

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOLU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Olli-Pekka Pesonen

MITTAUSDATAN JA POIKKEAMIEN KIRJAAMISEN UUDISTAMI-
NEN JA LAADUNHALLINNAN PARANTAMINEN YRITYKSESSÄ

Opinnäytetyö
Syyskuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Syyskuu 2014
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
+358 50 2606800

Tekijä
Olli-Pekka Pesonen

Nimeke
Mittausdatan ja poikkeamien kirjaamisen uudistaminen sekä laadunhallinnan parantaminen yrityksessä

Toimeksiantaja
Rakennustempo Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää Rakennustempo Oy:n mittapöytäkirja ja poikkeamataulukot käyttämällä Excel-ohjelmaa. Tavoitteena oli luoda luotettavat taulukopohjat, sekä helpottaa tiedon saamista taulukoista. Tämän takia tarkoituksena oli lisätä kuvaajia helpottamaan tiedonsaantia. Lisäksi tarkoituksena oli käydä läpi Lean-tuotannon joitakin käsitteitä, sekä laadunhallintatyökaluja.

Työn suorittaminen aloitettiin perehtymällä leanin käsitteisiin, kuten just-in-time, jidoka, jatkuva parantaminen ja 5S. Lisäksi perehdyttiin joihinkin laadunhallintatyökaluihin ja -prosesseihin. Käytännön osuus eli mittapöytäkirjan ja poikkeamataulukon tekeminen suoritettiin hyödyntämällä Microsoft Excelin VBA-lisäosaa. VBA:lla eli Visual Basicilla muodostettiin syöttölomakkeet taulukoille.

Lopputuloksena jäi vähän vajaaksi johtuen ohjelmaan teknisistä ongelmista. Muodostuneet ongelmat aiheuttivat erittäin paljon ajanhukkaa. Taulukoille saatiin kuitenkin muodostettua pohjat ja tietojen syöttölomakkeet. Isoimmaksi ongelmaksi muodostui luotettavuuden puute. Taulukoille täytyy tehdä vielä jatkokehitystä, ennen kuin ne voitaisiin ottaa käyttöön, sekä kannattaa tutkia muitakin mahdollisia ohjelmia datan kirjaamiseen. Tekstissä käytiin läpi leanin sekä eri laadunhallintatyökalujen perusteita.

Kieli
suomi

Sivuja 42
Liitteet 0
Liitesivumäärä 0

Asiasanat
lean-ajattelu, laadunhallinta, Visual Basic for Applications



Karelia
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS

September 2014

Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering

Karjalankatu 3

FI 80200 JOENSUU

FINLAND

+358 50 2606800

Author

Olli-Pekka Pesonen

Title

Updating Tools to Collect Measure and Error Data and Improving Quality Control in the Company.

Commissioned by
Rakennustempo Ltd.

Abstract

The goal of this thesis was to update Rakennustempo's data collecting systems using a Microsoft Excel- program. The aim was to make reliable table charts and get data retrieval from the charts easier. That's why one aim was to create diagrams to the charts to help data retrieval from data tools. Another goal of this thesis was to discuss some basic concepts of Lean manufacturing and some quality control tools.

The thesis was started by studying some basic concepts of the Lean-manufacturing like Just-In-Time, Jidoka, Kaizen and 5S. Also one goal was to investigate some basic quality control tools and processes. The empirical part of the thesis was to update the measure and error data tools. That was done by using the Microsoft Excel-program and its Visual Basic add-on.

The end result was somewhat incomplete because of some problems with the Excel program. These problems caused waste of time. In the end user forms and data tables were formed for collecting the measure and error data. The biggest problem there turned out to be lack of reliability. Data tables need more checking and updating before they can be used. The company will continue updating the data tools. One option is to look for other more reliable programs. The theory part includes some basics of Lean manufacturing and also some basic quality control tools.

Language
Finnish

Pages 42
Appendices 0
Pages of Appendices 0

Keywords

lean manufacturing, quality control, Visual Basic of Applications

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Sanasto | 5 |
| 1 Johdanto | 8 |
| 1.1 Lähtötilanne | 8 |
| 1.2 Yrityksestä | 9 |
| 2 Asiakkaan laatusuunnitelma | 9 |
| 2.1 Asiakirjat..... | 10 |
| 2.2 Tuotteen toteuttamisen suunnittelu | 11 |
| 2.3 Asiakkaan tiedottamista ja asiakkaalta vaadittavaa hyväksyntää koskevat vaatimukset | 11 |
| 2.4 Ostotoiminta..... | 11 |
| 2.5 Tuotannon ja palveluiden tuottaminen | 12 |
| 2.6 Tuotanto-osien hyväksymisvaatimukset..... | 12 |
| 3 Käsitteitä | 12 |
| 3.1 Lean | 13 |
| 3.1.1 Leanin historiaa (TPS)..... | 13 |
| 3.1.2 JOT/JIT | 14 |
| 3.1.3 Jidoka..... | 15 |
| 3.2 Jatkuva parantaminen (Kaizen)..... | 15 |
| 3.3 Six Sigma..... | 16 |
| 3.4 5S..... | 17 |
| 4 Prosessinkehitystyökalut..... | 19 |
| 4.1 Läpimenoaikatekniikat | 19 |
| 4.1.1 VSM-analyysi (Value Stream Mapping) | 20 |
| 4.1.2 MCT-analyysi (Manufacturing Critical path Time)..... | 21 |
| 4.2 Root-cause-analyysit | 22 |
| 4.3 Kanban (Imuohjaus) | 23 |
| 4.4 Virheiden tarkistaminen..... | 24 |
| 5 FMEA - Failure Mode and Effect Analysis..... | 25 |
| 6 Havaintoja tuotantokierrokselta (Penttilä)..... | 26 |
| 7 Ennakoiva laatu työ: käytännön osuus | 28 |
| 7.1 Mittaus- ja poikkeamadataan kerääminen | 29 |
| 7.1.1 Mittausdatataulukko | 29 |
| 7.1.2 Poikkeamataulukko | 30 |
| 7.1.3 Excel VBA (Visual Basic)..... | 30 |
| 7.2 Käytännön työn suorittaminen | 31 |
| 7.2.1 Mittapöytäkirja..... | 31 |
| 7.2.2 Poikkeamat..... | 32 |
| 7.3 Tulokset | 34 |
| 7.3.1 Mittapöytäkirja..... | 35 |
| 7.3.2 Poikkeamat..... | 35 |
| 7.4 Loppuyhteenvedo käytännön osiosta ja Visual Basicista..... | 37 |
| 8 Pohdinta | 38 |
| Lähteet..... | 41 |

Sanasto

Andon

Visuaalinen työkalu, mikä kertoo tuotantolinjan tilasta. Yksinkertaisimmillaan se on esimerkiksi, punainen valo katossa prosessin ollessa suljettu ja vihreä valo prosessin ollessa toiminnassa.

Arvoa lisäämätön toiminta

Toiminnot jotka eivät lisää lopputuotteen arvoa. Näitä ovat varastointi, kuljettaminen, jonottaminen, käsittely, konerikot ja niiden korjaaminen jne.

Arvovirta

Arvovirta muodostuu kaikista tapahtumista, joita tarvitaan tuotteen tai palvelun toimittamiseksi asiakkaalle. Arvovirtaan kuuluu sekä arvoa lisääviä sekä lisäämättömiä toimintoja.

Arvovirta-analyysi – Value Stream Map

Arvovirtakuvaus on visuaalinen kuvaus miten materiaalit ja informaatio kulkee tilauksesta kohti asiakasta. Se sisältää mm. laskelmat prosessin läpimenoajasta.

Asetusaika

Asetusaika on ajallinen kesto, mikä tarvitaan tuotantoerän viimeisen hyvän tuotteen ja seuraavan erän ensimmäisen hyvän tuotteen välissä.

Gage R&R

Laadunvarmistustapa, jossa esim. tuotteen joku mitta mitataan 30 kertaa ja arvioidaan tulosten pysymistä asetettujen raja-arvojen sisällä.

Hukka eli Muda

Arvoa lisäämätön toiminta eli kaikki, mikä ei lisää arvoa lopputuotteeseen tai palveluun asiakkaan näkökulmasta. Tapahtumat joista asiakas ei haluaisi maksaa jos tietäisi, että sitä tehdään.

Imuohjaus (Kanban)

Imuohjaus on tuotannon ohjauksen muoto, jossa tuotteita valmistetaan vain jos asiakkaat tilaavat niitä. Kanbanissa hyödynnetään visuaalisia työkaluja kuten kortit, taulut, valot ja korit.

Jatkuva parantaminen (Kaizen)

Jatkuvan parantamisen pyrkimyksenä on tehdä asiat paremmin, nopeammin, tuottavammin ja halvemmalli. Tuotantoa ja tuotantotapoja voi aina kehittää. Hukkaa poistetaan yksi kerrallaan mahdollisimman pienin kustannuksin.

Jatkuva virtaus

Tuotteet liikkuvat tuotantojärjestelmässä ilman, että ne kootaan yhteen.

Jidoka

Jidokaa kutsutaan myös nimikkeellä autonomaatio. Jidoka viittaa kykyyn keskeyttää tuotanto ihmisvoimin tai koneellisesti mikäli ilmenee koneen toimintahäiriö, laatuvirhe tai muu vastaava.

Juuri oikeaan tarpeeseen (JOT) – Just in Time (JIT)

Juuri oikeaan tarpeeseen antaa asiakkaille sitä mitä he haluavat, silloin kun he sitä haluavat tietyn laatuksena hyödyntäen mahdollisimman vähän voimavaroja (koneet, työvoima, tilat ja kesken olevat työt).

Juurisyys

Ongelman syntyisyys. Ongelmien juurisyiden selvittäminen on tärkeää puutteiden korjaamiseksi ja ongelmien toistumisen estämiseksi.

Kapasiteetti

Määrä joka pystytään tuottamaan.

Lean-tuotanto

Lean tuotanto pyrkii määrätietoisesti poistamaan hukkaa kaikista tuotantoon liittyvistä aktiviteeteista. Lean pyrkii tuottamaan tavaroita oikeaan aikaan, käyttäen mahdollisimman vähän voimavaroja; paremmin, nopeammin ja halvemmalla kuin kilpailijat.

Läpimeno

Läpimeno kuvaa työn etenemistä tuotannossa.

Läpimenoaika (Lead time)

Läpimenoaika kuvaa tarvittavaa aikaa tilauksen vastaanottamisesta tuotteen toimittamiseen asiakkaalle.

Massatuotanto

Massatuotanto liittyy hyvin vakioitujen tuotteiden suuriin tuotantomääriin. Ei räätälöityjä tuotteita.

Ongelmanratkaisu

Käytäntö jossa määritellään ratkaisut tunnistettuihin ongelmiin ja siten mahdollistetaan korvaavat toimenpiteet prosessin, tuotteen tai palvelun osalta. Voi perustua joko loogiseen päättelyyn tai luoviin ongelmanratkaisun menetelmiin ja joskus myös niiden yhdistelyyn.

PDCA

Kehittämisen kehä jossa on neljä vaihetta (Plan, Do, Check, Act). Tunnetaan myös nimellä Demingin ympyrä.

Poke Yoke

Japaninkielinen termi, jota käytetään kuvaamaan virheiden estämistä.

Poka Yokea hyödyntämällä yritetään estää virheellisten tuotosten tekeminen. Se liittyy edullisiin laadunvarmistustyökaluihin, joita käytetään osana Jidoka-järjestelmää.

Prosessin läpimenoaika (Cycle time)

Aika jonka tietyn tehtävän toistaminen vie tehtävän alusta seuraavan tehtävän alkuun. Suorittaminen tapahtuu samalla koneella tai samassa prosessissa.

Pullonkaula

Prosessin hitain vaihe, joka hidastaa koko prosessin etenemistä.

Six Sigma

Motorolan kehittämä menetelmäkokonaisuus, joka pyrkii prosessien parantamiseen vaihtelun vähentämisellä. Perustuu tilastotieteeseen.

