

Marko Raski

## KOE-ERÄTOIMINTAMALLIN KEHITTÄMINEN

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
2018

## KOE-ERÄTOIMINTAMALLIN KEHITTÄMINEN

Raski, Marko  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
marraskuu 2018  
Ohjaaja: Kivi, Karri  
Sivumäärä: 56  
Liitteitä: 6

Asiasanat: laatujohtaminen, Lean-ajattelu, kehittämisprojektit, työvälineet

---

Tämän tutkimukseen aiheena oli tutkia Oras Oy:ssä käytössä olevan koe-erätoimintamallin ongelmia ja esittää kehitysehdotuksia nykyiseen toimintamalliin. Koe-erätoimintamalli on systemaattinen lähestymistapa työkalujen, prosessien, saannon ja tuotelaadun parantamiseen.

Nykyisessä toimintamallissa tuloksien tulkitseminen ja vertailu on osoittautunut työlääksi ja tuloksien perusteella on tehty myös virheellisiä johtopäätöksiä. Koe-erien läpimenoajat ovat vaihdelleet päivistä jopa kuukausiin ja keskeneräiset koe-erät ovat jääneet odottamaan etenemistä pitkäksi aikaa johonkin tuotannon työvaiheeseen.

Teoriaosuudessa esiteltiin hananvalmistuksen eri työvaiheet ja erilaisia filosofiota toiminnan ja laadun parantamiseksi, joista tunnetuimmat ovat Lean ja Six Sigma.

Tiedonkeruumenetelmänä käytettiin henkilökohtaisia ja työryhmän haastatteluja ja kvantitatiivista kyselytutkimusta. Tutkimuksen aineistonkeruumenetelmää varten kehitettiin kyselylomake ja kerätty aineisto käsiteltiin tilastollisesti. Vastaukset luokiteltiin 3 eri luokkaan ja tuloksille annettiin numeerinen arvo.

Tutkimuksen tuloksien perusteella laadittiin uusi koe-erätoimintamalli, joka testattiin myös käytännössä. Tutkimuksessa nousi esille vielä useita parannusehdotuksia, joita yrityksessä voidaan jalostaa jatkossa tulevaisuuden koe-erätoimintamalliksi.

## IMPROVEMENT OF TEST SERIES PROCEDURE

Raski, Marko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in mechanical and production engineering

November 2018

Supervisor: Kivi, Karri

Number of pages: 56

Appendices: 6

Keywords: quality management, Lean manufacturing, development projects, tools

---

The purpose of this thesis was to study the problems of the test series procedure used in Oras Ltd and present improvements to the current test series procedure. The test series procedure is a systematic approach to improving tools, processes, yield and product quality.

In the current test series procedure, the analyzing and comparison of results has proven to be difficult and the results have led to false conclusions. The lead times between the test series have varied from days to months, and unfinished test series have been waiting for a long time to progress in a certain production phase.

The theoretical part of this thesis introduced different production phases of faucet manufacturing and some philosophies to improve operation and quality, for example perhaps the best-known Lean and Six Sigma.

The data collection method used in this study was personal and team interviews and quantitative questionnaires. A questionnaire was prepared for the data collection method of this thesis. The collected data was processed statistically. Answers were divided in 3 different categories and the results were given a numerical value.

Based on the results of this thesis, a new test series process was developed. This new test series process was also tested in practice. Several improvements were proposed so that the company could even further improve and develop into the future test series procedure.

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
1.1 Tutkimuksen tavoitteet.....	6
1.2 Koe-erätoimintamallin haasteet ja tutkimuskysymykset .....	7
1.3 Projektin rajaus .....	7
2 ORAS OY.....	8
2.1 Oraksen historia .....	8
2.2 Oras Invest .....	8
3 HANANVALMISTUSPROSESSI .....	9
3.1 Yleistä hananvalmistuksesta .....	9
3.1.1 Keernan valmistaminen .....	9
3.1.2 Valaminen ja valuprosessi.....	9
3.1.3 Teräshiekkasinkous .....	10
3.1.4 Valoksien katkaisu.....	10
3.1.5 Runkojen koneistus .....	10
3.1.6 Kone- ja käsihionta.....	11
3.1.7 Kone- ja käsikiillotus.....	11
3.1.8 Muoviosien ruiskuvalu .....	12
3.1.9 Muovi- ja messinkikromaus .....	13
3.1.10 Kokoonpano ja testaus .....	13
4 LAATUJOHTAMINEN.....	14
4.1 Laatu .....	14
4.2 Laatumittareiden välttäminen.....	15
4.3 Laatujohtamisen mittarit .....	15
5 LEAN .....	16
5.1 Jatkuva parantaminen.....	17
5.2 PDCA-sykli.....	18
5.3 Juurisyyn selvittäminen – 5 kertaa miksi.....	19
5.4 Hukka.....	20
6 SIX SIGMA.....	22
6.1 DMAIC–ongelmanratkaisumalli.....	22
6.2 DMAIC–mallin edut ja erot .....	23
7 KOE-ERÄTOIMINTAMALLI .....	24
7.1 Nykyinen koe-erätoimintamalli .....	28
7.2 Koe-eräsaate.....	28

7.3	Raportoinnin muut työkalut QAD, JotBar, SPT ja QlikView .....	29
8	TUTKIMUKSEN SISÄLTÖ JA TULOKSET .....	29
8.1	Yhteenveto 2017 vuoden koe-erien tilastoista.....	30
8.2	Kysymyslomake ja vastaaminen.....	32
8.3	Vastaajien taustatiedot .....	32
8.4	Kyselyn tulokset.....	33
8.5	Kyselyn tuloksien analysointi .....	33
8.5.1	Koe-erän suunnittelu .....	34
8.5.2	Koe-erän toteutus.....	35
8.5.3	Koe-erän raportointi .....	36
8.5.4	Koe-erän informaatio.....	37
8.5.5	Koe-erän tuloksien analysointi .....	38
9	KOE-ERÄTOIMINTAMALLIN MUUTOKSET .....	40
9.1	Koe-erätoimintamalliin ehdotetut muutokset .....	41
9.1.1	Koe-eräsaatteen muutokset.....	42
9.1.2	Ehdotetut muutokset työkaluihin ja työkalujen hallintaan .....	45
9.1.3	Koe-erän suunnittelupalaveri.....	45
9.1.4	Koe-erän valmistaminen.....	46
9.1.5	Koe-erän raportointi .....	46
9.1.6	Johtaminen ja tiedonkulku koe-erän valmistuksessa.....	46
9.1.7	Valmistuneen koe-erän analysointi .....	47
10	KOE-ERÄTOIMINTAMALLIN MUUTOKSIEN TESTAUS .....	47
10.1	Pintatuotteiden koe-erämallin testaus .....	47
10.2	Designo-koe-erät 11, 12 ja 13.....	48
10.3	Testin tulos.....	49
10.4	Ehdotukset seuraavista toimenpiteistä .....	52
10.5	Tulevaisuuden koe-erätoimintamalli .....	53
11	YHTEENVETO .....	54
	LÄHTEET.....	56
	LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

Teollisuudessa ja markkinoilla kilpailu kiristyy kaiken aikaa. Yritysten tulee kehittää ja parantaa tuotteitaan, palvelujaan sekä toimintaansa menestyäkseen tässä kilpailussa. Monissa yrityksissä on käytössä erilaisia työkaluja, menetelmiä tai toimintamalleja laadun parantamiseksi. Systemaattista toimintaa laadun parantamiseksi voidaan sanoa laatujohtamiseksi. Laatujohtamisen työkaluja on kehitetty jo varsin pitkään – vuosikymmeniä. Laatufilosofiota ja erilaisia ajatusmalleja laadun parantamiseksi on useita, joista tunnetuimmat ovat Lean ja Six Sigma.

Olen ollut töissä Oraksella jo yli 24 vuotta ja viimeisimmässä tehtävässäni vuosina 2016–2018 olen toiminut tuotantoesimiehenä sekä vastannut messinkikomponenttien valmistuksesta. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Oras Oy:ssä käytössä olevan koe-erätoimintamallin ongelmia ja esittää kehitysehdotuksia nykyiseen toimintamalliin. Työskentely koe-erien parissa 3 viime vuoden aikana on herättänyt mielenkiintoni tutkimuksen aiheeseen. Koe-erätoimintamalli on systemaattinen lähestymistapa työkalujen, prosessien ja tuotelaadun parantamiseen. Tutkimuksen yhtenä tarkoituksena on tarjota nopeasti saavutettavia etuja nykyiseen koe-erätoimintamalliin verrattuna ja toisaalta luoda visio mahdollisesta tulevaisuuden koe-erätoimintamallista.

## 1.1 Tutkimuksen tavoitteet

Nykyisessä toimintamallissa tuloksien tulkitseminen ja vertailu on osoittautunut melko haastavaksi ja tuloksien perusteella on tehty myös virheellisiä johtopäätöksiä. Koe-erien läpimenoajat saattavat vaihdella päivistä jopa kuukausiin ja keskeneräiset koe-erät voivat jäädä odottamaan etenemistä pitkäksi aikaa johonkin tuotannon työvaiheeseen.

Opinnäytetyön lopputuloksena odotetaan uutta toimintamallia, jossa koe-erän tulokset ovat helposti tulkittavissa, vertailtavissa, päätöksen teko on helppoa ja koe-erän läpimeno on nopeaa sekä systemaattista. Koe-erätoimintamallia tehostamalla on mahdol-

lista saavuttaa merkittävää taloudellista hyötyä parantuneen tuotelaadun, tehokkaamman resurssien hyödyntämisen, tulosten helpomman analysoinnin ja tuotteiden nopeutuneen läpimenoajan myötä.

## 1.2 Koe-erätoimintamallin haasteet ja tutkimuskysymykset

Miten kehittää koe-erätoimintamallia tehokkaammaksi saannon parantamisen työkaluksi? Aluksi täytyy selvittää, millainen nykyinen koe-erätoimintamalli on. Mitä ongelmia nykyisessä koe-erätoiminnassa on ja miten ne ilmenevät? Miksi nämä asiat aiheuttavat ongelmia koe-erissä? Mitä pitäisi tehdä toisin?

Tutkimuksessa kuvattiin nykyinen koe-erätoimintamalli ja kartoitettiin lähtötilanne. Lisäksi laadittiin kyselylomake ongelmien suuruusluokan kartoittamiseksi ja ongelmakohtien paremmin esiin tuomiseksi. Kysely toteutettiin ensin haastatteluilla ja myöhemmin vastaamalla kirjallisiin monivalintakysymyksiin. Työn loppuvaiheessa järjestettiin testikoe-erä, jolla voitiin arvioida tehtyjen muutoksien vaikutuksia koe-eräkäytäntöihin. Työn edetessä esille tuli myös mahdollisia tulevaisuuden kehityskohteita ja -ideoita.

## 1.3 Projektin rajaus

Opinnäytetyö rajattiin koe-erätoimintamalliin eikä tutkimus koskenut varsinaisesti itse tuotteita. Työkalumuutoksien vaikutusten todentaminen oli osa opinnäytetyötä, mutta tuotemuutokset rajattiin opinnäytetyön ulkopuolelle. Rajaus tehtiin sillä perusteella, että muutosten todentaminen on menetelmäsidonnainen eikä tuotesidonnainen. Eri tuotteiden vertailua keskenään ei koettu tarkoituksenmukaisena.

Opinnäytetyön kehityskohteet rajattiin myös siten, että ne olivat suhteellisen nopeasti toteutettavissa ja ilman suurempia investointeja. Tehtyjen muutoksien kokeileminen oli ehdittävä tehdä tutkimuksen suunnitellussa ja varatussa aikataulussa. Muut työn edetessä esille tulleet kehitysideat, jotka ovat toteutettavissa pidemmällä aikavälillä tai vaativat laajoja rakenteellisia muutoksia ja/tai investointeja esitellään ainoastaan tutkimuksen tulevaisuuden visiossa.

## 2 ORAS OY

### 2.1 Oraksen historia

Erkki Paasikivi perusti Oraksen Raumalla 8. toukokuuta vuonna 1945. Alusta asti yritys on keskittynyt tuotteiden käyttäjäystävällisyyteen, veden ja energian säästöön, turvallisuuteen ja designiin. Oras esitteli ensimmäiset kosketusvapaat hanat markkinoille jo 1990-luvulla. (Oras Oy:n www-sivut 2018.)

Nykyään Oras Group on merkittävä eurooppalainen talotekniikan vesikalustetoimittaja: markkinajohtaja Pohjoismaissa ja johtava yritys Manner-Euroopassa. Yrityksen tavoitteena on tehdä veden käytöstä helppoa sekä ympäristöä säästävää ja sen visiona on tulla kehittyneiden vesikalusteiden eurooppalaiseksi markkinajohtajaksi. Konsernilla on kaksi vahvaa brändiä, Oras ja Hansa. Oras osti Hansan saksalaisen hanavalmistajan vuonna 2013. (Oras Oy:n www-sivut 2018.)

Konsernin pääkonttori sijaitsee Suomessa Raumalla ja sen neljä tehdasta sijaitsevat Suomessa Raumalla, Burglengenfeldissa Saksassa, Kralovicessa Tšekissä sekä Olesnossa Puolassa. Oras Group työllistää n. 1400 henkilöä kahdessakymmenessä maassa. Oras Groupin omistaa perheyhtiö ja teollinen omistaja Oras Invest. (Oras Oy:n www-sivut 2018.)

### 2.2 Oras Invest

Oras Invest Oy perustettiin vuonna 2004. Perheyritys Oras Investillä on kuitenkin jo yli 70 vuoden perinteet teollisessa yrittäjyydessä. ”Tarkoitus oli, että yhtiön kautta myös Paasikiven perheen kolmas polvi perehtyisi teolliseen omistajuuteen ja tulisi vastuulliseksi omistajaksi” (Herranen 2015, 17). Nykyiset teolliset omistukset ovat Oras Groupissa, Uponorissa, Tikkurilassa ja Kemirassa. Vuoden 2017 lopussa Oras Investin nettovarallisuus oli 892 miljoonaa euroa. (Oras Investin www-sivut 2018.)

Oras Invest on perheyhtiö ja teollinen omistaja. Oras Invest kehittää omistamiaan yrityksiä aktiivisen hallitustyöskentelyn kautta yritysten johdon kanssa päämääränä luoda kestävä, pitkän aikavälin arvonnousua. (Oras Investin www-sivut 2018.)



## 3 HANANVALMISTUSPROSESSI

### 3.1 Yleistä hananvalmistuksesta

Ennen tuotteen varsinaisen valmistuksen aloitusta on edeltänyt pitkällinen konsepti-, tuote-, menetelmäsuunnittelu ja lopputuotteiden sekä erillisten komponenttien laadunvarmistus, testaus ja koekäyttö. Hanan valmistuksessa on useita eri työvaiheita ja valmiin hanan on läpäistävä kaikki tarvittavat työvaiheet ilman virheitä. Tässä tutkimuksessa keskitytään kehittämään messinkivalmistuksen koe-erätoimintamallia, koska työvaiheita on huomattavasti enemmän kuin muoviosien valmistuksessa, jossa on käytännössä vain 2 työvaihetta. Seuraavassa lyhyet kuvaukset eri työvaiheista

#### 3.1.1 Keernan valmistaminen

Keernat muodostavat valussa hanan rungon sisälle tarvittavat ulos- ja sisääntuloaukot, vesikanavat ja -kammiot. Oraksella käytössä oleva keernan valmistusmenetelmä on niin sanottu kuumalaatikko- eli Hot-box-menetelmä. Keernat valmistetaan menetelmässä, jossa 240-300°C:een kuumennettu keernalaatikko täytetään kvartsihiekan ja siideaineiden seoksella. Keernan pintakerros kovettuu nopeasti laatikon kuumen seinämän vaikutuksesta. Kun keernan kuori on riittävän luja, voidaan keerna poistaa laatikosta. Tällöin sisusta jatkaa kovettumistaan. Keernoilla on koosta ja rakenteesta riippuva erilainen kuivumisaika. (Aaltonen ym. 2005, 85.)

#### 3.1.2 Valaminen ja valuprosessi

Oras valmistaa hanat messinkiharkoista valamalla. Yrityksellä on käytössä pienpainevalumenetelmä valimossaan. Pienpainevalu on itseasiassa kokilli- eli muottivalumenetelmä, jossa muotin täyttö ei tapahdu painovoimaa käyttäen, vaan uunitilassa olevaan kaasuun aikaansaadun ylipaineen avulla (Aaltonen ym. 2005, 91). Useimmiten valokseen tulee sisälle yksi tai useampi keerna. Valuvaiheen alussa keerna asetetaan valumuottiin eli kokilliin. Työntekijä puhdistaa muotin irtohiekasta puhaltamalla paineilmalla. Työvaiheessa valukone sulkee kokillin ja siirtää sulkeutuneen muotin valusuuttimen yläpuolelle. Muotin täyttää paineilmalla sula noin 1000 asteinen messinki. Työntekijä

tai automaatti poistaa jähmettyneen valoksen muotista. Tyhjä muotti upotetaan grafiittive-teen, joka jäädyttää ja estää tuotteen tarttumista muottiin. Tämän jälkeen työkierto voi alkaa alusta.

### 3.1.3 Teräshiekkasinkous

Valun jälkeen kappaleet jäädytetään ja puhdistetaan teräshiekkasingolla. Teräshiekkasinkouksen tarkoitus on poistaa keernahiekka runkojen sisältä. ”Sinkopuhdistuksessa suurella nopeudella (n. 80 m / s) pintaan iskeytyvät rakeet irrottavat hiekan. Rauta- ja teräsvalun puhdistuksessa rakeet ovat metallia, esimerkiksi lankakatkoa, ei-rautametalliva- lun puhdistuksessa käytetään ei-metallisia puhdistusrakeita, kuten hiekkaa.” (Aaltonen ym. 2005, 95.) Oraksella singossa on käytössä teräskuulia. Valoksien puhdistuksen jäl- keen kappaleet voidaan katkaista ilman, että hiekka aiheuttaa suurempia ongelmia sa- hauksen tai koneistuksen terien kulutuksessa ja kappaleet ovat puhtaita myöhempisiin työvaiheisiin.

### 3.1.4 Valoksien katkaisu

Aaltonen ym. (2005, 96) mainitsevat, että syöttökupujen ja valukanaviston poistossa käytetään materiaalista riippuen erilaisia menetelmiä. Oraksella kyseiset piirteet pois- tetaan sahaamalla. Sahaamalla poistetaan valukanavat, syöttökuvut ja muut ylimääräi- set piirteet rungoista myös jakosaumat. Tässä vaiheessa tarkastetaan myös tuotteen virheettömyys silmämääräisesti. Valukanavat sahataan irti vannesahalla käsin tai ro- botisoiduissa katkaisusoluissa erilaisilla katkaisuterillä.

### 3.1.5 Runkojen koneistus

Valimon työvaiheita seuraa koneistus. Koneistusosastolla runkoihin valmistetaan tar- vittavat poraukset, kierteet, tiivistepinnat ja muut hanan toiminnan sekä valmistuksen kannalta oleelliset piirteet. Neljä- tai viisiakselisia työstökeskuksia on yrityksessä käy- tössä useita erilaisia käyttötarkoituksesta riippuen aina korkeasti automatisoiduista so- luista, joissa on integroituna robotisoitua kappaleen käsittelyä kuten panostus, kat- kaisu, pesu ja purku, aina käsipanosteisiin työstökeskuksiin.

Useimmiten koneistetut rungot testataan paineilmalla koneistusvaiheen jälkeen vuotojen poissulkemiseksi raakarunkotesterillä. Raakarunkotesteri on laite, jossa koneistetut rungot tulpataan ja testataan paineilmalla kammio kerrallaan. Lisäksi työkappaleille suoritetaan määrätyn väliajoin mittauksia, jotta varmistutaan koneistettujen pintojen virheettömyydestä. Mittaukset ja tarkastukset suoritetaan silmämääräisesti, erillisillä tulkeilla tai mittakoneella riippuen määritellystä tarkastusmenetelmästä. Koneistuksesta testauksen läpäisseet sisärungot siirtyvät suoraan kokoonpanon käytettäväksi ja pintatuotteet siirtyvät hionta-kiillotukseen.

