

Teemu Pohto

**VAATIVAN ASENNUSPROJEKTIN HITSUKSEN
TOIMINNANOHJAUS**

VAATIVAN ASENNUSPROJEKTIN HITSUKSEN TOIMINNANOHJAUS

Teemu Pohto
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Tekijä: Teemu Pohto
Opinnäytetyön nimi: Vaativan asennusprojektin hitsauksen toiminnanohjaus
Työn ohjaaja: lehtori Esa Törmälä
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2016 Sivumäärä: 59 + 8 liitettä

Työssä käytiin läpi tämän hetkinen tilanne vaativan asennusprojektin hitsauksen osalta Alstom Finland Oy:n Plant service –yksikössä. Asennusprojektin hitsauksen toteutus on pyritty tekemään Alstom Finland Oy:n hitsauksen laadunhallinnan käsikirjan mukaisesti. Ohjeistus on ollut aiempina vuosina hieman epäselvää lähdettäessä vaativan asennusprojektin hitsaukseen. Yrityksessä on viimeaikoina päivitetty hitsauksen laadunhallinnan käsikirjaa, minkä johdosta on nähty tarpeet yhtenäistää toimintoja muutenkin hitsauksen osalta. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda käytännöllinen ohjeistus vaativan asennusprojektin hitsauksen osalta.

Opinnäytetyö toteutettiin konvertterien uusiminen –projektin aikana. Konvertterien esikasauksessa suoritettiin vaipan hitsaus. Kaksi konvertteria kasattiin ja hitsattiin ennen opinnäytetyön valmistumista. Viimeinen kolmas konvertteri esikasataan ja hitsataan opinnäytetyön tuloksena syntyneen ohjeen mukaisesti.

Tässäkin projektissa havaitut ongelmat ja kehitystarpeet muodostivat tarpeen hitsaustoimintojen kehittämiseksi Alstom Finland Oy:ssä. Lähestymistapa hitsaustoimintojen kehittämiseen oli laadunhallinnan parantaminen ja toimintojen yksinkertaistaminen.

Opinnäytetyön tuloksena tehtiin kirjallinen ohje vaativan asennusprojektin hitsauksen toteutukseen. Konvertterien uusiminen –projektin konvertterin esikasaukseen käytetään opinnäytetyön tuloksena syntynyttä ohjetta. Ohje pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena ja yleispätevänä, että sitä voitaisiin käyttää mahdollisimman monessa projektissa.

Asiasanat: hitsaus, laadunhallinta, toimintaohje

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering, Degrees in technology

Author(s): Teemu Pohto

Title of thesis: Management of Welding Operations in Challenging Installation Project

Supervisor(s): lecturer Esa Törmälä

Term and year when the thesis was submitted: spring 2016 Pages: 59 + 8 appendices

The thesis was based on a demanding welding installation project in the Plant service unit of Alstom Finland Oy. The aim has been to carry out the implementation of the welding in the installation project in accordance with the welding quality management manual of Alstom Finland Oy. In previous years, the guidelines have been somewhat unclear for a welding installation project. The company has recently updated the welding quality management handbook, with the result that they have seen needs to harmonize the welding operations in general as well. The aim of this study was to establish practical guidelines for welding in demanding installation projects.

The thesis work was carried in a project where converters were renewed. In the pre-assembly of the converters the jacket was welded. Two converters were assembled and welded prior to the completion of the thesis. The last third converter is pre-assembled and welded in accordance with the instructions generated in the thesis.

The problems identified in the project resulted in the need to develop the necessary welding operations at Alstom Finland Oy. The approach to the development of the welding operations was to improve the quality of management and simplify the operations.

As a result of the thesis, a written policy was made for the implementation of welding in a challenging installation project. The policy is used for the pre-assembly of the converters in the project where converters are renewed. The aim was to keep the policy as simple and generally applicable as possible in order to use it in as many projects as possible.

Keywords: welding, quality management, Code of Conduct

ALKULAUSE

Opinnäytetyö on tehty Alstom Finland Oy:n Plant Service –yksikölle. Opinnäytetyön aiheena on vaativan asennusprojektin hitsauksen toiminnanohjaus Alstom Finland Oy:ssä. Haluan kiittää Alstom Finland Oy:n projektipäällikköä Pekka Riikosta työn opastamisesta ja hyvien neuvosten antamisesta. Lehtori Esa Törmälä antoi erinomaisen pohjan ja neuvot opinnäytetyön toteutukseen.

Raahessa 19.4.2016

Teemu Pohto

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 ALSTOM FINLAND OY	9
2.1 Ilmansuojelulaittepalvelut – Air Quality Control Systems Services	10
2.2 Kenttähuoltopalvelut – Plant Services	10
2.3 Turbiini- ja Generaattoripalvelut – Turbine and Generator Services	10
3 VAATIVAN ASENNUSPROJEKTIN HITSUKSEN	
LAADUNTUOTTOTEKIJÄT	12
3.1 Projektin laatuvaatimus	13
3.1.1 SFS-EN ISO 3834 sulahitsauksen laatustandardi	13
3.1.2 SFS-EN 1090-2+A1 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus	16
3.2 Toiminnot ennen hitsausta	24
3.3 Toiminnot hitsauksen aikana	25
3.4 Toiminnot hitsauksen jälkeen	26
4 HITSUKSEN LAADUNHALLINTA ALSTOM FINLAND OY:SSÄ	29
4.1 Vaatimusten katselmus ja tekninen katselmus	29
4.2 Alihankinta	30
4.3 Hitsaus henkilöstö	30
4.4 Tarkastus- ja testaushenkilöstö	30
4.5 Laitteet	30
4.6 Hitsaustoiminnot	31
4.7 Hitsausaineet	31
4.8 Perusaineen varastointi	31
4.9 Hitsien lämpökäsittely (Post-Weld Heat Treatment)	32
4.10 Tarkastus ja testaus	32
4.11 Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet	32

4.12 Mittaus, tarkastus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus	33
4.13 Tunnistettavuus ja jäljitettävyys	33
4.14 Laatuasiakirjat	34
5 VAATIVAN ASENNUSPROJEKTIN HITSUKSEN TOIMINTAOHJE	35
6 KONVERTTERIN HITSUKS	37
6.1 Hitsausprosessin valinta	38
6.2 Hitsauslisäaineen ja suojakaasun valinta	39
6.2.1 Lanka	40
6.2.2 Puikko	41
6.2.3 Hiilikaaritaltaus	41
6.3 Hitsausohje / WPS	42
6.4 Hitsauskoneiden kalibrointi ja laitteiston tarkastus	43
6.5 Koehitsaus / menetelmäkoe	43
6.6 Hitsaajien pätevöittäminen	44
6.7 Ennakkosuunnittelu	44
6.8 Hitsaus	46
6.8.1 Hitsauksen seuranta	46
6.8.2 Esilämmitys	47
6.9 Dokumentointi	48
6.10 Ongelmien ratkaisu	50
7 KEHITYSEHDOTUKSET JA JATKOTOIMENPITEET	52
8 YHTEENVETO	56
LÄHTEET	57
LIITTEET	59

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia vaativan asennusprojektin hitsauksen toimintaohje helpottamaan ja yhtenäistämään Alstom Finland Oy:n Plant Service –yksikköä tarjousvaiheen hinnoittelusta projektin lopputoteutukseen asti. Plant Service –yksikkö toimii toimittajayrityksenä pääosin isoille teollisuuden toimialalla toimiville asiakkaille. Yksikkö on erikoistunut isoihin toimituksiin muun muassa terästeollisuudessa. Tässä työssä on käytetty esimerkkiprojektina SSAB:n Raahen tehtaalle toimitettavaa konverttereiden uusimisprojektia. Opinnäytetyötä tehdään konvertteriprojektin ollessa kesken. Opinnäytetyö valmistuu ennen viimeisen konvertterin hitsausta, jolloin saadaan merkittävä välitön hyöty opinnäytetyöstä projektitoteutuksessa.

Opinnäytetyössä käydään läpi Alstom Finland Oy:n laadunhallintajärjestelmä hitsauksen osalta sekä miten hitsauksen laadunhallinta yrityksessä on toteutettu.

Hitsauksen laaduntuottotekijät osoittavat kuinka projektin laatuvaatimukset saavutetaan ja mistä ne koostuvat. Laatu- ja asiakasvaatimukset vaikuttavat suoranaisesti vaativan asennusprojektin kustannuksiin. Opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä näitä asioita teorian ja projektitoimituksien kokemusperäisen tiedon kautta.

Opinnäytetyön tuloksena Alstom Finland Oy:n laadunhallintajärjestelmän pohjalta syntynyt vaativan asennusprojektin hitsauksen toimintaohje käydään opinnäytetyössä läpi.

Jatkotoimenpiteinä on käsitelty hitsauksen laadunhallinnan yhtenäistämistä ja kehittämistä hitsaustoimintojen monitoroinnin avulla. Opinnäytetyössä käydään läpi Kemppi ARC System 2 –laadunhallintamoduuli, mikä on hyvä tukitoiminto sekä monitorointijärjestelmä laadunhallinnan kehittämiseksi Alstom Finland Oy:n Plant Service –yksikössä.

2 ALSTOM FINLAND OY

Suomessa Alstom Finland Oy:n liiketoiminta palvelee asiakkaitaan voimalaitosten ja prosessiteollisuuden uusien laitteiden ja järjestelmien toimittajana kuin myös laitteiden ja järjestelmien asennus-, käyttöönotto- ja kunnossapitopalvelujen toimittajana. Kuvassa 1 nähdään Alstom Finland Oy:n projektitoimintaa työmaalla.



Kuva 1. Alstom Finland Oy – projektitoimintaa työmaalla

2.1 Ilmansuojelulaittepalvelut – Air Quality Control Systems Services

Alstom Finland Oy:n organisaatioon kuuluva AQCS-tuoteyksikkö (Air Quality Control Systems) tekee sähkösuodattimien kunnossapitoa sekä mekaanisen ja sähköisen kunnan tarkastuksia ympäri Suomea sijaitsevilla voimalaitoksilla, paperitehtailla ja terästehtailla. AQCS tekee tarkastuksia, kunnossapitotöitä ja huoltoja sekä toimittaa uusia tai modernisoi vanhoja suodatinlaitteistoja. (1, s. 8.)

2.2 Kenttähuoltopalvelut – Plant Services

Plant Services –tuotteet käsittävät teollisuuden ja voimalaitosten apulaitteiden ja –järjestelmien huoltoa ja kunnossapitoa. Plant Services tarjoaa kenttähuoltopalveluja ja kunnossapitoratkaisuja niin kokonaisille laitoksille kuin yksittäisille järjestelmille sekä voimalaitoksilla että teollisuuslaitoksilla. (2, s. 7.)

Plant Services toimii sekä konventionaalisissa voimalaitoksissa, ydinvoimalaitoksissa, sellu- ja paperiteollisuudessa, kemianteollisuudessa että metalli- ja terästeollisuudessa. Lisäksi kenttähuoltopalvelut kattaa pitkien huoltosopimuksien toteutuksia tehdasympäristöissä. Viime vuosina on yleistynyt kaivosteollisuuden kunnossapitotyöt. (2, s. 7.)

Hihnakuljetinjärjestelmien kunnostukset, huolto- ja kehitystyöt ovat myös kenttähuoltopalveluille tuttuja ympäristöjä, joista on usean vuoden kokemukset terästehtaan kokonaisvaltaisesta hihnakuljetinjärjestelmien ylläpidosta ja huoltosopimuksesta.

2.3 Turbiini- ja Generaattoripalvelut – Turbine and Generator Services

Alstom Finland Oy:n turbiini- ja generaattoripalvelut –yksiköllä on tieto ja pitkäaikainen kokemus turbiinien ja generaattoreiden sekä muiden suur- ja pienjännitekoneiden asennuksesta, käyttöönotosta, huollosta, modernisoinnista, varaosatoimituksista ja korjauksista. Alstom Finland Oy tarjoaa myös huoltosopimuksia, koulutusta, tehonlisäyksen ja prosessiarvojen laskentaa sekä laitteistojen kunnan valvontaa. Suomen voimalaitoksien turbiinikanta käsittää

lähes kymmenen eri alkuperäisvalmistajan turbiineja. Alstom Finland Oy:llä on kokemusta myös muiden valmistajien tuotteiden huollosta. (2, s. 8.)

3 VAATIVAN ASENNUSPROJEKTIN HITSUKSEN LAADUNTUOTTOTEKIJÄT

Tässä luvussa tutustutaan vaativan asennusprojektin laadukkaaseen projektin toteutukseen hitsauksen ja hitsaustoimintojen osalta. Vaativissa asennusprojekteissa hitsauksen laaduntuottotekijät kuvaavat koko hitsausprosessin toimintaa alusta loppuun asti.

Sopimus- ja tarjousvaiheessa tutustutaan asennusprojektin hitsauksen asettamiin vaatimuksiin. Sopimuskatselmus pitää tehdä perusteellisesti koko tarjousryhmän kanssa. On tunnistettava projektin vaativuusluokka sekä muut vaatimustasoa nostattavat asiat. Nämä yksityiskohdat nostavat lähes poikkeuksetta tarjouksen hintaa ja vastaavasti projektin toteuttaminen on myös kalliimpaa.

Vaativan asennusprojektin hitsaukseen liittyvät asiat on syytä tarkastaa, jos tiedetään, että samankaltainen projekti on toteutettu aiemmin yrityksessä. Alstom Finland Oy:llä on käytössä yrityksen sisäinen verkkolevy, jota käytetään tärkeiden tietojen varmuuskopiointiin sekä yleisesti tietojen tallentamiseen yrityksen sisällä. Yrityksessä olisi mahdollista käyttää tätä verkkolevyä vaativien asennusprojektien dokumenttien tallentamiseen. Yhteen tiedostoon olisi hyvä kerätä toteutetut vaativat asennusprojektit kehitysehdotuksineen. Aiemmin toteutetut projektit on syytä tallettaa yksityiskohtaisesti ongelmien ratkaisujen osalta myöhempää käyttöä varten. Työmenetelmät ja muut parannusehdotukset varsinkin hintaa alentavien asioiden osalta on syytä myös dokumentoida.

Hitsaustoiminnan laatu käsittää kokonaisuudessaan hitsaukseen sisältyvien toimenpiteiden lisäksi hitsaukseen vaikuttavat laaduntuottotekijät. Yleisesti laadunhallinnan tavoitteena on saavuttaa laadukas hitsaus. Hitsauksen toistettavuuden tulee olla helppoa. Hitsausprosessin jäljitettävyyden tulee olla selvillä koko toimintaketjun aikana. Laadunhallinnalla pyritään myös vaikuttamaan hitsauksen tehokkuuteen. (3, s. 5.)

