

Tuomas Aho-Vinkka

## **INSTRUMENTTIKOKOAMISEN TUOTANNON TEHOSTAMINEN**

# **INSTRUMENTTIKOKOAMISEN TUOTANNON TEHOSTAMINEN**

Tuomas Aho-Vinkka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2019  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, koneautomaatio

---

Tekijä: Tuomas Aho-Vinkka  
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Instrumenttikokoamisen tuotannon tehostaminen  
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Enhanced productivity of instrument assembly  
Työn ohjaaja: Tauno Jokinen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2019  
Sivumäärä: 35 + 5 liitettä

---

Opinnäytetyö tehtiin Oulussa sijaitsevalle Mectalent Oy:lle. Työn aiheena oli tuotannon tehostaminen instrumenttien kokoonpanotyössä lean-menetelmiä hyödyntäen. Työn tavoitteena oli tunnistaa prosessien mahdolliset ongelmat, ratkaista ne ja näin lyhentää läpimenoaikoja ja tehostaa instrumenttien tuotantoa.

Lean on Toyotan kehittämään Toyota Production Systemiin pohjautuva tuotantofilosofia. Leanin tavoitteena on organisaationlaajuinen jatkuva parantaminen. Jatkuva parantaminen eli Kaizen on keskeinen osa lean-toimintoja. Jatkuvan parantamisen tavoitteena on pyrkiä jatkuvasti kohti parempia tuloksia uusia innovaatioita kehittämällä. Jatkovaa parantamista voidaan toteuttaa pieninä parannuksina, yksi vaihe kerrallaan.

Instrumenttien kokoonpanotyöhön liittyvissä prosesseissa vallitsevat haasteet kartoitettiin työntekijöiden kanssa. Suurin osa haasteista liittyi instrumenttien lasermerkkaus-, prässäys- ja hiekkapuhallusprosesseihin. Prosesseissa käytetyt jigit olivat puutteellisia tai puuttuivat kokonaan joistakin kappaleista. Korjaavana toimenpiteenä vanhoista jigeistä suunniteltiin parannellut versiot ja myös uusia malleja suunniteltiin. Jigit valmistettiin yrityksen omissa tuotantotiloissa. Valmistuksen jälkeen jigit testattiin ja tulokset arvioitiin.

Työn tuloksina vanhoja menetelmiä saatiin uudistettua entistä nopeammiksi ja vakaammiksi ja aikaansatiin uusia standardimenetelmiä. Läpimenoaikoja saatiin lyhennettyä yhteensä yli sadasta tuotenimikkeestä. Lisäksi menetelmistä saatiin entistä ergonomisempia ja työntekijäystävällisempiä.

---

Asiasanat: lean, jatkuva parantaminen, suunnittelu

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
1.1 Työn tausta	6
1.2 Tutkimusongelmat ja -kysymykset	6
1.3 Työn toteutus	7
2 MECTALENT OY	8
2.1 Historia	8
2.2 Nykytilanne	8
3 LEAN	9
3.1 Leanin historia	9
3.2 Leanin määritelmä	9
3.3 Leanin periaatteet	10
3.4 Leanin toimintastrategia	12
3.5 Hukan eliminointi	14
3.5.1 Ylituotanto	14
3.5.2 Odottaminen	14
3.5.3 Tarpeeton kuljettaminen	14
3.5.4 Ylikäsittely	15
3.5.5 Tarpeeton varastointi	15
3.5.6 Tarpeeton liike	15
3.5.7 Laatuvirheet	15
3.6 Jatkuva parantaminen	15
3.7 5S	17
3.7.1 Sortteeraus	17
3.7.2 Systematisointi	17
3.7.3 Siivous	18
3.7.4 Standardisointi	18
3.7.5 Seuranta	18
3.8 Teorian yhteenveto	18
4 NYKYTILANTEEN ARVIOINTI	20

4.1 Lasermerkkaus	20
4.2 Prässääminen	23
4.3 Hiekkapuhallus	24
5 RATKAISUT	25
5.1 Lasermerkkaus	25
5.2 Prässääminen	27
5.3 Hiekkapuhallus	29
5.4 Tuotanto	29
6 TULOSTEN TARKASTELU	31
7 POHDINTA	33
LÄHTEET	35
LIITTEET	
Liite 1 Kokoonpanokuva BKJ-1000	
Liite 2 Kokoonpanokuva ATJ-1000	
Liite 3 Kokoonpanokuva DGJ-1000	
Liite 4 Kokoonpanokuva PKJ-1000	
Liite 5 Kokoonpanokuva SDJ-1000	

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Opinnäytetyön kohdeyritys on Oulussa sijaitseva Mectalent Oy. Yrityksen toiminta koostuu suunnittelusta, menetelmäkehityksestä ja laitevalmistuksesta uusien teknologioiden, lääketieteen sekä turvallisuusmekaniikan aloilla. (1.)

Opinnäytetyön tavoitteena on tunnistaa ja ratkaista instrumenttien kokoonpanotyössä esiintyvien prosessien ongelmia ja sen kautta tehostaa instrumenttikokoonpanon tuotantoa. Ongelmien ratkaisemisen perustana sovelletaan leania ja sen sisältämiä työkaluja.

## 1.2 Tutkimusongelmat ja -kysymykset

Virtauksen kehittämisessä on tärkeää ymmärtää siihen liittyviä vaihteluja ja häiriöitä. Näin prosesseista saadaan tasaisempia ja toimintavarmempia ja varmistetaan hyvä laatu. Hyvän virtauksen edellytys on toiminnan yhdenmukaistaminen: yhteisten standarditoimintatapojen luonti, ylläpitäminen ja kehittäminen. Systemaattinen jatkuva parantaminen edellyttää ongelmien tutkimista, jotta ne voidaan ymmärtää selkeästi. Ratkaisuvaihtoehtoja testataan, niiden toimivuutta seurataan ja toimivat ratkaisut otetaan käyttöön. (2.)

Instrumenttivalmistuksessa kaikille tuotteille ei ole standardisoituja työmenetelmiä jokaisessa prosessissa. Standardisoimattomat työmenetelmät lisäävät prosessien vaihtelua, mikä näkyy tuotteiden läpimenoaikojen pitenemisenä ja hylkyn menevien tuotteiden määrässä.

Opinnäytetyölle asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi keskitytään seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä lean-filosofia tarkoittaa?
2. Mitä lean-menetelmiä voidaan soveltaa kohdeyrityksessä?
3. Mitkä ovat instrumenttivalmistuksen merkittävimmät hukkan lähteet?
4. Voidaanko työvaihekohtaisia prosessiaikoja lyhentää jatkuvan parantamisen metodeja soveltaen?

5. Voidaanko jatkuvan parantamisen metodeja soveltamalla saavuttaa parempi tuotelaatu?

### **1.3 Työn toteutus**

Opinnäytetyön luvussa 2 tutustutaan tarkemmin kohdeyritykseen. Luvussa syvennytään yhtiön historiaan, toimialaan, nykytilanteeseen ja taloustietoihin.

Työn toteutus alkoi Lean-teoriaan tutustumisella. Luvussa 3 syvennytään Lean-filosofiaan ja sen sisältämiin keskeisimpiin työkaluihin ja menetelmiin. Vastaukset tutkimuskysymyksiin 1–2 ovat löydettävissä tästä luvusta.

Luku 4 käsittelee työtutkimusta. Työtutkimusvaiheessa työskennellään instrumenttikokoonpanijoiden mukana ja pyritään kartoittamaan työmenetelmissä esiintyvät ongelmat. Luvusta voidaan löytää vastaus tutkimuskysymykseen 3.

Luvussa 5 käsitellään työn menetelmäkehitysvaihetta. Menetelmäkehitysvaiheessa suunnitellaan ja toteutetaan parannukset työtutkimusvaiheen aikana löydetyille ongelmallisille työmenetelmille.

Luvussa 6 käydään läpi tulokset, joita paranneltujen työmenetelmien avulla saavutettiin. Uusia menetelmiä verrataan aiemmin käytössä olleisiin menetelmiin, jolloin voidaan punnita opinnäytetyön merkitys. Vastaukset tutkimuskysymyksiin 4-5 löytyvät tästä luvusta.

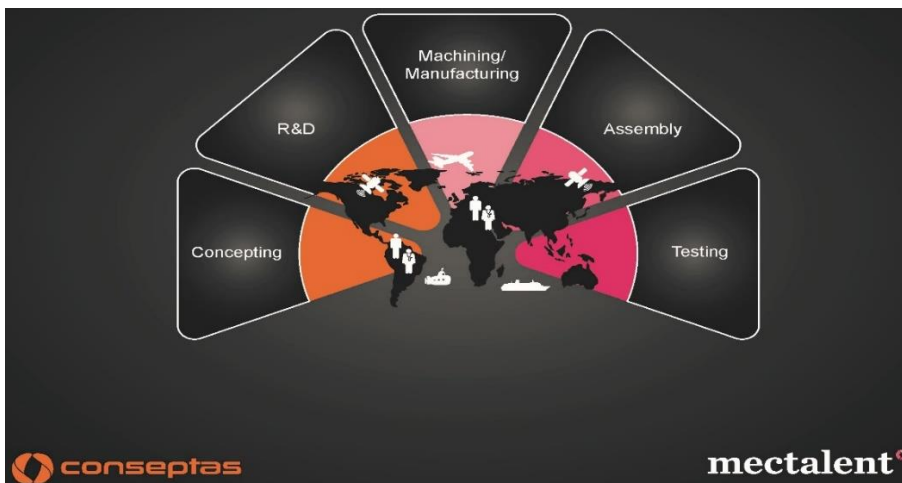
## 2 MECTALENT OY

### 2.1 Historia

Vuonna 1982 perustettiin Oulun Hienomekaniikka Oy. Yritys toimi teollisuuden ja turvallisuusmekaniikan aloilla. Vuosikymmenien aikana siitä tuli maailmanlaajuisesti tunnettu komponenttien, moduulien ja kokonaisten tuoteperheiden toimitaja. Kirurgisia instrumentteja ja implantteja eri puolille maailmaa valmistanut Coronaria Instruments Oy perustettiin vuonna 1996. Yrityksellä on vuosien kokemus tuotteiden maailmanlaajuisesta toimituksesta. Yhtiöt yhdistyivät syksyllä 2008 ja uusi yhtiö sai nimekseen Mectalent Oy. (1.)