### 3.1.6 Kone- ja käsihionta

Hiontakiillotuksessa kappaleen pinnasta poistetaan ensin hiontavaiheella materiaalia hiomalla noin 0,5 mm kappaleen ulkopinnalta. Hionta on 2-vaiheinen. Ensimmäisessä työvaiheessa suoritetaan karkeahionta. Karkeassa hionnassa on käytössä, joko hiomanauhat karkeudeltaan 80 tai 100. Karkeassa hionnassa on myös usein käytössä kovemmat kontaktilaikat kuin viimeistelyhionnassa. Viimeistelyhionnan jälkeen kappaleen pinnankarheus voidaan mitata, jolloin pinnankarheuden  $R_a$ -arvo on yleisesti ottaen alle 0,8  $\mu\text{m}$ . Viimeistelyhionnan nauhakarkeudet ovat joko 240 tai 280. Hiomanauhoissa Oraksella käytössä olevat yleisimmät hioma-aineet ovat alumiinioksidi ja piikarbidi. Väihälyijyisen materiaalin hiomisessa käytössä on keraaminen hioma-aine, koska perinteiset hioma-aineet eivät ole riittävän suorituskykyisiä. (Aaltonen ym. 2005, 202.) Hionta suoritetaan pääsääntöisesti roboteilla, mutta eri prosesseista johtuvat virheet saatetaan korjata myös käsihiomalla. Kappaleiden geometria voi olla kuitenkin niin hankala tai valmistusmäärät voivat olla niin pieniä, että näiden valmistus voidaan suunnitella tehtäväksi vain ja ainoastaan käsihiomalla. Työvaiheita seuraa aina visuaalinen tarkistus.

### 3.1.7 Kone- ja käsikiillotus

Kiillotusvaiheessa kappale saa virheettömän ja korkeakiiltoisen pinnan ennen kromausta. Kiillotuksessa käytetään robotteja, puuvillakankaisia kiillotuslaikkoja ja nestemäistä kiillotusvahaa. Kiillotuksessa käytettävä vaha ja muut kiillotuksessa synty-

neet jätteet puhdistetaan joko käsin tai ultraäänipesurilla. Kappaleet tarkistetaan huolella, koska pinnassa ei saa olla yhtään näkyviä virheitä ennen kromausprosessia. Pienimmät virheet korjataan linjalla heti robottikiillotuksen jälkeen operaattorin toimesta. Vaativimmat virheet eli erilliseen korjauskiillotusvaiheeseen menevät kappaleet korjataan käsin kiillottamalla omalla erillisellä työvaiheellaan. Käsikiillotuksessa on käytössä kiinteä vaha. Työvaiheita seuraa aina visuaalinen tarkistus.

### 3.1.8 Muoviosien ruiskuvalu

Ruiskuvalu on kehittynyt nykyisin moniksi erikoistekniikoiksi, joilla voidaan valmistaa monimuotoisia ja useita materiaaleja sisältäviä ruiskuvalukappaleita. Ruiskuvalu on yleisin työstötekniikka, jolla teknisiä muoveja työstetään. Ruiskuvalutekniikan olennaisin osa on hyvin suunniteltu ja valmistettu muotti. Ruiskuvaluprosessin hallinnalla voidaan vaikuttaa mm. pinnan laatuun, muotoon ja materiaalin sisäisiin jännityksiin. Jännitykset puolestaan vaikuttavat suoraan tuotteen mekaaniseen ja kemialliseen kestävyYTEEN. (Järvinen 2008, 180.)

Oraksen muoviosastolla muoviset hananosat valmistetaan ABS:sta eli akrylinitriili-butadieenistyreenistä. Perinteiset Lego-nappulat kuvaavat hyvin ABS:n ruiskuvaltavuutta ja kestävyyttä (Järvinen 2008, 67). Ruiskuvalun yhtä iskua eli työkierron eri vaiheita voidaan kuvata seuraavasti. Työkierron alussa ruiskuvalukoneen sylinterin sula muovi ruiskutetaan ruuvin liikenopeudella ruiskutusnopeutta säätäen muottiin. Ensin muotista täyttyy noin 90 %. Tätä vaihetta seuraa jälkipaine, jossa painetta säättämällä täytetään loput muotista. Massan jäähtyminen alkaa muotissa jälki- eli pitopaineen aikana. Muoteissa on myös vesikiertoinen jäähditys, joka edistää jäähtymistä. Yleensä jäähtyminen on ruiskuvaluprosessin pisin työvaihe. Jäähtymisen aikana sylinteriin annostellaan uusi erä muovia ruuvin avulla. Sula muovi on valmis ruiskutettavaksi seuraavassa iskussa muottiin. Muotinpuoliskot avautuvat ja kappaleet poistetaan muottipesästä. Viimeisessä vaiheessa muotti sulkeutuu ja työkierto voi alkaa jälleen alusta. Muoviosien kromausvaihe on myös erilainen kuin messinkiosien. (Järvinen 2008, 180–182.)

### 3.1.9 Muovi- ja messinkikromaus

ABS on edelleenkin yleisin muovi, joka metalloidaan galvaanisesti paksulla kerroksella (Järvinen 2008, 67). Oraksen Rauman tehtaalla kromataan sekä muovi- että messinkituotteita yrityksen muovi- ja messinkikromaamossa. Kromattu pinta on kirkas ja hyvin heijastava (Aaltonen ym. 2005, 398). Pintoja kromataan ulkonäön vuoksi, korroosiosuojaksi, ja kestävyuden lisäämiseksi. Muoviosien pinta joudutaan esikäsittelemään useissa eri kylvyissä ennen kuin nikkeli saadaan tarttumaan muovin pintaan. Esikäsitteilykylpyjen jälkeen muoviosat ovat valmiita kromaukseen aivan kuten mikä tahansa metallituote.

Oraksen kromausprosessissa tuotteet ripustetaan telineisiin ripustuspaikalla, josta kuljetin siirtää telineet kromauslinjalle tai varastopaikkaan odottamaan jatkokäsittelyä. Linjan tietokoneohjausjärjestelmän mukaisesti ne käsitellään kromauslinjoilla tuote- ja materiaali-kohtaisesti. Messinkituotteiden koko kromausprosessi on kestoltaan noin 1,5 tuntia ja muovituotteiden noin 2,5 tuntia. Kromauksen jälkeen kappaleet puretaan telineistä, tarkastetaan visuaalisesti ja pakataan.

### 3.1.10 Kokoonpano ja testaus

Kromauksen jälkeen hana siirtyy kokoonpanoon, jossa siihen liitetään tarvittavat tiivisteet, muovi- ja elektroniikkaosat. Oraksella on Rauman tehtaallaan käsikokoonpanotyöpisteitä, puoli- ja automaattikokoonpanolinjoja. Kokoonpanossa hanan toimintamyös testataan paineilmalla tai vedellä vuotojen todentamiseksi. Hyväksytyt lopputuotteet varustetaan valmistajaleimalla, pakataan, pakkaukseen lisätään ohjeet ja tuote siirretään varastoon odottamaan toimitusta asiakkaalle. Kuva 1. esittää Oraksen hana valmistusprosessia.



Kuva1. Hananvalmistusprosessi (Oras Oy:n intranet 2018)

## 4 LAATUJOHTAMINEN

Laatujohtaminen on toimintamalli, jonka avulla organisaatiosta pyritään saamaan laatua korostava ja laaduntuottamiseen sitoutuva. Laatujohtamisessa kehittämisen painopiste on pienissä ja jatkuvissa parannuksissa. Tavoitteena on rakentaa laatu prosessin sisään ja poistaa toiminnasta virheet ja muut epäkohdat. Myös lyhyitä läpimenoaikoja tavoitellaan, koska ne lisäävät nopeutta ja joustavuutta ja vähentävät sidotun pääoman määrää. Laatujohtamisen laatuajatteluun tulisi sitouttaa koko henkilöstön. (Logistiikan maailman www-sivut 2018.)

### 4.1 Laatu

Laatu on aina nähty hyvänä ja tavoittelemisen arvoisena asiana. Laatugurut ovat kirjoittaneet omat määritelmänsä laadusta kulloisenkin ajan hengen mukaisesti. Ensimmäinen lähestymistapa on tuoteperusteinen, olipa kyseessä palvelutuote tai perinteinen tuote. Toisena asiana laadun määritelmä keskittyy asiakastyytyvyyteen, jonka parantaminen on pohja koko laatutyölle. Laatuasiat koskettavat myös toimintaa. Puhutaan tuotelaadusta ja toiminnan laadusta. Uuden laatumääritelmän on kirjoittanut Tri

Mikel J. Harry. Laatu on tuotteen tai palvelun kyky täyttää asiakkaan tarpeet ja odotukset sekä tuottaa valmistajalleen voittoa. Laatu tuo tyytyväisyyttä ja rahaa. (Karjalainen 2006.)

Uusi laadun määritelmä huomioi sopivuuden käyttöön, asiakastyytyväisyyden ja painottaa myös palvelua. Uutena asiana tulee arvon korvaus ja se huomioi myös tuottajatytyväisyyden. Tuottajatytyväisyysnäkökulma on tärkeä. Nykyään on yleistä pitkät toimittajaketjut ja vaarana tappion tekeminen laadun kustannuksella. Painotetaan tuotavuutta ja kannattavuutta. Puhutaankin kumppanuudesta, jossa molempien osapuolten, niin asiakkaan kuin toimittajan pitää saada riittävä korvaus panoksestaan. (Karjalainen 2006.)

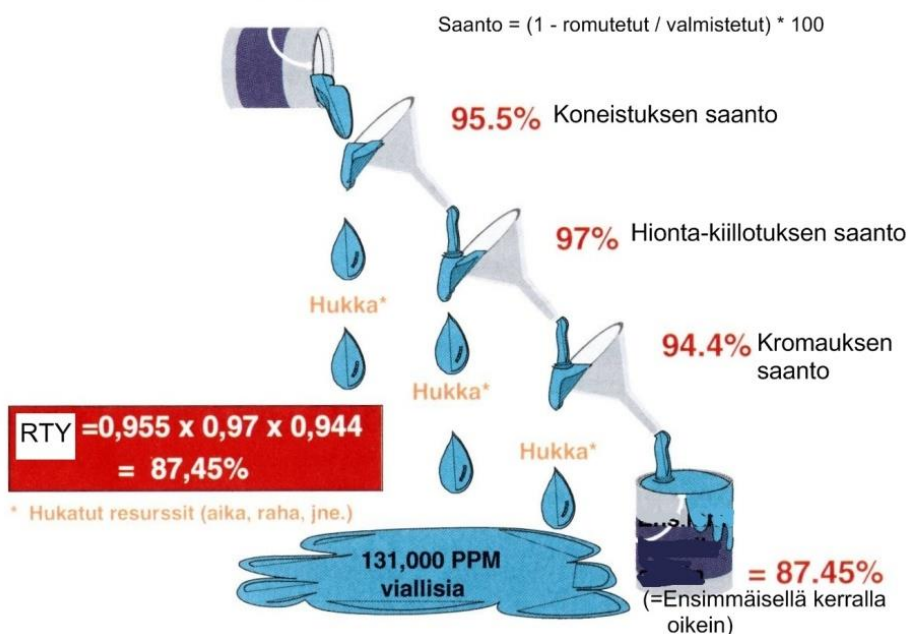
#### 4.2 Laatuksustannusten välttäminen

Laatujohtaminen perustuu resurssien käyttämiseen etukäteen laatu poikkeamien estämiseksi. Laatu tason nostaminen vähentää korjattavien virheiden määrää, jolloin yritykselle syntyy kustannussäästöjä. Tutkimusten mukaan ennaltaehkäisy on lähes poikkeuksetta halvempaa kuin valmiin tuotteen tai palvelun virheiden korjaaminen. Laatu tuottava tuotantoprosessi on usein tehokkaampi: pienempi hävikki, vähemmän korjauksia, pienempi työntekijöiden vaihtuvuus parantuneen työtytyväisyyden ansiosta - ja usein vähemmän aikaa tarvitaan käsittelemään asiakasvalituksia. (Länsiluoto 2007.)

#### 4.3 Laatujohtamisen mittarit

Mittarit ovat laatujohtamisessa tärkeitä työkaluja, joilla kerätään tietoa tutkittavista prosesseista tai ilmiöistä. Mittareilla voidaan arvioida prosessin tai tuotteen kyvykkyttä tai laatua. Mittaaminen mahdollistaa asioiden tehokkaan hallitsemisen, viestinnän ja johtamisen. Laatujohtamisessa usein mitataan tuotannon tai toiminnan laatua. Oraksella toiminnan laadun ja tehokkuuden mittaamiseen on käytössä useita erilaisia mittareita, esimerkiksi komponenttien täyttöaste, toimitusvarmuus, asiakasreklamaa-

tiot, tehokkuus, saanto %, saanto €, FTY eli prosessin ulostulosaanto tai RTY. ”Läpivöyrytettyä saantoa (Rolled Throughput Yield) käytetään määrittämään prosessin todellinen saanto, joka sisältää myös piilotehtaat. Piilotehdas ei lisää arvoa asiakkaalle ja se sisältää korjauksia asioihin, jotka eivät ole onnistuneet ensimmäisellä kerralla oikein.” (Karjalainen & Karjalainen 2002, 106.) Kuva 2 esittää miten läpivöyrytettyä saantoa eli Rolled Throughput Yield (RTY) voidaan laskea usean työvaiheen valmistusprosessissa.



Kuva 2. Rolled Throughput Yield (RTY) läpivöyrytetyn saannon laskeminen (Oras Oy:n intranet 2018)

## 5 LEAN

Lean-toimintatavassa ei ole mitään turhaa, vaan toiminnassa keskitytään lisäarvon tuottamiseen asiakkaalle. Lean-toimintamalli on alun perin kehitetty Japanissa Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta. Lean levisi ensiksi autoteollisuuteen, mutta tällä hetkellä Lean on johtava tuotantoperiaate lähes kaikilla toimialoilla. Lean-periaatteita noudattavat yritykset ovat tavallisesti toimialansa kannattavimpia ja nopeimmin kas-

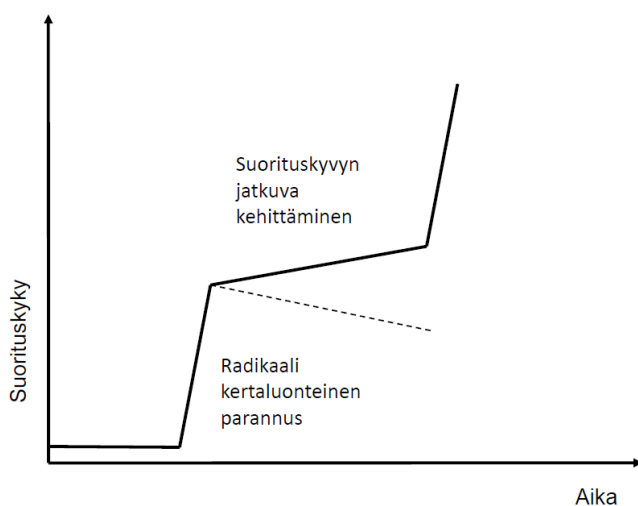


vavia. Lean-filosofiassa tärkeintä on asiakaslähtöisyys ja lisäarvon tuottaminen asiakkaalle. Lean-toimintatavassa määritetään ne toiminnot jotka tuovat arvoa asiakkaalle ja kohdistetaan voimavarat yksinomaan näihin toimintoihin. Arvoa lisäävä toiminto = toimenpide, joka muokkaa tai muotoilee ainetta, kappaletta tai informaatiota vastaamaan asiakkaan vaatimuksia. (Kouri 2010, 2-5.)

### 5.1 Jatkuva parantaminen

Oleellinen osa Lean-filosofiaa on ”Kaizen” eli jatkuva parantaminen. Lean-kehitystoiminta perustuu toiminnan jatkuvaan ja systemaattiseen parantamiseen. Vastuu tuotteen ja toiminnan laadusta sekä kehitystyöstä on jokaisella työntekijällä. Kehitystoiminta toteutetaan pienryhmissä, jotka perehtyvät esille tuleviin ongelmiin, suunnittelevat ratkaisut ja toteuttavat ne. Kehitysideoiden ei tarvitse olla mullistavia, vaan voidaan edetä pienin askelin. (Kouri 2010, 35-41.)

Kuva 3 esittää miten prosessin suorituskykyä voidaan kehittää pitkäjänteisesti menestyksekkäämmin kuin radikaalisti kertaluonteisilla parannuksilla.



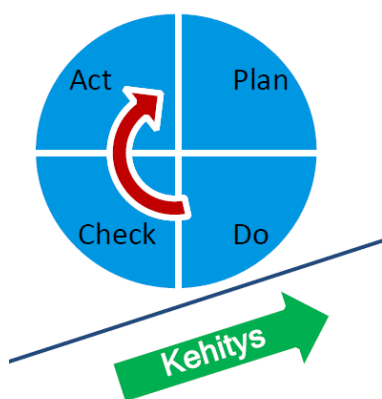
Kuva 3. Suorituskyvyn jatkuva kehittäminen (Kouri 2010, 36)

Lean-filosofiassa jatkuvassa parantamisessa ongelma on tilaisuus kehittää, laatua, työskentelytehokkuutta tai työturvallisuutta. Varastojen poistaminen ja tuotannon virtauttaminen tuovat ongelmat esiin. Yrityksellä tulee olla valmiudet ratkaista ongelmat

ja työntekijän rooli jatkuvassa parantamisessa on etsiä uusia kehityskohteita sekä avustaa ongelmien ratkaisua pienryhmissä. (Kouri 2010, 37.)

## 5.2 PDCA-sykli

PDCA-sykli (Plan, Do, Check, Act) on ongelman ratkaisumalli ja prosessin kehittämismenetelmä. Muita nimiä samalle ratkaisumallille on mm. Demingin laatuympyrä, PDCA-kehityssykli ja Suunnittele-Tee-Tarkasta-Toimi-ympyrä. Kuvassa 4 on kuvattu PDCA-syklin toimintamalli, joka on yksi keskeisiä työkaluja jatkuvassa parantamisessa, laatujohtamisessa ja prosessinkehittämisessä. (Liker & Niemi 2010, 23.)



Kuva 4. PDCA-sykli (Kouri 2010, 38)

PDCA perustuu ympyrään, jota kierretään: ensin suunnitellaan (plan), sitten tehdään (do). Tekemisen jälkeen tarkistetaan (check) ja tehdään tarvittaessa korjaukset (act). Korjausten jälkeen ympyrässä palataan alkuun, eli suunnitteluun. Kehittäminen nähdään spiraalina, päättymättömänä prosessina – jokaisen ympyrän kierroksen jälkeen ollaan kierroksen lähempänä tavoitetta. Kehittämisen osittaminen sykleihin, ympyrän kierrokseen, perustuu jatkuvan oppimisen ajatukseen, informaatio ja omat tietomme ovat rajalliset, mutta kehittyvät spiraalin aikana. PDCA-sykli työntää päätökseen. Toimintamalli opettaa yksilöille taitoja toimia tehokkaasti pienissä ryhmissä, ratkaista ongelmia, dokumentoida ja parantaa prosesseja, koota ja analysoida tietoa sekä opettaa itseohjautuvaa johtamista vertaisryhmissä. (Liker & Niemi 2010, 23.)

### 5.3 Juurisyyn selvittäminen – 5 kertaa miksi

Leanissa pyritään parantamaan jatkuvasti valmistusprosessin tehokkuutta ja laatua. Tämä edellyttää, että ymmärretään:

- Mikä on nykyinen suoritustaso?
- Mitkä ovat kehitystoimenpiteiden vaikutukset?
- Onko meillä poikkeama tai ongelma?

Ongelmanratkaisusta ei tehdä liian vaikeaa.

Monimutkaisten menetelmien sijaan pyritään käyttämään yksinkertaisia, selkeitä ja toimivia työkaluja, kuten viisi kertaa miksi. Kuvassa 5 on kuvattu esimerkki: 5 kertaa miksi ongelmanratkaisutekniikasta. (Kouri 2010, 80-84.)

#### Esimerkki: 5 kertaa miksi - juurisyyn selvittäminen

Lähtötilanne: Öljyä tehtaan lattialla

1. miksi? Tiiviste on rikki.
2. miksi? Edellisen huollon yhteydessä tiiviste rikkoutui.
3. miksi? Varaosista ei löytynyt sopivaa tiivistettä.
4. miksi? Tiivisteet olivat loppuneet.
5. miksi? Varaosavaraston hallinta ei toimi.

Kuva 5. Esimerkki: 5 kertaa miksi – juurisyyn selvittäminen (Kouri 2010, 84)

Yleensä huomataankin, että juurisyyn on aiheuttanut useita muita ongelmia. Juurisyitä ei ole vain korjattu aiemmin. Tämän vuoksi ongelman kirjaaminen, juurisyyn selvittäminen ja korjaaminen on tärkeää. Juurisyyn selvittäminen ei saa päätyä henkilökysymyksiin. Jos ongelman juurisyiksi saadaan ihminen, analyysi on tehty väärin. Kuvassa 6 on kuvattu Lean-toimintamalli ongelmatilanteissa. (Kouri 2010, 85.)



