

Mika Harju

# **TUOTANTOSTUDION HITSUKSEN LAATUJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN**

# **TUOTANTOSTUDION HITSUKSEN LAATUJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN**

Mika Harju  
Opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotanto- ja metallitekniikan  
suuntautumisvaihtoehto

---

Tekijä: Mika Harju

Opinnäytetyön nimi: Tuotantostudion hitsauksen laatujärjestelmän kehittäminen

Työn ohjaaja: Esa Törmälä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2014

Sivumäärä: 21 + 0 liitettä

---

Opinnäytetyössä suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun Raahen yksikön tuotantostudion hitsauslaitteiston vaatimustenmukaisuustarkistus standardin SFS – EN ISO 3834-2 mukaan. Tarkistuksessa ilmenneet puutteet korjattiin standardin vaatimalle tasolle.

Työssä pyritään kohottamaan tuotantostudion valmiutta suorittaa toimintojaan CE-merkinnän ja Norjan offshore-tuotteiden vaatimusten mukaisten tuotteiden testaustalle ja kehitystoimille. Työssä suoritettiin hitsauslaitteiston testausta erilaisilla hitsausprosesseilla ja testattiin koneiden kunto standardin 3834-2 vaatimalle tasolle. Lisäksi laadittiin hitsauslaitteiden kalibrointi-, todentamis- ja testaustaajuudet ja luotiin standardin vaatimat laiteluettelot. Alkutietoaainestona käytettiin standardia SFS – EN ISO 3834.

Työn tuloksena saavutettiin aiempaa korkeampi toiminnantaso standardin 3834 noudattamiseen ja hitsauksen menetelmäkokeiden suorittamiseen. Tuloksena saavutettiin myös huomattavasti korkeampi valmius suorittaa virallinen auditointi sertifikaatin saamiseksi.

Jatkokehitystoimenpiteenä tärkeäksi muodostui saavutettujen parannusten ylläpitäminen jatkossa ja mahdollisten standardimuutosten päivittäminen.

---

Asiasanat: laatujärjestelmä, hitsaus, SFS-EN ISO 3834-2

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree programme in mechanical and production engineering, option of  
production and metal engineering

---

Author: Mika Harju

Title of thesis: Improving the quality management system for welding of Raahe  
Production Studio

Supervisor: Esa Törmälä

Term and year of completion: spring 2014

Number of pages: 21 + 0

---

This thesis was ordered by Oulu University of Applied Sciences. Its main purpose was to develop the quality management system of Raahe Production Studio to meet the requirements of standard SFS-EN ISO 3834-2. All deficiencies found were corrected to meet the requirements of the standard.

Important task was to make sure that Production Studio is compliant with the new CE-marking and ready to serve testing and development needs for Norway's offshore-industry. Welding machines were tested with different welding processes and their condition was improved to meet the standard SFS-EN ISO 3834-2. In addition documents were created for checking the calibration, testing and authentication frequencies for the welding equipment.

Quality management conventions were successfully improved. As a result, Production Studio is now more ready for an official audit for receiving a certificate. For further development it is important that achieved improvements are constantly maintained.

---

Keywords: quality management, welding, SFS-EN ISO 3834-2

## **ALKULAUSE**

Insinööriä tehtiin Oulun ammattikorkeakoulun Raahen yksikön tuotantostudiolle. Työn tarkennettuna kohteena oli tuotantostudion hitsauksen laatu järjestelmän kehittäminen standardin SFS-EN ISO 3834-2 mukaan. Työn valvojana ja työelämäohjaajana toimi lehtori Esa Törmälä. Aiheen valinnan lähtökohdaksi asetettiin rakennustuotteille vaadittavan CE-merkinnän kiinnittämismääräaikän siirtymäajan umpeutuminen.

