

Jussi Ruuttula

Teräskehikon kehittäminen ja valmistusprosessi

Esimerkkinä Maljus Oy

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Tammikuu 2015**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Tammikuu 2015	Tekijä/tekijät Jussi Ruuttula
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi Teräskehikon valmistaminen ja kehitysprosessi		
Työn ohjaaja Heikki Salmela		Sivumäärä 30 + 1
Työelämäohjaaja Timo Ruuttula		
<p>Työn tilaaja on Maljus Oy Sievistä. Tilaaja halusi saada työstä ja työn kehityksestä dataa jolla voisi vertailla työn kannattavuutta. Parantaa tuotannon tehokkuutta, kehittää uusi layout työlle ja parantaa työtilojen siisteyttä</p> <p>Työn tavoitteet: Mitata työvaihe aikojen ajat ja niiden kehitys ensimmäisistä sarjoista viimeisiin sarjoihin. Valmistaa laatuvaatimusten mukainen tuote. Kehittää tuotantoa enemmän Lean- ajattelun tapaiseksi.</p> <p>Tuotteen kokonaisaika kehittyi kuukausittain, mutta ei vielä tarpeeksi tehokkaaksi. Tuotannollisesti tehokas malli saatiin aikaseksi, mutta sarjakokoa olisi vielä pitänyt kasvattaa, jotta oltaisiin päästy tavoitteeseen. Siisteys saatiin pysymään 5S toiminnan mukaan hyvänä.</p>		

Asiasanat Hionta, layout, lean, MAG-hitsaus, pakkaus, tuotanto
--

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date January 2015	Author Jussi Ruuttula
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis Metal frame developing and manufacturing process		
Instructor Heikki Salmela	Pages 30 + 1	
Supervisor Timo Ruuttula		
<p>The client is Maljus Oy Sievi. The customer wanted to get the hourly labor effort of the frame, so later they can compare profitability. From data results, they could see development of product. Improve production efficiency, to develop a new layout and work to improve the cleanliness of premises</p> <p>Objectives: To measure the cycle times. Collect data development of the first series to the last series. To manufacture the product according to the quality standards. To develop the production of going by Lean thinking.</p> <p>Results: The total time of the product developed on a monthly basis, but that are not yet effective enough. Production were effective, but the size of the series would still have to grow in order to be achieved the objective. Cleanliness was kept and 5S activities were going well.</p>		
Key words Grinding, layout, Lean, MAG-welding, packing, producing		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Hukka	Ei hyödyllistä, tuottavaa toimintaa.
Lean	Toimintatapa, jossa pyritään parantamaan toimintaa jatkuvasti, sekä poistamaan prosessista kaikki turhat toiminnot.
Layout	Sijoittelu/suunnitelma tuotannon/työn toteuttamiseksi.
Läpimenoaika	Aika, joka kuluu kokonaisuudessaan työn tekemiseen.
5S	Työmenetelmien ja työpaikkojen organisointiin keskittyvä menetelmä, jonka tavoitteena on kasvattaa työn tuottavuutta.
A-mitta	Hitsaussauman paksuus kappaleen kulmien/pinnan pohjasta.
Jigi	Hitsausalusta joka on suunniteltu tietylle kappaleelle.
Muovivanne	Eri muovimateriaaleista valmistettua luja pakkausvanne.
Imuohjaus	Tuotannon ohjauksen muoto, jossa tuotteita valmistetaan vain jos asiakkaat niitä tilaavat.
PDCA	Kehittämisen kehä, jossa on neljä vaihetta (plan, do, check, act).

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 LEAN-AJATTELU	2
2.1 Määritelmä.....	2
2.2 Asiakaslähtöisyys.....	2
2.3 LEAN toiminnan kehittäminen	3
2.4 Hukka	4
2.5 Jatkuva parantaminen.....	5
2.6 Työturvallisuus ja ergonomia	6
2.7 Työn vakiinnuttaminen	6
2.8 Imuohjaus	6
2.9 Laadunvarmistus.....	7
3 VALMISTUSPROSESSIN SUUNNITTELU	8
3.1 Työn esittely ja tavoite	8
3.2 Protosarja.....	9
3.3 Tuotantosarja	9
4 TERÄSKEHIKON VALMISTUSPROSESSI.....	10
4.1 Vastaanotettavien tavaroiden tarkastus	10
4.1.1 Tarkastus	10
4.1.2 Varastointi	11
4.1.3 Kirjaus tietokoneelle	11
4.1.4 Raakamateriaalin hyllytys leania hyödyntäen	11
4.2 HITSAUS JA HIONTA	13
4.2.1 MAG-Hitsaus (nro 135)	13
4.2.2 Puolivalmiste hitsaus ja kehitys	14
4.2.3 Kokoonpanohitsaus ja kehitys	16
4.2.4 Hionta	18
4.2.5 Hionta kappaleelle.....	19
4.3 PINTAKÄSITTELY JA TARKASTUS.....	20
4.3.1 Maalauksen tarkoitus	20
4.3.2 Kappaleen pintakäsittely	21
4.3.3 Mittaus	22
4.4 PAKKAUS	24
4.4.1 Pakkauksen tarkoitus	24
4.4.2 Pakkauksen suunnittelu.....	25
4.4.3 Pakkaus ja pakkausmateriaalit	25
4.4.4 Jäljitettävyys	26
5 VALMISTUSPROSESSIN TOTEUTTAMINEN.....	27
6 YHTEENVETO JA TULOKSET	28

LÄHTEET	30
----------------------	-----------

LIITTEET

KUVIOT

KUVIO 1. Vastaanottajan kaavio	12
KUVIO 2. Hitsaustekniikka perusteet ja kaarihitsaus	13
KUVIO 3. Osakokoonpano hitsauksen ajat	14
KUVIO 4. Kokoonpanohitsauksen ajat	17
KUVIO 5. Mittauspöytäkirja	23
KUVIO 6. Kokonaisuika tuotteelle	29

KUVAT

KUVA 1. Kokoonpano hitsausjigi	16
KUVA 2. Lamellilaikka	18
KUVA 3. Kulmahiomakone	18
KUVA 4. Maalaamisen kohdat	21
KUVA 5. Sinkkispray pullo	22
KUVA 6. Mittauspisteet.	22
KUVA 7. Teleskooppimitta	22
KUVA 8. Metallikehikoiden pakkaus.	26

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Tilausmäärät kuukausittain ja toimitusvarmuus.	30
---	----

1 JOHDANTO

Opinäytetyön aiheeni on teräskehikon valmistusprosessi soveltamalla tehokkaasti lean-ajattelutapaa. Yritys sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla Sievissä Maljus Oy:n tiloissa. Maljus Oy on hitsaamo, joka valmistaa sopimus alihankinnantuotteita lähialueen yrityksille. Aloitin työni yrityksen kanssa elokuussa 2014, kun teimme heille tarjouksen. Voitimme tarjouskilpailun ja meille ilmoitettiin saman vuoden joulukuussa, että osat tulevat mahdollisesti tammikuussa 2015 ja pääsemme valmistamaan tuotetta.

Valmistusprosessi sisältää monta työvaihetta, jonka haasteet ja tarkkuus antavat työlle mielenkiintoisen lisän. Prosessiin-kuuluvat tavaroiden vastaanottotarkistus, hyllyttäminen, hitsaaminen, hionta, mittaus, pintakäsittely ja pakkaus. Nämä työprosessit pitäisi saada tehtyä tehokkaasti ja laadukkaasti.

Koulussa opittujen taitojen mukaan pyrin tarkkaan ajankäyttöön ja täten myös tekemään tuotteen eri työvaiheet järjestelmällisesti, jotta valmistuksesta tulisi tuotannollisesti tehokasta ja hyvälaatuista. Minulla on kokemusta tällaisten prosessien läpivienneistä aikaisemmasta työelämästä ja niistä olen oppinut, mitä kannatta ottaa huomioon.

2 LEAN-AJATTELU

2.1 Määritelmä

Lean-filosofia voidaan määritellä, että se on tuottavuuden parantamiseen tarkoitettu ajattelumalli, jonka tarkoituksena on eliminoida seitsemän tuottamatonta toimintoa yrityksessä. Nämä seitsemän ovat: kuljetukset, varastot, liike, odotusaika, ylituotanto, yliprosessointi ja viallinen tuote. (Ilkka Kouri, 2010, 6.)

Lean-toimintamalli näkyy selkeästi tuotannon organisoinnissa sekä jatkuvassa kehitystyössä. Se on myös voimakkaasti sidoksissa yrityskulttuuriin ja henkilöstön osallistumiseen kehityshankkeisiin. Lean-toimintaan sisältyy keskeisesti tinkimätön laatuajattelu, jossa tehdään kaikki mahdollinen tuotteen ja toiminnan laadun varmistamiseksi. (Kouri, 2010, 6-7.)

2.2 Asiakslähtöisyys

Laatuvastuu kuuluu kaikille yrityksen työntekijöille. Yksinkertaisuudessaan Lean management-toimintamallilla pyritään luomaan toimintaan tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä ja täsmällisyyttä asiakasnäkökulmasta lähtien. Tuotteen tai palvelun arvo määritellään asiakkaan näkökulmasta. Se muodostuu tuotteen ominaisuuksista, laadusta, toimitusajasta ja -varmuudesta. Eri asiakkaat määrittelevät arvon eri tavoilla omista näkökulmistaan. Asiakslähtöisyys ja lisäarvon tuottaminen kiteytyy siihen, että osataan tehdä asiakkaalle sellaista tuotetta mitä asiakas haluaa, ei ylipalvelua tai ylilaatua, joten arvo syntyy tietyistä toimenpiteistä eikä kuluteta resursseja turhaan. Kun työn arvoa kasvatetaan suhteessa toiminnan kustannuksiin, niin yrityksen kilpailukyky paranee ja kyky toimia tulevaisuudessakin varmistuu. (Kouri, 2010, 6-7.)