Kuva 6. Lean-toimintamalli ongelmatilanteissa (Kouri 2010, 86)

#### 5.4 Hukka

Lean-ajattelussa hukkaa on kaikki turha ja arvoa lisäämätön työ. Lean-filosofian tarkoituksena on tuottavuuden parantaminen hukkia poistamalla, mutta ei työtahtia lisäämällä. Kehitystoimenpiteet ja jatkuva parantaminen tähtäävät molemmat hukkailmiöiden poistamiseen. (Kouri 2010, 25.)

Toyota on tunnistanut seitsemän lisäarvoa tuottamattoman hukan päätyyppiä liiketoiminta- ja valmistusprosesseissa. On olemassa myös kahdeksas hukkatyyppi, joka on sisällytetty mukaan.

- 1. Ylituotanto.** Tilaamattomien osien valmistaminen, mikä aiheuttaa tarpeetonta henkilökunnan palkkaamista ja varasto- ja kuljetuskustannuksia liiallisen varastoinnin vuoksi.
- 2. Odottelu.** Työntekijät joutuvat vain valvomaan automatisoitua konetta tai seisoskemaan odotellen seuraavaa käsittelyvaihetta, työkalua, toimitusta, komponenttia jne. tai heillä ei yksinkertaisesti ole mitään tekemistä varaston loppumisen, käsittelyviiveiden, välineistön sammuttamisen ja kapasiteetin pullonkaulojen vuoksi.
- 3. Tarpeeton kuljettaminen.** Keskenäisen tuotannon kuljettaminen pitkiä matkoja. Materiaalien, osien tai valmiiden hyödykkeiden siirtely varastoon, varastosta tai prosessista toiseen.

4. **Ylikäsittely tai virheellinen käsittely.** Tarpeettomien työvaiheiden suorittaminen osien käsittelyssä. Tehoton käsittely huonon työkalun tai puutteellisen tuotesuunnitelun vuoksi, mistä aiheutuu tarpeetonta liikkumista ja virheitä tuotteeseen. Hukkaa syntyy myös, kun tuotetaan laadukkaampia tuotteita kuin on välttämätöntä.

5. **Tarpeettomat varastot.** Liikaa raaka-aineita, keskeneräisiä tuotteita tai valmiita lopputuotteita. Näistä seuraa pidempiä läpimenoaikoja, vanhentuneisuutta, vahingoituneita osia, kuljetus- ja varastokustannuksia ja odottelua. Lisäksi suuret varastot kätkävät sellaisia ongelmia kuten tuotannon epätasapainon, myöhästyneet toimitukset alihankkijoilta, piilevät laaturiskit, koneiden alhaisen käyttösuhteen ja pitkät asetusajat.

6. **Tarpeeton liikkuminen.** Kaikki turha liike mitä työntekijän täytyy suorittaa työn aikana, kuten osien, työkalujen jne. etsiminen, kurkottelu ja pinoaminen. Toyotan Lean-mallin mukaan myös kävely on hukkaa.

7. **Viat.** Viallisten osien tuottaminen tai korjaaminen. Osien korjaaminen, pois heittäminen, uuden osan valmistus ja tarkastus tarkoittavat tarpeetonta käsittelyä, hukattua aikaa ja turhaa työtä.

8. **Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen.** Ajan, ideoiden, taitojen, parannusten ja oppimismahdollisuuksien hukkaaminen, kun työntekijää ei sitouteta tai kuunnella.

Taiichi Ohno piti ylituotantoa kaikkein suurimpana hukkana, koska se aiheuttaa suurimman osan muusta tuhlauksesta. Kun tuotannossa valmistetaan osia enemmän kuin asiakas haluaa, niin jonnekin kertyy aina varastoa. Suuret puskurivarastot peittävät alleen prosessin todellisia ongelmia. Miksi välittää työvälineiden ja koneiden ennakkohuolloista, jos konerikot eivät vaikuta loppukokoonpanoon kuitenkaan? Miksi välittää muutamista laatuvirheistä, jos vialliset osat voi vain heittää pois? Pahimmassa tapauksessa tämä voi tarkoittaa sitä, että kun viallinen osa löydetään, niin niitä saattaa olla varastossa jo useiden viikkojen verran. (Liker & Niemi 2010, 28-29.)

Lean-filosofiaa voidaan soveltaa melkein minkä tahansa toimialan, palvelun tai prosessin parantamiseen. Lean-ajattelussa ongelmanratkaisusta ei ole tehty liian vaikeaa, vaan toiminnan kehittäminen on järjestelmällistä ja pitkäjänteistä yhteistyötä.

## 6 SIX SIGMA

Six Sigma on työkalu, jonka keskeisenä ajatuksena on keskittyä prosessin vaihteluun. Se ei ole parannusohjelma, vaan suorituskyvyn (Capability) parannusmenetelmä. Six Sigma perustuu tieteelliseen parannusmetodiin, jossa hyödynnetään tilastollista ajattelua ja menetelmiä. Vaihtelun pienentäminen vähentää hukkaa, josta seuraa virtauksen (kapasiteetti) kasvaminen. Vaihtelu aiheuttaa virheitä, virheet aiheuttavat vikoja ja viat aiheuttavat hukkaa. Six Sigmassa keskitytään vaihtelun minimoimiseen ja Lean keskittyy hukan poistamiseen. Terminä Six Sigma kuvaa erittäin suorituskykyisen prosessin kykyä tuottaa huippulaatua. Tällä laatutasolla toimivissa prosesseissa virheiden määrä on alle 3,4 virhettä miljoonaa virhemahdollisuutta kohden (DPMO). Virhe määritellään tuotteen tai palvelun (laatu)poikkeamana sovitusta spesifikaatorajoista. Six Sigma pyrkii pienten parannusten sijaan saamaan aikaan radikaaleja muutoksia prosesseihin. Six Sigma on menetelmä, jossa asiantuntijat ratkaisevat ongelmat tieteellisesti. (Six Sigman www-sivut.)

Six Sigman tulokseen vaikuttavat tekijät jakautuvat neljälle osa-alueelle:

- Parantunut asiakastyytyväisyys
- Lyhentynyt läpimenoaika (jaksoaika)
- Vähentyneet viat
- Ei-jalostusarvontyön väheneminen (piilotehdas)

Parannukset näillä osa-alueilla saavat yleensä aikaan dramaattisia kustannussäästöjä sekä luovat mahdollisuuksia saada uusia asiakkaita uusilta markkinoilta ja lisäävät liikevaihtoa. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 17.)

### 6.1 DMAIC–ongelmanratkaisumalli

Karjalainen ja Karjalainen (2002, 43) avasivat, että Six Sigma metodissa tärkeää on, kuinka voidaan löytää systeemistä prosessin suorituskykyä parantavat tekijät ja muuttaa näitä radikaalisti. Suorituskyvyn parantaminen poikkeaa perinteisestä ongelmanratkaisusta, jossa haetaan ilmeistä syytä. Suorituskyvyn parantamisessa on keskeistä

löytää satunnainen syy (common cause), kuten hoitotieteessä krooninen sairaus, jonka syytä ei tiedetä.

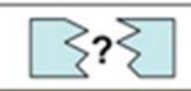




Satunnaisen syyn löytämiseksi tri Mikel J. Harry kehitti DMAIC-prosessin. DMAIC muodostuu sanoista define, measurement, analysis, improvement, control eli määrittely, mittaus, analysointi, parannus, ohjaus. Six Sigma on enemmän kuin hullu visio ja tavoite. Se on viisivaiheinen DMAIC-prosessi, jolla tavoite saavutetaan. Menetelmä perustuu dataan ja tilastolliseen strukturoituun ongelmaratkaisumenetelmään, jossa käytetään useita erilaisia tilastollisia työkaluja. Yleensä näiden kanssa käytetään yhdessä integroitua tilastosoftaa esimerkiksi Minitab. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 43.)

## 6.2 DMAIC-mallin edut ja erot

DMAIC-ongelmaratkaisumallin edut ja erot voidaan kiteyttää seitsemään kohtaan:

1. **Ongelman mittaaminen.** Mallissa ei ainoastaan oleteta, että ymmärretään, mikä ongelma on, se on aina todistettava tosiasioilla.
2. **Keskittyminen asiakkaaseen.** Ulkoinen asiakas on aina tärkeä, vaikka vain yritettäisiin leikata kustannuksia prosessista.
3. **Juurisyyden todentaminen.** Vanhan tavan mukaisesti, jos työryhmä päättää yhdessä syystä, se on riittävä peruste. Six Sigmassa syy on todistettava uudelleen faktoilla ja datalla.
4. **Vanhoista tavoista luopuminen.** DMAIC-projektien ratkaisujen ei pitäisi olla vain pieniä muutoksia vanhaan prosessiin. Luovia uusia ratkaisuja saadaan aikaiseksi todellisilla muutoksilla ja tuloksilla.
5. **Riskin johtaminen.** Ratkaisujen testaus ja kehittäminen on oleellinen osa Six Sigmaa.
6. **Tulosten mittaaminen.** Kaikkien ratkaisujen seuraaminen on oleellista, jotta voidaan varmistua todellisesta vaikutuksesta. Faktoihin turvaututaan entistä tiukemmin.
7. **Muutosten ylläpitäminen.** Jopa parhaat saavutetut uudet käytännöt voivat kuolla, jos niitä ei hoideta, kehitetä ja vaalita. Ratkaisumallin viimeinen avain on muutoksen pysyvyys. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 43-44.)

Kuvassa 7 on havainnollistettu DMAIC–ratkaisumallin prosessin parannus ja prosessin suunnittelu.

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

Kuva 7. Prosessin parannus Six Sigmalla (Karjalainen & Karjalainen 2002, 49)

## 7 KOE-ERÄTOIMINTAMALLI

Koe-erätoimintamalli on systemaattinen lähestymistapa työkalujen, prosessien ja tuotelaadun parantamiseen. Nykyinen koe-erätoimintamalli on ollut Oraksella käytössä jo varsin pitkään. Koe-erätoimintamallin puutteet eivät ole aiemmin aiheuttaneet suu-

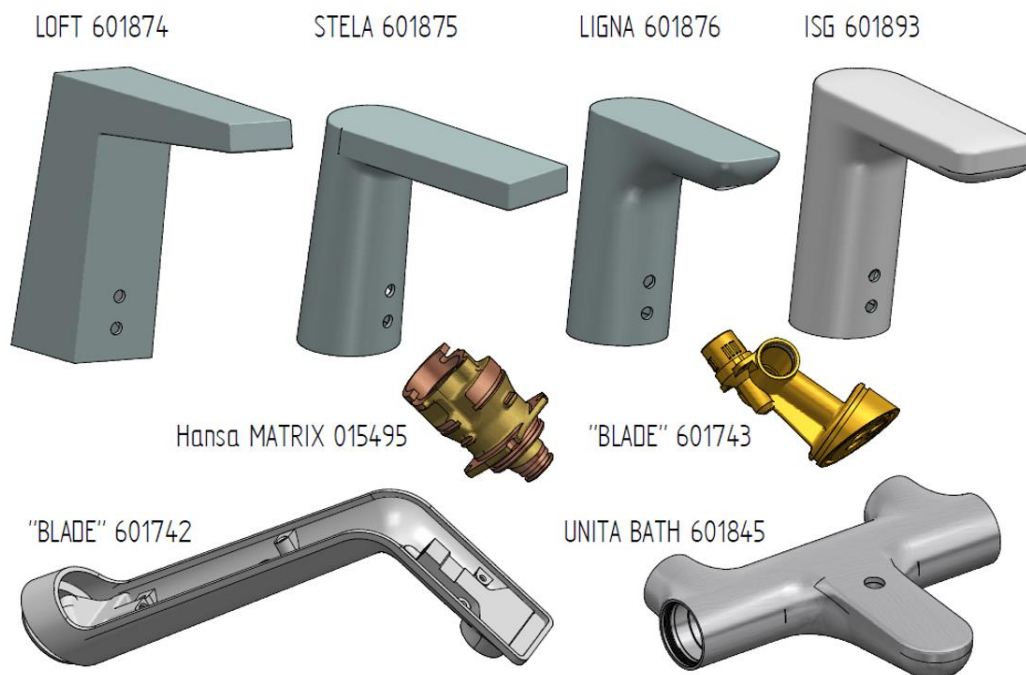


remmin ongelmia koe-erien valmistuksessa. Kun koe-eriä on valmistettu vuoden aikana vähäinen määrä, niin toiminnassa esiintyvien ongelmien ja haasteiden kanssa on pystytty elämään. Kolmena viimeisenä vuotena toimintamallin käyttö on ollut tuotannon valmistuskapasiteetin ääri rajoilla.

Oras tuplasi liikevaihtonsa yritysostolla vuonna 2013 hankkimalla saksalaisen Hansa Metallwerke AG hana-alan yrityksen, joka oli Oraksen kilpailija saksankielisessä Euroopassa. Yritysoston jälkeen muodostettiin Oras Group, jossa on kaksi vahvaa brändiä Oras ja Hansa. Oras Groupin konsernijohtaja Pekka Kuusniemi kertoi tuolloin yrityskaupan olevan erittäin tärkeä läpimurto Saksan ja Manner-Euroopan suurille markkinoille. (Oras ostaa saksalaisen hanavalmistaja Hansan. 2013.)

Oras Groupin strategia yritysoston jälkeen oli ensin kasvattaa yrityksen tuoteportfolioa ja tuotevalikoimaa. Strategiajaksolla määritettiin myös, että strategiajakson loppuvaiheessa tuoteportfolion valikoimaa ja eri brändien tuotteiden päällekkäisyyttä lähdetään järjestelmällisesti purkamaan. Vuosina 2015–2017 Oraksen Rauman tehtaalla tuotannossa ajettiin ylös yrityksen historian suurin määrä uusia tuotteita näin lyhyen ajan sisällä. Koe-erätoimintamalli oli merkittävässä roolissa uusien tuotteiden valmistuksessa. Koe-erätoimintamallia on käytetty 3 viime vuoden aikana 44 eri messinkikomponentin valmistuksen aloituksessa ja saannon parantamisessa. Kuvissa 8, 9, 10 ja 11 on havainnollisesti esitetty messinkikomponentteja, joiden valmistus ja saannon parantaminen alkoi vuosina 2015–2017 ja jatkuu edelleen.

### Uudet tuotteet 2015:



Kuva 8. Messinkikomponentit joiden valmistus aloitettiin vuonna 2015 (Oras Oy 2018)

### New products 2016



Kuva 9. Messinkikomponentit joiden valmistus aloitettiin vuonna 2016 (Oras Oy 2018)

## 2017 New Products



Kuva 10. Osa messinkikomponenteista joiden valmistus aloitettiin vuonna 2017 (Oras Oy 2018)



Kuva 11. Osa messinkikomponenteista joiden valmistus aloitettiin vuonna 2017 (Oras Oy 2018)

## 7.1 Nykyinen koe-erätoimintamalli

Nykyinen koe-erätoimintamalli perustuu asiantuntijoiden tiimityöskentelyyn. Tiimi asiantuntijoita työskentelee ongelman parissa ja he ideoivat parannuskeinon komponentin saannon parantamiseksi. Ideoita ongelman ratkaisemiseksi voi olla useita, mutta vain yhtä muutosta kerrallaan kokeillaan. Saavutettua koe-erän tulosta verrataan aikaisemmin saavutettuun tulokseen. Yleisimmin saantoa parantavat toimenpiteet lähtevät liikkeelle valuprosessin kehittämisestä, mutta koe-erillä voidaan todentaa myös muissa työvaiheissa tehtyjen muutoksien vaikutusta. Saantoa parantavat toimenpiteet valuvaiheella voivat olla esimerkiksi materiaalimuutokset, keernaan tehdyt muutokset, kokilliin tehdyt muutokset, erilaiset peitostekokeet, muutokset valuparametreihin tai muutoksien testaus erilaisissa työtavoissa. Parhain työtapaa pyritään vakiinnuttamaan standardityötavaksi ja se myös ohjeistetaan.

## 7.2 Koe-eräsaate

Koe-erätoimintamallin ydin rakentuu koe-eräsaatteen ympärille. Koe-eräsaate 14828 Optima-juoksuputken koe-erästä on esimerkkinä liitteissä liite 1. Kun työryhmä on tehnyt päätöksen, mitä toimenpidettä kokeillaan, niin sen jälkeen sovitaan koe-valun ajankohta. Valimon laadunohjaaja valmistele paperisen koe-eräsaatteen, joka kulkee koe-erän mukana koko valmistusketjun läpi aina kokoonpanoon saakka. Koe-eräsaate on yrityksen verkkohakemistoon tallennettu Excel-tiedosto, joka sitten tulostetaan keltaiselle paperille jokaisen koe-erän mukaan. Koe-eräsaatteeseen työntekijät kirjaavat tarvittavat tiedot paperille, joka seuraa koe-erää koko sen valmistuksen ajan. Koe-erä on valmis, kun koe-eräsaate palautuu takaisin valimon laadunohjaajalle ja koe-erän kaikki kappaleet on kasattu sekä romut kaikilta eri työvaiheilta on kerätty talteen.

### 7.3 Raportoinnin muut työkalut QAD, JotBar, SPT ja QlikView

Koe-eräsaatteen lopputulosta voidaan verrata QAD-tuotannonohjausjärjestelmästä aiemmin kerättyyn tietoon tai muihin saman tuotteen aikaisempiin koe-eräsaatteisiin, jotka on tallennettu yrityksen verkkohakemistoon. QAD:lle raportoidaan komponenttien valmistustiedot työvaiheittain hyvät, huonot ja korjaukseen menevät kappaleet. Lisäksi järjestelmään raportoidaan virhesyyt ja valmistukseen käytetty työaika. QAD-tuotannonohjausjärjestelmästä tietoja voidaan hakea komponenttikohtaisesti eri aikajaksoilta, työvaiheilta ja myös hylkysyyt saadaan kaivettua järjestelmästä. Määrätyistä koe-erista tehdään myös SPT-projektio. SPT-ohjelma on Oraksen ja CodeControl Oy ohjelmistoyrityksen yhteistyössä valmistama laadunparannustyökalu, jolla voidaan analysoida ja vertailla virhesyitä sekä erilaisten virhetyyppien esiintymisalueita. Virhetyypit kirjataan eri työvaiheissa paperille ja laadunohjaajat siirtävät tiedot SPT-ohjelmaan. Muu raportointi työvaiheilla tapahtuu käyttämällä JotBar-päätteitä, joissa on viivakoodinlukija ja päätteillä voidaan myös kirjoittaa suoraan käyttämällä päätte-laitteen kosketusnäyttöä. Raportointiohjelmistoa käytetään työajanseurantaan, töiden-seurantaan ja kulunvalvontaan. Tiedot JotBarilta siirtyvät QAD:lle ja QAD:n tiedot siirtyvät edelleen QlikView:lle. QlikView on analyysiohjelma, joilla kerättyä tietoa voidaan analysoida joustavammin ja helpommin.

## 8 TUTKIMUKSEN SISÄLTÖ JA TULOKSET

Nykyisen koe-erän haasteita ja ongelmia lähdettiin kartoittamaan aloituspalaverissa. Osallistujina olivat ne henkilöt, jotka ovat työskennelleet koe-erien parissa tai vastaavat niiden toteuttamisesta osastoillaan. Osallistujat olivat eri työvaiheiden, -tehtävien ja osastojen edustajia sekä lisäksi osallistujia oli eri organisaatioista ja organisaatiota-soilta. Osallistujia oli kaikkiaan 12 henkilöä.

Aloituspalaverissa osallistujat kirjasivat Post it lapuille kehityskohteita ja haasteita nykyisestä koe-erätoimintamallista. Jokainen kirjasi 1-3 asiaa, jonka jälkeen asiat kirjat-

tiin muistiin ja jokainen sai vuorollaan kertoa, miksi kyseinen asia koettiin haasteelliseksi. Useilla vastaajilla esiin nousi samoja kehityskohteita. Aloituspäiväkirjassa kirjattavat kehityskohteet on esitetty liitteessä 2.

