



# ORBITAALIHITSAUSPISTEEN UUDELLEENORGANISOINTI

Janne Kannosto

OPINNÄYTETYÖ  
Maaliskuu 2020

Konetekniikka  
Tuotantotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka  
Tuotantotekniikka

Janne Kannosto:  
Orbitaalihitsauspisteen uudelleenorganisointi

Opinnäytetyö 40 sivua, joista liitteitä 0 sivua  
Maaliskuu 2020

---

Opinnäytetyön pääaiheena oli orbitaalihitsauspisteen uudelleenorganisointi, työtapojen vakiointi sekä kapasiteetin lisääminen. Opinnäytetyön tilannut yritys valmistaa putkistotuotteita, joiden valmistuksessa orbitaalihitsausta käytetään. Aihe on rajattu sisältämään pelkän kirjallisen suunnitelman työn toteuttamisesta, jotta itse opinnäytetyö ei olisi sidottu tilaajayrityksestä riippuviin aikatauluihin fyysisen työn toteuttamisen suhteen. Todellisuudessa tilaajayrityksessä tapahtuva muutostyö on kuitenkin edennyt jo pitkälle. Tämänhetkistä tilannetta käsitellään tuloksien yhteydessä.

Opinnäytetyön päätavoitteena uudelleenorganisoinnin lisäksi oli perehdyttää opinnäytetyön tekijä tilaajayrityksen tuotantoon, tuotannon kehittämiseen ja laitteistoon. Erityisesti orbitaalihitsauksessa käytettävään laitteistoon, jonka kehityksestä ja toiminnasta opinnäytetyön tekijä tulee vastaamaan tulevaisuudessa.

Opinnäytetyö alkaa tilaajayrityksen sekä sen päätuotteiden lyhyellä esittelyllä. Seuraavissa osioissa käsitellään orbitaalihitsauksen periaatteita ja laitteistoa teoriassa. Teoriaosuudessa käsitellään myös työssä sovellettavia tuotannon kehittämiseen käytettäviä työkaluja, kuten leania.

Teoriaosuuden jälkeen alkaa varsinainen työosuus. Työosuudessa käsitellään työn lähtökohdat ja tavoitteet sekä suunnitelman kuinka tavoitteisiin päästään ja miten toimivuutta pidetään yllä. Lopussa käydään läpi, missä kohtaa työ tällä hetkellä etenee ja mitä tapahtuu jatkossa. Pohdinnassa arvioidaan vielä työn onnistuminen ja sen merkitys tekijälle kokonaisuudessaan.

---

Asiasanat: orbitaalihitsaus, hitsaus, putkisto, paljetasain, uudelleenorganisointi

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical Engineering  
Production Engineering

Janne Kannosto  
Reorganization of the orbital welding station

Bachelor's thesis 40 pages, appendices 0 pages  
May 2020

---

The main subject of the thesis was to reorganize, increase capacity and standardize working methods of the orbital welding station. The subscribing company uses orbital welding for manufacturing piping products. Because of time schedules of the subscribing company, the topic of the thesis is limited to contain only a written plan of the work so the thesis would not be dependent on the working progress at the factory. Anyway, the work at the subscribing company is well advanced. The current situation will be processed at the end of the thesis.

The purpose of the thesis in addition of the reorganizing was to acquaint the author of the thesis to the production, developing of the production and especially the orbital welding machines. Author of the thesis will answer about orbital welding station in the future.

Thesis starts with a brief presentation of the subscribing company and its main products. The following section presents the theoretical info about orbital welding and the orbital welding machines. The theoretical part of the thesis also includes a part about production developing tools, like Lean.

After the theoretical parts the actual work begins. Working part starts with defining the starting point and the main goals of the work. Working part also includes written plan about how to reach these goals and how to maintain functionality. At the end of the thesis is a part about current position of the working process and what will happen in the future. Finally, the reflection part will assess the success of the work and its meaning for the author.

---

Key words: orbital welding, welding, pipeline, expansion joint, reorganization

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	YRITYKSEN ESITTELY .....	8
	2.1 Masino Group.....	8
	2.1.1 Toimialat.....	9
	2.2 Masino Industry.....	9
	2.3 Masino Industryn tuotteet.....	11
	2.3.1 Metallipaljetasain .....	11
	2.3.2 Metalliletkuasennelma .....	13
3	ORBITAALIHITSAUS.....	16
	3.1 Laitteisto.....	17
	3.1.1 Virtalähde .....	17
	3.1.2 Hitsauspäät .....	19
	3.1.3 Langansyöttölaitteet .....	21
4	LEAN .....	22
	4.1 Lean-työkalut.....	22
	4.1.1 5S .....	23
	4.1.2 Kaizen .....	23
5	LÄHTÖTILANNE JA TAVOITTEET.....	25
	5.1 Tausta .....	25
	5.2 Lähtötilanne .....	25
	5.3 Tavoitteet .....	26
6	TOIMINTASUUNNITELMA .....	28
	6.1 Työntekijöiden haastattelu .....	28
	6.2 Operaattorien koulutus.....	28
	6.3 Menetelmäkokeiden lisäys .....	29
	6.4 Tuotteiden lisääminen valikoimaan .....	29
	6.5 Kapasiteetin seuraaminen.....	30
	6.6 Datan kerääminen.....	30
	6.7 Kustannusten pienentäminen.....	30
	6.8 Leanin soveltaminen .....	31
	6.8.1 5S .....	31
	6.8.2 Kaizen .....	32
	6.9 Laitehankinnat.....	33
	6.10 Työpisteen siirtäminen.....	33
7	PROJEKTIN ETENEMINEN JA TULOKSET .....	34
	7.1 Tähän mennessä ja tällä hetkellä.....	34

7.2 Tulevaisuus.....	35
8 POHDINTA .....	37
LÄHTEET.....	39

**LYHENTEET JA TERMIT**

orbitaalihitsaus	Mekanisoitua hitsausta, jossa hitsauselektrodi kiertää työkappaleen ympäri
hitsauspää	orbitaalilaitteen hitsaava osa, jossa elektrodi kiertää liitoksen ympäri
operaattori	orbitaalihitsaaja
TIG-hitsaus	Tungsten Inert Gas Welding, volframi- inerttikaasuhitsaus
metallipaljetasain	liikkeen ja kulutuksen kompensointiin käytetty putkisto-komponentti
hitsauskoordinaattori	henkilö, joka vastaa yrityksen hitsausmenetelmien päteväinnistä
Lean	hukan poistamiseen tähtäävä ajatus ja johtamismenetelmä
hukka	organisaatiolle arvoa tuottamaton toiminta

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Masino Industry Oy:lle ja suoritettiin Ylöjärven toimipisteessä kevättalvella 2020. Työn päätavoitteena oli suunnitella Masino Industry Oy:n tuotannossa käytettävän orbitaalihitsauspisteen uudelleenorganisointi, kapasiteetin kasvattaminen sekä toimintatapojen vakiointi. Toisena päätavoitteena oli perehdyttää opinnäytetyön tekijä Masino Industry Oy:n tuotantoon, sen toimintatapoihin ja kehittämiseen, jotta tekijä pystyisi tulevaisuudessa vastaamaan orbitaalihitsaukseen liittyvästä tuotannon kehittämisestä.

Opinnäytetyön on tarkoitus toimia projektisuunnitelmana tuleville muutoksille, jotka orbitaalihitsauspisteellä tullaan toteuttamaan tulevaisuudessa. Muutostyöt on jo aloitettu ja edenneet siinä vaiheessa, kun tätä opinnäytetyötä on vielä viimeistely. Itse opinnäytetyön valmistumista ei ole kuitenkaan haluttu sitoa mihinkään tiettyyn fyysisen työn etenemisen vaiheeseen, vaan kehitystyö tulee jatkumaan prosessiluontoisesti myös pitkään opinnäytetyön jälkeen. Tarkempaa aikataulua työn edistymiselle ei ole annettu, on vain tiettyjä aika-arvioita ja välitavoitteita, jotka perustuvat työssä esiteltyyn projektisuunnitelmaan.

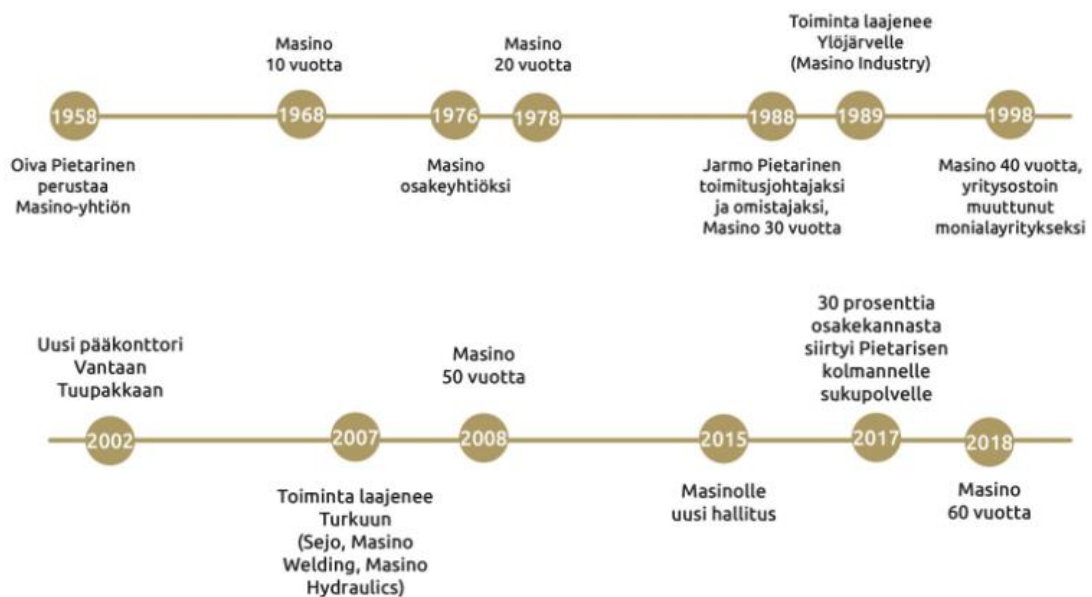
Yrityksen rooli työssä on luonnollisesti oleellinen, sillä kaikki työhön liittyvä sitoutuu loppujen lopuksi tähän tiettyyn työpisteeseen. Orbitaalihitsauksen uudelleenorganisointi on ollut Masino Industrylla jo pitkään harkinnassa, mutta tekijää ei ole tähän löydetty. Nyt projekti lähtee alkuun opinnäytetyön muodossa. Kiitokset mahdollisuudesta tähän työhön kuuluvat Masino Industryn toimitusjohtajalle Tapio Meriläiselle, tuotannonhallinnassa suurena apuna toimineelle tuotantopäällikkö Satu Vähälle sekä käytännön laitteistoon tutustuttaneelle operaattori Pertti Valkamalle.

