

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2019

Petri Kuusisto

KOMPONENTTILAADUN ANALYSOINTI JA KEHITTÄMINEN

Petri Kuusisto

KOMPONENTTILAADUN ANALYSOINTI JA KEHITTÄMINEN

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Sandvik Mining and Construction Oy:n Turun tehtaan kokoonpanon komponenttien tämänhetkiset laatuongelmat ja löytää niihin kehitystoimenpiteitä, joiden avulla yritys voi parantaa tuotteiden valmistettavuutta ja siten vähentää komponenteissa esiintyviä laatuvirheitä.

Työ oli toiminnallinen opinnäytetyö ja se koostui kolmesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa analysoitiin tuotannon toimittajareklamaatioita ja SWD PES tuotannosuunnittelutyökalun tietokannan laatupoikkeamia. Analyysin avulla osoitettiin laatuvirheiden tämän hetkinen tila ja niiden vaikuttavuus tuotantoon.

Laadun mittarina käytettiin toimittajan komponenteille osoitettuja reklamaatioita. Niiden määrää tarkasteltiin neljän vuoden jaksolta, jotta reklamaatiomäärien kehitys selviää. Oli otettava huomioon myös muut reklamaatiomääriin vaikuttavat tekijät, kuten tuotannon kasvu, tilattujen komponenttien määrä ja organisaation sisäiset muutokset. Kun kaikki tekijät oli otettu huomioon tultiin johtopäätökseen, että reklamaatioiden määrä on kasvussa ja komponenttilaatu on huonontunut.

Toisena vaiheena laatupoikkeamia analysoitiin. Analyysin aikana havaittiin, että kaikilla saman osan toimittajilla oli laatuongelmia tiettyjen komponenttien kanssa. Tästä voitiin päätellä osien valmistettavuudessa olevan ongelmaa enemmän, kuin toimittajien yleisessä laadussa. Ratkaisuna ongelmaan pyrittiin parantamaan Sandvikin omia toimintoja, jotta osat olisi helpompi valmistaa virheettömästi.

Työ rajattiin kriittisimpiin komponentteihin, yleisimpiin virheisiin, sekä niiden aiheuttajiin. Näihin toimintoihin tehtiin juurisyyanalyysi, jolla selvitettiin laatuongelmien aiheuttajat. Yleisin laatupoikkeamien aiheuttaja oli hitsausvirheet. Juurisyyanalyysissä tuli ilmi hitsausvirheiden johtuvan enimmäkseen inhimillisistä tekijöistä ja työtavoista. Toimittajien reklamaatiovastauksissa oli selvästi myös kehitettävää. Usein toimittaja ei tehnyt reklamaation aiheuttaneen ongelman syyn selvitystä.

Tietokantojen analysoinnilla juurisyyt ja niiden suurimmat vaikuttajat löydettiin. Työn kolmannessa vaiheessa suunniteltiin kehitystoimenpiteitä näihin toimintoihin haastattelemalla työntekijöitä eri vaiheista prosessia ja pitämällä osastokohtaisia palaverieja, jotta saataisiin kehitysehdotuksia ja mielipiteitä monesta eri näkökulmasta. Näiden kommenttien ja ehdotusten avulla löydettiin useampia virheitä korjaavia kehitystoimenpiteitä.

Korjaavina toimenpiteinä aloitettiin projektit kuvallisista hitsausohjeista, suunnittelun yleisohjeista, laatuongelmien käsittelyn seurantamahdollisuuksista asentajille ja reklamaatiotietonnan kehittämistä.

ASIASANAT:

Laatu, analyysi, laatujohtaminen, laatutyökalut

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

2019 | 37 pages

Petri Kuusisto

ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF COMPONENT QUALITY

The objective of this thesis was to find out the current component quality problems in the manufacturing of Sandvik Mining and construction Oy Turku and to obtain development measures by which the company itself can improve the manufacturing of the products and thereby reduce the quality defects present in the components.

The work was a functional thesis and consisted of three phases. The first step involved analyzing the supplier claims and the quality deviations of the SWD PES production planning tool database. The analysis showed the current state of component quality and its impact on production.

Supplier claims were used as a measure of quality. Their quantity was reviewed over a four-year period in order to understand the trend of the claims. Other factors affecting the number of claims had to be taken into account, such as production growth, the number of components ordered and changes within the organization. When all the factors had been taken into account, it was concluded that the number of claims was increasing and the component quality had deteriorated.

As a second step, quality deviations were analyzed. During the analysis, it was found that all suppliers had quality problems with certain components. This suggested that there was more of a problem with the manufacturability of parts than with the general quality of the suppliers. The solution to the problem was to improve Sandvik's own operations to make parts easier to manufacture with good quality.

The work was confined to the most critical components, the most common mistakes, and their causes. A root cause analysis was performed for these functions to identify the causes of quality problems. The most common cause of quality deviations was welding errors. The root cause analysis revealed that welding errors were mainly due to human factors and working methods. There was also clear room for improvement in the suppliers' claim responses. Often, the supplier did not investigate the cause of the problem that caused the quality problem.

By analyzing databases, the root causes and their major drivers were discovered. The third phase of the work involved planning development activities for these activities by interviewing employees from various stages of the process and holding department-specific meetings to obtain development suggestions and opinions from many different angles. These comments and suggestions led to the discovery of a number of improvement actions to correct the error.

As corrective actions, projects were started on welding instructions, design guidelines, monitoring possibility of quality issues handling for mechanics, and developing the claim database.

KEYWORDS:

Quality, analysis, quality management, quality tools

SISÄLTÖ

| | |
|---|-----------|
| KÄYTETTY SANASTO | 8 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 TOIMEKSIANTAJAYRITYKSEN ESITTELY | 8 |
| 3 LAATU | 9 |
| 3.1 Laatu käsitteenä | 9 |
| 3.2 Laatu tuotannossa | 10 |
| 4 LAADUN OHJAUSPERIAATTEET JA TYÖKALUT | 11 |
| 4.1 Lean Six Sigma, DMAIC | 12 |
| 4.3 Histogrammi eli pylväsdiagrammi | 13 |
| 4.4 Pareto-analyysi | 14 |
| 4.5 Vuokaavio | 15 |
| 4.6 Syy- ja seurausanalyysi | 16 |
| 4.7 8D Raportti | 17 |
| 5 YRITYKSEN KOMPONENTTILAADUN VARMISTUS JA NYKYTILAN ANALYSOINTI | 18 |
| 5.1 Nykyiset käytännöt | 18 |
| 5.2 Nykytilan kartoitus | 19 |
| 5.3 Laatuvirheiden vaikutus tuotantoon | 25 |
| 5.4 Laatuvirheiden kohdennus | 26 |
| 5.5 Juurisyyanalyysi | 29 |
| 5.6 Inhimillisen tekijän aiheuttamat laatuongelmat | 32 |
| 6 HAVAINNOT JA KEHITYSEHDOTUKSET | 33 |
| 6.1 Havainnot | 33 |
| 6.2 Yhteenveto ja kehitystoimenpiteet | 34 |
| 7 POHDINTA | 36 |
| LÄHTEET | 37 |

KUVAT

| | |
|--|----|
| Kuva 1. Lean Six Sigma prosessin kuvaus (Six Sigma, 2019). | 12 |
| Kuva 2. Laatupalauteprosessi. | 18 |

KUVIOT

| | |
|--|----|
| Kuvio 1. Histogrammi eli pylväsdiagrammi. | 13 |
| Kuvio 2. Pareto-analyysin mukainen kaavio. | 14 |
| Kuvio 3. Vuokaavio. | 15 |
| Kuvio 4. Ishikawa-kaavio. | 16 |
| Kuvio 5. Reklamaatioiden kehitys 2015–2019. | 20 |
| Kuvio 6. Reklamaatiot konemallin mukaan. | 21 |
| Kuvio 7. Reklamaatiot toimittajan mukaan. | 22 |
| Kuvio 8. Toimittaja A:n reklamaatioiden kehitys vuonna 2018. | 22 |
| Kuvio 9. Reklamaatiot nimikkeen mukaan. | 23 |
| Kuvio 10. PES-laatupoikkeamat kokoonpanopaikan mukaan. | 24 |
| Kuvio 11. PES-laatupoikkeamat konemallin mukaan. | 25 |
| Kuvio 12. Alustava juurisyy prosentteina 2018. | 26 |
| Kuvio 13. Reklamaation aiheuttajat. | 29 |
| Kuvio 14. Raskasteräskomponenttien hitsaus- ja koneistusvirheiden juurisyiden osuudet. | 31 |
| Kuvio 15. Ohutlevykomponenttien hitsaus-, polttoleikkaus- ja koneistusvirheiden juurisyiden osuudet. | 31 |

TAULUKOT

| | |
|---|----|
| Taulukko 1. Tuoteryhmät. | 27 |
| Taulukko 2. Kriittisimmät komponentit. | 27 |
| Taulukko 3. Eniten reklamoidut toimittajat. | 28 |
| Taulukko 4. Yleisimmät juurisyöt. | 28 |

KÄYTETTY SANASTO

| | |
|-------------|--|
| Analyysi | ”Osiksi hajottaminen, hajottamalla tutkiminen, jäsentely, erittely. Analyysin jäsentelyyn kuuluvat tutkittavan ilmiön kuvaaminen, Kausaalinen selittäminen ja/tai intentionaalinen tulkitseminen, lainomainen tai vertaileva heijastaminen havaintojen ulkopuolelle ajallisesti, paikallisesti tai käsitteellisesti, ja perusteltujen yleistysten esittäminen.” (Opetushallitus 2019.) |
| Juurisyys | Alkusyys, perimmäinen syy. (Kotimaisten kielten keskus 2019.) |
| Komponentti | Kokonaisuuden osa, osatekijä, rakenneosaa. (Kotimaisten kielten keskus 2019.) |
| Reklamaatio | ”Tavaran virheellisyyttä, suorituksen sopimuksenvastaisuutta tms. koskeva ilmoitus, johon liittyy vaatimus korvauksesta t. sopimuksen purkamisesta.” (Kotimaisten kielten keskus 2019.) |
| SWD PES | Tuotannonsuunnittelutyökalu, jonka avulla voi seurata tuotannon etenemistä ja kirjata työkohtaisia poikkeamia. |
| Teamcenter | Teamcenter on tuote- ja suunnittelutiedon hallintajärjestelmä, jolla hallitaan kaikki syntyvä tuotetieto tuotekehityksen aikaisesta informaatiosta työkulkuun sekä tarkastus- ja hyväksymisvaiheisiin. |
| PR | Teamcenter problem report -toiminto, jolla ilmoitetaan piirustuksissa ja työohjeissa havaituista ongelmista. |

1 JOHDANTO

Sandvik mining and Construction Oy:n vahvuuksiin kuuluu hyvät asiakassuhteet, joihin laadulla on suuri vaikutus. Laatu on tärkeää kaivosteollisuudessa, sillä laitteiden rikkoutuminen aiheuttaa suuret kustannukset asiakkaalle ja valmistajalle. Asiakkaan prosessi pysähtyy ja takuukorjauksen toteutus saattaa tulla hyvinkin kalliiksi valmistajalle.