Leanin toimeenpaneminen on pitkäjänteistä ja haastavaa työtä johtajille, koska yleensä on muutosvastarintaa, vaikka olisi kuin motivoitunut tekijä. Ajan saatossa kaikki rupeavat kuitenkin myöntymään toimintamallille, kun huomaavat tehokkuuden kasvavan ja työmäärän vähentyvän. (Kouri, 2010, 6-7.)

Leanin tarkoitus on:

- Parantaa työskentelyolosuhteita
- Antaa mahdollisuuksia osallistua kehitystyöhön
- Parantaa yrityksen kilpailukykyä
- Ohjata oikeiden asioiden tekemiseen

Leanin tarkoitus ei ole:

- Toimia kustannustensäästöohjelmana
- Hakea pienempää riippuvuutta työntekijöistä
- Siirtyä liukuhihnatyöhön
- Vähentää työn mielekkyyttä
- Karsia kaikesta

(Kouri, 2009, 7.)

2.3 LEAN toiminnan kehittäminen

Kun yrityksessä aletaan miettiä, miten Lean-ajattelun kanssa voidaan lähteä etenemään, niin on helppo todeta, että Lean-toimintaa voidaan kehittää monenlaisilla eri tavoilla. Yleisimmin käytetyssä etenemistavassa on viisi eri perusvaihetta. Ne ovat seuraavat:

1. Arvo

Tuotteen ja palvelun arvon määrittely asiakasnäkökulmasta, jotta voidaan selvittää, mistä seikoista asiakas on valmis maksamaan ja mitkä ominaisuudet ovat asiakkaan kannalta vähemmän tärkeitä. Arvon määrittelyllä pyritään ohjaamaan kehitystoimintaa oikeisiin asioihin

2.Arvoketju

Yrityksen arvoketjun kuvaus, jotta voidaan määrittellä ne prosessit ja toiminnot, joista asiakkaan saama arvo muodostuu. Lisäarvoa tuottamattomat prosessit poistetaan, arvoa tuottavia prosesseja tehostetaan. Kaikki työpisteelle kuulumaton poistetaan ja kaikelle sinne kuuluvalla määritetään oma paikkansa.

3. Virtautus

Tuotanto toteutetaan niin, että tuotteet virtaavat pysähtymättä arvoketjussa. Käytännössä tämä tarkoittaa tehtaan koneiden ja laitteiden sijoittelua siten, että materiaalivirta vaiheesta toiseen on lyhyt ja selkeä. Välivarastoja pienennetään ja siirtomatkoja lyhennetään mahdollisuuksien mukaan.

4. Imu

Imulla tarkoitetaan tuotteiden ja osien valmistamista asiakkaan todellisen tarpeen mukaan. Tuotteiden valmistusta varastoon pyritään käytännössä välttämään tai minimoimaan se. Asiakaskohtaiset tuotteet, joiden valmistuksessa ei pystytä käyttämään imua, valmistetaan lyhyen aikajänteen tuotantosuunnitelman perusteella.

5. Pyrkimys täydellisyyteen

Prosesseja kehitetään koko ajan ratkaisemalla ongelmia ja poistamalla erilaisia hukkailmiöitä tuotannosta. Eri tehtävät pyritään toteuttamaan laadukkaasti ja tehokkaasti.

Lean-toiminnan kehittäminen aloitetaan usein arvoketjun analysoinnilla ja kehittämällä. Käytännössä voidaan muuttaa esimerkiksi tuotannon layoutia ja ohjausperiaatteita. Työpisteitä siistitään ja niiden tehokkuutta parannetaan. Seuraavassa vaiheessa aloitetaan systemaattinen ongelmanratkaisu ja tuodaan eri tavoitemittarit työpisteisiin. Yrityksen omia toimintoja kannattaa kehittää sisäisistä asiakkuuksista aloittaen. (Kouri, 2010, 8-9.)

2.4 Hukka

Lean managementissa tuottavuuden parantaminen ei perustu työtahdin kasvattamiseen vaan erilaisten hukkien poistamiseen. Käytännössä hukalla tarkoitetaan kaikkea turhaa ja arvoa lisäämätöntä työtä. Erilaiset hukkailmiöt estävät tehokkaan työn tekemisen. Kun hukkia poistetaan systemaattisesti, työn

tuottavuus ja laatu paranevat. Tuotannon hukat jaetaan seitsemään helposti tunnistettavaan luokkaan. (Kouri, 2010, 10-11.)

1. Ylituotanto tarkoittaa tuotteiden valmistamista välitöntä tarvetta enemmän. Suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto ja varastoon valmistaminen johtavat muiden hukkien syntymiseen. Ylituotanto estää myös tuotannon todellisten epäkohtien havaitsemisen, sillä korkeat varastotasot piilottavat ongelmia ja lieventävät niiden vaikutusta

2. Odottelu ja viivästykset eivät tuo arvoa asiakkaalle! Käytännön esimerkkejä tästä hukasta ovat kone- ja laitehäiriöiden sekä materiaalipuutteiden aiheuttamat viivästykset.

3. Tarpeeton kuljettaminen ei lisää asiakasarvoa. Materiaalien ja tuotteiden turhaa liikuttelua on vältettävä tuotantovaiheiden välillä.

4. Laatuvirheet hukkaavat materiaaleja ja kapasiteettia ja johtavaa asiakastyöttymättömyyteen.

5. Tarpeettomat varastot lisäävät kustannuksia, pidentävät läpimenoaikoja sekä piilottavat eri ongelmia.

6. Ylikäsittely tarkoittaa asiakkaan näkökulmasta merkitseättömien asioiden tekemistä.

7. Tarpeeton liike työskentelyssä. Jos liike ei tuo lisäarvoa tuotteeseen, se on hukkaa.

vahvistamaan asetusta seuraavan tuotteen vastaavuudesta siihen mitä halutaan tuottaa. (Kouri, 2010, 10-11.)

2.5 Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen on systemaattista ajattelua, jota harjoitat töitä tehdessä. Esim. mikä vaikeuttaa töitä tai mitä edellisessä työvaiheessa voitaisiin valmistaa, jotta se helpottaisi koko ketjua. Ongelmat pitää nähdä tilaisuutena kehittää laatua, työturvallisuutta ja työskentelytehokkuutta. Yrityksellä pitää olla taito ratkaista tällaiset ongelmat ja pyrkiä kehittymään jatkuvasti. (Kouri, 2010, 14).

1. Suunnittele (Plan) parannustoimenpide. Pohdi eri vaihtoehtoja ja määritä vaiheet parempien työskentelymenetelmien saavuttamiseksi.

2. Suorita (Do) pilottihanke muutoksesta.

3. Arvioi (Check) pilottihankkeen plussat ja miinukset. Mahdollisuus tehdä korjaavia toimenpiteitä.

4. Toteuta (Act) parannus kohdealueella. Hyväksi havaitut toimintatavat tulee vakiinnuttaa kaikkialla.

5. Jatka toiminnan kehittämistä. (Kouri, 2010, 15.)

2.6 Työturvallisuus ja ergonomia

Työturvallisuutta ja ergonomiaa ei voida koskaan ottaa tarpeeksi huomioon, koska ne ovat suoraan vaikuttavia tekijöitä työntekijöiden jaksamiseen. Työturvallisuuden kehittäminen ei ole työn vaikeuttamista, vaan työnteon turvallisuuteen panostavia tekijöitä, jotka pitkällä aikavälillä maksavat itsensä takaisin. Työergonomian hyödyt löytyvät nopeasti sairaspöissaolojen vähentymisillä ja huonoista menetelmistä johtuva turhautuminen vähenee. Tässäkin työssä joudutaan nostelemaan painavia osia, joten työergonomia näyttelee suurta roolia työssä. (Kouri, 2010, 13).

2.7 Työn vakiinnuttaminen

Vakiinnuttaminen tarkoittaa, että saadaan ohjeistettua kaikki työntekijät tekemään sama työ samalla tavalla, joten laatukin pysyisi silloin hallinnassa. Vakiinnuttaminen onnistuu parhaiten selkeillä työohjeilla, jotka annetaan työmääräimen yhteydessä. Työvaiheet on selkeästi merkattu työmääräimeen, mutta vakiinnuttaminen ei kuitenkaan tarkoita oma-aloitteisuuden vähentämistä. Työohjeet pitää olla helposti saatavilla ja kynnyks kysyä niitä pitää olla matala. (Kouri, 2010, 17).

2.8 Imuohjaus

Imuohjauksessa töiden aloitus perustuu osien kulutukseen. Esimerkiksi kokoonpanolinjalle menevät osat on merkattu Kanban-korteilla, joita työnjohtaja ja työntekijä siirtelee kulutuksen mukaan. Kun työntekijä huomaa osien määrän ensimmäisestä varastosta olevan vähänä, hän siirtää sen Kanban- taululle, josta työnjohtaja taas siirtää sen valmistuspisteelle tai uudestaan työmääräin laatikkoon yksinkertaisesti. Näin ollen puolivalmisteverasto ei pääse tyhjäksi. Korttien määrä vaihtelee tuotannon volyymin mukaan. Pitkällä aikavälillä kehitystyön tavoitteena on pyrkiä pienentämään liikkeellä olevien Kanban-korttien tai laatikoiden määrää, jolloin tuorantojärjestelmänvarastot pienenevät. Tämä ei

tietenkään tapahdu työtahtia nopeuttamalla, vaan asetusaikoja ja työmenetelmiä kehittämällä. (Kouri, 2010, 23).

