

Opinnäytetyö (AMK / YAMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2018

Marko Maskulin

TUOTANNON TEHOSTAMINEN KONEPAJASSA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

2018 | 30 sivua, 4 liitesivua

Marko Maskulin

TUOTANNON TEHOSTAMINEN KONEPAJASSA

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Pajakallio Oy:n tuotannossa olevat ongelmakohdat ja etsiä niihin ratkaisuja. Projekti tekee täyden läpileikkauksen yrityksen koko prosessista niin tuotannon kuin hallinnonkin osalta. Yrityksen toiminta jaetaan eri osa-alueisiin, joita kutakin tarkastellaan omina kokonaisuuksinaan ja niihin etsitään ratkaisuja.

Tuotannossa on tavoitteena saada läpimenoaikoja lyhennettyä ja toimintaa tehostettua käyttämällä avuksi lean- ja 5S-työkaluja. Niin tuotannon kuin hallinnonkin helpottamiseksi aloitettiin Tekesin digibuusti-projekti, jossa rakennettiin yrityksen tietojärjestelmät uudestaan ja yritykseen hankittiin toiminnanohjausjärjestelmä, jonka avulla tiedonhallinta ja työnohjaus helpottuvat merkittävästi.

Tuotannossa tehtiin uudistuksia 5-S järjestelmän mukaisesti järjestelemällä tuotantotilat uudestaan. Tuotantoon hankittiin myös uusimalla työkaluja ja suunnittelemalla ja rakentamalla uudet vahvemmat hitsauspöydät. Yritykseen päätettiin hankkia myös uusi Fronius TPS400i-digitaalisesti ohjattu hitsauskone.

Kesken projektin päätettiin tehdä myös koneinvestointi koneistukseen ja yritykseen hankittiin CNC-sorvauskeskus. Eri valmistajien vaihtoehtoja tutkittiin vaatimusten sisällä ja päädyttiin hankkimaan vaatimukset ylittävä käytetty sorvauskeskus FAT Haco FCT700.

Muutoksien vuoksi henkilökuntaa koulutettiin niin toiminnanohjausjärjestelmän, kuin uusien koneiden osalta. Näissä koulutuksissa käytettiin apuna niin koneiden ja järjestelmien toimittajia, kuin paikallista aikuisoppilaitosta Faktia Oy:tä.

ASIASANAT:

Lean, 5S, tehostaminen, investointi, toiminnanohjausjärjestelmä

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

Completion year of the thesis 2018 | number of pages, number of pages in appendices

Marko Maskulin

INCREASING PRODUCTION IN MACHINE SHOP

The purpose of the thesis is to find out problematic areas Pajakallio Oy's production and find solutions to them. The project makes a full breakthrough of the entire process of the company both in terms of production and administration. The activities of the company are divided in different areas, each of which are considered as individual entities and solutions are sought. The aim of the production is to shorten the lead times and to improve the efficiency by using lean and 5S tools. In order to facilitate both production and administration, a Tekes Digibuusti-project was initiated, where the company's information systems were rebuilt and an enterprise resource management system was acquired, which facilitates data management and job control significantly.

In production, reforms were made under the 5-S system by reorganizing production facilities. Production was also acquired by renewing tools and designing and building new stronger welding tables. It was also decided to acquire the new Fronius TPS400i digitally controlled welding machine.

During the project it was also decided to make the machine investment for machining and a CNC turning center was acquired. Different manufacturers' alternatives were investigated within the requirements and it was decided to acquire the used FAT Haco FCT700 turning unit that had capabilities beyond the requirements.

Because of the changes, staff were trained both in ERP systems and in new machines. These trainings were executed in cooperation with both, the suppliers of machines and systems and Faktia Oy, a local adult school.

KEYWORDS:

Lean, 5S, streamlining, investment, ERP

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Pajakallio Oy	8
1.2 Työn tausta ja lähtötilanteen kuvaus	9
2 LEAN-AJATTELU	11
2.1 Tuotannon suunnittelu lean-menetelmällä	11
2.2 5S	12
2.3 2.3 5S-järjestelmän toteuttaminen	14
3 TUOTANNON KEHITTÄMINEN	17
3.1 Tuotannon eri alueet	17
3.1 Tuotanto ja prosessin kuvaus	17
3.2 Tuotannon uudistamissuunnitelma ja toteutus	18
3.3 Koneistus- ja osavalmistuksen kehittäminen	19
3.4 Hitsaus ja kokoonpano	22
4 TIETOJÄRJESTELMÄT	24
4.1 Toiminnanohjausjärjestelmät	24
4.2 Toiminnanohjausjärjestelmän vaatimukset	25
4.3 Toiminnanohjausjärjestelmän valinta	25
5 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	29

LIITTEET

Liite 1. Konekanta lähtötilanteessa.

Liite 2. Työajan käytön tutkimuslomake.

Liite 3. Kyselytutkimuksen tuloksien tarkastelu alkutilanteessa

Liite 4. Kyselytutkimuksen tuloksien tarkastelu lopputilanteessa.

KUVAT

Kuva 1. Materiaalivaraston hyllypaikat merkattuna tarroin.	15
Kuva 2. Fat Haco FCT 700 sorvauskeskus.	20
Kuva 3. Koneistuksen uusi säilytysjärjestelmä.	21

TAULUKOT

Taulukko 1. Sorvien ominaisuuksien vertailu.	19
--	----

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

5S	Menetelmä, joka on kehitetty laadun, tuottavuuden ja työympäristön kehittämiseen. Lyhenne tulee sanoista sortteeraus (Seiri), systematisointi (Seiton), Siivous (Seiso), Standardisointi (Seiketsu ja seuranta (Shitsuke).
CNC	Tietokoneellinen numeerinen ohjaus (Computer Numerical Control) Tietokoneavusteinen työstökoneiden ohjaustapa.
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning) on ohjelmisto, joka on luotu helpottamaan tuotantolaitoksen tiedonkulkua.
Lean	Johtamis- ja tuotantofilosofia, joka perustuu Toyota Production Systemiin.

1 JOHDANTO

Vuonna 2005 perustetussa Pajakallio Oy:ssä aloitettiin vuoden 2016 alussa uudistusohjelma, jonka tarkoituksena oli selvittää ja ratkaista yrityksen nopeasta kasvusta johtuvia tehokkuusongelmia. Projektien koon vaihdellessa ja töiden toistuvuuden ollessa vähäistä, haluttiin uudistuksista tehtävän joustavia ja helposti monenlaiseen valmistukseen soveltuvia. Tehokkuutta haettiin kehittämällä prosessia kokonaisuutena, joka käsitti yrityksen hallinnon, varaston ja koko tuotannon alkaen tilauksen vastaanottamisesta siihen pisteeseen asti, kun tuote lähtee asiakkaalle.

Työ tehtiin ottamalla huomioon jo lähtötilanteessa koko tuotantoketju. Kaikki materiaalille tehtävät työvaiheet otettiin tarkasteluun ja arvioitiin omina osa-alueinaan. Työkaluina käytettiin Lean- ja 5S-järjestelmiä soveltuvilta osin niin, että jätettiin pois esimerkiksi johtamisen käytännöt ja työntekijöiden ohjaus. Projektissa käytetyt Lean- ja 5S-menetelmät perustuvat Toyota Production Systemiin, eli Toyotan autonvalmistuksessa käyttämään tuotannon ohjaustapaan.

Projekti ajoittuu vuosille 2016 -2017 ja jatkuu edelleen päivittäisenä työkaluna yrityksen toiminnan ja tuotannon tarkastelussa. Järjestelmästä rakennettiin hyvin muokattava ja kevyt, jotta tulevaisuudessa on helppoa tehdä tarvittavia muutoksia tuotannon kapasiteetin ja tuotantoteknologioiden muuttuessa.

Yrityksen ollessa kuitenkin pieni, käytettävissä olevien resurssien niukkuus haastoi projektin läpiviennissä kustannustehokkuuteen. Tämä näkyy siinä, että suurin osa parannuksista toteutettiin yrityksessä omin voimin ja ulkopuolista palvelua ostettiin vain silloin, kun se oli projektin kannalta välttämätöntä tai merkittävästi edullisempaa.

Työn tavoitteena on saada tuotteiden läpimenoaikaa pienennettyä ja sitä kautta nostettua kapasiteettia ja kannattavuutta. Tavoitteena on myös, että työviihtyvyys ja työturvallisuus paranevat, kun työtehtäviä saadaan tehostettua ja hukkatyötä pienennettyä, sekä siisteyttä parannettua. Toimintaa pyritään digitalisoimaan ja nykyaikaistamaan mahdollisimman paljon.

