

Hitsauksen materiaalivirta ja toiminta

Petri Pasanen

Opinnäytetyö

| | |
|--|--------------------------|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | |
| Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma | |
| Työn tekijä(t) Petri Pasanen | |
| Työn nimi Hitsauksen materiaalivirta ja toiminta | |
| Päiväys 9.5.2012 | Sivumäärä/Liitteet 44 |
| Ohjaaja(t) Koulutus- ja kehittämispäällikkö Esa Jääskeläinen, Projekti-insinööri Juhani Niiranen | |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Suomen cnc-metal Oy, Laatuinsinööri Eero Kyllönen | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän työn tavoitteena oli käsihitsauksen kehittäminen Suomen cnc-metal Oy:ssä. Tavoitteena oli saada mitattua kaikki vaiheajat ja yrittää lyhentää pisimpiä vaiheajoja. Tavoitteena oli myös suunnitella hitsauskiinnittimiä valmistettaville tuotteille, kirjata kehitysideoita, suunnitella hitsaamoon uusi layout ja standardoida hitsaussolut.</p> <p>Työssä käytettiin apuna Lean-toimintamallia ja siihen liittyviä työkaluja kuten 5S-menetelmää, jota käytettiin hitsaussolujen standardisoinnissa. Lean-toimintamallin avulla pyrittiin mm. vähentämään tuotannossa hukkaa tuottavia turhia työvaiheita ja vähentämään keskeneräistä tuotantoa. Työntutkimustekniikkaa työssä käytettiin vaiheajojen mittaamiseen ja määrittämiseen. Epäkohtien havainnoimiseen ja kehitysideoiden tuottamiseen käytettiin SWOT-analyysiä. Kehitysideoita sekä vaiheajoja määritettiin yhteistyössä työntekijöiden kanssa.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksiksi saatiin määritetyksi kaikki vaiheajat. Hitsaamoon suunniteltiin uusi layout ja hitsaussoluihin suunniteltiin standardointiohjeet. Lisäksi yhdelle tuotteelle suunniteltiin hitsauskiinnitin. Myös hitsaamossa olevat epäkohdat tuotiin esiin ja kehitettiin keinoja niiden ratkaisemiseksi.</p> | |
| Avainsanat Lean-toimintamalli, 5S, standardointi, työntutkimustekniikka, hitsauskiinnitin | |
| julkinen | |

| | | | |
|--|-------------|------------------|----|
| Field of Study Technology, Communication and Transport | | | |
| Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering | | | |
| Author(s) Petri Pasanen | | | |
| Title of Thesis Material Flow of Welding and Operation | | | |
| Date | May 9, 2012 | Pages/Appendices | 44 |
| Supervisor(s) Mr. Esa Jääskeläinen, Education and Development Manager Mr. Juhani Niiranen, Project Engineer | | | |
| Client Organisation/Partners Suomen cnc-metal Oy, Quality Engineer Eero Kyllönen | | | |
| <p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to develop to hand welding in the company Suomen cnc-metal Oy. The aim was to get all cycle times measured and try to shorten the longest cycle times. Another objective was to design welding jigs for the products to be manufactured, record ideas for development, to design a new layout for welding room and standardize the welding dorms.</p> <p>The work was done by using Lean management and related tools such as the 5S method, which was used for standardization of welding dorms. The aim was, among other things, to reduce unnecessary work which cause product waste and reduce unfinished production with Lean management as well. Work analysis technique was used to measure and determe the cycle times. SWOT analysis was used to observe disadvantages and to produce development ideas. Development ideas as well as cycle times were determined in co-operation with the employees.</p> <p>As a result of this project, all cycle times were determined. A new layout and standardization guidelines were designed in the welding room for welding dorms. In addition, a welding fixture was designed for one product. Problems were taken into consideration as well and ways to solve them were developed.</p> | | | |
| <p>Keywords</p> <p>Lean management, 5S, standardization, work analysis technology, welding jig</p> | | | |
| Public | | | |

ALKUSANAT

Haluan erityisesti kiittää Suomen cnc-metal Oy:n laatuinsinööri Eero Kyllöstä kaikesta avusta opinnäytetyön toteutuksessa. Kiitän myös Suomen cnc metal Oy:tä mahdollisuudesta toteuttaa opinnäytetyö ja kaikkia työntekijöitä tuesta, jota olen saanut opinnäytetyötä tehdessäni.

Savonia-ammattikorkeakoulusta haluan kiittää opinnäytetyön ohjaajia Koulutus- ja kehittämispäällikkö Esa Jääskeläistä ja Projekti-insinööri Juhani Niirasta opinnäytetyön ohjaamisesta ja neuvoista. Haluan kiittää myös perheeni ja läheisten ihmisten minulle osoittamaa kannustusta ja tukea.

SISÄLTÖ

| | | |
|------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 7 |
| 2 | SUOMEN CNC METAL OY | 8 |
| 3 | LEAN-TOIMINTAMALLI | 9 |
| 4 | TPS-TUOTANTOJÄRJESTELMÄ | 11 |
| 4.1 | 5S-ohjelma | 12 |
| 4.2 | Standardointi..... | 12 |
| 5 | TYÖNTUTKIMUSTEKNIikka | 13 |
| 5.1 | Ajankäyttötutkimus..... | 14 |
| 5.2 | Työajan jako työlajeihin | 15 |
| 6 | HITSAUSPROSESSI | 16 |
| 6.1 | Pulssi- MIG/MAG-hitsaus ja pulssikaari..... | 16 |
| 6.2 | Pistehitsaus..... | 17 |
| 7 | HITSAUSKIINNITTIMEN SUUNNITTELUPERUSTEET | 19 |
| 8 | HITSAAMON NYKYTILAN KARTOITUS..... | 21 |
| 8.1 | SWOT-analyysi | 21 |
| 8.2 | Vahvuudet | 22 |
| 8.3 | Heikkoudet..... | 23 |
| 8.4 | Mahdollisuudet..... | 23 |
| 8.5 | Uhat..... | 25 |
| 9 | HAVAITUT EPÄKOHDAT JA RATKAISUT NIIDEN POISTAMISEEN..... | 26 |
| 9.1 | Layoutmuutokset..... | 26 |
| 9.2 | Keräysvaunut ja komponenttien keräilyalue | 27 |
| 9.3 | 5S-menetelmä | 27 |
| 9.4 | Hitsauskiinnittimet | 27 |
| 9.5 | Tuotemuutokset | 28 |
| 9.6 | Koulutus | 28 |
| 9.7 | Toiminnanohjausjärjestelmän muutokset | 28 |
| 9.8 | Hankinnat | 28 |
| 10 | VAIHEAJAT..... | 30 |
| 10.1 | Valmisteluaika | 31 |
| 10.2 | Tekemisaika | 32 |
| 10.3 | Mitatut vaiheajat..... | 32 |
| 11 | HITSAUSSOLUJEN STANDARDISOINTIOHJE..... | 34 |
| 12 | HITSAAMON LAYOUTSUUNNITELMA | 35 |

| | |
|--|----|
| 13 SYLINTERINKORVAKKEEN HITSAUSKIINNITIN | 39 |
| 14 LOPPUSANAT | 43 |
| LÄHTEET | 44 |

1 JOHDANTO

Työssä tarkoituksena on kehittää käsihitsausta kaikilla sen osa-alueilla. Työ tehtiin Suomen cnc-metal Oy:hyn. Yrityksen hitsaamossa oli havaittu puutteita, joten hitsauksen kehittämistä pidettiin yrityksessä tärkeänä. Tästä syystä opinnäytetyö tarjosi hyvän mahdollisuuden kehittää hitsausta ja havainnoida hitsaamon nykytilaa. Hitsauksen kehittäminen nopeammaksi ja standardoiduksi vähentää kustannuksia, lisää tuottavuutta ja parantaa laatua. Työssä käytettävillä menetelmillä on tarkoitus saada turhat työvaiheet pois ja lyhentää työhön käytettävien työvaiheiden aikaa. Lisäksi työssä mitattuja vaiheaikoja käytetään hyödyksi toiminnanohjausjärjestelmän avulla tuotteiden hinnoittelussa ja materiaalinvirtauksen tarkassa ajoittamisessa.

Alussa käsitellään menetelmiä, joiden avulla kehitetään hitsausta ja siihen liittyviä toimintoja. Työssä käytettäviä menetelmiä ovat Lean-toimintamalli ja siihen pohjautuva TPS-tuotantojärjestelmä. TPS-tuotantojärjestelmään liittyvät menetelmät, kuten 5S ja standardointi TPS:n ohjeiden mukaan. Lisäksi työssä käydään läpi ajanmittaamiseen käytettyjä menetelmiä. Lean-toimintamallia käytetään työssä sen vuoksi, että Lean on yleisesti käytetty menetelmä tuottavuuden parantamisessa ja 5S-menetelmää käytetään jo jonkin verran hitsaamon siisteyden ylläpidossa.

Teoriatietojen jälkeen työssä esitetään hitsauksessa havaittuja kehittämisen kohteita ja niihin löydettyjä ratkaisuja. Työn keskiosassa on mitatut vaiheajat ja menetelmät niiden määrittämiseen. Työn lopussa on hitsaamon layoutsuunnitelma, tuotteeseen kehitetty hitsauskiinnitin ja standardiohjeet hitsaussoluille.

2 SUOMEN CNC METAL OY

Suomen cnc-metal Oy on Outokummussa toimiva metallialan yritys, joka on Suomen johtava sähkökeskuskoteloiden valmistaja. Yritys sijaitsee n. 90 km:n päässä Kuopiosta itään. Suomen cnc-metal Oy:n tuotannon läpi kulkee viikoittain 50 000 tuotetta. Yrityksen tuotanto on pitkälle automatisoitua ja yrityksessä on paljon korkean teknologian omaavaa tuotantolaitteistoa.

Yritys on perustettu vuonna 1988. Yrityksen liikevaihto oli 10,8 milj. euroa vuonna 2011. Henkilöstöä yrityksessä on n. 85. Suomen cnc-metal Oy:ssä jalostetaan terästä vuosittain n. 2500 tn ja tuotantotilaa yrityksellä on 6500 m². Suomen cnc-metal Oy:ssä käytössä olevia tuotantojärjestelmiä ovat lävistyslinja, lävistys-taivutuslinja, särmäysrobotijärjestelmät, jauhemaalauslinjat ja laserleikkaus. Lisäksi käytössä ovat hitsauslaitteet ja särmäyspuristimet, levytyökeskukset ja pyöröpöytäsinko. Suomen cnc-metal Oy tekee sähkökoteloiden lisäksi alihankintaa useille yrityksille kuten Ponsse Oyj:lle. (Kyllönen, 2011, 2-9.)

3 LEAN-TOIMINTAMALLI

Lean (laiha, hoikka) käsite on luotu 1980-luvun lopulla tehdyssä Yhdysvaltalaisessa autoteollisuuden toteuttamassa tutkimuksessa. Tutkimuksessa tutkittiin autoteollisuuden tehokkuutta Euroopassa, Japanissa ja Yhdysvalloissa. Tutkimuksessa huomattiin Japanilaisten ylivoimaisuus kilpailijoihin nähden. Tuottavuuden ja laadun suoritustaso oli Japanilaisilla autotehtailla huomattavasti parempi kuin kilpailijoilla. Japanilaisissa autotehtaissa valmistusaika oli lyhempi ja samaan aikaan virheiden määrä pienempi. (Tuovinen, 2011, 24–26.)

Myös tuotekehitykseen sijoitettu työmäärä oli Japanilaisilla pienempi ja vastaavasti eri runkoversioita oli enemmän kuin kilpailijoilla. Myös osatoimittajien osuus oli huomattavasti suurempi kuin kilpailijoilla. Lean-toiminnan pääperiaate on tuottaa asiakkaalle palvelua, laatua ja jalostettu tuote ilman virheitä, viiveitä ja raskasta byrokratiaa. Lean-toiminnassa yrityskulttuuri panostaa jatkuvaan parantamiseen, jota käytetään toiminnan joka osa-alueella. Lisäksi kehitystyötä ja operatiivista toimintaa ei jaeta erilleen. Yrityskulttuuri on ryhmäkeskeistä ja aloitteita tehdään runsaasti. (Tuovinen, 2011, 24–26.)

Leanin johtamisperiaatteissa alaisilta odotetaan oma-aloitteisuutta ja töiden hoitamista kokonaisvaltaisesti ja monitaitoisesti. Tehtävät ovat jalostusketjukokonaisuuksia, jotka on koottu tuotteiden tai asiakkaiden perusteella. Esimiehien tehtävänä on parantaa toiminnan edellytyksiä ja seurata tuloksia. Lean-toiminnassa teknologiaa käytetään imuohjatusti ja tuottavuutta pyritään lisäämään automaation avulla. Parannusmahdollisuuksia etsitään koko henkilöstön avulla. Parhaimmillaan Leanin avulla voidaan kaksinkertaistaa tuottavuus. Lisäksi voidaan investoinnit, läpäisyajat, valmistuserät, varastot ja virheet puolittaa. (Tuovinen, 2011, 24–26.)

Hitsaamon layoutiin tehtiin muutoksia Leanin menetelmiin pohjautuen. Layoutmuutoksilla pyrittiin nopeuttamaan läpimenoaikaa ja vähentämään turhaa varastointia, jotka ovat Lean-toiminnassa keskeisiä asioita. Myös tuotantoa pyrittiin layoutin avulla järjestämään siten, että valmistusta jaetaan asiakkaiden perusteella.