### 2.2 Nykytilanne

Mectalent Oy on laitevalmistuksen ja tarkkuusmekaniikan huippuasiantuntija. Yrityksen toiminta sijoittuu pääosin uuden teknologian, lääketieteen ja turvallisuusmekaniikan aloille. Yritys palvelee asiakkaitaan kokonaisvaltaisesti tuotteiden prosessipolkujen kaikissa etapeissa: ideoinnissa, suunnittelussa, analysoinnissa, valmistuksessa, mittaamisessa, dokumentoinnissa ja testauksessa (1). Vuonna 2018 Mectalent Oy osti enemmistön suunnitteluun ja tuotekehitykseen erikoistuneen Conseptas Oy:n osakkeista vahvistaakseen suunnittelutoimintaansa (1, linkit Ajankohtaista → Vahvistusta suunnittelutoimintaan). Mectalent Oy:n toimitusjohtajana toimii Tapio Harila ja työntekijöitä on noin 70. Vuonna 2017 yrityksen liikevaihto oli 9,3 miljoonaa euroa. (3.) (Kuva 1.)



KUVA 1. Organisaatiorakenne



## 3 LEAN

### 3.1 Leanin historia

Taiichi Ohno aloitti uransa Toyota-konsernissa vuonna 1932. Hän kehitti yritykseen vahvasti sitoutumalla Toyotan tuotantofilosofiaa jatkuvasti lähes 60 vuotta. Yhdessä Toyotan perustajan Kiichiro Toyodan serkun Eiji Toyodan kanssa hän antoi filosofialle nimen Toyota Production System (TPS). Länsimaiset tutkijat alkoivat 1980-luvun lopussa kiinnostua Toyotasta. Käsite Lean production näki päivänvalon ensimmäistä kertaa vuonna 1988 John Krafcikin kirjoittamassa artikkelissa ”Lean-tuotantojärjestelmän riemuvoitto”. (4, s. 77–78.)

Toyotan ulkopuolella TPS tunnetaan usein nimellä ”lean” tai ”lean-tuotanto”, koska kaksi suosittua kirjaa, *The Machine That Changed the World* ja *Lean Thinking* teki nuo termit tunnetuiksi. Kirjoittajat tekivät kuitenkin selväksi, että heidän lean-tutkimuksensa pohjautuu TPS:ään ja Toyotan siitä kehittämään versioon. (5, s. 15.)

### 3.2 Leanin määritelmä

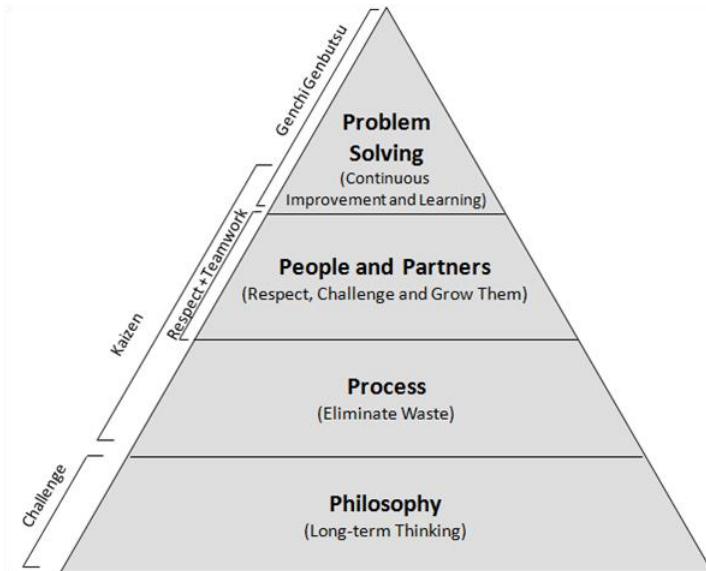
Karkea määritelmä leanista on ”tehdä enemmän vähemmällä”. Lean-ajattelussa tavoitteena on päästä jatkuvasti lähemmäksi virtausyksiköiden, eli esimerkiksi valmistettavien tuotteiden keskeytymätöntä virtausta ja täydellistä tuotelaatua. Virtauksessa ei ole kyse ainoastaan fyysisistä tuotteista tai palveluista, vaan myös oleellisesta informaatiovirrasta. Tavoitteen saavuttamiseksi vaaditaan jatkuvaa hukkan vähentämistä, tuotelaadun parantamista sekä työntekijöiden sitoutumista toiminnan kehittämiseen. Erityisen tärkeää on tuotteen tai palvelun arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta, asiakkaalle merkityksellisin ehdoin. (6, s. 1.)

The Lean Enterprise Institute toteaa: ”Ydinajatus on maksimoida asiakkaalle tuotettava arvo samanaikaisesti hukkaa minimoiden. Yksinkertaistettuna Lean tarkoittaa arvon lisäämistä asiakkaalle vähemmillä resursseilla.” (6, s. 1.)

### 3.3 Leanin periaatteet

Toyotan jatkuva menestys on peräisin syvästä yhtiöfilosofiasta, joka perustuu ihmisten ja inhimillisen motivaation ymmärtämiseen. Menestys pohjautuu Toyotan kykyyn kehittää johtajuutta, tiimejä ja kulttuuria, laatia strategioita, rakentaa suhteita tavarantoimittajien kanssa ja ylläpitää oppivaa organisaatiota. (5, s. 6.)

Jeffrey K. Liker kertoo kirjassaan 14 periaatteesta, jotka muodostavat ”Toyotan tavan”. Nämä periaatteet ovat myös TPS:n perusta. Ne ovat jaettu neljään luokkaan: filosofia, prosessi, ihmiset ja yhtiökumppanit sekä ongelmanratkaisu. (Kuva 2.) (5, s. 6.)



KUVA 2. Toyotan tavan neljän periaateluokan malli (5, s. 36)

Alhaalta ylös tarkasteltaessa ensimmäinen osa neljän periaateluokan mallissa on filosofia. Filosofian periaatteena on päätöksenteko pitkän tähtäimen ajattelun pohjalta myös lyhyen tähtäimen taloudellisten tavoitteiden kustannuksella. Organisaatiota tulee kasvattaa ja ohjata kohti yhteistä tarkoitusta, joka on suurempi kuin rahan ansaitseminen. (5, s. 37.)

Toisena osana pyramidia on prosessi. Prosessien suunnittelussa päämääränä tulisi olla jatkuvasti virtaavien, vakioitujen, laadukkaiden ja lisäarvoa tuottavien prosessien aikaansaaminen. Luomalla materiaali- ja informaatiovirrat prosessien ja ihmisten välille varmistetaan siitä, että niissä esiintyvät mahdolliset ongelmat tulevat välittömästi ilmi. Prosessien standardoiminen on jatkuvan parantamisen ja työntekijöiden sitouttamisen perusta. Käytettäessä vakaita, toistettavia menetelmiä kaikkialla voidaan ylläpitää säännöllistä ajoitusta ja tuotantoa. Hukkaajasta eli ajasta, jonka prosessit ovat jouten tai odottavat muiden prosessien työpanosta, tulisi päästä eroon. Virtauksen toteuttaminen organisaationlaajuisessa kulttuurissa on avain todelliseen jatkuvaan parantamisprosessiin ja ihmisten kehittämiseen. Prosessien on tähdättävä tuottamaan asiakkaille sitä, mitä he haluavat, silloin kun he haluavat ja sen verran kuin he haluavat. Kulutuksen käynnistämällä materiaalin täydentäminen on ”just in time”-ajattelutavan perusperiaate. (5, s. 37–38.)

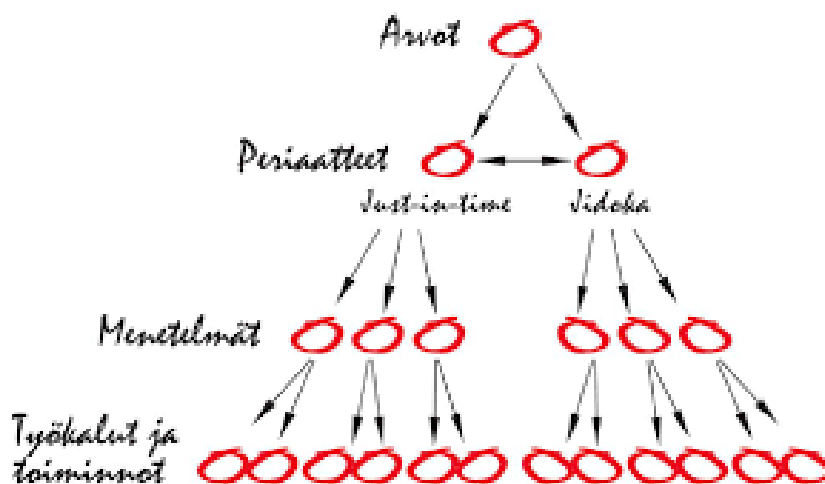
Pyramidin kolmas osa on nimeltään ihmiset ja yhteistyökumppanit. Tavoitteena on organisaation lisäarvon tuottaminen ihmisiä ja yhteistyökumppaneita kehittämällä. On tärkeää, että organisaation työntekijät ymmärtävät sekä noudattavat yhtiön filosofiaa ja opettavat sitä muille. Yhteistyökumppaneita tulisi kunnioittaa ja kohdella yrityksen jatkeena. Yhteistyökumppaneille voidaan asettaa haastavia tavoitteita ja heitä voidaan auttaa tavoitteiden saavuttamisessa. Näin heitä voidaan auttaa kasvamaan ja kehittymään. (5, s. 39–40.)