## 2 YRITYKSEN ESITTELY

### 2.1 Masino Group

Masino Group on Suomalainen teknistä kauppaa harjoittava, teollisuutta ja tuotantoa palveleva yritysryhmä, jonka monet tuotteet ovat omien alojensa markkinajohtajia. Yrityksen perusti konerakennusinsinööri Oiva Pietarinen vuonna 1958 maahantuomaan ulkomaisia moottoreita.

Vuonna 2020 Masino Group pitää sisällään kahdeksan eri toimialoilla toimivaa tytäryhtiötä, jotka työllistävät yhteensä 150 henkeä. Nykyiset toimipisteet sijaitsevat Vantaalla, Tampereella, Turussa ja Ylöjärvellä. Konsernin liikevaihto on noin 60 miljoonaa euroa. Masino on pysynyt koko olemassaolonsa ajan perheyriksenä. Nyt johdossa on mukana jo kolmas sukupolvi. Kuviossa 1 on esitetty aikajanalla Masinon merkityksellisimmät vuodet. (Masino Group Oy 2017)



KUVIO 1. Masinon tärkeimmät vuodet aikajanalla (Masino Group Oy 2018)



### 2.1.1 Toimialat

Masino Group pitää sisällään taulukossa 1 esitellyt yritykset ja toimialat.

TAULUKKO 1. Masino Groupin yritykset ja toimialat

YRITYS	TOIMIALA
Masino Group Oy	Liiketoiminnan tukipalvelut (emoyhtiö)
Suomen TPP Oy	Kallionlujitustuotteet, betonikuidut
Masino Oy	Pumput ja teollisuushuolto
Masino-Konaflex Oy	Voimansiirtotekniikka, hydraulikka ja suodatustekniikka
Masino Fastening Oy	Kierre- ja liitostekniikka, joustotekniikka
Masino Welding Oy	Hitsaustekniikka
Masino Industry Oy	Putkistotuotteet ja putkistotuotteiden valmistus
Sejo Oy	LVI- ja rakennusalan kiinnitys- ja asennustarvikkeet

Masino Groupin tytäryritysten sisältämät toimialat tarjoavat mahdollisuuden palvelulla laajasti eri teollisuus- ja rakennusaloilla Suomessa ja maailmalla.

## 2.2 Masino Industry

Masino Industry perustettiin vuonna 1978 nimellä Prospero Ky. Tuolloin Prospero toimi Masinon suurimpana kilpailijana paljetasainten myynnissä. Vuonna 1989 Masino päätyi ostamaan kilpailijansa ja liitti sen alaisuuteensa. Myöhemmin vuonna 2017 nimi vaihtui Prosperosta Masino Industryksi. Tänä päivänä Masino Industry työllistää noin 45 henkilöä, joista suurin osa työskentelee tuotannossa Ylöjärvellä ja loput toimihenkilöinä joko Ylöjärvellä tai Vantaan pääkonttorilla. (Masino Group Oy 2020)



Kuva 1. Masino Industryn Ylöjärvellä sijaitsevat toimisto- ja tuotantotilat (Masino industry yleisesite 2018)

Masino Industryn päätoimalana toimii putkistotuotteet sekä niiden suunnittelu ja valmistus Ylöjärven toimipisteellä. Masino Industryn tuotevalikoima keskittyy erityisesti putkistojen lämpöliikkeiden ja värinän kompensointiin sekä kannatuksen hallintaan.

Tuotteet suunnitellaan käyttökohteen mukaisiin olosuhteisiin, jotka voivat olla hyvinkin haastavia. Tuotteet kestävät tarvittaessa kovaakin mekaanista ja kemiallista kulutusta sekä suuria paine- ja lämpötilaeroja. Tuotteita käytetään muun muassa höyry-, kaasu-, lauhde-, kemikaali-, ja öljyputkistoissa. Yleisimmät käyttökohteet ovat esimerkiksi voimalaitokset, kaukolämpölinjat, laiva- ja voimalaitosmoottorit sekä telakat. (Industry yleisesite 2018)

Masino Industryn toiminnan laatu järjestelmä on ISO 9001:2015 ja ISO 3834-2:2005 -standardien mukaan sertifioitu. Laatu järjestelmä kattaa myös tuotteiden suunnittelun ja valmistuksen painelaitedirektiivin 2014/68/EU H-moduulin mukaisesti. Näin ollen tuotteet täyttävät tiukatkin laatuvaatimukset. (Industry yleisesite 2018)

Yrityksen markkinat ovat tänä päivänä levinneet Suomen lisäksi Baltiaan, Ruotsiin, Puolaan. Euroopan lisäksi kauppaa käydään myös muun muassa Etelä-Koreassa, Mongoliassa ja Kiinassa. (Industry yleisesite 2018)

## 2.3 Masino Industryn tuotteet

Masino Industry myy putkistojen kannatinjärjestelmiä, kumipaljetasaimia, ilma- ja savukanavapalkeita sekä joustoliittimiä. Masino Industryn tärkeimmät putkistotuotteet jakautuvat kuitenkin kahteen pääryhmään, jotka toteutetaan suunnittelusta valmistukseen Ylöjärven toimipisteessä. Nämä pääryhmät ovat metallipaljetasaimet, sekä letkuasennelmat. (Masino Industry Oy 2018)



Kuva 2. Masino Industryn tuotevalikoimaa (Masino Group Oy 2018)

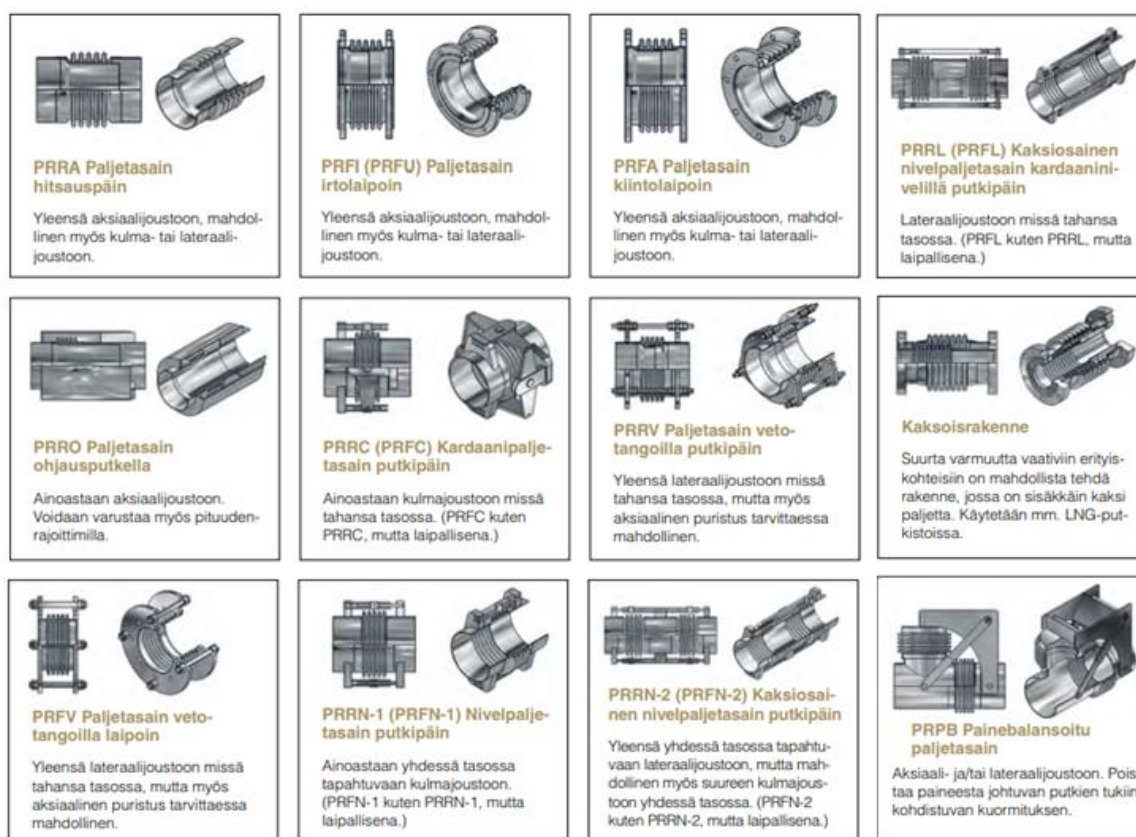
### 2.3.1 Metallipaljetasain

Silloin kun teollisuusputkistoissa tapahtuvien liikkeiden kompensointi ei onnistu putkistorakenteen omia muotoja hyödyntämällä, tai putkistoon tarvitaan suuria joustoliikkeitä suhteessa käytettävissä olevaan tilaan, tarvitaan metallipaljetasaimia. Metallipaljetasaimilla voidaan yksinkertaistaa putkiston rakennetta ja suunnittelua huomattavasti, kun putkiston luonnolliseen geometriaan ei ole tarvetta vaikuttaa. (Meriläinen 2015)

Paljetasaimia on monta eri mallia ja kokoa. Mallit vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Paljekokoonpanoon lisätään putkipäitä, sisäputkia, laippoja, niveliä, vetotankoja sekä tarvittaessa useampiakin palje-elementtejä tarvittavan jouston

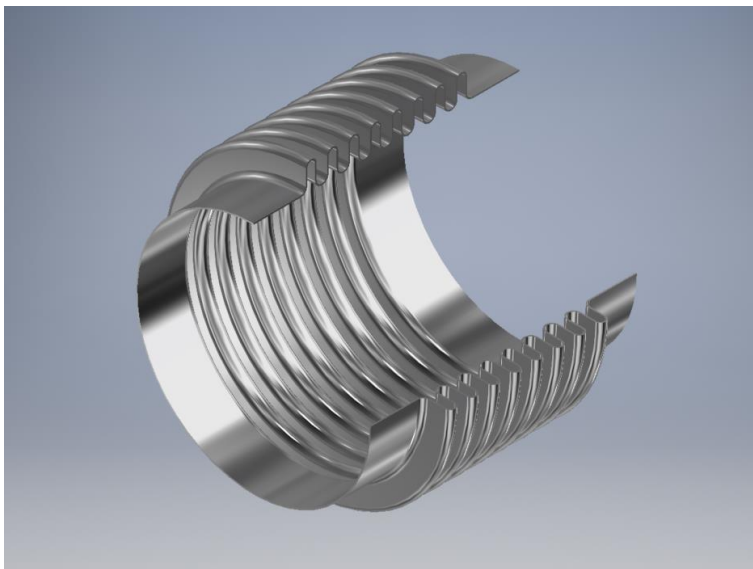
saavuttamiseksi. Yleisesti puhutaan kulma-, lateraali- sekä aksiaalijoustopa. Myös näiden joustopa kombinaatioita on mahdollista saavuttaa tietynlaisilla tasaimilla.