Hitsaamoon hankittavilla keräysvanuilla pyrittiin myös lyhentämään läpimenoaikoja ja pienentämään varastopinta-alaa. Keräilyalueella keskitettiin tuotteiden etsiminen yhdelle alueelle, mikä parantaa visuaalista ohjausta ja nopeuttaa läpimenoaikoja. Työkalujen ja työtilojen järjestelyssä käytettiin 5S-menetelmää. 5S:n periaatteiden

mukaisesti tavaroille järjestettiin tarkat paikat ja turhat tavarat pyrittiin poistamaan tuotantotiloista.

Suunnittelemalla hitsauskiinnittimiä tuotteille voidaan parantaa laatua ja nopeuttaa komponenttien asetteluun kuluva aikaa. Hitsauskiinnittimien avulla työ tulee standardoiduksi ja tuote kootaan oikein. Myös tuotemuutoksien taustalla on läpimenoaikojen lyhentäminen ja laadun parantaminen. Tuotteiden mitoituksen muuttaminen hitsaajan kannalta edullisemmaksi nopeuttaa tuotteen valmistumista ja vähentää turhaa työtä, esimerkiksi ylimääräistä hiomista.

Hitsaajien lisäkoulutuksella voidaan varmistaa hyvä laatu. Koulutetut hitsaajat voivat tehdä monenlaisia töitä ja vaihtaa tarvittaessa töitä keskenään. Lisäksi monitaitoiset hitsaajat voivat tehdä sairauslomalla olevan työntekijän työt. Toiminnanohjausjärjestelmään tehtävillä muutoksilla voidaan parantaa materiaalin virtauksen rytmittämistä ja välttää turhia välivarastoja. Kun tiedetään tuotteille tarkat hitsausajat, myös työntekijät voivat pitää aikoja ohjearvoina ja rytmittää omaa päivittäistä työskentelyä.

Tuotantotiloihin tehtävillä hankinnoilla pyritään parantamaan olosuhteita, joissa tuotteita valmistetaan. Hyvät olosuhteet antavat edellytykset nopealle läpimenoille ja hyvälle laadulle.

4 TPS-TUOTANTOJÄRJESTELMÄ

TPS (Toyota production system) on kokonaisvaltainen tuotantojärjestelmä, joka pohjimmiltaan keskittyy hukkan eliminointiin ja jatkuvaan parantamiseen. TPS on lähtöisin Toyotan toimintaperiaatteista ja sisältää työkaluja kuten 5S, JIT- ja JOT-toiminta ja Kaizen. TPS:n periaatteet soveltuvat aina lattiatasolta suunnitteluun ja palveluoperaatioihin. Toyotan toimintatavoissa on 14 periaatetta, joihin TPS pohjautuu. TPS:n periaatteet ovat:

- Päätökset tehdään pitkän tähtäimen filosofialla.
- Ongelmat tuodaan esille luomalla jatkuva prosessin virtaus.
- Käyttämällä imuohjausta vältetään ylituotantoa.
- Työmäärä tasapainotetaan.
- Luodaan kulttuuri, jossa laatu saadaan kuntoon heti ensimmäisellä kerralla.
- Standardoidaan tehtävät.
- Ongelmat tuodaan esiin käyttämällä visuaalista ohjausta.
- Käytetään luotettavaa ja perusteellisesti testattua teknologiaa.
- Kasvatetaan johtajia ymmärtämään työ perusteellisesti ja noudattamaan filosofiaa. Johtajat opettavat filosofiaa myös muille.
- Kehitetään eteviä ihmisiä ja ryhmiä, jotka noudattavat yrityksen filosofiaa.
- Alihankkijoita ja yhteistyökumppaneita kunnioitetaan tarjoamalla heille haasteita sekä auttamalla heitä kehittymään.
- Menemällä paikan päälle tilanne ymmärretään perusteellisesti.
- Päätökset tehdään yksimielisesti pohtimalla kaikkia vaihtoehtoja perusteellisesti ja toteuttamalla päätökset nopeasti.

Yrityksestä tehdään oppiva organisaatio väsymättömällä arvioinnilla ja jatkuvalla parantamisella. (Liker, 2010, 34–40.)

Toyota on määrittänyt kahdeksan syytä, josta hukkaa syntyy. Hukkaa aiheuttavat syyt ovat:

- ylituotanto
- odottelu
- tarpeeton kuljettelu
- ylikäsittely tai virheellinen käsittely
- tarpeettomat varastot
- tarpeeton liikkuminen
- viat
- työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen

Edellä mainitut asiat aiheuttavat turhia kustannuksia yritykselle. Näistä kahdeksasta hukkan aiheuttajasta pyritään pääsemään eroon Lean-toimintamallin sisältämällä toimintamalleilla ja menetelmillä. (Liker, 2010, 28–29.)

4.1 5S-ohjelma

5S-ohjelma estää hukan syntymistä yrityksissä. 5S tulee viidestä japanin kielen sanasta, jotka ovat:

1. Seiri (lajittele): Säilytetään vain ne tavarat joita tarvitaan.
2. Seiton (järjestä): Kaikille tavaroille tulee olla oma paikkansa ja tavaroiden tulee myös olla omilla paikoillaan.
3. Seiso (puhdistusta): Tarkastusmuoto, jossa paljastuu epänormaali ja puutteelliset olosuhteet. Puhdistusprosessilla estetään laadun heikkeneminen ja laiteviat.
4. Seiketsu (standardoi): Kehitetään toimintaohjeet kolmen ensimmäisen S:n ylläpitämiseksi.
5. Shitsuke (ylläpidä): Työpaikan pitäminen tasapainoisena vaatii jatkuvaa parantamista.

Kaikki 5S:ää luovat jatkuvan parannusprosessin työympäristölle. Esineiden lajittelussa voidaan vähän käytetyt esineet merkitä punaisilla lapuilla ja esineet siirretään syrjään. Kaikille työkaluille ja osille luodaan pysyvät paikat. Tuotantotilat luodaan siten, että eniten käytetyt esineet ovat ensimmäisinä ja ovat nopein ottaa käyttöön. Tuotantotilat pidetään puhtaana ja siivotaan säännöllisesti. 5S:n ylläpitämistä valvotaan säännöllisillä tarkastuksilla ja 5S:n noudattamista voidaan parantaa palkitsemalla parhaiten suoriutunut ryhmä. (Liker, 2010, 150–151.)

4.2 Standardointi

TPS:n yhtenä periaatteena on luoda jatkuvan parantamisen ilmapiiri. Jatkuva parantaminen ei onnistu, ennen kuin työ on vakautettu standardoinnin avulla. Standardoinnin avulla voidaan myös varmistaa pysyminen nolllavirhe tasossa. Standardien tulee olla suunniteltu siten, että ne ovat yksinkertaisia, käytännöllisiä ja estävät vikojen syntymisen. Standardit on suunniteltava yhdessä työntekijöiden kanssa, jolloin työntekijät pääsevät osallistumaan työn suunnitteluun ja työntekijät myös noudattavat standardeja. (Liker, 2010, 142–148.)

Standardeissa tulee hyödyntää jo olemassa olevia, hyväksi todettuja menetelmiä. Standardien tulee olla jonkin verran joustavia ja ottaa huomioon työntekijän ammattitaito ja antaa mahdollisuus improvisoinnille. Standardien tulisi olla riittävän tarkkoja ollakseen ohjeina hyödyllisiä, mutta toisaalta standardien tulisi antaa mahdollisuus innovaatiolle, luovuudelle ja pienelle joustolle. (Liker, 2010, 142–148.)

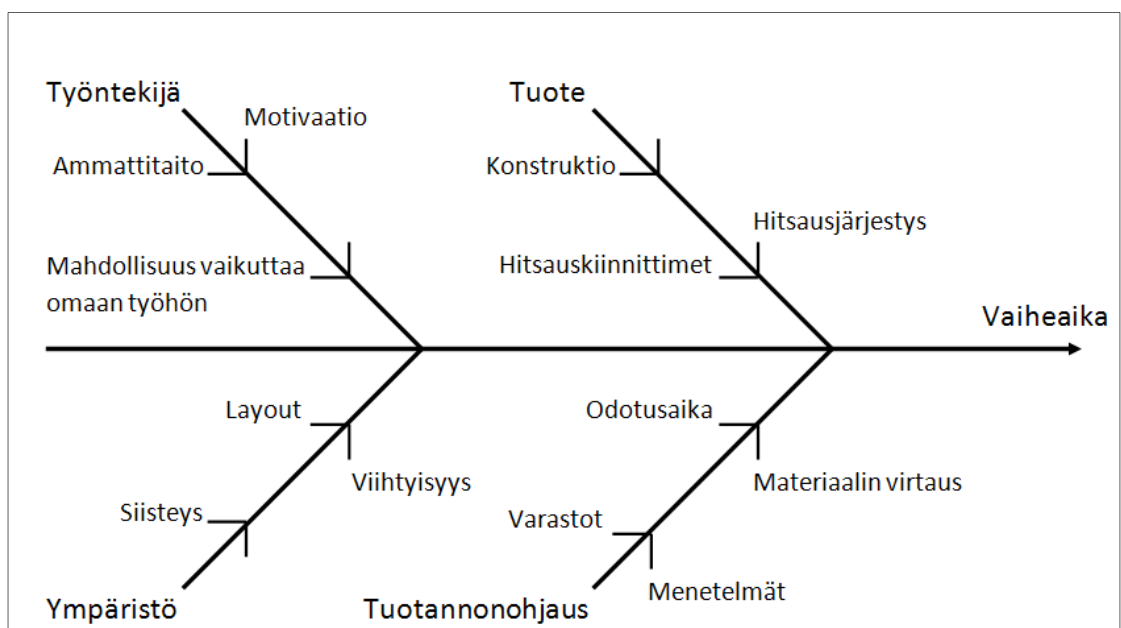
5 TYÖNTUTKIMUSTEKNIikka

Työntutkimustekniikka tarkoittaa ihmisten, raaka-aineiden ja työvälineiden yhteistoinninan tutkimista. Työntutkimustekniikalla selvitetään ja arvioidaan yhteispeliin vaikuttavat tekijät sekä yritetään parantaa yhteispelin tulosta. Työntutkimustekniikan avulla voidaan parantaa työoloja ja mitata työhön kuluvaa aikaa normaalioloissa. Työntutkimustekniikalla voidaan seurata laajasti koko tuotteen elinkaarta tai sitten seurata vain yksittäistä valmistusvaihetta. Työntutkimusta voidaan tehdä neljällä tasolla, jotka ovat:

- Ajankäyttöä tehostamalla eli vähentämällä aikaa, joka ei tuo lisäarvoa tuotteeseen.
- Työnkulkua tehostamalla ja järjeistämällä työnkulkuun liittyviä tapahtumia.
- Työvaiheita tehostamalla eli kohottamalla tuottavuutta.
- Työliikkeitä tehostamalla ottamalla huomioon fysiologisia, psykologisia ja työturvallisuusnäkökohtia.

Työntutkimuksen kohteiksi otetaan sellaiset kohteet, joissa säästömahdollisuudet ovat suuret. Suurimpia virheitä työntutkimuksessa on tutkia töitä, jotka ovat turhia. (Harju, Valpio, Huhtala, Kilpeläinen, 1992, 136.)

Tässä opinnäytetyössä tutkittavaksi ovat otettu käsihitsaus ja siihen liittyvät toiminnot. Eli opinnäytetyössä tutkitaan yksittäistä valmistusvaihetta. Kuvioon 1 olen kerännyt asioita, jotka vaikuttavat opinnäytetyössä tutkittavaan valmistusvaiheeseen.



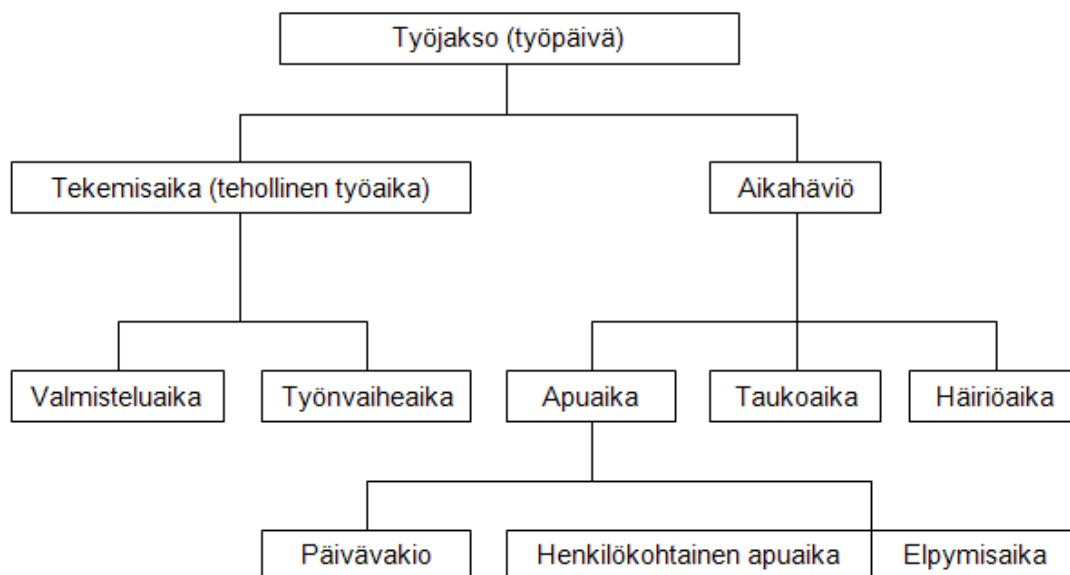
KUVIO 1. Vaiheaika kalanruotokaavio

5.1 Ajankäyttötutkimus

Ajankäyttötutkimuksella tutkitaan tehollisen työajan ja odotusajan yms. osuudet kokonaisajasta. Tällaisella yleistutkimuksella saadaan selville heikkoudet ja epäkohdat tutkimuskohteessa. Ajankäyttötutkimuksilla on kaksi tarkoitusta tutkittaessa suorittavaa työtä:

- Selvittää aikahäviöiden suuruus ja etsiä keinoja niiden pienentämiseksi. Aikahäviöt voivat johtua työvoiman ja koneiden työnvalmistelun puutteellisuudesta.
- Selvittää apuaikalisän suuruus työnmittausta varten. Apuaikalisään kuuluvat ne toimenpiteet, jotka on pakko tehdä työn suorittamiseksi.