1.1 Pajakallio Oy

Pajakallio Oy on Jokioisilla toimiva alihankintakonepaja. Tuotantoon kuuluu koneistukset, CE-merkityt hitsatut teräsrakenteet sekä osavalmistuksen alihankinta. Yrityksellä on laaja teräsvarasto, josta myydään materiaalia niin yrityksille kuin yksityishenkilöillekin. Varasto tukee myös omaa tuotantoa ja mahdollistaa tuotteiden pienemmät läpimenoajat, kun yleisimmin käytettävät materiaalit ovat varastossa. Asiakkaita ovat Forssan seudulla toimivat koneenrakennus-, teräsrakenne-, ja rakennusyritykset sekä pääkaupunkiseudun rakennustoiminta. Liiketoimintaan kuuluu myös teräsmyynti, jota varten on oma 380m² varastohalli. Terästä myydään seudun muille konepajoille, maatalouteen ja myös yksityishenkilöille.

Yritys on perustettu vuonna 2005 ja työllisti tuolloin 2 henkilöä. Nykyään työntekijöitä on 11 ja tuotantotilat ovat vuosien saatossa kasvaneet 600:sta neliömetristä 1500:n neliömetriin.

Yrityksien toimintaympäristössä tapahtuu jatkuvasti muutoksia ja menestyminen vaatii nopeaa sopeutumista niin yritykseltä kuin yrityksen henkilöstöltäkin. Kasvu ja menestyminen vaativat uudistumista ja jatkuvaa suorituskyvyn kehittämistä ja sitoutumista tehtyihin muutoksiin. Kyky kehittyä ja oppia uutta kilpailijoita nopeammin on pysyvä kilpailuetu. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 5)

Viimeisen kahden vuoden aikana Pajakallio Oy:n liiketoiminta on kasvanut lähes 50% ja liikevaihdon kasvusta johtuen tuotantoa, tuotannonhallintaa ja materiaalivirtoja on sopeutettava kasvaneeseen tuotantomäärään. Vuoden 2017 alussa aloitettiin uudistamishanke, jonka tarkoituksena on pureutua liiketoiminnassa kasvun myötä esiintyneisiin haasteisiin.

Tuotannon puolella joudutaan miettimään koneinvestointeja ja tuotantotilojen järjestelyä. Tässä tullaan käyttämään apuna 5S- ja lean-menetelmiä. Materiaalivirtojen tarkastelun avulla nähdään, että onko tuotannossa pullonkauloja ja onko materiaalin virtaus suoraviivaista. Työpisteiden sijoittelu, siisteys ja työkalujen varastointi tullaan arvioimaan. Suurimpien ongelmakohtien löytämiseksi tullaan tekemään selvitystyö yhdessä työntekijöiden kanssa käyttäen työajan seuranta-lomaketta ennen ja jälkeen uudistusten. Näin pystytään arvioimaan uudistusten todelliset vaikutukset.

Tuotannonhallinnassa keskitytään toiminnanohjausjärjestelmien vertailuun ja käyttöönottoon sekä informaation jakamisen tehostamiseen. Työn lähtötilanteessa toiminnanohjausta tehdään erilaisilla Excel-kaavakkeilla ja paperisilla työmääräimillä. Tästä toimintamallista tullaan siirtymään keskitettyyn järjestelmään. Lähtötilanteen sekava paperi- ja Excel-viidakko on hyvin haavoittuvainen dokumenttien katoamisille, inhimillisille erehdyksille ja on vaikeasti valvottavissa niin, että työt tulisivat valmiksi ajallaan, lähtisivät sovitusti ja tulisivat myös laskutetuksi. Myös työtuntien kohdentaminen oikeille töille on usein haastavaa.

Varastohallintaan sekä lähtevien ja saapuvien tavaroiden seurantaan ja hallintaan on kehitettävä myös uusia käytäntöjä. Lähtötilanteessa materiaalin vastaanottajalla on harvoin saatavilla tietoa siitä, että mille työlle jokin saapuva materiaalierä on kohdistettava. Lisäksi lähtevien tuotteiden kanssa on usein epäselvyyttä, koska työmääräimet katoavat ja tieto valmistuneesta työstä ei koskaan tule konttoriin, että sille voitaisiin tilata kuljetus tai informoida asiakasta tuotteiden valmistumisesta. Tästä johtuen lähetysvalmiita tuotteita jää usein lojumaan työpisteiden yhteyteen.

1.2 Työn tausta ja lähtötilanteen kuvaus

Yrityksien toimintaympäristössä tapahtuu jatkuvasti muutoksia ja menestyminen vaatii nopeaa sopeutumista niin yritykseltä kuin yrityksen henkilöstöltäkin. Kasvu ja menestyminen vaativat uudistumista ja jatkuvaa suorituskyvyn kehittämistä ja sitoutumista tehtyihin muutoksiin. Kyky kehittyä ja oppia uutta kilpailijoita nopeammin on pysyvä kilpailuetu. (EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, 5)

Viimeisen kahden vuoden aikana Pajakallio Oy:n liiketoiminta on kasvanut lähes 50% ja liikevaihdon kasvusta johtuen tuotantoa, tuotannonhallintaa ja materiaalivirtoja on sopeutettava kasvaneeseen tuotantomäärään. Vuoden 2017 alussa aloitettiin uudistamishanke, jonka tarkoituksena on pureutua liiketoiminnassa kasvun myötä esiintyneisiin haasteisiin.

Tuotannon puolella joudutaan miettimään koneinvestointeja ja tuotantotilojen järjestelyä. Tässä tullaan käyttämään apuna 5S- ja lean-menetelmiä. Materiaalivirtojen tarkastelun avulla nähdään, että onko tuotannossa pullonkauloja ja onko materiaalin virtaus suora- viivaista. Työpisteiden sijoittelu, siisteys ja työkalujen varastointi tullaan arvioimaan. Suurimpien ongelmakohtien löytämiseksi tullaan tekemään selvitystyö yhdessä työntekijöiden kanssa käyttäen työajan seuranta-lomaketta ennen ja jälkeen uudistusten. Näin

pystytään arvioimaan uudistusten todelliset vaikutukset. (konekanta lähtötilanteessa on esitetty liitteessä 1)

Toinen menettelytapa lähtötilanteen kartoituksessa on kyselylomake siitä, että millä tavoin työntekijät näkevät oman työnsä sekä yrityksen kehittämisen kannalta kriittiset pisteet. Työntekijöiltä saatu sanallinen palaute tullaan purkamaan yhteisessä palaverissa toimenpiteiksi. Tämä lomake tullaan täyttämään projektin aikana useampaan kertaan niin, että nähdään ovatko jo tehdyt toimenpiteet poistaneet tuotannosta työntekijöiden havaitsemia ongelmia.

Tuotannonhallinnassa keskitytään toiminnanohjausjärjestelmien vertailuun ja käyttöön-ottoon sekä informaation jakamisen tehostamiseen. Työn lähtötilanteessa toiminnanohjausta tehdään erilaisilla Excel-kaavakkeilla ja paperisilla työmääräimillä. Tästä toimintamallista tullaan siirtymään keskitettyyn järjestelmään. Lähtötilanteen sekava paperi- ja Excel-viidakko on hyvin haavoittuvainen dokumenttien katoamisille, inhimillisille erehdyksille ja on vaikeasti valvottavissa niin, että työt tulisivat valmiksi ajallaan, lähtisivät sovitusti ja tulisivat myös laskutetuksi. Myös työtuntien kohdentaminen oikeille töille on usein haastavaa.

Varastonhallintaan sekä lähtevien ja saapuvien tavaroiden seurantaan ja hallintaan on kehitettävä myös uusia käytäntöjä. Lähtötilanteessa materiaalin vastaanottajalla on harvoin saatavilla tietoa siitä, että mille työlle jokin saapuva materiaalierä on kohdistettava. Lisäksi lähtevien tuotteiden kanssa on usein epäselvyyttä, koska työmääräimet katoavat ja tieto valmistuneesta työstä ei koskaan tule konttoriin, että sille voitaisiin tilata kuljetus tai informoida asiakasta tuotteiden valmistumisesta. Tästä johtuen lähetysvalmiita tuotteita jää usein lojumaan työpisteiden yhteyteen.

