanalyysi on yhtenäinen nimitys kuvaamaan laajaa joukkoa eri työkaluja ja tekniikoita, jotka oikein käytettynä paljastavat syyn ongelmille. Nämä työkalut käydään läpi luvussa kolme. Yleensä juurisyytä selvittäessä käytetään useampaa työkalua. (Andersen ym 2006:12-13)

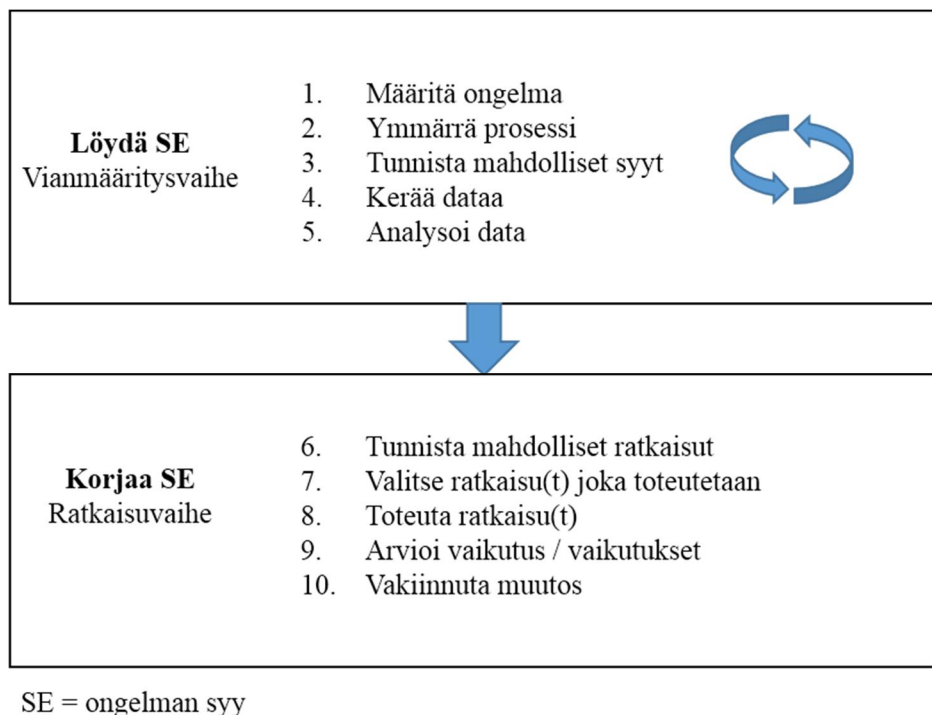
Juurisyyanalyysi ei ole sama asia kuin ongelmanratkaisu. Juurisyyanalyysi on diagnostinen osa ongelmanratkaisuprosessia, ja se tarkoittaa niiden alkuperäisten syiden löytämistä, jotka aiheuttivat ongelman. Kun nämä syyt on löydetty pystytään tehokkailla toimenpiteillä estämään tapauksen uusiutuminen. (Okes 2005) Jäsentynyt juurisyyanalyysi tutkii kaikki tekijät, jotka vaikuttavat kulloiseenkin tapaukseen: yksilön, työympäristön ja prosessit, laitteiston sekä ulkopuoliset tekijät. Tuloksia tuottavat ratkaisut sisältävät usein muutoksia organisaation sisäisiin ja ulkoisiin toimintamalleihin. (Vanden Heuvel ym. 2008: 8)

Tapauksen selvittämisen päämäärä ei ole vain ymmärtää ”mikä” tapahtui ja ”kuinka ja miten” se tapahtui vaan myös ”miksi” se tapahtui. Tapauksen analysoiminen alkaa tietojen keräämisellä ja materiaali analysoidaan käyttämällä eri laatutyökaluja. Ensimmäinen päämäärä on selvittää tekijät, jotka ovat syynä tapaukseen. Syynä olevat tekijät ovat laitteiston- tai henkilöstön suorituskyvyn puutteita,(performance gap) jotka

poistettuina olisivat joko estäneet tapauksen tai pienentäneet sen vakavuusastetta. Kun tapaus on ymmärretty, juurisyyt pystytään tunnistamaan jokaiselle syytekijälle. Lopuksi ehdotuksia kehitetään ja implementoidaan, jotta poistetaan juurisyyt ja estetään syytekijöiden esiintyminen uudelleen. (Vanden Heuvel ym. 2008: 24)

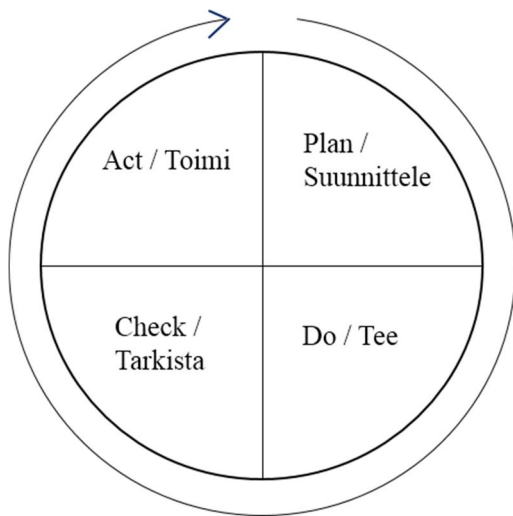
### 3.3 Ongelmanratkaisu / Problem Solving

Ongelmanratkaisu, josta myös yleisesti käytetään nimitystä Problem Solving, lähtee siitä, että juurisyyt ymmärretään. Mikäli tässä epäonnistutaan, on ongelmia mahdotonta selvittää. (Okes 2005) Tehokkaita ongelmanratkaisutekniikoita on monia erilaisia. Kirjassaan ”Root Cause Analysis: The Core of Problem Solving and Corrective Action” Duke Okes on tehnyt 10-portaisen mallin (Kuva 2). Malli koostuu kahdesta päävaiheesta, joista askeleet 1-5 ovat vianmäärittystä (juurisyyt löytäminen) ja askeleet 6-10 ovat ongelman ratkaisua. Tämän mallin tarkoitus on tarjota tapauksen tutkijalle ajattelumalli ongelman ratkaisuun. Se varmistaa sen, että ratkaisut ovat linjattu todelliseen syyhyn tai syihin eikä vain oletukseen. Ongelmanratkaisumalli on hyvin käyttökelpoinen ja sitä voi hyödyntää monissa eri ongelmatilanteissa kuten asiakaspalautteissa tai -valituksissa, auditointilöydöksissä, tuote- tai prosessivirheissä, laiteongelmissa sekä suorituskykyongelmissa, jotka näkyvät organisaation tai prosessitason mittaristossa. (2009: 7-10)



Kuva 2. Ongelmanratkaisumalli (Okes 2009: 8)

Lähtökohtia ongelmanratkaisuun on useita. Edellä esitetty malli on yksi monista. Jotkut mallit painottavat ratkaisujen testauksen ja arvioinnin tärkeyttä ennen kuin tekevät niistä pysyviä, toiset tähdentävät ongelmanratkaisun tärkeyttä osana isompaa parannusyritystä. Toinen todella tunnettu työkalu on Demingin ympyrä, toisin sanottuna PDCA-laatuympyrä. Tämä ympyrä kuvaa systemaattista ja jatkuvaa ongelmanratkaisua neljässä eri vaiheessa. (Andersen ym. 2006: 7) Tämä jatkuva ympyrä koostuu sanoista suunnittele (Plan), tee (Do), tarkista (Check) ja toimi (Act). Suunnittele-vaiheessa ehdotetaan muutosta järjestelmälle, joka tarvitsee parannusta. Tee-vaiheessa suoritetaan muutos, yleensä pienessä mittakaavassa ensiksi, jotta varmistetaan, että oikeat tulokset saavutetaan. Tarkista-vaihe koostuu muutoksesta saatujen tulosten analysoimisesta. Samalla katsotaan mitä on opittu. Toimi-vaiheessa suunnitelma otetaan käyttöön tai jos se oli epäonnistunut, hylätään se ja aloitetaan alusta. Prosessi on melkein aina toistuva ja voi tarvita monta kierrosta, mikäli ratkaistaan monimutkaisia ongelmia. (Montgomery, Jennings, Pfund 2011: 35)



Kuva 3. PDCA- ympyrä

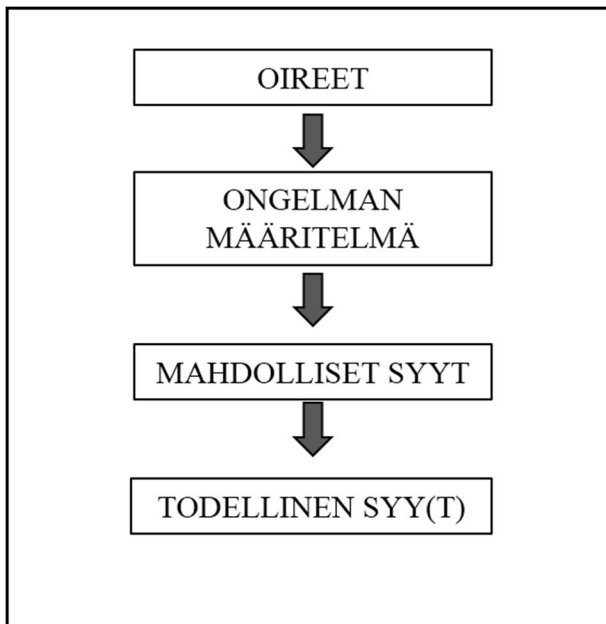
### 3.4 Tapauksen tutkiminen

Tutkijan tulee pystyä ajattelemaan monella eri tapaa, mikäli haluaa suorittaa laadukkaan tutkimuksen:

- Luova ajattelu: Tutkijan saattaa olla pakko todentaa uusia vikatyyppejä, kuten esimerkiksi laitteen toiminnallisuuden kannalta.
- Yhteinen ajattelu: Tutkijan pitää pystyä käyttämään koko organisaation (ja mahdollisesti ulkopuolisen) yhteistä tietämystä tunnistaakseen tapauksen syyt ja kehittääkseen tehokkaita suosituksia.
- Utelias ajattelu: Utelias tutkija on kiinnostunut siitä, miten laitteet, systeemit, prosessit ja ihmiset toimivat. Hyvän tutkijan merkki on se, että hän esittää paljon kysymyksiä.
- Epäilevä ajattelu: Hyvä tutkija ei hyväksy selityksiä ”kaikki tietävät sen” tai ”sehän on itsestäänselvyys”, vaan vaatii todisteita.
- Looginen ajattelu: Hyvä tutkija käyttää tarkkaa loogista testiä keräämälleen aineistolle.

- **Systeemiajattelu:** Hyvä tutkija tarkastelee laitteistoa, ihmisiä ja prosesseita osana laajempaa järjestelmää. Mikään ei siis ole eristettynä. Jotta pystyy ymmärtämään, miksi laitteet, ihmiset ja prosessit toimivat niinkuin ne toimivat vaatii se ymmärryksen koko järjestelmästä. (Vanden Heuvel, Lorenzo, ym. 2008: 10)

Juurisyysanalyysissä poraudutaan alaspäin oireista ongelman kuvaukseen, josta puolestaan paneudutaan mahdollisiin syihin ja löydetään todelliset syyt. Tämä on toistuva prosessi, joka yhdistää erilaisia ajattelumalleja keskenään. Juurisyysanalyysiä tehdessä käytetään erilaisia työkaluja, jotka käydään läpi seuraavassa luvussa. Kuvassa numero 4 on juurisyys tutkimuksen eteneminen. (Okes 2005)



Kuva 4. Juurisyysanalyysi vaatii ensin oireiden löytymisen ja siitä edetään syihin. (Okes 2005)

Kun juurisyy on löydetty, pitää määritellä toimenpiteet sen poistamiseksi. Luovaa ajattelua kannattaa käyttää tässä vaiheessa ja miettiä mahdollisimman monta ratkaisvaihtoehtoa. Näistä vaihtoehtoista valitaan paras ratkaisu, esimerkiksi luomalla matriisikaavio (käydään läpi seuraavassa luvussa), joka analysoi mahdolliset ratkaisut vertailemalla eri tekijöitä. Ratkaisun toteutus vaatii johdon vahvaa sitoutumista, sillä

oikean ratkaisun löydyttyä on mahdollista, että kaikki päättävät, etteivät halua ottaa sitä käyttöön. Muutoksen loppuunviemisen varmistamiseksi, työmenettelyt ja mahdolliset koulutustarpeet tulee arvioida. (Okes 2005)

Robert Pojasek tuo artikkelissaan ilmi sen, että ilmapiiri vaikuttaa paljon juurisyyn etsimisessä. Yksi kompastuskivi juurisyyn löytämisessä on se, etteivät monet organisaatiot anna riittävästi tukea tiimeiltä tuleville aloitteille. Usein suhtaudutaan ongelmaan niin, ettei se ole ”meidän ongelmamme ratkaista”. Tässä tiimit ja niiden synergia ovat oleellisessa asemassa onnistuneelle ongelmanratkaisulle. Tiimien tulisi lähestyä ongelmaa aina mielessään se, ettei ongelma tapahtuisi uudelleen. (2000)

## 4 TYÖKALUT JUURISYYN TUTKIMISEEN

Tässä työssä käytetään Andersenin ja Fagerhaugin (2006:14, 27) työkalujaottelua, joka helpottaa oikean työkalun valintaa, koska työkaluja on niin monta ja työkalut ovat luonnostaan eri kategorioissa, sillä ne ovat tehty eri käyttötarkoituksiin. Ryhmät työkaluille niiden käyttötarkoituksen mukaan ovat seuraavat:

- Ongelman ymmärtäminen
- Ongelman aiheuttaja – aivoriihi
- Ongelman aiheuttaja – tiedon kerääminen
- Ongelman aiheuttaja – tiedon analysointi
- Juurisyyyn tunnistaminen

Suurinta osaa työkaluista yhdistää kaksi tekijää: ensinnäkin ne toimivat parhaiten tiimissä, joka työskentelee yhdessä ja toiseksi vaativat avoimen ilmapiirin, joka rohkaisee ihmisiä paljastamaan ja löytämään tärkeitä asioita pelkäämättä seurauksia. Jotta nämä edellytykset täyttyisivät, vaatii se erityisesti johdon sitoutumisen.