Ajankäyttötutkimusta voidaan tehdä kahdella tavalla, joko jatkuvana ajankäyttötutkimuksena tai havainnointitutkimuksena. Jatkuvassa ajankäyttötutkimuksessa seurataan yhden henkilön tai useampien henkilöiden ajankäyttöä. Ajankäytöstä merkitään muistiin mitä he milloinkin tekevät ja minkä verran. Myös harvoin tulevat tapahtumat otetaan mukaan. Havainnointitutkimuksessa tapahtumia havainnoidaan hetkellisesti ja tarkkuus lasketaan tilastomatematiikan avulla. Havainnointia tehdään satunnaisesti tai määrääjain. Menetelmä soveltuu hyvin lyhytkestoisiin ja epäsäännöllisesti toistuviin työnsiin. Menetelmällä voidaan havainnoida myös useaa kohdetta samanaikaisesti. (Harju, Valpio, Huhtala, Kilpeläinen, 1992, 136–138.)



KUVIO 2. Ajankäytön jako tapahtumaluokkiin

Kuviossa 2 on jaettu aika eri tapahtumaluokkiin. Tekemisaika eli tehollinen työaika sisältää työsuoritukseen liittyvät työtapahtumat. Aikahäviöön sisältyvät työjakson ai-

kaiset tapahtumat. Valmistelu-aikaan sisältyvät työvaiheen suorittamiseksi vaadittavat valmisteluun ja päättämiseen liittyvät tapahtumat. Työväliaika eli kappaleaika on aika, joka kuluu itse työn tekemiseen. (Harju, Valpio, Huhtala, Kilpeläinen, 1992, 136–138.)

Apu-aika tarkoittaa ajoittain toistuvia tapahtumia, jotka tehdään työnteon olosuhteiden ylläpitämiseksi. Tauko-aika on apu-aikaan kuulumatonta työntekijöiden käyttämää aikaa. Häiriö-aika on aikaa joka kuluu esimerkiksi kone-rikkoon ja on epämääräisesti esiintyvä. Päivävakio on aika joka toistuu päivittäin eri töistä riippumatta. Henkilökohtainen apu-aika on henkilökohtaista tauko-aikaa. Elpymisaika on lepo-aikaa työn rasituksesta elpymiseen. (Harju, Valpio, Huhtala, Kilpeläinen, 1992, 136–138.)

5.2 Työajan jako työlajeihin

Työajasta voidaan erottaa erilaisia työlajeja. Tuottamisen kehittämisen suuntaamiseksi on hyvä selvittää eri työlajit. Työ-aika voidaan neljään päätyölajiin:

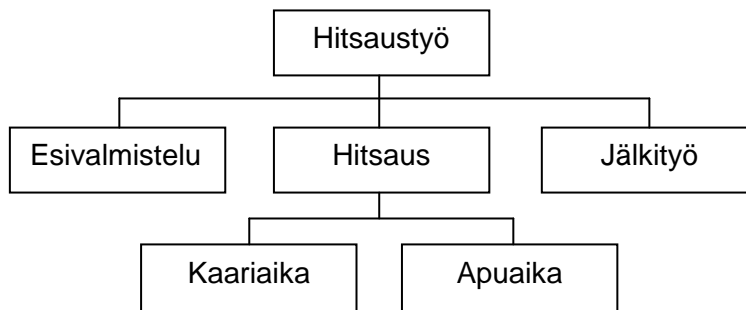
- Tuotteen arvoa lisäävä työ
- Kehitettävä työ
- Poistettava työ
- Odotus ja tauko

Tuotteen arvoa lisäävää työtä ovat sellaiset työvaiheet, joiden aikana tuote muuttuu. Tästä ns. tuottavasta työstä asiakas on valmis maksamaan. Tuotteen arvoa lisäävää työtä on esim. hitsauksessa valokaariaika ja lastuavassa työstössä lastuamisaika. Kehitettävää työtä ovat sellaiset työt joita ei voida kokonaan poistaa. Näitä töitä ovat esim. Piirustusten lukeminen, hitsausarvojen asettaminen ja työkalujen käyttö. Piirustusten lukemista voidaan kehittää esimerkiksi tekemällä piirustuksista helpommin luettavia. (Larikka, Heinilä, Selin, Tuominen, 2007, 150–151.)

Poistettavat työt ovat sellaisia, joita ei kannata lähteä kehittämään ollenkaan vaan ne on poistettava kokonaan. Tällaisia töitä ovat turhat kuljetukset, lajittelu ja virheellisten kappaleiden korjaus. Odotuksen aikana työntekijä on pakotettu odotelemaan esim. työ-kappaleita tai odotus johtuu häiriöstä. Näitä häiriöitä voidaan vähentää esimerkiksi lisäämällä ennakkohuoltoa ja parantamalla tuotannon ohjausta. Tauko on joko ennalta määrätty ja sovittu tai sellainen josta ei ole sovittu. (Larikka, Heinilä, Selin, Tuominen, 2007, 150–151.)

6 HITSAUSPROSESSI

Työkierto hitsauksessa koostuu kaariajasta eli ajasta, jolloin valokaari palaa ja apuajoista kuten esivalmistelu ja jälkityö. Näiden apuaikojen aikana valokaari ei pala. Hitsauksessa kustannukset koostuvat näistä kaikista. Tehokkain tapa pienentää kustannuksia on lyhentää työkiertoon kuluva aikaa. Työkiertoa voidaan myös tehostaa konstruktiomuutoksilla, joilla tuotteessa voidaan vaikuttaa hitsien ja hionnan määrään. Kuviossa 3 on esitelty hitsausprosessin eri vaiheet. (Hiltunen, Pietarinen, 2010, 37.)



KUVIO 3. Hitsausprosessin osa-alueet

Työkiertoa voidaan lyhentää tehokkaasti mekanisoinnilla ja robotisoinnilla. Konepaajoissa valmistettavien tuotteiden määrä on kuitenkin monesti rajallinen, joten mekanisointi ja robotisointi eivät ole kannattavia vaihtoehtoja. Lisäksi tuotteissa olevat hitsit, jotka ovat lyhyitä ja moneen eri suuntaan, tukevat käsinhitsauksen kannattavuutta. Perinteisesti käsinhitsausta suoritetaan työtasojen päällä. Jos työkappaletta ei saada haluttuun asentoon pöydällä, joudutaan osa hitseistä hitsaamaan asentohitsauksena. Hitsausasento ja ergonomia vaikuttavat merkittävästi hitsauksen laatuun. (Hiltunen, Pietarinen, 2010, 37.)

6.1 Pulssi- MIG/MAG-hitsaus ja pulssikaari

Pulssihitsauksen hyötyjä voisi tarkastella Suomen cnc-metal Oy:ssä uusittaessa hitsauslaitteistoa. Yrityksessä hitsataan ohutlevyjä ja pulssihitsauksella saadaan tiettyjä etuja juuri ohutlevyjen hitsauksessa. Seuraavassa osiossa on hieman pulssihitsauksen teoriaa.

Aineensiirtymistä ohjataan pulssikaassa sykkivän virran eli pulssivirran avulla. Pulssivirran takia aine siirtyy suihkumaisesti eli kuumakaarella. Kuumakaari ei olisi mahdollista perinteisellä MIG/MAG-hitsauksella ja tavallisesti käytetyillä hitsausvirroilla ja langanpaksuuksilla. Hitsauksen aikana ei tapahdu lainkaan oikosulkuja ja hitsauksen tehoalue ulottuu kaikille tehoalueille. (Lukkari, 2002, 171–172.)

Pulssikaari vaatii suojakaasuksi argonia, heliumia tai seoskaasua, jossa argonia on eniten. Nämä edellä mainitut ovat inerttejä kaasuja. Kun hitsataan seostamattomia teräksiä, tulee hiilidioksidin määrä olla alle 20 %. Pulssikaari syntyy, kun syötetään perusvirran päälle virtapulsseja suurella taajuudella. Pulssin taajuus vaihtelee välillä 20–400 Hz. Pulssikaarella hitsattaessa huippuvirta on kaksinkertainen verrattuna jatkuvalla virralla tapahtuvaan hitsaukseen. Korkean huippuvirran ansiosta hitsauksen aikana ei synny oikosulkuja, koska pinch-voiman pisaroita irrottava voima on suuri. Kuitenkin keskivirta jää alle kuumakaassa käytetyn kriittisen virran. (Lukkari, 2002, 171–172.)

Parametrit pyritään pulssihitsauksessa säätämään siten, että yhden pulssin aikana irtoaa yksi pisara. Pulssi-MIG/MAG-hitsauksella saavutetaan muutamia etuja verrattuna perinteiseen MIG/MAG-hitsaukseen. Lyhytkaarihitsaukseen verrattuna hitsausnopeus ja hitsiaineentuotto ovat suuremmat. Kuumakaarihitsaukseen verrattuna ovat hitsausenergia ja vetelyt pienemmät. (Lukkari, 2002, 171–172.)

Pulssihitsaus aiheuttaa vähemmän roiskeita ja hitsaushuuruja. Myös hitsin ulkonäkö on parempi perinteiseen MIG/MAG-hitsaukseen verrattuna ja voidaan hitsata paksummilla langoilla. Pulssihitsaus vaikeasti hitsattavilla lisäaineilla on helpompaa, asentohitsausominaisuudet ovat paremmat ja alumiinia hitsattaessa on huokosten määrä pienempi. Pulssihitsausta käytetään eniten alumiinin ja ruostumattoman teräksen hitsaukseen. Terästen hitsauksessa parhaiten edut tulevat esille ohuilla aineenpaksuuksilla. (Lukkari, 2002, 171–172.)

6.2 Pistehitsaus

Pistehitsauksessa ylimenovastuksen avulla saadaan hitsauskohdan liitospinnat sulamislämpötilaan. Osittain pehmenneet ja sulaneet pinnat puristetaan toisiaan vasten kupariseoselektrodeilla, joita jäähdytetään vedellä. Kun virta-aika loppuu, jäävät elektrodit hetkeksi jäädyttämään ja tukemaan jäähtyvää hitsiä.

Pistehitsauksessa levyjen maksimiyhteispaksuus on kuusi millimetriä, joten pistehitsausta käytetään ohutlevyjen hitsaukseen. Pistehitsaus on taloudellinen ja tehokas hitsausmenetelmä. Pistehitsauksen hitsauspaikan läheisyydessä ei saa säilyttää helposti palavaa materiaalia, koska pistehitsauksessa ympäristöön sinkoaa roiskeita. Hitsauksen aikana hitsauskoneen elektrodit eivät saa olla kosketuksissa mihinkään ja myös rannekello tulee ottaa hitsauksen ajaksi pois ranteesta. Pistehitsauksessa vaikuttavia parametreja ovat elektrodien kärkien mitat, hitsausvirta ja virta-aika, elektrodien puristusvoima ja puristusaika. (Lepola, Makkonen, 2005, 255–268.)

Pistehitsi voidaan tarkastaa ainetta rikkomatta, tarkastamalla silmämääräisesti levyjen välinen irtauma sekä painuma. Jos painuma on suuri, se heikentää liitosta. Ultraäänellä voidaan tarkastaa hitsin linssikoko ja murtamalla liitos taivuttamalla levyjä sivuttaissuunnassa voidaan helposti mitata linssikoko yksittäisessä hitsissä. Tarkastusmenetelmistä rullauskoe on luotettavin ja nopein. (Lepola, Makkonen, 2005, 255–268.)

Tarkastuksia tulisi tehdä tietyin määräajoin ja tarkastuksissa tulleita mahdollisia virheitä ovat pieni hitsi, huono lujuus, hitsi ei ole keskilinjalla, painuma on suuri, levyjen välinen irtauma on suuri, levyjen välissä on roiske, pinnassa on roiskeita, hitsi on hauras tai elektrodin kärki tyssäänäntyy. (Lepola, Makkonen, 2005, 255–268.)