Neljäntenä osana pyramidin huipulla on ongelmanratkaisu. Tavoitteena on ratkaista ongelmia menemällä niiden alkulähteille ja tunnistamalla ongelmien juurisyy henkilökohtaisesti. Ongelmista tulee keskustella kaikkien osapuolien kanssa, joita ne koskevat. Näin on mahdollista kehittää laaja määrä ratkaisuja, analysoida niitä yhdessä ja valita paras ratkaisu. (5, s. 40.)

### 3.4 Leanin toimintastrategia

Niklas Mådig ja Pär Åhlstrom kertovat kirjassaan tarinan leanin toimintastrategiaan liittyen. Tarinassa fiktiivinen Nishida-san havainnollistaa tutkijoille leanin toimintastrategiaa pyramidimaista kaaviota apuna käyttäen. Tarina on koostettu useammista todellisista keskusteluista ja haastatteluista, joita tutkijat ovat käyneet Toyota Motor Corporationin henkilökunnan kanssa. (4, s. 128–140.)

Nishida-sanin pyramidi osoittaa, miten keinot määritellään eri abstraktiotasoilla. Arvot ovat ylimmällä ja työkalut alimmalla abstraktiotasolla. Leanin toimintastrategia voidaan siis toteuttaa eri tavoin. Abstraktissa muutoksessa korostetaan arvojen yhdenmukaistamista ja periaatteiden soveltamista, kun taas konkreettisesti muutostyössä toteutetaan menetelmiä ja työkaluja. (4, s. 141.) (Kuva 3.)



KUVA 3 Nishida-sanin pyramidi (4, s. 138)

Kun arvot, periaatteet, menetelmät ja työkalut nähdään keinoina, voidaan ymmärtää miten asiat liittyvät toisiinsa. Kaikki mikä auttaa eliminoimaan, vähentämään ja käsittelemään organisaatiossa esiintyvää vaihtelua, on hyvä keino toteuttaa leanin toimintastrategiaa. Arvojen yhdenmukaistaminen vähentää vaihtelua. Periaatteiden soveltaminen vähentää vaihtelua asioiden priorisoinnissa ja päätöksenteossa. Menetelmien vakiointi vähentää vaihtelua suoritettavassa prosessissa. Työkalujen toteuttaminen vähentää vaihtelua siinä, mitä menetelmiä käytetään. Kaikilla organisaatioilla on arvoja, periaatteita, menetelmiä ja työkaluja. (4, s. 141–142.)

Jotta keinot johtavat leanin toimintastrategian toteuttamiseen, tarkoituksena täytyy olla vaihtelun poistaminen, vähentäminen tai hallitseminen virtaustehokkuuden kasvattamiseksi. Keinojen tulee olla virtausta parantavia muutostoimintoja. (4, s.142.)

Arvot kertovat, millainen organisaation on oltava. Arvoja on yhdenmukaistettava virtaustehokkuuden parantamiseksi. Toyota korostaa The Toyota Way -kirjoituksessaan viittä keskeistä arvoa. Kaksi niistä on edellytyksiä tehokkaan virtauksen aikaansaamiseksi: kunnioitus ja yhteistyö. Kunnioitus tarkoittaa sitä, että kunnioitetaan muita ja tehdään kaikki voitava keskinäisen yhteisymmärryksen takaimiseksi. Luottamuksen luomiseksi tulee tehdä parhaansa ja ottaa siitä vastuuta. Yhteistyö tarkoittaa henkilökohtaisen ja ammatillisen kehityksen edistämistä, kehitysmahdollisuuksien jakamista sekä yksilöiden ja ryhmien suorituksien maksimointia. Kunnioitus ja yhteistyö ovat edellytyksiä suurelle virtaustehokkuudelle, koska keskittyminen virtaustehokkuuteen saa aikaan sen, että kaikki organisaatiossa tulevat riippuvaisiksi toisistaan ja joutuvat tekemään yhteistyötä. (4, s. 142–143.)

Periaatteet määrittävät, kuinka organisaation ihmisten kuuluu ajatella, jotta virtaustehokkuus kasvaisi. Toyotan tuontantojärjestelmän ydintä ovat kaksi periaatetta, just-in-time sekä jidoka. Just-in-time tarkoittaa tehokkaan virtauksen luomista koko organisaatioon. Jidoka tarkoittaa tietoisien organisaation luomista joka ehkäisee, tunnistaa ja eliminoi kaiken mikä estää, häiritsee tai heikentää virtausta. Organisaatiot voivat käyttää näitä kahta periaatetta tai soveltaa muita virtausta parantavia periaatteita päästäkseen samaan tavoitteeseen. Leanin toimintastrategian toteuttamisessa tärkeintä ei ole miten virtausta parannetaan, vaan että sitä parannetaan. (4, s. 143–144.)

Menetelmät määrittävät, mitä organisaation on tehtävä virtaustehokkuuden parantamiseksi. Value stream mapping on yksi Toyotan kehittämistä menetelmistä, jolla voidaan analysoida prosessien virtausta, tarkoituksena tunnistaa arvoa tuottavia ja tuottamattomia toimintoja eli hukkaa. (4, s. 144.)

Työkalut määrittävät organisaatiota. Toyotan tavallisimpiin työkaluihin lukeutuu visualisointitaulu, jonka tarkoituksena on tehdä prosessista näkyvä visualisoidulla prosessiin liittyviä tuloskeskeisiä mittareita. Visualisointitaulua käyttävät organisaatiot voivat valvoa prosessin virtauksen tilaa vaivattomasti ja ryhtyä välitömiin toimenpiteisiin poikkeamia havaittaessa. (4, s. 145.)

### **3.5 Hukan eliminointi**

Hukkaa ovat kaikki ne toiminnot, jotka eivät tuota yritykselle lisäarvoa. Hukan eliminoinnissa tavoitteena on päästä eroon niistä toiminnoista, jotka eivät tuota arvoa jalostettaville tuotteille. Jotkut lisäarvoa tuottamattomista toiminnoista ovat välttämättömiä, mutta niihin käytettävää aikaa voidaan pyrkiä vähentämään. Toyota on tunnistanut seitsemän lisäarvoa tuottamattoman hukan päätyyppiä valmistusprosessissa. (5, s. 28.)

#### **3.5.1 Ylituotanto**

Ylituotantoa syntyy, kun tuotteita valmistetaan ilman tilausta tai varmuuden vuoksi varastoon enemmän kuin on tarve, sitoen turhaan resursseja. Ilman tilausta valmistettavat tuotteet vievät varastotilaa, sitovat pääomaa ja henkilöstöä, jolloin syntyy hukkaa. (7.)

#### **3.5.2 Odottaminen**

Kaikenlainen odottelu sekä erilaiset viivästykset tuotannossa aiheuttavat hukkaa, koska ne eivät tuo lisäarvoa asiakkaalle. Viivästyksiä voivat aiheuttaa esimerkiksi erilaiset kapasiteettia rajoittavat pullonkaulat prosessissa, edellisen työvaiheen aiheuttamat viivästykset, kone- ja laitehäiriöt ja työkalujen tai materiaalien puutteet. (7.)

#### **3.5.3 Tarpeeton kuljettaminen**

Tarpeetonta kuljettamista tapahtuu kun tuotteita ja materiaaleja kuljetetaan pitkiä matkoja. Esimerkiksi keskeneräisten tuotteiden siirtäminen varastoon, varastosta toiseen varastoon tai varastosta prosessiin. (5, s. 29.)

### **3.5.4 Ylikäsittely**

Ylikäsittely on tarpeettomien työvaiheiden suorittamista jalostettaville tuotteille. Hukkaa syntyy ylikäsittelyn kautta, tuottaessa laadukkaampia tuotteita kuin on tarpeen. Kaikki joka ei tuo lisäarvoa asiakkaalle, on ylikäsittelyä. (5, s. 29.)

### **3.5.5 Tarpeeton varastointi**

Ylimääräiset materiaalit, suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto tai valmiiden tuotteiden pitkäaikainen varastointi aiheuttavat lisäkustannuksia, kasvattavat tuotannon läpimenoaikoja sekä haittaavat ongelmien havaitsemista. Ylimääräiset varastot estävät havaitsemasta tuotannon heilahteluja, myöhästyneitä tavarantoimituksia, vikatilanteita sekä pitkiä asetusajoja. (7.)

### **3.5.6 Tarpeeton liike**

Kaikki turha liike, mitä täytyy suorittaa työn aikana, kuten osien, työkalujen jne. etsiminen, kurkottelu ja pinoaminen. Myös käveleminen on hukkaa. (5, s. 29)

### **3.5.7 Laatuvirheet**

Laatuvirheet aiheuttavat turhaa työskentelyä, lisäävät materiaalin kulutusta, kulluttavat kapasiteettia ja aiheuttavat reklamaatioita. Viallisella tuotteella ei ole asiakasarvoa ja niiden korjaaminen on hukkaa. (7.)

## **3.6 Jatkuva parantaminen**

Kaizen eli jatkuva parantaminen on oleellinen osa lean-toimintoja. Se tuo yhteen useita työkaluja ja menetelmiä. Jatkovaa parantamista voidaan toteuttaa pieninä parannuksina kaikilla tasoilla. Kaikilla organisaation jäsenillä on roolinsa parantamisprosessissa, johtoportaan ja työntekijätasolla. Ilman aktiivista seuranta prosesseja kehittämällä saavutetut hyödyt saatetaan menettää. Nykyhetken säilyttämisen sijaan Kaizenissa on tavoitteena pyrkiä jatkuvasti kohti parempia tuloksia, uusia innovaatioita kehittämällä. (6, s. 62–63.)