Masino Industrylla valmistettavien palkeiden koot vaihtelevat DN-koossa mitattuna DN25-DN4000 välillä. Tämä vastaa palkeiden ulkohalkaisijoina kerrottuna muutamasta senttimetristä yli neljään metriin. Tuotteissa käytettävät paineluokat yltyvät PN 100 bar asti, sekä lämpötilat  $-270\text{ C}^{\circ}$ ... $+1000\text{ C}^{\circ}$ . (Industry yleisesite 2018)



Kuva 3. Yleisimmät paljetasaintyyppit (Industry yleisesite 2018)

Paljetasaimen keskeisin osa, joka löytyy jokaisesta paljetasaintyyppistä, on palje-elementti (kuva 5), joka mahdollistaa rakenteen joustavuuden. Palje-elementti on metallilevystä, monesti myös useammasta päällekkäisestä levystä, valmistettu lieriö. Lieriöstä tehdään joustava komponentti muovaamalla siihen aallonmuotoisia poimuja, jotka antavat palje-elementille liikkeiden kompensointiin tarvittavan joustavuuden. (Meriläinen 2015)



kuva 4. Palje-elementti

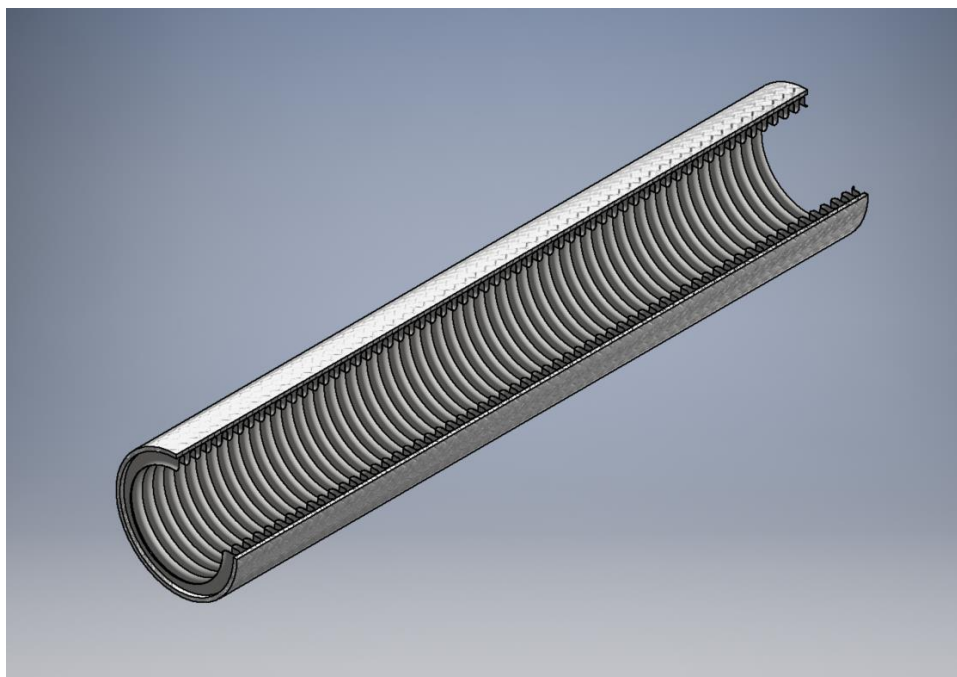
Metallipaljetasainten palje-elementissä käytetään useimmiten ruostumatonta terästä, mutta tarvittaessa voidaan käyttää myös esimerkiksi haponkestävää terästä. Käytettävien kerrosten määrä riippuu käyttökohteen lämpötilasta ja paineesta. (Meriläinen 2015) Poimujen määrä taas riippuu suoraan käyttökohteessa tarvittavasta joustosta. Mitä enemmän on poimuja, sitä suurempi on mahdollinen jousto.

### 2.3.2 Metalliletkuasennelma

Masinon metalliletkuasennelmia voidaan käyttää lähes paljetasainten tapaan teollisuusputkistojen liikkeiden kompensointiin. Letkuilla voidaan kompensoida lateraali-, sekä kulmajousto, eli paljetasaimista poiketen letkuilla ei voida kompensoida aksiaalijoustoa.

Metalliletkun joustava rakenne perustuu palje-elementtien tapaan poimuihin. Poimutetun haponkestävästä teräksestä valmistetun letkuosan päälle lisätään ruostumattomasta teräksestä valmistettu punosverkko, joka lisää metalliletkun paineenkestävyyttä huomattavasti. Letkuasennelmien kokoluokat vaihtelevat välillä DN6-DN300. Asennelmien käyttölämpötilat vaihtelevat  $-270\text{ °C}$  ja  $+550\text{ °C}$  välillä. Paineluokka voi olla jopa 250 bar, riippuen kuitenkin koosta ja lämpötilasta. (Industry yleisesite 2018)

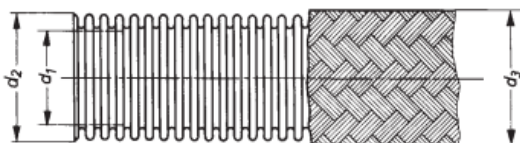
Metalliletkuasennelmista on palkeiden tapaan lukuisia variaatioita käyttökohteen mukaan. Letkuihin voidaan lisätä esimerkiksi laippoja, putkia, kierrelitöntöjä tai putkikulmia. Variaatioiden määrä on lähes loputon. Erityistä varmuutta vaativissa kohteissa, kuten polttoainekaasujen putkistoissa, voidaan käyttää myös niin sanottua tuplarakennetta, joissa on kaksi letkua sisäkkäin. (Masino-metalliletkut 2015)



Kuva 5. Letkurakenne

Metalliletkun oleellisimpiin arvoihin kuuluu taivutussäde letkun akselin suhteen. Jokaisella metallietkulla on koosta ja rakenteesta riippuva dynaaminen nimellistaivutussäde. Käytännössä ihanteellisessa asennustilanteessa, jossa käytetään oikeaa dynaamista nimellissädettä ja nimellispainetta oikeassa lämpötilassa, voidaan saavuttaa letkulle keskimäärin 50 000 toiston käyttöikä. Suurempiin kuormituslukuihin päästään alentamalla nimellispainetta tai suurentamalla nimellistaivutussädettä. Nimellistaivutussäde, sekä nimellispaine löytyvät valmiista taulukoista, joista esimerkki taulukossa 2. (Masino-metalliletkut 2015)

## TAULUKKO 2. Taulukko letkujen ominaisuuksista (Masino-metalliletkut 2015)

**LETKUTYYPPI RS 331 (... DN 100), LETKUTYYPPI RS 330 (DN 125 ...)**

**Metalliletkut**  
keskiraskas rakenne

DN	Tyyppi	d1 mm	d3 mm	d1 d2, d3 toleranssi mm	Taivutussäde		Pmax** bar 20 SF 3	PN DIN EN ISO 10380 SF 4	Paino kg/m	toim.pit. m max
					staattinen mm	dynaaminen mm				
6	RS331S00	6,2	9,7	± 0,2	15	80	25	25,0	0,08	100
6	RS331S12*	6,2	10,8	± 0,2	25	80	200	150,0	0,14	100
8	RS331S00	8,3	12,3	± 0,2	16	120	20	20,0	0,10	100
8	RS331S12*	8,3	13,7	± 0,2	32	120	180	100,0	0,21	100
10	RS331S00	10,2	14,3	± 0,2	18	130	16	16	0,11	100
10	RS331S12*	10,2	15,7	± 0,2	38	130	140	100	0,23	100
12	RS331S00	12,2	16,8	± 0,2	20	140	12	10	0,12	100
12	RS331S12*	12,2	18,2	± 0,2	45	140	85	65	0,25	100
16	RS331S00	16,2	21,7	± 0,2	28	160	8	6	0,19	100
16	RS331S12*	16,2	23,3	± 0,2	58	160	90	65	0,40	100
20	RS331S00	20,2	26,7	± 0,3	32	170	5	4	0,27	100
20	RS331S12*	20,2	28,3	± 0,3	70	170	55	40	0,49	100
25	RS331S00	25,5	32,2	± 0,3	40	190	4	4	0,38	100
25	RS331S12*	25,5	34,2	± 0,3	85	190	65	50	0,79	100
32	RS331S00	34,2	41,0	± 0,3	50	260	3	2,5	0,49	100
32	RS331S12*	34,2	43,0	± 0,3	105	260	35	25	0,96	100
40	RS331S00	40,1	49,7	± 0,3	60	300	2,5	2,5	0,77	100
40	RS331S12*	40,1	52,0	± 0,3	130	300	60	40	1,46	100
50	RS331S00	50,4	60,3	± 0,4	70	320	1,5	0,5	0,91	100
50	RS331S12*	50,4	62,6	± 0,4	160	320	35	25	1,67	100