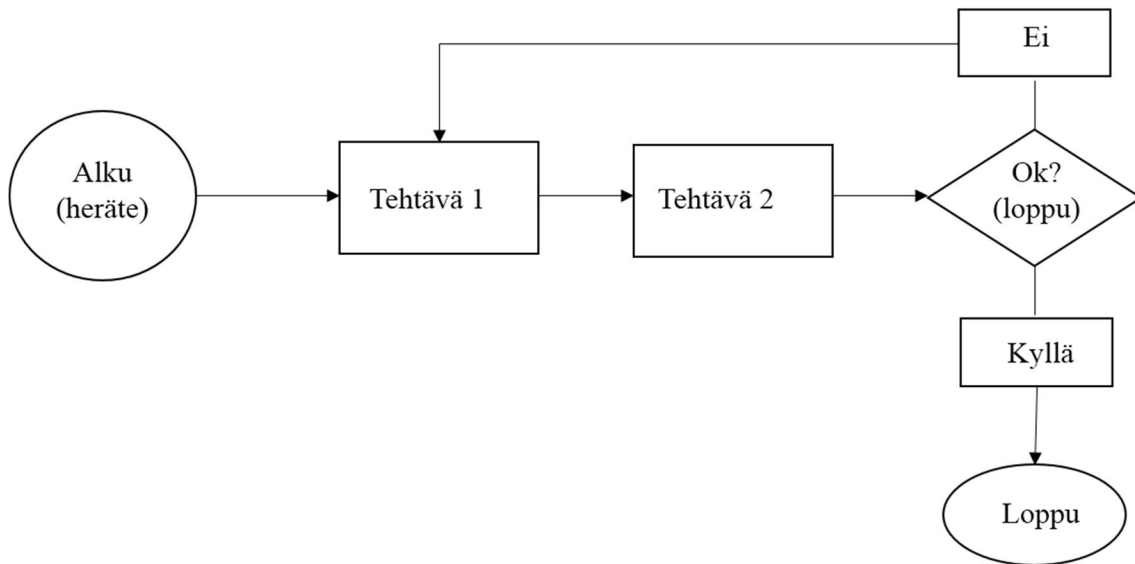
### 4.1 Ongelman ymmärtäminen

Varmistaaksemme, että juurisyyyn analysoimiseen käytetty työpanos on suunnattu oikeaan ongelmaan, täytyy ensiksi ymmärtää ongelma. Työkalut, jotka auttavat tässä ovat: vuokaavio ja critical incident. (Andersen ym. 2006:22)

#### 4.1.1 Vuokaavio

Vuokaavioita käytetään, kun kuvataan prosessia yksityiskohtaisesti. Kaaviossa näkyy prosessin kaikki vaiheet kuvallisessa muodossa. Prosessia kuvataan erilaisilla symboleilla alusta loppuun. (Lecklin 2006: 179) Vuokaaviosta voi todeta pullonkaulat, tarpeettomat vaiheet ja arvoa tuottamattomat toiminnot. Realistisen vuokaavion saa tehtyä

käyttämällä henkilöstöä, joka on suoraan osallinen kyseiseen prosessiin. Käyttökelpoisen tiedon prosessista saa yleensä rakennettaessa vuokaaviota. Kuvassa viisi on kuvattu prosessi ja siitä näkyy, että vuokaaviossa käytetään erilaisia muotoja, riippuen siitä minkälaisista tapahtumista ne kuvaavat. (Mitra 1998: 113)



Kuva 5. Vuokaavio

#### 4.1.2 Critical incident

Kun ongelmaa aletaan selvittää, mennään helposti aavistuksen varassa siitä mikä ongelma on. Tämän työkalun tarkoitus on ymmärtää, mitkä ovat ongelman vaivalloisimmat tai hankalimmat asiat ja tämän työkalun avulla lähdetään etsimään syitä ongelmaan. Critical Incident -työkalu auttaa ymmärtämään, mitkä näkökannat ongelmasta pitää selvittää sekä auttaa huomaamaan ongelman luonteen ja sen seuraukset. Tätä työkalua käytettäessä valitaan ensin osallistujat, joille jokaiselle esitetään kysymyksiä, kuten esim. ”Mikä tapaus oli viime viikolla vaikein hoitaa?” tai ”Mikä työvaihe / vikailmoitus vaati eniten resursseja tai suoria kustannuksia?” Vastausten saannin jälkeen ne lajitellaan ja analysoidaan esim graafisesti, jolloin nähdään eri vastausten toistuvuus. (Andersen ym. 2006: 27,28)



## 4.2 Ongelman aiheuttaja -aivoriihi

Yleensä on epäily siitä, mikä ongelman aiheuttaa. Mutta ennen kuin oletettua hypoteesia lähdetään testaamaan, kannattaa miettiä muitakin vaihtoehtoja. Työkaluja tähän vaiheeseen ovat aivoriihitoiminta, on-ei-ole -analyysi ja näennäisryhmän tekniikka (nominal group technique). (Andersen ym. 2006: 44)

### 4.2.1 Aivoriihitoiminta

Ongelmissa, jotka tulevat esiin, on harvoin helposti todennettavaa syytä. Tämän takia juurisyyn löytäminen vaatiikin usein luovuutta. Aivoriihitoiminta on hyvä tapa luoda niin monta hyvää ideaa kuin mahdollista liittyen annettuun aiheeseen. Sen tarkoitus on: luetteloida ongelma-alueet, joita voi parantaa, todentaa mahdolliset seuraukset, jotka ongelma aiheuttaa, listata mahdollisia ongelman syitä ja rohkaista ajattelemaan tapoja, joilla poistetaan syyt. (Andersen ym. 2006: 45) Tällä tekniikalla saadaan paljon ideoita nopeasti ja sitä voidaan käyttää monessa erilaisessa tilanteessa. Jokainen ryhmän jäsen vuorollaan saa ehdottaa ideoita ja myös täysin villit ideat ovat tervetulleita, sillä kriittisyys ei ole sallittua aivoriihitoiminnan aikana. Prosessi kestää niin kauan kuin ideoita tulee mieleen. Kaikki ehdotetut ideat kirjataan ylös myöhempää analyysia varten. Analyysi ehdotuksille voi olla esim. Pareto analyysi, joka käydään myöhemmin läpi. (Oakland 2014: 277, 278)

### 4.2.2 On-ei-ole -analyysi

Aivoriihitoiminta voi tuottaa niin ison määrän ideoita, että tulee vaikeuksia erottaa olennaiset ja ei niin tärkeät. On-ei-ole -analyysi on työkalu, joka on apuna ymmärtämään mahdolliset ongelman syyt ja tunnistamaan asiat, jotka eivät ole yhteydessä ongelmaan. Vertailemalla onko vai eikö ole, saadaan nopeasti päätettyä, mihin pitää kiinnittää huomio. (Andersen ym. 2006: 53) Surinova ja Paulova väittävät artikkelissaan, että käytännön esimerkit usein ovat osoittaneet sen, että juurisyöt ongelmiin ovat usein todella yksinkertaisia. Tämän takia juuri yksinkertaista työkalua tulisi käyttää, ennenkuin aloitetaan käyttämään muita työkaluja. Tätä työkalua käytetään siis harvoin yksinään. Kuvassa numero kuusi on esitettyä on-ei-ole -analyysin käyttötapa ja tässä esimerkissä

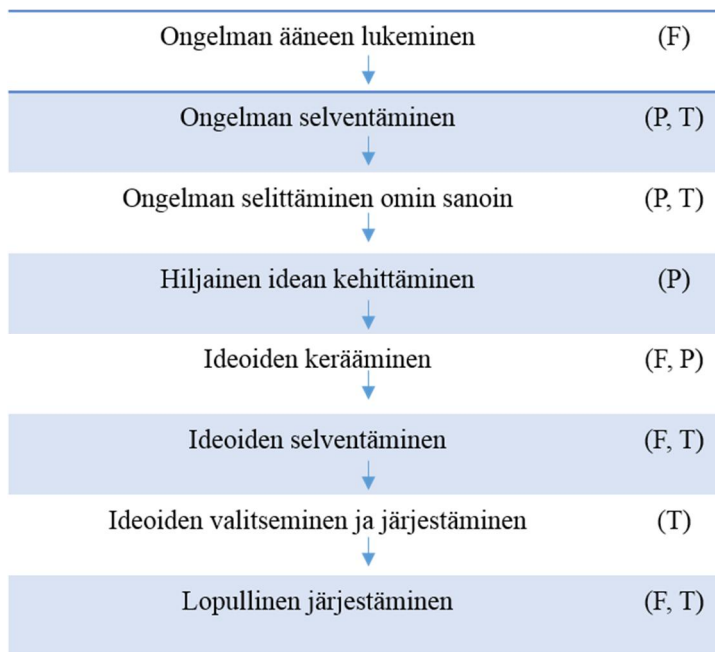
juurisyy on vääränlainen työohje, joka lopulta johti tuotteen vikaan. Taulukon voi tehdä monella tapaa, myös esimerkiksi laittamalla vasempaan pystysarakkeeseen kysymykset: missä, mikä, milloin ja kuka sekä vaakatasossa on, ei ole, mahdolliset syyt sekä jatkotoimenpiteet. Tällä tavalla nähdään esimerkiksi eri tuotantolinjoilla tai tehtailla sattuneet virheet ja pystytään tekemään jatkoehdotuksia. (2010)

Vaatus	On	Ei ole
Työohjeet luotu	X	
Työntekijät koulutettu työohjeiden mukaisesti	X	
Työohjeita seurattu	X	
Työohjeet oikeanlaiset		X

Kuva 6. Esimerkki on-ei-ole -analyysistä. (Surinova, Paulova 2010)

#### 4.2.3 Näennäisryhmän tekniikka (Nominal group technique NGT)

Aivoriihitoiminnassa rohkein ja koväänisin henkilö voi helposti ehdottaa kaiken ja hallita ryhmää. Nominal group tekniikalla voidaan estää yksilöiden esiinnouseminen. Fasilitaattori (F) lukee ääneen huolellisesti valmistellun lausunnon ongelmasta, jota yritetään selvittää. Sen jälkeen jokainen osallistuja (P) selittää ongelman uudelleen omin sanoin. Tämän jälkeen ryhmä keskustelee ongelmasta, kunnes sen muotoilu on hyväksytty koko tiimin (T) puolesta. Tuloksena on joukko ideoita, jotka ovat koko tiimin yhteinen käsitys ilman kenenkään dominointia. (Oakland 2014: 278-279)



Kuva 7. Nominal Group tekniikka

#### 4.3 Ongelman aiheuttaja – tiedon kerääminen

Systemaattinen tiedon kerääminen ja validi sekä luotettava data on tärkeää juurisyyanalyysiä tehdessä. Tähän tarkoitukseen on seuraavat työkalut: otanta, tutkimukset sekä haastattelut ja tarkistuslista. (Andersen ym. 2006: 70)

##### 4.3.1 Otanta

Koska kaikkia tuotteita ja osia ei voi tarkastaa erikseen, kannattaa suorittaa otantoja ja tehdä ennustuksia koko joukosta. Juurisyyanalyysiä tehdessä on usein tarpeellista kerätä aineistoa ja otanta säästää aikaa ja rahaa. Otannan etuja ovat siis sen edullisuus, koska siinä on vähemmän tarkastusta. Otanta pienentää suuresti myös tarkastuksen virheitä ja se sitouttaa vähemmän henkilökuntaa tarkastustoimintaan. (Ishikawa 1994: 108, Montgomery ym. 2011: 284)

Koska joukossa esiintyy aina frekvenssijakaumaa, laaduntarkastukseen ei saa valita vain hyviä tai huonoja osia, eikä myöskään ottaa näytteitä vain yhdestä osasta joukkoa. Otantoja on eri tyyppisiä ja seuraavassa niistä esitellään yleisimmät:

- **Sattumanvaraisessa otannassa** käytetään satunnaisia numeroita määräämään, mitkä kappaleet otetaan joukosta tarkastukseen. Satunnaiset numerot saadaan tähän tarkoitukseen olevista taulukoista tai heittämällä erilaisia arpakuutioita. Sattumanvaraisessa otannassa kappaleilla on yhtä suuri todennäköisyys tulla sisällytyksi valittuun joukkoon, riippumatta siitä, miltä kappale näyttää tai missä asennossa se on. Esimerkiksi taulukosta saadaan umpimähkään valittua numerot 5, 12, 19, 50. Tällöin testataan nämä kappaleet.
- **Systemaattisessa otannassa** mitat otetaan tietyin ja sovituin väliajoin, pituuksin tai numeroin. Esimerkiksi 20 minuutin välein mitataan asiakkaiden määrä jonossa.
- **Ositettu otanta** on tarpeellinen silloin, kun tiedetään, että luokkien välillä on eroja. Tällöin joukko jaetaan kerrostumiin, ja niistä jokaisesta otetaan näytteitä satunnaisesti.
- **Ryväotanta** on oikeanlainen lähestymistapa silloin, kun tiedetään, että perusjoukko on tasainen eikä siinä ole juurikaan vaihtelua. Tällaisissa tapauksissa ryhmä näytteitä otetaan koko joukosta, esimerkiksi tunnin aikana tehty erä edustaa koko viikon tuotantoa. (Andersen ym. 2006: 71; Ishikawa 1994: 110-112, 115)

#### 4.3.2 Tutkimukset

Otannassa aineisto, jota kerätään on määrällistä ja helposti mitattavaa. Kun halutaan kerätä aineistoa ihmisten asenteista, tuntemuksista tai mielipiteistä, otetaan käyttöön tutkimus tai haastattelu. Juurisyyanalyysiä tehdessä tutkimuksissa ja haastatteluissa yleensä kerätään asiakastyytyväisyyslukuja liittyen ongelmaan tai määritetään asiakkaiden tarpeet ja odotukset. Ensinnäkin tutkimukset vaativat etukäteen mietityt kysymykset, toiseksi tutkimuksia voidaan tehdä kahdella eri tavalla: antamalla haastateltavan vastata itse paperilla tai tietokoneella tai suorittamalla haastattelu, jolloin haastattelija täyttää vastaukset joko puhelimitse tai tapaamalla henkilökohtaisesti.

Tutkimuksissa saadaan kerättyä iso määrä aineistoa suhteellisen helposti ja edullisesti. Vastaaajien itse täyttämät kyselyt ovat edullisimpia, mutta haastattelut ovat laadukkaampia ja tuottavat enemmän hyödyllistä tietoa. (Andersen ym. 2006: 75)

#### 4.3.3 Tarkistuslista

Tarkistuslista tai tarkastuskortti voi olla todella hyödyllinen työkalu aineiston keruussa. Tarkistuslistaa suunniteltaessa on tärkeää määrittää aineiston tyyppi, osa tai toiminto, päivämäärä, tutkija sekä muut tiedot, joita tarvitaan tapauksen tutkimiseen. (Montgomery ym. 2011: 84, 85) Tämä työkalu on hyvin yksinkertainen kirjaamismenetelmä, jota kutsutaan myös tukkimiehen kirjanpidoksi. Ongelmien jakautumista eri ajanjaksoille ja tyypeille pystytään seuraamaan, kun luokitteluun kiinnitetään huomiota. (Leclin 2006: 176) Tarkastuskortti voi olla myös tuotteen kuva, johon merkitään kynällä tai neuloilla havainnot. Tarkastuskorttia suunniteltaessa pitää huolehtia, että se on tehty käyttökohteen mukaan. Mikäli tiedonkerääjiä on useampia, on katsottava, että kirjaustapa ja tulkinta ovat samanlaiset. (Salomäki 2003: 349)

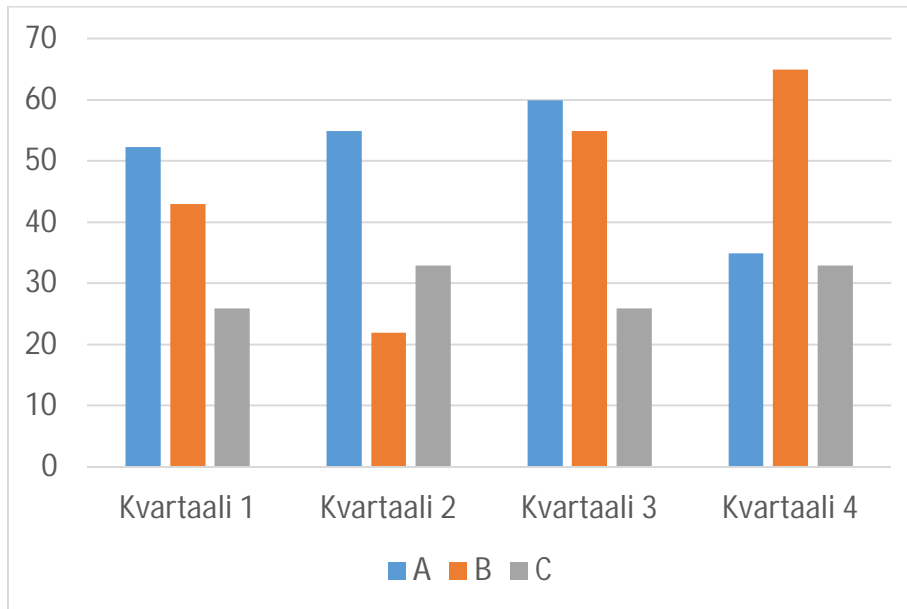
#### 4.4 Ongelman aiheuttaja – tiedon analysointi

Tämän vaiheen tarkoitus, ennen kuin mennään ratkaisemaan ongelmaa, on selventää mahdolliset syyt. Työkalut ovat: histogrammi, pareto-analyysi ja hajontakaavio. (Andersen ym. 2006 : 86)

##### 4.4.1 Histogrammi

Histogrammi kuvaa isoa määrää aineistoa, jota olisi vaikea tulkita ilman kuvaajaa. Histogrammissa, eli pylväsdigrammissa, mittaushavainnot jaetaan eri luokkiin ja esitetään pylväinä. Tämä menetelmä näyttää havainnollisesti esim. virhelähteet. Kun aineistosta annetaan visuaalinen kuvaaja, nähdään esimerkiksi, onko prosessi keskittynyt johonkin tiettyyn tavoitearvoon, aineiston vaihteluarvot sekä se ollaanko päästy

