

Sampo Mäki-Haapoja

Hitsauskiinnittimien dokumentoinnin vaikutus laatuun

Veljekset Ala-Talkkari Oy

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Sampo Mäki-Haapoja

Työn nimi: Hitsauskiinnittimien dokumentoinnin vaikutus laatuun

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 39

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämä opinnäytetyö tehtiin yhdessä Veljekset Ala-Talkkarin kanssa keväällä 2014. Työssä kartoitettiin yrityksen hitsauskiinnittimiä, joiden lukumäärästä ei ollut tarkkaa tietoa. Työn piiriin rajattiin lumilinkojen hitsauskiinnittimet, joita oli noin 70 kpl. Kartoituksen avulla suunniteltiin projektia, jonka lopputuloksena yrityksen jokainen kiinnitin varastoidaan keskitetysti yrityksen tiloihin.

Kartoituksessa määritettiin kiinnittimien lukumäärä, tarkoitus ja kunto. Jokainen kiinnitin nimettiin ja kuvattiin. Kartoituksen perusteella suunniteltiin keskitetyn varaston kokoa ja toimintaa. Varaston on tarkoitus selkeyttää kiinnittimien käyttöä ja vähentää niiden etsimistä. Kartoituksessa tarkasteltiin myös niiden kuntoa, jolla varaudutaan mahdolliseen kaluston uusimiseen tai korjaamiseen.

Työssä tarkastellaan kiinnittimien dokumentoinnin vaikutusta laatuun ja tuotannon joustavuuteen. Se toimii pohjatyönä yrityksen kaikkien kiinnittimien kartoittamiselle ja varastoimiselle. Varastointiin esitellään erilaisia vaihtoehtoja sekä toiminnan edellytyksiä. Työssä esitellään myös kiinnittimien suunnittelussa huomioitavia asioita, kuten 3D-mallin hyödyntämistä hitsauksen robotisoinnissa ja kiinnittimien eri osien käyttäytymisen optimointia.

Avainsanat: laatu, dokumentointi, kiinnitin

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author: Sampo Mäki-Haapoja

Title of thesis: Welding fixtures documentation and its effects to the quality

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2014

Number of pages: 39

Number of appendices: 0

This thesis was made together with Ala-Talkkari Oy in spring 2014. The project mapped out the welding fixtures of the company the quality of which was unknown. The project was limited to snowblower, about 70 pieces. The thesis was designed to help a project, where every fixture of the company was stored into the same place in Ala-Talkkari's production space.

In mapping we defined the fixture quantity, mission and condition. Every fixture got named and was pictured with a camera. With this information we were able to design storage size and operation. With the right storing the fixture usage would be clearer and it would reduce their searching. Also we checked the fixture condition which were prepared for the fixture service or rebuilding.

In the thesis we regarded how the fixture documentation effected the production quality and flexibility. It has started a project which reaches all company fixtures. The thesis shows the various storage solutions and prerequisites of action. It also shows the things which can be useful in the fixture design such as 3D-model utilizing the welding robotisation and optimizing the fixture part behavior.

Keywords: quality, documentation, fixture

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuvioluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	7
2 YRITYKSEN ESITTELY	8
3 LAATU	11
3.1 Laatumetallit.....	13
3.2 Lean	14
3.3 Muda.....	16
3.4 5S.....	17
3.5 Dokumentointi	18
3.6 Dokumentointi ja laatu.....	20
4 KIINNITTIMET	22
4.1 Kiinnittintyypit	22
4.2 Paikoittimet	24
4.3 Kiinnittimien suunnittelu ja 3D-mallinnus.....	25
4.4 Kiinnittimen 3D-mallin hyödyntäminen	26
4.5 Robotisointi ja kiinnittimet.....	27
5 KIINNITTIMIEN KARTOITUS.....	28
5.1 Kiinnittintietojen keräys	28
5.1.1 Poikkiruuvilingot	29
5.1.2 V-lingot.....	30
5.2 Kiinnittimien kunto ja kehittäminen	30
5.3 Kiinnittimien varastointi	32
6 YHTEENVETO.....	34
7 POHDINTA	37
LÄHTEET	38

Kuvioluettelo

Kuvio 1. Laadun osatekijät	12
Kuvio 2. Demingin pyörä	15
Kuvio 3. Kappalemäärän vaikutus kiinnityskustannuksiin	22

Käytetyt termit ja lyhenteet

TPS	Toyota Corporationin kehittämä tapa ohjata ja kehittää yrityksen toimintaa. Lyhenne tulee sanoista Toyota Production System.
PDCA	Demingin kuvaamaa kehittymismalli, jolla tavoitellaan jatkuvaa parantamista.
5S	5S on yksi lean-toimintamalli, joka koostuu viidestä eri toimesta. Sillä parannetaan työpisteen toimivuutta ja siistittää ulkoasua.
FEM	Tulee sanoista Finite Element Method, joka tarkoittaa menetelmää, joka perustuu geometrian jakamiseen pieniin elementteihin.

1 JOHDANTO

Laatuun ja laadukkaaseen toimintaan keskitytään yhä enemmän nykyajan konepajateollisuudessa. Poistamalla laatuvirheitä tuotannosta yritys voi tehostaa toimintaansa ja parantaa sen kannattavuutta. Laadukkaaseen toimintaan on panostanut myös Lapualla toimiva yritys Veljekset Ala-Talkkari. He ovat huomanneet ongelmaksi hitsauskiinnittimet, joista ei yrityksellä ole juurikaan tietoa. Osa yrityksen kiinnittimistä on alihankkijoilla, jotka vakituisesti hitsaavat tiettyjä osakokonaisuuksia.

Ala-Talkkarilla halutaan keskittää kaikkien kiinnittimien varastointi samaan paikkaan, josta niiden hallinnointi on helpompaa. Ennen varaston perustamista kartoitettiin kaikki kiinnittimet. Näiden tietojen perusteella suunniteltiin varastoa ja sen toimintaa. Kartoituksen yhteydessä selvitettiin kiinnittimien kunto ja käyttötarkoitus.

Tässä työssä dokumentoitiin osa yrityksen kiinnittimistä. Työn yhteydessä pohdittiin dokumentoinnin vaikutusta toiminnan laatuun. Työssä esiteltiin näkökohtia kiinnittimien 3D-mallintamiseen ja sen hyödyntämiseen. Sillä myös varmistettiin projektin jatkettavuus ja suunniteltiin varaston toimintaa.

2 YRITYKSEN ESITTELY

Veljekset Ala-Talkkari Oy on Lapuan Hellanmaassa toimiva yritys, jolla on yli 50 vuoden kokemus ympäristöystävällisten lämmitysjärjestelmien asiantuntijana. Tällä hetkellä se työllistää 81 henkilöä, joista 28 työskentelee toimihenkilönä. Yrityksellä on 7,5 ha tontti, jossa sillä on 7650 m² tuotantotiloja, 4500 m² varastotilaa ja 1300 m² konttoritilaa. Tuotantotilat voidaan jakaa levypuoleen, lämpökattiloiden hitsaus- ja pinnoituspuoliin, osahitsaamoon ja koneistamoon. Tontilla on myös omavalmisteinen lämmityskeskus, joka tuottaa tehtaan lämmityksen. Lämmityskeskus toimii erinomaisena esittelykohteena asiakkaille. (Suokko 2014.)

Vuonna 2013 yrityksen liikevaihto oli noin 15 miljoonaa euroa. Tuotteista noin 45 % menee vientiin. Viennistä suurin osa menee Skandinaviaan ja Keski-Eurooppaan. Kotimaan jakelussa toimivat eräät LVI-liikkeet ja Agrimargetit. Yritys tekee jatkuvasti yhteistyötä eri tutkimuslaitosten, yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen kanssa. Se pyrkii jatkuvasti kehittämään tuotantoaan. Siitä kertoo muun muassa se, että vuonna 2013 yritys investoi toimintaansa noin 4 miljoonaa euroa. (Suokko 2014.)

Yrityksen päätuotteita ovat testatut keskuslämmityskattilat sekä kiinteänpolttoaineen biopolttolaitteet. Nämä lämmitysjärjestelmät soveltuvat niin omakotitalojen kuin suurten kiinteistöjen lämmitykseen. Lämmitysjärjestelmien lisäksi yrityksen tuotevalikoimaan kuuluvat erilaiset ympäristöhoitokoneet, kuten lumilingot ja hiekoittimet. (Ala-Talkkari 2014, 2.) Yritykselle on myönnetty ISO 9001:2008 laatusertifikaatti sekä ISO 14001:2004 ympäristösertifikaatti, jotka kertovat ulkopuolisille yhteistyökumppaneille ja asiakkaille yrityksen toiminnan ja tuotteiden laadusta (Ylitähti 2008, 78).

Veljekset Ala-Talkkarin tarina alkoi vuonna 1954 liihärmäläiseltä maatilalta. Tilalla kolme veljestä Eero, Jussi ja Ville Ala-Talkkari aloittivat myllyn osien valmistuksen kunnostetussa liiterissä. Toiminnalla pyrittiin saamaan lisätuloja perheelle. Tuohon aikaan traktorit yleistyivät maataloudessa, joten traktoreihin kytkettäville apulaitteille oli kysyntää. Tuotteiden markkinat kävivät kuitenkin nopeasti ahtaiksi, koska lähiseudun yritykset perustivat toimintansa yksittäisiin menestystuotteisiin. Ne kuitenkin pitivät yrityksen vain hetkellisesti kasvussa. Menestyvät tuotteet kopioitiin

nopeasti, mikä mahdollisti hintakilpailun, joka kavensi markkinoita. Tämän takia uusien tuotteiden keksiminen oli toiminnan elinehto. Vuonna 1955 t:mi Veljekset Ala-Talkkari merkittiin kaupparekisteriin. Yrityksen alkuaikoina Eeron työpanos oli ratkaiseva, sillä hän vastasi yrityksen toimista pitkälti yksin. Alkuvuosina yrityksen tuotteita olivat Veto- heinähissi, perunatalikko ja perunavarsien katkaisin. (Ylitalo 2008, 10–18.)

Nykyisin yrityksen päätuotteena toimivan lämmityskattilan kehitys alkoi vuonna 1956 Jussin rakentaessa omakotitaloa. Keskuslämmitysjärjestelmät alkoivat yleistyä, joten Jussin taloon muurattiin ensimmäinen Veto- alapalokattila. Uusia taloja rakennettiin kovalla tahdilla, joten kattiloiden kysyntä oli korkea. Kattiloita oli A- ja B-mallia, joista A-malli oli muurattava. B-malli oli vuorivanuvuorattu ja teräskuorirakenteinen. 1960-luvulla halpa öljy toi mukanaan kattiloihin öljypoltin valmiuden, mikä teki kattiloista yrityksen päätuotteen. Kattiloita tehtiin paljon aina 1980-luvulle asti, jolloin kilpailu alalla oli jo kovaa. Kattiloiden kysynnän takia oli pääosin luovutettu maatalouskoneiden valmistuksesta, joten kattiloiden myynnin hiipuminen ajoi yrityksen välttämättömään tuotekehitykseen. Niinpä kehitettiin öljypoltin tavoin kattilankylkeen liitettävä kiinteänpolttoaineen syöttölaitepesä eli ”stokeripoltin”. Lämmityslaitetuotanto oli alusta saakka nojannut pienitehoisiin lämmityskattiloihin. Niiden tueksi nousi kuitenkin vuonna 1997 esiteltä lämpökontti. Näiden konttien teho vaihtelee 30 - 500kW:n välillä. Lämpökonttien osuus lämmityskattiloiden tuotannosta on noin 25 %. (Ylitalo 2008, 20, 26, 38–42, 57–58.)