2 LEAN-AJATTELU

2.1 Tuotannon suunnittelu lean-menetelmällä

Yritykset, jotka menestyvät pystyvät tuottamaan joustavasti ja nopeasti suuren määrän erilaisia tuotevariaatioita. Menestyminen vaatii yrityksen johdolta ja työntekijöiltä kykyä kehittyä ja keksiä uusia ratkaisuja. Tuotteiden elinkaaret lyhenevät ja tuotanto muuttuu prosessinomaiseksi, eikä tuotteita valmisteta varastoon. Tämän vuoksi työn tuottavuus ja tehokkuus ovat avainasemassa, kun ajatellaan yrityksen kilpailukykyä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että olemassa olevista resursseista pystytään saamaan paras mahdollinen tuotto. Koska tuotannossa jokainen työntekijä on yksilö, on tiedonkululla näiden yksilöiden välillä suuri merkitys. Lisäksi jokaisen yksilön työympäristöä joudutaan tarkastelemaan omana kokonaisuutenaan. (Kajaste, 1994, 7)

Myös tuotteiden vaihtumisen ja kehittymisen aiheuttama jatkuva muutos tuotantoympäristössä vaatii tuotannolta joustavuutta ja mukautumista. Järjestelmät on luotava niin, että ne eivät ole sidottuja nykyhetken tilanteeseen, vaan ne voivat kasvaa ja kehittyä muuttuvan tilanteen mukaan tuotteiden ja tuotantomäärien vaihtuessa.

Tuotannosuunnitteluun on olemassa useita erilaisia työkaluja, joiden avulla voidaan nostaa työn tuottavuutta. Koska kyseessä on tuotantolaitos, rajattiin työkalut sellaisiin, joita yleisesti oli todettu toimivaksi tämän tyyppisessä työssä. Pajakallio Oy:n tapauksessa valittiin Lean ja 5S menetelmät, joiden pohjalta tuotannon tehokkuutta aletaan parantamaan. Vaihtoehtona oli myös 6S-järjestelmä joka pitää sisällään 5S:n lisäksi vielä turvallisuusnäkökohdan (Safety), mutta tapaturmien määrän ollessa jo lähtökohtaisesti todella vähäinen päätettiin, että tämä kuudes kohta ei ole tarpeellinen.

Termi lean-toiminta (Lean Production) otettiin käyttöön vuonna 1990 tutkimuksessa, joka selvitti eri maiden autoteollisuusyritysten kilpailukykyä. Tutkimuksessa löydettiin menestyneiden yritysten toiminnasta tiettyjä yhteisiä piirteitä. Tutkimuksessa merittävä huomio oli, että kun keskityttiin vain asiakkaalle lisäarvoa tuottavaan toimintaan, pystytään säästämään merkittävästi niin kustannuksissa kuin ajassa. (Kajaste, 1994, 8)

Leanin päätavoite on eliminoida hukkaa, eli aikaa jota käytetään muuhun, kuin tuotteen arvoa lisäävään toimintaan. Kun Lean toteutetaan oikein, voidaan saavuttaa merkittäviä parannuksia niin tehokkuudessa, läpimenoajoissa, tuottavuudessa,

materiaalikustannuksissa, ja jätteen määrässä. Tämä johtaa matalampiin kustannuksiin ja kilpailukyvyn parantamiseen. Lean ei rajoitu pelkästään tuotantoon, vaan siinä pyritään parantamaan yritystä kokonaisuutena niin, että työyhteisö toimii paremmin jokaisella osa-alueella.

(Crawford, 2016)

Työhön sisältyy usein työvaiheita, jotka eivät nosta tuotteen arvoa, kuten työkalujen etsiminen tai väärin tehdyt tuotteet. Työtehtävät voidaan kolmeen erilaiseen kategoriaan riippuen siitä, miten ne lisäävät tuotteen arvoa:

1. Valmistustyö, eli tuotteen arvoa lisäävä aika. Esimerkiksi koneistaminen tai hitsaustyö.
2. Aputyö, eli työ joka on tehtävä, jotta päästään arvoa edistäviin työvaiheisiin. Esimerkiksi koneiden asetusten muuttaminen tai materiaalin keräily tai siirto.
3. Hukkatyöaikana tuotteen arvo ei nouse eikä se edistä tuotteen etenemistä arvoa nostaviin työvaiheisiin. Tällaista työtä on esimerkiksi työkalujen etsintä tai virheellisten kappaleiden valmistus. (Groover 2008, 61)

Tuotannon tehostaminen on kuitenkin jatkuva prosessi ja nyt tehtävät toimenpiteet pitää suunnitella niin, että niiden vaikutusta pystytään mittaamaan. Mittauksen apuvälineenä tullaan käyttämään työntekijöiden kanssa käytäviä kehityskeskusteluja, palavereja ja projektien jälkilaskentaa. Lisäksi jokaisessa suuremmassa projektissa pidetään palautekeskustelu riippumatta siitä, mikä projektin jälkilaskennan tulos on. Tällä keinolla voidaan valita onnistuneet toimintatavat, joita voidaan käyttää tulevaisuudessa ja tehdä muutoksia niihin toimintatapoihin, jotka aiheuttivat ongelmia projektin läpiviennissä.

Yrityksen kasvaessa ja mukautuessa asiakkaiden tarpeisiin käy usein niin, että nykyiset toimintatavat eivät palvele yrityksen toimintaa parhaalla mahdollisella tavalla. Voi myös tulla käyttöön uusia teknologioita, jotka ovat niin paljon tehokkaampia, että on syytä arvioida niiden käyttöönottoa. Tuotannon parantaminen onkin jatkuva prosessi, jossa on kyseenalaistettava nykytila joka päivä ja esitettävä kysymys: "Onko nykyinen toimintatapa enää tätä päivää, vai olisiko tehostavia toimenpiteitä tehtävä?"

2.2 5S

On tyyppillistä soveltaa nimenomaan 5S-työkalua ensimmäisenä askeleena kohti Lean-ajattelua. 5S-työkalu on hyvin konkreettinen ja sillä saadaan näkyviä tuloksia nopeasti.

5S:n avulla tuotantotilat saadaan järjestettyä ja toimintatavat yhtenäisiksi. Kyseessä ei kuitenkaan ole siivous tai yksittäinen parannuskampanja, vaan siitä tulee jokapäiväinen toimintatapa.

5S:n keskeisin ajatus on, että tuotantolinjalta poistetaan materiaalin virtausta haittaavat ylimääräiset koneet, materiaalit, työkalut ja muut asiat. Kun kaikki turha on poistettu tulevat tuotannon läpimenoajat laskemaan. Kun 5S on jokapäiväinen toimintamalli, pysyvät tavarat ja tuotantotilat hyvässä järjestyksessä sekä koneet hyvässä tuotantokunnossa.

5S-nimi tulee japaninkielisistä sanoista, joiden suomennokset ovat:

Sorteeraus (Sort-Seiri)

Sorteerauksella eli lajittelulla tarkoitetaan tarpeettomista tavaroista luopumista. Lisäksi sorteeraamiseen kuuluu tavaroiden lajittelu ja järkevien säilytyspaikkojen miettiminen.

Systematisointi (set in order – seiton)

Systematisointi tarkoittaa järjestyksen ja esimerkiksi tuotannon toimintamallien järjestelyä. Tämä voidaan toteuttaa rajamalla työpisteet selkeämmin esimerkiksi kalusteilla tai maalaamalla, tyhjentämällä kulkuväylät, lisäämällä kunnollisia säilytysjärjestelmiä, ilmoitustauja ja roskakoreja. Järjestelmästä on luotava sellainen, että työntekijät huomaavat heti, mikäli jokiin esine ei ole paikallaan ja voivat korjata tilanteen helposti. Työkaluina voidaan käyttää värikoodeja, kylttejä ja nimilappuja.

Siivous (shine-seiso)

Tilojen pitäminen siisteinä ja järjestyksessä ei ole suuriivous, vaan jatkuva ohjelma niin, että tilat ovat aina hyvässä tuotantokunnossa. Se pitää sisällään tuotantotilojen pitämisen siistinä, sekä tuotantovälineiden ja koneiden huolto-ohjelmien suunnittelun ja toteuttamisen. Toimenpiteille on luotava tavoitteet sekä vastuuhenkilöt. Myös siivousvälineiden ja ohjeiden tulee olla kunnossa.

Standardisointi (standardize – seiketsu)

Käytäntöjen vakiinnuttaminen osaksi arkipäivää on tehtävä yhdessä henkilöstön kanssa sopimalla. Toimintatavat vakiinnutetaan niin, että luodaan selkeät visuaaliset ohjeet, joiden avulla sovituista asioista pystytään pitämään kiinni. Tämän lisäksi on sovittava myös johtamisesta, seurannasta ja arvioinnista.

