
Järkäleen valmistettavuuden tehostaminen

Joni Korhonen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Joni Korhonen	
Työn nimi Järkäleen valmistuksen tehostaminen	
Päiväys 11.12.2011	Sivumäärä/Liitteet 29/1
Ohjaaja(t) Tutkimuspäällikkö Esa Jääskeläinen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Junttan Oy, Teknologiajohtaja Markku Penttinen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö kuului osana Savonia-ammattikorkeakoulun toteuttamaa HitNetWork-hanketta. HitNetWork-hankkeen tavoitteena on rakentaa toimintamalli hitsaavan tuotannon tehokkuuden ja laadun parantamiseen verkostomaisessa toimintaketjussa. Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehostaa Junttanin Shark-järkäleen valmistettavuutta. Tavoitteena oli tarkastella järkäleen rakennetta valmistusmyönteisestä näkökulmasta sekä vähentää valmistuksesta tuotteen arvoa lisäämätön hukkatyö</p> <p>Työ toteuttaminen aloitettiin tutustumalla Junttanin toimintaan sekä Shark-järkäleen rakenteeseen ja sen toimintaperiaatteeseen. Järkäleen valmistettavuutta tutkittiin seuraamalla järkäleen ylärunгон hitsauskokoontalon valmistusta Komasa Oy:n tuotantotiloissa sekä Junttanilla suoritettavaa kokoontaloa. Valmistuksen tehostamiseksi työssä etsittiin ratkaisuja tuotannossa syntyneisiin ongelmiin.</p> <p>Työssä syntyneet kehitysajat mallinnettiin Solidworks 3D -mallinnusohjelmaa käyttäen ja vähentyneiden hitsien tuoma ajan säästöä arvioitiin Excel-tilukkolaskelma ohjelman avulla. Työssä syntyneet tulokset olivat lupaavia ja niiden tuoma hyöty hitsauksen ajan säästössä on merkittävä. Prototyypimallien soveltuvuus levyjen särmäykseen vaatii vielä jatkotutkimusta.</p>	
Avainsanat valmistettavuus, LEAN-ajattelu, tuotekehitys	
julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Joni Korhonen			
Title of Thesis Development of the Manufacturability of a Hydraulic Hammer			
Date	December 14, 2011	Pages/Appendices	29/1
Supervisor(s) Mr. Esa Jääskeläinen M.Sc.			
Project/Partners Junttan Oy, Chief Technology Officer Markku Penttinen			
<p>Abstract</p> <p>The Object of this final project was to improve the manufacturability of Junttan Shark-hammer. The aim was to examine the structure of the hammer in manufacturing positive perspective and to reduce the waste which does not increase the value of the product. The work was part of a Savonia University of Applied Sciences HitNetWork project. HitNetWork project aims to build a model for the efficiency of welding production and improve the quality of network in the operation chain</p> <p>The work was started by visiting in the production line at Junttan to know the structure of the shark-hammer and its operating function. The manufacturability of the hammer was examined in the hammer welding assembly line at Komasa Oy and in Junttan's production facilities where the final assembly was made. The work focused on improving manufacture by looking for solutions to the problems which arose in the production lines.</p> <p>The ideas for development were designed by Solidworks 3D modeling program. Time savings achieved while not needing as many welds was estimated by using an Excel spreadsheet calculation program. The results were promising and the benefit was significant. The suitability of prototype models for sheet metal working still requires further research.</p>			
Keywords manufacturability, LEAN, research & development			
public			

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin HitNetWork-hankkeeseen. Työn tavoitteena oli järkäleen valmistettavuuden tehostaminen. Työtä valvoi tutkuspäällikkö Esa Jääskeläinen.

Haluan kiittää Junttan Oy:tä ja Komasa Oy:tä sujuvasta yhteistyöstä sekä HitNetWork-hanketta saamastani rahoituksesta. Suuret kiitokset kuuluvat myös hitsaustekniikan laboratorion henkilökunnalle.

Kuopiossa 8.12.2011

Joni Korhonen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	TYÖN TAUSTAT	8
2.1	Junttan Oy	8
2.2	Komas Oy.....	8
2.3	HitNetWork -hanke	9
2.4	Shark- järkäle	9
3	TYÖKALUT TUOTANNON TEHOSTAMISEEN.....	10
3.1	DFX.....	10
3.1.1	DFM.....	10
3.1.2	DFA.....	11
3.2	LEAN-ajattelu	12
3.2.1	Arvon määrittäminen ja arvovirran tunnistaminen	12
3.2.2	Virtauksen toteutus ja imun järjestäminen	12
3.2.3	Täydellisyyden tavoittelu	13
3.3	Total welding management.....	13
3.4	Läpäisy aika	14
3.5	Hitsauksen mekanisointi	15
3.6	Valmistusmenetelmät	16
4	TYÖN TOTEUTUS	17
4.1	Työn tavoitteet.....	17
4.2	Järkäleen valmistuksen nykytilan kuvaus.....	17
4.3	Tehtävien selvitys	18
4.4	Järkäleen ylärungon kokoonpano	18
4.5	Ylärungon hitsaus.....	21
4.6	Kehitysajatuksia valmistuksen tehostamiseen	21
5	TYÖN ARVIOINTI JA YHTEENVETO	27
6	JATKOTOIMENPITEET	28
	LÄHTEET	29

LIITTEET

Liite 1

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee Junttanin paalutuskoneeseen kuuluvan järkäleen valmistettavuuden kehittämistä. Työn tavoitteena on lyhentää järkäleen läpimenoaikaa ja pienentää valmistuskustannuksia. Opinnäytetyö kuuluu osaksi suurempaa Tekes-rahoitteista HitNetWork-hanketta. Hankkeessa on mukana Savonia-ammattikorkeakoulu, Junttan Oy ja Komas Oy. Opinnäytetyön aihe syntyi hankkeen palaverissa, jossa pohdittiin Shark-järkäleen valmistuksen kehitysmahdollisuuksia.

Shark-tuoteperhe on Junttanin uusi tuote, jossa on parannettu tuotteen modulaarista rakennetta ja kehitetty äänenvaimennusta. Järkäleen uusien muotojen ja rakenteiden vuoksi oli tarve dokumentoida uuden järkäleen valmistusvaiheet. Opinnäytetyössä tutkittiin järkäleen valmistusprosessin työvaiheita. Valmistusvaiheita seuraamalla selvitettiin, löytyykö valmistuksessa kohtia, joissa työskentelyä voitaisiin nopeuttaa tai helpottaa ja lyhentää siten läpimenoaikaa.

2 TYÖN TAUSTAT

2.1 Junttan Oy

Junttan Oy on Kuopion Kylmämässä sijaitseva hydraulisten lyöntipaalutuskoneiden suunnitteluun, valmistukseen ja markkinointiin erikoistunut yritys. Liiketoiminta alkoi Savonvarvi Oy:n nimellä vuonna 1976, jolloin yritys oli keskittynyt maanrakennustyökoneiden valmistukseen. Junttanista tuli osa Pilomac-konsernia vuonna 2006; siihen saakka yritys oli toiminut perheyriksenä. Vuonna 2010 Brotherus-suvusta tuli Junttanin osake-enemmistön omistaja ja yrityksestä tuli osa Sinituote-konsernia. (Junttan Oy, 11.12.2011.)

Junttan on yksi johtavista lyöntipaalutuskoneiden valmistajista. Junttanilla työskentelee yli 100 eri alojen ammattilaista, ja Kylmämäen tehtaan tuotantotilojen kapasiteetti kykenee 300 paalutusyksikön vuosivauhtiin. Koneita toimitetaan yli 40:een maahan; viennin osuus on yli 90 % tuotannosta. Lyöntipaalutuskoneiden lisäksi Junttanin muita tuotteita ovat porapaalutuskoneet, syvästabilointikoneet, hydrauliset järkäleet, hydrauliset iskuvasarat, voimayksiköt ja kairat. (Junttan Oy, 1.12.2011.)

Yksi Junttanin tärkeimmistä arvoista on asiakastyytyväisyys, jota pyritään ylläpitämään paalutuskoneiden sekä huollon jatkuvalla kehitys- ja tutkimustyöllä. Muita perusarvoja ovat luotettavuus, hinta-laatusuhde, monipuolisuus ja ympäristöystävällisyys. Näillä arvoilla Junttan tähtää maailman menestyksekkäimmäksi paalutusvälineiden valmistajaksi. (Junttan Oy, 11.12.2011)

2.2 Komasa Oy

Komas Oy on järjestelmätoimittaja, joka tarjoaa koneistus-, kokoonpano-, hydraulikka- ja logistiikkapalveluja. Yrityksellä on toimipisteitä ympäri Suomea sekä yksi tehdas Puolassa. Tällä hetkellä yritys on laajentamassa toimintaansa Kiinaan. Komasa Oy osti Junttan Oy:lta osavalmistus- ja hitsaus-toiminnan vuonna 2007, jolloin osa Junttanin työntekijöistä siirtyi Komasa Oy:lle. Yrityksellä on hitsaukseen ja koneistettujen komponenttien valmistukseen keskittyneet tuotantotilat Kuopion Kylmämässä, jossa se tekee yhteistyötä Junttanin kanssa. (Komasa Oy, 11.12.2011.)