1950-luvun lopulla tarjoutui mahdollisuus laajentaa toimitiloja valtion tarjotessa kohtuullisilla ehdoilla miljoonan markan pienteollisuuslainaa. Tällä lainalla kunnostettiin pihapiirissä oleva navetta tuotannon tarpeisiin sopivaksi. Uusiin tiloihin hankittiin tehokas rautasirkkeli ja toisen laajennuksen yhteydessä hydraulinen metallileikkuri, joka oli seudun ensimmäinen. Näissä tiloissa toimittiin aina vuoteen 1978. Tuolloin öljyn hinta nousi rajusti, mikä moninkertaisti puulämmityskattiloiden kysynnän. Vanhat tilat jäivät pieneksi, joten helpotus tilanteeseen tuli Ylihärmän kunnan tarjotessa sementtirakenteista tehdashallia. Pintaremontin jälkeen uusiin tiloihin siirryttiin vuonna 1979. Vanhassa toimitilassa suoritettiin ainoastaan kattiloiden viimeistelytyöt. Vuonna 1983 Hellanmaassa toimiva Lapferro ajautui konkurssiin. Veljekset Ala-Talkkari oli yksi velkojista, jonka ansiosta Ala-Talkkari jatkoi Lapfer-

ron valmistamien viljakuivurien valmistusta Hellanmaassa konkurssipesältä vuokratuissa tiloissa. Näistä kuivureista tulikin hetkellisesti yrityksen tärkein tuote. Kuivureiden tuotanto kuitenkin hiipui 1990-luvun alussa tilakokojen kasvaessa. Vuonna 1985 tehtiin kaupat Hellanmaan tehdasrakennuksista, joissa oltiin vuokralla. Nämä kaksi tehdasrakennusta yhdistettiin yhdeksi isoksi toimitilaksi, jonka kokonaisalaksi tuli 1500 neliötä. Näihin tiloihin siirrettiin kaikki yhtiön toiminta vuonna 1986. Nämä tilat jäivät kuitenkin pieneksi yrityksen kasvaessa. Vuosituhannen lopussa tehdasalueen vierestä hankittiin lisäaluetta, jonne suunniteltiin uusi halli. Se vihittiin käyttöön toukokuussa 2001. Uusi halli sisälsi 3450 neliötä tuotantotilaa ja konttoritilaa lähes 500 neliötä. (Ylitalo 2008, 25, 38, 44–49, 76.)

1989 ostettiin Evijärven konepajalta Lumievi-lumilinkojen valmistusoikeudet. Näitä yksi- ja kaksitorvisia v-mallisia linkoja tuotetaan edelleen. Niiden rinnalle kehiteltiin uusi ATF-kaksivaihelinko eli poikkiruuvilinko vuonna 1996. Se kehitettiin pohjoismaisia markkinoita varten, koska pelkät kotimaan markkinat eivät olisi tehneet sitä kannattavaksi. Poikkiruuvi-linkoa testattiin Norjassa, jossa se todettiin erittäin toimivaksi haastavissa olosuhteissa, esimerkiksi nuoskalumen kanssa. Poikkiruuvilingon voi asentaa traktorin takanostolaitteeseen molemmin päin ja etunostolaitteeseen eteenpäin työntöä varten. Vuonna 2005 linkojen osuus liikevaihdosta oli noin 20 %, josta kolmasosa koostui viennistä. (Ylitalo 2008, 62.)

3 LAATU

Laatu on käsite, jonka merkitystä ei voida yksiselitteisesti kertoa (Turjanmaa 2005, 27). Laatua pidetään usein tärkeimpänä kilpailutekijänä. Jos laatua halutaan parantaa, laatu-käsitteen määrittäminen ja tunnistaminen on välttämätöntä. Laatu-käsite voidaan ryhmitellä kuuteen ryhmään: asiakas-, ympäristö-, tuote-, arvo-, kilpailu-, ja valmistuskeskeiseen ryhmään. (Lipponen 1993, 33–34.)

Asiakaskeskeisessä ryhmässä ovat tuotteen ostajat. Heille laadukas tuote voi merkitä tuotetta, joka on kestävä, toimiva, virheetön tai käyttöympäristössään vastaavia tuotteita pitkäikäisempi. Monen ostajan suusta kuulee heidän panostavaan laadukkaaseen tuotteeseen. Heille laadukkuuden käsitykseen saattaa vaikuttaa myös hinta ja tuotteen imago eli brändi. (Pajunen 1991, 7–12.) Asiakaskeskeisen laadun määritelmä muuttuu jatkuvasti, koska asiakkaiden tarpeet muuttuvat jatkuvasti. Jos keskitytään pelkästään asiakaskeskeiseen laatuun, se saattaa johtaa ympäristön ja yhteiskunnan kannalta lyhytnäköisiin päätöksiin. (Lipponen 1993, 36.)

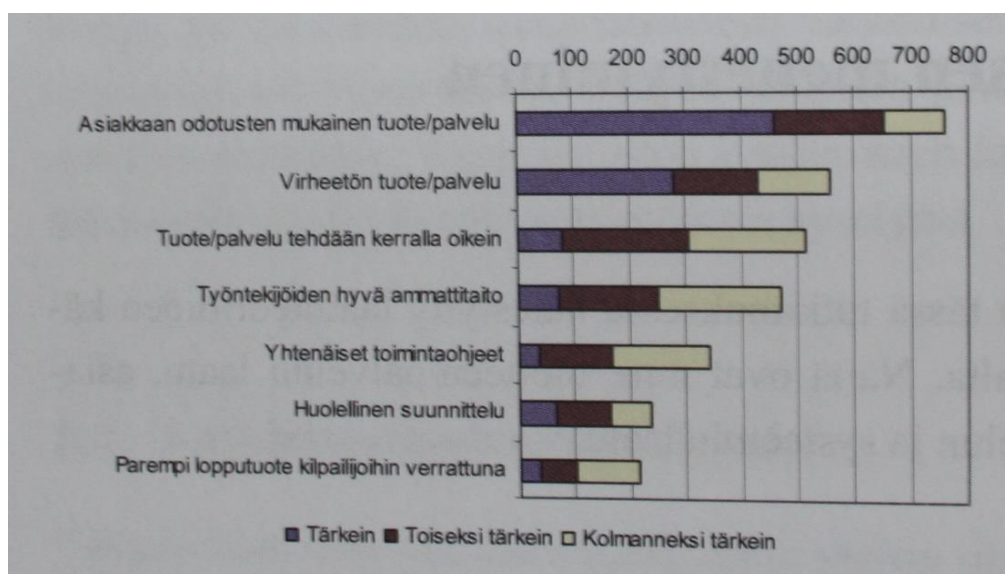
Ympäristökeskeisessä laadussa tarkastellaan tuotteen pitkäaikaista kokonaisvaikutusta luontoon ja yhteiskuntaan. Ympäristökeskeiseen laatuun panostaminen voidaan mieltää kilpailutekijäksi, koska usein tuotteiden ostajat ovat valmiita maksamaan enemmän tuotteesta, joka säästää luontoa. (Lipponen 1993, 36–37.) ISO 14001 -standardi antaa vaatimukset, joiden täyttyessä yritys tai organisaatio voi anoa itselleen ympäristösertifikaattia. Standardissa kerrotaan esimerkiksi, miten tuotteiden ympäristövaikutuksia tulee ottaa huomioon (SFS-EN ISO 14001 2004, 6, 16–22).

Tuotekeskeisellä laadulla tarkoitetaan tuotteen sisältöä, josta voidaan määrittää tuotteen laatu. Esimerkiksi sillä voidaan tarkoittaa oluen alkoholipitoisuutta tai teräksen hiilipitoisuutta. Tuotteesta voidaan mitata sen laadukkuus. Tuotteen laadukkuudesta voidaan myös määrittää standardi, jossa määritetään, paljonko tuote sisältää tiettyä ainetta. **Arvokeskeinen** laatu määritetään tuotteen hinnan ja asiakkaan saavan hyödyn mukaan. Tällöin laadukas tuote tarjoaa asiakkaalle hyödyllisen tuotteen asiakkaan ostovoimaan nähden. (Lipponen 1993, 35.)

Kilpailukeskeisen laatu määritellään vertailemalla omaa tuotetta vastaaviin tuotteisiin. Silloin laadukas tuote on kilpailevia tuotteita parempi. Jos tuotekilpailussa haluaa pysyä mukana, on välttämätöntä verrata jatkuvasti omaa tuotetta kilpaileviin tuotteisiin. Tuotteiden vertailussa on riskinä muiden tuotteiden kopiointi, jolloin kilpailussa yritetään pysyä muiden tuotteiden tasolla. Etulyöntiasema muihin tuotteisiin saavutetaan kehittämällä uusia ominaisuuksia, joita muilla ei ole. (Lipponen 1993, 37.)

Valmistuskeskeinen laatu saavutetaan tuottamalla suunniteltu tuote valmiiksi ilman tuotannossa tapahtuvia virheitä. Tällöin laadukas tuote on tuote, jonka valmistukseen ei ole käytetty yhtään ylimääräisiä resursseja. Valmistuskeskeistä laatua voidaan mitata erilaisilla laatumittareilla. (Lipponen 1993, 35.) Tällöin laatu voidaan mieltää asiakkaan tarpeiden täyttämiseksi yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla toiminnalla (Turjanmaa 2005, 30).

Kauppa ja teollisuusministeriön julkaisemassa tutkimuksessa kysyttiin ryhmältä, joka koostui eri toimialojen työntekijöistä, toimihenkilöistä ja johtajista, mitä he ymmärtävät laadulla. Vastaajista 43 % piti hyvän laadun tärkeimpänä määritteenä asiakkaan odotusten mukaista tuotetta tai palvelua. 27 % piti tärkeimpänä määritteenä virheetöntä tuotetta ja 8 % kerralla oikein tehtyä tuotetta. (Tuurna 2000, 35–36.) Tutkimuksen mukaan 8 % yritysten henkilöistä ymmärtävät valmistuskeskeisen laadun tärkeimpänä laadun määritteenä.



Kuvio 1. Laadun osatekijät
(Tuurna 2000).

Tässä opinnäytetyössä tullaan laatua käsittelemään **valmistuskeskeisen laadun** näkökulmasta. Valmistuskeskeiseen laatuun on olemassa erilaisia toimintatapoja ja työkaluja, joista käsitellään niitä, jotka liittyvät tähän työhön.

3.1 Laatukustannukset

Laatukustannukset ovat kustannuksia, jotka koostuvat laadun ylläpitämisestä tai laatuvirheiden aiheuttamista kustannuksista. Ne voidaan jakaa ennaltaehkäisevän laadun ylläpito- ja kehittämiskustannuksiin sekä sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin. (Pajunen 1991, 17–18.)

Kehittämiskustannuksilla pyritään poistamaan virhelähteet ja laaturiskit. Kehittämiseen kuuluu muun muassa laatukoulutus, henkilöstön perehdyttäminen ja motivointi, työtapojen ja –välineiden suunnittelu, prosessien kehittäminen ja toiminnan suunnittelu. Näihin panostaminen maksaa itsensä takaisin. **Ylläpitokustannuksilla** ehkäistään virhekustannuksia. Kustannukset syntyvät esimerkiksi auditoinneista, laatutiedon keruusta ja analysoinnista, valvonnasta, virheiden käsittelyrutiineista ja laadun mittauksesta. (Heiskanen 2012, 17–18.)

