

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Ilari Saukkonen
Komponenttilaadun vaikutukset reittiaikoihin sähkölukkotuotannossa

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2020



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2020
Kone- ja tuotantotekniikka

Tikkarinne 9
80220 JOENSUU
Keskuksen puhelinnumero

Tekijä(t)
Ilari Saukkonen

Nimeke
Komponenttilaadun vaikutukset reittiaikoihin sähkölukkotuotannossa

Toimeksiantaja
Abloy Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Abloy Oy:n sähkömekaanisten tuotteiden kokoonpanon komponenttien laadun vaikutuksia reittiaikoihin sekä todentaa eniten kokoamiseen ongelmia aiheuttavat komponentit ja ehdottaa korjaustoimenpiteitä komponenteille.

Tarve tutkimukselle sekä sähkölukkojen tuotannon tehostamiselle on ilmeinen, johtuen sähkömekaanisten tuotteiden vahvasta kasvusta tämän päivän lukitusratkaisuissa. Globaaleilla markkinoilla kysyntään täytyy pystyä vastaamaan nopeasti, joustavasti sekä kustannuskilpailukykyisesti.

Opinnäytetyössä selvitettiin eniten ajallisesti laatuongelmia sisältävät tuotteet sekä näihin tuotteisiin eniten ongelmia tuovat komponentit. Opinnäytetyössä saavutettiin tärkeää tietoa komponenttien laatuongelmien vaikutuksista läpimenoaikaan sekä luotiin tarvittavia korjaustoimenpiteitä näiden ehkäisemiseksi.

Kohdeyrityksessä onkin tärkeää tehdä vastaavanlaisia tutkimuksia myös jatkossa läpimenoaikojen lyhentämiseksi.

Kieli
suomi

Sivuja 35
Liitteet

Asiasanat
läpimenoaika, tuottavuus, työntutkimus



THESIS
March 2020
Degree Programme in Mechanical En-
gineering

Tikkarinne 9
80220 JOENSUU
FINLAND

Author (s)
Ilari Saukkonen

Title
Components quality effects to lead time in electromechanical locks production

Commissioned by
Abloy Oy

Abstract

The purpose of the thesis was to research quality effects to lead time in electromechanical lock cases production at Abloy Oy. Thesis purpose was verifying the components that cause the most problems in assembly and propose improvement actions for components.

The need for research and the improvement of the production in electric locks is obvious due to the strong growth of electromechanical products in today's locking solutions. In a global market, must be able to respond demand quickly, flexibly and cost-effectively.

In this work, sort out products with the most quality issues and the components that cause the most problems with these products. The thesis achieved important information on the effects of component quality problems on lead time and created the necessary corrective actions to prevent them.

It is important for the target company continue similar researches in the future to get shorter lead times.

Language

Finnish

Pages 35

Appendices

Keywords

lead time, productivity

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Abloy Oy	5
1.2	Abloyn historia	6
2	Kehittäminen	6
2.1	Jatkuva parantaminen	7
2.2	Six Sigma.....	7
2.2.1	DMAIC-ongelmanratkaisumalli	8
3	Tuotannon tunnusluvut	10
3.1	Kapasiteetti	10
3.2	Tuottavuus	11
3.3	Läpimenoaika	11
4	Työntutkimus ja kehitys.....	12
4.1	Työntutkimuksen tavoitteet	13
4.2	Työntutkimuksen hyödyt	13
5	Analysointityökalu Pareto.....	14
6	Nykytilan määrittäminen.....	15
7	Komponenttien laadun vaikutukset reittiin.....	18
7.1	Tuote A.....	21
7.2	Tuote B	24
8	Korjaustoimenpiteet	28
8.1	Tuote A	28
8.2	Tuote B	31
9	Pohdinta.....	33
	Lähteet.....	35

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on tutkia Abloy Oy:n sähkömekaanisten tuotteiden kokoonpanon komponenttien laadun vaikutuksia reittiaikoihin sekä todentaa eniten kokoamiseen ongelmia aiheuttavat komponentit ja ehdottaa korjaustoimenpiteitä komponenteille. Reittiajalla tarkoitetaan kokoonpanovaiheen läpimenoaikaa. Opinnäytetyön aihe sekä kohde ovat luonnollinen jatkumo opinnoilleni, suorittamani opintojeni työharjoittelujaksot Abloy Oy:n sähkölukkojen kokoonpanossa.

Toimeksiantajan tarve tutkimukselle sekä sähkölukkojen tuotannon tehostamiselle on ilmeinen, johtuen sähkömekaanisten tuotteiden vahvasta kasvusta tämän päivän lukitusratkaisuissa. Asiakkaiden kysyntään täytyy pystyä vastaamaan nopeasti, joustavasti sekä kustannuskilpailukykyisesti pärjätäkseen globaaleilla markkinoilla.

Sähkölukkojen kokoonpanossa työskentelee tarkastelu hetkellä noin 55 henkilöä, joista kokoojan tehtävissä 45 henkilöä. Kokoonpano alue jakautuu lukkotyyppien toimintojen, käyttötarkoituksen sekä eri standardien määrittämien vaatimusten mukaisesti tuotantosoluiksi.

Työ rajataan koskemaan eniten hukka-aikaa aiheuttavien tuotteiden selvitykseen sekä näihin tuotteisiin eniten hidastuvuutta reittiaikaan aiheuttavien komponenttien selvittämiseen. Työhön sisältyy myös hidastuvuutta aiheuttavien komponenttien kehitys sekä parannus ehdotuksien ideoiminen. Tavoitteena on löytää eniten reittiaikaan pidentävästi vaikuttavat komponentit, arvioida näiden vaikutukset tuottavuuteen sekä ideoida toimenpiteitä, joilla komponenttien laatuongelmat saataisiin hallintaan.

1.1 Abloy Oy

Abloy Oy on Suomessa toimiva lukitusratkaisuja sekä oviautomatiikkaa valmistava yritys. Abloy Oy kuuluu monikansalliseen ASSA Abloy -konserniin, joka on

listattu Tukholman pörssissä. Assa Abloy -konserni on maailman johtava oviympäristöratkaisujen toimittaja. Tarkasteluhetkellä Abloy Oy:n päätoimipaikkana pidetään Joensuun tehdasta, yrityksen toinen tehdas toimii Björkbodassa. Yritys työllistää Suomessa noin 800 henkilöä. [4.]

1.2 Abloyn historia

Abloy Oy:n historia ulottuu jo yli 100 vuoden päähän vuoteen 1907, jolloin Emil Henriksson keksi haittalukkosalinterin. Ensimmäiset ABLOY-lukot tulivat myyntiin kahden vuoden kuluttua Henrikssonin keksinnöstä. Laajempi tuotanto käynnistyi vuonna 1918 Ab Låsfabriken - Lukkotehdas Oy:llä. Idea sai patentin vuonna 1919, jolloin syntyi myös uusi yritys, Ab Lukko Oy, jonka alkukirjaimista tulee tuotenimi ABLOY. Tänä päivänä Abloy Oy pyrkii idean pohjalta kehittämään entistä turvallisempia sekä helppokäyttöisempiä mekaanisia ja sähköisiä lukitusratkaisuja. [4.]

2 Kehittäminen

Nykyaikaisessa yritysten kovassa globaalissa kilpailussa kehitystyö sekä kehittyminen liiketoimintojen joka osa-alueella ovat yritykselle elinehto pysyäksään kannattavana. Kehitystyötä tulisikin tehdä yrityksissä niin tuotannon, tuotteiden kuin liiketoiminnankin osalta. Kehitystyön on oltava pitkäjänteistä sekä järjestelmällistä. Yrityksen tulisi saada sitoutettua koko henkilöstö kehitystyöhön sekä kehittää henkilöstön osaamista, jotta myös muutosvastarinta jäisi vähäiseksi. Kehittämismenetelmiä sekä -filosofioita ovat yritykset pyrkineet kehittämään, soveltamaan sekä muokkaamaan omiin tarpeisiin sopiviksi. Toimintamalleja on lukuisia jatkuvasta pienin askelin etenevästä mallista aina projektina toteutettavaan kehittämismalliin. [1, 380.]

2.1 Jatkuva parantaminen

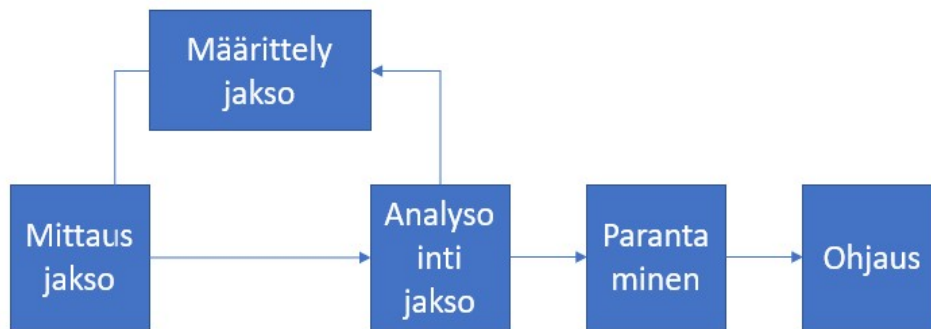
Jatkuvalla parantamisella tarkoitetaan toimintamallia, jossa yrityksen toimintaa, esimerkiksi tuotantoa, kehitetään jatkuvasti. Tarkoituksena on kehittää toimintaa pienin askelin jatkuvasti, radikaalit ja laajamittaiset kehityshankkeet eivät kuulu jatkuvan parantamisen piiriin. Koko yrityksen henkilöstö osallistuu parantamaan ja kehittämään omia toimintojaan. Yrityksen kaikki toiminnot pyritään hiomaan kohti täydellisyyttä. Kehitystoiminnassa voidaan käyttää apuna tilastollisen laadunvalvonnan menetelmiä. Jatkuvan parantamisen pyrkimyksenä on myös edistää koko henkilökunnan osallistumista, jolloin asennoituminen muutoksiin on myönteisempää sekä muutosvastarinta vähäisempää. Jatkuvan parantamisen hyödyt perustuvat suureen määrään pieniä kehitysaskeleita jo olemassa oleviin prosesseihin joiden kumuloituessa saavutetaan suuria tuloksia. Jatkuvasta parantamisesta käytetään myös Japanin kielistä nimitystä kaizen, joka tarkoittaa ”kehitystä”. [1, 380–381.]

2.2 Six Sigma

Six Sigma on projektiperusteinen ongelmanratkaisu- ja liiketoiminnan kehitysmenetelmä. Six Sigman tarkoitus on parantaa yrityksen liiketoiminnan kilpailukykyä ja laadunhallinnan tasoa. Six Sigman lähestymistapana on ratkaista vakavia liiketoiminnan ongelmia jotka vaikuttavat yrityksen kilpailukykyyn ja aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia yritykselle. Six Sigma pyrkii vähentämään prosesseista virheitä sekä hukkaa ja näin tuottamaan lisäarvoa asiakkaalle. Six Sigma projekti koostuu tavallisesti viidestä jaksosta: määrittely, mittaus, analysointi, parantaminen ja ohjaus, joiden englanninkielisistä vastineista muodostuu paremmin tunnettu lyhenne DMAIC. [3, 8–10.] Päämääränä Six Sigma projekteilla on mitata prosessien suorituskykyä määrällisesti sekä saavuttaa taso, jossa virheitä syntyi ainoastaan 3,4 kappaletta per miljoona. [3, 8–10.]

2.2.1 DMAIC-ongelmanratkaisumalli

Sig Sixmaan kuuluu spesifioitu ongelmanratkaisumalli DMAIC, joka muodostuu englanninkielisistä sanoista Define, Measure, Analyse, Improve ja Control. Menetelmän vaiheiden tulisi noudattaa seuraavaa järjestystä: määrittely, mittaus, analysointi, parantaminen ja ohjaus. DMAIC-prosessin aikana kerättävää ja analysoitavaa tietoa tulisi tarvittaessa määrittellä, mitata sekä analysoida uudelleen varmistuakseen kehityskohteen määrittelyn ja mittauksen oikeellisuudesta. [3, 44.]