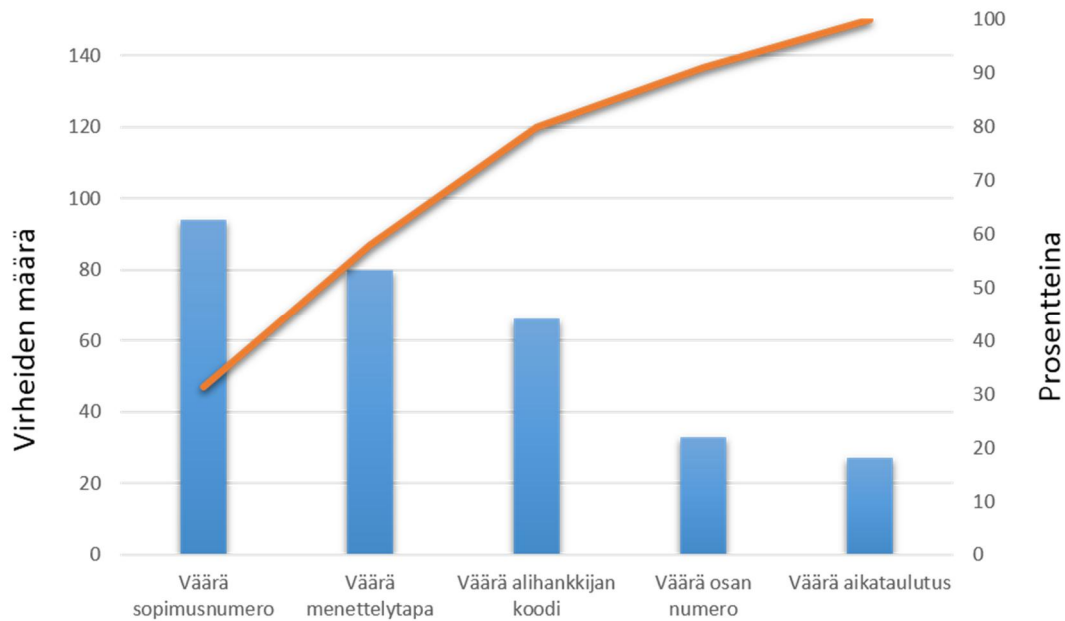
tavoitteeseen. Näin ollen histogrammi voi auttaa esimerkiksi näkemään, onko prosessi kykenevä vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin. (Lecklin 2006: 176; Mitra 1998: 113,114)



Kuva 8. Histogrammi

#### 4.4.2 Pareto-analyysi

Pareto-analyysi on toistuvuusjakauma kategorioittain järjestetystä datasta. Kuvaajasta ei automaattisesti näe tärkeimpiä puutteita tai vikoja, vaan taulukko näyttää yleisimmät ja toistuvimmat. Pareto-analyysi on histogrammista jalotettu muoto, joka auttaa löytämään oikeat asiat, sillä taulukon havainnot kuvataan suuruusjärjestyksessä, jolloin nähdään esim. suurimmat ongelmakohdat. (Montgomery ym. 2011: 85-86; Lecklin 2006: 177) Kun aineisto järjestetään näin ja laitetaan kumulatiivinen kertymä viivalla kuvaajaan, nähdään usein, että kaksi tai kolme ensimmäistä pylvästä ovat 70-80% kaikista. Tällöin on helppo keskittyä poistamaan nämä virheet. (Ishikawa 1990: 125)



Kuva 9. Pareto-analyysi. Tässä pareto-analyysissä on kaksi asteikkoa: yksi todellisille virheiden toistuvuuksille ja toinen prosentuaaliselle jakaumalle. (Montgomery 2011: 87)

#### 4.4.3 Hajontakaavio

Hajontakaavion avulla pystytään havainnollistamaan, onko kahdella muuttujalla yhteyttä. Aineisto kerätään kahden muuttujan pareissa, eli  $(y_i, x_i)$ , jossa  $i=1, 2, \dots, n$ . Sitten  $y_i$  piirretään vastaavan  $x_i$ :n funktiona. Hajontakaavion muoto indikoi minkälainen suhde on kahden muuttujan välillä. Mikäli syy-yhteys muuttujien välillä on positiivinen, kasvavat molempien muuttujien arvot ja tällöin syntyy positiivinen korrelaatio. Negatiivinen korrelaatio on taas silloin, kun toinen muuttuja kasvaa toisen pienetessä. Kun kuvio on täysin hajallaan, voidaan olettaa, ettei korrelaatiota ole, eli muuttujat eivät vaikuta toisiinsa. Kun johtopäätöksiä tehdään, täytyy varmistaa, että muuttujat todella vaikuttavat toisiinsa. (Montgomery ym. 2011: 89; Lecklin 2006: 178)

#### 4.5 Juurisyyn tunnistaminen

Tässä vaiheessa tunnistetaan juurisyy. Kunnolla valmistautuneena tämän vaiheen saa nopeasti tehtyä. Työkalut juurisyyn todentamiseen ovat: syy- ja seurausanalyysi, matriisi sekä viisi kertaa miksi. (Andersen ym. 2006: 118)

##### 4.5.1 Syy- ja seurausanalyysi

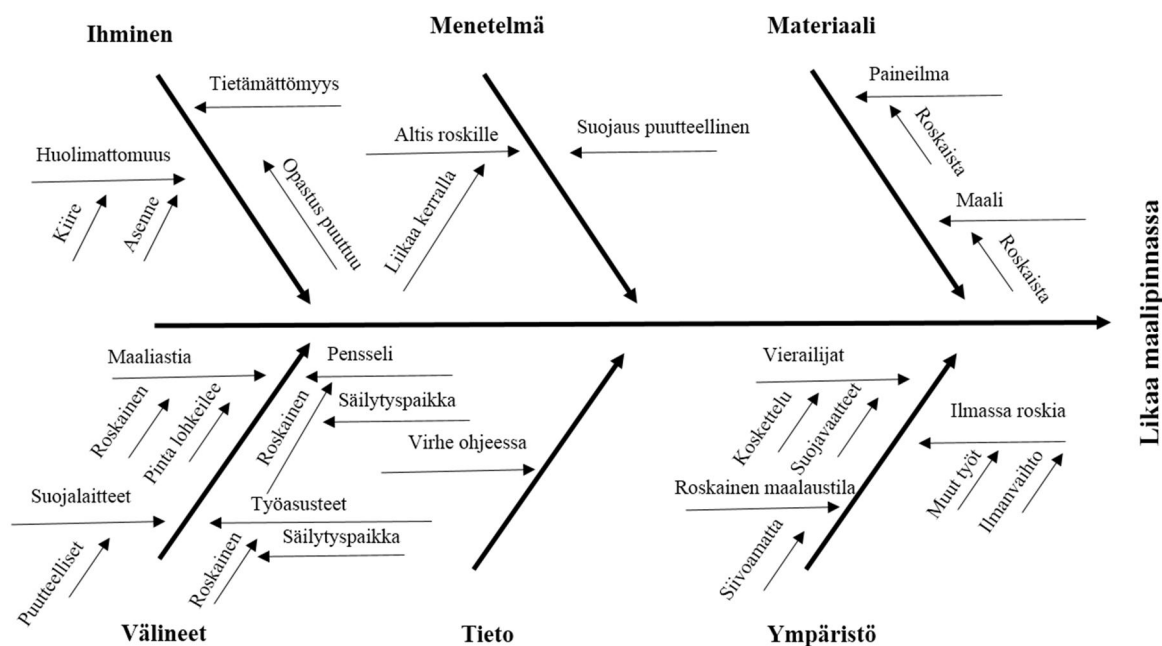
Tämä työkalu tunnetaan myös nimillä kalanruoto- tai keksijänsä mukaan Ishikawa-analyysi. Visuaalisuuden avulla kuvaajasta näkee elementit, jotka näyttävät sen, kuinka tai miksi ongelma tapahtui. Tätä analyysiä on helppo käyttää ja se toimii parhaiten, kun ongelma on selkeästi kuvattu. Syy- ja seurausanalyysi helpottaa ongelman havainnollistamista. Yleensä löydetään yllättäviäkin syitä, sillä ongelmaan paneudutaan syvällisesti. (Dogget 2005; Lecklin 2006: 183)

Ishikawa jäsenteli seuraavat askeleet analyysin tekemiselle:

1. Päätä ongelma, jota parannetaan tai kontrolloidaan.
2. Kirjoita ongelma oikealle puolelle ja piirrä siitä nuoli vasemmalta oikealle ("selkäruoto").
3. Kirjoita päätekijät, jotka voivat aiheuttaa ongelman piirtämällä "poikkiruotoja". Ongelman perussyyt ryhmitellään, eikä pidä valita liian monta, 3-5 on sopiva määrä.
4. Analyysiä jatketaan piirtämällä "hiusruotoja", jotka ovat syitä, miksi tämä perussyö syntyy.
5. Varmista, että kaikki tekijät, jotka voivat vaikuttaa ongelman syntyyn ovat kirjattuna. Kysymällä toistuvasti kysymystä "miksi" saadaan mahdollisimman monta tekijää kirjattua.
6. Muodosta järjestys sille tunnistaaksesi ne, jotka todennäköisesti vaikuttavat ongelmaan.
7. Tee korjaavat toimenpiteet. (Dogget 2005; Lecklin 2006: 183)



Kuvassa 10 on etsitty eri syitä maalipinnan likaantumiseen. Muitakin työkaluja on hyvä muistaa yhdistää analyysiin. Tässä ongelmassa voisi käyttää esimerkiksi tarkastuskorttia ja todeta, missä kohdassa likaa on. Tämän jälkeen voisi pareto-kuvaajalla havainnollistaa tarkastuskortin tiedot sekä sen, missä prosessin vaiheessa likaa ilmaantuu. (Salomäki 2003: 348)



Kuva 10. Syy- ja seurausanalyysi (Salomäki 2003: 348)

#### 4.5.2 Matriisi

Matriisin pääasiallinen tarkoitus on analysoida syyperäiset suhteet mahdollisten syiden ja ongelmien välillä. Juurisyytä selvittäessä tämä tarkoittaa erilaisten mahdollisten syiden kokonaisvaikutusten kartoittamista ja merkittävimpien syiden määrittämistä. Matriisi diagrammeista on monia eri versioita, mutta käytetyin muoto juurisyyntä etsimisessä on L-muotoinen matriisi, joka tunnetaan myös nimellä laatutaulukko. Taulukossa ongelman ominaisuudet laitetaan toiselle akselille ja mahdolliset syyt toiselle. Riippuvuudet näiden kahden välillä luokitellaan vahvaksi, kohtalaiseksi ja mahdolliseksi. Vahvalla riippuvuudella on painoarvoa eniten. Riippuvuudet pisteytetään ja tuloksena suurimman

arvon saanut syy on todennäköisesti juurisyy. (Andersen ym. 2006: 124, 125) (Oakland 2014: 290, 291)

#### 4.5.3 Viisi kertaa miksi

Ogelman syyksi ei saa hyväksyä ensimmäistä mahdollista ja eteen tulevaa selitystä, vaan tulee kysyä edelleen ”miksi?”. Viidennen kysymyskerran jälkeen ongelmasta tiedetään paljon enemmän ja päästään ehkä todelliseen syyhyn kiinni. (Salomäki 2003: 370) Tässä lähestymistavassa käytetään systemaattista kyselytekniikkaa juurisyyn löytämiseksi. Kysymystä *miksi* esitetään ainakin viisi kertaa, kun edetään asteittain kohti juurisyyn löytymistä. Kun kysymykseen *miksi* on vaikea vastata, mahdollinen syy ongelmaan on todennäköisesti tunnistettu. Pojasek ohjeistaa käyttämään työkalua neljällä askeleella seuraavasti:

1. Kokoa tiimi ja kuvaa ongelma tai tilanne käyttämällä tiimin tiedossa olevaa informaatiota. Ongelman ymmärtäminen on tärkeää koko tiimin kannalta.
2. Kysykää ensimmäinen *miksi* tiimiltä: ”Miksi tämä on tapahtunut?” Tästä päädytään todennäköisesti kolmeen tai neljään todennäköiseen vastaukseen. Laittakaa ne kaikki ylös taululle.
3. Kysykää neljä perättäistä *miksi* kysymystä jokaiselle väittämälle taululla. Juurisyy on löytynyt, kun kysymys *miksi* ei enää tuota hyödyllistä tietoa.
4. Viimeisten *miksi* kysymysten joukosta kannattaa etsiä järjestelmällisiä lähteitä tai syitä ongelmaan. Ympyröi sellaiset syyt ja keskustelkaa tiimin kesken näistä. Löydettyjä juurisyitä ei kannata olla monta, joten ne kannattaa rajata pariin. (2000)

## 5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämän kappaleen tarkoituksena on esitellä valitut menetelmät ja kertoa, kuinka data on kerätty. Tarkoituksena on myös pohtia reliabiliteettiä, validiteettiä sekä tutkimuksen yleistettävyyttä.

Olkkonen kirjoittaa teollisuustalouden opinnäytetutkimuksista, että ne ovat yleensä yhden yrityksen tai yritysjoukon selvitys-, analysointi- tai suunnittelutehtävä. Opinnäytteet pyrkivät ongelman ratkaisuun, mutta ratkaisun ei tarvitse olla uudenlainen ja siihen päädytään kvantitatiivisen tai kvalitatiivisen analyysin pohjalta. Teoriaa kyseiseen aiheeseen tulee tutkia. Menetelmät, joita tutkimuksessa käytetään liittyvät mm. taustateorioihin, tiedon hankintaan ja muokkaukseen sekä tulosten tulkintaan. (1994: 21, 23)

Tutkimuskysymykset, jotka esitettiin johdannossa, myös ohjaavat tutkimusmetodin valitsemiseen. Tutkimuskysymykset, joista kolme ensimmäistä pohjautuvat isolta osin teoriaan, mutta myös haastatteluihin ja kaksi viimeistä saavat vastauksen empiirisestä osiosta:

- Mikä on juurisyyanalyysi?
- Mitkä ovat laatutyökaluja?
- Miten laatutyökaluja käytetään?
- Miksi samat viat toistuvat koeajossa?
- Kuinka juurisyyanalyysiä voidaan tehostaa?

Perustuen tutkimuskysymyksiin, lähtökohtiin, aineistonkeruumenetelmiin sekä annettuihin päämääriin laadullinen tutkimus valittiin tutkimusmenetelmäksi. Laadullisessa eli kvalitatiivisessa tutkimuksessa aineisto ei ole rajattu, joten sitä voi täydentää analyysin edetessä. Aineisto edustaa kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimuskohteen olennaisia piirteitä, ja aineiston käsittely ja analyysi ovat yhteydessä toisiinsa. (Uusitalo 1995: 80-81)

Ainestonkeruumenetelmiksi valittiin kaksi erilaista menetelmää, sillä vikojen ja ongelmien analysointiin vaikuttavat niin monet tekijät. Aineistoa kerätään haastattelemalla verstpäälliköitä ja tutkimalla valmiin aineiston vikoja ja puutteita moottoreiden koeajossa ja viimeistelyssä yhden kuukauden ajalta. Haastatteluiden avulla saadaan kokonaiskuva koko tuotannosta, sillä verstpäälliköt työskentelevät luonnollisesti eri tuotantovaiheissa. Valmis aineisto on taas otettu kahdesta vaiheesta, koeajosta ja viimeistelystä, jolloin saadaan mahdolliset epäkohdat paremmin esiin. Haastattelu ja valmis aineisto ovat hyvin erilaisia tiedonkeruumenetelmiä, mutta tukevat toisiaan hyvin, sillä aihe on laaja. Aiheesta saadaan kaksi erilaista näkökulmaa. Juurisyyanalyysin tekeminen tullaan ehdottamaan aineistosta mahdollisesti löytyineille puutteille tai tietyille toistuvalla vialle.

## 5.1 Haastattelut

Haastattelun etuna on se, että siinä voidaan säädellä aineiston keruuta joustavasti vastaajia myötäillen ja tilannetta seuraten. Haastattelun aikana on mahdollista säädellä aiheiden järjestystä ja kysyä tarkentavia kysymyksiä, verrattuna esimerkiksi postikyselyyn. Haastattelu valittiin tähän tutkimukseen seuraavista syistä: haluttiin saada selville vallitseva nykytila, haastattelu mahdollistaa lisäkysymykset, vastaajiksi suunnitellut henkilöt oli helppo saada kiinni ja mukaan tutkimukseen ja heidät oli helppo tavoittaa myös myöhemmin, jos oli tarvetta. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2009: 205, 206)

Tutkimushaastattelulla pyritään saamaan mahdollisimman luotettavia ja päteviä tietoja. Tähän tutkimukseen valittiin tutkimushaastattelutyypeistä strukturoitu haastattelu, eli lomakehaastattelu. Haastattelu tapahtuu lomaketta käyttäen, jossa kysymysten ja väitteiden järjestys ja muoto on tehty valmiiksi. Haastattelu on tällöin suhteellisen helppo tehdä, sen jälkeen kun kysymykset on saatu laadittua ja järjestettyä. Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina, sillä tällöin haastateltavan on helpompi keskittyä ja vastata miettimättä muiden vastauksia. (Hirsjärvi ym. 2009: 208, 210) Haastatteluilla pyritään kartoittamaan nykytilanne sekä saamaan vastauksia tutkimuskysymyksiin.

Analysoidun aineiston pohjalta saadaan tehtyä johtopäätökset sekä ehdotukset jatkoa varten.