Turun tehtaan koneissa on huomattu laatupoikkeamia varsinkin alihankinnasta toimitettujen komponenttien kohdalla. Laatupoikkeamat häiritsevät tuotantoa ja pahimmassa tapauksessa vialliset tuotteet päätyvät asiakkaalle asti, jolloin se aiheuttaa korjauskustannuksien lisäksi asiakassuhteiden huonontumista.

Viallinen osa saattaa aiheuttaa monenlaisia rahallisia menetyksiä. Jos laatupoikkeama huomataan vasta tuotantolinjalla kokoonpanon aikana, siitä tehdään reklamaatio toimittajalle ja mikäli varastossa ei ole korvaavaa osaa, joudutaan tilaamaan uusi osa toimittajalta, jota saattaa joutua odottamaan. Esimerkiksi kun tuotantolinjalla joudutaan odottamaan puuttuvaa komponenttia yhden päivän ajan, johtaa se kahden päivän tahtiajalla 50 % kapasiteettihävikkiin. Tuotantolinjan jättämä saattaa aiheuttaa koneen toimituksen myöhästymisen, josta tulee taas lisäkuluja ja asiakastyytyväisyys heikkenee.

Työn tavoitteena oli tehdä analyysi komponenttilaadun nykytilasta, sekä suunnitella toimenpiteitä analyysin pohjalta valittuihin toimintoihin. Työ koostui kolmesta eri vaiheesta. Ensimmäisenä analysoitiin nykytilanne, johon käytössä oli tuotannon reklamaatietietokanta, sekä SWD PES tuotannosuunnittelutyökalun tietokanta. Analyysin avulla pystyttiin osoittamaan laatuvirheiden tämän hetkinen tila ja niiden vaikuttavuus tuotantoon.

Nykytilanteen ollessa tiedossa, voidaan rajata toiminnat suurimpiin vaikuttajiin ja tehdä niille juurisyyanalyysi. Analyysin avulla voidaan selvittää kriittisten komponenttien laatupoikkeamien aiheuttajat, joihin voidaan tehdä tarkempi selvitys ja sen avulla suunnitella parantavia toimenpiteitä. Tutkimus toteutettiin toimittajareklamaatietietokannan analysoinnilla, sekä haastattelemalla toimittajalaadusta vastaavia ihmisiä.

2 TOIMEKSIANTAJAYRITYKSEN ESITTELY

Sandvik on ruotsalainen maailmanlaajuisesti toimiva metalli- ja kaivosalan teollisuuskonserni, jonka perusti Göran Fredrik Göransson vuonna 1862. Vuonna 2018 yhtiön myynti oli noin 100 miljardia Ruotsin kruunua ja työntekijöitä oli noin 42,000 yli 150:ssä maassa. (Sandvikin kotisivut 2019.)

Suomessa Sandvikilla on toimipaikkoja Lahdessa, Tampereella, Turussa ja Vantaalla. Lahdessa valmistetaan kaivoskoneiden hydraulisia iskuvasaroita. Tampereella tuotanto keskittyy porauslaitteisiin ja niiden varaosiin. Siellä sijaitsee myös Sandvikin testikaivos, jossa koneita ja laitteistoa voidaan testata niiden oikeassa työympäristössä. Turun tehtaalla suunnitellaan, valmistetaan ja markkinoidaan lastauskoneita ja kaivoskuorma-autoja eli dumppereita maanalaiseen kaivostoimintaan maailmanlaajuiselle asiakaskunnalle. Hallinnolliset toiminnot sijaitsevat Vantaan toimipisteessä. (Sandvikin intranet 2019.)

Turun tehtaan liiketoiminta alkoi vuonna 1913, jolloin yritys perustettiin Suomen Turussa. Vuosina 1920–1960 tuotanto keskittyi lastaus- ja maanrakennuskaluston, sekä traktoreiden puolitelalaitteiden valmistukseen. Markkina-alueina olivat Suomi, Ruotsi, Neuvostoliitto ja Saksa. Nykyisiin tiloihin muutettiin vuonna 1974. Tamrock myi TORO LHD tuotelinjansa Turun Tehtaalte vuonna 1977. Tehtaalla valmistettiin lastareita ja dumppereita, joiden markkinointi ja jälkimarkkinointi hoitui pääasiassa Tamrockin maailmanlaajuisen jälleenmyyjien kautta. 1980 markkina-alueet laajentuivat Etelä-Afrikkaan, Etelä-Amerikkaan, Meksikoon, Australiaan ja Kanadaan. Tamrock osti Turun Tehtaan (ARA OY) vuonna 1988 ja myöhemmin 1995 ARA-nimi vaihtui Tamrock Loaders Oy:ksi. Sandvik AB osti Tamrockin vuonna 1998, jolloin Sandvik Mining and Construction liiketoimintasegmentti sai alkunsa. Nykyisen Sandvik Mining and Construction Oy nimen yhtiö sai vuonna 2006. (Sandvikin intranet 2019.)

3 LAATU

Laadulla tarkoitetaan yleisesti asiakkaan tarpeiden täyttämistä yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Laatuun liittyy myös tarve suoritustason jatkuvaan parantamiseen, niin nopeasti kuin kehitys sen sallii. (Lecklin 2002, 18-19.)

3.1 Laatu käsitteenä

Laadun ominaisuudet ja tunnusmerkit muuttuvat tarkastelunäkökulman mukaan. Nämä ominaisuudet eivät ole toisiaan poissulkevia vaan pikemminkin täydentäviä. Paul Lillrank esittää kuusi erilaista laatuominaisuutta. (Lecklin 2002, 20-21.)

- Valmistuslaatu keskittyy valmistusprosessiin, johon perinteinen laadunvalvonta tukeutuu. Prosessia kehittämällä virheet pyritään ennakoimaan ja välttämään.
- Tuotelaatu korostaa suunnittelun osuutta tuotteen laadun määrittämisessä.
- Arvolaadussa korkein laatu on sillä tuotteella, joka antaa parhaimman kustannus-hyötysuhteen, eli parhaan arvon sijoitetulle pääomalle.
- Kilpailulaadussa omaa laatua verrataan kilpailijoihin ja se on riittävä ollessaan yhtä hyvä kuin kilpailijoilla. Tätä parempi laatu on ylilaatua ja resurssien tuhlausta.
- Asiakaslaadun tärkein periaate on, että asiakas on tyytyväinen.
- Ympäristölaatu. Laatua voidaan mitata myös ympäristön ja yhteiskunnan kannalta. Tuotteen suunnittelussa tulee myös sen elinkaari ja resurssien käyttö ottaa huomioon suunnittelusta hävittämiseen asti.

Käytännön toiminnassa kaikki näkökulmat ovat useimmiten edustettuina. Tässä työssä valmistus ja tuotelaatu on kuitenkin näistä näkökulmista avainasemassa. (Lecklin 2002, s20-21.)

3.2 Laatu tuotannossa

Tuotantoon keskittyvässä laadussa tarkkaillaan virheettömyyttä, siihen liittyviä ongelmia ja niiden aiheuttamia kustannuksia. Sitä mitataan virheiden määrällä. Se voidaan ilmaista monella tavalla tuotteesta ja prosessista riippuen. Voidaan laskea virheellisten tuotteiden, komponenttien ja työvaiheiden lukumäärä ja muuttaa se siten menetetyksi rahaksi, työtunneiksi tai toimitusten viivästymiseksi ja loppupäässä tyytymättömien asiakkaiden lukumääräksi: Prosessiteollisuudessa, jossa ei tuoteta yksittäisiä kappaleita vaan jatkuvaa virtaa, mittareina käytetään esimerkiksi hyllyn määrää, suunnittelemattomia seisokkeja ja huonoa saantoa. Hankalimmissa tapauksissa kuten palvelualalla, jossa virheiden määrää voi olla vaikea laskea, se kuitenkin yleensä näkyy asiakkaiden tyytymättömyytenä. Asiakas tässä voi olla joko ulkoinen, maksava asiakas tai sisäinen asiakas, prosessin seuraava vaihe. (Lillrank 1999, 29-31.)

Tuotantokeskeisen laadun lopullinen tavoite on virheettömyys eli nollavirhestandardi. Joillakin aloilla, kuten ydinvoimaloissa ja lentoliikenteessä tähän on pakko pyrkiä virheiden vakavien seurauksien vuoksi, mutta useimmilla muilla aloilla on kuitenkin tyytyminen siihen, että ns. inhimillisen tekijän vuoksi prosesseissa esiintyy vaihtelua ja täydellisen laadun tavoittelu aiheuttaa enemmän haittaa kuin hyötyä. Näin on siis tyytyminen erilaisiin hyväksymisrajoihin. (Lillrank 1999, 29-31.)

Tuotantokeskeisen, virheettömyyteen pyrkivän laadun keskeiset menetelmät liittyvät virheiden löytämiseen ja tunnistamiseen eli diagnoosiin, joka tehdään tuotannossa tulosten tarkastelulla suhteessa tavoitearvoon ja näkyvän vaihtelun analysoinnilla. (Lillrank 1999, 29-31.)

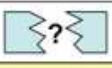




4 LAADUN OHJAUSPERIAATTEET JA TYÖKALUT

Mittarit ja arvioinnit ovat toiminnan ohjausta palvelevia tietotyökaluja. Laadun varmistaminen ja kehittäminen voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen. Ensiksi täytyy olla tietoa tavoitteista eli on tutkittava eri ominaisuuksien joukosta, mikä tekee toimitteen hyväksi ja mikä huonoksi. Toiseksi täytyy olla tietoa nykytilasta eli siitä, miten lähellä tai kaukana tavoitteesta ollaan ja mihin suuntaan ollaan menossa. Kolmanneksi täytyy olla tietoa menetelmistä, eli mikä on toimenpiteiden vaikutus ja millaiseen tulokseen niillä päästään. (Lillrank 1999, 29-31.)

4.1 Lean Six Sigma, DMAIC

DMAIC -ongelmanratkaisumenetelmä on seulontatekniikka, jonka avulla edetään loogisesti kohti ydin- tai juurisyitä. Ensin keskitytään ongelman kuvaamiseen ja syyehdokkaiden etsimiseen, jonka jälkeen syytekijöistä optimoidaan mallilla $Y = f(x)$ tekijät. Prosessi parannetaan muuttamalla tekijät optimin mukaisesti. Tuloksena saadaan laadukkaampi ja parempi lopputuote tai palvelu. (Six Sigma, 2019.)