3.1 Projektin laatuvaatimus

Ensimmäisenä on aina tarkastettava projektin laatuvaatimusten sopivuus oman yrityksen kannalta. Kaikilla yrityksillä ei ole tietyt laatuvaatimukset kattavaa toimintajärjestelmää eikä yritys välttämättä täytä laatuvaatimuksen asettamia kriteerejä. Yleisesti projektin laatuvaatimukset koostuvat seuraavista asioista:

- Asiakasvaatimukset
- Viranomais määräykset
- Normit, standardit, käytännöt
- Yrityskäytäntö

(3, s. 29.)

Projektin laatuvaatimus on mietittävä tarkasti jo projektin tarjousvaiheessa, koska yllättävät kustannusten nousut projektille ovat sitä todennäköisempiä mitä vähemmän on perehdytty projektin asettamiin laatuvaatimuksiin.

Seuraavassa luvussa on käyty läpi hieman yksityiskohtaisemmin kaksi standardia, joissa on erinäisiä vaatimuksia eri laatunäkökohdista. Tiukemmat laatuvaatimukset vaikuttavat yrityksen toimintatapoihin ja –menetelmiin. On aina tarkastettava projektin laatuvaatimukset ja yrityksen edellytykset toimia kyseisten vaatimusten mukaisesti.

3.1.1 SFS-EN ISO 3834 sulahitsauksen laatuvaatimustandardi

ISO 3834 standardisarja käsittelee erilaisten organisaatioiden ja yritysten hitsausprosessien laadunvarmistusta. Standardisarjan kolme vaatimustasoa ovat riippumattomia hitsattavasta rakennetyypistä eikä niissä ole yksittäisiä tuotekohtaisia määrittelyjä eikä yksittäisiä tuotevaatimuksia. Standardi määrittelee tuotteen valmistuksen ohjauksen ja kontrolloinnin toimien näin ollen myös tuotannon hallintajärjestelmänä. (4, s. 34.)

Taulukossa 1 on esitetty tarkoituksenmukaisen laatuvaatimustason valintaperusteet. ISO 3834-2 –standardissa on esitetty kattavat laatuvaatimukset.

ISO 3834-3 –standardissa on esitetty vakiolaatuvaatimukset. ISO 3834-4 –standardissa on esitetty peruslaatuvaatimukset. Lisäksi ISO 3834-5 –standardissa on esitetty asiakirjat, jotka tarvitaan ISO 3834-2, ISO 3834-3 tai ISO 3834-4 -standardien mukaisten laatuvaatimusten osoittamiseksi. (4, s. 34.)

Taulukko 1. ISO 3834 standardin laatuvaatimustason valintaperusteet. (3, s. 39)

Asiat, jotka helpottavat tarkoituksenmukaisen standardin ISO 3834-2, ISO 3834-3 tai ISO 3834-4 valintaa				
Nro.	Kohde	ISO 3834-2	ISO 3834-3	ISO 3834-4
1	Vaatimusten katselmus	katselmus vaaditaan		
		pöytäkirja vaaditaan	pöytäkirja saatetaan vaatia	pöytäkirjaa ei vaadita
2	Tekninen katselmus	katselmus vaaditaan		
		pöytäkirja vaaditaan	pöytäkirja saatetaan vaatia	pöytäkirjaa ei vaadita
3	Alihankinta	käsitellään kuten valmistaja tietyille alihankitulle tuotteelle, palvelulle ja/tai toiminnalle. Lopullinen vastuu jää kuitenkin valmistajalle		
4	Hitsaajat ja hitsausoperaattorit	pätevöintiä vaaditaan		
5	Hitsauskoordinoija	vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
6	Tarkastushenkilöstö	pätevöintiä vaaditaan		
7	Tuotanto- ja testauskalusto	sopivaa ja käytettävissä vaatimusten mukaisesti esivalmistukselle, prosessin toteuttamiselle, testaukselle, kuljetukselle ja nostotehtäville yhdessä turvalaitteiden ja suojavaatetusten kanssa		
8	Laitteiden huolto	vaaditaan tuotteen vaatimustenmukaisuuden saavuttamiseksi ja ylläpitoon		ei erityisiä vaatimuksia
		dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja vaaditaan	raportteja suositellaan	
9	Laitteiden kuvaus	luettelo vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
10	Tuotantosuunnitelma	vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
		dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja vaaditaan	dokumentoidut suunnitelmat ja raportteja suositellaan	
11	Hitsausohjeet	vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
12	Hitsausohjeiden hyväksyntä	vaaditaan		ei erityisiä vaatimuksia
13	Hitsausaineiden eräkohtainen testaus	jos vaaditaan	ei erityisiä vaatimuksia	
14	Hitsausaineiden varastointi ja käsittely	vaaditaan lisäainetoimittajien suositusten mukaiset menettelyt		lisäainetoimittajan suositusten mukaisesti
15	Perusaineiden varastointi	vaaditaan suojausta ympäristön vaikutukselta; tunnistettavuuden tulee säilyä varastoinnin aikana		ei erityisiä vaatimuksia

Standardisarjan ISO 3834 käyttäminen on tapa, jolla valmistaja voi osoittaa kykynsä valmistaa hitsaamalla määriteltyä laatua vastaavia tuotteita. Standardi yhtenäistää valmistajan ja tilaajan välistä tuotteen valmistamista koskevaa sopimuskäytäntöä. Laatukustannuksien hallintaan on luotava yhtenäinen

menettelytapa asiakkaan ja valmistajan välille. Menettelytavan avulla pystytään määrittämään tilaajan kanssa, mitkä ovat tärkeitä ominaisuuksia tai spesifikaatioita tuotteen valmistamisen kannalta. Standardin käyttöä puoltavat usein tuotestandardit, direktiivit ja erikseen asiakkaan kanssa määritetyt spesifikaatiot. Standardeja 3834-2, -3 ja -4 voidaan lisäksi käyttää yrityksen sertifiointi- ja auditointitarkoituksiin. Lisäksi standardeilla voidaan täydentää standardia ISO 9001 vastaamaan hitsausvalmistuksen laadunvarmistukseen ja -ohjaukseen. (4, s. 35; 5, s. 13.)

ISO 9001 on maailman tunnetuin työkalu laadunhallintajärjestelmän rakentamiseen ja kehittämiseen. ISO 9001 asettaa vaatimukset organisaation laadunhallintajärjestelmälle. (6.)

Alstom Finland Oy käyttää edellä mainittua tapaa omassa laadunhallinnassaan. Yhtiöllä on sertifioitu standardin SFS-EN ISO 9001:2008 mukainen laadunhallintajärjestelmä. Hitsaus kuuluu yhtiön erikoisprosesseihin ja se on prosessina integroitu yhtiön yleiseen laadunhallintajärjestelmään. Hitsauksen laadunhallinnan velvoittavat viittaukset tulevat SFS-EN ISO 3834 standardeista.

Kuvasta 2 nähdään miten yleisesti standardeja ISO 3834 voidaan verrata vaatimustasoiltaan eri tuotestandardeihin viitattuna.



Kuva 2. SFS-EN ISO 3834 –standardia vaativat ja viittaavat tuotestandardit (5, s. 13)

3.1.2 SFS-EN 1090-2+A1 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus

Standardi SFS-EN 1090-2+A1 sisältää tekniset vaatimukset teräsrakenteille, joita ovat käytettävät tuotteet, konepajavalmistus, asennus, pintakäsittely, toleranssit, tarkastus ja dokumentointi sekä henkilöpätevyudet. (7.)

Tilaajan suunnittelija määrittää rakennuksen vaativuuden ja käyttötarkoituksen perusteella valmistuksen vaativuustason määrittävän toteutusluokan. Toteutusluokka voi olla EXC1, EXC2, EXC3 tai EXC4, joista vaativuustaso kasvaa luokasta EXC1 luokkaan EXC4. (7.)

Tilaajan suunnittelija laatii piirustukset ja toteutuseritelmän. Toteutuseritelmä määrittelee vaatimukset projektitoteutukseen sekä muut erityisvaatimukset ja käytettävät standardit. Toteutuseritelmän pohjalta toimittajayritys laatii asennussuunnitelman.

Asennussuunnitelmaa laadittaessa on syytä huomioida vähintään seuraavat asiat:

- ✓ Yleiskuvaus projektista
 - kohdetiedot
- ✓ Asennusorganisaatio
 - vastuuhenkilöt
- ✓ Aikataulu
- ✓ Aluesuunnitelma
- ✓ Kuljetus, varastointi, nostot, siirrot
- ✓ Rungon jäykistys, asennusaikainen stabiliteetti
- ✓ Hitsaus
 - hitsaussuunnitelma
- ✓ Ruuviliitokset
- ✓ Pintakäsittely
- ✓ Palosuojaus
- ✓ Työturvallisuus
- ✓ Ympäristöasiat
- ✓ Asennustoleranssit
- ✓ Tarkastukset
- ✓ Dokumentaatio
- ✓ Asennussuunnitelman hyväksyttäminen
- ✓ Poikkeamien käsittely
- ✓ Jäsentely

Seuraavassa luvussa käydään läpi standardin SFS-EN 1090-2+A1 vaatimukset koskien hitsausta ja hitsaussuunnitelmaa. (7.)

3.1.2.1 Hitsaussuunnitelma

Hitsaussuunnitelma tulee laatia osana tuotannon suunnittelua standardin EN ISO 3834 soveltuvan osan vaatimusten mukaisesti. (7.)

Laaditaan erikseen projektikohtainen hitsaussuunnitelma, mikä tulee sisältää tarpeen mukaan:

- ✓ hitsausohjeet, lisäaineet, mahdollisen esikuumennuksen, välipalkolämpötilan ja hitsauksen jälkeistä lämpökäsittelyä koskevat vaatimukset
- ✓ toimenpiteet hitsauksen aikana ja sen jälkeen tapahtuvien vääristymien välttämiseksi, suunnitelma hitsauksen aikaisesta tuennasta
- ✓ hitsausjärjestys ja mahdolliset aloitus- ja lopetuskohtia koskevat rajoitukset ja hyväksyttävät alueet mukaan lukien väliaikaiset aloitus- ja lopetuskohdat, kun hitsin geometria estää jatkuvan hitsauksen, aloitukset/lopetukset nurkkiin ei suotavia
- ✓ hitsauksen aikana tehtäviä tarkastuksia koskevat vaatimukset: tarkastussuunnitelma yhteistyössä suunnittelijan kanssa
- ✓ osakokoonpanojen kääntäminen hitsausprosessissa ja hitsausjärjestys
- ✓ tukijärjestelyjen yksityiskohdat
- ✓ toimenpiteet lamellirepeilyn välttämiseksi
- ✓ hitsausaineille tarkoitetut erityislaitteet ja -vaatimukset (alhainen vetypitoisuus, kosteuden ja lämpötilan säätäminen jne.)
- ✓ lisäaineiden varastointi ja käsittelyrutiinit
- ✓ hitsin muoto ja viimeistely ruostumattomille teräksille, hitsattujen alueiden jälkipuhdistus, hionta
- ✓ hitsien hyväksymiskriteereihin liittyvät vaatimukset, hitsien laatuluokka tulee määritellä käyttötarkoituksen mukaan
- ✓ tarkastus- ja testaussuunnitelma
- ✓ hitsien tunnistamista koskevat vaatimukset, hitsien/hitsareiden dokumentointi tarkoituksenmukaisella tavalla
- ✓ pintakäsittelyä koskevat vaatimukset
- ✓ Jos hitsaus peittää aikaisempia hitsejä, kiinnitetään erityistä huomiota ensin hitsattuihin hitseihin ja mahdolliseen tarkastus- ja testatarpeeseen ennen seuraavan hitsin hitsaamista tai peittävän osan kiinnittämistä. (7.)

3.1.2.2 Hitsausprosessit

Hitsaus voidaan suorittaa seuraavilla standardissa EN ISO 4063 määritellyillä hitsausprosesseilla:

- 111: Puikkohitsaus
- 121: Jauhekaariyksilankahitsaus
- 123: Jauhekaarimonilankahitsaus
- 135: MAG-hitsaus
- 136: MAG-(jauhe)täytelankahitsaus
- 138: MAG-metallitäytelankahitsaus
- 783: Kaaritapitushitsaus nostosytytyksellä käyttäen keraamista rengasta tai suojakaasua

jne.

Muita hitsausprosesseja saa käyttää vain, jos se erityisesti sallitaan. Muita prosesseja voi olla käytössä konepajakohtaisesti. (7.)