Seuranta (sustain – shitsuke)

Jotta toimintatavat muodostuvat rutiiniksi, on niitä seurattava. Kaikki tehty työ valuu hukkaan, mikäli muutoksiin ei sitouduta. Jotta seuranta on tehokasta, on esimiehen ja henkilöstön välillä oltava kommunikointia sekä yhteistä vastuunottoa.

(Vuohelainen, 2015, 3-10)

2.3 2.3 5S-järjestelmän toteuttaminen

Tuotanto jaettiin neljään eri osioon, joihin kuhunkin nimettiin vastuuhenkilö. Eri osat olivat materiaalivarasto, koneistus, levytyöosasto ja kokoonpano. Kunkin vastuuhenkilön kanssa käytiin lähtötilanne läpi ja tehtiin toimenpidesuunnitelma, jossa määritettiin tarkasti haluttu lopputulos ja keinot sen aikaansaamiseksi.

Työ alkoi sorteerauksella ja ylimääräistä tavaraa siivottiin kierrätykseen paljon. Tämä vapautti varastotilaa tulevien varastojärjestelmien rakentamista varten ja selkiytti kuvaa siitä, että millaiset työkalujärjestelmät tarvitaan kuhunkin työpisteeseen, ja missä kunnossa tuotantovälineet ovat.

Systematisoinnissa prosessia alettiin tarkastella sen ensimmäisestä vaiheesta, eli materiaalin vastaanotosta ja varastoinnista. Varastoon nimettiin vastuuhenkilö, joka pitää huolen materiaalien riittävydestä, varaston järjestyksestä, sekä kuormien vastaanottamisesta ja lähettämisestä. Projektin suunnittelu ja toteutus tehtiin yhteistyössä varaston vastuuhenkilön kanssa, jolloin hänet saatiin sitoutettua uudistuksiin.

Varastoinnissa uudistukset toteutettiin 5S-järjestelmän mukaisesti siivoamalla ja järjestelmällä varasto ja luomalla järjestelmä siisteyden ylläpitämiseksi. Jokaisen tuotteen varastopaikka merkittiin tarroittamalla hyllypaikat. Rakenneteräksien osalta ei katsottu tarpeelliseksi tehdä materiaalien mukaisia värikoodeja, mutta RST ja HST teräkset erotettiin toisistaan värikoodein niin, että aina hyllytettäessä tai sahauksen jälkeen tuote merkitään spraymaalilla näkyviin jäävästä päästä ennen hyllyyn laittamista. Näin tuotteet on helpompi erottaa toisistaan. EN1.4301 ruostumattomat teräkset saivat värikoodikseen vihreän, ja EN1.4404 haponkestävät teräkset merkitään mustalla maalilla.



Kuva 1. Materiaalivaraston hyllypaikat merkattuna tarroin.

Varastohallissa sijaitsee myös kaksi manuaalisahauslinjaa. Molempien sahojen terille tehtiin seinäkoukut, jotka merkittiin niin, että sahanterien määrät on helppo tarkistaa ja tilata tarvittaessa täydennystä. Sahojen yläpuolelle asennettiin infrapunalämmittimet, että sahalla työskentelevän henkilön on miellyttävämpi toimia talviakaan, kun varastohallin lämpötila laskee 10 celsiusasteen tuntumaan.

Materiaalin vastaanotossa oli myös ongelmana, että kaikilla työntekijöillä ei ollut tietoa saapuvan tavaran tarkoituksesta ja sille tehtävistä jatkotoimenpiteistä. Ongelma ratkaistiin niin, että varastohalliin tehtiin saapuvien tavaroiden listaus, joka päivitetään aina, kun tilauksia tehdään tai muutoksia ilmenee. Listauksessa oli tärkeää näkyä materiaali, määrä, toimittaja, toimituspäivä ja kohde johon materiaali on tarkoitettu. Vastaanottajan on helppo tehdä jatkotoimenpiteet listan perusteella ja merkitä tavara saapuneeksi. Näin myös tieto kulkee myös hallintoon, jolloin pystytään esimerkiksi ilmoittamaan asiakkaalle heti, mikäli materiaali onkin menossa asiakkaalle ilman jatkotoimenpiteitä, eli kyseessä on suora myynti, tai tuotantoon odotettu materiaali saapuu.

Levytyö- ja hitsausosastoilla jokainen työpiste rajattiin omaksi kokonaisuudekseen. Jokaiselle työpisteelle hankittiin tai rakennettiin omat työkalujärjestelmänsä. Kunkin työpisteen työkaluille luotiin värikoodit ja jokaisen työpisteen kaikki työkalut merkittiin valitulla värillä. Näin on helppo palauttaa työkalut oikeille paikolleen ja tunnistaa, jos työkalut ovat kulkeutuneet väärälle työpisteelle.

Hitsaustarvikkeet ja varaosat olivat lähtötilanteessa epäjärjestyksessä. Hitsauslisäaineille, hitauskoneiden varaosille ja muille hitsaustarvikkeille luotiin merkityt säilytysjärjestelmät, joiden ylläpito sovittiin työkalutoimittajan vastuulle. Kun kaikkia varaosia on saatavissa ja helposti löydettävissä, pystyy hitsaus jatkumaan nopeasti, vaikka sattuisikin laiterikko tai kulutusosat kaipaisivat vaihtoa.

Myös koneistuksessa ja osavalmistuksessa aloitettiin sorteeraustoimenpiteet ja tuotantokoneiden kartoittaminen. Koneistuksessa ja särmäyksessä työkaluille, pitimille ja tarvikkeille hankittiin ja rakennettiin uudet säilytysratkaisut. Työkalujen ja tarvikkeiden säilytykseen nimettiin vastuuhenkilöt joiden tehtävänä on huolehtia, että kaikki on paikallaan, kunnossa ja että täydennyksiä hankitaan tarvittaessa.

Koko tuotantotilaan rajattiin maalaamalla alueet, joissa ei saa säilyttää tavaraa. Näin saatiin kulkuväylät pysymään avoimena.

5S:n seuraavassa vaiheessa otettiin käyttöön siivous, jossa määritettiin kunkin työpisteen ylläpidosta vastaava henkilö. Kukin työpiste numeroitiin ja jokaiselle työpisteissä olevalle tuotantokoneelle luotiin huolto-ohjelma, jos sellaista ei vielä ollut. Tämä oli toteutettavissa helposti, sillä lähes kaikkien koneiden manuaalit olivat tallella, joten riitti, että kopio manuaalista huolto-ohjeen jokaisen koneen yhteyteen. Lisäksi laadittiin huoltovihko, johon merkittiin tehdyt huollot, huollon suorittaja ja päivämäärä.

Lisäksi tarkistettiin, että onko siisteyden ylläpidolle riittävät välineet ja niille merkityt paikat. Näin päästiin eroon siivousvälineiden etsinnästä aiheutuvasta turhasta kuluerästä.

Kunkin työpisteen läheisyyteen hankittiin metallinkierrätys- ja energiajäteastiat, että roskaa ei tarvitse kuljettaa kauas työpisteeltä. Energiajäteastioiden kohdalla oli huomioitava, että konepajatyössä on aina tulipalon syttymisriski, kun terästä työstettäessä syntyy kipinöitä. Roska-astioiksi valittiin kannelliset teräsastiat, että tulipaloriski saatiin minimoitua.

Sekajätteelle riitti yhteensä kolme keräyspistettä, koska sekajätteen syntyminen tuotannossa on vähäistä. Suurin osa syntyvästä jätteestä on joko energijätteeksi kelpaavaa pakkausmateriaalia tai metallijätettä, joka kierrätetään.

Myös jäteastioiden tyhjentämiseksi määritettiin vastuuhenkilö ja tyhjennysväli, josta vastuuhenkilö huolehtii.

5S:n viimeinen vaihe, eli seuranta toteutetaan yhdessä toimitusjohtajan kanssa. Toimitusjohtaja kiertää päivittäin tuotantotiloja ja jos jostain sovitusta asiasta on poikettu, niin siitä keskustellaan kunkin vastuuhenkilön kanssa, että asia hoidetaan kuntoon. Yhteisessä palaverissa määritettiin, että vastuu on kaikilla, mutta viime kädessä vastuuhenkilöllä, jonka on valvottava kunkin pisteen kohdalla sovittujen asioiden toteutumista.