Kaizenin ydin on johtajien ja työntekijöiden asenne ja ajattelutapa. Länsimaalaiset pitävät kritiikkiä ja virheen myöntämistä negatiivisena asiana ja heikkouden

merkinä. Suurin vahvuuden merkki on, kun yksittäinen työntekijä voi tuoda esille asioita jotka eivät menneet oikein, ottaa vastuun ja ehdottaa vastatoimenpiteitä jotta virheet eivät enää toistuisi. (5, s. 252.)

PDCA eli Demingin kehä on yleisesti käytetty työkalu, jota käytetään jatkuvan virtauksen luomiseen ja hukan eliminoimiseen. Demingin mukaan jokaisen hyvän ongelmanratkaisuprosessin tulisi sisältää kaikki suunnittelun, toteutuksen, tarkastuksen ja korjaavien toimenpiteiden elementit. (Kuva 4.) (5, s. 246.)



*KUVA 4. Demingin kehä (8)*

Deminingin kehä on jaoteltu neljään osaan (8):

- suunnittelu, joka tarkoittaa ongelman tunnistamista ja analysointia, oletuksien luomista ongelman aiheuttajasta ja ratkaisun suunnittelemista
- toteutus, joka tarkoittaa suunnitellun ratkaisun testaamista ja testitulosten tarkastelua
- tarkastus, joka tarkoittaa testitulosten tutkimista ja saavutetun hyödyn selvittämistä
- toimiminen, joka tarkoittaa onnistuneen ratkaisun käyttöönottamista.



### **3.7 5S**

5S on usein leanin yhteydessä nähtävä menetelmä. 5S tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että oikeiden asioiden on oltava oikeilla paikoillaan. Monet organisaatiot alkavat käyttämään 5S-menetelmää luodakseen hyvin organisoidun ja toimivan työpaikan. Hyvin organisoidut työpaikat vähentävät vaihtelua, jota syntyy herkästi, jos tarvittavaa asiaa joutuu etsimään. Termi 5S tulee menetelmän viidestä vaiheista, jotka ovat sortteeraus, systematisointi, siivous, standardisointi ja seuranta. (4, s. 144)

Modernissa yrityksessä kaikki tarpeeton on harkiten poistettu, tavarat ovat siististi paikoillaan ja järjestyksessä. Läheltä piti –tapauksia seurataan ja niitä pyritään aktiivisesti vähentämään. Nollan työtaturman periaatetta pidetään täysin mahdollisena saavuttaa. Siisteys ja järjestys ovat tulleet osaksi laadukkaan ja organisoidun yrityksen tunnusmerkkejä. Järjestys luo hyvän ulkoasun yritykselle ja antaa hyvän kuvan kumppaneille ja asiakkaille. (9.)

#### **3.7.1 Sortteeraus**

Sortteerauksessa hankkiudutaan eroon kaikesta, mitä ei käytetä tai tarvita. Työpisteen henkilökunta saa itse päättää, mitä tavaroita työpisteillä pidetään. Tällaisia ovat yleensä viikoittain käytettävät työkalut ja tavarat, suojavälineet ja ensiaputarvikkeet. (6, s. 137.)

#### **3.7.2 Systematisointi**

Systematisointi tarkoittaa tarpeellisiksi havaittujen esineiden merkitsemistä ja järjestämistä niille osoitetuille paikoilleen. Järjestäminen ja merkitseminen tehdään siten, että esineet ovat helposti ja nopeasti löydettävissä ja laitettavissa takaisin omille paikoilleen. Käytettäviä järjestysmenetelmiä voivat olla esimerkiksi lattioiden maalaaminen, työpisteiden rajaaminen, käytävien merkitseminen ja tyhjentäminen sekä erilaiset säilytysmenetelmät. Esineiden paikan merkitsemiseen voidaan käyttää numeroita, esineiden muotoviivoja, nimikkeitä ja värejä. Näin yhdellä vilkaisulla saadaan selville, minne esine kuuluu ja mitä työkaluja puuttuu. Esineiden merkitsemisessä voidaan myös käyttää esim. värikoodeja, nimilappuja ja kylttejä. (10.)

### **3.7.3 Siivous**

Siivous tarkoittaa niin yleisestä siisteydestä huolehtimista kuin työkalujen huoltoa ja kunnossapitoa siten, että ne ovat aina käyttövalmiina ja kunnossa. Siivousvaihe on saatava osaksi jokapäiväistä toimintaa esimerkiksi siten, että työpäivän viisi viimeistä minuuttia käytetään työpisteen siivoamiseen kertyneestä liasta, jätteistä ja pölystä. Myös työvaatteet ja mahdolliset suojarusteet puhdistetaan. (10.)

### **3.7.4 Standardisointi**

Standardisointi ei liity suoranaisesti päivittäisiin toimenpiteisiin, vaan tarkoituksena on standardisoida toimenpiteet vaiheista 1 - 3, jotta koko 5S-järjestelmä säilyy toimivana. Apuna voidaan käyttää esimerkiksi 5S-työkaaviota, johon merkitään mitkä työt pitää päivittäin tehdä, millä alueella ja milloin. Toinen käyttökelpoinen menetelmä on muistilistakatsaus työalueen läpi, jonka jokainen työntekijä voi tehdä työvuoronsa lopussa omalla työpisteellään. Kun aikaisemmat vaiheet ovat tehty kunnolla, jo nopealla vilkaisulla saa selville onko työpiste kunnossa. Vielä tehokkaampaa on pyrkiä ennakoimaan se, että esineet eivät ajautuisi väärän paikkaan. Tätä kutsutaan ennakoivaksi standardoinniksi. (10.)

### **3.7.5 Seuranta**

Seuranta tarkoittaa, että organisaatio ottaa tavaksi ylläpitää oikeita toimintatapoja eli ylläpitää käyttöön otettuja menettelyjä. Uusia toimintatapoja ja menetelmiä harjoitetaan ja niiden toteutumista seurataan siten, että varmistutaan jatkuvasta onnistumisesta, jolloin uusista toimintatavoista muodostuu rutiini. Tämä on vaikein ja arvokkain osa 5S:stä, sillä jos tämä ei toteudu, niin kaikki muutkin 5S-osiot kaatuvat. (10.)

## **3.8 Teorian yhteenveto**

Lean saatetaan usein käsittää sarjaksi työkaluja, mutta pohjimmiltaan se on toimintastrategia. Lean-ajattelumallissa tavoitteena on päästä jatkuvasti lähemmäksi keskeytymätöntä virtausta ja täydellistä tuotelaatua. Organisaation työntekijöiden on ymmärrettävä yhtiöfilosofiaa ja opetettava sitä muille.

Työntekijöiden on tärkeää tuoda tuotannossa esiintyviä ongelmia esiin ja hahmotella niihin ratkaisuja oma-aloitteisesti. Ongelmaa ratkaistaessa on mentävä itse paikalle selvittämään ongelman juurisyy. Ratkaisua ongelmaan tulee kehittää yhdessä alueella työskentelevien työntekijöiden kanssa. Jatkuvaa parantamista voidaan usein toteuttaa pieninä parannuksina ilman kalliita laiteinvestointeja, aloite aloitteelta. Jatkuvan parantamisen menetelmillä voidaan vähentää hukkaa, jolloin tuotannon läpimenoaikoja saadaan lyhennettyä. Läpimenoaikojen lyhentyminen puolestaan vaikuttaa suoraan yhtiön kannattavuuteen.

5S:n toteuttaminen tapahtuu usein ensimmäisenä leanin yhteydessä. Kun työpisteet organisoidaan hyvin ja ne pidetään siistinä, saadaan vähennettyä työvälineiden etsimisestä aiheutuvaa vaihtelua läpimenoajoissa. Siisteys ja järjestys antavat hyvän julkisivukuvan yrityksestä ja ovatkin nykyään modernin yhtiön tunnusmerkkejä. 5S:n vaiheisiin saatetaan myös joissain yhteyksissä sisällyttää kuudes vaihe, turvallisuus, joka tulee ikään kuin kaupanpäälle turvallisuuden lisääntyessä siistissä ympäristössä. 5S:llä saavutettava siisteys tekee laitevikojen ja vaaratilanteiden havaitsemisen helpommaksi.