### 8.1 Yhteenveto 2017 vuoden koe-erien tilastoista

Valimon laadunohjaaja Mirva Meriluoto keräsi tilastotietoa vuoden 2017 aikana lähetetyistä koe-eristä ja niistä tehtiin yhteenveto. Tilastotiedot vuoden 2017 koe-eristä on esitelty seuraavissa taulukoissa 1-3 ja kuviossa 1-3. (Meriluoto sähköposti 5.6.2018)

Taulukko 1. Valmistuneet ja keskeytetyt koe-erät vuonna 2017

Koe-erien valmistuminen	Koe-erien määrä
Lähetetyt koe-erät	81
Keskeytetty	32
Valmistuneet	49

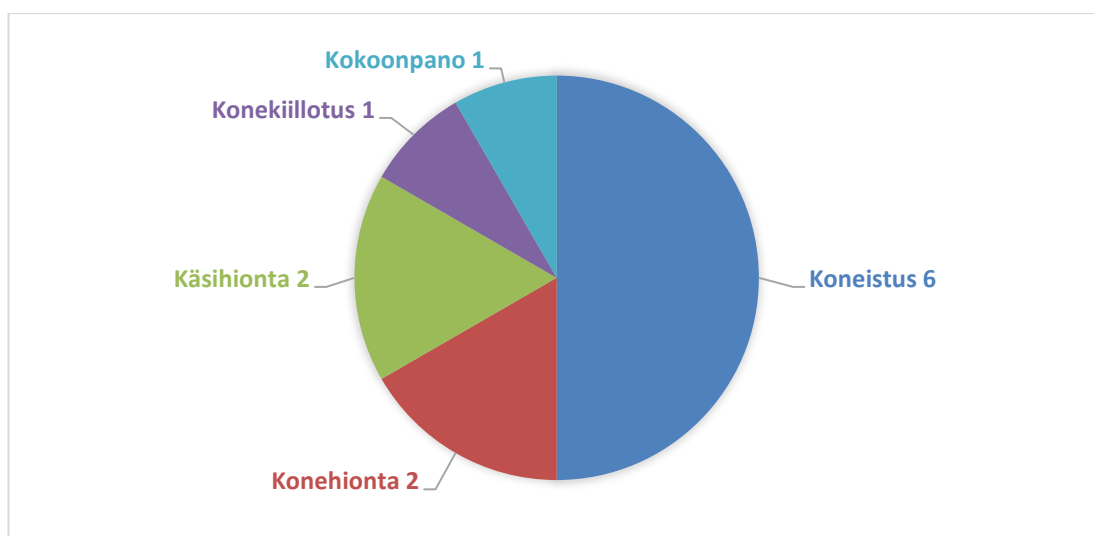
Taulukko 2. Keskeytyneiden koe-erien keskeytyssyyt ja määrät vuonna 2017

Keskeytyksen syy	Koe-erien määrä
Kadonnut	12
Muutos	8
Valuvika	10
Muu syy	2

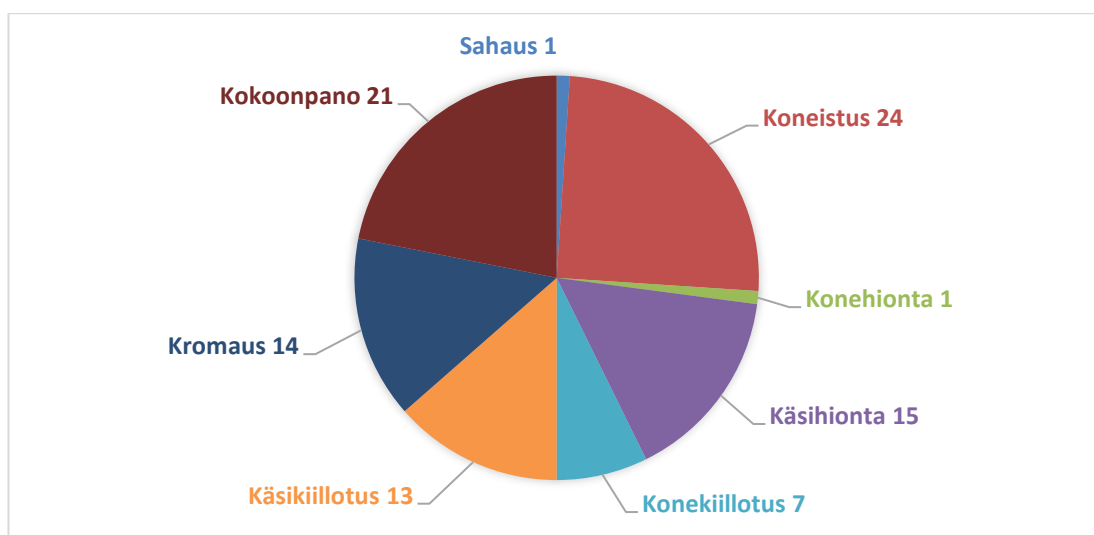
Koe-eriä on jouduttu keskeyttämään vuoden aikana eri syistä johtuen jopa 32 kertaa. Muutos on keskeyttänyt koe-erän valmistuksen kaikkiaan 8 kertaa. Komponenttiin tai tuotteeseen on tehty muutos, jonka vuoksi koe-erän kappaleita ei ole voinut enää käyttää tuotteen valmistuksessa. Valuvika, joka on todettu vasta myöhemmässä työvaiheessa, on keskeyttänyt koe-erän 10 kertaa. Suurin syy koe-erien keskeytykseen on koe-erän katoaminen tuotannossa. Koe-erien katoaminen ilmenee erityisesti koneistusvaiheella. Kromausvaiheella taas koe-eriä ei ole hävinnyt lainkaan. Muu syy on keskeytyminen, jonka syytä ei ole kirjattu minnekään muistiin.

Taulukko 3. Koe-erien läpimenoaikoja valmistusketjussa vuonna 2017

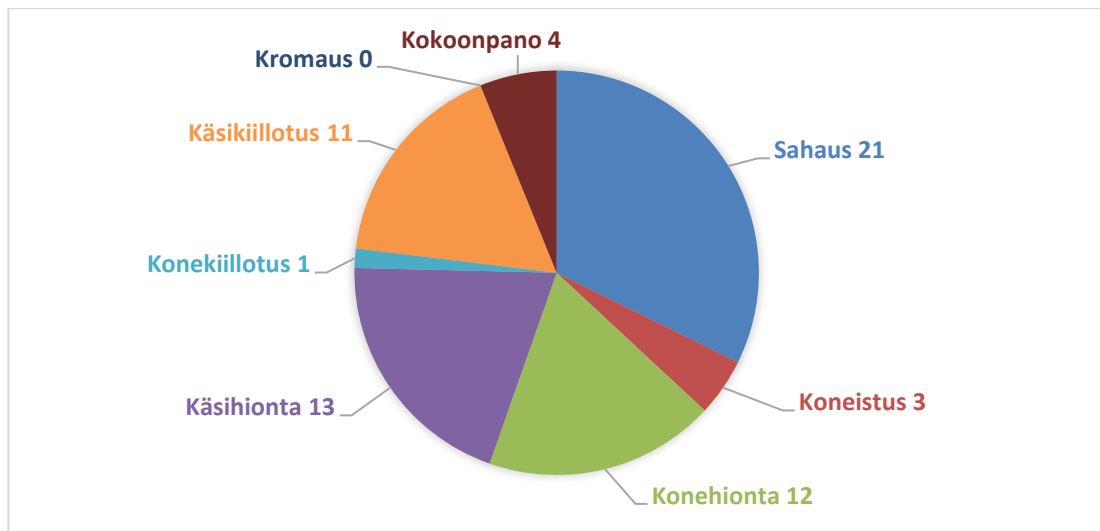
Läpimenoajan kuvaus	Vuorokautta
Sisärunkojen keskimääräinen läpimenoaika	7
Nopeimmat sisärungot	1
Hitaimmat sisärungot	23
Pintatuotteiden keskimääräinen läpimenoaika	31
Nopeimmat pintatuotteet	5
Hitaimmat pintatuotteet	164



Kuvio 1. Kadonneet koe-erät eri työvaiheissa vuonna 2017



Kuvio 2. Työvaiheet, joissa kappaleiden määrä on lisääntynyt tai vähentynyt vuonna 2017



Kuvio 3. Työvaiheet, joissa koe-eräsaatteen tiedot ovat olleet puutteellisia vuonna 2017

## 8.2 Kysymyslomake ja vastaaminen

Aloituspalaverissa saatujen lähtötietojen ja kerättyjen tilastojen perusteella ei ollut vielä riittävän kattavasti tietoa koe-erätoimintamallin haasteista, ongelmista, kehityskohteista ja näiden laajuudesta sekä merkityksestä kokonaisuuden kannalta. Kerättyjen tietojen perusteella laadittiin kysymyslomake, jolla pyrittiin selvittämään koe-erätoimintamallia perusteellisemmin ja laaja-alaisemmin kuin tässä vaiheessa saatavilla olevilla tiedoilla olisi ollut mahdollista. Kysymyslomakkeesta valmisteltiin 3 eri versiota, joita testattiin ensin 3 eri vastaajalla, jonka jälkeen saadun palautteen perusteella lomaketta muokattiin. Vastausaikaa kyselyyn oli varattu puoli tuntia ja alustuksen jälkeen oli myös mahdollisuus esittää vielä tarkentavia kysymyksiä. Kysymyslomake löytyy kokonaisuudessaan liitteenä 3.

## 8.3 Vastaajien taustatiedot

Vastaajien työvuodet yrityksessä olivat keskiarvoltaan noin 9 vuotta, kun lyhin työsuhte oli kestänyt vain puoli vuotta ja pisin yli 26 vuotta. Varsinaiseen kyselyyn osallistui kaiken kaikkiaan 20 henkilöä. Kaikki vastaajat ovat työskennelleet koe-erien parissa jollain tasolla, vaikka työskentelevät eri työvaiheissa ja -tehtävissä.



Taulukko 4. Kyselylomakkeen vastaajat jaoteltuna tehtävän, toiminnon ja osaston mukaan

Tehtävä	Toiminto	Osasto
Laadunvarmistuspäällikkö	Laatu	Laadunvarmistus
Menetelmäsuunnittelija	Teknologia	Menetelmäsuunnittelu
Tuotannonsuunnittelija	Valmistus	Tuotannonsuunnittelu
Esimies	Valmistus	Valimo
Esimies	Valmistus	Koneistus
Esimies	Valmistus	Hiontakiillotus
Esimies	Valmistus	Kromaamo
Esimies	Valmistus	Kokoonpano
Laadunohjaaja	Valmistus	Valimo
Laadunohjaaja	Valmistus	Hiontakiillotus
Laadunohjaaja	Valmistus	Kromaamo
Laadunohjaaja	Valmistus	Kokoonpano
Laadunohjaaja	Valmistus	Kokoonpano
Valaja	Valmistus	Valimo
Koneistaja	Valmistus	Koneistus
Konekiillottaja	Valmistus	Hiontakiillotus
Käsihioja	Valmistus	Hiontakiillotus
Käsikiillottaja	Valmistus	Hiontakiillotus
Kokooja	Valmistus	Kokoonpano
Kokooja	Valmistus	Kokoonpano

#### 8.4 Kyselyn tulokset

Kyselyn tulokset kirjattiin yhteen Excel-taulukkoon tuloksien analysoimisen helpottamiseksi. Tuloksien laskeminen ja vertailu helpottui huomattavasti Excel-taulukon toiminnoilla ja jaottelemalla tiedot loogisesti sekä systemaattisesti. Lomakkeessa kysyttiin samankaltaisia kysymyksiä hieman eri näkökulmista painotettuina. Kyselyn kaikki vastaukset löytyvät yhteenvetona liitteessä 4.

#### 8.5 Kyselyn tuloksien analysointi

Kysymykset eivät olleet lomakkeessa missään erityisessä järjestyksessä, mutta analyysivaiheessa kysymykset järjesteltiin muutaman eri otsikon alle. Vastaajien taustatietoja ei ole kirjattu yhteenvetoon, mutta tietoa on hyödynnetty kuitenkin vastauksia

analysoitaessa. Taustatiedosta oli huomattavaa hyötyä tuloksien vertailussa. Esitystavan ja analysoinnin helpottamiseksi kysymyslomakkeessa olleet vastausvaihtoehdot täysin eri mieltä ja jokseenkin eri mieltä yhdistettiin eri mieltä -vastaukseksi. Täysin samaa mieltä ja jokseenkin samaa mieltä vaihtoehdot yhdistettiin samaa mieltä -vastaukseksi.

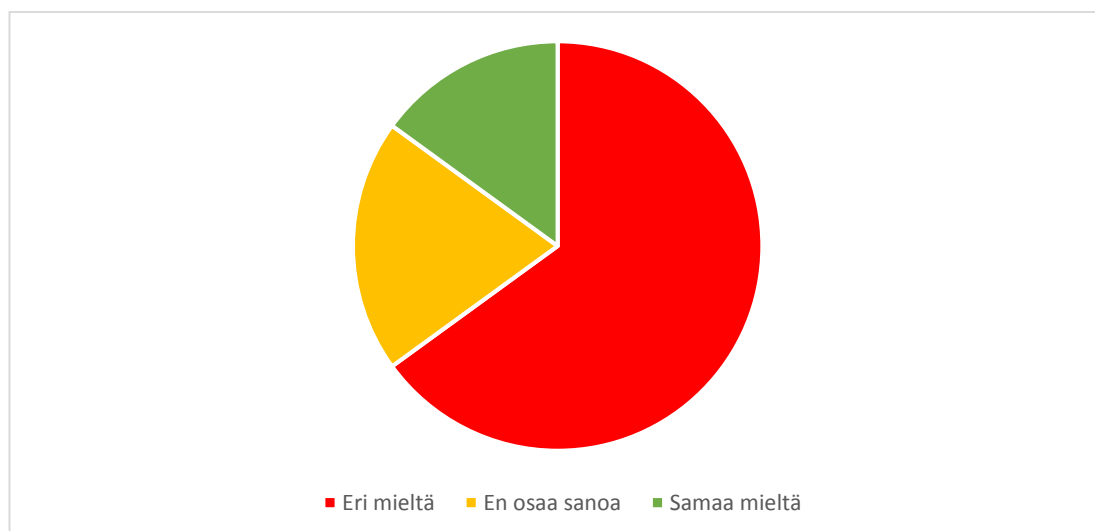
### 8.5.1 Koe-erän suunnittelu

Yli puolella vastaajista (75 %) ei ollut tietoa koe-erien kokoonpanon aikataulusta.

Vastaajista 40 %:n mielestä testien lopputulosta ei varmenneta uusintatesteillä ja vastaajista 50 % ei osannut sanoa mielipidettään.

Vastaajat, jotka työnsä puolesta vastaavat suuremmista kokonaisuuksista kokivat koe-erien aiheuttavan hieman haittaa asiakastoimituksille (30 %) ja (45 %) vastaajista taas oli sitä mieltä, että koe-erät kyetään hoitamaan ilman merkittävää haittaa asiakastoimituksille. Suorissa työvaiheissa työskentelevät henkilöt eivät nähneet koe-erien vaikutuksella yhteyttä asiakastoimituksiin.

Yli puolet vastanneista (65 %) oli eri mieltä siitä, että koe-erä on hyvin ennalta priorisoitu ja vain 15 % oli samaa mieltä. Edellä olevat vastaukset kuvastavat sitä, että koe-erän valmistuksen suunnitteluun ja priorisointiin ei ole kiinnitetty erityisesti huomiota.



Kuvio 4. Koe-erä on hyvin ennalta priorisoitu

Vastaajat, jotka ovat koe-erien organisoinnissa ja seuraamisessa mukana (40 %), kokivat että koe-erän kokoa ei ole systemaattisesti määritelty ja 45 % vastaajista ei ilmaissut mielipidettään. Vastauksista ilmenee, että koe-erän koko vaihtelee jopa saman tuotteen koe-erien sisällä.

Yli puolet vastaajista oli sitä mieltä, että koe-erien valmistumiselle ei ole laadittu aikataulua (55 %) ja vain 20 % vastaajien mielestä aikataulu oli laadittu. Jos aikataulu on laadittu, niin se ei ole ainakaan valtaosan vastaajien tiedossa.

Puolet vastaajista (50 %) oli sitä mieltä, että koe-erien valmistumiselle ei ole määritetty vastuuhenkilöitä ja koe-erän tekijöitä ei ole myöskään nimetty 50 %:n vastaajien mielestä. Molemmissa kysymyksissä 20 % vastaajista näki, että vastuuhenkilö oli määritetty ja koe-erän tekijä oli nimetty. Se, että koe-erän vastuuhenkilöitä ja tekijöitä ei ole ennalta määritelty saattaa johtaa epävarmuuteen ja tilanteeseen, jossa kukaan ei halua ottaa vastuuta koe-erän valmistuksesta.

Vain muutama vastaaja eli 20 % oli eri mieltä siitä, että koe-erän valmistuspaikka on kirjattu koe-eräsaatteeseen. Valmistuspaikan ja käytettyjen työkalujen merkitystä ei voida myöhemmin todentaa, koska näitä tietoja ei ole aina kirjattu koe-eräsaatteeseen. Reilu kolmannes vastaajista (35 %) kokivat, että käsihionnan ja -kiillotuksen korjauskierrokset huomioidaan koe-erissä hyvin ja 10 % vastaajista oli eri mieltä.

Neljännes vastaajista (25 %) koki, että tuloksien kannalta merkityksettömien työvaiheiden ohittaminen käy helposti ja 70 % vastaajista ei osannut sanoa mielipidettään. Jos haetaan parannusta määrätylle alueelle, niin merkityksettömien työvaiheiden ohittaminen nopeuttaa tuloksien saamista merkittävästi. Työvaiheiden ohittaminen saattaa kuitenkin jättää koe-erään piilevän laatuongelman ja siksi tulos olisi hyvä varmistaa laajemmalla koe-erällä.

### 8.5.2 Koe-erän toteutus

Hylättyjen runkojen säilyttäminen koe-erissä koettiin ongelmalliseksi erityisesti laadunohjaajien ja esimiesten mielestä (35 %), koska he vastaavat suuremmasta kokonaisuudesta. Työntekijät (45 %), jotka työskentelevät eri työvaiheissa eivät todenneet tässä mitään ongelmaa. Kokonaisuuden ja tuloksien arvioinnin kannalta hylättyjen runkojen säilytykseen on mietittävä parempaa toimintamallia.

Keernahiekan poistamisen suoritetaan tehokkaasti ja nopeasti 25 % kyselyyn vastaajien mielestä. Työn kuvansa vuoksi 75 % vastaajista ei osannut sanoa mielipidettään. Tuloksien perusteella keernahiekan poistamista ei koeta ongelmalliseksi koe-erän valmistumisen kannalta ja läpimenoaikaan sillä on vain vähäinen vaikutus.

Kukaan vastaajista (0 %) ei kokenut, että koe-erien eteneminen olisi nopeaa.

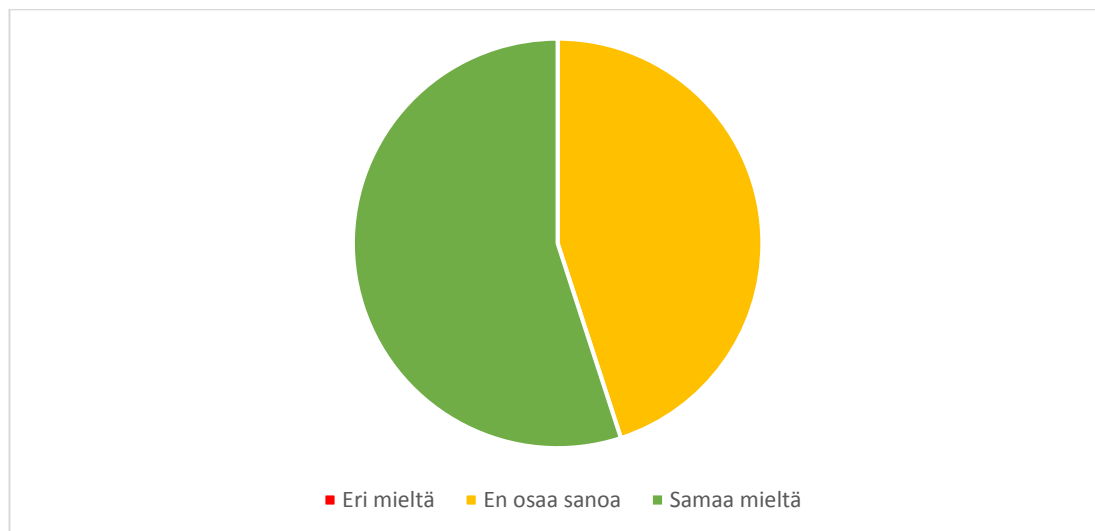
Vastaajien (45 %) mielestä koe-erän jäljittäminen on hankalaa. Ainoastaan 10 % vastaajista piti koe-erän jäljittämistä helppona.