3 TUOTANNON KEHITTÄMINEN

3.1 Tuotannon eri alueet

Pajakallo Oy:n tuotantotilat voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen. Ensimmäinen näistä on materiaalivarasto. Varastosta materiaalit siirretään osavalmistushalliin, josta ne jatkavat kolmanteen vaiheeseen, eli kokoonpanoon. Kaikissa näissä eri tuotannon osissa on omat kehityskohteensa ja niitä tullaan käsittelemään omina kokonaisuuksinaan työn edetessä. Yrityksen lähtötilanteen konekanta on opinnäytetyön liitteenä.

3.1 Tuotanto ja prosessin kuvaus

Pajakallio Oy:n tuotantoon kuuluu monen jalostusasteen tuotteita. Yksinkertaisimmillaan varastomyymälästä toimitetaan materiaalia sellaisenaan tai mittaan sahattuna. Seuraava tuotantoaste on alihankintakoneistus, jossa profiileihin tehdään porauksia, aukoksia tai muotojyrsintöjä. Myös sorvauksia tehdään toisinaan manuaalisorvilla ja vaativammat sorvaukset ostetaan alihankintana.

Yritys on auditoinut kantavien teräsrakenteiden EN1090-2 sertifikaatin. Näin ollen yrityksellä on oikeus valmistaa rakennusteollisuudessa käytettäviä kantavia teräsrakenteita, kuten esimerkiksi kulkutasoja, pilareita, palkkeja tai kattotuoleja. Kantavien

teräsrakenteiden valmistuksen seuranta poikkeaa merkittävästi muista alihankintatöistä dokumentaation määrän osalta. Materiaalien sulatenumerot tulee tarkistaa ja kantaviin rakenteisiin ei saa käyttää muuta kuin kyseiseen tuotteeseen erikseen korvamerkittyjä materiaaleja. Informaation kulku on näiltä osin varmistettava, että valmistuksessa on aina käytössä oikea materiaalierä.

EN 1090-2 sisältää myös hitsauksen laatu järjestelmän. Yrityksellä on oltava hitsauskoordinaattori ja hitsausohjeiden saatavilla olo on varmistettava. Lähtötilanteessa ohjeita säilytetään konttorissa ja niistä otetaan kopio työmääräimen yhteyteen. Järjestelmä on haavoittuvainen siltä osin, että vanhoja dokumentteja tai ohjeita saattaa jäädä tuotantoon ja ne voivat mennä sekaisin uuden työn kanssa. Myös käytössä olevien hitsauslisäaineiden sulate-erä on oltava aina tiedossa, jotta voidaan jäljittää mahdollisesti viallinen erä, mikäli tuotteessa esiintyy poikkeamia hitsauksen osalta.

Tuotanto on suunniteltu jo lähtökohtaisesti niin, että materiaali varastosta on suora yhteys koneistus- ja osavalmistushalliin. Tästä tuotteet jatkavat matkaansa joko asiakkaalle tai hitsaus- ja kokoonpanohalliin. Materiaalin kulku tuotannossa on yksisuuntaista ja tässä työssä pystytäänkin keskittymään yksityiskohtiin, kun koko layoutia ei tarvitse järjestellä uudestaan.

3.2 Tuotannon uudistamissuunnitelma ja toteutus

Lähtötilanteessa kaikki hallinnollinen vastuu oli toimitusjohtajalla ja uudistuksien läpiviemiseksi oli tärkeää, että toimitusjohtaja pystyi järjestämään aikaa projektille. Oli siis karotettava, että mistä työtehtävistä ja vastuista on luovuttava, että kehitysprojekti voidaan aloittaa. Yritykseen palkattiin hallintopäällikkö, jonka kanssa jaettiin työtehtävät. Hän otti hoitaakseen kirjanpidolliset asiat, laskutuksen, lähtevien kuormien järjestelyn sekä henkilöstöasiat. Myöhemmin 2017 lopussa avattiin myös myyntipäällikön paikka ja 2018 alussa yrityksessä aloitti uusi myyntipäällikkö tehtävänsä. Näin saatiin hallintoon kolme henkilöä, joilla on selkeämmät työtehtävät kuin lähtötilanteessa, jossa toimitusjohtaja hoiti kaiken yksin.

Kasvanutta henkilöstöä varten uudistettiin tietojärjestelmät niin, että yritykseen hankittiin uusi palvelin ja sisäverkkoratkaisu. Tämän toteuttamiseksi aloitettiin digibuusti-projekti, johon saatiin apua Tekesiltä. Toiminnanohjausjärjestelmä otettiin käyttöön koko hallinnolle, ja alettiin siirtää asteittain myös tuotannon työntekijöiden käyttöön. Keskeisille työstökoneille hankittiin omat tietokoneet, joiden avulla tuotannon data, esimerkiksi CAD-

kuvat saadaan siirrettyä digitaalisesti sisäverkon kautta suoraan työstökoneille. Myös tilitoimisto vaihdettiin, koska vanha tilitoimisto ei taipunut projektin ja järjestelmän uudistuksiin.

3.3 Koneistus- ja osavalmistuksen kehittäminen

Yrityksessä oli huomattu, että asiakkailta tuli tarjouspyyntöjä ja tiedusteluja sorvattavista osista tai kokoonpanoista, joiden valmistamiseen tarvittaisiin CNC-sorvia. Yhteistyökumppani, jolta osat oli ostettu aikaisemmin, oli käynyt toimitusaikojen suhteen epävarmaksi ja yhteistyöyrityksellä ei ollut halua lisätä kapasiteettiaan. Tultiin ratkaisuun, että Pajakallio Oy:n on investoitava CNC-sorviin.

Sopivan koneen kartoittaminen aloitettiin tutkimalla minkälaisia sorveja alueen muilla yrityksillä on jo olemassa. Samanlaista konetta ei ole järkevää hankkia, joita seudulla jo on. Suuremman kokoluokan CNC-sorveja ei lähiyrityksissä ollut ja myös tarjouspyynnöt joita asiakkailta oli tullut vaativat sorvilta vähintään 2000mm kärkivälin.

Sorvin ominaisuuksien kartoittaminen tehtiin yhdessä koneiden edustajien kanssa. Tämän jälkeen toimittajilta pyydettiin tarjoukset uusista ja käytetyistä markkinoilla olevista koneista. Vaatimuksiksi asetettiin vähintään 2000mm kärkiväli, sorvaushalkaisijan tuli olla yli 400mm ja työkalurevolverissa vähintään kahdeksan paikkaa. Kiinalaiset halpa-merkit jätettiin myös kartoituksen ulkopuolelle, sillä koneen on oltava pitkäikäinen, tarkka ja huollon tulee toimia hyvin, kun kyse on tuotantokoneesta.

Vaihtoehtoisiksi tulivat suorajohteinen FAT Haco TUR SC 560, Hyundai Wia L400LMC ja Spinner TC 800-L 110. Koneista pyydettiin tarjoukset ja vaihtoehtoja tutkittiin niin ominaisuuksien, huollona ja hinnan osalta. Kesken valintaprosessin tuli myyntiin myös käytetty 2006 vuoden FAT Haco FCT 700, jossa oli vaatimukset ylittävät ominaisuudet ja vähäiset käyttötunnit. Se otettiin mukaan vertailuun.

	FAT Haco TUR SC 560	Hyundai Wia L400LC	Spinner TC 800-L 110	YCM TC-46/2300	FAT Haco FCT700
Sorvauspituus max [mm]	2000	2100	1500	2300	3100
Pyörintähalkaisija [mm]	560	725	800	850	700
Sorvaushalkaisija [mm]	300	320	500	750	490
Tankokapasiteetti [mm]	90	117	110	130	91
Karanopeus [1/min]	0-1800	0-2000	0-2600	0-2000	0-2500
Päämoottoriteho [kW]	12	50	22	37	33
Työkaluvaihtajan paikat	8	12	16	10	12
Pyörivät työkalut	-	6	8	-	6
Ohjausjärjestelmä	Siemens Sinumerik	Fanuc	Siemens Sinumerik	Fanuc	Siemens Sinumerik

Taulukko 1. Sorvien ominaisuuksien vertailu.



Kuva 2. Fat Haco FCT 700 sorvauskeskus.