Sisäiset laatukustannukset ovat kustannuksia, jotka piilevät yrityksen sisällä toimintatavoissa ja suunnittelemattomuuden puutteissa. Ne koostuvat virheiden tekemisestä ja –korjaamisesta, ylitöistä ja joutoajasta, tyhjiä kiinteistöistä, tietojärjestelmähäiriöistä ja aiheettomista poissaoloista. Näiden kustannusten vaikutus ei välttämättä näy asiakkaalle. Ulkoiset virhekustannukset ovat yritykselle kalliita. Ne syntyvät virheistä, jotka ovat läpäisseet laadunvarmistuksen ja päätyneet asiakkaalle asti. Tällaiset virheet aiheuttavat takuukustannuksia, myöhästymissakkoja, alennuksia tuotevirheistä, virheiden korjauskustannuksia, valitusten käsittelykustannuksia ja luottotappioita. (Heiskanen 2012, 16–17.) Kasvattamalla kehitys- ja ylläpito kustannuksia yritys voi pienentää virhekustannusten osuutta. Usein yrityksille laadun ylläpitoon ja kehittämiseen investoiminen maksaa paljon vähemmän kuin siihen investoimatta jättäminen (Lipponen 1993,17).

3.2 Lean

Lean on käsite, johon on kerätty japanilaisten autovalmistajien toimintatapoja. Suuren osan Lean-ajattelusta muodostaa Toyota Corporationin kehittämä tapa ohjata ja kehittää yrityksen toimintaa. Tämä tapa on nimeltään Toyota Production System (TPS) ja se kehitettiin Japanissa toisen maailmansodan jälkeen. Sen keskeisenä ajatuksena on poistaa tuotannosta hukkaa, joka ei tuota tuotteelle arvoa. TPS sisältää viisi perusperiaatetta:

- Määritellään asiakkaan näkökulmasta, mikä lisää arvoa ja mikä ei lisää.
- Tunnistetaan arvovirta.
- Pyritään tasaamaan arvovirran tahti.
- Ei tehdä muuta, kuin se mitä asiakas tarvitsee, silloin kun asiakasta tarvitsee. Siirrytään imuohjaukseen.
- Tavoitellaan täydellisyyttä, jossa ei tyydytä riittävän hyvään, vaan pyritään täydellisyyteen. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183.)

Arvoa määritetään asiakkaan näkökulmasta. Tarkoituksena on selvittää mistä osasta tuotteen valmistuksessa asiakas on oikeasti valmis maksamaan. Kaikki toiminta, mistä asiakas ei maksa, pyritään poistamaan tuotannosta. **Arvovirta** käsittää kaikki toiminnot, mitkä tuote käy läpi valmistuessaan lopulliseksi tuotteeksi. Tämä virta pyritään tunnistamaan kokonaisuutena ja sitä pyritään optimoimaan kokonaisuutena. Yhden toiminnon tehostaminen ei välttämättä hyödynnä virtausta, jos se tekee seuraavasta toiminnosta pullonkaulan. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183–184.)

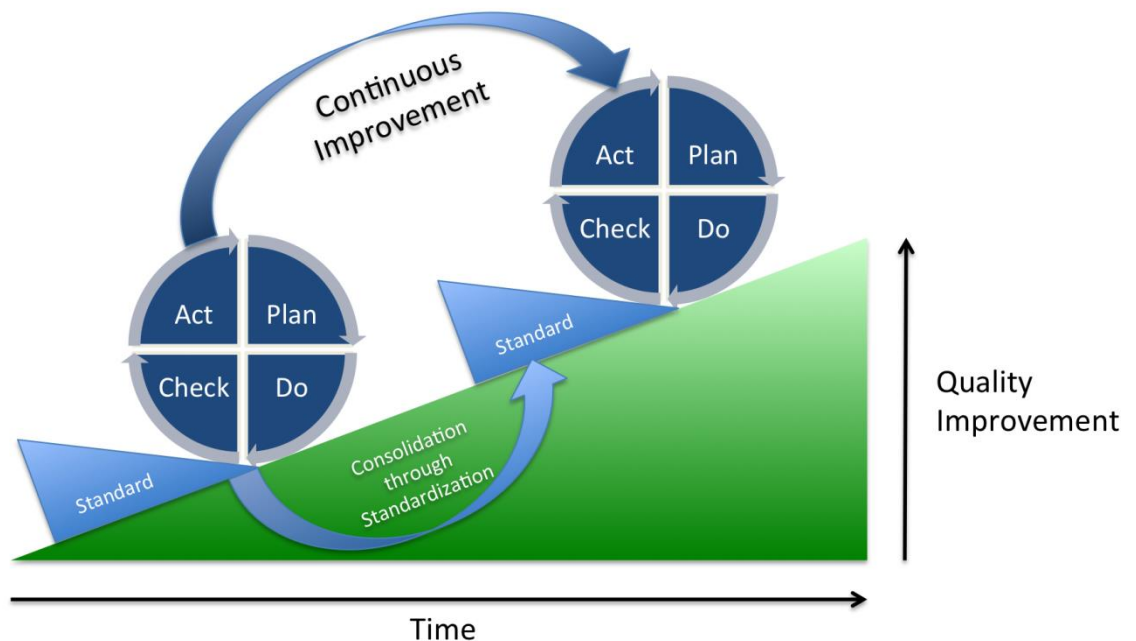
Arvovirran tasaaminen voidaan aloittaa, kun arvovirrasta on poistettu kaikki arvoa tuottamattomat toiminnot. Tavoitteena on tuotteiden kulkeminen pysähtymättä läpi arvovirran, joka koostuu ainoastaan arvoa tuottavista toiminnoista. Joustavassa tuotannossa jatkuvan virtauksen edellytyksenä on valmistusprosessin mukainen työkonien sijoittelu ja työkalujen vaihtoajan minimointi. **Imuohjaus** perustuu ainoastaan kysyntään. Se tarkoittaa sitä, ettei tuotteita tehdä varastoon (Huhtala & Pulkkinen 2009, 184–185). Imuohjaus pienentää myös tuotannon sisäisiä varasto-

ja, koska seuraavalle vaiheelle tehdään ainoastaan tarvittava määrä tuotteita, juuri oikeaan aikaan. Imuohjauksella tasoitetaan arvovirtaa (Tuominen 2010a, 81).

Täydellisyyden tavoittelu paljastaa jatkuvasti kohtia tuotannosta, joita voidaan kehittää. Kehittämisen lähtökohta on tuotantovaiheiden kriittinen ja läpinäkyvä analysointi (Huhtala & Pulkkinen 2009, 186). Jatkuvan parantamisen kulkua voidaan visualisoida käyttämällä Demingin kuvaamaa PDCA- pyörää (Kuvio 2). PDCA- pyörä on jaettu neljään sektoriin, jotka ovat:

- Plan (suunnittelu)
- Do (toteuttaminen)
- Check (tarkistaminen)
- Act (käyttöönotto). (Carrol 2008, 119.)

Pyörä etenee ensin suunnitteluun, jossa mietitään, miten jokin asia toteutetaan paremmin. Suunnittelun jälkeen toteutetaan suunnitelma. Toteutuksen jälkeen tarkastetaan toteutuiko suunnitelma halutusti. Tarkastuksen jälkeen otetaan muutos käyttöön laajemmin. Kierroksen jälkeen suunnitellaan uusia parannuksia toteuttamiseen. (Carrol 2008, 119.) Tällä tavoin toteutusta parannetaan jatkuvasti ja kehitetään tuotannossa.



Kuvio 2. Demingin PDCA- pyörä (Vietze 2013).

Kuvasta voidaan mieltää jatkuva parantaminen jatkuvaksi ylämäen kulkemiseksi; sen voi kokea jatkuvaksi ylämäeksi, jonka huippua ei koskaan tavoita. Timo Sartjärvi (1992, 185) toteaa kirjassaan: ”vaikka täydellisyyden tavoittelu voi olla joskus turhauttavaa, voidaan olettaa että tulevaisuudessa laatuvaatimukset ovat huomattavasti nykyistä korkeammalla. Ainoastaan laadun jatkuva kehittäminen luo edellytykset yrityksen kilpailukyvyn pysymisestä nykyisellä tasolla. Kilpailuetujen saavuttaminen vaatii voimakasta, jatkuvaa panostusta, sekä yrityksen logistiikkaorganisaatioon, henkilöstöön että toiminnan kehittämiseen usein varsin tiiviissä yhteistyössä asiakkaan kanssa”.

Käytännössä jatkuva parantaminen johtaa siihen, että hukan poisto toimintaketjun tietystä osasta paljastaa hukan ketjun muista osista. Hukka voidaan jakaa kolmeen kategoriaan mukaan, muraan ja muriin. *Muri* tarkoittaa koneiden tai ihmisten ylikuormitusta, *mura* työn epätasaisuutta ja *muda* kaikkea arvoa lisäämätöntä toimintaa. (Tuominen 2010a, 90–91.)

Yrityksissä sanotaan, että: ”meille ajetaan leania sisään”. Mitä tämä käytännössä tarkoittaa? Käsitteenä lean on laaja ja monialainen. Lean sisältää useita toimitapoja ja työkaluja (Carrol 2008, 15–16). Yleensä ensimmäinen näkyvä muutos yrityksissä on 5S-järjestelmän luonti, joka näkyy työpisteiden siisteytenä (Väisänen 2013). Lean liitetään usein konkreettiseen tekemiseen kuten 5S, mutta se on kuitenkin enemmän ajattelutavan ja käytöksen muutosta (Karjalainen 2010, 2). Muutos ei koskaan ole helppoa. Epäonnistuessaan muutos vaikuttaa vain hetken aikaa, jonka jälkeen palataan vanhoihin tapoihin ja virheisiin (Tuominen 2010b, 62). Kari Tuominen (2010a, 3) toteaa: ”Muutos on kuin raketti. Se vaatii valtaisan energian läpäistäkseen ilmakehän. Läpäisyn jälkeen sitä ei pidättele mikään”.

3.3 Muda

Lean-toimintamallin idea on tuottaa lisäarvoa yritykselle poistamalla tuotannosta turhia asioita eli hukkia. Tällaisia hukkia ovat:

- ylituotanto
- turha odottaminen

- etsiminen
 - tarpeettomat materiaalin siirrot
 - ylimääräiset kuljetukset
 - ylimääräiset varastot
 - työntekijöiden käyttämättömän potentiaalin hyödyntämättä jättäminen.
- (Tuominen 2010a, 91.)

Hitsauskiinnittimien kartoittamisille pyritään poistamaan yllämainituista hukista: turhaa odottamista, etsimistä ja tarpeettomia materiaalsiirtoja. Kiinnittimien kunto-kartoituksella ennakoidaan tulevat kiinnittimien huoltotarpeet ja havaitaan mahdolliset vauriot kiinnittimissä. Tällä vähennetään turhaa odottamista, joka syntyy vaurioituneen kiinnittimen korjaamisessa. Etsimistä voidaan vähentää kiinnittimien keskitetyllä ja hallitulla varastoinnilla. Kun jokaisella kiinnittimellä on määritetty varastopaikka, sitä ei tarvitse etsiä, vaan sen voi noutaa sen omalta paikalta. Kun kiinnitin ei tarvita, se tuodaan välittömästi sen omalle paikalle, josta se voidaan jälleen tarvittaessa noutaa. Tarpeetonta materiaalin siirtoa vähennetään selkeällä varastoinnilla, josta kiinnitin on helppo hakea ilman, että joudutaan siirtämään useita kuormalavoja, ennen kuin päästään hakemaan kiinnitin (Luomanperä 2014).