2.3 HitNetWork -hanke

HitNetWork-hanke on osa yhdessä Lappeenrannan teknillisen yliopiston kanssa suoritettavaa Hitsaavan teollisuuden hankintatoimen ja toimitusketjun tehostaminen - kokonaishanketta. Hankkeeseen osallistuu oppilaitosten lisäksi kolme pääyrittäjä ja näiden verkostoyhteistyöyhtiöitä. (Toivanen 2010, 4.)

Hankkeen tavoitteena on rakentaa toimintamalli hitsaavan tuotannon tehokkuuden ja laadun parantamiseksi verkostomaisessa toimintaketjussa. Tutkimustyössä kehitetään verkostoyritysten hitsaustoimintojen arviointi ja kehittämistyökalu parantamaan kustannustehokkuutta. Erityistarkastelun kohteena ovat uudet hitsausprosessit, suur-
lujuusteräkset, alumiinit ja vaihtoehtomateriaalit, automaation ja mekanisoinnin optimointi, ergonomia, työterveys ja työturvallisuus sekä laadunhallinta. (Toivanen 2010, 7 - 9.)

Pääyrittäjien ja verkostoyritysten hitsaavantuotannon kehittämismahdollisuuksia tarkastellaan pilottituotteen avulla. Pilottituote on pääyrittäjien tuote, johon verkostokumppanit toteuttavat jonkin osakokonaisuuden. Tuotteen kehittämismahdollisuuksien avulla pyritään pienentämään hitsauskustannuksia ja tehostamaan tuotantoa. (Toivanen 2010, 7-9)

2.4 Shark-järkäle

Järkäle on paalutuskoneen osa, joka pitää sisällään iskutyynyn, iskutyynynpesän, runko-osat ja liikkuvan osan, jolla lyöntivoima saadaan aikaan. Järkäleen lyöntimassa vaihtelee 3000 - 9000 kg välillä, jonka mukaan valitaan järkälekokoonpanon muut vakiomoduulit. Shark-järkäleen kehityksessä on panostettu tuotteen hiljaisempaan työskentelyään kehittäen iskutyynynpesän vaimennusta. (HitNetWork 2011, palaverimuistio.)

Shark-järkäleen tuoterakenne on suunniteltu modulaariseksi, minkä johdosta tuotteesta pystytään räätälöimään asiakkaan toiveiden mukainen konfiguraatio. Moduulien väliset liitokset on toteutettu laippaliitoksilla. Tuoterakenteen etu on osakokoonpanojen helppo vaihdettavuus, joka mahdollistaa lisäosien tai päivitettyjen osien jälkiasennuksen.

3 TYÖKALUT TUOTANNON TEHOSTAMISEEN

Suomalaisessa hitsaavassa teollisuudessa valitettavan usein suunnittelu- ja valmistustyö erotetaan toisistaan. Suunnittelussa puutteellinen valmistuksen huomioiminen aiheuttaa kustannuksen ja laadun osalta tuotannon tehon alenemista. Kustannuksen lisäksi myös läpimenoajat pidentyvät, mikä johtaa toimitusaikojen viivästymisiin. Valmistuksessa syntyneiden ongelmien ratkaisuun joudutaan käyttämään henkilöresursseja, jotka ovat poissa jatkuvan parantamisen kehitystehtävistä. (Hietikko 2007, 41.)

Tuotteen varhaisessa suunnitteluvaiheessa tehdään usein periaatelinjauksia ja suuria päätöksiä, millä on merkittävä vaikutus lopputuotteeseen ja sen kustannuksiin. Tämän seurauksena monien tutkimusten mukaan kustannuksista noin 60 – 80 % muodostetaan suunnitteluvaiheessa. Tästä syystä on tärkeää, että tuotekehityksessä on mukana laaja ja monipuolinen tuotekehitystiimi, mihin kuuluu eri taustaisia teknisiä suunnittelijoita, muotoilijoita, sekä markkinoinnin ja tuotannon asiantuntijoita. (Tekninen tiedotus, 16/88, 4)

3.1 DFX

DFX (Design For X) -menetelmällä tarkoitetaan suunnittelun painottumista jollekin tietylle osa-alueelle. DFX-käsite on jaettu useaan eri osioon, joissa x pitää sisällään useita eri suunnittelun lähtökohtia; valmistettavuus- (DFM), kokoonpano- (DFA), hitsauskokoonpano- (DFWA), laatu- (DFQ) tai ympäristöystävällisyysmyönteistä suunnittelua (DFE). Valmistettavuus- ja kokoonpanomyönteistä suunnittelua tarkastellaan myös monesti yhtä aikaa, jolloin puhutaan termistä DFMA (Design For Manufacturing and Assembly). (Hietikko 2007, 42)

3.1.1 DFM

Valmistettavuus, DFM, sisältää kaikki menetelmät ja järjestelyt, jotka helpottavat tuotekonstruktion valmistamista ja alentavat tuotteen valmistuskuluja. DFM menetelmää varten on kehitetty apuvälineitä, jotka ovat suosituksia, tarkistuslistoja, peruseriaatteita ja yleis sääntöjä. Niiden avulla tuotekehitystiimin on helpompi suunnitella tuote siten, että se on yksinkertaisempi valmistaa. Näiden apuvälineiden tavoitteena on myös saada tuote toimimaan paremmin ja luotettavammin sekä näyttämään siistimmältä, helpottamaan tuotteen huollettavuutta ja parantamaan tuotteen ympäristö-

kuormitusta. Valmistusmyönteisen suunnittelun ensisijainen tavoite on kuitenkin aina valmistuskulujen alentaminen, joka vaatii tuotekehitys- ja valmistusryhmän tiivistä yhteistyötä. (Lempiäinen & Savolainen 2003, 13.)

Tuotteiden ja valmistusmenetelmien kilpailukyvyyn varmistamiseen ei ole oikotietä, vaan uudet asiat tulevat esiin asteittain valmistavassa yrityksessä. Tuotteen suunnittelijan kyky ymmärtää tuotteen valmistettavuus tulevaisuudessa on tärkeä. Yrityksen teknisen johdon on oltava tietoinen uusista tuotekehitystoiminnan työkaluista ja metodeista. (Lempiäinen & Savolainen 2003, 13.)

Suunnittelijalla on oltava tuntemusta erilaisista tuotteen valmistusmenetelmistä, jotta DFM-periaate on toimiva. Tuotteen valmistus on yleensä mahdollista tehdä useilla erilaisilla valmistusmenetelmillä, minkä vuoksi niiden vertailuun on syytä käyttää aikaa. Suunnittelutyö on aloitettava tuotteen tärkeimmästä, kalleimmasta ja hankalimmasta osasta, joka määrää ehdot tuotteen muille osille. Valmistusta pyritään helpottamaan symmetrisyydellä, samanlaisilla toleransseilla ja pinnanlaaduilla. Standardiosien käyttö on aina suotavaa suunnittelussa, sillä se vähentää lähes poikkeuksetta tuotteen valmistuskustannuksia. (Hietikko 2007, 45.)

3.1.2 DFA

Kokoonpanoprosessi on usein työläämpi vaihe kuin osien valmistus, koska osien valmistus on monesti automatisoitua. Tämän johdosta kokoonpano vaihe on yksi eniten kustannuksia aiheuttava työvaihe. Yksinkertaisesti kokoonpantavissa olevassa tuotteessa hyödytään kokoonpanon lisäksi tuotteen korjaus, huolto ja kierrätys vaiheessa. (Lempiäinen & Savolainen, 2003, 69-70)

DFA:n tarkoituksena on suunnitella tuotteesta yksinkertainen kokoonpanijan kannalta. Kokoonpano vaihetta helpottaa kappaleen symmetrisyys, jolloin asennus vaiheessa kappaleen asettaminen sille määrättyyn paikkaan helpottuu. Myös osien lukumäärän minimointi, modulaarinen suunnittelu, koko, paino ja erilaisten variaatioiden määrän minimointi helpottaa kokoonpanoa tai parhaassa tapauksessa mikäli tuotteen piirteet saadaan yhdistettyä, voidaan kokoonpano jättää kokonaan pois. Tavoitteena on, ettei kappaletta tarvitse enää kokoonpano vaiheessa työstää sen paikalleen asettamiseksi. (Hietikko, 2007, 45-47)

Kokoonpano vaiheessa on ylhäältä alaspäin tapahtuva asetus liike käytännöllisin kokoonpanosuunta ihmiselle ja kokoonpanorobotille. Kokoonpanosuuntien vaihtelu

kokoonpanotyön aikana aiheuttaa työkappaleen kääntelyä, mikä hidastaa työtä, erityisesti suurien kappaleiden kohdalla. Tästä johtuen suunnittelu vaiheessa täytyy pyrkiä rajoittamaan kokoonpanosuuntia mieluiten ylhäältä alaspäin tapahtuviin kokoonpanoliikkeisiin. (Lempiäinen & Savolainen, 2003, 72)

3.2 Lean-ajattelu

Lean-käsite syntyi, kun autoteollisuuteen keskittynyt monivuotinen tutkimus selvitti japanilaisten autonvalmistajien etumatkaa Pohjois-Amerikkalaisiin autonvalmistajiin. Japanilaisten autonvalmistajien toimintatapojen eroavaisuudet koottiin ja luotiin Lean-ajattelumalli. Tutkimustyössä perehdyttiin etenkin Toyotan-tuotantojärjestelmään, joka muodostaa suuren osakokonaisuuden Lean-ajattelusta. Pähkinän kuoressa Lean-ajattelun keskeisin tavoite on kaiken tuhlauksen ja hukkan eliminointi. Ihanteellisessa tilanteessa kaikki työskentely toiminnassa lisää asiakkaan kokemaa tuotteen arvoa. Lean-ajatusmalli soveltuu niin tuotannon, kuin tuotekehityksen tehostamiseen ja sen kättöönottaminen on tiivistetty viiteen peruseriaatteeseen, mistä tarkemmin seuraavissa kappaleissa. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183.)