Tahtiaika (Takt-time)

Se on aika, joka pitäisi kulua komponentin tuottamisesta lopputuotteeseen. Tahtiaika pitää tuotannon aikataulussa. Sen kaava on käytettävissä oleva työaika/tilattujen tuotteiden lukumäärä.

Tuottavuus

Tuotetun hyödyn suhde panoksiin, esimerkiksi investointien suhde tuotteen tuottavuuteen.

Työntöohjaus

Työntöohjaus on tuotannon ohjauksen muoto jossa tuotteita valmistetaan riippumatta siitä onko asiakastilausta jo olemassa. Valmistetut tuotteet menevät varastoon, josta ne aikanaan toimitetaan asiakkaille.

Yhden kappaleen virtaus

Yhden kappaleen virtaus on tuotantofilosofia, joka perustuu tuotteen siirtymiseen yhdeltä koneelta toiselle yksi kerrallaan ilman että väliin syntyy varastoa.

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheen sain opettajan välityksellä Rakennustempo oy:stä. Rakennustempo on pääasiassa alihankkijana säiliöitä konealalle valmistava joensuulainen yritys. Yrityksessä oli huomattu, että pienetkin virheet eli poikkeamat tuotannossa aiheuttavat usein varsin suuria viivästyksiä tuotannossa. Tästä syystä olisi tärkeää kartoittaa mahdollisesti toistuvat virheiden aiheuttajapisteet.

Opinnäytetyö koostuu kahdesta osiosta. Teoriaosiossa käydään läpi erilaisia laatukäsitteitä sekä laadunhallintatyökaluja, joita yritys voi nyt tai tulevaisuudessa mahdollisuuksien salliessa käyttää. Käytännön osuutena oli yrityksen mittausdatan keräämisen päivitys. Tarkoitus oli saada luotua datankeräystyökalut, joista voisi tarkastella jos jotkin poikkeamat toistuisivat samassa paikassa ja samoissa olosuhteissa. Näin niihin voitaisiin tulevaisuudessa puuttua etukäteen.

1.1 Lähtötilanne

Yrityksellä oli jo olemassa omat vanhat datankeräystyökalut, mutta niiden ongelmana oli ollut saada niistä ne tärkeät tiedot näkyviin ja sitä kautta hyötykäyttöön. Tarkoitus oli siis helpottaa tietojen syöttämistä ja helpottaa saadun datan käsittelyä, jotta voitaisiin tarkastella mahdollisia ongelmakohtia tuotannossa.

Rakennustempo on muutama vuosi sitten ottanut käyttöön Lean-järjestelmän hyödyntämisen, jotta yrityksen toiminta tehostuisi ja läpimenoajat lyhentyisivät. Tästä syystä lisätehtäväksi opinnäytetyöhön tuli tutkia muutamia laadunhallintatyökaluja, joita yritys voisi tulevaisuudessa hyödyntää.

1.2 Yrityksestä

Rakennustempo Oy on vuonna 1978 perustettu joensuulainen perheyritys. Yritys valmistaa alihankkijana teräsrakenteisia säiliöitä koneenrakennusalalle. Rakennustempo Oy:llä on noin 40 työntekijää kahdessa eri toimipisteessä. Reijolassa on teräsosien leikkaus, särmäys, hitsaus, märkämaalaus ja osa kokoonpanosta. Reijolassa leikatut osat toimitetaan Penttilän satama-alueella sijaitsevaan toimipisteeseen, missä suurin osa hitsauksesta, kokoonpanosta, pintakäsittelystä ja muusta loppuviimeistelystä tehdään. Reijolan toimipisteen pinta-ala on 3000 m² ja Penttilän 1000 m². (Rakennustempo 2014.)

Toiminnan tehostaminen ja läpimenoaikojen lyhentäminen on saanut yrityksen ottamaan käyttöön Lean-tuotantojärjestelmän hyödyntämisen. Yritys tuottaa säiliöitä 5000 kappaletta vuodessa, joten kyseessä on keskikokoinen yritys. Rakennustempo Oy:ssä ei ole käytössä omaa laatustandardia, vaan se alihankkijana on sitoutunut noudattamaan asiakkaiden vaatimia laatustandardeja. Pääasiassa se noudattaa suurimman asiakkaan mukana tuomia laatuvaatimuksia. Asiakas pyysi ettei sen tietoja tai dataa julkisteta.

2 Asiakkaan laatusuunnitelma

Asiakkaan laatustandardissa määritetään mihin pitää pyrkiä laadun suhteen. Asiakkaan vision mukaan yritys itse ja sen kaikki toimittajat noudattaisivat samaa laatustandardia. Laatustandardissa määritetään toiminnot laadun parantamiseksi, mitä edellytetään toimittajilta. Asiakkaan laatusuunnitelmassa käydään läpi suosituksia ja vaatimuksia, jotta asiakassopimus voisi pysyä voimassa.

Laatusuunnitelmassa käydään ensin läpi asiakkaan visiota siitä, että kaikki sen alihankkijat ylläpitäisivät toimivaa laatujärjestelmää, jotta ne voisivat valmistaa asiakkaalle korkealaatuisia sekä kilpailukykyisiä tuotteita ja palveluita. Samalla alihankkijat noudattaisivat eettisiä ja ympäristöystävällisiä arvoja. Seuraavassa kohdassa on esimerkkinä joitain asiakkaan laatustandardissaan vaatimia asioita.

2.1 Asiakirjat

Alihankkijalla/toimittajalla tulee olla olemassa menettelytapa ulkopuolisten asiakirjojen, standardien sekä piirustusten säilyttämiseen. Jos asiakirjat sisältävät tuotteisiin liittyviä tärkeitä tarkennuksia, niin asiakirjojen on oltava niitä tarvitsevilla pisteillä. Vanhentuneet piirustukset on hävitettävä tai tunnistettava vanhentuneiksi.

Laatuun liittyvät dokumentit ja raportit tulee säilyttää vähintään kolme vuotta, jos toimittajan laatukäsikirja ei muuta mainitse. Nämä asiakirjat on oltava heti nähtävissä asiakkaan pyytäessä. Säilytettävää aineistoa ovat mm. (Asiakas 2014):

- mittausaineisto
- suunnittelua ja prosessia koskeva vika- ja vaikutusanalyysi (FMEA)
- merkittäviä prosessinmuutoksia koskevat tiedot
- todentamistodistus ja asiakirjat
- korjaavia toimenpiteitä koskevat hakemukset ja vastaukset
- laatujärjestelmän sisäiset arvioinnit
- mittausvälineiden kalibrointia ja kunnossapitoa koskevat tallenteet
- romuttamista, uudelleentyöstämistä ja poikkeamia koskevat tallenteet
- laatujärjestelmän ja prosessin auditoinnit sekä korjaavat toimenpiteet
- ulkonäön hyväksyntäraportti
- riskien arvioinnit.

2.2 Tuotteen toteuttamisen suunnittelu

Tehokkaalla tuotteen toteuttamissuunnittelulla on kyettävä määrittämään tuotteen laatu-tavoitteet, tarve kehittää määrättyjä prosesseja sekä yksiköitä ja dokumentointia. Lisäksi täytyy myös kehittää todentamis- ja kelpuutustoimenpiteet sekä tuotteen hyväksymiskriteerit. Tärkeänä kriteerinä on toteuttaa 6-vaiheista prosessia. Nämä ovat: suunnitelma ja kehitys, projektin määritelmä, projektin kehitys, projektin esittely, projektin toteuttaminen ja projektin päättäminen (Asiakas 2014.)

2.3 Asiakkaan tiedottamista ja asiakkaalta vaadittavaa hyväksyntää koskevat vaatimukset

Asiakas on pidettävä ajan tasalla tuotetta koskevista tärkeistä muutoksista kuten käytettävien työkoneiden vaihdosta, jos epäillään tuotteen ominaisuuksien tai tarkkuuksien muuttuvan, aiemmin hyväksytystä poikkeavan rakenteen tai materiaalin käytöstä. Kun tuote on valmistettu laitteilla joita ei ole käytetty yli kahteentoista kuukauteen. Eli käytännössä aina, kun epäillään ennalta sovittujen tuotteeseen liittyvien asioiden muuttuvan. Asiakkaalta on pyydettävä hyväksyntä esimerkiksi uuden materiaalin käyttöönoton yhteydessä ja tuotteessa havaitun poikkeaman korjaaminen edellyttää myös hyväksynnän hakemista asiakkaalta (Asiakas 2014.)

2.4 Ostotoiminta

Toimittaja on vastuussa itse hankkimiensa ja käyttämiensä materiaalien, tuotteiden ja palveluiden laadusta. Sen on myös varmistettava, ettei käytetyissä tuotteissa ole liikaa myrkyllisiä aineita kuten lyijyä tai ylipäättään kiellettyjä materiaaleja. Luettelo kielletyistä aineista on nähtävissä toimittajaverkossa. Kaikissa ostotiedoissa on nähtävä, että tuote täyttää hyväksyttävät vaatimukset samoin, kuin kaikkien spesifikaatioiden (prosessit, menettelyt) vaatimukset. (Asiakas 2014.)

2.5 Tuotannon ja palveluiden tuottaminen

Tuotannosta on pidettävä dokumentointi kunnossa. Lisäksi toimittaja voi kelpuuttaa tuotannossaan ne toimet, joiden pitkäaikaista lopputulosta ei voi laadun suhteen tietää. Näitä on esimerkiksi hitsaus, lämpökäsittely ja pintakäsittely. Käytettävään prosessiin tarvitaan asiakkaan kelpuutus. Lisäksi kelpuutus tarvitaan menetelmiin ja käytäntöihin, käytettäviin työmenetelmiin/työkaluihin sekä henkilöstön pätevyyden toteaminen. (Asiakas 2014.)

2.6 Tuotanto-osien hyväksymisvaatimukset

Asiakkaan suurimmat hyväksymisvaatimukset tuotanto-osille ovat ohjaussuunnitelma eli control plan, Gage R&R-analyysit ja prosessin FMEA sekä näiden hyväksytyt toteuttaminen. Control plan on kuvaus toiminnoista, joita tarvitaan prosessin kontrolloinnissa. Se voi olla esimerkiksi osien tarkastussuunnitelma eri prosesseissa. Gage R&R on poikkeamien mittaustapa. Esimerkiksi mitataan sama mitta uudestaan monta kertaa ja tietty prosentti-osuus on sallittu toleranssien ylityksessä. (Asiakas 2014.)

3 Käsitteitä

Tässä osiossa oli tarkoitus käydä lyhyesti läpi joitakin laadunhallintaan liittyviä käsitteitä. Käytännössä tässä on käyty läpi Lean-tuotantoa ja asiakkaan laatustandardissaan esiintuomia käsitteitä.

3.1 Lean

Lean-ajattelu on japanilaislähtöinen johtamisfilosofia, jossa keskitytään seitsemän tuottamattoman toiminnon (hukan) poistamiseen. Nämä ovat:

- kuljetukset
- varastot
- liike
- odotusaika
- ylituotanto
- yliprosessointi
- viallinen tuote.

Siten pyritään parantamaan tuotannon laatua, lisäämään asiakastyytyväisyyttä, lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja sekä pienentämään toiminnasta muodostuvia kustannuksia. Leanissä pyritään siihen, että oikea määrä oikeita asioita saadaan oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan, oikean laatuksena. Leanissä pyritään vähentämään turhia eli arvoa tuottamattomia toimintoja. Tässä käytetään apuna erilaisia työkaluja kuten jatkuvaa kehittämistä (Kaizen), imuohjausta (Kanban), 5S, Six Sigma jne. (Lean Enterprise Institute 2014.)

