



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

RENKAAN VALMISTUKSEN KEHITYS JA HITSAUKSEN SUUNNITTELU- JA VALMISTUSOHJEISTUKSEN LAATIMINEN

TEKIJÄ: Ville Piironen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Ville Piironen			
Työn nimi Renkaan valmistuksen kehitys ja hitsauksen suunnittelu- ja valmistusohjeistuksen laatiminen			
Päiväys	14.11.2018	Sivumäärä/Liitteet	38/ 3+81
Ohjaaja(t) Heikki Salkinoja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Aikawa Fiber Technologies Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa Aikawa Fiber technologies Oy:n tuki- ja päätyrenkaiden valmistusprosessia. Renkaiden hitsauksessa oli toistuvia ongelmia, jotka pyrittiin ratkaisemaan tekemällä muutoksia hitsausprosessiin. Lisäksi tarkasteltiin renkaan valmistuksessa työskentelevien hitsaajien pätevyyskäsitteitä. Vastapainona tälle kehitettiin myös renkaan valmistuksen työhyvinvointia ja ergonomiaa.</p> <p>Lisäksi AFT:lle toivottiin selkeää ohjeistusta hitsausten suunnitteluun ja valmistukseen. Ohjeistuksen haluttiin toimivan jatkossa valmistuksen ja tuotesuunnittelun koulutus- ja suunnittelutyökaluna. Ohjeistukseen tuli luoda pohja, johon tulevaisuudessa kerätään kaikki AFT:n hitsausprosessit valmistus- ja suunnitteluohjeistuksineen.</p> <p>Opinnäytetyön aikana saatiin ratkaistua renkaiden hitsauksia vaivanneet huokos- ja laatuongelmat vaihtamalla hitsauslisäaine sekä keskittymällä välipalkolämpötilan seurantaan. Muutaman kuukauden kestäneen laadun visuaalisen tarkkailun aikana vastaavia ongelmia ei ole esiintynyt. Tehdyt muutokset aiheuttivat renkaan valmistukseen keskimäärin 30 % tuotantoajan nousun, jonka vuoksi joudutaan harkitsemaan ratkaisuja läpimenon parantamiseksi. Myös hitsaajien pätevyudet päivitettiin standardien vaatimalle tasolle.</p> <p>Parannellusta pölynpoistojärjestelmästä ja lisätystä nostopöydästä saatu palaute on ollut positiivista. Joitain muutoksia tarvitaan vielä tulevaisuudessa. Oikaisupuristimen osalta työ on vielä kesken. Rungon osat on tilattu, mutta hydrauliiikan osalta suunnittelu on vielä kesken. Laitteen hankintapäätös on kuitenkin tehty, joka tarkoittaa, että laite tulee olemaan tuotannossa lähitulevaisuudessa.</p>			
Avainsanat hitsaus, tuotannon kehitys			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering			
Author(s) Ville Piironen			
Title of Thesis Development of Ring Manufacturing Process and Creating Instructions for Welding Designing and Manufacturing			
Date	14.11.2018	Pages/Appendices	38/ 3+81
Supervisor(s) Heikki Salkinoja			
Client Organisation /Partners Aikawa Fiber Technologies Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to improve the ring-manufacturing process of Aikawa Fiber Technologies Oy. There were a lot of quality issues in the welding process. The plan was to make changes to the welding process to improve the quality of welding. The qualifications of welders were studied. As a counterbalance, ergonomics and working environment were also under development.</p> <p>AFT Oy also wanted clear instructions for designing and manufacturing welds. The instructions will serve as an education material for new employees and as a welding handbook for designers. The plan was to create a platform for the document where all the intructions of welding processes will be added in the future.</p> <p>During this study the welding wire was changed from a solid wire to a metal- cored wire. The quality issues of ring- manufacturing were solved. Also the interpass temperature was earlier too high. With measuring and controlling it the quality issues of ring manufacturing were solved. During a follow-up period of three months there were no more quality issues that were seen earlier. The changes that had been made to production caused an approximately 30% increase in the manufacturing time. That causes a need to consider options to make production more efficient. The qualifications were also updated to fit the company's requirements.</p> <p>Feedback from dust extraction system and lifting table has been positive all though some minor changes must be made in future. Development of a new hydraulic press is still unfinished. The frame for the press was ordered from a subcontractor but designing of hydraulics is still in progress. The decision of purchase has already been made which means that the machine will be part of the production in the near future.</p>			
Keywords welding, production development			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Aikawa Fiber Technologies (AFT) Oy: lle. Tästä raportista on julkaistu kaksi versiota: Theseuksessa julkaistava julkinen raportti, josta on poistettu Aikawa Fiber Technologies Oy:n teknologiaa ja työmenetelmiä koskevat tiedot, sekä salassa pidettävä, AFT:n sisäiseen käyttöön tarkoitettu raportti.

Suuri kiitos Aikawa Fiber Technologies Oy:n henkilökunnalle tämän opinnäytetyön mahdollistamisesta ja tuesta, jonka olette sen aikana tarjonneet. Lisäksi haluan kiittää tämän opinnäytetyön ohjaajaa, Heikki Salkinojaa tuesta ja hitsausteknisestä osaamisesta.

Eriyiskiitokset vaimolleni ja pojalleni, jotka ovat jaksaneet tukea ja kannustaa projektin aikana.

Varkaudessa 26.11.2018

Ville Piironen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	AIKAWA FIBER TECHNOLOGIES OY	7
2.1	HISTORIA	8
2.2	TUOTTEET	12
2.2.1	Poratut levyt	12
2.2.2	Poratut rummut	12
2.2.3	Lankarummut	13
2.2.4	Roottorit	14
2.2.5	Lajittimet	16
3	HITSAUKSEN KEHITYS	17
3.1	Renkaiden valmistus	17
3.2	Railomuodot	17
3.3	Lisäaineen valinta	18
3.4	Suojakaasu	19
3.5	Välipalkolämpötilan seuranta	19
4	HITSAAJIEN PÄTEVÖINTI	21
4.1	Hitsausohje	22
4.2	Hitsausohjeen hyväksyminen	23
4.3	Pätevyyskoe	23
5	RENKAAN VALMISTUSPROSESSIN PARANTAMINEN	25
5.1	Ilmanlaadun parantaminen	25
5.2	Nostopöytä	29
5.3	Renkaiden oikaisupuristin	30
6	SUUNNITTELU- JA VALMISTUSOHJEISTUS	32
6.1	Suunnittelu	32
6.2	Toteutus	33
7	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	38

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe tuli ajankohtaiseksi osana AFT Oy:n hitsauksen kehittämisprojektia. Projektiin johtivat jatkuvat laatuongelmat tuotantohitsauksissa sekä hitsien koon ja valmistuspiirustusten keskinäiset ristiriidat.

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin renkaan valmistuksen kokonaisvaltaiseen parantamiseen niin tuotannon laadun, kuin myös työssä viihtymisen ja työhyvinvoinnin osalta.

Hitsauksen kehityksessä pyrittiin ratkaisemaan renkaan hitsausta vaivannut ongelma, jossa hitsiin muodostuu pieniä huokosia, jotka paljastuvat vasta, kun renkaan pinnat koneistetaan. Lisäksi ajoittain oli ollut havaittavissa juurivirheitä, jotka luultavimmin johtuivat puutteellisesta juuren avauksesta tai virheellisestä railomuodosta. Koneistuksen jälkeen ongelman korjaaminen oli haastavaa ja kallista. Renkaiden mekaaninen kestävyys oli kuitenkin ollut riittävä eivätkä asiakasreklamaatiot olleet nousseet asiassa merkittävästi esiin.

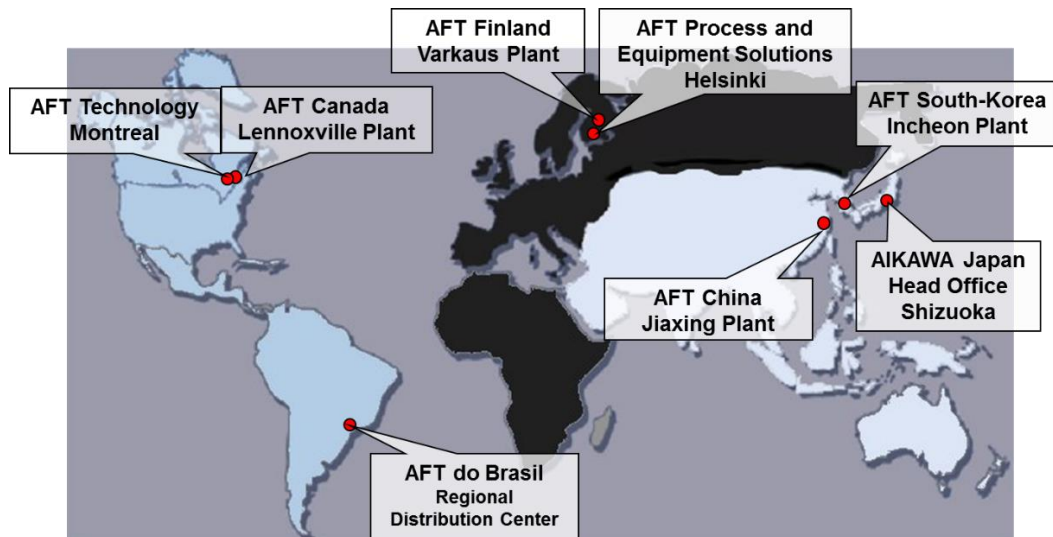
Hitsauksen kehityksen lisäksi työn tarkoituksena oli kehittää renkaiden valmistustyöpisteen toimivuutta. Työntekijöiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella saatiin rajattua muutostarpeet kolmeen kohtaan, jotka työntekijät priorisoivat tärkeimmiksi. Nämä muutokset koskivat työpisteen ergonomiaa ja työhyvinvointia.

Lisäksi AFT:llä toivottiin, että kaikki tuotannon hitsausprosessit sekä olemassa olevien hitsausohjeiden ja -merkintöjen ajantasaisuus sekä paikkansa pitävyys tarkastettaisiin. Hitsausohjeiden päivityksen lisäksi toivottiin hitsauksen suunnittelu- ja valmistusohjetta. Ohjeeseen on tarkoitus kerätä hitsauksien suunnitteluun liittyvät ohjeistukset yhteen dokumenttiin. Lisäksi dokumentin haluttiin toimivan myös tuotannon hitsausohjeiden tukena. Ohjeessa on tarkoitus ohjeistaa hitsaamalla valmistettävien komponenttien oikeaoppiset työmenetelmät laajemmin, kuin itse WPS:ssä. Hitsausohjeet liitetään dokumenttiin osana ohjeistusta. Luotua ohjeistusta voidaan käyttää koulutusmateriaalina, sekä tuote- ja tuotannon suunnittelun työkaluna.