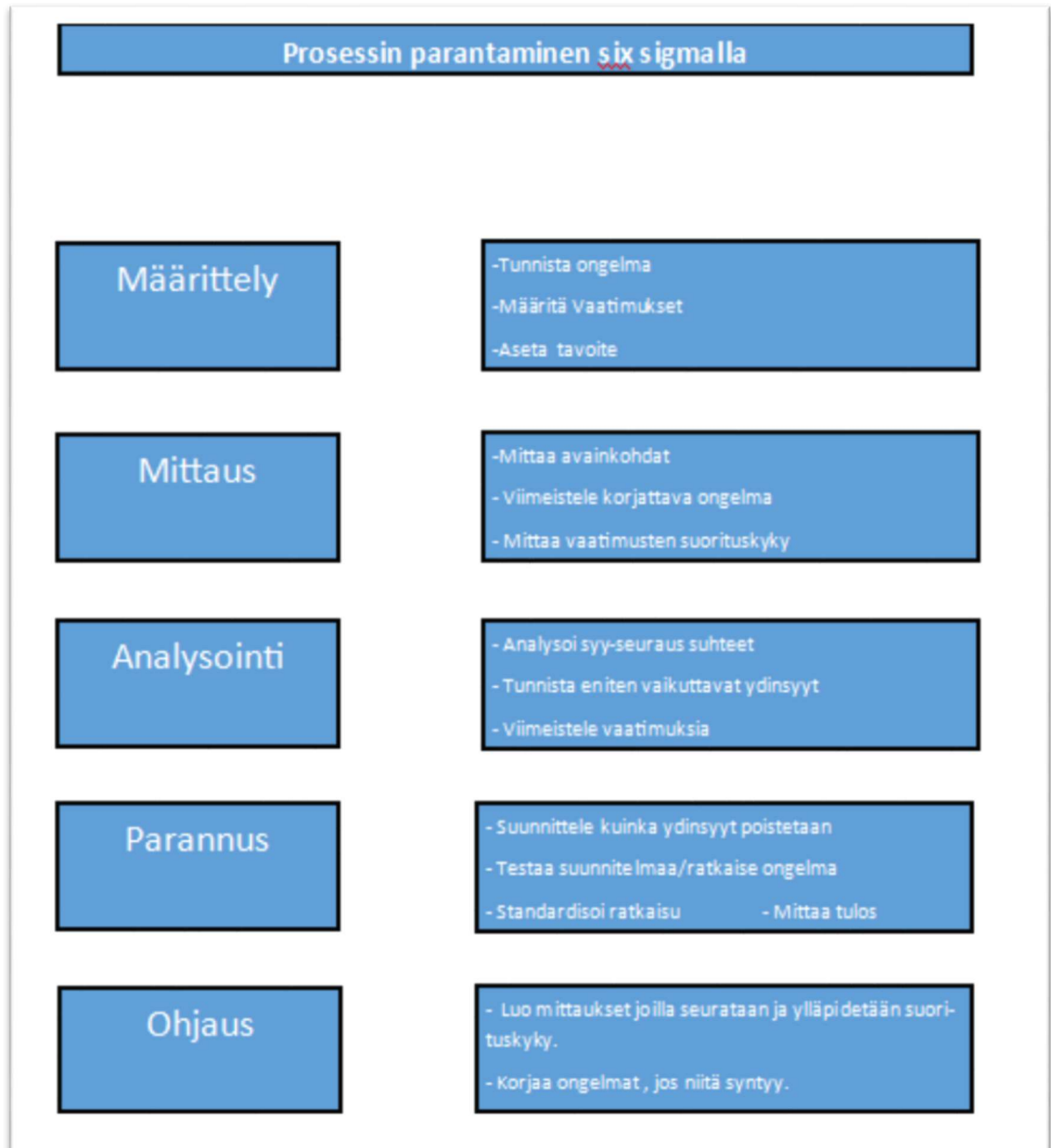


Kuva 1. Havainnollistava esimerkki DMAIC-prosessin järjestyksestä. [3.]

Määrittelyjaksolla määritetään projektin laajuus sekä tavoitteet, jotka olisivat saatavissa projektin lopussa. Määrittelyssä olisi tärkeää saada projektille selkeät rajat ja tunnusluvut niin operatiivisen toiminnan kuin taloudenkin osalta. [3, s. 46.] Mittausjaksolla on tarkoitus luoda tiedonkeruusuunnitelma, kerätä tarvittavaa tietoa, arvioida tietoa ja määrittää suorituskyvyn lähtötaso.

Analysointijaksolla tarkoituksena on havaita erot ja puutteet lähtötason sekä tavoitteiden välillä, ymmärtää vaihtelun syyt sekä priorisoida parannusmahdollisuudet tärkeysjärjestykseen. Analysointijaksolla saadut havainnot voivat muuttaa käsitystä ongelmasta ja johtaa projektin uudelleenmäärittelyyn. Parantamisjaksolla on tarkoituksena saada kestävä parannus prosessiin, sekä luoda mittarit joilla parannuksia pystytään tarkastelemaan. Ohjausjaksolla on tarkoituksena sekä

pystyä ohjaamaan ja kontrolloimaan prosessia myös arvioimaan tehtyjä parannuksia. [5.]



Kuva 2. Havainnollistava kuva Six Sigma prosessin kulusta. [5.]

3 Tuotannon tunnusluvut

Valmistavalle tuotannolle tyypillistä ovat erilaiset mittarit ja tunnusluvut, joiden avulla yritys pystyy arvioimaan kilpailukykyään, asettamaan tavoitteita sekä seuraamaan ja ohjaamaan toimintaansa. Tunnusluvuilla johdetaan ja analysoidaan yleensä tuotannon tavoitteiden toteutumista sekä resurssien käyttöä. Tuotannon tavoitteet määrittyvät yleensä strategisesti valittujen kilpailutekijöiden ja niitä kuvaavien tunnuslukujen avulla. Kilpailutekijät tarkoittavat tekijöitä, joilla yritys kilpailee markkinoilla. Valmistavalla yrityksellä tavanomaisimpia kilpailutekijöitä ovat muun muassa hinta, kustannustehokkuus, laatu, toimitusnopeus, palvelu ja toimitusvarmuus. Yritysten välillä on eroja siinä, mitä tunnuslukuja käytetään, mutta yleisesti käytössä ovat tuottavuutta, kustannustehokkuutta, tuotteiden laatua ja toimitusvarmuutta kuvaavat tunnusluvut. [1, 356, 398.]

3.1 Kapasiteetti

Kapasiteetilla kuvataan tuotantoyksikön enimmäissuorituskykyä valitussa aikayksikössä. Kapasiteettia voidaan kuvata erilaisilla kapasiteettiyksiköillä, esimerkiksi kappaletta/tunti, tonnia/tunti tai neliometriä/päivä. Joissakin tapauksissa eri tuotteet vaativat erilaisen määrän kapasiteettia, näissä tapauksissa kapasiteetti voidaan määritellä käyttöaikana tuntia/viikko. [1, 399–400.]

Kuormitusryhmä tarkoittaa jotakin kokonaisuutta, jonka kapasiteettia ja kuormituksen suhdetta tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena. Kuormitus tarkoittaa, kuinka paljon suunniteltu tuotanto kuormittaa eli varaa kapasiteettia. Kuormitus-suhde kertoo ajanjakson suhteellisen kuormituksen käytettävissä olevaan kapasiteettiin verrattuna. Yrityksissä esiintyy myös kuormitusasteen ja -suhteen rinnakkaiskäsitteet: käyttöaste ja -suhde. Käyttöaste ja -suhde kuvaavat suunnitellun kuormituksen sijaan toteutuneen tuotannon määrää ja suhdetta kapasiteettiin. [1, 399–400.]

Nettokapasiteetti tarkoittaa todellista käytettävissä olevaa kapasiteettia. Nettokapasiteetti voi olla huomattavasti vähäisempi kuin teoreettinen maksimikapasiteetti. Kapasiteettia vähentävät erilaiset häiriöt, huoltotyöt, sairaudet, konerikot, viallisten tuotteiden valmistus, työnjärjestely sekä materiaalipuutteet. Nettokapasiteetti on monesti vain 50 – 90 % teoreettisesta maksimikapasiteetista. [1, 399–400.]

3.2 Tuottavuus

Tuottavuus tarkoittaa tuotosten ja käytettyjen panosten suhdetta. Tuottavuutta voidaan tarkastella esimerkiksi kansantalouksien, toimialojen, yrityksien, tulosityksiköiden, työryhmien, työmenetelmien, yksittäisten työntekijöiden, ja työn vaiheiden kannalta. Kokonaistuottavuuteen vaikuttavat kaikki siihen käytetyt panokset, kuten materiaali-, työ, ja pääomapanokset sekä koulutus, kertyvä kokemus ja tekninen tietämys. Tuottavuuden paraneminen lisää taloudellista kasvua ja merkitsee yritykselle muun muassa hintakilpailukyvyn paranemista, kustannuskehityksen hidastumista ja työpaikkojen turvaamista. Tuottavuudella on suora vaikutus yrityksen kannattavuuteen ja se onkin laadun ohella yrityksen kannattavuuden keskeisiä syytekijöitä. [1, 20–21.]

3.3 Läpimenoaika

Läpimenoajalla tarkoitetaan yleensä kokonaisaikaa, jonka tuotteen toimintaketju vaatii aina tilauksesta toimitukseen. Läpimenoaikaa voidaan mitata ja kuvata myös toimintaketjun eri toiminnoille kuten valmistukselle ja kokoonpanolle. Valmistuksen läpimenoaika kuvaa aikaa valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen. Kokoonpanon läpimenoaika kuvaa aikaa kokoonpanoprosessin aloittamisesta sen valmistumiseen, jota opinnäytetyössäkin tarkastellaan. Läpimenoaika ei kuvaa tuottavuutta eikä se ota kantaa siihen, mitä tuotteelle tai tilaukselle tapahtuu läpimenon aikana. [1, 401.]

Lyhyillä läpimenoajoilla on monia positiivisia vaikutuksia yrityksen toimintaan ja kilpailukykyyn. Läpimenoaikojen lyhentämisestä on tullut yksi keskeisimmistä tuotannon kehittämisen tavoitteista. Lyhyillä läpimenoajoilla pyritään vähentämään keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa, parantamaan toimitusvarmuutta ja laatua sekä helpottamaan kapasiteetin suunnittelua. Läpimenoaikaa lyhentämällä pystytään samanaikaisesti pienentämään toimintaan sitoutunutta pääomaa sekä ylläpitämään hyvää suorituskykyä. Asiakasohjautuvassa tuotannossa läpimenoajalla on suora vaikutus toimitusaikaan. Asiakasohjautuvassa tuotannossa valmistuksen aloittaminen perustuu asiakkaan tilaukseen, johon perustuu myös opinnäytetyön kohdeyrityksen sähkölukkojen valmistus [1, 401–402.]

4 Työntutkimus ja kehitys

Työntutkimuksella tarkoitetaan kaikkia työn tuottavuuden mittaamiseen ja kehittämiseen tähtäviä tutkimuksia. Haverilan [1, 490] määritelmän mukaan työntutkimuksen sisältö on seuraava: ”Työntutkimus on ihmisten, materiaalien ja tuotantovälineiden yhteistoiminnan järjestelmällistä tutkimista tarkoituksena löytää paras menettelytapa. Sen päämääränä on lisäksi hyvien työolosuhteiden luominen ja työn suorittamiseksi tarvittavan ajan määrittäminen.” Työntutkimuksessa tarkastellaan työtä kolmesta näkökulmasta: taloudellisesta, teknologisesta ja työntekijänäkökulmasta. Taloudellisesta näkökulmasta tarkastellaan työn ja menetelmän kustannusvaikutuksia, selvitetään esimerkiksi lisäarvoa tuottavat, kustannuksia ja laatuongelmia aiheuttavat työt. Teknologisesta näkökulmasta selvitetään muun muassa uusien tekniikoiden hyödyntämismahdollisuudet sekä uusien välineiden ja prosessien mahdollisuudet. Työntekijänäkökulmasta keskiössä ovat turvallisuus ja kuormittavuus. [2, 6.]

4.1 Työntutkimuksen tavoitteet

Työntutkimuksen tavoitteena on kehittää taloudellisin, tehokkain ja turvallisin työmenetelmä ja -olosuhteet työn tekemiseksi, vakiinnuttaa eli standardisoida tämä työmenetelmä, opastaa työmenetelmä työntekijöille sekä selvittää tällä työmenetelmällä työhön tarvittava aika. Työntutkimukseen kuuluu näin sen tavoitteiden mukaisesti neljä osa aluetta: menetelmätutkimus, työn vakiinnuttaminen, työnopastus ja työnmittaus. Työntutkimuksen tavoitteina on parantunut tuottavuus, työhyvinvointi ja kannattavuus tehokkailla, taloudellisilla ja turvallisilla työmenetelmillä ja työolosuhteilla. [2, 6.]