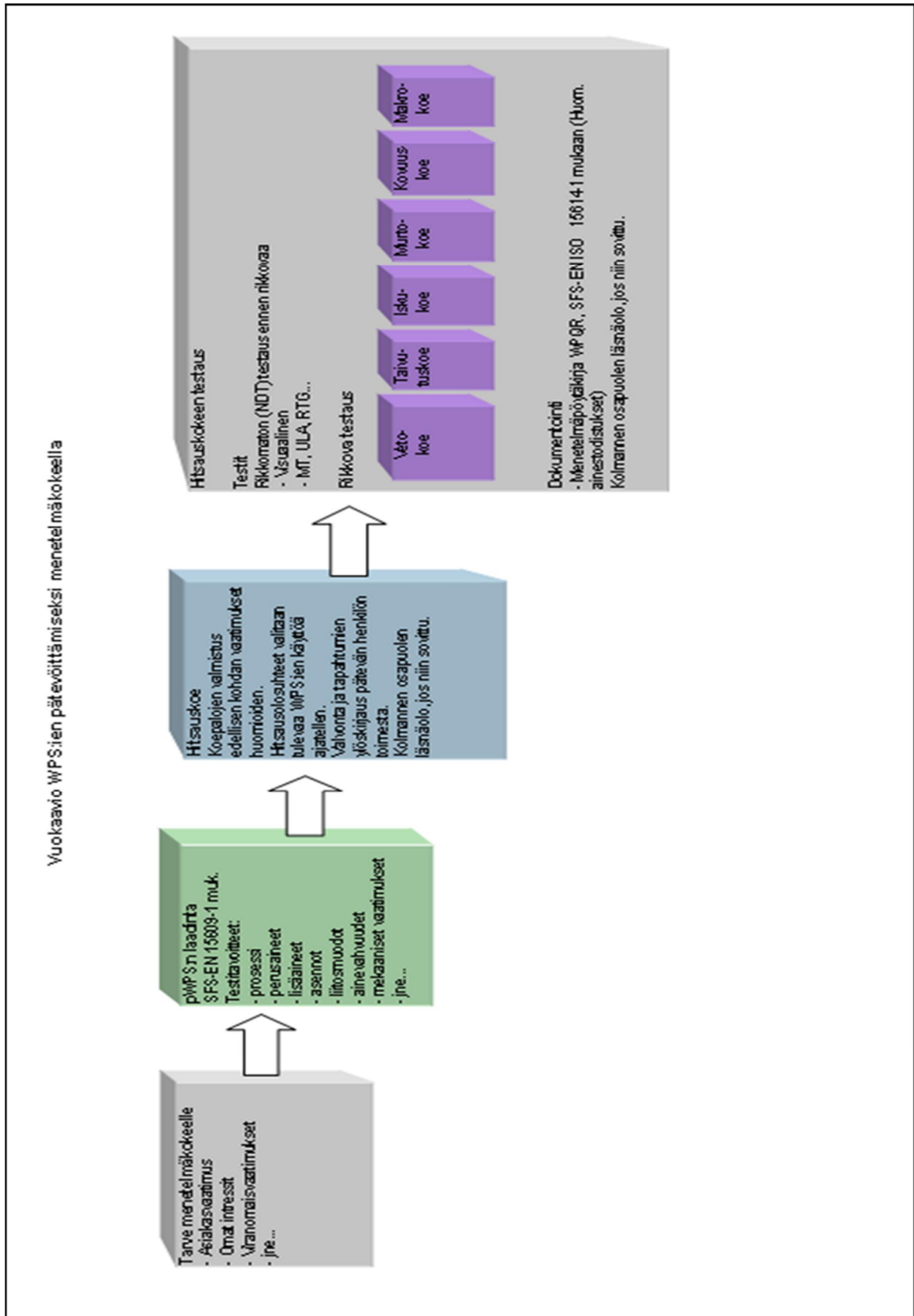
3.1.2.3 Hitsausmenetelmien ja hitsaushenkilöstön hyväksyminen

Hitsaus tulee suorittaa hyväksytyillä hitsausmenetelmillä käyttäen hitsausohjetta (WPS) asiaan kuuluvan standardien EN ISO 15609 (Kaarihitsaus) tai EN ISO 14555 (Pultinhitsaus) tai EN ISO 15620 (Kitkahitsaus) osan mukaisesti. Kuvassa 3 on osoitettu menetelmäkokeen suoritus (7.)

Hitsausmenetelmien hyväksyminen prosesseille 111, 114, 12, 13 ja 14. Hitsausmenetelmän hyväksyntään vaikuttavat toteutusluokka, perusaine ja mekanisointiaste taulukon 2 mukaisesti. (7.)

Taulukko 2. Hitsausmenetelmien hyväksymisessä käytetyt menetelmät prosesseille 111, 114, 12, 13 ja 14. (7)

Hyväksymismenetelmä		EXC 2	EXC 3	EXC 4
Menetelmäkoe	EN ISO 15614-1	X	X	X
Esituotannollinen koe	EN ISO 15613	X	X	X
Standardimenetelmä	EN ISO 15612	X ^a	-	-
Aikaisempi kokemus	EN ISO 15611	X ^b	-	-
Testatut lisäaineet	EN ISO 15610			
X	Sallittu			
-	Ei sallittu			
^a Vain materiaaleille ≤ S 355 ja vain käsin hitsauksessa tai osittain mekanisoidussa hitsauksessa. ^b Vain materiaaleille ≤ S 275 ja vain käsin hitsauksessa tai osittain mekanisoidussa hitsauksessa.				



Kuva 3. Menetelmäkokeen suoritus.

Hitsausohjeen, WPS, hyväksynnän voimassaolo. Seuraavia lisäkokeita edellytetään hyväksyttäessä hitsausmenetelmää standardin EN ISO 15614-1 mukaan, kun hitsausprosessia ei ole käytetty yhdestä kolmeen vuoteen:

-teräslajeille, joiden lujuus on suurempi kuin S355 tulee tehdä sopiva työkoe. Tarkastukseen ja testaukseen tulee sisältyä silmämääräinen tarkastus, röntgen tai ultraäänitarkastus (ei vaadita pienahitseille), pintavirheiden tarkastus magneettijauhe- tai tunkeumaneste-tarkastuksella, makrohietutkimus ja kovuuskoe

ja seuraavia lisäkokeita silloin kun hitsausprosessia ei ole käytetty yli kolmeen vuoteen:

-teräslajeille, joiden lujuus on korkeintaan S355, hyväksyttävyyden tulee tarkastaa työkokeesta otetulla makrohiellä, tai teräslajeille, joiden lujuus on yli S355, tulee tehdä uudet asian mukaiset menetelmäkokeet. (7.)

Hitsaajat ja hitsausoperaattorit. Hitsaajat tulee päteväittää standardin EN 287-1 mukaan ja hitsausoperaattorit standardin EN 1418 mukaan. Rakenneputkien haaraliitosten hitsauksen päteväyttämiseen edellytetään erityinen koe, kun haarakulma on pienempi kuin 60°. (7.)

Hitsauksen koordinointi. Toteutusluokissa EXC2, EXC3 ja EXC4 hitsauksen koordinointia tulee suorittaa hitsauksen aikana koordinointihenkilöstön, jolla on tarkoituksenmukainen standardin EN ISO 14731 mukainen pätevyys ja kokemus valvomistaan hitsaustöistä. (7.)

Käytännössä alla olevan taulukon 3 merkinnät B, S ja C tarkoittavat:

- B = hitsausneuvoja IWS (basic)
- S = hitsausteknikko IWT (specific)
- C = hitsausinsinööri IWE (comprehensive)

Taulukko 3. Hitsauskoordinoijien teknisen tietämyksen taso. Seostamattomat rakenneräkset. (7)

EXC	Teräkset (teräsryhmä)	Viitestandardit	Aineenpaksuus (mm)		
			$t \leq 25^a$	$25 < t \leq 50^b$	$t > 50$
EXC2	S235 to S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	B	S	C ^c
	S420 to S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C ^d	C
EXC3	S235 to S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C	C
	S420 to S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	C	C	C
EXC4	Kaikki	Kaikki	C	C	C

^a Pilareiden pohjalevyille ja päätälevyille ≤ 50 mm.
^b Pilareiden pohjalevyille ja päätälevyille ≤ 75 mm.
^c Teräksille, joiden lujuusluokka on korkeintaan S275, taso S riittää.
^d Teräksille N, NL, M and ML, taso S riittää.

3.1.2.4 Hitsauksen esivalmistus ja suoritus

Railomuodot. Railomuotojen tulee olla hitsausprosessiin soveltuvia. Kaikkien hitsattavien pintojen tulee olla kuivia ja niillä ei saa olla haitallisia aineita, jotka voivat vaikuttaa hitsien laatuun. Railon pinnoissa ei saa olla näkyviä säröjä. (7.)

Rakenneputket. Kun rakenneputkien liitokset hitsataan yhdeltä puolelta, tulee käyttää standardien EN ISO 9692-1 (Kaarihitsaus) ja EN ISO 9692-2 (Jauhekaari) mukaisia railomuotoja soveltuvien osien. Ristikkorakenteissa rakenneputkien haaraliitosten puutteellisen sovituksen hitsaamalla tapahtuvan korjaamisen tulee sisältyä soveltuvaan hitsausohjeeseen. Edellä mainittu asia koskee esimerkiksi ristikon diagonaalien katkaisussa ja sovituksessa tulevia toleranssien ylityksiä. (7.)

Hitsausaineiden varastointi ja käsittely. Hitsausaineita tulee varastoida, käsitellä ja käyttää niiden valmistajan suositusten mukaisesti. Taulukosta 4 nähdään hitsausaineiden kuivaamisen ja varastoinnin lämpötila ja aika. (7.)

Taulukko 4. Hitsausaineiden kuivaamisen ja varastoinnin lämpötila ja aika. (7)

	Lämpötila (T)	Aika (t)
Kuivaaminen ^a	300 °C < T ≤ 400 °C	2 h < t ≤ 4 h
Varastointi ^a	≥ 150 °C	Ennen hitsausta
Varastointi ^b	≥ 100 °C	Hitsauksen aikana
^a Kiinteä uuni	^b Kannettava kotelo	

Käyttämättä jääneet hitsausaineet tulee kuivata hitsausvuoron jälkeen edellä mainittujen ohjeiden mukaan. Hitsauspuikot saa kuivata korkeintaan kahdesti. Jäljelle jääneet hitsausaineet tulee hylätä.

3.1.2.5 Hyväksymiskriteerit

Hitsausvirheiden hyväksymiskriteereinä tulee käyttää seuraavia standardin EN ISO 5817 mukaisia hitsiluokkia lukuun ottamatta virhetyyppejä ”Jyrkkä liittyminen” (505) ja ”Mikroliitosvirhe” (401), joita ei oteta huomioon. Kaikki hitsin geometrialle ja muodolle mahdollisesti määritetyt lisävaatimukset tulee ottaa huomioon.

- EXC1 hitsiluokka D;
- EXC2 yleensä hitsiluokka C , paitsi hitsiluokka D seuraaville virhetyypeille "Reunahaava" (5011, 5012), "Pintapalon valuma" (506), "Sytytysjälki" (601) ja "Avoin imuontelo" (2025);
- EXC3 hitsiluokka B;
- EXC4 hitsiluokka B+, joka tarkoittaa hitsiluokkaa B taulukon 17 mukaisin lisävaatimuksin. (7)

3.2 Toiminnot ennen hitsausta

Ennen vaativaa hitsaustyötä pitää käsitellä vähintään seuraavat laatuun vaikuttavat asiat.

Esivalmistelu

- ✓ railon valmistus ja muoto, silloitus, oikaisu, puhdistus, lämpökäsittely, kiinnitys

Suunnittelu

- ✓ hitsausprosessi, lisäaine, hitsattavuus, hitsattava materiaali, ympäristön vaikutukset

Materiaalin käsittely

- ✓ välineet, koneet, nosturit, valvonta

Hitsausmenetelmä

- ✓ tuottavuus, taloudellisuus, laadukkuus, kapasiteetti
- ✓ menetelmäkoe: materiaali, hitsausparametrit, toleranssit, koestus, tarkastus

Hitsausvälineet

- ✓ laitteiston kunnossapito, huolto, varaosat

WPS (Welding Procedure Specification) –hitsausohjeet

Ihminen

- ✓ pätevyyskoe, kokemus, koulutus
- ✓ tehtävät: hitsaus, valvonta, ohjelmointi, kappaleen käsittely (8.)

3.3 Toiminnot hitsauksen aikana

Hitsausvälineet

- ✓ toimintakunto: kaasut, langansyöttö, virtalähde, varaosien saatavuus ja laitteiston huollettavuus

Ihminen

- ✓ pätevyys
- ✓ viihtyvyys
- ✓ motivaatio
- ✓ vastuu
- ✓ henkilökemiat

Työympäristö

- ✓ turvallisuus, ensiapu, suojarahusteet
- ✓ ilmastointi, ilmanvaihto
- ✓ paloturvallisuus, palokuorma
- ✓ ergonomia
- ✓ hitsauksen mekanisointi / automatisointi

Hitsattava kohde

- ✓ työlämpötila
- ✓ mitta- ja muodonmuutokset
- ✓ luoksepäästävyys

Tosiaikainen laadunvarmistus

- ✓ menetelmät
- ✓ prosessinohjaus: manuaalinen, adaptiivinen (8.)

3.4 Toiminnot hitsauksen jälkeen

Hitsattava kohde

- ✓ homogeenisuus: mitat ja materiaalit
- ✓ lämpökäsittely

Viimeistely

- ✓ puhdistus

- ✓ kuonanpoisto
- ✓ hionta
- ✓ oikaisu
- ✓ pinnoitus

Lopputarkastus

- ✓ tarkastusmenetelmät: rikkovat ja rikkomattomat
- ✓ tarkastajan pätevyys
- ✓ dokumentointi

Tuotteen käsittely

- ✓ valvonta
- ✓ tuotevirta: ohjaus, merkintä, varastointi ja lähetys
- ✓ välineet (8.)

Kuvasta 4 nähdään kaavio hitsauksen laaduntuottotekijöistä, jotka ovat edellytys hyvän ja laadukkaan hitsauksen aikaan saamiseksi.

4 HITSUKSEN LAADUNHALLINTA ALSTOM FINLAND OY:SSÄ

Alstom Finland Oy:n hitsaustöiden laadunhallinta perustuu hitsauksen laadunhallinnan käsikirjaan. Tässä luvussa on kuvattu hitsauksen laadunhallinta Alstom Finland Oy:ssä laadunhallinnan käsikirjan kautta. Laadunhallinnan käsikirjan menettelyohjeet ja –kaavakkeet merkitään yrityksen sisäisellä omalla AFI –asiakirjan merkintätavalla. (AFI = Alstom Finland Oy)

4.1 Vaatimusten katselmus ja tekninen katselmus

Vaatimusten katselmus ja tekninen katselmus toteutetaan menettelyohjeen AFI4-5.1 mukaisesti, kun tuotteen tai työtoiminnon valmistamisessa tai asentamisessa on mukana hitsausta. Menettelyohjeessa kerrotaan muun muassa kuinka tulee huomioida hitsauksessa painelaitedirektiivivaatimukset, ydinvoima, vaativat teräsrakenteet sekä näihin liittyvät tarkastukset, hitsausohjeet, asennus- ja korjaustyöt. (9.)

Päähitsauskoordinoija toteuttaa hitsaustoimintoihin liittyvän vaatimusten katselmuksen sekä teknisen katselmuksen. Sopimustekniset asiat käy läpi myynnin henkilöstö yhdessä tuoteyksiköiden edustajien kanssa. Katselmukset dokumentoidaan ja ne pyritään toteuttamaan ennen töiden aloittamista. Hitsaukseen liittyvissä toiminnoissa katselmuksessa on käytävä läpi vähintään standardin SFS–EN ISO 3834 asettamat vaatimukset. Katselmuspöytäkirja lähetetään työtoiminnon vastuullisille henkilöille, tarjouksen laatijalle tai tulevan projektin vetäjälle. (9.)

Sopimusvaiheessa on selvitettävä tarvittava tieto työn toteuttamisen kannalta, koska vaatimukset vaikuttavat tarjottavan työn hinnoitteluun. Alstom Finland Oy toteuttaa katselmoinnin ja varmistaa näin, että työ on toteutettavissa; resurssit ovat riittävät, toimitus voidaan toteuttaa aikataulun mukaisesti, asiakirjat ovat selviä ja yksiselitteisiä. (9.)