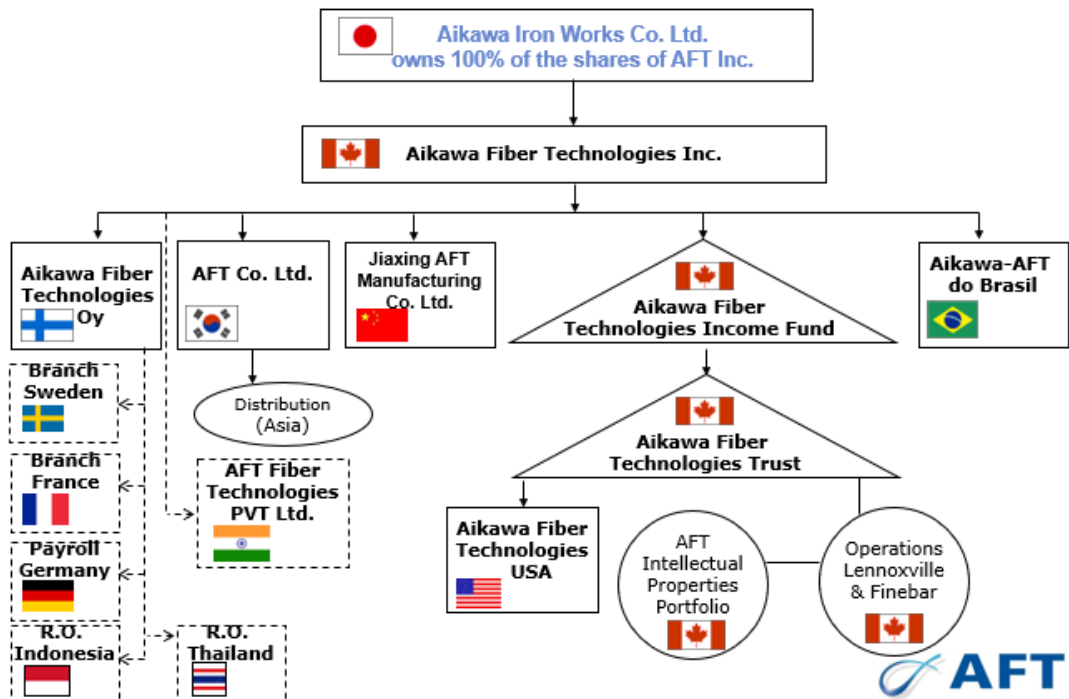
Tämä opinnäytetyö on rajattu koskemaan vain renkaiden valmistusta. Suunnittelu- ja valmistusohjeistukseen pyrittiin luomaan pohja, jota voidaan soveltaa muihin prosesseihin myöhemmin.

2 AIKAWA FIBER TECHNOLOGIES OY

Aikawa Fiber Technologies (AFT) Oy kuuluu Aikawa Fiber Technologies –konserniin, jonka omistaa japanilainen Aikawa Iron Works Co. Ltd. Aikawa Iron Works on perheyrittys, joka valmistaa paperiteollisuuden laitteita. Aikawa Fiber Technologies on laite- ja varaosavalmistaja, jolla on tuotantolaitoksia Kanadassa, Suomessa, Koreassa ja Kiinassa. Tuotantolaitosten sijainti yrityksen organisaatiota-
 rakenne on esitetty kuvissa 1 ja 2.



Kuva 1. Aikawa Fiber Technologies- konsernin yksiköt (ikäheimonen 2018)



Kuva 2. Aikawa Fiber Technologiesin organisaatiota-
 rakenne. (ikäheimonen 2018)

Varkauden tehtaalla (kuva 3) valmistetaan seularummut ja roottorit sekä osa lajittimista. Helsingin toimipiste vastaa prosessi- ja laiteratkaisuista. Yhteensä AFT Oy:llä on noin 130 työntekijää, joista noin 80 työskentelee tuotannossa. Asiakkaita on jo yli 40 maassa. AFT Oy:n markkinaosuus seularumpujen valmistuksesta Euroopan ja Aasian alueilla on noin 35 %. Vuoden 2017 liikevaihto oli noin 32 miljoonaa euroa. (Ikäheimonen 2018.)



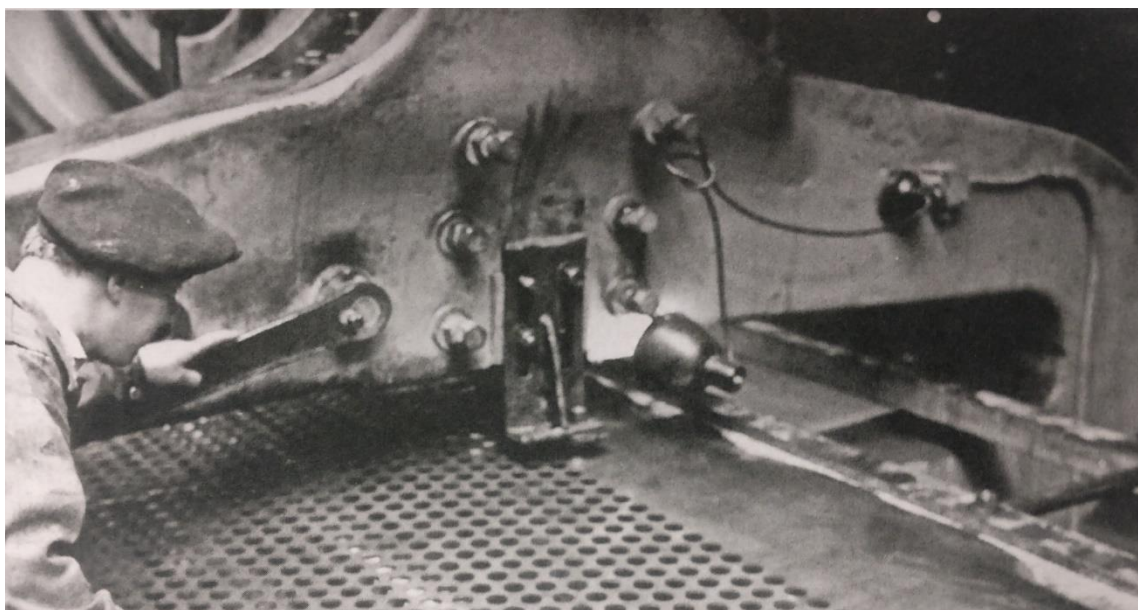
Kuva 3. Aikawa Fiber Technologies Oy:n Varkauden yksikkö

2.1 HISTORIA

Seulalevyteollisuus on saanut alkunsa Varkaudessa, ja itseasiassa samalla kerralla koko Suomessa, sotakorvausteollisuutena. Ahlströmin konepaja Varkaudessa osallistui sotakorvausten toimittamiseen monin tavoin. Yksi ongelmakohta Neuvostoliiton sotakorvausvaatimusten joukossa olivat siivilälevyt. Sellaisia ei oltu koskaan valmistettu Suomessa aiemmin, joten koneita tai osaamista niiden tekemiseen ei ollut. Niitä piti siis hankkia. (Vuorinen 2015, 7.)

Koneita ja osaamista löytyi Ruotsista, jossa oli mennyt konkurssiin Nordiska Armaturfabrikenin rei'itystehdas. Yhteensä Ruotsista ostettiin kaksi stanssauskonetta ja viisi jyrsinkonetta sekä näihin liittyviä tarvikkeita ja piirustuksia. Lisäksi yksi asentaja tuli valvomaan käyttöönottoa noin kuukauden ajaksi. (Vuorinen 2015, 7.)

Ensimmäiset levyt rei'itettiin kesäkuun ensimmäisenä päivänä vuonna 1945. Vielä saman vuoden syyskuussa aloitettiin tasoseulojen tekeminen jyrsimällä. Kuvassa 4 on ensimmäinen Varkauteen hankittu stanssaus kone Naf. (Vuorinen 2015, 7-8.)



Kuva 4. Varkauteen hankittu ensimmäinen rei'ityskone Naf (6010) kuvattuna 1940-luvun lopulla. (Vuorinen 2015, 8)

Varkauden sellu- ja paperitehtaalta tuli valituksia, että stanssaamalla tehdyt levyt kuluivat ja reiät suurenivat nopeasti. Ensimmäinen Witzig & Frank- monikaraporakone otettiin käyttöön joulukuussa 1959. Näin Ahlströmin konepaja ryhtyi valmistamaan rei'itettyjä levyjä myös kartioporaaamalla. Tällä menetelmällä päästiin kauan toivottuun tulokseen, kestävämpään levyyn. Samalla levyjen suorituskyky parani huomattavasti. (Arnes 1995, 7.)

Seularumpujen valmistus aloitettiin Ahlströmin Karhulan tehtaalla vuonna 1950. Ensimmäiset rummut valmistettiin stanssatuista levyistä ja ne kuluivat nopeasti. Kun porattujen levyjen valmistus alkoi 1960-luvulla Varkaudessa, suunniteltiin uudet rummut, joissa käytettiin porattuja levyjä. Rumpujen valmistus siirrettiin kokonaan Varkauteen vuonna 1970. (Arnes 1995, 11.)

Koska seulalevytuotteiden valmistustilat Pirtinniemellä olivat valtaosaltaan epäkäytännölliset ja riittämättömät sekä nähtiin kasvumahdollisuuksia Varkauden yksikön osalta, alettiin vuonna 1985 selvittää mahdollisuuksia uusiin tehdastiloihin. Uutta tehdasta alettiin rakentaa 3.3.1986. Koneiden siirrot uusiin tiloihin aloitettiin saman vuoden marraskuussa ja lähes täysipainoinen tuotanto uusissa tiloissa päästiin aloittamaan heti vuoden 1987 alusta. (Arnes 1995, 14.)

CAE Inc. osti joulukuun 1. päivänä 1992 A. Ahlström Oy:n seulalevyliiketoiminnan kokonaisuudessaan. Näin muodostui viiden seulalevytehtaan kokonaisuus, joka kattaa koko maailman jakautuen kahteen toiminnan pääalueeseen, Eurooppa ja Amerikka. Tässä yhteydessä tehtaat yhtiöitettiin ja näin Varkauden yksiköstä muodostui CAE Screenplates Oy. (Arnes 1995, 22.)

CAE:n vuosina uudistettiin seulalevytehtaan päätuotteen rakennetta, ja omien valmistusmenetelmien kehittämiseen investoitiin merkittävästi. Vuonna 1998 julkistettu CAE macroflow-rumpu korvasi osittain uudella valmistusmenetelmällään aiempia rumpuja. Macroflow:ssa U:n muotoisten tukilankojen

yläpuolelle jyrssiittiin koloja, joihin pujotettiin profiililankoja. Syntynyt lankamatto niitattiin kiinni ja taitutettiin vaipaksi. Tukilankojen toiselle puolelle laitettiin tukirenkaat, joilla saatiin vahvistettua rumpua. (Vuorinen 2015, 21- 22.)

Vuonna 2000 CAE laittoi seulalevy teollisuutensa julkiseen myyntiin. Korkeimman tarjouksen teki kanadalainen pörssi-yhtiö Advanced Fiber Technologies, AFT. Uuden omistajan alaisuudessa tehtaan ja yhtiön näkymät alkoivat nopeasti heiketä. Kanadassa tuolloin voimassa ollut Income Fund -yritysmuoto mahdollisti osinkojen maksun osakkeen omistajille riippumatta siitä, millaista tulosta yritys teki. Investointeja ei voitu tehdä, eikä juuri muutakaan. Neljässä vuodessa silloisen AFT:n johto sai ajettua hyvän liiketoiminnan todella syviin vesiin. (Vuorinen 2015, 23.)

Vuonna 2006 yhtiö oli jo niin pahasti velkaantunut, että jos jotakin muutosta ei olisi tapahtunut, nykymuotoinen toiminta Varkaudessa olisi luultavasti loppunut. Isoista veloista huolimatta japanilainen Aikawa konserni oli kiinnostunut hankkimaan AFT:n seulalevyteollisuuden itselleen. Aikawa oli aiemmin toiminut lähinnä kotimarkkinoillaan Japanissa. Japanilaiset olivat kiinnostuneita paitsi laadukkaista tuotteista, mutta myös AFT:n valmiista globaalista valmistus- ja myyntiverkostosta. Huhtikuussa 2006 yhtiö siirtyi Aikawan omistukseen. Yhtiön nimi pysyi omistajavaihdoksesta huolimatta ennallaan. (Vuorinen 2015, 25- 26.)

Globaalin taloustilanteen merkittävä heikkeneminen vuoden 2008 lopulla ajoi yrityksen ahtaalle. AFT:n globaali johto teki päätöksen, että toiminnan kustannuksia pitää leikata merkittävästi, jotta konserni ei kaatuisi. Tämä tarkoitti, että yksi kolmesta valmistusyksiköstä haluttiin sulkea. Yksiköt olivat Varkaudessa, Kanadan Lennoxvillessä sekä Etelä-Korean Incheonissa. Kooltaan selkeästi pienemmän Korean yksikön sulkeminen ei olisi tuonut riittävästi säästöjä, joten sitä ei kannattanut sulkea. Käytännössä valinta jäi Varkauden ja Lennoxvillen välille. (Vuorinen 2015, 26- 27.)