Yritys sekä työntekijät hyötyvät työntutkimuksesta ja tuottavuuden kehittämisestä parempien ansioiden, turvallisten työmenetelmien, työn jatkuvuuden, työn standardoinnin ja kannattavuuden kautta. Työntutkimusta tarvitaan yrityksissä esimerkiksi tavoitteiden asettamiseen, tuotannon suunnitteluun ja tasapainottamiseen, sekä resurssien suunnitteluun ja kuormituksen selvittämiseen. [2, 6.]

4.2 Työntutkimuksen hyödyt

Työntutkimuksen toimenpiteitä pystytään kohdistamaan tuotannon kannalta oleellisiin asioihin esimerkiksi läpimenoaikojen lyhentämiseen, käynti- ja palveluaikojen pidentämiseen, toimitusvarmuuden parantamiseen ja tuotteen jalostusketjun kehittämiseen. Työntutkimuksen keinoina on muuan muassa työolosuhteiden, ammattitaidon ja eri toimintojen välisen yhteistyön kehittäminen sekä viimeisimmän teknologian käyttöönotto. [2, 7–8.]

Hyötyinä nähdään myös erilaisten tuotantoon liittyvien aikojen selvittäminen sekä näiden aikojen pohjalta tehtävä mahdollinen kehitystyö. Tuotannon kannalta tärkeimpiä selvitettäviä aikoja on toimitusaika, läpimenoaika ja työvaihe aika. [2, 7–8.]

Näiden aikojen pohjalta tuotantoon pystytään asettamaan tavoitteita, kehittämään tuotannon virtausta, suunnittelemaan resurssit tehokkaasti, määrittämään kustannuksia ja suunnittelemaan tuotteita tuotannon kannalta järkevästi sekä edullisesti. Tuotannonohjauksen kannalta tuotannosta mitattavat tärkeimmät ajat ovat elinehto esimerkiksi toimitusaikojen vahvistamisen ja toimitusaikapidon kautta sekä tarvittavien materiaalien ja henkilöresurssien tarpeiden määrittämiseksi. [2, 7–8.]

5 Analysointityökalu Pareto

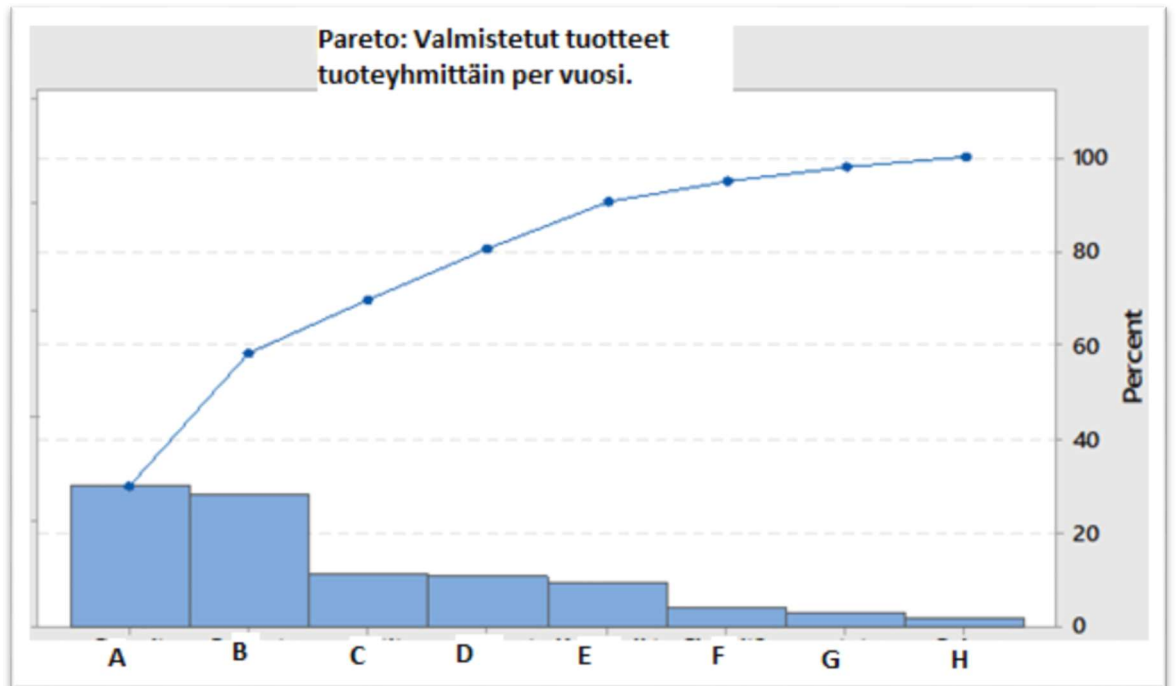
Pareto analyysin avulla toimenpiteet pystytään kohdistamaan ongelmiin, joiden korjaamisella saavutetaan suurimmat hyödyt. Ongelmien suhteellinen esiintymistiheys tai suuruus esitetään alenevassa pylväsdiagrammissa. Pareton periaatetta kutsutaan myös 20/80 säännöksi, jonka ideana on: 20 prosenttia syistä aiheuttaa 80 prosenttia ongelmista. Pareton periaate sopii erittäin hyvin tilastollisen aineiston analysointiin, jossa esimerkiksi saadaan tuotantoprosessin suurimmat virheet helposti visualisoitua. Eritoten Pareto -kaaviolla on helppoa eritellä paljon vaikuttavat syyt kaikista vaikuttavista syistä, jolloin kehitystoimenpiteitä saadaan helpommin priorisoitua. Pareto -kaavio auttaa näin keskittymään niihin tekijöihin sekä vikatilanteisiin, joiden ratkaisemisella on suurin vaikutus lopputulokseen. Opinnäytetyössä Pareton periaatetta on hyödynnetty paljon sen sopivuuden vuoksi. Tässäkin tutkimuksessa pystyttiin erottamaan isoimmat vaikuttajat kokonpanon reittiaikaan hyvin. [6, 7–8.]

Pareto -kaavio on nimetty italialaisen ekonomin Vilfredo Pareton mukaan, joka tutki vaurauden jakautumista suhteessa väestöön 1800-luvun lopun Englannissa, minkä pohjalta kehittyi Pareton periaate missä pieni osa syistä aiheuttaa ison

osan seurauksista. Tohtori Joseph M. Juran, 1900-luvun laatujohtamisen pioneeri, toi Pareton periaatteen paremmin tietoisuuteen osoittamalla sen sopivuuden erilaisiin tilanteisiin eritoten laatuongelmien ratkaisuun. [7, 16.]

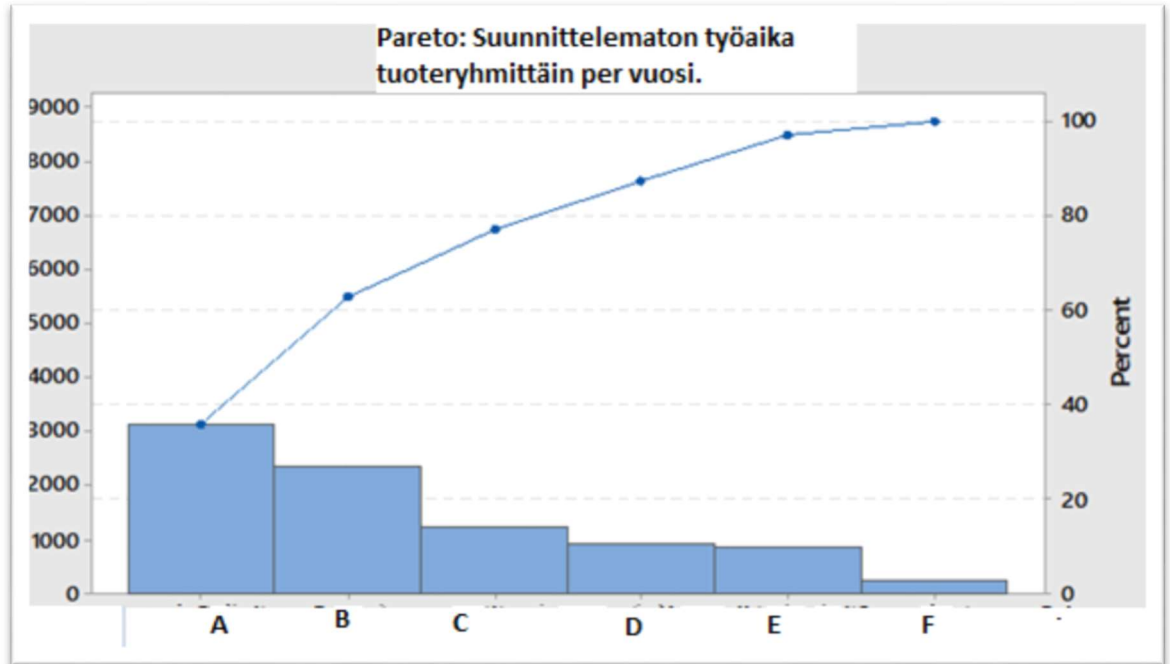
6 Nykytilan määrittäminen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää sähkölukkojen kokoonpanossa ilmenevien vaihtelevan komponentti laadun vaikutuksia reittiaikaan. Selvitystyö etenee vaiheittain tuoteryhmistä tuotteisiin ja niihin ylimääräistä työtä eli ”hukka-aikaa” aiheuttaviin komponentteihin. Selvitystyötä tehtiin käytännössä Routetool-raportin, Excel-taulukko-ohjelman sekä Minitab-ohjelmiston avulla. Routetool-raportin toiminta perustuu sen keräämiin tietoihin kaikista toiminnanohjausjärjestelmässä tapahtuvista reittiaikatiedoista, selvitystyössä se osoittautuikin päteväksi työkaluksi. Ylimääräisen työn määrä tuotteiden kokoonpanossa perustuu toiminnanohjausjärjestelmä Microsoft Dynamics AX:n suunnittelemaan aikaan tilauksille sekä kokoojan tilaukselle todellisuudessa käyttämään aikaan, joiden erotuksesta saadaan ylimääräinen suunnittelemaan aika. Toiminnanohjausjärjestelmän suunniteltu aika perustuu Abloy Oy:n menetelmäsuunnittelijan määrittelemään työn normaaliaikaan, joka käytännössä tarkoittaa kunkin lukkoryhmän tekijöiden suhteutettua keskiarvoa päivän lukkosaannosta. Työn normaaliaika eli määritetty reittiaika huomioi tauot, komponenttien keräämisen työpisteelle, valmiiden tuotteiden siirrot pakkaukseen, robotin pienten häiriötilanteiden selvitys, työtilauksen käsittelyn toiminnanohjausjärjestelmässä, työpisteen järjestyksessä pitämisen, rasmusluokan aiheuttaman elpymisen (kyseisessä työssä 45min/pv), lukon testauksen ja loppukokoonpanon. Toteutuneisiin reittiaikoihin vaikuttaa myös toiminnanohjausjärjestelmään tilauksille kokoojan tallentaman ajan oikeellisuus sekä tähän liittyvät virheet. Nämä epäkohdat ovat kuitenkin suodatettavissa Routetool-raporttiin pohjautuvan tiedon ja Excelin avulla. Suunnittelemaan työn osuus kaikesta työstä sähköluukoilla vuonna 2016 oli 13%.