4.2 Alihankinta

Hitsaustoiminnoissa alihankkijan on täytettävä samat hitsaukseen liittyvät vaatimukset kuin Alstom Finland Oy:ssä. Alihankkija on hyväksyttävä ja perehdytettävä yksikön työ- ja toimintatapoihin. Alihankkijoiden arvioimisessa noudatetaan menettelyohjetta AFI 3-7.4 Toimittajien / alihankkijoiden arvioiminen, hyväksyminen ja seuranta sekä AFI 4 –6.1 Hitsauksen alihankinnan menettelyohjevaatimuksia. Päähitsauskoordinaattori hoitaa hitsauksen koordinoinnin myös alihankinnan osalta. (9.)

4.3 Hitsaus henkilöstö

Alstom Finland Oy:n on varmistettava, että hitsaukseen osallistuva henkilöstö on riittävän pätevää suorittamaan osoitetun työn sen vaativuuden mukaisesti. Pätevyys tulee varmistaa tuotannon suunnitteluun, suorittamiseen ja valvontaan eriteltyjen vaatimusten osoittamalla tavalla. Vaatimukset tulevat asiakkaalta, viranomaiselta ja tuotestandardeista. Hitsaus henkilöstön vaatimuksia käsitellään yhtiön sisäisessä menettelyohjeessa AFI4 –7.1 Hitsaus henkilöstö. (9.)

4.4 Tarkastus- ja testaushenkilöstö

Alstom Finland Oy:n on varmistettava, että tarkastus- ja testaushenkilöstö on pätevää suunnittelemaan ja valvomaan hitsaukseen liittyvää tarkastusta, testausta ja arviointia eriteltyjen vaatimusten mukaisesti. Tarkastus- ja testaushenkilöstön vaatimuksia käsitellään menettelyohjeessa AFI4 –8.1 Hitsauksen tarkastus- ja testaushenkilöstö. (9.)

4.5 Laitteet

Laitteilla tarkoitetaan hitsaustuotannossa käytettäviä laitteita eli hitsaukseen tarvittava kokonaisuus, johon kuuluvat hitsauslaitteet ja hitsausvarusteet standardin SFS-EN3052 mukaisesti. Hitsauslaitteiston pitää olla soveltuva tehtävään hitsaustyöhön. Hitsauslaitteisto tulee olla huollettuna ennen töiden aloitusta. Laitteiston tarkastus on suoritettava säännöllisin väliajoin.

Hitsauslaitteiden huoltomenettelystä on menettelyohje AFI -9.1 Menettely hitsauslaitteiden huollosta. (9.)

4.6 Hitsaustoiminnot

Hitsaustyössä on tehtävä tarpeen mukaan suunnitelmia, jolla varmistetaan vaatimusten täytyminen ja miten tuote tai työtoiminto tullaan hitsaamaan. Näitä suunnitelmia ovat

- tuotantosuunnitelma
- hitsausohjeet ja niiden hyväksyminen
- työohjeet

Hitsauksen hitsaukseen liittyvissä toiminnoista on menettelyohje AFI 10.1 Hitsaustoiminnot. (9.)

4.7 Hitsausaineet

Vaatimukset ja yksityiskohdat hitsauslisäaineen käytöstä hitsauskohteessa määritellään hitsausohjeessa. Yhtiö hankkii hitsausaineet hyväksytyiltä toimittajilta (hyväksytyjen toimittajien rekisteri). Työmaalle hitsauslisäaineita saavat hankkia menettelyohjeessa AFI 4 –11.1 Hitsausaineiden varastointi ja käyttö mainitut henkilöt. Hitsausaineille on suoritettava vastaanottotarkastus ja niiden varastointia ja käyttöä on valvottava ohjeiden mukaisesti nimettyjen henkilöiden toimesta. (9.)

4.8 Perusaineen varastointi

Perusaineen varastointi käsittää vastaanoton, varastoinnin ja käytön työkohteessa. Perusaine tilataan työmaalle sovittujen spesifikaatioiden mukaisesti. Perusaineelle on tehtävä vastaanottotarkastus, jolloin varmistetaan sen oikeellisuus. Perusaineen vastaanottotarkastuksesta vastaavat nimetyt henkilöt. Vastaanottotarkastuksen jälkeen perusaine voidaan käyttää siihen työhön, mihin se on suunniteltu tai varastoida se, kunnes sitä käytetään. Perusaine on oltava tunnistettavissa koko ajan vastaanotosta ja varastoinnista

käyttökohteeseen asti. Tunnistamatonta materiaalia ei saa käyttää vaan se on siirrettävä syrjään odottamaan jatkotoimenpiteitä. Hitsaustuotannossa käytettävän perusaineen varastoinnista on menettelyohje AFI 4 –12.1 Hitsaustuotannon perusmateriaalin varastointi. (9.)

4.9 Hitsien lämpökäsittely (Post-Weld Heat Treatment)

Hitsauksen jälkilämpökäsittelyssä (PWTH) toimitaan ensisijaisesti tuotestandardin ohjeiden mukaisesti. Hitsauksen jälkilämpökäsittely ostetaan alihankintana. Lämpökäsittelyn ohjeellisena standardina käytetään ISO/TR 17663 standardia. Lämpökäsittelyä suorittavan yrityksen tulee varmistaa, että henkilökunta on pätevää sekä laitteistot huollettu ja kalibroitu vaatimusten mukaisesti. Lämpökäsittelystä on jäätävä lämpökäsittelydokumentti. Lämpökäsittelyssä toimitaan AFI4 –13.1 Hitsien lämpökäsittelymenettelyohjeen mukaisesti. (9.)

4.10 Tarkastus ja testaus

Tarkastuksella ja testauksella tarkoitetaan hitsaustuotantoon liittyviä toimenpiteitä. Tarkastuksella ja testauksella varmistetaan tietyiltä osin sovittujen ja määrättyjen vaatimusten täyttyminen. Vaatimusten täyttyminen saadaan aikaiseksi toteuttamalla työ sovitulla tavalla. Tarkastuksesta ja testauksesta on menettelyohje AFI 4 –14.1 Hitsauksen tarkastus ja testaus. (9.)

4.11 Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet

Hitsauksen laadunhallintaan liittyvät poikkeamat käsitellään AFI 4 –15.1 Hitsauksen poikkeamat ja käsittely mukaisesti. Poikkeamien käsittelyssä huomioidaan myös yhtiön toiminnanhallintajärjestelmän yleiset menettelyohjeet AFI 1-8.3 Poikkeamien valvonta ja AFI 1-8.5 Korjaavat ja ehkäisevät toimenpiteet. (9.)

4.12 Mittaus, tarkastus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus

Hitsauksen laadunhallinnan varmistamiseksi hitsaustuotannon laitteet on tarkastettava säännöllisin väliajoin. Hitsaustuotantoon liittyviä laitteita saa tarkastaa ainoastaan tehtävään pätevytetty ja valtuutettu henkilö. Hitsaustuotannossa laitteiden kalibrointi on osa vaatimustenmukaisuuden osoittamista. Hitsaustuotannossa noudatetaan standardin SFS-EN ISO 17662 ohjeistusta. (9.)

Hitsauslaitteiden turvallisuuden varmistamiseksi noudatetaan Suomen lainsäädännön vaatimuksia (738/2002 työturvallisuuslaki) sekä Alstom Finland Oy:n GEMS ohjeistusta C32.6 Kannettavat laitteet ja käsityökalut. Hitsaustuotannon laitteiden mittaus, tarkastus- ja testauslaitteiden kalibrointi ja kelpuus toteutetaan menettelyohjeen AFI 4 –16.1 Hitsaustuotantolaitteiden mittaus ja tarkastusvaatimusten mukaisesti. (9.)

4.13 Tunnistettavuus ja jäljitettävyys

Tunnistettavuutta on pidettävä yllä koko valmistusprosessin ajan asiakkaan vaatimukset huomioiden. Standardin SFS-EN ISO 3834 –2 mukaisia perusvaatimuksia ovat:

- tuotantosuunnitelman tunnistaminen
- jäljitettävyyskartat
- hitsin sijainnin tunnistaminen rakenteesta
- ndt –ohjeiden ja ndt –tarkastajien tunnistaminen
- hitsauslisäaineiden tunnistaminen
- perusaineen tunnistaminen
- korjattujen kohteiden tunnistaminen
- tilapäisten kiinnitysten tunnistaminen
- erilaiset hitsausprosessit
- tiettyjen hitsien jäljitettävyys hitsaajiin tai hitsausoperaattoreihin
- tiettyjen hitsien jäljitettävyys käytettyyn hitsausohjeeseen

Tuotannon aikaisessa tunnistettavuudessa ja jäljitettävyydessä käytetään menettelyohjetta AFI 4 –17.1 Tunnistettavuus ja jäljitettävyys. (9.)

4.14 Laatuasiakirjat

Laatuasiakirjojen tallenteiden ohjauksessa, laatimisessa ja tallentamisessa noudatetaan toiminnanhallintajärjestelmän menettelyohjetta AFI 1 –4.2 Asiakirjojen valvonta. Yleisen menettelyohjeen lisäksi toimitaan AFI 4 –18.1 Hitsaukseen liittyvät asiakirjat ja tallenteet mukaisesti. (9.)

5 VAATIVAN ASENNUSPROJEKTIN HITSUKSEN TOIMINTAOHJE

Vaativan asennusprojektin hitsauksen toimintaohje (Taulukko 5) syntyi Alstom Finland Oy:ssä käytetyn hitsauksen laadunhallinta käsikirjan sekä yrityksen sertifioidun SFS-EN ISO 9001:2008 mukaisen laadunhallintajärjestelmän pohjalta. Toimintaohjetta on tarkoitus käyttää konvertterin uusiminen projektissa kolmanteen ja viimeiseen konvertterin esikasaukseen. Toimintaohje otetaan käyttöön myös vastaavanlaisissa haastavissa asennusprojekteissa, joihin liittyy hitsaustoimintoja.

Hitsauksen toimintaohjetta voidaan käyttää tarjousvaiheessa apuna tarjouksen laskemiseen hitsaukseen liittyvien asioiden osalta. Toimintaohje tukee suunnittelu- ja sopimuskatselmusta. Toimintaohjeen voi myös tulostaa projektikansioon työmaalle tueksi hitsauksen eri tukitoiminnoille ja hitsaustöiden suorittajille. Vastuut ja työmaalla toteutettavat toiminnot pitää käydä suorittavien henkilöiden kanssa yksiselitteisesti läpi.

Toimintaohjeessa käydään vaiheittain kohta kohdalta läpi toiminto ja sen sisältö. Toimintaohjeesta nähdään missä työvaiheessa toiminto käydään läpi.

Kaikille toiminnoille on määritelty vastuuhenkilö. Vastuuhenkilö voidaan projektipäällikön toimesta tarvittaessa vaihtaa tai nimetä ohjeesta poiketen erikseen. Toimintaohjeeseen on merkitty, että mihin Alstom Finland Oy:n käyttämään laadunhallinta käsikirjan kappaleeseen toiminnolla viitataan.

Toimintaohjeesta myös nähdään tarvitaanko suoritettua toiminnosta dokumenttia ja myös se, että mitä laadunhallinta käsikirjan dokumenttia käytetään. Dokumentointi suoritetaan muulla tapaa, jos valmista dokumentti pohjaa ei ole.

Laadunhallinnan käsikirjan menettelyohjeet ja –kaavakkeet merkitään yrityksen sisäisellä omalla AFI –asiakirjan merkintätavalla.

Taulukko 5. Vaativan asennusprojektin hitsauksen toimintaohje.

TYÖVAIHE	SISÄLTÖ	VASTUUHENKILÖ	ASIAKIRJA	DOKUMENTTI
Tarjous- ja sopimus	Vaatumusten katselmus ja tekninen katselmus	Hitsauskoordinaattori	AFI4-5.1	AFI4-5.1_L1
	Asiakasvaatimukset Viranomais määräykset Omat resurssit, aikataulut, asiakirjat Normit, standardit, käytännöt			
Suunnittelu- ja sopimuskatselmus	Hitsauksen alihankinta / toimittajan arviointi	Hitsauskoordinaattori	AFI4-6.1	AFI3-7.4
	kyky suorittaa vaaditut toiminnot standardi ja asiakasvaatimusten täytyminen resurssit ja ammattitaito laitteiden huolto ja kunnossapito			
Suunnittelu- ja sopimuskatselmus	Hitsaushenkilöstö	Hitsauskoordinaattori	AFI4-7.1	-
	laadunhallintaan osallistuvat henkilöt ja tehtävät Hitsaajan pätevynti			
Suunnittelu- ja sopimuskatselmus	Tarkastus- ja testaushenkilöstö	Hitsauskoordinaattori	AFI4-8.1	-
	laadunhallintaan osallistuvat henkilöt ja tehtävät			
Suunnittelu- ja sopimuskatselmus	Hitsauslaitteet	Hitsauskoordinaattori	AFI4-9.1	-
	laitteiston soveltuvuus laitteiston tarkastus ja huolto			
Suunnittelu- ja sopimuskatselmus	Hitsausuiminnot	Hitsauskoordinaattori	AFI4-10.1	-
Työn toteutus	Hitsaussuunnitelma Hitsauksen korjaussuunnitelma Hitsauksen työohje Hitsausohjeet Hitsausohjeen hyväksyminen Hitsausohjeen laatiminen Hitsausohjeen käyttö Hitsiluokka		AFI4-5.1 s.9-13	AFI4-10.1_L1 tarvittaessa vaaditaan vaaditaan tarvittaessa
Työn toteutus	Hitsausaineet	Hitsauskoordinaattori	AFI4-11.1	-
	Varastointi ja käyttö Vastaanottotarkastus Valvonta			AFI4-11.1_L1
Työn toteutus	Perusaineen varastointi	Hitsauskoordinaattori	AFI4-12.1	-
	Materiaalin vastaanottotarkastus Materiaalin varastointi Materiaalin käyttö Tunnisteen siirto Käytettävät materiaalit Materiaalien aineodistukset			AFI4-11.1_L1
Työn toteutus	Hitsauksen lämpökäsittely	Hitsauskoordinaattori	AFI4-13.1	-
	Hankinta: osto hyväksytyiltä toimittajilta Tuotestandardit Esilämmitys Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely Dokumentaatio			AFI4-7.4 AFI4-14.1_L3 AFI4-13.1_L1
Työn toteutus	Tarkastus ja testaus	Työnjoht., hits., koord.	AFI4-14.1	-
	Tarkastukset ennen hitsausta Tarkastukset hitsauksen aikana Tarkastukset hitsauksen jälkeen Tarkastusdokumentit: AFI4-14.L1 - AFI4-14.L9		AFI4-7.1	
Työn toteutus	Hitsauksen poikkeamien käsittely	Työnjoht., hits., koord.	AFI4-15.1	-
	Hitsauksen poikkeamat Korjaavat toimenpiteet		AFI1-8.3 AFI1-8.5	dokumentoitava dokumentoitava
Työn toteutus	Mittaus- ja testauslaitteiden tarkastus	Koulutettu henkilöstö	AFI4-16.1	-
	Mittalaitteiden omatarkastus (validointi) Ulkopuolinen tarkastus (kalibrointi)		AFI1-8.3 AFI3-7.6	dokumentoitava dokumentoitava
Työn toteutus	Tunnistettavuus ja jäljitettävyyys	Työnjoht., hits., koord.	AFI4-17.1	-
	Tuotantosunnitelmien tunnistaminen Jäljitettävyysskartat ja hitsausloki ndt-ohjeet ja tarkastajat Hitsauslisäaineet Perusaineet Korjaukset Tilapäiset kiinnitykset Hitsin jäljitettävyyys Hitsaajien jäljitettävyyys ja tunnistaminen Hitsausohje ja hitsin välinen tunnistettavuus ja jäljitettävyyys Asiakirjojen tallennus			AFI4-17.1_L1
Työn toteutus	Hitsaukseen liittyvät asiakirjat ja tallenteet		AFI1-4.2	dokumentoitava
Dokumentointi	Hitsauksen laadunhallinnan tallenteet Hitsauksen laadunhallinnan asiakirjat Hitsauksen laadunhallinta / asiakirjaluettelo		AFI4-18.1 AFI1-4.2 AFI4-19.1	-