Konsernin amerikkalainen talousjohto ilmoitti keväällä 2009 päättäneensä Varkauden tehtaan sulkemisesta. Varkaudelle annettiin kuukausi aikaa tehdä vastaehdotus, miten tehdas ja koko AFT:n liiketoiminta saataisiin pelastettua. Kuukauden aikana saatiin laadittua konsernin johdolle vastaehdotus. Se piti sisällään esimerkiksi sen, että Varkauden kaupunki ostaa tehtaan kiinteistön itselleen. Lisäksi ehdotus otti kantaa koko AFT:n tuotannon uudistamiseen. Tämä tarkoitti sitä, että automaation asteen lisäämiseen alettiin varautua niin Varkaudessa kuin Lennoxvillessä. Johdolle esiteltiin myös uudenlainen tuoterakenne. Alettiin puhua Macroflow 2 -rummun valmistuksesta. Vastaehdotuksen mukaisesti yhtiään yksikköä ei suljettaisi vaan kustannuksia leikattaisiin kaikissa tuotantoyksiköissä. (Vuorinen 2015, 28.)

Konsernin johdon mielestä Varkauden henkilöstön tekemä suunnitelma koko AFT:n pelastamiseksi oli niin toiminnallisessa kuin taloudellisessa mielessä paras vaihtoehto. Ehdotus hyväksyttiin ja tehtaan sulkemispäätös saatiin peruutettua. Henkilöstöstä jouduttiin kuitenkin vähentämään noin 40 %. Vuodenvaihteessa 2009-2010 tilauskanta alkoi piristyä ja lähes puolet irtisanotuista voitiin ottaa takaisin töihin. (Vuorinen 2015, 29- 30.)

Macroflow 2 -rumpun kehitys oli osa vastaehdotuksen tuotantostrategiaa. Kehityksen tavoitteena oli säästää työajassa ja raaka-aineessa 30 %. Lisäksi rakotarkkuuden piti olla maailman parasta. Rumpua kohtaan esitetyt tavoitteet saavutettiin. Työaika puolitettiin ja materiaaleista säästetään noin 30 %. Suurimmat edistysaskeleet otettiin kuitenkin rakotarkkuudessa. Se parani niin paljon, että pilkun paikkaa voitiin siirtää. (Vuorinen 2015, 32.)

Tuotteiden myynti kävi hyvin, mutta kannattavuus laski uhkaavasti. Ratkaisuna tähän käynnistettiin AFT-Virtaa! -projekti, jolla pyrittiin parantamaan olemassa olevia prosesseja aina myynnistä tuotteen toimitukseen. Projektin pohjana oli LEAN-filosofia, jolla pyritään jatkuvaan prosessien parantamiseen. Projektin avulla saatiin kannattavuuden lasku taitettua nousuksi. (Ikäheimonen 2018b.)

Viime vuosia haasteita on tuonut laatu- ja materiaalikustannusten kasvu, joka on syönyt kannattavuutta. Vuonna 2018 sekä Aikawa Iron Worksin, että AFT:n johdossa on tapahtunut muutoksia, joiden myötä tuotantoon investointeihin näyttäisi olevan paremmat mahdollisuudet kuin aiemmin. Lisäksi henkilöresursseja on tänä vuonna pystytty lisäämään. (Ikäheimonen 2018b.)

Markkinoiden näkökulmasta AFT Oy:llä on hyvät mahdollisuudet tehdä hyvää tulosta tulevaisuudessa. Vaikka paperin kysynnän arvioidaan laskevan tulevaisuudessa, sellun kulutuksen epäillään kasvavan. Lisäksi paperikoneet markkina-alueella alkavat olla jo vanhoja, joten asiakkaiden joutuvat investoimaan uusiin koneisiin. Tänä päivänä asiakkaat arvostavat moderneja arvoja, kuten energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Näitä arvoja tarkastellessa AFT on vahvoilla kilpailijoihin nähden, koska nämä arvot on otettu huomioon tuotteiden suunnittelussa. Lisäksi viime vuosina AFT:n laitemyynti on noussut tärkeäksi osaksi kokonaisyntiä. Laitemyynnin odotetaan jatkavan kasvuaan tulevaisuudessa. (Ikäheimonen 2018b.)

Haasteita AFT Oy:lle tuottaa sijainti. Suomi ei ole teknologia-alalla investointien valossa kiinnostava kohde, koska se mielletään kalliiksi. Vanhan laitekannan kunnossapito on siis merkittävässä roolissa myös tulevaisuudessa. Prosessien jatkuvaa kehittämistä tulee jatkaa kannattavuuden varmistamiseksi ja toimintojen säilyttämiseksi Suomessa. (Ikäheimonen 2018b.)

2.2 TUOTTEET

2.2.1 Poratut levyt

Porattuja levyjä, kuten kuvassa 5 esitetty pulpperilevy, käytetään prosessimassojen puhdistukseen. Levyn tehtävänä on erottaa epäpuhtauksia, kuten muovia kierrätyspaperista. Porattuja levyjä käytetään pääasiassa kartonki-, paperi- ja selluteollisuuteen, mutta pieni osa tuotteista menee myös elintarviketeollisuuden käyttöön. (Karppinen 2018.)

Porattavista materiaaleista ja ainevahvuuksista riippuen porattavat reikä koot vaihtelevat \varnothing 0,5 mm ja 15 mm välillä. Porauksen etuna lävistettyihin levytuotteisiin on parempi mittatarkkuus ja kulutuksen kesto.



Kuva 5. Porattu pulpperilevy

2.2.2 Poratut rummut

Porattuja rumpuja käytetään kartonki-, paperi-, ja selluteollisuudessa kuitujen lajitteluun sekä massan sakeuttamiseen (Karppinen 2018).

Porattu rumpu valmistetaan poratusta levystä taivuttamalla. Taivutuksen jälkeen siihen liitetään pääty- ja tukirenkaat laite- ja prosessivaatimusten mukaan. Porattu seularumpu on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Porattu rumpu

2.2.3 Lankarummut

MF- ja MF2- lankarumpuja käytetään kartonki- ja selluteollisuudessa kuitujen lajitteluun. Rummun raot mitoitetaan prosessin vaatimusten mukaisesti. Rakoa pienemmän kuidut läpäisevät seularummun ja jatkavat prosessissa eteenpäin, kun taas liian suuret kuidut poistuvat rejektinä. Rejekti voidaan käsitellä uudelleen. Uudelleen käsittelyssä siitä pyritään erottelemaan priimakuidut epäpuhtauksista ja palauttamaan ne uudelleen prosessiin. Lankarummulla saadaan massalle parempi puhtausaste, kuin poratuilla rummuilla. (Karppinen 2018.)

MF-seularumpujen valmistuksessa U-mallisiin tukilankoihin jysytään uria, joihin profiililangat pujotetaan. Langat niitataan yhteen, jolloin muodostuu matto, joka taivutetaan vaipaksi ja liitetään hitsaamalla vaipaksi. Vaippaan liitetään tuki- ja päätyrenkaat.

Kuvan 7 mukaisen MF2-seularumpujen tukirenkaat valmistetaan laserleikkaamalla levyistä. Levyjen kehällä on urat, joihin profiililangat pujotetaan. Langat lukitaan paikoilleen renkaiden kuumennusprosessilla, krymppäyksellä. Näin saadaan valmistettua erittäin mittatarkka vaippa. Vaippaan lisätään päätyrenkaat hitsaamalla.



Kuva 7. MF2- seularumpu

2.2.4 Roottorit

Roottori on lajitteluprosessissa rummun sisällä pyörivä komponentti. Roottorin pintaan on hitsattu elementtejä, jotka aiheuttavat rummun pintaan imu- ja painepulseja. Tämä painevaihtelu aiheuttaa kuitujen edestakaista liikettä, jolloin lajittelu on mahdollista. Ilman tätä painevaihtelua rummun pintaan muodostuu "kuitumatto", joka tukkii rummun ja lajitteluprosessi ei toimi. Elementtityypin valinnalla voidaan vaikuttaa painevaihtelun voimakkuuteen, joka vaikuttaa lajittelun lopputulokseen. Pääsääntöisesti tehokkaampaa, kuten kuvassa 8 esitettyä GHC2-roottoria, käytetään kartongin ja sellun valmistuksen alkupäässä, jossa kuidut ovat suurempia. Kuvassa 9 esitettyä EPx-roottoria, sekä EP-roottoreita käytetään paperikoneilla, joissa liian tehokas roottori saattaa aiheuttaa jopa aaltoja valmiin paperin pintaan (Karppinen 2018).

Roottori koostuu yleensä napapaketista, vaipasta ja valitusta foili- tai elementtityypistä. Napapaketti valmistetaan koneistetusta pyöröteräsaihiosta sekä laipoista, jotka kiinnitetään aihioon hitsaamalla. Napa on roottorin osa, josta roottori kiinnitetään lajittimen sisällä akseliin. Napapaketti hitsataan vaiipan sisään, jonka jälkeen vaippaan hitsataan foilit/ elementit asiakkaan käyttökohteista riippuen.



Kuva 8. GHC2- roottori



Kuva 9. EPx- roottori

2.2.5 Lajittimet

Lajitin on laite, jonka sisällä lajitteluprosessi tehdään. Lajittimen sisällä on seularumpu ja roottori, jotka hoitavat kuitujen lajittelun. Lajittimeen syötetään lajiteltava massa, joka kulkeutuu seularummulle. Massa, jonka partikkelikoko on sopiva, läpäisee seularummun raot ja jatkaa prosessissa eteenpäin. Liian suuret kuidut poistuvat prosessista rejektinä. Lajitin on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Lajitin

3 HITSUKSEN KEHITYS

Syyt hitsausprosessin kehitystarpeeseen löytyvät jatkuvasta hitsauslaadun vaihtelusta. Samaan aikaan asiakkaiden vaatimukset laatua kohtaan ovat kasvaneet.

Hitsausprosessin kehittämisessä pyrittiin ratkaisemaan renkaan hitsausta vaivanneet ongelmat, joissa hitsiin muodostui pieniä huokosia, jotka paljastuivat vasta, kun renkaan pinnat koneistettiin. Lisäksi ajoittain on ollut havaittavissa juurivirheitä, jotka luultavimmin johtuivat puutteellisesta juuren avauksesta tai virheellisestä railomuodosta.

3.1 Renkaiden valmistus

Pääty- ja tukirenkaat ovat haponkestävästä (1.4404) tai ruostumattomasta (1.4301) lattateräksestä taivuttamalla valmistettuja renkaita. Päätyrenkaiden avulla seularumpu kiinnittyy paikoilleen lajittimeen. Tukirenkaiden tarkoituksena on tukea seularummun rakennetta, jotta se kestää lajitteluprosessissa.

Latta-aihioiden ainevahvuudet vaihtelevat 10- 60 millimetrin välillä. Lattojen leveys puolestaan on 20-120 mm. Tätä leveämmät renkaat valmistetaan levyleikkeinä, eli polttoaihiolina.

Renkaat taivutetaan taivutusvalssilla. Halkaisijat vaihtelevat 300 millimetristä aina 2500 millimetriin asti. Päätyrengasaihioiden katkaisu ja hitsausviisteet tehdään pääasiassa käsin kulmahiomakoneella. Väli renkaiden viisteitykseen voidaan käyttää lastuavaa viisteytyskonetta.