Letkuja voidaan käyttää tarvittaessa myös staattisiin asennuksiin, esimerkiksi putkiston asennuksesta johtuvan epätarkkuuden korjaamisessa. Tällöin letkun ei tarvitse liikkua ja taulukosta voidaan valita staattinen nimellistaivutussäde, eli minimaivutussäde. Tällainen taivutus ei saa olla toistuvaa, vaan tulee kysymykseen ainoastaan staattisessa kuormituksessa. (Masino-metalliletkut 2015)

### 3 ORBITAALIHITSAUS

Orbitaalihitsauksella tarkoitetaan pyörähdyskappaleiden mekanisoitua hitsausmenetelmää, jossa kuljettimella kulkeva hitsauspää toteuttaa päittäishitsauksen kahden kappaleen, kuten kahden putken tai putken ja liittimen, välillä. Orbitaalihitsausta käytetään yleisimmin sellaisissa putkistohitsauksissa, joissa hitsauslaadun on oltava äärimmäisen luotettavaa, tai kun laadukasta jälkeä on pystyttävä tuottamaan nopeasti. Orbitaalihitsausta voidaan käyttää monipuolisissa olosuhteissa konepajoilla sekä asennustyömailla. Monenlaisiin käyttötarkoituksiin suunnitellut polttimet ja kaapelit mahdollistavat hitsauksen toteuttamisen tarvittaessa myös ahtaissa ja korkeissa paikoissa. Tämä mahdollistaa huomattavan edun työergonomiassa ja tuottavuudessa perinteisiin käsihitsausmenetelmiin verrattuna, kun operaattorilta ei vaadita yhtä paljon kädentaitoja. (Polysoude 2017)

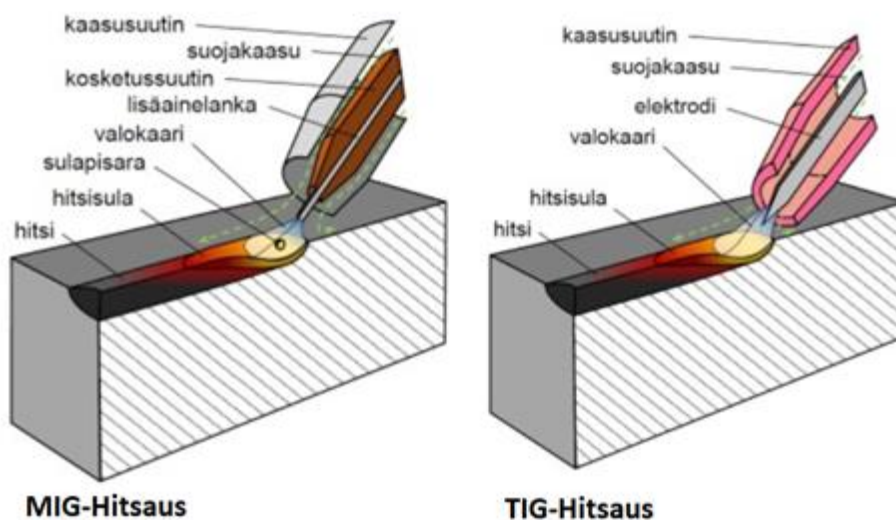


Kuva 6. Orbitaalihitsausprosessi (Kemppi 2017)

Orbitaalihitsauksesta puhuttaessa tarkoitetaan yleisesti nimenomaan TIG-hitsausta (tungsten inert gas welding), eli kaasukaarihitsausprosessia, jossa valokaari palaa sulamattoman volframielektrodin ja työkappaleiden välissä. TIG-hitsauksessa käytettävä kaasu on aina inerttiä, eli se ei vaikuta hitsausprosessiin. Orbitaalihitsauksessa voidaan käyttää myös MIG-hitsausta (metal inert gas welding), eli kaasukaarihitsausmenetelmää, jossa sähkövirran avulla muodostuva valokaari palaa lisäainelangan ja hitsattavan kappaleen välissä suoja-



sun ympäröimänä. Valokaari sulattaa lisäaineen ja perusaineen liittäen kappaleet yhteen. Kuvassa 8 on havainnollistettu MIG-, ja TIG-hitsauksen eroja. (Kemppi 2018)



KUVIO 2. MIG- ja TIG-prosessien erot (Kemppi 2018)

### 3.1 Laitteisto

Laitteisto koostuu hitsauspäästä sekä ohjelmoitavasta virtalähteestä, jolla säädetään hitsausprosessin asetuksia. Tämän lisäksi voidaan tarvittaessa käyttää langansyöttölaitteistoa. (Polysoude 2017 s. 17)

#### 3.1.1 Virtalähde

Orbitaalihitsauksessa käytettävät virtalähteet ovat hyvin monipuolisia. Virtalähteisiin on liitetty ohjelmoitava ohjausyksikkö, johon voidaan tallentaa esimerkiksi tuotteiden valmistusarvoja. Ohjausyksikköä voidaan ohjelmoida joko tietokoneen välityksellä tai, kuten uudemmissa laitteissa, ohjausyksikön omasta käyttöliittymästä käsin. Virtalähteen ohjausyksikön avulla pystytään myös seuraamaan ja muokkaamaan hitsausprosessin arvoja reaaliajassa. (Polysoude 2017 s. 18)

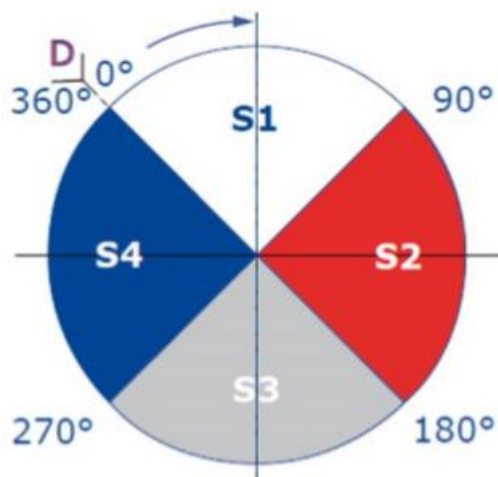


Kuva 7. Orbimat 300 CA-virtalähde (Masino verkkokauppa, 2020)

Virtalähteitä on kolmea eri kokoluokkaa: pieniä, suuria ja keskikokoisia. Pieniä käytetään tilanteissa, joissa konetta täytyy siirrellä paljon, kuten huoltotöissä. Suurimpia taas tuotantolaitoksissa, joissa koneilla on kiinteät paikat. (Polysoude 2017 s.18-20)

Liitettävät kappaleet pysyvät hitsausprosessin aikana paikallaan ja kuljetin toteuttaa varsinaisen hitsaustyön pyörähtämällä kappaleen ympäri, joten koneen hitsausasento vaihtelee huomattavasti hitsauksen aikana. Hitsausasennon vaihtelu tuo haasteita hitsaussulan valumisen takia. Erityisesti vaakatasossa tapahtuvat hitsausliitokset tuovat haasteita valumisen suhteen. Näitä haasteita voidaan helpottaa ohjelmoitavalla virtalähteellä. Hitsattavana olevan putken ympärystä jaetaan eri sektoreihin, joissa jokaisessa sektorissa voidaan käyttää eri parametreja tarpeen mukaan, jotta hitsisula ja tunkeuma pysyvät tasakokoisena koko sauman matkalta. Putken lämmitessä myös hitsausvirtaa on tarpeen säätää. Sektoreiden lukumäärä vaihtelee hitsattavan kappaleen materiaalin mukaan, mutta useimmiten käytetään noin 2-5 sektoria. Yleisesti voidaan sanoa, että mitä juoksevampaa hitsisula on, sitä useampaan sektoriin putken hitsaus tulee jakaa. Kuviossa 3 on esitetty esimerkkinä neljän sektorin jakaminen vaakasuunnassa hitsattavalle putkelle. Esimerkin mukaiset hitsausasennot olisivat seuraavat (Polysoude, 2017 s. 17):

- sektori S1, 0°-90°, jalkoasento PA
- sektori S2, 90°-180°, pystyasento alaspäin PG
- sektori S3, 180°-270°, lakiasento PE
- sektori S4, 270°-360°, pystyasento ylöspäin PF.



KUVIO 3. Esimerkki orbitaalihitsauksen sektoreiden jaosta (Polysoude 2017)

### 3.1.2 Hitsauspäät

Orbitaalihitsauksessa käytetään hitsauspäässä kahta erilaista hitsauspäätä, avonaisia ja umpinaisia hitsauspäitä. Hitsauspäätyypin valinta riippuu ensisijaisesti putken halkaisijasta ja käyttökohteesta. (Polysoude 2017 s.20)

Umpinaiset hitsauspäät ovat suljettuja koteloita, joissa kaasusuojaus on koko hitsaustapahtuman ajan suljetussa hitsikammiossa. Elektrodi kiertää putken sisällä ja sulattaa putket toisiinsa. Koteloituja pihtejä käytetään usein erityistä puhtautta vaativissa kohteissa kuten esimerkiksi lääke- tai elintarviketeollisuusputkistoissa. (Caverion 2018)

Umpipihdillä voidaan estää hitsin hapettuminen, värjäytyminen sekä valokaaren säteily ympäristöön. Umpipihdeissä käytettävät halkaisijat vaihtelevat noin 6-200 mm välillä, joten ne ovat yleensä pienikokoisia ja soveltuvat hyvin käytettäväksi ahtaisiin tiloihin. Hitsattavien putkien seinämävahvuus umpipihtiä käytettäessä ei voi ylittää kolmea millia, koska monipalkohitsausta sillä ei ole mahdollista toteuttaa. Myöskään lisäaineen syöttö ei sovellu umpinaiselle hitsauspäälle. (Polysoude 2017 s.20)



Kuva 8. Umpinainen hitsauspää Orbiweld OW65 (Masino verkkokauppa 2020)