Raahessa 25. huhtikuuta 2014

Mika Harju

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
2 TUOTANTOSTUDIO	8
3 STANDARDIN SFS-EN ISO 3834-2 SOVELTAMINEN TUOTANTOSTUDIOLLE	10
3.1 Vaatimusten katselmus ja tekninen katselmus	10
3.2 Alihankinta	10
3.3 Hitsaushenkilöstö	10
3.4 Tarkastus- ja testaushenkilöstö	11
3.5 Laitteet	11
3.6 Hitsaustoiminnot	12
3.7 Hitsausaineet	12
3.8 Perusaineen varastointi	14
3.9 Hitsien jälkilämpökäsittely	14
3.10 Tarkastus ja testaus	15
3.11 Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet	16
3.12 Mittaus-, tarkastus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus	16
3.13 Tunnistettavuus ja jäljitettävyys	17
3.14 Laatuasiakirjat	17
3.15 Testihitsaukset	18
4 KÄYTÄNNÖN TOIMENPITEET	19
4.1 Testihitsaukset	19
4.2 Konekortit	19
4.3 Laiteluettelot	19
5 YHTEENVETO	20
LÄHTEET	21

# 1 JOHDANTO

Työssä kehitetään Oulun ammattikorkeakoulun tuotantostudion hitsausjärjestelmä standardin SFS-EN ISO 3834-2 mukaiseksi niiltä osin, kuin on tarpeellista. Kyseinen standardi on kaikista vaativin hitsausstandardi.

Standardin täyttäminen mahdollistaa menetelmäkokeiden hitsauksen tuotantostudiolla. Kokeiden kysyntä on lisääntynyt Raahen alueelle suuntautuvien teollisuusinvestointipäätösten myötä. Lisäksi 1.7.2014 voimaan tuleva teräsrakenteiden CE-merkintä ja alueen yritysten saamat tilaukset Norjan offshore-teollisuudesta lisäävät menetelmäkokeiden hitsausta tuotantostudiolla. Tuotantostudio on Raahen kampusalueella sijaitseva konepajatuotteiden ja niiden valmistusmenetelmien kehitystä varten rakennettu pieni konepaja.

Työssä testataan hitsauslaitteet ja tehdään niille laitekortit. Lisäksi perehdytään hitsauslisäaineiden ja perusaineiden varastointiin ja tarvittaviin mittalaitteisiin sekä niiden kalibrointiin.

## 2 TUOTANTOSTUDIO

Oulun ammattikorkeakoulun tuottaa opetuspalveluja ensisijaisesti Pohjois-Suomen opetus ja elinkeinoelämän tarpeisiin. Vuoden 2014 aikana Oulun seudun ammattikorkeakoulu muuttui Oulun ammattikorkeakoulu Oy:ksi. (1.)

Oulun ammattikorkeakoulu Oy:n osana on ollut myös Raahen tekniikan yksikkö. Raahen yksikkö sisältää oppilaitoksen omistuksessa olevan tuotantostudion. Tuotantostudion tehtävänä on tuottaa opetuspalvelujen lisäksi tutkimus- ja kehityspalveluja seudun elinkeinoelämän tarpeisiin sekä maksullisia toimeksiantoja, esimerkiksi kovuusmittauksia. (1.)

Yhteistyökumppaneina toimii Raahen seudun teknologiakeskus, Ruukki Oy, alueen konepajat, Raahen elinkeinotoimi, Pbol Pehr Brahe ohjelmistolaboratorio, Oulun yliopisto, VTT. Tuotantostudiossa työskentelee tällä hetkellä IWE-tasoinen hitsauskoordinaattori, laboratorioinsinööri sekä insinööriharjoittelija. (1.)

Tuotantostudion laitteistoon kuuluvat robotti, jauhekaari ja manuaalihitsauslaitteistoa, erilaisia työstökeskuksia sekä kovuus- ja vetomittauslaitteistoa. Työn kohteena ovat tuotantostudion tilat ja siellä sijaitsevat hitsaus- ja oheislaitteet. Kuvassa 1 näkyy osa tuotantostudion hitsauslaitteista. Työn toimintaympäristön ja tietopohjan määrittelee standardi SFS-EN ISO 3834-2 sekä siihen liittyvät aihekokonaisuudet.