3.2 Railomuodot

Renkaan railomuodon valinnalla on oleellinen merkitys hitsattavuuteen, tuottavuuteen sekä hitsauksen onnistumiseen. Väärin valittu railomuoto voi aiheuttaa tilanteen, jossa hitsausta ei voida suorittaa laadukkaasti. Lisäksi poikkipinta-alaltaan liian suuri railo kasvattaa lisäaineen tarvetta nostaten kustannuksia. Standardin SFS-EN ISO 9692-1 mukaiset railosuositukset renkaan hitsaukseen on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Renkaiden valmistuksessa käytettävät railomuodot (Hitsaus ja sen lähiprosessit... 2006, 24 & 26)

Viite-numero	Aineen-paksuus t	Railo-muoto	Hitsaus-merkki	Poikkileikkaus	Mitat				Suositellaan prosesseille	Hitsin kuva	Huomautuksia
					Kulma α	Ilmarako b mm	Juuripinnan korkeus h mm	Viisteen syvyys c mm			
2.5.1	<10	X-railo			$\alpha = 60^\circ$	$1 \leq b \leq 3$	≤ 2	$\approx t/2$	111 141		-
					$40^\circ < \alpha < 60^\circ$				13		
2.2	$3 \leq t \leq 40$	V-railo			$\alpha = 60^\circ$	≤ 3	≤ 2	-	111 141		Juuripalko kuvattu
					$40^\circ < \alpha < 60^\circ$				13		

Paksujen, aineenvahvuudeltaan yli 12 mm renkaiden hitsauksessa käytetään symmetristä X-railoa standardin SFS-EN ISO 9692-1 (taulukko 1) mukaisesti. Renkaat, joiden aineenvahvuus on 12 mm tai pienempi, hitsataan V-railoon. Molemmissa railomuodoissa railokulmaksi on sovittu 60°. Kun viisteet tehdään kulmahiomakoneella, railokulma vaihtelee hieman. Yleensä railokulma pyrkii kulmahiomakoneella tehdessä jäämään liian pieneksi. Standardi SFS- EN ISO 9692-1 antaa railokulmalle vaihteluvälin 40°- 60°, joka on riittävä tuotannon kannalta.

X-railon etuna on V-railoa pienempi poikkipinta-ala, jolloin lisäaineen ja tuotavan lämmön määrä on pienempi. Lisäksi hitsauksen aiheuttamat muodonmuutokset jäävät vähäisemmiksi, koska hitsaus jakaantuu tasaisesti molemmille puolille rengasta.

Alle 12 mm materiaalien hitsaus X-railoon ei ole kannattavaa liian pienen hitsin poikkipinta-alan ja vähäisen lämmön tuonnin takia. Lisäksi rengas voidaan hitsata valmiiksi juuritukea vasten yhdeltä puolelta, jolloin työntekijään kohdistuva fyysinen rasitus pienenee.

3.3 Lisäaineen valinta

Renkaan päät liitetään yhteen MAG-hitsauksella. Renkaan hitsauksen lisäaineena on aiemmin käytetty Esab OK Autrod 316LSi -hitsauslankaa. Lanka on haponkestävä umpilanka. Langan halkaisija oli 1,0 mm. Renkaan valmistuksessa käytettävät hitsaukset ovat monipalkohitsauksia, joten Ø1.0 mm hitsauslanka koettiin riittämättömäksi. Lisäksi tutkittiin vaihtoehtoa umpilangalle. Ø1.0 mm hitsauslangalla palkojen lukumäärä kasvaa pienen tuottavuuden vuoksi. Tästä seuraa, että kappaleen lämpötila nousee helposti liian korkeaksi.

Suosituksen pohjalta hitsauslangaksi kokeiltiin Ø1,2 mm Esab Tubrod OK 15.31 -metallitäytelankaa.

Metallitäytelangan edut umpilankaan verrattuna:

- Parempi tuottavuus (→ suurempi hitsausnopeus)
- Parempi tunkeuma
- Vähemmän roiskeita
- Parempi hitsattavuus

Haitat:

- Lisäaineen korkeampi hinta

Metallitäytelanka, kuten umpilankakaan, ei juurikaan muodosta kuonaa, joten palkojen väliseen puhdistukseen riittää teräsharjaus. Tämän vuoksi se soveltuu hyvin monipalkohitsaukseen.

Langan testauksessa lanka todettiin hitsausominaisuuksiltaan hyväksi. Lisäksi hitsauksen tuottavuus parani.

3.4 Suojakaasu

Ruostumattomat metallitäytelangat hitsataan yleensä samoilla kaasuilla kuin ruostumattomat umpilangatkin eli argonvaltaisilla seoskaasuilla kuten 98 % AR + 2 % CO₂ (Lepola & Ylikangas 2016, 101).

Renkaan hitsauksessa käytettiin umpilangalla hitsatessa MISON® 2 (Ar + 2 % CO₂ + 0,03 % NO) -suojakaasua. Tämä kaasu kuuluu seoskaasujen ryhmään M12, joka soveltuu myös uudelle, Esab Tubrod OK 15.31- täytelangalle.

Argon on inertti (reagoimaton) kaasu. Se ei hapeta eikä vaikuta muullakaan tavalla hitsin kemialliseen koostumukseen. Tämän johdosta argon on pääkomponenttina useimmissa TIG- ja MIG/MAG-hitsauksen suojakaasuissa. Suojakaasuun on lisätty 2 % hiilidioksidia (CO₂) vakauttamaan valokaarta sekä vähentämään roiskeita. Lisäksi siihen lisätty typpimonoksidi (NO) vähentää hitsauksessa syntyvän otsonin määrää. Tämä parantaa hitsaajan työympäristöä ja vähentää otsonin aiheuttamaa limakalvojen ärsytystä. Työympäristössä tapahtuvat parannukset parantavat myös hitsaajan keskittymiskykyä, työn tuottavuutta ja hitsauksen laatua. MISON® suojakaasujen typpimonoksidilla on myös kaarta vakauttava vaikutus ruostumattomien terästen ja alumiinin MAG-hitsauksessa sekä -juotossa. (AGA suojakaasukäsikirja 2018, 4- 6.)

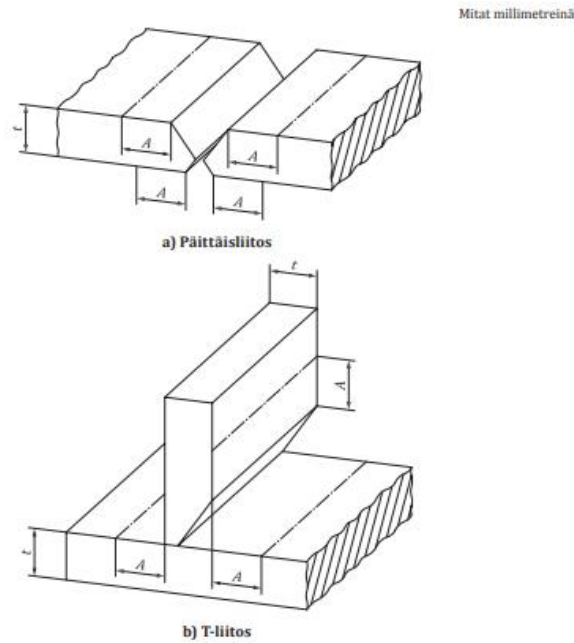
3.5 Välipalkolämpötilan seuranta

Ruostumattoman ja haponkestävän teräksen hitsauksessa on erityisen tärkeää, ettei perusaineen lämpötila nouse liian korkeaksi. Materiaalin korroosion kesto ja sitkeys perustuu seosaineiden, kromin ja molybdeenin tasaiseen jakautumiseen hitsaus- ja perusaineessa. Kromin reagoiessa hapen kanssa, muodostuu materiaalin pintaan passiivinen, korroosiolta suojaava kerros. Passiivinen kerros korjautuu itseksensä hapettavassa ympäristössä. Lämpötilan noustessa liian korkeaksi, muodostuu kromi- ja molybdeeniköyhiä alueita, joiden korroosion kesto on perusainetta alhaisempi.

Korroosion keston säilyttämiseksi on materiaalin lämpötilaa seurattava hitsauksen aikana.

Välipalkolämpötilalla tarkoitetaan perusaineen lämpötilaa hitsin lähellä ennen seuraavan hitsipalon hitsausta.

Välipalkolämpötila mitataan työkappaleen pinnalta kohdasta, joka sijaitsee kuvan 11 mukaisesti etäisyydellä $A=4 \times t$, mutta ei kuitenkaan yli 50 mm. Tämä koskee työkappaleita, joiden aineenpaksuus on enintään 50 mm hitsin kohdalla. Kun materiaalin ainevahvuus ylittää 50 mm, tulee mittauspisteen olla vähintään 75 mm päässä railon reunasta. (Esikumennuslämpötilan, välipalkolämpötilan ja ylläpitolämpötilan mittausohjeet 1996, 5.)



Selite
 $t \leq 50$ mm: $A = 4 \times t$, max. 50 mm
 $t > 50$ mm: $A = \text{min. } 75$ mm

Kuva 11. Mittauskohtien välinen etäisyys (Esikuumennuslämpötilan, välipalkolämpötilan ja ylläpitölämpötilan mittausohjeet 1996, 5)

Ennen projektin alkua renkaan kaikki hitsauspalot hitsattiin päällekkäin ilman välijäähdytystä, jotta työ etenisi nopeasti. Renkaan hitsauksessa hitsin pituus on enimmillään 120 mm ja aineenvahvuus yltää jopa 60 mm. Hitsien lyhyiden ja palkojen suuren määrän vuoksi välipalkolämpötilat nousivat korkeiksi. Seurannan yhteydessä havaittiin, että välipalkolämpötilat nousivat tietyissä tapauksissa jopa lähes 400 °C.

Liian alhainen palkojen välinen lämpötila aiheuttaisi suhteettoman paljon jäähdytystarvetta tuotantoon. Tämä puolestaan kasvattaa valmistusaikaa, joka voidaan nähdä kasvavina valmistuskustannuksina. Suomen hitsausteknillisen yhdistyksen Hitsaustekniikka- lehdessä (2011, 9) austeniittisen ruostumattoman teräksen välipalkolämpötilan maksimiarvoksi kerrotaan 150-200 °C.

Välipalkolämpötilan maksimiarvoksi sovittiin ulkopuolisen konsultin suosituksesta 200 °C. Standardin SFS- EN ISO 13916 mukaan lämpötilan enimmäisarvo tulee mainita myös hitsausohjeessa.

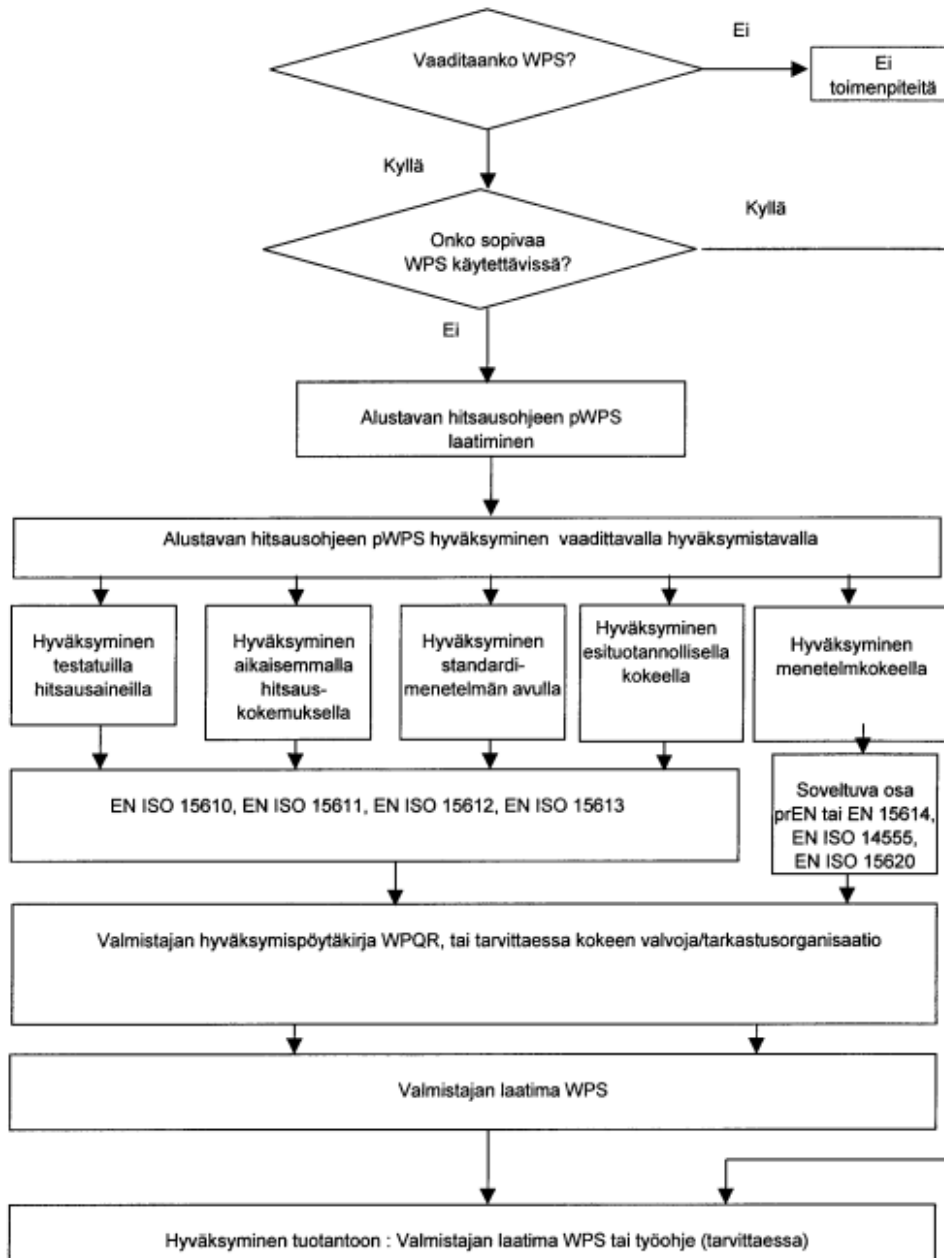
Välipalkolämpötilojen seurantaan hankittiin kosketuslämpömittari ja tekijöille ohjeistettiin sen käyttö. Lämpötilan valvonta otettiin välittömästi käyttöön.