7 HITSAUSKIINNITTIMEN SUUNNITTELUPERUSTEET

Hitsauskiinnittimen tehtävä on pitää kaksi tai useampaa osaa kiinni toisissaan hitsauksen ajan. Yleensä kiinnitin on kallis suunnitella ja tehdä. Suurin syy tähän on, että kiinnittimen tulee olla kestävä ja mitoiltaan tarkka. Hitsauskiinnittimen suunnittelussa tulee ottaa huomioon tuotteen valmistusmäärä, koska usein hitsauskiinnitin on kalliimpi kuin itse valmistettava tuote. (Cambell, Paul, 1994, 7-8.)

Hitsauskiinnittimen tekeminen pitkäikäiseksi ja kulutusta kestäväksi vaatii kalliiden materiaalien käyttämistä. Kustannuksia voidaan kuitenkin pienentää suunnittelemalla kuluvat osat helposti vaihdettaviksi. Hitsauskiinnittimen tulee olla sähköä johtava hitsauksen onnistumiseksi. Hitsauskiinnittimen materiaalin tulee myös kestää korkeita lämpötiloja. Teräs on yleisimmin käytetty materiaali. (Cambell, Paul, 1994, 7-8.)

Joissakin tapauksissa materiaalina voidaan käyttää komposiitteja, jotka kestävät korkeita lämpötiloja. Myös alumiinia ja ruostumatonta terästä voidaan käyttää materiaalina. Alumiinin etu on sen keveys verrattuna teräkseen, mutta teräs kuitenkin on halvin vaihtoehto. Yksi suunnittelussa huomioon otettava asia on hitsauskiinnittimen paino. Jos hitsauskiinnittintä joudutaan siirtelemään paljon, olisi hitsauskiinnittimen oltava siirrettävissä helposti. (Cambell, Paul, 1994, 7-8.)

Yksi hitsauksen ongelmista on materiaalin taipumus vääntyillä lämmön vaikutuksesta. Hitsauskiinnittimen onkin kestävä nämä muodonmuutosvoimat. Syntyviä voimia voidaan pienentää lisäämällä kappaleen kiinnityspisteitä hitsauskiinnittimessä. Hitsauskiinnittimessä tulisi välttää liikkuvia osia, jotka tekevät hitsauskiinnittimestä monimutkaisemman ja tällöin myös kalliimman. Myös ergonomia tulee ottaa huomioon hitsauskiinnittimen suunnittelussa. Hitsauskiinnittimen tulee olla sellainen, että se vaikuttaa hitsien luoksepäästävyteen mahdollisimman vähän. (Cambell, Paul, 1994, 7-8.)

Hitsauspolttimen tulisi mahtua oikeaan paikkaan ja oikealle etäisyydelle hitsirailosta. Hitsausasentojen tulisi myös olla mahdollisimman helppoja, kuten jalkohitsaus ja pie-nahitsaus. Universaalikiinnittimien suunnittelu tuoteryhmille olisi toivottavaa, mutta tällaisten hitsauskiinnittimien suunnittelu on vaikeaa. Yhdellä kiinnityksellä tapahtuva kiinnitys olisi suotavaa, mutta usein joudutaan kiinnitin avaamaan ja tuotteen asentoa muuttamaan. Kiinnikkeessä tulisi välttää erilaisia turhia ulokkeita ja kiinnityselimiä.

Kiinnittimen toiminnan kannalta tärkeät kohdistuspinnat ja kiinnityselimien pinnat tulisi suojata hitsausroiskeilta. Osien tulisi olla helppo ladata ja poistaa kiinnittimestä. Suuret kappaleet voidaan joutua tuomaan kiinnittimeen nostimella, jolloin kiinnittimen tulisi olla ladattavissa päältä päin. Osien paikoittaminen tapahtuu nastoilla ja ohjaus-tapeilla. Osien kiinnittämiseen voidaan käyttää hydraulisia, pneumaattisia tai mekaanisia puristimia. Mekaaniset kiinnittimet ovat paljon käytettyjä niiden yksinkertaisuuden ja edullisuuden takia. Kiinnittimissä tulisi olla riittävä kiinnitysvoima lämpömuodonmuutoksien kurissa pitämiseksi. Liian suuret kiinnitysvoimat kuitenkin aiheuttavat myös muodonmuutoksia kappaleeseen. (Aaltonen, Ekman, Kamppari, Kauppinen, Kivivuori, Paro, Vuorinen, 1991, 263–264.)

8 HITSAAMON NYKYTILAN KARTOITUS

Hitsaamon nykytilaa selvitettiin SWOT-analyysin avulla ja kirjaamalla hitsaamoon työntekijöiden huomioita. SWOT-analyysi on kätevä työkalu, koska se on selkeä ja yleisesti käytetty menetelmä. Nykytilan kartoituksessa on otettu selville materiaalivirta, käytössä oleva hitsauslaitteisto, tuotantotilojen yleistila, työn ajankäyttö ja toiminnanohjausjärjestelmä. Taulukossa 1 on SWOT-analyysin tuottamat tulokset.

8.1 SWOT-analyysi

SWOT eli nelikenttäanalyysi on yksinkertainen analysointimenetelmä. Lyhenne SWOT tulee sanoista strengths, weaknesses, opportunities ja threats. Menetelmän avulla analysoidaan yrityksen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. SWOT-analyysillä selvitetään yrityksen nykytilaa ja tulevaisuuden asioita havainnollisessa nelikenttämuodossa. (Engblom, Engblom, Arto, 1998.)

Vahvuudet ovat resursseja tai toimenpiteitä, joista on hyötyä yritykselle. Heikkouksista on puolestaan päästävä eroon tai niitä on parannettava, jotta yritys pystyy toimimaan tehokkaasti. Yrityksen täytyy myös tietää tulevaisuuden uhat ja mahdollisuudet, koska muuten liiketoimintaa ei voida parantaa. SWOT-analyysiä voidaan käyttää koko yrityksen tarkasteluun tai rajatumminkin jonkin yritystoiminnan osaan. Analyysin voi tehdä yksi henkilö tai ryhmä. (Engblom, Engblom, Arto, 1998.)

Taulukko 1. Käsihitsauksen SWOT-analyysi

| Käsihitsauksen SWOT -analyysi | |
|---|---|
| Vahvuudet (strengths) | Heikkoudet (weaknesses) |
| Työntekijöissä vankan kokemuksen omaavia sekä tulevaisuuden osaajia | Komponenttien etsiminen vie paljon aikaa |
| Tuotantotilat melko uudet | Hitsaukseen tulevat komponenttisarjat joskus puutteellisia |
| Tilauksilla hyvät tulevaisuuden näkymät | Kaikilla tuotteilla ei ole vaiheajoja tai vaiheajat virheellisiä |
| Toiminnanohjausjärjestelmä | Komponenttien sovittamiseen menee aikaa |
| | Hitsaamon tiloissa epäsiisteyttä |
| | Hitsauskiinnittimiä ei ole kaikille tuotteille |
| | Alumiinille ja ruostumattomalle teräkselle ei ole omaa hitsaussolua |
| | Hitsaus koulutuksen puutteellisuus |
| | Hitsauslaitteet eivät ole keskenään yhdenmukaisia |
| Mahdollisuudet (opportunities) | Uhat (threats) |
| Työntekijöiden kouluttaminen | 5S- järjestelmää ei noudateta |
| Lay out muutokset | Toiminta palaa ennalleen parannuksien jälkeen |
| Hitsauslaitteiston uusiminen | Muutosvastarinta |
| Lean- toimintamallin käyttöönotto | Vialliset tuotteet |
| 5S- järjestelmän noudattaminen | Toimitusten viivästyminen |
| Hitsauskiinnittimien kehittäminen | Muutosten liian suuret kustannukset |
| Vajaiden komponenttisarjojen estäminen | Tuotantotilat estävät muutosten toteuttamisen |
| Standardointi ja työohjeiden laatiminen | |
| Komponenttien ABC- analyysi | |
| Ryhmäteknologian lisääminen | |

8.2 Vahvuudet

Hitsaamon työntekijöissä on pitkän työkokemuksen omaavia sekä tulevaisuuden osaajia, joten tietotaito siirtyy eteenpäin ja osaaminen jatkuu myös tulevaisuudessa. Yrityksen tuotantotilat ovat melko uudet ja tiloja onkin laajennettu useaan kertaan vuosien mittaan. Yrityksen tilauskanta on vahva ja yrityksen valmistamat tuotteet ovat laadukkaita. Yrityksessä on käytössä Ventus-toiminnanohjausjärjestelmä, jonka avulla hallitaan materiaalivirtaa resurssien kuormitusta. Yritykseen on tulossa uudempi toiminnanohjausjärjestelmä, jonka avulla toiminnanohjausta parannetaan edelleen.



KUVA 4. Komponenttien varastointia hitsaamossa

8.3 Heikkoudet

Havaittiin hitsaamossa useita ongelmia, joista suurimmat liittyivät materiaalinvirtaukseen ja komponenttien saapumisen oikea-aikaisuuteen. Suurin osa havainnoista tuli hitsaamossa työskenteleviltä työntekijöiltä ja suurin osa ongelmista oli todettavissa visuaalisesti. Komponenttien etsimiseen käytettiin paljon aikaa ja tuotantotiloissa oli turhaa komponenttien ja tuotteiden siirtelyä. Suurin osa ongelmista johtuu hitsaamon layoutista. Kuten kuvasta 4 voi nähdä, komponentteja on monilla eri lavoilla ja ne täyttävät osittain kulkuväylät.

8.4 Mahdollisuudet

Työntekijöitä voidaan kouluttaa lisää ja koulutuksen tulisi kohdentua tarkemmin ohutlevyjen hitsaukseen. Layoutmuutoksilla voidaan vaikuttaa materiaalivirran kulkuun ja muutoksilla voidaan vähentää turhaa siirtelyä. Layoutmuutoksilla voidaan myös vaikuttaa siisteyteen ja ergonomiaan. Hitsauslaitteiston uusimisella voidaan helpottaa hitsaajien työtä ja asetusten säätämistä kullekin tuotteelle sopivaksi. Lisäksi hit-

sausarvot voitaisiin antaa valmiina piirustuksissa kun kaikki hitsauslaitteet olisivat yhdenmukaiset. Tuotteiden hitsauksessa voitaisiin hyödyntää hitsausohjeita (WPS). WPS:n avulla voidaan parantaa laatua ja vähentää virheistä johtuvia kustannuksia. Yhtenäiset kirjalliset hitsausohjeet myös varmistavat, että kaikilla hitsaajilla on samat mahdollisuudet onnistuneeseen lopputulokseen.

Lean-toimintamallin käyttöönotolla ja noudattamisella voidaan parantaa yrityksen tuottavuutta kun vaiheajat lyhenevät. Lean-toimintamallin avulla hukan määrä pienee, laatu paranee ja toimitusvarmuus kasvaa. Käytössä olevan 5S-menetelmän avulla pidetään paikat siisteinä ja etsimiseen käytetty aika mahdollisimman vähäisenä. Tarkemmalla 5S-järjestelmän noudattamisella voidaan yhä parantaa tuotannon toimintaa. Osalle tuotteista on hitsauskiinnittimet, joiden avulla voidaan asetusaikaa lyhentää ja parantaa laatua. Kehittämällä hitsauskiinnittimiä edelleen voidaan yhä parantaa tuotteiden valmistusta.

Hitsaamoon tulee ajoittain vajaita komponenttisarjoja, jotka aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia. Aina kun komponenttisarjasta puuttuu komponentti, esim. 19/20, joudutaan puuttuva komponentti tekemään erikseen ja yksittäisen komponentin valmistaminen on kallista. Vajaiden sarjojen lähteminen hitsaamoon tulisi estää ja työohjeilla varmistaa myös uusien työntekijöiden sitoutuminen sarjamäärien noudattamiseen. Standardoinnilla ja työohjeilla voidaan varmistaa tasainen laatu ja työohjeet vähentävät turhaa kyselyä. Standardoidut hitsaussolut auttavat hitsaajia löytämään aina työkalut nopeasti, silloinkin kun hitsaussoluun tulee uusi työntekijä. Kuvassa 5 on yksi hitsaamon kahdeksasta hitsaussolusta.

Komponenteille voidaan tehdä ABC-analyysi ja määrittää komponentit A-, B- ja C-luokan komponentteihin. A- ja B-luokan komponentteja ei valmistettaisi varastoon. C-luokan komponentteja voitaisiin tehdä pieniä määriä varastoon. C-luokan komponentit eivät sido suurta pääomaa. Ryhmäteknologian lisäämisellä voitaisiin jakaa eri toimittajille valmistettavat tuotteet omiin osastoihin. Hitsaamossa valmistetaan tällä hetkellä Ponssen tuotteita ja sähkökoteloita. Sähkökoteloiden valmistaminen voitaisiin siirtää erilleen, mikä selkeyttäisi materiaalivirran hallintaa.



KUVA 5. Hitsaussolu

8.5 Uhat

Tämän hetken uhkia ovat 5S-menetelmän noudattamatta jättäminen ja muutosvastarinta. 5S-menetelmän noudattamista tarkkaillaan säännöllisillä tarkastuksilla, mutta lipsumisia tapahtuu herkästi. Yritykseen luotuja parannusehdotuksia voidaan vastustaa, koska ihmiset joko tuntevat parannusehdotukset turhaksi tai parannusehdotukset tuntuvat vaivalloisilta tai kalliilta. Yksi tulevaisuuden uhkista on, että toiminta palaa ennalleen parannuksien jälkeen. Myös tilat rajoittavat muutosten tekemistä.