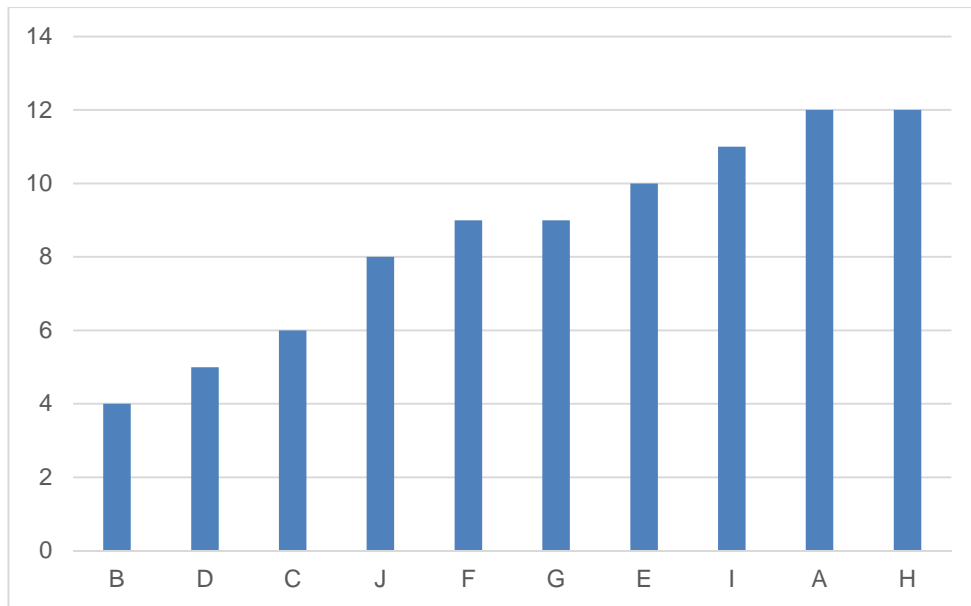
- D – Define - Määrittelyvaiheessa ongelma tunnistetaan ja rajataan, sekä asetetaan tavoite.
- M – Measure - Mittausvaiheessa vahvistetaan ongelma, tunnistetaan potentiaaliset ongelman aiheuttajat ja varmistetaan datan laatu.
- A – Analyze - Analysointivaiheessa käytetään dataa. Kerättyä tietoa tutkitaan ja selvitetään, mitkä prosessin tekijät aiheuttavat ongelman.
- I – Improve - Parannus ja optimointivaiheessa ratkaistaan ongelma ja testataan tekijöitä kokeellisesti.
- C – Control - Ohjaus ja valvontavaiheessa luodaan järjestelmä, jolla varmistetaan saavutetun tilan säilyminen parannusprojektin jälkeen.

| PROSESSIN PARANNUS LEAN SIX SIGMALLA | | |
|--|--|--|
| Lean Six Sigman vaiheet | Prosessin parannus | Prosessin suunnittelu/uudelleen suunnittelu |
|  1. MÄÄRITTELY | <ul style="list-style-type: none"> • Tunnista ongelma • Määrittele vaatimukset • Aseta tavoite | <ul style="list-style-type: none"> • Tunnista onko suppeat vai laajat ongelmat • Määrittele tavoite/muutos visio • Selkeytä ongelman laajuus ja asiakasvaatimukset |
|  2. MITTAUS | <ul style="list-style-type: none"> • Kelpuuta ongelma/prosessi • Viimeistele ongelma/tavoite • Mittaa avainkohdat/inputit | <ul style="list-style-type: none"> • Mittaa vaatimusten suorituskyky • Kerää prosessin hyötysuhteen määrittäessä tarvittavaa dataa |
|  3. ANALYSOINTI | <ul style="list-style-type: none"> • Luo syy-seuraus hypoteesi • Tunnista keskeiset ydinsyyt • Kelpuuta hypoteesit | <ul style="list-style-type: none"> • Tunnista "paras käytäntö" • Arvioi prosessisuunnitelmaa <ul style="list-style-type: none"> - arvon/ei-arvon lisäys - pullonkaulat/katkokset - vaihtoehtoiset "polut" • Viimeistele vaatimuksia |
|  4. PARANNUS | <ul style="list-style-type: none"> • Luo idea, kuinka ydinsyyt poistetaan • Testaa ratkaisu • Standardisoi ratkaisu • Mittaa tulos | <ul style="list-style-type: none"> • Suunnittele uusi prosessi <ul style="list-style-type: none"> - haasteelliset oletukset - käytä luovuutta - virtausperiaate • Toteuta uusi prosessi, rakenteet ja systeemit |
|  5. OHJAUS | <ul style="list-style-type: none"> • Luo standardimittaukset ylläpitämään suorituskykyä • Korjaa ongelmat, jos niitä syntyy | <ul style="list-style-type: none"> • Luo mittaukset ja katselmoi ylläpitääksesi suorituskyvyn • Korjaa ongelmat, jos niitä syntyy |

Kuva 1. Lean Six Sigma prosessin kuvaus (Six Sigma, 2019).

4.3 Histogrammi eli pylväsdiagrammi

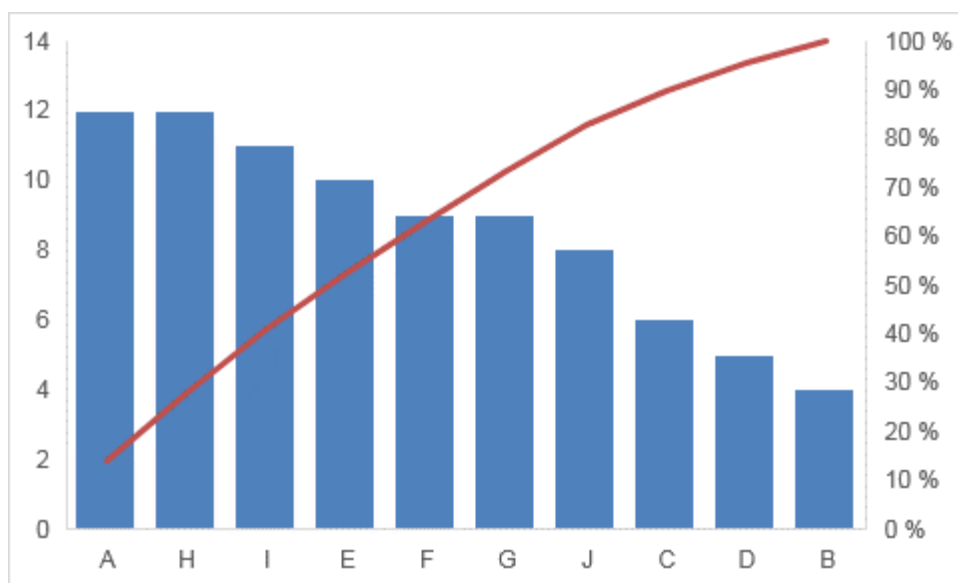
Histogrammissa prosessista tehdyt mittaushavainnot jaetaan eri luokkiin ja kuvataan graafisina pylväinä. Pylväiden korkeus osoittaa luokan painoarvon suhteessa muihin luokkiin. Menetelmän avulla voidaan taulukointia havainnoillisemmin kiinnittää huomiota eri luokkien, esimerkiksi virhelähteiden merkitykseen. (Lecklin 2002,199.)



Kuvio 1. Histogrammi eli pylväsdiagrammi.

4.4 Pareto-analyysi

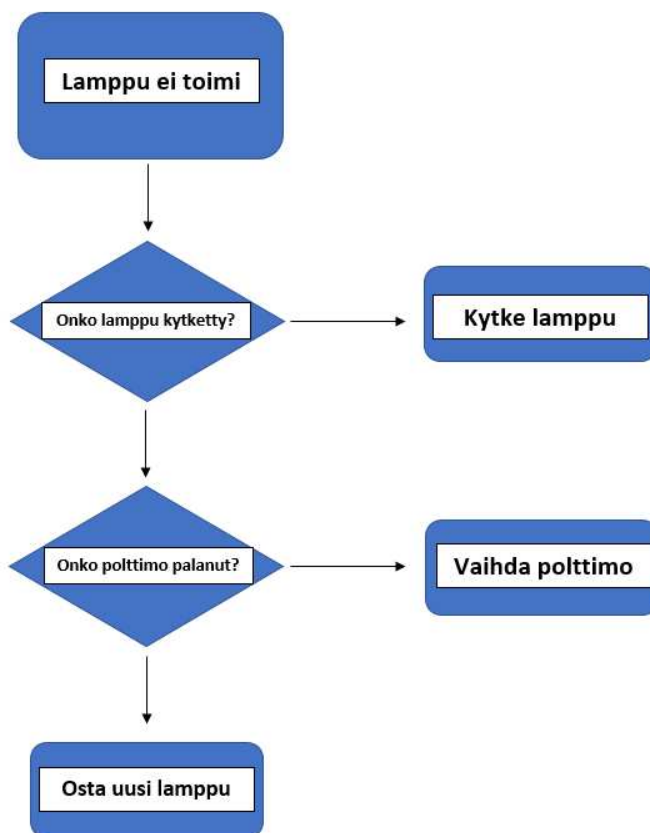
Pareto-analyysissa eri luokkiin jaetut havainnot kuvataan suuruusjärjestyksessä pylväillä. Vähämerkityksiset luokat voidaan yhdistää ryhmäksi ”muut”. Pystyakselilla kuvataan tapahtumien prosentuaalista osuutta kokonaisuudesta. Kaavioon voidaan lisäksi piirtää käyrä, joka osoittaa kumulatiivista prosenttikertymää. Analyysi auttaa löytämään ja kohdistamaan oikeat asiat. (Lecklin 2002, 200-201.)



Kuvio 2. Pareto-analyysin mukainen kaavio.

4.5 Vuokaavio

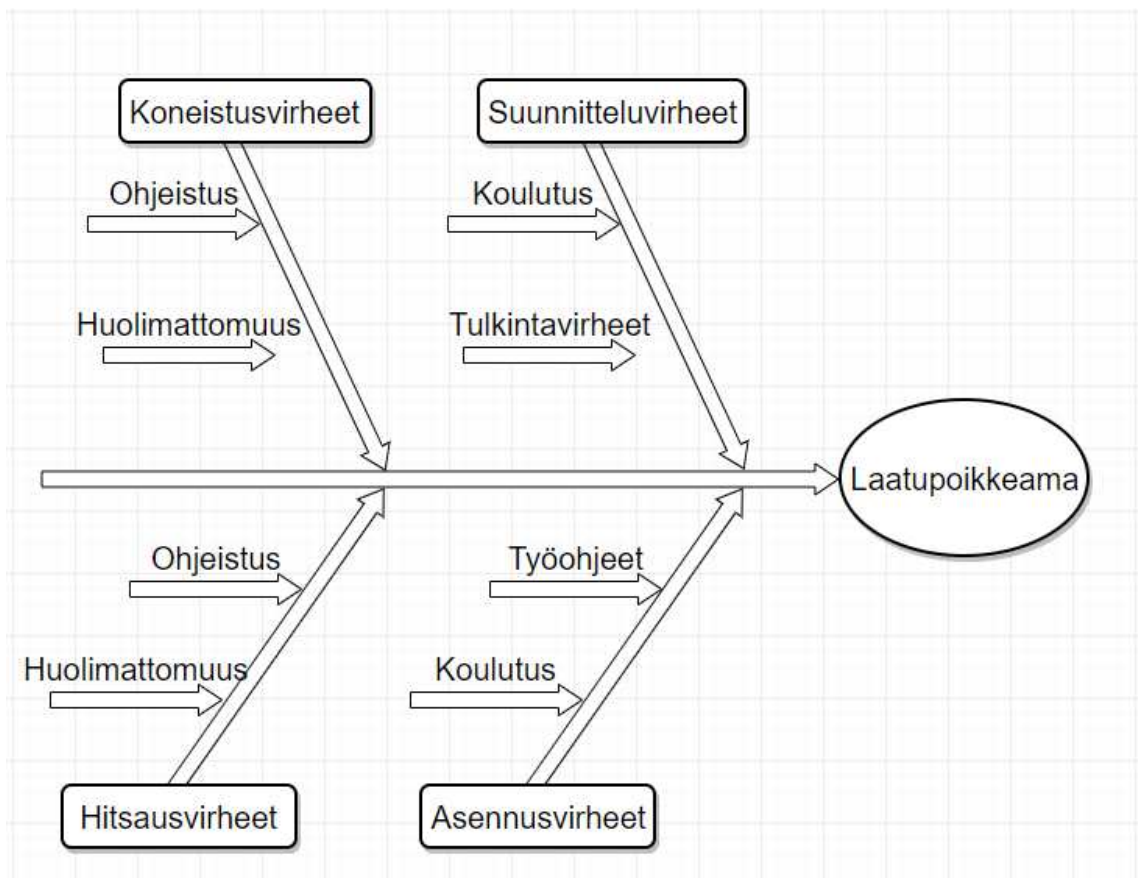
Vuokaaviotekniikkaa käytetään yleisesti prosessien yksityiskohtaisessa kuvaamisessa. Kaavio näyttää prosessin kaikki vaiheet kuvallisessa muodossa. Erilaisilla tapahtumilla on määrätty symbolit, ja vuo etenee alkutapahtumasta loppuun. Sen avulla saadaan hyvä kokonaiskuva prosessista ja sillä voidaan tarkasti kuvata prosessin vaihtoehtoisia kulkua ja haarautumia. (Lecklin 2002, 203-204.)