## 4 NYKYTILANTEEN ARVIOINTI

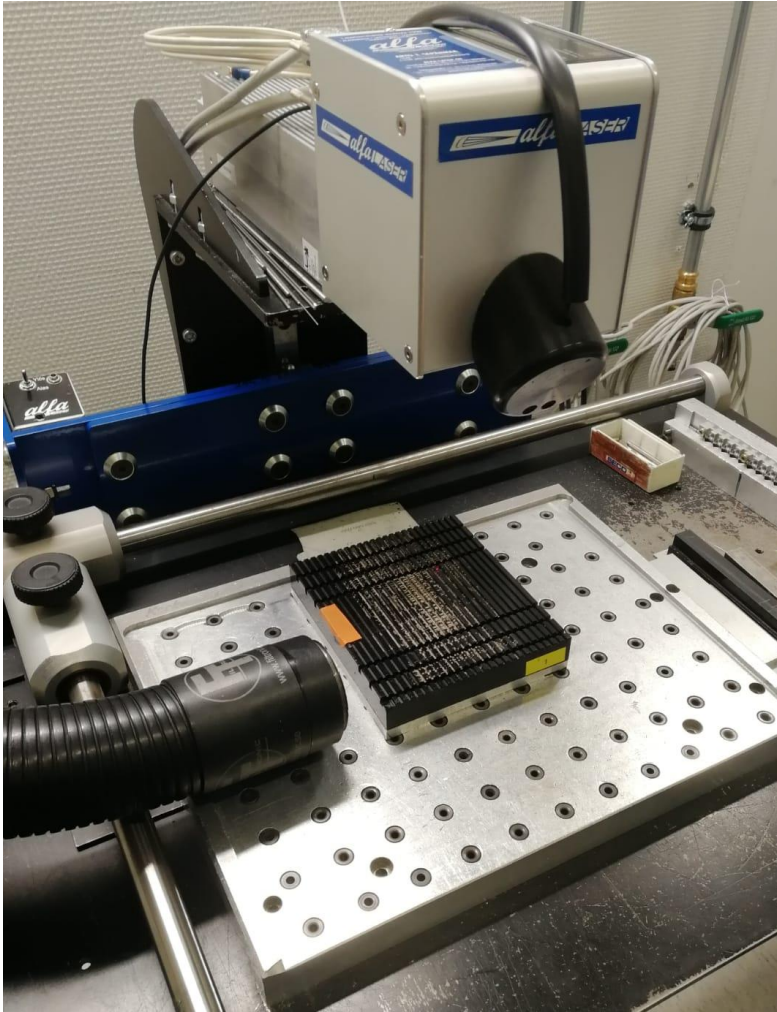
Aloitin opinnäytetyön vuoden 2018 lopussa työskentelemällä instrumenttikokoajien mukana. Instrumenttikokoajien työtiloissa oli meneillään samanaikaisesti toinen opinnäytetyö, jossa toteutettiin 5S-menetelmiä instrumenttikokoajien työpisteillä. Nykytilanteen arvioinnin tarkoituksena oli tutustua yrityksen tuotantotiloihin, valmistettaviin instrumentteihin sekä niihin liittyviin prosesseihin. Työskentelyn ohessa työntekijät osoittivat minulle menetelmissä esiintyviä ongelmia ja asioita, joissa heidän mielestään oli parantamisen varaa. Parannuksia sekä vaihtoehtoisia toteutustapoja suunniteltiin yhteistyössä instrumenttikokoajien kanssa.

Valmistettavien instrumenttien valikoima oli laaja ja valmistuserien koot vaihtelivat suuresti. Kaikille instrumenteille ei ollut luotu standardisoituja työmenetelmiä jokaiseen työvaiheeseen. Vaihtelevien eräkokojen vuoksi tuotteita varastoititiin keskeneräisenä. Useampi tilaus valmisteltiin yleensä samaan työvaiheeseen ja työvaihe toteutettiin useammalle tilaukselle. Yksittäisten tuotteiden virtauksen seuraamisen sijaan päätettiin keskittyä parantamaan menetelmiä, jotka koskevat valtaosaa koottavista instrumenteista.

Työntekijöiden kanssa tehtyjen havaintojen ja käytyjen keskustelujen perusteella suurimmat haasteet ja kehittämistarpeet olivat instrumenttien lasermerkkaus-, prässäys- sekä hiekkapuhallusprosesseissa. Haasteet aiheutuivat jokaisessa mainitussa menetelmässä puutteellisista tai kokonaan puuttuvista jigeistä.

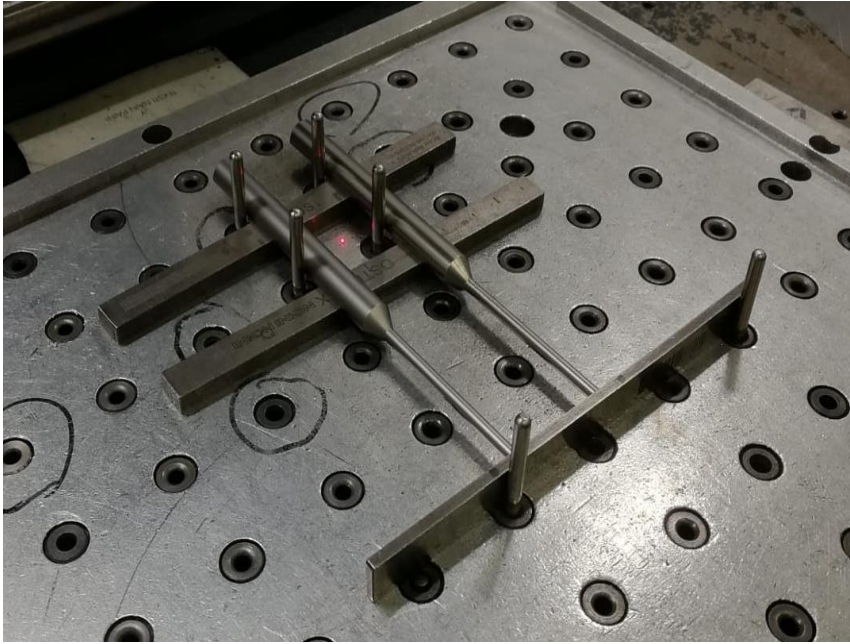
### 4.1 Lasermerkkaus

Kohdeyrityksellä on käytössään kaksi erilaista lasermerkkauskonetta, joista toinen on pääosin instrumenttien merkkaukseen käytössä. Lasermerkkauskonetta ohjaaminen ja säteen paikoittaminen tapahtuu tietokoneen välityksellä. Kone oli kiinnitetty pöytään, joka oli varustettu metallisella reikälevyllä jigien kiinnittämistä varten. Lasermerkkausprosessin aikana käytettiin käryimuria prosessissa syntyvän savun poistamiseksi. (Kuva 6.)



*KUVA 6. Lasermerkkäuslaitteisto*

Lasermerkkäusprosessissa haasteet aiheutuivat kappaleista, joille ei ollut tarkoituksenmukaisia jigejä, jigeistä joissa oli puutteita ja vanhoista jigeistä jotka olivat kuluneet epävakaiksi tai kokonaan käyttökelvottomiksi. Jigin puuttuessa työntekijät joutuivat kokoamaan itse vaihtoehtoisen alustan merkattaville tuotteille. Kappaleiden asettelu merkkäuslustralle tapahtui usein tappeja, erilaisia palikoita ja rautalankoja hyödyntäen. Merkattavien tuotteiden asettelemiseen kului paljon aikaa ja riski epäonnistuneeseen merkintään kasvoi menetelmästä aiheutuvan vaihtelun vuoksi. Kappaleiden asettaminen vinoon vaaka- ja pystysuunnassa oli helposti mahdollista. (Kuva 7.)



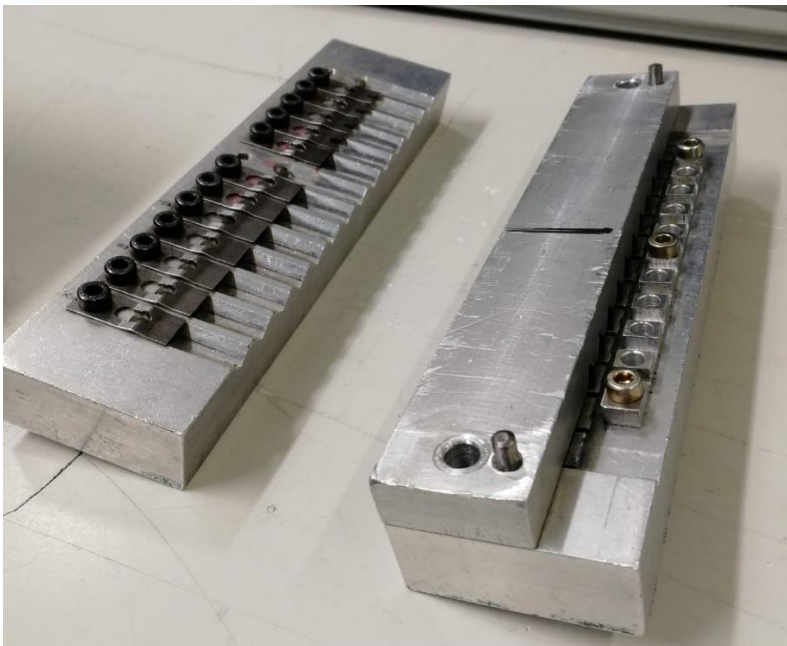
*KUVA 7. Tuotteiden asettelu pöydälle ilman jigiä*

Monien pyörähdyssymmetristen tuotteiden kohdalla merkkaukseen käytettiin muovista valmistettua jigiä, johon oli jyrsitty kolme uraa kappaleiden asettelemiseksi. Jigin ongelmina olivat sen kuluneisuus, matala etuseinä sekä pienikokoisuus. Kuluneisuuden vuoksi kappaleet eivät asettuneet vakaasti uriin. Etuseinämän mataluuden vuoksi suurimmilla halkaisijoilla olevien tuotteiden päädyt pääsivät seinämän yli eivätkä saaneet kunnolla tukea seinästä. Pienen kokonsa vuoksi se ei myöskään ollut sopiva isoimpien kappaleiden merkkaukseen. (Kuva 8.)



*KUVA 8. Pyörähdyssymmetristen kappaleiden merkkajigi*

Lasermerkkauksessa merkattiin usein kappaleita, joissa oli samanlainen kiinnituskanta. Kappaleille oli tehty aiemmin kaksi erilaista jigii ylä- ja alapuolen merkintöjä varten. Jigit oli tehty alumiinista ja niiden runkoihin oli jyrstetty v-malliset urat, joihin kappaleiden kannat voitiin asettaa. Urien yläpuolta peittivät metallista valmistetut läpät, jotka painautuivat kappaleita vasten lukiten ne paikoilleen jigiin. Kappaleille tarkoitetut urat olivat kuitenkin liian tiukkoja. Läpät painoivat merkattavia kappaleita liikaa, nostaen kappaleen toisen pään ilmaan ja tehden jigistä käyttökeltvottoman. Myöhemmin kappaleelle asetetut vaatimukset lasermerkkauksen suhteen olivat muuttuneet ja kappale tuli merkata neljältä sivulta. (Kuva 9.)



*KUVA 9. Alumiinirunkoiset lasermerkkajigit*

## **4.2 Prässääminen**

Instrumenttien kokoamiseen yrityksessä käytettiin kahta mekaanista käsiprässiä. Prässejä käytetään instrumenttien osalta esimerkiksi niitti- ja puristusliitosten tekemiseen.