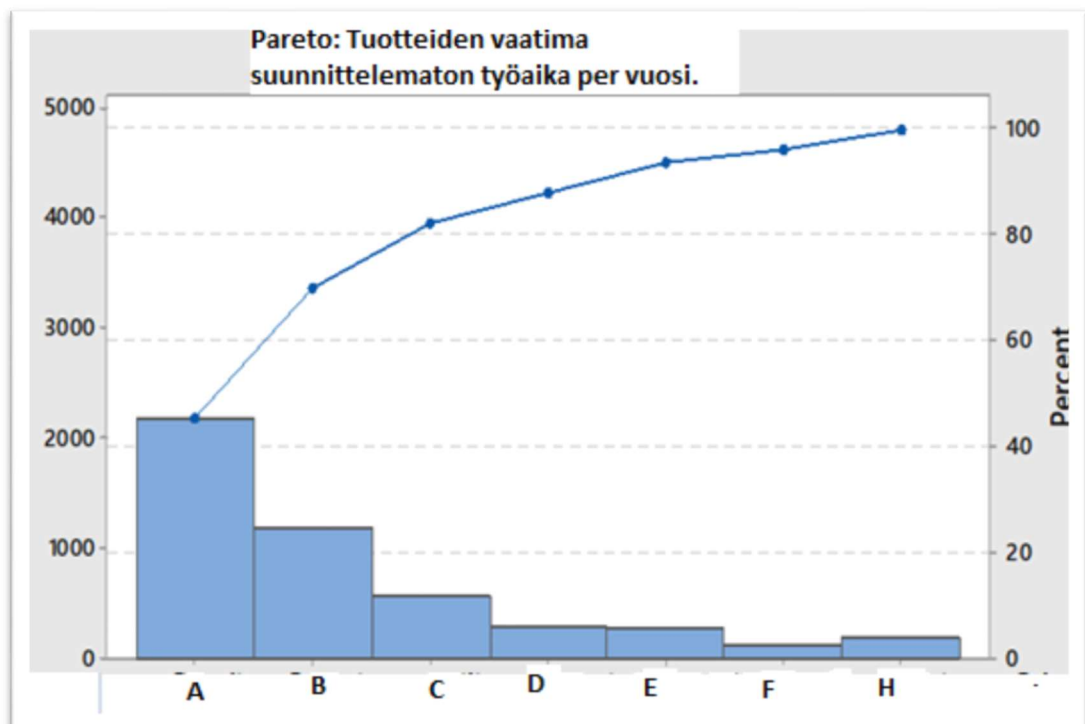
Kuva 3. Pareto-analyysi tuoteryhmien valmistettujen kpl-määrän mukaan [Kuva: Saukkonen 2019].

Analyysi nykytilasta ja eniten hukka-työtä sisältävistä lukoista käynnistyi selvityksellä eniten valmistettujen tuoteryhmien osuudella prosentuaalisesti muihin tuoterymiin. Tuotteita eikä tuotteiden valmistukseen käytettyjä aikoja nimetä tai ilmoiteta opinäytetyössä tuotanto- ja tuotesalaisuuksien takia. Tuoteryhmiä nimetään opinäytetyössä numero järjestyksellä 1-8. Kuvassa 3 esitettävä pareto-analyysi ilmoittaa tuoteryhmien koon suhteessa muihin tuoteryhmiin vuonna 2016 valmistettujen tuotteiden lukumäärän mukaan. Kuviosta voidaan huomata että ryhmän 1 ja 2 tuotteiden osuus vuosittain valmistettavien tuotteiden lukumäärästä on noin 60%.



Kuva 4. Pareto-analyysi tuoteryhmien vaatimasta suunnittelemattomasta työajasta.

Eniten suunnittelematonta työaika toisin sanoen “hukka-aikaa” tehtiin tuoteryhmien 1 ja 2 osalta, noin 63% kaikesta suunnittelemattomasta työajasta. Näitä tuoteryhmiä myös valmistettiin eniten tarkasteluvuotena, sekä ne sitovat eniten sähkölukkojen resursseja.



Kuva 5. Pareto-analyysi tuotteiden vaatimasta suunnittelemattomasta työajasta. Selvitystyön seuraavana vaiheena oli selvittää eniten suunnittelematonta työaika sisältävät yksittäiset tuotteet sekä näiden osuus kaikesta suunnittelemattomasta työstä. Kuvassa 5 näkyvään kuvioon on asetettu yksittäiset tuotetyypit niiden vaatiman suunnittelemattoman työajan mukaan Pareto-kaavioon. Analyysin tuloksena saatiin tietää tuoteryhmien 1 ja 2 suurimennekkisimpien tuotteiden A ja B vaativan myös eniten ylimääräistä työtä. Tämä on tietenkin luonnollista ottaen huomioon näiden tuotteiden valmistuksen vaativan myös eniten resursseja käsikokoonpanossa. Näin esimerkiksi näihin tuotteisiin koskettavan epäkuranttiin komponentin laatuvaikutukset läpimenoaikaan ovat huomattavat, joten jatkotutkimukset olivat helppo kohdistaa tuoteryhmiin 1 ja 2 sekä näiden menekkituotteisiin A ja B.

7 Komponenttien laadun vaikutukset reittiin

Eniten ylimääräistä kokoonpanoa sisältävien tuotteiden syitä ja seurauksia kerättiin kuvaamalla kokoonpanoa videolle muutamien päivien ajan, kokoojia haastatteleamalla, testausautomaatin vikakoodiraporttia hyödyntäen sekä vikaesiintyvyysslomakkeella. Tuotevikaisuuksien esiintyvyysslomakkeella kartoitettiin ennen kaikkea korjaustoimenpiteiden määriä tuotannossa kahden viikon ajalta. Lomake jaettiin kaikille, sillä hetkellä tutkimuksen kohteena olevien lukkojen koajille, noin 20 hengelle.

Tuote vikaisuuden esiintyvyys lomake

Lomakkeella tarkoitetaan selvittämään tuotteiden kasaukseen liittyviä ongelmia sekä niiden yleisyyttä. Lomake liittyy opinnäytetyöhön: "Reittiaikojen vaihtelun selvitys sekä vaihteluun liittyvien hukkatekijöiden selvittäminen sähkölukkotuotannossa".

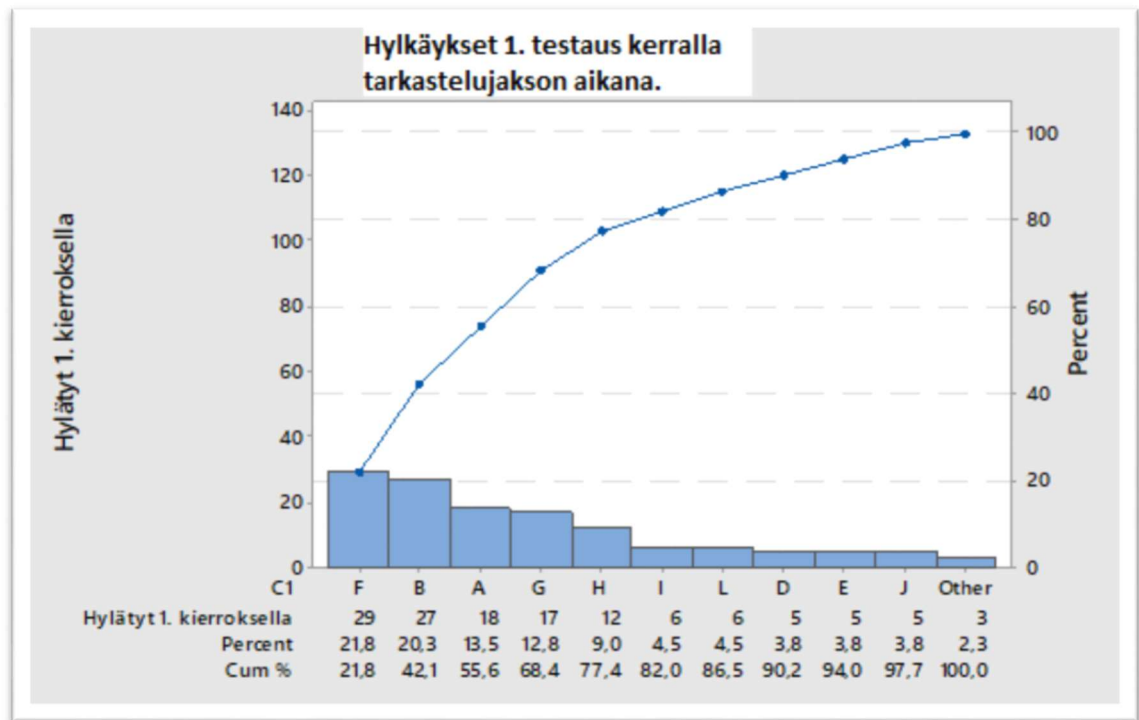
		Lukkotyyppi:
Ylimääräinen työ:	Arvioitu syy:	Tapahtumien lukumäärä:

Kuva 6. Malli tuotantoon jaetusta lomakkeesta [Kuva: Saukkonen 2019].

Lukkoryhmä ykkösen ja lukkomallin A testauksessa on hyödynnetty automaatiota, ja käsin testauksesta on näin pystytty käytännössä luopumaan. Robotin testatessa lukot, on kokoojalla enemmän aikaa koota itse lukkoja, jolloin tuottavuutta saadaan parannettua. Testausautomaatilla on myös muitakin hyötyjä: Lukot ovat aina samalla tavalla testattu ja todettu toimiviksi. Lisäksi robotti kerää talteen kaikkien testaamiensa lukkojen parametrit, joiden mukaan se hylkää tai hyväksyy kootun lukon. Hylätty lukko palautuu kokoojalle takaisin korjattavaksi ja sen jälkeen uudelleen testattavaksi.

Näitä kerättyjä testaustietoja voidaan hyödyntää myös muuten, kuten esimerkiksi opinnäytetyössä tarkasteltiin hylättyjen lukkojen määriä sekä syitä hylkäykselle. Opinnäytetyössä tarkasteltiin robotin yhden viikon aikana keräämää testausdataa muiden tutkimus toimenpiteiden ajalta, joka vahvisti myöskin videokuvauksen ja kyselomakkeen aikana ilmi tulleiden vikojen esiintyvyyttä. Oikeastaan kaikilla tutkimustavoilla saatiin hyvin saman tyyppisiä tuloksia vaikuttavimmista vioista ja näiden esiintyvyyksistä. Testausautomaatilla testattiin tarkastelujaksolla 1165 kappaletta lukkorunkoja, joista lukkorungon ensimmäisellä testauskerralla läpäisi 70 % testatuista lukoista ja 30 % näistä palautui kokoojalle tarkastettavaksi sekä korjattavaksi. Raportilta tarkasteltaessa erilaisia vikakodeja oli kaikkiaan 19 kappaletta ja eniten hylkäyksiä tuosta 30 prosentista aiheutti painikemikron kytkeytymiseen liittyvät viat, noin 50 prosenttia. Näistä vioista isoin oli kokonaan kytkeytymättömyys sekä painikemikron kytkeytymiskulma. Alla olevassa Pareto-kaaviossa kaikki vikakoodit eriteltynä visuaalisessa muodossa, samoihin osiin ja

niiden toiminnallisuuksiin voi siis liittyä useita eri vikakoodeja mutta tuotesalaisuuden vuoksi vikatilanteita ei tämän tarkemmin eritellä tässä opinnäytetyössä.

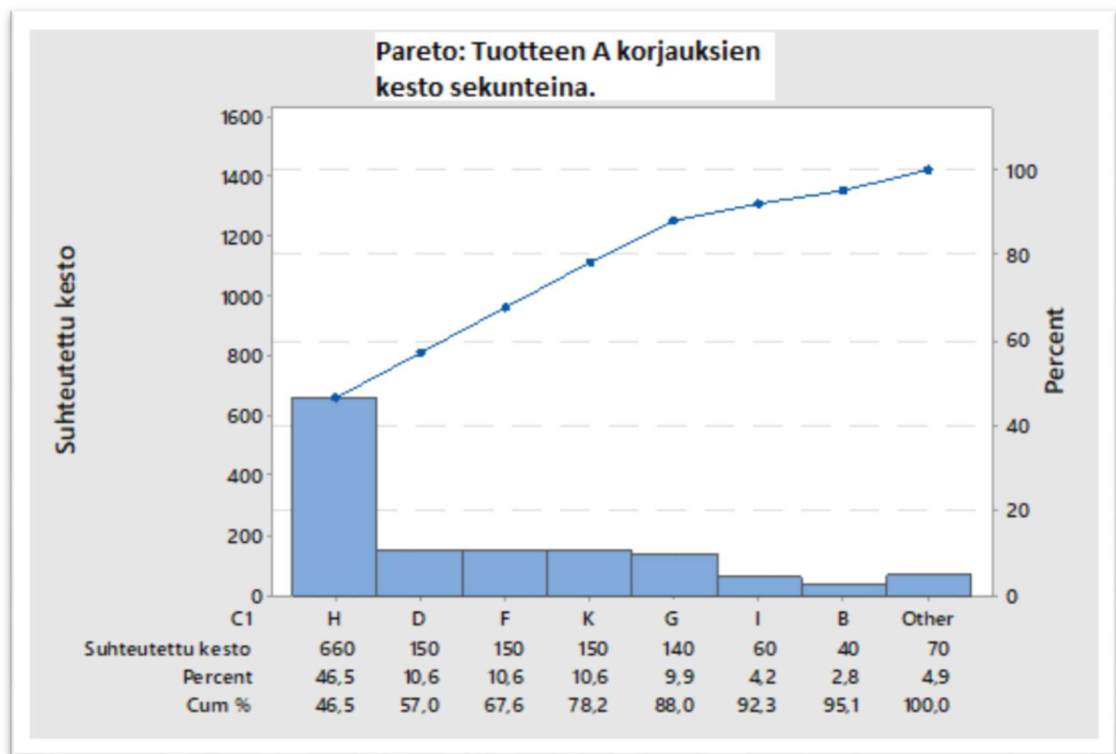


Kuva 6. Pareto-analyysi tuotteiden hylkäyksien syistä testausautomaatilla.