2.9 Laadunvarmistus

Lean-tuotannossa laadunvarmistus on kaikkien työntekijöiden vastuulla ja osa normaalia työntekoa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että jokainen työntekijä ottaa vastuuta laadusta ja ilmoittaa poikkeaman huomattuaan heti työnjohdolle tai laatupäälilikölle. Virheiden nopea löytyminen ja niiden estäminen tuotannon eteenpäin menosta säästää tuotantopanosta, koska niihin ei tehdä työpanosta erikseen on todettu virheet ja tehty jatkosuunnitelma osien soveltuvuudesta (Kouri, 2010, 24-25).

1. Jokainen työntekijä on laatu vastuussa.

Oma työ tarkastetaan ohjeiden mukaisesti.

Poikkeamiin puututaan heti.

2. Sataprosenttiset laadunvarmistuksen menetelmät.

Virheet estetään teknisesti. Esim. osat, joita ei voi asentaa väärinpäin.

Varmistetaan suoritus esimerkiksi stopparilla jigissä.

3. Hyödynnetään koneiden ja laitteiden automaattisia virheentunnistusmenelmiä

Automaattimittaukset ja tarkastukset.

Työpistekohtaiset testilaitteet. Esim. mittalaitteet jne.

(Kouri, 2010, 24-25.)

3 VALMISTUSPROSESSIN SUUNNITTELU

3.1 Työn esittely ja tavoite

Työn tilaaja on Ylivieskassa kotipaikkaansa pitävä Premec Oy. Yritys tilasi teräskehikon valmistuksen Maljus Oy- nimiseltä yritykseltä, jossa olen työskennellyt 5 vuotta. Työn tekemisen yhteydessä pyritään käyttämään lean-ajattelu mallia ja soveltaa sitä Maljuksen tuotantoon. Vastaanottotarkastus on tuotteiden läpikäynti, joita tulee Maljukselle asiakkailta. Yleensä tarkastuksessa todetaan tilatut kappalemäärät ja laatumateriaalit oikeiksi.. Varastointi on tavaroiden varastopaikkojen teko ja niiden toimivuus tehokkaaksi.. Varastoinnin jälkeen on hitsaus. Maljuksella työt ovat kausiluontoisia, joten varastot ovat pieniä ja hitsauspisteiden lähistöllä, jotta ei kulu turhia resursseja tavaroiden kuljettamiseen ja tilan käyttöön hallissa. Hitsaus tulee olemaan vaativa, koska tuote on kookas, monikulmainen, materiaali ohutta, pienet toleranssit ja paljon hitsaussaumaa. Hitsauspisteellä on vain siihen tarvittavat työkalut, niin kuin 5S:llä on tarkoituksena, jotta ei veisi turhaa tilaa ja eikä kuluttaisi turhaa aikaa työkalujen etsimiseen. Hionta toteutetaan hitsauksen yhteydessä samalla pöydällä, näin säästytään turhilta nostoilta.

Tämän jälkeen on mittaus, joka toteutetaan toisella pöydällä, jotta päästään aloittamaan seuraavan kappaleen hitsausta, kun mittaus ja pintakäsittely vievät vähemmän aikaa kuin hitsaus. Pintakäsittelyssä hitsausaumojen päälle suihkutetaan sinkkisprayta, ettei kappaleisiin tule ruostetta kuljetuksen aikana. Pakkaus on menetelmä, jolla tavarat saadaan ehjinä perille. Pakkaus on heti pintakäsittelyn jälkeen kun sinkki on kuivunut. Koska kehiöt ovat suuria, on turhaa kannella yksi kerrallaan niitä lähettämöön ja pakata siellä. Kokonaisuutena pitäisi päästä aikaan, mikä ensimmäisessä tarjousvaiheessa määriteltiin 44min/kpl. Tuotannossa käytetään lean-ajattelua ja pyritään kitkemään tuottamaton työ pois prosessista. Liitteestä 1 löytää tuotannon layout kuvan.

Työpanos oli ensimmäisen tarjouksen mukaan alihankinta hitsaus ja yksinkertainen pakkaus. Tuotteen kehiön metallirakenteet, pintakäsittelyaineet ja pakkausmateriaalit tulevat kaikki yhteistyökumppanilta eli Premec Oy: ltä. Premec on lopullinen toimittaja, vaikkakin tavarat toimitetaan meiltä suoraan loppuasiakkaalle. Työn tavoite oli saada 22 kappaletta päivässä kahden miehen

työpanoksella 100% laadulla ja kehittää tuotannollisesti tehokas toimintamalli tuotteen valmistukselle, jotta tuotetta voitaisiin toimittaa jatkossakin samoilla aikatauluilla. Tuotteen ensimmäinen kokonaistilaus oli 420kpl.

3.2 Protosarja

Protosarjan koko oli 10 kappaletta, joista 3 kpl hyväksyttiin. Suurimmat ongelmat olivat kuvien tulkitsemisessa. Hitsausmerkinnät antoivat väärää tietoa saumojen paikoista, a-mitasta, sauman pituudesta ja määrästä. Tammikuussa 2015 teimme kokonaisuudessaan 44 kappaletta, joista 37 kappaletta hyväksyttiin. Näiden valmistamiseen kului aikaa n. 60h kahdelta työntekijältä. Protosarjan aikana kokeilimme tuotteen valmistamistapoja ja erilaisia jigejä, jotta päästiin suunnittelemaan kunnolla tuotantosarjan tekoa. Protosarjan teon aikana pyrittiin jo valitsemaan varastopaikat ja työnkulun järjestys. Työn kulkua selvitetään enemmän tuotantosarjassa.

3.3 Tuotantosarja

1. Ensimmäinen työvaihe on ottaa tuotteet sisälle halliin rahdintuottajalta ja toimittaa tarkastuspisteeseen, joka on numero 1. Työvaiheen päätteeksi merkataan pöydällä D olevaan tietokoneeseen saapuneet tavarat.
2. Toinen työvaihe on sijoitella tuotteet niille kuuluville varastopaikoille, jotka on määritelty työjärjestyksen mukaan, jotta ajan kuluttaminen olisi mahdollisimman vähäistä tuotannon työtä tehdessä. Liitteestä 1 löytyviin numero 2 hyllyihin sijoitetaan tavarat, joita käytetään tämän tuotteen tekemiseen. Varastomiestä on ohjeistettu tavaroiden sijoittelun suhteen.
3. Kolmas työvaihe on osavalmistehitsaus ja sen jälkeen kokoonpanohitsaus, jotka tehdään pöydän numero 3 läheisyydessä pöydillä A ja B. Tästä vaiheesta myöhemmin tarkemmin sisältöä.
4. Neljäs työvaihe on mittaus, maalaus ja pakkaus.
5. Viides työvaihe on rahtidokumenttien teko ja kiinnitys.

4 TERÄSKEHIKON VALMISTUSPROSESSI

4.1 Vastaanotettavien tavaroiden tarkastus

Vastaanottotarkastuksen syy on, että ollaan perillä tavaroiden lähtöpaikasta ja että tavarat ovat kuvatus mukaisia. Samalla tarkastetaan, että niitä on ilmoitettu lukumäärä. Maljus Oy: llä tarkastus ei ole niin suuressa osasassa tässä työssä, koska teemme alihankintana tuotetta Premec Oy: lle, joten Premec vastaa itse tuotteiden oikeellisuudesta. Tässä kokoonpanossa on 13 osaa, jotka kuitenkin on tarkastettava silmämääräisesti, jotta voimme luvata tuotteiden toimituksen Premec Oy: lle.. Tarkastukseen kuuluu mittaus, materiaali- ja silmämääräinen tarkastus määrästä.

4.1.1 Tarkastus

Tarkastus tehdään ohutlevyille rutiininomaisesti. Muutamat ensimmäiset kappaleet tarkastetaan, ja todetaan yleensä hyvälaatuisiksi. Ensimmäisten sarjojen kanssa on ongelmia yleensä, koska taivutuskoneet ja muut komponentit voivat olla toisenlaisia mitä aikaisemmilla toimittajilla. Särmän terien säteet (R) voi olla erilaiset ja se johtaa yleensä kappaleen mittavirheisiin. Tässäkin työssä oli käynyt niin, että edellinen toimittaja oli tehnyt taivutukset R:llä 1.2mm ja Premec käyttää R 0.6mm, joten kappaleista tuli pitempiä. Tämä johti sitten siihen tilanteeseen, että oli vaikea saada toleranssin mukaista tuotetta hitsattua, huomasimme virheen muutaman kappaleen jälkeen. Ilmoitimme asiasta Premec:in suunnittelijoille ja he korjasivat poikkeuksen seuraavaan tuotantosarjaan, joka toimitettiin Maljus Oy: lle pikaisesti. Myöhemmässä vaiheessa huomasimme ongelmia osien suoruuden kanssa ja se johtui siitä, että taivutuskoneissa ei ollut käytetty asian mukaista vastinta. Osat olivat niin sanotusti kierossa.

4.1.2 Varastointi

Varastoinnilla on yrityksen logistiikassa yhtä tärkeä ja näkyvä rooli kuin kuljetuksilla. Useimmat kuljetukset alkavat varastosta ja päättyvät varastoihin. Tavaroiden pakkaaminen, osoittaminen ja kuljetusasiakirjat sekä vastaavasti tavaroiden vastaanotto tarkastuksineen sitovat kuljetukset fyysisesti varastointiin. Varastoinnin ja kuljetusten tehtävissä toimivien on löydettävä ”yhteinen kieli” varsinkin, kun yhä useammin kuljetusliikkeet ja kuljetuksia suorittavat logistiikkayritykset itsekin harjoittavat laajaakin varastointia asiakkaidensa lukuun. Parhaiten tämä kieli löytyy, kun osapuolet tuntevat riittävästi toistensa tehtävät ja olosuhteet, joissa niiden on selviydyttävä.