Kuvio 3. Vuokaavio.

4.6 Syy- ja seurausanalyysi

Kalanruoto- tai keksijänsä mukaan Ishikawa-analyysia on yleisesti käytetty ongelmien ratkaisussa, ja nimensä mukaisesti valmis kaavio näyttää kalanruodolta. Kaavion piirtäminen aloitetaan määrittämällä ongelma ja kirjoittamalla se paperin tai taulun oikeaan reunaan. Tämän jälkeen piirretään ”selkäruoto” ja siihen poikki-ruodot, joilla ryhmitellään ongelman perussyyt. Näitä voivat olla esim. koneet, materiaali, menetelmät, ihmiset, toimintatapa ja niin edelleen. Perussyitä ei pidä valita liian monia, 3-5 on sopiva määrä. Perussyiden määrittämisen jälkeen kirjataan kaavioon ongelmia, jotka liittyvät kuhunkin perussyihin. Analyysiä jatketaan kysymällä, miksi tämä ongelma syntyy. Syyt merkitään kaavioon ja näin syntyy ”hiusruotoja”. ”Miksi”-kysymyksiä voidaan edelleen jatkaa ja syventää ongelman analysointia useampia tasoja. (Lecklin 2002, 206.)



Kuvio 4. Ishikawa-kaavio.

4.7 8D Raportti

8D eli Eight Disciplines Problem Solving on ongelmanratkaisumenetelmä, jota on yleisesti käytetty autoteollisuudessa kokoonpano- ja muussa valmistavassa teollisuudessa. Menetelmää käytetään ongelmien tunnistamiseen, korjaamiseen, estämiseen ja prosessinkehitykseen. Se keskittyy ongelman perimmäisen syyn selvitykseen tilastollisen analyysin avulla. Vaikka menetelmässä on perinteisesti kahdeksan vaihetta on myöhemmin otettu käyttöön alustava suunnitteluvaihe.

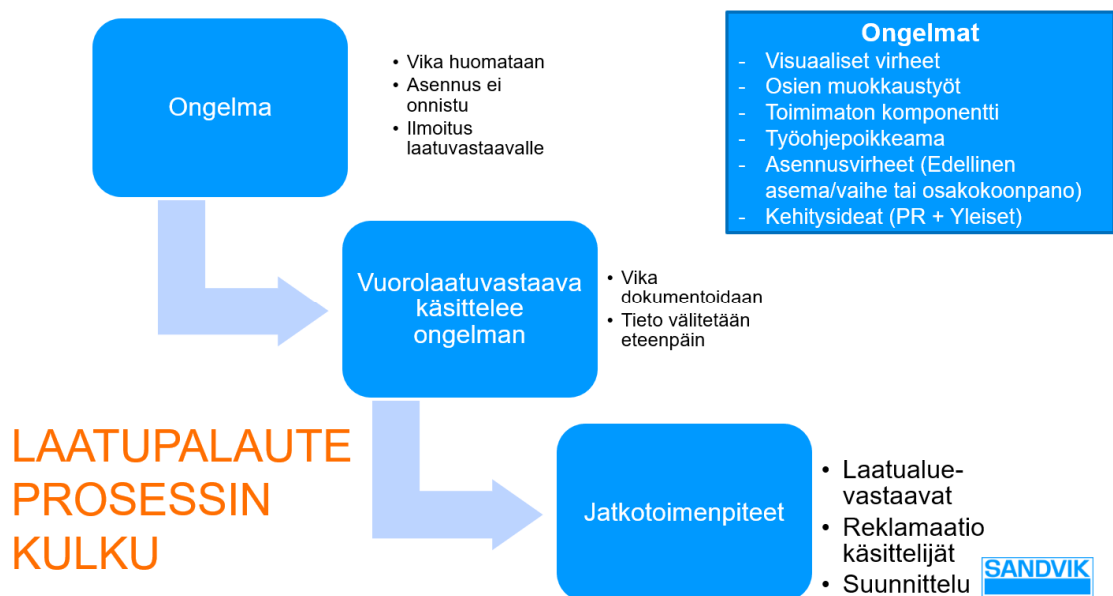
8D ongelmanratkaisumenetelmän käyttö:

- **D0: Suunnittele** - Suunnittele ja määritä edellytykset.
- **D1: Kokoa työryhmä** – Valitse ja nimitä monialainen asiantuntijaryhmä.
- **D2: Ongelman määrittely** – Määritä ongelma mitattavilla termeillä kuten: kuka, mikä, missä, millon, miksi, miten ja kuinka monta.
- **D3: Väliaikaiset korjaukset** – Väliaikaisten korjausten toteuttaminen ja varmistaminen.
- **D4: Määritä, tunnista, ja varmista perimmäinen syy** – Tunnista kaikki syyt joista ongelma voi johtua. Lisäksi tunnista miksi ongelmaa ei ole huomattu silloin kun se on alkanut. Kaikki syyt tulee varmistaa ja todistaa.
- **D5: Valitse ja varmenna pysyvät korjaukset** – Valitse ongelmalle pysyvä korjaus ja varmista sen vaikuttavuus.
- **D6: Pysyvien korjausten toteuttaminen ja validointi** – Määritä ja toteuta parhaat toimenpiteet ongelman ratkaisemiseksi.
- **D7: Estä ongelman toistuminen** – Muuta prosessia siten, ettei ongelman ole mahdollista toistua.
- **D8: Anna ryhmälle tunnustusta** – Tunnista ryhmän työpanostus ja virallisesti kiitä hyvin tehdystä työstä. (ASQ 2019.)

5 YRITYKSEN KOMPONENTTILAADUN VARMISTUS JA NYKYTILAN ANALYYSINTI

5.1 Nykyiset käytännöt

Laatua hallitaan Sandvikilla laatuorganisaation toimesta. Laatupoikkeaman ilmetessä asentaja soittaa laatuvasaavalle, joka tutkii ongelman asentajan kanssa. Laatuvasaava kirjaa laatupoikkeaman ja tekee tarvittavat toimenpiteet. Toimenpiteinä voi olla esimerkiksi kuvamuutos, reklamaatio toimittajalle tai informointi muille osastoille. Laatupoikkeamasta kirjataan aina toimenpiteineen Leanin lautupalautetietokantaan. Lautupalautetietokanta on kuitenkin uusi prosessi tuotannossa, jonka vuoksi sitä ei voitu vielä hyödyntää tässä opinnäytetyössä.



Kuva 2. Laatuvaluuteprosessi.

Sandvikilla on kattava määrä erilaisia toimittajalaatuun vaikuttavia käytäntöjä. Toimittajien kanssa yritetään tehdä mahdollisimman hyvää yhteistyötä laadun parantamiseksi. Tästä esimerkkinä laatuvaluaverit, joissa avoimet reklamaatiot ja toistuvat ongelmat ratkaistaan yhdessä toimittajan kanssa.

Laatuvirheitä sisältäneille komponenteille on tehty tarkastuslistoja, jotka sisältävät listan komponentin kriittisimmistä kohteista, jotka vaativat erityistä huolellisuutta. Toimittaja tarkistaa määritetyt kohteet ja lähettää täytetyn tarkastuslistan tuotteen mukana. Tämä on yksi tapa, jolla saadaan inhimillinen virhe minimoitua.

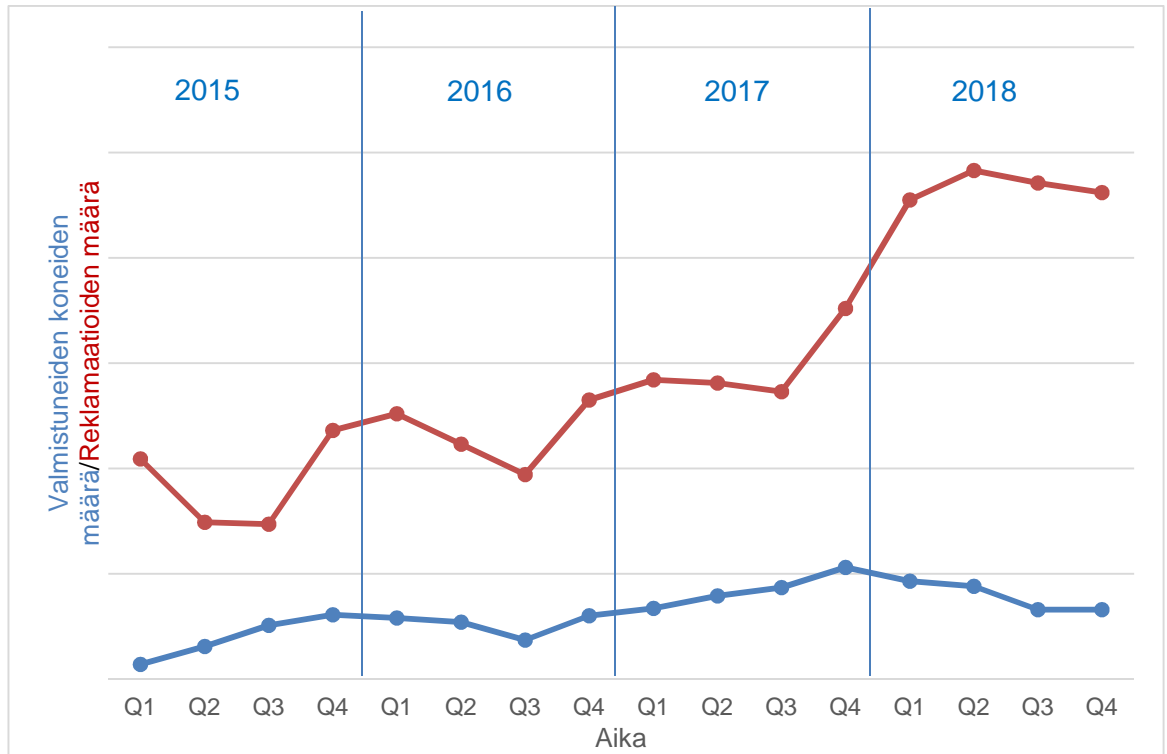
Komponenteille, jotka vaativat erityistä tarkkaavaisuutta tuotannon aikana, on tehty erillisiä valvontatapoja. Esimerkiksi säiliövalmistukseen on tehty tarkistusohjeet, jotka sisältävät erilaisia paineistusmittauksia tuotannon eri vaiheissa, jotta säiliöiden tiiveys saadaan varmistettua.