3.1.1 Leanin historiaa (TPS)

Lean perustuu pääosin Toyotan kehittelemään toimintatapaan, jota kutsutaan Toyota Production System eli TPS. TPS:n luoja pidetään Taiichi Ohnoa. TPS:n kaksi pääpilaa ovat JIT (Just-In-Time) ja Automation (Jidoka), minkä voi suomentaa älykkääksi automaatioksi tai automaatio ihmisen kosketuksella. (Toyota Motor Manufacturing 2014.)

Toyota Motor Corporationin perustaja Kiichiro Toyoda huomasi tuotannon alettua ensimmäistä kertaa 1940-luvulla, että tuotannossa esiintyy paljon virheitä. Hän päätti, ettei halunnut korjata vain pelkästään huonoa laatua, vaan keskittyi prosessien

kunnolliseen huolelliseen opiskeluun. Sillä Toyota piti tätä parempana tapana edetä. Hän alkoi kehittää Kaizenin eli jatkuvan parantamisen käyttöä omassa tehdastuotannossa. Lyhyesti tämä tarkoittaa sitä, että tuotantoa voidaan kehittää jatkuvasti tutkimalla prosessia itseään ja löytämällä sieltä parannuskeinot. (Toyota Motor Manufacturing 2014.)

Lean-sana nousi esiin ensimmäisen kerran vuonna 1990 julkaistussa James P. Womackin ja Daniel Jonesin kirjassa *The Machine That Changed the World*, jossa käsitellään Toyotan menestystä ja autoteollisuuden muuntautumisesta kohti Lean-tuotantoa. Kirjassa esitellään myös Leanin viisi ydinkonseptia:

- arvon määrittämisen perustuminen asiakkaan näkemykseen
- arvoketjun tunnistaminen ja kaikkea arvoa tuottamattoman toiminnan poistaminen
- arvoketjun perustaminen asiakkaan tarpeisiin perustuvaan imuohjaukseen
- työntekijöiden osallistuminen kehittämiseen
- toiminnan jatkuva kehittäminen.

3.1.2 JOT/JIT

Juuri oikeita asioita tapahtuu juuri oikeaan aikaan, on Toyotalta lähtöisin oleva ajattelutapa. Just-In-Time-ajattelussa varastossa seisovat tuotteet/materiaalit ovat mudaa eli hukkaresursseja. Tarkoituksena olisi, että oikea määrä materiaalia on oikeassa paikassa oikeaan aikaan, pois laskettuna hätävarasto. JIT:ssä valmistetaan tuotteita vain tilaukseen, joten isoja varastoja ei tarvita. Perusajatuksena on poistaa kaikki turhat toimenpiteet, tuhlaus ja virheet, lyhentää odotusaikoja, parantaa laatua sekä pienentää eräkokoja. JIT:n tärkein pohja on Kanban eli imuohjaus-järjestelmä. (Lean Enterprise Institute 2014.)

JIT sopii parhaiten suurilla tuotantomääriä valmistaville kokoonpanotehtaille. Sen toteuttaminen on hankalaa sellaisissa yrityksissä, joiden asiakkaat kaipaavat räätälöityjä tuot-

teita ja joissa tuotteilla on vaihteleva kysyntä. JIT/JOT toimii myös hyvin pienemmissäkin yrityksissä, jotka valmistavat tuotteita pääasiassa suoraan kysyntään. Esimerkkinä alihankkijoina toimivissa yrityksessä tämän JIT:n hyödyntäminen voisi olla kannattavaa. (Lean Enterprise Institute 2014.)

3.1.3 Jidoka

Jidoka eli automaation tarkoittaa suomeksi automaatiota ihmisen kosketuksella. Se on toinen TPS:n (Toyota Product System) pääpilareista. Se tarkoittaa, että vian sattuessa ihmisellä on mahdollisuus pysäyttää tuotanto, joko etukäteen ohjelmoimalla tai paikan päällä. Jidokassa on neljä päätehtävää (Rosenthal, M 2002):

1. Havaitse poikkeama.
2. Pysäytä prosessi.
3. Korjaa tai oikaise virhe heti.
4. Tutki juurisyitä virheeseen ja aloita vastatoimenpiteet virheen muodostumista vastaan uudestaan tulevaisuudessa.

Yksi Jidokan tärkeimmistä työkaluista on Andon eli signaalitaulu, joka kertoo prosessin tilasta. Se voi olla yksinkertaisimmillaan vihreä ja punainen valo eli kun prosessi on kunnossa, niin taulussa palaa vihreä valo ja kun taas punaisen valon syttyminen tarkoittaa, että prosessi on pysähdyksissä. (Alzatex 2014.)

3.2 Jatkuva parantaminen (Kaizen)

Jatkuva parantaminen tarkoittaa toiminnan kehittämistä pienin askelin. Sillä pyritään parantamaan prosessia tutkiskelemalla ja kehittämällä prosessia itseään jatkuvasti. Ideana on se, että jokaisella työntekijällä olisi mahdollisuus antaa kehitysehdotuksia löytämiinsä mahdollisiin ongelma- /kehityskohtiin eli ei pelkästään siihen erikoistuneet or-

ganisaation jäsenet. Näin maksimoidaan parantamisen tehokkuus, kun asianosaiset saavat kertoa mielipiteensä eikä ehdotukset kulje välikäsien kautta, joten tieto ei voi vääristyä matkalla. Samalla työntekijä tuntee vaikuttaneensa asioihin, mikä voi lisätä motivaatiota ja työskentelyilmapiiriä. (Larman, G & Vodde, B 2009, 15 – 20.)

Yksi Kaizenin tärkeimmistä toimintamalleista on Demingin ympyrä eli PDCA-ympyrä (Plan-Do-Check-Act) eli suunnittelu, tekeminen, tarkastaminen ja toimiminen. Tämän jälkeen kierros taas tarvittaessa aloitetaan alusta. Koko prosessin ajan tarkkaillaan. Ensin tehdään suunnitelma ja hypoteesi/ennuste lopputuloksesta. Tämän jälkeen aloitetaan prosessin suorittaminen suunnitelman mukaan. Seuraavaksi verrataan saatua tulosta hypoteesiin/odotettuun tulokseen. Viimeisenä joko otetaan toimiva prosessi pysyvästi käyttöön tai jos prosessi ei toimi, aloitetaan kierto uudestaan. (Quality Karjalainen Knowhow Oy 2014.)



Kuva 1. Kuva Demingin ympyrä (Karjalainen Quality Knowhow 2014).

3.3 Six Sigma

Six Sigma on laadunhallintatyökalu, joka perustuu tilastotieteeseen. Perusajatus siinä on se, että virheiden määrä olisi pystyttävä mittaamaan, minkä jälkeen vasta voidaan selvittää miten ne poistetaan. Six Sigman pääkehittäjiä ovat Mikel Harry ja Jack Welch. Sen

kehitys alkoi 1980-luvulla, mutta sen käyttö alkoi kunnolla yleistyä vasta 2000-luvun alkupuolella. (Quality Karjalainen Knowhow Oy 2014.)

Virheet pyritään poistamaan vähentämällä prosessin hajontaa/vaihtelua, koska vaihtelun vähentäminen pienentää hukkan (muda) määrää, mistä seuraa tuotannon virtauksen kasvaminen. Vaihtelu aiheuttaa virheitä, virheet aiheuttavat vikoja ja viat aiheuttavat hukkaa. Leanin kanssa Six Sigma toimii siten, että Six Sigmassa keskitytään pääasiassa vaihtelun minimoimiseen ja Leanissa keskitytään hukkan poistamiseen. (Quality Karjalainen Knowhow Oy 2014.)

Työkaluina Six Sigmassa käytetään DMAIC-menetelmää ja koesuunnittelua (DOE eli Design of Experiments). DMAIC eli define (määritä), measure (mittaa), analyze (analysoi), improve (paranna) ja control (kontrolloi). Ensin määritetään sekä rajataan ongelma ja asetetaan tavoite. Tämän jälkeen mittauksella vahvistetaan ongelma ja tunnistetaan mahdolliset ongelmien aiheuttajat. Analysointivaiheessa tutkitaan kerättyjä mitaustietoja, jotta saataisiin selville mitkä prosessin osat aiheuttava ongelma. Parannuskohdassa kehitetään uusi idea, jolla ongelmakohdat saataisiin poistettua ja testataan sen toimivuutta. Viimeisenä luodaan järjestelmä, jolla voidaan varmistaa saavutetun parannuksen säilyminen. (Quality Karjalainen Knowhow Oy 2014.)

DOE (Design of Experiments) eli koesuunnittelun ajatuksena on tutkia syy-seuraus suhteita mahdollisimman tehokkaasti, käyttäen mahdollisimman vähän testiajoja. Etukäteen suunnitellaan, kuinka prosessissa edetään ja miten mahdollisia muutoksia tehdään. Tämän jälkeen tehdään koeajot joissa dataa kerätään. Koeajojen aikana muuttujia vaihdellaan suunnitellusti, jotta saataisiin mahdollisimman tarkat data-arvot. (Quality Karjalainen Knowhow Oy 2014.)

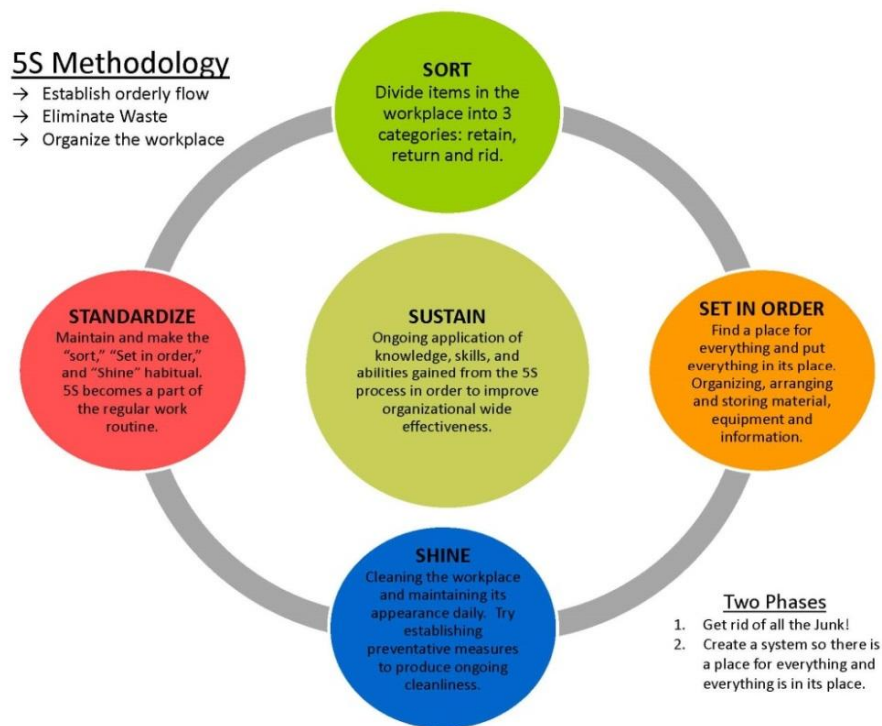
3.4 5S

5S on Lean-järjestelmään pohjautuva työkalu, jonka perustana on, että laadun parantaminen alkaa omasta työpöydästä. Sen avulla pyritään parantamaan työn tuottavuutta vähentämällä hukkaa eli ei-tuottavia toimintoja, sekä pyritään luomaan tehokas työym-

päristö. Nimi tulee japaninkielisistä sanoista seri, seiton, seiso, seikotsu ja shitsuke. (Stephesson, S 2014.)

- Seiri eli sort. Tarkoittaa työpisteen pitämistä siistinä, sekä pidetään huolta ylimääräisten tavaroiden poistamisesta
- Seiton eli set in order. Järjestetään työkalut omille selkeille paikoilleen ja merkitään niiden paikat. Samalla varmistetaan, että työpisteessä tarvittavat materiaalit ovat lähellä ja niille merkityillä paikoilla.
- Seiso eli shine. Pidetään työpiste siistinä siivoamalla se päivittäin.
- Seikotsu eli standardize. Standardoidaan työpaikan parhaat käytännöt siisteyden ja työjärjestyksen suhteen.
- Shitsuke eli sustain. Ylläpidetään ja seurataan tuotantoa tehtyjen muutosten jälkeen. Lisäksi pidetään huolta työntekijöiden perehdyttämisestä 5S:n tuomiin hyötyihin ja tavoitteisiin.