9 HAVAITUT EPÄKOHDAT JA RATKAISUT NIIDEN POISTAMISEEN

Nykytilaa kartoitettaessa törmäsin useisiin kehitettäviin asioihin. Näihin huomattuihin epäkohtiin löytyi ratkaisuja, joista monet vaativat muutoksia hitsaamoon tai uusia hankintoja. Kaikissa muutoksissa on tavoitteena läpimenoajan nopeuttaminen, laadun parantaminen, työergonomian parantaminen ja työturvallisuuden parantaminen. Nämä kaikki yhdessä parantavat yrityksen tuottavuutta ja mainetta.

9.1 Layoutmuutokset

Hitsaamon tiloissa esiintyy ahtautta ja hitsaukseen tulevat komponentit tukkivat käytävät. Tällä hetkellä hitsaamossa on melkein käyttämätön saha ja putkivarasto. Putkivaraston ja sahan poistamisella sekä niiden läheisyydessä olevan komponenttivaraston siirtämisellä saadaan 18 m² lisää vapaata lattiapinta-alaa. Liitäntäpulttien hitsaus sijaitsee kaukana pistehitsauksesta. Liitäntäpulttien hitsauksen siirto pistehitsauksen läheisyyteen vähentää turhaa kuljettelua ja liikkumista.

Työkalukaappien siirto samaan riviin vähentää työkalujen etsimiseen kuluvaan aikaa ja työtiloista tulee selkeämmät. Hitsaamoon tulevat isot sähkökotelot tukkivat jo ennestään ahtaat käytävät. Sähkökaloiden sarjakokoja voidaan pienentää ja vähentää käytävien tukkeutumista. Sähkökoteloiden ja Ponssen tuotteiden hitsaus ovat sekaisin samoissa tiloissa. Tuotteiden erottelu toisistaan vähentää komponenttien etsimiseen kuluvaan aikaa. Ponssen tuotteita voidaan myös jaotella ryhmäteknologian avulla, siten että paljon hitsaamista ja hiomista vaativat tuotteet voitaisiin hitsata pulssihitsauskoneilla.

Uudessa layoutissa on järjestetty alumiinille ja ruostumattomalle teräkselle oma erillinen hitsauspaikka. Alumiinin ja ruostumattoman teräksen hitsaus tulee suorittaa eri paikassa kuin seostamattoman teräksen. Työkalut tulisi myös olla erikseen seostamattomalle ja ruostumattomalle teräkselle. Kun samoilla työkaluilla käsitellään sekä seostamatonta terästä että ruostumatonta terästä, niin tarttuu seostamatonta terästä ruostumattoman pintaan ja ruostumatonta teräs ruostuu pinnasta.

9.2 Keräysvaunut ja komponenttien keräilyalue

Tällä hetkellä komponenttien etsiminen vie aikaa ja komponentit sijaitsevat monilla eri lavoilla. Komponenttien varastointi hyllyihin pienemmälle alueelle nopeuttaa komponenttien etsimistä ja parantaa visuaalista ohjausta. Keräilyalueella hitsauksen tiiminvetäjä etsii valmiiksi komponentit keräysvaunuihin. Tällöin hitsaajien ei tarvitse itse etsiä komponentteja ja he voivat keskittyä vain hitsaukseen.

Hitsaamoon tulee aika ajoin vajaita komponenttisarjoja. Kun komponentteja varastoidaan keräilyalueella, niin voidaan paremmin valvoa komponenttien saapumisen oikea aikaisuutta ja määriä. Komponentteja siirrellään nyt lavojen päällä siirtovaunuilla. Siirtyminen keräysvaunuihin helpottaa tavaroiden siirtelyä. Kaksikerroksiset keräysvaunut myös lisäävät vapaata lattiapinta-alaa. Keräysvaunuja käyttämällä vähennetään siirtovaunujen etsimiseen ja käyttämiseen kuluva aikaa.

9.3 5S-menetelmä

Hitsaamossa on jonkin verran turhaa tavaraa työkalut sijaitsevat monissa eri paikoissa. Yrityksessä on jo 5S-menetelmä käytössä, mutta huolellisemmalla 5S-menetelmän noudattamisella voidaan yhä parantaa työtilojen järjestystä. 5S-menetelmää voidaan hyödyntää yhdessä layout muutosten kanssa. Järjestelemällä työtilat myös siisteyden ylläpitäminen helpottuu. Siisteissä työtiloissa tavaroita ei tarvitse etsiä.

9.4 Hitsauskiinnittimet

Hitsauskiinnittimillä voidaan helpottaa tuotteen komponenttien asettelua ja estää tuotteen hitsaamisen väärin. Hitsauskiinnittimet nopeuttavat tuotteen valmistamista ja parantavat laatua. Hitsaamossa on käytössä useissa tuotteissa hitsauskiinnittimiä, mutta hitsauskiinnittimiä voidaan edelleen kehittää ja tehdä myös tuotteisiin joissa sitä ei ole. Hitsauskiinnittimet olivat vaikea ja hidas löytää telineestä pelkän tuotenumeron perusteella. Telineisiin tulisi lisätä myös tuotteiden nimet, jotta hitsauskiinnittimet löytyvät helposti. Hitsauskiinnittimet tulisi järjestellä tuotenumeron perusteella eri telineisiin, koska Järjestäminen nopeuttaisi etsimistä.

9.5 Tuotemuutokset

Joissakin tuotteissa on pieniä mitoitusvirheitä tai muutoin tuote on vaikea valmistaa. Tuotteisiin voidaan pyytää tekemään muutoksia sosiaalisen median (Yammer) avulla. Ponsen suunnittelijoihin voidaan pitää kätevästi yhteyttä Yammerin avulla ja näin saada tuotteisiin haluttuja muutoksia.

9.6 Koulutus

Hitsaajien lisäkoulutus on keskittynyt paksuihin levyihin. Hitsaajien koulutus tulisikin kohdentaa ohutlevyihin. Myös hitsaajien monitaitoisuutta tulisi lisätä siten, että useampi hitsaaja osaa valmistaa tietyn tuotteen. Kun hitsaaja on lomalla tai sairauslomalla, voi joku muu hitsaaja tehdä hänen työnsä. Lisäkoulutuksella voidaan edelleen parantaa laatua.

9.7 Toiminnanohjausjärjestelmän muutokset

Toiminnanohjausjärjestelmään samalle työlle ei voi kirjautua kuin yksi työntekijä. Järjestelmän asetusten muuttamisella voidaan tehdä mahdolliseksi kahden työntekijän kirjautuminen samalle työlle. Hitsauksen vaiheajat eivät ole todellisia ja vaiheajoja ei ole jokaiselle tuotteelle. Yksi tämän työn tavoitteista onkin vaiheajojen määrittäminen ja syöttäminen toiminnanohjausjärjestelmään.

9.8 Hankinnat

Hitsaamossa voitaisiin lisätä paineilmatyökalujen käyttöä. Paineilmatyökalut ovat pienempiä kooltaan ja tehokkaampia kuin vastaavat sähkötyökalut. Paineilmatyökalut ovat myös huoltovapaampia ja kestävämpiä kuin sähkötyökalut. Tällä hetkellä hiontaan käytetään sähkökäyttöisiä kulmahiomakoneita, joita menee aika ajoin epäkuntoon hiontapölyn vuoksi. Paineilmatyökalujen käyttöön siirtyminen ei vaadi suuria muutoksia, koska tiloissa käytetään jo osittain paineilmatyökaluja.

Hitsaamon tiloissa on huono ilmanvaihto ja ilmanvaihtoa tulisi parantaa. Hitsaamon mankeli on alikokoinen käytettäville levynpaksuuksille. Mankeli tulisikin vaihtaa järeämpään tai mankelointi siirtää alihankintaan. Hitsaamoon tulisi uusia neljä hitsauskonetta. Uusinnan yhteydessä voisi miettiä pulssihitsauksen lisäämistä hitsauksessa. Yksi hitsauspistooli ei anna kaasua riittävästi, joten sekin asia tulisi hoitaa kuntoon. Hiontapölyä on joka paikassa ja hiontapölyn määrää voisi vähentää hiontapöytäratkaisulla tai jotenkin muuten.

Hitsaamoon tulisi hankkia vesipiste. Käyttöturvallisuus- ja hitsausemissiotiedotteet tulisi myös laittaa ajan tasalle. Lisäksi on muita hankintoja, jotka tehdään hitsaussolujen standardisoinnin yhteydessä, kuten erilaiset työkalukoukut ja hyllytasot.

10 VAIHEAJAT

Vaiheaikojä mitattiin jakamalla kuvassa 6 näkyvä hitsauksen asetus- ja hitsausajan selvityslomake työntekijöille. Lomakkeilla selvitettiin asetukseen ja tekemiseen kuluvien aikojen lisäksi muita työssä ilmenneitä ongelmia. Jokainen hitsaaja täytti lomaketta ja merkitsi jokaiseen työvaiheeseen kuluvan ajan. Työvaiheella tarkoitetaan koko hitsausprosessia yhden tuotteen osalta. Vaiheaikojen mittaaminen kesti noin neljä viikkoa. Joidenkin tuotteiden puuttuneita aikoja määritettiin toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Toiminnanohjausjärjestelmästä löytyi työhön käytetty aika ja sarjako. Näistä tiedoista laskettiin keskiarvoaika tuotteelle.

| | | |
|---|----------------------------|--|
| Hitsauksen asetus- ja hitsausajan selvitys 17.2.-16.3.2012 | | |
| | Hitsaaja | |
| | Päivämäärä | |
| | Tuoteno | |
| | Tuotantosarjan koko | |
| <i>Vaihe</i> | | <i>Työhön käytetty aika yhtä tuotetta kohden</i> |
| Hitsauksen aloituskuittaus | | |
| Edellisen sarjan vieni seuraavaan työpisteeseen | | |
| · Näkyikö, mikä on seuraava työvaihe(-piste)? | | |
| Tuotekuvan haku | | |
| · Jonotus koneelle | | |
| · Toimiiko tulostus? | | |
| · Puuttuuko mittoja? | | |
| · Toimiiko kuittauksen tietokone riittävän nopeasti? | | |
| Hitsauksen asetus | | |
| Tuotteen/komponenttien haku ja vieminen hitsaussoluun | | |
| · Pinontavaunun etsiminen(tai jokin muu kuljetusväline hukassa) | | |
| · osien(lavan) etsintä | | |
| Tuotteen/komponenttien asettaminen ja mittaaminen | | |
| · Komponenttien asettamiseen käytetty aika | | |
| · Hitsauskiinnittimen etsimiseen käytetty aika | | |
| Hitsausarvojen asetus | | |
| · Hitsausarvojen asetukseen käytetty aika | | |
| Oikeellisuuden toteaminen | | |
| · Ovatko mitoituskohdat kohdallaan? | | |
| Hitsausaika | | |
| · Hitsaukseen käytetty aika | | |
| Hitsauksen viimeistely | | |
| · Hiontaan/puhdistukseen käytetty aika | | |
| Hitsauksen lopettaminen | | |
| · Lavan pois vieniin käytetty aika | | |
| Kuvaus työstä. Mitä erikoista? | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Kuva 6. Hitsauksen asetus- ja hitsausajan selvityslomake

10.1 Valmistelu aika

Hitsauksessa asetus aika eli valmistelu aika koostuu seuraavista vaiheista: työn kuittaus ja kuvien tulostus, komponenttien etsintä, komponenttien kuljetus työpisteen lähelle ja hitsausarvojen asettaminen. Asetusajasta hitsauksessa suurin osa koostuu komponenttien etsimiseen kuluva ajasta. Normaali tilanteessa komponenttien etsimiseen kuluu keskimäärin 5 minuuttia. Komponenttien lukumäärä vaikuttaa tietysti etsimiseen kuluvaan aikaan.

Etsimiseen kuluva aika mitattiin etsimällä 10 tuotteen komponentit ja laskemalla keskiarvo saaduista ajoista. Mikäli jokin komponentti puuttuu, kuluu komponenttien etsintään jopa 30 minuuttia. Seuraavaksi eniten aikaa kuluu komponenttien kuljetukseen työpisteeseen.

Normaali tilanteessa kuljetukseen kuluu keskimäärin vain 1 minuutti, mutta jos komponentit tulevat laserleikkauksesta ulkokautta kuluu kuljetukseen 15 minuuttia. Asetusaikaan vähiten vaikuttavat työnkuittaus ja kuvien tulostus sekä hitsausarvojen asettaminen. Näihin vaiheisiin yhteensä kuluu aikaa 1 minuutti.

Normaali tilanteessa asetus aika koostuu seuraavasti: Työn kuittaus ja kuvien tulostus 0,5 min + komponenttien etsintä 5 min + komponenttien kuljetus työpisteen lähelle 1 min + hitsausarvojen asettaminen 0,5 min = 7 min.

Kun komponentit tuodaan ulkoa, aikaa kuluu seuraavasti: Työn kuittaus ja kuvien tulostus 0,5 min + komponenttien etsintä 5 min + komponenttien kuljetus työpisteen lähelle 15 min + hitsausarvojen asettaminen 0,5 min = 21 min.

Häiriötilanteessa asetus aika koostuu seuraavasti: Työnkuittaus ja kuvien tulostus 0,5 min + komponenttien etsintä 30 min + komponenttien kuljetus työpisteen lähelle 1 min + hitsausarvojen asettaminen 0,5 min = 32 min.