Mitatun lämpötilan noustessa lähelle sovittua raja- arvoa 200 °C, pitää kappale jäähdyttää. Jäähdytyksen nopeuttamiseksi hankittiin kylmäilmapuhallin, jolla saatiin hillittyä valmistusajan kasvua.

4 HITSAAJIEN PÄTEVÖINTI

Hitsaus on erikoisprosessi ja hitsaustyön laatu riippuu paljon hitsaajan taidoista. Hitsaajan pätevyyskokeella voidaan selvittää hitsaajan osaaminen tiettyyn hitsausprosessiin. (Lepola & Ylikangas 2016, 244)

Hitsauspätevyys osoitetaan standardoitujen hitsauskokeiden avulla. Hyväksytyin hitsauskokeen suorittamisesta hitsaajalle myönnetään pätevyystodistus. Todistus antaa oikeuden hitsata hitsauskokeen kattavan pätevyysalueen hitsauksia. Hitsaajan pätevyystodistus on voimassa hyväksytyin koekappaleen hitsauspäivästä alkaen 2 vuotta. Tämä edellyttää, että hitsauskoordinaattori tai yrityksen muu vastuullinen henkilö voi osoittaa, että hitsaaja on hitsannut alkuperäisellä pätevyysalueella 6 kuukauden tarkastelujakson aikana.



Kuva 12. Hitsausohjeen laatimisen ja hyväksynnän kulkukaavio (Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Yleisohjeet 2004, 26)

Alustava hitsausohje (pWPS) ja hitsausohje (WPS) ovat hitsausprosessikohtaisia dokumentteja, joista tulee selvittää kaikki hitsauksen suorittamiseksi tarvittavat parametrit, joiden avulla voidaan varmistaa hitsauksen laatu ja toistettavuus tuotantoympäristössä. Tällaisia ovat mm. valmistajan tiedot, perusainetyyppi, kappaleen mitat, hitsausprosessi, liitoksen rakenne, hitsausasento, railomuoto, hitsausarvot sekä lisäaine ja suojakaasu. Hitsausohjeiden sisältö kaarihitsaukselle on määritelty standardissa SFS-EN ISO 15609-1. Kuvassa 12 on esitetty hitsausohjeen laatimisen ja hyväksynnän kulkukaavio. Kaaviosta voi nähdä, että alustavan hitsausohjeen hyväksymiseen hitsausohjeeksi on viisi eri vaihtoehtoa.

Hitsausohjeiden tekeminen aloitetaan tarpeen kartoituksella. Kartoituksen yhteydessä selvitetään hitsattavat materiaalit, niiden ainevahvuudet sekä hitsausprosessi ja liitosmuodot. Tämän kartoituksen perusteella renkaiden valmistuksessa työstentelevien hitsaajien pätevyysalue oli aineenvahvuuden puolesta liian alhainen. Pätevöintiä varten laadittiin pWPS, jonka pohjalta hitsattiin pätevyyskokeet. Samalla saatiin hyväksytyä käyttöön uusi hitsausohje. Koekappaleiden paksuudeksi määriteltiin 35 mm. Tällöin hitsauskokeen tuoma pätevyysalue kattaisi paksujen renkaiden aineenvahvuuden kokonaisuudessaan ja samalla vastaisi tuotannossa käytettävää, keskimääräistä latta-aihiota ainevahvuutensa puolesta.

4.1 Hitsausohje

Hitsauslisäaineen muutoksesta huolimatta alustava hitsausohjeen hyväksyntään voitiin käyttää aikaisempaan hitsauskokemukseen perustuvaa hyväksymismenettelyä. Näin voitiin toimia, koska standardissa SFS-EN 9606-1 on määritelty, että metallitäytelangalla hitsattu koe pätevöittää hitsaamaan umpilangalla ja päinvastoin (Taulukko 2).

Taulukko 2. Hitsauslankojen pätevyysalue (Hitsaajan pätevyyskoe 2011, 24)

Kokeessa käytetty hitsauslanka	Pätevyysalue			
	S	M	B	R, P, V, W, Y, Z
Umpilanka (S)	x	x	-	-
Metallitäytelanka (M)	x	x	-	-
Jauhetäytelanka (B)	-	-	x	x
Jauhetäytelanka (R, P, V, W, Y, Z)	-	-	-	x

x hitsauslangat, joille hitsaaja on pätevöitetty.

- hitsauslangat, joille hitsaaja ei ole pätevöitetty.

Ennen menetelmäkoetta tehtiin alustava hitsausohje pohjautuen aiemmin umpilangalla käytössä olleisiin hitsausparametreihin sekä tuotannon ulkopuolella tehtyihin testihitsauksiin perustuen. Alustava hitsausohje laaditaan standardin EN ISO 15609-1 mukaisesti. Alustavassa hitsausohjeessa määritellään kaikkien oleellisten hitsausparametrien vaihteluvälit. (Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hyväksyntä aikaisemmalla hitsauskokemuksella 2004.)

4.2 Hitsausohjeen hyväksyminen

Kokemukseen pohjautuvassa hitsausohjeen hyväksynnässä ei vaadita erillistä hitsaus-/ menetelmäkoetta. Ohjeen hyväksymisen pohjaksi vaaditaan standardin SFS-EN ISO 15611 mukaan:

- a) Tyydyttävä dokumentaatio tuotteen oleellisista ominaisuuksista ja hitsauskokeista, kuten rikkomaton tai rikkova aineenkoestus, painekokeet tai vastaavat sekä joko,
- b) Yhteenvedo vähintään vuoden hitsaavasta tuotannosta tietyinä ajanjaksona tai,
- c) Todistus hitsien soveltuvuudesta käyttöön tietyinä ajanjaksona. Viiden vuoden jakso voidaan katsoa sopivaksi.

AFT:llä on kattava dokumentointi asiakasreklamaatioista ja rikkoutumistapauksista vuosien ajalta. Tällä ajanjaksolla renkaiden rikkoontumisia ei ole ollut merkitsevissä määrin, joten dokumentoinnin pohjalta voidaan olettaa hitsien soveltuvan käyttöön.

Lisäksi hitsaajien hitsauskokeet ja niiden koestukset on dokumentoitu jo vuosien ajan. Näiden dokumenttien voidaan olettaa riittävän hyväksynnän perustaksi. Nämä asiat tulee mainita hyväksymispöytäkirjassa.

4.3 Pätevyyskoe

Pätevyyskoe tulee suorittaa tuotantoa vastaavissa olosuhteissa, kuten standardissa SFS-EN ISO 9606-1 ilmoitetaan. Tämä tarkoittaa, että hitsauksessa käytetään samoja työkaluja kuin tuotannossa työskennellessä. Samaisessa standardissa on ilmoitettu myös koekappaleelle asetetut mitat ja hitsauksen jälkeen suoritettavat tarkastukset. Menetelmäkokeen hitsaus toteutetaan yrityksen hitsauskoordinaattorin tai muun riittävän pätevyyden omaavan, yrityksen nimeämän vastuuhenkilön valvonnassa. Valvojan tehtävänä on varmistaa, että alustavassa hitsausohjeessa annettuja arvoja noudatetaan.

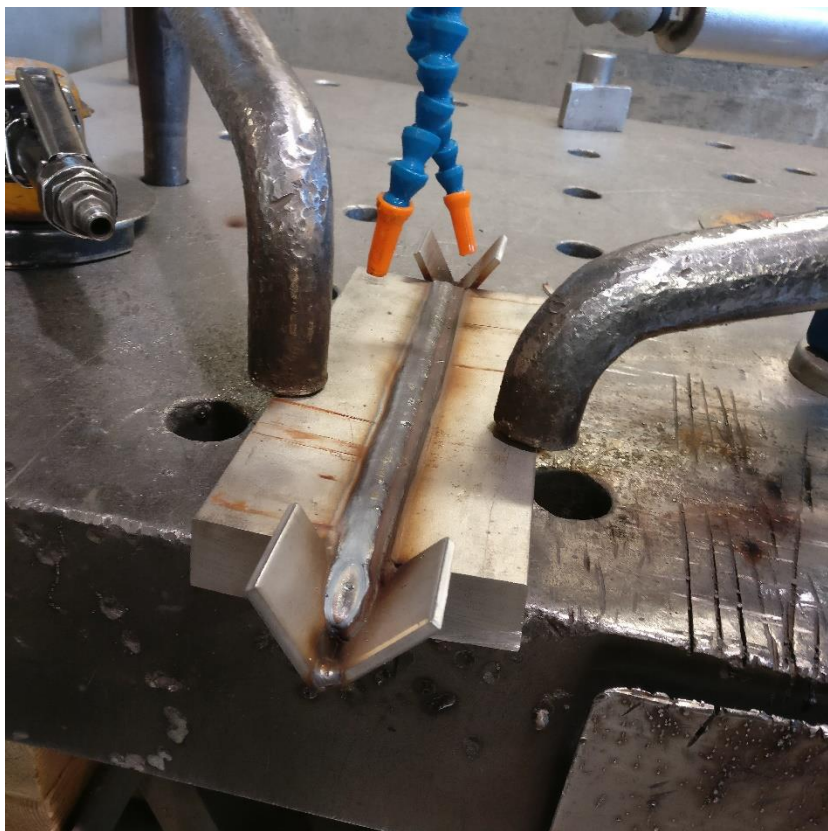
Jos kokeen valvoja hyväksyy kappaleen silmämääräisen tarkastuksen jälkeen, sille tehdään vielä standardin 9606-1 mukaiset tarkastukset. Kun kappaleet on hyväksytysti tarkastettu, myönnetään hitsaajalle pätevyytodistus. Pätevyytodistus oikeuttaa hitsaamaan hitsauskokeelle määriteltyjen parametrien mukaisia hitsauksia standardissa määriteltyjen raja- arvojen sisällä.

Mikäli koe ei läpäise tarkastuksia, voidaan koekappale hitsata uudelleen. Uusintakoetta koskee samat säädökset kuin aiempaakin koetta.