Vastaajista yli puolet (65 %) oli eri mieltä siitä, että koe-erän seuraaminen tuotannossa on helppoa. Kyselyn tulokset ja viime vuonna kadonneiden koe-erien määrä kertoo sen, että koe-erän jäljittämiseen ja seurantaan on panostettava entistä enemmän.

### 8.5.3 Koe-erän raportointi

Vastaajista 70 % ei osannut sanoa aiheuttavatko bugit ongelmia koe-eräsaatteessa. Kuitenkin ne henkilöt, jotka työskentelevät koe-eräsaatteen Excelin kanssa kokivat käytön ongelmalliseksi eli vastaajista 15 %.

Yli puolet vastaajista (55 %) koki, että SPT-projektio tuottaa lisäarvoa koe-eriin.



Kuvio 5. Pintatuotteiden SPT-projektioiden täyttäminen koe-erissä tuottaa lisäarvoa

Yli puolet vastaajista (55 %) koki myös virheiden raportoinnin koe-eräsaatteeseen tuottavan lisäarvoa koe-eriin.

Tasan 70 % vastaajista ei osannut sanoa tuottaako pintatuotteiden JotBar-raportointi lisäarvoa koe-erissä. Ainoastaan 25 % vastaajista koki JotBar-raportoinnin tuottavan

lisäarvoa pintatuotteiden osalta. Vastaukset sisärunkojen osalta olivat samansuuntaiset. Vaikka raportointi on osittain päällekkäistä, niin siitä huolimatta raportointi palvelee tuloksien analysointia. JotBar-raportointi mahdollistaa tietojen keruun ja analysoinnin QAD:n sekä QlikView:n kautta. Virheiden raportointi koe-eräsaatteeseen sitoo virhetiedot kulloiseenkin koe-erään ja SPT-projektio antaa lisäksi virhetyypit ja sijaintitiedot kyseisessä tuotteessa ja koe-erässä.

Yli puolet vastaajista (60 %) oli sitä mieltä, että koe-eräsaatteen täyttäminen on helppoa ja vain 25 % oli eri mieltä.

Koepainotuloksien hyvään dokumentointiin koneistuksessa ja kokoonpanossa liittyvissä kysymyksissä 75 % vastanneista ei osannut sanoa mielipidettään, mutta loput vastanneet olivat sitä mieltä, että tuloksia ei dokumentoida hyvin. Vuotojen tarkastelu helpottuisi jatkossa, mikäli koepainosta kerättäisiin tapauskohtaisesti kattavammin tietoa.

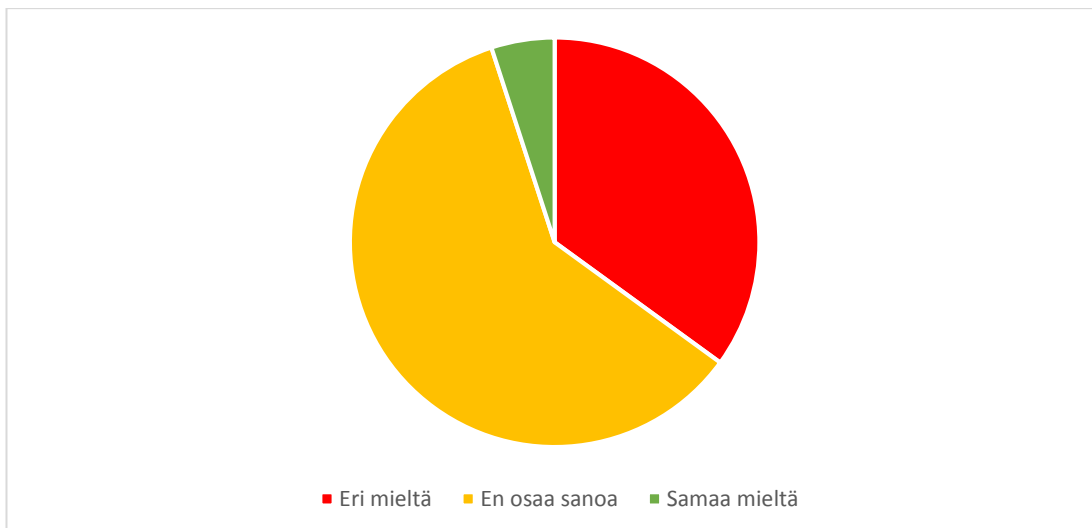
Vastanneista 45 % koki, että koe-erässä tehtyjä muutoksia ei ole dokumentoitu hyvin ja vain 10 % vastaajien mielestä dokumentointi suoritetaan hyvin. Tehtyjen muutoksien toteaminen jälkeenkäin on osoittautunut haasteelliseksi, koska dokumentaatio on ollut usein puutteellista ja melko usein ainoastaan vain muistin varassa.

Tuotenumeron muuttuminen kesken valmistuksen aiheuttaa ongelmia. Kysymys jakoi vastaajien mielipiteet samaa mieltä 45 % ja eri mieltä 35 %.

#### 8.5.4 Koe-erän informaatio

Selkeästi yli puolet vastaajista (65 %) koki, että muutostarvetta ei ole tiedotettu hyvin. Valtaosa vastaajista (70 %) koki, että tehtyjä muutoksia ei ole tiedotettu hyvin. Tehtyjen muutoksien ja muutostarpeen parempi tiedottaminen työntekijöille luultavasti auttaisi ymmärtämään koe-erien laadukkaan läpimenon tärkeyden.

Vastaajista yli kolmannes (35 %) oli sitä mieltä, että työkalujen tuotantokelpoisuuden rajoja ei ole määritelty ja enemmistö vastaajista (60 %) ei osannut kertoa mielipidettään.



Kuvio 6. Työkalujen tuotantokelpoisuuden rajat on määritelty

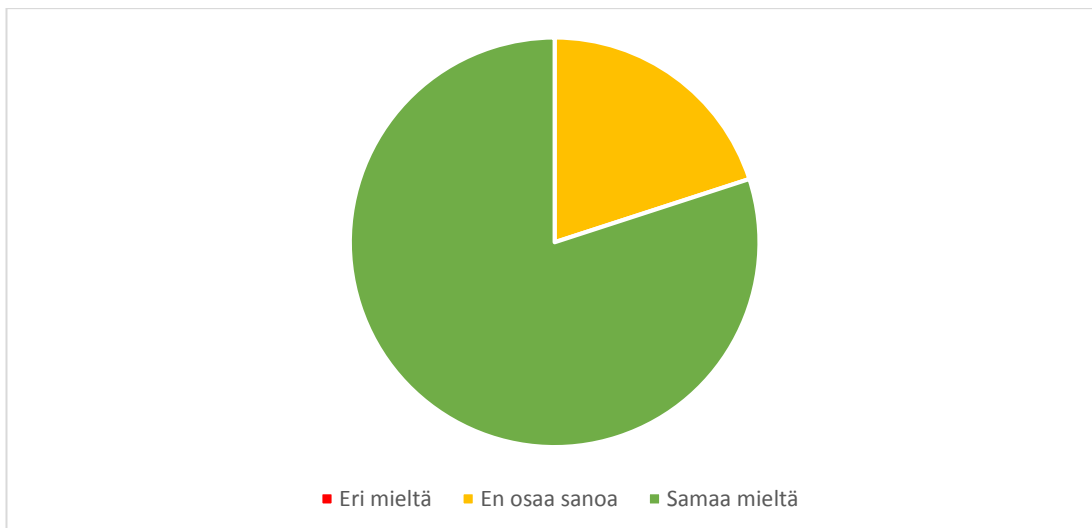
40 % vastaajista oli eri mieltä siitä, että työkalut hyväksytään, kun ne ovat tuotantokelpoisia. Vain 15 % vastaajista oli samaa mieltä. Työkalujen tuotantokelpoisuuden rajojen määrittely ja työkalujen hyväksyntä johtaisi järjestelmällisempään koe-erätoimintamalliin.

#### 8.5.5 Koe-erän tuloksien analysointi

Vastaajista vain 5 % koki kerätyn datan analysoinnin ja vertailun helpoksi ja 60 % ei osannut sanoa mielipidettään. Vastaajista 35 % oli vertailun helppoudesta eri mieltä eli käytännössä ne vastaajat, jotka työssään analysoivat ja vertailevat kerättyä dataa. Yli puolet eli 55 % vastaajista oli eri mieltä, että koe-erän muutoksien hallinta ja niiden jäljittäminen on helppoa.

Vain 20 %:lla vastaajista oli tiedossa tuotekohtaisten koe-erien paras lopputulos. Vastauksien perusteella lopputulos ei ole edes avainhenkilöiden tiedossa.

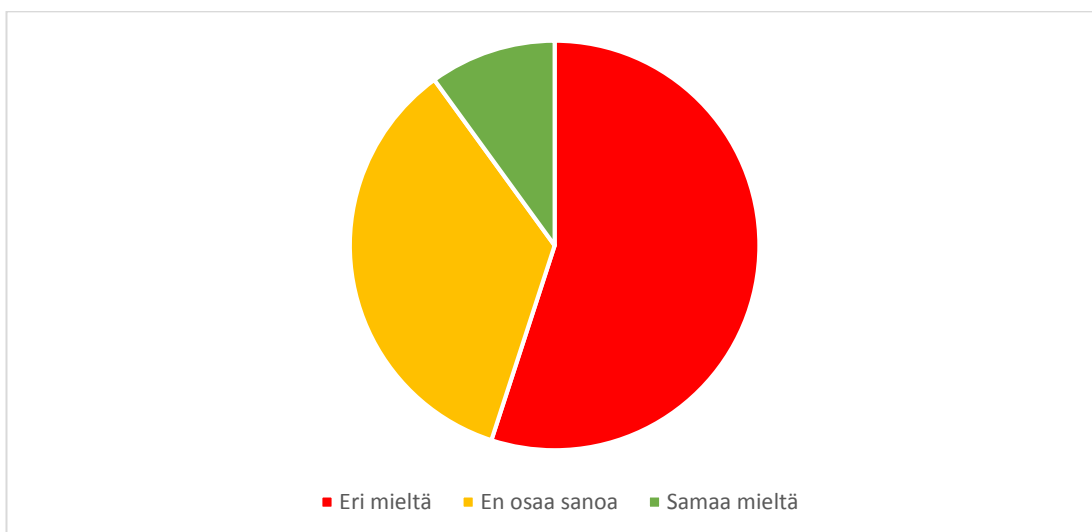
Vastaajista selkeä enemmistö (75–80 %) kokee, että kappaleiden katoaminen tai lisääntyminen aiheuttaa ongelmia koe-eriin. Virheellisten kappaletietojen vuoksi tuloksien analysointi on vielä haasteellisempaa.



Kuvio 7. Koe-erän kappaleiden katoaminen aiheuttaa ongelmia koe-erän tuloksien mittaauksessa

Väitteeseen ”koe-erässä kerätyn datan perusteella voidaan tehdä luotettavia johtopäätöksiä”, vastaukset jakautuivat siten, että 25 % oli eri mieltä ja 35 % vastaajista oli samaa mieltä. Vastaajista 40 % ei osannut sanoa mielipidettään tähän kysymykseen. Väitteeseen ”koe-erät on helppo erottaa toisistaan”, vastaukset jakautuivat lähes samalla tavalla. Eri mieltä oli 35 %, samaa mieltä oli 35 % ja 30 % ei osannut ilmaista mielipidettään.

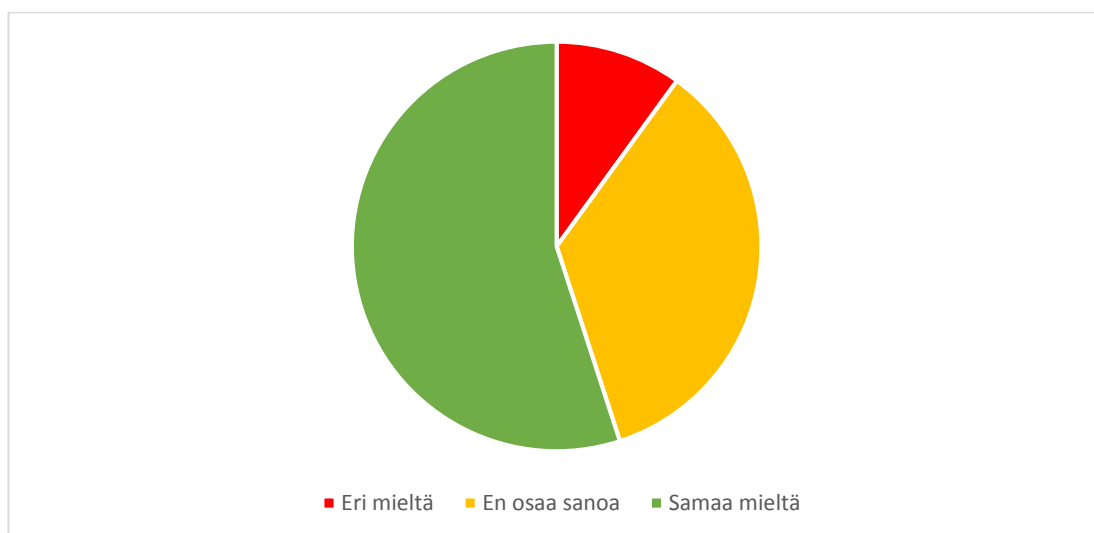
”Tietojen haku koe-eristä on helppoa”, eri mieltä vastaajista oli 55 % ja 35 % ei osannut sanoa.



Kuvio 8. Tiedonhaku koe-eristä on helppoa.

Vastaajista 50 % koki tiedon keräämisen hankalaksi ja 35 % vastaajista ei osannut sanoa.

Vain 5 % vastaajista koki, että tuotteen muutoshistorian selvittäminen on helppoa. Puolet vastaajista 50 % oli eri mieltä. Vastauksien perusteella voidaan todeta, että nykyisessä toimintamallissa tieto on niin hajallaan, että sitä on kerättävä useista eri lähteistä ja tiedon analysointi sekä muutoshistorian selvittäminen on siksi varsin työlästä. Yli puolet vastaajista (55 %) koki, että yksittäisten kappaleiden jäljitettävyydellä valmistusketjussa voidaan saavuttaa merkittäviä etuja. Jos yksittäisten kappaleiden jäljittäminen ja seuranta olisi mahdollista, niin tästä olisi selkeästi hyötyä saannon parantamisessa.



Kuvio 9. Yksittäisten kappaleiden jäljitettävyydellä valmistusketjussa voidaan saavuttaa merkittäviä etuja.

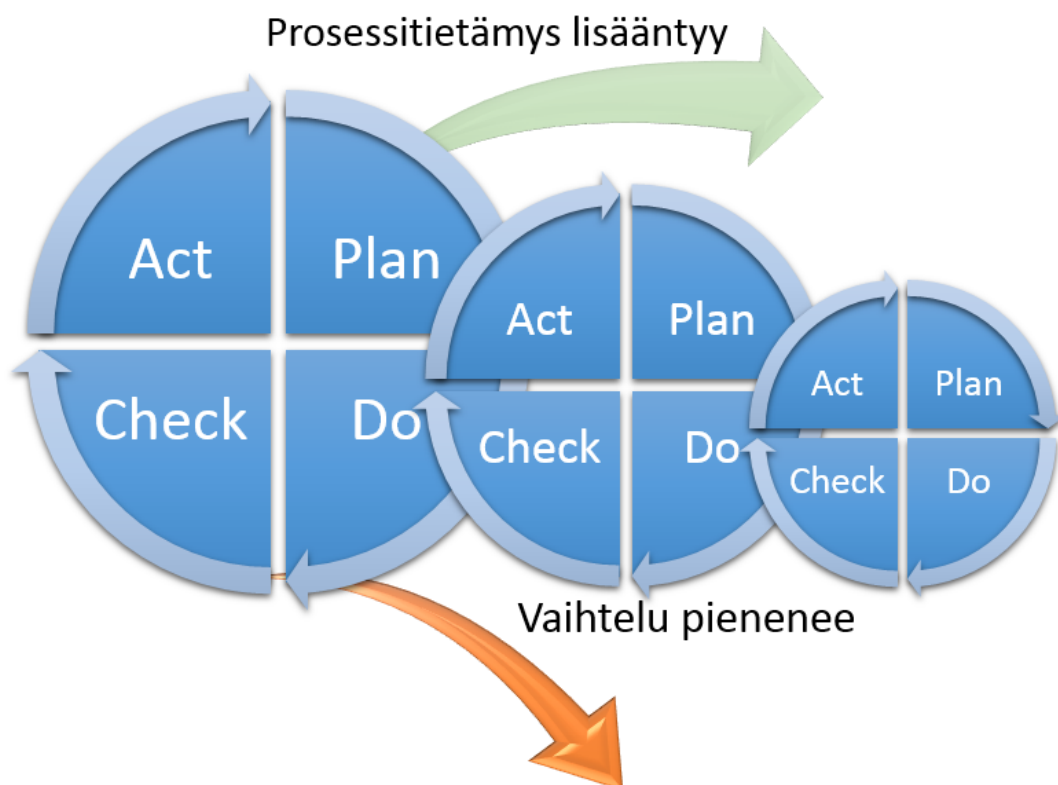
## 9 KOE-ERÄTOIMINTAMALLIN MUUTOKSET

Nykyisessä koe-erätoimintamallissa on paljon hyvää. Koe-erillä on saatu hyviä tuloksia ja merkittäviä parannuksia komponenttien saantoon sekä joitakin laatuongelmia on saatu poistettua lähes kokonaan. Koe-erillä on saatu luotua virtausta, jolloin tuloksien saaminen on ollut paljon nopeampaa kuin jos olisi seurattu muutoksia normaalituotannossa. Muutoksien toteaminen pienemmällä koe-erillä ei myöskään aiheuta riskejä nor-



maalityönteille, vaan muutokset voidaan ottaa käyttöön vasta, kun ne on ensin todennettu käytännössä koe-erien tuloksilla. Koe-erien valmistuminen ei kuitenkaan ole ollut nopeaa ja tuloksien analysointi ja vertailu on ollut hankalaa.

Oraksella jatkuvaa parantamista toteutetaan koe-erissä asiantuntijoiden pienryhmissä tai työryhmissä, jotka perehtyvät ongelmaan, suunnittelevat ratkaisun ja toteuttavat ne. Vastuu kehitystyöstä on pyritty tuomaan jokaiselle työntekijälle ja erityisesti tiimien asiantuntijoille. Koe-erätoimintamalli sitouttaa henkilöstöä, hyödyntää työntekijöiden osaamista ja luo kulttuuria, joka pyrkii ylläpitämään jatkuvaa parantamista. Kuva 11 auttaa havainnollistamaan miten jatkuva parantaminen PDCA-sykleillä lisää tietämystä prosessista ja auttaa vähentämään vaihtelua.



Kuva 11. PDCA-syklien vaikutus vaihteluun ja prosessitietämyksen lisääntymiseen

### 9.1 Koe-erätoimintamalliin ehdotetut muutokset

Tutkimuksen pohjalta koe-erätoimintamalliin ehdotetaan muutamia muutoksia, joilla odotetaan saavutettavan selkeitä parannuksia nykyiseen toimintamalliin. Ehdotetut

muutokset liittyvät toimintamalliin, työkaluihin, suunnitteluun, toteutukseen, raportointiin, johtamiseen, tiedottamiseen, tietojen analysointiin ja itse koe-eräsaatteeseen.










































Koe-erätoimintamalliin ehdotetaan lisättäväksi kahta lisätoimintoa. Nämä lisäykset liittyvät koe-erän suunnitteluun ja tuloksien analysointiin. Näillä lisäyksillä odotetaan parannusta koe-erän läpimenoaikaan, tiedottamiseen ja tuloksien helpompaan analysointiin. Nykyinen toimintamalli keskittyy muutoksien testaamiseen, mutta ei oikeastaan huomioi riittävästi tarvittavia työvaiheita. Tietojen analysointi on koettu hankalaksi ja siihen on kiinnitetty huomioita tekemällä muutoksia koe-eräsaatteeseen. Kuva 12 sisältää ehdotettuja muutoksia koe-erätoimintamalliin.