Häiriötilanteita tulee satunnaisesti ja ne ovat vaikeita ennustaa. Taulukossa 2 mitattujen aikojen perusteella valmistelu aika on noin 10 minuuttia. Asetusaikaa kuluu jokaisen tuotantosarjan alussa. Asetusaika vaikuttaa kokonaisvaihe aikaan luonnollisesti enemmän pienessä sarjakoossa.

10.2 Tekemisaika

Toiminnanohjausjärjestelmässä on työajankuittaus, jolla mitataan työntekijöiden työaikaa. Aloittaessaan työt työntekijä kuittaa itsensä jollekin työmääräimelle ja järjestelmä alkaa mitata aikaa, joka kuluu työn suorittamiseen. Työn loputtua työntekijä kuittaa työn lopetetuksi. Näissä järjestelmän ajoissa on mukana myös työntekijöiden tauot, häiriötilanteet ja työmääräimen aikana tehdyt muut työt. Tämän takia hitsaajien antamat tekemisajat ovat tarkempia kuin toiminnanohjauksesta poimitut.

Täytetyistä lomakkeista sekä järjestelmästä kerätyt tiedot yhdistettiin Exceltaulukoon. Excelin avulla laskettiin hitsaukselle valmistelu- ja tekemisajat. Tekemisaika tarkoittaa tässä työssä hitsaukseen, hiontaan ja komponenttien asettamiseen kuluvaa aikaa.

10.3 Mitatut vaiheajat

Taulukossa 2 on yrityksen 50 tärkeintä tuotetta ja niiden valmistelu- ja tekemisajat. Kaiken kaikkiaan mitattuja tai toiminnanohjauksen avulla määritettyjä vaiheajoja on 445 tuotteelle. Valmisteluajalle olen laskenut keskiarvon. Eri tuotteille määritetyt valmisteluajat ovat mitattuja keskiarvoja, joissa on otettu huomioon tuotteen komponenttien määrä. Taulukossa 2 tuotteet, joilta puuttuvat valmisteluajat ja tekemisajat, eivät vaadi hitsausta lainkaan. Tekemisajat vaihtelevat muutamasta minuutista reiluun tuntiin.

TAULUKKO 2. Hitsauksen valmistelu- ja tekemisaajat

| ABC tuote | Valmistelu-aika (min) | Tekemisaika (min) |
|-----------|-----------------------|-------------------|
| 1 | 7 | 60 |
| 2 | 2 | 5 |
| 3 | 21 | 70 |
| 4 | 7 | 10 |
| 5 | – | – |
| 6 | 21 | 70 |
| 7 | – | – |
| 8 | 5 | 6 |
| 9 | 5 | 11 |
| 10 | 21 | 70 |
| 11 | – | – |
| 12 | 10 | 60 |
| 13 | 5 | 6 |
| 14 | 21 | 38 |
| 15 | 21 | 70 |
| 16 | 21 | 70 |
| 17 | 7 | 30 |
| 18 | 21 | 70 |
| 19 | 2 | 2 |
| 20 | 2 | 2 |
| 21 | 7 | 25 |
| 22 | 2 | 3 |
| 23 | – | – |
| 24 | – | – |
| 25 | – | – |
| 26 | – | – |
| 27 | – | – |
| 28 | 5 | 8 |
| 29 | 21 | 70 |
| 30 | 2 | 20 |
| 31 | – | – |
| 32 | 7 | 17 |
| 33 | – | – |
| 34 | 7 | 7 |
| 35 | 7 | 35 |
| 36 | 7 | 15 |
| 37 | – | – |
| 38 | 10 | 60 |
| 39 | 7 | 11 |
| 40 | 7 | 20 |
| 41 | 7 | 20 |
| 42 | 7 | 45 |
| 43 | 7 | 25 |
| 44 | – | – |
| 45 | 7 | 35 |
| 46 | 7 | 4 |
| 47 | 7 | 20 |
| 48 | 7 | 19 |
| 49 | 7 | 10 |
| 50 | – | – |

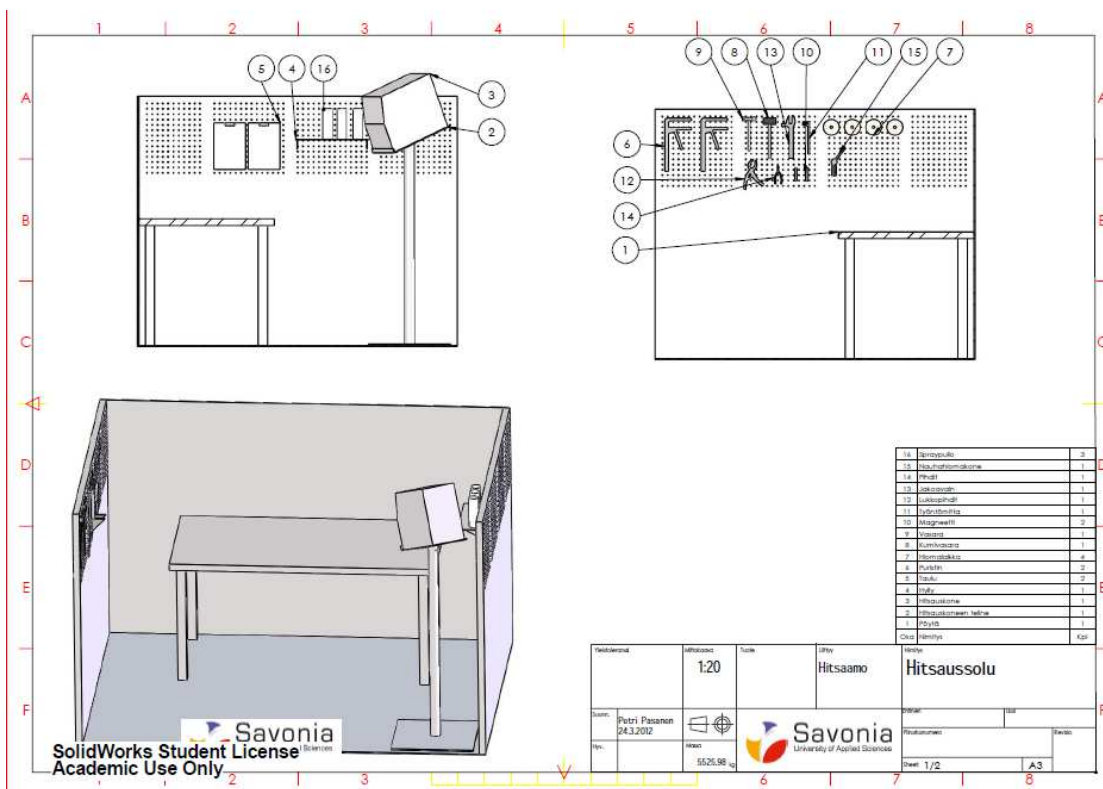
Valmisteluajan keskiarvo

9,3

11 HITAUSOJEN STANDARDISOINTI OHJE

Hitsaussolujen standardisoinnissa tavoitteena oli suunnitella hitsaussolut keskenään yhdenmukaisiksi. Hitsaussoluissa tarvittavat työkalut määritettiin työntekijöiden kanssa ja tarpeettomat tavarat poistettiin. Jokaiselle työkalulle ja tavaralle suunnittelin omat paikat, siten että usein tarvittavat työkalut ovat mahdollisimman lähellä ja harvemmin tarvittavat etäämpänä.

Hitsauskoneille suunnittelin omat telineet ja tarkan paikan hitsaussolussa. Hitsauskoneiden sijoittelu suunnitellulla tavalla vaatii hitsauskoneiden uusimista neljän koneen osalta. Hitsaussolut olivat mitoiltaan kaikki samankokoisia, joten mittoihin ei tarvinnut tehdä muutoksia. Myös solujen valaistus ja seinät olivat jo keskenään yhdenmukaiset. Kuvassa 7 on hitsaussoluihin suunniteltu standardointiohje.



KUVA 7. Hitsaussolu standardointikuva

12 HITSAAMON LAYOUT SUUNNITELMA

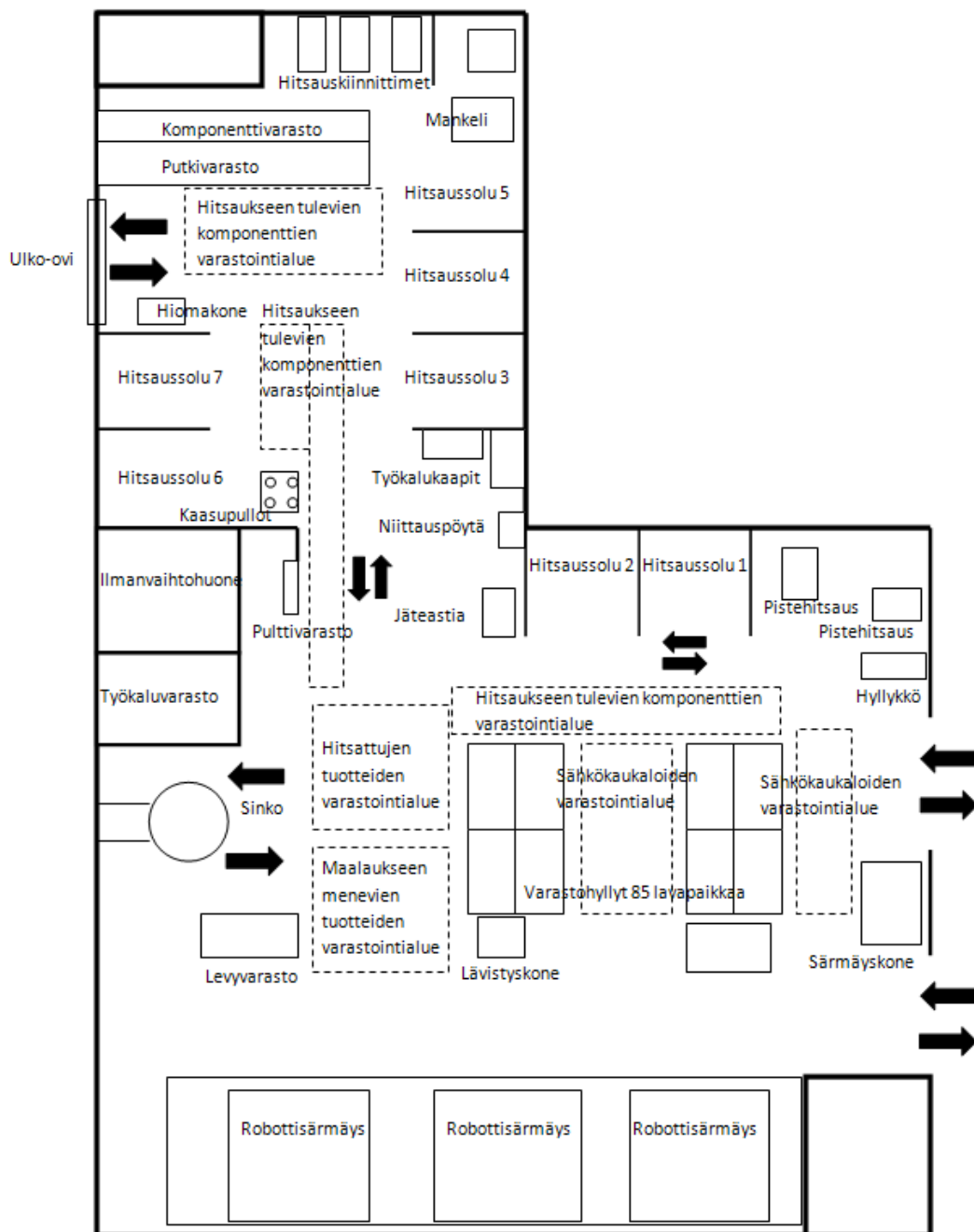
Layout tarkoittaa sijoittelua ja hitsaamon tuotantotiloissa se tarkoittaa hitsaussolujen, varastohyllyjen, työkalukaappien ja varastoalueiden sijoittelua. Layout voidaan jakaa sijoittelun perusteella kolmeen päätyyppiin jotka ovat: tuotantolinjalayout, funktionaalinen layout ja solulayout. Hitsaamon layout on solutyypinen. (Vuoti, 2011, 475–478.)

Solulayout on itsenäisistä työpaikoista ja eri koneista koottu ryhmä. Tämä ryhmä on erikoistunut tietyn työvaiheen tai osien valmistamiseen. Solulayout on funktionaalisen layoutin ja tuotantolinjan välimuoto. Läpäisyajat soluissa ovat huomattavan lyhyitä ja soluissa ei esiinny välivarastoja. Solujen materiaalivirta on myös selkeä. Soluissa valmistetaan joustavasti tuotteita joihin se on suunniteltu. Soluissa asetusajat eri tuotteiden välillä ovat lyhyet. (Vuoti, 2011, 475–478.)

Soluissa voidaan valmistaa tuotteita pieninä sarjoina tai yksittäiskappaleina. Laadunvalvontaa helpottaa saman valmistusvaiheen suorittaminen samalla paikalla. Kuormitusasteet eri koneiden välillä soluissa voivat vaihdella huomattavan paljonkin ja ovat keskimäärin tuotantolinjaa alhaisemmat. Ryhmä joka työskentelee solussa suunnittelee ja suorittaa tehtävät itsenäisesti. Työntekijöillä on mahdollisuus tehtävien kierrättämiseen ja keskinäiseen työnjakoon. (Vuoti, 2011, 475–478.)