## 5.2 Valmis aineisto

Haastatteluiden lisäksi iso osa analysoidusta materiaalista tullaan kattamaan valmiin aineiston läpikäymisellä. Hirsjärvi ym. käyvät läpi kirjassaan valmista aineistoa ja huomauttavat, että sitä käytetään usein tutkimuksissa apuna. Esimerkiksi analysoimaton materiaali, jota usein löytyy yrityksiltä on vain hyvä käydä läpi. Usein yrityksillä ei ole aikaa käydä tällaisia materiaaleja läpi. Tähän tutkimukseen löytyikin tarkoituksenmukainen aineisto eikä oppinnäytetyön arvo laske sen mukaan miten aineisto on hankittu. (Hirsjärvi ym. 2009: 186)

Valmiit aineistot eivät sovellu useinkaan sellaisenaan käytettäväksi, vaan niitä tulee muokata ja muuttaa tarkoituksenmukaiseen muotoon. (Hirsjärvi ym. 2009: 186) Niin myös tässä tutkimuksessa tehtiin. Valmiin aineiston viat, ongelmat ja puutteet ovat tapahtuneet moottorin koeajossa sekä viimeistelyssä marraskuun 2015 aikana. Valmis aineisto saatiin excel-muodossa, jossa jokainen vikailmoitus oli erikseen katsottava toisesta ohjelmasta. Virhetyyppejä ja ongelmia pyrittiin myös ryhmittelemään, jolloin saatiin selkeämpi kuva määristä ja erilaisista tavoista kirjata vikailmoitus järjestelmään. Kun perehdytään näin tarkasti aineistoon, on mahdollisia toistuvuuksia tai epäkohtia helpompi löytää.

## 5.3 Tutkimuksen luotettavuus ja arviointi

Tieteellisessä tutkimuksessa tulisi arvioida tutkimusten luotettavuutta. Tutkimuksissa pyritään välttämään virheiden syntymistä, mutta todellisuudessa virheitä voi aina syntyä.

Sen vuoksi on tärkeää tarkastella tutkimuksen reliabeliutta ja validiutta, jotta nähdään kuinka käyttökelpoista materiaalia tutkimuksesta on saatu. (Hirsjärvi ym. 2009: 231)

Tutkimuksen reliabelius tarkoittaa sellaista tutkimusta, jossa mittaustulokset ovat toistettavia eli tulokset ovat ei-sattumanvaraisia. Reliabelius voidaan todentaa monella tavalla. Esimerkiksi tulosta voidaan pitää reliabelina, mikäli kaksi tutkijaa päätyy samanlaiseen lopputulemaan, tai mikäli samaa henkilöä tai joukkoa tutkitaan eri tutkimuspäivinä ja päästään samaan lopputulokseen. Monista syistä voi myös syntyä satunnaisvirheitä. Esimerkkinä mainittakoon, haastattelututkimuksessa vastaaja voi ymmärtää kysymyksen väärin tai muistaa jonkin asian virheellisesti tai haastattelija voi kirjata vastauksen väärin. Tällaiset mahdolliset pienet puutteet ja virheet eivät ole tutkimukselle välttämättä haitaksi. (Hirsjärvi ym. 2009: 231; Uusitalo 1995: 84)

Tutkimuksessa suunniteltiin huolella haastattelun kysymykset ja annettiin vastaajalle aikaa rauhassa vastata jokaiseen kysymykseen. Haastattelu suoritettiin siellä, missä se haastateltavalle sopi. Sen lisäksi haastateltavat ovat oman alansa asiantuntijoita, jolloin heidän näkemyksensä tutkimukselle oli tärkeää. Valmis aineisto on otettu suoraan yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä ja se on kaikille sama. Tutkimuksessa se käytiin tarkasti läpi ja siitä tehtiin johtopäätöksiä, mutta sitä ei muutettu missään vaiheessa, jolloin toistettavuus säilyi.

Toinen käsite, millä tutkimusta arvioidaan on validius, eli pätevyys. Validius tarkoittaa tutkimusmenetelmän tai mittarin edellytyksiä mitata juuri sitä, mitä on tarkoitus mitata. Kun teoria ja empiria kohtaavat eli ovat yhtäpitävät, on validiteetti tällöin täydellinen. Validiteetin arvioiminen on periaatteessa helppoa, tuloksia verrataan todelliseen tietoon, mutta ongelma on siinä, että riippumattomasta todellisesta tietoa on harvoin käytettävissä. Reaalimaailman käsitteet, kuten ikä ja liikevaihto ovat validisti mitattavissa. Toisaalta taas esimerkiksi kyselylomakkeisiin vastaajat voivat käsittää kysymykset aivan toisin kuin tutkija on ajatellut ja tällöin tuloksia ei välttämättä voi pitää valideina. Uusitalo huomauttaa, että kvalitatiivisen tutkimuksen yhdeydessä ei yleensä käytetä validiteetin käsitettä, mutta kyllä laadulliseen tutkimukseen kohdistuu myös vaatimukset siitä, että

teorian ja empirian määritelmät on kytkettävä toisiinsa. (Hirsjärvi ym. 2009: 231, 232; Uusitalo 1995: 84-86)

Haastattelut suoritettiin henkilökohtaisesti yksilöhaastatteluina, jolloin tarkentavia kysymyksiä voitiin tehdä puolin ja toisin. Tämä vähensi huomattavasti väärinkäsitysten mahdollisuutta ja toi tutkimukseen validiutta. Valmiin aineiston pätevyys on validia, sillä se on otettu suoraan yritykseltä. Myös teorian ja empirian kytkeytyminen toisiinsa on huomioitu, sillä teoria käsittelee juuri niitä asioita, josta empiirisessä osiossa käydään läpi.

Kvalitatiivisen tutkimuksen luottettavuutta parantaa tutkijan selostus siitä, miten tutkimus on toteutettu. Kerrotaan eri aineistojen kokoamisesta sekä olosuhteista niitä koottaessa. Laadullisesta tutkimuksesta ei kuitenkaan usein tehdä yleistyksiä. Hirsjärven ym. mukaan kannattaa muistaa Aristoteleen ajatus siitä, että yksityisessä toistuu yleinen. Yksityistä tapausta tutkimalla voidaan saada esiin myös se, mikä tutkittavassa ilmiössä on merkittävää ja mikä toistuu tarkasteltaessa sitä yleisemmällä tasolla. (2009: 182, 232)

## 6 TUTKIMUSHAVAINNOT

### 6.1 Case Wärtsilä Finland Oy – Delivery Centre Vaasa

Wärtsilä toimittaa kansainvälisesti johtavia edistyksellisen teknologian kokonaislinkaariratkaisuja merenkulku- ja energiamarkkinoille. Vuonna 2015 Wärtsilän henkilöstömäärä oli noin 18 800 ja laitekanta 181 000 MW. Wärtsilällä on maailmanlaajuisesti yli 200 toimipistettä lähes 70 maassa. Wärtsilä Energy Solutions tarjoaa voimalaitosratkaisuja aina 600 MW:n tehoon saakka. Vuoden 2015 lopussa voimalaitosten asennettu kapasiteetti oli 58 GW. Polttoainevalintana asiakkailta on kaasumaiset ja nestemäiset polttoaineet. Wärtsilä Marine Solutions tarjoaa meriteollisuuteen räätälöityjä ratkaisuja. Wärtsilä Services on koko järjestelmän elinkaaren ajan mukana palvelemalla vuosittain yli 12 000 asiakasta. Wärtsilä konsernin Suomen maayhtiö on Wärtsilä Finland Oy, jossa työskentelee yli 3000 henkilöä. Wärtsilä Finland Oy:llä on toimipisteet Vaasassa, jossa tuotetaan, tutkitaan ja kehitetään nelitahtimoottoreita, Turussa teknologia- ja koulutusyksikkö sekä pääkonttori Helsingissä. (Wärtsilä Oyj Abp vuosikertomus 2015)


Wärtsilä toi markkinoille vuonna 2015 täysin uuden moottorin – Wärtsilä 31 moottorin. Tällä moottorilla on huomattavasti pienempi huoltotarve ja sen polttoainetehokkuus sekä toiminnan optimointi ovat parhaat tällä hetkellä verrattuna mihinkään olemassa olevaan tuotteeseen. Tämä moottori on suunniteltu käytettäväksi monenlaisissa alustyypeissä, joissa päämoottorin tehon vaatimuksena on 4,2-9,8 MW. Moottori on nyt ensiksi suunnattu merenkulkuasiakkaille, ja tulevaisuudessa sen hyötyjä saadaan myös voimantuotantoasiakkaille. Uusi W31- moottori pääsi vuonna 2015 Guinnessin ennätysten kirjaan olemalla kaikkein tehokkain nelitahtimoottori. (Wärtsilä Oyj Abp vuosikertomus 2015)

Tässä tutkimuksessa keskitytään Vaasan toimitusyksikköön, eli Delivery Centre Vaasaan (DCV). DCV on vastuussa Marine Solutionsin ja Energy Solutionsin myymistä W20 (sylinterin halkaisija 200 mm), W31 ja W32/34 moottoreiden sekä gensettejen



toimituksista. Vaasan keskustassa valmistetaan siis Wärtsilä 20, 31 ja 32/34-nelitahtimoottoreita moduulinvalmistuksesta sekä kokoonpanosta lopputuotteen testaamiseen, viimeistelyyn ja asiakkaalle lähettämiseen saakka. Moottorityyppiä on rivi- ja V-moottorit, jotka merkitään esimerkiksi W8L32. Ensimmäinen kirjain tarkoittaa Wärtsilää, seuraava sylinterilukua, rivi- (L) tai V- moottorin tunnus ja viimeisenä moottorityypin kuvaus (tässä sylinterin halkaisija 320 mm). Eri moottorityypit toimivat eri polttoaineilla: 20- ja 32- moottorit ovat dieselkäyttöisiä, 34SG on kaasukäyttöinen ja 20DF sekä 34DF (Dual Fuel) ovat monipolttoainemoottoreita, eli käyttävät kaasua ja dieseliä. Alla olevassa kuvassa numero 11 on esitelty DCV:n eri moottorityypit. Seuraavassa kuvassa (numero 12) on havainnollistettu myös se minkä kokoisista moottoreita on kyse. (DCV:n esittelymateriaali, sisäinen)

	<b>WÄRTSILÄ 20</b>	<b>WÄRTSILÄ 20DF</b>	<b>WÄRTSILÄ 32</b>	<b>WÄRTSILÄ 34DF</b>	<b>WÄRTSILÄ 34SG</b>
Cylinder bore	200 mm	200 mm	320 mm	340 mm	340 mm
Piston stroke	280 mm	280 mm	400 mm	400 mm	400 mm
Speed	900–1000 rpm	1000–1200 rpm	720–750 rpm	720–750 rpm	720–750 rpm
Mean eff. pressure	18.7–28.0 bar	20.0 bar	23.3–22.9 bar	20.0–19.8 bar	20.0–19.8 bar
Piston speed	8.4–9.33 m/s	9.3 – 11.2 m/s	9.6–10.0 m/s	9.6–10.0 m/s	9.6–10.0 m/s
Output	548–1800 kW	876–1584 kW	2700–9 200 kW	2010–9 000 kW	6960–10 000 kW
Fuel specification	Fuel oil	Fuel oil, natural gas	Fuel oil	Fuel oil, natural gas	Natural gas

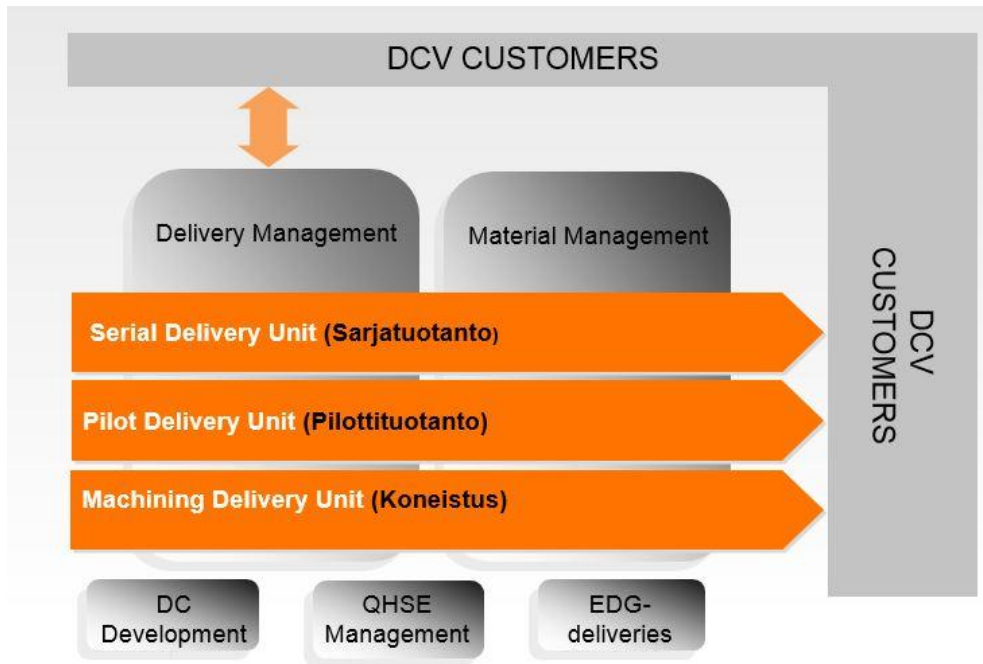
<b>WÄRTSILÄ 31</b>							
<b>Design parameters</b>	<b>Pure Gas</b>		<b>Diesel</b>		<b>Dual Fuel</b>		
Bore (mm)	310 mm		310 mm		310 mm		
Stroke (mm)	430 mm		430 mm		430 mm		
Stroke/Bore ratio	1.39		1.39		1.39		
Nom. Speed (rpm)	720	750	720	750	720	750	
Max. Output/CYL (kw)	530	550	590	610	530	550	
Available cylinder configurations	8V31	10V31	12V31	14V31	16V31	20V31	

Kuva 11. DCV:n tuotteet (DCV:n sisäinen esitysmateriaali)



Kuva 12. Wärtsilä 34 DF

Seuraavassa kuvassa numero 13 on DCV:n organisaatio. DCV:ssä tehdään sarjatuotannossa W32/34- ja W20- moottoreita. W32/34 moottoreita tehdään linjamuotoisessa kokoonpanossa kahdella eri linjalla, joissa on eri vaiheita – yhteensä seitsemän. Eri vaiheisiin materiaalit ohjautuvat sovitulla tavalla. Kokoonpanon jälkeen moottorit kuljetetaan koeajoon ja sieltä viimeistelyyn. Pienemmät, eli W20- moottorit kuuluvat samaan organisaatioon isompien moottoreiden kanssa. Ne valmistetaan eri paikassa, jossa on näille moottoreille samassa tilassa myös testiajoon vaadittavat pedit, joihin moottori nostetaan koeajoon ja sieltä viimeistelyyn. Pilottituotannossa valmistetaan uusia ja erikoismoottoreita ja –tuotteita W32/34 moottoreiden ohella. Nämä moottorit ovat esimerkiksi sellaisia, joihin tulee paljon muutoksia, jolloin ne on järkevää tehdä pilotissa. Esimerkiksi W31-moottori kokoonpannaan ensiksi pilottituotannossa, jossa tuote sekä valmistusmenetelmät testataan tulevaa sarjatuotantoa varten. Koneistusorganisaatioissa koneistetaan ydinkomponentteja sarja- ja pilottituotantoa varten. Lisäksi on tukiorganisaatioita kuten esimerkiksi QHSE Management, joka vastaa laatuun, työsuojeluun ja ympäristöön liittyvistä johtamisjärjestelmien kehittämisestä. Osasto vastaa myös operatiivisesta laadusta, sen varmistuksesta ja parantamisesta. (Wärtsilä Intranet)



Kuva 13. DCV:n organisaatio. (This is DCV, sisäinen)

## 6.2 Vikailmoitusten teko

Kohdeyrityksessä tehdään vikailmoituksia eli virheraportointia jokaisesta viasta, puutteesta, virheestä, joka esiintyy moottoria tehdessä missä tahansa vaiheessa. Vikailmoituksen syöttää yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään, SAPpiin lähes aina laatutarkastaja, joka käy ongelman läpi asentajien sekä muiden ongelmaan liittyvien henkilöiden kanssa. Vikailmoituksen syöttäjä (originator) ottaa kuvat viasta/ongelmasta ja kirjoittaa siitä kuvauksen mahdollisimman selkeästi. Mikäli on aikaa, pyrkii hän selvittämään myös miksi ongelma esiintyy ja kirjaa korjaavat toimenpiteet. Tarkastaja lisää vikailmoitukselle omistajan (resolution owner) sekä tehtävät (tasks). Omistajan kuuluu määrittellä korjaavat toimenpiteet ja hän kuittaa vikailmoituksen valmiiksi kun korjaavat toimenpiteet on tehty. Vikailmoitukset käydään läpi yleensä viikottain osastojen laatupalavereissa. Palautetta pyritään saamaan eteenpäin vian/ongelman alkuun asti. Tällä tavalla pyritään siihen, ettei samaa vikaa toistuisi.