3.2.1 Arvon määrittäminen ja arvovirran tunnistaminen

Aloituskohdana lean-ajattelun käyttöönotossa on arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta. Tässä vaiheessa toiminnasta poistetaan hukka työskentely ja määritetään ne osat, mistä asiakas on valmis maksamaan. Arvon määrittämisen jälkeen suoritetaan arvovirran tunnistaminen, minkä tarkoituksena on keskittyä kokonaisuuksiin ja välttää osaoptimointi. Liiallinen yksittäisten osakokonaisuuksien tehostaminen saattaa olla haitallista kokonaisuuden kannalta ja näin ollen arvovirtaan kuuluu sekä arvoa tuottavat, että tuottamattomat tehtävät nykyisessä virrassa. Virtaa voidaan tarkastella konseptoinnista tuotteen julkasuun, tarjouksesta toimituksen yksityiskohtaiseen aikatauluttamiseen tai raaka-aineiden jalostamisesta tuotteen toimittamiseen asiakkaalle. Arvovirtausta katsotaan tiettyyn tuotteeseen liittyvänä ja sitä tarkastellaan loppuasiakkaan näkökulmasta. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183-184.)

3.2.2 Virtauksen toteutus ja imun järjestäminen

Kun tuotannosta on tunnistettu arvovirta ja hukkatyöskentely on minimoitu, täytyy jäljelle jäänyt arvoa tuottava toiminta virtauttaa. Virtausta toteuttaessa toiminnasta

pyritään poistamaan kohdat, missä arvon tuottaminen pysähtyy. Tavoitteena kappaleet virtaavat tuotannon läpi viiveittä ja kaikki toiminta työssä on arvoa lisäävää.

Lean-ajatteluun perustuu, että kappaleen virtaus tuotannossa tulee käynnistyä asiakkaankysynnästä, mistä muodostuu imu, joka vetää tuotteita ja palveluja. Imuohjauksella saadaan tuotteille luontainen virtaus, minkä ansiosta läpimenoaika lyhentyy. Kun tuote tehdään markkinoille asiakkaan kysynnästä, vältetään tilanteesta, jolloin tuote jäisi kaupan hyllylle. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 184-185.)

3.2.3 Täydellisyysden tavoittelu

Lean-ajattelun viimeinen perusajatus on täydellisyysden tavoittelu. Kun tuotantoa on kehitetty alkuperäisestä, on mahdollista löytää virtauksesta kohtia, joista voidaan eliminoida hukkaa. Näin tuotantoa voidaan lähteä tarkastelemaan jälleen alusta leanin peruseriaatteilla ja kehitystyöstä syntyy päättymätön kehä, missä arvoa määritetään tarkemmin ja virtausta tehostetaan. (Huhtala & Pulkkinen 2009,186.)

3.3 Total welding management

Total welding management on hitsauksen kokonaisvaltainen johtamismalli, jossa painotetaan hitsaajan tärkeyttä. Ajatusmalli kääntää yrityksen organisaation ylösalaisin, jossa hitsaaja on ylin ja johtoporras alin taho. Ideana on, että saadaan käytettyä hyväksi koko verkoston tehokkuus ja tuoden hitsaajalle kaikki apu työnsä tekemiseen. Toimintamallin tavoite on kerralla oikein ja valmiiksi. (Barckhoff 2006, 23-25.)

Menetelmä perustuu J.R. Barckhoffin kehittämään matriisirakenteeseen, jonka avulla etsitään yrityksestä kehittämiskohtia, joihin toimenpiteet tulee ensisijaisesti kohdistaa. Toimintojen avulla parannetaan tuottavuutta, taloudellisuutta ja laatua. Neljä työvaihetta sisältää viisi avainaluetta, joita tarkastellaan viiden konkreettisen toimenpiteen avulla. Tästä koostuu matriisirakenne, jota tarkastellaan taulukossa 1. (Barckhoff 2006, 87-89.)

Taulukko 1. Matriisirakenne

	Konkreettiset toimenpiteet				
	hitsien määrän ja tilavuuksien minimointi	kaariajan lyhentäminen	korjauksien, hylättyjen kappaleiden ja jätteiden vähentäminen	työn rasittavuuden vähentäminen	irrottamisen, uudelleen kiinnittämisen, siirtelyn, välivarastojen ja odotusaikojen vähentäminen
Rakenteensuunnittelu ja mitoitus					
materiaalin valinta					
hitsin mitat ja koko					
railo- ja liitostyyppi					
valmistettavuus					
hitsille asetettavat vaatimukset					
Tuotannon suunnittelu					
tuotannon suunnittelu ja ohjaus					
vaatimusten katselmus ja tekninen katselmus					
hitsausprosessin ja -menetelmän valinta					
tarkoituksenmukaisen automaation ja älykkyydystason valinta					
hitsaus- ja työohjeet					
Hitsaustuotanto					
henkilöstö ja sen osaaminen sekä pätevyudet					
hitsaukseen liittyvät toiminnot					
layout ja materiaalivirrat					
tuotannon läpimeno					
viimeistelyt ja jälkityöt					
Laadunvarmistus					
laatupolitiikka ja -johtaminen					
standardit ja ohjeet					
tarkastus ja tunnusluvut					
laatukustannukset					
korjaavat toimenpiteet					

3.4 Läpäisy aika

Teollisuudessa kilpailu markkinoilla on kovaa ja lyhyt toimitusaika on tärkeä tekijä asiakkaalle. Yritys, joka kykenee toimittamaan tuotteen ensimmäisenä, saavuttaa tärkeän kilpailuedun toisiin toimittajiin. Läpäisyajalla tarkoitetaan kokonaisaika, joka kuluu tilauksen saannista tuotteen toimitukseen. Toiseksi läpäisyajaa voidaan tarkastella ainoastaan valmistuksen kannalta, jolloin huomioidaan vain aikaa, joka kuluu tuotteen valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen. (Soininen 2010, 45.)

Tuotannon tehostamiseksi tilausten ja tuotantoerien läpäisyajat pyritään saamaan mahdollisimman lyhyiksi. Lyhyillä läpäisyajoilla vähennetään keskeneräisen tuotannon sitoutunutta pääomaa, parannetaan toimituskykyä ja helpotetaan tuotannon kapasiteetin suunnittelua. Myös ohjattavuus paranee, minkä vuoksi häiriöt vähenevät ja

tuotantotilat sekä materiaalinkulku selkiytyy. Läpäisyaikaa lyhennetään seuraavin keinoin: (Soininen 2010, 45.)

- Selkeytetään tuotantolaitoksen materiaalivirrat.
- Sijoitetaan työpisteet valmistuksen mukaiseen järjestykseen.
- Pienennetään valmistuksen eräkokoja.
- Vähennetään odotusaikoja.
- Karsitaan turhat työvaiheet.
- Lisätään valmistuskapasiteettia.
- Vähennetään virhemahdollisuuksia.
- Yhdistetään työn osat suuremmiksi osakokonaisuudeksi.
- Kehitetään tuote helpommin ja nopeammin valmistettavaksi.

Eräkokojen pienentämistä käytetään usein läpäisyajan lyhentämiseen. Tämä vaatii kappaleelta lyhyitä asetusajoja. Toistuvassa piensarjatuotannossa asetusajojen merkitys korostuu. Asetusajan merkitys on tärkeä kalliilla työkappaleilla, kalliilla tuotantokoneilla ja kappaleilla, joiden asetus aika on pitkä suhteessa työstöaikaan.

Asetukset tulee standardoida ja niille tulee suunnitella tarkoituksen mukaiset kiinnitysvälineet, jotka myös standardoidaan. Ohjainten ja kiinnittimien standardisoinnilla pyritään poistamaan asetuksen räätälintyönä tehtävä hienosäätö ja samanaikaisesti myös virhemahdollisuudet pienenevät. (Soininen 2010, 46.)

3.5 Hitsauksen mekanisointi

Mekanisoitu hitsaus on koneellista hitsausta, jossa parametrien säätäminen ja hitsauksen railon seurannan suorittaa ihminen. Kevytmekanisointi laitteet ovat pieniä yhden ihmisen voimin siirrettävissä olevia laitteita, jotka vaativat lähes jatkuvaa hitsaajan valvontaa. Laitteisiin on mahdollista liittää anturitekniikkaa, jotka havaitsevat hitsausliitoksen loppumisen. Hitsauksen mekanisoinnin avulla saadaan seuraavia parannuksia: (Esab Oy, 11.12.2011)

- Työergonomia paranee.
- Hitsien jatkoskohdat jäävät pois.
- Hitsin laatu on tasainen ja ulkonäkö on hyvä.
- Hitsauksen tuotettavuus kasvaa.
- Jälkityöstö vähenee.
- Tehokkaiden hitsausprosessien käyttö mahdollista.