Uusia toimittajia harkitessa varmistetaan, onko toimittaja Sandvikin vaatimusten mukainen. Laatu puolta arvioidessa toimittajille tehdään tuotannon auditointi, jossa selvitetään, onko komponentti mahdollista valmistaa toivottujen laatuvaatimusten mukaisesti.

5.2 Nykytilan kartoitus

Tavoitteeseen pääsemiseksi on tiedettävä mikä on lähtökohta. Tämän jälkeen voidaan ottaa sopiva suunta. Jotta prosessia voidaan kehittää, tulee nykytilanne kartoittaa. Kartoitusvaiheen päätehtäviä ovat prosessityön organisointi, prosessikuvausten ja prosessikaavioiden laatiminen ja prosessin toimivuuden arviointi. Prosessien nykytilan kartoitus on tärkeä pohja laatu järjestelmän rakentamiselle. Kartoitus on myös tärkeä osa kehitettävien prosessien valinnassa. (Lecklin 2002, 149.)

Nykytilanteesta tehtiin neljän vuoden kartoitus. Laadun mittarina käytettiin toimittajan komponenteille osoitettuja reklamaatioita. Niiden määrää tarkasteltiin neljän vuoden jaksolta, jotta reklamaatiomäärien kehitys selviää. Oli otettava huomioon myös muut reklamaatiomääriin vaikuttavat tekijät, kuten tuotannon kasvu, tilattujen komponenttien määrä ja organisaation sisäiset muutokset. Kun kaikki tekijät oli otettu huomioon tultiin johtopäätökseen, että reklamaatioiden määrä on kasvussa ja komponenttilaatu on huonontunut.



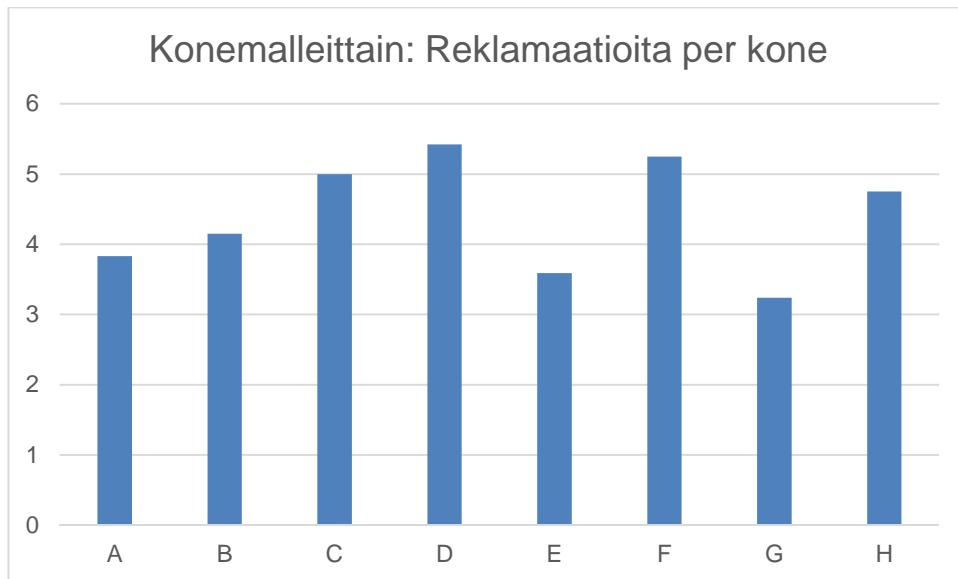
Kuvio 5. Reklamaatioiden kehitys 2015–2019.

Laatuongelman varmistuttua analysoitiin, minne laatuongelmat keskittyvät. Tarkkailuun valittiin Turun tehtaalla valmistettavat eri konemallit, kokoonpanopaikat, toimittajat ja osanimikkeet. Analyysissä käytettiin vuoden 2018 aikana tehtyjä reklamaatioita.

Reklamaatiot eriteltiin konemalleittain ja verrattiin valmistuneiden koneiden määrään. Esimerkiksi, jos koneita oli valmistunut 50 kappaletta ja reklamaatioita kyseiseen konemalliin oli tehty 100 kappaletta saatiin vertailuarvoksi 2 reklamaatiota per kone. Vertailuarvot muutettiin pylväsdiagrammimuotoon vertailun helpottamiseksi (Kuvio 6). Sama tehtiin myös muille tarkkailuun valituille kategorioille: Reklamaatioita per toimittajalta saapuneita osia (Kuvio 7) ja reklamaatioita per saapuneita osanimikkeitä (Kuvio 9).

Reklamaatiot konemallin mukaan

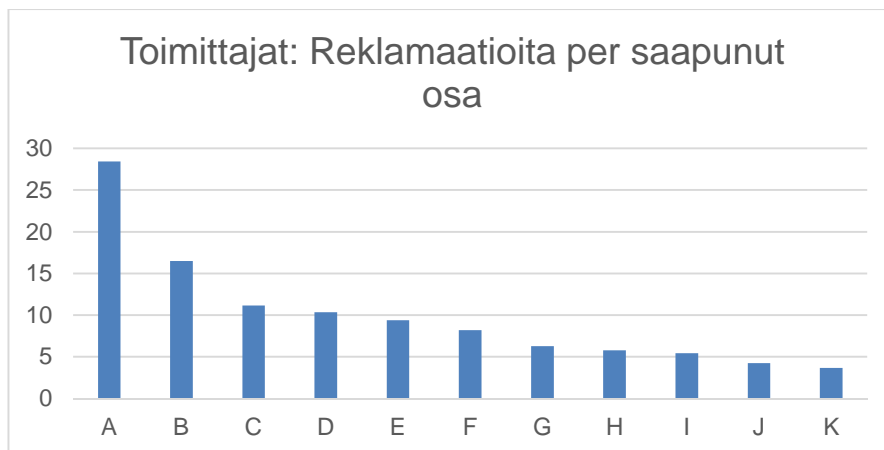
Vertailuun otettiin kahdeksan eri konemallia, koska nämä olivat yleisimmät Turun tehtaalla valmistettavat mallit. Vertailusta jätettiin pois konemallit, joita tehdään harvoin tai ovat muuten normaalista poikkeavia. Reklamaatioiden määrä vaihteli 3,2 ja 5,4 välillä, joten konemallien välillä ei ollut suurta eroavaisuutta.



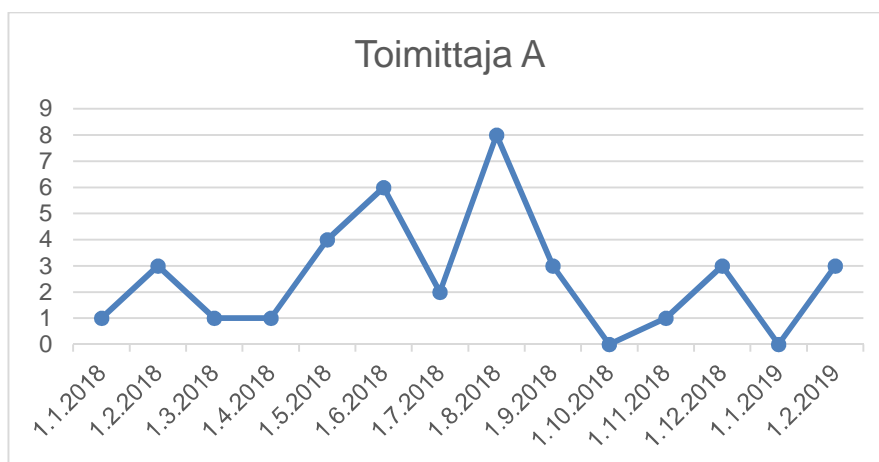
Kuvio 6. Reklamaatiot konemallin mukaan.

Reklamaatiot toimittajan mukaan

Toimittajavertailuun otettiin toimittajat, joilla oli vertailuarvo yli 3 reklamaatiota per saapunut osa. Vertailussa selvisi eniten reklamaatioita aiheuttavan raskaiden teräsosien ja ohjaamoiden toimittajat. Reklamaatioiden määrän ja osan monimutkaisuuden välillä oli myös korrelaatiota, eli mitä enemmän komponentissa oli esimerkiksi hitsattavia osia sitä suurempi virheen todennäköisyys on. Tämä huomioon ottaen toimittajien välillä ei kuitenkaan merkittävää eroa ollut poislukien toimittaja A, jolla oli selvästi muita korkeampi vertailuarvo, joka johtui vertailuaikavälin alussa tehdystä merkittävästä tilauskannan nostosta. Aikajaksollisessa analyysissä huomattiin laatuvirheiden kuitenkin laskeneen normaalille tasolle (Kuvio 8).



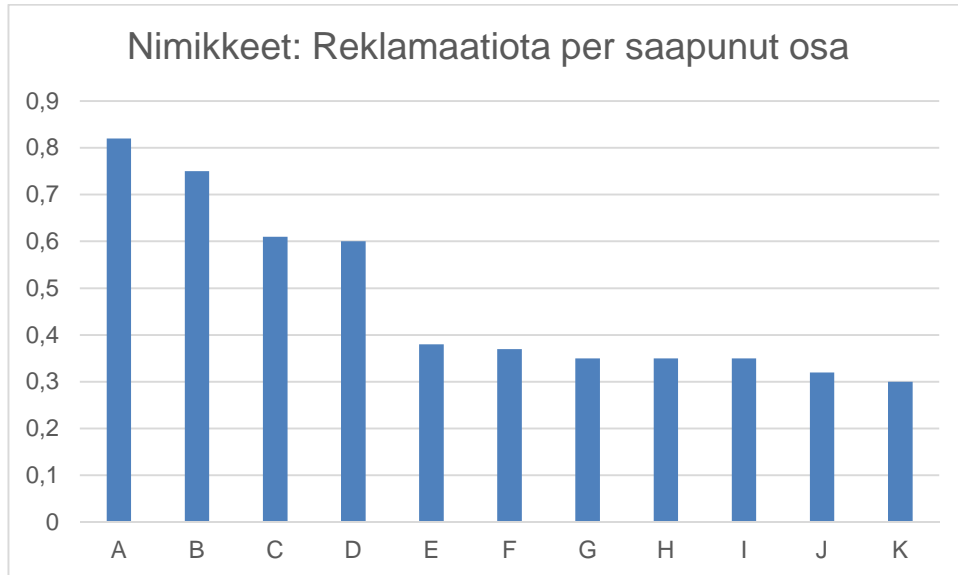
Kuvio 7. Reklamaatiot toimittajan mukaan.