*KUVA 1. Yleiskuva tuotantostudiosta*

## **3 STANDARDIN SFS-EN ISO 3834-2 SOVELTAMINEN TUOTANTOSTUDIOLLE**

Tässä luvussa käydään läpi niitä asioita, joihin standardi SFS-EN ISO 3834-2 vaikuttaa tuotantostudion toiminnassa. Suurin osa asioista koskee hitsaukseen liittyviä toimintatapoja ja laitteistoja (2, s. 14 - 16). Asioita käsitellään tarpeellisilta osin standardin mukaisesti.

### **3.1 Vaatimusten katselmus ja tekninen katselmus**

Vaatimusten katselmuksessa sovitaan etukäteen asioista, kuten käytettävistä tuotestandardeista ja mahdollisista lisävaatimuksista. Vaatimusten katselmus tulisi suorittaa jo ennen kuin tarjousta tehdään. Hitsauskoordinoijan tulisi olla mukana vaatimusten katselmuksessa. (3, s. 5 - 8.)

Tekninen katselmus on tärkeä, ja siinä sovitaan muun muassa hitsausohjeista, tarkastus- ja testausmenetelmistä ja tarkastuslaajuudesta. Teknisessä katselmuksessa hitsauskoordinaattorin läsnäolo on välttämätöntä. (3, s. 6 - 8.)

### **3.2 Alihankinta**

Tuotantostudiolla hitsattavien menetelmäkokeiden tarkastukseen ja testaukseen käytettävä alihankinta työskentelee valmistajan ja tilauksen vastuunalaisena. Alihankkijalle on toimitettava tiedot vaatimuksista niiden täyttymistä varten. Lisäksi on varmistettava, että alihankkija pystyy täyttämään tarpeelliset laatuvaatimukset sekä toimittamaan määrätyt asia- ja pöytäkirjat. (3, s. 10.)

### **3.3 Hitsaushenkilöstö**

Tuotantostudiolla ei ole omia hitsaajia, vaan menetelmäkokeiden hitsaajat tulevat tilaajayrityksistä. Kyseisten hitsaajien pätevyudet tulee tarkistaa. (3, s. 10.)

Tuotantostudiolla on käytettävissä hitsauskoordinaattori, jolla on kansainvälisen hitsausinsinöörin pätevyys. Hitsauskoordinaattorilla tulee olla riittävät valtuudet

kaikkien tarvittavien toimenpiteiden suorittamiseen. Tehtävät ja vastuurajat tulee määrittää selvästi. (3, s. 10.)

ISO:n vaatimassa asiakirjassa ISO 14731 käsitellään hitsauksen koordinoitua ja siihen liittyviä tehtäviä ja vastuita. (4, s. 10.)

### **3.4 Tarkastus- ja testaushenkilöstö**

Tarkastus- ja testaushenkilöstön tulee olla pätevä suorittamaan hitsaukseen liittyvää tarkastusta ja testausta ennen hitsausta ja hitsauksen aikana. NDT-tarkastajien tulee olla pätevyityneitä (3, s. 10). ISO:n vaatimat asiakirjat NDT-tarkastajille standardin ISO 9712 mukaan (4, s. 12). Tarkastushenkilöstön käyttö on määritelty luvussa 3.2.

### **3.5 Laitteet**

Standardi 3834-2 määrittelee, mitä laitteita tulee olla tarvittaessa saatavissa, ja sen, että niiden tulee olla tarkoitukseen sopivia. Valmistajan tulee ylläpitää tarvittavaa laiteluetteloa oleellisista käytössä olevista laitteista. Uudelle tai kunnostetulle laitteelle tulee tehdä testaus, jolla varmistetaan laitteen oikea toiminta. Lisäksi kyseessä oleville laitteille tulee olla dokumentoitu huoltosuunnitelma ja vastuuhenkilö. (3, s. 12 - 14.)

Hitsauskoneiden kalibrointia varten tehtiin opinnäytetyön yhteydessä taulukko, josta ilmenevät kalibrointitaajuus, todentamistaajuuden ja testaustaajuudet. Tämä on esitetty taulukossa 1.