Layoutin suunnittelussa käytettiin apuna Lean-toimintamallia. Layout tulisi olla sellainen että turhaa esineiden liikuttelua on mahdollisimman vähän. Liikkuminen tiloissa tulisi olla esteetöntä ja turvallista. Nykyisessä layoutissa ongelmana on komponenttien varastointi ja siihen liittyvä turha komponenttien etsiminen.

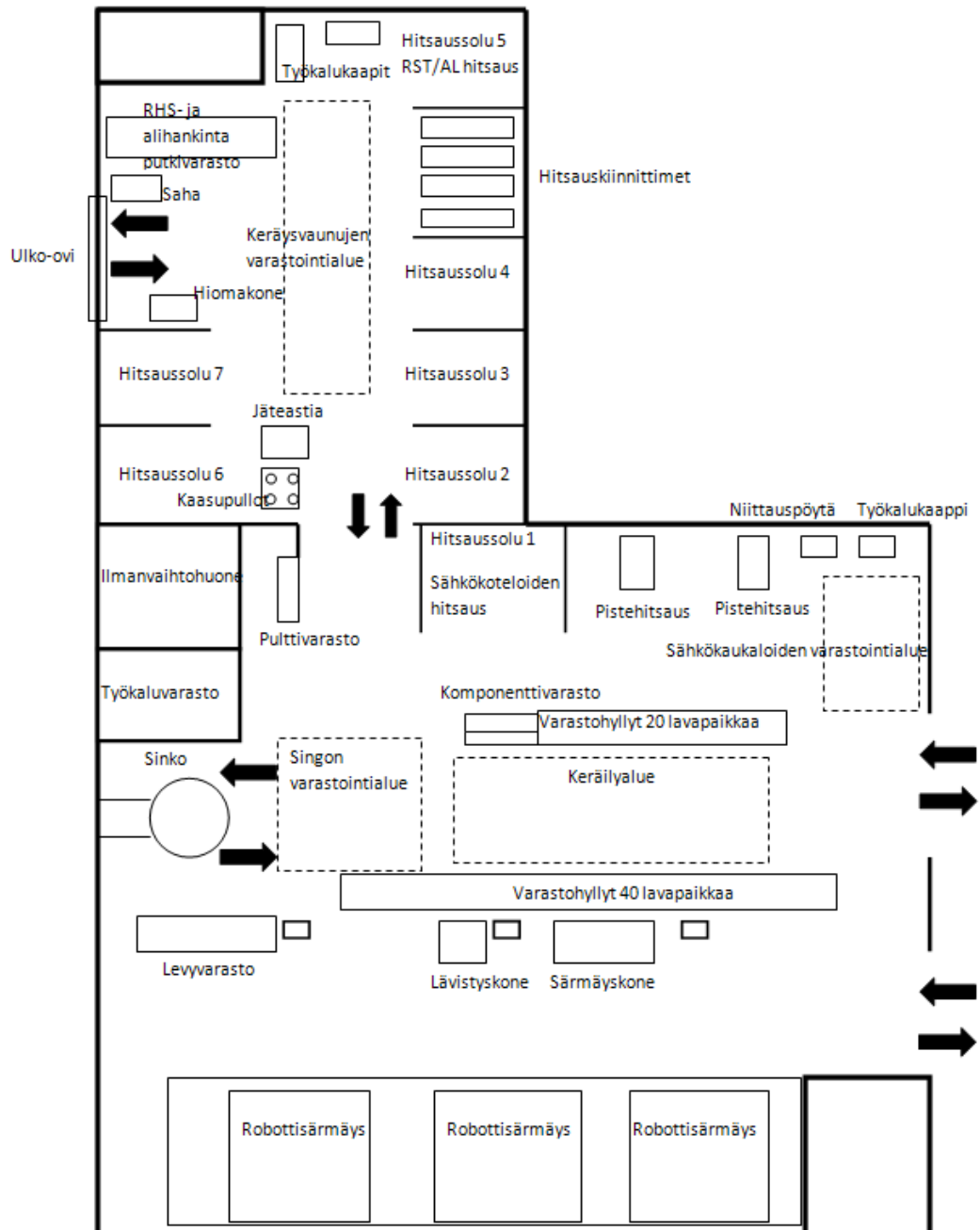
Myös ahtaat käytävät vaikeuttavat työskentelyä. Hitsaamon ahtaat tilat rajoittavat layoutin mahdollisuuksia. Hitsaamoon on vaikea tehdä läpivirtaavaa materiaalinvirtausta. Kuvassa 8 on hitsaamon layoutin lähtötilanne. Kuvassa olen nuolilla osoittanut materiaalin virtaus suuntia. Katkoviivalla rajattu alue kuvassa tarkoittaa varastointi aluetta lattialla.



KUVA 8. Hitsauksen layoutlähtötilanne

Suurimmat muutokset lähtötilanteeseen verrattuna ovat tulleet komponenttien varastointiin. Aiemmin sähkökoteloiden komponenteille tarkoitettu varastoalue on muutettu hitsaukseen tuleville Ponssen komponenteille. Komponenteille on suunniteltu keräilyalue, jossa hitsaamon tiiminvetäjä kerää komponentit keräilyvaunuihin. Myös pistehitsauksen työpisteisiin on saatu hieman lisää työtilaa. Suunnitelmaan on myös lisätty hitsaussolu ruostumattoman teräksen ja alumiinin hitsaukseen. Hitsaamosta on myös poistettu oma putkivarasto ja tilalle on suunniteltu hylly alihankinnasta tuleville putkil-

le. Tiloissa tällä hetkellä olevat mankeli ja tasohiomakone ovat todella vähällä käytöllä ja niiden poistamista tiloista on suunniteltu, joten niitä ei ole layoutsuunnitelmassa. Kuvassa 9 oleva komponenttivarasto tarkoittaa pienten holkkien yms. hyllyä. Varastohyllyt ovat isommille komponenteille, jotka tulevat särmäyksestä tai laserleikkauksesta.



KUVA 9. Hitsaamon layoutsuunnitelma

Layoutsuunnitelmassa varastohyllyt on käännetty toisin päin lähtötilanteeseen verrattuna. Tällä sijoittelulla on saatu varastointialueesta avarampi ja trukki liikenne ei enää kulje aivan pistehitsauksen vierestä. Kaikki trukki liikenne pysähtyy varastohyllyjen kohdalle eikä hitsaamon takaosaan tarvitse pujotella trukilla. Myös hitsaussolu 1 on suunniteltu hieman leveämmäksi kuin muut hitsaussolut, koska hitsaussolussa 1 hitsataan Ponssen tuotteiden lisäksi isoja sähkökaukaloita. Pääsääntöisesti käytävät pyritään pitämään tyhjinä tuotteista ja komponenteista. Isoja sähkökaukaloita voidaan kuitenkin joutua varastoimaan hetkellisesti pulttihyllyn vieressä käytävällä ja hitsaussolu 1:n edessä.

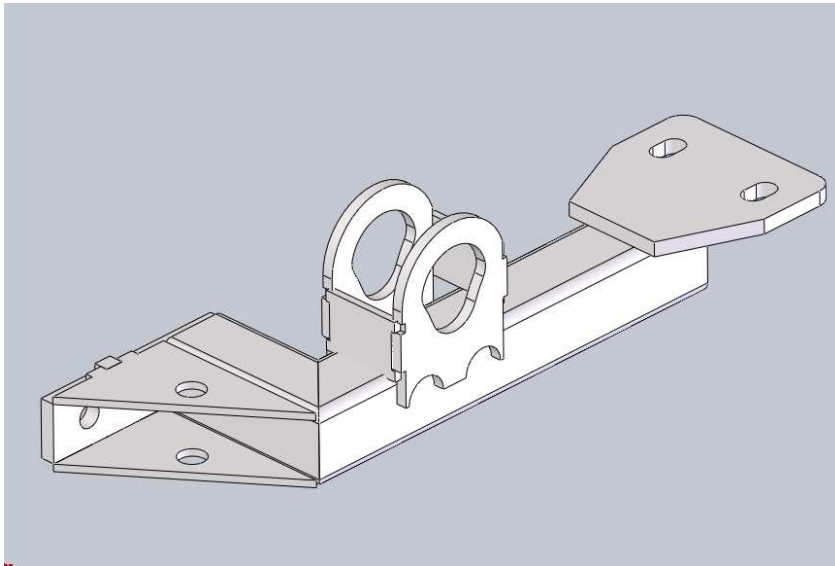
Keräilyalueella ja keräysvaunuilla voidaan vähentää siirtovaunujen etsimiseen käytettävää aikaa. Lisäksi kaikki hitsaukseen tulevat osat ovat samalla alueella, mikä vähentää tiiminvetäjän osien etsimiseen käyttämää aikaa. Keräysvaunut viedään keräilyalueelta keräysvaunuille varatulle alueelle, josta jokainen hitsaaja vie keräysvaunun oman hitsaussolun eteen. Kun tuote tai tuotteet on hitsattu, ne viedään keräysvaunulla singon eteen. Singossa tuotteet puhalletaan puhtaaksi pienten metallikuulien avulla. Sinkouksen jälkeen tuotteet viedään maalaamoon. Singon edessä on pieni välivarasto, mutta tuotteet pyritään sinkoamaan heti, kun ne on hitsattu.

Pistehitsauksen viereen on jätetty pieni varastointialue, johon tulevat pistehitsaukseen tulevat sähkökaukaloiden osat. Pienemmät pistehitsaukseen tulevat osat varastoidaan varastohyllyissä. Hitsauskiinnittimien telineet on siirretty hitsaussolujen väliin ja hitsaamon takaosa on varattu työkalukaapeille. Myös mankeli ja tasohiomakone sijoitetaan takaosaan, jos niillä tehtäviä töitä ei voida siirtää alihankintaan.

Hitsaussuunnitelmassa hitsaussolujen määrä pysyy samana kuin lähtötilanteessa. Kaikki hitsaussolut eivät ole koko ajan käytössä, mutta tulevaisuudessa hitsattavien tuotteiden määrä voi lisääntyä ja näin ollen ei ole tarvetta vähentää hitsaussoluja. Suunnitellut muutokset ovat jokseenkin pieniä, mutta vaikuttavat materiaalin kulkuun hitsaamossa.

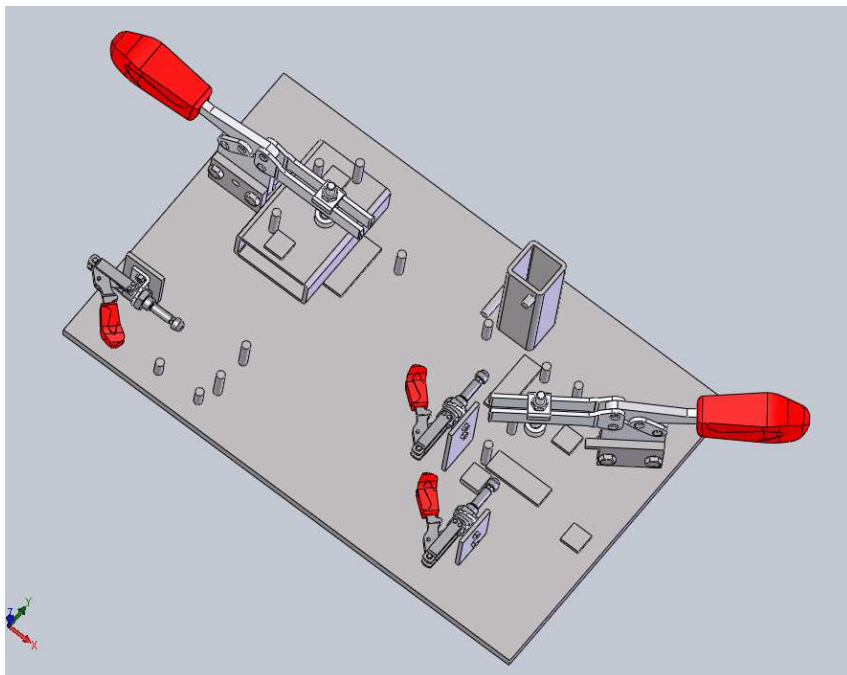
13 SYLINDERINKORVAKKEEN HITSAUSKIINNITIN

Yksi opinnäytetyön tavoitteista oli suunnitella hitsauskiinnittimiä Suomen cnc-metal Oy:lle. Kuvassa 10 olevalle sylinterinkorvakkeelle ei ollut hitsauskiinnintä suunniteltu. Sylinterinkorvakkeen hitsaus oli suoritettava monessa vaiheessa ja vaati paljon mittaamista. Sylinterinkorvakkeen mittatoleranssit olivat myös melko vaativat. Hitsauskiinnittimellä voitiin vähentää mittaamista ja parantaa mittatarkkuutta.