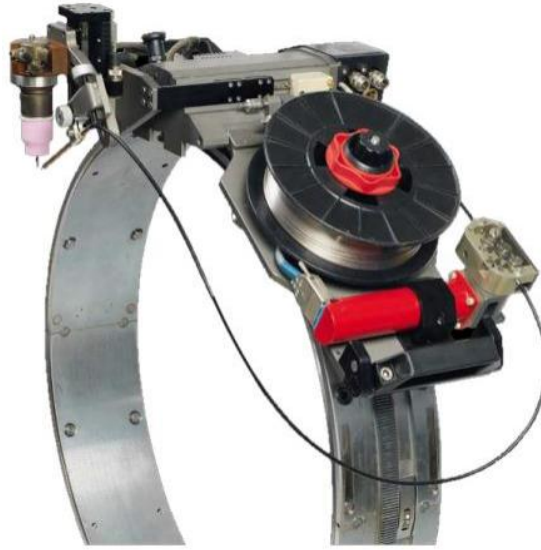
Avonaiset hitsauspääät jakaantuvat kuljetinmallien myötä kahteen pääryhmään, joista ensimmäinen on pienemmissä putkissa käytetty pihtimalli. Avonaisessa pihtimallissa hitsauspää kiinnitetään kiinteään putkeen kiinni ja hitsauspoltin kiertää liitoskohdan ympäri liittäen kappaleet yhteen. Samaan aikaan kiinnitetty hitsauspää pysyy paikallaan. Avonaiset hitsauspääät soveltuvat halkaisijaltaan noin 22–275 mm kokoisille putkille. Lisäksi niihin on mahdollista hankkia lisävarusteena lisäainelangan syöttölaitteisto, joka mahdollistaa paksujen putkien hitsauksen. (Polysoude 2017 s.22)



Kuva 9. Avonainen hitsauspää (Polysoude 2020)

Toinen avomallisten hitsauspäiden pääryhmä on kuljetinkiskolla toimivat orbitalilaitteet. Suurin ero tavalliseen avopihtiin verrattuna on erillisessä kuljetinkiskossa, joka kiinnitetään kiinteään putkeen hitsattavan liitoksen ympärille. Hitsausvaunu laitetaan kulkemaan kiskoa pitkin hitsausliitoksen tekoa varten. Kul-

jetinkiskomallissa on samat ominaisuudet kuin avopihtimallissakin, lukuun ottamatta sitä, ettei maksimihalkaisijaa ole rajoitettu. (Polysoude 2017 s. 22)



Kuva 10. Hitsauskiskoon kiinnitetty orbitaalihitsausvaunu. Avonaiseen hitsauspäähän on kiinnitetty langansyöttölaite (Polysoude 2020)

### 3.1.3 Langansyöttölaitteet

Langansyöttölaitteita voidaan käyttää avonaisissa hitsauspäissä. Laitteisto voi olla joko omana erillisenä yksikkönään tai kiinnitettynä hitsauspäähän, riippuen lisäainekelan koosta. Langansyöttölaitteita käytetään yleensä paksujen putkien hitsauksessa, jossa lisäaine on tarpeen.

Lisäainelankaa voidaan syöttää kahdella tapaa. Kylmälankahitsaus on perinteinen hitsausprosessi, jossa lisäaine ohjataan hitsisulaan ilman erillistä langan lämmitystä. Kuumalankahitsauksessa käytetään erillistä langansyöttöyksikköä, jossa lanka esilämmitetään ennen sen ohjaamista hitsisulaan. Kuumalankahitsauksella saavutetaan kylmälankahitsausta suurempi hitsiaineen tuotto. (Polysoude 2017 s. 40)

## 4 LEAN

Lean on Japanista maailmalle levinnyt johtamismalli ja strategia, joka tähtää jatkuvaan organisaation arvon ja tuottavuuden maksimointiin sekä arvoa tuottamattomien toimintojen, eli hukan poistamiseen. Yritys, jonka resurssit ovat kohdennettu arvoa lisäämättömään työhön, ei ole tuottavimmillaan. Arvoa tuottamaton työ voi olla esimerkiksi tarpeeton kuljettaminen, varastointi tai odotusaika. Lean-strategian toteuttamiseen on useita keinoja, jotka voidaan jakaa neljään pääryhmään: arvot, menetelmät, periaatteet ja työkalut. Leanissa pyritään jatkuvaan virtaus- ja resurssitehokkuuden parantamiseen pääpainon ollessa virtaustehokkuudessa (kuvio 4). Leanin keskeisimmät tavoitteet ovatkin hukan minimoiminen, virtaustehokkuuden parantaminen, tuottavuuden lisääminen ja työn läpimenoajan lyhentäminen. (Modig & Åhlström 2017 s. 123)



KUVIO 4. Virtaus- resurssitehokkuuden havainnointiin käytetty kuviokuva (Torkkola 2015 s. 57)

### 4.1 Lean-työkalut

Lean-työkalut ovat hukan tunnistamiseen ja poistamiseen suunniteltuja apuvälineitä, joilla tähdätään tuotantoprosessin tehostamiseen. Työkalujen tärkein tavoite on saada ihmiset toimimaan aktiivisesti prosessin parantamiseksi, sekä tavoittelemaan yhteistä päämäärää. Työkalujen soveltamisessa käytännössä täytyy toimia aina organisaatiokohtaisesti. Valmista ohjeistusta ei voida ottaa suoraan käyttöön, vaan se tulee sovittaa organisaation toimintaan. Leania käyt-

tävät yritykset ovatkin usein luoneet itselleen oman työkalupakkinsa, joka sisältää käytettäväksi valitut lean-työkalut, sekä niiden käyttöohjeet käytännössä. Tässä opinnäytetyössä aiotaan soveltaa kahta työkalua, jotka ovat 5S ja Kaizen. (Modig & Åhlström 2017 s. 98-105)

#### **4.1.1 5S**

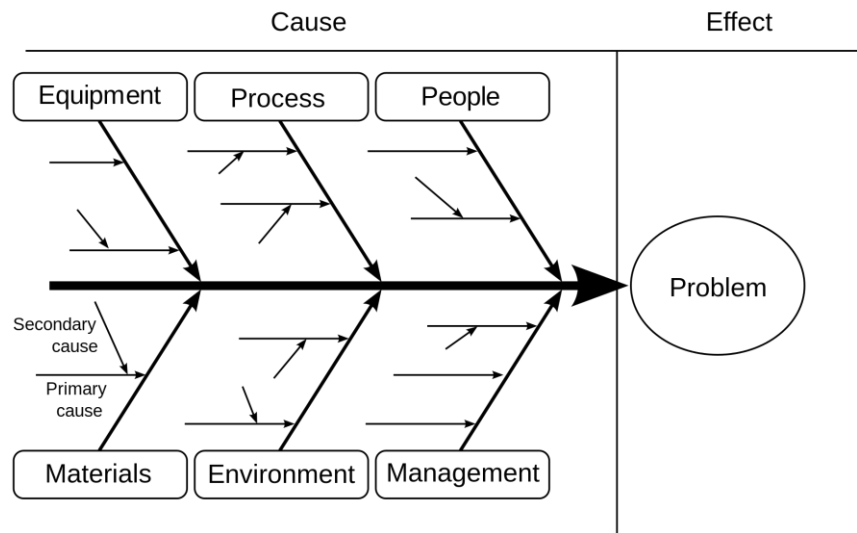
5S on yksi kattavimpia lean-työkaluja. Menetelmä pyrkii tuottavuuden kasvattamiseen työpaikan menetelmien standardoinnin ja organisoinnin avulla. 5S perustuu Hiroyuki Hiranon kehittämään viisiportaiseen menetelmään, jolla pyritään työympäristön jatkuvaan kehittämiseen ja parantamiseen. Alkuperäiset 5S-termit tulevat seuraavista japanin kielen sanoista:

- seiton, järjestäminen
- seiri, lajitteleminen
- seiso, puhdistaminen
- shitsuke, sitoutuminen
- seiketsu, standardointi

Huolellisesti toteutettuna 5S-työkalulla voidaan parantaa läpimenoajan ja kustannuksen lisäksi myös työturvallisuutta sekä viihtyvyyttä. Nämä tekijät yhdessä parantavat lopulta koko yrityksen tuottavuutta ja kannattavuutta. (Modig & Åhlström 2017 s. 75)

#### **4.1.2 Kaizen**

Kaizen on lean-työkalu, joka perustuu jatkuvaan parantamiseen pienissä askeleissa. Periaatteena on ongelmien etsiminen ja niiden ratkaiseminen siten, ettei vastaavia ongelmia enää syntyisi uudestaan. Ongelmanratkaisun avainasemassa on ongelman todellisen juurisyyn kartoittaminen ja sen korjaaminen. Kaizenin soveltamisessa yleisiä ongelmanratkaisukeinoja ovat muun muassa työryhmän kesken toteutettu aivoriihi, syiden ja seurausten kartoittamiseen pohjautuva kalanruotokaavio (kuvio 5) sekä viisi kertaa miksi -tekniikka, jossa kysytään ongelmaan liittyviin kysymyksiin miksi, kunnes päästään juurisyiden äärelle. (Modig & Åhlström 2017 s. 52-54)



KUVIO 5. Ongelmien kartoittamisessa käytetty kalanruotomalli

Ongelmanratkaisutilanteisiin on oleellista valita mukaan keskeisimmät henkilöt, jotka tuntevat prosessin ajantasaisen tilan sekä haasteet parhaiten. Useimmiten työntekijät ovat tässä avainasemassa. Tämä koko henkilöstöä koskeva mahdollisuus olla mukana vaikuttamassa työn käytäntöihin ja sujuvuuteen lisää myös koko henkilöstön motivaatiota osallistua jatkuvaan kehittämiseen. Usein hyvistä toteutetuista kehitysideoista henkilöstöä voidaan palkita myös rahallisesti.



## **5 LÄHTÖTILANNE JA TAVOITTEET**

Ennen varsinaisen toimintasuunnitelman laatimista toteutettiin perinpohjainen esiselvitys orbitaalihitsauspisteen taustasta, nykytilasta sekä tavoitteista tulevaisuuden suhteen. Esiselvitystä varten järjestettiin useita aiheeseen liittyviä palaveriä, joissa olivat läsnä tuotantoa ohjaavien toimihenkilöiden lisäksi koneita käyttävä operaattori.