Mekanisoinnista saadaan eniten hyötyä, kun hitsit ovat pitkiä. Näin voidaan saavuttaa hitsauksen kaariaikasuhteen merkittävää kasvua. Kevytmekanisointilaitteita ovat erilaiset pyörillä kulkevat hitsauskuljettimet, kiskoilla kulkevat hitsauskuljettimet, työkappaleeseen kiinnitettävät hitsauskuljettimet ja lieriömäisiin pintoihin kiinnitettävät kuljet-

timet. Hitsausta mekanisoidaan myös kääntöpöytien avulla. Näin hitsattava kappale saadaan käännettyä hitsauksen kannalta parhaaseen asentoon.

Kevytmekanisoinnissa hyödyt saavutetaan yleensä jo pienin kustannuksin. Mekani-soinnin tehokas hyödyntäminen edellyttää kuitenkin, että laitteet ovat helppokäyttöisiä ja ne koetaan hyväksi apuvälineeksi hitsaukseen. Mekanisointi mahdollisuuksia pohdittaessa on syytä arvioida, vastaavatko panostuksesta saadut hyödyt investointien määrään.

3.6 Valmistusmenetelmät

Järkäle koostuu pääasiassa hitsatuista levykoko-panoista. Levyosat ovat plasma- ja laserleikkeitä sekä useassa levyosassa on särmättyjä muotoja. Hitsauksen haittapuolena voidaan pitää lämmöntonnin aiheuttamia jännityksiä rakenteessa. Lisäksi hit-saaminen vaatii usein esi- ja jälkikäsitteilyä, kuten railojen valmistusta sekä hitsaus roiskeiden hiontaa. Valmistuksen tehostamiseksi tuoterakenteesta on syytä etsiä koh-tia, joissa rajapinnat voitaisiin yhdistää ja hitausliitokset välttää. Särmäys on tehokas valmistusmenetelmä levytoissa ja siksi sen käyttö tuotteessa on suotavaa. Särmäyksen käytöllä voidaan vähentää liitettävien osien lukumäärää, mikä vähentää hitsien tarvetta.

Hitsaus on järkäleen aikaa vievin valmistusvaihe ja siksi sen tarkastelu oli yksi työn tärkein osa-alue. Kaikki hitsit tuotteessa hitsataan käsin MAG-täytelankahitsauksena, joka soveltuu erinomaisesti järkäleen hitsaukseen. Täytelangan etuna voidaan pitää hyvää tuottavuutta, asentohitsausominaisuuksia, tiiveysvarmuutta ja hyviä mekaani-sia ominaisuuksia.

Koneistamista voidaan pitää kalliina valmistusmenetelmänä, ja siksi on syytä pohtia, voidaanko koneistus välttää käyttämällä vaihtoehtoisia menetelmiä. Suurin osa ra-kenteen rei'istä saadaan levyosista leikkaamalla, joten järkäleen rungon yläosassa koneistettaviksi pinnoiksi jäävät ainoastaan laakeroitavat pinnat ja laipan määrämit-taan jyrshintä. Koneistamiseen ei työssä syvennytty tarkemmin, koska sen osuus valmistuksessa on pieni.

4 TYÖN TOTEUTUS

4.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää järkäleen hitsauskokoontarpano ja hitsausvaiheista ongelmakohtia, missä valmistus oli hidasta tai työskentelyssä esiintyi hukkatyötä. Tarkoituksena oli lyhentää valmistusaikaa laadun ja toimivuuden pysyessä ennallaan. Työstä saaduista tuloksista yritykset saivat uusia ratkaisumalleja, minkä toimivuutta on mahdollista kokeilla käytännössä tai niitä on mahdollista kehittää toimivammaksi tarpeiden mukaan.

4.2 Järkäleen valmistuksen nykytilan kuvaus

Junttan Oy on keskittynyt ydinosaamiseensa järkäleen valmistuksessa ja vastaa tutkimus- ja kehitystyön lisäksi järkäleen kokoonpanosta sekä huollosta. Järkäleen moduulien hitsauskokoontarpanon ja pintakäsittelyn Junttan on ulkoistanut. Komas Oy on yksi Junttanin tärkeä yhteistyöyrittys. Komas vastaa järkäleen moduulien hitsauskokoontarpanosta ja on tiiviisti mukava valmistuksen kehittämisessä. Komasin Kylmämäen tuotantotiloissa tehdään järkäleen osakokoontarpanojen hitsaus- ja koneistustyö. Leikeosat Komasin Kylmämäen toimipisteeseen saapuvat ulkopuolelta ja pintakäsittelystä vastaa toinen yritys. Pintakäsittelyn jälkeen järkäle toimitetaan Junttanille, missä tapahtuu järkäleen lopullinen kokoonpano. Loppukokoontarpanossa järkäleen sisään asennetaan liikkuva junttausmassa, jolla lyöntivoima saadaan aikaan, sekä sitä liikuttava hydraulisesti toimiva sylinteri. Viimeinen kokoonpanovaihe on moduulien liittäminen yhteen laippaliitosten avulla ja toimintakunnon tarkastus.

Liitteen 1 prosessikaavio kuvaa järkäleen valmistuksen työvaiheet. Mallin avulla valmistusketjua tarkastellaan suurempana osakokonaisuutena ja siitä hahmottuu valmistusta edeltävät sekä valmistuksessa vaadittavat työvaiheet. Laatikoiden värit kuvaavat yritystä, jossa prosessi hoidetaan ja nuolet ohjaavat prosessin etenemistä. Valmistusketjua kuvaavan mallin avulla voidaan tutkia eri työvaiheiden vaatimaa ajantartetta sekä rakentaa tilaus- ja toimitusketju sen avulla. Läpimenoajan lyhentämiseksi on tärkeää, että tuottava työskentely ei pysähtyisi myöhästyneen tilauksen tai pitkittyneen toimituksen seurauksena.

4.3 Tehtävien selvitys

Opinnäytetyö aloitettiin laatimalla työsuunnitelma, jossa selvitettiin työnkuva, tarvittavat resurssit, aikataulutus ja mahdolliset riskit. Työsuunnitelma käytiin läpi ohjausryhmässä, jonka jälkeen päästiin aloittamaan varsinainen työntoteutus. Työskentely aloitettiin perehtymällä sekä Junttanin, että Komaksen toimintaan ja yritysten tuotantotiloihin, sekä tuotteisiin. Näin hahmottui nykytilanne ja yritysten välinen yhteistyö.

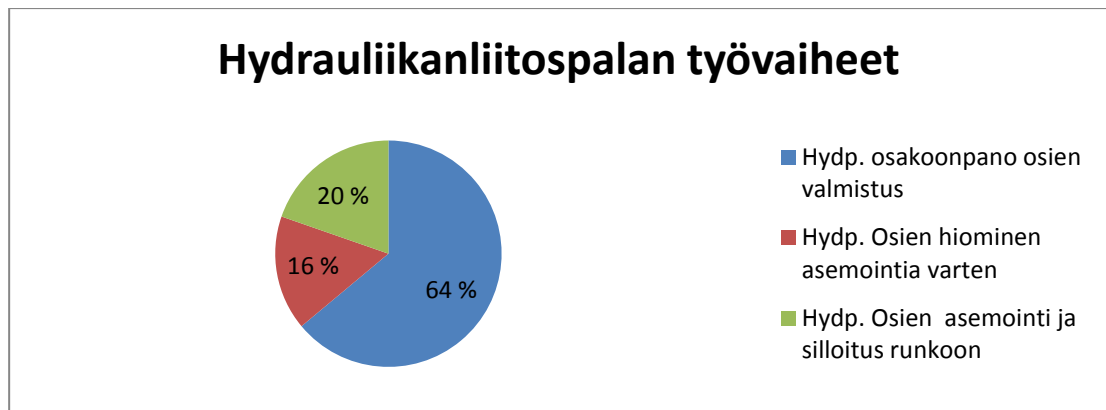
Järkäleen valmistusprosessin seuraaminen tapahtui Komasin tiloissa, missä hitsauskokoontaminen valmistetaan leikeosista, jotka tulevat tuotantotiloihin toisesta toimipisteestä. Järkäleen valmistus jaetaan kolmeen osaan silloitusvaiheeseen, hitsausvaiheeseen ja koneistusvaiheeseen. Tässä työssä työn dokumentointi painotettiin pääasiassa järkäleen ylärunkoon, koska muista Shark- järkäleen osista ei ollut tilausta ja siitä johtuen niitä ei ollut tuotannossa. Ylärungon valmistuksessa dokumentoinnissa syvennyttiin pääasiassa hitsauskokoontamisen silloitusvaiheeseen, koska silloitusvaiheessa työssä esiintyy eniten työvaiheita, mitkä eivät nosta tuotteen arvoa. Tällaisia vaiheita ovat: hiominen, osien asemointi, osien nouto varastosta ja kappaleen kääntely. Edellä mainittuihin työvaiheisiin kiinnitettiin erityistä huomiota ja tavoitteena oli keksiä ratkaisu voitaisiinko kyseisiä toimenpiteitä lyhentää tai jättää pois kokonaan.