Vikailmoitukset kirjaa lähes aina laatutarkastaja sen tyyppin mukaan, joista yleisimmät ovat: vikailmoitus tuotteeseen liittyvästä laaduttomuudesta (QI, sisäinen), vikailmoitus virheellisestä tavarasta huomattuna varastoinnin, valmistuksen tai takuuajan yhteydessä (QE, alihankkijaan liittyvä), vikailmoitus koskien tuotteeseen liittyvää parannusehdotusta tai suunnittelua koskevaa virhettä (V2, sisäinen). Näiden lisäksi on moottorin koeajossa sekä viimeistelyssä tehtävä QT- raportti. Jokaisesta moottorista avataan QT-raportti ja sinne lisätään koeajossa mahdollisesti ilmenevät viat. Mikäli koeajossa tai viimeistelyssä ilmennyt ongelma vaatii lisäselvittelyä ja korjaavia toimenpiteitä, tehdään näistä vielä erillinen referenssinotifikaatio (yleisimmin QE, QI, V2), jonka tekee laatutarkastaja. (Wärtsilä nonconformity directive)

Tutkimuksen tekijä oli tuotannossa mukana laatutarkastajien kanssa. Tarkastajia on DCV:ssä sarjatuotannon yhteydessä (sekä W32/34, että W20), moduuliverstaalla, pilot-kokoonpanossa, koeajossa ja viimeistelyssä sekä lisäksi useammalla verstaalla koneistuksien yhteydessä. Laatutarkastajat tekivät kaikki vikailmoitukset itse, mikä tarkoittaa sitä, että käytännössä heidän koko aikansa kuluu virheiden kirjaamiseen, jolloin aikaa ei jää tarkempiin tutkimuksiin tai kehittämiseen. Vikailmoituksen voi laatia kuka tahansa, mutta sen tekeminen vaatii koulutusta ja henkilöstön sitouttamista ja näitä on pyritty antamaan yrityksessä. Laatutarkastaja kutsutaan kuitenkin joka kerta paikalle, kun pitää tehdä vikailmoitus. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tarkastaja sammuttelee tulipaloja lähes koko työpäivän.

Tässä työssä keskityttiin tutkimaan QT- raportteja, sillä kohdeyrityksessä koettiin ongelmaksi se, että samat viat ilmenevät moottorin testiajossa lähes aina. Vikojen kirjauksessa on myös eroavaisuuksia, jolloin on vaikea lukea raportteja. Ongelmaksi koettiin myös se, että korjaavat toimenpiteet eivät ole riittäviä, sillä samat viat ja ongelmat toistuvat testiajossa ja viimeistelyssä. Juurisyyanalyysijä ei myöskään oikeastaan tehdä toistuvuuksille, vaan viat korjataan ja vikailmoitus suljetaan. QT- raportit jakaantuvat moottorin koeajoon (QT01) ja moottorin viimeistelyyn (QT02). Nämä raportit avataan aina, kun moottori tulee koeajoon ja viimeistelyyn. Mikäli vika tai vikoja löytyy, ne kirjataan raporttiin. Jos vika pystytään korjaamaan heti, se kuitataan valmiiksi, mutta mikäli se vaatii lisäselvittelyä, kutsutaan tarkastaja paikalle ja hän tekee siitä

referenssinotifikaation. Mikäli moottorissa ei havaita vikoja, kirjataan tieto raportille, joka sitten suljetaan.

### 6.3 Haastattelut

Kahdeksaa verstpäällikköä kymmenestä haastateltiin pyrkien kartoittamaan yrityksen nykytilaa moottoriasennuksen eri vaiheissa ilmenevien laatuongelmien ja -vikojen ratkaisussa. Verstpäälliköt, jotka haastatteluun osallistuivat, olivat lohko-, kiertokanki- ja moduuliverstailta, sarjatuotannosta sekä moottorin 20 että 32/34 osalta. Myös pilottituotannon ja koeajon sekä laadunvarmistuksen päälliköt osallistuivat haastatteluihin. Haastattelun kysymykset mietitettiin yhdessä laatuosaston (QHSE Management) kanssa. Haastattelu sisälsi yksitoista kysymystä ja se (liitteenä) suoritettiin jokaiselle verstpäällikölle henkilökohtaisesti ja sillä pyrittiin saamaan vastauksia niin tutkimuskysymyksiin kuin kartoittamaan nykytilaa. Haastattelut suoritettiin pääosin marraskuussa 2015 ja haastateltavat ehtivät loppuvuoden kiireistään huolimatta vastata rauhassa ja hätäilemättä kysymyksiin. Haastateltavat eivät saaneet kysymyksiä etukäteen, joten he eivät pystyneet valmistautumaan niihin. Seuraavassa käydään läpi haastattelujen tulokset kysymyksittäin.

Ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin mitä juurisyyanalyysi tarkoittaa. Kaikki kahdeksan verstpäällikköä olivat samoilla linjoilla, että sillä pyritään löytämään todellinen syy, joka aiheuttaa ongelman. Kolme verstpäällikköä toi tässä vaiheessa jo esiin työkalun ”viisi kertaa miksi” sekä problem solving -tavan. Monet olivat tietoisia myös siitä, että juurisyyanalyysi on osa problem solving -prosessia, mutta kaikille tämä ei ollut selvillä, vaan yleinen käsitys on, että ne ovat sama asia. Yksi päällikkö toi myös ensimmäisen kysymyksen aikana esiin sen, että monesti voi olla monta syytä, joka aiheuttaa ongelman ja riskitekijät ovat tärkeä löytää. Yhdeltä päälliköltä tuli vastaus, että se menee syvälle syihin, ei siis tyydytä pintapuoliseen tutkimukseen, vaan selvitetään laajemmin ongelman aiheuttaja.

Toisessa kysymyksessä haluttiin tietää, miten osastoilla menetellään, kun ratkaistaan ongelmaa. Tähän saatiin rehellisiä vastauksia siitä, että liian usein mennään helpoimman kautta ja tehdään liian nopeita johtopäätöksiä sekä hyväksytään ensimmäinen mahdollinen syy juurisyysiksi. Osa vastanneista totesi, että viasta tehdään vikailmoitus ja kun se on korjattu se kuitataan järjestelmässä valmiiksi. Joillain osastoilla on käytössä kerran viikossa oleva problem solving -palaveri, jossa mietitään juurisyitä yhdelle vaikealle tapaukselle. Yksi verstpäällikkö mietti kysymystä ongelman tyyppin mukaan; onko siis toistuva vika vai laaja, eli onko moottoreita jo maailmalla, pitääkö puuttua niihin. Todettiin myös se, että käytetään viisi kertaa miksi -työkalua apuna ja tehdään torjuntasuunnitelma jatkoa varten sekä korjataan vika.

Kolmas kysymys oli tehtävämuotoinen. Haastateltaville annettiin lappu (Liite 2), jossa oli seuraavanlainen tapaus: ”Olet matkalle töistä kotiin ja autosi sammuu keskelle tietä. Selvitä juurisyitä tähän tilanteeseen.” Tekstin alla oli suuntaa antavana vinkkinä ruudukko, jossa oli viisi riviä ja ensimmäiseksi syyksi oli annettu valmiina ”bensa loppu”. Lähes kaikki lähtivätkin ratkomaan tätä ongelmaa laatutyökalulla ”viisi kertaa miksi” ja juurisyiksi esitettiin miksi kysymysten jälkeen esim. mittari rikki ja huolimattomuus ja hajamielisyys.

Haastattelun neljäs kysymys koski laatutyökaluja: mitä laatutyökaluja osastoilla käytetään tehdessä juurisyianalyysia. Kaikki sanoivat käyttävänsä ”viisi kertaa miksi”-työkalua ja yhdellä osastolla ei käytetä muita työkaluja. Osa käyttää lisäksi aivoriihitoimintaa sekä syy- seurausanalyysia, jonka problem solving toimintatapa on tuonut verstaille viikottaiseen käyttöön. Histogrammeja sekä pareto-analyysijä käyttää pari osastoa toimintansa ja tulostensa seuraamisessa.

Seuraava kysymys koski juurisyianalyysin raportointia. Suuri osa sanoi, että erillistä raporttia ei tehdä – kuin ainoastaan silloin kun tehdään problem solving -selvitys jollekin ongelmalle. Mikäli ongelmalle / vialle tehdään problem solving, käytetään usein valmista pohjaa tai tehdään pohja itse. Muuten raportointimuotona toimii lähinnä vikailmoituksen tekeminen SAPissa. Tapauksen omistaja kuittaa tarvittavat korjaavat toimenpiteet tehdyiksi. Yksi verstpäällikkö piti raportointia todella tärkeänä, että se tehdään

kunnolla. Mikäli raportti on tehty huolella, asiakas saa siitä paljon hyötyä jälkikäteen. Se on myös hyvä yritykselle, mikäli asiakasvalituksia pitää katsoa, kun moottori on jo asiakkaalla. Hän piti siis erityisen tärkeänä sitä, että raportti tehdään kunnolla ja sinne laitetaan tarvittavat materiaalinumerot ja vikakoodit. Joillain verstailla käydään raportit läpi viikottain ja joihinkin tapauksiin pyritään löytämään syy.

Kuudennessa kysymyksessä oli väite siitä, että usein juurisyynä on ohjeiden noudattamatta jättäminen. Kysyttiin, miksi haastateltavan mielestä menetelmiä ja työohjeita ei noudateta. Lähes kaikki haastateltavat kielsivät tämän ensiksi, mutta pohdinnan jälkeen syiksi löytyi valvonnan puute, ohjeita ei ole päivitetty, ohjeita ei ole, ohjeita ei seurata, työkalu on väärä, suunnittelussa on virhe tai asennuksessa ei mietitä seurauksia. Huolimattomuus sekä helpolla pääseminen olivat myös mahdollisia syitä tähän haastateltavien mielestä. Yksi päällikkö totesi, että työohjeet vaihtuvat koko ajan tai puuttuu kunnollinen perustelu tietylle menetelmälle, jolloin tehdään vanhalla totutulla tavalla. Suurin osa päälliköistä oli kuitenkin sitä mieltä, että tahallaan ei huonosti tehdä.

Seuraava kysymys koski haastateltavien käsitystä vikojen toistuvuudesta. Seurataanko samanlaisten vikojen toistuvuutta ja minkälaisiin toimenpiteisiin se johtaa? Samojen vikojen toistuvuudesta ei ollut monellakaan käsitystä tai niitä ei seurata. Vikailmoituksena voi olla esimerkiksi jonkin liitoksen vuoto koeajossa ja jos sen tiedetään toistuvan usein, niin tällaisia seurataan, mutta toimenpiteitä ei juurikaan niille tehdä vaan liitos kuitataan kiristetyksi. Kaksi päällikköä totesivat seuraavansa tarkemmin vikojen toistuvuutta ja käyvänsä läpi toistuvat viat viikkopalavereissa. He mainitsivat, että tällaisissa toistuvissa tapauksissa pitää olla tarkkana siitä, että epidemiaa ei synny. Päälliköt seuraavat vikailmoituksia, joissa ovat omistajia, sillä nämä pitää kuitata tehdyiksi. Toimenpiteinä saatiin viimeistelystä esimerkki, jossa tarpeeksi monta toistuvaa vikailmoitusta oli tehty moottoreiden hankalista nostoista, jolloin nostovaijereiden tilalle oli tilattu nostoliinat. Tämä nosti työturvallisuutta ja työtehoa.

Kahdeksannessa kysymyksessä mietuttiin, mihin menee palaute löydetystä juurisyystä. Meneekö se osastorajojen yli ja johtaako se jonkinlaisiin toimenpiteisiin? Kaikilla osastoilla tieto menee viikoittaisten palavereiden kautta asentajille ja laatutarkastajille –

ainakin niille, joita se on kosketanut. Joillakin osastoilla tulokset laitetaan viikottain kahvihuoneen pöydälle, josta ne saa halutessaan lukea ja jotkut vievät raportin asennussoluun saakka. Mikäli juurisyyssanalyysi sisällytetään problem solving-katsaukseen, tallennetaan raportti myös sovittuun paikkaan, missä se on asianomaisten luettavissa. Kaksi päällikköä vie palautteen laajemmalle, kuten työnjohtoon, prosessinkehittäjille sekä koko omalle organisaatiolle. Yksi päällikkö lähettää tietyin väliajoin listan vikailmoituksista ja korjaavista toimenpiteistä isommalla jakelulla tuotantoon sekä tehtaan johtoryhmälle.

Yhdeksäs kysymys koski moottorin koeajoa ja sitä kuka on vastuussa koeajossa tapahtuneesta vian tutkinnasta. Moni päällikkö vastasi tähän kysymyksen laatutarkastajan olevan vastuussa vian tutkinnasta. Koeajon asentajien sanottiin olevan myös vastuussa vian tutkinnasta. Tarkemmin mietyttynä todettiin vastuun vian tutkinnasta olevan vian tyyppin mukaan myös suorittavalla osastolla. Koeajon laatutarkastaja pyydetään paikalle tarvittaessa, mikäli on tarvetta tehdä referenssinotifikaatio esiintyvistä ongelmista. Tällöin vian tutkinta on laajempaa ja siitä menee tietoa myös suorittavalle osastolle.

Toiseksi viimeisessä kysymyksessä haluttiin tietää, tekevätkö osastot korjaavia toimenpiteitä. Kaikki päälliköt vastasivat osastojen tekevän korjaavia toimenpiteitä, ainakin jonkin verran. SAPissa vikailmoituksen kohdalla on nimetty vastuullinen henkilö, joka tekee korjaavan toimenpiteen. Osa päälliköistä piti todella tärkeänä korjaavien toimenpiteiden kirjaamista ja seuraamista, koska jollain tavalla pitäisi saada vikojen toistuvuus pois. Yhdellä verstaalla tehdään ennakoivasti tilastoja asentajille. Haastateltavat pitivät todella tärkeänä käydä asentajien kanssa korjaavat toimenpiteet läpi. Yksi vastaajista totesi, että seuraavat korjaavien toimenpiteiden tehokkuutta problem solving -raportin avulla.

Haastattelu lopetettiin kysymällä ehdotuksia prosessin tehostamiselle. Ehdotuksia tuli jokaiselta haastateltavalta. Kaikki toivoivat enemmän tukea ja kevyempää mallia, jolla tehdä juurisyyssanalyysiä. Problem solving -pohjaan toivottiin enemmän tukikysymyksiä ja valmiita esimerkkejä. Lisäksi tuli ehdotus valmiista paperista, jonka voisi ottaa jo heti



vian havaitessa asennussolussa käsittelyyn. Tässä pohjassa olisi esitettyä työkalut, joita voi käyttää juurisyyn etsimiseen ja systemaattinen toimintamalli sekä valmiit kysymykset tapauksen selvittämiseen. Monet päälliköt sanoivat myös ajanpuutteen hankaloittavan juurisyysanalyysin tekoa ja tämän takia mennään usein helpoimman kautta. Laatutarkastajien apua toivottiin myös enemmän juurisyysanalyysin selvittämisessä ja korjaavien toimenpiteiden löytämisessä.