Kuva 12. Koe-erän suunnittelu- ja katselmuspäivän lisääminen toimintamalliin

### 9.1.1 Koe-eräsaatteen muutokset

Koe-eräsaatteesta valmistettiin testikäyttöön beeta versio. Suurin rakenteellinen muutos on koe-eräsaatteiden datan hallintaan liittyvä muutos. Aiemmin jokaisesta koe-erästä on tehty oma koe-eräsaate, jotka on tallennettu valmistuksen jälkeen valmistuneiden koe-erien hakemistoon. Esimerkkinä kuva 13, jossa nähdään muutamia tallennettuja koe-eriä vuodelta 2017.

Name	Date modified	Type	Size
 15179_602441_korjattu keerna.xls	5.6.2018 12:51	Microsoft Excel 97...	141 KB
 13482_1000755_Huokonen.xls	4.6.2018 11:41	Microsoft Excel 97...	140 KB
 14969_1001612_teräskeerna.xls	29.11.2017 9:27	Microsoft Excel 97...	142 KB
 14731_1002518.xls	17.11.2017 9:13	Microsoft Excel 97...	144 KB
 14802_1001612_palko.xls	15.11.2017 7:10	Microsoft Excel 97...	143 KB
 13590_1002383_Uusi tuote.xls	14.11.2017 7:04	Microsoft Excel 97...	142 KB
 14681_601103_jatkuva valu.xls	9.11.2017 18:27	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14882_1000755_korjattu keerna.xls	8.11.2017 11:44	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14035_1000638_Valettu kwc-1.xls	6.11.2017 12:56	Microsoft Excel 97...	140 KB
 14859_602515_ei moguliin.xls	6.11.2017 12:55	Microsoft Excel 97...	142 KB
 14698_1001695_peitostettu keerna.xls	6.11.2017 7:15	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14807_438123_muutettu kokilli.xls	3.11.2017 11:08	Microsoft Excel 97...	140 KB
 14828_601103_1-paikkainen kokilli.xls	3.11.2017 11:00	Microsoft Excel 97...	143 KB
 14079_1002433_Keernaa viilattu.xls	2.11.2017 10:01	Microsoft Excel 97...	142 KB
 14642_1002368_keernaa viilattu.xls	2.11.2017 10:01	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14535_601874_Uusi muotti.xls	2.11.2017 8:57	Microsoft Excel 97...	142 KB
 14794_1000601_lisää viilausta.xls	25.10.2017 14:07	Microsoft Excel 97...	140 KB
 14591_601103_9-hiekka.xls	25.10.2017 7:16	Microsoft Excel 97...	142 KB
 14670_601103_hiekka 4.xls	25.10.2017 7:14	Microsoft Excel 97...	142 KB
 14371_1000853_Halkeamat pois.xls	24.10.2017 10:58	Microsoft Excel 97...	143 KB
 14739_1000638_lisää ainetta.xls	23.10.2017 13:05	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14669_601103_hiekka 3.xls	18.10.2017 11:10	Microsoft Excel 97...	141 KB
 13650_1001612_Uusi keernalaatikko.xls	11.10.2017 11:09	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14339_601874_uusi muotti (osa 2).xls	11.10.2017 7:41	Microsoft Excel 97...	143 KB
 14641_1001612_nokan pyöritys.xls	10.10.2017 13:25	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14640_1001612_palko nokassa.xls	10.10.2017 13:24	Microsoft Excel 97...	140 KB
 13680_1000601_Uusi tuote.xls	4.10.2017 9:51	Microsoft Excel 97...	141 KB
 12978_1000638_Robottikeerna.xls	4.10.2017 9:50	Microsoft Excel 97...	141 KB
 12570_1000751_uusi tuote.xls	4.10.2017 9:49	Microsoft Excel 97...	141 KB
 13133_1002368_uusi tuote.xls	4.10.2017 9:24	Microsoft Excel 97...	140 KB
 13591_1002386_Uusi tuote.xls	4.10.2017 9:22	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14478_1002468_uusi tuote.xls	21.9.2017 14:06	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14397_601103_korjattu keerna.xls	20.9.2017 8:55	Microsoft Excel 97...	143 KB
 14452_602441_verrokki.xls	18.9.2017 10:42	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14451_602441_viilattu keerna.xls	18.9.2017 10:39	Microsoft Excel 97...	141 KB
 14303_601103_Hiekkakokeilu 3.xls	13.9.2017 8:54	Microsoft Excel 97...	143 KB
 14302_601103_Hiekkakokeilu 2.xls	13.9.2017 8:52	Microsoft Excel 97...	145 KB
 14300_601103_Hiekkakokeilu 1.xls	13.9.2017 8:51	Microsoft Excel 97...	144 KB
 14262_601103_Keernan viilaus.xls	1.9.2017 7:41	Microsoft Excel 97...	144 KB
 14311_159092_Uusi kokilli.xls	25.8.2017 5:45	Microsoft Excel 97...	140 KB
 14299_601874_Muutettu kokilli.xls	25.8.2017 5:38	Microsoft Excel 97...	141 KB

Kuva 13. Pieni osa vuonna 2017 tallennetuista koe-eräsaatteista (Oras Oy:n verkkohakemisto)

Kun koe-erien tuloksia on analysoitu, niin on jouduttu hakemistosta kaivamaan useita eri tiedostoja ja vertailemaan niiden tuloksia keskenään. Uusi koe-eräsaate pitää sisällään samassa tiedostossa kaikki yhden tuotteen koe-erät ja taulukossa on kaikkien saman tuotteen koe-erien tuloksien vertailu kootusti.

Koe-eräsaatteeseen on lisätty muutamia kohtia, jotka tulee huomioida koe-eräsuunnitelmaa tehtäessä. Tehdäänkö koe-eräsaatteeseen virhekoodien raportointi vai valmistellaanko sen sijaan SPT-projektio valituissa työvaiheissa. Voidaan valita mitkä työvaiheet toteutetaan. Tämä antaa mahdollisuuden suppeampien testien organsointiin hallitusti ja näiden testien tulokset jäävät myös historiatietoihin. SPT-projektion valmistaminen vähentää riskiä siitä, että romukappaleita katoaisi koe-erän valmistuksen aikana.

Uusi koe-eräsaate ottaa huomioon myös sen, että kirjataan koe-erästä tiedot myös koneistuksen ja kokoonpanon koepainojen tuloksista. Tämä helpottaa vuotavien tuotteiden saannon parantamista jatkossa. Tutkimuksen pohjalta ehdotetaan, että koepainotulosten raportointiin valmisteltaisiin oma yhdenmukainen raporttipohja.

Koe-eräsaatteeseen lisättiin myös kohta, johon voidaan kirjata valutyökalujen koe-erässä käytetyt revisiotunnisteet. Näin myös eri työkalujen tuloksia voidaan helpommin vertailla keskenään. Tutkimuksen pohjalta ehdotetaan myös, että työkalujen hyväksyntään laadittaisiin oma lomakepohja, jonka perusteella viimeisimmät työkalut voitaisiin todeta tuotantokelpoisiksi.

Yhteen koe-eräsaatteeseen lisättyyn kohtaan kirjataan, onko työvaiheen työohjeet päivitetty. Tällä pyritään varmistamaan se, että parhaan tuloksen saavuttaneet työtavat dokumentoidaan ja standardoidaan työohjeeksi sekä vanhoista työtavoista todella luovutaan. Näin pyritään hallitsemaan jatkuvan parantamisen aiheuttamia muutoksia eri työvaiheilla. Koe-eräsaatteesta voidaan myös todeta, onko koe-erän loppukatselmus pidetty.

Koe-eräsaatteeseen on lisätty myös kohta, joka ottaa kantaa koe-erän koon määrittelyyn. Päätöksen tueksi taulukosta löytyy valimon vuorokohtainen valmistusarvio valoksista, kromaamossa yhteen telineeseen ripustettavien kappaleiden määrä ja otoskohtainen virhemarginaalitalukko. Koe-eräsaatteen Excel-tilukon ehdollinen muotoilu kiinnittää taulukon käyttäjän huomion hyvien ja huonojen kappaleiden työvaihekohtaiseen määrään, mikäli kappaleet ovat lisääntyneet tai vähentyneet eri työvaiheissa.

### 9.1.2 Ehdotetut muutokset työkaluihin ja työkalujen hallintaan

Tutkimuksen pohjalta ehdotetaan muutamia muutoksia koe-erien valmistuksessa käytettäviin työkaluihin. Ensimmäinen ehdotus on kappaleiden kuljetuksissa käytettäviin häkkeihin ja kuljetuslaatikkoihin suositeltava muutos. Laatikoiden ja häkkien maalaminen tai muunlainen merkitseminen auttaisi koe-erien jäljittämistä tuotannossa. Eri-väriset häkit tai kuljetuslaatikot olisivat helposti visuaalisesti tunnistettavissa muun tuotannon seasta. Toinen ehdotus on, että valmistuksessa käytettäisiin vain hyväksytyt työkaluja ja koe-erän valmistuspaikka olisi kirjattu koe-eräsaatteeseen. Työkalujen hyväksyntään tarvitaan oma menettely, kuten on mainittu jo aiemmin.

### 9.1.3 Koe-erän suunnittelupalaveri

Koe-erän suunnittelupalaveriin voisi osallistua tuotannosuunnittelija, työvaiheiden vastuulliset esimiehet ja laadunohjaajat. Suunnittelupalaverissa tulisi käydä läpi koe-erän saattokortin kaikki kohdat ja ottaa näihin kantaa sekä tehdä tarvittavat päätökset koe-erän valmistuksesta. Tässä vaiheessa tulisi dokumentoida myös koe-erän valmistuksen kannalta osiin, parametreihin ja työkaluihin tehdyt muutokset. Suunnittelupalaverissa tulisi lisäksi määritellä valmistusajankohta, koe-erän vastuuhenkilöt ja tekijät sekä tekopaikat. Koe-erän suunnittelupalaverin jälkeen esimiesten vastuulle jää koe-erän vastuuhenkilöiden, työntekijöiden informoiminen ja tiedottaminen tehdyistä muutoksista. Huolellisella koe-erän suunnittelulla ja sopivan eräkoon määrittelyllä pitäisi päästä paljon nopeampaan ja parempaan lopputulokseen kuin aiemmissa koe-erissä on ollut mahdollista. Suunnittelulla koe-erään pitäisi saada luotua aikaisempaa parempi virtaus.

#### 9.1.4 Koe-erän valmistaminen

Koe-erän suunnittelupalaverin jälkeen koe-erän valmistaminen tulisi toteuttaa tehdyn suunnitelman mukaan. Kun koe-erän vastuuhenkilöt, priorisointi, valmistuspaikka ja työntekijät on määritetty, niin koe-erän ei pitäisi jäädä pitkäksi aikaa makaamaan tuotantoon. Jos koe-erä jää jostain syystä pitkäksi aikaa tuotantoon, niin syiden selvittäminen pitäisi onnistua valmistuneiden koe-erien katselmuksessa, koska koe-eräsaateeseen on kirjattu suunniteltu ajankohta, suunnitellut tekijät, tekopaikat ja myös toteutuneet tekoajankohdat, -paikat ja tekijät.

#### 9.1.5 Koe-erän raportointi

JotBar-raportointi tallentaa työntekijöiden raportoimat työtunnit, hyvät ja hylätyt kappaleet, hylkysyyt, valmistuspaikan, työvaiheen ja valmistusajankohdan. Tiedot siirtyvät JotBarista QAD:lle ja QlikView:lle myöhempää käyttöä ja analysointia varten. Oraksella ei ole kuitenkaan käytössä valmistuseräkohtaista raportointia ja siksi koe-erän datan erottelu muusta tiedosta on erittäin hankalaa jollei jopa mahdotonta. Kerätty data sekoittuu muuhun dataan, joka on myös raportoitu järjestelmiin. Mielekästä onkin kerätä tieto koe-eräsaateeseen, jolloin ei tarvitse miettiä onko kerätty tieto olennaista koe-erän osalta. SPT-projektion tekeminen koe-erän valmistuksen yhteydessä tuottaa myös lisäarvoa koe-erään, koska myös virheiden sijaintitieto voidaan saada samalla kertaa ja hylättyjä runkoja ei ole tämän vuoksi välttämätöntä säästää myöhempää tarkastelua varten. SPT-projektiot säästyvät myös myöhempää analysointia varten eikä romujen keräämisestä ja säilytyksestä muodostu ongelmaa.

#### 9.1.6 Johtaminen ja tiedonkulku koe-erän valmistuksessa

Koe-erän suunnittelupalaveri antaa esimiehille ja laadunohjaajille tarvittavat tiedot koe-erän sujuvaan valmistukseen. Vastuuhenkilöiden ja työntekijöiden opastus ja tiedottaminen on entistä helpompaa. Työntekijät voivat ennalta valmistautua tulevaan koe-erään ja he tietävät myös miten heidän tulee menetellä sekä mitä heiltä odotetaan. Määrittämällä vastuuhenkilöt eri työvaiheisiin minimoidaan epäselvyydet koe-erän valmistuksessa.

### 9.1.7 Valmistuneen koe-erän analysointi

Tutkimuksen perusteella toimintamalliin esitetään valmistuneen koe-erän analysointipalaveriä. Koe-erän tuloksien analysointi on jatkossa helpompaa, koska kerätty tieto löytyy aina tuotteen koe-eräsaatteesta ja tietoa ei tarvitse hakea useista eri paikoista, eikä se vaadi jatkossa paljon työaikaa. Toki aluksi tiedon kerääminen on työläämpää ja vanhojen koe-erien tiedot olisi hyvä kerätä samaan tiedostoon.

Jatkossa, kun kerättyä historiatietoa löytyy tuotteen koe-eräsaatteesta, niin uuden parannusidean toteutuksen yhteydessä voidaan analysoida myös aiempien koe-erien tuloksia. Suunnittelu- ja katselmuspäivä on mahdollista yhdistää yhdeksi palaveriksi, jos tuotteen saannon parantamiselle on mietitty useita parannusehdotuksia ja ne kaikki halutaan testata käytännössä.

## 10 KOE-ERÄTOIMINTAMALLIN MUUTOKSIEN TESTAUS

### 10.1 Pintatuotteiden koe-erämallin testaus


Tutkimuksen tulokset esiteltiin 12.9.2018 järjestetyssä palaverissa työryhmälle. Työryhmän jäsenet oli valittu kyselytutkimukseen vastanneiden joukosta ja heidän tehtävänsä koe-erien valmistuksessa oli merkittävä. Tilaisuudessa käytiin läpi Powerpointesitys, jossa oli yhteenveto ja havainnot tuloksista, jotka oli tehty kyselytutkimuksen perusteella. Työryhmälle esiteltiin myös koe-erätoimintamalliin ehdotetut muutokset, uusi toimintamalli ja uuden koe-eräsaatteen beeta-versio. Designo-koe-eräsaatteen beeta-versio koe-erä 13 löytyy esimerkkinä liitteistä liite 5.

Seuraavassa palaverissa 13.9.2018 päätettiin, että uutta toimintamallia ja koe-eräsaatteen beeta-versiota testataan Designo-juoksuputkella tuotenumero 1002383. Testiin valittiin Designo, koska pintatuotteiden valmistaminen oli tutkimuksen perusteella todettu sisärunkojen valmistusta haasteellisemmaksi näiden pitkän valmistusketjun ja läpimenoajan vuoksi. Pintatuotteiden keskimääräinen läpimenoaika oli tutkimuksen perusteella 31 päivää ja sisärungoilla 7 päivää. Palaverin lopuksi esiteltiin uuteen koe-

eräsaatteeseen tehdyt muutokset ja miten koe-eräsaate tulee täyttää sekä sovittiin aikataulu, jonka mukaan edettiin.

## 10.2 Designo-koe-erät 11, 12 ja 13

Designon koe-eräsaatteen beeta-version testausta varten kerättiin kaikki tieto aiemmista koe-eristä ja tulokset tallennettiin samaan tiedostoon. Koe-eräsaatteen beeta-version toimivuutta testattiin ensin kahdella pienimuotoisella koe-erällä. Tuotteelle oli tehty jo aiemmin 10 koe-erää, joten uudet koe-erät olivat uuden toimintamallin mukaan 11 ja 12. Beeta-version käyttöä ja tietojen täyttämistä harjoiteltiin 19.9.2018 yhdessä valimon laadunohjaajan kanssa, koska hän on vastannut aiempien koe-erien lähettamisestä sekä koe-eräsaatteiden täyttamisestä

 **KOE-ERÄSAATE (beeta versio)**

Koe nro	11	nyt	Lyhyt kokeen kuvaus ja tarkoitus:	<b>Peitostettu nanolla, ylänousu pensselöity valkoisella 10 iskun välein. Muutettu kokilli; keernaohjausta muutettu ja työvaraa lisätty</b>
	1002383-101			
Osanumerot	1002383			
pvm	19.9.2018		Lisäohjeet	<b>Säilytä romut ja merkkää virhepaikat tussilla kappaleeseen.</b>
Koesuunnitelma tehty	Ei			
SPT-projektio	Ei			
Ohittaa muun tuotannon	Ei			
Työvaiheet	Vain valitut			
Koepainon raportti	Ei			
Työkalut hyväksytyt	Ei			
Kokeen tyyppi	Muutos			
Työohjeet päivitetty	Ei			
Loppukatselmus tehty	Ei			
Koesarjan suuruus	74			
Kokeen lähettäjä	valimo			

Kuva 14. Ensimmäisen koe-eräsaatteen beeta-version tietojen täyttäminen (Oras Oy:n verkkohakemisto)

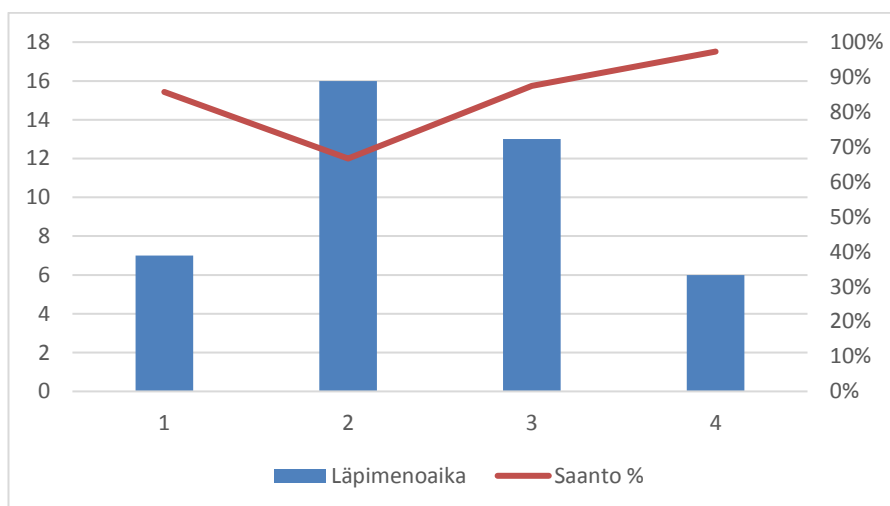
Työryhmä kutsuttiin koolle jälleen 19.10.2018, kun Designon koe-erät 11 ja 12 olivat valmistuneet 15.10.2018. Toteutuneiden koe-erien perusteella tehtiin vielä viimeiset muutokset koe-eräsaatteeseen ja päätettiin merkitä koe-erissä käytettävät häkit ja kuljetuslaatikot maalaamisen sijaan keltaisella teipillä. Muutosehdotukset toteutettiin ja uuden toimintamallin mukainen koe-eräsuunnittelupalaveri pidettiin heti seuraavan viikon maanantaina 22.10.2018 ja varsinaisen testikoe-erän valmistus alkoi 25.10 ja valmistuneen koe-erän katselmus järjestettiin 16.11.2018.