AFT: llä hitsattiin 2 koetta. Koekappaleiden mitat olivat 300 mm x 70 mm x 35 mm. Tarkemman selvittelyn perusteella koekappaleen mitat eivät täyttäneet leveytensä puolesta standardin vaatimaa 125 mm mittaa. Koekappale on kuvattu kuvissa 13 ja 14 ennen ja jälkeen hitsauksen.



Kuva 13. Pätevyyskokeen koekappaleen asettelu



Kuva 14. Koekappale hitsattuna

5 RENKAAN VALMISTUSPROSESSIN PARANTAMINEN

Renkaan valmistus on fyysisesti raskas työ. Renkaiden valmistuksessa lattarautoja joudutaan välillä liikuttelemaan käsin työpaikkanostimesta huolimatta. Myös työkalut ovat painavia ja niiden käsittely nosturilla ei ole tehokasta. Työntekijöiden hyvinvointiin panostamalla voidaan tehostaa työntekoa, parantaa työssä viihtymistä sekä mahdollisesti vähentää poissaolojen määrää.

Rengastyön kehittämiseksi ja työn teon helpottamiseksi käytiin keskusteluja tuotannon työntekijöiden kanssa. Näiden keskusteluiden pohjalta laadittiin suunnitelma tehtävistä muutoksista. Muutokset priorisoiitiin tärkeysjärjestykseen. Osa muutoksista oli hyvinkin helposti toteutettavissa nopeallakin aikataululla. Osa muutoksista taas vaati pidempää toteutusaikaa suunnittelun ja laitehankintojen vuoksi.

5.1 Ilmanlaadun parantaminen

Ruostumattoman teräksen hionnassa ja katkaisussa syntyy runsaasti pölyä, joka sisältää mm. kromia. Ilman kunnollista pölynpoistojärjestelmää kevyt pöly pääsee nousemaan ilmaan ja leviämään laajalle alueelle. Pöly altistaa siis myös työpisteen ulkopuolisia henkilöitä. Työpisteessä työskentelevillä on henkilökohtaiset suojaimet pölyä vastaan. Ilmassa leijaileva pöly vaikuttaa työntekijöiden terveyden lisäksi myös tuotteiden laatuun. Pitkiä matkoja leijaileva leijaileva pöly sotkee myös varastoituja tuotteita aiheuttaen ylimääräisiä pesukertoja.

Pölynpoiston kehittäminen päätyrengastyöpisteessä katsottiin tarpeelliseksi sen aiheuttamien ongelmien vakavuuden vuoksi. Hitsauspisteessä oli ennestään savukaasuimuri hitsauskaasujen poistamiseksi, sekä pieni pölynpoistoimuri, joka imi hiomapölyä hitsauspöydässä olevien reikien läpi. Tämä ei kuitenkaan ollut ratkaisuna riittävä hiomapölyn poistamiseksi. Vanha pölynpoistoyksikkö päätettiin korvata suuremmalla yksiköllä, jotta suodatettavaa ilmamäärää saatiin kasvatettua (kuva 15).



Kuva 15. Renkaan valmistuksen uusi pölynpoistoyksikkö asennettuna

Uuden pölynpoistojärjestelmän hankintaa kartoitettaessa selvisi, että AFT:llä oli jo ennestään yksi käytöstä poistettu yksikkö varastossa. Tätä yksikköä oli jo kaavailtu toiseen kohteeseen, mutta se katsottiin tarpeellisemmaksi ja paremmin soveltuvaksi renkaanvalmistuksessa. Yksikön suuren koon vuoksi työpisteen layout piti miettiä uusiksi. Layouttia varten käytiin läpi putkien vienti pölynpoistokohteisiin sekä työkalujen ja pöytätasojen sijainti. Työpisteessä työskennellessä pölyä synnyttävää työstä tehdään kolmessa eri kohdassa, joissa kahdessa ei ollut lainkaan pölynpoistoa hienolle, leijaillevalle hiomapölylle. Nämä kaksi paikkaa sijaitsevat toistensa välittömässä läheisyydessä ja niillä työskentelee vain yksi työntekijä kerrallaan. Raskaan pölyn nouseminen ilmaan oli estetty vesialtailla, jotka oli sijoitettu lattialle. Näihin kohteisiin päätettiin hankkia kohdepoisto, jolla voitiin operoida kaikissa katkaisu- ja hiontakohteissa, pois lukien hitsauspiste, jossa suoritetaan myös hiontaa. Kohdepoiston avulla saataisiin kerättyä hieno pöly pois hengitysilmaasta. Näin pyrittiin vähentämään myös ympäristöön leviävän pölyn määrää ja samalla vähentämään pölyaltistusta. Vesialtaat jätettiin edelleen lattialle raskaan pölyn sitomiseksi. Vesialtaat näkyvät lattialla kuvassa 16.



Kuva 16. Renkaan katkaisun aikana käytettävä kohdepoisto

Rengastiimin työntekijöiden kanssa käydyissä keskusteluissa kävi ilmi, että aiemmin hitsauspisteen työpöydällä oli ollut pölynpoistoon kytketty laatikko, jonka hiontaa suorittava työntekijä sai siirrettyä kipinäsuihkun eteen. Näin saatiin suuri osa hiomapölystä kerättyä pois ennen kuin se pääsi leviämään ympäristöön. Käyttäjäkokeemukset laatikosta olivat olleet hyviä, mutta jossain vaiheessa laatikko oli hävinnyt. Kun kokemukset olivat olleet sen verran positiivisia, päätettiin, että valmistetaan kokeeksi uusi, kuvan 17 mukainen, laatikko pölyn poistamiseksi. Suoran kipinäsuihkun aiheuttaman paloriskin vuoksi kotelon suulle hitsattiin taivutettu levy, jonka tehtävänä oli estää kuumien kipinöiden suora pääsy imukanavaan. Levy ohjaa kipinät laatikon reunoille, jossa ne jäähtyvät nopeasti ja paloriskiä saadaan pienennettyä.



Kuva 17. Pölynpoistojärjestelmään liitetty imulaatikko

5.2 Nostopöytä

Työskenneltäessä on tärkeä kiinnittää huomiota työasentoihin. Huonossa asennossa työskenneltäessä kroppa rasittuu. Myös työnteon tarkkuus saattaa heikentyä. Tämän vuoksi on tärkeää, että työtasot ovat oikean korkuiset suhteessa työntekijän pituuteen.

Ohuiden renkaiden valmistuksessa renkaita oikaistaan ja pyöristetään hitsauksen jälkeen. Pyöristyksessä käytetään apuna hydraulipuristinta ja kuparivasaraa. Renkaiden liikuttelu pöydällä tehdään pääsääntöisesti käsin. Työntekijöiden pituuden vaihtelut ovat suuret, joten työtasoa ei voinut asettaa kiinteästi sellaiseen korkeuteen, että se olisi oli paras mahdollinen jokaiselle tekijälle. Tästä johtuen työpöydän alle hankittiin kuvan 18 mukainen yksisaksinen nostopöytä, jonka jokainen työntekijä voi asettaa pöydän parhaaksi kokemaansa korkeuteen työtä aloittaessaan. Näin jokainen voi työskennellä ergonomian kannalta parhaassa mahdollisessa asennossa ja fyysinen kuormitus varsinkin selän osalta pienenee.



Kuva 18. Kohteeseen asennettu nostopöytä

5.3 Renkaiden oikaisupuristin

Paksujen renkaiden muokkaamiseksi hitsauksen jälkeen käytetään hydraulipuristinta. Muokkausta tehdään kahdessa suunnassa:

- Tason suuntaisesti, eli renkaan tasomaisuus varmistetaan. Rengas ei saa keikkua, kun se asetetaan pöydälle.
- Säteen suuntaisesti, eli renkaan halkaisija ja muoto säädetään haluttuun pyöreystoleranssiin.

Työpisteessä oli käytettävissä tasomaisuuden muokkaukseen soveltuva puristin. Tuo puristin todettiin käyttötarkoitukseen hyvin soveltuvaksi ja toimivaksi. Ainoa löytynyt ongelma oli liian pieni liikenopeus pitkillä liikematkoilla.

Säteen suuntaiseen muokkaukseen ja halkaisijan säätöön valmistettu puristin koettiin hankalaksi ja raskaaksi käyttää. Puristinta jouduttiin siirtelemään ja asettelemaan käsin. Lisäksi puristus tapahtui siten, että puristimen keskiö oli usein korkeammalla, kuin renkaan keskiö. Silloin rengas pyrkii nousemaan puristimen voimasta ylös, jolloin tapaturman riski kasvaa. Lisäksi puristin oli liian voimaton suuria renkaita taivutettaessa.

Puristimen tilalle oli aiemmin tehty kuvan 19 mukainen suunnitelma uudesta puristimesta, jolla muokkaus olisi helpompaa ja turvallisempaa. Ehdotus oli aiemmin kaatunut rahoitusongelmiin. Suunnitelma oli tehty yhdessä tuotannon kanssa ja vaikutti käytettävyydeltään hyvältä ja käyttötarkoitukseen soveltuvalta.

Puristimen avulla saataisiin vähennettyä vaikeita ja raskaita työkalun asennuksia, sekä helpotettua renkaiden halkaisijan säätöä. Puristimen puristusvoima riittää myös kaikista suurimmille renkaille, jotka entisellä puristimella olivat haastavia, jopa mahdottomia tehdä.

Puristimen rungosta oli tehty mekaaniset piirustukset. Piirustuksiin tehtiin pieniä muutoksia käytettävyyden parantamiseksi. Tämän jälkeen pyydettiin rungon valmistuksesta tarjouksia muutamilta ali-hankkijoilta.

Koneen rakenteen ja käytön turvallisuus pohjautuu jokaiselle laitteelle tehtävään riskien arviointiin. Riskien arvioinnilla pyritään huomioimaan laitteen vaarapaikat jo koneen suunnitteluvaiheessa. Tällöin muutosten ja parannusten tekeminen on yksinkertaisempaa verrattuna jo valmiiksi tehtyyn laitteeseen. Riskianalyysissä määritellään tehtävät suojausjärjestelyt, joilla laitteen turvallinen käyttö voidaan varmistaa.

Työpisteen molemmat puristimet haluttiin sitoa samaan ohjauspiiriin käytön helpottamiseksi. Riskianalyysin pohjalta todettiin, että koneen käyttö olisi turvallista vain, jos ohjaus toteutetaan kaksinkäsinhallintalaitteella standardin SFS-EN 574 mukaisesti. Kaksinkäsinhallintalaitteella pyritään varmistaa

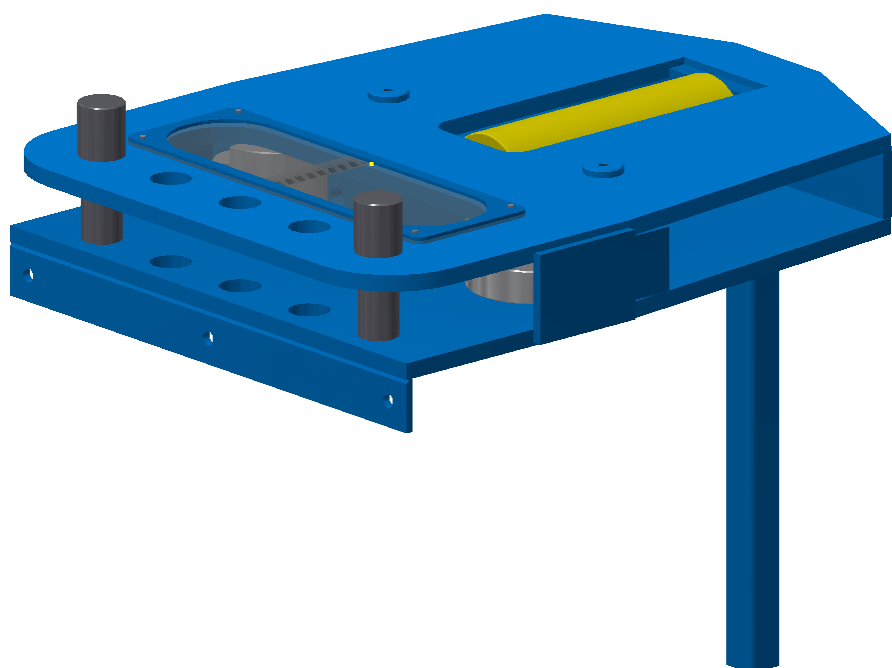
maan, ettei koneenkäyttäjä pääse jättämään käsiään puristimen väliin työliikkeen aikana. Tämän lisäksi puristimien käyttäjällä on työliikkeen aikana selkeä näkymä vaaranpaikkoihin. Näin saadaan minimoitua riski, että puristimen väliin jäisi joku muu kuin operaattori.