*TAULUKKO 1. Opinnäytetyössä luodut hitsauslaitteiden kalibrointi-, todentamis- ja testaustaajuudet*

		Todentamistaajuus				Testaustaajuus
Laite	Kalibrointitaajuus	Virta	Jännite	Kaasu	Langansyöttö	Jäähdytys
1	1 vuosi	6 kk	6 kk	6 kk	6 kk	3 kk
2	1 vuosi	6 kk	6 kk	6 kk	x	x
3	1 vuosi	6 kk	6 kk	6 kk	x	3 kk
4	1 vuosi	6 kk	6 kk	6 kk	6 kk	3 kk

### **3.6 Hitsaustoiminnot**

Tuotantostudiolla on jauhekaaritorni, hitsausrobotti, MIG/MAG-laitteistot sekä TIG- ja puikkohitsauslaitteistot. Näille hitsausprosesseille tullaan tarpeen mukaan laatimaan hitsausohjeet standardin SFS-EN ISO 15607 mukaan. Jokaista koehitsausta varten on laadittava vähintään esihitsausohje ja talletettava se. (3, s. 14.)

### **3.7 Hitsausaineet**

Hitsausaineiden varastoinnissa ja käsittelyssä on noudatettava hitsausainetoimittajan ohjeita. Eräkohtainen testaus lisäaineille tehdään vaadittaessa. Lisäksi hitsausaineiden varastointia ja käyttöä varten tulee nimetä vastuuhenkilö ja ohjeistaa hänet tehtävään. (3, s. 16.)

Esab ohjeistaa lisäaineiden varastoinnista seuraavasti (6, s. 6 - 19):

- Hitsauspuikkojen kostuminen on hyvin hidasta seuraavissa ilmasto-olosuhteissa: lämpötilassa 5 - 15 °C suhteellinen kosteus korkeintaan 60 %, lämpötilassa 15 - 25 °C suhteellinen kosteus korkeintaan 50 % ja yli 25 °C lämpötilassa suhteellinen kosteus korkeintaan 40%.
- MIG/MAG- ja jauhekaariumpilangat ja TIG-langat tulee varastoida kuivissa olosuhteissa ja alkuperäispakkauksissa.
- Täytelangat pitää varastoida alkuperäispakkauksissa ja varastointiajan tulee olla mahdollisimman lyhyt.

- Jauhekaarihitsausjauheet tulee varastoida avaamattomissa säkeissä lämpötilassa 10 - 30 °C suhteellisen kosteuden ollessa alle 60 %.

Tuotantostudiossa hitsausaineet varastoidaan seuraavasti:

- TIG- ja MIG/MAG-lisäainelangat valmistajan ohjeen mukaan kuivassa huoneenlämpöisessä varastossa
- hitsauspuikot valmistajan ohjeen mukaan avaamattomassa paketissa kuivassa huoneenlämpöisessä varastossa.

Lisäksi lisäaineiden kuivausta varten ovat seuraavat laitteet:

- Retco-puikonkuivaus ja -säilytyskaappi JHK-400, joka on tarkoitettu hitsauspuikkojen säilyttämiseen ja kuivaamiseen, jonka lämpötila-alue on 20 - 400 °C ja kapasiteetti noin 100 kg puikkoja
- Retco-puikkosäiliö Hannu, joka on tarkoitettu kuivien hitsauspuikkojen säilyttämiseen 100 - 110 celsiusasteen lämpötilassa, jolloin puikot pysyvät käyttökelpoisina noin 8 tuntia olosuhteista riippuen
- Retco-langansäilytyskaappi RE-DRY 4T, joka on tarkoitettu hitsauslankojen säilyttämiseen, jonka lämpötila-alue on 20 - 60 °C ja kapasiteetti 28 kappaletta 15 kg kela (kuva 2)
- Retco-jauheensäilytys siilo RE-DRY 200, joka on tarkoitettu hitsausjauheiden säilyttämiseen, jonka lämpötila-alue 20 - 300 °C ja kapasiteetti noin 200 litraa (kuva 2).



*KUVA 2. Edessä langansäilytyskaappi ja takana jauheensäilytysilo*

### **3.8 Perusaineen varastointi**

Perusaine tulee varastoida siten, että tunnettavuus säilyy ja ettei se vahingoitu muutenkaan. Perusainevarastolle olisi hyvä nimetä vastuuhenkilö. (3, s. 16.)