4.4 Järkäleen ylärungon kokoonpano

Ylärungon kokoonpanoa lähdetään kokoamaan runkoputkien ympärille. Tässä aloitusvaiheessa kappaleeseen on lisättävä tukirakenteita, mitkä eivät kuulu rakentamiseen, mutta ovat välttämättömiä osien asemoinnissa ja rungon suorassa pysymisen kannalta. Tukipalojen käyttö voitaisiin välttää suunnittelemalla kokoonpanokiinnitin, minkä ympärille runkoa lähdetäisiin rakentamaan. Kokoonpanokiinnittimien avulla pyritään helpottamaan kappaleen asemointia ja pitämään osakokonaisuuksia pakoiltaan hitsatessa osia yhteen. Tukipalojen kiinnitys ja alussa suoritettava mittaustyö oli kuitenkin lyhyt kestoinen työvaihe rungon valmistuksessa, joten opinnäytetyössä ei lähdetty suunnittelemaan kokoonpanokiinnittäjiä, koska kiinnittimellä saavutettu ajan säästö olisi vähäistä.

Hydrauliikan liitospaketti on alikokoonpano, joka liitetään rungon yläosaan alkuvaiheessa. Osa koostuu useista pienistä särmätyistä osista, sekä hydrauliikan vaatimista sähköliitinosista. Tästä johtuen työvaihe on työläs kokoonsa nähden. Kuvaaja 1 esittää työvaiheiden osuutta hydrauliikan vaatimien liitinosien kokoamisesta, runkoon silloitusvaiheeseen saakka. Kuvaajasta käy ilmi, että osakokoonpano osien valmis-

tus on työvaiheessa pitkäkestoisin, tämä johtuu pienien osien asemointiin käytetystä ajasta.

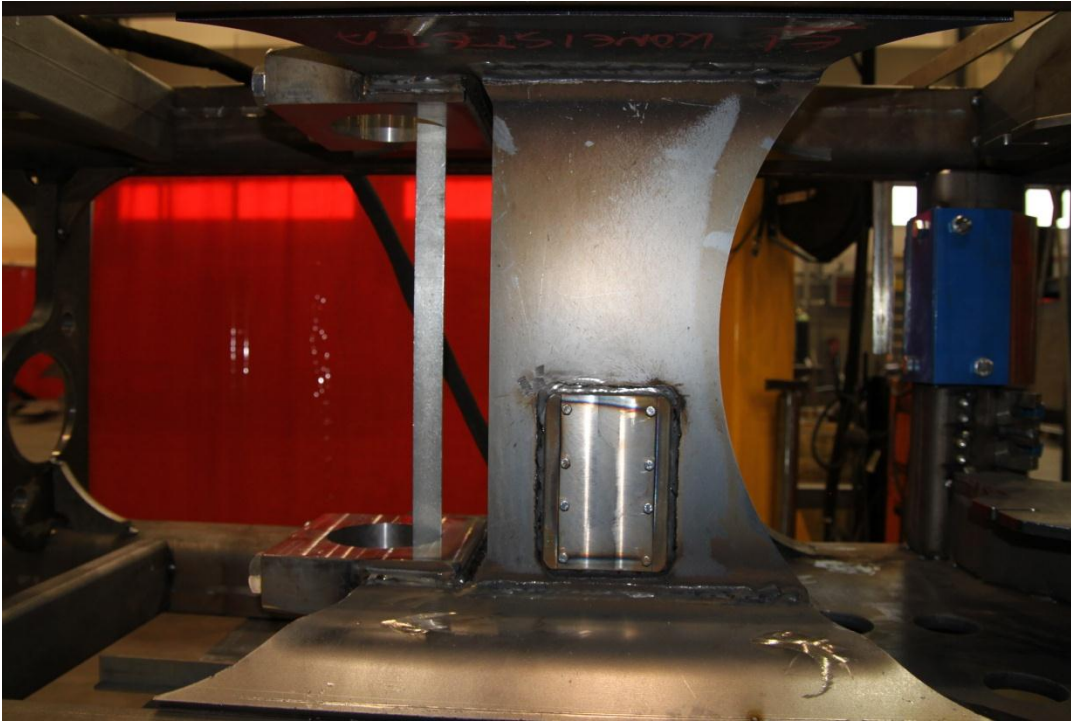


KUVIO 1. Hydrauliikan liitospalan työvaiheet

Kuviossa 1 näkyvissä hydrauliikkapalan päädyissä olevissa välipalkeissa on haluttu säilyttää hydrauliikkapalan muoto, mikä on valmistusteknisesti hankala. Palat valmistetaan kahdesta särmätystä levystä, jotka yhdistetään hitsillä ja suurempaan välipalkkiin kiinnitetään sähkökiinnittimien osat. Välipalkkien korvaaminen standardoituilla RHS-profiilipalkeilla nopeuttaisi kokoonpanoa ja alentaisi osavalmistuksen kustannuksia. Palkkien korvaaminen RHS-profiilipalkeilla vaatisi muutoksen toparilevykokoonpanoon, jotta palkit asemoitusivat paremmin.

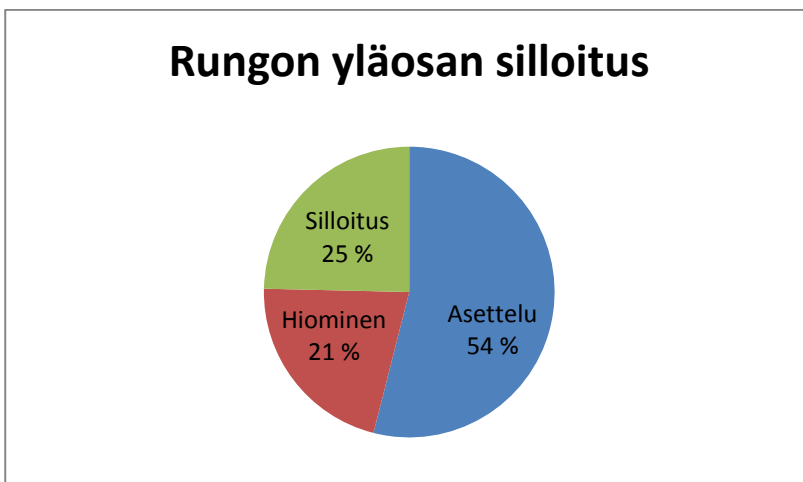


KUVA 1. Hydrauliikkakokoonpanon välipalkit



Kuva 2. Laakeripukin asemointi

Laakeripukin runkoon liittämisen on useita ongelmakohtia (kuva 2). Kulmarautojen hitsaus aiheuttaa jännityksiä rakenteessa, mikä voi esiintyä rungon äärimittojen vaihteluna. Tästä syystä laakeripukin asennuksessa rungon sisälle on kiinnitettävä erityistä huomiota laakeripukin ja rungon yhdensuuntaisuuteen. Laakeripukki tuodaan ylärungon sisään puominosturin avulla ja paikoitetaan mittaamalla. Paikoitusta hankaloittaa kulmarautojen pyöreä muoto, jonka päällä laakeripukki muuttaa asentoa herkästi. Tästä johtuen tarkkojen asemointivaatimusten täyttymiseksi, laakeripukin paikka on mitattava useaan otteeseen.



KUVIO 2. Rungonyläosan silloituksen työvaiheet

Kuvio 2 esittää rungonyläosan silloitustyövaiheen ajankäytön kokonaisuudessaan. Asettelen ja silloituksen välisessä suhteessa voi esiintyä epätärkkäyttä työvaiheiden nopean vuorottelun vuoksi. Silloitustyössä tuotteen arvoa lisäävää työskentelyä on silloitus. Hiominen on yleensä ylimääräistä osien mitta- ja muotovirheistä aiheutuvaa työtä, jota on pyrittävä vähentämään. Hiottavaa ylärungon silloitustyössä esiintyi hitsausrailojen valmistamisessa, osien muokkauksessa yhteensopimista varten ja hitsausroiskeiden poistossa. Asettelytyötä rungon silloituksessa on noin puolet. Asettelytyö sisältää osien paikoittamisen ja aseman tarkastamisen mittaamalla. Asettelytyövaiheen tehostamiskeinoja ovat itsestään paikoittuvien osien suunnittelu ja osien yhteenliittävyyden parantaminen.