6 KONVERTTERIN HITSAUS

Tässä kappaleessa käydään läpi kahden konvertterin esikasauksen vaiheet lähinnä hitsauksen osalta. Nämä kaksi konvertteria on esikasattu ja hitsattu kasaan ennen vaativan asennusprojektin hitsauksen toimintaohjetta. Ensimmäisenä kasattiin konvertteri numero 3, toisena konvertteri numero 1 ja kesäkuussa 2016 tullaan kasaamaan kolmas konvertteri numero 2.

Alstom Finland Oy pyrkii pitämään yllä jatkuvan kehityksen mallia projektitoteutuksessa. Aiempien konverttereiden esikasausta varsinkin hitsauksen osalta tarkastellaan kriittisesti epäkohtien löytämiseksi ja toiminnan kehittämiseksi. Laadukas projektitoteutus on myös yleisesti verrannollinen projektissa syntyneisiin kustannuksiin. Yrityksen toiminnalla pyritään myös kustannusten pienentämiseen laadukkaassa projektitoiminnassa.

Konvertterin materiaali on 16Mo3, mikä luetaan niukkaseosteisiin kuumalujiin teräksiin ja se kuuluu materiaaliryhmään 1.1 (SFS-EN 288-3, CEN/TR ISO 15608). Hitsaus vaatii esilämmityksen ja hitsauksen aikana pidetään yllä vähintään lämpötilaa 150 astetta celsiusta. Hitsauksen jälkeen vaaditaan päästöhehkus. Kuvasta 5 nähdään muut asiakkaan asettamat vaatimukset hitsaustoiminnoille laadun varmistamiseksi. Hitsausluokka oli asiakkaan määrittelemänä C. Hitsattava konvertterin vaipan sauma hitsattiin vaaka-asennossa.

hitsausenergia pidetään kyseiselle teräkselle annettujen suositusten mukaisena.
(10.)

Ensimmäisenä hitsattavan konvertteri 3:sen hitsausprosessiksi valittiin Mag – hitsaus. Juuripalon hitsauksessa havaittujen ongelmien myötä konvertteri 1:sen hitsausprosessiksi otettiin mukaan myös puikkohitsaus. Konvertteri 1:sen juuri ja kolme ensimmäistä palkoa hitsattiin puikolla (Kuva 6). Tämän jälkeen hitsaus suoritettiin loppuun Mag – hitsauksella.



Kuva 6. Puikolla hitsattu juurisauma

6.2 Hitsauslisäaineen ja suojakaasun valinta

Hyvin yleisellä tasolla hitsauslisäaineen valinta pystytään tiivistämään seuraaviin tekijöihin: karkenemattomat seokset eli perusaineen kaltainen ja karkenevat seokset. Tarkempaan hitsauslisäaineen valintaan tulee ottaa huomioon useita eri tekijöitä. Näitä tekijöitä ovat lisäaineen koostumuksen yhteensopivuus perusaineen kanssa, mikä tarkoittaa erityisesti kuumahalkeiluherkkyyttä hitsiaineessa. Lisäksi tulee ottaa huomioon liitokselta vaadittavat lujuusominaisuudet, liitoksen jälkikäsitteilytarve erityisesti anodisointi, liitokselta vaadittavat korroosionkesto-ominaisuudet sekä lisäaineen hitsausominaisuudet.

Nämä tekijät huomioon ottaen konvertterin vaipan hitsauslisäaineeksi valittiin Dual Shield MoL Esabin lisäainetaulukosta (Taulukko 6) 16Mo3 kohdalta. (11.)

Taulukko 6. Hitsauslisäainetaulukko. (12)

Kuumalujat seostamattomat ja seostetut teräkset: levyt (EN 10028-2) ja putket (EN 10216-2)					
P235GH...P355GH	48.00	12.50, 12.51	14.12	15.14	12.64
16Mo3	74.46	13.09	14.02	Dual Shield MoL	13.09
13CrMo4-5	76.18	13.12		Dual Shield CrMo1	13.12
10CrMo9-10	76.28	13.22		Dual Shield CrMo2	13.22
X10CrMoVNb9-1	76.98	13.38			13.38

Suojakaasun perustehtävänä kaasukaarihitsauksessa on suojata kuumentunutta ja sulaa metallia ympäröivän ilman vaikutuksilta ja tarjota valokaaren palamiselle edulliset olosuhteet. Suojakaasun koostumus vaikuttaa aineen siirtymistapaan sulavasta lisäainelangasta hitsisulaan, mikä puolestaan vaikuttaa hitsauksessa syntyvien roiskeiden määrään ja kokoon. Suojakaasu vaikuttaa myös hitsin ulkonäköön, muotoon, hitsausnopeuteen, seosaineiden palamishäviöihin (mikä vaikuttaa hitsin lujuteen), korroosio-ominaisuuksiin ja oksidien muodostumiseen (kuonanmuodostukseen) hitsipalon pintaan. Konvertterin Mag hitsauksen suojakaasuksi soveltui yleisesti terästehtaalla järjestelmässä kulkeva Mison 21 suojakaasu. (12.)

6.2.1 Lanka

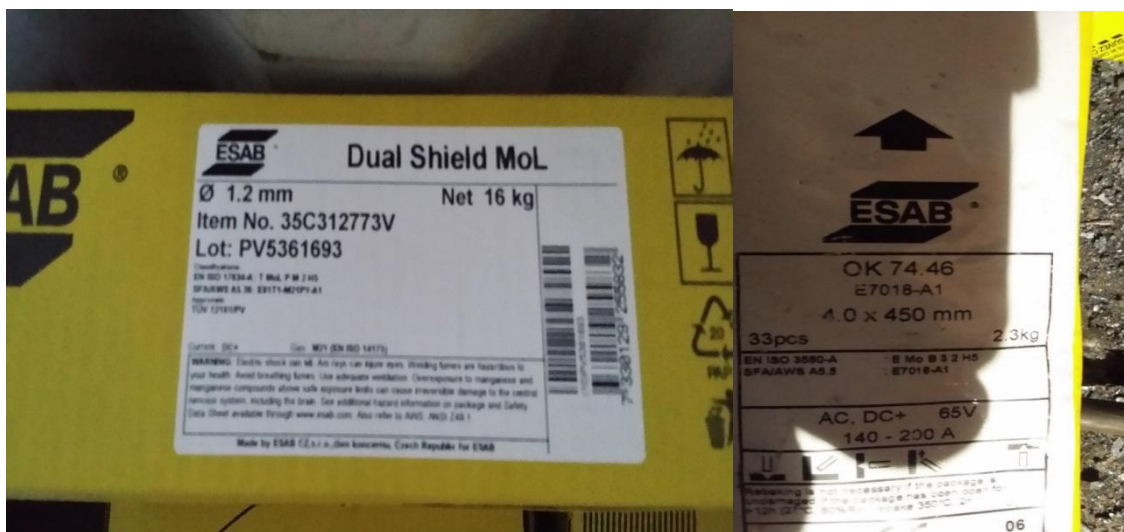
Mag-hitsaus suoritettiin Dual Shield MoL lisäaineella (Kuva 7). Dual Shield MoL kuuluu niukkavetyisiin rutiilijauhetäytteisiin lankoihin. Se on asentohitsaustäytelanka, joka soveltuu kuumalujien, kuten 0,5 % Mo (EN 16Mo3) terästen hitsaukseen. Hitsiaineen iskutkeysominaisuudet ovat hyvät vielä -20 °C:ssa lämpökäsittelyn jälkeen. (13.)

Hitsausominaisuudet ovat erinomaiset ja langat soveltuvat kuumakestoisiin teräksiin sekä niitä on helppo hitsata. Kuumakaarella palava valokaari on pehmeä ja roiskeeton. Tunkeuma on hyvä ja luotettava. Kuonan irtoavuus on hyvä. Liitosvirhe- ja kuonansulkeumariski on pieni kuumakaarihitsauksen ansiosta. Pohjapalot voidaan hitsata keraamista juuritukea vasten. (13.)

Kuona on nopeasti jähmettyvä, minkä ansiosta asentohitsit voidaan hitsata huomattavasti tehokkaammin kuin puikolla tai umpilangalla. Hitsiaineen tuotto voi olla pystyasennossa jopa 4 kg/h, mikä tekee hitsauksen hyvin tehokkaaksi. Hitsausarvot valitaan hitsausasennon mukaan, mutta yhdellä virta-asetuksella 230 A voidaan tehdä kaikki hitsaukset. Langat hitsataan käyttäen Ar/CO₂-seoskaasua, mutta voidaan käyttää myös muita suojakaasuja. (13.)

6.2.2 Puikko

Juuripalko ja kolme palkoa sen päälle hitsattiin puikolla. Lisäaineena käytettiin OK 74.46 (Kuva 7). OK 74.46 on emäspäällysteinen 0,5%Mo -seosteisten kuumalujien terästen hitsauspuikko. Tällaisia kuumalujia teräksiä ovat mm. EN 16Mo3 ja G20Mo5. (14.)



Kuva 7. Hitsauslisäaineet Mag:lle ja puikolle.

6.2.3 Hiilikaaritaltaus

Hiilikaaritaltaus toimii samaan tapaan kuin hitsauspuikko eli valokaari palaa puikon pään ja työkappaleen välillä. Kaaritaltauspuikon erikoispäällyste muodostaa kuitenkin voimakkaan kaasusuihkun, joka puhaltaa valokaaren sulattaman aineen pois ja tuloksena syntyy ura. Kaaritaltaus soveltuu erilaisiin tehtäviin, kuten hitsausvirheiden avaus, halkeamien poisto, railojen ja reikien

valmistus. Se soveltuu myös levyjen leikkaamiseen että tankojen katkaisuun. Taltaus- ja leikkauspuikko eli kaaritaltauspuikko on paljon käytetty lisäaine. Kaaritaltauspuikko soveltuu hyvin eri teräksille kuten seostamattomalle teräkselle, ruostumattomalle teräkselle, valuraudalle ja alumiinille sekä kuparille. (12.)

Juuri ja juuren päälle kolme palkoa hitsattiin konvertterin ulkopuolelta puikolla, jonka jälkeen juuri avattiin sisäpuolelta. Juuren avaus suoritettiin kaaritaltauksella, näin epäpuhtauksia poistettiin juuresta sekä varmistettiin läpihitsautuminen. Taltauksessa virtalähteenä oli Kemppi PS5000. Puikkona käytettiin OK 21.11 10 mm puikkoa. Kuvassa 8 näkyy hiilikaaritaltaus suoritettuna ja puhdas juuri.



Kuva 8. Hitsin juuri aukaistu hiilikaaritaltaamalla.

6.3 Hitsausohje / WPS

Hitsausohje laadittiin hitsauskoordinaattorin toimesta teoriaan ja aiempiin kokemuksiin perustuen. Asiakkaalta tulivat vaatimukset esilämmityksen ja jännitteenpoistohehkutuksen osalta. Tämän opinnäytetyön liite 5 WPS antoi tiedot hitsauksen suorittamiseen. Hitsausohje hyväksyttiin asiakkaan valvojalla ennen hitsauksen aloittamista.

6.4 Hitsauskoneiden kalibrointi ja laitteiston tarkastus

Mag-hitsauskoneet on tarkastettava ennen hitsausta kolmannen osapuolen toimesta. Hitsaustyössä käytetyt hitsauskoneet on kalibroinut Ahlsell. Hitsauslaitteiston ja hitsausprosessin onnistumista seurataan työnjohtajan ja hitsauskoordinaattorin toimesta. Raportointi tehdään liitteen 3 mukaisella hitsauksen parametrien tarkastuslista –kaavakkeella. Hitsauksen aikana hitsaaja säättää hitsauskoneen hitsausohjeen mukaiseksi ja samalla seuraa kaasun virtausta sekä hitsausprosessin onnistumista. Hitsauslisäaineissa ja hitsauskoneen laitteistossa, kuten kaasuvirtaussuuttimissa ja virtausmittareissa havaittiin hitsausprosessin aikana toimimattomuutta. On tärkeää havaita epäkunnossa oleva osa mahdollisimman nopeasti ajan säästämiseksi ja hitsausprosessin onnistumiseksi.

6.5 Koehitsaus / menetelmäkoee

Asiakkaan vaatimus menetelmäkoetta varten oli, että riittää heidän toimittamien koepalojen hitsaus virheettömästi tarkastettuna kolmannen osapuolen toimesta. Koehitsaukset suoritettiin kolmen hitsarin toimesta terässulaton romuhallin päädyssä. Koepalat lähetettiin Inspectan toimistolle Ouluun, missä palat tarkastettiin röntgenillä hitsausvirheiden varalta (Kuva 9). Virheettömät koepalat antoivat luvan suorittaa varsinaisen hitsauksen.