Kun puristimen sylinterin liikenopeus on alle 10 mm/s, saadaan tapaturman todennäköisyyttä pienennettyä standardin SFS-EN 692 suosittelemalle tasolle. Tällöin puristinta voidaan pitää käyttäjälleen jomielko turvallisena (Siirilä 2008, 71; 221.)

Puristimen hydraulikkajärjestelmän paine nousee työtä tehdessä jopa 700 bariin, päätettiin hydraulikkasuunnittelu ja komponenttien valinnat ulkoistaa alihankkijalle riskien minimoimiseksi. Uuden puristimen myötä molempien laitteiden hydraulikka sidotaan yhden pumpun toiminnan alle. Kun pumpun tuotto valitaan siten, että se on alkuperäistä suurempi, saadaan vanhan puristimen liikenopeus nostettua halutulle tasolle. Liian suuri pumpun tuoton nostaminen johtaa puolestaan liian suureen liikenopeuteen, jolloin tapaturman riskit kasvavat edellä mainittujen standardien mukaan.

Hydraulikkaa tulee ohjaamaan sähköinen ohjausjärjestelmä, jonka suunnittelusta vastaa yrityksen oma automaatio suunnittelija. Puristimien käyttäjä pystyy valitsemaan ohjauspaneelista käytettävän puristimen. Lisäksi paneelissa on kaikki laitteiden käyttöön tarvittavat painikkeet sekä hätäseis-painike, jolla kone saadaan hätätilanteessa pysäytettyä nopeasti.

Koneen käyttöjärjestelmä on suunniteltu yksikertaiseksi käyttäjän kannalta, jolloin sen käyttäminen on miellyttävämpää.



Kuva 19. Hydraulipuristimen 3D- malli.

6 SUUNNITTELU- JA VALMISTUSOHJEISTUS

Hitsausten suunnittelu- ja valmistusohjeistus on dokumentti, johon on kerätty kaikki AFT:n hitsausprosessit. Siinä käsitellään hitsausten osalta ne asiat, jotka tulee huomioida suunnittelussa. Lisäksi dokumentti sisältää valmistusohjeistuksen jokaisen hitsausprosessin ympärillä, laajentaen WPS:n tietoja hitsauksen osalta myös tuotteen valmistukseen. laaditut hitsausohjeet toimivat liitteenä jokaiselle hitsausprosessille.

Dokumentin tarkoituksena on yhdenmukaistaa valmistuspiirustusten ja tuotannon valmistustapoja vastaamaan toisiaan. Sitä voitaisiin jatkossa käyttää koulutusmateriaalina suunnittelijoille ja tuotannon työntekijöille.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia pohja tuolle dokumentille ja tehdä renkaan valmistuksen ohjeistukset valmiiksi suunnittelun ja tuotannon osalta.

6.1 Suunnittelu

Ennen ohjeistuksen laatimisen aloittamista kartoitettiin, millaista tietoa ohjeistukseen haluttiin ja kuinka se esitettäisiin. Suunnittelun osalta toivottiin selkeitä pelisääntöjä, joiden pohjalta hitsausten suunnittelu tehdään. Käytännössä tämä tarkoitti hitsausmerkkien käytön yhdenmukaistamista tuotannossa tehtävien hitsausten suhteen. Aiemmin ohjeistukset hitsausten suunnitteluun olivat vaikeasti saatavilla tai ne olivat suunnittelijoiden muistin varassa. Tällöin uuden suunnittelijan on haastava saada kaikki tarvittava tieto. Lisäksi muistinvarainen tieto voi muuttua, jolloin suunnittelun linja ei välttämättä ole yhdenmukainen.

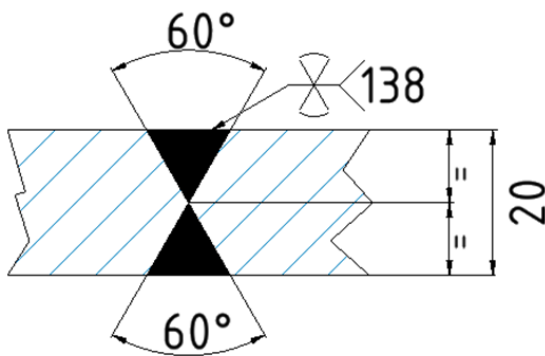
Valmistusohjeistukseen haluttiin kuvalliset ohjeet oikeaoppisista valmistusmenetelmistä. Tällä tavalla haluttiin varmistaa tekijästä riippumatta työn oikeaoppinen suorittaminen. Tällä pyrittiin varmistamaan tuotteiden korkea laatu.

Dokumenttiin sisällytettiin myös hitsaajien päteväntiin, lisäaineiden varastointiin ja hitsauskoneiden huoltoon liittyvää tietoa.

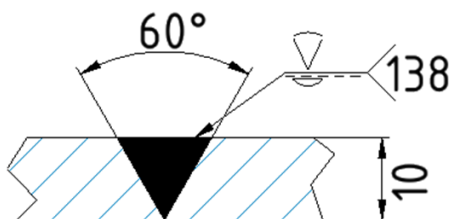
6.2 Toteutus

Suunnittelu- ja valmistusohjeistukseen kerättiin kaikki hitsausprosessit/-menetelmät, joita AFT:llä käytetään. Nämä prosessit lajiteltiin väliotsikoiden alle tiimikohtaisesti lukemisen selkeyden vuoksi. Jokaisesta prosessista tehtiin väliotsikot suunnittelu ja valmistus. Näin lukija pystyy halutessaan helposti tutustumaan sekä suunnittelu- että valmistusosioon.

Renkaan hitsausten suunnittelun osalta haluttiin, että hitsauksen kehityksen yhteydessä sovitun railokulman mainitaan valmistuspiirustuksissa. Railoa ei kuitenkaan mallinneta kappaleeseen suunnittelu- vaiheeseen piirustusteknisistä syistä. Tähän ei haluttu muutosta, joten railokulman ja hitsauksen esittämiseen suunniteltiin kuvien 20 ja 21 mukaiset blokit, jonka suunnittelija voi hakea Inventorin symbolikirjastosta ja liittää piirustukseen. Liitettäessä blokkiä Inventor pyytää lisäämään aihion ainevahvuuden, joka päivittyy blokkiin.



Kuva 20. Paksujen renkaiden hitsauksessa käytettävä blokki.



Kuva 21. Ohuiden renkaiden hitsaukseen käytettävä blokki.

Kuten yllä olevista kuvista voi nähdä, blokeista selviää käytettävä railomuoto ja hitsausmenetelmä. Tämä koettiin riittäväksi määräksi tietoa piirustuksissa esitettäväksi. Tällä tavoin saadaan hitsausten yksityiskohdat esitettyä valmistuspiirustuksissa ilman, että muutetaan varsinaista mallinnusprosessia. Lisäksi näiden blokkien käyttö yhdenmukaistaa piirustukset ja sovitut valmistusmenetelmät.

Jokainen valmistusprosessi jaettiin dokumentissa alaotsikoihin seuraavasti:

- Suunnittelu
- Valmistus
 - Esivalmistelu
 - Hitsaus
 - Viimeistely

Valmistusohjeistuksen luomiseksi tutustuttiin renkaan valmistukseen. Valmistusprosessin oleelliset vaiheet valokuvattiin. Ohjeistuksessa renkaan valmistus selostettiin vaiheittain latta- aihion merkauksesta alkaen. Jokaisesta vaiheesta kirjattiin ylös valmistuksen kannalta tärkeimmät huomioitavat asiat laadun varmentamiseksi.

Renkaiden hitsausprosessiin tehtyjen muutosten avulla alkuperäinen ongelma hitsausten laadun osalta näyttää selvinneen. Ongelmia ei ole renkaan hitsien huokoisuuden suhteen havaittu seurannan aikana. Lisäksi palaute hitsaajilta on ollut positiivista koskien uutta hitsauslankaa.

Välipalkolämpötilan seuranta on tuonut omalta osaltaan myös haasteita tuotannolle ja sen suunnittelulle. Renkaan valmistukseen käytetty aika kasvoi keskimäärin noin 30 % johtuen lähinnä lisääntyneestä jäähdystarpeesta. Työajan muutoksen seuranta- aika on kuitenkin verrattaen lyhyt kokonaiskuvan hahmottamiseksi. Vaatii aikaa, että uudet toimintamallit saavuttavat lopullisen muotonsa. Renkaiden jäähdytykseen on kuitenkin tarkoitus etsiä vaihtoehtoisia tapoja, jolla jäähdytys olisi riittävän nopeaa ilman riskiä perusaineen kiderakenteen muutoksesta sekä ominaisuuksien heikkenemisestä. Resurssien lisääminen renkaan valmistukseen ratkaisisi osaltaan myös valmistusajan kasvamisen aiheuttaman ongelman.

Renkaan valmistuksessa työskentelevien hitsaajien pätevyudet on päivitetty ajan tasalle. Hitsaajien päteväisyydessä ja erityisesti sen standardien mukaisessa dokumentoinnissa on kuitenkin vielä paljon työtä tehtäväksi tulevaisuudessa. Opinäytetyön aikana havaittiin puutteita myös muissa hitsausprosesseissa hitsausohjeiden ja niiden dokumentointien osalta. Dokumentointiin tulisi luoda yritykselle selkeät ohjeet sekä dokumenttipohjat, joiden avulla dokumenttien hallintaa saadaan yksinkertaistettua.

Nostopöydän avulla saatiin parannettua ergonomiaa tukirenkaiden käsittelyn osalta. Näin saatiin pienennettyä erityisesti työntekijän alaselkään kohdistuvaa kuormitusta. Oikaisupuristimeen on tilattu runko- osat alihankkijalta. Hydrauliiikan ja automaation osalta suunnittelu on vielä kesken. Hydrauliikkasuunnittelun oletetaan olevan valmis lähiviikkoina, jonka jälkeen voidaan tehdä hankinnat ja aloittaa automaatiosuunnittelu. Puristin on toiveissa saada käyttöön vielä tämän vuoden aikana. Oletetaan, että puristimen avulla saadaan vielä lisää helpotuksia fyysiseen työhön.

Pölynpoistojärjestelmä on toiminut hyvin ja ilmassa leijaillevan pölyn määrän vähentyminen on noteerattu jo useilla työpisteillä. Työntekijöiden pölyaltistusta saatiin pienennettyä. Tämä vähentää työntekijöiden riskiä sairastua hengityselinsairauksiin. Imureiden ohjaukseen tehdään vielä viimeistelyitä niiden käytettävyyden parantamiseksi.

Suunnittelu- ja valmistusohjeistukseen saatiin luotua pohja, johon täytettiin renkaan hitsauksen suunnittelu- ja valmistusohjeistus. Dokumenttiin myös roottorin hitsausprosessien ja porattujen vaippojen hitsauksen ohjeistukset. Jatkossa tarkoituksena on täydentää vastaavat ohjeistukset kaikista hitsauksista. Pohjan rakenne ja ohjeistusten täsmällisyys katsottiin sopivaksi suunniteltuun käyttötarkoitukseen.