5S:ään usein liitetään myös kuudes S, safety eli turvallisuus. Sen pääteema on pitää työpiste turvallisena työntekijälle. Turvallisuutta voidaan ylläpitää esimerkiksi työturvallisuus- kursseilla ja varmistamalla, että työntekijät ovat tarpeeksi osaavia annettuun työtehtävään. Lisäksi työkalujen ja niihin kuuluvien turvavarusteiden tulee olla hyvässä kunnossa. (McMahon, T 2011.)



Kuva 2. 5S:n pilarit (Cerasis 2014).

4 Prosessinkehitystyökalut

Käsitellään prosessin joitakin prosessinkehitys-työkaluja, joilla pystytään parantamaan tuotannon tehokkuutta. Käydään läpi työkaluja, joita yritys käyttää tai on suunnitellut käyttävänsä tulevaisuudessa.

4.1 Läpimenoaikatekniikat

Läpimenoaikatekniikat ovat työkaluja, joilla voidaan tutkia tuotantoa ja tuotteiden läpimenoaikoja. Niiden avulla saadaan selville se, kuinka paljon aikaa tuotteella kuluu tilauksesta siihen hetkeen, kun tuote on asiakkaalla. Tärkeimpiä läpimenoaika-työkaluja

ovat VSM-analyysi (Value Stream Mapping) ja MCT-analyysi (Manufacturing Critical path Time).

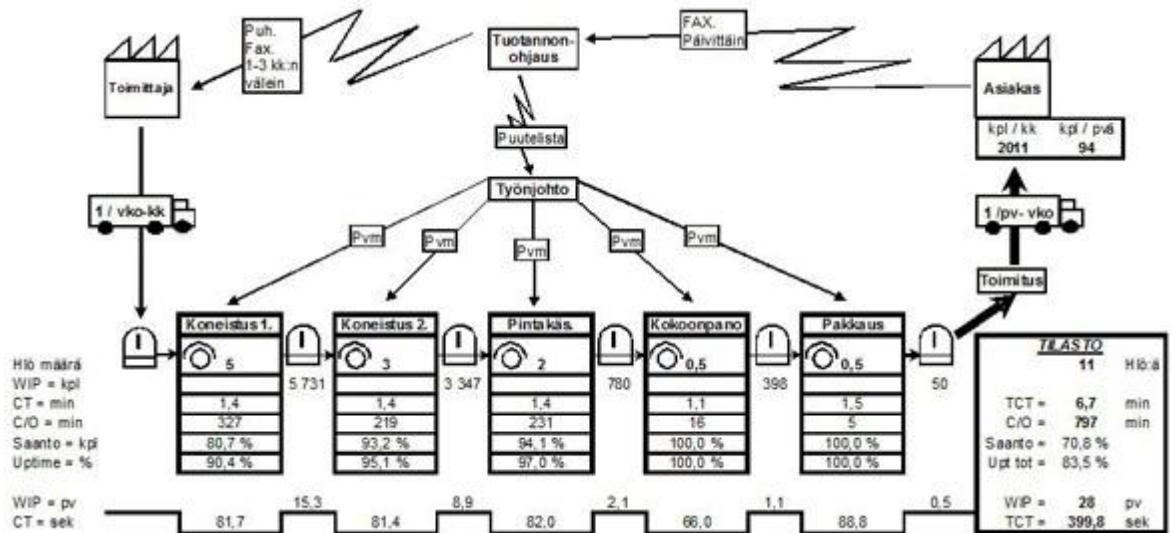
Läpimenoaikatekniikoiden tärkein tehtävä on vähentää läpimenoaika vähentämällä tuottamattomia toimintoja. Niiden avulla saadaan selville mahdollisten pullonkaulien sijainnit, yli- ja alityöllistetyt työpisteet sekä tuotteiden varastoissa säilyttämiseen kulunut aika.

4.1.1 VSM-analyysi (Value Stream Mapping)

VSM eli arvovirta-analyysi on yksi tapa prosessien kehittämiseen. Siinä kuvataan prosessien vaiheet, yhteydet, varastojen määrät, tapahtumien taajuudet ja prosesseissa kuluvat ajat yhdelle karttamaiselle lomakkeelle. Siinä on ideana se, jotta prosessia voitaisiin muuttaa, se on ensin tunnettava. VSM-karttoja tehdään vähintään kaksi kappaletta, ensin alkutilanteesta ja sitten muutosten jälkeisestä tilanteesta. (Rother., Shook 1999.)

Lähtökohtana arvovirta-analyysissä on se että pyritään ymmärtämään prosessia ja siten vähentämään syntyvää hukkaa. Tuotantoa tarkkaillaan alusta loppuun eli tilauksesta ensimmäisen tuote-erän saapumiseen tilaajalle. VSM-analyysillä voidaan laskea eri toimintoihin kuluvat tahtiajat eli selviää kuinka paljon aikaa eri prosessit vie per tuote. Siten pystytään katsomaan se, että onko jokin prosessin vaihe yli- tai alikuormitettu eli voidaan nähdä esimerkiksi: Onko missään siellä riski pullonkaulaan ja se, että voidaan-ko joitain prosessin vaiheita jakaa alityöllistettyjen toimipisteiden kanssa. (Rother., Shook 1999.)

VSM-analyysin avulla saadaan tarkka kuva koko tuotannosta alusta loppuun. Sen avulla nähdään prosessin kulku ja miten paljon aikaa mikäkin vaihe kestää. Sekä myös se, että miten pitkään tuotteita joudutaan seisottamaan varastoissa. (Rother., Shook 1999.)



Kuva 3. Esimerkki VSM-analyysistä (KT-Selin 2013).

Koska VSM-analyysi tehdään aluksi ja uudesta mahdollisten muutosten jälkeen, pystytään visuaalisesti näkemään mahdolliset saavutetut parannukset ja mahdolliset lisäkehityskohteet tulevaisuuteen. Samalla nähdään tarkasti miten paljon muutokset ovat vaikuttaneet prosessin kulkuun. (Rother., Shook 1999.)

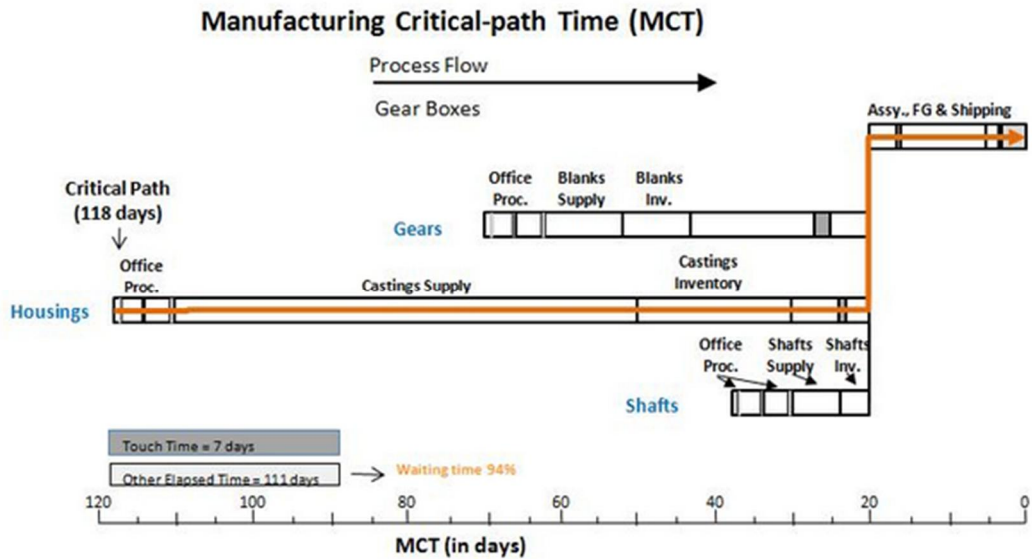
4.1.2 MCT-analyysi (Manufacturing Critical path Time)

Kriittinen polku-analyysi eli MCT on osa QRM:ää (Quick Response Manufacturing) eli aikapohjaista järjestelmää, jossa keskitytään läpimenoajan vähentämiseen tuotannossa ja toimiston puolella. MCT on QRM:n yksi tärkeimmistä työkaluista. (Ericson, P., Stoflet., N & Suri, R 2007.)

MCT-analyysissä mitataan aikaa päivinä tilauksesta siihen hetkeen, kun tuote on asiakkaalla. Sen avulla voidaan tehdä arvioita ja havaintoja työpäivien määrästä tietyissä työvaiheissa. Siinä käydään läpi kulunut aikana jokaisessa tuotannonvaiheessa. Kulunut aika merkitään jokaisessa vaiheessa työpäivinä. (Ericson., Stoflet., & Suri 2007.)

MCT-analyysiä käytetään, kun halutaan selvittää keinoja läpimeno-ajan (Lead-time) pienentämiseen. Sen avulla nähdään ne tuotannon pisteet missä aikaa kuluu eniten sekä

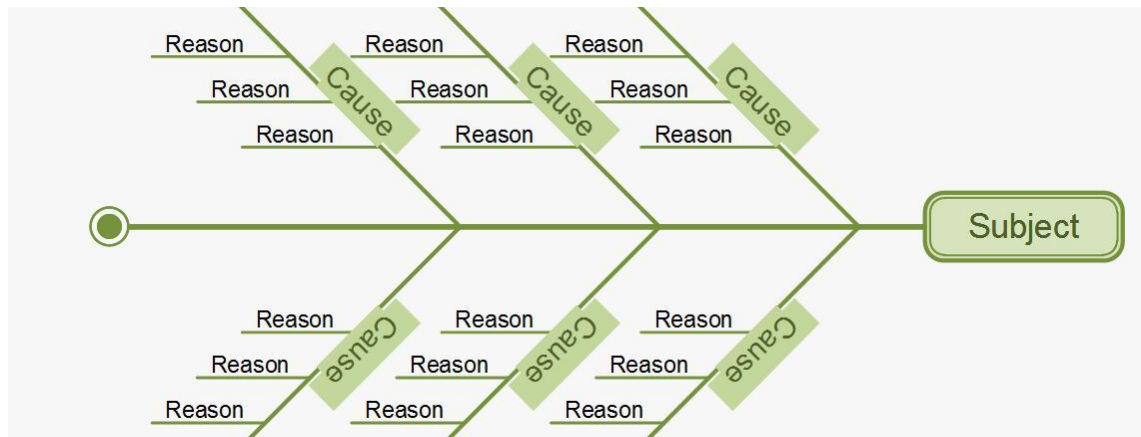
pystytään seuraamaan tuottamattomien toimintojen määrää, kuten kuinka kauan tuote seisoo varastossa. (Ericssen., Stoflet., & Suri 2007.)



Kuva 4. Esimerkki MCT-analyysistä (QRM-managementcenter 2013).

4.2 Root-cause-analyysit

Juurisyys-analyysinä käytetään ongelmien ratkaisuun selvittämällä ongelmien juurisyyt eli joista ongelmat aiheutuvat. Tarkoitus on, että kun juurisyy poistetaan, niin ongelma-kin häviäisi. Vaikka juurisyyn poistamisesta seuraa hyötyä niin ei ole täysin varmaa, että poistuuko ongelma kokonaan, sillä juurisyy on saattanut aiheuttaa ongelmia sekä muutoksia tuotannon muihin vaiheisiin ennen havaitsemista itse tuotteessa.



Kuva 5. Esimerkki kalanruoto-työkalusta (Business901 2014).