4.5 Ylärungon hitsaus

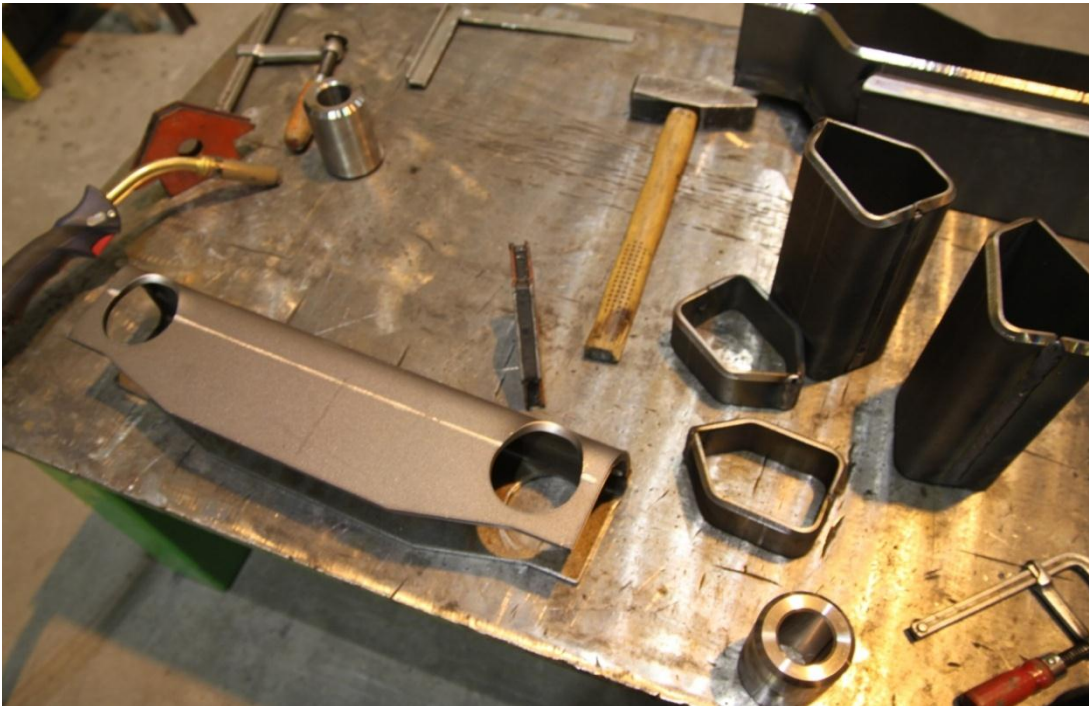
Kun ylärungon osat on silloitettu yhteen, siirrytään liitoskohtien hitsaukseen. Pääsääntöisesti kappaleen rakenne on avoin, joten luoksepäästävyys hitsauksessa on hyvä. Näin ollen hitsaus päästään suorittamaan usein jalkoasennosta, joka on tuotettavuuden ja hitsausergonomian kannalta suotuisin asento. Järkäleessä on neljä leveää pintaa, minkä vuoksi kappale saadaan asennettua hitsauspöydälle tukevasti ilman kiinnittimiä. Kappaleen kääntö tapahtuu puominosturilla. Nosturinketju kiinnitetään rungon kulmarautaan, jolloin runkoa voidaan kääntää 90 astetta. Tämän jälkeen rungosta hitsataan hitsausergonomian kannalta parhaat hitsit.

Hitsauksen haastavin työ on vinssipyörän kotelon ja sylinterikorvakon väliin jäävä ahdas väli. Kapean raon vuoksi hitsi joudutaan hitsaamaan kahdesta suunnasta, mikä hidastaa työskentelyä ja heikentää hitsin laatua. Ahtaasta välistä riippumatta työvaihe saadaan suoritettua ilman erikoistyökaluja

4.6 Kehitysajatuksia valmistuksen tehostamiseksi

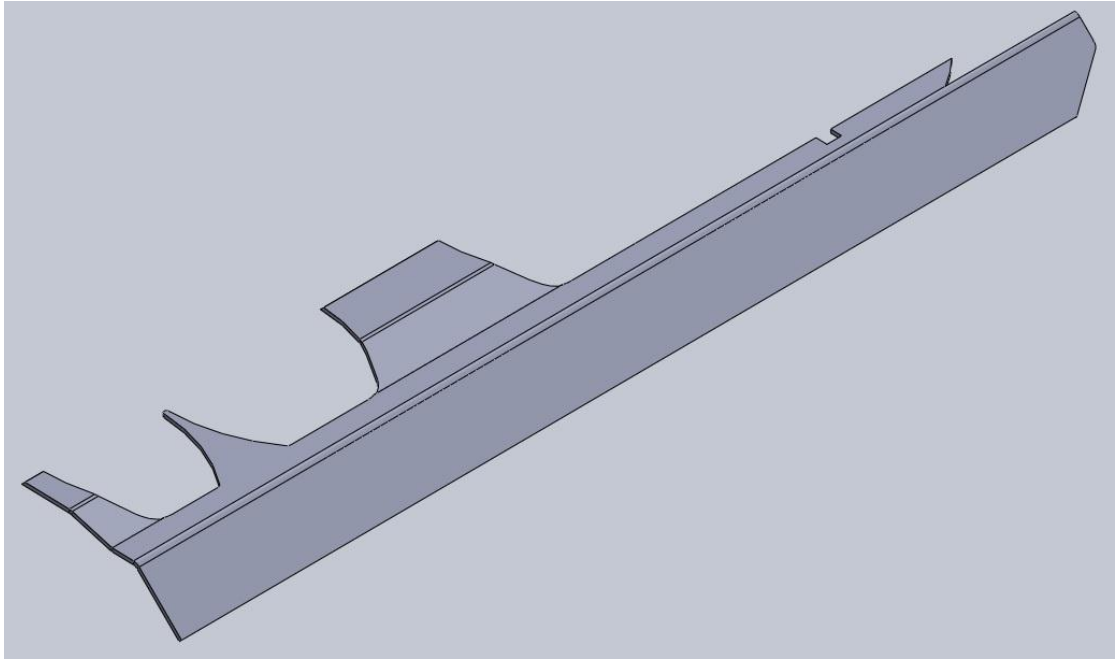
Opinnäytetyössä seurattiin Komasin tuotantotiloissa suoritettuja järkäleen ylärungon kokoonpanon silloitus ja hitsaustyövaiheita. Junttanin tuotantotiloissa perehdyttiin järkäleen lopulliseen kokoonpanoon, jossa moduulit liitetään yhteen ja järkäle varustellaan hydraulikalla. Ylärungon kokoonpanonsilloitustyöskentely oli pääasiassa tehokasta, koska tarvittavat levyosat ja työkalut olivat lähellä työpistettä ja kappaleen kääntäminen silloituksen ja hitsauksen aikana oli nopeaa. Tämän vuoksi kehitysajat työssä koostuvat pääasiassa konstruktio muutoksista.

Järkäleen hitseistä mekanisoitaviksi soveltuvat runkojen ulkovaipan pitkät päittäisliitokset. Järkäleen ylärunгон hitsit ovat pisimmillään noin 2000 millimetriä pitkiä ja perusrungossa 2850 millimetriä. Hitsauskuljettimen lyhyen asetusajan avulla on mahdollista saada hitsausajan säästöä käsin hitsaukseen nähden. Järkäleen ylä- ja perusrungon ulkovaipassa toistuu hitsien muoto ja mita, joten samoilla hitsauskuljettimen parametreilla voitaisiin hitsata useita hitsejä. Kuljettimien avulla hitsaajan työergonomia paranee ja hitsistä saadaan pois jatkoskohdat, jotka heikentävät hitsin laatua ja ulkonäköä.

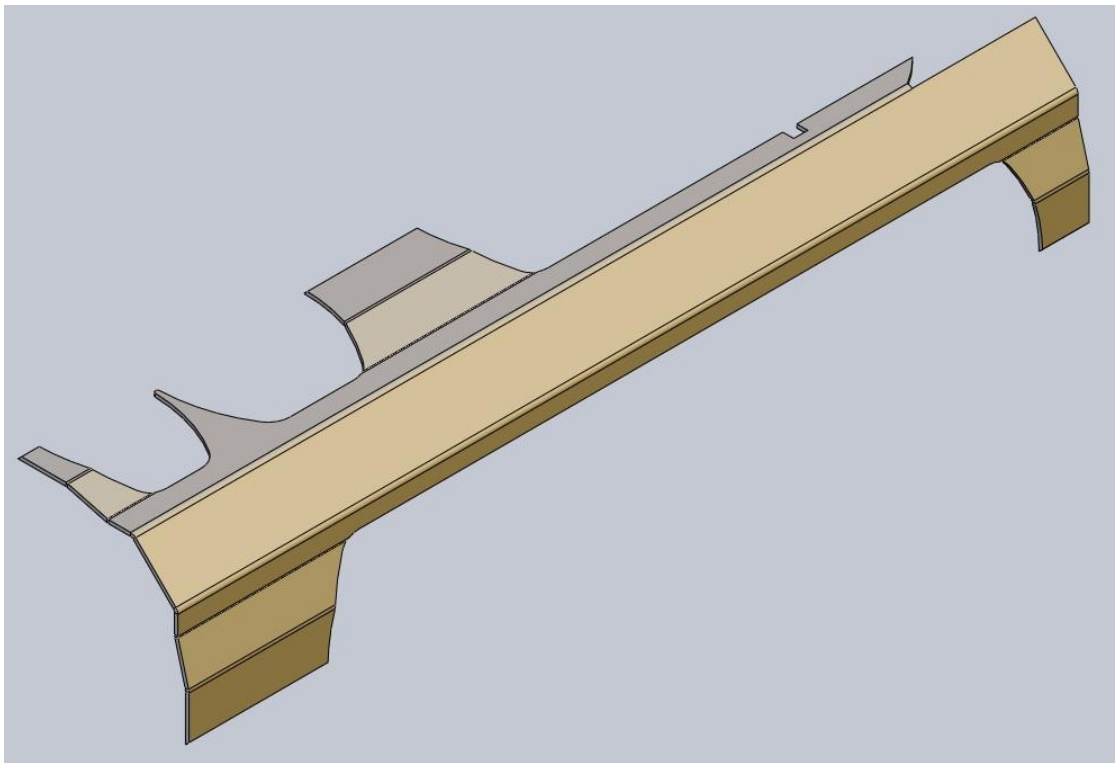


KUVA 3. Välipalkki

Kuvassa 3 välipalkissa sijaitsevat reiät ovat muuttuneet soikeaksi särmäyksen jälkeen, jonka seurauksena reikiä on työstettävä holkkien asettamista varten. Koska reikien sijaintia ei voida muuttaa toimivuuden kannalta, voitaisiin taivutuksessa syntynyttä poikkeamaa vähentää muokkaamalla leikeosaa. Mikäli reikää ei leikata kokonaan irti ennen särmäystä, vähentää paikallaan oleva levy taivutuksessa syntynyttä virhettä. Virheen välttämiseksi tulisi reikä leikata siten, että se voitaisiin särmäyksen jälkeen lyödä vasaralla irti. Tämä toimenpide säästäisi kokoonpanossa syntynyttä hiontatyötä ja parantaisi ulkonäköä, mutta toisi lisätyövaiheen osavalmistukseen.