### **5.1 Tausta**

Orbitaalihitsauspisteen taustat Masino Industryn tuotannossa eivät kannu kovin kauas. Hitsauspiste on ollut käytössä noin viisi vuotta, jonka aikana pisteellä on ollut vain muutama pääasiallinen operaattori. Koneet ovat kuitenkin olleet käytössä lähes täysipäiväisesti.

### **5.2 Lähtötilanne**

Lähtötilanteessa koneita käytetään yhä melko paljon, mutta päteviä operaattoreita on vain yksi, ja hänellä on orbitaalihitsauksen lisäksi muitakin työtehtäviä, joten koneiden käyttö on kaukana maksimaalisesta kapasiteetistaan. Koneita käyttävä operaattori on lisäksi ainoa, joka on kunnolla tietoinen koneiden käyttöön, tuotteisiin sekä orbitaalihitsauksessa ilmeneviin ongelmiin liittyvistä asioista. Työtavat hitsauspisteellä eivät ole vakiintuneet, josta kertoo erityisesti se, että samoja käytännön ongelmia kohdataan yhä uudelleen ja uudelleen. Työtapojen vakiintumattomuuden lisäksi tuotannon puolella ongelmia aiheuttaa käytössä olevan työpisteen ahtaus sekä jatkuva epäjärjestys. Sotkuisuus aiheuttaa muun muassa työturvallisuusriskejä sekä vaikeuksia työkalujen, osien ja materiaalien löytämisessä.



Kuva 11. Orbitaalihitsauspiste lähtötilanteessa

Tuotannonohjauksen suurimpiin ongelmiin kuuluu se, ettei hitsauspisteen ylläpito ole aiemmin ollut varsinaisesti kenenkään vastuualueella, vaan se on lähes unohdettu muiden työtehtävien sekaan siten, että loppujen lopuksi kukaan ei ole täysin perillä laitteiston käytöstä, kalustosta tai sen toimivuudesta. Esimerkiksi lähtötilanteessa hitsauslaitteisiin liittyviä osia on odotettu huollosta takaisin jo lähes vuoden verran.

Kaiken kaikkiaan toiminta on lähtötilanteessa epäorganisoitua niin tuotannon, kuin tuotannonohjauksen näkökulmasta katsottuna.

### 5.3 Tavoitteet

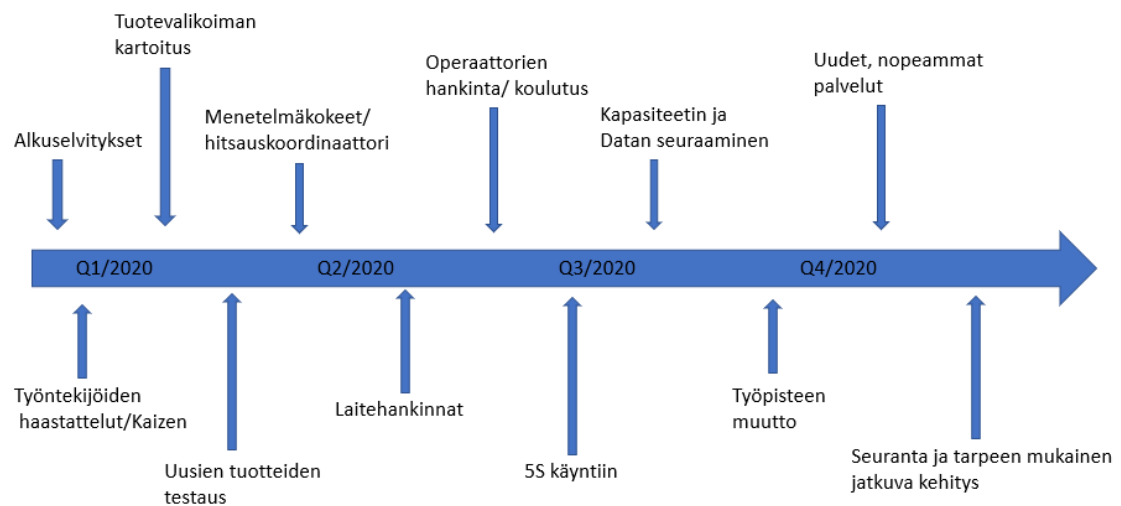
Tulevaisuudessa orbitaalihitsauspiste halutaan organisoida uudelleen, niin tuotannon, kuin tuotannonohjauksen puolesta. Tärkeimpänä pitkän tähtäimen tavoitteena on kapasiteetin huomattava lisääminen. Kapasiteetin kasvattamisen lisäksi tärkeimpiä tavoitteita ovat myös työtapojen vakiointi sekä laitteiston ja tuotteiston kokonaisvaltainen hallitseminen tuotannonohjauksen näkökulmasta.

Päätavoitteisiin pääseminen tulee vaatimaan suuren määrän taustatöitä, eli pienempiä välitavoitteita. Välitavoitteita ovat esimerkiksi uusien operaattoreiden rekrytoiminen ja kouluttaminen, uusien tuotteiden testaaminen ja lisääminen

valikoimaan, uusien ja nopeampien palveluiden lisääminen, kaluston päivitys ja hankinta sekä lopulta koko hitsauspisteen fyysinen muuttaminen uuteen sijaan.

## 6 TOIMINTASUUNNITELMA

Toimintasuunnitelma on luotu pohjaksi varsinaisen työn toteuttamista varten. Toimintasuunnitelma koostuu lähinnä pienemmistä välitavoitteista, joilla kaikilla tähdätään osaltaan tuotannon kasvattamiseen, toiminnan vakiointiin sekä läpimenoajan lyhentämiseen. Kuviossa 6 on havainnollistettu alustavaa aikajanaa toteutettavalle projektille.



KUVIO 6. Orbitaaliprojektin alustava aikajana

### 6.1 Työntekijöiden haastattelu

Esiselvityksessä selvinneiden kehitysprojektiin liittyvien pääkohtien lisäksi on tarpeen tutustua toimilaitteisiin fyysisesti, sekä kartoittaa ja kirjata kaikki laitteella työntekijöiden näkökulmasta ilmenneet ongelmat ylös. Tämä koskee kaikenkokoisia ongelmia, jotka osaltaan häiritsevät, hidastavat tai estävät työn etenemistä. Tarkoituksena on pyrkiä estämään mahdollisimman monet ongelmat pysyvästi.

### 6.2 Operaattorien koulutus

Jotta kapasiteettia voidaan käytännössä lisätä, on täysin välttämätöntä kouluttaa uusia operaattoreita. Lähtötilanteessa operaattoreita on vain yksi, joka käyttää konetta noin puolet arkiviikon työpäivistä. Tulevaisuudessa koneiden tulisi olla käytössä aamu- sekä iltavuoroissa jatkuvasti, joten operaattoreita tulisi kou-

luttaa tulevan kaluston määrän ja nousevan kapasiteetin mukaan aluksi noin kolme-neljä henkilöä.

Operaattoreiden koulutus on huomattavasti helpompaa, kuin esimerkiksi käsi-hitsaajiksi, sillä vastaavaa kädentaitoa ei edellytetä. Operaattoreiden kouluttamista varten tullaan konsultoimaan Masino Industryyn käytössä olevaa hitsauskoordinaattoria.

### **6.3 Menetelmäkokeiden lisäys**

Orbitaalilaitteilla olevien hitsausmenetelmäkokeiden ajantasaisuus ja tarve tullaan kartoittamaan. Tarvittaessa suoritetaan uusia menetelmäkokeita. Erityisesti uusien orbitaalituotteiden suhteen tulee hitsausmenetelmäkokeiden tarpeellisuus tarkistaa hitsauskoordinaattorilta.

### **6.4 Tuotteiden lisääminen valikoimaan**

Orbitaalihitsauksella valmistettavat tuotteet, tuotteiden menekit ja sarjakoot tullaan kartoittamaan. Erityisen tärkeää on kartoittaa, minkä kokoisia sarjoja orbitaalihitsauksella kannattaa minimissään valmistaa.

Tuotteiden lisäämisen yhteydessä tullaan kartoittamaan tiettyjä käsihitsauksella valmistettavia tuotteita, jotka voitaisiin mahdollisesti tulevaisuudessa toteuttaa orbitaalihitsauksella. Käsihitsauksesta orbitaalille siirrettävistä tuotteista tulee tehdä testierät, ennen kuin voidaan varmuudella todeta ratkaisu toimivaksi ja vaihtaa tuotteen valmistustapa.

Myyntihenkilöstön tehtävä on kartoittaa asiakaskontakteiltaan, millaisia tarpeita ja toiveita asiakkailla on tiettyjen tuotteiden suhteen, sekä mitä sellaisia putkistotuotteita asiakkaat tarvitsisivat, jota Masino Industryllä ei vielä saa. Tarkoituksena on kartoittaa tulevia tarpeita, mahdollistaa lyhyemmät toimitusajat sekä luoda kokonaan uusia nimikkeitä.

## 6.5 Kapasiteetin seuraaminen

Orbitaalihitsauksella valmistettavien tuotteiden kapasiteettia tullaan jatkossa seuraamaan tehostetusti. Paras tapa pysyä ajan tasalla sen suhteen, kuinka paljon kapasiteettia on pystytty kasvattamaan, on seurata tuotteiden menekkiä ja vertailla lukuja eri ajanjaksojen välillä. Kapasiteetin seurannalla pystytään myös mahdollisesti kartoittamaan ongelmakohtia, puuttumaan niihin ja kehittämään toimintaa tulevaisuudessa. Tärkeää on pysyä myös ajan tasalla siitä, kuinka paljon koneet ovat todellisessa käytössä ja kuinka käytettävissä oleva laitteisto ja henkilöstö riittävät tämän työmäärän toteuttamiseen.