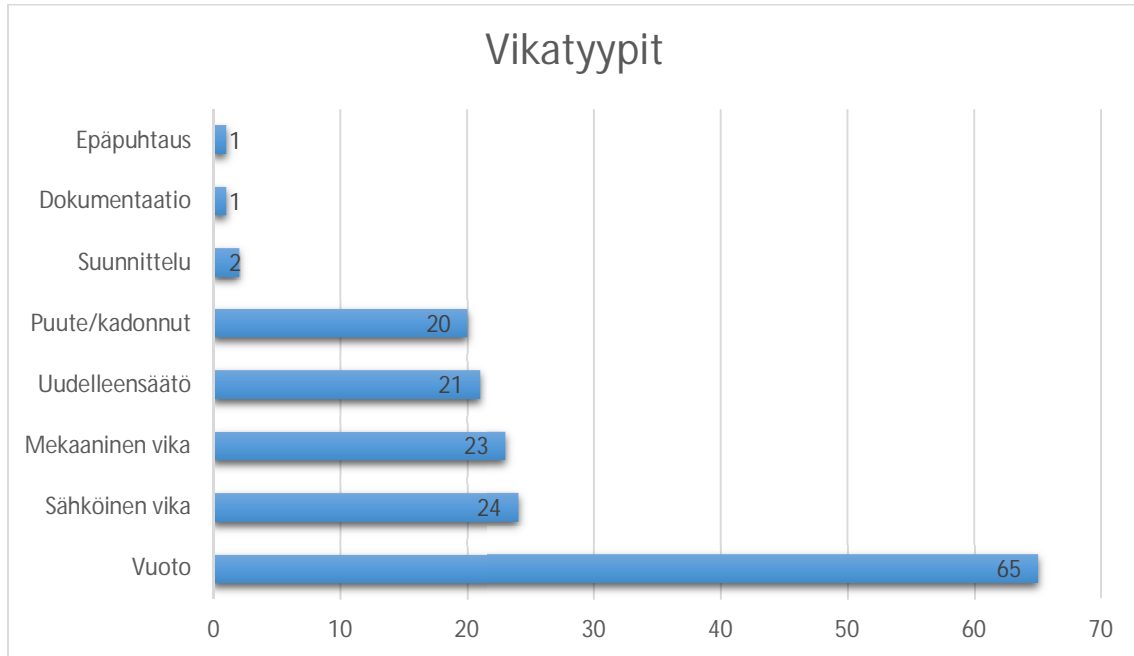
#### 6.4. Aineiston tutkimushavainnot

Aineistoa kerättiin yhden kuukauden (marraskuu 2015) ajalta yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä (SAP). Aineisto koski moottorin koeajossa (QT01) sekä viimeistelyssä (QT02) tehtäviä vikailmoituksia. Aineistossa on kaikki Vaasan toimitusyksikössä koeajetut sekä viimeistellyt moottorit marraskuun ajalta. Ogelmana tällä hetkellä ovat samojen vikailmoitusten toistuminen sekä niiden puutteellinen kirjaaminen. Korjaavia toimenpiteitä on vaikea tehdä nykyisen tiedon pohjalta ja samoja vikoja korjataan todella usein. Tämä samojen vikojen korjaaminen on täysin turhaa, sillä se vie aikaa ja rahaa sekä jos se olisi jotenkin estettävissä, kannattaisi siihen kiinnittää huomiota enemmän. Aineiston tiedot kerättiin SAPista exceliin ja jaoteltiin SAPissa olevien sarakkeiden mukaan. Aineistosta pyrittiin löytämään ongelmakohtia ja puuttumaan niihin sekä ehdottaa esim. ohjeistuksen muuttamista ja lisäämistä.

##### 6.4.1 Koeajon vikailmoitukset

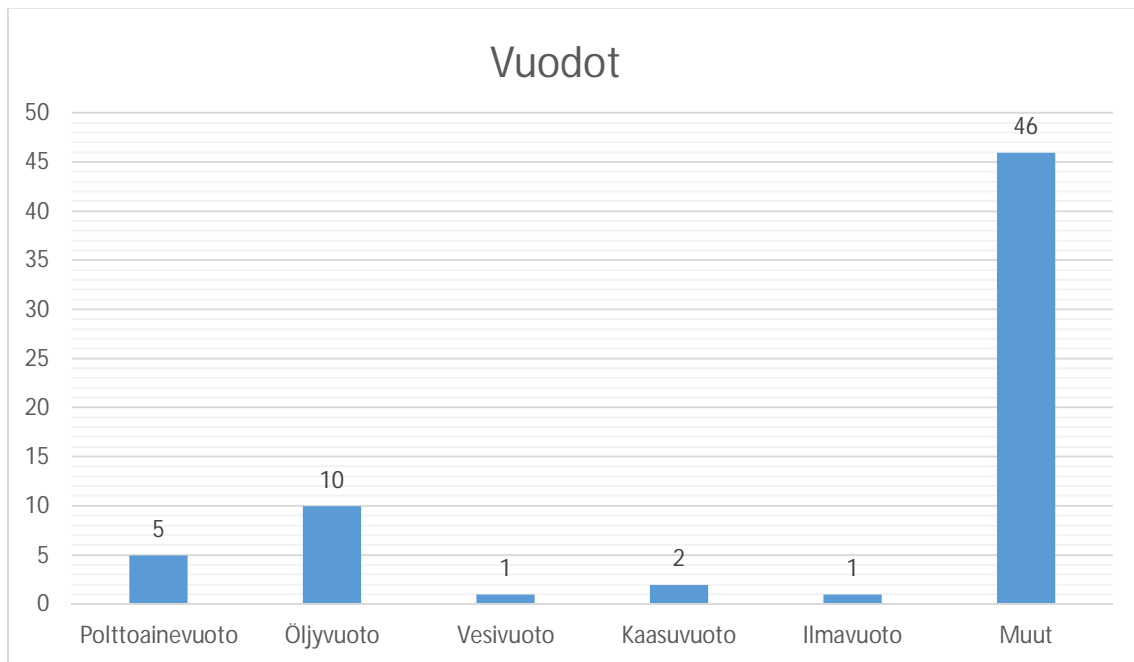
Tutkimuksessa käytiin läpi marraskuun 2015 Wärtsilän Vaasan toimitusyksikössä moottoreiden koeajossa tapahtuneet vikailmoitukset, eli QT01- ilmoitukset. Moottoreita marraskuussa koeajettiin 41 kappaletta ja niistä oli raportoitu yhteensä 157 vikaa tai puutetta. Tässä listauksessa ovat kaikki moottorityypit mitä Vaasan toimitusyksikössä valmistetaan. Seuraavassa kuvassa numero 14 on luokiteltuna eri vikatyypit, mitä moottoreista löytyi. Vuotoja oli ehdottomasti eniten, 65 kappaletta ja sähköinen vika oli toiseksi yleisin 24 kappaleella. Melkein saman verran oli mekaanista vikaa,

uudelleensäätöä ja puutteita/kadonneita. Suunnittelua, dokumentaatiota ja epäpuhtatta oli vähän.



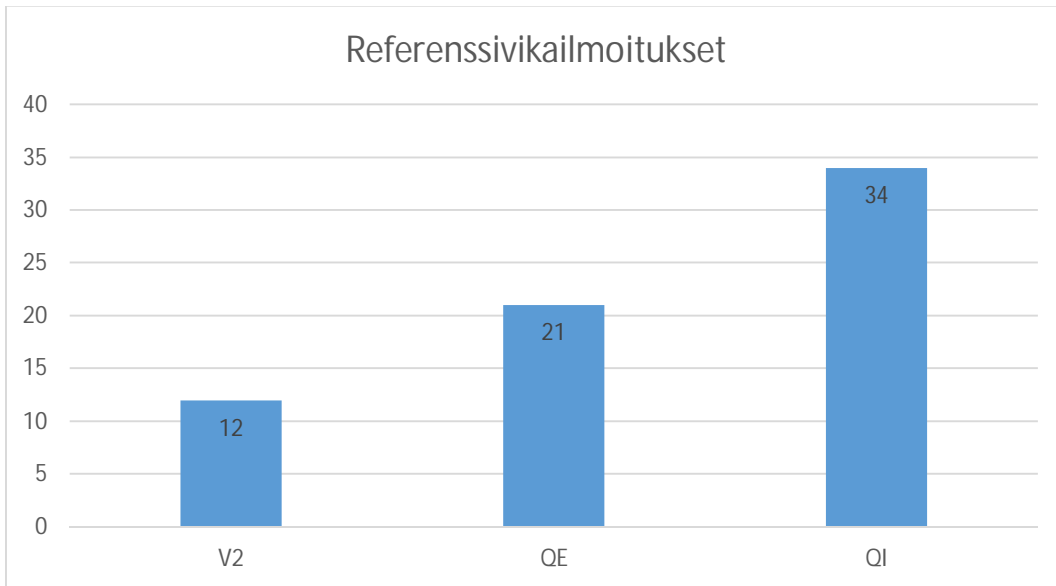
Kuva 14. Moottorin koeajossa havaitut vikatyypit

Seuraavassa kuvassa numero 15 nähdään kuinka erilaiset vuototyypit on kirjattu vikailmoituksen tekstisarakkeelle. Tämä tekstisarake on nähtävillä, kun vikailmoituksia tutkitaan massana ja halutaan nähdä kaikki yhdessä listassa. Olisi siis tärkeää, että kuvaus olisi selkeä ja ilmoittaisi suoraan ja tarkasti esimerkiksi vuodon tyypin tai paikan. Vikailmoituksissa oli siis yhteensä 65 kappaletta vuotoja, joista 46 oli kirjattu esimerkiksi sanoilla putki, tulppa ja filteri. Näitä vuotoja on todella vaikea kohdistaa oikeaan paikkaan. Polttoaine-, öljy-, vesi-, ilma- ja kaasuvuodot kertovat tapauksesta enemmän ja näitä oli yhteensä 19 kappaletta. Tämä kirjaustapa on selvästi parempi, mutta näissäkään ei voi kohdentaa vuodon paikkaa.



Kuva 15. Vuodot

Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu, kuinka monta vikailmoitusta on tehty marraskuun aikana koeajossa sattuneista vioista. Nämä vikailmoitukset tarkoittavat sitä, että vikaa ei ole voitu korjata heti, vaan se on vaatinut tarkastajan kutsumisen paikalle, jolloin on tehty arvio, mitä pitää tehdä. Kyseiset referenssivikailmoitukset ovat olleet kolmea eri tyyppiä: suunnittelu (V2), alihankkijaan liittyvä (QE) ja sisäinen (QI). Eniten on tehty sisäisiä tuotteen laaduttomuuteen viittaavia vikailmoituksia.



Kuva 16. Referenssivikailmoitukset

Yksi iso puute on materiaalinumeroiden kirjaamatta jättäminen. Materiaalinumeroita ei ole kirjattu aktiivisesti vikailmoituksille ja tämä tarkoittaa sitä, että materiaalia ei pystytä kohdentamaan. Materiaalinumero löytyy 17:sta vikailmoituksesta ja vikailmoituksia oli tehty 157 kappaletta. Materiaalinumero löytyy siis noin 10%:sta vikailmoituksista. Tämän numeron antaminen vikailmoitukseen helpottaisi osien jäljitettävyyttä ja vähentäisi turhaa työtä. Esimerkiksi hankintaosasto saisi helpommin tietoa huonoista eristä ja turhaa etsimistä ei tarvitsisi tehdä. Materiaalinumeroa ei yleensä ole vaikea löytää.

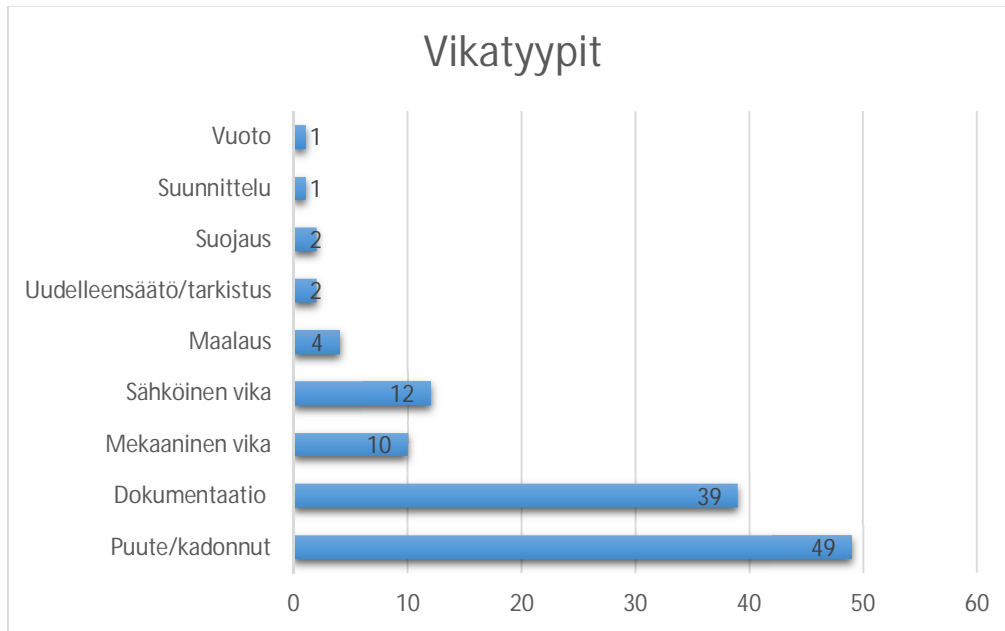
Korjaavana toimenpiteenä monessa tapauksessa on kirjattuna ”korjataan koeajossa” tai ”korjataan Wärtsilän toimesta”. 110 tapausta 157 tapauksesta on kirjattu näillä edellä mainituilla syillä. Tämä ei ole kunnollinen korjaava toimenpide vaan johtaa yleensä siihen, että sama vika toistuu. Muita korjaavia toimenpiteitä on kirjattu vikailmoituksille muun muassa: ”ilmoitetaan jälkitöille”, ”korjataan viimeistelyssä”, ”ilmoitettu projektille”, ”öljypumppu vaihdettu” ja ”tulppa asennettu”. Aineistosta löytyi myös 21 kappaletta tapauksia, joissa ei ole kirjattuna ollenkaan korjaavaa toimenpidettä. Nämä ovat tapauksia, joille on kirjattu referenssinotifikaatio, mutta se tulisi mainita ilmoituksissa. Korjaava toimenpide, johon teoriaosuudessa myös viitattiin tarkoittaa toimintoa, jolla poistetaan havaitut poikkeamien syyt, jotta ne eivät toteutuisi. Tämä

vikojen toistumisen poistaminen on korjaavan toimenpiteen perimmäinen tarkoitus. Juurisyyanalyysin tekeminen antaa vialle sen perimmäisen syyn, jolloin korjaavat toimenpiteet mietitään syyn kautta.

#### 6.4.2 Viimeistelyn vikailmoitukset

Moottorin viimeistelyssä tehdään samantyyppisiä vikailmoituksia kuin koeajossa. Raportin vikailmoituksille avaa laatutarkastaja, kun moottori saapuu viimeistelyyn. Viimeistelyssä tapahtuu moottorin lopputarkistus ennen sen lähtöä asiakkaalle. Tässä moottorin viimeisessä vaiheessa tarkastetaan mm. moottorin maalaus, varoituskylttien oikeellisuus, dokumentaation pitävyys sekä moottorissa tapahtuneiden aikaisempien vaiheiden vikailmoitusten valmiiksi kirjaaminen.

Tutkimuksessa tutkittiin viimeistelyn vikailmoitukset, eli QT02- ilmoitukset marraskuun 2015 osalta. Moottoreita oli viimeistely marraskuussa yhteensä 43 kappaletta ja niistä oli tehty 120 vikailmoitusta. Näistä 43:sta moottorista oli 13 moottoria, joissa ei ollut viimeistelyn aikana havaittu yhtään vikaa. Kaikki 20- moottorit, joita oli 11 kappaletta, pääsivät viimeistelyn tarkastuksesta ilman vikailmoituksia. Lisäksi myös kaksi isompaa (34DF) moottoria todettiin viimeistelyn tarkastuksessa vikavapaiksi. Alla olevassa kuvassa on näytetty viimeistelyssä olevat vikatyypit marraskuisissa vikailmoituksissa. Puute/kadonnut sekä dokumentaatio ovat selvästi yleisimmät vikatyypit.

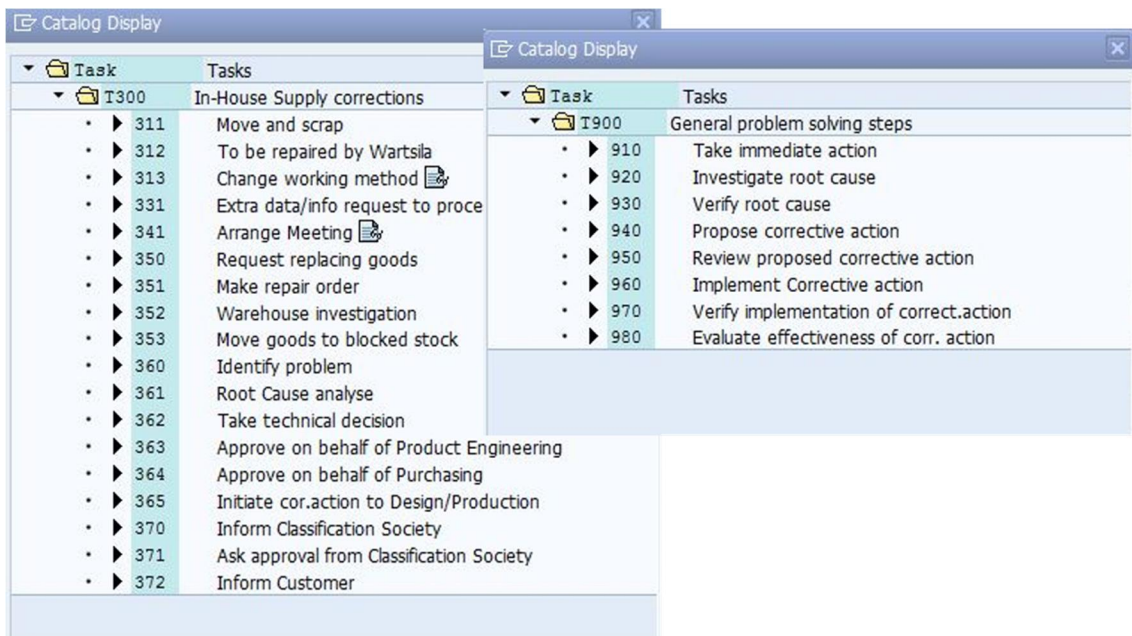


Kuva 17. Viimeistelyn vikailmoitusten vikatyypit

Viimeistelyn vikailmoituksissa on paljon ns. pakollisia vikailmoituksia, kuten kuittaamattomia moottorille kuuluvia vikailmoituksia, jotka ovat tapahtuneet moottorille aiemmin. Näitä vikailmoituksia ei ilmoituksen omistaja ole kuitannut valmiiksi. Osa voi olla jo valmiita ja osa odottaa korjaavien toimenpiteiden tekoa. Toinen yleinen ns. pakollinen vikailmoitus näyttää olevan testiraportit, joissa on virheitä tai raportit puuttuvat kokonaan. Nämä molemmat vikailmoitukset menevät kategoriaan dokumentaatio. Dokumentaatio sisältää myös puuttuvat tai virheellisesti piirustukset, jotka kuitataan lisäyksi tai vaihdetuksi viimeistelyssä.