Erilaisten vikojen korjaamiseen käytettävään aikaan päästiin paremmin käsiksi videokuvauksen sekä esiintyvyysslomakkeen avulla. Testausautomaatin raportti ei kerro, kuinka paljon eri vikatilanteiden korjaamiseen on tarvittu aikaa. Kokoonpanoa videolle kuvaamalla saatiin todellinen aika sekä toimenpiteet, joita viallisen osan aiheuttama korjaaminen vaatii. Kuvausta suoritettiin viiden eri kokoojan työpäivästä kutakin noin kuusi tuntia kerrallaan. Kuvaukset toteutettiin molempiin tarkasteluissa olleisiin lukkoryhmiin, kuvattavia oli ykkösryhmässä kolme henkilöä ja kakkosryhmässä kaksi henkilöä. Kuvauksen tarkoituksena oli selvittää vikatilanteissa ilmeneviä korjaustoimenpiteitä ja niiden kestoja, tässä onnistuttiin erittäin hyvin.

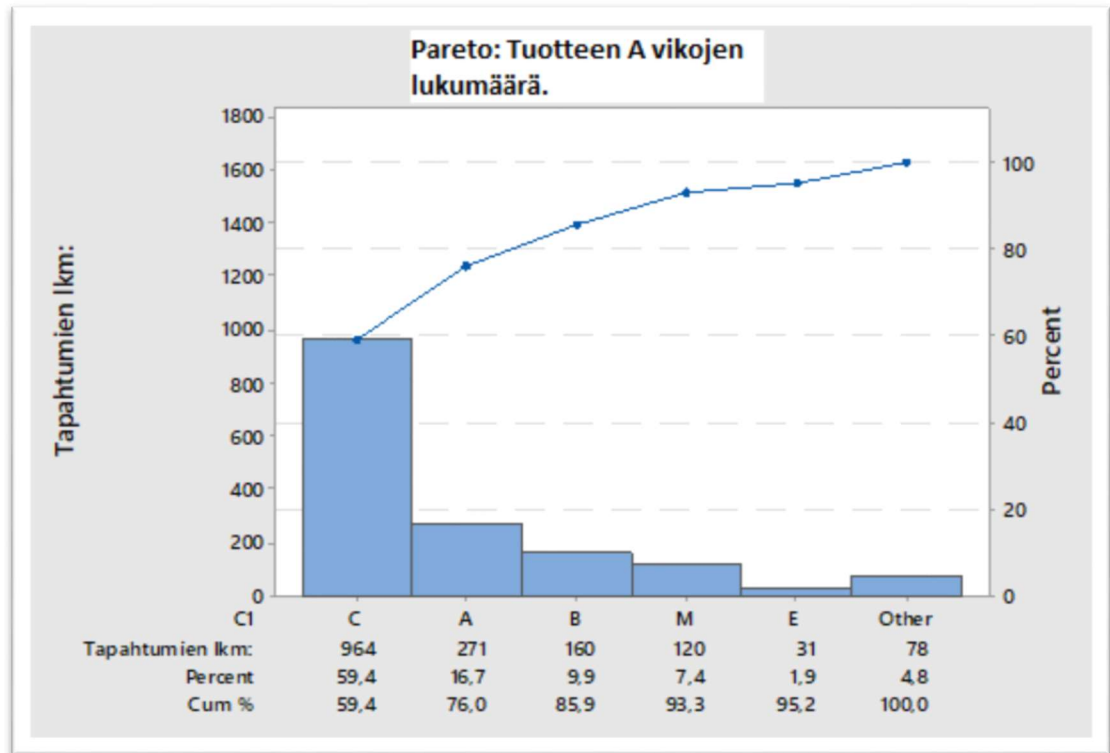
7.1 Tuote A

Tuotteeseen A kohdistetuissa tutkimustoimenpiteissä pystyttiin siis hyödyntämään kolmea eri vaihtoehtoista tapaa suurimpien ongelmien löytämiseksi. Kuvauksessa ja lomakkeella ilmitulleet viat luokiteltiin salausyistä A-L tunnuksin. Tuotteeseen A eniten korjausaikaa aiheutti vika H, jonka korjaamiseksi täytyi koko lukko purkaa. Tätä vikaa ei kuitenkaan esiintynyt usein vaan kyse oli enemmän satunnaisviasta, tarkastelujaksolla 2 kertaa ja 2 havaitsijan toimesta.



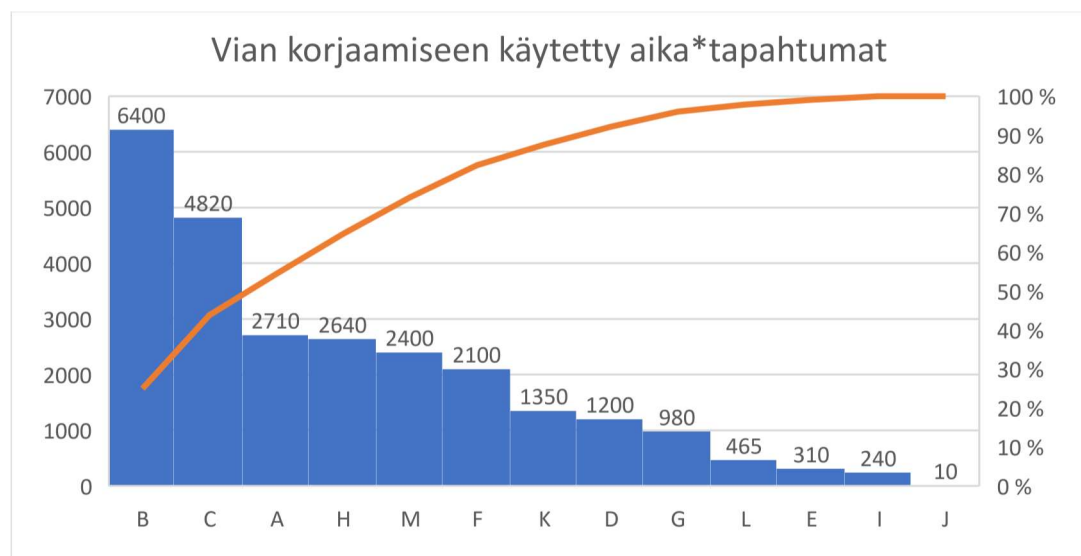
Kuva 7. Pareto-analyysi tuotteeseen A tulleiden vikojen korjauksien kestosta sekunteina.

Eniten taas havaintoja tehtiin viasta C, 8 kokoojaa 8:sta havaitsi vian tarkastelujaksolla ja havaintoja tehtiin kaikkiaan 964 kappaletta. Lukumäärällisesti tämä on noin kaksi kolmasosaa kaikista mahdollisista havainnoista eli tarkastelujakson aikana tehdyistä lukoista. Vian korjaus ei kuitenkaan vienyt kauan, noin 5-10 sekuntia per lukko, ja puhutaankin enemmän säätötoimenpiteestä, jota varsinkin kokeneemmat kokoojat tekivät ikään kuin varmuuden vuoksi. Ongelmia osa kuitenkin aiheutti erittäin paljon ilman säätämistäkin. Tämä käy ilmi myös testausautomaatin vikaraportista, jonka mukaan osaan liittyvät viat ovat yleisimpiä hylkäysyitä.



Kuva 8. Pareto-analyysi tuotteeseen A tulleiden vikojen korjauksien lukumäärästä kahden viikon aikajaksolla.

Suhteellisesti molemmat havaintojen määrä sekä korjauksen kesto laskettaessa yhteen isoimmaksi ongelmaksi muodostui vika B. Vika B:n korjaukseen käytetty aika oli 40 sekuntia ja havaintokertoja 160 kpl, lisäksi vika A sekä E ovat samankaltaisia mutta ovat ratkaistu eri osaa korjaamalla tai muokkaamalla.



Kuva 9. Pareto-analyysi tuotteeseen A tulleiden vikojen määrän sekä ajan yhteisvaikutus kahden viikon aikajaksolla.

Kuvasta 9 on helppo huomata, mitkä viat ja korjaustoimenpiteet olisi syytä eliminoida lukon kokoonpanosta lyhentääkseen lukkojen läpimenoaikaa. Eliminointi aloitettiin kartoittamalla osat jotka vaikuttavat kuhunkin vikatilanteeseen sekä ovatko osat vaatimuksien mukaisia.

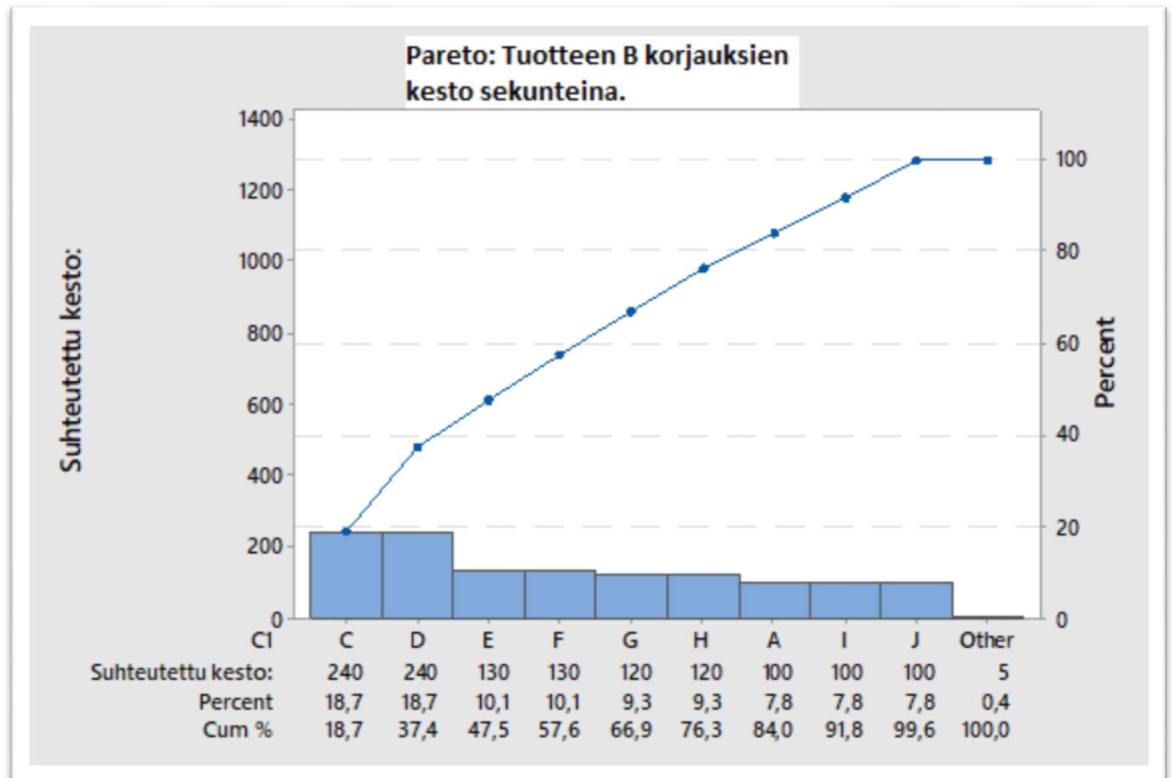
Sähkölukkojen komponentit jakautuvat omavalmisteisiin sekä alihankinnasta tuleviin. Valmistustapoja on useita. Pääsääntöisesti levytyö- sekä koneistusosat ovat tulleet omasta osavalmistuksesta, levytyöosiin kuuluvat esimerkiksi lukkopesät sekä kannet, rinta- ja vetolevyt, koneistamalla taas tehdään esimerkiksi telkiä. Alihankinnasta on ostettu esimerkiksi valuosat, jouset sekä jotkin erikoisempia pintakäsittelyitä tai materiaaleja vaativat osat. Alihankintaverkosto on Abloylla globaali, jossa tietenkin on sekä hyvät että myös huonot puolensa. Kuvien tulkinta voi olla esimerkiksi kovin erilaista maiden ja maanosien välillä, näin valmistuskuvien yksiselitteisyys on ongelmien välttämisen kannalta erittäin tärkeää.