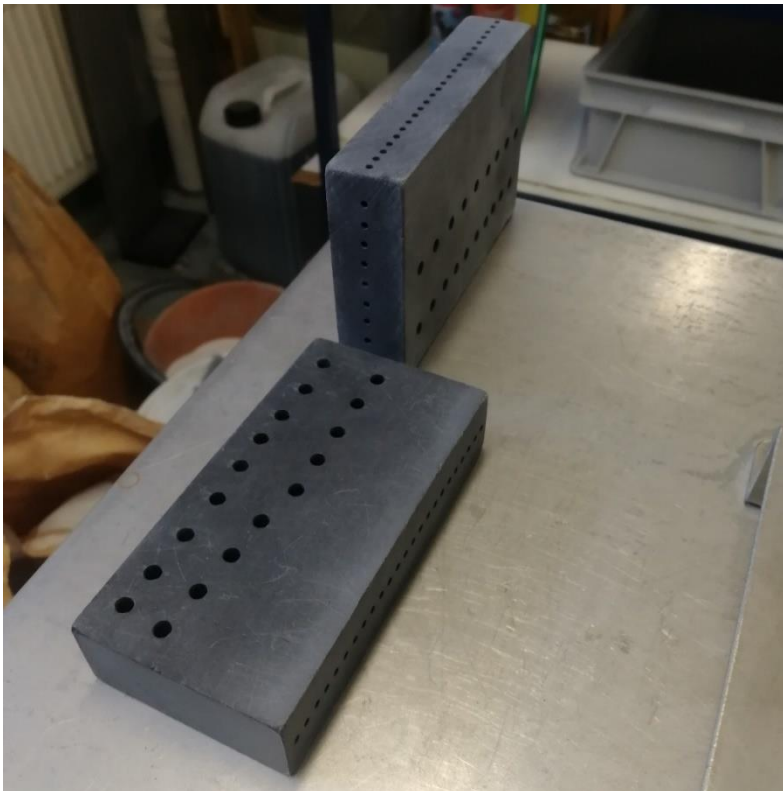
Niittiliitosten tekemiseksi työntekijöiden oli pidettävä liitoskohtaa käsin kohtisuoraan ylöspäin, mikä oli vapaalla kädellä haastavaa. Liitettävät kappaleet olivat muodoltaan pyöreitä ja liitoskohta viistossa kappaleen runkoon nähden, joten tukeminen pöytää vasten oli vaikeaa.

Prässiä käytettiin myös usein teräskuulien lukitsemiseksi hahlojen sisälle. Lukituksia tehtäessä hahlon reunat litistettiin yleensä kahdelta puolelta, joten työkalulla jouduttiin tekemään kaksi erillistä prässäysliikettä. Niittiliitoksien tekemiseen tai kuulien lukitsemiseen ei ollut jigejä.

### 4.3 Hiekkapuhallus

Instrumenttivalmistuksen hiekkapuhallusprosessissa puhallettiin enimmäkseen pyörähdyssymmetrisiä kappaleita, joita valmistettiin kahdella eri koolla. Kappaleet kiinnitettiin muovista valmistettuihin, suorakulmion muotoisiin jigeihin, joissa oli 10 – 20 kpl reikiä kappaleiden halkaisijoista riippuen. Hiekkapuhaltaminen tapahtui hiekkapuhalluskaapissa.

Hiekkapuhallusjigit olivat tarpeettoman suuria. Jigien suurikokoisuus vaikeutti hiekkapuhaltamista tuotteiden läheisyydessä hiekkapuhalluspistoolin vastatessa jigien reunaan. Jigeihin tehdyt reiät olivat liian matalia, minkä takia kappaleet saattoivat pudota jigistä kallisteltaessa. Suuret jigit aiheuttivat myös työergonomisia ongelmia. Pidemmällä aikavälillä jigien kannattelu kävi raskaaksi ja suorakulmiomuoto oli epäergonominen käsitellä. (Kuva 10.)



KUVA 10. Hiekkapuhallusjigit



## 5 RATKAISUT

Nykytilanteen arvioinnin jälkeen valittiin tuotteet, joille oli kriittisin tarve valmistaa jigijä. Jigien mallintaminen tapahtui SolidWorks-mallinnusohjelmistolla. Suunnittelussa hyödynnettiin työntekijöiden ideoita. Joukossa oli paljon tuotteita, jotka olivat lähes samanlaisia ja eroavaisuudet näkyivät lähinnä pieninä mittaeroina. Tästä syystä jigijä pyrittiin suunnittelemaan yhteensopiviksi mahdollisimman monien tuotteiden kanssa.

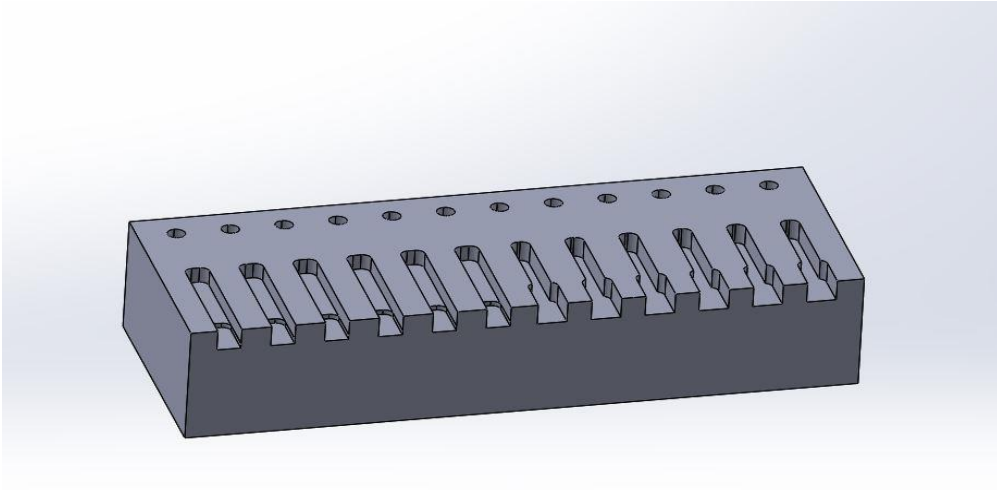
Karkeiden mallien valmistuttua pidettiin palaveri instrumenttikokoajien kanssa. Palaverissa esiteltiin jigien karkeat versiot ja selvitettiin vastasivatko mallit heidän näkemyksiään tai löytyisikö niistä toimintaa haittaavia virheitä.

Suunniteltavia jigijä oli yhteensä 11 ja ne koskivat yhdessä yli sataa yrityksen valmistamista instrumenttinimikkeistä. Seuraavaksi aloitettiin yksityiskohtainen suunnittelu. Yksityiskohtainen suunnittelu aloitettiin lasermerkkajigien mallintamisella.

### 5.1 Lasermerkkajig

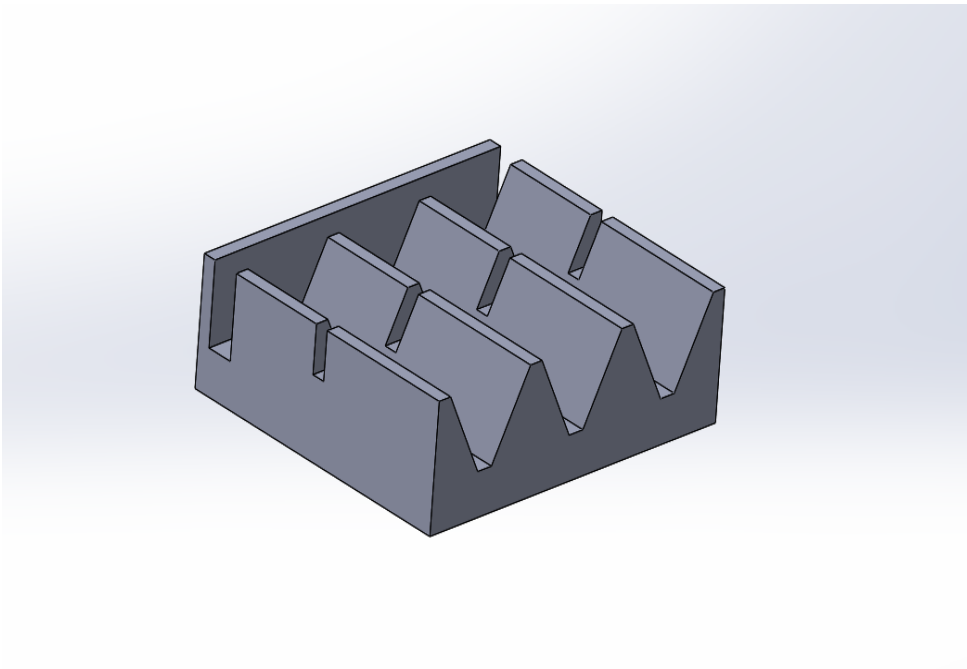
Ensimmäiseksi mallinnettiin parannellut versiot pyörähdyssymmetristen kappaleiden jigistä ja alumiinirunkoisesta jigistä. Jigit nimettiin koodeilla BKJ-101 ja PKJ-101.

**BKJ-101** valmistetaan alumiinista jyrsimällä. Jigin runkoon jyrsitään nelikulmion muotoiset urat, kappaleiden ylä-, ala- ja sivupintojen merkkaukseksi. Läppien ja urien välille on määritelty sopivampi välys, jotta läpät eivät enää nostaisi merkattavia kappaleita ylöspäin. (Kuva 11.)