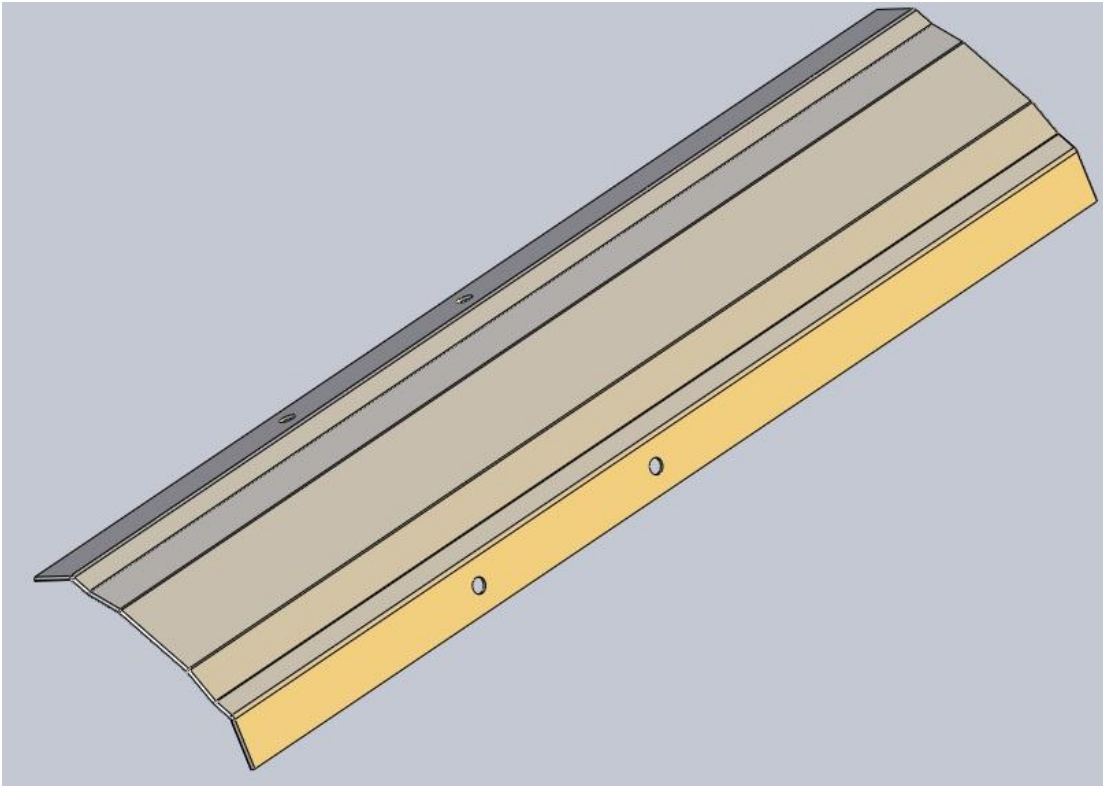
KUVA 4. Ylärunгон yhdistetty kylkilevy



KUVA 5. Ylärunгон yhdistetty kylkilevy

Shark-järkäleen ylärunkon ulkovaippa koostuu neljästä kylkilevystä ja niiden väliin tulevasta kylkilevystä. Kuvassa 4 ja 5 on yhdistetty lista ja kylkilevy. Kun molemmista kappaleista valmistetaan toinen levy peilikuvana, saadaan ulkovaipan osien määrä vähentymään kolmestatoista osasta neljään osaan. Liitoksen avulla voitaisiin lyhentää levyjä yhdistävää hitsiä noin 10 200 millimetriä, mikä vähentäisi hitsausaikaa laskeennallisesti 205 minuuttia (kaava 1.1). Levyjen yhdistämisen haittapuolena levyt

ovat kiinni runkoputkissa ainoastaan rungon sisäpuolella olevalla pienahitsillä. Liitoskohdan hitsinpinta-alaa voidaan kasvattaa viisteyttämällä runkoputki, mutta hitsin riittävä lujuus on syytä tarkistaa lujuuslaskennan avulla.



KUVA 6. Perusrungon yhdistetty levy

Kuvan 6 perusrungon kylkilistat voitaisiin yhdistää kylkilevyyn samalla periaatteella kuin ylärungossa. Hitsausvaiheessa levyliitoksen johdosta osien määrä vähentyisi kahdella osalla ja hitsin määrä vähentyisi 5 700 millimetriä, mikä vähentäisi hitsausaikaa laskennallisesti 105 minuuttia (kaava 1.1). Levyjen yhdistämisen vuoksi ulkovaiipan ja runkoputkien väliset hitsausliitokset vähenisivät ylärungon tavoin yhdellä pitkällä hitsillä ja liitos jäisi sisäpuolelta hitsattavan pienaliitoksen varaan. Osavalmistuksessa kappale olisi haasteellinen toteuttaa sillä kappaleen 10 millimetrin levynpaksuus ja 2 850 millimetrin pituus vaativat särmäimeltä suuren tehon tarpeen.

Hitsausaika =

$$\text{hitsin pituus [cm]} \times \frac{\text{palkon hitsausnopeus} \left[\frac{\text{cm}}{\text{min}} \right]}{\text{palkojen määrä [kpl]}} \times \text{käsihitsauksen kaariaikasuhte} [\%] \quad (1.1)$$

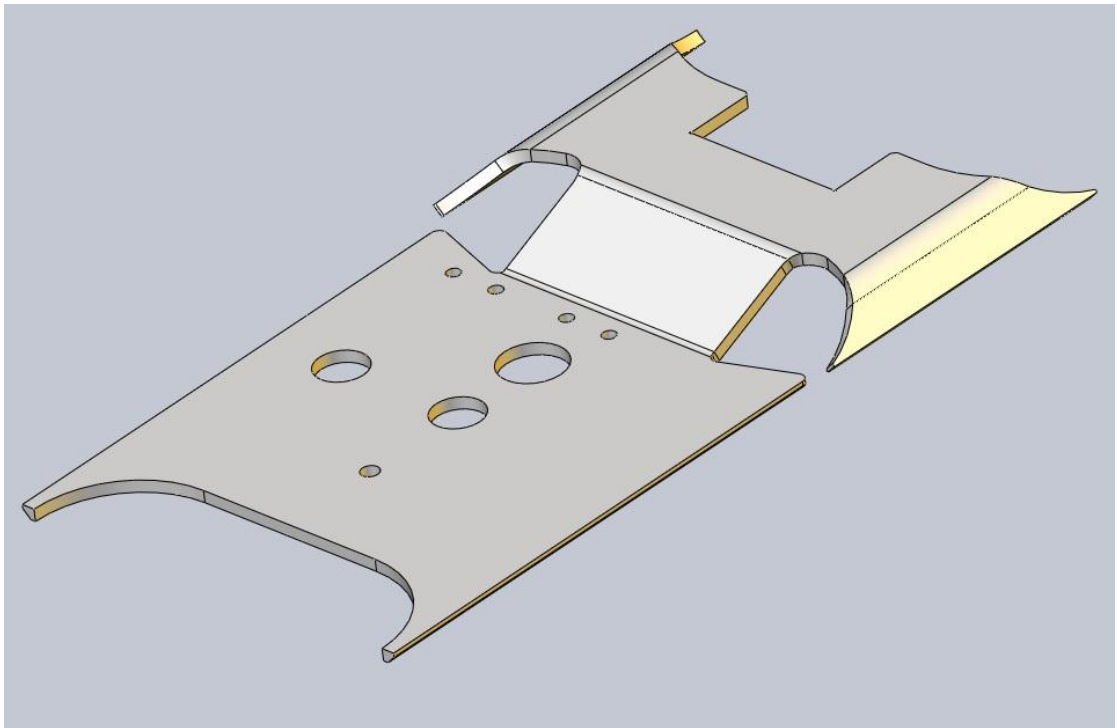
TAULUKKO 2. Lähtöarvot

	ylärunko	perusrunko
hitsinpituus	1020 cm	570 cm
hitsausnopeus	60 cm/min	65 cm/min
palkojen määrä	3 kpl	3 kpl
käsihitsauksen kaariaikasuhte	25 %	25 %

Kun taulukon 2 lähtöarvot sijoitetaan kaavaan (1.1) saadaan hitsausajaksi seuraavat tulokset:

$$\text{Ylärungon hitsausaika} = 1020 \times \frac{60}{3} \times 25 \% = 204 \text{ minuuttia}$$