Tuotteen A suurimmista aikaa vievistä ongelmista A, B ja E liittyivät siis samaan toimintaan mutta eri osien kautta. Näissä vioissa oli yhteistä teljen heikko toiminta takalukittaessa, myös testausautomaatin hylkäys syynä ilmeni vastaava ongelma. Ongelman aiheuttajaksi paljastuivat valmistusprosessissa vääntyneet rintalevyt sekä alihankittavat teljet, jotka eivät täyttäneet tasomaisuus ehtoa. Nämä ongelmat poistamalla ylimääräistä työtä saataisiin vähennettyä 9420 sekuntia eli 157 minuuttia. Tämä tarkoittaisi teoreettisesti yli kymmentä lukkoa viikoittain enemmän. Tämän kaikista ongelmia aiheuttaneista osista on noin 40 % vaikutus reittiaikaan. Ongelma C:n osuus kokonaisuudesta on myös merkittävä noin 19% reittiaikaan mutta tutkittavana huomattavan paljon monimutkaisempi. Ongelma C liittyy painikkeen heikkoon kytkeytymiseen sekä painikkeen väärään kytkeytymiskulmaan. Molemmat ongelmat tulivat ilmi myös testausautomaatin datasta. Ongelmaan liittyviä komponentteja ovat käytännössä kaikki painikkeen kytkentään osallistuvat komponentit muun muassa painikemikrot ja painonokat. Vika kuitenkin korostui mittausjaksolla koska kokoojat myös ”korjasivat” osia etukäteen, joka kasvatti ongelman havaintojen määrää huomattavasti. Ongelman aiheuttajaksi jossakin määrin paljastui painikemikron helan vahaaksi taivutettu kulma, jotka alihankkija taivuttaa ja yhdistää painikemikroon. Kytkeytymiskulmaan vaikuttaa myös mekaanisten osien ketju, joiden mitat vaikuttavat myös painikemikron oikea-aikaiseen toimintaan.

D ja F-viat johtuvat samasta osasta. Säppi ei pääse kytkeytymään oikea-aikaisesti, se jää joko päälle tai ei kytkeydy pois. Ongelman osuus kaikista ongelmista on noin 13 %. Näihin ongelmiin syyksi paljastui mittausjaksolla liika magneettisuus säppiä ympäröivissä osissa. Viat H ja M aiheutuivat molemmat lukkopesästä ja sen samassa valmistusvaiheessa tapahtuneesta virheestä, virheen ollessa kuitenkin eri. Vian H aiheuttajana oli liian tiukkaan niitattu tappi sekä levyyhdistelmä, jonka täytyisi päästä lukossa liikkumaan suhteellisen herkästi. M-vian aiheuttajana oli taas suurelta osin huolimattomuus, eli kaikkia pesään kuuluvia tappeja ei oltu niitattu. Näiden osuus kaikista ongelmista oli yhteensä 19%. Näitä vikoja havaitsi kuitenkin pieni määrä kokoojia yhteensä kolme henkilöä. Suhteellisesti tämä keräsi kuitenkin ison osuuden kaikista tutkimusjaksolla ilmenneistä vioista. Tämä johtui siitä, että lukkopesään kohdistuvat puutteet tai epäkuranttius tarkoittaa yleensä koko lukon purkamista, jos vika havaitaan myöhäisessä vaiheessa kokoonpanoa. Yllämainitut kokoonpanon ongelmat kattavat tuote A:n osalta noin 87 % tutkimusjaksolla korjaustoimenpiteisiin käytetystä ajasta. Verrattuna kaikkeen tämän tuotteen osalta käytettyyn kokoonpano-aikaan näihin korjaustoimenpiteisiin käytettiin tarkastelu jaksolla 2 % kaikesta ajasta, eli teoreettisesti ilmi tulleet komponenttien laatuongelmat hallitsemalla tuottavuus paransi 2 %.

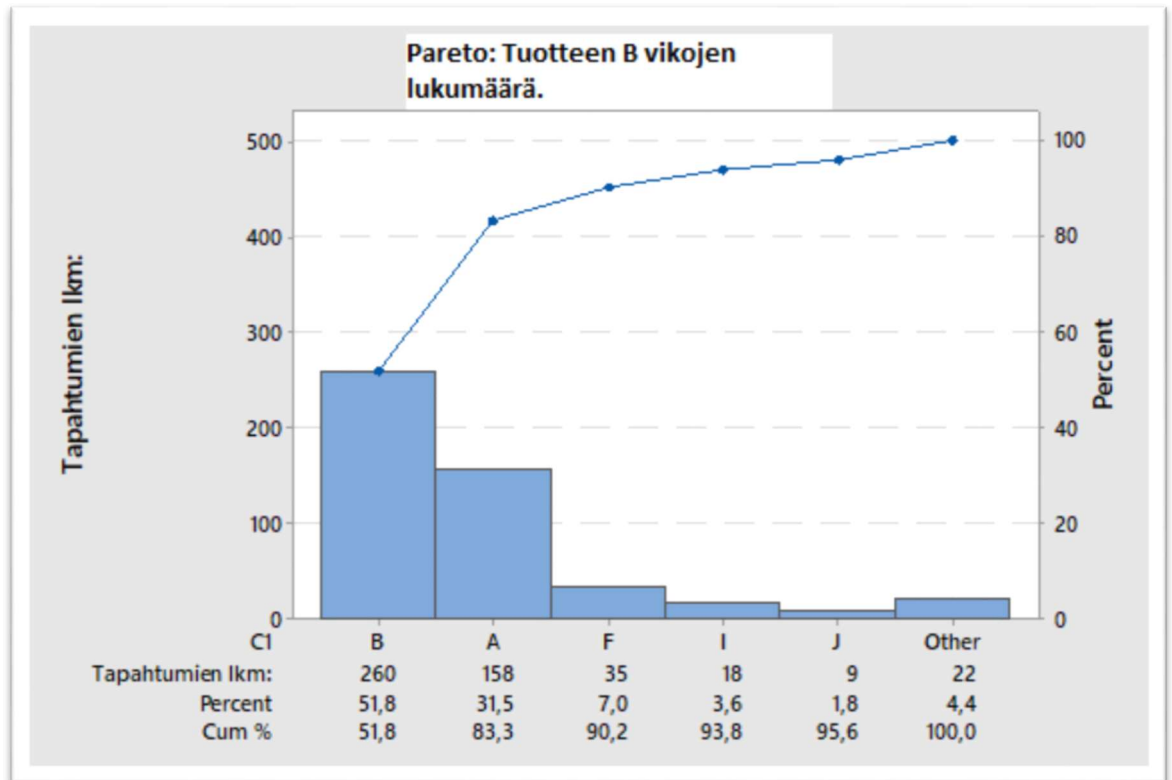
7.2 Tuote B

Tuotteeseen B kohdistetuissa tutkimustoimenpiteissä pystyttiin hyödyntämään kahta eri vaihtoehtoista tapaa suurimpien ongelmien löytämiseksi. Kuvauksessa ja lomakkeella ilmitulleet viat luokiteltiin salausyistä A-J tunnuksin. Tuotteeseen B eniten korjausaikaa aiheutti viat C ja D, molemmat yhtä paljon. Nämä komponentti ongelmat eivät kuitenkaan esiintyneet usein, viikon aikana yhteensä 8 kertaa.



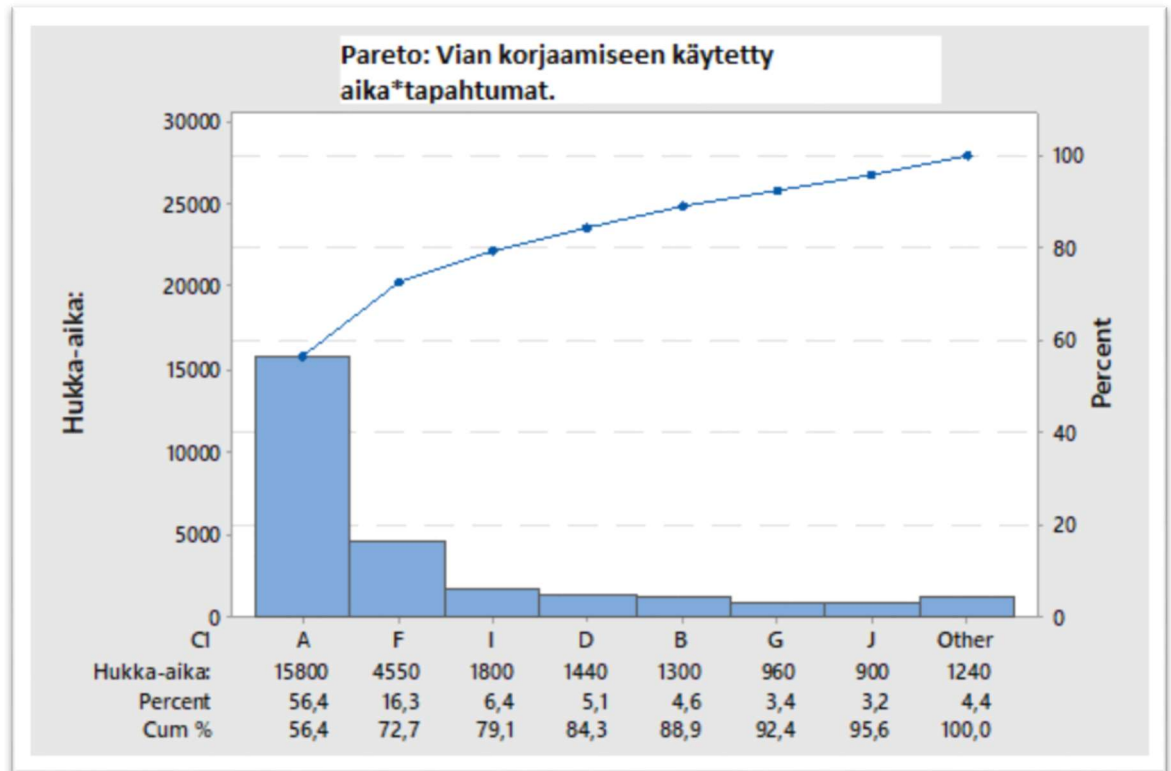
Kuva 10. Pareto-analyysi tuotteeseen B tulleiden vikojen korjauksien kestosta sekunteina.

Eniten taas havaintoja tehtiin korjaustoimenpiteistä B ja A, jotka liittyvät saman komponentin aiheuttamaan vikatilanteeseen. B korjaustoimenpiteen teki 3 kokoojaa 12:sta ja 260 kertaa kahden viikon aikana. A korjaustoimenpiteen teki 7 kokoojaa 12:sta ja havaintoja tehtiin kaikkiaan 158 kappaletta kahden viikon aikana. Nämä korjaustoimenpiteet jaoteltiin kahteen ryhmään toimenpiteiden keston takia, vaikka kyseessä onkin samasta komponentista aiheutuva vika. Erona korjaustoimenpiteillä on se, että onko komponentin viallisuus huomattu ennen vai jälkeen koonnan. Testatessa huomattu vika johtaa aina lukon purkamiseen. Taphtumien lukumääriä tarkasteltuna A ja B korjaustoimenpiteitä tehtiin 83 % kaikista kahden viikon aikana tehdyistä korjaustoimenpiteistä. Näiden korjaustoimenpiteiden osuus oli siis tarkastelujaksolla erittäin merkittävä verrattuna kaikkiin tehtyihin korjaustoimenpiteisiin ja voisikin sanoa Pareton-periaatteen toteutuneen täydellisesti. Muiden vikatilanteiden ja korjaustoimenpiteiden havaintomäärät olivat paljon vähäisemmät.



Kuva 11. Pareto-analyysi tuotteeseen A tulleiden vikojen korjauksien lukumäärästä kahden viikon aikajaksolla.

Suhteellisesti molemmat havaintojen määrä sekä korjauksen kesto laskettaessa yhteen isoimmaksi ongelmaksi muodostui vika A. Vika A:n korjaukseen käytetty aika oli 100 sekuntia ja havaintokertoja 158 kpl. Osuus kaikista oli 56 %.