### 10.3 Testin tulos

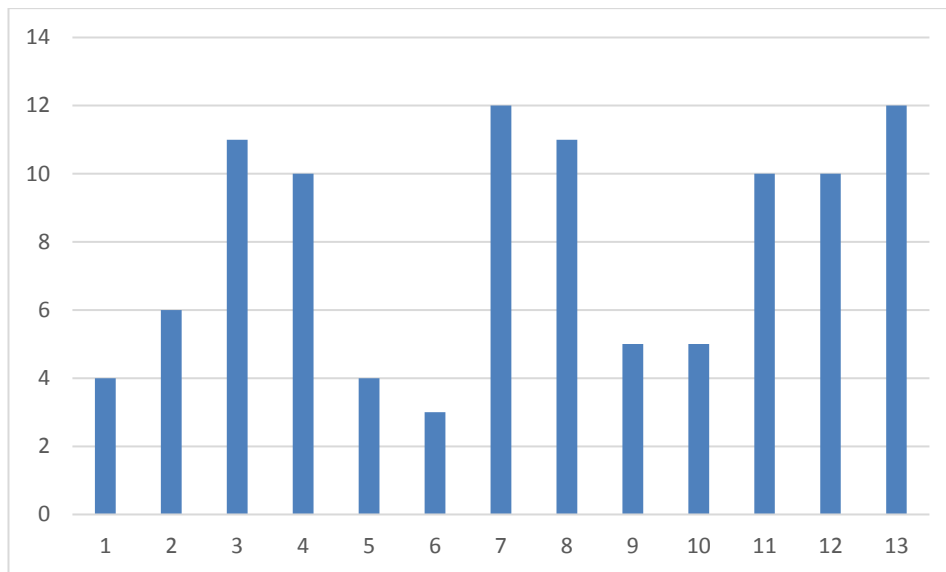
Koe-eräkatselmus järjestettiin välittömästi seuraavana päivänä, kun kokoonpano oli saanut koe-erän valmiiksi. Koe-erä oli suunniteltu valmistuvan jo 7.11.2018, mutta kokoonpano sai koe-erän rungot kasattua lopputuotteiksi vasta 15.11.2018. Rungot olivat valmiina ja varastoituna jo 6.11.2018 kokoonpanon käytettäviksi, mutta ongelmat tiedonkulussa aiheuttivat sen, että tuotteet kasattiin valmiiksi vasta 6 työpäivää myöhemmin.

Koe-erän valmistuminen kokoonpanon käyttöön kesti 6 työpäivää, mikä on tämän tuotteen koe-erien historian paras suoritus, vaikka koneistuksen konerikko viivästytti koe-erän valmistumista kahdella työpäivällä. Lisäksi Designon kokoonpanovaiheen saanto oli paras neljästä koe-erästä, jotka olivat saavuttaneet kokoonpanon työvaiheen. Kokoonpanon koe-erässä todettiin yksi rakennevuotava hana.



Kuva 15. Neljän kokoonpanoon asti valmistuneen Designo-koe-erän läpimenoaika ja saanto % (Oras Oy:n verkkohakemisto)

Koe-eräkatselmuksessa esiin nousi kysymys siitä, että milloin koe-erän kokoonpanon työvaiheista on tarkoituksenmukaista odottaa tuloksia. Yleisesti voidaan todeta, että mikäli koe-erän tarkoituksena on vaikuttaa tuotteen kokoonpantavuuteen tai lopputuotteen toimivuuteen, esimerkiksi vuotoihin, niin tuloksien odottaminen on tärkeää. Mikäli tutkitaan aiemmissa työvaiheissa ilmeneviä laatuongelmia, niin koe-erä voidaan organisoida vain testauksen kannalta tarvittavilla työvaiheilla.



Kuva 16. Design-koe-erien valmistuksessa toteutuneiden työvaiheiden määrä (Oras Oy:n verkkohakemisto)

Vain testin tuloksien kannalta olennaisten työvaiheiden valmistaminen lyhentää olennaisesti koe-erän läpimenoaikaa ja nopeuttaa tuloksien analysointia ja siten vähentää myös hukkaa. Lisäksi lyhemmillä koe-erillä voidaan lisätä prosessitietämystä entistä tehokkaammin. Testi voidaan uusina tarvittaessa koko valmistusketjun mittaisella uusintatestillä ja myös näin vähentää hukkaa. Jatkossa kuitenkin olisi varmistettava, että kokoonpanon esimies, tuotannon suunnittelija ja laadunohjaaja olisivat mukana suunnittelemassa ja aikatauluttamassa koe-erän valmistumista mikäli rungot suunnitellaan kasattavaksi aina lopputuotteiksi saakka.

Testiä toteutettaessa huomattiin, että työntekijät olivat aiempaa sitoutuneempia, kun heitä oli informoitu koe-erän aikatauluista, tärkeydestä, tarkoituksesta ja heidän henkilökohtaisesta roolista testin toteutumisessa. Työntekijät olivat aidosti kiinnostuneita testin suorituksesta aikataulun mukaisesti.

Koe-eräsaatteen beeta-versioon lisätty yhteenveto välilehti suoritetuista koe-eristä helpotti koe-erien keskinäistä vertailua merkittävästi. Jatkossa ei ole enää epäselvää, mikä koe-erä on tehdyistä koe-eristä paras.

Valu	Valun tarkastus	Sahaus	Koneistus	Konehionta	Käsihionta	Konekiillotus	Käsikiillotus	Kromaus	Kokoonpano
100 %	83 %	100 %	94 %	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!
100 %	72 %	97 %	#JAKO/0!	100 %	#JAKO/0!	70 %	#JAKO/0!	8 %	#JAKO/0!
100 %	100 %	100 %	81 %	100 %	100 %	100 %	21 %	-300 %	#JAKO/0!
100 %	61 %	100 %	53 %	87 %	#JAKO/0!	77 %	#JAKO/0!	70 %	86 %
100 %	86 %	100 %	80 %	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!
#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	100 %	#JAKO/0!	#JAKO/0!	55 %	#JAKO/0!	82 %	#JAKO/0!
100 %	91 %	100 %	70 %	100 %	96 %	74 %	25 %	60 %	67 %
100 %	#JAKO/0!	100 %	100 %	76 %	84 %	85 %	83 %	40 %	88 %
100 %	#JAKO/0!	100 %	100 %	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	44 %	33 %	#JAKO/0!
100 %	#JAKO/0!	100 %	100 %	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	33 %	0 %	#JAKO/0!
100 %	#JAKO/0!	100 %	100 %	96 %	100 %	77 %	68 %	94 %	#JAKO/0!
100 %	#JAKO/0!	83 %	100 %	94 %	100 %	0 %	61 %	71 %	#JAKO/0!
90 %	99 %	100 %	100 %	89 %	80 %	80 %	80 %	77 %	97 %

Kuva 17. Designo-koeeerien yhteenveto (Oras Oy:n verkkohakemisto)

Koe-eräsaatteesta saatiin arvokasta tietoa tuotteiden läpimenoajasta, koska koe-eräsaatteeseen on kirjattu suunniteltu ja toteutunut aikataulu. Jokaisen toteutuneen ja suunnitellun koe-erän myötä seuraavan koe-erän suunnittelun pitäisi tarkentua ja aiemmista kokemuksista voidaan siten jatkossa saada arvokasta lisätietoa. Katselmuksessa voidaan myös visuaalisesti erittäin helposti todeta, onko kappalemäärien raportointi suoritettu oikein. Huomattiin kuitenkin, että solut joissa on kaava ja automaattinen muotoilu täytyy jatkossa suojata, koska kaavasoluun oli syötetty suoraan numerotietoa.

Koe-erä oli päätetty toteuttaa siten, että kappaleiden virhealueista valmistettiin valituista työvaiheista SPT-projektiot. Esimerkki kromausvaiheen SPT-projektiosta löytyy liitteestä 6. SPT projektiosta jää tallenne myöhemmin hyödynnettäväksi ja koe-erässä hylättyjen kappaleiden säästäminen myöhempää tarkastelua varten ei ole enää tarpeellista. Jos eri koe-eristä tehdään SPT-projektiot, niin koe-erien muutoksien vaikutusta voidaan vertailla keskenään sekä virheiden esiintymisalueiden, virhetyyppien ja virhemäärien osalta. Lisäksi ei tarvitse säilyttää useiden koe-erien hylkyrunkoja, vaan ne voidaan sulattaa ja valaa uudelleen.

Valmistuneen koe-erän katselmuksessa todettiin myös, että materiaalimuutoksien vaikutuksen selvittäminen jälkeinpäin on osoittautunut hankalaksi, siksi koe-eräsaatteeseen päätettiin lisätä myös kenttä, johon jatkossa kirjataan myös testissä käytetty materiaali. Kokoonpanon esimiehen toiveesta lisättiin kokoonpanotyövaiheiden raportointiin kenttä, jossa voidaan valita kokoonpanon koe-erässä suunniteltu työpiste.

#### 10.4 Ehdotukset seuraavista toimenpiteistä

Seuraaviksi jatkotoimenpiteiksi uuden koe-erätoimintamallin käyttöönotossa suositellaan koe-eräsaatteen beeta-versiossa nyt käsin tehtävien tietojen käsittelyn automatisointia. Ohjelmoimalla koe-eräsaatteeeseen muutamia makroja, koe-eräsaatteen tietojen käsittelyä ja koe-eräsaatteen helppokäyttöisyyttä voidaan parantaa huomattavasti. Ehdotukset automatisoitaviksi toiminnoiksi on listattu alle:

- Aiempien koe-erien tuloksien tuonti koe-eräsaatteeeseen erillisestä koontitaulukosta
- Uuden koe-erän aloittaminen valituilla työvaiheilla
- Koe-eräsaatteen tulostaminen valituilla työvaiheilla
- Ei valittujen työvaiheiden piilottaminen
- Tyhjien rivien piilottaminen
- Työvaiheiden rivien lisäys- ja poistotoiminto
- Automaattinen koe-erien tuloksien vertailu
  - Työvaiheiden saanto, kokonaissaanto ja läpimenoaikojen vertailu
- Koe-erien muutostietojen kuvauksien yhteenveto
- Pudotusvalikkojen tietojen haku erillisestä koontitaulukosta

Tutkimuksen perusteella suositellaan, että koe-eräsuunnittelu ja valmistuneen koe-erän katselmus otetaan osaksi uutta koe-erätoimintamallia. Panostamalla enemmän suunnitteluun ja tuloksien analysointiin, voidaan vähentää huomattavasti koe-erien läpimenoaikaa ja myös turhien koe-erien valmistusta. Uusi koe-eräsaate pakottaa ottamaan kantaa valmistamisen kannalta kriittisiin asioihin ja myös siihen, että mitkä työvaiheet ovat kokeen kannalta oleellisia.

Tutkimuksen pohjalta suositellaan myös, että koneistuksen ja kokoonpanon koepainovaiheille luodaan oma raportointi- ja vertailutyökalu. Työkalujen tuotantokelpoisuuden toteamiseen ja hyväksyntään suositellaan myös toimintamallin valmistelua. Edellä mainituilla toimenpiteillä nykyistä koe-erätoimintamallia pystytään parantamaan melko nopeasti ja hyödyt yritykselle tulevat näkymään parantuneena saantona, nopeutuneena läpimenoaikana, parempana tiedonkulkuna, turhan työn vähentymisenä, vapautuneena konekapasiteettina ja parantuneena tuotelaatuna.

## 10.5 Tulevaisuuden koe-erätoimintamalli

Kyselytutkimuksessa useat vastasivat, että jos yksittäisten kappaleiden jäljittäminen ja seuranta olisi mahdollista, niin tästä olisi selkeästi hyötyä saannon parantamisessa. Mietittäessä millainen olisi visio tulevaisuuden koe-erätoimintamallista, niin yksittäisten kappaleiden reaaliaikaisella seurannalla olisi mahdollisuus saavuttaa aivan uusi taso valmistuksessa. Reaaliaikainen valmistuksen seuranta ja analysointi antaa mahdollisuuden reaaliaikaiseen valmistuksen ohjaamiseen. Jos tiedettäisiin parametrit, jotka vaikuttivat kappaleeseen sen syntyhetkellä ja valmistusketjua voitaisiin seurata yksittäisten kappaleiden osalta, sekä tiedettäisiin, milloin hylätty kappale havaitaan, niin prosessin ohjaaminen reaaliajassa olisi mahdollista. Tällainen automatisoitu tuotantojärjestelmä olisi itseoppiva.

Oraksella on jo käytössä muutamia järjestelmiä, jotka ovat osaltaan osittain mahdollistamassa ja antamassa edellytyksiä tulevaisuuden toimintamalliin. Tässä tulevaisuuden visiossa ja ajatusmallissa koko tuotanto on kuin yksi suuri koe-erä, jossa Six Sigman DMAIC-ratkaisumalli prosessin parannuksesta on reaaliaikainen. Oraksella on käytössä JotBar-raportointijärjestelmä, jossa raportointi tapahtuu vuoron päätteeksi tai työn vaihtuessa. Ensimmäinen askel olisi siirtyä eräkohtaiseen valmistusmalliin, jolloin koe-erän tulokset saataisiin suoraan järjestelmästä. Seuraava askel raportoinnissa olisi siirtyä kappalekohtaiseen raportointiin, jolloin raportoinnin täytyisi tapahtua aina yksittäisen kappaleen käsittelyn jälkeen. Oraksella on käytössä myös Arrow Machine Track -järjestelmä, jolla seurataan reaaliajassa koneiden toimintaa, kuten esimerkiksi automaattiajtoa, odotusta, huoltoa, asetuksen vaihtoa ja konerikkoja. Järjestelmä mahdollistaa jo nyt myös yksittäisen hylätyn rungon raportoinnin reaaliajassa. Käytössä on myös jo kahdella valukoneella valuparametrien reaaliaikainen tallennus. Näiden edellä mainittujen järjestelmien jatkokehittäminen, järjestelmien tietojen yhdistäminen, tietojen nopea analysointi, käsittely ja takaisinkytkentä sekä prosessien ohjauksen automatisointi mahdollistaisi uudenlaisen valmistusmallin. Tämän kaiken edellytyksenä on kuitenkin tietojen nopea käsittely ja yksittäisen valukappaleen reaaliaikainen seuranta. Näissä aiheissa riittää tutkittavaa helposti muutaman opinnäytetyön verran.

## 11 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe oli todella mielenkiintoinen ja samalla myös erittäin haasteellinen. Kokonaisuus on todella laaja, työvaiheita on paljon ja siksi aihealue oli rajattava hyötyihin, jotka olivat saavutettavissa verrattain lyhyellä aikavälillä. Opinnäytetyön tekeminen kesti melko pitkään, koska tutkimuksessa esiin tulleita asioita haluttiin kokeilla myös käytännössä järjestetyillä testeillä ja näin osoittaa tutkimuksen tuloksien oikeellisuus. Aiemmassa koe-erätoimintamallissa oli hyvää työryhmän sitoutuminen jatkuvaan parantamiseen. Jatkuva parantaminen oli onnistuttu tuomaan osaksi päivittäistä toimintaa, mutta monia yksityiskohtia ei huomioitu nykyisessä koe-erätoimintamallissa.

Opinnäytetyön lopputuloksena odotettiin uutta toimintamallia, jossa koe-erän tulokset ovat helposti tulkittavissa, vertailtavissa, päätöksen teko on helppoa ja koe-erän läpimeno on nopeaa sekä systemaattista. Mielestäni nämä tavoitteet täyttyivät odotetusti opinnäytetyössä ja se myös osoitettiin käytännön testeillä. Toimintamallin hyödyntäminen kuitenkin edellyttää yrityksen henkilöstöltä sitoutumista toimintamalliin ja sen jatkokehittämiseen. Uuden koe-erätoimintamallin kulmakivet ovat uusi koe-eräsaate, koe-eräsuunnittelu ja valmistuneen koe-erän katselmus sekä systemaattisesti näiden asioiden huomioiminen ja jatkokehittäminen.

Tutkimuksen tuloksena löytyi myös useita kehityskohteita, joita voidaan jatkossa vielä tutkia lisää sekä kehittää yhä pidemmälle. Kun uudella toimintamallilla lisätään prosessitietämystä sekä pienennetään vaihtelua, niin on mahdollista saavuttaa merkittävää taloudellista hyötyä parantuneen tuotelaadun, tehokkaamman resurssien hyödyntämisen, tulosten helpomman analysoinnin ja tuotteiden nopeutuneen läpimenoajan myötä.

Olen osallistunut Oraksella useiden koe-erien valmistamiseen eri rooleissa työhistoriani aikana, mutta koen, että olen tämän opinnäytetyön aikana kasvattanut omaa ammatillista osaamistani ja oppinut paljon uutta. Se, että tarkastelin aiempaa toimintamallia etäältä ja ikään kuin ulkopuolisena, teoreettisen viitekehyksen kautta auttoi minua ymmärtämään toimintamallin haasteita, heikkouksia ja kehityskohteita. Muutoksien ehdottaminen tuntui luontevalta.

Lopuksi haluaisin vielä kiittää kaikkia työryhmän jäseniä ja niitä henkilöitä, jotka osallistuivat koe-erätoimintamallin kehittämiseen, kyselytutkimukseen, koe-erien valmistukseen ja samalla antaneet arvokasta palautetta toimintamallin kehittämisestä.

## LÄHTEET

- Aaltonen, K., Aromäki, M. & Ihalainen, E. 2005. Valmistustekniikka. 11. muuttum. p. Helsinki: Otatieto.
- Eskola, H. 2016. Kahden viikon putkiremontti - valmistuuko todella ajallaan? Kauppalehti 17.11.2016 klo 17:00. Viitattu 2.9.2018. <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/>
- Herranen, T. 2015. Perheyrittäjä, hanatehdas, teollinen omistaja: Oras 1945-2015. Helsinki: Otava.
- Järvinen, P. 2008. Uusi muovitieto. Söderkulla: Muovifakta.
- Karjalainen, E. E. & Karjalainen, T. 2002. Six Sigma: Uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä. Hollola: Quality Knowhow Karjalainen.
- Karjalainen, E. E. 2006. Mitä laatu tarkoittaa? Viitattu 18.8.2018. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/>
- Kirjallinen Koe-erätoimintamallin kehittämisen kysymyslomake. Kyselyssä kerätyt tiedot opinnäytetyöntekijän hallussa. Ei luovuteta kolmansille osapuolille.
- Kohuttu kahden viikon putkiremontti onnistui - Mukana ollut asiantuntija nimeää selkeän syyn. Talouselämä 21.11.2016 klo 11:32. Viitattu 2.9.2018. <https://www.talouselama.fi/uutiset/>
- Kouri, I. 2010. Lean-taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.
- Liker, J. K. & Niemi, M. 2010. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.fi.
- Logistiikan maailman www-sivut. Viitattu 19.8.2018. <https://www.logistiikanmaailma.fi>
- Länsiluoto, A 2007. Laatu kustannuslaskenta auttaa parantamaan kannattavuutta. Tilisanomat 15.5.2007. Viitattu 19.8.2018. <https://tilisanomat.fi/>
- Meriluoto, M. Koe-erät. Vastaanottaja: marko.raski@orasgroup.com. Lähetetty 5.6.2018 klo 11.19. Viitattu 29.8.2018
- Oras Investin www-sivut. Viitattu 9.8.2018. <https://www.orasinvest.fi>
- Oras ostaa saksalaisen hanavalmistaja Hansan. Talouselämä 17.9.2013. Viitattu 23.8.2018. <https://www.talouselama.fi/uutiset>
- Oras Oy:n www-sivut. Viitattu 9.8.2018. <https://www.oras.com>
- Six Sigman www-sivut. Viitattu 20.8.2018. <https://www.sixsigma.fi>



## KOE-ERÄ

Pillota tyhjat Tallenna Näytä kaikki

Koe nro	14828	hae
Osanumero	601103	
pvm	26.10.2017 11:52	nyt
Kuvaus	1-paikkainen kokilli	
Koesarjan suuruus	50	
Kokeen lähettäjä	valimo	

Kokeen kuvaus ja tarkoitus:	Valettu 1-paikkaisella kokillilla.
Lisäohjeet	<b>KIIRE!! OHITTA MUUT. Säilytä romut ja merkkäa virhepaikat tussilla kappaleeseen</b>

* Valu	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
	59					25.10	15081	
						26.10	668	
						26.10	15546	
Total	59	0		100%				
Lisäohjeet:								

* Valun tarkastus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
	50	1	102			26.10	15075	
		8	140					
Total	50	9		85%				
Lisäohjeet:								

* Sahaus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
50								
Total	0	0		0%				
Lisäohjeet:								

* Koneistus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
	50					26.10	37	
Total	50	0		100%				
Lisäohjeet:								

* Hionta	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
50	50						678	
Total	50	0		100%				
Lisäohjeet:								

* Korjaushionta	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
50	50						678	
Total	50	0		100%				
Lisäohjeet:								

* Killotus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
50	49	1	126			30.10	15262	
Total	49	1		98%				
Lisäohjeet:	korjauskillotukseen 45kpl							

* Korjauskillotus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
45	44	1	S101			31.10	109	
Total	44	1		98%				
Lisäohjeet:								

* Kromaus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
48	10	2	129,157			31.10	206	
	6	6	157				902	
	4	6	157				329	
		1	101					
		1	712					
	4	4	101				15303	
		2	129					
		2	157					
Total	24	24		50%				
Lisäohjeet:								

* Kokoonpano	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Kokeessa saavutetut tulokset	pvm	Hlö. Nro	+
Total	0	0		0%				
Lisäohjeet:	Kun saat koe-erän kappaleet valmiiksi, ilmoita valimon laadunohjaajille että tulevat hakemaan koe-erä lapun pois. Puh. 6549							

<b>Kehityskohteet:</b>
Bugit saatteessa
Ei kuvausta muutoksesta (muutoksien dokumentointi puutteellista)
Ei jäljitettävyyttä
Yksittäisten kappaleiden katoaminen
koe-erän kappaleiden katoaminen
Koe-erän eteneminen
Hionta- ja kiillotus korjauskierrokset kestävät pitkään
Ei tietoa milloin kasataan
Koepainaminen koneistuksessa tai kokoonpanossa
Koe-erälapun selkeys
Hylättyjen runkojen säilyttäminen
Koe-erien sekaantuminen keskenään
Lappujen poistaminen koe-eristä, kun työvaiheella ei ole merkitystä testin tuloksen kannalta kiire syö koe-erää (koe-eristä otetaan kappaleita käyttöön muihin tarkoituksiin)
Kerralla maaliin (koe-erä pirstaloituu ja erän viimeisiä kappaleita joudutaan odottelemaan)
Kasaus tuotantosuunnitelman mukaan (koe-erää ei ole priorisoitu)
Aikataulu
Muuttuva tuotenumero (tuotenumero saattaa muuttua valmistusketjussa)
Koe-erän koko (koon määrittely tapauskohtaisesti)
Tietojen keräämisen hankaluus
Seuraamisen vaikeus
Tiedonhaun vaikeus (ei tiedetä missä mennään)
Ei tietoa muutoksesta koko valmistusketjun kannalta
Muutostarpeen tiedottaminen
Revisiohallinta
Uusien tuotteiden hyväksyntä (milloin työkalut ovat tuotantokelpoisia)
Protoilu tapahtuu tuotantokoneilla
Tukkii normaalituotannon
Ei tiedossa lopputulosta
Täyttäminen
Kappaleen numerointi
Nopea keernan poisto
Koe-erän koko liian pieni
Reaaliaikainen sähköinen seuranta (ei voida seurata järjestelmissä koe-erän etenemistä)
Ei kirjata tietoa missä koe tehty
Asioittein kirjaaminen
Kerättävä data riittämätön
Datan analyysi
Testin tuloksen varmistus

**KOE-ERÄTOIMINTAMALLIN  
KEHITTÄMISEN  
KYSELYLOMAKE**

Nimi:
Työvuodet:
Tehtävä:
Toiminto/osasto

Ympyröi jokaisen kysymyksen oikealta puolelta numero, joka vastaa parhaiten mielipidettäsi asian tärkeydestä. Käytä taulukon ylärivillä olevaa asteikkoa.