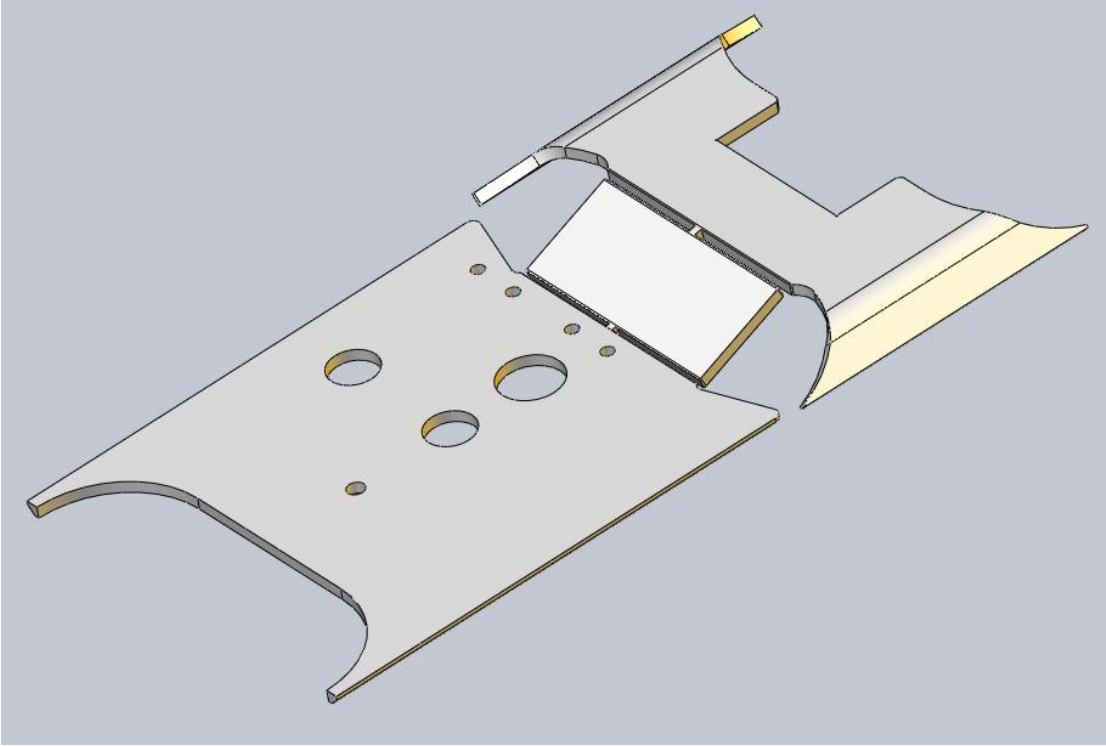
$$\text{Perusrungon hitsausaika} = 570 \times \frac{65}{3} \times 25 \% = 105 \text{ minuuttia}$$



KUVA 7. Yhdistetty levy

Kuvassa 7 on yhdistetty laakeripukinlevy ja vinssilevy. Levyjen yhdistäminen vähentäisi laakeripukin heiluntaa runkoputken päällä ja helpottaisi siten laakeripukin aseointia kokoonpanovaiheessa. Uusi suurempi levy vaatii erikoistyökaluja särmäyskoneelta ja on haasteellisempi valmistaa ja se pidentää osavalmistuvaihetta. Mikäli käytössä olevilla työkaluilla levyn särmäminen on valmistusteknisesti mahdotonta, on levyn jokin särmäys korvattavissa hitsausliitoksella. Vaihtoehtoisesti levyn rakennetta voidaan muokata taivutuslinjojen kohdalta. Kuvassa 8 levyt ovat kiinni toisis-

saan ainoastaan lyhyen siltauksen varassa, minkä avulla kappaleen taivutuksen vaatima voima on pieni. Siltarakenteen johdosta taivutuskulmaa on mahdollista muuttaa silloitustyöpisteellä ja oikean taivutuskulman löydyttyä levy hitsataan jäykäksi taivutuslinjan kohdalta.



Kuva 8. Yhdistetyn levyn siltarakenne.

5 TYÖN ARVIOINTI JA YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutkia järkäleen rakennetta valmistusmyönteisestä näkökulmasta sekä etsiä valmistuksesta hukkatyötä ja kehittää ratkaisu sen vähentämiseksi. Valmistuksen tehostamisen tavoitteena on lyhentää läpimenoaikaa sekä pienentää valmistuskustannuksia.

Työ aloitettiin tutustumalla järkäleen moduulien 3D-malleihin sekä yritysten tuotantoloihin ja tuotteisiin. Moduulien valmistusta seurattiin ainoastaan ylärungon osalta, koska muut järkäleen moduulit löytyivät varastosta eikä niistä ollut tilausta. Hitsauskoonpanon valmistusta seuraamalla kävi ilmi työvaiheiden vaatima ajankäyttö sekä valmistuksessa esiintyvä ylimääräinen tuottamaton työskentely.

Tutkimustyössä saatuja tuloksia voidaan pitää hyvinä. Kehitysideoiden tuoma ajansäästö olisi huomattava kokoonpanon hitsauksessa, minkä vuoksi niiden syvällisempi tarkastelu on hyvä suorittaa. Levyjen yhdistämisestä aiheutuvia lisäkustannuksia osien leikkauksessa sekä taivutuksessa on syytä vertailla hitsauksessa saavutettaviin etuihin ja tutkia uudistusten tuomaa kannattavuutta.

Osien asemointi vaatiin eniten aikaa järkäleen ylärungon silloitustyössä. Asemointia voidaan tehostaa kokoonpanokiinnittimen avulla. Kiinnittimen rakenne tulee suunnitella siten, että osat voidaan paikoittaa siihen ilman mittausta. Tämä säästää aikaa etenkin silloituskokoonpanon alkuvaiheessa, jossa runkoputkien välinen etäisyys täytyy tarkastaa useasti. Tukevien kiinnittimien avulla voidaan vähentää myös hitsauksen lämmöntonnin aiheuttamia muodonmuutoksia. Itsestään paikoittuvaa rakenetta voidaan käyttää hyväksi myös leikeosissa. Loveamalla leikeosa voidaan siihen merkitä kahden osan välinen rajapinta.

6 JATKOTOIMET

Opinnäytetyössä keskityttiin pääpainotteisesti Shark-järkäleen rungon yläosan valmistuksen tehostamiseen. Tarkemman valmistuksen tehokkuuden määrittämiseksi seuraava työvaihe on muiden järkäleiden moduulien valmistuksen seuraaminen ja arvoa tuottamattoman työn eliminointi. Kokoonpano Junttanilla tarvitsee käynnistyäkseen kaikki järkäleen moduulit. Moduulien läpimenoajan lyhentämiseksi voidaan alikokoonpanoja sekä leikeosia välivarastoida. Tavoiteläpimenoajan saavuttamiseksi tulisi selvittää varastoitavien osien ja mahdollisten moduuli kokonaisuuksien puskurivarastoinnin koko sekä Komasin tuotannon kapasiteetti valmistaa järkäleen moduuleita rinnakkain.

Jatkotoimenpiteenä tulisi valmistusketjua tarkastella kokonaisvaltaisesti Lean-käsitteen avulla, tuotteen tilauksesta tuotteen toimitukseen. Asiakkaan kannalta arvoa lisäämätöntä työtä on erityisesti tilauksen ja tuotannon käynnistymisen välillä. On pyrittävä siihen, että asiakkaan kysynnästä alkanut imu käynnistää nopeasti moduulien valmistamisen ja tuotanto etenee loppukokoonpano vaiheeseen virtaavasti ilman katkoksia.

LÄHTEET

Junttan Oy:n esittely [yrityksen www-sivu]. [viitattu 11.12.2011] Saatavissa:

http://www.junttan.fi/about_us

Komas Oy:n esittely [yrityksen www-sivu]. [viitattu 11.12.2011] Saatavissa:

http://www.komas.fi/komas-web/fi/komas_group.html

Toivanen, J. 2010. *HitNetWork-hankkeen projektisuunnitelma*

HitNetWork-hankkeen palaverimuistio, 9.3.2011. Kuopio.

Hietikko E. 2007. *From experience to skill, HitSavonia-hankkeen loppuraportti*. Kuopio: Kopijyvä.

Metalliteollisuuden keskusliitto, 16/88. *Tekninen tiedotus-Automatisoidun kaarihitsauksen huomioonottaminen tuotteen suunnittelussa*. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Lempiäinen, J. & Savolainen, J. 2003. *Hyvin suunniteltu - puoliaksi valmistettu*. Helsinki: Hakapaino Oy.

Huhtala, P. & Pulkkinen, A. 2009. *Tuotettavuuden kehittäminen – parempituotteisto useammasta näkökulmasta*. Tampere: Esa print Oy.

Soininen, S. 2010. *Liikkuvien työkoneiden valmistettavuuden kehittäminen teollisessa liiketoimintaverkossa*. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, konetekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.

Barckhoff, J. R. 2006. *Total Welding Management*. American welding society.

Hitsauksen mekanisointi, Esab Oy:n www-sivu. [viitattu 11.12.2011] Saatavissa:

http://www.esab.fi/fi/fi/news/upload/HU_3_05.pdf

Liite 1