Juurisyys voidaan selvittää käyttämällä esimerkiksi mind map-työkalua, jossa listataan eri työvaiheet ja tutkitaan mahdollisia ongelman aiheuttajakohtia. Edellä olevassa kuvassa on esimerkkinä Ishikawa eli kalanruoto-analyysi. Siinä merkitään aiheuttajapisteet ja miksi ne aiheuttavat ongelmia. Tarkoituksena on havainnollistaa se, miten havaitut asiat vaikuttavat lopputuotteessa havaittuun ongelmaan.

Kalanruoto-analyysiä kutsutaan myös syy-seuraus-analyysiksi. Sen muodostaminen aloitetaan ryhmässä keskustelemalla tai tutkimalla löytyvää dataa. Ensin kategorisoidaan tärkeimmät ongelmien aiheuttajat ja merkitään ne ”kalanruodoiksi”. Sen seurauksena aletaan miettiä tarkemmin syitä, jotka merkitään pääsyiden alle. Näin pystytään näkemään, miten eri asiat vaikuttavat toiseen. (Brassard, M & Ritter, D 1994, 23 – 30.)

4.3 Kanban (Imuohjaus)

Kanban eli imuohjaus on Toyotalla kehittynyt JIT-ajattelutapaan liittyvä työkalu. Sen pääperiaate on, että kysyntä ohjaa tuotantoa eli tuotteita tehdään vain sen verran kuin on kysyntää. tehdastuotannon sisällä se tarkoittaa, että materiaaleja tilataan vain tarpeeseen. Näin pystytään välttämään tarpeettomia kuluja sekä tuottamattomia toimintoja, kuten tavarantoimitusten seisottamista varastossa. Pyrkimys on käyttää vain pieniä puskurivarastoja. (Liker, J 2004.)

Kanbanin juuret ovat supermarkettien toiminnassa. Toyotan Taiichi Ohno huomasi Amerikan vierailun yhteydessä 1950-luvulla, että miten hyvin supermarketit hyödynsivät tavallisten ihmisten elämää. Supermarketit toimivat siten, että tuotteiden kysyntä vaikutti kauppaan tilattaviin tuotteisiin. Tuotetta tilattiin varastoon vain sen verran kun sitä meni kaupaksi. Taiichi Ohno päätti tuoda tämän tekniikan tehtaisiin. (Liker, J 2004, 106.)

Tätä ennen tehtaissa oli noudatettu työntötekniikkaan eli etukäteen tehtyä aikataulutusta, missä oletettiin kysynnän ajankohta. Työntötekniikan ongelma oli, että tuotteiden määrä varastoissa saattoi ongelmien (konerikot, kysynnän muutokset) sattua kasvaa isoksi, kun osa työpisteistä teki ylituotantoa. Näin muodostui paljon hukkaa. (Liker, J 2004, 104 – 113.)

Ohno huomasi ongelmat ja päätti luoda operaatiopisteiden välille ”valintamyymälöitä” eli puskurivarastoja, joita täytettiin vain silloin kun niissä olevat tuotteet vähentyivät. Samalla otettiin käyttöön signaalisysteemi. Signaaleina toimivat tyhjätkortit, korit, kortit jne. Eli yksinkertaisimmillaan sen periaatteena oli se, että kun tavaralaatikko tyhjeni, niin se oli merkki tilata uusi. Yleensä laatikoiden mukana kulkivat kortit, joissa luki mihin pisteeseen osat tuli ja mitä osia laatikossa oli eli kun laatikko tyhjeni niin kortti lähetettiin postiin, joko suoraan toimittajalle tai ostoista vastaaville henkilöille. Samalla varmistettiin, että puskurivarastoissa oli aina tietty määrä tavaraa, jotta tuotanto ei pysähtyisi laatikon tyhjentyessä. (Liker, J 2004, 106–107.)

4.4 Virheiden tarkistaminen

Virheiden tarkistaminen on tärkeä osa tuotantotoimintaa. Virheet aiheuttavat yritykselle rahan menoa, aikataulujen muuttumista ja valmiissa tuotteessa havaitut virheet voivat olla haitallisia imagolle tai jopa vaarallisia.

Virheitä eli poikkeamia voi olla monessa muodossa. Virheitä voi syntyä mm. ostoissa tilausvirheenä ja tuotannossa rakennusvirheenä. Tärkeää on myös tietää, että onko virhe voitu itse estää vai onko se ollut esimerkiksi tavarantoimittajalta tulleen viallisen osan aiheuttama. Sen takia on hyvä pitää kirjaa havaituista virheistä, jotta myöhemmin voitaisiin puuttua niihin

Virheitä tuotannossa voidaan tarkastella etukäteen joko silmin havaitsemalla tai käyttämällä siihen tarkoitettuja työkaluja kuten ultraääntä tai tunkeumanesteitä. Silmin havaitseminen on yleisin tarkastusmenetelmä. Se tulee suorittaa hyvässä valaistuksessa. Kaikkea ei silmin voi nähdä, niin silloin voidaan käyttää esimerkiksi tunkeumanesteitä. Niiden periaate on, kun nestettä levitetään esim. hitsisaumaan niin virhekohdat näkyvät tummempina, koska neste on kertynyt virhekohtaan. Pinnan on oltava tasainen tai voi syntyä virhenäyttämiä.

5 FMEA - Failure Mode and Effect Analysis

Vika- ja vaikutusanalyysi (FMEA) on yksi varhaisimmista systemaattisista tekniikoista joilla pyrittiin vähentämään virheitä. Sillä pyritään tunnistamaan tapoja ja menetelmiä, joista voi seurata virheitä tai prosessin epäonnistuminen. Samalla sillä voidaan suunnitella tapoja sekä käytäntöjä näiden estämiseksi. FMEA on yksi Six Sigman työkaluista. (Moisio, J 2011.)

Ongelmat/poikkeamat pyritään tunnistamaan etukäteen ja arvioidaan niiden aiheuttamien riskien suuruudet. FMEA on siis enemmänkin ongelmien esiin nostaja kuin ratkaisija. Se antaa mahdollisuuden havaita ongelmat ja puuttua niihin. (Moisio 2011.)

Potential Failure Mode & Effects Analysis

| Sigma XL | | Process/Product: Stock Inventory | | | | | | | |
|------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|
| | | FMEA Team: | | | | | | | |
| | | Responsibility: | | | | | | | |
| | | Prepared By: | | | | | | | |
| Row Number | Process Steps or Product Functions | Potential Failure Mode | Potential Effects of Failure | Severity (1-10) | Potential Cause(s) of Failure | Occurrence (1-10) | Current Controls | Detection (1-10) | Risk Priority Number (RPN) |
| | | | | | | | | | Sort |
| 1 | Stock Inventory | Stock in wrong location | Unable to locate Stock | 5 | Correct location is full | 7 | Stock checked twice a year | 9 | 315 |
| 2 | Stock Inventory | Damaged | Insufficient | 7 | Supplier Defect | 3 | Incoming | 8 | 168 |
| 3 | Stock Inventory | Damaged | Insufficient product | 7 | Handling Error | 5 | Standard Operating | 9 | 315 |

Kuva 6. Esimerkki FMEA-analyysistä (Sixsigmaxl 2014).

Kuvassa on esimerkki FMEA-analyysistä. Ensin mainitaan missä ongelma voi syntyä ja mikä voi olla ongelma. Sen jälkeen siinä on kirjattu mahdolliset vaikutukset sekä vakavuus numeroin merkittynä (1-pieni, 10-äärimmäisen vakava). Siinä käydään myös läpi mahdolliset aiheuttajat, ongelman esiintymisen todennäköisyys, nykytilanne prosessissa, huomaamiskerroin eli onko ongelma helposti havaittavissa (1 helposti havaittavissa, 10 mahdoton havaita etukäteen) sekä riskin tärkeys koko prosessissa.

6 Havaintoja tuotantokierrokselta (Penttilä)

Havaintokierroksen tarkoitus oli tarkkailla mahdollisia epäkohtia ja parannuskohteita tuotannossa. Tarkoitus oli ennen kaikkea tarkastella tuotantoa ulkopuolisen näkökulmasta. Kierros suoritettiin kävellen Rakennustemmon Penttilässä sijaitsevassa tehtaassa. Tarkkailukierros suoritettiin yhdessä tuotannonkehitysharjoittelijan kanssa.

Kierroksella ensimmäisenä paikkana vastassa olivat hitsauspaikat 1 ja 2. Sen vieressä oli hyllyillä tuotteiden hitsattavia osia, kuten seiniä ja kiinnikkeitä. Hyllyillä oli merkittynä paikat niihin kuuluville tuotteille. Pienemmät tilattavat osat oli värikoodatuissa laatikoissa. Tässä oli hyödynnetty Kanban-menetelmää. Eli kun laatikko tyhjenee, niin se on merkki ostoista vastaaville, että lisää osia pitää tilata.

Hitsauspaikat (yht. 5) sijaitsivat lähellä toisiaan rivissä ja niitä yhdisti käytävä, minkä kautta säiliöitä voitiin kuljettaa seuraavaan pisteeseen ruuhkauttamatta pääkäytävää. Hitsauspaikoilta, kuten muiltakin työpisteiltä (kokoonpano, viimeistely) tehty havainto oli, että 5S tyylistä työpisteiden hallintaa on aloiteltu. Työkaluille oli nimitarroilla merkitty paikat, mutta havaitsimme, etteivät työkalut olleet aina niille merkityillä paikoillaan. Lisäksi työkalut eivät olleet järjestyksessä, ainakaan ulkopuolisen tarkkailijan näkökulmasta. Esimerkiksi jakoavaimet eivät olleet koottain järjestyksissä vaan vähän siellä ja täällä, sekä erikokoiset avaimet olivat toistensa päällä. Työkalut kuitenkin sijaitsivat pääasiassa työkaluseinillä.

Tähän voisi auttaa se, että seinään piirtämällä tai teipillä rajaamalla voitaisiin tehdä siihen kuuluvan työkalun kuva, jotta nähtäisiin helpommin, mikä työkalu siihen kuuluu. Piirroksen tulisi myös olla juuri sen kokoinen, kuin siihen tuleva työkalukin. Lisäksi työkalut voisi sijoittaa seinälle loogiseen järjestykseen ja samat työkalut järjestettäisiin kokojensa mukaan.

Samalla pitäisi tarkistaa, että olisiko työpisteiden lähellä kaikki pisteessä tarvittavat materiaalit ja tarvikkeet. Myös siitä, että jokaisessa työpisteessä on kuvaus sen työpisteen tehtävistä ja ohjeista on huolehdittava. Sekä pitäisi tarkistaa, että onko työpisteissä mitään ylimääräistä tavaraa mitkä voisi sijoittaa parempiin paikkoihin. Lisäksi työpisteiden yleiseen siisteyteen kannattaisi kiinnittää huomiota.

Puhdistuksen, kokoonpanon ja säiliöiden happokäsittelyiden edustoilla oli varsin paljon säiliöitä pääkulkukäytävien reunoilla. Säiliöt myös jossain paikoissa peittivät kulkuaukot työpisteille. Ulkopuolisen oli aika hankala arvioida se, että mihin nämä säiliöt olivat menossa ja missä vaiheessa tuotantoa ne olivat. Yrityksellä ei ole erillistä välivarastointia, joten säiliöt on käytävien reunoilla. Lattiaan voisi merkitä paikat säiliölle ja ehkä myös vaikka nuolet lattiaan osoittamaan siinä välivarastossa olevien tuotteiden suunnan.

Jos tuote joudutaan palauttamaan jälkitarkastuksen yhteydessä esimerkiksi hitsaukseen, niin voisiko mukana kulkea kirjallinen lappu palautuksen syystä. Tähän voisi tulevai-

suudessa käyttää tietokoneella olevaa poikkeamataulukkoa saman tien poikkeaman ilmenneenä.