Varasto on fyysinen tila, esimerkiksi paikka tai rakennus, jossa voidaan säilyttää tuotteita, raaka-aineita ja komponentteja. Logistiikassa varastoksi luetaan kaikki ketjussa oleva materiaali- ja tavaramäärä (vaihto-omaisuus), olipa se sitten tuotannossa puskurivarastossa, koneen vieressä odottamassa liittämistä päätuotteeseen, kaupan hyllyssä myytävänä tai jopa kuljetuksessa.

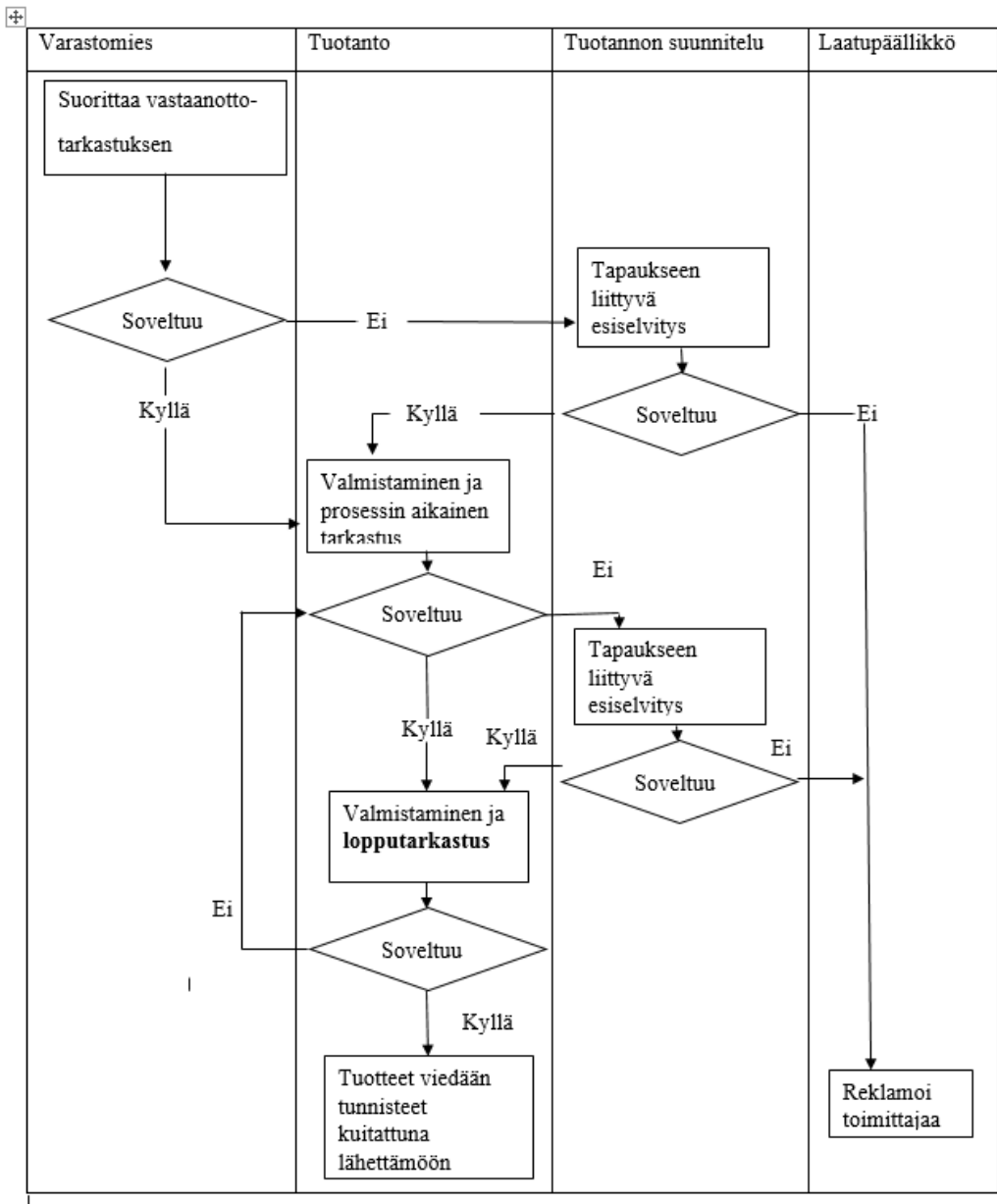
4.1.3 Kirjaus tietokoneelle

Kirjaus tehtiin pöydällä D olevaan tietokoneeseen (LIITE 1). Ennen tietokone sijaitsi pukuhuoneen vieressä, mutta toiminnan tehostamiseksi muutimme paikan lähettämön viereen. Näin saimme hukkaa vähennettyä, koska vastaanotetut tavarat olivat heti silmien alla ja näki, mitä oli tullut.

4.1.4 Raakamateriaalin hyllytys leania hyödyntäen

Raakamateriaalin hyllytyksen teki varastonhoitaja tai työntekijä kiireellisissä asioissa varastonhoitajan ollessa muissa tehtävissä. Raakamateriaalin toimitus oli yleensä iltaisin, joten rahdin kuljettaja tyhjensi auton meidän tiloihin ja aamulla tavarat kuitattiin meille ja informoitiin Premec Oy: tä, jos jotain tarvetta on vielä. Materiaalit ajettiin niille sovituille paikoille, jotka oli merkattu varastohyllyihin, jotta kenenkään ei tarvitsisi paikantaa missä on tietyt tavarat. Samalla tämä helpotti inventaarion tekemistä ja osien tilaamista. Tavaroiden paikat muuttuivat alkuperäisestä suunnitelmasta hiukan, mutta muotoutui

aika helposti omille paikoilleen työtapojen muodostumisen yhteydessä. Materiaalien paikat ovat suuressa osassa tuotantotyön tehokkuudessa. Jos joutuu aina hakemaan 10 metrin päästä tietyn osan, jotta voit jatkaa työtä, se on täysin hukka-aikaa. Yritimme siis saada tavarat kunkin työpisteen lähelle ja helposti käytettäviksi.

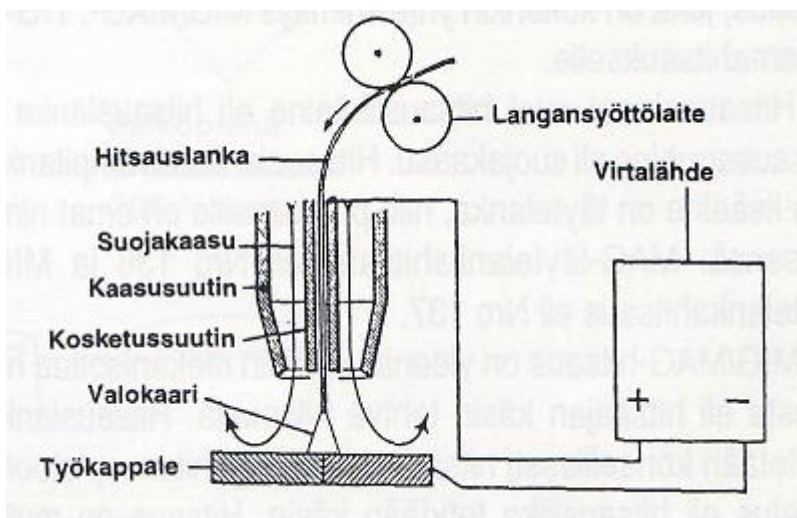


KUVIO 1 Vastaanottajan kaavio työnkulusta

4.2 HITS AUS JA HIONTA

4.2.1 MAG-Hitsaus (nro 135)

Hitsausprosessi valittiin valmistajan hitsausohjeen perusteella (WPS). Yleiskuvaus MAG-hitsauksesta (Metal-arc Active Gas welding) on metallikaasukaarihitsausprosessi, jossa valokaari palaa suojakaasun ympäröimänä hitsauslangan ja työkappaleen välillä. Sula metalli siirtyy pisaroina langan kärjestä hitsisulaan. Langan syöttölaite syöttää hitsauslankaa tasaisella nopeudella hitsauspistoolin lävitse valokaareen. Hitsausvirta tulee virtalähteestä monitoimijohdossa kulkevaa virtajohdinta myöten hitsauspistoolin päässä olevaan kosketussuuttimeen, josta se siirtyy hitsauslankaan. Suojakaasu suojaa kaaritulaa ja hitsisulaa ympäröivältä ilmalta. Toimintaperiaate ja laitteisto löytyvät kuviosta 2.