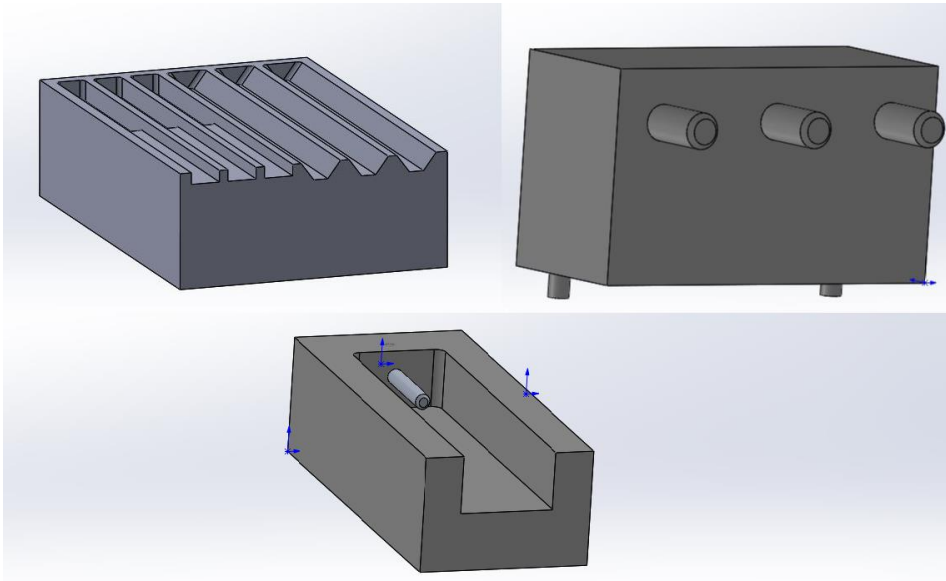
*KUVA 11. BKJ-101*

**PKJ-101** valmistetaan alumiinista jyrsimällä. Jigin runkoon jyrsitään avarammat urat kuin edellisessä jigissä, jotta myös suurempia kappaleita voidaan merkata. Keskelle jigä jyrsitään ura, jonka avulla merkattavien kappaleiden sivut voidaan kohdistaa kohtisuoraan ylöspäin. (Kuva 12.)



*KUVA 12. PKJ-101*

Lasermerkkaukseen suunniteltiin kolme uutta jigiiä: DGJ-101, ATJ-101 ja SDJ-101. Jigit on esitelty kuvassa 13.



*KUVA 13. Ylhäältä alas: DGJ-101, ATJ-101 ja SDJ-101*

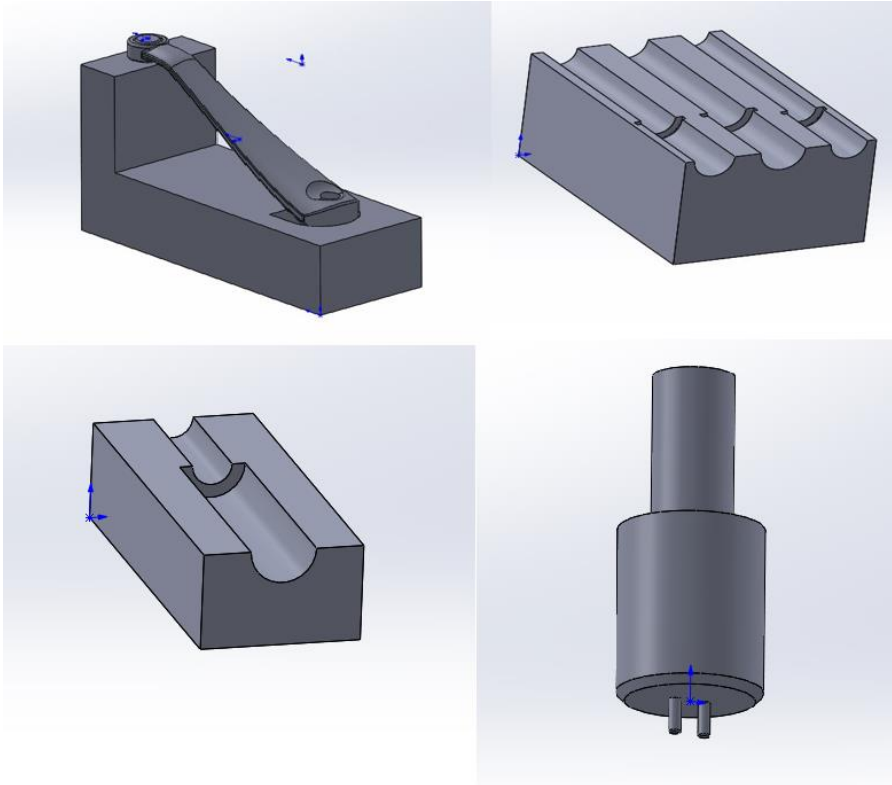
**DGJ-101** valmistetaan alumiinista jyrsimällä. Merkattavat kappaleet asetetaan uriin, jotka on muotoiltu kappaleiden ylä- ja alapintojen merkkaamiseen.

**ATJ-101** valmistetaan muovista jyrsimällä ja sen runkoon upotetaan metalliset uloketapit. Merkattavat kappaleet asetetaan sisäpinoistaan uloketappeihin.

**SDJ-101** valmistetaan alumiinista jyrsimällä ja sen runkoon upotetaan metallinen ohjuritappi. Merkattava kappale asetetaan uraan, jonka päässä on vaihdettavissa oleva ohjuritappi merkattavan kappaleen sisäpintaa varten. Ohjuritappi lukitaan paikoilleen M4 ruuvilla.

## 5.2 Prässäminen

Prässämistä varten suunniteltiin kolme uutta jigiiä: AHJ-101, HSJ-101 ja QCH-101 ja työkalu PT-101. Jigit ja työkalu on esitelty kuvassa 14.



*KUVA 14. Ylhäältä alas: AHJ-101, HSJ-101, QCH-101, PT-101*

**AHJ-101** valmistetaan muovista jyrsimällä ja sen runkoon upotetaan metallinen uloketappi. Prässättävän kappaleen sisäpinta asetetaan uloketappiin, kappaleen toisen pään ollessa tuettuna runkoon jyrsimään poteroon.

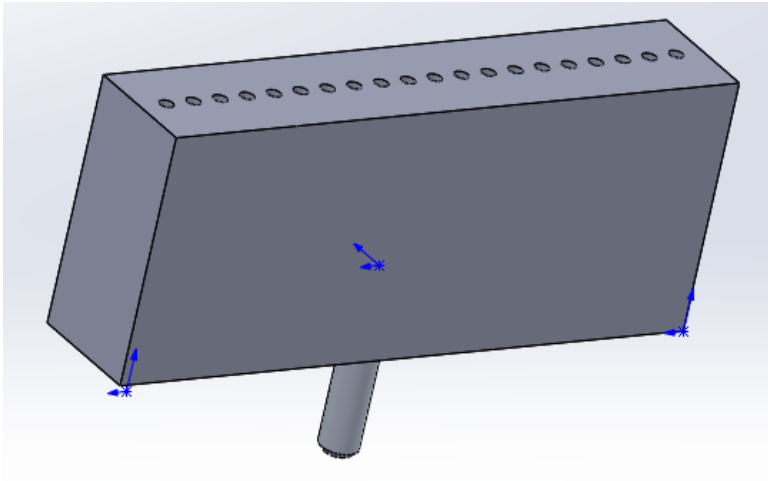
**HSJ-101** valmistetaan alumiinista jyrsimällä ja sen runkoon porataan urat prässättäviä kappaleita varten. Jigiä voidaan käyttää kolmen erikokoisen kappaleen prässäämiseen.

**QCH-101** valmistetaan muovista jyrsimällä ja sen runkoon porataan urat prässättäviä kappaleita varten.

**PT-101** valmistetaan metallista sorvaamalla ja sen runkoon upotetaan kaksi terävää metallitappia. Työkalun avulla voidaan lukita teräskuulia hahlojen sisään yhdellä prässäysliikkeellä.

### 5.3 Hiekkapuhallus

Hiekkapuhallusjigeistä suunniteltiin kaksi paranneltua versiota. Jigien runkoa pienennettiin, jotta hiekkapuhalluspistoolilla pääsisi lähemmäksi kappaleita. Kappaleille tarkoitetut reiät porattiin syvemmiksi, etteivät kappaleet pääse putoamaan jigistä kallistettaessa. Keskelle rungon alapintaa puristettiin metallitappi, johon voidaan kiinnittää kahva työergonomian lisäämiseksi. (Kuva 15.)



KUVA 15. HPJ-235

### 5.4 Tuotanto

Tuotannosuunnittelun kanssa pidettiin palaveri jossa piirustukset sekä 3D-mallit luovutettiin. Lasermerkkajigien 3D-printtausta suunniteltiin alustavasti, mutta suunnitelmista luovuttiin jigien kestävyttä ajatellen. Kaikki jigit koneistettiin yrityksen tuotantotiloissa, noin viikon kuluessa tiedostojen luovuttamisesta (kuva 16). Myöhemmin jigieihin lasermerkattiin myös niiden tuotteiden tuotekoodi, joille jigii oli tarkoitettu sekä jigien omat koodinimet.



*KUVA 16. Jigit valmiina tarkasteluun*

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

Muovimateriaalipuutteiden vuoksi lasermerkkausjigit päätettiin valmistaa alkupe-  
räisistä suunnitelmista poiketen alumiinista. Lasermerkkauskoneilla ei ollut ohjel-  
mia uusia jigijä varten, joten lasersäteen paikoituksia tehtiin manuaalisesti, jotta  
voitiin todeta jigien olevan sopivan kokoisia lasermerkkauskoneen toiminta-alu-  
eelle. Lasermerkkausjigien osalta merkittävimpänä mittarina pidettiin asetusai-  
kaa eli sitä aikaa, joka kuluu jigien ja tuotteiden asettelemisessa merkkaukseen  
varten. Asetusaikoja saatiin lyhennettyä merkittävästi. Kappaleet joille ei aiemmin  
ollut jigijä, saatiin helpommin paikoitettua koneen toiminta-alueelle. Jigien ansi-  
osta merkkauksprosessista saatiin vakaampi varmistumalla siitä, ettei kappale  
pääse liikkumaan merkkauksprosessin aikana jolloin mahdollisuus hylkyyn pie-  
neni. (Kuva 17.)