Vaihtoehdoista valittiin käytetty Fat Haco FCT 700, sillä sen ominaisuudet olivat sopivat ja se oli merkittävästi edullisempi kuin halvin uusista sorveista jonka varustelu sekä työstökapasiteetti olivat huomattavasti vaatimattomammat kuin valituksi tulleen käytetyn koneen. Uuden koneen hankinnassa oli myös 3-6 kuukauden odotusaika, koska koneet rakennetaan lähes aina asiakkaan tilauksesta.

Koneen valinnassa painoivat eniten koneen tyyppi, eli vinojohteisuus, sorvin kärkiväli, sorvattavan kappaleen suurin halkaisija ja työkalurevolveri, jossa on mahdollisuus käyttää pyöriviä työkaluja.

Koneen oston yhteydessä sovittiin käyttökoulutuksesta ja koneen siirron yksityiskohdista. Koneen koulutus järjestettiin yhdessä paikallisen aikuisoppilaitoksen kanssa, jolloin oli mahdollista päivittää koneistajien osaamista muutenkin kuin pelkästään sorvauksen osalta.

Koneistuksen koulutuksen sisältö suunniteltiin Faktia Oy:n opettajien kanssa ja päätettiin järjestää samassa yhteydessä Mastercam CAM-ohjelmiston käyttökoulutus koneistajille. Uuden CAM-ohjelmiston hankinta tehdään keväällä 2018 ja nyt koneistajilla on jo

osaaminen ohjelmiston käyttöön, jolloin sen käyttöönotto on nopeaa, kun hankintapäätös on tehty.

Koneistustyökalujen varastointi oli projektin alkuvaiheessa hyvin hajanaista ja jäänyt jälkeeseen konekannan muutoksista. Osavalmistukseen hankittiin konekohtaiset säilytysratkaisut, joiden avulla terät, kiinnittimet ja tarvikkeet saatiin omille paikoilleen ja niiden säilytyspaikat merkittiin asianmukaisesti.



Kuva 3. Koneistuksen uusi säilytysjärjestelmä.

Järjestelmän ylläpitämiseksi määritettiin vastuuhenkilö kunkin työkalupisteen ylläpidon osalta. Henkilöstön kanssa sovittiin, että muutoksiin sitoudutaan ja esimerkiksi tylsiä teriä ei palauteta paikoilleen, vaan ne teroitetaan ensin.

3.4 Hitsaus ja kokoonpano

Hitsaamossa kartoitettiin ongelmakohtia yhdessä hitsaamon henkilökunnan kanssa. Hitsaajat toivoivat uusia hitsauspöytiä ja uutta hitsauskoneita. Vanhat koneet olivat toimivia, mutta uusissa koneissa on merkittäviä etuja vanhoihin nähden.

Uuden hitsauskoneen valinta tehtiin yhdessä yrityksen hitsauskoordinaattorin kanssa. Tavoite oli vähentää hitausroiskeita, helpottaa hitsausprosessia, saada hitsausohjeiden hallinnasta helpompaa ja pienentää lämmöntuontia. Vanhat koneet olivat Kemppi Kempoweld WIRE 400 MIG/MAG hitsauskoneita, jotka olivat osoittautuneet tehoiltaan riittäväksi. Näin ollen uutta konetta alettiin hakea 400 ampeerin kokoluokan vaihtoehtoista.

Valinta osui Fronius TPS/i 400-koneeseen, jossa oli useita hitsausta helpottavia ominaisuuksia. Kone on täysin digitaalinen ja siinä on 7-tuumainen suomenkielinen kosketusnäyttö, jolla konetta ohjataan. Myös hitsauspistoolista voidaan tehdä muutoksia koneen asetuksiin jopa hitsauksen aikana. Muistipaikkohin on helppo tallentaa hitsausohjelmia eri hitsausohjeille. Hitsausprosesseja on jo vakiona useita ja Fronius on rakentanut koneesta sellaisen, että tarvittavat ominaisuudet voidaan ottaa käyttöön myös jälkeenkäynnä, joten kone on helppo pitää ajan tasalla hankkimalla siihen ohjelmistopäivityksiä USB-muistitikulla.

Keskeisiä valintaan vaikuttavia ominaisuuksia olivat tuotantoon sopivat hitsausta helpottavat ohjelmistot. Ensimmäinen tarvittava ohjelmisto oli Froniuksen LSC (Low Spatter Control), joka poistaa hitsausroiskeiden muodostumisen lähes kokonaan, mahdollistaa erittäin suurien ilmarakojen täytön ja suuremmat hitsausnopeudet.

Toinen tuotantoa helpottava ohjelmisto oli PMC, joka mittaa hitsauskaaren vapaalangan pituutta ja säätää hitsausparametreja tarpeen mukaan. Tämä auttaa hitsaajaa, sillä käsinhitsauksessa hitsauspistoolin etäisyys hitsattavaan kappaleeseen vaihtelee. PMC-ohjelmiston avulla etäisyyden muutokset hitsattavaan kappaleeseen prosessin aikana aiheuttavat paljon vähemmän muutoksia hitsausjälkeen. Hitsauksista tulee tasalaatuisempia ja jälkityöstön määrä vähenee merkittävästi. Myös lämmöntuoti pienenee, sillä ohjelmiston avulla voidaan hitsata samalla langasyöttönopeudella, mutta käyttää kuitenkin pienempää virtaa. Tämä vähentää lämmöntuonnista johtuvia muodonmuutoksia kappaleessa ja tekee hitsausprosessin miellyttävämmäksi hitsarille, kun valokaari ei ole niin kuuma.

Hitsauskaasulla on merkittävä osa hitsausprosessia ja alunperin Pajakallio Oy:n hitsauksissa oli käytössä SK-18 (18% hiilidioksidia ja 82% argonia). Hitsaamossa kokeiltiin eri kaasujen käyttäytymistä päivittäisessä työssä ja huomattiin, että vaihtamalla kaasu Woi-
kosken Awomix-kaasuun, jossa hiilidioksidin osuus oli vain 8% saatiin hitsauksen roiskeita pienennettyä merkittävästi. Lisäksi hitsauksesta tuli pinnanlaadultaan parempi. Hintaero näiden kaasujen välillä oli niin pieni, että Awomix-kaasu otettiin käyttöön koko tuotannossa jälkityöstössä säästettävän ajan ollessa suuri.

Koneiden koekäytössä tuli selväksi, että vanhoihin koneisiin verrattuna ajansäästö ja hitsausjälki ovat merkittävästi paremmat. Suurin ero on jälkityöstön määrässä, kun hitsausroiskeiden määrä on erittäin vähäinen. Lisäksi sauman tasaisuus on niin hyvä, että sauman hionnasta voitiin luopua suuressa osassa tuotteita kokonaan.

Hitsauksen uusien ominaisuuksien käyttöönottoa varten hitsareille järjestettiin koneen toimittajan puolelta käyttökoulutus, jossa uudet ominaisuudet tuli tutuksi. Lisäksi kerrattiin yleistä asiaa hitsauksesta sekä yleisimmät hitsausvirheet ja niiden ehkäisy, kun kouluttaja oli paikalla.

Hitsauspöydät otettiin myös tarkasteluun. Vanhat hitsauspöydät olivat kuluneita ja niiden suoruus ei ollut enää riittävä. Kappaleiden kiinnittäminen tukevasti ennen hitsaamista on ensiarvoisen tärkeää ja myös tähän toivottiin parannusta hitsarien taholta. Hitsauspöytien suunnittelu aloitettiin tutustumalla markkinoilla oleviin tuotteisiin ja todettiin, että rei'illä varustetut vankat hitsauspöydät olivat tässä tapauksessa järkevin vaihtoehto. Pöydistä tehtiin suunnitelmat ja osat tilattiin valmiina laserleikkeinä. Pöytien hitsauskoonpano tehtiin itse ja ne maalattiin, että hitsausroiskeet eivät tartu pöytiin.

Pöytiin valmistettiin myös kiinnittimet itse. Käytännössä huomattiin, että rei'illä varustetut pöydät toimivat juuri niin kuin oli suunniteltukin. Tuotteiden valmistus helpottui ja hitsareilta tuli hyvää palautetta pöytien käytännöllisyydestä.