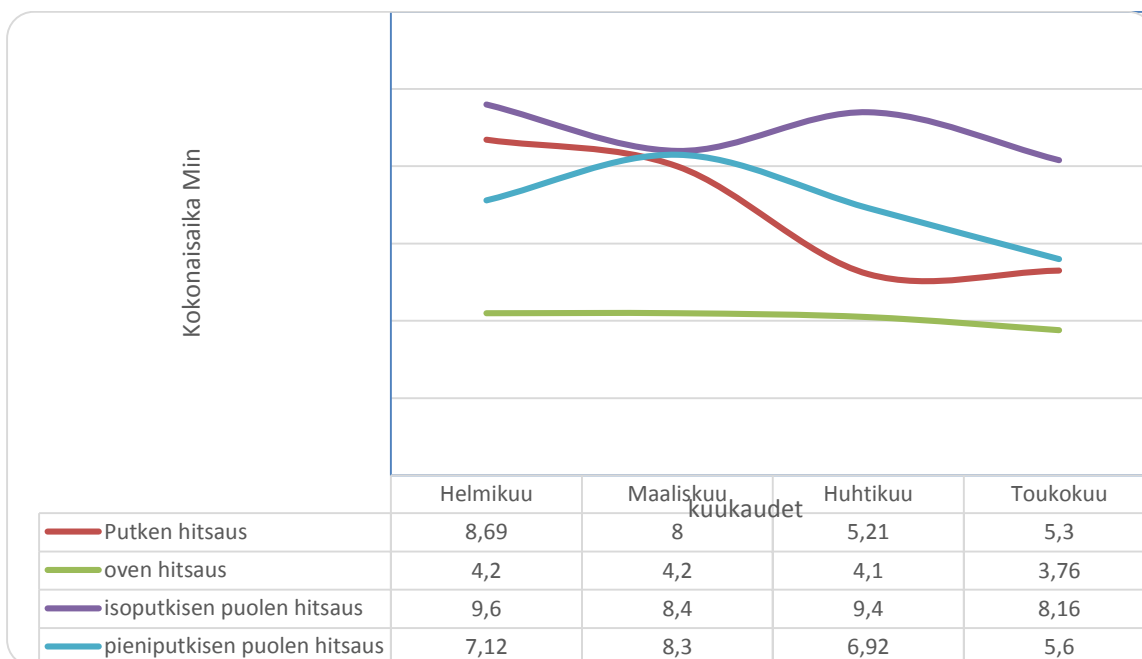
KUVIO 2. Hitsaustekniikka. Perusteet ja kaarihitsaus (mukaiillen Juha Lukkari)

Valokaari syttyy sillä hetkellä, kun hitsauslanka koskettaa kappaletta. Kosketushetkellä syntyy oikosulku, jolloin tehokas oikosulkuvirta sulattaa ja höyrystää langan pään, minkä ansiosta valokaari syttyy. Aineen siirtymiseen vaikuttaa erilaisia voimia, joista tärkein on sähkömagneettinen pinch-voima. Suojakaasu voi olla joko aktiivinen tai inertti kaasu. Aktiivinen suojakaasu reagoi hitsisulassa olevien aineiden kanssa, kun taas inertti kaasu ei reagoi. Aktiivinen suojakaasu on yleensä argonin ja hiilidioksidin, argonin ja hapen tai argonin, hapen ja hiilidioksidin kaasuseos tahi puhdas hiilidioksidi.

Kun suojakaasu on aktiivinen niin prosessista käytetään nimitystä MAG-hitsaus eli Nro 135. Inerti suojakaasu on argon, helium tai näiden kaasuseos, jolloin siitä käytetään nimitystä MIG-hitsaus Nro 131. (Lukkari 1997, 159.)

4.2.2 Puolivalmiste hitsaus ja kehitys

Puolivalmisteita tässä työssä oli 4 kappaletta. Puolivalmisteella tarkoitetaan kokoonpanohitsaukseen meneviä osia, jotka on kannattavampaa hitsata ennen kokoonpanoa. Tällä saadaan vaiheajoja tasoitettua ja tuotantoa nopeutettua. Työnjako puolivalmisteisiin ja kokoonpanohitsaukseen oli aluksi vaikea hahmottaa, mutta muutaman kappaleen jälkeen huomasimme mitä kannattaa valmistella ensiksi.



KUVIO 3 Osakoonpano hitsauksen ajat

Kuviossa 3 näemme tuotteiden tuotantoaikoja kuukausittain. Puolivalmiste osien hitsausta saatiin hieman kehitettyä vrt. helmikuu ja toukokuu. Suurimmat tekijät tuotannon nopeutumiseen oli, kun saimme jigit hiottua hyväiksi. Tuotantarjat kasvoivat ja työ alkoi olemaan rutiininomaista. Tuotteille myös tehtiin työkortit, jotka ohjasivat tuotetta imuohjaukseen. Samalla työkortit estivät ylituotantoa.

Eniten saimme kehitettyä putken hitsausta. Putken hitsaustyönkuva oli hitsata kaksi putkea yhteen rakenteen vahvistamiseksi. Hitsaukset pitivät olla samoissa paikoissa jokaisessa putkessa ja määrämittäisiä. Kehitimme jigin niin, että putket pystyi latomaan päällekkäin ja hitsauskohdat oli merkattu jigiin, siten saimme tasalaatuista jälkeä putken hitsaukseen ilman mittauksia. Putket olivat kuumasinkittyjä ja jouduimme hiomaan niiden päistä ”valumat” pois. Tätäkään ei ollut tarjouslaskennassa otettu huomioon, kun oletettiin, että putket tulevat meille määrämittäisinä. Kuitenkin putket olivat 1-2 mm pitempiä, mitä rakennepiirustuksissa oli ilmoitettu.

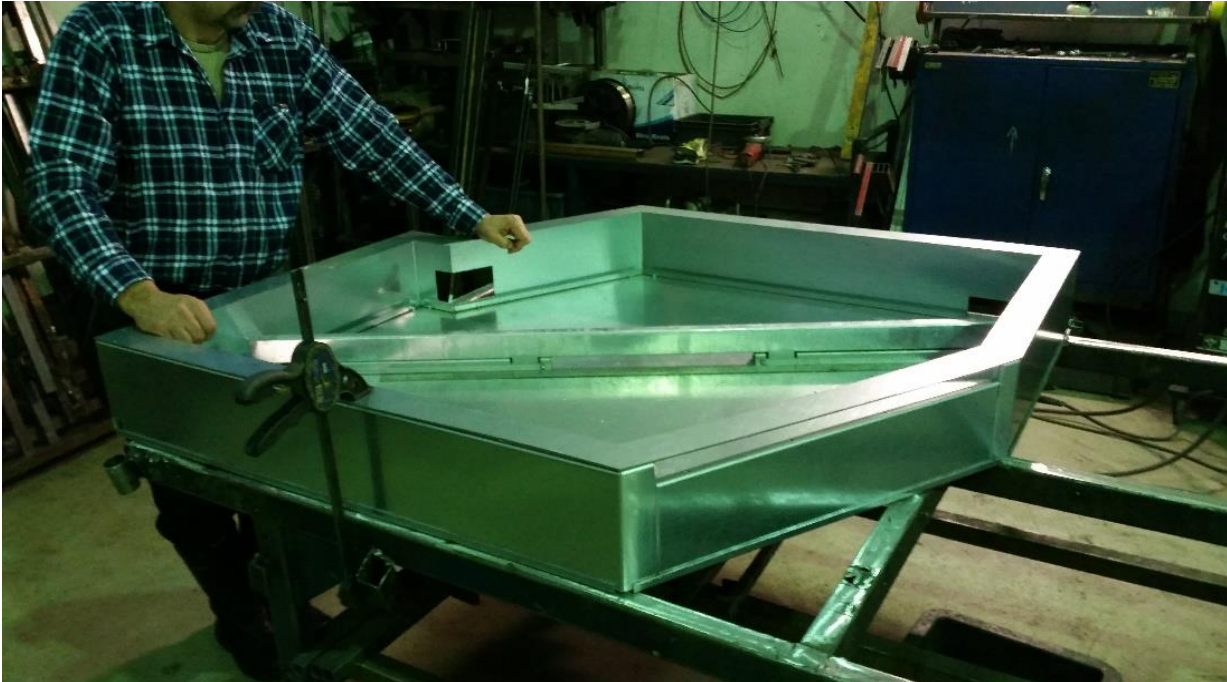
Isoputkinen ja pieniputkinen (pv-osia). Niiden kehitys oli enemmän laatupuolella, jotta saimme tasalaatuista tuotetta kokoonpano hitsaukseen. Kovin haaste oli, kun osat näissä olivat ohutta materiaalia ja paljon hitsaussaumaa. Teimme näille jigin, jossa hitsattava kappale oli luonnollisessa asennossa hitsauksen ja vetelyjen kannalta ja näin ollen saimme tuotteen pysymään määrämítőissa.

Oven hitsaus rakenne oli ohutlevyn ja putken hitsauskokoonpano. Hitsaus saumojä tähän tulin 8 kappaletta jotka oltiin määrätty hitsauskuvissa. Rakenteen hitsauskokoonpanoon tehtiin jigi, joka ohjasi putken suoraan omalle paikalleen peltiin mitattuna.