Kysymys	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
1. Bugit koe-eräsaatteen taulukossa aiheuttavat ongelmia tietojen kirjaamisessa	1	2	3	4	5
2. Koe-erän hylättyjen runkojen säilyttäminen onnistuu ilman ongelmia	1	2	3	4	5
3. <del>Keernahiikka</del> poistetaan koe-erän testikappaleista nopeasti ja tehokkaasti	1	2	3	4	5
4. Kerätyn datan analysointi ja vertailu on helppoa	1	2	3	4	5
5. Koe-erien kokoonpanon aikataulu on ennalta tiedossa	1	2	3	4	5
6. Koe-erien muutoksien hallinta ja niiden jäljittäminen on helppoa	1	2	3	4	5
7. Tuotekohtaisten koe-erien paras lopputulos on tiedossa	1	2	3	4	5
8. Koe-erien testitulokset varmistetaan uusintatestillä	1	2	3	4	5


	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
9. Koe-erien valmistus kyetään hoitamaan ilman merkittävää haittaa asiakastoimituksille	1	2	3	4	5
10. Pintatuotteiden SPT projektioiden täyttäminen koe-erissä tuottaa lisäarvoa	1	2	3	4	5
11. Pintatuotteiden virhekoodien täyttäminen koe-erissä tuottaa lisäarvoa	1	2	3	4	5
12. Pintatuotteiden virhekoodien raportointi JotBariin koe-erissä tuottaa lisäarvoa	1	2	3	4	5
13. Sisärunkojen SPT projektioiden täyttäminen koe-erissä tuottaa lisäarvoa	1	2	3	4	5
14. Sisärunkojen virhekoodien täyttäminen koe-erissä tuottaa lisäarvoa	1	2	3	4	5
15. Sisärunkojen virhekoodien raportointi JotBariin koe-erissä tuottaa lisäarvoa	1	2	3	4	5
16. Koe-erän kappaleiden katoaminen aiheuttaa ongelmia koe-erän tuloksien mittauksessa	1	2	3	4	5
17. Koe-erän kappaleiden lisääntyminen aiheuttaa ongelmia koe-erän tuloksien mittauksessa	1	2	3	4	5
18. Koe-erä on hyvin ennalta priorisoitu	1	2	3	4	5
19. Koe-erän eteneminen on nopeaa	1	2	3	4	5
20. Koe-erän jäljittäminen on helppoa	1	2	3	4	5
21. Koe-erän koko on määritelty systemaattisesti	1	2	3	4	5
22. Koe-erän seuraaminen tuotannossa on helppoa	1	2	3	4	5
23. Koe-erän valmistumiselle on laadittu aikataulu	1	2	3	4	5
24. Koe-erän vastuuhenkilöt on nimetty	1	2	3	4	5
25. Koe-erän tekijät on nimetty	1	2	3	4	5
26. Koe-erän valmistuspaikka on kirjattu saatteeseen	1	2	3	4	5

	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
27. Koe-eräsaate on selkeä ja helppo täyttää	1	2	3	4	5
28. Koe-erässä kerätyn datan perusteella voidaan tehdä luotettavia johtopäätöksiä	1	2	3	4	5
29. Koe-erät on helppo erottaa toisistaan	1	2	3	4	5
30. Koepainotulokset koneistuksessa on dokumentoitu hyvin	1	2	3	4	5
31. Koepainotulokset kokoonpanopaikalla on dokumentoitu hyvin	1	2	3	4	5
32. Käsihionnan ja -kiillotuksen korjauskierrokset huomioidaan koe-erissä	1	2	3	4	5
33. Koe-erässä tehdyt muutokset on dokumentoitu hyvin	1	2	3	4	5
34. Muutostarve on tiedotettu hyvin	1	2	3	4	5
35. Tehdyt muutokset on tiedotettu hyvin	1	2	3	4	5
36. Tiedonhaku koe-eristä on helppoa	1	2	3	4	5
37. Tietojen kerääminen on helppoa	1	2	3	4	5
38. Tuloksien kannalta merkityksettömien työvaiheiden ohittaminen käy helposti	1	2	3	4	5
39. Tuotenumeron muuttuminen kesken valmistuksen aiheuttaa ongelmia	1	2	3	4	5
40. Tuotteen muutoshistorian selvittäminen on helppoa	1	2	3	4	5
41. Työkalujen tuotantokelpoisuuden rajat on määriteltä	1	2	3	4	5
42. Työkalut hyväksytään kun ne ovat tuotantokelpoisia	1	2	3	4	5
43. Yksittäisten kappaleiden jäljitettävyydellä valmistusketjussa voidaan saavuttaa merkittäviä etuja	1	2	3	4	5

KIITOS VASTAUKSISTANNE!

## LIITE 4

	Eri mieltä	En osaa sanoa	Samaa mieltä
1. Bugit koe-eräsaatteen taulukossa aiheuttavat ongelmia tietojen kirjaamisessa	15 %	70 %	15 %
2. Koe-erän hylättyjen runkojen säilyttäminen onnistuu ilman ongelmia	35 %	20 %	45 %
3. Keernahiekka poistetaan koe-erän testikappaleista nopeasti ja tehokkaasti	0 %	75 %	25 %
4. Kerätyn datan analysointi ja vertailu on helppoa	35 %	60 %	5 %
5. Koe-erien kokoonpanon aikataulu on ennalta tiedossa	75 %	25 %	0 %
6. Koe-erien muutoksien hallinta ja niiden jäljittäminen on helppoa	55 %	35 %	10 %
7. Tuotekohtaisten koe-erien paras lopputulos on tiedossa	45 %	35 %	20 %
8. Koe-erien testitulokset varmistetaan uusintatestillä	40 %	50 %	10 %
9. Koe-erien valmistus kyetään hoitamaan ilman merkittävää haittaa asiakastoimituksille	30 %	25 %	45 %
10. Pintatuotteiden SPT projektioiden täyttäminen koe-erissä tuottaa lisäarvoa	0 %	45 %	55 %
11. Pintatuotteiden virhekoodien täyttäminen koe-erissä tuottaa lisäarvoa	0 %	45 %	55 %
12. Pintatuotteiden virhekoodien raportointi JotBariin koe-erissä tuottaa lisäarvoa	5 %	70 %	25 %
13. Sisärunkojen SPT projektioiden täyttäminen koe-erissä tuottaa lisäarvoa	0 %	70 %	30 %
14. Sisärunkojen virhekoodien täyttäminen koe-erissä tuottaa lisäarvoa	0 %	55 %	45 %
15. Sisärunkojen virhekoodien raportointi JotBariin koe-erissä tuottaa lisäarvoa	0 %	75 %	25 %
16. Koe-erän kappaleiden katoaminen aiheuttaa ongelmia koe-erän tuloksien mittauksessa	0 %	20 %	80 %
17. Koe-erän kappaleiden lisääntyminen aiheuttaa ongelmia koe-erän tuloksien mittauksessa	5 %	20 %	75 %
18. Koe-erä on hyvin ennalta priorisoitu	65 %	20 %	15 %
19. Koe-erän eteneminen on nopeaa	75 %	25 %	0 %
20. Koe-erän jäljittäminen on helppoa	45 %	45 %	10 %
21. Koe-erän koko on määritelty systemaattisesti	40 %	45 %	15 %
22. Koe-erän seuraaminen tuotannossa on helppoa	65 %	25 %	10 %
23. Koe-erän valmistumiselle on laadittu aikataulu	55 %	25 %	20 %
24. Koe-erän vastuuhenkilöt on nimetty	50 %	35 %	15 %
25. Koe-erän tekijät on nimetty	50 %	35 %	15 %
26. Koe-erän valmistuspaikka on kirjattu saatteeseen	20 %	35 %	45 %
27. Koe-eräsaate on selkeä ja helppo täyttää	15 %	25 %	60 %
28. Koe-erässä kerätyn datan perusteella voidaan tehdä luotettavia johtopäätöksiä	25 %	40 %	35 %
29. Koe-erät on helppo erottaa toisistaan	35 %	30 %	35 %
30. Koepainotulokset koneistuksessa on dokumentoitu hyvin	25 %	75 %	0 %
31. Koepainotulokset kokoonpanopaikalla on dokumentoitu hyvin	20 %	75 %	5 %
32. Käsihionnan ja -kiillotuksen korjauskierrokset huomioidaan koe-erissä	10 %	55 %	35 %
33. Koe-erässä tehdyt muutokset on dokumentoitu hyvin	45 %	45 %	10 %
34. Muutostarve on tiedotettu hyvin	65 %	35 %	0 %
35. Tehdyt muutokset on tiedotettu hyvin	70 %	30 %	0 %
36. Tiedonhaku koe-eristä on helppoa	55 %	35 %	10 %
37. Tietojen kerääminen on helppoa	50 %	40 %	10 %
38. Tuloksien kannalta merkityksettömien työvaiheiden ohittaminen käy helposti	5 %	70 %	25 %
39. Tuotenumeron muuttuminen kesken valmistuksen aiheuttaa ongelmia	30 %	25 %	45 %
40. Tuotteen muutoshistorian selvittäminen on helppoa	50 %	45 %	5 %
41. Työkalujen tuotantokelpoisuuden rajat on määritelty	35 %	60 %	5 %
42. Työkalut hyväksytään kun ne ovat tuotantokelpoisia	40 %	45 %	15 %
43. Yksittäisten kappaleiden jäljitettävyydellä valmistusketjussa voidaan saavuttaa merkittäviä etuja	10 %	35 %	55 %


**KOE-ERÄSAATE (beeta versio)**

Koe nro	13
Osanumerot	1002383-101 1002383
pvm	22.10.2018 9:35
Koesuunnitelma tehty	Kyllä
SPT-projektio	Kyllä
Ohittaa muun tuotannon	Kyllä
Työvaiheet	Vain valitut
Koepainon raportti	Ei
Työkalut hyväksytyt	Ei
Kokeen tyyppi	Muutos
Työohjeet päivitetty	Ei
Loppukatselmus tehty	Ei
Materiaali	Nordic brass
Koesarjan suuruus	100
Kokeen lähettäjä	valimo

nyt

Lyhyt kokeen kuvaus, tarkoitus ja materiaali:	<b>Sisäänmenon ohut kanava tukittu. Kokillin puhalluskoe irtohiekan vähentämiseksi. Materiaali Nordic brass</b>
Lisäohjeet	<b>Säilytä romut koe-erän mukana!</b>

KWC1	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
Valu ja työkalurevisio 1	100	80	6	101	25.loka	15081	25.10	15081
			3	146				
Total	80	9		90 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	Keernoja ei ollut enempää							

Valun tarkastus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
	80	79	1	144	26.loka	15075	25.loka	15075
Total	79	1		99 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	Polven ulkosyrjässä lehti ja molemmin puolin montut. Korjattu kokilliin ja lähetetty kaikki eteenpäin.							

Sahaus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodi	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
	78	78			26.loka	779	26.1	779
Total	78	0		100 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	sahuri ei huomannut jattaa romuista tällikappaleita							

SUPERMAX 296	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodit	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
Ei koepainoa								
Ei mogulointia								
	78	34			26.loka	793	29.loka	808
		44			29.10.2018	15669	30.10.2018	15669
Total	78	0		100 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	aikataulu: kone rikki							

Konehionta SHL	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodit	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
	78				29.loka	15567		
		8	1	s129			30.1	332
Total	8	1		89 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	Käsihiontaan 15		korj.15kpl					

Käsihionta	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodit	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
	15	12	3		29.loka	264	30. lokakuuta	264
Total	12	3		80 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	SPT projektio							

Konekiillotus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodit	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
SHL								
75	27	1	126		29.loka	161		
		1	110					
		3	157				31.10.	15803
	33	1	101					
		1	110					
		7	157					
		1	152					
Total	60	15		80 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	Käsikiillotukseen 60		Korjauskiillotukseen 60kpl					

Käsikiillotus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodit	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
60	48	12	157		30.loka	403	2,11	403
Total	48	12		80 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	SPT projekti							

Kromaus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodit	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
48	16	1	101		5.marras	-	5.marras	15303
		1	157					
	13	2	129					
		2	517					
		1	110					
	8	2	101				6,11	15303
		1	129					
		1	157					
Total	37	11		77 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	SPT projekti							

Kokoonpano ja testaus	Hyviä	Hylättyjä	Virhekoodit	Saanto %	Suunniteltu pvm	Tekijä Hlö. Nro	Toteutunut pvm	Tehnyt Hlö. Nro
Ei koepainoa								
37	36	1			7.marras	15681	15.marras	
Total	36	1		97 %				
Lisäohjeet tai huomioitavaa	Kun saat koe-erän kappaleet valmiiksi, niin toimita täytetty koe-eräsaate ja mahdolliset romut kokoonpanon romupaikalle.							

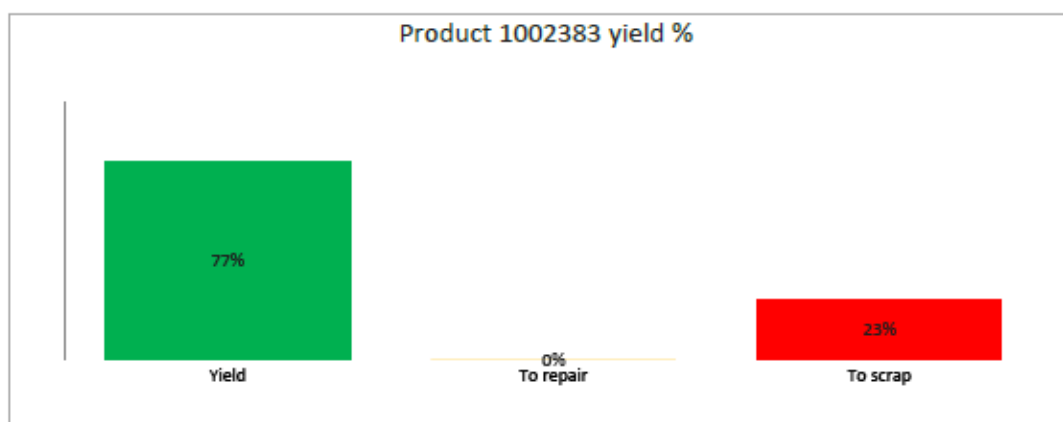
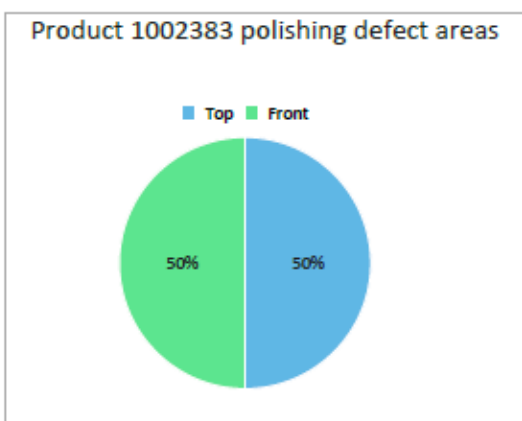
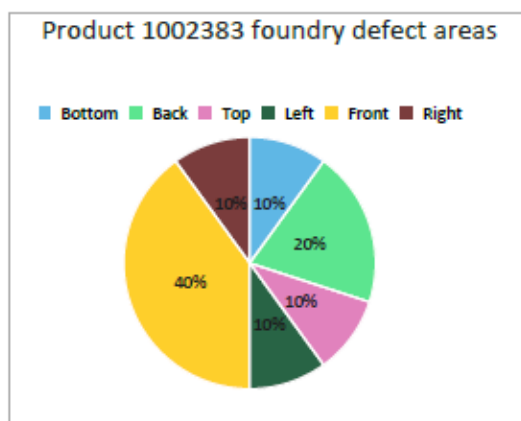
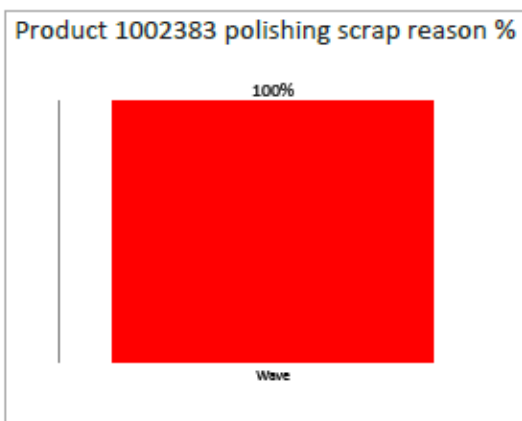
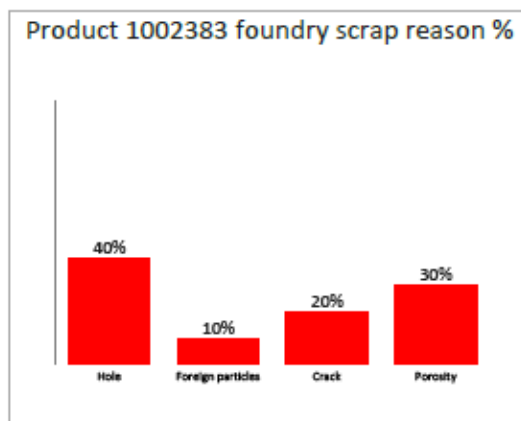




SPT Production operation report 6.11.2018

**Project:** Designo 1002383-13 (NB)  
**Product:** 1002383

**Batch:** 13  
**Operation:** Foundry, Polishing



### Foundry, Polishing

6.11.2018   129: Hole/ 4 pc.	6.11.2018   110: Foreign particles/ 1 pc.	6.11.2018   517: Wave/ 2 pc.	6.11.2018   101: Crack/ 2 pc.	6.11.2018   157: Porosity/ 3 pc.	
Defects at Bottom: 1 / 8.33%	Defects at Back: 2 / 16.67%	Defects on Top: 2 / 16.67%	Defects at Left: 1 / 8.33%	Defects at Front: 5 / 41.67%	Defects at Right: 1 / 8.33%
Total amount of pieces: 48	Yield: 37/77.08%	To repair: 0/0.00%	To scrap: 11/22.92%		