4 TIETOJÄRJESTELMÄT

4.1 Toiminnanohjausjärjestelmät

Toiminnanohjausjärjestelmä, eli ERP-järjestelmä (Enterprise Resource Planning) on eri toimintoja integroiva yrityksen tietojärjestelmä. Toiminnanohjausjärjestelmä on tarkoitettu työkaluksi yrityksen toiminnan ja resurssien suunnitteluun ja hallintaan. Siihen sisältyy esimerkiksi tuotanto, jakelu, varastonhallinta, laskutus ja kirjanpito. Nykyaikaisissa tuotannonohjausjärjestelmissä on runsaasti erilaisia moduuleita, joiden avulla järjestelmästä voidaan rakentaa sellainen, että se palvelee yrityksen toimintaa. (Accountor Enterprise Solutions, 2018)

ERP-järjestelmän tarkoitus on parantaa yrityksen tehokkuutta niin toiminnallisuuden kuin taloudellisenkin näkökulman kautta. Toiminnanohjausjärjestelmän paras hyöty saavutetaan, kun suurin osa yrityksen tiedoista voidaan keskittää samaan ohjelmaan niin, että eri osastot pystyvät siirtämään tietoa keskenään reaaliaikaisesti. Tällä pyritään vähentämään päällekkäisyyksiä ja nopeuttamaan päätöksentekoa sekä asioiden käsittelyä. (Accountor Enterprise Solutions, 2018)

Reaaliaikaisella tiedon jaolla mahdollistetaan koko yrityksen toiminnan parantuminen sen sijaan, että parannettaisiin vain osastokohtaisesti. Toiminnanohjausjärjestelmät ovat syntyneet korvaamaan manuaalista kirjanpitoa ja muita toimintoja. Paperityöstä ja päällekkäisistä tietojärjestelmistä luopuminen nopeuttaa jokapäiväistä työskentelyä. (Accountor Enterprise Solutions, 2018)

Markkinoilla on useita eri ohjelmistoja, joiden sopiminen yrityksen kulloiseenkin toimintatapaan on arvioitava tapauskohtaisesti. Myös hintahaarukka on laaja ja hinnoittelumallit poikkeavat toisistaan. Osalla palveluntarjoajia hinnoittelu määritellään valittujen toimintojen ja ominaisuuksien sekä käyttäjämäärän mukaan. Osassa kertaluontoinen kustannus on suurempi ja palvelupaketti on rajattu tiettyihin ostettaviin kokonaisuuksiin.

4.2 Toiminnanohjausjärjestelmän vaatimukset

Lähtötilanteessa määriteltiin mitä toimintoja halutaan siirtää toiminnanohjausjärjestelmään. Ohjelmiston helppo käyttöliittymä ja maltillinen kustannustaso olivat avainasemassa. Toiminnanohjausjärjestelmän tuli olla sellainen, että se kasvaa yrityksen mukana ja että siinä ei ole mitään ylimääräisiä toimintoja ja komponentteja, jotka ovat ylimääräinen kustannus ja tekevät ohjelmasta kömpelön käytettävän.

Tavoitteena oli siirtää järjestelmään asiakkaat, tuotteet, tilaukset ja tuotannon resurssit. Kirjanpidon siirtoa harkittiin myös siinä tapauksessa, että se olisi tehokkaasti toteutettavissa valitulla ohjelmistolla.

Yksi merkittävä valintakriteeri oli toiminnanohjausjärjestelmän käyttäminen ajasta ja paikasta riippumatta. Tämä mahdollistui ainoastaan niin, että ohjelmisto on toteutettu pilvipalveluna. Tällaisen järjestelmän muita etuja ovat:

- Parantunut skaalaus.
- Liiketoiminnan reaaliaikaisuus ja läpinäkyvyys.
- Tieto syötetään järjestelmään vain kerran, joten prosessit tehostuvat.
- Reaaliaikainen tieto on aina saatavilla, joten päätöksenteko tehostuu.
- Kustannukset pysyvät maltillisina, koska alustaa käytetään laajasti.
- Palveluntuottaja hoitaa päivitykset automaattisesti, joten asiakkaalta ei vaadita ylläpitotoimia. (Accountor Enterprise Solutions, 2018)

4.3 Toiminnanohjausjärjestelmän valinta

Ohjelmistoja kartoitettiin erilaisilla kokeilujaksoilla sekä etäpalavereissa ja tarjoukset pyydettiin lopulta neljältä toimittajalta. Toimittajien lähestymistapa oli keskenään hyvin erilainen ja valituksi tulleen toimittajan ideologia poikkesi muista merkittävästi. Kun suurin osa toimittajista kertoi, mitä heillä on tarjolla, niin valittu toimittaja lähti liikkeelle asiakastarpeesta. Aitio Finland Oy:n Hillava-toiminnanohjausjärjestelmä rakennettiin yhdessä asiakkaan kanssa halutuina komponentein. Jos jotakin komponenttia ei ollut, se ohjelmoitiin lisähintaa vastaan niin, että ohjelmisto on juuri sellainen kuin asiakas haluaa.

Jatkossa lisäkomponenttien aktivointi on helppoa ja järjestelmä on helppo pitää tehokkaana kun yritys kehittyy ja tuotanto ja toimintaympäristö muuttuu tulevaisuudessa.

Järjestelmä on myös visuaalisesti selkeä ja toiminnot ovat helppoja käyttää. Koska ohjelmaan ei tullut yritykselle tarpeettomia toimintoja, on käyttöliittymä kevyt ja havainnollinen.

Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä järjestettiin koko henkilöstölle koulutus, jossa kerrottiin toimintatavan muutoksesta. Lähtötilanteessa toiminnanohjausjärjestelmää käytetään vain hallinnossa, mutta käyttöliittymä mahdollistaa järjestelmän käytön myös tuotannossa. Tätä vaihtoehtoa tullaan kehittämään tulevaisuudessa niin, että mahdollisimman suuri osa tiedosta on kaikkien saatavilla keskitetysti toiminnanohjausjärjestelmän kautta.

5 YHTEENVETO

Projektin tarkoituksena oli saada aikaan merkittävää tehokkuuden kasvua yrityksessä kartoittamalla parannuskohteet kaikissa yrityksen operaatioissa. Työn tärkeimmät tavoitteet olivat mitattavissa oleva tehokkuuden kasvu ja järjestelmien rakentamien sellaisiksi, että niiden muuttaminen vastaamaan tulevaisuuden tarpeita on helppoa ja joustavaa.

Muutosten läpivieminen oli suuri prosessi, mutta koska siihen pystyttiin sitouttamaan koko henkilöstö, se onnistuttiin tekemään kustannustehokkaasti ja pääosin yrityksen omalla osaamisella. Ulkopuolista apua tarvittiin toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotossa ja koulutuksien muodossa.

Lopputuloksia tarkastellessa on helppoa huomata yrityksen kassavirrasta, että myynti on ollut jatkuvassa kasvussa huolimatta siitä, että tuotantohenkilöstön määrä ei ole kasvanut samassa suhteessa. Kun käytetään vertailukohtana projektia edeltänyttä tilikautta 2015, on myynti kasvanut vuoteen 2017 lähes 50%. Näin ollen toimenpiteillä on ollut selkeää merkitystä yrityksen kilpailukyvyn parantamisessa.

Myös työntekijöiltä saatu palaute tukee näkemystä siitä, että toimenpiteet on koettu onnistuneiksi. Henkilökohtaisissa kehityskeskusteluissa on tullut ilmi, että työntekijät kokevat pystyvänsä vaikuttamaan omaan työympäristöönsä paremmin ja ymmärtävät, että he itse ovat se voimavara joka luo työpaikasta sellaisen, kuin he sen haluavat olevan.

Työajan seurantalomakkeella saadussa tuloksissa jouduttiin tekemään hieman tulkintaa. Jo lähtötilanteessa valmistustyöhön käytetty aika oli viiden seurantapäivän aikana 92,7% ja lopputilanteessa se oli 93,9%. Koska ero on niin pieni, niin pelkkä vähentyneiden hukkatuntien osuus ei riitä selittämään muutosta. Tuloksia tarkastellessa tuli sellainen päätelmä, että hukkaa on syntynyt pääosin vääristä työmenetelmistä, koska kyselytutkimuksen muutos oli niin pieni ja kuitenkin myynnin ja tuloksen kasvu tarkastelujaksolla on paljon suurempi. (liitteet 1, 2 ja 3, työajan käytön tutkimuslomake ja kyselytutkimuksen tuloksien tarkastelut)

Muutokset jatkuvat edelleen opinnäytetyön valmistumisen jälkeenkin. Henkilöstön kanssa on sovittu jatkuvan parantamisen mallista, joka pitää sisällään henkilökohtaisia kehityskeskusteluja puolivuositain sekä koko henkilöstöä koskevia kehittämispalavereja kolmen kuukauden välein. Palavereissa kartoitetaan kehittämistarpeita ja keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi. Jokaisen palaverin jälkeen luodaan tarkka

toimenpidesuunnitelma, joka pitää sisällään toimenpiteet, vastuuhenkilöt ja aikataulun jolloin toimenpiteet ovat valmiit. Tällä keinolla pystytään huolehtimaan siitä, että yritys pysyy mukana kehityksessä.