### **3.9 Hitsien jälkilämpökäsittely**

Valmistajalla on vastuu määrittää ja suorittaa hitsien lämpökäsittely esimerkiksi hitsausjännitysten poistoa varten (3, s. 16). Hitsien jälkilämpökäsittelyjä varten on tuotantostudiolla kolme laitteistoa:

- Heatmasters HM 406 T -muuntaja, jossa on kuusi lämmityskanavaa, jotka voidaan ohjelmoida erikseen. Teho on 40 kW ja lämpötila-alue on 20 - 1 050 °C. Lämpötilan mittaaminen tapahtuu erillisellä anturilla. Automaatti tallentaa saavutetut lämpökäsittelytulokset muistiinsa. Lämmityselementtejä on viisi, ja niiden mitat ovat 120 mm x 800 mm.
- Sarlin 0650CX-EA-1076-35 -kiertoilmauuni, jonka korkein lämpötila 650 °C, sisätilojen leveys 700 mm, korkeus 600 mm ja syvyys 1 000 mm.  
(kuva 3)

- Nabertherm N15/65 HA B180, jonka korkein lämpötila 650 °C, sisätilojen leveys 295 mm, korkeus 170 mm ja syvyys 340 mm.
- ISO:n vaatimat asiakirjat hitsien jälkilämpökäsittely, ISO/TR 17663. (4, s. 12.)



*KUVA 3. Sarlin-kiertoilmauuni*

### **3.10 Tarkastus ja testaus**

Testaus ja tarkastus koskevat ennakkotarkastusta, hitsauksen aikaista tarkastusta sekä hitsauksen jälkeistä tarkastusta. Ennen hitsausta on tarpeellista tarkastaa esimerkiksi hitsaajan pätevyys ja se, että hitsausohjeessa mainitut asiat tulevat täytetyiksi.

Hitsauksen aikana seurataan esimerkiksi hitsausparametreja ja lämpötiloja. Niiden tulee pysyä hitsausohjeen mukaisissa rajoissa. Hitsauksen jälkeisessä tarkastuksessa ja testauksessa todennetaan, että määritellyt hyväksymisrajat on täytetty. (3, s. 18 - 20.)

Tuotantostudiolla hitsausarvojen seurantaan käytetään seuraavia laitteita:

- Kemppi PRO DLI 10, joka mahdollistaa hitsausarvojen keräämisen ja analysoinnin ProMig laitteistolla hitsattaessa
- Weldscanner monitoimilaite, jossa hitsausparametrien talteenotto- ja analysointimahdollisuus; voidaan käyttää hyväksi kaikissa hitsausprosesseissa.

ISO:n vaatimat asiakirjat hitsauksen aikana ovat ISO 13916, ISO/TR 17671-2, ISO/TR 17844 (4, s. 14). Näissä asiakirjoissa annetaan ohjeistus lämpötilojen mittaukseen esikuumennuksen ja hitsauksen aikana sekä metallisten materiaalien hitsaussuosituksat.

ISO:n vaatimat asiakirjat hitsauksen jälkeen ovat ISO 17635, ISO 17636, ISO 17637, ISO 17638, ISO 17639 ja ISO 17640 (4, s. 14). Näissä asiakirjoissa ohjeistetaan hitsien rikkomattomaan ja rikkovaan aineenkoetukseen.

### **3.11 Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet**

Poikkeamista ja korjaavista toimenpiteistä on tehtävä menettelyohjeet. Menettelyohjeet koskevat hitsausta, tarkastusta ja toimituksen jälkeisiä poikkeamia. Valmistajan, tilaajan ja tarkastajan olisi syytä määrittää, mikä on poikkeama. Kaikkien osapuolten tulee ilmoittaa havaitsemistaan poikkeamista. (3, s. 20.)

Tuotantostudion menettelyohjeiden tulee sisältää ainakin seuraavat kohdat:

- menettelyohjeet, kun hitsausohjetta ei ole voitu noudattaa
- menettelyohjeet tarkastuksessa havaituista poikkeamista
- menettelyohjeet toimituksen jälkeen havaituista poikkeamista.