3.4 5S

5S on toimintamalli, jolla yritys voi vähentää tuhlausta, parantaa laatua, alentaa läpimenoaikoja ja kustannuksia sekä lisätä työturvallisuutta ja viihtyvyyttä. Se koostuu viidestä kohdasta:

- Seiri (Erotele)
- Seiton (Yksinkertaista)
- Seiso (Puhdista)
- Seiketsu (Systematisoi)
- Shitsuke (Standardoi). (5S 2001,4–7.)

Eroittelussa käydään läpi kaikki työpisteen työkalut, kiinnittimet ja materiaalit. Näistä tunnistetaan päivittäin tarvittavat, harvoin tarvittavat ja tarpeettomat. Päivit-

täin tarvittavat jätetään työpisteelle. Harvoin tarvittavat varastoidaan keskitetysti johonkin tehtaalla. Tarpeettomat kerätään yhteen kasaan, josta voidaan todeta, kuinka paljon työpisteellä on hukkaa, minkä jälkeen ne hävitetään. (5s 2001,8-9, 28.)

Yksinkertaistuksessa määritetään työpisteelle jätetyille tavaroille sellaiset paikat, josta ne ovat mahdollisimman helposti saatavilla. Jokaiselle työkalulle merkitään oma paikka, joka ilmaisee työkalun puuttumisen. Tavaroille määrätään varastopaikat ja niille määritetään maksimikoko. Varastopaikat merkitään selvästi. (5s 2001, 10–11.) **Puhdistuksessa** tehdään työpisteestä siisti ja viihtyisä. Kulkuväylät merkitään, ja lattioilta ja hyllyiltä poistetaan lika. Työkoneet puhdistetaan. Lika- ja pölylähteet poistetaan maalaamalla betonilattiat ja paikallistamalla työkoneista vuodot. (Tuominen 2010a, 53–55.)

Systematisoinnissa vakiinnutetaan siisteyden ylläpito. Puhdistus on helppo tehdä yhdelle työpisteelle, mutta sen ylläpito on vaikeaa. Työpisteellä palataan nopeasti vanhoihin tapoihin, jos siisteyden ylläpitoa ei valvota eikä sen merkitystä korosteta. Työpisteelle voidaan asettaa vuosittaisia tavoitteita, joilla ylläpidetään siisteyttä. (5S 2001, 12.) On tärkeää, että työpisteen työntekijät sitoutetaan ja tehdään ylpeiksi siististä työpisteestä. Tavoitteiden saavuttaminen palkitaan ja varmistetaan, että uudet työntekijät sitoutuvat siisteyteen. (Tuominen 2010b, 77–78.)

Standardoinnilla luodaan perusta siisteyden ylläpidolle. Sen avulla kuka tahansa voi todeta poikkeamat työpisteellä. Standardoinnin avulla uusien työntekijöiden on helppo omaksua työpisteen järjestys ja työtavat. (5s 2001, 13.) Työpisteestä voidaan ottaa kuvia ja sijoittaa ne työpisteelle niin, että siitä voi helposti havaita järjestyksen ylläpidon. Työpisteestä voidaan tehdä layout-piirros, josta havaitaan tavaroiden ja hyllyjen oikeat paikat (Tuominen 2010b, 64–65).

3.5 Dokumentointi

Dokumentti on ihmisen tarkasteltavaksi tarkoitettu asiakokonaisuus. Se voi olla sähköisessä tai paperisessa muodossa. Yhteistä kaikille niille on se, että ne koostuvat kahdesta osasta. Ensimmäinen osa on fyysinen tiedosto, jolla tarkoitetaan

esimerkiksi tekstinkäsittelyohjelmalla tuotettua muistiota tai valokuvaa. Toinen osa on ominaistiedot, jotka kertovat enemmän sisällöstä. Dokumentteja ovat esimerkiksi tekstitiedostot, piirustukset, valokuvat, videoleikkeet, laskentataulukot, sähköpostiviestit ja www-sivut. (Anttila 2001, 1–2.)

Dokumenttien siirtyminen paperista sähköiseen muotoon on lisännyt informaation määrää. Niiden tuottaminen on helpottunut eikä säilöminen vaadi enää fyysistä tilaa. Kuitenkin paperiset dokumentit ovat säilyneet, koska monesti on miellyttävämpää lukea paperista versiota. Usein myös tietyn kokonaisuuden dokumentit kerätään samaan kansioon, josta ne löytyvät helposti. Sähköisten dokumenttien jakaminen on kuitenkin paljon helpompaa kuin paperisten. (Anttila 2001, 1–2.)

Dokumenttien tuottamisen helpottuessa niiden määrä on kasvanut. Kasvuun vaikuttaa myös yritysten työsyklin nopeutuminen ja tuotteiden jäljitettävyyden varmistaminen. Dokumenttien määrän kasvu asettaa haasteita niiden hallinnalle. Ennen paperiset dokumentit säilöttiin kansioihin ja mappeihin. Sähköisen dokumentaation luullaan virheellisesti helpottavat dokumenttien hallintaa. Se voi kuitenkin mahdollistaa ongelmia, joita ei ole paperisten kanssa. Tällaisia ongelmia ovat saman tiedoston useammat versiot, kahden käyttäjän yhtäaikainen dokumentin muokkaus, dokumenttien katoaminen ja halutun tiedon katoaminen samankaltaisten dokumenttien massa- ja hallintaan. Näiden ongelmien torjuntaan on olemassa dokumentin hallintajärjestelmiä. (Anttila 2001, 3–4.)

Dokumenttien hallinnan perusteena ovat dokumentin ominaistiedot. Usein pelkkä tiedoston nimi ei riitä kuvaamaan dokumenttia tarpeeksi kattavasti. Hallintajärjestelmien toiminta perustuukin ominaistietoihin, joiden mukaan dokumentti arkistoidaan. Jos dokumenttien hallintaan ei ole käytössä järjestelmää, ne arkistoidaan kansioihin. Kansioilla voidaan jaotella dokumentit selkeisiin ryhmiin. Kansioihin ryhmittelyn ongelma on kuitenkin se, että dokumentti saattaa usein kuulua moneen ryhmään käyttäjästä riippuen. Dokumenttien etsiminen on Windows-ympäristössä helppoa, mikäli niihin on liitetty riittävästi ominaistietoja. Niiden avulla voi rajata hakua ja näin pienentää hakutulosten määrää. Versiohallinta on hankalaa ilman hallintajärjestelmää, koska päällekkäisiä muutoksia saattaa tulla, jos dokumentteja hallinnoi useampi käyttäjä. Tiedostolukituksella voidaan estää useamman käyttäjän yhtäaikainen dokumentin avaus. Kuitenkin jos dokumentti kopioi-

daan omalle levyille, sen päällekkäinen muokkaus on mahdollista. Dokumentin muokkaus tulisi ilmaista versio tunnuksella, josta voidaan havaita, mikä versio sisältää uusinta tietoa. (Anttila 2001, 12–18.)

Dokumenttien etsimiseen saatetaan käyttää työntekijän työajasta jopa 50 %. Etsiminen saatetaan kokea turhauttavana ja päällekkäisiä toimintoja tehdään, koska haluttua dokumenttia ei löydetä. Dokumentin katoaminen saattaa rahallisesti olla kallista, jos kadonnut dokumentti sisältää tietoa, jota muualta ei voi saada (Anttila 2001, 3–5). Dokumentin hallinnalla on siis selvä merkitys tuotannon laatuun. Hallitsemattomat dokumentit tuottavat hukkaa tuotantoon, esimerkiksi etsimisen ja ylituotannon muodossa.

3.6 Dokumentointi ja laatu

Dokumenttien arkistointi hallitsemattomasti johtaa selvästi tuotannon laadun ongelmiin. Kuitenkin dokumentit kuuluvat jokaisen yrityksen toimintaan. Dokumenttien hallinnasta voi muodostua kilpailutekijä, jos hallinta liitetään yrityksen normaaliin toimintaan. Hallintajärjestelmä luo selkeät pelisäännöt dokumenttien käsittelyyn. Silloin dokumenttien hallinta tehostuu ja dokumenttien katoaminen ja etsiminen vähenee. (Anttila 2001, 3–4.)

Yrityksen merkittävä pääoma on yrityksen työntekijöiden tieto. Tämä tärkeä pääoma katoaa yrityksestä työntekijän poistuessa yrityksen palveluksesta. Dokumentoinnilla voidaan siirtää tietoa vanhoilta työntekijöiltä uusille. Uusien työntekijöiden kouluttaminen tuottaviksi työntekijöiksi vaikeutuu, jos kokeneiden työntekijöiden tietoa ei saada kerättyä talteen. Tämä ei luo varmaa pohjaa yritykselle, etenkin jos työntekijöiden vaihtuvuus on suuri (Anttila 2001, 3). Tiedon dokumentointi on tärkeää, koska jos se kulkee henkilöltä toiselle kerrottuna, se voi suodattua ja vääristyä. Tämä johtuu väärinymmärryksistä ja useamman tahon kautta välittymisestä. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 187.)

Standardit ovat dokumentteja. Osa standardeista vaatii tiettyjen asioiden dokumentointia ja säilytystä. Esimerkiksi SFS-EN ISO 14001 vaatii yritystä dokumentoimaan ympäristöjärjestelmänsä. Dokumentissa tulee ilmetä muun muassa ympä-

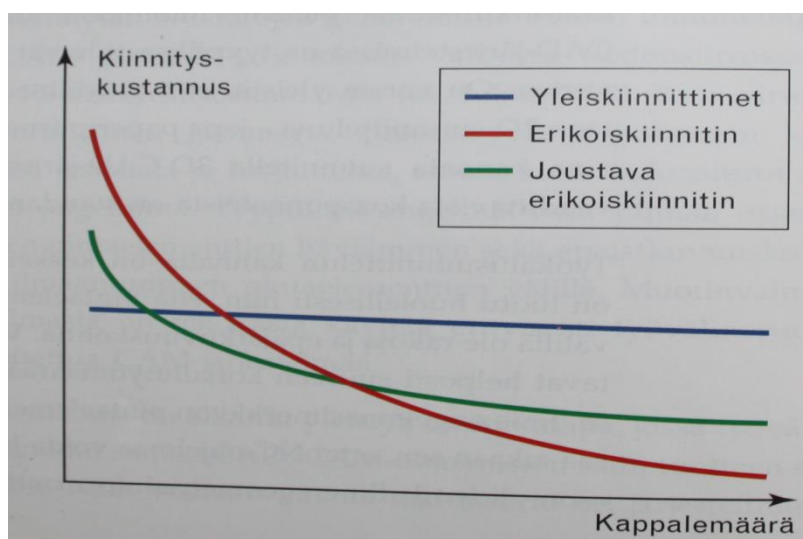
ristöpolitiikka, -päämäärät ja -tavoitteet. Ympäristöjärjestelmän laajuus ja vuorovaikutus tulee myös kuvata. Standardi myös velvoittaa, että dokumentit on pidettävä ajan tasalla, niiden jakelua valvotaan ja niiden on löydyttävä käyttöpaikoiltaan (SFS-EN ISO 14001 2004, 20).