Kuva 12. Pareto-analyysi tuotteeseen A tulleiden vikojen määrän sekä ajan yhteisvaikutus sekunteina kahden viikon aikajaksolla.

Yllä olevasta kuvasta on helppo huomata, mitkä viat ja korjaustoimenpiteet olisi syytä eliminoida lukon B kokoonpanosta lyhentääkseen lukkojen läpimenoaikaa. Viat A ja B liittyvät siis samaan komponenttiin ja aiheuttavat yhteensä noin 17000 sekuntia eli noin 283 minuuttia ylimääräistä korjaustyötä tuotteeseen B kahden viikon aikana, tarkoittaen ajallisesti noin kymmentä lukkoa viikoittain. Korjaustoimenpide F aiheutti noin 4500 sekunnin häviön tuotteen B kokoonpanossa, prosenttiosuus kaikista toimenpiteistä 16 %. Vika aiheutui vääntiöiden pinnan laadun heikkoudesta, jonka myötä painikkeeseen syntyi ylimääräistä tahmaisuuutta. Vika I:n osuus kaikista vikatilanteista oli noin 6 %. Tämä vika johtui jousenohjaimen ja pesässä olevan tapin toleranssien kohtaamattomuudesta, eli osat olivat kyllä suunnitelmien mukaisia mutta ääritilanteissa osat eivät toimi lukossa oikein. Korjaus D johtui elektroniikka viasta, jota määränä ilmeni suhteellisen vähän mutta jonka korjaaminen elektroniikan vaihtamisella vie suhteellisesti paljon aikaa. Yllämainitut kokoonpanon ongelmat kattavat tuote B:n osalta noin 87 % tutkimusjaksolla korjaustoimenpiteisiin käytetystä ajasta. Verrattuna kaikkeen tämän tuotteen osalta käytettyyn kokoonpano-aikaan näihin korjaustoimenpiteisiin käytettiin

tarkastelu jaksolla 2,7 % kaikesta ajasta, eli teoreettisesti ilmi tulleet komponenttien laatuongelmat hallitsemalla tuottavuus paransi 2,7 %.

8 Korjaustoimenpiteet

8.1 Tuote A

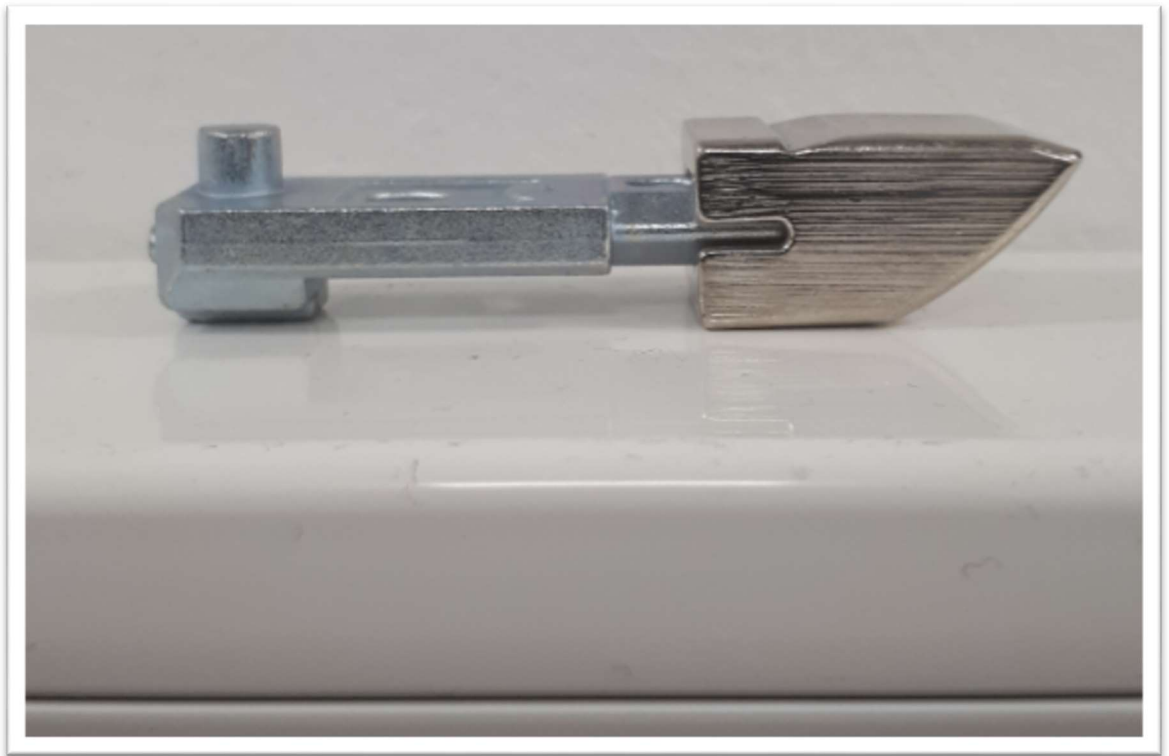
Tuotteen A suurimmista aikaa vievistä ongelmista A, B ja E liittyivät siis samaan toimintaan mutta eri osien kautta. Näissä vioissa oli yhteistä teljen heikko toiminta takalukittaessa, myös testaus automaatin hylkäys syynä ilmeni vastaava ongelma. Ongelman aiheuttajaksi paljastuivat valmistusprosessissa vääntyneet rintalevyt sekä alihankittavat teljet, jotka eivät mittauksissa täyttäneet tasomaisuus ehtoa.



Kuva 13. Vääntynyt rintalevy [Kuva: Saukkonen 2019].

Rintalevyjen vääntymistä lähdettiin tutkimaan osavalmistuksen erivaiheista ensimmäisestä viimeiseen. Rintalevyjen valmistukseen kuuluu neljä vaihetta: irrotus, vajotus, hionta ja pintakäsittely. Tutkimuksessa paljastui rintalevyjä vääntäväksi vaiheeksi vajotus sekä hionta. Vajotuksessa vääntymistä syntyi enemmän kuin hionnassa mutta hionta korosti ilmiötä. Ratkaisuksi ongelmaan luotiin erillinen suoristustyövaihe, jossa rintalevyt puristetaan epäkeskolla suoriksi ennen pintakäsittelyä. Tällä työvaiheella saadaan rintalevyistä tasalaatuisia mikä helpottaa kokoonpanoa, lopputuotteet ovat laadukkaampia sekä automaation hyödyntäminen testauksessa on tuottavampaa. Tarkastelujaksolla rintalevyyn ja teljen

toimintaan liittyvien ongelmien korjaamiseen käytettiin 40 % kaikesta ilmi tulleesta korjaustyöstä. Lisätyönä rintalevyn valmistukseen tämä aiheuttaa asetus- ja ajoajan epäkeskopuristimella mutta työvaiheena se on hallittavissa sekä tasoittaa työvaiheita kokoonpanon ollessa kestoilta tuotannon pullonkaula. Ongelmaan myös vaikuttavat teljet paljastuivat epäkuranteiksi joiltakin osin. Telki valmistetaan kaksi osaa liittämällä ruuvilla yhteen, liitettävät osat olivat mittaajaksolla mitoillaan mutta koottu telki ei täyttänyt tasomaisuusehtoa. Tämän syyksi paljastui momentti, jolla osat olivat ruuvilla toisiinsa liitetty. Osa valmistetaan kokonaisuudessaan alihankintana, joten tästä reklamoiitiin osan toimittajaa ja pyydettiin tarkastamaan liittämiseen käytetty momentti.



Kuva 14. Tiukaksi kiristetty telki (Kuva: Saukkonen 2019).

Ongelma C liittyi painikkeen heikkoon kytkeytymiseen sekä painikkeen väärään kytkeytymiskulmaan, nämä ongelmat tulivat ilmi myös testausautomaatin datasta. Korjauksen aiheuttavia komponentteja ovat käytännössä kaikki painikkeen kytkentään osallistuvat komponentit muun muassa painikemikrot ja painonokat. Tähän ongelmaan ei opinnäytetyön aikana ongelman poistavaa ratkaisua löytynyt mutta ongelman laajuus tuli kuitenkin hyvin ilmi ja se priorisoitiin korkealle

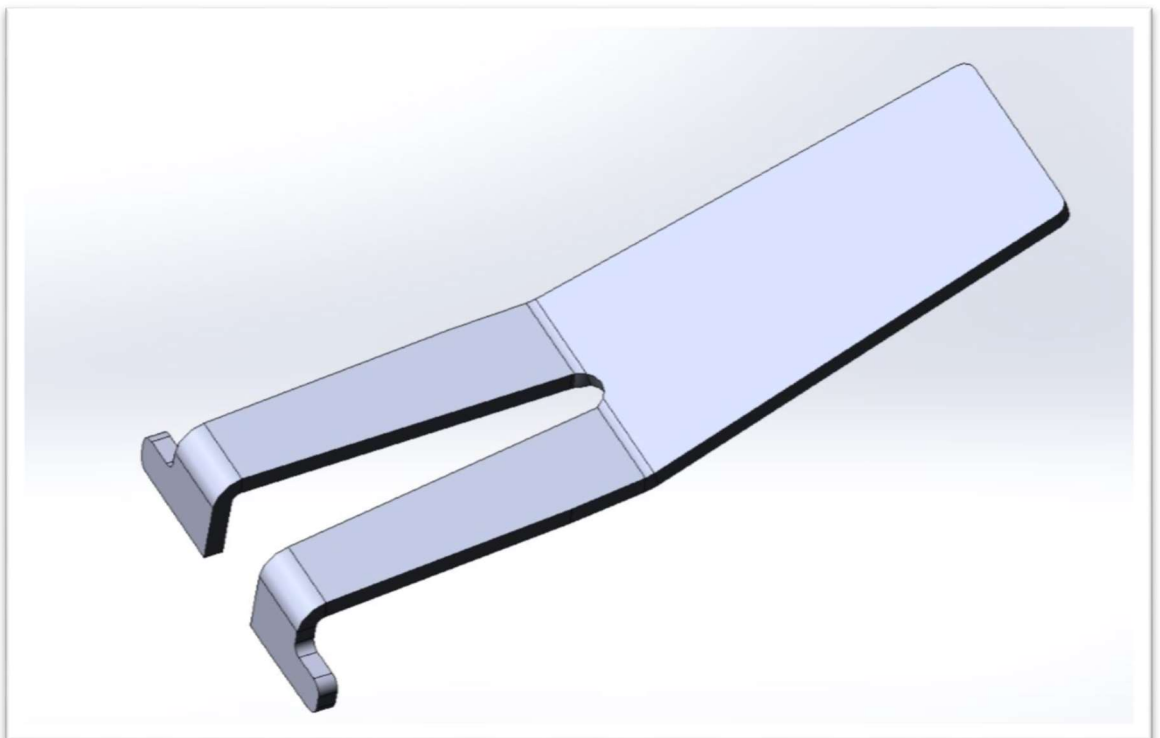
Abloyn ylläpitosuunnittelun tehtävälisellä. D ja F -viat johtuvat samasta osasta: säppi ei pääse kytkeytymään oikea aikaisesti, jää joko päälle tai ei kytkeydy pois. D ja F korjaukset täytyi tehdä samasta osasta johtuvan ongelman takia eli säppi ei pääse kytkeytymään oikea-aikaisesti, jää päälle tai ei kytkeydy pois. Säppien toiminnan heikkouteen voi olla monia syitä muun muassa säppien sekä ympäröivien osien magneettisuus, liika voitelu/rasvaus, painonokkien huono pinta tai komponenttien mitat. Säpiti olivat tarkastelujaksolla jonkin verran magneettisia, jota ne eivät saisi olla toimivuusongelmat välttääkseen, tätä tarkennettiin myöskin säppien ja painonokan toimittajille, jotta osat täytyisi demagnetisoida ennen toimittamista. Ongelman täydellisesti pois sulkemiseksi ylläpitosuunnittelulla oli myös pohdinnassa keinun materiaalin vaihtaminen polyketoniin, jolloin magneettisuus ympäröivissä osissa myös vähenisi. Ylläpitosuunnittelu myös tarkensi kokoonpanon oikeanlaisen rasvauksen ohjeistusta ja merkitystä.