## 6.6 Datat kerääminen

Orbitaalihitsaukseen ja laitteistoon liittyvän datan keräämistä tullaan tehostamaan. Tulevaisuudessa tullaan kirjaamaan ylös kaikki epäonnistuneet kappaleet, niiden tarkat tiedot ja muut kommentit. Tällä pyritään havaittujen ja mahdollisesti toistuvien ongelmien pysyvään ratkaisuun. Esimerkiksi valmiiden, tietyille tuotteille tehtyjen, orbitaaliohjelmien päivitystarve voidaan havaita tällä tavoin.

Tuotannon järjestelmiin tullaan myös kirjaamaan jokaiselle uudelle orbitaalituotteelle omat valmistusaikansa, jotka perustuvat mitattuihin työaikoihin. Aikoja voidaan käyttää tuotantokapasiteetin mitoituksessa, sekä vertailuna esimerkiksi käsihitsaukseen ja orbitaalihitsaukseen tarvittavien välillä.

Myös teknisempiä ratkaisuja datan keräämisessä tullaan harkitsemaan. IoT-tekniikkaan perustuvia keinoja voidaan soveltaa myös orbitaalihitsauksessa. Tekniikalla voidaan välittää analysoitavaksi hitsausprosessin tarkkoja parametreja, taikka tarvittaessa yksinkertaisesti vain käyttö-, ja kaariaikoja.

## 6.7 Kustannusten pienentäminen

Orbitaalihitsaus on perinteistä käsihitsausta huomattavasti nopeampi, sekä laadullisesti varmempi hitsausmenetelmä. Näin ollen orbitaalihitsaukseen panostaminen on myös kustannustehokasta. Orbitaalilaitteiston uusiminen on käsihitsaukseen verrattuna kallis investointi, mutta tulee pienentämään kustannuksia

työajassa ja laadussa siinä määrin, että maksaa itsensä takaisin. Tämän toden-  
tamista varten aletaan ylläpitää taulukkoa, jossa verrataan orbitaalihitsauksen  
sekä käsihitsauksen väliset asetus-, ja työajat.

## **6.8 Leanin soveltaminen**

Yleisen järjestyksen saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi tullaan soveltamaan  
lean-ajattelusta tuttuja työkaluja. Lean-työkalujen käyttämisellä projektissa halu-  
taan saavuttaa erityisesti yleistä arkista säännöllisyyttä, siisteyttä sekä pelisään-  
töjä, joiden avulla voidaan ylläpitää ja parantaa jatkuvasti toiminnan tehokkuut-  
ta.

### **6.8.1 5S**

Seiton, eli järjestämisvaihe tullaan toteuttamaan siten, että jokaiselle tavaralle  
etsitään oma vakituinen paikkansa työpisteellä. Työkaluille hankitaan oma  
kaappinsa, jossa jokaiselle työkalulle on oma tarralla nimetty paikkansa. Orbi-  
taalilaitteiston osille hankitaan omat vastaavasti nimetyt lokeronsa ja niille jär-  
jestetään omat vakituiset paikkansa hyllystä. Myöskin työstöön tuleville, valmiille  
ja epäonnistuneille tuotteille tullaan järjestämään omat vakituiset paikkansa.  
Järjestämisvaiheen tehostamista varten voidaan myös tarpeen tullen maalata  
tai teipata jälkiä lattiaan työpisteen eri tarvikkeita, kuten roskalaatikkoa tai kärry-  
jä varten. Maalaukseen ja teippaukseen liittyvät asiat tullaan toteuttamaan vasta  
työpisteen muuton yhteydessä.

Seiriksi kutsutussa lajittelemiseen liittyvässä vaiheessa poistetaan työpisteeltä  
kaikki sinne kuulumattomat ylimääräiset tavarat, kuten siellä lojuvat ylimääräiset  
työkalut, kahvikupit, kansiot ja vialliset tuotteet. Tarkoituksena on vapauttaa tilaa  
sekä samalla lajitella työpisteellä olevat tavarat käytettävyyden mukaan. Lajitte-  
lussa tulee olla rehellinen sen suhteen, kuinka paljon kullekin tavaralle on todel-  
lisuudessa käyttöä työpisteellä. Kaikki ilman selkeää ja säännöllistä käyttöä ole-  
vat tavarat tullaan poistamaan.

Seiso, eli puhdistaminen, tuodaan osaksi työpisteen arkea. Työpiste tullaan sii-  
voamaan päivittäisen työskentelyn ohessa joka päivä. Pienelläkin päivittäisellä

siivoamisella voidaan päästä siihen tilanteeseen, ettei työpiste ole enää koskaan uudestaan likainen ja epäjärjestyksessä.

Seiketsu, eli standardointiin liittyvässä vaiheessa sovitaan yhdessä työntekijöiden kesken parhaat yhteiset käytännöt töiden toteuttamiseksi. Käytännöt sovitaan myös siitä, kuinka toimitaan esimerkiksi poikkeuksellisten tuotteiden, virheiden tai muiden poikkeuksellisten asioiden suhteen. Standardointiin kuuluu varsinaisten tuotteiden valmistukseen liittyvien työtapojen ja tilanteiden lisäksi ainakin siivouksen aikatauluihin ja järjestyksen ylläpitoon kuuluvien työtapojen sopimisesta.

Shitsuke, eli sitoutuminen on 5S-projektin tärkein vaihe. Tässä vaiheessa työntekijät sitoutuvat noudattamaan sovittuja uusia yhdessä sovittuja työtapoja ja ylläpitämään niitä jatkossa. Sitoutumisvaiheessa aloitetaan myös seuranta, joka on 5S-projektin jatkuva osuus. Seurannassa tarkkaillaan, kuinka hyvin sovittujen työtapojen noudattaminen toteutuu käytännössä. Seurannan avulla on tarkoitus myös havaita, mikäli työtapoihin tai muihin sovittuihin käytäntöihin on tarpeen tehdä muutoksia.



KUVIO 7. 5S-työkalun vaiheet tiivistettynä

### 6.8.2 Kaizen

Kaizenia projektissa tullaan soveltamaan ensimmäisen kerran heti alkuvaiheessa aivoriihellä, jossa projektityöryhmän jokainen jäsen miettii osaltaan työpis-



teen ongelmia ja haasteita ja tuo ne sitten esiin koko työryhmän yhteiseksi jaostettavaksi. Tällä tavoin pystytään kartoittamaan ongelmien juurisyyt ja sopimaan heti alusta asti, kuinka asiaa lähdetään korjaamaan ja kuka tulee vastaamaan asian edistämisestä. Aivoriihen tärkeimpiä henkilöitä ovat konetta käyttävät tuotantotyöntekijät, joilla on paras tieto työpisteen ajankohtaisesta tilasta.

Kaizen on tuotannossa läsnä jatkuvasti, sillä työntekijät voivat ongelman havaitessaan kehittää siihen ratkaisun ja tehdä siitä niin sanotun Kaizen-aloitteen, jonka toteuttamista arvioidaan erillisissä Kaizen-palavereissa. Mikäli Kaizen-aloite päätetään toteuttaa, saa työntekijä tästä tuotantopalkkion. Kaizen on erinomainen tapa motivoida työntekijöitä jatkuvaan parantamiseen omassa työssään.

## **6.9 Laitehankinnat**

Tällä hetkellä käytössä oleva kalusto riittää nykyiselle kapasiteetille, mutta tulevaisuudessa kapasiteetin kasvaessa myös laitehankinnat ovat pakollisia. Laitehankinnoissa toimitusajat saattavat olla pitkiä, joten hankintoja on syytä toteuttaa hyvissä ajoin, mieluiten jo alkukevään 2020 aikana. Tämänhetkisessä työpisteessä ei kuitenkaan ole tarpeeksi tilaa uusien laitteiden käytölle, joten niiden asentaminen tulee todennäköisesti tapahtumaan vasta uuteen työpisteeseen muutettaessa.

## **6.10 Työpisteen siirtäminen**

Nykyisen työpisteen suurimmat ongelmat koskevat tilan ahtautta. Työpisteellä on pystytty toimimaan yhden operaattorin voimin vuoroa kohden, mutta tulevaisuudessa, kun operaattoreiden ja laitteiden määrä kasvaa, myös työtilojen on kasvettava. Työpiste tullaankin siirtämään kokonaan uuteen, tilavampaan paikkaan, jossa töitä voidaan toteuttaa sujuvasti ja tehokkaasti. Uusi paikka on jo suunniteltu, mutta se ei ole vielä vapaana, joten muuttaminen ei pääse vielä alkamaan. Muuton aikataulu tulee sijoittumaan syksyyn 2020.

## 7 PROJEKTIN ETENEMINEN JA TULOKSET

Tällä hetkellä, helmikuussa 2020, uudelleenorganisointi on hyvässä vauhdissa. Alustavat taustatyöt, sekä aiheeseen perehtyminen päästiin aloittamaan jo vuoden 2019 lopulla, jonka jälkeen projektia on viety tasaisella tahdilla eteenpäin. Myös projektin ensimmäisiä käytännön tuloksia on jo saatu havainnollistettua. Projekti on kuitenkin vielä keskeneräinen ja tulee jatkumaan vielä pitkään. Aikatauluissa ollaan tällä hetkellä hieman edellä alkuperäistä alustavaa aikataulusuunnitelmaa.

### 7.1 Tähän mennessä ja tällä hetkellä

Vuoden 2019 lopussa orbitaalihiitsauspisteellä aloitti ensimmäinen uusi operaattori. Uuden operaattorin myötä työpisteelle järjestyi myös aikaa toteuttaa ensimmäisiä testejä uusien tuotteiden tuomiseksi orbitaalihiitsaukseen. Uusia tuotteita on tähän mennessä pyritty siirtämään aiemmin käsihiitsattujen tuotteiden puolelta. Käsihiitsatuista tuotteista on tuotantojärjestelmiin kirjattu jokaiselle oma ohjeelliset asetus-, ja yksikköajat ja orbitaalihiitsauksessa testattaville tuotteille on mitattu omat vastaavat ajat kustannusvertailun ylläpitämiseksi. Taulukossa 3 on kerrottu ensimmäisten testierien tuloksista.