4 KIINNITTIMET

Kiinnittimien tarkoitus on varmistaa kappaleen paikoillaan pysyminen valmistuksen ajan. Tyypillisesti niitä käytetään lastuavassa työstössä, hitsauksessa ja kokoonpanotyössä. Niillä pyritään mahdollistamaan kappaleen valmistus yhdellä kiinnityksellä. (Laakko ym. 1998, 210.) Niiden avulla kappaleista voidaan tehdä identtisiä. Jos kappaleita joudutaan kohdistamaan paikoilleen mitan avulla, tuotteiden samankaltaisuuden saavuttaminen on hyvin vaikeaa. Tukevilla kiinnittimillä on mahdollista suorittaa useita tuotantovaiheita samalla kiinnityksellä. Tämä voi olla edullista silloin, kun kappale kulkee automatisoidusti työvaiheesta toiseen. Automatisoidun kappaleen kiinnityksen mahdollistaa nollapistekiinnitys.

4.1 Kiinnitintyypit

Kiinnittimet voidaan jakaa yleis-, erikois- ja joustaviin erikoiskiinnittimiin. Tyypin valintaan vaikuttaa kappaleiden eräkkö. Kappaleen määrä vaikuttaa kiinnityskustannuksiin kuvion 3 mukaan. (Laakko ym. 1998, 210.) Kiinnitin voi yksinkertaisimmillaan olla ruuvipuristin, jolla kappaleet pidetään paikoillaan hitsauksen ajan. Useinmiten hitsausympäristöissä ne paikoittavat kappaleet automaattisesti tai ainakin helpottavat paikoitusta.



Kuvio 3. Kappalemäärän vaikutus kiinnityskustannuksiin (Laakko ym. 1998).

Yleiskiinnittimillä kiinnitetään kappaleet, joille on ominaista harvoin toistuvat sarjat ja kertaluonteiset pienerät. Niille on ominaista joustavuus, edullinen hankintahinta, uudelleenkäytettävyys, kappaleen paikoitusongelmat ja kiinnityksen hitaus. Yleiskiinnittimiä ovat esimerkiksi standardiosat ja ruuvipuristimet. (Laakko ym. 1998, 211) Näitä näkee usein pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. Ne on valmistettu valmiin tuotteen päälle esimerkiksi hitsaamalla levyn paloja ympäri rakennetta tukemaan kappaletta. Niissä saattaa olla valmiina ostettuja puristimia. Ominaista näille on se, ettei niistä ole olemassa piirustuksia, joiden mukaan ne voidaan valmistaa uudelleen.

Toistuvien sarjojen kiinnittämiseen käytetään **erikoiskiinnittimiä**, jotka ovat kyseiselle osalle varta vasten suunniteltuja. Erikoiskiinnittimissä on yleensä seuraavia ominaisuuksia:

- ovat nopeita ja helppoja käyttää
- paikoittavat kappaleen automaattisesti
- estävät kappaleen asettamisen virhe asentoon
- ovat rakenteeltaan tukeva
- vaativat aihioilta tasalaatuisuutta. (Laakko ym. 1998, 211.)

Usein erikoiskiinnittimiin on varaa panostaa enemmän, koska niitä käytetään useasti tai jatkuvasti. Tällöin niiden rakenteissa voidaan käyttää tuotantomenetelmiä, jotka parantavat toimivuutta ja siistivät ulkoasua. Esimerkiksi kiinnittimen osat voivat mukailla kappaleen ulkomuotoa. Näistä löytyy usein valmistuspiirroksia, koska niiden suunnitteluun on usein käytetty enemmän resursseja.

Joustava erikoiskiinnitin eroaa erikoiskiinnittimistä siten, että sitä voi säätää erilaiseksi kappaleen vaihtuessa. Tyypillisesti se sopii sellaisten kappaleiden kiinnittämiseen, missä kappaleiden mitat muuttuvat. Joustavan erikoiskiinnittimen säätäminen on oltava nopeaa ja helppoa kappaletyypin vaihtuessa. (Laakko ym. 1998, 212)

Nollapistekiinnitin on kiinnitysmenetelmä, jossa kappaleen nollapiste pysyy muuttumattomana tuotantovaiheiden läpi. Menetelmän edut perustuvat nopeisiin toistuviin mittatarkkoihin kiinnityksiin. Kiinnitin koostuu kahdesta osasta nollapistekiinnikkeestä ja –tapista. Kiinnike sijoitetaan kiinteästi esimerkiksi työstökonee-

seen. Nollapistetappi taas sijoitetaan kiinnitettävän kappaleeseen. Tappi painetaan kiinnittimeen, jolloin mekaaninen tai pneumaattinen mekanismi lukitsee tapin kiinnittimeen. (Sariola [Viitattu 16.4.2014], 3–22.)

Nollapistekiinnityksen edut tulevat esiin siirryttäessä automatisoituun tuotantoon, kuten hitsauksen robotisointiin. Robotin edut kuitenkin pienenevät, jos kiinnittimiä ei voida tarkasti asettaa samaan paikkaan kuin missä ne ovat olleet hitsausohjelmaa tehtäessä. Ohjelman nollapistettä voidaan muuttaa, mutta se kasvattaa merkittävästi asetusaikoja. Nollapistekiinnittimet voidaan asentaa kiinteästi hitsausrobotin työpöydälle, johon hitsauskiinnittimet kiinnitetään. Näin asetusten vaihto sujuu luotettavan tarkasti ja nopeasti.

4.2 Paikoittimet

Paikoittimet ovat apuvälineitä, joita käytetään kohdistamaan tuotteen osat toisiinsa. Ne eroavat kiinnittimistä siten, että ne eivät kiinnitä osia toisiinsa. Ne eivät myöskään pidä kappaleita paikoillaan tuotetta käännettäessä. Paikoitin voi yksinkertaisimmillaan olla tietyn mittainen neliöputken pätkä, jolla esimerkiksi määritetään kiinnikekorvakkeen välimatka toisesta korvakkeesta. Se voi myös olla monimutkaisempi, kuten massiivinen pöytä, johon on hitsattu lattaraudan paloja vasteksi. Vasteiden mukaan pöydälle kootaan tuote, jonka ulkomitat saadaan vasteista (Raitila 2014).

Paikoittimet saatetaan usein valmistaa suunnittelematta avustamaan jonkin tuotteen valmistusta tai mitoitus. Tästä johtuen niiden käyttötarkoitus on usein ainoastaan valmistajan tiedossa. Ulkopuolisen työntekijän on usein liki mahdoton ymmärtää näiden paikoittimien toimintaa. Hyvään kiinnittimeen tuotteen osia on mahdoton laittaa virheasentoon (Suokko 2014). Tämä ominaisuus täyttyy harvoin näissä paikoittimissa. Kuitenkin niistä on usein korvaamaton apu tuotteiden valmistuksessa. Ne ovat usein erittäin edullisia verrattuna kiinnittimiin, koska niiden suunnitteluun ei ole käytetty juurikaan aikaa eikä valmistukseen kalliita materiaaleja. Niillä parannetaan tuotteiden yhdenmukaisuutta ja nopeutetaan tuotteen valmistusta verrattuna valmistukseen, jossa niiden sijasta käytetään mittaa. Paikoittimien käyttöä voisi helpottaa niiden toiminnan dokumentoinnilla (Raitila 2014). Niitä voisi ku-

vata samalla kun tuotetta valmistetaan ja paikoitinta käytetään. Niiden käytöstä voisi myös kirjoittaa käyttöohjeen tai merkitä niihin toimintaohjeita.

4.3 Kiinnittimien suunnittelu ja 3D-mallinnus

Kiinnitinsuunnittelun tavoite on mahdollistaa kiinnitystapahtuma, joka on nopea, helppo ja turvallinen. Tavoitteena on myös pitää kiinnityskustannukset järkevällä tasolla. Näiden tavoitteiden saavuttamisen edellytys on kiinnittimen yksinkertainen lastaus ja purku. Näihin asioihin on helppo vaikuttaa, mikäli kiinnitinsuunnittelu otetaan mukaan varhaisessa vaiheessa osana varsinaisen kappaleen suunnittelu-prosessia. Kiinnitinsuunnittelu on kokoonpanosuunnittelua, jossa hyödynnetään valmiita standardikomponentteja. Tällöin saadaan minimoitua erikoisosien suunnittelu ja valmistustyö. (Laakko ym. 1998, 210–212.)

3D-mallintaminen on helpottanut tämänkaltaista laajaa suunnitteluprosessia. Nykyaikaisen kiinnitinsuunnittelun lähtökohtana on kappaleen 3D-pohjainen geometria, joka kopioidaan kiinnittimen osiin. Osat mukailevat tuotteen muotoja paikoittain tuotteen tukevasti. Kiinnittimen osat voidaan valmistaa CNC-tekniikalla, mikä mahdollistaa kiinnittimen osien mittatarkkuuden sekä useamman samankaltaisen kiinnittimen valmistuksen (Laakko ym. 1998, 208–210).

Kiinnittimen tulee pitää kappale staattisesti määrättyssä asemassa. Tässä voidaan käyttää niin sanottua 3–2–1-sääntöä, jossa suurin tuettava pinta tuetaan kolmella pisteellä. Seuraavaksi suurin tuetaan kahdella ja pienin yhdellä tukipisteellä. Ohuiden levyjen kanssa voidaan joutua käyttämään useampaa kuin kolmea tukipistettä, jotta levyn taipumat voidaan välttää. Kappaleiden kiinnitykseen käytetään lukittuvia puristimia, joilla kappaleet pysyvät paikoillaan kiinnitintä käänneltäessä. Puristimien kiinnitysvoima voi painaa jatkuvasti kappaletta tukipisteitä vasten. Tällöin puhutaan aktiivisesta paikoituksesta. Passiivisessa paikoituksessa kappaleeseen kohdistuu vain yksi tuen vastainen kiinnitysvoima. Kappale pysyy paikoillaan muiden tukien ja kappaleen välisellä kitkavoimalla. Lukittuvien puristimien sijasta voidaan käyttää esimerkiksi ruuveja, epäkeskoja, kiiloja ja pantoja tilanteesta riippuen. (Leino & Meoronen 1987, 12–13, 35–36.)

4.4 Kiinnittimen 3D-mallin hyödyntäminen

Tietokone ohjelmistojen kehittyessä on moniin CAD-ohjelmistoihin yhdistetty FEM-ohjelmisto. FEM-ohjelmistot mielletään tietokonepohjaisiksi lujuustarkastelu ja simulointi ohjelmistoiksi. FEM tulee sanoista Finite Element Method, joka tarkoittaa menetelmää, joka perustuu geometrian jakamiseen pieniin elementteihin. Nämä elementit ovat pituusalkioita, jotka ovat yleensä muodoltaan kuutioita tai tetroja. Niiden muotoa rajoittaa se, että niiden ohjauspisteiden on oltava yhteydessä toisiinsa. FEM-ohjelmaan syötetään kappaleen reunaehdot, kuormitukset ja materiaalitiedot, jonka jälkeen ohjelma jakaa geometrian elementteihin. Tämän jälkeen ohjelma laskee tiedoista esimerkiksi kappaleen jännitys- ja siirtymäanalyysin. (Laakko ym. 1998, 164–166.) Näitä tietoja voidaan hyödyntää kiinnitin suunnittelussa varmistamalla kiinnittimen kestävyys. Joillakin FEM-ohjelmilla voidaan myös simuloida lämmön vaikutusta kappaleeseen. Näin voidaan huomioida kappaleen laajeneminen hitsatessa ja ottaa se huomioon kiinnitinsuunnittelussa (Laakko ym. 1998, 210).