Ongelmat H ja M aiheutuivat molemmat lukkopesästä ja valmistusvaiheessa tapahtuneesta virheestä, virheen ollessa kuitenkin eri. Korjauksen H aiheuttajana oli liian tiukkaan niitattu tappi sekä actionlevy-yhdistelmä, jonka täytyisi päästä lukossa liikkumaan herkästi. Tämä vika on suhteellisen helposti korjattavissa niittausautomaatin niittauslujuutta säätämällä. Ongelma on myös täydellisesti poistettavissa muuttamalla tuotteen rakennetta siten että niitattava actionlevy korvattaisiin muovisella jo olemassa olevalla ratkaisulla, joka asetettaisiin kokoonpantaessa paikalleen. Tämä ratkaisu onkin jo käytössä kahdessa tuotteen perheen lukossa ja ratkaisua oli ylläpitosuunnittelulla aie testata myös tässä tuotteessa.

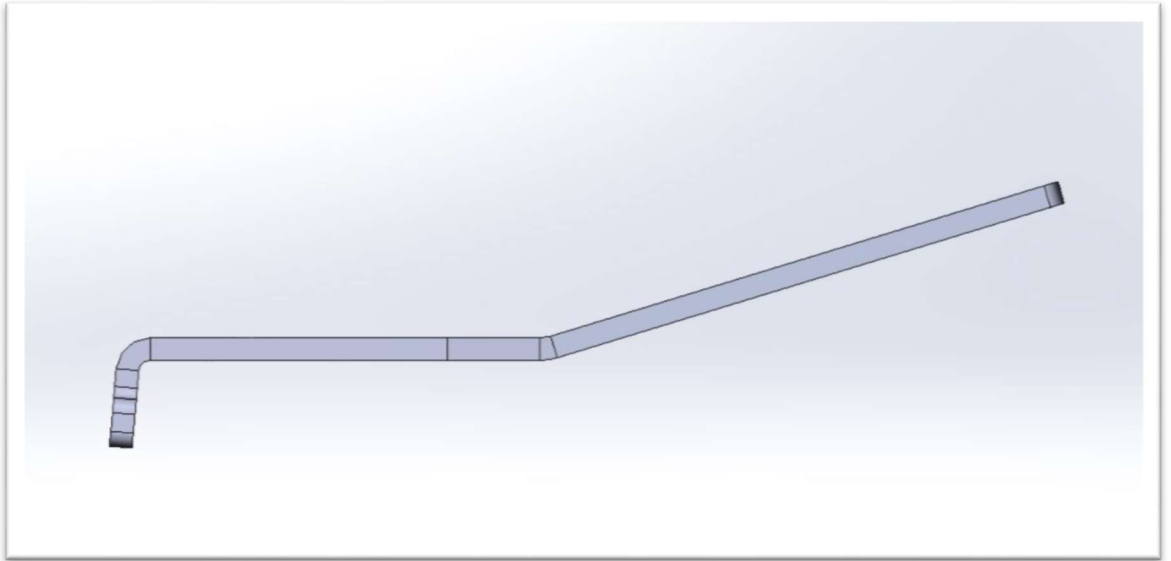
Korjauksen aiheuttava ongelma M johtui myös samassa valmistusvaiheessa tapahtuvasta virheestä. Virhettä ei kuitenkaan esiintynyt tutkimusjaksolla laajemmin vaan kyse oli yksittäisestä korjauksesta. Ongelman aiheutti inhimillinen syy eli niittejä asetettaessa niittausautomaatille yksi niitti oli pudonnut tai unohtunut asettaa jigiin. Tähän ongelmaan ratkaisuna näkisin työvaiheen vielä suuremman automatisoinnin, josta on aiemmin tehty myös esiselvitystä.

8.2 Tuote B

Tuotteen B osalta viat A ja B liittyivät siis samaan komponenttiin ja aiheuttavat yhteensä noin 17000 sekuntia eli noin 283 minuuttia ylimääräistä korjaustyötä kahden viikon aikana. Näillä ongelmilla oli selkeästi suurin vaikutus kaikkiin korjauksiin käytettyyn aikaan. Nämä ongelmat aiheuttivat lukon testauksessa ilmi tulevan teljen tilatiedon vääristymän, minkä korjaamiseksi lukko on avattava uudelleen ja osaa säädettävä oikeanlaiseksi. Ongelma johtui teljenmikron helan väärästä taivutuskulmasta, joka aiheuttaa tilatiedon tulemisen liian ajoissa tai vaihtoehtoisesti liian myöhään. Mikrot ja niihin liitetyt helat tulevat alihankkijalta, jolle Abloy on toimittanut työkalut helan taivuttamista varten. Väärän kulman syyksi paljastui työkalujen heikkokunto sekä oikean kulman määrittämisen päivittäminen. Helan kulmien määrittäminen päivitettiin suunnittelijan toimesta sekä työkaluosasto valmisti uudet terät taivuttamista varten. Myös käynnistyi selvitys alihankkijan menetelmästä tehdä helaan haluttu taivutus sekä pituus. Nykyisellä menetelmällä taivutukset tehdään paineilmatoimisella pöytäpuristimella ja leikkaimella yksi hela kerrallaan. Tämän johdosta käynnistyi selvitys tehdä helat erikseen jonotyökaluilla, jolloin helan pituus ja taivutus olisivat tasalaatuisia sekä prosessi helpommin hallittavissa.



Kuva 15. Taivutettu hela (Kuva: Saukkonen 2019).



Kuva 16. Taivutettu hela. (Kuva: Saukkonen 2019).

Ongelma F johtui vääntöiden pinnan laadun heikkoudesta, jonka myötä painikkeeseen syntyi ylimääräistä tahmaisuutta. Vääntöissä esiintyi tutkimusjaksolla purseita, joista reklamoiitiin vääntöiden toimittajaa. Lisäksi ylläpitosuunnittelulla oli työnalla vääntömuutos, joka herkistäisi näiden toimintaa. Vika I johtui jousenohjaimen ja pesässä olevan tapin toleranssien kohtaamattomuudesta, eli osat olivat kyllä suunnitelmien mukaisia mutta ääritilanteissa osat eivät toimi lukossa oikein ja aiheuttaa jousenohjaimen ”pomppimista” lukon sisällä painiketta käytettäessä. Tähän ongelmaan ratkaisuna oli pesän niitin reiän toleranssin tiukentaminen sekä jousen ohjaimen pään uudenlainen muoto, jolloin se ei pääse liikkumaan asennuksen jälkeen. Korjaus D johtui elektroniikka viasta, jota määränä ilmeni suhteellisen vähän mutta jonka korjaaminen elektroniikan vaihtamisella vie suhteellisen paljon aikaa. Elektroniikat olivat käytännössä täysin mykkiä tuntemattomasta syystä, tästä reklamoiitiin osan toimittajaa. Yhteenvedona molempien tuotteiden osalta voisi sanoa, että jo tehdyillä sekä tulevilla korjaustoimenpiteillä saadaan tarkastelujaksolla ilmi tulleet vikatilanteet suurelta osin vältettyä.

9 Pohdinta

Opinnäytetyössä onnistuttiin mielestäni hyvin ja asetettuihin tavoitteisiin päästiin tuloksien osalta. Tavoitteena oli löytää eniten reittiaikaan pidentävästi vaikuttavat komponentit, arvioida näiden vaikutuksia tuottavuuteen sekä ideoida toimenpiteitä, joilla komponenttien laatuongelmat saataisiin hallintaan. Opinnäytetyössä tunnistettiin merkittävimmät reittiaikaan pidentävästi vaikuttavat komponentit, näiden vaikutukset tuottavuuteen sekä ideoitii toimenpiteitä näiden hallitsemiseksi resurssien suomissa rajoissa, jotkin komponentit olisivat kuitenkin vaatineet jatkotutkimuksia, jotta niiden pidentävästä vaikutuksesta oltaisiin kokonaan päästy eroon. Näiden komponenttien osalta näen kuitenkin hyvänä, että niiden vaikutukset tuottavuuteen tulivat selville ja kohdeyrityksessä pystytään paremmin kohdentamaan resursseja kyseisten ongelmien ratkaisemiseksi.

Tutkimus oli erittäin aiheellinen johtuen ilmi tulleesta isosta määrästä erilaisia komponenttien laatuongelmia sekä myös sähkölukkojen myynnin kasvaessa digitalisoituvassa yhteiskunnassa. Tästä syystä opinnäytetyössä esille tulleet tuotantoa hidastavat ongelmat olivat merkittäviä ja niiden poistamisella on vaikutusta kohdeyrityksen kilpailukykyyn tulevaisuudessa. Suoraa rahallista arvoa tulee enemmän tuotantoyksikköä kohden tuotettujen tuotteiden osalta. Tämän vuoksi parannuksien vaikuttavuutta on hyvä seurata jatkossa. Yritykselle on tärkeää lisätä vastaavaa tutkimusta, jotta toiminnan laatua saadaan edelleen parannettua ja tuotteiden läpimenoaikaa lyhennettyä. Vastaavanlaiset tutkimukset ovat myös erittäin sopivia opinnäytetyön aiheita jatkossa. Hyötyä on sekä yritykselle että opinnäytetyöntekijälle: yritys hyötyy prosessien tehostuessa ja opinnäytetyön tekijän ammattitaito kehittyy tutustuessa tuotannon sekä tuotekehityksen prosesseihin.

Opinnäytetyön aloittaminen oli helppoa ja koin aiheen mielekkääksi. Ohjaavalta opettajaltani sain erittäin hyviä vinkkejä teoria osuuteen, näitä olisi voinut esittää opinnäytetyössä laajemminkin. Teoria sekä tiedot ja taidot, joita opinnäytetyöhön sovelsin, olivat sopivia, opettavia sekä vahvistivat omaa ammattitaitoani. Ohjaavan opettajani sekä kohdeyrityksen puolelta tullut tuki opinnäytetyön aloitukselle

oli erittäin hyvää. Tarvittavat ohjelmat sekä pääsy tarvittaviin tietoihin järjestyivät kohdeyrityksen puolelta mainiosti. Ammattitaitoa kerrytti Minitab-ohjelman käyttö, jota pitikin syventää opinnäytetyötä tehdessäni. Myös opinnäytetyötä tehdessäni tukea oli hyvin tarjolla ja apua askarruttaviin kysymyksiin sai hyvin kysymällä ohjaavalta opettajalta tai kohdeyrityksen henkilöstöltä. Opinnäytetyössä petti kuitenkin osaltani tavoiteaikataulu, joka venyi raportin kirjoittamisen ja viimeistelemisen osalta erittäin pitkäksi. Opinnäytetyön oli tarkoitus valmistua kesäksi 2017 ja näin käytännön työn, tutkimisen sekä parannusehdotusten osalta kävikin, mutta raportin valmiiksi saattaminen venyi jopa kahdella vuodella. Tähän syynä olivat oikeastaan ennen raportin valmistumista saadut hyvät ja mielenkiintoiset työtarjoukset sekä tutkimuksen aikana tehty suurempi panostus itse käytännön työhön, jolloin kirjoittamiselle ei enää riittänyt aikaa ja henkilökohtaisia resursseja. Tämän johdosta onkin tärkeää opinnäytetyö prosessin aikana pitää myöskin kirjoitettava raportti samalla tasolla tutkimuksen ja käytännön työn kanssa, jotta vastaavilta ongelmilta vältyttäisiin. Erityisen vaikeaa on aloittaa kirjoitus prosessi uudelleen sen ollessa jonkin aikaa tauolla. Raportin kirjoittamiseen sain myöskin koulun sekä erityisesti kohdeyrityksen puolelta paljon tukea sen valmiiksi saattamiseksi, haluankin kiittää ohjaavaa opettajaani DI Jarno Mertasta ja kohdeyrityksen puolelta hyvästä tuesta sekä ohjauksesta tuotantopäällikkö Kimmo Kuusela ja tuotekehitysinsinööri Marko Tiaista.

Lähteet

1. Haverila, M. Uusi-Rauva, E. Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Oy.
2. EK-SAK tuottavuustyöryhmä. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Saatavissa: http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf 13.5.2017.
3. ISO 13053-1:fi Prosessin kehittämisen kvantitatiiviset menetelmät. Six Sigma. Osa 1: DMAIC-menetelmä.
4. Abloy Oy. 2017. Tietoa meistä. <http://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/yritys/tietoa-meista/>. 13.5.2017.
5. Quality knowhow Karjalainen Oy. 2017 Lean six sigma. <http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/dmaic/>. 13.5.2017.
6. . Quality knowhow Karjalainen Oy. 2017 Lean six sigma. <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/tilastolliset-tyokalut/> 13.5.2017.
7. Joiner Associates Incorporated. 1995. Pareto Charts: Plain & Simple. Madison, Usa: Joiner Associates inc.