Kuvio 8. Toimittaja A:n reklamaatioiden kehitys vuonna 2018.

Reklamaatiot osanimikkeiden mukaan

Nimikevertailussa huomattiin myös raskaiden teräsosien aiheuttavan eniten reklamaatioita, kuten aikaisemmin mainitussa toimittajavertailussa. Vertailusta on jätetty pois nimikkeen, joiden vertailuarvo oli alle 0,3 reklamaatiota per saapunut osa.

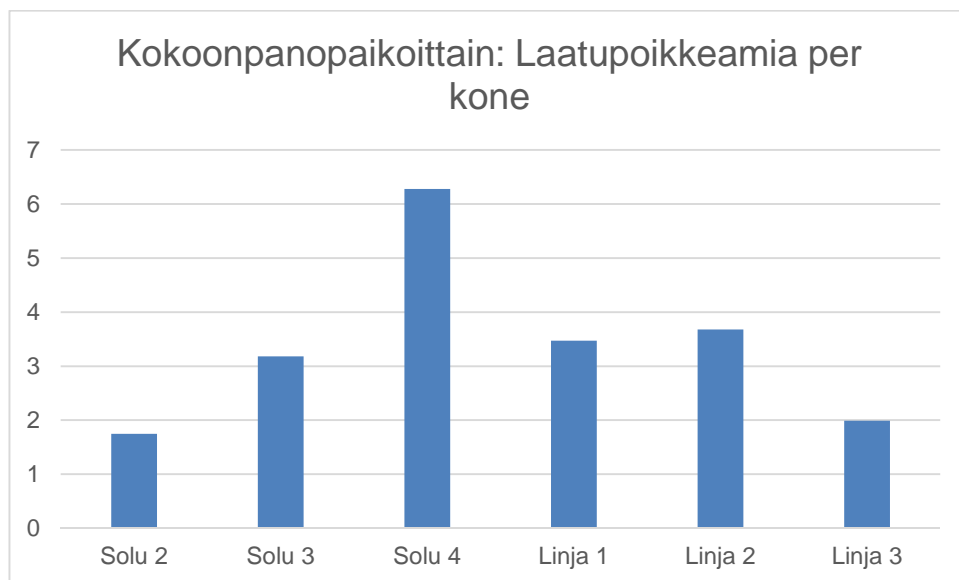


Kuvio 9. Reklamaatiot nimikkeen mukaan.

PES-laatu poikkeamavertailu

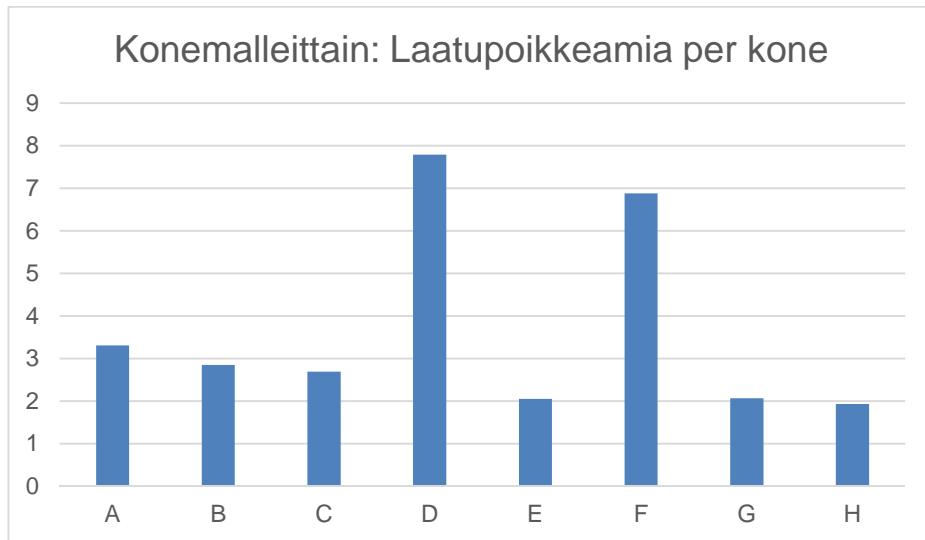
PES-laaturvirheille tehtiin analyysi samalla periaatteella. On kuitenkin otettava huomioon, että PES-tietokannan poikkeamat ovat asentajien kirjaamia poikkeamia, joihin sisältyy myös muita laatuun liittyviä poikkeamia, kuin pelkästään toimittajaan kohdistuvat laaturvirheet.

PES-tietokannassa poikkeamat ovat konekohtaisia, joten saatiin myös tietoon laatu poikkeamien määrä per kokoonpanopaikka (Kuvio 10.). Solu 4:ssä ilmoitettiin muita kokoonpanopaikkoja enemmän laatu poikkeamia. Syyksi pääteltiin solussa tehtyjen koneiden erikoisuus, koska siellä kokoonpano keskittyy erikoisvarusteltuihin koneisiin.



Kuvio 10. PES-laatu poikkeamat kokoonpanopaikan mukaan.

Konemalleittain tehdyssä PES-laatupoikkeamavertailussa oli kahden konemallin vertailuarvo yli kaksinkertainen muihin verrattuna. Kyseessä oli analyysin vertailuaikavälin alussa sarjatuotannon aloittaneet konemallit, joten laatupoikkeamien suuri määrä oli odotettavissa.

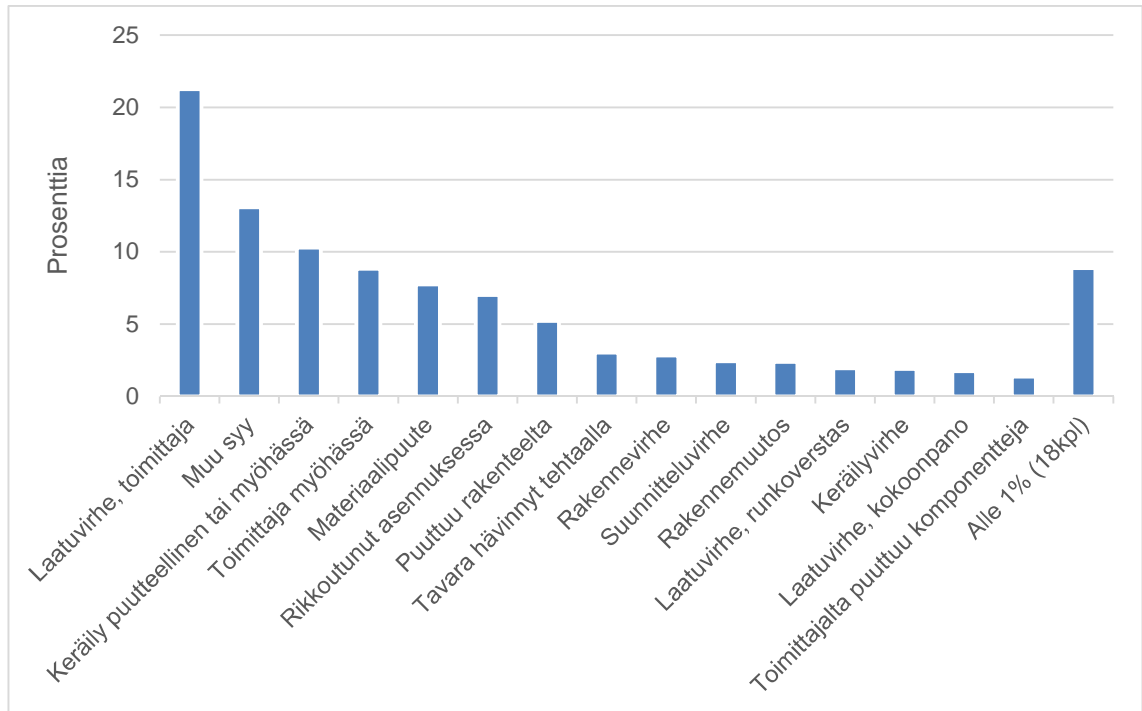


Kuvio 11. PES-laatupoikkeamat konemallin mukaan.

5.3 Laatuvirheiden vaikutus tuotantoon

Kun laatuvirheet huomataan vasta asennuksen aikana, on sillä suora vaikutus tuotantoon. Esimerkiksi, jos tuotantolinjalla havaitaan viallinen komponentti, jota ei ole varastosaldoilla, pitää toimittajalle tehdä poikkeamasta reklamaatio. Komponentin laatuvirheen syyn kohdennus toimittajalle luo ylimääräistä työtä ja vie aikaa. Kun syynselvitys on tehty, voidaan toimittajalta vaatia korvaava komponentti, jolla saattaa olla pitkä toimitusaika, joka vaihtelee suuresti komponenttien välillä. Esimerkiksi jos tuotantolinjalla joudutaan odottamaan puuttuvaa komponenttia 1 päivän ajan, johtaa se kahden päivän tahtiajalla 50 % kapasiteettihävikkiin.

Analyysissa selvisi toimittajalaatuun kohdistuvien PES-poikkeamien osuuden olevan noin 20 % kaikista poikkeamista (Kuvio 12), joka on selvästi yleisin poikkeaman alustava juurisyy. Toimittajaan kohdistuvan laatupoikkeaman käsitteleminen vie paljon aikaa. Verratessa vuoden 2018 käsittelyaikaa vuoden 2019 ensimmäiseen neljännekseen on se lyhentynyt keskimäärin 25 %.



Kuvio 12. Alustava juurisyy prosentteina 2018.

5.4 Laatuvirheiden kohdennus

Kartoituksessa tärkeintä oli löytää eniten ongelmia aiheuttavat syytekijät. Reklamaatiot jaettiin tuoteryhmiin, joista valittiin ryhmät, jotka aiheuttivat suurimman osan reklamaatioista ja ne analysoitiin Pareto-analyysin periaatetta käyttäen.

Raskaat teräsosat (22 %), ohutlevyteräkset (16 %) ja hydraulikkakomponentit (10 %) aiheuttivat 48 % kaikista reklamaatioista. Tuoteryhmä rajattiin eniten reklamaatioita sisältäneisiin komponentteihin (Taulukko 2), toimittajiin (Taulukko 3) ja reklamaation syihin (Taulukko 4).

Toimittaja-analyysin aikana havaittiin, että kaikilla saman osan toimittajilla oli laatuongelmia tiettyjen komponenttien kanssa. Tästä voitiin päätellä osien valmistettavuudessa olevan ongelmaa enemmän, kuin toimittajien yleisessä laadussa. Ratkaisuna ongelmaan pyrittiin parantamaan Sandvikin omia toimintoja, jotta osat olisi helpompi valmistaa virheettömästi.