KUVA 10. Sylinterinkorvake

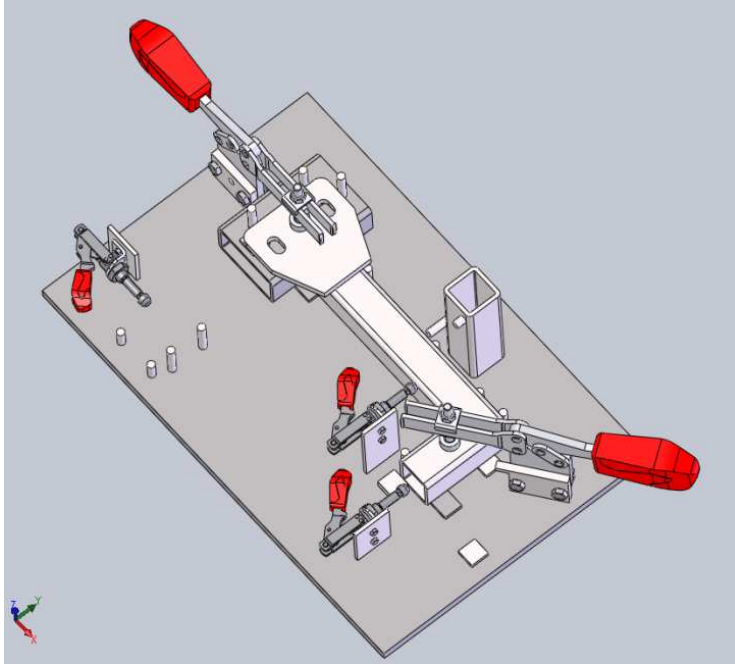
Sylinterinkorvake koostuu kymmenestä komponentista. Komponentit leikataan laserilla, joten ne ovat erittäin mittatarkkoja. Komponenttien mittatarkkuuden vuoksi komponentit voidaan paikoittaa myös sellaisista paikoista jotka eivät ole tuotteen toiminnan kannalta tärkeitä. Tuotteen paikoittaminen tapahtuu mahdollisimman pienellä pinta-alalla, jotta hitsauskiinnittimeen kertyvä lika ei vaikuta mitoitukseen. Hitsauskiinnitin on suunniteltu siten, että se on mahdollisimman yksinkertainen valmistaa ja käyttää.



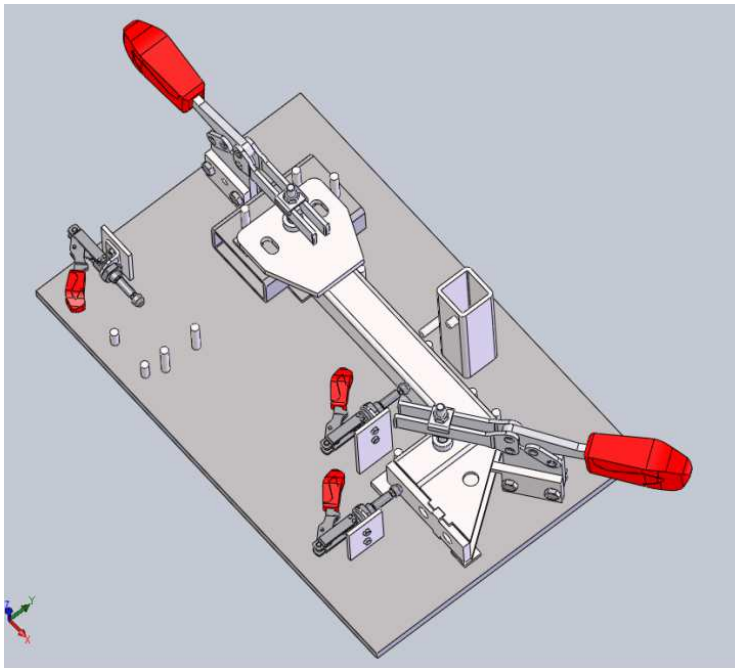
KUVA11. Sylinterinkorvakkeen hitsauskiinnitin

Hitsauskiinnitin kuvassa 11 on suunniteltu 500 mm x 320 mm kokoisen ja 10 mm paksuisen levyn päälle. Puristimina hitsauskiinnittimessä on kolme vaakasuuntaista tappipuristinta ja kaksi pystysuuntaista tappipuristinta. Puristimet on valittu niiden iskunpituuden ja ulottuvuuden mukaan. Puristimien puristusvoimalla ei ole merkitystä, koska hitsauskiinnittimessä tuote ainoastaan silloitetaan ja hitsauksen muodonmuutos voimat jäävät tällöin pieniksi. Paikoitustappeina hitsauskiinnittimessä on käytetty 8 mm x 38 mm kokoisia tappeja. Hitsauskiinnitin on suunniteltu siten, että tuote ei ole kahden vastakkaisen paikoitustapin välissä vaan tapin vastakkaissuunnassa on aina puristin. Tällä estetään tuotteen jumiutuminen hitsauskiinnittimeen hitsauksen jälkeen.

Sylinterinkorvakkeen hitsaaminen tehdään neljässä vaiheessa. Sylinterinkorvakkeen hitsaaminen hitsausvaiheessa yksi aloitetaan siten, että kuvassa 12 sylinterinkorvakkeen putkiosa ja kiinnityslevy asetetaan hitsauskiinnittimeen ja puristetaan puristimilla kiinni. Hitsausvaiheessa kaksi kuva 13 hitsauskiinnittimeen asetetaan kolmiolevyt ja kiinnikelevy. Kiinnikelevyssä on paikoitustapit joiden avulla kiinnikelevy paikoittuu kolmiolevyihin pituussuunnassa. Kiinnikelevy puristetaan putkiosaa vasten puristimella. Ylemmän kolmiolevyn toisen pään pystysuunta on paikoitettu puristimen jalustassa olevalla ulokkeella.

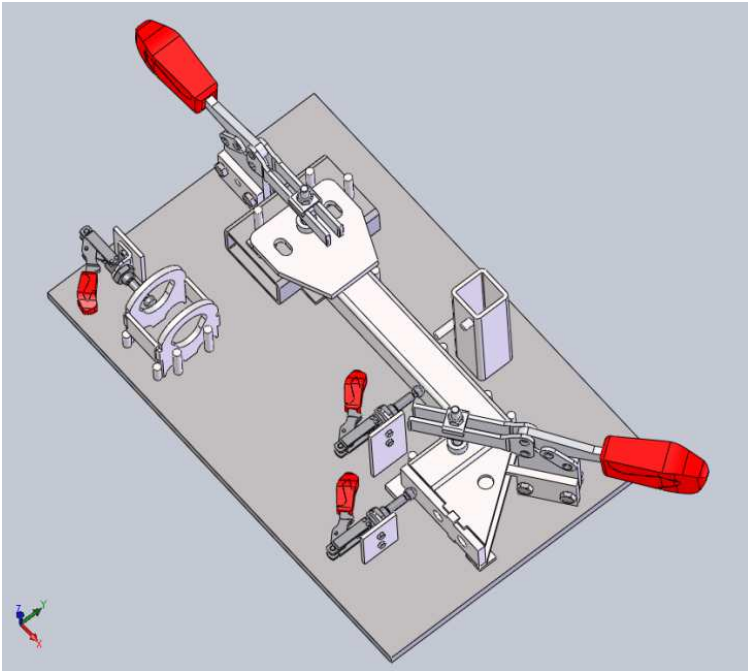


KUVA 12. Hitsausvaihe 1

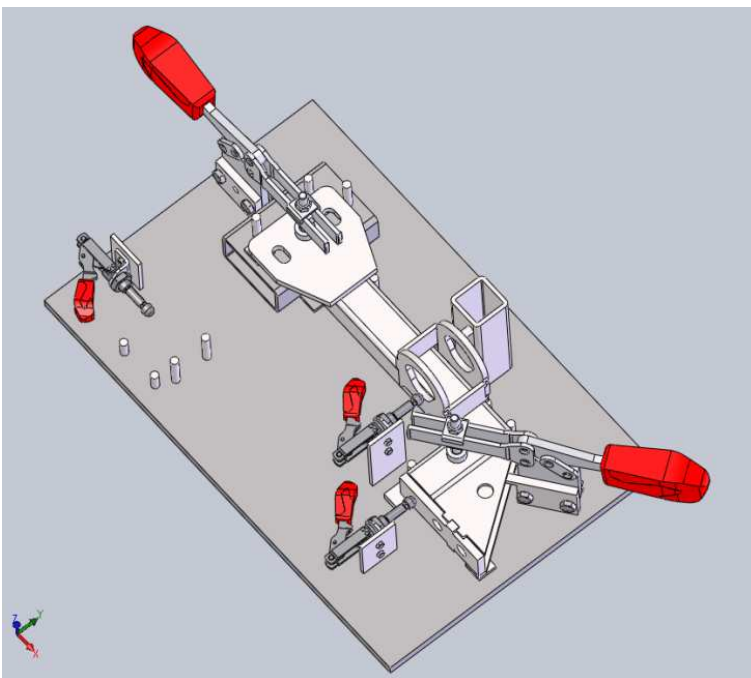


KUVA13. Hitsausvaihe 2

Hitsausvaiheessa kolme kuva 14 asetetaan nelikulmalevyt ja korvakelevyt hitsauskiinnittimen nurkassa sijaitsevaan erilliseen kiinnittimen. Nelikulmalevyt ja korvakelevyt hitsataan yhtenäiseksi komponentiksi. Hitsausvaiheessa neljä kuvassa 15 korvakekomponentti asetetaan sylinterinkorvakkeen päälle ja puristetaan puristimella oikealle paikalle.



KUVA 14. Hitsausvaihe 3



KUVA 15. Hitsausvaihe 4

Valmis tuote lähtee hitsauskiinnittimestä avaamalla kaikki puristimet ja siirtämällä sylinterinkorvaketta ensin hieman sivulle ja tämän jälkeen nostamalla tuote ylös hitsauskiinnittimestä.

14 LOPPUSANAT

Opinnäytetyössä oli tavoitteina mitata kaikille Ponsen tuotteille hitsausajat, standardisoida hitsaussolut, suunnitella hitsaamoon uusi layout ja suunnitella hitsauskiinnittämiä tuotteille. Suomen cnc-metal Oy:llä oli myös tarve saada yrityksen ulkopuolinen työntekijä tarkkailemaan hitsaamon toimintaa ja tuottamaan uusia kehitysideoita yhdessä hitsaamon työntekijöiden kanssa. Opinnäytetyön työn tuloksina saatiin määritettyä hitsausajat ja syötettyä ne toiminnanohjausjärjestelmään. Hitsaussoluille tehtiin standardointiohjeet yhdistelemällä hyväksi havaittuja toimintatapoja. Hitsaamoon suunniteltiin uusi layout yhdessä työntekijöiden kanssa. Lisäksi suunniteltiin hitsauskiinnitin yhdelle tuotteelle.

Layoutsuunnitelmaa toteutettiin jo opinnäytetyön tekemisen aikana ja joitakin kehitysideoita myös ryhdyttiin heti viemään eteenpäin. Hitsaamon lattioilla olevat lavat saatiin kaikki siirrettyä hyllyihin ja myös komponenttivarasto siirrettiin uuteen paikkaan. Mitattuja vaiheajoja hyödynnetään tuotteiden hinnoittelussa ja tuotannon suunnittelussa. Suomen cnc-metal Oy:ssä otetaan käyttöön tulevaisuudessa uusi toiminnanohjausjärjestelmä, johon mitatut hitsausajat siirretään.

Opinnäytetyö tarjosi hyvän mahdollisuuden yhdistää teoretietoa käytäntöön. Opinnäytetyön edetessä sai tuntumaa insinöörin työstä sekä kokemusta toiminnanohjausjärjestelmän käyttämisestä, hitsauskiinnittimien ja hitsaussolujen suunnittelusta, layoutsuunnittelusta ja toimimisesta osana yritysorganisaatiota. Yhteistyö Suomen cnc-metal Oy:n kanssa toimi hyvin ja sain hyvän vastaanoton yrityksessä.

LÄHTEET

Aaltonen, K., Ekman, K., Kamppari, J., Kauppinen, V., Kivivuori, S., Paro, J., Vuorinen, J., 1991, *Työvälinetekniikka*. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Cambell, Q. & Paul, D. 1994. *Basic fixture design* [verkkokirja]. New York: industrial press Inc.

Engblom, J., Engblom, S. M., Suominen, A., 1998. *Liiketoiminnan nelikenttäanalyysi* [verkkojulkaisu] [viitattu 27.8.1998]. PK-RH Saatavissa: <http://www.pk-rh.fi/pdf/swot-ohje.pdf>

Harju, A., Valpio, J., Huhtala, V., Kilpeläinen, T. 1992. *Teollisuus talous*. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Hiltunen, E., Pietarinen, A., Markku, M. 2010. Tuottavuutta ja laatua hitsaustyössä käyttäen apuna hitsauspöytää. *Hitsaustekniikka*. 2.2010. 37.

Kyllönen, E. 2011. *Suomen cnc-metal Oy* [PowerPoint esitys].

Larikka, M., Heinilä, P., Selin, K., Tuominen, J. 2007. *Tuottavuuden jatkuva parantaminen* [verkkokirja]. Tampere: Tammer-paino Oy.

Lepola, P., Makkonen, M. 2005. *Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet* [verkkokirja]. Helsinki: WSOY.

Liker, J. K. 2010. *Toyotan tapaan*. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Lukkari J. 2002. *Hitsaustekniikka perusteet ja kaarihitsaus*. Helsinki: Edita Prima Oy.

Tuovinen, J. 2011. *Tuotannonohjaus kevät 2011*. Luentomateriaali. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

Vuoti, A. 2011. *Tuotantojärjestelmän suunnittelu*. Luentomateriaali. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.