LÄHTEET

AGA SUOJAKAASUKÄSIKIRJA. [Viitattu 17-10-2018] Saatavissa:

http://www.aga.fi/fi/images/AGA%20Shielding%20Gases%20Handbook%20FI_tcm634-122349.pdf

ARNES, Juhani 1995. Historiikki. *Seulalevytehdas 50 vuotta*. Varkaus

ESIKUUMENNUSLÄMPÖTILAN, VÄLIPALKOLÄMPÖTILAN JA YLLÄPITOLÄMPÖTILAN MITTAUSOHJEET. SFS- EN ISO 13916. Vahvistettu 1996-11-04. SFS- käsikirja 66-1 hitsaus. Osa 1: Hitsauksen laadunhallinta 2013. 11. painos. Suomen standardisoimisliitto SFS Ry. Helsinki

HITSAAJAN PÄTEVYYSKOE. SULAHITSAUS. OSA 1: TERÄKSET. SFS-EN 9606-1. Vahvistettu 2017-09-01. Suomen standardoimisliitto SFS Ry.

HITSAUS JA SEN LÄHIPROSESSIT. Railomuotosuositukset. Osa 1: Terästen puikko-, metallikaasu-kaari-, kaasuhitsaus, TIG- ja sädehitsaus. SFS- EN ISO 9692-1. Vahvistettu 2004-04-19. SFS- käsikirja 66-1 hitsaus. Osa 2: Perusstandardit ja hitsausliitoksen suunnittelu 2006. 8. uudistettu painos. Suomen standardoimisliitto SFS Ry. Helsinki

HITSAUSOHJEET JA NIIDEN HYVÄKSYNTÄ METALLEILLE. HYVÄKSYNTÄ AIKAISEMMASSA HITSAUSKOKEMUKSELLA. SFS- EN ISO 15611. Vahvistettu 2004-05-77. SFS- käsikirja 66-1 hitsaus: Hitsauksen laadunhallinta 2013. 11. painos. Suomen standardoimisliitto SFS Ry. Helsinki

HITSAUSOHJEET JA NIIDEN HYVÄKSYNTÄ METALLEILLE. YLEISOHJEET. SFS- EN ISO 15607. Vahvistettu 2004-04-19. SFS- käsikirja 66-1 hitsaus: Hitsauksen laadunhallinta 2013. 11. painos. Suomen standardoimisliitto SFS Ry. Helsinki

HITSAUSTEKNIikka 2011, Verkkojulkaisu [Viitattu 25.10.2018] Saatavissa:

http://www.shy-hitsaus.net/portals/shy/iBooklet/2011/ht_4_11/files/assets/basic-html/index.html#1

IKÄHEIMONEN, Kari 2018. Henkilöstöpäällikkö. [Powerpoint esitys]. *AFT esittely 2018*.

IKÄHEIMONEN, Kari 2018b. 2018-11-7. Henkilöstöpäällikkö. [Haastattelu]. AFT:n lähivuosien historia ja tulevaisuuden näkymät. 7.11.2018.

KARPPINEN, Jussi 2018-11-05. Application manager. [Puhelinhaastattelu] AFT:n tuotteet.

LEPOLA, Pertti ja YLIKANGAS, Risto 2016. *Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet*. 1. painos. Sanoma Pro Oy. Helsinki

SIIRILÄ, Tapio 2008. *Koneturvallisuus: EU- määräysten mukainen koneiden turvallisuus.*
2. uudistettu painos. Inspecta Koulutus Oy. Keuruu

VUORINEN, Samuli 2015. Historiikki. *Selviytyjä- Varkauden seulalevytehdas 70 vuotta.* Kuopio

LIITTEET

NPS Inspection Oy
Satakunnankatu 7, 78300 Varkaus
Tel. +358 40 156 8930

Radiografinen tarkastus Radiographic Inspection Report



Pöytäkirjan nro Report No.
SW15575

Tilaja Contractor Aikawa Fiber Technologies Oy	Työnro Work No 110570	Asiakas Customer Aikawa Fiber Technologies Oy	Työnro Work No.
Laitos Station Konepaja	Valmistaja, asentaja Manufacturer, installed by Aikawa Fiber Technologies Oy		Työnro Work No.
Tarkastuskohde Inspection object Hitsauskokeet		Piirustus nro Drawing No.	

Hitsausprosessi Welding process Kts. WPS	Perusaine Base material 1.4404
Liitosmuoto Joint type BW Päittäishitsi	Railon muoto Welding prepar. Kts. WPS
	Lämpökäsittely Heat treatment Ei lämpökäsittelyä

Merkinätapa Marking Koenumero	Kuvauskaavio Inspection chart Ei	
Säteilylähde Radiation source Andrex Smart 300/3	Koko Size 83508	ID W 10 Fe
Indikaattorin tyyppi ja sijoitus Type and location of IQI Kodak T200 + 0	Kehitystapa Processing technique Koneellinen, 26 °C	
Filmi ja vahvistuslevy Film and intensifying screen Kuvausmekaniikka Inspection technique (EN 1435)	1. Levykuvaus Single wall penetration (fig. 1) 2. Sektorikuvaus ulkopuolelta Source located outside and film inside (fig. 2) 3. Keskeiskuvaus Source located centrally inside and film outside (fig. 3) 4. Sektorikuvaus sisäpuolelta Source located inside and film outside (fig. 4)	
Kuvauspvmm Insp. Date 18.10.2018	Kuvauspaikka Place Varkaus	Kuvaaja (t) Inspector (s) SFS-EN ISO 9712

Tarkastusohje Inspection procedure SFS-EN 1435	Tarkastustaso Class B	Tarkastuslaajuus Extent of inspection 100 %
Laadunmääritysasiakirja Quality document SFS-EN 287-1	Laatuvaatimus Quality requirement SFS-EN ISO 5817 B (kuvat C)	

Kuvan tunnus Film ID	Nro No.	Ulkohalk. O.D. (mm)	Seinämä Wall (mm)	Jännite Voltage (kV)	Valotus Exposure (min)	SFD (mm)	Kuv. Exam. tech.	Ind. sij. loc.	Ind. lanka IQI wire	Mustuma Density min/max	Virhetyyppi Imperfection type	Hyy. Acc.	Hyl. Rej.	Hitsaaja/ Huomaus Welder/ Remarks
1			35	300	4,5	700	1	S	W12	3,9-4,6	2011	x		
2			35	300	4,5	700	1	S	W12	3,9-4,6	2011	x		

103 - Hallinnon Crack, 2011 - Huskosen Gas joint, 2012 - Tiesien hitsausus Uniformly distributed porosity, 2013 - Huskosen Cracked porosity, 2014 - Huskosen Lines porosity, 2015 - Pääntänsäiset huokonet Elongated cavity, 2016 - Mekaanisista huokonet Mechanical pores, 2024 - Irtautunut Crater pipe, 301 - Korroosiohuuhto Slag inclusion, 3041 - Vahingon aiheuttama Tangled inclusion, 401 - Loppuosa Lack of fusion, 402 - Väga huonokunnon Lack of penetration, 5011 - Jäljellä olevat sisäiset Continuity undercut, 5012 - Haittaavien reikäkuvien Intermittent undercut, 5013 - Jäsenkäsittely huonolaatuinen Shrinkage groove, 502 - Korkeaa kovuutta Excess weld metal, 504 - Korkeaa järkeä Excess penetration, 510 - Löysäminen thru Bar through, 511 - Väga kovuus Incompletely filed groove, 515 - Väga juuri Root concavity, 517 - Uudelle asennettiin Poor repair

Huomautukset
Liitteet Appendix 0 sivua pages

Tarkastaja Inspector	Pätevyys Qualification <input checked="" type="checkbox"/> SFS-EN ISO 9712 Level 2 <input type="checkbox"/> SNT-TC-1A Level 2 <input checked="" type="checkbox"/> STUK
Pvm ja allekirjoitus Date and signature 18.10.2018	

Valmistaja		Hitsausohje		Rengastyö	
AFT		Hitsauskoe 1.4404, 14301			
Paikka	Varkaus	30.10.2018	Viite nro:	Hyväksymispöytäkirjan nro: 138-001	
Hitsausprosessi			Railon valmistamismenetelmä ja puhdistus		
138 MAG -hitsaus			Laikkaleikatut päät		
Hitsausasento			Perusaine		
P , PA , BW , 8 , M , t 35 , bs , ml , nb			1,4404 ryhmä 8.1		
Liitosmuoto			Paksuus		
X-railo päittäishitsi hitsaus molemmilta puolin			35 mm		
Liitoksen kuva			Hitsausjärjestys		
			1. Juuripalko MAG-hitsaus =138= Harjaus palko =RST= 2. Hitsaus täyttöpälo =138= Harjaus palko =RST= 3.Hitsaus pintapalot =138= Juuren avaus laikalla 4.Hitsataan pohjapalko Harjaus palko =RST= 5.Hitsaus täyttöpälo =138= Harjaus palko =RST= 6. Hitsaus pintapalot =138=		
Hitsauksen suoritusarvot					
Palko	Hitsausprosessi	Lisäaineenmitat	Hitsausvirta	Kaarijännite V	Virtalaji / napaisuus
1 _ 6	138	Ø 1,2	240 - 310	28- 30	DC+
Lisäaine		EN ISO 17633A : T 19 12 3 L M M13 2, T 19 12 3 L M M12 2 OK 15.31			
Lisäaineen käsittely		-			
Volframielektrodin tyyppi/koko		-			
Suojakaasu / juurikaasu		Mison ® 2 (Ar + 2% CO ₂ + 0,03%NO)			
Kaasun virtausnopeus		Pullomittari 20 l/min , poltin 17 l/min		Juurikaasu	
Juuren avaus / juurituki		Avaus hiomalla			
Palkojen välinen työlämpötila		< 200°C			
Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely		Ei tarvetta			
Kokeen suorittaja			Kokeen valvoja tai testauksen suorittaja		
Pvm ja allekirjoitus			Pvm ja allekirjoitus		
Varkaus			Varkaus		



HYVÄKSYMISPÖYTÄKIRJA (WPQR)

Valmistaja:	Aikawa Fiber Technologies Oy Kiertotie 27 78201 Varkaus Finland	Pöytäkirjan (WPQR) nro:	138-001
		pWPS:n nro:	2-2018
Hitsauspäivä:	15.10.2018	Hyväksymistapa:	Hyväksyminen aikaisemmalla kokemuksella (SFS-EN ISO 15611)
Tiedot / Specifications:	EN ISO 15614 - 1		

KOEKAPPALE / TEST PIECE	P , PA , BW , 8 , M , t 35 , bs , ml , nb	
Materiaali (materiaaliryhmä):	1.4404 (8.1)	
Lisäaine:	OK TUBROD 15.31	
Lisäaineen luokittelu:	EN ISO 17633-A; T 19 12 3 L M M12 2	
Suojakaasu:	Mison [®] 2 (Ar + 2% CO ₂ + 0,03% NO)	
Hitsausvirta:	250 A- 310 A	DC+
Jännite:	29 V	
Lämmöntuonti min - max [kJ/mm] :	--	
Min. esilämmityslämpötila:	--	
Max. välipalkolämpötila	200 °C	
Jälkilämmitys:	--	
Tarkastusohje:	SFS-EN 1435	

PÄTEVYYSALUE SFS- EN 287-1	
Materiaaliryhmä :	8 / 9.2 / 9,3 / 10
Ainevahvuus [mm]:	> 5
Liitostyyppi:	BW
Juuren hitsaus:	ss mb / bs
Hitsausasento (ISO 6947):	PA
Lisäaine:	M / S
Yksipalko-/monipalkohitsaus (sl/ml)	sl / ml

Tämä dokumentti todistaa, että koekappale oli valmisteltu,
hitsattu ja tarkastettu hyväksytysti yllä ilmoitettujen tietojen mukaisesti.

Paikka:	Varkaus	Päivämäärä:	30.10.2018	Hitsausohjeen hyväksymispöytäkirja
Liitteet:	1. Hitsauskokeiden tarkastuspöytäkirjat			
Aikawa Fiber Technologies Oy P.O Box 241, Kiertotie 27, 78201 Varkaus, Finland				Hyväksyjän allekirjoitus/ leima



LIITE 3. Hitsausohjeen hyväksymispöytäkirja (WPQR)