Kuva 9. Koehitsauksen radiografinen tarkastus.

6.6 Hitsaajien pätevöittäminen

Hitsaajien pätevöittäminen toteutettiin keskitetysti Raahen aikuiskoulutuskeskuksessa omien hitsaajien osalta. Konvertterin vaipan hitsaukseen vaadittavat pätevyudet tarvittiin 135 ja 111 hitsausmenetelmien osalta. Tämän opinnäytetyön liite 6 osoittaa yhden hitsarin voimassaolevat pätevyudet, jotka oikeuttavat konvertterin sauman hitsaukseen.

6.7 Ennakkosuunnittelu

Hitsausrailoon konvertterin vaipan osien väliin asennettiin 4 mm:n mellapalat (kylmämuovattu u-palkki 100 mm) riittävän ilmaraon saamiseksi hitsausohjeen mukaisesti. Vaipan osat sovitettiin paikoilleen tunkkien avulla. Konvertterien vaipan osat piti kohdistaa alle kahteen millimetriin. Tunkkauksen jälkeen asennettiin lukitusraudat sauman molemmin puolin. Lukitusrautoja oli yhteensä 12 kpl ja ne poistettiin vasta, kun varsinaista vaipan saumaa oli hitsattu useampi palko. Tällä varmistutaan, että vaipan osat eivät pääse enää liikkumaan ja sauma pysyy sivuttaissuunnassa paikoillaan. Kuvan 10 oikeassa reunassa näkyy tunkkausrauta, johon tunkkauspää asennettiin.



Kuva 10. Hitsaussauma kohdistuksen jälkeen.

Tunkkaaminen suoritettiin kuvan 11 mukaisen kahden 100 tonnin tunkin avulla. Kuvassa 10 oikealla näkyy yksi kolmesta kohdistusraudasta, jotka oli asennettu ennakkoon asennuksen helpottamiseksi. Kohdistusrautojen keskellä molemmin puolin saumaa oli 50 mm:n reikä, johon laitettiin koneistettu 50 mm:n tappi oikean kohdan varmistamiseksi. Konverterti oli kasattu ennakkoon valmistusmaassa ennen toimitusta SSAB:n tehtaalle. Paikan päällä valmistusmaassa oli asiakkaan valvoja, joka oli hyväksynyt koekasaukselle vaaditut toleranssit.



Kuva 11. Sauman kohdistukseen käytetty tunkki.

6.8 Hitsaus

Konvertterin hitsaus suoritettiin viikon aikana ympäri vuorokauden. Hitsaus piti suorittaa alusta loppuun asti esilämmityksen sekä työjärjestelyjen helpottamiseksi. Hitsaustyö toteutettiin osaksi alihankintana. Hitsattava sauma jaettiin neljään eri sektoriin hitsauksen seurannan helpottamiseksi. Jokainen sektori jaettiin vielä seitsemään 740 mm lohkokoon. Konvertteri 3 hitsattiin neljän hitsarin vuorotyönä 12 tunnin vuoroissa. Konvertteri 3:sen hitsausvirheiden takia työ venyi kahteen viikkoon tarkastuksineen. Konvertteri 1 hitsattiin onnistuneesti suunnitelman mukaan neljän hitsarin toimesta viikon aikana kolmessa vuorossa. Tähän konvertteri 1:sen hitsaukseen sisältyi myös ndt-tarkastus Inspectan toimesta.

6.8.1 Hitsauksen seuranta

Hitsauksen seuranta suoritettiin koko ajan työnjohdon ja hitsaajien toimesta. Hitsaajat tarkistivat visuaalisesti aina hitsaamansa sauman.

Hitsauskoneiden parametrien seuranta suoritettiin työnjohtajien ja hitsauskoordinaattorin toimesta. Kuvassa 12 Mig-hitsauskoneen parametrit hitsauksen aikana.



Kuva 12. Mig/Mag-hitsauskoneen arvot hitsauksen aikana.

6.8.2 Esilämmitys

Hitsauksen esilämmitys toteutettiin Finnheatin toimesta. Lämmöntuonti toteutettiin lämpövastuksien avulla. Lämpövastukset asetettiin noin 200 mm päähän sauman molemmin puolin. Hitsauksen aikana lämpötila pyrittiin pitämään noin 150 asteessa. Lämpövastukset on asennettuna kuvassa 13 (alapuolen vastukset suojattu palokankaalla) ja hitsauksen lämpötilan seuranta kuvassa 14.



Kuva 13. Lämpövastukset hitsauksen aikana.



Kuva 14. Lämpövastuksien monitorointi hitsauksen aikana.

6.9 Dokumentointi

Hitsauksen jälkeen välitön toimenpide oli, että hitsausaumalle toteutettiin vaatimuksen mukainen tarkastus. Projektityön liite 7 tarkastuspöytäkirja on tehty konvertteri 1 vaipan hitsaukselle. Onnistuneen hitsauksen osalta pöytäkirjat käytiin asiakkaan valvojan kanssa läpi, minkä jälkeen valvoja antoi luvan aloittaa valmistelut lämpökäsittelyyn.

Lämpökäsittely toteutettiin Finnheatin toimesta alihankintana. Hitsausauman lähelle molemminpuolin asennettiin lämpövastukset ja sauman alue peitettiin villalla noin 500 mm molempiin suuntiin. Asiakkaan asettamat vaatimukset otettiin huomioon ja hehkutus toteutettiin niiden mukaisesti.

- ✓ lämpötilan nosto 80°C / h
- ✓ lämpötilan lasku 80°C / h, 200°C jälkeen ilmajähdytys
- ✓ pitolämpötila 550-580°C
- ✓ pitoaika 120 min

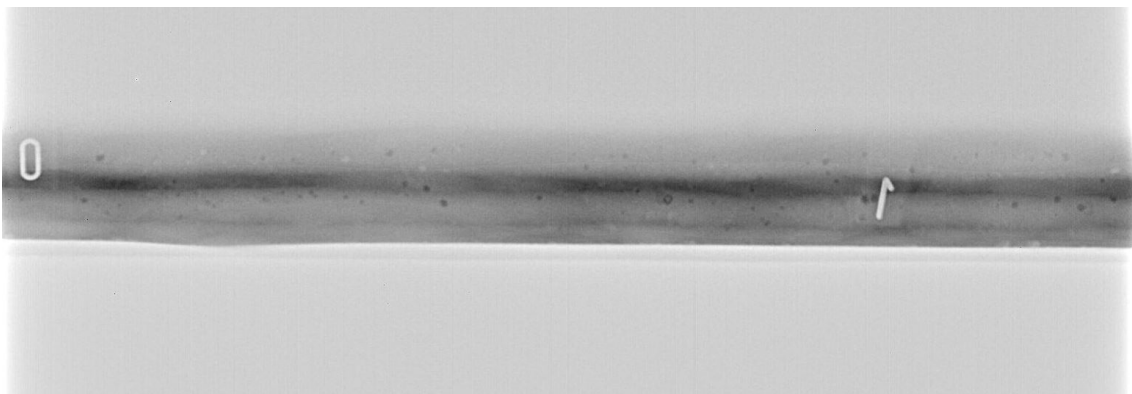
Lämpökäsittelystä saatiin kuvan 15 mukainen lämpökäsittelytodistus.

Huomioitavaa oli, että kappaleen suuresta koosta johtuen hehkutukseen tarvittiin suuri määrä sähköä lämmitysvastuksille. Asiakas joutui teettämään hehkutusta varten useampia sähkökeskuksia. Hehkutukseen tarvittiin 11 kpl 63 A lähtöjä.

6.10 Ongelmien ratkaisu

Ongelmat hitsauksessa ratkaistiin heti niiden ilmetyä. Ongelmien ja niiden ratkaisujen dokumentoinnissa oli puutteita.

Hitsauslisäaineen valinta oli aluksi virheellinen. Hitsauslisäaineeksi valittiin umpilanka, jolla pyrittiin hitsaamaan sauma alusta loppuun. Konvertteri 3 aloitettiin hitsaamaan umpilangalla. Välitarkastuksen yhteydessä ja hitsauksen edetessä hitsissä havaittiin huokoisuutta (Kuva 16). Havainnon jälkeen pyrittiin tunnistamaan hitsauksessa hitsien ongelmien aiheuttajat. Perehdyttiin suojakaasun mahdollisesti aiheuttamiin vaikutuksiin, lisäainevalintaan, ulkopuolisiin tekijöihin, hitsausparametreihin, hitsauksen luokse päästävyyteen (eli railon muotoon), hitsausmenetelmään sekä hitsattavaan materiaaliin. Tutkimuksissa todettiin suurimman ongelman aiheuttajaksi suojakaasun karkaaminen, mikä korjattiin railon muodon muutoksella. Hitsauslisäaine vaihdettiin ydintäytelangaksi, jolla hitsaus saatiin suoritettua hyväksytysti loppuun. Lisäksi konvertteri 1 hitsausmenetelmää muutettiin siten, että juuri ja kolme palkoa hitsattiin puikolla ja loppu täytelangalla. WPS päivitettiin uuden menetelmän mukaiseksi.



Kuva 16. Konvertteri 3:sen hitsisauman välitarkastuksessa havaitut huokokset.

Toinen ongelma havaittiin hitsareiden pätevöittämisessä. Hitsareiden pätevöittäminen tulisi suorittaa korkeintaan sille tasolle, mikä seuraavassa projektissa on vaatimuksena. Konvertterin hitsauksessa oli tarkoitus hitsata vaakaan ja lopulta hitsarit pätevoidettiin vaakasauman hitsaukseen. Hitsausprojektin laatuvaatimukset olivat hyvin erilaiset kuin hitsareiden normaalityössä, joten liika pätevöittäminen on turhaa. Liika pätevöittäminen maksaa enemmän eikä taidoille ja pätevyyksille ole todennäköisesti käyttöä lähivuosina.

7 KEHITYSEHDOTUKSET JA JATKOTOIMENPITEET

Tässä luvussa on pohdittu mahdollisia jatkotoimenpiteitä ja kehitysehdotuksia Alstom Finland Oy:n toiminnan kehittämiseen varsinkin hitsauksen laadunhallinnan näkökulmasta.

Alstom Finland Oy:n hitsauksen laadunhallinnan käsikirja on kattava. Hitsauksen laadunhallinnan käsikirjassa käsitellyt toiminnot antavat valmiudet toteuttaa vaativan asennusprojektin hitsaus laadukkaasti. Ongelmana on saada käsikirjan ohjeet ja toimintatavat kohtaamaan käytännön työt projektitoteutuksessa. Tässä opinnäytetyössä on käyty läpi yksityiskohtaisesti laadukkaan hitsauksen toimintatavat. Näiden toimintojen ja toimintatapojen pohjalta laadittu toimintaohje antaa jatkossa Alstom Finland Oy:lle mahdollisuuden valmistautua paremmin projektien laadukkaaseen toimittamiseen hitsaustoimintojen osalta. Tätä toimintaohjetta voidaan kehittää laatustandardien pohjalta myös muiden yrityksen toimintojen laatujohtamiseen.

Ongelmien ratkaisut tulee dokumentoida omaan järjestelmään, mistä tiedot on saatavilla vastaavien vaativien asennusprojektien tarjous- ja toteutusvaiheissa.

Dokumenttien tallentamista kehitetään ja niitä käytetään tulevilla projekteilla. Tallennettuna tulisi olla asiakirjat, joista ilmenee projektin hallintaan liittyvät asiat. Seurataan ja dokumentoidaan omaan toimintaan liittyvät asiat sekä asiakkaalle luovutettavat asiakirjat. Dokumentointi on tärkeää, koska tietyt toiminnot ovat riippuvaisia toisistaan. Toista työtä ei voida aloittaa ennen kuin aiempi työ on hyväksytty ja dokumentit luovutettu asiakkaalle.

Yhtenä kehitysehdotuksena Alstom Finland Oy:n hitsauksen laadunhallinnan kehittämiseen on Kemppi ARC System 2 –järjestelmä. Kyseisen järjestelmän käyttöönotto vaatisi henkilöstön koulutusta, järjestelmän ylläpitoa ja laitehankintoja. Yritykselle on vasta hankittu uusia mig/mag-hitsauskoneita, joihin olisi mahdollisuus liittää järjestelmän vaatimat tukilaitteistot. Yritykselle on hankittu myös Kempin yleispätevät hitsausohjeet, jotka tukevat järjestelmää.

Käytännön toteutuksen kannalta järjestelmän käyttöönotto olisi suositeltavaa ja yrityksen mittakaavassa kustannukset vähäisiä järjestelmän tuomaan hyötyyn nähden. (15.)

Kemppi on kehittänyt kyseisen ARC System 2 –laadunhallintajärjestelmän, joka monitoroi reaaliajassa hitsaustoimintoja. Järjestelmä tunnistaa hitsausohjeesta tapahtuvat poikkeamat. Reaaliaikainen seuranta mahdollistaa hitsausparametrien seurannan. Se mittaa ja tallentaa hitsausparametreja hitsauslaitteisiin asennetun langattoman tiedonsiirtomodulin avulla. Järjestelmä ilmoittaa heti poikkeamista hitsausohjeen ohjearvoista. Näin ollen poikkeamiin pystytään vaikuttamaan välittömästi ja vältytään suuremmilta mahdollisilta korjauskustannuksilta, joita mahdollisesti ilmaantuu, kun virhe huomataan paljon myöhemmin esimerkiksi ndt-tarkastuksessa. (15.)

Kemppi ARC System 2 –laadunhallintajärjestelmän ArcQ-moduuli havaitsee hitsausohjeen poikkeamat ja valvoo hitsauksen laatua. ArcQ mittaa ja tallentaa hitsausparametri- ja hitsausainetietoja ja vertaa kerättyjä tietoja hyväksytyyn hitsausohjeeseen. ArcQ tarjoaa mahdollisuuden varmistaa hitsauksen laatu aiempaa kattavammin ja parantaa hitsattujen tuotteiden turvallisuutta. (15.)

ArcQ on erinomainen ratkaisu välittömään, konepajatason laadunhallintaan. Se tarjoaa monia käytännöllisiä etuja sekä hitsauksen laadunhallintaan että tuotantoon. ArcQ ulottuu kuitenkin paikallista työmaatasoa laajemmalle. Usean toimipaikan yritykset voivat hyötyä ArcQ:n etätoiminnoista käyttämällä pilvipalveluna tarjottavaa laadunhallintajärjestelmää tietojen tarkasteluun ja alysointiin turvallisesti mistä tahansa. Kirjautumalla järjestelmään voidaan tarkastaa verkkoon kuuluvan hitsauskohteen tietoja. Näin voit ArcQ:n avulla seurata ja hallita projektin laatua ja tehokkuutta vaikka kuinka kaukaa verkon välityksellä. (15.)