TAULUKKO 3. Ensimmäisten testierien tulokset

Testattava tuote	Asetusaika, min (orb.)	Yksikköaika, min (orb.)	Asetusaika, min (käsih.)	Yksikköaika, min (käsih.)	Eräkoko, kpl	Eräaika, h (orbit.)	Eräaika, h (käsih.)	Säästetty aika, h
Tuote 1	9	4	27	36	10	0,82	6,45	5,63
Tuote 2	7	3	26,4	14,4	10	0,62	2,84	2,22
Tuote 3	6	3	26,4	12,6	10	0,60	2,54	1,94
Tuote 4	6	3	26,4	13,2	10	0,60	2,64	2,04
Tuote 5	6	3	26,4	13,2	10	0,60	2,64	2,04
Tuote 6	6	3	26,4	13,2	10	0,60	2,64	2,04
Tuote 7	5	2	27	16,8	10	0,42	3,25	2,83
Tuote 8	10	3	27,6	18	10	0,67	3,46	2,79
Tuote 9	10	3	27,6	18	10	0,67	3,46	2,79
Tuote 10	10	3	28,2	31,2	10	0,67	5,67	5,00

Testierien tekeminen ja vertaaminen käsihiitsauksen työaikoihin on ensimmäinen konkreettinen merkki projektin kannattavuudesta. Toteutetut testierät sisälsivät kymmenen käsihiitsauksessa valmistettavaa tuotetta, joista kustakin tehtiin kymmenen kappaleen testierät orbitaalilaitteella. Pelkästään tällä sadan kappa-

leen testierällä säästettiin yli 29 työtuntia verrattuna käsihitsaukseen varattaviin aikoihin. Keskimäärin orbitaalilla testatut tuote-erät veivät vain alle 20 prosenttia käsihitsaukseen varattavasta ajasta. Vuositasolla tämä tulee tarkoittamaan huomattavia säästöjä työajassa. Tuotevalikoiman ja kapasiteetin kasvaessa, myös säästöt jatkavat kasvamistaan.

Tulevaan kapasiteetin nousuun on varauduttu jo hyvissä ajoin. Alkuvuodesta 2020 hankittiin uutta orbitaalikalustoa näyttille mahdollisia hankintoja varten. Kaluston ollessa näytillä pystyttiin kartoittamaan mahdollisia tulevaisuudessa tarvittavia työkaluja, sekä fyysisiä ominaisuuksia tilantarpeen suhteen. Näytteillä olevasta kalustosta päädyttiin valitsemaan joukko uusia laitteita, jotka tilattiin tammikuun lopulla.

Alkukevääseen mennessä on onnistuttu toteuttamaan iso joukko työntekijöiden kehitysehdotuksia. Kehitysehdotukset ovat sisältäneet joukon uusia teknisikäpiirustuksia valmistettavista tuotteista, uusien työkalujen piirtämistä ja hankintaa sekä hitsikaasuun liittyviä muutoksia. Myös Kaizen-aloitteita on tällä hetkellä käsiteltävänä.

Kapasiteetin seurantaan ollaan tällä hetkellä kehittämässä uusia toimivia menetelmiä. Tarkoituksena on koota tuotannon järjestelmiin kertyneen datan perusteella orbitaalien käyttöön liittyviä taulukoita, joiden perusteella laitteen käyttöä ja erityisesti kapasiteettia voidaan seurata. Se, mitä ei tuotannon järjestelmistä suoraan pystytä näkemään, ovat epäonnistuneet kappaleet. Epäonnistuneista kappaleista on alettu helmikuun 2020 alusta asti pitämään kirjaa.

## **7.2 Tulevaisuus**

Kehitysprojektissa on jäljellä vielä paljon tekemistä, ennen kuin päästään tavoitettiin. Tavoitetilana voidaan pitää sitä hetkeä, jolloin aktiivinen kehittämistyö voidaan jättää toissijaiseksi ja keskittyä laadukkaan toiminnan ylläpitämiseen.

Tulevaisuudessa halutaan lisätä orbitaalituotteiden valikoimaa entisestään ja tuotetestauksia pyritään toteuttamaan mahdollisimman paljon. Tuotetestauksia toteutetaan jatkuvasti aina kun on tarpeellista, mutta suurin osa uusista tuotteis-

ta tulisi olla kartoitettuna kesän 2020 loppuun mennessä. Tuotetestien ohessa tullaan tarpeen mukaan konsultoimaan hitsauskoordinaattoria menetelmäkokeisiin liittyen.

Viimeistään siinä vaiheessa, kun uusi kalusto saapuu, aletaan kouluttaa uusia operaattoreita. Operaattoreita olisi hyvä olla mahdollisimman pian käytettävissä uuden laitteiston sekä uusien tuotteiden käyttöönottoa ja testausta varten. Tavoiteaikana on kevät 2020.

Suurin fyysinen työ tulee olemaan työpisteen siirtäminen uuteen paikkaan. Tämä siirtäminen voidaan aloittaa vasta kun uusi työalue saadaan tyhjennettyä sen edellisen käyttötarkoituksen mukaisista laitteistoista. Uuteen työpisteeseen liittyviä kalusteita, kuten telineitä, hyllyköitä ja pöytiä päästään mitoittamaan ja suunnittelemaan tarkemmin vasta uuden työtilan vapautumisen jälkeen. Tämänhetkisen aikatauluarvion mukaan muuttoa päästään toteuttamaan loppukeksän ja syksyn 2020 aikana.

5S-työkalua on tarkoitus alkaa alustavasti sovittamaan jo nykyisen työpisteen käytössä. Soveltamisessa tullaan kuitenkin keskittymään pääasiassa sellaisiin työtapoihin ja menetelmiin, joita voidaan mahdollisimman suoraan soveltaa myös uudessa toimipisteessä. Lopulliset työtavat voidaan kuitenkin vakioda kunnolla vasta uudessa työpisteessä. 5S-osuus tulee ajoittumaan arviolta kesän ja syksyn 2020 ajalle.

## 8 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä luotua projektisuunnitelmaa voidaan pitää realistisena ja toteutettavissa olevana kokonaisuutena uudelleenorganisointiin liittyvän projektin läpiviemistä ajatellen. Projektisuunnitelman pätevydestä kertoo sekin tosiasia, että projektisuunnitelman läpivienti on jo aloitettu ja se on tuottanut ensimmäisiä konkreettisia tuloksia. Konkreettiset tulokset näkyvät uutena kalustona, monien tuotteiden merkittävästi pienentyneinä läpimenoaikoina sekä useina pienempinä parannuksina, joita on toteutettu operaattorien toiveista.

Tässä opinnäytetyössä tehtyä projektisuunnitelmaa sovellettaessa on kuitenkin muistettava se, että kuten jokainen projektisuunnitelma, myös tämä on vain alkuperäinen suunnitelma siitä, missä järjestyksessä ja millaisilla aikatauluilla projektin tulisi edetä. Todellisuudessa projektia toteutettaessa tulee usein paljon odottamattomia muutoksia työjärjestyksen ja aikataulun suhteen. Projektisuunnitelma on kuitenkin tärkeä väline tekemisen tukena ja runkona, jotta kaikki asetetut tavoitteet tulevat täytetyiksi.

Opinnäytetyön suurimmat haasteet liittyivät aiheen rajaukseen. Tekijän puolesta hallitsemattomat asiat, pääasiassa työpaikan aikatauluihin liittyvät asiat, olivat myös pääsyynä siihen, että opinnäytetyön keskiössä on nimenomaan projektisuunnitelma, eikä se ole sidottu koko projektin valmistumiseen. Toinen haasteita aiheuttanut tekijä oli tiettyihin tuotannon asioihin ja tuotteisiin liittyvä salassapitovelvollisuus, jonka takia osassa tekstissä voidaan puhua vain ympärilyövästi tuotteista, laitteista taikka palveluista. Näiden hidastavien tekijöiden kiertäminen onnistui kuitenkin melko hyvin, eikä se haittaa lopputulosta, sillä sama tieto välittyy ilman tarkempiakin kuvailuja.

Kaikkiaan projekti on ollut tekijälleen hyvin opettavainen ja mielenkiintoinen kokemus. Orbitaalihitsaus on edelleen Suomessa suhteellisen harvinainen hitsausmuoto, vaikka ensimmäiset koneet otettiin käyttöön jo 1970-luvulla. Orbitaalihitsaus ei ollut tullut tekijälle eteen aikaisemmin missään muodossa opinnoissa, kuin vapaa-ajallakaan. Lähtötaso on ollut melko vaatimaton. Opinnäytetyö onkin sisältänyt paljon aiheeseen liittyvää taustatyötä ja opiskelua ennen varsinaisen työpaikalla aloitetun projektin aloittamista. Taustatyö on ajoittunut

pitkälti syystalveen 2019, jolloin opinnäytetyöaihetta tarjottiin työpaikan puolesta.

Työn tekeminen on ollut hyvin motivoivaa, sillä työtä toteuttaessa on päässyt näkemään konkreettista tulosta ja kehitystä. Onnistumisia on tullut jo alkuvaiheessa ja työ etenee hyvällä vauhdilla. Eräs tärkeä motivaattori työn suorittamiseen on myös se, että projektisuunnitelma palvelee ennen kaikkea työn tekijää itseään, sillä projektin kehittäminen ja jatkaminen tulee olemaan osana työnkuvaa jatkossakin.

## LÄHTEET

Masino Group. 2017. Yleisesite.

Masino Industry Oy. 2018. Yleisesite.

Meriläinen, T. Masino Trading Oy. Höyry- ja lauhdeputket / lämpölaajeneminen. 2015.

Masino-Metalliletkut. 2015. Tuoteluettelo.

Hitsaustekniikka-Perusteet ja kaarihitsaus. 2002. Juha Lukkari

Kemppi. 2018. Hitsausaapinen. Luettu 16.1.2020. <https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/tighitsaus/>

Caverion. 2018. Tarkkaa jälkeä orbitaalihitsauksella. Artikkel. Luettu 22.1.2020. <https://www.caverion.fi/jarjestelmat-ja-tuotteet/prosessiputkistot/orbitaalihitsaus>

Polysoude. The orbital welding handbook. 2017. Opaskirja.

Niklas Modig, Pär Åhlström. 2017. Tätä on Lean. Maarit Tillmann (suom.) Rheologica publishing.