Suurin määrä, 49 kappaletta on kirjattu vikatyypille Puute/Kadonnut. Nämä vikailmoitukset ovat lähes poikkeuksetta puuttuvia varoituskylttejä, tekstikylttejä, roiskesuojia tai kilpiä. Laatutarkastajat käyvät kiinnittämässä kilvet paikoilleen ja tekevät puutteesta vikailmoituksen. Näiden kylttien kiinnittäminen tulisi tehdä jo asennussolussa, jolloin saataisiin tämän vikatyypin kirjausmäärä pienemmäksi. Jotkut projektit tosin vaativat erilaisten kilpien kiinnittämisen, joten ne kiinnitetään tällöin viimeistelyvaiheessa.

Viimeistelyn vikailmoitusten korjaava toimenpidekoodi on lähes poikkeuksetta ”korjataan Wärtsilän toimesta” (To be repaired by Wärtsilä). 116 vikailmoitusta 120:sta oli kuitattu tällä koodilla. Neljässä jäljelle jäävässä ilmoituksessa oli yhdessä ”Määrittele ongelma” ja kolmessa vikailmoituksessa korjaava toimenpide oli ”Tarkista korjaavien toimenpiteiden täytäntöönpano”. Tämä jälkimmäisin näyttää olevan koodi referenssivikailmoitus. Näissä kolmessa vikailmoituksessa oli kirjattuna alihankkijaan liittyvä QE- vikailmoitus. Listaa korjaavista toimenpiteistä voisi käyttää paljon laajemmin, sillä kuten kuvasta 17 näkyy, syykoodeja on paljon ja niitä kannattaisi hyödyntää.



Kuva 18. Korjaavat toimenpidekoodit vialle. Koodia 312 käytetään viimeistelyn vikailmoituksissa lähes poikkeuksetta.

Materiaalinumero on syötetty 83:een viimeistelyn vikailmoituksia. Tässä on suurin ero koeajon vikailmotuksiin. Laatutarkastajat täyttävät pääsääntöisesti viimeistelyn vikailmoitukset toisin kuin koeajossa, joten he myös syöttävät materiaalinumeron ilmoituksiin.

Pienemmissä moottoreissa, eli Wärtsilä 20- moottoreissa ei ollut ollenkaan vikailmoituksia viimeistelyssä marraskuussa 2015. Ei ole ollut siis väliä, oliko kyseessä diesel- vai kaasumoottori. Nämä moottorit viimeistellään tuotannon ja koeajon läheisyydessä, toisin kuin isommat moottorit, jotka viedään kaasu- tai dieselkoeajosta erikseen viimeistelyyn. Tämä saman tiimin paikallaolo on varmasti suurin syy siihen, ettei vikailmoituksia näissä moottoreissa viimeistelyssä ole ollenkaan.



## 7 POHDINTAA, JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, miksi juurisyyanalyysiä ei systemaattisesti tehdä kohdeyrityksessä todetuille vioille ja ongelmille sekä miksi moottorin koejaossa esiintyy samoja vikoja kuukaudesta toiseen. Juurisyyanalyysin tekeminen olisi tärkeää ottaa systemaattisemmin käyttöön, sillä oikeilla korjaavilla toimenpiteillä juuri ongelmien toistuvuus saataisiin ainakin vähenemään. Tutkimusongelmiin mietitiin ratkaisuja teoriaosuudessa tutkimalla ensin laadun roolia ja sitä, miten se näkyy. Laatu käsitteenä on laaja ja siitä löytyy kirjallisuutta todella paljon. Nyt haluttiin keskittyä sellaiseen kirjallisuuteen, joka antoi pohjaa seuraavalle kappaleelle juurisyyanalyysistä, joten kirjallisuudesta poimittiin teoriaa laadunhallinnasta, -tarkastamisesta ja -parantamisesta. Lyhyesti haluttiin myös käsitellä laatustandardeja, sillä ne sanelevat yrityksessä nykyään vuosittain aika paljon. Monet asiakkaat arvostavat laatustandardeja ja mikäli niitä halutaan pitää yllä, auditoidaan ne ulkoisen tahon puolesta vuosittain.

Teoria osoitti sen, että kohdeyrityksessä tehdään paljon asioita oikein. Laatu vaatii laatugurujen mukaan ylemmän johdon sitoutumisen ja Wärtsilässä johto on vuosia sitten ilmoittanut sitoutumisensa siihen, että haluaa asiakkaille laadukkaita tuotteita ja haluaa virheet minimiin. Ylemmän tason sitoutuminen on nostanut laadun tärkeäksi asiaksi yrityksessä. Laatuun kiinnitetään siis huomiota todella paljon enemmän kuin esimerkiksi viisi vuotta sitten. Se nostetaan tasaisin väliajoin yrityksen intranetissä otsikoihin, siitä pyörii sisäisissä televisioissa ruutuja ja siitä julkaistaan eri yksiköiden sisällä paikallisia julkaisuja. Johto antaa myönteistä palautetta hyvistä suorituksista ja pyrkii tällä tavalla nostamaan ilmapiiriä ja ammattiyllpeyttä. Moottoreita tehdäänkin ylpeydellä – ainakin pilottituotannossa – jossa sama asentajatiimi tekee moottorin alusta loppuun. Linjatuotannossa tehdään saman vaiheen asennustyötä eikä se tee moottorista ”omaa”, sillä moottori siirtyy vaiheelta seuraavalle. Tutkija huomasi tämän ammattiyllpeyden osallistuessaan pilottitehtaan viikottaiseen laatupalaveriin, jossa käytiin läpi yhden asennustiimin hieno saavutus – virheetön moottori. Asentajat olivat oikeasti ylpeitä saavutuksestaan ja moottoreista sekä tulevista tilauksista oltiin kiinnostuneita.

Teoriaosuudessa käsiteltiin juurisyy käsitteenä ja juurisyyanalyysi sekä problem solving –toimintatapa käytiin myös läpi. Näistä aiheista ei ihan edellisen laatu- käsitteen tasoista kattavaa tietoa löytynyt, mutta aineistoa oli kuitenkin tarjolla niin kirjallisuudessa kuin artikkeleissa tehtyjen tutkimusten muodossa. Juurisyyanalyysi on siis osa Problem Solving -prosessia ja se on tunnettu termi Wärtsilässä. Problem Solving -prosessissa on tavoitteena selvittää jokin (1/viikko) verstaalla ilmenevä vika ja tehtyjä problem solving selvityksiä seurataan laatuosastolla. Problem Solving -toimintatapa on selvästi nostanut juurisyyanalyysin tietoisuutta, mutta sitä ei silti systemaattisesti tehdä, vaikka sisäisessä vikailmoituksia koskevassa koulutusmateriaalissa se kehoitetaan tekemään aina kun vika ilmenee. Problem Solving koetaan käsitteenä liian raskaana, joten verstailla koetaan yhdenkin tapauksen selvitys viikkoon työläänä. Tämän vuoksi olisikin syytä miettiä ongelmien ratkaisuita ainoastaan juurisyyanalyysä käyttäen, joka on yksi osa problem solving –prosessia.

Näiden lisäksi teoriaosuudessa käsiteltiin myös laatutyökaluja, joita käytetään kun juurisyyanalyysiä tehdään. Tässä työssä ne jaoteltiin eri vaiheille, sillä se järkevöittää niiden käyttöä. Kohdeyrityksessä käytetään pääsääntöisesti kahta työkalua: syy-seurausanalyysiä sekä ”viisi kertaa miksi” -työkalua. Tässä lopputyössä pyrittiin tuomaan esille myös muita työkaluja, jotka voisivat auttaa juurisyyanalyysin tekemisessä. Hankaluutena varmasti koetaan työkalun käyttöönotto. Ajatellaan, että se on työläs tai sen opetteluun kuluu runsaasti aikaa. Lähes kaikki esitellyt työkalut ovat käytännönläheisiä ja helppokäyttöisiä, joten niihin tutustumisessa ja opettelussa ei mene kauaa aikaa ja ne voivat helpottaa juurisyyanalyysin tekemistä sekä tuoda siihen uusia lähestymistapoja.

Tämän opinnäytetyön tutkimus oli laadullinen. Se sisälsi henkilöhaastattelut sekä aineiston keruun ja analysoinnin. Haastatteluihin saatiin hyvin mukaan tehtaan verstaapäälliköt, jotka vastasivat avoimesti kysymyksiin. Ne oli mietytty yhdessä tehtaan laatuosaston kanssa. Aineisto saatiin valmiissa excel muodossa, joka piti käydä vikailmoitus kerrallaan läpi yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä (SAP). Tutkija oli tuotannossa tutustumassa laatutarkastajien työhön, joten pystyi ymmärtämään paremmin vikailmoitusten tekemisen. Tarkastajien työ on paljon tulipalojen sammuttamista.

Tarkastajalle soitetaan viasta tai ongelmasta ja hän käy katsomassa tilanteen. Kuten aiemmin todettiin, laativat laatutarkastajat lähes kaikki tehtaalla ilmenevät vikailmoitukset itse. Tämä tarkoittaa sitä, että tarkastaja kirjaa työpäivänsä aikana vikailmoituksia, eikä muille töille, kuten kehittämiselle jää aikaa.

### 7.1 Haastattelut

Haastatteluista kävi selvästi ilmi se, että juurisyyanalyysiä eri osastoilla tehdään kyllä, mutta vain murto-osalle tapauksista. Tämä johtuu osittain kiireestä ja siitä, että sitä pidetään hankalana aloittaa. Kunhan vikailmoitukset tehdään selvästi niin juurisyyanalyysin teko olisi helpompi aloittaa. Problem solving -pakote verstaalle on hyvä ja siinä on tällä hetkellä suositus 1 / viikko suorittaville verstaalle. Jos siihen saisi yhden tapauksen lisää viikossa, niin tapauksia pystyttäisiin tutkimaan laajemmin. Problem Solving -pohjaa toivottiin selkeämmäksi ja niin että se sisältäisi avustavia esimerkkejä, kuinka prosessin kanssa edettäisiin.

Kun tavoitteena on kuitata vikailmoitus valmiiksi kuittaamalla korjaavat toimenpiteet tehdyiksi, ei kehitystä tapahdu ollenkaan. Todennäköisesti sama vika toistuu uudelleen ja uudelleen. Tämä johtaa siihen että moottorit myöhästyvät ja kustannukset kasvavat. Tavoitteena pitäisi olla juurisyyanalyysin avulla tutkia vian perimmäinen syy ja tehdä sille kunnolliset korjaavat toimenpiteet. Materiaalnumero vikailmoituksista puuttuu lähes aina. Kun se olisi kirjattuna vikailmoitukseen, saadaan heti tieto esimerkiksi siitä, mikä erä on ollut viallinen ja ostaja saa oikean tiedon ilman viiveitä.

Haastatteluissa kävi ilmi, että eri tehtailla ja verstailla on erilaiset tavat tehdä töitä. Toiset eivät päästä moottoria eteenpäin, mikäli siinä tiedetään olevan vikaa, toiset taas eivät välitä ja ajattelevat että seuraava hoitaa. Haastatteluista sain myös sen kuvan että samanlaisia toistuvia vikoja ei tutkita. Kun toistuvia vikoja tutkittaisiin ja tehtäisiin juurisyyanalyysyjä niille, löydettäisiin varmasti syitä vikojen toistuvuudelle ja korjaavia toimenpiteitä saataisiin paremmin tehtyä.

Raportointiin voisi myös enemmän kiinnittää huomiota. Eli kun juurisyy löydetään, se olisi hyvä käydä läpi koko asennustiimin kanssa, jotta samaa vikaa ei enää pääsisi sattumaan. Kommunikoinnin tärkeyttä ei voi liikaa korostaa, sillä kun tieto saadaan oikeaan paikkaan, niin seuraavia samanlaisia vikoja ei enää pääse syntymään. Vaikka haastatteluista sai sen kuvan, että löydetyt juurisyyt ja korjaavat toimenpiteet viestitään eteenpäin, niin ei varmasti olisi haitaksi tiedottaa niistä vielä laajemmin ja systemaattisemmin. Lisäksi korjaavien toimenpiteiden laadukkuuteen ja kirjaamiseen pitäisi myös kiinnittää huomiota.

Yhdeksännessä kysymyksessä kysyttiin koeajossa tapahtuvan vian tutkimisesta ja siitä, kuka on vastuussa. Tämä oli hankala kysymys, sillä vikoja on niin monenlaatuksia. Vikatyyppejä voi olla esim. vuoto, joka kiristetään koeajossa, mutta kiristys olisi kuulunut tehdä siihen kuuluvassa vaiheessa moottoria kootessa. Näistä vuodoista asennussolun pitäisi saada tietää, jolloin niiden toistuvuus voitaisiin ehkäistä. Mikäli koeajossa tehdään referenssinotifikaatio sisäisestä tuotteeseen liittyvästä viasta (QI), niin tällöin vikailmoituksen omistajuus menee suorittavalle yksikölle ja vikailmoituksen korjaavien toimenpiteiden sulkemisesta on vastuussa verstaapäällikkö. Vastuuta ei saisi kuitenkaan pakoilla ja ajatella, että seuraava hoitaa. Vastuu on jokaisella itsellään.

Viimeinen kysymys, jossa pyydettiin ehdotuksia prosessin tehostamiseen, oli tunteita herättävä kysymys monelle vastaajista. Useat vastasivat, että omat resurssit eivät riitä analyysien tekoon lisäksi valmista pohjaa pyydettiin, joka olisi systemaattisempi ja jossa olisi kysymykset valmiina. Tällaista valmista pohjaa on vaikea tehdä, sillä ongelmat ovat eri verstailla erilaiset ja valmista kysymysnippua on hankala ellei mahdoton tehdä, niin etä se palvelisi kaikkia verstaita. Laatutyökalut, kuten ainakin ”viisi kertaa miksi” ja syy-seurausanalyysi teko ovat vian tutkinnassa usein käytössä. Muita laatutyökaluja ei juurikaan käytetä. Verstaapäälliköitä auttaisi juurisyyanalyysia varten tehty valmis pohja, jossa olisi lueteltuna eri laatutyökalut, ja missä vaiheessa niitä käytetään sekä niiden käyttöohjeet.

## 7.2 Vikailmoitukset moottorin koeajossa

Vikailmoitusten samanlaiseen ja yhtenäiseen kirjaustapaan tulisi kiinnittää huomiota, sillä se on kirjavaa ja vaihtelee paljon. Moottoreiden koeajo tapahtuu Vaasan toimitusyksikössä kolmessa (diesel- ja kaasukoeajot sekä 20- moottoreiden koeajo) eri paikassa, joten vikojen ja puutteiden kirjaamiseen osallistuvat monet eri ihmiset. Tämä on yksi syy, miksi kirjaustavat vaihtelevat. Muita syitä on mm. kiire ja joissain tapauksissa ajattelemattomuus. Kirjaustavan ollessa samanlainen, vikoja ja niiden toistuvuutta pystyttäisiin seuraamaan tehokkaammin. Listauksen saisi helposti graafiseen muotoon, jolloin nähtäisiin yhdellä silmäyksellä esimerkiksi korjaavat toimenpiteet, joiden kirjauksessa tällä hetkellä on todella paljon vaihtelevuutta.