Tulevaisuudessa myös työhyvinvoinnista tullaan huolehtimaan aikaisempaa paremmin ja yrityksessä on aloitettu ilmapiirimittaus, jonka tulokset määrittelevät seuraavia kehitysaskeleita.

LÄHTEET

Sähköiset lähteet

EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011, Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita, viitattu 3.4.2018.

https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahU-KEwj658qnj7raAhVLWYwKHZ2ICvMQFggsMAA&url=http%3A%2F%2Fteknologiateollisuus.fi%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Ffile_attachments%2Ftyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf&usg=AOv-Vaw39yS_mNHLx5RF_FoQCneDS

Craford, M. 2016. 5 Lean Principles Every Engineer Should Know. Viitattu 3.4.2018. <https://www.asme.org/engineering-topics/articles/manufacturing-design/5-lean-principles-every-should-know>

Vuohelainen, J. 5S viitoittaa tien Lean-tuotantoon, Arrow Engineering Oy, viitattu 20.1.2018 <https://blogi.arroweng.fi/5s-viitoittaa-tien-lean-tuotantoon-opas>

Accountor Enterprise verkkosivusto, viitattu 10.5.2018. <https://www.accountorenterprise.fi/2017/08/08/mika-erp-jarjestelma/#>

Accountor Enterprise verkkosivusto, viitattu 10.5.2018. <https://www.accountorenterprise.fi/toiminnanohjaus/>

Kirjalliset lähteet

Kajaste, V., 1994, Lean-toiminta, Suomalaisten yritysten kokemuksia, MET tekninen tiedotus

Groover, Mikell P. 2008. Automation, Production systems, and Computer-integrated manufacturing. Third edition. New Jersey: Pearson Education Inc.

LIITTEET

Konekanta lähtötilanteessa

JYRSINKONEET:

- CNC Butler Elgamill
- Pöytä: 6000x1030
- Liikeet: X=4300 Y=1650 Z=950

- CNC Leadwell työstökeskus 4-akselinen
- X=610 Y=410 Z=510
- Kääntyvä B-akseli
- Manuaaliijyrsinkone Weida XC6326

SORVIT:

- Diamond CY6250B/1000 manuaalisorvi

LEVYTYÖKONEET

- Levyleikkuri: Baykal 8x3100
- Särmäyspuristin: Ermak CNCHAP3100 160t
- Levynpyörästyskone: L=2000, 8mm levyille

SAHAT

- CNC saha Bomar Ergonomic 290.250DGA
- Maksimi kappalehalkaisija 240mm
- Maksimi sahauskulma 60 astetta
- Puoliautomaattisaha MACC 400si
- Maksimi kappalehalkaisija 360mm
- Maksimi Sahauskulma 60 astetta
- Manuaalisaha Thomas 301 Super Trad

- Monitoimileikkuri Kingsland Multi 70
- Hitsauskoneet:
- Fronius TPS400i pulssihitsauskone
- Kemppi Kempoweld MIG 400 2kpl

- Kemppi Kempact 2530
- Lincoln Invertec N205-T AC/DC TIG-hitsauskone

- Käsiplasmaleikkuri: SPT Plasmateknik Uppercut
- Leikkauspaksuus 45mm asti teräksellä

- NC putkentaivutuskone Pedrazzoli
- Maksimi putki 42x2,5

- Putken säteishiomakone Fein Grit GXR

- Trukit

- 2,5 tonnia
- 4 tonnia

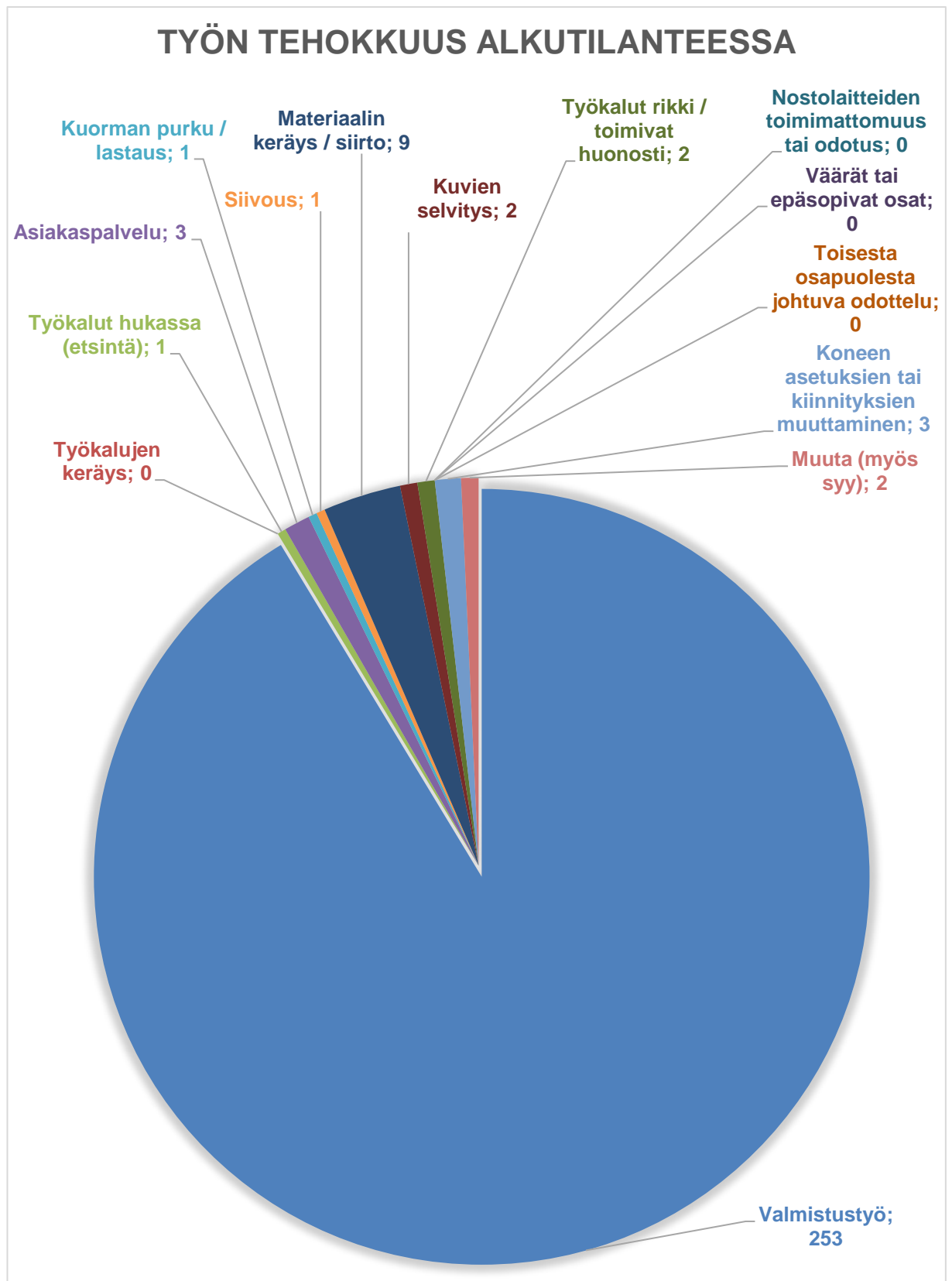
- Silta- ja pylväskääntönosturit 500kg 5kpl

Työajan käytön tutkimuslomake

Työajan käytön tutkimuslomake

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
Aika 1 ruutu =15min								
Vaimistustyö								
Työkalujen keräys								
Työkalut hukassa (etsintä)								
Asiakaspalvelu								
Kuorman purku / laetaus								
Siivous								
Materiaalin keräys / siirto								
Kuvien selvitys								
Työkalut rikki / toimivat huonosti								
Väärät tai epäsovikat osat								
Nostolaitteiden toimimattomuus tai odotus								
Toisesta osapuolesta johtuva odottelu								
Koneen asetuksien tai kiinnityksien muuttaminen								
Muuta (myös syy)								
Muuta (myös syy)								
Muuta (myös syy)								
Nimi	Päivämäärä							

Kyselytutkimuksen tulosten tarkastelu alkutilanteessa



Kyselytutkimuksen tuloksien tarkastelu lopputilanteessa