Varastotilaksi varattu alue näytti paikka paikoin ahtaalta. Siellä oli mm. säiliönosia puskurivarastossa ja joitakin säiliöitä. Säiliönosat oli merkitty selkeästi mallin mukaan, ainakin isoimmalle asiakkaalle menevät. Täällä mietittiin, että olisiko jonkinlainen hyllyrakennelma seinien viereen mahdollinen. Yksikerroksinenkin hylly voisi parantaa tilanhallintaa.

7 Ennakoiva laatutyö: käytännönosuus

Ennakoiva laatutyö käsittää pyrkimyksen edistää laatua etukäteen tehdyillä toimenpiteillä. Tämän opinnäytetyön käytännönosuus liittyi ennakoivaan laatutyöhön. Käytännönosiossa luotiin yritykselle taulukkopohjat poikkeamille sekä mittapöytäkirjalle. Varsinkin poikkeamissa datan kerääminen ja käsittely oli havaittu puutteelliseksi. Tärkeää oli saada taulukoista ulos tärkeää dataa siitä missä poikkeamia mahdollisesti syntyy ja miten niihin pystyttäisiin tulevaisuudessa puuttumaan.

Ennakoiva laatutyö-käsite pitää sisällään kaikki aktiviteetit, joilla ensin tutkitaan prosessia ja myöhemmin mietitään korjauksia löydettyihin ongelmiin. Ennakoiva laatutyö on yleensä kannattavampaa kuin jälkikäteen tehtävät korjaukset. Ennakoivaan laatutyöhön kuulava myös riskianalyysien teko, kuten FMEA. (Pirainen, A 2013.)

7.1 Mittaus- ja poikkeamadataan kerääminen

Mittaus- ja poikkeamadataan kerääminen on tärkeä osa laadunhallintaa. Mittausdatan avulla pystytään seuraamaan mittoja ja niiden pysymistä toleransseissa. Poikkeamadataan keräämisellä nähdään visuaalisesti poikkeamin sijainnit ja syyt sekä se, että toistuvatko poikkeamat jossakin vaiheessa useammin kuin toisessa. Opinnäytetyön käytännönsiossa oli tarkoitus päivittää yrityksen molemmat datankeräystaulukot, jotta niistä saataisiin suurempi hyöty. Taulukot oli tarkoitus tehdä Excel-ohjelmalla hyödyntäen VBA(Visual Basic for Applications)-lisäosaa. Samalla oli myös tarkoitus tutkia Visual Basicin soveltuvuutta kirjanpitoon.

7.1.1 Mittausdatataulukko

Mittapöytäkirjan päivittämisen taustalla oli se, että voitaisiin visuaalisesti nähdä säiliöiden toleranssirajat ylittävät mitat. Tähänkin mennessä ne olivat nähtävillä punaisella, mutta jokainen värin muutos oli tehtävä erikseen, tähän haluttiin muutosta. Sekä myös haluttiin saada kuvaajia visualisoimaan näkymää. Lisäksi tietojen syöttämistä haluttiin helpottaa.

Tietojen syöttöä haluttiin helpottaa vähentämällä käsin syötettäviä tietoja. Tarkoitus oli se, että kun esimerkiksi säiliön yksilöllinen RT-numero syötetään niin automaattisesti muut tiedot ilmestyisivät syöttötaulukkoon. Näitä ovat mm. säiliön mitat ja toleranssit niille, piirustusnumero sekä mallin nimi. Lisämahdollisuutena olisi myös ollut linkki mallipiirustukseen.

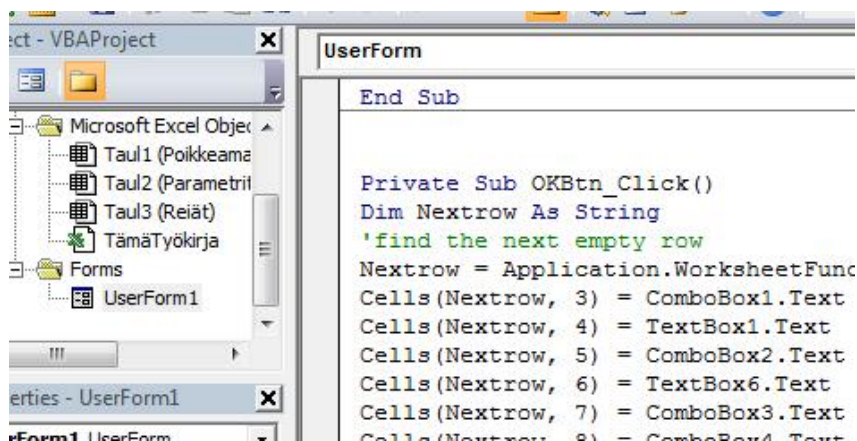
Tavoitteina siis oli, että kun mittauspöytäkirjaan merkittäisiin säiliöiden eri mittoja, niin pystyttäisiin seuraamaan niiden pysymistä annettujen toleranssien sisällä. Jos annettu tulos ylittäisi toleranssirajat, muuttuisi ruudun tausta punaiseksi. Samaan mittapöytäkirjaan haluttiin eri sivulle myös maalipintojen paksuudet.

7.1.2 Poikkeamataulukko

Poikkeamataulukosta haluttiin saada enemmän dataa ulos, kuin aikaisemmin. Toiveina oli nähdä tarkemmin poikkeamien syntypaikat ja syyt niihin. Tässäkin oli tarkoitus käyttää kuvaajia selventämään esimerkiksi sitä, missä poikkeamat syntyvät ja toistuvatko ne samoissa tuotteissa. Poikkeamat ovat tähän mennessä aina merkitty ensin paperille ja aika vähän dataa löytyi sähköisessä muodossa. Tähän haluttiin kehittää taulukko, johon voisi merkitä poikkeaman heti kun se havaitaan. Lisäksi oli mietittävä säiliöiden vuodoille oma merkitsemiskeino, jotta pystyttäisiin tarkemmin puuttumaan vuotokoh- tien ehkäisemiseen.

7.1.3 Excel VBA (Visual Basic)

VBA on koodaustyökalu, joka on myös yksi Excelin lisäosista. Sen kielenä on Microsoftin kehittämä Visual Basic. Sitä voidaan hyödyntää monin eri tavoin kuten taulukoiden, syöttötaulukoiden, kaavojen, kuvaajien, laskujen ja eri komentojen tekemiseen. Tässä opinnäytetyössä sitä käytettiin syöttötaulukoiden ja joidenkin komentojen tekemiseen.



Kuva 7. Visual Basicin ulkoasu ja kieltä (Pesonen, O-P 2014).

7.2 Käytännön työn suorittaminen

Käytännön osuus suoritettiin siis Microsoft Excelillä hyödyntäen VBA-lisäosaa. Tarkoituksena oli siis tehdä pöytäkirjat mittadatalle ja poikkeamille. Tarkoituksena oli luoda luotettavat ja yksinkertaiset taulukot. Molemmissa taulukoissa hyödynnettiin yrityksen vanhoja mittausdata-taulukoita ja -tuloksia.

7.2.1 Mittapöytäkirja

Työn suorittaminen aloitettiin käymällä läpi yrityksen vanha mittapöytäkirja ja etsimällä sieltä säiliöiden spesifikaatiot eli mitat, toleranssit, mallinimet sekä piirustusnumerot. Tämän jälkeen ensimmäiselle sivulle laitettiin otsikot datoille (kuva 8) sekä kirjattiin säiliötiedot toiselle Excel-sivulle, joista ne voidaan linkittää Visual Basicillä mittapöytäkirjaan.



| | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------------|-----------|-----|--------------------|---------|---------|-----|---------|-----|----------|--------|
| Numero | Malli | Piirustusnumero | RT Numero | REV | Piirustuksen Mitta | TOL +/- | Mitattu | Ero | A tai B | PVM | Mittaaja | Huomio |
|--------|-------|-----------------|-----------|-----|--------------------|---------|---------|-----|---------|-----|----------|--------|

Kuva 8. Otsikoita mittausdatatyökaluun (Pesonen 2014).

Seuraavaksi koottiin syöttötaulukko (kuva 9), jotta datan syöttäminen olisi mahdollisimman yksinkertaista. Syöttötaulukon kohdat nimettiin mittapöytäkirjan otsikoiden mukaan malli, piirustusnumero, RT-numero eli jokaisella säiliöllä oleva oma koodi, revisiot, mitat, toleranssit jne.

Eli tärkeintä oli saada esille missä tuotteessa mahdollisesti syntyy mittaheittoja ja miten paljon. Tärkeää oli myös saada selville, että toistuvatko mittaheitot samoissa malleissa/mitoissa. Lisäksi myös se, että mitä tuotetta mitataan on tärkeää. Tämän takia tuotteen yksilöllinen RT-numero tulee näkyviin. RT-numero tulee sanasta Rakennustempo sekä päivämäärästä ja tuotteen järjestyluvusta. Malli on tuotteen virallinen nimike mikä tulee asiakkaalta. Tavoite oli, että kun syöttötaulukkoon kirjoitetaan RT-numero, niin automaattisesti eteen avautuisi malli, piirustusnumero, mahdolliset mitat ja toleranssit kyseisille mitoille. Tämän jälkeen tarvitsisi vain ilmoittaa mitattu tulos ja valita mikä

mitta oli kyseessä. Tämän jälkeen Excel laskisi mahtuuko saatu tulos toleranssirajoihin ja jos ei mahdu, niin tulos näkyy mittapöytäkirjassa punaisella taustalla ja mahdollisesti jos tulos pysyy toleranssirajojen sisällä, niin väri olisi silloin vihreä.

Syöttötaulukon kokoamisessa käytetään apuna Visual Basicia, jotta saataisiin muodostettua linkitykset syöttölaatikoiden välille. Jo tässä vaiheessa jouduttiin tekemään kompromisseja siten, että kun malli valitaan niin RT-numero pitää erikseen kirjoittaa omaan ruutuunsa. Lisäksi päivämäärä sekä mittauksen yhteydessä mahdollisesti löytyneet huomiokohdat kirjoitetaan käsin.

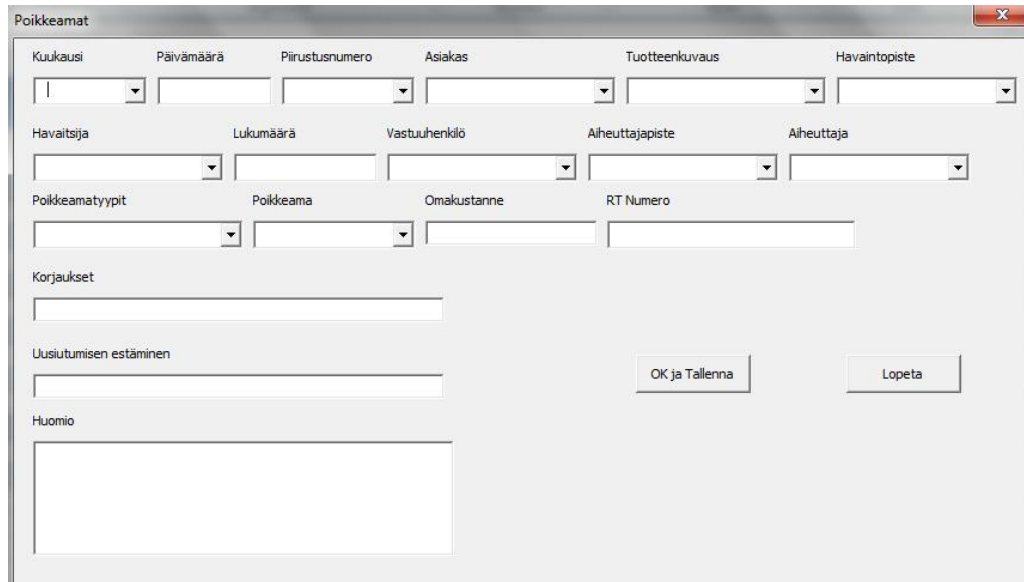
Kuva 9. Mittapöytäkirjan syöttötaulukko (Pesonen 2014).