Mallinnetuilla kiinnittimillä ja kappaleilla voidaan havainnollistaa kappaleen käyttäytymistä lastaus- ja purku tilanteissa. Monet 3D-mallinusohtjelmat osaavat laskea kappaleen massakeskipisteen sijainnin ja massan (Laakko ym. 1998, 213). Näiden tietojen huomioimisella voidaan vaikuttaa kappaleen nostokohtiin ja kiinnittimen rakenteen kestävyteen ja toimivuuteen. Näiden asioiden merkitys korostuu kappaleen massan kasvaessa. Kappaleen siirtelykustannukset ovat merkittäviä silloin, kun kiinnittimeen asetettavan kappaleen massa on niin suuri, että sen siirtelyyn tarvitaan erillisiä nostureita.

Mallinnettujen kiinnittimien mekanismien ja liikkuvien osien käyttäytymistä voidaan analysoida ennen kiinnittimen valmistusta. Osien liikkeet voidaan animoida ja osien momenttivarsien pituudet voidaan optimoida. Optimoinnissa voidaan ottaa huomioon osien kitkakertoimia, massoja, elastisuutta ja hitausmomenteja. Näin voidaan reagoida kiinnittimen mahdollisiin ongelmiin jo suunnitteluvaiheessa. (Hietikko 1996, 194.)

3D-mallinnettujen kiinnittimien valmistaminen on helpompaa, koska 3D-mallista saa helposti geometrian työstökoneiden ohjelmointiohjelmiin. Mallista saa kätevä-

ti myös levyosien geometrian, jota hyödynnetään levyosien valmistuksessa. 3D-mallista saadaan nopeasti valmistettua 2D-piirrustukset, jotka helpottavat kiinnittimen valmistusta.

4.5 Robotisointi ja kiinnittimet

Kalevi Aaltonen ja Seppo Torvinen (1997,151) kertovat kirjassaan Konepaja automaatio robotisoinnin varmistavan tuotteiden tasalaatuisuuden, kun inhimilliset tekijät, kuten väsymys, voidaan välttää. Hitsatut rakenteet ovat hyvä esimerkki tasalaatuisista robotilla valmistetuista tuotteista. Kuitenkin robotisoitu hitsaus on riippuvainen kiinnittimestä (Suokko 2014). Kiinnittimillä nopeutetaan hitsattavien osien asemointia ja niiden käytöllä voidaan korvata hidas ja epätarkka asemointi ja silloitushitsaus (Aaltonen & Torvinen 1997, 162).

Graafinen simulointi helpottaa robottijärjestelmän suunnittelua, koska sen avulla voidaan kokeilla eri layoutvaihtoehtoja, arvioida työaikoja ja suorittaa törmäystarkastelua. Tällä vähennetään virheitä jo suunnitteluvaiheessa ennen laitteiston hankintaa. Simulaatiopohjaisen valmistuksen suunnittelun tärkeä osa on tuotemallin ja layoutin paikkansapitävyys. Tämänkaltaisella suunnittelulla robotti voidaan etäohjelmoida niin, että robottisolun voi toimia tuotannossa keskeytyksettä. Uuden tuotteen tuotannon aloittamiseen ei kuitenkaan yleensä riitä pelkkä robotin uudelleenohjelmointi. Usein joudutaan myös valmistamaan ohjelmalle sopiva kiinnitin. Kiinnittimen suunnittelun ja testauksen voidaan siirtää pois tuotannosta käyttämällä simulointia tässä tehtävässä. Simuloinnilla mahdollistaa uusien robottiohjelmien virtuaalijonon ennen ohjelman siirtämistä tuotantoon. Simuloinnilla havaitaan ohjelman ongelmakohdat, kuten törmäykset ja nivelien ylinopeudet. (Kuivanen 1999, 86, 93–96.)

5 KIINNITTIMIEN KARTOITUS

Opinnäytetyön käytännön työn tavoitteena oli dokumentoida yrityksen käyttämät hitsauskiinnittimet. Työn alueeksi rajattiin ne, jotka kuuluivat lumilinkoihin. Dokumentoinnilla yritys pyrkii kartoittamaan kiinnittimien todellista määrää, sekä niiden kuntotilaa. Alihankkijoilla on hitsauskiinnittimiä, jotka ovat yrityksen omaisuutta. Näiden määrä ja kunto eivät ole kuitenkaan yrityksen tiedossa. Kartoituksella pyritään lisäämään työn joustavuutta tilanteessa, jossa hitsausalihankkija vaihtuu yllättäen. Kerätty tieto on tarkoitus siirtää tuotannonohjausjärjestelmään, josta voidaan reaaliajassa seurata kiinnittimen käyttökuormitusta. Dokumentoinnin yhteydessä niiden kunto kartoitettiin. Kuntokartoituksella voidaan varautua ajoissa mahdollisiin huoltoihin. Näin huolto voidaan tehdä silloin, kun niitä ei tarvita. Mikäli ne ovat huonokuntoisia tai toiminnaltaan huonoja, ilmoitetaan uusimisen tarve. Kiinnittimisistä koetetaan myös löytää valmistepiirrokset, jolloin se voidaan valmistaa uudelleen.

5.1 Kiinnittintietojen keräys

Tietojen keräys aloitettiin arvioimalla kartoitettavien kiinnittimien määrä. Toiselta alihankkijalta oli saatu lista, johon oli kerätty tietoa heillä olevista kiinnittimistä. Kaikille näille päätettiin antaa oma osanumero, jonka perusteella ne löydetään tuotannonohjausjärjestelmästä. Osanumeroita varattiin lumilinkojen kiinnittimille sata kappaletta. Niitä oli arviolta noin seitsemänkymmentä, joten osanumerojoukkoon jäi tilaa uusille.

Tähän asti joihinkin oli merkitty osan nimi tai linkomalli, johon ne kuuluivat. Suuressa osassa ei ollut mitään tietoa valmistettavan osan nimestä tai mallista. Näiden käyttöön tarvittava tieto oli ainoastaan alihankkijan työntekijöiden mielessä. Tiedon keräämisen edellytys on olla tiiviissä yhteydessä näihin työntekijöihin, jotta heidän kallisarvoinen tieto saadaan dokumentoitua.

5.1.1 Poikkiruuvilingot

Kartoitus aloitettiin alihankkijalta, joka valmistaa osia poikkiruuvilinkoihin. Työ aloitettiin pienemmistä kiinnittimistä, jotka olivat satunnaisesti pakattu kuormalavoille. Näillä kokoonpantiin esimerkiksi poikkiruuvilinkojen suksia tai etupään osia. Ne otettiin esille ja niiden yleinen kunto arvioitiin. Työntekijä kertoi nimen tai tuotteen osan nimen, johon ne kuuluivat. Osaan oli merkitty linkomalli. Osassa ei ollut mitään merkintää, jolloin työntekijä merkitsi linkomallin kiinnittimeen. Niiden näkyvä kohta puhdistettiin puhdistusaineella ja siihen kirjoitettiin osanumero valkoisella maalitussilla. Osanumero kirjoitettiin juoksevilla järjestyksellä. Osanumeroita ei yritetty jakaa mallikohtaisiin ryhmiin, koska poikkiruuvi linkojen kiinnittimiä oli suhteellisen vähän. Pienempiin ryhmiin jakaminen olisi jättänyt tyhjiä osanumeroita, jos esimerkiksi tietyn mallin kiinnittimet olisivat alkaneet tietyllä kymmenluvulla. Seuraavaksi niiden ulkomitat kirjattiin tietoihin. Ulkomitat käsittivät pituuden, leveyden ja korkeuden. Ulkomittojen avulla varastointia voidaan suunnitella paremmin.

Seuraavaksi kiinnitin kuvattiin. Kuvakulma koetettiin valita sellaiseksi, että siitä saa mahdollisimman hyvän kokonaiskuvan rakenteesta. Kuvakulmassa myös huomioitiin osanumeron näkyvyys. Kuvat pyritään lisäämään kiinnittimen tietoihin, mikä helpottaa niiden tunnistamista. Kuvaamisen haasteeksi osoittautui tehdasrakennuksen valaistus, joka usein heijastui osanumeron päälle. Tällöin osanumero jäi kuvassa himmeäksi. Ongelma ratkaistiin kuvien jälkikäsittelyllä, jossa jokaiseen kuvaan kirjoitetaan selkeästi osanumero.

Seuraavaksi siirryttiin tehtaasta pihalle, jossa oli suurempia kiinnittimiä. Näillä koottiin esimerkiksi poikkiruuvilinkojen runkoja ja peräkoteloita. Ne olivat selvästi massiivisempia ja painavampia kuin aiemmat. Näiden dokumentointi tapahtui kuitenkin samoin kuin pienempienkin. Kuvaamista vaikeutti auringon valo, joka häikäisi kuvassa. Suurempien kiinnittimien kunto vaikutti paremmalta kuin pienempien. Vaikutelma saattoi muodostua niiden vankemmasta runkorakenteesta.

5.1.2 V-linkot

V-linkojen osakokoonpanohitsaus on ulkoistettu alihankkijalle, joka on toiminut pitkään yhdessä Veljekset Ala-Talkkarin kanssa. Kyseinen alihankkija on valmistanut suurimman osan heillä olevista v-linkojen kiinnittimistä, mikä helpotti dokumentointia. Kartoitus eteni samalla tavalla kuin poikkiruuvilinkojen kanssa. Ne nimettiin, malli selvitettiin, ulkomitat mitattiin, osanumero merkittiin ja lopuksi kuvattiin. Alihankkijalla olevat hitsaus- ja osapiirustukset selkeyttivät työtä huomattavasti. Piirustuksista oli helpompi havaita, millaisessa osassa kiinnitintä käytetään ja miten se edesauttaa osan valmistusta. Piirustuksiin merkittiin osan viereen kiinnittimen osanumero, jotta niiden yhdistäminen tietokannassa on helpompaa.

Alihankkijan kiinnittimistä vain muutama oli varsinaisia kiinnittimiä, joilla kappale kiinnitetään paikoilleen. Valtaosa oli paikoittimia, joilla osat kohdistetaan paikoilleen ja kiinnitetään hitsaamalla toisiinsa. Ne oli tehty materiaalista, joka oli sillä hetkellä helposti saatavilla. Niiden ulkomuoto ei suoraan ilmaise, miten niitä tulisi käyttää kunkin osan kanssa. Alihankkijan mukaan useamman paikoittimen voisi tehdä ulkoasultaan hienommaksi ja toiminnaltaan selkeämmäksi, mutta nykyiset ovat toimineet jo usean vuoden ajan riittävän hyvin (Raitila 2014). Kiinnittimien ja paikoittimien käyttö on siten riippuvainen työntekijöistä, jotka hallitsevat niiden käytön.

5.2 Kiinnittimien kunto ja kehittäminen

Dokumentoinnin yhteydessä ja työn lopussa kysyttiin työntekijöiden mielipiteitä kiinnittimien kunnosta ja niiden kehittämisestä. Luomanperän (2014) mukaan kaikki poikkiruuvilinkojen pienemmät kiinnittimet voisi uusida. Hänen mukaansa myös runkojen kiinnittimien ongelma on tuennan puute rungon yläosassa. Uudistamisen yhteydessä tulisi selvittää vuosittainen käyttömäärä, jolla voidaan arvioida tarvetta.