Taulukko 1. Tuoteryhmät.

| Tuoteryhmä | Prosenttia kaikista reklamaatioista |
|--|-------------------------------------|
| Teräs, raskas | 22 % |
| Teräs, ohutlevy | 16 % |
| Hydrauliikka | 10 % |
| Muut | 10 % |
| Oma tuotanto | 7 % |
| Ohjaamot | 7 % |
| Sähkökomponentit | 6 % |
| Tuoteryhmät, joiden osuus alle 5% reklamaatioista | 22 % |

Taulukko 2. Kriittisimmät komponentit.

| Komponentti | Prosentti |
|-------------|-----------|
| A | 13,10 % |
| B | 6,15 % |
| C | 5,75 % |
| D | 4,17 % |
| E | 3,37 % |
| F | 3,17 % |
| G | 2,78 % |
| H | 2,78 % |
| I | 2,38 % |
| J | 2,38 % |
| K | 2,18 % |
| L | 2,18 % |

Taulukko 3. Eniten reklamoidut toimittajat.

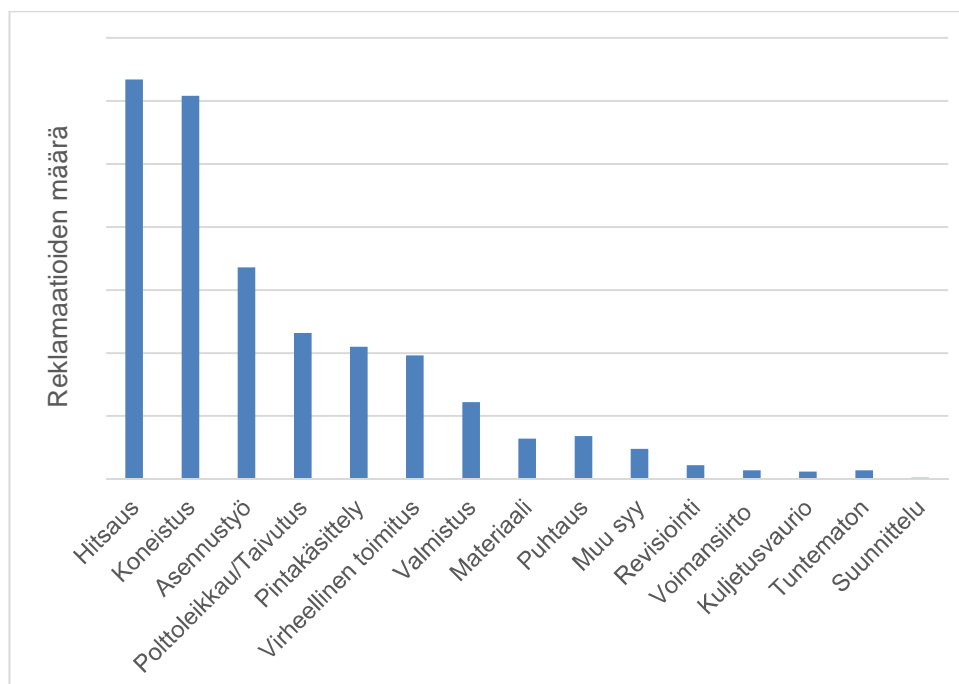
| Toimittaja | Prosentti |
|------------|-----------|
| A | 17,79 % |
| B | 16,01 % |
| C | 11,26 % |
| D | 9,09 % |
| E | 7,71 % |
| F | 7,71 % |
| G | 5,73 % |
| H | 3,75 % |

Taulukko 4. Yleisimmät juurisyyt.

| Juurisyys | Prosentti |
|-------------------------|-----------|
| Hitsaus | 34,46 |
| Koneistus | 27,49 |
| Pintakäsittely | 8,96 |
| Polttoleikkaus/Taivutus | 7,57 |
| Asennustyö | 6,57 |
| Valmistus | 4,18 |
| Puhtaus | 2,59 |
| Virheellinen toimitus | 2,39 |
| Komponentti | 1,99 |
| Muu syy | 1,20 |
| Materiaali | 1,20 |
| Revisiointi | 0,80 |
| Kuljetusvaurio | 0,40 |
| Tuntematon | 0,20 |

5.5 Juurisyyanalyysi

Juurisyyanalyysi aloitettiin selvittämällä reklamaatiotietokannasta, mitkä olivat yleisimmät syyt reklamaatioiden tekemiseen. Reklamaatiolomaketta täyttäessä tekijä valitsee oman arvion mukaan laatuvirheelle kategorian. Useimmin esiintyvät reklamaatioon johtavat virheet oli hitsaus ja koneistusvirheet, jotka olivat huomattavasti muita kategorioita yleisempiä reklamaation aiheuttajia (Kuvio 13).



Kuvio 13. Reklamaation aiheuttajat.

Näiden kriittisimpien osaryhmien komponenttien reklamaatioille tehtiin juurisyy selvitys Ishikawa-analyysin avulla. Ongelmat jaettiin kategorioihin, jotka valittiin yleisimmin esiintyvistä syistä:

Inhimillinen

- Työntekijällä tapahtunut inhimillinen virhe esim. piirustusten lukuvirhe tai paikoitusvirhe.

Vastaus puutteellinen

- Toimittajan vastauksesta puuttunut reklamaation aiheen syy selvitys tai ei vastausta ollenkaan.

Työtapa

- Virhe johtunut työtavasta kuten esimerkiksi hitsausjärjestys tai hitsaustuenta.

Toimittajan alihankinta

- Toimittaja saanut virheellisen osan Sandvikin valitsemalta alihankkijalta.

Revisiovirhe

- Teknisiin piirustuksiin tehty muutos, eikä uusinta revisiota ole annettu toimittajalle.

Ohjeistus

- Toimittajaa ei ole ohjeistettu tarpeeksi.

Työvälineet

- Käytetty väärää/viallista työkalua.

Suunnittelu

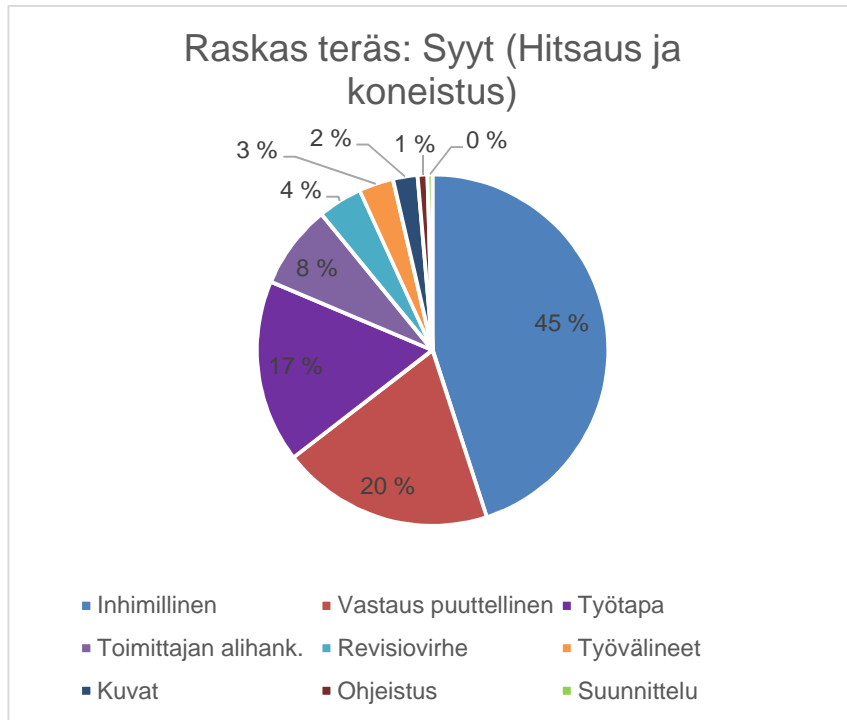
- Suunnitteluvirhe.

Ostettava komponentti

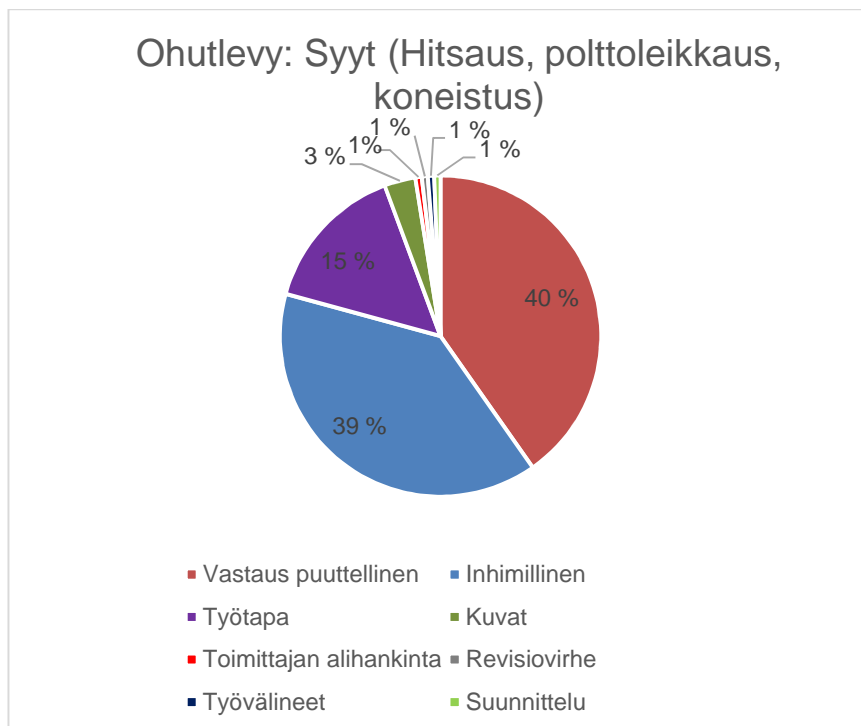
- Toimittaja ostaa komponentin muualta esim. sähkökytkimet.

Analyysistä selvisi suurimman osan ongelmista johtuvan inhimillisistä virheistä, sekä työtavoista. Myös piirustusmuutoksista aiheutuneita virheitä oli huomattavan paljon.

Analyysillä saatiin selville eniten reklamaatioita aiheuttavat komponentit, yleisimmät virheet eli hitsaus ja koneistus, sekä niiden aiheuttajat: Inhimillinen tekijä, työtapa ja piirustuksiin liittyvät ongelmat.



Kuvio 14. Raskasteräskomponenttien hitsaus- ja koneistusvirheiden juurisyiden osuudet.



Kuvio 15. Ohutlevykomponenttien hitsaus-, polttoleikkaus- ja koneistusvirheiden juurisyiden osuudet.

5.6 Inhimillisen tekijän aiheuttamat laatuongelmat

Ihmiset ovat aina tehneet tahtomattaan virheitä. Tällöin he toimivat ei-toivotulla, mutta myös itselleen odottamattomalla tavalla.