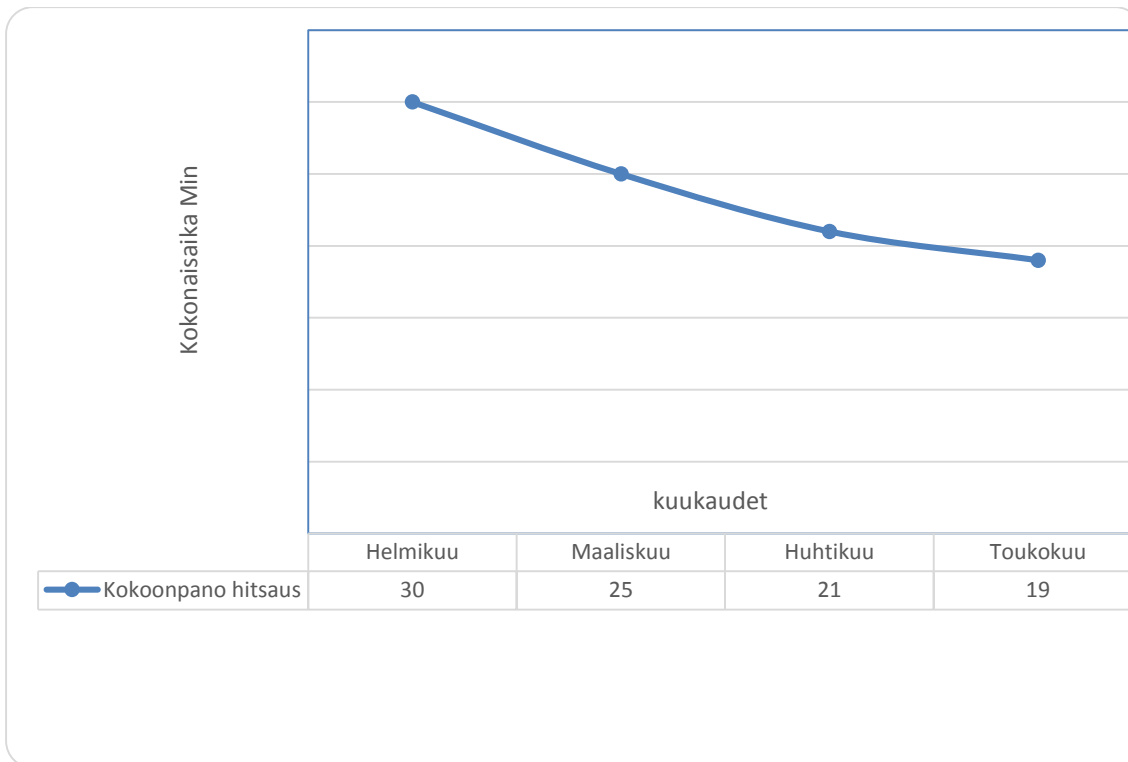
4.2.3 Kokoonpanohitsaus ja kehitys

Kappaleen hitsauksen suunnittelu aloitettiin jo tarjousvaiheessa, jolloin näimme ensimmäiset kuvat kappaleesta. Hitsauksen suunnittelu oli vaikeaa, koska kappaleen vääntymisiä ja muita muuttujia ei voida ottaa huomioon tarjouksen tekovaiheessa. Kappaleesta hitsauskuvat eivät pitäneet paikkaansa, joten jouduimme kyselemään tarkennuksia hitsauskuvista. Hitsaustyö ei ole ainoastaan langan polttamista, vaan siihen kuuluu tavaroiden siirtäminen hitsausjigille ja asettelu ennen kuin päästään tekemään oikeaa hitsaustyötä. Kokoonpanohitsaus tehtiin pöydällä B (LIITE 1).

Hitsausjigi on tällä kertaa kappaleen muotoinen alusta, jonka suunnittelimme yhteistyössä Premec Oy:n kanssa. Sarjoja aloittaessa pitää aina tarkastaa osien kuvan mukaisuudet, jigien mitat ja tarvittavien mittavälineiden paikkaansa pitävyys (standardisoidut rullamitat ja suorakulmien suoruus). Hitsauksen jälkeen on lähes mahdotonta muuttaa kappaleen mittoja, joten jigien pitää olla hyvin toteutettu. Hitsausjigi kuvassa (kuva 1) .



KUVA 1. Kokoonpano, hitsausjigi



KUVIO 4 Kokoonpanohitsauksen ajat

Kokoonpanohitsaus tehtiin pöydällä B (LIITE 1). Kokoonpanohitsausta kehitettiin paljon helmi-maaliskuun vaihteessa ja pyrittiin saamaan hukka pois tuotantopanoksesta. Hukkaa olivat tavaroiden siirtäminen jigille ja jigin ympärillä käveleminen. Työergonomian parantaminen esitti suurta osaa tässä työssä, kun oli tuloksetonta laittaa 2 työntekijää hitsaamaan tuotetta. Tuote oli painava, mutta ei niin painava, että yksi työntekijä ei olisi sitä saanut nostettua pois jigiltä. Jigin pöytä oli vielä helmikuussa paikallaan oleva ja liian korkea, joten työntekijä joutui kävelemään ympäri pöytää ja työergonomia oli huono, koska pöytä oli vyötärön yläpuolella. Mietimme työntekijöiden kanssa, mikä olisi paras ratkaisu nopeuttaa toimintaa.

Maaliskuussa teimme pöydän alle akselin, jonka päällä jigi ja kappale sitten pyöri. Näin ollen saimme turhan kävelyn pois ja hitsaukselle tuli ”rutiininomainen” hitsausjärjestys, joka auttoi laadullisesti tekoa ja nopeutti jigille asetettavien tavaroiden asetusajaa. Työergonomia parantui, koska pöytä laskettiin siten, että hitsaus voidaan suorittaa ottamalla tukea pöydästä, eikä tarvinnut kannatella vartaloa hitsatessa. Myöhemmin oli tarkoitus muuttaa pöytä vielä säädettäväksi, jotta eri hitsaajat saisivat oman mieltymyksensä mukaisen hitsauskorkeuden.

Huhti-toukokuussa tuotteiden erät olivat suurimmat, joten tuotteen tekeminen oli jo selvää tekoa ja osat olivat aina samanlaisia, joten tuotteen laatu pysyi hyvänä, eikä tarvinnut enää panostaa niin paljoa hitsausaikaiseen mittaamiseen. Rutiininomaisuus tuli työhön ja aika nopeutui tämän johdosta. Ensimmäisistä sarjoista viimeiseen sarjaan saatiin leikattua hukkaa pois 11min. Se on paljon kokonaisajasta ja teoreettisesti tämän tuotteen hitsaaminen oli jo hyvällä tasolla, kun vertaa laskennalliseen maksimisaumaan, mitä voi hitsata tunnissa tietyllä palkopaksuudella.

4.2.4 Hionta

Metallin hiontaan käytetään yleensä kulmahiomakonetta. (KUVA 3.) Kulmahiomakoneita on paineilma- tai sähkötoimisia. Paineilmatoiminen on hyvä, koska siinä on paljon pienempi melutaso verrattuna sähkökäyttöiseen, mutta paineilmatoiminen ei ole niin tehokas kuin sähkötoiminen. Metallin hionta toteutetaan yleensä lamelli- tai fiberlaikalla riippuen pintavaatimuksista. Tuotteen hiomiseen käytetään lamellilaikkaa, koska ne ovat kohtuullisen edullisia ja laadullisesti tasaisia. Lamellilaikkoja on karkeusasteista 36–120, yleisin käytettävä karkeusaste Maljus Oy: llä on 60 ja sillä saa siistin kiiltävän pinnan. Merkkinä yleisesti on käytössä Mirka, mutta monia muitakin merkkejä on kokeiltu. On tultu siihen tulokseen, että nämä ovat laadultaan parhaita. Ohessa kuva (KUVA 2.)



KUVA 2. (Lamellilaikka 2016.); KUVA 3. (Kulmahiomakone 2016)

4.2.5 **Hionta kappaleelle**

Kappaleen hionta toteutettiin piirustuskuvien vaatimusten mukaan pöydällä B (LIITE 1). ”hitsit hiottava tasaa ylä- ja alapinnoilta”. Ylä- ja alapintojen hiominen tarkoittaa sitä, että tuotetta asentaessa hitsausseamat ei kosketa ainoastaan lattian pintaa vaan koko kappaleen pohjapinta-ala koskettaa lattiaa ja näin ollen se ei keiku saumojen päällä. Hionta toteutettiin osalle kappaleista puolivalmistehitsauksen yhteydessä, jotta vaiheajat olisivat tasaiset.

4.3 PINTAKÄSITTELY JA TARKASTUS

4.3.1 Maalauksen tarkoitus

Useimmat teollisesti valmistettavat esineet maalataan ennen lopullista käyttöönottoa. Tällöin kappaleen pinnalle suihkautetaan tai levitetään nestemäistä maalia, joka muodostaa yhtenäisen, kiinteän ja alustaan hyvin tarttuvan kalvon. Maalauksella on monia tärkeitä tehtäviä kappaleen ominaisuuksiin, joista tärkeimmät ovat:

- Maali suojaa rakennetta ympäristön syövyttävältä vaikutukselta
- Maalattu pinta täyttää tuotteelle asetetut ulkonäkövaatimukset
- Maalikalvo antaa kappaleen pinnalle sen käyttötarkoituksen edellyttämiä erikoisominaisuuksia esimerkiksi tunnusvärin, kiillon, liukkauden jne.

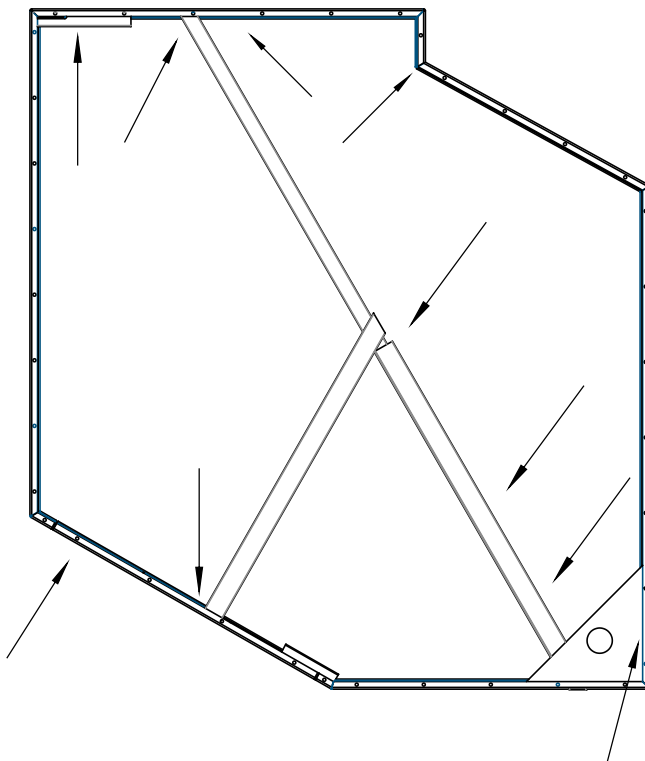
Maalauksen tärkein tehtävä on suojata rakennetta korroosiolta eli syöpymiseltä. Tällöin puhutaan korroosionestomaalauksesta, jota tässä tuotteessa hyödynnetään. Korroosio on sähkökemiallinen tai kemiallinen reaktio, joka muodostuu useista osareaktioista. Maalauksen käyttö korroosionestossa perustuu maalin kykyyn pysäyttää tai hidastaa näitä reaktioita. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 1989, 389.)