### **3.12 Mittaus-, tarkastus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus**

Kaikkia niitä laitteita, joita käytetään laadun arvioimiseen, tulee tarkastaa ja tietyin aikaväleillä kalibroida tai kelpuuttaa (3, s. 20). ISO vaatii asiakirjan ISO 17662 (4, s. 14).

Standardi SFS-EN 17662 määrittelee hitsauksessa ja sen oheistoiminnoissa käytettävien laitteiden kalibrointia, todentamista ja kelpuutusta. Tuotantostudion hitsauksen kannalta tärkeitä laitteita, joille on tehtävä nämä toiminnot tarpeellisilta osin, ovat materiaalien mittaamiseen ja mittojen todentamiseen käytettävät laitteet, suoja- ja juurikaasun virtausmittarit, laitteet, joita käytetään hitsauslisäaineiden varasto-olosuhteiden valvontaan, sekä virta- ja jännitemittaukseen käytettävä laitteet (5, s. 16 - 24). Näitä laitteita varten tulee nimetä vastuuhenkilö, joka dokumentoi kalibroinnit ja kelpuutukset asiaan kuuluvalla tavalla. Edellä mainitut laitteet tulee kalibroida, todentaa tai kelpuuttaa kerran vuodessa, ellei toisin ole määritetty (5, s. 12).

### **3.13 Tunnistettavuus ja jäljitettävyys**

Tunnistettavuus ja jäljitettävyys on säilyttävä koko valmistusprosessin ajan ja se voidaan kohdistaa esimerkiksi perusaineeseen, hitsaajaan, tarkastettuihin kohteisiin ja tarkastajiin. Valmistaja vastaa vaatimustenmukaisen tunnistuksen ja jäljitettävyyden suunnittelemisesta, hoitamisesta ja dokumentoinnista. (3, s. 20 - 22).

### **3.14 Laatuasiakirjat**

Laatuasiakirjoja säilytetään OAMK:n arkistointiohjeen mukaan. Laatuasiakirjoja tulee säilyttää vähintään 5 vuotta ja niiden tulee sisältää (3, s. 22)

- vaatimusten ja teknisen katselmuksen pöytäkirjat
- materiaalitodistukset
- hitsausainetodistukset
- hitsausohjeet
- laitteiden huoltoraportit
- hitsausohjeiden hyväksymispöytäkirjat (WPQR)
- hitsaajien ja hitsausoperaattoreiden pätevyystodistukset
- tuotantosuunnitelma
- NDT-tarkastajien pätevyystodistukset myös alihankinta
- lämpökäsittelyohjeet ja -todistukset

- rikkomattoman ja rikkovan ainekoestuksen ohjeet ja pöytäkirjat
- mittauspöytäkirjat asiakkaan niin vaatiessa
- korjausten pöytäkirjat ja poikkeamaraportit
- muita asiakirjoja vaadittaessa.

### **3.15 Testihitsaukset**

Hitsauskoneet tulee testihitsata aina todentamisen yhteydessä. Testihitsauksessa koneella hitsataan kaikilla prosesseilla, jotka hitsattavassa koneessa on. Virta- ja jännitesäädöt testataan koneen paneelista sekä kaukosäätimestä ja ne voidaan todentaa esimerkiksi pihtimittarilla. MIG/TIG-prosessit tulee testata 2T- ja 4T-toiminnoilla. Tämän lisäksi tulisi nämä prosessit testata pulssitoiminnolla ja TIG-prosesista lisäksi minilog-toiminto. Langansyöttönopeus todennetaan sekuntikellolla ja viivaimella. Kaasun virtaukset todennetaan rotametrillä. Testaus- ja todentamistaajuudet on esitetty aiemmin taulukossa 1.

## **4 KÄYTÄNNÖN TOIMENPITEET**

### **4.1 Testihitsaukset**

Tuotantostudiolla on neljä hitsauskoneetta, joissa useimmissa on mahdollisuus hitsata useammalla hitsausprosessilla. Testihitsauksien tarkoitus oli testata laitteiden kunto standardin edellyttämällä tavalla. Koneissa ilmenneet pienet puutteet korjattiin itse ja yhden koneen jäähdytyspumppu korjautettiin valtuutetulla huoltoliikkeellä. Testihitsaukset toteutettiin luvun 3.15 ohjeiden mukaisesti.