Usein korjaavana toimenpiteenä on kirjoitettu ”korjattu koeajossa” tai ”korjataan Wärtsilän toimesta”. Nämäkin kirjaustavat vaihtelevat paljon ja niitä oli marraskuun QT01 vikailmoituksissa todella kirjava määrä. Nämä eivät anna oikeastaan mitään tietoa korjauksesta eivätkä jalosta tapauksen tutkintaa millään tavalla eteenpäin. Ei tiedetä, kuinka vika on korjattu ja missä vika oli, jolloin sama vika toistuu todennäköisesti uudelleen ja uudelleen. Korjaavaan toimenpiteeseen tulee kiinnittää huomiota ja se tulisi ainakin kirjata samalla tavalla. Aineistossa oli myös tyhjiä kohtia korjaavalle toimenpiteelle ja näille ilmoituksille oli kirjattu referenssinotifikaatio. Tämä referenssivikailmoitus pitäisi mainita myös korjaavana toimenpiteenä, jolloin ei tule epäselvyyksiä.

Vuotoja on vikatyypeissä eniten ja niiden kirjaamiseen pitää kiinnittää huomiota. Ohjeistukseen tulisi tehdä muutos vuotojen osalta, sillä nyt on vaikea kohdentaa vuodon kohtaa. Vuotoihin kirjataan usein sanat: putki, filteri, ermetori, liitos. Nämä eivät kerro vuodon paikkaa ensisilmäyksellä, vaan vaativat pidemmän tekstin perehtymisen. Olisi hyvä, jos sarakkeessa kohdassa ”text” olisi paikka määriteltynä paremmin. Vuodon tyyppin ja paikan kun saisi jo teksti -sarakeessa kohdennettua, niin päästäisiin heti tapauksen tutkimiseen, eikä koko vikailmoitusta tarvitsisi välttämättä avata. Lisäksi moottorin osista tulisi käyttää oikeita nimikkeitä, niin tämäkin nopeuttaisi analysointia ja juurisyyntä löytymistä.

Materiaalinumero puuttuu QT01 -vikailmoituksista lähes aina. Tällöin ei pystytä jäljittämään materiaalia tai se vie niin paljon aikaa ettei siihen ryhdytä. Materiaalinumero tulisi siis laittaa vikailmoitukseen aina kun se on mahdollista. Näin selvitystyö on helpompaa ja aikaa ei kulu hukkaan. Ohjeistuksiin tulisi siis tehdä muutos materiaalinumeron osalta, että se lisätään QT vikailmoituksissa Assembly-kohtaan. Materiaalinumero ei ole vaikea löytää, sillä esimerkiksi QT02 vikailmoituksissa se on järjestäen lähes joka ilmoituksessa. Materiaalinumeron kirjaus olisi hyvä käydä läpi osastopalaverissa.

Kuvat toisivat koeajon vikailmoituksille suurta lisäarvoa. Kuvista näkisi heti tilanteen ja vian paikantaminen helpottuisi. Kuvia tulisi siis lisätä koeajon vikailmoituksiin. Sama tiimi ja sama laatutarkastaja takaavat myös sen, että vikailmoitukset ovat selkeitä ja samanlaisia.

Tällä hetkellä juurisyyanalyysin selvittämisessä käytetään lähes aina kahta samaa työkalua: ”viisi kertaa miksi” tai syy- seurausanalyysiä. Työkaluja olisi paljon enemmän tarjolla ja niitä tulisi käyttää monipuolisemmin eri vaiheissa. Työkalut on esitetty luvussa neljä ja ne on jaoteltuna juurisyyanalyysin eri vaiheille. Työkalujen laajempi käyttöönotto toisi analyyseihin monipuolisuutta ja erilaisia näkökantoja. Kun ongelmaa lähestytään uudella tavalla, voi saada erilaisia tuloksia ja mahdollisesti erilainen juurisyy ongelmaan voi löytyä.

### 7.3 Vikailmoitukset moottorin viimeistelyssä

Dokumentaatio on toiseksi käytetyin vikailmoitustyyppi moottorin viimeistelyssä. Niitä oli marraskuussa 120 vikailmoituksesta 39 kappaletta. Tämä on iso määrä pääasiassa kuittaamattomia vikailmoituksia. Jos nämä vikailmoitukset olisi kuitattu ja tehty valmiiksi ennen moottorin viimeistelyä, niin tällöin vikailmoituksia olisi paljon vähemmän. Tämä on niin toistuva tapa, että tälle ehdotetaan juurisyyanalyysin tekoa.

Tulisi siis selvittää, miksi moottorin viimeisessä vaiheessa on vielä niin paljon kuittaamattomia vikailmoituksia.

Puute/kadonnut –vikatyypin on käytettyin viimeistelyssä. Sitä oli syötetty SAPpiin 49 kappaletta. Tämä määrä on lähes puolet kaikista marraskuussa syötetyistä vikailmoituksista viimeistelyssä. Suurin osa näistä puutteista oli kylttejä ja merkkejä, joita ei oltu laitettu kiinni asennuksessa. Näiden kylttien puute viimeistelyssä vaatii myös juurisyyanalyysin tekemisen.

Huomioitavaa on myös, että kaikki 20- moottorit olivat vikavapaita marraskuussa kerätystä aineistosta. Tämän selittää isoilta osin se, että tämä moottorituotanto tapahtuu samassa tilassa myös koeajon ja viimeistelyn osalta. Sama tiimi hoitaa siis käytännössä moottorin alusta loppuun. Moottorin valmistumista ja tehtaalta lähtöä nopeuttaa se, että se on vikavapaa viimeistely -vaiheessa. Toinen huomio kiinnittyy siihen että kaikissa 32/34 diesel- moottoreissa oli vikoja viimeistelyssä. Näiden kahden moottorin eron selittää osittain siis se, että pienempi moottori tehdään samassa paikassa kokonaan.

#### 7.4 Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa selvitettiin syitä siihen, miksi samanlaiset vikailmoitukset esiintyvät moottorin koeajossa ja viimeistelyssä. Sen lisäksi haluttiin myös saada selvitys sille miksi juurisyyanalyysiä ei tehdä systemaattisesti moottorituotannossa esiintyville vioille ja ongelmille.

Juurisyyanalyysi ajatellaan tehtaalla yleisesti liian raskaaksi tavaksi selvittää ongelma, koska sitä ollaan yrityksessä markkinoitu problem solving -metodin yhteydessä. Juurisyyanalyysin voi tehdä ilman problem solvingia ja niin se kannattaisikin tehdä, jotta siitä tulisi verstaalle toistuva tapa. Juurisyyanalyysiä kannattaisikin nyt markkinoida verstaalle ilman, että maitsee problem solving –työtavasta. Riittää hyvin, kun juurisyy

selvittää ja lähtee miettimään korjaavia toimenpiteitä sille. Johdon tulisi antaa tälle tukea ja asettaa tavoite korkeammalle kuin yksi tapaus viikkoon. Juurisyyanalyysijä tulisi tehdä toistuvilla vioilla aina kun ne ilmenevät.

Samanlaiset vikailmoitukset esiintyvät koeajossa ja viimeistelyssä muun muassa sen takia, koska niille ei tehdä juurisyyanalyysijä. Muita syitä ovat kiire ja huolimattomuus sekä myös välinpitämättömyys. Vikailmoitusten tekemiseen tulee tulevaisuudessa kiinnittää paljon enemmän huomiota. Niissä on nyt paljon kirjoitusvirheitä ja moottorin osatkin kirjoitetaan eri tavoin. Yhtenäinen tapa toisi lisäarvoa sekä raportointia tehokkaammaksi. Vikailmoitusten teko saadaan yhtenäisemmäksi koulutuksella, pelkkä ohjeiden päivittäminen ei tuo toivottua lopputulosta. Kun vikailmoitukset tehdään kaikilla osastoilla samalla tavalla, saadaan seuranta helpommaksi. Seurannan helpottuminen taas tuo mahdolliseksi sen, että pystytään puuttumaan toistuvuuksiin sekä epäselvyyksiin paremmin.

Tämä tutkimus oli mielenkiintoinen ja ajankohtainen. Laatu tänä päivänä on yksi yrityksen suurimmista kilpailueduista, sillä asiakas haluaa tuotteen toimivan pitkään ja moitteettomasti. Hyvällä laatutasolla pystytään kilpailemaan nyt taloudellisesti haastavina aikoina ja asiakkaat ovatkin entistä enemmän kiinnostuneita yrityksen sisäisistä laaduntarkastusprosesseista. Asiakkaat tekevät paljon auditointeja yrityksiin ennen ostopäätöstä. Laadun tarkastukseen ja parantamiseen kiinnitetäänkin enemmän huomiota ja siihen pyritään saamaan tiukkoinakin aikoina resursseja. Juurisyyanalyysi on näissä toiminnoissa keskeisessä asemassa.



## LÄHDELUETTELO

- Andersen, Björn, Fagerhaug, Tom. (2006). *Root Cause Analysis, Simplified Tools and Techniques*. 2. painos. Milwaukee: ASQ Quality Press. ISBN: 0-87389-692-0
- Beckford, John L.W. (2010). *Quality, A Critical Introduction*. 3. painos. New York: Routledge. 328 s. ISBN: 978-0-415-99635-8
- Dogget A. Mark. (2005). Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection. *The Quality Management Journal*. 12:4 [lainattu 28.11.2015] 34-45 Saatavilla: [https://www.researchgate.net/profile/Mark\\_Doggett/publication/42831418\\_Root\\_Cause\\_Analysis\\_A\\_Framework\\_for\\_Tool\\_Selection/links/02e7e5367ee85007b6000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mark_Doggett/publication/42831418_Root_Cause_Analysis_A_Framework_for_Tool_Selection/links/02e7e5367ee85007b6000000.pdf)
- Fiegenwald, V., Bassetto, S., Tolleanaere M. (2011). Controlling nonconformities propagation in manufacturing. Case study in an electromechanical assembly plant. *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*. [lainattu 7.2.2016]. Saatavilla: <http://ieeexplore.ieee.org.proxy.tritonia.fi/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6118162>
- Hinckley, C. Martin. (1997). Defining the best quality-control systems by design and inspection. *Clinical Chemistry*. 43:5 [lainattu 7.2.2016] 873-879. Saatavilla: <http://www.clinchem.org/content/43/5/873.long>
- Hirsjärvi, Sirkka, Remes, Pirkko, Sajavaara, Paula. (2009). *Tutki ja kirjoita*. 15. painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. 464 s. ISBN: 978-951-31-4836-2.
- Ishikawa, Kaoru. (1994). *Guide to Quality Control*. Hong Kong: Nordica International Limited. 225 s. ISBN: 92-833-1035-7
- Ishikawa, Kaoru. (1990). *Introduction to Quality Control*. London: Chapman & Hall. 435 s. ISBN: 0-412-43540-3

- Juran, Joseph M., Godfrey A. Blanton. (1998). *Juran's Quality Handbook*. 5. painos. New York: McGraw-Hill. ISBN: 0-07-034003-X
- Lecklin, Olli. (2006). *Laatu yrityksen menestystekijänä*. 5. painos. Hämeenlinna: Karisto. 408 s. ISBN: 952-14-1082-5
- Mitra, Amitawa. (1998). *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. 2. painos. New Jersey: Prentice-Hall. 723s. ISBN: 0-13-645086-5.
- Montgomery, Douglas C., Jennings, Cheryl L., Pfund Michele E. (2011). *Managing, Controlling, and Improving Quality*. USA: John Wiley & Sons. 501 s. ISBN: 978-0-471-69791-6
- Oakland, John S. (2014). *Total Quality Management and Operational Excellence – Text with Cases*. 4. Painos. New York: Routledge. 530s. ISBN: 978-0-415-63549-3.
- Okes, Duke (2005). Improve Your Root Cause Analysis. *Manufacturing engineer*. 134:3 [Lainattu 28.11.2015] 171-178. Saatavilla: <http://neumann.hec.ca/sites/cours/53-505-96/ROOT-CAUSE-ANALYSIS.DOC>
- Okes, Duke. (2009). *Root Cause Analysis: The Core of Problem Solving and Corrective Action*. Milwaukee: ASQ Quality Press. 182s. ISBN: 978-0-87389-764-8.
- Olkkonen, Tauno. (1994). *Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön* . Toinen painos. Espoo: TKK OFFSET. 143 s. ISBN: 951-22-1774-0
- Pojasek, Robert B. (2000). Asking “Why?” Five Times. *Environmental Quality Management*. 79-84. [Lainattu 28.11.2015] Saatavilla: <http://faculty.washington.edu/rsmcpher/Class%20Cases%20and%20Assignments/5%20Whys.pdf>
- Rooney, James, Vanden Heuvel, Lee N. (2004). Root Cause Analysis for Beginners. *Quality Progress*. 37:7, [28.11.2015], 45-53. Saatavana:

<http://search.proquest.com.proxy.tritonia.fi/docview/214770228/B5D22AD3CC4006PQ/1?accountid=14797>

Salomäki, Rauno. (2003). *Suorituskykyiset prosessit - Hyödynnä SPC*. 2. Painos. Tampere: Metalliteollisuuden Kustannus Oy. 424 s. ISBN: 951-817-802-X

Suomen Standardisoimisliitto SFS. *Quality Management Systems. Requirements, ISO 9001:2015*. Standardi, vahvistettu 5.10.2015. Käyttö rajattu.

Surinova Yulia, Paulova, Ivtea. (2010). An Easy Way to Detect Problem's Root Cause: Is- Is Not Analysis. [10.2.2016]. Saatavana: [http://www.mtf.stuba.sk/docs//internetovy\\_casopis/2010/5/surinova\\_paulova.pdf](http://www.mtf.stuba.sk/docs//internetovy_casopis/2010/5/surinova_paulova.pdf)

Uusitalo Hannu. (1991). *Tiede, tutkimus ja tutkielma. Johdatus tutkielman maailmaan*. Juva: WSOY. 212 s. ISBN: 951-0-17457-2

Vanden Heuvel, Lee N., Lorenzo Donald K., Jackson, Laura O, Hanson Walter E., Rooney, James J. & Walker David A. (2008) *Root Cause Analysis Handbook, A Guide to Efficient and Effective Incident Investigation*. 3.painos. Brookfield: Rothstein.. 302 s. ISBN 978-1-931332-51-4.

Wärtsilä Finland Oy. (2013). *Nonconformity directive*. Yrityksen sisäiseen käyttöön.

Wärtsilä Intranet.

Wärtsilä. *This is DCV*. (2015). Sisäinen

Wärtsilä esittely (2015). Sisäinen.

Wärtsilä Oyj Abp Vuosikertomus 2015. (2016) Saatavana: <http://hugin.info/131481/R/1984446/727643.pdf>

## LIITTEET

LIITE1 Haastattelu suoritettiin tehtaan verstaapäälliköille yksilöhaastatteluna.

1. Kerro, mitä juurisyyanalyysi tarkoittaa?
2. Miten menettelette kun ratkaisette ongelmaa / vikaa?
3. Miten tekisit juurisyyanalyysin seuraavalle esimerkille?
4. Mitä laatutyökaluja käytät tehdessäsi juurisyyanalyysitutkimusta? (selitä laatutyökalut)
5. Tehdäänkö juurisyyanalyysistä raporttia?
  - a. Onko se yleisesti löydettävissä?
  - b. Mikä raportti? / Kuinka käsittelette?
6. Usein juurisyy on ohjeiden noudattamatta jättäminen. Miksi menetelmiä / työhöjeita ei noudateta?
7. Minkälainen käsitys sinulla on vikojen toistuvuudesta?
  - a. Seuraatteko niitä? Mittari?
  - b. Käsitteletkö jollain tavalla toistuvia vikoa missä olet omistaja
  - c. Minkälaisiin toimenpiteisiin se johtaa?
8. Mihin menee palaute löydetystä juurisyyestä? (Osastorajojen sisällä ja yli?)
  - a. Minkälaisiin toimenpiteisiin se johtaa
9. Jos vika havaitaan koeajossa, kuka vastaa vian tutkimisesta? Kenen oletat jos et tiedä?
10. Teettekö korjaavia toimenpiteitä?
  - a. Miten varmistetaan korjaavien toimenpiteiden tehokkuus? (että ne ovat olleet oikeat)
11. Onko ehdotuksia kuinka prosessia saataisiin tehostettua?

## LIITE 2

Tämä paperi annettiin haastateltavalle kun kysyttiin kysymys numero kolme. Haastateltavan piti löytää itse syitä ja ratkaisuja ongelmalle.

---

Problem statement: Olet matkalla töistä kotiin ja autosi sammuu keskelle tietä. Selvitä juurisyy tähän tilanteeseen.

Syy	Mahdollinen ratkaisu	Kommentteja
Bensa loppu		