V-linkojen kiinnittimet olivat rakenteeltaan suhteellisen hyväkuntoisia ja siistejä. Ne olivat pääasiassa erilaisia paikoittimia tai apuvälineitä, jotka eivät automaattisesti paikoita kappaletta vaan toimivat enemmänkin tukina tai vasteina tuotteen valmistuksessa. Myös osa poikkiruuvilinkojen kiinnittimistä oli samankaltaisia. Ne kyllä

toimivat tarkoituksessaan, mutta niiden käyttö on vaikeaa, jos ei tunneta niille oikein suunniteltua käyttöä.

Paikoittimien toiminnan ymmärtämisen avuksi niitä voisi kuvata käytössä. Kuvasta kävisi ilmi, miten se on tarkoitettu käytettäväksi ja mitä osia se paikoittaa oikein toimiessaan. Tällä hetkellä paikoittimien ja kiinnittimien oikeanlainen käyttö on täysin riippuvainen osaavista työntekijöistä. Toinen vaihtoehto on suunnitella ja valmistaa uusia kiinnittimiä, joilla korvataan nykyiset paikoittimet. Uusien tulisi paikoittaa ja kiinnittää koko osakokonaisuus hitsauksen ajaksi. Usein koko rakenteen kiinnittäminen on haastavaa tai mahdotonta. Näissä tapauksissa voidaan käyttää myös paikoittimia. Niiden tulisi kuitenkin olla kytkettyinä kiinnittimeen, jotta ne ovat jatkuvasti saatavilla.

Nykyisiä kiinnittimiä ja paikoittimia ei kannata mallintaa tietokoneella, koska ne on valmistettu sekalaisista materiaaleista. Niitä ei kannata valmistaa uudestaan samanlaisiksi niiden rikkoutuessa. Järkevämpää on tarvittaessa suunnitella kokonaan uusi kokonaisuus, jolla korvataan nykyiset. Uusien suunnittelussa voidaan ottaa paremmin huomioon hitsauksen robotisointi. Jos tuote valmistetaan käsin hitsaamalla, suunnittelun yhteydessä tulee kuunnella hitsaajien näkemystä tuotteen valmistuksesta. He tietävät oikean hitsausjärjestyksen ja edullisimmat hitsausasennot, joiden mukaan kiinnittimet kannattaa valmistaa.

Varastointia varten joihinkin kiinnittimiin tulisi tehdä parannuksia. Suurempien kiinnittimien siirtely ja lastaus trukilla on välttämätöntä, niiden massiivisesta rakenteesta johtuen. Trukkeja varten niihin tulisi merkitä tai valmistaa selkeät nostokohdat. Tällainen nostokohta voisi esimerkiksi olla trukin piikeille tarkoitettu nostokotelo. Kotelo estää niiden kallistumisen ja siirtymisen sivusuunnassa noston ja kuljetuksen aikana. Tällä lisätään merkittävästi turvallisuutta ja vältetään vääristä paikoista nostamisen haitoilta, kuten rikkoutumiselta. Selkeillä nostopaikoilla myös nopeutetaan toimintaa poistamalla epävarmat ja kokeilulliset nostoyritykset.

Dokumentoituihin kiinnittimiin on tällä hetkellä merkitty niiden osanumero valkoisella maalitussilla. Tämä ei ole kestävä ratkaisu pidemmällä aikajaksolla. Joihinkin oli merkitty niiden malli hitsaamalla kiinnittimeen kirjaimen tai numeron muotoisia hitsipalkoja. Palkojen poistaminen on työlästä eivätkä ne ole kovin selkeän näköisiä.

Osanumerot voisi merkitä esimerkiksi metallisilla tunnistelevyillä. Levyihin voisi merkitä osanumeron leikkaamalla numerosarja, irti levystä. Tunnistelevy voidaan kiinnittää kiinnittimeen esimerkiksi niiteillä tai ohuella ketjulla niin, että se voidaan tarvittaessa helposti irrottaa. Tunniste tulee olla hyvin näkyvillä ja sen näkyvyyttä voidaan parantaa maalaamalla se huomioväreillä.

5.3 Kiinnittimien varastointi

Tulevaisuudessa kaikki kiinnittimet varastoidaan Veljekset Ala-Talkkarin tuotantotiloihin, josta ne lähetetään alihankkijoille hitsaustyön ajaksi. Työn jälkeen ne palaavat takaisin omille varastopaikoilleen (Suokko 2014). Kiinnittimien kartoituksessa mitattiin ulkomitat. Ulkomittojen perusteella voidaan suunnitella paremmin varastointia ja varaston tarvitsemaa tilaa. Ulkomittojen perusteella voidaan esimerkiksi jakaa ne kahteen ryhmään, joiden varastointitavat eroavat toisistaan.

Suurikokoiset kiinnittimet voidaan varastoida esimerkiksi kuormalavahyllyille. Kuormalavahyllyt soveltuvat kaikentyyppisille ja -painoisille tuotteille. Ne soveltuvat kaikkiin tiloihin ja tarjoavat tuotteiden helpon liikuteltavuuden sekä yksinkertaistavat varaston hallintaa. Kuormalavahyllyjen suurin pituusmitta on 1100 mm ja leveysmitta 3900 mm. Hyllyjen korkeus voidaan vapaasti määrittää halutuksi. Hyllytasot voidaan päällystää levy-, verkko tai vaneritasolla. (Toyota storage solution, 2,7–8.) Kuormalavahyllyjen lastaus ja purku tapahtuu trukeilla. Kiinnittimien käsittely trukeilla vaatii niihin tukevat nostokohdat trukinpiikeille. Niiden avulla käsittely on helpompaa ja turvallisempaa.

Pienikokoisemmat kiinnittimet voisi varastoida esimerkiksi varastointiautomaattiin. Varastoautomaatti toimii palettihissiperiaatteella. Kiinnittimet sijoitettaisiin paletille. Jokaiselle kiinnittimelle olisi palettiin merkitty oma paikka eikä siihen voisi asettaa mitään muuta. Kiinnittimien sijoittelu noudattaisi 5S-periaatteita. Varastoautomaatille syötetään osanumero, jolloin hissi hakee paletin, jossa haluttu tuote sijaitsee. Paletti tulee ergonomiselle työkorkeudelle, josta kiinnitin on mahdollisimman helppo ottaa. Paletin koko voi olla esimerkiksi 1220 mm pitkä, 4250 mm leveä ja 850 mm korkea. Keräilyautomaatin etuja ovat muun muassa:

- pieni lattiapinta-ala

- tuotteiden keräily ergonomista
- tuotteiden pysyminen järjestyksessä
- keräilyn tehostuminen. (Kasten, 5-7)

Toinen vaihtoehto pienempien kiinnittimien varastoinnille voisi olla keräilyhyllyt. Keräilyhyllyt muistuttavat kuormalavahyllyjä. Ne eroavat kuormalavahyllyistä hyllykorkeudella (Toyota storage solution, 3). Keräilyhyllyn käyttö ei vaadi trukkia tai muuta nostolaitetta. Hyllyillä olevat kiinnittimet ovat ihmisen nostettavissa. Keräilyhyllyn järjestyksen ylläpito voi kuitenkin olla haastavampaa kuin varastoautomaatin, hyllyjen vapaammasta käytettävyydestä johtuen. Varastoautomaatti tarvitsee myös vähemmän lattiapinta-alaa.

Kiinnittimien varaston ylläpitoon ja kurinalaisuuteen tulee kiinnittää huomiota. Keskitetyn varastoinnin edut katoavat, jos kiinnittimet hukkuvat varastoon. Tällöin ongelmaa ei ole poistettu tuotannosta, sitä on vain siirretty (Luomanperä 2014). Varaston toiminta voidaan jo varastoa perustettaessa rakentaa 5S-periaatteiden mukaan. Jokaiselle kiinnittimelle varataan tietty paikka, jossa sitä säilytetään. Paikka pysyy tyhjänä silloin, kun kiinnitin on käytössä, eikä siihen panna väliaikaisesti mitään muuta. Varastopaikat merkitään ja ne voidaan visuaalisesti huomioida, jolloin voidaan helposti havaita kiinnittimien oikeat paikat ja poikkeamat varastossa (Tuominen 2010a, 35–47).

Varaston läheisyyteen voidaan sijoittaa tietokone, jolla helpotetaan varaston hallintaa. Tietokoneelle voitaisiin syöttää esimerkiksi halutun kiinnittimen osanumero tai sillä valmistettavan työn numero, minkä jälkeen tietokone antaa kiinnittimen tiedot. Tiedoista selviäisivät työhön tarvittavien kiinnittimien osanumerot, varastopaikat ja osat, mikäli niitä on useampia. Niistä avautuisi myös kuvat, jotka helpottavat oikean kiinnittimen löytämistä. Tietokoneella olisi ajan tasalla oleva varastonhallintajärjestelmä, jonne merkitään kiinnittimen käyttöönotto ja varastoon palauttaminen. Ohjelmasta saadaan selkeästi selville, missä mikäkin kiinnitin sijaitsee, vaikka se olisi esimerkiksi alihankkijalla. Ohjelmaan voisi myös merkitä, jos jotain vaurioituu työn aikana. Vauriosta kirjoitetaan selvitys, jonka perusteella kiinnitin voidaan korjata tai uusia ennen seuraavaa työtä. Näin hitsaustilaukset eivät viivästy rikkiäisen kiinnittimen takia.

6 YHTEENVETO

Hitsauskiinnittimien kartoituksella valmistellaan projektia, jossa kaikki yrityksen tuotteiden valmistukseen käytettävät kiinnittimet kerätään keskitettyyn varastoon. Tällä hetkellä osa yrityksen tuotteista valmistetaan osittain alihankinnalla ympäri maakuntaa. Suhteet alihankkijoihin ovat hyvät ja yhteistyöllä on pitkät perinteet. Tietyt alihankkijat ovat valmistaneet joitakin osakokonaisuuksia jo useiden vuosien ajan. Siksi heillä on kyseisiin tuotteisiin kuuluvat kiinnittimet. Mikäli totuttu alihankkija ei kykene jostain syystä tuottamaan haluttua tilausta, työn siirtäminen muualle on hidasta ja kankeaa.

Veljekset Ala-Talkkari parantaa jatkuvasti tuotantonsa laatua. Yrityksellä on esimerkiksi pilottikokeilussa 5S-järjestelmä, jossa siistitään ja selkeytetään työpisteitä. Yrityksen toiminnasta koetetaan poistaa kaikkea tuotteelle arvoa lisäämätöntä toimintaa esimerkiksi yhtenäistämällä tuotteen arvovirtaa. Yhtenäisemmällä arvovirralla tuotteita ei tarvitse kuljettaa pitkiä matkoja tuotantovaiheiden välillä. Kadonneiden kiinnittimien etsimiseen käytetään paljon aikaa, joka ei tuota tuotteelle lisäarvoa. Siispä kaikki etsimiseen käytetty aika niin yrityksen sisällä kuin myös alihankkijoilla on hukkaa.

Keskitetty kiinnitinvarastointi vaatii kiinnittimien kuljettamisen yrityksestä alihankkijalle ja takaisin. Ylimääräisellä kuljetuksella muodostetaan hieman hukkaa, mutta sen avulla yritys kuitenkin saavuttaa tärkeitä etuja. Kiinnittimien kunnosta pysytään jatkuvasti tietoisena, kun kiinnittimet palaavat tehtaalte. Toiminnalla saavutetaan myös joustavuutta tilanteeseen, jossa hitsaus suoritetaan muualla kuin totutulla alihankkijalla. Hitsausalihankkijan vaihto on hidas prosessi, jos hitsauskiinnittimet on varastoitu muualle kuin Ala-Talkkarille. Tällöin niiden etsimiseen ja keräämiseen kuluu paljon aikaa ja resursseja. Kun tiedostetaan jokaisen kiinnittimen käyttötarkoitus ja kunto, työn aloitus on helppoa.