Työn suoritukseen vaikuttaa aina ympäristöstä, ihmisten välisestä vuorovaikutuksesta ja oman suorituskyvyn rajallisuudesta aiheutuvia tekijöitä, jotka vaikuttavat toiminnan laatuun ja luotettavuuteen. Näistä kaikista suorituskykyyn vaikuttavista asioista käytetään nimitystä inhimilliset tekijät, Human Factors. (Saatsi 2011, 10.)

Kun puhutaan inhimillisestä tekijästä, esimerkiksi onnettomuustilanteessa tulee mieleemme ensimmäisenä yksinomaan inhimillinen virhe. Joku toimija (lentäjä, autoilija, prosessinhoitaja) on tehnyt virheen. Todennäköisesti näin on tapahtunutkin, mutta inhimillinen virhe on ainoastaan seuraus inhimillisistä tekijöistä. Henkilö ei ole tehnyt virhettä tarkoituksellisesti, vaan hänen toimintaansa on vaikuttanut jokin seikka, joka on johtanut virheelliseen toimintaan. (Saatsi 2011, 12.)

Käsitteellä inhimilliset tekijät tarkoitetaan laajaa kokonaisuutta kaikista niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat toimintaamme. Tarkastelun kohteena ei ole pelkkä yksilö, vaan koko organisaatio toimintakulttuureineen. Inhimillisiin tekijöihin sisältyvät siis kaikki inhimillisen toiminnan laatuun ja luotettavuuteen vaikuttavat tekijät, jotka vaikuttavat toimiamme lopputulokseen. (Saatsi 2011, 14.)

Yksilön sisäisten tekijöiden lisäksi toimintaan vaikuttaa myös ulkoiset tekijät. Esimerkiksi kuinka hyvin ohjeet, ympäristöolosuhteet, työhön käytettävät laitteet ja työtehtävään liittyvä muu yhteisö soveltuvuudellaan tukee yksilön toimintaa. (Saatsi 2011, 15.)

Tässä työssä keskityttiin näistä tekijöistä ohjeisiin, koska siihen on parhaat vaikutusmahdollisuudet. Ohjeisiin voidaan lukea tekniset piirustukset, sekä työohjeistus.

6 HAVAINNOT JA KEHITYSEHDOTUKSET

6.1 Havainnot

- Hitsaus ja koneistusvirheet suurin ongelma.
- Ongelmat jakautuneet tasaisesti toimittajien välillä. Haastava valmistettavuus.
- Inhimillinen virhe ja työtapa yleisimmät reklamaation syyt.
- Hitsausjärjestys ja kuvanlukuvirhe yleinen reklamaation aiheuttaja (16 % reklamaatioista kuvanlukuvirheitä 2019 Q1).
- Toimittajien vastaukset reklamaatioihin puutteellisia. Syyn selvitys usein tekemättä. Toimittajaa pyydetään vastaamaan 3:n työpäivän sisällä. Kunnollinen syyn selvitys vie kuitenkin aikaa ja resursseja. Lisäksi toimittaja pystyy vastaamaan reklamaatioon vain kerran.
- Kuvavirheiden määrää vaikea arvioida reklamaatioiden perusteella, koska laadunohjaajat tarkistavat piirustusten oikeellisuuden ennen reklamaation tekemistä.

Yleisin laatupoikkeamien aiheuttaja oli hitsausvirheet. Juurisyyanalyysissä tuli ilmi hitsausvirheiden johtuvan enimmäkseen inhimillisistä tekijöistä ja työtavoista. Inhimillisen tekijän vaikutusta oli jo aikaisemmin vähennetty ottamalla käyttöön toimittajien lopputarkastus. Osassa tuotteista oli jäänyt hitsausaumoja hitsaamatta, koska tuote oli hitsattu väärässä järjestyksessä, jolloin kaikkia saumoja ei pysty hitsaamaan. Hitsausjärjestys vaikuttaa myös materiaalin lämpömuodonmuutoksiin, jotka vaikeuttavat komponentin asennettavuutta tai pahimmassa tapauksessa komponenttia ei pysty asentamaan ollenkaan. Useissa kriittisissä osissa hitsausjärjestys on hyvin tärkeä valmistettavuuden kannalta. Kehitystoimenpiteenä kuvallisilla hitsausohjeilla saataisiin inhimillistä virhettä vähennettyä entisestään ja työtapa olisi ohjeita seuratessa oikea.

Juurisyyanalyysissa ilmeni huomattava määrä piirustusten luku- ja tulkintavirheitä. Inhimillisen virheen osuus pienenee huomattavasti, kun teknisissä piirustuksissa on otettu huomioon valmistettavuus, ne ovat mahdollisimman yksinkertaiset, eikä niissä ole tulkinnanvaraa. Uusien osien liäksi jo tuotannossa olevien kriittisten osien teknisten piirustusten katselmukset olisi mahdollinen lähestymistapa suurimpien ongelmien poistamiseksi.

Toimittajien reklamaatiovastauksissa oli selvästi myös kehitettävää. Usein toimittaja ei tehnyt reklamaation aiheuttaneen ongelman syyn selvitystä. Kunnollinen syyn selvitys vaatii aikaa sekä resursseja, joita ei aina toimittajilta löydy. Kriittisissä reklamaatiotapauksissa 8D-raportti vastauksen yhteydessä varmistaisi, että toimittaja on selvittänyt ongelman aiheuttajan ja se tulisi korjattua. Osa toimittajista täytti 8D-raportin ilman erillistä pyyntöä, mutta raportin oikein täyttämiseksi olisi kehitettävää osalla toimittajista. Reklamaatiotietokannan käytettävyyteen toimittajan kannalta tulisi tehdä muutoksia, jotta perusteellinen syyn selvitys olisi mahdollista tehdä.

6.2 Yhteenveto ja kehitystoimenpiteet

Kehitysehdotukset:

Kuvalliset hitsausohjeet (erityisesti säiliöt)

- Kuvalliset hitsausohjeet helpottaisivat toimittajaa erityisesti hitsausjärjestyksissä ja -tuennoissa, jolloin esimerkiksi säiliön vääntymiset ja hitsisaumojen puutteet vähenisivät oikean valmistustavan myötä.

Suunnittelun yleisohjeet

- Suunnittelun koulutukset erityisesti uusille työntekijöille ja suunnitteluohjeet mahdollistaisivat yhtenäisen linjan teknisten piirustusten toteutukseen, jolloin inhimillisen virheen, kuten piirustusten tulkinta- ja lukuvirheen mahdollisuus pienenee.
- Ohjeet voisivat sisältää esimerkiksi
 - mitä kuvan tulisi sisältää ja mitä se ei saisi sisältää.
 - kuinka paljon projektioita yksi kuva saa sisältää.

- mitoitustapa eri tilanteissa.
- erityismerkinnät ja lisäohjeet (Hitsausjärjestykset, epäselvien kohtien selventäminen).
- Yhteistyö toimittajan kanssa. Monissa reklamaatioissa toimittaja ilmoitti tehneensä teknisiin piirustuksiin muutoksia tai huomioita. Näistä muutoksista olisi hyvä saada tieto myös omalle suunnittelulle, jotta muutokset saadaan virallisiin piirustuksiin ja siten helppolukuisemmiksi.

Reklamaatitietokannan kehittäminen

- Toimittajille mahdollisuus lisätä vastaukseen syyn selvitys jälkikäteen.
- Syyn selvitykselle valmis pohja, jossa valmiit vaihtoehdot juurisyille.
- Konenumero/työnumero ja valmistuspaikka reklamaatioon, jotta reklamaatioita voisi analysoida tarkemmin.

Läpinäkyvyyttä laatuongelmiin

- Asentajille mahdollisuus seurata laatuongelmien käsittelyä. Esimerkiksi kuvamuutosten seuranta ja laatupalautteiden selaus asentajien käyttöön.
- Asentajat näkevät konkreettisesti, että laatuilmoituksille tehdään toimenpiteitä, jolloin motivaatio laatupalautteen antamiselle parantuu.

7 POHDINTA

Työn takoituksena oli tehdä analyysi komponenttilaadun nykytilasta, sekä suunnitella toimenpiteitä analyysin pohjalta valittuihin toimintoihin. Nykytilan analyysillä varmistettiin ongelma ja saatiin kohdennettua suurimmat vaikuttajat laatuongelmiin.

Toimittaja-analyysin aikana havaittiin, että kaikilla saman osan toimittajilla oli laatuongelmia tiettyjen komponenttien kanssa. Tästä voitiin päätellä osien valmistettavuudessa olevan suurempi ongelma kuin toimittajien yleisessä laadussa.

Komponenttikategorioihin tehtiin Pareto-analyysi, jonka perusteella valittiin kolme kriittisintä kategoriaa, jotka myös analysoitiin ja sen perusteella valittiin komponentit, joihin keskityttiin, yleisten toimintojen parantamisen lisäksi.

Kriittisiin kohteisiin tehdyllä juurisyyanalyysillä selvitettiin virheiden aiheuttajat ja suunniteltiin toimenpiteet näiden virheiden minimoimiseksi. Kehitystoimenpiteiden suunnittelu tehtiin haastatteleamalla työntekijöitä eri vaiheista prosessia ja pitämällä osastokohtaisia palavereja, jotta saataisiin kehitysehdotuksia ja mielipiteitä monesta eri näkökulmasta. Näiden kommenttien ja ehdotusten avulla löydettiin useampia virheitä korjaavia kehitystoimenpiteitä.

Tietokantojen analysoinnilla juurisyyt ja niiden suurimmat vaikuttajat löydettiin ja korjaavina toimenpiteinä aloitettiin projektit kuvallisista hitsausohjeista, suunnittelun yleisohjeista, laatuongelmien käsittelyn seurantamahdollisuuksista asentajille ja reklamaatietietonnan kehittämistä.

Työn laajuus ja monen eri osaston kanssa yhteistyön tekeminen tekivät siitä haastavan, mutta analysoinnin tuloksien avulla työ saatiin rajattua tiettyihin ongelma-alueisiin, joihin saatiin useita kehitystoimenpiteitä, joten työn tavoite saavutettiin.

LÄHTEET

ASQ 2019. Viitattu 28.05.2019. <https://asq.org/quality-resources/eight-disciplines-8d>.

Hirsjärvi, S.; Remes P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Kotimaisten kielten keskus 2019. Viitattu 19.06.2019 <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/>.

Lecklin, O. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. Helsinki: Kauppakaari.

Lillrank, P. 1999. Laatuajattelu: laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Helsinki: Otava.

Opetushallitus 2019. Viitattu 19.06.2019

https://www.oph.fi/tietopalvelut/ennakointi/koulutus_ja_osaamistarpeiden_ennakointi/sanastot/suomenkielinen_sanasto.

Saatsi, J. 2011. Inhimillisten tekijöiden hallinta lentoteknisessä työssä. Helsinki: Opetushallitus.

Sandvikin intranet 2019. Viitattu 28.06.2019 Vaatii käyttöoikeudet.

Sandvik kotisivut 2019. Viitattu 21.05.2019 <https://www.home.sandvik/en/change-country-and-language/finland/>.

Six Sigma, 2019. Viitattu 15.05.2019 Saatavilla www-muodossa: <http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/dmaic/>.