7.2.2 Poikkeamat

Poikkeamataulukko tehdessä päädyttiin ottamaan mallia yrityksessä aikaisemmin käytössä olleesta poikkeamataulukosta. Sekin oli tehty Visual Basicia hyödyntäen, mutta senkin toiminnassa oli ollut ongelmia, joten sen koodeja ei suoraan käytetty vaan sitä käytettiin vain mallina.

Poikkeamataulukkoa varten kerättiin datat vanhoista poikkeamista, jotta voitiin tehdä muokattavat listat, mitkä sitten linkitettiin syöttötaulukoon. Lähtökohtana oli, että poikkeamat jaetaan ensin yleisiin nimikkeisiin, mitkä sitten jakautuivat pienemmiksi.

Näin niitä voidaan koota kuvaajiksi ja voidaan siten löytää mahdolliset juurisyyt poikkeamien synnylle.



Kuva 10. Poikkeamien syöttötaulukko (Pesonen 2014).

Poikkeamataulukon tarkoitus on siis löytää poikkeamien aiheuttajat, jotta niihin voitaisiin puuttua ennalta. Kuvassa 10 on syöttötaulukko poikkeamataulukolle. Siinä on eritelty tarvittavia kohtia poikkeamien juurisyyden etsimiseksi. Siihen merkitään missä vaiheessa tuotantoa havainto on tehty. Esimerkiksi hitsaus, kokoonpano tai kyseessä voi jo olla asiakkaan havainto. Siihen merkitään poikkeamien määrä ja kuka on vastuuhenkilönä vastaa tuotteesta. Vastuuhenkilö on yleensä toimihenkilö. Tämän jälkeen siinä etsitään aiheuttajapistettä sekä aiheuttajaa. Eli missä poikkeama on syntynyt ja kuka on ollut vastuussa siitä. Poikkeamatyypeissä ja poikkeamissa eritellään poikkeama pienempiin osiin ja omakustanteessa annetaan arvio poikkeaman aiheuttamista korjauskustannuksista.

Poikkeamataulukon kokoaminen toteutettiin samalla tyylillä kuin mittauspöytäkirjankin. Tarvittavia kohtia linkitettiin toisiinsa kuten havaintopiste ja havaitsija, aiheuttajapiste ja aiheuttaja sekä poikkeamatyypit ja poikkeama. Poikkeamat lajiteltiin poikkeamatyypeittäin, kuten kokoonpano, hitsaus, pintakäsittely ja viimeistely. Näihin kohtiin tuli vuodot, viivästymiset, väärät revisiot, puuttuvat särmät jne. Lisäksi taulukkoon voidaan

myös merkitä korjaukset sekä toimenpiteet tai suunnitelmat poikkeaman uusiutumisen estämiseksi.

Reikäpaikkojen merkitseminen ja kirjaaminen oli yksi osa poikkeamataulukkoa. Oli tärkeää tietää mahdollisten reikien paikat ja toistuvatko reiät samoissa paikoissa. Tällöin pystytään myös seuraamaan sitä, että onko jotkut muodot hankalampia hitsattavia ja kannattaako niihin ehdottaa muutoksia. Tähän oli mietinnässä useita eri vaihtoehtoja, kuten säiliöiden sivujen ja nurkkien numerokoodaamista. Mutta tämä vain lisäisi muistettavaa ja jälkikäteen tulosten läpikäyminen olisi hankalaa.

Parhaaksi vaihtoehdoksi muotoutui esittää reikien paikat visuaalisesti eli merkitä reiät suoraan piirustukseen. Reiät oli aikaisemminkin merkitty näin, mutta vain paperille. Tästä oli seurannut se, että kaikki reiät oli dokumentoitu, mutta ne olivat mapeissa ja niiden tarkastelu jälkikäteen on ollut hankalaa dokumenttien määrän vuoksi. Sen takia päätettiin, että reiät voitaisiin merkitä kuviin sähköisessä muodossa. Vanhatkin dokumentit voitaisiin skannata sähköiseen muotoon. Tehtävänä oli keksiä ohjelma ja tapa reikien sähköiseen merkitsemiseen. Ongelmia aiheutti se, että ulkopuolisia ohjelmia haluttiin välttää mahdollisten tietoturva-ongelmien takia. Varsinkin ilmaislisenssi-ohjelmat eivät todennäköisesti ole tässä mielessä turvallisia ja lisensseistä ei vielä tässä vaiheessa oltu valmiita maksamaan.

7.3 Tulokset

Mittauspöytäkirjan ja poikkeamataulukon lopputulokset jäivät tavoitteista jonkin verran. Ohjelman toimintavarmuus osoittautui varsin kehnoksi ja se yhdistettynä kokemattomaan tekijään, joka työskenteli ensimmäistä kertaa Visual Basicilla. Näin ollen asetetuista tavoitteista jäätettiin vähän.

7.3.1 Mittapöytäkirja

Mittapöytäkirjaan saatiin luotua toimiva syöttötaulu, jolla mittatulokset saadaan mittapöytäkirjaan. Kuitenkin tavoitteista onnistuttiin käytännössä vain tietojen syöttämisen helpottamisessa. Toiveissa oli saada taulukko ilmoittamaan toleranssirajojen ylittävät mitat värikoodilla, mutta tätä ominaisuutta ei saatu toimimaan.

Kävi ilmi, että VBA ei välttämättä ole luotettavin lisäosa, sillä se kaatuili todella usein ja sillä tehdyt linkit eivät välttämättä enää toimineetkaan seuraavana päivänä. Usein myös kävi niin, että taulukot avautuivat toisella tietokoneella ja toisella taas sitten ei. Varsinkin omalla tietokoneella tehdyt taulukot eivät aina avautuneet yrityksen tietokoneilla, vaikka sama versio ohjelmasta oli käytössä.

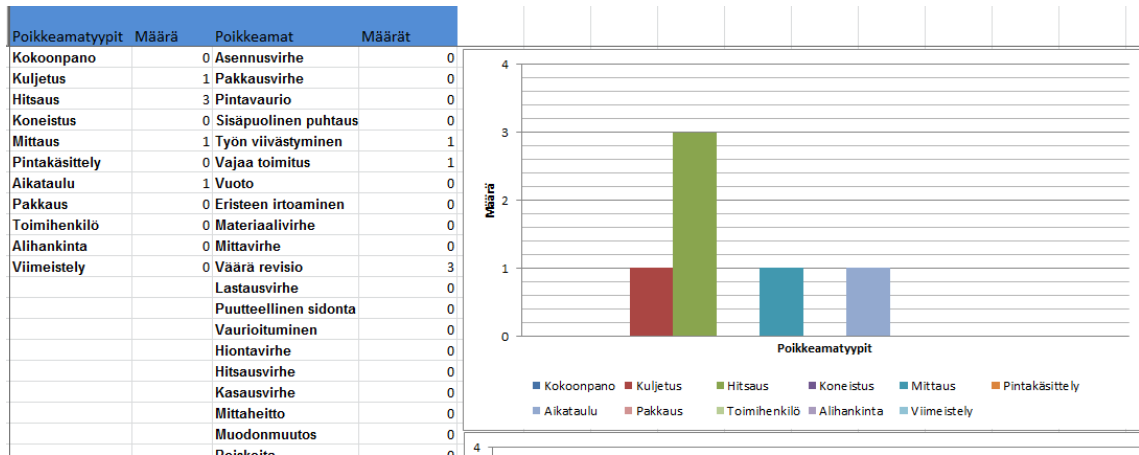
Tämän opinnäytetyön aikarajan puitteissa punaväriehdollistusta ja kuvaajia ei saatu toimimaan luotettavasti. Ominaisuudet saattoivat välillä toimia ja välillä ei, sekä varsinkin punaväriehdollistaminen aiheutti aika paljon ohjelman kaatuilua koodausvaiheessa. Myös joissakin linkityksissä on jouduttu tekemään kompromisseja, samoista syistä johtuen.

Pohjaa kuitenkin voidaan yrityksen puolelta myöhemmin kehittää ja tehdä parannuksia, joilla pöytäkirjasta saataisiin tehtyä kunnolla toimiva. Käytetyt koodit on haluttu pitää yksinkertaisina, jotta niitä voi muokata myöhemmin. Nyt tiedot voidaan syöttää vähän aikaisempaa helpommin, koska syöttötaulukko toimii hyvin.

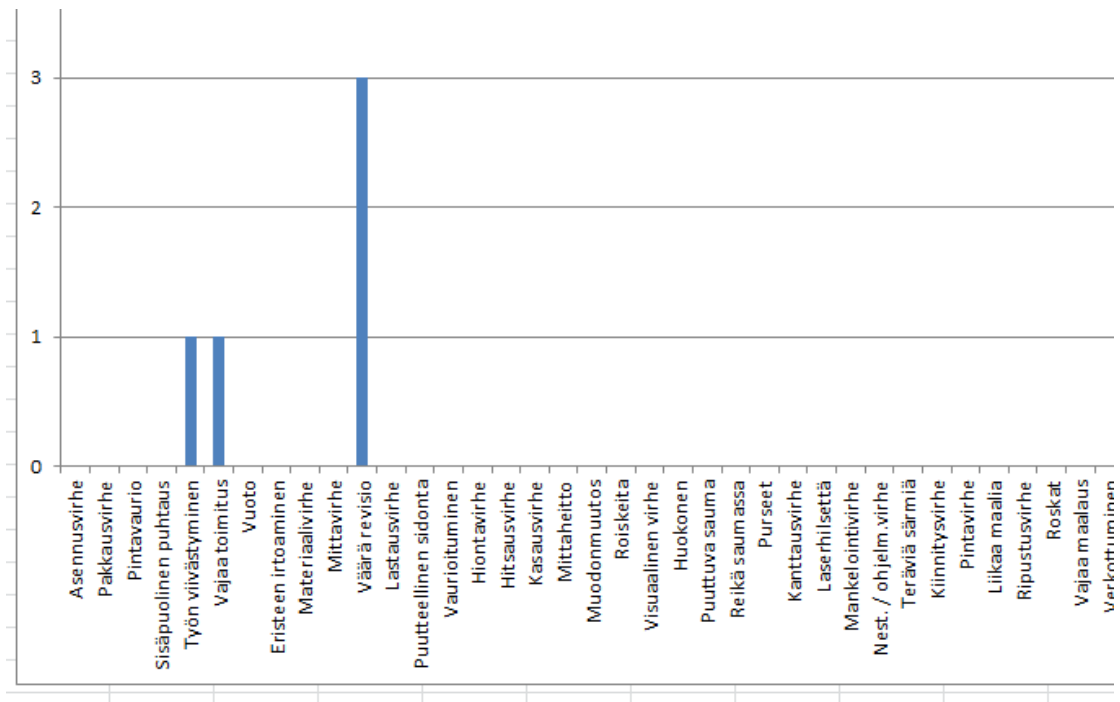
7.3.2 Poikkeamat

Poikkeamataulukko saatiin toimivaan kuntoon eli siihen voidaan syöttää poikkeamadataa ja laskuriominaisuus laskemaan eri poikkeamien määrät, jotta niistä koota havainnollistavat kuvaajat. Kuviossa 1 näkyy poikkeamatyyppien ja poikkeamien laskuria, jotka päivittyvät automaattisesti kun syöttötaulukkoon sijoitetaan tietoja.

Samassa kuvassa laskurien vieressä on poikkeamatyypeistä koottu pylväsdiagrammi. Kuviossa 2 on taas tarkemmin eritellyistä poikkeamista koottu pylväsdiagrammi. Molemmat taulukot ja diagrammit ovat kuvissa alkeisversioina ja ne tarvitsevat vielä päivitystä.



Kuvio 1. Poikkeamatyypit ensiversio (Pesonen 2014).



Kuvio 2. Poikkeamien ensiversio (Pesonen 2014).