Jigi	Asetusaika vanha	Asetusaika uusi	Erotus	Prosentteina
BKJ-101	240s	60s	-180s	-75 %
DGJ-101	120s	45s	-75s	-62,5 %
ATJ-101	120s	90s	-30s	-25 %
SDJ-101	60s	30s	-30s	-50 %

*KUVA 17. Havainnot lasermerkkauksijigeistä*

Prässäämistä varten valmistetut jigit todettiin soveltuviksi käyttötarkoituksiinsa,  
lukuun ottamatta jigijä AHJ-101, jonka suunnittelussa oli tehty mittavirhe. Prässiji-  
gien osalta asetusajoissa ei tapahtunut muutosta, vaan suurin muutos oli proses-  
sin lisääntynyt vakaus. Kappaleiden prässääminen oli helpompaa ja varmempaa,  
koska kappaleita ei tarvinnut enää kannatella käsin ja ne pysyivät paremmin pai-  
koillaan prässäämisen aikana. Teräskuulien lukitsemista varten valmistettu työ-  
kalu todettiin toimivaksi. Jigeissä havaittiin kuitenkin myös parantamisen mahdol-  
lisuuksia. (Kuva 18.)

Jigi	Huomio
AHJ-101	Mittavirhe poterossa, jyrstittävä isommaksi
HSJ-101	Hieman tiukka, hiotaan väljemmäksi
QCH-101	
PT-101	Heikko näkyvyys, alareunaan tehdään viiste

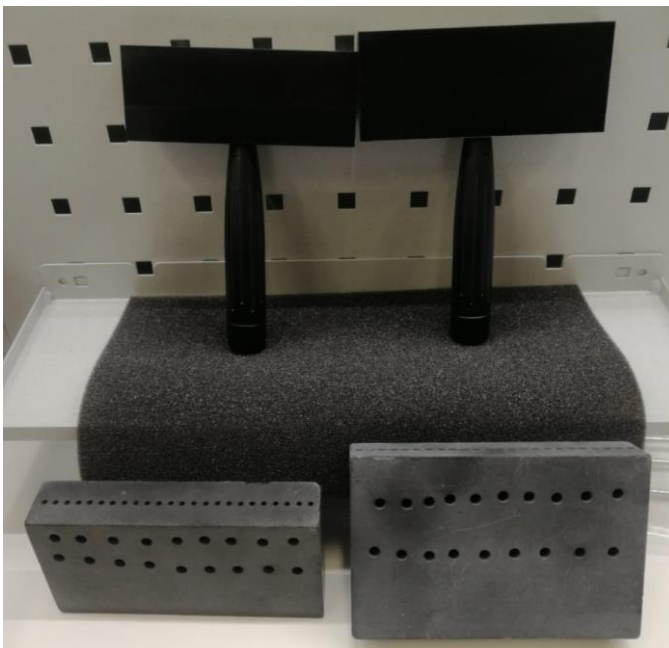
KUVA 18. Havainnot prässäämijigeistä

Hiekkapuhaltamista varten valmistetut jigit todettiin soveltuviksi käyttötarkoitukseensa. Kahvat päätettiin toistaiseksi jättää liittämättä runkoon kiinteällä liitoksella, jotta runkoa voitaisiin pyörittää kahvasta kiinni pidettäessä. Uudet jigit olivat huomattavasti edellisiä kevyempiä ja pienempiä. (Kuva 19.)

Jigi	Paino vanha	Paino uusi	Erotus	Prosenttia
HPJ-235	270g	160g	-110g	-40,74 %
HSJ-451	350g	170g	-180g	-51,43 %

KUVA 19. Havainnot hiekkapuhallusjigeistä

Pienen kokonsa ansiosta kappaleita oli mahdollista puhaltaa lähempää puhalluspistoolilla. Kahvan ansiosta jigit olivat ergonomisempia käyttää. (Kuva 20.)



KUVA 20. HPJ-235, HPJ-451 ja vanhat jigit



## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena oli tehostaa instrumenttikokoamisen tuotantoa ratkaisemalla prosesseissa vallitsevia ongelmia, leania ja sen sisältämiä työkaluja hyödyntäen. Työn tavoitteena oli pyrkiä lyhentämään läpimenoaikoja ja lisätä menetelmien vakautta tuotelaadun parantamiseksi. Työssä keskityttiin lasermerkkausprässäys- sekä hiekkapuhallusprosessien parantamiseen. Työtä tutkivan vaiheen jälkeen työ rajautui uusien jigien suunnitteluun sekä vanhojen jigien kehittämiseen.

Opinnäytetyön teoriaosiossa keskityttiin lean-filosofiaan ja sen sisältämiin toimintoihin ja työkaluihin. Keskeisimpänä osana työtä oli jatkuva parantaminen. Jigien suunnittelu toteutettiin Demingin kehän vaiheiden mukaisesti. Teoriaosiossa syvennyttiin myös 5S-menetelmään ja käytiin läpi yleisimmät teollisuudessa esiintyvät hukkatyypit. Yrityksessä meneillään olleen 5S-projektin myötä työssä ei toteutettu 5S-menetelmiä kokonaisvaltaisesti instrumenttikokoajien tuotantotiloissa, vaan ainoastaan työtä koskevissa prosesseissa ja niitä varten valmistettujen jigien merkinnöissä.

Työn tuloksina aikaansaatii standardisoituja, vakaita työmenetelmiä. Läpimenoaikoja saatiin lyhennettyä lasermerkkausprosessin asetusajoissa 0,5–3 minuutin välillä. Aikaa säästy todennäköisesti uusissa jigeissä myös prosessin suoritusvaiheessa, asetusaikojen lisäksi. Lasermerkkausjigit koskivat yhteensä yli sataa yrityksen instrumenttinimikkeistä. Prässäamisprosessiin saatiin lisättyä vakautta, koska kappaleet olivat nyt kunnollisella alustalla vapaalla kädellä kannattelemisen sijasta. Tarkasteluvaiheessa jigeissä havaittiin kuitenkin vielä parantamisen varaa. Hiekkapuhallusprosessissa puhalluspistooli pystyttiin tuomaan lähemmäksi puhallettavia kappaleita, jolloin kappaleiden puhaltaminen oli entistä tehokkaampaa. Menetelmästä saatiin myös työntekijäystävällisempi entisiä kevyempien ja ergonomisempien jigien ansiosta.

Tulevaisuudessa yritys tulee pyrkimään tilanteeseen, jossa kaikille tuotteille olisi oma jigi. Tämä varmistettaisiin siten, että jigit suunniteltaisiin yhtäaikaisesti tuotteen kanssa. Tuotedokumentteihin merkattaisiin käytettävä jigi ja vastaavat merkinnät tehtäisiin myös jigeihin visuaalisuuden parantamiseksi.

Opinnäytetyö saavutti sille määritetyt tavoitteet. Tulosten tarkastelu olisi kuitenkin voitu hoitaa paremmin, mikäli vanhojen menetelmien ajat olisi selvitetty tarkemmin työn alkuvaiheessa. Koneautomaatio-opintolinjaan suuntautuneena lean oli minulle melko vieras käsite työtä aloittaessani. Lean-kirjallisuuteen syventymällä sen periaatteet, keskeiset menetelmät sekä työkalut tulivat minulle tutuiksi mutta uskon, että minulla on vielä paljon oppimista näistä asioista. Kaikkiaan lean vaikuttaa tehokkaalta menetelmältä tuotannon tehostamiseksi. Leania hyödyntämällä merkittävää kehitystä voidaan saada aikaan ilman suuria ja kalliita investointeja. Leanin lisäksi opinnäytetyö oli opettava myös siltä osin, että se sisälsi paljon suunnittelutyötä. Työ kasvatti kokemusta myös eri valmistusmenetelmistä ja niihin liittyvistä vaatimuksista ja rajoitteista.

## LÄHTEET

1. Yritys ja laatu. 2018. Mectalent. Saatavissa: <http://www.mectalent.fi/laatu/>. Hakupäivä 14.1.2019.
2. Lean ajattelu. 2019. Logistiikan maailma. Saatavissa: <http://www.logistiikan-maailma.fi/logistiikka/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lean-ajattelu/>. Hakupäivä 25.1.2019.
3. Taloustiedot. 2019. Kauppalehti. Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/mectalent+oy/04513567> Hakupäivä 25.1.2019.
4. Åhlström, Pär – Modig, Niklas 2018. Tätä on Lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Tukholma: Rhelogica Publishing.
5. Liker, J.K. 2004. Toyotan tapaan. Suom. Marko Niemi. Helsinki: Readme.fi.
6. Bicheno John – Holweg Matthias 2016. The Lean Toolbox. Iso-Britannia: PIC-SIE Books.
7. Lean-filosofian 7+1 tuottamatonta toimintoa. 2019. Arrow. Saatavissa: <https://blogi.arroweng.fi/lean-filosofian-71-tuottamatonta-toimintoa> Hakupäivä 19.3.2019.
8. Plan-Do-Check-Act (PDCA). 2019. Mindtools. Saatavissa: [https://www.mindtools.com/pages/article/newPPM\\_89.htm](https://www.mindtools.com/pages/article/newPPM_89.htm) Hakupäivä 13.3.2019
9. Miksi 5S? 2019. Leanlion. Saatavissa: <https://www.leanlion.com/miksi-5s> Hakupäivä 14.3.2019
10. Lean management ja 5S menetelmä. 2019. LIS Group. Saatavissa: <https://www.lis.fi/turvallisuuskehitys/lean-management-5s/> Hakupäivä 14.3.2019.