### **4.2 Konekortit**

Hitsauslaitteista luotiin konekohtaiset konekortit. Korteissa on yleispätevät turvallisuusohjeet sekä pikakäyttöopas. Tämän tarkoituksena on tutustuttaa menetelmäkokeen hitsaajat nopeasti laitteisiin. Korteissa koneet on numeroitu yhdestä neljään ja sama numerointi toteutuu laiteluettelossa.

### **4.3 Laiteluettelot**

Hitsauskoneista ja lisäaineiden säilytyspaikoista luotiin tarvittavat laiteluettelot, joita standardi 3834 edellyttää. Laiteluettelosta käyvät ilmi laitteen tunnus, kuvaus, vastuuhenkilö ja laitteen dokumentit.

## 5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuotantostudion hitsausjärjestelmän kehittäminen standardin 3834-2 mukaiseksi tulevaa auditointia silmällä pitäen. Työ aloitettiin tutustumalla tuotantostudiolla oleviin hitsauslaitteisiin ja testihitsaamalla ne kaikilla prosesseilla läpi. Näin koneet tulivat testattua standardin vaatimalla tavalla ja niissä ilmenneet puutteet ja viat korjattua. Tuotantostudiolla olevat hitsauslisäaineiden säilytyskaapit käytiin läpi ja todettiin, hyvin tarkoituksiin sopiviksi. Hitsauskoneista ja hitsauslisäaineiden säilytyskaapeista tehtiin laiteluettelot standardin vaatimalla tavalla. Hitsauskoneista tehtiin erilliset konekohtaiset kortit, joissa on yleispätevät ohjeet käyttöön ja turvallisuuteen. Työn tärkeimpänä antina on ollut tutustua konepajatyypin toiminnan laadunhallinnan kehittämiseen ja siihen tietoon, mitä kaikkea se pitää sisällään.

Jatkon kannalta välttämätöntä on määrittellä hitsauskoordinaattorin valtuudet ja vastuualueet tarkasti. Hitsausaineiden käsittelyyn ja varastointiin on nimettävä vastuuhenkilö, jolle tulee määrittää selvät vastuualueet. Hitsauslaitteille on myös nimettävä vastuuhenkilö, joka vastaa laitteiden testauksesta, huoltosuunnitelmasta ja dokumentoinnista. Hitsauksen aikana tapahtuvaan lämpötilan mittaukseen on hankittava tarpeellinen mittauslaitteisto. Lisäksi lämpökaapeille, joissa kuivataan tai säilytetään hitsauslisäaineita, tulisi hankkia laitteisto, joka mittaa ja dokumentoi lämpötilan ja kosteuden säilytys- ja kuivauskaappien sisältä.

Tuotantostudion toiminnan kannalta suurimmaksi puutteeksi osoittautui ammattitaitoisen käyttöhenkilöstön puuttuminen. Vaikka ohjeet testauksista on tehty, niiden noudattaminen ei onnistu nykyisellä henkilöstöllä. Siksi on harkittava ammattitaitoisen hitsaajan palkkaamista.

## LÄHTEET

1. Törmälä, Esa 2014. Lehtori, Oulun ammattikorkeakoulu Oy. Haastattelut keväällä 2014.
2. SFS-EN ISO 3834-1. 2006. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimustason valintaperusteet. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
3. SFS-EN ISO 3834-2. 2006. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 2: Kattavat laatuvaatimukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
4. SFS-EN ISO 3834-5. 2006. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 5: Tarvittavat asiakirjat standardien ISO 3834-2, ISO 3834-3 ja ISO 3834-4 mukaisten vaatimusten osoittamiseksi. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
5. SFS-EN ISO 17662. 2005. Hitsaus. Hitsauksessa ja siihen liittyvissä oheistoiminnoissa käytettävien laitteiden kalibrointi, todentaminen ja kelpuus. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
6. Hitsauslisäaineiden varastointi- ja käsittelyohjeet. 2009. Esab.