Poikkeamataulukko kärsi samoista ongelmista kuin mittapöytäkirjakin eli taulukon toimintavarmuudesta ei ole takuuta, mutta muuten sekin saatiin koottua melkein toiveiden mukaiseksi. Ainoa mikä poikkeamataulukosta jäi viimeistelemättä oli kuvaajapohjat, mutta niitä voidaan muokata myöhemminkin kunhan dataa saadaan lisää. Lisäksi poikkeamanimikkeitä ja aiheuttajalistoja pitää myöhemmin muokata tarpeen mukaan, koska poikkeama- sekä aiheuttajatiedot kerättiin vanhoista datoista ja uusia erilaisia poikkeamia voi syntyä.

Lisäksi piti kehittää mahdollisimman hyvä tapa vuotokohtien merkitsemiseen. Tähän ratkaisuna mietittiin säiliöiden sivujen numerointia, mutta ne vaativat työpisteelle lisää muistettavaa. Tähän ratkaisuksi keksittiin visuaalinen merkitseminen suoraan piirustuksiin. Tämä haluttiin myös toteuttaa sähköisenä, joten päädyttiin laittamaan mallipiirustukset Powerpointtiin, johon voidaan merkitä reikien paikat. Tähän myös mietittiin muita ohjelmia, mutta niissä on joko lisenssikustannukset tai niiden tietosuojat ei välttämättä täytä standardeja. Powerpointin plussana oli se, että sinne voi helposti lisätä uusia kuvia dioina ja sen piirto-ominaisuudella voidaan nopeasti merkitä reiät ja tarvittaessa numeroilla ilmoittaa löytyneiden reikien määrät.

7.4 Loppuyhteenveto käytännön osiosta ja Visual Basicista

Käytännön osio oli siis osittain epäonnistunut. Joitakin hyviäkin juttuja sieltä löytyy, kuten syöttötaulukoiden toimimiset. Lopputulos oli mitä oli johtuen VBA:n epäluotettavuudesta ja osittain tekijän kokemattomuudesta. Ohjelma kaatui useita kertoja, välillä hävittäen kaiken tehdyn. Lisäksi tiedostot eivät aina auenneet, myös jotkin komennot ja linkitykset toimivat välillä, mutta kohta ei enää välttämättä enää toiminutkaan.

Yritys toivoi varmatoimisia ja luetettavia taulukoita, mutta ne osoittautuivat hankalaksi toteuttaa Excelin VBA:lla. Toki kyllä on varmaan mahdollista tehdä luetettavat pohjat, mutta siihen ei tämän opinnäytetyön puitteissa pystytty. Joku kokenut ja ammattitaitoinen voisi varmaan koota varmatoimisemmat taulukot, mutta yksi vaihtoehto yritykselle on katsoa joitakin lisenssiohjelmia.

Osapiirustukset ovat PowerPoint-tiedostossa ja siellä niihin voidaan merkitä havaitut reikien paikat. Powerpoint-tiedostoon voidaan myös tarvittaessa päivittää kätevästi lisää kuvia. Tiedosto pitää makrolla liittää poikkeamataulukossa olevaan reikäosioon. Tämä linkitys olisi kuulunut opinnäytetyöhön, mutta erinäisistä syistä johtuen se ei onnistunut.

8 Pohdinta

Opinnäytetyössä oli tarkoitus koota yritykselle uudet mittapöytäkirjat ja poikkeamataulukot. Tämän lisäksi oli tarkoitus käydä läpi Leaniin liittyviä käsitteitä ja työkaluja joita yritys voisi hyödyntää tulevaisuudessa. Työ oli tarkoitus suorittaa Microsoft Excel taulukko-ohjelman Visual Basic-lisäosaa hyödyntäen. Lisäksi työssä käytiin läpi Lean-ajatteluun ja laadunhallintaan liittyviä käsitteitä.

Työn suorittaminen osoittautui ongelmallisemmaksi kuin alun alkaen kuviteltiin. Taulukot saattoivat toimia hyvin eräänä päivänä ja seuraavana päivänä tiedostot eivät edes avautuneet tai olivat vain muuten sekaisin komentojen suhteen. Kompromisseja jouduttiin tekemään aika paljon toivottujen ominaisuuksien suhteen. Osa taulukoiden ominaisuuksista toimii kuitenkin ongelmitta ja molempia taulukoita voisi periaatteessa käyttää datankeräykseen sellaisenaan, mutta toimintavarmuudesta ei ole tietoa.

Taulukot tarvitsevat siis jatkokehitystä, jotta niistä saataisiin paras hyöty yritykselle. Taulukot on tehty siten, että niitä olisi mahdollisimman helppo myöhemmin kehittää paremmin yritystä hyödyttäväksi. Yrityksen toisaalta täytyy myös miettiä, että kannattaako tälle pohjalle enää jatkaa luotettavuuden takia, tai miten sen luotettavuutta pystyttäisiin parantamaan. Sekä pitäisikö tiedustella jotakin muuta tapaa kerätä dataa, kuten erilaisia valmiita ohjelmia.

Käytettyjä koodeja pystyy päivittämään helposti jälkikäteenkin, joten yritys pystyy jatkamaan taulukoiden kehittämistä jatkossakin. Vaikka haluttuja tuloksia ei täysin saavutettu tämän opinnäytetyön osalta, niin pieniäkin päivityksiä tekemällä ulkoasuun ja oh-

jelman käytettävyyteen pystytään vaikuttamaan parantavasti. Esimerkiksi päivämäärien lisäykseen voisi käyttää netistä ladattavaa kalenteri-lisäosaa, jonka pystyy liittämään VBA:lla syöttötaulukkoon.

Poikkeamiin liittynyt reikien paikkojen merkitseminen Powerpointilla on ihan toimiva ratkaisu, sillä jatkossa siihen voidaan helposti liittää uusia piirustuksia ja piirto-ominaisuudella pystytään varsin nopeasti merkitsemään reiät. Ihanteellisin vaihtoehto tälle olisi ollut joku oma piirto-ohjelma, jossa olisi vain voinut avata ohjelmalla kuvan ja merkitä reikien paikat pisteellä siihen. Tämän jälkeen ohjelma kokoaisi listan siitä, mihin kuviin reikiä on lisätty ja jälkikäteen pystyttäisiin vielä tarkastelemaan reikien paikkoja kuvista. Lisenssikustannusten ja tietoturvan puutteen takia ohjelmaksi valikoitui Powerpoint.

Työn alussa, kun piti päättää taulukoiden pohjasta, niin ensituntumalta Visual Basic tuntui monipuoliselta ja varmalta ohjelmalta tehdä taulukot sillä. Mutta myöhemmin kun ongelmia alkoi tulla, oli jo myöhäistä vaihtaa ohjelmapohjaa. Silti uskon, että Visual Basicillä pystyy tekemään myös luotettavia taulukoita ja pohjia, mutta nyt vain ei onnistunut. Tämä varmaan johtuu osittain siitä, että käytin ensimmäistä kertaa VBA:ta.

Valitsin VBA-pohjan sen takia, että näin siinä monipuolisen työkalun ja halusin opetella sen käyttöä. Opinkin sen perusteet ja peruskielen aika hyvin. Eli ammatillisesti tästä työstä tuli paljon oppia, eikä pelkästään Excelin puolelta vaan myös Leanin ja laadunhallinnan puolelta. Sieltä tuli käsitteet ja jonkin verran työkaluja tutuksi, joista on varmasti myöhemmin hyötyä. Ja lisäksi koska käytännön osio ei onnistunut toiveiden mukaisesti niin tulevaisuudessa tietää suurin piirtein, mitä kannattaa kokeilla ja mitä ei koodieditorissa. Saman työn olisi voinut tehdä myös ilman Visual Basiciä, mutta muokattavuuden ja monipuolisten mahdollisuuksien takia päädyin siihen.

Teoriaosassa käytiin läpi joitain Lean-tuotannon tärkeimpiä käsitteitä, sekä joitakin hyödyllisiä laadunhallinta-työkaluja. Hyödyllisimmät työkalut yritykselle näistä olisivat VSM- ja juurisyy-analyysi, sillä niillä pääsee käsiksi tuotannossa syntyviin ongelmiin ja

niitä hyödyntämällä voidaan nopeuttaa tuotantoa sekä vähentää tai jopa estää hukan (Muda) syntymistä tulevaisuudessa.

Työn tekemisessä käytin aikaisemmin opittua tietoa varsinkin teoria-osiossa, mutta Excelillä tehty koodaaminen oli itselle uutta. Aika paljon piti internetistä katsoa, miten mikäkin toimii ja kuinka saa eri asiat toimimaan. Ihan vastaavaa työtä ei tullut vastaan, joten jouduin soveltamaan aika paljon löytämiäni koodeja. Ne eivät sitten aina toimineet täysin toiveiden mukaisesti.

Lähteet

- Alzatex. 2014. Lean Manufacturing Andon. <http://lean-timer.com/lean-manufacturing-andon/> 30.05.2014
- Brassard, M., Ritter, D. 1994. The Memory Jogger 2. USA. Goal/QPC
- Business901. 2014. Root Cause analysis of success. <http://business901.com/blog1/root-cause-analysis-of-success/> 17.05.2014
- Cerasis. 2014. What is 5S? <http://cerasis.com/2013/09/30/what-is-5s/> 01.06.2014
- Ericson, P., Stoflet, N., Suri, R. 2007. Manufacturing Critical-path Time (MCT): The QRM Metric for Lead Time. USA.
- Larman, G., Vodde, B. 2009. Lean Primer. http://www.leanprimer.com/downloads/lean_primer.pdf 05.05.2014
- Lean Enterprise Institute. 2014. What's Lean. <http://www.lean.org/whatslean/>. 24.02.2014
- Lean Enterprise Institute. 2014. What's Lean? History. <http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm> 25.02.2014.
- Liker, J. 2004. Toyotan tapaan. Helsinki. Readme.fi
- Lukkari, J. 2000. ESAB. http://www.esab.fi/fi/fi/support/upload/Hitsien_laatu_ja_hitsausvirheet.pdf 27.05.2014
- McMahon, T. 2011. Introduction to 6S. <http://www.slideshare.net/ALeanJourney/introduction-to-6s> 01.05.2014
- Moisio, J. 2011. FMEA Vika- ja Vaikutusanalyysi http://www.ims.fi/sites/default/files/article_attachments/21106_Artikkeli_FMEA%20_VIKA-_JA_VAIKUTUSANALYYSI.pdf 27.05.2014
- Plant-maintenance.com. 2014. 5S. <http://www.plant-maintenance.com/articles/5S.pdf> 20.05.2014
- Piirainen, A. 2013. Laatu puhuttaa Suomessa. <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/laatu-puhuttaa-suomessa/> 25.05.2014
- Quality Karjalainen Knowhow Oy. 2014. Lean. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/> 01.03.2014
- Quality Karjalainen Knowhow Oy. 2014. Jatkuva Parannus. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/koulutus/jatkuva-parannus/> 03.03.2014
- QRM-Managementcenter NL. 2014. MCT-analysis <http://www.qrm-managementcenter.nl/en/mct/> 22.05.2014
- Rosenthal, M. 2002. The Essence of Jidoka <http://theleanthinker.com/wp-content/uploads/2009/04/The->

Essence-of-Jidoka-SME-Version.pdf 28.05.2014

Rother, M. 2010. Toyota Kata. Helsinki. Readme.fi

Rother, M., Shook, J. 1999. Learning to see – Value Stream Mapping to create value and eliminate muda. Massachusetts. The Lean Enterprise Institute.

SigmaXL. 2014. Taulukko pohjia. <http://www.sigmaxl.com/DMAICtemplates.shtml>
25.05.2014

Stephesson, S. 2014. Five-S. <http://www.graphicproducts.com/tutorials/five-s/>
20.05.2014

Toyota Motor Manufacturing, Kentucky Inc. 2014. Toyota History.

<http://www.toyotageorgetown.com/history.asp> 15.03.2014

Cerasis. 2014. What is 5S? <http://cerasis.com/2013/09/30/what-is-5s/> 01.06.2014