Maalauksen perusedellytys on, että maalattava pinta puhdistetaan epäpuhtauksista ennen käsittelyä. Esim. öljy, rasva, pöly jne. Jos maalattavan pinnan puhdistus laiminlyödään, menetetään samalla maalikalvon suojauskyky ja pintakäsittelyyn tuotettu tuotantopanos menee hukkaan. Tutkittaessa maalauksen tuloksia, on todettu, että suurin syy maalauksen epäonnistumiselle johtuu puutteellisesta pinnan puhdistuksesta tai vääristä esikäsitteilyistä. Tietämättömyys tai välinpitämättömyys maalausta edeltävän työvaiheen, puhdistusvaiheen tärkeydestä aiheuttaa myöhemmin suuria huolto- ja korjauskustannuksia. On syytä painottaa, että puutteellista pinnan puhdistusta ei voi korvata kalliilla maalilla, tai kokonaiskalvopaksuutta kasvattamalla. (Ihalainen ym.1989, 392.)

4.3.2 Kappaleen pintakäsittely

Pintakäsittely ja mittaus tehtiin pöydällä C (liite1). Pintakäsittely aloitetaan pintojen puhdistamisella. Pinnat puhalletaan paineilmalla puhtaaksi hiontapölystä ja tarkastetaan silmämääräisesti, että hitsausaumamat on hiottu ja niitä on oikea määrä.

Kappaleiden hitsausalueisiin spraytaan vaaleaa Würthin sinkkisprayta (KUVA 5), jotta tuotteisiin ei tule korroosiota kuljetuksen aikana. Kuljetuksen aikana tuotteet voivat joutua olemaan ulkona varastoissa ja myöhemmässä käytössä kehikoiden on kestävä kosteita tiloja. Oheisessa kuvassa nuolet osoittavat maalausalueita. Yleisesti ottaen kaikki hitsauskohdat, mutta kuvasta (kuva 4) voi vielä tarkistaa maalauskohdat.



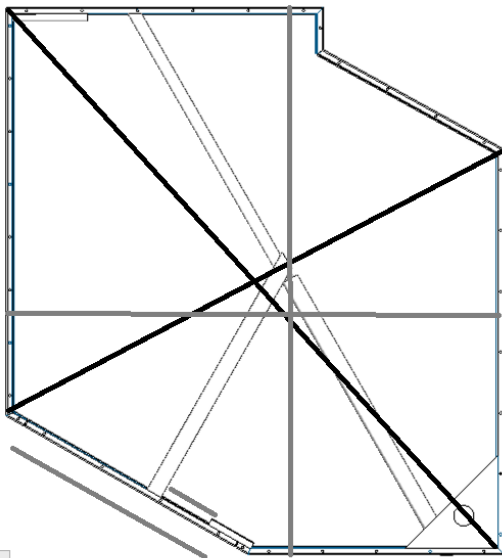
KUVA 4. Maalaamisen kohdat.



KUVA 5. (Sinkkispraypullo)

4.3.3 Mittaus

Mittaus suoritettiin standardisoidulla rullamitalla, suorakulmilla, viivaimella ja teleskooppimitalla (KUVA 7). Viivat osoittavat mittauspisteet, jotka sovittiin asiakkaan kanssa yhteisesti, jotta ei olisi epäselvyyksiä mitoista. Mitat merkattiin mittauksen yhteydessä mittapöytäkirjaan (KUVA 8). Mittapöytäkirjan kehittäminen ja suunnittelu aloitettiin protosarjan jälkeen, jotta on yhteisymmärrys mitoista.



KUVA 6 Mittauspisteet
KUVIO 6 Mittauspöytäkirja



KUVA 7 Teleskooppimita

4.4 PAKKAUS

4.4.1 Pakkauksen tarkoitus

Pakkauksia ja pakkausta tarvitaan, jotta yhteiskunta pyörisi. Pakkauksen perustehtävä on suojata tuotetta kuljetuksen aikana eikä tästä voida tinkiä. Pakkauksen on tuotava lisäarvoa tuotteelle ja sen on toimittava kustannustehokkaasti. Pakkaukset ovat osa pakatun tuotteen logistista ketjua, ne ovat osa korvaamatonta palvelevaa toimintoa. Niitä tarvitaan läpi koko jakeluketjun mahdollistamaan toimintojen tehokkuus, jotta pakatun tuotteen aiheuttamat ympäristörasitteet voidaan minimoida. Pakkauksen tulee suojata tuotetta sekä fysikaalisia, kemiallisia että biologisia rasituksia vastaan. Mekaanisia rasituksia tuotteisiin kohdistuu eniten kuljetusten ja käsittelyn aikana, jolloin pakkauksen tulee kestää mm. erilaisia iskuja ja värinä. Muita fysikaalisia rasituksia aiheuttavat esimerkiksi ilman kosteus ja pöly. Kemialliset rasituksen kohdistuvat ennen kaikkea elintarvikkeisiin mm. valon ja hapen vaikuttaessa moniin tuotteisiin. Tässä tuotteessa korroosiota voi tulla kuljetuksen aikana. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 9.)

Tuotteelle on logistisia vaatimuksia. Tuotteiden suojaamiseen käytetään erilaisia pakkausyhdistelmiä kuljetusten, varastoinnin ja niihin liittyvien käsittelyjen helpottamiseksi. Kuljetuspakkausten tulee olla oikein mitoitettuja, jotta ne täyttävät rahtitoiminnot oikein ja että tyhjää tilaa ei jää esim. kuorma-autoon lastattaessa. Lisäksi niiden tulee olla toimivia varasto terminaaleissa. Standardisoidut lavat ovat hyviä tähän käyttöön. Enenemässä määrin pakkauksen on täytettävä jäljitettävyys. Jäljitettävyys tehtiin tähän tuotteeseen loppuasiakkaan ja kuljetusliikkeen vaatimusten mukaan. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 11.)

Pakkaukset ovat tärkeä osa tuotteen logistista ketjua; ne ovat tässä ketjussa palveleva toiminto. Niitä tarvitaan läpi koko ketjun suojaamaan tuotetta ja mahdollistamaan kuljetusten tehokkuus. Pakkauksen osuus tuotteen hinnasta on suhteellisen pieni, vain muutamia prosentteja. Pakkauksen avulla säästetään tuotehävikeissä, kuljetuksissa ja muissa tuotteen elinkaaren vaiheissa monin kerroin pakkaamisen hinta. Toimiva pakkaus vähentää kuljetusriskiä – logistiikan uhkaa, siitä että tavara ei saavu perille sovittuun määräpaikkaan ja -aikaan, täysmääräisesti ja kunnossa. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 232).

Toimiva pakkaus

- Suojaa tuotetta ympäristöltä
- Suojaa ympäristöä tuotteelta
- Säilyttää mahdollisen tuotteen ominaisuudet
- Mahdollistaa tehokkaan tuotannon ja jakelun
- Vähentää tuotehävikkiä
- On kierrätettävissä tai hyödynnettävissä energiana
- Noudattaa kestävän kehityksen periaatteita
- On edullinen

4.4.2 Pakkauksen suunnittelu

Pakkausten teko tällaiselle tuotteelle oli haastavaa, koska tuote on monikulmainen ja n. 27 kg painava. Maljus Oy: llä oli vaihtoehtona kolme erilaista lavatyyppeä: EUR 800x1200mm, FIN 1000x1200mm tai sitten erikoislava jota käytetään ohutlevyn kuljetukseen 1250x2500mm. EUR-lava kumottiin heti alkuun. Kun testasin tuotteen sopivuutta EUR-lavalle 3D-CAD-ohjelmistolla, tuote meni lähes joka reunalta yli ja näin ollen tuote olisi kaatunut ja vaurioitunut kuljetuksen aikana. Totesin silloin, että kokeilemme FIN- ja erikoislavaa, miten tuotteet saadaan kiinnitettyä niihin ja toimitettua. Erikoislavalle sai pakattua 14kpl, joten se olisi ollut hyvä ja tehokas pakkaus logistiikan kannalta, mutta tuotteiden kiinnitys oli todella hidasta ja pakkaaminen materiaalia vievää. Päädyimme viimein käyttämään FIN-lavaa joka soveltui vaihtoehtoista parhaiten näiden pakkaamiseen.

4.4.3 Pakkaus ja pakkausmateriaalit

Pakkaus valmistettiin FIN-lavalle pinoamalla tuotteet päällekkäin. Eräkokoko oli 6-18 kappaletta. Yhdelle lavalle pakattiin 6 tuotetta. Kappaleiden väliin laitettiin pahvin palaset, jotta kuljetuksen aikainen mekaaninen rasitus eli tärinä ei aiheuttaisi tuotteen pinnoille naarmuja. Tuotteet sidottiin lavaan muovivanteella, joka kierrettiin kappaleiden ylitse ja lavan alta. Kehikoita estettiin liikkumasta laittamalla kaksi lautaa molemmin puolin tuotteen laita ja porattiin yhteen puuruuveilla. FIN-lavan kulmiin porattiin ”stoppari”-laudat, että lavaa voidaan siirrellä huolettomasti terminaaleissa eikä tarvitse pelätä, että tuotteet tippuisivat kyydiltä yhtenä osana. Kuva 8 esittää pakkaustavan.