Kuva 17. Kemppi Arc System 2 -työkaluja. SmartReader-lukulaite, käyttöliittymä, henkilöstöä, hitsausohjeen lukeminen lukulaitteella. (15)

Seuraavana on yksi esimerkki käytännön toteutuksesta. Hitsaajan ensimmäinen tehtävä on tunnistautua ArcQ-järjestelmään. Se tehdään älykkäällä SmartReader-lukulaitteella. Nyt ArcQ on valmis vertaamaan hänen pätevyyksiään järjestelmään seuraavaksi luettavaan hitsausohjeeseen. Hitsausohje tunnistetaan lukemalla sen viivakoodi. Näin varmistetaan, että hitsaajalla on tarvittavat pätevyydet voimassa. Myös lisäaineen ja tarvittaessa suoja kaasun tiedot luetaan järjestelmään ennen hitsauksen aloittamista. Kuva 17 havainnoi tämän kappaleen esimerkkiä. (15.)

Tässä esimerkkitapauksessa SmartReader näyttää varoituksen, mikä tarkoittaa, että käytettävä lisäaine ei ole hitsausohjeen mukainen. Tällöin hitsaajan on valittava oikea lisäaine ja asennettava se laitteeseen, ennen kuin hitsaus voi alkaa. Tässä esimerkkitapauksessa hitsaaja havaitsee ArcQ:n näyttämän virheen, ja korjaa tilanteen itse. (15.)

Kun katsomme tilannetta vähän etäämmältä, huomaamme, että koska hitsaaja on havainnut virheen ennen hitsauksen aloittamista, ja välttänyt siten kalliin korjaustyön, laadunhallinnan ei tarvinnut puuttua asiaan millään tavalla. (15.)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia vaativan asennusprojektin hitsauksen toimintaohje, joka voisi toimia vaativissa hitsausprojekteissa ohjenuorana esim. miten toimitaan ongelmatilanteissa ja mitä vaaditaan vaativan hitsausprojektin onnistumiseksi.

Aloituspalaverissa käydyt asiat ilmenevät liitteen 1 lähtötietomuistiosta. Lähtötietomuistion kohta työn kuvaus vastasi opinnäytetyön toteutusta. Opinnäytetyössä haluttiin käydä läpi standardin SFS-EN 1090-2 vaikutuksia yrityksen hitsaustoimintoihin ja verrata kyseisen standardin hitsaustoimintojen vaatimuksia konvertterien hitsaukseen.

Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet saavutettiin onnistuneesti. Työn tilaaja Alstom Finland Oy oli tyytyväinen kattavaan katselmukseen oman yrityksen hitsauksen laadunhallinnan osalta sekä toimintaohjeeseen, joka ohjeistaa vaativan asennusprojektin hitsausta. Opinnäytetyön tekijällä on kattava näkemys ja hyvät työkalut lähteä tekemään työmaapäällikön tehtävässä seuraavaa konvertterin esikasausta ja hitsausta.

LÄHTEET

1. Seppä, Aki 2014. Sähkösuodattimien mekaanisten tarkastusten yhtenäistämisohje. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
2. Rajamäki, Kaisa 2010. Työturvallisuustarkastelu Alstom Finland Oy:ssä. Riihimäki: Hämeen ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
3. Martikainen, Jukka. Hitsauksen laatu – Laadun vaikutus hitsauksen kilpailukykyyn. Hitsaustekniikka, 3/2013. Vol. 63. Helsinki: Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.y. s. 3-11. ISSN 0437-6056.
4. Yli-Petäys, Marko 2012. Hitsauksen laadunhallinnan kehittäminen konepajassa. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotalous / energia- ja ympäristötekniikka. Opinnäytetyö.
5. Alanen, Aki 2014. ISO 3834-2 Laatukäsikirja. Savonia-ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
6. Standardi ISO9001:2015. Saatavissa:
http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tuotteet_valokeilassa/iso_9000_laadun_hallinta/iso_9001_2015. Hakupäivä 9.3.2016.
7. Alstom Finland Oy 2014. SFS-EN 1090-2+A1 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus.
8. Martikainen, Jukka 2013. Hitsauksen laatu ja laaduntuottotekijät. Hitsaustekniikan jatkokurssin luentomateriaali. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
9. Turpeenoja, Vesa 2016. AFI4-0 Hitsauksen laadunhallinta käsikirja. GE Power Services.

10. Hitsaus. Yleistietoa. Kuumavalssatut teräslevyt ja –kelat. 2016. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Terastuotteet/Kuumavalssatut%20-%20kasittelyohjeet/Ruukki-Kuumavalssatut-terakset-Hitsaus-Yleistietoa.pdf>. Hakupäivä 20.3.2016.
11. Hitsaustekniikka 6/2012, s.26. Saatavissa: http://www.shy-hitsaus.net/portals/shy/iBooklet/2012/ht_6_12/files/assets/basic-html/page28.html Hakupäivä 20.3.2016.
12. Korjaus- ja kunnossapitohitsaus. ESAB. 2016. Saatavissa: http://www.esab.fi/fi/fi/support/documentation/educational/upload/korjaus_ ja_kunnossapitohitsaus.pdf Hakupäivä 20.3.2016.
13. Dual Shield MoL, CrMo1 ja CrMo2. Rutiilitäytteiset asentohitsaustäytelangat kuumalujien terästen hitsaukseen. ESAB. 2016. Saatavissa: http://www.industriacenter.fi/cms/tiedostot/tiedostopankki/Esab_DualShield-MoL-CrMo1-CrMo2.pdf Hakupäivä 20.3.2016.
14. Hitsauspuikko OK 74.46. ESAB. 2016. Saatavissa: <http://webshop.industriacenter.fi/product/183/hitsauspuikko-ok-7446-vacpac-esab> Hakupäivä 20.3.2016.
15. Kemppi Arc System. 2016. Saatavissa: <http://www.kemppi.com/> Hakupäivä 16.3.2016.

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Hitsauksen tarkastuspöytäkirja

Liite 3 Hitsaustoimintojen tarkastusdokumentti

Liite 4 Hitsauksen parametrien tarkastuslista

Liite 5 Visuaalinen hitsin tarkastuspöytäkirja

Liite 6 Hitsausohje / WPS


Liite 7 Hitsaajan pätevyystodistus

Liite 8 Ndt tarkastuspöytäkirja

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä ¹ Teemu Pohto 040-5650838 tpohto@gmail.com	Tilais ² GE / Alstom Finland Oy
	Tilajan yhtyshenkilö ja yhteystiedot ³ Pekka Riikonen, Pajakatu 5, 92150 Raabe, 050-3860450, pekka.riikonen@power.alstom.com	
	Työn nimi ⁴ Konvertterin vaipan hitsaus	
	Työn kuvaus ⁵ Alstom toteuttaa konvertterin vaihto -projektin Raahen SSAB:n tehtaalle. Konvertterit (3kpl) esikasataan romuhallin päädyssä terässulatolla. Teemu Pohto toimii projektin asennuspäällikkönä. Kaksi konverttereista on hitsattu ja esikasattu. Kolmas konvertteri esikasataan ja hitsataan 6/2016. Insinööriyössä käydään läpi miten valmistaudutaan vaativan hitsaus työn toteutukseen. Kuinka hitsaus toimintojen koordinointi toteutetaan koko prosessin aikana. Miten hitsausohje muodostuu, koehitsaukset, hitsaajien pätevöittäminen, menetelmäkokeet, lisäaineen ja laitteiston valinta, hitsaus toiminnat hitsauksen aikana ja sitä ennen ja jälkeen, sekä dokumentointi koko prosessin ajan. Ongelmaratkaisu on tässä työssä käyty tarkemmin läpi, koska ensimmäisen konvertterin hitsauksessa olleet haasteet tulivat osaksi arvaamattomasti esille. Käydään läpi ongelman ratkaisumalli prosessin kehittämismenetelmä PDCA-sykli toiselta nimeltä demingin ympyrä.	
	Työn tavoitteet ⁶ Työn tavoitteena on perehtyä vaativan hitsauksen esisuunnitelmaan, toteutukseen ja jälkitöihin. Työn tavoitteena on saada tietoa vaativan hitsauksen eri vaiheista myös dokumentoinnin osalta. Mahdollisesti 1090 Standardin vaikutuksista yrityksen hitsaus toimintoihin ja verrattuna konvertterin hitsaukseen, jos työstä tulee liian kattava, niin voidaan jättää pois. Insinööriyön on tarkoituksena toimia vaativissa hitsausprojekteissa ohjenuorana esim. miten toimitaan ongelmatilanteissa ja mitä vaaditaan vaativan hitsausprojektin onnistumiseksi.	
	Tavoiteaikataulu ⁷ Työn valmistuminen olisi järkevää ennen kolmatta konvertterin hitsausta. Teorian ja olemassa olevan tiedon keräys 1/2016. Työn valmistuminen viimeistään 31.5.2016	
	Päiväys ja allekirjoitus ⁸ 19/1/2016 Tekijän allekirjoitus Teemu Pohto	19/1/2016 Tilajan allekirjoitus Pekka Riikonen
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä vastaa työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn laatu, lähtökohdat ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. 7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkittävien aikatauluun. Tavoiteaikatauluun on oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laati oman aikataulunsa. 8. Lähtötietomuuisto päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilajan yhtyshenkilö. 		

ALSTOM		HITSAUKSEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJA AFI 4 - 14.1.L2 REV A			1(2)
Tilaaaja (Customer):		Projekti (Project):			
Hitsaajan nimi (Welders) tai tunnus:		Piirustus nro / hitsi nro (Draw nro / weld nr)			
Ennen hitsausta tarkastettavat asiat (Before starting welding works)					
Kohta/ Line	Nimike / Position	Kyllä (Yes)	Ei (No)	HUOM! (Notice)	
1	Hitsaajien pätevyys - soveltavuus, voimassaolo - hitsaaja luettelo				
2	Hitsausohjeet - soveltavuus, saatavuus - hitsausohjeluettelo				
3	Perusaineen tunnistaminen, varastointi ja käyttö aineodistusvaatimus				
4	Hitsauslisäaineiden tunnistaminen, varastointi ja käyttö, hitsauslisäaineen ainetodistus vaatimus				
5	Railon muoto ja mitat - BW, FW - T-BW / T-FW				
6	Erytisyvaatimukset - muodonmuutosten eliminointi				
7	Tarkastuslaajuus - Visuaalinen 100% - RT, PT, MT, UT - Jokin muu..				
8	Ympäristöolosuhteet - suojaukset vedolta - suojaukset epäpuhtauksilta suojaukset kosteuksilta				
Tarkastukset hitsauksen aikana (During welding works)					
9	Hitsausparametrit				
10	Esikuumennuslämpötila / palkojenvälisen lämpötila				
11	Hitsauspalkkojen puhdistus ja muoto				
12	Juuren avaus / juuren suojaus				
13	Hitsausjärjestys				
14	Hitsausaineiden oikea käyttö ja käsittely hitsauksen aikana				
15	Muodonmuutosten seuranta				
16	Muut välitarkastukset silmämääräinen tarkastus liittymisestä				
Tarkastus ja testaus hitsauksen jälkeen (Inspection and testing after welding works):					

 Alstom Finland Oy		HITSAUSTOIMINTOJEN TARKASTUSDOKUMENTTI / WELDING FOLLOW UP DOCUMENT					Projekti nro / project No:			
							Sivu / Page:			
TERÄSRAKENNE/LAITE: Kohteen piirustusnumero / dwg n ^o /Rev: Toteutusluokka/ Execution Class (EXC1-4): Projektin spesifikaatio / Specification No Työkohde / Work scope:			Lyhenteet / Abbreviations T1 = Tarkastus, Alstomin toteuttama / Inspection performed & confirmed by Alstom T2 = Tarkastus, Alstomin ja asiakkaan edustajan / inspection performed & confirmed by Alstom and by customer representative T3 = Tarkastus, Alstom, asiakas ja virallinen kolmas osapuoli / inspection performed & confirmed by Alstom, customer and an appointed official third party T4 = Tarkastus, Alstom ja virallinen taho / inspection performed by Alstom & witnessed and confirmed by external inspection agency T5 = Joku muu / possible other							
Hitsausuunnitelma / Weld table		Hitsin tyyppi / Type of weld:		WPS / Welding Procedure:		Hitsauslisäaineet / Filler Material:		Hitsaaja / Welder N ^o :		
Materiaali/ Material:		Pos. A:	Pos. B:	WPS:		1)		1)		
Paksuus / Thickness:		Pos. A:	Pos. B:	WPS:		2)		2)		
						3)		3)		
Operation no.	TOIMINNOT / OPERATIONS		Ohjeet / Document describing the operation	Tarkastukset / Inspections						HUOM / REMARKS
			N ^o	Report N ^o Indicate R if Report is required	Date	T1, T2, T3, T4, T5	ALSTOM	Customer	External inspection agency	
1	Hitsauksen valmistelu; hitsaajien pätevyudet, materiaalitodistukset, laitteet, hitsausohjeet									
2	Hitsausalueen tarkastaminen, ennen hitsausta									
3	Hitsausparametrien tarkastaminen									
4	Laitteen/rakenteen kohdistaminen/asemointi									
5	Hitsin visuaalinen tarkastaminen (raillon muoto, hitsattava alue puhdas, levyjen kohdistus, sovituksen tiiveys jne.)									