Ylimääräistä kuljetusta voidaan vähentää hyvin suunnitellulla logistiikalla. Jos alihankintaan lähetetään tietty sarja haluttuja tuotteita, on edullista kerätä samaan kuljetukseen kaikki työssä tarvittavat komponentit ja kiinnittimet. Hitsauksen jälkeen kaikki palaavat samassa kuljetuksessa takaisin Ala-Talkkarille. Näin ylimääräisen kuljetuksen hukka on mahdollisimman pieni, mikä mahdollistaa tuotannon

paremman joustavuuden. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että kiinnittimien etsimiseen ei tarvitse käyttää ylimääräistä aikaa ja resursseja.

Dokumentoinnilla parannetaan työn joustavuutta. Tällä hetkellä kaikki yrityksen työntekijät eivät tiedä mihin osakokonaisuuteen mikäkin kiinnitin kuuluu. Dokumentoinnin ansiosta ne ovat helpommin tunnistettavissa ja yhdistettävissä oikeaan osakokonaisuuteen. Tiedot löytyvät dokumenteista, jotka ovat kaikkien saatavilla. Uusi työntekijä ei enää ole riippuvainen tietyn työntekijän tiedoista. Dokumentaation ansiosta hän voi helposti löytää tarvitsemansa kiinnittimet. Dokumentoitujen kiinnittimien avulla tuotannon suunnittelussa voidaan paremmin huomioida niiden resurssit. Näin vältetään rikkiäisten kiinnittimien aiheuttamilta viivästymisiltä.

Kartoitetuista kiinnittimistä suurin osa oli paikoittimia, joista osa on uusimisen tarpeessa. Niiden käyttö on haastavaa uusille työntekijöille, koska niiden käyttötarkoitus ei ole kovin selkeä. Mikäli käyttö halutaan selkeämmäksi, ne täytyy valmistaa yksiselitteisemmiksi. Oikeasta käytöstä voisi myös dokumentoida selkeät ohjeet, jotka ovat helposti saatavilla tai kulkevat kiinnittimen mukana. Uusien suunnittelussa kannattaa hyödyntää mallinnettuja tuotteita. Myös työntekijät kannattaa ottaa mukaan suunnitteluun, koska he tietävät oikean hitsausjärjestyksen. Näin kiinnittimestä saadaan mahdollisimman toimiva jo suunnitteluvaiheessa. Mikäli tuotteiden hitsausta robotisoidaan, on järkevää tarkastella robotin ulottuvuutta ja luokse päästävyyttä simulointiohjelmilla. Näin kiinnitin voidaan valmistaa robotille soveltuvaksi. Kiinnittimien paikoittamiseen robotilla kannattaa käyttää nollapistekiinnitintä, jolla pienennetään asetusaikoja ja varmistetaan ohjelmien toistettavuus.

Kiinnitinvaraston sijaintiin kannattaa kiinnittää huomiota. Kiinnittimet, joita käytetään yrityksen sisällä, kannattaa sijoittaa hitsauspisteiden välittömään läheisyyteen, jottei niiden hakemiseen tarvitse kuluttaa aikaa. Alihankinnassa käytettävät kiinnittimet taas voisi sijoittaa lähettämön lähelle, josta ne lähetetään alihankkijoille. Suunnittelussa pitää miettiä, riittääkö tila hitsaamossa ja lähettämössä kiinnitinvarastoille. Yksi vaihtoehto on sijoittaa varastoautomaatti hitsaamoon, jossa ovat kaikki pienemmät kiinnittimet. Sen tarvitsema tila on pieni ja lähettämön työntekijät voisivat hakea alihankkijalle menevät kiinnittimet sieltä. Suuremmat kiinnittimet tarvitsevat paljon tilaa, joten niiden varaston voisi keskittää kauemmas, josta ne

haettaisiin trukeilla. Varaston suunnittelu kannattaa kuitenkin aloittaa vasta, kun kaikki kiinnittimet on dokumentoitu ja niiden tarvitsema tila määritelty.

7 POHDINTA

Konkreettisen työn aloittaminen alkoi mielestäni hieman hitaasti, johtuen usean ihmisen aikataulujen yhteensovittamisesta. Toisaalta tämä mahdollisti minulle runsaasti aikaa teorian hankintaan ja näkökulmien pohdintaan, josta oli apua konkreettisessa työssä. Työn onnistumisen kannalta koen merkittäväksi projektin selkeän tavoitteiden rajauksen. Selkeiden tavoitteiden avulla työn eteneminen pysyy johdonmukaisena. Yrityksessä koin työni tärkeäksi, mikä kannusti työn läpiviemisessä. Konkreettinen työ sujui nopeasti, koska toiminta oli suunniteltu ja tavoitteet selkeät. Työni myös miellettiin tärkeäksi niin yrityksen sisällä kuin alihankkijoillakin.

Tätä opinnäytetyötä hyödyntämällä yritys saa suunnitelman keskitetyn kiinnitinvaraston toteuttamisesta. Työn ohella dokumentoitiin osa kiinnittimistä, mikä helpottaa projektin jatkamista. Mielestäni työssä on tärkeää se, että niin opinnäytetyön tekijä kuin aiheen antava yritys hyötyvät työstä. Tällöin molemminpuolinen sitoutumien työhön on vahvempaa. Toivon omalta osaltani yritykselle voimavaroja projektin loppuun viemiseen.

Opinnäyte työ kehitti minua usealla eri tavalla. Ajoittain tunsin eksyneeni aiheesta ja ajautuneeni työssä umpikujaan. Näistä hetkistä opin pyytämään apua ja näkemystä työhöni. Jälkeenpäin ajateltuna monen asian olisi voinut tehdä eri tavalla. Kuitenkin koen tärkeäksi opiksi tekemäni virheet. Mielestäni yksi Lean-ajattelun tärkeimpiä opetuksia on virheiden tunnistaminen ja niistä oppiminen. Työssä pääsin tutustumaan laatunäkökohtiin ja laatutyökaluihin, joiden mieltämisestä ja ymmärtämisestä uskon olevan huomattavasti apua tulevaisuudessa. Opin myös tiedon hakua ja lähteiden vertailua etsiessäni teoreettista pohjaa työlleni. Lopuksi haluan kiittää yrityksen yhteyshenkilöä Niko Suokkoa kannustavasta asenteesta työhöni, opinnäytetyön ohjaajaa Kimmo Kitinojaa rakentavista näkemyksistä työn tekemiseen sekä alihankkijoiden työntekijöitä kaikesta avusta, joita he antoivat kiinnittimien kartoituksessa.

LÄHTEET

- 5S. 2001. Metalliteollisuuden keskusliitto. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy. Met-julkaisuja 16/2001
- Aaltonen, K & Torvinen, S. 1997. Konepaja-automaatio. Porvoo: WSOY
- Ala-Talkkari – Lumilingot ja hiekoittimet. 2014. Esite.
- Anttila, J. 2001. Dokumenttien hallinta. 2.Painos. Helsinki: Edita Oyj.
- Carrol, B. 2008. Lean performance ERP project management: implemmenting the Virtual Lean Enterprise. 2. Painos. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Heiskanen, H. 2012. Laatutekniikka – Laatukustannukset. Luentomoniste. 11.10.2012. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Julkaisematon.
- Hietikko, E. 1997. Tietokoneavusteinen tuotesuunnittelu. Espoo: Otatieto Oy.
- Huhtala, P & Pulkkinen, A. 2009. Tuottavuuden kehittäminen – Parempi tuotteisto useasta näkökulmasta. Helsinki: Tegnologiainfo Teknovo Oy.
- Karjalainen, E. 2010. Ymmärrä Lean ja Six sigma oikein – Leanin kymmenen harhaluuloa ja väärinymmärrystä. . [Verkkojulkaisu].]. Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy. [Viitattu 7.4.2014]. Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/ymmaerrae-lean-ja-six-sigma-oikein/>
- Kasten varastoautomaatit tuovat tehokkuutta ja järjestystä varastoosi. Ei julkaisuaikaa. Esite.
- Kuivanen, R. 1999. Robotiikka. Vantaa: Talentum Oyj.
- Laakko, T., Sukuvaara, A., Borgman, J., Simolin, T., Björkstrand, R., Konkola, M., Tuomi, J., Kaikkonen, H & Söderström, W. 1998. Tuotteen 3D-CAD-suunnittelu. Porvoo: WSOY-Kirjapainoyksikkö.
- Leino, K & Meoronen, I. 1987. Hitsauskiinnittimien suunnittelu. Tekninen tiedotus 15/87. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
- Lipponen, T. 1993. Laatujohtaminen: Laatujohtamistyökalujen valinta ja soveltaminen. Kuopio: A. Financier Oy.
- Luomanperä, R. Toimitusjohtaja. Luomanperä welding Oy. Keskustelu 9.4.2014.

- Pajunen, T. 1991. Laadun kehittäminen – esimerkkejä PKT-yrityksistä. Tampere: Metalliteollisuuden kustannus Oy.
- Raitila, S. T:mi Sami Raitila. Johtaja. Haastattelu 23.04.2014.
- Rope, T. & Tuominen, K. 2010. Lean: Tehoa ja laatua markkinoinnin kehittämiseen. Helsinki: Readme.fi
- Sariola, H. Ei päiväystä. Dock Lock – Nollapiste kiinnittimet. [Ppt-esitys]. Helsinki: Oy FMS-Tools Ab. [Viitattu 16.04.2014]. Saatavana: http://www.fms-tools.fi/images/uploads/pdf/DockLock_nollapiste_kiinnittimet452006.pdf
- Sartjärvi, T. 1992. Logistiikka kilpailutekiänä: tavaroiden varastoinnista tilausohjautuvaan logistiikkaan. Keuruu: Kustannusyritys Otava Oy.
- SFS-EN ISO 14001. 2004. Ympäristöjärjestelmät. Vaatimukset ja opastusta niiden soveltamisesta. 2. Painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- Suokko, N. 2014. Veljekset Ala-Talkkari Oy. Tuotantopäällikkö. Haastattelu 15.04.2014.
- Toyota storage solution – Varastokalusteet. Ei julkaisuaikaa. Esite.
- Tuominen, K. 2010a. Lean – Kohti täydellisyyttä. Helsinki: Readme.fi
- Tuominen, K. 2010b. Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen-5S. Helsinki: Readme.fi
- Turjanmaa, P. 2005. Laadun oppiminen pienissä yrityksissä. Mallin konstruointi ja kehittäminen. Jyväskylä: Jyväskylä University Printing House.
- Vietze, J. 17.6.2013. PDCA Process. [Verkkosivu]. [Viitattu 27.4.2014]. Saatavana: http://en.wikipedia.org/wiki/File:PDCA_Process.png
- Väisänen, J. 2013. Viiden ässän kehitystyökalu. [Verkkojulkaisu]. Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy. [Viitattu 7.4.2014]. Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-assaen-kehitystyokalua/>
- Ylitalo, T. 2005. Veljekset Ala-Talkkari Oy: Ensimmäiset 50 vuotta. Lapua: Veljekset Ala-Talkkari Oy.