KUVA 8. Metallikehikoiden pakkaus

4.4.4 Jäljitettävyys

Valmistenumero merkattiin juoksevana tussilla runkoon ja mittauspöytäkirjaan. Näin ollen myöhemmässä vaiheessa voidaan jäljittää tuotteen tekoaika, tuoterevisiot, sarja ja valmistuspaikka. Tuotteiden pakkaamisen jälkeen tuotteet siirrettiin lähettämöön ja merkattiin pöydällä D (LIITE 1) olevaan tietokoneeseen se jälkeen tulostettiin Premec Oy: n valmistamat lähetteet. Tämän jälkeen ne laitettiin samaan taskuun pakkausluettelon ja mittapöytäkirjojen kanssa, jotka kiinnitettiin tälle tarkoitettulle paikalle. Rahtikirjat tulivat myös Premec Oy: n toimesta, joten nekin tulostettiin ja kiinnitettiin taskulla, kuten pakkausluettelo ym. pöytäkirjat.

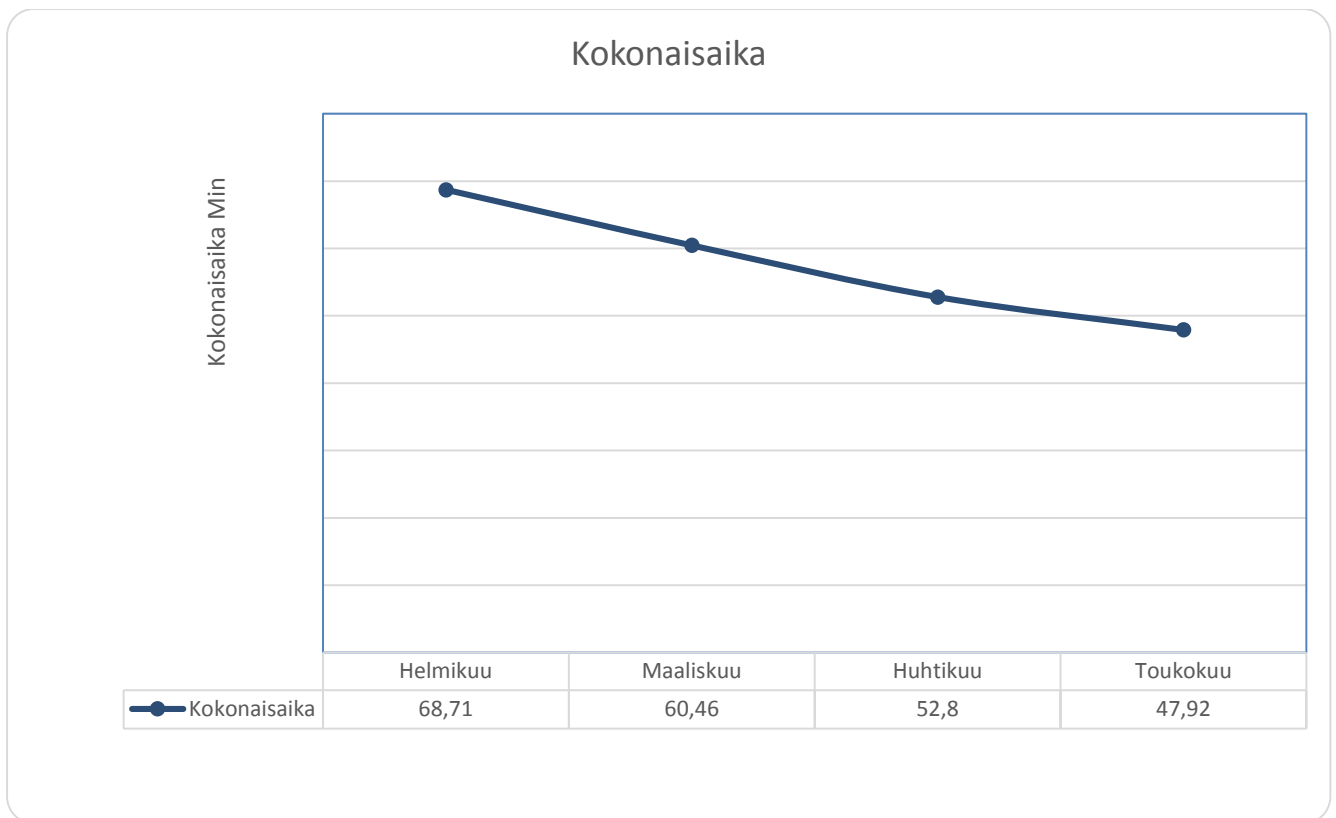
5 VALMISTUSPROSESSIN TOTEUTTAMINEN

Valmistusprosessi oli paljon haastavampi hitsauksen ja pakkauksen osalta, kuin tarjousvaiheessa osattiin odottaa. Alkuperäisessä tarjouspyynnössä ei ilmoitettu, että maalauskin pitää tehdä, joten sitä ei laskettu tarjoukseen sisään. Myöhemmin saimme sovittua sille korvauksen suuruuden ja sen hinta lisättiin alkuperäiseen tarjoukseen. Ensimmäiset sarjat olivat haastavia, joita tutkittiin todella tarkasti loppuasiakkaalla, ja haettiin yhteistä laatua. Yhteisen riittävän laadun löytymisen jälkeen laatu oli 100%, eikä yhtään kehikkoa tullut palautuksena. Muutamia huomautuksia esim. maalauksesta tuli, mutta ei mitään sellaista, että tuote olisi jouduttu palauttamaan.

Yhteistyö Premec Oy: n kanssa sujui yllättävän mutkattomasti, vaikka tuotetta oli kahden kätistä eli A- ja B-puoli. Erot näissä olivat vain, että toinen oli peilikuva kaikista särmäyksistä. Yleensä tämä tuottaa haasteita osien tekijöille, varastohenkilökunnalle ja muille tavaroiden käsittelijöille, kun on niin samanlaisia osia. Tavaroiden merkkkaus selkeillä nimikekoodeilla ajaa suurta osaa tässä. Työspisteiden siisteyttä pidettiin yllä sillä, että joka päivä 10 min ennen työpäivän lopettamista työntekijät siivosivat oman työpisteensä. Samaan aikaan piti myös palauttaa työkalut omille paikoilleen ja laittaa akkukoneet laturiin.

6 YHTEENVETO JA TULOKSET

Yhteenvetona tuote oli Maljus Oy: lle tappiollinen, koska tuotantoa ei saatu tarpeeksi nopeaksi kappalehintaan verrattuna ja sarjakoot olivat kappalemäärältään pieniä. Ei tullut ns. rutiinia työhön. Tuotteen valmistusaika kuitenkin nopeutui tasaisesti, mitä enemmän sai valmistaa. Oletetaan, että tilausmäärät olisivat olleet esim. 300 kpl/kuukausi, olisi päästy tekemään kunnolla sarjatuotantoa. Alla olevasta kuviosta (kuvio 7) näemme kehityskäyrän.



KUVIO 7 Kokonaisaika tuotteelle

Kokonaisaika sisältää kaikki työvaiheet mitä olen aikaisemmin esittänyt. Tavoitteesta, joka oli 44 min per kappale, jäätiin n. 4min. Kokonaisaika laski tasaisesti, mitä enemmän oli kehitetty tuotannon toimintoja. Tuotantotyö ei ole koskaan valmis. Aina löytyy jollakin tavalla kehitettävää, mutta Maljus Oy: llä loppui tilaukset kyseisestä tuotteesta. joten kehityskin sen osalta loppui. Tilausten loppumisen

syy oli, että ulkomailta sai niin paljon halvemmalla, kuin Suomesta. Esimerkiksi materiaalit ja työpanoksen.

TAULOKKO 1. Tilausmäärät kuukausittain ja toimitusvarmuus.

	Toimitettu	Hyväksytty	Hylätty	Tilausmäärä kk kohden	% toimitusvarmuus	min/kpl
Tammikuu	44	37	7	Proto erät	Proto erät	
Helmikuu	59	59	0	59	100 %	69
Maaliskuu	98	98	0	98	100 %	60
Huhtikuu	107	107	0	107	100 %	53
Toukokuu	112	112	0	112	100 %	48

Tilaus-toimitusketjun hallintaan olisi voinut yrittää kehittää paremman ratkaisun, jotta kehikon osat olisivat olleet aina ajallaan meillä. Osittain tähän vaikutti yhteistyökumppanin korkea tilauskanta ja he joutuivat paljon priorisoimaan tuotantoaan. Kuitenkin tuotteet olivat perillä loppuasiakkaalla aina ajallaan. Tuotteen ajat olen kellottanut omavalmisteisella ohjelmistolla, joka on tehty Microsoft Accessin pohjalle.

LÄHTEET

Ihalainen, E. 1989. Valmistustekniikka. Toinen painos. Hämeenlinna: Otantakustantamo.

Järvi-Kääriäinen, T 2007, Toimiva pakkaus. Ensimmäinen painos. Helsinki: Hakapaino Oy

Kouri I. 2010. Lean taskukirja. Teknologiateollisuus ry.

Lukkari, J 1997. Hitsaustekniikka. Kolmas painos. Helsinki: Edita Ab

Sinkkispraypullo 2016. Saatavissa:

http://www.wurth.fi/wurth_tuotekuvasto/7_Kemikaalit/index.html#65. Viitattu 1.3.2016

Lamellilaikka

2016.

Saatavissa:

http://www.mirka.com/fi/fi/FI_Katkaisu_metalli/FI_LAMELLILAIKATFIIBERIPYOROT/?productgroup=&product=Lamellilaikka+M-PRO+127x22mm+Inox+ALO+60_8895300160.

Viitattu pvm 4.3.2016

Kulmahiomakone

2016.

Saatavissa:

http://www.ojanpera.net/verkkokauppa/fin/milwaukee_kulmahiomakone_ag10_125-p-76495-16/.

Viitattu pvm. 6.3.2016