ALSTOM Finland Oy
Martinkyläntie 43
PL 92 Puh. +358 (0) 10 3037 100
01721 Vantaa Fax +358 (0) 10 3037 700

HITSAUKSEN
PARAMETRIEN
TARKASTUSLISTA

AFI4- 14.1.L3 Rev A

Checklist for welding parameters

Projekti: Project:					
Piirustus nro: Drawing No:				Alue/lohko/sauma nro: Area/section/weld No:	
Kohde: Object:	OK OK	EI NO	Huomiot: Comments:		
WPS nro: WPS No:					
Fit-Up, Railogeometria: Fit-Up, joint geometry:					
Lisäaineenkäsittely: Handling of welding consumables:					
Hitsausalueen puhtaus: Cleaning of weld cap/area:					
Hitsaajan pätevyys WPS:lle: Welder's qualification for WPS:					
Hitsauslaitteen kalibrointi: Calibration of welding equipment:					
Hitsausmenetelmä: Welding process:					
Esilämmitysmenetelmä: Preheat method:					
Lämpötilan mittaus: Temperature control method:					
Esilämpö tai palkojen välinen lämpötila: Preheat or interpass temperature:					
Hitsausasento: Welding position:					
Juuri-, täyttö- vai pintapalko: Root, filling or capping:					
Avausmenetelmä: Gouging method:					
Kaasu sekä virtaus l/min tai jauhe: Gas and flow l/min or flux:					
Muuta: Miscellaneous:					
	Hitsi /weld	Virta / Current	Jännite / Voltage	Hitsausnopeus / Welding speed	Lämmöntuonti / Heat Input
Hitsausparametrit: Welding parameters:					
Hitsarin nro: / Welder's ID:					
Hitsauksen tarkastaja / Welding inspector					
Päiväys / Date:	Allekirjoitus / Signature:				



AFI4-14.1.L11 Rev A

Tark.suunnitelma nro/ Inspection	Asiakkaan ptk. nro / Report no.
	/
Työ nro / Work no	Ptk nro
	Sivu / Sheet
	1 /

TARKASTUSPÖYTÄKIRJA / INSPECTION REPORT
Silmämääräinen tarkastus / Visual examination

Based on SFS - EN 970

Tilaaaja / Purchaser		Laitos tai Tarkastuspaikka / Plant or Place of inspection			
Tarkastuskohde / Inspection object					
Piirustus nro / Drawing no.	Rev. nro	Perusaine / Base material		Nimellismitat / Nominal dimensions	
Pinnan laatu / Surface condition	Lämpöt./Temperat °C	Lämpökäsittelytila / Heat treatment condition			
		Lämpökäsitelty / Heat treated			
Tarkastusohje / Inspection procedure	Rev. nro	Laatuvaatimus / Quality requirem	Tarkastuslaajuus / Scope of examination		
Käytetyt laitteet / used equipment			Laite nro / Equipment no.		
Lisätietoja / Notes					
Valmiin hitsin tarkastus / Visual examination of the finished weld					
1	Hyväksymisraja	4	Hitsin profiilit	7	Halkeamat
2	Hitsin puhdistus ja ylimääräis	5	Juuren hitsautuminen	8	Säröt
3	Pinnanlaatu	6	Reunahaavat	9	Huokoisuus
10					Jälkilämpökäsittely
11					Paikallinen hitsin korjaus
12					Koko hitsinkorjaus
Havainnot / Observations					
Tarkastustulokset / Results of inspection					
<input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset / Fulfills requirements			<input type="checkbox"/> Ei täytä vaatimuksia / Does not fulfill requirements		
Paikka / Place	Päiväys / Date	Tarkastajan nimi / Name of inspector		Allekirjoitus / Sign	Pätev. / Competence
Valvoja / Supervisor			Pöytäkirjan tarkastanut / Report inspected		

AFI4-14.1.L1 REV A

ALSTOM
ALSTOM Finland Oy
Pajakatu 5 92150 Raahе
Puh. 0407376661

HITSAUSOHJE
WELDING PROCEDURE SPECIFICATION
SFS-EN ISO 15609-1

WPS	AP00134
Työnro Work no.	Sivu Sheet
Alstom 001	1 (1)

Valmistaja Manufacturer ALSTOM Finland Oy	Projekti Project Konvertterit
Paikka Place Pajakatu 5 92150 Raahе	Menetelmäkoepöytäkirjan nro WPQR no. EF100067-1, EF100067-2
Hitsausasento Welding position PC	Muu ohje Other procedure Used only in project EF100067
Aineensiiirtymismuoto Mode of metal transfer Spray/globular transfer	Raition valmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and cleaning Katkaisu, hionta
Liitosmuoto Joint type BW	Perusaine Parent material 16Mo3
Hitsilaji Weld type 111/136	Materiaaliryhmä Material group 1.1
	Paksuus Thickness [mm] 60-70
	Ulkohalkaisija Outside diameter [mm]

Palko Run	Hitsausprosessi Welding process	Lisäaineen koko Size of filler metal [mm]	Hitsausvirta Current [A]	Kaarijännite Voltage [V]	Virtalaji Current type [AC, DC+, DC-]	Langansyöttö Wire feed speed [m/min]	Kuljetusnopeus* Travel speed [mm/min]	Lämmöntuonti* Heat input [kJ/mm]
1-3.	111	4.0	150-200	21-24	DC+		125-280	0,5-1,8
3...	136	1.2	170-260	23-29	DC+	6.0-10.0	200-600	0,3-1,8

Lisäaine Filler metal ESAB OK74.46, ESAB dual shield mol	Käsittely Baking or drying valm, ohjeen mukaan	Korotettu työlämpötila Preheat temperature 150°C	HITSIN DIMENSIOT WELD DIMENSIONS
Jauhe Flux NA		Välipalkkolämpötila Interpass temperature	b 4 mm
Suojakaasu Shielding gas M21	Virtausnopeus Flow rate 15-25l/min	Ylläpitölämpötila Pre-heat maintenance temperature	t 60-70 mm
Juurikaasu Gas backing NA	Virtausnopeus Flow rate NA	Vedynpoistohehkus Post-heating	

Volframidelektrodin tyyppi Tungsten electrode type NA	Koko Size	Liitospiirros ja hitsausjärjestys Joint drawing and welding sequence *
Juuren avaus/juurituki Details of back gouging/backing bs mb ml Carbon arc gouging		<p>Weld metal thickness. 111 : 10-15mm 136 : 25-35mm</p>
Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely ja/tai vanhentaminen Post-weld heat treatment and/or ageing		
Menetelmä Method Jännityksenpoistohehkus		
Lämpötila Temperature 550-580	Aika Time 120min	
Kuumeenusnopeus Heating rate * NA	Jäähymisnopeus Cooling rate * NA	
Muu informaatio Other information *		
Sivuttäisliike Weaving NA	Vapaalankapituus Stand off distance NA	
Vaaputus Oscillation NA		
Pulssihitsaus Pulse welding NA	Plasmahitsaus Plasma welding NA	
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma Torch angle NA		
Suutinetäisyys Distance contact tube/work piece NA		

* Jos vaadittu If required	
Valmistajan edustaja Manufacturer's representative Vesa Turpeenoja IWS FI 01490/HK0090-S	Hyväksyntä Approval Leo Aho IWE FI 00436
Pvm ja allekirjoitus Date and signature 10.08.2015	Pvm ja allekirjoitus Date and signature 10.08.2015

WINNOVA

HITSAAJAN PÄTEVYYSTODISTUS
WELDER'S QUALIFICATION TEST CERTIFICATEKOKKEEN MERKINTÄ
DESIGNATION

SFS EN 287-1 135 P BW(+FW) 2 S t12.1 PE bs

Hitsausohje
Welding Procedure Specification

pWPS 103

Todistus nro
Certificate No:

R-87-150810-3

Rev: 0

Hitsaajan nimi
Welder's name
Tunnus
Identification:Matila Reijo
AF 53Tunnistamistapa
Method of identification
Syntymäaika ja -paikka
Date and Place of Birth:Muu / Other
23.03.1962Työnantaja
Employer:Alstom Finland Oy
Pajakatu 5
92150 RaahenSäännös / Testausstandardi
Code/Testing standard:

SFS-EN 287-1:2011

Hitsauspäivämäärä
Welding date:

10.08.2015

Hitsauspaikka
Place of welding

Raahen Aiku

Täydentävä pienahitsauskoe (5.4 c)
Supplementary fillet weld test (5.4 c)

Kyllä / Yes SFS EN 287-1 135 P FW 2 S t12.1 PB sl

Erilliset todistukset ei ole julkaistu
Separate certificate is not issuedTietopuolinen koe
Job knowledge

Ei testattu / Not tested

	Hitsauskokeen yksityiskohdat Weld test details	Pätevyysalue Range of approval
Hitsausprosessi Welding process	135	135, 138
Levy tai putki Plate or pipe	P	P, T (D >= 500 ja/and [D >= 150 PA, PB ja PC **])
Liitosmuoto Joint type	BW(+FW)	BW, FW
Perusaineryhmä(t) Parent material group(s)	2 S 420 ML	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2, 3, 9.1 ja/and 11
Lisäainetyyppi / merkintä Filler metal type/designation	S Elgamatig 100	S,M *)
Suojakaasu / jauhe Gas/flux	MISON 25 (Ar+25CO2+0,03NO)	---
Apuaineet Auxiliaries		---
Aineenpaksuus Material thickness [mm]	12.1	>= 5
Putken ulkohalkaisija Pipe outside diameter [mm]		
Hitsausasento Welding position(s)	PE	PA,PB,PC,PD,PE,PF,PH
Hitsin yksityiskohdat Weld details	bs	ss mb, bs ; FW: sl, ml

*) Tuotannossa pohjaputken hitsauksessa (ss nb) käytettävä kokeessa käytetty lisäainetyyppiä.
*) In production shall use same filler metal type than used in Approval test.**) Jos asento mainittu Hitsausasentojen Pätevyysalueessa
**) If position mentioned: Range of Approval at Welding positionsLisätietoja on saatavissa lisälehdestä ja/tai hitsausohjeesta nro
Additional information is available on attached sheet and/or welding procedure specification No:

Testausmenetelmä Type of test	Suoritettu ja hyväksytty Performed and accepted	Ei vaadittu Not required
Silmämääräinen Visual	10.08.2015 OK, Leo Aho	
Radiografia Radiography	17.08.2015 OK Inspecta WO-0012596-043	X
Makrohe Macro exam.		X
Murtokoe Fracture test	10.08.2015 OK, Leo Aho	
Taivutuskoe Bend Test		X
Lovivelokoe Notch tensile test		X

Nimi ja allekirjoitus
Name and SignatureAho Leo
Raahen Aiku

Paikka/Place:

Raahen

Päivämäärä/Date:

17.08.2015

Hyväksyminen voimassa
Validity of approval until

10.08.2017 saakka

TYÖNANTAJAN / HITSAUSKOORDINOIJAN VOIMASSAOLON VARMISTAMINEN SEURAAVAKSI 6 KUUKAUDEKSI (luhta 9.2)
CONFIRMATION OF THE VALIDITY BY EMPLOYER/ WELDING COORDINATOR FOR THE FOLLOWING 6 MONTHS (refer to 9.2)

Päivämäärä Date	Allekirjoitus Signature	Asema tai arvonimi Position or title

PÄTEVYNTILATOKSEN ANTAMAN VOIMASSAOLON JATKAMINEN SEURAAVAKSI 2 VUODEKSI (luhta 9.3)
PROLONGATION FOR APPROVAL BY RECOGNIZED THIRD PARTY FOR THE FOLLOWING 2 YEARS

Päivämäärä Date	Allekirjoitus Signature	Asema tai arvonimi Position or title

Huomi! Tämä pätevyystodistus ei oikeuta hitsaamaan Painatehdirektiivin (97/23/EU) luokkien II-IV vaatimusten mukaisissa kohteissa.

Inspecta

TARKASTUSPÖYTÄKIRJA / INSPECTION REPORT
Magneettijauhetaikastus - Magnetic particle examination

Konttori - Office: **Raah**



Työ nro / Work no	Plk. Nro / Document no	Sivu / Sheet
WO-00177691	003	1/1
Liitteet / Attachments	Liitteet kpl / Attachments pcs	Asiakkaan plk nro / Customer's document no
-	-	-
Tarkastussuunnitelma nro / Inspection plan no		
C.YAY0.SL.21-M0000/MON003		

Tilaaaja / Purchaser		Laitos tai tarkastuspaikka / Plant or place of inspection	
ALSTOM Finland Oy, Raah		SSAB, Terässulatto	
Tarkastuskohde / Inspection object			
Teräskonverterti + vaipan hitsi			
Piirustus nro / Drawing no	Rev. nro	Perusaine / Base material	Nimellimitat / Nominal dimensions
1754036	0	SA 435	PL65
Pinnan laatu / Surface Condition		Lämpötila / Temperature	Lämpökäsittely / Heat treated
Hitsattu		30°C	Ei
Tarkastusohje / Inspection procedure	Rev. nro	Laatuvaatimus / Quality requirement	Tarkastuslaajuus / Scope of examination
ASME V, art. 7 (QMW610.A20)		ASME VIII, app 6	100% (molemmat puolet)
Käytetty magnetointilaitte / Magnetization equipment used	Laite nro / Equipment no	Laite ja valaistus / Equipment and type of light	Laite nro / Equipment no
Parker B300S	202	Yleisvalo	-
Tarkastuspintojen esipuhdistus / Pre-cleaning of surface	Menetelmän ilmaisutapa / Indication of method		Peittoväri - Erä / Contrast media - Batch
	<input checked="" type="checkbox"/> Vanilinen / Colored <input type="checkbox"/> Fluoresoiva / Fluorescent		Bycotest 104 / 130106
Magnetointimenetelmä / Magnetization method	Menetelmän ilmaisutapa / Indication of method		Magneettijauhe - Erä / Magnet particle - Batch
<input checked="" type="checkbox"/> Ies / Yoke <input type="checkbox"/> Kela / Coil <input type="checkbox"/> Kohdot / Prods <input type="checkbox"/> Suoravirta / Direct current <input type="checkbox"/> Apujohtin / Central conductor	<input checked="" type="checkbox"/> Vaihtovirta / AC <input type="checkbox"/> Tasavirta / DC <input type="checkbox"/> Pulssivirta / Pulse current		Bycotest 103/ 140604
Magneettivuon suunnat / Directions of magnetization	Demagnetointi / Demagnetization	Kohdoiden etäisyys / Prod spacing	Virta / Current Kierr. lkm. / No. of turns
90° toisiinsa nähden	<input type="checkbox"/> Suoritettu / is carried out <input checked="" type="checkbox"/> Ei suoritettu / is not carried out	150-200	A
Havainnot ja poikkeamat tarkastusohjeesta / Observations and defects from inspection manual			Jälkipuhdistus / Post examination cleaning
Tarkastettu 100% molemmilta puolilta. (alla kuva kohteesta)			ei
Tarkastustulokset / Result of inspection			
<input checked="" type="radio"/> Täyttää vaatimukset - Fullfills requirements <input type="radio"/> Ei täytä vaatimuksia / Does not fulfill requirements			
Tarkastajan nimi / Name of inspector	Allekirjoitus / Signature	Paikka / Place	Päiväys / date Pätevyys / Competence
Jorma Toppi		Raah	20.112015 6968-MT2
Valvoja / Supervisor			